

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震建物 17 R <u>3</u>
提出年月日	令和 3 年 <u>8</u> 月 <u>31</u> 日

設工認に係る補足説明資料
耐震計算書に関する
建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の
適用性について

注記：文中の下線部は R2 から R3 への変更箇所を示す

目 次

1. 概要	1
1.1 評価対象部位及び検討概要	2
1.2 各評価対象部位の検討方針	8
2. 評価対象部位の検討内容	16
2.1 地盤及び基礎スラブの検討	16
2.2 上部構造物の検討	19
3. 検討結果	21
別紙 1 建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用性について（燃料加工建屋）	
別紙 2 建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用性について（第 1 ガラス固化体貯蔵建屋東棟）	
別紙 3 建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用性について（第 1 ガラス固化体貯蔵建屋西棟）	
別紙 4 建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用性について（燃料油貯蔵タンク基礎）	
別紙 5 建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用性について（ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟）	

: 後次回申請において提示

 : 商業機密の観点から公開できない箇所

1. 概要

本資料は、再処理施設、廃棄物管理施設、MOX燃料加工施設の設計基準対象施設及び再処理施設、MOX燃料加工施設の重大事故等対処施設に対する、建物・構築物（本資料においては、建物及び屋外機械基礎とし、洞道、竜巻防護対策設備及び排気筒は含まない。※）（以下、「建物・構築物」という。）の耐震計算書を補足説明するものである。

添付書類「耐震性に関する説明書」のうち、建物・構築物の耐震計算書では、地震応答解析又は応力解析による評価において、組合せ係数法を適用している評価対象部位がある。

本資料は、建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用性について説明するものである。建物・構築物の耐震評価として行う水平及び鉛直方向の荷重の組合せを考慮した評価において、水平及び鉛直方向のそれぞれの最大値をもとに組合せ係数法を適用した評価値（以下、「組合せ係数法による評価値」という。）と水平及び鉛直方向の地震応答の時刻歴を時々刻々組合せて算定した時刻歴の最大値をもとにした評価値（以下「時刻歴和による評価値」という。）の比較を行うことで、組合せ係数法の適用性を確認する。

本文では、上述の評価対象部位について、組合せ係数法の適用性を確認するための検討方針及び検討結果を示す。なお、検討結果の詳細は別紙に示す。

また、本資料は、今回設工認申請（令和2年12月24日申請）のうち、以下の添付書類の補足説明をするものである。

- ・再処理施設 添付書類「IV-2-1-1-1 安全冷却水B冷却塔の耐震性に関する計算書」のうち「b. 安全冷却水B冷却塔基礎の耐震計算書」
- ・MOX燃料加工施設 添付書類「III-3-1-1-2 燃料加工建屋の耐震計算書」

※：本資料に示す内容において、適用範囲外とした施設についてはそれぞれの資料において説明を行う。また、本資料の引用で他の資料の説明に代える場合には、引用範囲を明らかに記すこととする。

1.1 評価対象部位及び検討概要

建物・構築物の耐震評価に考慮する荷重の組合せにおいては、以下に示す組合せ係数法を適用し、水平及び鉛直方向の地震力が同時に不利な方向に作用するものとして評価を実施している。

- ① : $1.0 \times$ 水平地震力による荷重 $+ 0.4 \times$ 鉛直地震力による荷重
- ② : $0.4 \times$ 水平地震力による荷重 $+ 1.0 \times$ 鉛直地震力による荷重

Sクラス施設の間接支持構造物である建物・構築物及び常設耐震重要重大事故等対処施設の間接支持構造物である建物・構築物のうち、耐震評価に組合せ係数法を用いている評価対象部位を第 1.1-1 表に示す。組合せ係数法を用いて評価している部位は、地盤、基礎スラブ、上部構造物に分類される。評価対象部位のうち、地盤については地震応答解析に基づいて接地圧の評価を、上部構造物及び基礎スラブについては応力解析に基づいた断面の評価を実施している。

なお、上部構造物のうちセル壁、貯蔵区域の壁、受入れ室の壁、貯蔵室等の壁、検査室の壁及び重要区域の壁（以下、「セル壁等」という。）並びに耐震壁については、基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下、「 S_s 地震時に対する評価」という。）において、水平方向の地震荷重により求まる各層の最大せん断ひずみ度が許容限界を超えないことを確認することで、構造強度、機能維持の確認が可能であり、鉛直方向の地震荷重は組合せていない。以上のことから、セル壁等及び耐震壁について S_s 地震時に対する評価は本評価の対象外とする。

建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用性を検討するにあたっては、まず、先行発電プラントである東海第二発電所及び柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の選定方法に倣い、評価対象建物・構築物の選定を行う。選定した建物・構築物に対して、組合せ係数法による評価値が、時刻歴和による評価値と同等又は保守的であることを確認し、同等又は保守的といえない場合は、時刻歴和による評価値に基づいた評価が及ぼす各部への影響を検討する。その結果、許容限界に対して十分な余裕を有することを確認することにより、組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認する。

具体的な評価対象建物・構築物の選定方法及び検討方針を「1.2 各評価対象部位の検討方針」に示す。

選定した建物・構築物の評価対象部位に対する検討内容の詳細は、「2. 評価対象部位の検討内容」に示す。

第 1.1-1 表 耐震評価に組合せ係数法を用いている建物・構築物及び評価対象部位 (1/5)

建物・構築物	評価対象部位	評価方法	地震動
燃料加工建屋	上部構造物 (重要区域)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
前処理建屋	上部構造物 (セル)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
分離建屋	上部構造物 (セル)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 ハッチング部の整理結果については、 精査したものを後次回申請時に示す。	基準地震動 Ss
精製建屋	上部 (セル)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
ハル・エンド ピース貯蔵建 屋	上部構造物 (貯蔵プール)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd 基準地震動 Ss
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss

第 1.1-1 表 耐震評価に組合せ係数法を用いている建物・構築物及び評価対象部位 (2/5)

建物・構築物	評価対象部位	評価方法	地震動
制御建屋	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
主排気筒管理建屋	基礎スラブ*	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤*	地震応答解析による評価 ハッチング部の整理結果については、 精査したものを後次回申請時に示す。評価	基準地震動 Ss
緊急時対策建屋	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
主排気筒 (基礎)	基礎スラブ*	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤*	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
安全冷却水 B 冷却塔基礎	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋	上部構造物 (セル)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 ハッチング部の整理結果については、 精査したものを後次回申請時に示す。評価	基準地震動 Ss
ウラン・プルトニウム 混合酸化物貯蔵建 屋	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss

*: 本表においては、主排気筒管理建屋及び主排気筒（基礎）について分類上各々の基礎スラブ及び地盤として記載しているが、主排気筒（基礎）の基礎ばり及びフーチング基礎が主排気筒管理建屋の基礎を兼ねる構造となっている。

第 1.1-1 表 耐震評価に組合せ係数法を用いている建物・構築物及び評価対象部位 (3/5)

建物・構築物	評価対象部位	評価方法	地震動
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	上部構造物 (貯蔵室等)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	上部構造物 (プール)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd 基準地震動 Ss
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
安全冷却水系冷却塔 A (基礎)	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
		地震応答解析による評価 ハッチング部の整理結果については、 精査したものを後次回申請時に示す。	基準地震動 Ss
安全冷却水系冷却塔 B (基礎)	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
第 1 非常用ディーゼル発電設備重油タンク室 (基礎)	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
高レベル廃液ガラス 固化建屋	上部構造物 (セル)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd
	上部構造物 (貯蔵区域)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss

第 1.1-1 表 耐震評価に組合せ係数法を用いている建物・構築物及び評価対象部位 (4/5)

建物・構築物	評価対象部位	評価方法	地震動
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋東棟	上部構造物 (貯蔵区域)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋西棟	上部構造物 (貯蔵区域)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
非常用電源建屋	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 ハッチング部の整理結果については、 精査したものを後次回申請時に示す。	基準地震動 Ss
燃料油貯蔵タンク基礎	基礎スラブ	(断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
冷却塔 A、B (基礎)	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
第 1 軽油貯槽 (基礎)	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
第 2 軽油貯槽 (基礎)	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss

第 1.1-1 表 耐震評価に組合せ係数法を用いている建物・構築物及び評価対象部位 (5/5)

建物・構築物	評価対象部位	評価方法	地震動
重油貯槽 (基礎)	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
ガラス固化体貯蔵 建屋	上部構造物 (貯蔵区域)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	ハッチング部の整理結果については、 精査したものを後次回申請時に示す。評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss
ガラス固化体貯蔵 建屋 B 棟	上部構造物 (貯蔵区域)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 Sd
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 Ss
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 Ss

1.2 各評価対象部位の検討方針

(1) 地盤及び基礎スラブ

地盤については地震応答解析に基づく接地圧の評価において、組合せ係数法を採用していることから、地盤の検討においては接地圧に対する組合せ係数法の検討を行う。一方、基礎スラブについては応力解析における荷重組合せにおいて、組合せ係数法を採用しているが、接地圧は地盤から基礎スラブへの地震荷重となることから、基礎スラブの検討においても接地圧に対する組合せ係数法の検討を行う。

以下に組合せ係数法の適用性を確認するための検討対象建物・構築物の選定、検討手順を示す。

a. 検討対象建物・構築物の選定

検討の対象建物・構築物は、第 1.2-1 表に示す建物・構築物があるが、これら建物・構築物から先行発電プラントである柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の選定方法に倣い、以下に示すように代表建物・構築物を選定する。

建物・構築物の構造特性は水平方向と鉛直方向で異なり、水平応答と鉛直応答は異なる固有の周期で振動している。水平地震力と鉛直地震力を各々の解析で算定し、それらを算定する際の入力地震動の同時性を考慮することを鑑みれば、建物・構築物の水平方向と鉛直方向の固有周期が近いほど両者の地震力が接地圧へ与える影響が大きくなることから、組合せ係数法の適用性に影響することが考えられる。なお、解析上の接地率が小さくなる場合に、基礎浮上り非線形の影響が大きくなることから、組合せ係数法の適用性に影響することが考えられる。以上より、建物・構築物の水平と鉛直の固有周期の比が 1.00 に最も近い建物・構築物及び接地率が最も小さい建物・構築物を評価対象建物・構築物として選定する。概ね全周期帯の応答が大きく、耐震評価への影響も大きい基準地震動 S_s -A の基本ケースにおける各建物・構築物の水平と鉛直の固有周期の比及び接地率を整理して第 1.2-1 表に示す。

第 1.2-1 表より、評価対象建物・構築物として固有周期の比が 1.00 に最も近い第 1 ガラス固化体貯蔵建屋東棟及び第 1 ガラス固化体貯蔵建屋西棟を、接地率が最も小さい建物・構築物として燃料油貯蔵タンク基礎を選定する。

また、燃料加工建屋についても、新設建屋かつ S クラス部位を有する建屋であることから、本検討の対象とする。

b. 検討手順

検討は、計算書に示す地盤（接地圧）及び基礎スラブの評価に合わせて、基準地震動 S_s に対して実施することとし、応答スペクトルに基づく地震動 (S_s -A)，断層モデルに基づく地震動 (S_s -B1, B2, B3, B4, B5) 及び震源を特定せず策定する地震動 (S_s -C1, C2(NS), C2(EW), C3(NS), C3(EW)) に対して実施する。

地盤（接地圧）の検討は 2 段階で行う。

まず、1 段階目に地震動ごと個別に算出した組合せ係数法による最大接地圧が、時刻歴和による最大接地圧と同等又は保守的であることを確認する。

地震動ごと個別の評価値で同等又は保守的といえない場合は、2段階目に時刻歴和による最大接地圧が地盤の評価へ及ぼす影響検討を行う。

また、基礎スラブの検討は3段階で行う。

まず、1段階目に地震動ごと個別に算出した組合せ係数法による最大接地圧が、時刻歴和による最大接地圧と同等又は保守的であることを確認する。

地震動ごと個別の評価値で同等又は保守的といえない場合は、2段階目に設計における基礎スラブへの地震荷重の入力という観点で、基準地震動 S_s を包絡し組合せ係数法を適用して算出した最大接地圧が時刻歴和による接地圧の最大値と同等又は保守的であることを確認する。

基準地震動 S_s を包絡した評価値で同等又は保守的といえない場合は、3段階目に時刻歴和による最大接地圧が基礎スラブの評価へ及ぼす影響検討を行う。

なお、組合せ係数法による評価値と、水平及び鉛直方向の地震応答の時刻歴和による評価値の比較は以下の添付書類に示す基本ケースの結果に基づくものであり、使用する計算機プログラムについても以下の資料に準ずる。

地盤及び基礎スラブの検討フローを第 1.2-1 図に示す。

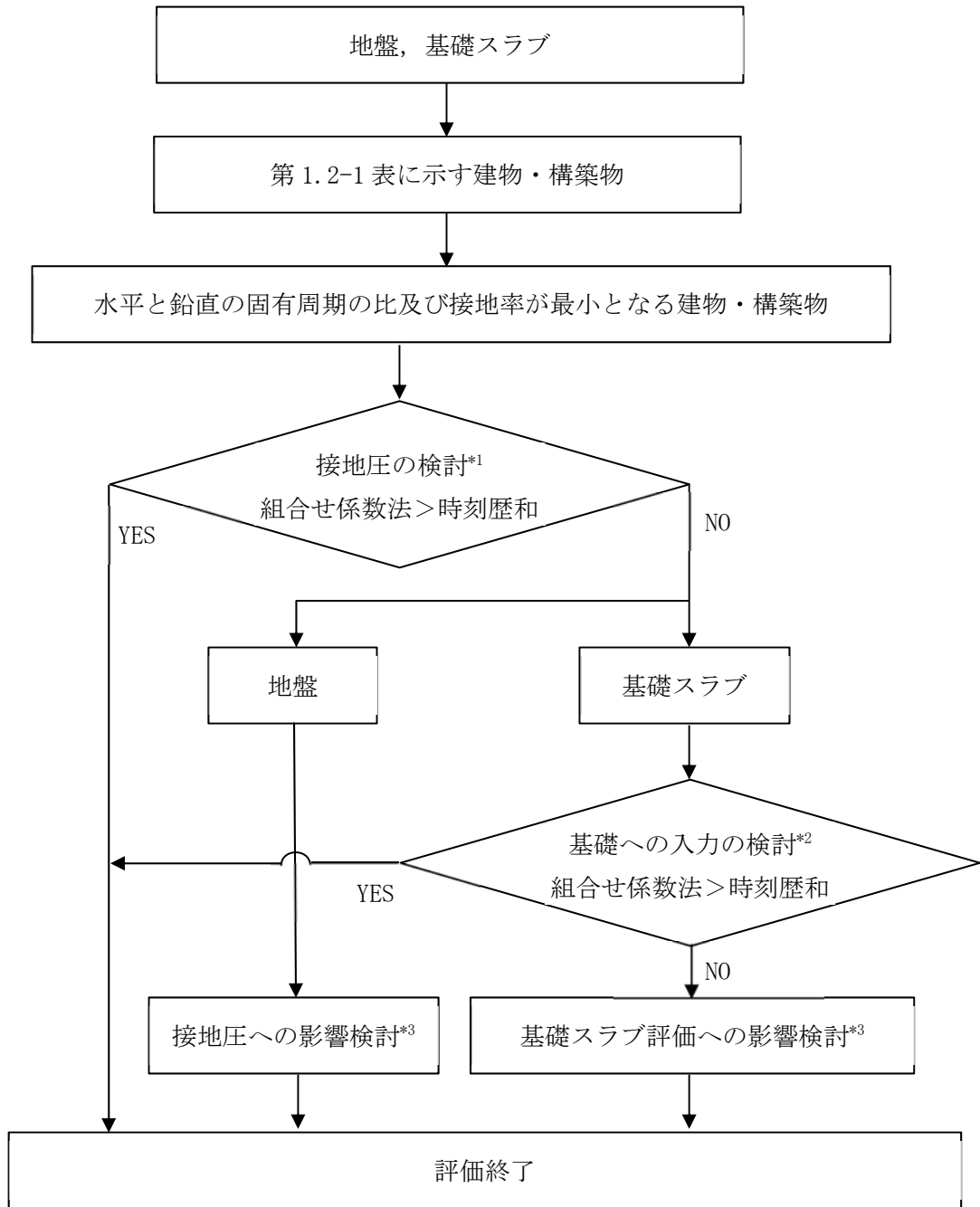
- ・MOX燃料加工施設 添付書類「Ⅲ-3-1-1-2 燃料加工建屋の耐震計算書」
- ・再処理施設 添付書類「第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟の耐震計算書」、「第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟の耐震計算書」、「燃料油貯蔵タンク基礎の耐震計算書」

第 1.2-1 表 各建物・構築物の固有周期及び接地率（基準地震動 Ss-A，基本ケース）

施設区分	建物・構築物名称		方向	水平 一次	鉛直 一次	固有周期の比 ^{*1}	接地率 ^{*1}	備考
				(秒)	(秒)	水平/鉛直	(%)	
加工施設	燃料加工建屋	PA	NS	0.314	0.191	1.64	89.5	代表建屋
			EW	0.311		1.63	88.6	
再処理施設	前処理建屋	AA	NS	0.305	0.197	1.55	95.1	
			EW	0.338		1.72	72.2	
再処理施設	分離建屋	AB	NS	0.278	0.188	1.48	100.0	
			EW	0.313		1.66	81.5	
再処理施設	精製建屋	AC	NS	0.289	0.181	1.60	100.0	
			EW	0.306		1.69	92.1	
再処理施設	ハル・エンドピース貯蔵建屋	AE	NS	ハッチング部の整理結果については、				
再処理施設	制御建屋	AG	NS	精査したものを後次回申請時に示す。				
再処理施設	主排気筒管理建屋	AP	NS	0.057	0.019	3.00	— ^{*2}	
			EW	0.040		2.11	— ^{*2}	
再処理施設	緊急時対策建屋	AZ	NS	0.220	0.149	1.48	100.0	
			EW	0.220		1.48	100.0	
再処理施設	主排気筒（基礎）	A1基礎	NS	0.974	0.196	4.97	75.0	
			EW	0.974		4.97	75.0	
再処理施設	安全冷却水B冷却塔（基礎）	A4基礎	NS					
再処理施設	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	CA	NS	0.218	0.138	1.58	98.8	
再処理施設	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	CB	NS	0.218		1.60	75.3	
再処理施設	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	DC	NS	0.196	0.136	1.44	100.0	
			EW	0.204		1.50	100.0	
再処理施設	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	FA	NS	0.235	0.177	1.33	100.0	
			EW	0.244		1.38	100.0	
再処理施設	安全冷却水系冷却塔A（基礎）	F1A基礎	NS	0.094	0.059	1.59	100.0	
			EW	0.089		1.51	100.0	
再処理施設	安全冷却水系冷却塔B（基礎）	F1B基礎	NS	0.121	0.079	1.53	100.0	
			EW	0.132		1.67	68.4	
再処理施設	第1非常用ディーゼル発電設備重油タンク室（基礎）	F2基礎	NS	ハッチング部の整理結果については、				
再処理施設	高レベル廃液ガラス固化建屋	KA	NS	精査したものを後次回申請時に示す。				
再処理施設	第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟	KB(E)	NS	0.257	0.203	1.27	76.9	代表建屋
			EW	0.292		1.44	100.0	
再処理施設	第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟	KB(W)	NS	0.257	0.203	1.27	76.9	代表建屋
			EW	0.292		1.44	100.0	
再処理施設	非常用電源建屋	GA	NS	0.132	0.083	1.59	70.8	
			EW	0.128		1.54	100.0	
再処理施設	燃料油貯蔵タンク基礎	GAT基礎	NS	0.066	0.049	1.35	100.0	個別評価
			EW	0.083		1.69	54.7	
再処理施設	冷却塔A、B（基礎）	G10基礎	NS	0.097	0.044	2.20	100.0	
			EW	0.093		2.11	54.8	
再処理施設	第1軽油貯槽（基礎）	G15基礎	NS	0.102	0.072	1.42	78.4	
			EW	0.103		1.43	74.6	
再処理施設	第2軽油貯槽（基礎）	G16基礎	NS	0.101	0.071	1.42	75.4	
			EW	0.102		1.44	71.1	
再処理施設	重油貯槽（基礎）	G17基礎	NS	0.102	0.072	1.42	75.0	
			EW	0.101		1.40	79.1	
廃棄物管理施設	ガラス固化体貯蔵建屋	EB	NS	0.217	0.158	1.37	62.6	
			EW	0.265		1.68	62.1	
廃棄物管理施設	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	EB2	NS	0.21	0.152	1.38	94.2	
			EW	0.273		1.80	68.4	

※1：下線部は、固有周期の比が1.00に最も近い数値を又は接地率が最小となる数値を示す。

※2：主排気筒管理建屋は基礎を共有している主排気筒（基礎）の接地率による。



*1：基本ケース（応答スペクトルに基づく地震動，断層モデルに基づく地震動及び震源を特定せず策定する地震動）による検討

*2：基本ケース（応答スペクトルに基づく地震動，断層モデルに基づく地震動及び震源を特定せず策定する地震動）の地震荷重を包絡した検討

*3：材料物性のばらつきを考慮した検討

第 1.2-1 図 地盤及び基礎スラブの検討フロー

(2) 上部構造物

上部構造については応力解析に基づく断面の設計において、組合せ係数法を採用していることから、上部構造の検討においては応力度に対する組合せ係数法の検討を行う。なお、設計における水平荷重による応力と鉛直荷重による応力の組合せは、第 1.2-2 表に示すように水平加振方向の壁の軸応力に及ぼす影響が大きいいため、水平応答による曲げモーメントより生じる軸応力度 σ_H と鉛直応答による軸応力度 σ_V の組合せを検討する。

以下に組合せ係数法の適用性を確認するための検討対象建物の選定、検討手順を示す。

a. 検討対象建物の選定

検討の対象建物は、先行発電プラントである東海第二発電所の選定方法に倣い、第 1.2-3 表に示す建物のうち、上部構造に作用する鉛直方向の応力に対して水平地震力の影響を受けやすい、アスペクト比（高さ H / 幅 W ）の大きいガラス固化体貯蔵建屋 B 棟を代表として検討する。

また、燃料加工建屋についても、新設建屋かつ S クラス部位を有する建屋であることから、本検討の対象とする。

評価対象建物のアスペクト比を第 1.2-3 表に示す。

b. 検討手順

検討は、計算書に示す上部構造物の評価に合わせて、弾性設計用地震動 S_d 又は基準地震動 S_s に対して実施することとし、応答スペクトルに基づく地震動 (S_d -A, S_s -A) , 断層モデルに基づく地震動 (S_d -B1, B2, B3, B4, B5, S_s -B1, B2, B3, B4, B5) 及び震源を特定せず策定する地震動 (S_d -C1, C2(NS), C2(EW), C3(NS), C3(EW), S_s -C1, C2(NS), C2(EW), C3(NS), C3(EW)) に対して実施する。

上部構造物の検討は 3 段階で行う。

まず、1 段階目に地震動ごと個別に算出した組合せ係数法による最大軸応力度が、時刻歴和による最大軸応力度と同等又は保守的であることを確認する。

地震動ごと個別の評価値で同等又は保守的といえない場合は、2 段階目に設計における上部構造への地震荷重の入力という観点で、弾性設計用地震動 S_d 又は基準地震動 S_s を包絡し組合せ係数法を適用して算出した最大軸応力度が時刻歴和による軸応力度の最大値と同等又は保守的であることを確認する。

弾性設計用地震動 S_d 又は基準地震動 S_s を包絡した評価値で同等又は保守的といえない場合は、3 段階目に時刻歴和による最大軸応力度が上部構造物へ及ぼす影響を検討する。

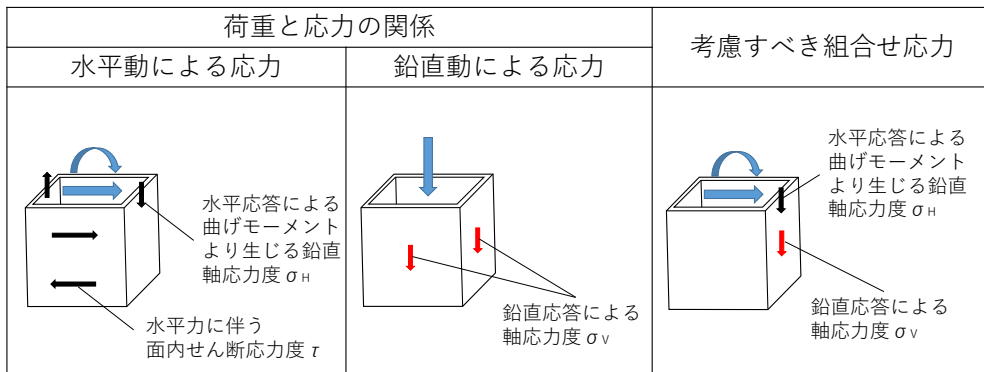
なお、組合せ係数法による評価値と、水平及び鉛直方向の地震応答の時刻歴和による評価値の比較は以下の添付書類に示す基本ケースの結果に基づくものであり、使用する計算機プログラムについても以下の資料に準ずる。

また、燃料加工建屋、ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟の地震応答解析モデルについては別紙にそれぞれ示す。

上部構造物の検討フローを第 1.2-2 図に示す。

- ・ MOX 燃料加工施設 添付書類「Ⅲ-3-1-1-2 燃料加工建屋の耐震計算書」
- ・ 廃棄物管理施設 添付書類「ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟の耐震計算書」

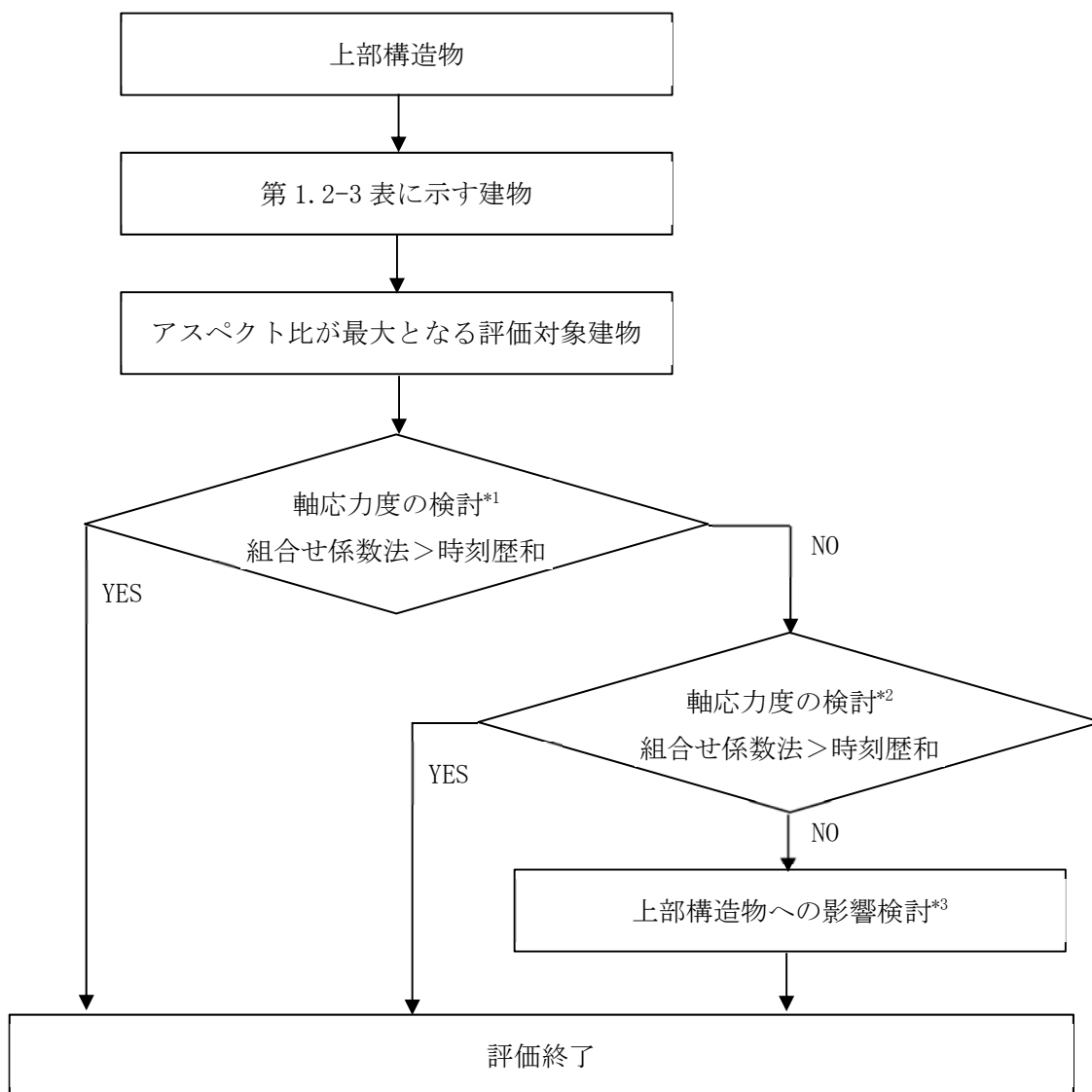
第 1.2-2 表 上部構造物の組合せ応力



第 1.2-3 表 評価対象建物のアスペクト比

施設区分	建物名称		高さH (m)	幅W (m)	アスペクト比H/W*	備考
加工施設	燃料加工建屋	PA	43.27	87.30	0.50	代表建屋
再処理施設	前処理建屋	AA	52.60	69.20	0.76	
再処理施設	分離建屋	AB	48.50	63.51	0.76	
再処理施設	精製建屋	AC	41.90	70.70	0.59	
再処理施設	ハル・エンドピース貯蔵建屋	AE	39.35	48.50	0.81	
再処理施設	緊急時対策建屋	AZ	16.80	59.80	0.28	
再処理施設	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	CA				ハッチング部の整理結果については、 精査したものを後次回申請時に示す。
再処理施設	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	DC				
再処理施設	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	FA				
再処理施設	高レベル廃液ガラス固化建屋	KA	36.77	61.32	0.60	
再処理施設	第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟	KB(E)	30.70	47.00	0.65	
再処理施設	第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟	KB(W)	30.70	47.00	0.65	
廃棄物管理施設	ガラス固化体貯蔵建屋	EB	30.70	46.00	0.67	
廃棄物管理施設	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	EB2	30.70	34.05	0.90	代表建屋

※：下線部は、アスペクト比が最大とする数値を示す



*1：基本ケース（応答スペクトルに基づく地震動，断層モデルに基づく地震動及び震源を特定せず策定する地震動）による検討

*2：基本ケース（応答スペクトルに基づく地震動，断層モデルに基づく地震動及び震源を特定せず策定する地震動）の地震荷重を包絡した検討

*3：材料物性のばらつきを考慮した検討

第 1.2-2 図 上部構造物の検討フロー

2. 評価対象部位の検討内容

2.1 地盤及び基礎スラブの検討

ここでは、第 1.2-1 図に示す検討フローにおける組合せ係数法による評価値と時刻歴和による評価値の算定方法の詳細、接地圧が同等又は保守的であることの確認方法及び同等又は保守的といえない場合の地盤及び基礎スラブへの影響検討での確認方法の詳細を示す。

(1) 算定方法の詳細

組合せ係数法による最大接地圧は、水平方向の地震応答解析による最大転倒モーメント及び鉛直方向の地震応答解析による最大応答軸力に 0.4（組合せ係数）を乗じた鉛直力、又は水平方向の地震応答解析による最大転倒モーメントに 0.4（組合せ係数）を乗じた転倒モーメント及び鉛直方向の地震応答解析による最大応答軸力から算定している。

これに対して、時刻歴和による最大接地圧は、水平方向の地震応答解析による時刻歴転倒モーメント及び鉛直方向の地震応答解析による時刻歴応答軸力から時刻毎に算定した接地圧の最大値とする。

第 2.1-1 図に地盤及び基礎スラブの組合せ係数法の適用性確認フローを示す。

(2) 確認方法の詳細

a. 地盤

検討においては基本ケースにおいて地震動ごと個別に組合せ係数法を適用して算出した最大接地圧（①）、時刻歴和による最大接地圧（②）による両者の比（①／②）が 1.00 を下回らないことで同等又は保守的であることを確認する。

同等又は保守的といえない場合には接地圧の割増を考慮した影響検討を実施する。接地圧の割増を考慮した影響検討では、各計算書に示す組合せ係数法を適用し、地盤物性のばらつきが考慮されている最大接地圧に時刻歴和による接地圧に基づく割増係数を乗じた接地圧が許容限界を超えないことを確認する。なお、割増係数については基本ケースから求めた①／②の逆数とする。

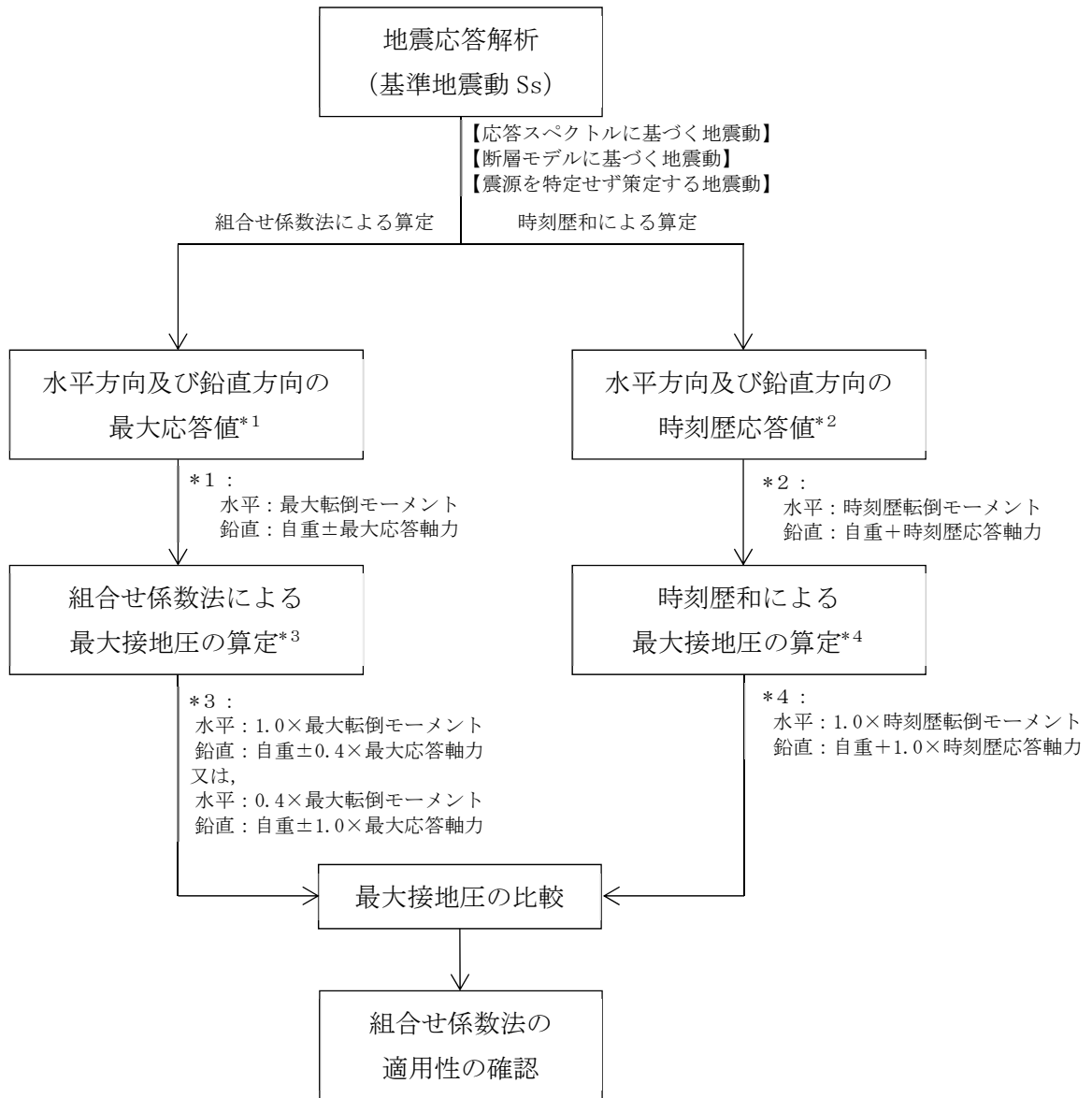
b. 基礎スラブ

検討においては基本ケースにおいて地震動ごと個別に組合せ係数法を適用して算出した最大接地圧（①）、時刻歴和による最大接地圧（②）による両者の比（①／②）が 1.00 を下回らないことで同等又は保守的であることを確認する。

地震動ごと個別に組合せ係数法を適用して算出した接地圧が同等又は保守的といえない場合には、次に基本ケースにおいて基準地震動 S_s による地震力を包絡し組合せ係数法を適用して算出した接地圧（③）、時刻歴和による最大接地圧（②）による両者の比（③／②）が 1.00 を下回らないことで同等又は保守的であることを確認する。

基準地震動 S_s による地震力を包絡し組合せ係数法を適用して算出した接地圧が同等又は保守的といえない場合には接地圧の割増を考慮した検討を実施する。接地圧の割増を考慮した検討では、各計算書に示す基準地震動 S_s による地震力を包絡した組合せ係数法を適用し、

地盤物性のばらつきが考慮されている接地圧に、時刻歴和による接地圧に基づく割増係数を乗じた接地圧が許容限界を超えないことを確認する。なお、割増係数については基本ケースから求めた③／②の逆数とする。



第 2.1-1 図 地盤及び基礎スラブの組合せ係数法の適用性確認フロー

2.2 上部構造物の検討

ここでは、第 1.2-2 図に示す検討フローにおける組合せ係数法による評価値と時刻歴和による評価値の算定方法の詳細、軸応力度が同等又は保守的とする確認方法及び同等又は保守的といえない場合の上部構造への影響検討での確認方法の詳細を示す。

(1) 軸応力度の算定詳細

組合せ係数法による上部構造物の軸応力度は、水平方向の地震応答解析による最大応答曲げモーメントにより生じる軸応力度及び鉛直方向の地震応答解析による最大応答軸力に 0.4（組合せ係数）を乗じた軸応力度、又は水平方向の地震応答解析による最大曲げモーメントにより生じる軸応力度に 0.4（組合せ係数）を乗じた鉛直力及び鉛直方向の地震応答解析による最大応答軸力から算定している。

これに対して、時刻歴和による応答軸応力度の最大値は、選定した地震波を用い、時刻毎に水平方向の地震応答解析による時刻歴応答曲げモーメントによる軸応力度と鉛直方向の地震応答解析による時刻歴和による応答軸応力度の和を算定し、軸応力度の最大値とする。

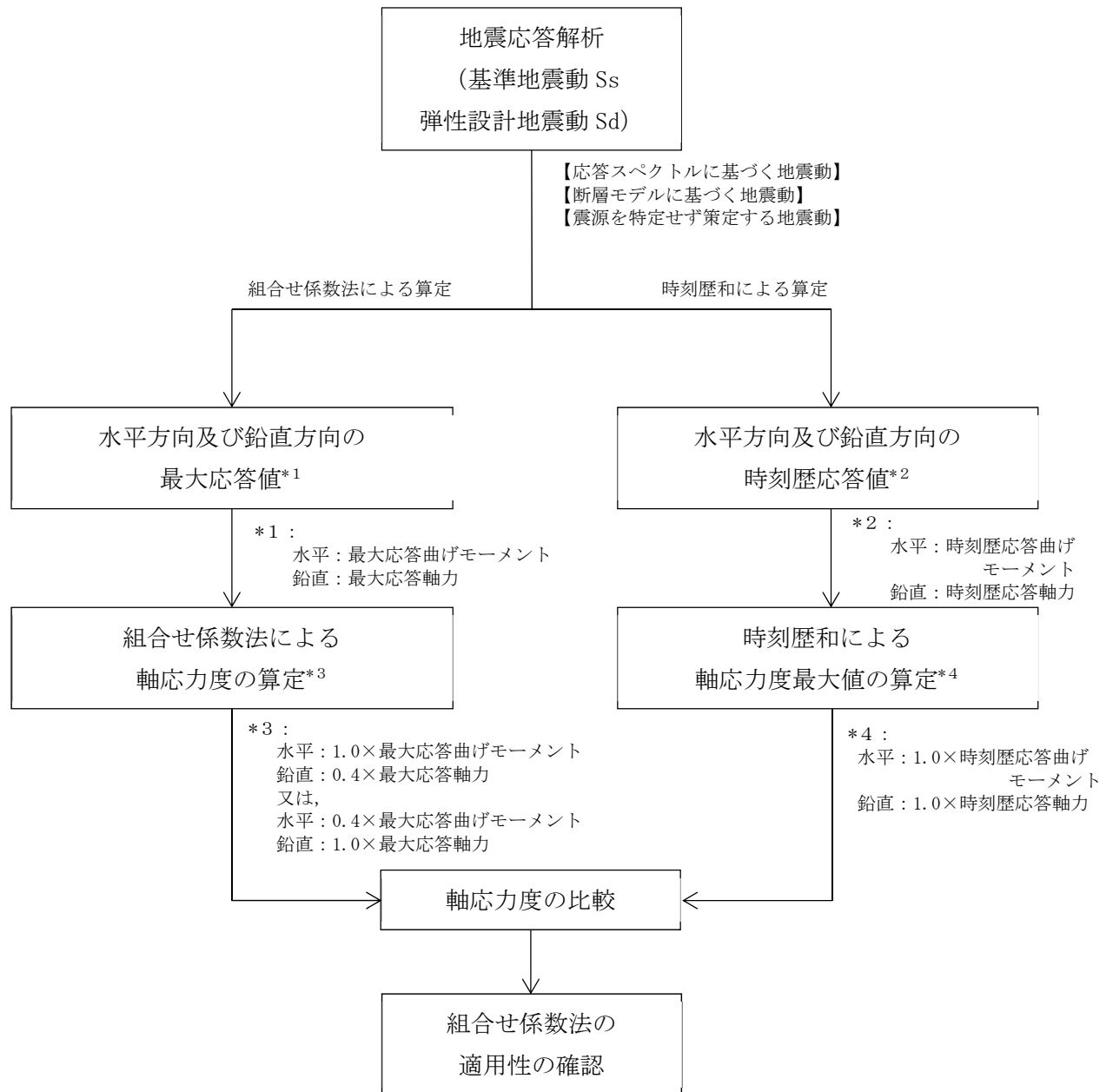
第 2.2-1 図に上部構造物の組合せ係数法の適用性確認フローを示す。

(2) 確認方法詳細

検討においては基本ケースにおいて地震動ごと個別に組合せ係数法を適用して算出した最大応答軸応力度 (①)、時刻歴和による最大応答軸応力度 (②) による両者の比 (①/②) が 1.00 を下回らないことで同等又は保守的であることを確認する。

地震動ごと個別に組合せ係数法を適用して算出した最大応答軸応力度が同等又は保守的といえない場合には、次に基本ケースにおいて弾性設計用地震動 S_d 又は基準地震動 S_s による地震力を包絡し組合せ係数法を適用して算出した軸応力度 (③)、時刻歴和による最大応答軸応力度 (②) による両者の比 (③/②) が 1.00 を下回らないことで同等又は保守的であることを確認する。

弾性設計用地震動 S_d 又は基準地震動 S_s による地震力を包絡し組合せ係数法を適用して算出した軸応力度が同等又は保守的といえない場合には設計における検定比の割増を考慮した検討を実施する。設計における検定比の割増を考慮した検討では、各計算書に示す弾性設計用地震動 S_d 又は基準地震動 S_s による地震力を包絡した組合せ係数法を適用し、地盤物性のばらつきが考慮されている最大検定比に時刻歴和による軸応力度に基づく割増係数を乗じた検定比が許容限界を超えないことを確認する。なお、割増係数については基本ケースから求めた③/②の逆数とする。



第 2. 2-1 図 上部構造物の組合せ係数法の適用性確認フロー

3. 検討結果

各建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用性についての検討結果の概要を第3-1表に示す。（検討結果の詳細は別紙を参照）

建物・構築物の耐震評価において、組合せ係数法を適用して算定した接地圧及び軸応力度は、時刻歴和による接地圧及び軸応力度の最大値に比べて保守的な値となっていること及び時刻歴和による評価値が組合せ係数法を適用した評価値を超える場合は、時刻歴和による評価値に基づく割増係数を考慮した検定比が許容限界を超えないことを確認した。

以上より、評価対象部位の評価結果に与える時刻歴和による影響がないことから、組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認した。

第 3-1 表 組合せ係数法の適用性についての検討結果

施設区分	建物・構築物名称		影響評価結果*1*2		
			地盤	基礎スラブ	上部構造物
加工施設	燃料加工建屋	PA	影響なし	影響なし	影響なし (0.889)
再処理施設	第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟	KB(E)	ハッチング部の適用性確認結果に ついては、後次回申請時に示す。		
再処理施設	第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟	KB(W)			
再処理施設	燃料油貯蔵タンク基礎	GAT基			
廃棄物管理施設	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	EB2			

*1：「組合せ係数法による算定値/時刻歴和による算定値」が1.00を下回らない場合、又は「組合せ係数法による算定値/時刻歴和による算定値」が1.00を下回る場合でも割増係数を考慮した検定比が1.00を超えない場合は、「影響なし」と表記する。

*2：各計算書に示す応力解析結果の検定比に「組合せ係数法による算定値/時刻歴和による算定値」から算定した割増係数を乗じた時の値を示す。

別紙 1

建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の
適用性について（燃料加工建屋）

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. 地盤及び基礎スラブの検討	別紙 1-2
2.1 地震波の選定	別紙 1-2
2.2 地盤及び基礎スラブの検討結果	別紙 1-3
3. 上部構造物の検討	別紙 1-6
3.1 地震波の選定	別紙 1-6
3.2 上部構造物の検討結果	別紙 1-8
4. まとめ	別紙 1-13

付録 時刻歴和による評価値

1. 概要

本資料は、燃料加工建屋の耐震評価における組合せ係数法の適用性についての検討結果を示すものである。

燃料加工建屋の計算書において耐震評価結果を示す部位としては、耐震壁、地盤（接地圧）、基礎スラブ、重要区域の壁及び床がある。このうち、耐震評価において組合せ係数法を適用して耐震評価を行っている、地盤（接地圧）、基礎スラブ、重要区域の壁について、検討を実施する。

2. 地盤及び基礎スラブの検討

2.1 地震波の選定

添付書類「Ⅲ-3-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答解析」に基づき、燃料加工建屋の基準地震動 S_s による地震応答解析結果のうち、基本ケースの最大接地圧の評価結果を第 2.1-1 表に示す。第 2.1-1 表より、応答スペクトルに基づく地震動としては基準地震動 S_s -A、断層モデルに基づく地震動のうち最大接地圧が最も大きくなる基準地震動 S_s -B2 (NS 方向)、 S_s -B1 (EW 方向)、 S_s -B5 (EW 方向)、震源を特定せず策定する地震動のうち最大接地圧が最も大きくなる基準地震動 S_s -C1、計 4 波に対して組合せ係数法の適用性の確認を実施する。

第 2.1-1 表 燃料加工建屋の基準地震動 S_s による最大接地圧

基準地震動 S_s		最大接地圧 (kN/m ²)	
		NS 方向	EW 方向
応答スペクトルに基づく地震動	S_s -A	<u>1023</u>	<u>1034</u>
断層モデルに基づく地震動	S_s -B1	861	<u>986</u>
断層モデルに基づく地震動	S_s -B2	<u>973</u>	949
断層モデルに基づく地震動	S_s -B3	945	923
断層モデルに基づく地震動	S_s -B4	898	854
断層モデルに基づく地震動	S_s -B5	909	<u>986</u>
震源を特定せず策定する地震動	S_s -C1	<u>1172</u>	<u>1189</u>
震源を特定せず策定する地震動	S_s -C2 (NS)	802	797
震源を特定せず策定する地震動	S_s -C2 (EW)	761	759
震源を特定せず策定する地震動	S_s -C3 (NS)	872	873
震源を特定せず策定する地震動	S_s -C3 (EW)	896	893

注：下線部は、応答スペクトルに基づく地震動、断層モデルに基づく地震動、震源を特定せず策定する地震動で、それぞれ最大接地圧が最も大きくなる数値を示す

2.2 地盤及び基礎スラブの検討結果

(1) 地盤

基本ケースにおいて地震動ごと個別に組合せ係数法を適用して算出した最大接地圧(①)、時刻歴和による最大接地圧(②)及び両者の比(①/②)を第2.2-1表に示す。なお、参考として時刻歴和による最大接地圧の算定詳細を、付録「時刻歴和による評価値」に示す。

地震動ごと個別に組合せ係数法を適用した最大接地圧は、時刻歴和による最大接地圧と比べて小さい値(最小でSs-C1の最大接地圧比(①/②)がNS方向で0.96)となっている場合があるため、時刻歴和による最大接地圧が接地圧評価へ及ぼす影響検討を行う。

接地圧評価への影響検討結果を第2.2-2表に示す。なお、第2.2-2表の影響検討結果については、耐震計算書に示す組合せ係数法を適用し、地盤物性のばらつきが考慮されている最大接地圧に①/②の逆数である割増係数を乗じることで算出した。

計算書に示す組合せ係数法を適用し、地盤物性のばらつきが考慮されている最大接地圧に時刻歴和による接地圧に基づく割増係数を乗じた接地圧が許容限界を超えないことから、時刻歴和による最大接地圧を用いた場合でも、許容限界に対して十分な余裕を有することを確認した。

(2) 基礎スラブ

基本ケースにおいて地震動ごと個別に組合せ係数法を適用して算出した最大接地圧(①)、時刻歴和による接地圧の最大値(②)との比(①/②)を示した第2.2-1表より、接地圧の最大値の比(①/②)が1.00を下回るケースがあることから、基本ケースにおいて基準地震動Ssによる地震力を包絡し組合せ係数法を適用して算出した接地圧(③)が時刻歴和による接地圧の最大値(②)と同等又は保守的であることを確認する。

基準地震動Ssによる地震力を包絡し組合せ係数法を適用して算出した接地圧(③)、時刻歴和による接地圧の最大値(②)及び両者の比(③/②)を第2.2-3表に示す。

基準地震動Ssによる地震力を包絡し組合せ係数法を適用して算出した接地圧は、時刻歴和による接地圧の最大値との比である③/②が1.00を下回らないことから保守的な値となっていることを確認した。

第 2.2-1 表 最大接地圧の比較*1*2

(a) NS 方向

地震動	①組合せ係数法による 最大接地圧 (kN/m ²)	②時刻歴接地圧の 最大値 (kN/m ²)	最大接地圧比*3 ①/②
Ss-A	1023	994	1.02
Ss-B2(NS)	973	932	1.04
Ss-C1	1172	1211	0.96

(b) EW 方向

地震動	①組合せ係数法による 最大接地圧 (kN/m ²)	②時刻歴接地圧の 最大値 (kN/m ²)	最大接地圧比*3 ①/②
Ss-A	1034	1007	1.02
Ss-B1(EW)	986	924	1.06
Ss-B5(EW)	986	973	1.01
Ss-C1	1189	1220	0.97

*1：基本ケースの結果

*2：①組合せ係数法による最大接地圧は水平方向に $1.0 \times$ 最大転倒モーメント、鉛直方向に自重 $\pm 0.4 \times$ 最大応答軸力を考慮したケース

*3：小数第 3 位を保守的に切捨て

第 2.2-2 表 接地圧への影響検討

	基準地震動 Ss
(1) 最大接地圧の比の最小値 (組合せ係数法による最大接地圧 /時刻歴接地圧の最大値)	0.96
(2) 割増係数*1 (= 1 / (1))	1.05
(3) 地盤物性のばらつきを考慮し た最大接地圧	1399
影響検討結果*2 ((2) × (3))	1469
許容限界 (kN/m ²)	33800

*1：小数第 3 位を保守的に切り上げ

*2：小数第 1 位を保守的に切り上げ

第 2.2-3 表 最大接地圧の比較*1*2

(a) NS 方向

③包絡	②時刻歴接地圧の 最大値 (kN/m ²)	最大接地圧比*3 ③/②
1215	994 (Ss-A)	1.22
1215	932 (Ss-B2(NS))	1.30
1215	1211 (Ss-C1)	1.00

(b) EW 方向

③包絡	②時刻歴接地圧の 最大値 (kN/m ²)	最大接地圧比*3 ③/②
1329	1007 (Ss-A)	1.31
1329	924 (Ss-B1(EW))	1.43
1329	973 (Ss-B5(EW))	1.36
1329	1220 (Ss-C1)	1.08

*1：基本ケースの結果

*2：③組合せ係数法による最大接地圧は水平方向に $1.0 \times$ 最大転倒モーメント (NS 方向：Ss-C1, EW 方向：Ss-C1)，鉛直方向に自重 $\pm 0.4 \times$ 最大応答軸力 (Ss-B3) を考慮したケース

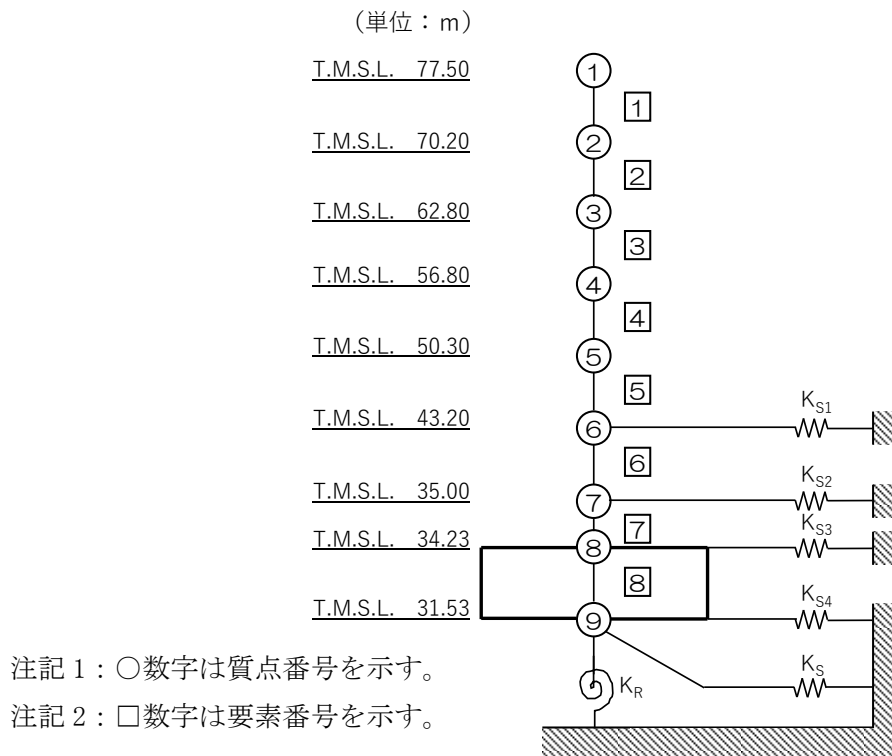
*3：小数第 3 位を保守的に切捨て

3. 上部構造物の検討

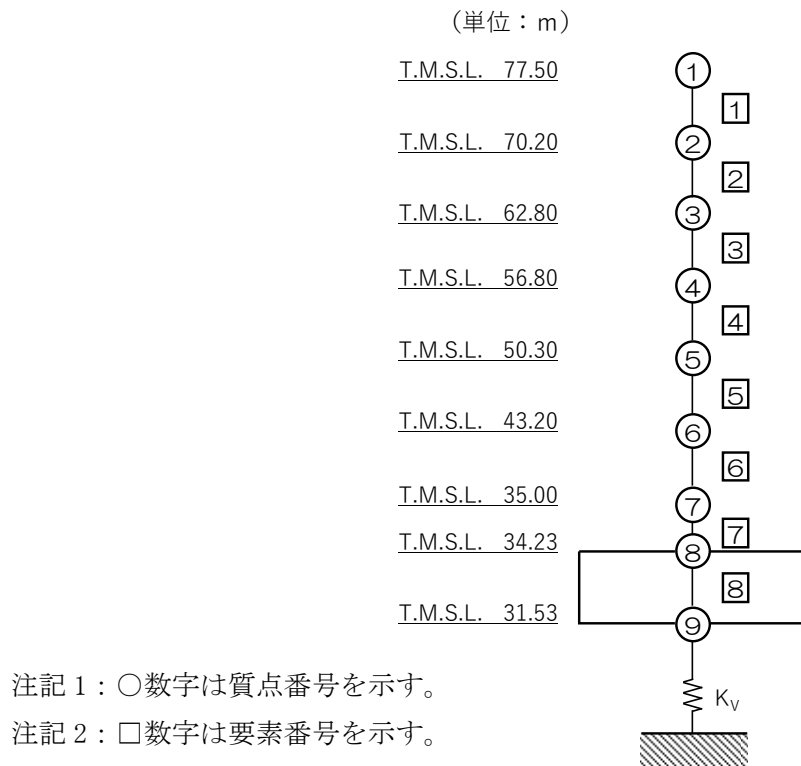
3.1 地震波の選定

添付書類「Ⅲ-3-1-1-2 燃料加工建屋の耐震計算書」に示す重要区域の壁の地震時の応力解析による評価に合わせて、弾性設計用地震動 Sd の中で応答値（応答変位，応答加速度，応答せん断力，応答曲げモーメント，応答軸力）のいずれかが最大となる地震動に対して実施することとし，応答スペクトルに基づく地震動としては Sd-A，断層モデルに基づく地震動としては Sd-B1，Sd-B3，震源を特定せず策定する地震動としては Sd-C1，計 3 波に対して組合せ係数法の適用性確認を実施する。

燃料加工建屋の地震応答解析モデルを第 3.1-1 図，第 3.1-2 図にそれぞれ示す。



第 3.1-1 図 地震応答解析モデル（水平方向）



第 3.1-2 図 地震応答解析モデル（鉛直方向）

3.2 上部構造物の検討結果

基本ケースにおいて地震動ごと個別に組合せ係数法を適用して算出した最大軸応力度(①)、時刻歴和による軸応力度の最大値(②)及び軸応力度の最大値の比(①/②)を第3.2-1表及び第3.2-2表に示す。なお、参考として時刻歴和による最大軸応力度の算定詳細を、付録「時刻歴和による評価値」に示す。

軸応力度の最大値の比(①/②)が1.00を下回るケースがあることから、それらのケースについて、基本ケースで弾性設計用地震動Sdによる地震力を包絡し組合せ係数法を適用して算出した軸応力度(③)が時刻歴和による軸応力度の最大値(②)と同等又は保守的であることを確認する。

弾性設計用地震動Sdによる地震力を包絡し組合せ係数法を適用して算出した軸応力度(③)、時刻歴和による軸応力度(②)及び軸応力度の最大値の比(③/②)を第3.2-3表及び第3.2-4表に示す。

弾性設計用地震動Sdによる地震力を包絡し組合せ係数法を適用して算出した軸応力度は、時刻歴和による軸応力度と比べて小さい値(最小で部材番号5における軸応力度の最大値の比(③/②)がNS方向で0.95)となっている場合があるため、時刻歴和による軸応力度が上部構造物へ及ぼす影響検討を行う。

上部構造物の評価への影響検討結果を第3.2-5表に示す。なお、第3.2-5表の影響検討結果については、耐震計算書に示す弾性設計用地震動Sdによる地震力を包絡した組合せ係数法を適用し、地盤物性のばらつきが考慮されている最大検定比に③/②の逆数である割増係数を乗じることで算出した。なお、割増係数の算定に用いる③/②については最小値である0.95とする。

計算書に示す弾性設計用地震動Sdによる地震力を包絡した組合せ係数法を適用し、地盤物性のばらつきが考慮されている最大検定比に時刻歴和による軸応力度に基づく割増係数を乗じた検定比が許容限界を超えないことから、時刻歴和による軸応力度を用いた場合でも、許容限界に対して十分な余裕を有することを確認した。

第 3.2-1 表 最大軸応力度の比較 (NS 方向) *1

(a) Sd-A

部材 番号	組合せ係数法における 最大軸応力度 (kN/m ²)	②時刻歴軸応力度の 最大値 (kN/m ²)	軸応力度の最大値の比*3 (①/②)
	①Sd-A		
5	2110*2	2084	1.01
6	2770*2	2663	1.04

(b) Sd-B1

部材 番号	組合せ係数法における 最大軸応力度 (kN/m ²)	②時刻歴軸応力度の 最大値 (kN/m ²)	軸応力度の最大値の比*3 (①/②)
	①Sd-B1		
5	1430*2	1427	1.00
6	1731*2	1729	1.00

(c) Sd-B3

部材 番号	組合せ係数法における 最大軸応力度 (kN/m ²)	②時刻歴軸応力度の 最大値 (kN/m ²)	軸応力度の最大値の比*3 (①/②)
	①Sd-B3		
5	1515*2	1464	1.03
6	1992*2	1906	1.04

(d) Sd-C1

部材 番号	組合せ係数法における 最大軸応力度 (kN/m ²)	②時刻歴軸応力度の 最大値 (kN/m ²)	軸応力度の最大値の比*3 (①/②)
	①Sd-C1		
5	2339*2	2468	0.94
6	3204*2	3316	0.96

*1 : 基本ケースの結果

*2 : 水平方向に 1.0×最大応答曲げモーメント, 鉛直方向に 0.4×最大応答軸力を考慮したケース

*3 : 小数第 3 位を保守的に切捨て

第 3. 2-2 表 最大軸応力度の比較 (EW 方向) *1

(a) Sd-A

部材 番号	組合せ係数法における 最大軸応力度 (kN/m ²)	②時刻歴軸応力度の 最大値 (kN/m ²)	軸応力度の最大値の比*3 (①/②)
	①Sd-A		
5	1918*2	1919	0.99
6	2391*2	2284	1.04

(b) Sd-B1

部材 番号	組合せ係数法における 最大軸応力度 (kN/m ²)	②時刻歴軸応力度の 最大値 (kN/m ²)	軸応力度の最大値の比*3 (①/②)
	①Sd-B1		
5	1781*2	1831	0.97
6	2099*2	2092	1.00

(c) Sd-B3

部材 番号	組合せ係数法における 最大軸応力度 (kN/m ²)	②時刻歴軸応力度の 最大値 (kN/m ²)	軸応力度の最大値の比*3 (①/②)
	①Sd-B3		
5	1531*2	1467	1.04
6	1827*2	1759	1.03

(d) Sd-C1

部材 番号	組合せ係数法における 最大軸応力度 (kN/m ²)	②時刻歴軸応力度の 最大値 (kN/m ²)	軸応力度の最大値の比*3 (①/②)
	①Sd-C1		
5	2151*2	2257	0.95
6	2787*2	2886	0.96

*1：基本ケースの結果

*2：水平方向に 1.0×最大応答曲げモーメント，鉛直方向に 0.4×最大応答軸力を考慮したケース

*3：小数第 3 位を保守的に切捨て

第 3.2-3 表 最大軸応力度の比較 (NS 方向) *1

(a) Sd-C1

部材 番号	組合せ係数法における 最大軸応力度 (kN/m ²)	②時刻歴軸応力度の 最大値 (kN/m ²)	軸応力度の最大値の比*3 (③/②)
	③Sd 包絡波		
5	2366*2	2468	0.95
6	3236*2	3316	0.97

*1: 基本ケースの結果

*2: 水平方向に 1.0×最大応答曲げモーメント (Sd-C1), 鉛直方向に 0.4×最大応答軸力 (Sd-A) を考慮したケース

*3: 小数第 3 位を保守的に切捨て

第 3.2-4 表 最大軸応力度の比較 (EW 方向) *1

(a) Sd-A

部材 番号	組合せ係数法における 最大軸応力度 (kN/m ²)	②時刻歴軸応力度の 最大値 (kN/m ²)	軸応力度の最大値の比*3 (③/②)
	③Sd 包絡波		
5	2178*2	1919	1.13
6	2818*2	2284	1.23

(b) Sd-B1

部材 番号	組合せ係数法における最 大軸応力度 (kN/m ²)	②時刻歴軸応力度の 最大値 (kN/m ²)	軸応力度の最大値の比*3 (③/②)
	③Sd 包絡波		
5	2178*2	1831	1.18
6	2818*2	2092	1.34

(c) Sd-C1

部材 番号	組合せ係数法における 最大軸応力度 (kN/m ²)	②時刻歴軸応力度の 最大値 (kN/m ²)	軸応力度の最大値の比*3 (③/②)
	③Sd 包絡波		
5	2178*2	2257	0.96
6	2818*2	2886	0.97

*1: 基本ケースの結果

*2: 水平方向に 1.0×最大応答曲げモーメント (Sd-C1), 鉛直方向に 0.4×最大応答軸力 (Sd-A) を考慮したケース

*3: 小数第 3 位を保守的に切捨て

第 3.2-5 表 重要区域の壁の評価結果*1

方向	部位	評価 鉄筋	解析結果		許容値		①検定比*2	②割増係数*3	①×② 検定比*4	判定
	標高 T. M. S. L. (m)		$s\sigma_t$ (N/mm ²)	$s\sigma_s$ (N/mm ²)	f_t (N/mm ²)	$s f_t$ (N/mm ²)				
NS	43.20~35.00	鉛直	112.6	176.4	345	345	0.838	1/0.95=1.06	0.889	OK
EW	43.20~35.00	鉛直	94.2	188.7	345	345	0.820	1/0.95=1.06	0.870	OK

注記1：表中の記号は以下とする。

$s\sigma_t$ ：軸力及び曲げモーメントにより生じる鉄筋引張応力度

$s\sigma_s$ ：せん断力により生じる鉄筋引張応力度

f_t ：鉄筋の短期許容引張応力度

$s f_t$ ：鉄筋のせん断補強用短期許容引張応力度

注記2：検定比= $s\sigma_t/f_t+s\sigma_s/s f_t$

*1：地盤物性のばらつきを考慮した結果

*2：小数第4位を保守的に切上げ

*3：軸応力度の最大値の比の最小値の逆数，小数第3位を保守的に切り上げ

*4：小数第4位を保守的に切上げ

4. まとめ

燃料加工建屋の耐震評価において、基礎スラブについては組合せ係数法を適用して算出した接地圧は時刻歴和による接地圧の最大値に比べて保守的な値となっていること、地盤については時刻歴和による最大接地圧を用いた場合でも許容限界に対して十分な余裕を有すること、上部構造物については時刻歴和による軸応力度を用いた場合でも許容限界に対して十分な余裕を有することを確認した。

以上のことから、燃料加工建屋の評価対象部位について、組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認した。

付録

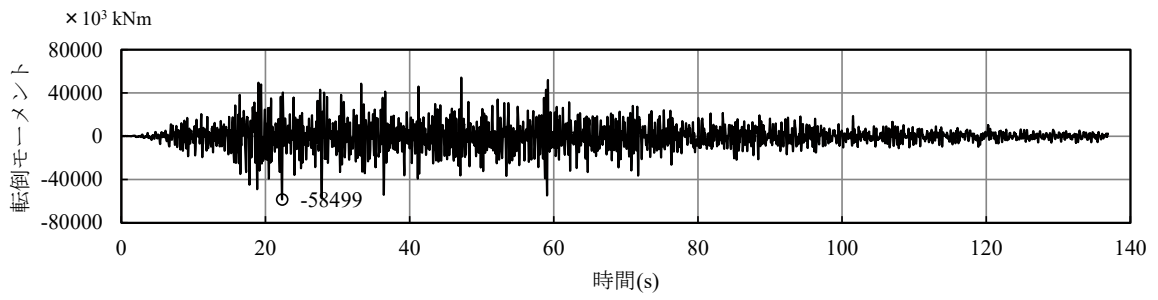
時刻歴和による評価値

目 次

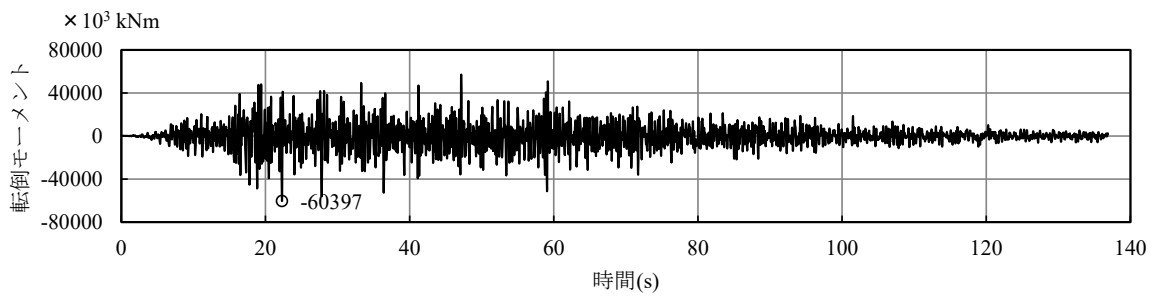
1. 時刻歴接地圧の算定	1
2. 時刻歴軸応力度の算定.....	10

1. 時刻歴接地圧の算定

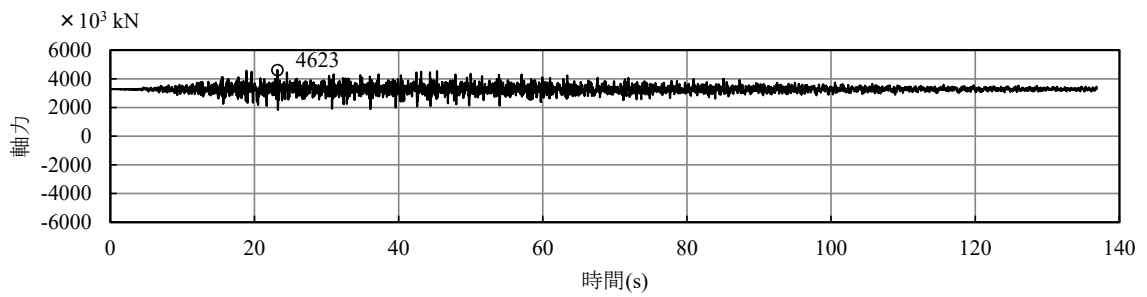
基準地震動 Ss-A, Ss-B1, Ss-B2, Ss-B5 及び Ss-C1 に対する時刻歴接地圧の算定に用いる時刻歴転倒モーメント及び自重+時刻歴応答軸力を第 1.-1 図～第 1.-5 図に示す。ここで、応答スペクトルに基づく地震動 Ss-A では自重±時刻歴応答軸力とする。また、時刻歴接地圧の算定結果を第 1.-6 図～第 1.-8 図に示す。一部、時刻歴和による最大接地圧が地震動ごと個別に組合せ係数法を適用して算出した最大接地圧を上回っている場合もあるが、地盤については時刻歴和による最大接地圧を用いた場合でも許容限界に対して十分な余裕を有すること、基礎スラブについては基準地震動 Ss による地震力を包絡し組合せ係数法を適用して算出した接地圧が時刻歴和による接地圧の最大値に比べて保守的な値となっていることを、別紙にて確認した。



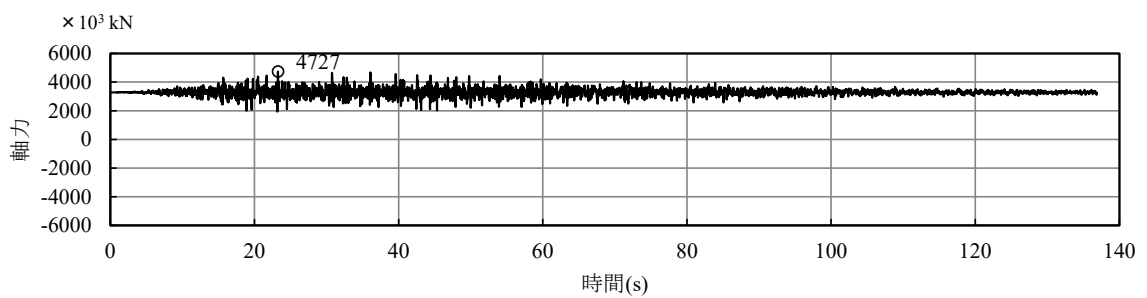
(a) 時刻歴転倒モーメント (NS 方向)



(b) 時刻歴転倒モーメント (EW 方向)

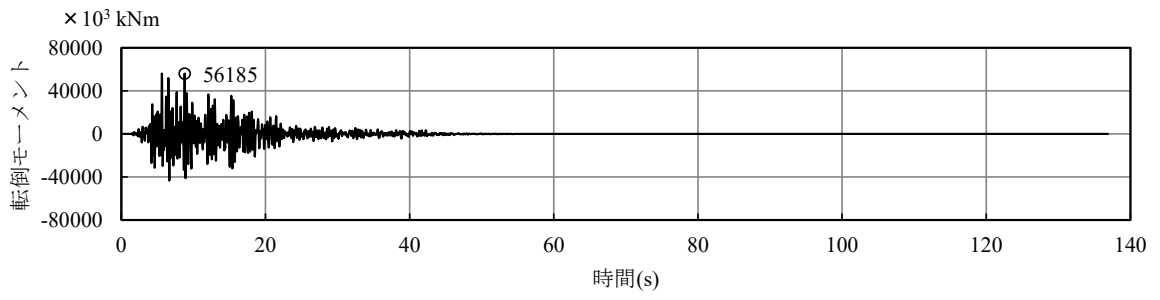


(c) 自重+時刻歴応答軸力

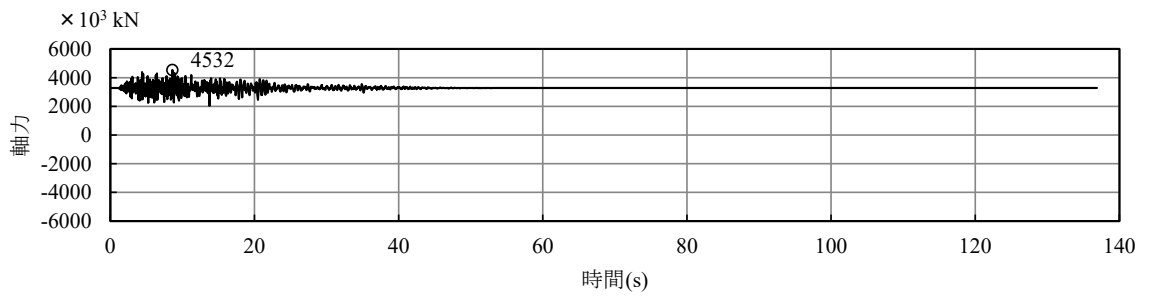


(d) 自重-時刻歴応答軸力

第 1. -1 図 時刻歴転倒モーメント及び自重+時刻歴応答軸力 (Ss-A)

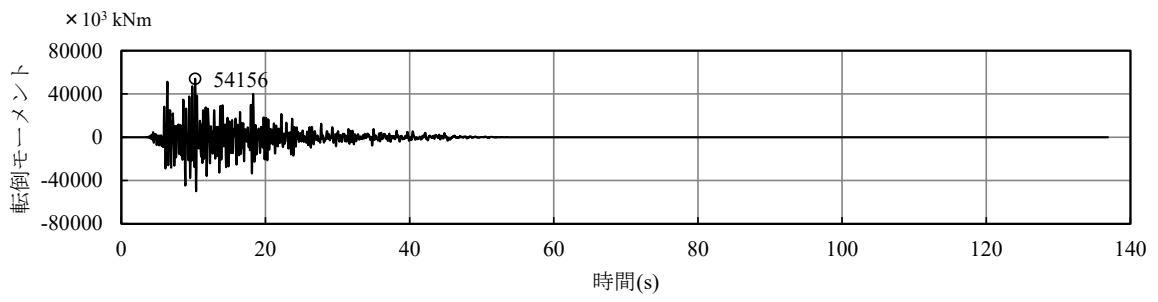


(a) 時刻歴転倒モーメント (EW 方向)

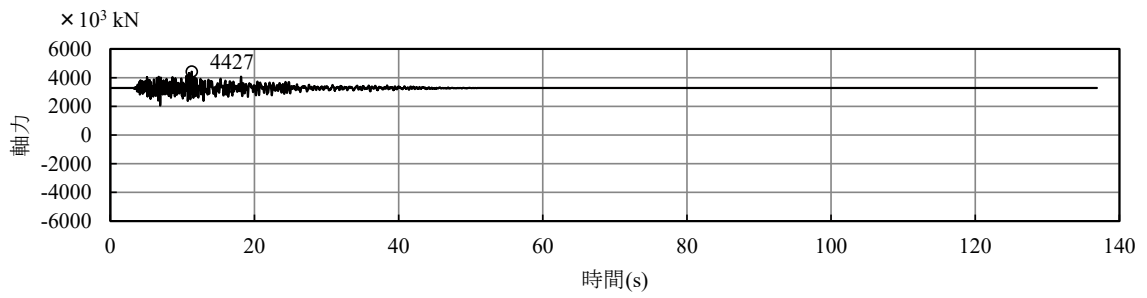


(b) 自重+時刻歴応答軸力

第 1.-2 図 時刻歴転倒モーメント及び自重+時刻歴応答軸力 (Ss-B1)

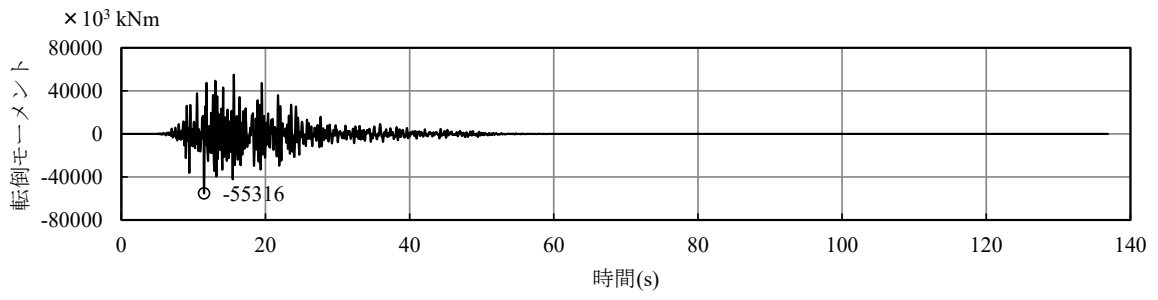


(a) 時刻歴転倒モーメント (NS 方向)

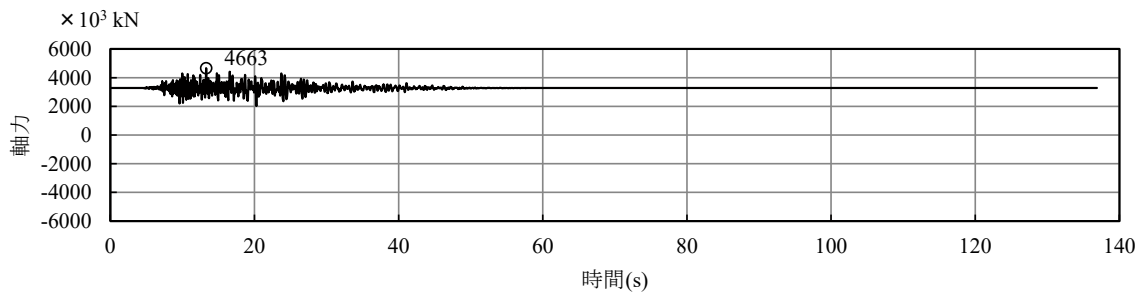


(b) 自重+時刻歴応答軸力

第 1.-3 図 時刻歴転倒モーメント及び自重+時刻歴応答軸力 (Ss-B2)

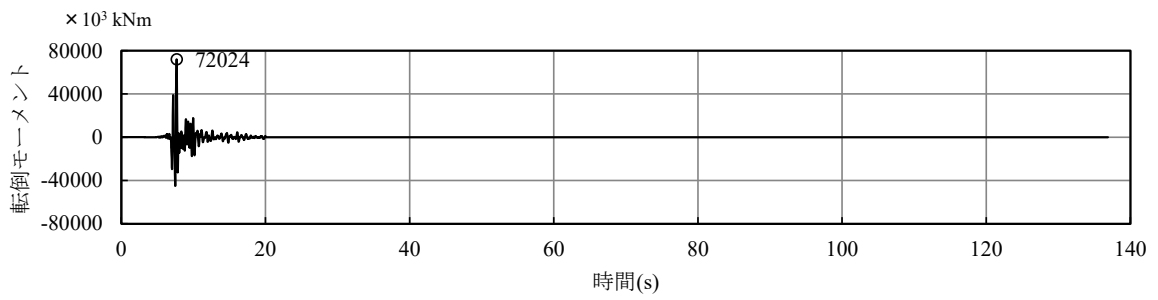


(a) 時刻歴転倒モーメント (EW 方向)

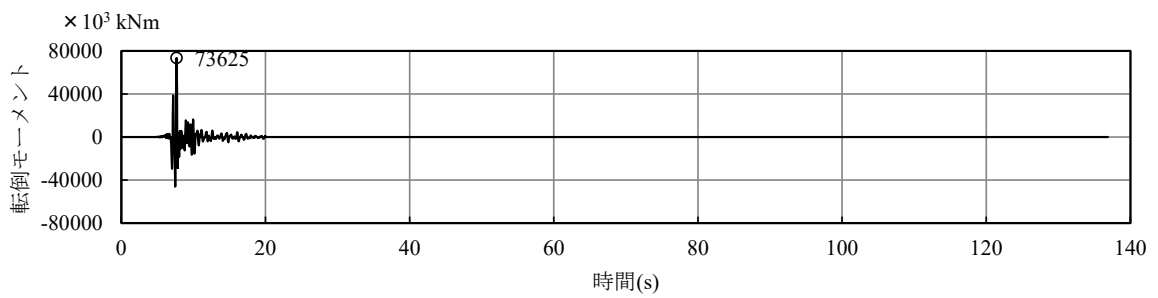


(b) 自重+時刻歴応答軸力

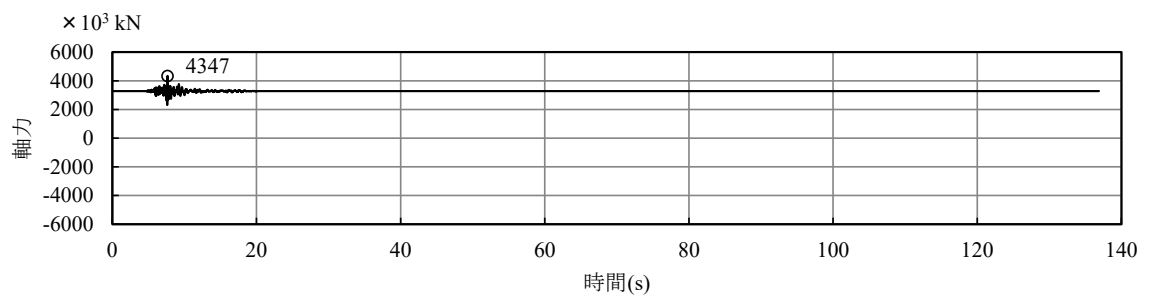
第 1.-4 図 時刻歴転倒モーメント及び自重+時刻歴応答軸力 (Ss-B5)



(a) 時刻歴転倒モーメント (NS 方向)

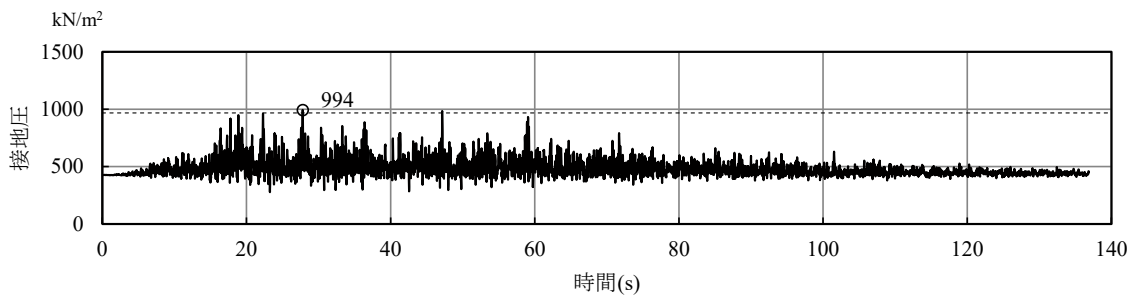


(b) 時刻歴転倒モーメント (EW 方向)

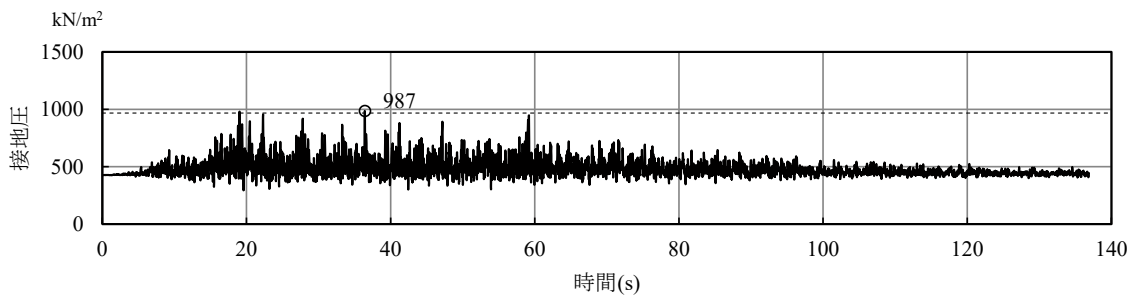


(c) 自重+時刻歴応答軸力

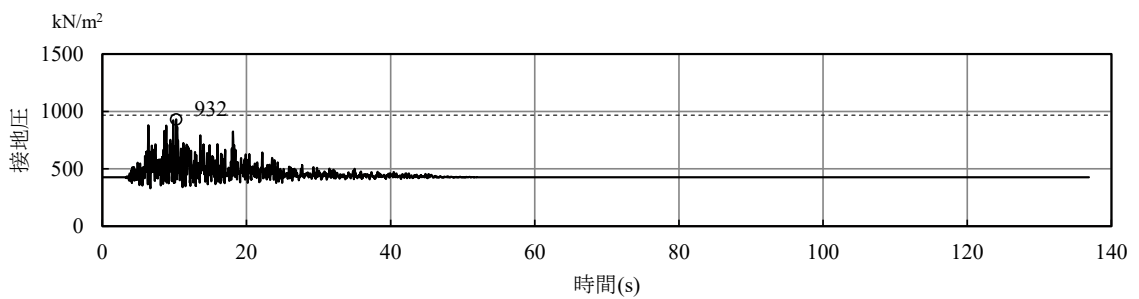
第 1.-5 図 時刻歴転倒モーメント及び自重+時刻歴応答軸力 (Ss-C1)



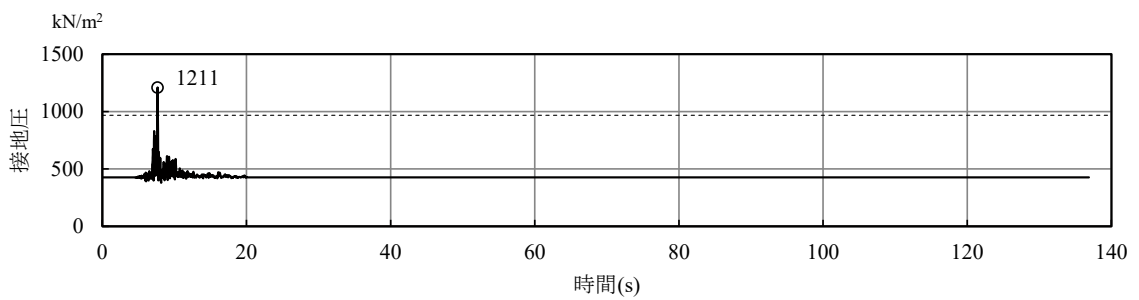
(a) 自重+NS 方向 (Ss-A) +鉛直方向 (Ss-A)



(b) 自重+NS 方向 (Ss-A) -鉛直方向 (Ss-A)



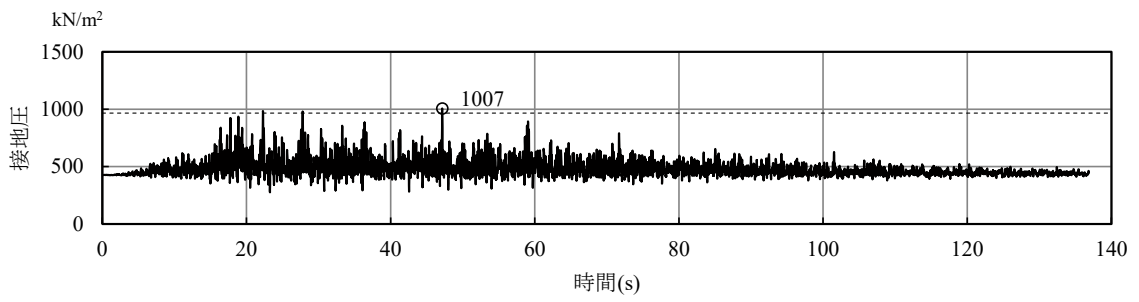
(c) 自重+NS 方向 (Ss-B2) +鉛直方向 (Ss-B2)



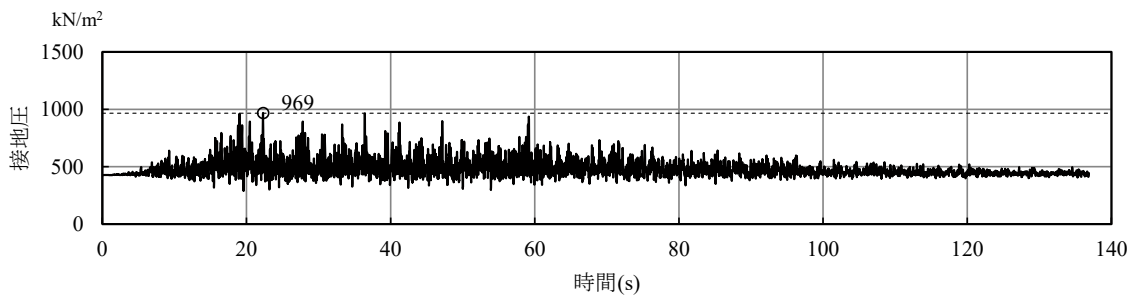
(d) 自重+NS 方向 (Ss-C1) +鉛直方向 (Ss-C1)

【参考】-----：組合せ係数法による最大接地圧

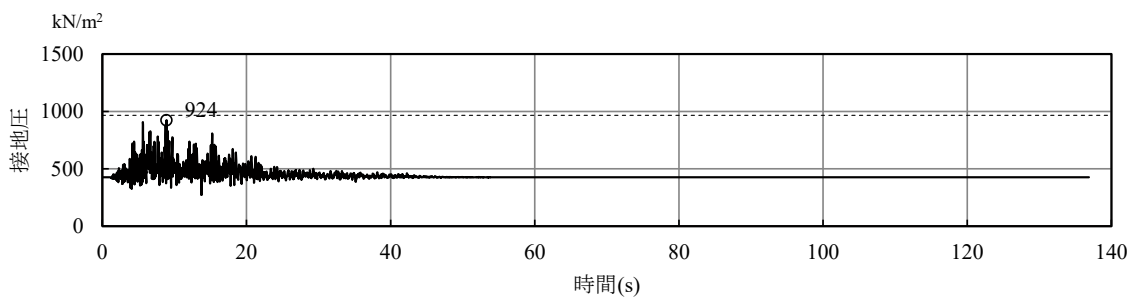
第 1.-6 図 時刻歴接地圧の算定結果 (NS 方向)



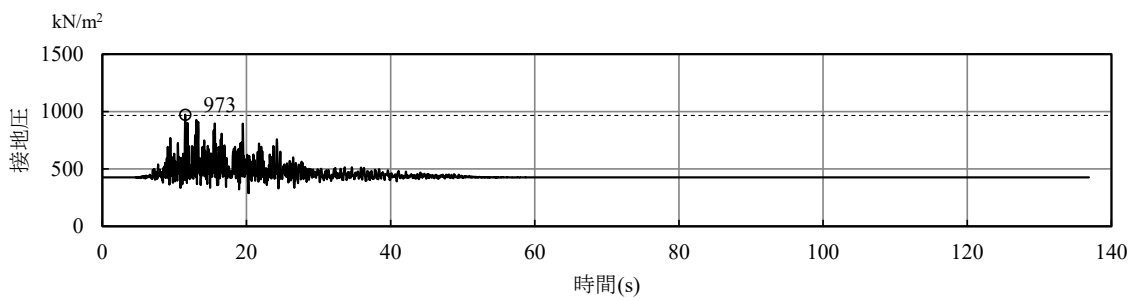
(a) 自重+EW 方向 (Ss-A) +鉛直方向 (Ss-A)



(b) 自重+EW 方向 (Ss-A) -鉛直方向 (Ss-A)



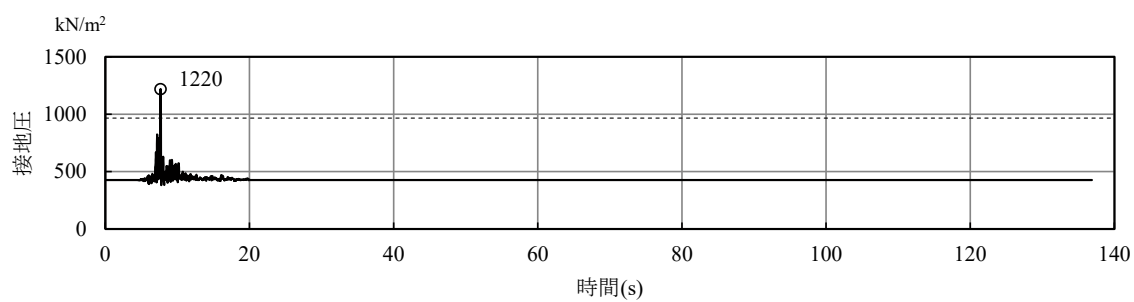
(c) 自重+EW 方向 (Ss-B1) +鉛直方向 (Ss-B1)



(d) 自重+EW 方向 (Ss-B5) +鉛直方向 (Ss-B5)

【参考】-----：組合せ係数法による最大接地圧

第 1.-7 図 時刻歴接地圧の算定結果 (EW 方向)



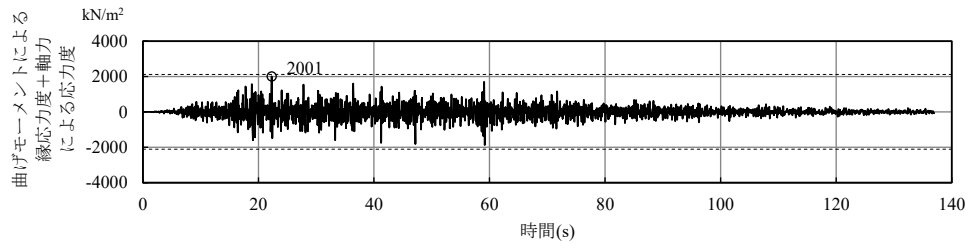
(e) 自重+EW方向 (Ss-C1) +鉛直方向 (Ss-C1)

【参考】 ----- : 組合せ係数法による最大接地圧

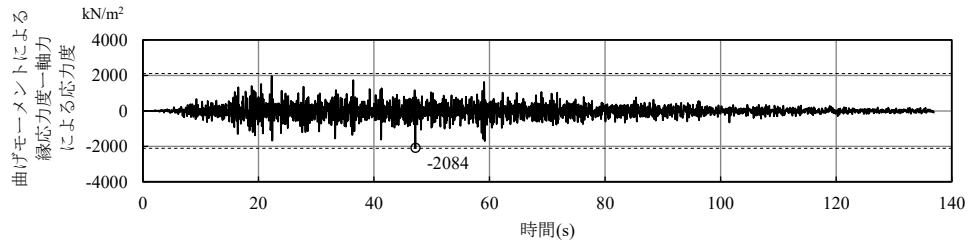
第 1.-8 図 時刻歴接地圧の算定結果 (EW 方向)

2. 時刻歴軸応力度の算定

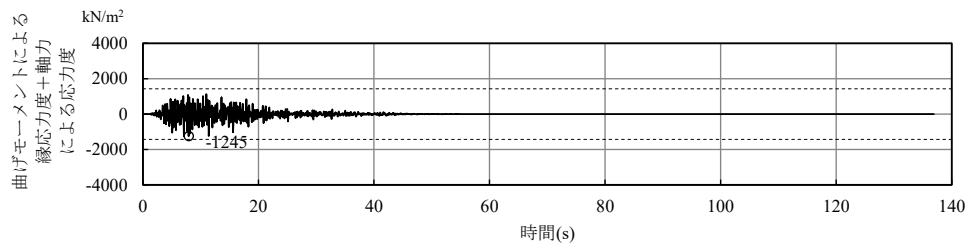
上部構造物について、弾性設計用地震動 Sd-A, Sd-B1, Sd-B3 及び Sd-C1 による時刻歴応答解析結果から算定した時刻歴軸応力度の算定結果を第 2. -1 図～第 2. -4 図に示す。ここで、応答スペクトルに基づく地震動 Sd-A では曲げモーメントによる縁応力度±軸力による応力度とする。一部、時刻歴和による最大軸応力度が地震動ごと個別に組合せ係数を適用して算出した最大軸応力度を上回っている場合もあるが、時刻歴和による軸応力度を用いた場合でも許容限界に対して十分な許容限界に対して十分な余裕を有することを、別紙にて確認した。



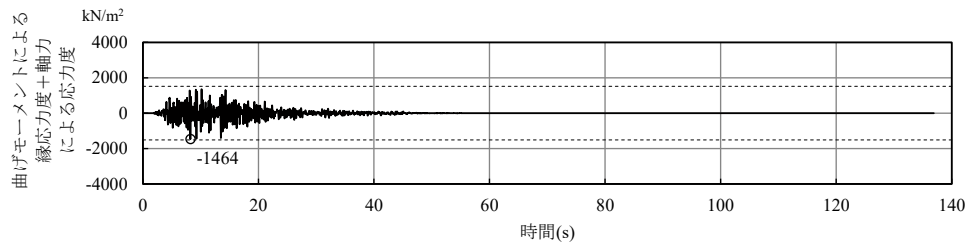
(a) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-A) +軸力による応力度 (Sd-A)



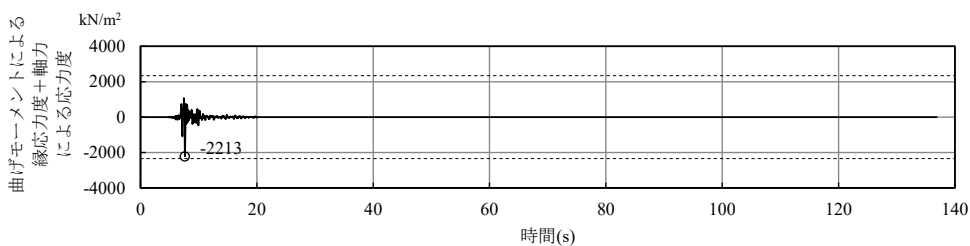
(b) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-A) -軸力による応力度 (Sd-A)



(c) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-B1) +軸力による応力度 (Sd-B1)



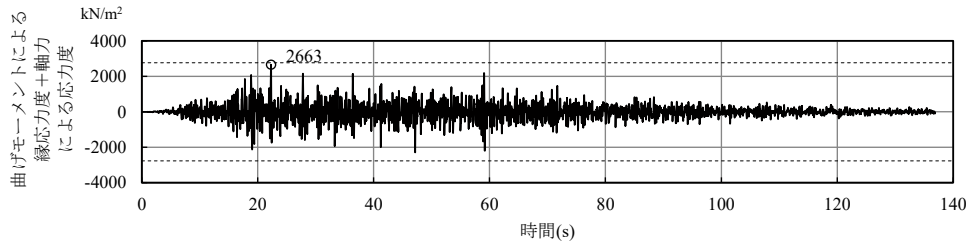
(d) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-B3) +軸力による応力度 (Sd-B3)



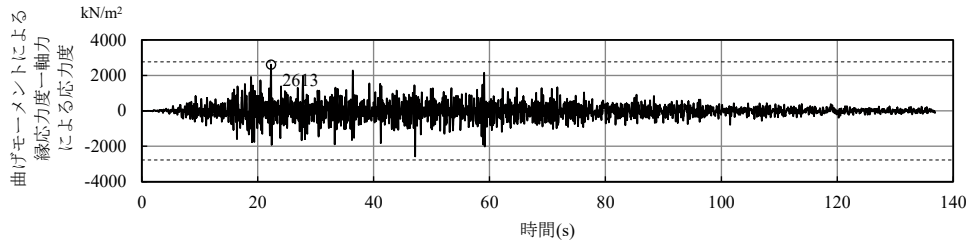
(e) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-C1) +軸力による応力度 (Sd-C1)

【参考】 ---- : 組合せ係数法による最大軸応力度

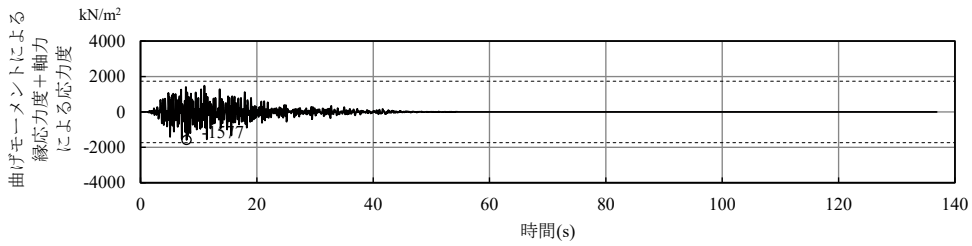
第 2. -1 図 軸応力度の算定 (NS 方向, 部材番号 5)



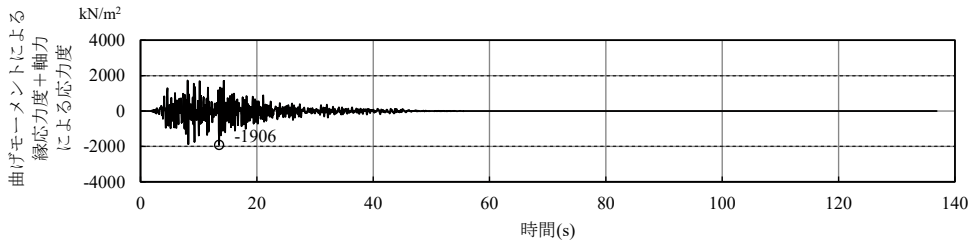
(a) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-A) + 軸力による応力度 (Sd-A)



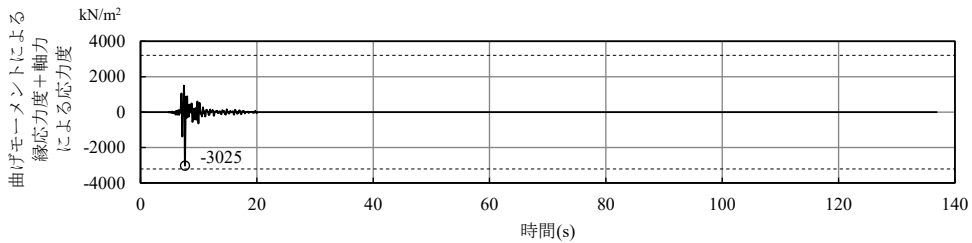
(b) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-A) - 軸力による応力度 (Sd-A)



(f) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-B1) + 軸力による応力度 (Sd-B1)

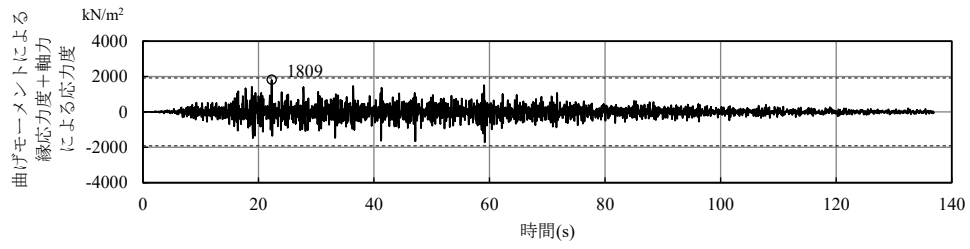


(c) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-B3) + 軸力による応力度 (Sd-B3)

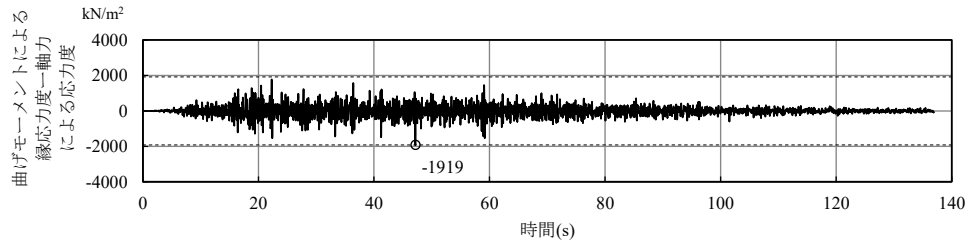


(d) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-C1) + 軸力による応力度 (Sd-C1)

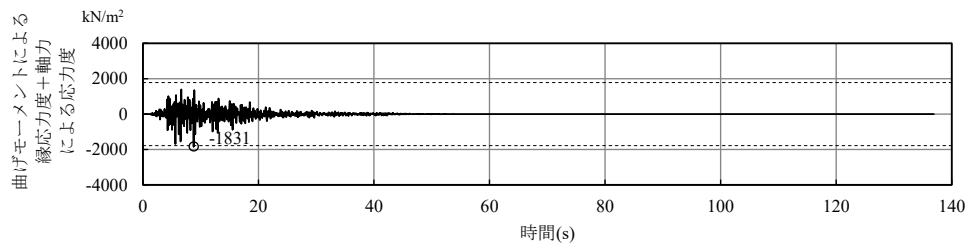
【参考】 ---- : 組合せ係数法による最大軸応力度
 第 2. -2 図 軸応力度の算定 (NS 方向, 部材番号 6)



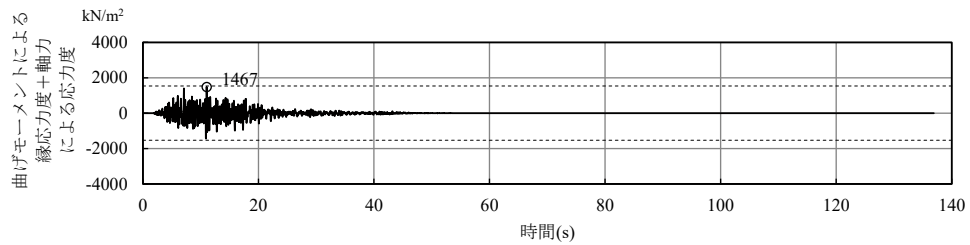
(a) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-A) +軸力による応力度 (Sd-A)



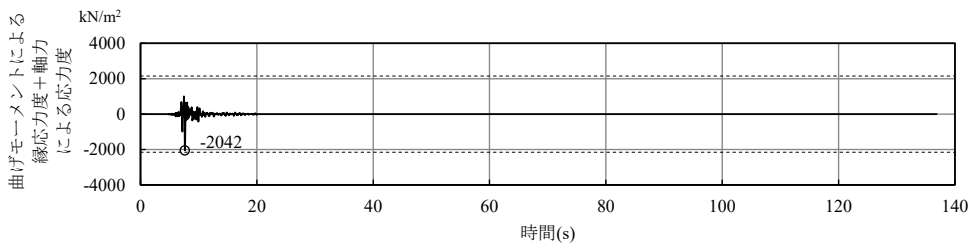
(b) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-A) -軸力による応力度 (Sd-A)



(c) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-B1) +軸力による応力度 (Sd-B1)



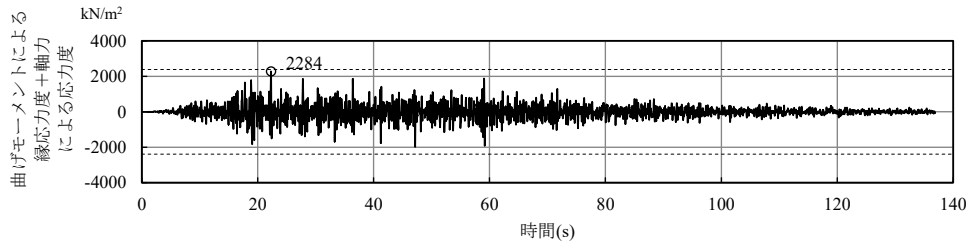
(d) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-B3) +軸力による応力度 (Sd-B3)



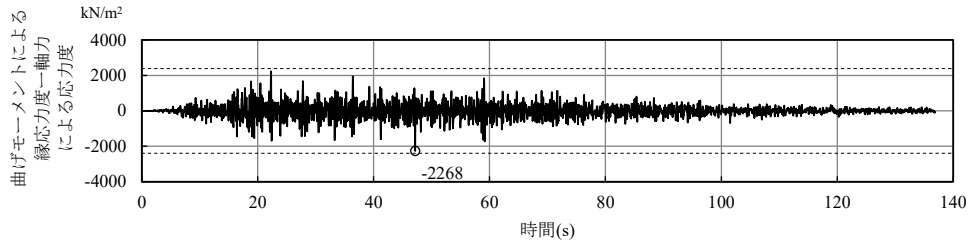
(e) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-C1) +軸力による応力度 (Sd-C1)

【参考】 ---- : 組合せ係数法による最大軸応力度

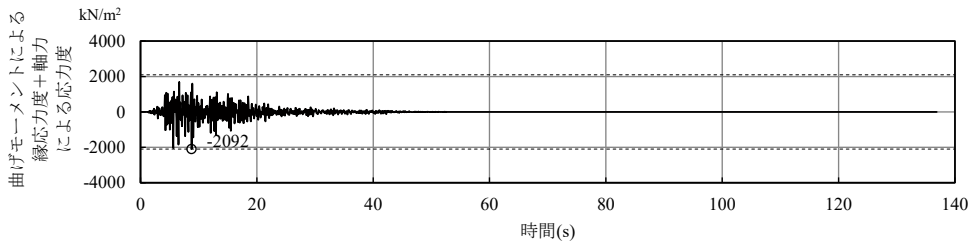
第 2. -3 図 軸応力度の算定 (EW 方向, 部材番号 5)



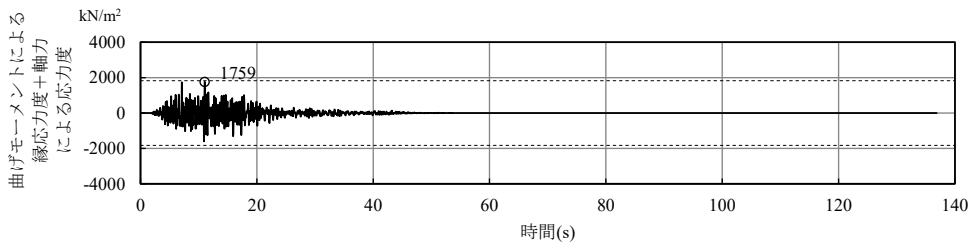
(a) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-A) + 軸力による応力度 (Sd-A)



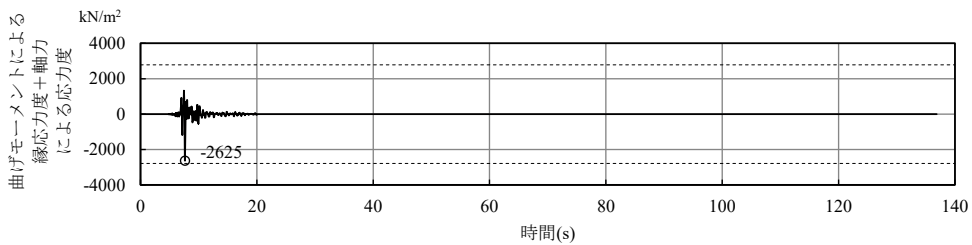
(b) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-A) - 軸力による応力度 (Sd-A)



(c) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-B1) + 軸力による応力度 (Sd-B1)



(d) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-B3) + 軸力による応力度 (Sd-B3)



(e) 曲げモーメントによる縁応力度 (Sd-C1) + 軸力による応力度 (Sd-C1)

【参考】 ---- : 組合せ係数法による最大軸応力度

第 2. -4 図 軸応力度の算定 (EW 方向, 部材番号 6)