

4. 建物・構築物の耐震計算について

伊方3号機（非常用ガスタービン発電機）工事計画に係る説明資料
（耐震性に関する説明書）

■資料No. 4 建物・構築物の耐震計算について

資料 No.	補足説明資料		備考 (該当添付資料)
	(名称)	(概要)	
4-1	応力解析におけるモデル化及び境界条件の考え方	耐震評価に用いる応力解析モデルについて、モデル化及び境界条件の概要を示す。	資料17-15-2 非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算書
4-1 別紙	建物・構築物の耐震設計上の施設区分、要求機能及び許容限界	耐震評価（波及的影響を含む）の評価対象及び評価内容について示すとともに、要求機能に対する許容限界について整理して示す。	資料17-15-2 非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算書
4-2	応力解析における断面の評価部位の選定	応力解析モデルを用いた耐震評価における断面の評価部位の選定結果を示す。	資料17-15-2 非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算書
4-3	地震荷重の入力方法	応力解析モデルへ入力する地震荷重の設定及び入力方法を示す。	資料17-15-2 非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算書
4-3 別紙	応力解析における土圧の算定方法	応力解析における常時及び地震時増分土圧の算定方法を示す。	資料17-15-2 非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算書
4-4	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	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部位の抽出と、抽出された部位の影響評価結果を示す。	資料17-17 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結果
4-5	建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用	耐震評価における組合せ係数法の適用性を示す。	資料17-15-2 非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算書

伊方発電所3号機（非常用ガスタービン発電機）

建物・構築物の耐震計算についての補足説明資料

4-1 応力解析におけるモデル化及び境界条件の考え方

目 次

	頁
1. 概要	4-1-1
2. 応力解析におけるモデル化及び境界条件	4-1-1
(参考1) 応力解析モデル及び解析手法の概要について	4-1-3
(参考2) 質点系モデルと3次元FEMモデルの振動特性の比較	4-1-5
別紙 建物・構築物の耐震設計上の施設区分、要求機能及び許容限界	

1. 概要

本資料は、非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算に関して説明するものであり、今回工認において、応力解析モデルを用いた評価を行っている基礎及び壁（地下部）の応力解析手法についての概要を示すものである。

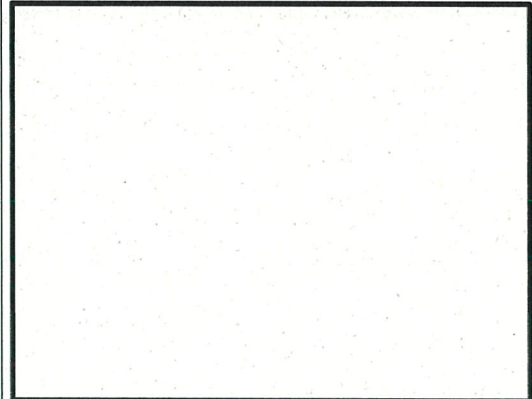
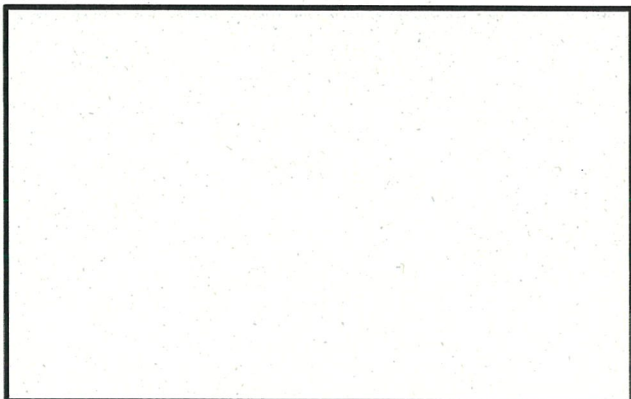


なお、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・資料17-15-2「非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算書」

2. 応力解析におけるモデル化及び境界条件

非常用ガスタービン発電機建屋の応力解析におけるモデル化及び境界条件を第2-1表に示す。

第2-1表 非常用ガスタービン発電機建屋の応力解析におけるモデル化及び境界条件

応力解析モデルの概要	応力解析モデルの境界条件（地盤ばね）
	
<p>図-1 全体鳥瞰図</p>	<p>図-3 地盤ばね設定位置</p>
	
<p>図-2 基礎及び壁（地下部）の鳥瞰図</p>	<p>図-4 基礎段差部の断面詳細図</p>
<p>○モデル化範囲</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常用ガスタービン発電機建屋の上部構造物と基礎を含む建屋全体をモデル化 <p>○使用要素</p> <ul style="list-style-type: none"> ・天井、床、壁及び基礎：シェル要素 <p>○開口部のモデル化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開口部は、剛性への影響が考えられる、メッシュサイズと同等の大きさである2.0㎡程度以上のものを考慮 <p>○接合部のモデル化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・剛域は考慮していない 	<p>○基礎と地盤との境界</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基礎下端（段差部含む）には、支持地盤を表現する地盤ばねを設けている。なお、浮上りを生じている部分の基礎下端の地盤反力はないものとして解析を行う。具体的には、基礎下端の鉛直ばねに引張が生じた箇所について、基礎が浮き上がっているものとし、鉛直及び水平ばねと基礎下端の接続を切り離し、応力を負担しないものとして解析を行う。 <p>○地盤ばねの設定方法（Ss地震時）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水平ばね：JEAG4601-1991[※]に基づき、振動アドミタンス理論により、地盤の動的物性値を用いて評価した水平ばねを離散化 ・鉛直ばね：同上の方法により評価した回転ばねを離散化 <p>○地盤ばねの設定方法（常時）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水平ばね：JEAG4601-1991に基づき、振動アドミタンス理論により、地盤の静的物性値を用いて評価した水平ばねを離散化 ・鉛直ばね：同上の方法により評価した鉛直ばねを離散化

※：原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1991追補版（（社）日本電気協会）

(参考1) 応力解析モデル及び解析手法の概要について

1. 概要

本資料は、非常用ガスタービン発電機建屋について、応力解析モデル及び解析手法の概要を説明するものである。

2. 応力解析モデル及び解析手法の概要

非常用ガスタービン発電機建屋の応力解析モデル及び解析手法の概要について、平成28年3月23日付け原規規発第1603231号にて認可された工事計画の資料13-16-6「原子炉補助建屋の応力解析」における伊方3号機原子炉補助建屋と併せて参考1. 2-1表に示す。

非常用ガスタービン発電機建屋の応力解析については、土圧等の面外力が作用する部材（基礎及び壁（地下部））を対象とし、応力再配分や局所的応力をより詳細に評価するため、3次元FEMモデルによる静的弾性応力解析を採用するとともに、地震応答解析との整合性、並びに間接支持構造物に対する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）に基づく審査実績も多いことを踏まえ、同規準に基づき耐震評価を実施している。

参考 1.2-1 表 応力解析モデル及び解析手法の概要

項目		非常用ガスタービン発電機建屋	伊方3号機原子炉補助建屋	備考	
解析手法		・3次元FEMモデルを用いた静的弾性応力解析	・同左		
解析コード		・MSC NASTRAN Ver 2013.1.1	・MSC NASTRAN Ver 2013.1.0		
モデル化	モデル(要素)	・3次元FEMによりモデル化 壁(シェル)、床(シェル)、基礎(シェル)	・同左 壁(シェル)、柱(ビーム)、はり(ビーム)、 床(シェル)、基礎(リット)		
	材料物性	・コンクリートのヤング係数、ポアソン比 $E=2.44 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 、 $\nu=0.2$	・同左 $E=2.34 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 、 $\nu=0.2$	①	
	境界条件	・地盤と基礎の境界に地盤ばねを考慮 (基礎浮上り考慮)	・同左		
荷重の組合せ		・ $GP+H_0+E_0+Ks$ GP: 固定・積載荷重 H ₀ : 静水圧荷重 E ₀ : 常時土圧荷重 Ks: 地震荷重	・ $GP+Ks$ GP: 固定・積載荷重 Ks: 地震荷重		
荷重の設定	固定・積載	・モデル化範囲の固定・積載荷重を考慮	・同左		
	静水圧	・貯水槽内の水圧を考慮	・－(該当なし)		
	常時土圧	・常時に作用する土圧を考慮	・－(該当なし)	②	
	地震荷重	地震力	・地震時の固定・積載荷重に対する慣性力を考慮 (地震応答解析結果に基づき算定)	・同左	
		動水圧	・貯水槽内の動水圧を考慮 (Housner 理論に基づき算定)	・－(該当なし)	②
		増分土圧	・地震時に作用する増分土圧を考慮	・－(該当なし)	②
評価手法		・Ss 地震時: 機能維持	・Ss 地震時: 同左	③	
水平2方向		・評価対象: 土圧等の面外力が作用する部材 (基礎、壁(地下部)) ・評価方法: 水平2方向+鉛直方向の荷重を考慮 (組合せ係数法 1.0:0.4:0.4)	・評価対象: 同左 (基礎) ・評価方法: 同左		

①: 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)に基づき設定。

②: 原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1991追補版((社)日本電気協会)等に基づき設定。

③: 機能維持について、非常用ガスタービン発電機建屋は、耐震性向上の観点から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)に基づく短期許容応力度を許容限界として設定。伊方3号機原子炉補助建屋は、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)に基づく荷重状態IVの許容値を許容限界として設定。

(参考2) 質点系モデルと3次元FEMモデルの振動特性の比較

1. 検討方針

非常用ガスタービン発電機建屋について、質点系モデルと3次元FEMモデルの固有値解析により算出した固有振動数が概ね対応していることを確認する。

質点系モデルについては、資料17-15-1「非常用ガスタービン発電機建屋の地震応答解析」における地震応答解析モデルを用いる。

3次元FEMモデルについては、資料17-15-2「非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算書」における応力解析モデルに、質点系モデルにおいて側面ばねを設定している質点位置に対応した外周部の節点に側面ばねを設定するとともに、質点系モデルで考慮している固定・積載荷重等を、各質点位置に対応した各要素に質量として考慮する。

なお、資料17-15-2「非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算書」における応力解析モデルは、構造物側面地盤の影響は土圧による外力として考慮することから、構造物側面は拘束していない（側面ばねを設定していない）こと、また、質点系モデルで考慮している固定・積載荷重等について荷重として考慮しており、質量としてモデル化していないため、固有値解析を実施するためのモデルとは異なる。

2. 固有値解析

質点系モデルと3次元FEMモデルの固有値解析結果を参考2.2-1表に、モード図の比較を参考2.2-2表に示す。質点系モデルと3次元FEMモデルの固有振動数は、概ね対応していることを確認した。

参考 2.2-1 表 固有値解析結果

方向	次数	固有振動数 (Hz)		②/①
		①質点系モデル	②3次元FEMモデル	
EW	1	14.13	14.82	1.05
NS	1	12.27	12.06	0.98

参考 2.2-2 表 質点系モデル及び 3 次元 FEM モデルのモード図の比較

方向	次数	質点系モデル	3 次元 FEM モデル
EW	1		
		14.13Hz	
NS	1		
		12.27Hz	

別紙 建物・構築物の耐震設計上の施設区分、
要求機能及び許容限界

目 次

	頁
1. 概要	4-1 別-1
2. 耐震設計上の施設区分及び要求機能	4-1 別-1
3. 耐震評価の評価対象及び評価内容	4-1 別-2
4. 要求機能と許容限界の整理	4-1 別-5

1. 概要

本資料は、非常用ガスタービン発電機建屋の耐震設計上の施設区分、施設区分別の要求機能、波及的影響を含む耐震評価の評価対象及び評価内容を示し、要求機能に対する許容限界について整理して説明するものである。

2. 耐震設計上の施設区分及び要求機能

申請施設の耐震設計上の分類の基本方針について、非常用ガスタービン発電機設置工事及び所内常設直流電源設備（3系統目）設置工事に係る工事計画認可申請の添付資料^{※1}において説明しており、非常用ガスタービン発電機建屋は、「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」（以下、「SA施設の間接支持構造物」という。）に区分される。

非常用ガスタービン発電機建屋の耐震設計における要求機能を第2-1表に示す。SA施設の間接支持構造物としての耐震設計における要求機能は、支持機能（構造強度含む）が挙げられ、基準地震動 S_s による地震力に対して機能維持を確保する設計としている。

※1：非常用ガスタービン発電機設置工事に係る工事計画認可申請 資料17-5「設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」及び所内常設直流電源設備（3系統目）設置工事に係る工事計画認可申請 資料8-2「重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」

第2-1表 非常用ガスタービン発電機建屋の耐震設計における要求機能

施設区分	要求機能	地震力に対する評価方針
		基準地震動 S_s による地震力
SA施設の間接支持構造物	支持機能 (構造強度含む)	機能維持

3. 耐震評価の評価対象及び評価内容

3.1 耐震評価フロー及び評価対象一覧

非常用ガスタービン発電機建屋の耐震評価フロー及び評価対象一覧を第3-1図に示す。SA施設の間接支持構造物である非常用ガスタービン発電機建屋について、以下の評価を実施することで、支持機能（構造強度含む）及び内包する設備に対する波及的影響の確認を行う。

層レベルでの評価が可能な耐震壁については、地震応答解析による評価に基づき、基準地震動 S_s による地震力に対して最大せん断ひずみが許容限界を超えないことを確認する。

また、土圧及び水圧による面外力が作用する基礎及び壁（地下部）については、応力解析による評価に基づき、基準地震動 S_s による地震力に対して発生応力が許容限界を超えないことを確認する。

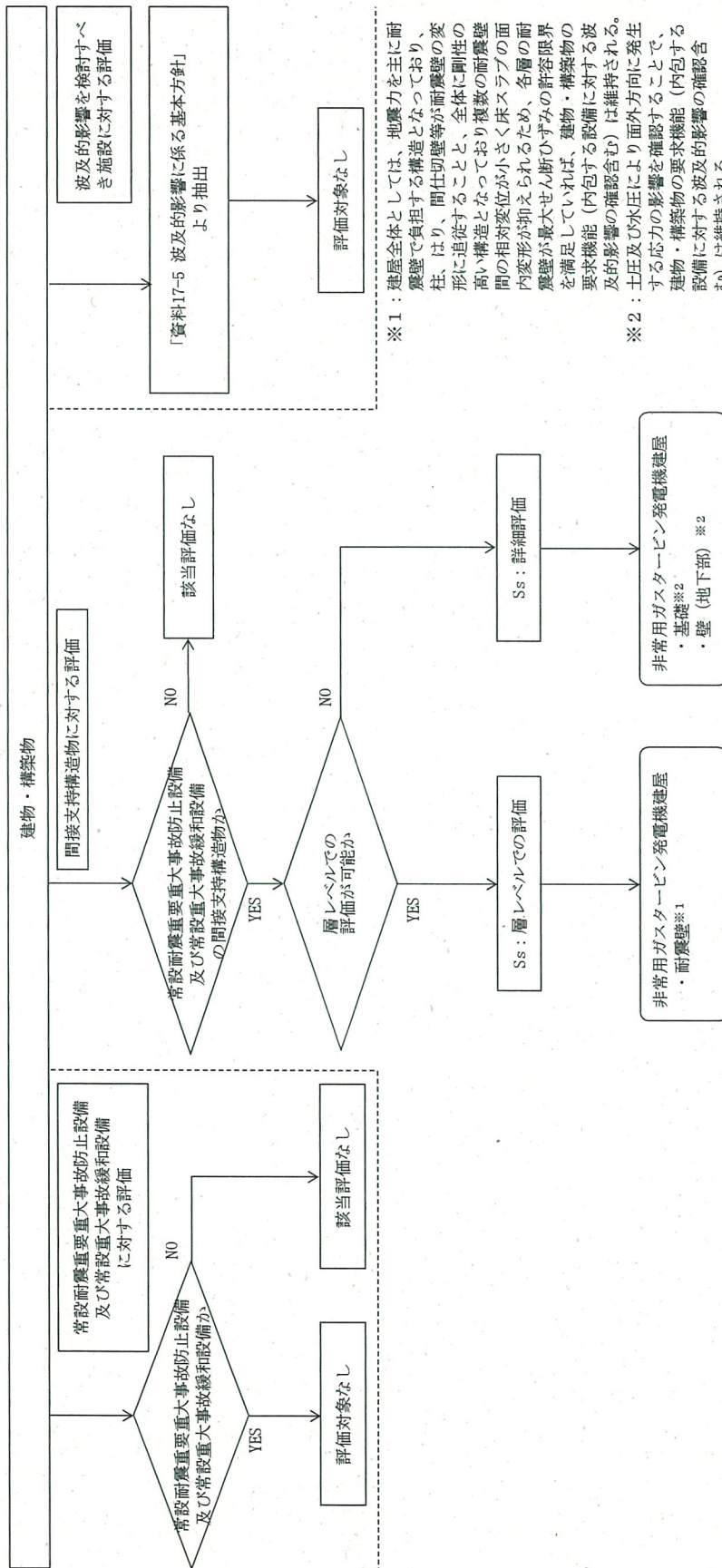
併せて、基礎地盤の支持性能について、基準地震動 S_s による地震力に対して最大接地圧が地盤の極限支持力度を超えないこと、構造物全体について、保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。

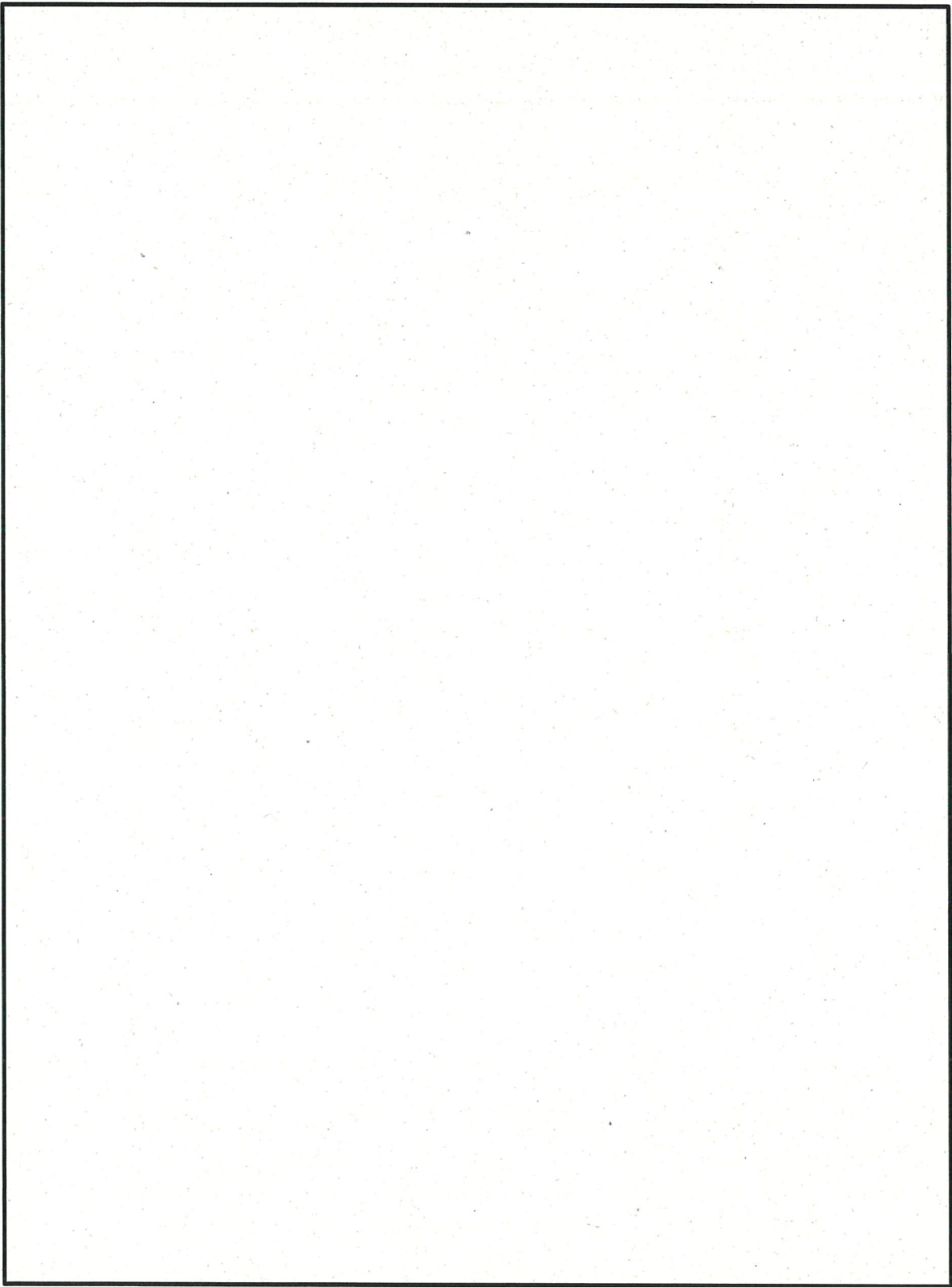
3.2 周辺の配置図及び波及的影響評価対象施設の一覧表

非常用ガスタービン発電機建屋周辺の配置図及び非常用ガスタービン発電機建屋における波及的影響評価対象施設の一覧表を第3-2図及び第3-1表に示す。

波及的影響を検討すべき施設について、資料17-5「波及的影響に係る基本方針」に基づき、下位クラス施設が上位クラス施設（非常用ガスタービン発電機建屋含む）に対して十分な距離をとって配置されていることを確認しており、波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設として抽出される施設はない。

第3-1-1 非常用ガスタービン発電機建屋の耐震評価フロー及び評価対象一覧





第 3-2 図 非常用ガスタービン発電機建屋周辺の配置図 (EL. 32.0m)

第 3-1 表 非常用ガスタービン発電機建屋における波及的影響評価対象施設の一覧表

波及的影響を受ける おそれのある施設	波及的影響評価対象施設		
	上位クラス施設		下位クラス施設 ^{※4}
	Sクラス施設等 ^{※2}	重要 SA 施設 ^{※3}	
機器・配管系	評価対象外 ^{※1}	評価対象外 ^{※1}	該当なし
建物・構築物	評価対象外 ^{※1}	評価対象外 ^{※1}	該当なし

※1：基準地震動 S_s による地震力に対する耐震設計を行うため

※2：設計基準対象施設のうち耐震重要度分類の S クラスに属する施設、その間接支持構造物及び屋外重要土木構造物

※3：重大事故等対処施設のうち常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及びこれらが設置される間接支持構造物

※4：上位クラス施設以外の発電所内にある施設（資機材等含む）

4. 要求機能及び許容限界の整理

耐震設計における非常用ガスタービン発電機建屋の要求機能及び許容限界の整理表を第4-1表に示す。非常用ガスタービン発電機建屋の許容限界は、以下の通り設定している。

- ・地震応答解析による評価として、基準地震動 S_s による地震力に対し、基礎地盤について、最大接地圧が極限支持力度を超えないことを確認するとともに、各層の耐震壁について、最大せん断ひずみが $2,000\mu$ を超えないことを確認する。
- ・応力解析による評価として、基準地震動 S_s による地震力に対し、土圧及び水圧による面外力が作用する基礎及び壁（地下部）について、発生応力が終局耐力を超えないことで機能維持を確保できるが、耐震性向上の観点から、弾性範囲内（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）に基づく短期許容応力度以下）に収める設計とする。
- ・構造物全体について、保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。

第 4-1 表 耐震設計における非常用ガスタービン発電機建屋の
要求機能及び許容限界の整理表

評価対象施設	非常用ガスタービン発電機建屋				
要求機能	支持機能 ^{※1} (構造強度含む)				
	機器・配管を安全に支持できること。				
評価手法	地震応答解析		応力解析	—	
評価対象部位	基礎地盤	耐震壁	基礎、 壁 (地下部)	構造物全体	
機能維持のための 考え方	最大接地圧が地盤の 支持力度を超えない ことを確認 [最大接地圧が極限 支持力度に至らない こと]	耐震壁のせん断ひず みが支持機能を維持 するための許容限界 を超えないことを確 認 [耐震壁の最大せん 断ひずみが2,000 μ に至らないこと]	基礎及び壁 (地下 部) に生じる応力が 支持機能を維持す るための許容限界を超 えないことを確認 [基礎及び壁 (地下 部) が終局耐力に至 らないこと]	保有水平耐力が必要 保有水平耐力に対し て妥当な安全余裕を 有することを確認	
耐震評価	地震力	基準地震動Ssによる地震力			必要保有水平耐力
	許容 限界	極限支持力度	2,000 μ	短期許容応力度 ^{※2} (RC-N規準)	保有水平耐力 ^{※3}
	評価	許容限界 \geq 最大接地圧	許容限界 \geq 最大せん断ひずみ	許容限界 \geq 応力度	許容限界 \geq 必要保有水平耐力

※1：支持機能の確認には、内包する設備に対する波及的影響の確認が含まれる。

※2：許容限界は耐震性向上の観点から、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）に基づく短期許容応力度とする。

※3：保有水平耐力は耐震壁のせん断スケルトンカーブにおける終局点のせん断力の値とする。

伊方発電所3号機（非常用ガスタービン発電機）
建物・構築物の耐震計算についての補足説明資料
4-2 応力解析における断面の評価部位の選定

目 次

	頁
1. 概要	4-2-1
2. 非常用ガスタービン発電機建屋の 基礎及び壁（地下部）の断面評価部位の選定	4-2-2

1. 概要

本資料は、非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算に関して説明するものであり、今回工認において、応力解析モデルを用いた評価を行っている基礎及び壁（地下部）の断面の評価要素及び評価部材の選定結果について示すものである。

なお、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・資料17-15-2「非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算書」

2. 非常用ガスタービン発電機建屋の基礎及び壁（地下部）の断面評価部位の選定

今回工認における断面の評価結果は、基礎及び壁（地下部）において、評価項目・方向ごとに、配筋量に対する必要鉄筋量の比率又は許容値に対する発生値の比率が最大となる要素を選定し示している。

本資料では、基礎及び壁（地下部）において、評価項目・方向ごとに、配筋量に対する必要鉄筋量の比率又は許容値に対する発生値の比率が最大となる結果と位置を示す。

また、基礎及び壁（地下部）において、配筋量に対する必要鉄筋量の比率又は許容値に対する発生値の比率が最大となる評価結果における応力コンター図を示す。

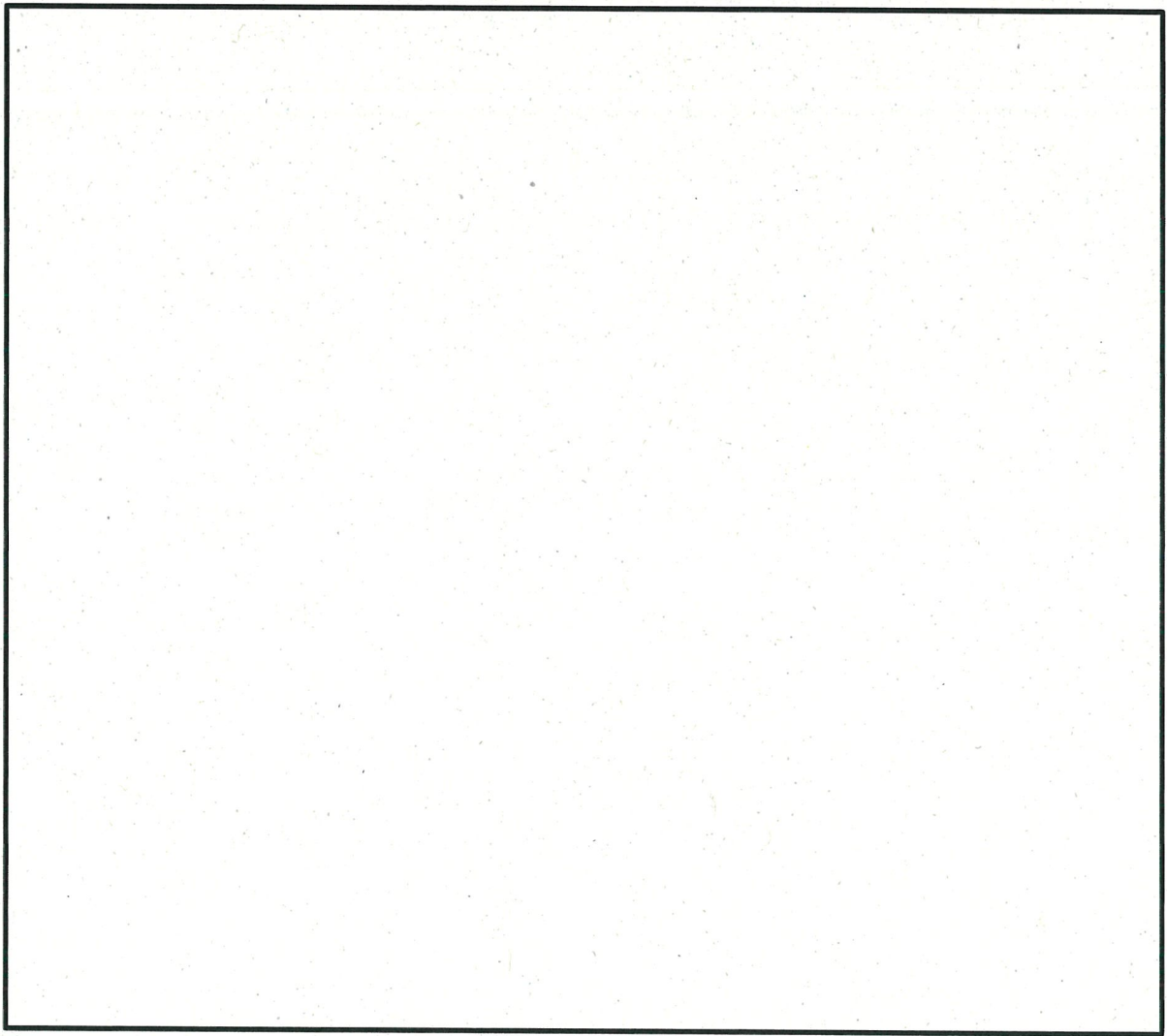
非常用ガスタービン発電機建屋の概略平面図及び概略断面図を第2-1図及び第2-2図に、荷重の組合せケースを第2-1表に、分類領域ごとの配筋一覧を第2-2表に、配筋の分類領域図を第2-3図に示す。また、断面の評価における応力の方向を第2-4図に示す。

Ss地震時及び常時に対する評価結果をそれぞれ第2-3表及び第2-4表に、評価結果の位置を第2-5図に示す。評価結果の応力コンター図を第2-6図及び第2-7図に示す。

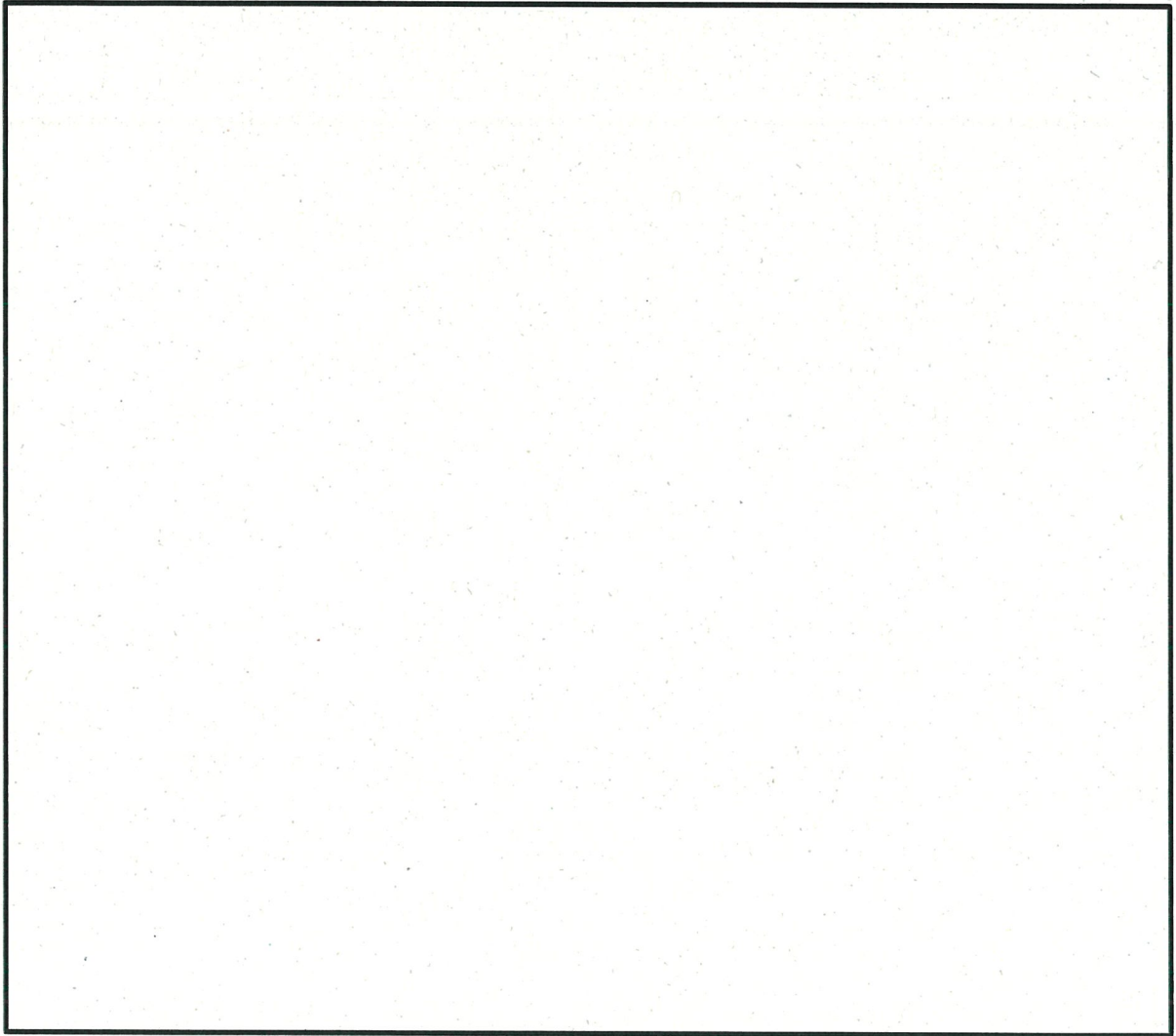
第2-1表の荷重の組合せケースに示す記号の説明については以下に示す。

GP	:	固定・積載荷重
H ₀	:	静水圧荷重
E ₀	:	常時土圧荷重
K _{SEW} [※]	:	Ss地震時 E→W方向 地震力
K _{SNS} [※]	:	Ss地震時 N→S方向 地震力
K _{S_{DU}} [※]	:	Ss地震時 鉛直方向 地震力
H _{SEW}	:	Ss地震時 E→W方向 水平地震力による動水圧荷重
H _{SWE}	:	Ss地震時 W→E方向 水平地震力による動水圧荷重
H _{SNS}	:	Ss地震時 N→S方向 水平地震力による動水圧荷重
H _{SSN}	:	Ss地震時 S→N方向 水平地震力による動水圧荷重
H _{S_{DU}} [※]	:	Ss地震時 鉛直方向 鉛直地震力による動水圧荷重
E _{SEW}	:	Ss地震時 EW方向 地震時増分土圧荷重
E _{SNS}	:	Ss地震時 NS方向 地震時増分土圧荷重

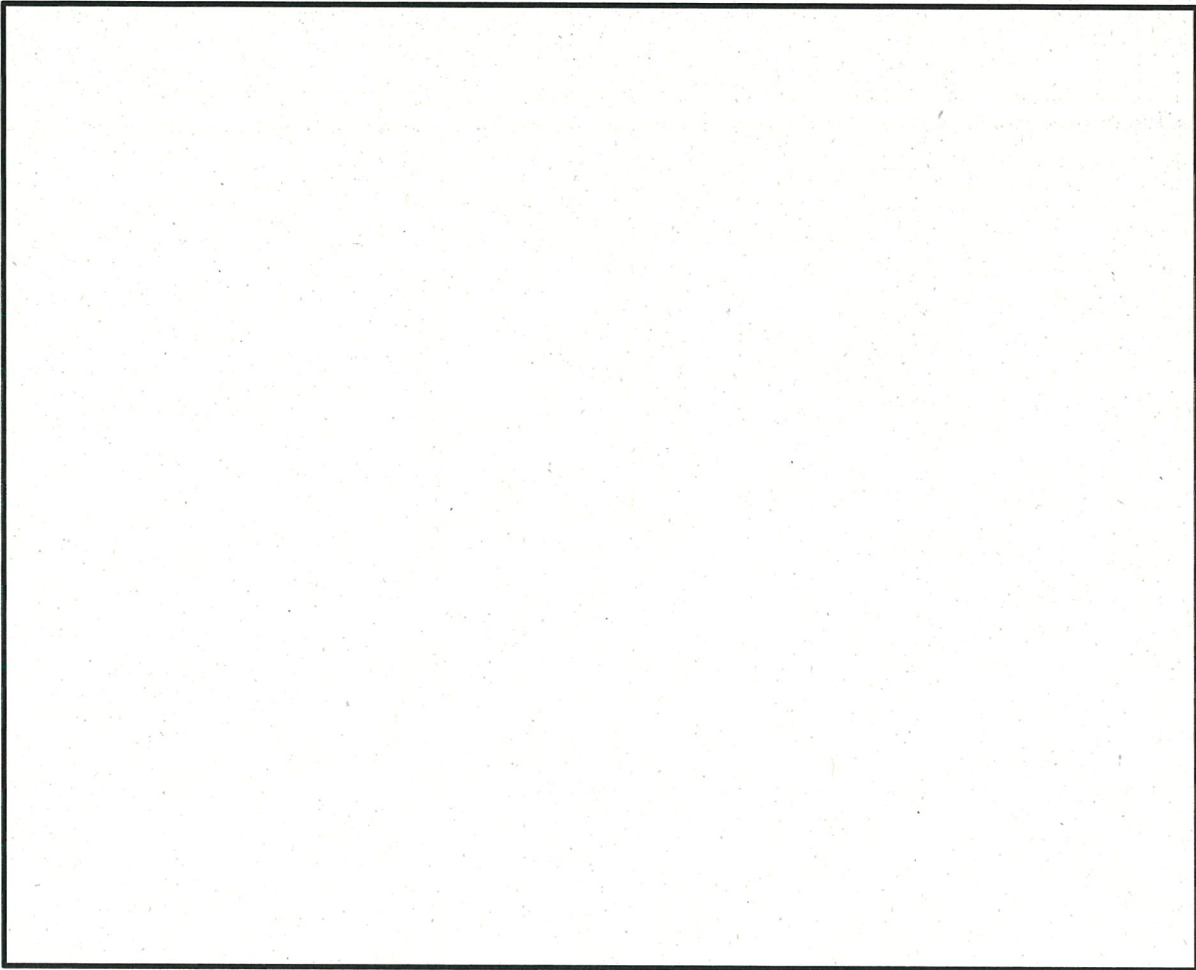
※：加力方向により絶対値の差異はないため、計算上の座標軸を基本として、E→W方向、N→S方向及び鉛直上向きを「+」、W→E方向、S→N方向及び鉛直下向きを「-」とする。



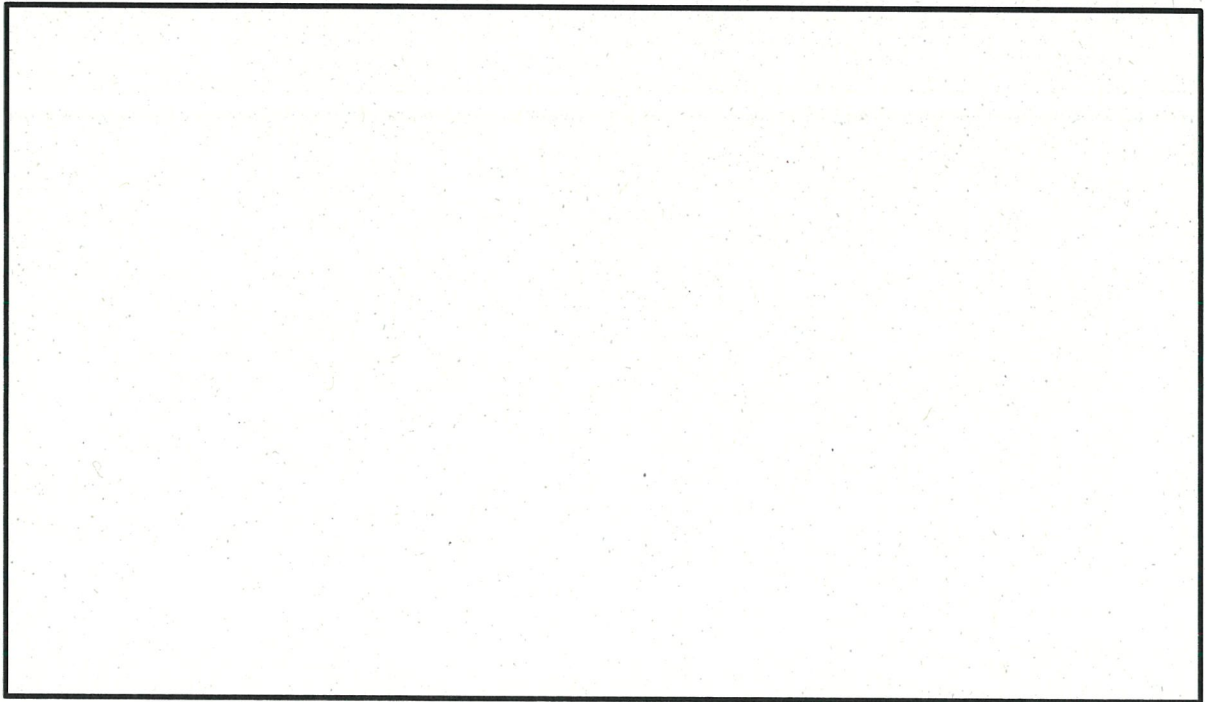
第2-1図 (1/3) 非常用ガスタービン発電機建屋の概略平面図 (EL. 24. 6m)



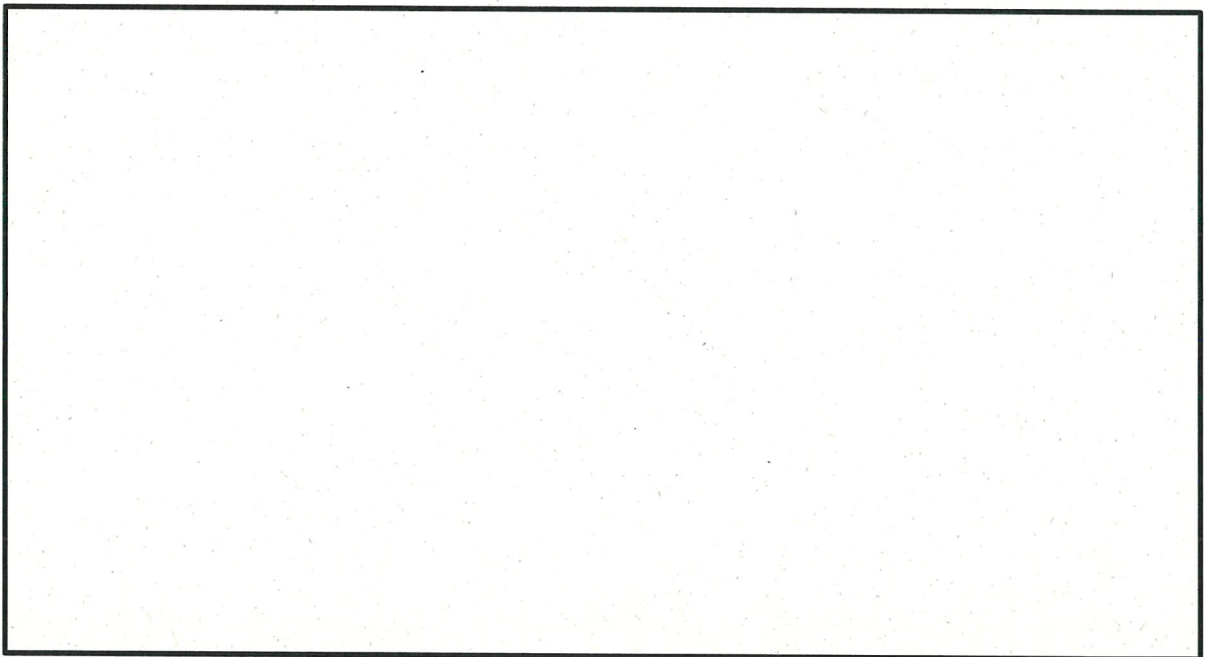
第2-1図 (2/3) 非常用ガスタービン発電機建屋の概略平面図 (EL. 32.7m)



第2-1図 (3/3) 非常用ガスタービン発電機建屋の概略平面図 (EL. 41. 0m)



第2-2図 (1/2) 非常用ガスタービン発電機建屋の概略断面図 (A-A断面)



第2-2図 (2/2) 非常用ガスタービン発電機建屋の概略断面図 (B-B断面)

第2-1表 (1/2) 荷重の組合せケース (S_s地震時)

組合せ 係数	加力方向		ケース No.	荷重の組合せケース
	水平	鉛直		
水平1.0 鉛直0.4	E→W	下	1	$GP+H_0+E_0+1.0K_{SEW}+1.0H_{SEW}+1.0E_{SEW}-0.4K_{SDU}-0.4H_{SDU}$
	W→E		2	$GP+H_0+E_0-1.0K_{SEW}+1.0H_{SEW}+1.0E_{SEW}-0.4K_{SDU}-0.4H_{SDU}$
	E→W	上	3	$GP+H_0+E_0+1.0K_{SEW}+1.0H_{SEW}+1.0E_{SEW}+0.4K_{SDU}+0.4H_{SDU}$
	W→E		4	$GP+H_0+E_0-1.0K_{SEW}+1.0H_{SEW}+1.0E_{SEW}+0.4K_{SDU}+0.4H_{SDU}$
	N→S	下	5	$GP+H_0+E_0+1.0K_{SNS}+1.0H_{SNS}+1.0E_{SNS}-0.4K_{SDU}-0.4H_{SDU}$
	S→N		6	$GP+H_0+E_0-1.0K_{SNS}+1.0H_{SNS}+1.0E_{SNS}-0.4K_{SDU}-0.4H_{SDU}$
	N→S	上	7	$GP+H_0+E_0+1.0K_{SNS}+1.0H_{SNS}+1.0E_{SNS}+0.4K_{SDU}+0.4H_{SDU}$
	S→N		8	$GP+H_0+E_0-1.0K_{SNS}+1.0H_{SNS}+1.0E_{SNS}+0.4K_{SDU}+0.4H_{SDU}$
水平0.4 鉛直1.0	E→W	下	9	$GP+H_0+E_0+0.4K_{SEW}+0.4H_{SEW}+0.4E_{SEW}-1.0K_{SDU}-1.0H_{SDU}$
	W→E		10	$GP+H_0+E_0-0.4K_{SEW}+0.4H_{SEW}+0.4E_{SEW}-1.0K_{SDU}-1.0H_{SDU}$
	E→W	上	11	$GP+H_0+E_0+0.4K_{SEW}+0.4H_{SEW}+0.4E_{SEW}+1.0K_{SDU}+1.0H_{SDU}$
	W→E		12	$GP+H_0+E_0-0.4K_{SEW}+0.4H_{SEW}+0.4E_{SEW}+1.0K_{SDU}+1.0H_{SDU}$
	N→S	下	13	$GP+H_0+E_0+0.4K_{SNS}+0.4H_{SNS}+0.4E_{SNS}-1.0K_{SDU}-1.0H_{SDU}$
	S→N		14	$GP+H_0+E_0-0.4K_{SNS}+0.4H_{SNS}+0.4E_{SNS}-1.0K_{SDU}-1.0H_{SDU}$
	N→S	上	15	$GP+H_0+E_0+0.4K_{SNS}+0.4H_{SNS}+0.4E_{SNS}+1.0K_{SDU}+1.0H_{SDU}$
	S→N		16	$GP+H_0+E_0-0.4K_{SNS}+0.4H_{SNS}+0.4E_{SNS}+1.0K_{SDU}+1.0H_{SDU}$

第2-1表 (2/2) 荷重の組合せケース (常時)

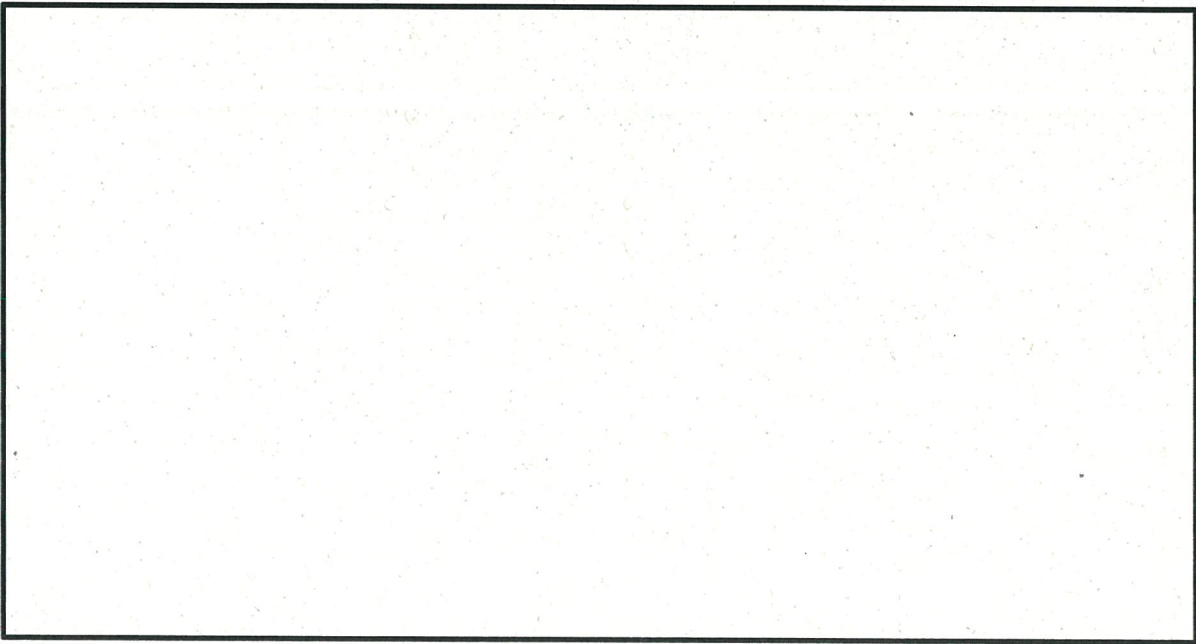
ケース No.	荷重の組合せケース
17	$GP+H_0+E_0$

第2-2表 (1/2) 分類領域ごとの配筋一覧 (基礎)

領域		方向	上端筋	断面積 (mm ² /m)	下端筋	断面積 (mm ² /m)	厚さ (mm)
FS1	A	EW	D38@200 1段 D38@400 1段	8,550	D38@200 1段 D38@400 1段	8,550	2,000
		NS	D38@200 1段 D38@400 1段	8,550	D38@200 1段 D38@400 1段	8,550	
FS2	B	EW	D38@200 2段 D38@400 1段	14,250	D38@200 2段 D38@400 1段	14,250	2,500
		NS	D38@200 2段 D38@400 1段	14,250	D38@200 2段 D38@400 1段	14,250	
	C	EW	D38@200 3段	17,100	D38@200 3段	17,100	2,500
		NS	D38@200 2段 D38@400 1段	14,250	D38@200 2段 D38@400 1段	14,250	
	D	EW	D38@200 1段 D38@400 1段	8,550	D38@200 1段 D38@400 1段	8,550	2,500
		NS	D38@200 1段 D38@400 1段	8,550	D38@200 1段 D38@400 1段	8,550	
	E	EW	D38@200 2段	11,400	D38@200 2段	11,400	2,500
		NS	D38@200 2段	11,400	D38@200 2段	11,400	

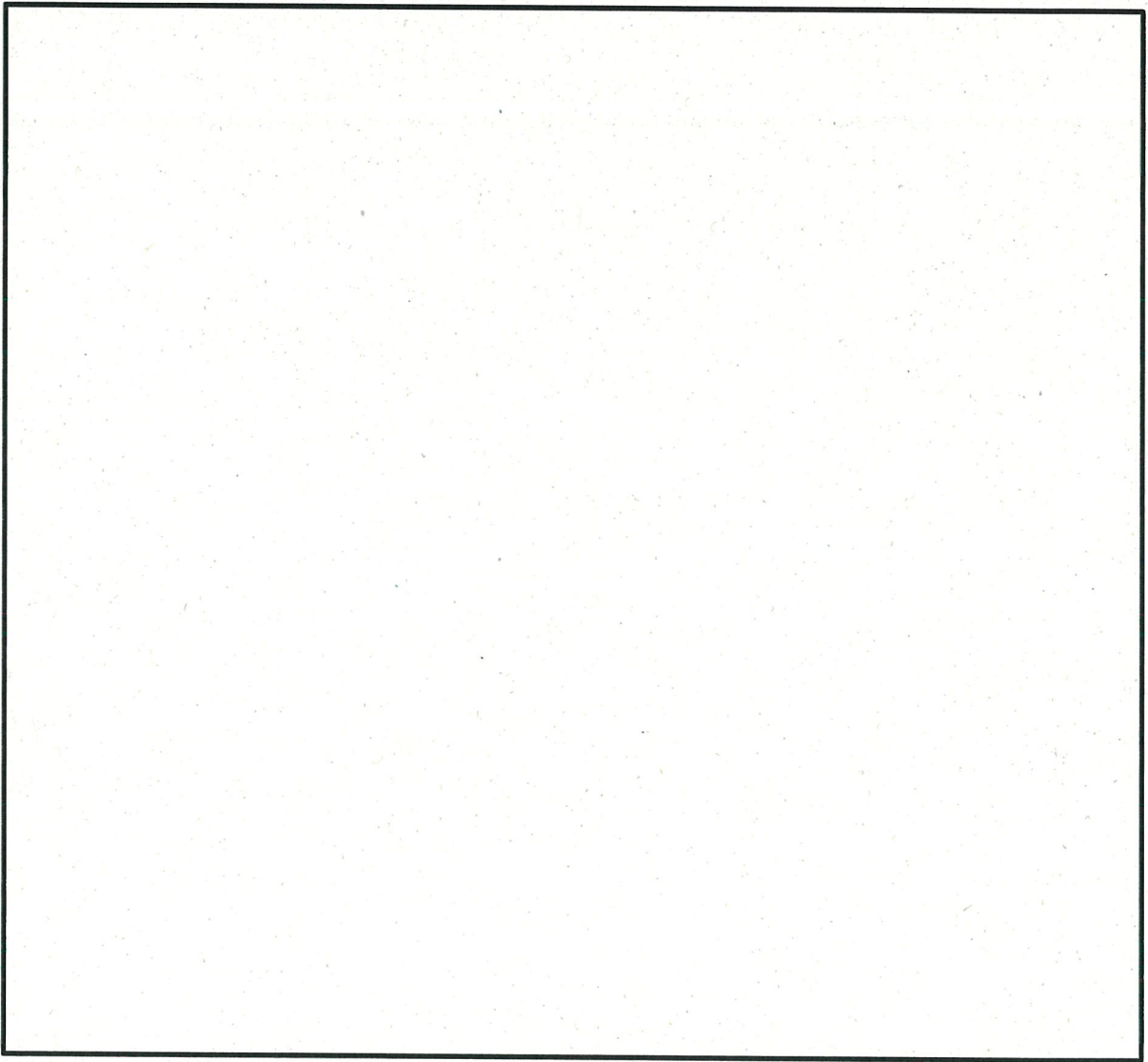
第2-2表 (2/2) 分類領域ごとの配筋一覧 (壁 (地下部))

領域		縦筋	断面積 (mm ² /m)	横筋	断面積 (mm ² /m)	厚さ (mm)
W1	F	D38@200 2段 ダブル	11,400	D38@200 2段 ダブル	11,400	1,600
W2	G	D38@200 2段 ダブル	11,400	D38@200 2段 ダブル	11,400	1,600
W3	H	D38@200 2段 ダブル	11,400	D38@200 2段 ダブル	11,400	1,600
W4	I	D38@200 1段 ダブル	5,700	D38@200 1段 ダブル	5,700	700
W5	J	D38@200 1段 ダブル	5,700	D38@200 1段 ダブル	5,700	800
W6	K	D38@200 1段 ダブル D38@400 1段	8,550	D38@200 1段 ダブル D38@400 1段	8,550	1,500
	L	D38@200 2段 ダブル D38@400 1段	14,250	D38@200 2段 ダブル D38@400 1段	14,250	1,700
W7	M	D38@200 2段 ダブル	11,400	D38@200 2段 ダブル	11,400	1,000
W8	N	D38@200 2段 ダブル	11,400	D38@200 2段 ダブル	11,400	1,000
W9	O	D38@200 2段 ダブル	11,400	D38@200 2段 ダブル	11,400	1,600
W10	P	D38@200 2段 ダブル	11,400	D38@200 2段 ダブル	11,400	1,600
	Q	D38@200 1段 ダブル	5,700	D38@200 1段 ダブル	5,700	1,000
W11	R	D38@200 2段 ダブル	11,400	D38@200 2段 ダブル	11,400	1,600
W12	S	D38@200 1段 ダブル	5,700	D38@200 1段 ダブル	5,700	1,000
W13	T	D38@200 2段 ダブル	11,400	D38@200 2段 ダブル	11,400	1,600
W14	U	D38@200 2段 ダブル	11,400	D38@200 2段 ダブル	11,400	2,000
	V	D38@200 2段 ダブル D38@400 1段	14,250	D38@200 2段 ダブル D38@400 1段	14,250	2,000
W15	W	D38@200 1段 ダブル	5,700	D38@200 1段 ダブル	5,700	1,800



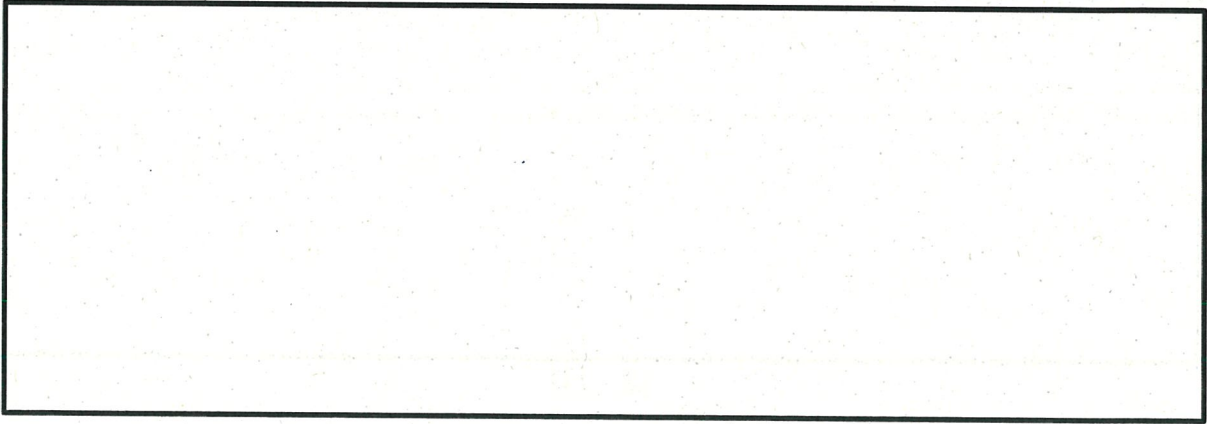
(a) FS1

第2-3図 (1/7) 配筋の分類領域図 (基礎 EL. 32.7m)

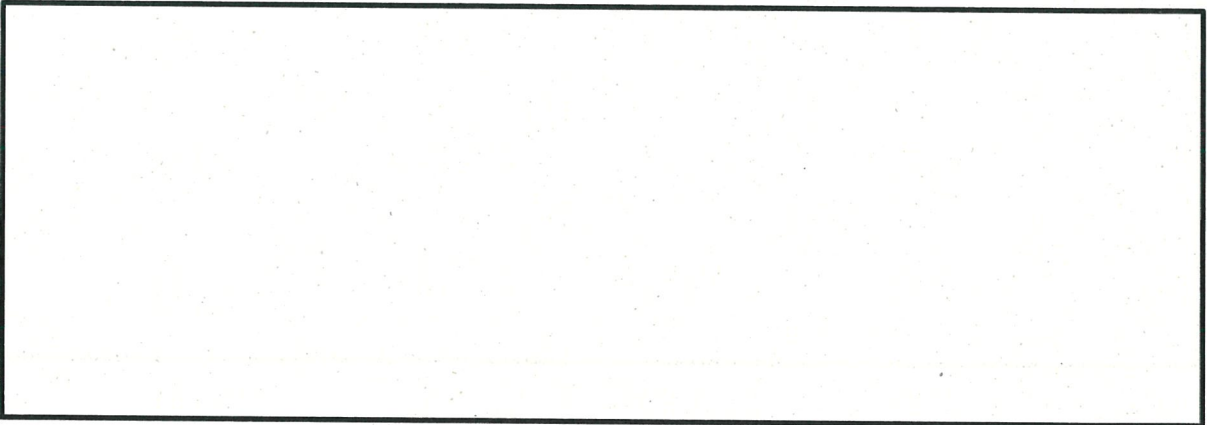


(b) FS2

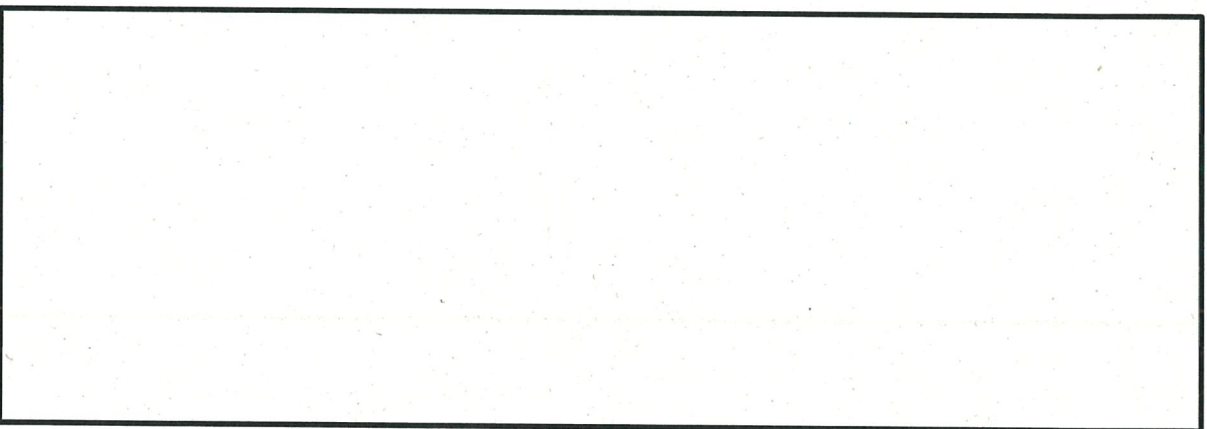
第2-3図 (2/7) 配筋の分類領域図 (基礎 EL. 24.6m)



(c) W1

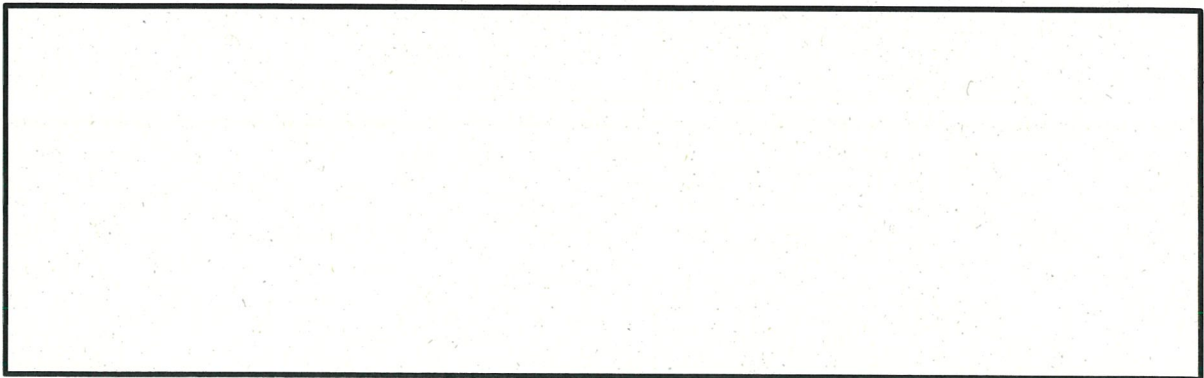


(d) W2

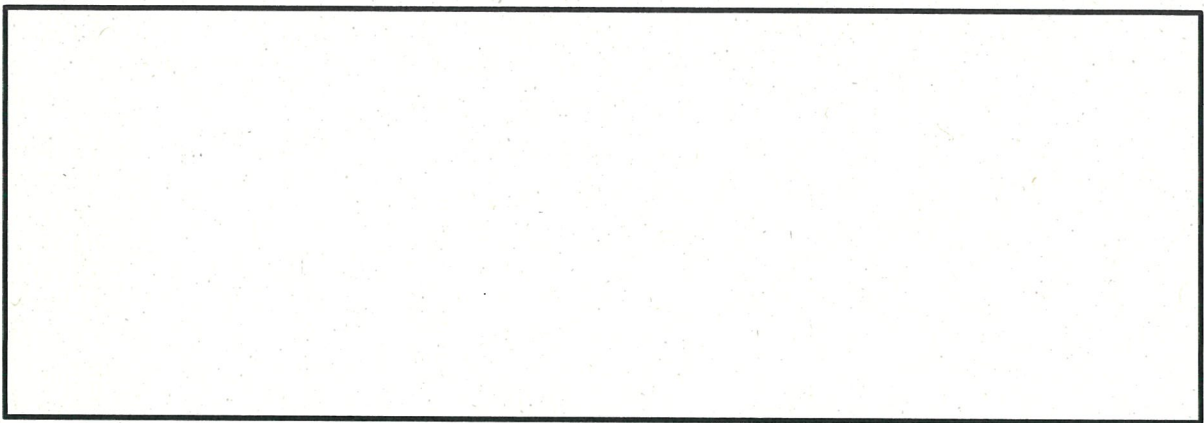


(e) W3

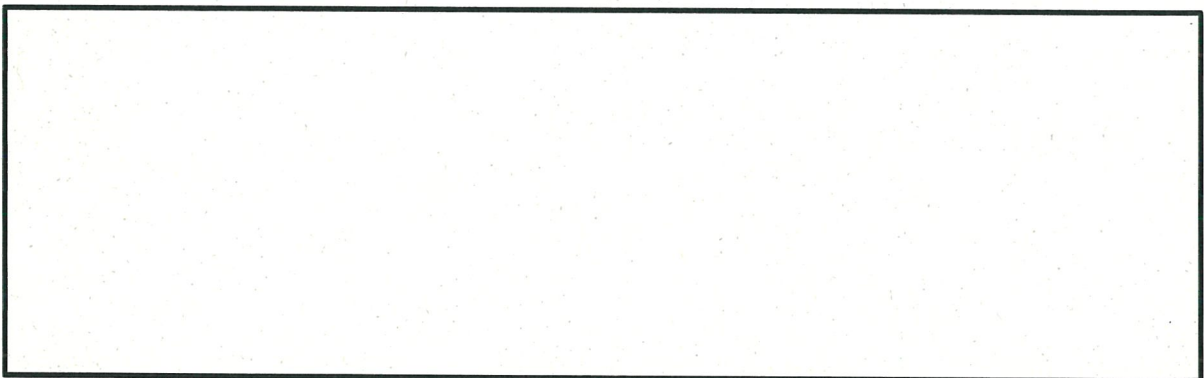
第2-3図 (3/7) 配筋の分類領域図 (壁 (地下部))



(f) W4

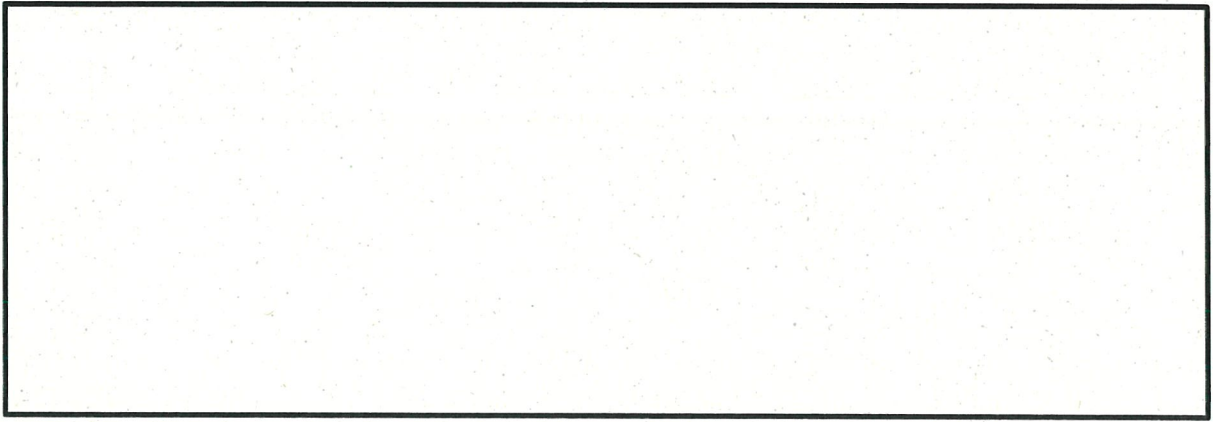


(g) W5

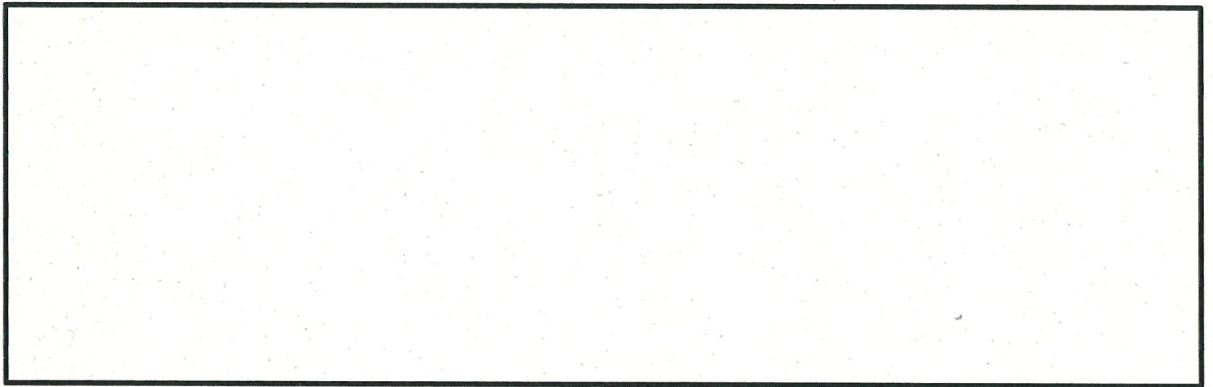


(h) W6

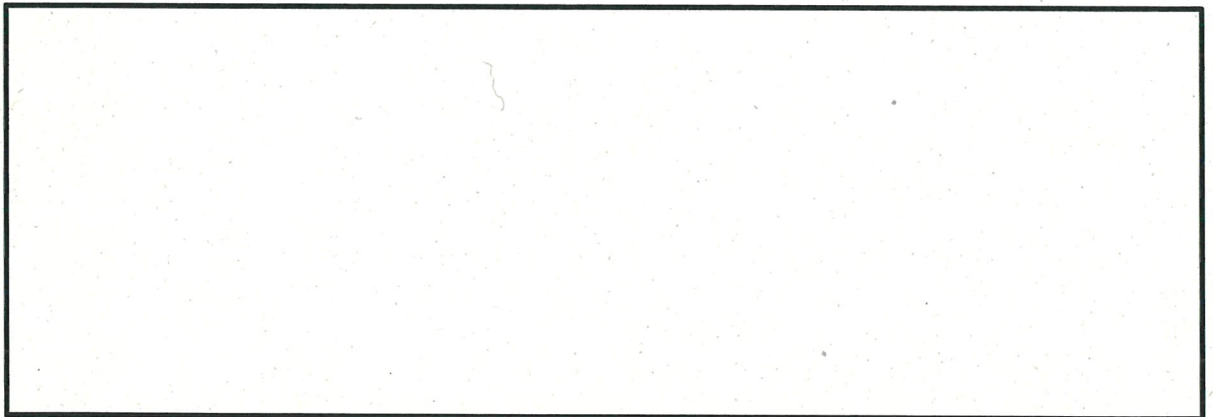
第2-3図 (4/7) 配筋の分類領域図 (壁 (地下部))



(i) W7

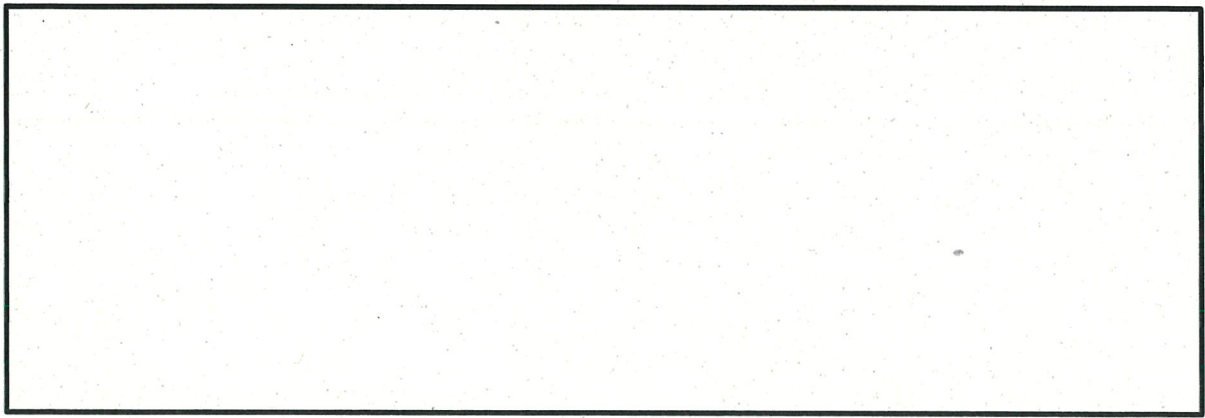


(j) W8

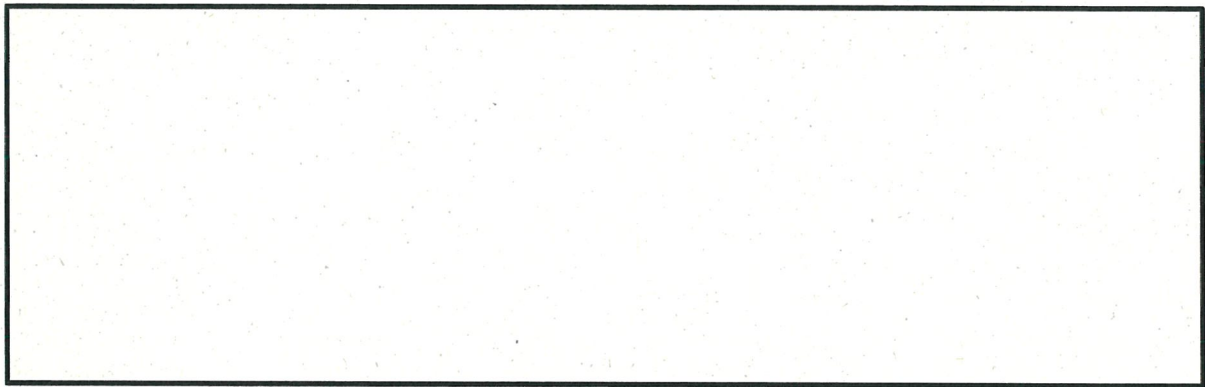


(k) W9

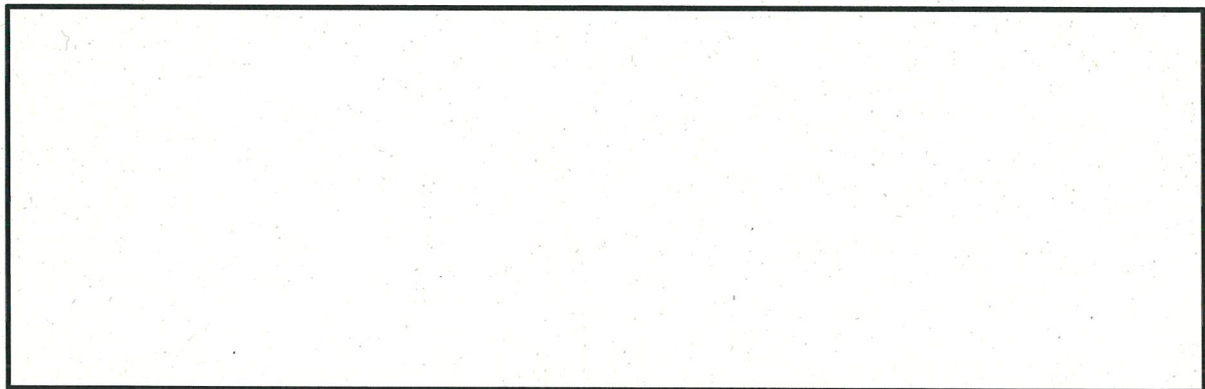
第2-3図 (5/7) 配筋の分類領域図 (壁 (地下部))



(l) W10

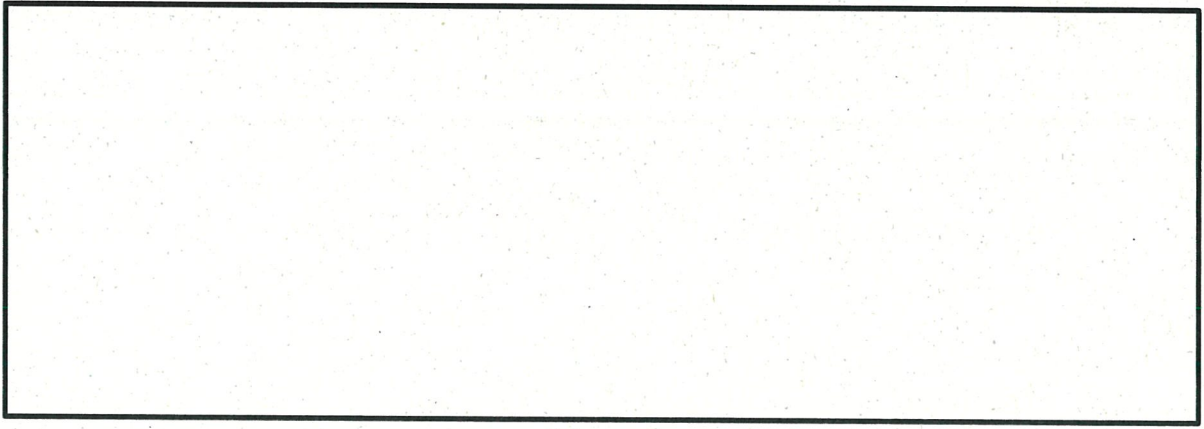


(m) W11

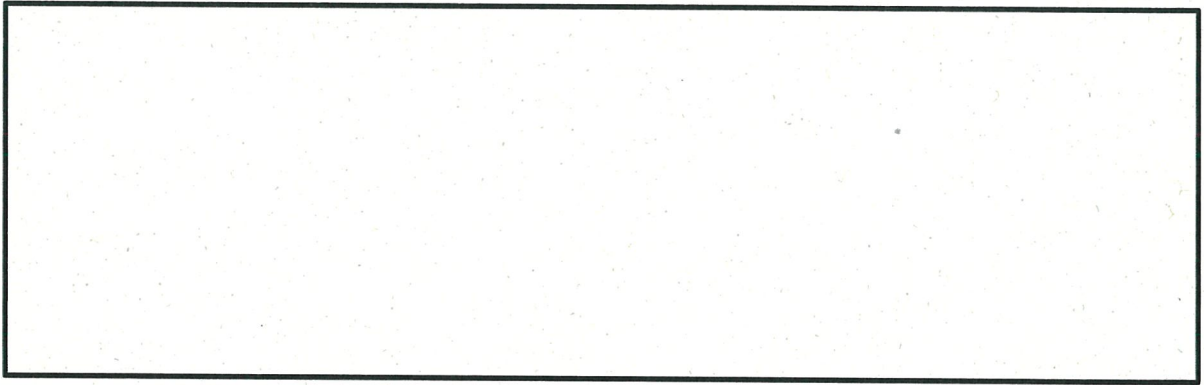


(n) W12

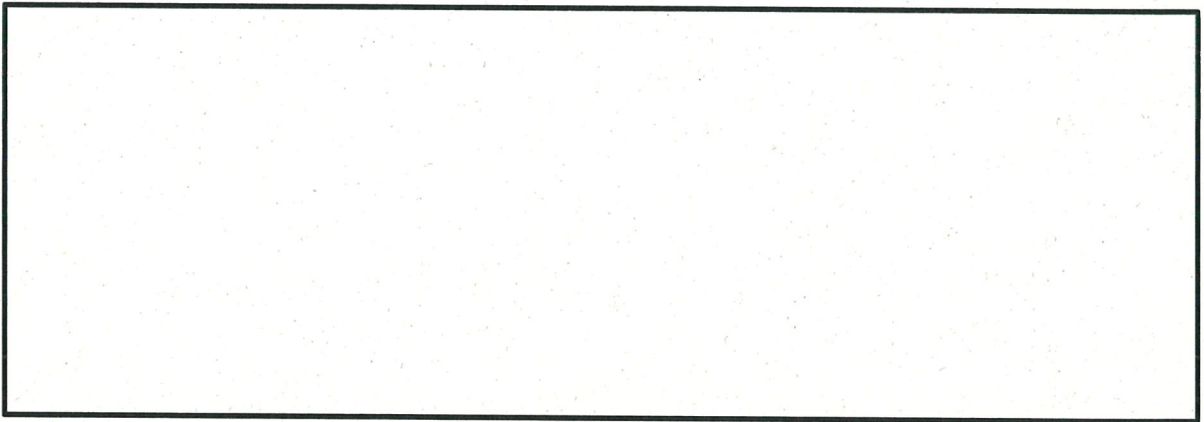
第2-3図 (6/7) 配筋の分類領域図 (壁 (地下部))



(o) W13

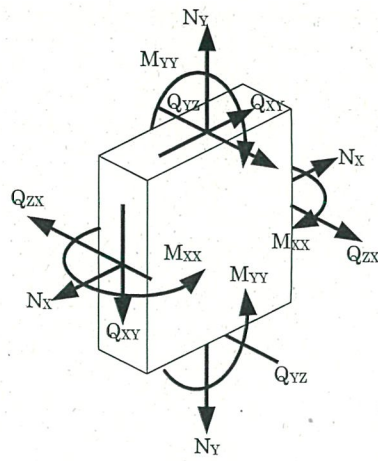


(p) W14



(q) W15

第2-3図 (7/7) 配筋の分類領域図 (壁 (地下部))



[記号の説明]

軸力	: N_x, N_y
曲げモーメント	: M_{xx}, M_{yy}
面内せん断力	: Q_{xy}
面外せん断力	: Q_{zx}, Q_{yz}

第2-4図 応力の方向

第2-3表 (1/2) 評価結果 Ss地震時 (基礎)

分類領域	方向	軸力+曲げモーメント+面内せん断力			面外せん断力		
		要素番号	荷重の組合せケース	解析結果 ／ 許容値	要素番号	荷重の組合せケース	解析結果 ／ 許容値
FS1	EW	1201	7	0.44	1299	7	0.27
	NS	1299	8	0.33	1303	7	0.22
FS2	EW	8	4	0.17	156	4	0.20
	NS	33	4	0.19	15	6	0.21

(注1) は、耐震計算書において示した評価結果。

(注2) 赤字部 は、基礎において配筋量に対する必要鉄筋量の比率又は許容値に対する発生値の比率が最大となる評価結果であり、この評価結果における応力コンター図を第2-6図に示す。

第2-3表 (2/2) 評価結果 Ss地震時 (壁 (地下部))

分類領域	方向	軸力+曲げモーメント+面内せん断力			面外せん断力		
		要素番号	荷重の組合せケース	解析結果 ／ 許容値	要素番号	荷重の組合せケース	解析結果 ／ 許容値
W1	横筋	11122	4	0.19	10722	7	0.17
	縦筋	11141	7	0.25	10263	8	0.20
W2	横筋	10222	4	0.20	11188	8	0.05
	縦筋	10222	4	0.20	10291	7	0.09
W3	横筋	11224	4	0.20	10769	3	0.08
	縦筋	11224	4	0.20	10319	7	0.12
W4	横筋	11245	4	0.21	10791	1	0.12
	縦筋	11245	4	0.21	10337	13	0.10
W5	横筋	10239	4	0.12	10806	5	0.09
	縦筋	10345	4	0.15	10346	5	0.13
W6	横筋	10598	4	0.18	11283	7	0.14
	縦筋	10375	4	0.22	10366	7	0.14
W7	横筋	10876	7	0.17	10876	7	0.33
	縦筋	10425	8	0.26	10425	8	0.55
W8	横筋	10723	4	0.21	10723	4	0.41
	縦筋	10285	1	0.29	10285	1	0.65
W9	横筋	10536	7	0.13	10268	4	0.08
	縦筋	10279	5	0.15	10286	4	0.17
W10	横筋	11292	7	0.29	11292	4	0.13
	縦筋	11292	7	0.29	10357	4	0.16
W11	横筋	11345	7	0.19	10269	4	0.08
	縦筋	11345	7	0.22	10287	4	0.12
W12	横筋	11293	7	0.27	11293	4	0.04
	縦筋	10394	8	0.29	10381	4	0.07
W13	横筋	10439	7	0.18	10469	4	0.09
	縦筋	10439	7	0.18	10241	4	0.12
W14	横筋	783	1	0.12	758	4	0.14
	縦筋	796	7	0.32	724	2	0.20
W15	横筋	11294	1	0.24	10838	4	0.17
	縦筋	11294	4	0.26	10395	1	0.22

(注1) は、耐震計算書において示した評価結果。

(注2) 赤字部は、壁 (地下部) において配筋量に対する必要鉄筋量の比率又は許容値に対する発生値の比率が最大となる評価結果であり、この評価結果における応力コンター図を第2-7図に示す。

第2-4表 (1/2) 評価結果 常時 (基礎)

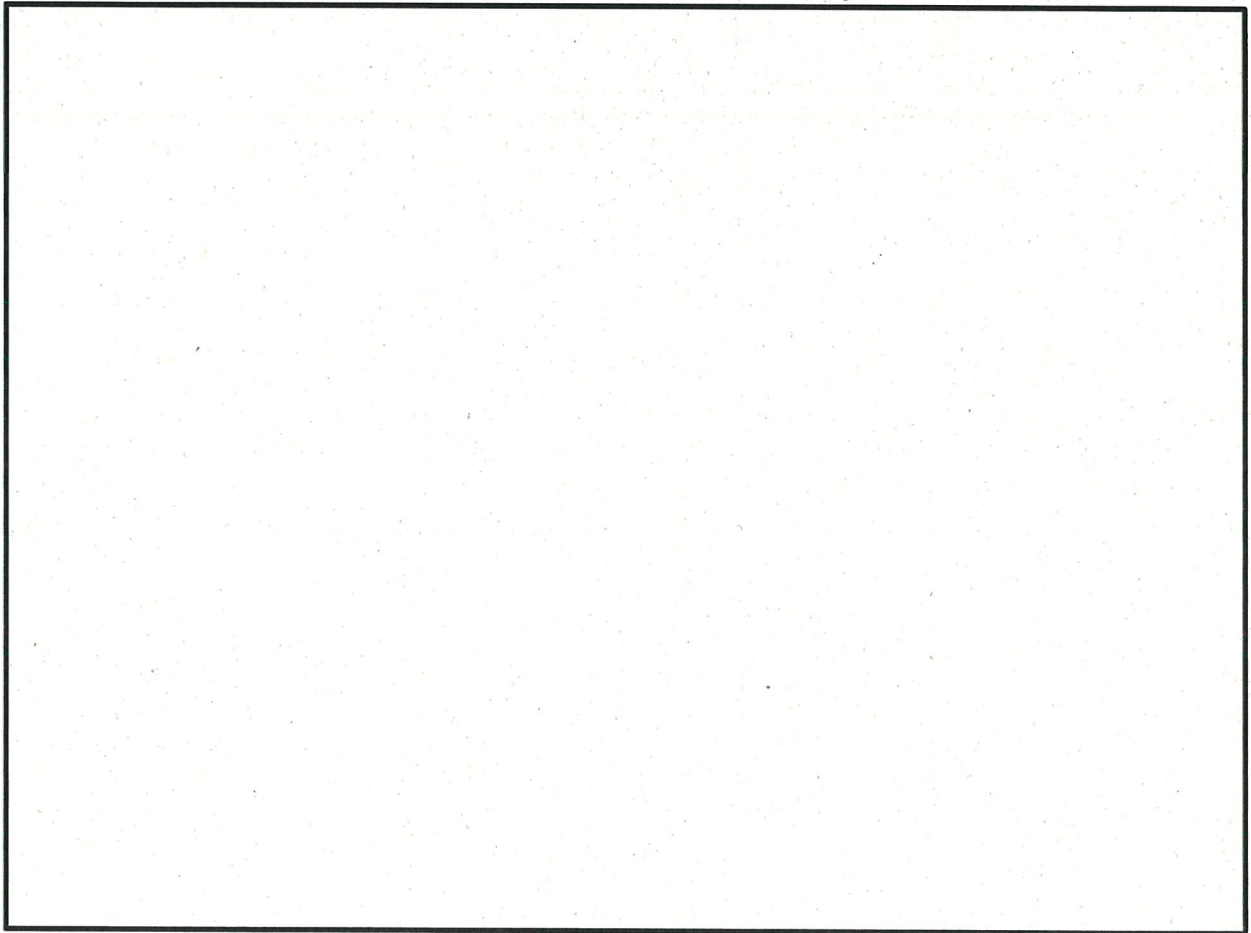
分類領域	方向	軸力+曲げモーメント+面内せん断力			面外せん断力		
		要素番号	荷重の組合せケース	解析結果 / 許容値	要素番号	荷重の組合せケース	解析結果 / 許容値
FS1	EW	1224	17	0.11	1222	17	0.11
	NS	1295	17	0.15	1303	17	0.14
FS2	EW	169	17	0.17	156	17	0.16
	NS	96	17	0.14	22	17	0.13

(注1) は、耐震計算書において示した評価結果。

第2-4表 (2/2) 評価結果 常時 (壁 (地下部))

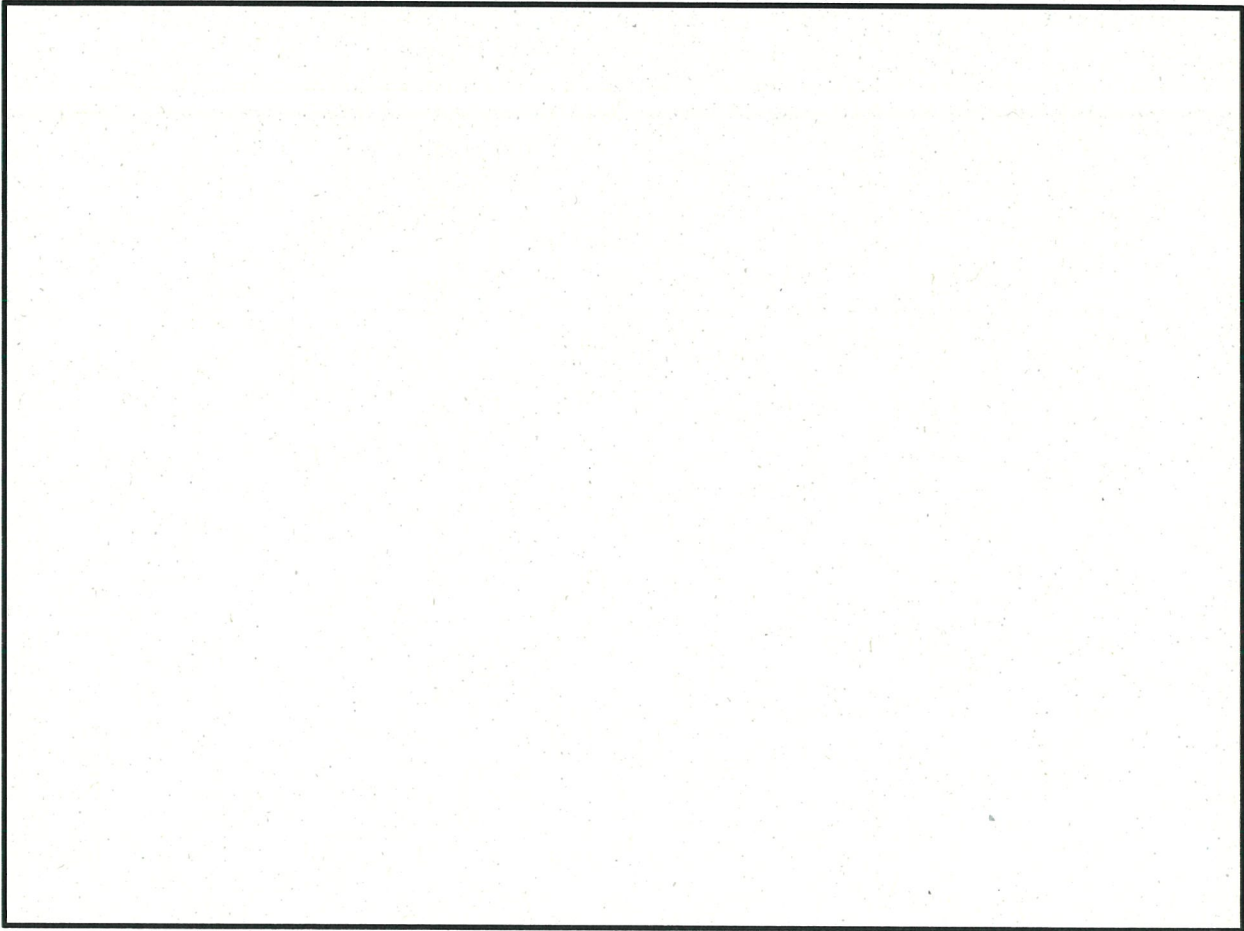
分類領域	方向	軸力+曲げモーメント+面内せん断力			面外せん断力		
		要素番号	荷重の組合せケース	解析結果 / 許容値	要素番号	荷重の組合せケース	解析結果 / 許容値
W1	横筋	10247	17	0.07	10698	17	0.04
	縦筋	11122	17	0.07	10244	17	0.06
W2	横筋	10437	17	0.07	11188	17	0.02
	縦筋	11188	17	0.07	10226	17	0.02
W3	横筋	11233	17	0.07	10546	17	0.02
	縦筋	11233	17	0.07	10315	17	0.04
W4	横筋	11245	17	0.07	10568	17	0.06
	縦筋	11245	17	0.07	10337	17	0.08
W5	横筋	11032	17	0.06	10806	17	0.07
	縦筋	11260	17	0.05	10346	17	0.10
W6	横筋	10361	17	0.07	11283	17	0.05
	縦筋	10361	17	0.07	839	17	0.05
W7	横筋	10409	17	0.03	10888	17	0.09
	縦筋	10870	17	0.03	10425	17	0.11
W8	横筋	10309	17	0.05	10723	17	0.08
	縦筋	10537	17	0.04	11166	17	0.12
W9	横筋	11206	17	0.04	11167	17	0.02
	縦筋	11206	17	0.04	10286	17	0.07
W10	横筋	11292	17	0.07	11292	17	0.04
	縦筋	11292	17	0.07	10357	17	0.07
W11	横筋	11191	17	0.04	11270	17	0.01
	縦筋	11191	17	0.04	10301	17	0.02
W12	横筋	11293	17	0.09	10609	17	0.01
	縦筋	11293	17	0.09	10402	17	0.01
W13	横筋	10220	17	0.04	10697	17	0.03
	縦筋	10220	17	0.04	11264	17	0.04
W14	横筋	783	17	0.06	738	17	0.04
	縦筋	798	17	0.08	805	17	0.05
W15	横筋	11294	17	0.12	10859	17	0.04
	縦筋	11294	17	0.12	10395	17	0.04

(注1) は、耐震計算書において示した評価結果。



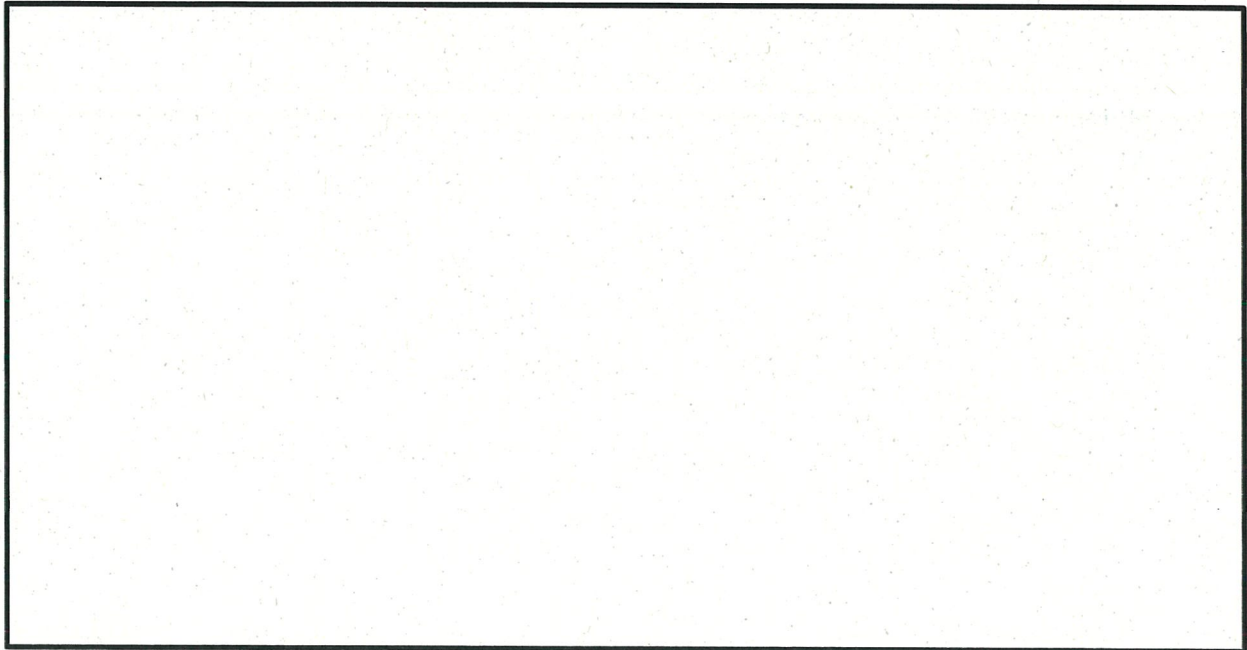
(a) FS1

第2-5図 (1/10) 評価結果の位置 (基礎)

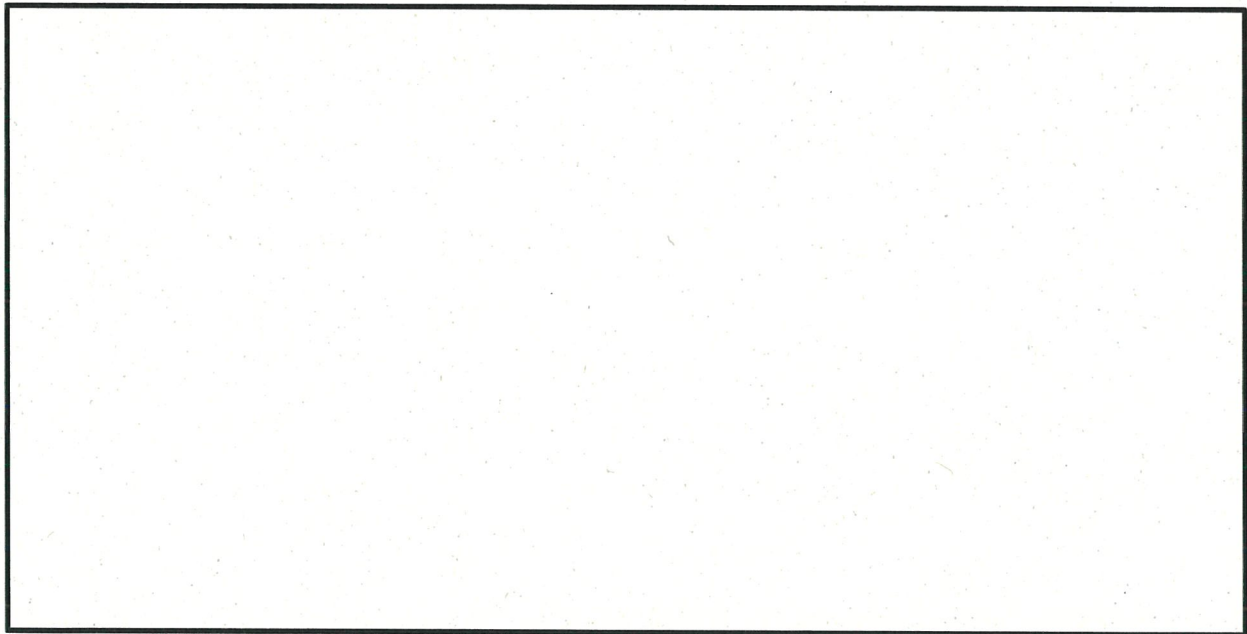


(b) FS2

第2-5図 (2/10) 評価結果の位置 (基礎)

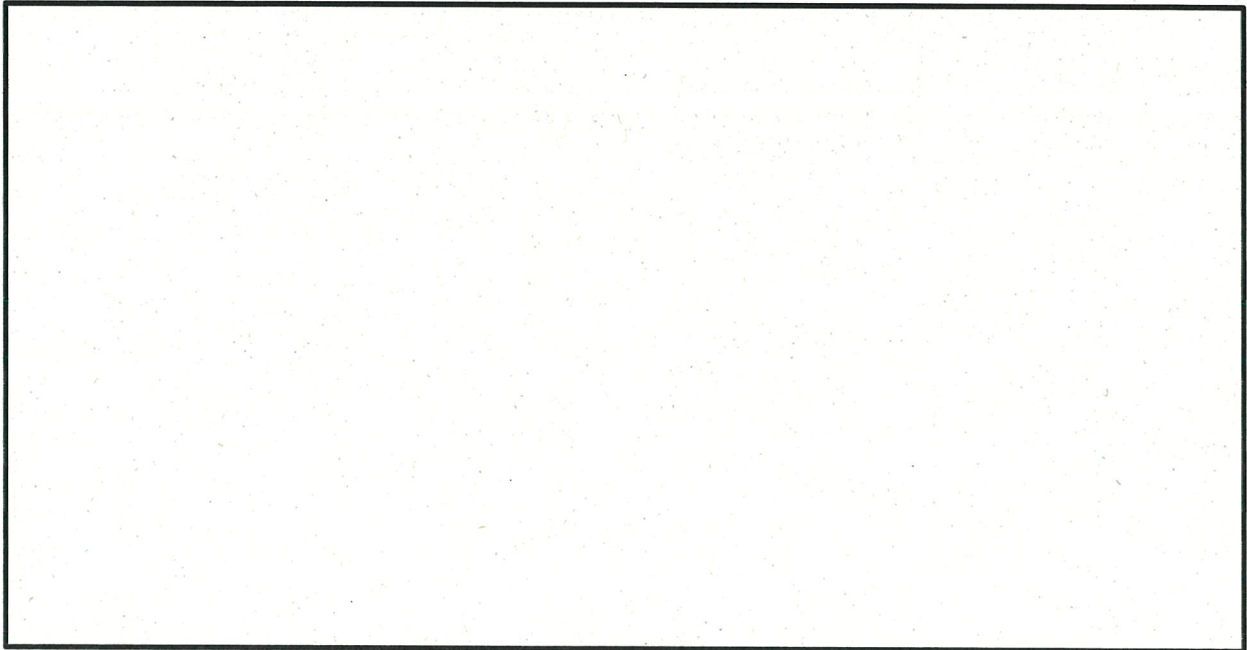


(c) W1

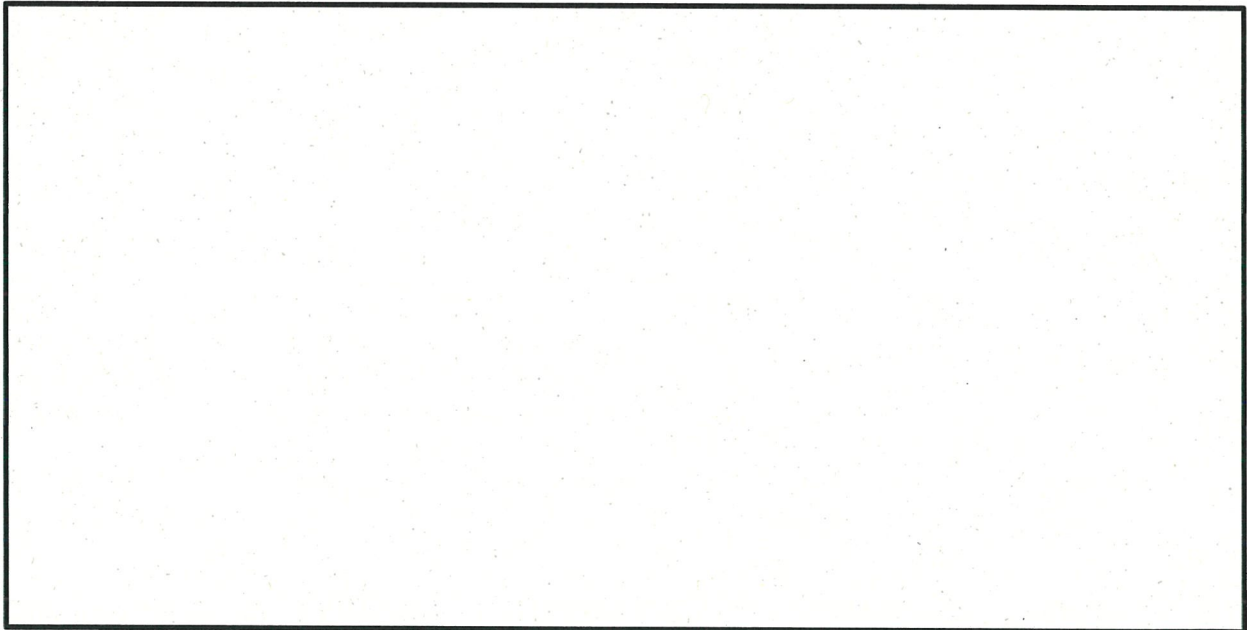


(d) W2

第2-5図 (3/10) 評価結果の位置 (壁 (地下部))

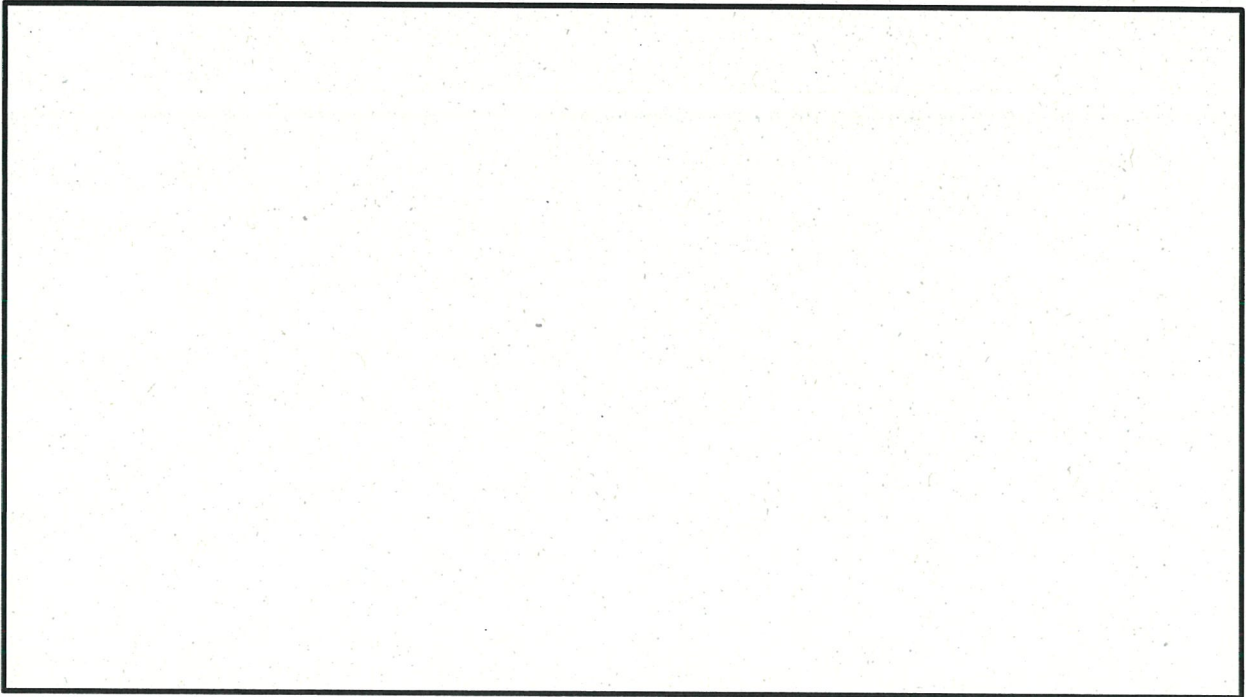


(e) W3

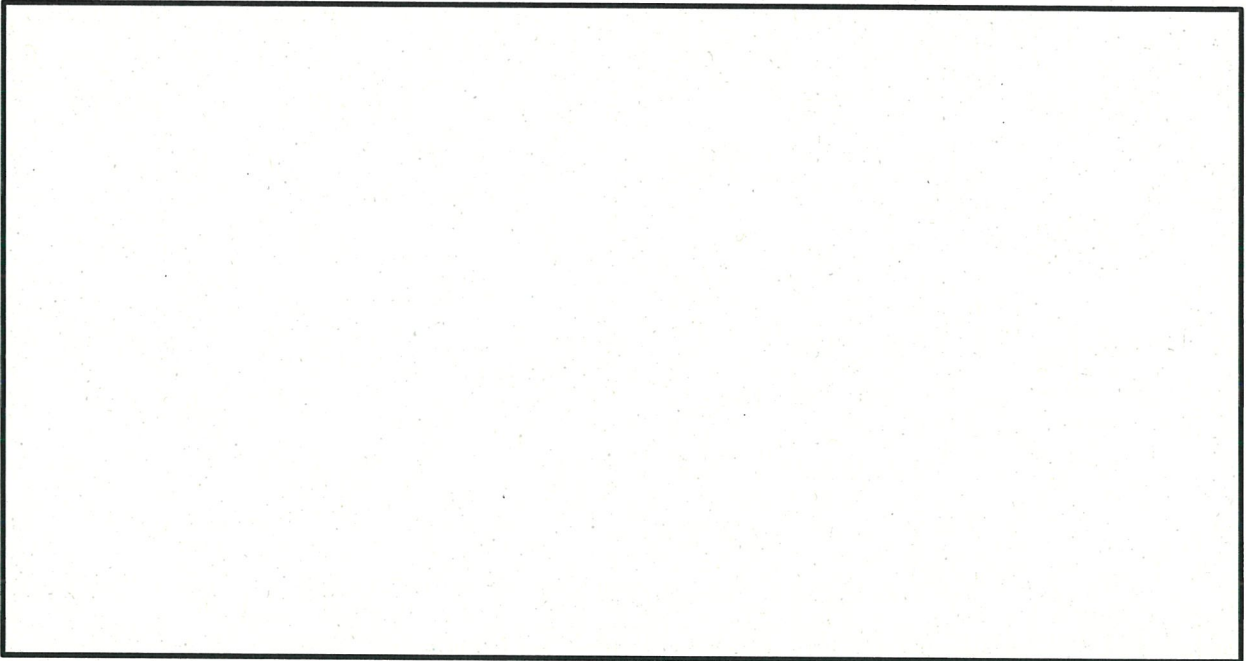


(f) W4

第2-5図 (4/10) 評価結果の位置 (壁 (地下部))

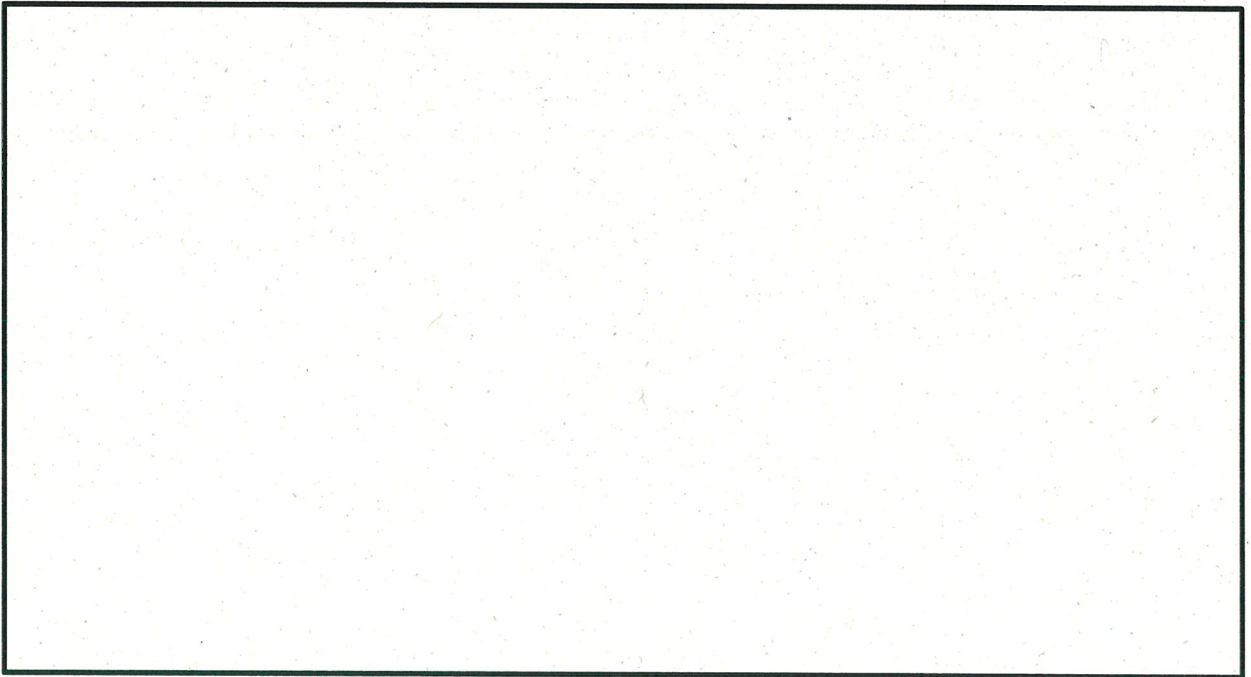


(g) W5

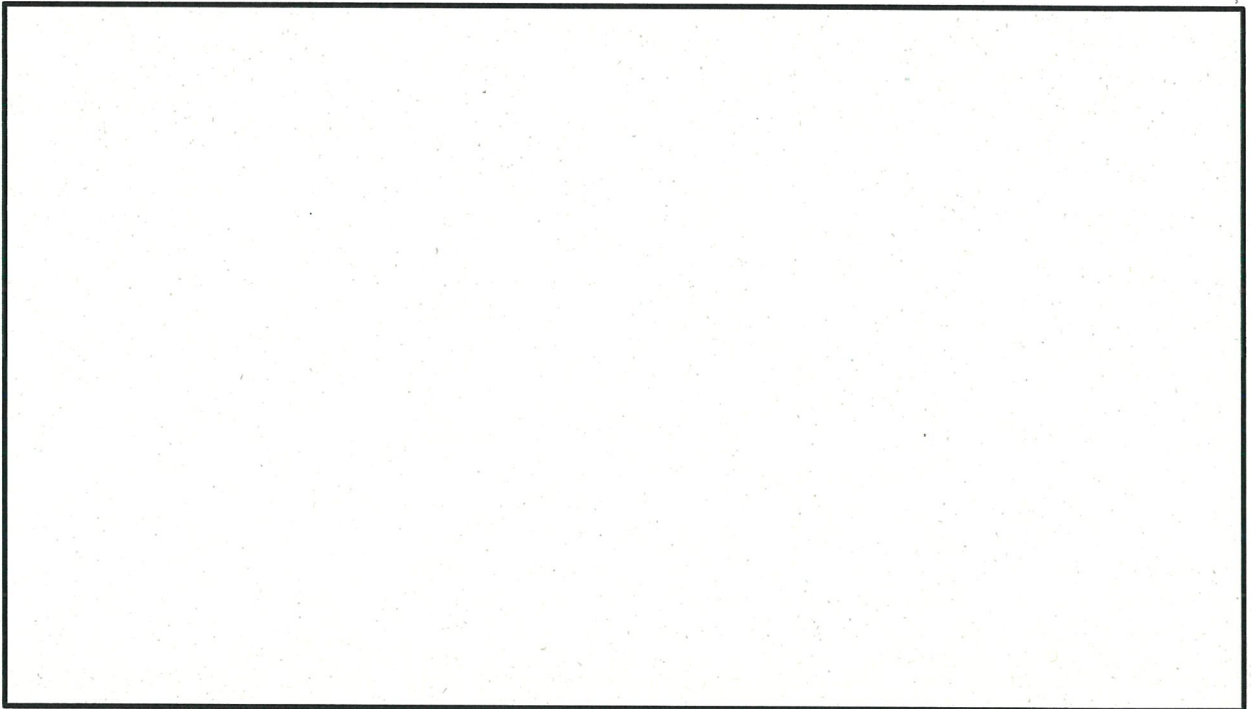


(h) W6

第2-5図 (5/10) 評価結果の位置 (壁 (地下部))

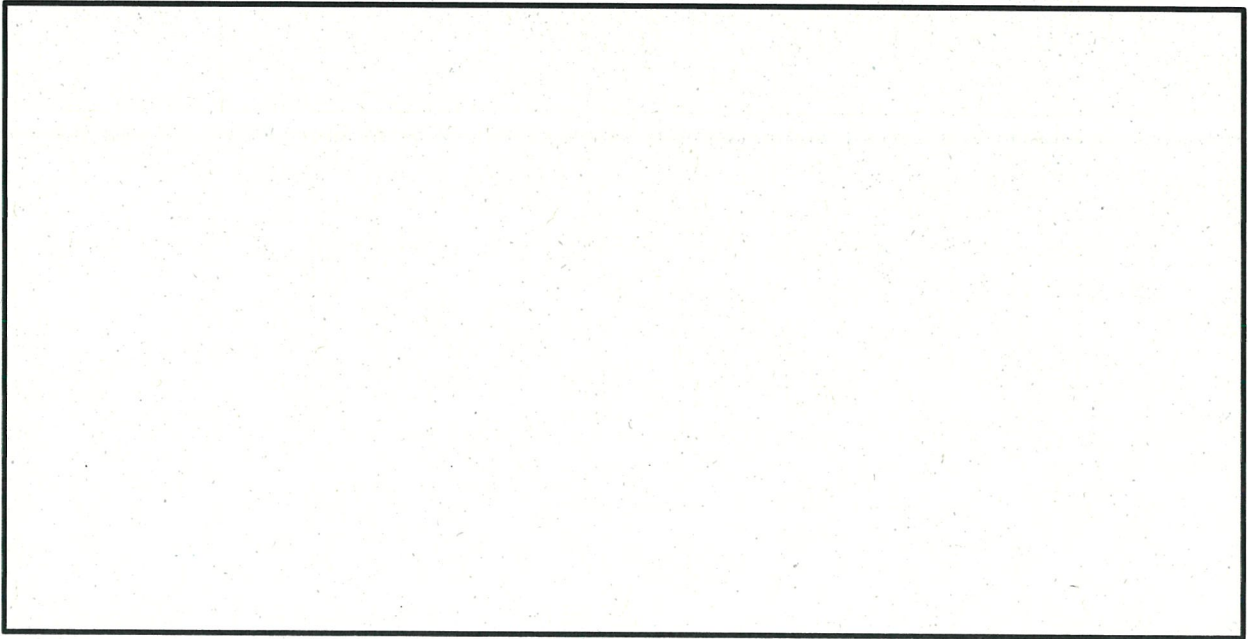


(i) W7

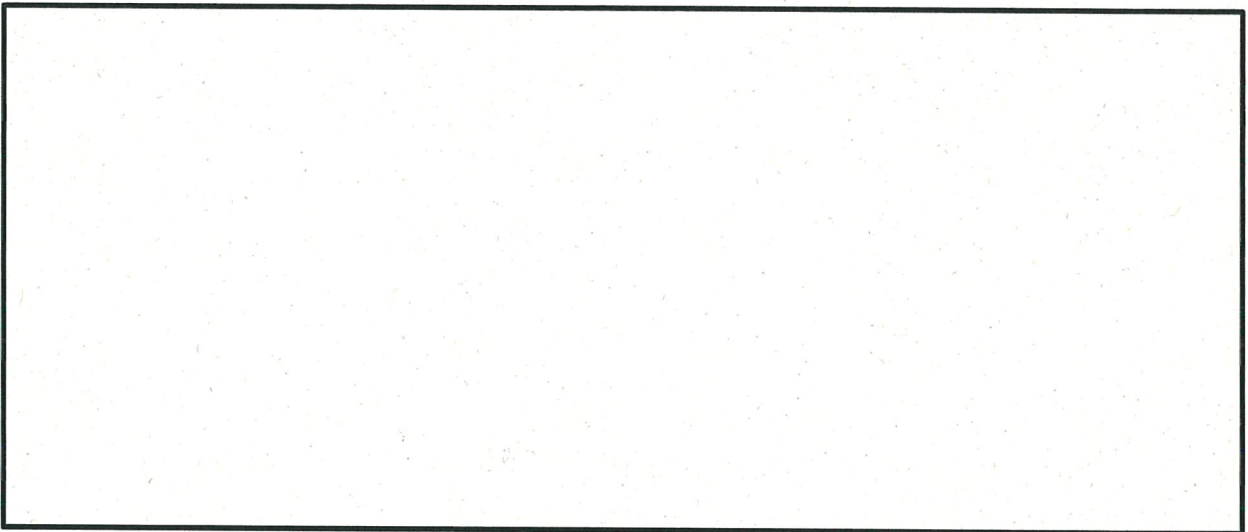


(j) W8

第2-5図 (6/10) 評価結果の位置 (壁 (地下部))

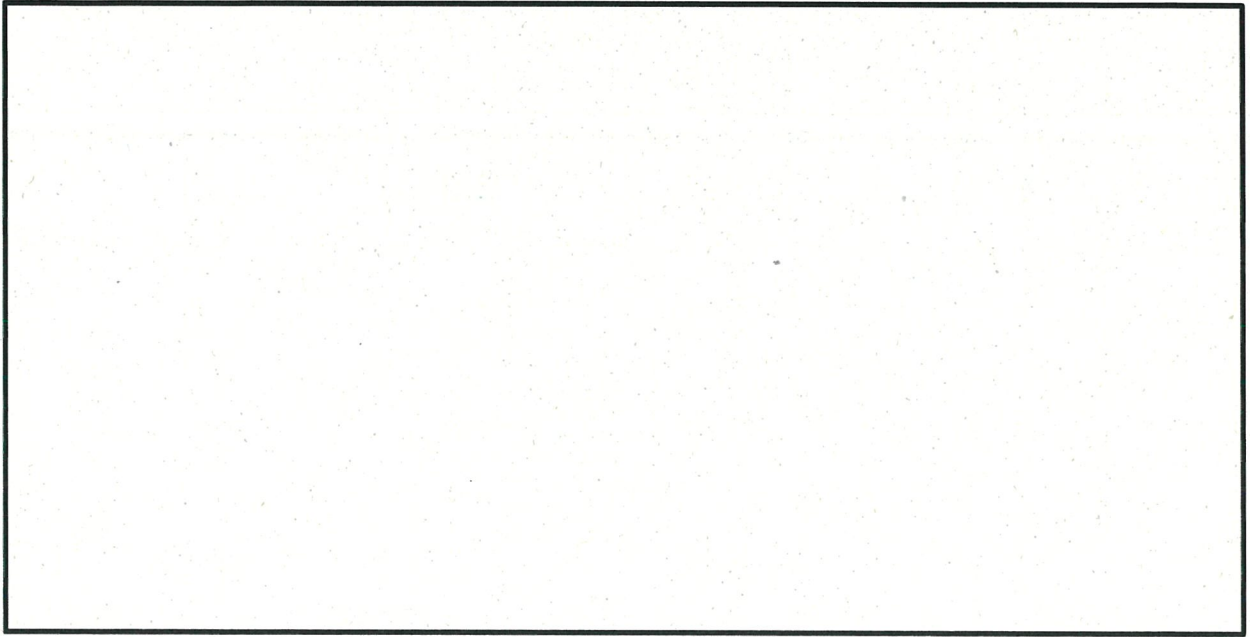


(k) W9



(l) W10

第2-5図 (7/10) 評価結果の位置 (壁 (地下部))

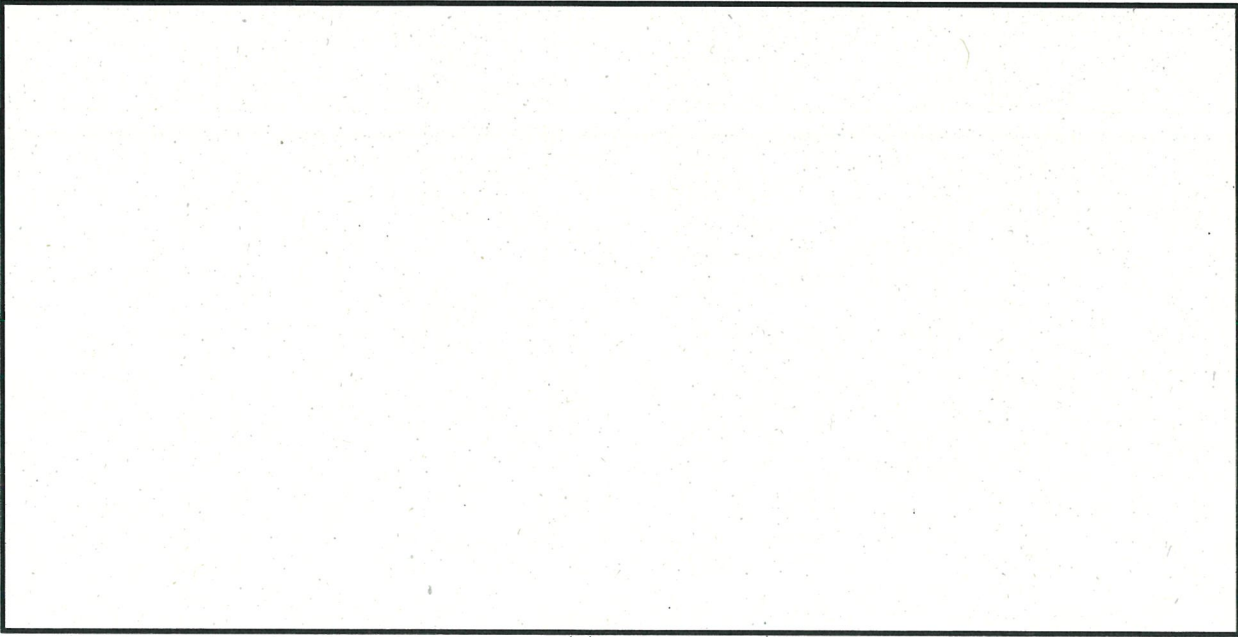


(m) W11

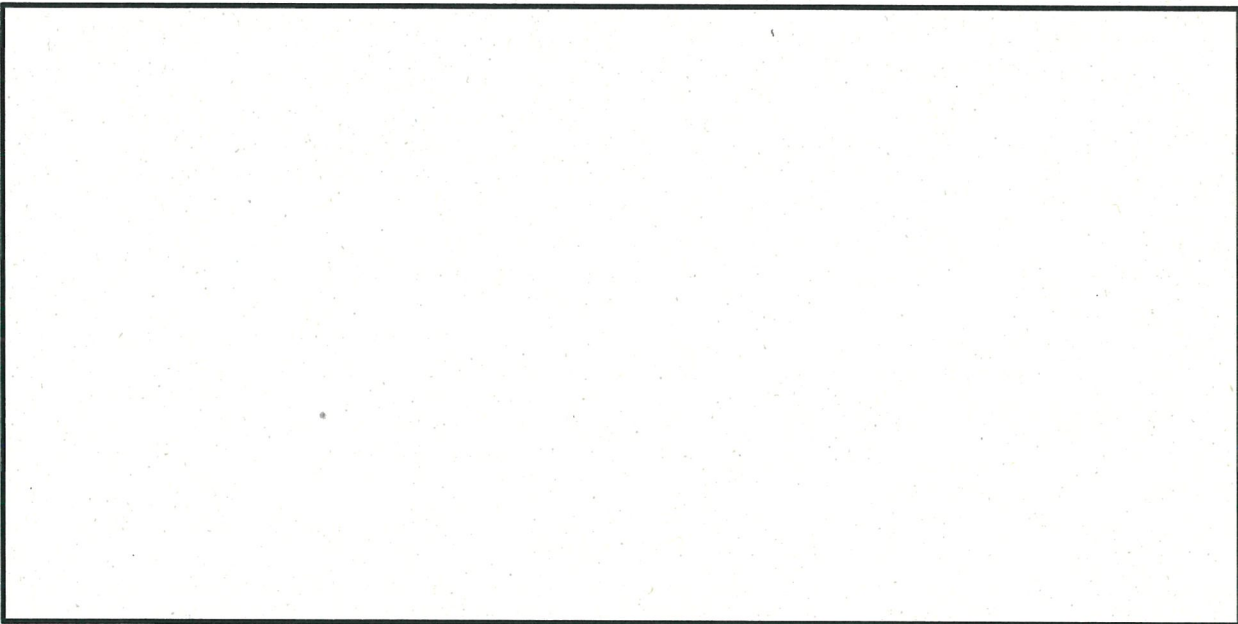


(n) W12

第2-5図 (8/10) 評価結果の位置 (壁 (地下部))

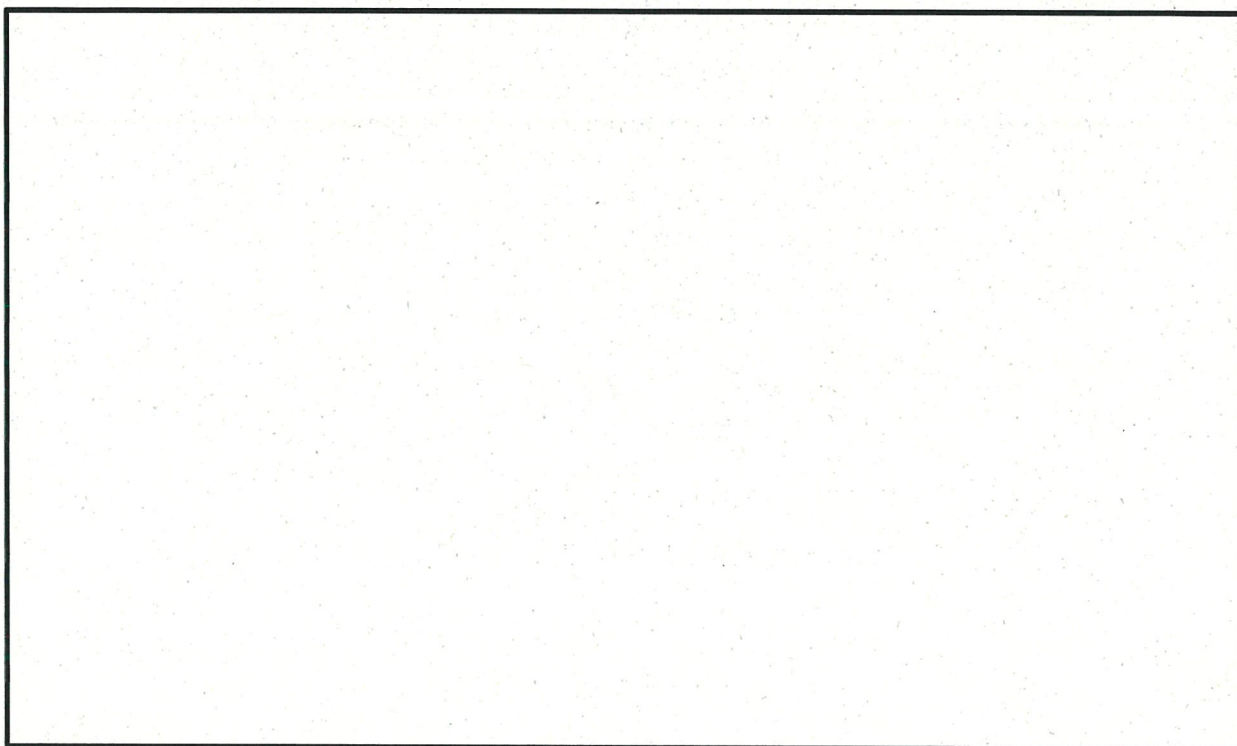


(o) W13



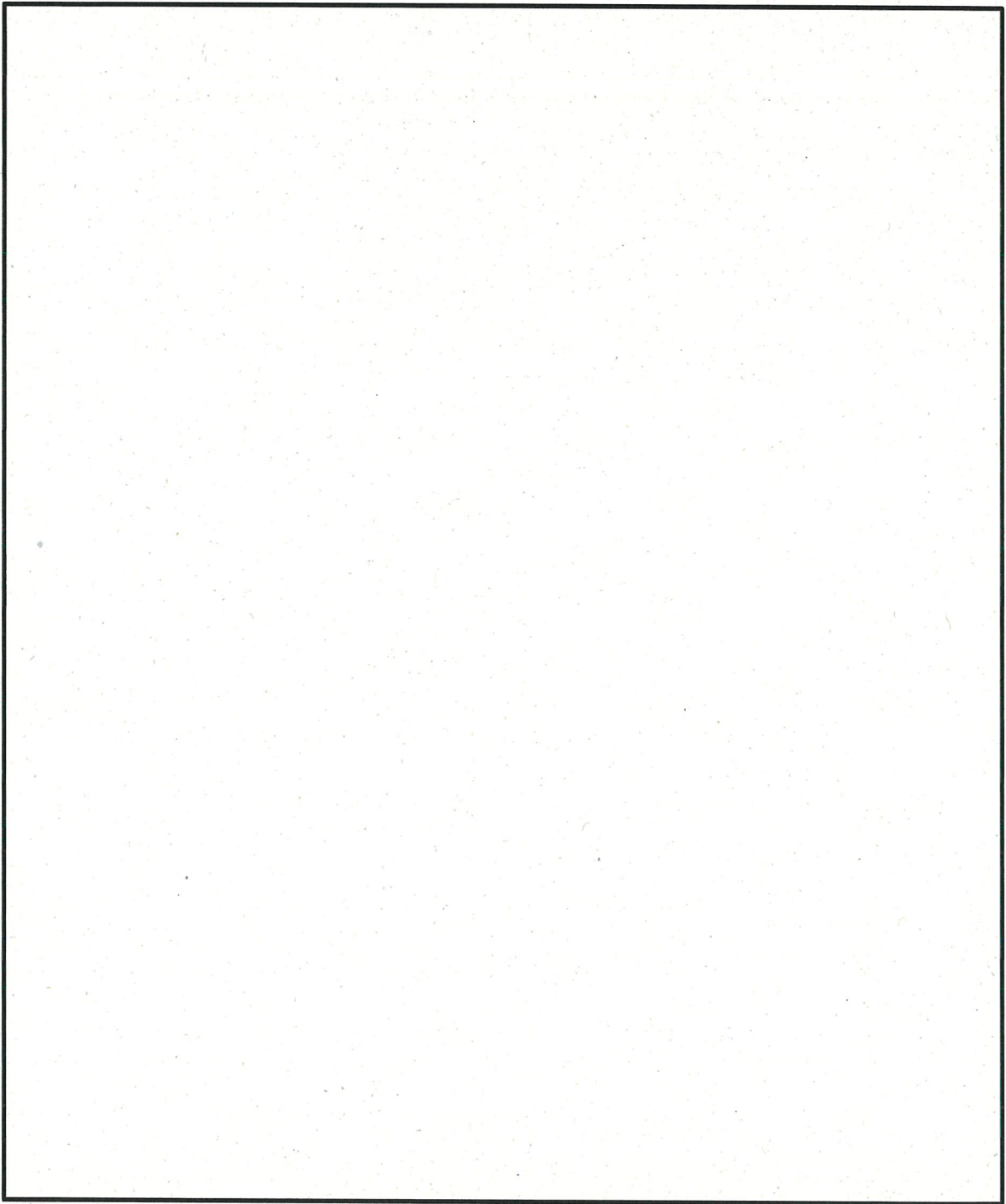
(p) W14

第2-5図 (9/10) 評価結果の位置 (壁 (地下部))

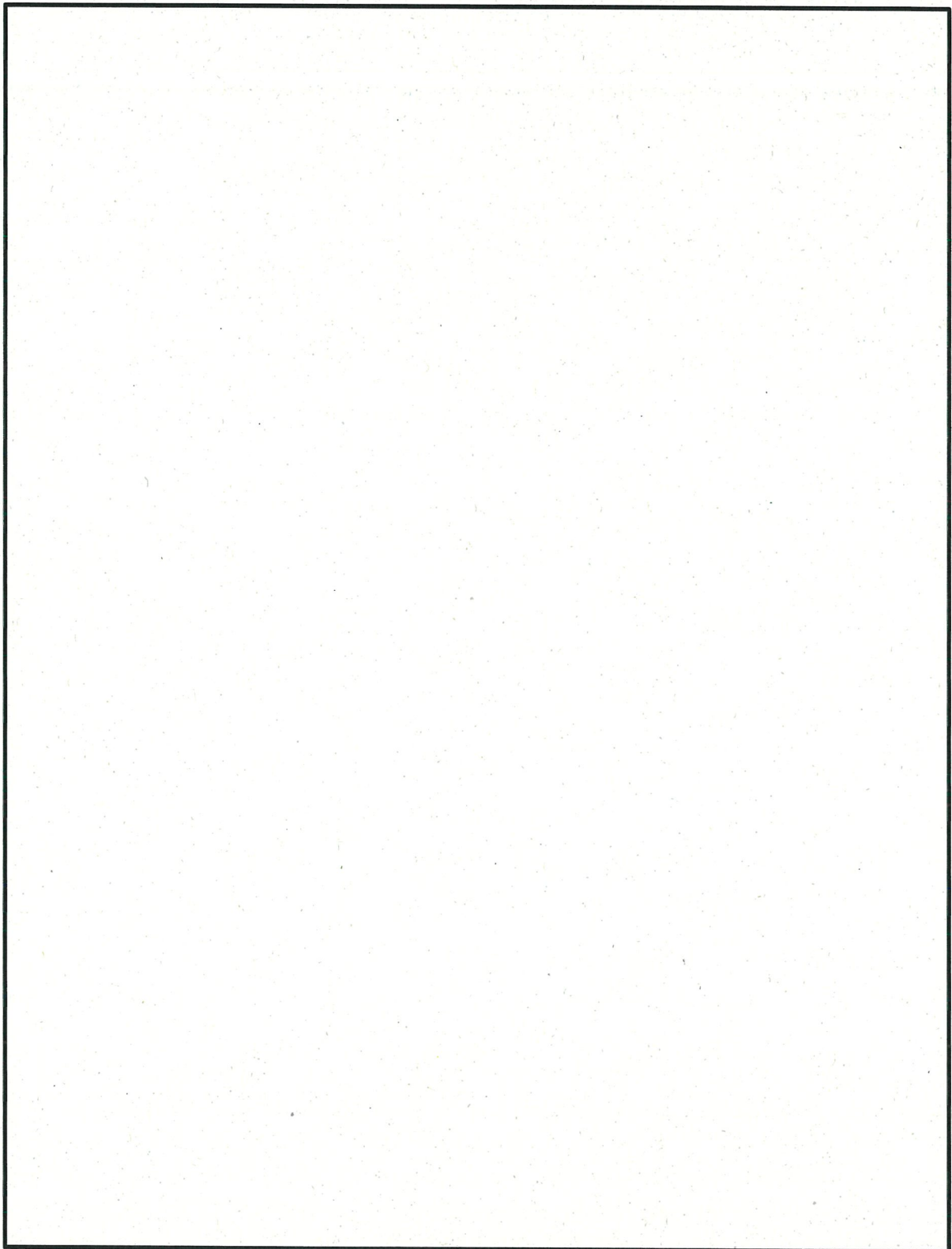


(q) W15

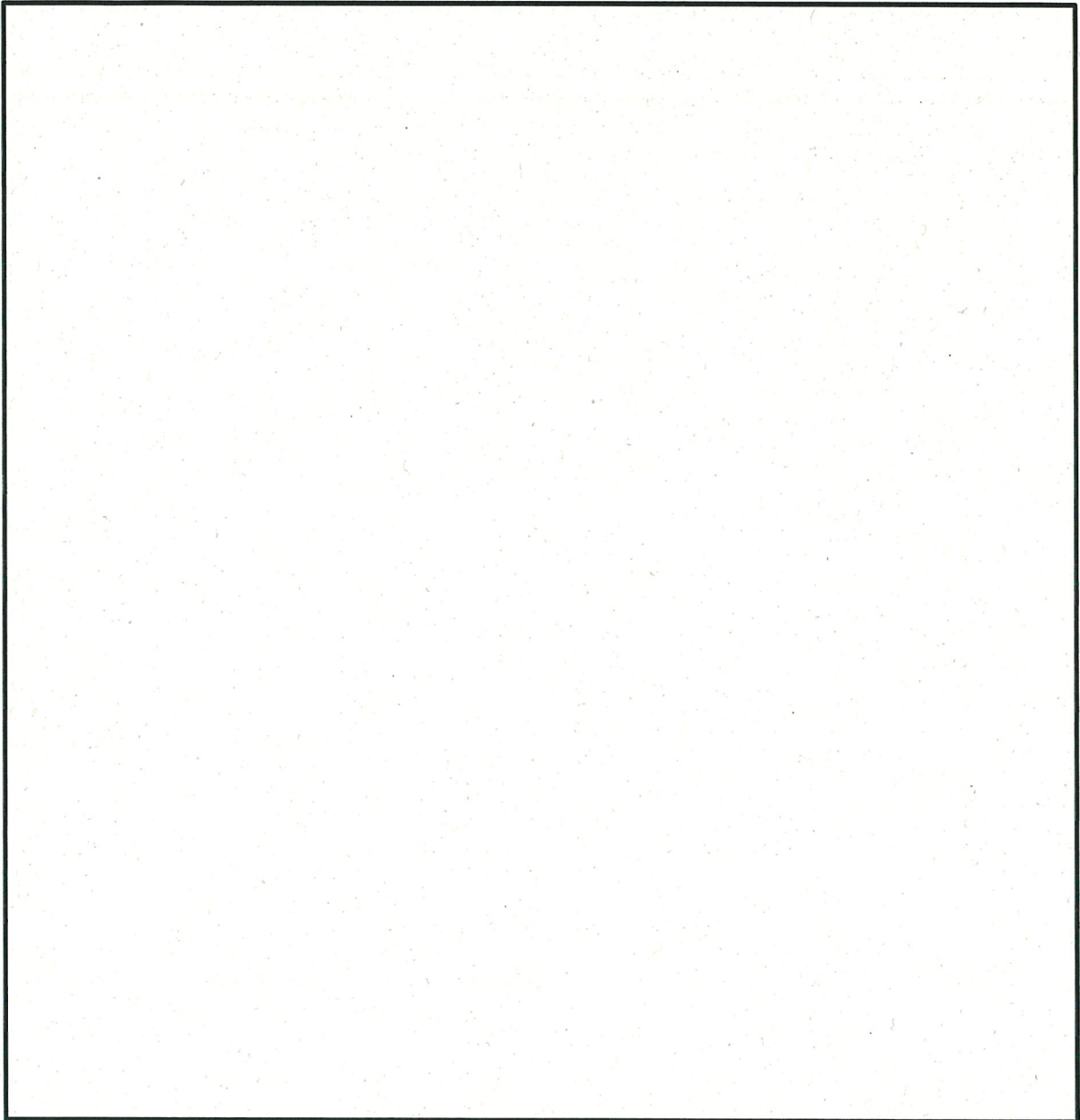
第2-5図 (10/10) 評価結果の位置 (壁 (地下部))



第2-6図 (1/2) 配筋量に対する必要鉄筋量の比率又は許容値に対する発生値の比率が最大となる評価結果の応力コンター図
(基礎 (FS1) NS方向 Ss地震時 荷重の組み合わせケースNo. 7)



第2-6図 (2/2) 配筋量に対する必要鉄筋量の比率又は許容値に対する発生値の比率が最大となる評価結果の応力コンター図
(基礎 (FS1) NS方向 Ss地震時 荷重の組み合わせケースNo. 7)



第2-7図 配筋量に対する必要鉄筋量の比率又は許容値に対する発生値の比率が
最大となる評価結果の応力コンター図
(壁(地下部)(W8) 縦筋方向 Ss地震時 荷重の組み合わせケースNo. 1)

伊方発電所3号機（非常用ガスタービン発電機）

建物・構築物の耐震計算についての補足説明資料

4-3 地震荷重の入力方法

目 次

	頁
1. 概要	4-3-1
2. 地震荷重の入力方法	4-3-2
2.1 水平地震力及び鉛直地震力	4-3-2
2.2 動水圧荷重	4-3-5
2.3 地震時増分土圧荷重	4-3-8
別紙 応力解析における土圧の算定方法	

1. 概要

本資料は、非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算に関して説明するものであり、今回工認において、応力解析モデルを用いた評価を行っている基礎及び壁（地下部）の地震荷重の入力方法について示すものである。

なお、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・資料17-15-2「非常用ガスタービン発電機建屋の耐震計算書」

2. 地震荷重の入力方法

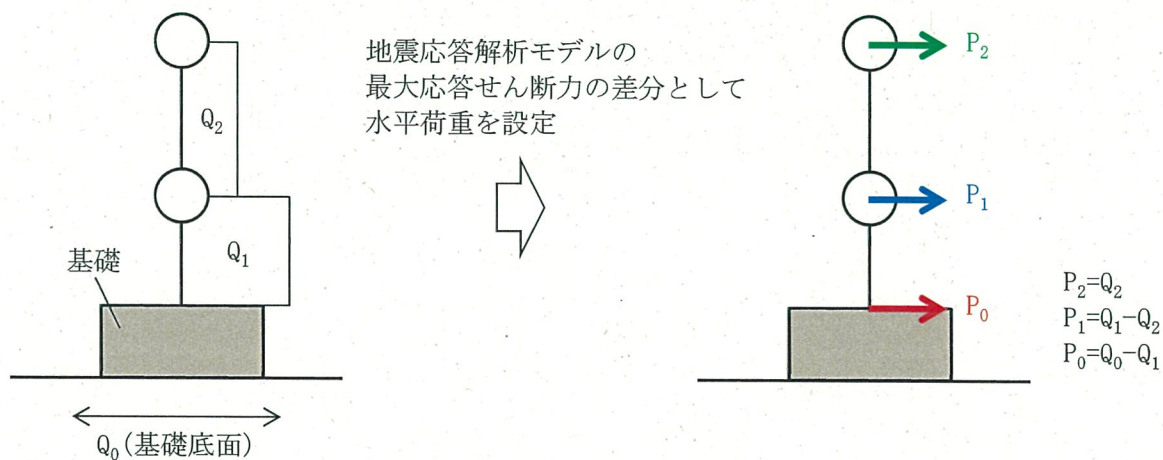
地震荷重は、水平地震力、鉛直地震力、貯水槽内の水のスロッシングによる動水圧（以下「水平地震力による動水圧荷重」という。）、貯水槽内の水の鉛直地震力による動水圧（以下「鉛直地震力による動水圧荷重」という。）及び地震時増分土圧荷重により構成される。また、地震荷重は、資料17-15-1「非常用ガスタービン発電機建屋の地震応答解析」において実施している地震応答解析結果を用いて算出する。

2.1 水平地震力及び鉛直地震力

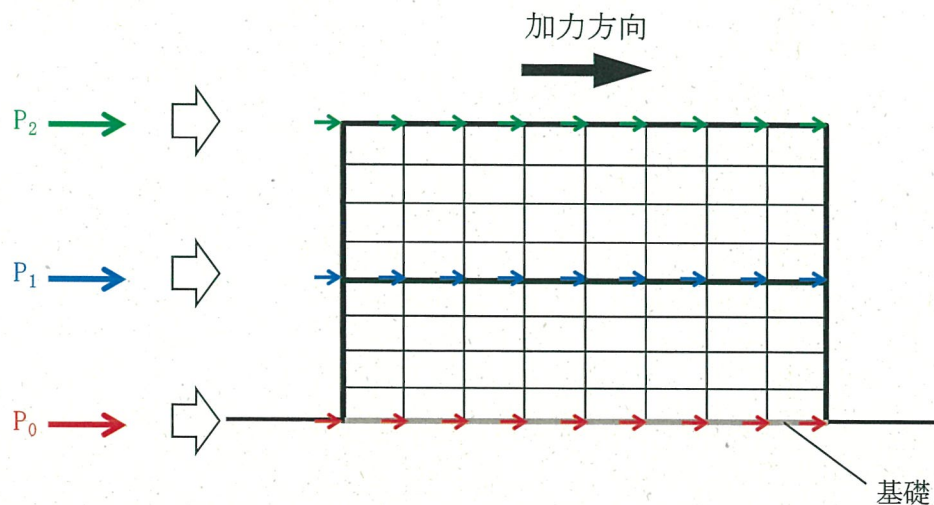
水平地震力及び鉛直地震力は、FEMモデルの各層及び基礎底面に生じるせん断力、曲げモーメント及び軸力が、地震応答解析結果における地震力（せん断力、曲げモーメント及び軸力）をそれぞれ包絡し設定した設計用地震力と等価になるように設定する。なお、設計用地震力は、材料物性のばらつき等を考慮した各ケースにおける基準地震動 S_s （ S_s-1 、 S_s-2 及び S_s-3 ）に対する地震応答解析結果の最大値を部材ごとに包絡して算出する。

2.1.1 せん断力

せん断力については、基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果における各層の最大応答せん断力に相当する水平力を、各質点位置に対応する各節点の支配領域に応じて分配し、節点力として入力する。また、地震応答解析結果における基礎底面の最大応答せん断力から、上部構造物最下層の最大応答せん断力を差し引いた値を、基礎節点の支配領域に応じて分配し、節点力として入力する。地震荷重（せん断力）の入力概念図を第2-1図に示す。



(a) 地震荷重の設定方法（最大応答せん断力 Q_n と水平荷重 P_n の関係）



上部構造物及び基礎について、モデル上の各節点における支配領域に応じた節点力として入力する。

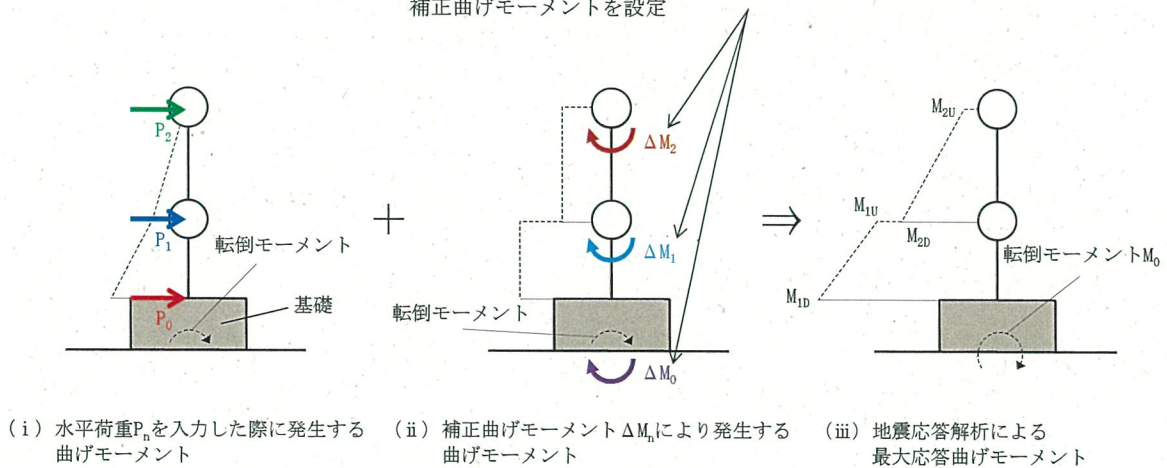
(b) FEMモデルに作用させる水平力

第2-1図 地震荷重の入力概念図（せん断力）

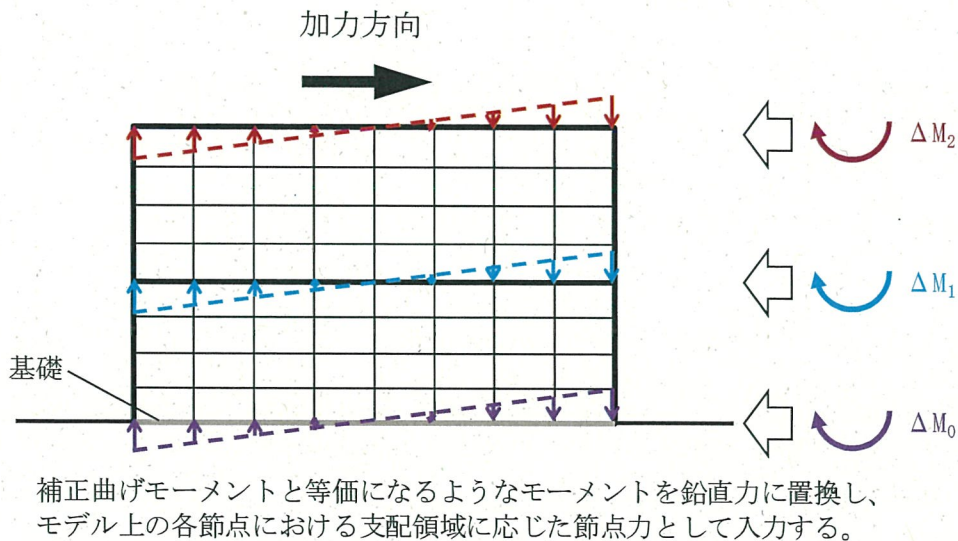
2.1.2 曲げモーメント

曲げモーメントについては、基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果における各質点位置の最大応答曲げモーメントから水平荷重により各床高さに発生する曲げモーメントを差し引いた値を、各質点位置に対応する各節点に鉛直方向の節点力として入力する。また、地震応答解析結果における基礎底面の最大応答曲げモーメントから、水平荷重により上部構造物最下層下端に発生する曲げモーメントを差し引いた値を、基礎節点に鉛直方向の節点力として入力する。地震荷重（曲げモーメント）の入力概念図を第2-2図に示す。

水平荷重を入力した際に発生する曲げモーメント分布が、地震応答解析による最大応答曲げモーメント分布と等価になるよう補正曲げモーメントを設定



(a) 地震荷重の設定方法



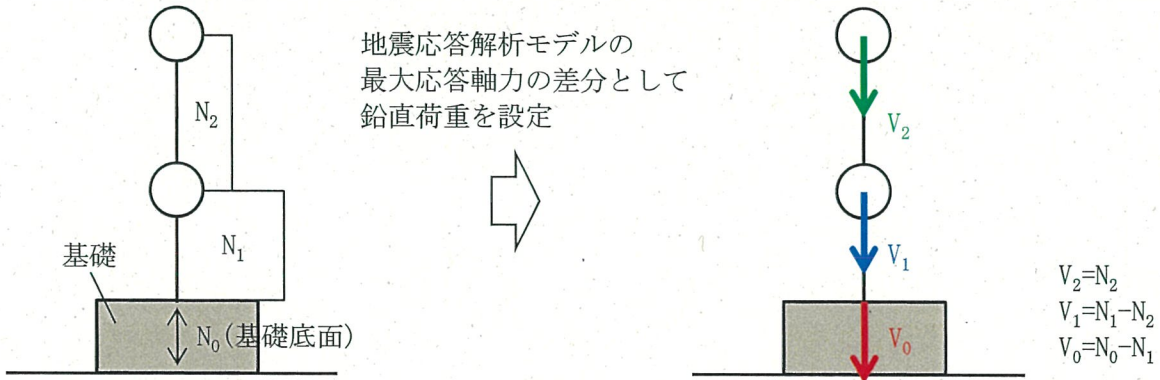
(b) FEMモデルに作用させる鉛直力

第2-2図 地震荷重の入力概念図（曲げモーメント）

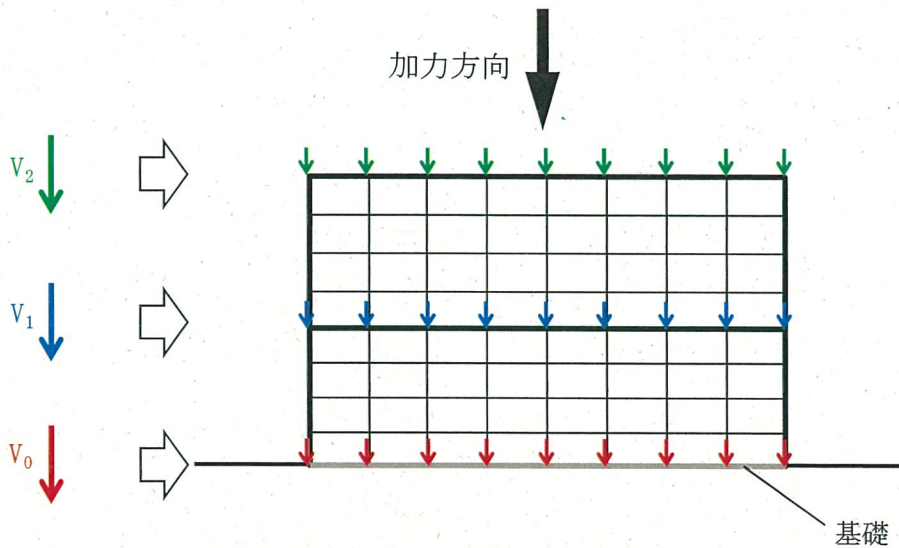
2.1.3 軸力

軸力については、基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果における各層の最大応答軸力に相当する鉛直力を、各質点位置に対応する各節点の支配領域に応じて分配し、鉛直方向の節点力として入力する。また、地震応答解析結果における基礎底面の最大応答軸力から、上部構造物最下層の最大応答軸力を差し引いた値を、基礎節点の支配領域に応じて分配し、鉛直方向の節点力として入力する。

地震荷重（軸力）の入力概念図を第2-3図に示す。



(a) 地震荷重の設定方法（最大応答軸力 N_n と鉛直荷重 V_n の関係）



上部構造物及び基礎について、モデル上の各節点における支配領域に応じた節点力として入力する。

(b) FEMモデルに作用させる鉛直力

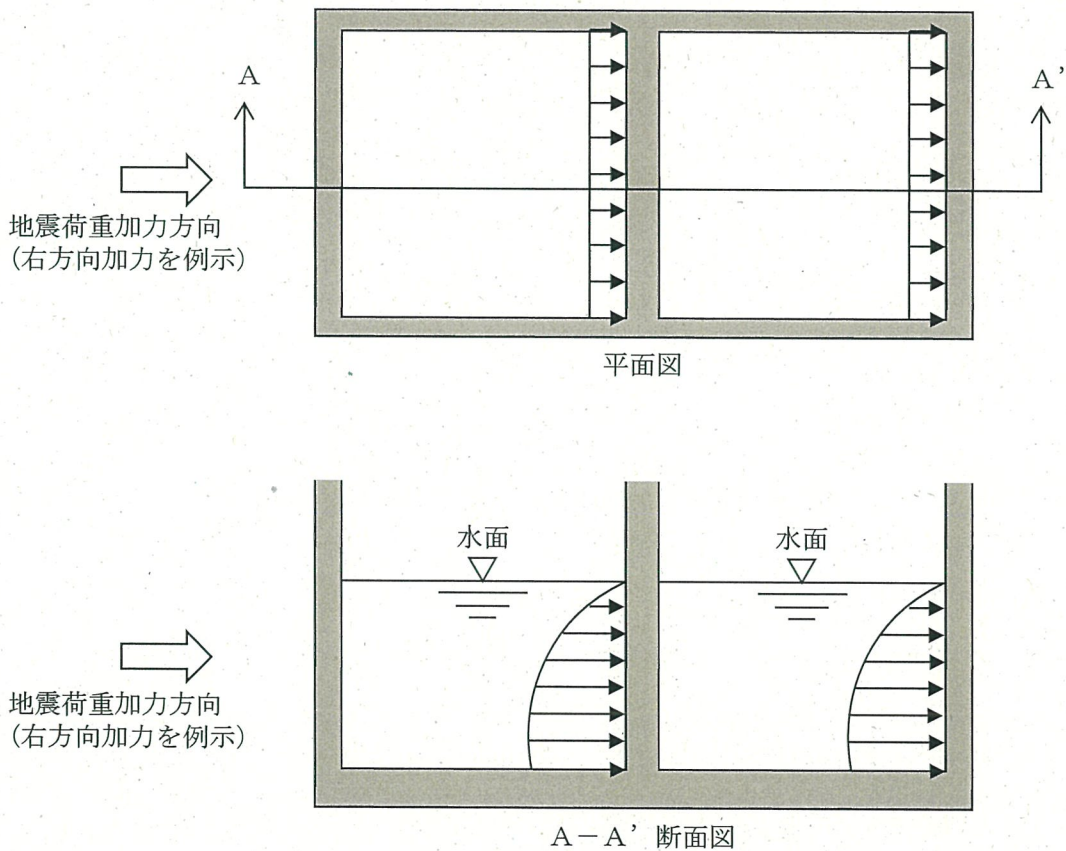
第2-3図 地震荷重の入力概念図（軸力）

2.2 動水圧荷重

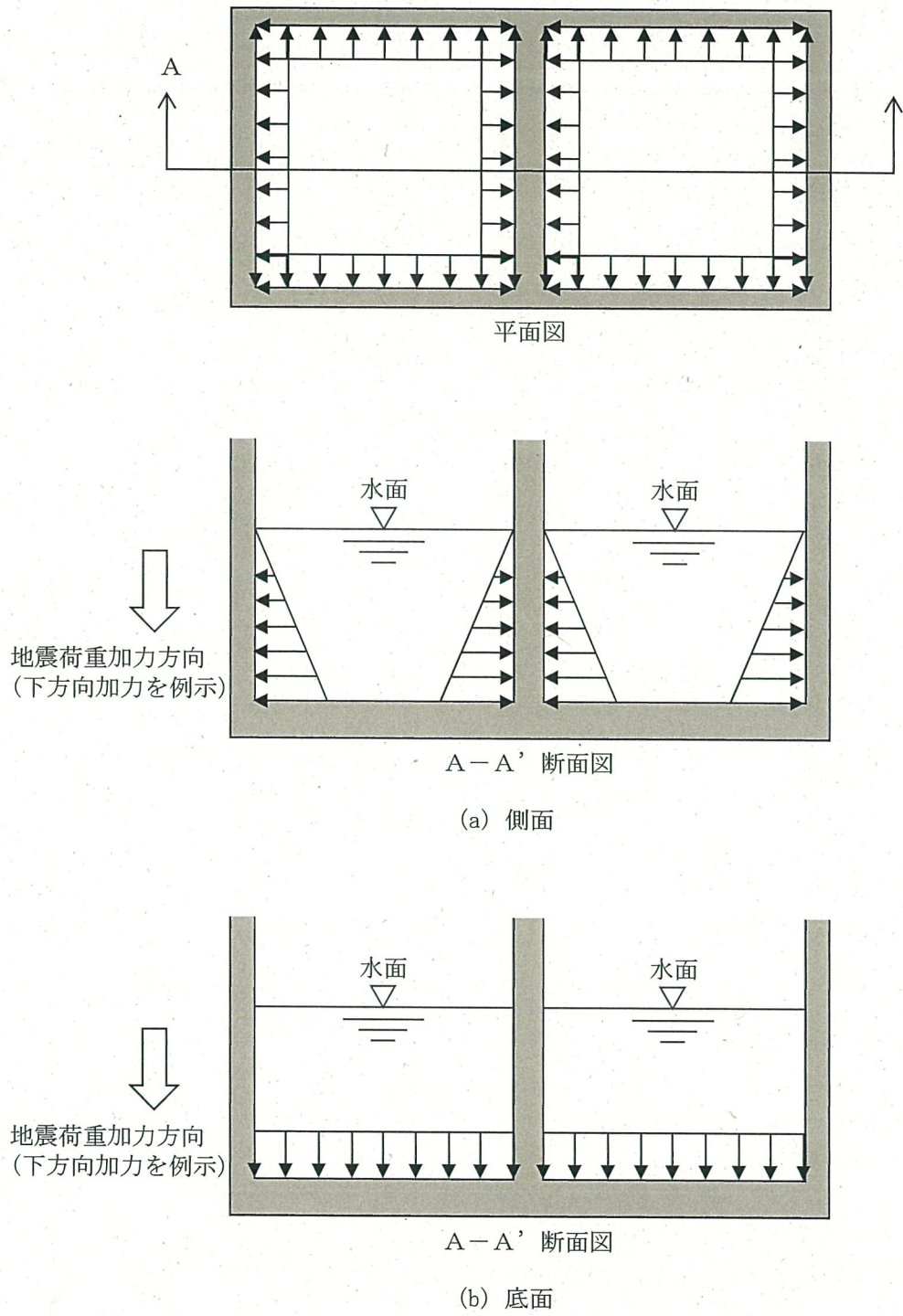
水平地震力による動水圧荷重は、基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果における質点3(EL. 32.7m)の加速度応答の包絡値をもとに、原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1987（(社)日本電気協会）におけるHousner理論により算出し、各要素に面荷重として入力する。なお、Housner理論により算出した動水圧荷重は、固定水としての衝撃圧及び自由水としての揺動圧が含まれる。

鉛直地震力による動水圧荷重は、基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果における質点3(EL. 32.7m)の加速度応答の包絡値をもとに、鉛直震度を算定し、静水圧荷重に乘じ各要素に面荷重として入力する。

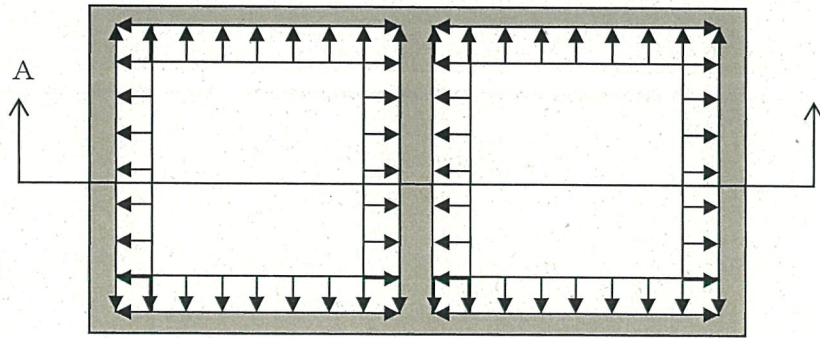
動水圧荷重の入力概念図を第2-4図及び第2-5図に示す。また、静水圧荷重の入力概念図を第2-6図に参考として示す。



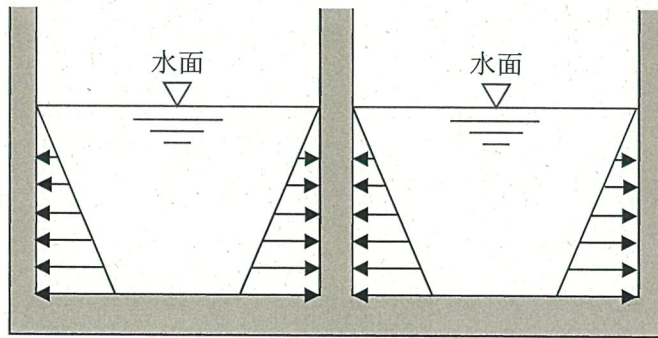
第2-4図 水平地震力による動水圧荷重の入力概念図



第2-5図 鉛直地震力による動水圧荷重の入力概念図

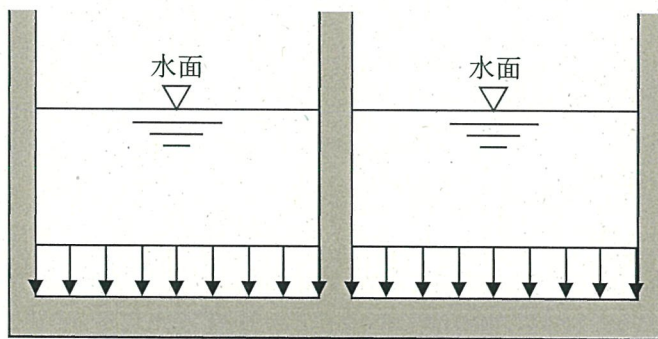


平面図



A-A' 断面図

(a) 側面



A-A' 断面図

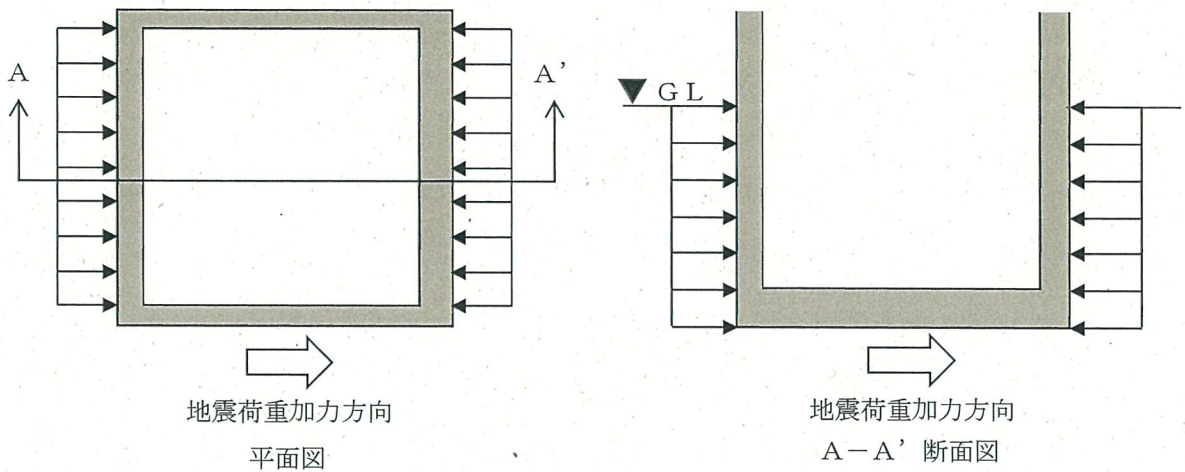
(b) 底面

第2-6図 静水圧荷重の入力概念図 (参考)

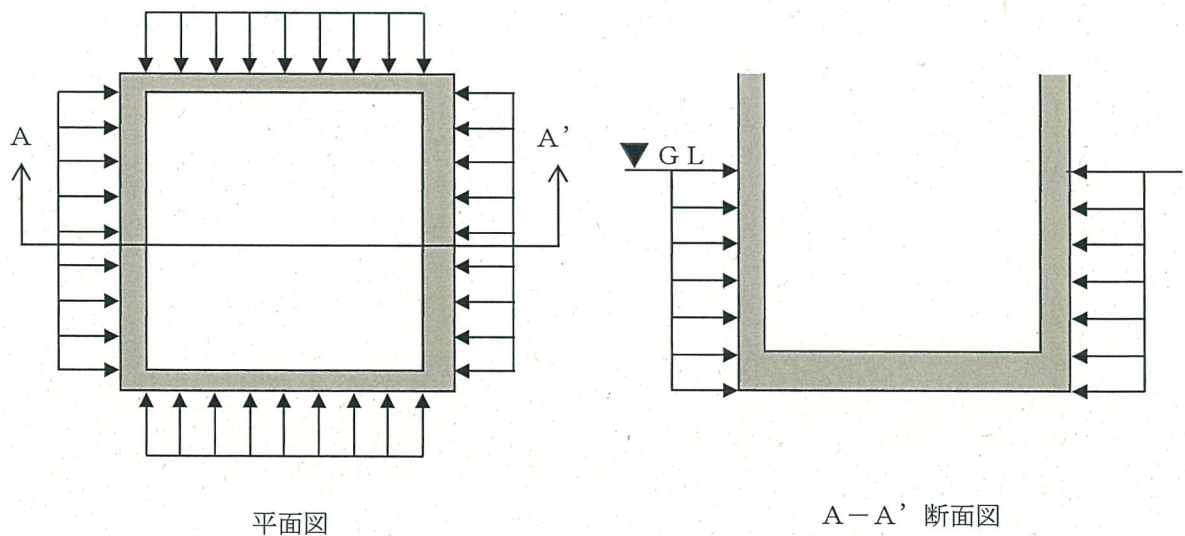
2.3 地震時増分土圧荷重

地震時増分土圧荷重は、原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1991追補版（（社）日本電気協会）に基づき算定し、各要素に面荷重として入力する。

地震時増分土圧荷重の入力概念図を第2-7図に示す。また、常時土圧荷重の入力概念図を第2-8図に参考として示す。



第2-7図 地震時増分土圧荷重の入力概念図



第2-8図 常時土圧荷重の入力概念図（参考）

別紙 応力解析における土圧の算定方法

目 次

	頁
1. 概要	4-3 別-1
2. 地盤物性値	4-3 別-1
3. 常時土圧荷重	4-3 別-2
3.1 算定方法	4-3 別-2
3.2 算定結果	4-3 別-2
4. 地震時増分土圧荷重	4-3 別-3
4.1 算定方法	4-3 別-3
4.2 算定結果	4-3 別-4
(参考)地下水位の設定について	4-3 別-6

1. 概要

本資料は、非常用ガスタービン発電機建屋の応力解析における常時土圧荷重及び地震時増分土圧荷重の算定方法について説明するものである。

2. 地盤物性値

非常用ガスタービン発電機建屋の常時土圧荷重及び地震時増分土圧荷重の算定にあたっては、C_H級の緑色片岩の物性値を用いることとする。土圧荷重算定に用いる地盤物性値を第2-1表に示す。

第2-1表 地盤物性値

EL.	岩種	岩級区分	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断波速度 (m/s)
32.4 ~ 27.55	緑色片岩	C _H 級	29.4	1,700
27.55 ~ 22.1				2,300

3. 常時土圧荷重

3.1 算定方法

常時土圧荷重は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991追補版（（社）日本電気協会）」（以下、「JEAG4601-1991」という。）及び「建築基礎構造設計指針（（社）日本建築学会、2001）」に基づき、地表面載荷を考慮して、下式の大きい方の値とする。

$$p_0 = 0.5 \gamma H + \Delta p_{0q}$$

$$p_0 = 30 + 0.3 \gamma H + \Delta p_{0q}$$

なお、

$$\Delta p_{0q} = K_0 q$$

とする。

ここで、

p_0 : 単位面積当たりの土圧 (kN/m²)

Δp_{0q} : 地表面載荷による単位面積当たりの土圧 (kN/m²)

K_0 : 静止土圧係数 (0.5)

γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)

q : 等分布荷重 (kN/m²)

H : 地表面から岩盤部上端までの深さ (m)

ただし、地表面を岩盤部上端とみなせるため、 $H=0$ となる。

3.2 算定結果

常時土圧荷重の算定結果を第3-1表に示す。

第3-1表 常時土圧荷重の算定結果

q (kN/m ²)	P_0 (kN/m ²)	設計用 常時土圧荷重 (kN/m ²)
9.8	34.9	34.9

4. 地震時増分土圧荷重

4.1 算定方法

地震時増分土圧荷重は、JEAG4601-1991における簡便な算定法に基づき算定する。JEAG4601-1991において、「岩盤部では加力側の傾向が見られないことから、支持側土圧算定式を用いる」と記載されており、非常用ガスタービン発電機建屋が岩盤部に位置していることを踏まえて、地震時増分土圧荷重は非常用ガスタービン発電機建屋に対して支持側に作用する土圧を考慮する。また、地震時増分土圧荷重はJEAG4601-1991に基づき、地震応答解析による建屋の慣性力を用いた下式により算定した支持側増分土圧荷重の平均値を上端で1.5倍、下端で0.5倍とした直線分布の値とする。算定方法を以下に示す。

$$\overline{p_{si}} = \beta_i F / (BH_i)$$

ここで、

- $\overline{p_{si}}$: i層の支持側増分土圧荷重の平均値 (kN/m²)
- F : 建屋の慣性力 (kN)
- B : 建屋の奥行幅 (m)
- H_i : i層の厚さ (m)
- β_i : 建屋の慣性力に対する側方地盤部i層の分担率

ここで、

$$\beta_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^n R_i} \beta_T$$

$$R_i = (1 + 0.1D_i) V_{si}^2 H_i$$

D_i : 建屋基礎版下端からi層の中心までの距離 (m)

V_{si} : 側方地盤部i層のせん断波速度 (m/s)

$$\beta_T = \frac{\kappa}{2(1+\kappa)} \quad \text{: 側方地盤部全体の分担率}$$

$$\kappa = \frac{S}{0.06 + 0.15S} \left(\frac{V_{SE}}{V_{SD}} \right)^2 \quad \text{: 側方部と底面部反力との比率}$$

S=H/L : 層厚H(m)と建屋幅L(m)の比

V_{SE} : 側方地盤部全体の等価せん断波速度 (m/s)

V_{SD} : 支持地盤のせん断波速度 (m/s)

ここで、

$$F = \sum m_i \alpha_i$$

m_i : 建屋各質点の質量

α_i : 建屋各質点の最大応答加速度

4.2 算定結果

地震時増分土圧荷重の算定結果を第4-1表に、地震時増分土圧荷重分布図を第4-1図に示す。

第4-1表 (1/2) 地震時増分土圧荷重の算定結果

(a) 側方地盤部全体の分担率 β_T

方向	V_{SE} (m/s)	V_{SD} (m/s)	H (m)	L (m)	S (m)	κ	β_T
EW	2,040	2,300	10.3	36.9	0.279	2.156	0.342
NS	2,040	2,300	10.3	34.5	0.299	2.244	0.346

(b) 建屋の慣性力に対する側方地盤部i層の分担率 β_i

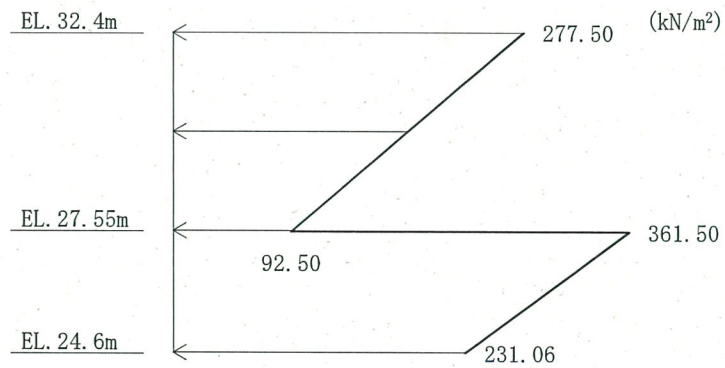
方向	EL. (m)	D_i (m)	V_{si} (m/s)	H_i (m)	R_i	β_i
EW	32.4 ~ 27.55	7.875	1,700	4.85	2.505×10^7	0.139
	27.55 ~ 22.1	2.725	2,300	5.45	3.669×10^7	0.203
NS	32.4 ~ 27.55	7.875	1,700	4.85	2.505×10^7	0.140
	27.55 ~ 22.1	2.725	2,300	5.45	3.669×10^7	0.206

(c) i層の支持側増分土圧荷重の平均値 $\overline{p_{si}}$

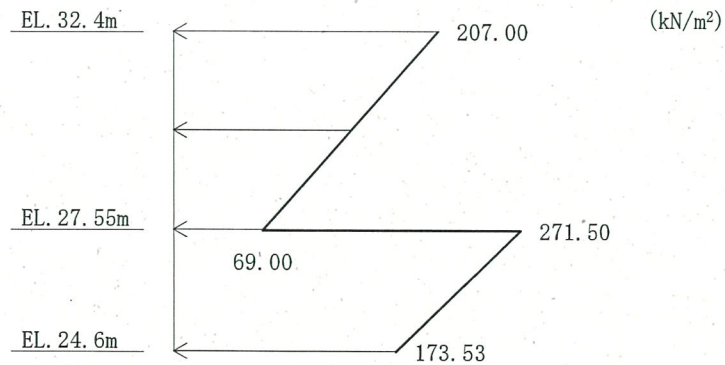
方向	EL. (m)	F (kN)	B (m)	H_i (m)	$\overline{p_{si}}$ (kN/m ²)
EW	32.4 ~ 27.55	222,487	34.5	4.85	185.00
	27.55 ~ 22.1			5.45	241.00
NS	32.4 ~ 27.55	191,458	40.2	4.85	138.00
	27.55 ~ 22.1			5.45	181.00

第4-1表 (2/2) 地震時増分土圧荷重の算定結果
(d) まとめ

方向	EL. (m)	せん断波速度 (m/s)	地震時増分土圧荷重 (kN/m ²)
EW	32.4	1,700	277.50
	27.55		92.50
	27.55	2,300	361.50
	24.6		231.06
	22.1		120.50
NS	32.4	1,700	207.00
	27.55		69.00
	27.55	2,300	271.50
	24.6		173.53
	22.1		90.50



(a) EW方向



(b) NS方向

第4-1図 地震時増分土圧荷重分布図

(参考) 地下水位について

(1) 概要

非常用ガスタービン発電機建屋については、地下水位が静水頭として作用するような環境にはなく、地下水位よりも高い位置にあることから、地下水位による外水圧は非常用ガスタービン発電機建屋に作用しないことについて説明する。

(2) 総論

施設周辺の地盤は、表土・崖錐等の透水性材料ではなく、岩盤(難透水性材料)で構成されているとともに、その表層にアスファルト遮水等を施し、降水の浸透を抑制することとしているため、基本的には、地下水位が静水頭として作用しにくい。

これを踏まえ、地下水位は、施設の設置状況に応じて、ア) またはイ) の方針により考慮することとしている。

ア) 護岸近傍に位置する非常用取水設備等については、護岸が透水性を有する埋戻土(岩ズリ等)で構成されていることから、埋戻土を介して海水位と連動する地下水位が静水頭として作用する可能性がある。

このため、海水位として安全側となるよう、H. W. L (EL. 1.62m) とする。

イ) ア) を除く、EL. 32m 盤周辺及びそれ以高に設置される施設については、先述のとおり、地下水位が静水頭として作用するような環境にはないため、施設より十分低い水位として、H. W. L (EL. 1.62m) としている。

なお、新設の際には、施工時に掘削底面や周面の湧水状況を確認するとともに、一般土工として適切な排水処理工を施すこととしている。

(3) 非常用ガスタービン発電機建屋の周辺状況

- ① 平成 27 年 7 月 15 日付け原規規発第 1507151 号にて許可された設置変更に係る審査会合(平成 27 年 3 月 13 日)において説明した以下 a)～c)の内容(参考 3-1 図参照)に基づけば、非常用ガスタービン発電機建屋の周面に静水頭が作用するとは考え難い。

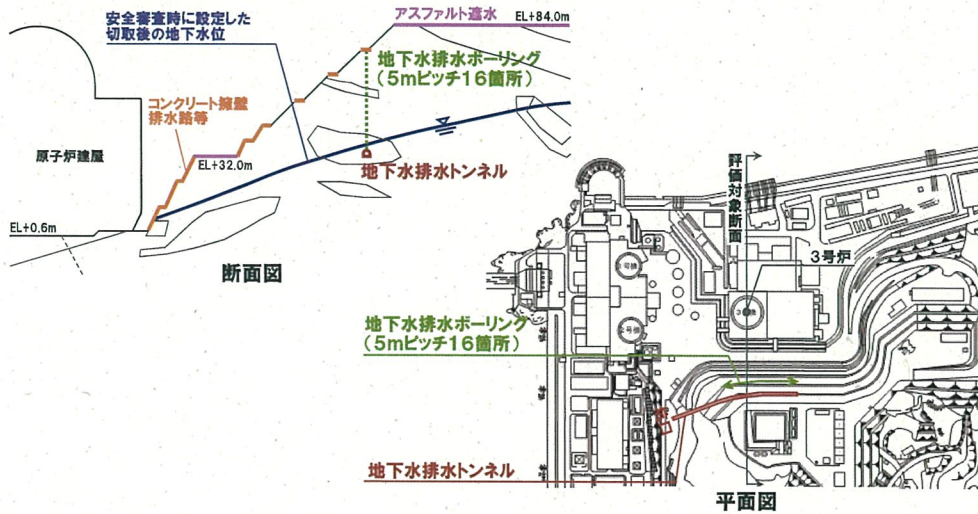
- a) 非常用ガスタービン発電機建屋の周辺地盤は、表土・崖錐等の透水性材料ではなく岩盤(難透水性材料)で構成されている。
- b) 加えて、表層にアスファルト遮水等を施し、降水の浸透を抑制している。
- c) 非常用ガスタービン発電機建屋は、(1)イ)に対応する構造物であり、掘削底面においても顕著な湧水は認められていない。また、参考 3-1 図のとおり、非常用ガスタービン発電機建屋南側の斜面内に設置している地下水排水トンネルからの湧水量も極めて少ない。

- ② なお、非常用ガスタービン発電機建屋と岩盤との間には、雨水排水を目的に汎用的なドレーン対策として排水マット及び排水管を設置しており、非常用ガスタービン発電機建屋の周面に静水頭が保持されるとは考え難い。

したがって、非常用ガスタービン発電機建屋においては、地下水位を H. W. L (EL. 1.62m) としており、地下水位よりも十分高い位置にあることから、地下水位による外水圧は非常用ガスタービン発電機建屋に作用しない。

地下水排水トンネル 及び 地下水排水ボーリング

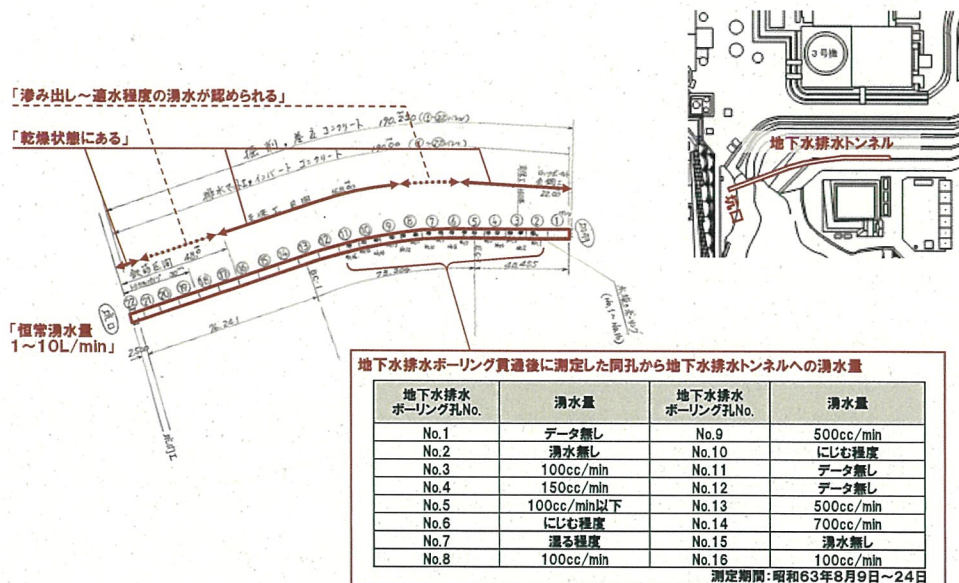
- 原子炉建屋背後斜面は切土により造成されており、表土や崖堆積物は存在せず、風化を受けていない新鮮・堅硬な岩盤で構成されている。
- また、切土後はアスファルト遮水やコンクリート擁壁、排水設備等を設けており、降水の斜面内部への浸透は抑制されている。
- また、3号炉増設時、当該斜面には地下水排水トンネル及びこれに通じる地下水排水ボーリングを設置している。地下水排水トンネル坑口からの湧水量は極めて少なく、かつ地下水排水トンネル内は一部にしみ出し・透水程度が認められる以外はほぼ乾燥状態にあり、降雨時においても湧水はほとんど認められない。
- 以上より、斜面内の地下水位は少なくとも地下水排水トンネルより下方にあると考えられることから、安全審査時に設定した切取後の地下水位線は十分安全側であると評価できる。



78

(参考) 地下水排水トンネルの湧水状況

- 地下水排水トンネルの湧水状況調査結果によると、地下水排水トンネルは、ほぼ乾燥状態にある。



79

参考3-1図 平成27年3月13日 審査会合資料2-2 (再掲)