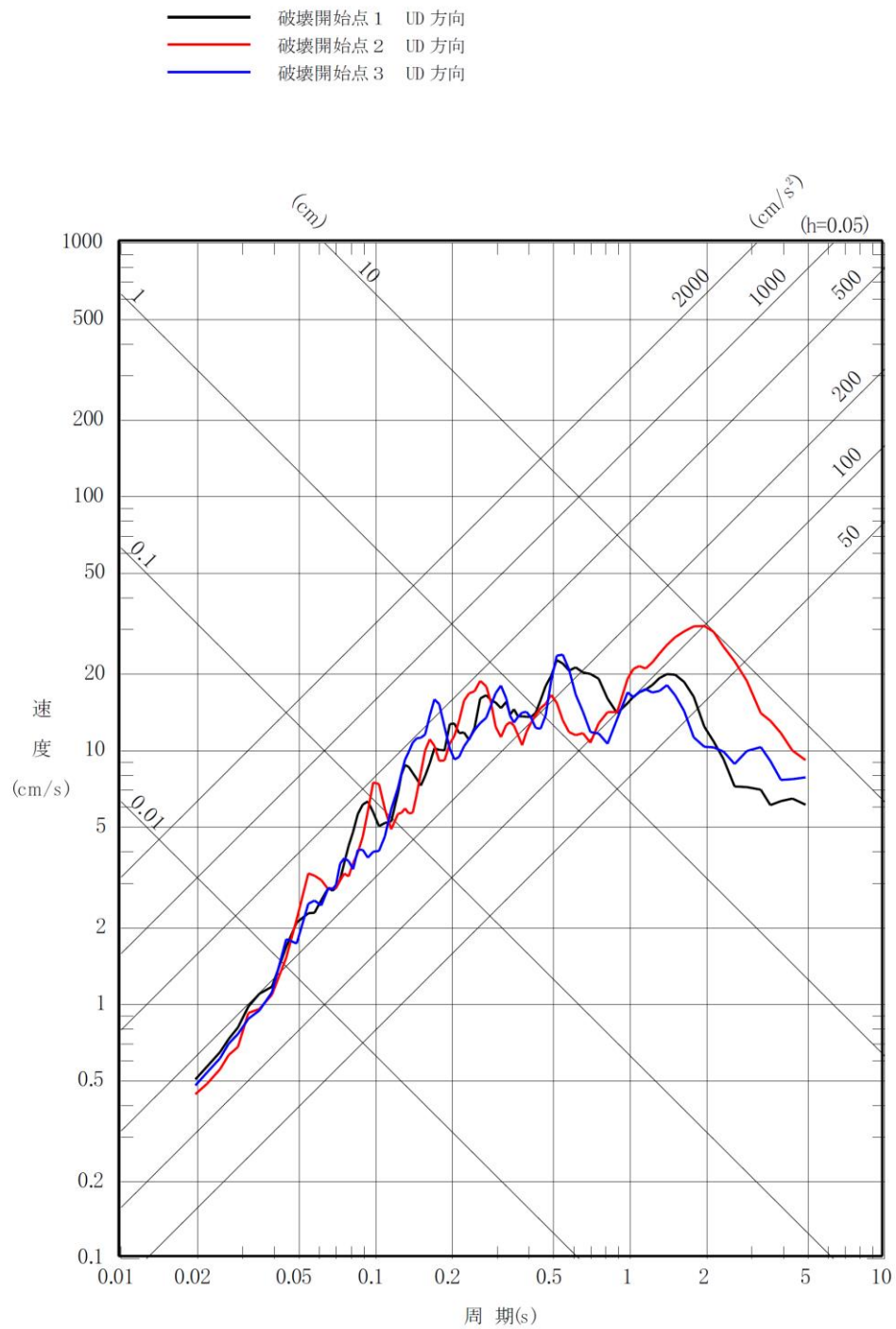
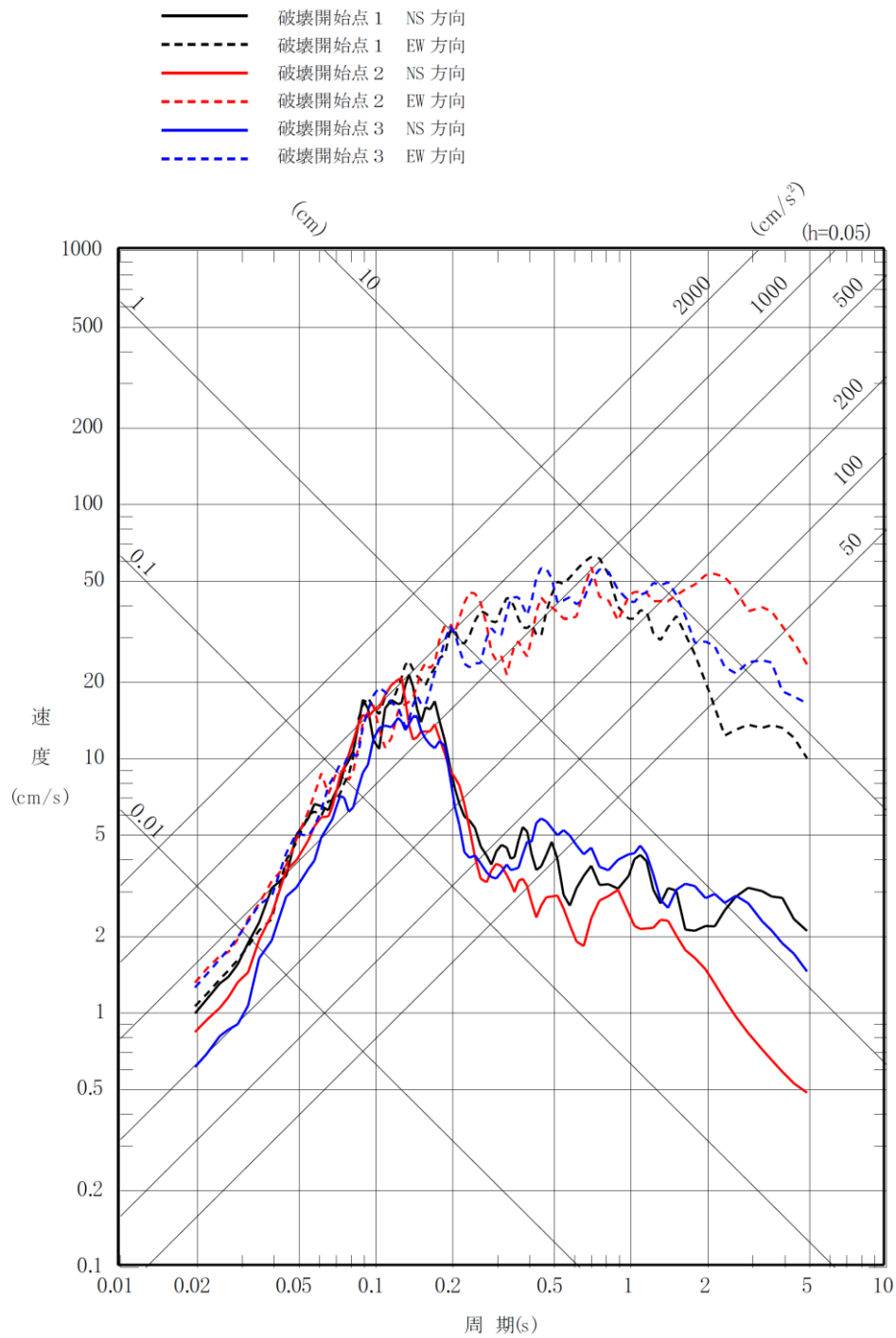


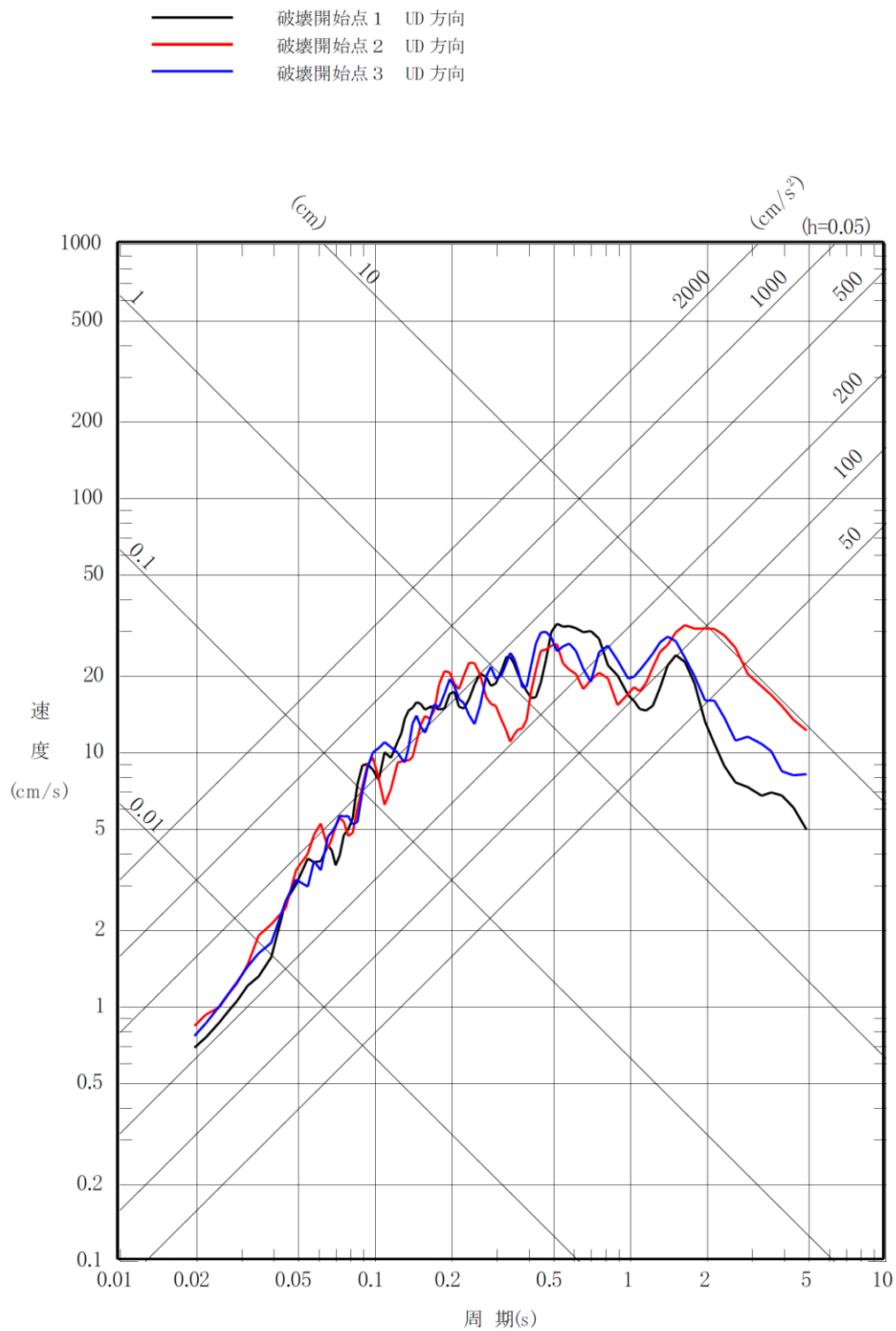
第 6-23 図(1) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (基本モデル, 水平方向)



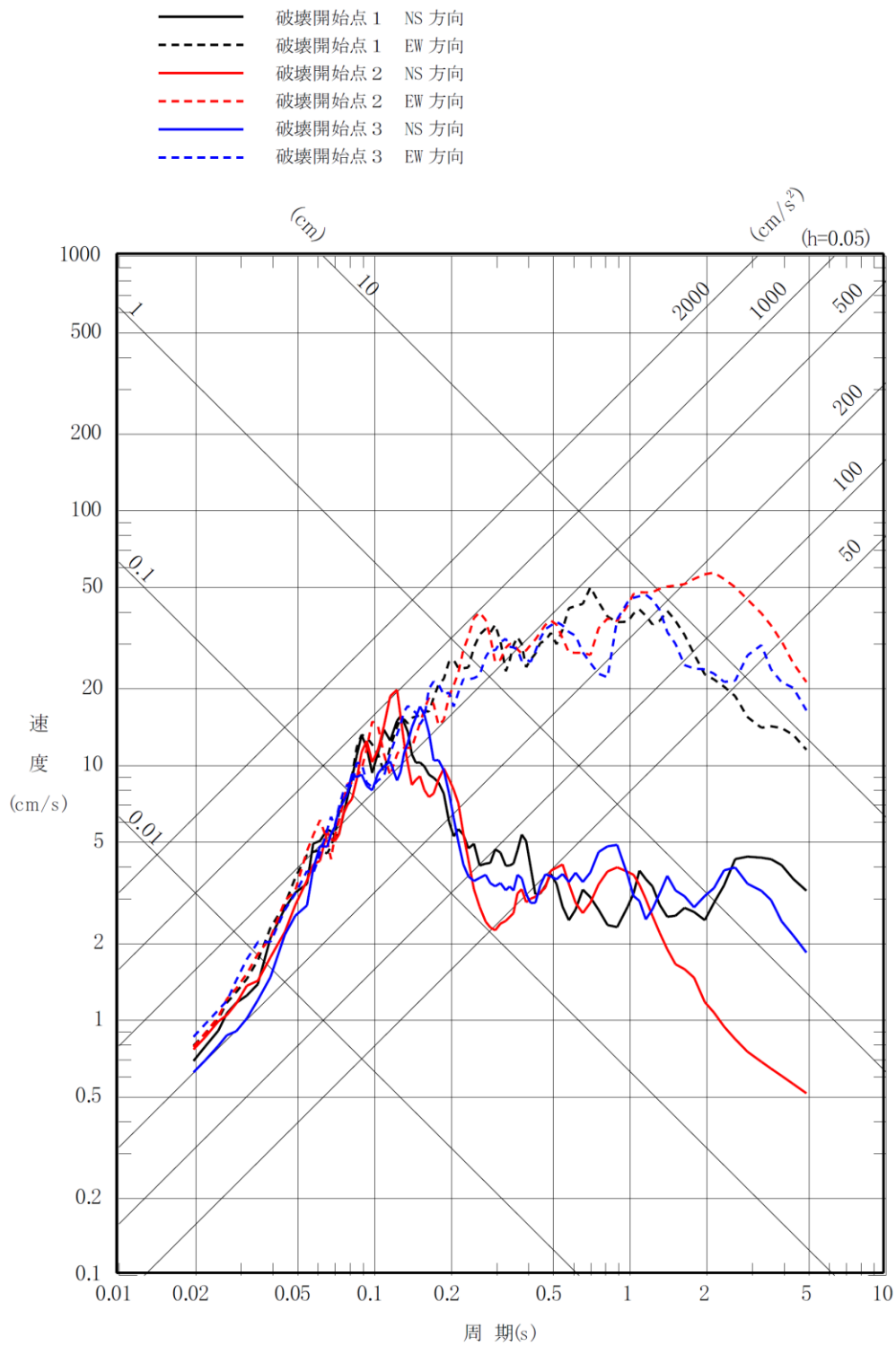
第 6-23 図 (2) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (基本モデル, 鉛直方向)



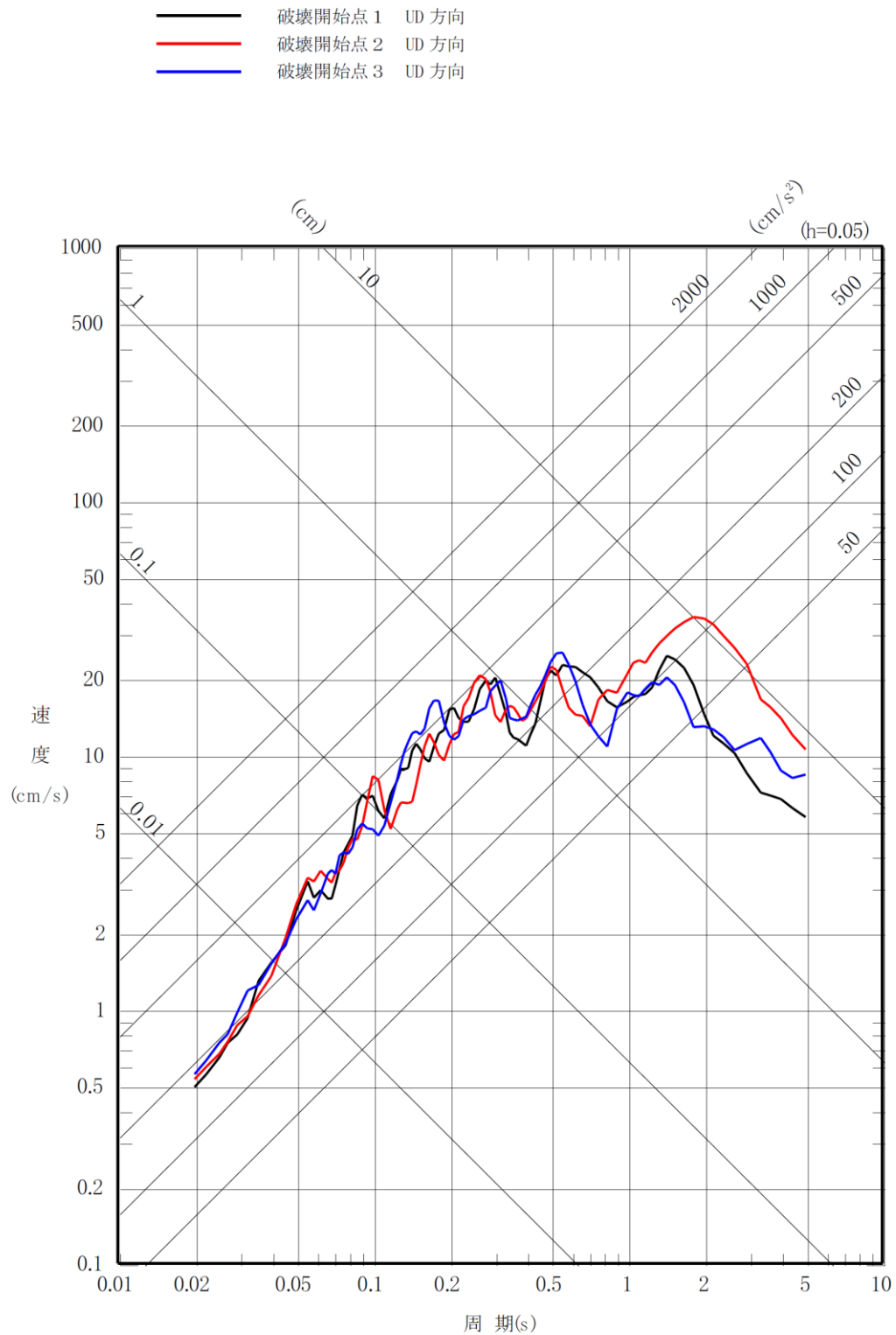
第 6-23 図 (3) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (短周期レベルの不確かさケース, 水平方向)



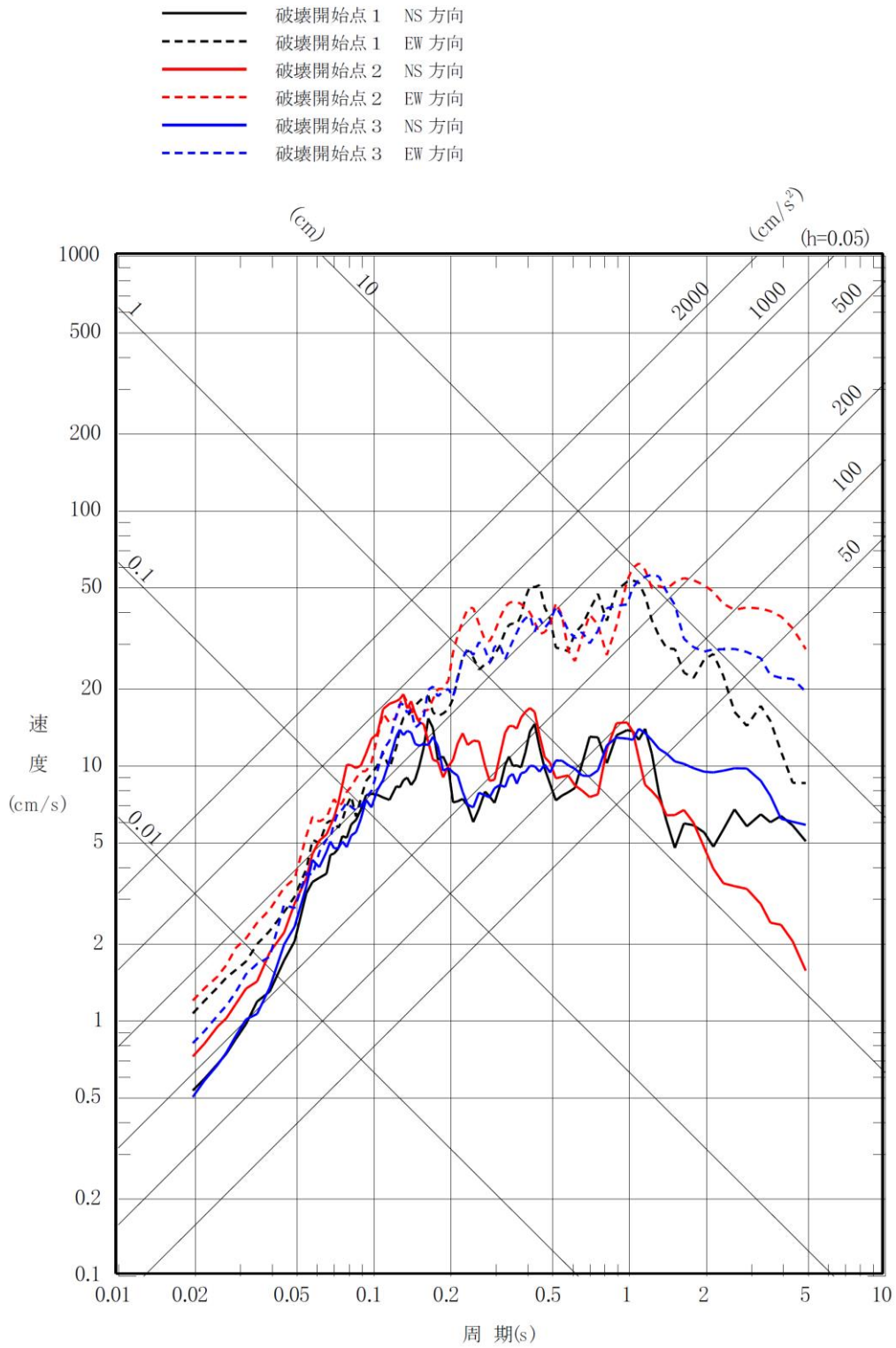
第 6-23 図 (4) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (短周期レベルの不確かさケース, 鉛直方向)



第 6-23 図 (5) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (断層位置の不確かさケース, 水平方向)

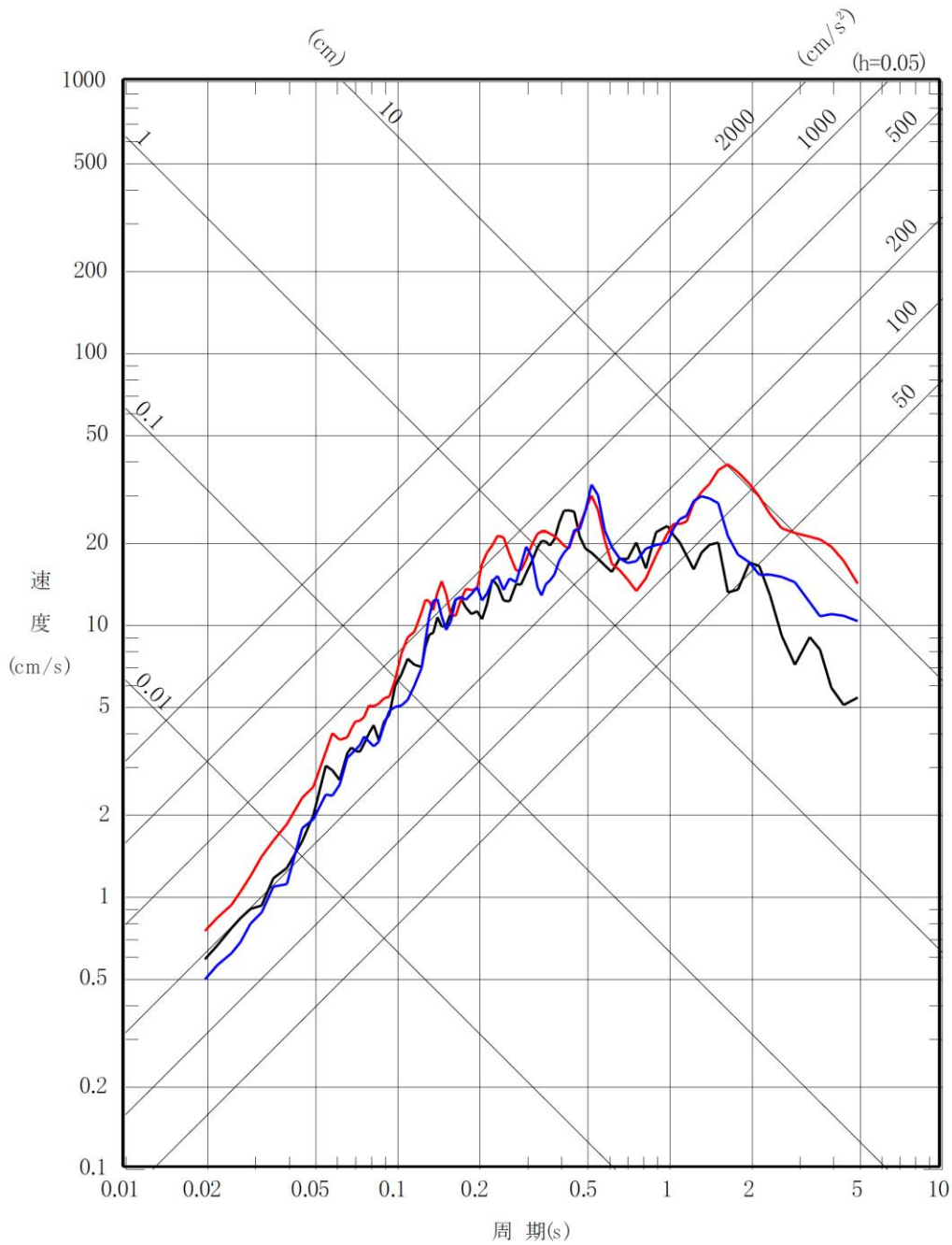


第 6-23 図(6) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (断層位置の不確かさケース, 鉛直方向)



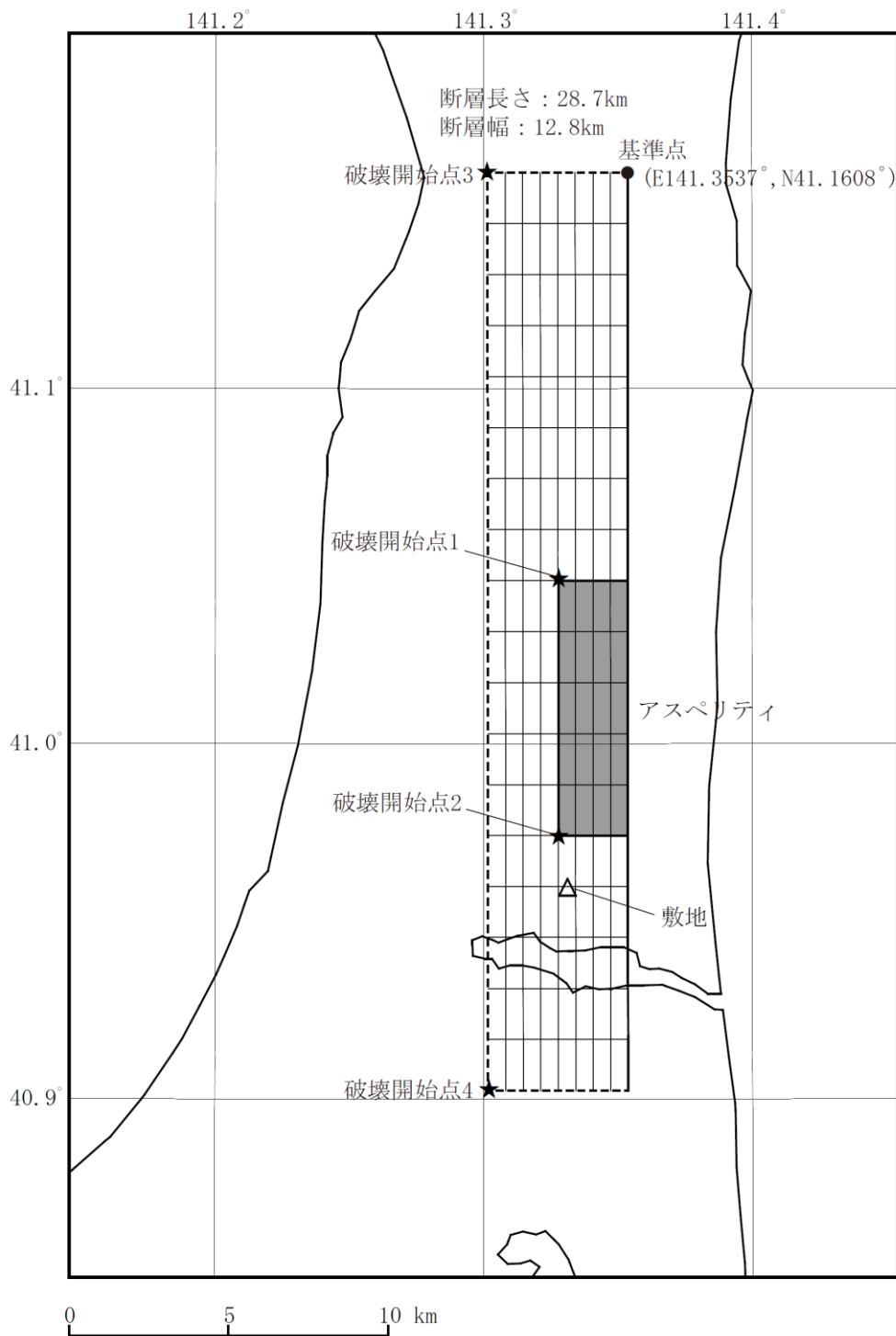
第 6-23 図 (7) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (地震規模の不確かさケース, 水平方向)

- 破壊開始点1 UD方向
- 破壊開始点2 UD方向
- 破壊開始点3 UD方向

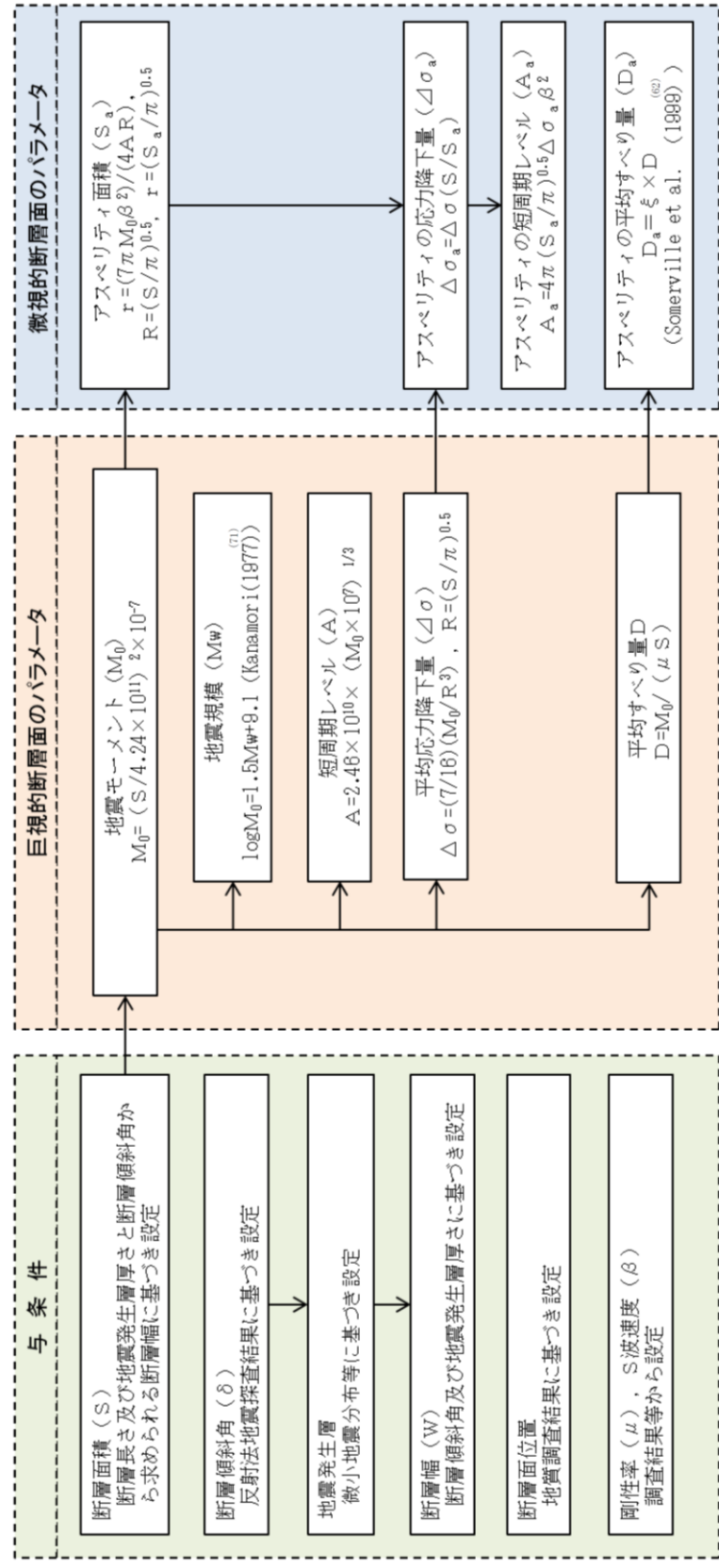


第 6-23 図(8) 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (地震規模の不確かさケース, 鉛直方向)



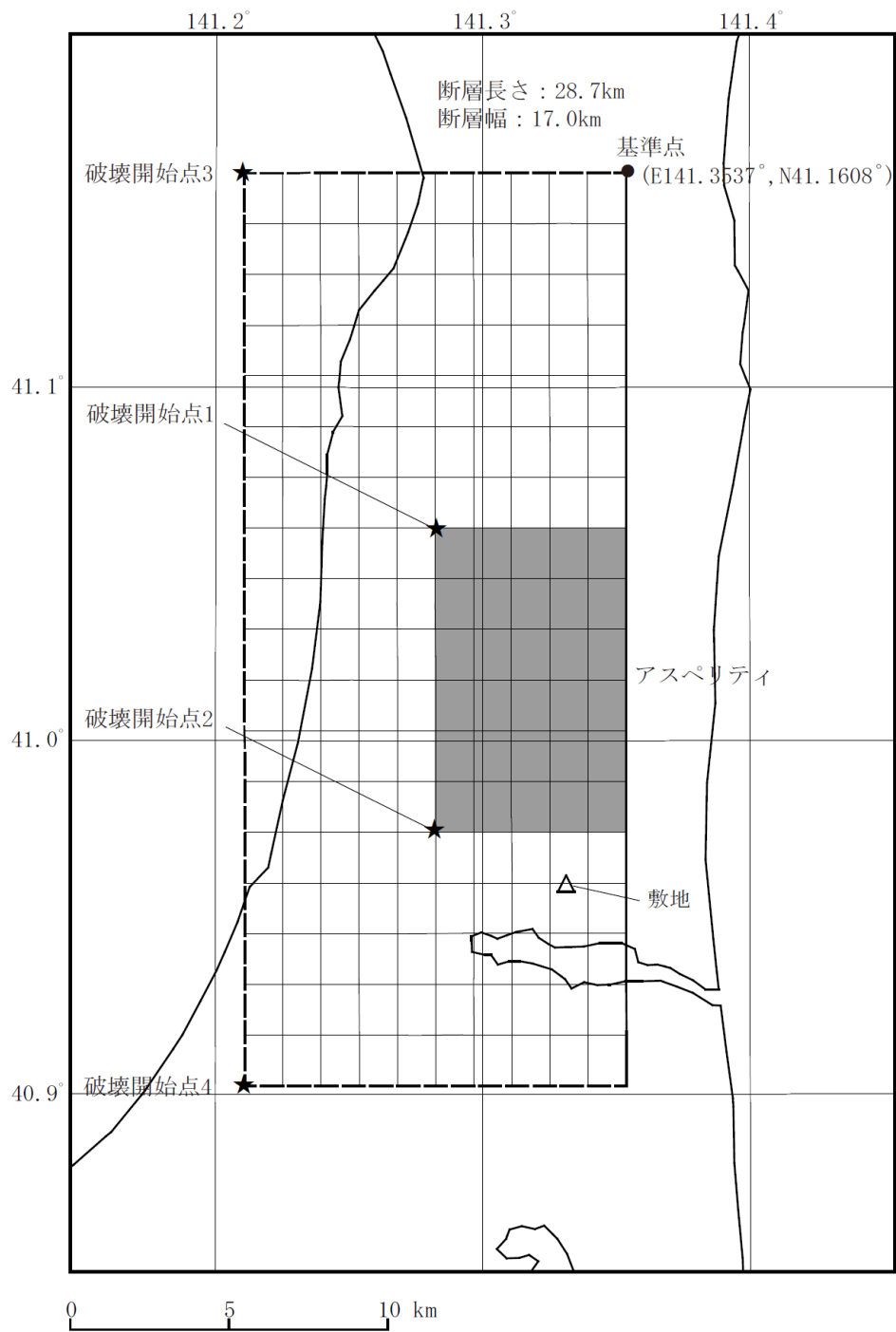


第 6-24 図 「出戸西方断層による地震」の断層モデル  
 (基本モデル・短周期レベルの不確かさケース)

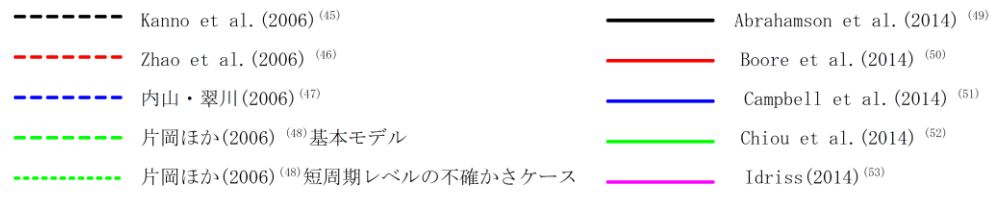


参考文献を付記していない数式は、地震調査委員会 (2016) <sup>(6)</sup>による。

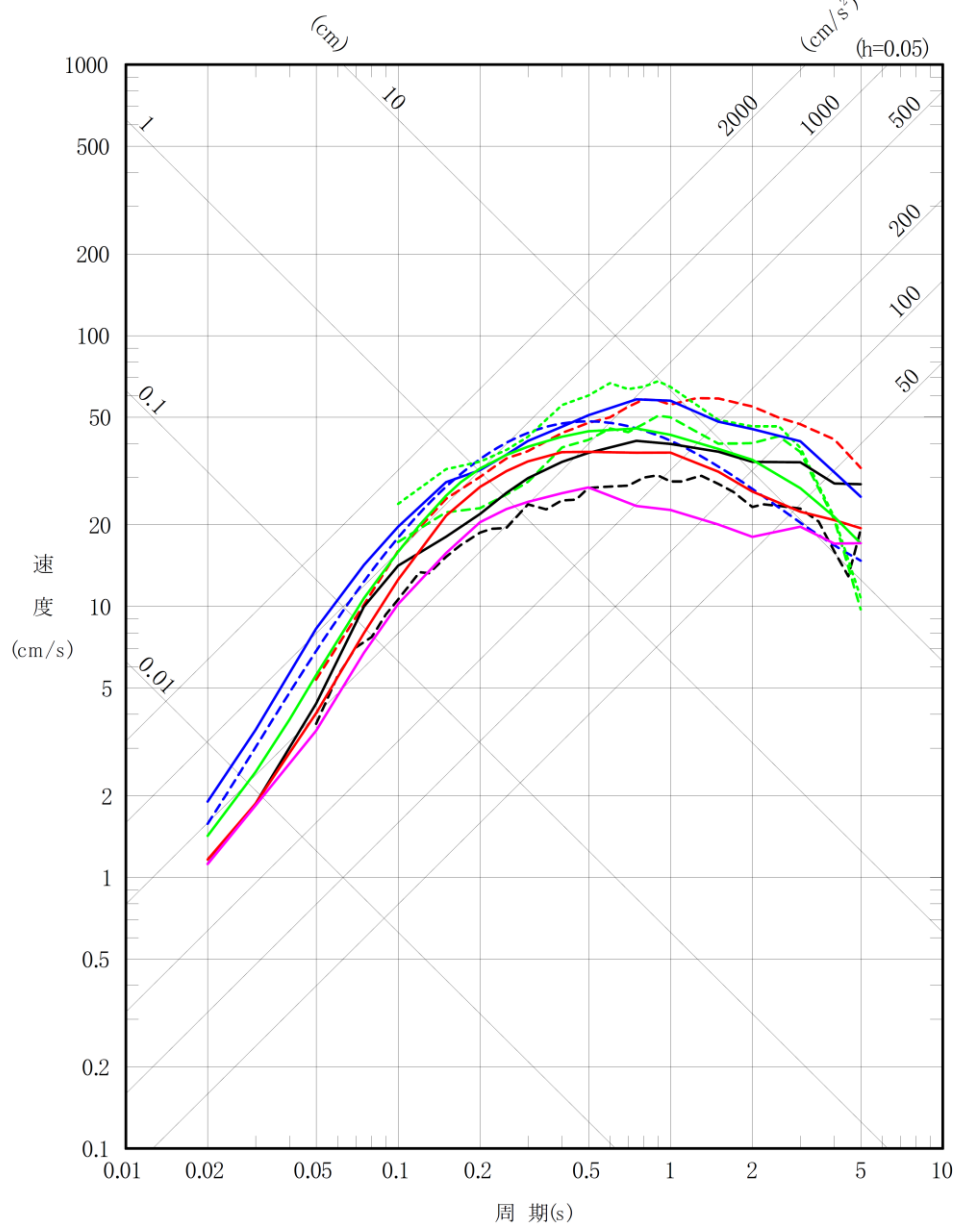
第 6-25 図 断層モデル パラメータ設定フロー (内陸地殻内地震)



第 6-26 図 「出戸西方断層による地震」の断層モデル  
 (断層傾斜角の不確かさケース・断層傾斜角と  
 短周期レベルの不確かさを重畳させたケース)



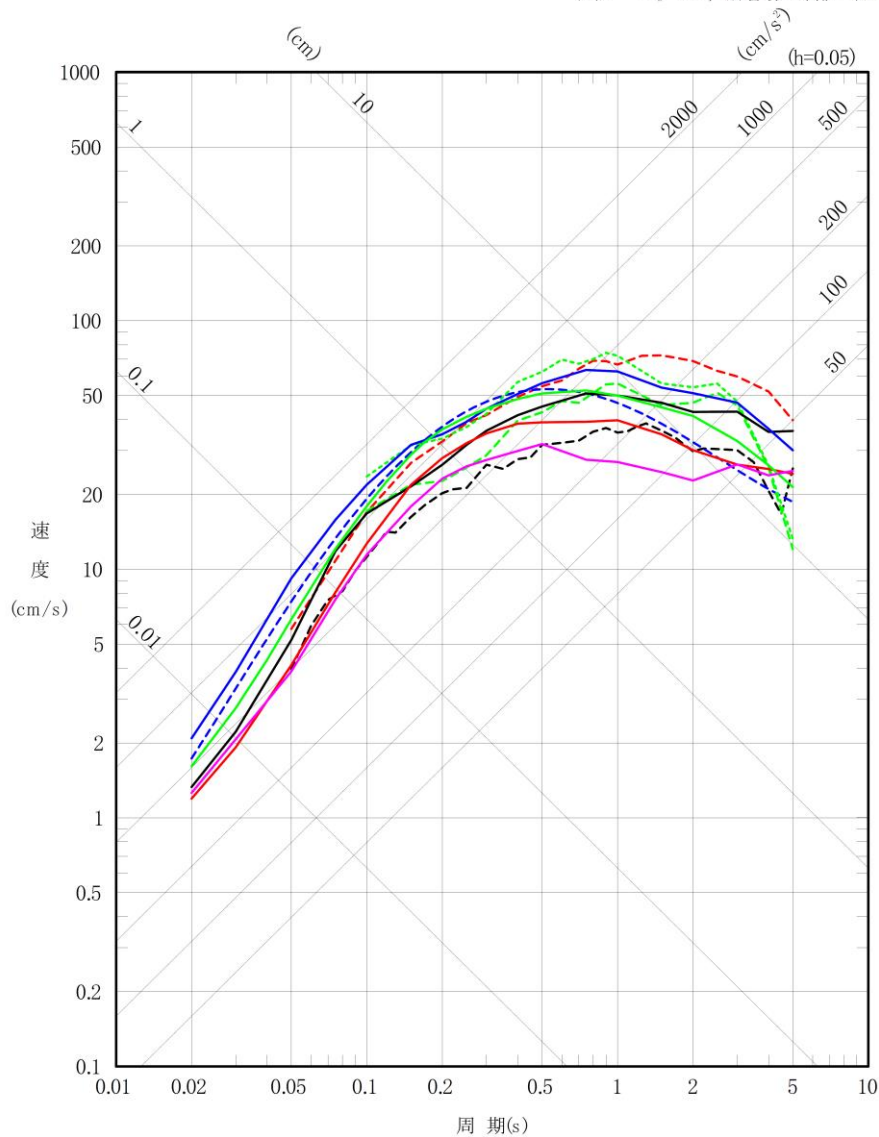
注記 :  $M_w=6.5$ , 断層最短距離=約 3.5km



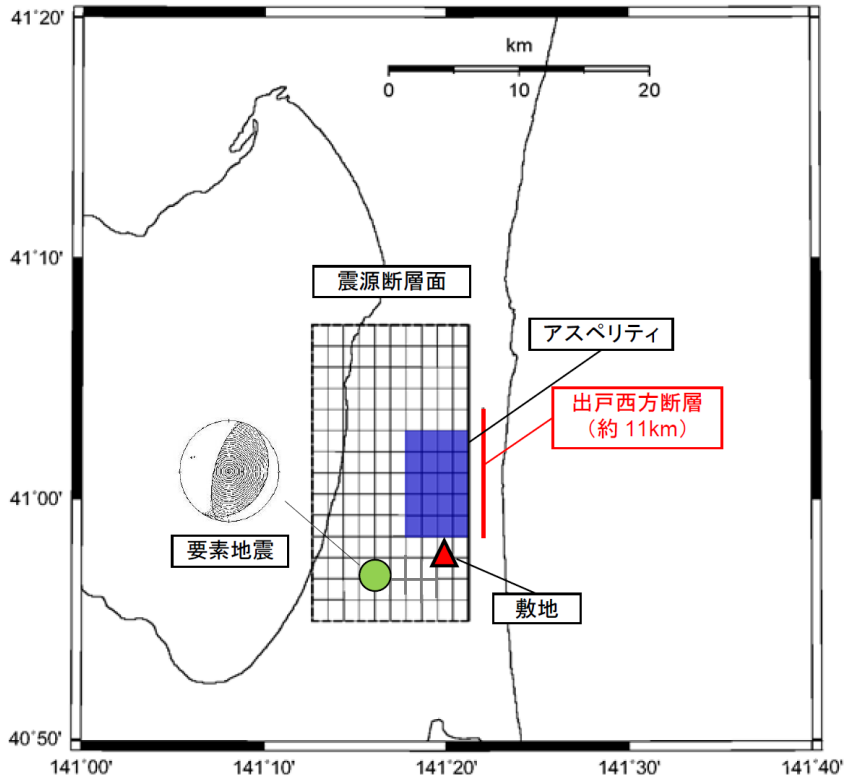
第 6-27 図(1) 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル  
 (応答スペクトルに基づく手法)  
 (基本モデル・短周期レベルの不確かさケース, 水平方向)

- Kanno et al. (2006) <sup>(45)</sup>
- Zhao et al. (2006) <sup>(46)</sup>
- 内山・翠川(2006) <sup>(47)</sup>
- 片岡ほか(2006) <sup>(48)</sup> 断層傾斜角の不確かさケース
- 片岡ほか(2006) <sup>(48)</sup> 断層傾斜角と短周期レベルの不確かさを重畳させたケース
- Abrahamson et al. (2014) <sup>(49)</sup>
- Boore et al. (2014) <sup>(50)</sup>
- Campbell et al. (2014) <sup>(51)</sup>
- Chiou et al. (2014) <sup>(52)</sup>
- Idriss (2014) <sup>(53)</sup>

注記 :  $M_0=6.7$ , 断層最短距離=約 3.5km

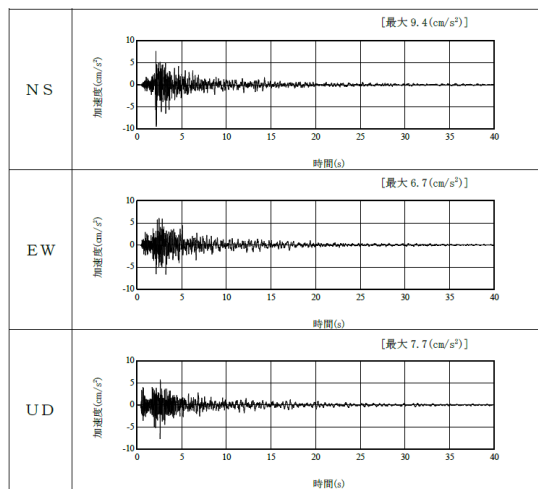


第 6-27 図(2) 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル  
 (応答スペクトルに基づく手法)  
 (断層傾斜角の不確かさケース・断層傾斜角と短周期レベル  
 の不確かさを重畳させたケース, 水平方向)



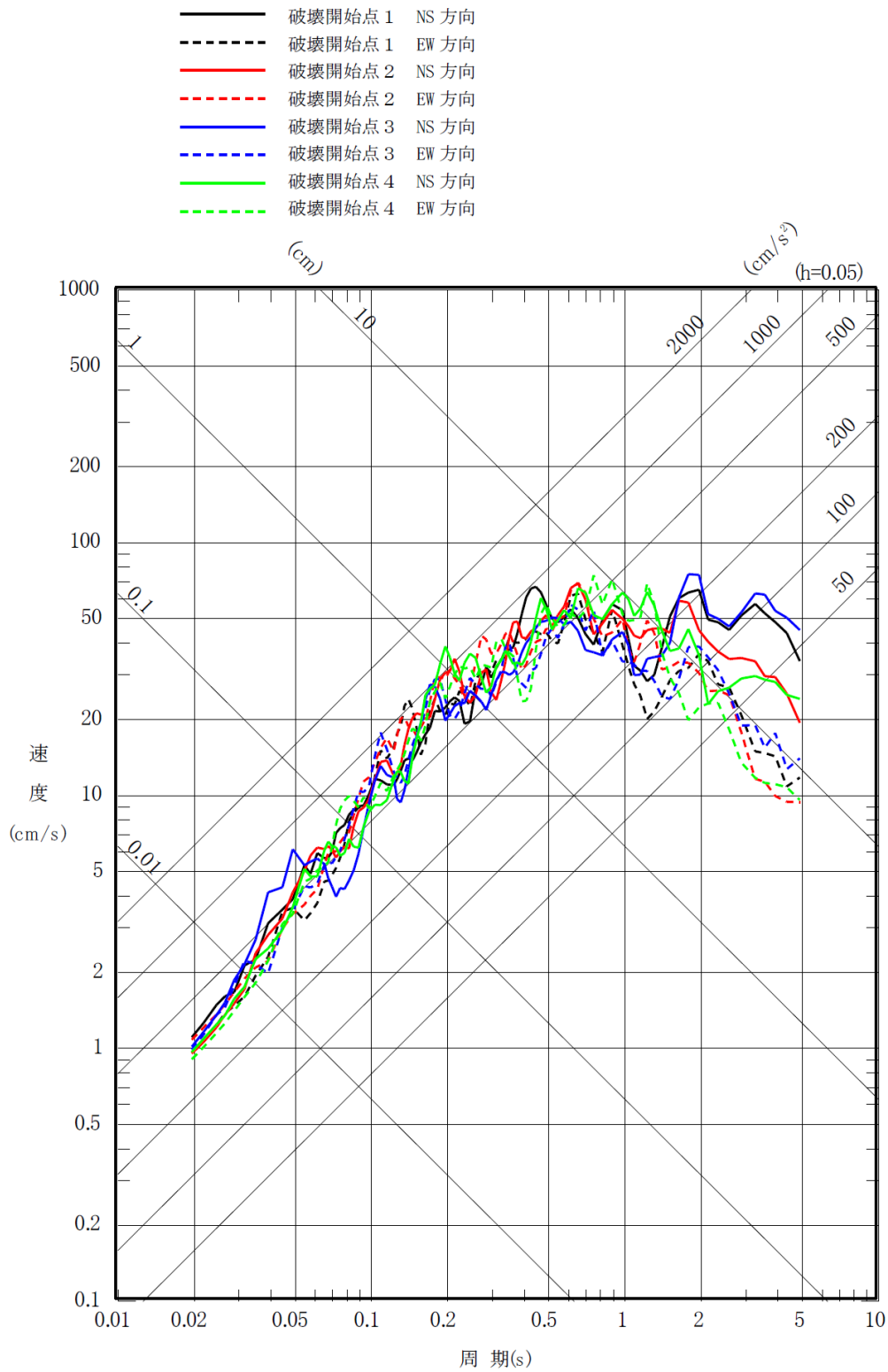
注記 : 図中の震源断層面は、断層傾斜角の不確かさケースの震源断層面を示す。

(a) 要素地震の震央位置

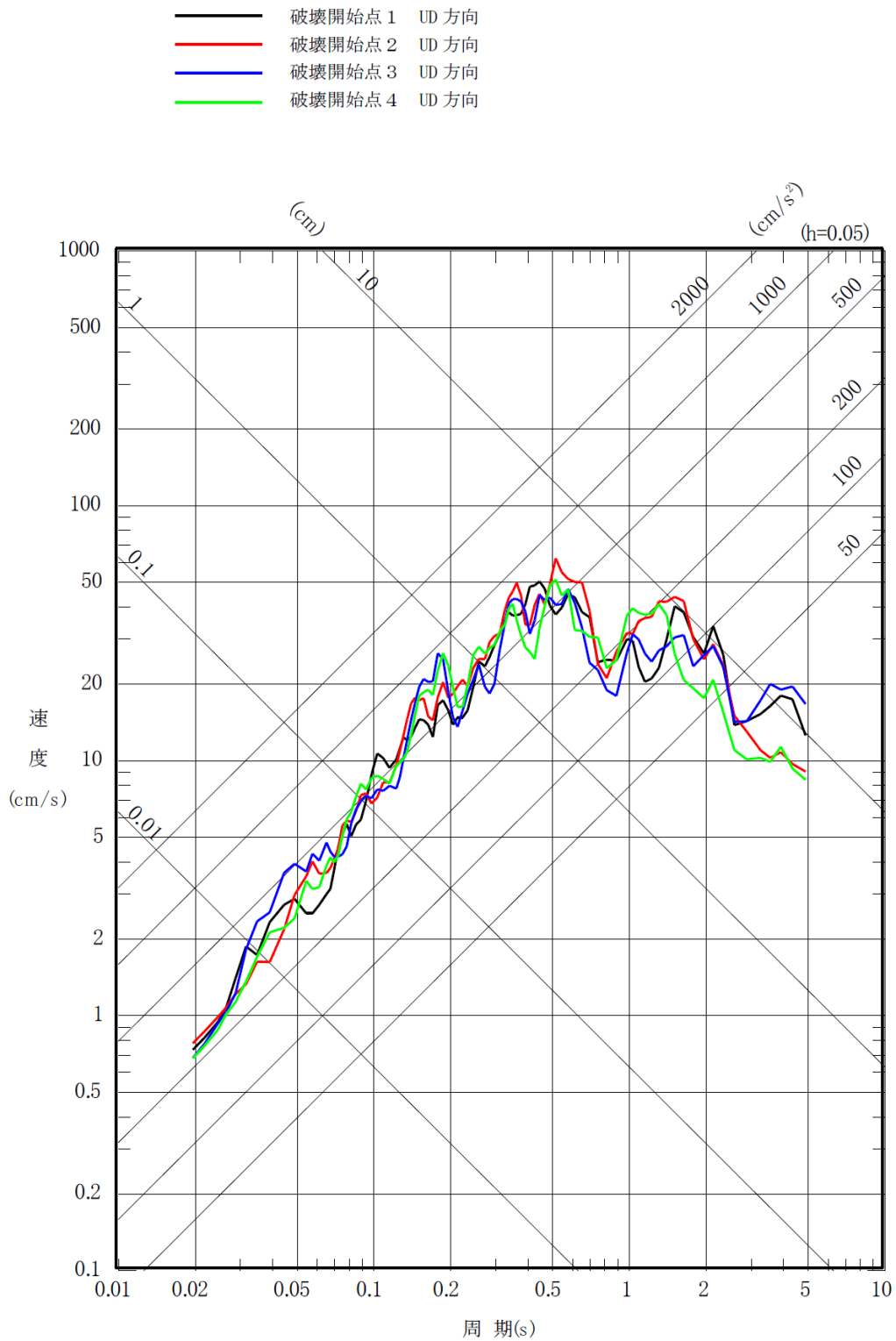


(b) 観測記録の波形

第 6-28 図 要素地震の震央位置及び観測記録の波形 (内陸地殻内地震)

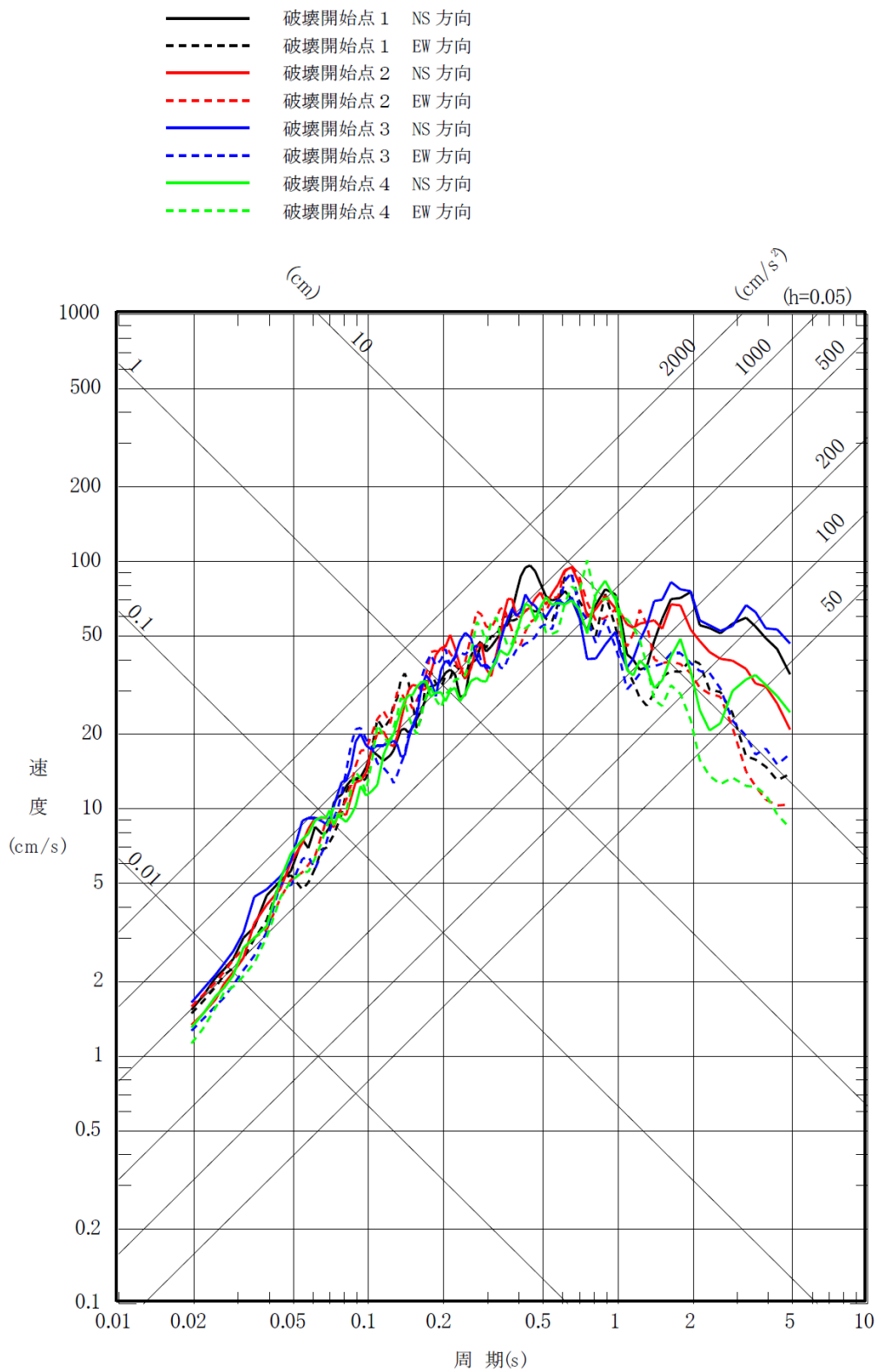


第 6-29 図(1) 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (基本モデル, 水平方向)



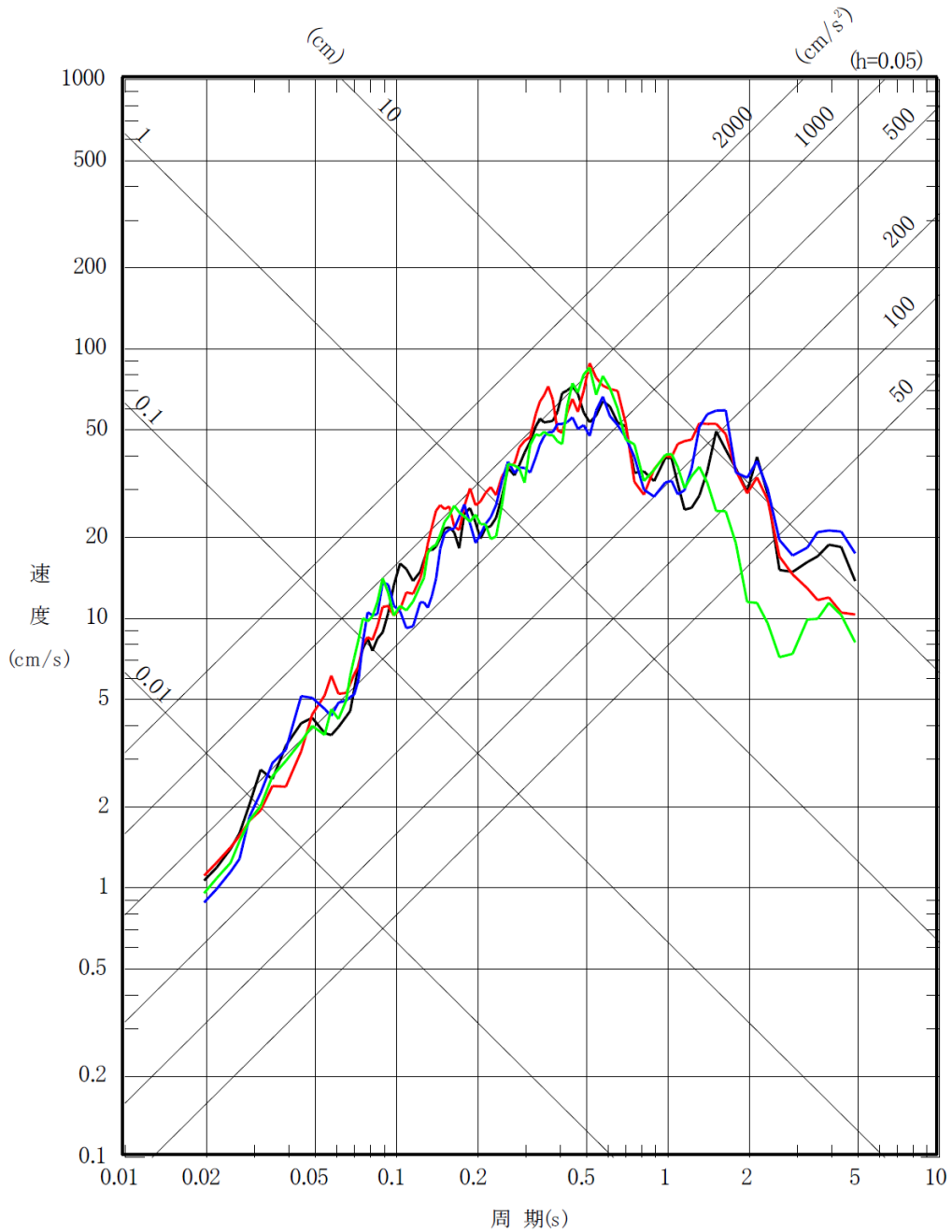
第 6-29 図(2) 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (基本モデル, 鉛直方向)



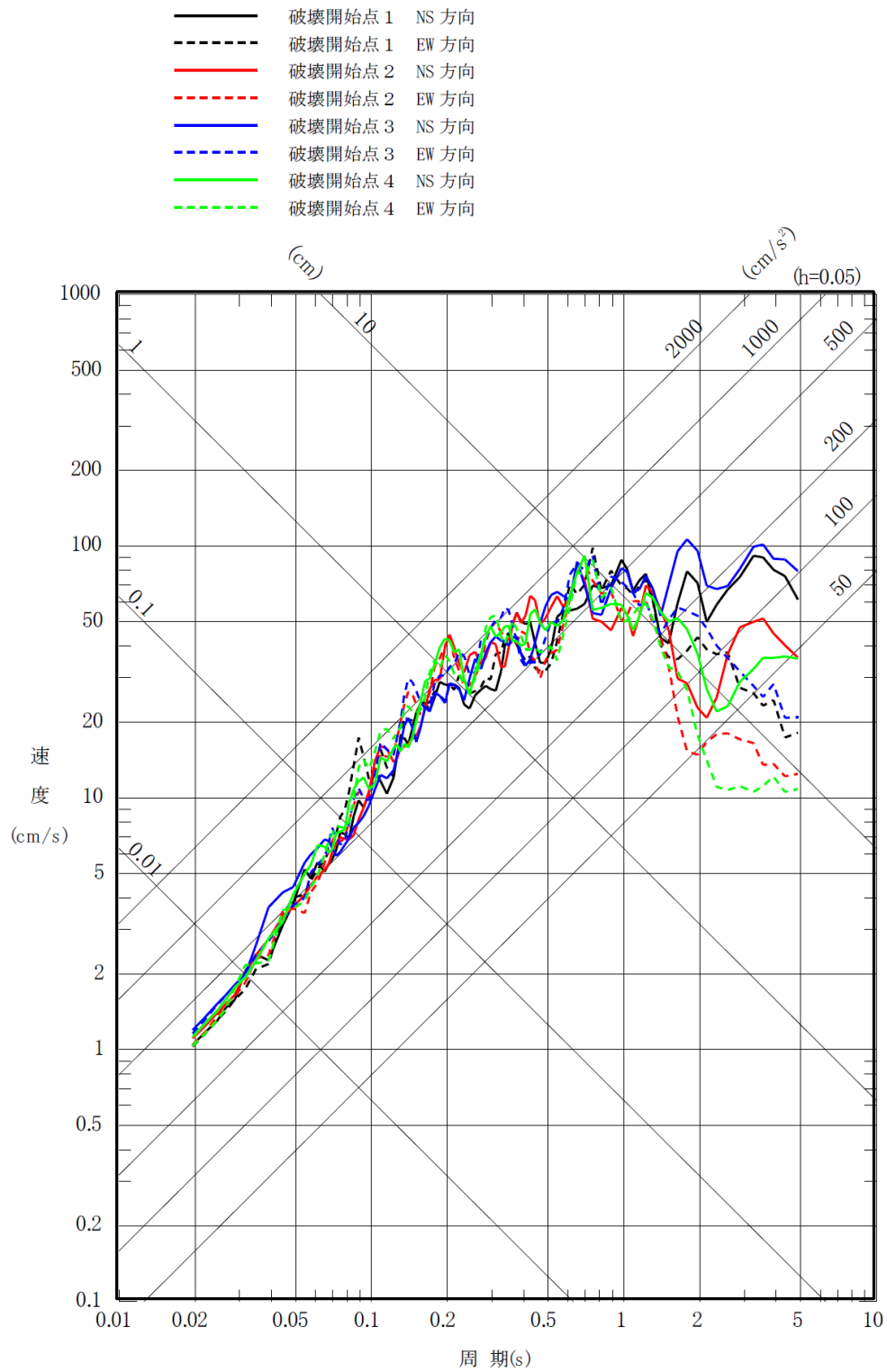


第 6-29 図(3) 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (短周期レベルの不確かさケース, 水平方向)

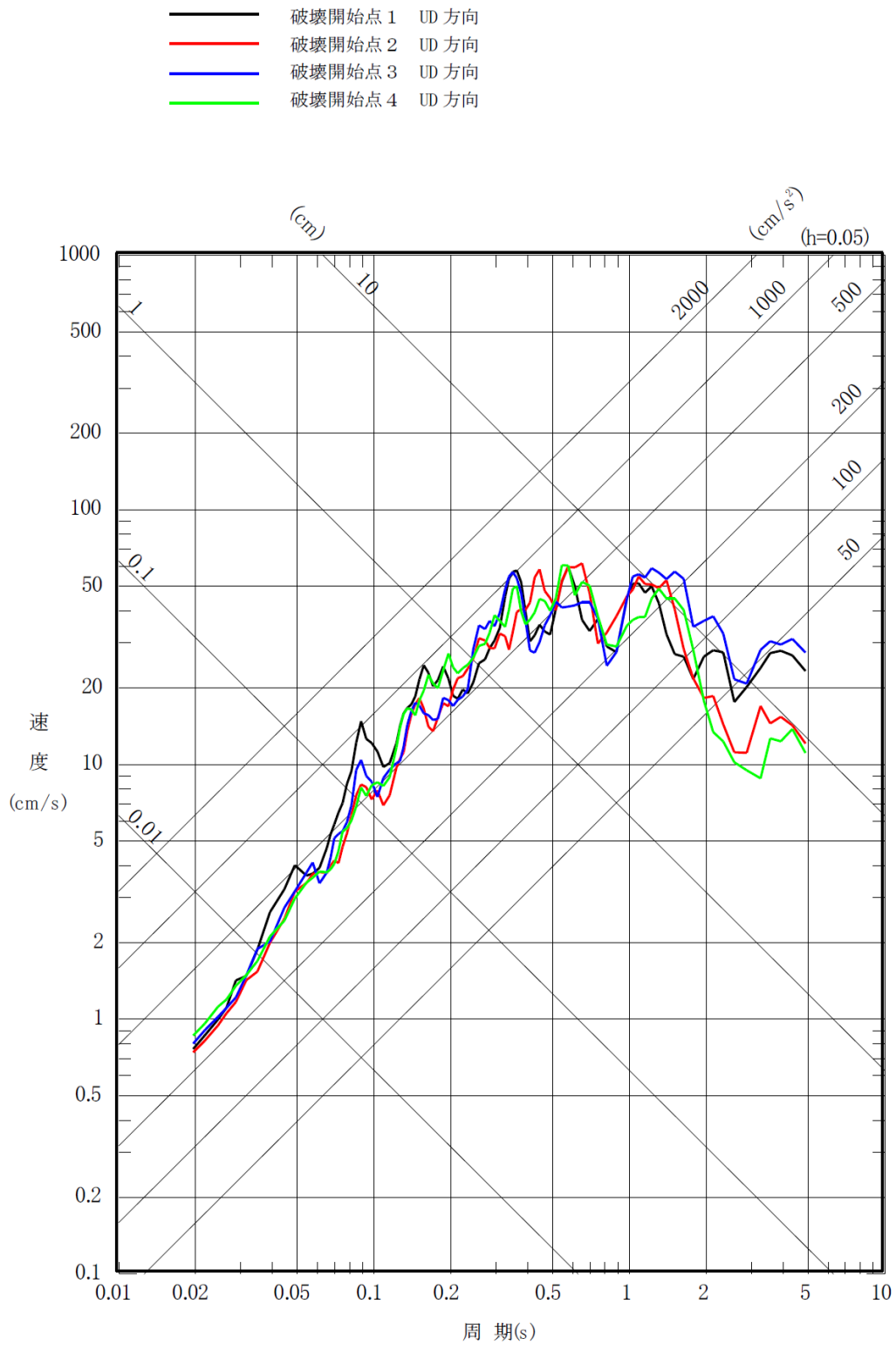
- 破壊開始点 1 UD方向
- 破壊開始点 2 UD方向
- 破壊開始点 3 UD方向
- 破壊開始点 4 UD方向



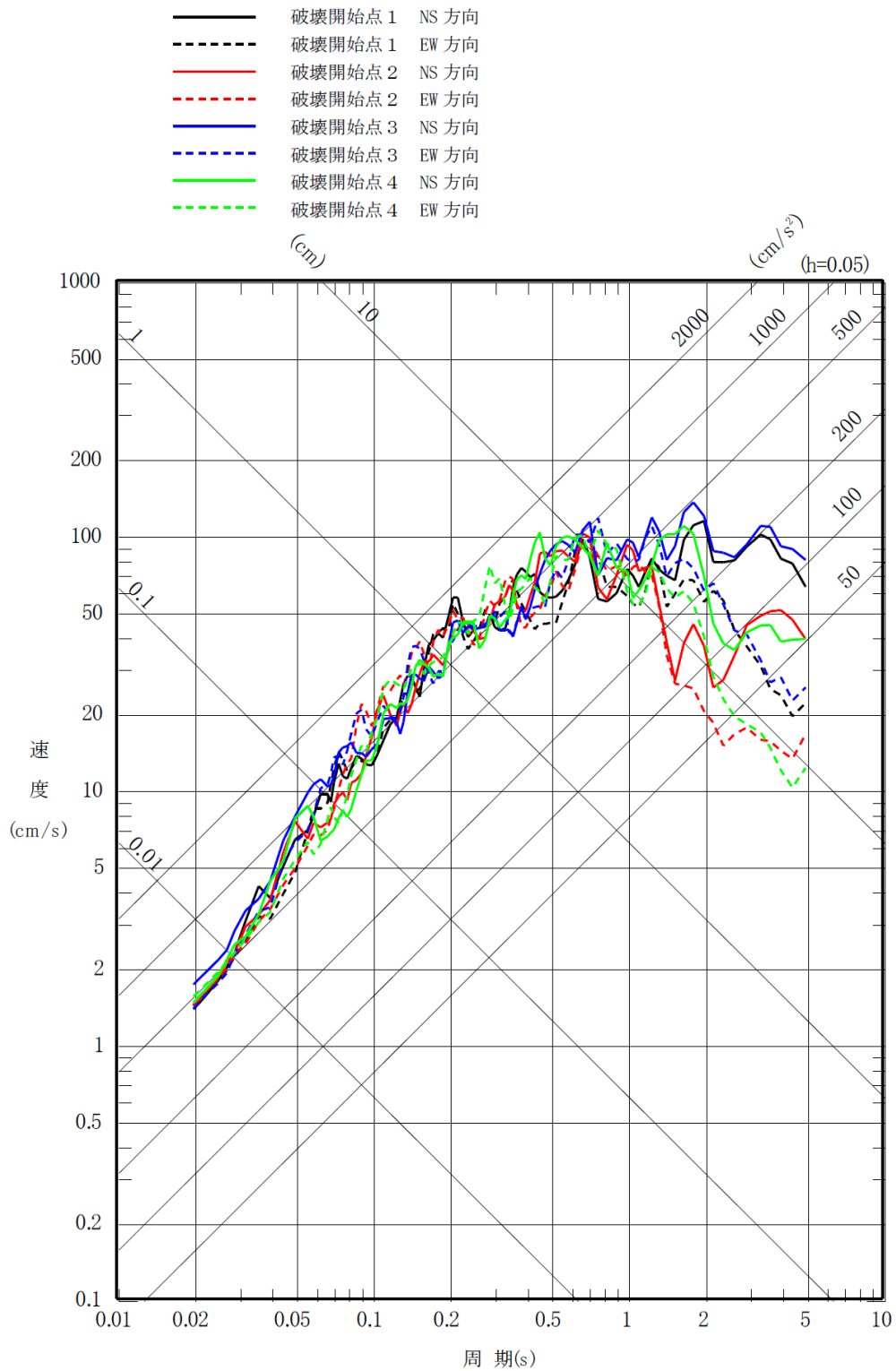
第 6-29 図(4) 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (短周期レベルの不確かさケース, 鉛直方向)



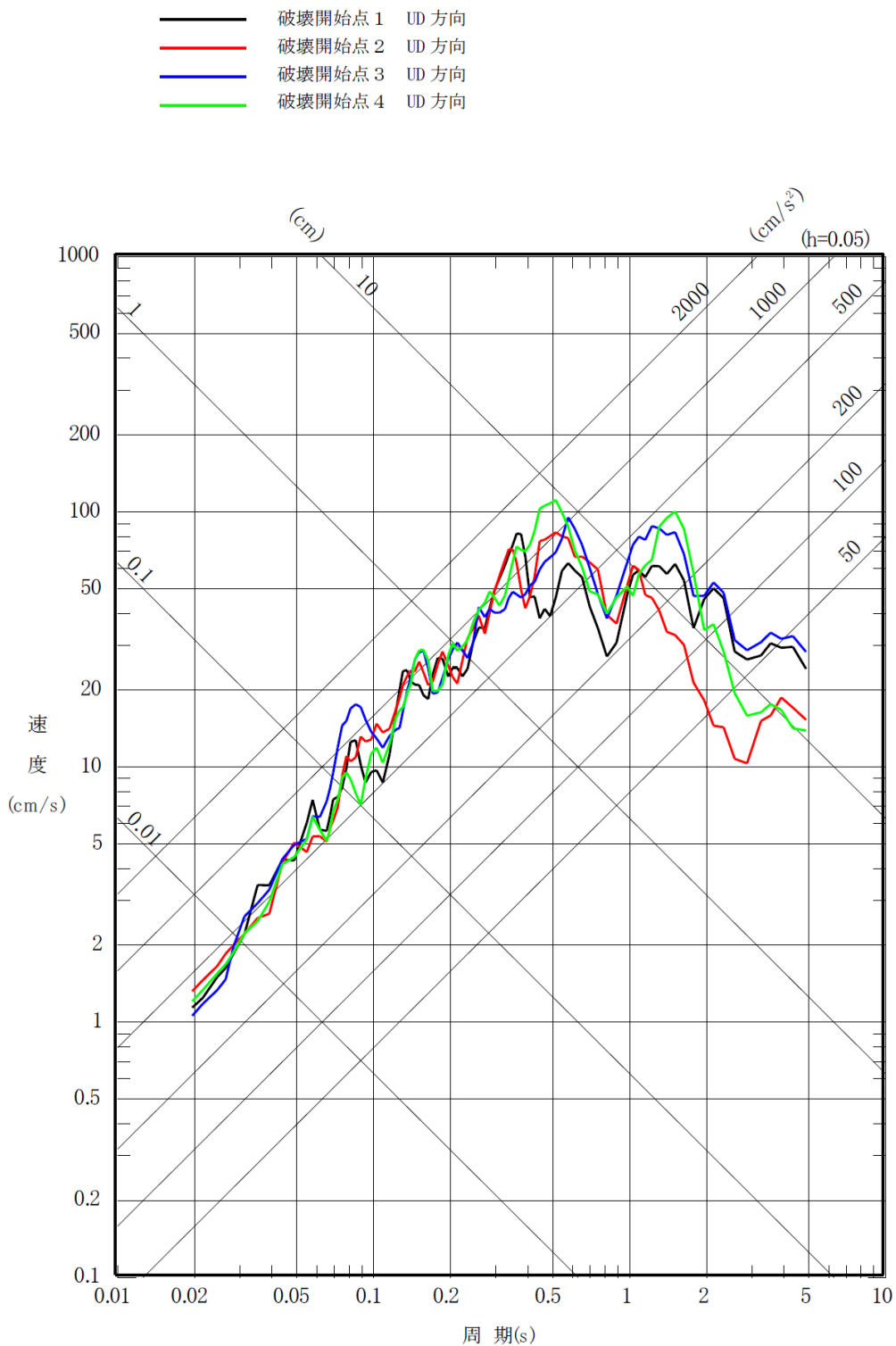
第 6-29 図(5) 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (断層傾斜角の不確かさケース, 水平方向)



第 6-29 図(6) 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法)  
 (断層傾斜角の不確かさケース, 鉛直方向)

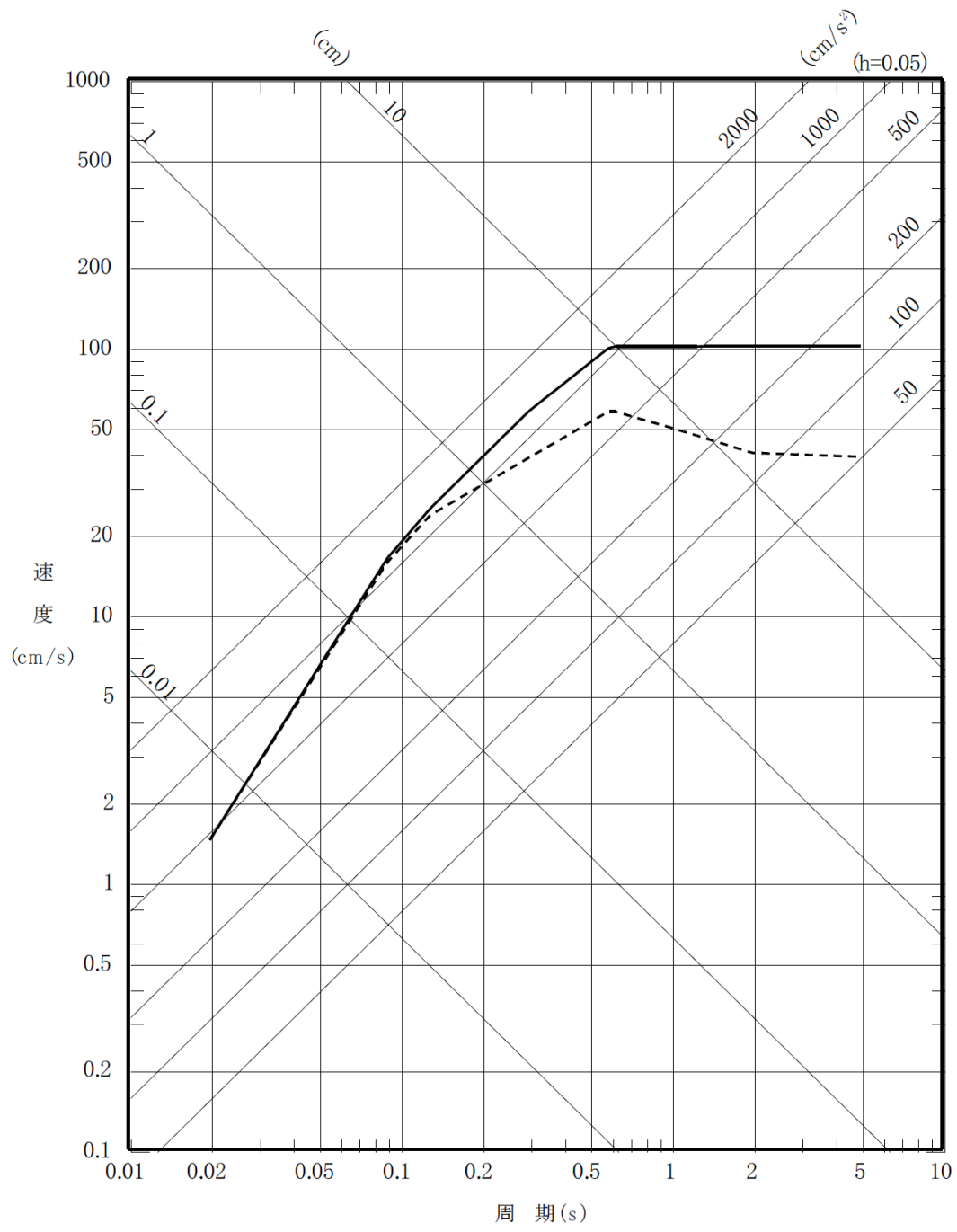


第 6-29 図(7) 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法) (短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース, 水平方向)

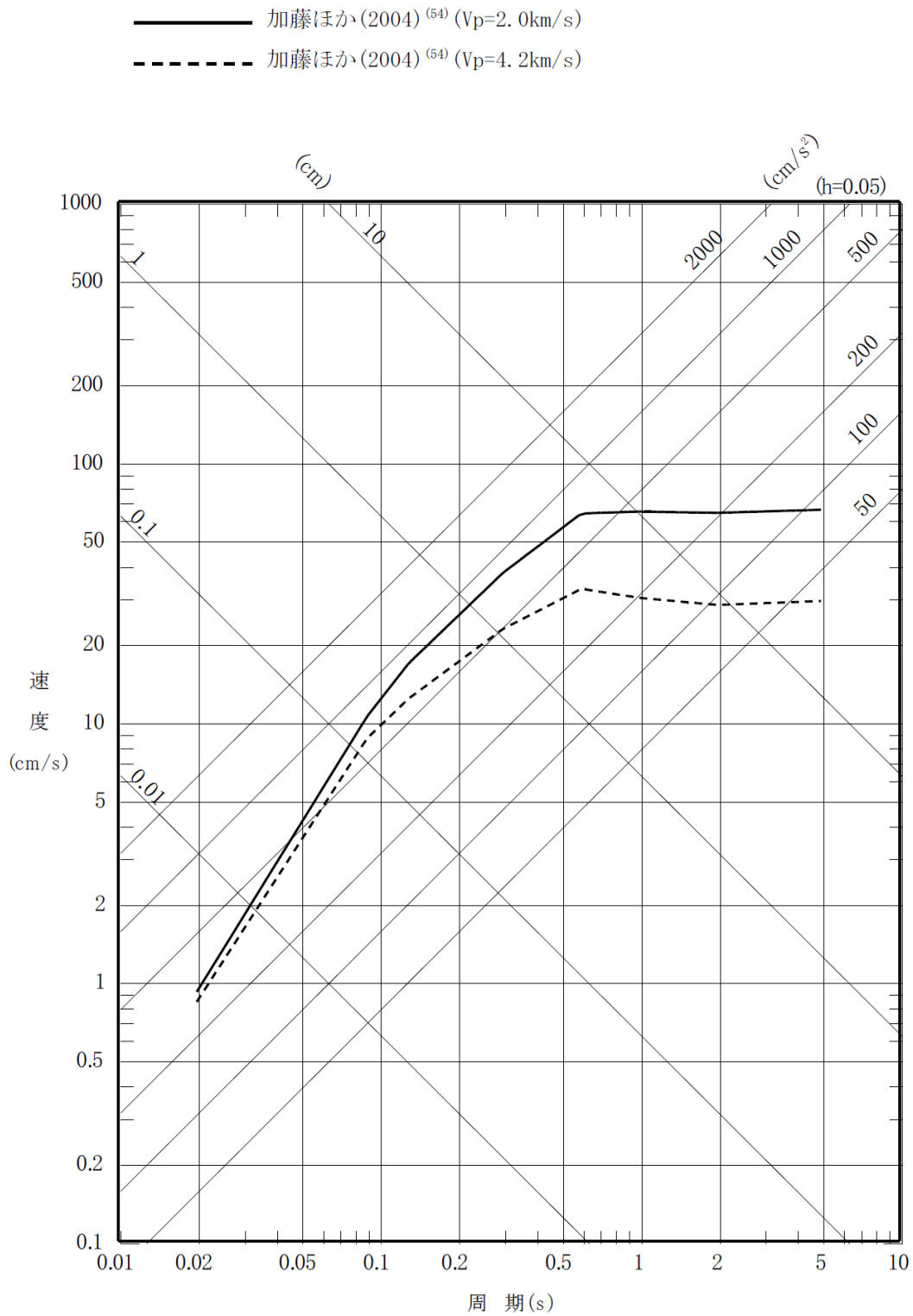


第 6-29 図(8) 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル  
 (断層モデルを用いた手法) (短周期レベルと断層傾斜角  
 の不確かさを重畳させたケース, 鉛直方向)

——— 加藤ほか(2004)<sup>(54)</sup> ( $V_s=0.7\text{km/s}$ )  
 - - - 加藤ほか(2004)<sup>(54)</sup> ( $V_s=2.2\text{km/s}$ )

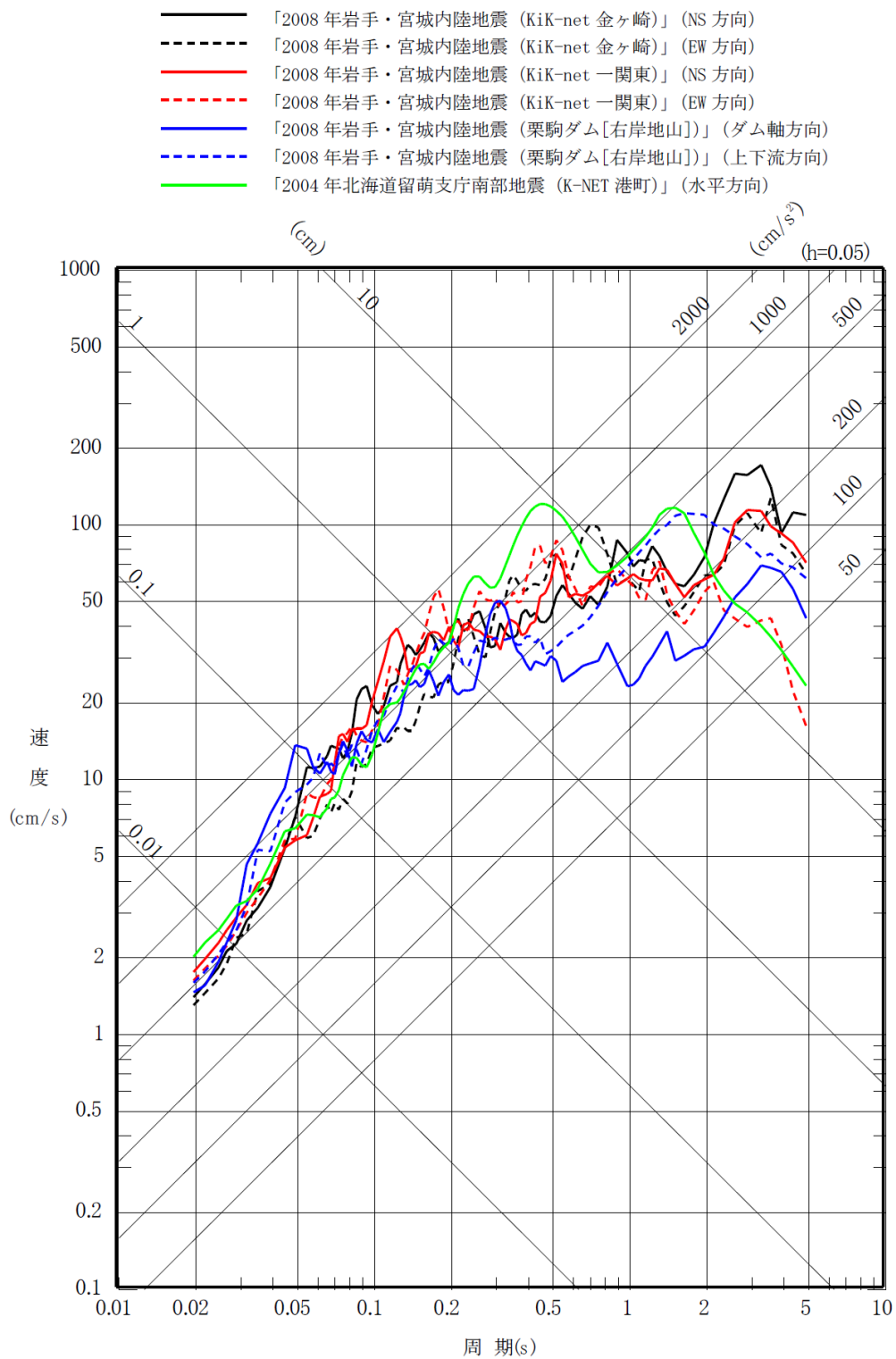


第 6-30 図(1) 加藤ほか (2004)<sup>(54)</sup>による応答スペクトル (水平方向)

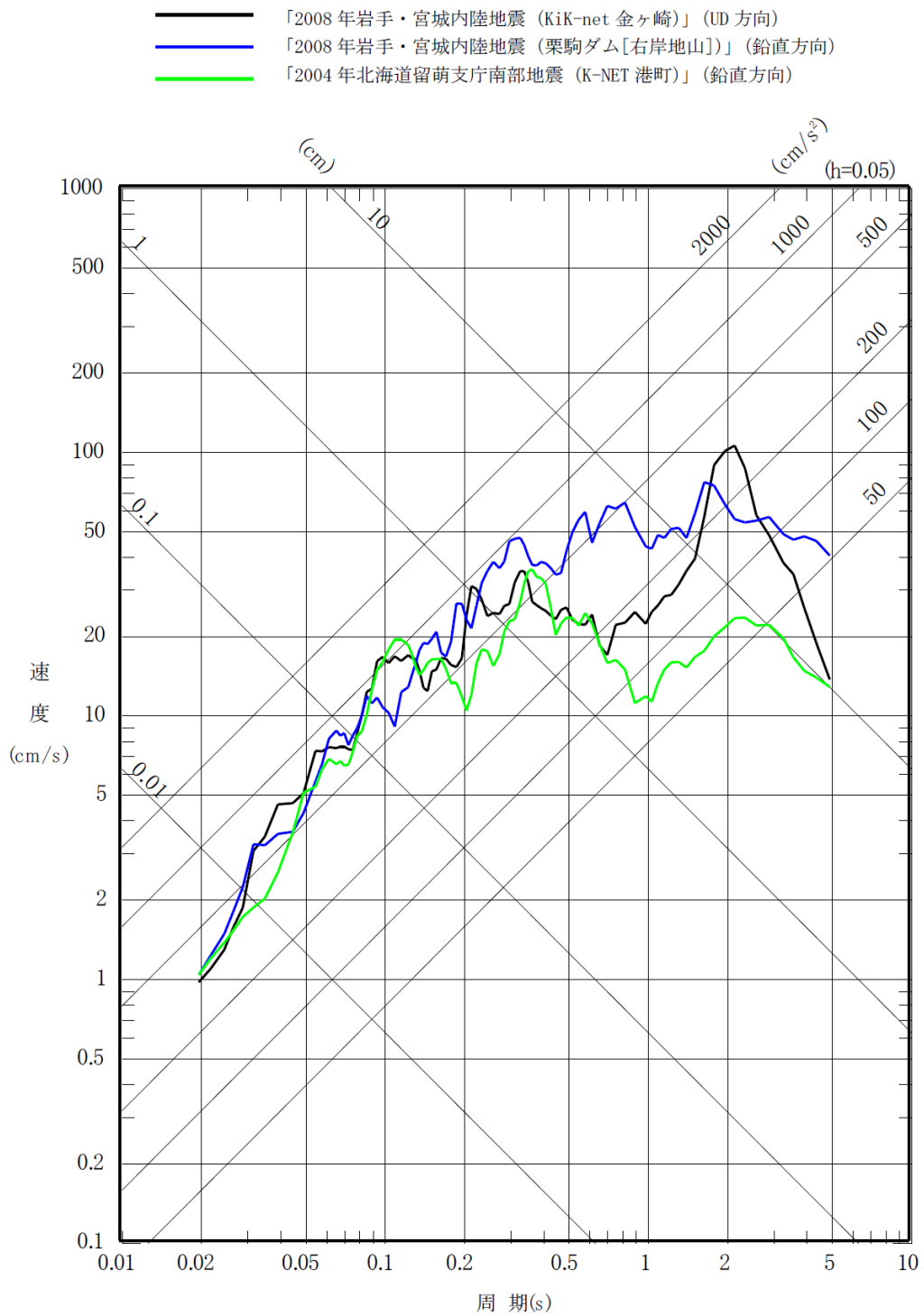


第 6-30 図(2) 加藤ほか(2004)<sup>(54)</sup>による応答スペクトル(鉛直方向)

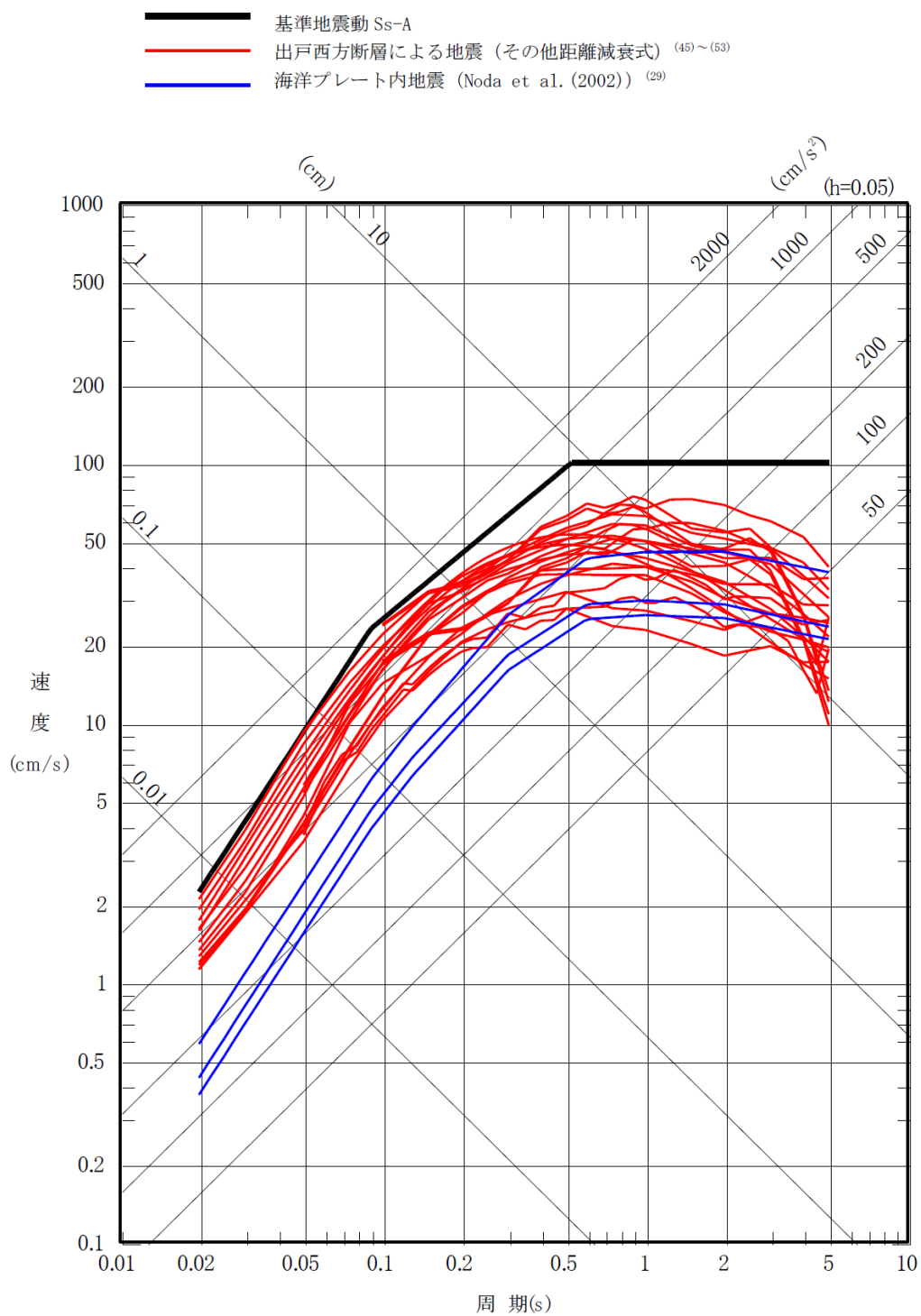




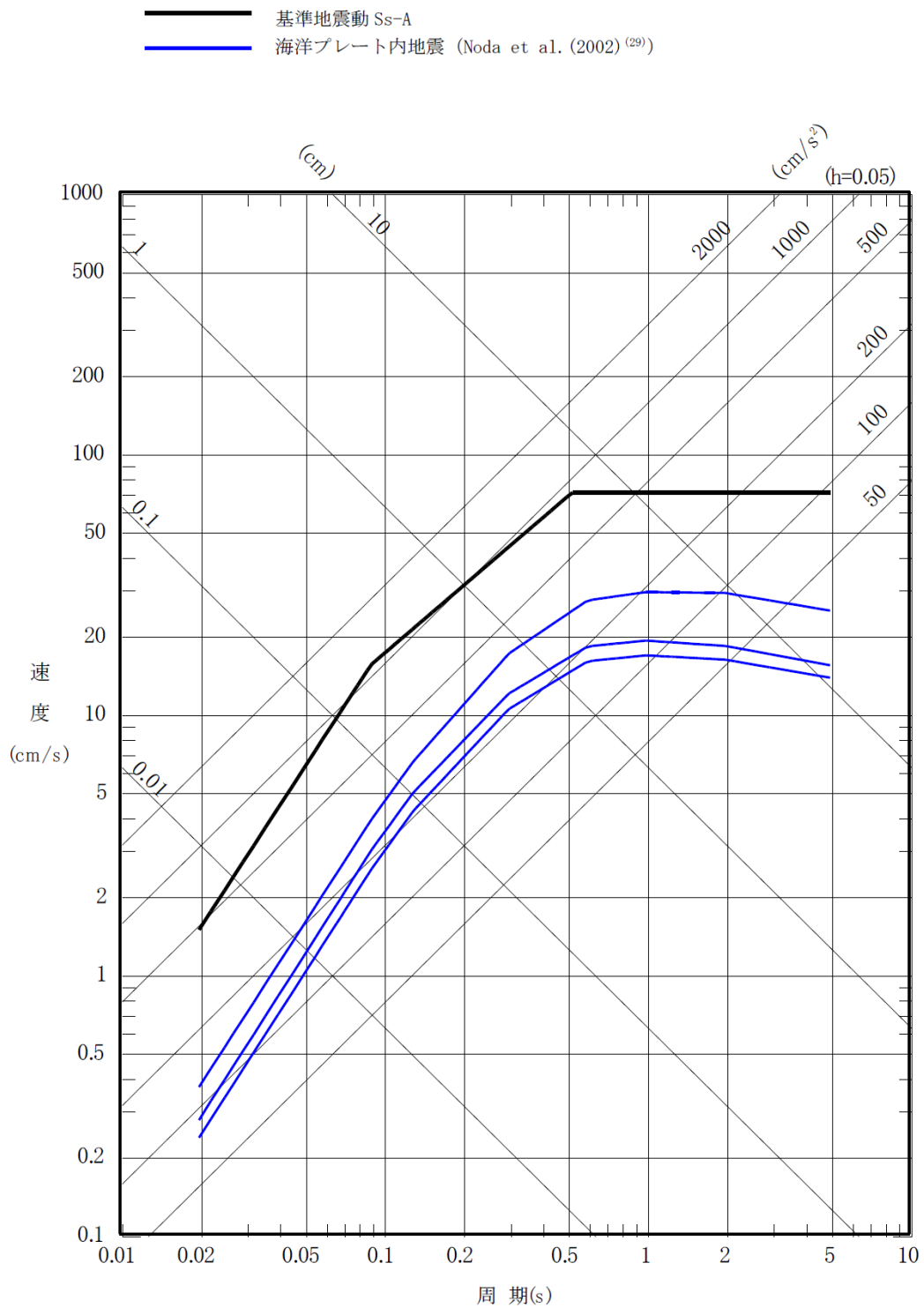
第 6-31 図(1) 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル (水平方向)



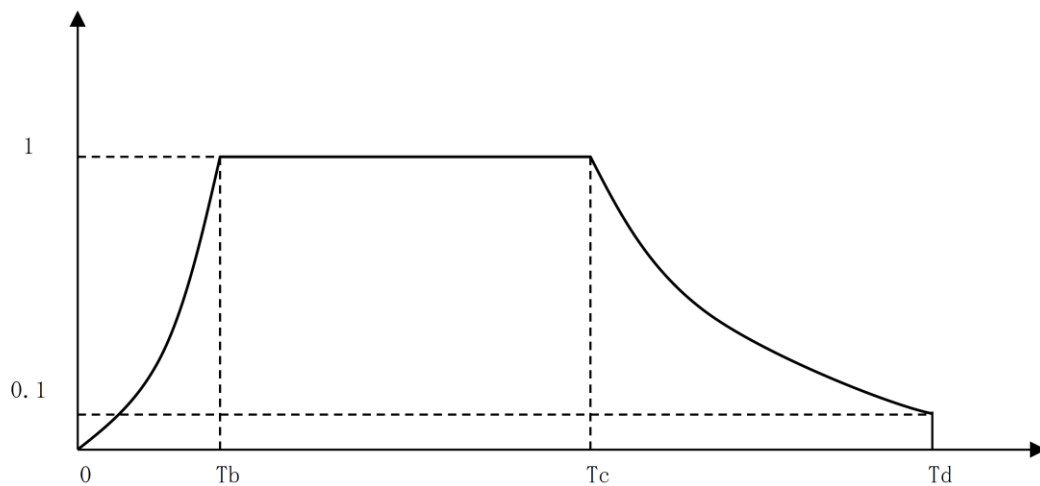
第 6-31 図(2) 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル (鉛直方向)



第 6-32 図(1) 応答スペクトルに基づく地震動評価結果  
と基準地震動 S s - A の比較 (水平方向)



第 6-32 図(2) 応答スペクトルに基づく地震動評価結果  
 と基準地震動 S s - A の比較 (鉛直方向)



注記 : Noda et al. (2002) <sup>(29)</sup> による。

$$T_b = 10^{0.5M-2.93}$$

$$T_c - T_b = 10^{0.3M-1.0}$$

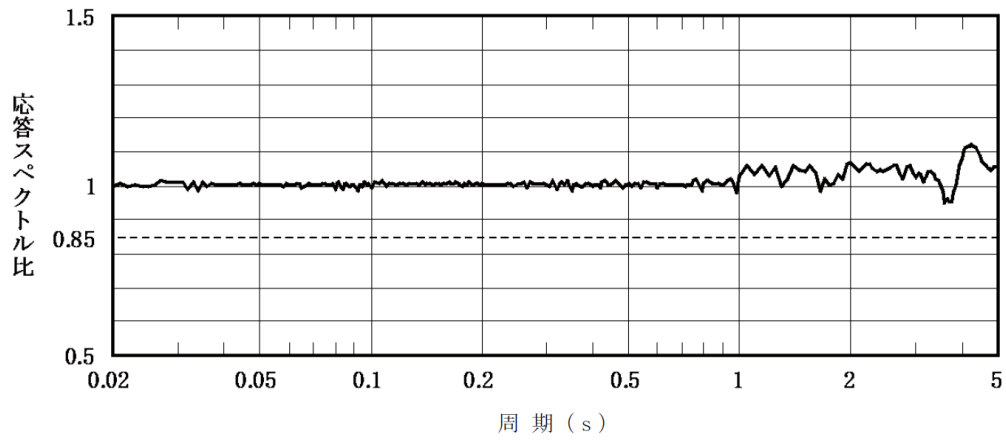
$$T_d - T_c = 10^{0.17M+0.54\log X_{eq}-0.6}$$

ここで,

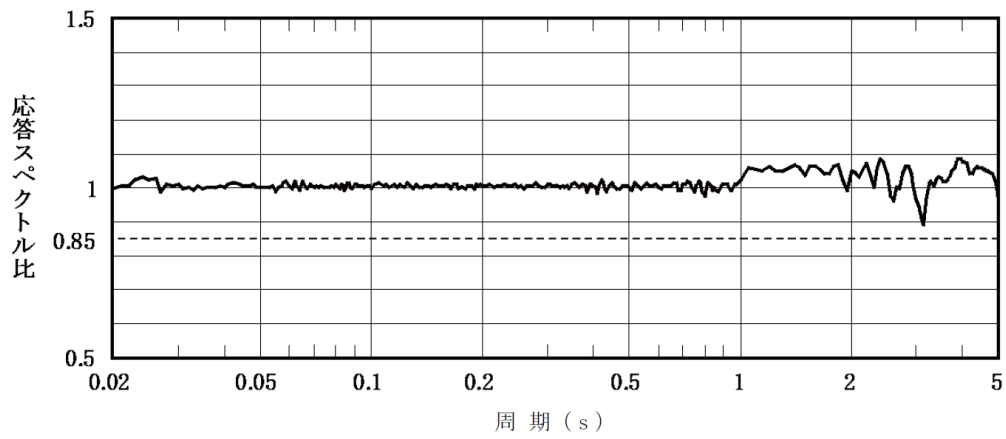
$$M=8.3$$

$$X_{eq}=129.3\text{km}$$

第 6-33 図 継続時間及び振幅包絡線の経時的変化

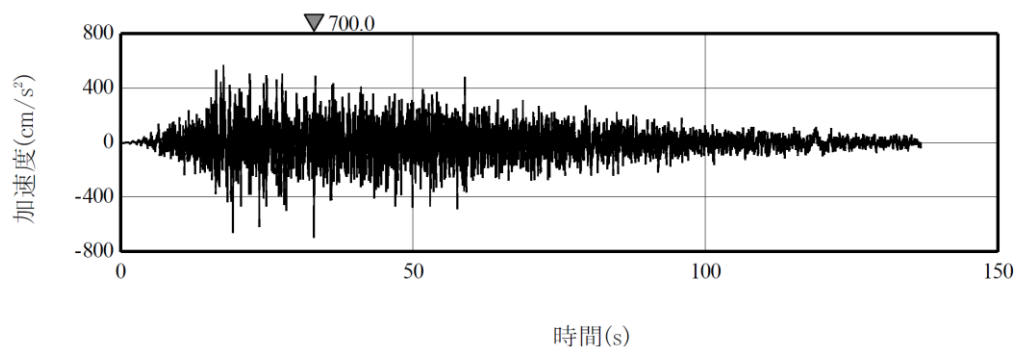


(a)  $S_s - A_H$

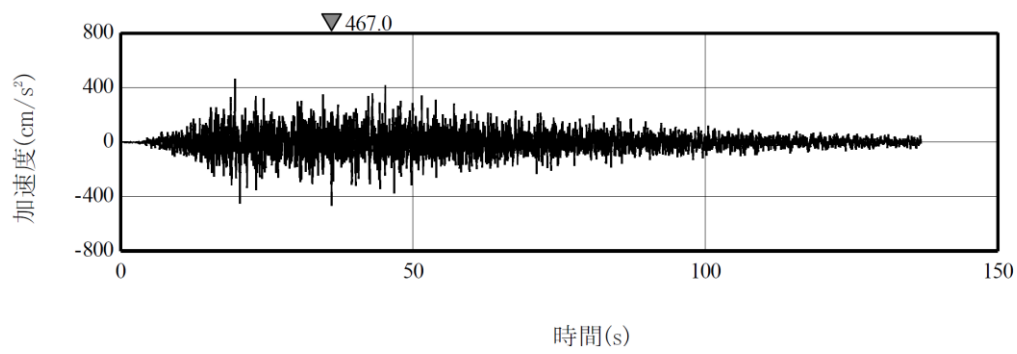


(b)  $S_s - A_V$

第 6-34 図 設計用応答スペクトルに対する設計用模擬地震波の応答スペクトルの比



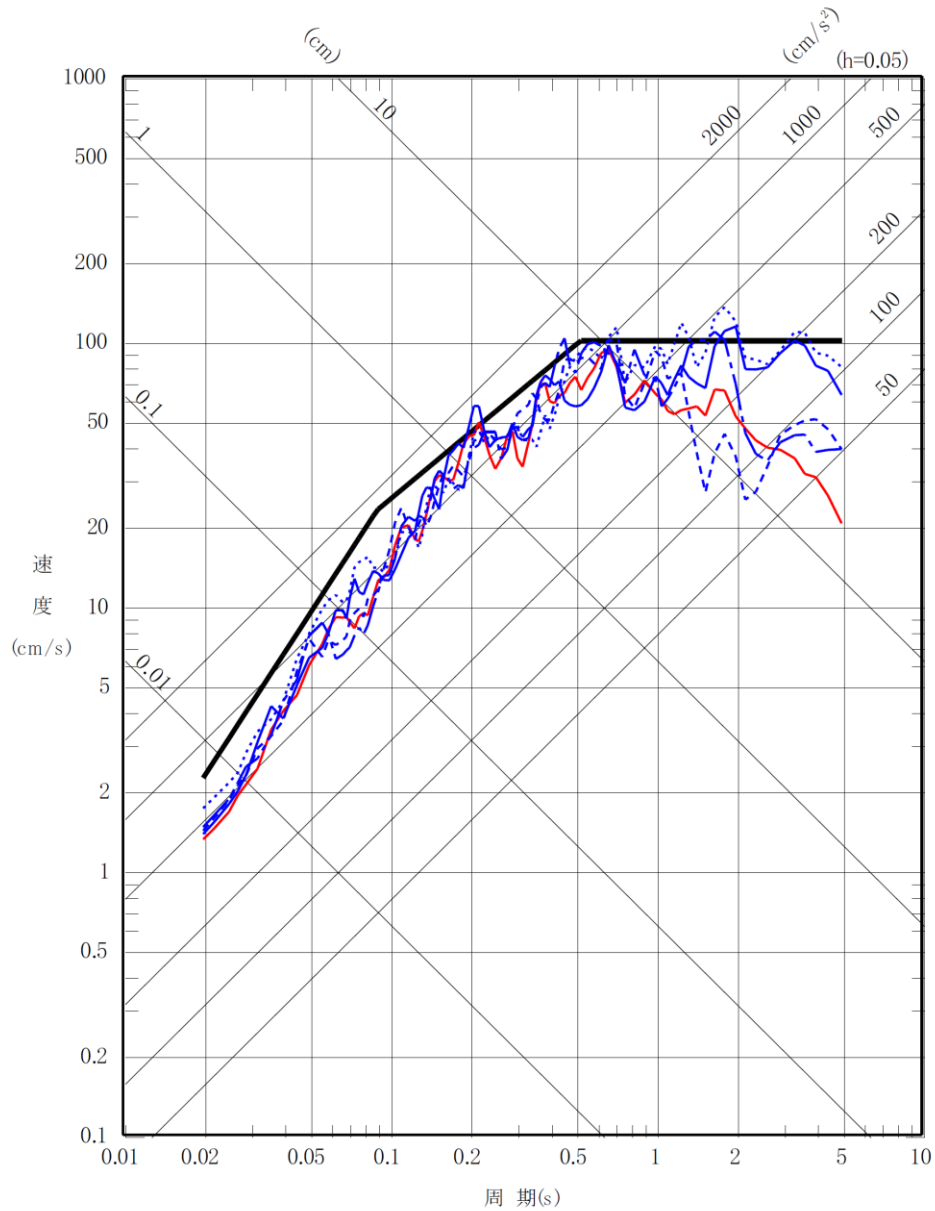
(a)  $S_s - A_H$



(b)  $S_s - A_V$

第 6-35 図  $S_s - A_H$ ,  $S_s - A_V$  の設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形

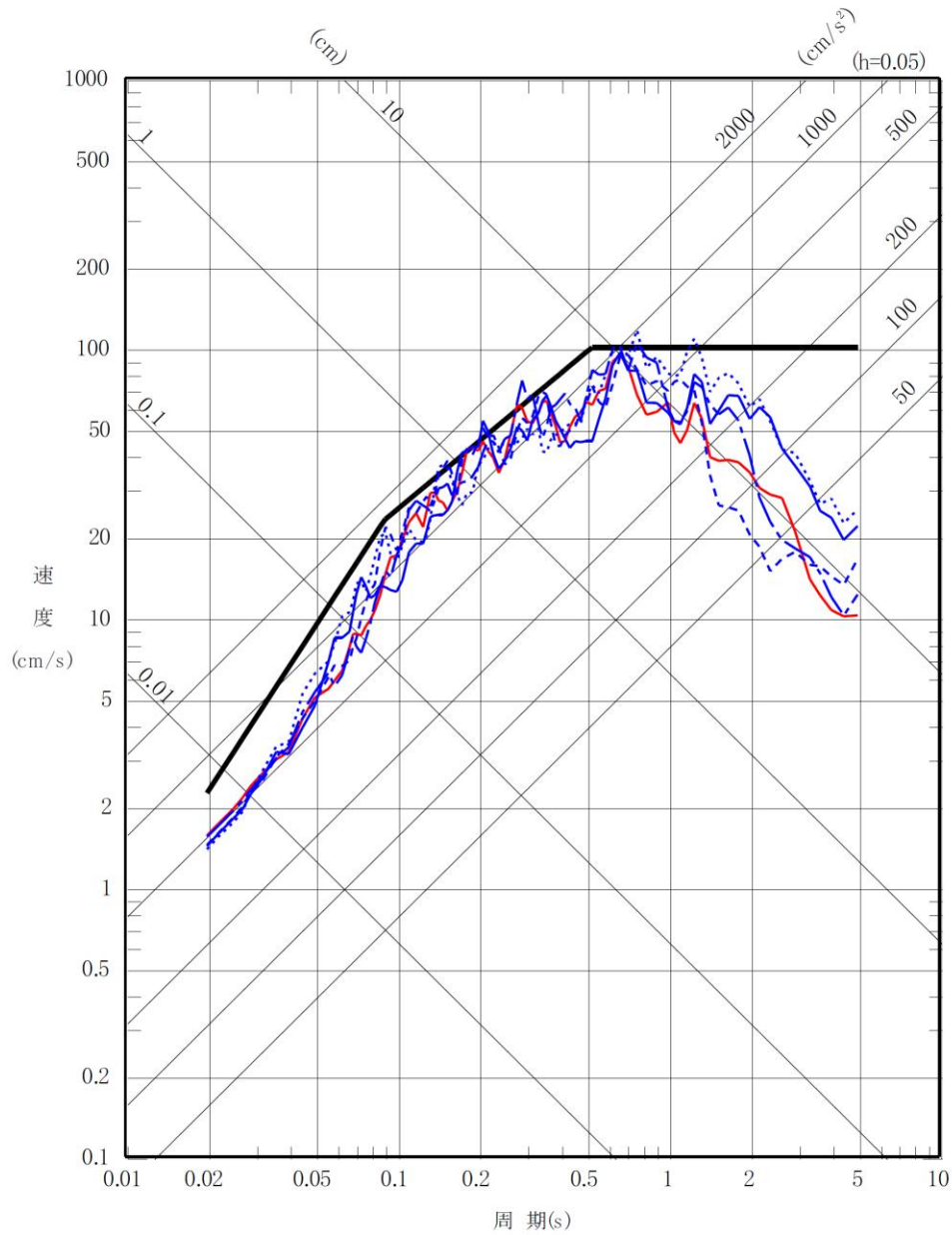
- 基準地震動 Ss-A
- 基準地震動 Ss-B1 出戸西方断層による地震 [短周期レベルの不確かさケース, 破壊開始点 2]
- 基準地震動 Ss-B2 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース, 破壊開始点 1]
- - - 基準地震動 Ss-B3 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース, 破壊開始点 2]
- ⋯⋯ 基準地震動 Ss-B4 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース, 破壊開始点 3]
- · - 基準地震動 Ss-B5 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース, 破壊開始点 4]



第 6-36 図(1) 基準地震動 S s - B ( B 1 ~ B 5 ) の応答スペクトル (NS 方向)

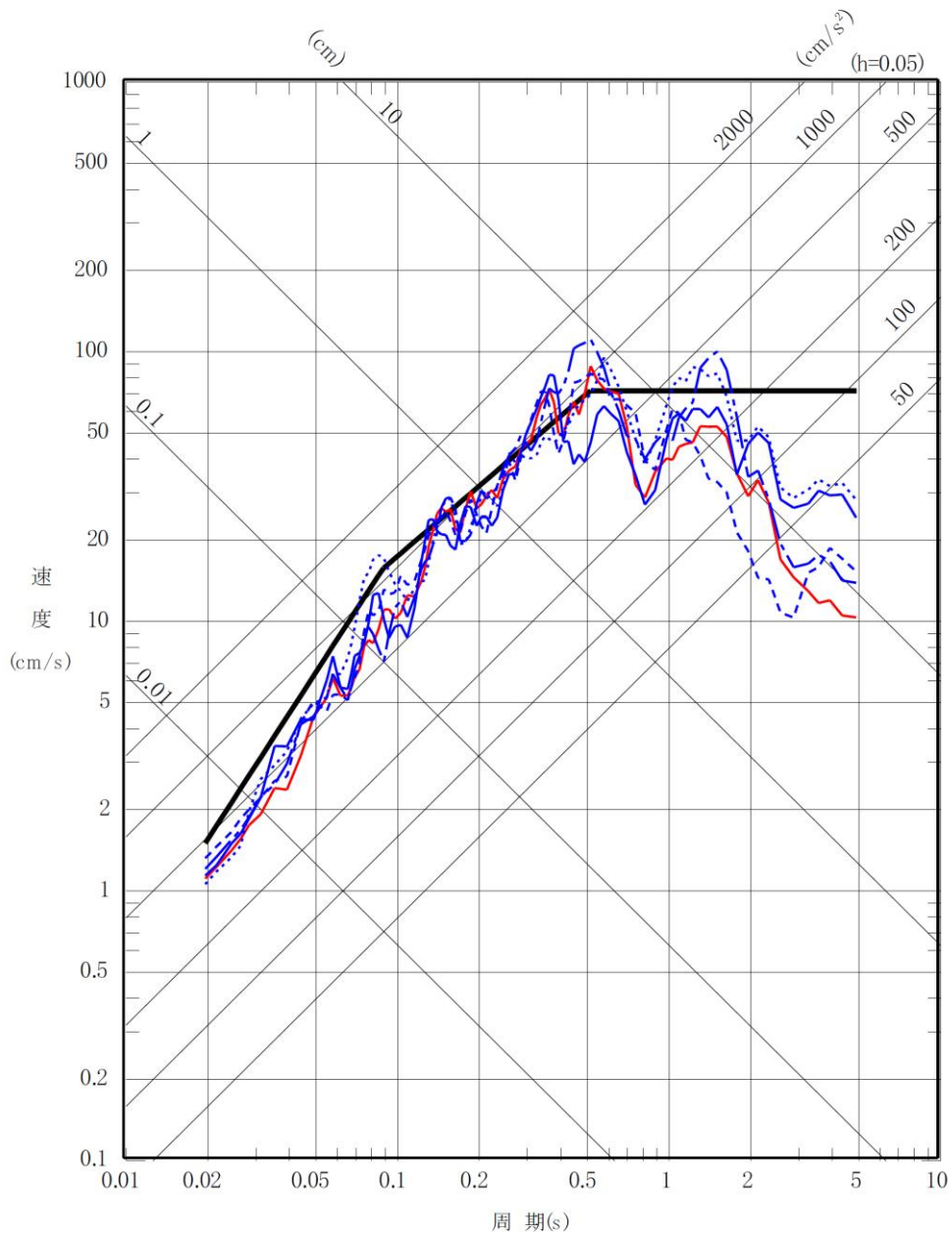


- 基準地震動 Ss-A
- 基準地震動 Ss-B1 出戸西方断層による地震 [短周期レベルの不確かさケース, 破壊開始点 2]
- 基準地震動 Ss-B2 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース, 破壊開始点 1]
- - - 基準地震動 Ss-B3 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース, 破壊開始点 2]
- ⋯⋯ 基準地震動 Ss-B4 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース, 破壊開始点 3]
- · - 基準地震動 Ss-B5 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース, 破壊開始点 4]

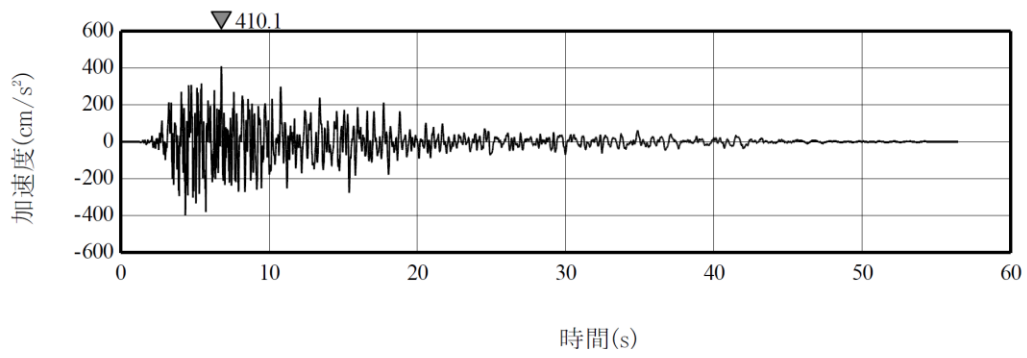


第 6-36 図(2) 基準地震動 S s - B ( B 1 ~ B 5 ) の応答スペクトル (EW 方向)

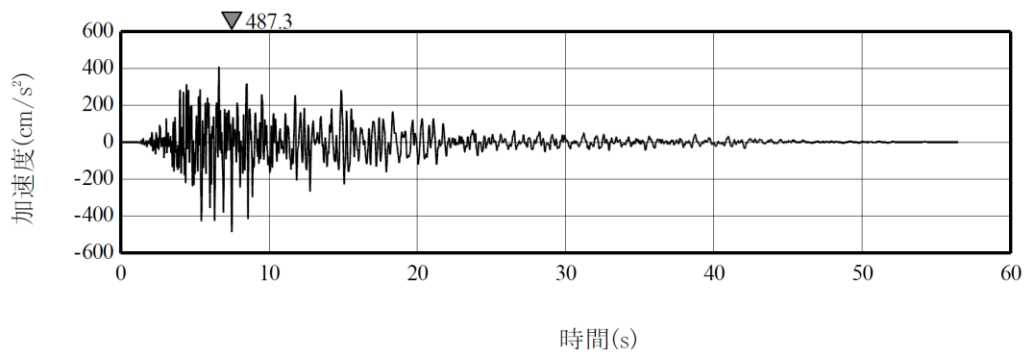
- 基準地震動 Ss-A
- 基準地震動 Ss-B1 出戸西方断層による地震 [短周期レベルの不確かさケース, 破壊開始点 2]
- 基準地震動 Ss-B2 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース, 破壊開始点 1]
- - - 基準地震動 Ss-B3 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース, 破壊開始点 2]
- ⋯ 基準地震動 Ss-B4 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース, 破壊開始点 3]
- · - 基準地震動 Ss-B5 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース, 破壊開始点 4]



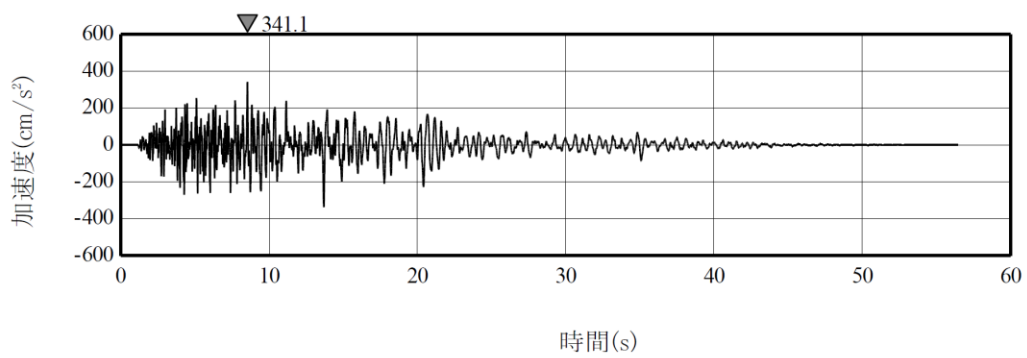
第 6-36 図(3) 基準地震動 S s - B ( B 1 ~ B 5 ) の応答スペクトル (UD 方向)



(a) NS方向

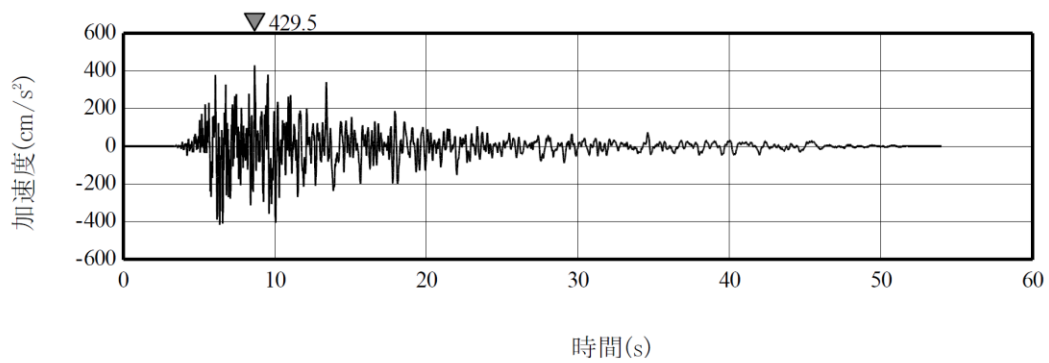


(b) EW方向

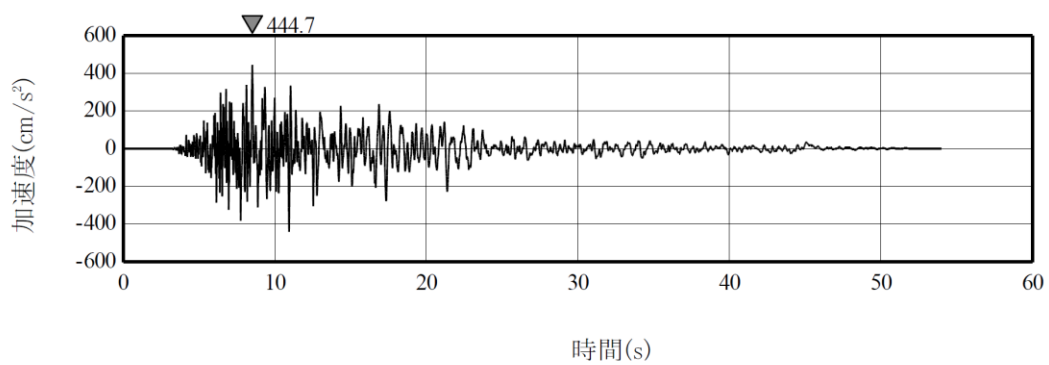


(c) UD方向

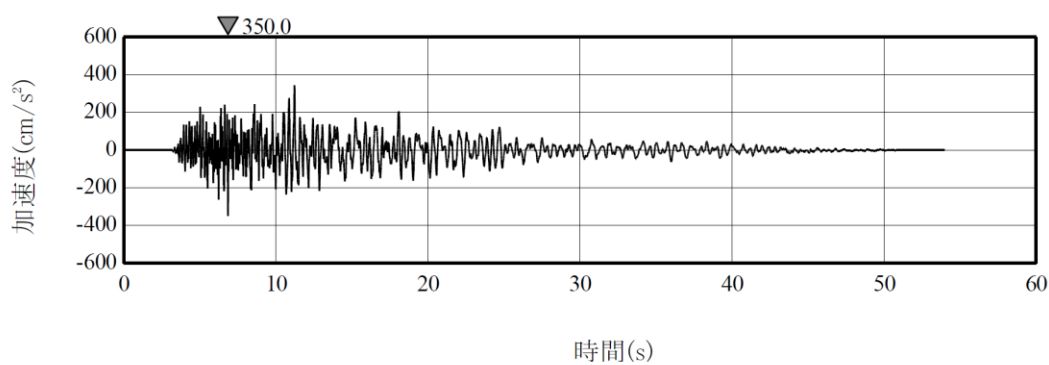
第 6-37 図(1) 基準地震動 S s - B 1 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

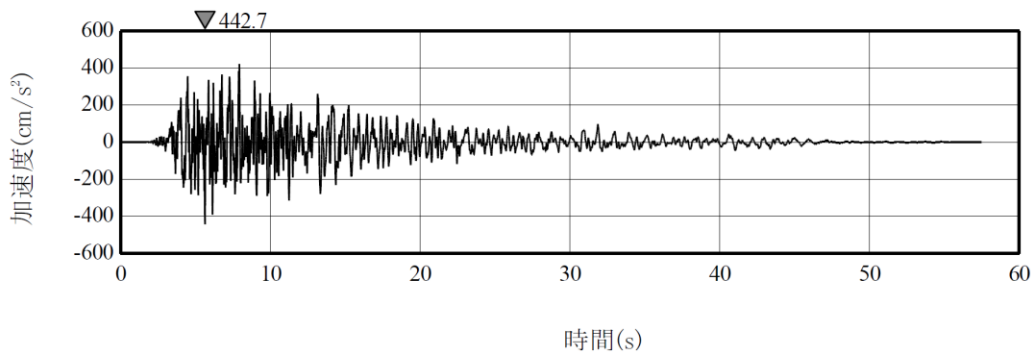


(b) EW方向

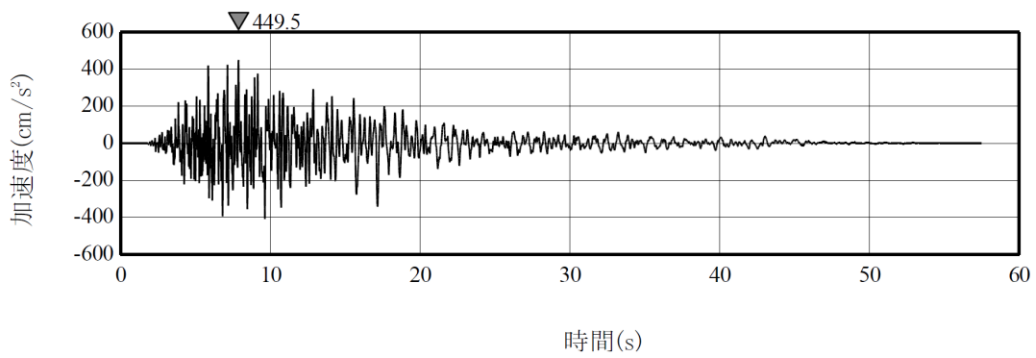


(c) UD方向

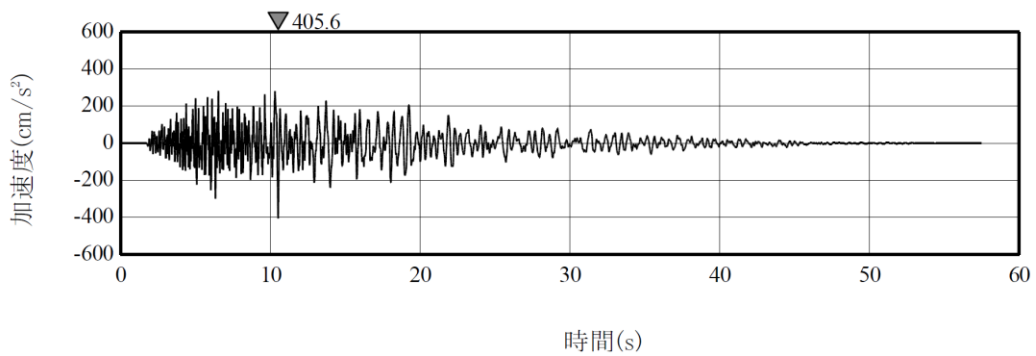
第 6-37 図(2) 基準地震動 S s - B 2 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

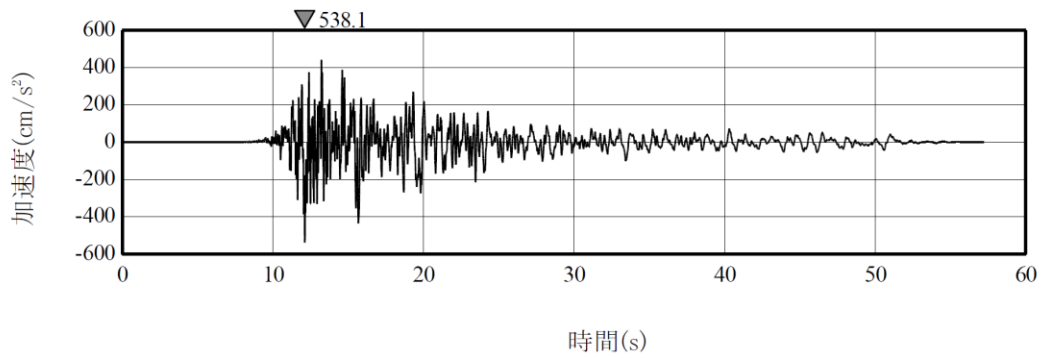


(b) EW方向

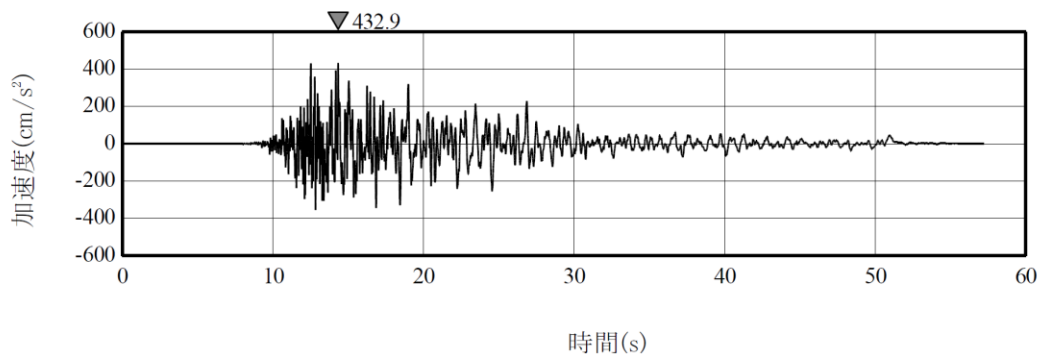


(c) UD方向

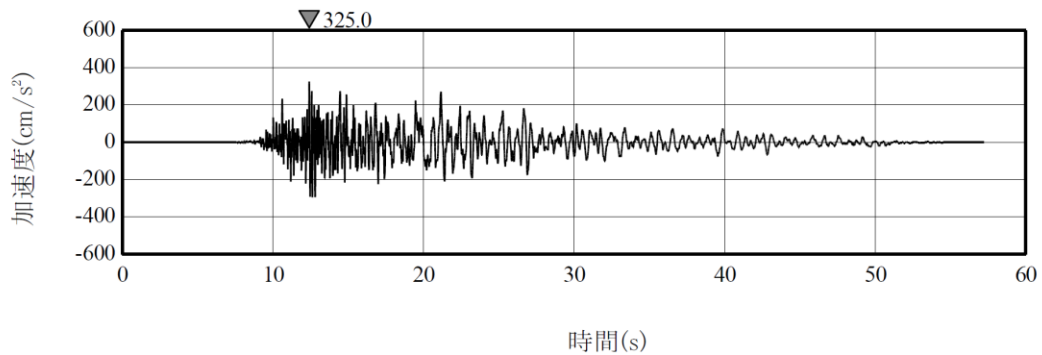
第 6-37 図(3) 基準地震動 S s - B 3 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

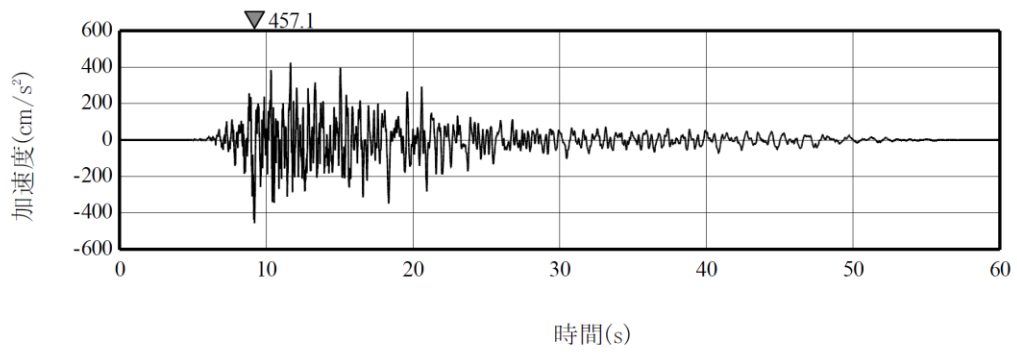


(b) EW方向

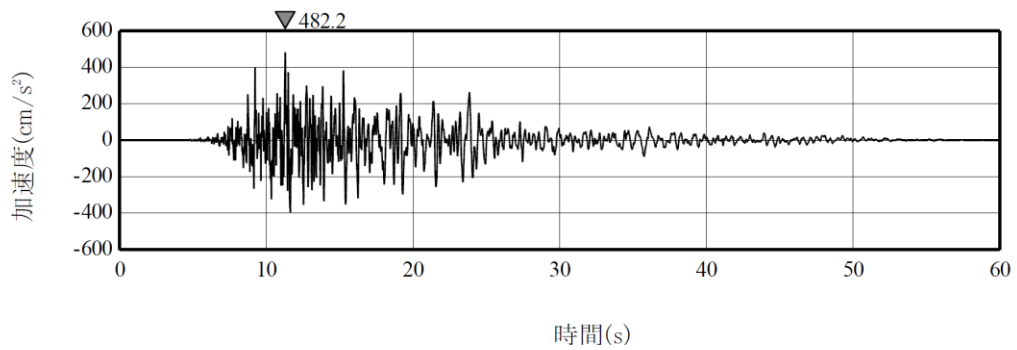


(c) UD方向

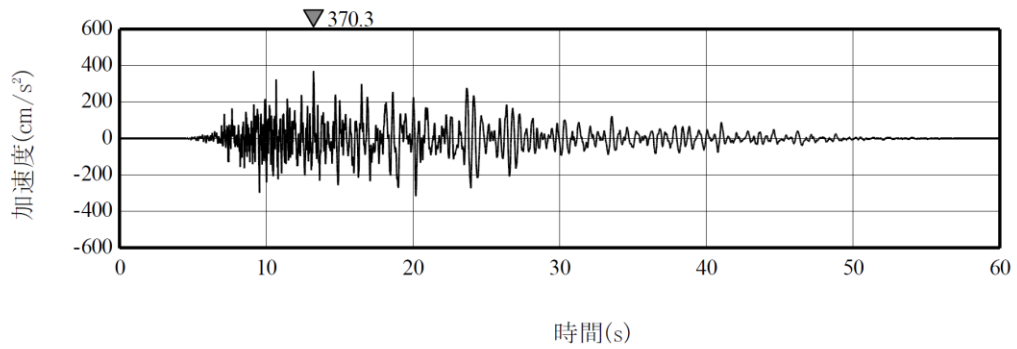
第 6-37 図(4) 基準地震動 S s - B 4 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

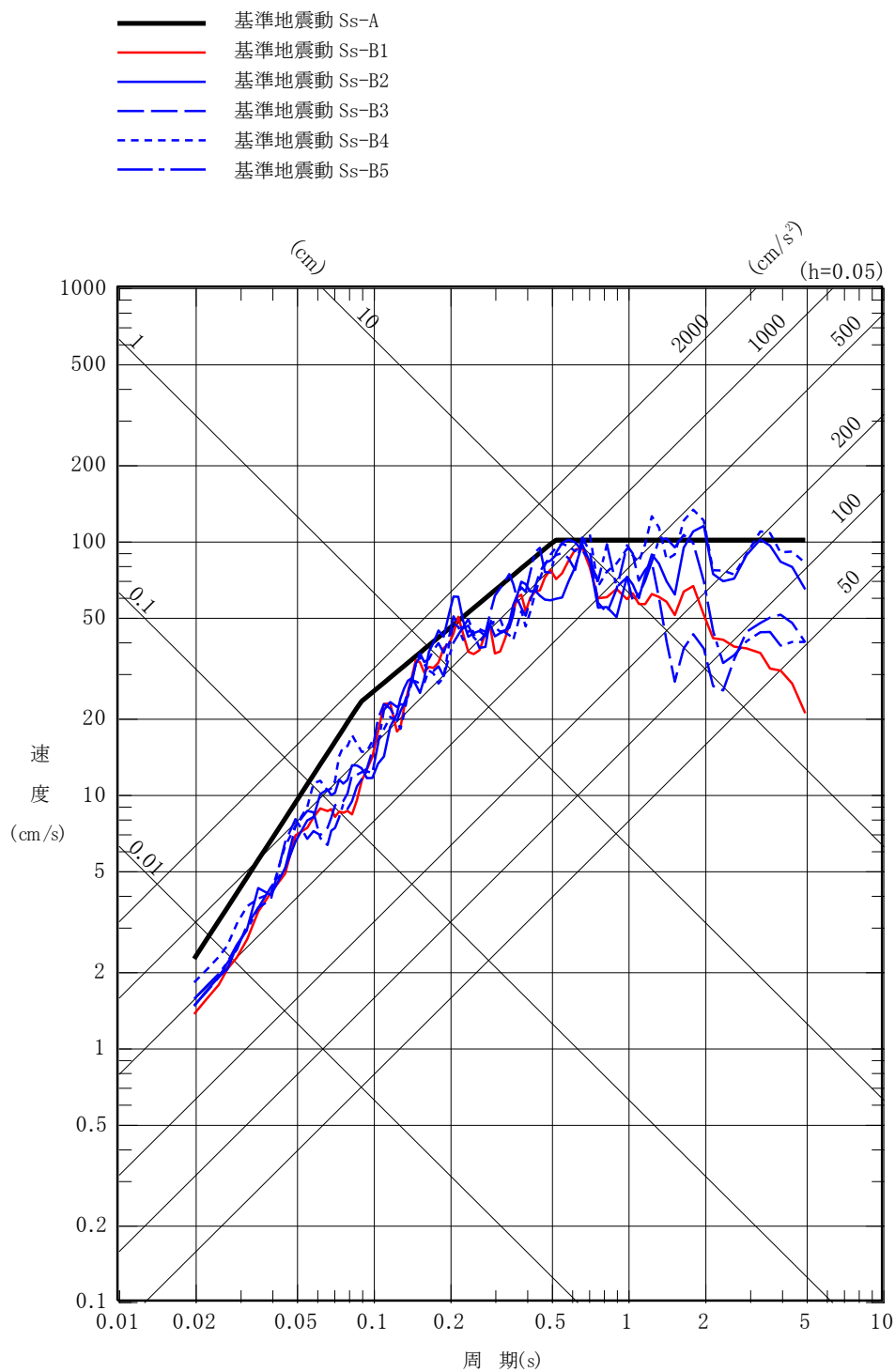


(b) EW方向



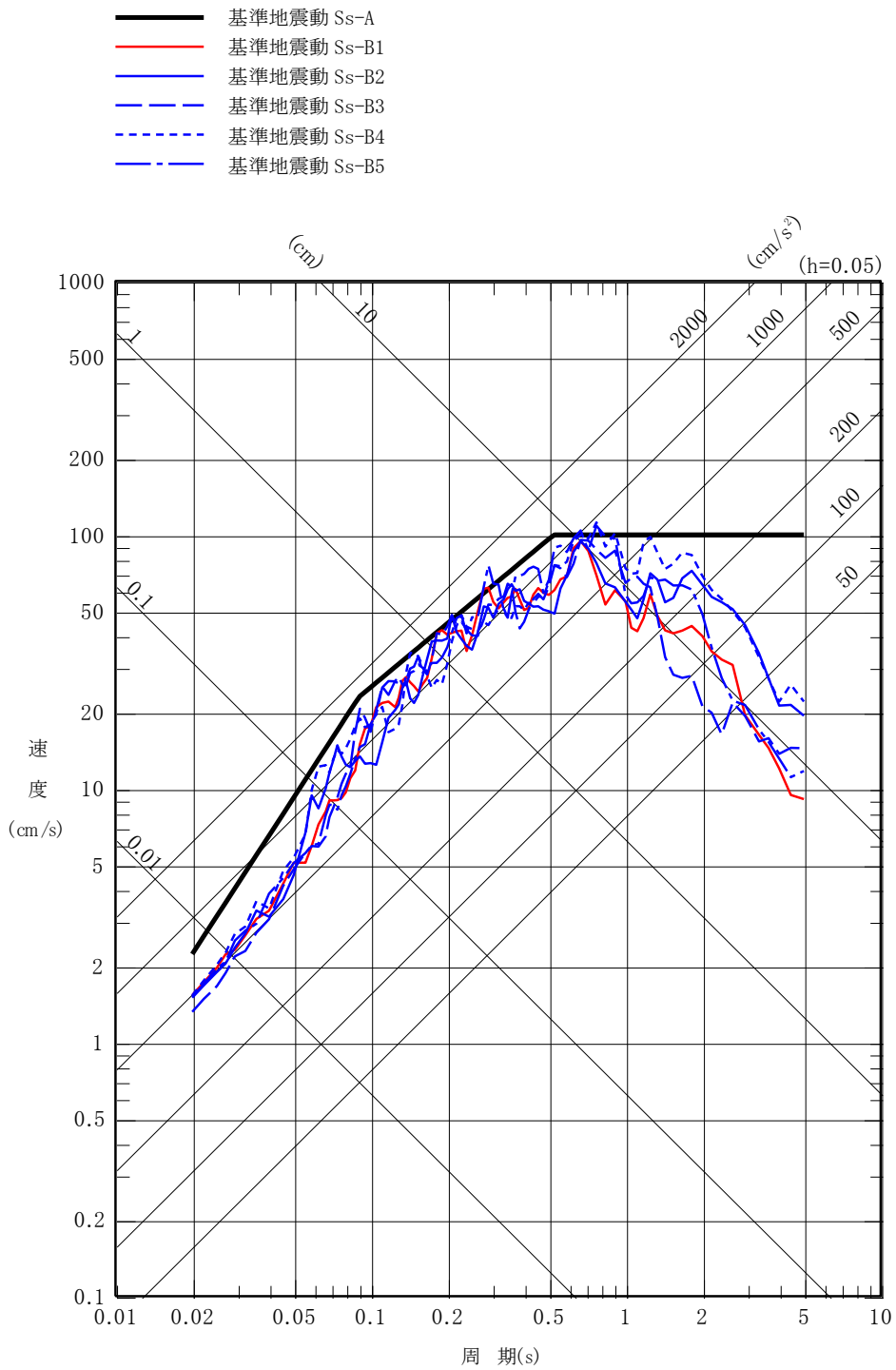
(c) UD方向

第 6-37 図(5) 基準地震動 S s - B 5 の加速度時刻歴波形

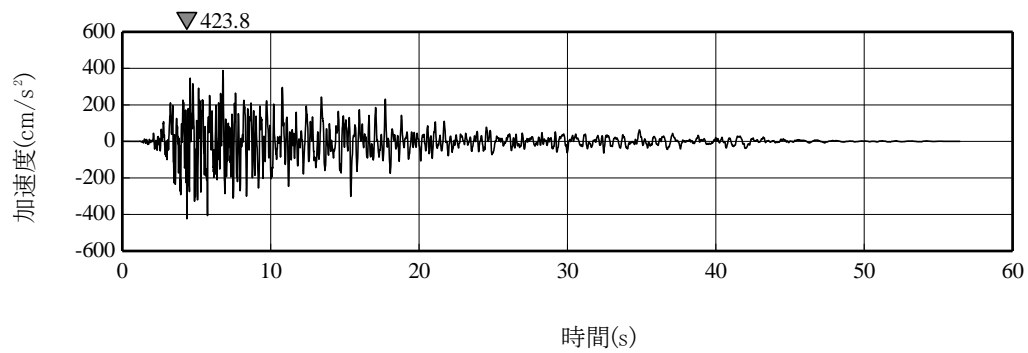


第 6-38 図(1) プラントノースに方位変換後の基準地震動 S s - B ( B 1 ~ B 5 ) の応答スペクトル (NS 方向)

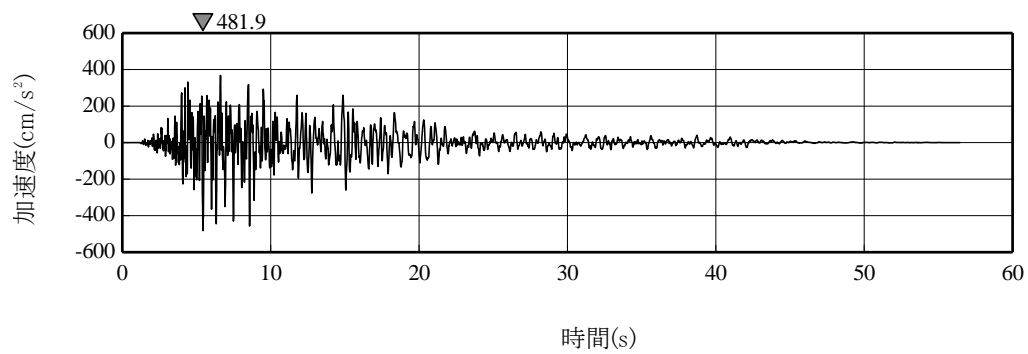




第 6-38 図(2) プラントノースに方位変換後の基準地震動 S s - B ( B 1 ~ B 5 ) の応答スペクトル (EW 方向)

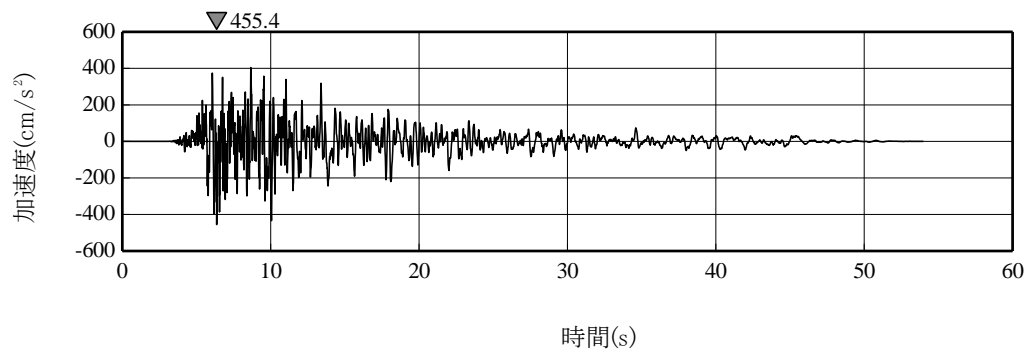


(a) NS方向

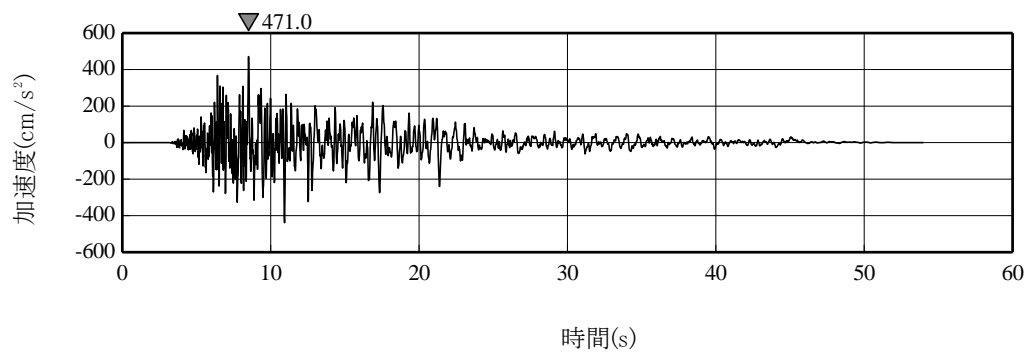


(b) EW方向

第 6-39 図(1) プラントノースに方位変換後の基準地震動 S s - B 1 の加速度時刻歴波形

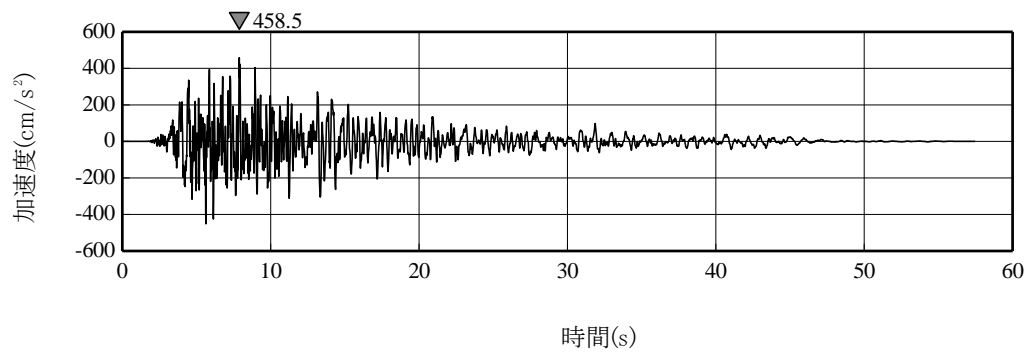


(a) NS方向

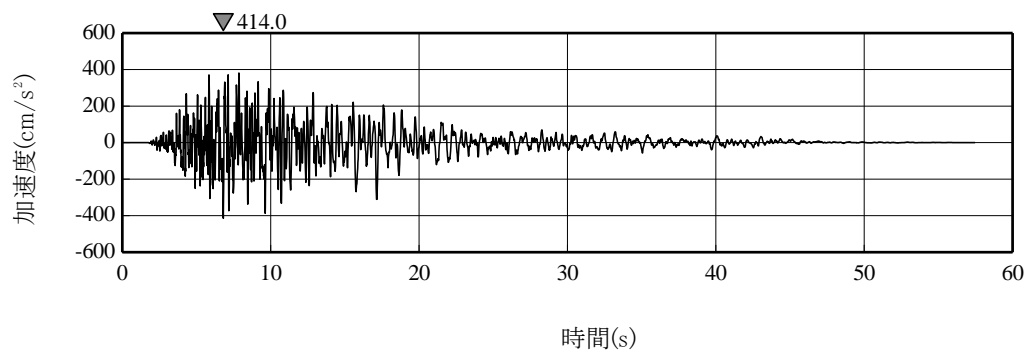


(b) EW方向

第 6-39 図(2) プラントノースに方位変換後の基準地震動 S s - B 2 の加速度時刻歴波形

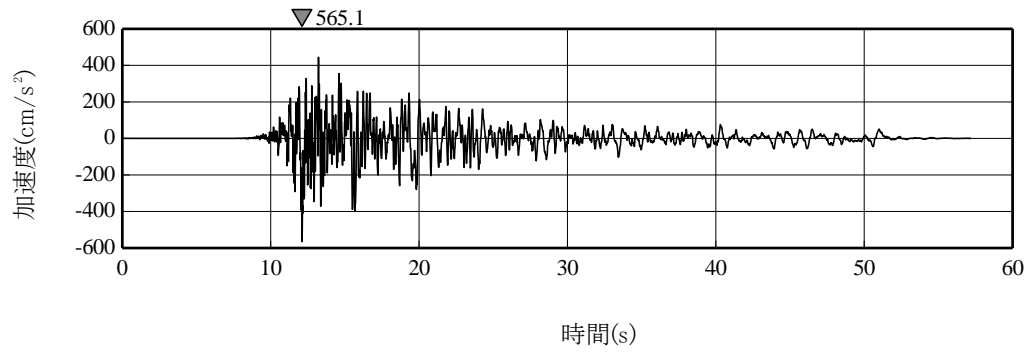


(a) NS方向

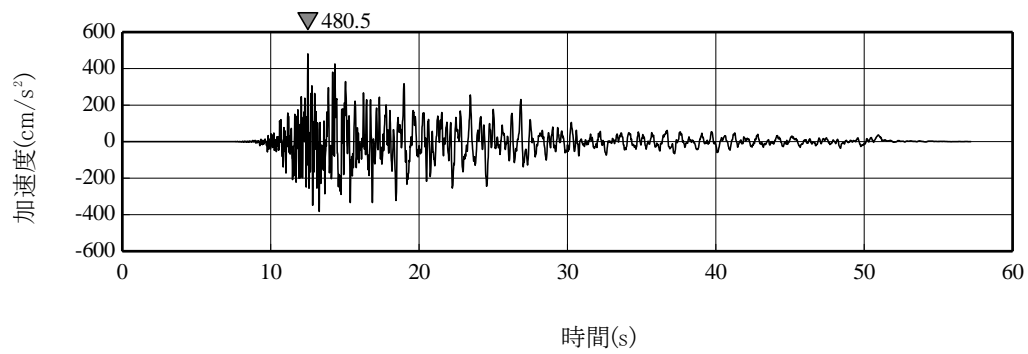


(b) EW方向

第 6-39 図 (3) プラントノースに方位変換後の基準地震動 S s - B 3 の加速度時刻歴波形

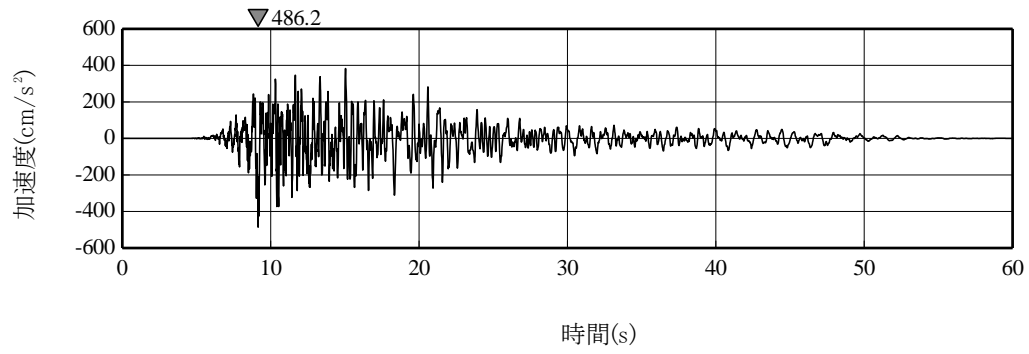


(a) NS方向

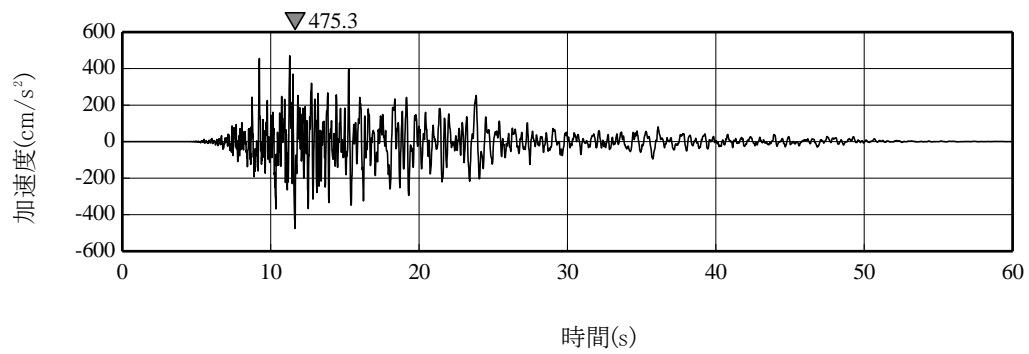


(b) EW方向

第 6-39 図(4) プラントノースに方位変換後の基準地震動 S<sub>s</sub>-B 4 の加速度時刻歴波形

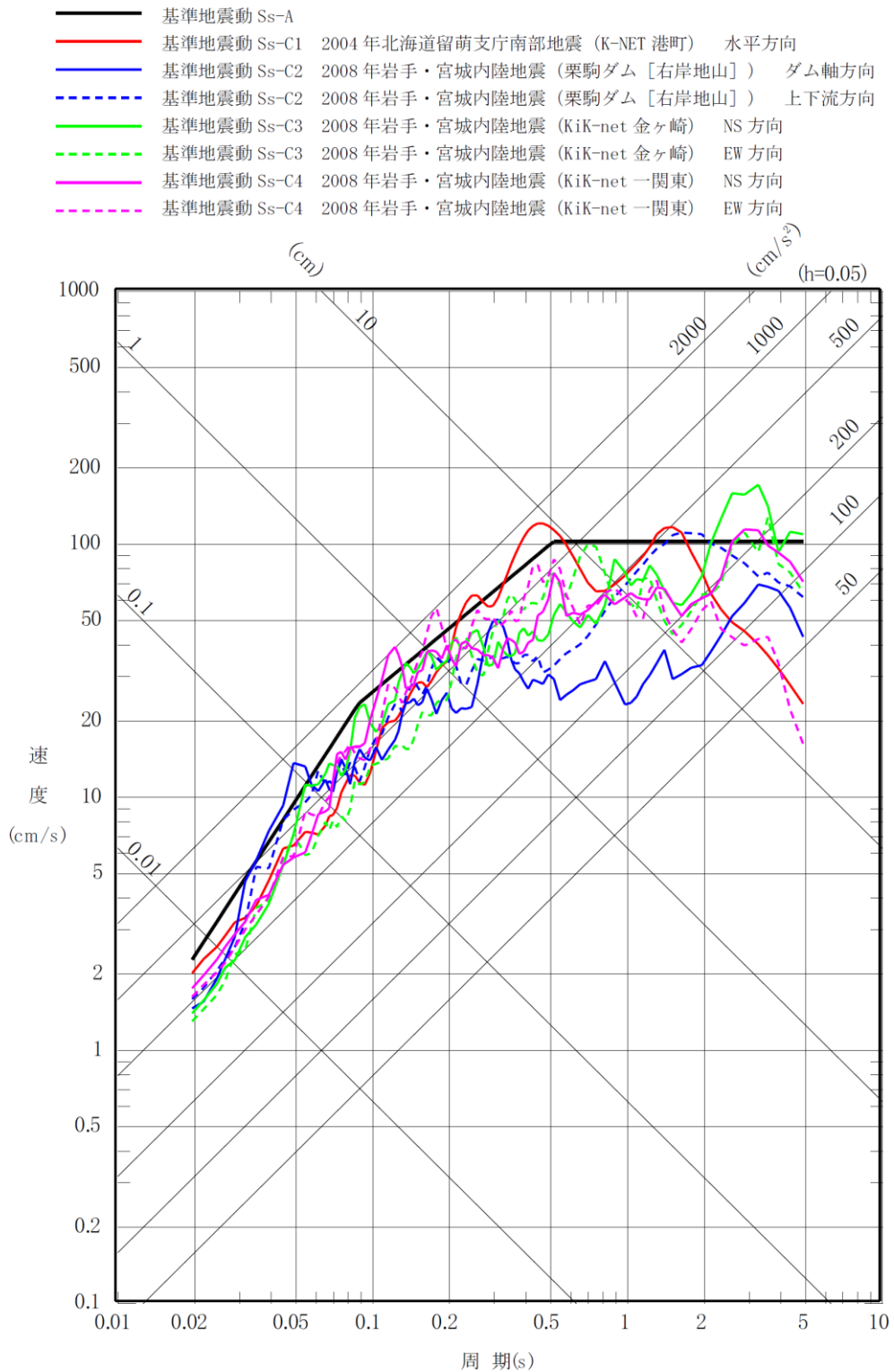


(a) NS方向



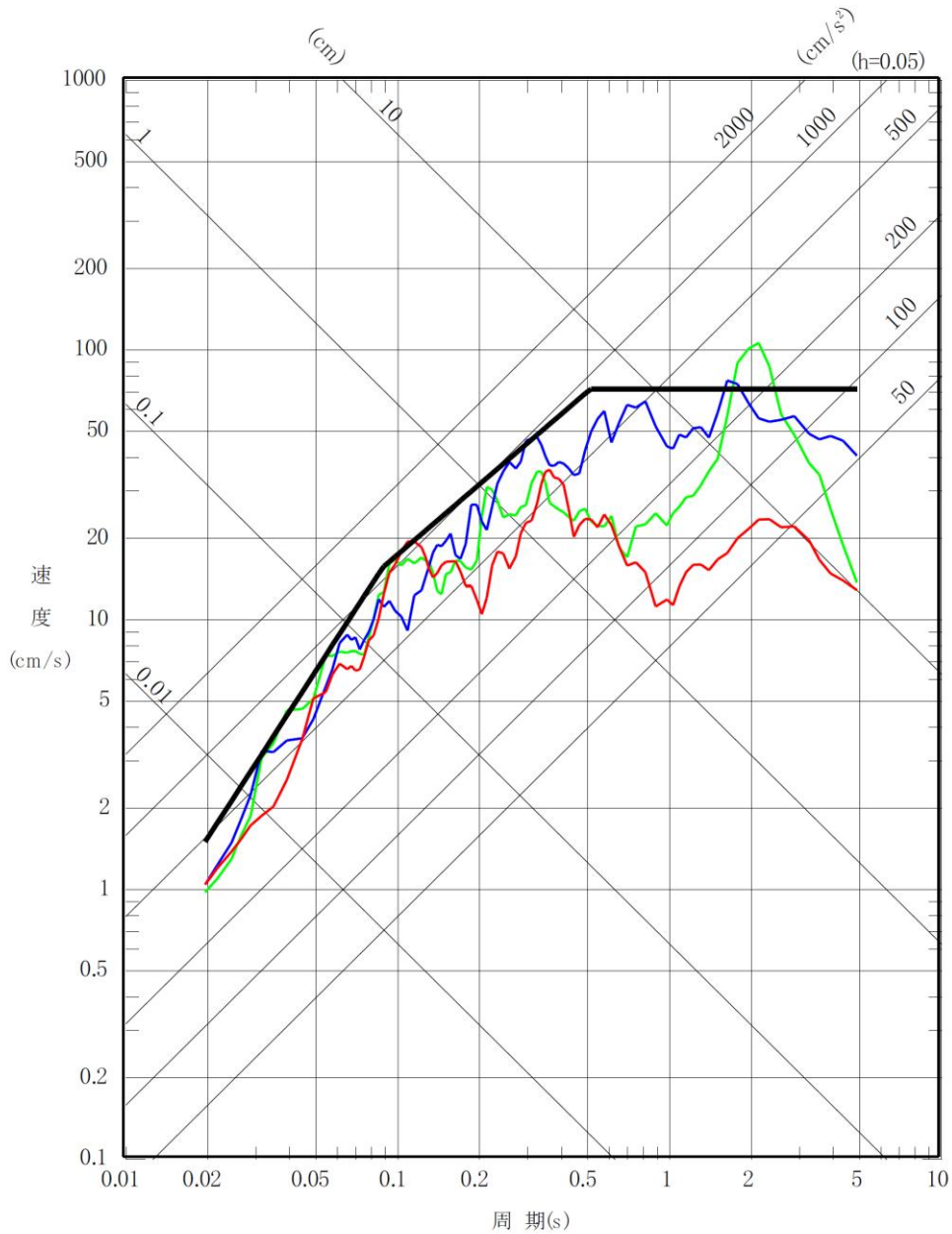
(b) EW方向

第 6-39 図(5) プラントノースに方位変換後の基準地震動 S<sub>s</sub>-B 5 の加速度時刻歴波形



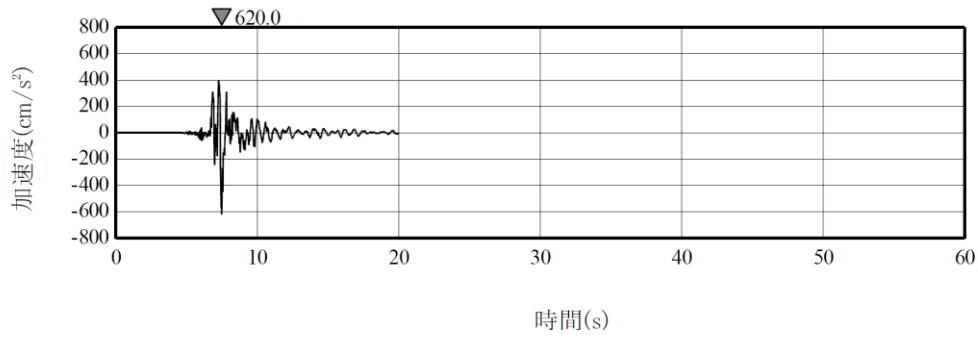
第 6-40 図(1) 基準地震動 S s - C ( C 1 ~ C 4 ) の応答スペクトル (水平方向)

- 基準地震動 Ss-A
- 基準地震動 Ss-C1 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町)
- 基準地震動 Ss-C2 2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム [右岸地山])
- 基準地震動 Ss-C3 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎)

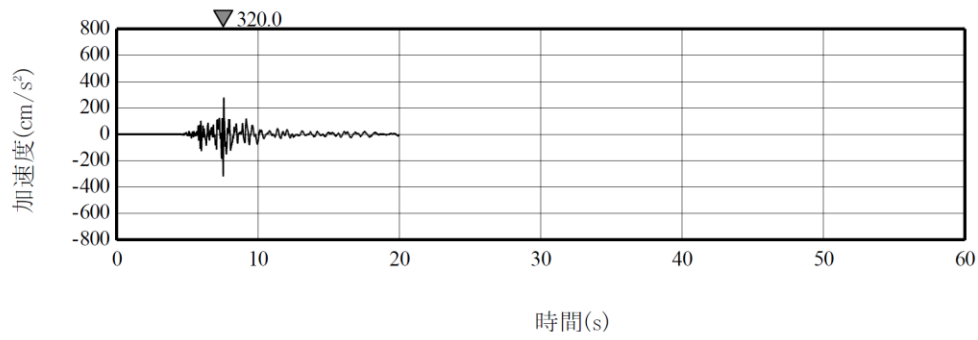


第 6-40 図(2) 基準地震動 S s - C ( C 1 ~ C 3 ) の応答スペクトル (鉛直方向)



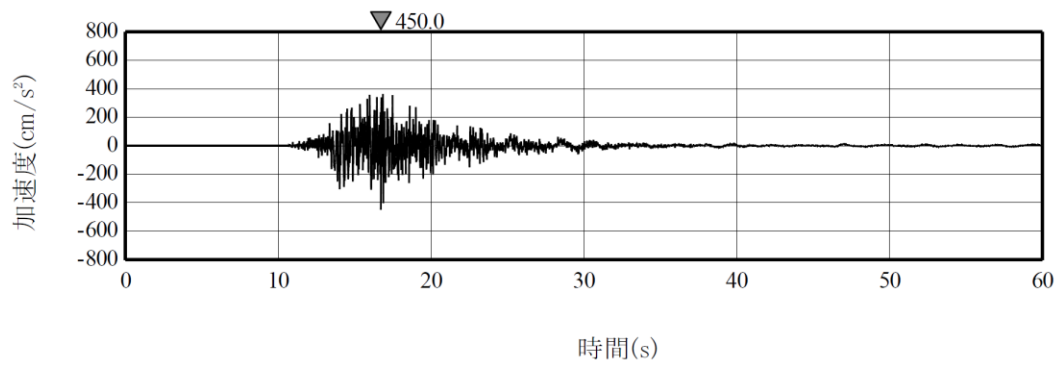


(a) 水平方向

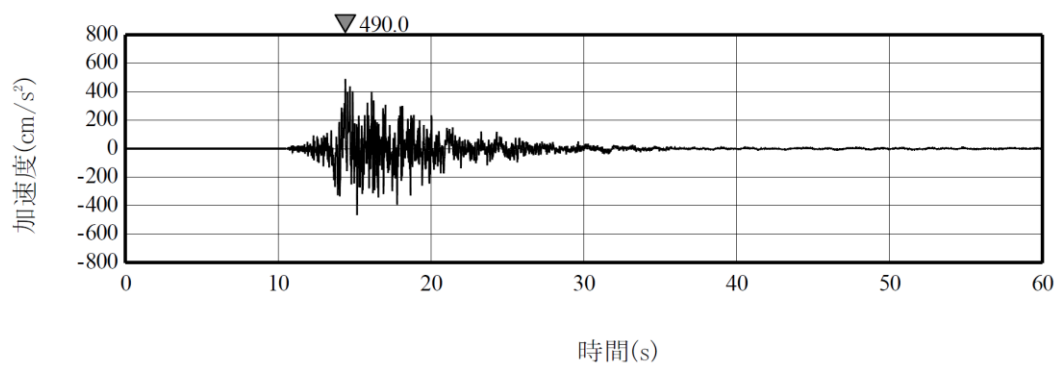


(b) 鉛直方向

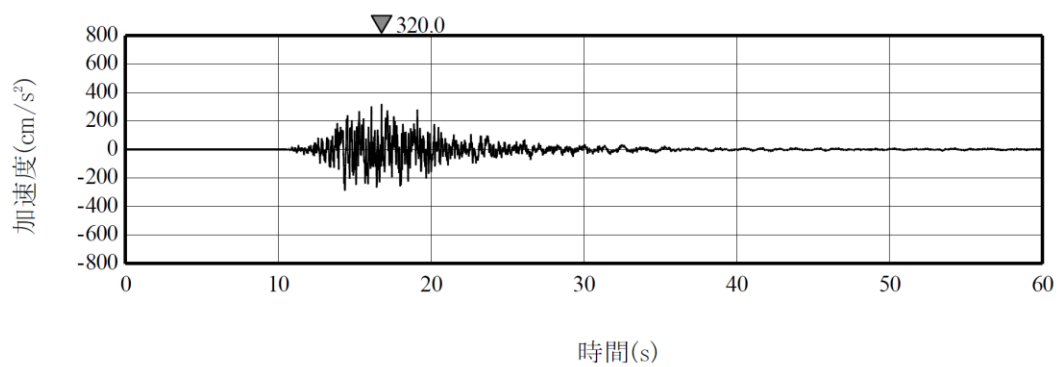
第 6-41 図(1) 基準地震動 S s - C 1 の加速度時刻歴波形



(a) ダム軸方向

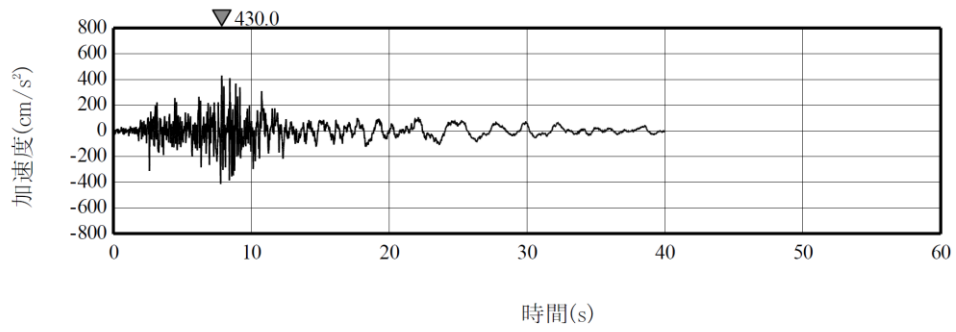


(b) 上下流方向

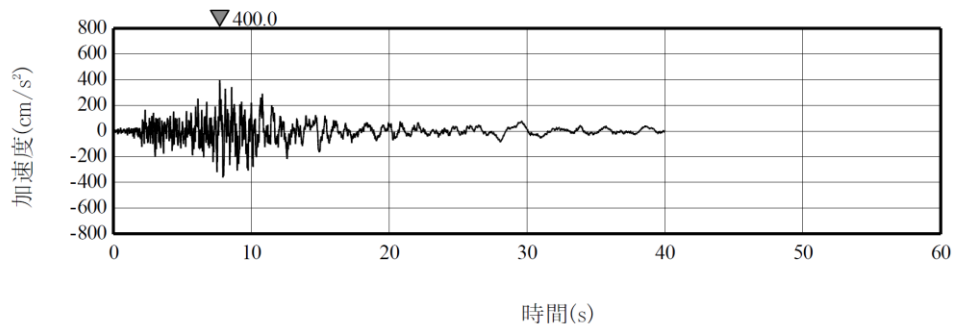


(c) 鉛直方向

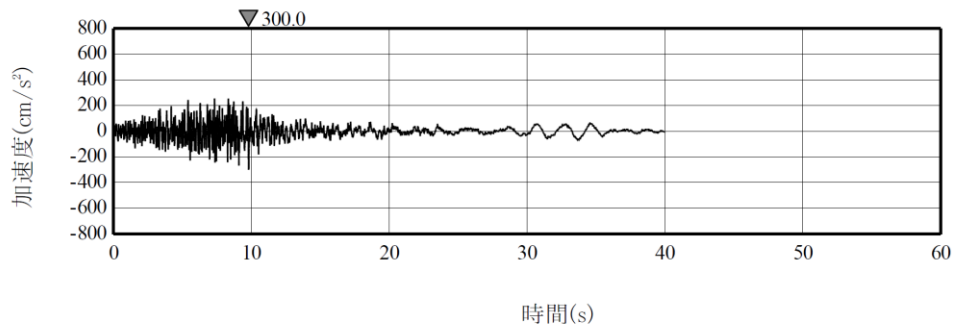
第 6-41 図(2) 基準地震動 S<sub>s</sub>-C2 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

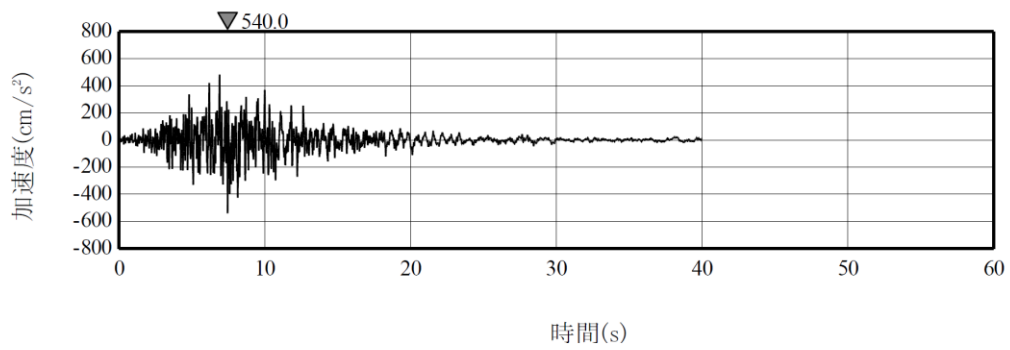


(b) EW方向

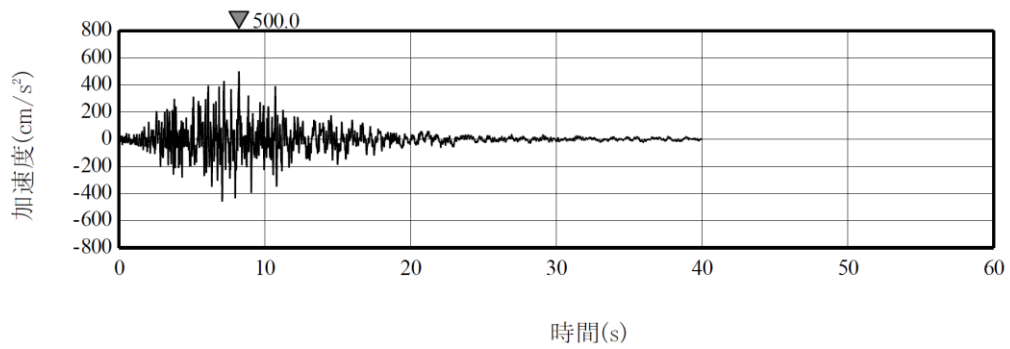


(c) UD方向

第 6-41 図(3) 基準地震動 S s - C 3 の加速度時刻歴波形

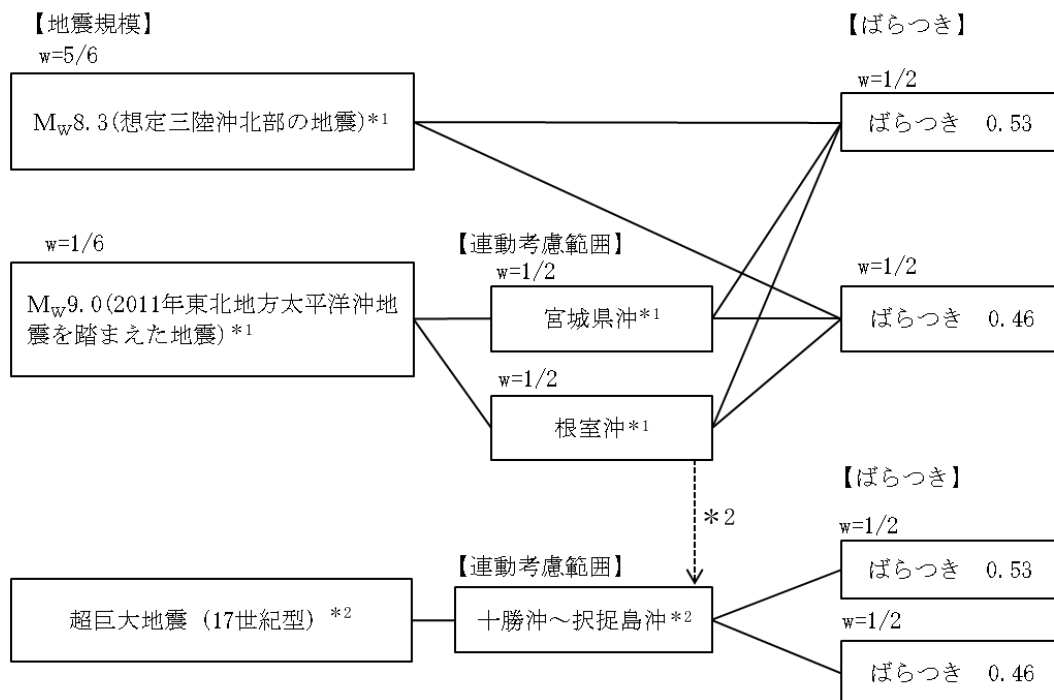


(a) NS方向



(b) EW方向

第 6-41 図(4) 基準地震動 S<sub>s</sub> - C 4 の加速度時刻歴波形



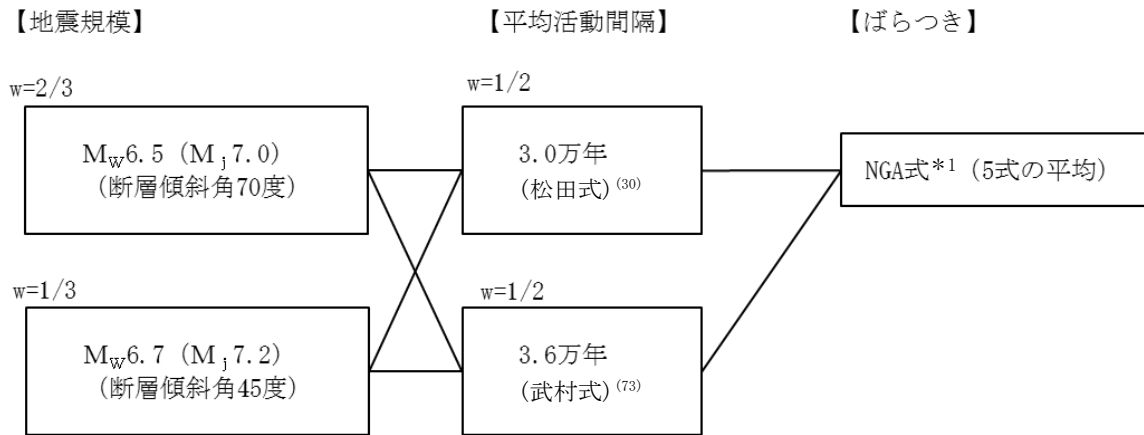
地震動評価手法：断層モデルを用いた手法による\*3

注記 \*1：想定三陸沖北部の地震の平均発生間隔は、地震調査委員会（2004）<sup>(27)</sup>を参考に97年とする。2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震の発生間隔は、地震調査委員会（2013）<sup>(43)</sup>における確率論的評価において、三陸沖中部～茨城県沖の領域の連動型地震の平均発生間隔が600年とされていることから、敷地前面の三陸沖北部の領域における地震の平均発生間隔である97年を踏まえて、三陸沖北部の地震活動の6回に1回は三陸沖北部～宮城県沖あるいは三陸沖北部～根室沖が連動した地震が発生するものとする。したがって、三陸沖北部～宮城県沖の連動、三陸沖北部～根室沖の連動は、それぞれ約1200年に1回となる。

\*2：超巨大地震（17世紀型）の発生間隔は、地震調査委員会（2017）<sup>(87)</sup>によれば340年～380年に1回であるが、ここでは300年に1回（1200年に4回）とする。ただし、約1200年に1回、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震として十勝・根室沖と三陸沖北部が連動して動くため、十勝・根室沖を震源領域に含む超巨大地震（17世紀型）の1回として数える。このため、超巨大地震（17世紀型）として追加するのは、1200年で3回とする。

\*3：超巨大地震（17世紀型）の地震動評価については、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震と超巨大地震（17世紀型）を比較すると、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震がMw9.0の規模を考慮した上で、敷地に最も近い三陸沖北部を震源領域に設定していること、そして、「超巨大地震（17世紀型）」の震源領域は千島海溝の北東側に延びて敷地から遠くなることから、十勝沖から根室沖を震源領域とする超巨大地震（17世紀型）よりも敷地への影響が大きいと考えられる。よって、超巨大地震（17世紀型）の地震動評価は、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震（三陸沖北部～根室沖の連動）で代用する。

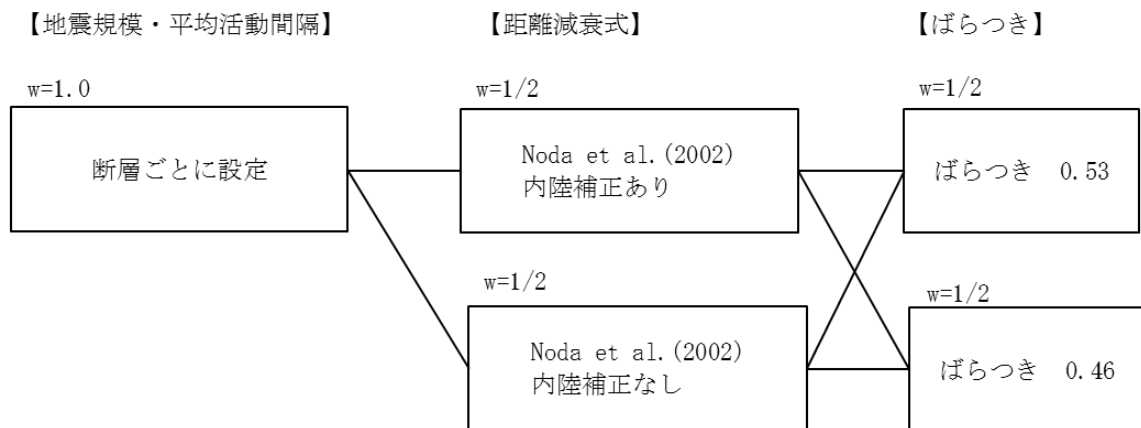
第6-42 図(1) ロジックツリー（特定震源，プレート間地震）



地震動評価手法：NGA式\*1 (5式の平均) による

注記 \*1: Campbell et al. (2014)<sup>(51)</sup>, Abrahamson et al. (2014)<sup>(49)</sup>, Boore et al. (2014)<sup>(50)</sup>,  
Chiou et al. (2014)<sup>(52)</sup>, Idriss (2014)<sup>(53)</sup>による距離減衰式

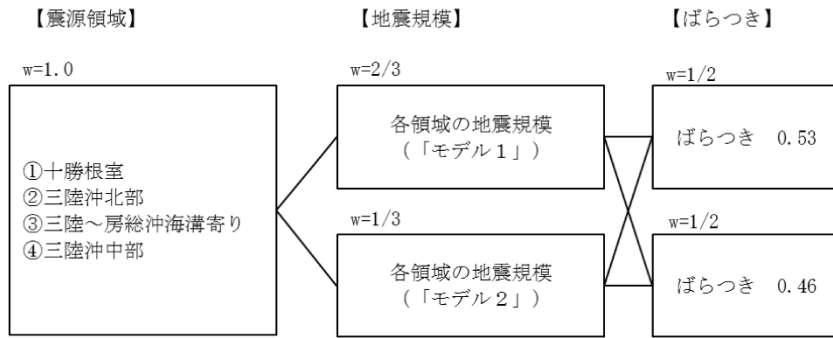
(a) 出戸西方断層



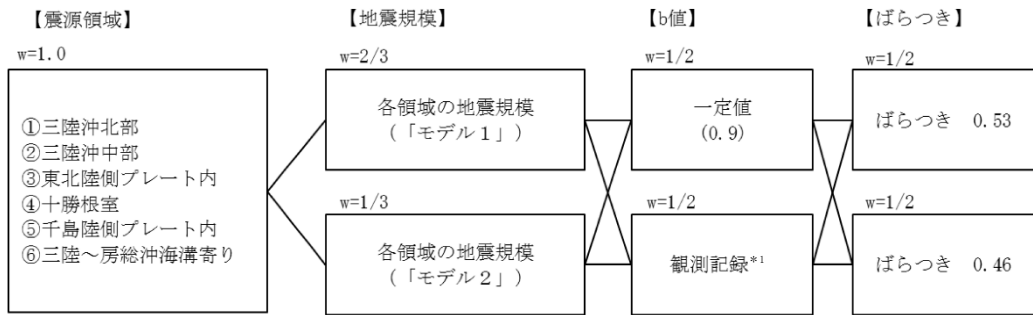
地震動評価手法：Noda et al. (2002)<sup>(29)</sup>による

(b) 出戸西方断層以外の活断層による地震

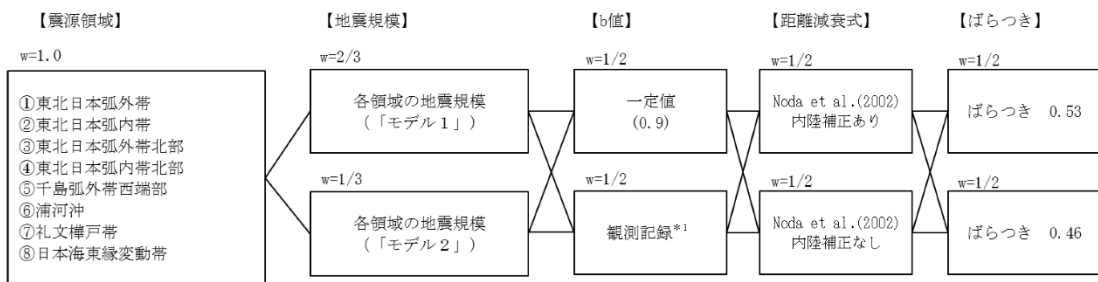
第6-42図(2) ロジックツリー (特定震源, 内陸地殻内地震)



地震動評価手法：Noda et al. (2002) <sup>(29)</sup>による  
(a) プレート間地震

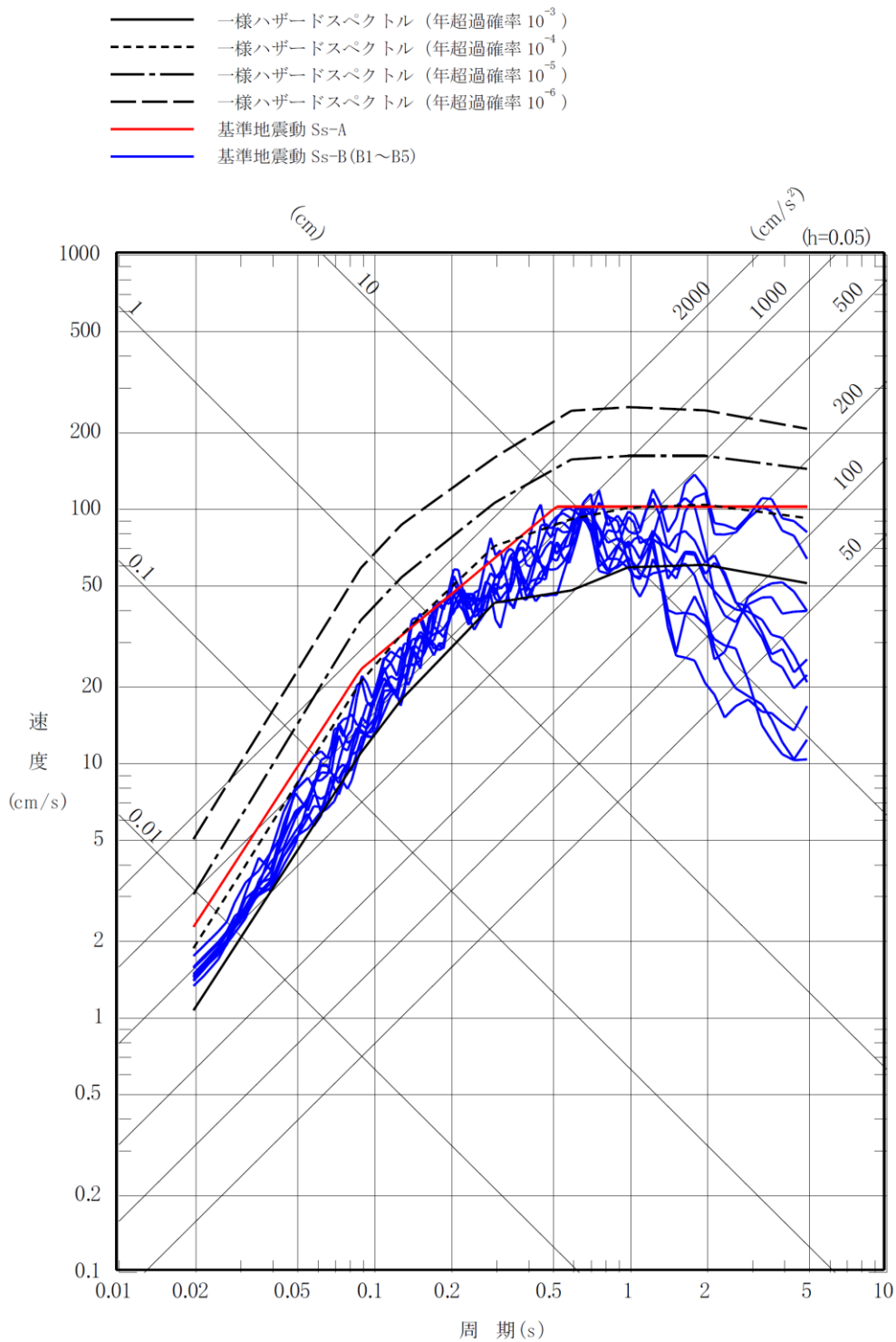


地震動評価手法：Noda et al. (2002) <sup>(29)</sup>による  
注記 \*1：敷地に近い震源領域③でのみ考慮  
(b) 海洋プレート内地震



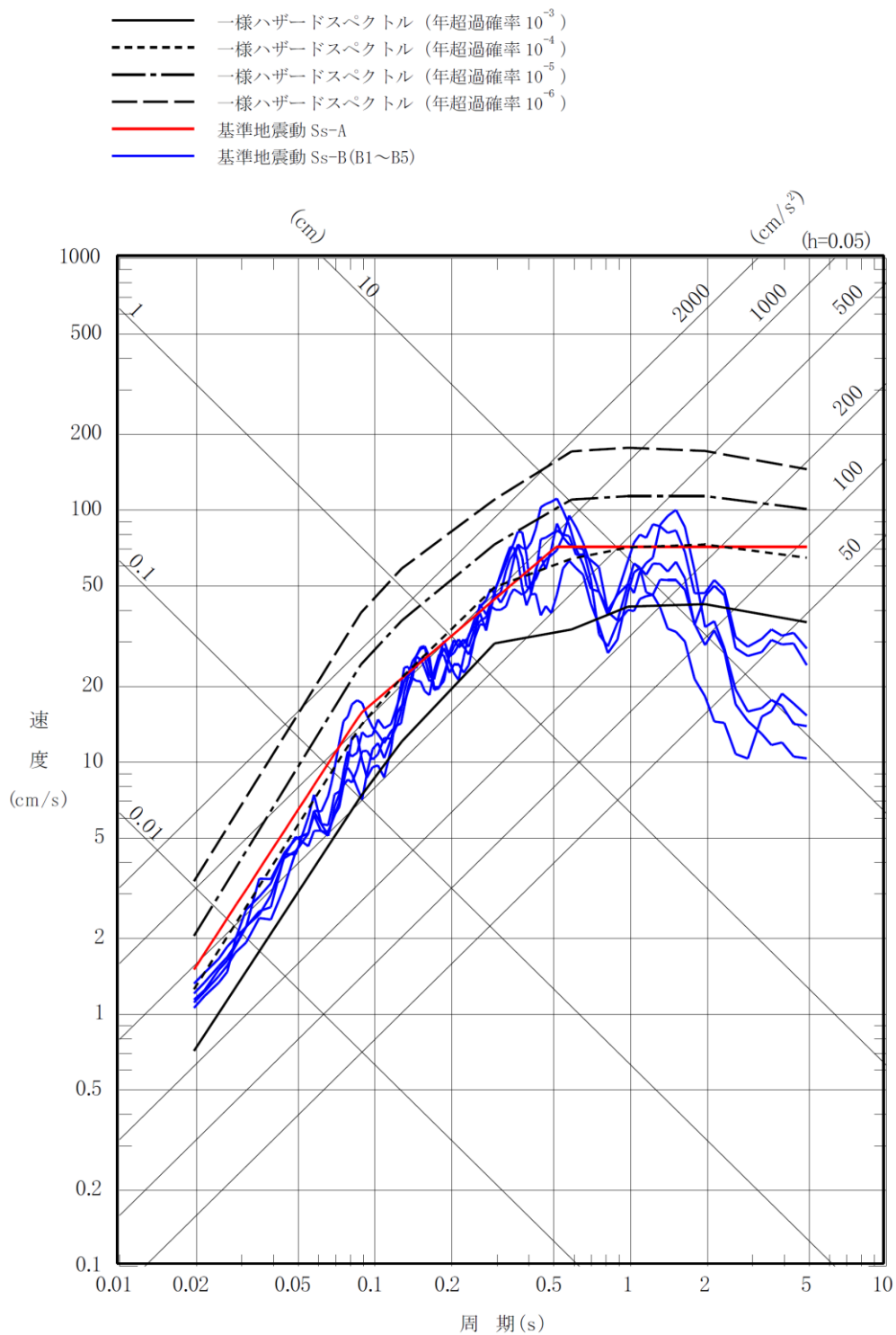
地震動評価手法：Noda et al. (2002) <sup>(29)</sup>による  
注記 \*1：敷地に近い震源領域①，②，③，④でのみ考慮  
(c) 内陸地殻内地震

第 6-42 図 (3) ロジックツリー (領域震源)



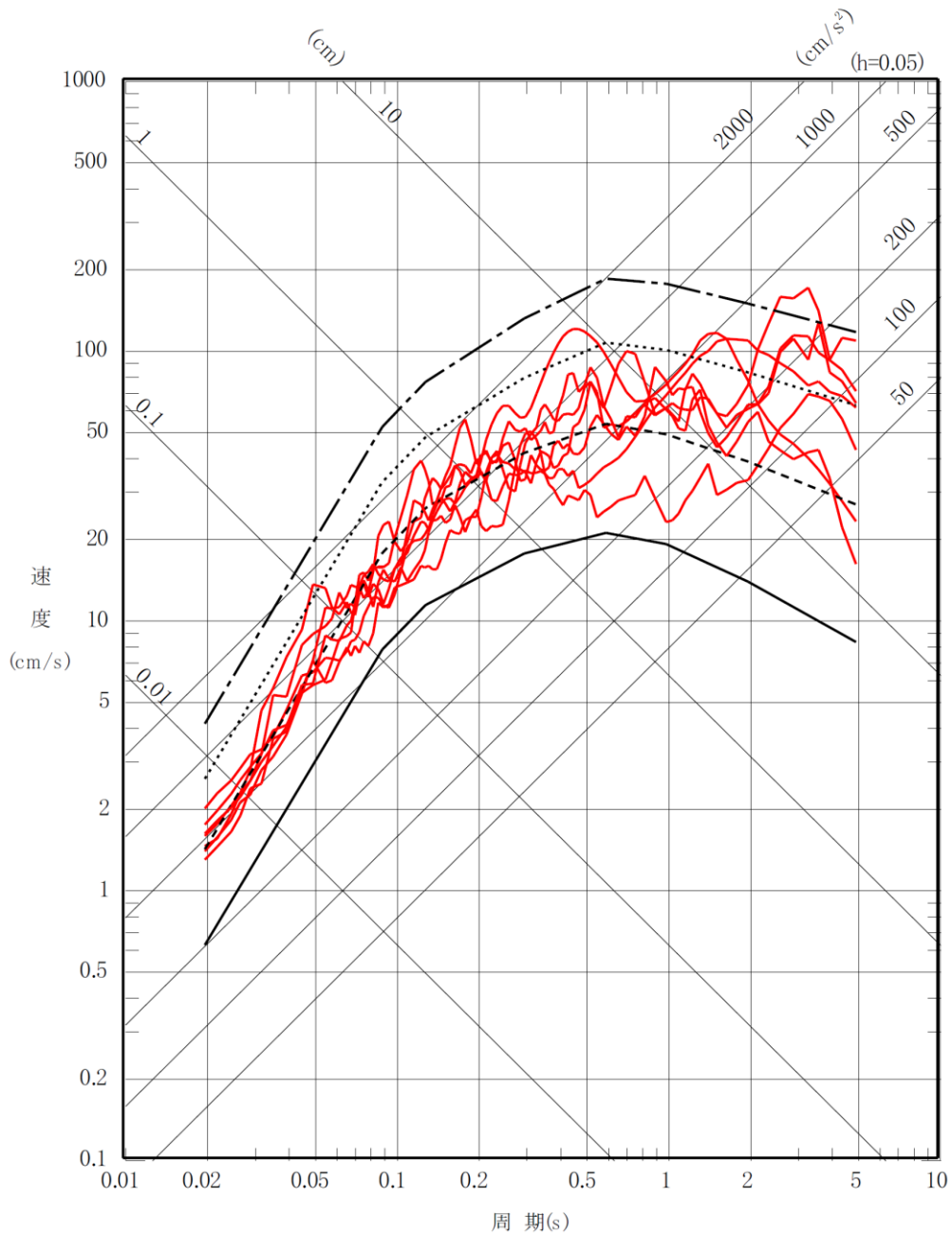
第 6-43 図(1) 基準地震動 S s - A 及び S s - B ( B 1 ~ B 5 ) と一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)



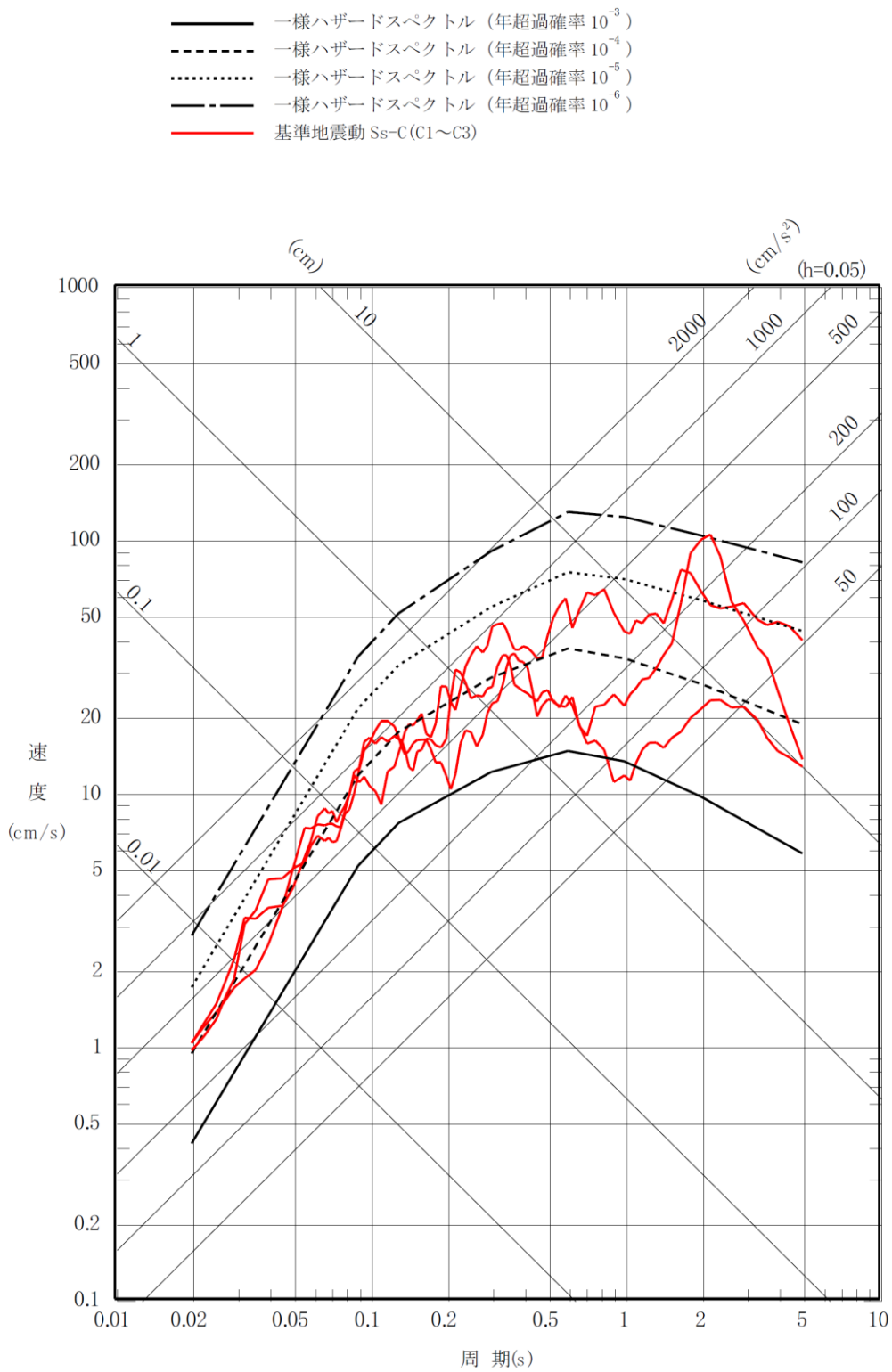


第 6-43 図(2) 基準地震動 S s - A 及び S s - B ( B 1 ~ B 5 ) と一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)

- 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-3}$ )
- - - 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-4}$ )
- ⋯ 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-5}$ )
- 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-6}$ )
- 基準地震動 Ss-C (C1~C4)

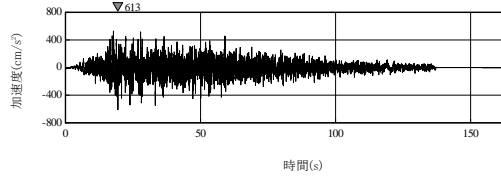


第6-44 図(1) 基準地震動 S s - C ( C 1 ~ C 4 ) と一様ハザードスペクトル (領域震源 (内陸地殻内地震)) の比較 (水平方向)

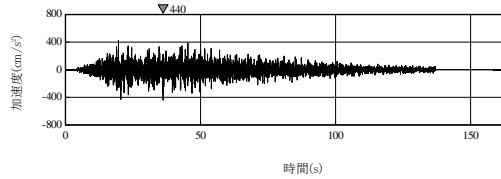


第 6-44 図(2) 基準地震動 S s - C ( C 1 ~ C 3 ) と一様ハザードスペクトル (領域震源 (内陸地殻内地震)) の比較 (鉛直方向)

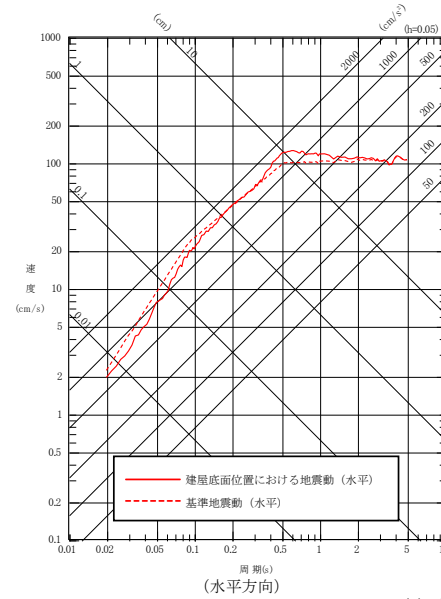
(水平方向)  
最大加速度：  
613cm/s<sup>2</sup>



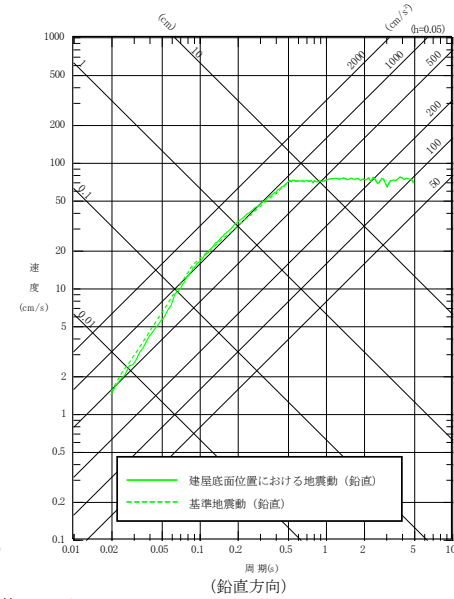
(鉛直方向)  
最大加速度：  
440cm/s<sup>2</sup>



(a) 加速度時刻歴波形

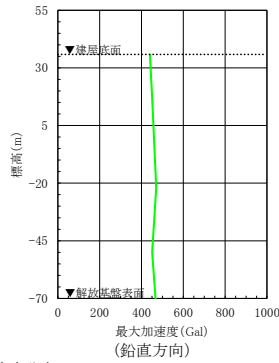
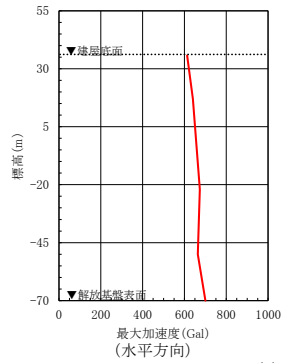


(水平方向)

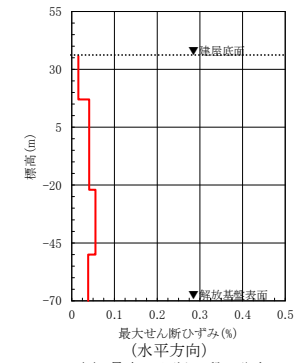


(鉛直方向)

(b) 応答スペクトル



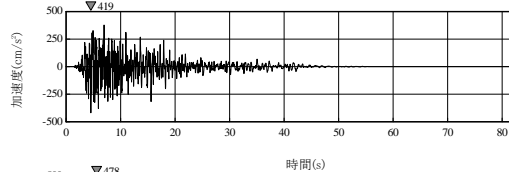
(c) 最大加速度分布



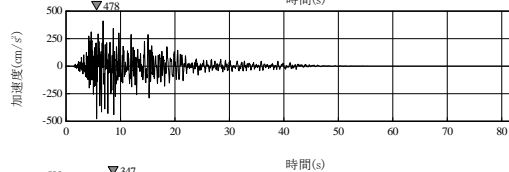
(d) 最大せん断ひずみ分布

第 6-45 図(1) 建屋底面位置における地震動 (S s - A, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)

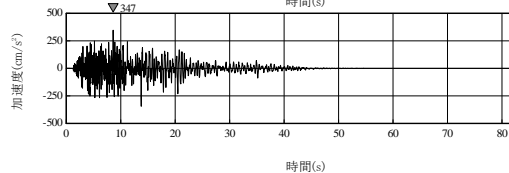
(N S方向)  
最大加速度：  
419cm/s<sup>2</sup>



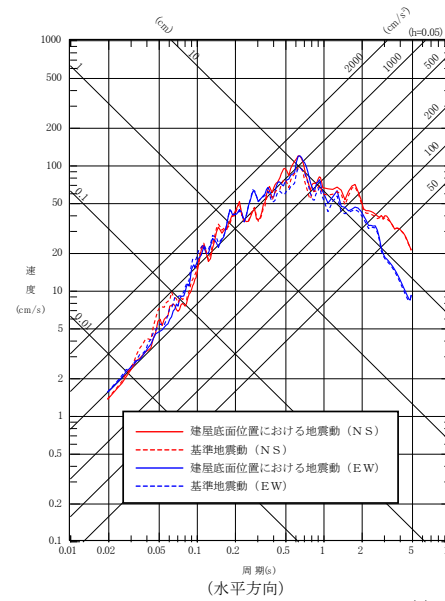
(E W方向)  
最大加速度：  
478cm/s<sup>2</sup>



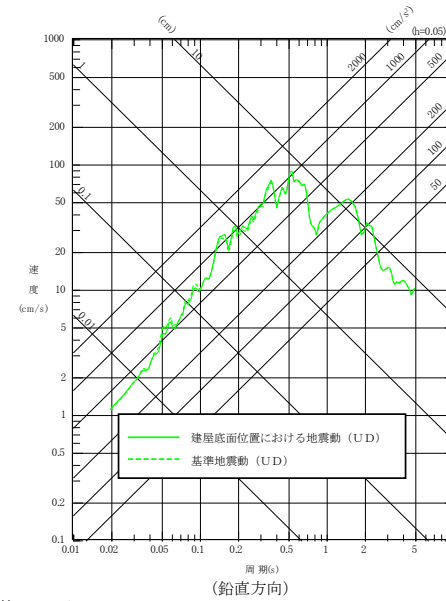
(U D方向)  
最大加速度：  
347cm/s<sup>2</sup>



(a) 加速度時刻歴波形

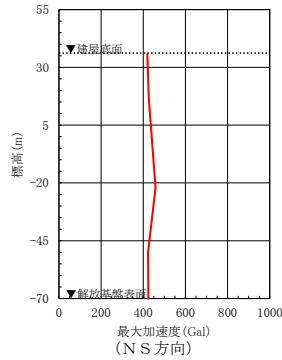


(水平方向)

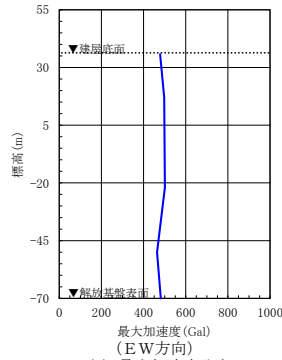


(鉛直方向)

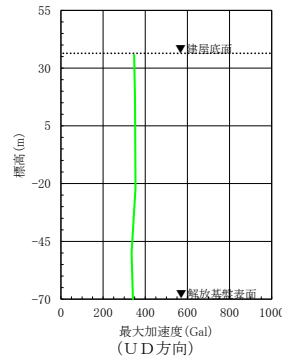
(b) 応答スペクトル



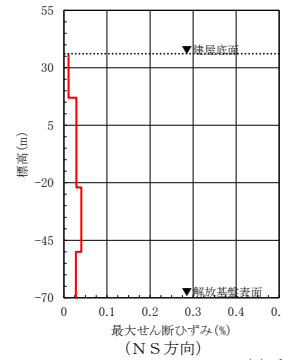
(N S方向)



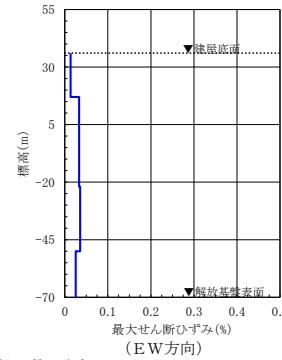
(E W方向)



(U D方向)



(N S方向)

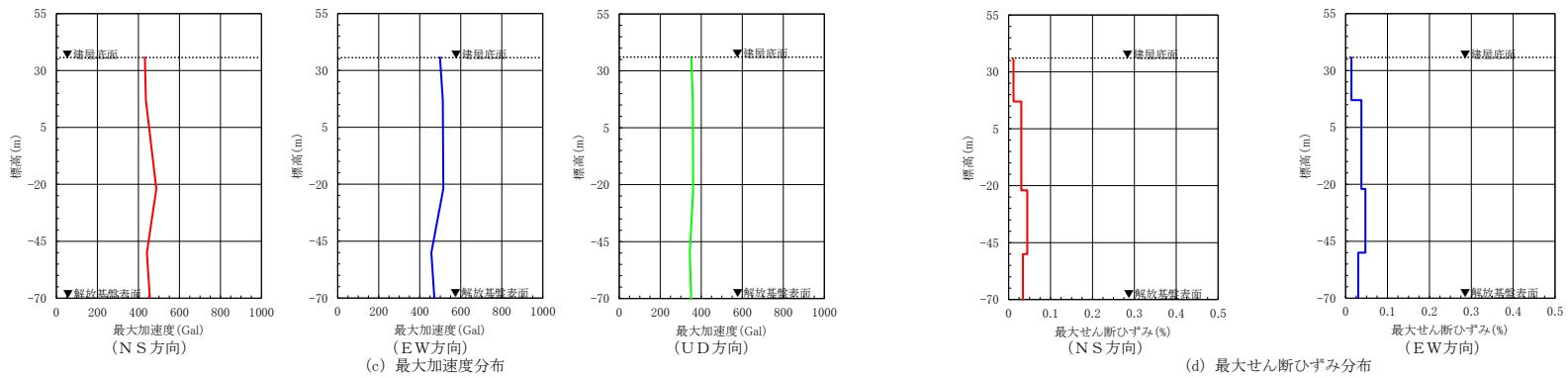
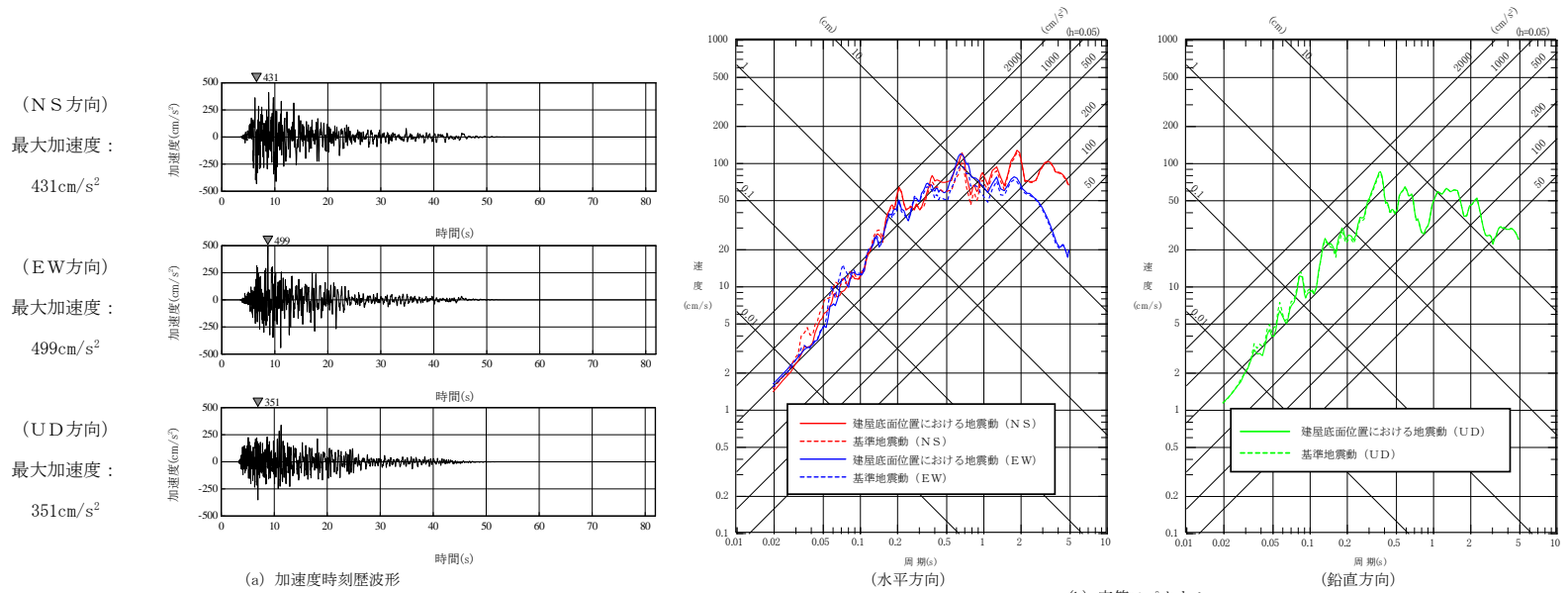


(E W方向)

(d) 最大せん断ひずみ分布

※TN (True North) を基準として策定した基準地震動 S s を, PN (Plant North) を基準に変換して建屋底面位置における地震動を評価

第 6-45 図(2) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 1, ガラス固化体貯蔵建屋: 西側地盤)



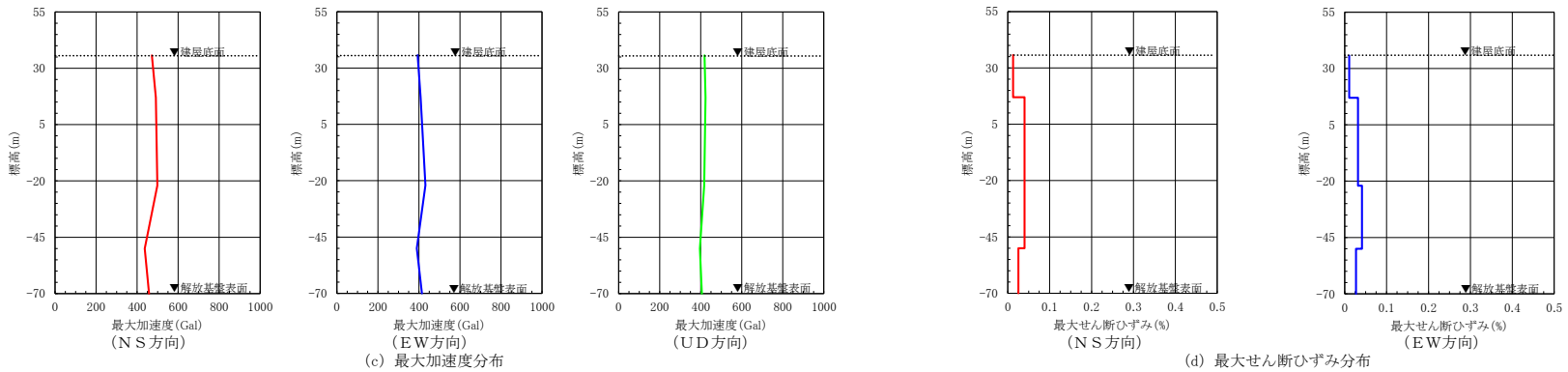
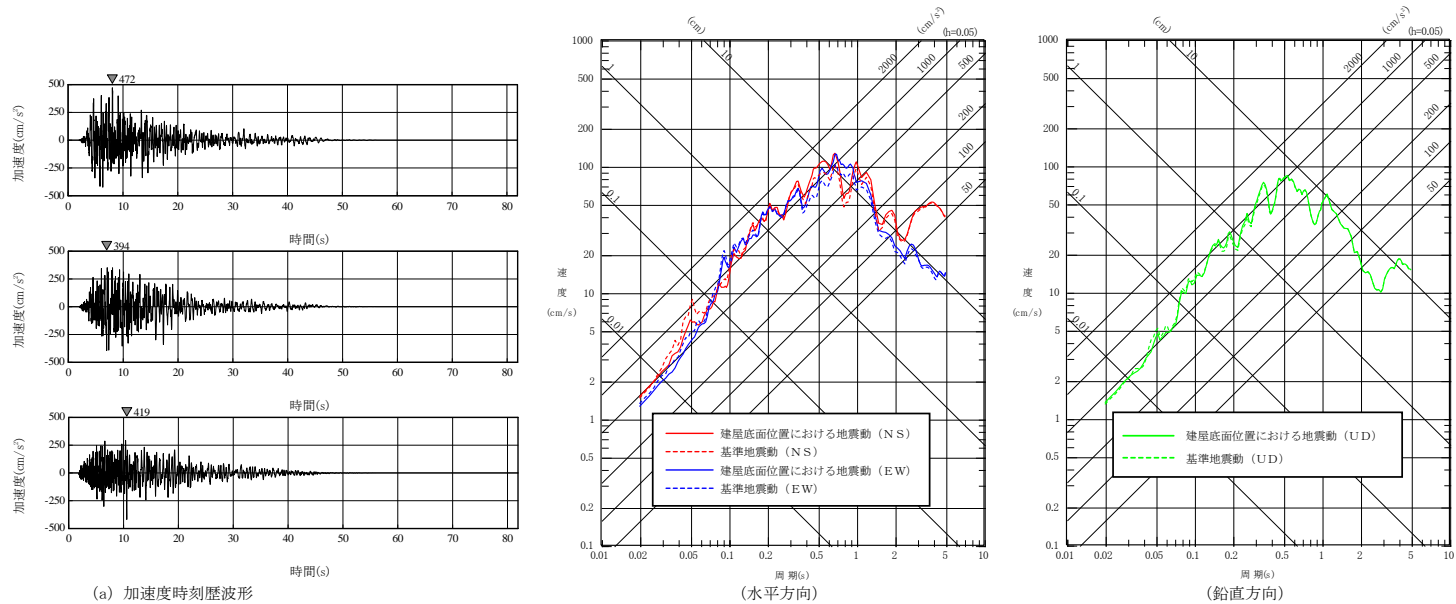
※TN (True North) を基準として策定した基準地震動S s を, PN (Plant North) を基準に変換して建屋底面位置における地震動を評価

第6-45 図(3) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 2, ガラス固化体貯蔵建屋: 西側地盤)

(N S 方向)  
 最大加速度：  
 472cm/s<sup>2</sup>

(E W 方向)  
 最大加速度：  
 394cm/s<sup>2</sup>

(U D 方向)  
 最大加速度：  
 419cm/s<sup>2</sup>



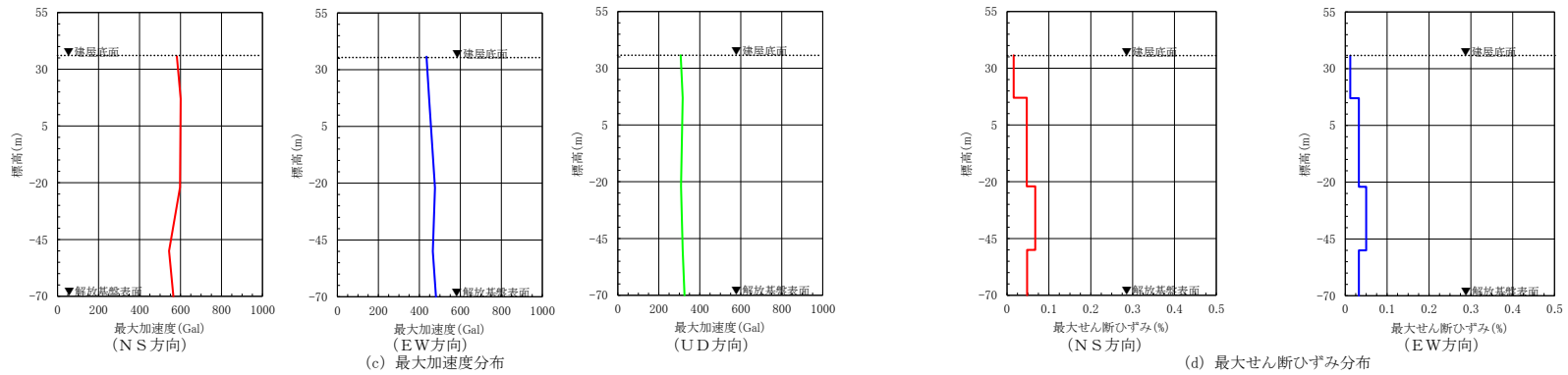
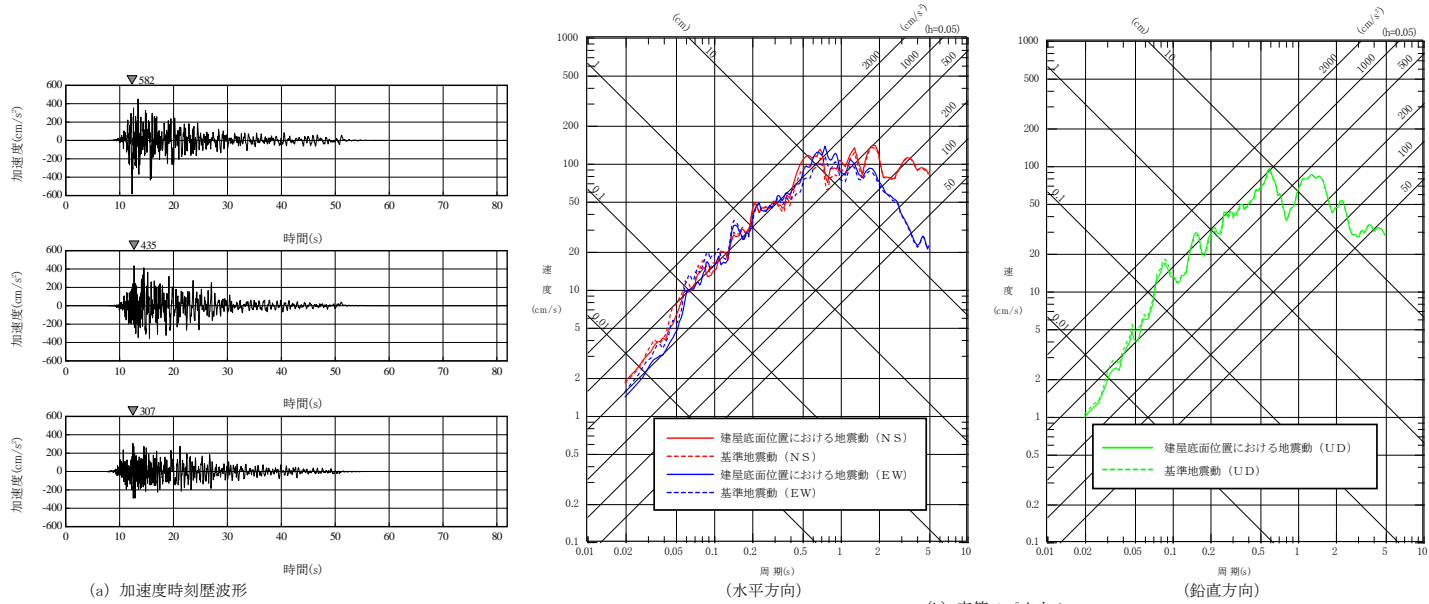
※TN (True North) を基準として策定した基準地震動S s を、PN (Plant North) を基準に変換して建屋底面位置における地震動を評価

第6-45 図(4) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 3, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)

(N S 方向)  
 最大加速度：  
 582cm/s<sup>2</sup>

(E W 方向)  
 最大加速度：  
 435cm/s<sup>2</sup>

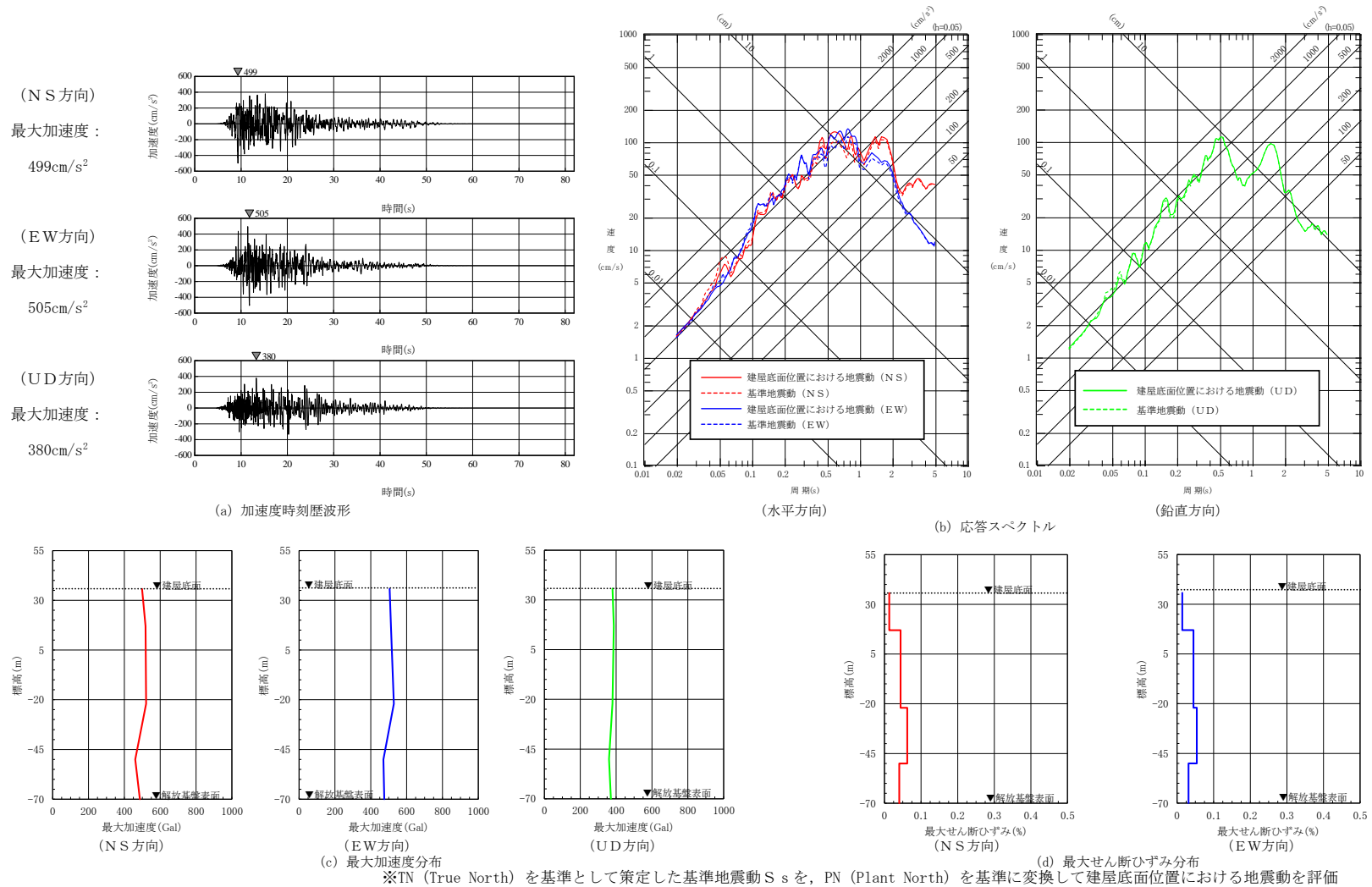
(U D 方向)  
 最大加速度：  
 307cm/s<sup>2</sup>



※TN (True North) を基準として策定した基準地震動 S s を、PN (Plant North) を基準に変換して建屋底面位置における地震動を評価

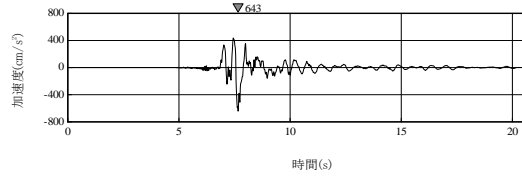
第 6-45 図(5) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 4, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)



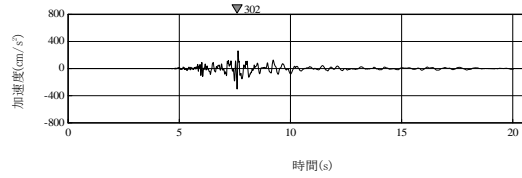


第6-45 図(6) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 5, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)

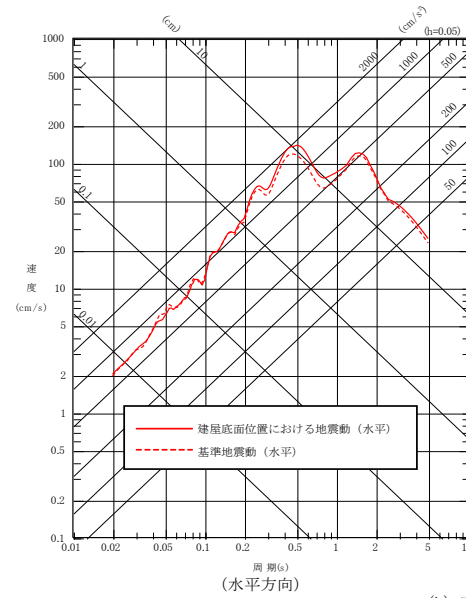
(水平方向)  
最大加速度：  
643cm/s<sup>2</sup>



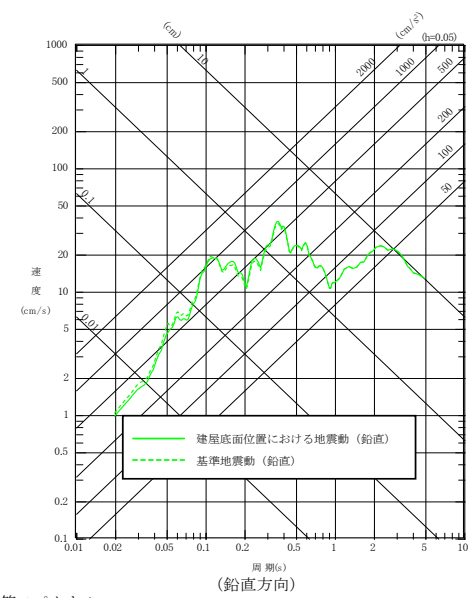
(鉛直方向)  
最大加速度：  
302cm/s<sup>2</sup>



(a) 加速度時刻歴波形

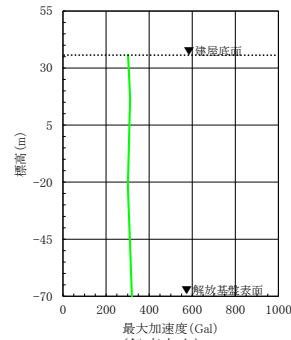
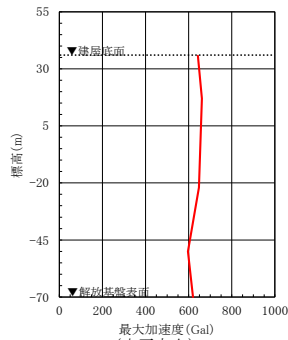


(水平方向)

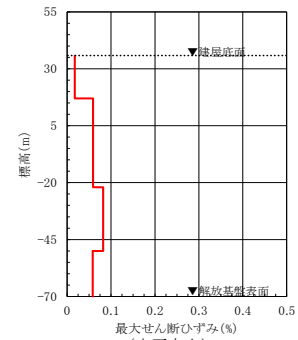


(鉛直方向)

(b) 応答スペクトル

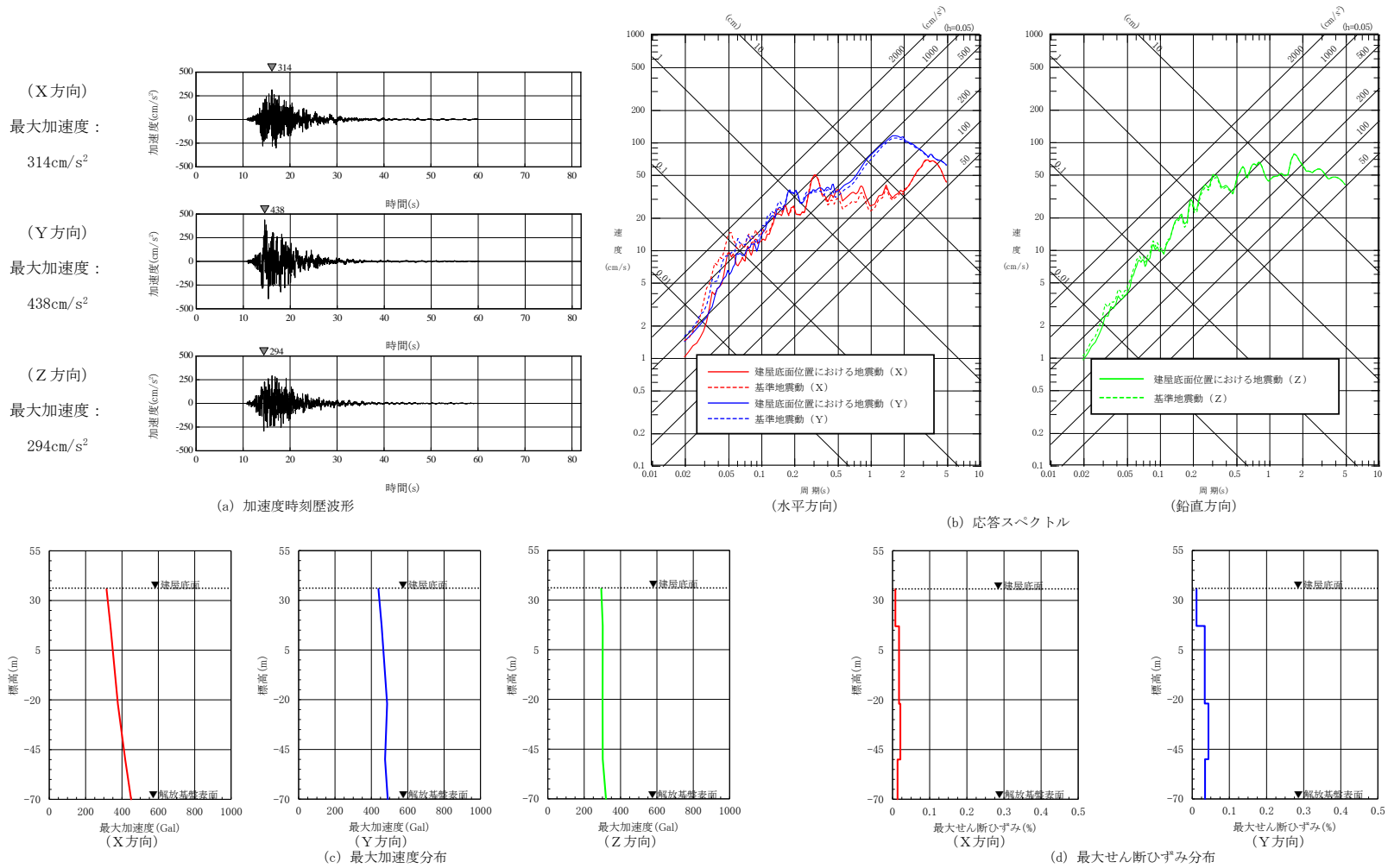


(c) 最大加速度分布

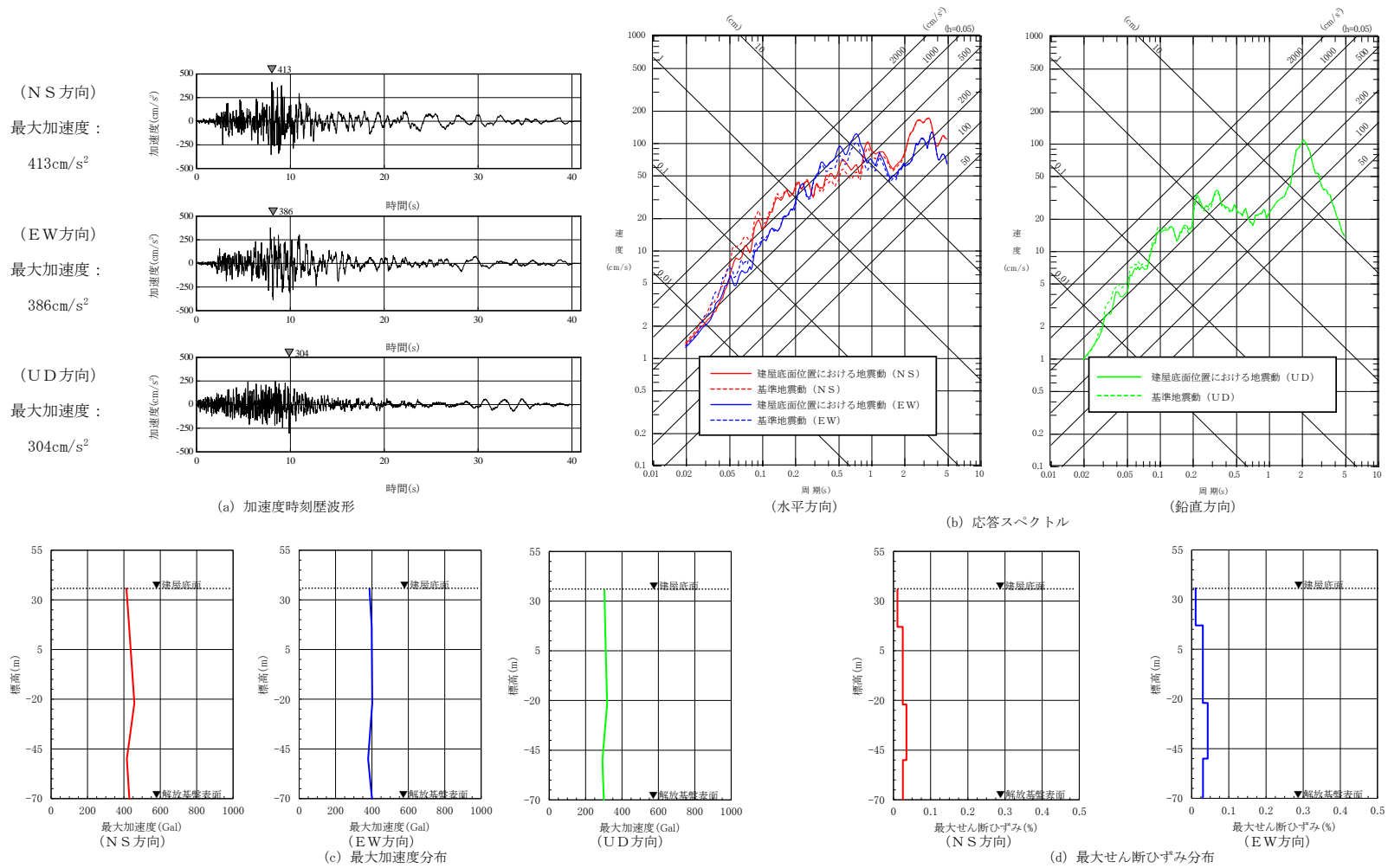


(d) 最大せん断ひずみ分布

第6-45 図(7) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 1, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)

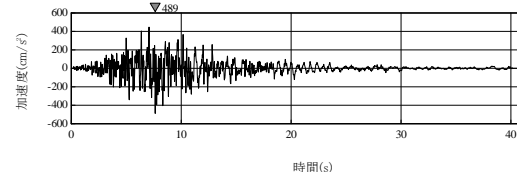


第6-45 図(8) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 2, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)

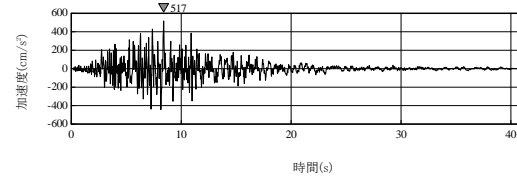


第6-45 図(9) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 3, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)

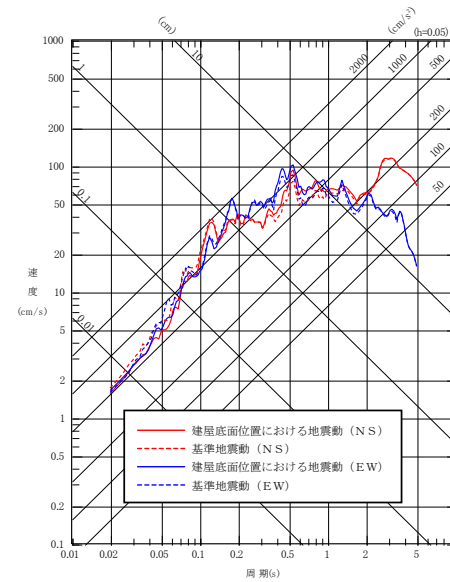
(N S 方向)  
 最大加速度：  
 489cm/s<sup>2</sup>



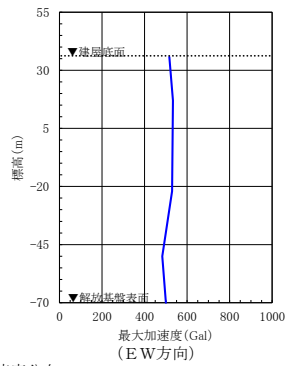
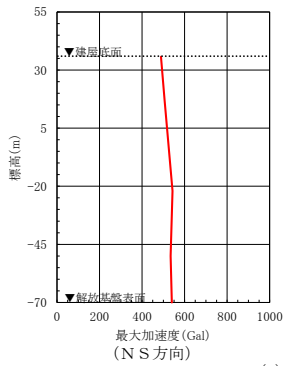
(E W 方向)  
 最大加速度：  
 517cm/s<sup>2</sup>



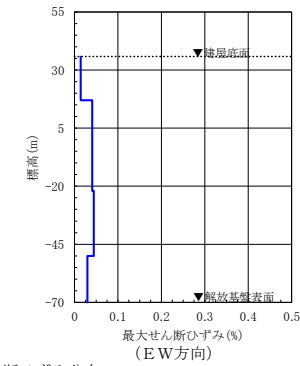
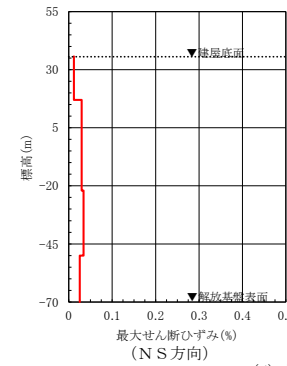
(a) 加速度時刻歴波形



(b) 応答スペクトル



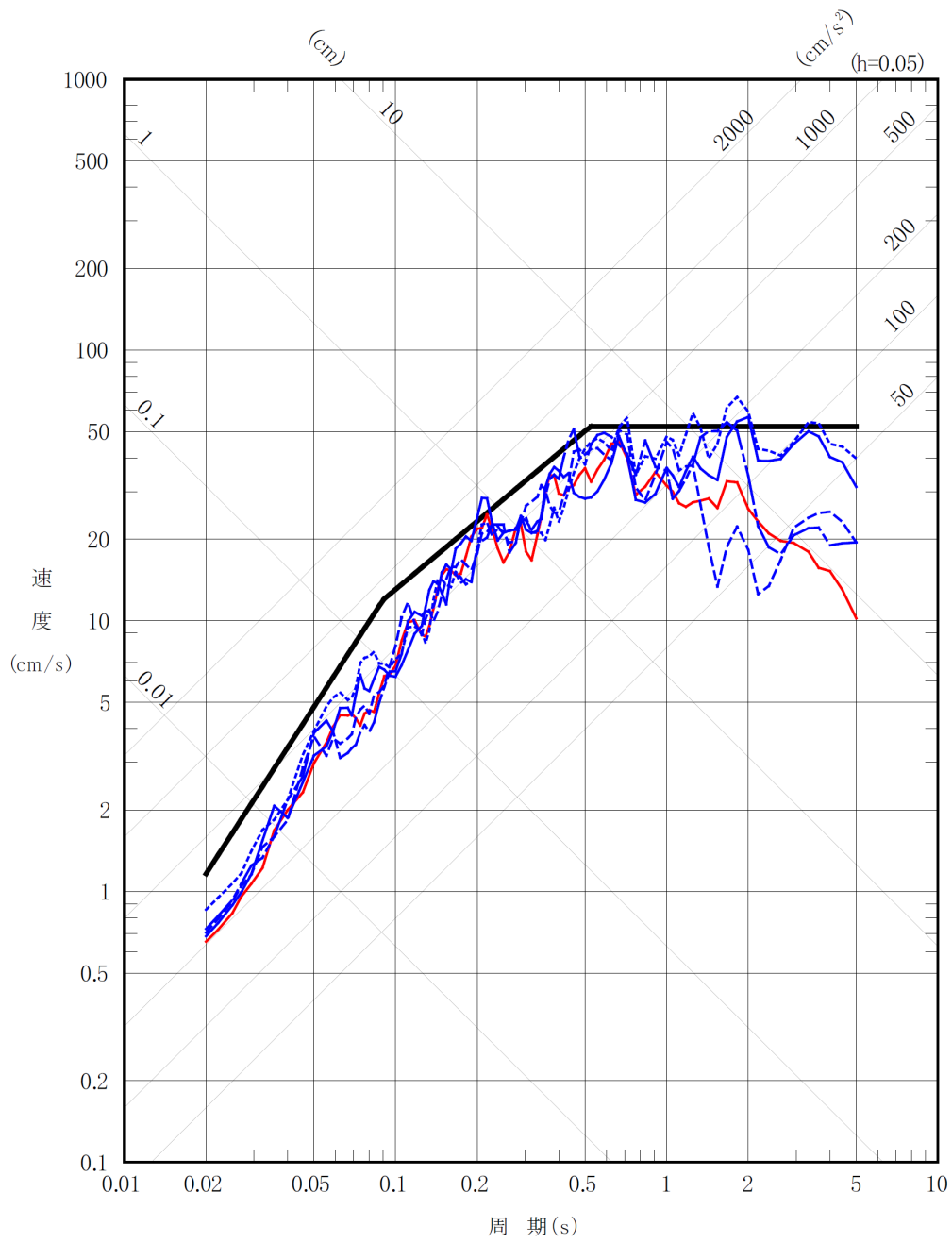
(c) 最大加速度分布



(d) 最大せん断ひずみ分布

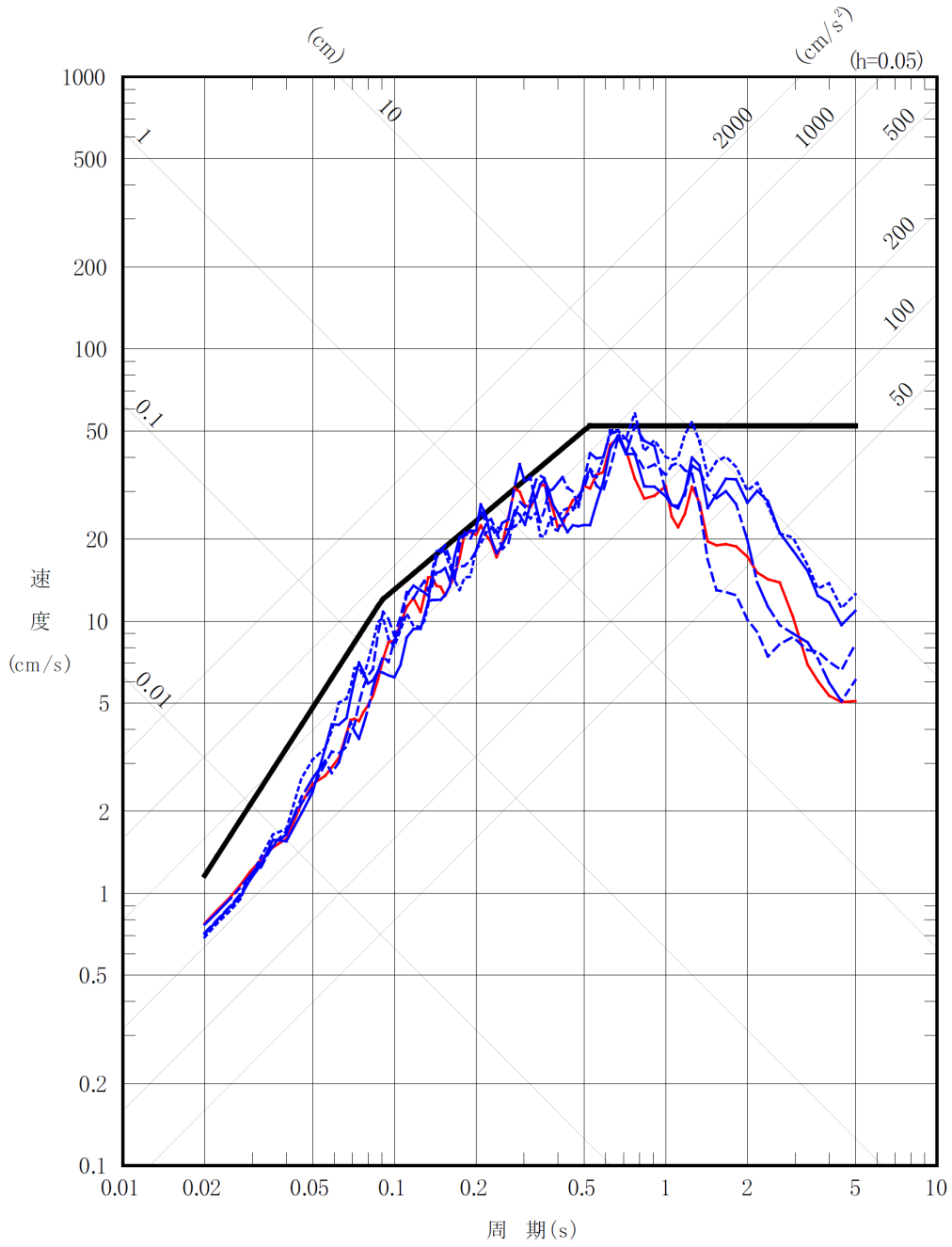
第 6-45 図(10) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 4, ガラス固化体貯蔵建屋：西側地盤)

- 弾性設計用地震動 Sd-A
- 弾性設計用地震動 Sd-B1
- 弾性設計用地震動 Sd-B2
- - - 弾性設計用地震動 Sd-B3
- ⋯ 弾性設計用地震動 Sd-B4
- · - 弾性設計用地震動 Sd-B5

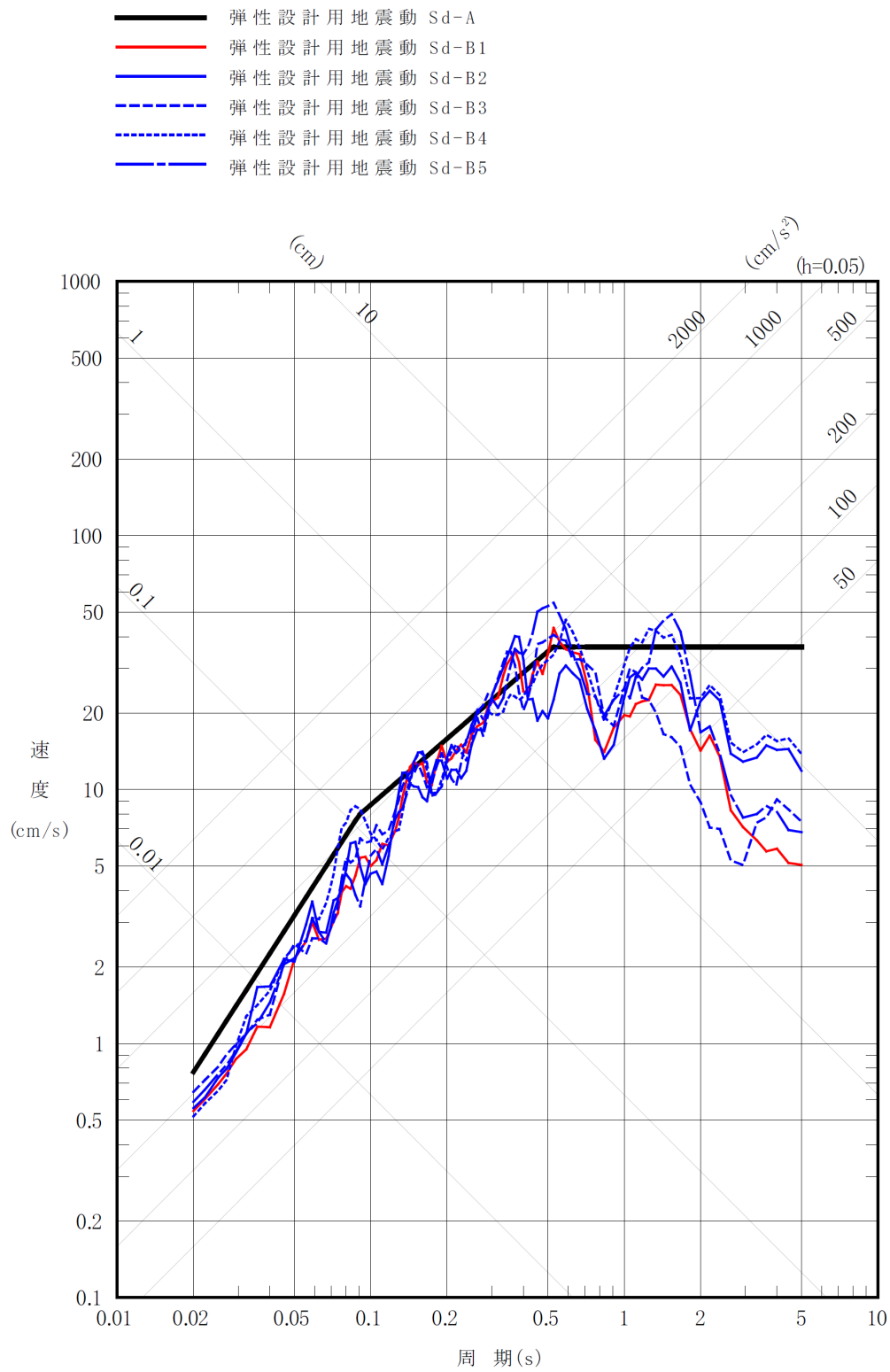


第 7-1 図(1) 弾性設計用地震動 S d - A と弾性設計用地震動 S d - B の  
 応答スペクトル (NS 方向)

- 弾性設計用地震動 Sd-A
- 弾性設計用地震動 Sd-B1
- 弾性設計用地震動 Sd-B2
- - 弾性設計用地震動 Sd-B3
- · - 弾性設計用地震動 Sd-B4
- · - 弾性設計用地震動 Sd-B5



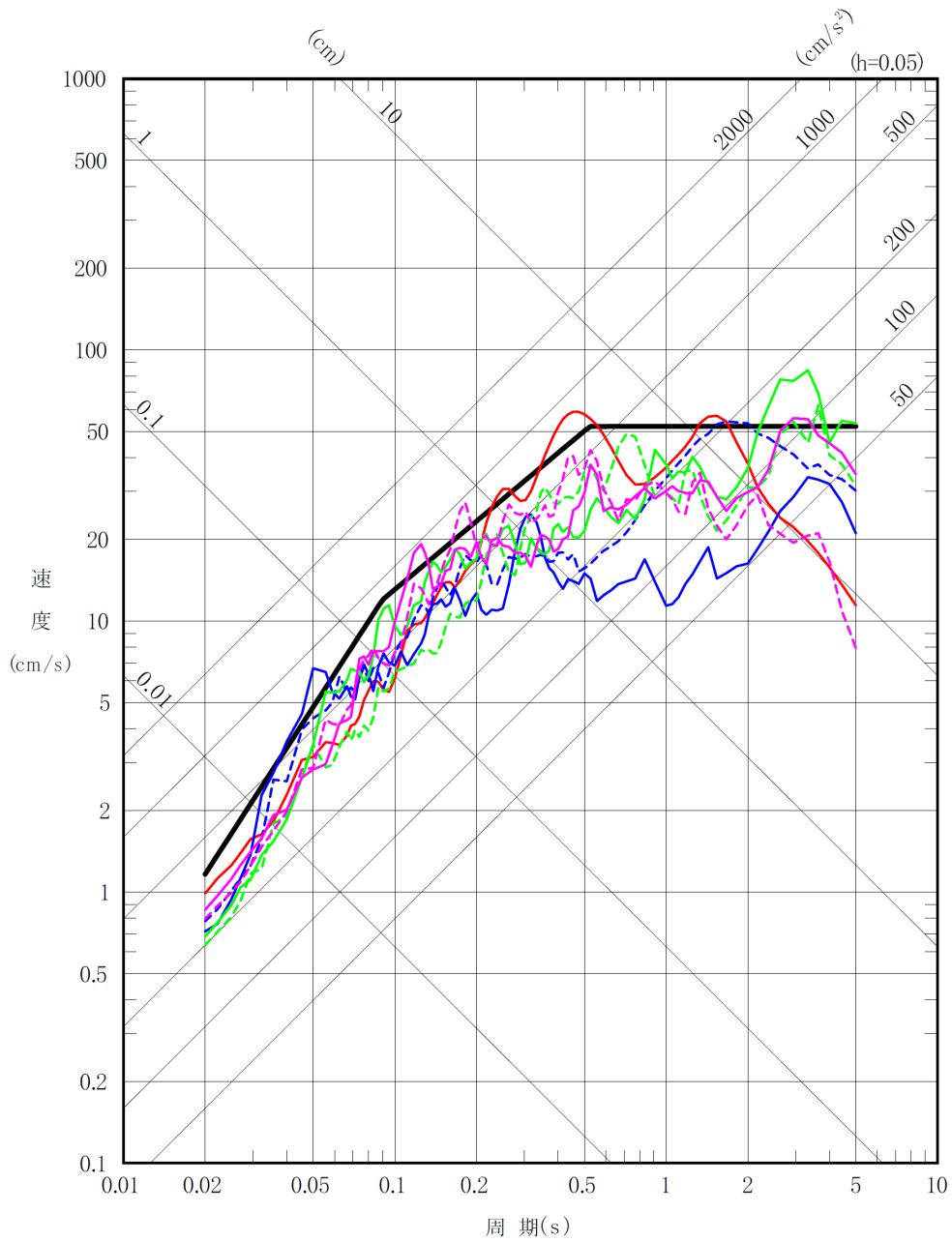
第7-1 図(2) 弾性設計用地震動 S d - A と弾性設計用地震動 S d - B の  
応答スペクトル (EW 方向)



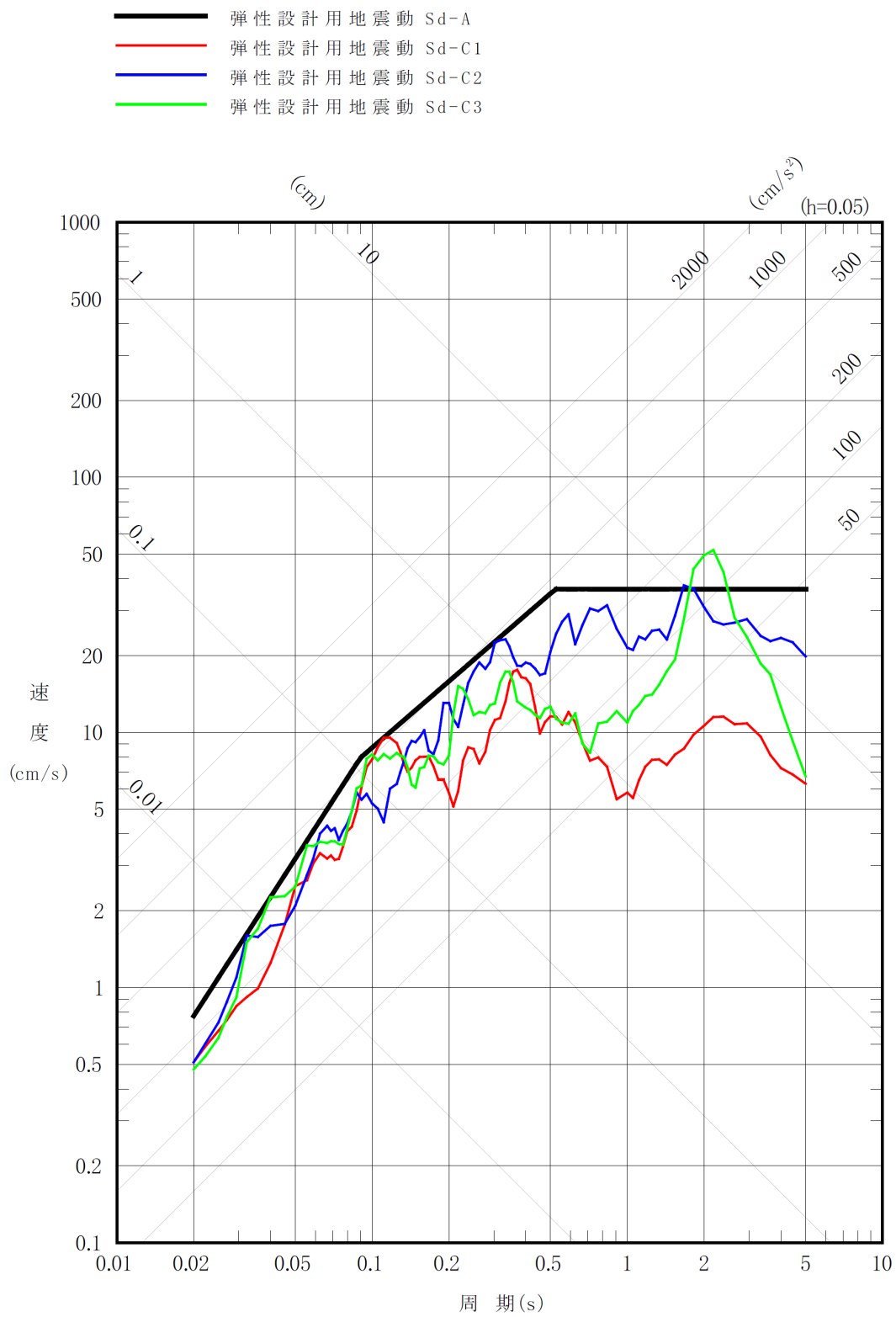
第7-1 図(3) 弾性設計用地震動 S d - A と弾性設計用地震動 S d - B の  
 応答スペクトル (UD 方向)



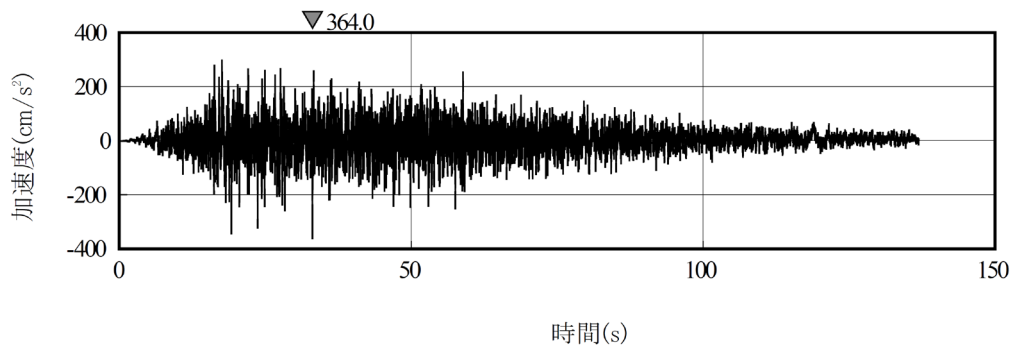
- 弾性設計用地震動 Sd-A
- 弾性設計用地震動 Sd-C1 水平方向
- 弾性設計用地震動 Sd-C2 ダム軸方向
- - 弾性設計用地震動 Sd-C2 上下流方向
- 弾性設計用地震動 Sd-C3 NS方向
- - 弾性設計用地震動 Sd-C3 EW方向
- 弾性設計用地震動 Sd-C4 NS方向
- - 弾性設計用地震動 Sd-C4 EW方向



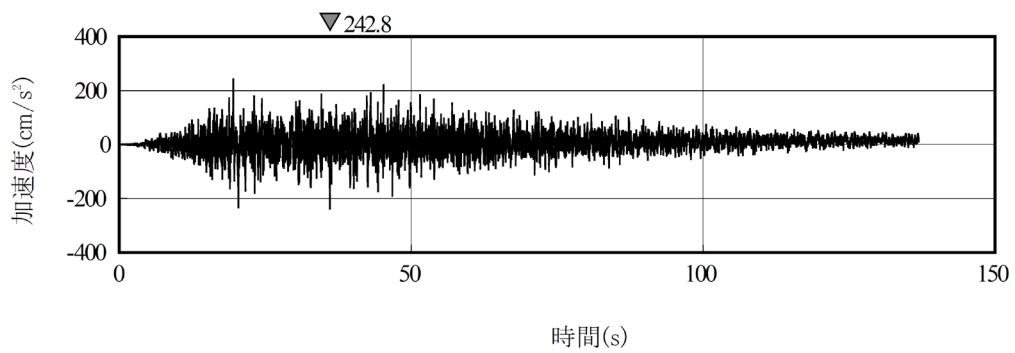
第7-1 図(4) 弾性設計用地震動 S d - C の応答スペクトル (水平方向)



第7-1 図(5) 弾性設計用地震動 S d - C の応答スペクトル (鉛直方向)

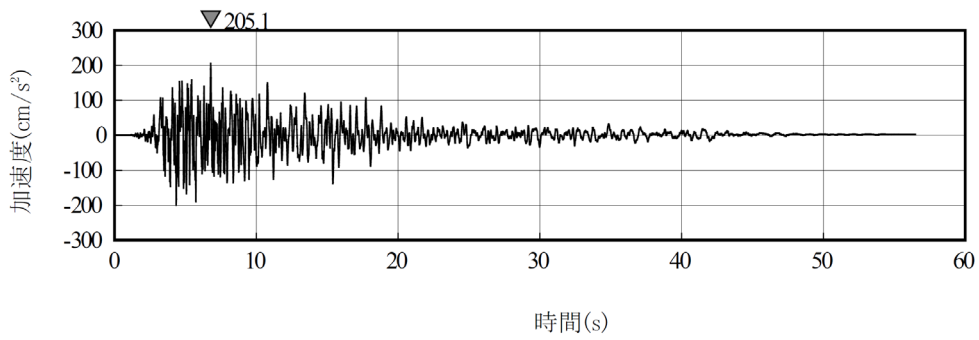


(a) S d - A<sub>H</sub>

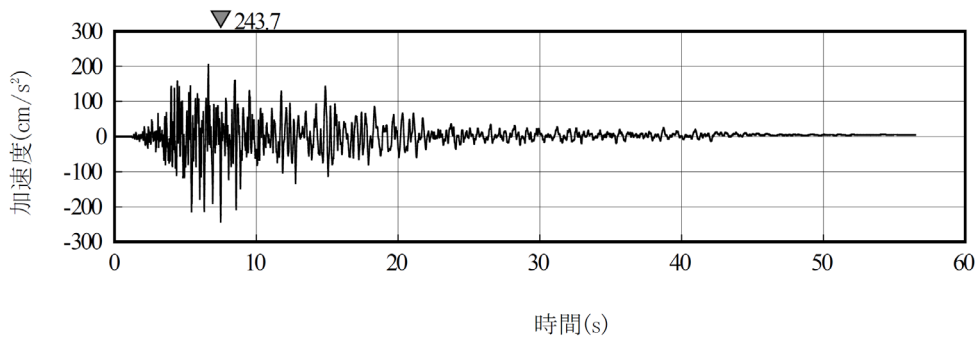


(b) S d - A<sub>V</sub>

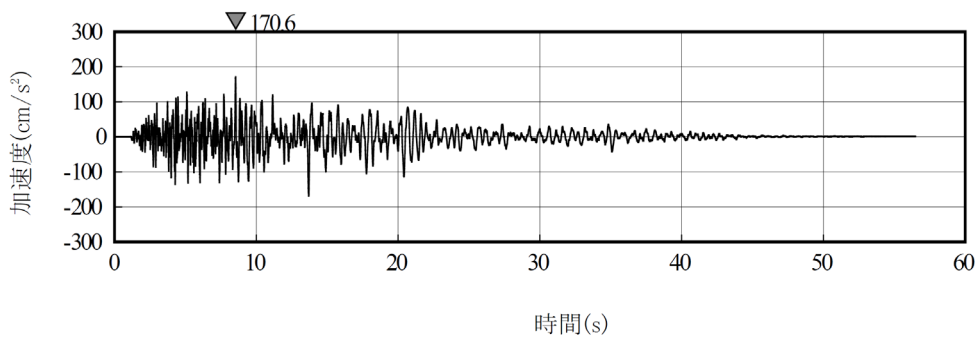
第 7-2 図(1) 弾性設計用地震動 S d - A<sub>H</sub>, S d - A<sub>V</sub> の設計用模擬地震波の  
加速度時刻歴波形



(a) NS方向

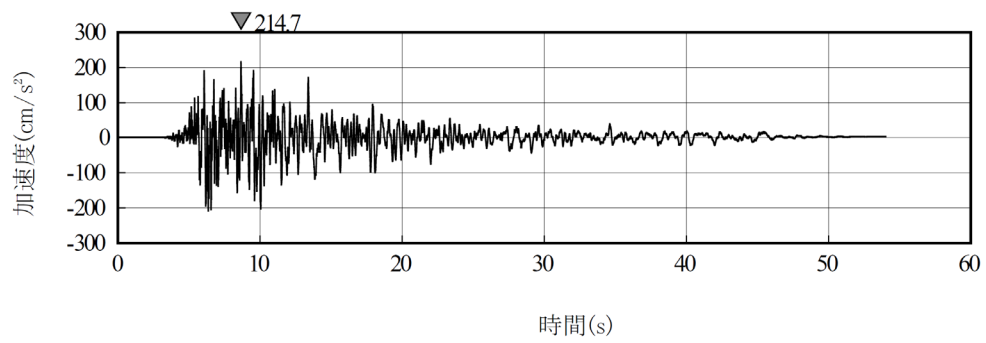


(b) EW方向

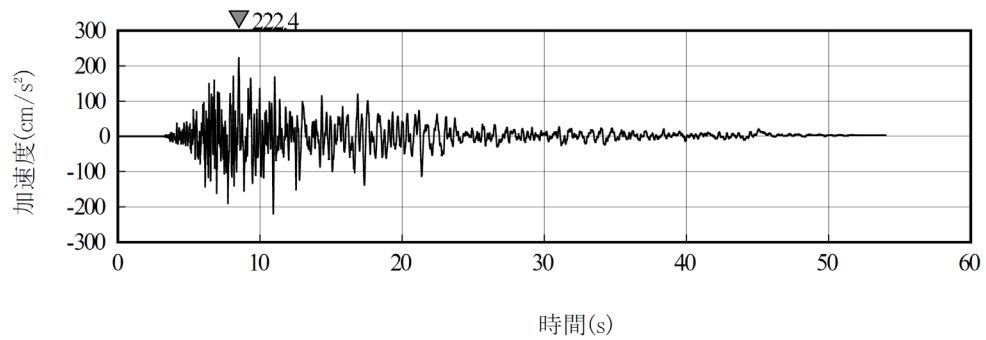


(c) UD方向

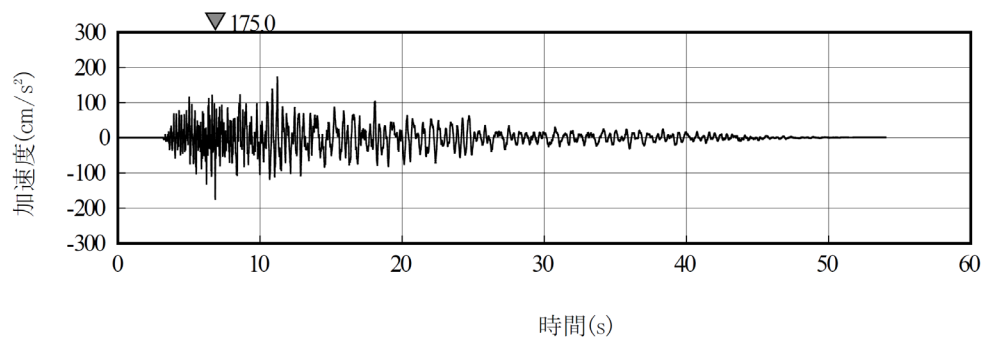
第7-2 図(2) 弾性設計用地震動S d - B 1の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

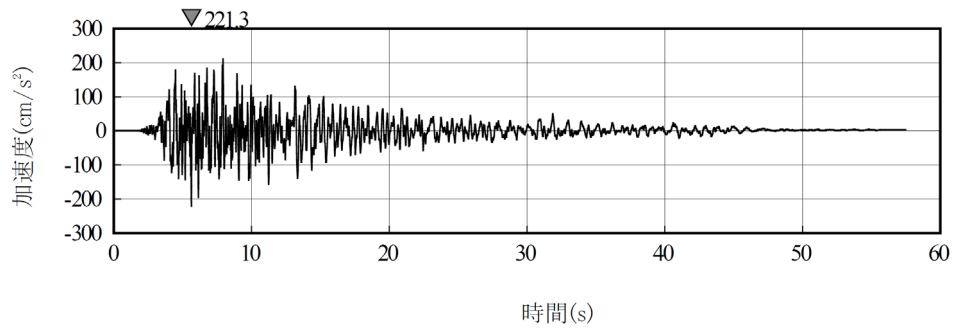


(b) EW方向

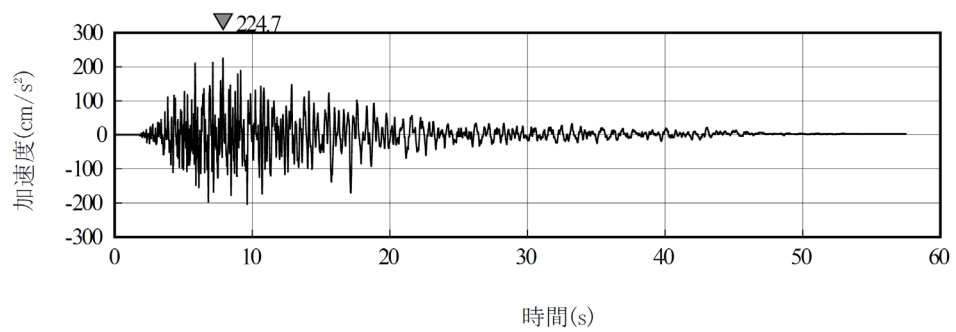


(c) UD方向

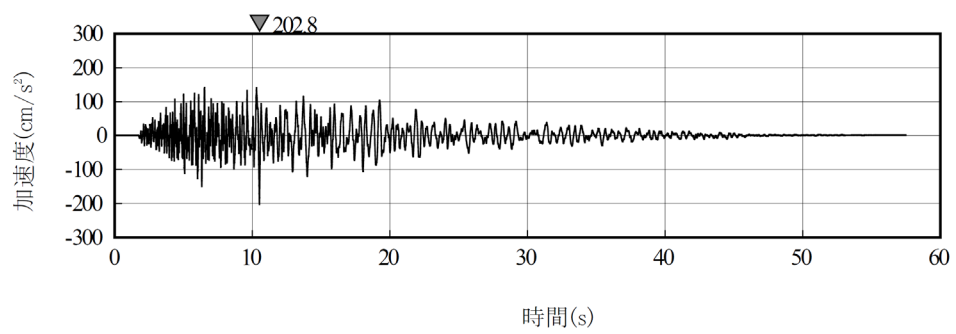
第7-2 図(3) 弾性設計用地震動S d - B 2の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

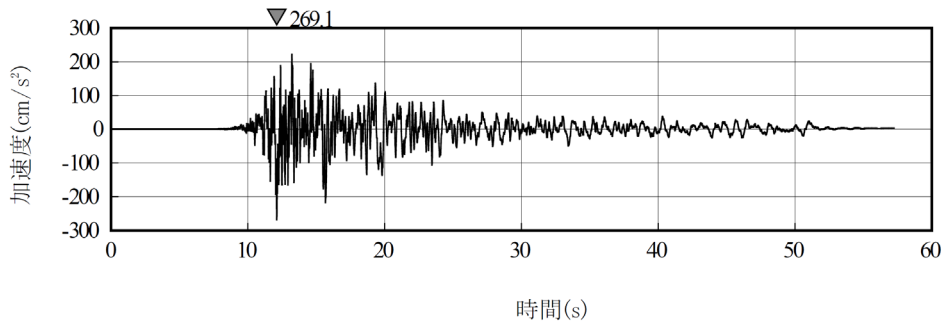


(b) EW方向

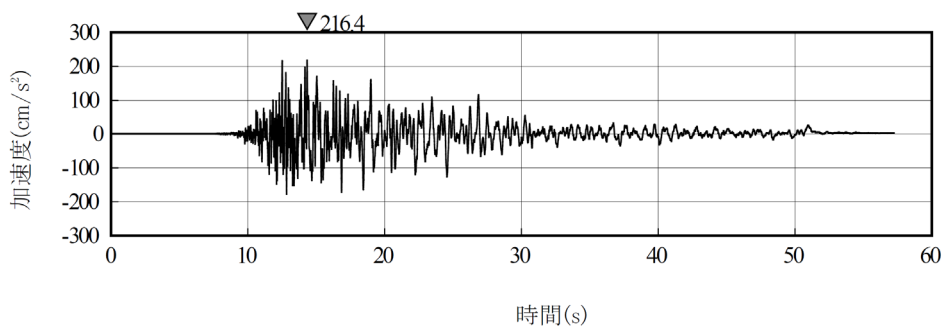


(c) UD方向

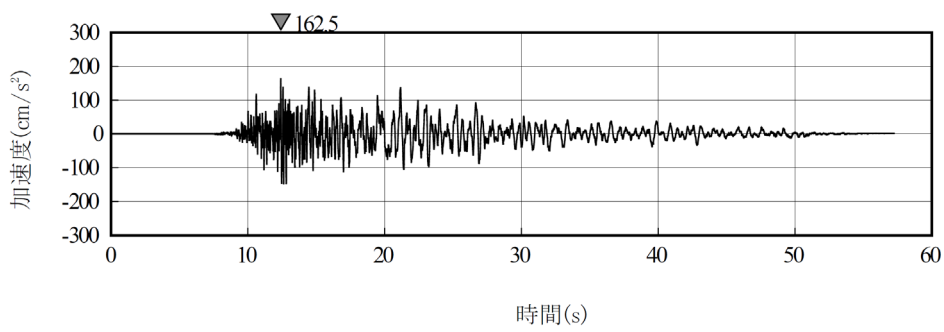
第7-2 図(4) 弾性設計用地震動S d - B 3の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

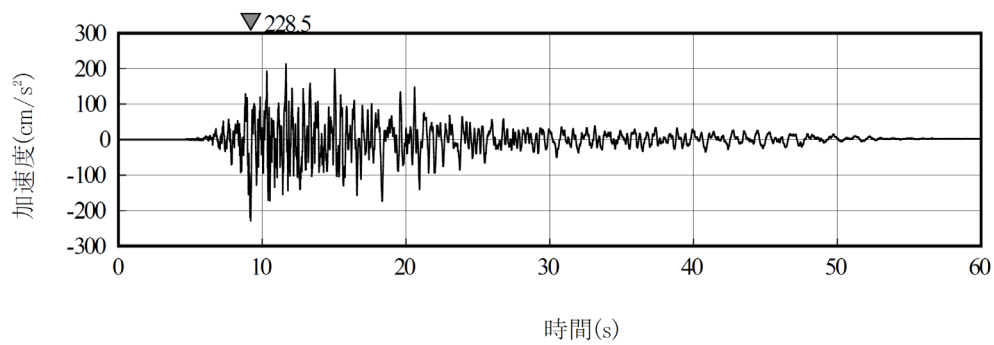


(b) EW方向

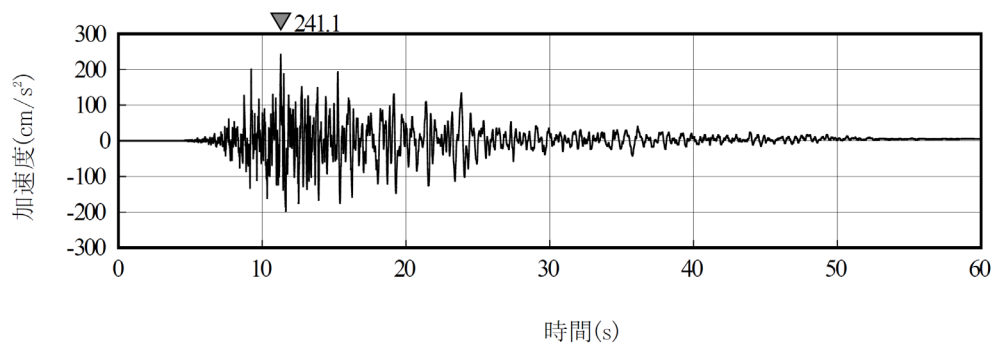


(c) UD方向

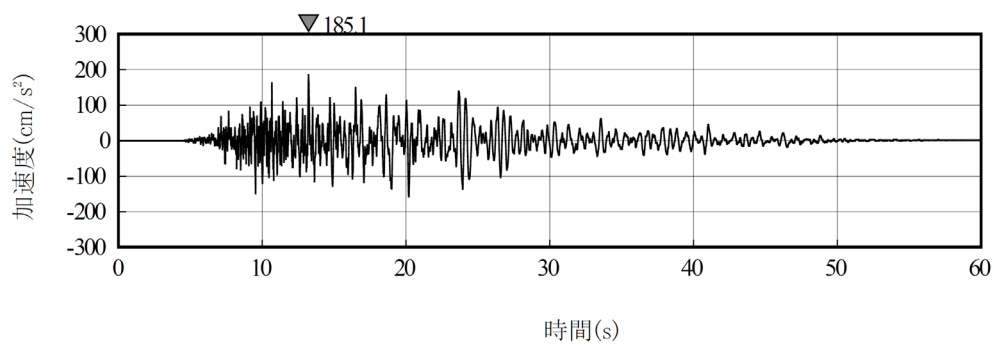
第7-2 図(5) 弾性設計用地震動S d - B 4の加速度時刻歴波形



(a) NS方向



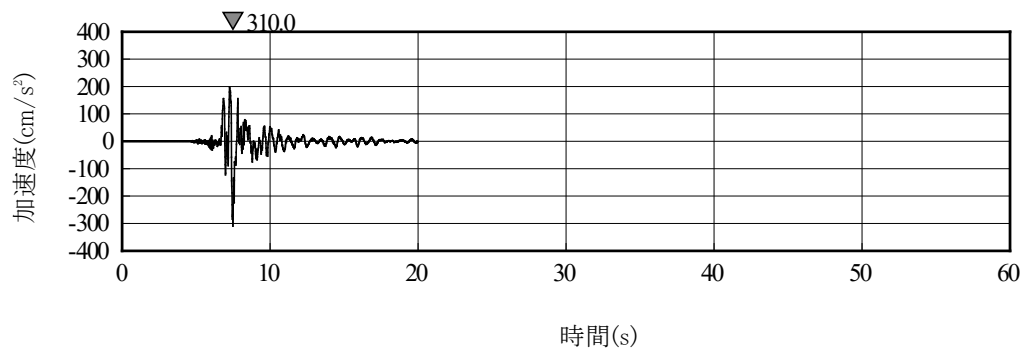
(b) EW方向



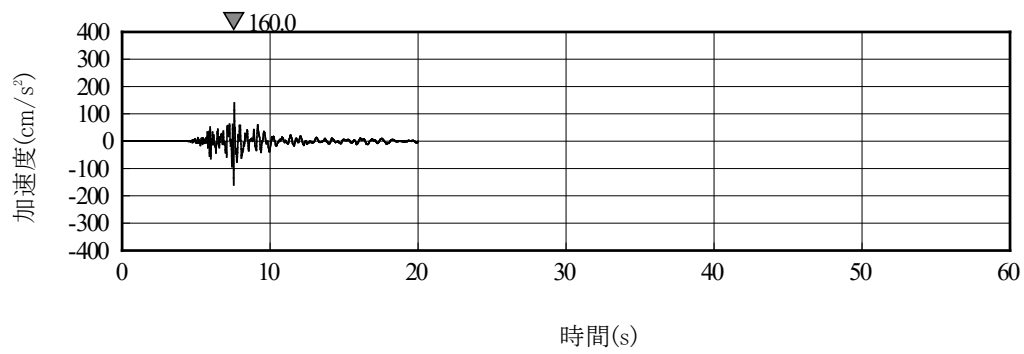
(c) UD方向

第 7-2 図(6) 弾性設計用地震動 S d - B 5 の加速度時刻歴波形



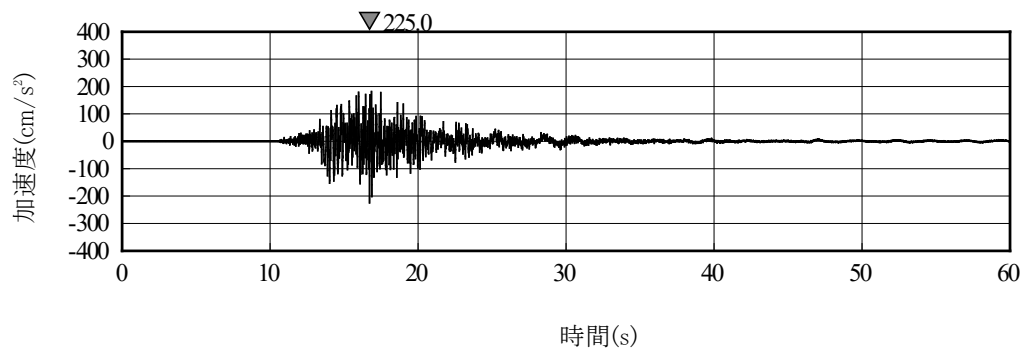


(a) 水平方向

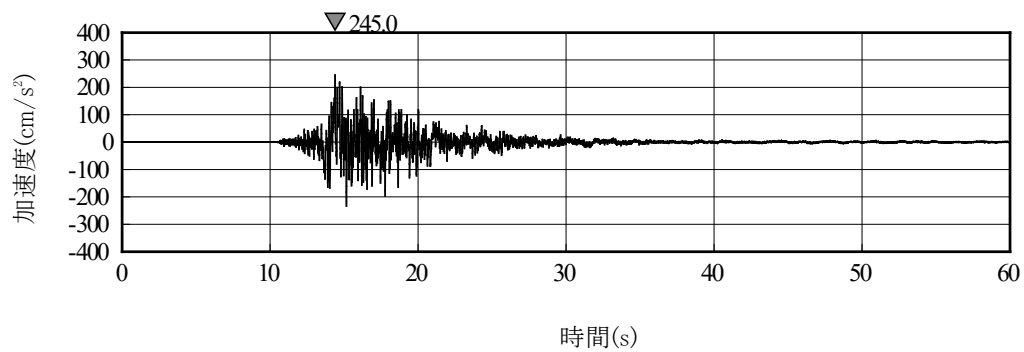


(b) 鉛直方向

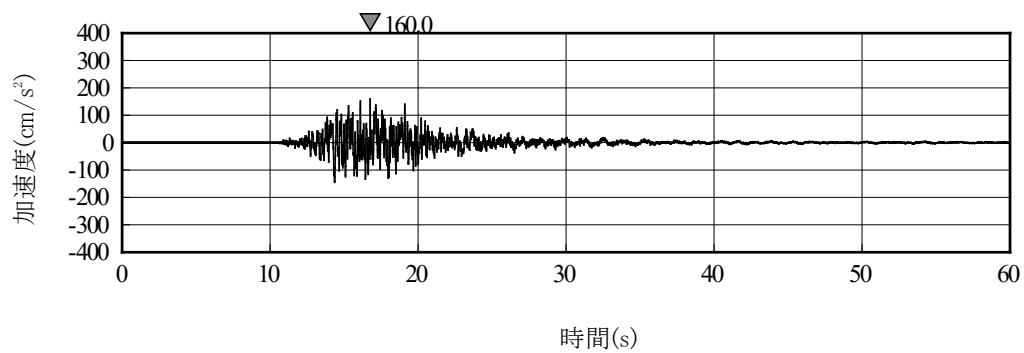
第 7-2 図(7) 弾性設計用地震動 S d - C 1 の加速度時刻歴波形



(a) ダム軸方向

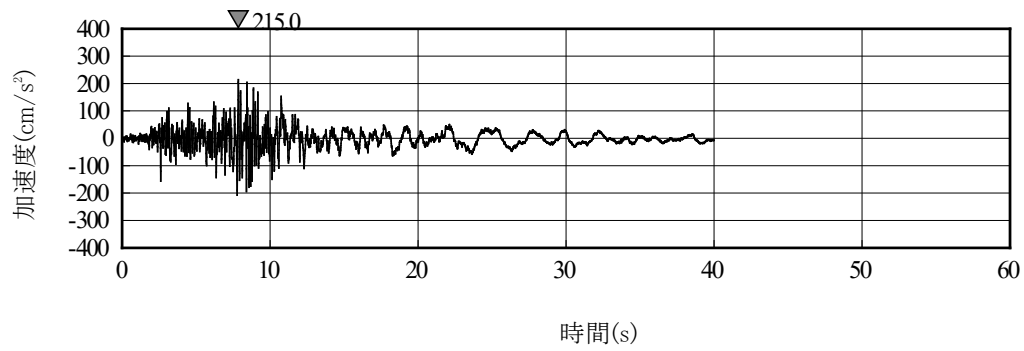


(b) 上下流方向

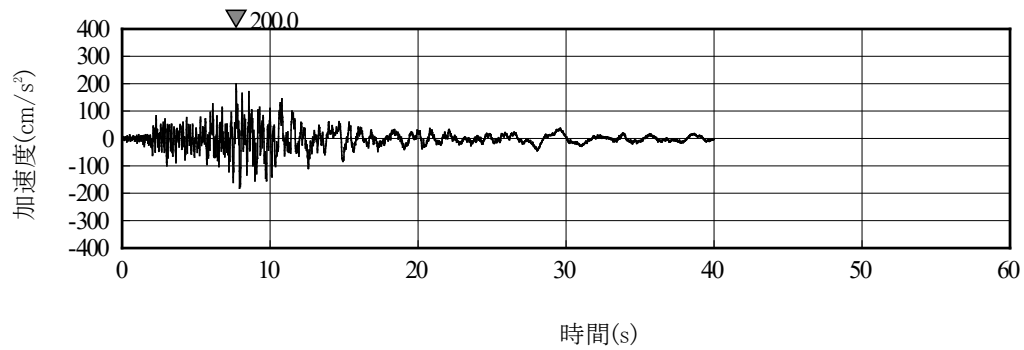


(c) 鉛直方向

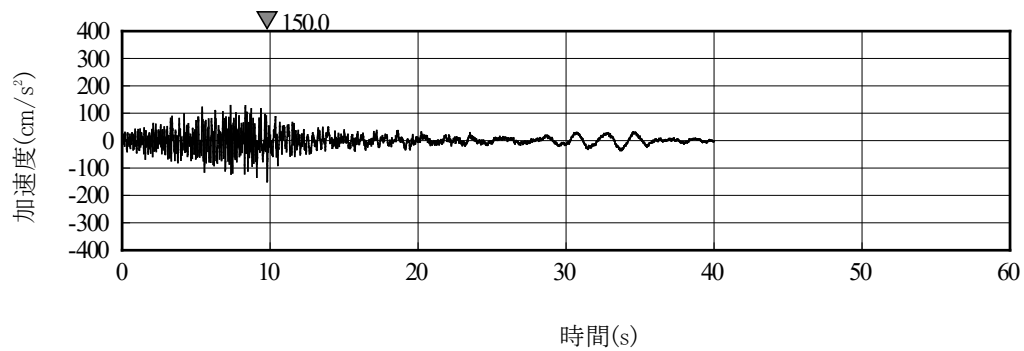
第 7-2 図(8) 弾性設計用地震動 S d - C 2 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

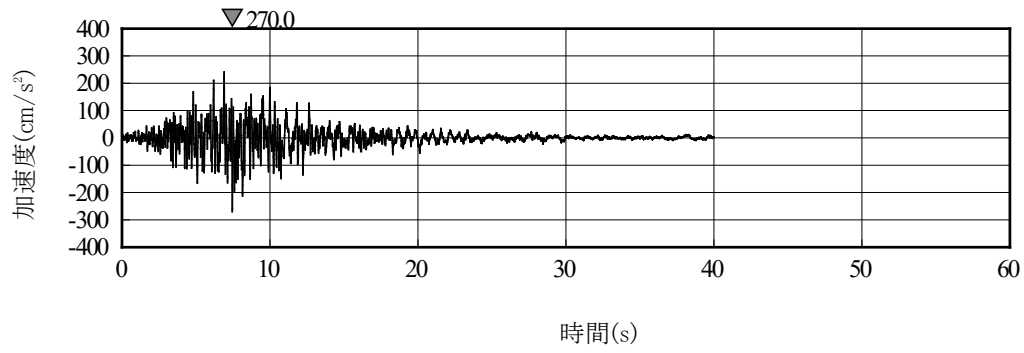


(b) EW方向

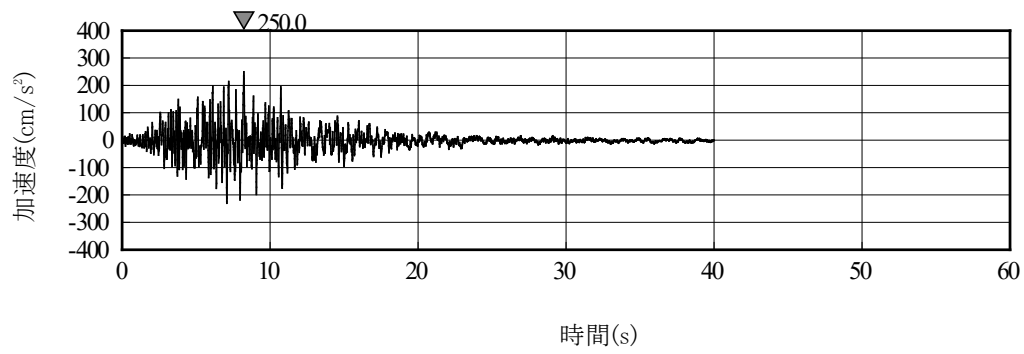


(c) UD方向

第7-2 図(9) 弾性設計用地震動S d - C 3の加速度時刻歴波形

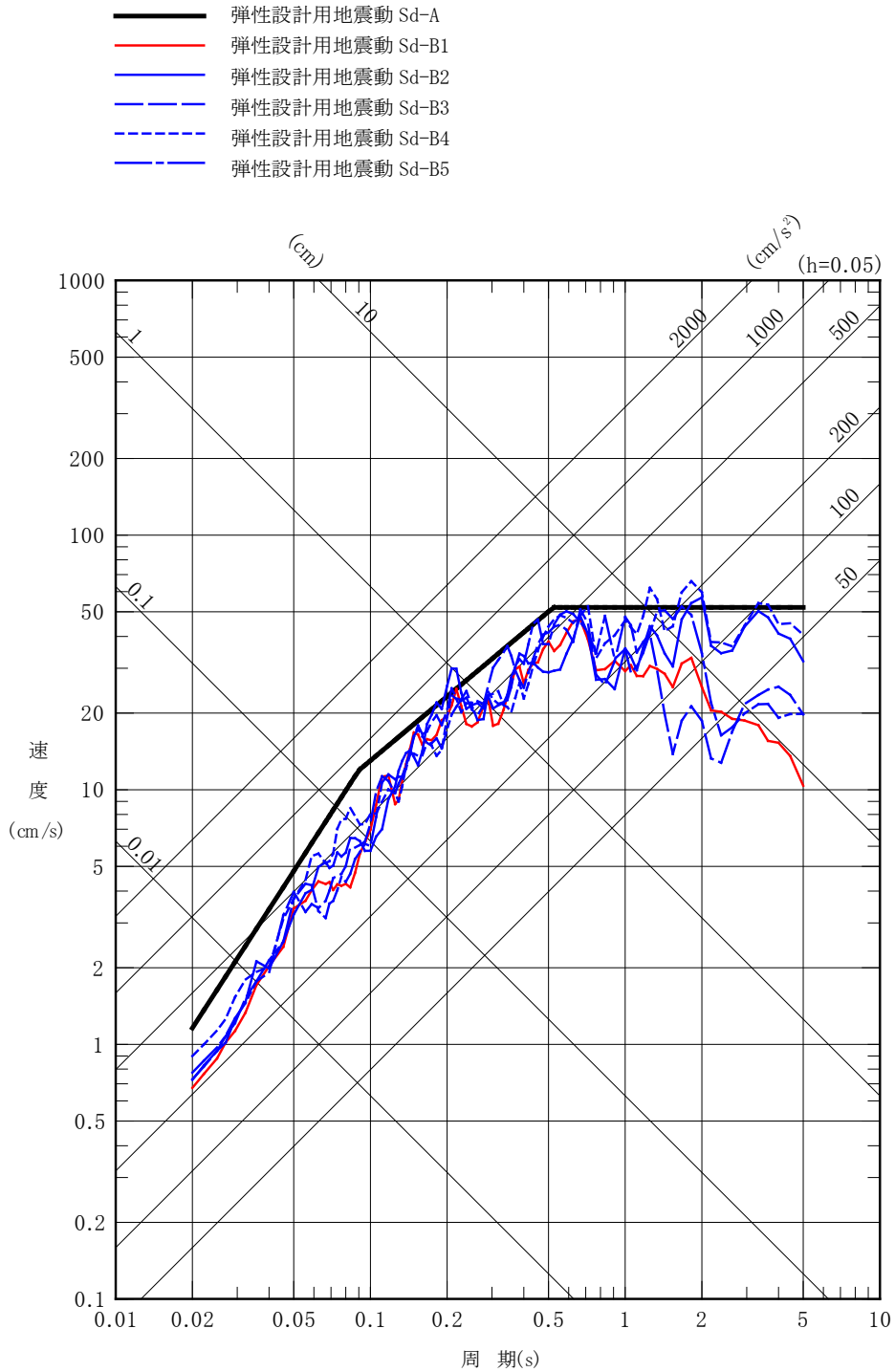


(a) NS方向

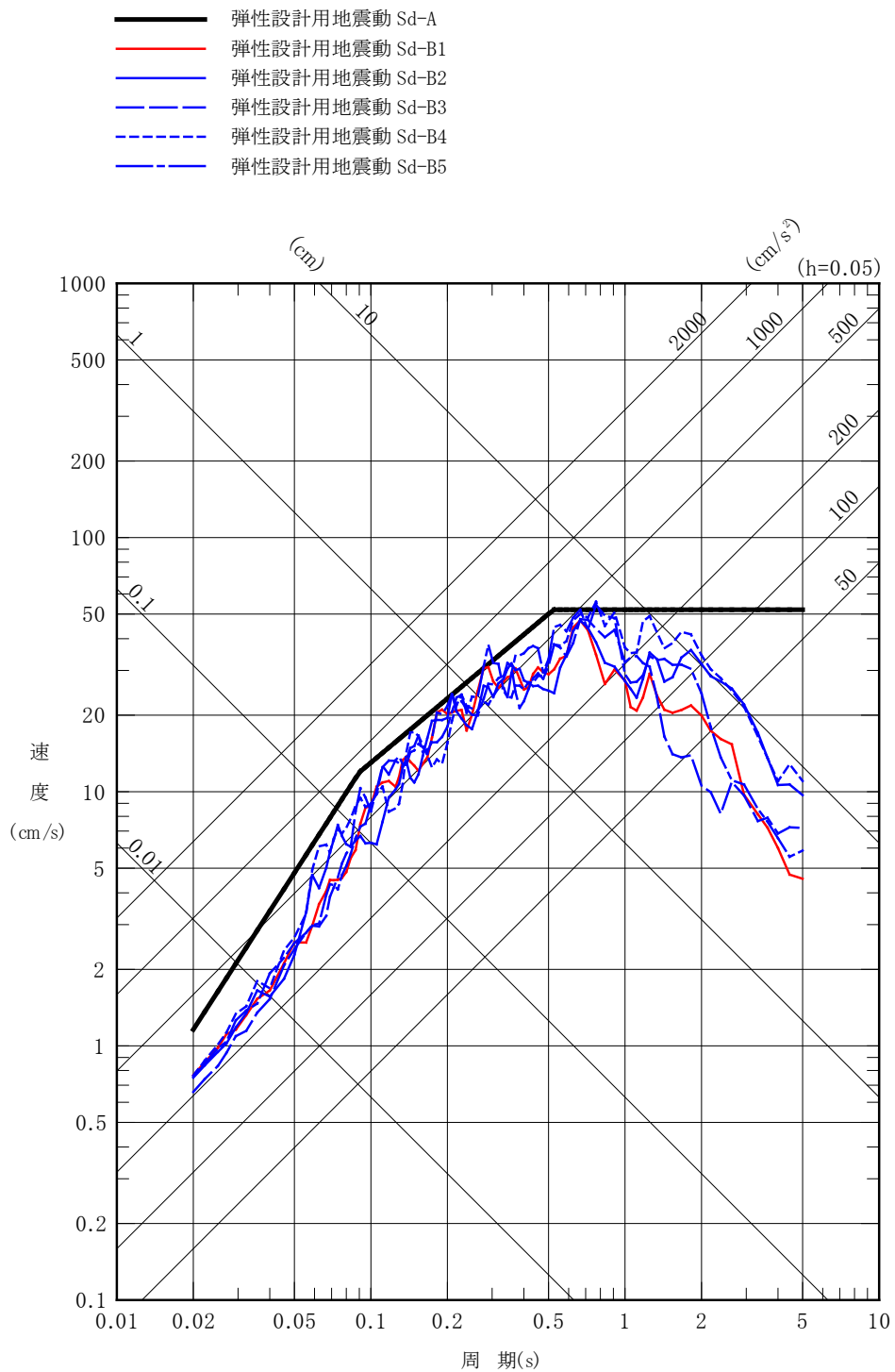


(b) EW方向

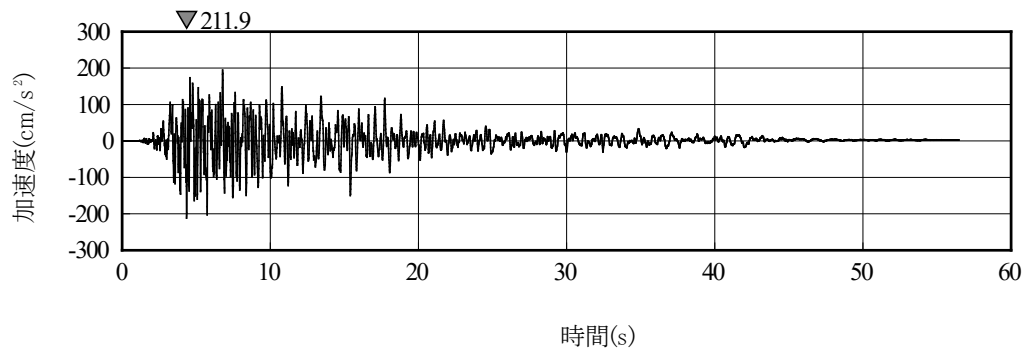
第 7-2 図(10) 弾性設計用地震動 S d - C 4 の加速度時刻歴波形



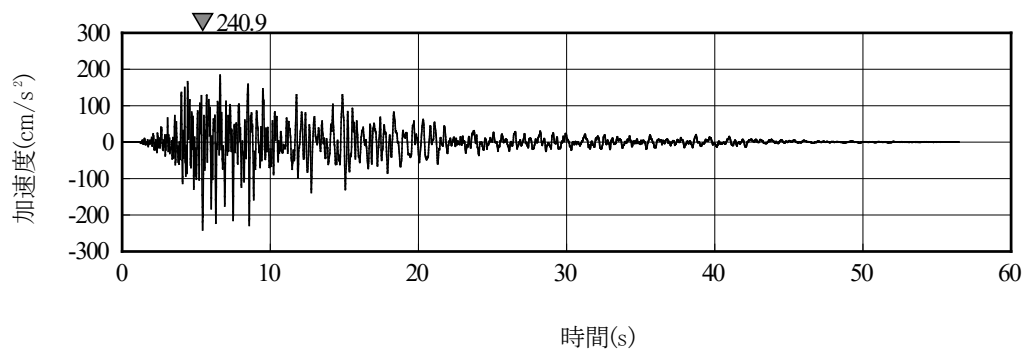
第 7-3 図(1) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B ( B 1 ~ B 5 ) の応答スペクトル ( NS 方向 )



第 7-3 図(2) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B ( B 1 ~ B 5 ) の応答スペクトル (EW 方向)

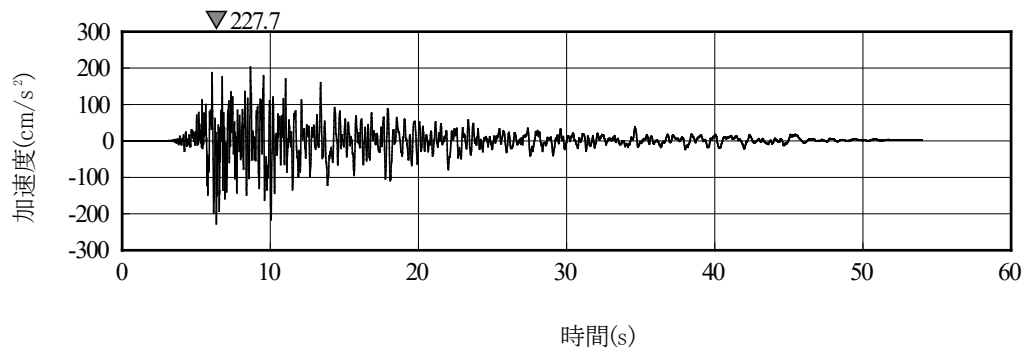


(a) NS方向

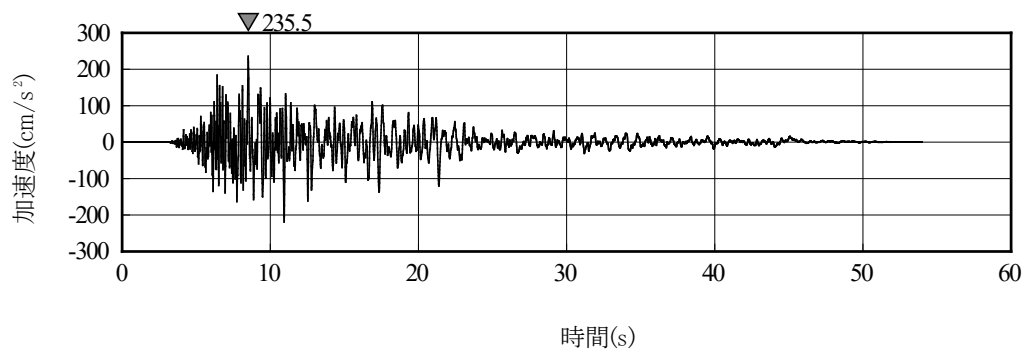


(b) EW方向

第 7-4 図(1) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 1 の加速度時刻歴波形



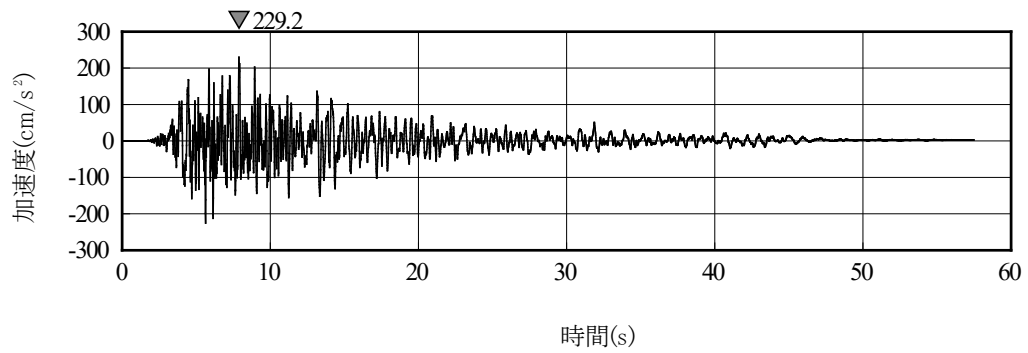
(a) NS方向



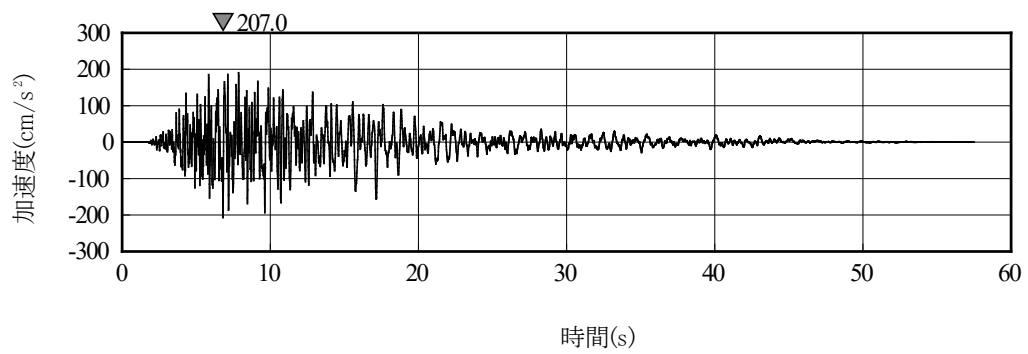
(b) EW方向

第 7-4 図(2) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 2 の加速度時刻歴波形



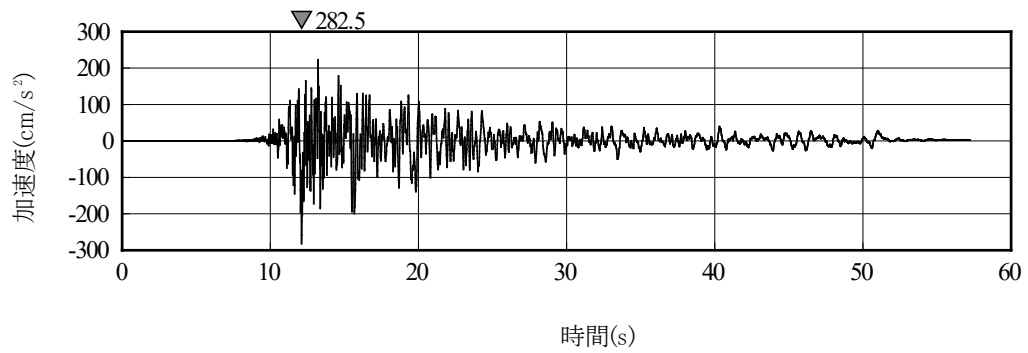


(a) NS方向

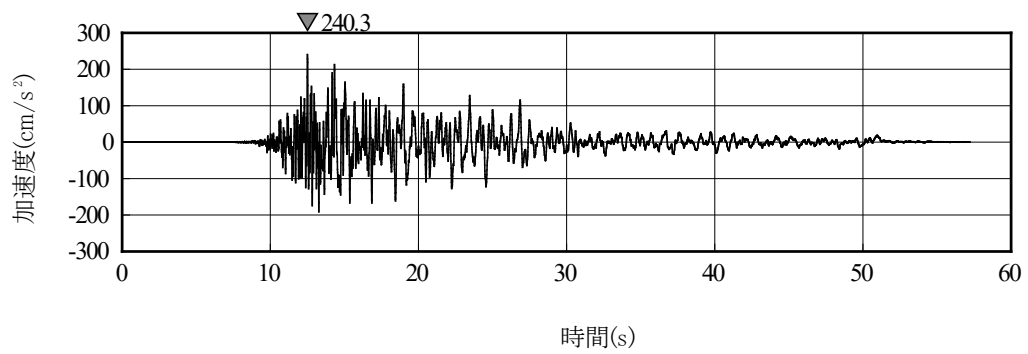


(b) EW方向

第 7-4 図(3) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 3 の加速度時刻歴波形

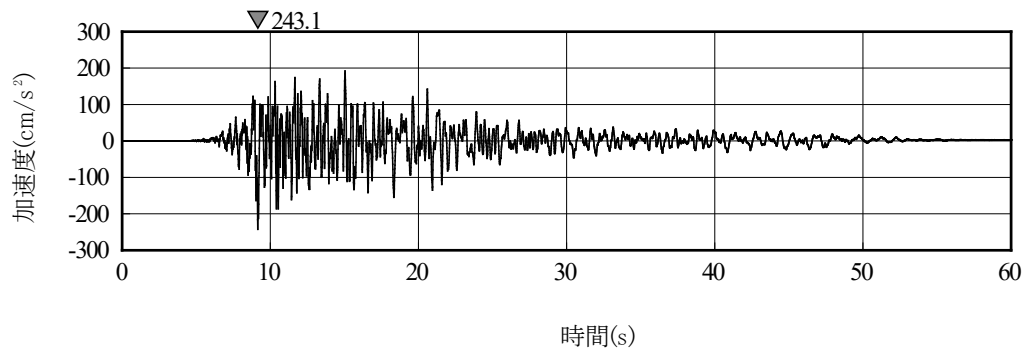


(a) NS方向

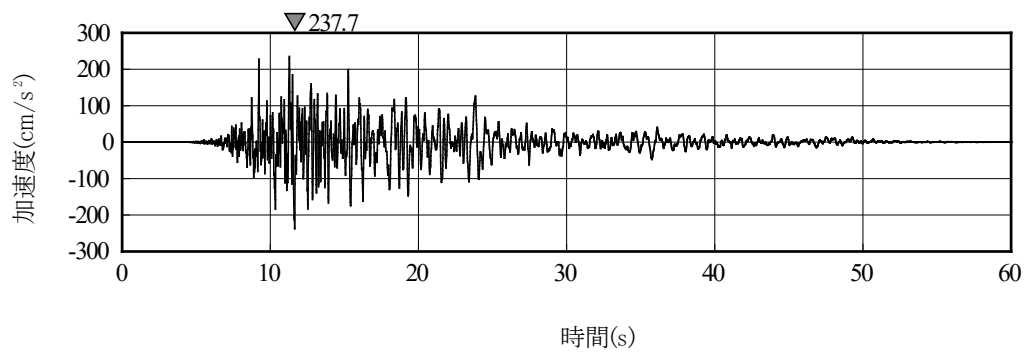


(b) EW方向

第 7-4 図(4) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 4 の加速度時刻歴波形



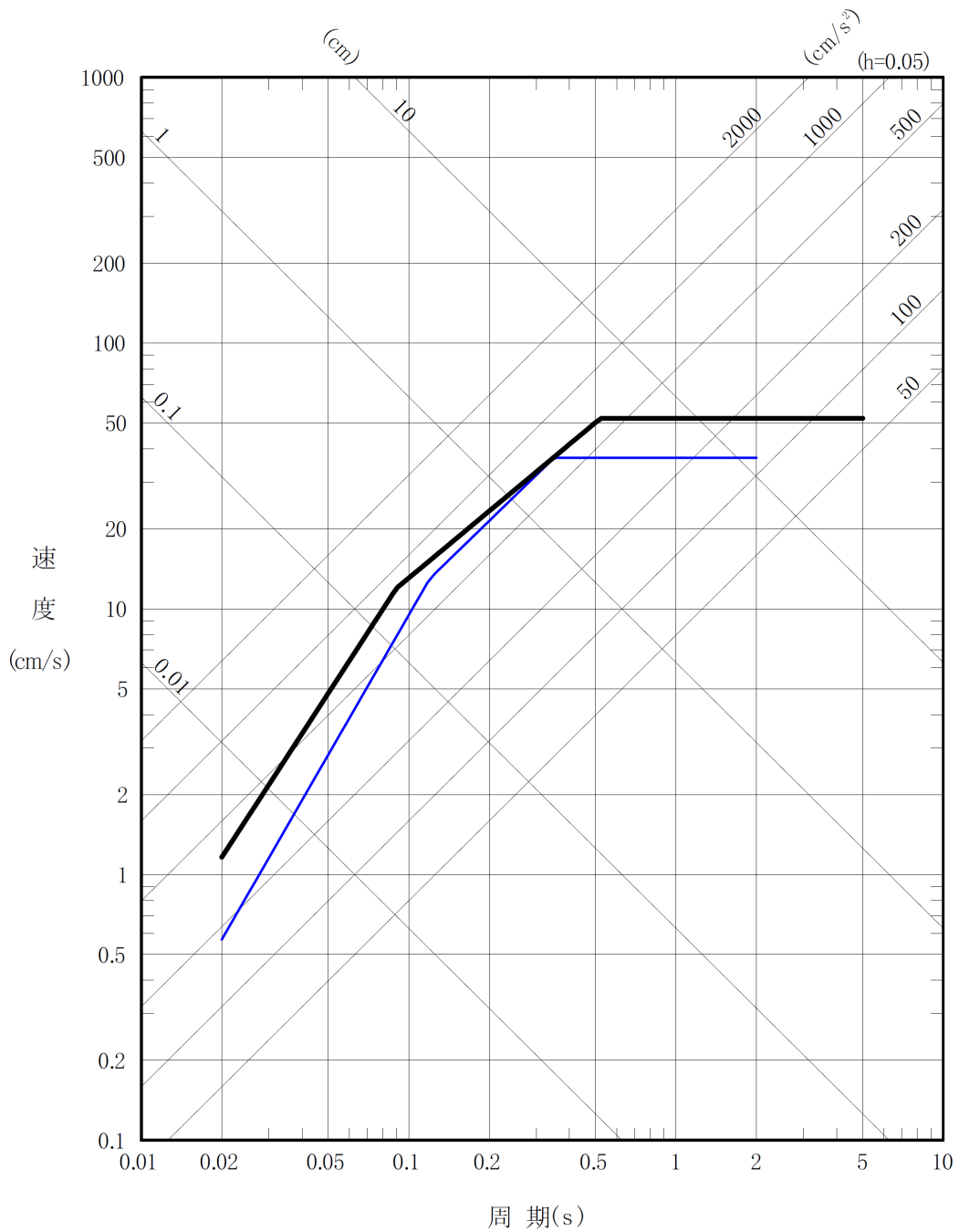
(a) NS方向



(b) EW方向

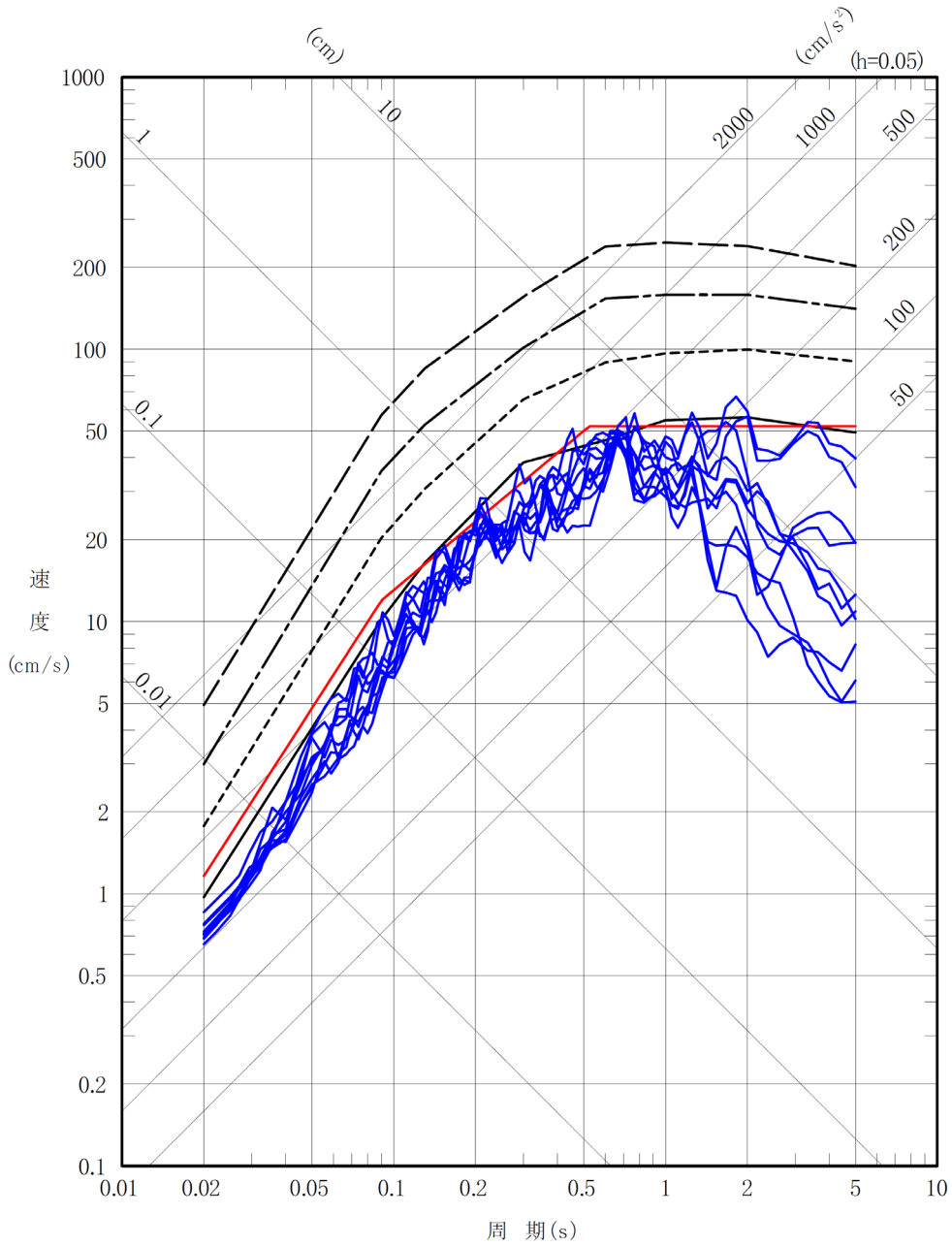
第 7-4 図(5) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 5 の加速度時刻歴波形

— 弾性設計用地震動 S d - A  
 — 基準地震動 S 1

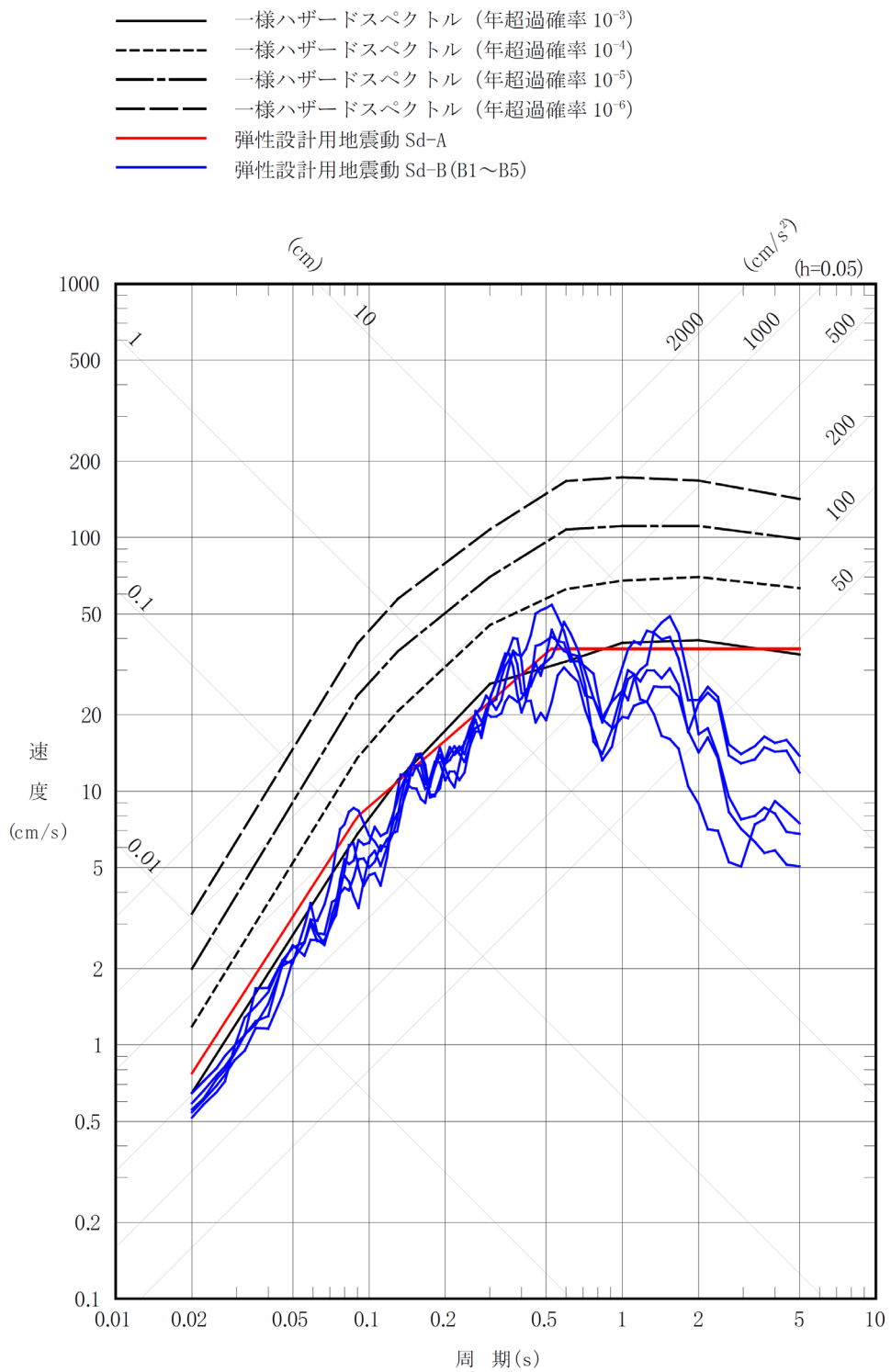


第 7-5 図 弾性設計用地震動 S d - A と基準地震動 S 1 の  
 応答スペクトルの比較

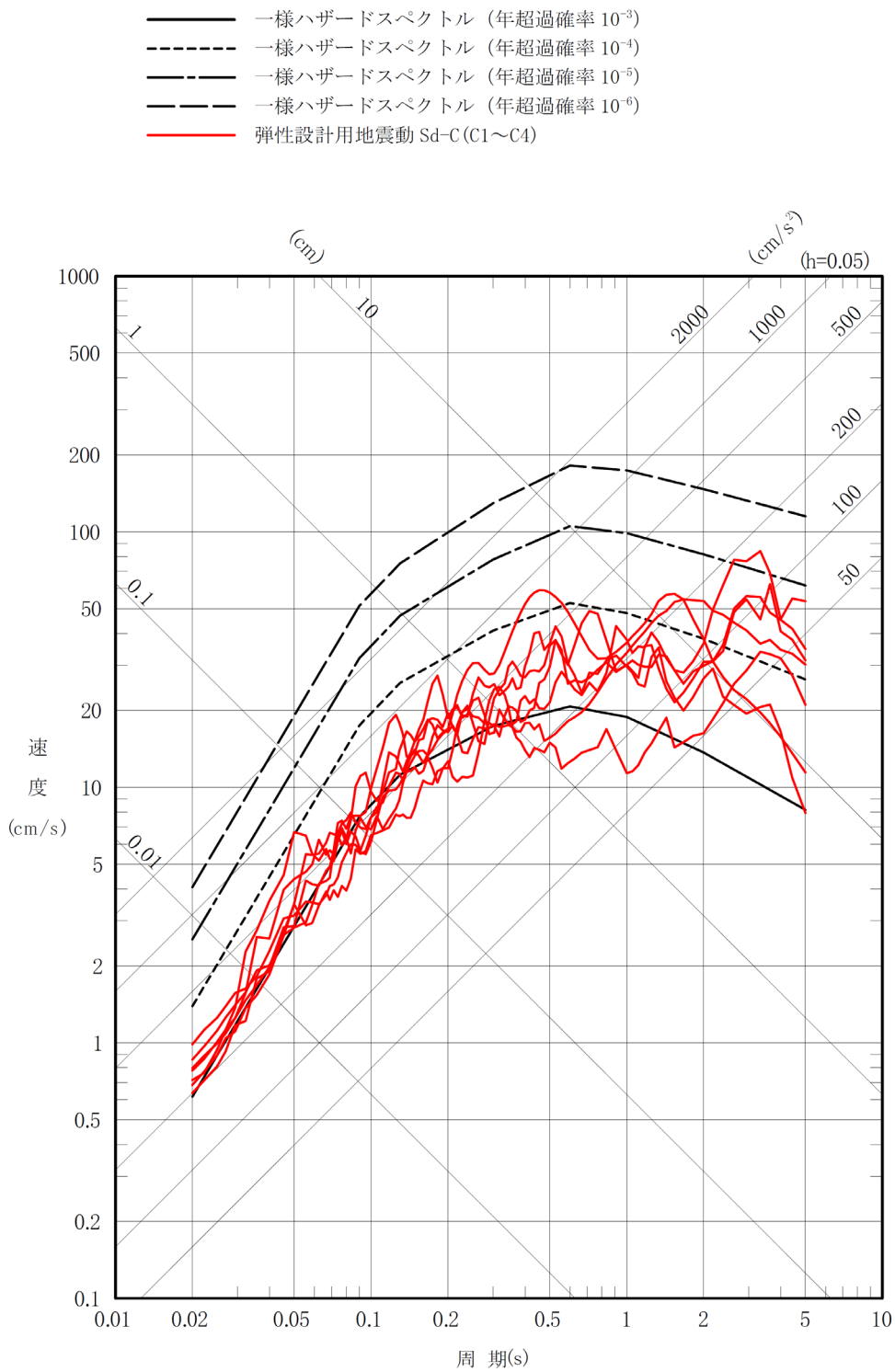
- 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-3}$ )
- - 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-4}$ )
- · - 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-5}$ )
- - - 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-6}$ )
- 弾性設計用地震動 Sd-A
- 弾性設計用地震動 Sd-B (B1~B5)



第 7-6 図(1) 弾性設計用地震動 S d - A 及び S d - B と  
一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)

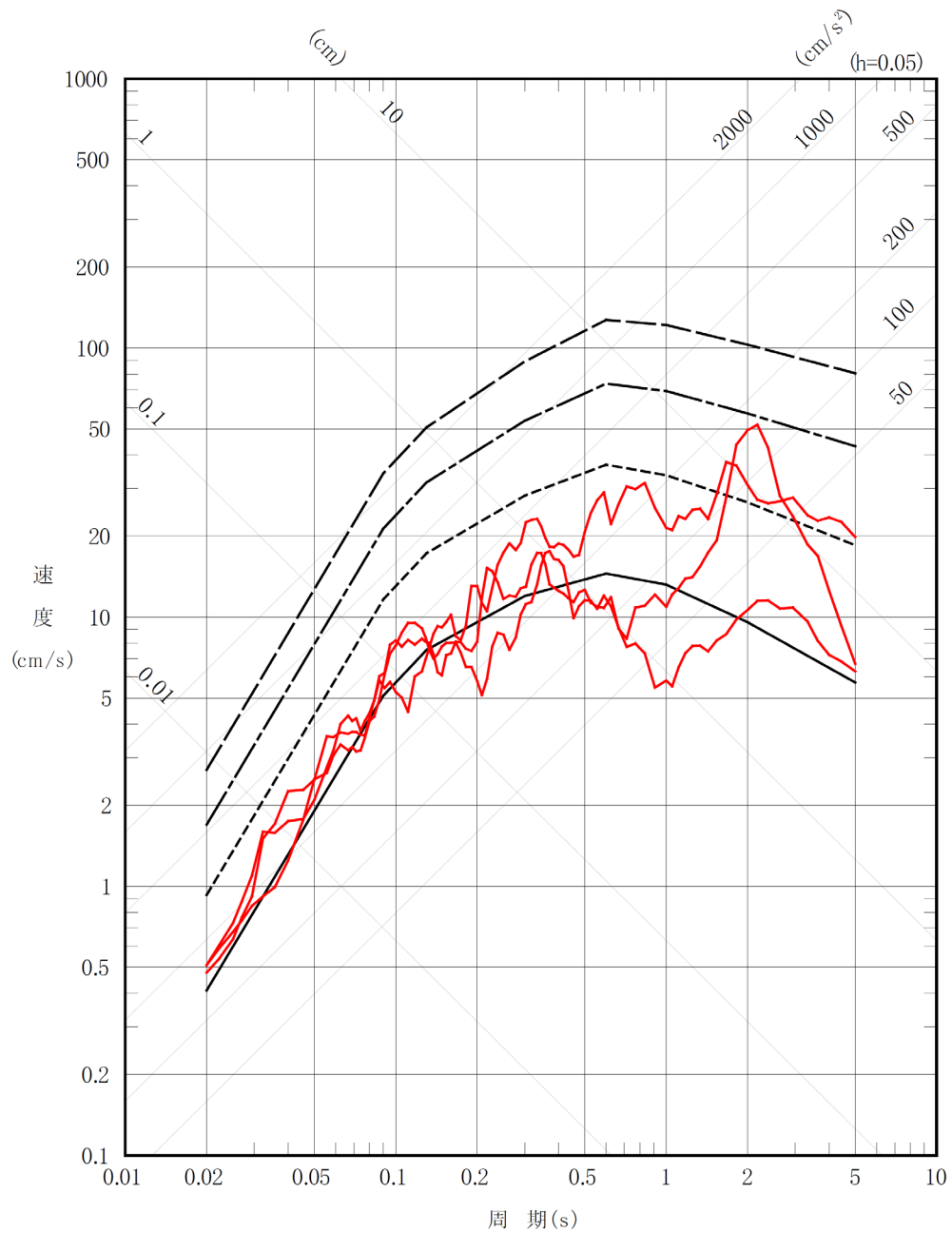


第 7-6 図(2) 弾性設計用地震動 S d - A 及び S d - B と  
一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)



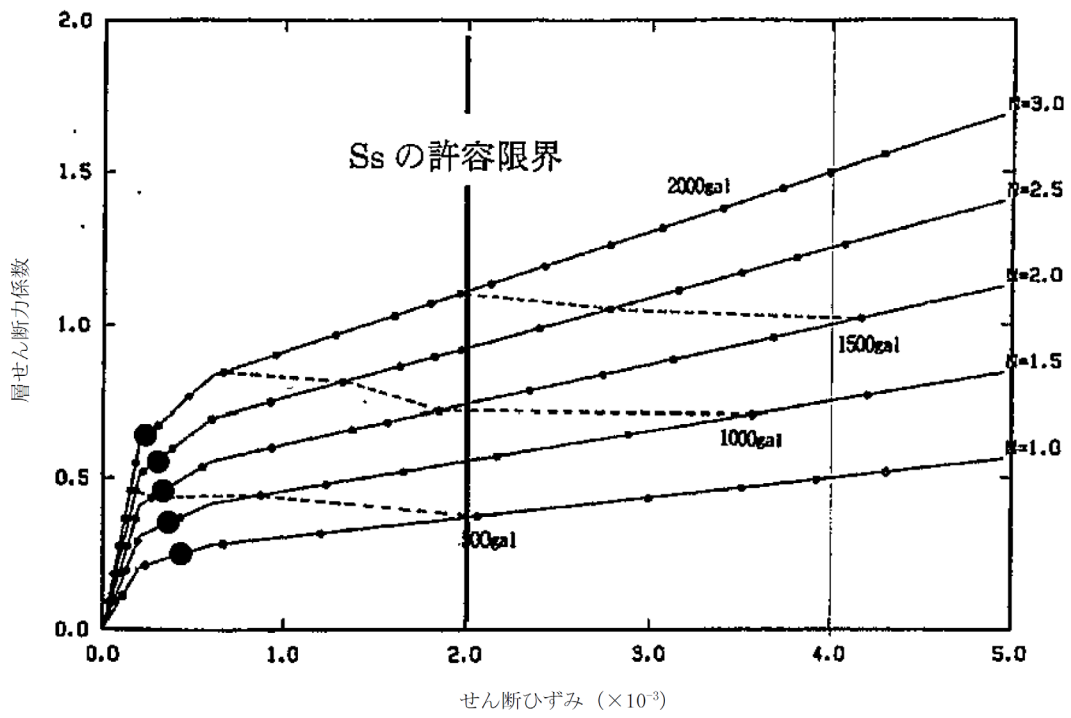
第 7-6 図(3) 弾性設計用地震動 S d-C と  
一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)

- 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-3}$ )
- - - 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-4}$ )
- · - 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-5}$ )
- · - 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-6}$ )
- 弾性設計用地震動 Sd-C(C1~C3)



第 7-6 図(4) 弾性設計用地震動 S d-C と  
一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)





第7-7図 最大入力加速度とスケルトン上の最大応答

## Ⅱ－１－１－２

### 地盤の支持性能に係る基本方針

## 目 次

	ページ
1. 概要 .....	1
2. 基本方針 .....	2
3. 地盤の解析用物性値 .....	3
3.1 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値 .....	3
3.2 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値 .....	33
3.3 耐震評価における地下水位設定方針 .....	38
4. 地盤の支持力度 .....	39
4.1 直接基礎の支持力度 .....	39
5. 地質断面図 .....	40
6. 地盤の速度構造 .....	46
6.1 入力地震動策定に用いる地下構造モデル .....	46
6.2 地震応答解析に用いる解析モデル .....	46

## 1. 概要

本資料は、「Ⅱ－１－１ 耐震設計の基本方針」のうち「2. 耐震設計の基本方針」に基づき、安全機能を有する施設の耐震安全性評価を実施するにあたり、評価対象施設を設置する地盤の物理特性、強度特性及び変形特性の地盤物性値の設定並びに支持性能評価で用いる地盤諸元の基本的な考え方を示したものである。

## 2. 基本方針

安全機能を有する施設において、対象施設を設置する地盤の物理特性、強度特性及び変形特性の地盤物性値については、各種試験に基づき、解析用物性値として設定する。また、設定する解析用物性値は、全応力解析及び有効応力解析に用いるものとし、必要に応じてそれぞれ設定する。全応力解析に用いる解析用物性値は、事業変更許可申請書（添付書類三）に記載された値を用いることを基本とする。事業変更許可申請書に記載されていない地盤の解析用物性値は、新たに設定する。

対象施設を設置する地盤の地震時における支持性能の評価については、安全機能を有する施設及び常設重大事故等対処施設の耐震重要度分類に応じた地震力により地盤に作用する接地圧が、地盤の極限支持力度に対して、適切な余裕を有することを確認する。

支持地盤の支持力度は、地盤工学会基準（JGS 1521-2003）地盤の平板載荷試験方法、又は建築基礎構造設計指針（日本建築学会，2001）（以下「基礎指針2001」という。）の支持力度算定式に基づき、対象施設の支持地盤の室内試験結果から算定する方法から設定する。

### 3. 地盤の解析用物性値

#### 3.1 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値

事業変更許可申請書に記載された解析用物性値一覧表を第 3-1 表及び第 3-1 図に、設定根拠を第 3-2 表に示す。事業変更許可申請書に記載された解析用物性値については、原位置試験及び室内試験から得られた各種物性値を基に設定した。

第3-1表 (1) 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値

区分		凝灰岩 $T_{tf}$	軽石凝灰岩 $T_{pt}$	砂質軽石凝灰岩 $T_{spt}$	泥岩 (上部層) $T_{ms}$	泥岩 (下部層) $T_{ms}$	細粒砂岩 $T_{fs}$	凝灰質砂岩 $T_{ts}$
物理特性	湿潤密度 $\rho_t$ ( $g/cm^3$ )	$1.64 - 2.86 \times 10^{-4} \cdot Z$	$1.54 - 2.45 \times 10^{-4} \cdot Z$	$1.62 - 1.52 \times 10^{-4} \cdot Z$	$1.60 - 2.02 \times 10^{-4} \cdot Z$	1.70	$1.85 - 1.55 \times 10^{-4} \cdot Z$	1.67
	非排水せん断強度 $s_u$ (MPa)	1.99	$1.34 - 4.82 \times 10^{-3} \cdot Z$	$1.23 - 3.95 \times 10^{-3} \cdot Z$	1.63	$2.82 - 1.18 \times 10^{-2} \cdot Z$	$2.22 - 1.45 \times 10^{-2} \cdot Z$	$1.23 - 3.95 \times 10^{-3} \cdot Z$
残特性留	非排水せん断強度 $s_{uc}$ (MPa)	1.69	$0.95 - 3.96 \times 10^{-3} \cdot Z$	$0.85 - 2.03 \times 10^{-3} \cdot Z$	$1.05 - 3.87 \times 10^{-3} \cdot Z$	$1.67 - 3.20 \times 10^{-3} \cdot Z$	$1.55 - 8.17 \times 10^{-3} \cdot Z$	$0.85 - 2.03 \times 10^{-3} \cdot Z$
	初期変形係数 $E_0$ (MPa)	$696 - 6.60Z$	$757 - 2.19Z$	$697 - 3.32Z$	$551 - 2.75Z$	$938 - 2.64Z$	939-8.69Z	$697 - 3.32Z$
静的変形特性	ポアソン比 $\nu$	$0.48 + 2.4 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.48 + 2.6 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.48 + 2.3 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.48 + 1.9 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.47 + 1.6 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.47 + 2.6 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.48 + 2.3 \times 10^{-4} \cdot Z$
	動せん断弾性係数 $G_0$ (MPa)	$761 - 3.89Z$	848-1.70Z	880-2.58Z	502-2.47Z	986-1.59Z	1220-5.88Z	1290
動的変形特性	動ポアソン比 $\nu_d$	$0.42 + 1.1 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.41 + 1.3 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.41 + 1.3 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.44 + 2.8 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.40 + 1.1 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.40 + 2.8 \times 10^{-4} \cdot Z$	0.39
	正規化せん断弾性係数 $G/G_0$ $\sim \gamma$ (%)	$\frac{1}{1 + 3.78 \cdot \gamma^{0.904}}$	$\frac{1}{1 + 2.02 \cdot \gamma^{0.768}}$	$\frac{1}{1 + 2.46 \cdot \gamma^{0.885}}$	$\frac{1}{1 + 1.35 \cdot \gamma^{0.912}}$	$\frac{1}{1 + 0.904 \cdot \gamma^{0.933}}$	$\frac{1}{1 + 1.87 \cdot \gamma^{0.919}}$	$\frac{1}{1 + 1.59 \cdot \gamma^{1.06}}$
	減衰率 $h$ (%) $\sim \gamma$ (%)	$\frac{\gamma}{0.0682 \gamma + 0.0127} + 1.47$	$\frac{\gamma}{0.163 \gamma + 0.0192} + 1.34$	$\frac{\gamma}{0.119 \gamma + 0.0302} + 1.48$	$\frac{\gamma}{0.219 \gamma + 0.0551} + 1.42$	$\frac{\gamma}{0.412 \gamma + 0.0752} + 1.25$	$\frac{\gamma}{0.207 \gamma + 0.0249} + 1.29$	$\frac{\gamma}{0.0305 \gamma + 0.0628} + 1.06$

注記 Z: 標高 (m), p: 土被り圧から静水圧を差し引いた圧密応力 (MPa),  $\gamma$ : せん断ひずみ (%)

第3-1表(2) 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値

区分		礫石混り砂岩	粗粒砂岩	砂岩・凝灰岩五層	礫混り砂岩	礫石混り砂岩	礫岩	砂岩・泥岩五層
		$T_{bps}$	$T_{cs}$	$T_{alst}$	$T_{ss}$	$T_{ps}$	$T_{cg}$	$T_{alsm}$
物理特性	湿潤密度 $\rho^+$ ( $g/cm^3$ )	1.91	2.05	$1.72-8.29 \times 10^{-4} \cdot Z$	$1.91-1.35 \times 10^{-4} \cdot Z$	$1.69-1.78 \times 10^{-3} \cdot Z$	2.12	1.92
	非排水せん断強度 $s_u$ (MPa)	$2.64-1.13 \times 10^{-2} \cdot Z$	1.19	$1.32-7.39 \times 10^{-3} \cdot Z$	1.95	$1.23-6.72 \times 10^{-3} \cdot Z$	2.62	2.09
強度特性	非排水せん断強度 $s_{uw}$ (MPa)	$1.96-9.44 \times 10^{-3} \cdot Z$	0.88	$0.66-3.70 \times 10^{-3} \cdot Z$	1.37	$0.94-6.47 \times 10^{-3} \cdot Z$	1.62	1.46
	初期変形係数 $E_0$ (MPa)	$982-7.30 Z$	574	327	754	537	1170	876
静的変形特性	ポアソン比 $\nu$	$0.47+1.1 \times 10^{-4} \cdot Z$	0.48	0.48	0.48	0.48	0.46	0.48
	動せん断弾性係数 $G_0$ (MPa)	$1410-7.59 Z$	1860	$780-4.88 Z$	$773-7.85 Z$	$959-4.51 Z$	2520	1330
動的変形特性	動ポアソン比 $\nu_d$	$0.38+2.0 \times 10^{-4} \cdot Z$	0.39	$0.43+5.3 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.43+4.7 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.41+3.3 \times 10^{-4} \cdot Z$	0.35	0.39
	正規化せん断弾性係数 $G/G_0 \sim \gamma$ (%)	$\frac{1}{1+6.07 \cdot \gamma^{1.04}}$	$\frac{1}{1+3.37 \cdot \gamma^{0.663}}$	$\frac{1}{1+2.77 \cdot \gamma^{0.856}}$	$\frac{1}{1+3.25 \cdot \gamma^{0.833}}$	$\frac{1}{1+3.52 \cdot \gamma^{0.829}}$	$\frac{1}{1+4.72 \cdot \gamma^{0.900}}$	$\frac{1}{1+3.08 \cdot \gamma^{0.919}}$
減衰率 $h$ (%) $\sim \gamma$ (%)	$\frac{\gamma}{0.0940 \gamma + 0.0145} + 0.826$	$\frac{\gamma}{0.121 \gamma + 0.00752} + 1.58$	$\frac{\gamma}{0.0935 \gamma + 0.0144} + 2.04$	$\frac{\gamma}{0.0902 \gamma + 0.0157} + 1.08$	$\frac{\gamma}{0.0734 \gamma + 0.0214} + 1.48$	$\frac{\gamma}{0.0973 \gamma + 0.00991} + 0.274$	$\frac{\gamma}{0.0664 \gamma + 0.0404} + 0.963$	

注記 Z: 標高 (m),  $p$ : 土被り圧から静水圧を差し引いた圧密応力 (MPa),  $\gamma$ : せん断ひずみ (%)



第3-1表 (3) 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値

区分		f-1 断層 f-1, f-1a, f-1b	f-2 断層 f-2, f-2a	風化岩 T(W)
物理 特性	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.28	1.32	1.56
	ビ リ 強度 特性	非排水 せん断強度 $s_u$ (MPa)	0.108+0.296 <i>p</i>	0.035+0.315 <i>p</i>
		非排水 せん断強度 残留 $s_{ur}$ (MPa)	0.054+0.487 <i>p</i>	0.034+0.314 <i>p</i>
静的 変形 特性	初期 変形係数 $E_0$ (MPa)	34.9+73.3 <i>p</i>	50.4+63.1 <i>p</i>	38.0+78.8 <i>p</i>
	ポアソン比 $\nu$	0.47	0.49	0.47
動的 変形 特性	動せん断 弾性係数 $G_0$ (MPa)	356 <i>p</i> <sup>0.164</sup>	326 <i>p</i> <sup>0.151</sup>	123
	動ポア ソン比 $\nu_d$	0.43	0.45	0.40
	正規化せん 断弾性係数 $G/G_0$ ~ $\gamma$ (%)	$\frac{1}{1+4.90 \cdot \gamma^{0.867}}$	$\frac{1}{1+3.46 \cdot \gamma^{1.03}}$	$\frac{1}{1+2.53 \cdot \gamma^{0.773}}$
	減衰率 $h$ (%) ~ $\gamma$ (%)	$\frac{0.0300 \gamma + 0.0213}{\gamma} + 4.26$	$\frac{0.0301 \gamma + 0.0295}{\gamma} + 2.86$	$\frac{0.114 \gamma + 0.0189}{\gamma} + 0.911$

注記 Z: 標高 (m), *p*: 土被り圧から静水圧を差し引いた圧密応力 (MPa),

$\gamma$ : せん断ひずみ (%)

第3-1表 (4) 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値

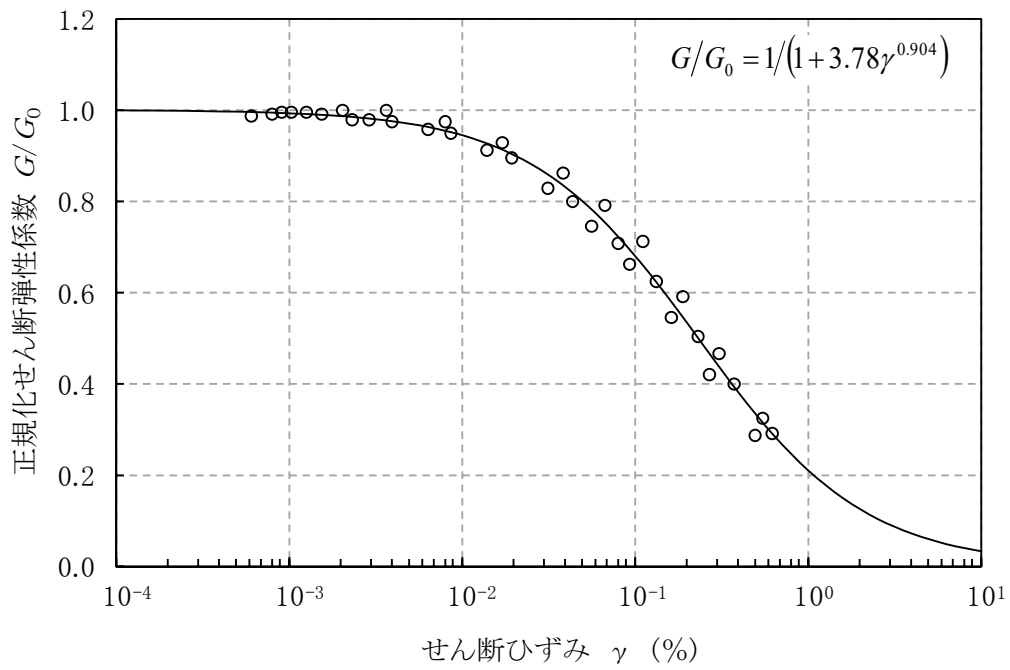
区分		新第三系新統 PPI		区分		第四系下部～中部 更新統 (六ヶ所層) PP2		第四系 中部更新統 ～完新統 PH		造成盛土 f1		埋戻し土 bk	
物理 特性	湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho_t$ (MPa)	$2.12 - 3.12 \times 10^{-3} \cdot Z$	湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho_t$ (MPa)	1.73	1.89	1.66 + 3.3 × 10 <sup>-3</sup> · D	1.89 + 2.8 × 10 <sup>-3</sup> · D	せん断強度 せん断係数 ポアソン比 動せん断 弾性係数 動ポア ソン比 正規化せん 断弾性係数 ～γ (%) 減衰率	非排水 せん断強度 非排水 せん断強度 初期 変形係数 ポアソン比 動せん断 弾性係数 動ポア ソン比 正規化せん 断弾性係数 ～γ (%) 減衰率	0	0
	粘着力 (MPa)	$c$ (°)	$0.902 - 9.14 \times 10^{-3} \cdot Z$	非排水 せん断強度 (MPa)	$s_u$ (MPa)	0.115 + 0.341P	0	0	0				
	内部摩擦角 (°)	$\phi$ (°)	13.8	非排水 せん断強度 (MPa)	$s_{ur}$ (MPa)	0.102 + 0.341P	0	0	0				
	残留 せん断係数 (%)	$c_r$ (MPa)	$0.853 - 8.47 \times 10^{-3} \cdot Z$	初期 変形係数 (MPa)	$E_0$ (MPa)	29.0 + 262P	74.6 + 434P	9.96 + 289P	22.1 + 286P				
	内部摩擦角 (°)	$\phi_r$ (°)	13.8	ポアソン比	$\nu$	0.49	0.49	0.48	0.48				
静的 変形 特性	初期 変形係数 (MPa)	$E_0$ (MPa)	$377 - 3.90 \cdot Z$	ポアソン比	$\nu$	0.41	0.45	0.42	0.39				
	ポアソン比	$\nu$	$0.48 + 1.3 \times 10^{-4} \cdot Z$	動せん断 弾性係数 (MPa)	$G_0$ (MPa)	303	189	32.4 + 4.02D	60.7 + 8.20D				
動的 変形 特性	動せん断 弾性係数 (MPa)	$G_0$ (MPa)	$1000 - 5.50 \cdot Z$	動ポア ソン比	$\nu_d$	0.41	0.45	0.42	0.39				
	動ポア ソン比	$\nu_d$	$0.39 + 6.5 \times 10^{-4} \cdot Z$	正規化せん 断弾性係数 ～γ (%)	$G/G_0$ ～γ (%)	$\frac{1}{1 + 5.91 \cdot \gamma^{0.758}}$	$\frac{1}{1 + 15.4 \cdot \gamma^{0.891}}$	$\frac{1}{1 + 9.27 \cdot \gamma^{0.992}}$	$\frac{1}{1 + 12.7 \cdot \gamma^{0.914}}$				
	正規化せん 断弾性係数 ～γ (%)	$G/G_0$ ～γ (%)	$\frac{1}{1 + 5.32 \cdot \gamma^{0.776}}$	減衰率	$h$ (%) ～γ (%)	$\frac{1}{0.0829 \gamma + 0.00582} + 1.18$	$\frac{1}{0.0570 \gamma + 0.00824} + 1.81$	$\frac{1}{0.0438 \gamma + 0.0150} + 1.74$	$\frac{1}{0.0631 \gamma + 0.00599} + 1.29$				
	減衰率	$h$ (%) ～γ (%)	$\frac{1}{0.0786 \gamma + 0.00692} + 1.26$										

注記 Z: 標高 (m), P: 土被り圧から静水圧を差し引いた圧密応力 (MPa), γ: せん断ひずみ (%), D: 深度 (G. L. -m)

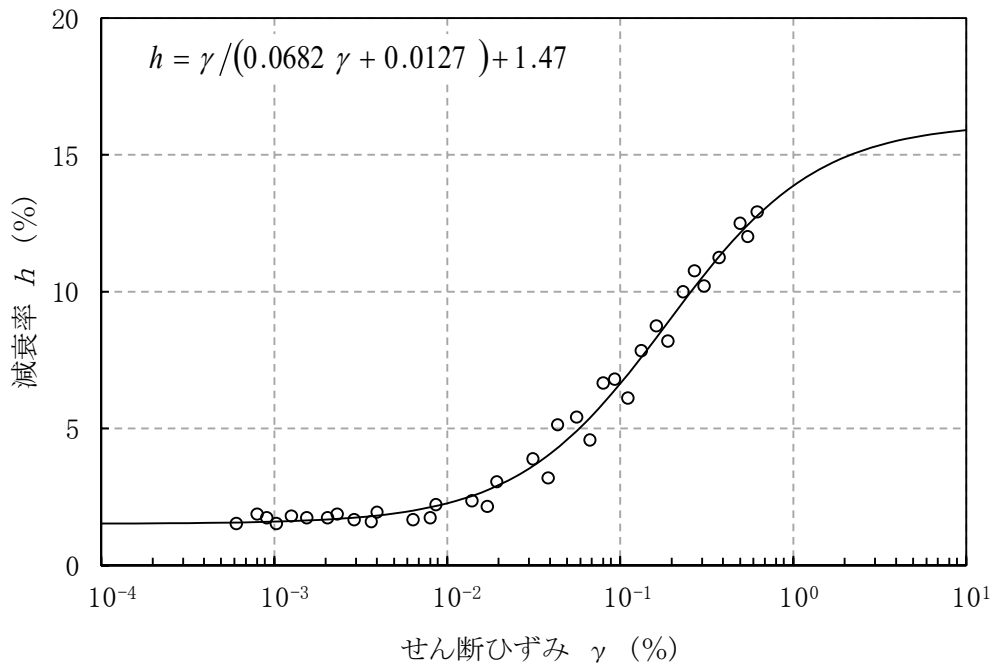
第3-1表 (5) 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値

区分		流動化処理土(A)		区分		流動化処理土(B)		MMR
物理特性	湿潤密度	$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.63	湿潤密度	$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.85	設計基準強度	14.8MPa
	非排水せん断強度	$s_u$ (MPa)	$0.347+0.242p$	粘着力	$c$ (MPa)	0.95		2.35
ビーク強度特性	非排水せん断強度	$s_{ur}$ (MPa)	$0.291+0.016p$	内部摩擦角	$\phi$ (°)	30.0		-
	残留せん断強度			残留粘着力	$c_r$ (MPa)	0		-
静的変形特性	初期変形係数	$E_0$ (MPa)	$143+448p$	残留内部摩擦角	$\phi_r$ (°)	0		-
	ポアソン比	$\nu$	0.46	初期変形係数	$E_0$ (MPa)	1050		21000
動変形特性	動せん断弾性係数	$G_0$ (MPa)	380	ポアソン比	$\nu$	0.33		0.167
	動ポアソン比	$\nu_d$	0.42	動せん断弾性係数	$G_0$ (MPa)	2750		9000
正規化せん断弾性係数		$G/G_0 \sim \gamma$ (%)	$\frac{1}{1+9.63 \cdot \gamma^{1.01}}$	動ポアソン比	$\nu_d$	0.33		0.167
	減衰率	$h$ (%)	$\frac{\gamma}{0.0798 \gamma + 0.0150} + 1.48$	正規化せん断弾性係数	$G/G_0 \sim \gamma$ (%)	$\frac{1}{1+5.87 \cdot \gamma^{0.974}}$		線形
				減衰率	$h$ (%)	$0.83 (\gamma \leq 0.01\%)$ $0.83+2.59 \log(\gamma/0.01) (\gamma > 0.01\%)$		5.0

注記 Z: 標高 (m), p: 土被り圧から静水圧を差し引いた圧密応力 (MPa),  $\gamma$ : せん断ひずみ (%)

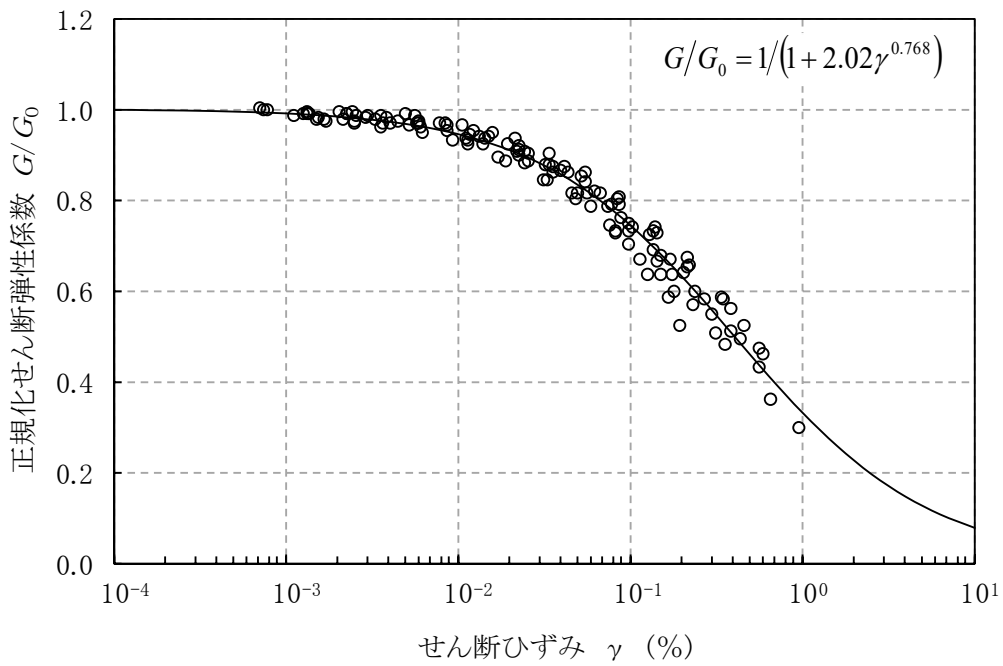


(a) 動の変形特性

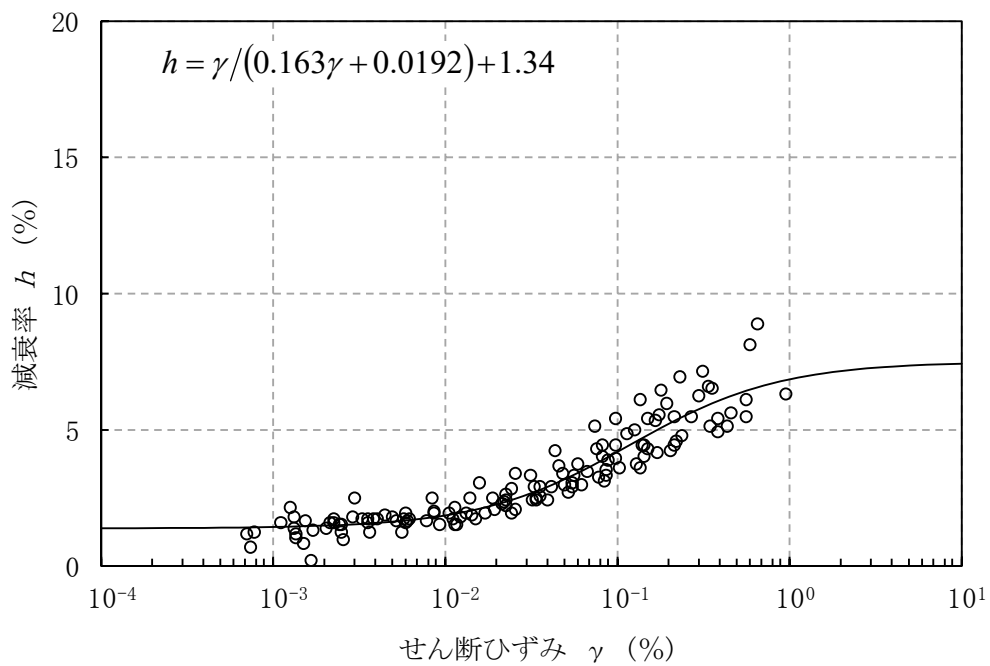


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (1) 変形特性のひずみ依存性 (凝灰岩 [Ttf])

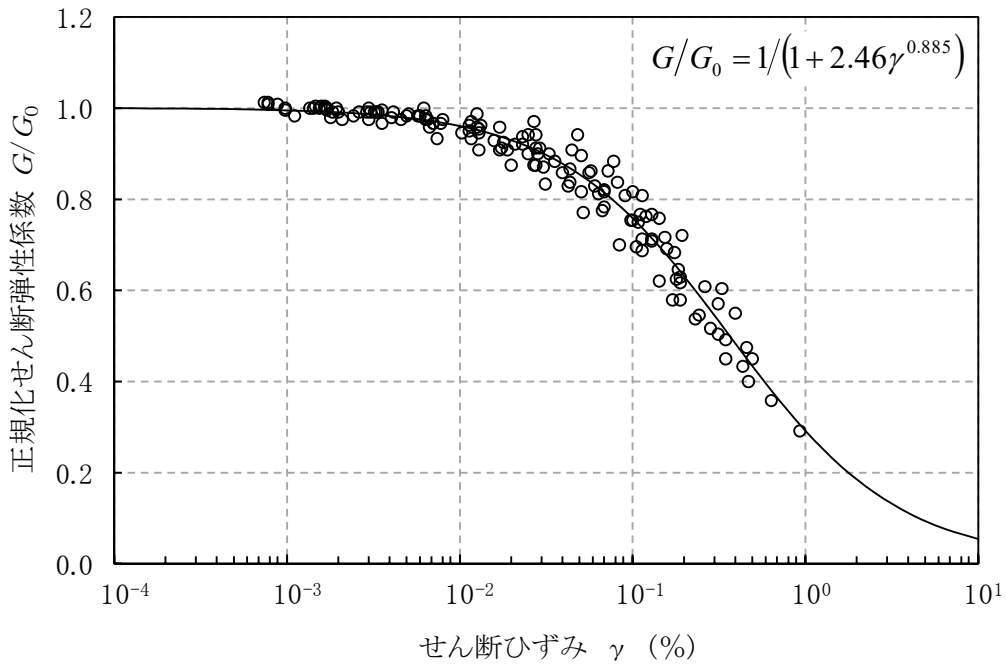


(a) 動的変形特性

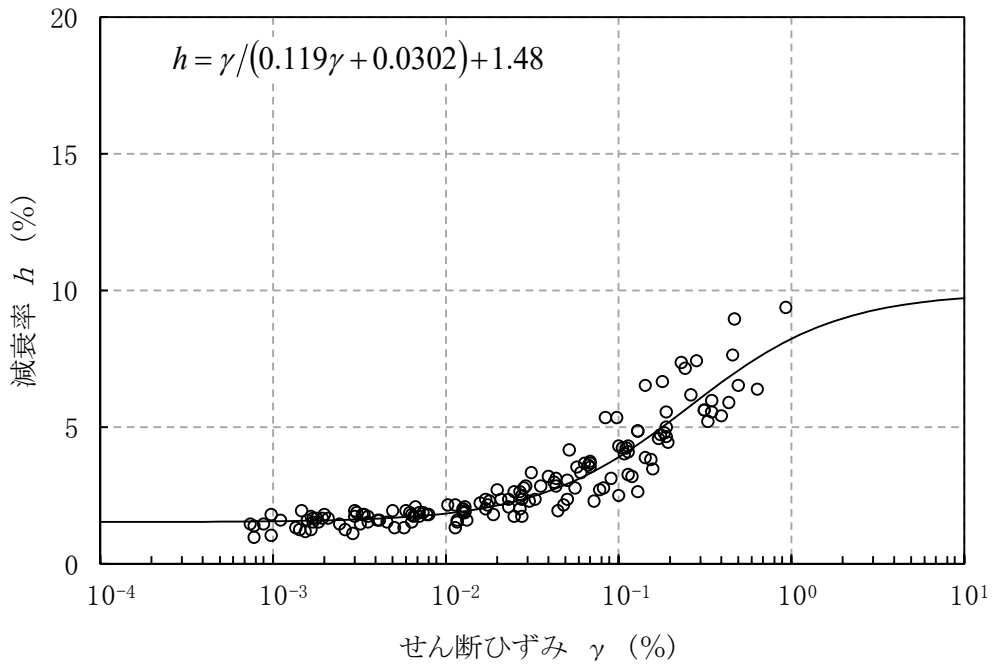


(b) 減衰特性

第3-1図(2) 変形特性のひずみ依存性 (軽石凝灰岩[Tpt])

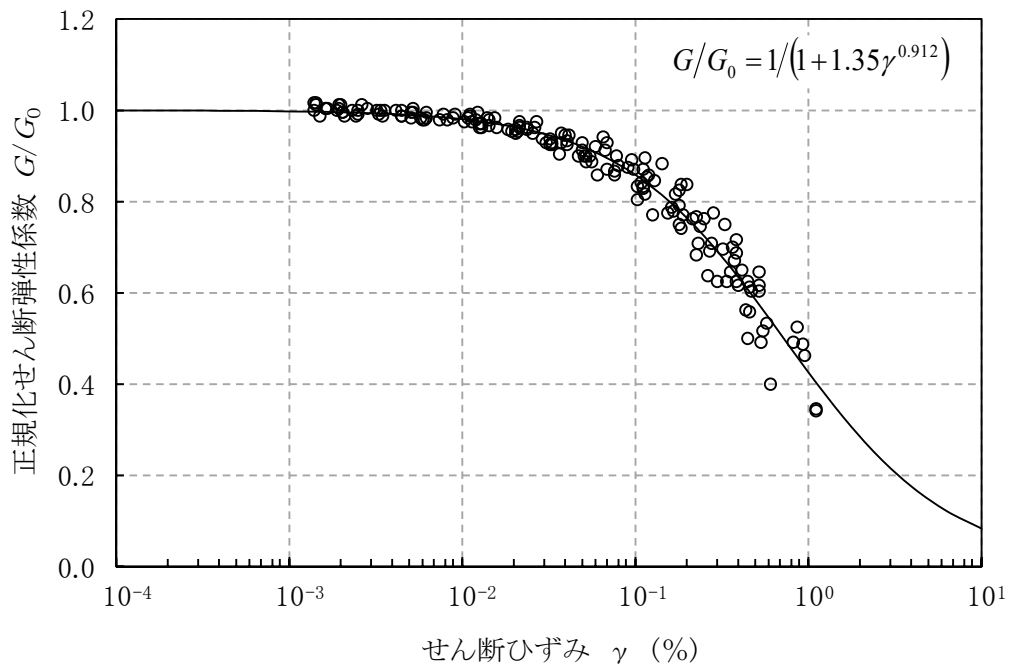


(a) 動的変形特性

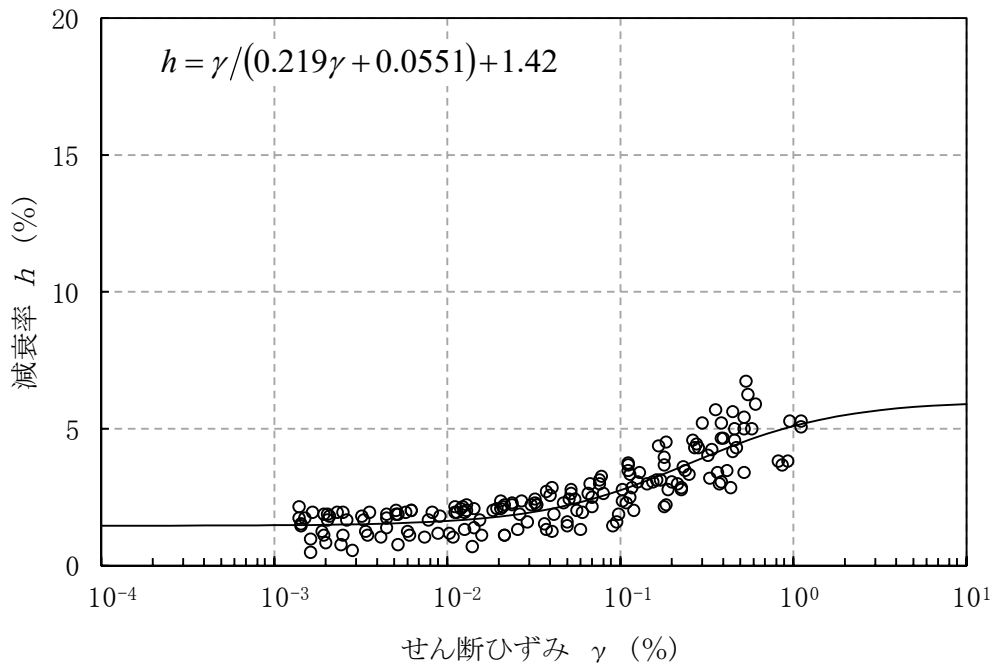


(b) 減衰特性

第3-1図 (3) 変形特性のひずみ依存性 (砂質軽石凝灰岩 [Tspt])

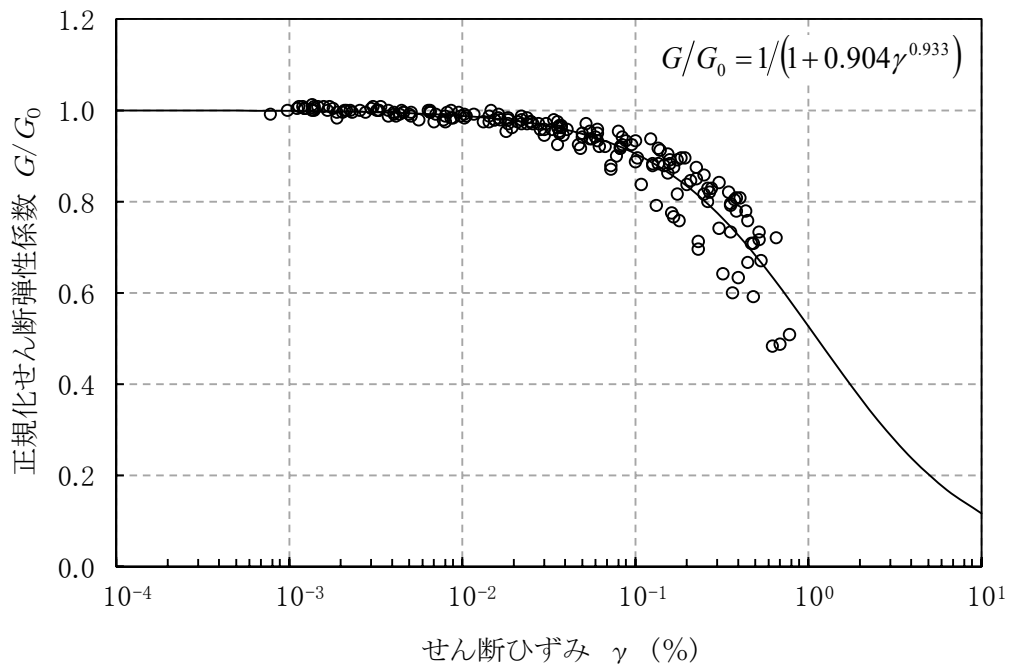


(a) 動的変形特性

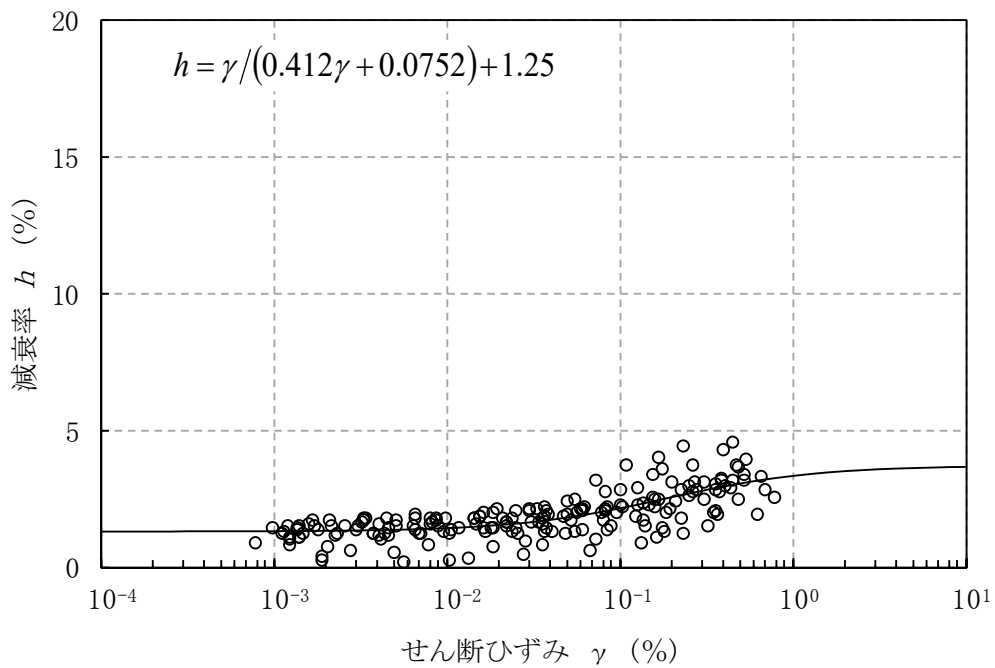


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (4) 変形特性のひずみ依存性 (泥岩(上部層) [Tmss])



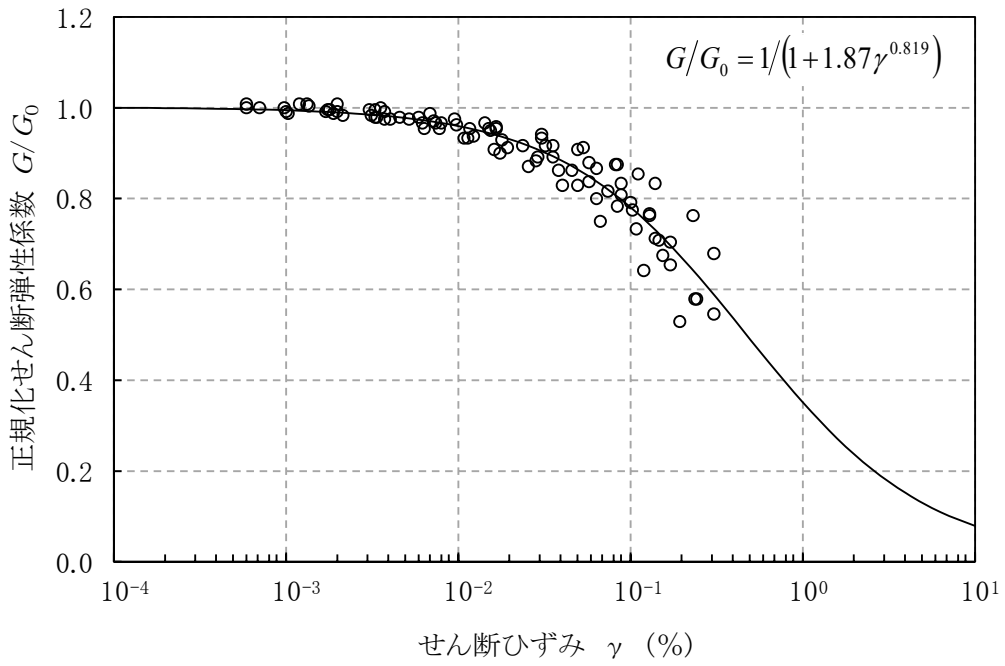
(a) 動の変形特性



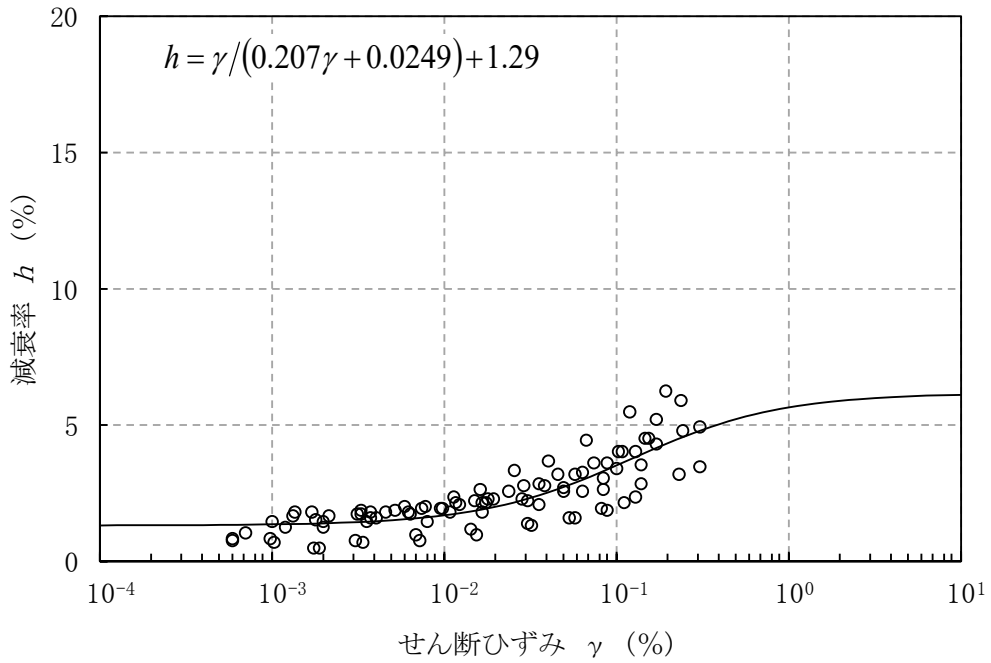
(b) 減衰特性

第 3-1 図 (5) 変形特性のひずみ依存性 (泥岩(下部層)[Tms])



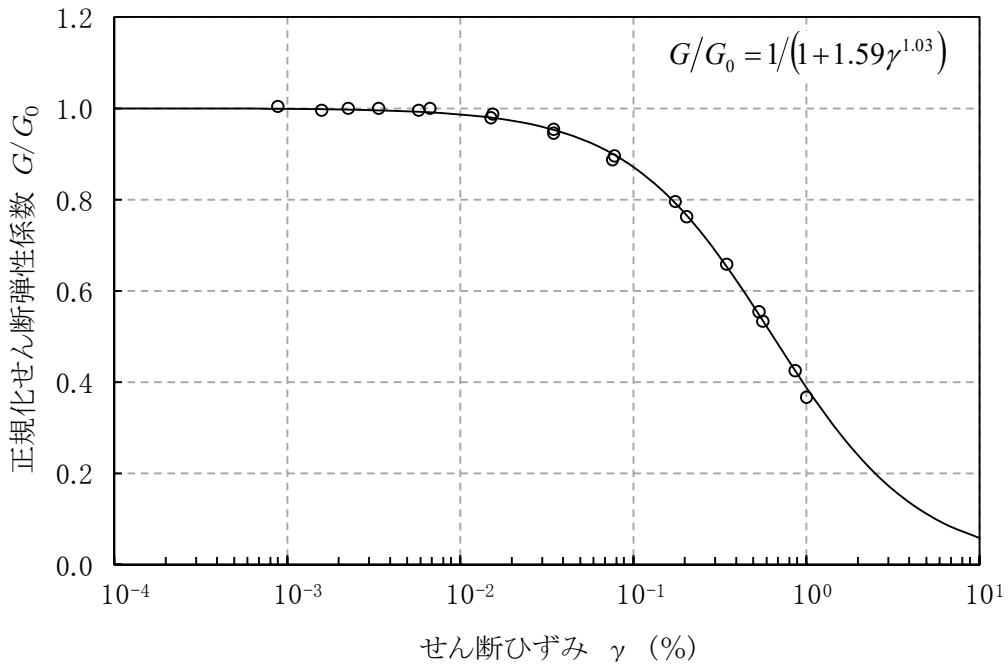


(a) 動的変形特性

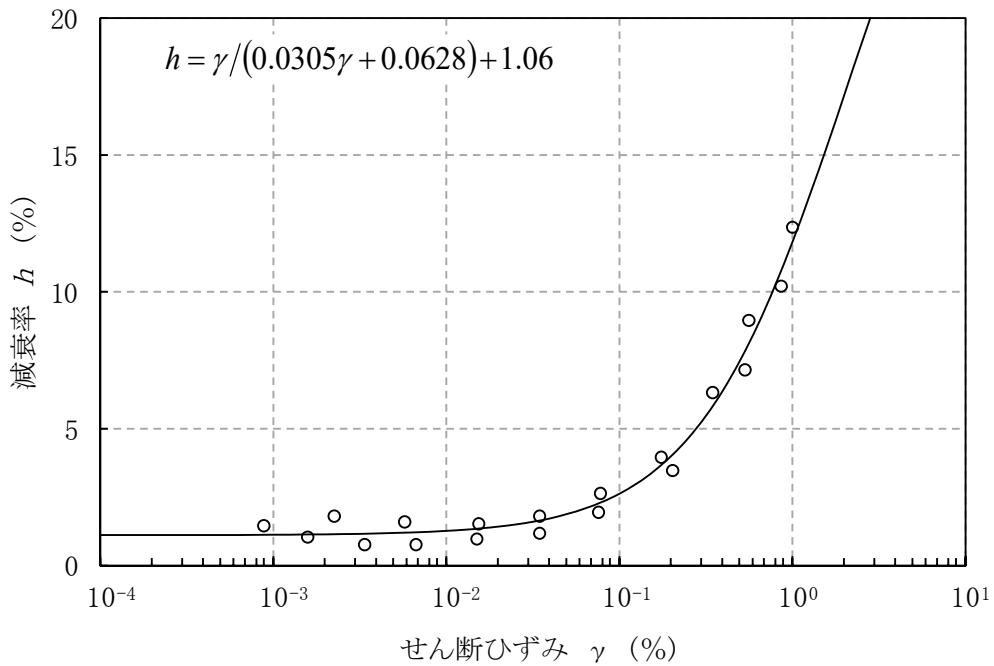


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (6) 変形特性のひずみ依存性 (細粒砂岩 [Tfs])

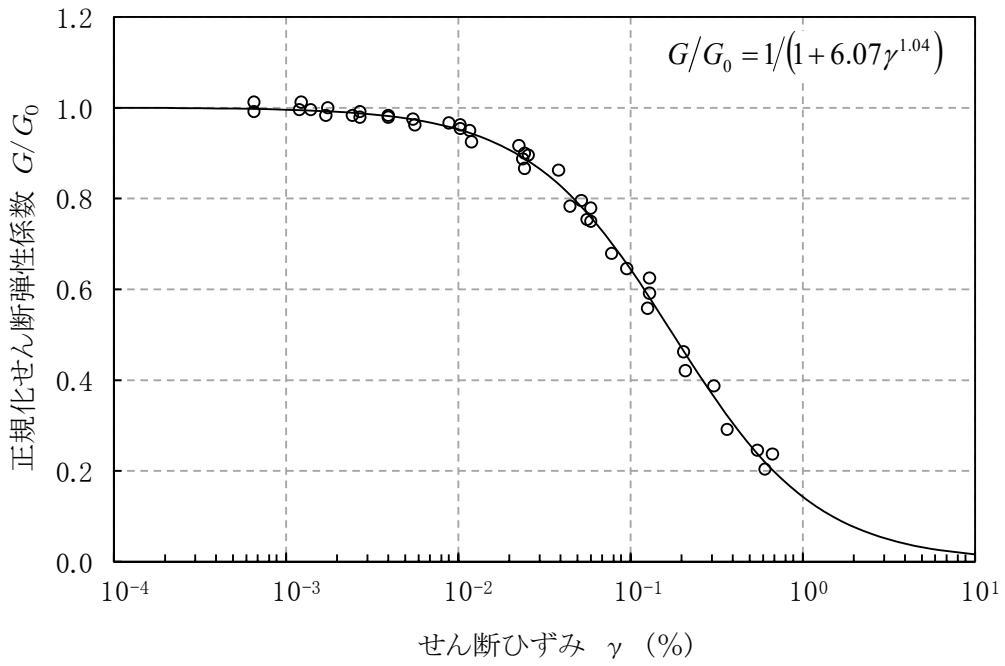


(a) 動の変形特性

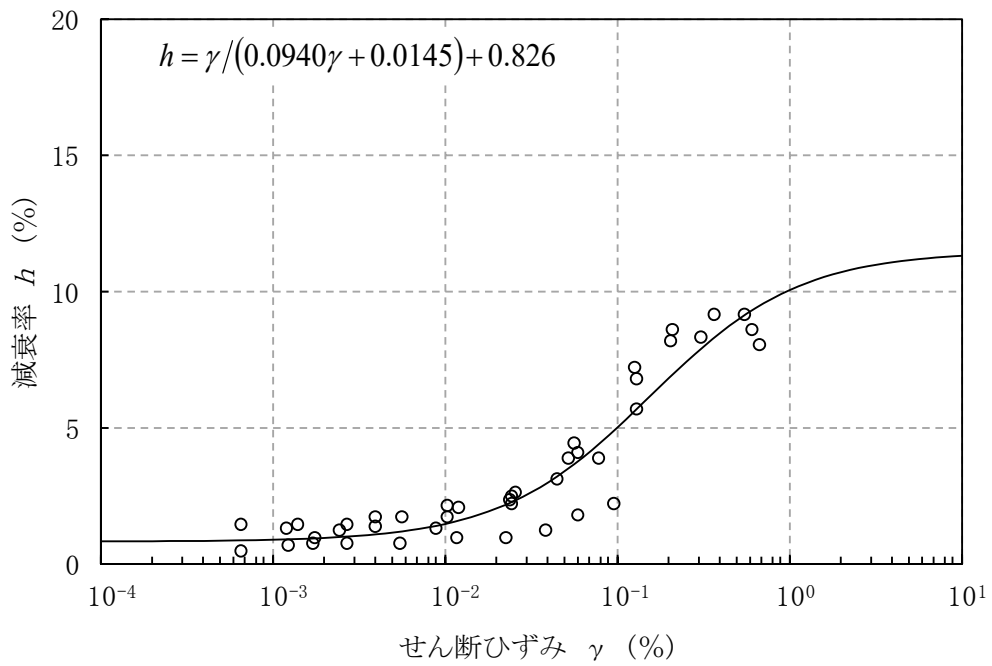


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (7) 変形特性のひずみ依存性 (凝灰質砂岩 [Tts])

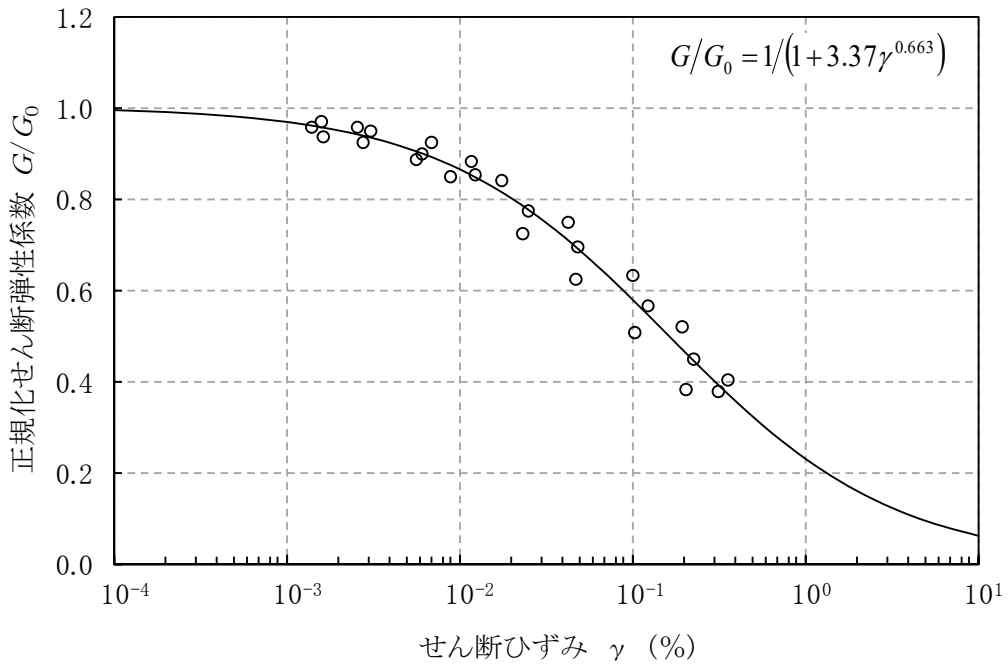


(a) 動的変形特性

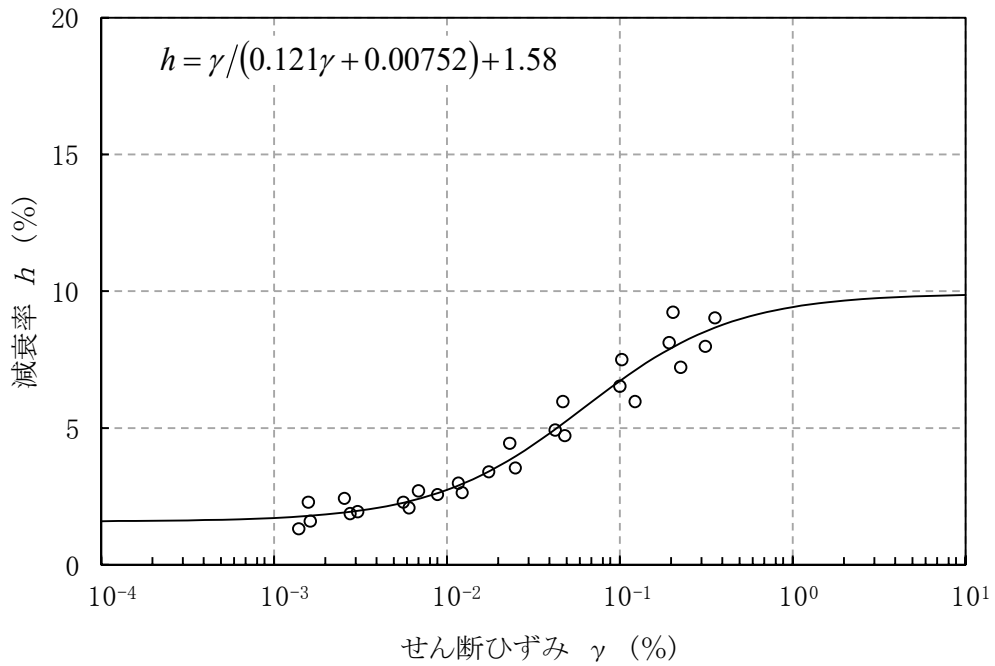


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (8) 変形特性のひずみ依存性 (軽石質砂岩 [Tpps])

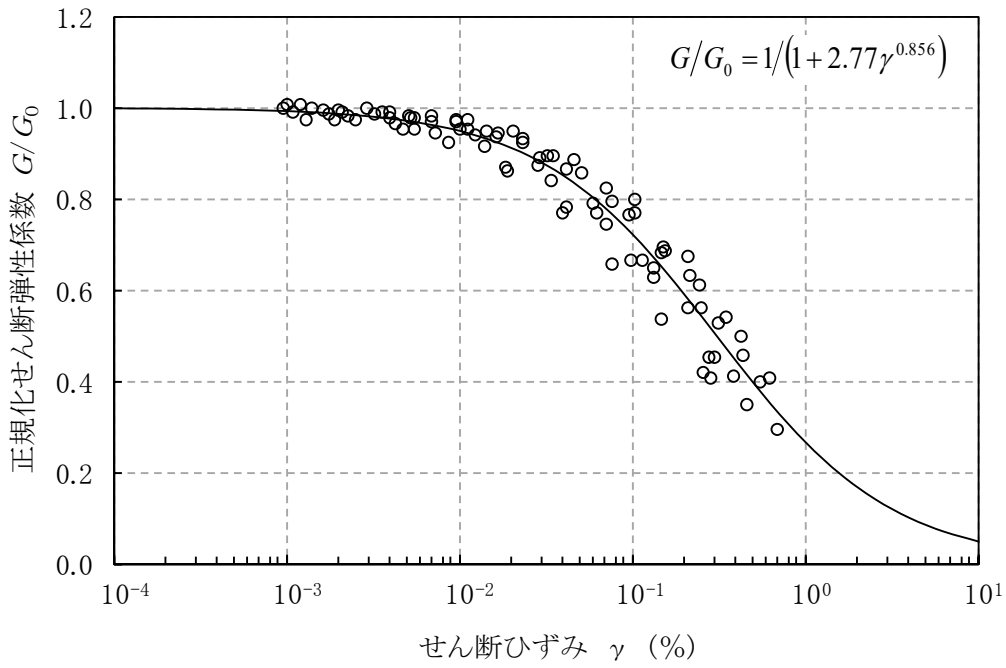


(a) 動の変形特性

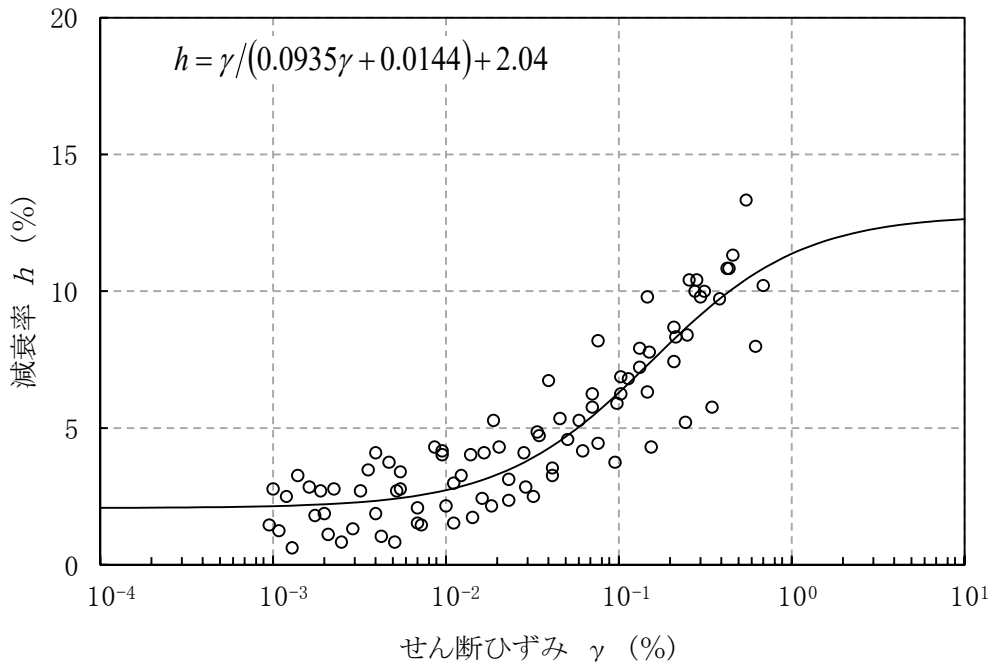


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (9) 変形特性のひずみ依存性 (粗粒砂岩 [Tcs])

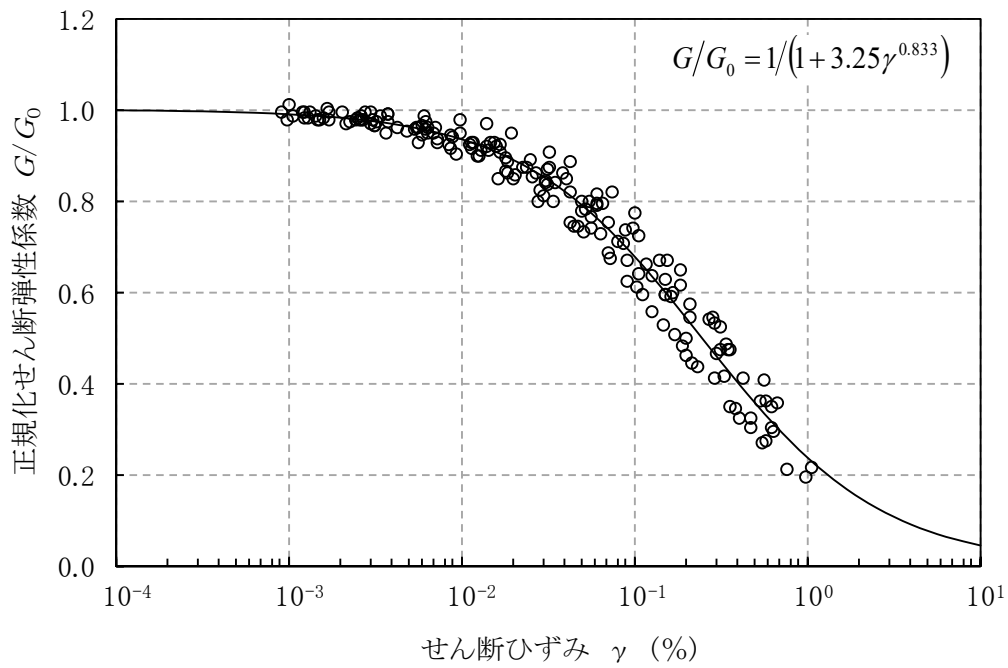


(a) 動の変形特性

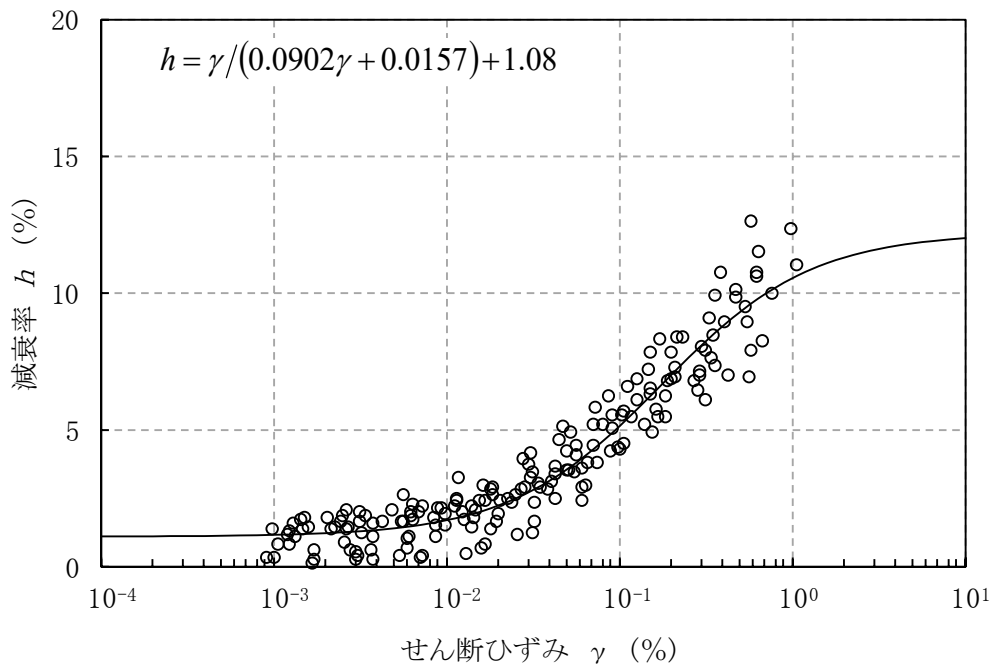


(b) 減衰特性

第3-1図 (10) 変形特性のひずみ依存性 (砂岩・凝灰岩互層[Talst])

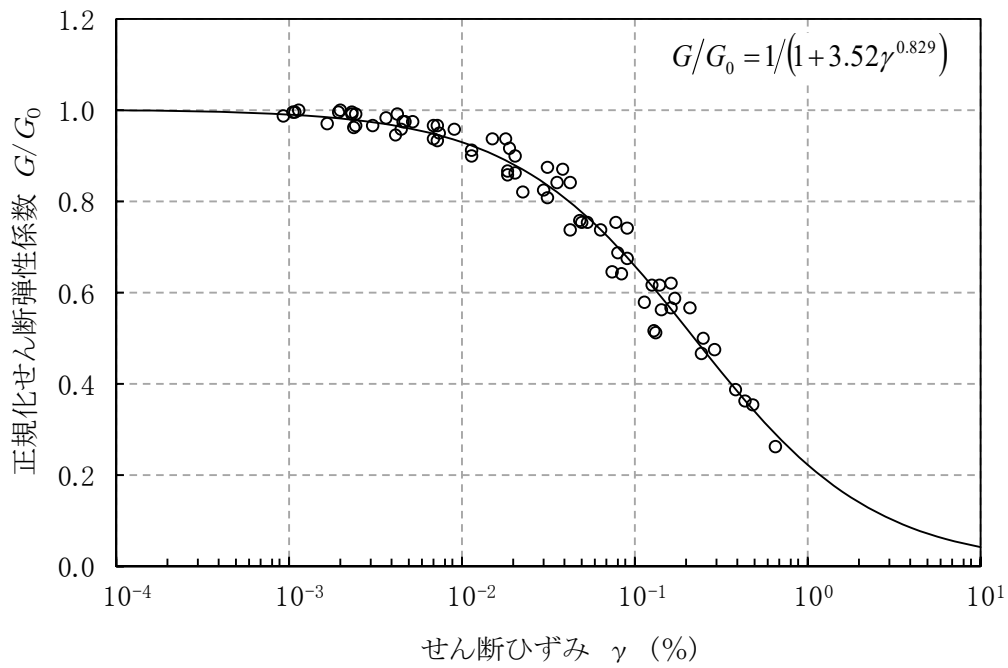


(a) 動の変形特性

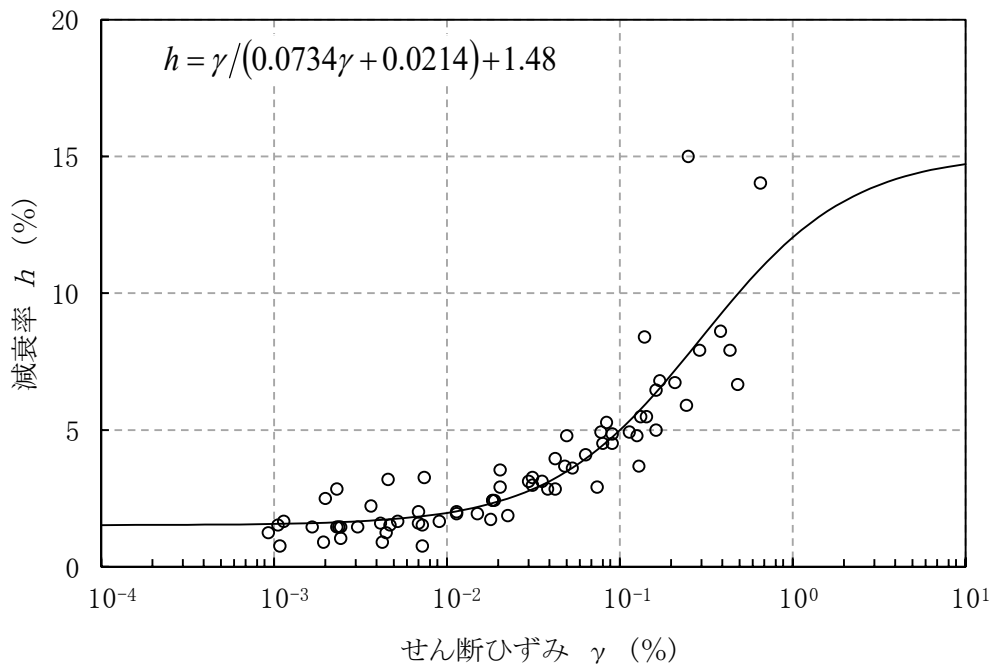


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (11) 変形特性のひずみ依存性 (礫混り砂岩[Tss])

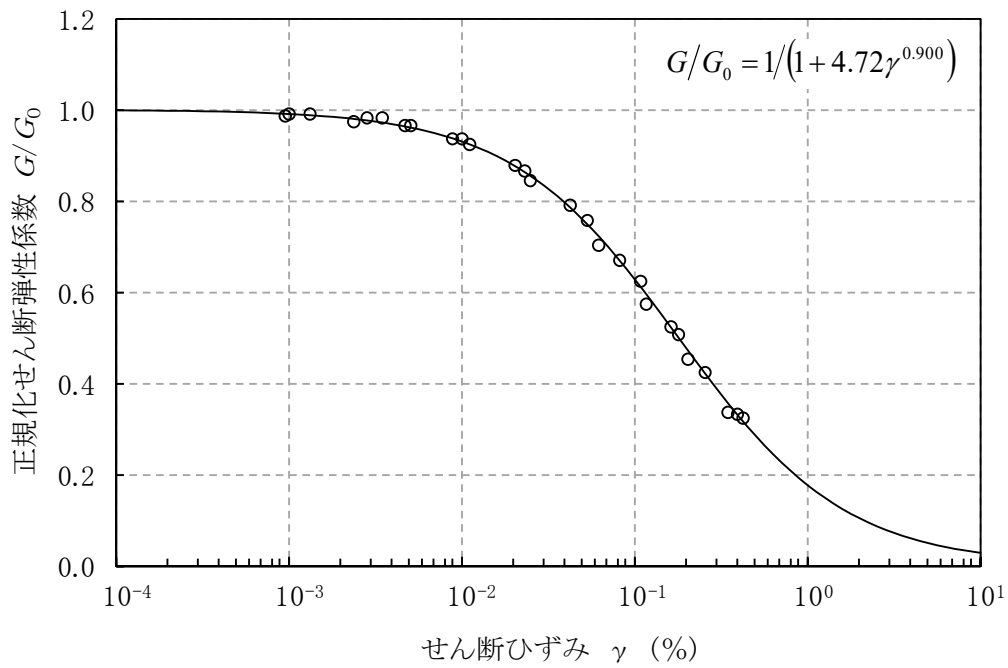


(a) 動的変形特性

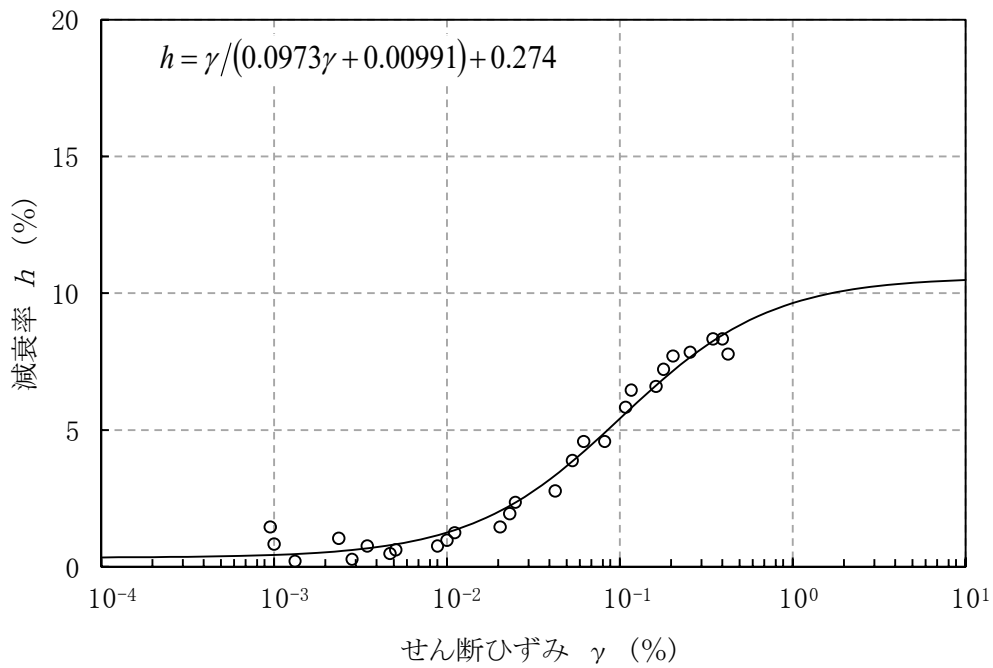


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (12) 変形特性のひずみ依存性 (軽石混り砂岩 [Tps])



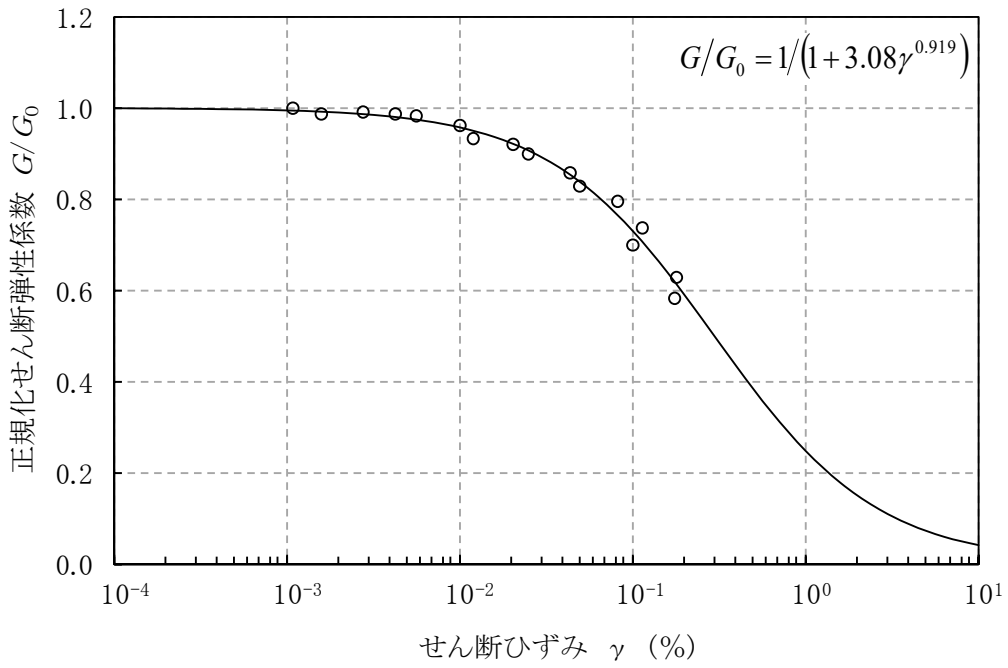
(a) 動の変形特性



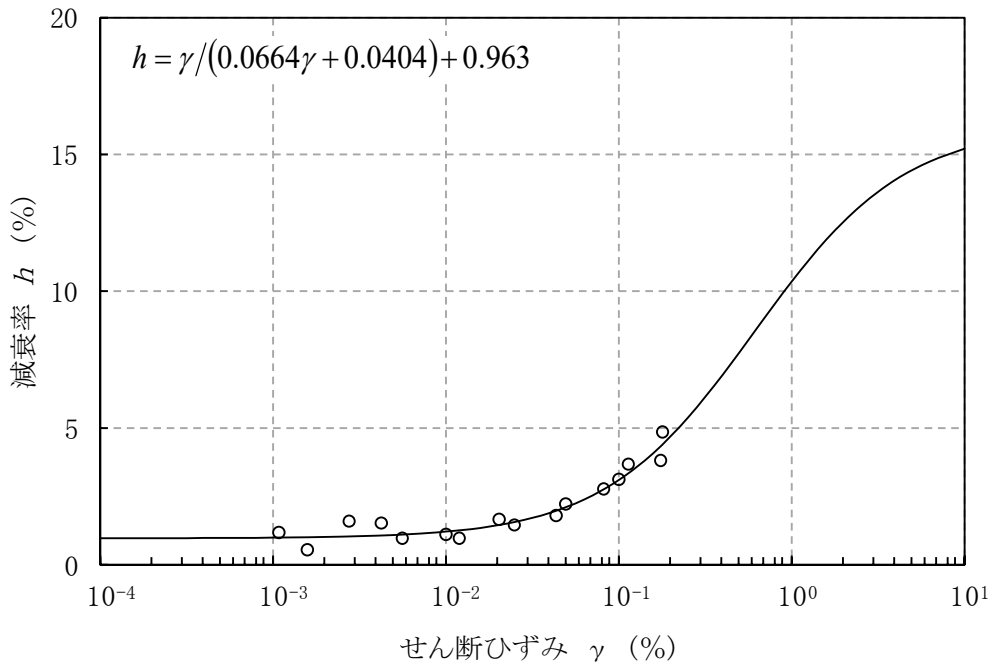
(b) 減衰特性

第 3-1 図 (13) 変形特性のひずみ依存性 (礫岩[Tcg])



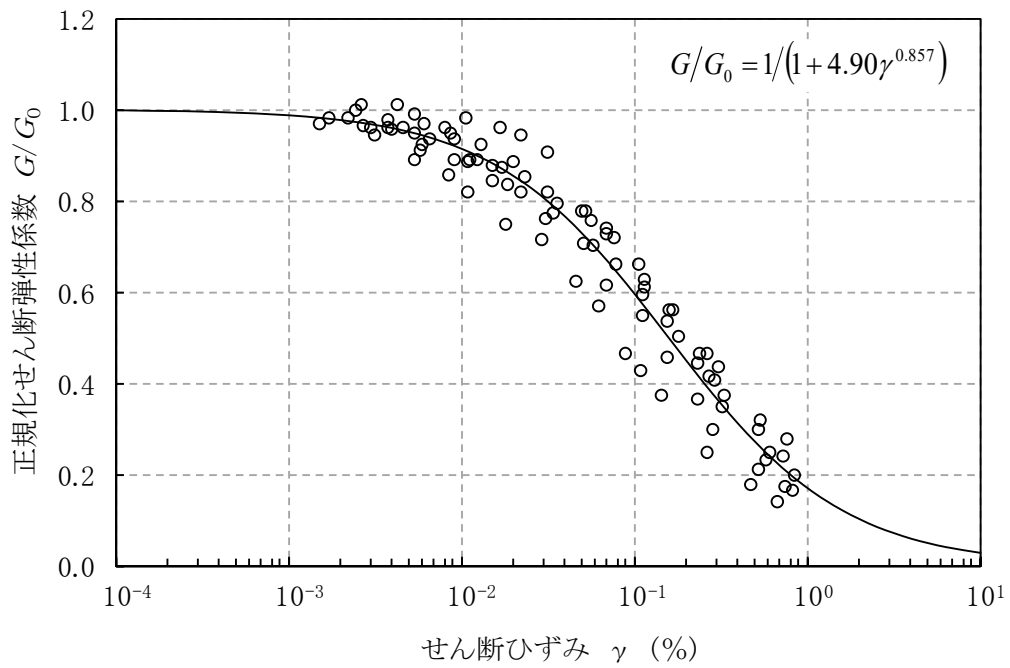


(a) 動の変形特性

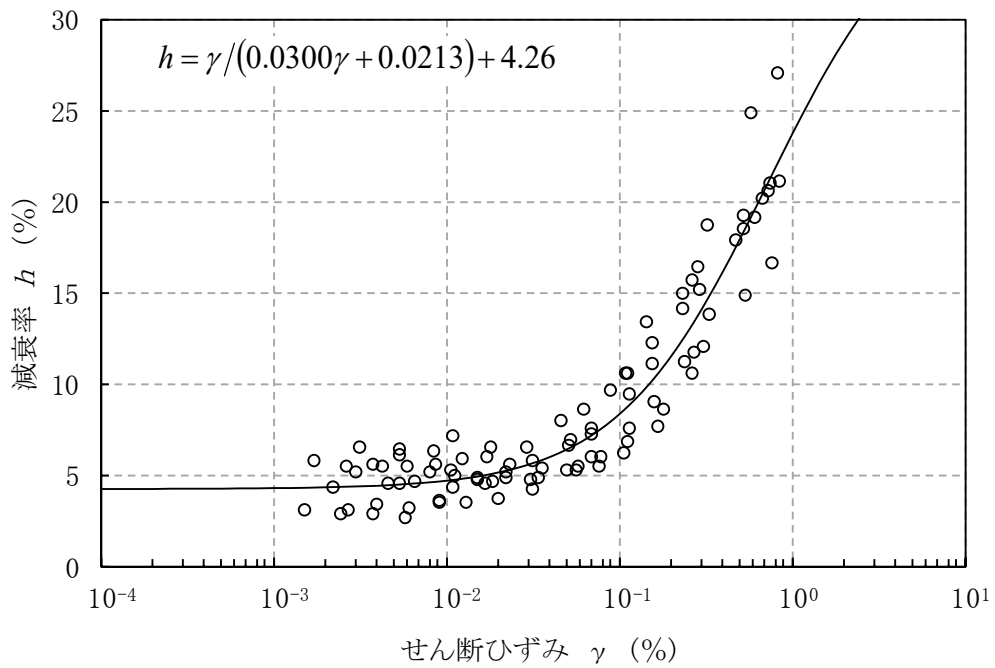


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (14) 変形特性のひずみ依存性 (砂岩・泥岩互層[Talsm])

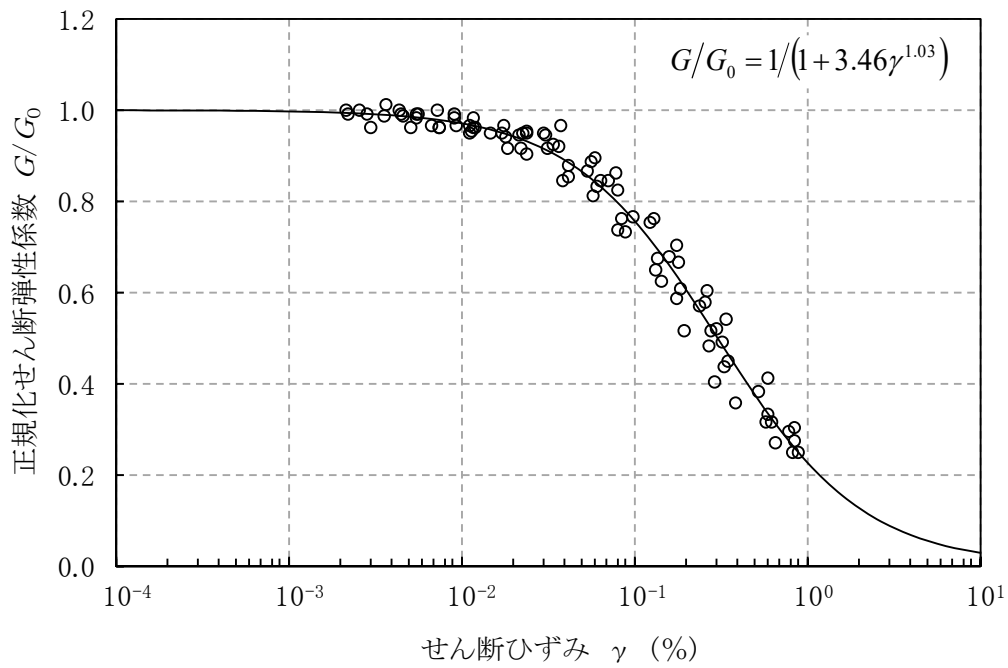


(a) 動の変形特性

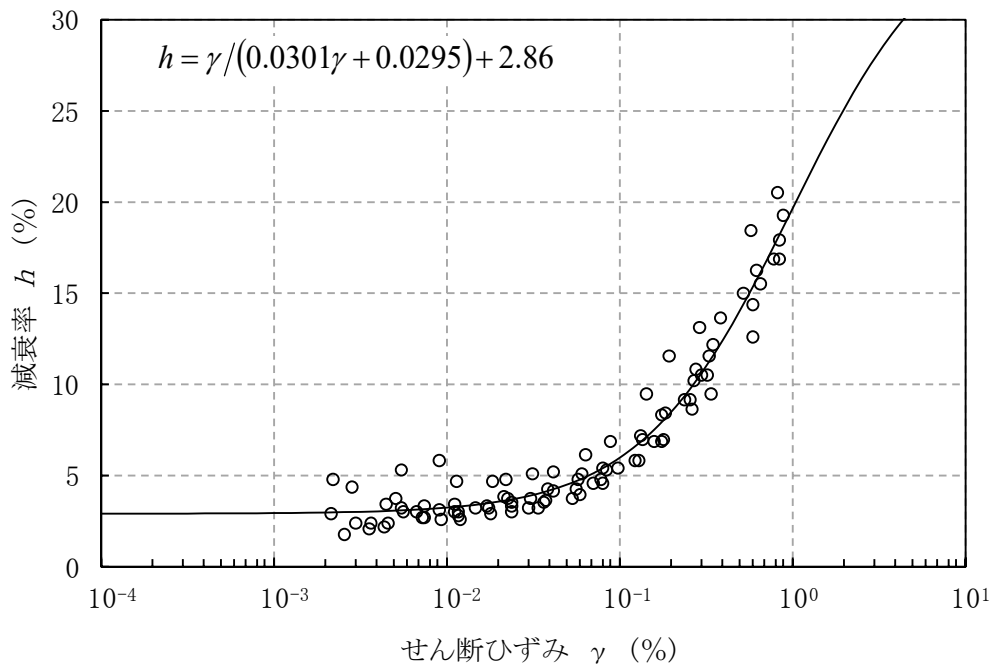


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (15) 変形特性のひずみ依存性 (f - 1 断層)

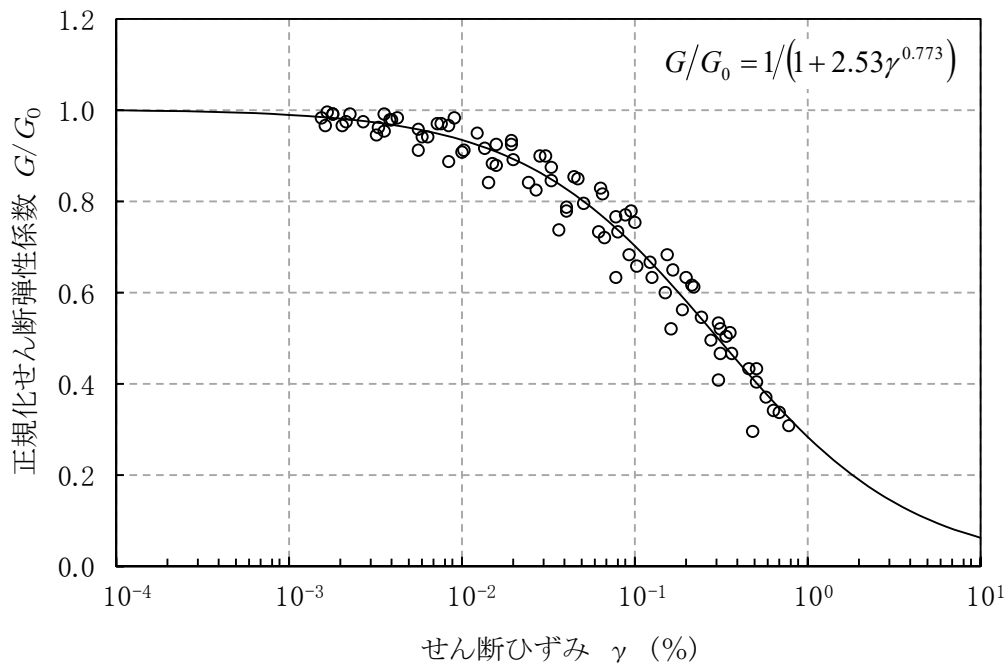


(a) 動的変形特性

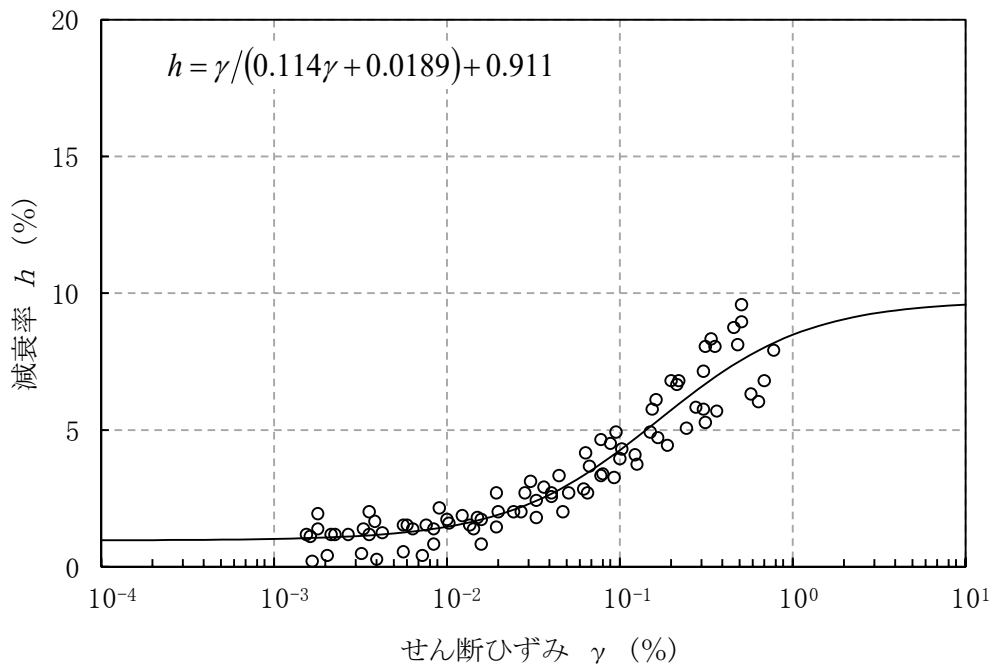


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (16) 変形特性のひずみ依存性 (f - 2 断層)

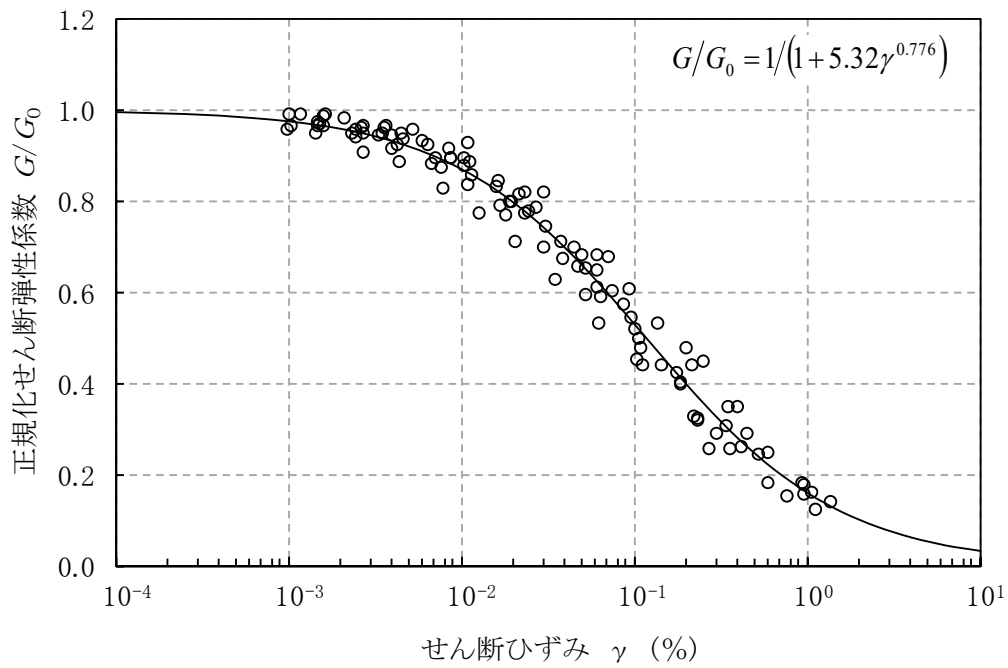


(a) 動の変形特性

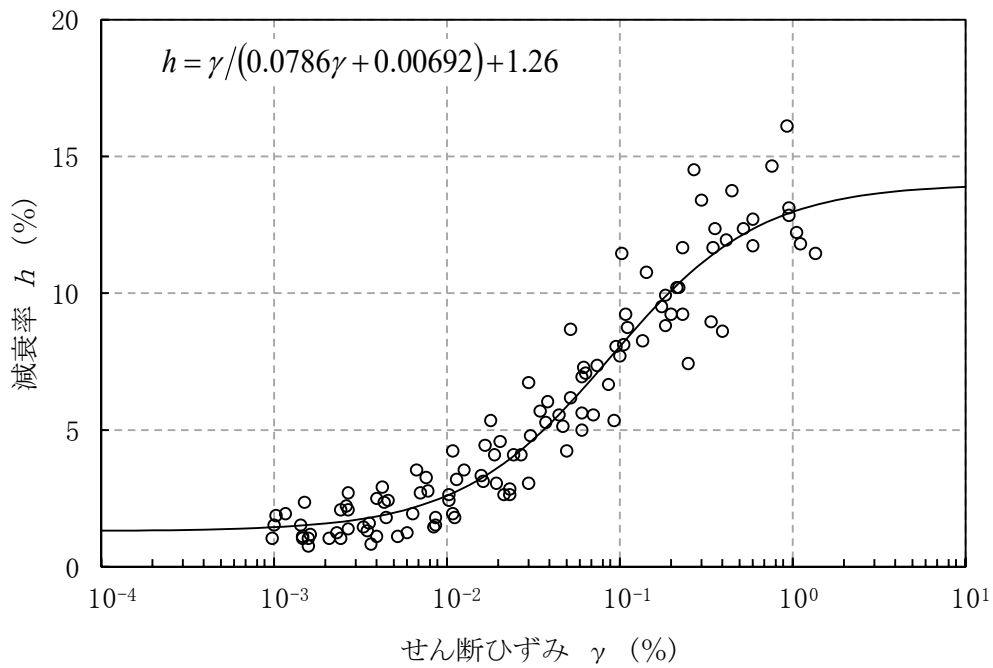


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (17) 変形特性のひずみ依存性 (風化岩)

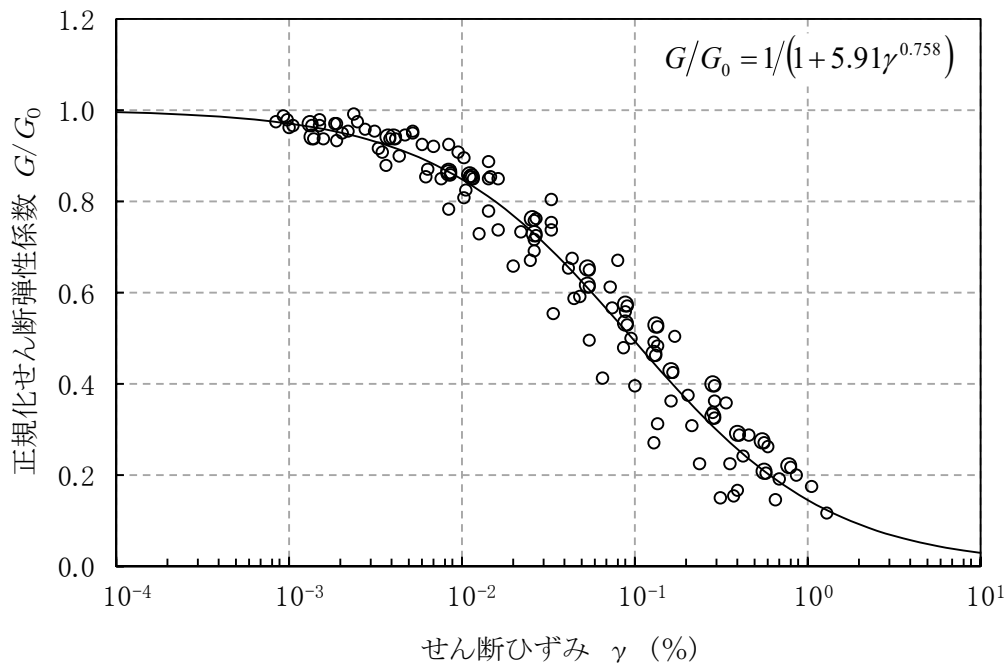


(a) 動的変形特性

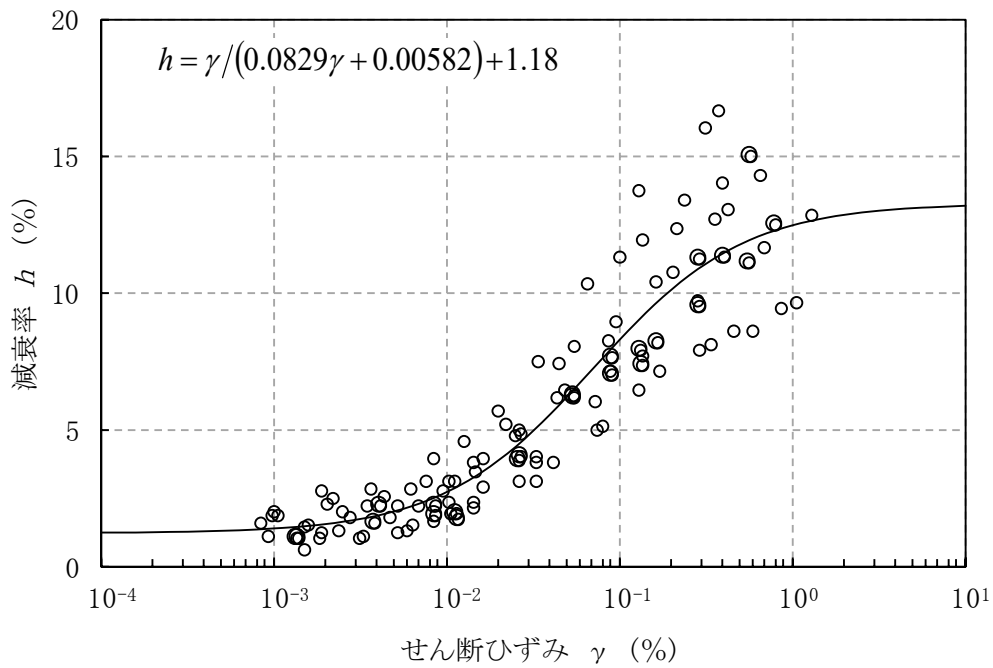


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (18) 変形特性のひずみ依存性 (新第三系鮮新統[PP1])

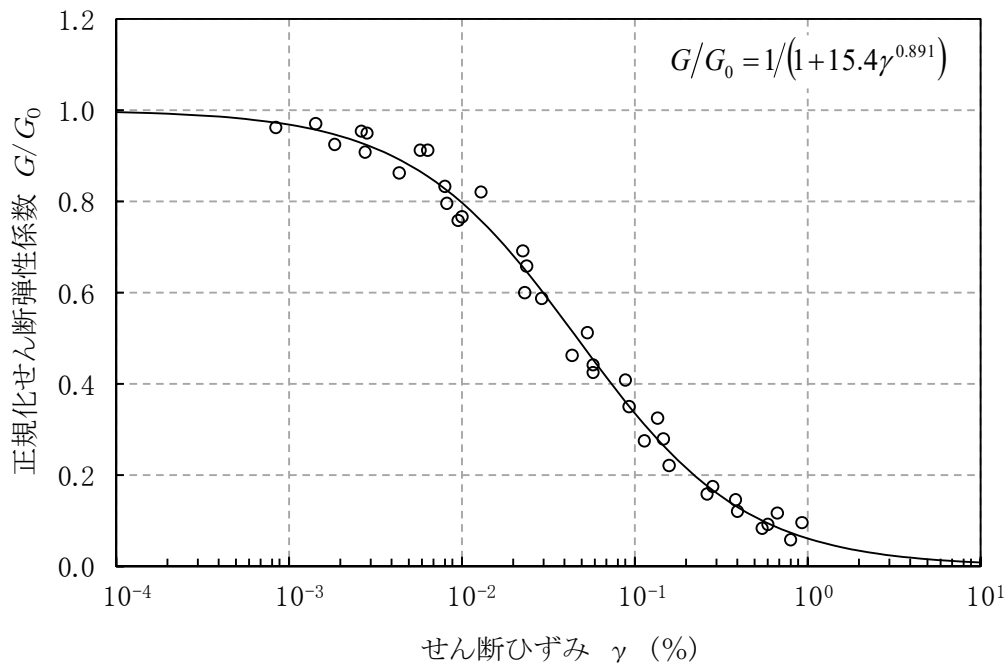


(a) 動の変形特性

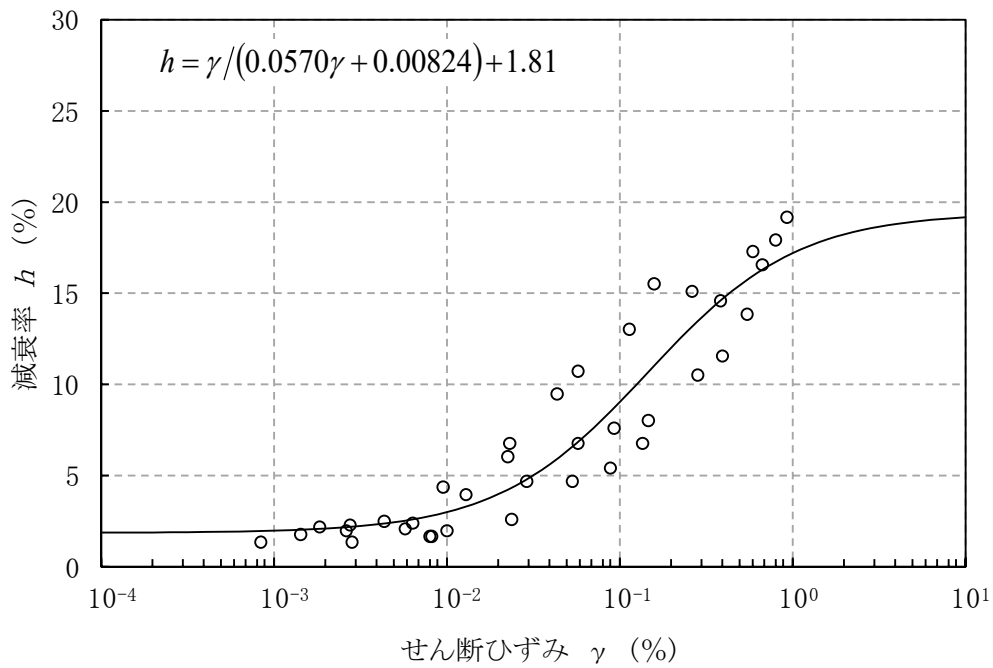


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (19) 変形特性のひずみ依存性 (第四系下部～中部更新統(六ヶ所層) [PP2])

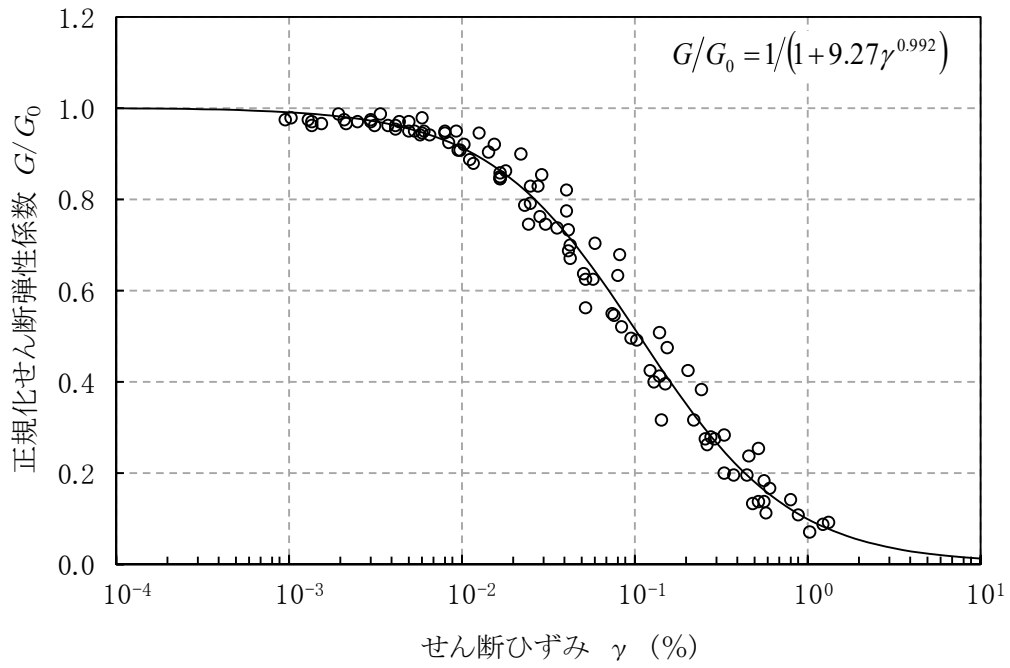


(a) 動の変形特性

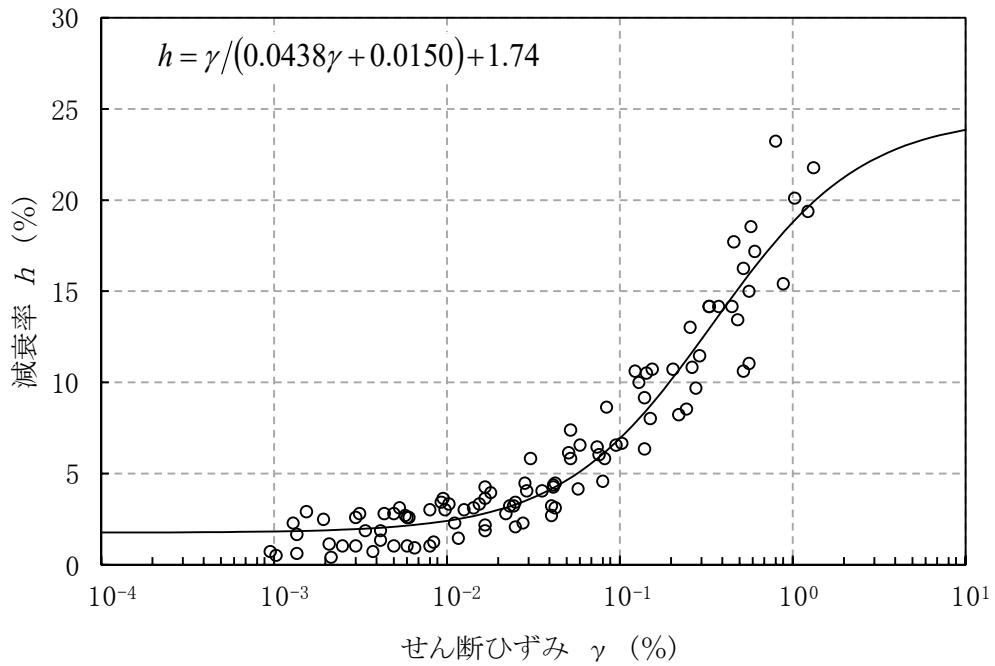


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (20) 変形特性のひずみ依存性 (第四系中部更新統～完新統[PH])



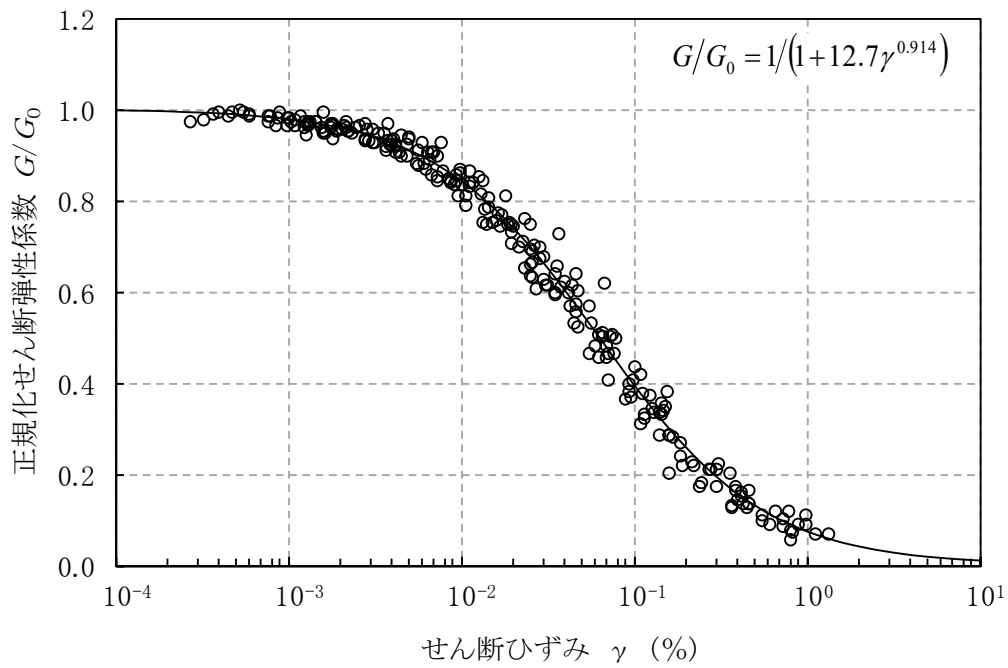
(a) 動の変形特性



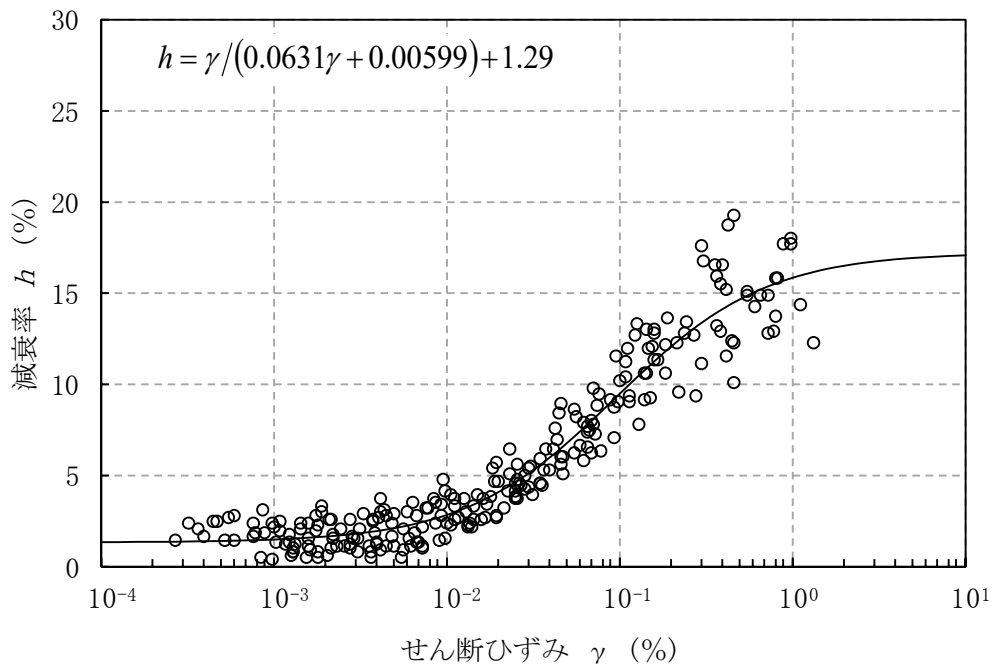
(b) 減衰特性

第 3-1 図 (21) 変形特性のひずみ依存性 (造成盛土[f1])



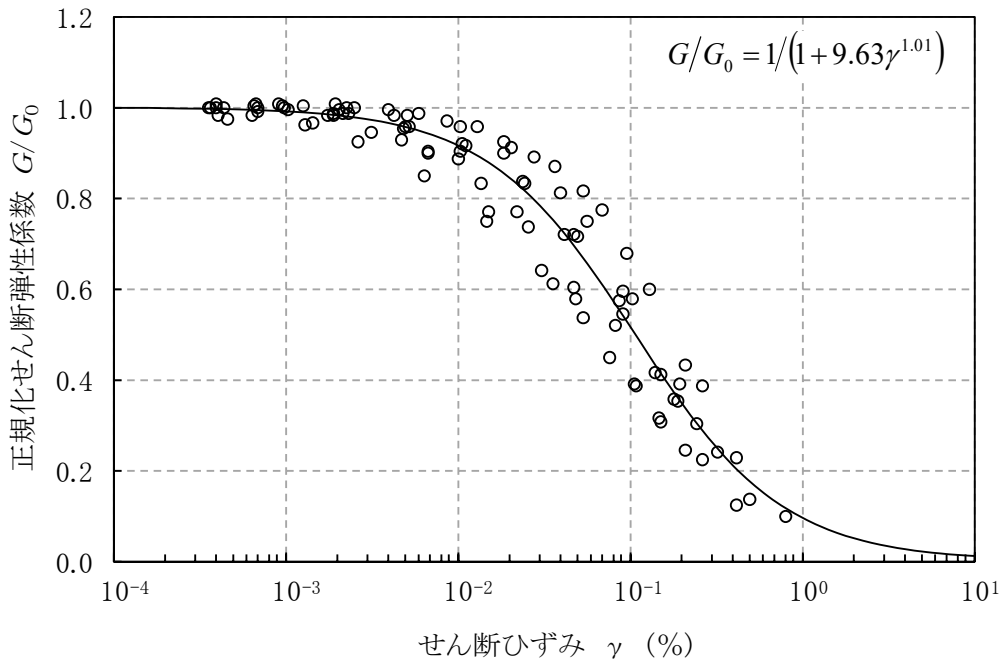


(a) 動的変形特性

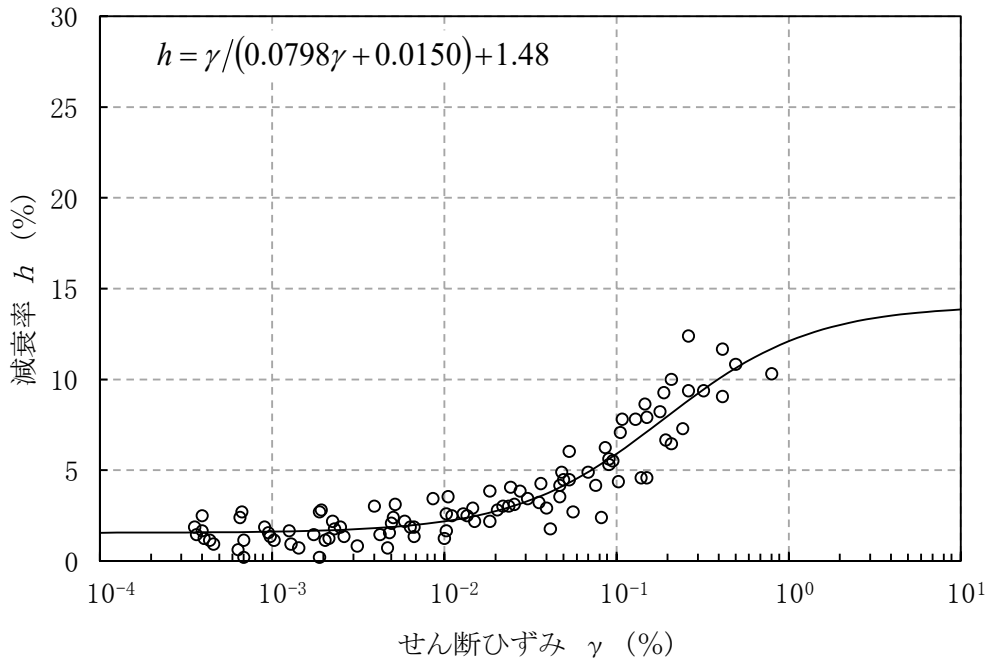


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (22) 変形特性のひずみ依存性 (埋戻し土[bk])



(a) 動の変形特性



(b) 減衰特性

第3-1図 (23) 変形特性のひずみ依存性 (流動化処理土A)

第3-2表 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値の設定根拠

区分	鷹架層	断層	表層	
			新第三系鮮新統	第四系下部～中部更新統 (六ヶ所層) 第四系中部更新統～完新統
物理特性	湿潤密度	湿潤密度試験	湿潤密度試験	湿潤密度試験
	ピーク 強度特性 残留	非排水せん断強度	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験
		非排水せん断強度	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験
静的 変形 特性	初期変形係数	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験
	ポアソン比	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験
動的 変形 特性	動せん断弾性係数	PS検層によるVs及び 湿潤密度から算出	超音波速度測定によるVs及び 湿潤密度から算出	PS検層によるVs及び 湿潤密度から算出
	動ポアソン比	PS検層による Vp及びVsから算出	超音波速度測定による Vp及びVsから算出	PS検層による Vp及びVsから算出
	正規化せん断弾性係数 減衰率のひずみ依存性	繰返し三軸試験	繰返し単純せん断試験	繰返し三軸試験及び 繰返し単純せん断試験
				造成盛土 埋戻し土 流動化処理土
				湿潤密度試験
				三軸圧縮試験
				三軸圧縮試験
				三軸圧縮試験
				三軸圧縮試験
				三軸圧縮試験
				PS検層によるVs及び 湿潤密度から算出
				PS検層による Vp及びVsから算出
				繰返し三軸試験

注記 Vs : S 波速度, Vp : P 波速度

### 3.2 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値

事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値の一覧表を第 3-3 表に、設定根拠を第 3-4 表に示す。

なお、地盤の物理的及び力学的特性は、日本産業規格（JIS）又は地盤工学会（JGS）の基準に基づいた試験の結果から設定することとした。

#### 3.2.1 全応力解析に用いる解析用物性値

建物・構築物の地震応答解析に用いる地盤剛性の設計用地盤定数の設定にあたっては、地盤の実態を考慮し、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係や対象建物・構築物の直下又は周辺の地質・速度構造の違いにも留意し、必要に応じて、事業変更許可申請書に記載されたもの以外の弾性波試験によるものを用いる。

#### 3.2.2 有効応力解析に用いる解析用物性値

建物・構築物の動的解析において、地震時における地盤の有効応力の変化に応じた影響を考慮する場合は、有効応力解析を実施する。

地盤の液状化強度特性は、代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮し、包絡値に設定する。

#### 3.2.3 その他の解析用物性値

##### (1) MMR

MMR（コンクリート）は、施工年代により設計基準強度を 2 種類設定しており、それらについては、「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005 年）」及び「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（（社）日本電気協会）」に基づき、解析用物性値を設定する。

##### (2) 改良地盤

改良地盤 A 及び改良地盤 B については、原位置試験及び室内試験に基づき解析用物性値を設定する。

また、「3.1 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値」における流動化処理土を含め、改良地盤は非液状化層とする。

第 3-3 表 (1) 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値  
(液状化検討対象層)

区分			埋戻し土 bk	造成盛土 f1	六ヶ所層 PP2
物理 特性	湿潤密度	$\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.82+0.0028 <i>D</i>	1.66+0.0033 <i>D</i>	1.73
	間隙率	<i>n</i>	0.46	0.59	0.54
強度 特性	粘着力	$C_u'$ (kPa)	0	0	0
	内部摩擦角	$\phi_u'$ (°)	39.7	38.5	40.1
変形 特性	動せん断 弾性係数	$G_{ma}$ (kPa)	1.26×10 <sup>5</sup>	5.86×10 <sup>4</sup>	2.46×10 <sup>5</sup>
	基準化拘束圧	$\sigma'_{ma}$ (kPa)	52.3	34.3	124.2
	ポアソン比	$\nu$	0.33	0.33	0.33
	履歴減衰 上限値	$h_{max}$	0.171	0.246	0.132
液状化 特性	変相角	$\phi_p$	34.0	32.0	36.0
	液状化 パラメータ	$w_1$	10.3	3.44	3.07
		$p_1$	0.5	0.5	0.5
		$p_2$	1.0	0.7	0.6
		$c_1$	1.81	2.07	2.09
		$S_1$	0.005	0.005	0.005

第3-3表 (2) 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値  
(非液化化層)

区分		改良地盤A	改良地盤B	MMR (コンクリート) (設計基準強度 14.7N/mm <sup>2</sup> )	MMR (コンクリート) (設計基準強度 18.0N/mm <sup>2</sup> )
物理特性	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	16.7	16.9	23.0	23.0
	初期せん断弾性係数 $G_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	653	1,100	8,021	8,582
動的変形特性	動ポアソン比 $\nu_d$	0.41	0.33	0.20	0.20
	正規化せん断弾性係数 $G/G_0$	$\frac{1}{1+2.208(\tau/0.002879/G_0)^{1.133}}$	$\frac{1}{1+0.4730(\tau/0.001056/G_0)^{0.7120}}$	—	—
	減衰率 $h$	$\frac{2 \cdot 1.133(1-G/G_0)}{\pi(1.133+2)}$	$\frac{2 \cdot 0.7120(1-G/G_0)}{\pi(0.7120+2)}$	0.05	0.05

$G$ : 動せん断弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>),  $\tau$ : せん断応力 (N/mm<sup>2</sup>)

第 3-4 表 (1) 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値の設定根拠  
(液状化検討対象層)

区分			埋戻し土 bk 造成盛土 f1 六ヶ所層 PP2
物理特性	湿潤密度	$\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	物理試験に基づき設定
	間隙率	$n$	
強度特性	粘着力	$C_u'$ (kPa)	三軸圧縮試験
	内部摩擦角	$\phi_u'$ (°)	
変形特性	動せん断弾性係数	$G_{ma}$ (kPa)	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定
	基準化拘束圧	$\sigma'_{ma}$ (kPa)	PS検層実施範囲の平均値を設定
	ポアソン比	$\nu$	慣用値*
	履歴減衰上限値	$h_{max}$	動的変形特性に基づき設定
液状化特性	変相角	$\phi_p$	液状化試験結果に基づく要素シミュレーションにより設定
	液状化パラメータ	$w_1$	
		$p_1$	
		$p_2$	
		$c_1$	
	$S_1$		

※：液状化による構造物被害予測プログラム FLIP において必要な各種パラメータの簡易設定法, 港湾技研資料 No. 869 (運輸省港湾技研研究所, 1997 年)

第3-4表 (2) 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値の設定根拠  
(非液化化層)

区分		改良地盤A	改良地盤B	MMR (コンクリート) (設計基準強度 14.7N/mm <sup>2</sup> )	MMR (コンクリート) (設計基準強度 18.0N/mm <sup>2</sup> )
物理特性	単位体積重量	湿潤密度試験	湿潤密度試験	RC-N規準 <sup>*1</sup> に基づき 設計基準強度により設定	RC-N規準 <sup>*1</sup> に基づき 設計基準強度により設定
	初期せん断 弾性係数	PS 検層による Vs 及び単位体積重量から算出	Vs の設計値及び 単位体積重量から算出	RC-N規準 <sup>*1</sup> に基づき 設計基準強度により設定	RC-N規準 <sup>*1</sup> に基づき 設計基準強度により設定
動的 変形 特性	動ポアソン比	PS 検層による Vp 及びVs から算出	超音波速度測定による Vp 及びVs から算出	RC-N規準 <sup>*1</sup> に基づき設定	RC-N規準 <sup>*1</sup> に基づき設定
	正規化せん 断弾性係数	繰返し三軸試験	繰返し三軸試験	—	—
	減衰率	繰返し三軸試験	繰返し三軸試験	JEAG <sup>*2</sup> の減衰定数 に基づき設定	JEAG <sup>*2</sup> の減衰定数 に基づき設定

Vs : S 波速度, Vp : P 波速度

※1 : 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 2010 ( (社) 日本建築学会, 2010 年)

※2 : 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 ( (社) 日本電気協会)



### 3.3 耐震評価における地下水位設定方針

建物・構築物の耐震評価においては、周囲の地下水位の状況を踏まえた地下水位を設定する。地下水位の設定にあたり、地下水による建物・構築物へ与える影響を低減させることを目的として地下水排水設備を設置しているため、地下水排水設備に囲まれている建物・構築物と地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物に区分して設定する。

#### (1) 地下水排水設備に囲まれている建物・構築物

建物・構築物の耐震評価において、地下水排水設備に囲まれている建物・構築物については、基礎スラブ下端より深い位置に設置されている地下水排水設備の排水による地下水位の低下を考慮し、設計用地下水位を基礎スラブ上端レベルに設定する。

#### (2) 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物

建物・構築物の耐震評価において、地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の設計用地下水位は、耐震設計上安全側となるように地表面に設定する。

#### 4. 地盤の支持力度

地盤の極限支持力度は、地盤工学会基準 (JGS 1521-2003) 地盤の平板載荷試験方法、又は基礎指針 2001 の支持力算定式に基づき、設定する。

なお、直接基礎の短期許容支持力度については、算定された極限支持力度の 2/3 倍として設定する。

##### 4.1 直接基礎の支持力度

直接基礎の支持力度については、当該施設直下の地盤を対象とした試験結果を適用することを基本とする。建物・構築物の直接基礎の支持力度の算定については、地盤工学会基準 (JGS 1521-2003) 地盤の平板載荷試験方法、又は対象施設の支持地盤の岩石強度試験結果から算定する方法により設定する。

なお、岩石強度試験結果を用いて設定する場合は、以下に示す基礎指針 2001 による算定式に基づくものとする。

MMR については、鷹架層と同等以上の力学特性を有することから、鷹架層の極限支持力度を適用する。

##### ・基礎指針 2001 による極限支持力算定式

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot c \cdot N_c + i_r \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_r + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$$

$q_u$  : 単位面積あたりの極限鉛直支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$N_c, N_r, N_q$  : 支持力係数

$c$  : 支持地盤の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma_1$  : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$\gamma_2$  : 根入れ部分の土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

( $\gamma_1, \gamma_2$ には、地下水位以下の場合には水中単位体積重量を用いる)

$\alpha, \beta$  : 基礎の形状係数

$\eta$  : 基礎の寸法効果による補正係数

$i_c, i_r, i_q$  : 荷重の傾斜に対する補正係数

$B$  : 基礎幅 (m)

$D_f$  : 根入れ深さ (m)

## 5. 地質断面図

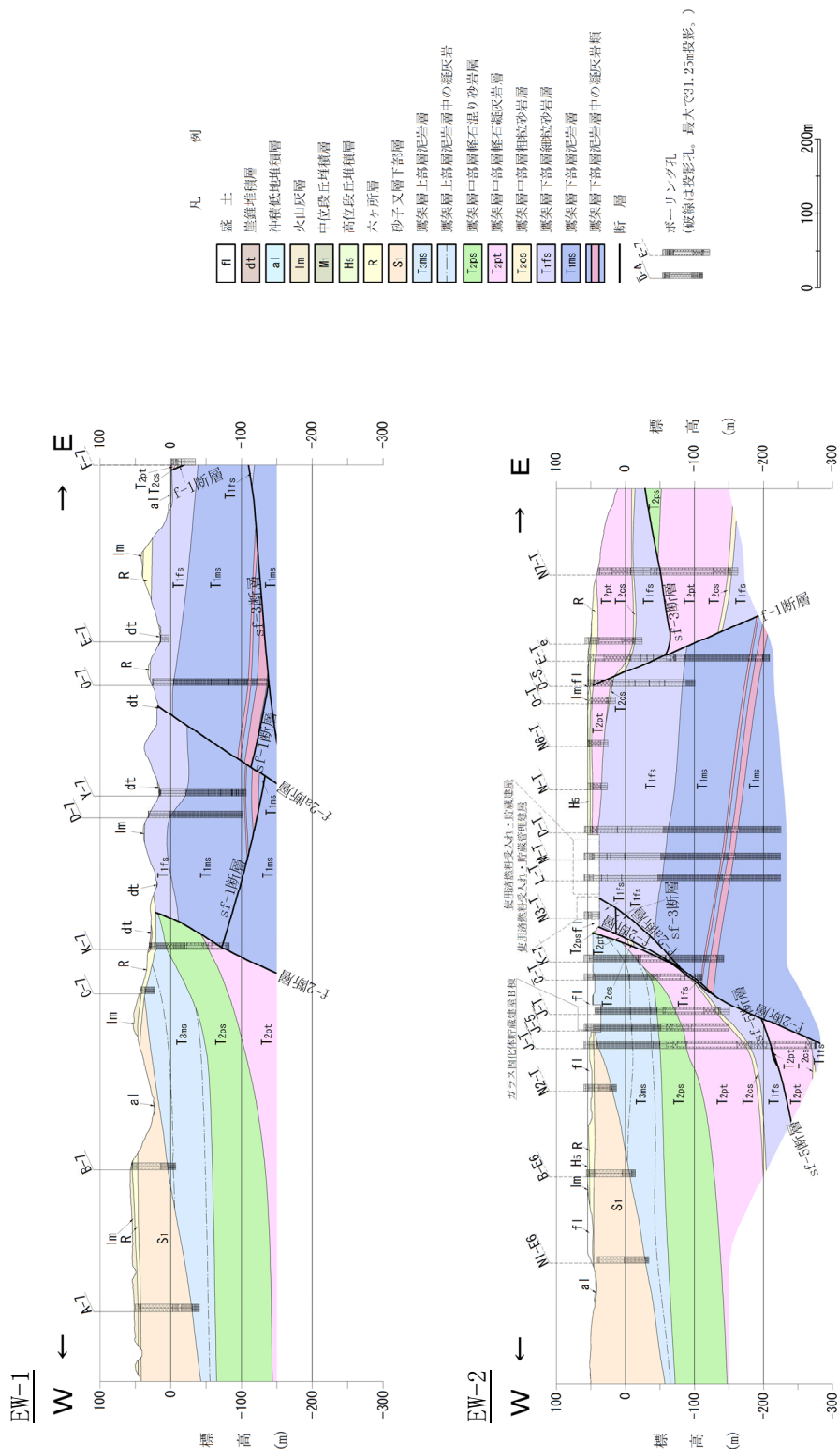
地震応答解析に用いる地質断面図は、評価対象地点近傍のボーリング調査等の結果に基づき、岩盤及び表層地盤の分布を設定し作成する。第5-1図に敷地内地質平面図を示す。

代表例として、第5-1図に示す断面位置の地質断面図を第5-2図に示す。

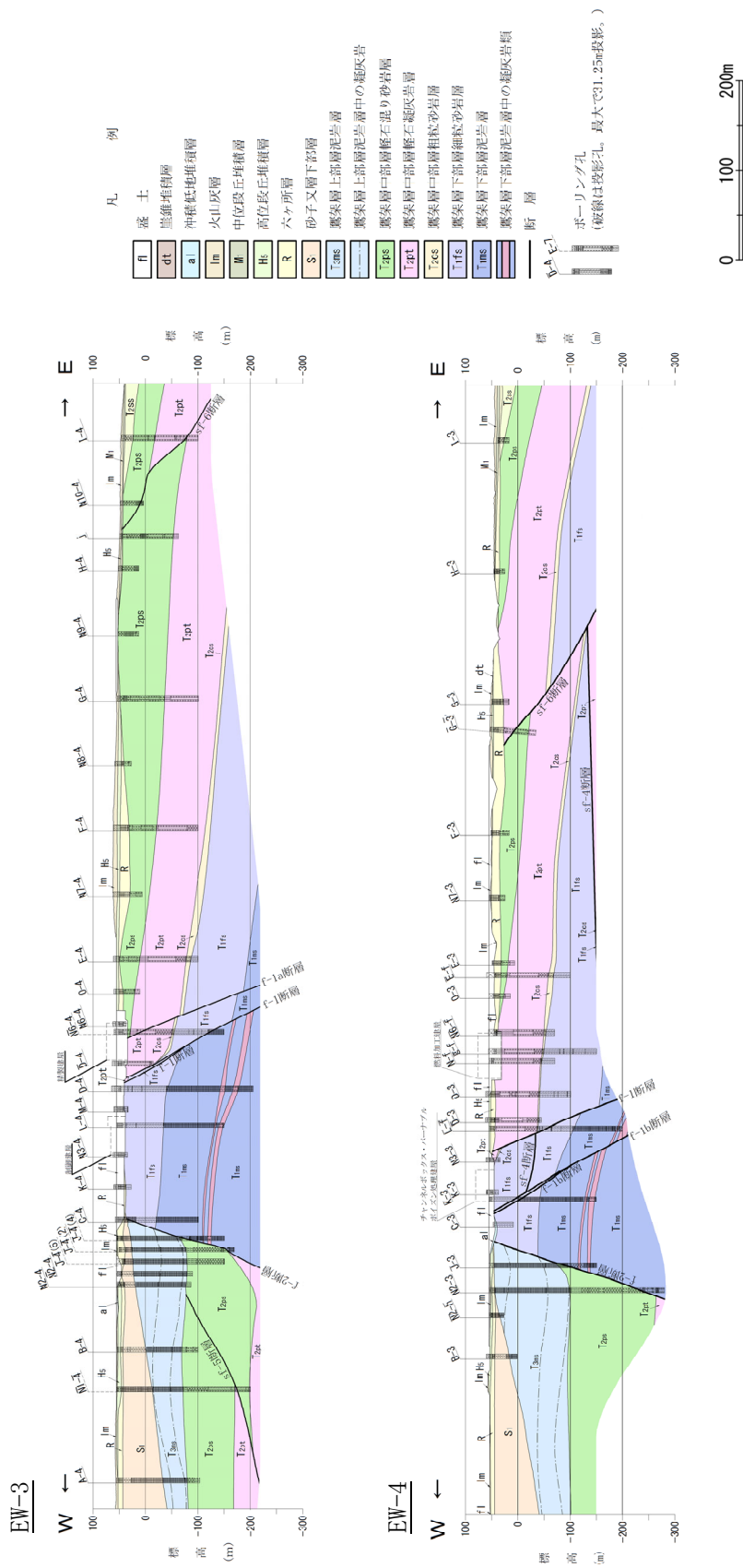


凡 例			
dt	崖錐堆積層	T3ms	鷹架層上部層泥岩層
al	沖積低地堆積層	T2sc	鷹架層中部層礫混り砂岩層
lm	火山灰層	T2ps	鷹架層中部層軽石混り砂岩層
M2	中位段丘堆積層	T2pt	鷹架層中部層軽石凝灰岩層
M1		T2cs	鷹架層中部層粗粒砂岩層
Hs	高位段丘堆積層	T1fs	鷹架層下部層細粒砂岩層
R	六ヶ所層	●	ボーリング孔
Si	砂子又層下部層	—30—	等高線 (数字は標高(m))
fl	盛土	↑ ↓	断面位置

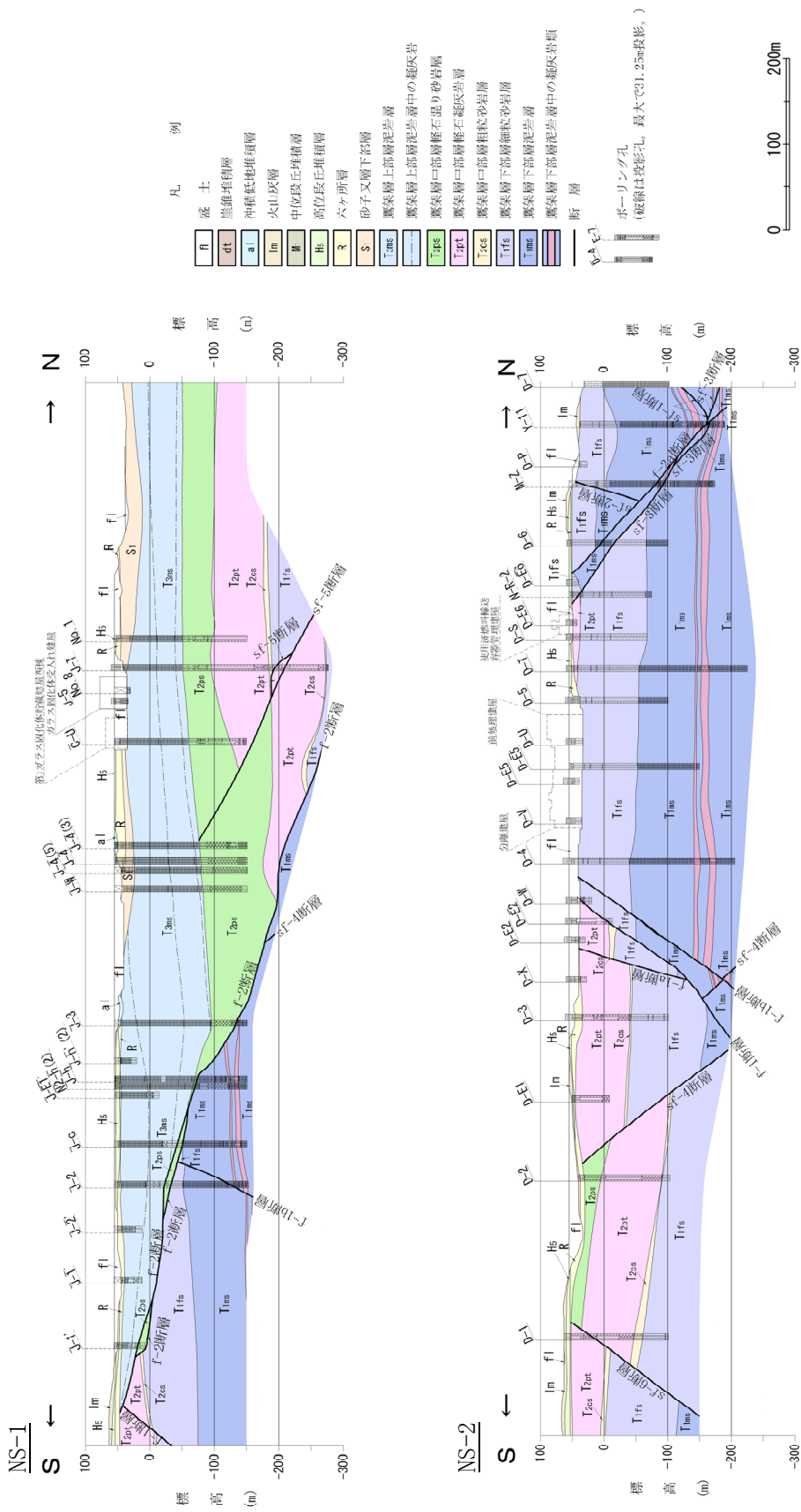
第5-1図 敷地内地質平面図



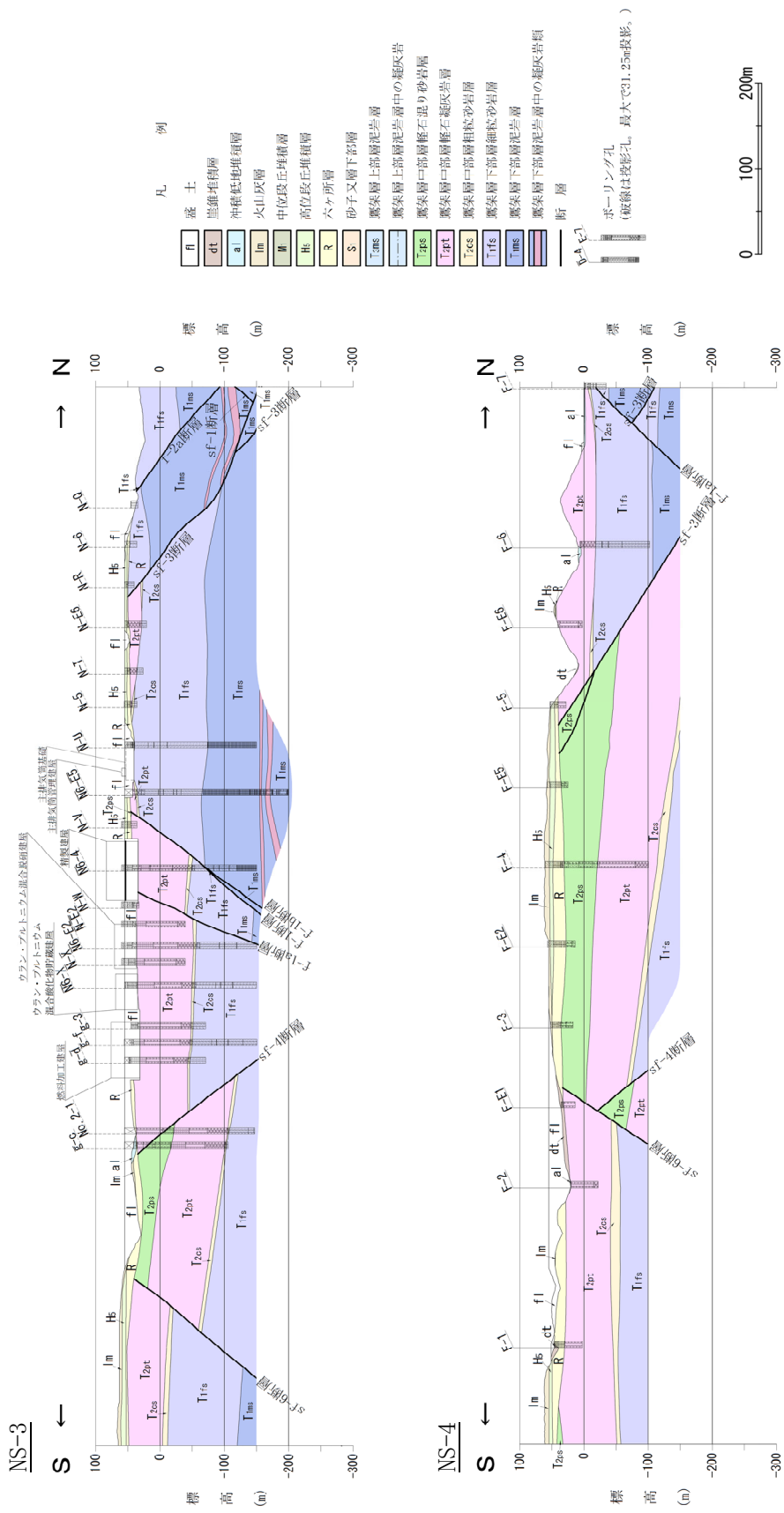
第5-2図(1) 敷地内地質断面図 (EW-1 及びEW-2)



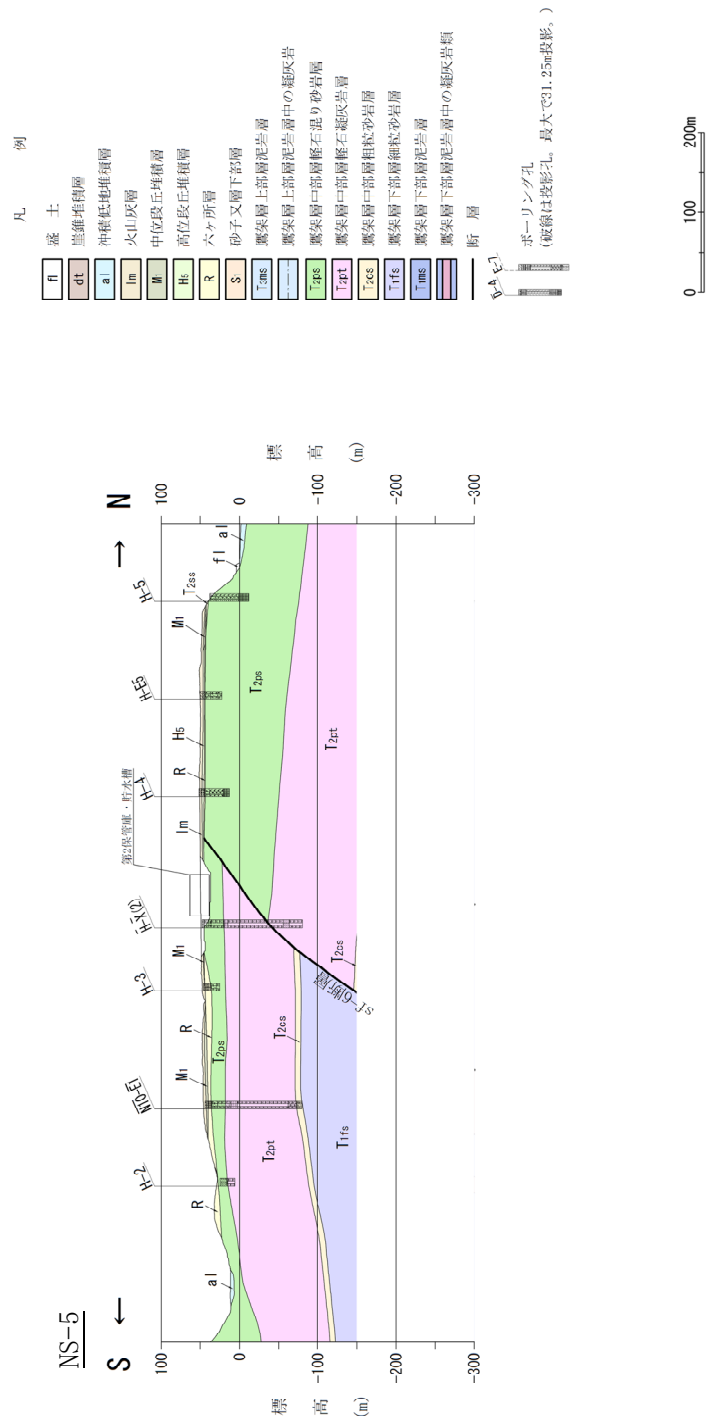
第5-2図(2) 敷地内地質断面図 (EW-3 及びEW-4)



第 5-2 図 (3) 敷地内地質断面図 (NS-1 及び NS-2)



第5-2図(4) 敷地内地質断面図 (NS-3 及び NS-4)



第 5-2 図 (5) 敷地内地質断面図 (NS-5)



## 6. 地盤の速度構造

### 6.1 入力地震動策定に用いる地下構造モデル

入力地震動の設定に用いる地下構造モデルについては、解放基盤表面（T.M.S.L. - 70m）から地震応答解析モデルの基礎底面位置の鷹架層をモデル化するとともに、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造及び対象建物・構築物の直下又は周辺の地質・速度構造の特徴を踏まえて適切に設定する。

なお、地下構造モデルの設定については、繰返し三軸試験による地下構造のひずみ依存特性を解析用地盤物性値として用いる。

### 6.2 地震応答解析に用いる解析モデル

西側地盤、中央地盤及び東側地盤の地下構造モデルを第6-1表に、入力地震動算定の概念図を第6-1図に示す。

西側地盤、中央地盤及び東側地盤は、敷地全体の地下構造及び対象建物・構築物の直下又は周辺の地質・速度構造の特徴を踏まえたうえで、第6-2図に示すPS検層孔を用いて設定する。

また、有効応力解析コード「FLIP」では、平均有効主応力の関数式にて動的変形特性をモデル化する。

第6-1表（1） 入力地震動の策定に用いる地下構造モデル（西側地盤）

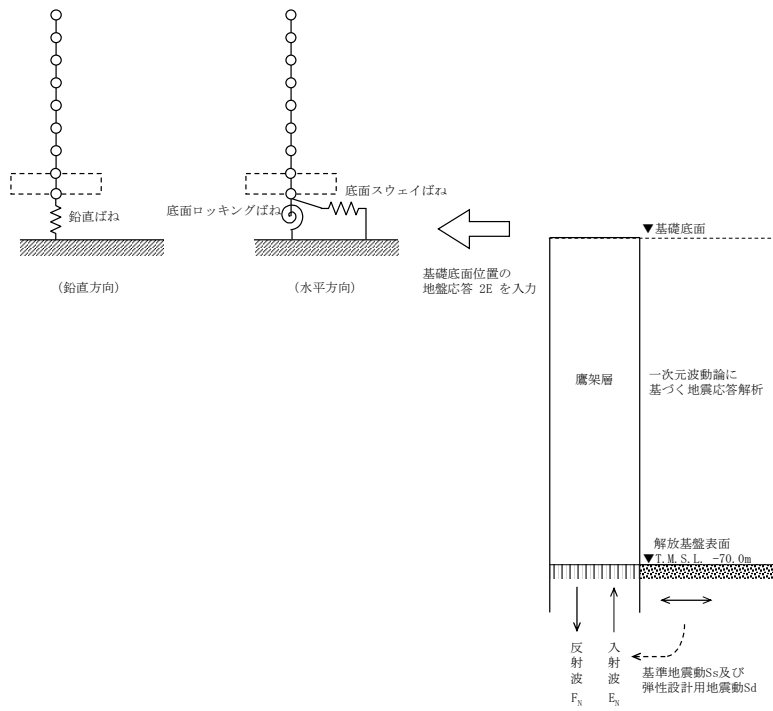
標高 T. M. S. L. (m)	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	S波速度		P波速度		減衰定数 h (%)	
		V <sub>s</sub> (m/s)	標準偏差 (m/s)	V <sub>p</sub> (m/s)	標準偏差 (m/s)		
▽地表面	55.0					3.0	
	41.0	14.8	410	100	1610		70
	17.0	15.9	570	30	1720		110
	-22.0	15.6	580	20	1680		20
	-50.0	16.4	590	30	1690		30
▽解放基盤表面	-70.0	17.0	730	80	1860		100
		15.9	780	40	1940		60

第6-1表（2） 入力地震動の策定に用いる地下構造モデル（中央地盤）

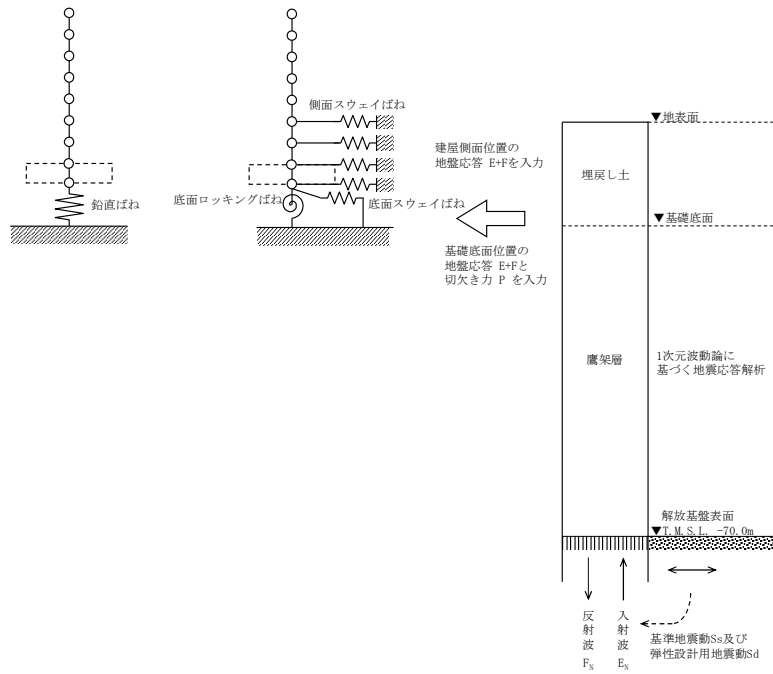
標高 T. M. S. L. (m)	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	S波速度		P波速度		減衰定数 h (%)	
		V <sub>s</sub> (m/s)	標準偏差 (m/s)	V <sub>p</sub> (m/s)	標準偏差 (m/s)		
▽地表面	55.0					3.0	
	42.0	18.1	660	140	1840		280
	22.0	18.2	760	90	1910		140
	4.0	18.2	800	40	1950		40
▽解放基盤表面	-70.0	17.8	820	50	1950		40
		17.0	820	50	1950		40

第6-1表（3） 入力地震動の策定に用いる地下構造モデル（東側地盤）

標高 T. M. S. L. (m)	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	S波速度		P波速度		減衰定数 h (%)	
		V <sub>s</sub> (m/s)	標準偏差 (m/s)	V <sub>p</sub> (m/s)	標準偏差 (m/s)		
▽地表面	55.0					3.0	
	23.0	15.7	580	120	1710		230
	-18.0	15.3	740	90	1870		100
▽解放基盤表面	-70.0	17.4	890	100	2030		110
		18.1	930	100	2050		80



(a) 側面地盤ばねを考慮しない場合



(b) 側面地盤ばねを考慮する場合

第6-1図 入力地震動算定の概念図



Ⅱ－1－1－3  
重要度分類の基本方針

## 目 次

	ページ
1. 概要 .....	1
2. 耐震設計上の重要度分類 .....	1
3. 施設区分 .....	1
4. 耐震重要度分類上の留意事項 .....	2
5. 廃棄物管理施設の区分 .....	2
5.1 区分の概要 .....	2
5.2 各区分の定義 .....	2
5.3 間接支持機能及び波及的影響 .....	3

## 1. 概要

本資料は、「Ⅱ－１－１ 耐震設計の基本方針」のうち「3. 耐震設計上の重要度分類」に基づき、廃棄物管理施設の耐震設計上の重要度分類についての基本方針について説明するものである。

## 2. 耐震設計上の重要度分類

廃棄物管理施設の耐震設計上の重要度を次のように分類する。

### (1) Sクラスの施設

自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要な施設であって、環境への影響が大きいもの。

### (2) Bクラスの施設

安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がSクラスに属する施設と比べ小さい施設。

### (3) Cクラスの施設

Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設。

## 3. 施設区分

廃棄物管理施設の耐震設計上の重要度分類によるクラス別施設を以下に示す。

### (1) Sクラスの施設

- a. ガラス固化体を管理する施設で、その破損による冷却機能の喪失によりガラス固化体の閉じ込め機能を阻害するおそれのある施設。
- b. ガラス固化体を管理する施設又はガラス固化体を取り扱う施設で、その破損による遮へい機能の喪失により環境へ大きい影響を及ぼすおそれのある施設。

### (2) Bクラスの施設

ガラス固化体を取り扱う施設で、Sクラスの施設に属さない施設。ただし、その破損により一般公衆に放射線の影響を与えない施設を除く。

(3) Cクラスの施設

- a. 放射性物質を内蔵しているか又はこれに関連した施設で、Sクラス及びBクラスに属さない施設。
- b. 放射性物質を内蔵しない施設で、Sクラス及びBクラスに属さない施設。

4. 耐震重要度分類上の留意事項

- (1) 廃棄物管理施設の安全機能は、その機能に直接的に関連するもののほか、補助的な役割をもつもの及び支持構造物等の間接的な施設を含めて健全性を保持する観点で、これらを主要設備等、補助設備、直接支持構造物、間接支持構造物及び波及的影響を検討すべき設備に区分する。

安全上要求される同一の機能上の分類に属する主要設備等、補助設備及び直接支持構造物については同一の耐震重要度とするが、間接支持構造物の支持機能及び波及的影響の評価については、それぞれ関連する設備の耐震設計に適用される地震動に対して安全上支障がないことを確認する。

5. 廃棄物管理施設の区分

5.1 区分の概要

当該施設に課せられる機能は、その機能に直接的に関連するもののほか、補助的な役割を持つもの、支持構造物等の間接的な施設を含めた健全性が保たれて初めて維持し得るものであることを考慮し、これらを主要設備等、補助設備、直接支持構造物、間接支持構造物及び波及的影響を考慮すべき施設に区分する。

5.2 各区分の定義

各区分の設備は次のものをいう。

- (1) 主要設備等とは、当該機能に直接的に関連する設備及び構築物をいう。
- (2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備等の補助的役割を持つ設備をいう。
- (3) 直接支持構造物とは、主要設備等、補助設備に直接取り付けられる支持構造物、又はこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
- (4) 間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物(建物・構築物)をいう。
- (5) 波及的影響を考慮すべき施設とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある施設をいう。波及的影響を考慮すべき施設の検討については、「Ⅱ-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」に示す。



### 5.3 間接支持機能及び波及的影響

同一系統設備に属する主要設備等，補助設備及び直接支持構造物については同一の耐震重要度とするが，間接支持構造物の支持機能及び設備相互間の影響については，それぞれ関連する設備の耐震設計に適用される地震動に対して安全上支障ないことを確認するものとする。

廃棄物管理施設の耐震設計上の重要度分類を第 5-1 表に，廃棄物管理施設の申請設備の耐震重要度分類表を第 5-2 表に示す。

なお，第 5-2 表においては，申請書本文「第 2 章 表 1 主要設備リスト」に示す建物・構築物及び機器・配管系について，「Ⅱ-2 耐震性に関する計算書」に耐震計算書を添付する施設（S クラス施設，波及的影響を考慮する施設）を示す。

同表には，当該施設を支持する建物・構築物の支持機能が維持されることを確認する地震動及び波及的影響を考慮すべき施設に適用する地震動（以下「検討用地震動」という。）を併記する。

第 5-1 表 耐震設計上の重要度分類(1/2)

耐震 クラス	施設区分	主要設備等*1			補助設備*2	直接支持構造物*3		間接支持構造物*4*5		波及的影響を考慮すべき設備等*6	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動*7	適用範囲	検討用 地震動*7
S	ガラス固化体を 管理する施設	管理施設	収納管, 通風管	S	—	機器の支持構造物	S	ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋B 棟	S <sub>S</sub> S <sub>S</sub>	北換気筒(ガラス固化 体受入れ・貯蔵建屋 換気筒)	S <sub>S</sub>
			貯蔵建屋床面走行クレーンの しゃへい容器	S	—	—	—				
		構築物	貯蔵区域しゃへい	S	—	—	—				
	ガラス固化体を 取り扱う施設	構築物	ガラス固化体検査室しゃへい	S	—	—	—	—			
B	ガラス固化体を 取り扱う施設	管理施設	貯蔵建屋床面走行クレーン*8	B	—	—	—	ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋B 棟	S <sub>B</sub> S <sub>B</sub>	—	—
		放射性廃 棄物の受 入施設	輸送容器搬送台車 ガラス固化体検査室天井クレーン ガラス固化体置き架台	B	—	機器の支持構造物	B	ガラス固化体貯蔵建屋	S <sub>B</sub>	—	—
		構築物	ガラス固化体貯蔵建屋及びガ ラス固化体貯蔵建屋B棟にお ける二次しゃへい, Sクラス以 外の一次しゃへい	B	—	—	—	—	—	—	—
C	放射性物質を内 蔵しているか又 はこれに関連し た施設で, S, B クラスに属さな い施設	放射性廃 棄物の受 入施設	ガラス固化体検査装置*9	C	—	機器の支持構造物	C	ガラス固化体貯蔵建屋	S <sub>C</sub>	—	—
		気体廃棄 物の廃棄 施設	収納管排気設備	C	—	機器, 配管等の支持 構造物	C	ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋B 棟	S <sub>C</sub> S <sub>C</sub>	—	—
			換気設備	C	—	機器, 配管等の支持 構造物	C	ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋B 棟	S <sub>C</sub> S <sub>C</sub> S <sub>C</sub>		
			北換気筒(ガラス固化体受入 れ・貯蔵建屋換気筒)	C	—	—	—	支持鉄塔, 基礎	S <sub>C</sub>		
			冷却空気出口シャフト*10	C	—	—	—	—	—		

第 5-1 表 耐震設計上の重要度分類(2/2)

耐震 クラス	施設区分	主要設備等*1			補助設備*2	直接支持構造物*3		間接支持構造物*4*5		波及的影響を考慮すべき設備等*6	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動*7	適用範囲	検討用 地震動*7
C	放射性物質を内蔵しているか又はこれに関連した施設で、S、Bクラスに属さない施設	液体廃棄物の廃棄施設	廃水貯蔵設備	C	—	機器、配管等の支持構造物	C	ガラス固化体受入れ建屋	S <sub>C</sub>	—	—
		固体廃棄物の廃棄施設	固体廃棄物貯蔵設備	C	—	—	—	ガラス固化体受入れ建屋	S <sub>C</sub>	—	—
		放射性廃棄物の受入施設	受入れ建屋天井クレーン	C	—	—	—	ガラス固化体受入れ建屋	S <sub>C</sub>	—	—
		放射線管理施設	放射線監視設備	C	電気設備のうち予備電源	機器、配管等の支持構造物	C	ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋B棟	S <sub>C</sub> S <sub>C</sub> S <sub>C</sub>	—	—
	放射性物質を内蔵しない施設で、S、Bクラスに属さない施設	計測制御系統施設	計測制御設備	C	電気設備のうち予備電源	機器、配管等の支持構造物	C	ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋B棟	S <sub>C</sub> S <sub>C</sub> S <sub>C</sub>	—	—
		その他廃棄物管理設備の附属施設	消防用設備 電気設備	C	電気設備のうち予備電源						

51

- 注記
- \*1：主要設備等とは、当該機能に直接的に関連する設備及び構築物をいう。
  - \*2：補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備等の補助的役割を持つ設備をいう。
  - \*3：直接支持構造物とは、主要設備等に直接取り付けられる支持構造物、又はこれらの主要設備等の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
  - \*4：間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物・構築物）をいう。
  - \*5：ガラス固化体受入れ建屋は、Cクラス施設の間接支持構造物としての検討を行う建物であるが、基準地震動 $S_s$ にて輸送容器に波及的破損を与えないように設計する。
  - \*6：波及的影響を考慮すべき設備とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある施設をいう。
  - \*7： $S_s$ ：基準地震動 $S_s$ により定まる地震力。  
 $S_B$ ：耐震Bクラス施設に適用される地震力。  
 $S_C$ ：耐震Cクラス施設に適用される静的地震力。
  - \*8：貯蔵建屋床面走行クレーンはBクラスであるが、Sクラスのしゃへい容器と一体構造のため、Sクラス施設に適用される地震力に対し、耐えるように設計する。
  - \*9：ガラス固化体検査装置のうち、ガラス固化体放射エネルギー測定装置はCクラスであるが、ガラス固化体が移動しないよう、ガラス固化体放射エネルギー測定装置を基準地震動 $S_s$ にて設計する。
  - \*10：冷却空気出口シャフトは、ガラス固化体貯蔵建屋及びガラス固化体貯蔵建屋B棟の各々の一部であるため、基準地震動 $S_s$ にて設計する。

第 5-2 表 廃棄物管理施設の申請設備の耐震重要度分類表(1/12)

凡例

- ：耐震計算書を添付する
- ・：耐震計算書の添付なし
- ×：撤去する設備
- ※：新設又は新規登録する設備

【 】内は検討用地震動を示す。

施設	耐震クラス			間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
	S	B	C		
1. 廃棄物管理設備本体 管理施設 ガラス固化体貯蔵建屋  ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟	○ガラス固化体貯蔵建屋  ○ガラス固化体貯蔵建屋の遮蔽  ○ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟  ○ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟の遮蔽	・ガラス固化体貯蔵建屋の遮蔽  ・ガラス固化体貯蔵建屋の遮蔽	・地下水排水設備(ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟周り)	ー  ガラス固化体貯蔵建屋  ー  屋外  ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟	○北換気筒(ガラス固化体受入れ・貯蔵建屋換気筒)【Ss】  ○北換気筒(ガラス固化体受入れ・貯蔵建屋換気筒)【Ss】

第 5-2 表 廃棄物管理施設の申請設備の耐震重要度分類表(2/12)

耐震クラス 施設	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を 考慮すべき施設
ガラス固化体貯蔵設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ガラス固化体貯蔵建屋の貯蔵ピット(収納管/通風管)</li> <li>○ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟の貯蔵ピット(収納管/通風管)</li> <li>○ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーン(ガラス固化体の移送機構/遮蔽容器)</li> <li>○ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟床面走行クレーン(ガラス固化体の移送機構)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガラス固化体拔出し装置</li> <li>・ガラス固化体貯蔵建屋の冷却空気入口シャフト</li> <li>○ガラス固化体貯蔵建屋の冷却空気出口シャフト【Ss】*<sup>1</sup></li> <li>・ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟の冷却空気入口シャフト</li> <li>○ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟の冷却空気出口シャフト【Ss】*<sup>1</sup></li> </ul>	<p>ガラス固化体貯蔵建屋</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○冷却空気出口ルーバ【Ss】</li> </ul>

第 5-2 表 廃棄物管理施設の申請設備の耐震重要度分類表 (3/12)

耐震クラス 施設	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を 考慮すべき施設
2. 放射性廃棄物の受入れ施設 ガラス固化体受入れ設備 ガラス固化体受入れ建屋  ガラス固化体受入れ設備		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガラス固化体仮置き架台</li> <li>・輸送容器搬送台車(共振)</li> <li>・ガラス固化体検査室天井クレーン(共振)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ガラス固化体受入れ建屋【Ss】*<sup>2</sup></li> <li>・ガラス固化体受入れ建屋の遮蔽設備</li> <li>・受入れ建屋天井クレーン</li> <li>・輸送容器検査室クレーン</li> <li>・ガラス固化体検査室補助クレーン</li> <li>・ガラス固化体重量測定装置</li> <li>・ガラス固化体外観検査装置</li> <li>・ガラス固化体寸法測定装置</li> <li>・ガラス固化体表面汚染検査装置</li> <li>○ガラス固化体放射能量測定装置【Ss】*<sup>3</sup></li> <li>・ガラス固化体発熱量測定装置</li> <li>・ガラス固化体閉じ込め検査装置</li> </ul>	ー ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋	

第 5-2 表 廃棄物管理施設の申請設備の耐震重要度分類表(4/12)

耐震クラス 施設	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を 考慮すべき施設
3. 計測制御系統施設 計測制御設備			<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線監視盤</li> <li>・ガラス固化体の冷却空気 の入口温度</li> <li>・ガラス固化体の冷却空気 の出口温度</li> <li>・第 3 貯蔵区域ガラス固 化体の冷却空気の入 口温度</li> <li>・第 4 貯蔵区域ガラス固 化体の冷却空気の入 口温度</li> <li>・第 3 貯蔵区域ガラス固 化体の冷却空気の出 口温度</li> <li>・第 4 貯蔵区域ガラス固 化体の冷却空気の出 口温度</li> <li>・収納管排気設備の入 口 圧力</li> <li>・収納管排気設備の入 口 圧力</li> <li>・廃水貯槽の水位</li> <li>・廃水貯槽の漏えい水水 位</li> <li>・監視制御盤</li> </ul>	<p>ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟</p> <p>ガラス固化体受入れ建屋</p>	



第 5-2 表 廃棄物管理施設の申請設備の耐震重要度分類表 (5/12)

耐震クラス 施設	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を 考慮すべき施設
4. 放射線管理施設 放射線監視設備 屋内モニタリング設備  屋外モニタリング設備 排気モニタリング設備  環境モニタリング設備  放射線サーベイ機器  試料分析関係設備  個人管理用設備			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガンマ線エリアモニタ</li> <li>・ベータ線ダストモニタ</li> <li>・ガラス固化体受入れ・貯蔵建屋換気筒モニタ</li> <li>・冷却空気出口シャフトモニタ</li> <li>・排気サンプリング設備 (ガラス固化体受入・貯蔵建屋換気筒)</li> <li>・積算線量計</li> <li>・ダストサンブラ</li> <li>・気象観測機器(風向風速計, 温度計)</li> <li>・エアスニファ</li> <li>・放射能測定装置(アルファ・ベータ線用)</li> <li>・放射能測定装置(ベータ線用)</li> <li>・核種分析装置(ガンマ線用)</li> <li>・ホールボディカウンタ</li> </ul>	ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B棟  ガラス固化体貯蔵建屋  北換気筒管理建屋  ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B棟  北換気筒管理建屋  屋外  保健管理建屋 屋外  屋外  ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B棟  ガラス固化体受入れ建屋  環境管理建屋  ガラス固化体受入れ建屋  保健管理建屋	

第 5-2 表 廃棄物管理施設の申請設備の耐震重要度分類表 (6/12)

耐震クラス 施設	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を 考慮すべき施設
出入管理関係設備 出入管理設備  汚染管理設備			<ul style="list-style-type: none"> <li>・入退域管理装置</li>   <li>・更衣設備</li> <li>・シャワ設備</li> <li>・手洗い場</li> <li>・退出モニタ</li> </ul>	ガラス固化体受入れ建屋 北換気筒管理建屋  ガラス固化体受入れ建屋	

第 5-2 表 廃棄物管理施設の申請設備の耐震重要度分類表 (7/12)

耐震クラス 施設	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を 考慮すべき施設
5. その他廃棄物管理設備の附属施設 気体廃棄物の廃棄施設 収納管排気設備          換気設備 ガラス固化体受入れ・貯蔵建屋 換気設備			<ul style="list-style-type: none"> <li>・貯蔵ピット収納管排風機</li> <li>・貯蔵ピット収納管排風機</li> <li>・貯蔵ピット収納管排気フィルタユニット</li> <li>・貯蔵ピット収納管排気フィルタユニット</li> <li>・サンプリング装置</li> <li>・サンプリング装置</li> <li>・主配管(建屋換気系)</li> <li>・管理区域送風機</li> <li>・検査室送風機</li> <li>・管理区域給気ユニット</li> <li>・検査室給気ユニット</li> <li>・管理区域排風機</li> <li>・検査室排風機</li> <li>・管理区域排気フィルタユニット</li> <li>・検査室排気フィルタユニット</li> <li>・主配管(建屋換気系)</li> </ul>	ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B棟 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B棟 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B棟 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B棟 ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋	

第 5-2 表 廃棄物管理施設の申請設備の耐震重要度分類表(8/12)

耐震クラス 施設	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を 考慮すべき施設
ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟換気設備  北換気筒(ガラス固化体受入れ・貯蔵建屋換気筒)  液体廃棄物の廃棄施設 廃水貯蔵設備  固体廃棄物の廃棄施設 固体廃棄物貯蔵設備		<ul style="list-style-type: none"> <li>第 2 低レベル廃棄物貯蔵建屋の遮蔽設備(外壁, セル壁等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>管理区域送風機</li> <li>管理区域給気ユニット</li> <li>管理区域排風機</li> <li>管理区域排気フィルタユニット</li> <li>主配管(建屋換気系)</li> <li>○北換気筒(ガラス固化体受入れ・貯蔵建屋換気筒)【Ss】</li> <li>廃水貯槽</li> <li>堰</li> <li>固体廃棄物貯蔵室</li> <li>低レベル固体廃棄物貯蔵エリア(第 1 貯蔵系)</li> </ul>	ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟  屋外  ガラス固化体受入れ建屋  第 2 低レベル廃棄物貯蔵建屋  ガラス固化体受入れ建屋  第 2 低レベル廃棄物貯蔵建屋	

第 5-2 表 廃棄物管理施設の申請設備の耐震重要度分類表 (9/12)

耐震クラス 施設	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を 考慮すべき施設
その他の主要な事項 火災防護設備			<ul style="list-style-type: none"> <li>・火災発生防止設備</li> <li>・熱感知器</li> <li>・煙感知器</li> <li>・炎感知器</li> <li>・火災報知盤</li> <li>・消火用水貯槽</li> <li>・ろ過水貯槽</li> <li>・電動機駆動消火ポンプ</li> <li>・ディーゼル駆動消火ポンプ</li> <li>・圧力調整用消火ポンプ</li> <li>・主配管(ろ過水貯槽側)</li> <li>・主配管(消火水供給系)</li> <li>・屋外消火栓設備</li> <li>・屋内消火栓設備</li> <li>・防火水槽</li> </ul>	ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B棟  ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B棟  ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B棟  ユーティリティ建屋  屋外  ユーティリティ建屋  ユーティリティ建屋 屋外  ガラス固化体貯蔵設備 ユーティリティ建屋 屋外  屋外 第 2 低レベル廃棄物貯蔵建屋  ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B棟  屋外	

第 5-2 表 廃棄物管理施設の申請設備の耐震重要度分類表(10/12)

耐震クラス 施設	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を 考慮すべき施設
火災防護設備 (つづき)			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 二酸化炭素消火設備</li> <li>・ 粉末消火器</li> <li>・ 蓄電池内蔵照明</li> <li>・ 防火ダンパ</li> <li>・ 火災区域(区画)構造物 (ガラス固化体受入れ 建屋/ガラス固化体貯 蔵建屋/ガラス固化体 貯蔵建屋B棟)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟</li> <li>ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟 第 2 低レベル廃棄物貯蔵 建屋</li> <li>ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟</li> <li>ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟</li> <li>ガラス固化体受入れ建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟</li> </ul>	

第 5-2 表 廃棄物管理施設の申請設備の耐震重要度分類表(11/12)

耐震クラス 施設	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を 考慮すべき施設
電気設備			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ディーゼル機関</li> <li>・ディーゼル発電機</li> <li>・運転予備ディーゼル発電機</li> <li>・燃料貯蔵設備</li>   <li>・415V 運転予備用無停電電源装置</li> <li>・105V 運転予備用無停電電源装置</li>   <li>・110V 運転予備用蓄電池</li> <li>・350V 蓄電池</li> <li>・110V 運転予備用充電器盤</li> <li>・420V 運転予備用無停電電源装置蓄電池</li>   <li>・6.9kV 運転予備用母線</li> <li>・6.9kV 常用母線</li> <li>・460V 運転予備用母線</li>   <li>・460V 常用母線</li> <li>・計測制御用交流電源設備</li> <li>・ガス絶縁開閉装置</li>   <li>・1号,2号受電変圧器</li> <li>・6.9kV 運転予備用主母線</li> <li>・6.9kV 常用主母線</li> <li>・誘導灯</li> <li>・非常灯</li> </ul>	<p>ガラス固化体貯蔵建屋</p> <p>ユーティリティ建屋</p> <p>屋外</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋 B棟</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋 B棟</p> <p>ガラス固化体受入れ建屋</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋 B棟</p> <p>屋外</p> <p>ユーティリティ建屋</p> <p>ガラス固化体受入れ建屋</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋</p> <p>ガラス固化体貯蔵建屋 B棟</p> <p>保健管理建屋</p> <p>北換気筒管理建屋</p>	

第 5-2 表 廃棄物管理施設の申請設備の耐震重要度分類表(12/12)

施設	耐震クラス			間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
	S	B	C		
通信連絡設備 所内通信連絡設備  所外通信連絡設備 圧縮空気設備  蒸気供給設備			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ページング装置</li> <li>・ 所内携帯電話</li> <li>・ 一般加入電話</li> <li>・ 衛星携帯電話</li> <li>・ 常用空気圧縮機</li> <li>・ 運転予備用空気圧縮機</li> <li>・ 空気第 2 貯槽</li> <li>・ ボイラ</li> </ul>	ガラス固化体受入れ建屋  ユーティリティ建屋  ガラス固化体受入れ建屋  ユーティリティ建屋  ユーティリティ建屋	

注記 \*1: 冷却空気出口シャフトは、ガラス固化体貯蔵建屋及びガラス固化体貯蔵建屋B棟の各々の一部であるため、基準地震動  $S_s$  にて設計する。

\*2: 基準地震動  $S_s$  にて輸送容器に波及的破損を与えないように設計する。

\*3: ガラス固化体がガラス固化体放射エネルギー測定装置から移動しないよう基準地震動  $S_s$  にて設計する。



II - 1 - 1 - 4

波及的影響に係る基本方針

## 目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針	1
3.1 波及的影響を考慮した施設の設計の観点	1
3.2 不等沈下又は相対変位の観点による設計	1
3.3 接続部の観点による設計	3
3.4 損傷, 転倒及び落下の観点による建屋内施設の設計	3
3.5 損傷, 転倒及び落下の観点による建屋外施設の設計	4
4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設	5
4.1 不等沈下又は相対変位の観点	5
4.2 接続部の観点	5
4.3 建屋内施設の損傷, 転倒及び落下の観点	5
4.4 建屋外施設の損傷, 転倒及び落下の観点	6
5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針	7
5.1 耐震評価部位	7
5.2 地震応答解析	7
5.3 設計用地震動又は地震力	7
5.4 荷重の種類及び荷重の組合せ	7
5.5 許容限界	8
5.5.1 建物・構築物	8
5.5.2 機器・配管系	8
6. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討	9

## 1. 概要

本資料は、「Ⅱ－１－１ 耐震設計の基本方針」の「3.3 波及的影響に対する考慮」に基づき、安全機能を有する施設の耐震設計を行うに際して、波及的影響を考慮した設計の基本的な考え方を説明するものである。

## 2. 基本方針

安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設(以下「上位クラス施設」という。)は、下位クラス施設の波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計する。

ここで、下位クラス施設とは、安全上重要な施設の周辺にある安全上重要な施設以外の廃棄物管理施設内にある施設(安全機能を有する施設以外の施設及び資機材等含む)をいう。

## 3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針

### 3.1 波及的影響を考慮した施設の設計の観点

波及的影響を考慮した施設の設計においては、「廃棄物管理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」(以下「規則解釈」という。)に記載の以下の4つの観点で実施する。

- (1) 設置地盤及び地震応答性状の相違に起因する相対変位又は不等沈下による影響
- (2) 安全上重要な施設と下位クラス施設との接続部における相互影響
- (3) 建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による安全上重要な施設への影響
- (4) 建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による安全上重要な施設への影響

また、原子力施設情報公開ライブラリ(NUCIA:ニューシア)から、原子力施設の地震被害情報を抽出し、その要因を整理する。地震被害の発生要因が規則解釈(1)～(4)の検討事項に分類されない要因については、その要因も設計の観点到追加する。

以上の(1)～(4)の具体的な設計方法を以下に示す。

### 3.2 不等沈下又は相対変位の観点による設計

建屋外に設置する安全機能を有する施設を対象に、規則解釈(1)「設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響」の観点で、上位クラス施設の安全機能を損なわないよう設計する。

#### (1) 地盤の不等沈下による影響

下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下により、上位クラス施設の安全機能を損なわないよう、以下のとおり設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の不等沈下を想定して

も上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために、衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、不等沈下を起こさない十分な支持性能をもつ地盤に下位クラス施設を設置する。下位クラス施設を上位クラス施設に要求される支持性能が十分でない地盤に設置する場合は、下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持する設計とする。

上記の方針で設計しない場合は、下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち、不等沈下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

## (2) 建屋間の相対変位による影響

下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位により、上位クラス施設の安全機能を損なわないよう、以下のとおり設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位を想定しても、下位クラス施設が上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設との間に波及的影響を防止するために、衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位により、下位クラス施設が上位クラス施設に衝突する位置にある場合には、衝突部分の接触状況の確認、建屋全体評価又は局部評価を実施し、衝突に伴い、上位クラス施設について、それぞれその安全機能が損なわれるおそれのないよう設計する。

以上の設計方針のうち、建屋全体評価又は局部評価を実施して設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

### 3.3 接続部の観点による設計

建屋内外に設置する安全機能を有する施設を対象に、規則解釈(2)「安全上重要な施設と下位クラス施設との接続部における相互影響」の観点で、上位クラス施設の安全機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

上位クラス施設と下位クラス施設との接続部には、原則、Sクラスの隔離弁等を設置することにより分離し、事故時等に隔離されるよう設計する。隔離されない接続部以降の下位クラス施設については、下位クラス施設が上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、内部流体の内包機能、機器・配管系の構造強度等を確保するよう設計する。又は、これらが維持されなくなる可能性がある場合は、下位クラス施設の損傷と隔離によるプロセス変化により、上位クラス施設の内部流体の温度及び圧力に影響を与えても、支持構造物を含めて系統としての機能が設計の想定範囲内に維持されるよう設計する。

以上の設計方針のうち、内部流体の内包機能、機器・配管系の構造強度を確保するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

### 3.4 損傷、転倒及び落下の観点による建屋内施設の設計

建屋内に設置する安全機能を有する施設を対象に、規則解釈(3)「建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による安全上重要な施設への影響」の観点で、上位クラス施設の安全機能を損なわないよう設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、下位クラス施設が損傷、転倒及び落下に至らないよう構造強度設計を行う。

上記の方針で設計しない場合は、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち、構造強度設計を行う、又は下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

### 3.5 損傷、転倒及び落下の観点による建屋外施設の設計

建屋外に設置する安全機能を有する施設を対象に、規則解釈(4)「建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による安全上重要な施設への影響」の観点で、上位クラス施設の安全機能を損なわないよう設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、下位クラス施設が損傷、転倒及び落下に至らないよう構造強度設計を行う。

上記の方針で設計しない場合は、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち、構造強度設計を行う、又は下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

#### 4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設

「3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針」に基づき、構造強度等を確保するように設計するものとして選定した下位クラス施設を以下に示す。

##### 4.1 不等沈下又は相対変位の観点

###### (1) 地盤の不等沈下による影響

上位クラス施設に対して、波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を確認した結果、地盤の不等沈下による波及的影響の設計対象として選定する下位クラス施設はない。

###### (2) 建屋間の相対変位による影響

###### a. ガラス固化体受入れ建屋

ガラス固化体貯蔵建屋に隣接しているガラス固化体受入れ建屋は、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して、ガラス固化体貯蔵建屋に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の相対変位により、波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第 4.1-1 表に示す。

第 4.1-1 表 波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設(相対変位)

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
ガラス固化体貯蔵建屋	ガラス固化体受入れ建屋

##### 4.2 接続部の観点

上位クラス施設に対して、波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を確認した結果、接続部の観点で波及的影響の設計対象として選定する下位クラス施設はない。

##### 4.3 建屋内施設の損傷、転倒及び落下の観点

###### (1) 施設の損傷、転倒及び落下による影響

###### a. 冷却空気出口ルーバ

下位クラス施設である冷却空気出口ルーバは、上位クラス施設であるガラス固化体貯蔵建屋 B 棟の貯蔵ピット（収納管/通風管）の近傍に設置していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒により、ガラス固化

体貯蔵建屋 B 棟の貯蔵ピット（収納管/通風管）に衝突し波及的影響を及ぼすおそれ  
が否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の損傷、転倒及び落下  
等により波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第 4.3-1 表に示す。

第 4.3-1 表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（損傷、転倒及び落下）

波及的影響を受けるおそれのある 上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位 クラス施設
ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟の貯蔵 ピット（収納管/通風管）	冷却空気出口ルーバ

#### 4.4 建屋外施設の損傷、転倒及び落下の観点

##### (1) 施設の損傷、転倒及び落下による影響

###### a. 北換気筒（ガラス固化体受入れ・貯蔵建屋換気筒）

下位クラス施設である北換気筒（ガラス固化体受入れ・貯蔵建屋換気筒）は、上  
位クラス施設であるガラス固化体貯蔵建屋及びガラス固化体貯蔵建屋 B 棟の近傍に  
設置していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う  
転倒により、ガラス固化体貯蔵建屋又はガラス固化体貯蔵建屋 B 棟に衝突し波及的  
影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

###### b. ガラス固化体受入れ建屋

下位クラス施設であるガラス固化体受入れ建屋は、上位クラス施設であるガラス  
固化体貯蔵建屋に隣接していること及び輸送容器を内包することから、上位クラス  
施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒により、ガラス固化体貯蔵建屋  
又は輸送容器に衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的  
影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の損傷、転倒及び落下  
等により波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第 4.4-1 表に示す。

第 4.4-1 表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（損傷、転倒及び落下）

波及的影響を受けるおそれのある上 位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位 クラス施設
ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟	北換気筒（ガラス固化体受入れ・ 貯蔵建屋換気筒）
ガラス固化体貯蔵建屋 輸送容器	ガラス固化体受入れ建屋



## 5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針

「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」において選定した施設の耐震設計方針を以下に示す。

### 5.1 耐震評価部位

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の評価対象部位は、それぞれの損傷モードに応じて選定する。

すなわち、評価対象下位クラス施設の不等沈下、相対変位、接続部における相互影響、損傷、転倒及び落下を防止するよう、主要構造部材、支持部及び固定部等を対象とする。

また、地盤の不等沈下又は下位クラス施設の転倒を想定して設計する施設については、上位クラス施設の機能に影響がないよう評価部位を選定する。

各施設の耐震評価部位は、「Ⅱ－2－2－1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」の「3.1 耐震評価部位」に示す。

### 5.2 地震応答解析

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計において実施する地震応答解析については、「Ⅱ－1－1 耐震設計の基本方針」の「10. 耐震計算の基本方針」に従い、既設工認で実績があり、かつ最新の知見に照らしても妥当な手法及び条件を基本として行う。また、周辺地盤の液状化のおそれのある施設は、その周辺地盤の液状化による影響を考慮する。

各施設の設計に適用する地震応答解析は、「Ⅱ－2－2－1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」の「3.2 地震応答解析」に示す。

### 5.3 設計用地震動又は地震力

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設においては、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。

各施設の設計に適用する地震動又は地震力は、「Ⅱ－2－2－1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」の「3.3 設計用地震動又は地震力」に示す。

### 5.4 荷重の種類及び荷重の組合せ

波及的影響の防止を目的とした設計において用いる荷重の種類及び荷重の組合せについては、波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設と同じ運転状態において下位クラス施設に発生する荷重を組み合わせる。

なお、上位クラス施設に廃棄物管理施設内にある施設(安全機能を有する施設以外

の施設及び資機材等含む)を設置する場合は、その施設の荷重も考慮する。

また、地盤の不等沈下又は転倒を想定し、上位クラス施設の機能に影響がないよう設計する場合は、転倒等に伴い発生する荷重を組み合わせる。

荷重の設定においては、実運用・実事象上定まる範囲を考慮して設定する。

各施設の設計に適用する荷重の種類及び組み合わせは、「Ⅱ－2－2－1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」の「3.4 荷重の種類及び荷重の組合せ」に示す。

## 5.5 許容限界

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の評価に用いる許容限界設定の考え方を、以下建物・構築物及び機器・配管系に分けて示す。

### 5.5.1 建物・構築物

建物・構築物について、離隔による防護を講じることで、下位クラス施設の相対変位等による波及的影響を防止する場合は、下位クラス施設と上位クラス施設との距離を基本として許容限界を設定する。

また、施設の構造を保つことで、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を防止する場合は、鉄筋コンクリート造耐震壁の最大せん断ひずみに対して JEAG4601-1987 に基づく終局点に対応するせん断ひずみ、部材に発生する応力に対して終局耐力又は「建築基準法及び同施行令」に基づく層間変形角の評価基準値を基本として許容限界を設定する。

### 5.5.2 機器・配管系

機器・配管系について、施設の構造を保つことで、下位クラス施設の接続部における相互影響並びに損傷、転倒及び落下を防止する場合は、評価部位に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有していることに相当する許容限界を設定する。

配管については、配管耐震評価上影響のある下位クラス配管を上位クラス配管に含めて構造強度設計を行う。

また、地盤の不等沈下又は転倒を想定する場合は、下位クラス施設の転倒等に伴い発生する荷重により、上位クラス施設の評価部位に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有していること、また転倒した下位クラス施設と上位クラス施設との距離を許容限界として設定する。

## 6. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討

工事段階においても、上位クラス施設の設計段階の際に検討した配置・補強等が設計どおりに施されていることを、敷地全体を俯瞰した調査・検討を行うことで確認する。また、仮置資材等、現場の配置状況等の確認を必要とする下位クラス施設についても合わせて確認する。

工事段階における検討は、規則解釈の4つの観点のうち、(3)及び(4)の観点、すなわち下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による影響について、現場調査により実施する。

確認事項としては、設計段階において検討した離隔による防護の観点で行う。すなわち、施設の損傷、転倒及び落下を想定した場合に上位クラス施設に衝突するおそれのある範囲内に下位クラス施設がないこと、又は間に衝撃に耐えうる障壁、緩衝物等が設置されていること、仮置資材等については固縛など、転倒及び落下を防止する措置が適切に講じられていることを確認する。

ただし、仮置資材等の下位クラス施設自体が、明らかに影響を及ぼさない程度の大きさ、重量等の場合は対象としない。

以上を踏まえて、損傷、転倒及び落下により、上位クラス施設に波及的影響を及ぼす可能性がある下位クラス施設が抽出されれば、必要に応じて、上記の確認事項と同じ観点で対策・検討を行う。すなわち、下位クラス施設の配置を変更したり、間に緩衝物等を設置したり、固縛等の転倒・落下防止措置等を講じたりすることで対策・検討を行う。

また、工事段階における確認の後も、波及的影響を防止するように現場を保持するため、保安規定に機器設置時の配慮事項等を定めて管理する。

## II - 1 - 1 - 5

# 地震応答解析の基本方針

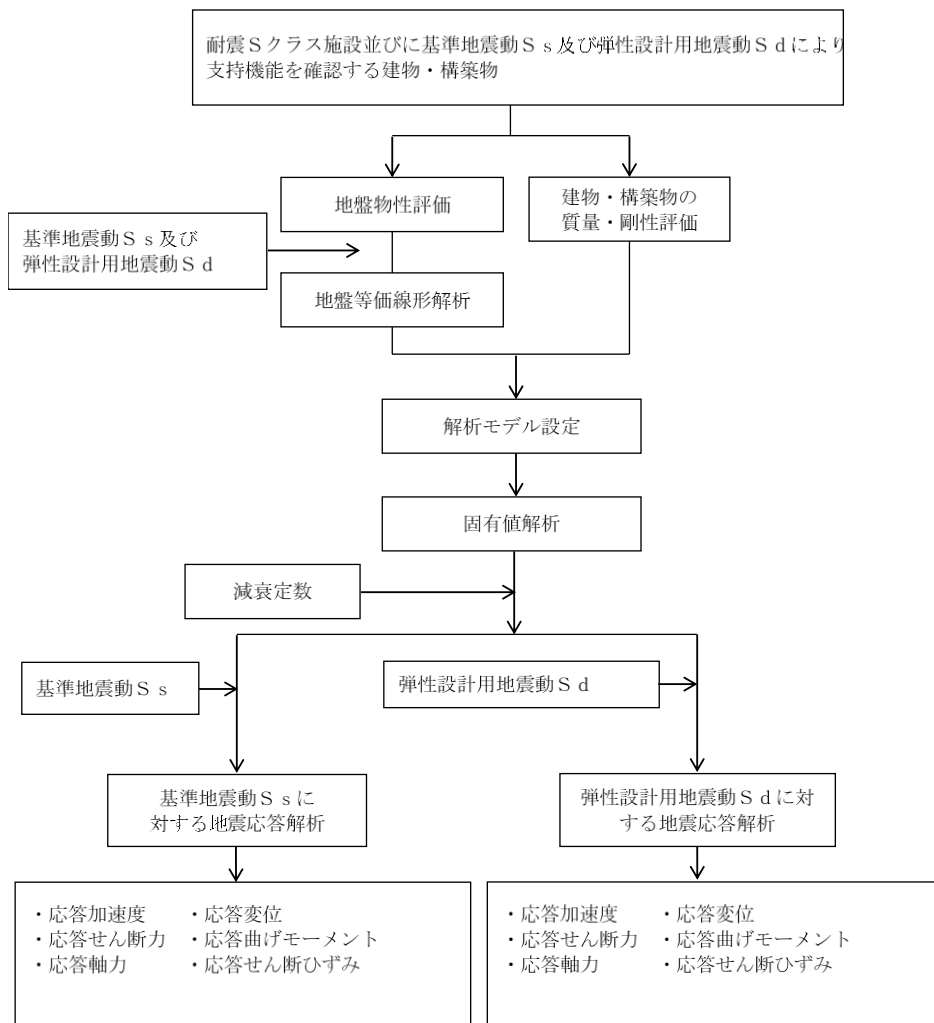
## 目 次

	ページ
1. 概要 .....	1
2. 地震応答解析の方針 .....	3
2.1 建物・構築物 .....	3
2.2 機器・配管系 .....	6
3. 設計用減衰定数 .....	8

## 1. 概要

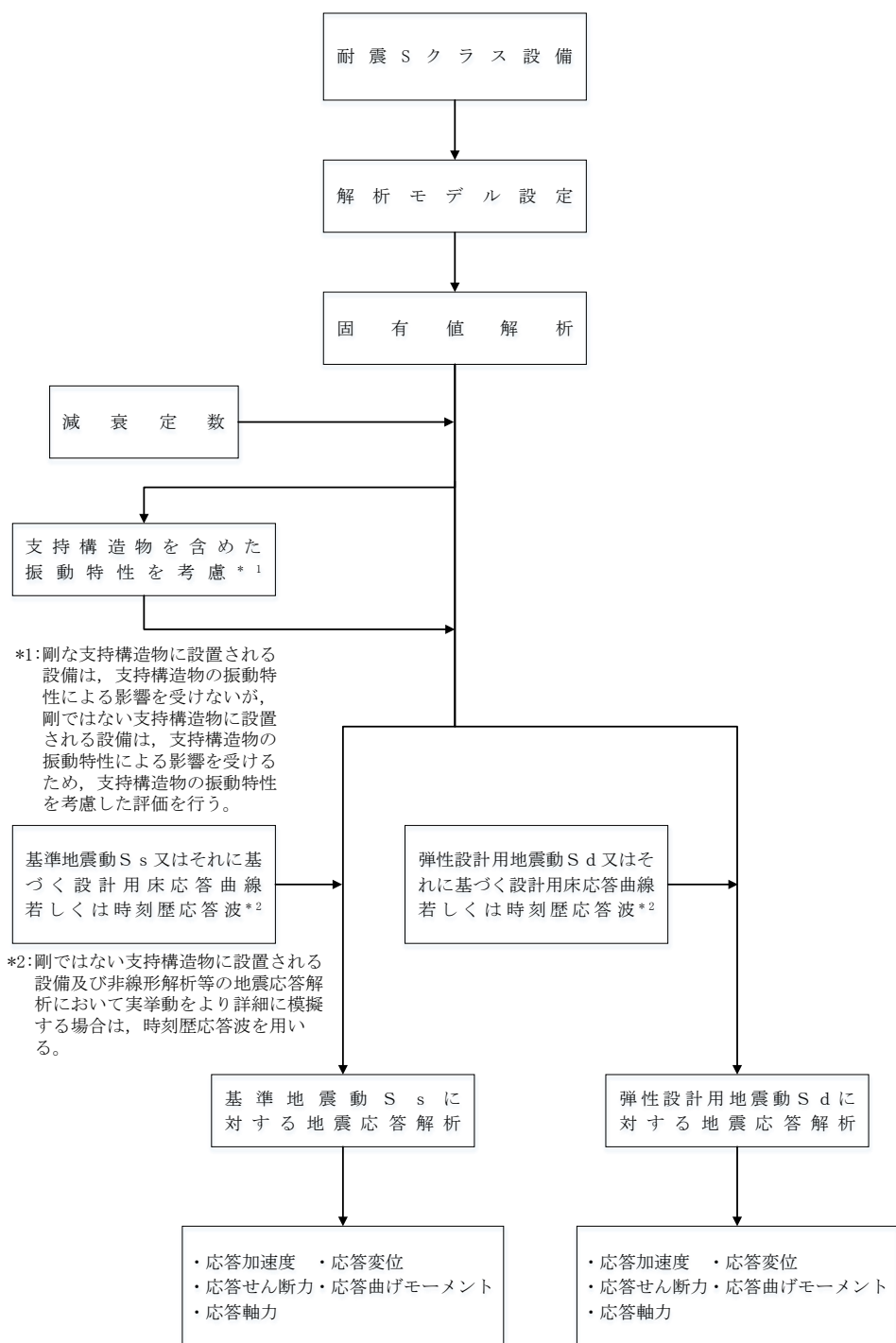
本資料は、「Ⅱ－1－1 耐震設計の基本方針」のうち「4. 設計用地震力」に基づき、建物・構築物及び機器・配管系の耐震設計を行う際の地震応答解析の基本方針を説明するものである。

第1-1図及び第1-2図に建物・構築物及び機器・配管系の地震応答解析の手順をそれぞれ示す。



第1-1図 建物・構築物の地震応答解析の手順

建物，構築物（屋外機械基礎，排気筒）



第1-2図 機器・配管系の地震応答解析の手順

## 2. 地震応答解析の方針

### 2.1 建物・構築物

#### (1) 入力地震動

解放基盤表面は、S波速度が0.7km/s以上であるT.M.S.L. -70mとしている。

建物・構築物の地震応答解析における入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ を基に、対象建物・構築物の地盤条件を適切に考慮した上で、必要に応じ2次元FEM解析又は1次元波動論により、地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。

建物・構築物の地震応答解析における入力地震動は、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造及び対象建物・構築物の直下又は周辺の地質・速度構造の特徴を踏まえて適切に設定した地下構造モデルを用いて設定するとともに、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。地盤の非線形特性の考慮に当たっては、地下水排水設備による地下水位の低下状態を踏まえ評価する。地盤の動的変形特性を考慮した入力地震動の算定に当たっては、地盤のひずみの大きさに応じて解析手法の適用性に留意する。地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物については、施設の構造上の特徴の観点から、地下躯体を有する場合又は基礎形式が杭基礎に該当する場合は、液状化による影響について確認する。なお、施設の周辺地盤及び周辺施設の配置状況の観点から、各施設の基礎が直接又はMMRを介して岩盤に支持され周囲が建物・構築物で囲まれている場合は、液状化による影響が小さいと考えられることから、液状化による影響についての確認は不要とする。また、各施設の基礎が直接又はMMRを介して岩盤に支持され、かつ、周囲が広範囲に改良地盤で囲まれ、液状化の影響がないと定量的に判断できる場合は、液状化による影響についての確認は不要とする。更に必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ、地質・速度構造等の地盤条件を設定する。

特に杭を介して岩盤に支持された建物・構築物については杭の拘束効果についても適切に考慮する。

また、安全機能を有する施設における耐震Bクラスの建物・構築物のうち共振のおそれがあり、動的解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動 $S_d$ を2分の1倍したものをを用いる。

#### (2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性、適用限界等を考慮の上、適切な解析法を選定するとともに、建物・構築物に応じた適切な解析条件を設定する。また、原則として、建物・構築物の地震応答解析及び床応答曲線の作成は、線形解析及び非線形解析に適用可能な時刻歴応答解析法に



よる。

建物・構築物の動的解析に当たっては、建物・構築物の剛性はそれらの形状、構造特性等を十分考慮して評価し、集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。

動的解析には、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮するものとし、解析モデルの地盤のばね定数は、基礎版の平面形状、基礎側面と地盤の接触状況、地盤の剛性等を考慮して定める。各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえて、地盤ばねには必要に応じて、基礎浮上りによる非線形性又は誘発上下動を考慮できる浮上り非線形性を考慮するものとする。設計用地盤定数の設定に当たっては、地盤の構造特性の考慮として、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係や対象建物・構築物位置での地質・速度構造の違いにも留意し、原則として、弾性波試験によるものを用いる。

地盤－建物・構築物連成系の減衰定数は、振動エネルギーの地下逸散及び地震応答における各部のひずみレベルを考慮して定める。

地震応答解析において、主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、実験等の結果に基づき、該当する建物部分の構造特性に応じて、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。

また、Sクラスの施設を支持する建物・構築物の支持機能を検討するための動的解析において、建物・構築物の主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。

地震応答解析に用いる材料定数については、材料物性のばらつき等を適切に考慮する。また、ばらつきによる変動が建物・構築物の振動性状や応答性状に及ぼす影響として考慮すべきばらつきの要因を選定した上で、選定された要因を考慮した動的解析により設計用地震力を設定する。

建物・構築物の3次元応答性状及び機器・配管系への影響については、建物・構築物の3次元FEMモデルによる解析に基づき、施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮して評価する。3次元応答性状等の評価は、周波数応答解析法等による。解析方法及び解析モデルについては、「II-1-1-7 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」に示す。

建物・構築物の動的解析においては、地下水排水設備による地下水位の低下を考慮して適切な解析手法を選定する。

このうち、地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物については、杭基礎、地下躯体等の構造上の特徴、施設の周辺地盤及び周辺施設の配置状況を踏まえ、液状化による影響が生じるおそれがある場合には、その影響について確認する。

液状化の影響確認に当たり、地震時の地盤の有効応力の変化に応じた影響を考慮する場合は、有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で、保守性を考慮して設定する。

建屋の設置状況を踏まえ、隣接建屋が建物・構築物の応答性状及び機器・配管系へ及ぼす影響については、地盤3次元FEMモデルによる解析に基づき評価する。解析方法及び解析モデルについては、「Ⅱ-2-4-2 隣接建屋に関する影響評価」に示す。

また、更なる信頼性の向上を目的として設置した地震観測網から得られた観測記録により振動性状を把握する。動的解析に用いるモデルについては、地震観測網により得られた観測記録を用い解析モデルの妥当性確認等を行う。地震観測網の概要は、別紙「地震観測網について」に示す。

a. 解析方法

建物・構築物の地震応答は、時刻歴応答解析法により求める。時刻歴応答解析法は(1)式の多質点系の振動方程式を Newmark- $\beta$ 法( $\beta=1/4$ )を用いた直接積分法により求める。

$$[m] \cdot \{\ddot{x}\}_t + [c] \cdot \{\dot{x}\}_t + [k] \cdot \{x\}_t = -[m] \cdot \{\ddot{y}\}_t \cdots \cdots \cdots (1)$$

ここで、

- [m]:質量マトリックス
- [c]:減衰マトリックス
- [k]:剛性マトリックス
- $\{\ddot{x}\}_t$ :時刻tの加速度ベクトル
- $\{\dot{x}\}_t$ :時刻tの速度ベクトル
- $\{x\}_t$ :時刻tの変位ベクトル
- $\{\ddot{y}\}_t$ :時刻tの入力加速度ベクトル

ここで、時刻 $t+\Delta t$ における解を次のようにして求める。なお、 $\Delta t$ は時間メッシュを示す。

$$\{x\}_{t+\Delta t} = \{x\}_t + \{\dot{x}\}_t \cdot \Delta t + \left[ \left( \frac{1}{2} - \beta \right) \cdot \{\ddot{x}\}_t + \beta \cdot \{\ddot{x}\}_{t+\Delta t} \right] \cdot \Delta t^2 \cdots \cdots (2)$$

$$\{\dot{x}\}_{t+\Delta t} = \{\dot{x}\}_t + \frac{1}{2} \cdot [\{\ddot{x}\}_t + \{\ddot{x}\}_{t+\Delta t}] \cdot \Delta t \cdots \cdots (3)$$

$$\{\ddot{x}\}_{t+\Delta t} = \{\ddot{x}\}_t + \{\Delta \ddot{x}\}_{t+\Delta t} \cdots \cdots (4)$$

(2)、(3)及び(4)式を(1)式に代入して整理すると、加速度応答増分ベクトル

が次のように求められる。

$$\{\Delta\ddot{x}\}_{t+\Delta t} = -[A]^{-1} \cdot ([B] + [m] \cdot \{\Delta\ddot{y}\}_{t+\Delta t}) \cdot \dots \dots \dots (5)$$

ここで、

$$[A] = [m] + \frac{1}{2} \cdot \Delta t \cdot [c] + \beta \cdot \Delta t^2 \cdot [k]$$

$$[B] = \left( \Delta t \cdot [c] + \frac{1}{2} \cdot \Delta t^2 \cdot [k] \right) \cdot \{\ddot{x}\}_t + \Delta t \cdot [k] \cdot \{\dot{x}\}_t$$

$$\{\Delta\ddot{y}\}_{t+\Delta t} = \{\ddot{y}\}_{t+\Delta t} - \{\ddot{y}\}_t$$

(5)式を(2)，(3)及び(4)式に代入することにより，時刻  $t + \Delta t$  の応答が時刻  $t$  の応答から求められる。

b. 解析モデル

建物・構築物の解析モデルを以下に示す。

(a) 建物及び屋外機械基礎

水平方向は，地盤との相互作用を考慮し，耐震壁等の曲げ及びせん断剛性を評価した多質点系モデルとする。鉛直方向は，地盤との相互作用を考慮し，耐震壁等の軸剛性を評価した多質点系モデルとする。

(b) 排気筒

水平方向及び鉛直方向とも，地盤との相互作用を考慮し，鉄骨部材及び基礎の曲げ，せん断及び軸剛性を評価した要素によるフレームモデルとする。

2.2 機器・配管系

(1) 入力地震動又は入力地震力

機器・配管系の地震応答解析における入力地震動又は入力地震力は，基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  又は当該機器・配管系の設置床における設計用床応答曲線若しくは時刻歴応答波とする。

設計用床応答曲線の作成方法については，「Ⅱ-1-1-6 設計用床応答曲線の作成方針」に示す。

なお，建屋応答解析における各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえ，誘発上下動を考慮するモデルを用いている場合については，鉛直方向の加速度応答時刻歴に，以下のとおり誘発上下動を考慮することとする。

- ・ V+Xv
- ・ V+Yv
- ・ V-Xv
- ・ V-Yv

ここで、

V：鉛直方向地震力に対する鉛直方向の加速度応答時刻歴

X<sub>v</sub>:X 方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴

Y<sub>v</sub>:Y 方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴

また、安全機能を有する施設における耐震Bクラスの機器・配管系のうち共振のおそれがあり、動的解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動S<sub>d</sub>を基に線形解析により作成した設計用床応答曲線の応答加速度を2分の1倍したものをを用いる。

## (2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性、適用限界等を考慮の上、適切な解析法を選定するとともに、解析条件として考慮すべき減衰定数、剛性等の各種物性値は、適切な規格・基準、あるいは実験等の結果に基づき設定する。

機器の解析に当たっては、形状、構造特性等を考慮して、代表的な振動モードを適切に表現できるよう質点系モデル、はり、シェル等の要素を使用した有限要素モデル等に置換し、設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。

配管系については、適切なモデルを作成し、設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。

また、スペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法を用いる場合は材料物性のばらつき等を適切に考慮する。

スペクトルモーダル解析法及び時刻歴応答解析法の選択に当たっては、衝突・すべり等の非線形現象を模擬する観点又は既往研究の知見を取り入れ実機の挙動を模擬する観点で、材料物性のばらつき等への配慮を考慮しつつ時刻歴応答解析法を用いる等、解析対象とする現象、対象設備の振動特性・構造特性等を考慮し適切に選定する。

3次元的な広がりを持つ設備については、3次元的な配置を踏まえ、適切にモデル化し、水平2方向及び鉛直方向の応答成分について適切に組み合わせるものとする。具体的な方針については「Ⅱ-1-1-7 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」に示す。

剛性の高い機器・配管系は、その機器・配管系の設置床面の最大応答加速度の1.2倍の加速度を震度として作用させて構造強度評価に用いる地震力を算定する。

### a. 解析方法

スペクトルモーダル解析法における最大値は、二乗和平方根(SRSS)法により求め

る。時刻歴応答解析法においては直接積分法又はモーダル時刻歴解析による。

#### b. 解析モデル

機器・配管系の解析モデルの例を以下に示す。

##### (a) 機器

容器，熱交換器等の機器は，機器本体及び支持構造物の剛性をそれぞれ考慮し，原則として重心位置に質量を集中させた1質点系モデルに置換する。

ただし，振動特性の観点から質量分布及び部材間における剛性変化を考慮する方が適切と考えられる構造の場合は，はり又はシェル要素による有限要素モデルに置換する。

また，クレーン類は，その構造特性を考慮してはり又はシェル要素による有限要素モデルに置換する。なお，すべり等の非線形現象を考慮する場合は，すべり要素等の非線形要素を取り入れた上で有限要素モデルに置換する。

##### (b) 配管系

配管は，設備の重要度，口径及び最高使用温度に応じ，標準支持間隔を用いたモデル又は多質点系はりモデルに置換する。また，ダクトは，標準支持間隔を用いたモデルに置換する。

機器，配管系の評価については，これら解析方法及び解析モデルに応じた評価を行う。機器，配管系の評価方法について，「Ⅱ-1-1-10 機器の耐震支持方針」，「Ⅱ-1-1-11-1 配管の耐震支持方針」，「Ⅱ-1-1-11-2 ダクトの耐震支持方針」，「Ⅱ-1-2 耐震計算に関する基本方針」及び「Ⅱ-1-3 耐震性に関する計算書作成の基本方針」に示す。

### 3. 設計用減衰定数

地震応答解析に用いる減衰定数は，JEAG4601-1987，1991に記載されている減衰定数を設備の種類，構造等により適切に選定するとともに，試験等で妥当性が確認された値も用いる。具体的には第3-1表に示す。

なお，建物・構築物の地震応答解析に用いる鉄筋コンクリートの材料減衰定数の設定については，既往の知見に加え，既設施設の地震観測記録等により，その妥当性を検討する。入力地震動による建物・構築物の応答レベル及び構造形状の複雑さを踏まえ，既往の知見に加え，地震観測記録等による検討を行い，適用性が確認できたことから第3-1表に示す建物・構築物に対して5%と設定する。

第3-1表 減衰定数

1. 建物・構築物

対象設備		使用材料	減衰定数(%)	
			水平方向	鉛直方向
建物	建物	鉄筋コンクリート	5	5
		鉄骨	2	2
	地盤	—	JEAG4601-1991追補版の近似法により算定*1	
屋外機械基礎	構築物	鉄筋コンクリート	5	5
	地盤	—	JEAG4601-1991追補版の近似法により算定*1	
排気筒	構築物	鋼材(筒身)	1*2	1*2
		鉄骨(鉄塔)	2	2
		オイルダンパー	製品の仕様値により設定	
		鉄筋コンクリート	5	5
	地盤	—	JEAG4601-1991追補版の近似法により算定*1	

注記 \*1：地盤条件及び基礎形状等に基づき振動アドミタンス理論により動的地盤ばねを算定し，JEAG4601-1991追補版の近似法により算定。

\*2：接合部が溶接であることを考慮し，設定。

## 2. 機器・配管系

対象設備	減衰定数(%)	
	水平方向	鉛直方向
溶接構造物	1.0	1.0 <sup>*1</sup>
クレーン	1.0~2.0 <sup>*2</sup>	1.0~2.0 <sup>*1</sup>
配管系	0.5~3.0 <sup>*2*3</sup>	0.5~3.0 <sup>*1*2*3</sup>

注記 \*1：既往の研究等において，設備の地震入力方向の依存性や減衰特性について検討され妥当性が確認された値。

\*2：既往の研究等において，試験及び解析等により妥当性が確認されている値。

\*3：具体的な適用条件を「第3-2表 配管系の設計用減衰定数」に示す。

(参考文献)

電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価の研究(H12~H13)」

電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究(H7~H10)」

第 3-2 表 配管系の設計用減衰定数

配管区分		減衰定数* <sup>1</sup> (%)	
		保温材無	保温材有* <sup>2</sup>
I	スナバ及び架構レストレイント支持主体の配管系で、支持具(スナッパ又は架構レストレイント)の数が 4 個以上のもの	2.0	3.0* <sup>3</sup>
II	スナバ、架構レストレイント、ロッドレストレイント、ハンガ等を有する配管系でアンカ及び U ボルトを除いた支持具の数が 4 個以上であり、配管区分 I に属さないもの	1.0	2.0* <sup>3</sup>
III	U ボルトを有する配管系で、架構で水平配管の自重を受ける U ボルトの数が 4 個以上* <sup>4</sup> のもの	2.0* <sup>3</sup>	3.0* <sup>3</sup>
IV	配管区分 I、II 及び III に属さないもの	0.5	1.5* <sup>3</sup>

注記 \*1：水平方向及び鉛直方向の設計用減衰定数は同じ値を使用。

\*2：金属保温材による付加減衰定数は、配管全長に対する金属保温材使用割合が 40%以下の場合 1.0%を適用するが、金属保温材使用割合が 40%を超える場合は 0.5%とする。

\*3：JEAG4601-1991 追補版で規定されている配管系の設計用減衰定数に、既往の研究等において妥当性が確認された値を反映。

\*4：表に示す支持具の種類及び数は、アンカからアンカまでの独立した振動系について算定する。支持具の算定は、当該支持点を同一方向に複数の支持具で分配して支持する場合には、支持具数は 1 個として扱い、同一支持点を複数の支持具で 2 方向に支持する場合は 2 個として扱うものとする。

(参考文献)

電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価の研究(H12～H13)」

電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究(H7～H10)」



Ⅱ－１－１－５ 別紙  
地震観測網について

## 目 次

	ページ
1. 概要 .....	1
2. 地震観測網の基本方針 .....	1
3. 地震観測網の配置計画 .....	1

## 1. 概要

廃棄物管理施設の主要な建屋には、安全上重要な施設の実地震時の振動特性を把握するために、各建屋に地震計を設置し、継続して地震観測を行う。また、比較的規模の大きい地震の観測記録が得られた場合は、それらの測定結果に基づく解析等により主要な施設の健全性を確認すること等に活用する。

## 2. 地震観測網の基本方針

廃棄物管理施設における主要な建屋については、地震時の建屋の水平方向および鉛直方向の振動特性を把握するため、建屋の基礎上や最上部等の適切な位置に地震計を配置することにより、実地震による建屋の振動（建屋増幅特性）を観測する。なお、地震計は水平2成分と鉛直1成分の計3成分を観測するものとする。

## 3. 地震観測網の配置計画

各建屋の地震計の設置方針を第3-1表に、各建屋における地震計の配置を第3-1図～第3-6図に示す。

第 3-1 表 各建屋の地震計の設置方針

建屋	設置位置	設置方針
ガラス固化体受入れ建屋	地下 2 階（基礎）	水平方向及び鉛直方向の振動を観測する。
ガラス固化体貯蔵建屋	地上 2 階	
	地下 2 階（基礎）	
ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟	シャフト頂部	
	屋上階	
	地上 1 階	
	地下 2 階（基礎）	



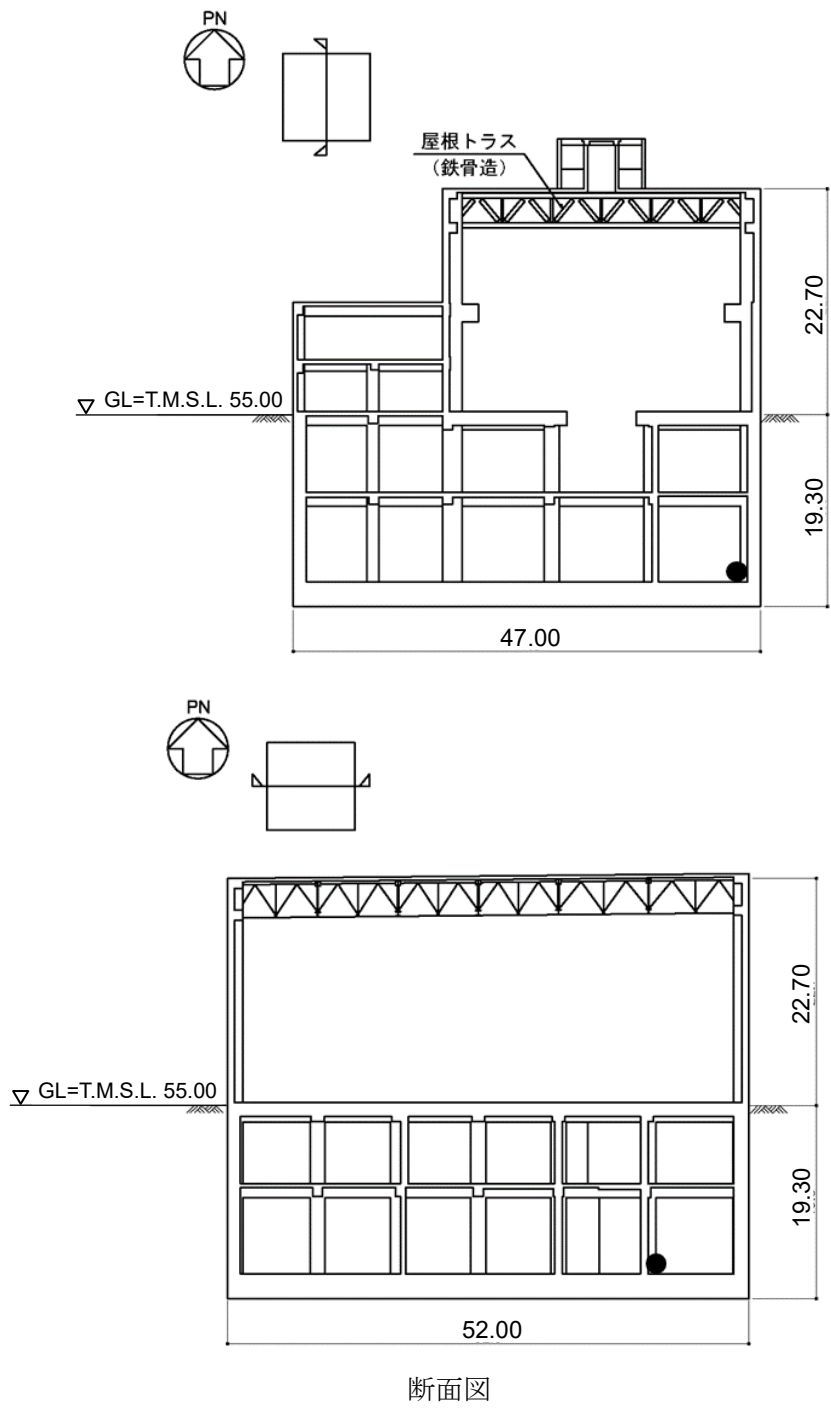
地下 2 階平面図 (EL38.20m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-1 図 ガラス固化体受入れ建屋建屋 地震計配置図 (平面図)

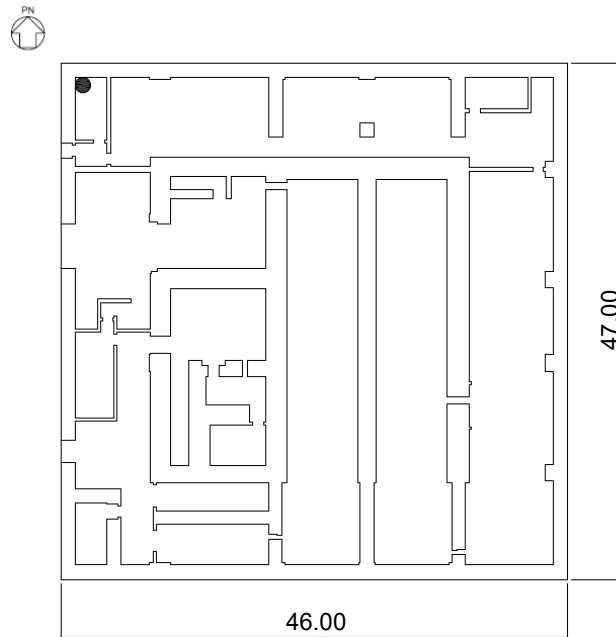


凡例

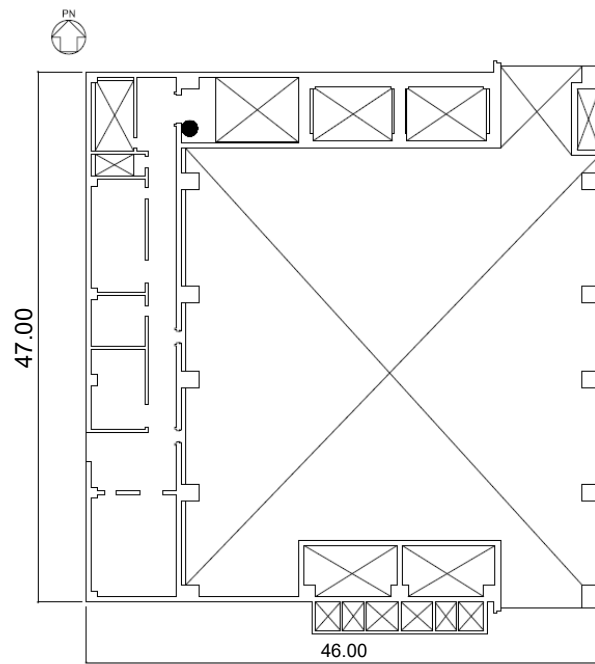
● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-2 図 ガラス固化体受入れ建屋 地震計配置図 (断面図)



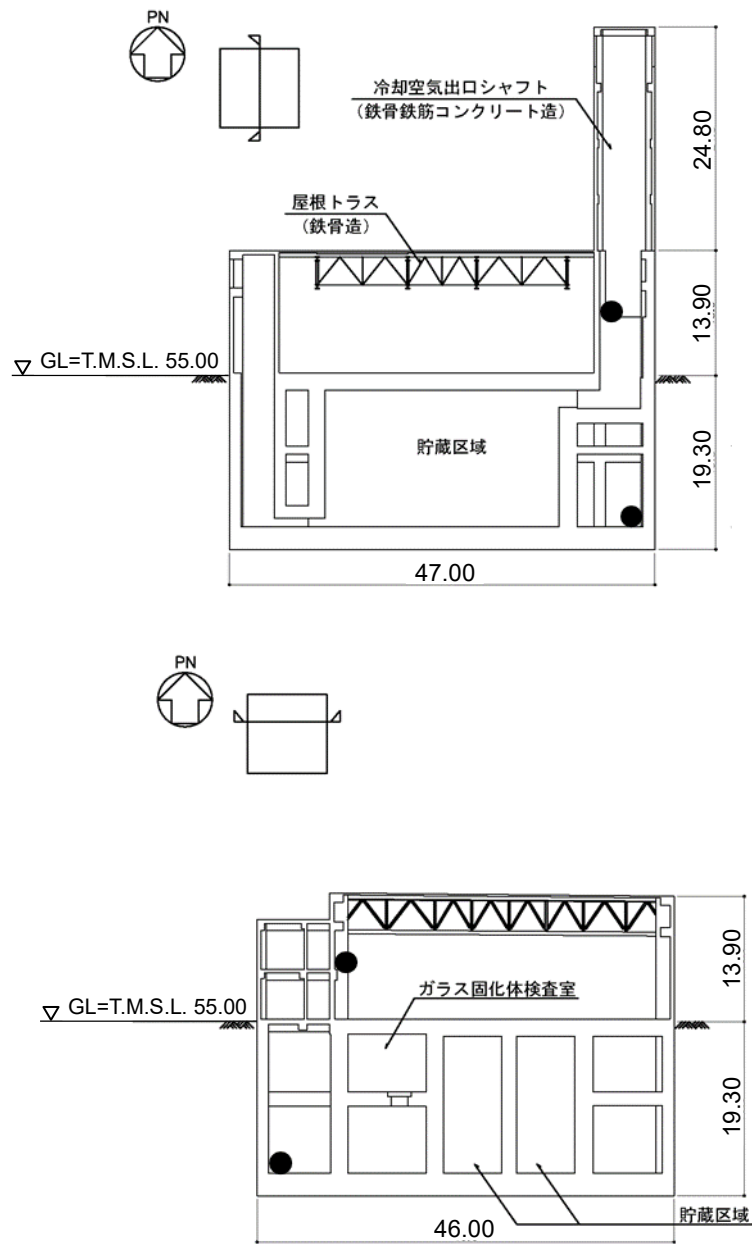
地下 2 階平面図 (EL38.20m)



地上 2 階平面図 (EL60.80m)

凡例  
 ● : 地震計  
 (観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-3 図 ガラス固化体貯蔵建屋 地震計配置図 (平面図)

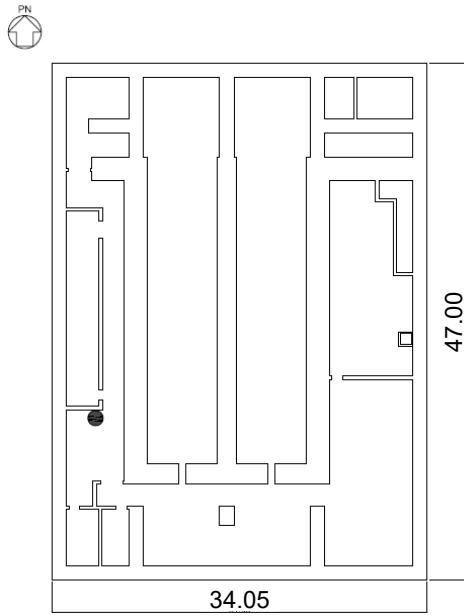


断面図

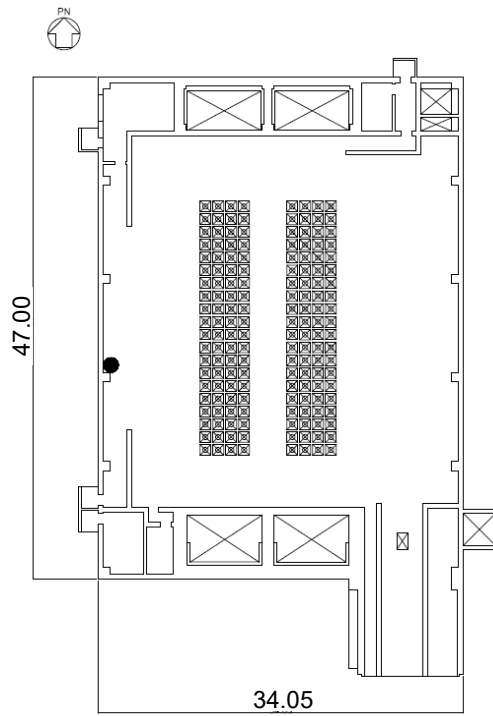
凡例  
 ● : 地震計  
 (観測成分は、NS成分、EW成分及びUD成分の3成分)

第 3-4 図 ガラス固化体貯蔵建屋 地震計配置図 (断面図)





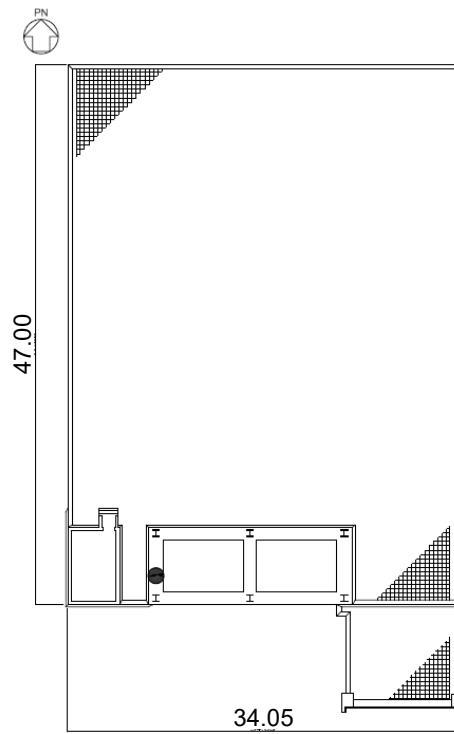
地下 2 階平面図 (EL38.20m)



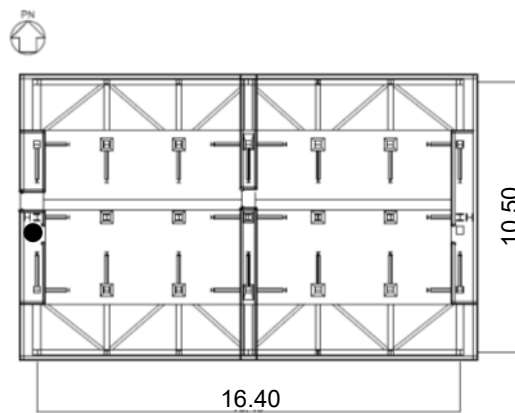
地上 1 階平面図 (EL55.30m)

凡例  
 ● : 地震計  
 (観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-5 図 ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟 地震計配置図 (平面図) (1/2)



屋上階平面図 (EL68.90m)



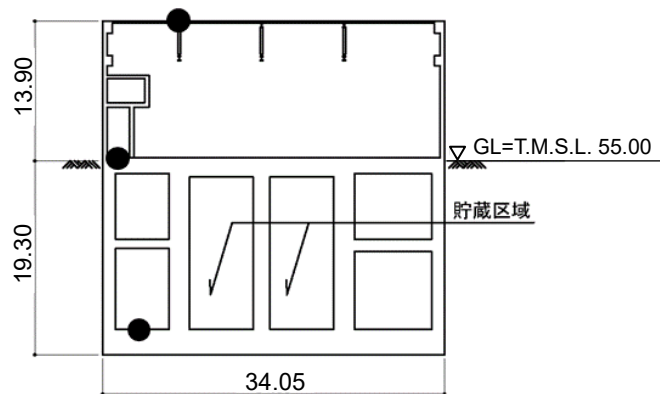
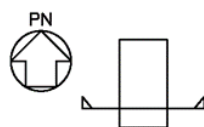
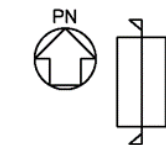
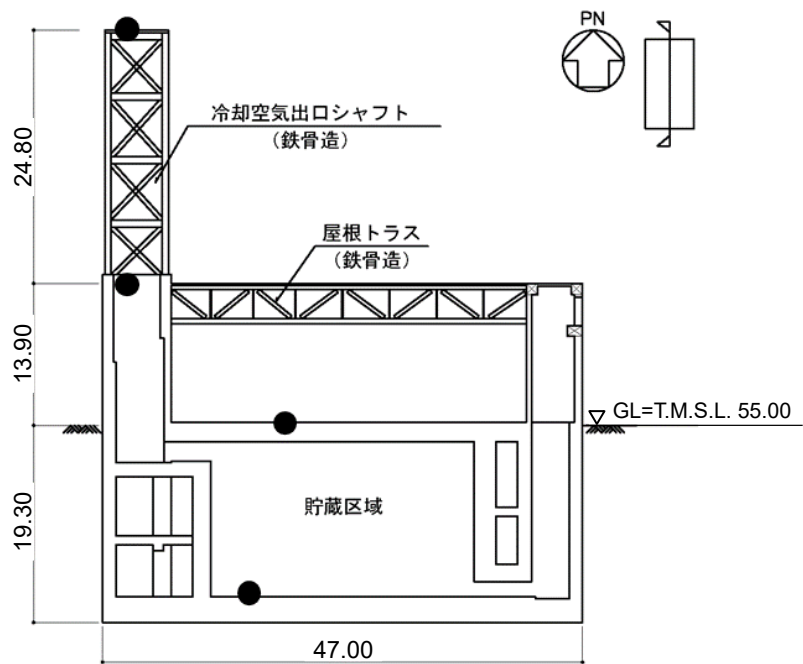
シャフト頂部平面図 (EL93.70m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-5 図 ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟 地震計配置図 (平面図) (2/2)



断面図

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-6 図 ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟 地震計配置図 (断面図)

# Ⅱ－1－1－6 設計用床応答曲線の作成方針

## 目 次

	ページ
1. 概要 .....	1
2. 床応答スペクトルに係る基本方針及び作成方法 .....	1
2.1 基本方針 .....	1
2.2 解析方法 .....	3
2.3 減衰定数 .....	3
2.4 数値計算用諸元 .....	3
2.5 応答スペクトルの適用方法 .....	5
2.6 設計用床応答曲線の作成 .....	6
2.6.1 建物・構築物 .....	7

## 1. 概要

本資料は、「Ⅱ－1－1 耐震設計の基本方針」のうち「4. 設計用地震力」に基づき、機器・配管系の動的解析に用いる設計用床応答曲線\*の作成方針及びその方針に基づき作成した設計用床応答曲線に関して説明するものである。

注記 \* : 1. 項～2. 項において、床面の最大床応答加速度も含めた総称として説明する。

## 2. 床応答スペクトルに係る基本方針及び作成方法

### 2.1 基本方針

- (1) 「Ⅱ－1－1－5 地震応答解析の基本方針」のうち「2. 地震応答解析の方針」に基づき策定した各廃棄物管理施設の解析モデルに対して、入力地震動を用いた時刻歴応答解析を行い、各質点位置における加速度応答時刻歴を求める。入力地震動は、「Ⅱ－1－1－1 基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の概要」に基づくものとして、第2.1-1表に示す。

なお、建屋応答解析における各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえ、誘発上下動を考慮するモデルを用いている場合については、鉛直方向の加速度応答時刻歴に、以下のとおり誘発上下動を考慮することとする。

- ・  $V+X_v$
- ・  $V+Y_v$
- ・  $V-X_v$
- ・  $V-Y_v$

ここで、

$V$  : 鉛直方向地震力に対する鉛直方向の加速度応答時刻歴

$X_v$  :  $X$  方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴

$Y_v$  :  $Y$  方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴

- (2) (1)で求めた質点の加速度応答時刻歴を入力として、減衰付1自由度系の最大応答スペクトルを必要な減衰定数の値に対して求める。

なお、応答スペクトルを求める質点については、機器・配管系の据付位置を考慮して、据付位置又はその近傍の質点を用いる。

また、剛な設備を評価する場合は応答スペクトルを作成せず、加速度応答時刻歴から最大床応答加速度を求める。

- (3) (2)で求めた床応答スペクトルに対し、各廃棄物管理施設の固有周期のシフトを考慮し、周期方向に±10%の拡幅を行い、設計用床応答曲線とする。

第2.1-1表 入力地震動

種類		地震動名	最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )		
			NS 方向	EW 方向	UD 方向
基準地震動 S s	応答スペクトルに基づく地震動	Ss-A	700		467
	断層モデルを用いた手法による地震動	Ss-B1	410	487	341
		Ss-B2	429	445	350
		Ss-B3	443	449	406
		Ss-B4	538	433	325
		Ss-B5	457	482	370
	2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動	Ss-C1	620		320
	2008年岩手・宮城内陸地震を考慮した地震動	Ss-C2	450* <sup>1</sup>	490* <sup>2</sup>	320
		Ss-C3	430	400	300
		Ss-C4	540	500	-
弾性設計用 地震動 S d	応答スペクトルに基づく地震動	Sd-A	364		243
	断層モデルを用いた手法による地震動	Sd-B1	205	244	171
		Sd-B2	215	222	175
		Sd-B3	221	225	203
		Sd-B4	269	216	162
		Sd-B5	229	241	185
	2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動	Sd-C1	310		160
	2008年岩手・宮城内陸地震を考慮した地震動	Sd-C2	225* <sup>1</sup>	245* <sup>2</sup>	160
		Sd-C3	215	200	150
		Sd-C4	270	250	-

注記 \*1：ダム軸方向

\*2：上下流方向

## 2.2 解析方法

2.1(1)で述べた方針で動的解析を行い、各モデルの各質点における応答加速度の時刻歴を求める。この応答加速度の時刻歴を入力波として応答スペクトルを作成する。すなわち、入力波の絶対加速度を $\ddot{Y}_n$ とおけば、質点系の振動方程式は、

$$\ddot{Z}_n + 2 \cdot h \cdot \omega \cdot \dot{Z}_n + \omega^2 \cdot Z_n = -\ddot{Y}_n \quad \dots\dots\dots (2.2-1)$$

ただし、

- $\omega$  : 質点系の固有円振動数
- $Z_n$  : n質点上の質点の相対変位
- $h$  : 減衰定数

地震の間の $\ddot{Y}_n + \dot{Z}_n$ の最大値を $\omega$ 及び $h$ をパラメータとして求め、応答スペクトルを作成する(第2.2-1図参照)。

応答スペクトルの作成には、「FACT-B」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「II-3 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

## 2.3 減衰定数

応答スペクトルは、「II-1-1-5 地震応答解析の基本方針」の「3. 設計用減衰定数」における機器・配管系の減衰定数を用いて作成する。

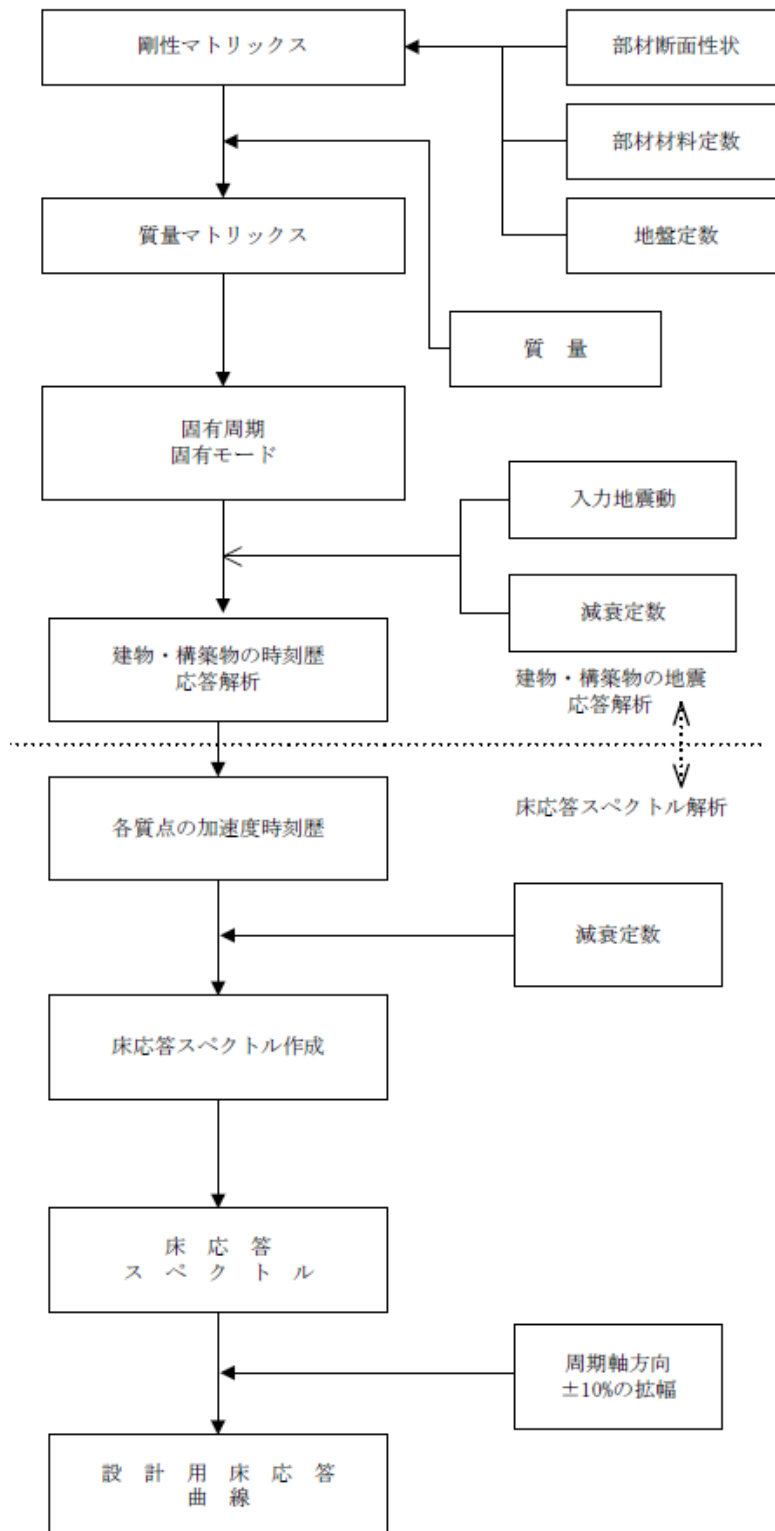
## 2.4 数値計算用諸元

- (1) 構造強度評価に用いる数値計算用諸元  
固有周期作成幅 0.05~1.0 s

固有周期計算間隔

固有周期T(s)	固有周期の刻み(s)
0.050 ≤ T ≤ 0.100	0.002
0.100 < T ≤ 0.200	0.005
0.200 < T ≤ 0.300	0.01
0.300 < T ≤ 0.400	0.02
0.400 < T ≤ 0.700	0.05
0.700 < T ≤ 1.000	0.1





第 2.2-1 図 設計用床応答曲線の作成手順

## 2.5 応答スペクトルの適用方法

### (1) 概要

機器・配管系の設計用地震力を動的解析によって求める場合は、それぞれの据付位置を踏まえた応答スペクトルを使用して設計震度を定める。この場合、以下のように応答スペクトルを修正して使用する。

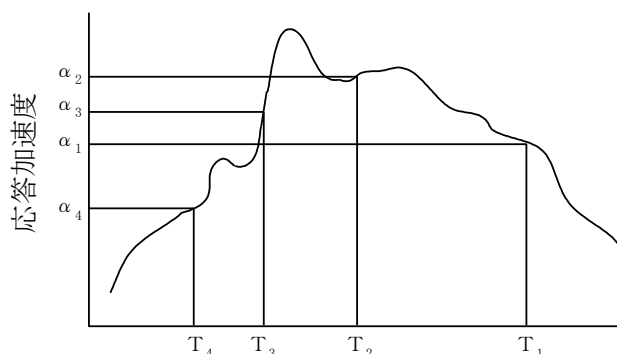
### (2) 運用方法

- a. 応答スペクトルは、基準地震動  $S_s$  又は弾性設計用地震動  $S_d$  による地震応答解析から得られる応答波を用いて作成した応答スペクトルを固有周期の多少のずれにより、応答に大幅な変化が生じないよう周期軸方向に±10%の拡幅を行ったものとする。

また、評価対象設備に応じて振動方向に合わせ、水平方向 (NS, EW) 及び鉛直方向 (UD) の各方向の応答スペクトルを使用する。

- b. 建屋床より自立する機器・配管系については、設置階の応答スペクトルを用い、建屋壁より支持される機器・配管系及び建屋中間階に設置される機器・配管系については、上下階の応答スペクトルのうち安全側のものを用いるものとする。また、機器・配管系が建屋上下階を貫通する場合、異なる建物・構築物を渡る場合等、複数の質点の応答を適用する必要がある場合は、それぞれの据付位置の応答スペクトルを包絡又は安全側のものを用いるものとする。ただし、応答スペクトルの運用において合理性が示される場合には、その方法を採用できるものとする。

- c. 応答スペクトルを用いて動的解析を行う場合には、以下に示す方法によりモード合成を行うものとする。



$T_i$  :  $i$  次の固有周期

$\alpha_i$  :  $T_i$  に対応する応答加速度

$\phi_{i m}$  :  $i$  次の  $m$  質点の固有モード

$\beta_i$  :  $i$  次の刺激係数

$A_m$  :  $m$  質点の応答加速度

$$A_m = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\beta_i \cdot \phi_{i m} \cdot \alpha_i)^2}$$

## 2.6 設計用床応答曲線の作成

建物・構築物における設計用床応答曲線の作成方法は以下のとおりとする。設計用床応答曲線を作成する建物・構築物を第2.6-1表に示す。また、入力地震動と設計用床応答曲線における地震波名の一覧を第2.6-2表に示す。

第2.6-1表 設計用床応答曲線を作成する建物・構築物

適用施設名称
ガラス固化体貯蔵建屋
ガラス固化体貯蔵建屋B棟

第 2.6-2 表 入力地震動と設計用床応答曲線における地震波名一覧

入力地震動	地震動名	設計用床応答曲線における地震波名
基準地震動 $S_s$	$S_s-A$	$S_s 0 1$
	$S_s-B 1$	$S_s 0 2$
	$S_s-B 2$	$S_s 0 3$
	$S_s-B 3$	$S_s 0 4$
	$S_s-B 4$	$S_s 0 5$
	$S_s-B 5$	$S_s 0 6$
	$S_s-C 1$	$S_s 0 7$
	$S_s-C 2^*$	$S_s 0 8, S_s 1 1$
	$S_s-C 3^*$	$S_s 0 9, S_s 1 2$
	$S_s-C 4^*$	$S_s 1 0, S_s 1 3$
弾性設計用地震動 $S_d$	$S_d-A$	$S_d 0 1$
	$S_d-B 1$	$S_d 0 2$
	$S_d-B 2$	$S_d 0 3$
	$S_d-B 3$	$S_d 0 4$
	$S_d-B 4$	$S_d 0 5$
	$S_d-B 5$	$S_d 0 6$
	$S_d-C 1$	$S_d 0 7$
	$S_d-C 2^*$	$S_d 0 8, S_d 1 1$
	$S_d-C 3^*$	$S_d 0 9, S_d 1 2$
	$S_d-C 4^*$	$S_d 1 0, S_d 1 3$

注記 \* : 入力方向が特定されていない地震動であるため、NS・EWを入れ替えた設計用床応答曲線についても作成する。

### 2.6.1 建物・構築物

建物・構築物のコンクリート強度を設計基準強度、地盤の物性を標準地盤とした解析ケース(以下「基本ケース」という。)の応答波を用いて作成した応答スペクトルに対して、周期軸方向に±10%拡幅したものを設計用応答曲線とする。

Ⅱ－1－1－6 別紙1  
安全機能を有する施設の  
設計用床応答曲線

Ⅱ－１－１－６別紙１－１  
ガラス固化体貯蔵建屋の  
設計用床応答曲線

## 目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 応答スペクトル作成位置	1
3. 地震応答解析モデル	1
4. 基準地震動 $S_s$ の設計用床応答曲線	2
5. 弾性設計用地震動 $S_d$ の設計用床応答曲線	2
6. 最大床応答加速度及び静的震度	2
7. 一関東評価用地震動（鉛直） $S_s$ の設計用床応答曲線	2
8. 一関東評価用地震動（鉛直） $S_d$ の設計用床応答曲線	2
9. 一関東評価用地震動（鉛直） $S_s$ 及び $S_d$ の最大床応答加速度	2

## 1. 概要

本資料は、ガラス固化体貯蔵建屋の機器・配管系の耐震設計に用いる各床面の静的震度、最大床応答加速度及び設計用床応答曲線について示したものである。

## 2. 応答スペクトル作成位置

応答スペクトルの作成位置を示す解析モデルについては、添付書類「ガラス固化体貯蔵建屋の地震応答計算書」に示す。

建物・構築物の解析モデルのうち、質点系モデルについては各質点の応答スペクトルを作成する。

## 3. 地震応答解析モデル

水平方向の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を考慮した建屋－地盤連成モデルとし、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとして設定する。

鉛直方向の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を考慮した建屋－地盤連成モデルとし、耐震壁等の軸剛性を評価した質点系モデルとする。

「Ⅱ-1-3-1-1 建物・構築物の地震応答計算書作成の基本方針」に基づき設定した解析モデルとする。



4. 基準地震動  $S_s$  の設計用床応答曲線  
基準地震動  $S_s$  に基づく設計用床応答曲線の図番を第 4-1 表に示す。
5. 弾性設計用地震動  $S_d$  の設計用床応答曲線  
弾性設計用地震動  $S_d$  に基づく設計用床応答曲線の図番を第 5-1 表に示す。
6. 最大床応答加速度及び静的震度  
基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  に基づく最大床応答加速度及び静的震度を第 6-1 表に示す。
7. 一関東評価用地震動（鉛直）  $S_s$  の設計用床応答曲線  
一関東評価用地震動（鉛直）  $S_s$  に基づく設計用床応答曲線の図番を第 7-1 表に示す。
8. 一関東評価用地震動（鉛直）  $S_d$  の設計用床応答曲線  
一関東評価用地震動（鉛直）  $S_d$  に基づく設計用床応答曲線の図番を第 8-1 表に示す。
9. 一関東評価用地震動（鉛直）  $S_s$  及び  $S_d$  の最大床応答加速度  
一関東評価用地震動（鉛直）  $S_s$  及び  $S_d$  に基づく最大床応答加速度を第 9-1 表に示す。

第 4-1 表 基準地震動 S s 設計用床応答曲線の図番(その 1)

地震動	周期	建物・ 構造物	質点番号			T. M. S. L. (m)	方向	減衰 定数 (%)	図番
			EW 方向	NS 方向	UD 方向				
S s	1 秒	ガラス 固化体 貯蔵建屋	9	9	7	55.30	水平 (EW)	1.0	第 4-1 図
								2.0	第 4-2 図
							水平 (NS)	1.0	第 4-3 図
								2.0	第 4-4 図
							鉛直 (UD)	1.0	第 4-5 図
								2.0	第 4-6 図
			10	10	8	47.20	水平 (EW)	1.0	第 4-7 図
								2.0	第 4-8 図
							水平 (NS)	1.0	第 4-9 図
								2.0	第 4-10 図
							鉛直 (UD)	1.0	第 4-11 図
								2.0	第 4-12 図
			11	11	9	38.20	水平 (EW)	1.0	第 4-13 図
								2.0	第 4-14 図
							水平 (NS)	1.0	第 4-15 図
								2.0	第 4-16 図
							鉛直 (UD)	1.0	第 4-17 図
								2.0	第 4-18 図

以降、他階層分については省略。

第 5-1 表 弾性設計用地震動 S d 設計用床応答曲線の図番(その 1)

地震動	周期	建物・ 構築物	質点番号			T. M. S. L. (m)	方向	減衰 定数 (%)	図番
			EW 方向	NS 方向	UD 方向				
S d	1 秒	ガラス 固化体 貯蔵建屋	9	9	7	55.30	水平 (EW)	1.0	第 5-1 図
								2.0	第 5-2 図
							水平 (NS)	1.0	第 5-3 図
								2.0	第 5-4 図
							鉛直 (UD)	1.0	第 5-5 図
								2.0	第 5-6 図
			10	10	8	47.20	水平 (EW)	1.0	第 5-7 図
								2.0	第 5-8 図
							水平 (NS)	1.0	第 5-9 図
								2.0	第 5-10 図
							鉛直 (UD)	1.0	第 5-11 図
								2.0	第 5-12 図
			11	11	9	38.20	水平 (EW)	1.0	第 5-13 図
								2.0	第 5-14 図
							水平 (NS)	1.0	第 5-15 図
								2.0	第 5-16 図
							鉛直 (UD)	1.0	第 5-17 図
								2.0	第 5-18 図

第 6-1 表 最大床応答加速度及び静的震度

建物・ 構築物	質点番号			T. M. S. L. (m)	最大床応答加速度 (G)						静的震度 ( $3.6C_i$ ) (G)		
					基準地震動 $S_s$			弾性設計用地震動 $S_d$			水平方向		鉛直方向
	水平方向		鉛直方向		水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向			
	EW 方向	NS 方向			EW 方向	NS 方向		EW 方向	NS 方向				
ガラス 固化体貯蔵 建屋	9	9	7	55.30	0.72	0.66	0.43	0.38	0.32	0.21	0.68	0.63	0.29
	10	10	8	47.20	0.64	0.62	0.42	0.30	0.28	0.20	0.58	0.58	
	11	11	9	38.20	0.54	0.57	0.41	0.23	0.22	0.20	0.58	0.58	

第7-1表 一関東評価用地震動（鉛直）S<sub>s</sub> の影響評価用床応答曲線の図番  
（その1）

地震動	周期	建物・ 構築物	質点番号			T. M. S. L. (m)	方向	減衰 定数 (%)	図番
			EW 方向	NS 方向	UD 方向				
S <sub>s</sub>	1 秒	ガラス 固化体貯蔵建屋	9	9	7	55.30	水平	1.0	—
							(EW)	2.0	—
							水平	1.0	—
							(NS)	2.0	—
							鉛直	1.0	第7-1 図
							(UD)	2.0	第7-2 図
			10	10	8	47.20	水平	1.0	—
							(EW)	2.0	—
							水平	1.0	—
							(NS)	2.0	—
							鉛直	1.0	第7-3 図
							(UD)	2.0	第7-4 図
			11	11	9	38.20	水平	1.0	—
							(EW)	2.0	—
							水平	1.0	—
(NS)	2.0	—							
鉛直	1.0	第7-5 図							
(UD)	2.0	第7-6 図							

第8-1表 一関東評価用地震動（鉛直）S d の影響評価用床応答曲線の図番  
（その1）

地震動	周期	建物・ 構築物	質点番号			T. M. S. L. (m)	方向	減衰 定数 (%)	図番
			EW 方向	NS 方向	UD 方向				
S d	1 秒	ガラス 固化体貯蔵建屋	9	9	7	55.30	水平 (EW)	1.0	—
							2.0	—	
							水平 (NS)	1.0	—
							2.0	—	
							鉛直 (UD)	1.0	第8-1 図
							2.0	第8-2 図	
			10	10	8	47.20	水平 (EW)	1.0	—
							2.0	—	
							水平 (NS)	1.0	—
							2.0	—	
							鉛直 (UD)	1.0	第8-3 図
							2.0	第8-4 図	
11	11	9	38.20	水平 (EW)	1.0	—			
				2.0	—				
				水平 (NS)	1.0	—			
				2.0	—				
				鉛直 (UD)	1.0	第8-5 図			
				2.0	第8-6 図				

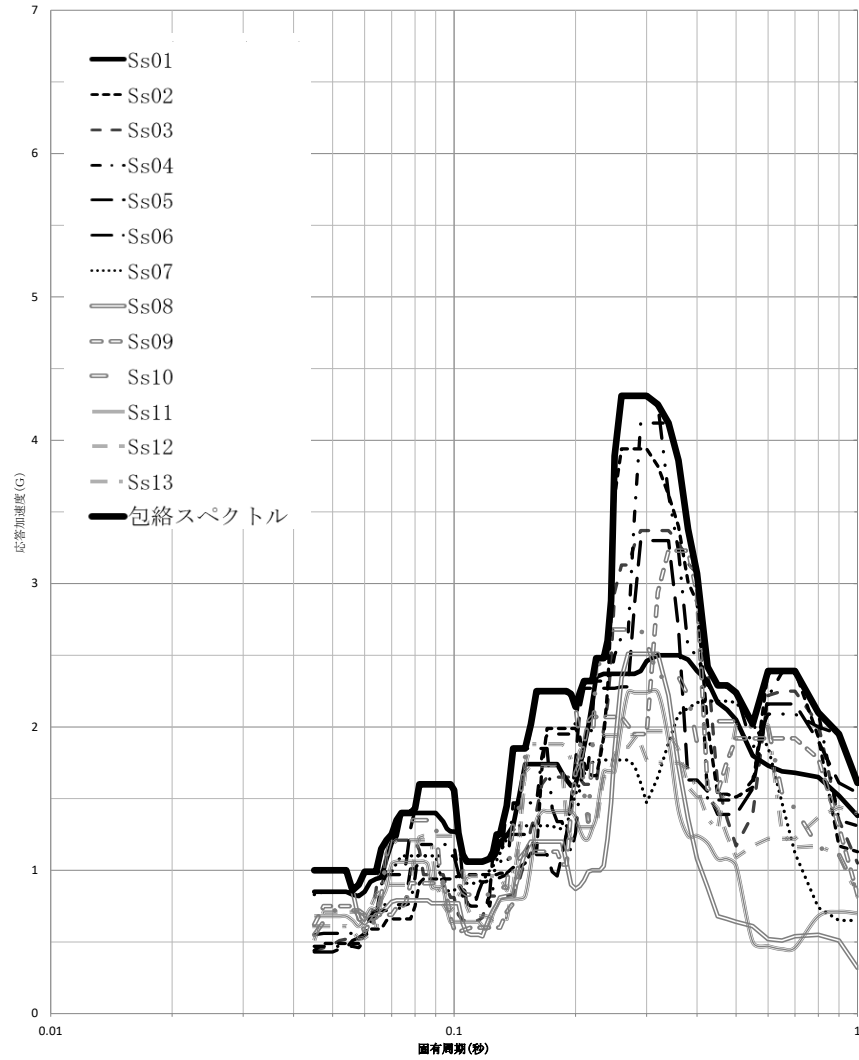
第 9-1 表 一関東評価用地震動（鉛直） $S_s$  及び  $S_d$  の最大床応答加速度

建物・ 構築物	質点番号			T. M. S. L. (m)	最大床応答加速度 (G)					
					基準地震動 $S_s$			弾性設計用地震動 $S_d$		
	水平方向				鉛直方向	水平方向		鉛直方向		
	EW 方向	NS 方向	UD 方向			EW 方向	NS 方向			
ガラス 固化体 貯蔵 建屋	9	9	7	55.30	—	—	0.43	—	—	0.20
	10	10	8	47.20	—	—	0.42	—	—	0.20
	11	11	9	38.20	—	—	0.39	—	—	0.19

第4-1図

設計用床応答曲線

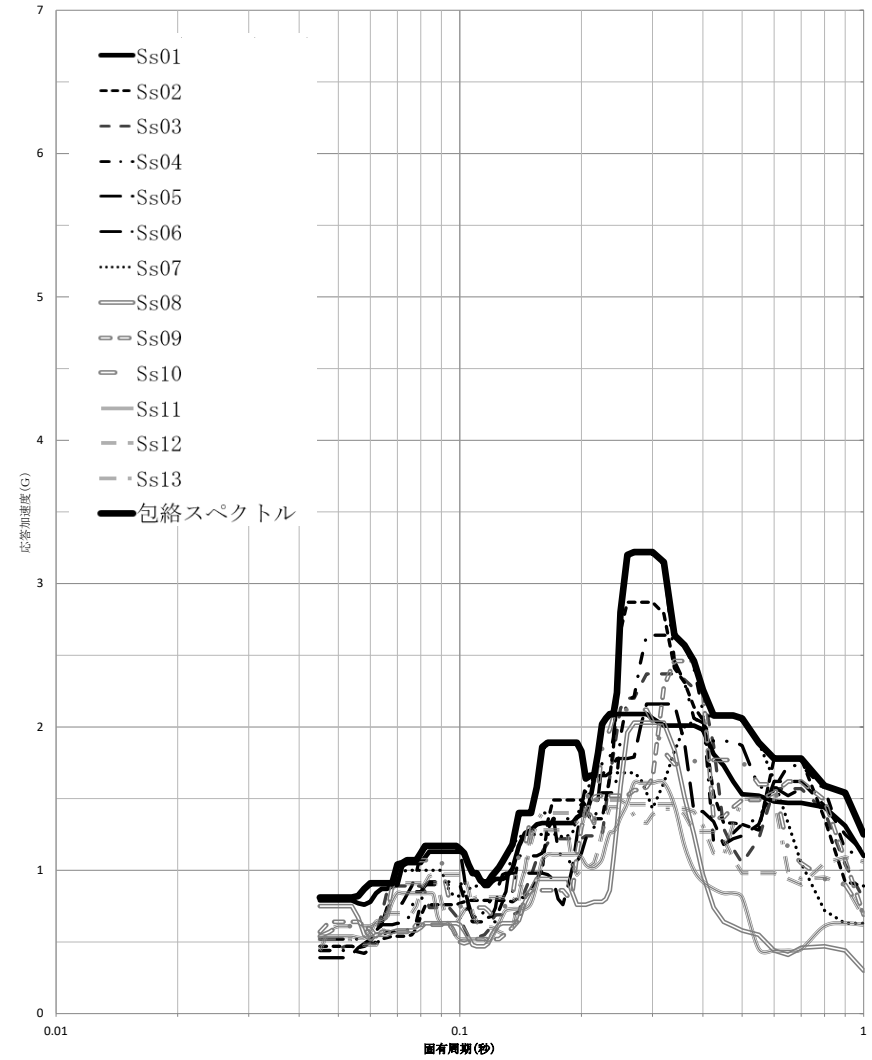
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： EW  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-2図

設計用床応答曲線

建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： EW  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)

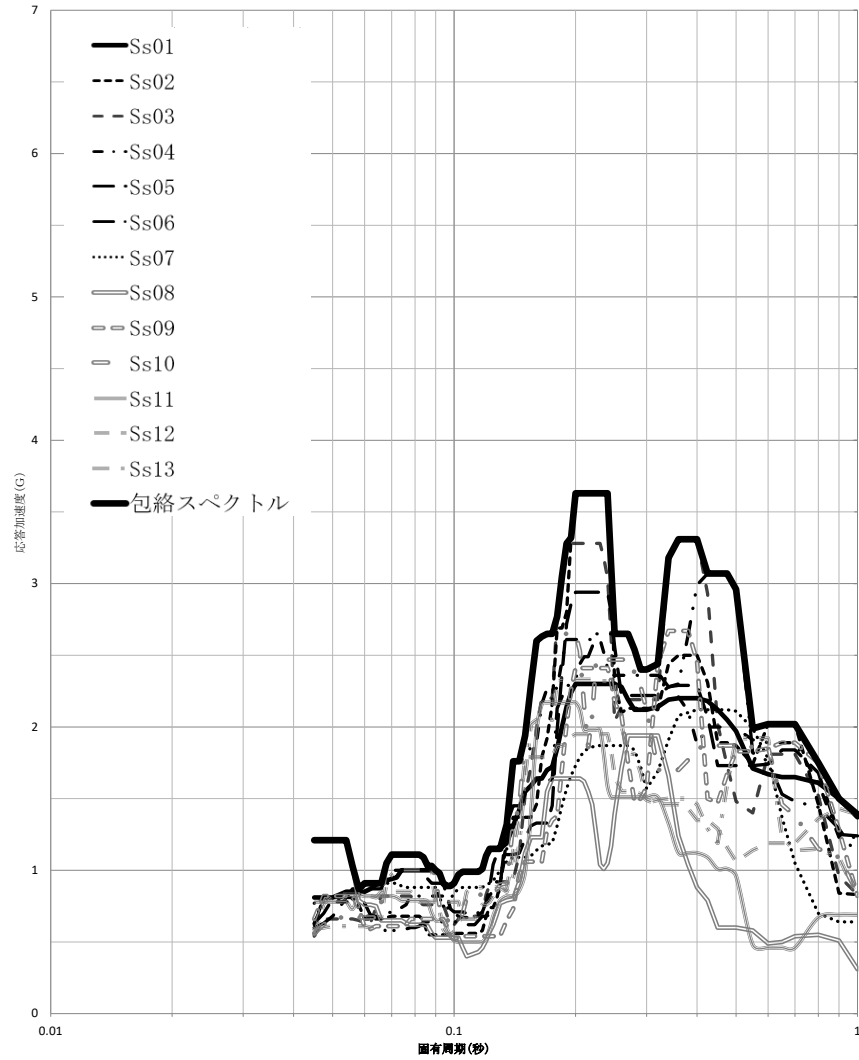




第4-3図

設計用床応答曲線

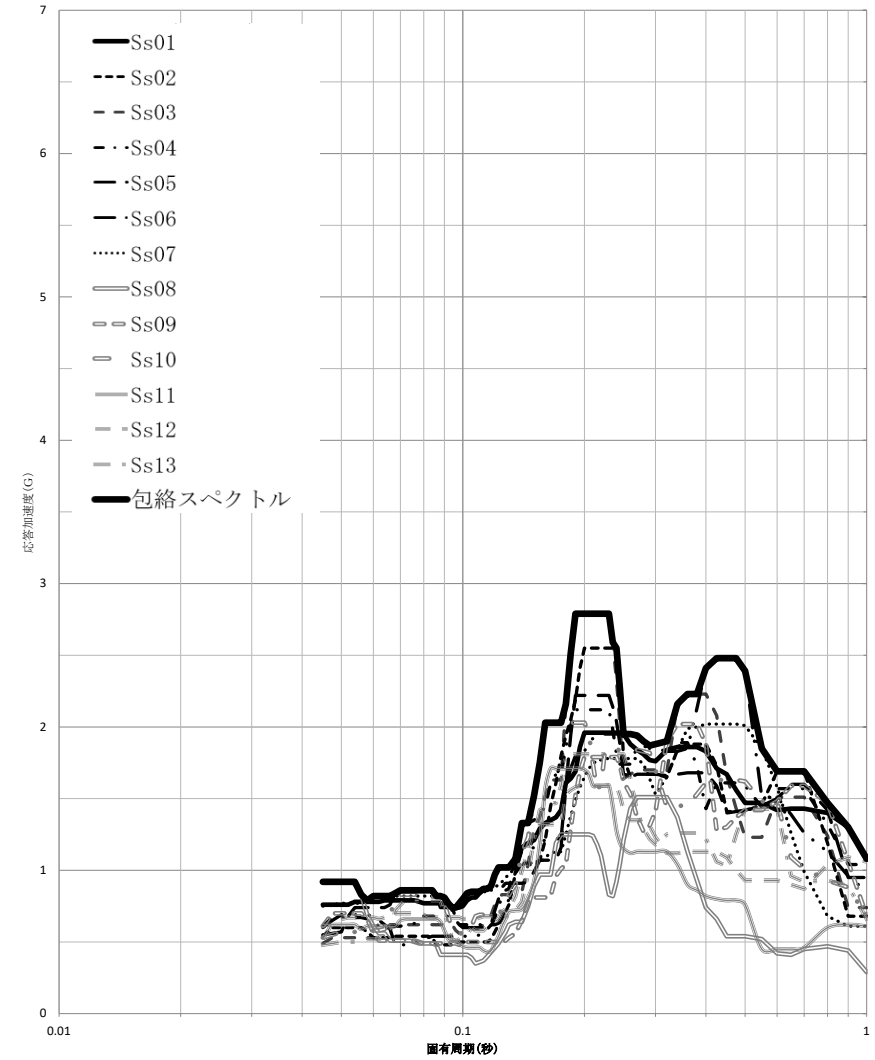
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： NS  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-4図

設計用床応答曲線

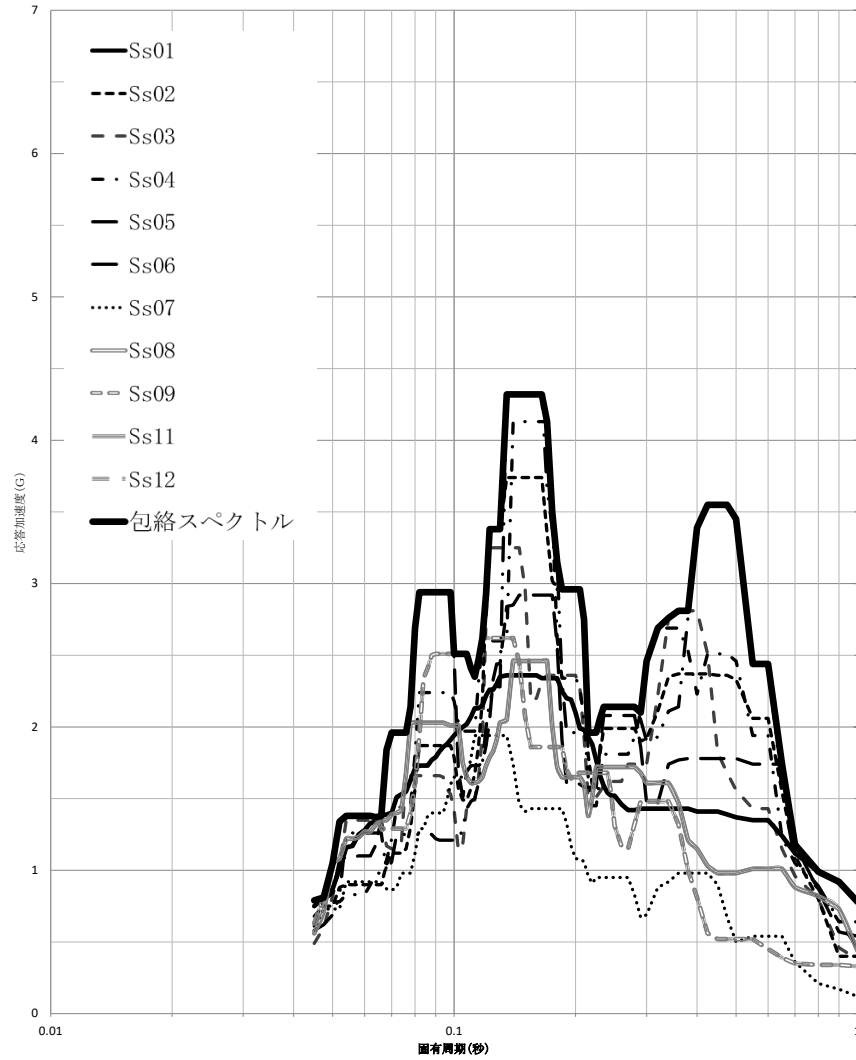
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： NS  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-5図

設計用床応答曲線

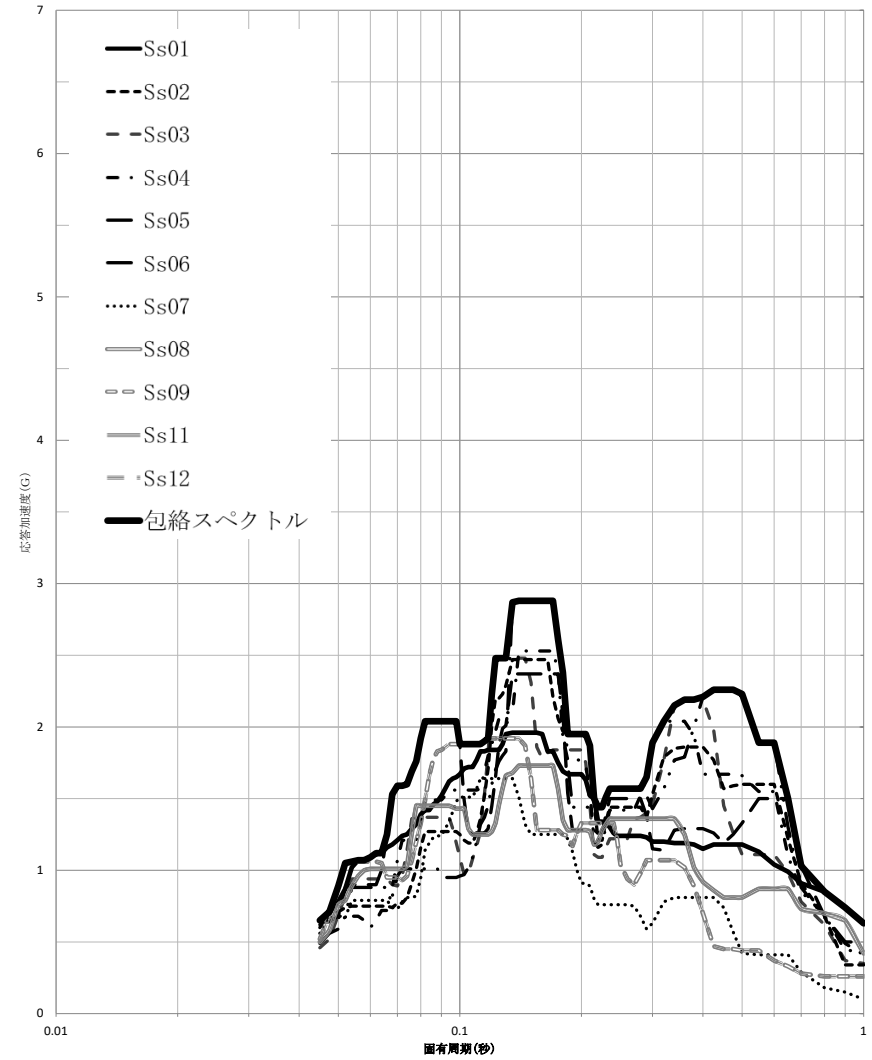
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-6図

設計用床応答曲線

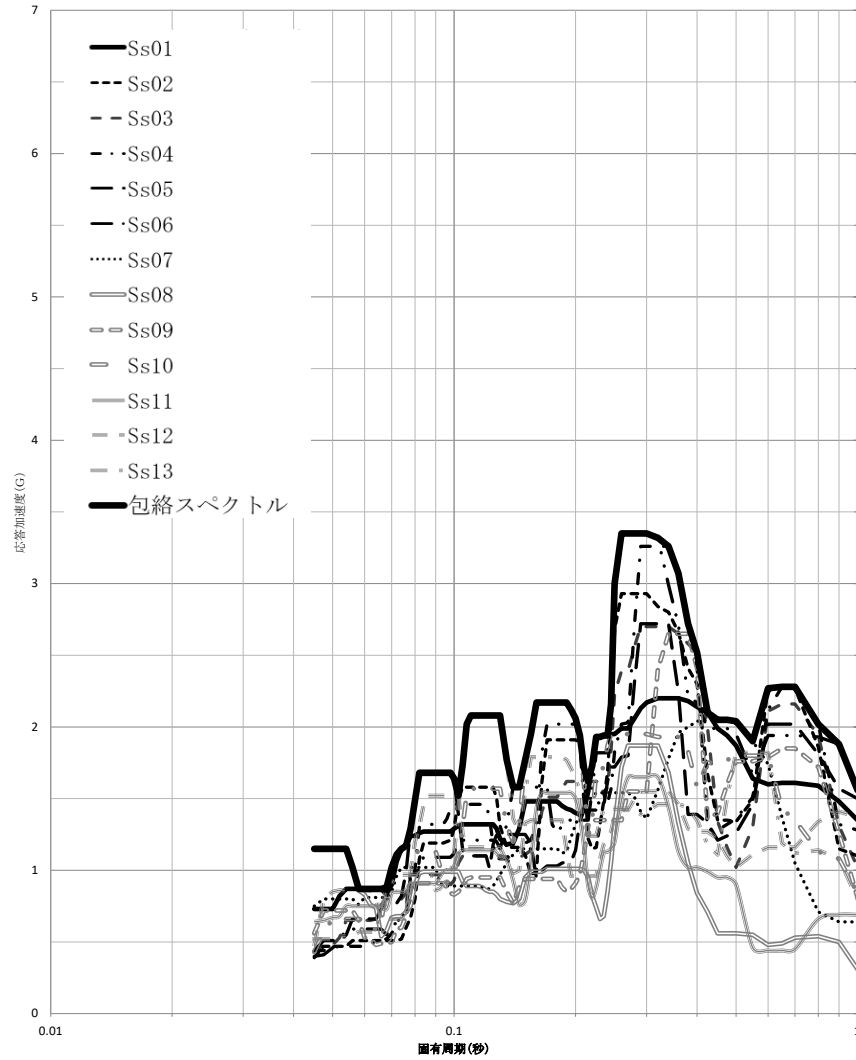
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-7図

設計用床応答曲線

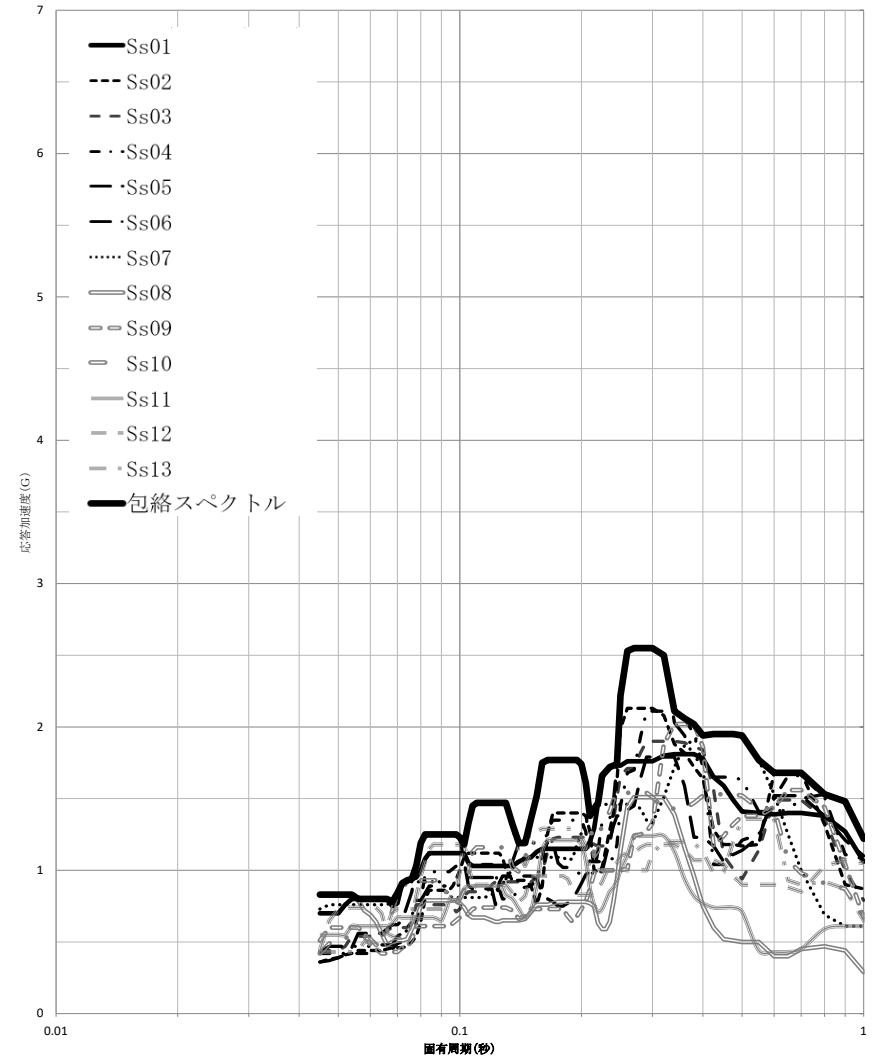
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： EW  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-8図

設計用床応答曲線

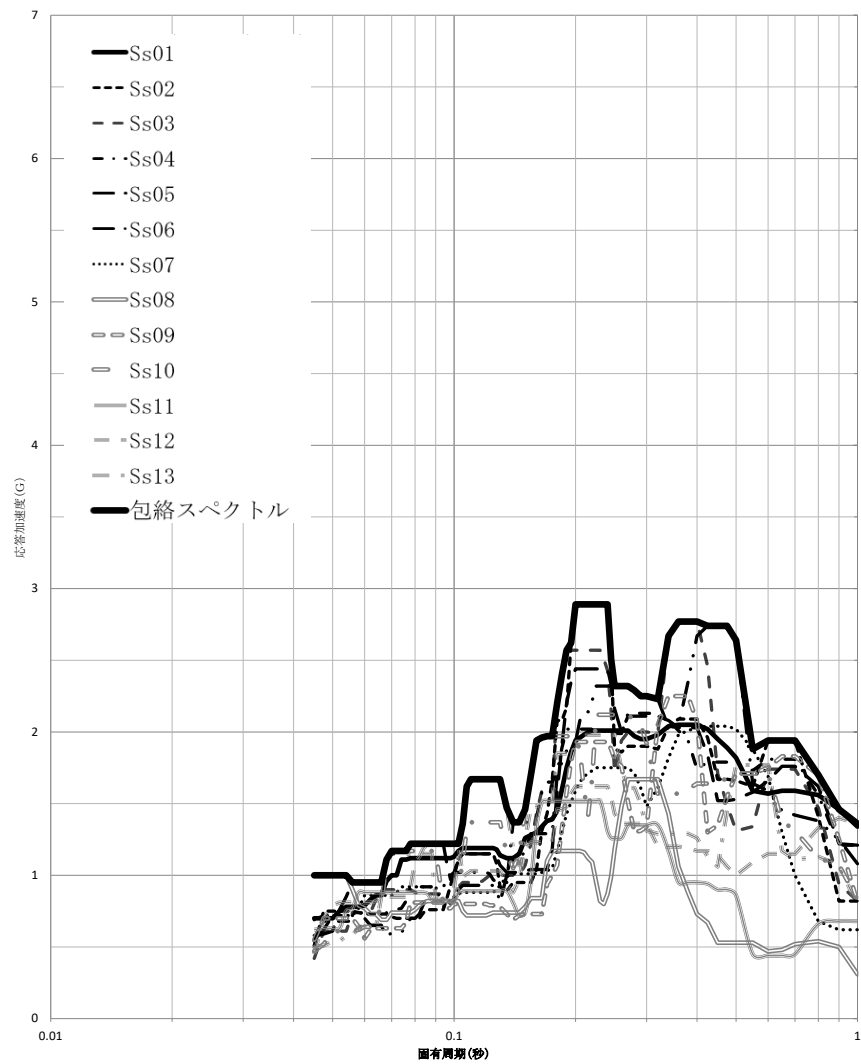
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： EW  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-9図

設計用床応答曲線

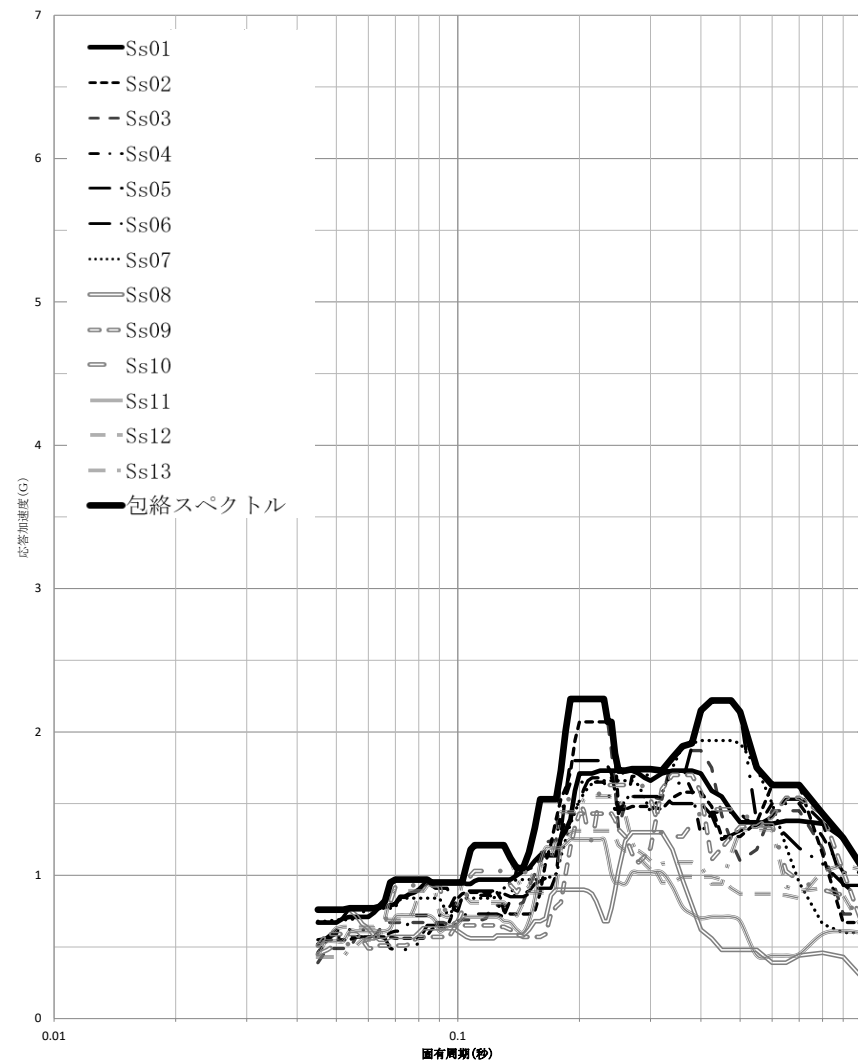
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： NS  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-10図

設計用床応答曲線

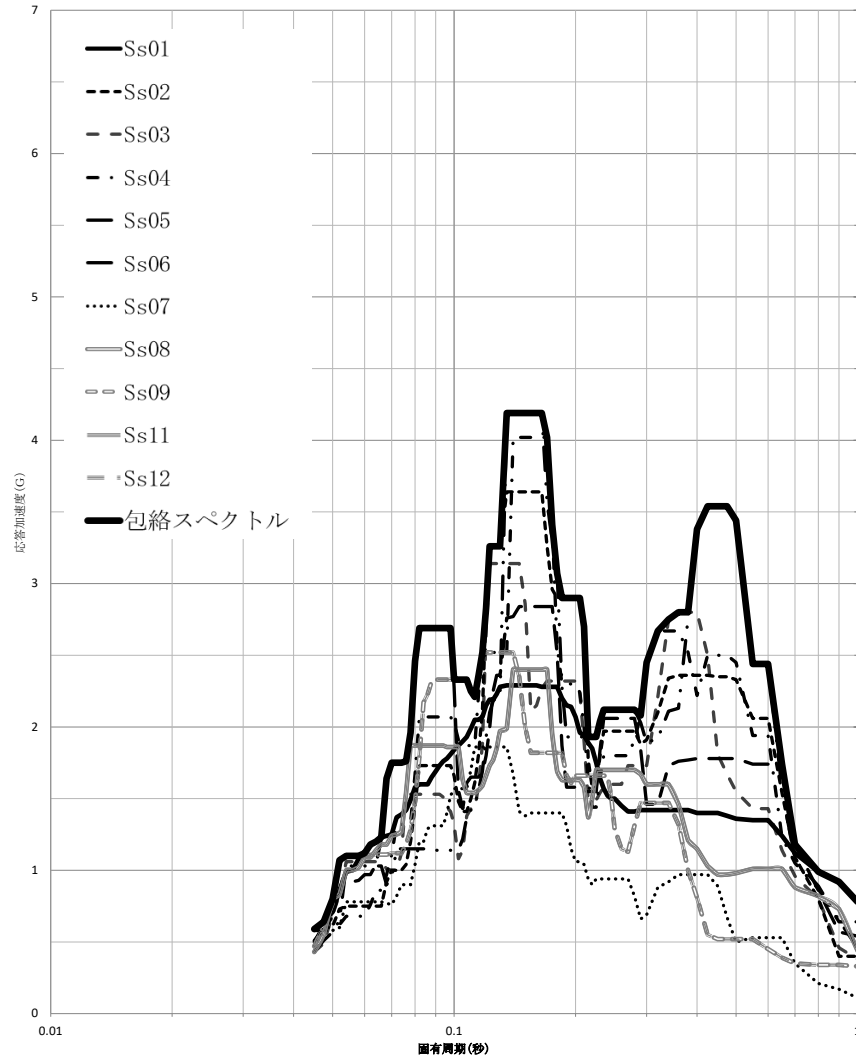
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： NS  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-11図

設計用床応答曲線

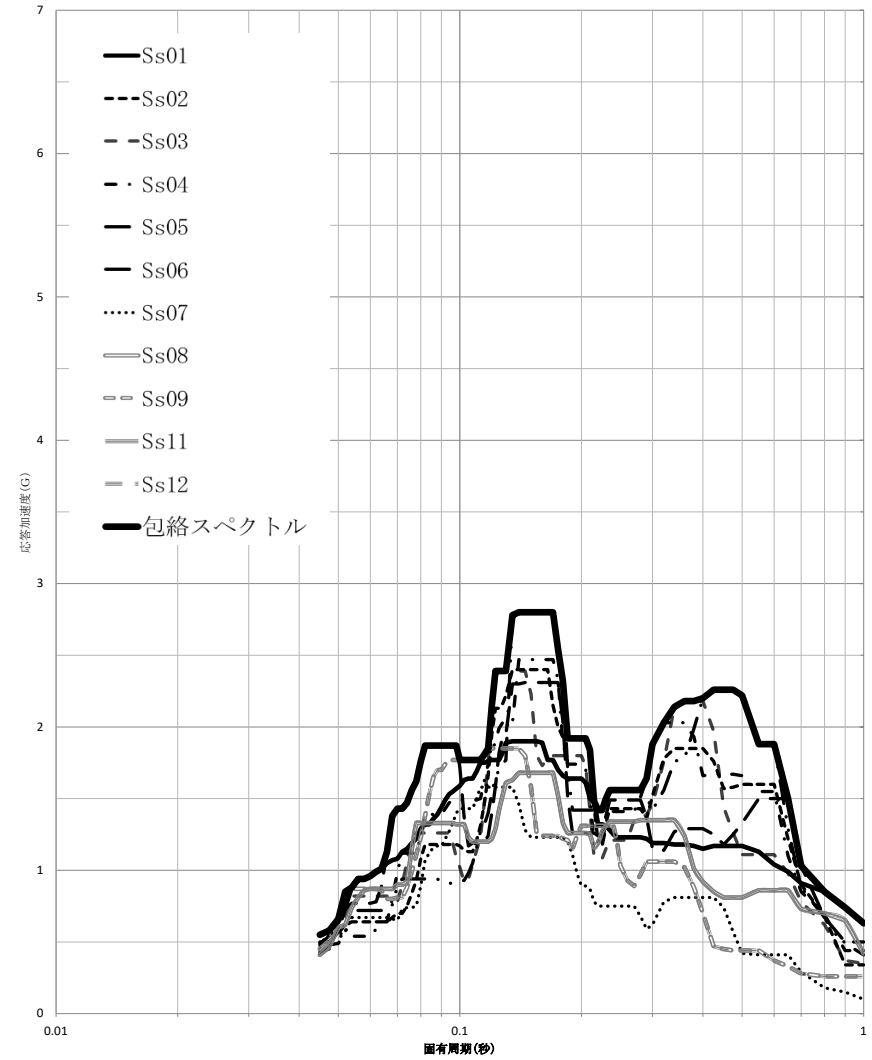
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-12図

設計用床応答曲線

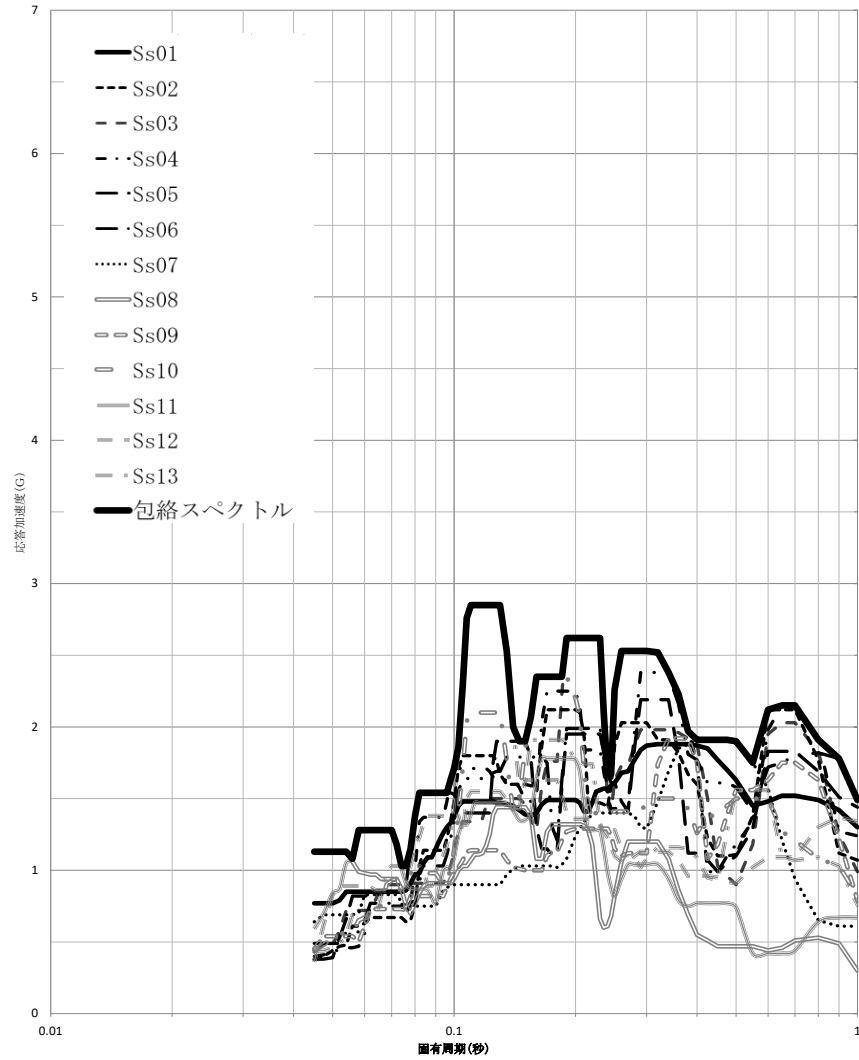
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-13図

設計用床応答曲線

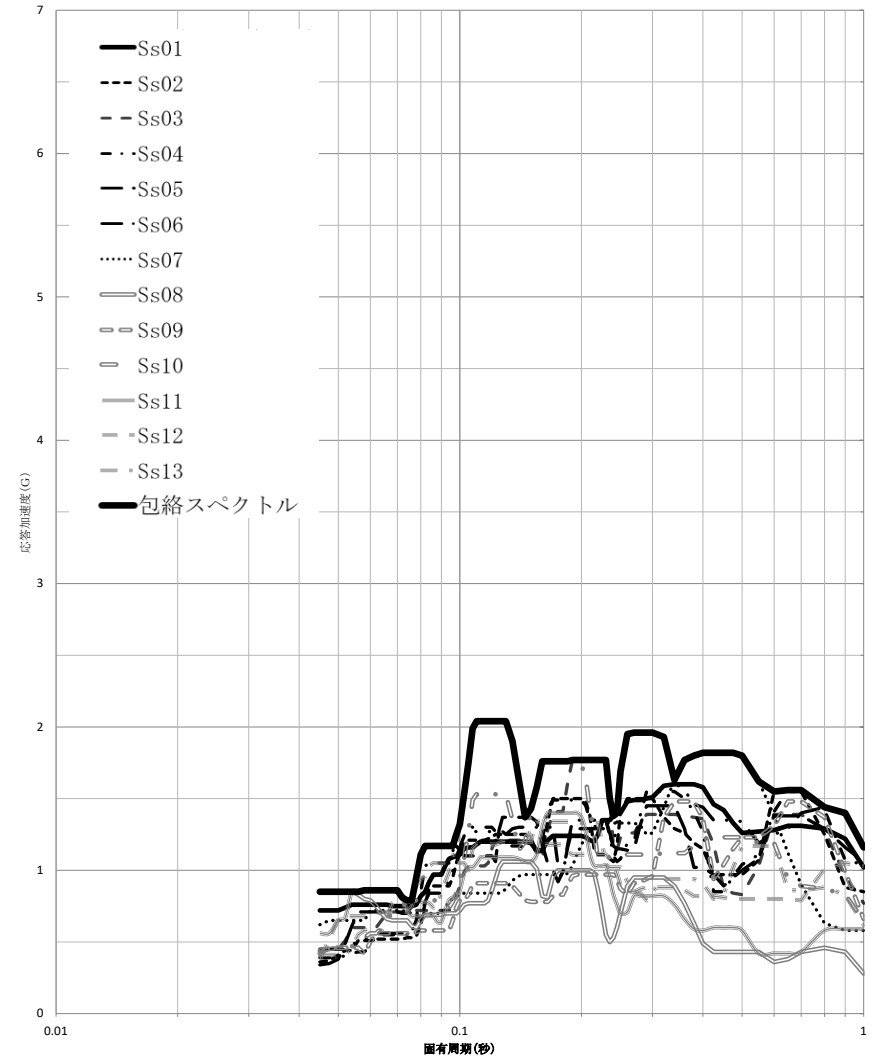
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： EW  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-14図

設計用床応答曲線

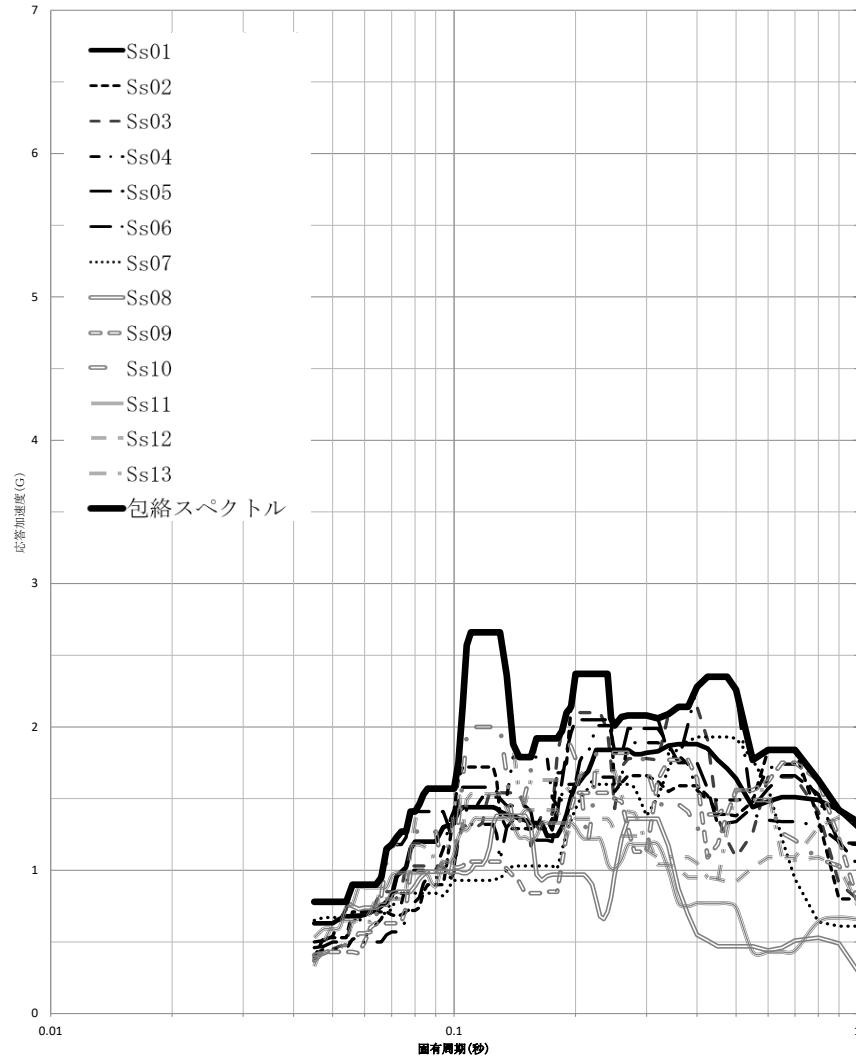
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： EW  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-15図

設計用床応答曲線

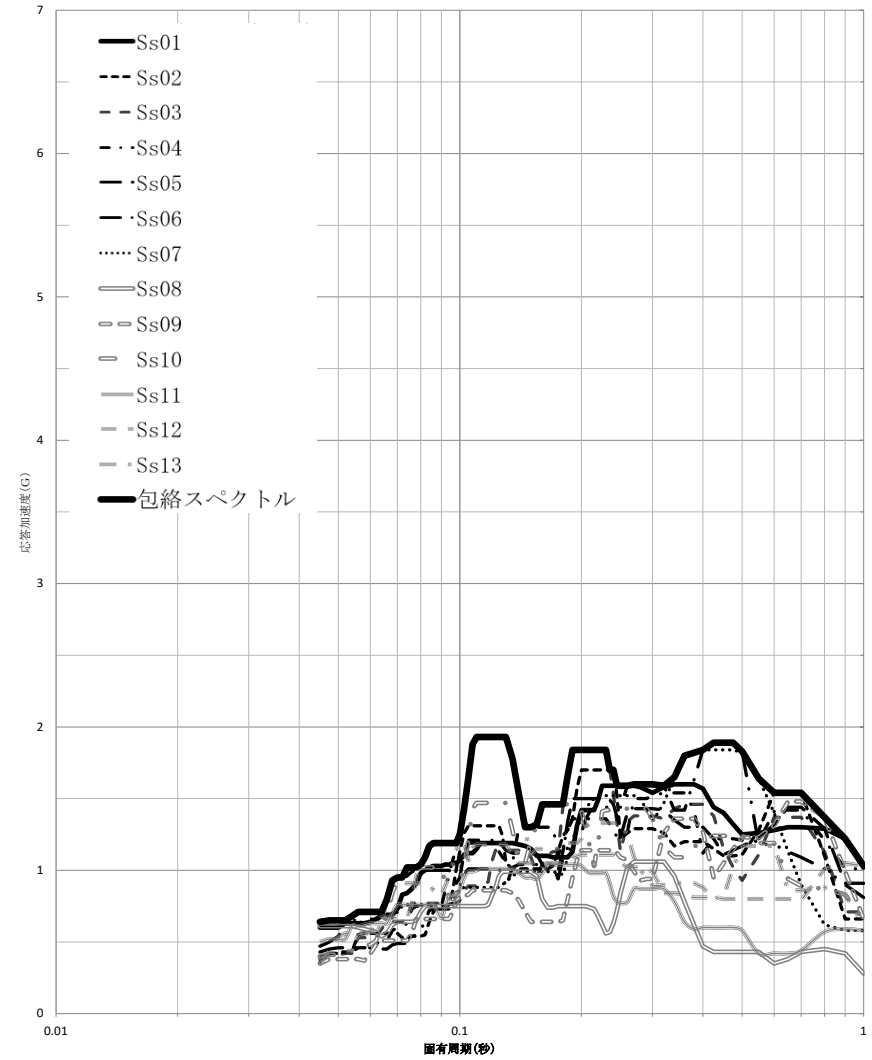
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： NS  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-16図

設計用床応答曲線

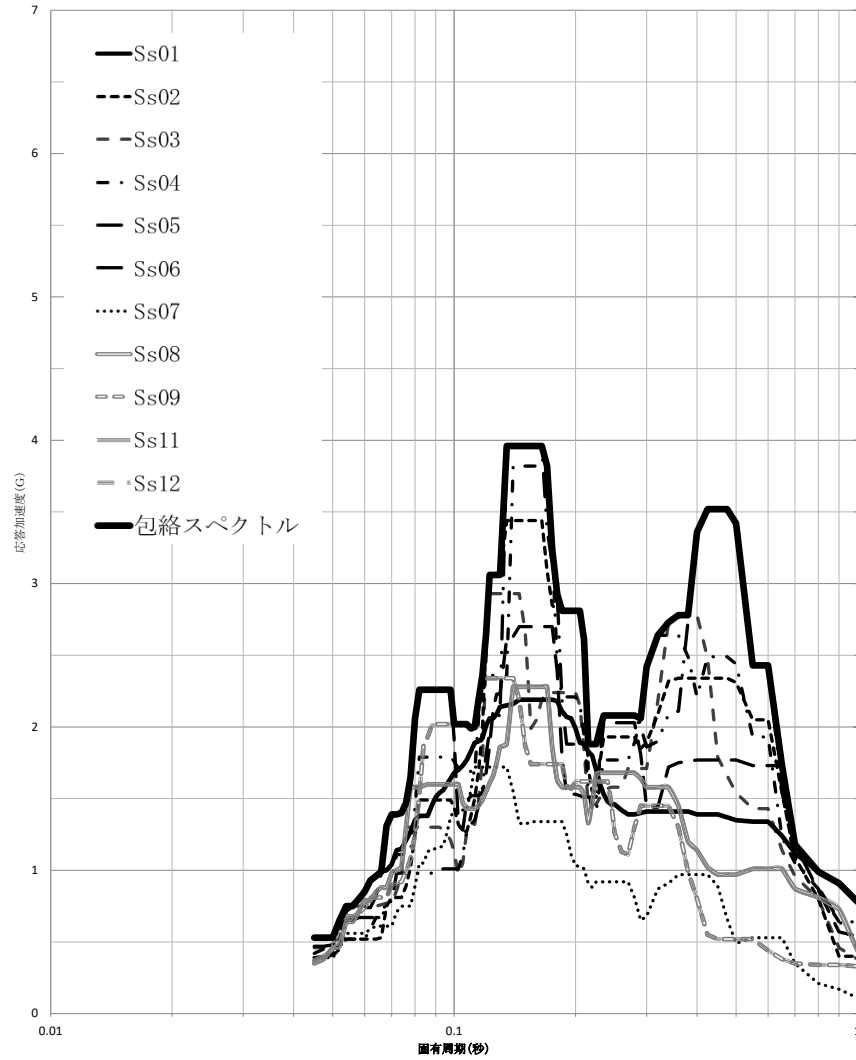
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： NS  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-17図

設計用床応答曲線

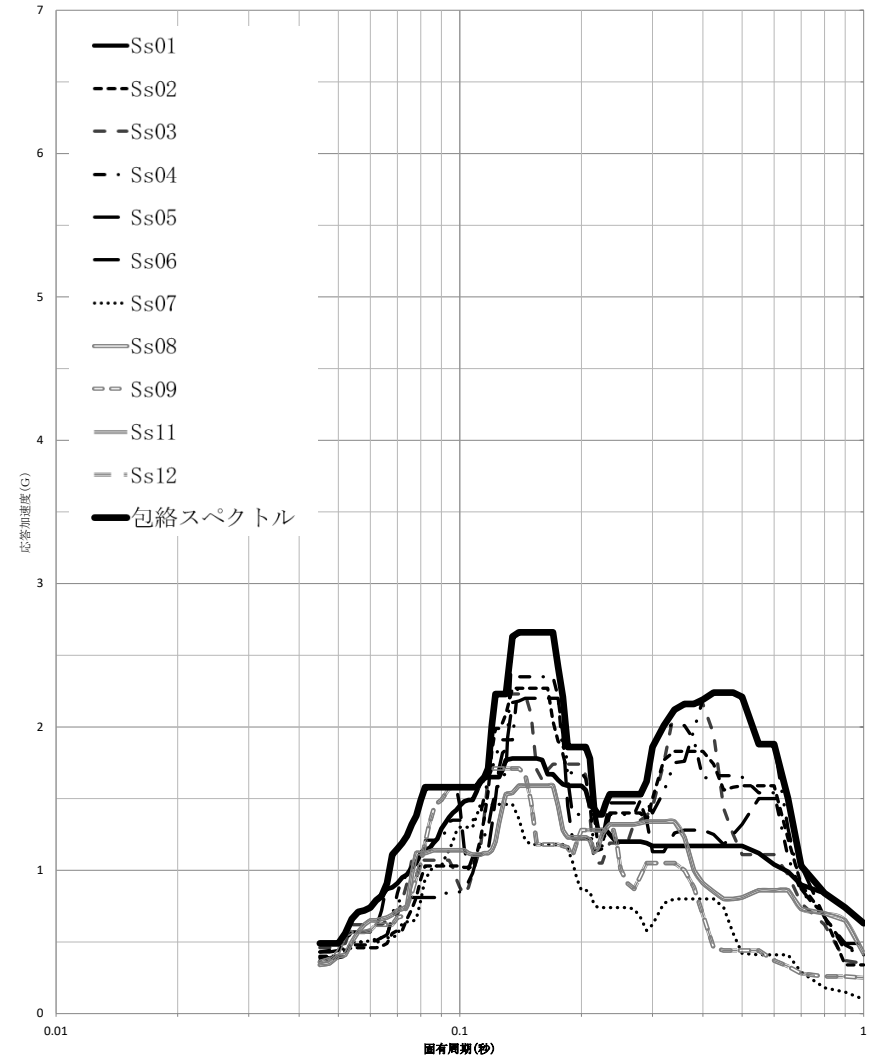
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-18図

設計用床応答曲線

建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)

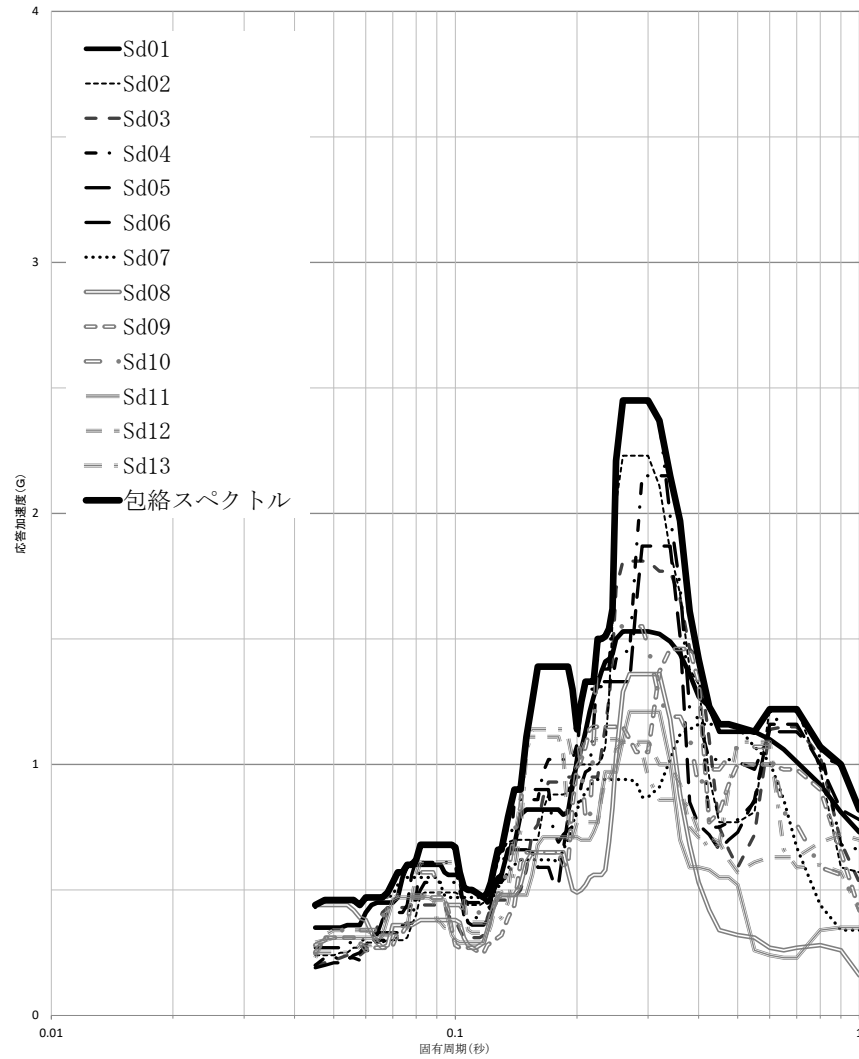




第5-1図

設計用床応答曲線

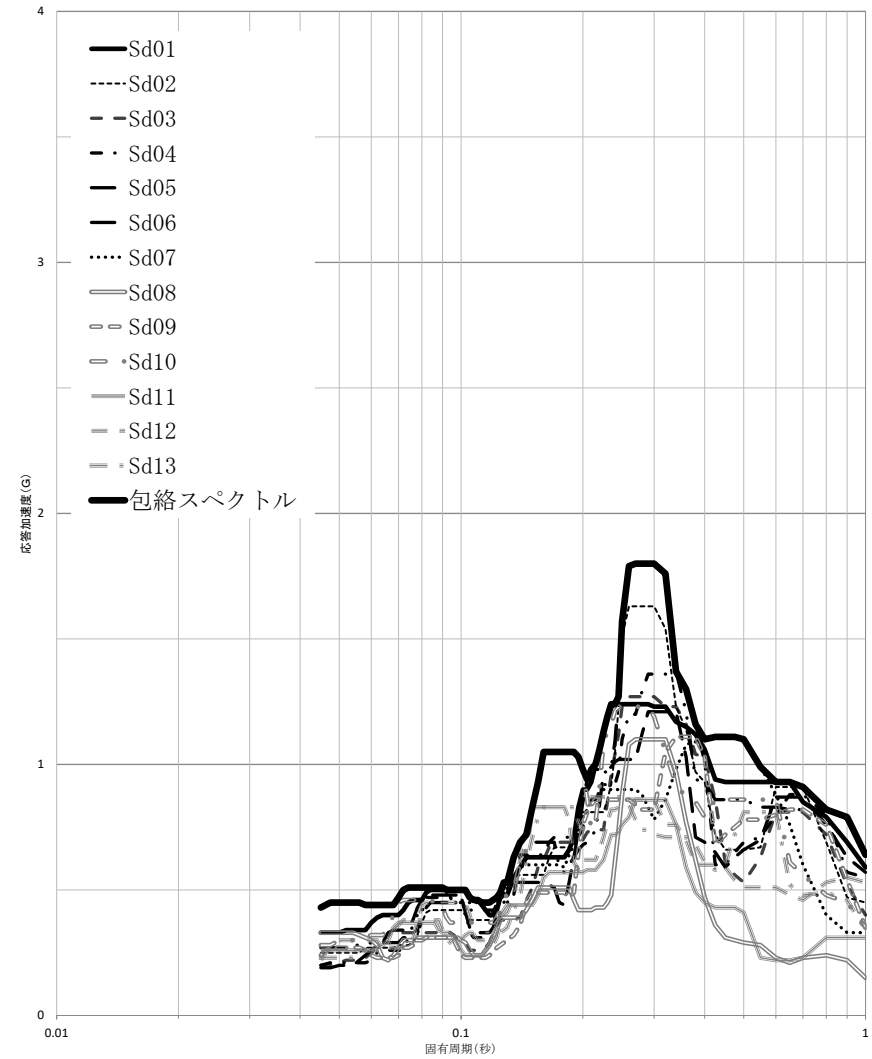
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： EW  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-2図

設計用床応答曲線

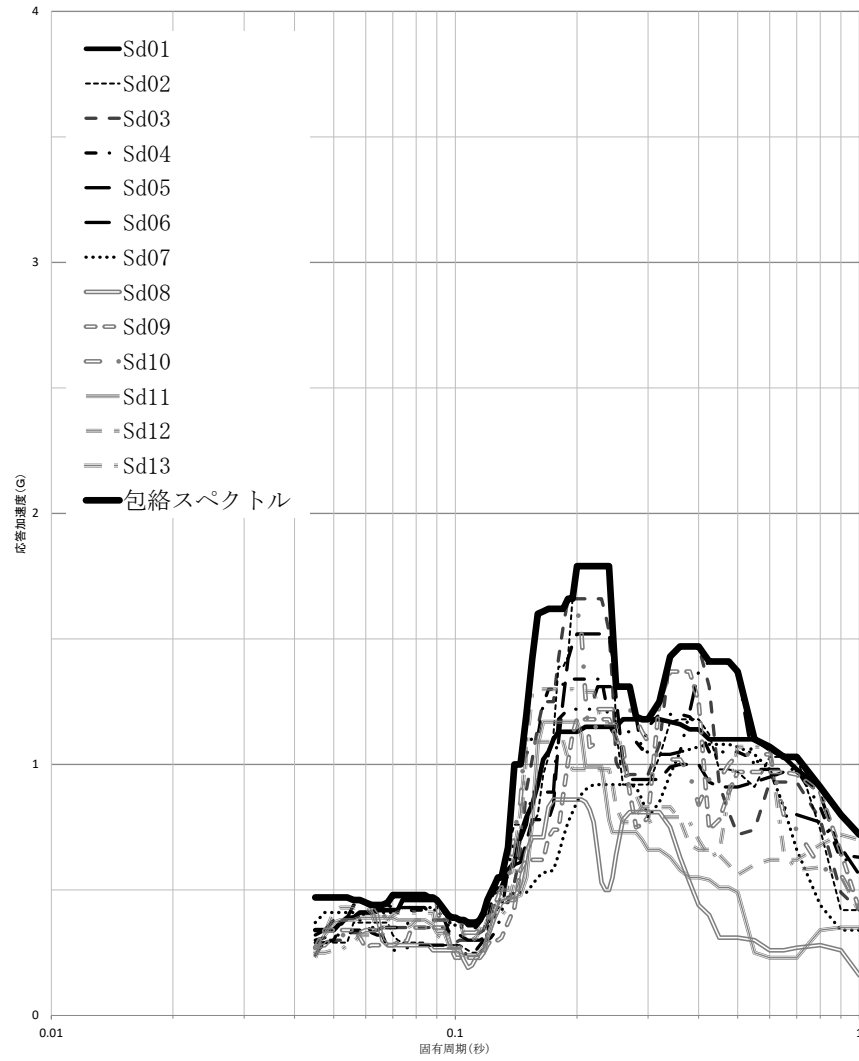
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： EW  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-3図

設計用床応答曲線

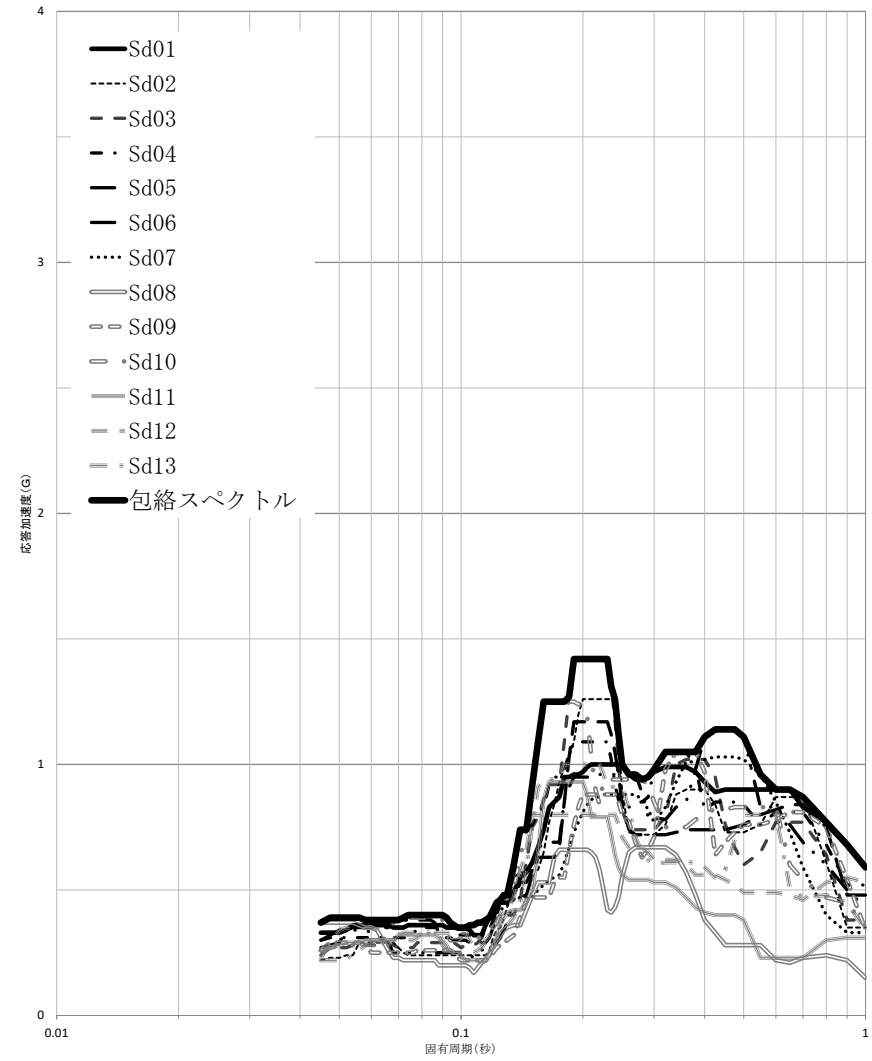
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： NS  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-4図

設計用床応答曲線

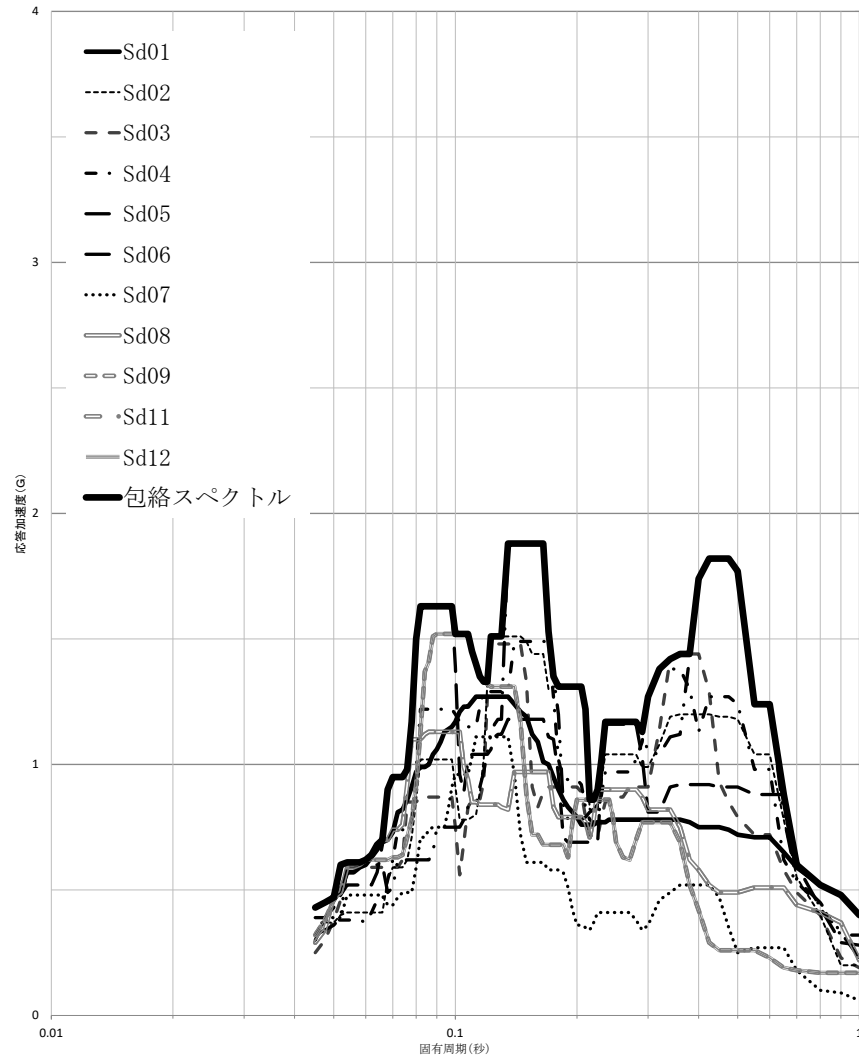
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： NS  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-5図

設計用床応答曲線

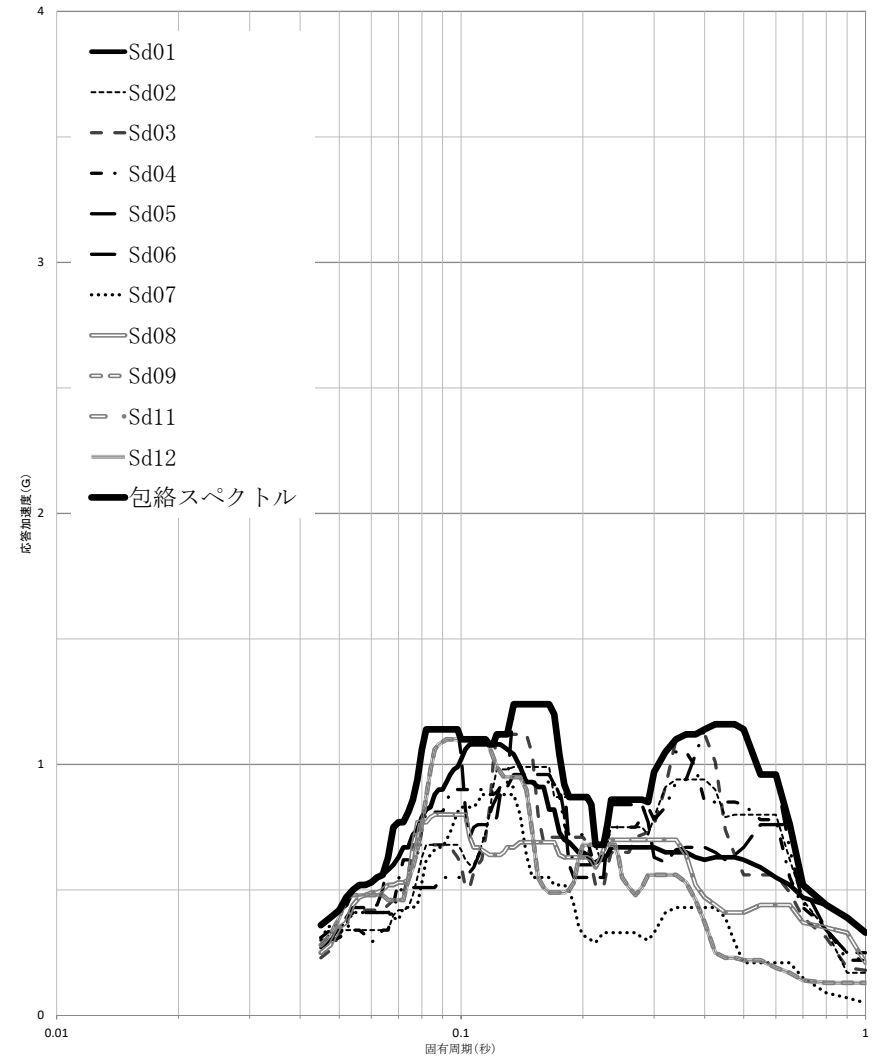
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-6図

設計用床応答曲線

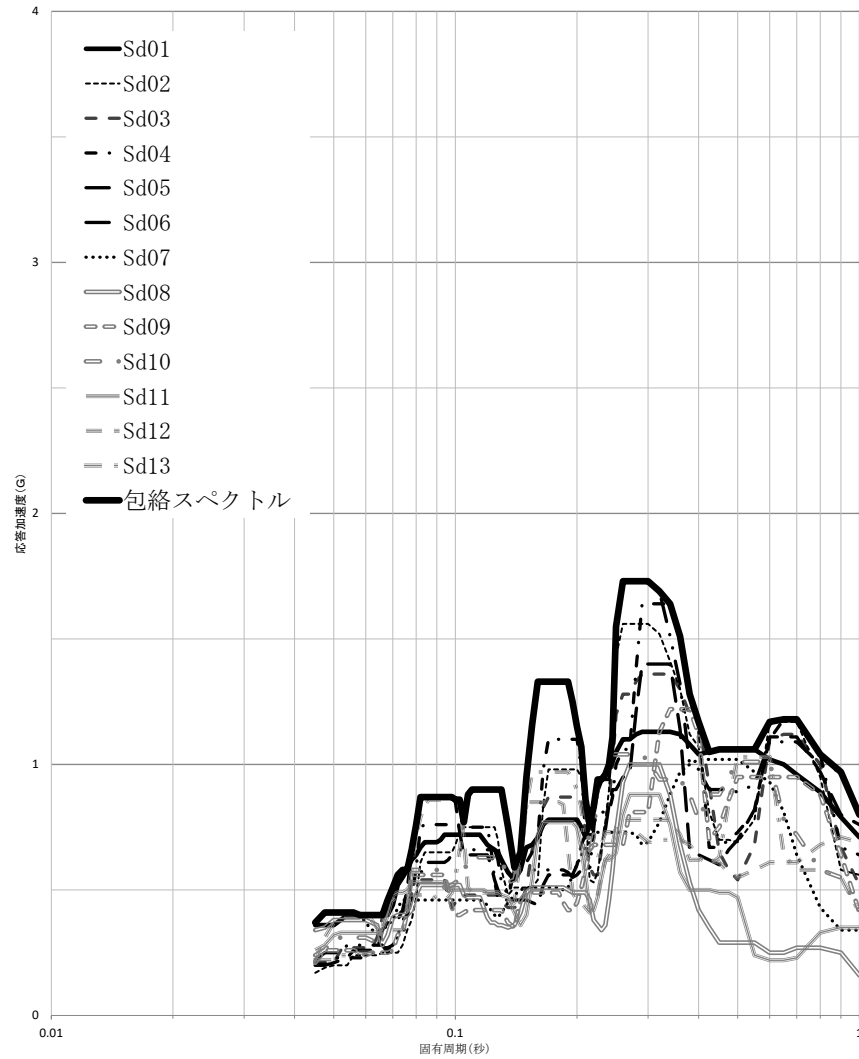
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-7図

設計用床応答曲線

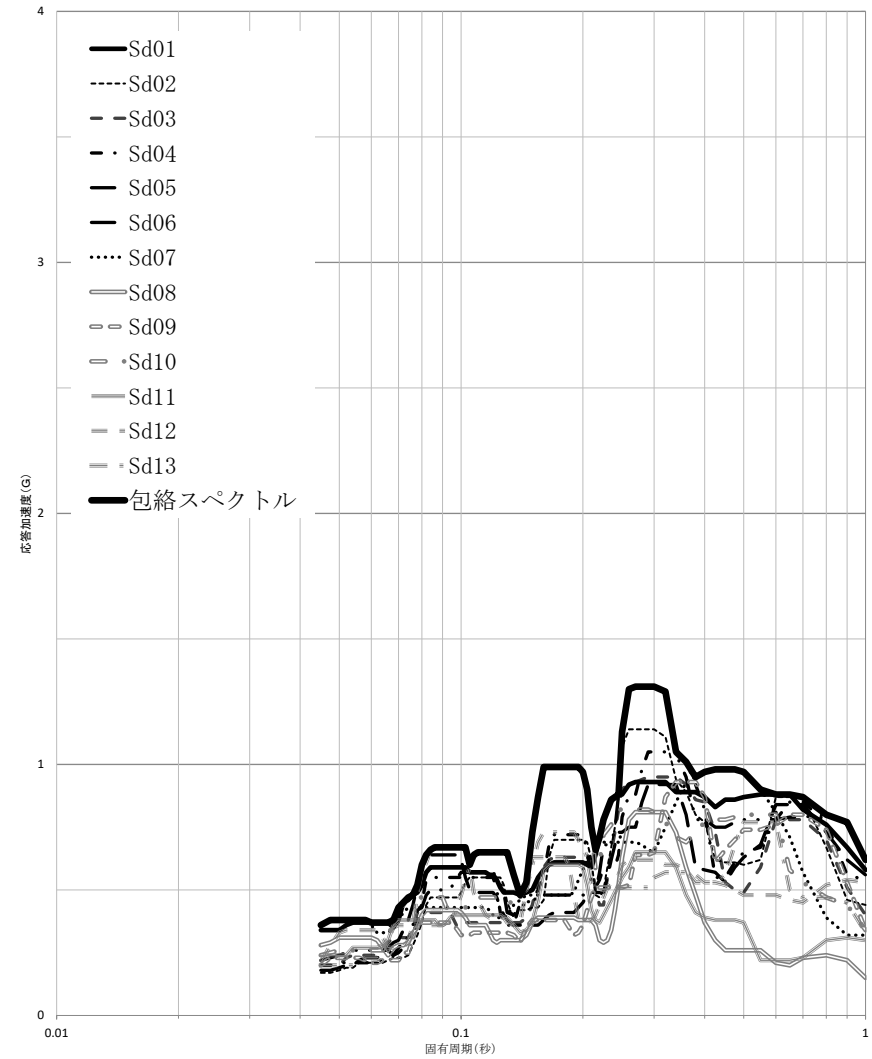
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： EW  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-8図

設計用床応答曲線

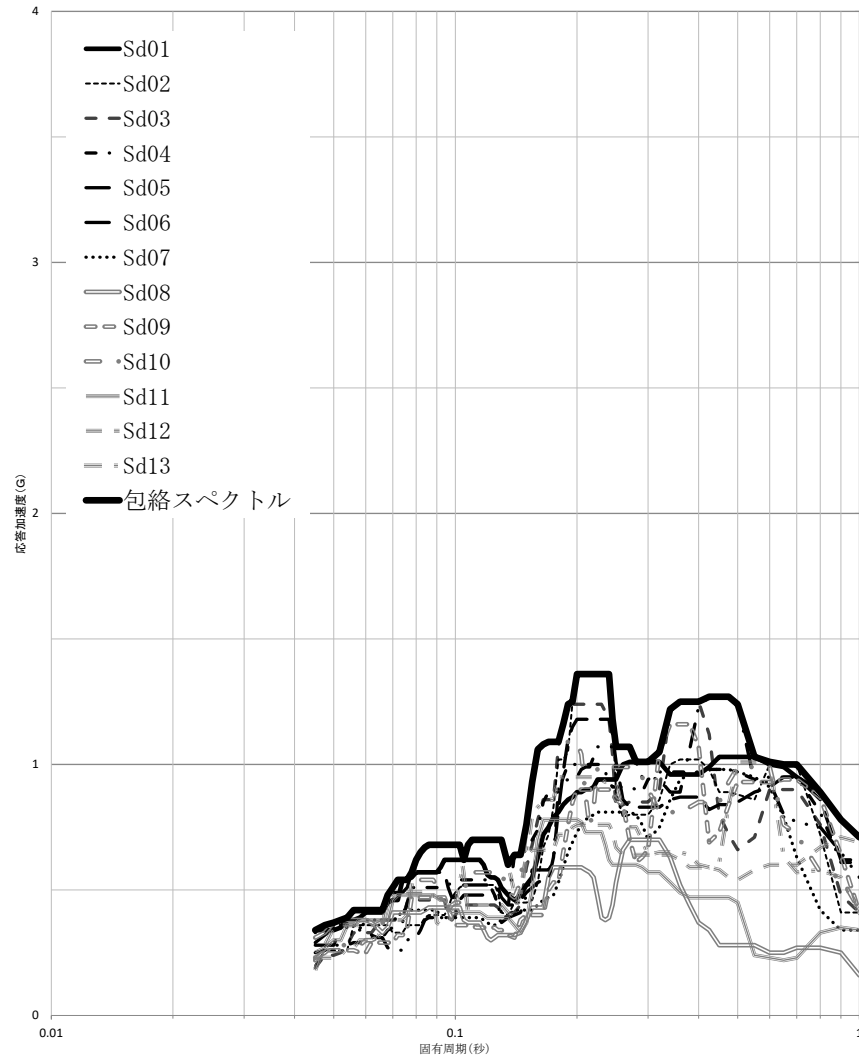
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： EW  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-9図

設計用床応答曲線

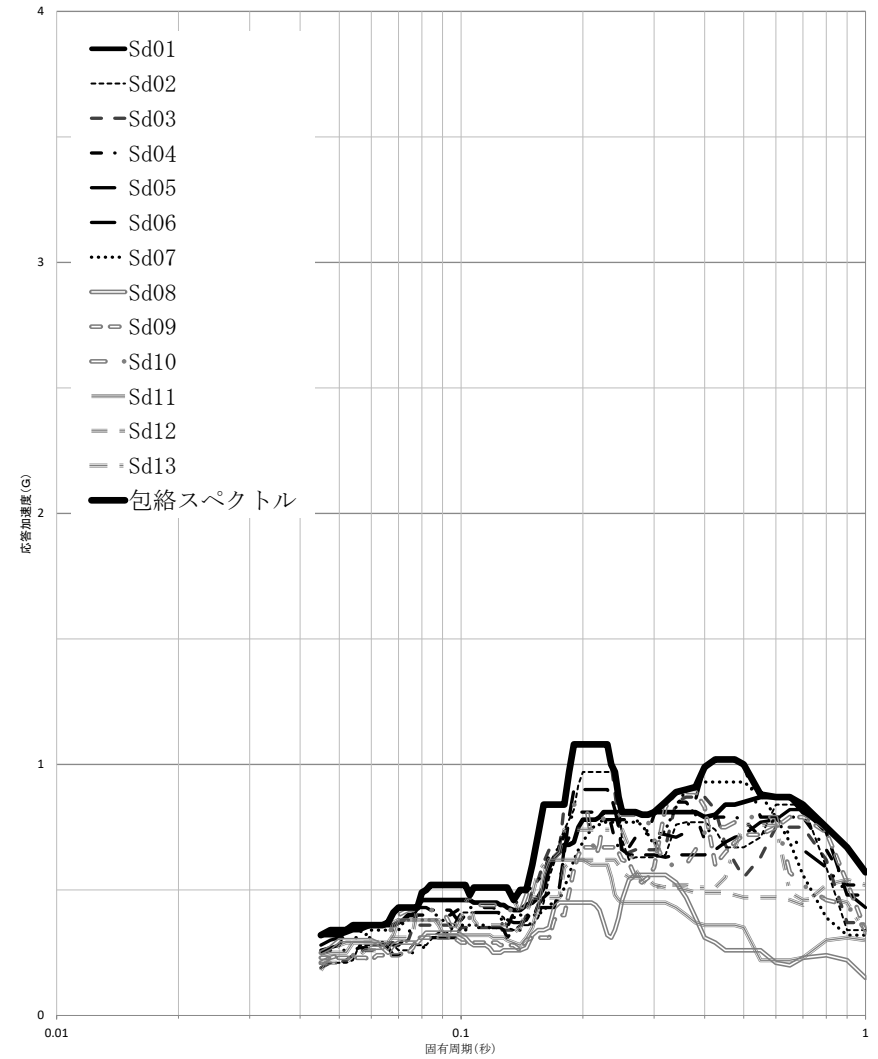
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： NS  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-10図

設計用床応答曲線

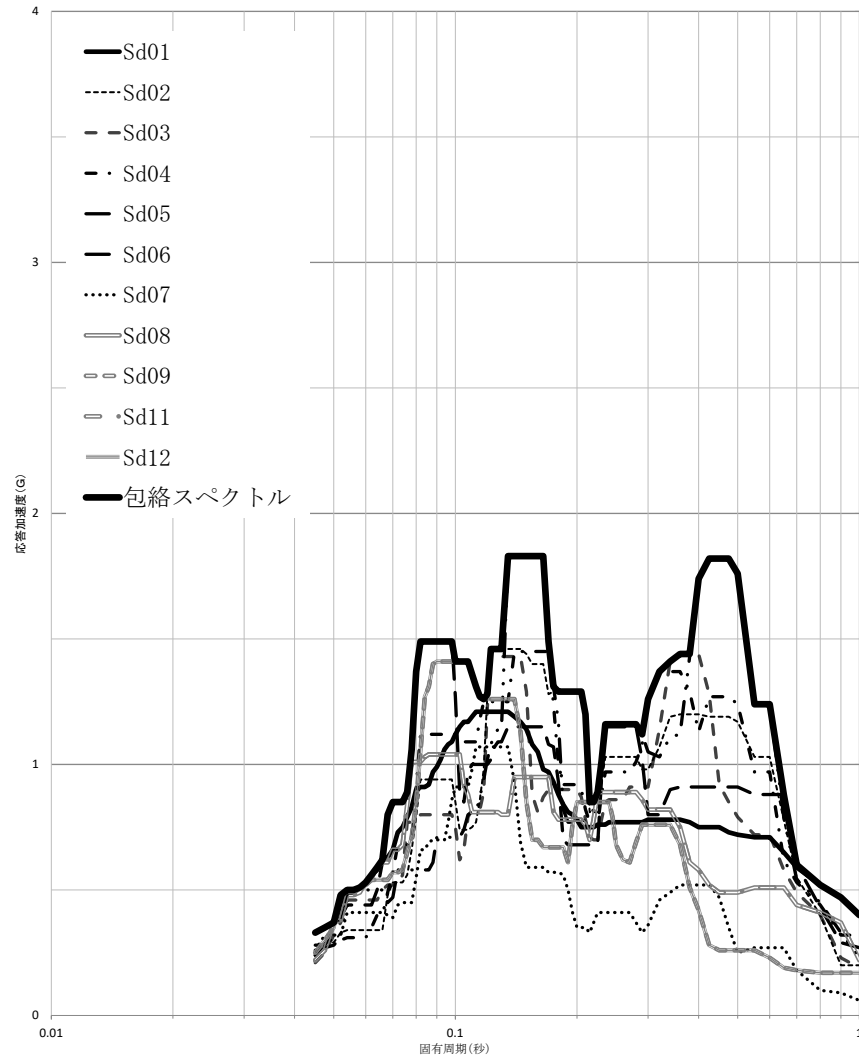
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： NS  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-11図

設計用床応答曲線

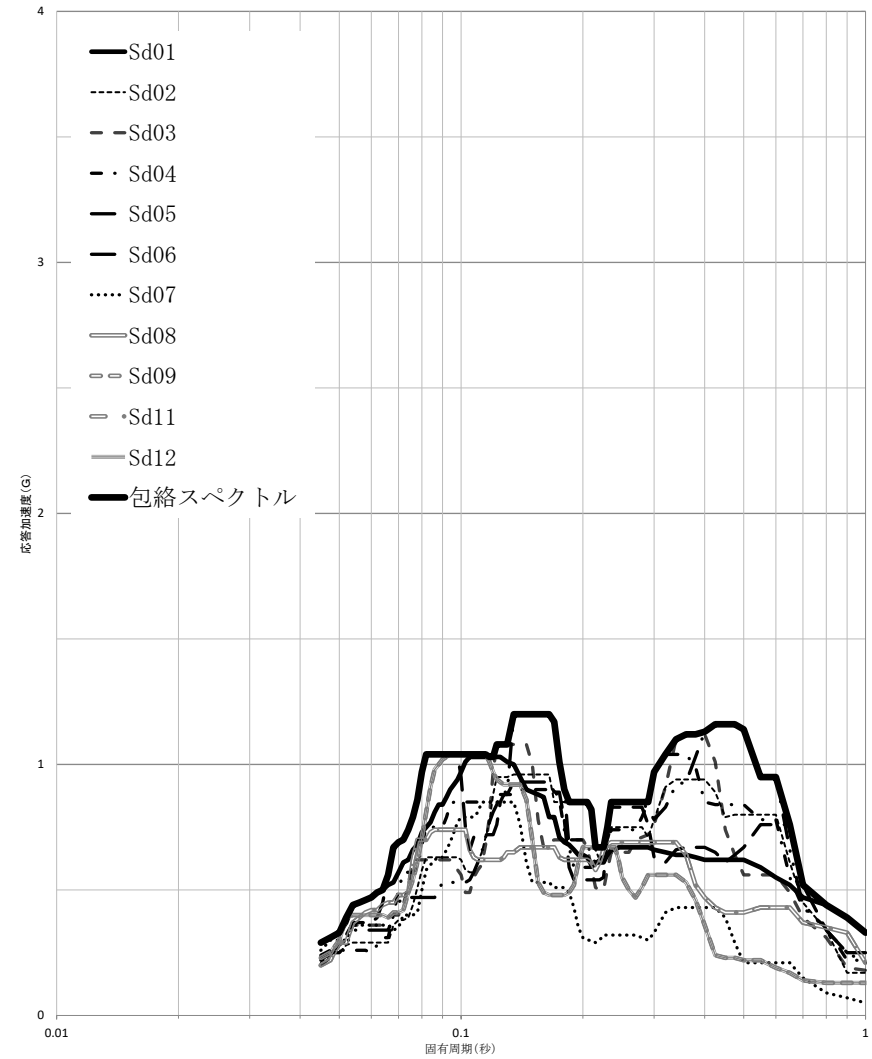
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-12図

設計用床応答曲線

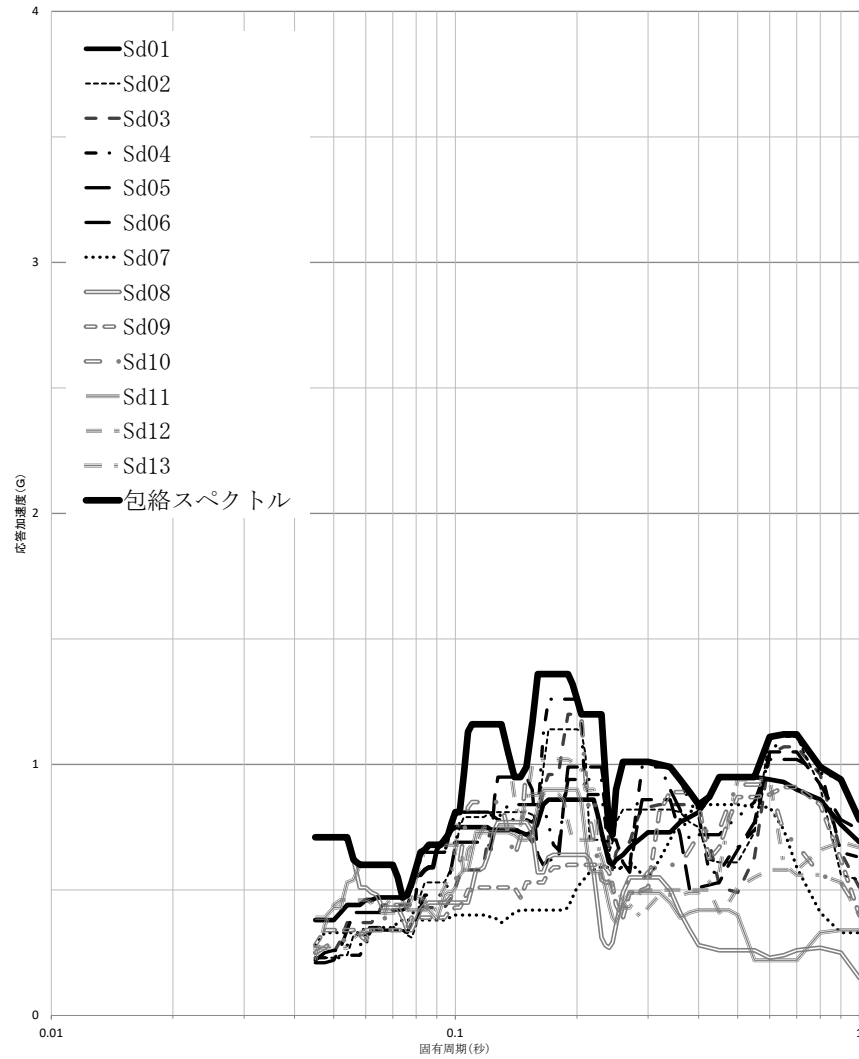
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-13図

設計用床応答曲線

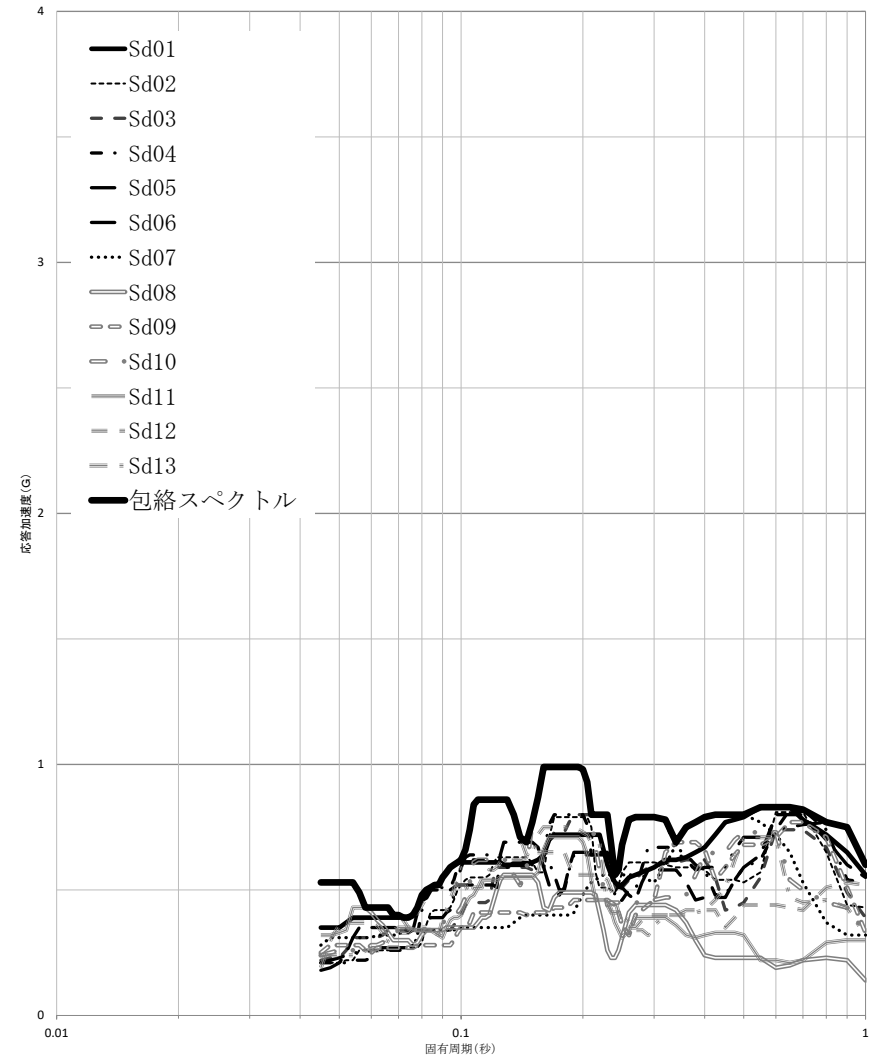
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： EW  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-14図

設計用床応答曲線

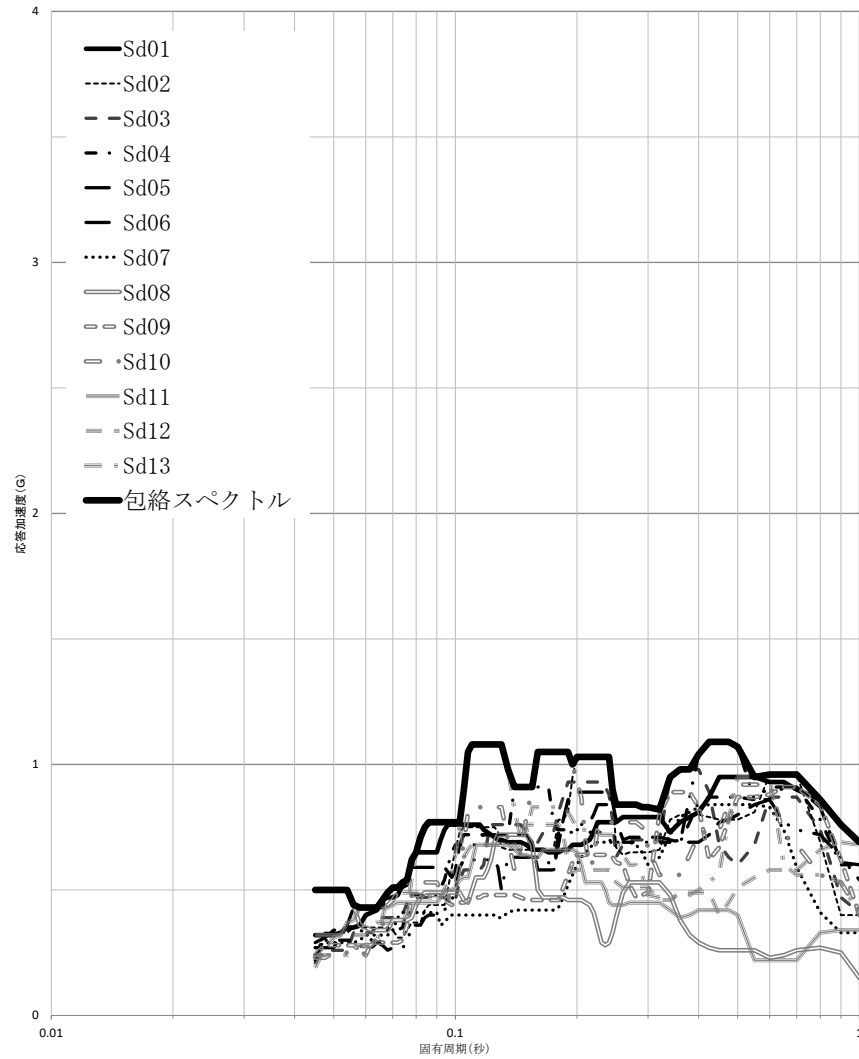
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： EW  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-15図

設計用床応答曲線

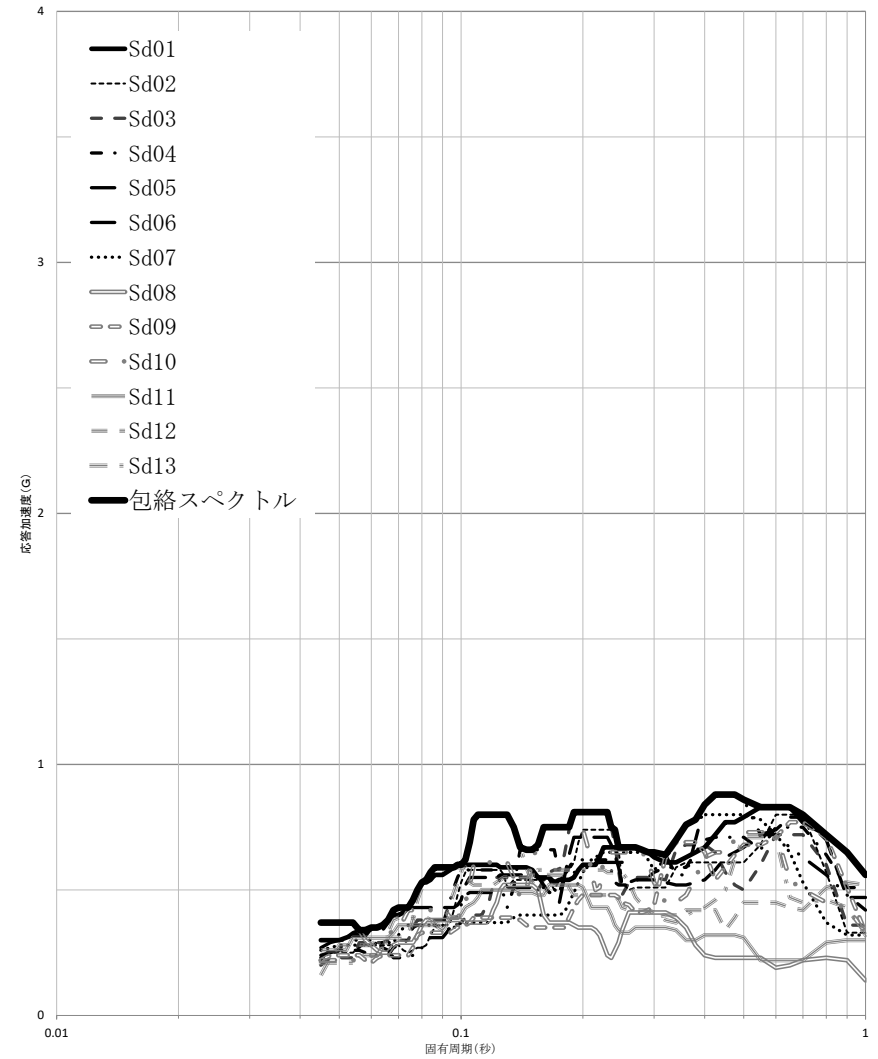
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： NS  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-16図

設計用床応答曲線

建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： NS  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)

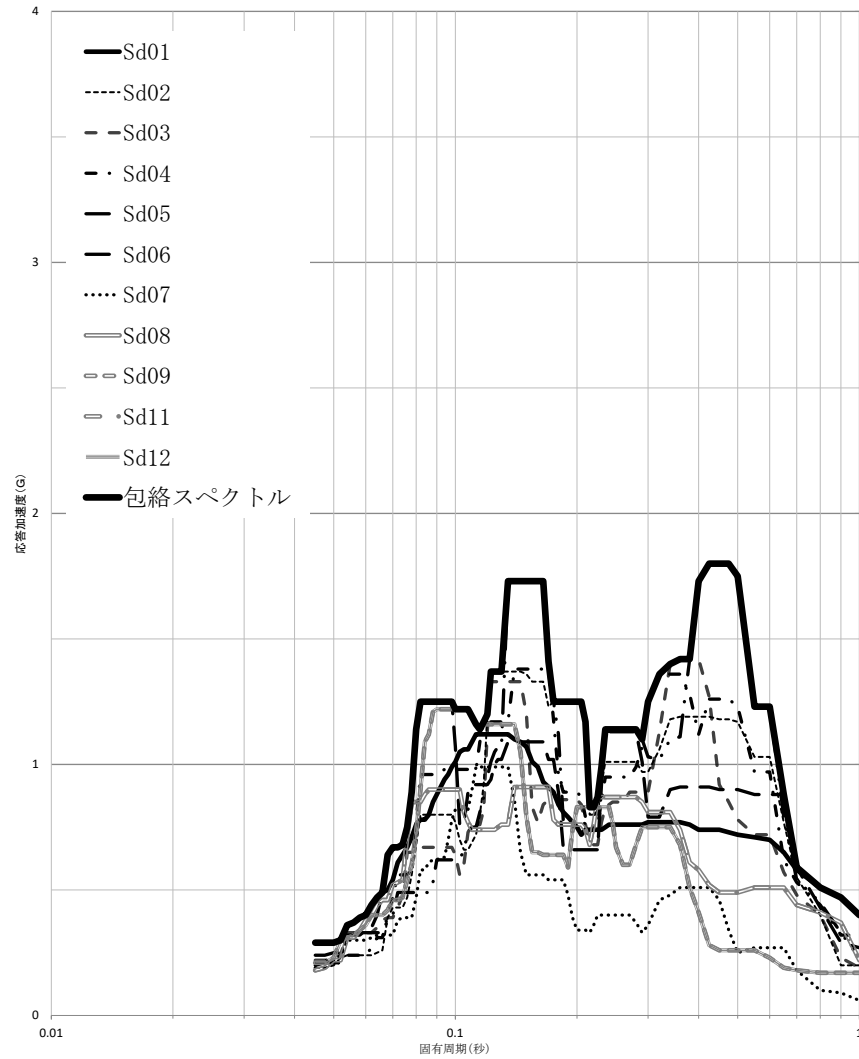




第5-17図

設計用床応答曲線

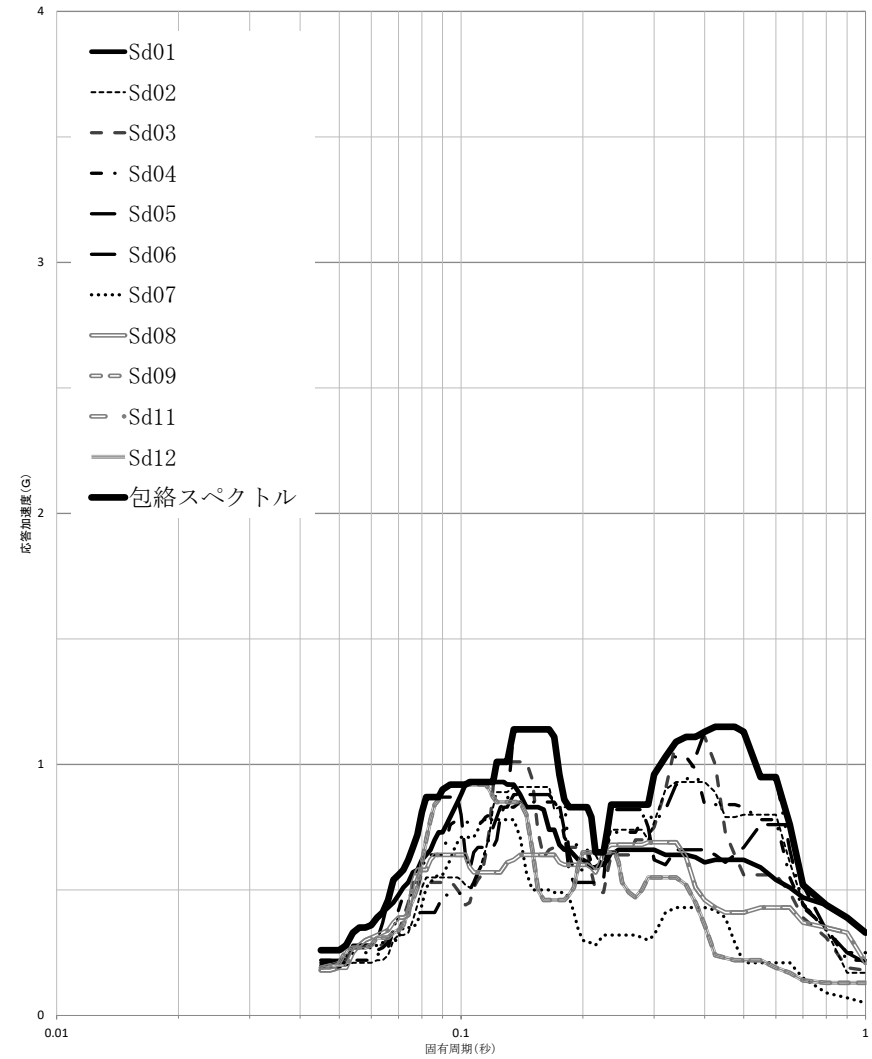
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-18図

設計用床応答曲線

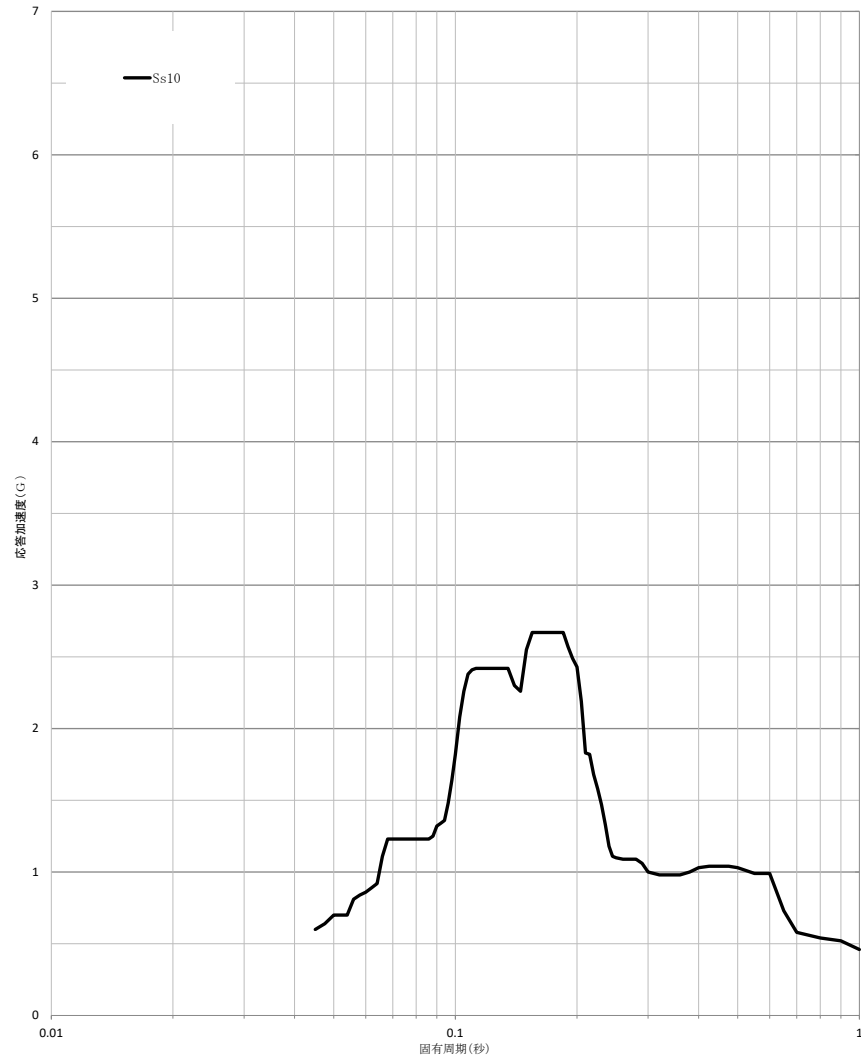
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第7-1図

設計用床応答曲線

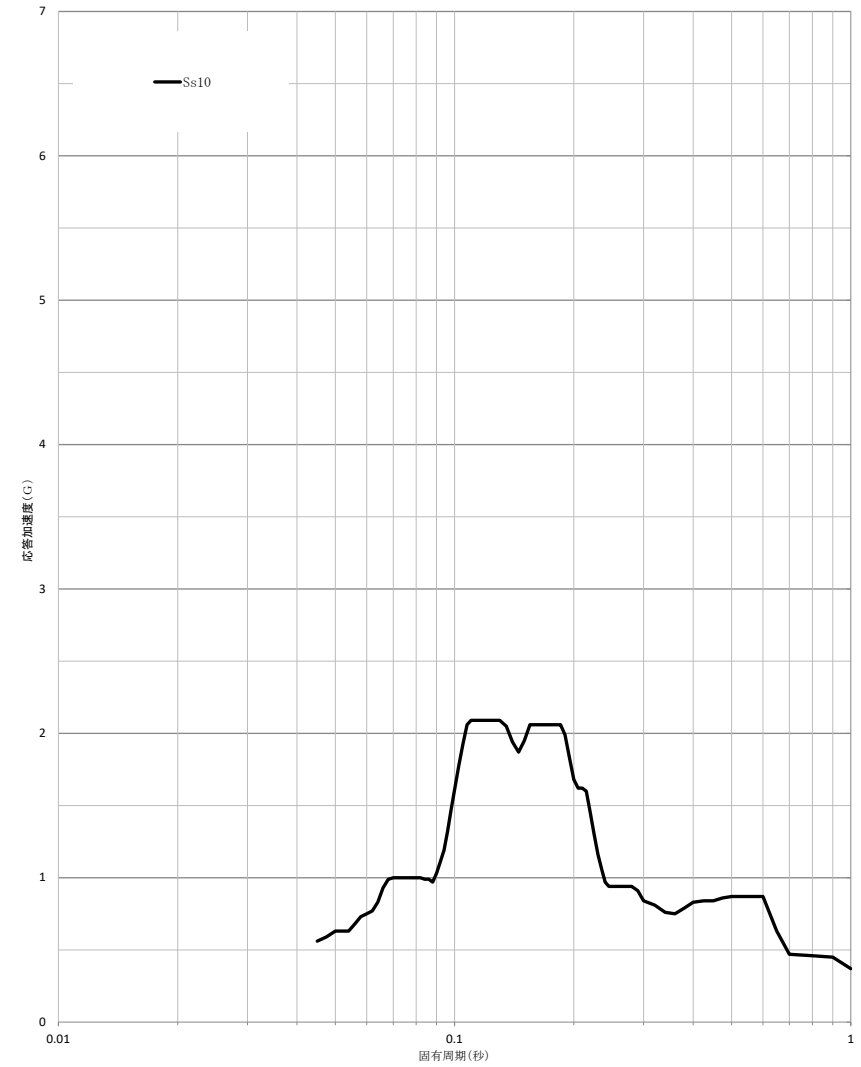
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第7-2図

設計用床応答曲線

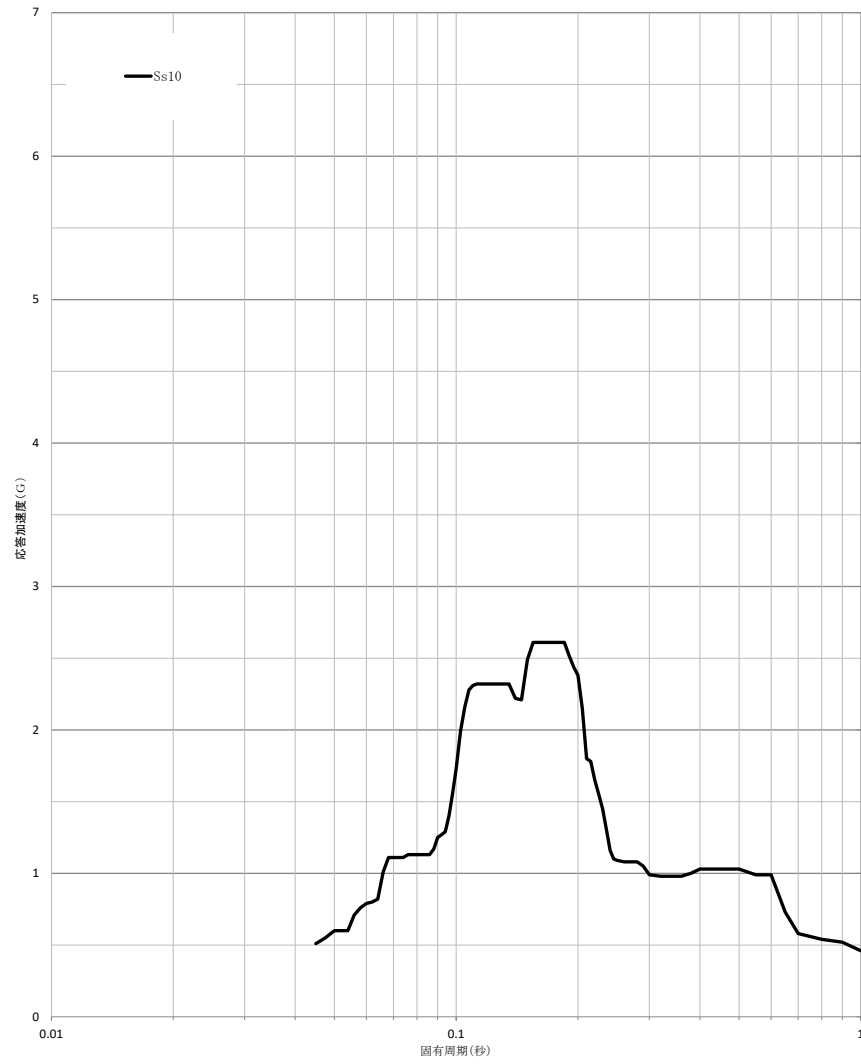
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第7-3図

設計用床応答曲線

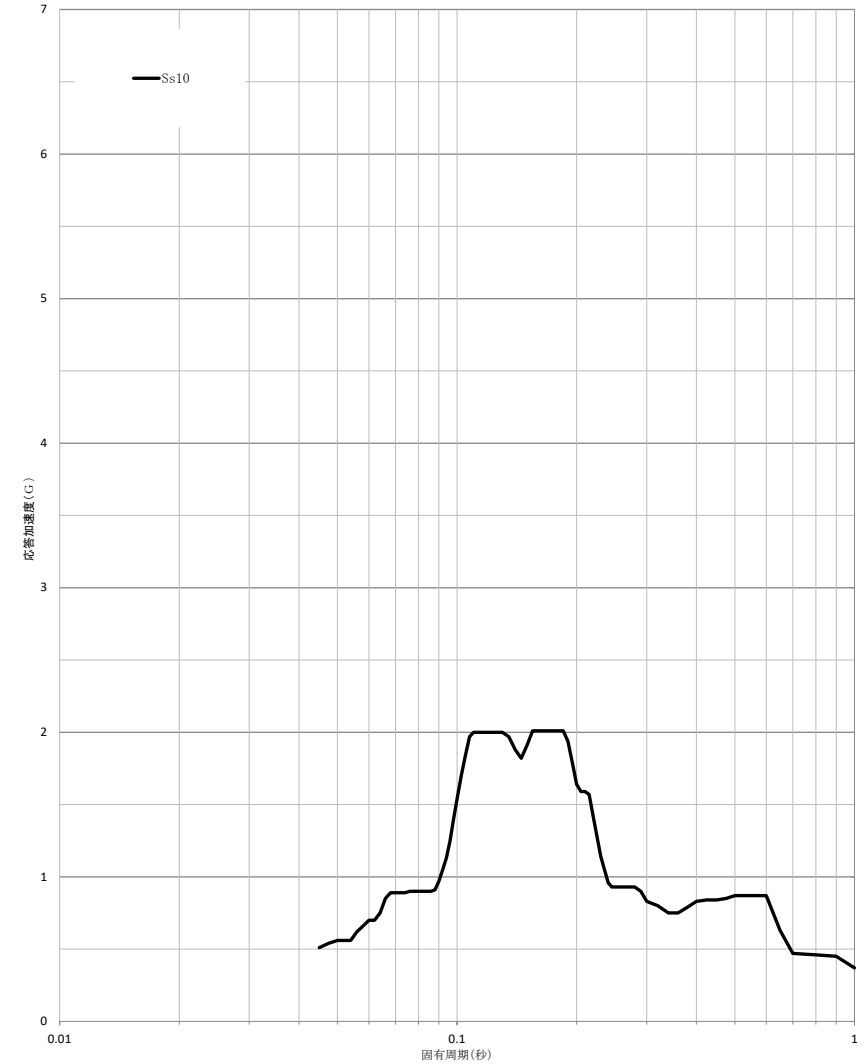
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第7-4図

設計用床応答曲線

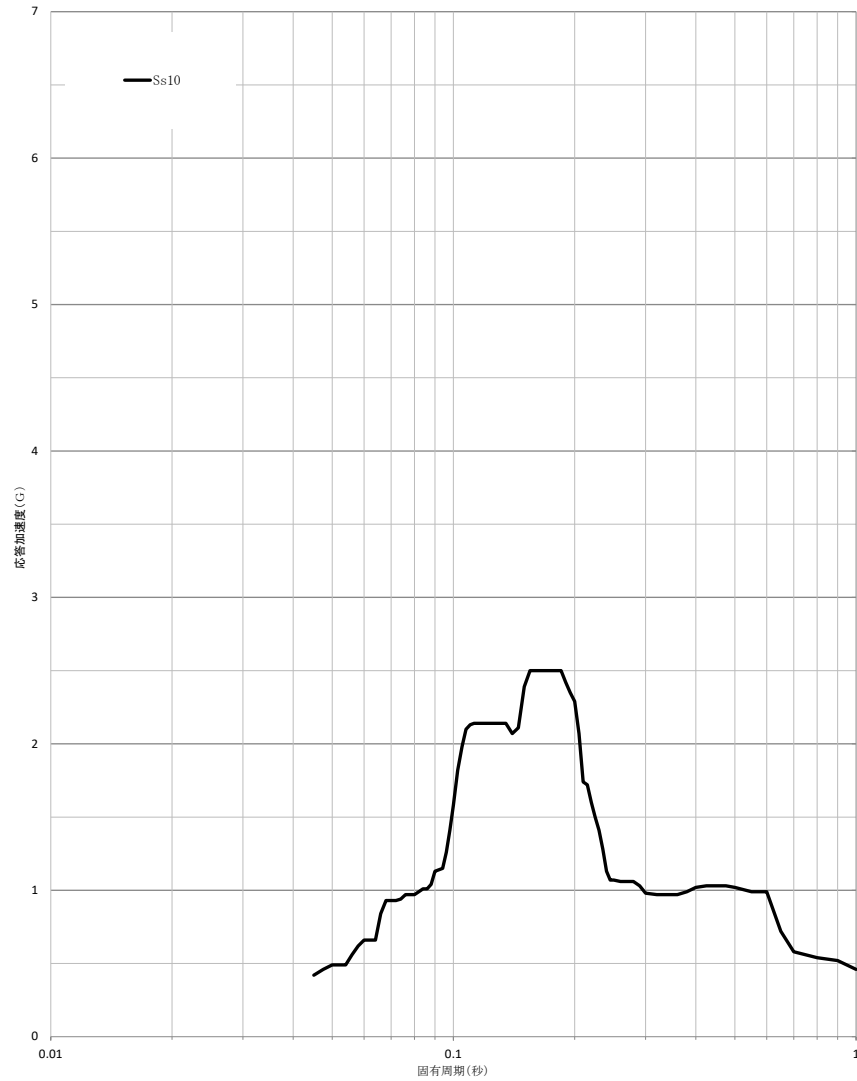
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第7-5図

設計用床応答曲線

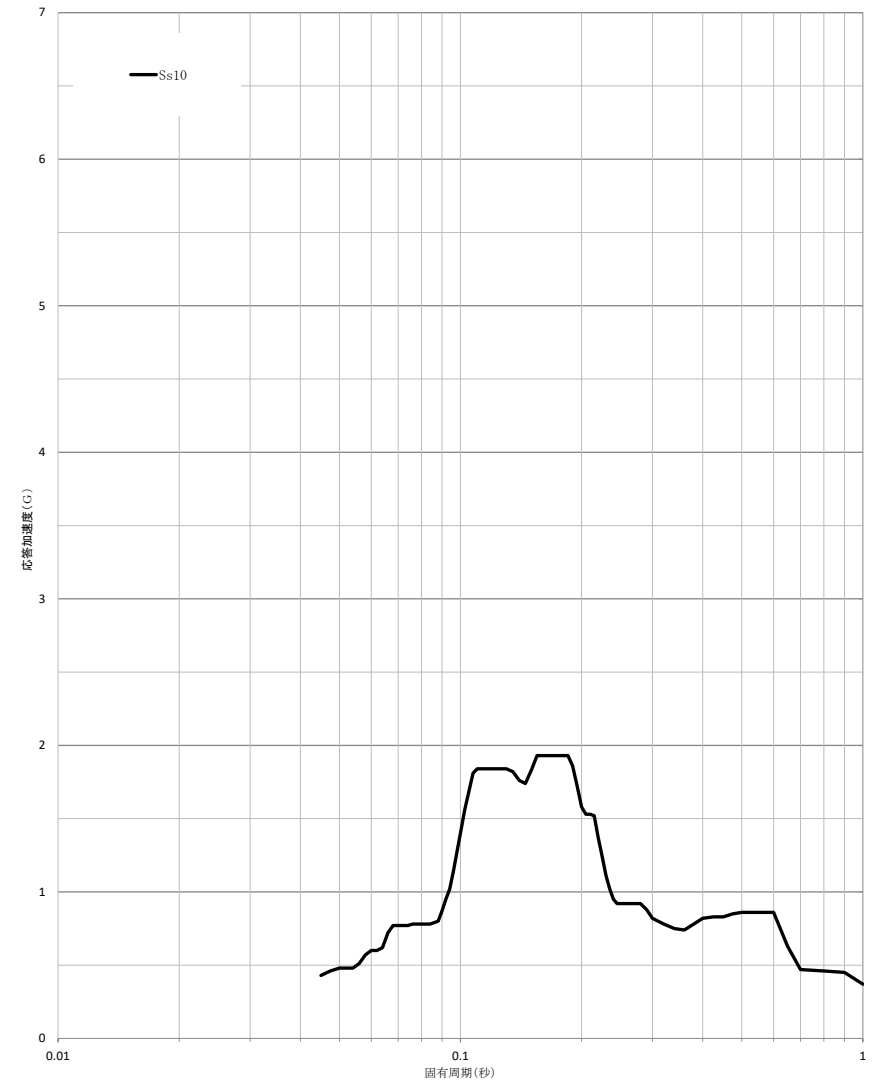
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第7-6図

設計用床応答曲線

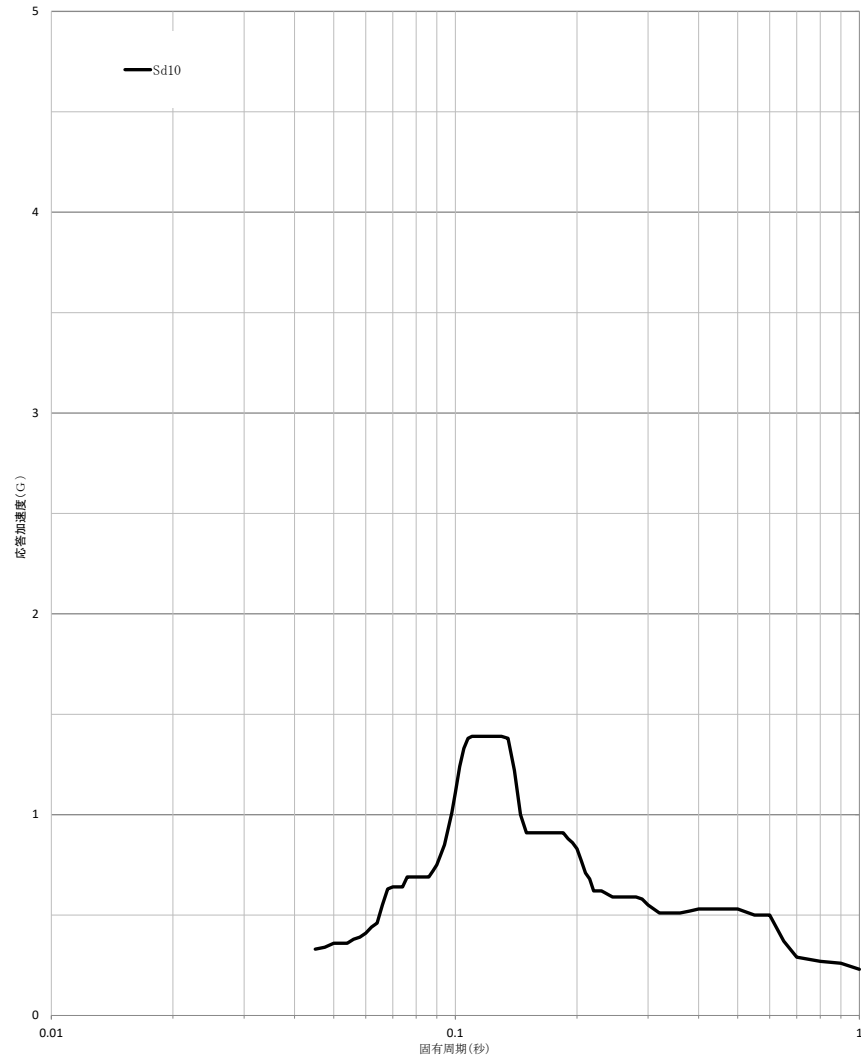
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第8-1図

設計用床応答曲線

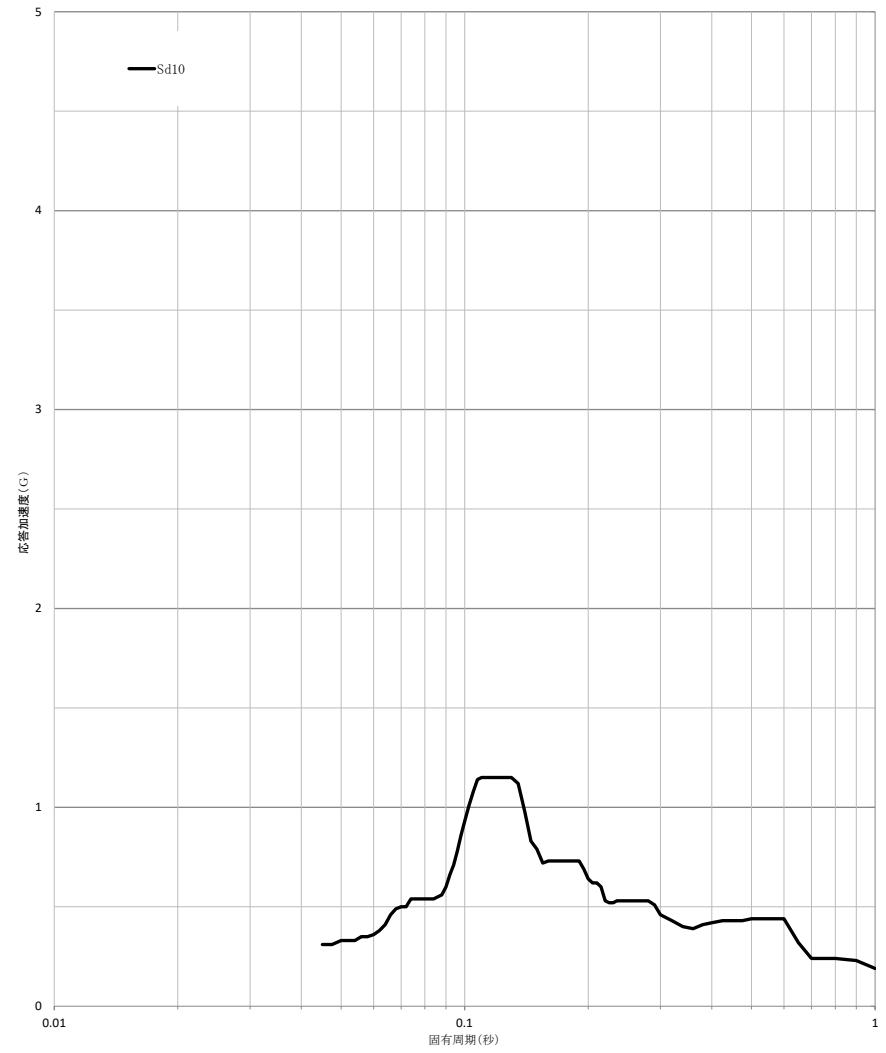
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第8-2図

設計用床応答曲線

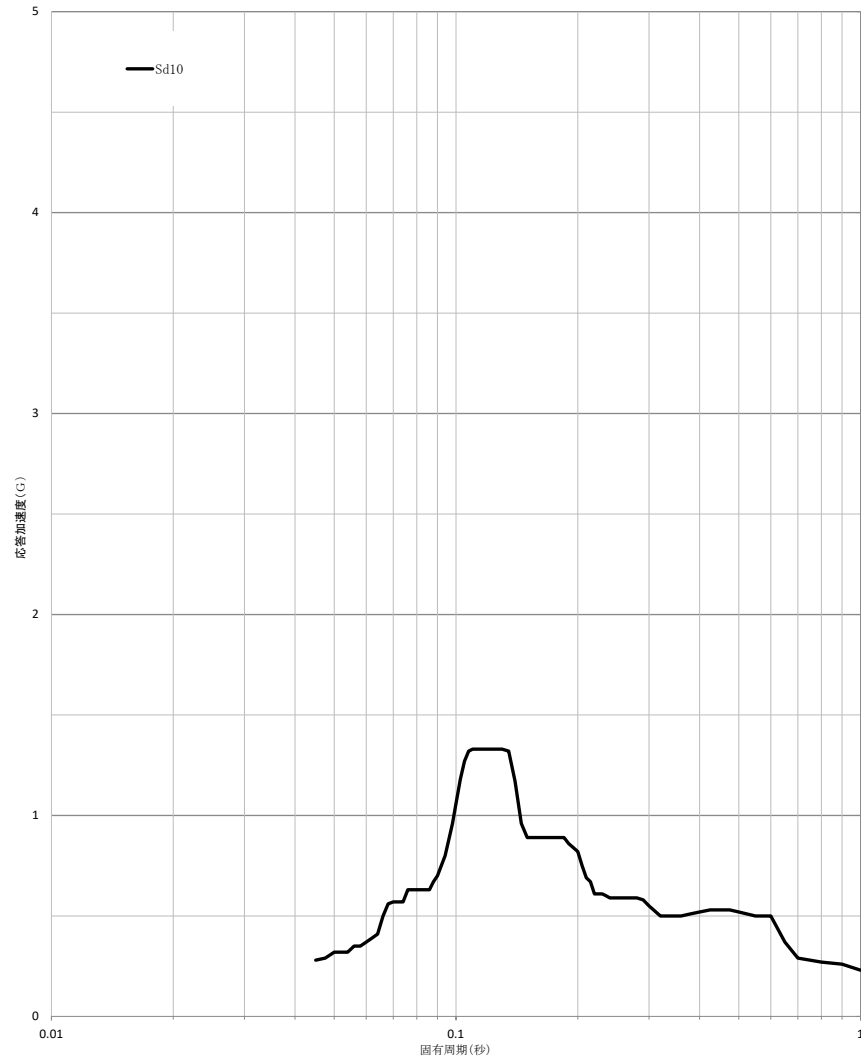
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第8-3図

設計用床応答曲線

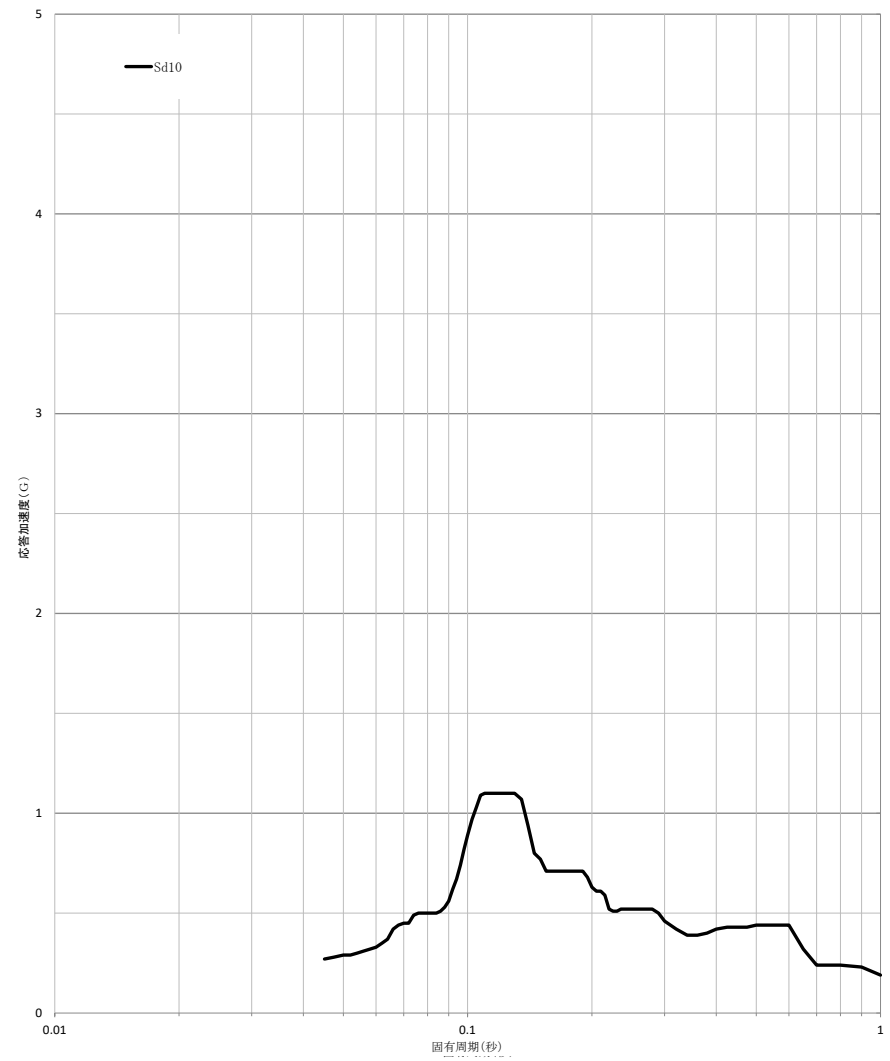
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第8-4図

設計用床応答曲線

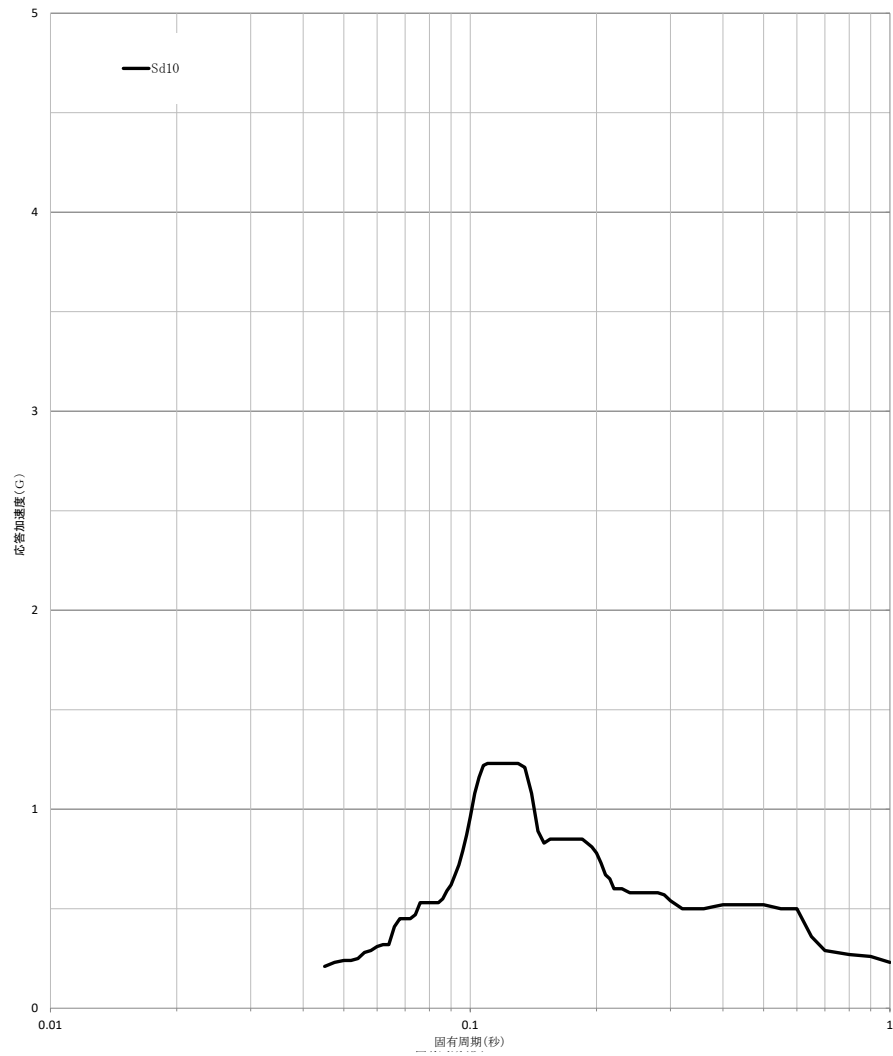
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第8-5図

設計用床応答曲線

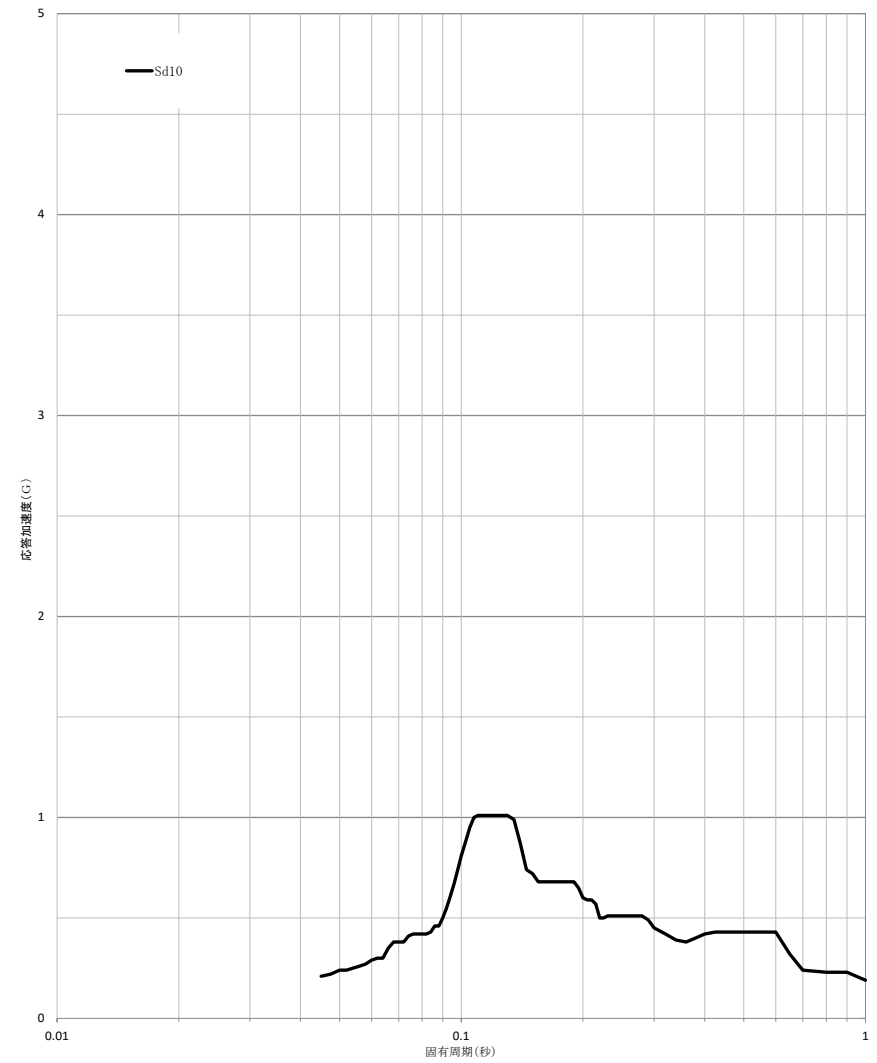
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第8-6図

設計用床応答曲線

建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



## Ⅱ－１－１－６別紙１－２

### ガラス固化体貯蔵建屋B棟の 設計用床応答曲線



## 目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 応答スペクトル作成位置	1
3. 地震応答解析モデル	1
4. 基準地震動 $S_s$ の設計用床応答曲線	2
5. 弾性設計用地震動 $S_d$ の設計用床応答曲線	2
6. 最大床応答加速度及び静的震度	2
7. 一関東評価用地震動（鉛直） $S_s$ の設計用床応答曲線	2
8. 一関東評価用地震動（鉛直） $S_d$ の設計用床応答曲線	2
9. 一関東評価用地震動（鉛直） $S_s$ 及び $S_d$ の最大床応答加速度	2

## 1. 概要

本資料は、ガラス固化体貯蔵建屋B棟の機器・配管系の耐震設計に用いる各床面の静的震度、最大床応答加速度及び設計用床応答曲線について示したものである。

## 2. 応答スペクトル作成位置

応答スペクトルの作成位置を示す解析モデルについては、添付書類「ガラス固化体貯蔵建屋B棟の地震応答計算書」に示す。

建物・構築物の解析モデルのうち、質点系モデルについては各質点の応答スペクトルを作成する。

## 3. 地震応答解析モデル

水平方向の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を考慮した建屋－地盤連成モデルとし、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとして設定する。

鉛直方向の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を考慮した建屋－地盤連成モデルとし、耐震壁等の軸剛性を評価した質点系モデルとする。

「Ⅱ-1-3-1-1 建物・構築物の地震応答計算書作成の基本方針」に基づき設定した解析モデルとする。

4. 基準地震動  $S_s$  の設計用床応答曲線  
基準地震動  $S_s$  に基づく設計用床応答曲線の図番を第 4-1 表に示す。
5. 弾性設計用地震動  $S_d$  の設計用床応答曲線  
弾性設計用地震動  $S_d$  に基づく設計用床応答曲線の図番を第 5-1 表に示す。
6. 最大床応答加速度及び静的震度  
基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  に基づく最大床応答加速度及び静的震度を第 6-1 表に示す。
7. 一関東評価用地震動（鉛直）  $S_s$  の設計用床応答曲線  
一関東評価用地震動（鉛直）  $S_s$  に基づく設計用床応答曲線の図番を第 7-1 表に示す。
8. 一関東評価用地震動（鉛直）  $S_d$  の設計用床応答曲線  
一関東評価用地震動（鉛直）  $S_d$  に基づく設計用床応答曲線の図番を第 8-1 表に示す。
9. 一関東評価用地震動（鉛直）  $S_s$  及び  $S_d$  の最大床応答加速度  
一関東評価用地震動（鉛直）  $S_s$  及び  $S_d$  に基づく最大床応答加速度を第 9-1 表に示す。

第 4-1 表 基準地震動 S s 設計用床応答曲線の図番(その 1)

地震動	周期	建物・ 構築物	質点番号			T. M. S. L. (m)	方向	減衰 定数 (%)	図番
			EW 方向	NS 方向	UD 方向				
S s	1 秒	ガラス 固化体 貯蔵建屋 B 棟	9	9	7	55.30	水平 (EW)	1.0	第 4-1 図
								2.0	第 4-2 図
							水平 (NS)	1.0	第 4-3 図
								2.0	第 4-4 図
							鉛直 (UD)	1.0	第 4-5 図
								2.0	第 4-6 図
			10	10	8	47.20	水平 (EW)	1.0	第 4-7 図
								2.0	第 4-8 図
							水平 (NS)	1.0	第 4-9 図
								2.0	第 4-10 図
							鉛直 (UD)	1.0	第 4-11 図
								2.0	第 4-12 図
			11	11	9	38.20	水平 (EW)	1.0	第 4-13 図
								2.0	第 4-14 図
							水平 (NS)	1.0	第 4-15 図
								2.0	第 4-16 図
							鉛直 (UD)	1.0	第 4-17 図
								2.0	第 4-18 図

以降、他階層分については省略。

第 5-1 表 弾性設計用地震動 S d 設計用床応答曲線の図番(その 1)

地震動	周期	建物・ 構築物	質点番号			T. M. S. L. (m)	方向	減衰 定数 (%)	図番
			EW 方向	NS 方向	UD 方向				
S d	1 秒	ガラス 固化体 貯蔵建屋 B 棟	9	9	7	55.30	水平 (EW)	1.0	第 5-1 図
								2.0	第 5-2 図
							水平 (NS)	1.0	第 5-3 図
								2.0	第 5-4 図
							鉛直 (UD)	1.0	第 5-5 図
								2.0	第 5-6 図
			10	10	8	47.20	水平 (EW)	1.0	第 5-7 図
								2.0	第 5-8 図
							水平 (NS)	1.0	第 5-9 図
								2.0	第 5-10 図
							鉛直 (UD)	1.0	第 5-11 図
								2.0	第 5-12 図
			11	11	9	38.20	水平 (EW)	1.0	第 5-13 図
								2.0	第 5-14 図
							水平 (NS)	1.0	第 5-15 図
								2.0	第 5-16 図
							鉛直 (UD)	1.0	第 5-17 図
								2.0	第 5-18 図

第 6-1 表 最大床応答加速度及び静的震度

建物・ 構築物	質点番号			T. M. S. L. (m)	最大床応答加速度 (G)						静的震度 ( $3.6C_i$ ) (G)		
					基準地震動 $S_s$			弾性設計用地震動 $S_d$			水平方向		鉛直方向
	水平方向		鉛直方向		水平方向		鉛直方向	水平方向		鉛直方向			
	EW 方向	NS 方向			UD 方向	EW 方向		NS 方向	EW 方向		NS 方向	EW 方向	NS 方向
ガラス 建屋 B棟 固化体貯蔵	9	9	7	55.30	0.60	0.57	0.42	0.39	0.34	0.23	0.68	0.64	0.29
	10	10	8	47.20	0.53	0.53	0.41	0.31	0.30	0.22	0.58	0.58	
	11	11	9	38.20	0.46	0.47	0.40	0.28	0.27	0.21	0.58	0.58	

第7-1表 一関東評価用地震動（鉛直）S<sub>s</sub> の影響評価用床応答曲線の図番  
（その1）

地震動	周期	建物・ 構築物	質点番号			T. M. S. L. (m)	方向	減衰 定数 (%)	図番
			EW 方向	NS 方向	UD 方向				
S <sub>s</sub>	1 秒	ガラス 固化体 貯蔵建屋 B棟	9	9	7	55.30	水平 (EW)	1.0	—
								2.0	—
							水平 (NS)	1.0	—
								2.0	—
							鉛直 (UD)	1.0	第7-1 図
								2.0	第7-2 図
			10	10	8	47.20	水平 (EW)	1.0	—
								2.0	—
							水平 (NS)	1.0	—
								2.0	—
							鉛直 (UD)	1.0	第7-3 図
								2.0	第7-4 図
			11	11	9	38.20	水平 (EW)	1.0	—
								2.0	—
							水平 (NS)	1.0	—
								2.0	—
							鉛直 (UD)	1.0	第7-5 図
								2.0	第7-6 図

第8-1表 一関東評価用地震動（鉛直）S d の影響評価用床応答曲線の図番  
（その1）

地震動	周期	建物・ 構築物	質点番号			T. M. S. L. (m)	方向	減衰 定数 (%)	図番
			EW 方向	NS 方向	UD 方向				
S d	1 秒	ガラス 固化体 貯蔵建屋 B棟	9	9	7	55.30	水平 (EW)	1.0	—
								2.0	—
							水平 (NS)	1.0	—
								2.0	—
							鉛直 (UD)	1.0	第8-1 図
								2.0	第8-2 図
			10	10	8	47.20	水平 (EW)	1.0	—
								2.0	—
							水平 (NS)	1.0	—
								2.0	—
							鉛直 (UD)	1.0	第8-3 図
								2.0	第8-4 図
			11	11	9	38.20	水平 (EW)	1.0	—
								2.0	—
							水平 (NS)	1.0	—
								2.0	—
							鉛直 (UD)	1.0	第8-5 図
								2.0	第8-6 図



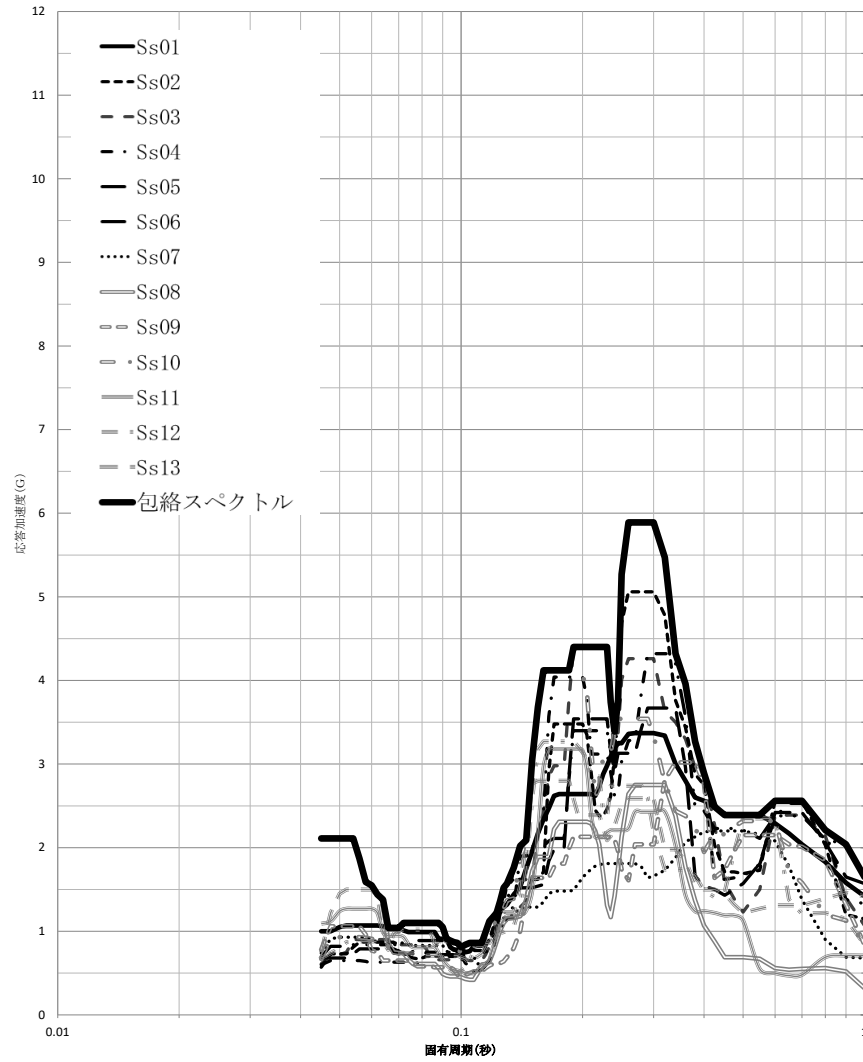
第 9-1 表 一関東評価用地震動（鉛直） $S_s$  及び  $S_d$  の最大床応答加速度

建物・ 構築物	質点番号			T. M. S. L. (m)	最大床応答加速度 (G)					
					基準地震動 $S_s$			弾性設計用地震動 $S_d$		
	水平方向				鉛直方向	水平方向		鉛直方向		
	EW 方向	NS 方向	UD 方向			EW 方向	NS 方向			
ガラス 建屋 B棟 貯蔵	9	9	7	55.30	—	—	0.38	—	—	0.19
	10	10	8	47.20	—	—	0.37	—	—	0.19
	11	11	9	38.20	—	—	0.35	—	—	0.18

第4-1図

設計用床応答曲線

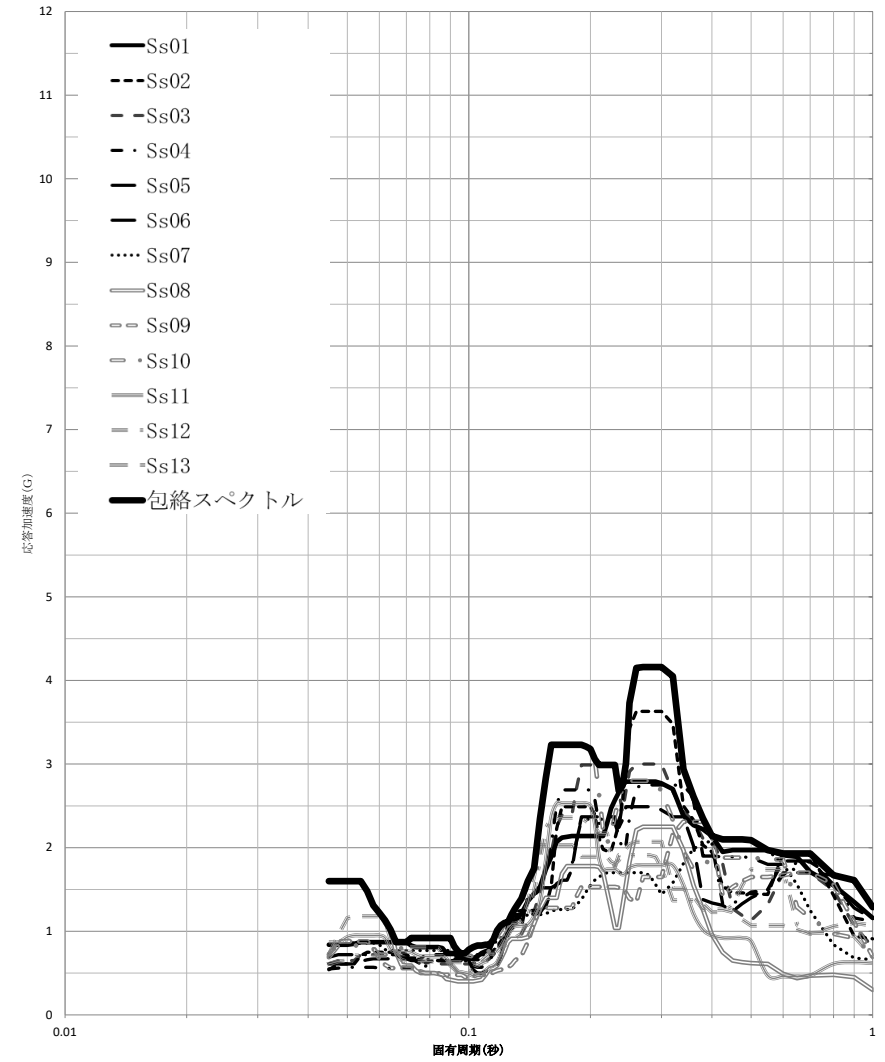
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： EW  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-2図

設計用床応答曲線

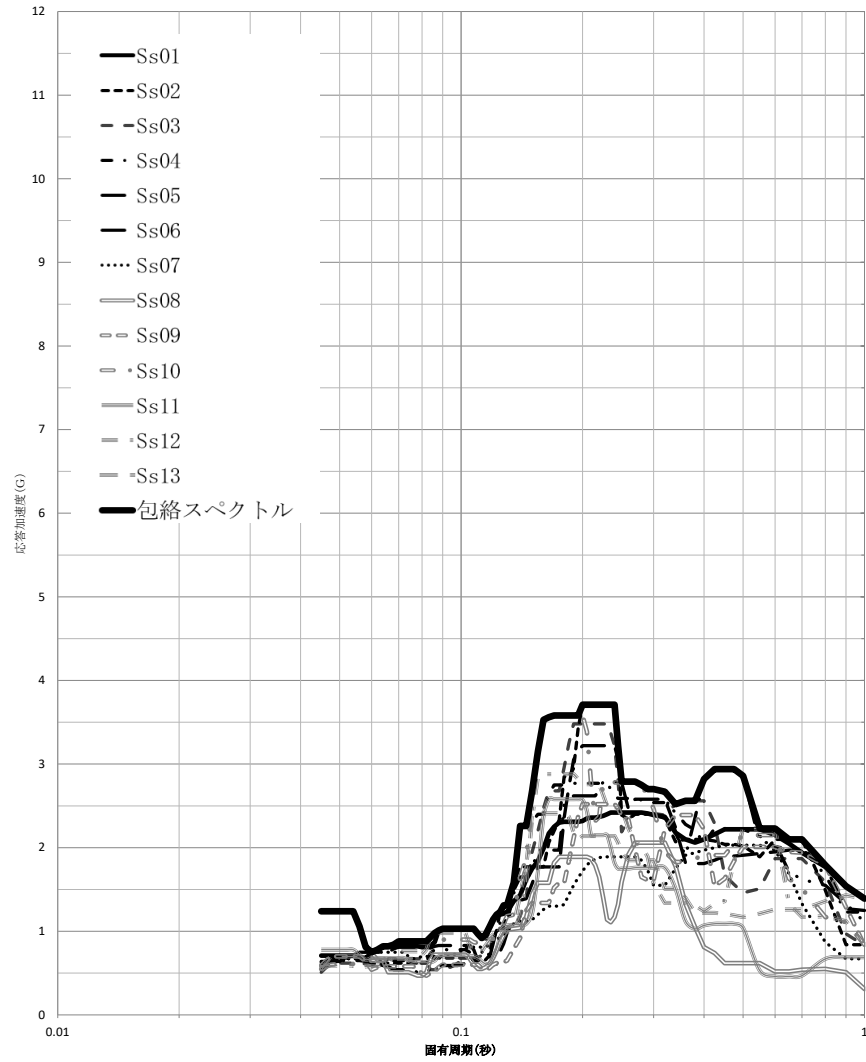
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： EW  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-3図

設計用床応答曲線

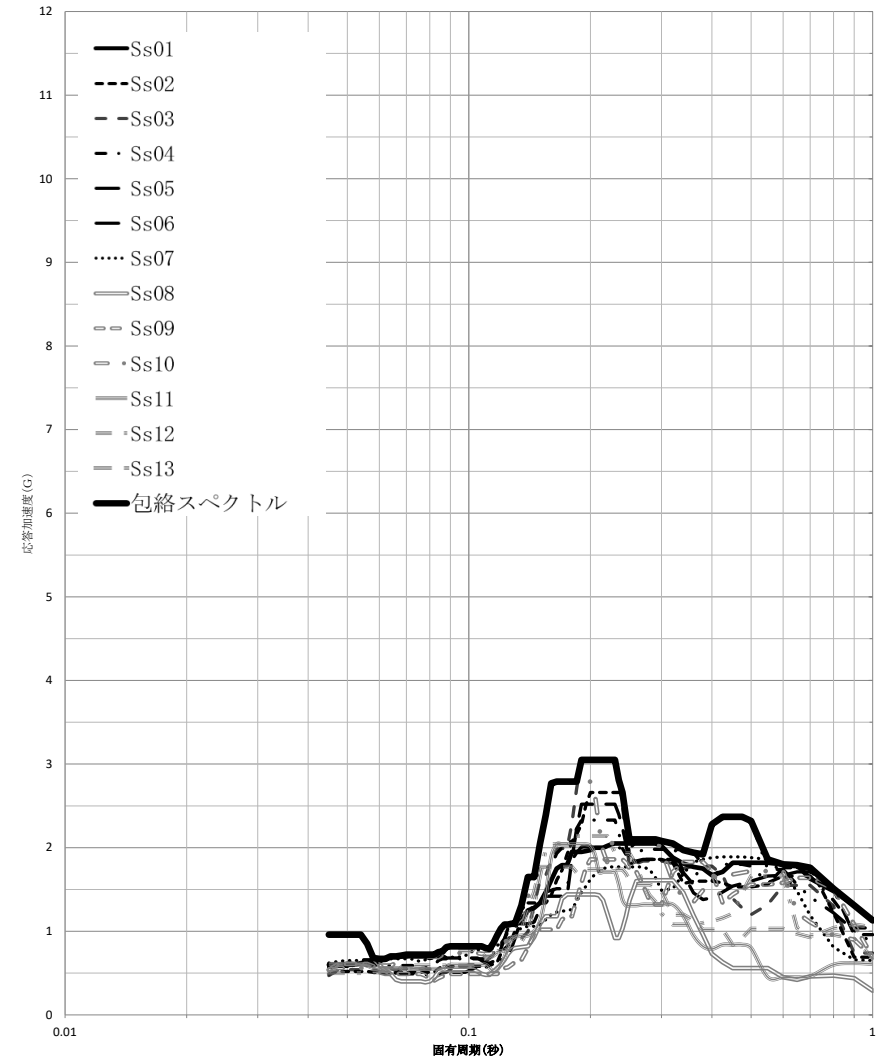
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： NS  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-4図

設計用床応答曲線

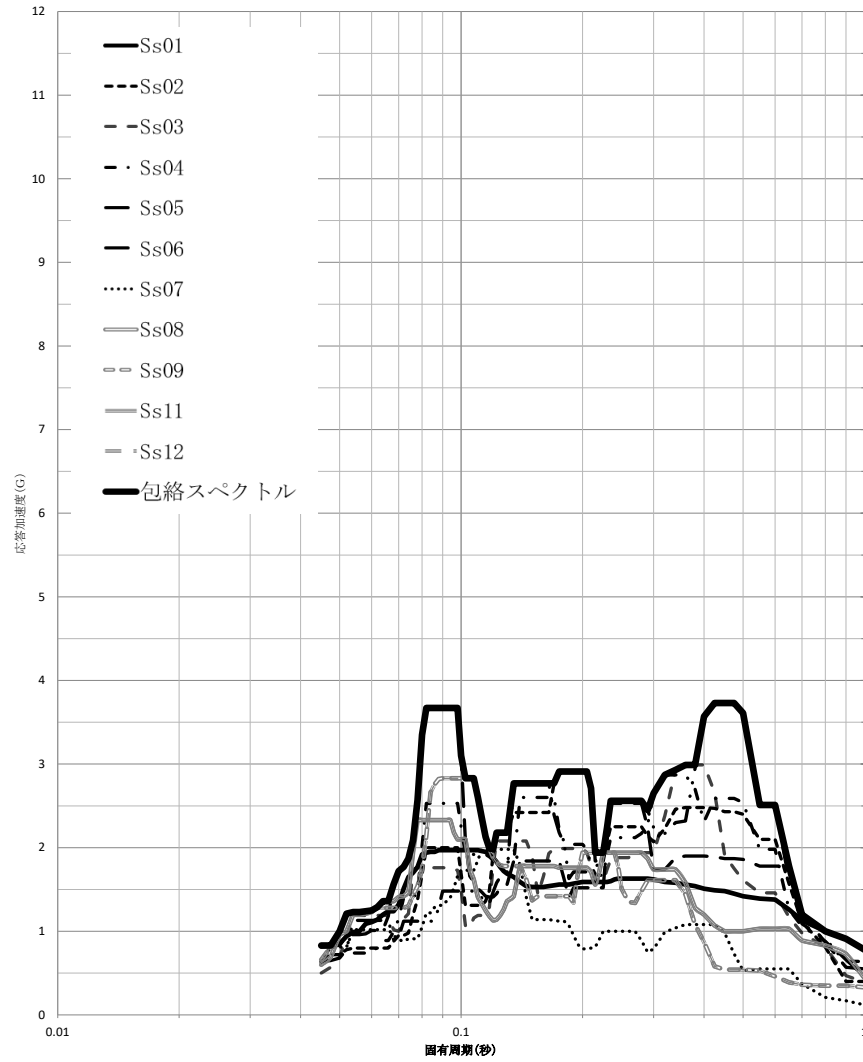
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： NS  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-5図

設計用床応答曲線

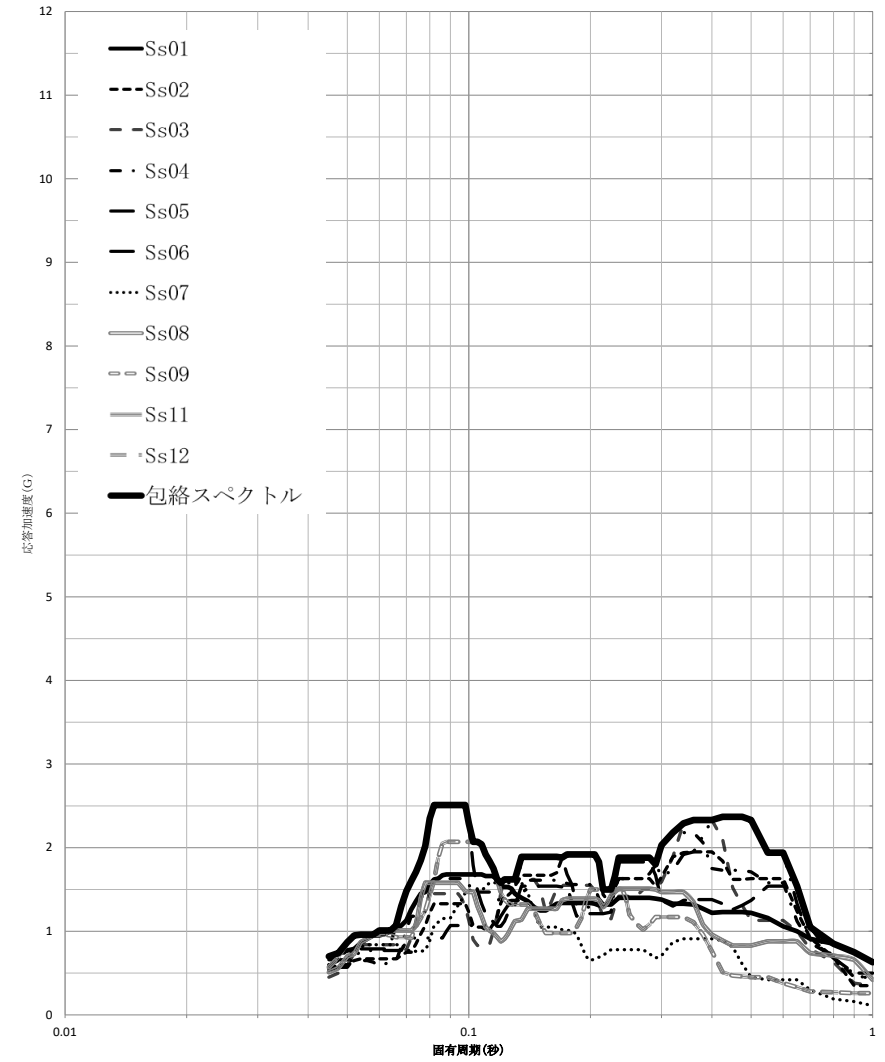
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-6図

設計用床応答曲線

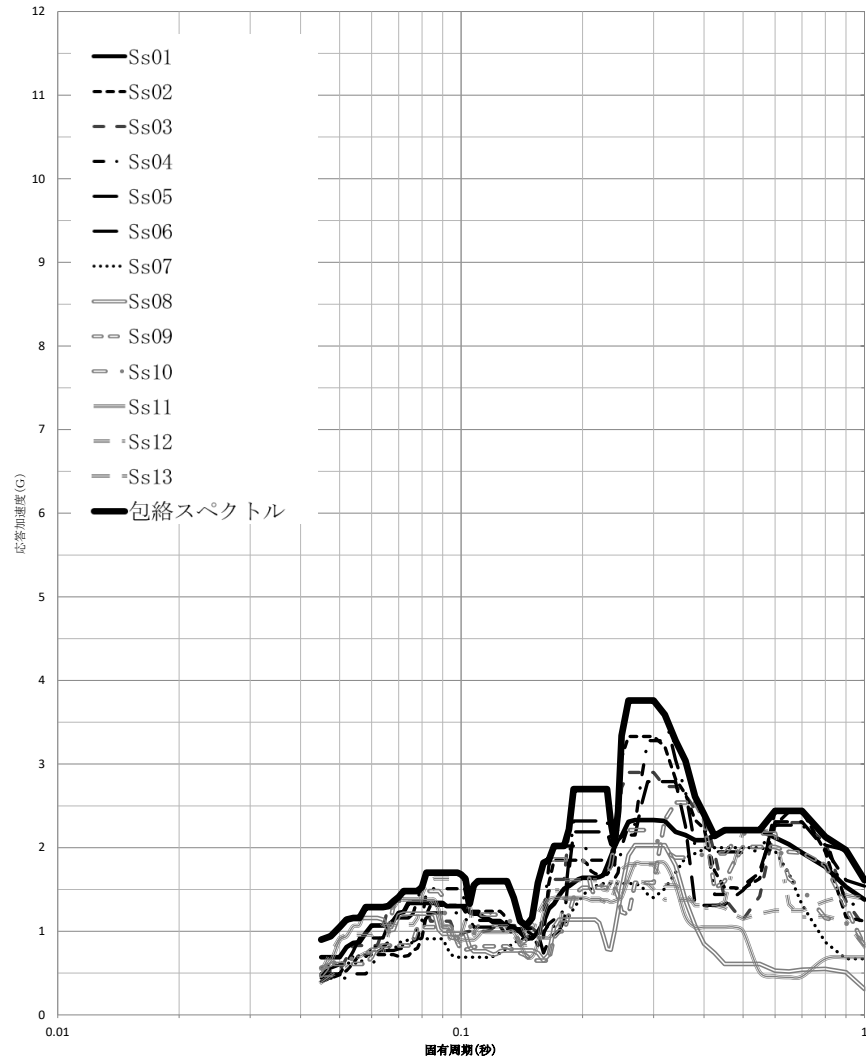
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-7図

設計用床応答曲線

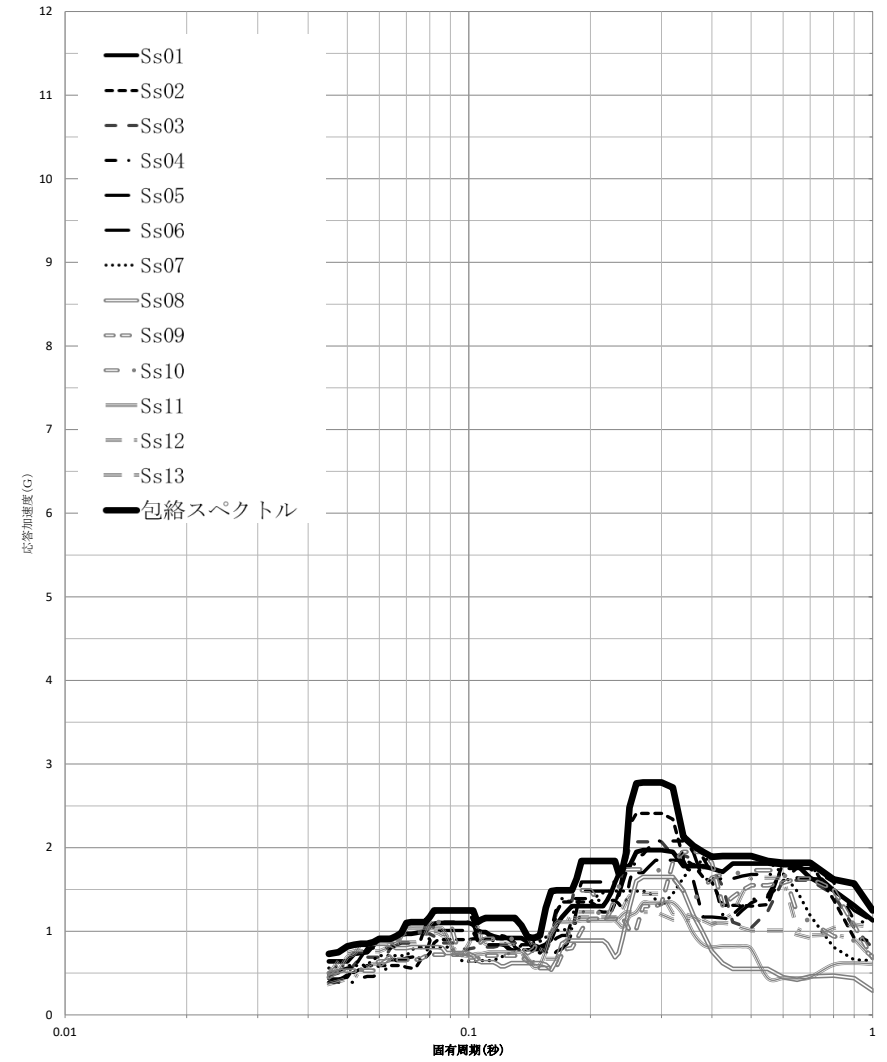
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： EW  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-8図

設計用床応答曲線

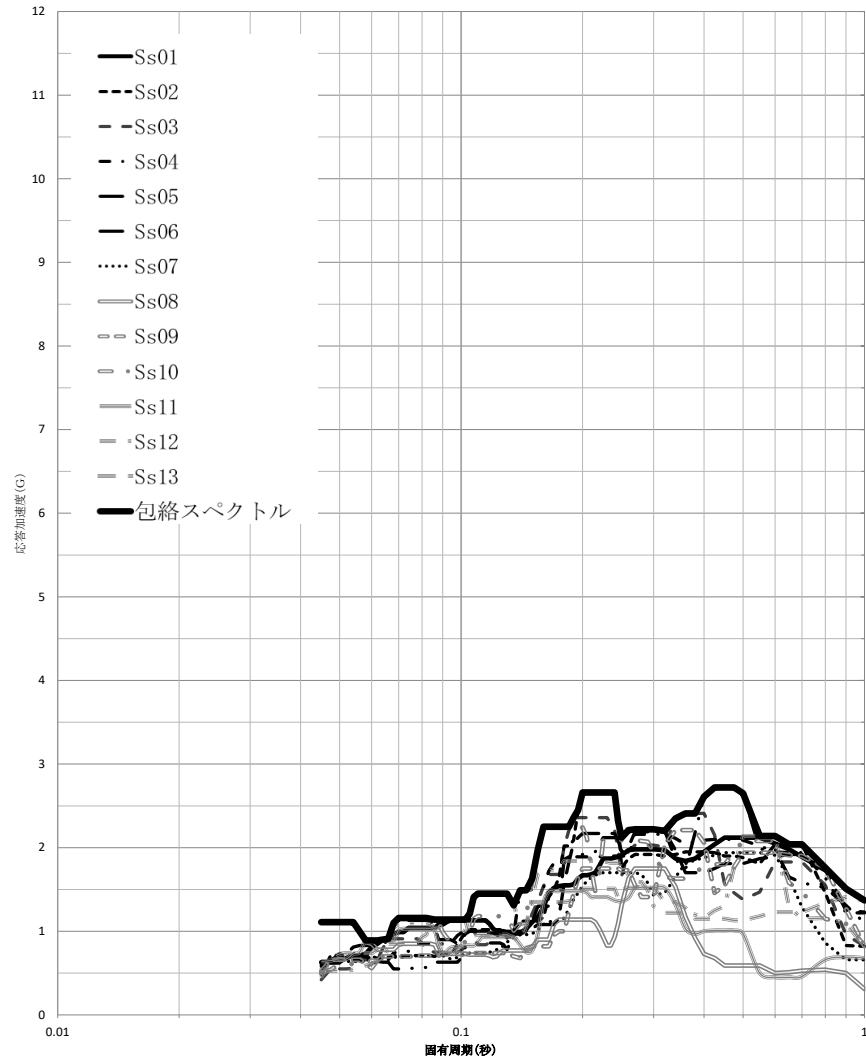
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： EW  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-9図

設計用床応答曲線

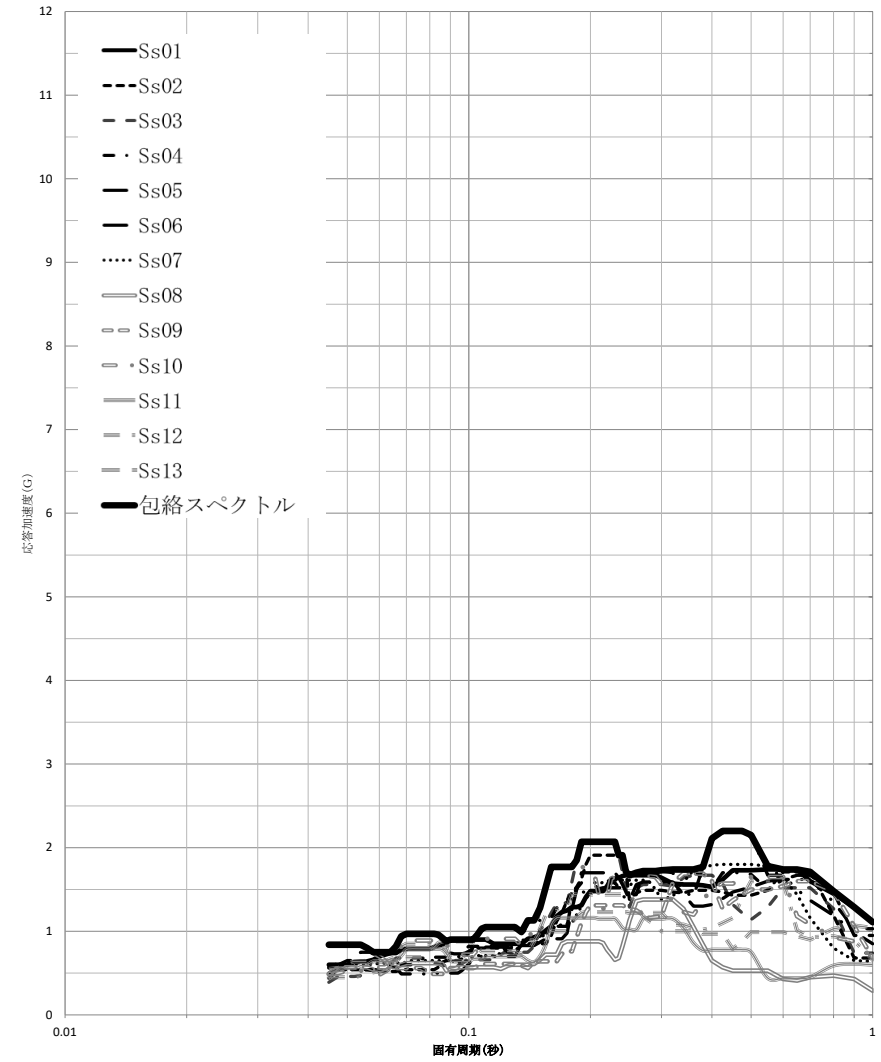
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： NS  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-10図

設計用床応答曲線

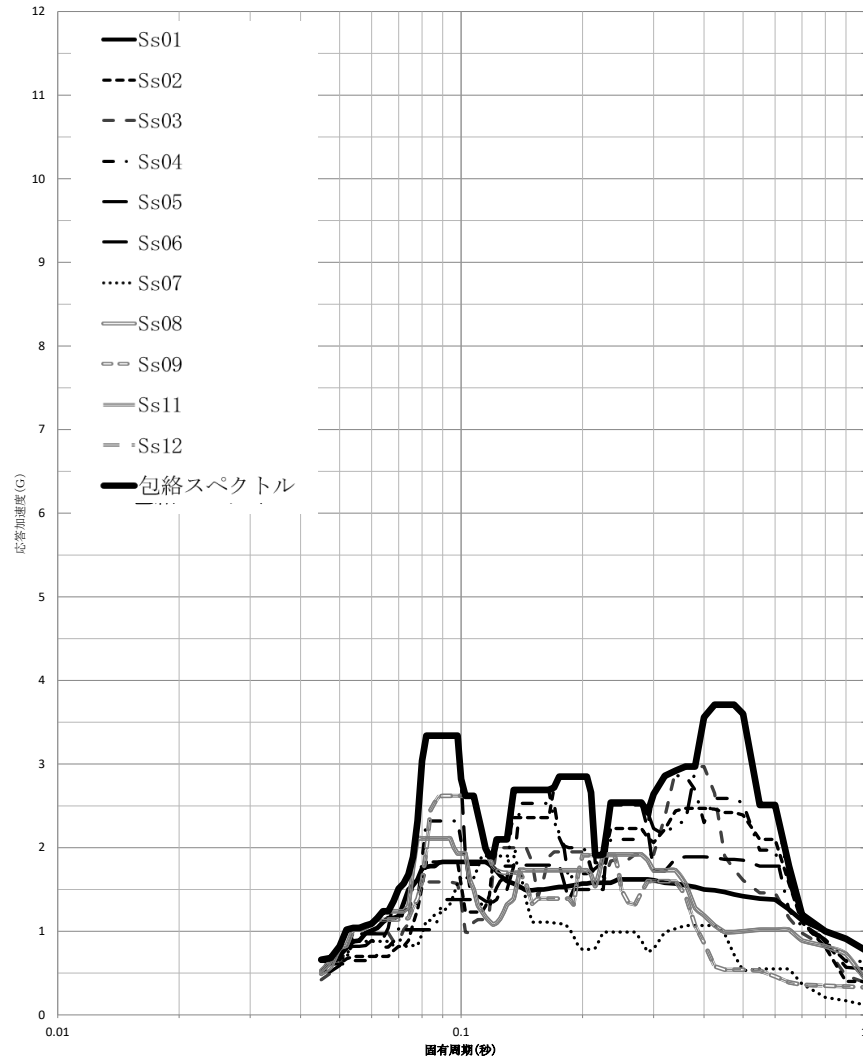
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： NS  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-11図

設計用床応答曲線

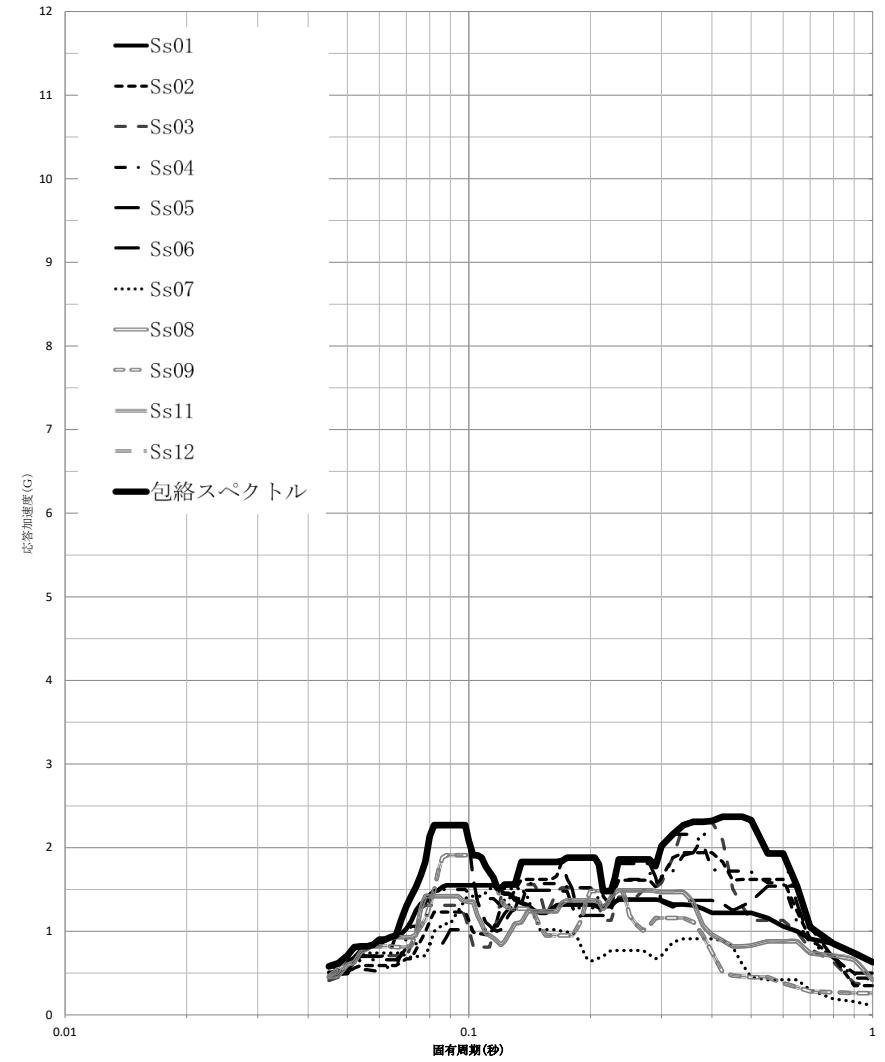
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-12図

設計用床応答曲線

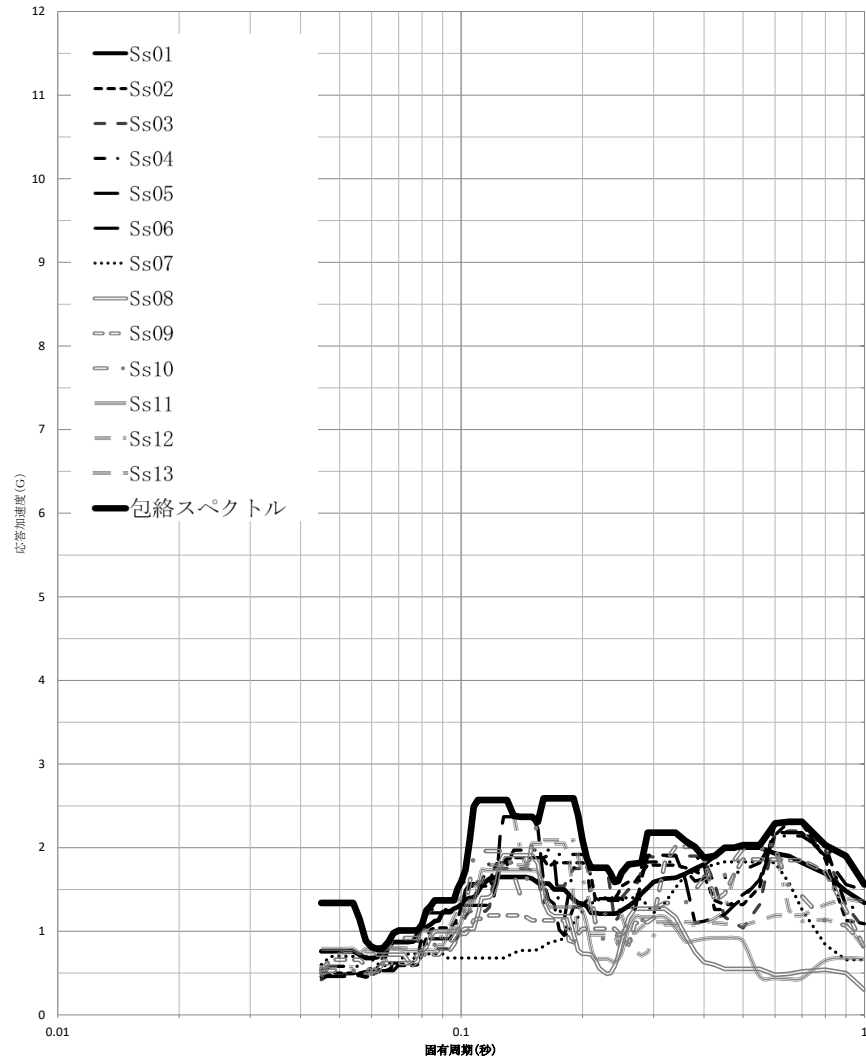
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-13図

設計用床応答曲線

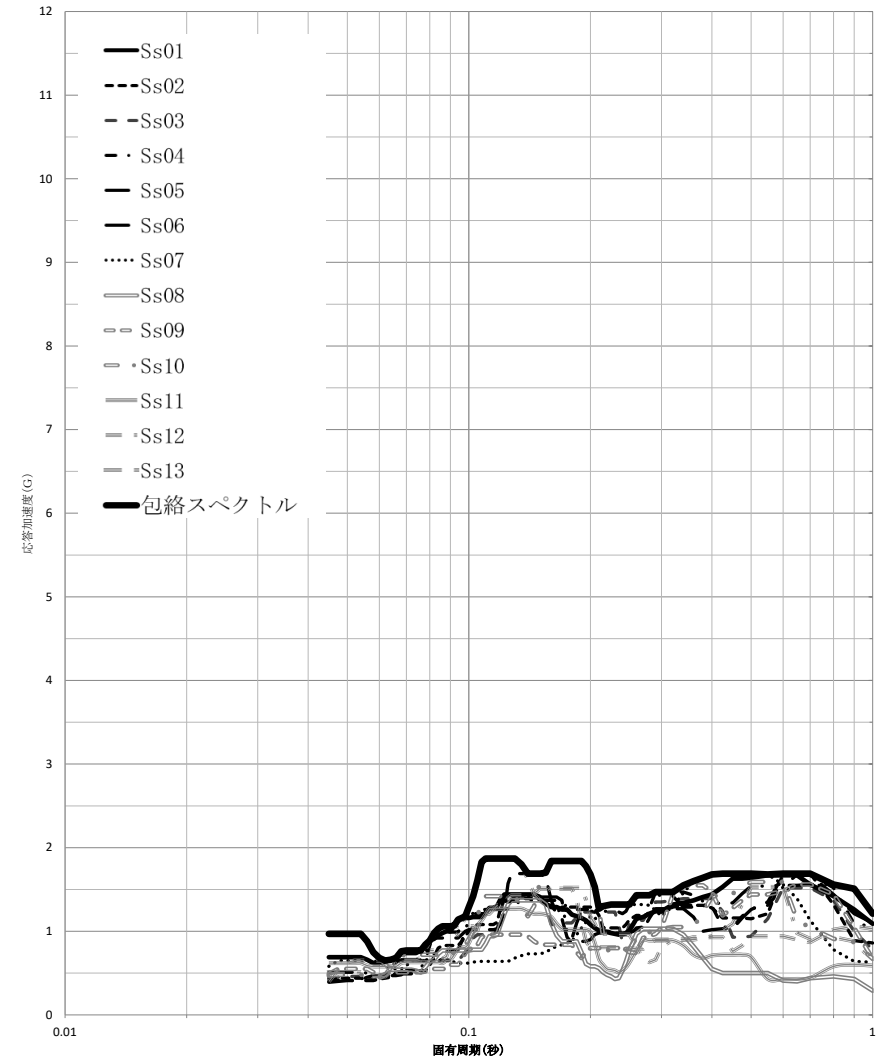
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： EW  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-14図

設計用床応答曲線

建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： EW  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)

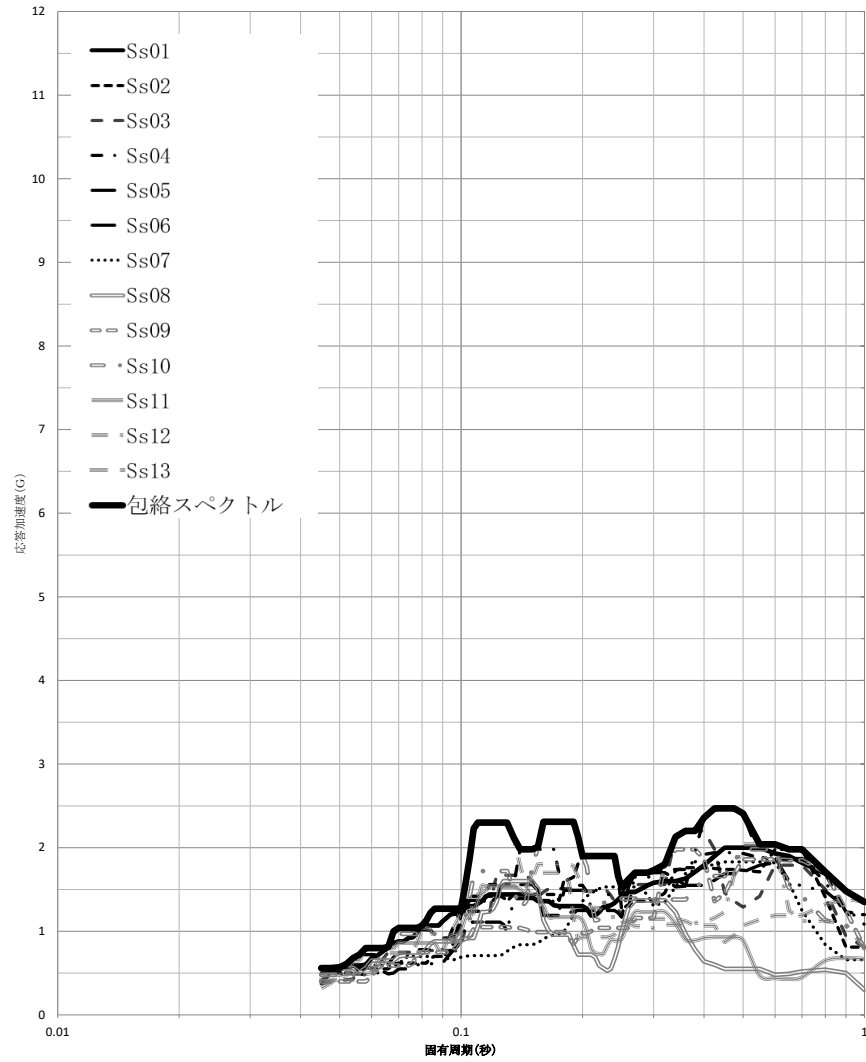




第4-15図

設計用床応答曲線

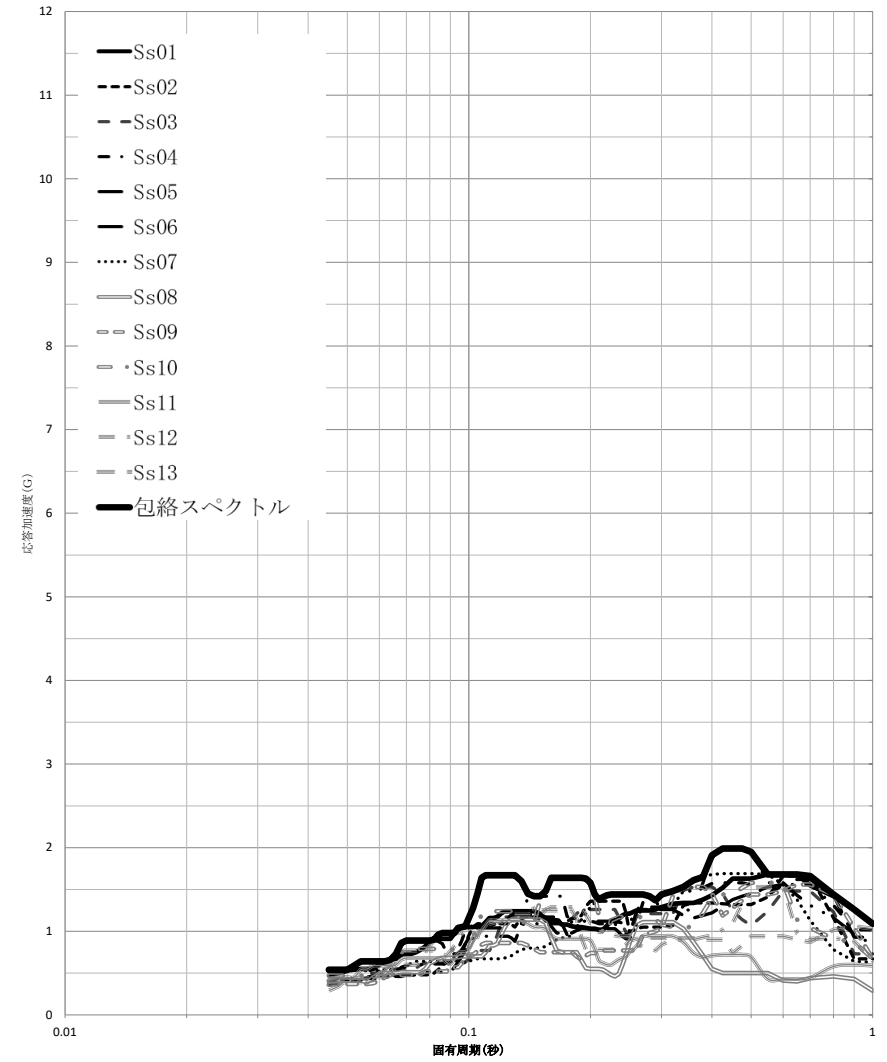
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： NS  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-16図

設計用床応答曲線

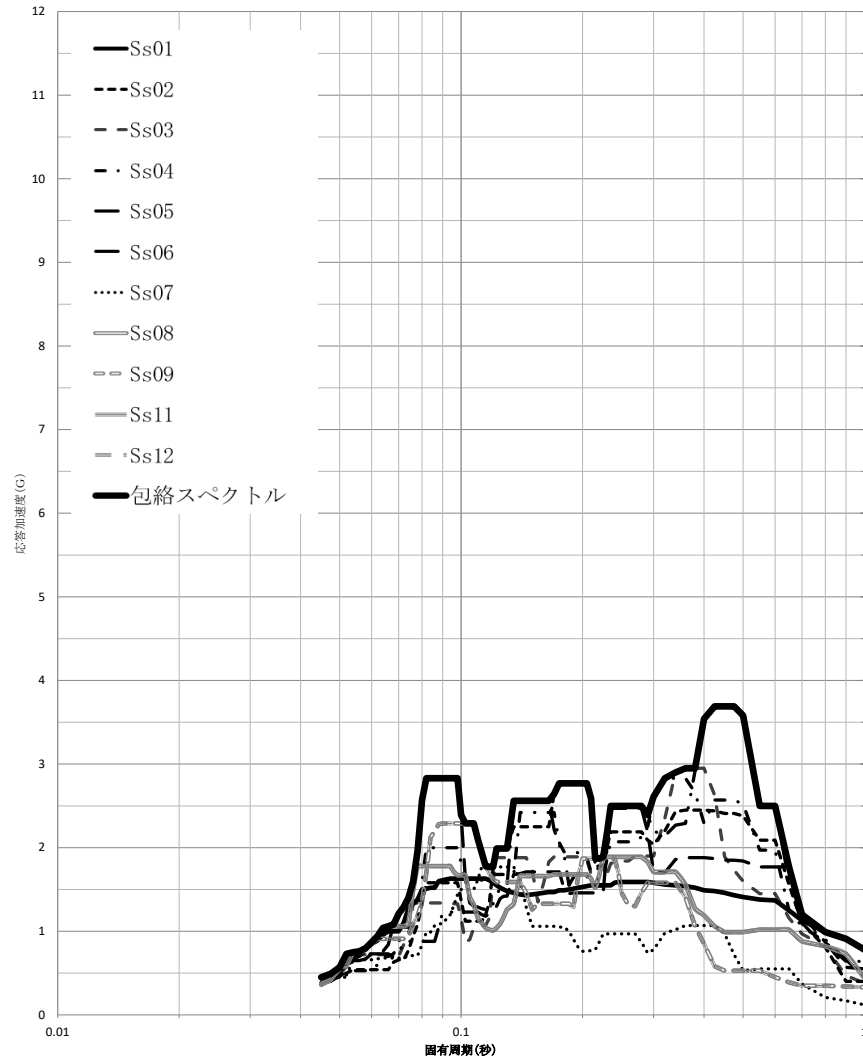
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： NS  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第4-17図

設計用床応答曲線

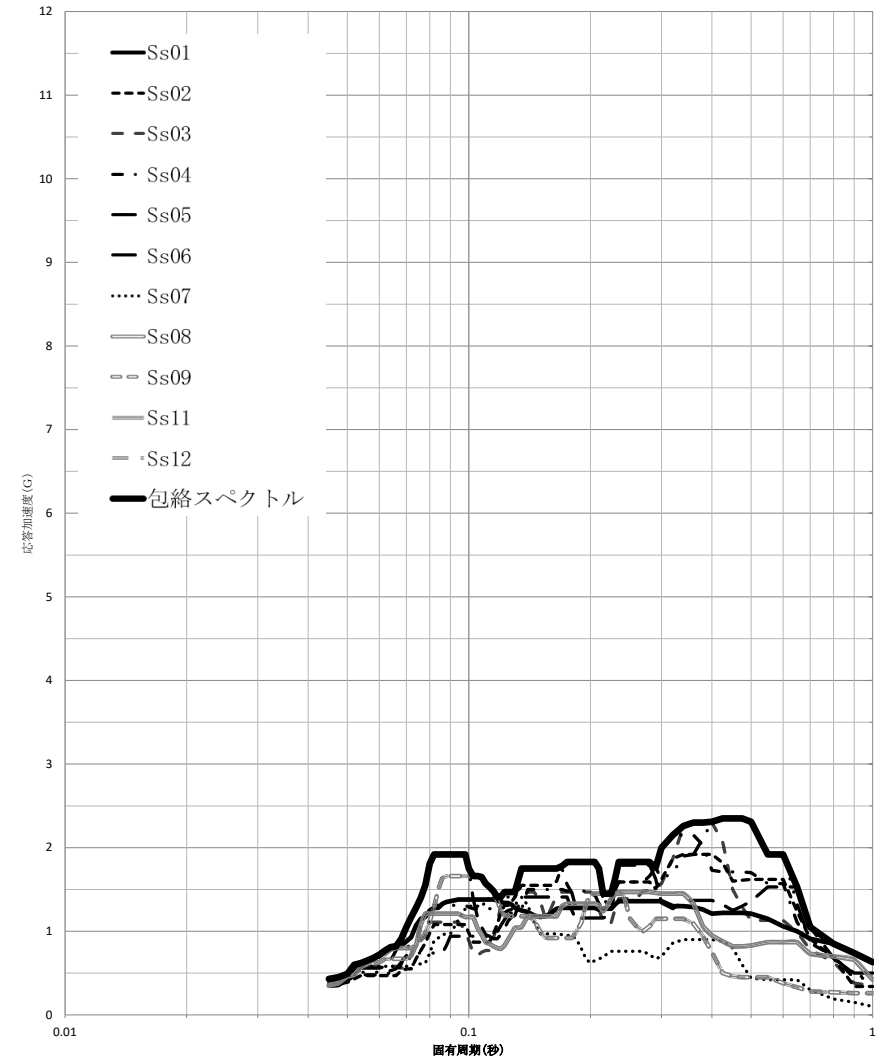
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第4-18図

設計用床応答曲線

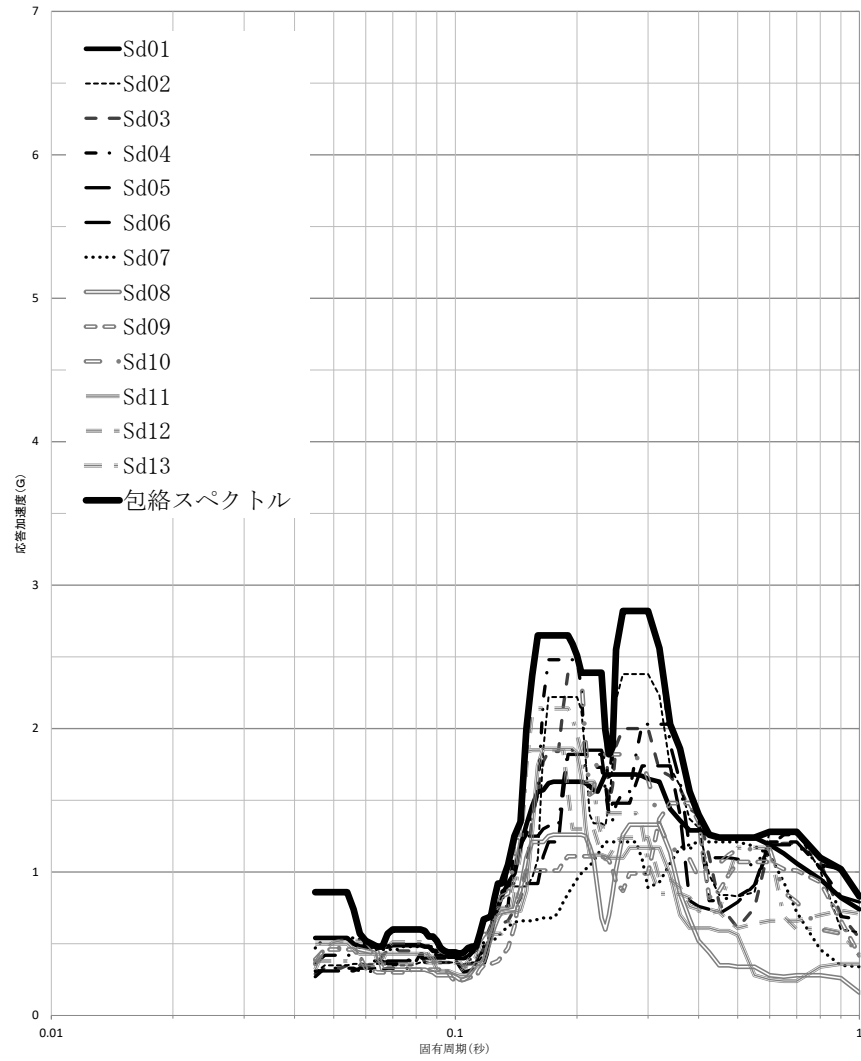
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-1図

設計用床応答曲線

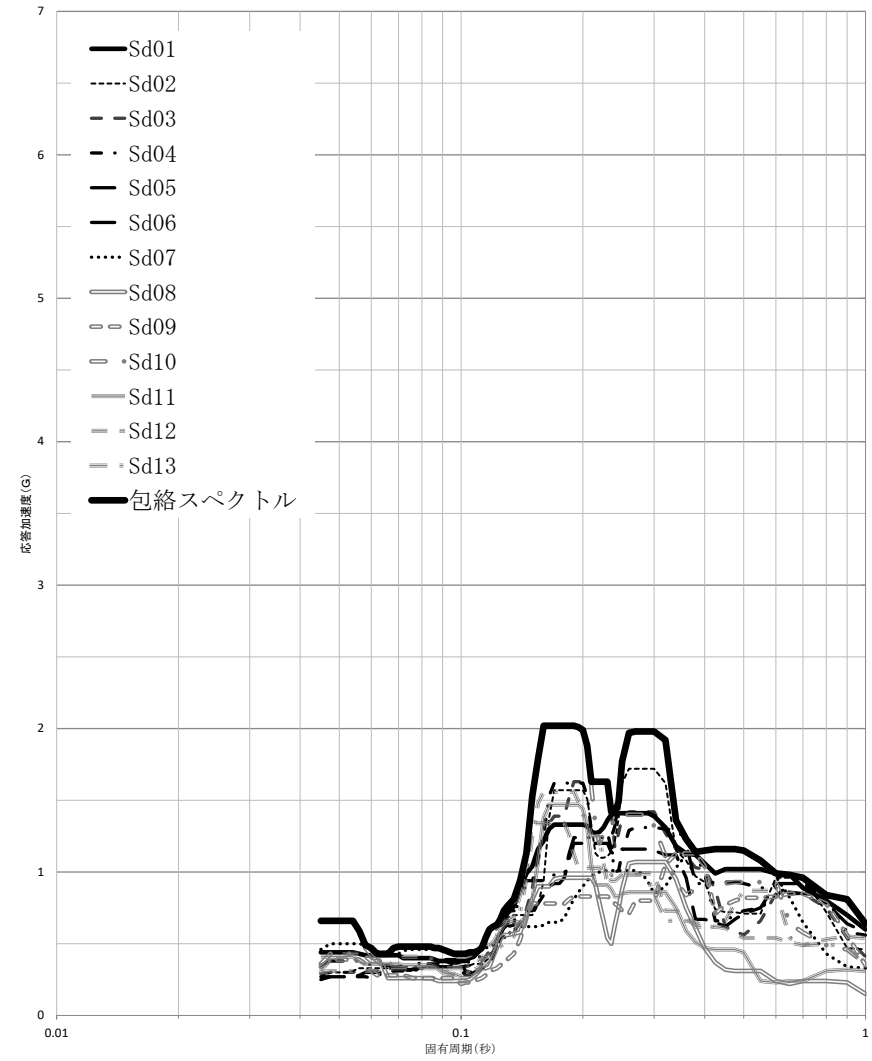
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： EW  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-2図

設計用床応答曲線

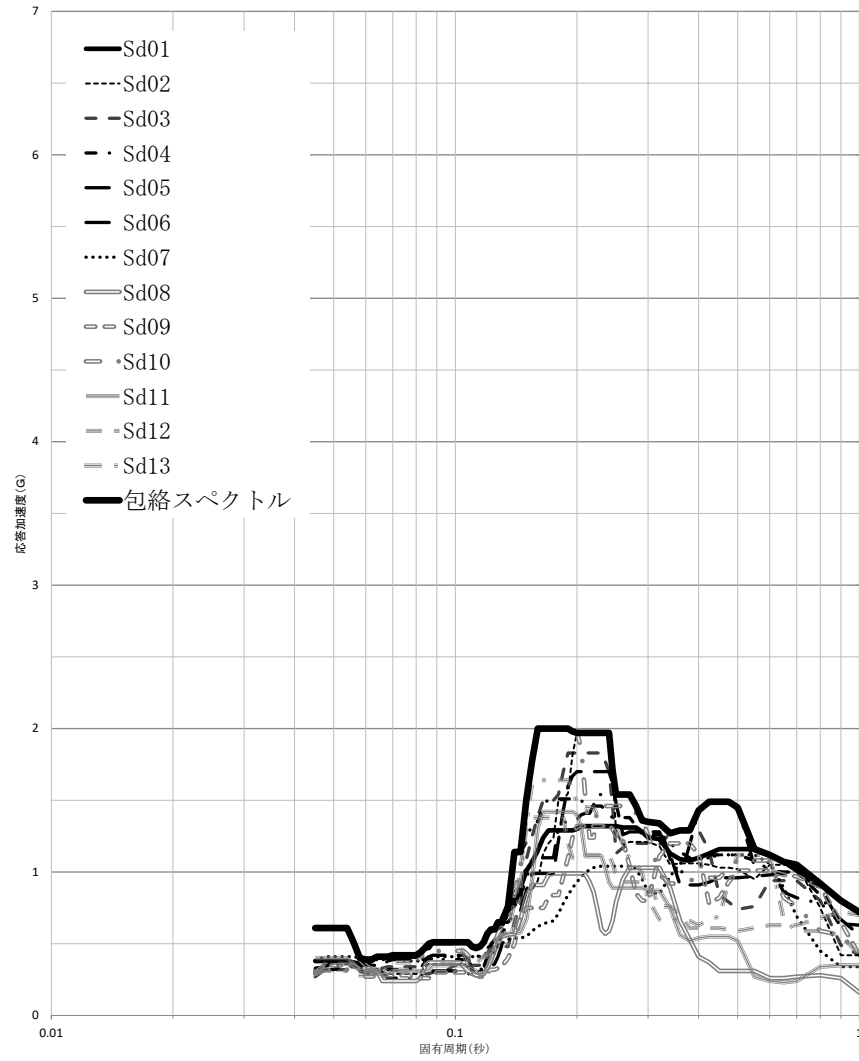
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： EW  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-3図

設計用床応答曲線

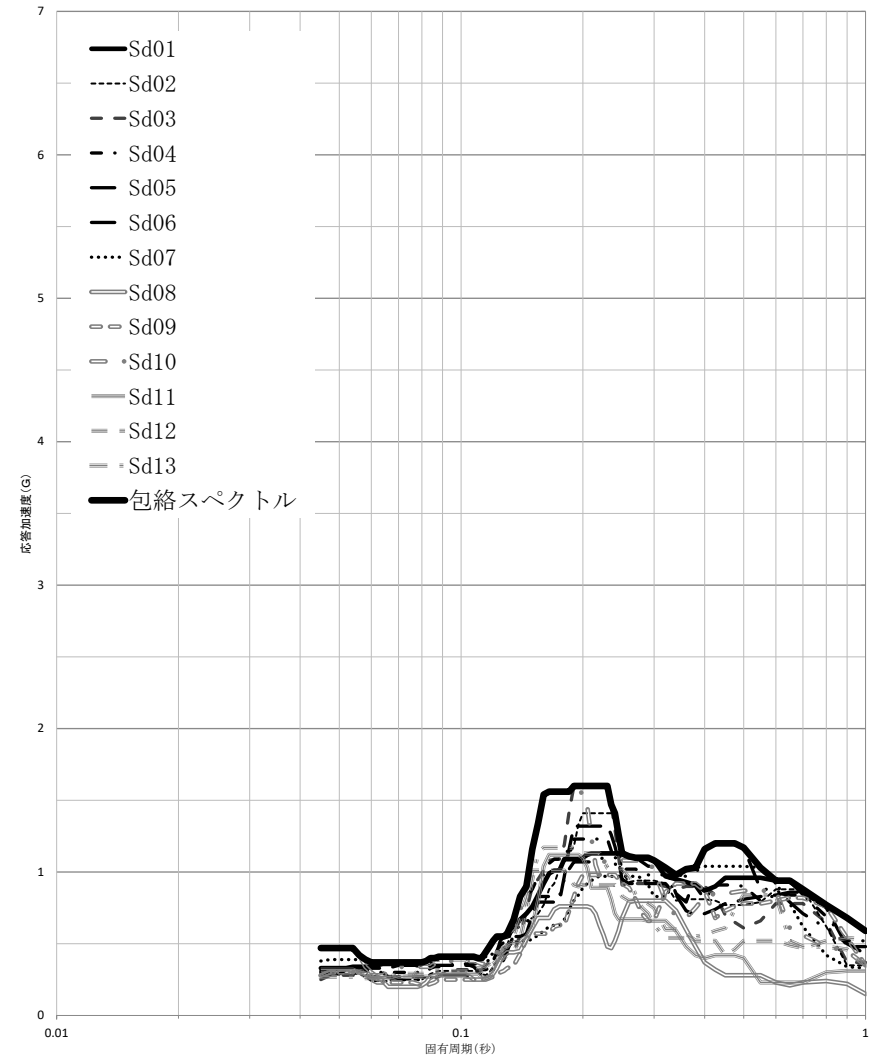
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： NS  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-4図

設計用床応答曲線

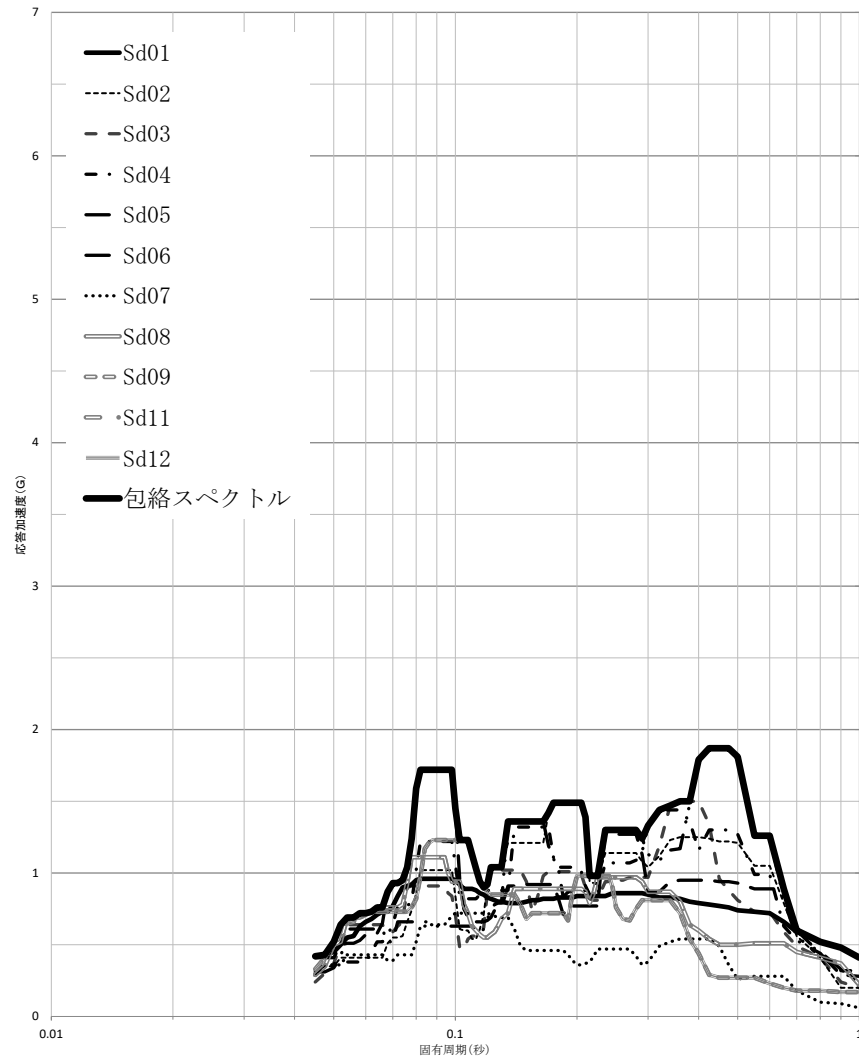
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： NS  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-5図

設計用床応答曲線

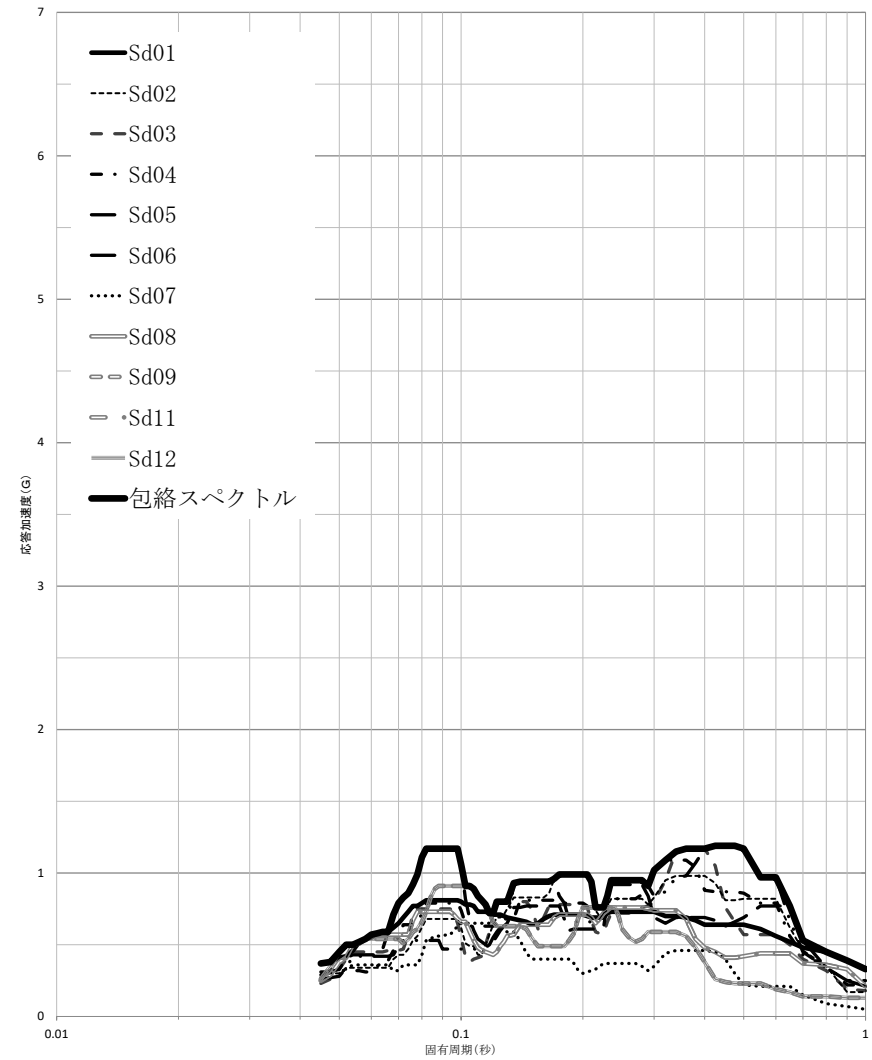
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-6図

設計用床応答曲線

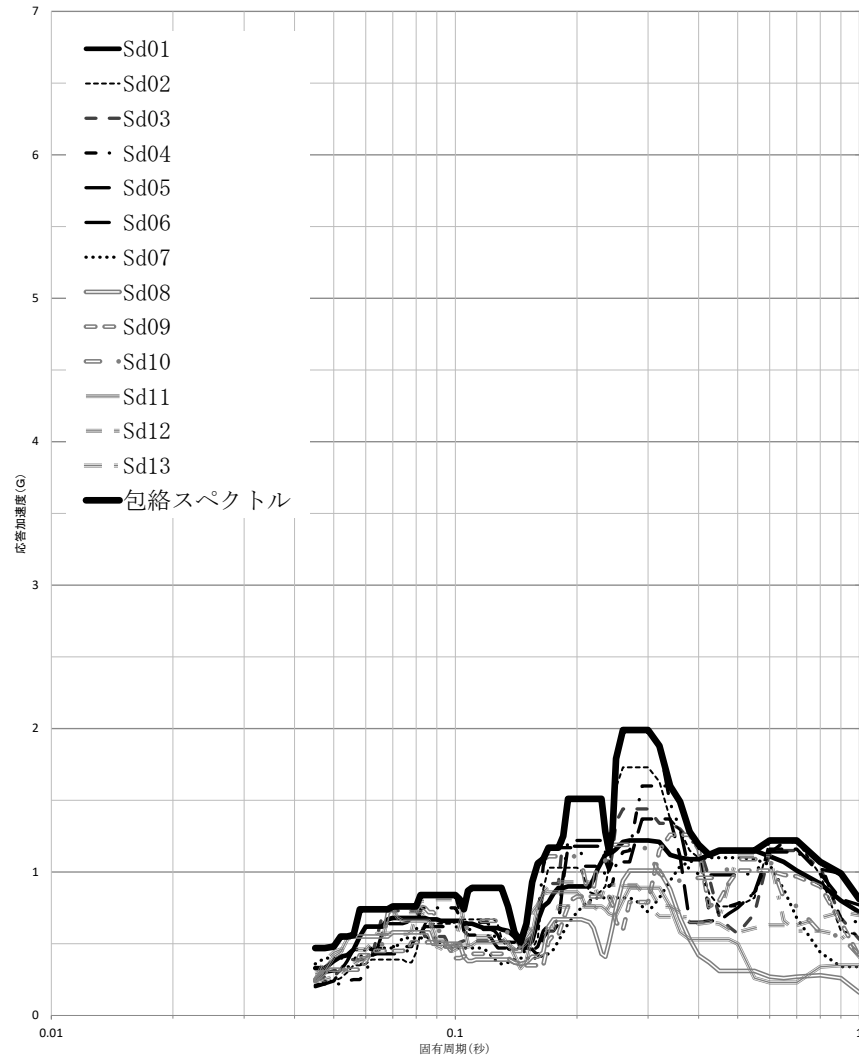
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-7図

設計用床応答曲線

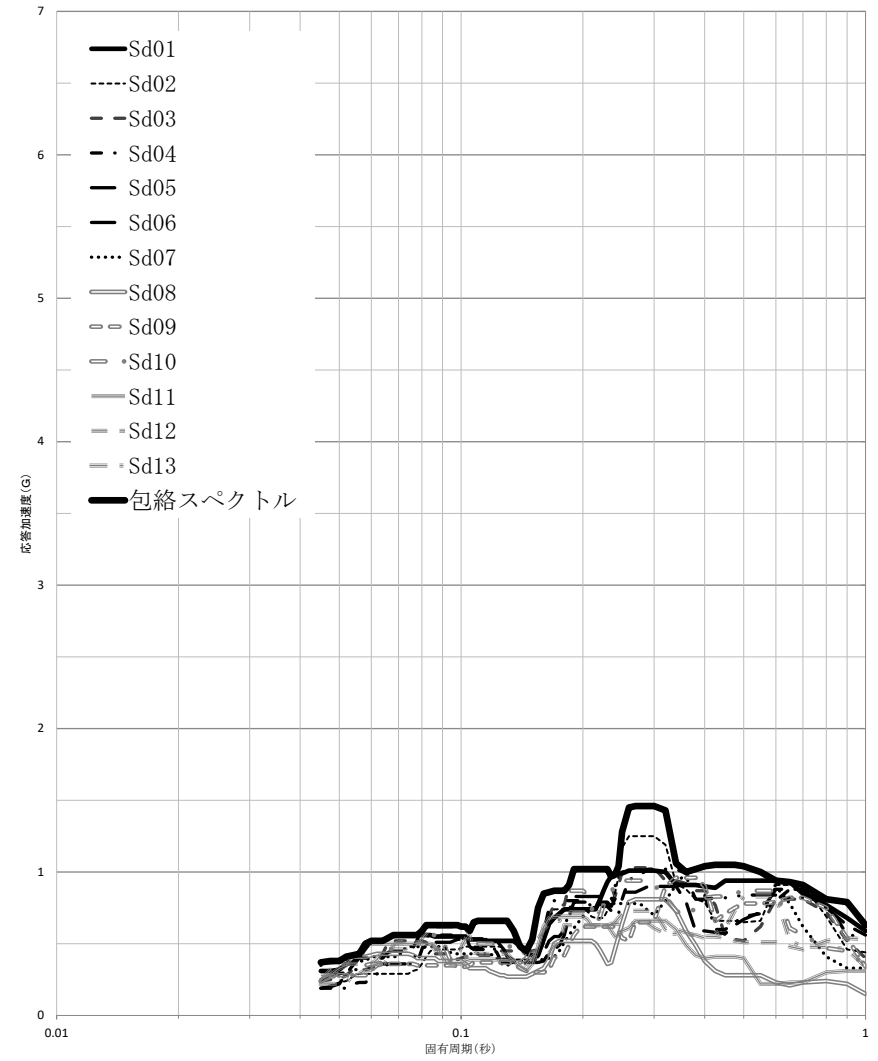
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： EW  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-8図

設計用床応答曲線

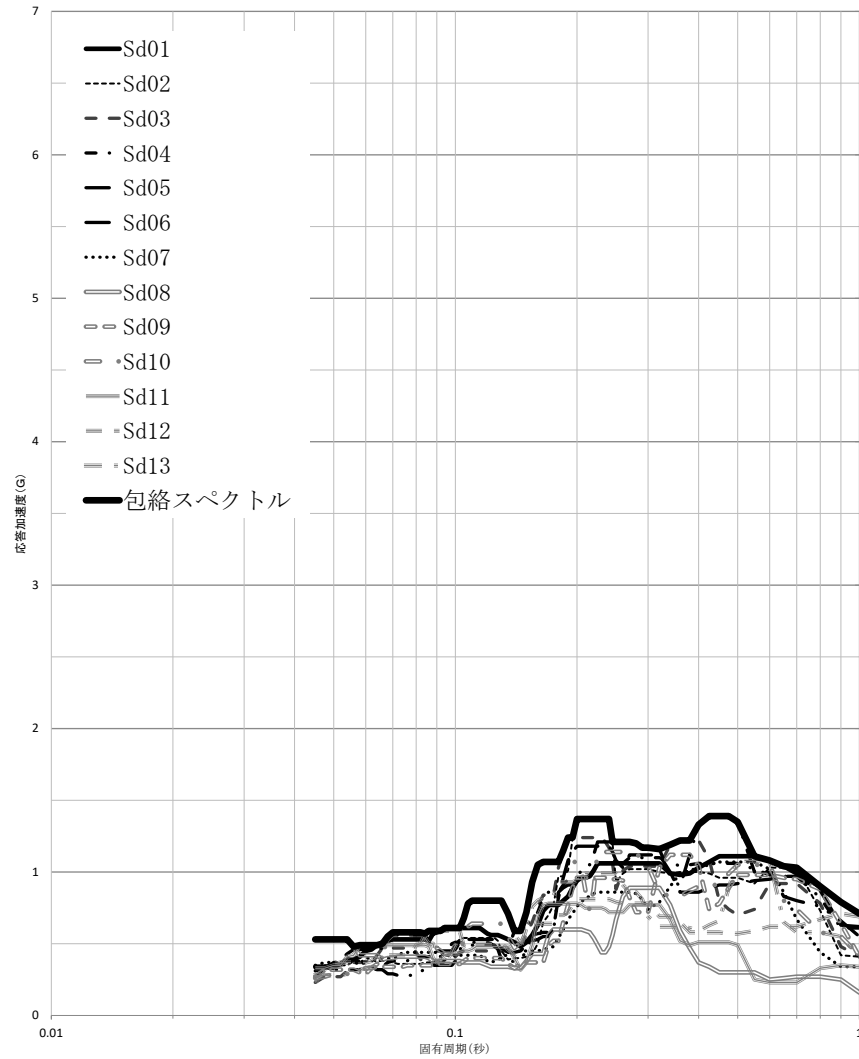
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： EW  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-9図

設計用床応答曲線

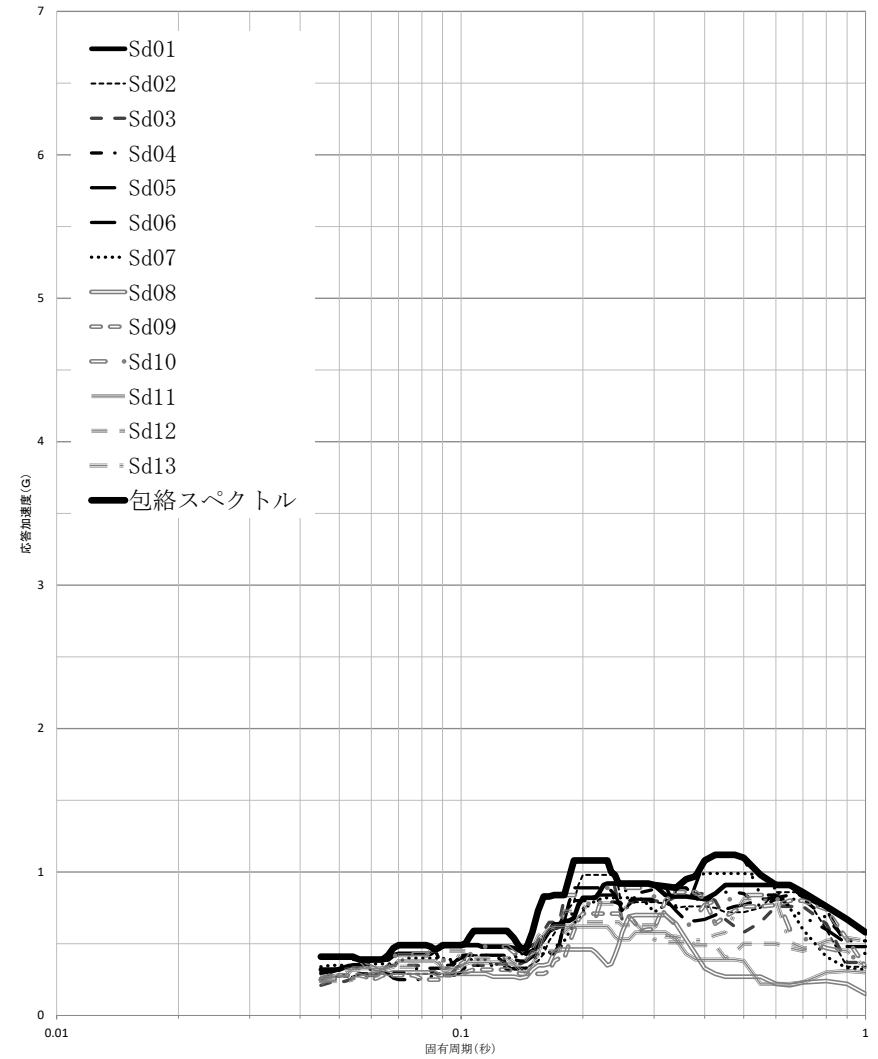
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： NS  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-10図

設計用床応答曲線

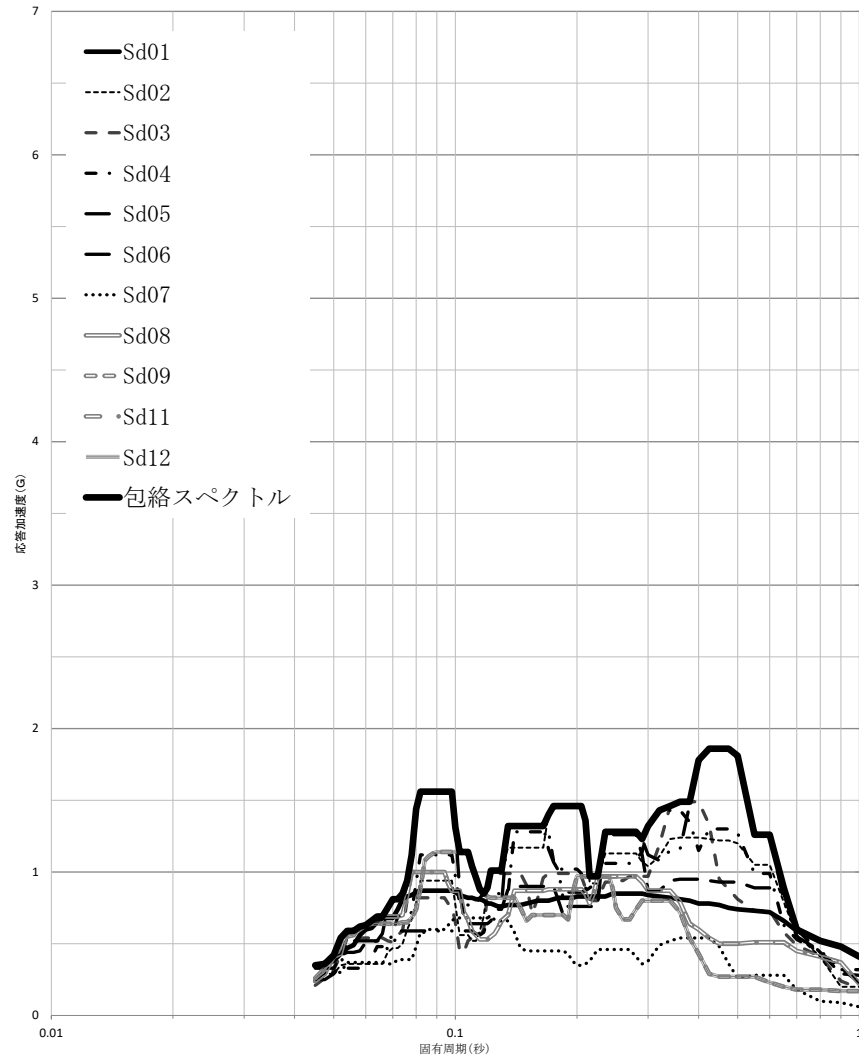
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： NS  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-11図

設計用床応答曲線

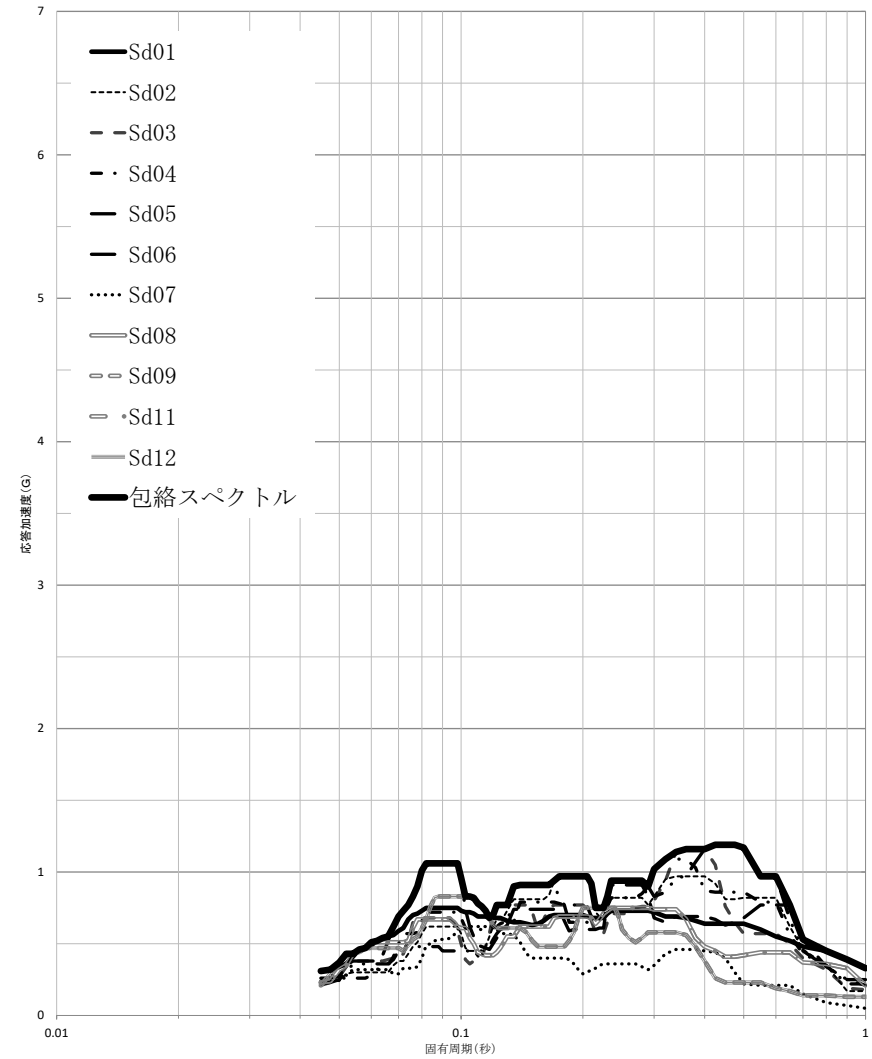
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-12図

設計用床応答曲線

建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)

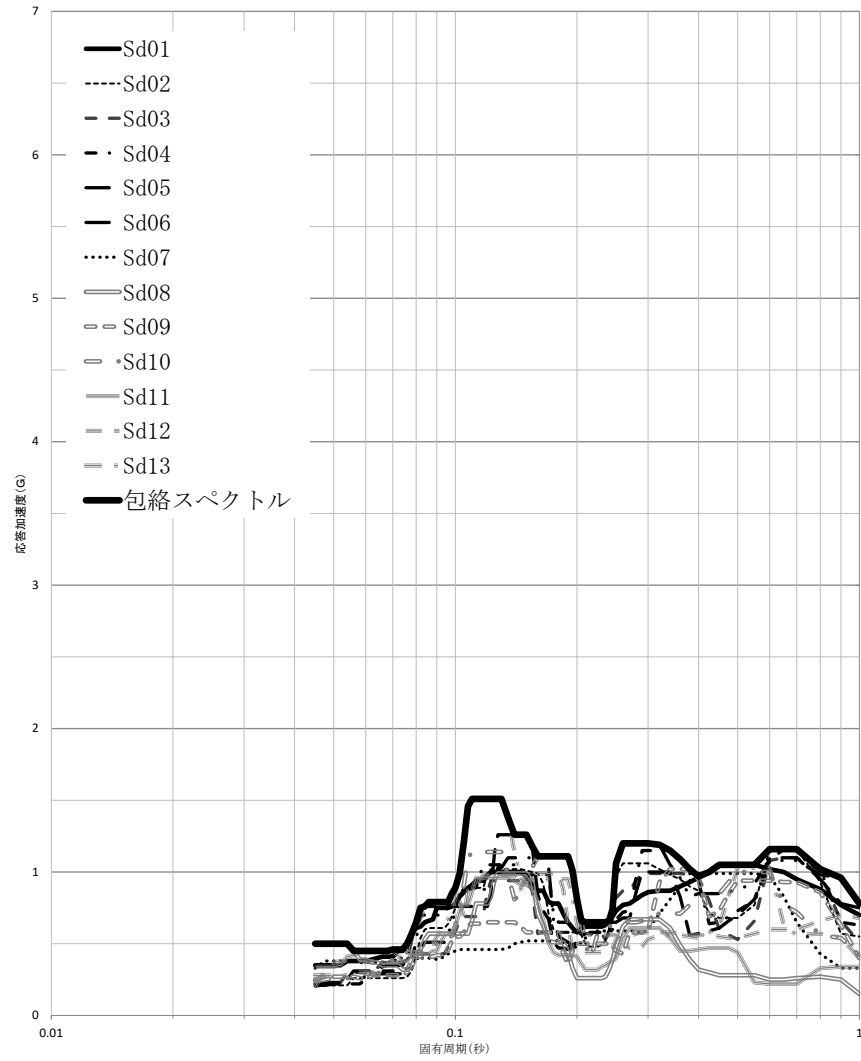




第5-13図

設計用床応答曲線

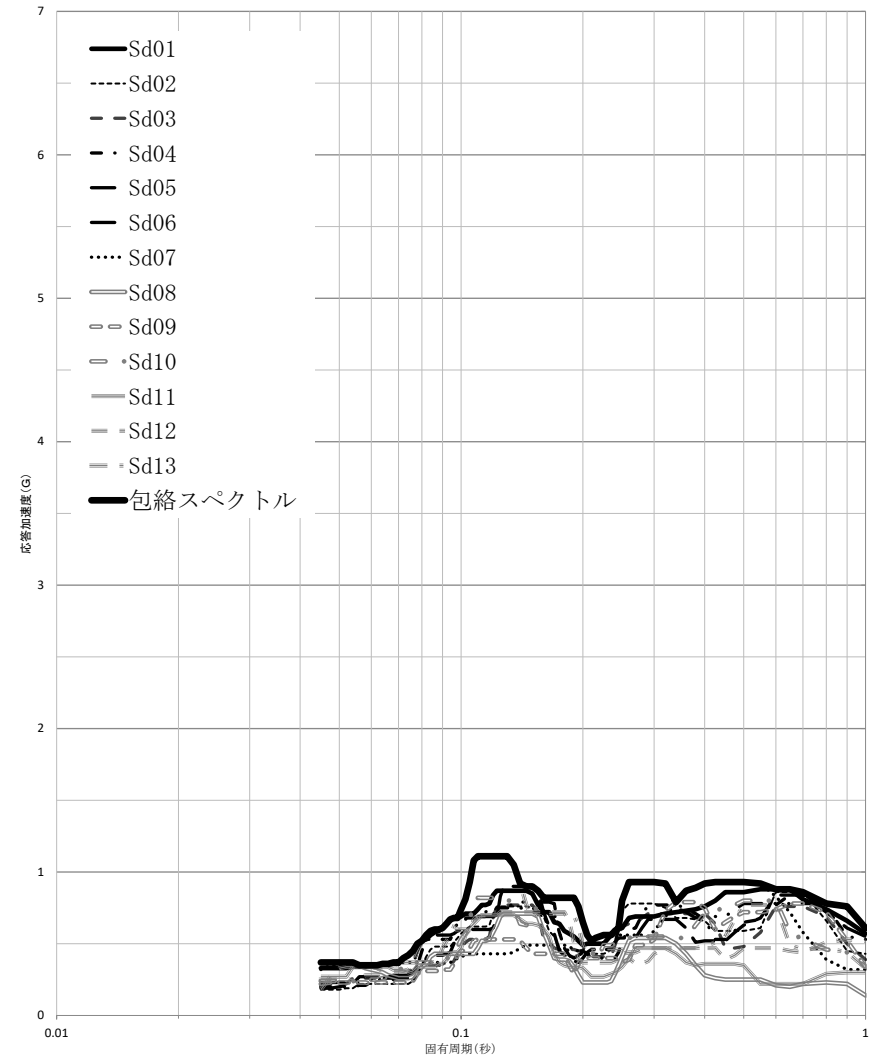
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： EW  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-14図

設計用床応答曲線

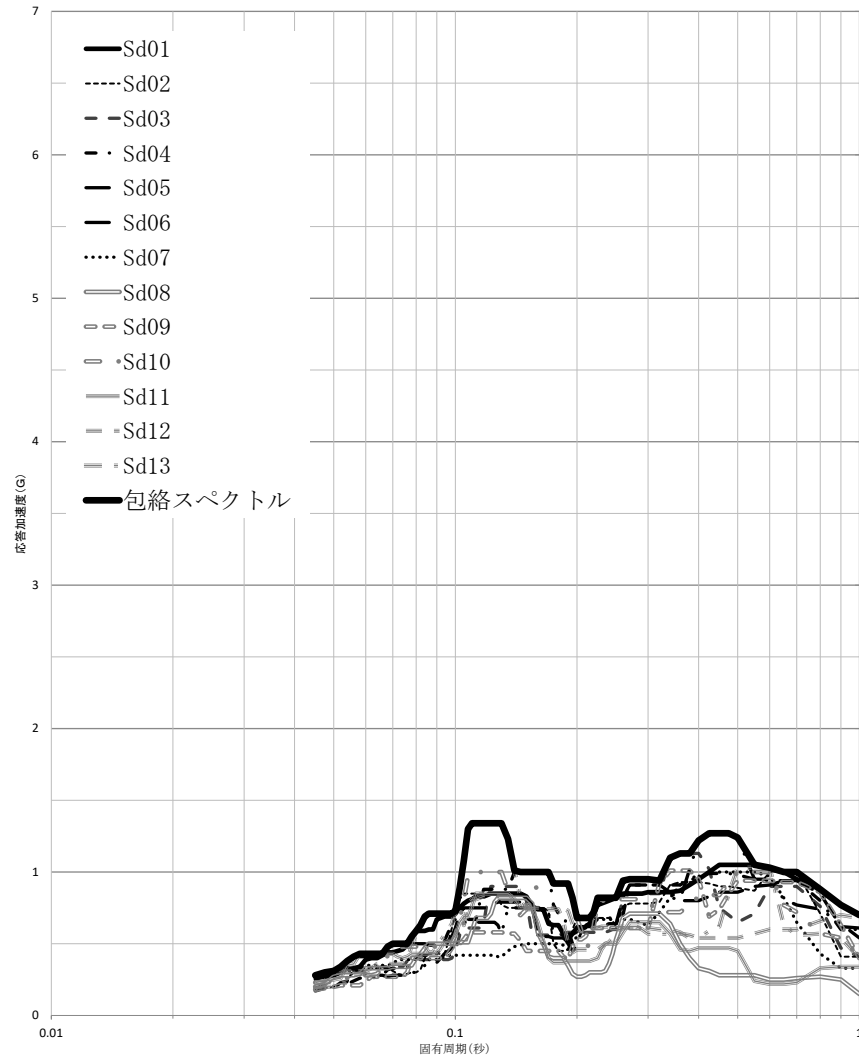
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： EW  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-15図

設計用床応答曲線

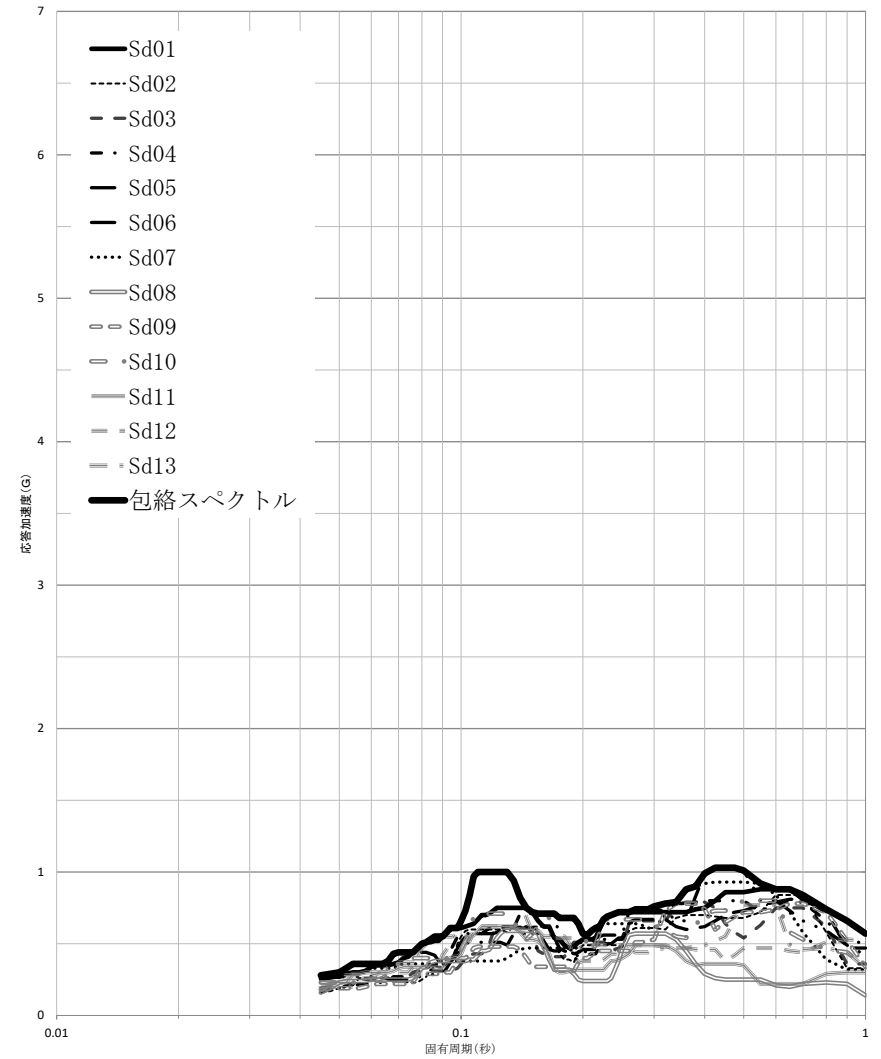
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： NS  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-16図

設計用床応答曲線

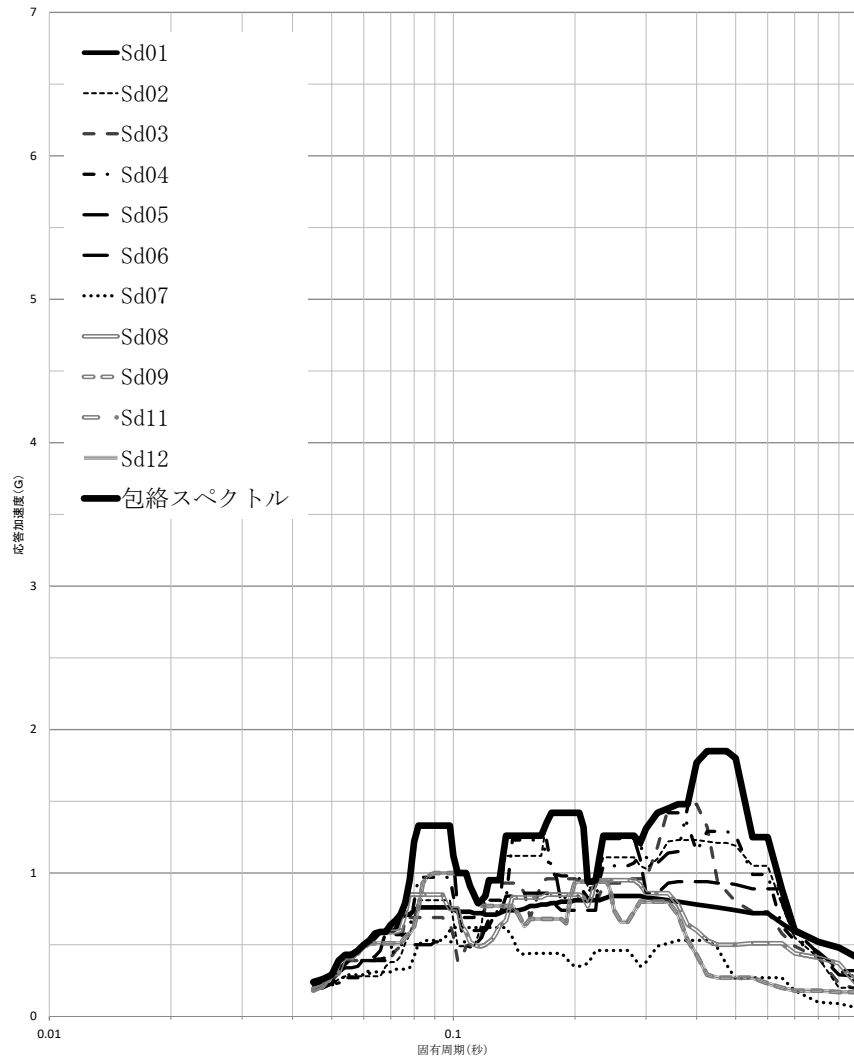
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： NS  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第5-17図

設計用床応答曲線

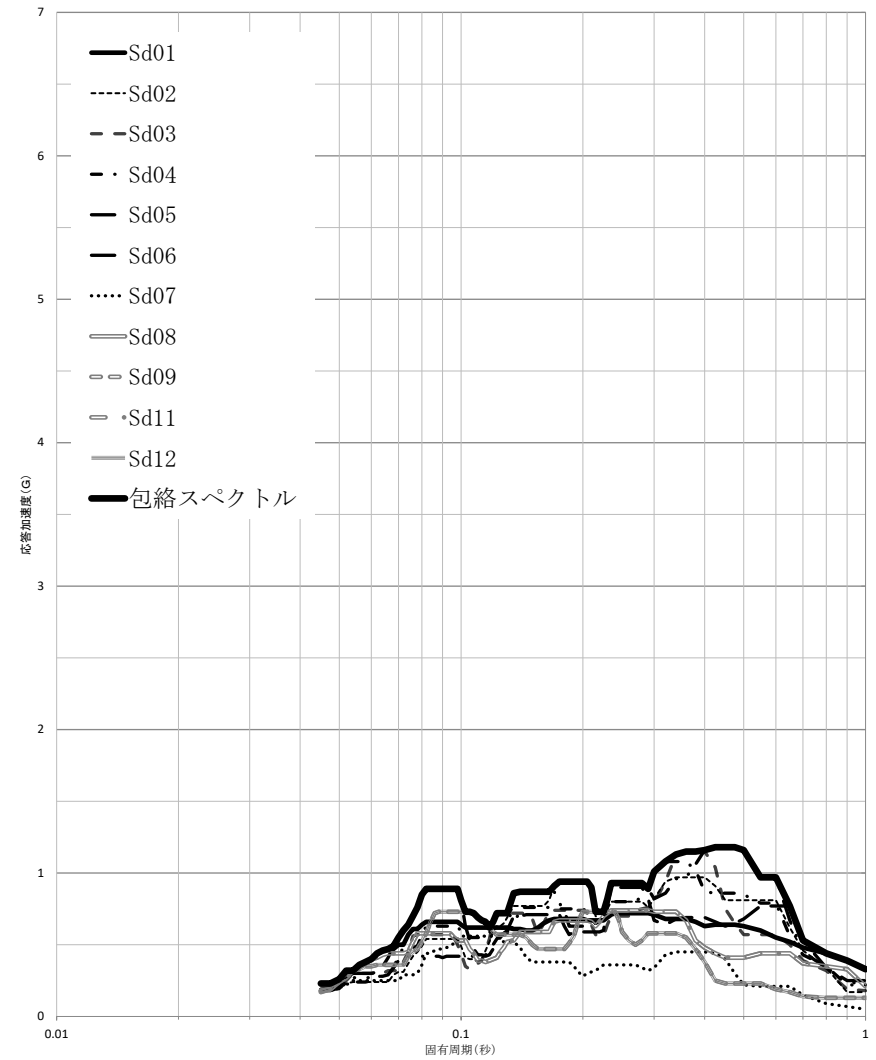
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第5-18図

設計用床応答曲線

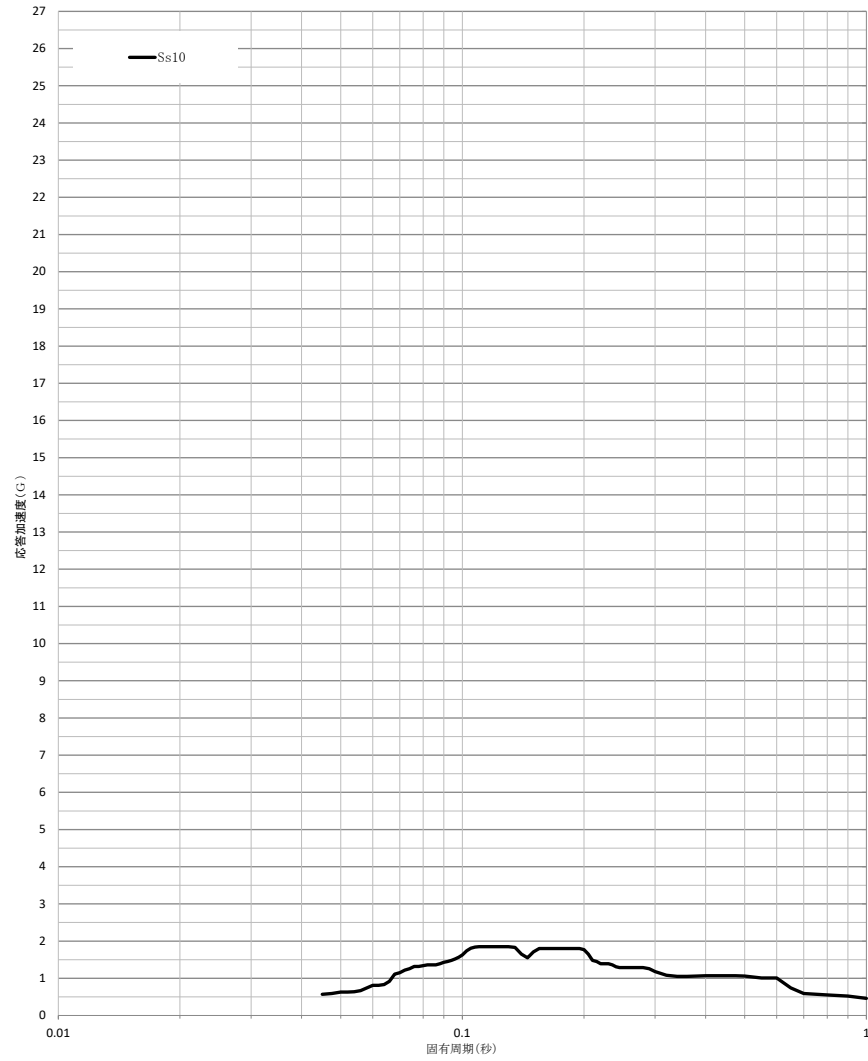
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第7-1図

設計用床応答曲線

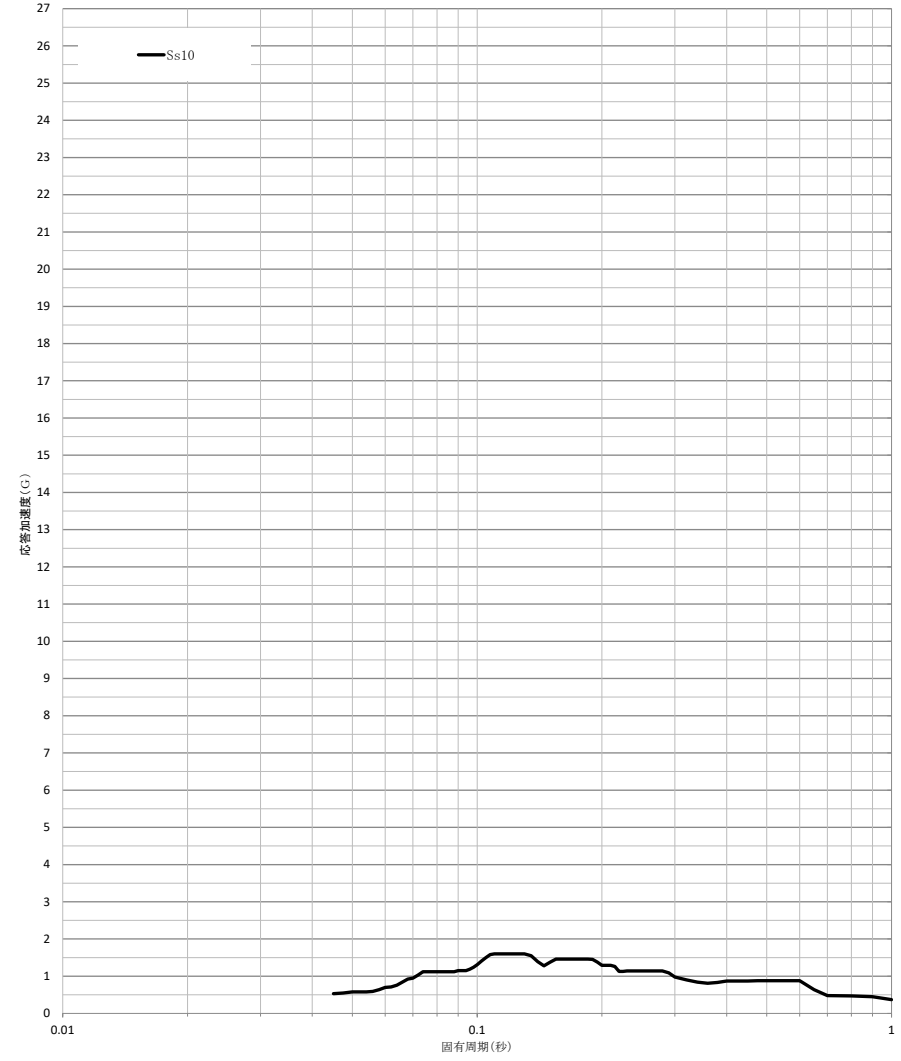
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第7-2図

設計用床応答曲線

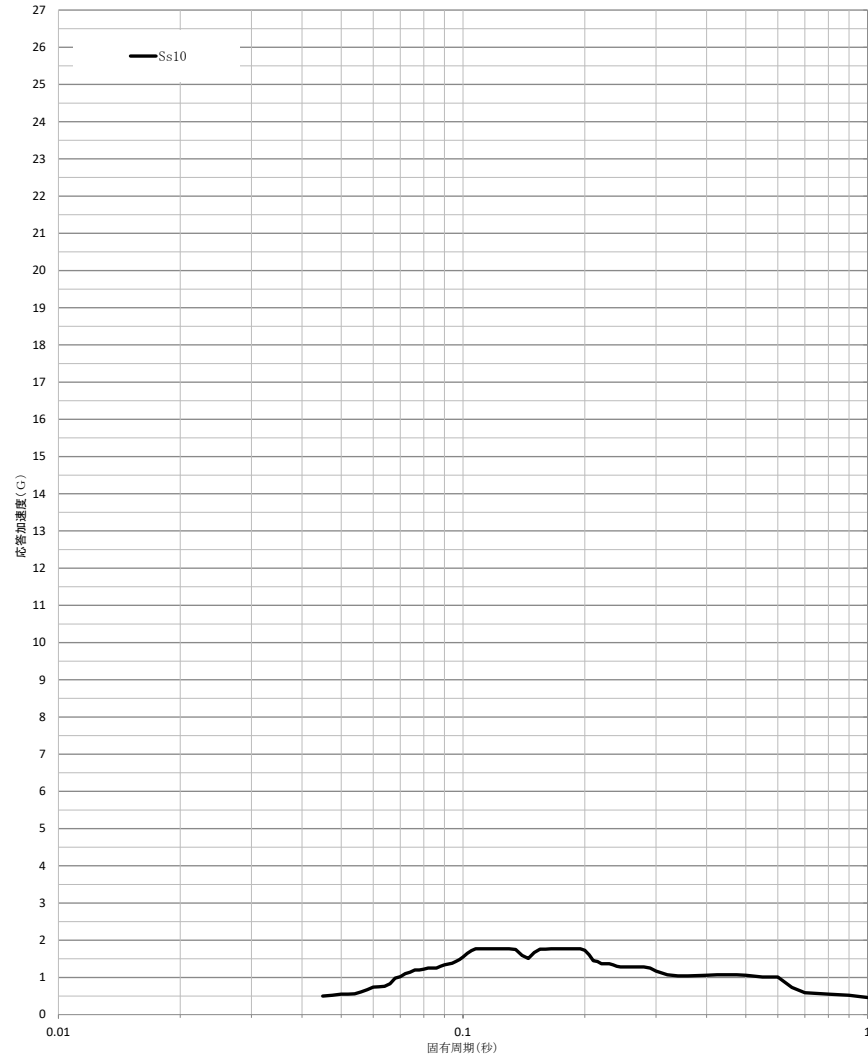
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第7-3図

設計用床応答曲線

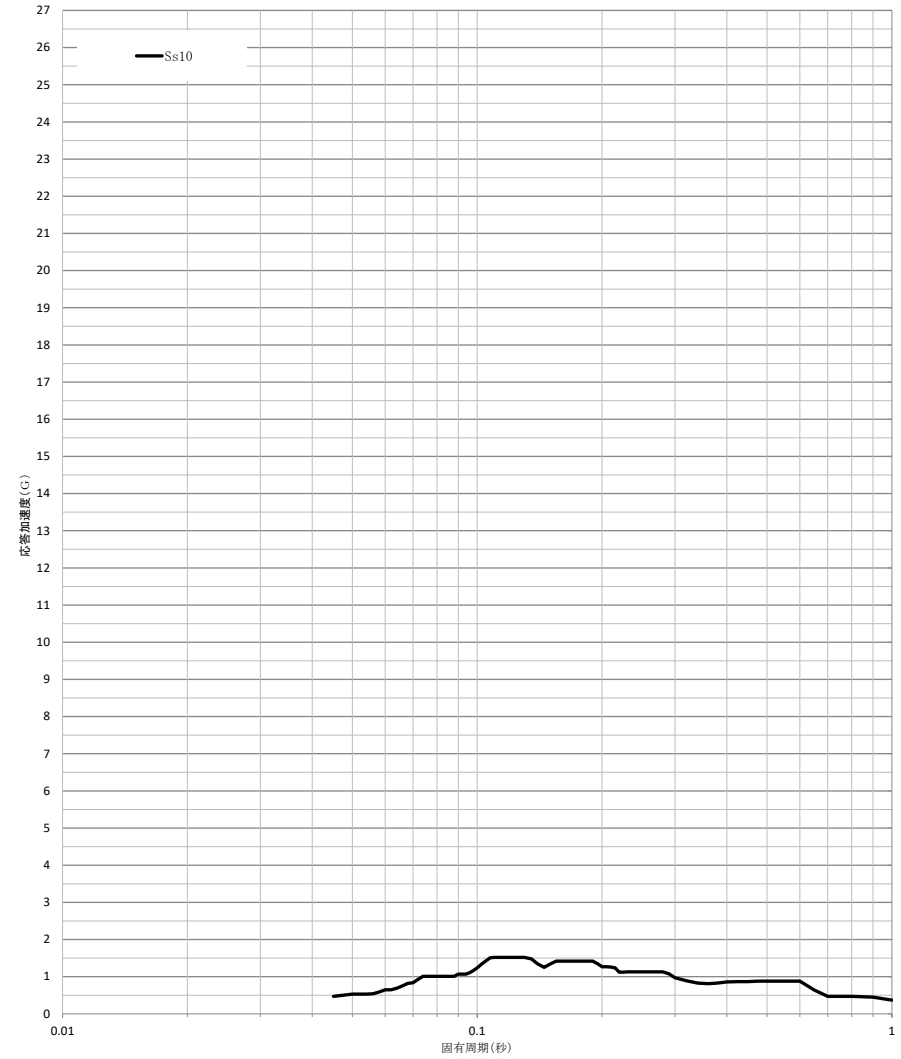
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第7-4図

設計用床応答曲線

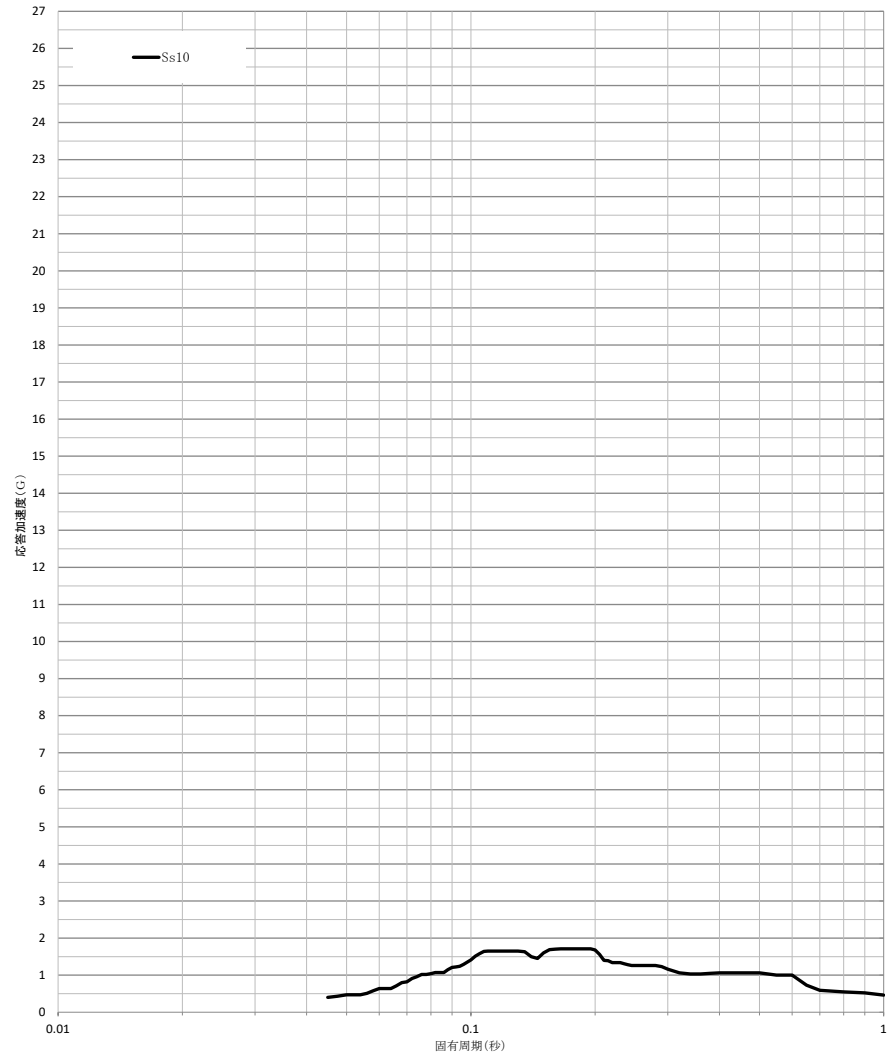
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第7-5図

設計用床応答曲線

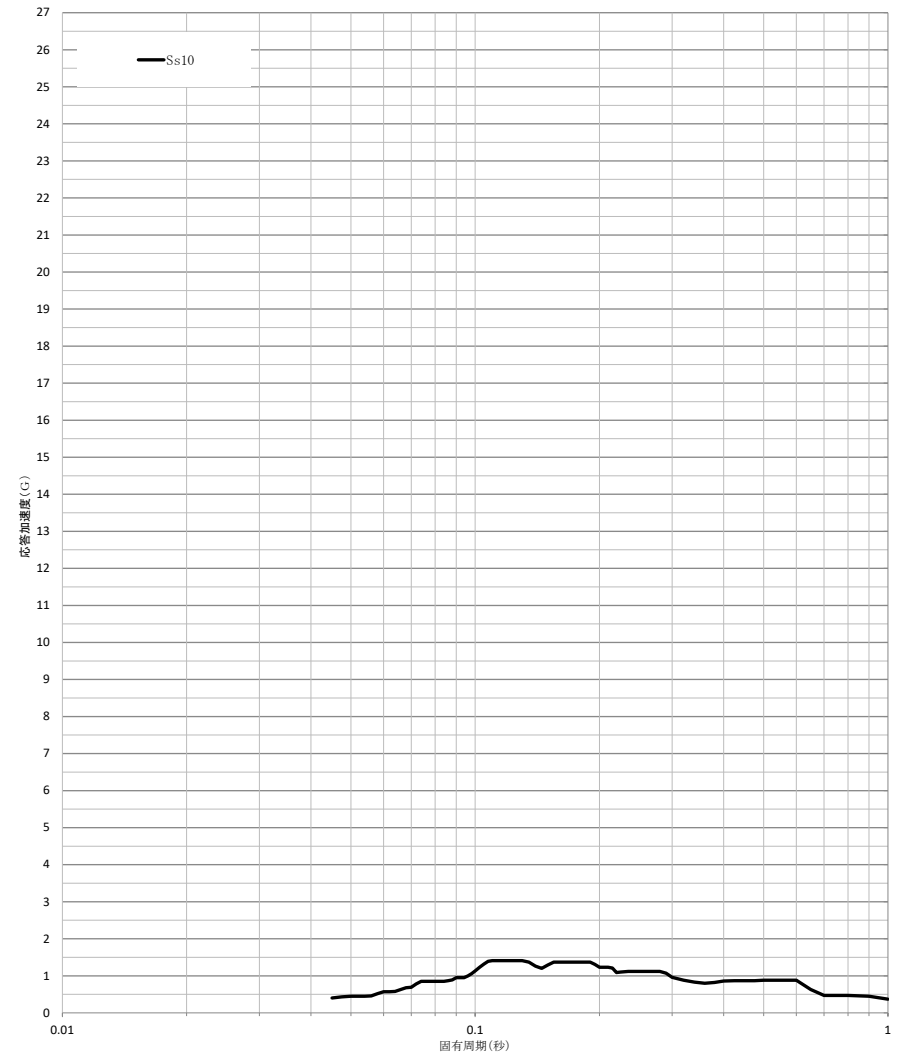
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第7-6図

設計用床応答曲線

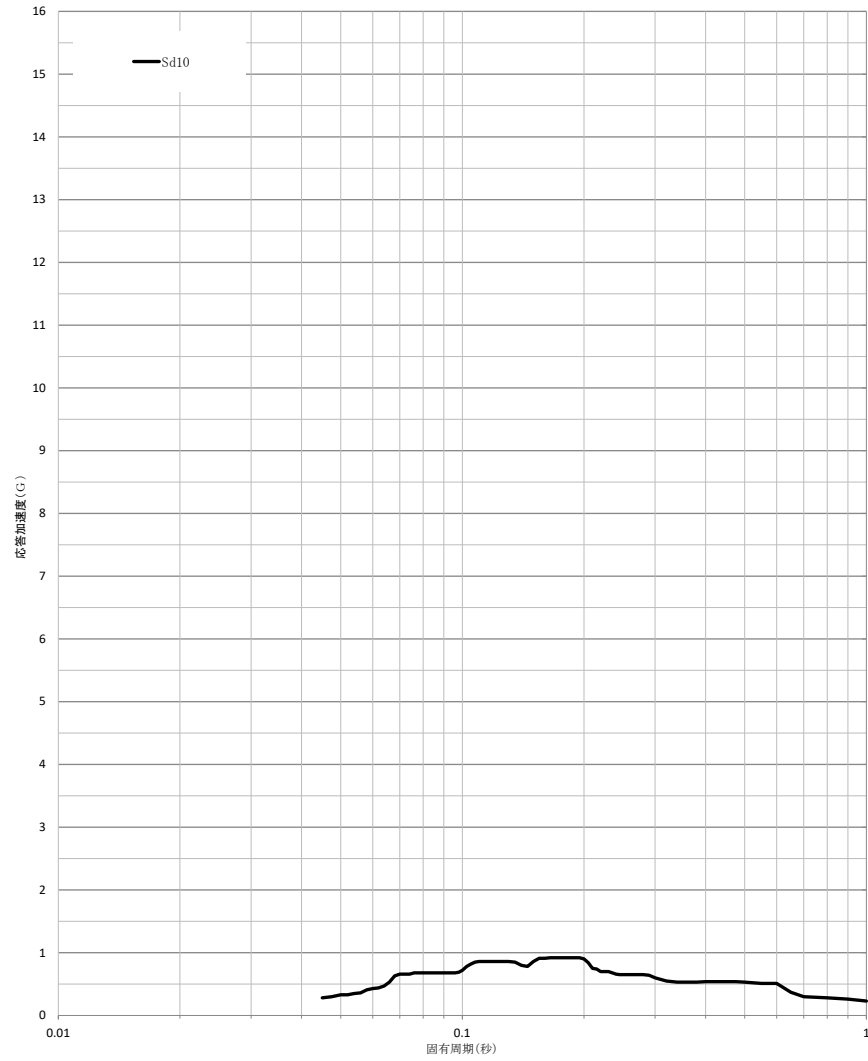
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Ss  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第8-1図

設計用床応答曲線

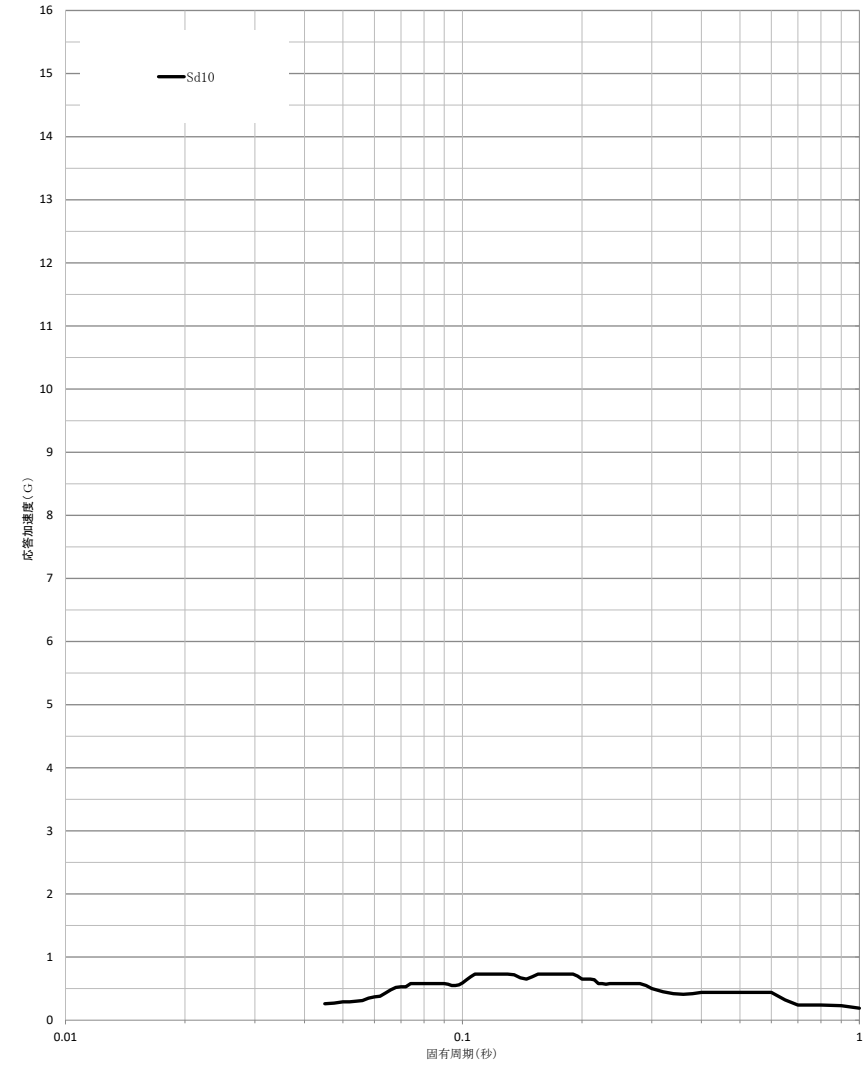
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第8-2図

設計用床応答曲線

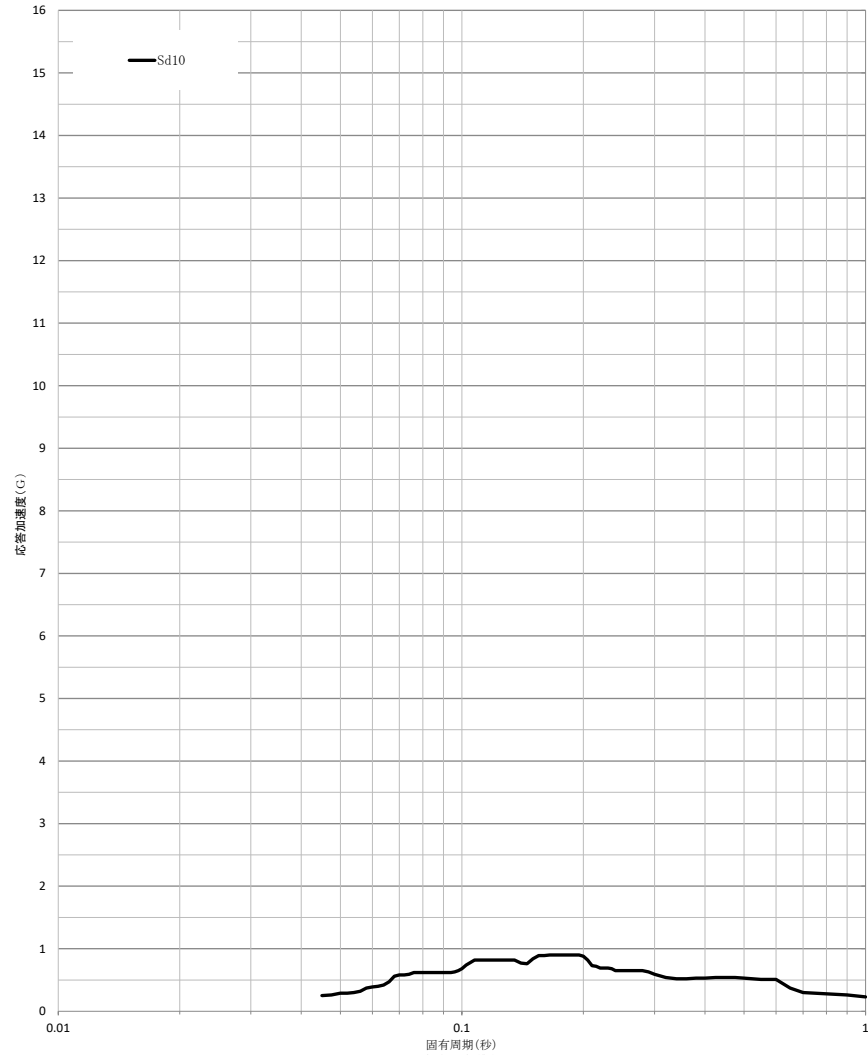
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 55.3 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



第8-3図

設計用床応答曲線

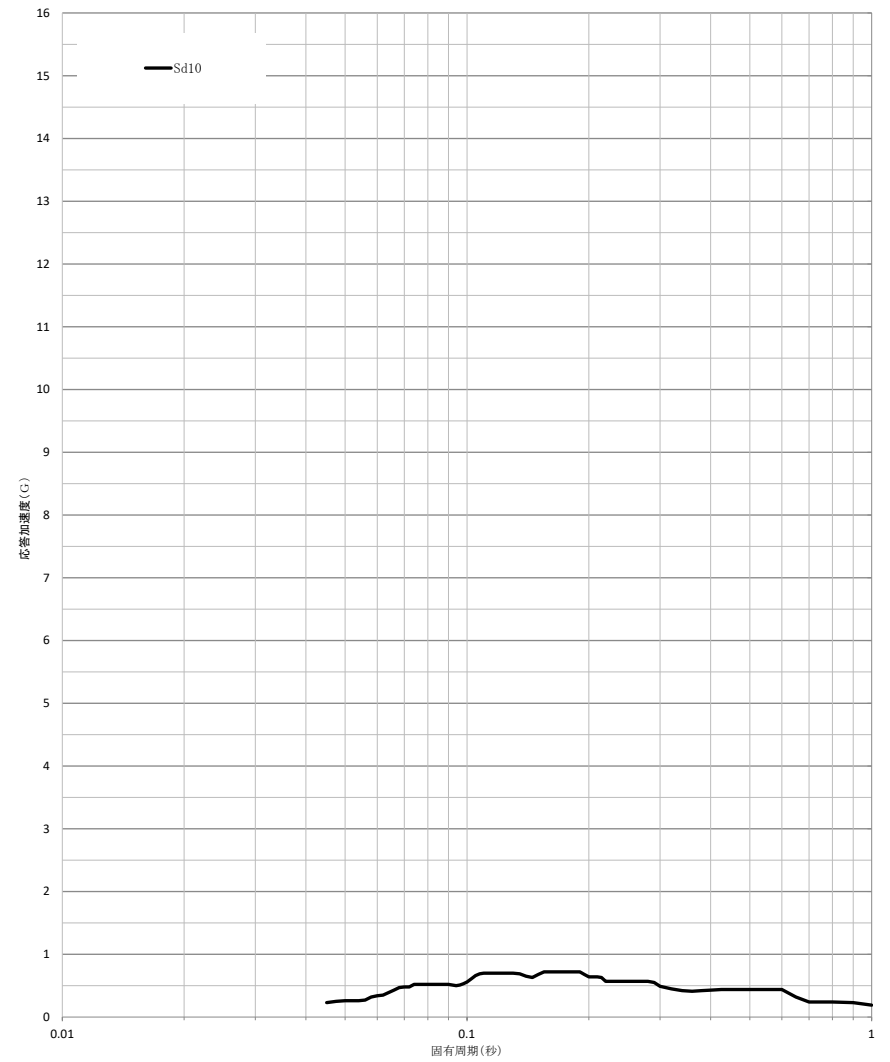
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第8-4図

設計用床応答曲線

建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 47.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)

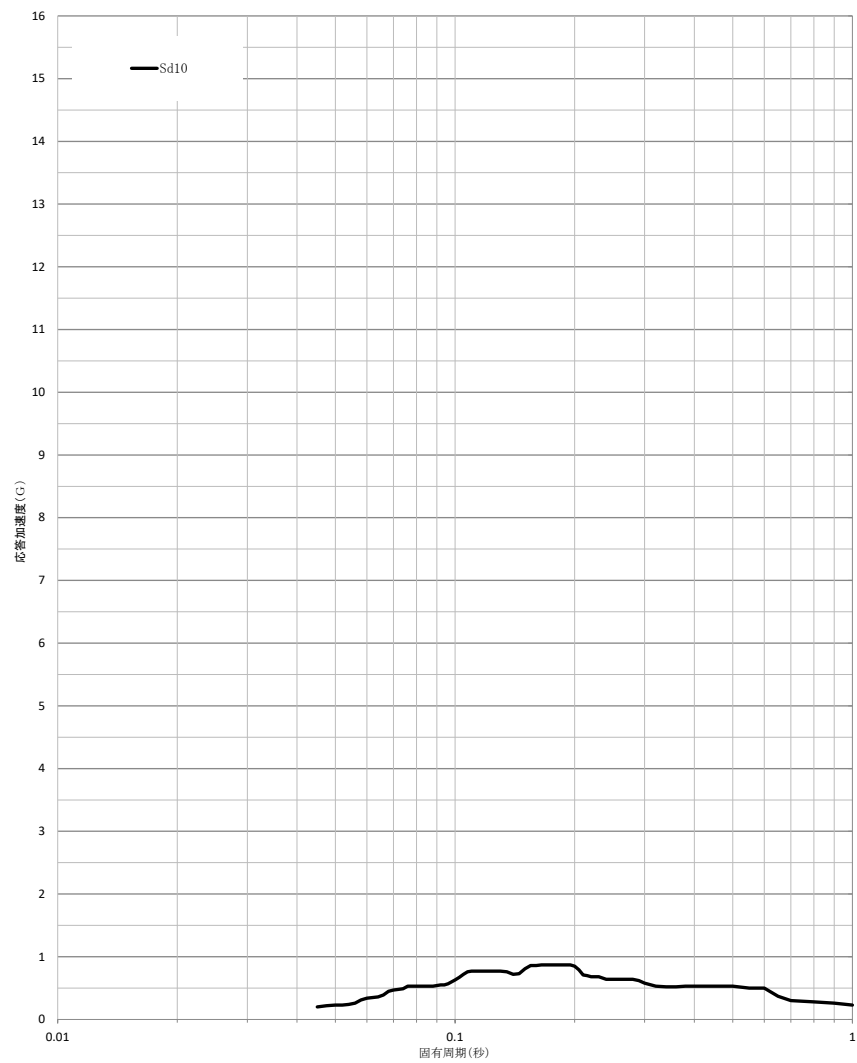




第8-5図

設計用床応答曲線

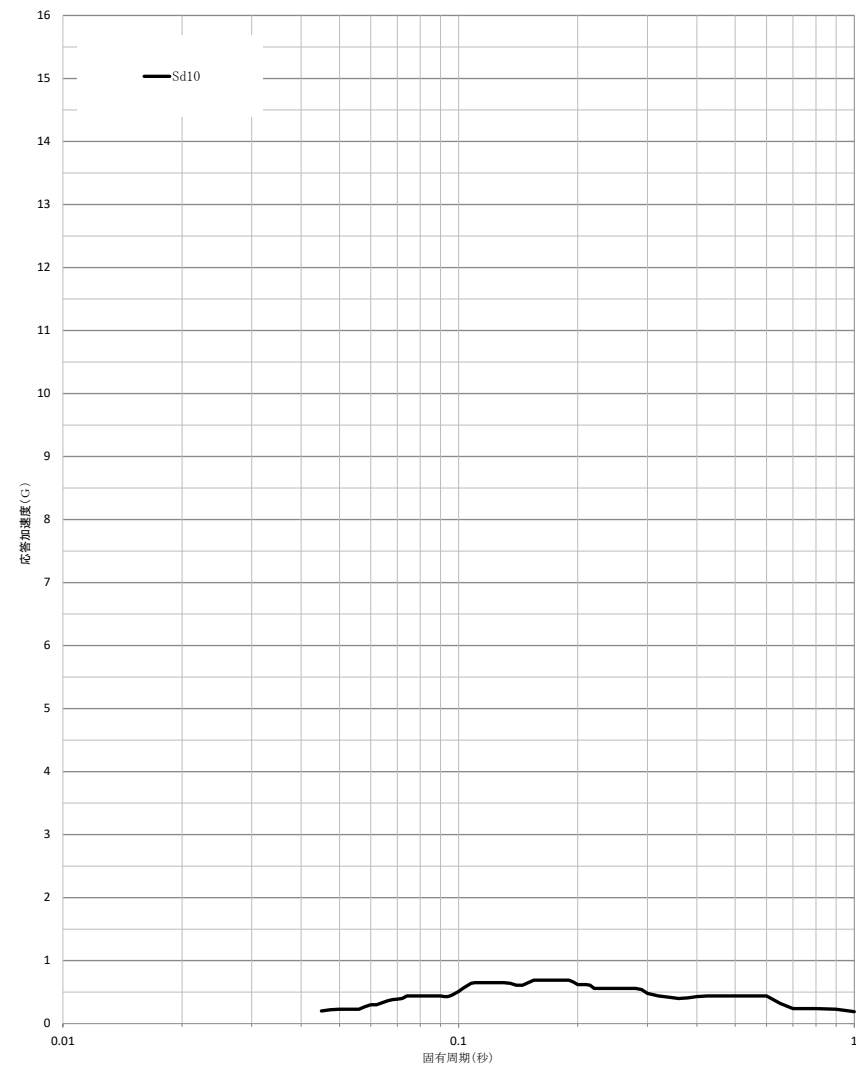
建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 1.0 (%)



第8-6図

設計用床応答曲線

建屋名： ガラス固化体貯蔵建屋B棟  
 地震波名： Sd  
 方向： UD  
 床レベル： 38.2 (M)  
 減衰定数： 2.0 (%)



Ⅱ－１－１－７  
水平２方向及び鉛直方向地震力の  
組合せに関する影響評価方針

## 目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動	1
4. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価方針	2
4.1 建物・構築物	2
4.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方	2
4.1.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針	4
4.1.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法	4
4.2 機器・配管系	8
4.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方	8
4.2.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針	8
4.2.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法	9

## 1. 概要

本資料は、「Ⅱ－１－１ 耐震設計の基本方針」のうち、「4.1 地震力の算定方法 4.1.2 動的地震力」に基づき、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価の方針について説明するものである。

## 2. 基本方針

施設の耐震設計では、設備の構造から地震力の方向に対して弱軸及び強軸を明確にし、地震力に対して配慮した構造としている。

基本設計方針に基づき、従来の設計手法における水平1方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震計算に対して、施設の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のある施設を評価対象施設として抽出し、当該施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

評価対象は「特定第一種廃棄物埋設施設又は特定廃棄物管理施設の技術基準に関する規則（令和2年3月17日原子力規制委員会規則第十号）」の第6条第2項に規定されている安全上重要な施設及びその間接支持構造物並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する施設とする。耐震Bクラスの施設については共振のおそれのある施設を評価対象とする。

評価に当たっては、施設の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける部位を抽出し、その部位について水平2方向及び鉛直方向の荷重や応力を算出し、施設が有する耐震性への影響を確認する。

施設が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

## 3. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動

水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価には、基準地震動 $S_s$ を用いる。基準地震動 $S_s$ は、「Ⅱ－１－１－１ 基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ の概要」による。

ここで、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる基準地震動 $S_s$ は、複数の基準地震動 $S_s$ における地震動の特性及び包絡関係を、施設の特性による影響も考慮した上で確認し、本影響評価に用いる。

#### 4. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価方針

##### 4.1 建物・構築物

###### 4.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

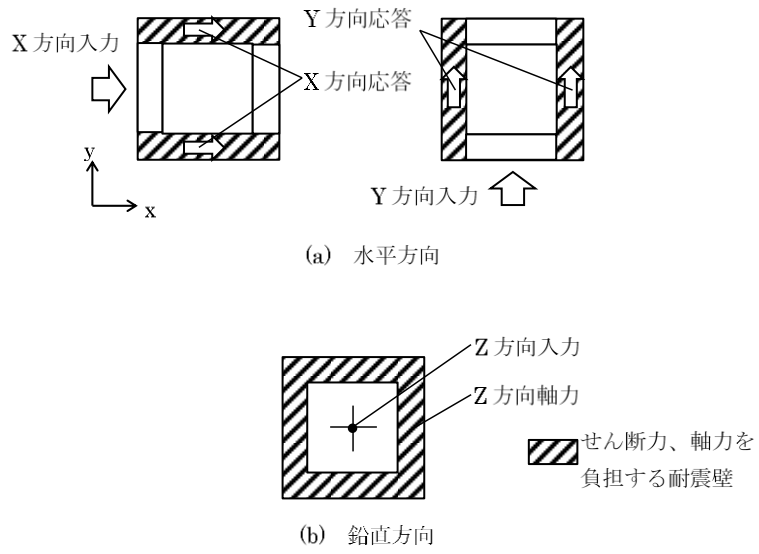
従来の設計手法では、建物・構築物の地震応答解析において、各水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデル又はフレームモデルにそれぞれの方向ごとに入力し解析を行っている。また、廃棄物管理施設における建物・構築物は、全体形状及び平面レイアウトから、地震力を主に耐震壁等で負担する構造であり、剛性の高い設計としている。

水平方向の地震力に対して、建物、構築物はせん断力について評価することを基本とし、建物・構築物に作用するせん断力は、地震時に生じる力の流れが明解になるように、直交する 2 方向につり合いよく配置された鉄筋コンクリート造耐震壁等を主な耐震要素として構造計画を行う。地震応答解析は、水平 2 方向の耐震壁等に対して、それぞれ剛性を評価し、各水平方向に対して解析を実施している。したがって、建物・構築物に対し、水平 2 方向の入力がある場合、各方向から作用するせん断力を負担する部位が異なるため、水平 2 方向の入力がある場合の評価は、水平 1 方向にのみ入力がある場合と同等な評価となる。ただし、水平方向の地震動に対し、負担する部位が明確ではないものについては、その構造特性を考慮した設計とする。

鉛直方向の地震力に対しては、軸力について評価することを基本としている。建物・構築物に作用する軸力は、鉄筋コンクリート造耐震壁等を主な耐震要素として構造計画を行う。

入力方向ごとの耐震要素について、第 4.1-1 図に示す。

また、「Ⅱ-2-1 安全上重要な施設の耐震性に関する計算書」及び「Ⅱ-2-2-2 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震性に関する計算書」のうち建物・構築物の局部評価は、地震応答解析により算出された応答を水平 1 方向及び鉛直方向に組み合わせて行っている。



第 4.1-1 図 入力方向ごとの耐震要素

#### 4.1.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

建物・構築物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある部位の評価を行う。

評価対象は、安全上重要な施設及びその間接支持構造物並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する施設の部位とする。

対象とする部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性がある部位を抽出する。

応答特性から抽出された水平2方向及び鉛直方向地震力による影響を受ける可能性がある部位は、従来の評価結果の荷重又は応力の算出結果等を水平2方向及び鉛直方向に組み合わせ、各部位に発生する荷重や応力を算出し、各部位が有する耐震性への影響を確認する。各部位が有する耐震性への影響が確認された場合、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

#### 4.1.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

建物・構築物において、従来の設計手法における水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のある耐震評価上の構成部位について、応答特性から抽出し、影響を評価する。影響評価のフローを第4.1-2図に示す。

##### (1) 影響評価部位の抽出

##### a. 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位を整理し、各建屋において、該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認する。(第4.1-2図①)

##### b. 応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性を整理する。

なお、隣接する上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための建物・構築物の評価は、上位クラスの建物・構築物との相対変位による衝突の有無の判断が基本となる。そのため、せん断及び曲げ変形評価を行うこととなり、壁式構造では耐震壁(トラス構造では柱、梁及びブレース)を主たる評価対象部位とし、その他の構成部位については抽出対象に該当しない。(第4.1-2図②)

##### c. 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

整理した耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地

震力の組合せによる影響が想定される応答特性のうち、荷重の組合せによる応答特性を検討する。水平 2 方向及び鉛直方向地震力に対し、荷重の組合せによる応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。(第 4.1-2 図③)

d. 3 次元的な応答特性が想定される部位の抽出

荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位のうち、3 次元的な応答特性が想定される部位を検討する。水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、3 次元的な応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。(第 4.1-2 図④)

e. 3 次元 FEM モデルによる精査

3 次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位について、3 次元 FEM モデルを用いた精査を実施し、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

また、3 次元的な応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位についても、局所応答の観点から、3 次元 FEM モデルによる精査を実施し、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

局所応答に対する 3 次元 FEM モデルによる精査は、施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮して選定する建屋について、地震応答解析を行う。(第 4.1-2 図⑤)

(2) 影響評価手法

a. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価において、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局部評価の荷重又は応力の算出結果を組み合わせることでより評価を行う場合は、米国 REGULATORY GUIDE 1.92\*の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として、組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)に基づいて地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について、構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで、各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し、各部位が有する耐震性への影響を評価する。(第 4.1-2 図⑥)

b. 機器・配管系への影響検討

(1)c. 及び(1)e. で、施設が有する耐震性への影響が想定され、評価対象として抽出された部位が、安全上重要な施設の間接支持機能を有

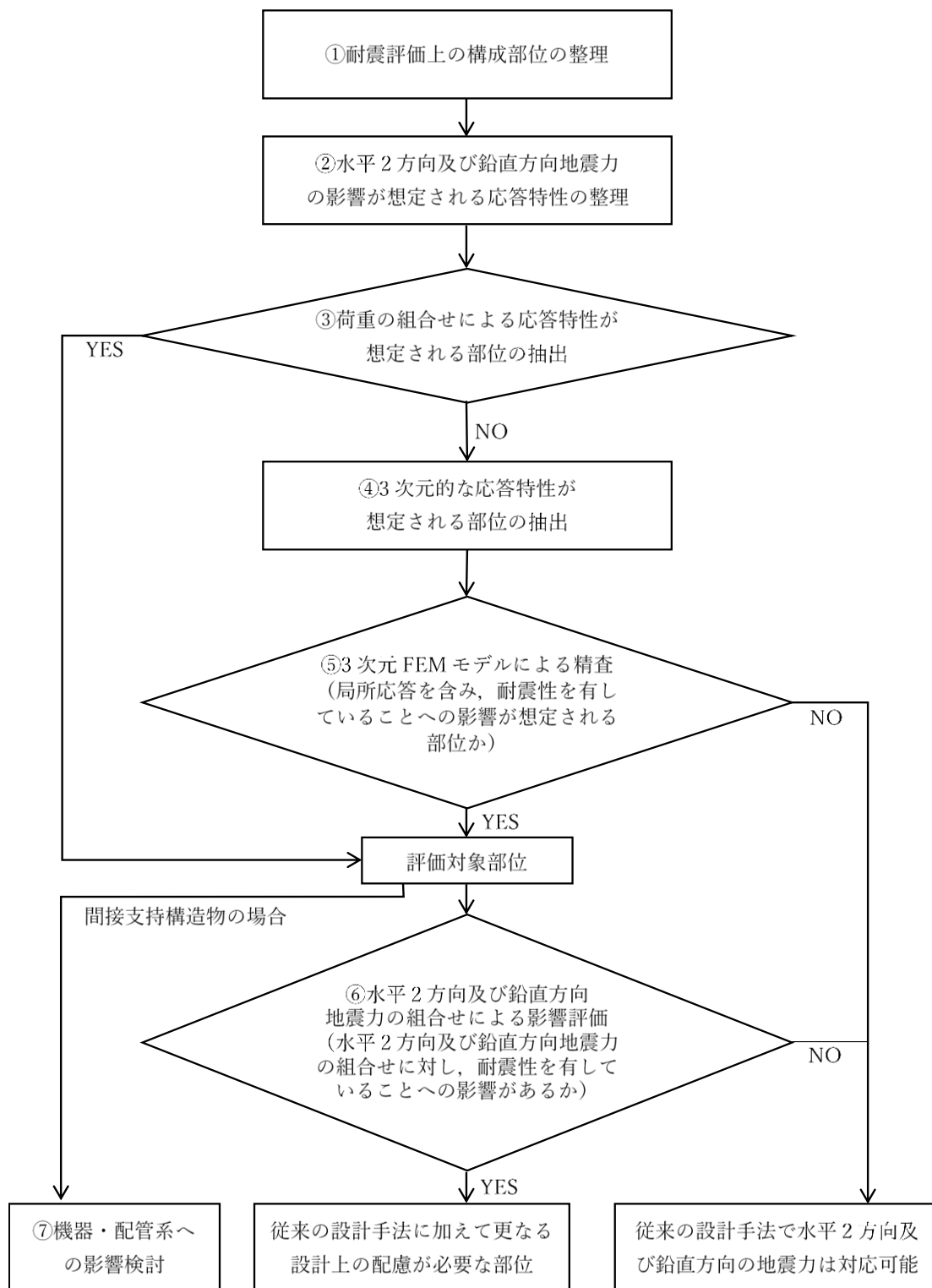


する場合には、機器・配管系に対し、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。

なお、(1)e. の精査にて、建物・構築物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても、3次元 FEM モデルによる地震応答解析結果から、機器・配管系への影響の可能性が想定される部位について検討対象として抽出する。(第 4.1-2 図⑦)

注記 \* : REGULATORY GUIDE (RG) 1.92 “COMBINING MODAL RESPONSES AND SPATIAL COMPONENTS IN SEISMIC RESPONSE ANALYSIS”



第 4.1-2 図 建物・構築物の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価フロー

## 4.2 機器・配管系

### 4.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

機器・配管系における従来の水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計手法では、建物・構築物の振動特性を考慮し、変形するモードが支配的となり応答が大きくなる方向(応答軸方向)に基準地震動  $S_s$  を入力して得られる各方向の地震力(床応答)を用いている。

応答軸(強軸・弱軸)が明確となっている設備の耐震評価においては、水平各方向の地震力を包絡し、変形モードが支配的となる応答軸方向に入力するなど、従来評価において保守的な取り扱いを基本としている。

一方、応答軸が明確となっていない設備で3次元的な広がりを持つ設備の耐震評価においては、基本的に3次元のモデル化を行っており、建物・構築物の応答軸方向の地震力をそれぞれ入力し、この入力により算定される荷重や応力のうち大きい方を用いて評価を実施している。

さらに、応答軸以外の振動モードが生じ難い構造の採用、応答軸以外の振動モードが生じ難いサポート設計の採用といった構造上の配慮等、水平方向の入力に対して配慮した設計としている。

### 4.2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

機器・配管系において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に、影響を受ける可能性がある設備(部位)の評価を行う。

評価対象は、安全上重要な施設の機器・配管系及びこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備とする。

対象とする設備を機種ごとに分類し、それぞれの構造上の特徴により荷重の伝達方向、その荷重を受ける構造部材の配置及び構成等により水平2方向の地震力による影響を受ける可能性がある設備(部位)を抽出する。

構造上の特徴により影響の可能性がある設備(部位)は、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の検討を実施する。水平各方向の地震力が1:1で入力された場合の発生値を従来の評価結果の荷重、算出応力等を水平2方向及び鉛直方向に整理して組み合わせる又は新たな解析等により高度化した手法を用いる等により、水平2方向の地震力による設備(部位)に発生する荷重や応力を算出する。

これらの検討により、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた荷重や応力の結果が従来の発生値と同等である場合は影響のない設備とし、評価対象には抽出せず、従来の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される場合は、設備が有する耐震性への影響を確認する。

設備が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討

等，新たに設計上の対応策を講じる。

#### 4.2.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

機器・配管系において，水平1方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた従来の耐震計算に対して，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響の可能性のある設備を構造及び発生値の増分の観点から抽出し，影響を評価する。影響評価は従来設計で用いている質点系モデルによる評価結果を用いて行うことを基本とする。影響評価のフローを第4.2-1図に示す。

なお，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する際は，地震時に水平2方向及び鉛直方向それぞれの最大応答が同時に発生する可能性は極めて低いとした考え方である非同時性を考慮したSRSS法又は組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)を適用する。この組合せ方法については，現状の耐震評価が基本におおむね弾性範囲で留まる体系であることに加え，国内と海外の機器の耐震解析は，基本的に線形モデルで実施している等類似であり，水平2方向及び鉛直方向の位相差は機器の応答にも現れることから，米国REGULATORY GUIDE 1.92の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考としているものである。

##### (1) 影響評価対象となる設備の整理

安全上重要な施設の機器・配管系及びこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備を評価対象とし，機種ごとに分類し整理する。

また，建物・構築物の検討により，機器・配管系への影響の可能性のある部位が抽出された場合は，耐震性への影響が懸念される設備を抽出し，影響評価を行う(第4.2-1図①)。

##### (2) 構造上の特徴による抽出

機種ごとに構造上の特徴から水平2方向の地震力が重複する観点，又は応答軸方向以外の振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点にて検討を行い，水平2方向の地震力による影響の可能性のある設備を抽出する(第4.2-1図②)。

##### (3) 発生値の増分による抽出

水平2方向の地震力による影響の可能性のある設備に対して，水平2方向の地震力が各方向1:1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め，従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して，水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した発生値の増分を用いて影響を検討し，耐震性への影響が懸念される設備を抽出する(第4.2-1図③)。

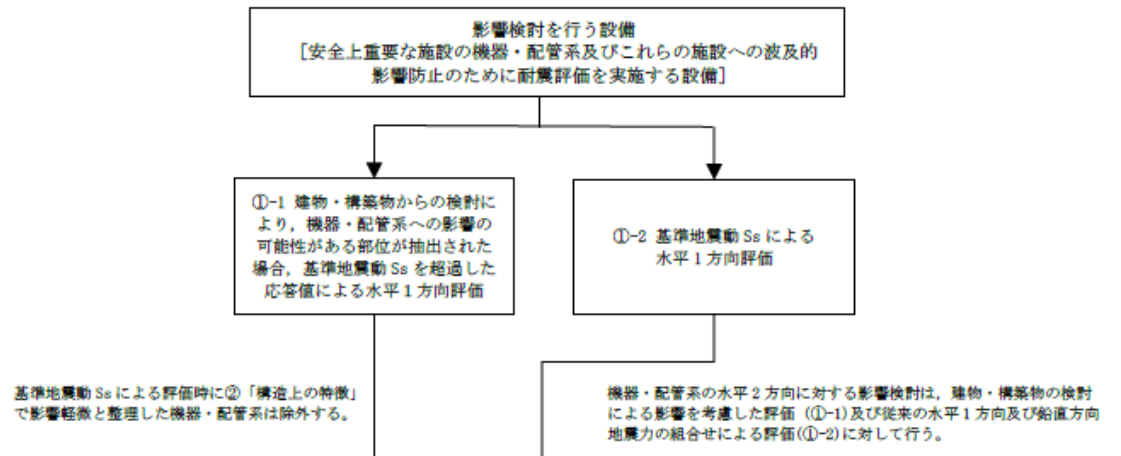
影響の検討は，機種ごとの分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備(部位)を対象とする。

(4) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

(3)の検討において算出された荷重や応力を用いて，設備が有する耐震性への影響を確認する(第 4.2-1 図④)。

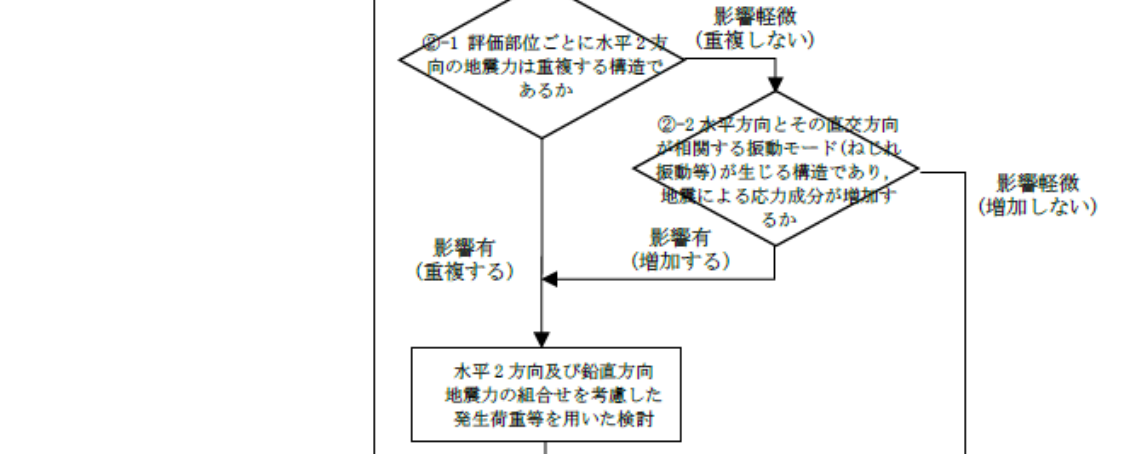
[水平 1 方向に対する対応]

①影響評価対象となる設備の整理

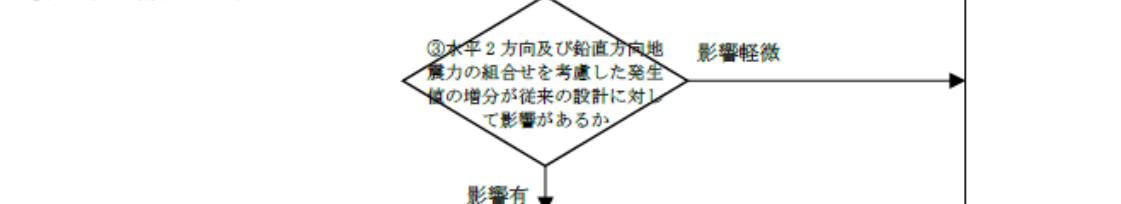


[水平 2 方向に対する対応]

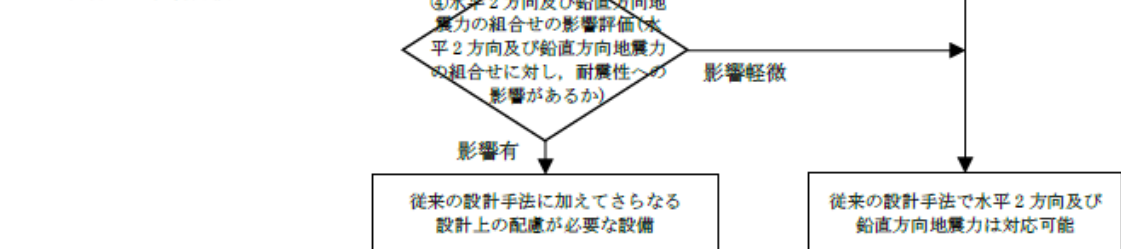
②構造上の特徴による抽出



③発生値の増分による抽出



④水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価



第 4.2-1 図 機器・配管系の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した影響評価のフロー

Ⅱ－1－1－8  
機能維持の基本方針

## 目 次

	ページ
1. 概要 .....	1
2. 機能維持の確認に用いる設計用地震力.....	1
3. 構造強度 .....	5
3.1 構造強度上の制限.....	5
3.2 変位, 変形の制限.....	30
4. 機能維持 .....	30



## 1. 概要

本資料は、「Ⅱ－１－１ 耐震設計の基本方針」のうち「4. 設計用地震力」に示す設計用地震力の算定方法及び「5. 機能維持の基本方針」に示す機能維持の考え方にに基づき、安全機能を有する施設の機能維持に関する基本的な考え方を説明するものである。

## 2. 機能維持の確認に用いる設計用地震力

機能維持の確認に用いる設計用地震力については、「Ⅱ－１－１ 耐震設計の基本方針」の「4. 設計用地震力」に示す設計用地震力の算定方法に基づくこととし、具体的な算定方法は第2-1表に示す。

また、当該申請における機器・配管系の設計用地震力の算定に際しては、「Ⅱ－１－１－６ 設計用床応答曲線の作成方針」に定める方法にて設定した設計用床応答曲線を用いる。

第 2-1 表 設計用地震力

(1) 静的地震力

静的地震力及び必要保有水平耐力は、以下の地震層せん断力係数及び震度に基づき算定する。

種別	耐震重要度	地震層せん断力係数及び水平震度	地震層せん断力係数 (必要保有水平耐力算出用)	鉛直震度
建物・構築物	S	$3.0 \cdot C_i^{*1}$	$1.0 \cdot C_i^{*2}$	$1.0 \cdot C_v^{*3}$ (0.240)
	B	$1.5 \cdot C_i^{*1}$	$1.0 \cdot C_i^{*2}$	—
	C	$1.0 \cdot C_i^{*1}$	$1.0 \cdot C_i^{*2}$	—
機器・配管系	S	$3.6 \cdot C_i^{*1}$	—	$1.2 \cdot C_v^{*3}$ (0.288)
	B	$1.8 \cdot C_i^{*1}$	—	—
	C	$1.2 \cdot C_i^{*1}$	—	—

注記 \*1:  $C_i$ は標準せん断力係数を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

$R_t$ : 振動特性係数

$A_i$ :  $C_i$ の分布係数

$C_0$ : 標準せん断力係数 0.2

\*2:  $C_i$ は標準せん断力係数を 1.0 とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

$R_t$ : 振動特性係数

$A_i$ :  $C_i$ の分布係数

$C_0$ : 標準せん断力係数 1.0

\*3: 震度 0.3 とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮し、高さ方向に一定とする。また次式より求めた値を表に記載した。

$$C_v = 0.3 \cdot R_v$$

$R_v$ : 振動特性係数 0.8

(2) 動的地震力

動的地震力は、以下の入力地震動又は入力地震力に基づき算定する。

種別	耐震 重要度	入力地震動又は入力地震力 <sup>*1</sup>	
		水平	鉛直
建物 ・ 構築物	S	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$
		弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$
	B	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*2}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*2}$
機器 ・ 配管系	S	設計用床応答曲線 $S_s$ 又は 基準地震動 $S_s$	設計用床応答曲線 $S_s$ 又は 基準地震動 $S_s$
		設計用床応答曲線 $S_d$ 又は 弾性設計用地震動 $S_d$	設計用床応答曲線 $S_d$ 又は 弾性設計用地震動 $S_d$
	B	設計用床応答曲線 $S_d \cdot 1/2^{*2}$	設計用床応答曲線 $S_d \cdot 1/2^{*2}$

注記 \*1：設計用床応答曲線は、基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  に基づき作成した設計用床応答曲線とする。

\*2：水平方向及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

(3) 設計用地震力

種別	耐震重要度	水平	鉛直	摘要
建物・構築物	S	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用させるものとする。水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は、建物、構築物については組合せ係数法又は二乗和平方根 (SRSS) 法による。
		弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$	
		地震層せん断力係数 $3.0 \cdot C_i$	静的震度 (0.240)	
	B	地震層せん断力係数 $1.5 \cdot C_i$	—	—
		弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*1}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*1}$	荷重の組合せは、建物、構築物については、組合せ係数法、二乗和平方根 (SRSS) 法又は絶対値和法による。
	C	地震層せん断力係数 $1.0 \cdot C_i$	—	—
機器・配管系	S	設計用床応答曲線 $S_s$ 又は 基準地震動 $S_s$	設計用床応答曲線 $S_s$ 又は 基準地震動 $S_s$	荷重の組合せは、二乗和平方根 (SRSS) 法又は絶対値和法による。
		設計用床応答曲線 $S_d$ 又は 弾性設計用地震動 $S_d$	設計用床応答曲線 $S_d$ 又は 弾性設計用地震動 $S_d$	荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用させるものとする。水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根 (SRSS) 法又は絶対値和法による。 <sup>*2</sup>
		静的震度 $3.6 \cdot C_i$	静的震度 (0.288)	
	B	静的震度 $1.8 \cdot C_i$	—	水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根 (SRSS) 法又は絶対値和法による。 <sup>*3</sup>
		設計用床応答曲線 $S_d \cdot 1/2^{*1}$	設計用床応答曲線 $S_d \cdot 1/2^{*1}$	
	C	静的震度 $1.2 \cdot C_i$	—	—

注記 \*1：水平及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

\*2：水平方向における動的と静的の大きい方の地震力と、鉛直における動的と静的の大きい方の地震力とを、絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

\*3：水平方向における動的と静的の大きい方の地震力と、鉛直における動的な地震力とを、絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

### 3. 構造強度

#### 3.1 構造強度上の制限

廃棄物管理施設の耐震設計については、「Ⅱ－1－1 耐震設計の基本方針」のうち「5.1 構造強度」に示す考え方にに基づき、安全機能を有する施設における各耐震重要度に応じた設計用地震力が加わった場合、これらに生じる応力とその他の荷重によって生じる応力の合計値等を許容限界以下とする。

許容限界は、施設の種類及び用途を考慮し、安全機能が維持できるように十分に余裕を見込んだ値とする。

地震力による応力とその他の荷重による応力の組合せに対する許容値は、第 3.1-1 表に示す通りとする。

機器・配管系の基準地震動  $S_s$  又は弾性設計用地震動  $S_d$  のみによる疲労解析に用いる等価繰返し回数は、設備ごとに個別に設定した値を用いる。

弾性設計用地震動  $S_d$  の疲労解析は、設備ごとに個別に設定した弾性設計用地震動  $S_d$  の等価繰返し回数が基準地震動  $S_s$  の疲労解析に用いた等価繰返し回数以下であれば省略しても良いものとする。

また、建物・構築物(構築物(屋外機械基礎)を除く。)の保有水平耐力は、必要保有水平耐力に対して、妥当な安全余裕を有する設計とする。支持性能が必要となる施設の基礎地盤については、接地圧が安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の支持力又は支持力度と比べて妥当な安全余裕を有する設計とし、安全機能を有する施設における耐震重要度に応じた許容限界を設定する。

耐震設計においては、地震力に加えて、自然条件として積雪荷重及び風荷重を組合せる。積雪荷重及び風荷重の設定フローを第 3.1-1 図に示す。積雪荷重については、屋外に設置されている施設のうち、積雪による受圧面積が小さい施設又は埋設構造物等常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震力と組み合わせる。また、風荷重については、屋外に設置されている施設のうち、コンクリート構造物等の自重が大きい施設を除いて、風荷重の影響が地震力と比べて相対的に無視できないような構造、形状及び仕様の施設においては、地震力と組み合わせる。第 3.1-2 表に施設の区分ごとの、積雪荷重及び風荷重の組合せを示す。

第 3.1-1 表 安全機能を有する施設 荷重の組合せ及び許容限界

(1) 建物・構築物

	耐震重要度	荷重の組合せ	許容限界	
			建物・構築物	基礎地盤の支持性能
建物・構築物	Sクラス	D + L + S <sub>s</sub>	質点系モデルによる地震応答解析の最大せん断ひずみ度が $2.0 \times 10^{-3}$ を超えないこと又は部材に生じる応力が終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していることあるいは部材に生じる応力又はひずみが CCV 規格 <sup>*1</sup> における荷重状態Ⅱの許容値を超えないこととする。	地盤の極限支持力度に対して妥当な安全余裕を持たせる。
		<sup>*2</sup> D + L + S <sub>d</sub>	質点系モデルによる地震応答解析の最大せん断ひずみ度がおおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること又は部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値又は CCV 規格 <sup>*1</sup> における荷重状態Ⅲの許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。
	Bクラス	D + L + S <sub>B</sub>	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。
	Cクラス	D + L + S <sub>C</sub>	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。

記号の説明

- D : 固定荷重
- L : 積載荷重
- S<sub>s</sub> : 基準地震動 S<sub>s</sub> による地震力
- S<sub>d</sub> : 弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> による地震力又は静的地震力
- S<sub>B</sub> : 耐震 B クラスの施設に適用される静的地震力又は動的地震力
- S<sub>C</sub> : 耐震 C クラスの施設に適用される静的地震力

注記 \*1 : 発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格((社)日本機械学会, 2003)

\*2 : 地震力と組み合わせる荷重には, この他, 建物・構築物の設置状況に応じて, 土圧, 水圧等を考慮するものとする。

(2) 機器・配管系

記号の説明

- D : 死荷重(自重)
- $P_d$  : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- $M_d$  : 当該設備に設計上定められた機械的荷重
- $S_s$  : 基準地震動  $S_s$  による地震力
- $S_d$  : 弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力又は静的地震力
- $S_B$  : 耐震Bクラスの設備に適用される地震力又は静的地震力
- $S_c$  : 耐震Cクラスの設備に適用される静的地震力
- $S_y$  : 設計降伏点「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値
- $S_u$  : 設計引張強さ「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 9 に規定される値
- $S_m$  : 設計応力強さ「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 1 に規定される値
- $S$  : 許容引張応力「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 5 又は表 6 に規定される値
- F : 「JSME S NC1」SSB-3121.1(1)により規定される値
- $F^*$  : 「JSME S NC1」SSB-3121.3の規定により、SSB-3121.(1)a.における  $S_y$  及び  $S_y$ (RT)を  $1.2S_y$  及び  $1.2S_y$ (RT)に読み替えた値
- $f_t$  : 許容引張応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して「JSME S NC1」SSB-3121.1により規定される値  
ボルト等に対しては、「JSME S NC1」SSB-3131により規定される値
- $f_s$  : 許容せん断応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して「JSME S NC1」SSB3121.1により規定される値  
ボルト等に対しては、「JSME S NC1」SSB-3131により規定される値
- $f_c$  : 許容圧縮応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して「JSME S NC1」SSB-3121.1により規定される値
- $f_b$  : 許容曲げ応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して「JSME S NC1」SSB-3121.1により規定される値
- $f_p$  : 許容支圧応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して「JSME S NC1」SSB-3121.1により規定される値
- $f_t^*$ ,  $f_s^*$ ,  $f_c^*$ ,  $f_b^*$ ,  $f_p^*$  :

上記の  $f_t$ ,  $f_s$ ,  $f_c$ ,  $f_b$ ,  $f_p$  の値を算出する際に「JSME S NC1」SSB-3121.1(1)a.本文中「 $S_y$ 」及び「 $S_y$ (RT)」とあるのを「 $1.2S_y$ 」及び「 $1.2S_y$ (RT)」と読み替えて算出した値(「JSME S NC1」SSB-3121.3 及び SSB-3133)。ただし、支持構造物の上記  $f_t \sim f_p^*$  においては、「JSME S NC1」SSB-3121.1(1)a の F 値は  $S_y$  及び  $0.7S_u$  のいずれか小さい方の値。また、使用温度が  $40^\circ\text{C}$  を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあって

ては、 $1.35 S_y$ 、 $0.7 S_u$ 又は $S_y$  (RT)のいずれか小さい方の値。なお、 $S_y$  (RT)は40℃における設計降伏点の値。

$T_L$  : 形式試験により支持構造物が破損するおそれのある荷重(N) (同一仕様につき3個の試験の最小値又は1個の試験の90%)

$S_{y d}$  : 最高使用温度における設計降伏点  
「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表8 に規定される値

$S_{y t}$  : 試験温度における設計降伏点  
「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表8 に規定される値

A S S : オーステナイト系ステンレス鋼

H N A : 高ニッケル合金



a. 容器

(a) Cクラス

耐震 重要度	荷重の 組合せ	許容限界	
		一次一般膜応力	一次応力
C	$D + P_d + M_d + S_c$	$S_y$ と $0.6S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNAについては 上記値と $1.2S$ との大きい方。	$S_y$ ただし、ASS及びHNAについては 上記値と $1.2S$ との大きい方。

b. 配管系

(a) Cクラス

(配管)

耐震 重要度	荷重の 組合せ	許容限界	
		一次一般膜応力	一次応力
C	$D + P_d + M_d + S_c$	$S_y$ と $0.6S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNAについては 上記値と $1.2S$ との大きい方*。	$S_y$ ただし、ASS及びHNAについては上 記値と $1.2S$ との大きい方。

注記 \* : 軸力による全断面平均応力については、荷重の組合せの一次一般膜応力の許容値の0.8倍の値とする。

(ダクト)

耐震 重要度	荷重の 組合せ	許容限界	
		一次一般膜応力	一次応力
C	$D + P_d + M_d + S_c$	地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートのスパン長を最大許容ピッチ以下に確保すること。	—

c. ポンプ

(a) Cクラス

耐震 重要度	荷重の組合せ	許容限界	
		一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む。)
C	$D + P_d + M_d + S_c$	$S_y$ と $0.6S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNAについては 上記値と $1.2S$ との大きい方。	$S_y$ ただし、ASS及びHNAについては 上記値と $1.2S$ との大きい方。

d. 弁(弁箱)

耐震 重要度	荷重の組合せ	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力	一次+ 二次応力	一次+二次 +ピーク応力
C	$D + P_d + M_d + S_c$	_____ *			

注記 \* : 弁の肉厚が接続配管と同等の場合で、特に大きな駆動部を有する電動弁，空気作動弁については，「JSME S NC1」VVB-3330 の評価を行う。ただし，地震時に過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは，この限りではない。

e. 支持構造物

耐震 重要度	荷重の組合せ	許容限界(ボルト等を除く。)*1,*2,*3										許容限界*2,*4 (ボルト等)		形式試験に よる場合
		一 次 応 力					一 次 + 二 次 応 力					一 次 応 力		許容荷重
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈*5	引張	せん断	
S	D + P <sub>d</sub> + M <sub>d</sub> + S <sub>s</sub>	1.5f <sub>t</sub> *	1.5f <sub>s</sub> *	1.5f <sub>c</sub> *	1.5f <sub>b</sub> *	1.5f <sub>p</sub> *	3f <sub>t</sub>	3f <sub>s</sub>	3f <sub>b</sub>	*8 1.5f <sub>p</sub> *	*7 *8 1.5f <sub>b</sub> 又は 1.5f <sub>c</sub>	1.5f <sub>t</sub> *	1.5f <sub>s</sub> *	$T_L \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
	D + P <sub>d</sub> + M <sub>d</sub> + S <sub>d</sub>	1.5f <sub>t</sub>	1.5f <sub>s</sub>	1.5f <sub>c</sub>	1.5f <sub>b</sub>	1.5f <sub>p</sub>				*8 1.5f <sub>p</sub>		1.5f <sub>t</sub> (f <sub>t</sub> )	1.5f <sub>s</sub> (f <sub>s</sub> )	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
B	D + P <sub>d</sub> + M <sub>d</sub> + S <sub>B</sub>	1.5f <sub>t</sub>	1.5f <sub>s</sub>	1.5f <sub>c</sub>	1.5f <sub>b</sub>	1.5f <sub>p</sub>				S <sub>s</sub> 又は S <sub>d</sub> 地震動 のみによる応力振幅 について評価する。			*8 1.5f <sub>p</sub>	*8 1.5f <sub>c</sub>
C	D + P <sub>d</sub> + M <sub>d</sub> + S <sub>C</sub>													

注記 \*1: 「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会, 2005 改定)等の幅厚比の制限を満足させる。

\*2: 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力に対しても評価を行う。

\*3: Sクラスで耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては, 耐圧部と同じ許容応力とする。

\*4: コンクリートに埋込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して( )内の値を用いて応力評価を行う。

\*5: 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては, クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

\*6: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5f<sub>s</sub>とする。

\*7: 「JSME S NC1」SSB-3121.1(4)により求めた f<sub>b</sub>とする。

\*8: 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

f. 埋込金物

荷重の組合せに対する許容応力状態は、埋込金物が支持する支持構造物と同等とする。

(a) 鋼構造物の許容応力

鋼構造物の許容応力は次による。

- イ. 埋込板、アンカーフレーム、スタッド等は、支持構造物(ボルト以外)の規定による。
- ロ. アンカボルトは、支持構造物(ボルト等)の規定による。

(b) コンクリート部の許容基準

コンクリート部の強度評価における許容荷重は、JEAG4601に基づき、次のとおりとする。

また、アンカー部にじん性が要求される場合にあつては、原則として基礎ボルトが先に降伏するような設計とする。

イ. 基礎ボルトが引張荷重を受ける場合のコンクリートの評価

(イ) コンクリートにせん断補強筋がない場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトの引張荷重は、以下に示すコンクリート部の引張荷重に対する許容値以下となるようにする。

$$p \leq p_a = \min(p_{a1}, p_{a2})$$

ここに

$$p_{a1} = 0.31 \cdot K_1 \cdot A_c \sqrt{F_c}$$

$$p_{a2} = K_2 \cdot \alpha_c \cdot A_0 \cdot F_c$$

- $p$  : 基礎ボルト 1 本当たりの引張荷重 (N)
- $p_a$  : 基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容引張荷重 (N)
- $p_{a1}$  : コンクリート躯体がコーン状破壊する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容引張荷重 (N)
- $p_{a2}$  : 基礎ボルト頭部に接するコンクリート部が支圧破壊する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容引張荷重 (N)
- $K_1$  : コーン状破壊する場合の引張耐力の低減係数
- $K_2$  : 支圧破壊する場合の引張耐力の低減係数
- $F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $A_c$  : コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積 (mm<sup>2</sup>)
- $\alpha_c$  : 支圧面積と有効投影面積から定まる定数,  $= \sqrt{A_c/A_0}$  かつ 10 以下
- $A_0$  : 支圧面積 (mm<sup>2</sup>)

また、地震力とその他の荷重との組合せに対するコーン状破壊耐力及び支圧破壊耐力の低減係数 ( $K_1$  及び  $K_2$ ) の値を以下に示す。

耐震重要度	荷重の組合せ	コーン状破壊する場合の引張耐力の低減係数 ( $K_1$ )	支圧破壊する場合の引張耐力の低減係数 ( $K_2$ )
S	$D + P_D + M_D + S_s$	0.6	0.75
	$D + P_D + M_D + S_d$	0.45	2/3

(ロ) コンクリートにせん断補強筋を配する場合

コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積の範囲内にせん断補強筋を配する場合、鉄筋比が 0.4% 以上あれば基準地震動  $S_s$  とその他の荷重との組合せに対する許容応力におけるコンクリート部の引張強度は、(イ) の場合の 1.5 倍の強度を有するものとして評価することができる。

$$\text{鉄筋比} : P_t = \frac{\sum A_w}{A_c}$$

$A_w$  : せん断補強筋断面積 ( $\text{mm}^2$ )

$A_c$  : 有効投影面積 ( $\text{mm}^2$ )

ロ. 基礎ボルトがせん断荷重を受ける場合のコンクリートの評価

荷重の算定で得られた基礎ボルトのせん断荷重は、以下に示すコンクリート部のせん断荷重に対する許容値以下になるようにする。

$$q \leq q_a = \min(q_{a1}, q_{a2})$$

ここに

$$q_{a1} = 0.5 \cdot K_3 \cdot A_b \cdot \sqrt{E_c \cdot F_c}$$

$$q_{a2} = 0.31 \cdot K_4 \cdot A_{c1} \cdot \sqrt{F_c}$$

$q$  : 基礎ボルト 1 本当たりのせん断荷重 (N)

$q_a$  : 基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容せん断荷重 (N)

$q_{a1}$  : 基礎ボルトと基礎ボルト周辺のコンクリートが圧壊して破壊 (複合破壊) する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容せん断荷重 (N)

$q_{a2}$  : へり側コンクリートが破壊する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容せん断荷重 (N)

$K_3$  : 複合破壊の場合のせん断耐力の低減係数

$K_4$  : へり側コンクリート破壊の場合のせん断耐力の低減係数

$A_b$  : 基礎ボルトの谷径断面積 (スタッドの場合は軸部断面積) ( $\text{mm}^2$ )

$E_c$  : コンクリートのヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$a$  : へりあき距離 (mm)

$A_{c1}$  : コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積 (mm<sup>2</sup>) =  $\pi a^2/2$

ただし、 $\sqrt{E_c \cdot F_c}$  の値は、500N/mm<sup>2</sup> 以上、880N/mm<sup>2</sup> 以下とする。また、880N/mm<sup>2</sup> を超える場合は、 $\sqrt{E_c \cdot F_c} = 880\text{N/mm}^2$  として計算する。

また、地震力とその他の荷重との組合せに対するせん断耐力の低減係数 ( $K_3$  及び  $K_4$ ) の値を以下に示す。

耐震重要度	荷重の組合せ	複合破壊の場合のせん断耐力の低減係数 ( $K_3$ )	へり側コンクリート破壊の場合のせん断耐力の低減係数 ( $K_4$ )
S	$D + P_D + M_D + S_s$	0.8	0.6
	$D + P_D + M_D + S_d$	0.6	0.45

- ハ. 基礎ボルトが引張、せん断の組合せ荷重を受ける場合のコンクリートの評価  
 基礎ボルトが引張、せん断の組合せ荷重を受ける場合、それらの組合せ荷重が以下に示すコンクリート部の引張荷重及びせん断荷重の組合せに対する許容値以下となるようにする。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2 \leq 1$$

ここに

$p_a$  : 引張荷重のみに対する基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容引張荷重 (N)

$$= \min(p_{a1}, p_{a2})$$

$q_a$  : せん断荷重のみに対する基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容せん断荷重 (N)

$$= \min(q_{a1}, q_{a2})$$

$p$  : 基礎ボルト 1 本当たりの引張荷重 (N)

$q$  : 基礎ボルト 1 本当たりのせん断荷重 (N)

- ニ. コンクリート部の面内せん断力が大きい場合の評価

鉄筋コンクリート造建物・構築物において、耐震要素として地震時に生じる力を負担させる壁(以下「耐震壁」という。)において地震力による各層の面内せん



断ひずみ度又は面内せん断力が著しく大きい場合は、鉄筋コンクリート造壁の機器・配管に対する支持機能の評価に、下記の許容限界を用いることとする。

(イ) 耐震壁の面内せん断ひずみ度と基礎ボルトの面外引張力に関する許容限界の目安値

地震力による各層の面内せん断ひずみ度  $\gamma$  と機器・配管のアンカー部に作用する面外の引張力  $p$  を  $p_u$  で除した値  $p/p_u$  が、以下に示す図の網掛け部の許容限界ゾーン内にあることとする。

ここで、 $p_u$  は定着部のコンクリートのコーン状破壊耐力で、下記の式による。また、面内せん断ひずみ度  $\gamma$  は、JEAG4601 で定まる復元力特性を用いた応答解析結果に基づく値とする。

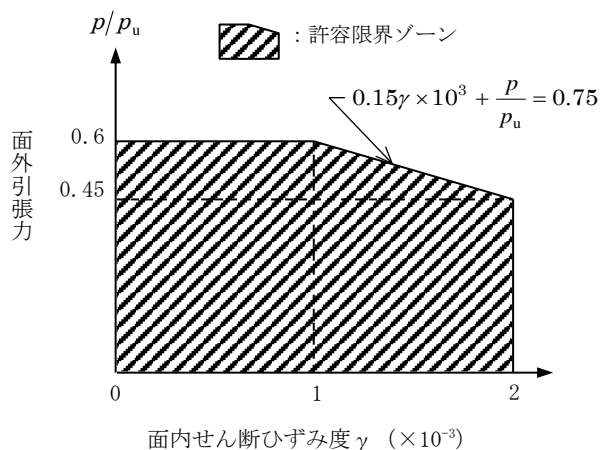
$$p_u = 0.31 \cdot A_c \cdot \sqrt{F_c}$$

ここに

$p_u$  : 定着部のコンクリートのコーン状破壊耐力 (N)

$A_c$  : 有効投影面積(「イ. 基礎ボルトが引張荷重を受ける場合のコンクリートの評価」参照) ( $\text{mm}^2$ )

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )



面内せん断ひずみ度と面外引張力に関する許容限界ゾーン

(ロ) 耐震壁の面内せん断力と基礎ボルトの面外引張力に関する許容限界の目安値

地震力による各層の面内せん断力  $Q$  を終局せん断耐力  $Q_u$  で除した値  $Q/Q_u$  と前記の  $p/p_u$  が、以下に示す図の網掛け部の許容限界ゾーン内にあることを目安とする。

ここで、 $Q_u$  は各層の終局せん断耐力で、下記の式による。

$$Q_u = \tau_u \cdot A_s$$

ここに

$$\tau_u = \begin{cases} \left\{ 1 - \tau_s / (1.4 \cdot \sqrt{F_c}) \right\} \cdot \tau_0 + \tau_s & (\tau_s < 1.4 \cdot \sqrt{F_c}) \\ 1.4 \cdot \sqrt{F_c} & (\tau_s \geq 1.4 \cdot \sqrt{F_c}) \end{cases}$$

$$\tau_0 = (0.94 - 0.56 M/QD) \cdot \sqrt{F_c}$$

ただし、 $M/QD > 1$  のとき、 $M/QD = 1$  とする。

$$\tau_s = (P_v + P_h) \cdot \sigma_y / 2 + (\sigma_v + \sigma_h) / 2$$

$Q_u$  : 終局せん断耐力 (N)

$\tau_u$  : 終局せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_s$  : 有効せん断断面積 (mm<sup>2</sup>)

$F_c$  : コンクリートの圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$P_v$  : 縦筋比

$P_h$  : 横筋比

$\sigma_v$  : 縦軸応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_h$  : 横軸応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

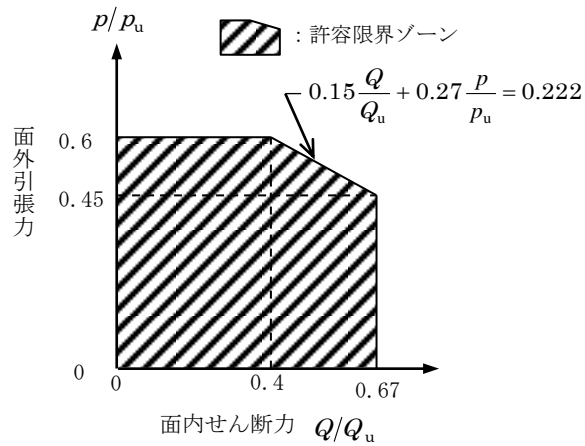
$\sigma_y$  : 鉄筋の降伏応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$D$  : 引張、圧縮フランジの芯々間距離 (mm)

(ボックス壁であれば地震荷重加力方向の壁長、円筒壁の場合は外径)

$Q$  : 当該耐震壁面内せん断力 (N)

$M$  : 当該耐震壁曲げモーメント (N・mm)



面内せん断力と面外引張力に関する許容限界ゾーン

ホ. コンクリートの許容圧縮応力度

コンクリートの許容圧縮応力度は下表に示す値とする。

(N/mm<sup>2</sup>)

耐震重要度	荷重の組合せ	許容圧縮応力度*
S	D+P <sub>D</sub> +M <sub>D</sub> +S <sub>s</sub>	0.75・F <sub>c</sub>
	D+P <sub>D</sub> +M <sub>D</sub> +S <sub>d</sub>	2/3・F <sub>c</sub>

注記 \* : F<sub>c</sub>=コンクリートの設計基準強度(N/mm<sup>2</sup>)

へ. コンクリートの許容せん断応力度

コンクリートの許容せん断応力度は下表に示す値とする。

(N/mm<sup>2</sup>)

耐震重要度	荷重の組合せ	許容せん断応力度
S	D+P <sub>D</sub> +M <sub>D</sub> +S <sub>s</sub>	$1.5 \cdot \min \left[ \frac{1}{30} \cdot F_c, \left( 0.49 + \frac{1}{100} \cdot F_c \right) \right]$
	D+P <sub>D</sub> +M <sub>D</sub> +S <sub>d</sub>	$1.5 \cdot \min \left[ \frac{1}{30} \cdot F_c, \left( 0.49 + \frac{1}{100} \cdot F_c \right) \right]$

ト. 異形鉄筋を用いる場合のコンクリートに対する許容付着応力度

異形鉄筋を用いる場合のコンクリートに対する許容付着応力度は下表に示す値とする。

(N/mm<sup>2</sup>)

耐震重要度	荷重の組合せ	許容付着応力度*
S	D+P <sub>D</sub> +M <sub>D</sub> +S <sub>s</sub>	$1.5 \cdot \min \left[ \frac{1}{10} \cdot F_c, \left( 1.35 + \frac{1}{25} \cdot F_c \right) \right]$
	D+P <sub>D</sub> +M <sub>D</sub> +S <sub>d</sub>	$1.5 \cdot \min \left[ \frac{1}{10} \cdot F_c, \left( 1.35 + \frac{1}{25} \cdot F_c \right) \right]$

注記 \* : コンクリートの沈下により異形鉄筋下面の付着が悪くなると考えられる場合は許容付着応力度を2/3の値とする。

チ. コンクリートの許容支圧応力度

コンクリートの許容支圧応力度は下表に示す値とする。

(N/mm<sup>2</sup>)

耐震重要度	荷重の組合せ	許容支圧応力度*
S	D+P <sub>D</sub> +M <sub>D</sub> +S <sub>s</sub>	$f'_c = f_c \sqrt{A_c/A_l}$ かつ $f'_c \leq 2f_c$ 及び $f'_c \leq F_c$
	D+P <sub>D</sub> +M <sub>D</sub> +S <sub>d</sub>	

注記 \* :  $f_c$  = コンクリートの許容圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_l$  = 局部圧縮を受ける面積 (支圧面積)

$A_c$  = 支圧端から離れて応力が一様分布となったところの面積 (支承面積)

リ. 引抜き力及び押抜き力に対するコンクリートの許容せん断応力度

スタッド、アンカボルト等の引抜き力及びベースプレートの押抜き(パンチング)力によってコンクリートに生じる地震力とその他の荷重との組合せにおけるせん断応力度  $\tau_p$  は次式により計算し、へ. に示す許容せん断応力度より低いことを確認する。

また、本評価法以外に、JEAG4601・補-1984の「2.9.4章 埋込金物の許容応力」の解説(7).bに示される米国コンクリート学会の規定を用いる場合もある。

$$\tau_p = \frac{P}{\alpha_D \cdot b_o \cdot j}$$

ここで

$P$  = 引抜き力又は押抜き力 (N)

$\alpha_D = 1.5$  (定数)

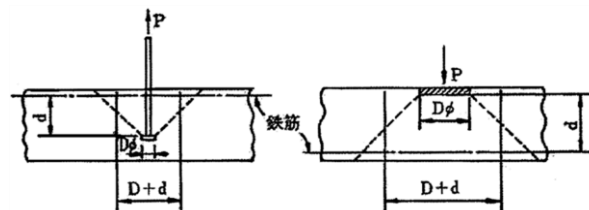
$b_o$  = せん断力算定断面の延べ幅 (mm)

$j = (7/8)d$  (mm)

$d$  = せん断力算定断面の有効性 (mm)

ただし、せん断力算定断面は次のように考える。

$$\left[ \begin{array}{l} \text{スタッド, アンカボルト} \\ \text{の引抜きの例, ただし} \\ b_o = \pi \cdot (D + d) \end{array} \right] \left[ \begin{array}{l} \text{ベースプレートの押抜き} \\ \text{の例, ただし} \\ b_o = \pi \cdot (D + d) \end{array} \right]$$



(c) 形式試験による場合

埋込金物に対し形式試験により標準設計荷重を求める場合は次による。

- イ. 試験個数は、同一仕様のもを、荷重種別(引張、曲げ、せん断)ごとに最低3個とする。
- ロ. 埋込金物の変形により支持構造物としての機能を喪失する限界の荷重を  $T_L$  (Test-Load) とする。ただし、埋込板のごとく荷重による変形の発生と破壊との判別がつきにくいものにあつては破壊荷重を  $T_L$  とする。
- ハ. 許容荷重は、3個の  $T_L$  のうち最小値を  $(T_L)_{\min}$  とし下の表により求める。ただし、最小値が他の2個の  $T_L$  に比べ過小な場合は、新たに3個の  $T_L$  を求め、合計6個の  $T_L$  の中で後から追加した3個の  $T_L$  の最小値が最初の3個の  $T_L$  の最小値を上回った場合は、合計6個の  $T_L$  の最小値をはぶき2番目に小さい  $T_L$  を  $(T_L)_{\min}$  とする。ただし、下回った場合は、最小値を  $(T_L)_{\min}$  とする。

耐震重要度	荷重の組合せ	許容荷重
S	$D + P_D + M_D + S_s$	$(T_L)_{\min} \cdot 0.6$
	$D + P_D + M_D + S_d$	$(T_L)_{\min} \cdot 1/2$

(d) スタッドの評価

スタッドの評価においては、せん断耐力の評価式を規定している日本建築学会「各種合成構造設計指針・同解説」設計式(AIJ式)を用いることができる。

(e) メカニカルアンカ、ケミカルアンカの許容応力

建物施工後に設置する後打ちアンカには、メカニカルアンカ及びケミカルアンカがあり、その許容値は、「各種合成構造設計指針・同解説」(社)日本建築学会、2010年改定)又は JEAG4601・補-1984 に基づき設計する。

イ. メカニカルアンカ

「各種合成構造設計指針・同解説 第4編 各種アンカーボルト設計指針・解説資料5 金属拡張アンカーボルトの設計」に基づき設計する。また、JEAG4601・補-1984 に基づく場合は、前記 f. (a), (b) の許容値に更に 20% の低減を行うものとする。

(イ) 引張力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトの引張荷重は以下に示す許容荷重  $p_a$  以下となるようにする。

$$p_a = \min(p_{a1}, p_{a2})$$

$$p_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{pa} \cdot s c a$$

$$p_{a2} = \phi_2 \cdot \alpha_c \cdot c \sigma_t \cdot A_c$$

ここで、

$p_{a1}$  : ボルトの降伏により決まる許容引張荷重(N)

$p_{a2}$  : コンクリートのコーン状破壊により決まる許容引張荷重(N)

$\alpha_c$  : 施工のバラツキを考慮した低減係数で、 $\alpha_c = 0.75$  とする。

$\phi_1, \phi_2$  : 低減係数であり、以下の表に従う。

	$\phi_1$	$\phi_2$
短期荷重用	1.0	2/3

$s \sigma_{pa}$  : ボルトの引張強度で、 $s \sigma_{pa} = s \sigma_y$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$s \sigma_y$  : ボルトの降伏点強度であり、 $s \sigma_y = S_y$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$s c a$  : ボルト各部の最小断面積(mm<sup>2</sup>)又はこれに接合される鋼材の断面積で危険断面における値

$c \sigma_t$  : コーン状破壊に対するコンクリートの割裂強度で  $c \sigma_t = 0.31 \sqrt{F_c}$  とする。

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度(N/mm<sup>2</sup>)

$A_c$  : コーン状破壊面の有効水平投影面積で、 $A_c = \pi \cdot l_{ce} (l_{ce} + D)$  とする。(mm<sup>2</sup>)

D : アンカーボルト本体の直径(mm)

ℓ : アンカーボルトの埋込み深さで、母材表面から拡張面先端までの距離  
(mm)

$$\ell_{ce} : \text{強度算定用埋込み深さで} \ell_{ce} = \begin{cases} \ell, & \ell < 4D \\ 4D & \ell \geq 4D \end{cases} \quad (\text{mm})$$

(ロ) せん断力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトのせん断荷重は以下に示す許容荷重  $q_a$  以下となるようにする。

$$q_a = \min(q_{a1}, q_{a2}, q_{a3})$$

$$q_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{qa} \cdot s_{ca}$$

$$q_{a2} = \phi_2 \cdot \alpha_c \cdot c \sigma_{qa} \cdot s_{ca}$$

$$q_{a3} = \phi_2 \cdot \alpha_c \cdot c \sigma_t \cdot A_{qc}$$

ここで、

$q_{a1}$  : ボルトのせん断強度により決まる許容せん断荷重(N)

$q_{a2}$  : コンクリートの支圧強度により決まる許容せん断荷重(N)

$q_{a3}$  : コンクリートのコーン状破壊により決まる許容せん断荷重(N)

$s \sigma_{qa}$  : ボルトのせん断強度で、 $s \sigma_{qa} = 0.7 \cdot s \sigma_y$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$s_{ca}$  : ボルトのコンクリート表面における断面積(mm<sup>2</sup>)

$c \sigma_{qa}$  : コンクリートの支圧強度で  $c \sigma_{qa} = 0.5 \sqrt{F_c \cdot E_c}$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$E_c$  : コンクリートのヤング係数(N/mm<sup>2</sup>)

$A_{qc}$  : せん断荷重方向の側面におけるコーン状破壊面の有効投影面積で

$$A_{qc} = 0.5 \cdot \pi c^2 \text{ とする。} (\text{mm}^2)$$

$c$  : へりあき寸法(mm)

(ハ) 組合せ

基礎ボルトが引張荷重  $p$  及びせん断荷重  $q$  の組合せ荷重を受ける場合、以下となるようにする。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2 \leq 1$$

ロ. ケミカルアンカ

「各種合成構造設計指針・同解説 第4編 各種アンカーボルト設計指針・解説 4.5 接着系アンカーボルトの設計」又は JEAG4601・補-1984 に基づき設計する。

「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく場合は以下のとおりである。

また、JEAG4601・補-1984に基づく場合は、前記 f. (a), (b) の許容値に更に 20% の低減を行うものとする。

(イ) 引張力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトの引張荷重は以下に示す許容荷重  $p_a$  以下となるようにする。

$$p_a = \min(p_{a1}, p_{a3})$$

$$p_{a1} = \phi_1 \cdot {}_s\sigma_{pa} \cdot {}_{sc}a$$

$$p_{a3} = \phi_3 \cdot \tau_a \cdot \pi \cdot d_a \cdot \ell_{ce}$$

ここで、

$p_{a1}$  : ボルトの降伏により決まる許容引張荷重(N)

$p_{a3}$  : ボルトの付着力により決まる許容引張荷重(N)

$\phi_1, \phi_3$  : 低減係数であり、以下の表に従う。

	$\phi_1$	$\phi_2$	$\phi_3$
短期荷重用	1.0	2/3	2/3

${}_s\sigma_{pa}$  : ボルトの引張強度で、 ${}_s\sigma_{pa} = {}_s\sigma_y$  とする。ただし、ボルトの降伏を保証する場合の上限引張力を算定するときは、 ${}_s\sigma_{pa} = \alpha_{yu} \cdot {}_s\sigma_y$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

${}_s\sigma_y$  : ボルトの降伏点強度であり、 ${}_s\sigma_y = S_y$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$\alpha_{yu}$  : ボルトの材料強度のばらつきを考慮した降伏点強度に対する割増係数であり、1.25 以上を用いる。

${}_{sc}a$  : ボルトの断面積で、軸部断面積とねじ部有効断面積の小さい方の値(mm<sup>2</sup>)

$d_a$  : ボルトの径(mm)

$\ell_{ce}$  : ボルトの強度算定用埋込み深さで  $\ell_{ce} = \ell_e - 2d_a$  とする。(mm)

$\ell_e$  : ボルトの有効埋込み深さ(mm)

$\tau_a$  : ボルトの付着強度で  $\tau_a = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \tau_{bavg}$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

ここで、

$\alpha_n$  : へりあき及びボルトピッチによる付着強度の低減係数で  $\alpha_n = 0.5$

$\left(\frac{c_n}{\ell_e}\right) + 0.5$  とする。(n=1, 2, 3) ただし、 $(c_n/\ell_e) \geq 1.0$  の場合は

$(c_n/\ell_e) = 1.0$ ,  $\ell_e \geq 10d_a$  の場合は  $\ell_e = 10d_a$  とする。

$c_n$  : へりあき寸法又はボルトピッチ a の 1/2 で、最も小さくなる寸法 3 面までを考慮する。

$\tau_{bavg}$  : ボルトの基本平均付着強度であり、接着剤及び充填方式により以



下の表に従う。

	カプセル方式		注入方式
	有機系	無機系	有機系
普通コンクリート	$10\sqrt{F_c/21}$	$5\sqrt{F_c/21}$	$7\sqrt{F_c/21}$

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

(ロ) セン断力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトのせん断荷重は以下に示す許容荷重  $q_a$  以下となるようにする。

$$q_a = \min(q_{a1}, q_{a2}, q_{a3})$$

$$q_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{qa} \cdot s_c a$$

$$q_{a2} = \phi_2 \cdot c \sigma_{qa} \cdot s_c a$$

$$q_{a3} = \phi_2 \cdot c \sigma_t \cdot A_{qc}$$

ここで、

$q_{a1}$  : ボルトのせん断強度により決まる許容せん断荷重 (N)

$q_{a2}$  : コンクリートの支圧強度により決まる許容せん断荷重 (N)

$q_{a3}$  : コンクリートのコーン状破壊により決まる許容引張荷重 (N)

$\phi_2$  : 低減係数であり、(i)において示す表に従う。

$s \sigma_{qa}$  : ボルトのせん断強度で  $s \sigma_{qa} = 0.7 \cdot s \sigma_y$  とする (N/mm<sup>2</sup>)

$c \sigma_{qa}$  : コンクリートの支圧強度で  $c \sigma_{qa} = 0.5 \sqrt{F_c \cdot E_c}$  とする。 (N/mm<sup>2</sup>)

$c \sigma_t$  : コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度で  $c \sigma_t = 0.31 \sqrt{F_c}$  とする。 (N/mm<sup>2</sup>)

$E_c$  : コンクリートのヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_{qc}$  : セン断荷重方向の側面におけるコーン状破壊面の有効投影面積で  $A_{qc} = 0.5 \pi c^2$  とする。 (mm<sup>2</sup>)

$c$  : へりあき寸法 (mm)

また、ボルトの有効埋込み長さ  $\ell_e$  が以下となるようにする。

$$\ell_e \geq \frac{s \sigma_{pa} \cdot d_a}{4 \tau_a}$$

(ハ) 組合せ

基礎ボルトが引張荷重  $p$  及びせん断荷重  $q$  の組合せ荷重を受ける場合、以下となるようにする。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2 \leq 1$$

(3) 地盤

	荷重の組合せ	許容限界
Sクラス	$D + L + S_s$	極限支持力度に対して妥当な安全余裕を持たせる。
	$D + L + S_d$	短期許容支持力度とする。
Bクラス	$D + L + S_B$	短期許容支持力度とする。
Cクラス	$D + L + S_C$	短期許容支持力度とする。

記号の説明

D：固定荷重

L：積載荷重

$S_s$ ：基準地震動 $S_s$ による地震力

$S_d$ ：弾性設計用地震動 $S_d$ による地震力又は静的地震力

$S_B$ ：耐震Bクラスの施設に適用される静的地震力

$S_C$ ：耐震Cクラスの施設に適用される静的地震力

第 3.1-2 表 地震力と積雪荷重及び風荷重の組合せ

(1) 考慮する荷重の組合せ

施設	施設の配置	荷重	
		積雪荷重	風荷重
建物・構築物	屋外	○*1	○*2
機器・配管系	屋内	—	—
	屋外	○*1	○*2

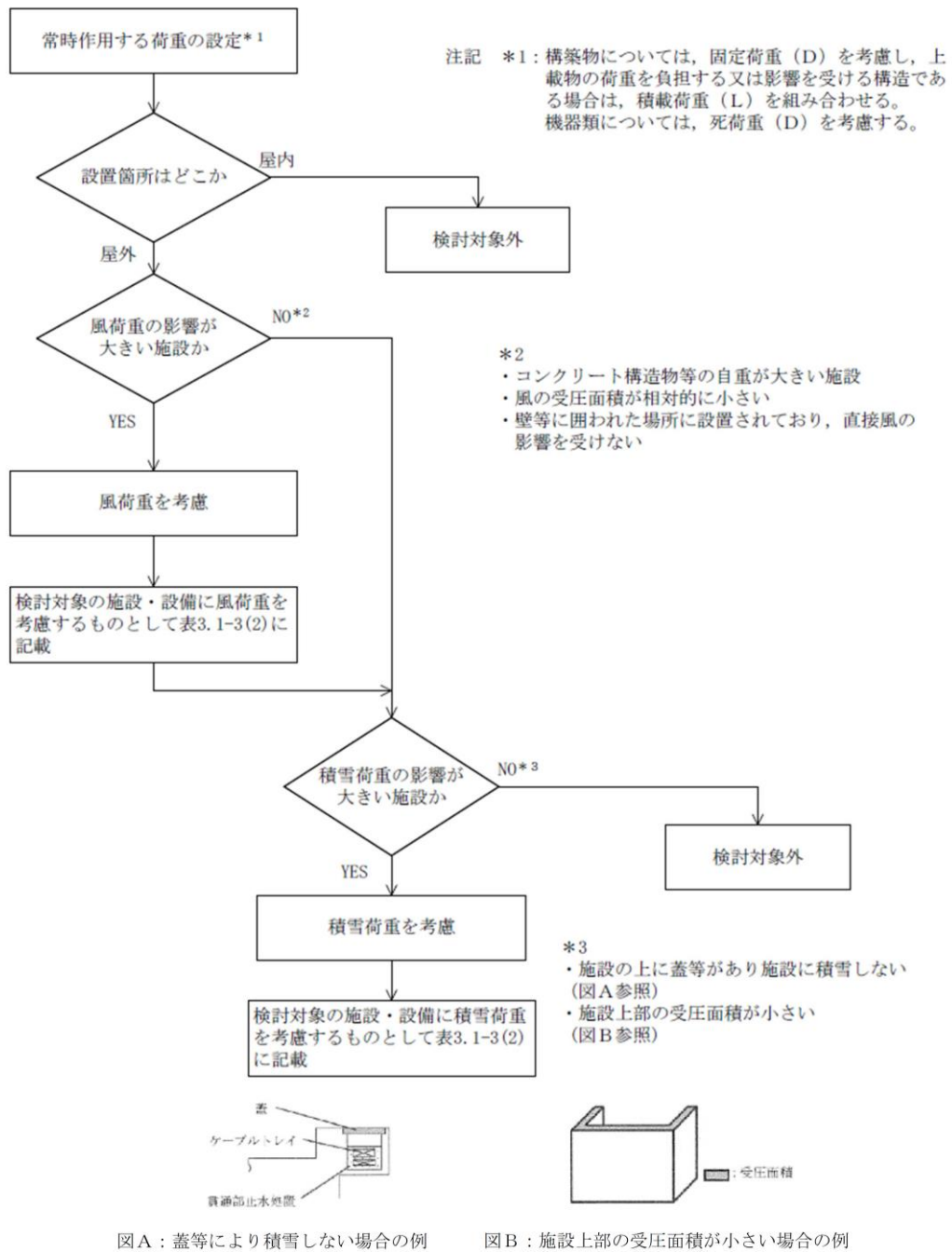
注記 \*1：積雪による受圧面積が小さい施設，又は埋設構造物等常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除く。

\*2：屋外に設置されている施設のうち，コンクリート構造物等の自重が大きい施設を除く。

(2) 検討対象の施設・設備

施設	施設・設備	
	風荷重*1	積雪荷重*1
建物・構築物	北換気筒	北換気筒
機器・配管系	—	—

注記 \*1：組み合わせる荷重は、「Ⅲ－１－１－１ 自然現象等による損傷の防止に関する説明書」に基づくものとし、積雪荷重については、六ヶ所村統計書における観測記録上の極値 190cm に、「建築基準法施行令」第八十二条に定めるところの建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せを適用して、平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮した積雪荷重を組み合わせる。また、風荷重については、「Eの数値を算出する方法並びに  $V_D$  及び風力係数を定める件」（平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号）に定められた六ヶ所村の基準風速 34m/s を用いて求める荷重を組み合わせる。



図A：蓋等により積雪しない場合の例

図B：施設上部の受圧面積が小さい場合の例

第 3.1-1 図 積雪荷重及び風荷重設定フロー

### 3.2 変位, 変形の制限

廃棄物管理施設として設置される建物・構築物, 機器・配管系の設計に当たっては, 剛構造とすることを原則としており, 地震時にこれらに生じる応力を許容応力値以内に抑えることにより, 変位, 変形に対しては特に制限を設けなくても機能は十分維持されることが考えられる。

しかしながら, 地震により生起される変位, 変形に対し設計上の注意を要する部分については以下のような配慮を行い, 設備の機能維持が十分果たされる設計とする。

#### (1) 建物間相対変位に対する配慮

異なる施設間を渡る配管系の設計においては, 施設から生じる変位に対して, 十分安全側に算定された建物間相対変位に対し配管ルート, 支持方法又は伸縮継手の採用等でこれを吸収できるように考慮する。

## 4. 機能維持

### (1) 建物・構築物

「Ⅱ－1－1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(1) 建物・構築物」の考え方に基づき, 建物・構築物における機能維持の方針を以下に示す。

#### a. 遮蔽機能の維持

遮蔽機能の維持が要求される施設は, 「Ⅱ－1－1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(1)a. 遮蔽機能の維持」の考え方に基づき, 地震時及び地震後において, 放射線業務従事者の放射線障害防止, 廃棄物管理施設周辺の空間線量率の低減, 居住性の確保及び放射線障害から公衆を守るため, 安全機能を有する施設の耐震重要度に応じた地震動に対して, 「3.1 構造強度上の制限」による構造強度を確保し, 遮蔽体の形状及び厚さを確保することで, 遮蔽機能が維持できる設計とする。

遮蔽機能の維持が要求される施設のうち, 鉄筋コンクリート造の施設は, 安全機能を有する施設の耐震重要度に応じた地震動に対して, 「3.1 構造強度上の制限」による構造強度を確保し, 遮蔽体の形状及び厚さを確保することで, 地震後における残留ひずみを小さくし, ひび割れがほぼ閉塞し, 貫通するひび割れが直線的に残留しないこととすることで, 遮蔽機能が維持できる設計とする。

#### b. 支持機能の維持

機器・配管系等の設備を間接的に支持する機能の維持が要求される施設は, 「Ⅱ－1－1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(1)b. 支持機能の維持」の考え方に基づき, 地震時及び地震後において, 被支持設備が安全機能を有する施設の耐震重要度に応じた地震動に対して, 以下に示すとおり, 支持機能が維持できる設計とする。

(a) 建物・構築物の支持機能の維持

建物・構築物の支持機能の維持については、地震動に対して、被支持設備の機能を維持できる構造強度を確保する設計とする。

具体的には、Sクラス設備等の支持機能の維持が要求される建物・構築物が鉄筋コンクリート造の場合は、基準地震動 $S_s$ に対して、耐震壁の最大せん断ひずみが「3.1 構造強度上の制限」による許容限界を超えない設計とすること又は基礎等を構成する部材に生じる応力若しくはひずみが「3.1 構造強度上の制限」による許容限界を超えない設計とすることで、Sクラス設備等の支持機能が維持できる設計とする。鉄骨造の場合は、基準地震動 $S_s$ に対して、部材に発生する応力が「3.1 構造強度上の制限」による許容限界を超えない設計とすることでSクラス設備等の支持機能が維持できる設計とする。

耐震壁以外の建物・構築物の部位に関しても、耐震壁がせん断ひずみの許容限界を満足している場合は、耐震壁の変形に追従する建物・構築物の部位の健全性も確保されており、支持機能を確保できる。

また、各建物間に生じる地震時相対変位について、各建物が相互に干渉しないよう適切な間隔を設けると同時に、各建物に渡る設備からの反力に対しても十分な構造強度を確保する設計とする。

c. 地下水排水機能の維持

地下水排水機能の維持が要求される施設は、「Ⅱ－1－1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(1)c. 地下水排水機能の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、建物・構築物の周囲の地下水を排水するため、安全機能を有する施設の耐震重要度に応じた地震動に対して、「3.1 構造強度上の制限」に基づく構造強度を確保することで、地下水排水機能が維持できる設計とする。

地下水排水機能の維持が要求される施設である地下水排水設備(サブドレン管、集水管、サブドレンピット及びサブドレンシャフト)については、耐震設計において地下水位の低下を期待する建物・構築物の周囲の地下水を排水するため、基準地震動 $S_s$ による地震力に対して機能が維持できる設計とする。

(2) 機器・配管系

「Ⅱ－1－1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(2) 機器・配管系」の考え方にに基づき、機器・配管系における崩壊熱等の除去機能及び遮蔽機能については、「3.1 構造強度上の制限」に基づく構造強度を確保することで、当該機能が維持できる設計とする。

II - 1 - 1 - 9  
構造計画，材料選択上の留意点



## 目 次

	ページ
1. 概要 .....	1
2. 構造計画 .....	1
2.1 建物・構築物 .....	1
2.2 機器・配管系 .....	2
3. 材料の選択 .....	2
3.1 建物・構築物 .....	2
3.2 機器・配管系 .....	3
4. 耐力・強度等に対する制限 .....	3
4.1 建物・構築物 .....	4
4.2 機器・配管系 .....	4
5. 品質管理上の配慮 .....	4
5.1 建物・構築物 .....	4
5.2 機器・配管系 .....	5

## 1. 概要

廃棄物管理施設は、安全性及び信頼性の見地から、通常運転時荷重に対してのみならず、地震時荷重等の短期間に作用する荷重に対して耐えるように設計する必要がある。

これらの設計荷重は、強度設計の立場から、安全側の値として定められているが、重要施設の構造安全性を一層高めるためには、その構造体のダクティリティ\*を高めるように設計することが重要である。

本資料は、「Ⅱ－１－１ 耐震設計の基本方針」のうち、「8. ダクティリティに関する考慮」に基づき、各施設のダクティリティを維持するために必要と考えられる構造計画、材料の選択、耐力・強度等に対する制限及び品質管理上の配慮を各項目別に説明するものである。

なお、構造特性等の違いから施設を建物・構築物と機器・配管系に分けて示す。

注記 \*：地震時を含めた荷重に対して、施設に生じる応力値等が、ある値を超えた際に直ちに損傷に至らないこと又は直ちに損傷に至らない能力・特性。

## 2. 構造計画

### 2.1 建物・構築物

廃棄物管理施設の主要建屋は、主体構造が鉄筋コンクリート造(一部鉄骨造)の建物である。

構造方式としては、壁構造とし、その床及び壁体は機器の配置を考慮しながらつとめて剛構造体となるよう配置し、鉛直荷重がスムーズに基礎に伝達されるように配慮し構造壁の有効性を高める。

内外壁は放射線遮蔽壁としての機能を要求されることが多く、そのために壁厚も厚く、地震時水平力はこの壁で分担する。

床スラブも壁同様、放射線遮蔽上の考慮と建屋の耐震一体構造化の配慮から厚くするため、このスラブの剛性は大きくなっている。

構造全体としての剛心と重心の偏心によるねじれモーメントができる限り小さくなるように壁の配置及び壁厚を定め、ダクティリティを確保するために最も重要なせん断に対する耐力を増加させるよう十分な配筋を行う。

基礎はべた基礎で上部構造に生じる応力を支持地盤に伝達させるに十分な剛性を持ち、原則として岩盤に支持させる。

また、耐震設計において地下水位の低下を期待する建物・構築物は、周囲の地下水を排水し、基礎スラブ底面レベル以深に地下水位を維持できるように地下水排水設備(サブドレンポンプ、水位検出器等)を設置する。

廃棄物管理施設の構築物(屋外機械基礎を除く)は、主体構造がトラス構造の鉄骨造であり、基礎は直接基礎とし、岩盤に支持させる。

なお、転倒モーメントの低減等の対策を講じる必要がある場合は、制振効果を持つ

オイルダンパーを付加した制振構造とする。

オイルダンパーは、シリンダー内に設けた油の流体抵抗を利用し、安定的にエネルギー吸収をするようにした部材である。

## 2.2 機器・配管系

機器・配管系に対して十分なダクティリティを持たせるために構造及び配置上、以下の点に注意する。

機器・配管系は、構造上、過度な応力集中が生じるような設計は避けるとともに、製作、施工面から溶接及び加工しやすい構造、配置とし、十分な施工管理を行う。また、熱処理等によりできる限り残留応力を除去する製作法を採用する。

また、疲労累積のレベルをできるだけ低く保つ設計とし、必要な場合には疲労解析を行い、疲労破壊に対して十分な余裕を持つことを確認する。

配管系に関しては、同一経路内で著しく剛性が異なることなく、応力集中が生じないような全体のバランスのとれた配管経路及び支持構造計画を立て、系全体の強度設計の余裕を向上させるものとする。

## 3. 材料の選択

建物・構築物及び機器・配管系の材料について、ダクティリティを維持するために必要と考えられる方針を示す。

### 3.1 建物・構築物

建物・構築物に使用される材料は「建築基準法・同施行令」等に準拠し、鉄筋コンクリート材料については「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事((社)日本建築学会, 2013 改定)」(以下「JASS 5N」という。), 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—((社)日本建築学会, 1999 改定)」等、鉄骨材料は「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会, 2005 改定)等により選定する。

#### (1) 鉄筋コンクリート材料についての例

##### a. セメント

セメントは「JASS 5N」の規定による。

##### b. 骨材

使用する骨材の品質、粒形、大きさ、粒度等は「JASS 5N」の規定による。

##### c. 水

コンクリートの練混ぜに使用する水は「JASS 5N」の規定による。

##### d. 混和材

コンクリートに用いる混和材料としてはコンクリート用フライアッシュ及びコン

クリート用化学混和剤等がある。これらの混和材料は「JASS 5N」の規定による。

e. 鉄筋

鉄筋は「JIS G 3112(鉄筋コンクリート用棒鋼)」に適合するものを使用する。

(2) 鉄骨材料についての例

使用する鉄骨は「建築基準法第68条の25第1項」及び「JIS」に適合するものを使用する。

3.2 機器・配管系

機器・配管系に使用される構造材料は、安全運転の見地から信頼性の高いものが必要である。

したがって、「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」(昭和55年通商産業省告示501号、最終改正平成15年7月29日経済産業省告示第277号)、JSME S NC1等に示されるもの及び化学プラント、火力プラントや国内外の原子力プラントにおいて十分な使用実績があり、かつ、その材料特性が十分把握されているものを使用する。

機器・配管系に使用される材料の鋼種は、原則として規格・基準に示される炭素鋼及び低合金鋼(この2つを総称して「フェライト鋼」と呼ぶ。)、オーステナイト系ステンレス鋼及び非鉄金属を用いる。このうちフェライト鋼については、使用条件に対して脆性破壊防止の観点から延性を確保できるように必要な確認を行う。

確認に当たって特に考慮すべき事項を以下に示す。

- (1) 均質な組成と機械的性質を持ち、強度上有意な影響を及ぼす可能性のある欠陥がない材料を使用する。
- (2) 使用温度及び供用期間中に対し、著しい材料強度特性、破壊靱性の低下が生じにくい材料を使用する。
- (3) 素材として優れた特性を有するとともに、溶接施工及び成形加工においても、その優れた特性を持つ材料を使用する。
- (4) 溶接材料は、溶接継手部が母材と同等の性能が得られるよう選定する。

4. 耐力・強度等に対する制限

建物・構築物及び機器・配管系の強度設計に関しては、通常時の荷重に対してのみならず、地震時荷重等のように短期間に作用する荷重に対して十分な耐力・強度及びダクティリティを有するように考慮する。

以下にその内容を示す。

4.1 建物・構築物

建物・構築物の強度設計に関する基準、規格等としては「建築基準法・同施行令」、  
「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会、1999改定)、「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」((社)日本建築学会、

2005 制定)」、「鋼構造設計規準—許容応力度設計法((社)日本建築学会, 2005 改定)」, 「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格((社)日本機械学会, 2003 制定)」等があり, これらの規格・基準に準拠する。

#### 4.2 機器・配管系

機器・配管系の構造強度及び設計においては, JSME S NC1, ASME「Boiler and Pressure Vessel Code」等を準用する。

以下, 機器・配管系のダクティリティを維持するために必要な破壊防止の基本的考え方を示す。

- (1) 脆性破壊が生じないように, 十分な靱性を有する材料を選定する。
- (2) 延性破壊又は疲労破壊が生じないように「II-1-1-8 機能維持の基本方針」に基づき応力制限を行うとともに, 必要に応じて疲労解析を行う。
- (3) 座屈現象が生じないように, 発生荷重を許容座屈荷重以下に制限する。
- (4) クリープに関しては, 使用温度において供用期間中に支障が生じないように材料を選定する。
- (5) 応力腐食割れが生じないように, 水質管理, 材料選定及び残留応力の低減等の配慮を行う。

#### 5. 品質管理上の配慮

建物・構築物及び機器・配管系のダクティリティを維持するためには前項で示したように構造計画上の配慮, 材料の選択及び耐力・強度等に対する制限に留意するとともに, 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書に基づき品質管理を十分に行う。

以下に建物・構築物及び機器・配管系について, 計画, 設計した耐力・強度等が得られるように, 品質管理上特に留意すべき事項を示す。

##### 5.1 建物・構築物

建物・構築物に対する品質管理は「JASS 5N」等に準拠するが, ダクティリティを保証する意味で特に留意する項目を以下に示す。

- (1) 材料管理  
セメント, 水, 骨材, 鉄筋, 鉄骨等が規定の仕様を満たしていることを確認する。
- (2) 配筋管理  
配筋が設計図書及び仕様書どおりであることを確認する。
- (3) 鉄骨等の溶接管理  
規定どおりに溶接されていることを確認する。
- (4) 調合管理

規定どおりに調合されていることを確認する。

(5) 打込み, 養生管理

規定及び仕様書どおり打込み及び養生が行われていることを確認する。

(6) 強度管理

設計した強度等が得られていることを確認するため, 規定等に従って試験し管理する。

5.2 機器・配管系

機器・配管系に対する品質管理は, JSME S NC1, ASME「Boiler and Pressure Vessel Code」等に準拠するが, ダクティリティを保証する意味で特に留意する項目を次に示す。

(1) 材料管理

素材及び溶接材料について設計仕様書等に示すものが使用されていることを確認する。

(2) 強度管理

素材及び溶接部の試験片による強度, 耐圧, 漏えい及び振動試験によって確認する。

(3) 製作・据付管理

設計仕様書, 設計図書等に示すとおり製作及び据付けが行われていることを確認する。

(4) 保守・点検

据付け後も定期事業者検査等必要な管理を行う。

II - 1 - 1 - 10  
機器の耐震支持方針

## 目 次

	ページ
1. 概要 .....	1
2. 機器の支持構造物 .....	1
2.1 基本原則 .....	1
3. 支持構造物の設計手順 .....	2
3.1 設計手順 .....	2
4. 支持構造物及び基礎の設計 .....	4
4.1 支持構造物の設計 .....	4
4.2 埋込金物の設計 .....	5
4.3 基礎の設計 .....	8
4.4 機器の支持方法 .....	9
5. その他特に考慮すべき事項 .....	14



## 1. 概要

機器の耐震設計を行う場合、基本設計条件(耐震重要度、設計温度、圧力、動的・静的機器等)、廃棄物管理施設固有の環境条件(地震、風、雪、気温等)、形状、設置場所等を考慮して各々に適した支持条件(拘束方向、支持反力、相対変位等)を決め、支持構造物を選定する必要がある。

また、現地施工性や機器等の運転操作・保守点検の際に支障とならないこと等についても配慮し設計する。

本資料は、「Ⅱ-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「9. 機器・配管系の支持方針」に基づき、個別に設計する機器の支持方法及び支持構造物の耐震設計方針を説明するものである。

## 2. 機器の支持構造物

### 2.1 基本原則

機器の耐震支持方針は下記によるものとする。

- (1) 重要な機器は岩盤上に設けた強固な基礎又は岩盤により支持され十分耐震性を有する建物・構築物内の基礎上に設置する。
- (2) 支持構造物を含め十分剛構造とすることで建物・構築物との共振を防止する。
- (3) 剛性を十分に確保できない場合は、機器系の振動特性に応じた地震応答解析により、応力評価に必要な荷重等を算定し、その荷重等に耐える設計とする。
- (4) 重心位置を低くおさえる。
- (5) 配管反力をできる限り機器にもたせない構造とする。
- (6) 偏心荷重を避ける。
- (7) 高温機器は熱膨張を拘束しない構造とする。
- (8) 動的機能が要求されるものについては地震時に機能を喪失しない構造とする。
- (9) 内部構造物については容器との相互作用を考慮した構造とする。
- (10) 建物・構築物内の基礎上に固定されていない移動式設備については、強固なガードに設置し、転倒等による落下を防止するための措置を講じる。
- (11) 支持架構上に設置される機器については、原則として架構を十分剛に設計する。剛ではない場合は、架構の剛性を考慮した地震荷重等に耐える設計とするとともに、剛ではない架構に設置される機器については、架構の剛性を考慮した地震応答解析を行う。解析に当たっては、設計用床応答曲線又は時刻歴応答波を用いて耐震性の確認を行うものとし、そのうち時刻歴応答波については、実機の挙動をより模擬する場合に用いる。

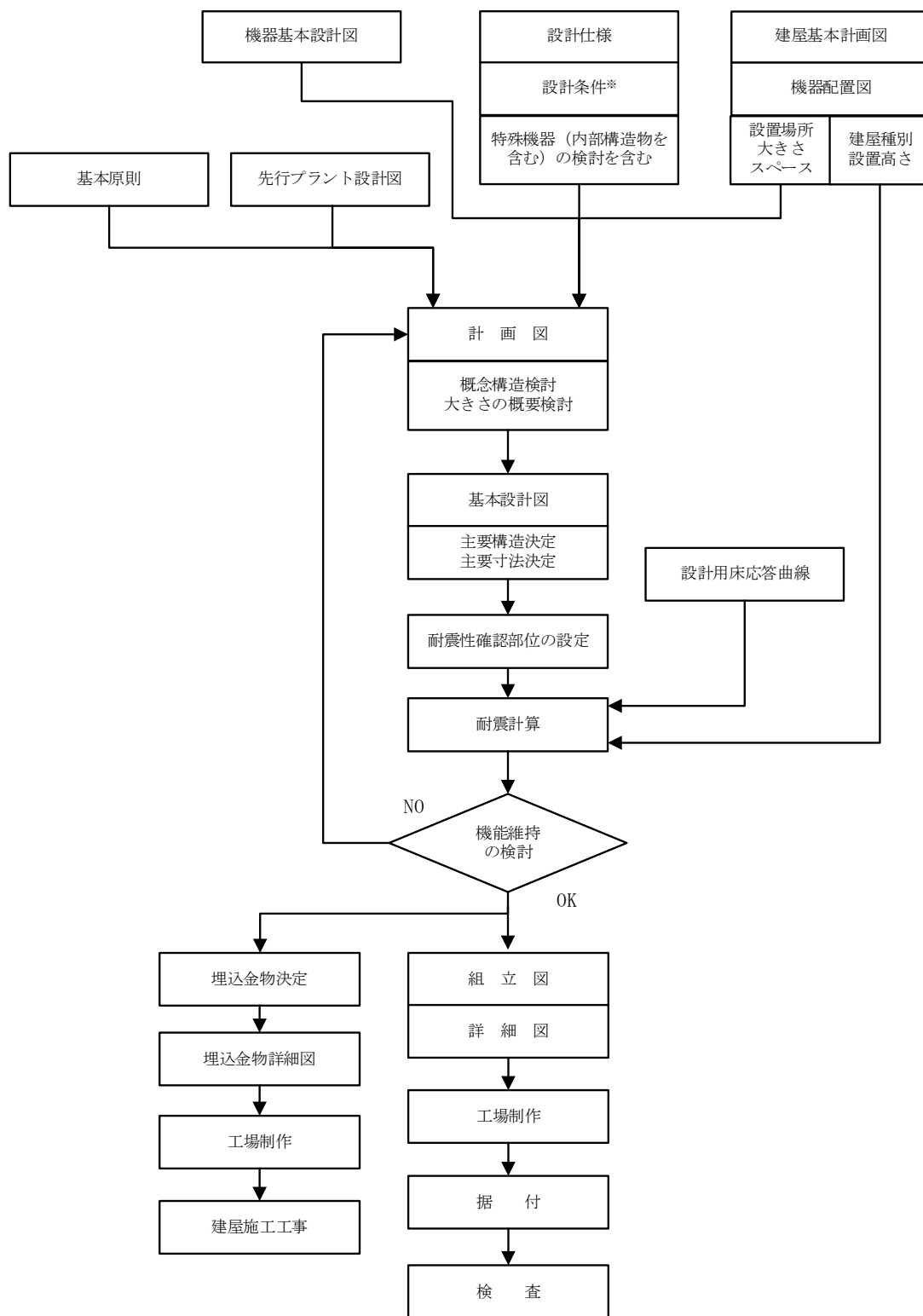
### 3. 支持構造物の設計手順

#### 3.1 設計手順

機器類の配置及び構造計画に際しては、建物・構築物、配管、ダクト等機器類以外の設備との関連、設置場所の環境条件、現地施工性等の関連を十分考慮して総合的な調整を行い、機器類の特性、運転操作及び保守点検の際に支障とならないこと等についての配慮を十分加味した耐震設計を行うよう考慮する。

設計手順を第 3.1-1 図に示す。

支持構造物の設計は、建物・構築物基本計画、機器の基本設計条件等から配置設計を行い、支持する機器及び配管の耐震解析並びに機能維持の検討により強度及び支持機能を確認し、詳細設計を行う。このとき、高温機器については、熱膨張解析による熱膨張変位を拘束しない設計とするよう配慮する。



※環境条件、現地施工性及び運転操作・保守点検時の配慮含む。

第 3.1-1 図 機器支持構造物設計フロー

#### 4. 支持構造物及び基礎の設計

##### 4.1 支持構造物の設計

###### (1) 設計方針

支持構造物の設計は、機器を剛に支持することを原則とし、機器の重心位置をできる限り低くするとともに、偏心荷重をおさえるよう設計する。

また、熱膨張変位の大きいものについては、その変位を拘束することなく、自重、地震荷重等に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。

なお、移動式設備の設計は、強固なガーダに設置し、レールからの転倒等による落下を防止するよう設計する。

###### (2) 荷重条件

支持構造物設計に当たっては機器の自重、積載荷重、運転荷重等通常時荷重の他に、地震時荷重及び事故時荷重を考慮する。

また、屋外機器については積雪荷重及び風荷重の屋外特有の荷重を考慮する。

荷重の種類及び組合せについては、「Ⅱ-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

###### (3) 種類及び選定

支持構造物は大別して、機能材と構造材とに分け設計を行い、下記に従い選定する。

###### a. 機能材

耐圧母材の機能維持に必須のもので、母材に直接接合されており構造物境界が明瞭でなく、当該支持構造材の部分的損傷が直接母材の機能低下をもたらすおそれのある重要なものに使用する。

また、部材については、容器と同等の応力算定を行い、十分な強度を有するよう設計する。

(代表例) 容器の支持構造物取付用ラグ、ブラケット等

###### b. 構造材

当該支持構造体が単に耐圧母材を支持することのみを目的とするものであり、当該材と母材との構造物境界が明瞭で、当該材の部分的損傷は直接母材の機能低下をもたらさないようなものに使用する。

また、部材については、鋼構造設計規準等に準拠して設計する。

(代表例) 支持脚、支持柱、支持架構、ボルト、スナバ

## 4.2 埋込金物の設計

### (1) 設計方針

機器の埋込金物は、支持構造物から加わる荷重を基礎に伝え、支持構造物と一体となって支持機能を満たすように設計する。

埋込金物の選定は、機器の支持方法、支持荷重及び配置を考慮して行う。このとき、定着部は、原則としてボルトの限界引き抜き力に対して、コンクリート設計基準強度及びせん断力算定断面積による引き抜き耐力が上回るよう埋込深さを算定することで、基礎ボルトに対して十分な余裕を持つように設計する。

### (2) 荷重条件

埋込金物の設計は、機器から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、「Ⅱ－1－1－8 機能維持の基本方針」に従う。

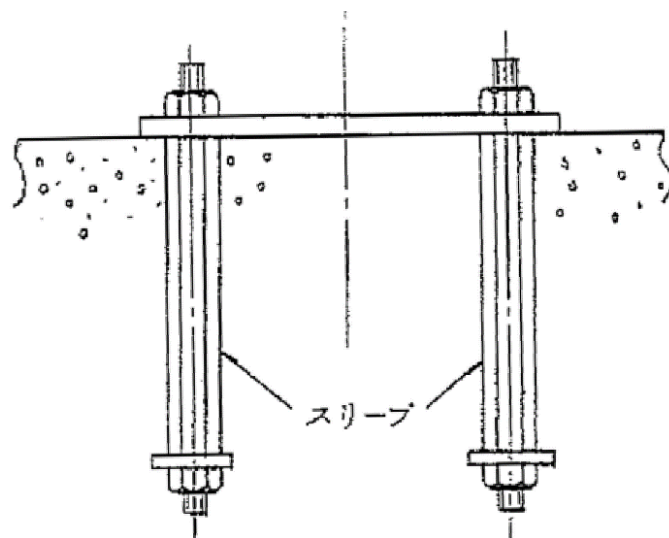
(3) 種類及び選定

埋込金物には下記の種類があり、それぞれ使用用途に合わせて選定する。

a. 基礎ボルト形式(スリーブ付)

タンク、ポンプ等、基礎ボルト本数が多く、高い据付け精度が必要な機器に使用する。

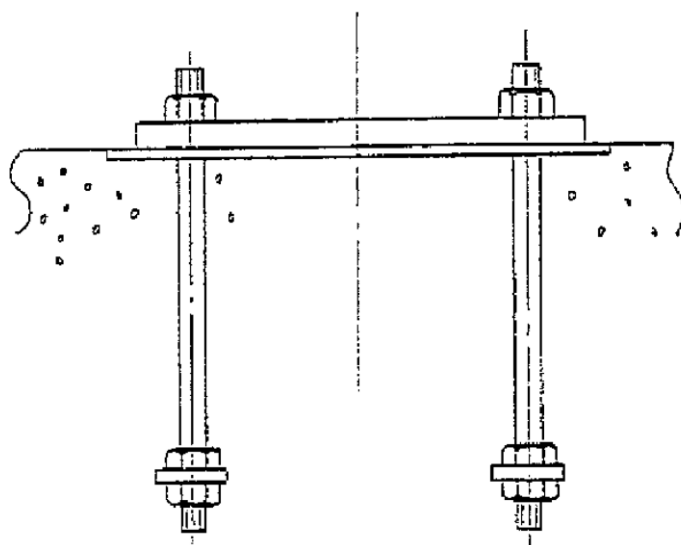
(代表例) 貯槽



b. 基礎ボルト形式(スリーブ無し)

基礎ボルト本数が少ない機器の支持構造物、あるいは高い据付け精度が必要でない機器、タンク等に多く使用する。

(代表例) ポンプ

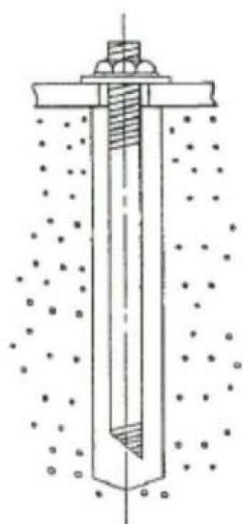


c. 後打アンカ

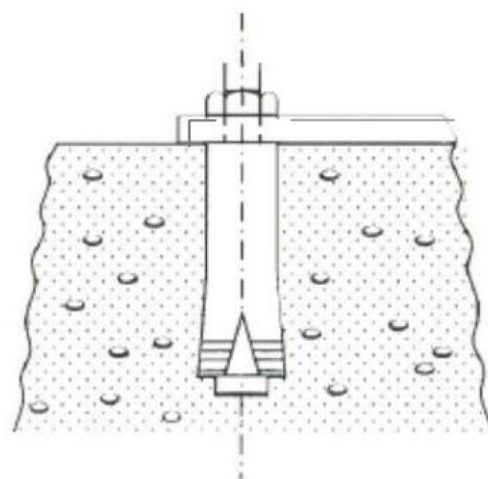
打設後のコンクリートに穿孔機で孔をあけて設置するもので、ケミカルアンカ又はメカニカルアンカを適用する。ただし、ケミカルアンカは、要求される支持機能が維持できる温度条件で使用する。メカニカルアンカは振動が大きい箇所に使用しない。

後打アンカの設計は、JEAG4601・補-1984 又は「各種合成構造設計指針・同解説」((社)日本建築学会, 2010 改定)に基づき設計する。また、アンカメーカーが定める施工要領に従い設置する。

(代表例)凝縮器



ケミカルアンカ



メカニカルアンカ

#### 4.3 基礎の設計

##### (1) 設計方針

機器の基礎は、支持構造物から加わる自重及び地震荷重に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。基礎の選定は、機器の支持方法、支持荷重及び配置を考慮して行う。

##### (2) 荷重条件

基礎の設計は、機器から伝わる荷重に対し、荷重成分の組合せを考慮して行う。

荷重の種類及び組合せについては、「Ⅱ－1－1－8 機能維持の基本方針」に従う。

##### (3) 種類及び選定

基礎は機器の種類及び設置場所により、下記に従い選定する。

###### a. 屋内の基礎

屋内に設置される機器の支持構造物は、建屋の床壁あるいは天井を基礎として設置される。したがって建屋設計に際しては、これら機器からの荷重を十分考慮した堅固な鉄筋コンクリート造とする。

機器を床に設置する場合、一般に基礎は水はけをよくするため、かさ上げする。支持構造物は、鉄筋コンクリート造に十分深く埋め込んだ基礎ボルトにより基礎に固定する。

機器を壁あるいは天井から支持する場合は、一般にあらかじめ壁あるいは天井の鉄筋コンクリート造に埋込金物を埋め込み、支持構造物を溶接あるいはボルトにより固定する。

###### b. 屋外の基礎

屋外に設置される機器は岩盤上の鉄筋コンクリート造上に設置される。

基礎は基礎自身の自重及び地震荷重の他に基礎上に設置される機器からの通常時荷重、地震時荷重、積雪荷重及び風荷重を考慮して十分強固であるよう設計する。

機器支持構造物は一般に基礎中に埋め込んだ基礎ボルトにより固定する。



#### 4.4 機器の支持方法

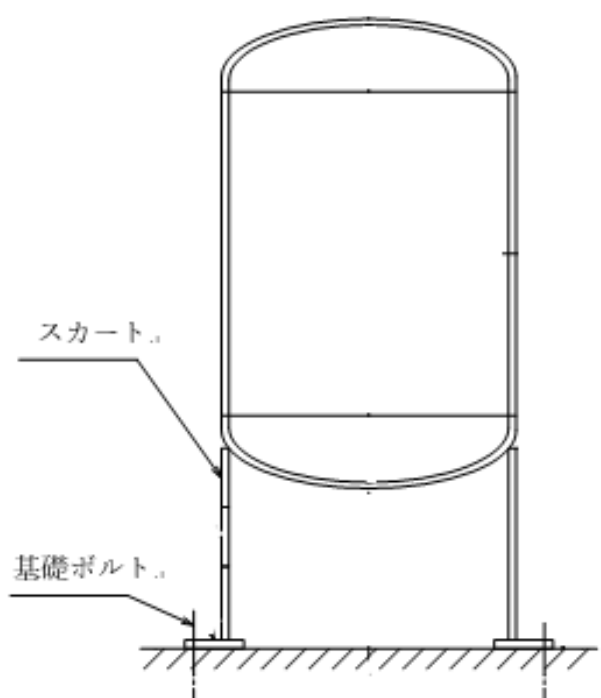
##### (1) たて置の機器

###### a. スカートの支持

スカートはその外周下端に取り付けられたリブ及びベースプレートを通じて基礎ボルトにより基礎に固定する。スカート剛性及び基礎ボルトサイズは、容器重量及び地震力による転倒モーメント等に対し十分な強度を有する設計とする。

この形式の支持構造はたて型のタンク類で比較的容量が大きいものに採用する。

(代表例) 貯槽

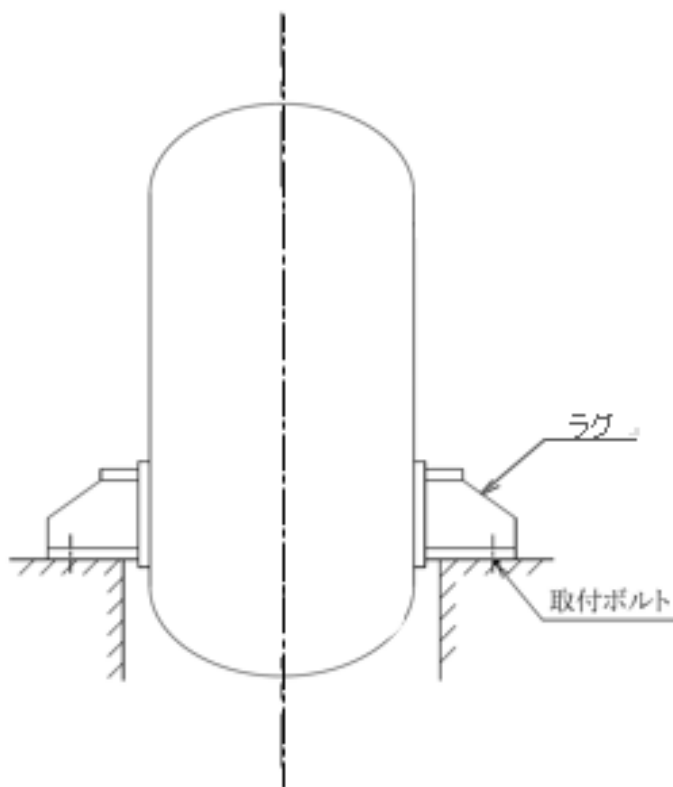


b. ラグによる支持

下図の様に機器本体に取り付けられたラグにより支持する形式のものである。この形式は機器本体の半径方向の熱膨張を自由にし、円周方向及び鉛直方向のラグ剛性で支持するものとする。

この形式の支持構造は熱膨張を拘束しない機器に採用する。

(代表例) ポット類

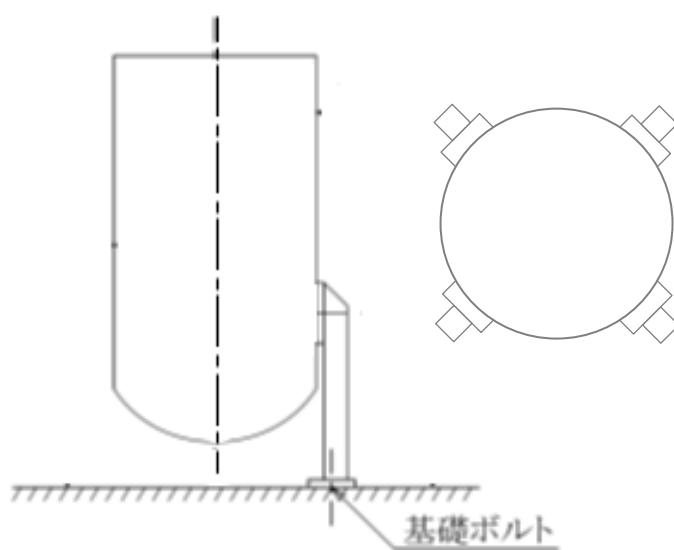


c. 支持脚による支持

下図のとおり，形鋼を胴周囲対角線上の4箇所に取り付けベースプレートを基礎ボルト又は溶接により基礎に固定する。脚剛性及び基礎ボルトサイズは，容器重量及び地震力による転倒モーメント等に対し十分な強度を有する設計とする。

この形式の支持構造は比較的軽中量のタンクに採用する。

(代表例) 膨張槽



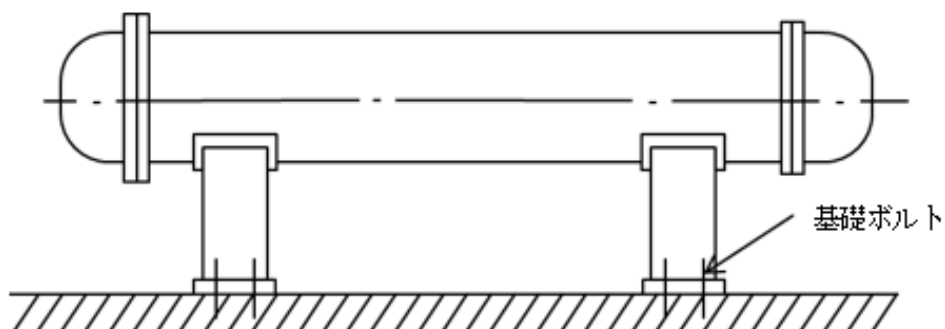
(2) 横置の機器

a. 支持脚による支持

支持脚は鋼板製の溶接構造とし、多数の基礎ボルトで基礎に固定する。支持脚は十分な剛性及び強度を持たせ、基礎ボルトは、地震力による転倒モーメント等に対し十分な強度を有する設計とする。

この形式の支持構造は容量の大きい横置の熱交換器、タンク類に採用する。

(代表例) 貯槽

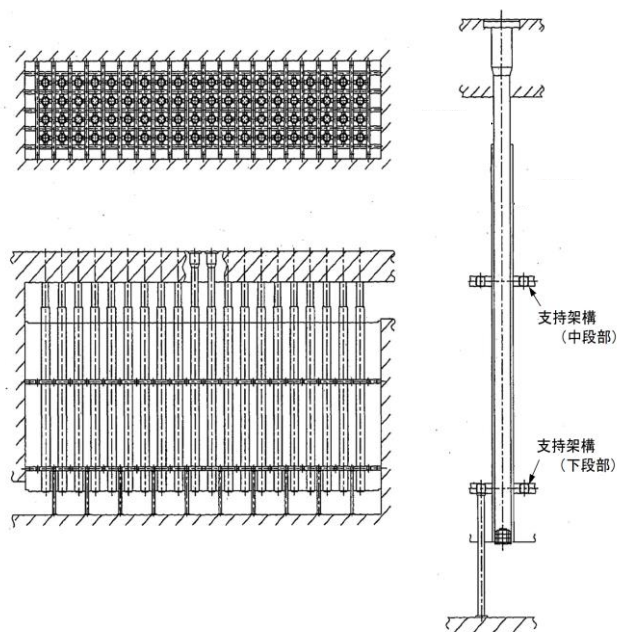


b. 支持架構による支持

支持架構は、柱材、はり材、ブレース等により構成し、これらを多数の基礎ボルトで基礎に固定する。支持架構は十分な剛性及び強度を持たせ、基礎ボルトは地震力による転倒モーメントに対し十分な強度を有する設計とする。

この形式の支持構造は、複雑な形状の設備に採用する。

(代表例) 貯蔵ピット



(3) 内部構造物

a. 熱交換器

熱交換器は、シェル&チューブ形とプレート形に分類される。シェル&チューブ形の伝熱管は、U字管式のものと同直管式のものがあり、いずれもじゃま板によって伝熱管を剛に支持し、地震及び流体による振動を防止する。またプレート形の伝熱板は締付ボルトにて側板に固定することで、伝熱板の地震及び流体による振動を防止する。

b. タンク類

タンク類でその内部にスプレイノズル、冷却コイル、加熱コイル等が設けられるものについては、それらを機器本体からのサポートにより取り付ける。

(4) 移動式設備

建物・構築物内の基礎上に固定されていない移動式設備については、ガーダに設置しており、建物に固定するレールからの転倒による落下を防止するための措置を講じる。

## 5. その他特に考慮すべき事項

### (1) 機器と配管の相対変位に対する考慮

機器と配管との相対変位に対しては、配管側のフレキシビリティでできる限り変位を吸収することとし、機器側管台部又は支持構造物に過大な反力を生じさせないように配管側のサポート設計において考慮する。

### (2) 動的機器の支持に対する考慮

ポンプ、ファン等の動的機器に対しては地震力の他に機器の振動を考慮して支持構造物の強度設計を行う。

また、振動による軸芯のずれを起こさないよう、据付台の基礎へのグラウト固定、取付ボルトの回り止め等の処置を行う。

### (3) 建物・構築物との共振の防止

支持に当たっては据付場所に応じ、建物・構築物の共振領域からできるだけ外れた固有振動数を持つよう考慮する。また、共振領域近くで設計する場合は地震応答に対して十分な強度余裕を持つようにする。

### (4) 波及的影響の防止

耐震重要度分類における下位クラスの機器の破損によって上位クラスの機器に波及的影響を及ぼすことがないように配置等を考慮して設計するが、波及的影響が考えられる場合には、下位クラス機器の支持構造物は上位クラスに適用される地震動に対して設計する。

### (5) 材料の選定

材料選定に当たっては、使用条件下における強度に配慮し、十分な使用実績があり、材料特性が把握された安全上信頼性の高いものを使用する。

また、「Ⅱ-1-1-9 構造計画，材料選択上の留意点」の「3. 材料の選択」に基づき、ダクティリティを持つよう配慮する。

Ⅱ－1－1－11  
配管系の耐震支持方針

II - 1 - 1 - 11 - 1  
配管の耐震支持方針



## 目 次

	ページ
1. 配管の耐震支持方針	1
1.1 概要	1
1.2 配管の設計手順	1
1.2.1 基本原則	1
1.2.2 配管及び支持構造物の設計手順	1
1.3 配管の設計	4
1.3.1 基本方針	4
1.3.1.1 重要度による設計方針	4
1.3.1.2 配管の設計において考慮すべき事項	5
1.3.2 多質点系はりモデルを用いた評価方法	6
1.3.3 標準支持間隔を用いた評価方法	7
1.3.3.1 直管部の支持間隔	8
1.3.3.1.1 解析モデル	8
1.3.3.1.2 解析方法	8
1.3.3.1.3 解析条件	8
1.3.3.1.4 解析結果及び支持方針	10
1.3.3.2 曲がり部の支持間隔	11
1.3.3.2.1 解析モデル	11
1.3.3.2.2 解析条件及び解析方法	11
1.3.3.2.3 解析結果及び支持方針	12
1.3.3.3 集中質量部の支持間隔	14
1.3.3.3.1 解析モデル	14
1.3.3.3.2 解析条件及び解析方法	14
1.3.3.3.3 解析結果及び支持方針	15
1.3.3.4 分岐部の支持間隔	17
1.3.3.4.1 解析モデル	17
1.3.3.4.2 解析条件及び解析方法	17
1.3.3.4.3 解析結果及び支持方針	18
1.3.3.5 Z形部の支持間隔	20
1.3.3.5.1 解析モデル	20
1.3.3.5.2 解析条件及び解析方法	20
1.3.3.5.3 解析結果及び支持方針	21
1.3.3.6 門形部の支持間隔	24

1.3.3.6.1	解析モデル	24
1.3.3.6.2	解析条件及び解析方法	24
1.3.3.6.3	解析結果及び支持方針	25
1.3.3.7	分岐+曲がり部の支持間隔	26
1.3.3.7.1	解析モデル	26
1.3.3.7.2	解析条件及び解析方法	27
1.3.3.7.3	解析結果及び支持方針	27
1.3.3.8	支持点の設定方法	29
1.3.3.8.1	直管部標準支持間隔の選定と各要素の支持間隔	29
1.3.3.8.2	各要素の評価方向	29
1.3.3.8.3	支持点の設定方法及び手順	30
1.3.3.9	支持点を設定する上での考慮事項	37
1.3.3.9.1	分岐部	37
1.3.3.9.2	機器との接続部	38
1.3.3.9.3	建物・構築物の相対変位	38
1.3.3.9.4	弁	39
1.3.3.9.5	建屋階層	39
1.3.3.10	設計上の処置方法	39
2.	支持構造物の設計	40
2.1	概要	40
2.2	設計の基本方針	40
2.2.1	設計方針	40
2.2.2	荷重条件	40
2.2.3	種類及び選定	45
2.2.4	支持構造物の設計において考慮すべき事項	49
2.3	支持装置の設計	49
2.3.1	概要	49
2.3.2	支持装置の選定	49
2.3.3	支持装置の使用材料	54
2.3.4	支持装置の強度及び耐震評価方法	54
2.3.4.1	定格荷重	54
2.3.4.2	支持装置の強度計算式	54
2.3.4.2.1	記号の定義	54
2.3.4.2.2	強度計算式	64
2.4	支持架構及び付属部品の設計	96
2.4.1	概要	96

2.4.2	設計方針	97
2.4.3	荷重条件	97
2.4.4	種類及び選定	97
2.4.5	支持架構及び付属部品の選定	100
2.4.6	支持架構及び付属部品の使用材料	107
2.4.7	支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価方法	107
2.5	埋込金物の設計	125
2.5.1	概要	125
2.5.2	埋込金物の設計	127
2.5.3	基礎の設計	127
2.5.4	埋込金物の選定	127
2.5.5	埋込金物の強度及び耐震評価方法	129
3.	耐震評価結果	137
3.1	支持構造物の耐震評価結果	137
3.2	支持構造物の基本形状の耐震計算結果	205
3.2.1	支持構造物の耐震計算結果	205
3.2.2	個別の処置方法	205
4.	その他の考慮事項	221

## 1. 配管の耐震支持方針

### 1.1 概要

本方針は、「Ⅱ－１－１ 耐震設計の基本方針」のうち「9. 機器・配管系の支持方針」に基づき、廃棄物管理施設の配管及び標準化された支持構造物を用いた設計について、耐震設計上十分安全であるように考慮すべき事項を定めたものである。

### 1.2 配管の設計手順

#### 1.2.1 基本原則

配管の耐震支持方針は下記によるものとする。

- (1) 支持構造物は、剛な床、壁面等から支持することとする。
- (2) 支持構造物を含め建物・構築物との共振を防止する。
- (3) 架台はり、内部鉄骨及びその他の設備から支持する場合は、支持部剛性、支持構造物の剛性を連成して設計する。なお、剛ではない設備から支持構造物を支持する場合、配管は共振を避けるため剛性を十分に確保した設計とする。
- (4) 支持構造物は、拘束方向の支持点荷重に対して十分な強度があり、かつ剛性を有するものを選定する。
- (5) 機器管台に接続される配管については、機器管台の許容荷重を超えないように支持構造物の設計を行う。
- (6) 高温となる配管については、熱膨張変位を過度に拘束しない設計とする。
- (7) 熱膨張変位を過度に拘束しないために、配管系の剛性を十分に確保できない場合は、配管系の振動特性に応じた地震応答解析により必要な荷重等を算定し、その荷重等に耐える設計とする。
- (8) 地震時の建屋間相対変位を考慮する場所については、その変位に対して十分耐える設計とする。
- (9) 水撃現象が生じる可能性のある場所については、その荷重に十分耐える設計とする。

#### 1.2.2 配管及び支持構造物の設計手順

配管経路は建屋形状、機器配置計画とともに系統の運転条件、機器等への接近性、保守点検性の確保を考慮した上、配管の熱膨張による変位の吸収、耐震設計上の重要度に応じた耐震性の確保に関し最適設計となるよう配置を決定する。また、この際、配管内にドレンが溜まったり、エアポケットが生じたりしないようにするとともに、水撃現象の生じる可能性のあるものについては十分に配慮するものとする。

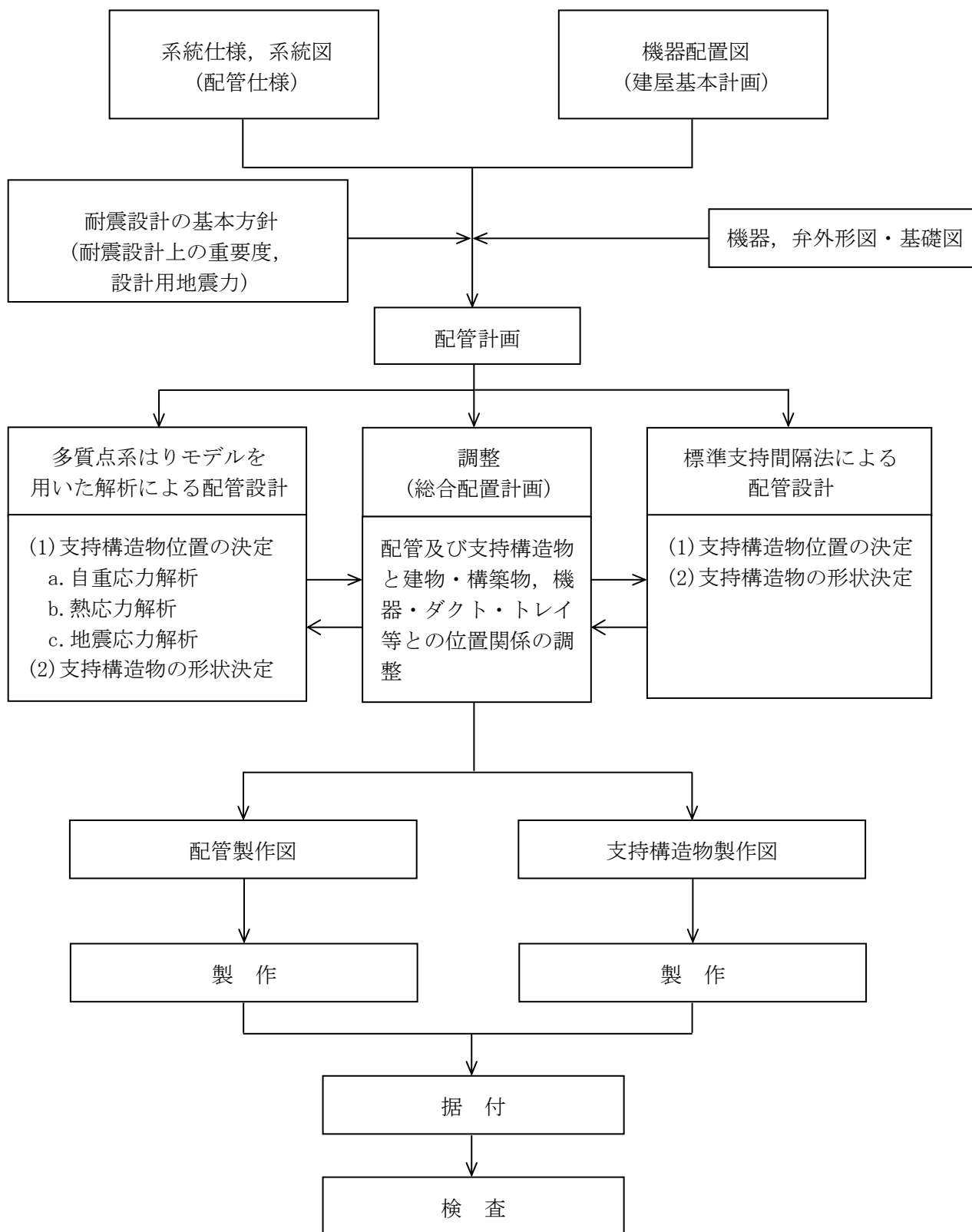
地震による建屋間等相対変位を考慮する必要がある場所に配置されるものについては、その変位による変形に対して十分耐えられるようにし、また、ポンプ、

容器等のノズルに対する配管反力が過大とならないよう併せて考慮する。

以上を考慮の上決定された配管経路について，多質点系はりモデル(3次元はりモデル)による解析又は標準支持間隔法により配管及び支持構造物の設計を行う。

支持構造物は，標準化された製品の中から，配管から受ける荷重に対して十分な強度があるものを選定する。

設計手順を第1.2.2-1図に示す。



第1.2.2-1図 配管支持構造物設計フロー

### 1.3 配管の設計

#### 1.3.1 基本方針

##### 1.3.1.1 重要度による設計方針

配管は設備の重要度，口径及び最高使用温度により，第1.3.1.1-1表のように分類して設計を行う。ただし，第1.3.1.1-1表以外の確認方法についても，その妥当性が確認できる範囲において採用するものとする。

第1.3.1.1-1表 配管の重要度による解析方法

耐震重要度	配管分類		多質点系はりモデルを用いた評価方法* <sup>2</sup>	標準支持間隔を用いた評価方法* <sup>4</sup>
	口径	最高使用温度		
S* <sup>1</sup>	100A以上	151℃以上	○* <sup>3</sup>	—
		151℃未満	—	○
	80A以下	151℃以上	—	○
		151℃未満	—	○
C* <sup>6</sup>	100A以上	151℃以上	—	○
		151℃未満	—	○
	80A以下	151℃以上	—	○
		151℃未満	—	○

記号○印：原則として適用する解析方法

注記 \*1：地下水排水設備の配管は，基準地震動S<sub>s</sub>による地震力に対して機能を維持できる設計とする。

\*2：耐震重要度Sクラスの配管で多質点系はりモデルによる解析を行い，配管系の1次固有周期が0.05秒を超えた場合は，動的解析及び静的解析を実施する。

\*3：複数の配管が近接して配置され，代表計算にて確認を行う場合には，配管の仕様条件が同等であることを確認した上で確認する。

\*4：標準支持間隔法は，多質点系はりモデルによる解析にて代行することができる。

配管の耐震評価は、「Ⅱ－1－1－5 地震応答解析の基本方針」の「2.2(2) 解析方法及び解析モデル」に示す解析方法及び解析モデルである、標準支持間隔を用いた評価方法又は多質点系はりモデルを用いた評価方法を適用して行う。

本基本方針では、標準支持間隔を用いた評価方法に適用する計算式を示す。

#### 1.3.1.2 配管の設計において考慮すべき事項

##### (1) 配管の分岐部

大口径配管からの分岐管については、原則大口径配管の近傍を支持する。ただし、大口径配管の熱膨張及び地震による変位が大きい場合には、分岐部及び分岐管に過大な応力を発生させないようにフレキシビリティを持たせた支持をする。

##### (2) 配管と機器の接続部

機器管台に加わる配管からの反力が許容反力以内となるように配管経路及び支持方法を決定する。

##### (3) 異なる建屋、構築物間を結ぶ配管

異なる建屋、構築物間を結ぶ配管については、建屋、構築物間の相対変位を吸収できるように、配管にフレキシビリティを持たせた構造又はフレキシブルジョイントを設ける等の配慮を行い、過大な応力を発生させない設計とする。

##### (4) 弁

配管の途中に弁等の集中荷重がかかる部分については、この集中荷重にできる限り近い部分を支持し、特に駆動装置付きの弁は偏心荷重を考慮して、必要に応じて弁本体を支持することにより過大な応力が生じないようにする。弁は、発生応力が配管より小さくなるよう配管よりも厚肉構造とする。

##### (5) 屋外配管

主要な配管は岩盤で支持したダクト構造内に配置し、建屋内配管と同様の耐震設計とする。

##### (6) 振動

配管の支持方法及び支持点は、回転機器等の振動あるいは内部流体の乱れによる配管振動を生じないように考慮して決定する。

##### (7) 高温配管

最高使用温度が151℃以上であり、口径が100A以上の配管は、熱膨張による応力を低減するために一般に柔に設計する必要がある。また、耐震上の要求からは、剛に設計する必要がある。したがって、配管設計は双方の均衡をとった設計とする必要があり、支持位置及び支持条件を決めるに当たっては、



原則として次のような事項を考慮し、地震及び熱膨張による応力の制限を満足する設計を行う。

- a. 自重を支持するために、あるいは耐震上剛性を高めるために、配管を拘束する場合には、配管の熱膨張による変位が少ない箇所にアンカサポート又はレストレイント等を設けるものとする。
- b. 配管の熱膨張による変位がある特定の方向に大きい場合であって、その他の方向に上記a.と同じ理由によって拘束する必要がある場合は、熱膨張による変位方向を拘束せず、目的とする方向を拘束するガイド等を設けるものとする。
- c. 熱膨張による鉛直方向変位が大きい箇所で、配管の自重を支持する必要がある場合は、スプリングハンガを用いる。
- d. 熱膨張による変位が大きい方向を、耐震上の要求から拘束する場合はスナバを用いる。

### 1.3.2 多質点系はりモデルを用いた評価方法

多質点系はりモデルを用いた評価方法では、原則として固定点から固定点までを独立した1つのブロックとして、地震荷重、自重、熱荷重等により配管に生じる応力が許容応力以下となるように配管経路及び支持方法を定める。

その一例を以下に示す。

はじめに仮のアンカサポート、レストレイント位置を定めて熱応力解析を行い、必要に応じてアンカサポート、レストレイント位置、個数等の変更あるいは配管経路の見直しを行い、配管に生じる応力が許容応力以下となるようにする。次に、地震応力解析を行い、必要に応じてレストレイント位置、個数等の変更あるいはスナバの追加により、配管に生じる応力が許容応力以下となるようにする。この際、自重応力の確認もあわせて実施し、必要に応じてハンガの追加を検討する。

### 1.3.3 標準支持間隔を用いた評価方法

標準支持間隔法による配管の耐震計算は、配管を直管部、曲がり部、集中質量部、分岐部、Z形部、門形部及び分岐+曲がり部の各要素に分類し、要素ごとに許容値を満足する最大の支持間隔を算出する。

直管部については、各建屋における地震時の応答解析結果に基づき、配管に生じる応力が許容応力以下となるように最大の支持間隔を求め、これを直管部に対する標準支持間隔とする。配管の直管部は、この標準支持間隔以内で支持することにより耐震性を確保する。

直管部の標準支持間隔算出に当たっては、配管仕様、建屋、階層の区分及び減衰定数ごとに、解析条件を満足する支持間隔をそれぞれ計算し求める。

配管の曲がり部、集中質量部、分岐部、Z形部、門形部及び分岐+曲がり部については、直管部と同等以上の耐震性を有するように、それぞれ直管部の標準支持間隔に対する支持間隔比を求め、各要素の支持間隔を算出する。配管の曲がり部、集中質量部、分岐部、Z形部、門形部及び分岐+曲がり部については、各要素の支持間隔以内で支持することにより耐震性を確保する。

多質点系はりモデルを用いた評価方法では、これらの部位に対しては応力係数を考慮しているが、標準支持間隔法では支持間隔比を考慮することにより、多質点系はりモデルを用いた評価方法より保守的な評価となるようにする。

複数階層を跨る配管を評価する場合は、配管が跨る上層階と下層階の境界となるサポートまでを考慮し、その境界となるサポートで挟まれた範囲の支持間隔をすべて抽出した上で、最も短いものを適用して評価を行う。

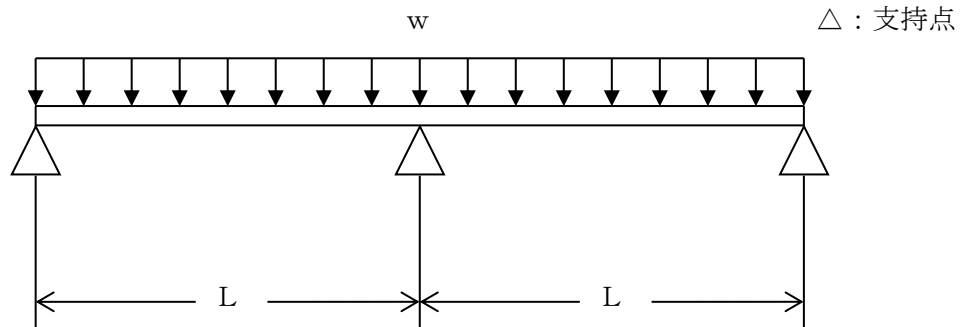
ここでは、上記により求めた直管部標準支持間隔、曲がり部、集中質量部、分岐部、Z形部、門形部及び分岐+曲がり部の支持間隔を基に配管に支持点を設定する場合の例を示す。

その他、標準支持間隔法により配管を設計する場合の考慮事項及び標準支持間隔法で設計することが困難な場合の処置方法についても示す。

### 1.3.3.1 直管部の支持間隔

#### 1.3.3.1.1 解析モデル

配管を下図のように支持間隔 $L$ で3点支持した等分布荷重連続はりにモデル化する。支持点の拘束方向は軸直角方向のみとし、軸方向及び回転に対しては自由とする。



$L$ ：直管部標準支持間隔

$w$ ：単位長さ当たり重量

#### 1.3.3.1.2 解析方法

解析モデルに対して、解析コードを用いて設計用地震力による応力を算定するとともに、内圧及び自重の影響を考慮して、直管部の標準支持間隔を求める。

なお、解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、「Ⅱ－3 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

#### 1.3.3.1.3 解析条件

##### (1) 設計用地震力

「Ⅱ－1－1 耐震設計の基本方針」の「4.2 設計用地震力」に示す設計用地震力を用いて評価を行う。

また、設計用床応答曲線は、「Ⅱ－1－1－6 設計用床応答曲線の作成方針」に示す。

なお、設計用床応答曲線は、安全側に谷埋め及びピーク保持を行うこととする。

##### (2) 設計用減衰定数

地震応答解析に用いる設計用減衰定数は、「Ⅱ－1－1－5 地震応答解析の基本方針」の「3. 設計用減衰定数」に示す設計用減衰定数を適用する。

なお、適用に当たり配管系の支持点間の間隔は以下の条件を満たすよう配慮することとする。

$$\begin{aligned} & \text{配管系全長}/(\text{配管区分ごとに定められた支持具の支持点数}) \\ & \leq 15(\text{m}/\text{支持点}) \end{aligned}$$

ここで、支持点とは支持具が取り付けられている配管節点をいい、複数の支持具が取り付けられている場合も1支持点とする。

### (3) 階層の区分

解析に当たっては、設計用床応答曲線をいくつかの階層に区分し、支持間隔を求めるものとする。

### (4) 配管重量

配管の重量は、配管自体の重量及び内部流体の重量を合計した値とする。さらに、保温材の付く配管については、その重量を考慮する。

### (5) 配管応力

配管に生じる応力は、JEAG4601の計算式に基づき地震による応力の他に内圧及び自重による応力を求め、「Ⅱ-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき次式で応力評価を行うものとする。

なお、応力評価に当たっては、突合せ、すみ肉の溶接部ごと及び直管部、曲げ部、分岐部の形状変化部位ごとにJSME S NC1 PPC-3810に基づき算出した応力係数を考慮する。

応力係数の考慮の仕方として、曲げ部及び分岐部に対しては、直管部の標準支持間隔法で算出した応力を超えないよう溶接部及び形状変化部の両方の応力係数を満足する支持間隔グラフを作成する。直管部の応力係数としては、施工方法又は部品を標準的に用いることで溶接有無に関わらず、応力が同等となるよう考慮する。

$$S_{pr m} = P D_0 / 4 t + 0.75 i_1 (M_a + M_b) / Z$$

ここで、

$S_{pr m}$  : 一次応力 (MPa)

$P$  : 地震と組合せるべき運転状態における圧力 (MPa)

$D_0$  : 管の外径 (mm)

$t$  : 管の厚さ (mm)

$i_1$  : 応力係数

$M_a$  : 管の機械的荷重(自重その他の長期的荷重に限る)により生ずるモーメント (N・mm)

$M_b$  : 管の機械的荷重(地震を含めた短期的荷重)により生ずるモ

モーメント (N・mm)  
Z : 管の断面係数 (mm<sup>3</sup>)

許容応力については、「Ⅱ-1-1-8 機能維持の基本方針」の「3. 構造強度」に基づき算定する。

#### (6) 配管系の振動数

支持構造物を含めた配管系の固有振動数は、配管系の設計に用いる建屋床応答スペクトルのピークの固有振動数領域より短周期側に避けることを原則とする。

配管系の固有周期は、支持構造物を含めて算出し、配管の固有周期については次式で示す。

$$T = \frac{1}{f}$$
$$f = \frac{\lambda^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{E I g}{w}}$$

ここで、

T : 固有周期 (s)

f : 固有振動数 (Hz)

$\lambda$  : 振動数係数 (-)

$\pi$  : 円周率 (-)

L : 標準支持間隔 (mm)

E : 縦弾性係数 (MPa)

I : 断面2次モーメント (mm<sup>4</sup>)

g : 重力加速度 (mm/s<sup>2</sup>)

w : 単位長さ当たり重量 (N/mm)

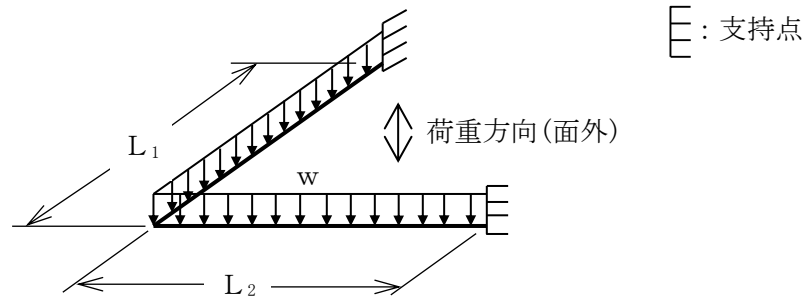
#### 1.3.3.1.4 解析結果及び支持方針

配管の直管部は、標準支持間隔以内で支持する。なお、直管部に異径の配管が混在する場合は、最も短くなる標準支持間隔にて当該直管部を支持するものとする。

### 1.3.3.2 曲がり部の支持間隔

#### 1.3.3.2.1 解析モデル

配管の曲がり部は，下図に示すようにピン結合両端固定の等分布荷重の連続はりにモデル化する。



$L_1, L_2$  : 曲がり部から支持点までの長さ

$L_E$  : 曲がり部支持間隔 ( $L_E = L_1 + L_2$ )

$w$  : 単位長さ当たり重量

荷重方向 : 耐震性の評価方向

面外 : 配管で構成される面に対して直角方向

#### 1.3.3.2.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが，直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが，直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。
- (4) (1)，(2)，(3)項の各条件を満足する理論解を $\left(\frac{L_1}{L_E}\right)$ の関数として $\left(\frac{L_E}{L_0}\right)$

の最大値 $\left(\frac{L_E'}{L_0}\right)$ を求める。

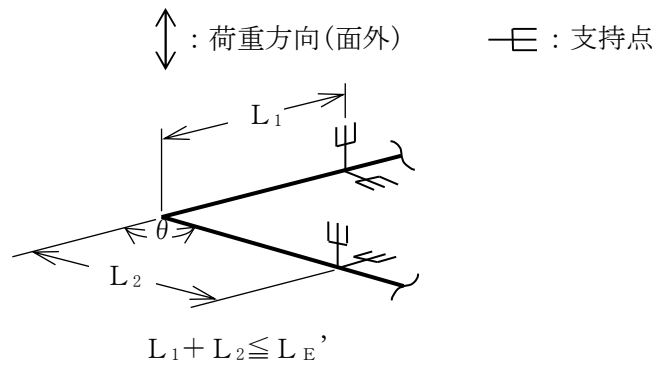
ただし， $L_0$ は直管部標準支持間隔を表す。 $L_1, L_E$ は「1.3.3.2.1 解析モデル」， $L_E'$ は「1.3.3.2.3 解析結果及び支持方針」参照。

- (5) 応力係数を考慮して作成した第1.3.3.2.3-1図「曲がり部支持間隔グラフ」に基づく支持間隔比を用いることで，応力係数に対する設計上の配慮を行う。

1.3.3.2.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.2.3-1図「曲がり部支持間隔グラフ」に示す。本グラフは、曲がり部をはさむ支持点間距離を直管部標準支持間隔に対する比として示すものであり、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。



$L_{E'}$  は、 $L_0$ (直管部標準支持間隔)に、

第 1.3.3.2.3-1 図 「曲がり部支持間隔グラフ」よ

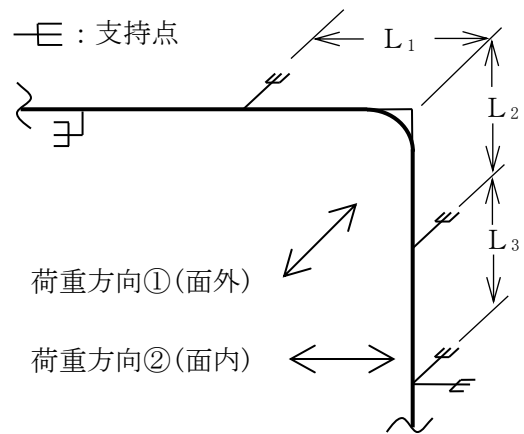
り求まる  $\left(\frac{L_E}{L_0}\right)$  の最大値  $\left(\frac{L_{E'}}{L_0}\right)$  を乗じた長さ。

また、配管及び支持構造物の設計上、 $L_1$ 又は $L_2$ あるいはその両方を長くする必要がある場合は、面外振動を拘束する支持構造物を設け、次式を同時に満足すること。

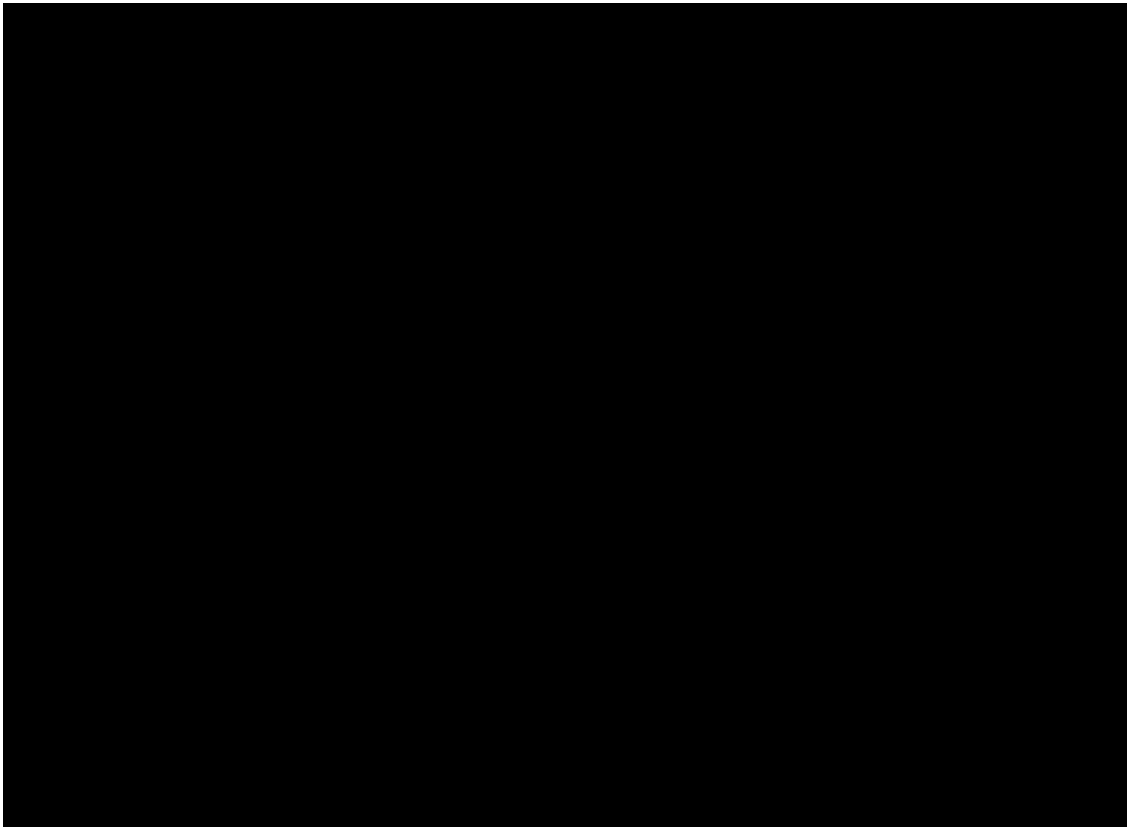
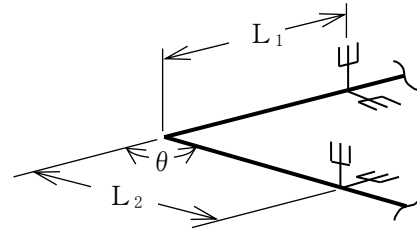
荷重方向①(面外)に対して  
 $L_1 + L_2 \leq L_{E'}$

荷重方向②(面内)に対して  
 $L_2 + L_3 \leq L_0$

面内：配管で構成される面に対して平行な方向



—E : 支持点       $\updownarrow$  : 荷重方向(面外)



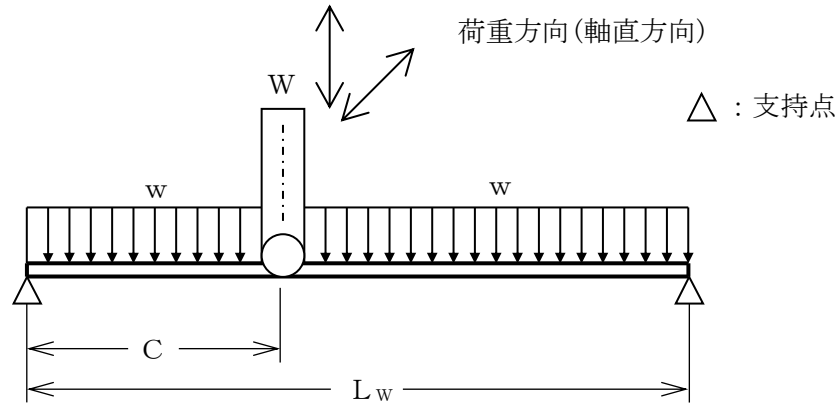
第1.3.3.2.3-1図 曲がり部支持間隔グラフ



### 1.3.3.3 集中質量部の支持間隔

#### 1.3.3.3.1 解析モデル

配管に弁等の重量物が設置される集中質量部は，下図に示すように任意の位置に集中荷重を有する両端支持の連続はりにモデル化する。



- L<sub>w</sub> : 集中質量部支持間隔
- C : 支持端から集中荷重点までの長さ
- w : 単位長さ当たり重量
- W : 集中荷重
- 荷重方向 : 耐震性の評価方向

#### 1.3.3.3.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 水平地震力が加わった場合の集中荷重及び等分布荷重の合計曲げモーメントが，直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 自重及び鉛直地震力による集中荷重並びに等分布荷重の合計曲げモーメントが，直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントよりも小さいこと。
- (4) (1)，(2)，(3)項の各条件を満足する理論解を各々 $\left(\frac{C}{L_w}\right)$ をパラメータ

とし， $\left(\frac{W}{w \cdot L_0}\right)$ の関数として $\left(\frac{L_w}{L_0}\right)$ の最大値を求める。

ただし，L<sub>0</sub>は直管部標準支持間隔を表す。L<sub>w</sub>，C，w，Wは「1.3.3.3.1 解析モデル」参照。

- (5) 応力係数を考慮して作成した第1.3.3.3-1図「集中質量部支持間隔グラフ」に基づく支持間隔比を用いることで、応力係数に対する設計上の配慮を行う。

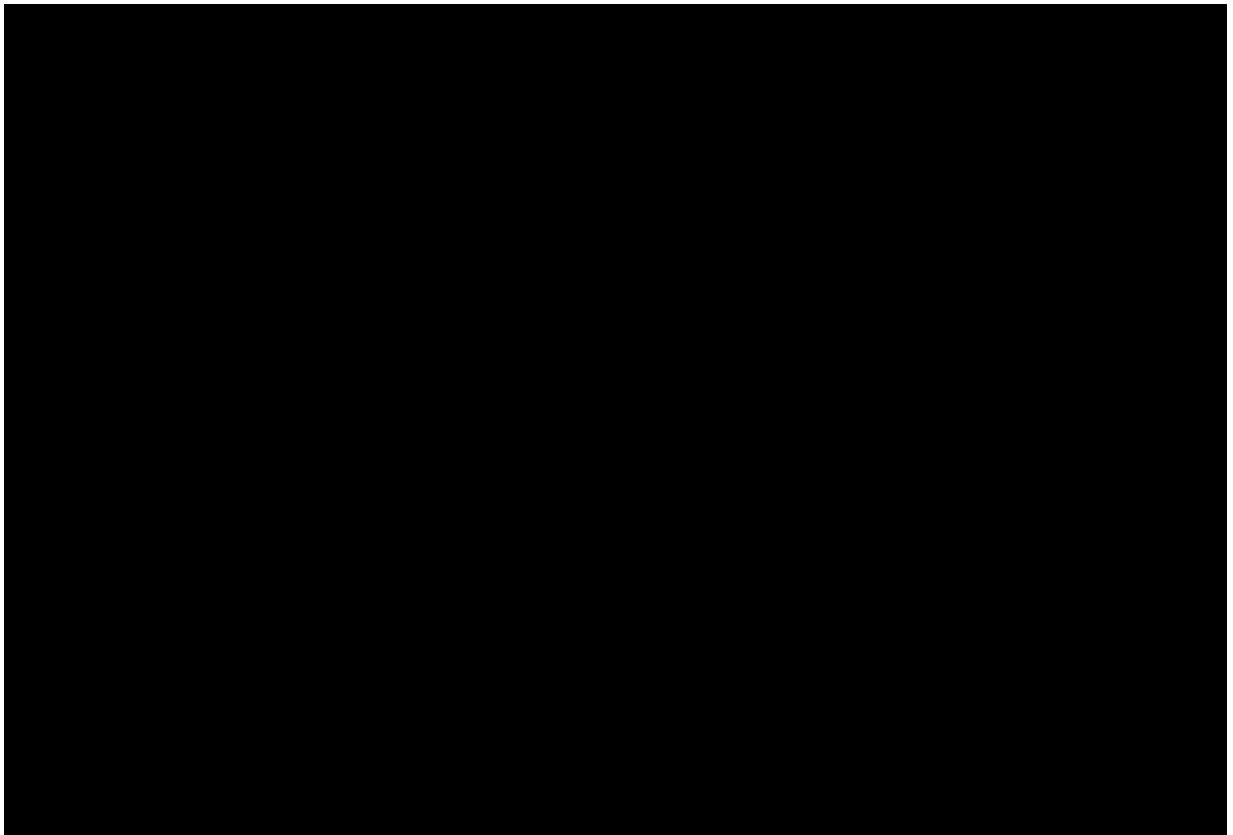
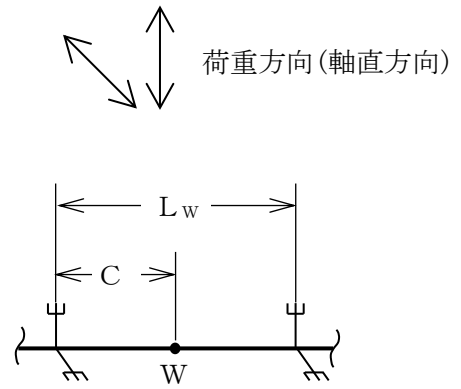
#### 1.3.3.3.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.3-1図「集中質量部支持間隔グラフ」に示す。本グラフは、弁等の重量物が設置された場合の許容支持間隔を直管部の標準支持間隔に対する比として示したものであり、許容領域内に配管を支持するものとする。

低温配管中の電動弁及び空気作動弁については、配管及び弁自体の剛性を適切に評価し、必要に応じて弁駆動部の偏心荷重によって過大な荷重が配管に生じないように配管及び弁上部を支持する。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。

また、集中荷重が複数の場合は、複数の集中荷重の総和を一つの集中荷重として設定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。この場合、荷重位置Cは、一律 $0.5L_w$ とする。

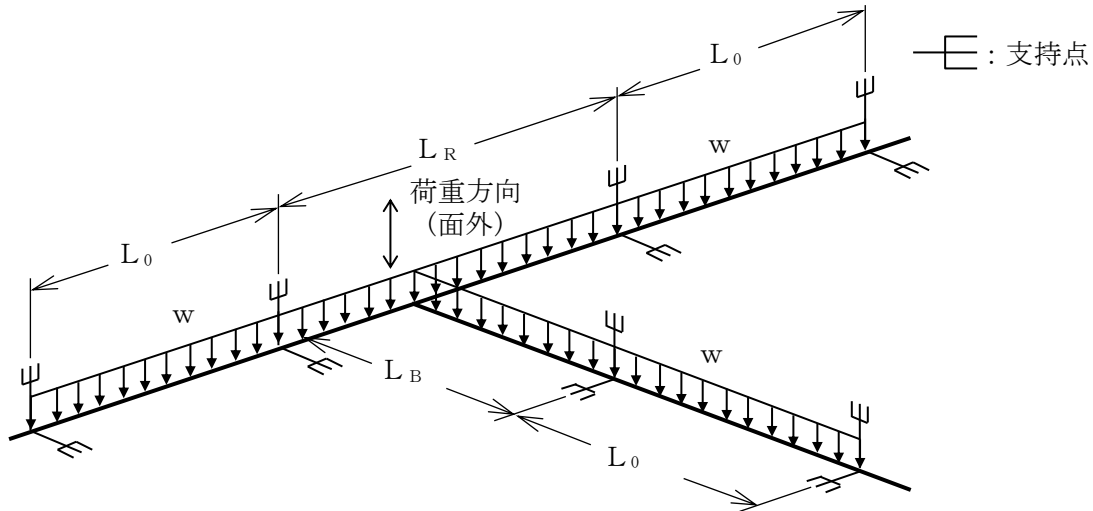


第1.3.3.3.3-1図 集中質量部支持間隔グラフ

### 1.3.3.4 分岐部の支持間隔

#### 1.3.3.4.1 解析モデル

配管の分岐部は、下図に示すように分岐部の支持端を単純支持はりとする等分布荷重の連続はりにモデル化する。分岐管はピン結合とする。



$L_R$ : 分岐部母管長さ	荷重方向 : 耐震性の評価方向
$L_B$ : 枝管長さ	面外 : 配管で構成される面に 対して直角方向
$L_0$ : 直管部標準支持間隔	
$w$ : 単位長さ当たり重量	

#### 1.3.3.4.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントより小さいこと。
- (3) 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。

- (4) (1), (2), (3)項の各条件を満足する分岐部支持間隔比 $\left(\frac{L_R}{L_0}\right)$ の最大値

を、 $\left(\frac{L_B}{L_0}\right)$ の関数として求める。解析結果は、分岐部の代表例として母管と枝管とが同一口径のものをまとめたものである。

ただし、 $L_0$ は直管部標準支持間隔を表す。 $L_R$ 、 $L_B$ は「1.3.3.4.1 解析モデル」参照。

- (5) 応力係数を考慮して作成した第1.3.3.4.3-1図「分岐部支持間隔グラフ」に基づく支持間隔比を用いることで、応力係数に対する設計上の配慮を行う。

#### 1.3.3.4.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.4.3-1図「分岐部支持間隔グラフ」に示す。本グラフは、分岐部の許容支持間隔を直管部の標準支持間隔に対する比として示したものであり、許容領域内に配管を支持するものとする。

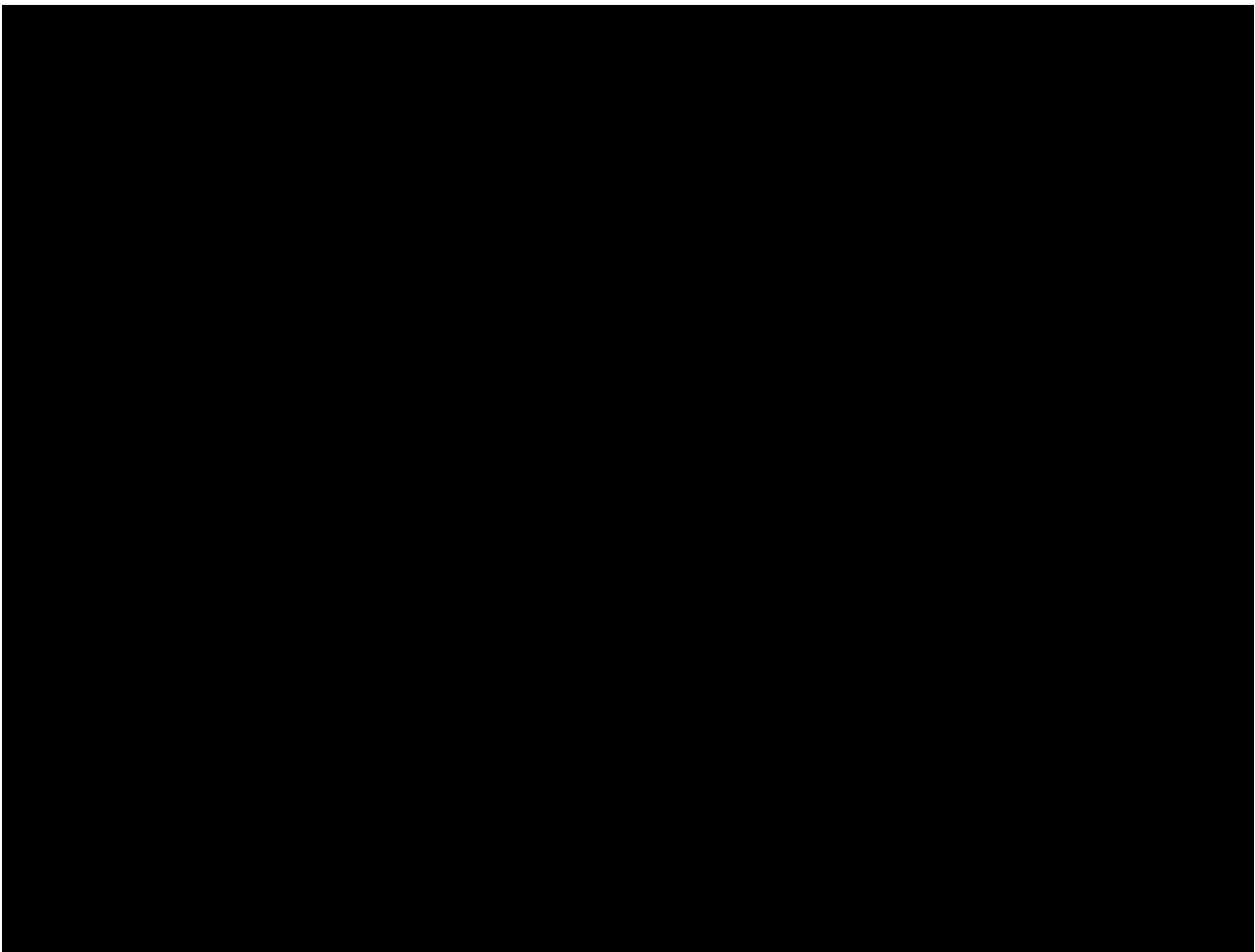
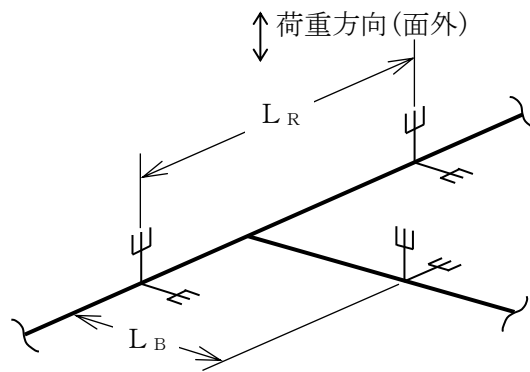
なお、母管と枝管の口径が異なる場合は、以下に従うものとする。

(1)  $0.5 < \text{「枝管口径/母管口径」} < 1.0$

直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。

(2) 「枝管口径/母管口径」 $\leq 0.5$

母管と枝管を切り離して考え、それぞれについて各要素の支持間隔グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。この場合、分岐点は枝管の支持点として扱う。

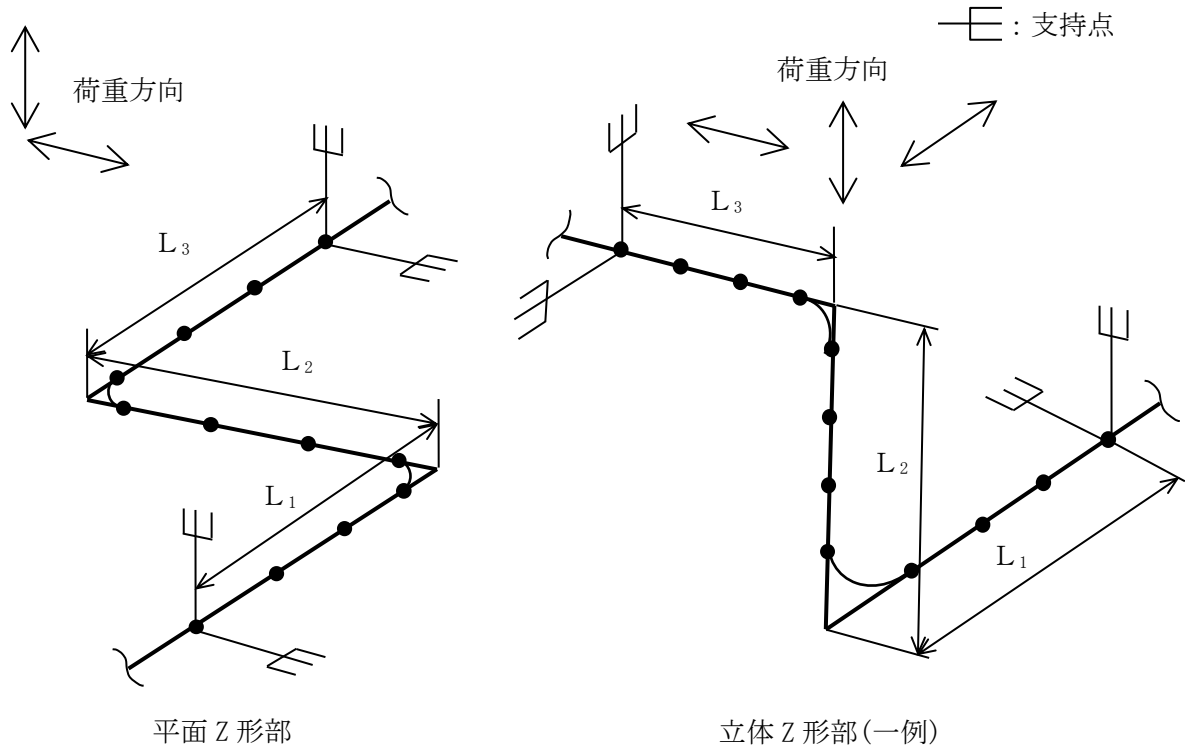


第1.3.3.4.3-1図 分岐部支持間隔グラフ

### 1.3.3.5 Z形部の支持間隔

#### 1.3.3.5.1 解析モデル

配管のZ形部は，下図に示すように両端単純支持とする等分布荷重の多質点系はりモデルにモデル化する。



$L_0$  : 直管部標準支持間隔  
 $L_1, L_2, L_3$  : 上図による  
 荷重方向 : 耐震性の評価方向

#### 1.3.3.5.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 地震力が加わった場合の曲げモーメントが，直管部の標準支持間隔の地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 1.3.3.5.1の解析モデルに対し，解析コードによる固有値解析及び地震応答解析を行い，(1)，(2)の条件を満足する $\left(\frac{L_1}{L_0}\right)$ と $\left(\frac{L_2}{L_0}\right)$ の関係を反復収束計算により求める。

ただし， $L_1 \geq L_3$ とする。

また， $L_0$ は直管部標準支持間隔， $L_1, L_2, L_3$ は「1.3.3.5.1 解析モデル」参照。

- (4) 応力係数を考慮して作成した第1.3.3.5.3-1図「平面Z形部支持間隔グ

ラフ」及び第1.3.3.5.3-2図「立体Z形部支持間隔グラフ」に基づく支持間隔比を用いることで、応力係数に対する設計上の配慮を行う。

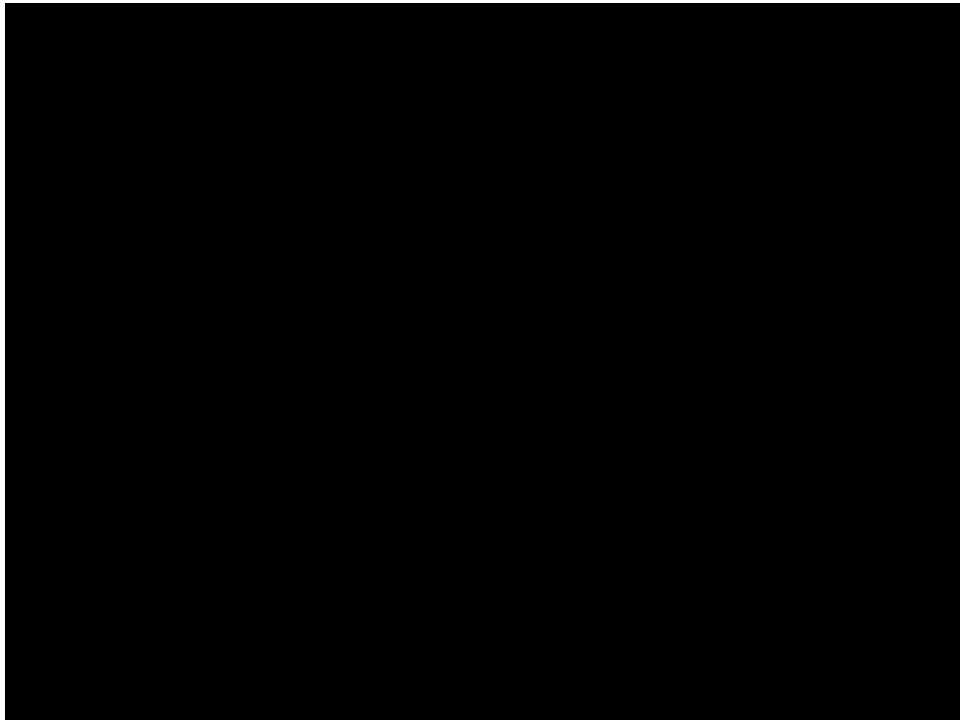
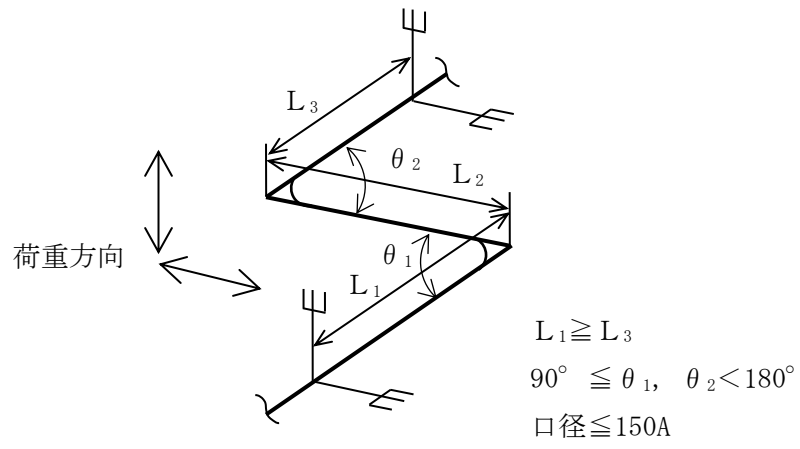
#### 1.3.3.5.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.5.3-1図「平面Z形部支持間隔グラフ」及び第1.3.3.5.3-2図「立体Z形部支持間隔グラフ」に示す。

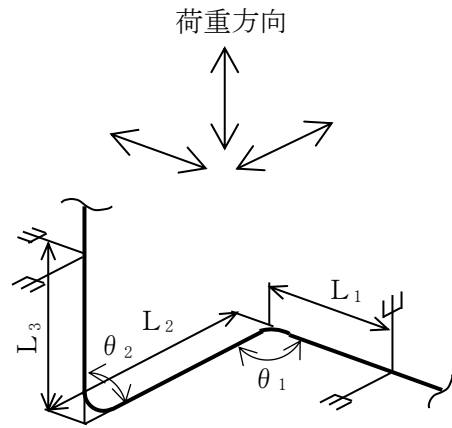
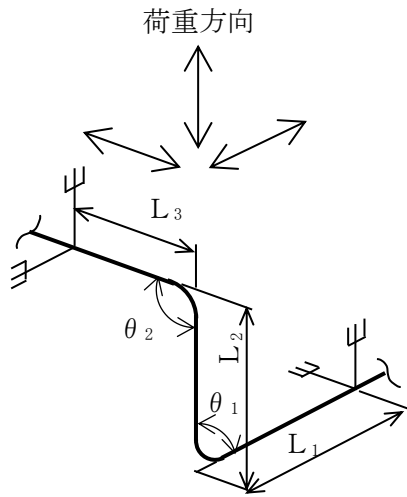
本グラフは、Z形部の許容支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したもので、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。

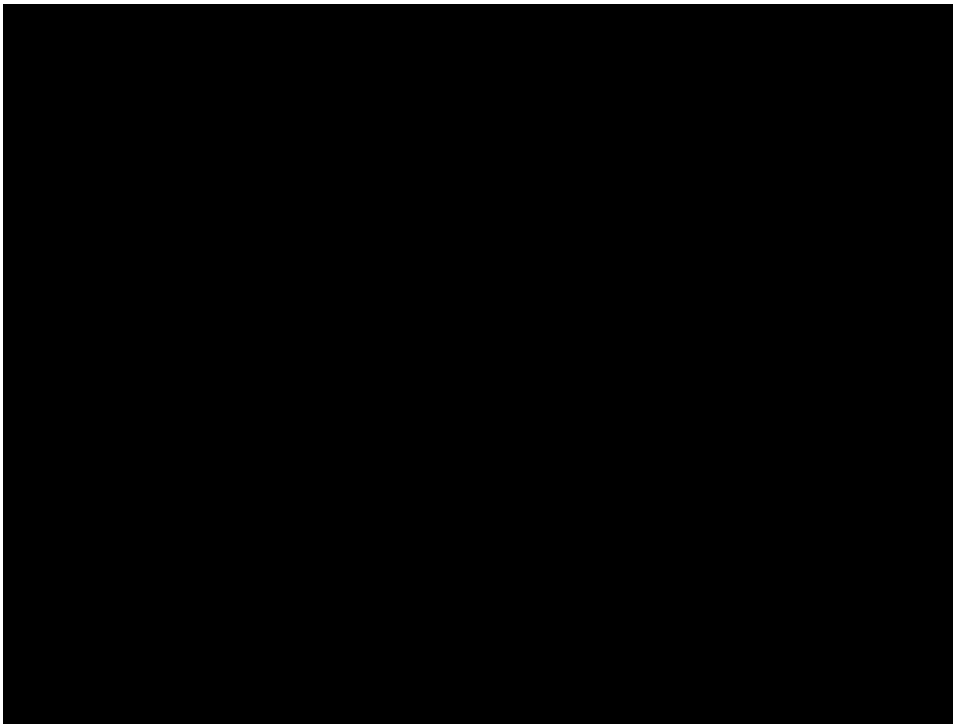




第1.3.3.5.3-1図 平面Z形部支持間隔グラフ



$L_1 \geq L_3$   
 $90^\circ \leq \theta_1, \theta_2 \leq 135^\circ$   
 口径  $\leq 150A$

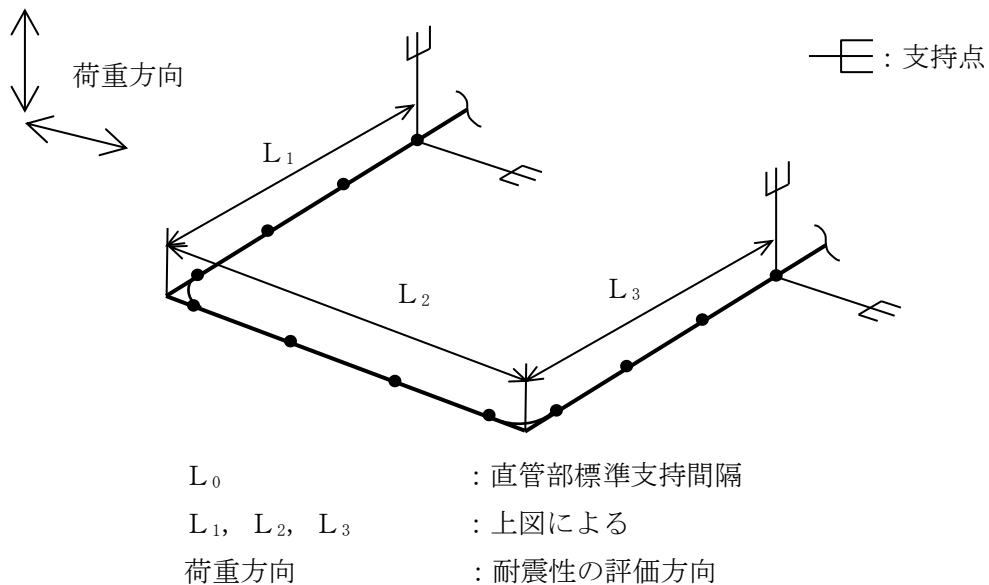


第1.3.3.5.3-2図 立体Z形部支持間隔グラフ

### 1.3.3.6 門形部の支持間隔

#### 1.3.3.6.1 解析モデル

配管の門形部は、下図に示すように両端単純支持とする等分布荷重の多質点系はりモデルにモデル化する。



#### 1.3.3.6.2 解析条件及び解析方法

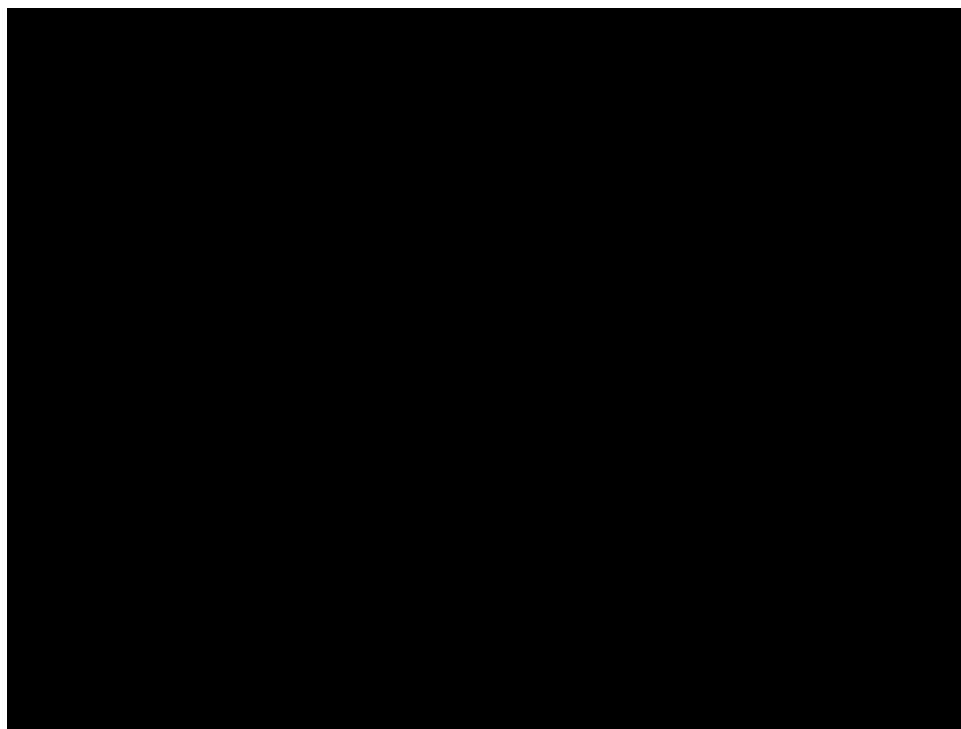
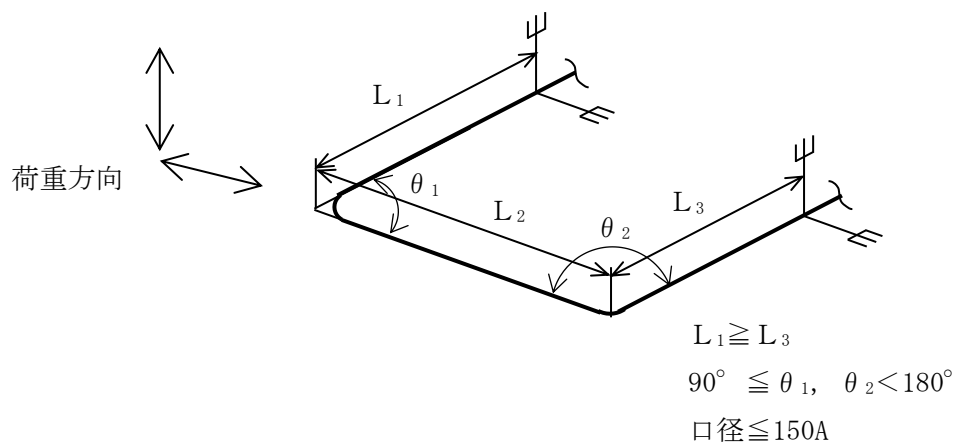
- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 1.3.3.6.1の解析モデルに対し、解析コードによる固有値解析及び地震応答解析を行い、(1)、(2)の条件を満足する $\left(\frac{L_1}{L_0}\right)$ と $\left(\frac{L_2}{L_0}\right)$ の関係を反復収束計算により求める。  
ただし、 $L_1 \geq L_3$ とする。  
また、 $L_0$ は直管部標準支持間隔、 $L_1, L_2, L_3$ は「1.3.3.6.1 解析モデル」参照。
- (4) 応力係数を考慮して作成した第1.3.3.6.3-1図「門形部支持間隔グラフ」に基づく支持間隔比を用いることで、応力係数に対する設計上の配慮を行う。

### 1.3.3.6.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.6.3-1図「門形部支持間隔グラフ」に示す。

本グラフは、門形部の許容支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したもので、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。

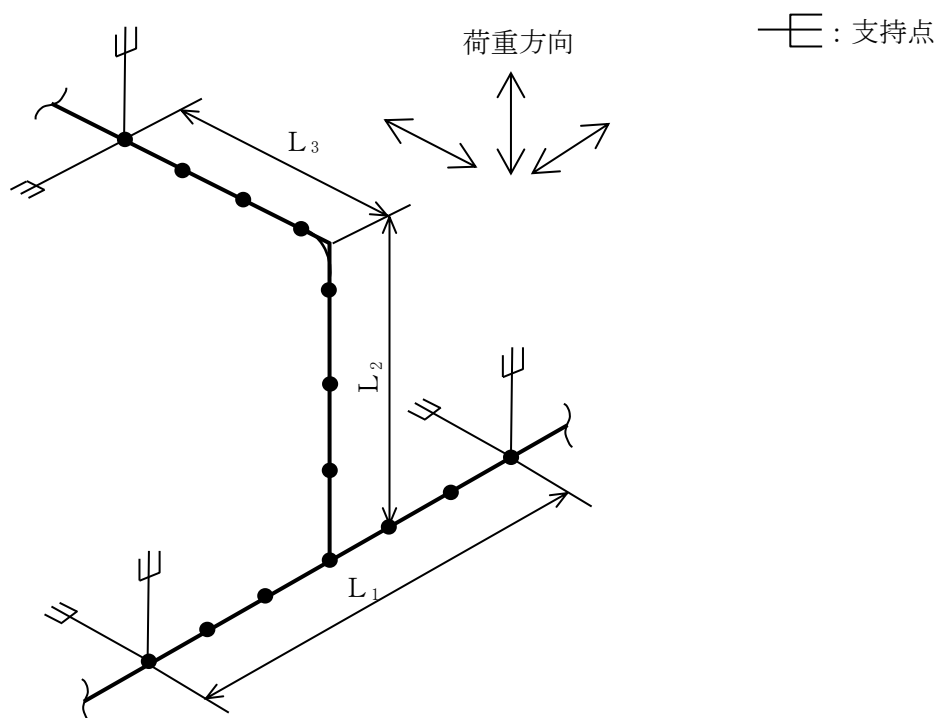


第1.3.3.6.3-1図 門形部支持間隔グラフ

### 1.3.3.7 分岐+曲がり部の支持間隔

#### 1.3.3.7.1 解析モデル

配管の分岐+曲がり部は、下図に示すように3つの支持端を単純支持とする分布荷重の多質点系はりモデルにモデル化する。



- $L_0$  : 直管部標準支持間隔
- $L_1, L_2, L_3$  : 上図による
- 荷重方向 : 耐震性の評価方向

#### 1.3.3.7.2 解析条件及び解析方法

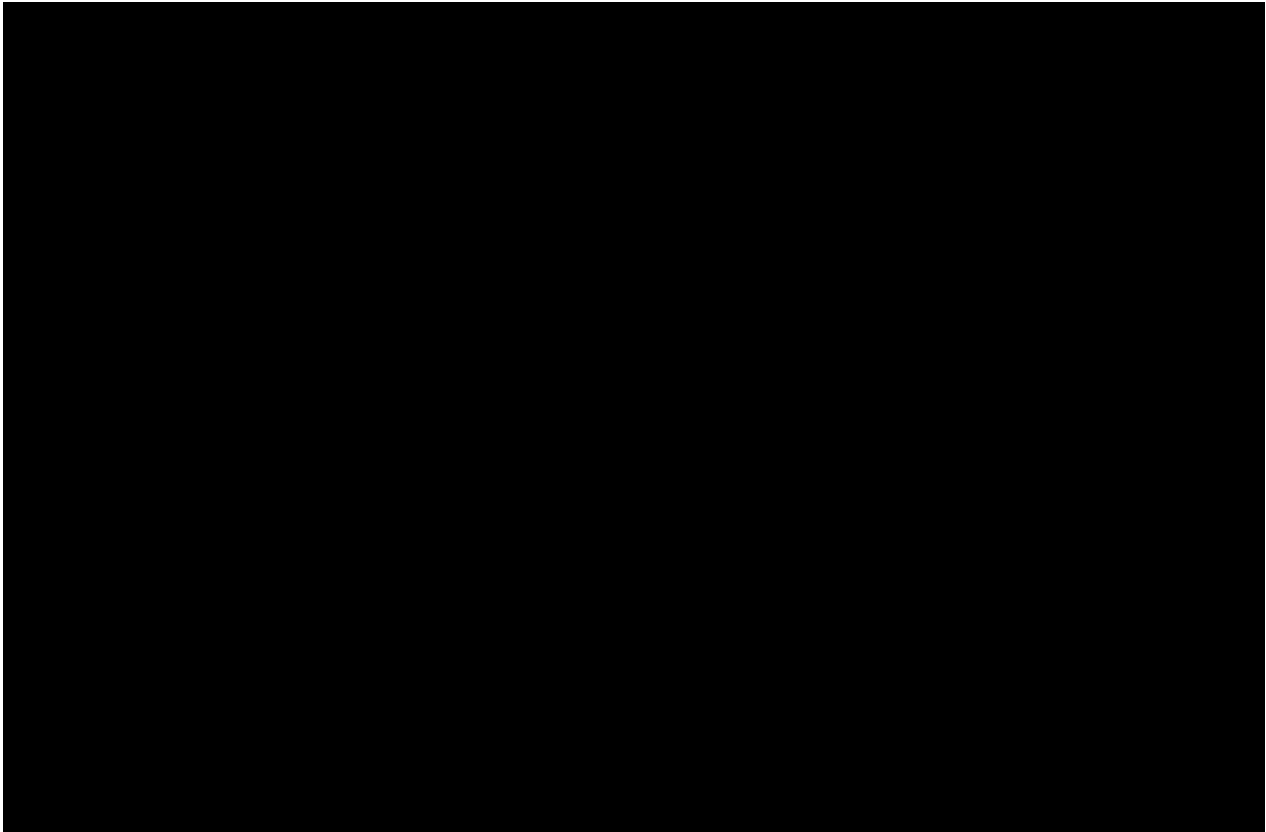
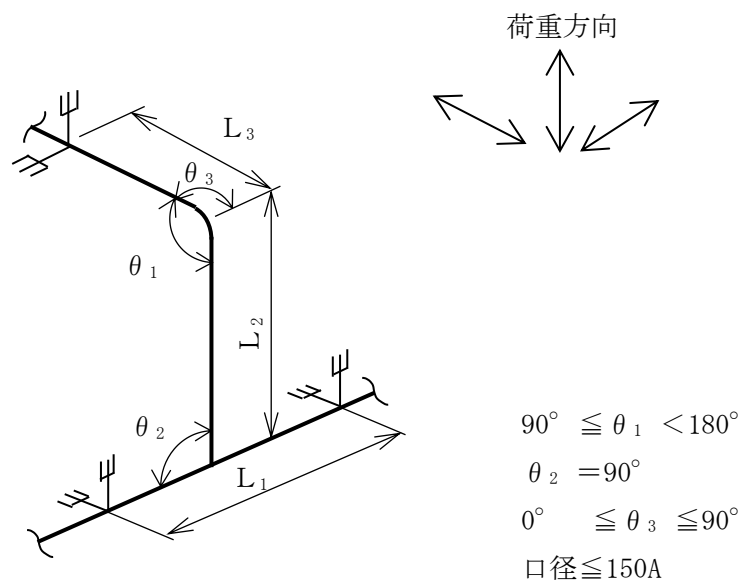
- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 1.3.3.7.1の解析モデルに対し、解析コードによる固有値解析及び地震応答解析を行い、(1)、(2)の条件を満足する $\left(\frac{L_1}{L_0}\right)$ 、 $\left(\frac{L_2}{L_0}\right)$ 、 $\left(\frac{L_3}{L_0}\right)$ の関係を反復収束計算により求める。  
また、 $L_0$ は直管部標準支持間隔、 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ は「1.3.3.7.1 解析モデル」参照。
- (4) 応力係数を考慮して作成した第1.3.3.7.3-1図「分岐+曲がり部支持間隔グラフ」に基づく支持間隔比を用いることで、応力係数に対する設計上の配慮を行う。

#### 1.3.3.7.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.7.3-1図「分岐+曲がり部支持間隔グラフ」に示す。  
本グラフは、分岐+曲がり部の許容支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したもので、許容領域内に配管を支持するものとする。  
なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。

また、母管と枝管の口径が異なる場合は、以下に従うものとする。

- (1)  $0.5 < \text{「枝管口径/母管口径」} < 1.0$   
直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。
- (2) 「枝管口径/母管口径」 $\leq 0.5$   
母管と枝管を切り離して考え、それぞれについて各要素の支持間隔グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。この場合、分岐点は枝管の支持点として扱う。



第1.3.3.7.3-1図 分岐+曲がり部支持間隔グラフ

#### 1.3.3.8 支持点の設定方法

標準支持間隔法を適用して配管に支持点を設ける場合の手順は、対象とする配管仕様、建屋、床区分及び減衰定数に基づき、直管部標準支持間隔を選定し、この直管部標準支持間隔をもとに各要素(直管部、曲がり部、集中質量部、分岐部、Z形部、門形部及び分岐+曲がり部)の支持間隔を定めるとともに、各要素の評価方向が拘束されるように支持点の設定を行う。

##### 1.3.3.8.1 直管部標準支持間隔の選定と各要素の支持間隔

直管部標準支持間隔は、配管仕様(圧力、温度、材質、口径、板厚、保温材の有無、内部流体及び単位長さ当たり重量)、建屋、階層の区分及び減衰定数別に算出していることから、設計する配管仕様、建屋、階層の区分及び減衰定数に応じて選定する。直管部については、この直管部標準支持間隔以内で支持し、その他の要素については、各々の支持間隔比に直管部標準支持間隔を乗じた支持間隔以内で支持する。

##### 1.3.3.8.2 各要素の評価方向

配管の各要素(直管部、曲がり部、集中質量部、分岐部、Z形部、門形部及び分岐+曲がり部)は、これらの形状が持つ特性から、同程度の荷重が負荷されても方向により各要素の応力又は固有振動数への影響が異なるため、影響が大きい方向を評価(荷重)方向と特定して支持間隔を定めている。

- (1) 直管部及び集中質量部の支持間隔は、配管軸直方向
- (2) 曲がり部の支持間隔は、曲がり部をはさむ両辺で作る面の面外方向
- (3) 分岐部の支持間隔は、母管と分岐管が作る面の面外方向
- (4) 平面Z形部の支持間隔は、配管軸直方向。立体Z形部は、配管軸直方向及び軸方向
- (5) 門形部の支持間隔は、配管軸直方向
- (6) 分岐+曲がり部の支持間隔は、配管軸直方向及び軸方向

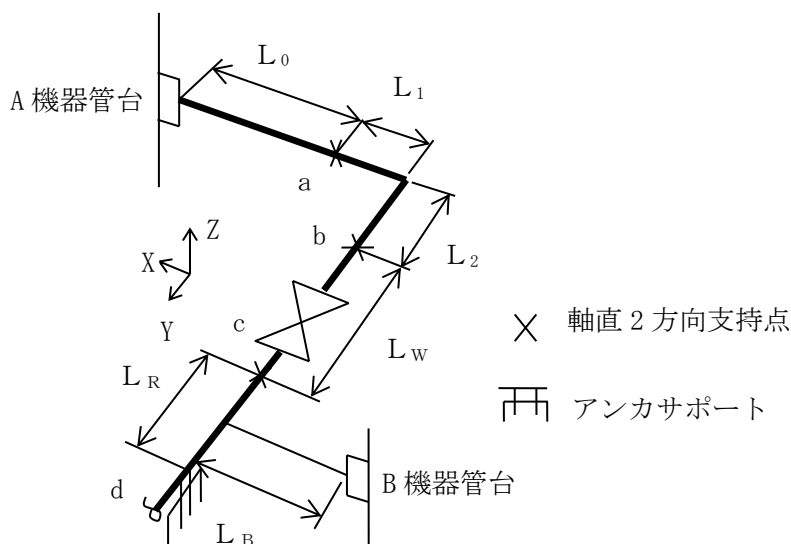
なお、支持点の設定に当たっては、各要素の評価方向が拘束されるようにする。配管軸方向の評価は、配管軸方向の配管重量を集中荷重とみなし、それに直交する配管上の支持点で評価することとして、集中質量部の支持間隔を用いる。

以上を考慮するとともに、各要素の方向(配管軸直と軸方向の3方向)ごとに拘束されていない方向がないようにする。



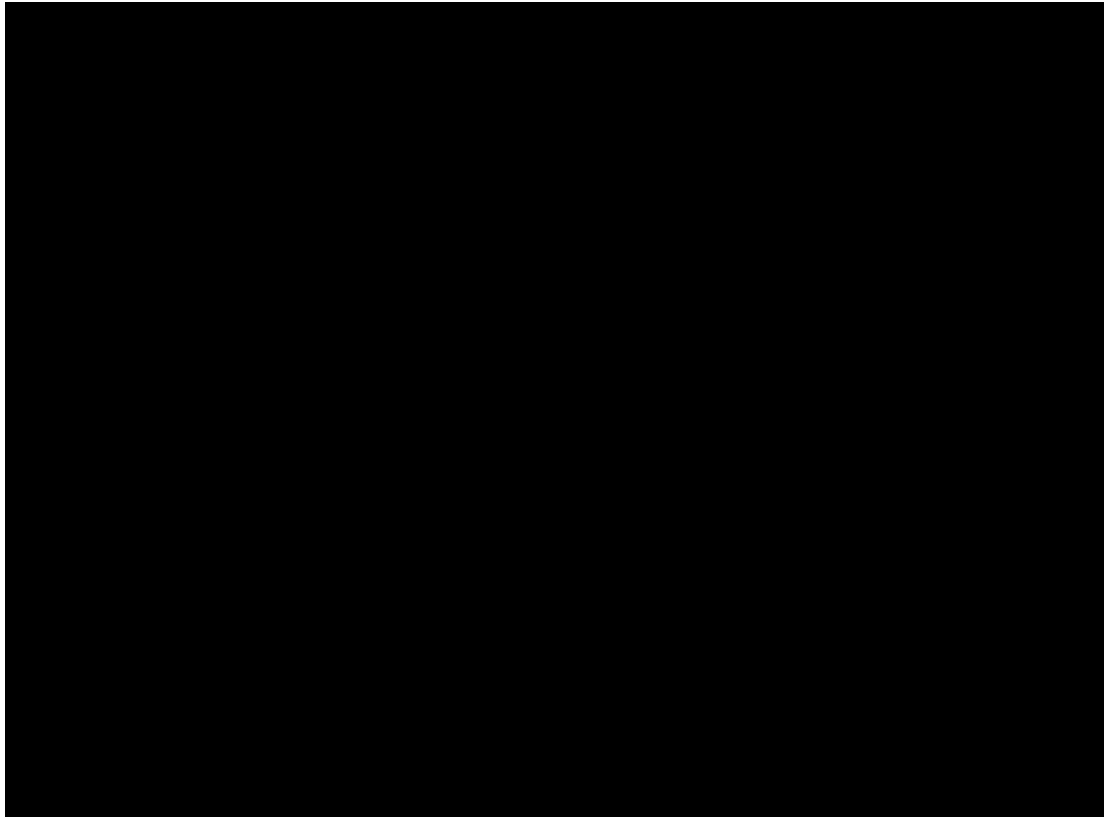
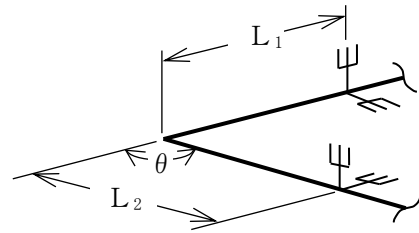
### 1.3.3.8.3 支持点の設定方法及び手順

下記の配管を例に、具体的な支持点の設定方法及び手順を(1)～(9)項に示す。

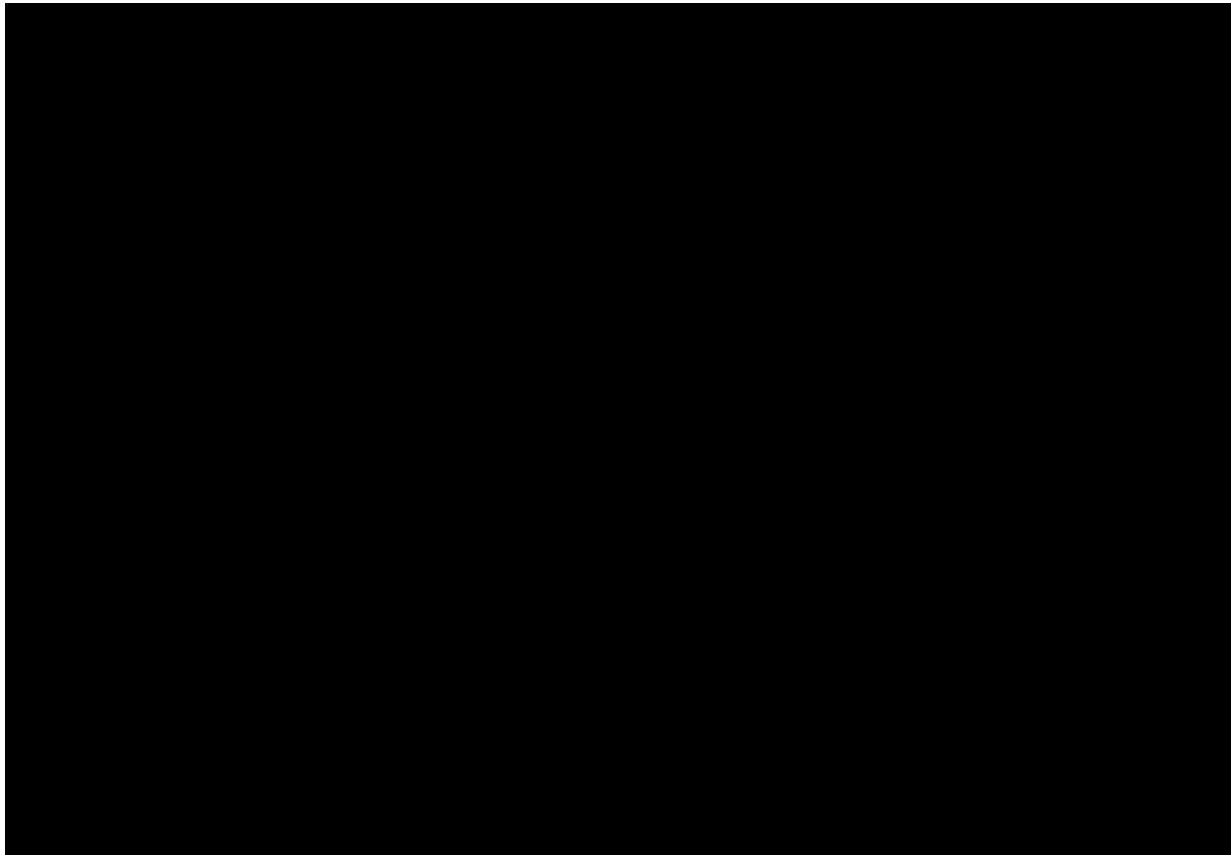
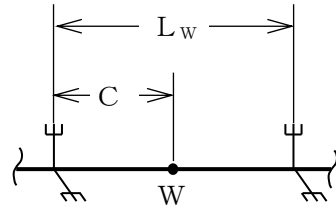


- (1) A機器管台を固定点(設計開始点)とし、直管部標準支持間隔以内に他の要素がない場合は、直管部標準支持間隔以内で支持点(a点)を決める。
- (2) a点の支持点は、Uボルト等を使用してY方向及びZ方向の2方向を拘束する。配管軸方向(X方向)は、A機器管台で拘束されていることから、管台からa点間の配管においてもX方向が拘束され、3方向がすべて拘束される。
- (3) a点から直管部標準支持間隔以内に他の要素(曲がり部)がある場合は、a点から曲がり部までの距離を、第1.3.3.2.3-1図「曲がり部支持間隔グラフ」の $L_1$ とにおいて $L_2$ を仮設定する。曲がり部支持間隔 $L_E$ は、第1.3.3.2.3-1図「曲がり部支持間隔グラフ」の許容領域内とする。許容領域を超える場合は、 $L_E(L_2)$ を短くする。

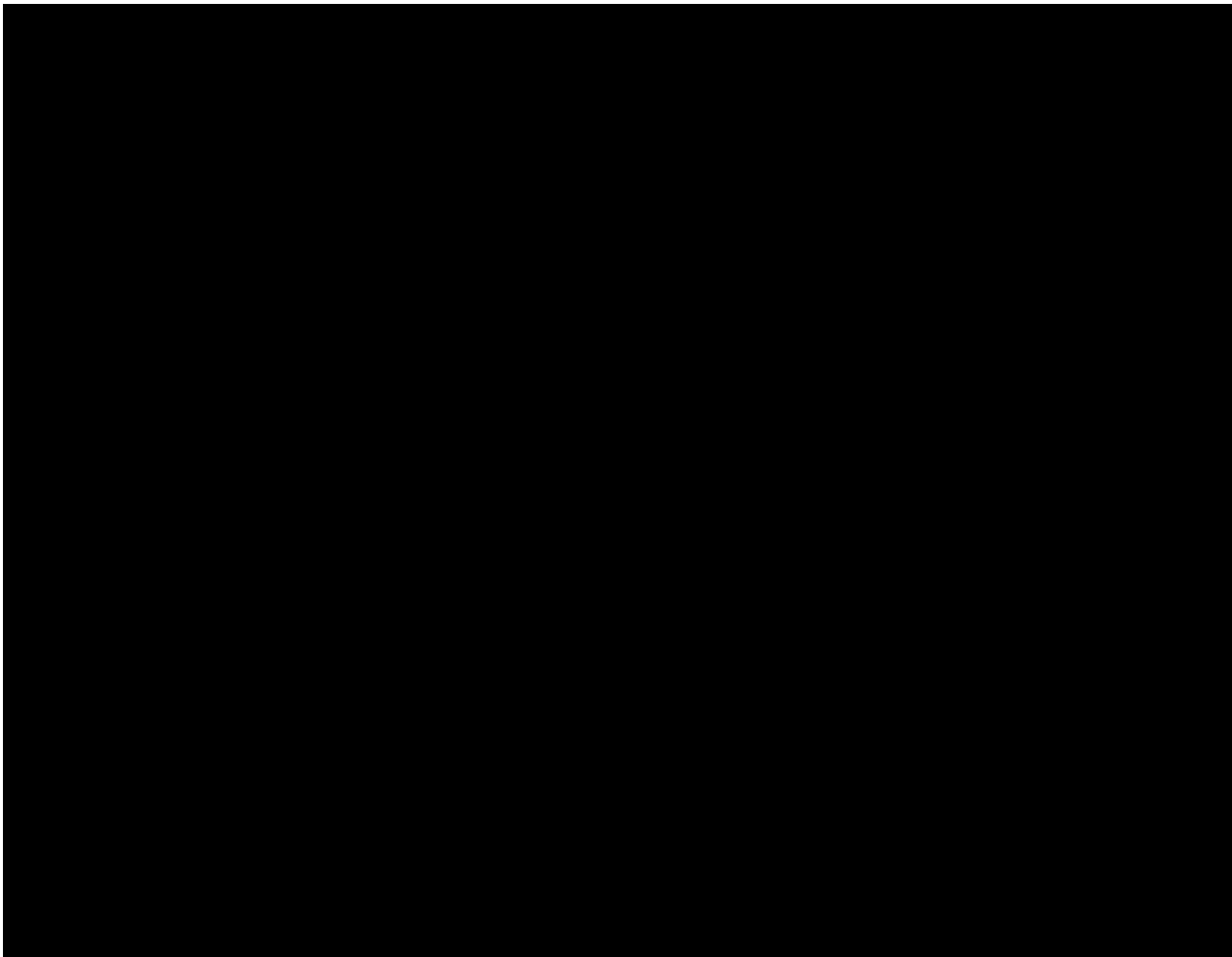
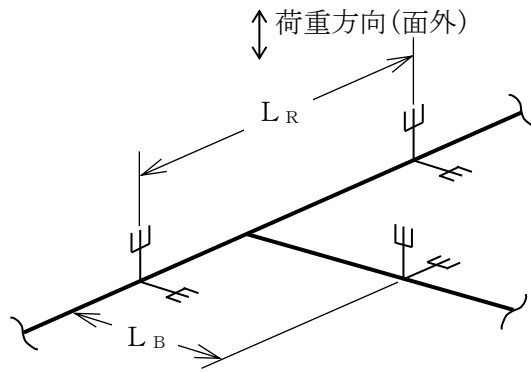
—E : 支持点       $\updownarrow$  : 荷重方向(面外)



- (4) b点の支持点は、Uボルト等を使用してX方向及びZ方向の2方向を拘束する。a点からb点の曲がり部を含む配管の面外方向(Z方向)が、曲がり部の支持間隔で拘束される。この場合に、曲がり部における3方向の拘束状態を確認する。X方向は、機器管台で支持、Z方向は、曲がり部の支持間隔で支持、Y方向は、次の手順以降で決定する。
- (5) b点から直管部標準支持間隔以内に重量物(弁又はフランジ)がある場合は、重量物近傍の支持点cにUボルト等を仮設定後、弁の重量と直管部標準支持間隔における配管の重量との比を算出し、集中質量部支持間隔 $L_w$ が、第1.3.3.3.3-1図「集中質量部支持間隔グラフ」の許容領域内とする。許容領域を超える場合は、 $L_w$ を短くする。



- (6) b点からc点までの配管及び弁の拘束状態を確認する。X方向及びZ方向は、集中質量部の支持間隔で支持、Y方向は、次の手順以降で決定する。
- (7) c点から直管部標準支持間隔以内に分岐部が存在する場合は、母管及び分岐管の支持点dにUボルト等を仮設定する。この場合に、B機器管台の固定部があれば支持点とする。母管及び分岐管の直管部標準支持間隔に対する長さ比が、第1.3.3.4.3-1図「分岐部支持間隔グラフ」の許容領域内とする。許容領域を超える場合は、仮設定した母管( $L_R$ )又は分岐管( $L_B$ )の支持間隔を短くする。



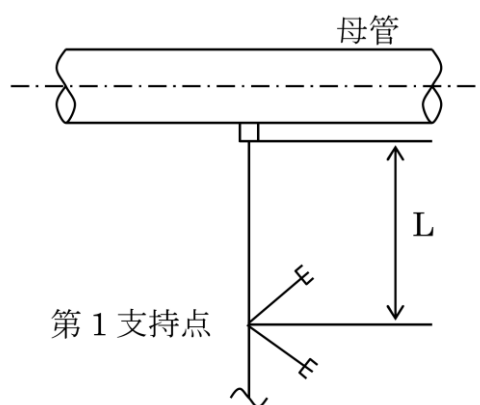
- (8) 分岐部の拘束状態を確認すると、X方向は、B機器管台で支持、Z方向は、分岐部の支持間隔で支持している。Y方向は、d点が配管軸方向を拘束しない場合においては曲がり部とd点上の配管軸直管部の重量及び弁重量を集中荷重とみなし、第1.3.3.3.3-1図「集中質量部支持間隔グラフ」でY方向を拘束するa点とd点以降のY方向を拘束する支持点との支持間隔を許容領域以内とする。許容領域を超える場合は、d点をUボルト等からアンカサポートに変更することで支持する。これにより(4)及び(6)項のY方向も同時に拘束される。
- (9) 以降配管が連続する場合は、前項までの手順に従って設計開始点から順番に支持点位置を決める。

### 1.3.3.9 支持点を設定する上での考慮事項

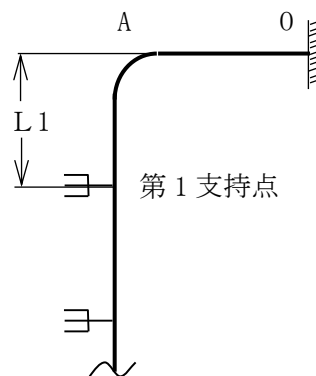
配管の各要素に対応した支持間隔を満足するとともに、次の事項も考慮して設計する。

#### 1.3.3.9.1 分岐部

配管の分岐部で母管に熱膨張又は地震による変位がある場合は、分岐部から第1支持点までの長さ $L$ を、これらの変位により発生する応力が、許容応力以下となるように定める。



また、右図のような曲げ部でA0間の熱膨張変位がある場合は、曲げ部から第1支持点までの長さ $L1$ を、これらの変位により発生する応力が許容応力以下となるように定める。

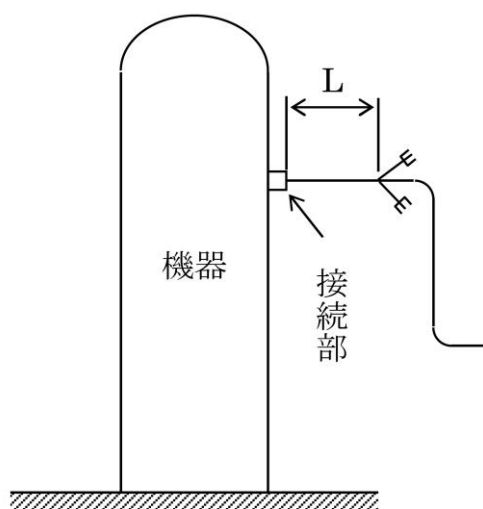




#### 1.3.3.9.2 機器との接続部

機器との接続部の熱膨張又は地震時の変位による発生応力が大きい場合は、接続部(固定点)近傍で支持することができない場合がある。

この場合のLは、「1.3.3.9.1 分岐部」と同様に機器との接続部の熱膨張又は地震時の変位により発生する応力が、許容応力以下となるように定める。



#### 1.3.3.9.3 建物・構築物の相対変位

建物・構築物間に渡って設置される配管については、地震時の建物・構築物間の相対変位により生じる二次応力を次式で求め、配管の設計及び支持方法を定める。

$$\sigma = i_2 M / Z$$

ここで、

$\sigma$  : 二次応力 (MPa)

$i_2$  : 応力係数

$M$  : 建屋間相対変位により生じるモーメント (N・mm)

$Z$  : 管の断面係数 (mm<sup>3</sup>)

#### 1.3.3.9.4 弁

配管に弁が設置される場合は、第1.3.3.3-1図「集中質量部支持間隔グラフ」に基づき前後の支持点を決定する。

弁は、配管より厚肉構造であり、発生応力は配管より小さくなる。一方、集中質量部の支持間隔を求める際には、弁も配管と同一仕様としたうえで、弁重量を付加することで安全側の評価を行っている。このため、弁の評価は配管の評価で包絡される。

なお、地震時に動的機能維持が要求される弁に対しては、必要に応じて多質点系はりモデルを用いた評価を行い、弁駆動部の機能維持確認済加速度を超える場合は、駆動部を支持する。

#### 1.3.3.9.5 建屋階層

支持間隔は階層の区分ごとに設定するため、当該配管を敷設する床区分に応じて、上下階層の支持間隔を比較し、短い方の支持間隔を運用して評価を行う。なお、複数階層を跨る配管を評価する場合は、配管が跨る上層階と下層階の境界となるサポートまでを考慮し、その境界となるサポートで挟まれた範囲の支持間隔をすべて抽出した上で最も短い標準支持間隔を適用して評価を行う。

#### 1.3.3.10 設計上の処置方法

標準支持間隔法による配管の耐震設計においては、各要素の支持間隔又は各要素の支持間隔を組み合わせた支持間隔を用いる。

標準支持間隔法によることが困難な場合は、次のいずれかの方法で対処する。

- (1) 配管系を多質点系はりモデルとして解析を行い、配管の設計及び支持方法を定める。実際の配管条件に基づいた直管部標準支持間隔法を算出し、配管間隔を設定する。
- (2) 当該配管が150℃以下又は口径100A未満であることを確認した上で、直管部標準支持間隔を算出する解析モデルを、当該配管固有の設計条件(制限振動数、適用床区分、適用減衰定数、解析ブロック範囲、配管系内最小必要支持点数、圧力、温度、支持構造物の固有振動数、設計用床応答曲線、材質、口径、板厚、保温材の有無、内部流体及び単位長さ当たり重量)に応じて設定する。

## 2. 支持構造物の設計

### 2.1 概要

支持構造物は、配管の地震荷重、自重、熱荷重等に対して十分な強度を持たせる必要がある。

支持構造物の設計に当たっては、支持構造物の型式ごとの定格荷重若しくは最大使用荷重と支持点荷重を比較する荷重評価又は支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力を比較する応力評価を行う。

ここでは、支持装置、支持架構及び付属部品から構成される支持構造物並びに埋込金物の設計の基本原則、選定方針、強度及び耐震評価の方法等を示す。

### 2.2 設計の基本方針

設計の基本方針は、多質点系はりモデルによる解析又は標準支持間隔法により得られる支持点荷重を用いて設計する支持構造物に適用する。

そのうち多質点系はりモデルによる解析で設計する支持構造物は解析モデルにて定めた拘束方向に対して設置し、標準支持間隔法で設計する支持構造物は水平及び鉛直方向の各方向に対し標準支持間隔以内で拘束するよう設置する。

#### 2.2.1 設計方針

支持構造物にはアンカサポート、レストレイント、スナバ及びハンガがあり、物量が多いことから標準化が図られている。標準化された製品の中から使用条件に適合するものを選定する。これらの支持構造物は、定格荷重又は最大使用荷重に対して十分な強度があり、かつ多くの使用実績を有している。支持構造物の設計方法、機能及び用途について、第2.2.1-1表に示す。

#### 2.2.2 荷重条件

支持構造物の設計は、配管から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、「Ⅱ-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

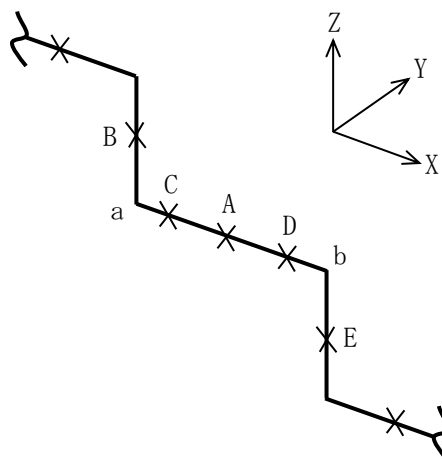
支持構造物の設計に用いる支持点荷重は、耐震設計上の重要度に基づく設計用地震力を条件とした配管の多質点系はりモデルによる解析又は標準支持間隔法により得られる支持点荷重を支持構造物の種別に応じて適切に組み合わせて求める。

組み合わせる荷重としては、多質点系はりモデルによる設計では、実際の拘束条件を模擬しているため、解析で得られた各支持点の荷重を用いる。

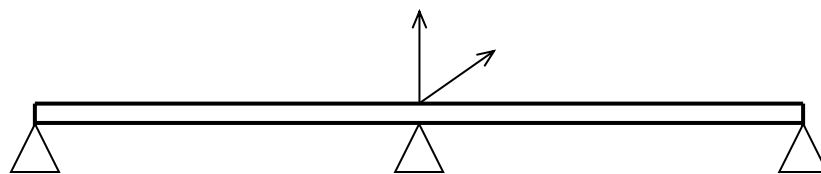
一方、標準支持間隔法による設計では、軸直2方向を拘束するモデルを用いるため、2方向に生じる荷重のうち支持構造物の拘束方向と同方向の荷重を組み合わせる。さらにアンカサポート及びUバンドは3方向を拘束することから、軸方向荷重

を集中質量として考慮する。3方向拘束以外ではガイドサポート及びUボルトは2方向，その他は1方向の荷重を組み合わせる。

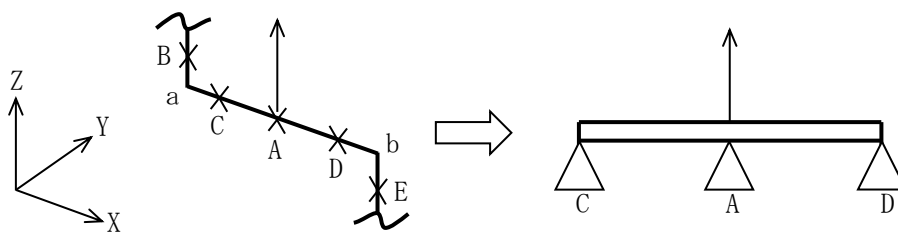
以下の配管を例に標準支持間隔法における荷重の組合せの具体的な手順を(1)～(4)に示す。



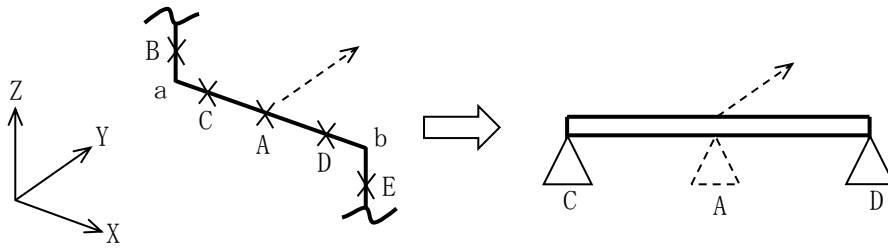
- (1) 2スパン3点支持モデル中央支持点における軸直2方向(Y方向及びZ方向)荷重を算出する。



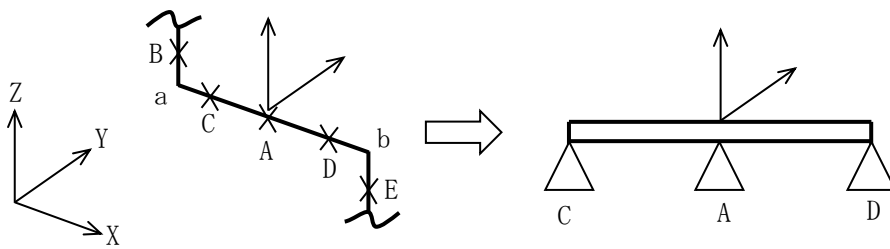
- (2) 支持点Aが1方向(Z方向)拘束の場合，その拘束方向の荷重(図の例ではZ方向荷重)を用いる。



なお，拘束していないY方向については支持点と考慮せず，Y方向を拘束している支持点C及びDに対し，同方向の荷重を用いる。

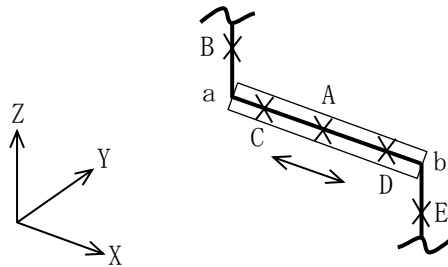


(3) 支持点Aが2方向(Y方向及びZ方向)拘束の場合、各方向の荷重(図の例ではY方向及びZ方向荷重)を用いる。

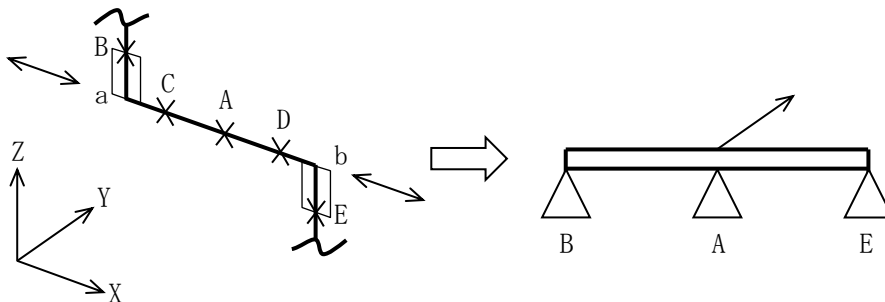


(4) 支持点Aが3方向(X方向, Y方向及びZ方向)拘束の場合、軸方向(X方向)荷重は以下の方法により算出する。

まずa-b間については集中質量部として荷重を算出する。



次にB-a間及びb-E間については、軸直方向荷重となり、2スパン3点支持モデルの軸直方向荷重より算出する(図の例ではX方向荷重)。



支持点Aの軸直方向(Y方向及びZ方向)荷重については(3)により算出し、軸直及び軸方向荷重を組み合わせる。

支持構造物の設計に当たり荷重評価を行う場合は、配管の支持点荷重と定格荷重又は最大使用荷重との比較を行う。

第2.2.1-1表 支持構造物の機能と用途(例)

支持構造物名称	概略図	設計方法	機能	用途
<p>アンカサポート (ガイドサポート)</p>	 <p>Uボルトの2本掛けによるアンカサポート</p> <p>壁から直接アンカサポートをとる場合の図</p> <p>アンカサポート荷重が大きい場合の例</p>	<p>標準支持間隔法による設計及び多質点系はりモデルによる設計に用いる。</p>	<p>地震及び熱膨張による変位、軸まわりの回転を完全に拘束する。 ガイドサポートは、一定方向の移動を許すが軸まわりの回転を拘束する。</p>	<p>固定用サポートとして使用する。 また、配管応力解析上の解析モデルの境界として使用する。</p>
<p>レストレイント (架橋式レストレイント) (ロッドレストレイント) (Uボルト) (Uバンド)</p>	 <p>架橋式レストレイント</p> <p>ロッドレストレイント</p> <p>Uボルト等によるレストレイント</p>	<p>標準支持間隔法による設計及び多質点系はりモデルによる設計に用いる。</p>	<p>地震及び熱膨張による一定方向の変位を拘束する。</p>	<p>配管の回転を許すが変位を防ぐ場合に使用する。</p>
<p>スナバ (オイルスナバ) (メカニカルスナバ)</p>	 <p>オイルスナバ</p> <p>メカニカルスナバ</p>	<p>標準支持間隔法による設計及び多質点系はりモデルによる設計に用いる。</p>	<p>配管の熱膨張のような緩やかな移動に対しては拘束せず、地震時のような急激な荷重発生時に拘束する。</p>	<p>地震等の急激な荷重により生じる応力の低減を目的として使用する。</p>
<p>ハンガ (スプリングハンガ)</p>	 <p>配管直管部に使用する例</p> <p>配管曲がり部に使用する例</p>	<p>多質点系はりモデルによる設計に用いる。</p>	<p>配管の自重を支持する目的で使用する。なお、地震荷重に対する拘束効果は無く、耐震支持機能は有していない。</p>	<p>運転温度が高い配管で、かつ立上がり部又は近傍で、鉛直方向支持点変位が大きい部位に使用する。 また、許容荷重が小さい機器管台部の自重支持を目的として使用する。</p>

### 2.2.3 種類及び選定

支持構造物の機能別選定要領を、第2.2.3-1図「支持構造物の選定フロー」に示す。

#### (1) アンカサポート(ガイドサポート)

アンカサポートは、配管に直接溶接されるラグ又は配管固定用クランプと架構部分から構成される。支持点荷重、配管口径及び配管材質を基に選定する。

なお、アンカサポートと同様な構造及び機能であるが、一定の方向だけ熱膨張変位を許容する場合はガイドサポートを選定する。

#### (2) レストレイント(架構式レストレイント, ロッドレストレイント, Uボルト, Uバンド)

架構式レストレイント(支持架構)は、形鋼を組み合わせて架構として床、壁面等の近傍の配管を支持するもので、支持点荷重、配管口径及び配管材質を基に選定する。

ロッドレストレイントは、配管軸直方向又は配管にラグを設置して配管軸方向の拘束に使用するもので、支持点荷重に基づき、定格荷重を超えない範囲で支持点荷重に近い定格荷重のロッドレストレイントを選定する。

Uボルトは、配管軸直方向を拘束する機能を有し、支持点荷重を基にその仕様(材質、形状及び寸法)を配管口径ごとに決めていることから、配管口径に応じたUボルトを選定する。

Uバンドは、U形状の鋼板により配管軸直方向に加えて配管軸方向も拘束するもので、Uボルトと同様に配管口径に応じたUバンドを選定する。

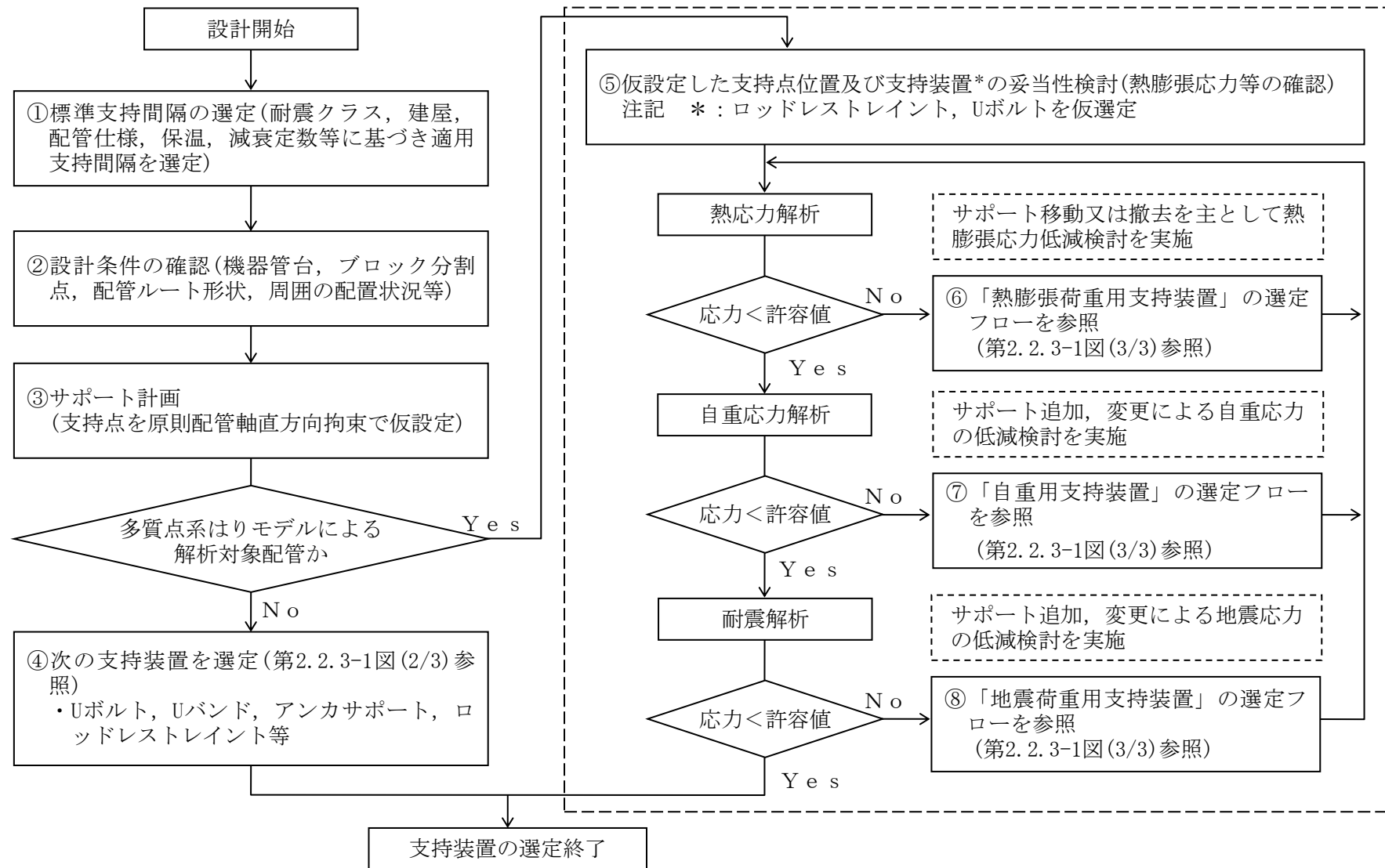
#### (3) スナバ(オイルスナバ及びメカニカルスナバ)

支持点荷重及び熱膨張変位から、必要なストロークを有し、かつ定格荷重を超えない範囲で支持点荷重に近い定格荷重のスナバを選定する。通常はオイルスナバを選定するが、保守が困難な場所に設置する場合は、メカニカルスナバを選定する。

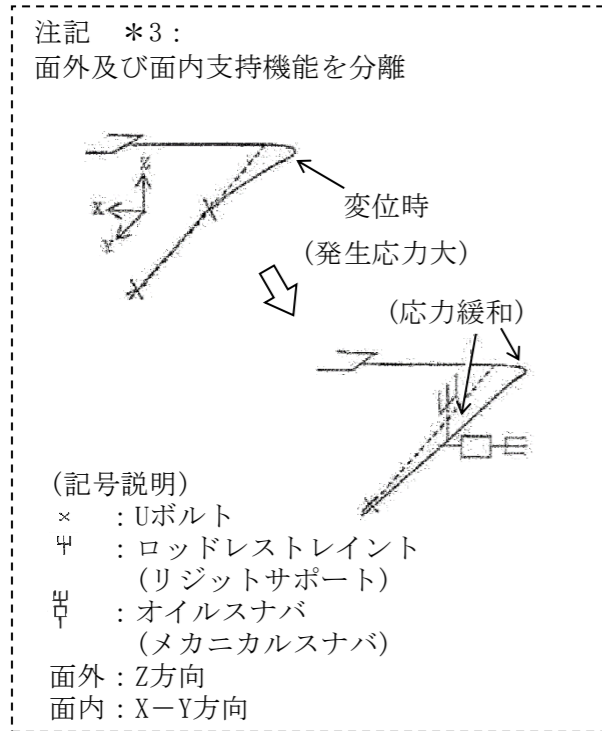
#### (4) スプリングハンガ

スプリングハンガは、支持点荷重及び熱膨張変位から、必要なストロークを有し、かつ定格荷重を超えない範囲で支持点荷重に近い定格荷重のスプリングハンガを選定する。



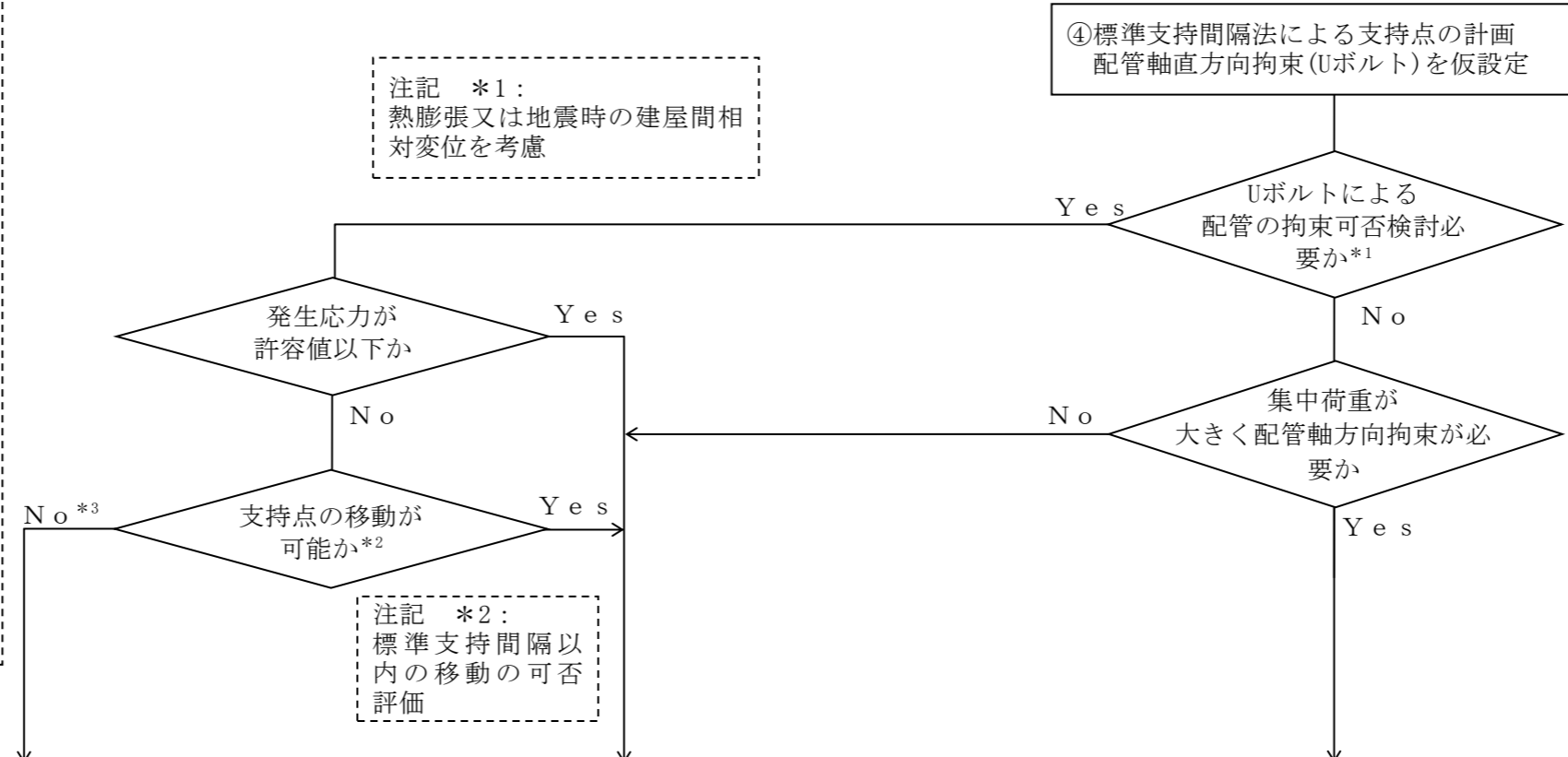


第2.2.3-1図(1/3) 支持構造物の選定フロー

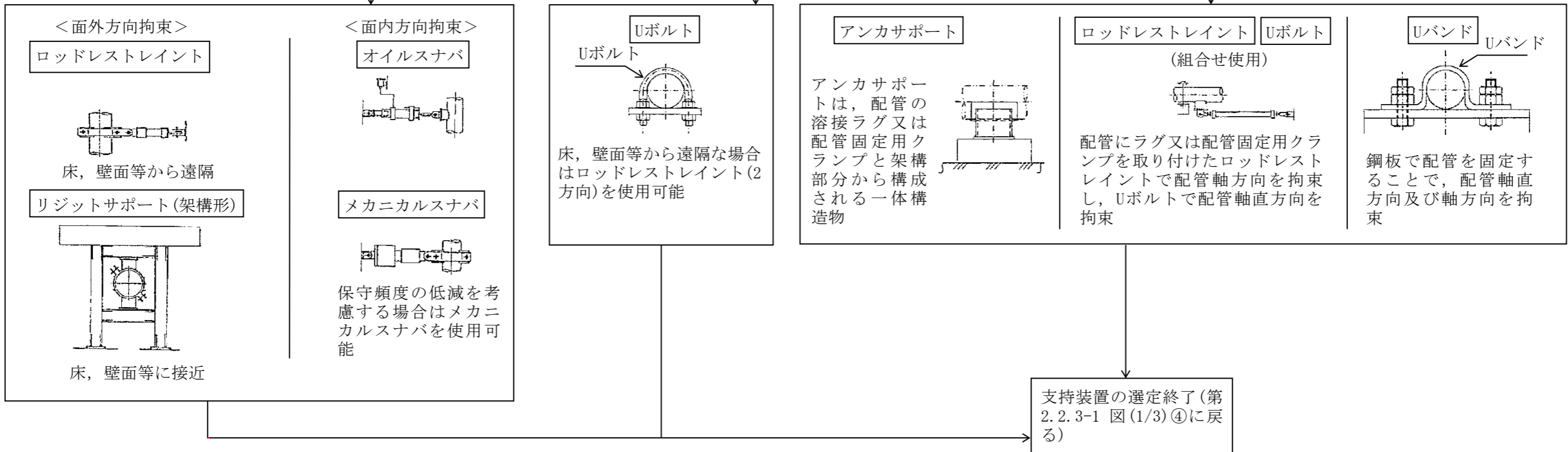


注記 \*1:  
熱膨張又は地震時の建屋間相対変位を考慮

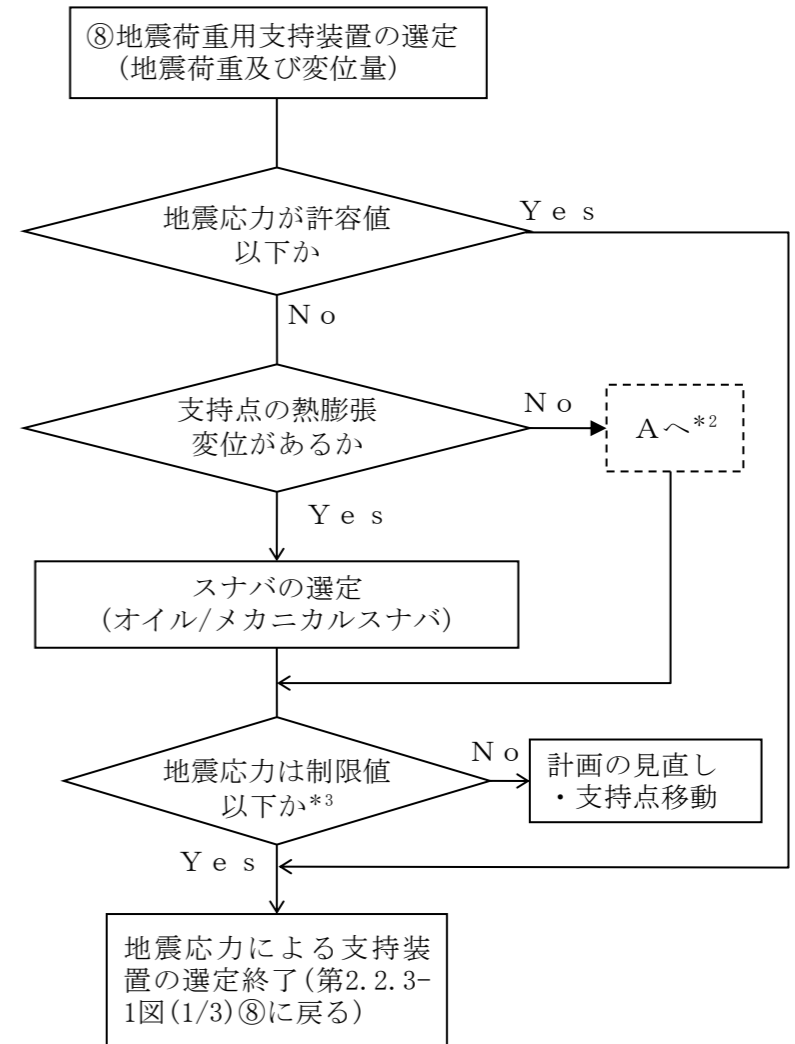
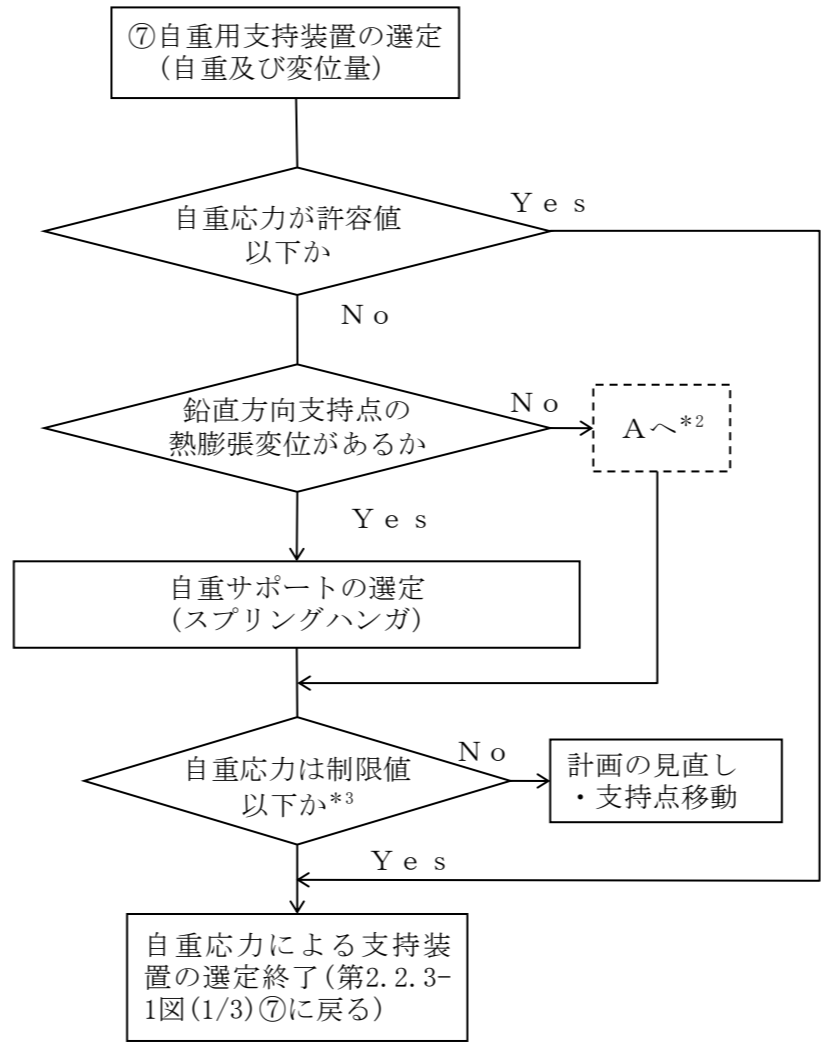
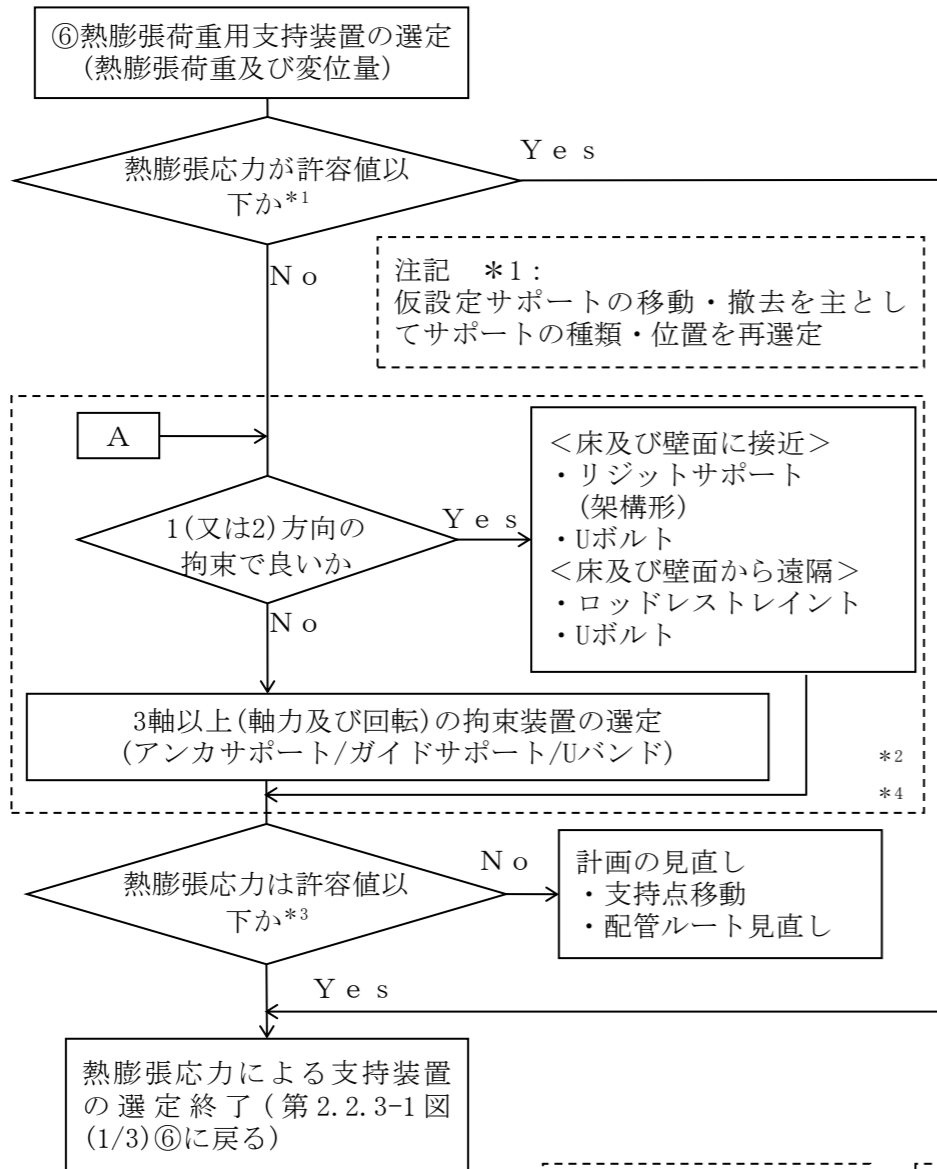
④標準支持間隔法による支持点の計画  
配管軸直方向拘束(Uボルト)を仮設定



注記 \*2:  
標準支持間隔以内の移動の可否評価



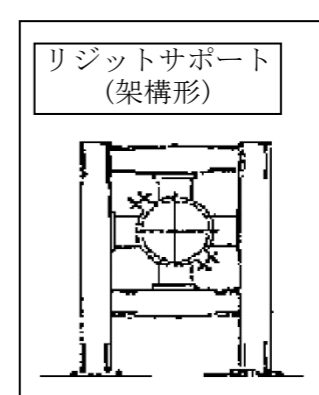
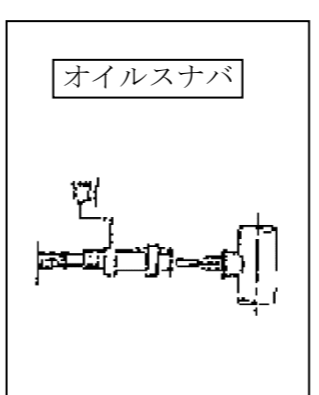
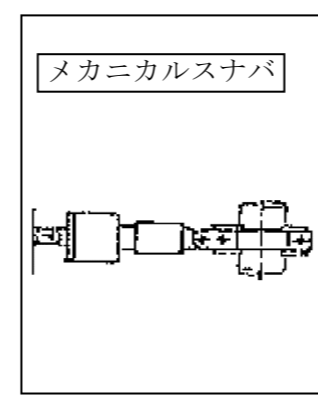
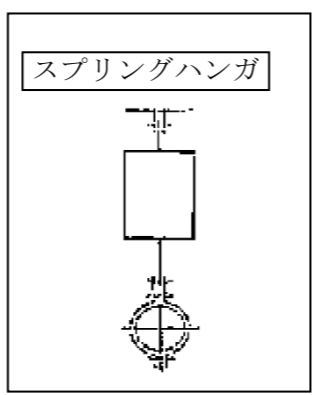
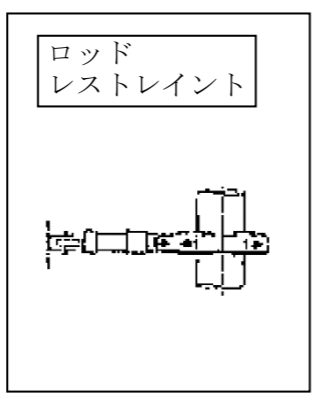
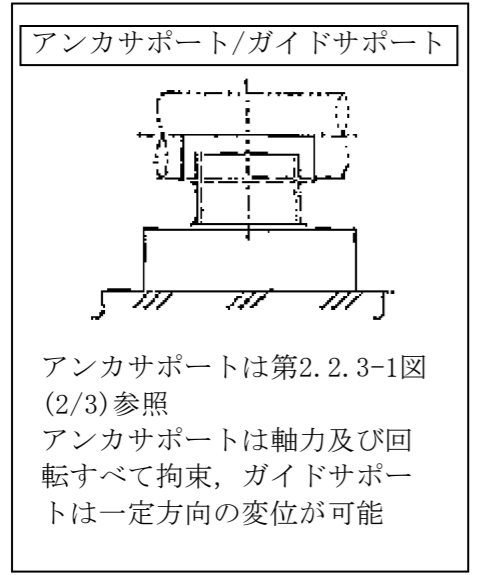
第2.2.3-1図(2/3) 支持構造物の選定フロー



注記 \*2:  
サポート選定の参照範囲を示す

注記 \*3:  
すべての部位で発生応力が許容値以下であることを確認

注記 \*4:  
支持点荷重が小さい場合はUボルト/Uバンドを選定する。なお、Uボルト/Uバンドの概念図は第2.2.3-1図(2/3)参照



第2.2.3-1図(3/3) 支持構造物の選定フロー

#### 2.2.4 支持構造物の設計において考慮すべき事項

支持構造物は支持装置、支持架構・付属部品及び埋込金物に分類され、それぞれの設計方針を2.3項、2.4項及び2.5項に示す。なお、支持装置はロッドレストレイント、オイルスナバ、メカニカルスナバ及びスプリングハンガを、支持架構は架構式レストレイントを、付属部品はラグ、Uボルト等を示し、以下の点を考慮して設計する。

- (1) 支持装置及び付属部品は、配管の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重が、使用される支持装置の定格荷重又は付属部品の最大使用荷重以下となるよう選定する。
- (2) 支持架構は、配管の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重から求まる支持架構に生じる応力が、許容応力以下となるよう構造を決定する。
- (3) 地震荷重を拘束しないスプリングハンガ以外の支持構造物は、建物・構築物と共振しないように十分な剛性を持たせるものとする。
- (4) 支持構造物は点検の容易な構造とする。
- (5) 原則として、支持構造物は、埋込金物より建屋側へ荷重を伝える構造とする。
- (6) 支持構造物の設計に当たっては、JSME S NC1に従い熱荷重、自重等に対して十分な強度を持たせるとともに、JEAG4601に従い、地震荷重に対して十分な強度を持たせるものとする。

### 2.3 支持装置の設計

#### 2.3.1 概要

支持装置は、型式ごとに基本形状が決まっており、配管の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重と型式ごとに設定される定格荷重の比較による荷重評価によって選定する。

#### 2.3.2 支持装置の選定

支持装置は、以下の条件により選定する。

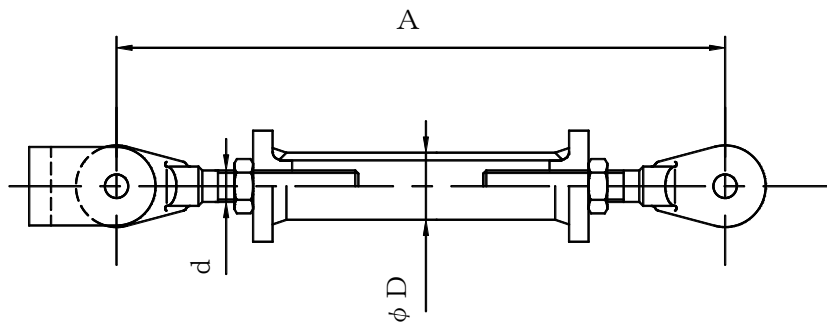
- (1) ロッドレストレイント  
支持点荷重に基づき、定格荷重で選定する。
- (2) オイルスナバ及びメカニカルスナバ  
支持点荷重及び熱膨張変位に基づき、定格荷重で選定する。
- (3) スプリングハンガ  
支持点荷重及び熱膨張変位に基づき、定格荷重で選定する。

各支持装置の定格荷重及び主要寸法を第2.3.2-1表～第2.3.2-5表に示す。

なお、本表に示す型式及び定格荷重は代表的な支持装置を示したものであり、記載のない型式であっても、同様に設定されている定格荷重により選定を行う。

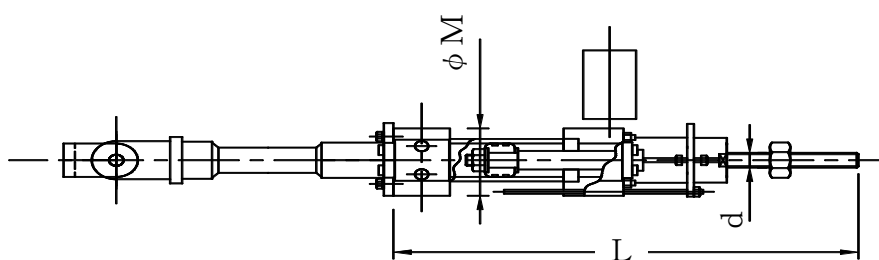
第2.3.2-1表 ロッドレストレイントの定格荷重及び主要寸法

型 式	定格荷重 (kN)	主要寸法 (mm)			
		A		D	d
		最 小	最 大		
06	6	450	1,750	34.0	20
1	10	450	2,000	42.7	20
3	30	520	2,400	60.5	30
6	60	550	2,700	76.3	36
10	100	650	2,950	89.1	42
16	160	720	3,400	114.3	56
25	250	770	3,800	139.8	64



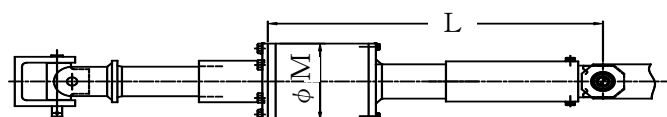
第2.3.2-2表 オイルスナバの定格荷重及び主要寸法

型 式	定格荷重 (kN)	ストローク (mm)	主要寸法 (mm)		
			L	M	d
03	3	100	445	78.0	16
		160	535		
		250	670		
06	6	100	450	83.0	20
		160	540		
		250	675		
1	10	100	465	93.0	20
		160	555		
		250	690		
3	30	100	500	128.0	30
		160	590		
		250	725		
6	60	100	545	155.0	36
		160	635		
		250	770		
10	100	100	600	186.0	42
		160	690		
		250	825		
16	160	100	640	227.0	56
		160	730		
		250	865		
25	250	100	670	267.0	64
		160	760		
		250	895		



第2.3.2-3表 メカニカルスナバの定格荷重及び主要寸法

型 式	定格荷重 (kN)	ストローク (mm)	主要寸法 (mm)	
			L	M
01	1	100	365	92
		160	455	
		250	590	
03	3	100	365	102
		160	455	
		250	590	
06	6	100	365	123
		160	455	
		250	590	
1	10	100	430	140
		160	520	
		250	655	
3	30	100	465	155
		160	555	
		250	690	
6	60	100	505	191
		160	595	
		250	730	
7.5	75	100	505	195
		160	595	
		250	730	
10	100	100	575	208
		160	665	
		250	800	
16	160	100	650	278
		160	740	
		250	875	
25	250	100	750	304
		160	840	
		250	975	
40	400	100	860	355
		160	950	
		250	1,085	
60	600	100	950	400
		160	1,040	
		250	1,175	

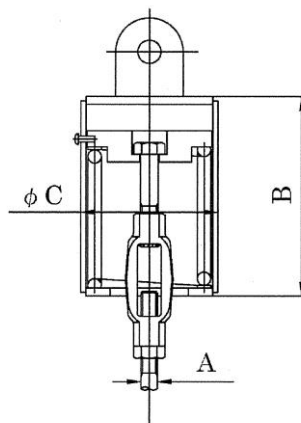


第2.3.2-4表 スプリングハンガの定格荷重

型 式	トラベルシリーズ				
	1	2	4	L2	L4
	荷重範囲 (kN)				
16	18.51~30.52			13.51~30.52	
19	44.72~72.96			32.95~72.96	
	最大トラベル(mm)				
16, 19	30	60	120	85	170

第2.3.2-5表 スプリングハンガの主要寸法

型 式	主要寸法(mm)						
	A	B					C
		トラベルシリーズ					
		1	2	L2	4	L4	
16	30	240	345	370	590	640	258
19	48	315	450	475	770	820	328





### 2.3.3 支持装置の使用材料

JSME S NC1の適用を受ける箇所に使用する材料は、JSME S NC1 付録材料図表 Part1に従うものとする。

### 2.3.4 支持装置の強度及び耐震評価方法

支持装置及び付属部品の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

#### 2.3.4.1 定格荷重

支持装置の定格荷重は、JSME S NC1及びJEAG4601を満足するように設定されたものであり、支持点荷重を上回る定格荷重が設定されている支持装置を選定することで、十分な強度及び耐震性が確保される。

#### 2.3.4.2 支持装置の強度計算式

##### 2.3.4.2.1 記号の定義

支持装置の強度計算式に使用する記号は、下記のとおりとする。

## (1) ロッドレストレイント

記号	単位	定義
$A_c$	$\text{mm}^2$	圧縮応力計算に用いる断面積
$A_p$	$\text{mm}^2$	支圧応力計算に用いる断面積
$A_s$	$\text{mm}^2$	せん断応力計算に用いる断面積
$A_t$	$\text{mm}^2$	引張応力計算に用いる断面積
B	mm	ブラケットせん断寸法
		クランプせん断寸法
		スヘリカルアイボルト穴部せん断寸法
		コネクティングイーヤ穴部せん断寸法
C	mm	ブラケット引張断寸法
		クランプ引張断寸法
		スヘリカルアイボルト溶接部せん断寸法
		イーヤせん断寸法
D	mm	ブラケット穴径
		クランプ穴径
		スヘリカルアイボルトの穴部の径
		コネクティングイーヤの穴部の径
		コネクティングパイプ外径
		ターンバックル外径
		パイプ外径
d	mm	ピン外径
E	MPa	縦弾性係数
F	MPa	支持構造物の許容応力を決定するための基準値
$F_c$	MPa	圧縮応力
$F_p$	MPa	支圧応力
$F_s$	MPa	せん断応力
$F_t$	MPa	引張応力
$f_c$	MPa	許容圧縮応力
I	$\text{mm}^4$	断面2次モーメント
i	mm	断面2次半径

記号	単位	定義
L	mm	ピン間距離
$l_k$	mm	座屈長さ
P	kN, N	定格荷重
R	mm	スヘリカルアイボルトのイーヤ半径
		コネクティングイーヤ半径
T	mm	ブラケット板厚
		クランプ板厚
		イーヤ板厚
t	mm	パイプ板厚
		スヘリカルアイボルト穴部板厚
		コネクティングイーヤ穴部板厚
$\Lambda$	—	限界細長比
$\lambda$	—	細長比

## (2) オイルスナバ及びメカニカルスナバ

記号	単位	定義
$A_c$	$\text{mm}^2$	圧縮応力計算に用いる断面積
$A_p$	$\text{mm}^2$	支圧応力計算に用いる断面積
$A_s$	$\text{mm}^2$	せん断応力計算に用いる断面積
$A_t$	$\text{mm}^2$	引張応力計算に用いる断面積
B	mm	イーヤ穴部せん断面寸法
		コネクティングチューブイーヤ穴部せん断面寸法
		ユニバーサルブラケット穴部せん断面寸法
		ダイレクトアタッチブラケット穴部せん断面寸法
		スヘリカルアイボルト穴部せん断面寸法
		クランプ穴部せん断面寸法
		ブラケット穴部せん断面寸法
		ユニバーサルボックス穴部せん断面寸法
		ロッドエンド穴部せん断面寸法
		各部品のせん断面寸法
C	mm	イーヤ引張断面寸法
		クランプ引張断面寸法
		コネクティングチューブイーヤ引張断面寸法
		ユニバーサルブラケット引張断面寸法
		ダイレクトアタッチブラケット引張断面寸法
		ブラケット引張断面寸法
		ロッドエンド引張断面寸法
$C_1$	mm	ユニバーサルボックス引張断面寸法
		各部品の引張断面寸法
$C_2$	mm	ユニバーサルボックス引張断面寸法
		各部品の引張断面寸法

記号	単位	定義
D	mm	イーヤ穴部の径
		スヘリカルアイボルト穴部の径
		クランプ穴径
		ブラケット穴径
		ロッドエンド穴径
		シリンダカバー内径
		ターンバックルパイプ外径
		アダプタ外径
		コネクティングパイプ外径
		コネクティングロッド外径
		コネクティングチューブ外径
		ピストンロッド外径
		コネクティングチューブイーヤ部穴部の径
		ユニバーサルブラケット穴部の径
ダイレクトアタッチブラケット穴部の径		
ユニバーサルボックス穴部の径		
D <sub>1</sub>	mm	ロードコラム外径
		ケース内径
		ベアリング押え内径
		コンロッド外径
		アダプタ外径
		ジャンクションコラムアダプタ外径
		各部品の径

記号	単位	定義
D <sub>2</sub>	mm	ロードコラム内径
		ケース内径
		ベアリング押え内径
		コンロッド内径
		アダプタ内径
		ジャンクションコラムアダプタ内径
		各部品の径
D <sub>3</sub>	mm	ケース内径
		各部品の径
D <sub>4</sub>	mm	ケース外径
		各部品の径
d	mm	ピンの外径
		タイロッド最小断面部の径
		ピストンロッド最小断面部の径
E	MPa	縦弾性係数
F	MPa	支持構造物の許容応力を決定するための基準値
F <sub>c</sub>	MPa	圧縮応力
F <sub>p</sub>	MPa	支圧応力
F <sub>s</sub>	MPa	せん断応力
F <sub>t</sub>	MPa	引張応力
		内圧による引張応力
f <sub>c</sub>	MPa	許容圧縮応力
G	mm	ターンバックルの厚さ
H	mm	ターンバックルの幅
h	mm	すみ肉溶接部脚長
I	mm <sup>4</sup>	断面2次モーメント
i	mm	断面2次半径
K	MPa	シリンダチューブ内圧

記号	単位	定義
L	mm	コネクティングチューブ長さ
		コネクティングパイプ長さ
$l_k$	mm	座屈長さ
M	mm	六角ボルト外径
		タイロッド外径
n	本	六角ボルトの本数
		タイロッドの本数
P	kN, N	定格荷重
R	mm	スヘリカルアイボルトのイーヤ半径
$r_1$	mm	シリンダチューブの内半径
$r_2$	mm	シリンダチューブの外半径
T	mm	クランプ板厚
		コネクティングチューブイーヤ板厚
		ユニバーサルブラケット板厚
		ダイレクトアタッチブラケット板厚
		イーヤ板厚
		ブラケット板厚
		各部品の厚さ

記号	単位	定義
t	mm	イーヤ穴部板厚
		ケース板厚
		ベアリング押え板厚
		コネクティングチューブ板厚
		シリンダカバー板厚
		ターンバックルパイプ板厚
		アダプタ最小断面部の板厚
		コネクティングパイプ板厚
		コネクティングロッド板厚
		ロッドエンドイーヤ板厚
t <sub>1</sub>	mm	ユニバーサルボックスの厚さ
t <sub>2</sub>	mm	ユニバーサルボックスの厚さ
Λ	—	限界細長比
λ	—	細長比



## (3) スプリングハンガ

記号	単位	定義
$A_p$	$\text{mm}^2$	支圧応力計算に用いる断面積
$A_s$	$\text{mm}^2$	せん断応力計算に用いる断面積
$A_t$	$\text{mm}^2$	引張応力計算に用いる断面積
a	mm	上部カバー円板の外径
		ピストンプレートの外径
		下部カバー円板の外径
		スプリングの径
B	mm	イーヤ穴部せん断寸法
		クレビスブラケット穴部せん断寸法
		アイボルト穴部せん断寸法
		クランプ穴部せん断寸法
b	mm	上部カバー円板の内径
		ピストンプレートの内径
		スプリングの径
		下部カバー円板の径
C	mm	イーヤ幅引張断面寸法
		クレビスブラケット引張断面寸法
		クランプ引張断面寸法
D	mm	クレビスブラケット穴の径
		上部カバー円板の外径
		スプリングケースの内径
		ロードコラムの外径
		イーヤの穴径
		クランプ穴の径
		下部カバーの外径
d	mm	ピンの外径

記号	単位	定義
$F_b$	MPa	曲げ応力
$F_m$	MPa	ピンのせん断及び曲げ組合せ応力
$F_p$	MPa	支圧応力
$F_s$	MPa	せん断応力
$F_t$	MPa	引張応力
$G$	mm	ターンバックルの厚さ
$H$	mm	ターンバックルの幅
$h$	mm	すみ肉溶接脚長
$J$	mm	スプリングケース切欠き部の幅
		ターンバックル切欠き部の幅
$L$	mm	クレビスブラケット及びクランプの板と板の距離
		ロードコラムの長さ
$M$	mm	ネジ外径
$M_0$	N・mm	設計荷重によるモーメント
$P$	kN, N	定格荷重
$T$	mm	イーヤの板厚
		ピストンプレートの板厚
		スプリングケースの板厚
		下部カバーの板厚
		クレビスブラケットの板厚
		クランプの板厚
		各部品の厚さ
$T_1$	mm	上部カバーの板厚
$Z$	mm <sup>3</sup>	断面係数
$\beta_8$	—	応力係数(「新版機械工学便覧」A4-図82による)
$\beta_9$	—	応力係数(「新版機械工学便覧」A4-図84による)
$\beta_{10}'$	—	応力係数(「新版機械工学便覧」A4-図84による)

### 2.3.4.2.2 強度計算式

支持装置の強度計算式を以下に示す。

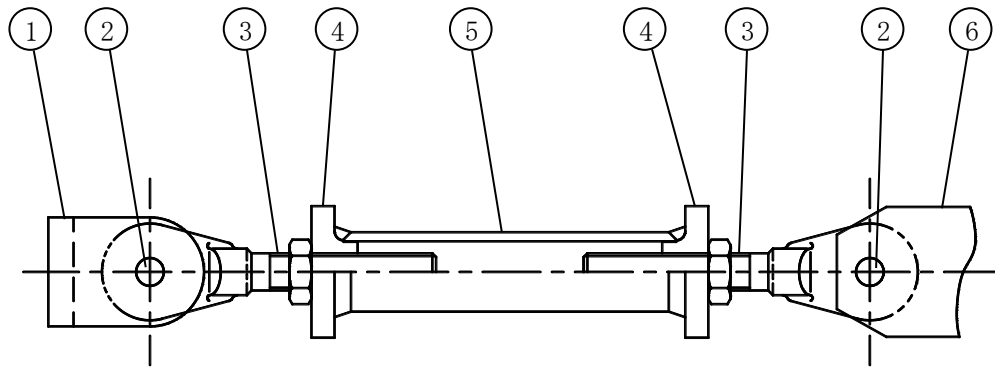
なお、以下に示す強度及び耐震計算式は代表的な形状に対するものであり、記載のない形状についても、同様の計算式で計算する。

#### (1) ロッドレストレイント

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生する引張応力(又は圧縮応力)、せん断応力及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

##### a. 強度部材

①ブラケット、②ピン、③スヘリカルアイボルト、④アジャストナット溶接部、⑤パイプ及び⑥クランプ

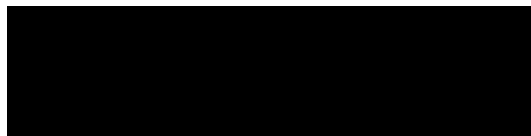


##### b. 各部材の計算式

###### (a) ブラケット(①)及びクランプ(⑥)

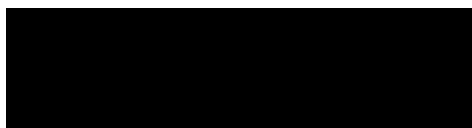
###### I 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。



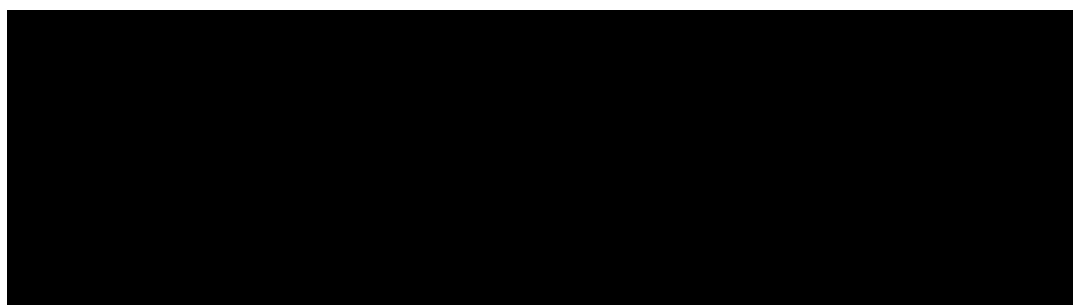
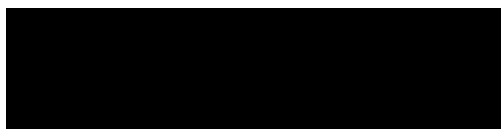
###### II せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。



### Ⅲ 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



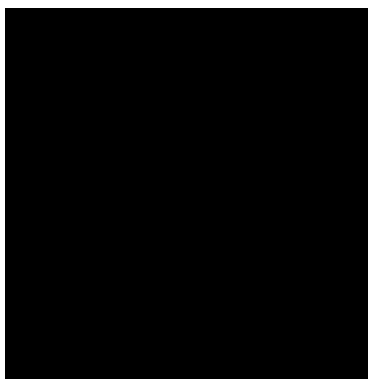
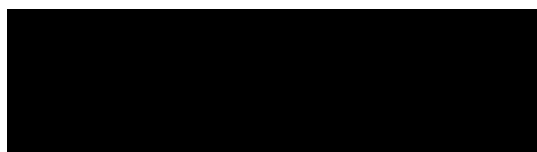
①ブラケット

⑥クランプ

#### (b) ピン(②)

##### I せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

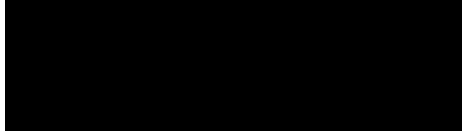


(c) スヘリカルアイボルト(③)

I 穴部

(I) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



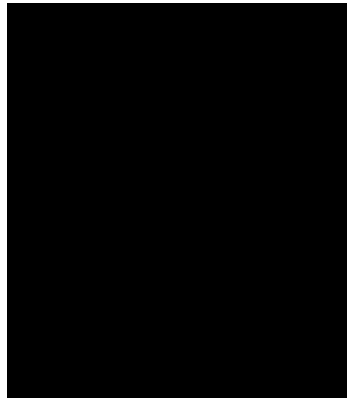
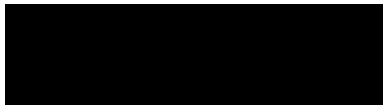
(II) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(III) 支圧応力評価

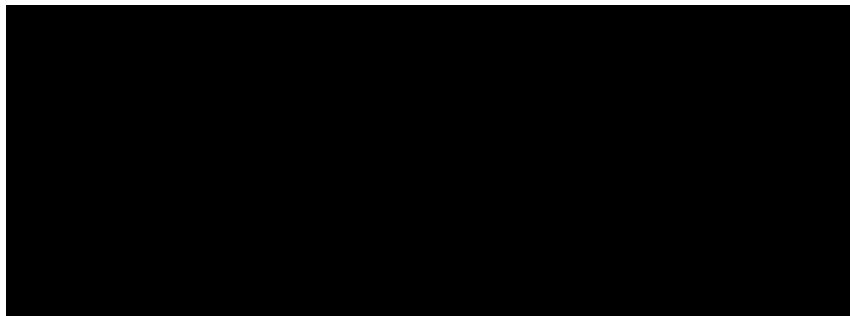
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



(d) アジャストナット溶接部(④)

I 引張応力評価

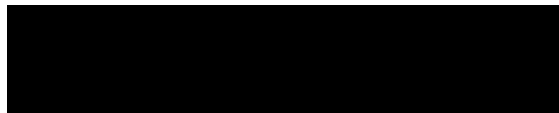
引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



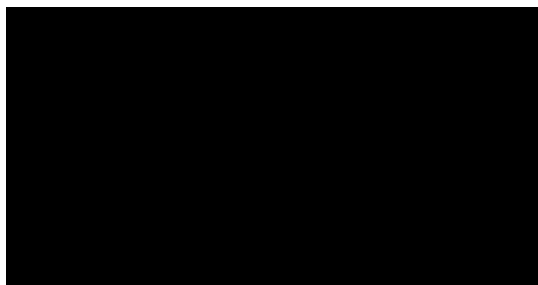
(e) パイプ(⑤)

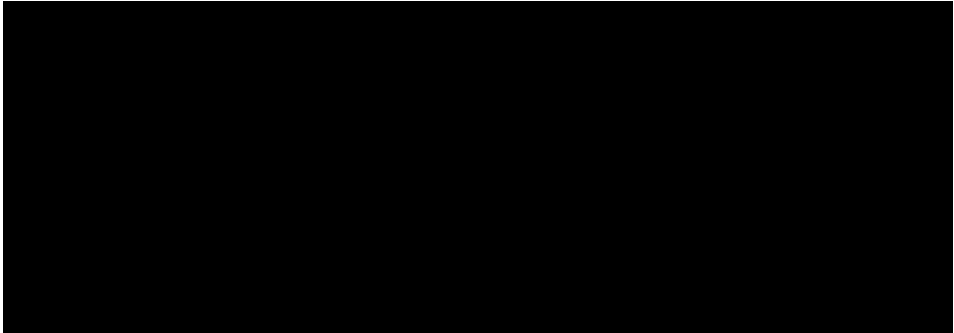
I 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。



許容圧縮応力



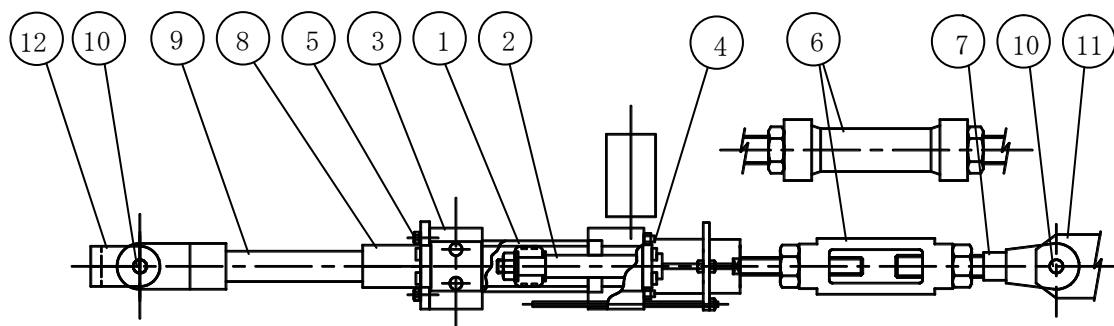


(2) オイルスナバ

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力（又は圧縮応力）及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

a. 強度部材

①シリンダチューブ、②ピストンロッド、③シリンダカバー、④タイロッド、⑤六角ボルト、⑥ターンバックル、⑦スヘリカルアイボルト、⑧アダプタ、⑨コネクティングパイプ、⑩ピン、⑪クランプ及び⑫ブラケット

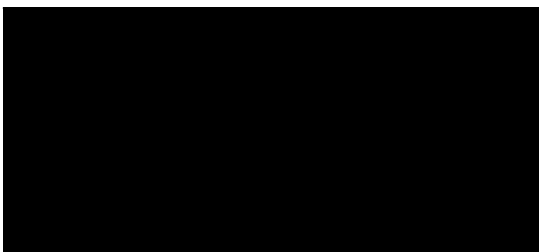
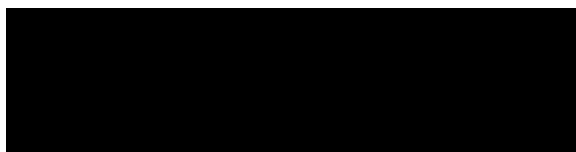


b. 各部材の計算式

(a) シリンダチューブ(①)

I 引張応力評価

内圧により生じる引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

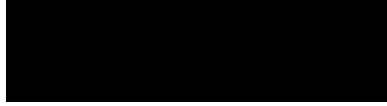




(b) ピストンロッド(②)

I 引張応力評価

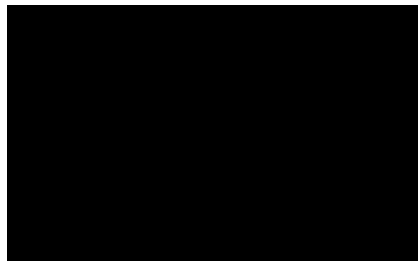
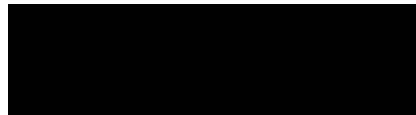
引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(c) シリンダカバー(③)

I せん断応力評価

内圧により生じるせん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(d) タイロッド(④)

I 引張応力評価

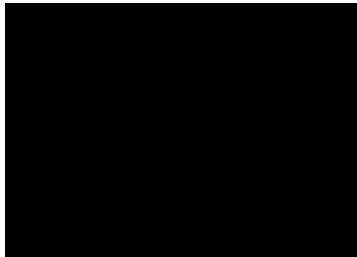
引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(e) 六角ボルト(⑤)

I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(f) ターンバックル(⑥)

I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(g) スヘリカルアイボルト(⑦)

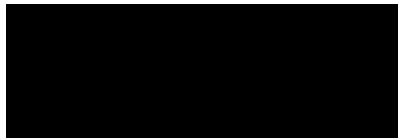
I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



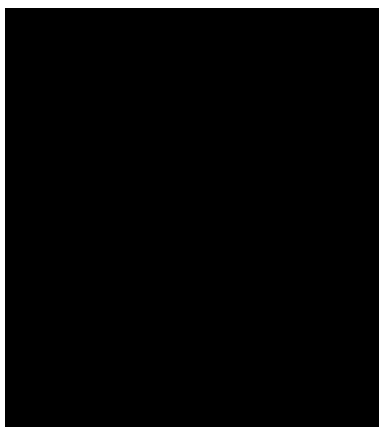
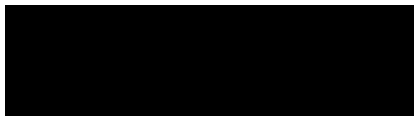
II せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



### Ⅲ 支圧応力評価

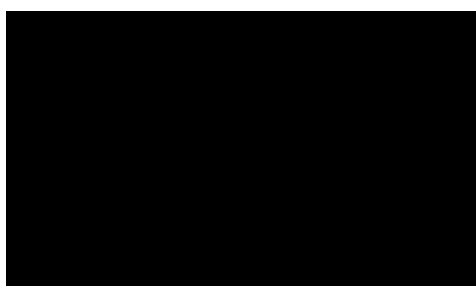
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



#### (h) アダプタ (⑧)

##### I 引張応力評価

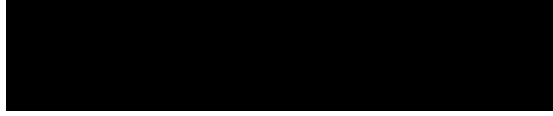
アダプタ及び溶接部の引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



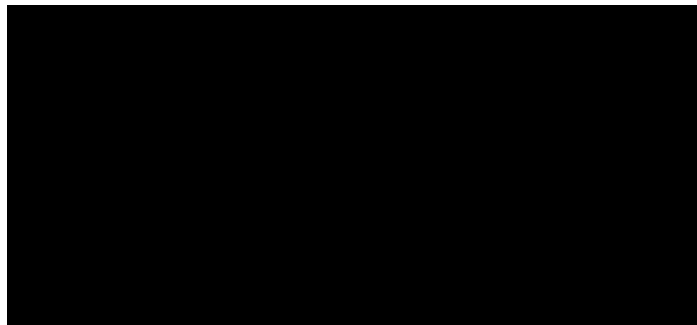
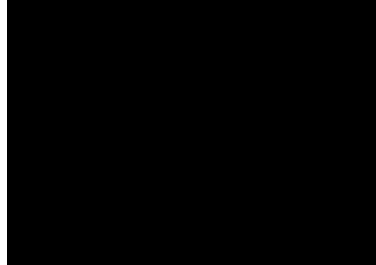
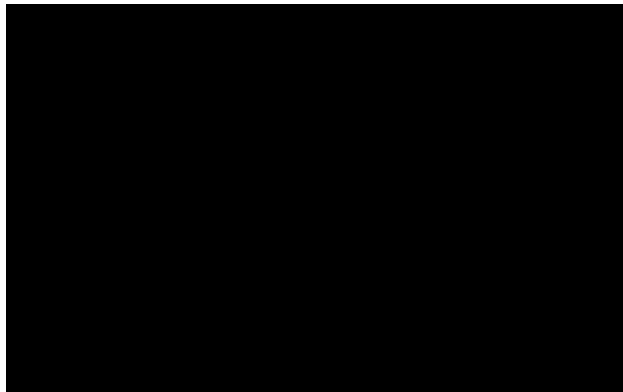
(i) コネクティングパイプ(⑨)

I 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。



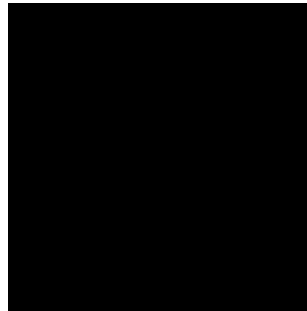
許容圧縮応力



(j) ピン(⑩)

I せん断応力評価

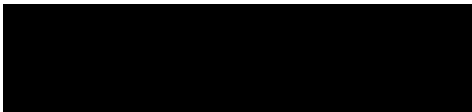
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(k) クランプ(⑪)及びブラケット(⑫)

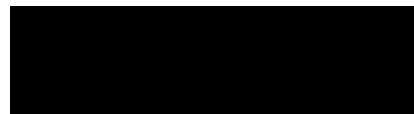
I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



II せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



### Ⅲ 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

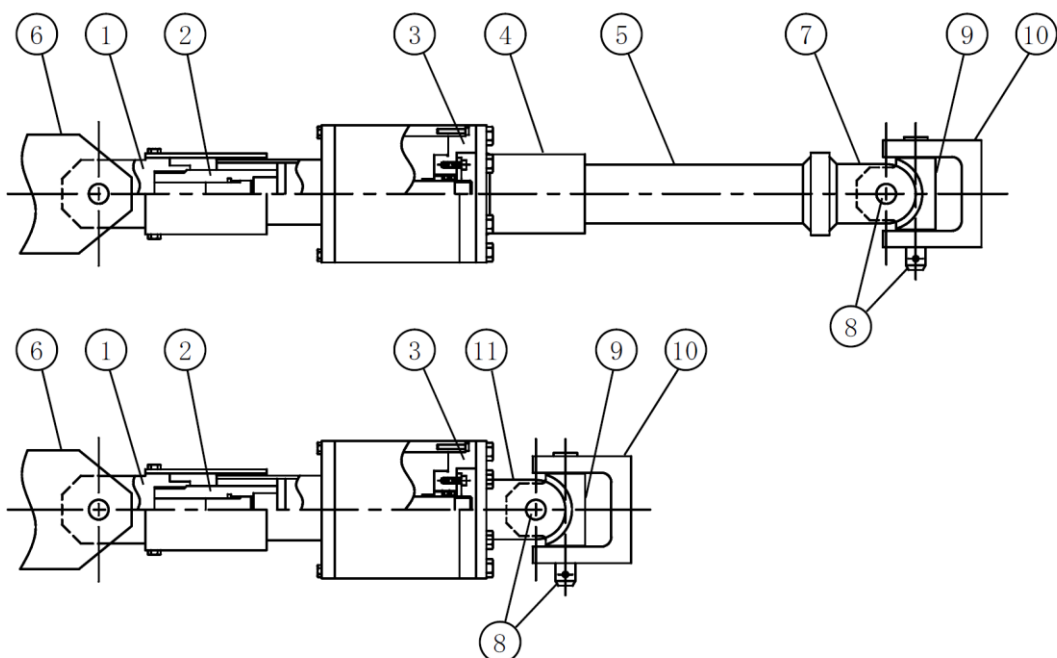


(3) メカニカルスナバ

応力評価は、次の強度部材である最弱部に発生する引張応力(又は圧縮応力)、せん断応力及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

a. 強度部材

①イーヤ、②ロードコラム、③ケース、ベアリング押さえ及び六角ボルト、④ジャンクションコラムアダプタ、⑤コネクティングチューブ、⑥クランプ、⑦コネクティングチューブイーヤ部、⑧ピン、⑨ユニバーサルボックス、⑩ユニバーサルブラケット及び⑪ダイレクトアタッチブラケット



b. 各部材の計算式

(a) イーヤ(①)

I 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。





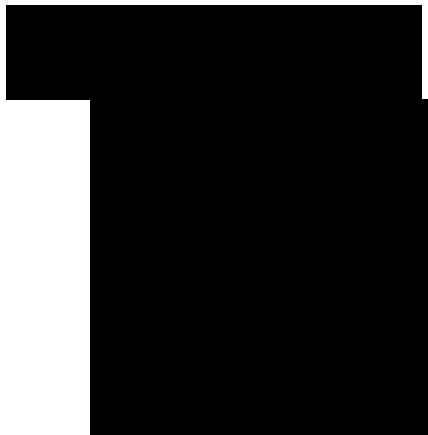
II せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



III 支圧応力評価

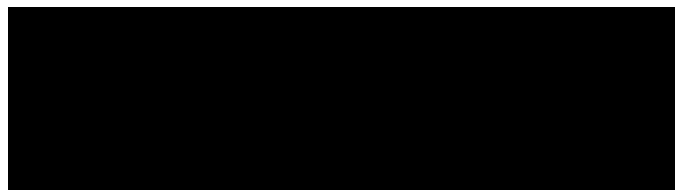
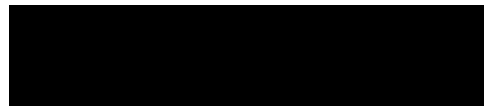
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



(b) ロードコラム(②)

I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(c) ケース, ベアリング押さえ及び六角ボルト(③)

I ケース

(I) 引張応力評価

引張応力が, 許容引張応力以下であることを確認する。



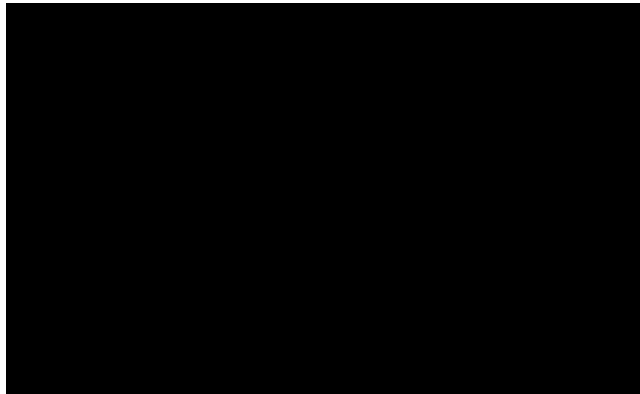
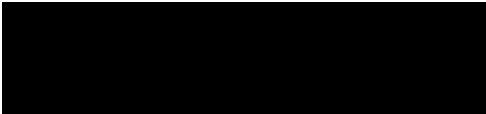
(II) せん断応力評価

せん断応力が, 許容せん断応力以下であることを確認する。



(III) 支圧応力評価

支圧応力が, 許容支圧応力以下であることを確認する。



## II ベアリング押え

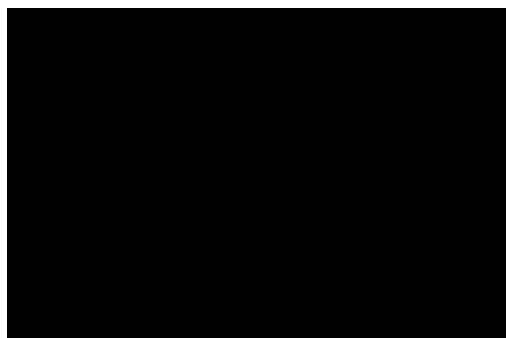
### (I) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



### (II) 支圧応力評価

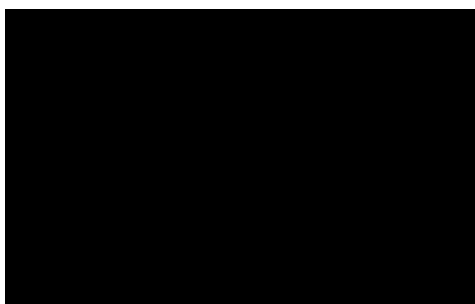
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



## III 六角ボルト

### (I) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(d) ジャンクションコラムアダプタ (④)

I 六角ボルト

(I) 引張応力評価

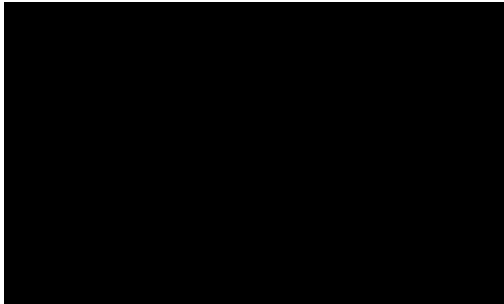
引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



II 溶接部

(I) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



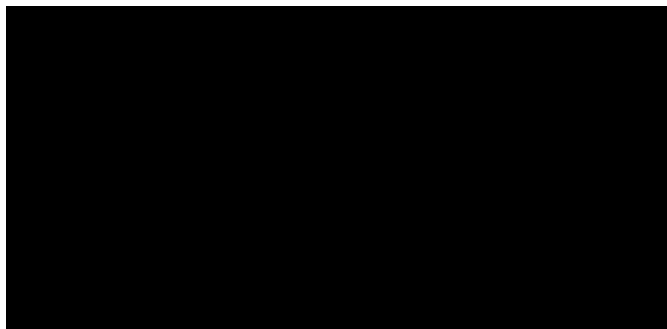
(e) コネクティングチューブ(⑤)

I 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。



許容圧縮応力



(f) クランプ(⑥), コネクティングチューブイヤー部(⑦), ユニバーサルブラケット(⑩)及びダイレクトアタッチブラケット(⑪)

I 引張応力評価

引張応力が, 許容引張応力以下であることを確認する。



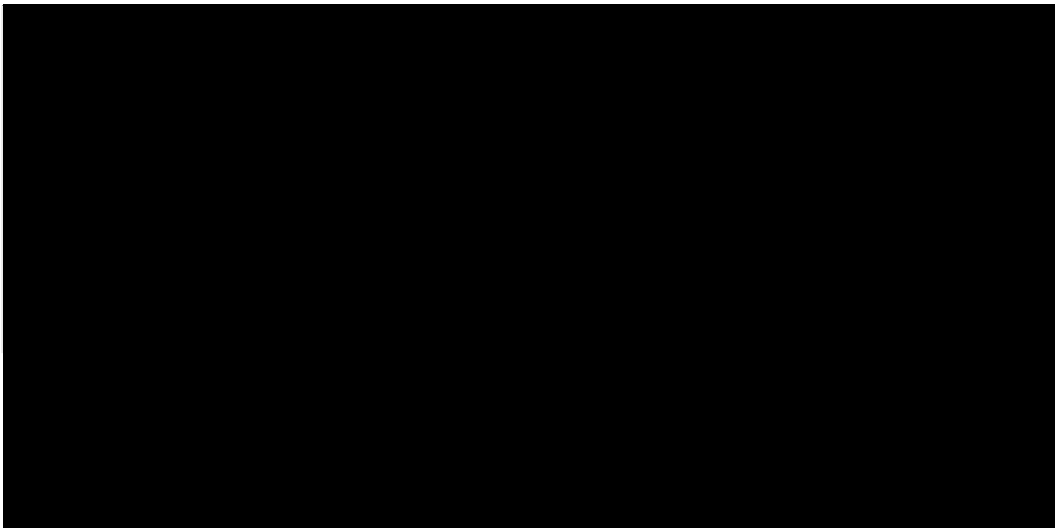
II せん断応力評価

せん断応力が, 許容せん断応力以下であることを確認する。



III 支圧応力評価

支圧応力が, 許容支圧応力以下であることを確認する。



(g) ピン(⑧)

I せん断応力評価

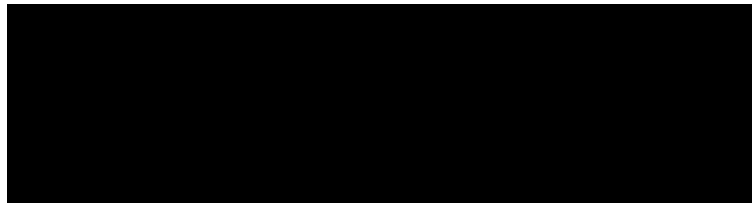
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(h) ユニバーサルボックス(⑨)

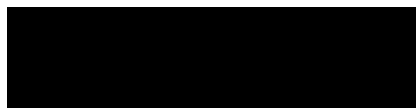
I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



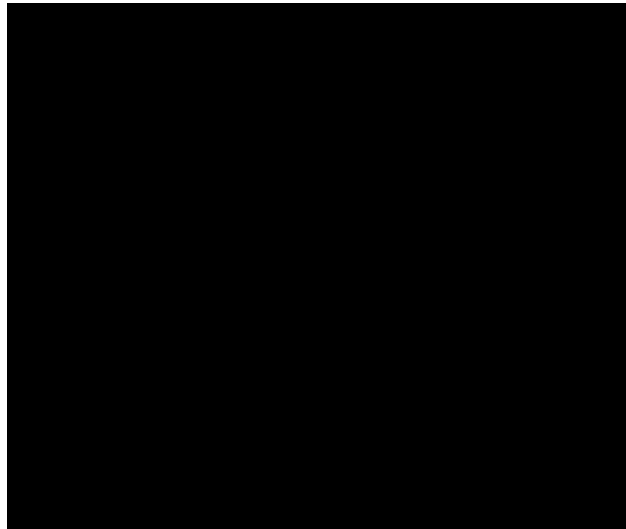
II せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



### Ⅲ 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



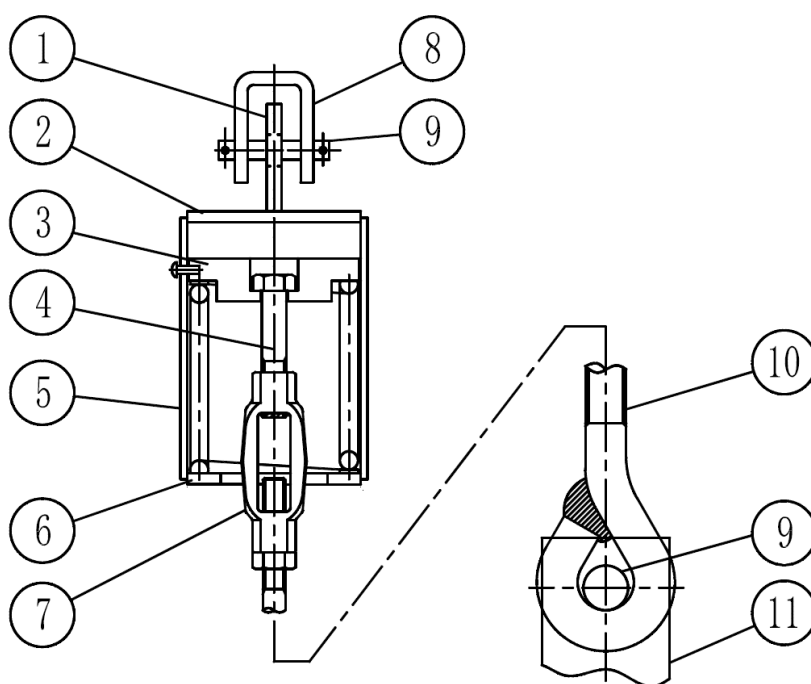


(4) スプリングハンガ

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力、曲げ応力、支圧応力及び組合せ応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

a. 強度部材

①イーヤ、②上部カバー、③バネ座(ピストンプレート)、④ハンガロッド、⑤スプリングケース、⑥下部カバー、⑦ターンバックル、⑧クレビスブラケット、⑨ピン、⑩アイボルト及び⑪クランプ



b. 各部材の計算式

(a) イーヤ(①)

I 穴部

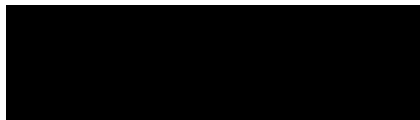
(I) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。



(II) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(III) 支圧応力評価

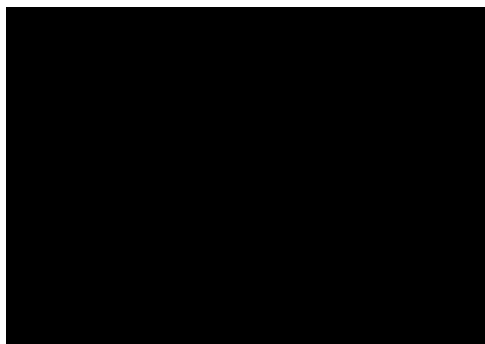
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



II イーヤ溶接部

(I) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

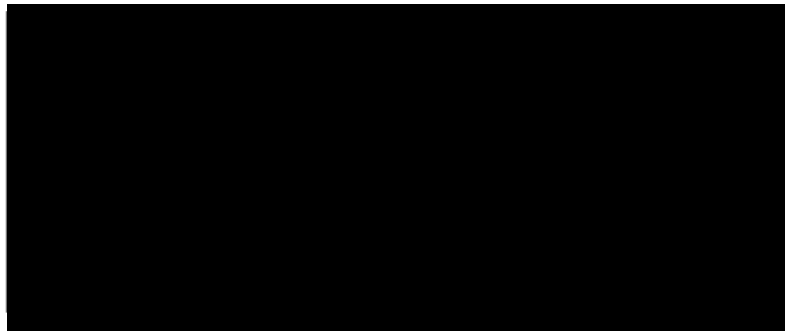
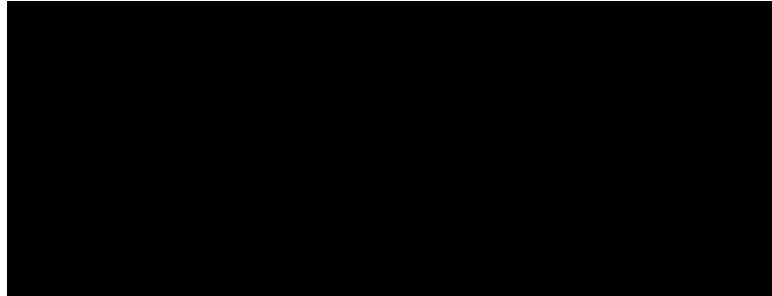


(b) 上部カバー(②)

I 本体

(I) 曲げ応力評価

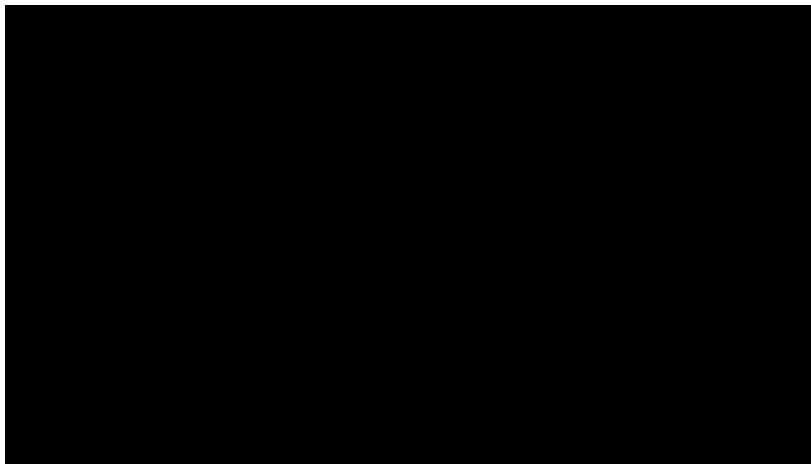
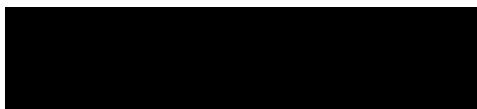
曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



II 溶接部

(I) せん断応力評価

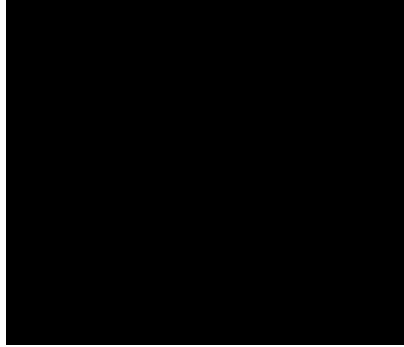
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(c) バネ座(ピストンプレート) (③)

I 曲げ応力評価

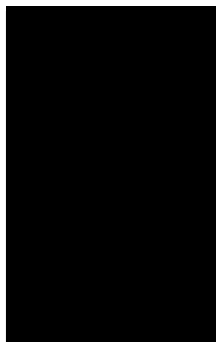
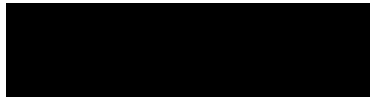
曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



(d) ハンガロッド(④)

I 引張応力評価

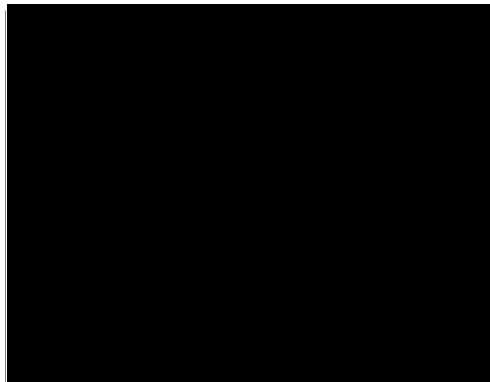
引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(e) スプリングケース (⑤)

I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

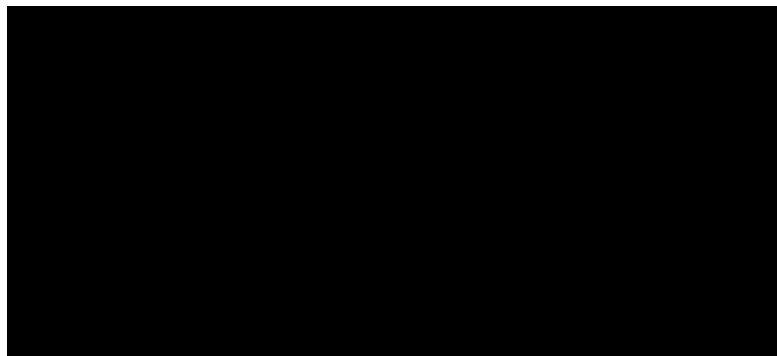
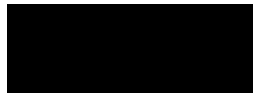


(f) 下部カバー (⑥)

I 本体

(I) 曲げ応力評価

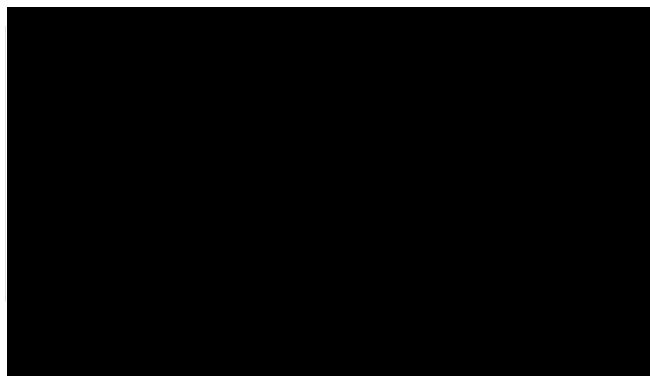
曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



## II 溶接部

### (I) せん断応力評価

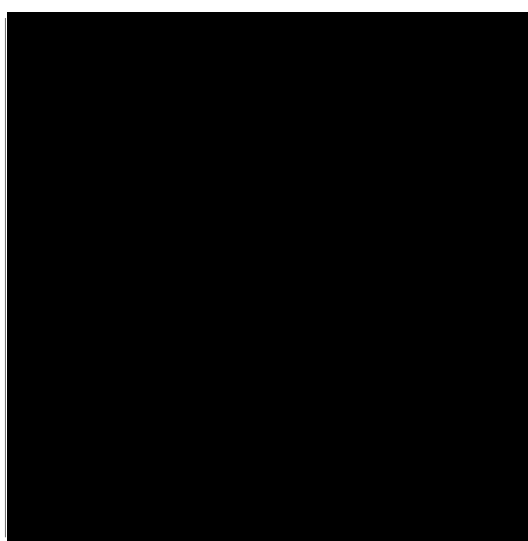
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



### (g) ターンバックル(⑦)

#### I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

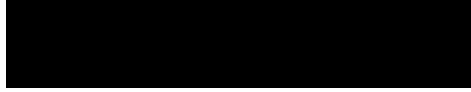


(h) クレビスブラケット(⑧)及びクランプ(⑩)

I 本体

(I) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



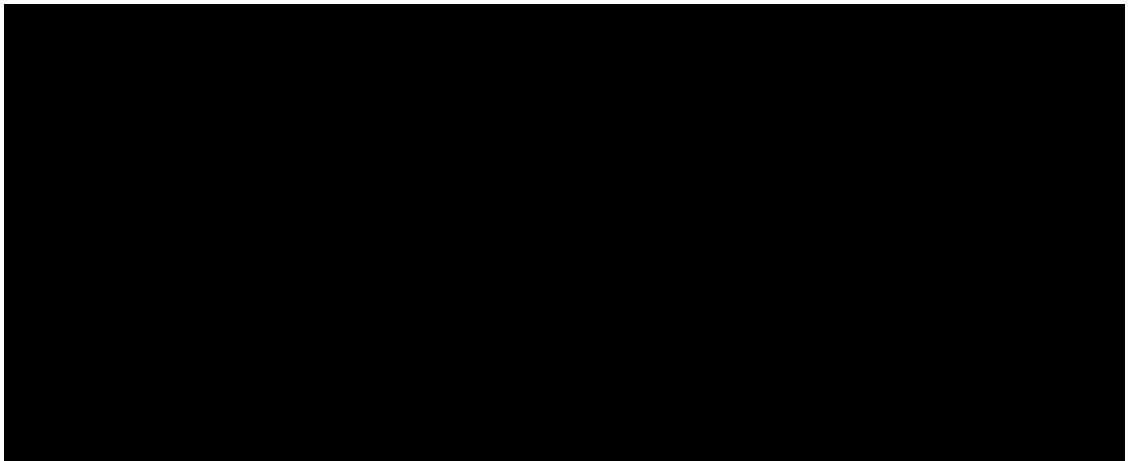
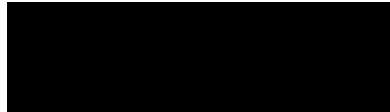
(II) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(III) 支圧応力評価

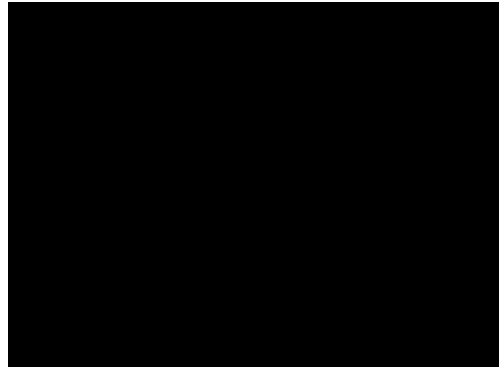
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



## II クレビスブラケット溶接部

### (I) せん断応力評価

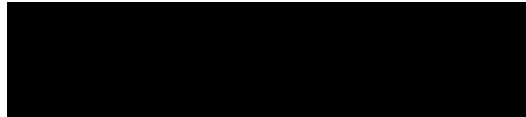
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



### (i) ピン(9)

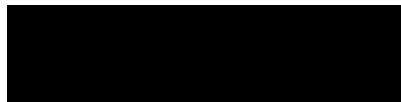
#### I 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



#### II せん断応力評価

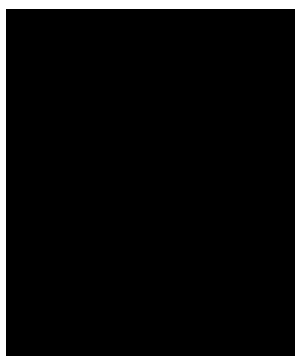
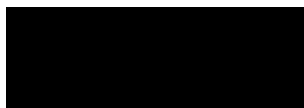
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。





### Ⅲ 組合せ応力評価

組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。



#### (j) アイボルト (Ⓐ)

##### I 穴部

##### (I) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



##### (II) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



##### (III) 支圧応力評価

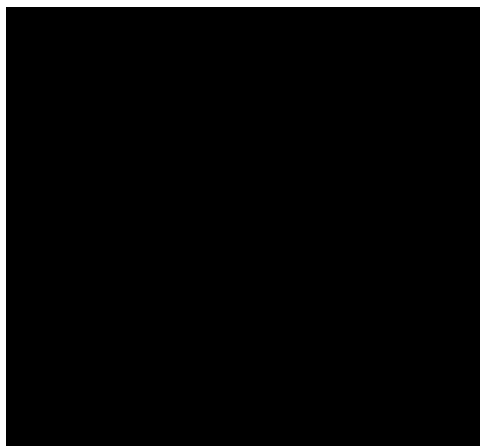
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



## II ボルト部

### (I) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

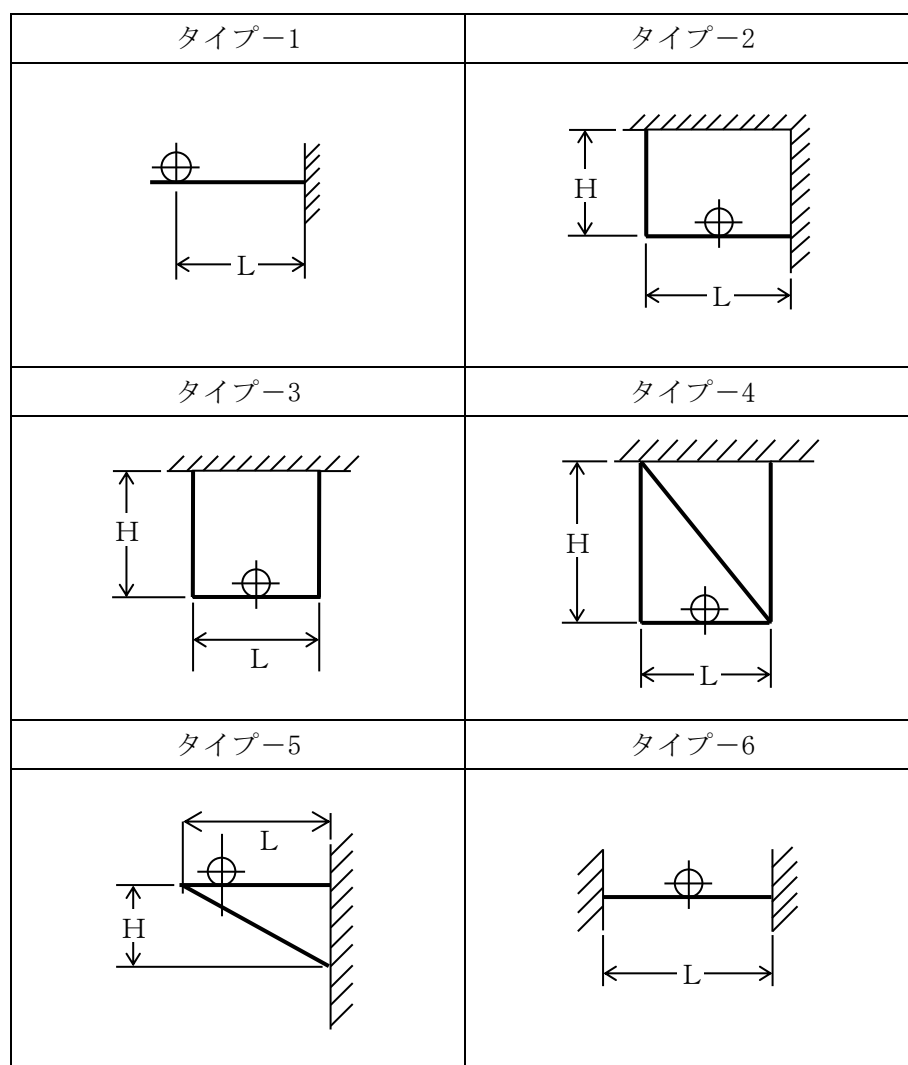


## 2.4 支持架構及び付属部品の設計

### 2.4.1 概要

配管の支持架構及び付属部品(ラグ、U ボルト等)は、配管の支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力の比較による応力評価又は最大使用荷重と支持点荷重の比較による荷重評価により設計する。

支持架構は、上記応力評価によるほか、特に機器配置、保守点検上の配慮等を考慮して設計する必要があるため、その形状は多種多様である。支持架構の代表構造例を第2.4.1-1図に示す。



第2.4.1-1図 支持架構の代表構造例

#### 2.4.2 設計方針

配管の支持架構は、非常に物量が多いことから、第 2.4.1-1 図に示す基本形状ごとに、以下の要領で鋼材選定の標準化を図って設計に適用する。

- (1) 配管の支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力の比較による応力評価又は最大使用荷重と支持点荷重の比較による荷重評価により設計する。
- (2) 支持点荷重を条件とした強度及び耐震評価を行い、発生応力が許容応力を超えないように使用する鋼材(山形鋼、溝形鋼、H 形鋼、角形鋼、鋼管等)を決定する。

#### 2.4.3 荷重条件

支持架構の設計は、配管から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、「Ⅱ-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

#### 2.4.4 種類及び選定

支持架構の選定要領を、第2.4.4-1図に示す。

##### (1) 支持条件の設定

配管の支持点と床、壁面等からの距離及び周囲の設備配置状況から、第2.4.1-1 図に示す支持架構の基本形状の中から適用タイプを選定する。

支持点荷重は、地震時や各運転状態で生じる荷重又は直管部標準支持間隔における地震時の荷重を用いる。また、支持点荷重を低減する必要がある場合は、実支持間隔による荷重を適用する。

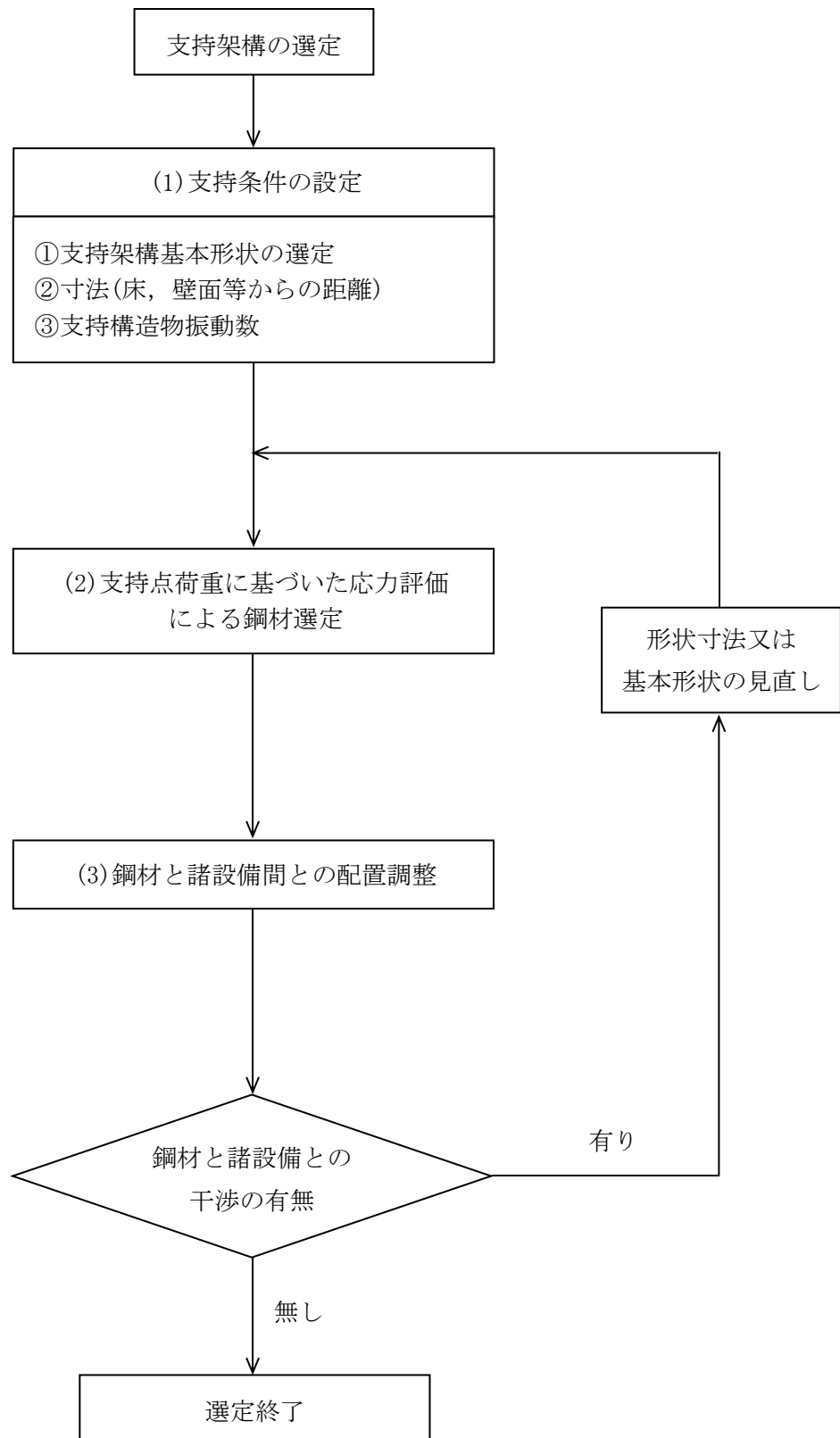
##### (2) 支持点荷重に基づいた応力評価による鋼材選定

地震時の支持点荷重により鋼材を選定する。

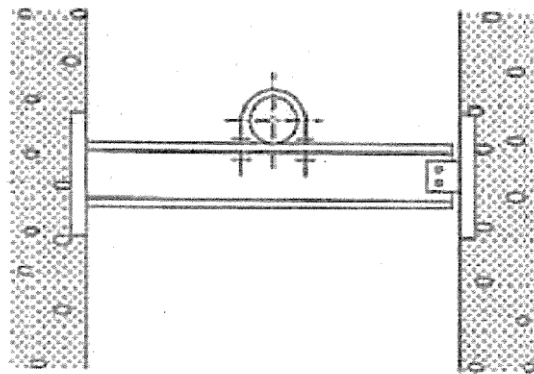
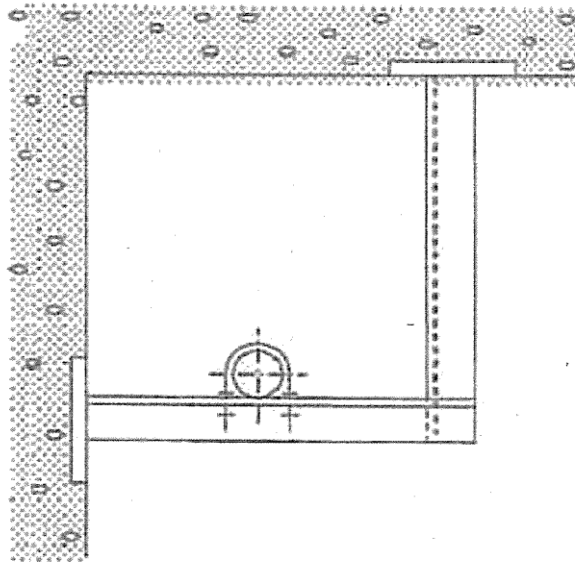
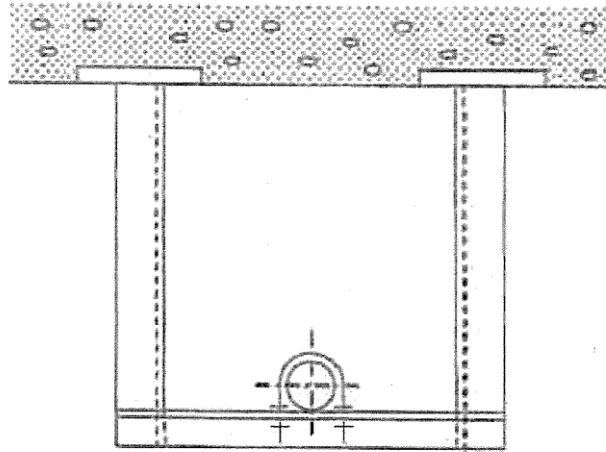
##### (3) 鋼材と諸設備間との配置調整

決定した鋼材が、他の配管及び周囲の設備との干渉がないか確認する。干渉がある場合は、支持架構の形状寸法又は基本形状の見直しを行って、再度鋼材選定を行う。

配管の支持架構の例を、第2.4.4-2図に示す。



第2.4.4-1図 支持架構の設計フロー



第2.4.4-2図 支持架構の例

#### 2.4.5 支持架構及び付属部品の選定

支持架構については、支持点荷重を条件とした強度及び耐震評価を行い、発生応力が許容応力を超えないように使用する鋼材(山形鋼, 溝形鋼, H 形鋼, 角形鋼, 鋼管等)を決定する。

付属部品については、支持点荷重が最大使用荷重を超えないように使用する付属部品を選定する。

設計荷重としての最大使用荷重を設定するに当たっては、様々な荷重条件の組合せに適用できるように、設計上の配慮として各荷重成分を同値として定めている。

標準的に使用する鋼材及び付属部品の仕様を第 2.4.5-1 表～第 2.4.5-9 表に示す。

なお、付属部品については、最大使用荷重を超える場合であっても個別の評価により健全性の確認を行うことが可能である。

第2.4.5-1表 支持架構の標準鋼材仕様

鋼材名称	材質	鋼材サイズ
山形鋼	[Redacted]	[Redacted]
溝形鋼		
H形鋼		
角形鋼		



第2.4.5-2表 標準ラグの選定表

型式	最大使用荷重*	
	$F_x, F_y, F_z$ (N)	$M_x, M_y, M_z$ (N·m)
S-3		
S-4		
S-6		
S-8		
S-10		
S-12		
S-14		
S-16		
S-18		
S-20		
S-22		
S-24		
S-26		
S-28		

注記 \* : ラグは配管との取合い部を溶接で固定し6方向荷重を拘束する支持構造物であり、 $F_x, F_y, F_z$ 及び $M_x, M_y, M_z$ の荷重が生じることから、最大使用荷重を設定するに当たっては、様々な荷重条件の組合せに適用できるように、 $F_x, F_y, F_z$ 及び $M_x, M_y, M_z$ を同一の値とする。

第2.4.5-3表 標準ラグの主要寸法

(単位：mm)

型式	母管外径	パッド寸法		パッド厚さ	ラ グ			底 板			距 離	溶接脚長				
	D	$l_1$	$l_2$	$t_1$	$l_3$	$l_4$	$t_2$	$l_5$	$l_6$	$t_3$	H	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	
S-3																
S-4																
S-6																
S-8																
S-10																
S-12																
S-14																
S-16																
S-18																
S-20																
S-22																
S-24																
S-26																
S-28																

第2.4.5-4表 標準Uボルトの選定表

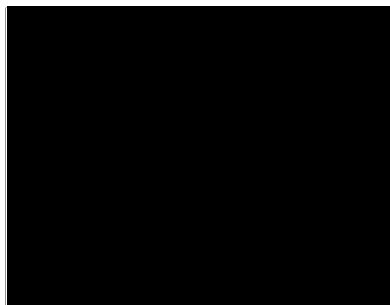
型式	呼び径	最大使用荷重(N)	
		P*	Q*
U-BOLT*15A	15A		
U-BOLT*20A	20A		
U-BOLT*25A	25A		
U-BOLT*32A	32A		
U-BOLT*40A	40A		
U-BOLT*50A	50A		
U-BOLT*65A	65A		
U-BOLT*80A	80A		
U-BOLT*100A	100A		
U-BOLT*125A	125A		
U-BOLT*150A	150A		

注記 \* : P : 引張方向荷重

Q : せん断方向荷重

第2.4.5-5表 標準Uボルトの主要寸法

型式	材質	D <sub>0</sub> (mm)
U-BOLT*15A	[Redacted]	[Redacted]
U-BOLT*20A		
U-BOLT*25A		
U-BOLT*32A		
U-BOLT*40A		
U-BOLT*50A		
U-BOLT*65A		
U-BOLT*80A		
U-BOLT*100A		
U-BOLT*125A		
U-BOLT*150A		



第2.4.5-6表 標準Uバンドの選定表

呼び径 (A)	パイプバ ンド厚さ (mm)	ボルト サイズ	最大使用荷重 (kN)		
			P*	Q*	F*
15	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
20					
25					
40					
50					
65					
80					

注記 \* : P : 引張方向荷重  
 Q : せん断方向荷重  
 F : 配管軸方向荷重

第2.4.5-7表 標準Uバンドの主要寸法

呼び径 (A)	管外径 D (mm)	パイプバンド			ボルト サイズ	締付トルク (N・m)
		R (mm)	A (mm)	t (mm)		
15	21.7					
20	27.2					
25	34.0					
40	48.6					
50	60.5					
65	76.3					
80	89.1					



2.4.6 支持架構及び付属部品の使用材料

JSME S NC1 の適用を受ける箇所に使用する材料は、JSME S NC1 付録材料図表 Part1 に従うものとする。ただし、ラグの材料は当該配管に適用する材料とする。

2.4.7 支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価方法

支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

(1) 許容応力

許容応力は、JSME S NC1 及び JEAG4601 に基づくものとする。

荷重の組合せに対する許容応力を第 2.4.7-1 表に示す。

第2.4.7-1表 荷重の組合せに対する許容応力\*7, \*8

荷重の組合せ	一次応力						一次+二次応力				
	引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	組合せ*5	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈
D+P d+M d	$f_t$	$f_s$	$f_c$	$f_b$	$f_p$	$f_t$	$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s^{*1}$	$3 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p^{*3}$	$1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c^{*3}$
D+P d+M d+S s	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$	$1.5 \cdot f_p^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$3 \cdot f_t^{*6}$	$3 \cdot f_s^{*1, *6}$	$3 \cdot f_b^{*2, *6}$	$1.5 \cdot f_p^{**4}$	$1.5 \cdot f_b$ $1.5 \cdot f_s$
D+P d+M d+S d	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$1.5 \cdot f_t$				$1.5 \cdot f_p^{*4}$	$1.5 \cdot f_c^{*2, *4}$

注記 \*1：すみ肉溶接部にあつては、最大応力に対して $1.5 \cdot f_s$ とする。

\*2：JSME S NC1 SSB-3121.1(4)a.により求めた $f_b$ とする。

\*3：応力の最大圧縮値について評価する。

\*4：自重、熱等により常時作用する荷重に、地震による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*5：組合せ応力の許容応力は、JSME S NC1に基づく値とする。

\*6：地震動のみによる応力振幅について評価する。

\*7: 材料の許容応力を決定する場合の基準値 $F$ は、JSME S NC1 付録材料図表 Part5 表8に定める値又は表9に定める値の0.7倍のいずれか小さい方の値とする。ただし、使用温度が40度を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては、JSME S NC1 付録材料図表 Part5 表8に定める値の1.35倍の値、表9に定める0.7倍の値又は室温における表8に定める値のいずれか小さい値とする。

\*8:  $f_t^*$ ,  $f_s^*$ ,  $f_c^*$ ,  $f_b^*$ ,  $f_p^*$ は、 $f_t$ ,  $f_s$ ,  $f_c$ ,  $f_b$ ,  $f_p$ の値を算出する際にJSME S NC1 SSB-3121.1(1)本文中「付録材料図表 Part5 表8に定める値」とあるのを「付録材料図表 Part5 表8に定める値の1.2倍の値」と読み替えて計算した値とする。

#### 記号の説明

- $D$  : 死荷重(自重)
- $P_d$  : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- $M_d$  : 当該設備に設計上定められた機械的荷重
- $S_s$  : 基準地震動 $S_s$ による地震力
- $S_d$  : 弾性設計用地震動 $S_d$ による地震力又は静的地震力
- $f_t$  : 許容引張応力 支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-312 1.1(1)により規定される値  
ボルト等に対してはJSME S NC1 SSB-3131(1)により規定される値
- $f_s$  : 許容せん断応力 支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-312 1.1(2)により規定される値  
ボルト等に対してはJSME S NC1 SSB-3131(2)により規定される値
- $f_c$  : 許容圧縮応力 支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-312 1.1(3)により規定される値
- $f_b$  : 許容曲げ応力 支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-312 1.1(4)により規定される値
- $f_p$  : 許容支圧応力 支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-312 1.1(5)により規定される値

(2) 支持架構及び付属部品の強度計算式

a. 記号の定義

支持架構及び付属部品の強度計算に使用する記号は、下記のとおりとする。

(a) 支持架構

記号	単位	定義
$A_s$	$\text{mm}^2$	せん断応力計算に用いる断面積
$A_t$	$\text{mm}^2$	引張応力計算に用いる断面積
$F_b$	MPa	曲げ応力
$F_s$	MPa	せん断応力
$F_t$	MPa	引張応力
$f_t$	MPa	許容引張応力
$M_0$	$\text{N}\cdot\text{mm}$	モーメント
$Z$	$\text{mm}^3$	断面係数
$P_1$	N	せん断方向荷重
$P_2$	N	引張方向荷重



## (b) ラグ

記号	単位	定義
$A_L$	$\text{mm}^2$	角形鋼管の断面積
$A_p$	$\text{mm}^2$	パッドと配管の溶接部の断面積
		パッドと角形鋼管の溶接部の断面積
		角形鋼管と底板の溶接部の断面積
$a$	$\text{mm}$	角形鋼管の幅
$a_1$	$\text{mm}$	強度評価有効長(配管軸方向長さ)内のり寸法
$a_2$	$\text{mm}$	強度評価有効長(配管軸方向長さ)外のり寸法
$b_1$	$\text{mm}$	パッド幅(配管周方向長さ:配管外径)
$b_2$	$\text{mm}$	$b_1 + \sqrt{2} t_{wp}$
$D_1$	$\text{mm}$	強度評価有効長(配管軸直方向長さ)内のり寸法
$D_2$	$\text{mm}$	強度評価有効長(配管軸直方向長さ)外のり寸法
$F_x$	$\text{N}$	配管軸方向荷重
$F_y$	$\text{N}$	配管軸直方向荷重
$F_z$	$\text{N}$	配管軸直方向荷重
$f_t$	$\text{MPa}$	許容引張応力
$f_s$	$\text{MPa}$	許容せん断応力
$h_1$	$\text{mm}$	パッド長さ(配管軸方向長さ)
$h_2$	$\text{mm}$	$h_1 + \sqrt{2} t_{wp}$
$I_x$	$\text{mm}^4$	配管軸方向の断面2次モーメント
$I_y$	$\text{mm}^4$	配管軸直方向の断面2次モーメント
$l$	$\text{mm}$	配管中心から評価部位までの距離
$M_x$	$\text{N}\cdot\text{mm}$	配管軸方向に生じるモーメント
$M_y$	$\text{N}\cdot\text{mm}$	配管軸直方向に生じるモーメント
$M_z$	$\text{N}\cdot\text{mm}$	配管軸直方向に生じるモーメント

記号	単位	定義
$t$	mm	角形鋼管の厚さ
$t_{wp}$	mm	パッドと配管のすみ肉溶接脚長
		パッドと角形鋼管のすみ肉溶接脚長
		角形鋼管と底板のすみ肉溶接脚長
$Z_x$	mm <sup>3</sup>	配管軸方向の断面係数
$Z_y$	mm <sup>3</sup>	配管軸直方向の断面係数
$\sigma_L$	MPa	角形鋼管の曲げ応力
$\sigma_{LB}$	MPa	角形鋼管と底板の溶接部の曲げ応力
$\sigma_P$	MPa	パッドと配管の溶接部の曲げ応力
$\sigma_{PL}$	MPa	パッドと角形鋼管の溶接部の曲げ応力
$\tau_L$	MPa	角形鋼管のせん断応力
$\tau_{LB}$	MPa	角形鋼管と底板の溶接部のせん断応力
$\tau_P$	MPa	パッドと配管の溶接部のせん断応力
$\tau_{PL}$	MPa	パッドと角形鋼管の溶接部のせん断応力

## (c) Uボルト

記号	単位	定義
$A_0$	$\text{mm}^2$	Uボルトの断面積
B	mm	Uボルトの曲げ半径
$d_0$	mm	Uボルトの呼び径
$F_s$	MPa	せん断応力
$F_t$	MPa	引張応力
$f_s$	MPa	許容せん断応力
$f_t$	MPa	許容引張応力
l	mm	配管中心から鋼材上面までの距離
P	N	引張方向荷重
P'	N	引張方向荷重
Q	N	せん断方向荷重

## (d) Uバンド

記号	単位	定義
D	mm	配管の外径
$d_0$	mm	Uバンドのボルト呼び径
F	N	軸方向荷重
$F_b$	MPa	曲げ応力
$F_s$	MPa	せん断応力
$F_0$	MPa	Uバンドの軸方向の許容荷重
$F_t$	MPa	引張応力
$f_b$	MPa	許容曲げ応力
$f_s$	MPa	許容せん断応力
$f_t$	MPa	許容引張応力
$l_1$	mm	配管中心からボルト穴までの距離
$l_2$	mm	ナット2面幅の半分
$M_0$	N・mm	ボルトの締付けトルク
n	本	ボルトの本数
P	N	引張方向荷重
Q	N	せん断方向荷重
T	N	ボルトの締付け力
t	mm	Uバンドの厚さ
w	mm	Uバンドの幅
$\mu$	—	摩擦係数

b. 強度計算式

支持架構及び付属部品の強度計算式を以下に示す。

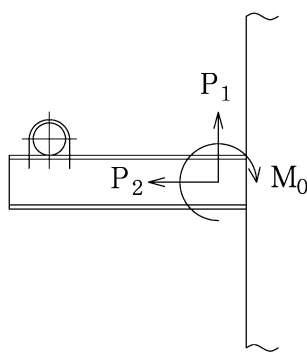
なお、以下に示す強度及び耐震計算式は代表的な形状に対するものであり、記載のない形状についても、同様の計算式で計算する。また、許容応力は、荷重の組合せ(D + P<sub>d</sub> + M<sub>d</sub> + S<sub>d</sub>)における一次応力評価(組合せ)を例として記載したものであり、荷重の組合せ及び応力種別に応じて適切な許容応力を用いる。

(a) 支持架構

支持架構の引張(圧縮)・せん断・曲げ応力を生じる構造部分の応力は、次の計算式で計算する。

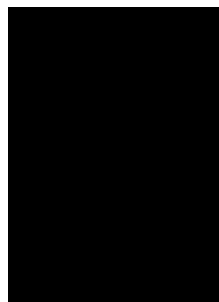
I 構造の代表例

支持架構の代表例として片持ち形状の支持架構について応力の計算式を示す。



II 各鋼材の計算式

支持架構の耐震評価は、配管から受ける設計荷重を用いて構造計算により最大発生応力を算出する。発生応力は、次の計算式により求める。



評価は、次に示す組合せ応力が許容応力以下であることを確認する。



(b) ラグ

I 評価部位

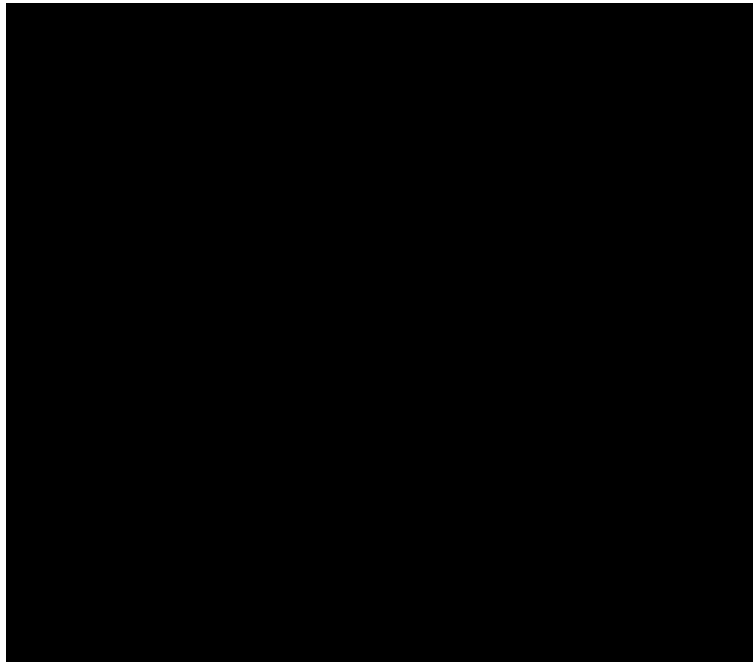
- (I) パッドと配管の溶接部
- (II) パッドと角形鋼管の溶接部
- (III) 角形鋼管
- (IV) 角形鋼管と底板の溶接部

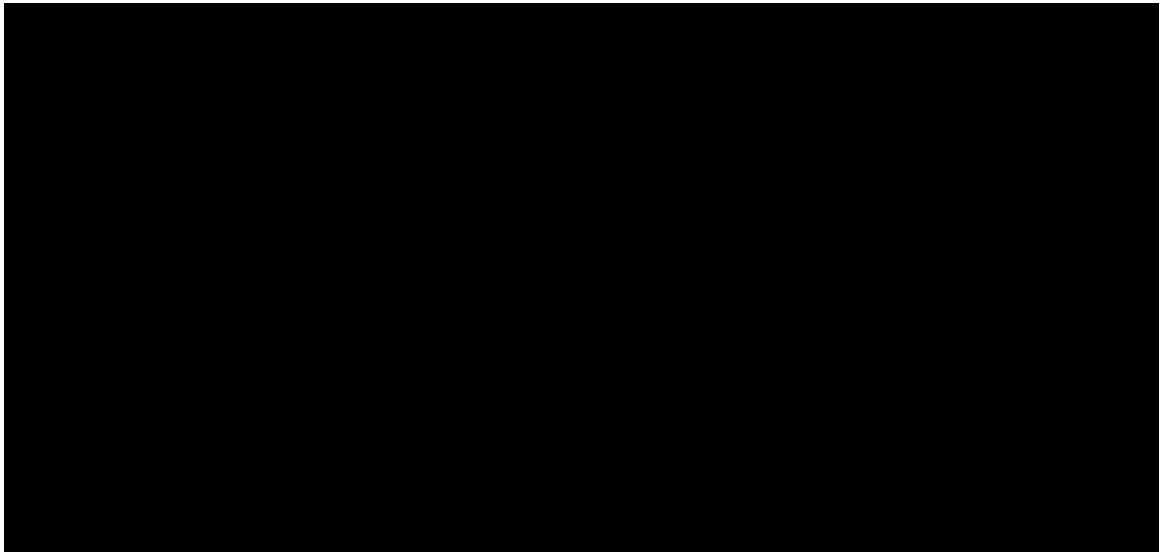
II 各評価部位の計算式

- (I) パッドと配管の溶接部

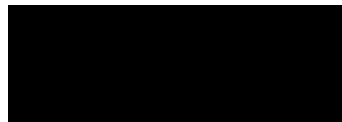
発生応力は、次の計算式により求める。

円周部の長さについては、安全側に管の直径とする。





評価は，次が成立することを確認する。

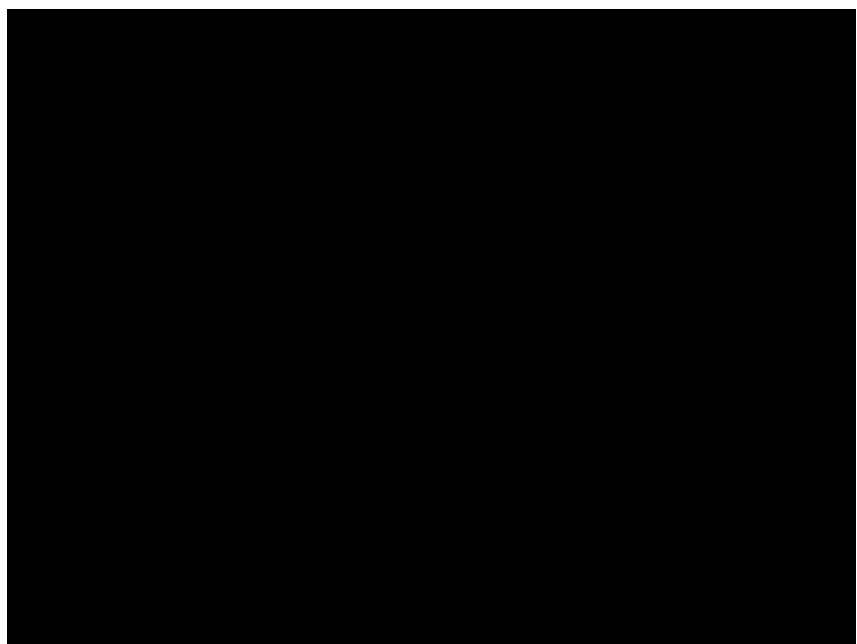


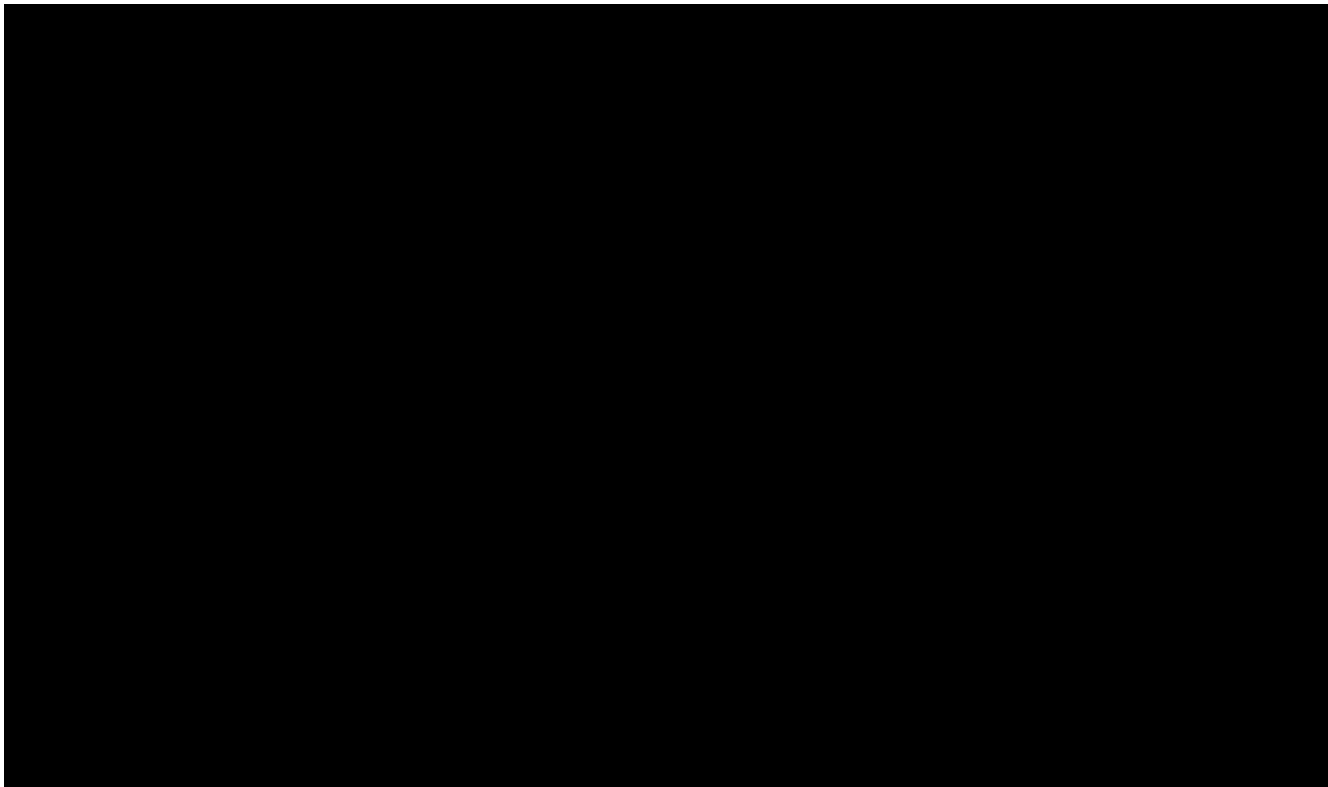
(II) パッドと角形鋼管の溶接部

発生応力は，次の計算式により求める。

i すみ肉溶接

パッド溶接部の応力は，溶接のど厚にて評価する。



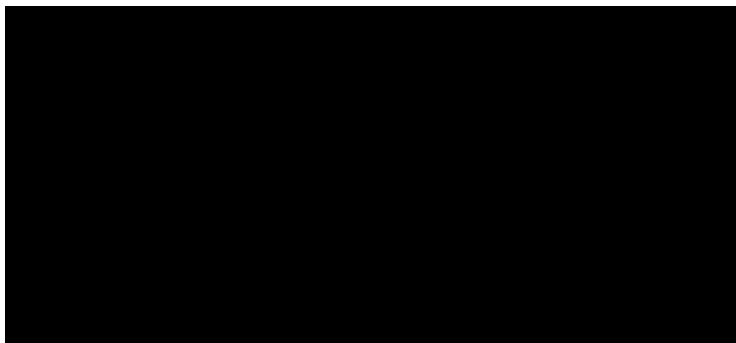


評価は、次が成立することを確認する。

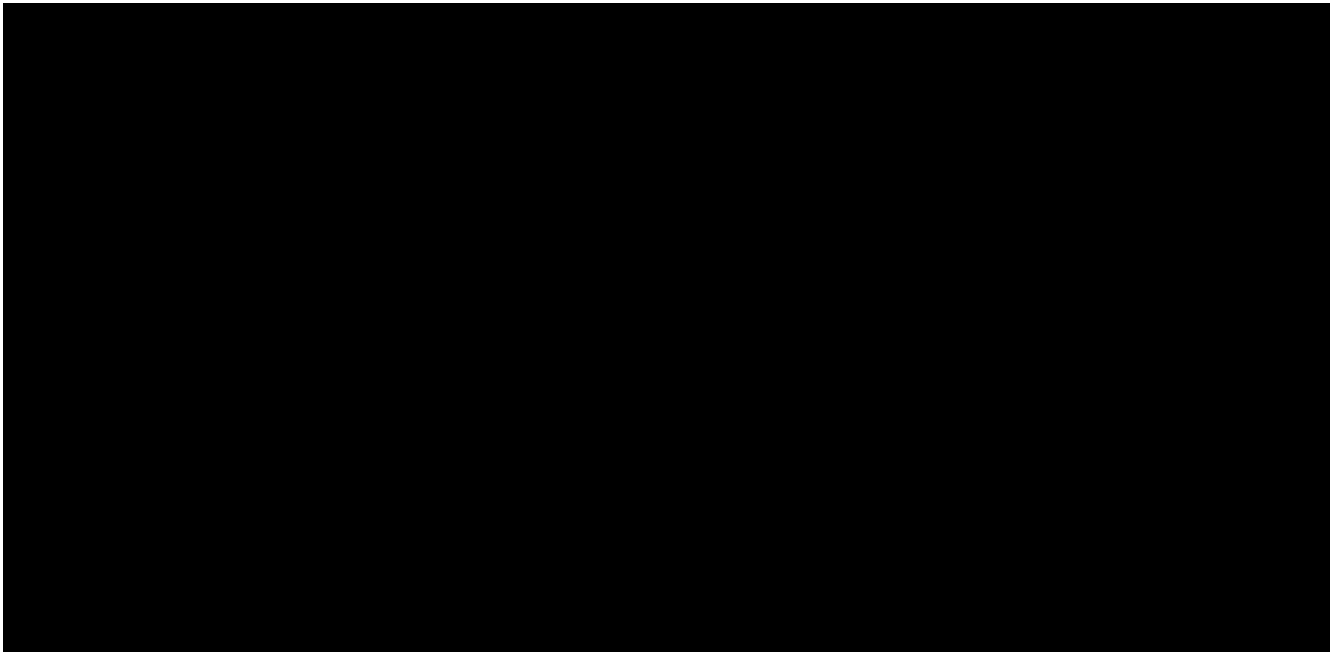


ii 突合せ溶接

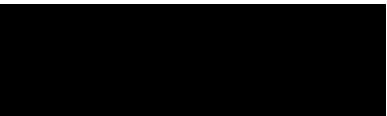
角形鋼管の断面積及び断面係数を算出して評価を行う。







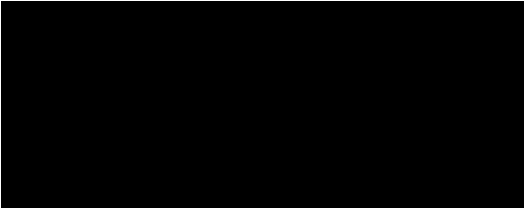
評価は、次が成立することを確認する。



(Ⅲ) 角形鋼管

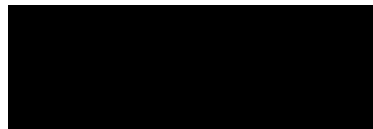
発生応力は、次の計算式により求める。

角形鋼管の断面積及び断面係数を算出して評価を行う。





評価は，次が成立することを確認する。

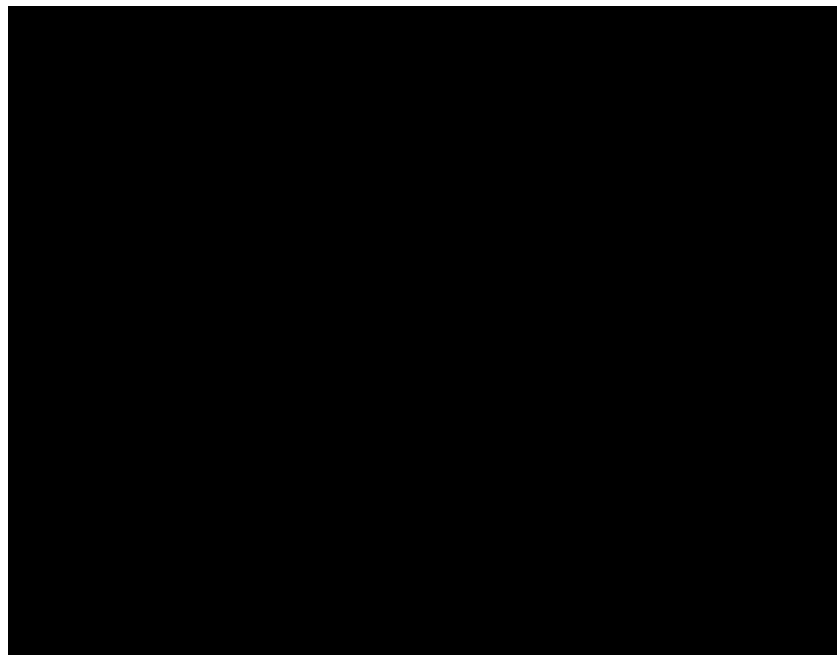


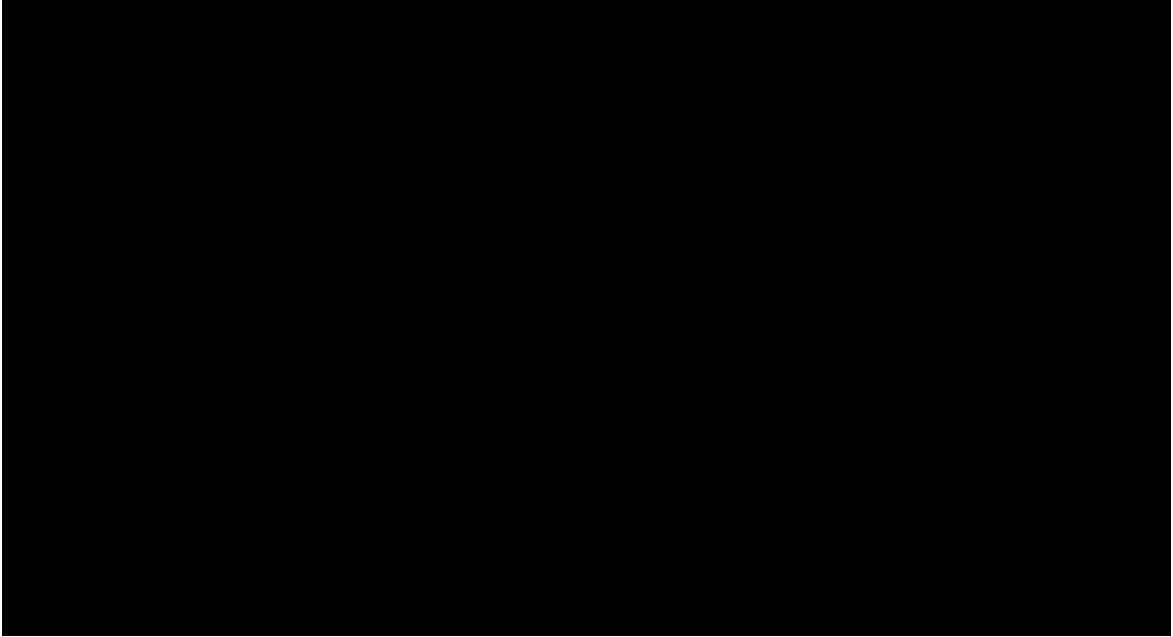
(IV) 角形鋼管と底板の溶接部

i すみ肉溶接

発生応力は，次の計算式により求める。

角形鋼管と底板の溶接部の応力は，溶接のど厚にて評価する。



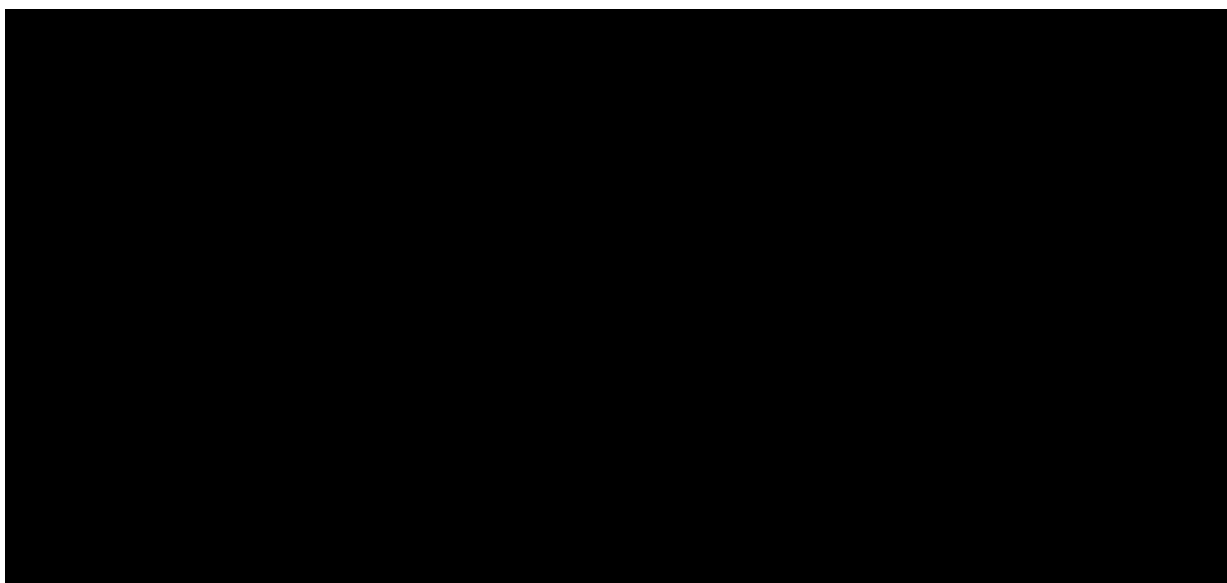
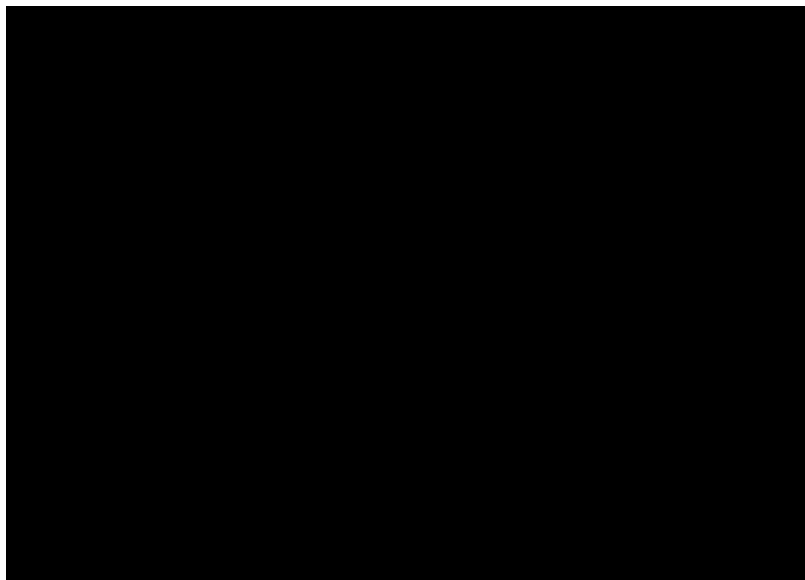


評価は、次が成立することを確認する。



ii 突合せ溶接

角形鋼管の断面積及び断面係数を算出して評価を行う。



評価は、次が成立することを確認する。



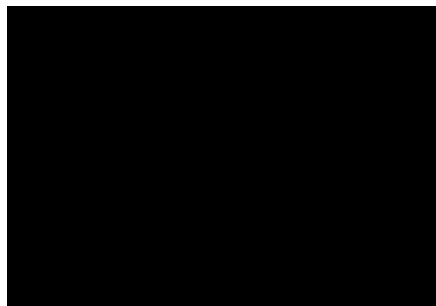
(c) Uボルト

Uボルトには，引張方向荷重による引張応力及びせん断方向荷重によるせん断応力が同時に発生するものとして評価を行う。

発生応力は，次の計算式により求める。



評価は，次に示すとおり引張及びせん断応力が許容応力以下であることを確認する。



(d) Uバンド

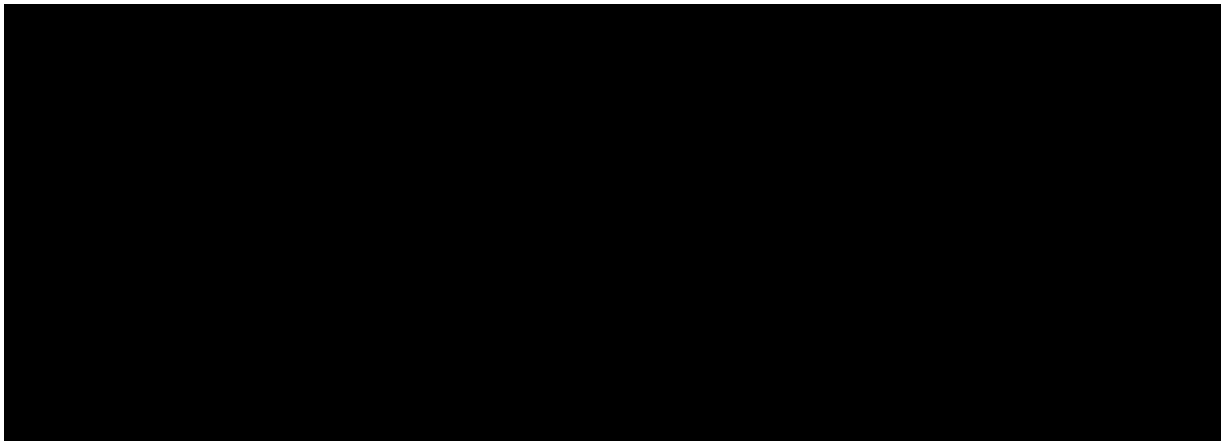
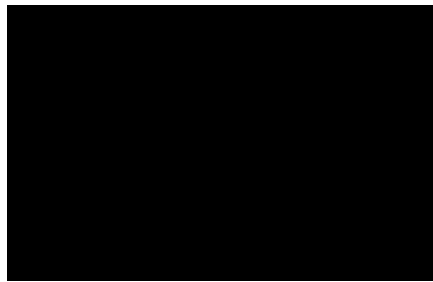
I ボルト

ボルトには，引張方向荷重による引張応力及びせん断方向荷重によるせん断応力が同時に発生するものとして評価を行う。

発生応力は次の計算式により求める。



評価は，次に示すとおり引張，せん断及び組合せ応力が許容応力以下であることを確認する。



## II パイプバンド

パイプバンドには，引張方向荷重による曲げ応力が発生する。

発生応力は次の計算式により求める。



評価は，次に示すとおり曲げ応力が許容応力以下であることを確認する。



Uバンドの軸方向荷重に対する許容荷重は，ボルトの締付けトルクから決まる摩擦力に等しい。したがって，Uバンドの軸方向の許容荷重は，次の計算式で表され，軸方向荷重が軸方向の許容荷重以下となるようにする。

