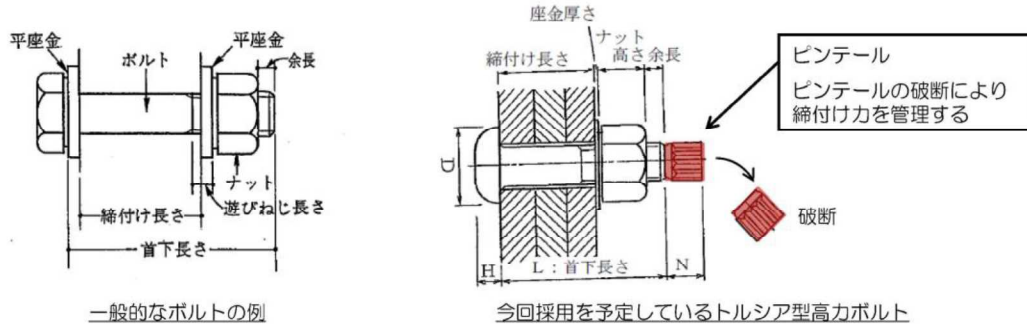


コメント回答④

④立ち入りが難しい場所で施工管理（特に接合部）の計画について説明すること。

1. 有人にて現地作業が行えるよう、除染、遮へいにより作業環境を確保する。
2. ボルト接合部については、短時間の現地作業によって安定した品質確保及び品質管理が可能なトルシア型の高力ボルト接合工法を採用する。

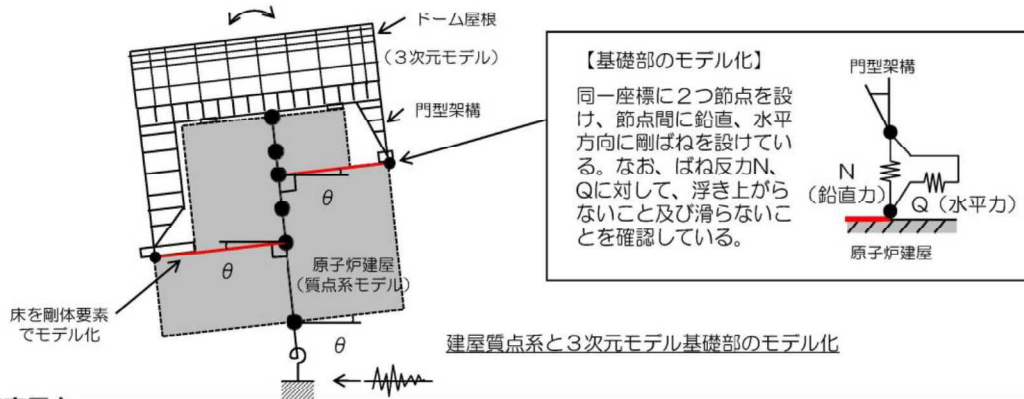


3. 施工品質の管理は、作業完了後に、施工会社（協力会社）が現場環境を考慮し、全数確認（遠隔操作室からのカメラまたはその他のカメラ、あるいは目視）を実施し、東京電力は抜き取りで確認を実施する。

コメント回答⑤

⑤燃料取り出し用カバーの3次元モデルと原子炉建屋の質点系モデルを連成した地震応答解析モデルにおいて、原子炉建屋の剛体的なロッキング運動による燃料取り出し用カバーへの影響（架構基礎部からの鉛直動入力及び柱脚基礎部の相対変位）を反映されていることについて説明すること。

- ・ 建屋のロッキング運動による影響を模擬するため、距離効果を表現できる剛体要素で建屋質点系モデルと3次元モデルの基礎部を連結する。
- ・ さらに、基礎との連結部には鉛直と水平方向に剛ばねを設け、建屋から架構基礎への入力伝達が表現できる境界条件となっている。



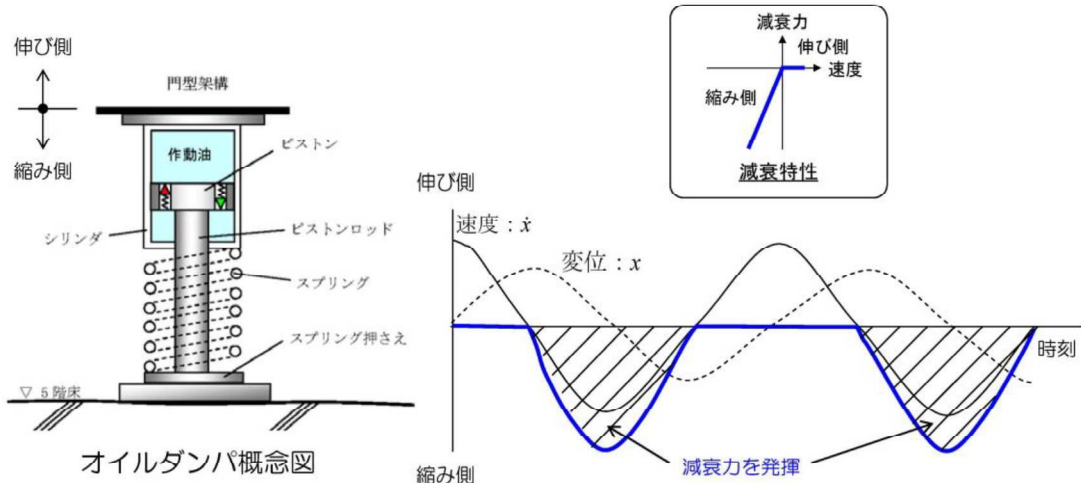
※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
 T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
 <換算式> T.P.=旧 O.P.-1.436mm

コメント回答⑥

⑥オイルダンパーの機構が分かりにくいので確認したい。資料に示された復元力特性は、横軸が速度で良いかについて確認したい。

オイルダンパの減衰特性の横軸は速度を示している。

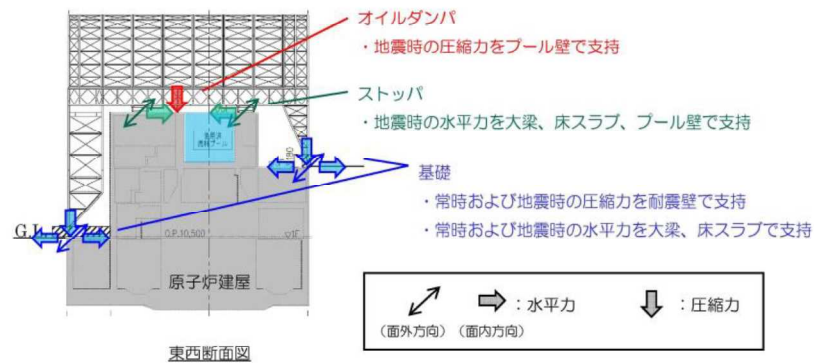
オイルダンパは、地震時に上下方向の縮み側に変形する場合に減衰力が発生し、伸び側に変形する場合にフリーとなる機構を有している。



コメント回答⑦

⑦今回設置する構造物の荷重が原子炉建屋にどのようにかかるのか。建屋カバー（燃料取り出し用カバー）を考慮した場合と考慮しない場合の建屋の耐震上の余裕の変化を主要な部分についてまとめて示して欲しい。

- ・燃料取り出し用カバーからの荷重は、ストッパ接触部、オイルダンパ接触部、基礎設置部から原子炉建屋に作用する。
- ・接触部の原子炉建屋躯体については、耐震安全性を確認している。（構造強度 p.43、耐震性 p.67）



※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
 T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
 <換算式> T.P.=旧 O.P.-1.436mm

コメント回答⑦

- ・カバー設置前後の、原子炉建屋重量および、建屋の主要な耐震安全指標として、基準地震動Ssによる耐震壁の評価結果を以下に示す。
- ・原子炉建屋に対して、カバー設置による影響はほとんど見られない。



コメント回答⑧

⑧燃料取り出し用カバー東側の2つの支点を支える置き基礎の直下、あるいはダンパの直下の既存コンクリート接触部の鉛直耐力は局所的な損傷等を考慮し十分な余裕を見ているか。あるいは補強などは行わないのか。

- ・燃料取り出し用カバーの基礎およびオイルダンパの支点は、直下に強固な耐震壁(オイルダンパ部はプール壁)のある部分に設定している。
- ・Ss地震時の評価結果は、以下に示す通り3倍以上の余裕のある結果となっている。

原子炉建屋接触部の耐震安全性評価結果

部位	検討用応力 (kN)	耐力 (kN)	耐力比	裕度
東側基礎	7130	25900	0.29	3.4
オイルダンパ	1250	6620	0.19	5.2

コメント回答⑨

⑨東側置き基礎の滑り摩擦抵抗は直下に接する既存コンクリート部の損傷、凹凸など考慮したものになっているか。

- ・基礎は現地で既存コンクリート上部にコンクリートを流し込む方法で構築している。従って、凹凸などに対し密着性を確保している。
- ・日本建築学会「現場打ち同等型プレキャストコンクリート構造設計指針(案)・同解説(2002)」に様々な条件下での摩擦係数が規定されている。今回の基礎底面の摩擦抵抗は凹凸などは考慮せず、コンクリート-コンクリート間に相当すると考え、摩擦係数として0.6を採用している。

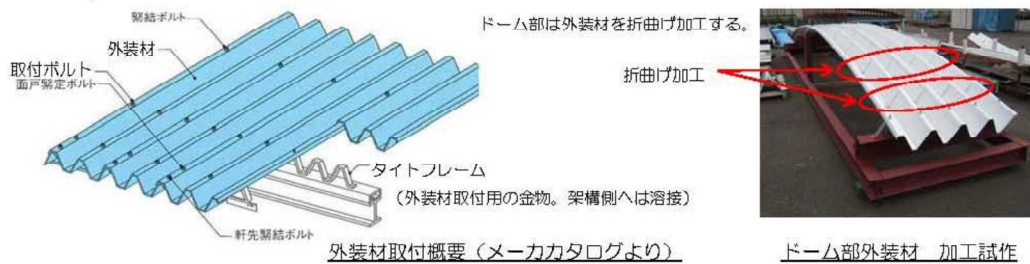
境界面の状態	摩擦係数
コンクリート-コンクリート間	0.6
目荒ししたコンクリート-コンクリート間	1.0
一体で打設したコンクリート-コンクリート間	1.4

- ・なお、米国規準 (AC I 318) でも、日本建築学会と同様、0.6の摩擦係数が規定されている。

コメント回答⑩

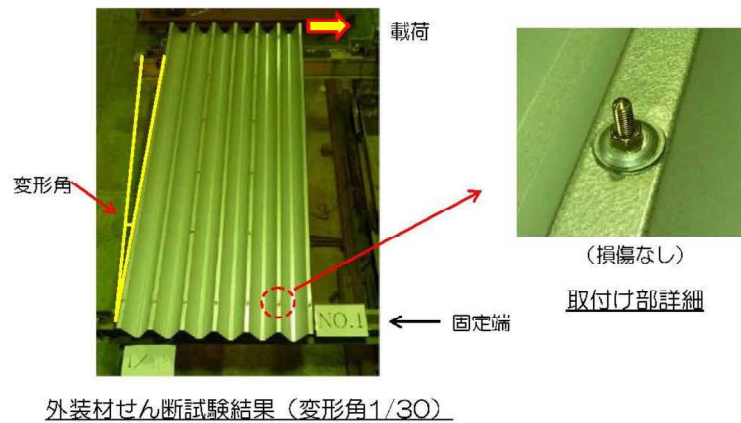
⑩燃料取り出し用カバーの外装材の耐震性は大丈夫か（地震時の層間変形に対して安全な構法か、特に東西面の円形部分）。

- ・外装材は下図に示す通り、ボルトを用いてタイトフレームを介して直接架構に取付ける納まりとなっている。



コメント回答⑩

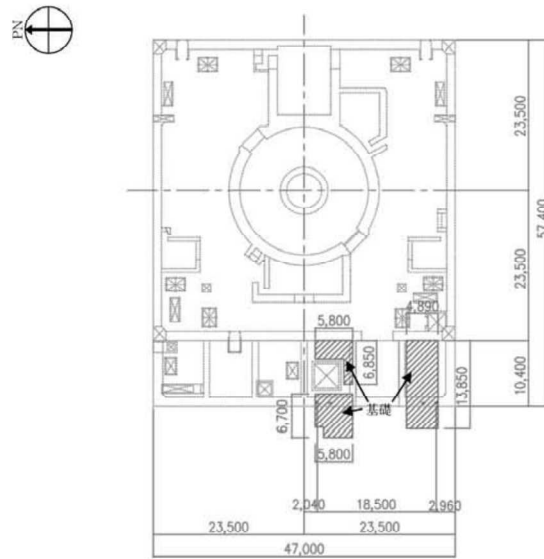
- ・変形に対する外装材の追従性の確認試験を行い、外装材の変形角1/30でも外装材は外れず、地震時の変形に対して追従性があることを確認している。



【参考資料】

※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
 T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
 <換算式> T.P.=旧 O.P.-1.436mm

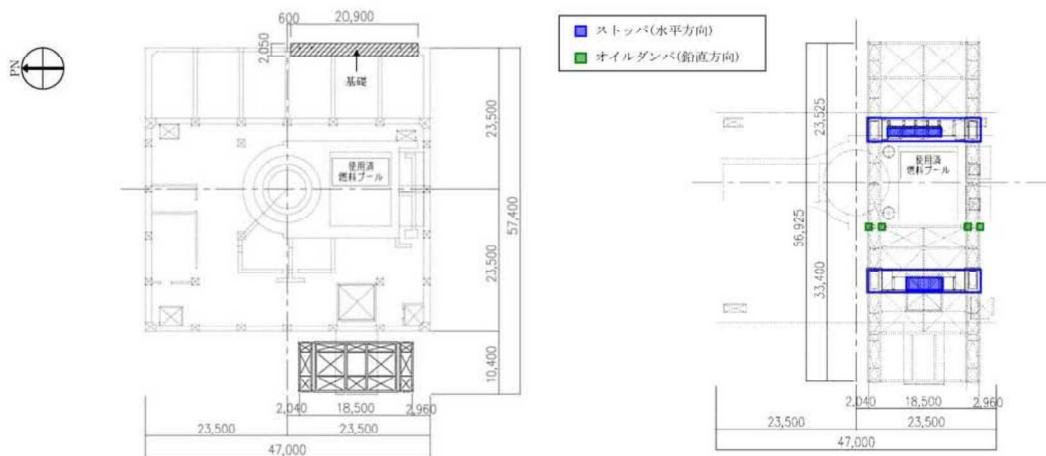
参考1 構造概要



(a) 基礎伏図 (O.P.10,500 原子炉建屋1階レベル+300mm)

燃料取り出し用カバーの概要 (単位: mm)

参考1 構造概要



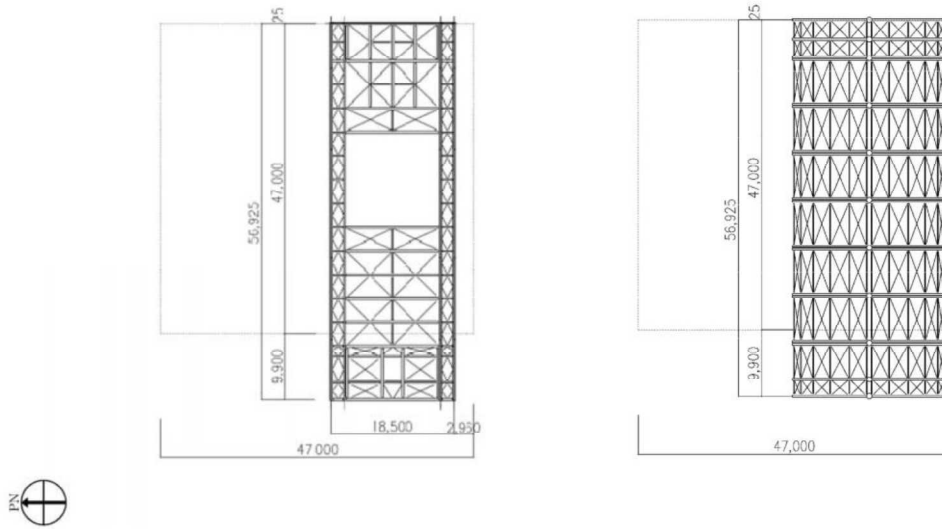
(a) 基礎伏図 (O.P.26,900 原子炉建屋3階)

(b) 梁伏図 (O.P.26,900 原子炉建屋5階)

燃料取り出し用カバーの概要 (単位: mm)

※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
 T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
 <換算式> T.P.=旧 O.P.-1.436mm

参考1 構造概要



(a) 架構ガーダー部平面図 (O.P.46,000)

(b) 屋根伏図

燃料取り出し用カバーの概要 (単位：mm)

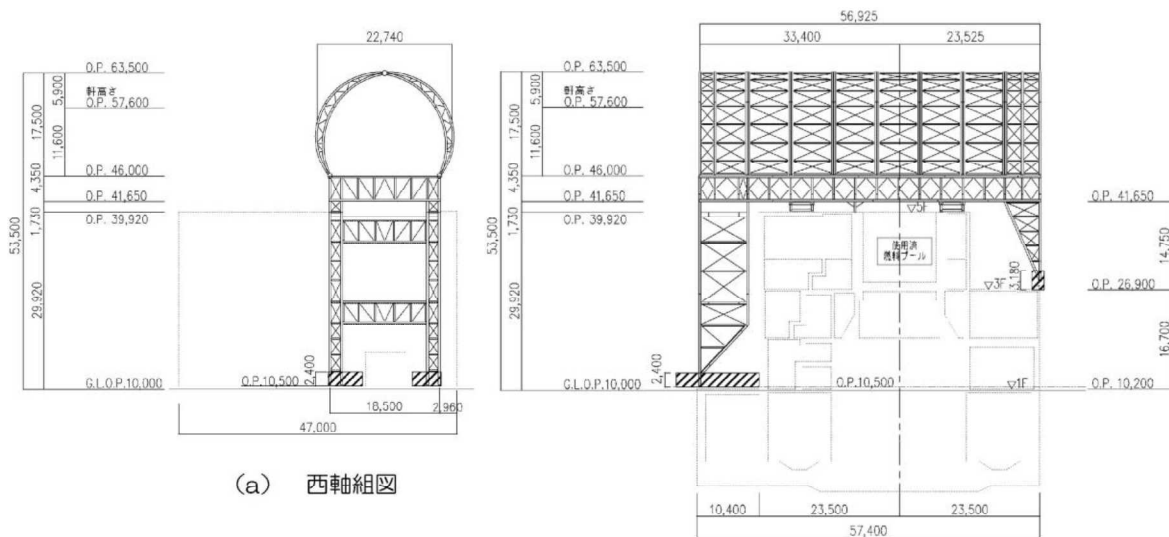


東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

30

参考1 構造概要



(a) 西軸組図

(b) 南軸組図

燃料取り出し用カバーの概要 (単位：mm)

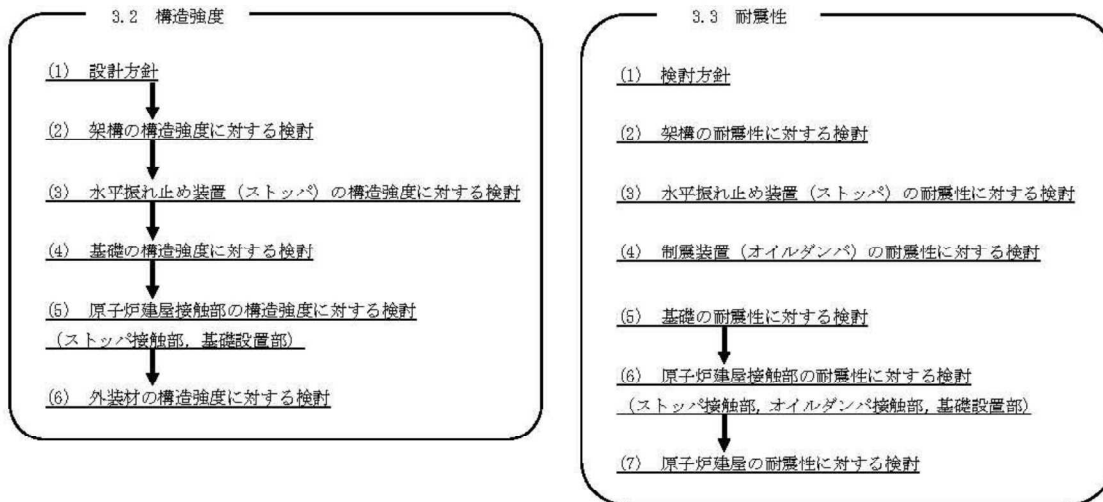


東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

31

参考2 検討フロー



参考3 構造強度

(1) 設計方針

1) 使用材料及び許容応力度

材料定数

部位	材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν	単位体積重量 γ (kN/m ³)
架 構	鉄骨	2.05×10^5	0.3	77.0
基 礎	コンクリート	2.27×10^4	0.2	24.0

コンクリートの許容応力度

(単位: N/mm²)

設計基準強度=24	長期			短期		
	圧縮	引張	せん断	圧縮	引張	せん断
	8.0	—	0.73	16.0	—	1.095

鉄筋の許容応力度

(単位: N/mm²)

記号	鉄筋径	長期		短期	
		引張及び圧縮	せん断補強	引張及び圧縮	せん断補強
SD345	D29未満	215	195	345	345
	D29以上	195			

構造用鋼材の許容応力度

(単位: N/mm²)

板厚	材料	基準強度F	許容応力度
T ≤ 40mm	SS400, SN400B	235	「鋼構造設計規準」に従い、左記Fの値より求める
T > 40mm	SN400B	215	
T ≤ 40mm	SM490A, SN490B, STK490	325	
—	STKT590	440*	

*「JIS G 3474-2008」による

※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
<換算式> T.P.=旧 O.P.-1,436mm

参考3 構造強度

(1) 設計方針

2) 荷重及び荷重組合せ

・鉛直荷重 (VL)

燃料取り出し用カバーに作用する鉛直方向の荷重で、固定荷重、機器荷重、配管荷重及び積載荷重とする。

・燃料取扱設備荷重 (CL)

燃料取扱機	788 kN
クレーン	755 kN
吊荷	461 kN

・積雪荷重 (SL)

積雪荷重は建築基準法施行令及び福島県建築基準法施行規則細則に準拠し以下の条件とする。

積雪量：30cm、単位荷重：20N/m²/cm

・風圧力 (WL)

建築基準法施行令第87条に基づき、基準風速を30m/s、地表面粗度区分Ⅱとして算定する。

建物高さ*	平均風速の鉛直分布係数	ガスト影響係数	建物高さ粗度区分による係数	基準風速	速度圧
H (m)	Er	Gf	E	Vo (m/s)	q (N/m ²)
50.55	1.27	2.00	3.23	30	1750



東京電力

※：建物高さは、軒高さ (47.60m) と最高高さ (53.50m) の平均値とした

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

34

参考3 構造強度

(1) 設計方針

2) 荷重及び荷重組合せ

・地震荷重 (K)

燃料取り出し用カバーに作用させる地震荷重は、O.P.-2.06m (原子炉建屋基礎スラブ上端レベル) を基準面とした原子炉建屋の水平地震力の算定結果より設定する。原子炉建屋の水平地震力は下式より算定する。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$$

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o$$

Q_i : 水平地震力 (kN)

n : 施設の重要度に応じた係数 (n=1.5)
建築基準法で定める地震力の1.5倍を考慮する。

C_i : 地震層せん断力係数

Z : 地震地域係数 (Z=1.0)

R_t : 振動特性係数 (R_t=1.0)

A_i : 地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数で、
原子炉建屋の固有値を用いたモーダル解析法 (二乗和平方根法) より求める。

C_o : 標準せん断力係数 (C_o=0.2)



東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

35

※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
<換算式> T.P.=旧 O.P.-1.436mm

参考3 構造強度

(1) 設計方針

2) 荷重及び荷重組合せ

・地震荷重 (K)

i層の水平震度は下式より算定する。

$$P_i = Q_i - Q_{i-1}$$

$$k_i = P_i / w_i$$

P_i : 当該階とその直下の水平地震力の差 (kN)

w_i : 各階重量 (kN)

架構に作用させる水平震度は、原子炉建屋1階、3階及び5階の水平震度を用いるものとし、水平地震力を設定する。ドーム屋根部分の水平震度は、建設省告示第1389号に基づく1.0に1.5を乗じて用いる。表3.2-7に燃料取り出し用カバーに作用させる水平地震力の算定結果を示す。

水平地震力の算定結果

標高 O.P.(m)	各階重量 w_i (kN)	NS方向		EW方向	
		水平震度 k_i	水平地震力 P_i (kN)	水平震度 k_i	水平地震力 P_i (kN)
63.50	3200	1.500	4800	1.500	4800
46.00	11400	0.492	5609	0.555	6327
26.90	200	0.286	57	0.272	54
10.20	1200	0.099	119	0.103	124



東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

36

参考3 構造強度

(1) 設計方針

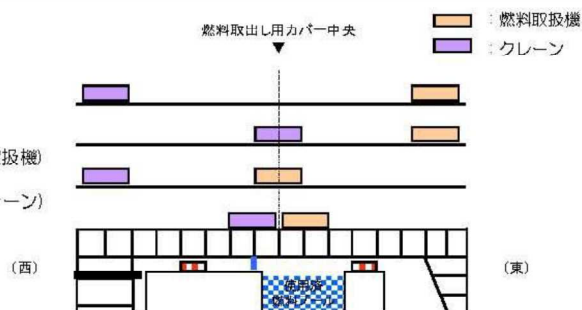
2) 荷重及び荷重組合せ

位置A: 両端

位置B: 中央(クレーン)+東端(燃料取扱機)

位置C: 中央(燃料取扱機)+西端(クレーン)

位置D: 中央



燃料取り出し用カバーの荷重組合せ

想定する状態	荷重ケース	荷重組合せ内容	許容応力度
常時	C	VL+CL *1	長期
積雪時*3	S	VL+CL *1+SL	短期
暴風時*3	W	VL+CL *1+WL	
地震時	E1	VL+CL *1+K(+NS) *2	
	E2	VL+CL *1+K(-NS) *2	
	E3	VL+CL *1+K(+EW) *2	
	E4	VL+CL *1+K(-EW) *2	

*1: 吊荷荷重は、常時、積雪時及び暴風時は上図に示すクレーンの位置、地震時は使用済燃料プール直上の架構にて考慮する。

*2: 地震荷重はNS方向及びEW方向を考慮する。

*3: 短期事象では地震時が支配的であることから、積雪時及び暴風時の検討は省略する。

ただし、外装材の検討は暴風時が支配的であることから暴風時に対し検討を行う。



東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

37

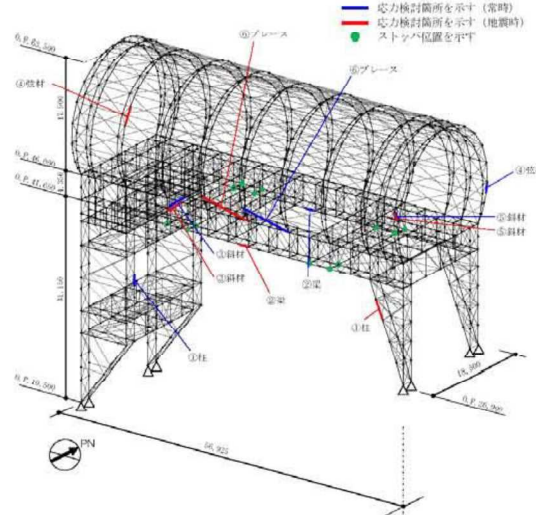
※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
 T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
 <換算式> T.P.=旧 O.P.-1.436mm

参考3 構造強度

(2) 架構の強度設計構造強度に対する検討

1) 解析モデル

架構の解析モデルは、門型架構及びドーム屋根を構成する主要な鉄骨部材からなる立体架構モデルとする。下図に架構の立体解析モデルを示す。解析モデルの柱脚部はピン支持、ストッパ取り付け部は水平方向のみピン支持とする。



解析モデル図 (単位: mm)

参考3 構造強度

(2) 架構の強度設計構造強度に対する検討

2) 断面検討

応力度比の検討は「鋼構造設計規準」に従い、検討を行う。
 全ての部材に対する応力度比が1以下になることを確認した。

断面検討結果 (常時)

部位*1		部材形状 (mm) <使用材料>	荷重ケース (位置)*2	作用 応力度 (N/mm ²)	許容 応力度 (N/mm ²)	応力度比	判定
門型 架構	①	柱 H-350×350 ×12×19 <SM490>	C (D)	圧縮 77.4	164	0.48	OK
	②	梁 H-350×350 ×12×19 <SM490>	C (D)	引張 91.4	216	0.43	OK
	③	斜材 2ls-150×75 ×6.5×10 <SM490>	C (D)	圧縮 103.0	120	0.86	OK
ドーム 屋根	④	弦材 φ-318.5×6.9 <STK490>	C (B)	引張 33.5	293	0.12	OK
	⑤	斜材 φ-139.8×4.5 <STK490>	C (B)	圧縮 43.4	203	0.22	OK
	⑥	ブレース φ-114.3×4.5 <STK490>	C (D)	圧縮 19.4	92	0.22	OK

*1: ①~⑥の符号はP24の応力検討箇所を示す

*2: P23に示す燃料取扱設備の位置を示す

参考3 構造強度

(2) 架構の強度設計構造強度に対する検討

2) 断面検討

断面検討結果（地震時）

部 位*1		部材形状 (mm) 〈使用材料〉	荷重ケース (位置) *2	作用 応力度 (N/mm ²)	許容 応力度 (N/mm ²)	応力度比	判定
門型 架構	①	柱 H-350×350 ×12×19 〈SM490〉	E1 (D)	圧縮 138.9	289	0.49	OK.
	②	梁 H-350×350 ×12×19 〈SM490〉	E1 (D)	引張 108.3	324	0.34	OK.
	③	斜材 2[s-150×75 ×6.5×10 〈SM490〉	E1 (D)	圧縮 164.5	180	0.92	OK.
ドーム 屋根	④	弦材 φ-267.4×6.6 〈STKT590〉	E1 (D)	圧縮 155.2	396	0.40	OK.
	⑤	斜材 φ-139.8×4.5 〈STK490〉	E3 (A)	圧縮 165.8	304	0.55	OK.
	⑥	ブレース φ-114.3×4.5 〈STK490〉	E3 (D)	圧縮 80.6	138	0.59	OK.

*1：①～⑥の符号はP24の応力検討箇所を示す

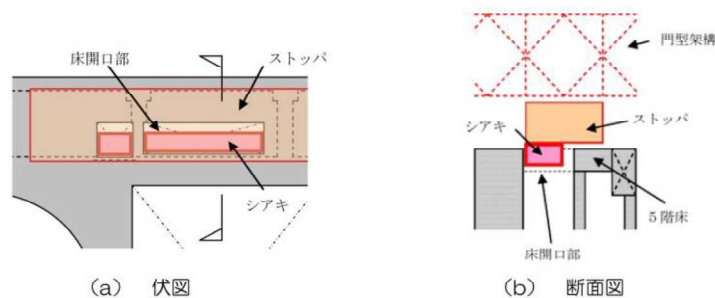
*2：P23に示す燃料取扱設備の位置を示す

参考3 構造強度

(3) 水平振れ止め装置（ストップ）の構造強度に対する検討

架構と原子炉建屋を結んだバネ材に発生する水平力の最大値が、床開口に差し込むシアキの短期許容せん断力以下であることを確認する。全ての部材に対する応力度比が1以下になることを確認した。

なお、原子炉建屋と水平振れ止め装置（ストップ）の接触部については、設置前において、本説明書で想定しているように、施工に十分な状況かどうか、雰囲気線量等の作業安全性を鑑みながら、可能な範囲で確認した点検結果を別途報告するとともに、不具合が見つかった場合には適切に補修等を実施する。



ストップ概要図

全てのストップに対する応力比が1以下になることを確認した。

断面検討結果（常時）

部位	荷重ケース (位置)*	ストップ反力 Q(kN)	短期許容せん断力 Qa(kN)	応力比 Q/Qa	判定
東側ストップ	E4 (A)	2560	8620	0.30	OK.

*：P23に示す燃料取扱設備の位置を示す

参考3 構造強度

(4) 基礎の構造強度に対する検討

基礎の浮き上がりに対しては基礎反力（圧縮力を正）の最小値が0以上であることを確認し、基礎のすべりに対しては基礎反力の水平力が許容摩擦力以下であることを確認する。

なお、基礎底面の摩擦係数は「現場打ち同等型プレキャスト鉄筋コンクリート構造設計指針(案)・同解説(2002)」に準じて、0.6とする。

基礎浮き上がりの検討の結果、全ての基礎の最小圧縮力が0以上であることを確認した。

基礎浮き上がりの検討結果

部位	荷重ケース (位置)*	最小圧縮力 N(kN)	判定
東側柱脚 (北側)	E1 (C)	1990	OK

*: P23に示す燃料取扱設備の位置を示す

基礎すべりの検討の結果、全ての基礎に対する応力比が1以下になることを確認した。

基礎すべりの検討結果

部位	荷重ケース (位置)*	水平力 Q(kN)	許容摩擦力 Va(kN)	応力比 Q/Va	判定
東側柱脚	C(D)	2410	5270	0.46	OK
	E4(D)	2430	4580	0.54	OK

*: P23に示す燃料取扱設備の位置を示す

参考3 構造強度

(5) 原子炉建屋接触部の構造強度に対する検討

1) ストップ接触部

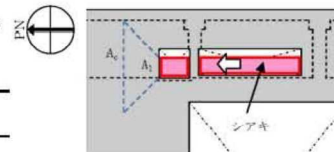
ストップ接触部の構造強度の検討では、ストップ水平反力が、既存躯体の短期許容支圧力以下になることを確認する。なお、許容支圧応力度は、原子炉建屋の設計基準強度(22.1N/mm²)を用いて「プレストレスコンクリート設計施工規準・同解説」に基づき算出する。

全てのストップ接触部に対する応力比が1以下になることを確認した。

ストップ接触部の検討結果

部位	荷重ケース (位置)*	ストップ水平反力 N(kN)	短期許容支圧力 Na(kN)	応力比 N/Na	判定
東側ストップ	E2 (B)	3980	10300	0.39	OK

*: P23に示す燃料取扱設備の位置を示す



2) 基礎設置部

柱脚の鉛直反力により生じる直下壁の軸力が壁の許容軸力以下であることを確認する。

全ての基礎設置部に対する応力比が1以下になることを確認した。

壁の圧縮力の検討結果

部位	荷重ケース (位置)*	軸力 N(kN)	許容軸力 Na(kN)	応力比 N/Na	判定
東側柱脚 (南側)	C(B)	4280	12900	0.34	OK
	E1(B)	6540	25900	0.26	OK

*: P23に示す燃料取扱設備の位置を示す

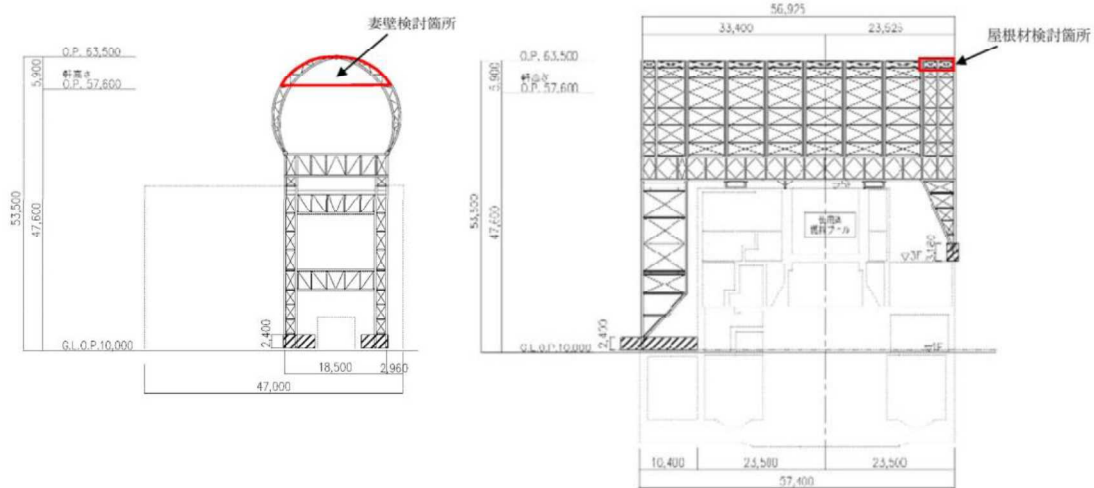
※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
 T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
 <換算式> T.P.=旧 O.P.-1.436mm

参考3 構造強度

(6) 外装材の構造強度に対する検討

1) 検討箇所

架構の屋根面及び側面を覆う外装材は、折板を用いる。強度検討は、壁材、屋根材それぞれに風圧力により生じる応力度が短期許容応力度以下であることを確認する。



外装材検討箇所 (単位: mm)

参考3 構造強度

(6) 外装材の構造強度に対する検討

3) 外装材の強度検討

全ての外装材に対する応力度比が1以下になることを確認した。

屋根材及び壁材の材料諸元

板厚	自重	正曲げ方向		負曲げ方向	
		断面2次モーメント	断面係数	断面2次モーメント	断面係数
t (mm)	G (N/m ²)	I _x (cm ⁴ /m)	Z _x (cm ³ /m)	I _x (cm ⁴ /m)	Z _x (cm ³ /m)
0.8	118	360	43.6 (13.1*)	347	40.6 (12.2*)

*: 括弧内の数値は折曲加工部を示す

応力度に対する検討結果

部位	作用応力度 (N/mm ²)	許容応力度 (N/mm ²)	応力度比	判定
ドーム屋根	189	205*	0.93	OK.
妻壁	109	205*	0.54	OK.

*: 「JIS G 3321-2010」による

(注) ドーム屋根外装材については、設計風圧力の約4倍の耐力を有することを試験により確認している。

※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
 T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
 <換算式> T.P.=旧 O.P.-1.436mm

参考4 耐震性

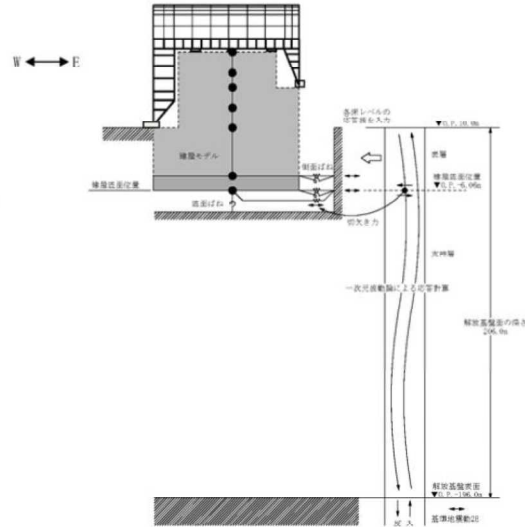
(1) 検討方針

耐震性の検討は、架構、水平振れ止め装置（ストッパ）、制震装置（オイルダンパ）、基礎、原子炉建屋接触部及び原子炉建屋の健全性について行い、基準地震動Ssに対して、これらの応答性状を適切に表現できる地震応答解析を用いて評価する。なお、地震応答解析は水平方向及び鉛直方向を同時に入力する。

(2) 架構の耐震性に対する検討

1) 解析に用いる入力地震動

検討用地震動は、「福島第一原子力発電所『発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針』の改訂に伴う耐震安全性評価結果 中間報告書」（東京電力株式会社、平成20年3月31日）にて作成した解放基盤表面で定義される基準地震動Ssを用いる。



地震応答解析に用いる入力地震動の概念図

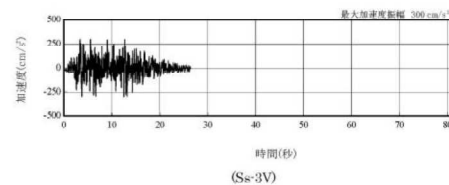
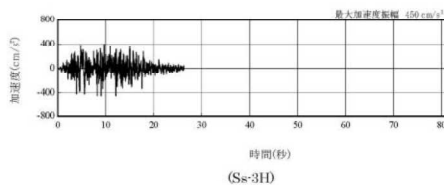
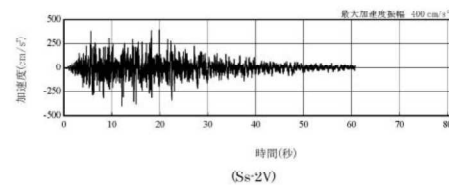
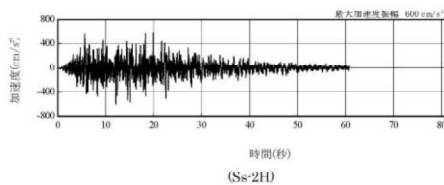
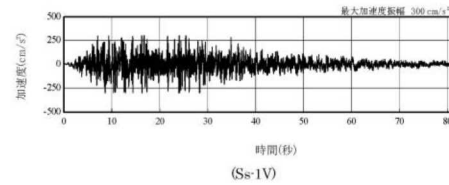
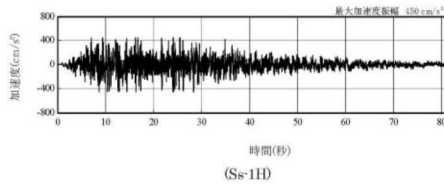


無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

参考4 耐震性

(2) 架構の耐震性に対する検討

1) 解析に用いる入力地震動



解放基盤表面位置における地震動の
 加速度時刻歴波形(水平方向)

解放基盤表面位置における地震動の
 加速度時刻歴波形(鉛直方向)



無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
 T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
 <換算式> T.P.=旧 O.P.-1.436mm

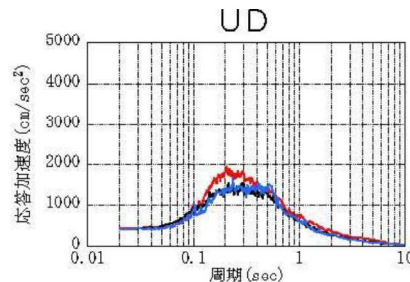
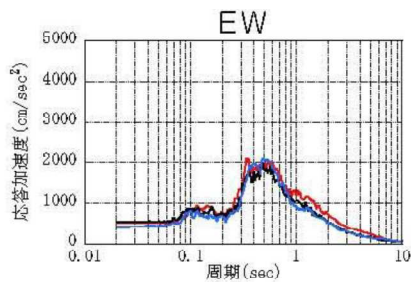
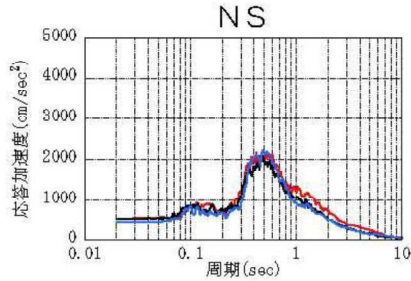
参考4 耐震性

(2) 架構の耐震性に対する検討

1) 解析に用いる入力地震動

建屋質点の応答解析結果（カバー架構の入力地震動に相当）

1F



(h=2%)

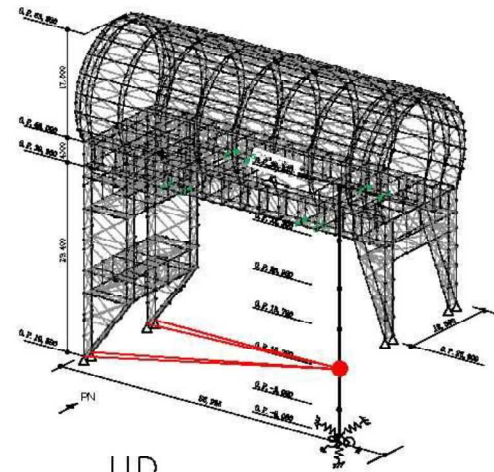
— Ss-1
 — Ss-2
 — Ss-3



東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

48



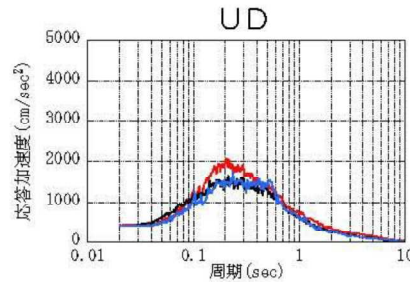
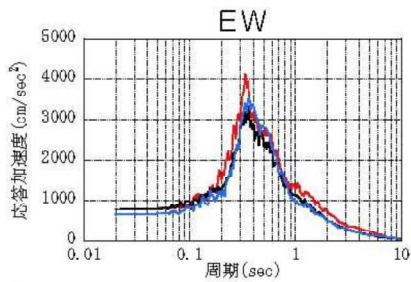
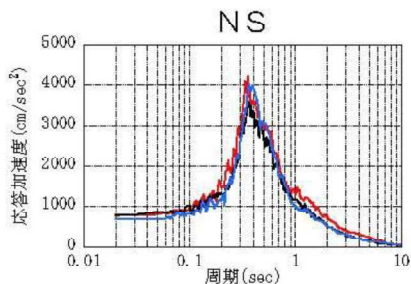
参考4 耐震性

(2) 架構の耐震性に対する検討

1) 解析に用いる入力地震動

建屋質点の応答解析結果（カバー架構の入力地震動に相当）

5F



(h=2%)

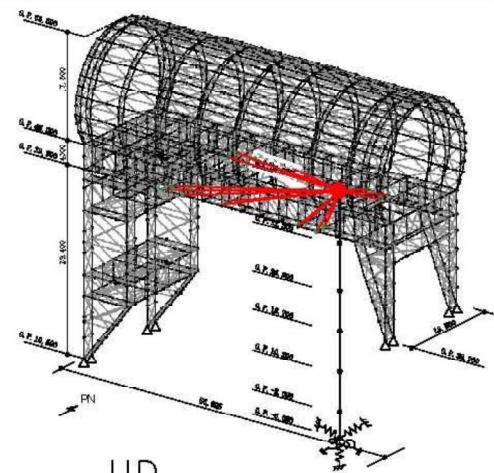
— Ss-1
 — Ss-2
 — Ss-3



東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

49



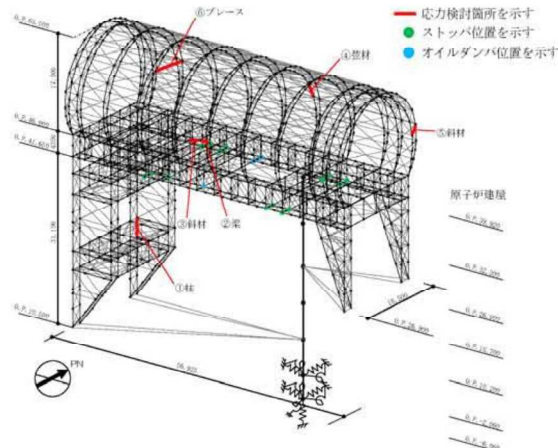
※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
 T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
 <換算式> T.P.=旧 O.P.-1,436mm

参考4 耐震性

(2) 架構の耐震性に対する検討

2) 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、門型架構及びドーム屋根を構成する主要な鉄骨部材からなる立体架構を原子炉建屋の質点系モデルに接続した下図に示すモデルとし、地盤を等価ばねで評価した建屋-地盤連成系モデルとする。ストップ取り付け部は原子炉建屋5階質点（O.P.39.92 m）と水平方向同一変位条件とし、鉛直方向の制震装置（オイルダンパ）は原子炉建屋の5階床上面4箇所にて門型架構と5階床の鉛直方向相対変位が減少する場合に減衰力を発揮するばねに置換して立体架構モデルに組み込んでいる。



地震応答解析モデル（単位：mm）

参考4 耐震性

(2) 架構の耐震性に対する検討

2) 地震応答解析モデル

地震応答解析に用いる物性値を下表に示す。門型架構及びドーム屋根の部材接合部の質点は仕上げ材等を考慮した重量とし、原子炉建屋の質点は瓦礫撤去の重量等を反映したP38に示す重量とする。門型架構の柱・梁及びドーム屋根の弦材は弾性部材とし、その他ブレース等は「鉄骨X型ブレース架構の復元力特性に関する研究」（日本建築学会構造工学論文集37B号 1991年3月）に示されている修正若林モデルによる。また、原子炉建屋は、曲げとせん断に「JEAG 4601-1991」に示されている非線形特性を考慮する。

地震応答解析に用いる物性値

部位	材料	ヤング係数 E(N/mm ²)	ポアソン比 ν	単位体積重量 γ(kN/m ³)	減衰定数 h(%)	備考
架構	鉄骨	2.05×10 ⁵	0.3	77.0	2	SS400,SM490A STK490,STKT590

※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
 T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
 <換算式> T.P.=旧 O.P.-1.436mm

参考4 耐震性

(2) 架構の耐震性に対する検討

2) 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルのうち原子炉建屋の地震応答解析モデルの諸元

(a)水平 (NS) 方向

標高 O.P. (m)	質点重量* W (kN)	回転慣性重量 $I_g (\times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2)$	せん断断面積 $A_s (\text{m}^2)$	断面二次モーメント $I (\text{m}^4)$
39.92	72990	76.95		
32.3	119490	238.33	145.3	959.8
26.9	111140	204.58	146.1	2927.1
18.7	130160	239.58	237.3	56230
10.2	252510	464.88	208.6	60144
-2.06	301020	554.17	458.7	112978
-6.06	127000	233.79	2697.8	496620
合計	1114310			
		ヤング係数 E_c	$2.57 \times 10^7 (\text{kN}/\text{m}^2)$	
		せん断弾性係数 G	$1.07 \times 10^7 (\text{kN}/\text{m}^2)$	
		ポアソン比 ν	0.20	
		減衰 h	5%	

* 「福島第一原子力発電所の原子炉建屋の現状の耐震安全性および補強等に関する検討に係る報告書(その2)」(東京電力株式会社、平成23年7月13日)において用いた各階重量に瓦礫撤去等による重量増減を考慮した数値(ただし、門型架構の重量12800kN及びドーム屋根重量3200kNは含まない)

地盤定数は、「福島第一原子力発電所『発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針』の改訂に伴う耐震安全性評価結果 中間報告書」(東京電力株式会社、平成20年3月31日)と同様とする。原子炉建屋の地盤ばねは、「JEAG 4601-1991」に示されている手法を参考にして、底面地盤を成層補正し振動アドミッタンス理論によりスウェイ及びロッキングばねを、側面地盤をNovakの方法により建屋側面ばねを評価した。



東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

52

参考4 耐震性

(2) 架構の耐震性に対する検討

2) 地震応答解析モデル

固有値解析結果

次数	固有振動数 (Hz)	固有周期 (秒)	刺激係数			備考
			NS方向 (X方向)	EW方向 (Y方向)	UD方向 (Z方向)	
17	1.35	0.742	3.034	-0.001	-0.019	ドーム屋根NS方向1次
25	1.78	0.561	-0.056	2.478	0.422	ドーム屋根EW方向1次
33	2.53	0.396	2.914	-0.031	-0.045	門型架構・原子炉建屋NS方向1次
34	2.65	0.377	-0.111	-7.751	-0.073	門型架構・原子炉建屋EW方向1次
35	2.94	0.340	2.165	-0.950	4.500	門型架構UD方向1次
54	4.30	0.233	-0.428	0.038	-40.498	原子炉建屋UD方向1次



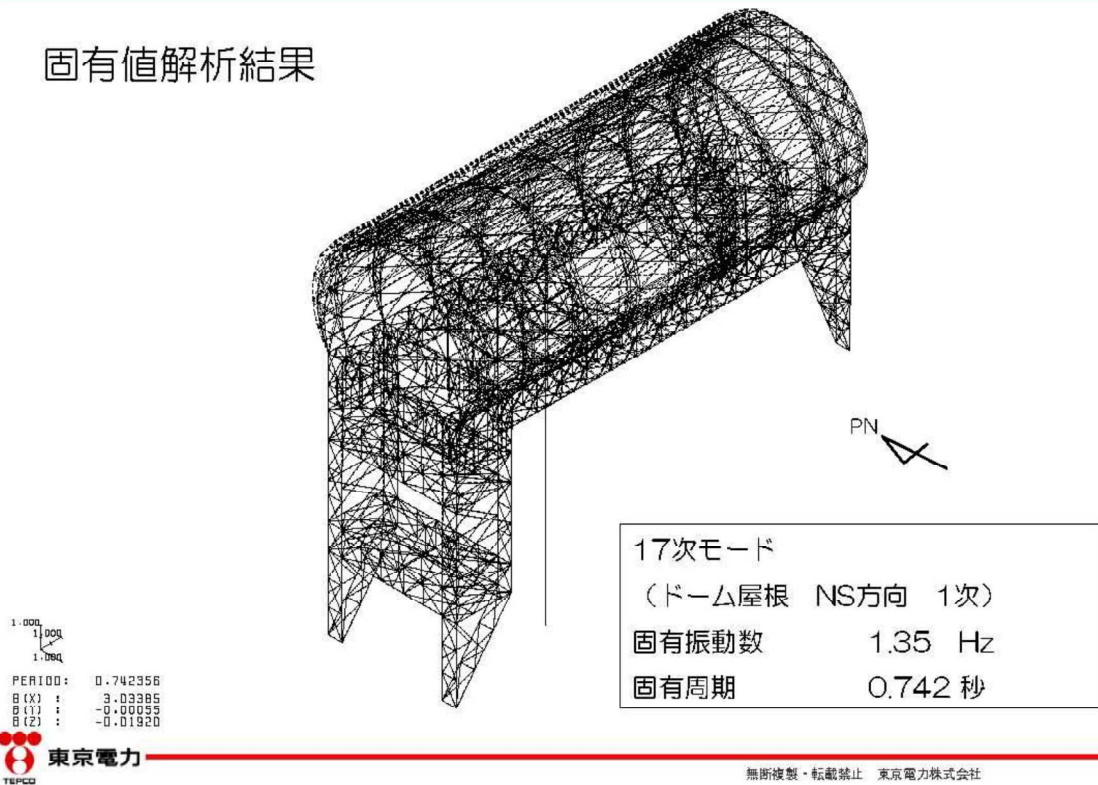
東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

53

参考4 耐震性

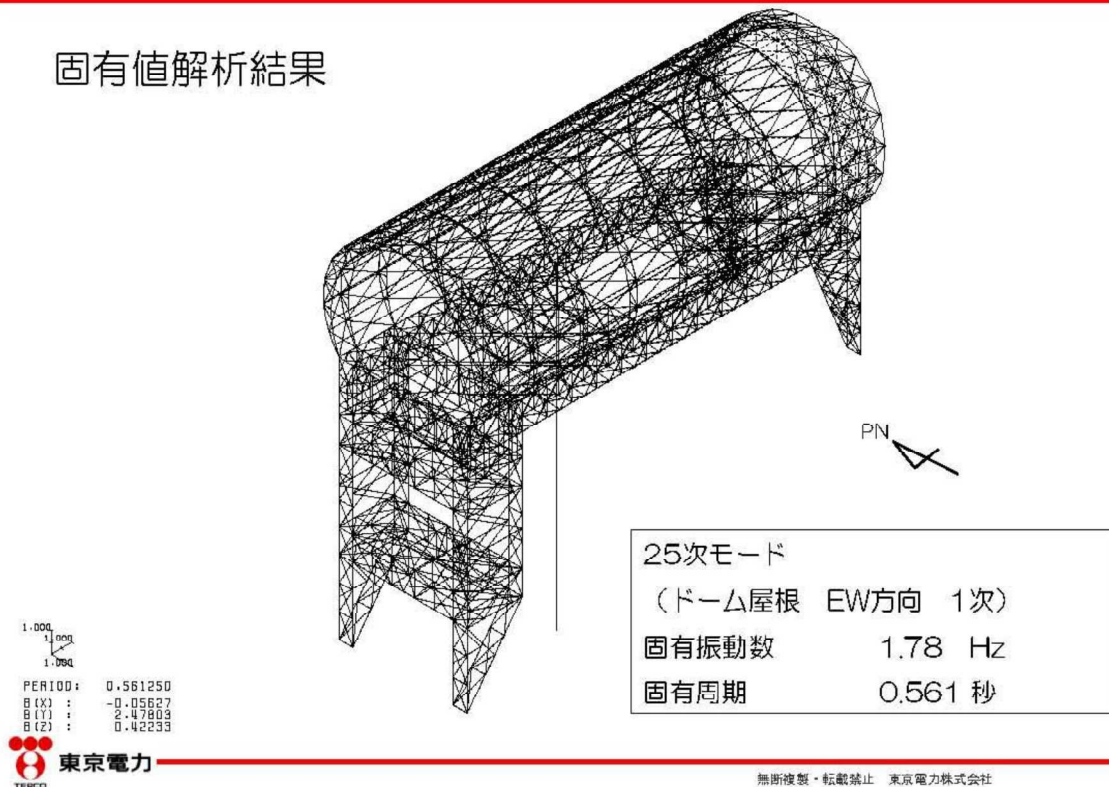
固有値解析結果



54

参考4 耐震性

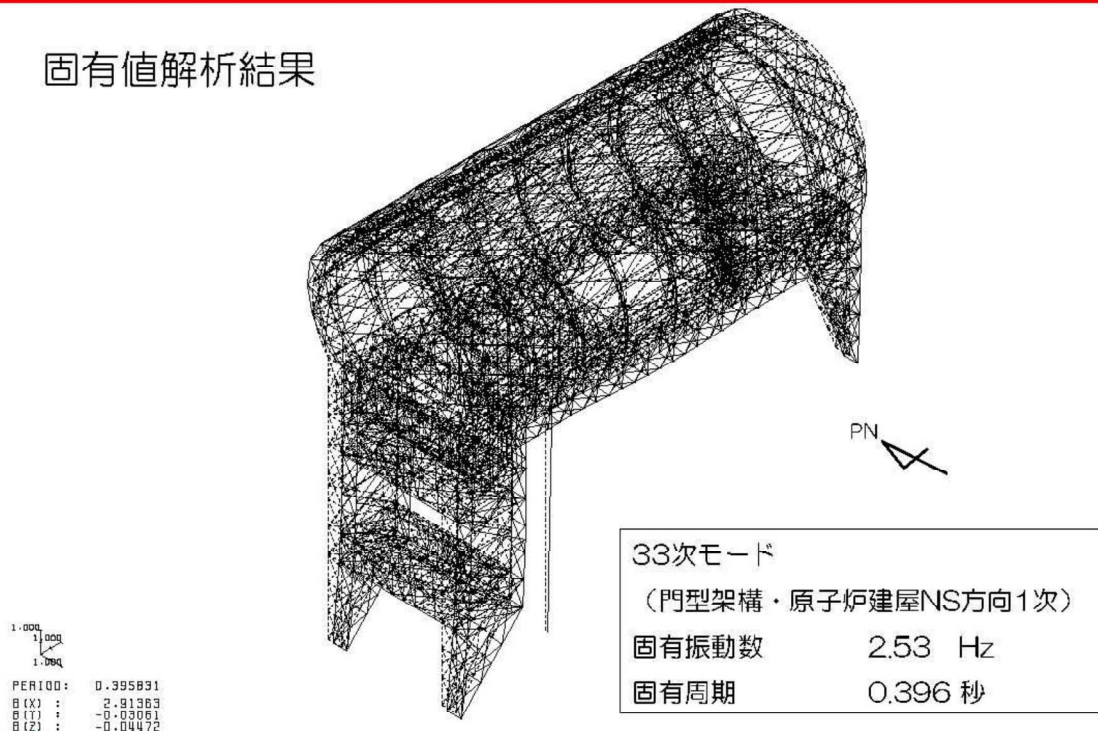
固有値解析結果



55

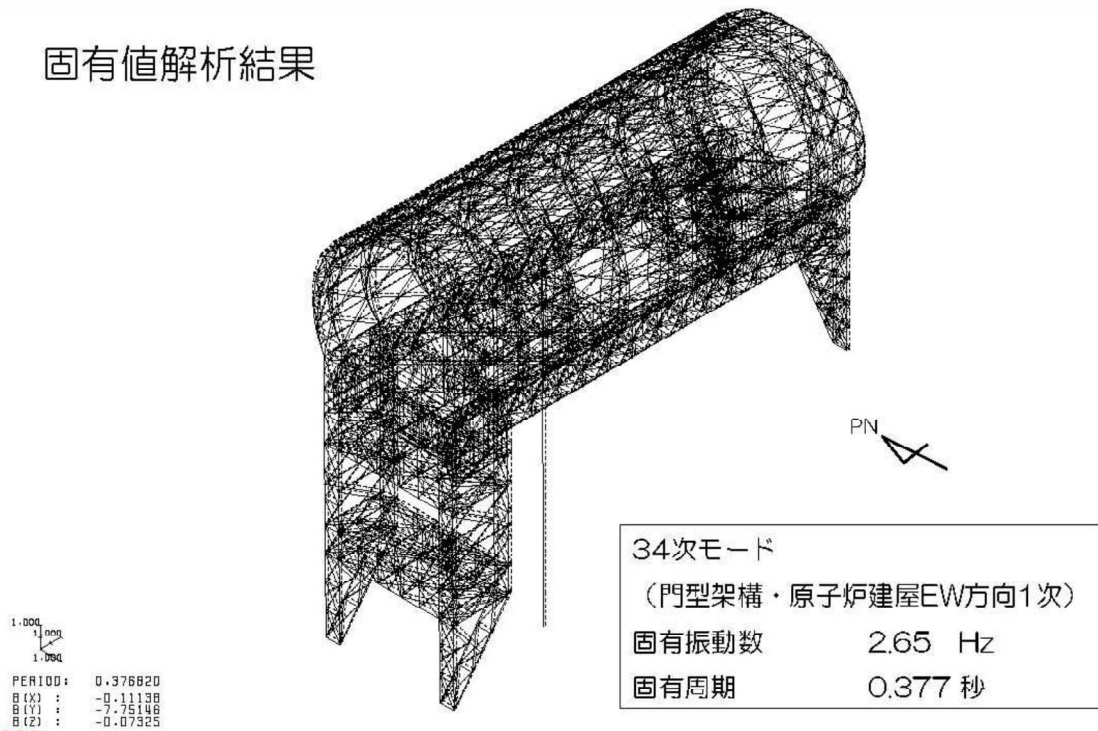
参考4 耐震性

固有値解析結果



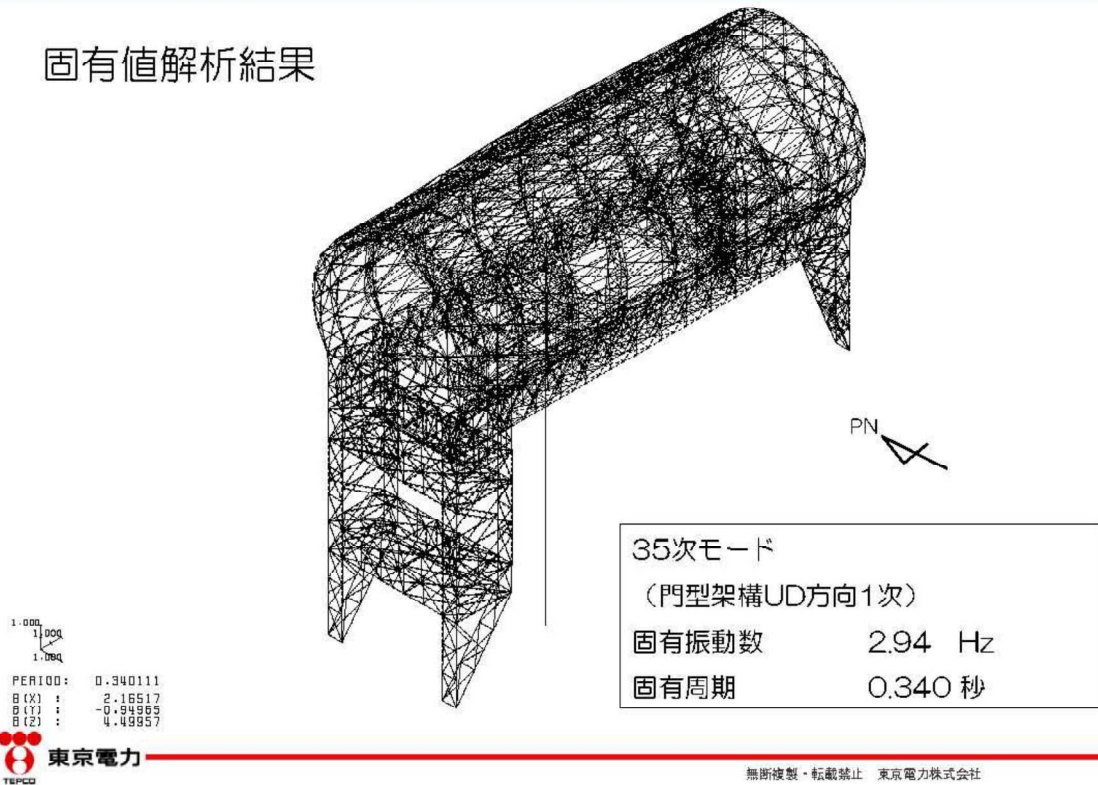
参考4 耐震性

固有値解析結果



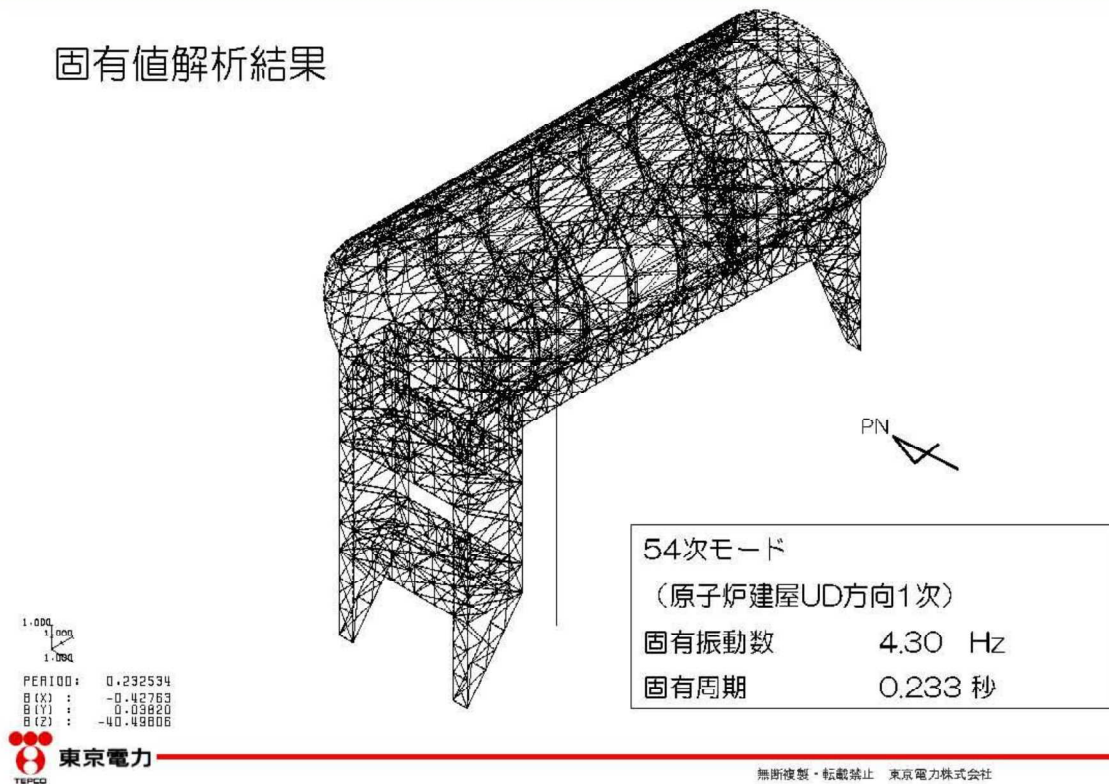
参考4 耐震性

固有値解析結果



参考4 耐震性

固有値解析結果

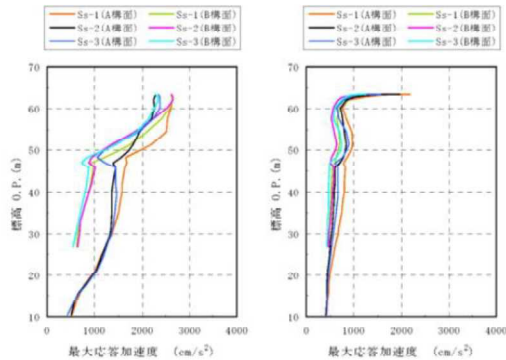


※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
 T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
 <換算式> T.P.=旧 O.P.-1.436mm

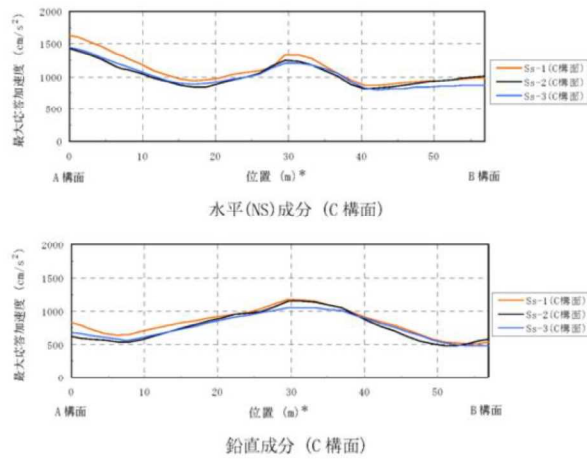
参考4 耐震性

(2) 架構の耐震性に対する検討

3) 地震応答解析結果

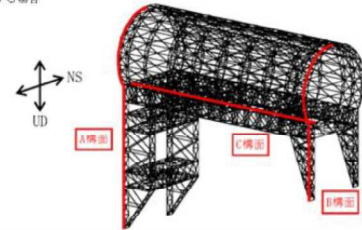


水平(NS)成分 (A構面, B構面) 鉛直成分 (A構面, B構面)



注：燃料取扱設備が門型架構の中央に位置する場合
 (図3.2-1の位置D)を示す
 *：位置はA構面側からの距離を示す

最大応答加速度分布



参考4 耐震性

(2) 架構の耐震性に対する検討

4) 波及的影響の評価

門型架構は、JSCA性能メニュー（社団法人日本建築構造技術者協会、2002年）を参考に定めたクライテリア（「層間変形角は1/75以下、層の塑性率は4以下、部材の塑性率は5以下」*）を満足することを確認する。ドーム屋根は、柱・梁によるフレームを構成しないため、JSCA性能メニューのうち部材の塑性率のクライテリアを満足することを確認する。

なお、解析結果が「時刻歴応答解析建築物性能評価業務方法書」（財団法人日本建築センター、平成19年7月20日）に示されるクライテリア（層間変形角は1/100以下、層の塑性率は2以下、部材の塑性率は4以下）を超える場合には水平変形に伴う鉛直荷重の付加的影響を考慮した解析を実施し、安全性を確認する。

*：北村春幸、室内洋二、浦本弥樹「性能設計における耐震性能判断基準値に関する研究」、日本建築学会構造系論文集、第604号、2006年6月

※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
 T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
 <換算式> T.P.=旧 O.P.-1.436mm

参考4 耐震性

(2) 架構の耐震性に対する検討

4) 波及的影響の評価

・層間変形角の検討

最大応答層間変形角は1/75以下となりクライテリアを満足することを確認した。

最大応答層間変形角の検討結果

検討箇所	地震波	入力方向(位置)*	最大応答値	応答率	判定
東側 O.P.4600(mm) ~O.P.2690(mm)	Ss-1	NS (A)	1/820	1/75	OK
		EW (B)	1/990	1/75	OK
	Ss-2	NS (B)	1/990	1/75	OK
		EW (B)	1/1000	1/75	OK
	Ss-3	NS (B)	1/990	1/75	OK
		EW (B)	1/1000	1/75	OK
西側 O.P.4600(mm) ~O.P.1050(mm)	Ss-1	NS (A)	1/720	1/75	OK
		EW (B)	1/1600	1/75	OK
	Ss-2	NS (C)	1/860	1/75	OK
		EW (B)	1/1600	1/75	OK
	Ss-3	NS (C)	1/800	1/75	OK
		EW (B)	1/1800	1/75	OK

*: P.23に示す燃料取扱設備の位置を示す

参考4 耐震性

(2) 架構の耐震性に対する検討

4) 波及的影響の評価

・塑性率の検討

全てのケースで耐力比が1を下回ることから塑性率は1未満となり、クライテリアを満足することを確認した。

耐力比の検討結果

部位*1		部材形状 (mm)	地震波	入力方向 (位置)*2	耐力比		判定
門型架構	①	柱 H-350×350 ×12×19 <SM490A>	Ss-2	NS (C)	C/Cu	0.50	OK
	②	梁 H-350×350 ×12×19 <SM490A>	Ss-1	NS (C)	C/Cu	0.45	OK
	③	斜材 2[s-150×75 ×6.5×10 <SM490A>	Ss-1	NS (C)	C/Cu	0.75	OK
ドーム屋根	④	弦材 φ-267.4×6.6 <STKT590>	Ss-1	NS (D)	C/Cu	0.63	OK
	⑤	斜材 φ-139.8×4.5 <STK490>	Ss-1	EW (D)	C/Cu	0.90	OK
	⑥	ブレース φ-114.3×4.5 <STK490>	Ss-2	EW (C)	C/Cu	0.45	OK

*1: ①~⑥の符号はP.36の耐力検討箇所を示す
 *2: P.23に示す燃料取扱設備の位置を示す

C: 部材軸方向の圧縮力の最大値
 Cu: 座屈耐力
 T: 部材軸方向の引張力の最大値
 Tu: 引張耐力

参考4 耐震性

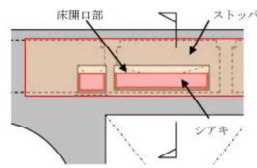
(3) 水平振れ止め装置（ストップ）の耐震性に対する検討

全てのストップに対する耐力比が1以下になることを確認した。

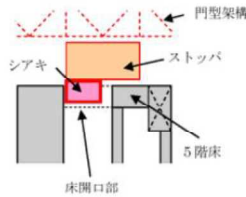
ストップ（シアキ）の断面検討結果

部位	地震波	入力方向（位置）	最大応答 ストップ反力 Q _u (kN)	せん断耐力 Q _u (kN)	耐力比 Q/Q _u	判定
連倒ストップ	Ss-1	FW (D)	3970	9480	0.42	OK

*：P23に示す燃料取扱設備の位置を示す



(a) 伏図



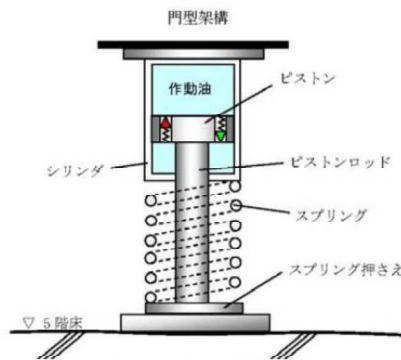
(b) 断面図

ストップ概要図

参考4 耐震性

(4) 制震装置（オイルダンパ）の耐震性に対する検討

全てのオイルダンパで最大応答値が許容値以下になることを確認した。



オイルダンパ概念図

オイルダンパの検討結果

検討	地震波	入力方向 (位置)*	最大応答値	許容値	判定
オイルダンパ変位 (mm)	Ss-3	NS (D)	72	±100	OK
オイルダンパ速度 (m/s)	Ss-1	NS (D)	0.48	1.00	OK

*：P23に示す燃料取扱設備の位置を示す

参考4 耐震性

(5) 基礎の耐震性に対する検討

基礎の浮き上がりに対しては基礎反力（圧縮力を正）の最小値が以上であることを確認し、基礎のすべりに対しては基礎反力の水平力が摩擦耐力以下であることを確認した。

1) 基礎浮き上がりの検討

基礎浮き上がりの検討結果

部位	地震波	入力方向 (位置)*	最小圧縮力 N(kN)	判定
東側柱脚 (北側)	Ss-3	NS (C)	227	OK

*：P23に示す燃料取扱設備の位置を示す

2) 基礎すべりの検討

基礎すべりの検討結果

部位	地震波	入力方向 (位置)*	最大水平力 Q(kN)	摩擦耐力 Vu(kN)	耐力比 Q/Vu	判定
東側柱脚	Ss-1	EW (D)	2810	4780	0.59	OK

*：P23に示す燃料取扱設備の位置を示す

参考4 耐震性

(6) 原子炉建屋接触部の耐震性に対する検討

1) ストッパ接触部

最大ストッパ水平反力が、既存躯体の支圧耐力以下になることを確認する。なお、支圧耐力は、原子炉建屋の設計基準強度(22.1N/mm²)を用いて「プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説」に基づき算出する。

ストッパ接触部の検討結果

部位	地震波	入力方向 (位置)*	最大ストッパ 水平反力 N(kN)	支圧耐力 Nu(kN)	耐力比 N/Nu	判定
西側ストッパ	Ss-1	NS (C)	10400	19600	0.54	OK

*：P23に示す燃料取扱設備の位置を示す

2) オイルダンバ接触部

最大オイルダンバ鉛直反力が、既存躯体の支圧耐力以下になることを確認する。なお、支圧耐力は、原子炉建屋の設計基準強度(22.1N/mm²)を用いて「プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説」に基づき算出する。

オイルダンバ接触部の検討結果

部位	地震波	入力方向 (位置)*	最大水平力 Q(kN)	摩擦耐力 Vu(kN)	耐力比 Q/Vu	判定
東側柱脚	Ss-1	EW (D)	2810	4780	0.59	OK

*：P23に示す燃料取扱設備の位置を示す

3) 基礎設置部

柱脚の鉛直反力により生じる直下壁の最大軸力が壁の軸耐力以下であることを確認する。

壁の圧縮力の検討結果

部位	地震波	入力方向 (位置)*	最大軸力 N(kN)	軸耐力 Nu(kN)	耐力比 N/Nu	判定
東側柱脚 (南側)	Ss-3	NS (B)	7430	25900	0.29	OK

*：P23に示す燃料取扱設備の位置を示す

※O.P.表記は震災前の「旧 O.P.表記」を指す。
T.P.表記に換算する際は、震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への読替値(-727mm)を用いて、下式に基づき換算する。
<換算式> T.P.=旧 O.P.-1.436mm

参考4 耐震性

(7) 原子炉建屋の耐震性に対する検討

1) 検討方針

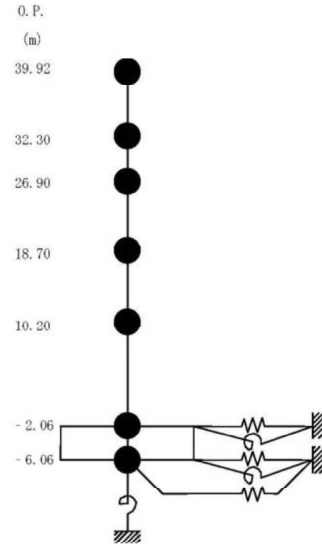
架構の設置に伴う原子炉建屋の耐震性の評価は、耐震安全上重要な設備への波及的影響防止の観点から、地震応答解析により得られる耐震壁のせん断ひずみが鉄筋コンクリート造耐震壁の終局限界に対応した評価基準値 (4.0×10^{-3}) 以下になることを確認する。

2) 原子炉建屋の地震応答解析

・入力地震動 基準地震動Ss

原子炉建屋の地震応答解析モデルは、右図に示すように質点系でモデル化し、地盤を等価なばねで評価した建屋-地盤連成系モデルとする。

地震応答解析モデルの諸元は、「福島第一原子力発電所の原子炉建屋の現状の耐震安全性および補強等に関する検討に係る報告書(その2)」(東京電力株式会社, 平成23年7月13日)に示される内容に、瓦礫撤去等による重量増減及び新規に設置する燃料取り出し用カバの重量を考慮した。



原子炉建屋の地震応答解析モデル

参考4 耐震性

(7) 原子炉建屋の耐震性に対する検討

2) 原子炉建屋の地震応答解析

原子炉建屋の地震応答解析モデルの諸元 (水平方向)

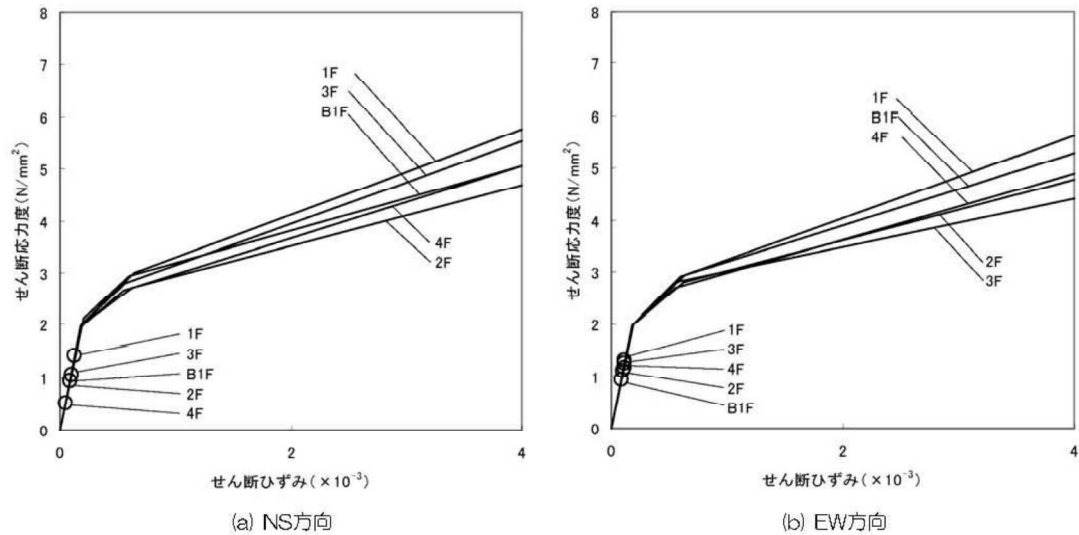
標高 O.P. (m)	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 $I_0 (\times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2)$	
		水平(NS)方向	水平(EW)方向
39.92	87590	92.34	67.32
32.3	119490	238.33	124.49
26.9	111340	204.95	204.95
18.7	130160	239.58	239.58
10.2	253710	467.09	696.62
-2.06	301020	554.17	826.50
-6.06	127000	233.79	348.72
合計	1130310		

参考4 耐震性

(7) 原子炉建屋の耐震性に対する検討

3) 検討結果

地震応答解析により得られる最大応答値は、評価基準値 (4.0×10^{-3}) に対して十分に余裕があることを確認した。

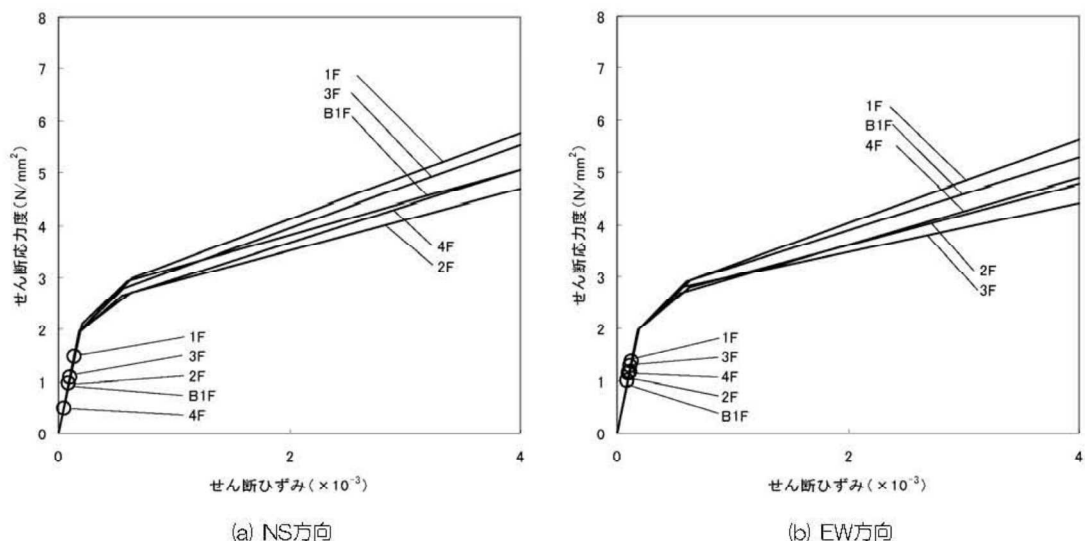


せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1)

参考4 耐震性

(7) 原子炉建屋の耐震性に対する検討

3) 検討結果

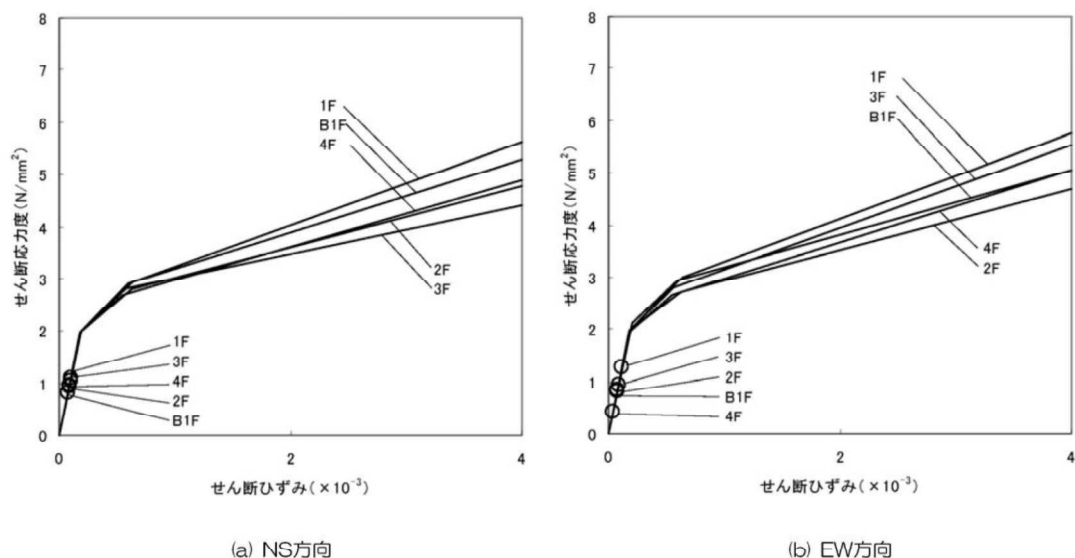


せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-2)

参考4 耐震性

(7) 原子炉建屋の耐震性に対する検討

3) 検討結果



せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-3)

参考5 瓦礫撤去用構台基礎の施工状況



瓦礫撤去用構台西側基礎部 PC型枠設置



瓦礫撤去用構台東側基礎部 PC型枠設置



瓦礫撤去用構台西側基礎部 コンクリート打設



瓦礫撤去用構台東側基礎部 コンクリート打設

特定原子力施設監視・
評価検討会(第6回)
資料5

福島第一原子力発電所 3号機燃料取り出し用カバーの 構造強度及び耐震性について (コメント回答)

東京電力株式会社

平成25年3月8日



目次

- ・ コメント回答① 地震・津波・竜巻等への対応について ……P.2
- ・ コメント回答② 耐震性の検討結果（表）の記載について ……P.4
- ・ コメント回答③ 作業環境の確保について ……P.6
- ・ コメント回答④ オイルダンパの機構および損傷時の対応について……P.7



コメント回答①

①3号機燃料取り出し用カバーの使用期間が短いとしても、地震・津波に関わる新安全設計基準への対応あるいは竜巻などの想定外事象に対する安全性や修復性は確保しなくてよいのか、既にされているのかを説明すること。（林教授）

- ・現在、国により策定中の新安全設計基準への対応については今後となるが、以下を念頭に計画している。
- ・地震：各部の検討において、可能な限り余裕を確保した計画^{*1}としている。また、脆性的な破壊を生じないよう、原則として保有耐力接合^{*2} ^{*3}としている。
- ・津波：燃料取り出し用カバーは鉄骨トラスと鋼製の外装材により構成されているが、閉空間になっておらず、津波襲来時には、水は燃料取り出し用カバーの裏側に回り込む。そのため、津波による波圧は生じにくい。

*1 5ページ参照。例えば、ドーム屋根は基準地震動 S_e に対し、約5倍の裕度がある。

*2 母材の耐力が十分に発揮されるように「接合部の破断耐力>母材耐力」となるように破断の検討を行うこと。

*3 特定原子力施設監視・評価検討会（第4回）資料4 16A'-Z' 参照

コメント回答①

- ・竜巻：ドーム屋根の外装材は、設計風圧力の約4倍以上の耐力を有することを確認しており、最大瞬間風速100m/s程度の暴風に対しても飛散しない計画となっている。
- ・修復性については、除染・遮へい対策を施す計画（コメント回答③参照）であり、現地へのアクセスは可能であると考えている。また、オペレーティングフロア上のガレキ撤去に用いたクレーン等により、遠隔操作による作業も可能であると考えている。

コメント回答②

②特定原子力施設監視・評価検討会（第4回）資料4の10ページの耐震性の検討結果の表は、検定比なのか、最大応答値なのかを区別できるように明確にすること。（林教授）

- ・評価項目欄が、「耐力比」もしくは「抵抗比」となっている項目が「検定比」で評価している項目であり、その他が「最大応答値」で評価している項目である。
- ・「検定比」か「最大応答値」かが分かるように、結果欄に追記した。
(次ページ参照)

5. 耐震性に対する検討結果

いずれも評価クライテリア以下であることを確認した。

(1) 架構の耐震性

部位	評価項目	検定比、最大応答値	評価クライテリア	判定
門型架構	層間変形角	最大応答値 1/720	1/75以下	OK
門型架構	塑性率	最大応答値 0.75	5以下	OK
ドーム屋根	塑性率	最大応答値 0.90	5以下	OK
オイルダンバ	相対変位	最大応答値 72 mm	100 mm以下	OK
	相対速度	最大応答値 0.48 m/s	1.0 m/s以下	OK
ストッパ	せん断耐力比	検定比 0.42	1.0以下	OK
基礎	浮き上がりの有無	最大応答値 生じない	生じないこと	OK
	すべり摩擦抵抗比	検定比 0.59	1.0以下	OK

(2) 原子炉建屋の耐震性

部位	評価項目	検定比、最大応答値	評価クライテリア	判定
ストッパ接触部	支圧耐力比	検定比 0.54	1.0以下	OK
オイルダンバ接触部	支圧耐力比	検定比 0.19	1.0以下	OK
基礎設置部	圧縮耐力比	検定比 0.29	1.0以下	OK
原子炉建屋	せん断ひずみ	最大応答値 0.14×10^{-3}	4.0×10^{-3} 以下	OK

コメント回答③

③立ち入りが難しい場所で有人にて接合部などの現地作業が行えるように、作業環境をどのように確保するのかについて説明すること。（林教授）

- ・線量的に、立入りが最も厳しい箇所はオペレーティングフロア上部と考えている。当該部における有人作業ができるように、有人作業が発生するまでに、線量低減対策として、遠隔操作重機による下記3段階の作業を計画している。

1. 瓦礫撤去作業（現在実施中）

オペレーティングフロア上部に残存する瓦礫（鉄骨、コンクリート、機械設備等）を撤去する。

2. 除染作業

オペレーティングフロア上部の瓦礫撤去後に、床面はつき装置や吸引装置等を使用し、除染作業を実施する。

3. 遮へい体設置作業

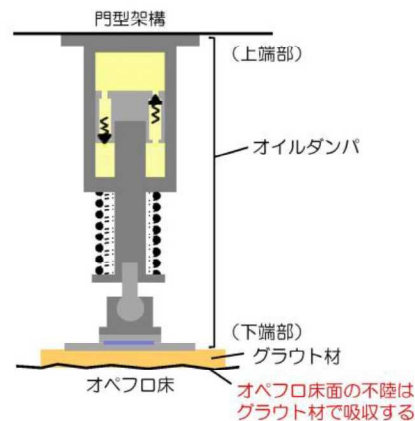
除染作業後にオペレーティングフロア上部に遮へい体（鉄板等）を設置する。

なお、作業中は適宜、雰囲気線量を計測し、慎重に作業を実施する。

コメント回答④

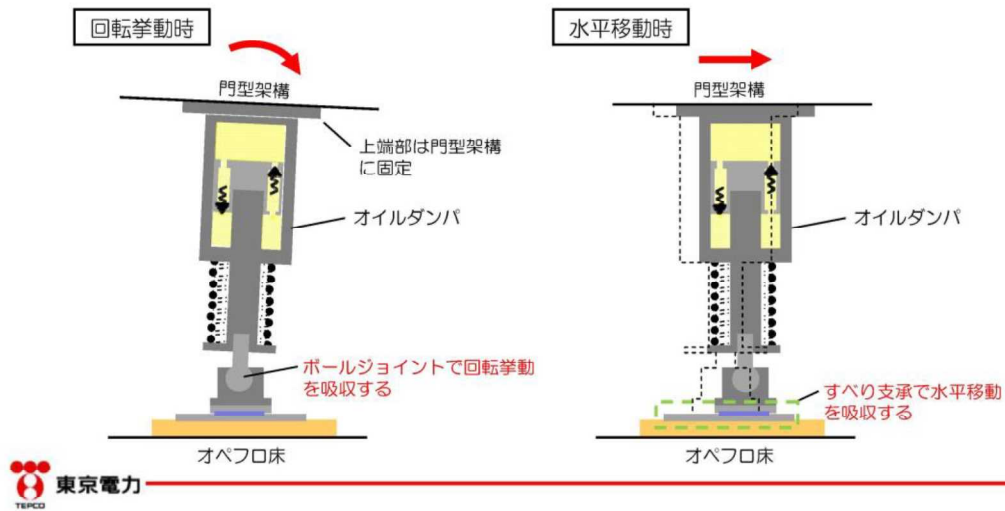
④オイルダンパについては、5階床面の不陸や門型架構の変形などにより、5階床と門型架構が平行でなくなり、スプリング押さえ等の損傷が生じないかについて説明すること。また、スプリング押さえ等の損傷により、システム上の問題が発生しないのかについて確認したい。（林教授）

- ・5階床面は躯体の不陸が想定される。
- ・オイルダンパは上端部を架構側に接合し、下端部とオペフロ床とのGAP部にグラウト材を充填し、床面の不陸を吸収する計画としている。
- ・オイルダンパが故障や損傷した場合は、修理・取替をする計画としている。
- ・グラウト材は既存躯体コンクリートの強度よりも高強度のものを使用している。



コメント回答④

- ・ 門型架構とオペフロ床間の挙動が平行ではなくなった場合に備え、オイルダンパ下端部にはボールジョイントとすべり支承を取り付けている。
- ・ ボールジョイントとすべり支承により、オイルダンパの機構損傷が生じないようにしている。



4号機燃料取り出し用カバーに係る確認事項

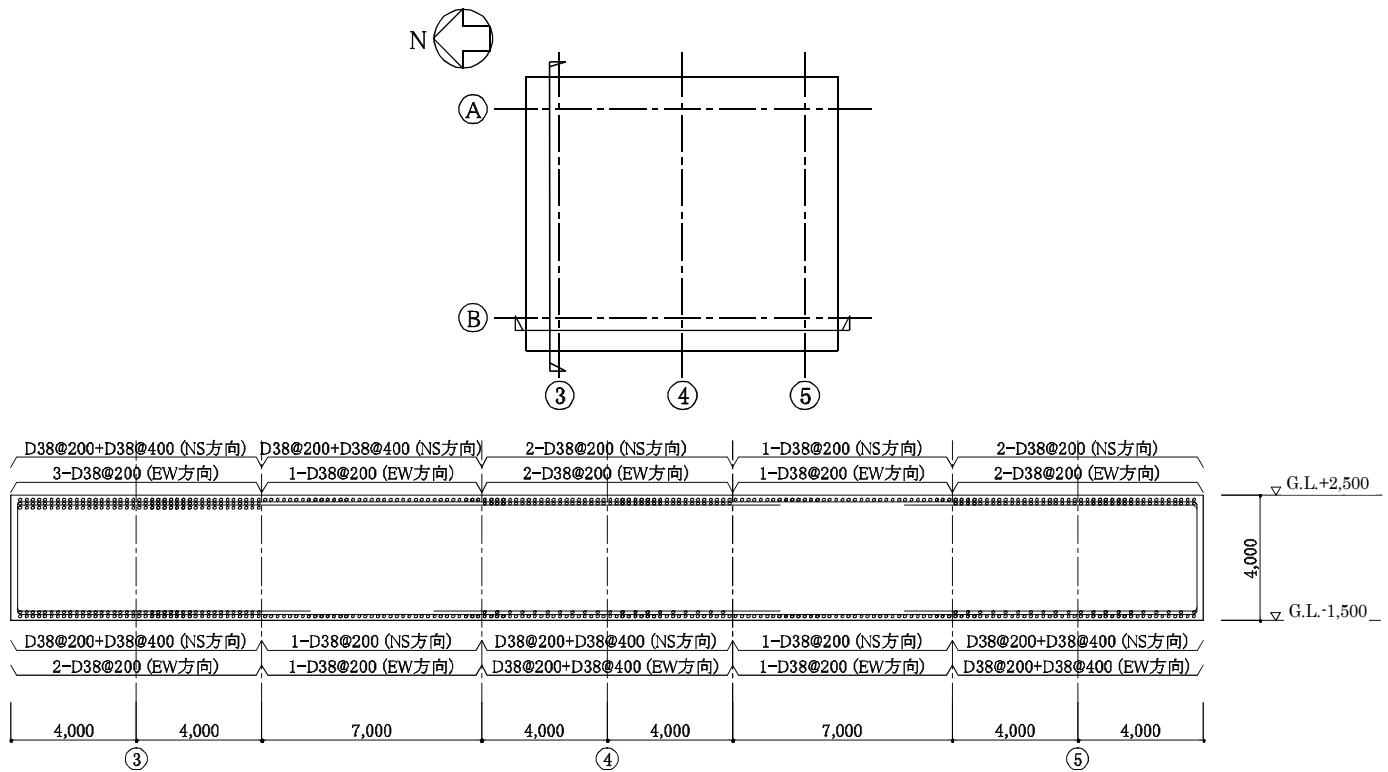
4号機燃料取り出し用カバーの工事に係る主要な確認項目を表-1および表-2に示す。

表-1 4号機燃料取り出し用カバーに係る確認項目（クレーン支持用架構）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 及び 耐震性	材料確認	地盤改良土の一軸圧縮強さを確認する。	地盤改良土の一軸圧縮強さが、実施計画に記されている設計基準強度に対して JEAC4616-2009 の基準を満足すること。
		構造体コンクリートの圧縮強度を確認する。	構造体コンクリート強度が、実施計画に記載されている設計基準強度に対して、JASS 5N の基準を満足すること。
		鉄筋の材質、強度、化学成分を確認する。	JIS G 3112 に適合すること。
		地盤アンカーの材質、強度、化学成分を確認する。	JIS G 3536 JIS G 3502 に適合すること。
		鋼材の材質、強度、化学成分を確認する。	JIS G 3106 又は建築基準法第 37 条第二号に基づく国土交通大臣の認定に適合すること。
		高力ボルトの締め付け張力を確認する。	特殊ボルト（ワンサイドボルト）について、導入張力試験を JASS 6 に準じて実施し、所定の張力が得られること。
		外装材の仕様を確認する。	実施計画に記載されている材料諸元に適合することを、検査証明書、出荷証明書及びメーカー技術資料により確認する。
	寸法確認	地盤アンカー長を確認する。	地盤アンカー長が 26.75m 以上であること。
	据付確認	地盤改良範囲（深さ）を確認する。	支持層に着底していること。
		鉄筋の径、間隔（図-1 参照）を確認する。	鉄筋の径が実施計画に記載されている通りであること。鉄筋の間隔が実施計画に記載しているピッチにほぼ均等に分布していること。
接合部（図-2～4 参照）の施工状況を確認する。		高力ボルトが所定の本数・種類であること。	
外装材の施工状況を確認する。		外装材の設置範囲が、図-7～9 の通りであること。	

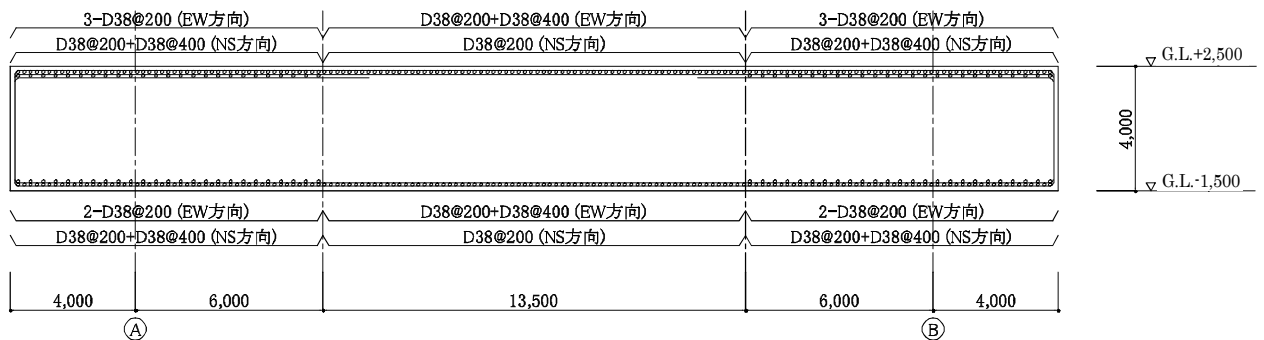
表一 2 4号機燃料取り出し用カバーに係る確認項目（燃料取扱機支持用架構）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 及び 耐震性	材料確認	構造体コンクリートの圧縮強度を確認する。	構造体コンクリート強度が、実施計画に記載されている設計基準強度に対して、JASS 5Nの基準を満足すること。
		鋼材の材質、強度、化学成分を確認する。	JIS G 3106 又は建築基準法第 37 条第二号に基づく国土交通大臣の認定に適合すること。
		アンカーボルトの材質、強度、化学成分（床面）を確認する。	JIS G 3138 に適合すること。
		アンカーボルトの材質、強度、化学成分（壁面）を確認する。	JIS G 3112 に適合すること。
	寸法確認	アンカーボルト埋め込み長さ（床面）を確認する。	有効埋め込み長さが700mm以上かつボルトの余長はナット面から突き出た長さが3山以上であること。
		アンカーボルト埋め込み長さ（壁面）を確認する。	有効埋め込み長さが450mm以上であること。
	据付確認	接合部（図一 5, 6 参照）の施工状況を確認する。	高力ボルトが所定の本数・種類であること。



かぶり厚さ 7cm 以上

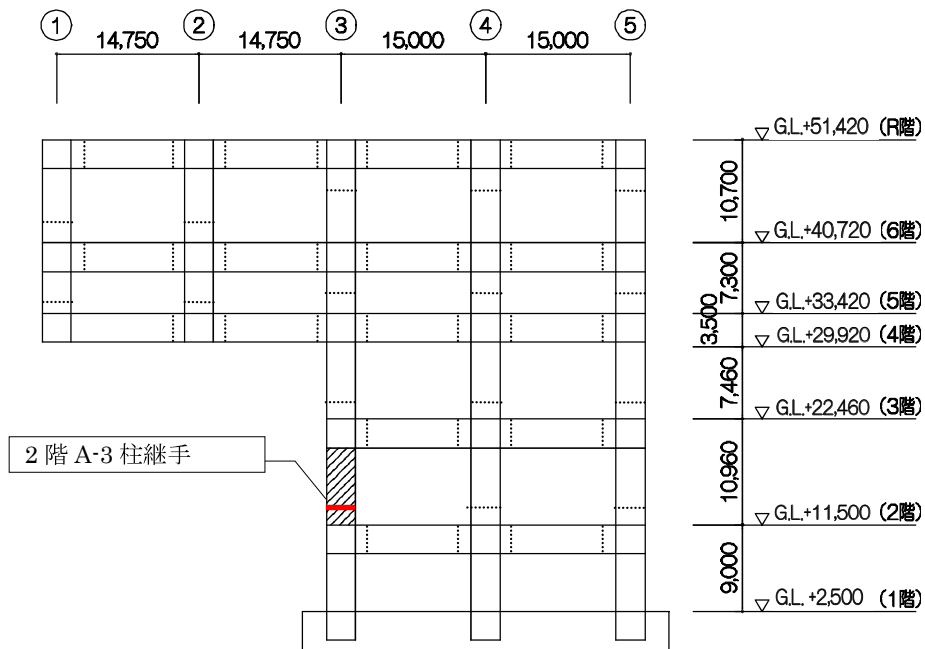
クレーン支持用架構 基礎配筋図(B 通り)



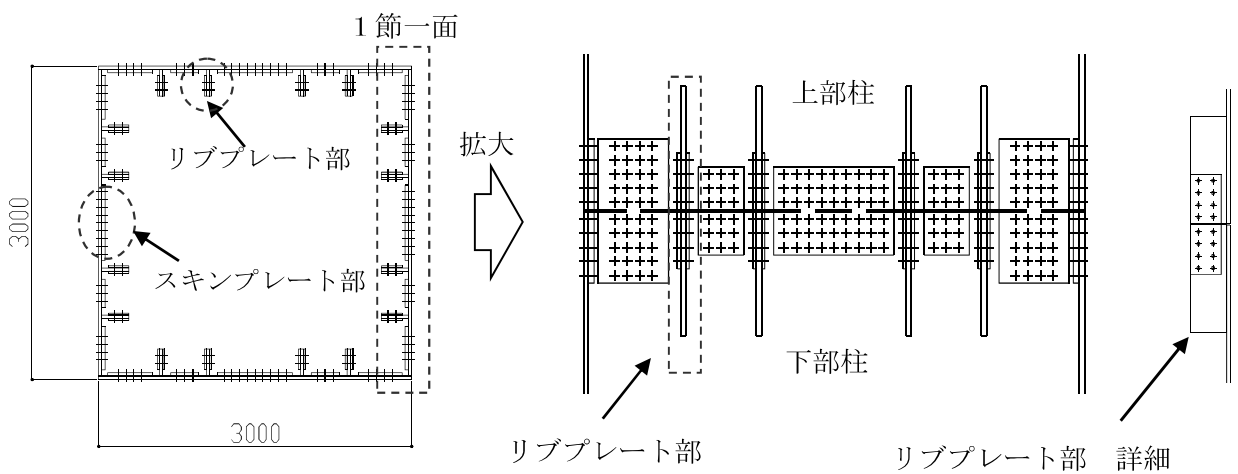
かぶり厚さ 7cm 以上

クレーン支持用架構 基礎配筋図(3 通り)

図-1 クレーン支持用架構 基礎配筋図



(1) 接合部位置 (A通り軸組図)

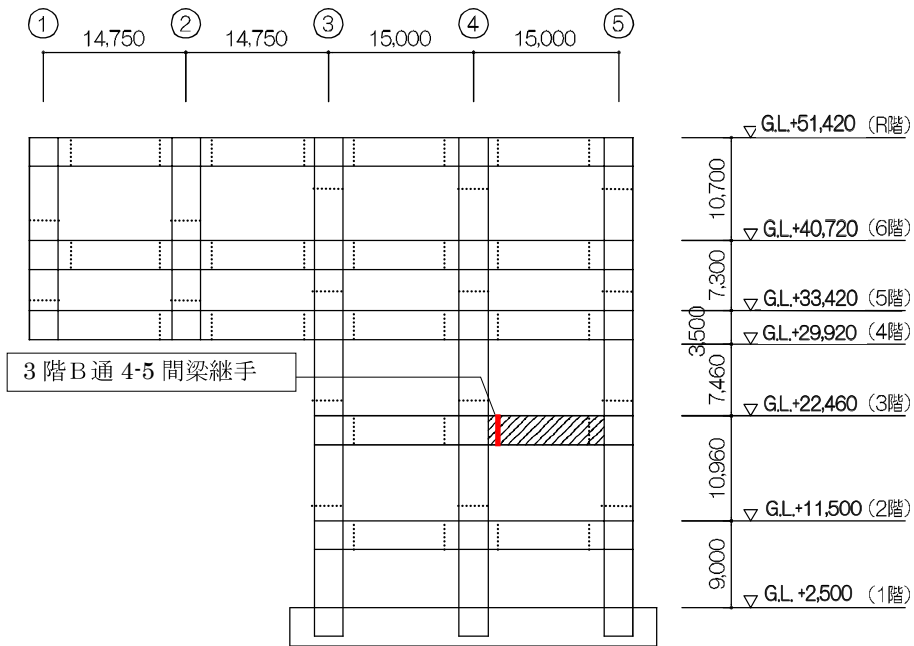


【スキンプレート部】
ボルト種類：MUTF27
本数：85本×2 (1面あたり)

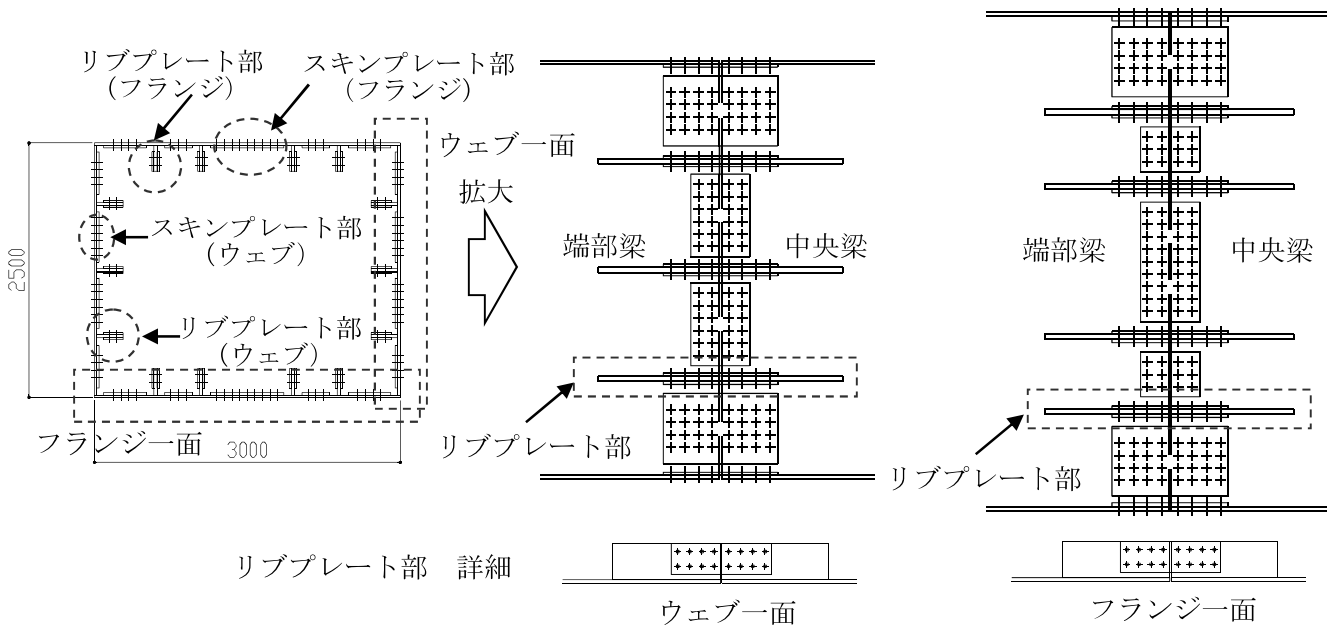
【リブプレート部】
ボルト種類：SHTB M24
本数：8本×2 (1箇所あたり)

(2) クレーン支持用架構 接合部詳細

図-2 クレーン支持用架構 接合部①



(1) クレーン支持用架構 接合部位置 (B通り軸組図)

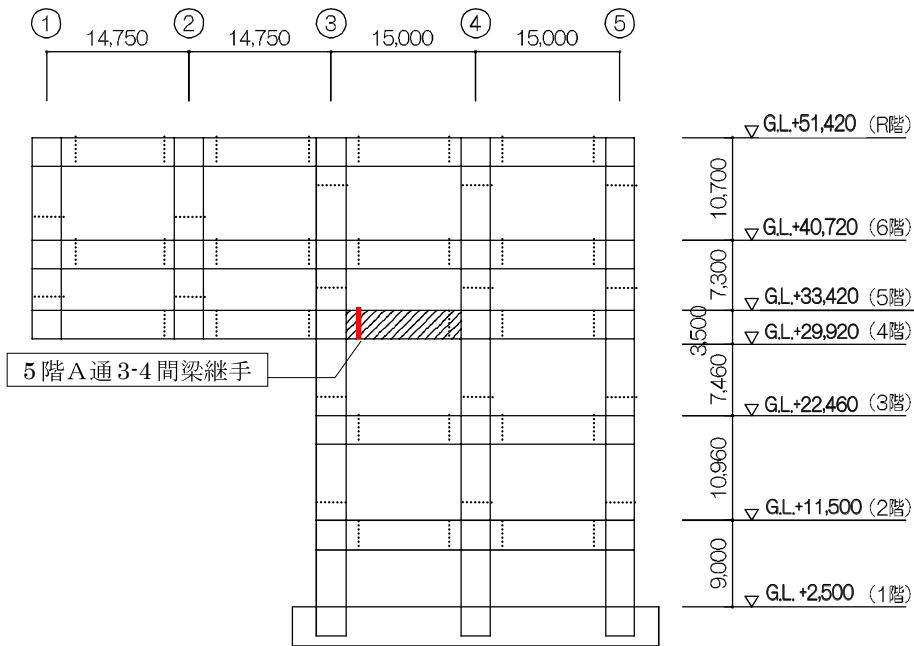


【スキンプレート部】
ボルト種類：MUTF27
本数：62本×2 (フランジ1面あたり)
本数：56本×2 (ウェブ1面あたり)

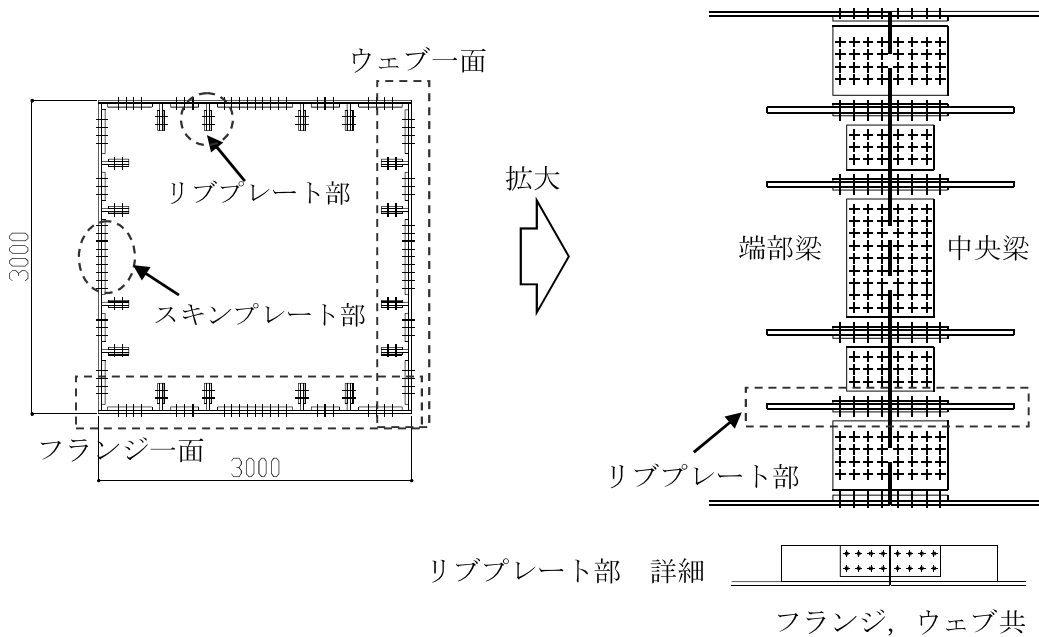
【リブプレート部】
ボルト種類：SHTB M24
本数：8本×2 (1箇所あたり)

(2) 接合部詳細(3階B通 4-5 間梁)

図-3 クレーン支持用架構 接合部②



(1) 接合部位置 (A通り軸組図)



【スキンプレート部】

ボルト種類：MUTF27

本数：77本×2 (フランジ，ウェブ共1面あたり)

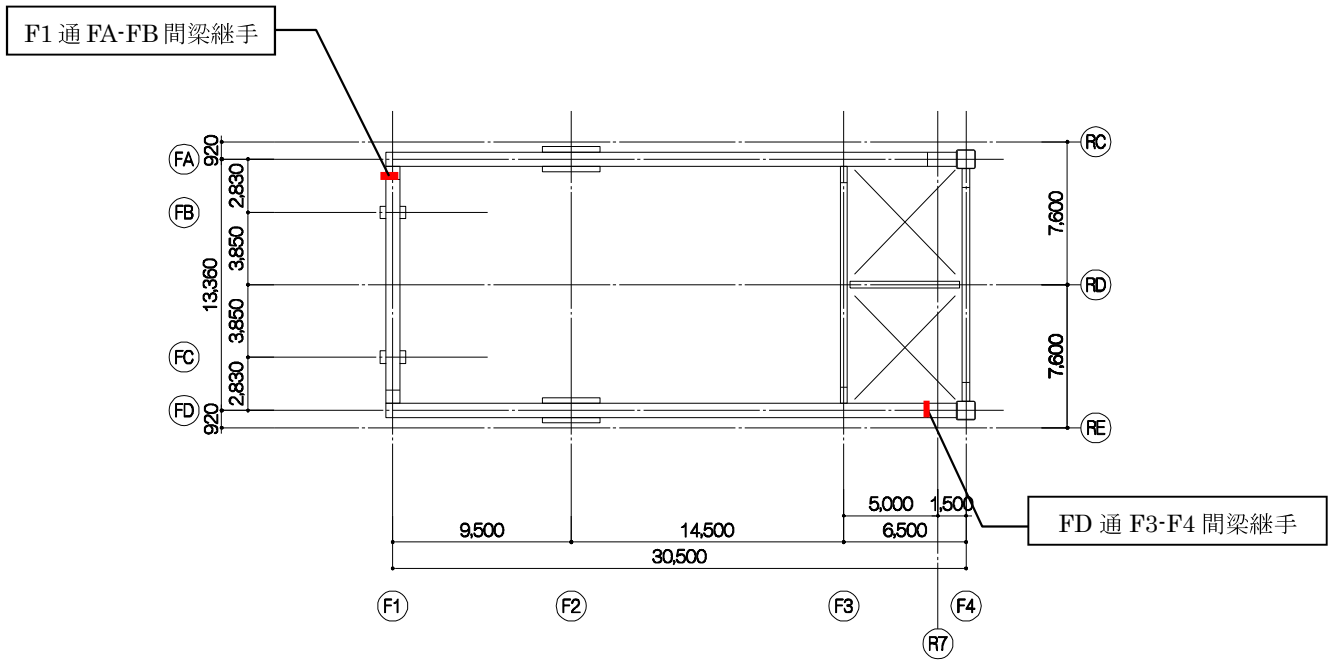
【リブプレート部】

ボルト種類：SHTB M24

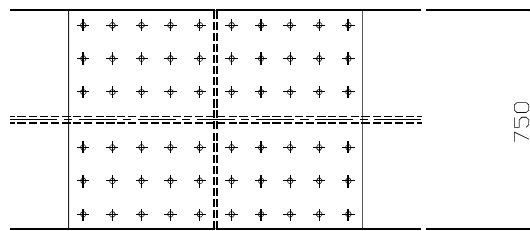
本数：8本×2 (1箇所あたり)

(2) 接合部詳細(5階A通3-4間梁)

図-4 クレーン支持用架構 接合部③

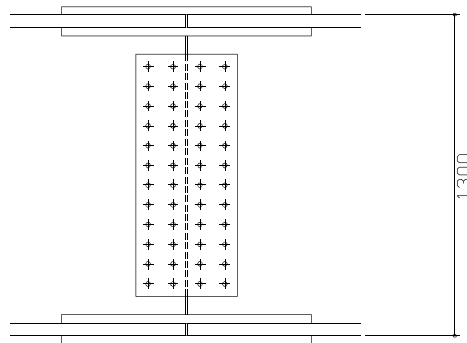


(1) 接合部位置



(a) フランジ

ボルト種類：HTB M27
ボルト本数：30本×2

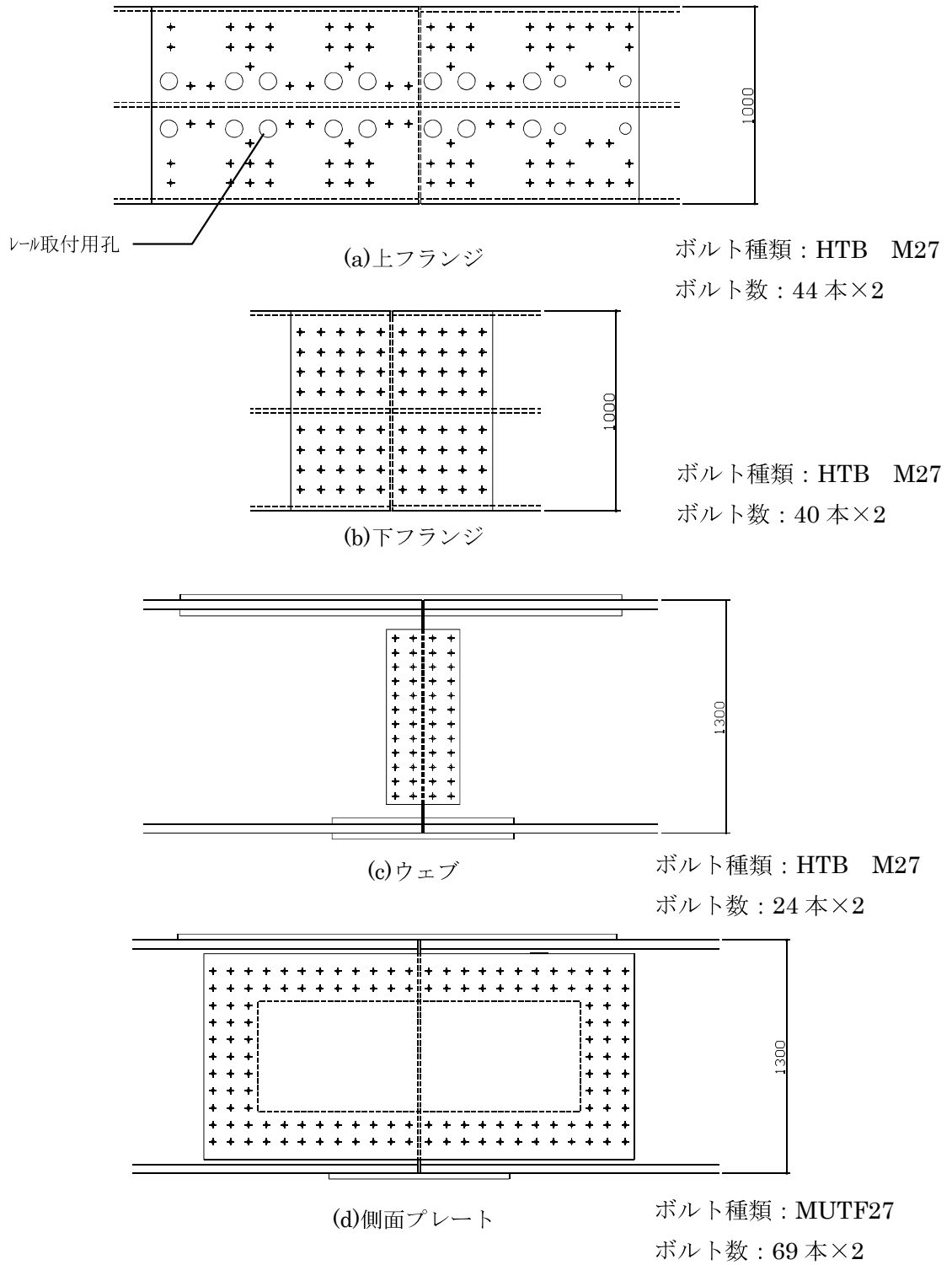


(b) ウェブ

ボルト種類：HTB M27
ボルト数：24本×2

(2) 接合部詳細図 (F1通 FA-FB間梁継手)

図-5 燃料取扱機支持用架構 接合部図①



接合部詳細図 (FD 通 F3-F4 間梁継手) (接合部位置は図-5 参照)

図-6 燃料取扱機支持用架構 接合部図②

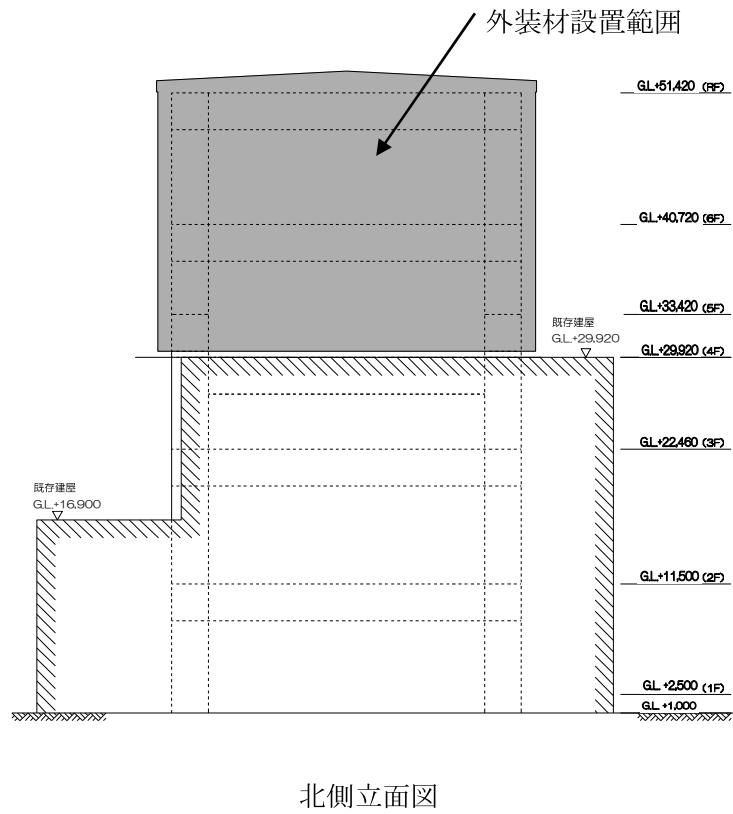
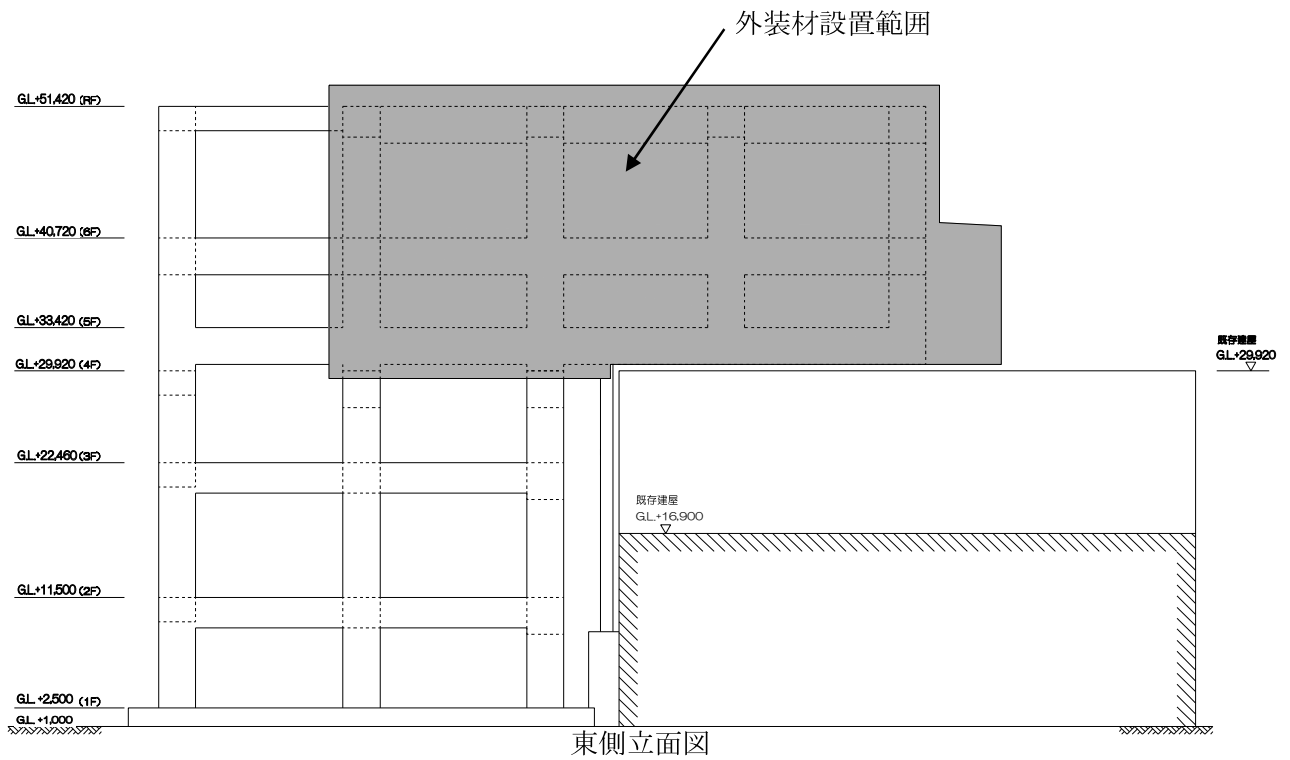
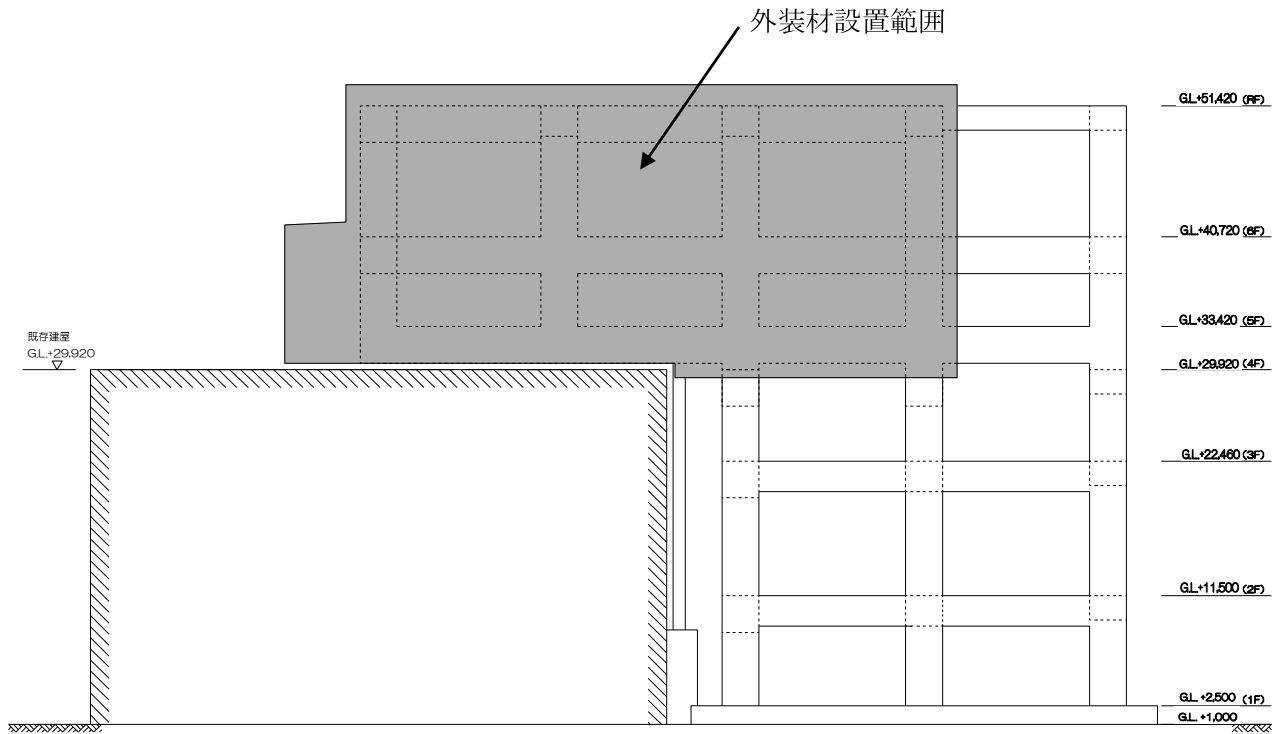
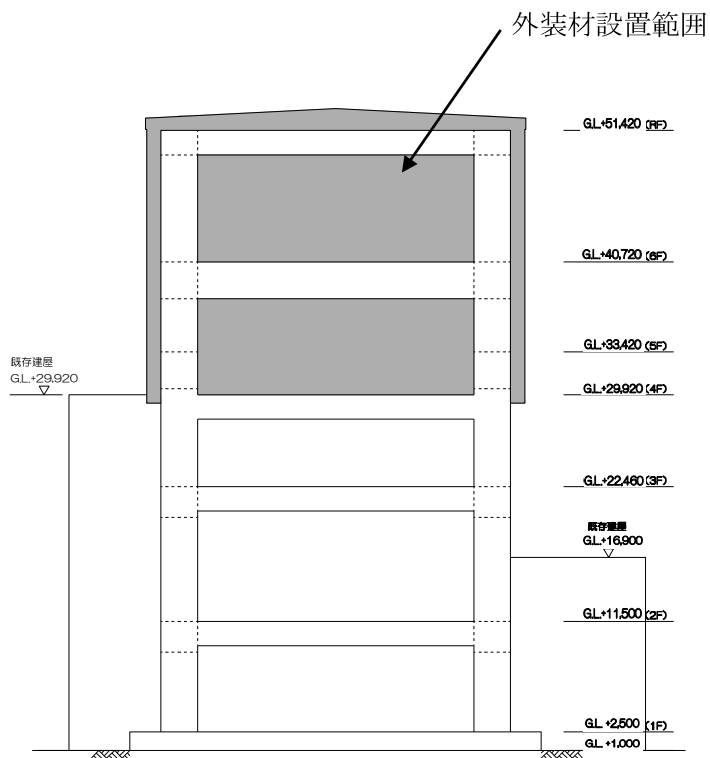


図-7 外装材設置範囲図①

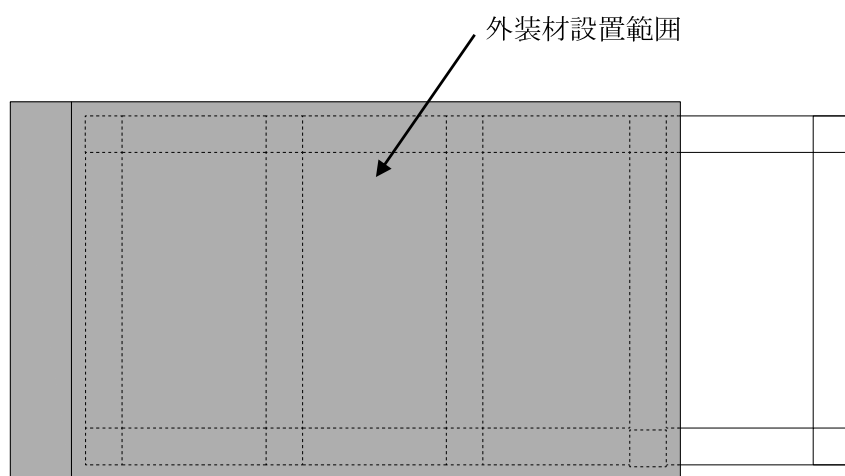


西側立面図



南側立面図

図-8 外装材設置範囲図②



屋根伏図

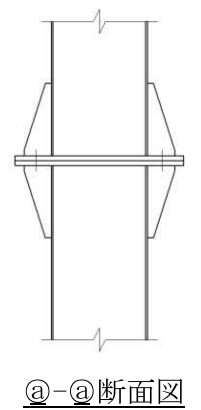
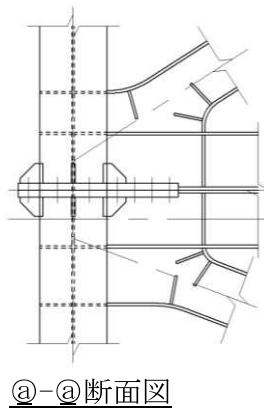
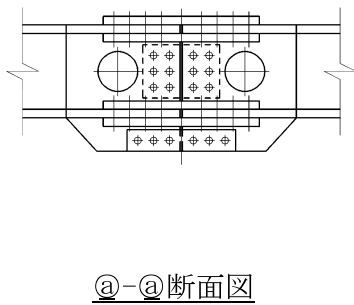
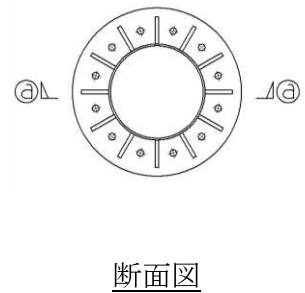
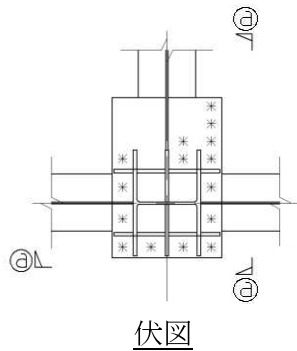
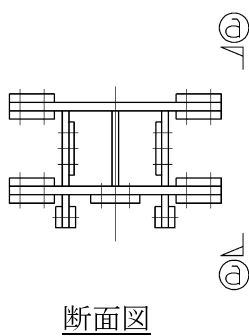
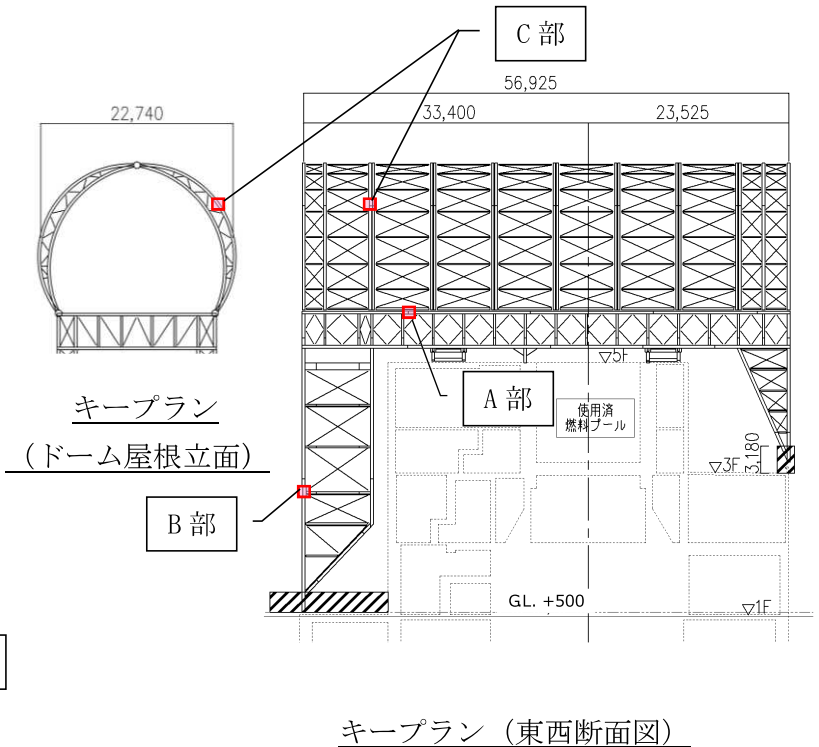
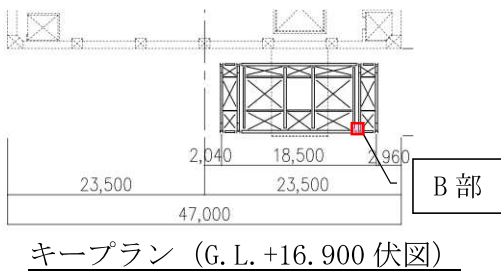
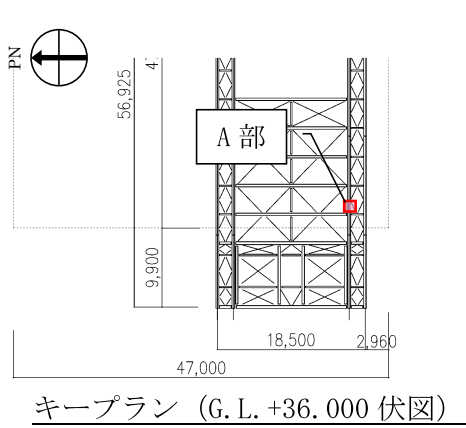
図-9 外装材設置範囲図③

3号機燃料取り出し用カバーに係る確認事項

3号機燃料取り出し用カバーの工事に係る主要な確認項目を表－1に示す。

表－1 3号機燃料取り出し用カバーの工事に係る確認項目

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度及び耐震性	材料確認	鋼材の材質，強度，化学成分を確認する。	JIS G 3136, JIS G 3101, JIS G 3106, JIS G 3444, JIS G 3474に適合すること。
		制震装置（オイルダンパ）の減衰係数を確認する。	減衰係数（ $C_1=50 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{s/m}$, $C_2= 3.95 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{s/m}$ ）が $\pm 10\%$ 以内であること。
		トルシア型超高力ボルト（SHTB）の仕様を確認する。	建築基準法 68 条の 26 第 1 項の規定に基づき、同法第 37 条第二号の規定に適合すること。
	据付確認	接合部（図－1 参照）の施工状況を確認する。	SHTB が所定の本数・種類であること。
	外観確認	制震装置（オイルダンパ）の外観を確認する。	有害な欠陥がないこと。
		ドーム屋根に取付ける外装材の外観を確認する。	外装材の設置範囲が、図－2の通りであること。



ボルト種類 : SHTB M24
本数 58×2

ボルト種類 : SHTB M24
本数 15

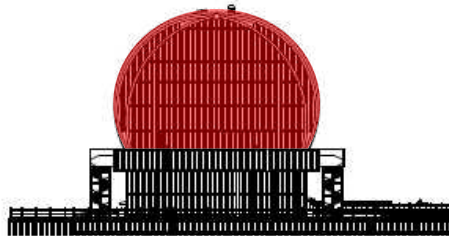
ボルト種類 : SHTB M22
本数 12

(a) ガーダ上弦材 (A 部)

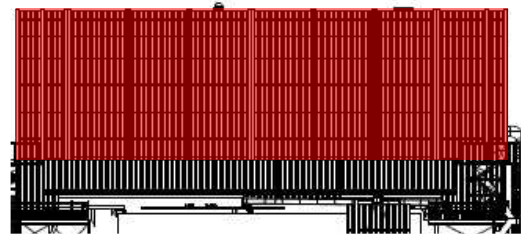
(b) 柱材 (B 部)

(c) 弦材 (C 部)

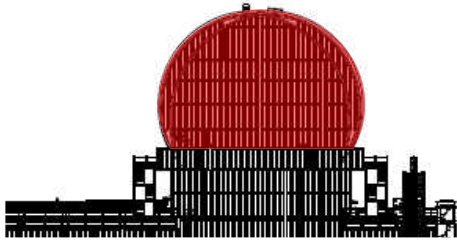
図-1 接合部詳細



東立面図




北立面図



西立面図



南立面図

 ドーム屋根外装材設置箇所

図ー２ ３号機燃料取り出し用カバーのドーム屋根外装材設置範囲

3号機原子炉建屋の躯体状況調査結果を反映した 使用済燃料プール等の耐震安全性評価結果

1. はじめに

3号機原子炉建屋では、現在、瓦礫撤去及び燃料取り出し用カバーの施工が進捗している。瓦礫撤去に伴い、新たな損傷調査が可能になり、躯体の詳細な損傷状況が明らかになった。一方で、燃料取り出し用カバーには、使用済燃料プール部近傍のオペレーティングフロア（5階床）を支持点として、水平振れ止め装置（ストッパ）及び鉛直方向の制震装置（オイルダンパ）の設置や、同じくオペレーティングフロアの随所に、作業の安全のため遮へい体の設置などが計画されている。

本報告書では、燃料取り出し用カバー設置に際し、使用済燃料プール、オペレーティングフロア（以下、オペフロとする）及び1～5階の最新の損傷状況調査結果と、その損傷状況を反映し、かつ使用済燃料の取り出し時の荷重状態を想定した原子炉建屋の3次元FEM解析により、使用済燃料プール等（使用済み燃料プール壁床、プールを拘束するシェル壁、オペフロ床）の耐震安全性評価結果を報告する。

2. 損傷状況の調査結果

原子炉建屋の瓦礫撤去に伴い、損傷状況の調査を行った。調査は耐震安全性に関わる内外壁及び床を対象に、クレーン吊りの遠隔操作カメラによる映像分析及び遠隔操作ロボットによる建屋内調査の映像分析により実施した。主にクレーン吊りカメラではオペフロ床面及びオペフロ南西部に位置する大物搬入用の床開口から2～5階の開口周辺部の使用済燃料プール壁を含む壁、床を確認した。遠隔操作ロボットによる建屋内調査映像ではクレーン吊りカメラでは確認できない1階、2階のシェル壁を含むエリアの壁、床の状況を確認した。調査結果として、通りスパンごとに損傷の程度を3段階（損傷なし、一部損傷、全壊）に分類した。図-2.1～図-2.10に原子炉建屋内の各階における損傷状況を、図-2.11に建屋外壁状況写真をそれぞれ示す。

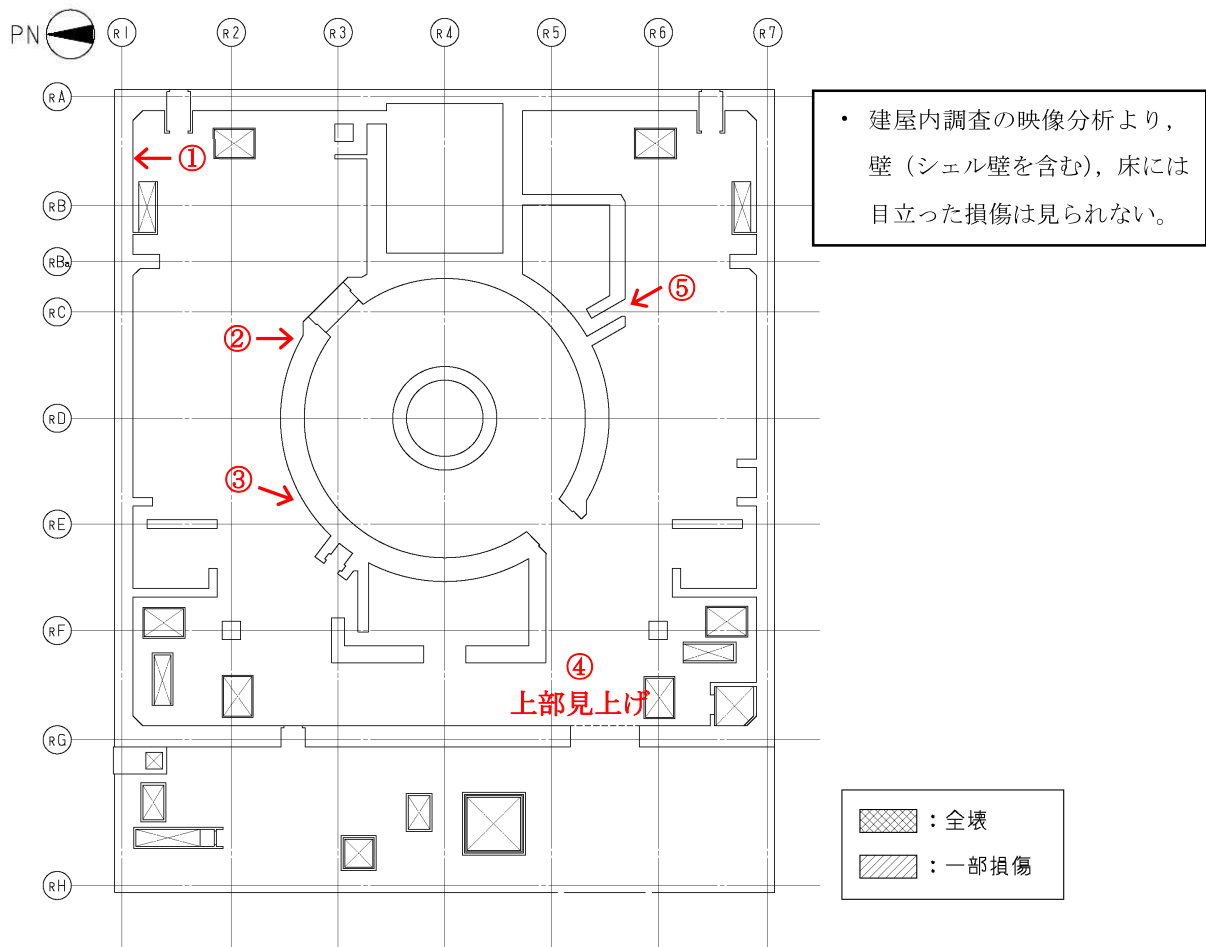


図-2.1 損傷状況（1階）

①1F北側外壁



②1Fシェル壁

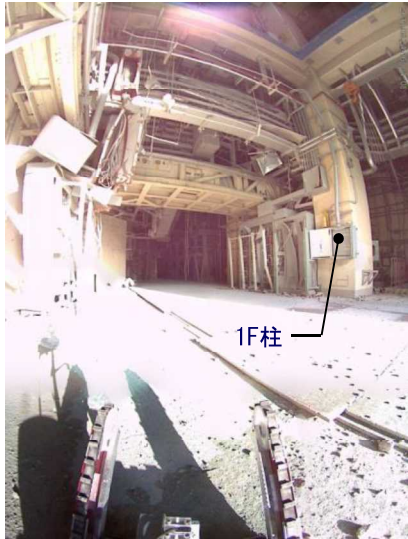


③1Fシェル壁及び1F床



図-2.2(1) 建屋内状況写真（1階）

④1F大物搬入口付近



⑤1Fシェル壁



図-2.2(2) 建屋内状況写真（1階）