

2.46 減容処理設備

2.46.1 基本設計

2.46.1.1 設置の目的

減容処理設備は、放射性固体廃棄物や事故後に発生した瓦礫等の放射性固体廃棄物等のうち比較的表面線量率の低い（平均 1mSv/h 以下）金属廃棄物及びコンクリート廃棄物を効率的に保管するため、減容処理を行うことを目的とする。

2.46.1.2 要求される機能

金属廃棄物及びコンクリート廃棄物を切断または破砕することにより、適切に減容処理できること。

2.46.1.3 設計方針

(1) 放射性固体廃棄物や事故後に発生した瓦礫等の放射性固体廃棄物等の処理

減容処理設備は、金属廃棄物及びコンクリート廃棄物の減容処理において、放射性物質の散逸の防止を考慮した設計とする。具体的には、減容処理した廃棄物は、容器に収納し、固体廃棄物貯蔵庫等に保管する。処理過程においては、減容処理建屋内を負圧に維持し、放射性物質が散逸しない設計とする。

また、減容処理に伴い発生する粉じんは、換気空調設備の排気フィルタユニットを通し放射性物質を十分低い濃度になるまで除去した後、建屋外へ放出する。

(2) 構造強度

「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下、「設計・建設規格」という。）に従うことを基本方針とし、必要に応じて日本産業規格や製品規格に従った設計とする。

(3) 耐震性

減容処理設備の耐震設計は、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成 18 年 9 月 19 日）（以下、耐震設計審査指針という。）に従い設計するものとする。

(4) 火災防護

火災の早期検知に努めるとともに、消火設備を設けることで初期消火を可能にし、火災により安全性を損なうことがないようにする。

(5) 被ばく低減

減容処理設備は、放射線業務従事者等の立入場所における被ばく線量を合理的に達成できる限り低減できるように、遮へい、機器の配置、放射性物質の散逸防止、換気等の所要の

放射線防護上の措置を講じた設計とする。

2.46.1.4 供用期間中に確認する項目

処理過程において、建屋外へ放射性物質が散逸しないように排気ブロアにより減容処理建屋内が負圧維持できていること。

2.46.1.5 主要な機器

減容処理設備は、新たに設置する減容処理建屋内に設置され、金属廃棄物及びコンクリート廃棄物の減容処理を行い、減容処理した廃棄物を保管容器や運搬容器に収納する。

減容処理設備は、金属減容処理設備、コンクリート減容処理設備、換気空調設備で構成される。

(1) 金属減容処理設備

金属廃棄物は、金属減容処理室内で、ギロチンシャーを用い切断することにより、減容処理される。減容処理された廃棄物は、保管容器や運搬容器に収納する。

(2) コンクリート減容処理設備

コンクリート廃棄物は、コンクリート減容処理室内で、コンクリート解砕機を用い破碎することにより、減容処理される。減容処理された廃棄物は、保管容器や運搬容器に収納する。

(3) 換気空調設備

換気空調設備は、給気ブロア、排気ブロア、排気フィルタユニット等で構成する。

給気ブロア、排気ブロアは50%容量のもの2台で構成し、給気ブロアより建屋内に供給された空気は、減容処理で発生する粉じんを排気フィルタユニットで除去した後、排気ブロアにより大気に放出する。

(4) 減容処理建屋

減容処理建屋は、鉄骨造の地上1階で、平面が約89m（東西方向）×約64m（南北方向）の建物で、地上高さ約13mである。

2.46.1.6 自然災害対策等

(1) 津波

減容処理建屋は、アウターライズ津波が到達しないと考えられるT.P.約33mの場所に設置する。このため、津波の影響は受けない。

(2) 火災

減容処理設備では、金属及びコンクリート等の不燃物を処理対象としており、基本的には可燃物の持ち込みはないが、火災報知設備、消火栓設備、消火設備、消火器を消防法及び関係法令に基づいて適切に設置し、火災の早期検知、消火活動の円滑化を図る。

(3) 強風（台風・竜巻・豪雨）

減容処理建屋は、建築基準法及び関係法令に基づく風荷重に対して設計する。豪雨に対しては、構造設計上考慮することはないが、屋根面や樋による適切な排水を行うものとする。

(4) 積雪

減容処理建屋は、建築基準法及び福島県建築基準法施行細則に基づく積雪荷重に対し耐えられるよう設計する。

2.46.1.7 構造強度及び耐震性

(1) 構造強度

減容処理建屋は建築基準法及び関係法令に、その他の機器については、日本産業規格、鋼構造設計基準に準拠する。

(2) 耐震性

減容処理設備の耐震設計は、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成18年9月19日）に従い設計するものとする。また、耐震性を評価するにあたっては、「JEAG4601 原子力発電所耐震設計技術指針」を準用する。

2.46.1.8 機器の故障への対応

減容処理設備の主要な機器が故障した場合には、速やかに減容処理を停止し、放射性物質の散逸防止を図る設計とする。

2.46.2 基本仕様

2.46.2.1 主要機器

(1) 金属減容処理設備

処理方法	押切りによる切断
基 数	1

(2) コンクリート減容処理設備

処理方法	2軸ローラによる圧縮破碎
基 数	1

(3) 給気ブロー

容 量	55,300m ³ /h/基
基 数	2

(4) 排気ブロー

容 量	52,300m ³ /h/基
基 数	2

(5) 排気フィルタユニット

容 量	10,460 m ³ /h/基
基 数	10

2.46.3 添付資料

添付資料-1 減容処理設備の処理フロー

添付資料-2 減容処理設備の全体概略図

添付資料-3 減容処理建屋平面図

添付資料-4 減容処理設備の配置を明示した図面

添付資料-5 減容処理設備における放射性物質の散逸防止に関する説明書

添付資料-6 減容処理設備における粉じん対策について

添付資料-7 減容処理に係る廃棄物の性状及び発生量に関する説明書

添付資料-8 減容処理設備に係る確認事項

添付資料-9 減容処理設備設置工程

添付資料-10 安全避難経路に関する説明書及び安全避難経路を明示した図面

添付資料-11 火災防護に関する説明書並びに消火設備の取付箇所を明示した図面

添付資料-12 非常用照明に関する説明書及び取付箇所を明示した図面

添付資料-13 減容処理建屋の構造強度に関する検討結果

添付資料-14 遮へいに関する構造図

添付資料-15 大型金属処理室における作業について

火災防護に関する説明書並びに消火設備の取付箇所を明示した図面

1. 火災防護に関する基本方針

減容処理設備（以下、本設備という。）は、火災により安全性が損なわれることを防止するために、火災の発生防止対策、火災の検知及び消火対策、火災の影響の軽減対策の3方策を適切に組み合わせた措置を講じる。

2. 火災の発生防止

2.1 不燃性材料、難燃性材料の使用

減容処理建屋の主要構造部である壁、柱、床、梁、屋根は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する。また、間仕切り壁及び天井材についても、建築基準法及び関係法令に基づき、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する。

更に、建屋内の機器、配管、ダクト、トレイ、電線路、盤の筐体、及びこれらの支持構造物についても、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用し、幹線ケーブル及び動力ケーブルは難燃ケーブルを使用する他、消防設備用のケーブルは消防法に基づき、耐火ケーブルや耐熱ケーブルを使用する。

3. 火災の検知及び消火

3.1 火災検出設備及び消火設備

火災検出設備及び消火設備は、本設備に対する火災の悪影響を限定し、早期消火を行える消防法に基づいた設計とする。

(1) 火災検出設備

火災検出設備は熱感知器、煙感知器及び炎感知器を設置する。また、火災検出設備は外部電源喪失時に機能を失わないよう電池を内蔵した設計とする。

(2) 消火設備

消火設備は、屋内消火栓設備及び消火器で構成する。

消防法に基づき、屋内消火栓設備の消火水槽（容量：5.2m³）を設置し早期消火が行える設計とする。また、福島第一原子力発電所内の消防水利に消防車を連結することにより、本設備の消火が可能である。

3.2 自然現象に対する火災検出設備及び消火設備の性能維持

火災検出設備及び消火設備は地震等の自然現象によっても、その性能が著しく阻害され

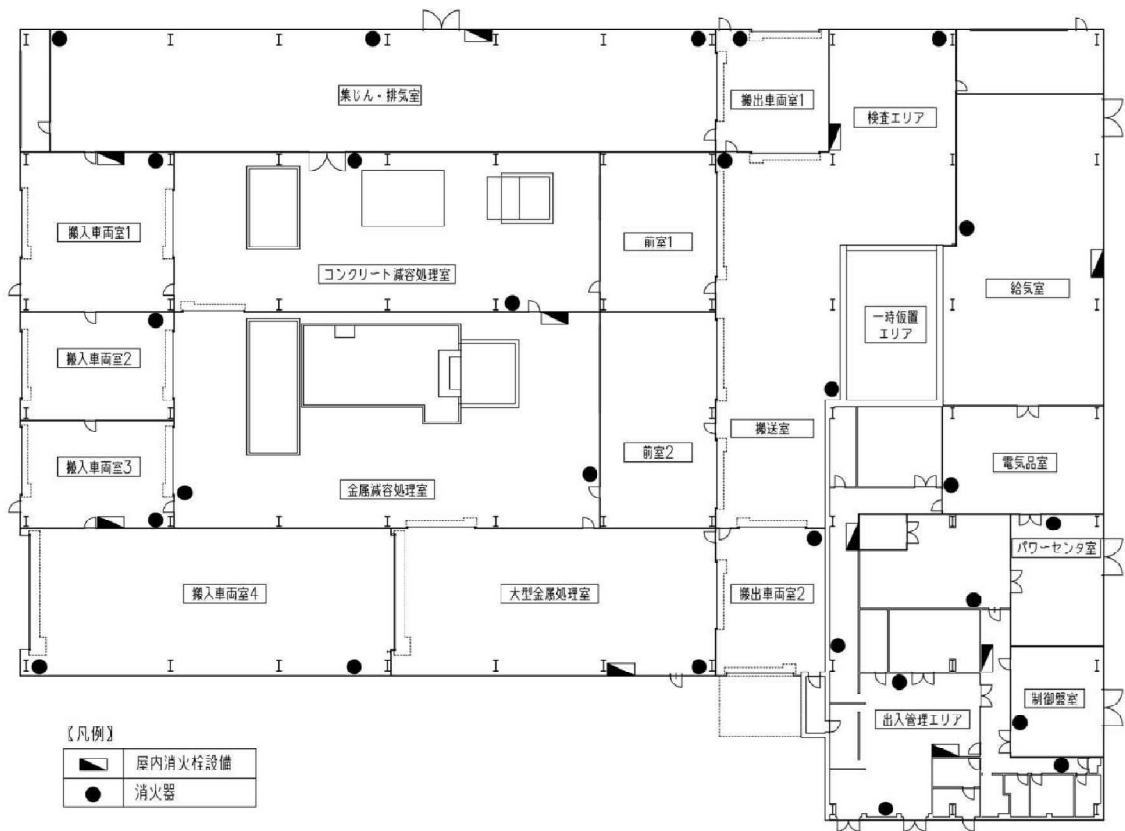
ることがないよう措置を講じる。消火設備は、消防法に基づいた設計とし、耐震設計は耐震設計審査指針に基づいて適切に行う。

4. 火災の影響の軽減

減容処理建屋は、建築基準法及び関係法令に基づく防火区画を設置し、消防設備と組み合わせることにより、火災の影響を軽減する設計とする。なお、主要構造部の外壁は、建築基準法及び関係法令に基づき、必要な耐火性能を有する設計とする。

5. 消火設備の取付箇所を明示した図面

消火設備の取付箇所について、図-1 に示す。



減容処理建屋 1階

図-1 消火設備の取付箇所を明示した図面

減容処理建屋の構造強度に関する検討結果

1. 建屋の耐震性評価

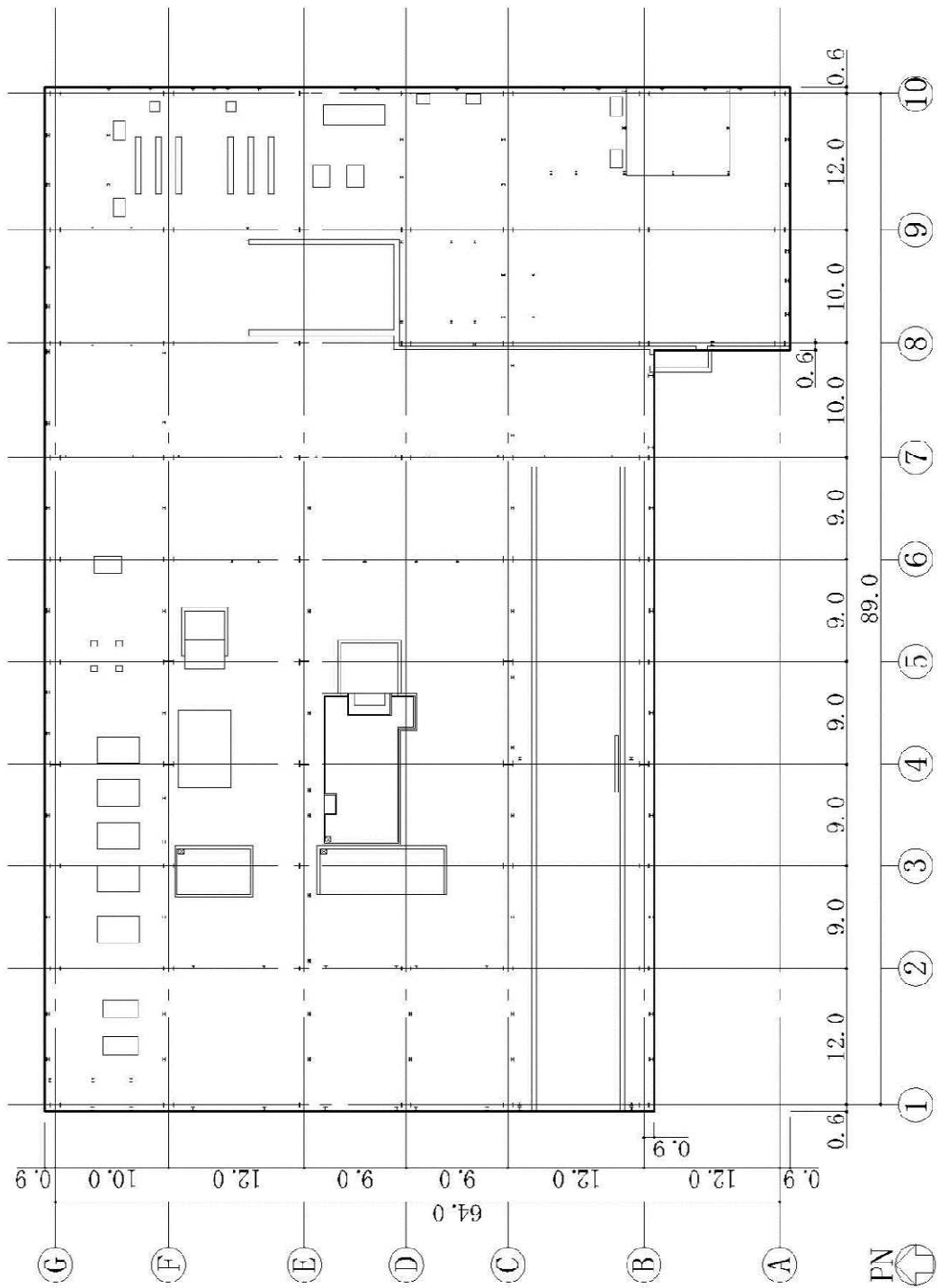
1.1 評価方針

建屋は、発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針上の C クラスの建物と位置づけられるため、耐震 C クラスとしての評価を実施する。なお、設計は建築基準法に準拠し、積雪荷重及び風荷重についても評価する。

建屋は、鉄骨造の地上 1 階で、平面が 89.0m (EW) × 64.0m (NS) であり、地上高さは 13.25m である。

建屋は、基礎梁を設けないべた基礎で、改良地盤を介して設置する。建屋の平面図及び断面図を図-1～図-6 に示す。

建屋に加わる地震時の水平力は、大梁、柱及びブレースからなるラーメン構造で負担する。耐震性の評価は、地震層せん断力係数として $1.0 \cdot C_i$ を採用した場合の当該部位の応力に対して行う。建屋の評価手順を図-7 に示す。



添付資料-13では、G.L. ±0.0m=T.P. 33.0m (※) とする。
 (※) 2019年8月の実施した測量結果による。

図-1 1階平面図 (G.L.+0.3) (単位:m)

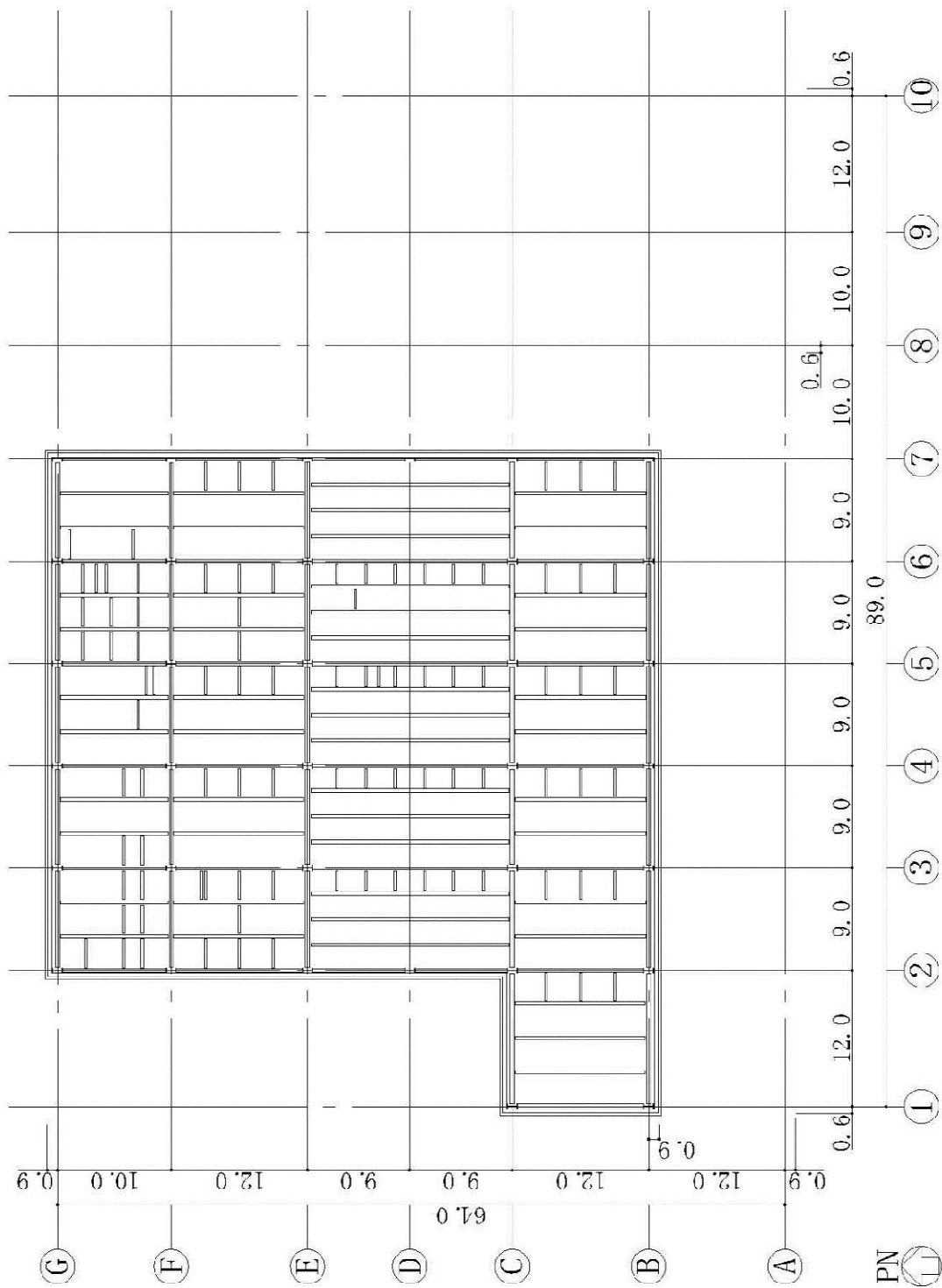


图-2 屋上階平面図 (G.L.+12.3) (单位 : m)

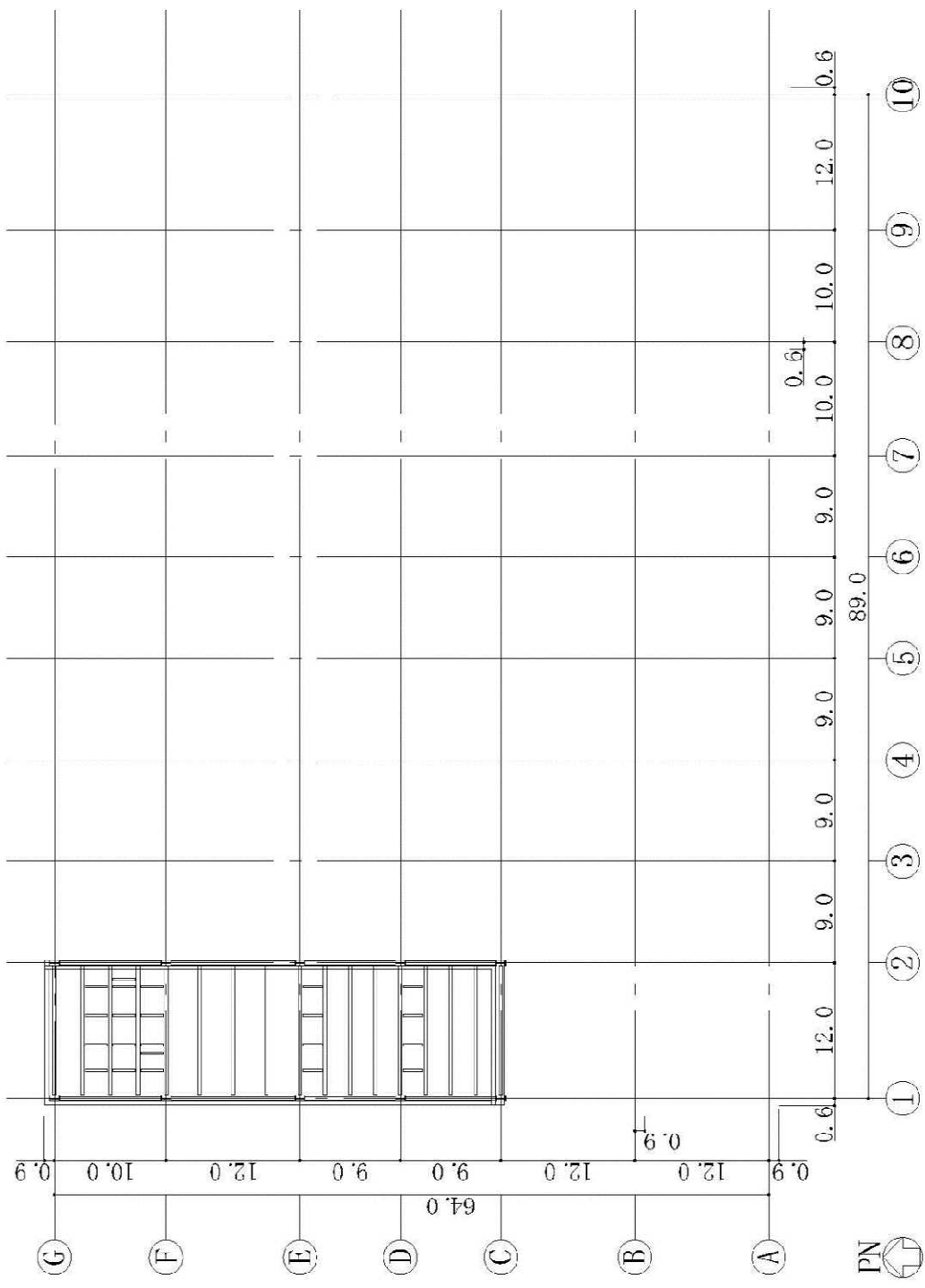


图-3 屋上階平面図 (G. L. +10.3) (单位 : m)

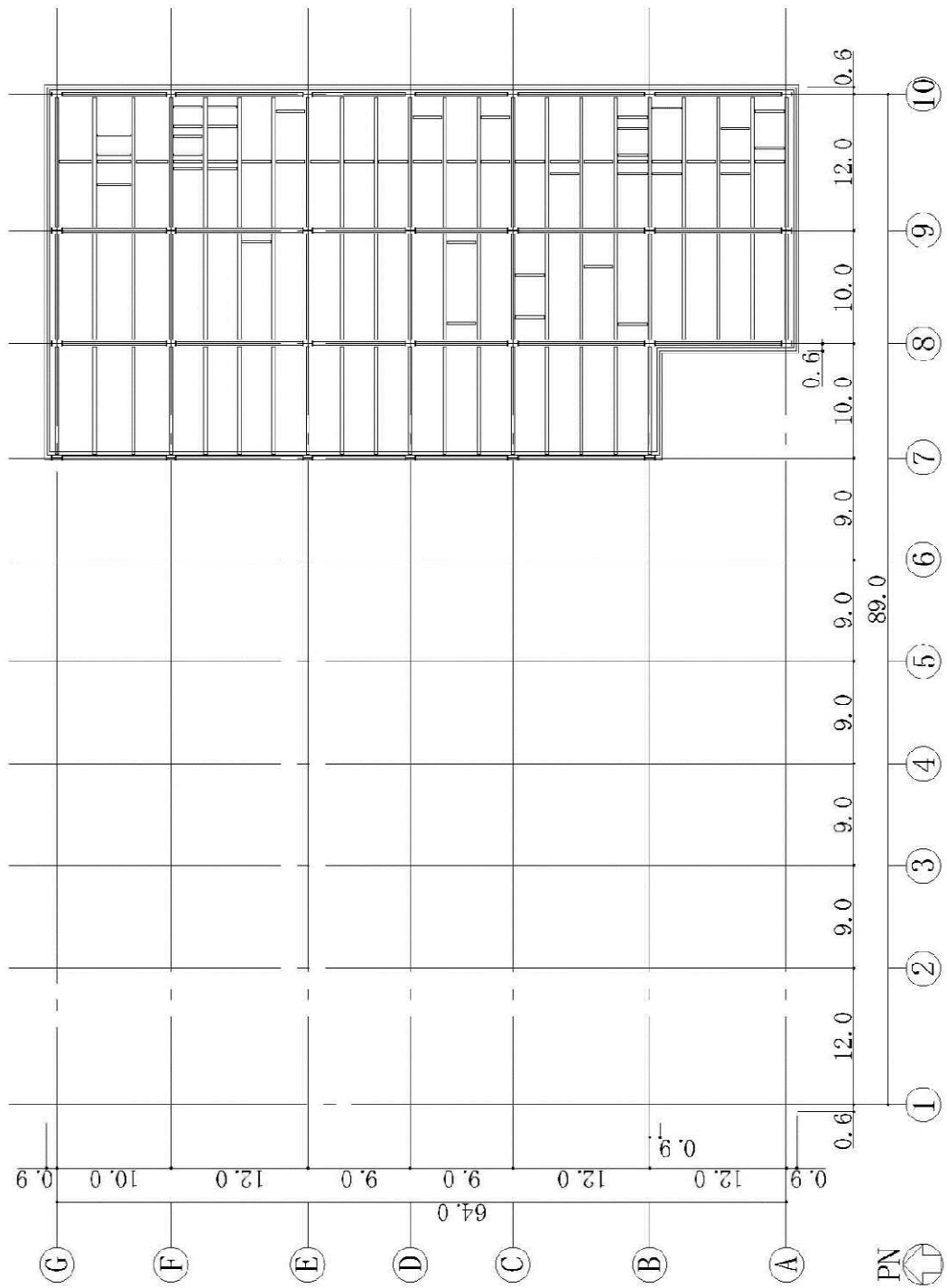


图-4 屋上階平面図 (G. L. +8.3) (单位 : m)

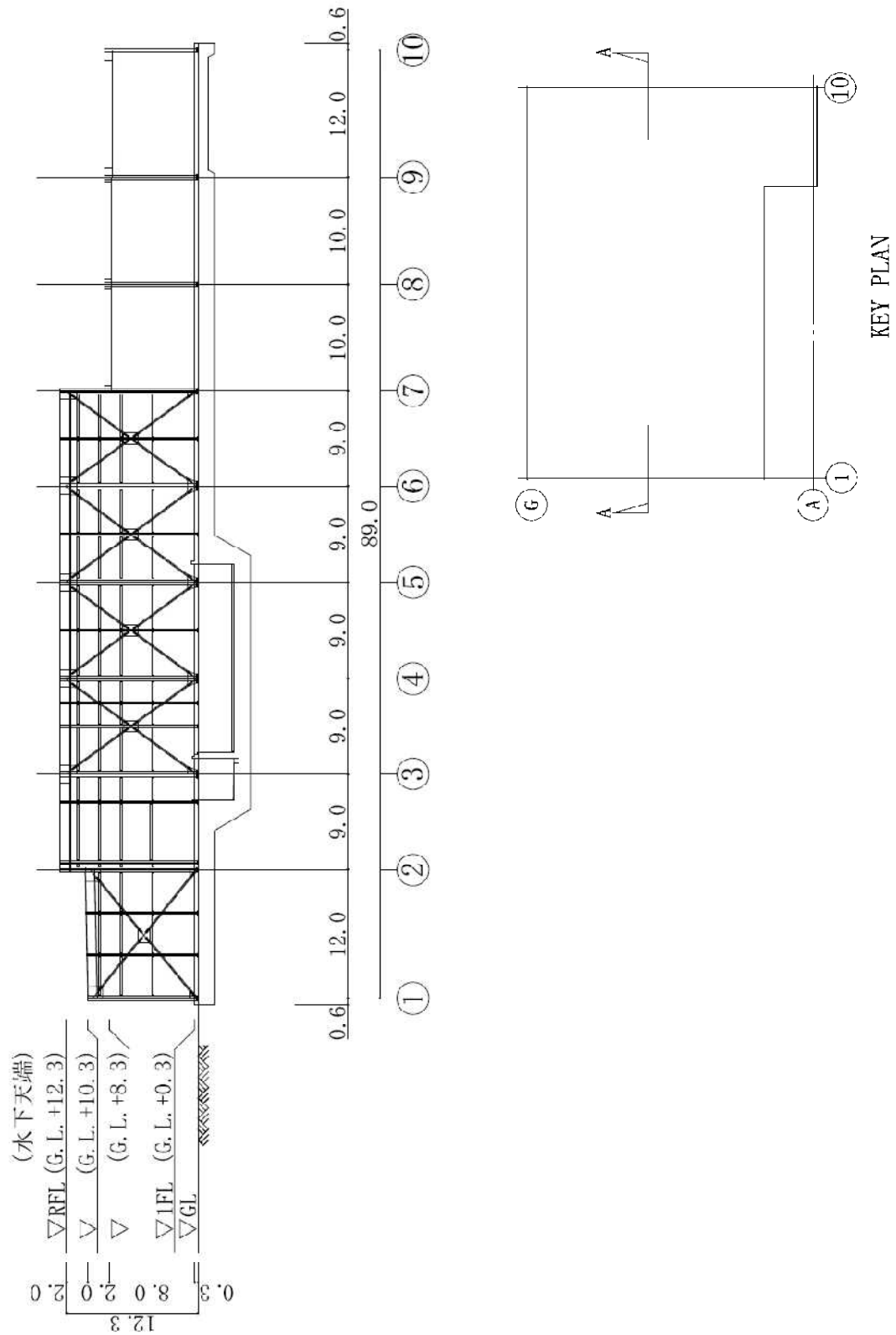


图-5 A-A 断面图 (NS 方向) (单位 : m)

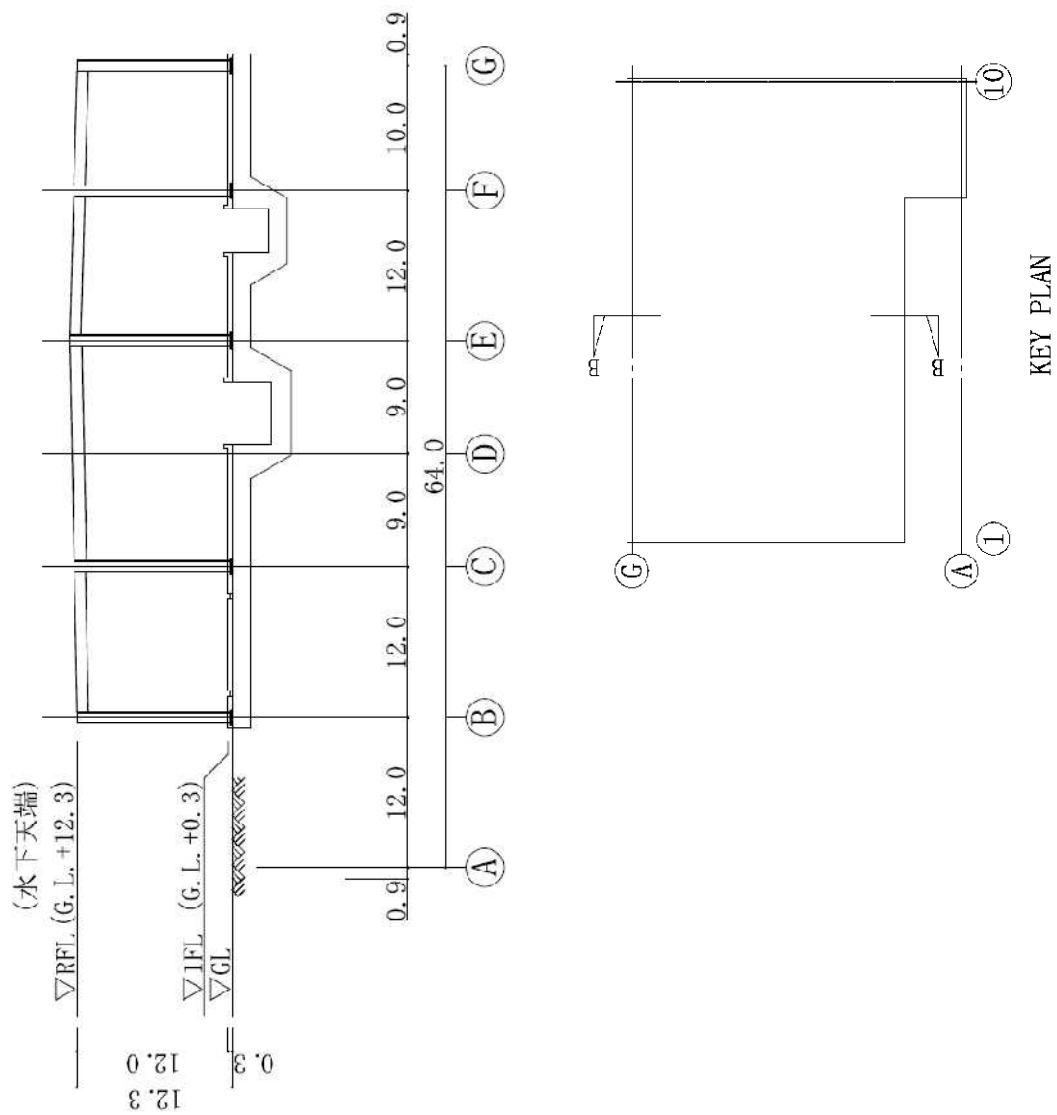


图-6 B-B 断面图 (EW 方向) (单位 : m)

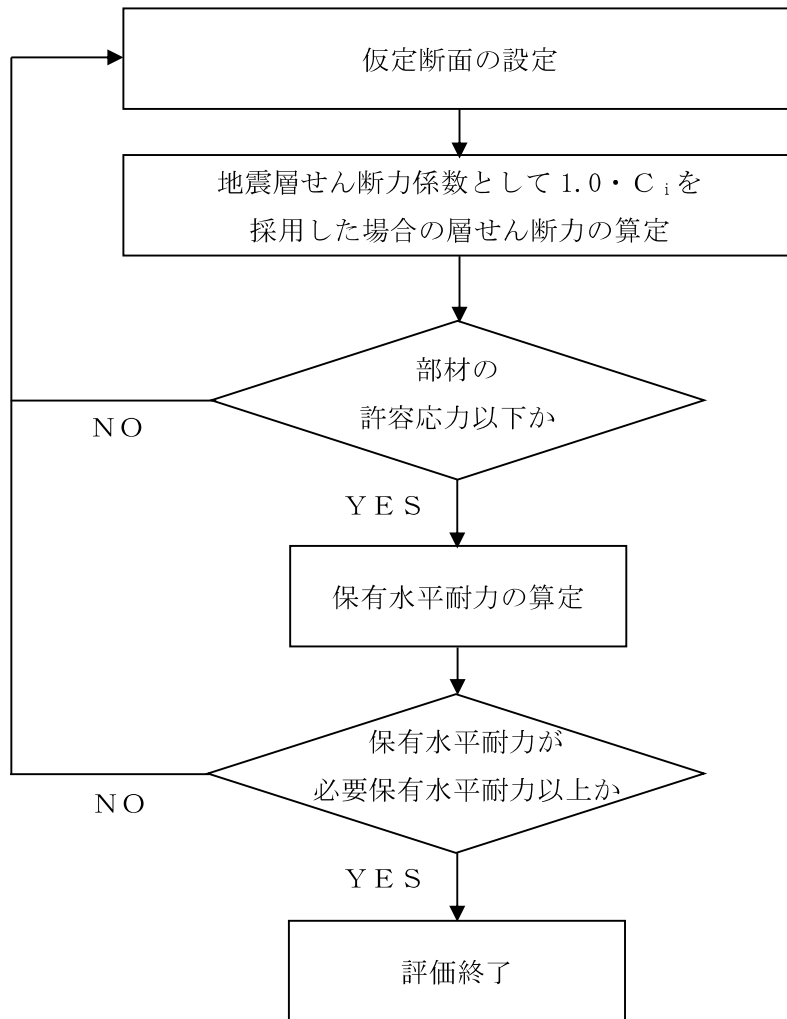


図-7 Cクラス施設としての建屋の耐震安全性評価手順

1.2 評価条件

1.2.1 使用材料並びに材料の許容応力度及び材料強度

建屋に用いられる材料のうち、コンクリートは普通コンクリートとし、コンクリートの設計基準強度 F_c は 24N/mm^2 とする。鉄筋は SD295A, SD345 及び SD390 とする。鋼材は、SS400, SN400B, SN490B とする。各使用材料の許容応力度を表-1～表-3 に示す。

表-1 コンクリートの許容応力度※ (単位： N/mm^2)

	長期		短期	
	圧縮	せん断	圧縮	せん断
$F_c = 24$	8	0.73	16	1.09

※：日本建築学会「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」による。

表-2 鉄筋の許容応力度※ (単位： N/mm^2)

	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
SD295A	195	195	295	295
SD345	D25 以下	195	345	345
	D29 以上			
SD390	D25 以下	195	390	390
	D29 以上			

※：日本建築学会「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」による。

表-3 鋼材の許容応力度※ (単位： N/mm^2)

	F 値	長期		短期	
		引張・圧縮・ 曲げ	せん断	引張・圧縮・ 曲げ	せん断
SS400	235	156	90	235	135
SN400B	235	156	90	235	135
SN490B	325	216	125	325	187

※1：建築基準法施行令第90条による。

※2：平12建告第2464号第1による。

※3：曲げ座屈のおそれのある材は曲げ座屈を考慮した許容応力度とする。

※4：圧縮材は座屈を考慮した許容応力度とする。

1.2.2 荷重及び荷重の組合せ

1.2.2.1 荷重

設計で考慮する荷重を以下に示す。

1) 鉛直荷重 (VL)

鉛直荷重は、固定荷重、配管荷重、積載荷重及びクレーン荷重とする。

2) 積雪荷重 (SNL)

積雪荷重は、建築基準法施行令第 86 条、福島県建築基準法施行規則細則第 19 条に準拠し以下の条件とする。

- ・積雪量：30 cm
- ・単位荷重：20 N/m²/cm

3) 風荷重 (WL)

風荷重は、建築基準法施行令第 87 条、建設省告示第 1454 号に基づく速度圧及び風力係数を用いて算定する。

- ・基準風速：30 m/s
- ・地表面粗度区分：II

4) 地震荷重 (SEL)

地震力を算定する際の基準面は、地盤面として、建屋の高さに応じた当該部分に作用する全体の地震力を算定する。水平地震力は下式により算定し、算定結果を表-4に示す。

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

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

ここで、

- Q_i ：地上部分の水平地震力 (kN)
- n ：施設の重要度分類に応じた係数 ($n=1.0$)
- C_i ：地震層せん断力係数
- W_i ：当該層以上の重量 (kN)
- 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
- C_0 ：標準せん断力係数 ($C_0=0.2$)

表-4 水平地震力の算定結果

G. L. (m)	階	当該層以上の重量 W_i (kN)	地震層せん断力係数 $1.0 \cdot C_i$	設計用地震力 (kN)
12.30 0.30	1階	72270.5	0.2	14454.1

1.2.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せについて表-5 に示す。

表-5 荷重の組合せ

荷重状態	荷重ケース	荷重の組合せ	許容応力度
常時	A	VL ^{※1}	長期
積雪時	B	VL+SNL	短期
地震時	C1	VL+SEL (W→E 方向)	
	C2	VL+SEL (E→W 方向)	
	C3	VL+SEL (S→N 方向)	
	C4	VL+SEL (N→S 方向)	

※1：鉛直荷重 (VL) は固定荷重(DL)、配管荷重(PL)及び積載荷重(LL)を加え合わせたものである。

※2：暴風時の風荷重 (WL) は地震荷重 (設計用地震力 1.0C_i) に比べて小さいため、荷重の組合せにおいては地震荷重によって代表させる。

図-8 に暴風時と地震時の層せん断力の比較結果を示す。

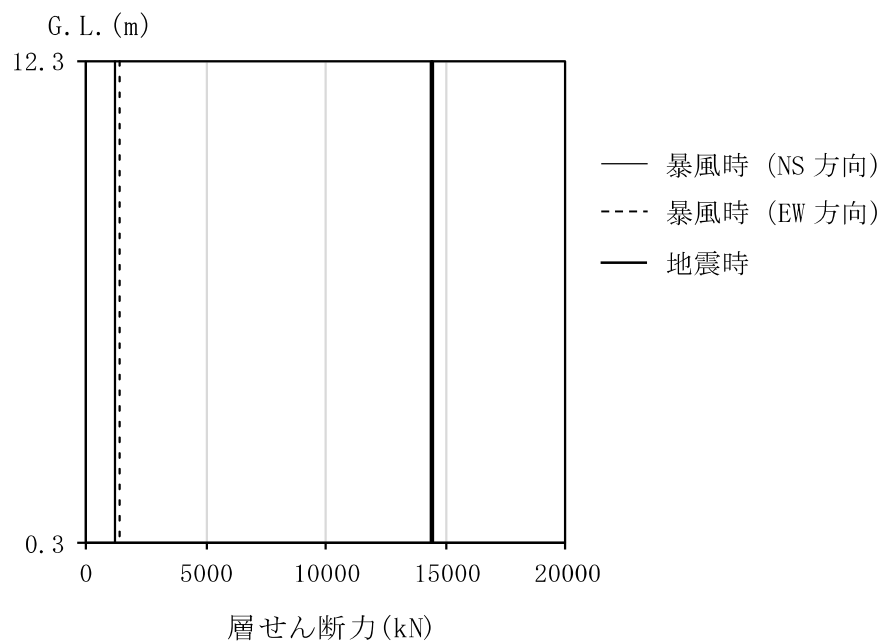


図-8 暴風時と地震時の層せん断力の比較結果

1.3 評価結果

上部構造の応力解析は、大梁、柱及びブレースを線材置換した平面モデルにより行う。

1.3.1 大梁の評価結果

検討により求められた大梁の作用応力を許容応力と比較し、検定比が最大となる部位について表-6に示す。

これより、各部材の作用応力は、許容応力以下となっていることを確認した。

表-6 大梁の作用応力と許容応力

検討箇所	断面 (単位：mm)	荷重 ケース	応力	作用応力	許容応力	検定比
屋上階 1~2/ B通り間	BH-1000×400 ×19×36	常時 A	曲げモーメント	2148 kN・m	2892 kN・m	0.75
			せん断力	604 kN	2039 kN	0.30
屋上階 D~E/ 1通り間	H-912×302 ×18×34	地震時 C3	曲げモーメント	1629 kN・m	2041 kN・m	0.80
			せん断力	576 kN	1882 kN	0.31

1.3.2 柱の評価結果

検討により求められた柱の作用応力を許容応力と比較し、検定比が最大となる部位について表-7に示す。

これより、各部材の作用応力は、許容応力以下となっていることを確認した。

表-7 柱の作用応力と許容応力

検討箇所	断面 (単位：mm)	荷重 ケース	応力	作用応力	許容応力	検定比
1階 2/E 通り	BH-900×400 ×28×40	常時 A	曲げモーメント	N= 2244 kN Mx= 1 kN・m My= 263 kN・m	4028 kN 461 kN・m 2842 kN・m	0.66
			せん断力	Qy= 262 kN	2625 kN	0.10
1階 2/E 通り	BH-900×400 ×28×40	地震時 C3	曲げモーメント	N =2436 kN Mx= 14 kN・m My=1609 kN・m	6042 kN 694 kN・m 3658 kN・m	0.87
			せん断力	Qy= 345 kN	3927 kN	0.09

注：柱の軸力Nは、圧縮を正とする。

1.3.3 ブレースの評価結果

検討により求められたブレースの作用応力を許容応力と比較し、検定比が最大となる部位を表-8に示す。

これより、ブレースの作用応力は、許容応力以下となっていることを確認した。

表-8 ブレースの作用応力と許容応力

検討箇所	断面 (単位：mm)	荷重 ケース	応力	作用応力 (kN)	許容応力 (kN)	検定比
1階 C/9～10 通り間	2[-250×90 ×11×14.5	地震時 C2	軸力	1534 kN	2178 kN	0.71

1.3.4 基礎スラブの評価結果

必要鉄筋比及び面外せん断力について、検定比が最大となる部位の断面検討結果を表-9及び表-10に示す。基礎スラブ配筋図を図-9～図-10に示す。

これより、設計鉄筋比は必要鉄筋比を上回り、また許容せん断力が面外せん断力を上回ることを確認した。

表-9 軸力及び曲げモーメントに対する検討結果

厚さ (m)	荷重 ケース	軸力 (kN/m)	曲げモーメント (kN・m/m)	必要鉄筋比 (%)	設計鉄筋比 (%)	検定比
1.5	常時 A	0.6	1091.6	0.323	0.428	0.76
	地震時 C2	0.9	1100.8	0.180	0.428	0.43
1.0	常時 A	0.0	288.5	0.199	0.642	0.31
	地震時 C4	114.0	429.9	0.185	0.642	0.29

※設計配筋：2-D29@200 (SD345)

表-10 面外せん断力に対する検討結果

厚さ (m)	荷重 ケース	面外せん断力 (kN/m)	許容せん断力 (kN/m)	検定比
1.5	常時 A	464.4	814.4	0.58
	地震時 C2	533.6	1216.0	0.44
1.0	常時 A	247.2	511.0	0.49
	地震時 C1	369.8	763.0	0.49

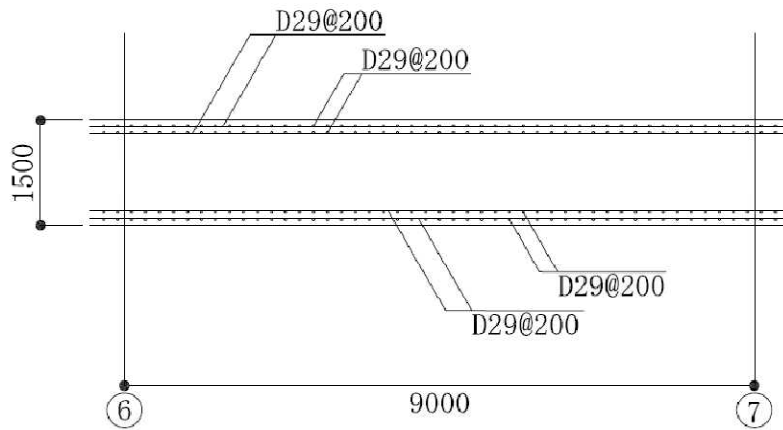


図-9 基礎スラブの配筋図 (F 通り、単位 : mm)

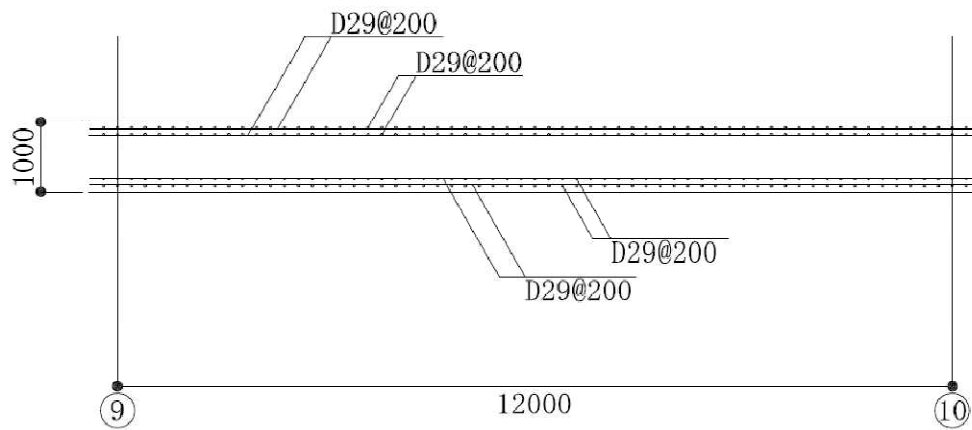


図-10 基礎スラブの配筋図 (F 通り、単位 : mm)

1.3.5 改良地盤の評価結果

(1) 設計方針

建屋を支持する改良地盤は、基礎直下の地盤を南北方向に約 64.0m, 東西方向に約 89.0m, 改良体厚さ 10.4m とし, G.L. -12.0m の泥岩に支持する。

検討は「改訂版 建築物のための改良地盤設計及び品質管理指針 日本建築センター」に準拠し, 改良地盤の支持力に対して, 常時及び地震時の改良地盤に生じる最大接地圧が許容支持力度以下であることを確認する。

(2) 常時における改良地盤の検討

常時における改良地盤に生じる最大応力と許容支持力度の比較を, 検定比が最大となる位置について表-11 に示す。

これより, 改良地盤に生じる最大応力が許容支持力度以下であることを確認した。

表-11 改良地盤の接地圧と許容支持力度の比較

接地圧 (kN/m ²)	許容支持力度* (kN/m ²)	検定比
247	333	0.75

※: G.L. -12.0m の地盤支持力と G.L. -1.6m の改良地盤を含んだ地盤支持力の小さい値を記載

(3) 地震時における改良地盤の検討

地震時における改良地盤に生じる最大応力と許容支持力度の比較を, 検定比が最大となる位置について表-12 に示す。

これより, 改良地盤に生じる最大応力が許容支持力度以下であることを確認した。

表-12 改良地盤の接地圧と許容支持力度の比較

接地圧 (kN/m ²)	許容支持力度* (kN/m ²)	検定比
248	666	0.38

※: G.L. -12.0m の地盤支持力と G.L. -1.6m の改良地盤を含んだ地盤支持力の小さい値を記載

1.4 保有水平耐力の検討

必要保有水平耐力 (Q_{un}) に対して、保有水平耐力 (Q_u) が上回っていることを確認する。

各層の保有水平耐力は、建築基準法・同施行令及び平成 19 年国土交通省告示第 594 号に基づき算出する。各層の必要保有水平耐力と保有水平耐力の算定結果を表-13 に示す。

これより、建屋は必要保有水平耐力の 1.15 倍以上の保有水平耐力を有していることを確認した。

表-13 必要保有水平耐力と保有水平耐力の比較

(1) EW 方向 (長辺)

G. L. (m)	階	必要保有水平耐力 Q_{un} (kN)	保有水平耐力 Q_u (kN)	$\frac{Q_u}{Q_{un}}$ *
12.30 0.30	1 階	28908.2	35806.0	1.23

注記* : 安全裕度

(2) NS 方向 (短辺)

G. L. (m)	階	必要保有水平耐力 Q_{un} (kN)	保有水平耐力 Q_u (kN)	$\frac{Q_u}{Q_{un}}$ *
12.30 0.30	1 階	32152.6	37248.2	1.15

注記* : 安全裕度