

VI-2-10-2 浸水防護施設の耐震性に関する説明書

VI-2-10-2-1 浸水防護施設の耐震計算結果

目 次

1. 概要	1
-------------	---

1. 概要

本資料は、浸水防護施設について、設計基準対象施設の耐震重要度分類、重大事故等対処施設の設備分類及び耐震計算の記載箇所等をまとめたものである。浸水防護施設の耐震計算のまとめを表 1-1 に示す。

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (1/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要 度分類	本工事計画で 新規に申請する 設備	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対象 施設との計算 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
浸 水 防 護 施 設	外 郭 浸 水 防 護 施 設	防波壁（波返重力擁壁）	S ^{*1}	○	VI-2-10-2-3-1	—	—	—
		防波壁（逆T擁壁）	S ^{*1}	○	VI-2-10-2-3-2	—	—	—
		防波壁（多重鋼管杭式擁壁）	S ^{*1}	○	VI-2-10-2-3-3	—	—	—
		防波壁通路防波扉（1号機北側）	S ^{*1}	○	VI-2-10-2-4	—	—	—
		防波壁通路防波扉（2号機北側）	S ^{*1}	○	VI-2-10-2-4	—	—	—
		防波壁通路防波扉（荷揚場南）	S ^{*1}	○	VI-2-10-2-4	—	—	—
		防波壁通路防波扉（3号機東側）	S ^{*1}	○	VI-2-10-2-4	—	—	—
		屋外排水路逆止弁①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧-1, ⑧-2, ⑨, ⑩, ⑪, ⑫, ⑬	S ^{*1}	○	VI-2-10-2-7	—	—	—
		取水槽除じん機エリア防水壁	S ^{*1}	○	VI-2-10-2-8	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (2/19)

対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震重要 度分類	本工事計画で 新規に申請する 設備	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対象 施設との計算 条件の差異	耐震計算の 記載箇所
浸 水 防 護 施 設	外 郭 浸 水 防 護 施 設	取水槽除じん機エリア水密扉（東）	S*1	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		取水槽除じん機エリア水密扉（西）	S*1	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		取水槽除じん機エリア水密扉（北）	S*1	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		1号機取水槽流路縮小工	S*1	○	VI-2-10-2-6	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (3/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要 度分類	本工事計画で 新規に申請する 設備	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対象 施設との計算 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
浸 水 防 護 施 設	内 郭 浸 水 防 護 施 設	タービン建物 地下1階 復水系配管室防水壁	S* ¹	○	VI-2-10-2-8	—	—	—
		タービン建物 地下1階 復水器室北西側防水壁	S* ¹	○	VI-2-10-2-8	—	—	—
		タービン建物 地下1階 復水器室北側防水壁	S* ¹	○	VI-2-10-2-8	—	—	—
		タービン建物 地下1階 復水器室北東側防水壁	S* ¹	○	VI-2-10-2-8	—	—	—
		取水槽海水ポンプエリア防護対策設備防水壁	C* ²	○	VI-2-10-2-8	—	—	—
		ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備北側防水壁	C* ²	○	VI-2-10-2-8	—	—	—
		ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備南側防水壁	C* ²	○	VI-2-10-2-8	—	—	—
		タービン建物 地下1階 復水系配管室北側水密扉	S* ¹	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		タービン建物 地下1階 復水系配管室南側水密扉	S* ¹	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		タービン建物 地下1階 復水系配管室南東側水密扉	S* ¹	○	VI-2-10-2-9	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (4/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要度分類	本工事計画で新規に申請する設備	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との計算条件の差異	耐震計算の記載箇所	
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	タービン建物 地下1階 封水回収ポンプ室北側水密扉	S* ¹	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		取水槽海水ポンプエリア水密扉 (西)	C* ²	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		取水槽海水ポンプエリア水密扉 (中)	C* ²	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		取水槽海水ポンプエリア水密扉 (東)	C* ²	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備北側水密扉	C* ²	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備南側水密扉	C* ²	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		復水貯蔵タンク水密扉	B	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		補助復水貯蔵タンク水密扉	B	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		トーラス水受入タンク水密扉	B	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) 水密扉	C* ²	○	VI-2-10-2-9	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (5/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要度分類	本工事計画で新規に申請する設備	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との計算条件の差異	耐震計算の記載箇所	
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉建物 地下 2 階 A-DG 制御盤室北側水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 2 階 A-RHR ポンプ室北側水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 2 階 トーラス室北東水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 2 階 トーラス室南東水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 2 階 トーラス室北西水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 2 階 トーラス室南西水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 2 階 H-DG 制御盤室南側水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 2 階 H-DG 制御盤室北側水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 2 階 RCIC ポンプ室西側水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 2 階 A-DG 制御盤室南側水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (6/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要 度分類	本工事計画で 新規に申請する 設備	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対象 施設との計算 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
浸 水 防 護 施 設	内 郭 浸 水 防 護 施 設	原子炉建物 地下 2 階 C-RHR ポンプ室南 側水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 1 階 CRD ポンプ室南側 水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 1 階 CRD ポンプ室東側 水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 1 階 IA 圧縮機室水密扉 (階段室)	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 1 階 IA 圧縮機室水密扉 (南側)	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下 1 階 東側エアロック前 水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 1 階 RCW 熱交換器室南側水密 扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 1 階 大物搬入口水密扉	B	○	VI-2-9-3-2	—	—	—
		タービン建物 地下 1 階 TCW 熱交換器室 南側水密扉	C*2 B	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		タービン建物 1 階 西側エアロック前水 密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (7/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要度分類	本工事計画で新規に申請する設備	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との計算条件の差異	耐震計算の記載箇所	
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	タービン建物 2階 常用電気室南側水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		タービン建物 2階 離相母線室南側水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		タービン建物 2階 大物搬入口水密扉	B	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		制御室建物 2階 チェックポイント連絡水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		廃棄物処理建物 地下1階 被服置場北側水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		廃棄物処理建物 1階 大物搬入口水密扉	B	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		廃棄物処理建物 1階 ドラム缶搬入口水密扉	B	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		廃棄物処理建物 2階 非常用再循環送風機室東側水密扉	C*2	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		サイトバンカ建物 1階 南東側ポンプ室水密扉	B	○	VI-2-10-2-9	—	—	—
		原子炉建物 地下2階 B-非常用 DG 電気室南側浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (8/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要 度分類	本工事計画で 新規に申請する 設備	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対象 施設との計算 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
浸 水 防 護 施 設	内 郭 浸 水 防 護 施 設	原子炉建物 地下 1 階 RCIC 直流 C/C 浸水 防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 地下 1 階 HPCS 給気消音器フ ィルタ室浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 地下 1 階 南側通路浸水防止 堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 地下 1 階 北西階段浸水防止 堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 地下 1 階 DG 室給気ダクト室 南側階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 地下 1 階 第 3 チェックポイ ント浸水防止堰	C*2 B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 1 階 北東階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 1 階 北西階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 1 階 PLR ポンプ MG セット室 南西階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 1 階 エアロック前浸水防止 堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (9/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要 度分類	本工事計画で 新規に申請する 設備	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対象 施設との計算 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
浸 水 防 護 施 設	内 郭 浸 水 防 護 施 設	原子炉建物 1階 南東階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 1階 南西階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 1階 第2チェックポイント 浸水防止堰 (非管理区域側)	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 1階 第2チェックポイント 浸水防止堰 (管理区域側)	C*2 B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 原子炉棟送風機室南側 階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 北東階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 北西階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 A-原子炉格納容器 H2・ O2 分析計ボンベラック室西側浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 A-非常用電気室南側浸 水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 B-非常用電気室北側浸 水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (10/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要度分類	本工事計画で新規に申請する設備	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との計算条件の差異	耐震計算の記載箇所	
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉建物 2階 A-非常用 DG 室送風機室浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 東側 PCV ペネトレーション室北側浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 南東階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 西側 PCV ペネトレーション室北側浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 南西階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 非常用電気室北側浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 A-逃がし安全弁室素ガス供給装置横浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 B-RHR バルブ室北側浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 RCW バルブ室東側浸水防止堰	C*2 B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 2階 A-原子炉格納容器 H2・O2 分析計ボンベラック室東側浸水防止堰	C*2 B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (11/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要 度分類	本工事計画で 新規に申請する 設備	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対象 施設との計算 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
浸 水 防 護 施 設	内 郭 浸 水 防 護 施 設	原子炉建物 中 2 階 北東階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 中 2 階 エアロック前浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 中 2 階 CUW バルブ室東側浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 中 2 階 CUW サージタンク室浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 中 2 階 南東階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 中 2 階 南西階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 3 階 北東階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 3 階 北西階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 3 階 南東階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 3 階 南西階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (12/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要度分類	本工事計画で新規に申請する設備	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との計算条件の差異	耐震計算の記載箇所	
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉建物 3階 A-CAMS 室前浸水防止堰 (通路側)	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 3階 A-CAMS 室前浸水防止堰 (SGT 室側)	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 3階 B-CAMS 室前浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 3階 北西側階段室浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 4階 北東階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 4階 エアロック浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 4階 南東階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 4階 北西階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 4階 大物搬入口浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		タービン建物 1階 給水加熱器室南西浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (13/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要 度分類	本工事計画で 新規に申請する 設備	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対象 施設との計算 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	タービン建物 1 階 給水加熱器室開口部 浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		タービン建物 2 階 復水器室南西階段浸 水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		タービン建物 3 階 タービン建物ダスト サンプル室西側浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		タービン建物 3 階 オペフロ南側階段浸 水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		タービン建物 3 階 オペフロ北西階段浸 水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		タービン建物 3 階 オペフロ南西階段浸 水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		タービン建物 3 階 オペフロ南東階段浸 水防止堰	C*2 B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		タービン建物 3 階 常用電気室送風機室 南側浸水防止堰	C*2 B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		タービン建物 3 階 タービン建物送風機 室南側浸水防止堰	C*2 B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		タービン建物 3 階 大物搬入口浸水防止 堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (14/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要 度分類	本工事計画で 新規に申請する 設備	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対象 施設との計算 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	タービン建物 4階 工具室浸水防止堰	C* ² B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		制御室建物 2階 第1チェックポイント 東側浸水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		制御室建物 2階 第1チェックポイント 中央浸水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
			C* ²	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
			C* ²	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
			C* ²	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		廃棄物処理建物 地下1階 通路東側浸水 防止堰	C* ²	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		廃棄物処理建物 1階 補助盤室東側通路 南側扉浸水防止堰	C* ²	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		廃棄物処理建物 1階 補助盤室東側 (北) 浸水防止堰	C* ²	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
廃棄物処理建物 1階 補助盤室東側 (中) 浸水防止堰	C* ²	○	VI-2-10-2-13	—	—	—		

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (15/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要 度分類	本工事計画で 新規に申請する 設備	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対象 施設との計算 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	廃棄物処理建物 1階 補助盤室東側 (南) 浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		廃棄物処理建物 1階 補助盤室前浸水防 止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		廃棄物処理建物 1階 中央制御室横会議 室浸水防止堰 (補助盤室側)	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		廃棄物処理建物 1階 中央制御室横会議 室浸水防止堰 (予備室側)	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		廃棄物処理建物 1階 中央制御室横会議 室浸水防止堰 (運転員控室側)	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		廃棄物処理建物 2階 中央制御室送風機 室階段浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		廃棄物処理建物 2階 計算機室連絡扉前 浸水防止堰	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		廃棄物処理建物 4階 廃棄物処理建物送 風機室南側浸水防止堰 (非管理区域側)	C*2	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		廃棄物処理建物 4階 廃棄物処理建物送 風機室南側浸水防止堰 (管理区域側)	C*2 B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		廃棄物処理建物 4階 南側シャッター前 浸水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (16/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要 度分類	本工事計画で 新規に申請する 設備	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対象 施設との計算 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	サイトバンカ建物 1階 南側大物搬入口 浸水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		サイトバンカ建物 1階 排風機室北側浸 水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		サイトバンカ建物 1階 北側大物搬入口 浸水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		サイトバンカ建物 1階 北西側階段室浸 水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		サイトバンカ建物 1階 建物出入口浸水 防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		サイトバンカ建物 2階 プリコート室浸 水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵 プール室北東側浸水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵 プール室東側浸水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵 プール室南東側浸水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵 プール室北西側浸水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (17/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震重要度分類	本工事計画で新規に申請する設備	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との計算条件の差異	耐震計算の記載箇所	
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室南西側浸水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室機器搬入口浸水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		サイトバンカ建物 3階 溶融物搬入機室浸水防止堰	B	○	VI-2-10-2-13	—	—	—
		原子炉建物 3階 新燃料検査台ピット室防水板	C*2	○	VI-2-10-2-14	—	—	—
		タービン建物 2階 固定子冷却装置室西側防水板 (非管理区域側)	C*2	○	VI-2-10-2-14	—	—	—
		タービン建物 2階 固定子冷却装置室西側防水板 (管理区域側)	C*2 B	○	VI-2-10-2-14	—	—	—
		廃棄物処理建物 2階 廃棄物処理建物 C/C室防水板 (非管理区域側)	C*2	○	VI-2-10-2-14	—	—	—
		廃棄物処理建物 2階 廃棄物処理建物 C/C室防水板 (管理区域側)	B	○	VI-2-10-2-14	—	—	—
		廃棄物処理建物 2階 A-原子炉浄化樹脂貯蔵タンク水中ポンプ操作室防水板 (非管理区域側)	C*2	○	VI-2-10-2-14	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (18/19)

対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震重要 度分類	本工事計画で 新規に申請する 設備	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対象 施設との計算 条件の差異	耐震計算の 記載箇所
浸水 防護 施設	内郭 浸水 防護 施設	廃棄物処理建物 2 階 A-原子炉浄化樹脂 貯蔵タンク水中ポンプ操作室防水板 (管 理区域側)	B	○	VI-2-10-2-14	—	—	—

表 1-1 浸水防護施設の耐震計算のまとめ (19/19)

対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
		耐震重要度 分類	本工事計画で 新規に申請する 設備	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対象 施設との計算 条件の差異	耐震計算の 記載箇所
浸水 防護 施設	床ドレン逆止弁	S* ¹ C* ²	○	VI-2-10-2-10	—	—	—
	隔離弁, 機器, 配管	S* ¹	○	VI-2-10-2-11	—	—	—
	タービン補機海水系隔離システム	S* ¹	○	VI-2-10-2-12	—	—	—
	貫通部止水処置	S* ¹ C* ²	○	VI-2-10-2-15	—	—	—
	取水槽水位計	S* ¹	○	VI-2-10-2-16	—	—	—
	津波監視カメラ	S* ¹	○	VI-2-10-2-17	—	—	—

注記*1：Sクラス施設のうち、津波防護施設、浸水防止設備又は津波監視設備として、要求される機能を保持するものを示す。

*2：Cクラス施設のうち、溢水の伝播を防止する設備として基準地震動 S_s による地震力に対して、要求される機能を保持するものを示す。

VI-2-10-2-2 防波壁の地震応答計算書

VI-2-10-2-2-1 防波壁（波返重力擁壁）の地震応答計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 解析方針	7
2.4 適用規格・基準等	9
3. 解析方法	10
3.1 評価対象断面	10
3.2 解析方法	24
3.2.1 施設	24
3.2.2 地盤物性のばらつき	25
3.2.3 減衰定数	26
3.2.4 解析ケース	27
3.3 荷重及び荷重の組合せ	29
3.3.1 耐震評価上考慮する状態	29
3.3.2 荷重	29
3.3.3 荷重の組合せ	30
3.4 入力地震動	31
3.4.1 ②－②断面	32
3.4.2 ③－③断面	46
3.4.3 ④－④断面	60
3.4.4 ⑤－⑤断面	74
3.4.5 ⑦－⑦断面	86
3.5 解析モデル及び諸元	98
3.5.1 解析モデル	98
3.5.2 使用材料及び材料の物性値	101
3.5.3 地盤の物性値	102
3.5.4 地下水位	103
4. 解析結果	104
4.1 ②－②断面の解析結果	104
4.2 ③－③断面の解析結果	151
4.3 ④－④断面の解析結果	170
4.4 ⑤－⑤断面の解析結果	216
4.5 ⑦－⑦断面の解析結果	231

1. 概要

本資料は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき実施する防波壁（波返重力擁壁）の地震応答解析について説明するものである。

地震応答解析は、防波壁（波返重力擁壁）が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために用いる応答値を抽出するものである。

防波壁（波返重力擁壁）のうちケーソンについては、地震応答解析により地震時荷重を算定し、その荷重を3次元構造解析モデルに作用させて耐震評価を実施する。地震応答解析により抽出する応答値は、基礎地盤に発生する接地圧並びに3次元構造解析モデルに作用させる地震時土圧及び慣性力である。

また、浸水防止設備（屋外排水路逆止弁）及び津波監視設備（津波監視カメラ）が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために用いる応答値の抽出を行う。

2. 基本方針

2.1 位置

防波壁（波返重力擁壁）の位置図を図 2-1 に示す。

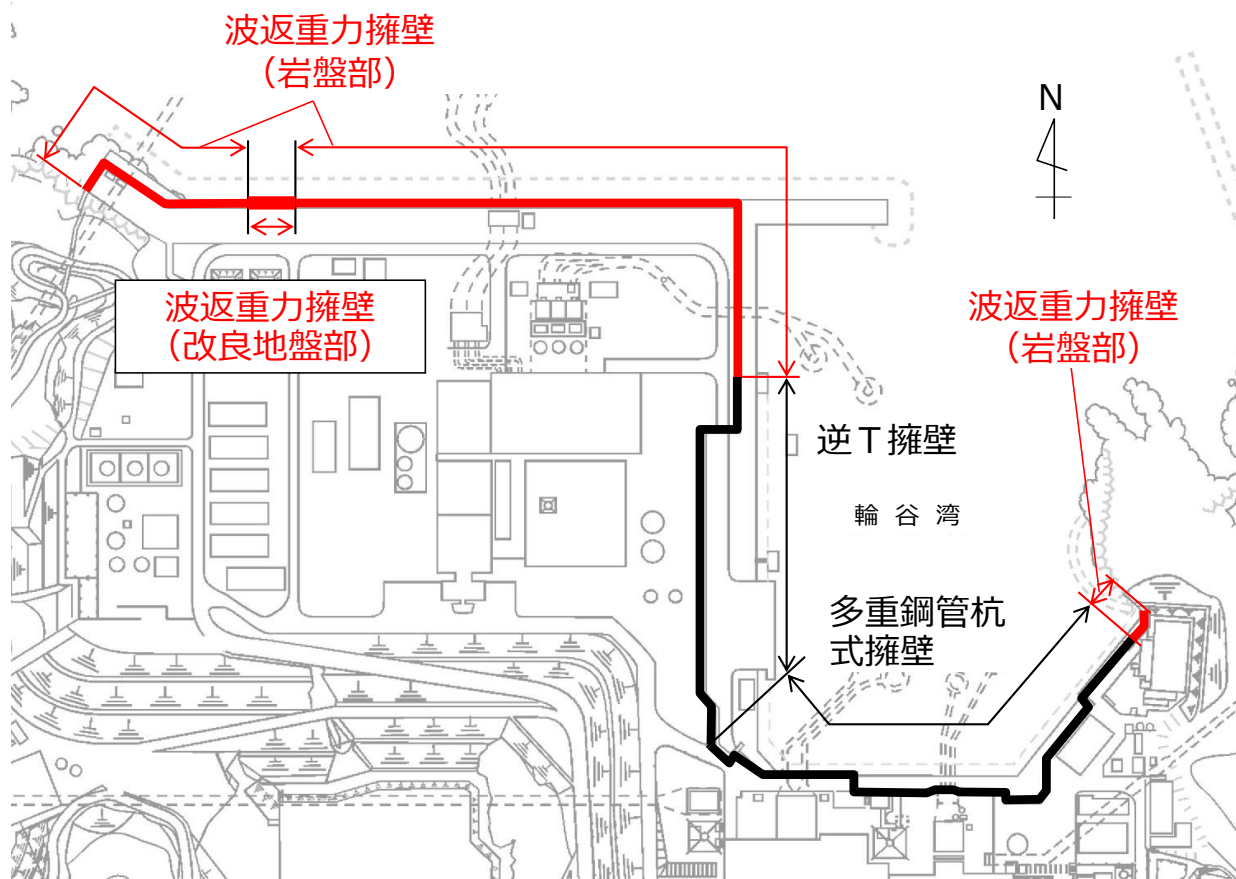


図 2-1 防波壁（波返重力擁壁）の位置図

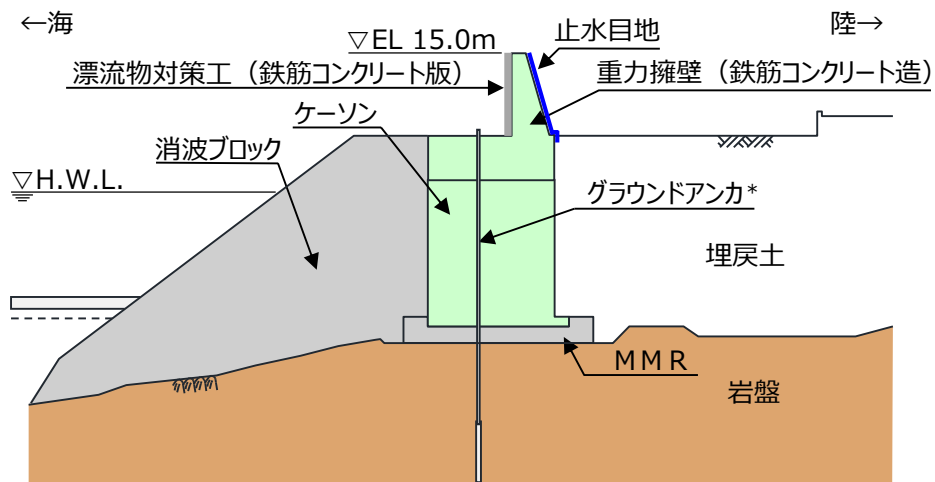
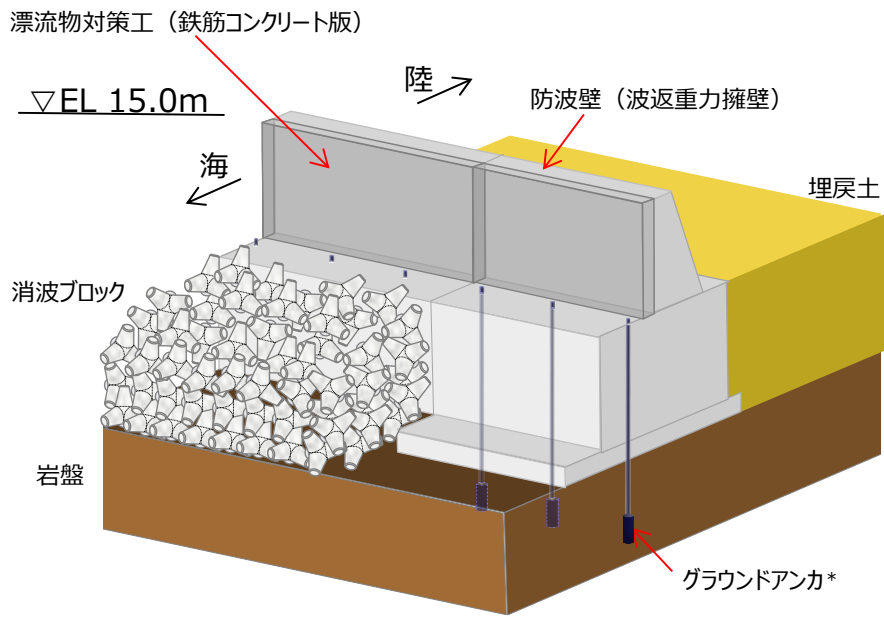
2.2 構造概要

防波壁（波返重力擁壁）の構造概要図を図 2-2 に，構造図を図 2-3 及び図 2-4 に示す。

防波壁（波返重力擁壁）は，入力津波高さ（EL 11.9m）に対して余裕を考慮した天端高さ（EL 15.0m）とする。

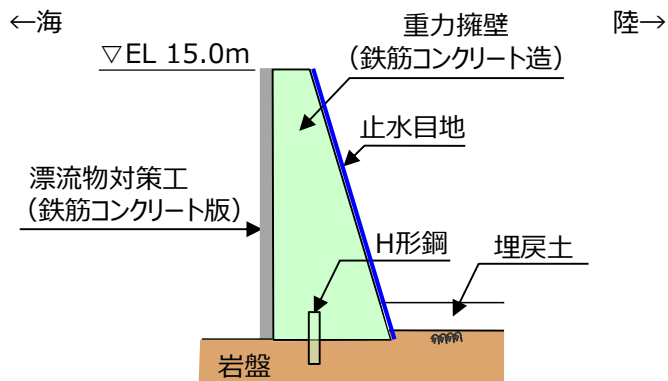
防波壁（波返重力擁壁）は，岩盤又はマンメイドロック（以下「MMR」という。）若しくは改良地盤を介して岩盤に支持される鉄筋コンクリート造のケーソン及び重力擁壁から構成されるケーソン設置部と，鉄筋コンクリート造の重力擁壁が岩盤に直接支持される岩盤直接支持部に分類される。ケーソン内のすべての中詰材（銅水砕スラグ及び砂）については，高圧噴射攪拌工法により改良する。重力擁壁及び前壁の背面に中詰コンクリートが充填されていないケーソンの海側には，鉄筋コンクリート版により構成された漂流物対策工（以下「漂流物対策工（鉄筋コンクリート版）」という。）を設置し，重力擁壁の陸側の境界部には，試験等により止水性を確認した止水目地を設置する。

なお，構造概要図にはグラウンドアンカを示しているが，その効果を期待しない設計とする。



注記* : 防波壁 (波返重力擁壁) は、グラウンドアンカの効果을期待しない設計とする。

断面図 (ケーソン設置部)



断面図 (岩盤直接支持部)

図 2-2 防波壁 (波返重力擁壁) の構造概要図

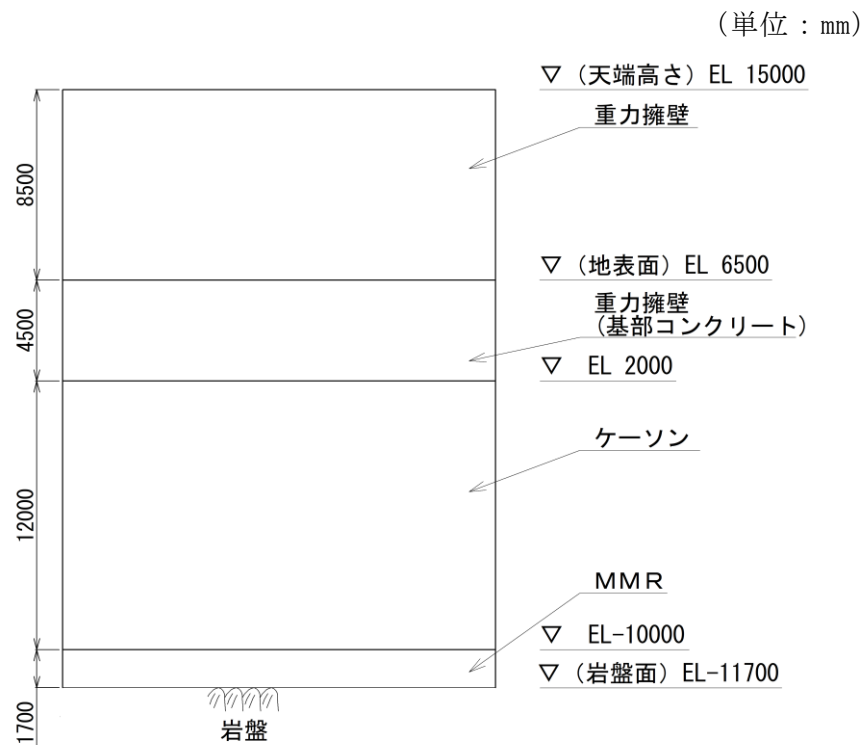


図 2-3(1) 防波壁（波返重力擁壁）の構造図（ケーソン設置部）（正面図）

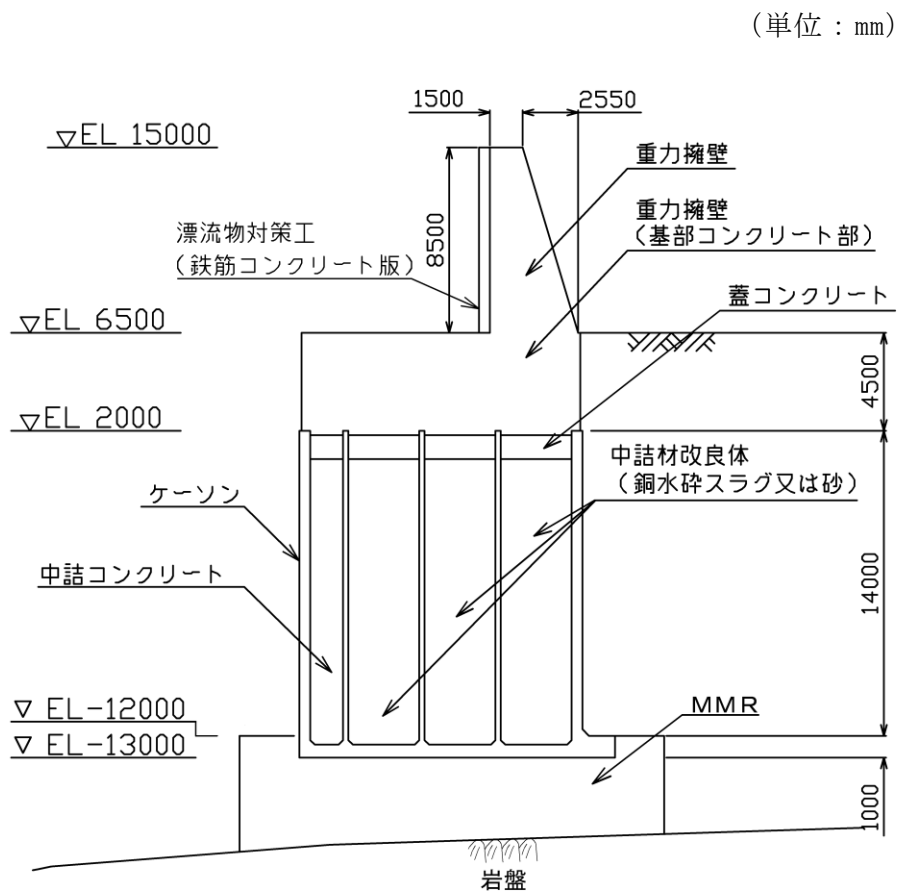


図 2-3(2) 防波壁（波返重力擁壁）の構造図（ケーソン設置部）（断面図）

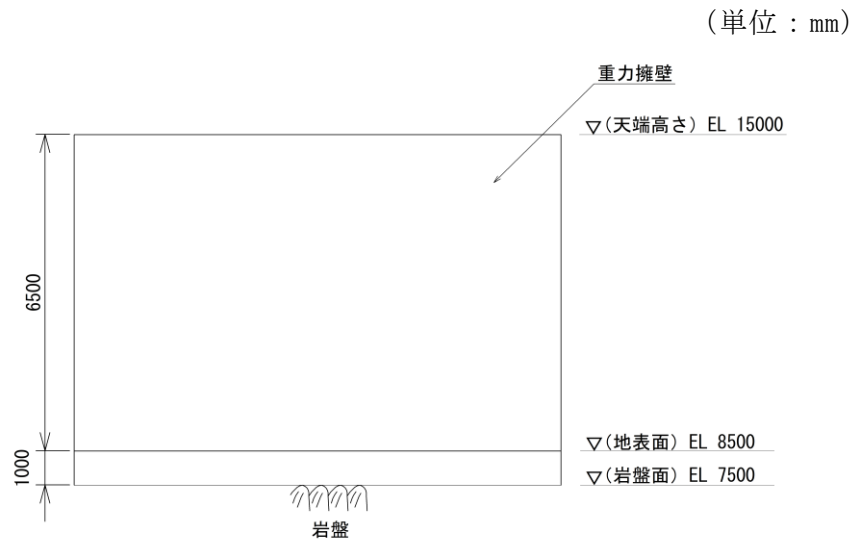


図 2-4(1) 防波壁 (波返重力擁壁) の構造図 (岩盤直接支持部) (正面図)

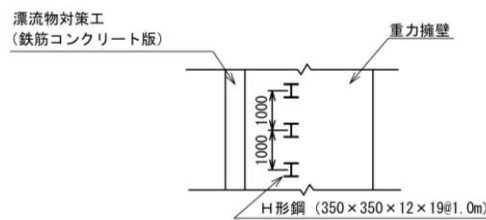
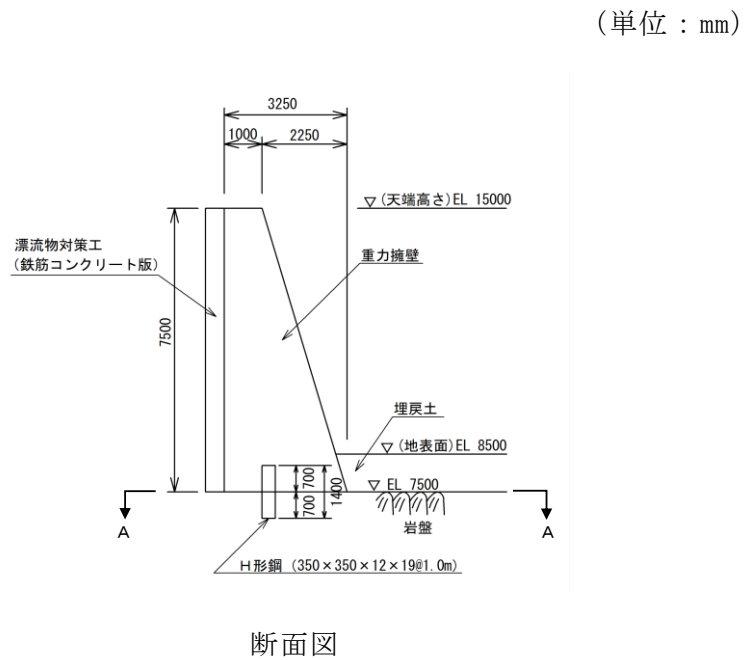


図 2-4(2) 防波壁 (波返重力擁壁) の構造図 (岩盤直接支持部) (断面図)

2.3 解析方針

防波壁（波返重力擁壁）は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき、基準地震動 S_s 及び津波と余震の重畳を考慮する際（以下「重畳時」という。）に用いる余震荷重として弾性設計用地震動 S_d-D に対して地震応答解析を実施する。

図2-5に防波壁（波返重力擁壁）の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「2. 基本方針」に基づき、「3.1 評価対象断面」に示す断面において、「3.2 解析方法」に示す水平地震動と鉛直地震動の同時加振による2次元有限要素法を用いた時刻歴応答解析により行うこととし、地盤物性のばらつきを適切に考慮する。

2次元有限要素法による時刻歴応答解析は、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.5 解析モデル及び諸元」に示す条件を基に、「3.4 入力地震動」により設定する入力地震動を用いて実施する。

地震応答解析による応答加速度は、浸水防止設備（屋外排水路逆止弁）及び津波監視設備（津波監視カメラ）の設計震度設定に用い、地震時土圧、変位、慣性力及び基礎地盤の接地圧は、防波壁（波返重力擁壁）の耐震評価に用いる。

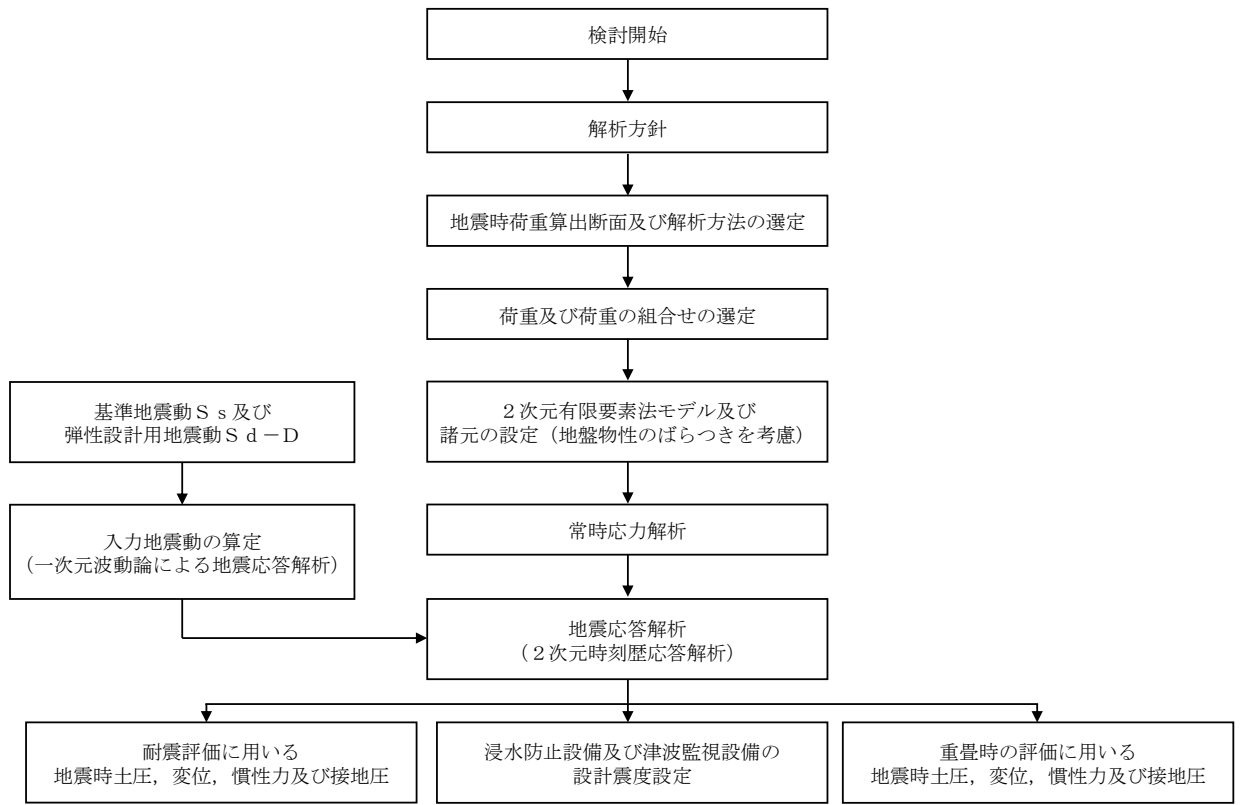


図 2-5 防波壁（波返重力擁壁）の地震応答解析フロー

2.4 適用規格・基準等

適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・コンクリート標準示方書[構造性能照査編]((社) 土木学会, 2002 年制定)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987((社) 日本電気協会)
- ・港湾の施設の技術上の基準・同解説 (国土交通省港湾局, 2007 年版)
- ・港湾構造物設計事例集 (沿岸技術研究センター, 平成 19 年 3 月)
- ・建築基準法・同施行令

3. 解析方法

3.1 評価対象断面

防波壁（波返重力擁壁）の評価対象断面は、防波壁（波返重力擁壁）の構造上の特徴や周辺地盤状況を踏まえて設定する。防波壁（波返重力擁壁）の評価対象断面位置図を図 3-1 に、縦断面図を図 3-2 に、防波壁（波返重力擁壁）の各区分における横断面図を図 3-3～図 3-8 に示す。以下の理由から、②-②断面、③-③断面、④-④断面、⑤-⑤断面及び⑦-⑦断面を評価対象断面として選定する。

- ・②-②断面は、支持構造がケーソンとなる断面のうち、ケーソン高さに対するケーソン幅が狭く、地表面から岩盤上面までの深さが最も深いことに加え、ケーソン直下に改良地盤⑥が配置されているため、評価対象断面として選定した。
- ・③-③断面は、開口部（放水路）を有するケーソンが設置されているため、評価対象断面として選定した。
- ・④-④断面は、地表面高さが最も高いため、評価対象断面として選定した。
- ・⑤-⑤断面は、重力擁壁が岩盤上に直接設置され、支持構造がH形鋼であり、重力擁壁の天端幅及び下端幅が狭いため、評価対象断面として選定した。
- ・⑦-⑦断面は、④-④断面に直交する縦断方向の断面である。④-④断面位置における縦断方向の止水目地の変位量を求めるため、変形性評価の評価対象断面に選定した。

評価対象断面における構造図を図 3-9～図 3-17 に示す。

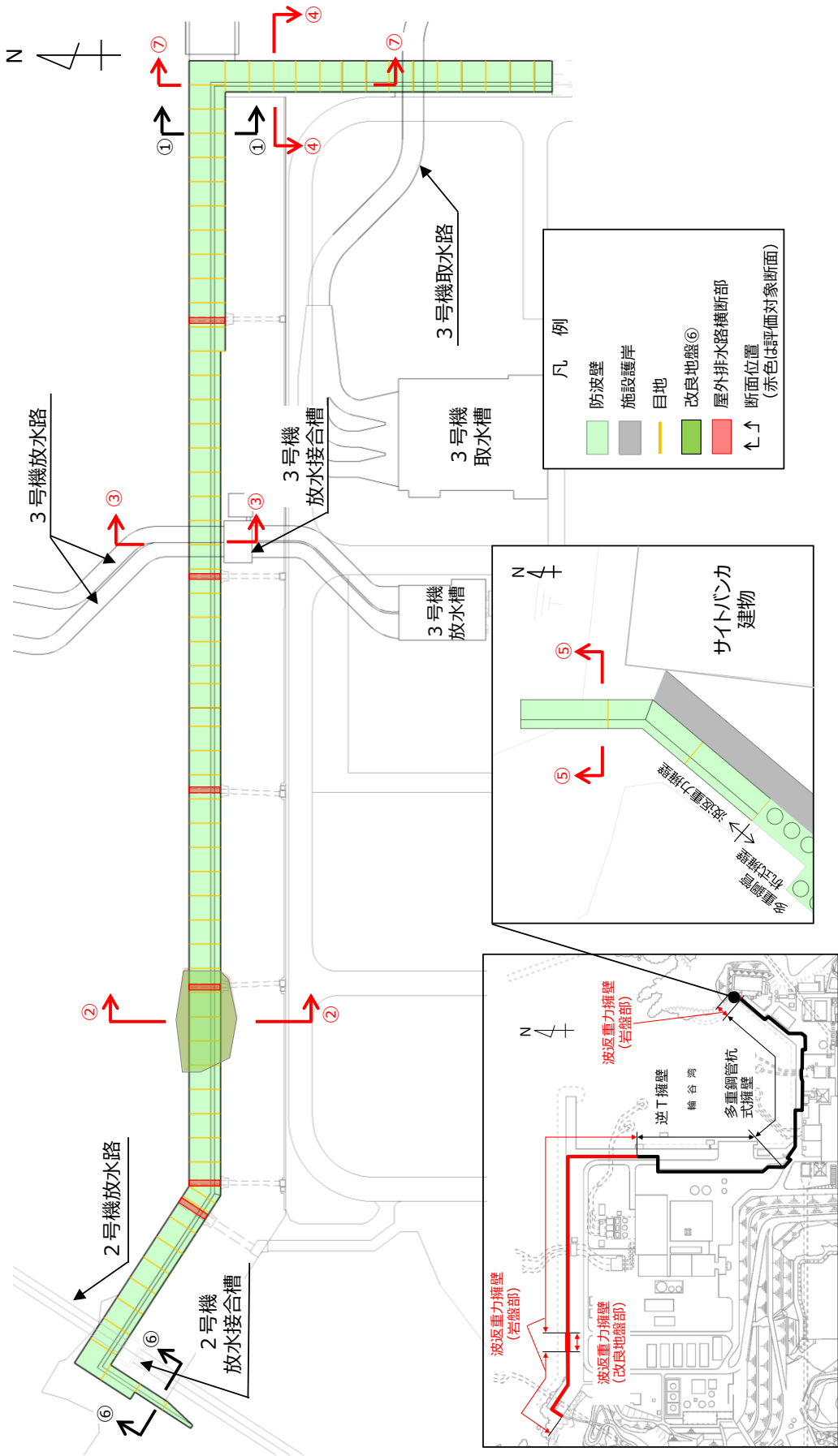


図 3-1 防波壁（波返重力擁壁）の評価対象断面位置図

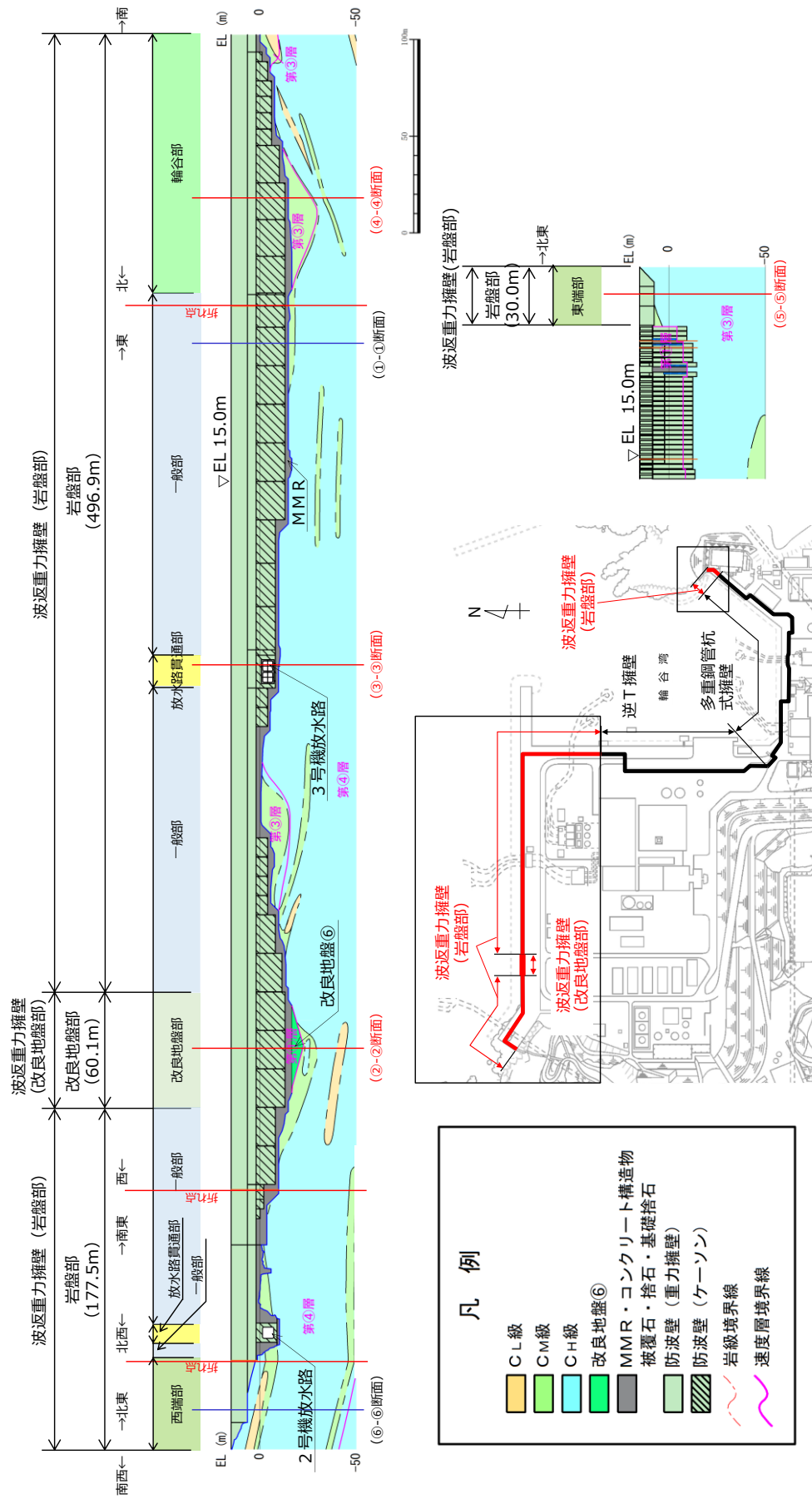


図 3-2 防波壁 (波返重力擁壁) の縦断面図

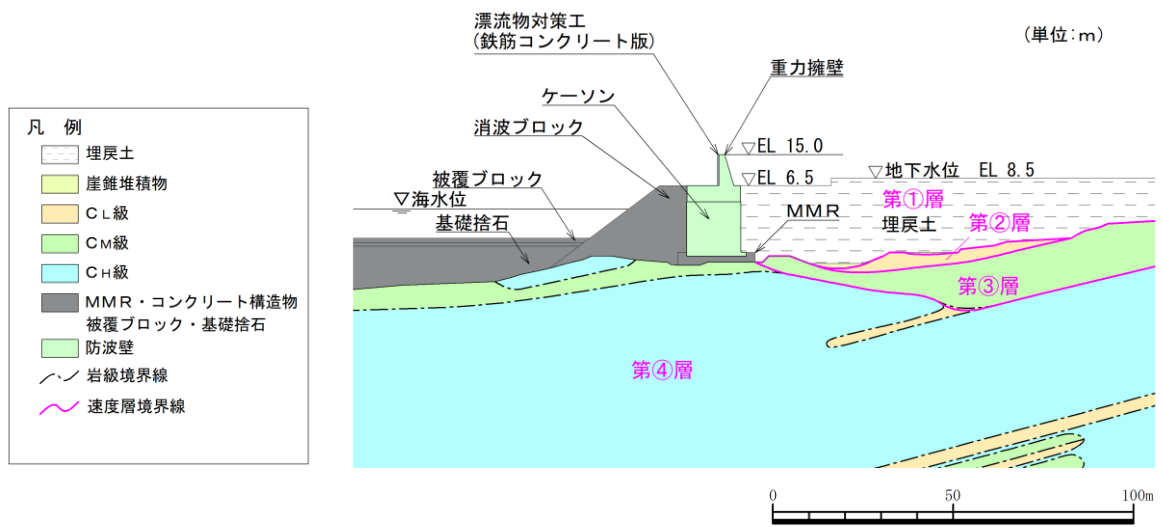


図 3-3 防波壁（波返重力擁壁）の横断面図（①-①断面）

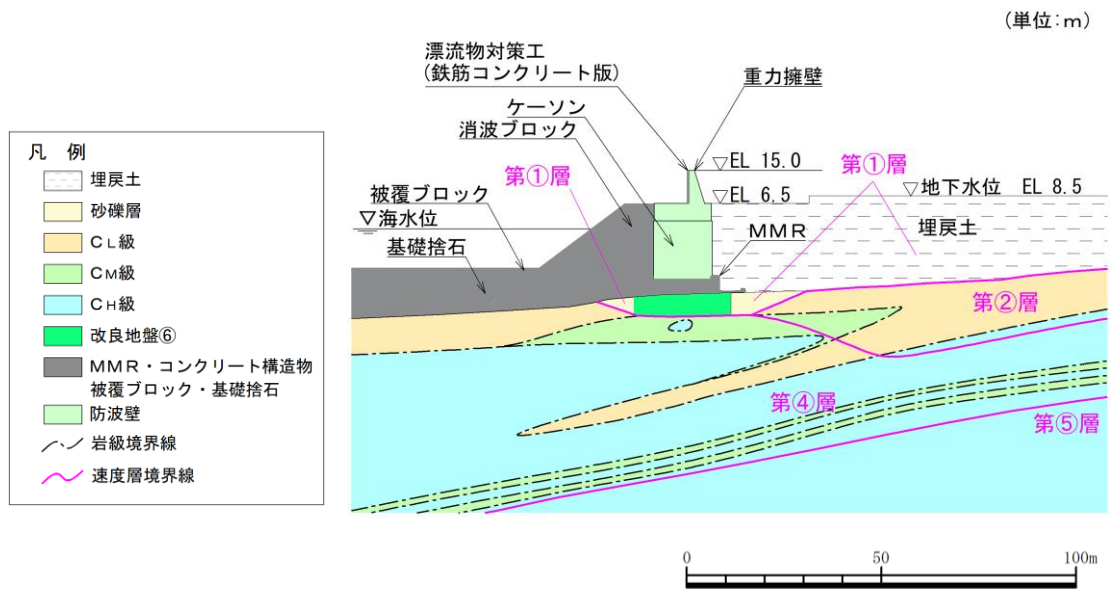


図 3-4 防波壁（波返重力擁壁）の横断面図（②-②断面）

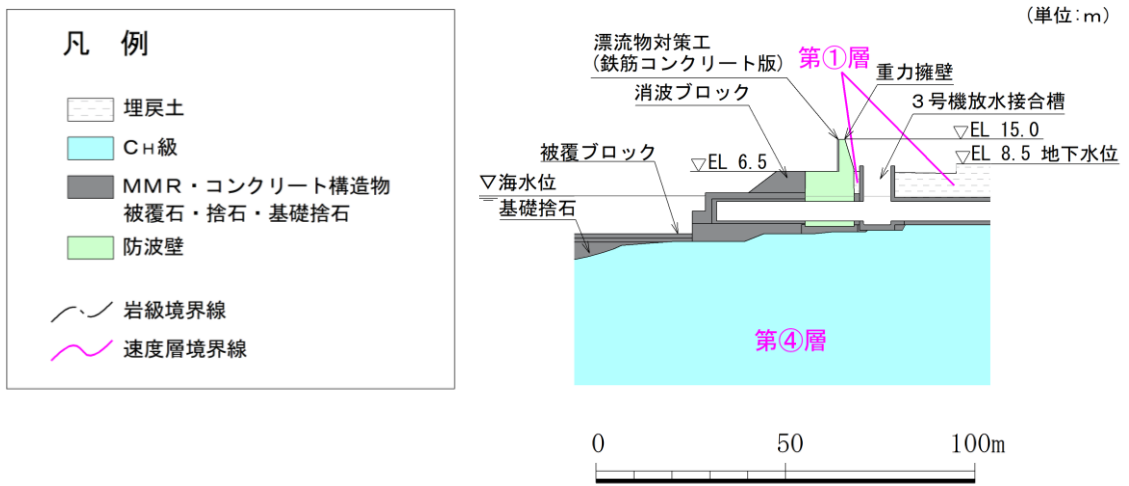


図 3-5 防波壁（波返重力擁壁）の横断面図（③-③断面）

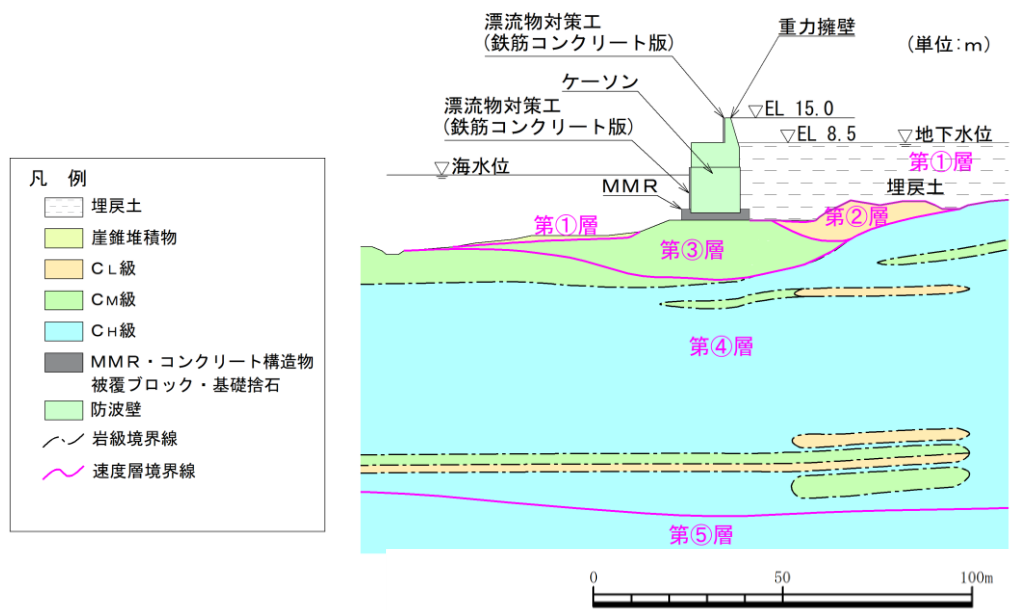


図 3-6 防波壁（波返重力擁壁）の横断面図（④-④断面）

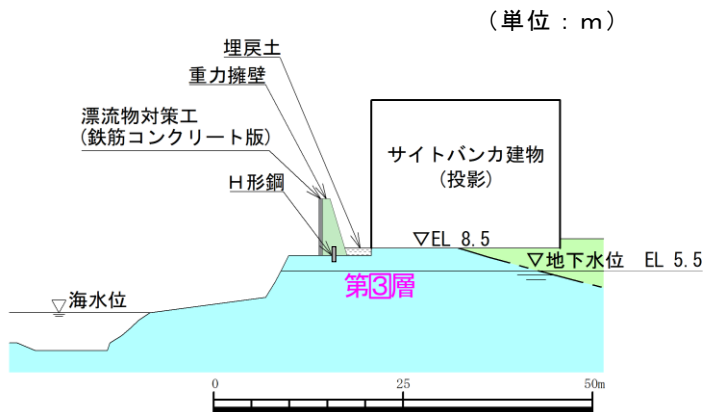
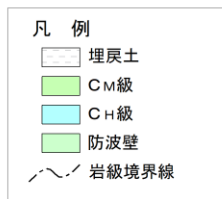


図 3-7 防波壁（波返重力擁壁）の横断面図（⑤-⑤断面）

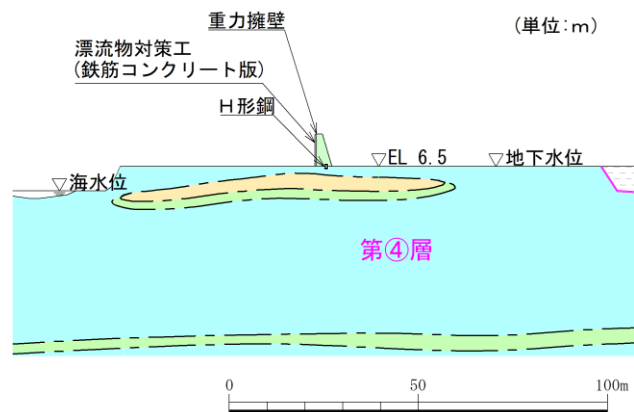


図 3-8 防波壁（波返重力擁壁）の横断面図（⑥-⑥断面）

(単位：mm)

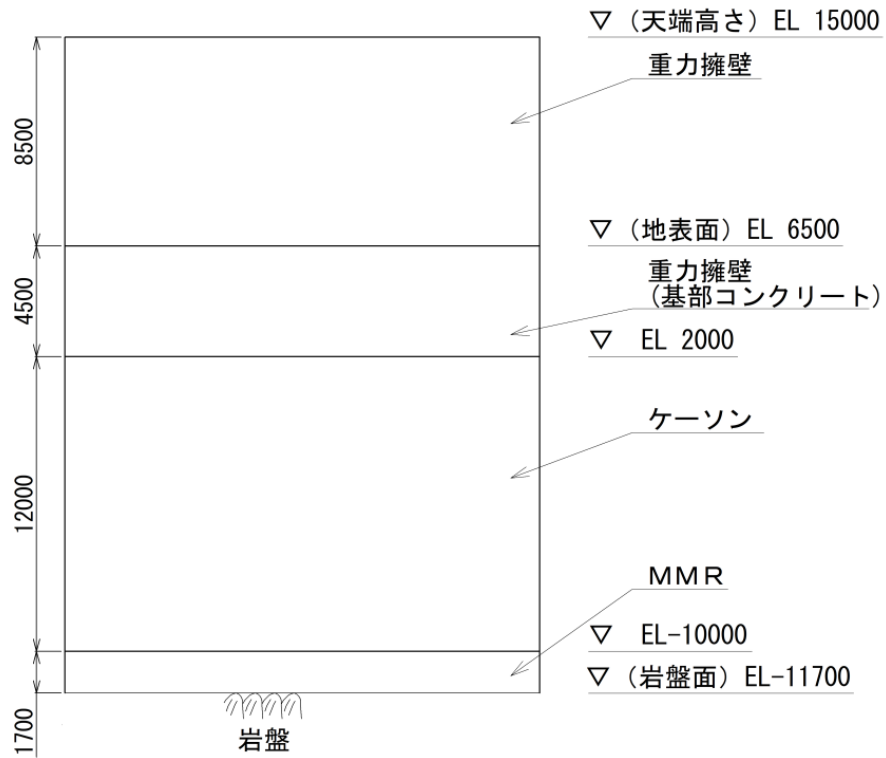


図 3-9 防波壁（波返重力擁壁）の構造図（ケーソン設置部）（正面図）

(単位：mm)

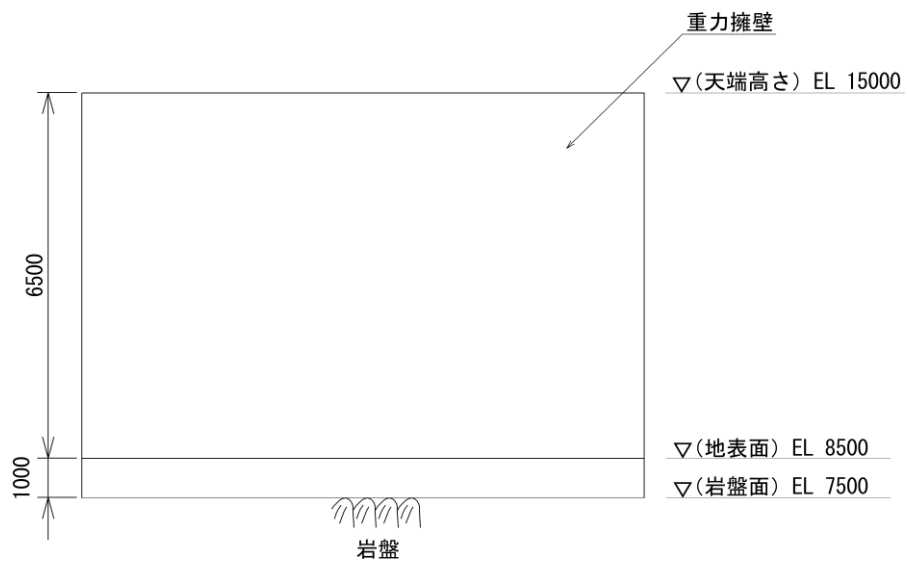


図 3-10 防波壁（波返重力擁壁）の構造図（岩盤直接支持部）（正面図）

(単位：mm)

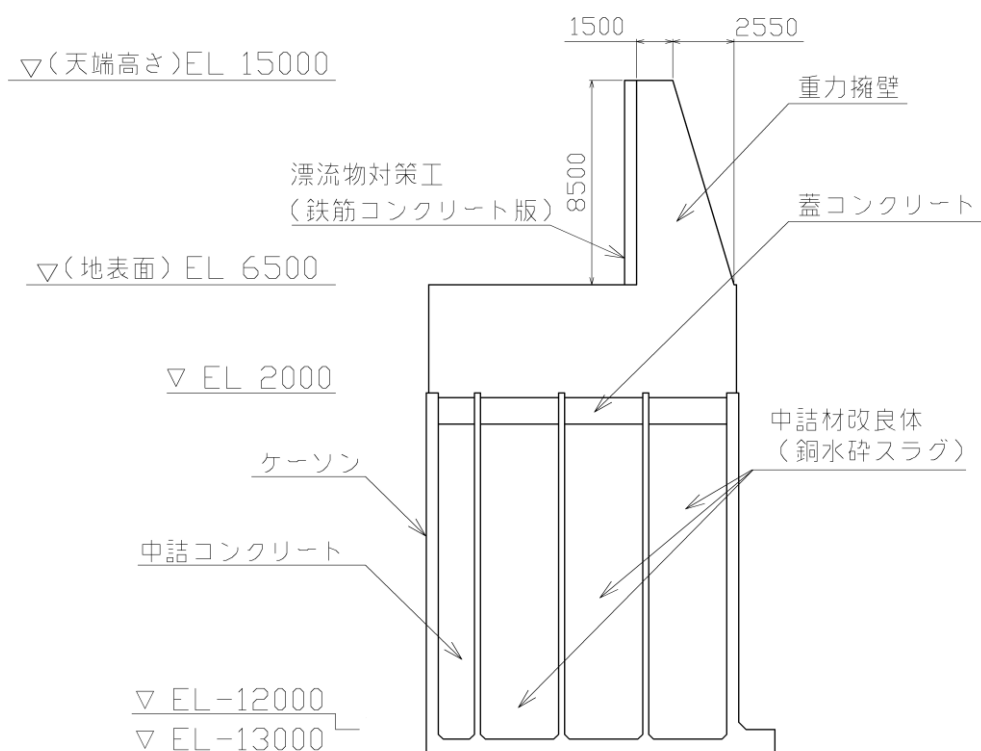
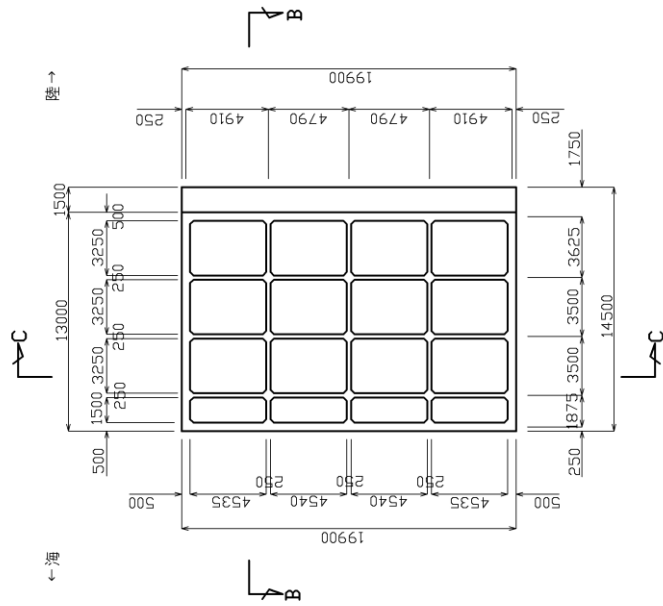


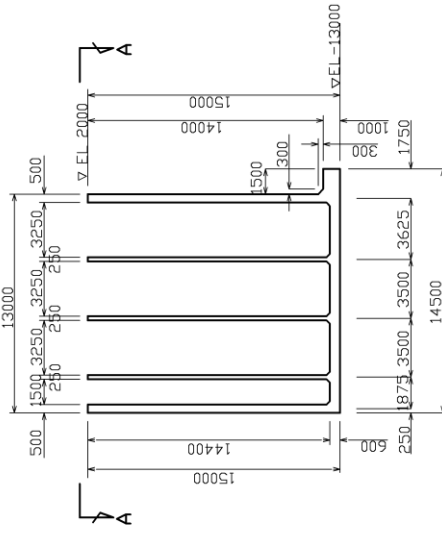
図 3-11 防波壁 (波返重力擁壁) の構造図 (②-②断面) (断面図)

(単位：mm)

平面図
〈A-A断面〉



B-B断面



C-C断面

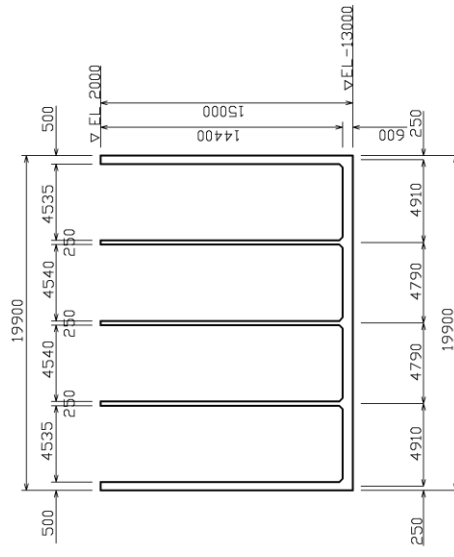


図 3-12 防波壁 (波返重力擁壁) のケーソン構造図 (②-②断面) (断面図)

(単位：mm)

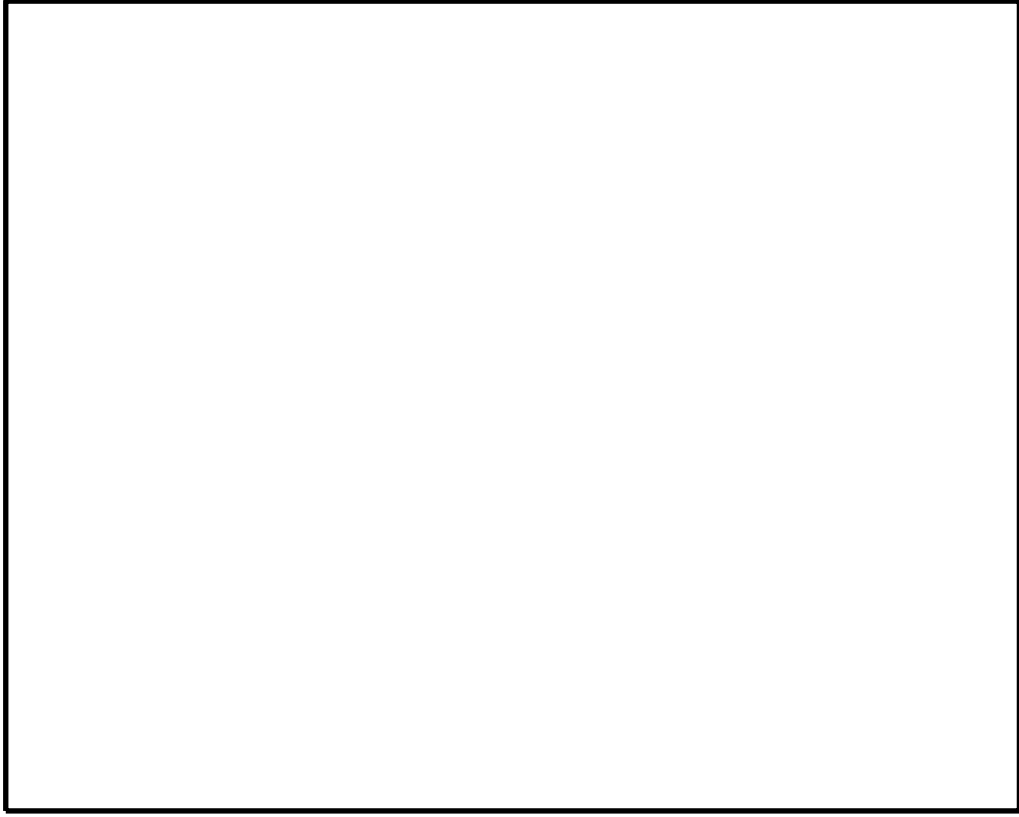


図 3-13 防波壁（波返重力擁壁）の構造図（③-③断面）（断面図）

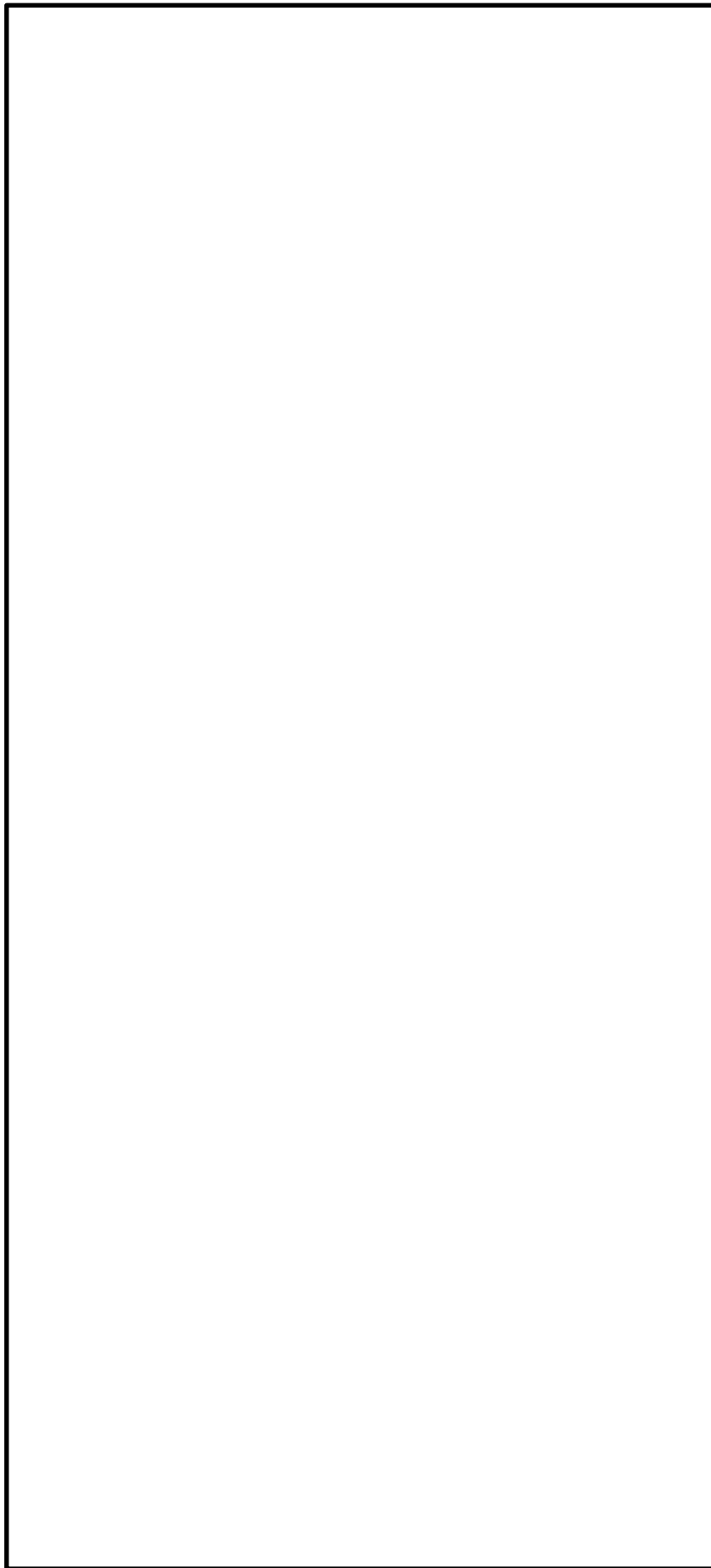


図 3-14 防波壁（波返重力擁壁）の放水路ケーソン構造図（㊸-㊸断面）（断面図）

(単位：mm)

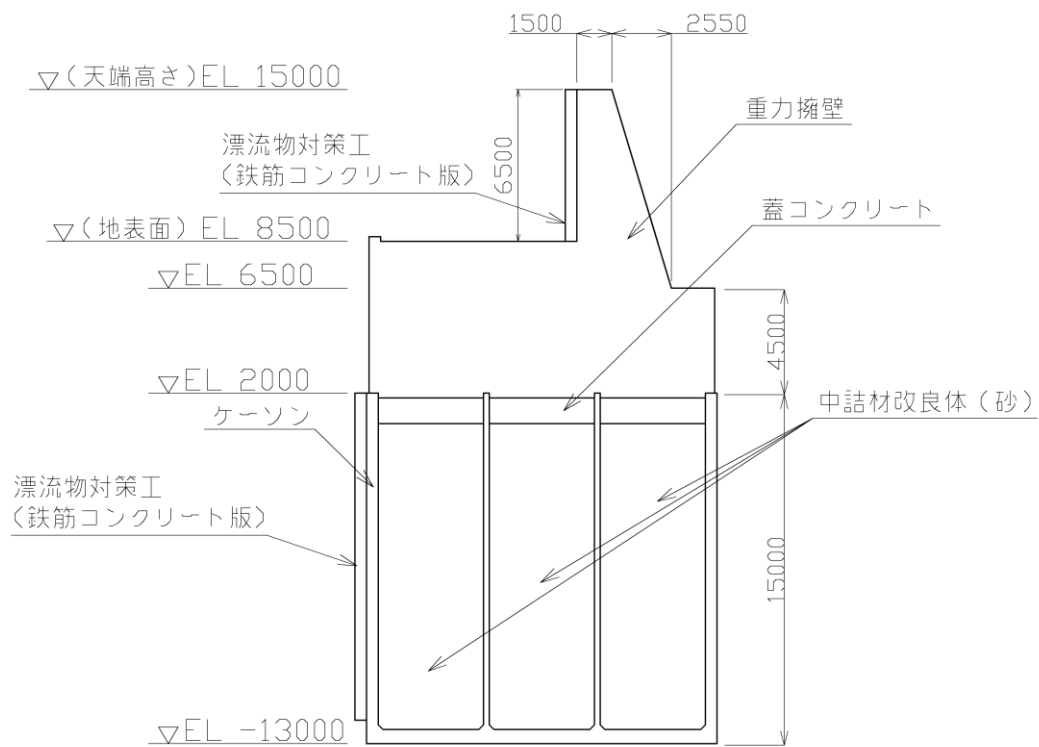
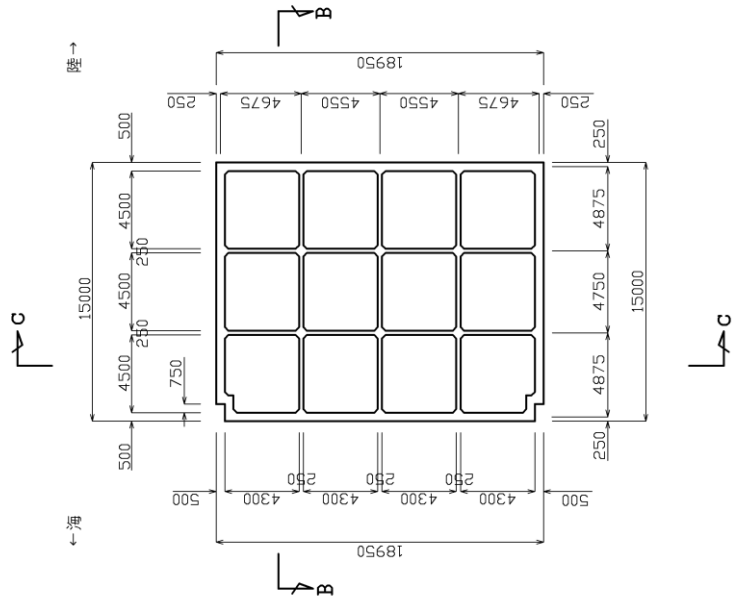


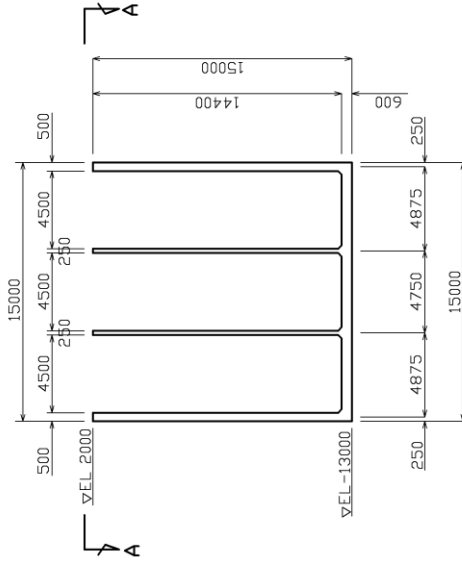
図 3-15 防波壁（波返重力擁壁）の構造図（④-④断面）（断面図）

(単位：mm)

平面図
(A-A断面図)



B - B 断面図



C - C 断面図

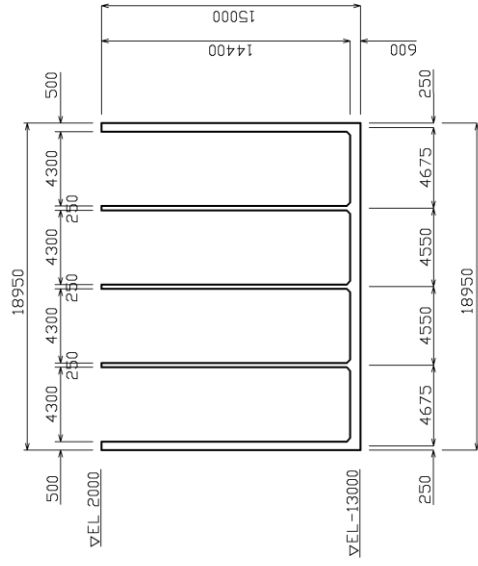


図 3-16 防波壁 (波返重力擁壁) のケーソン構造図(④-④断面) (断面図)

(単位：mm)

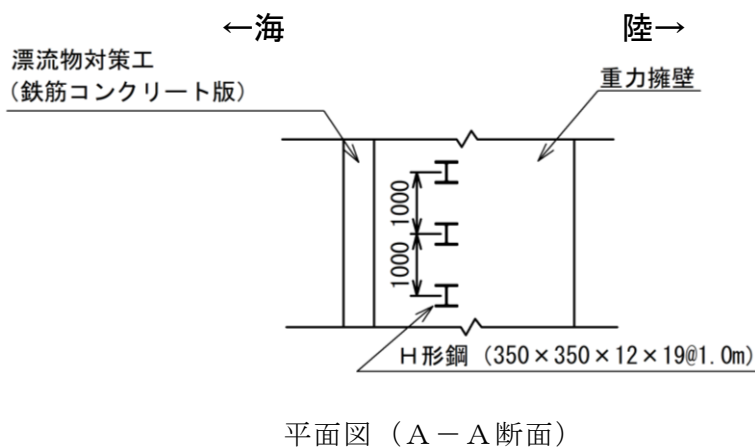
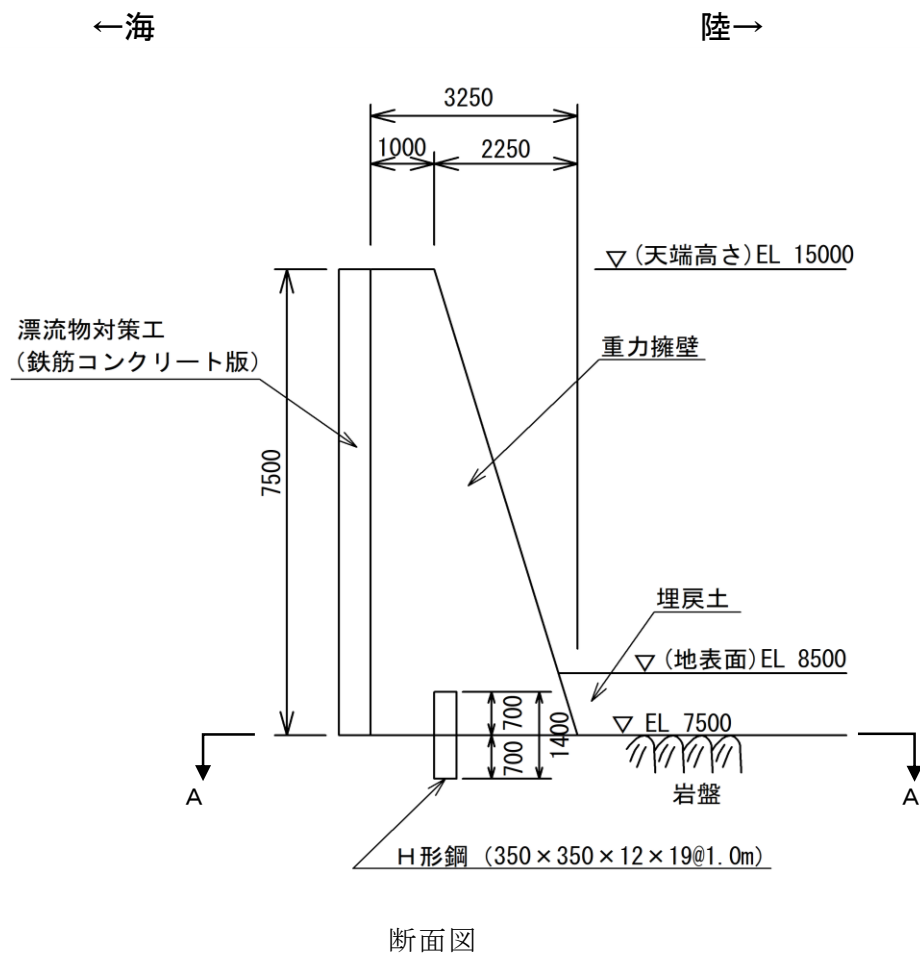


図 3-17 防波壁 (波返重力擁壁) の構造図 (⑤-⑤断面)

3.2 解析方法

防波壁（波返重力擁壁）の地震応答解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる2次元有限要素法を用いて、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d-D に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析により行うこととする。②-②断面、③-③断面及び④-④断面は、地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮するため、解析方法は有効応力解析とする。⑤-⑤断面は、地下水位以深に液状化対象層が分布しないことから、解析方法は全応力解析とする。

構造部材については、平面ひずみ要素でモデル化する。ケーソンについては、3次元構造解析モデルとの変位を整合させるためのヤング係数の調整を行い、3次元構造モデルと等価な剛性となるようモデル化する。また、地盤については地盤のひずみ依存性を適切に考慮できるようモデル化する。

地震応答解析については、有効応力解析では「FLIP」、全応力解析では「TDAPPⅢ」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

3.2.1 施設

重力擁壁及びケーソンは、平面ひずみ要素でモデル化する。

漂流物対策工（鉄筋コンクリート版）は、モデル化せず、その重量を考慮する。

3.2.2 地盤物性のばらつき

防波壁（波返重力擁壁）の地震時の応答は、周辺地盤との相互作用によることから、地盤物性のばらつきの影響を考慮する。地盤物性のばらつきについては、表 3-1 に示す解析ケースにおいて考慮する。

図 3-2 及び図 3-4～図 3-7 に示すとおり、動的変形特性にひずみ依存性がある地盤が分布しており、これらの地盤のせん断変形が地震時に防波壁（波返重力擁壁）の応答に与える影響が大きいと考えられる。このうち、広範囲に分布しており、応答に与える影響が大きいと考えられる埋戻土の物性（初期せん断弾性係数）のばらつきについて影響を確認する。

詳細な解析ケースの考え方は、「3.2.4 解析ケース」に示す。

表 3-1 解析ケース

解析ケース	地盤物性	
	埋戻土 (G_0 : 初期せん断弾性係数)	岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	平均値	平均値
ケース②	平均値 + 1 σ	平均値
ケース③	平均値 - 1 σ	平均値

3.2.3 減衰定数

有効応力解析では，Rayleigh 減衰を考慮することとし，剛性比例型減衰（ $\alpha=0$ ， $\beta=0.002$ ）を設定する。

全応力解析では，固有値解析にて求められる固有周期と各材料の減衰比に基づき，質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下の Rayleigh 減衰を解析モデル全体に与える。

Rayleigh 減衰における係数 α ， β の設定結果を表 3-2 に示す。

$$[C] = \alpha [m] + \beta [k]$$

[C] : 減衰係数マトリックス

[m] : 質量マトリックス

[k] : 剛性マトリックス

α ， β : 係数

表 3-2 Rayleigh 減衰における係数 α ， β の設定結果
(解析手法：全応力解析)

評価対象断面	α	β
⑤-⑤断面	2.916	2.852×10^{-4}

3.2.4 解析ケース

(1) 耐震評価における解析ケース

耐震評価においては、すべての基準地震動 S_s に対し、解析ケース①（基本ケース）を実施する。すべての基準地震動 S_s に対して実施した解析ケース①（基本ケース）において、各照査値が最も厳しい地震動を用いて、解析ケース②及び③を実施する。重畳時の評価を実施する②-②断面、③-③断面及び④-④断面においては、 S_d-D （++）に対し、解析ケース①（基本ケース）の1ケースのみ実施する。耐震評価及び重畳時の評価における解析ケースを表3-3に示す。

表3-3 耐震評価及び重畳時の評価における解析ケース

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③
		基本ケース	地盤物性のばらつき（+1 σ ）を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき（-1 σ ）を考慮した解析ケース
地盤物性		平均値	平均値+1 σ	平均値-1 σ
地震動 (位相)	S_s-D	(++) *	○	基準地震動 S_s (6波) に位相反転を考慮した地震動 (6波) を加えた全12波に対し、ケース①（基本ケース）を実施し、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査の各照査項目ごとに照査値が0.5を超える照査項目に対して、最も厳しい（許容限界に対する裕度が最も小さい）地震動を用いてケース②及び③を実施する。 すべての照査項目の照査値がいずれも0.5以下の場合には、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②及び③を実施する。
		(-+) *	○	
		(+-) *	○	
		(--)*	○	
	S_s-F1	(++) *	○	
	S_s-F2	(++) *	○	
	S_s-N1	(++) *	○	
		(-+) *	○	
	S_s-N2	(++) *	○	
	(NS)	(-+) *	○	
	S_s-N2	(++) *	○	
(EW)		(-+) *	○	
S_d-D	(++) *	○	-	-

注記*：地震動の位相について、（++）の左側は水平動、右側は鉛直動を表し、「-」は位相を反転させたケースを示す。

(2) 機器・配管系に対する応答加速度抽出のための解析ケース

②-②断面及び④-④断面を対象とし、機器・配管系に対する応答加速度抽出は、床応答への保守的な配慮として解析ケース①（基本ケース）に加え、表 3-4 に示す解析ケース②及び③を実施する。機器・配管系の耐震評価における解析ケースを表 3-4 に示す。

表 3-4 機器・配管系に対する応答加速度抽出のための解析ケース

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③	
		基本 ケース	地盤物性のばらつき (+1 σ) を考慮し た解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ) を考慮し た解析ケース	
地盤物性		平均値	平均値+1 σ	平均値-1 σ	
地震動 (位相)	S _s -D	(++) *	○	○	○
		(-+) *	○	○	○
		(+-) *	○	○	○
		(--) *	○	○	○
	S _s -F 1	(++) *	○	○	○
	S _s -F 2	(++) *	○	○	○
	S _s -N 1	(++) *	○	○	○
		(-+) *	○	○	○
	S _s -N 2	(++) *	○	○	○
	(NS)	(-+) *	○	○	○
	S _s -N 2 (EW)	(++) *	○	○	○
		(-+) *	○	○	○

注記*：地震動の位相について、(++) の左側は水平動、右側は鉛直動を表し、「-」は位相を反転させたケースを示す。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 耐震評価上考慮する状態

防波壁（波返重力擁壁）の地震応答解析において，地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり，通常の条件下におかれている状態。ただし，運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪荷重及び風荷重を考慮する。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

防波壁（波返重力擁壁）の地震応答解析において，考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重(G)

固定荷重として，躯体自重及び機器・配管荷重を考慮する。

(2) 積載荷重(P)

積載荷重として，土圧及び水圧を考慮する。

(3) 積雪荷重(P_s)

積雪荷重として，発電所最寄りの気象官署である松江地方気象台（松江市）での観測記録（1941～2018年）より，観測史上1位の月最深積雪100cm（1971年2月4日）に平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮し35.0cmとする。

積雪荷重については，「松江市建築基準法施行細則（平成17年3月31日松江市規則第234号）」により，積雪量1cmごとに20N/m²の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

(4) 風荷重(P_k)

風荷重については，設計基準風速を30m/sとし，「建築基準法・同施行令」に基づき算定する。

(5) 地震荷重(S_s)

基準地震動S_sによる荷重を考慮する。

(6) 余震荷重(K S_d)

弾性設計用地震動S_{d-D}による荷重を考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-5 に示す。

表 3-5 荷重の組合せ

区分	荷重の組合せ
地震時 (S _s)	G + P + P _s + P _k + S _s
余震時 (S _d) *	G + P + P _s + P _k + K S _d

注記* : 重畳時に用いる。

G : 固定荷重

P : 積載荷重

P_s : 積雪荷重

P_k : 風荷重

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

K S_d : 余震荷重 (弾性設計用地震動 S_d - D)

3.4 入力地震動

入力地震動は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d-D を一次元波動論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

図 3-18 に入力地震動算定の概念図を、図 3-19～図 3-84 に入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

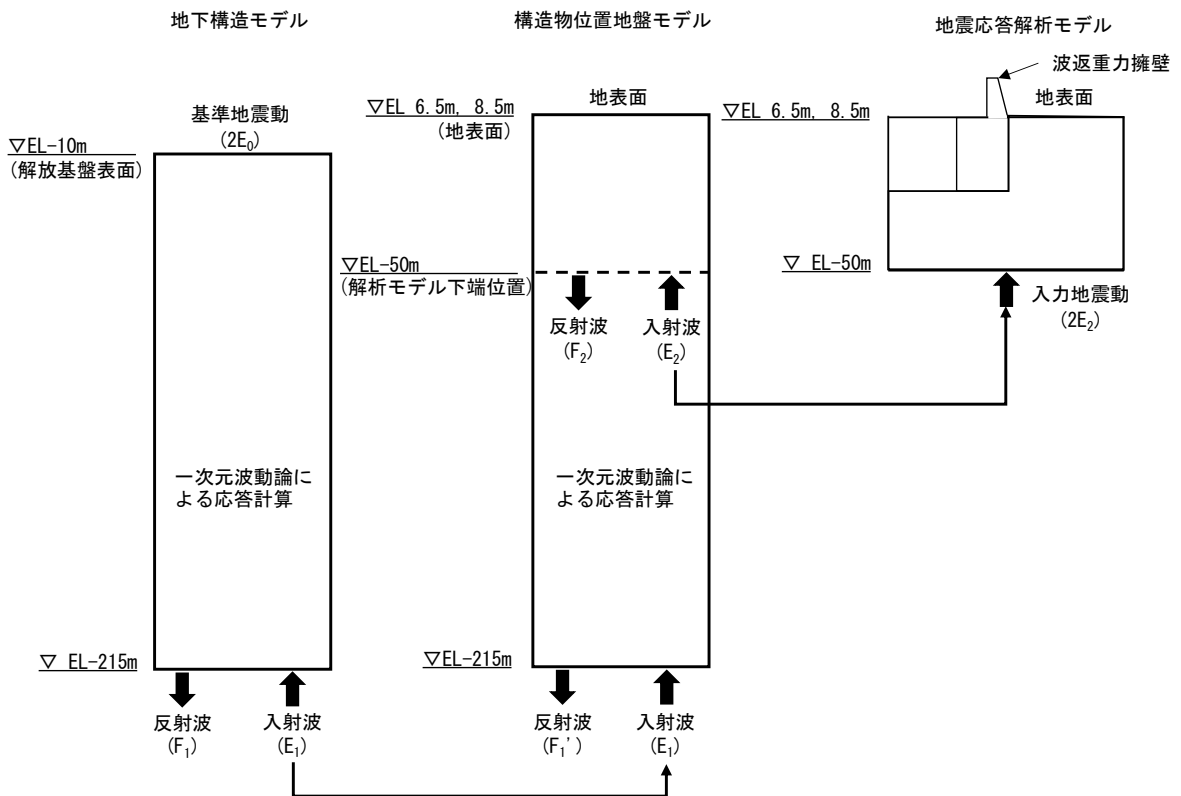
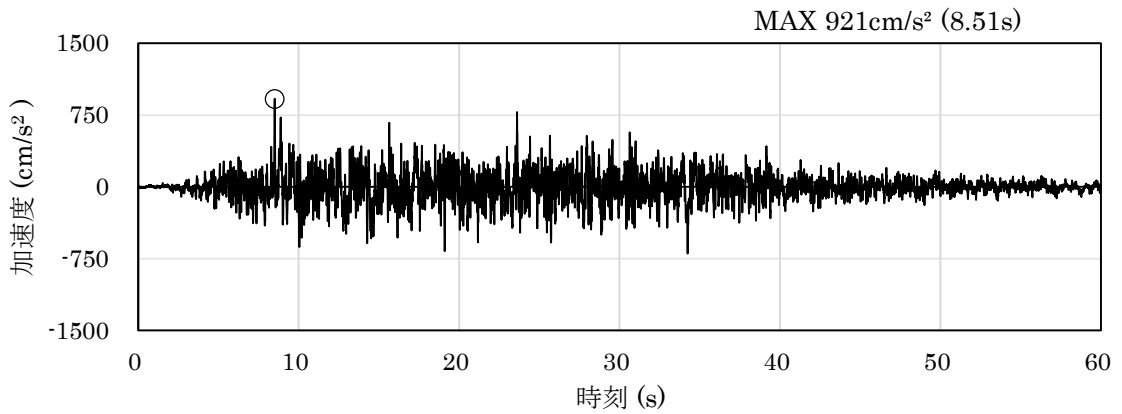
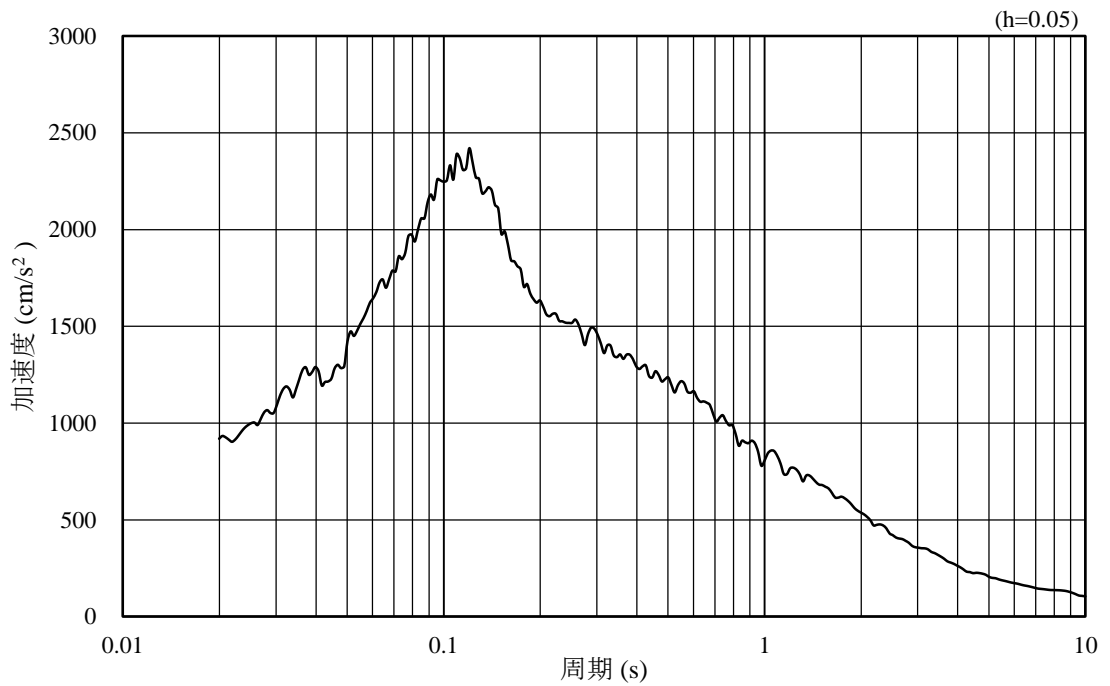


図 3-18 入力地震動算定の概念図

3.4.1 ②-②断面

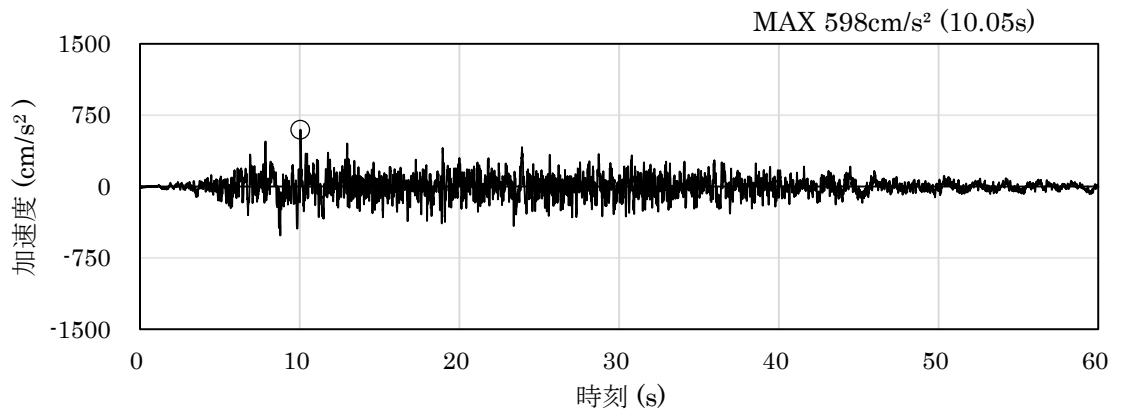


(a) 加速度時刻歴波形

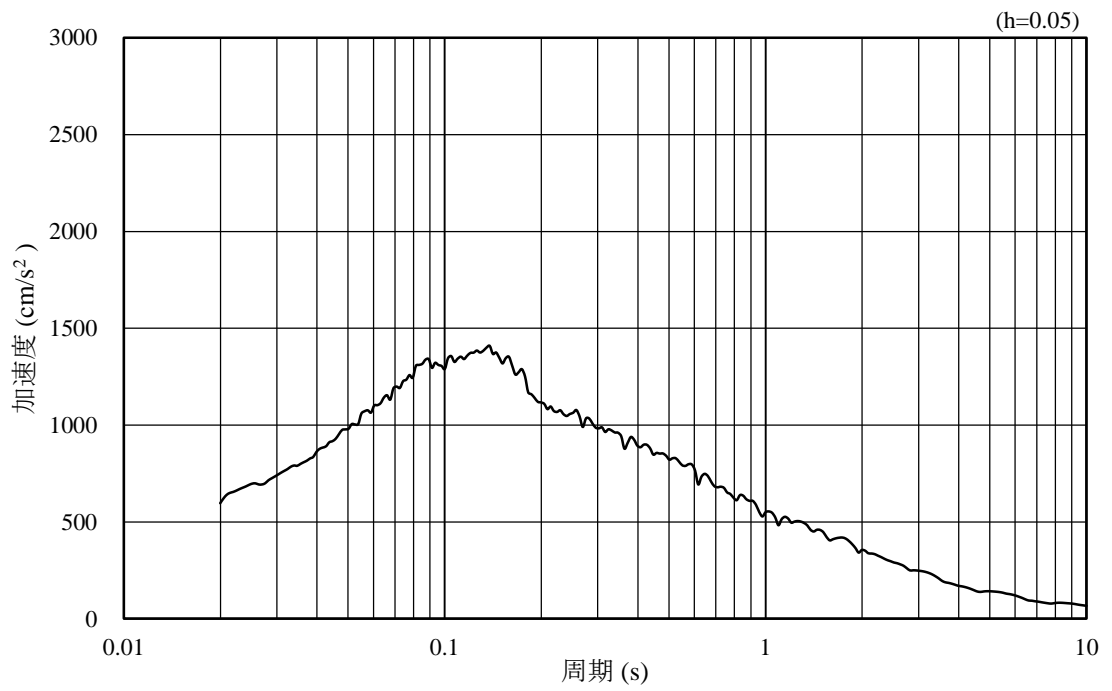


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-19 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - D)

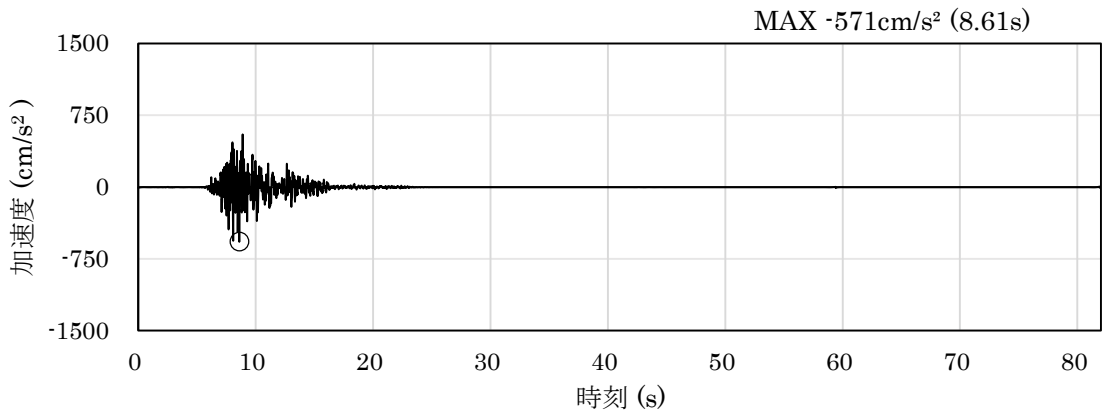


(a) 加速度時刻歴波形

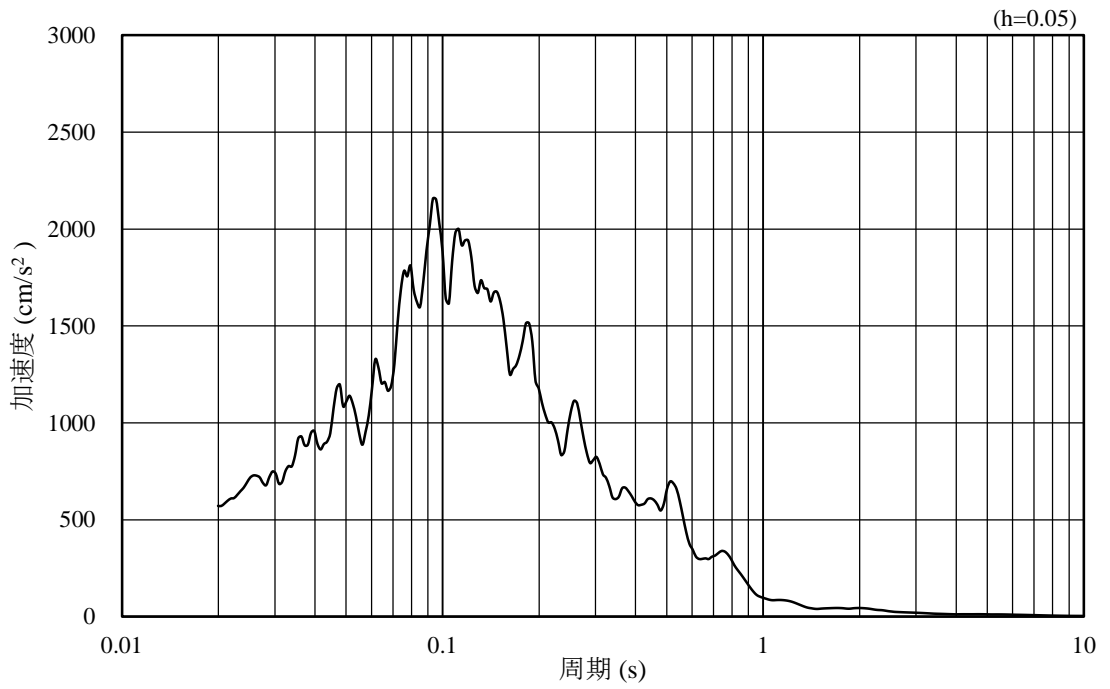


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-20 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - D)

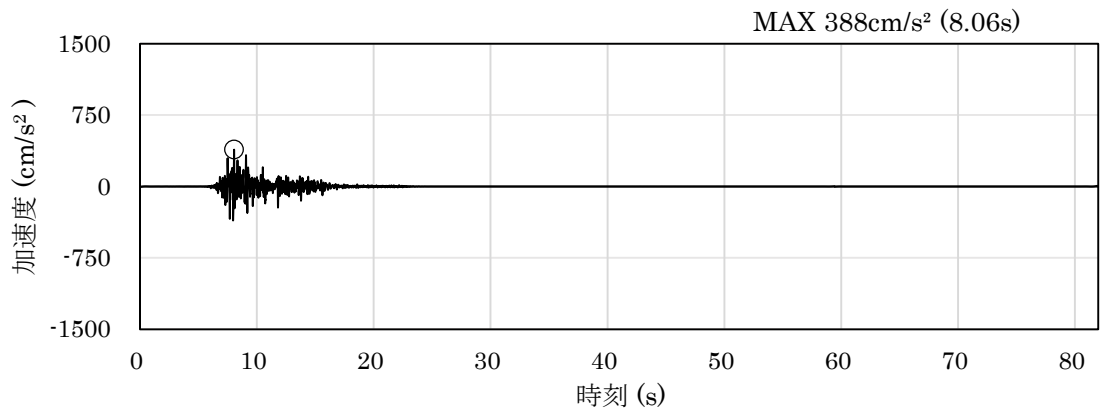


(a) 加速度時刻歴波形

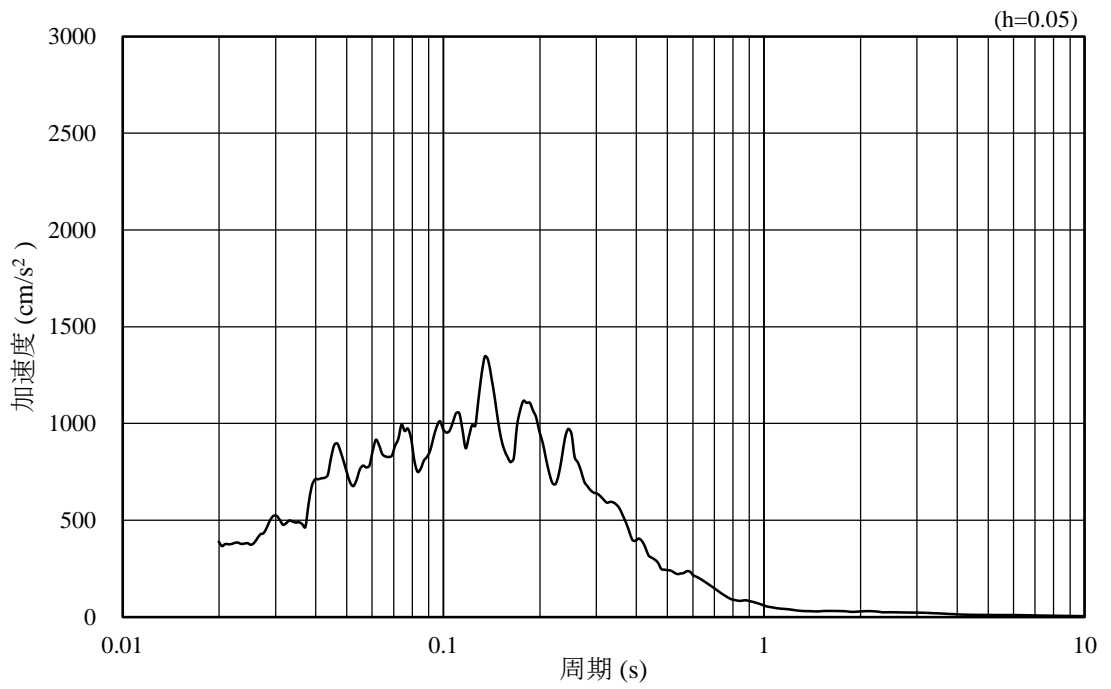


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-21 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - F 1)

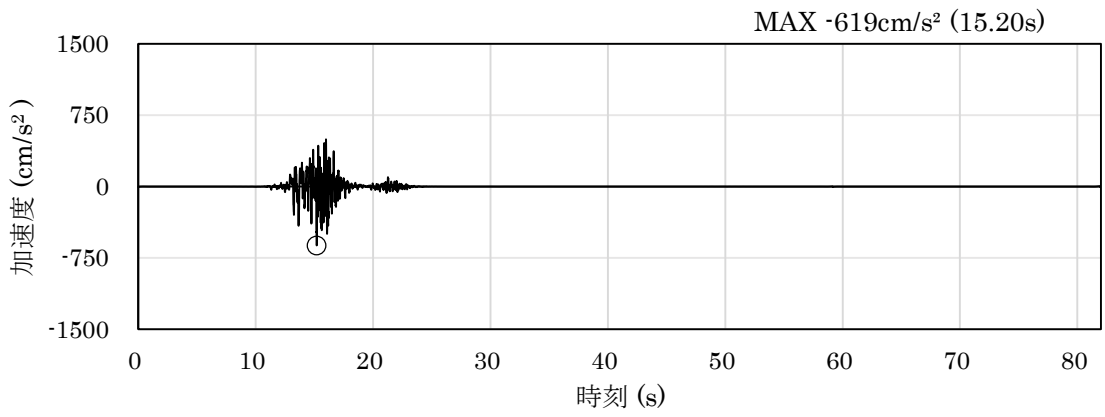


(a) 加速度時刻歴波形

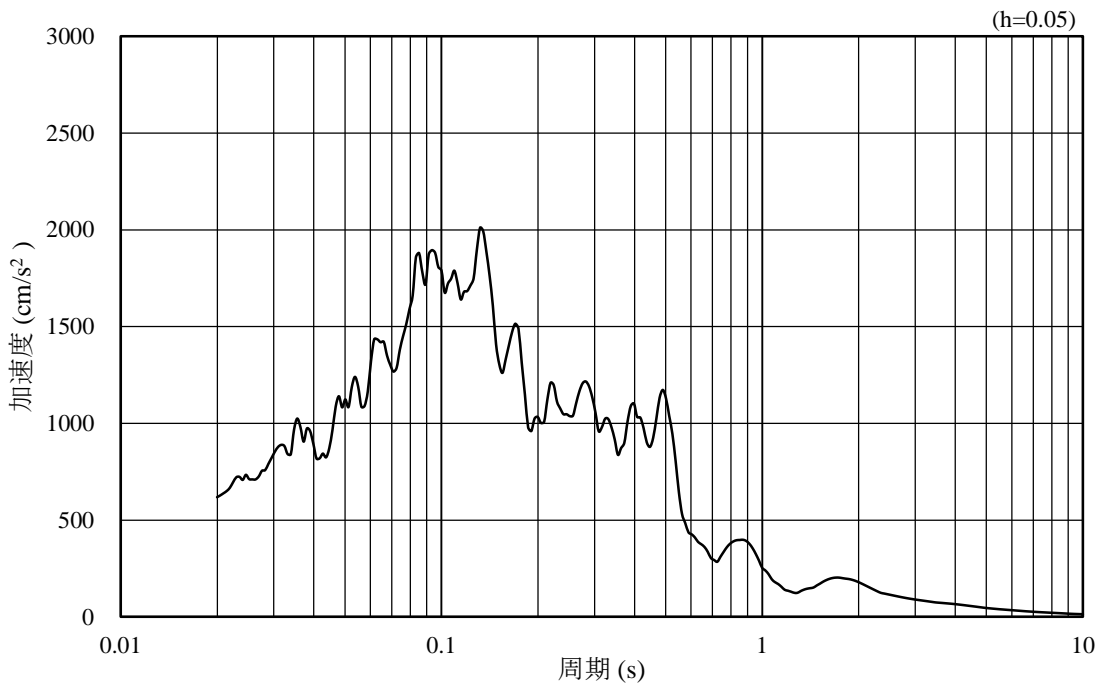


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-22 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 1)

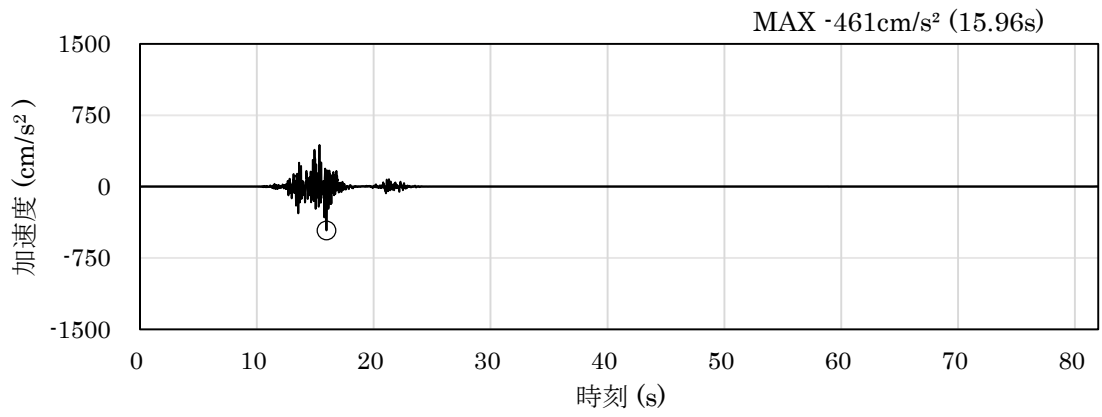


(a) 加速度時刻歴波形

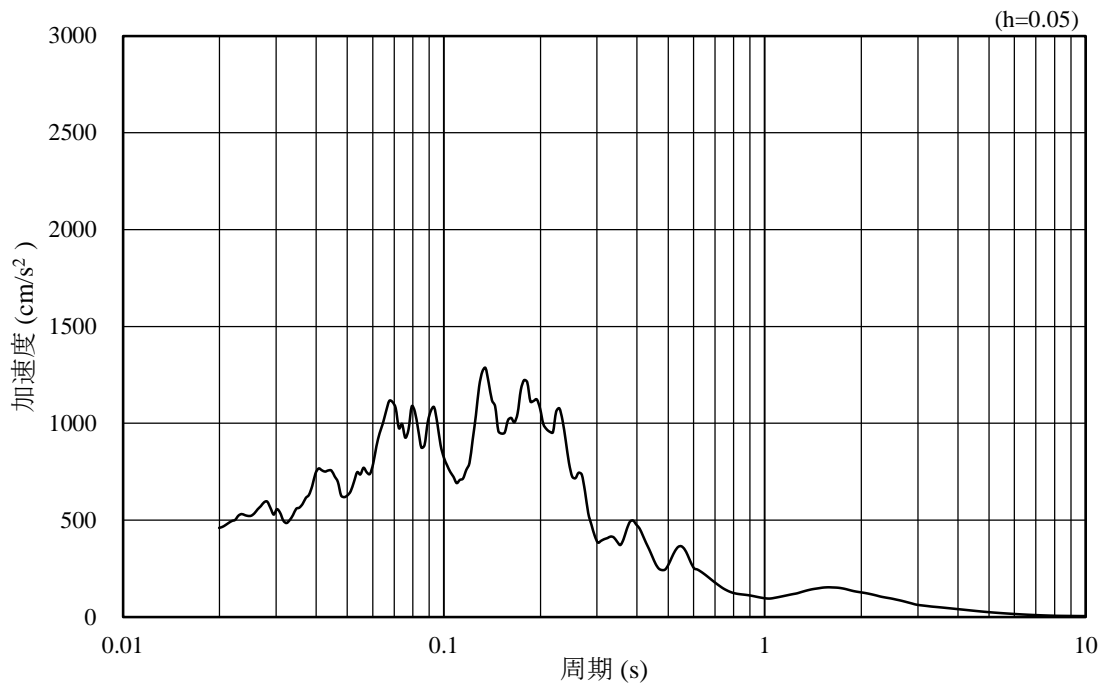


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-23 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 2)

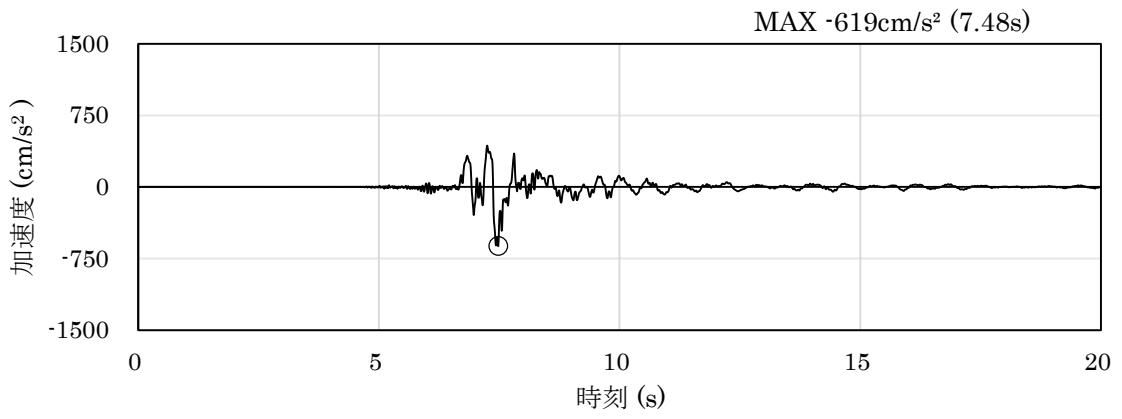


(a) 加速度時刻歴波形

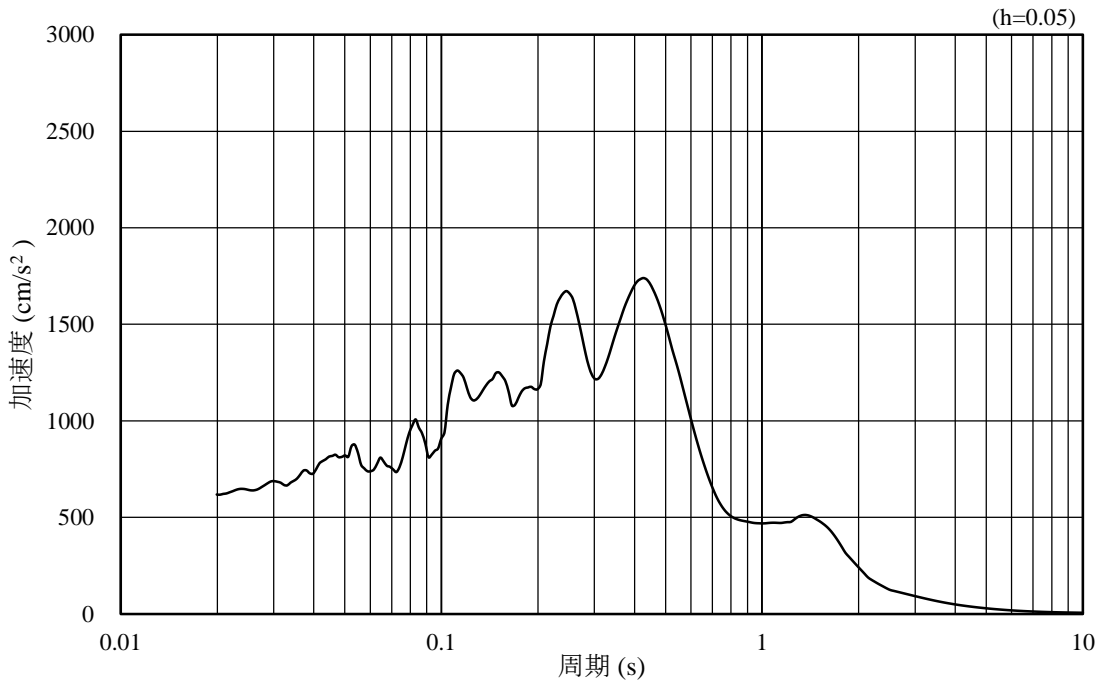


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-24 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 2)

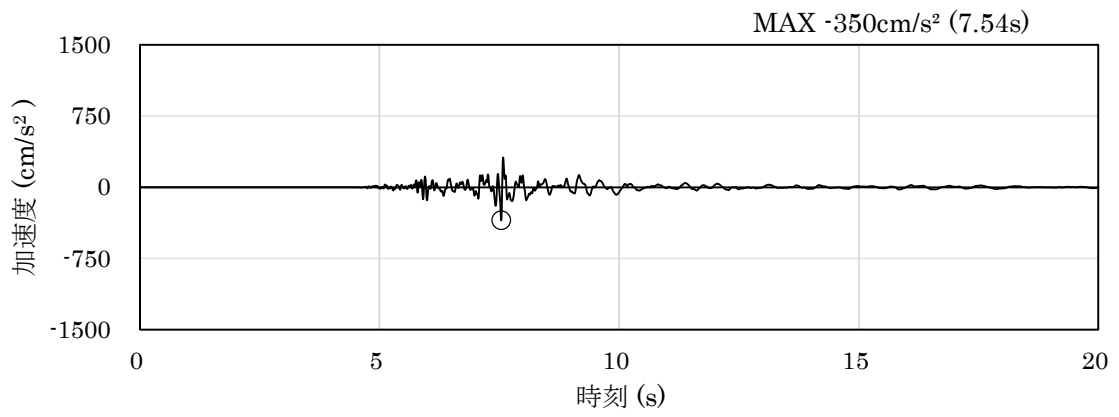


(a) 加速度時刻歴波形

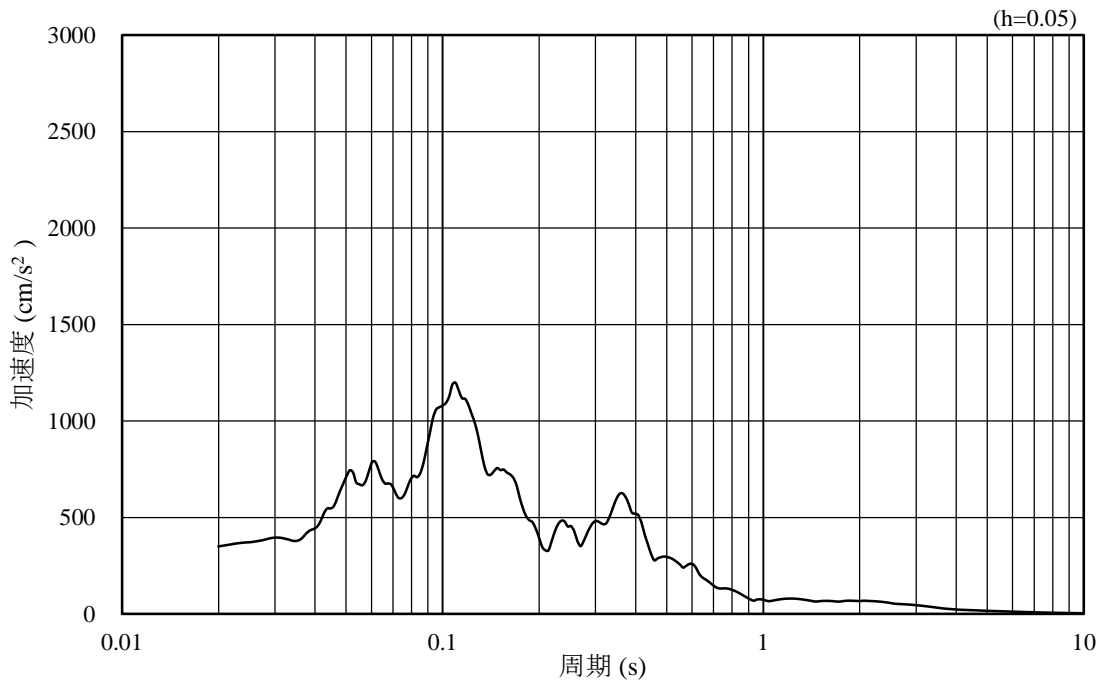


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-25 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 1)

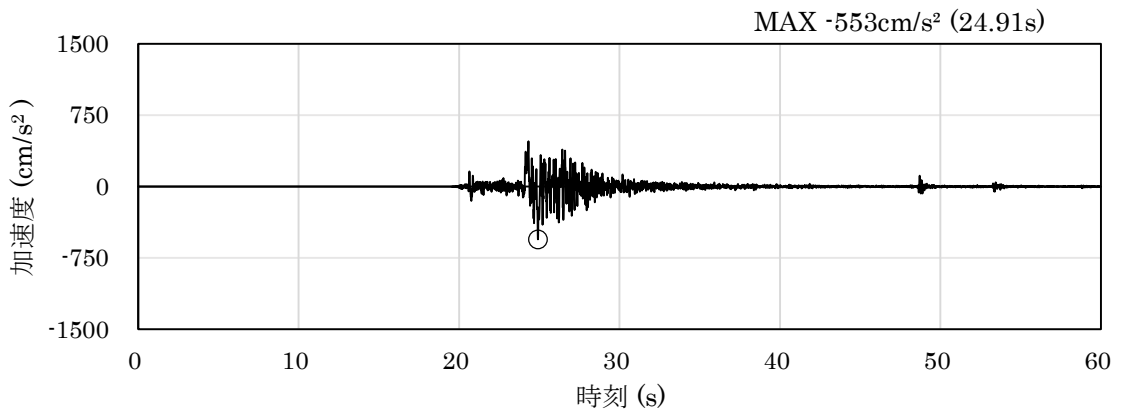


(a) 加速度時刻歴波形

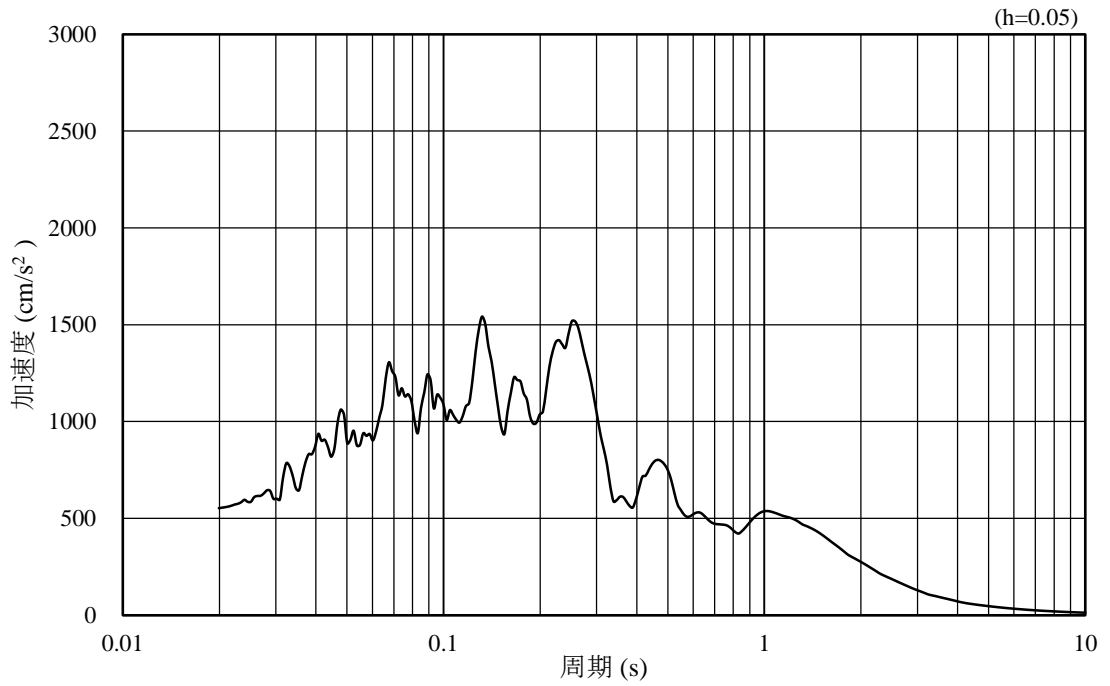


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-26 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 1)

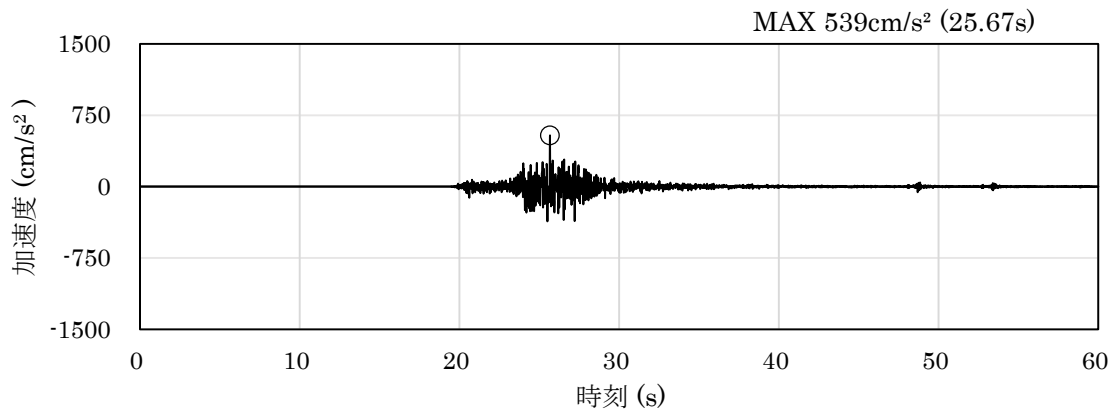


(a) 加速度時刻歴波形

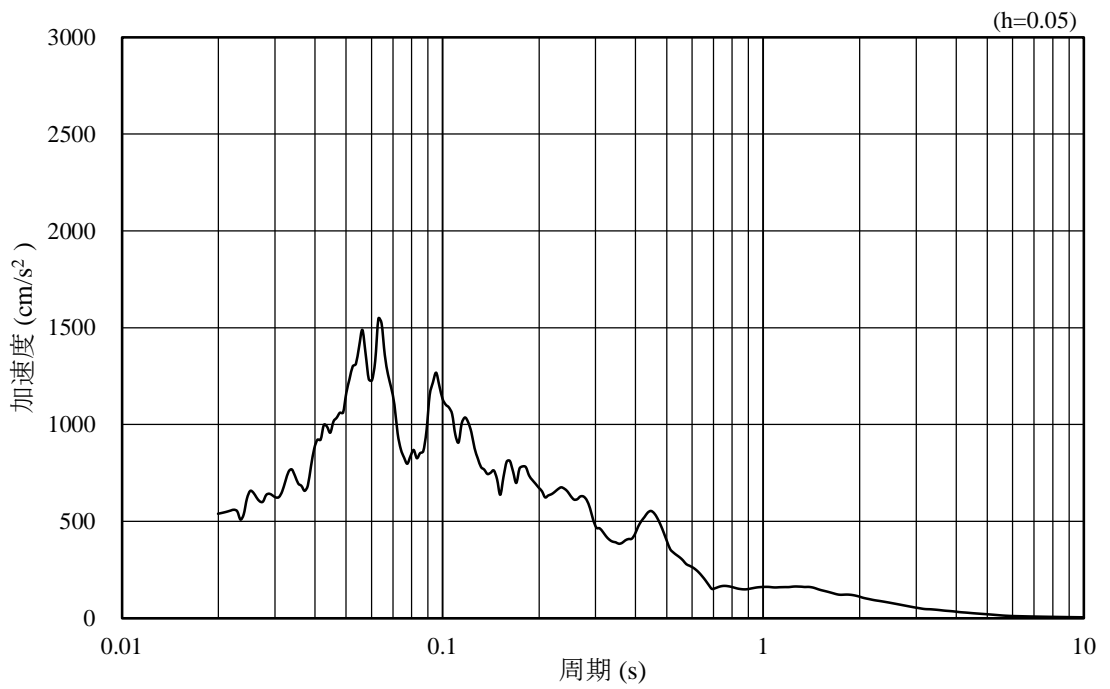


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-27 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (N S))

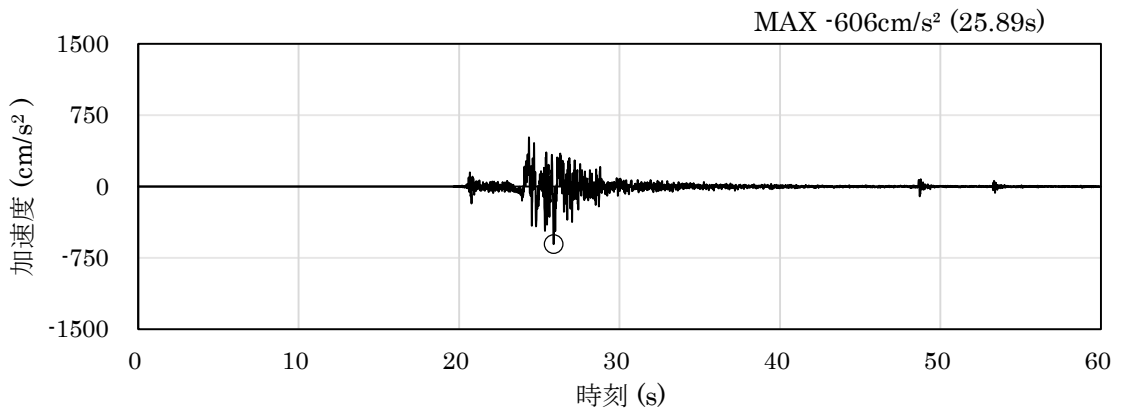


(a) 加速度時刻歴波形

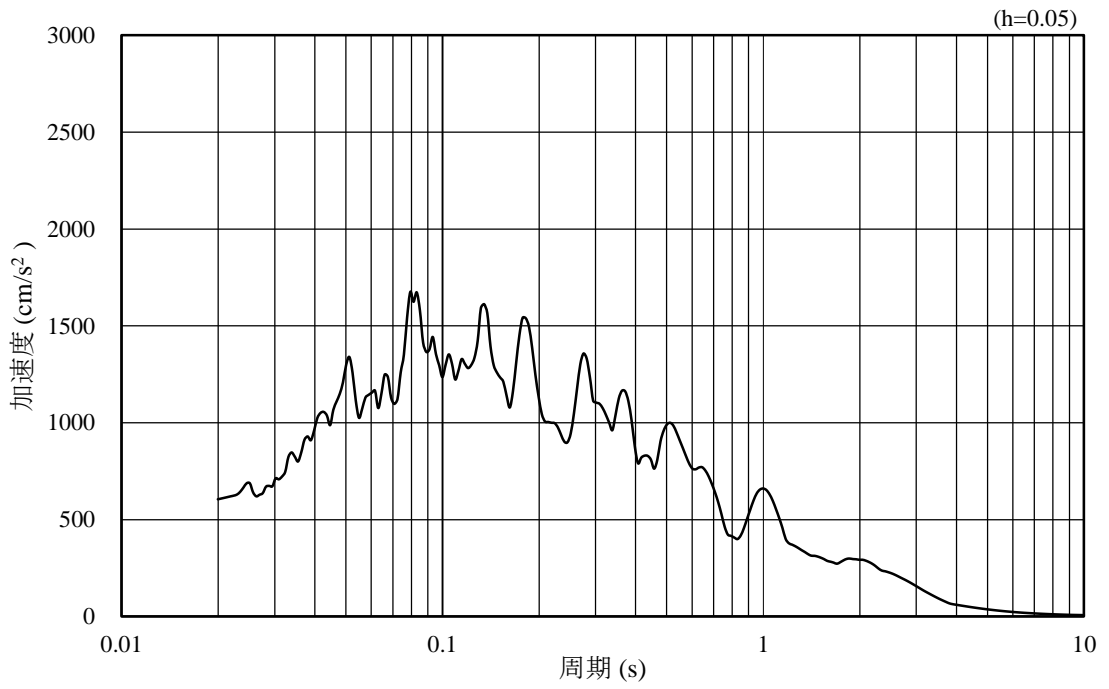


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-28 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (N S))

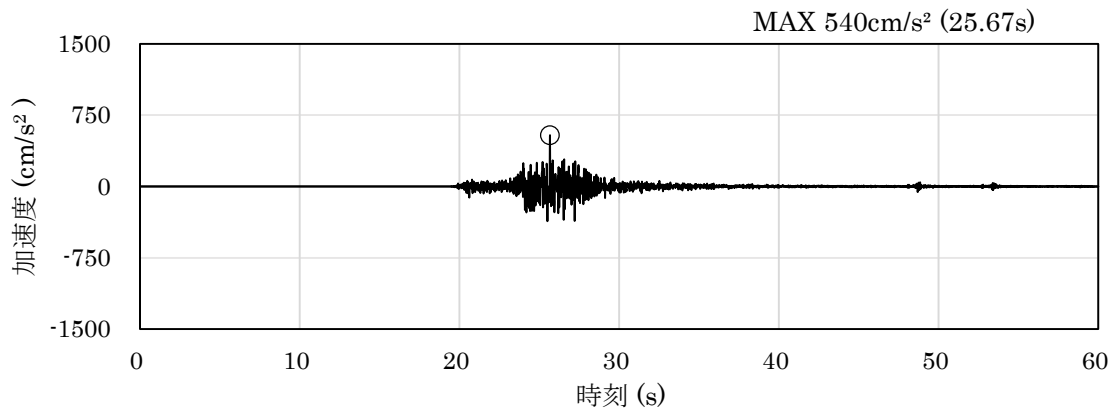


(a) 加速度時刻歴波形

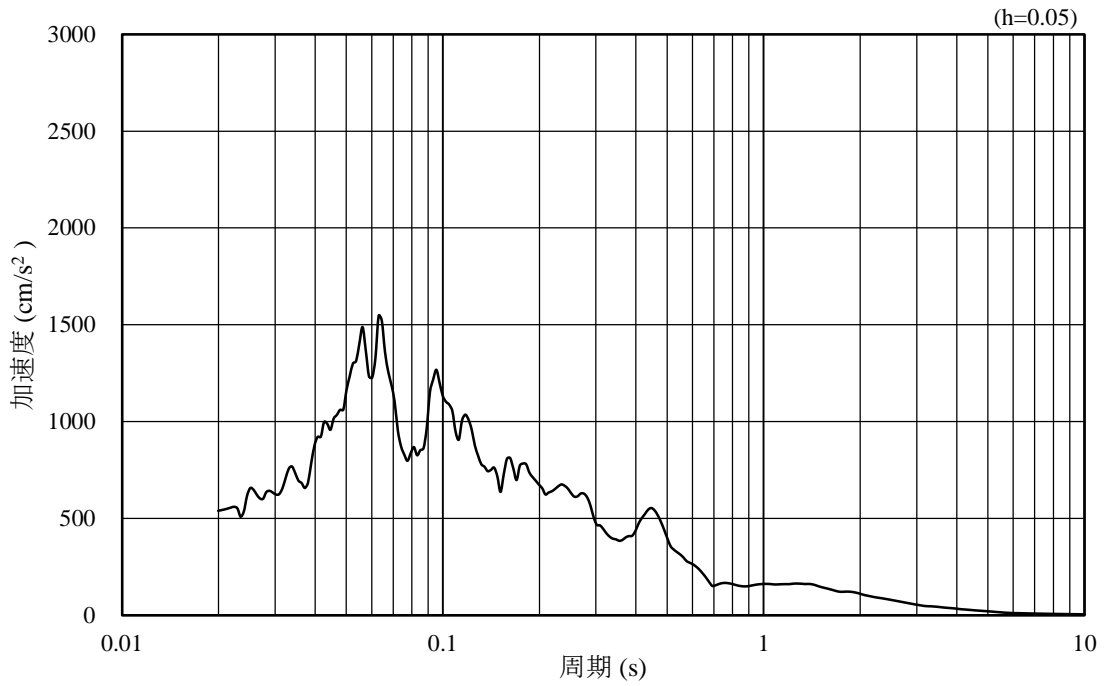


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-29 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (E W))

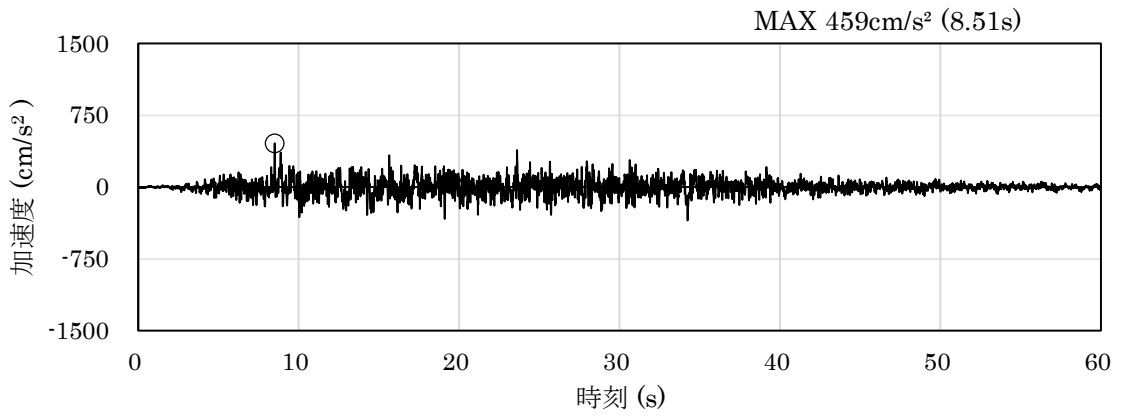


(a) 加速度時刻歴波形

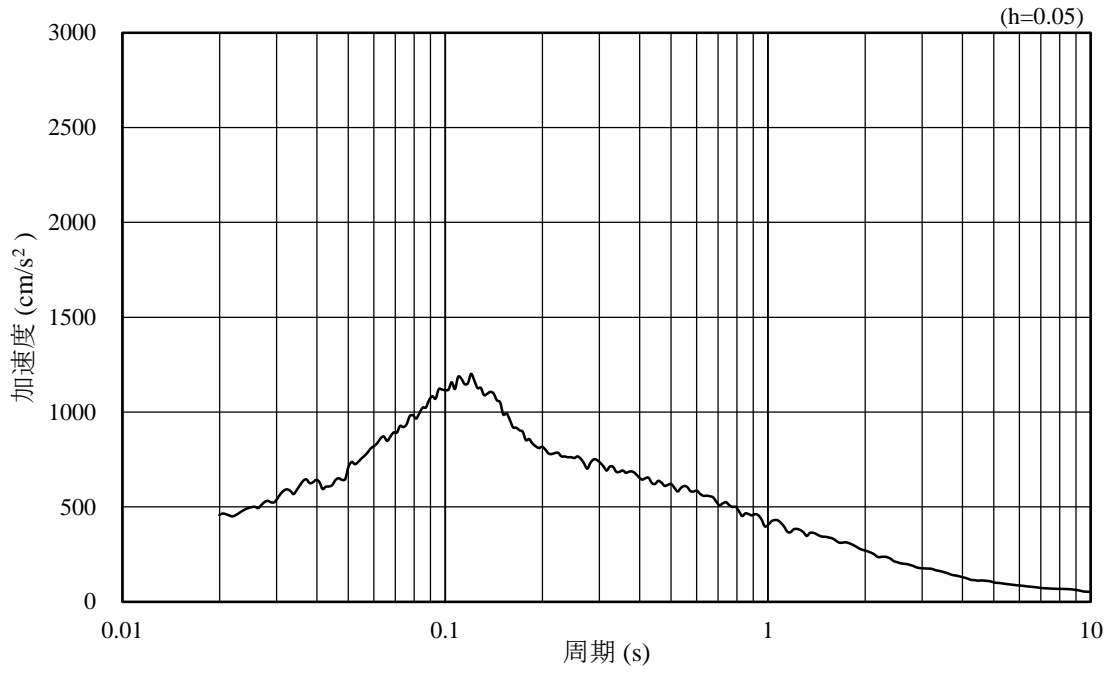


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-30 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (E W))

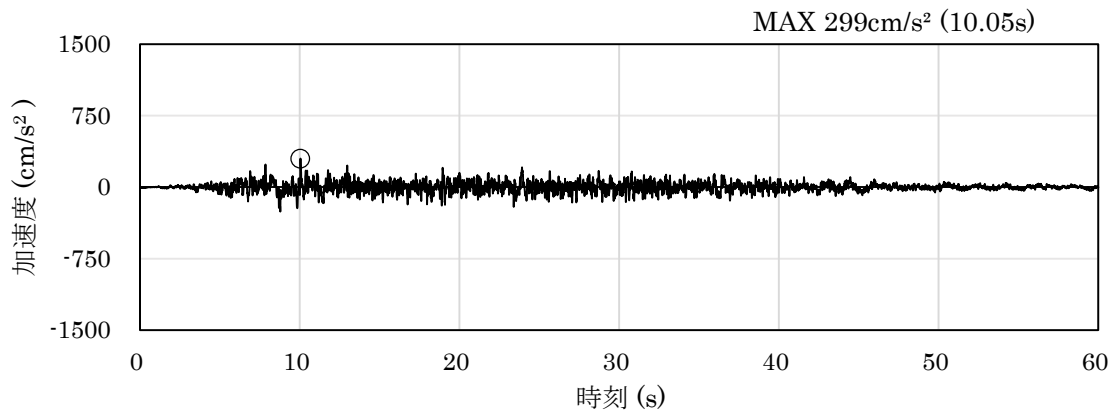


(a) 加速度時刻歴波形

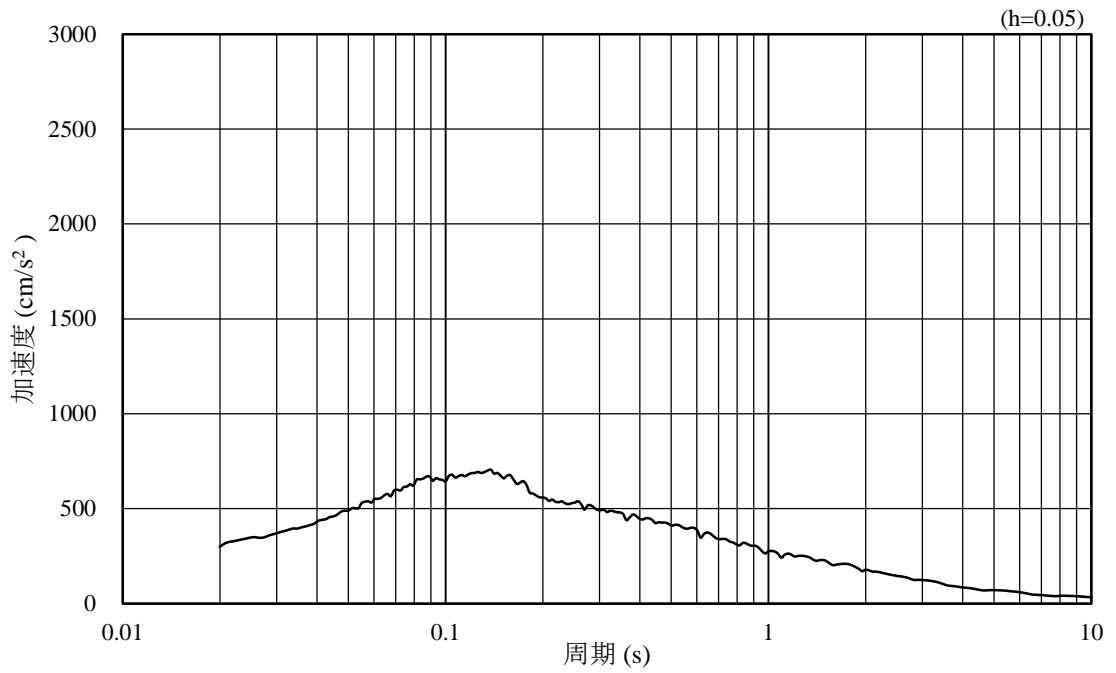


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-31 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S d - D)



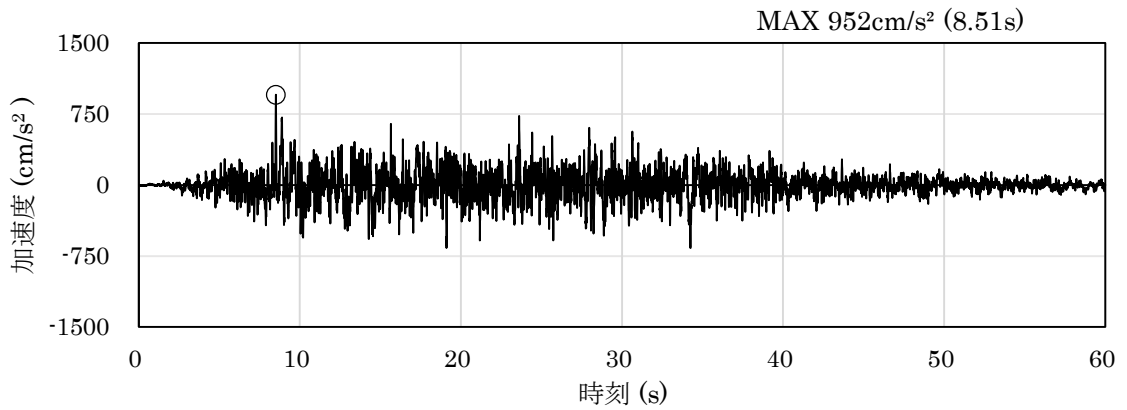
(a) 加速度時刻歴波形



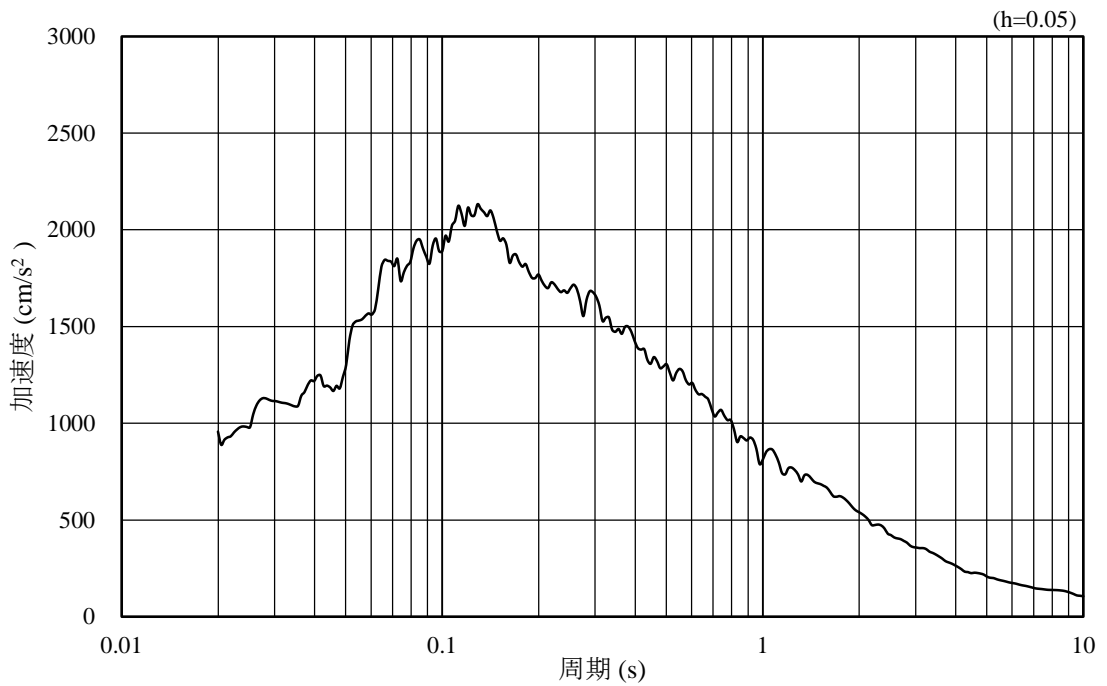
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-32 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - D)

3.4.2 ③-③断面

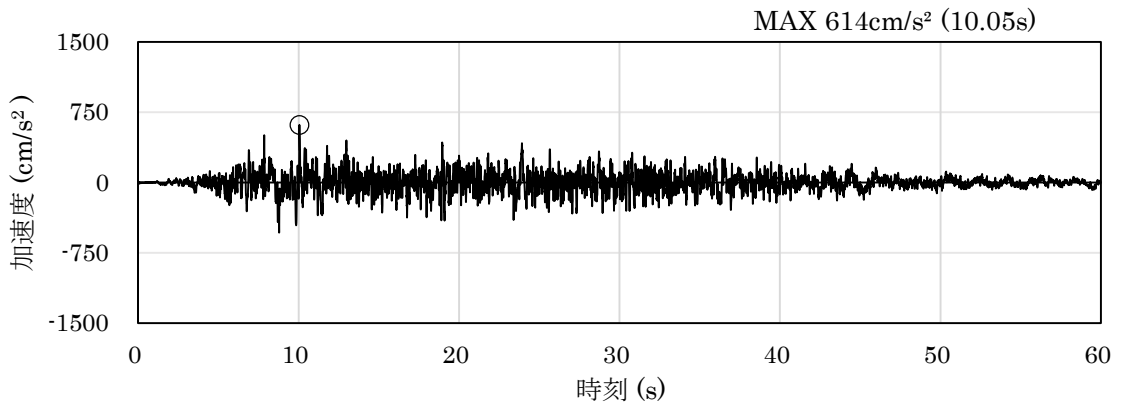


(a) 加速度時刻歴波形

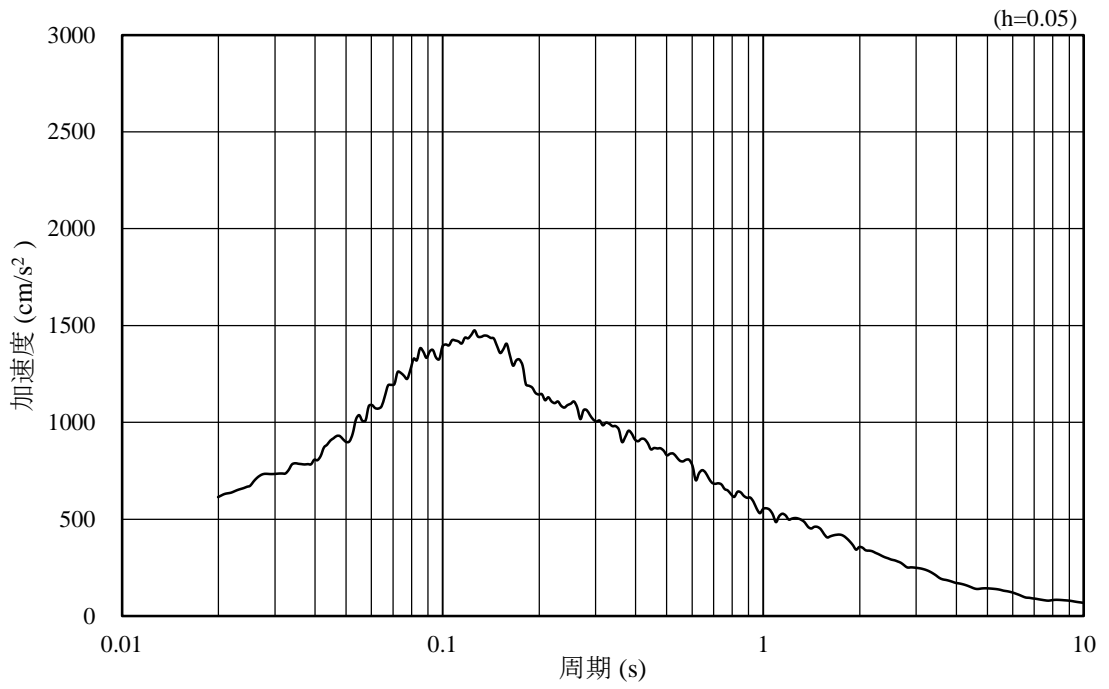


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-33 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - D)

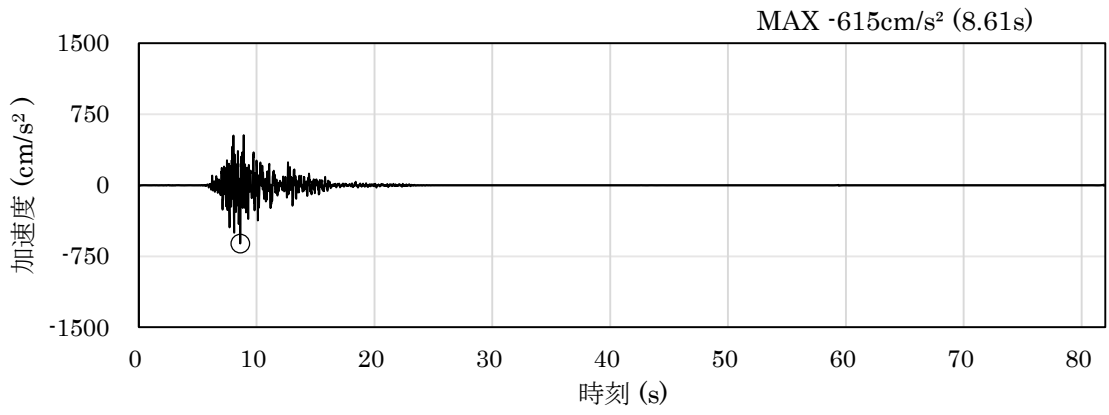


(a) 加速度時刻歴波形

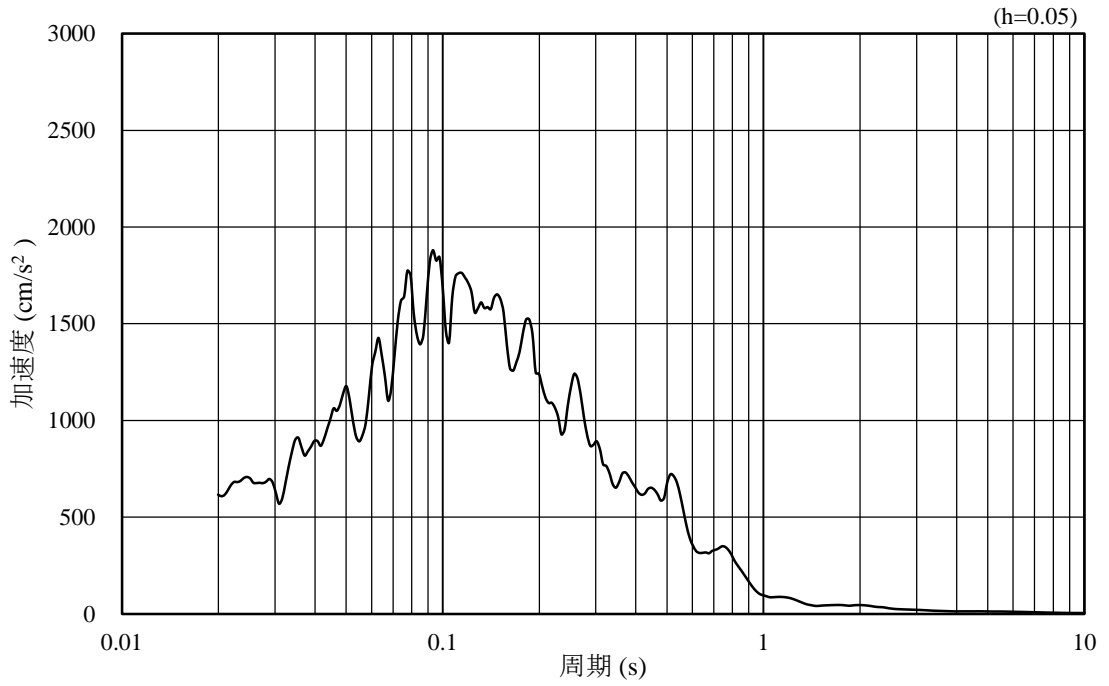


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-34 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - D)

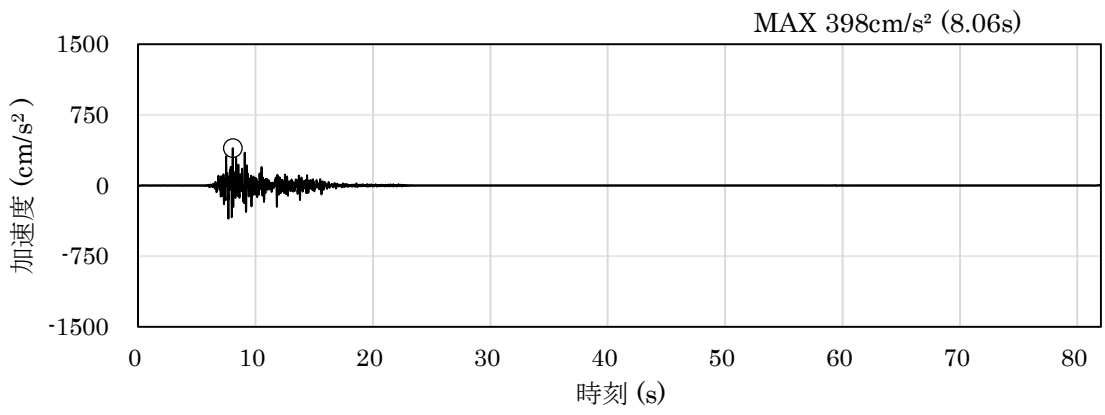


(a) 加速度時刻歴波形

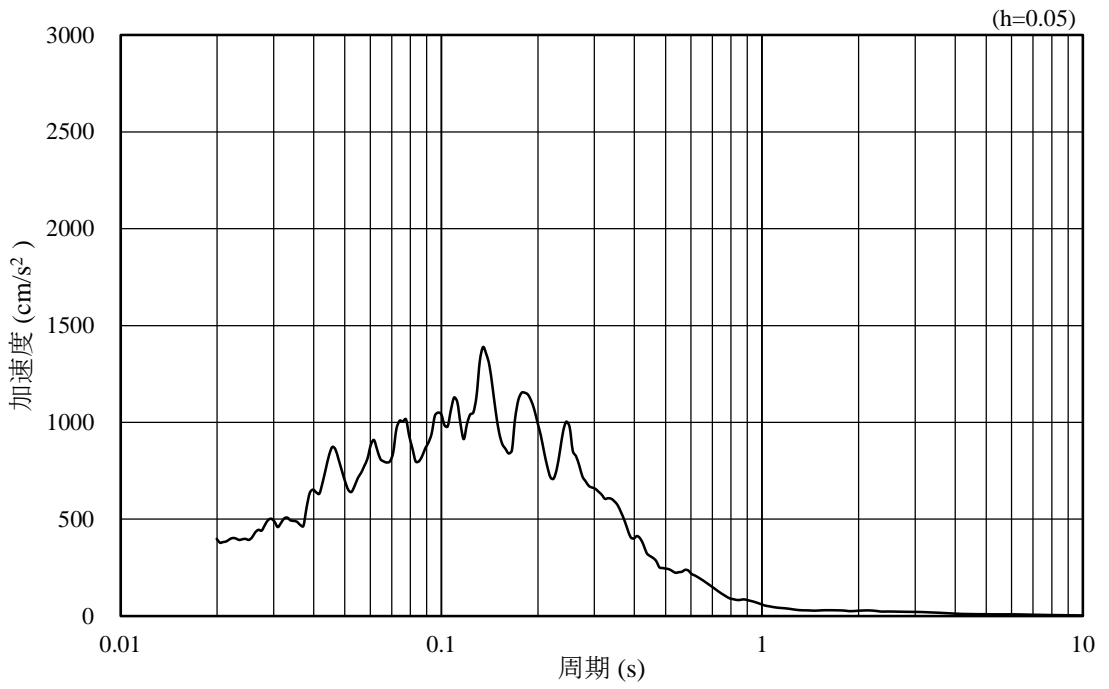


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-35 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - F 1)

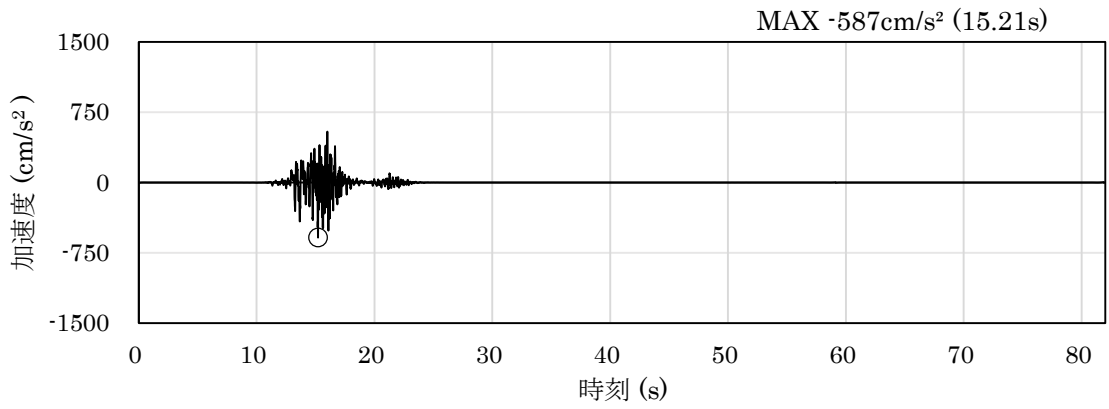


(a) 加速度時刻歴波形

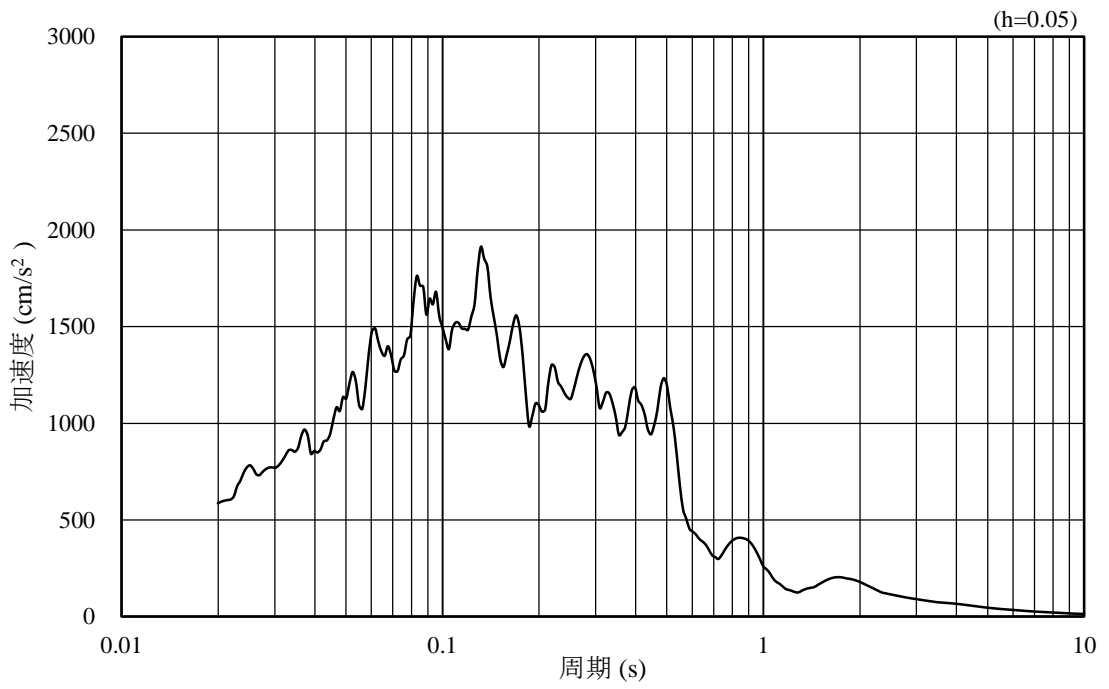


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-36 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 1)

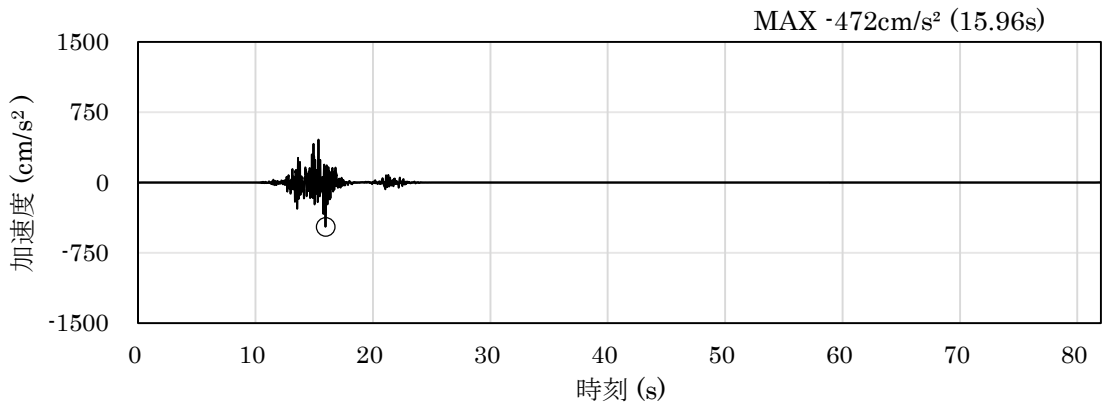


(a) 加速度時刻歴波形

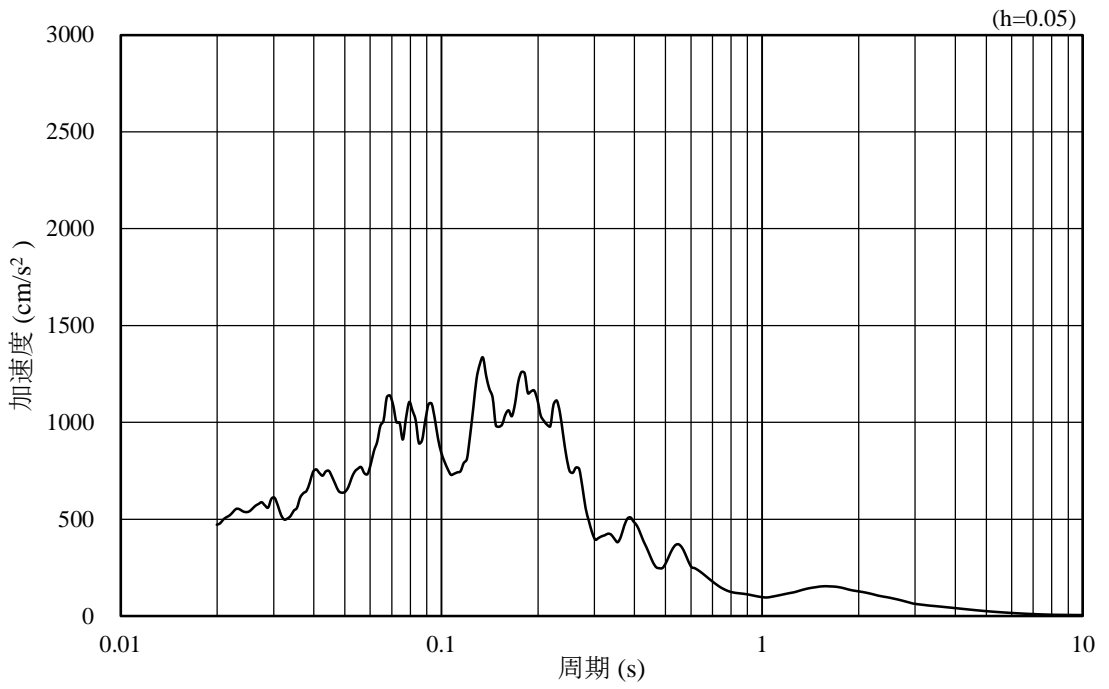


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-37 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - F 2)

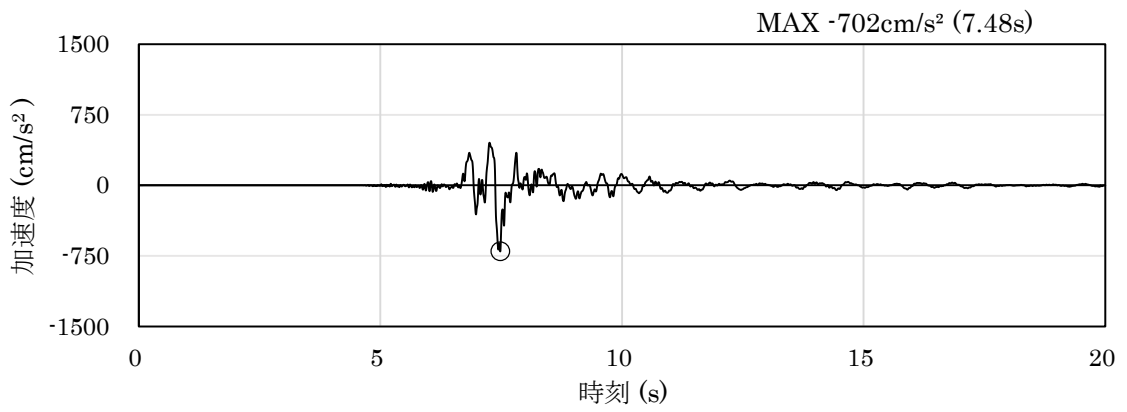


(a) 加速度時刻歴波形

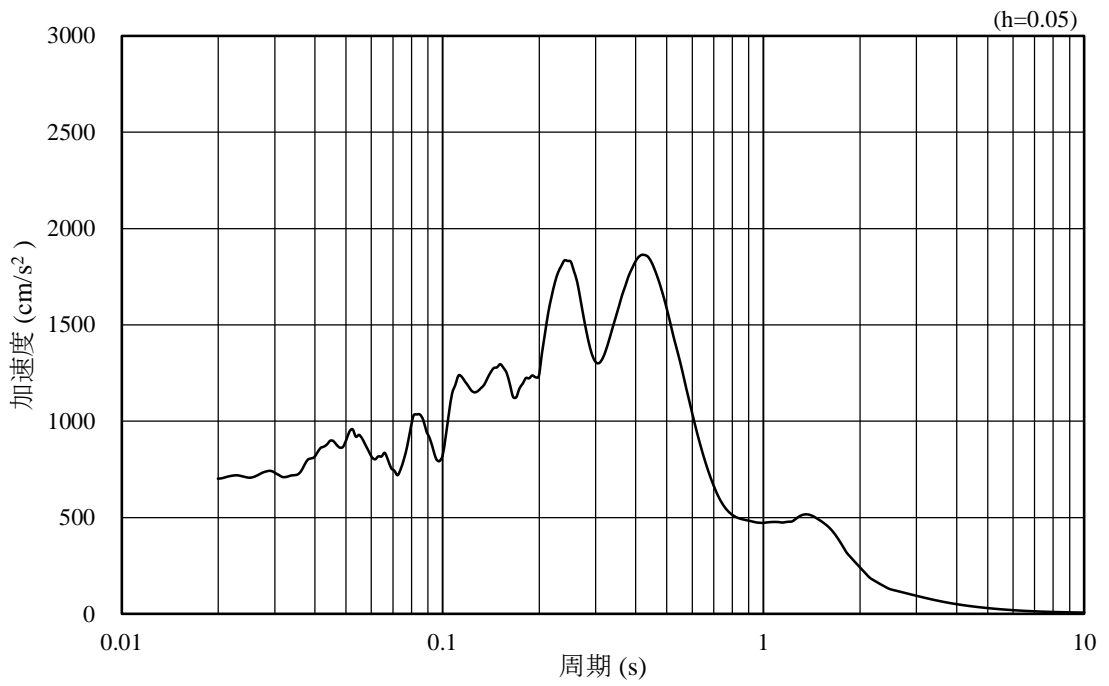


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-38 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 2)

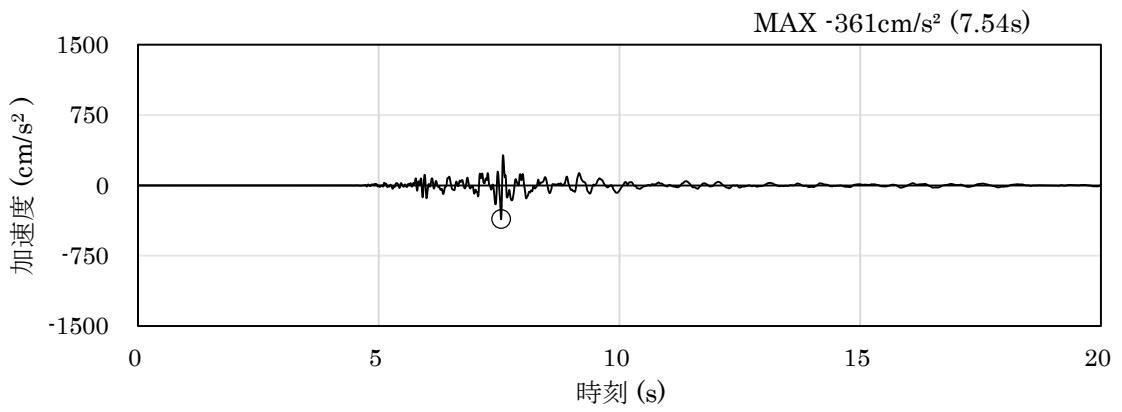


(a) 加速度時刻歴波形

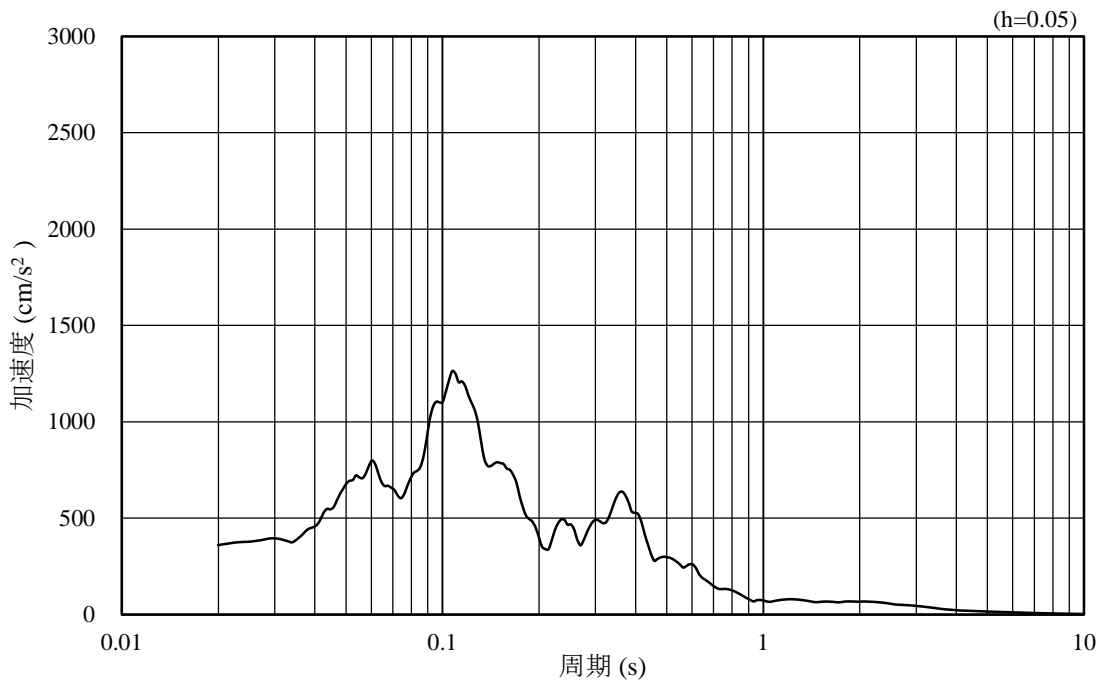


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-39 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 1)

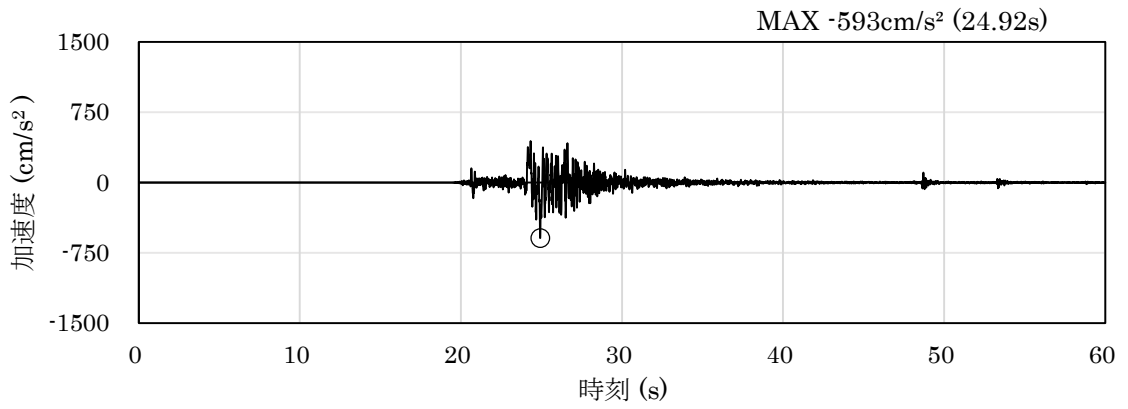


(a) 加速度時刻歴波形

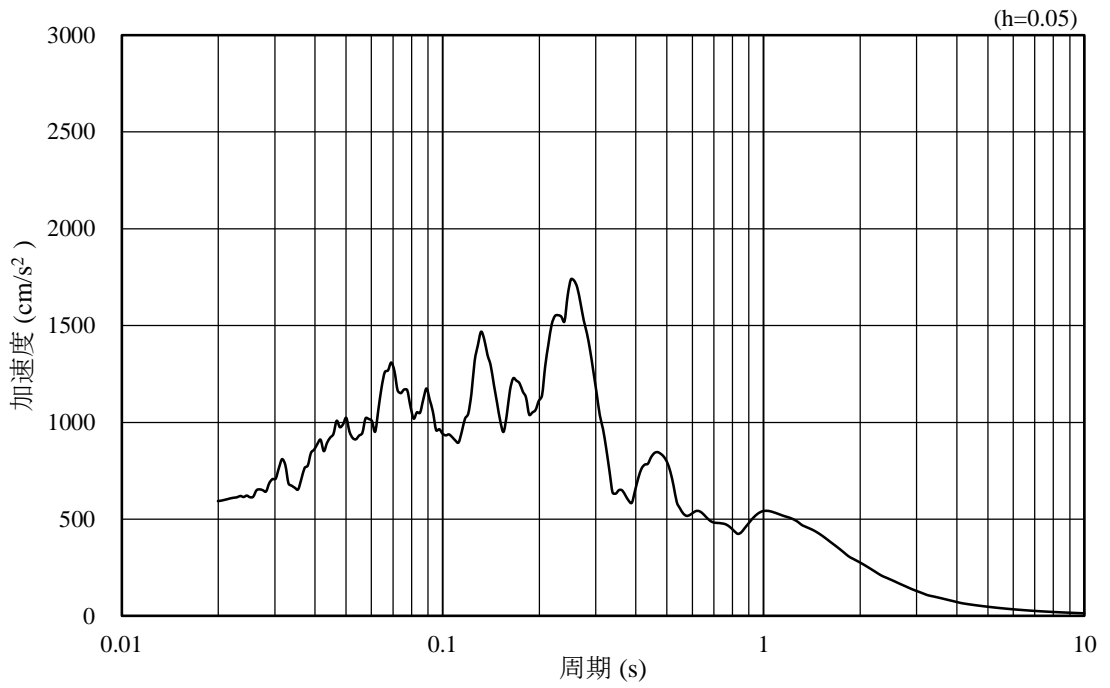


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-40 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 1)

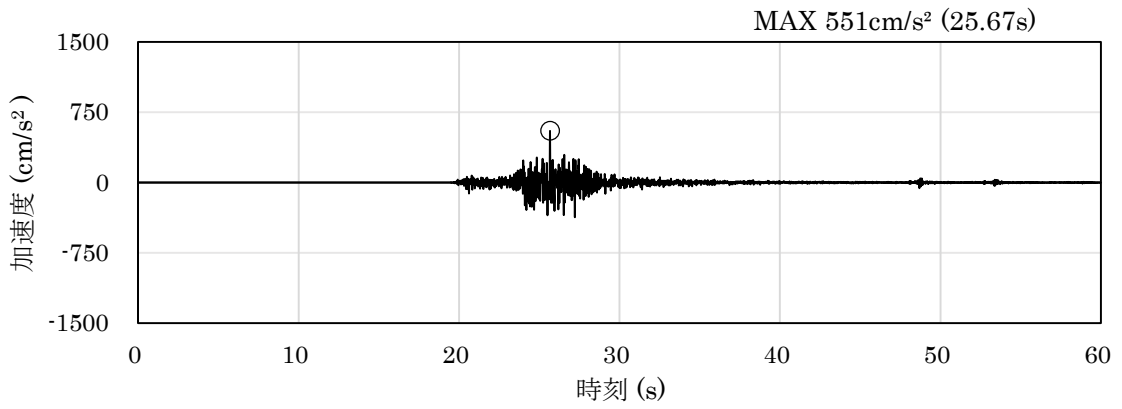


(a) 加速度時刻歴波形

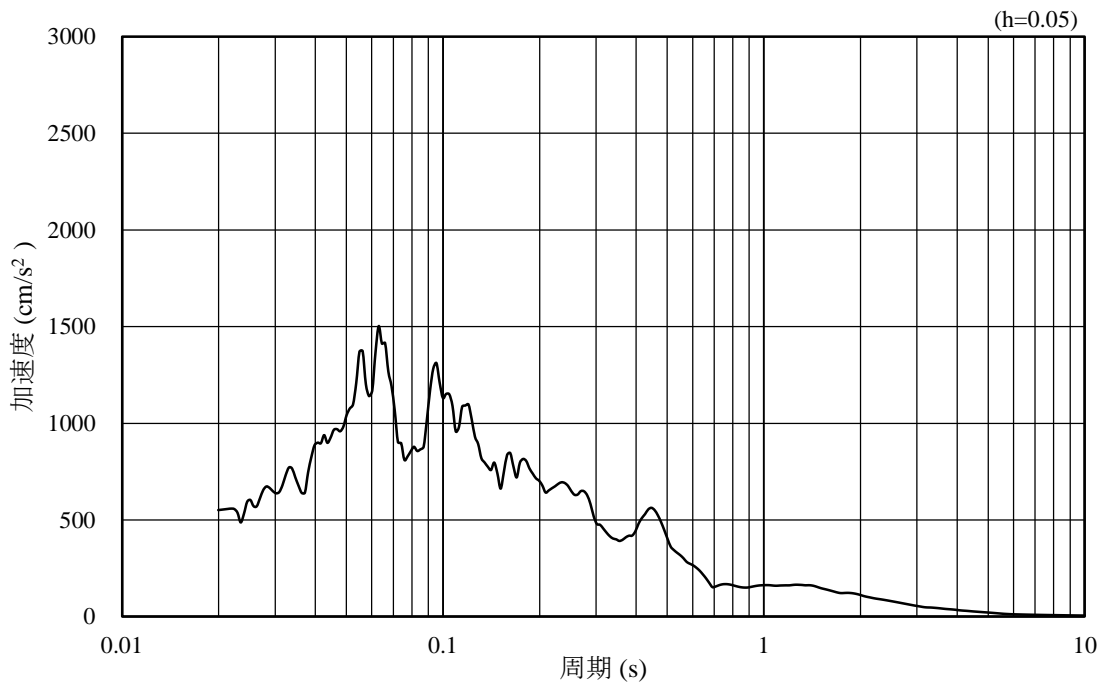


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-41 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (N S))

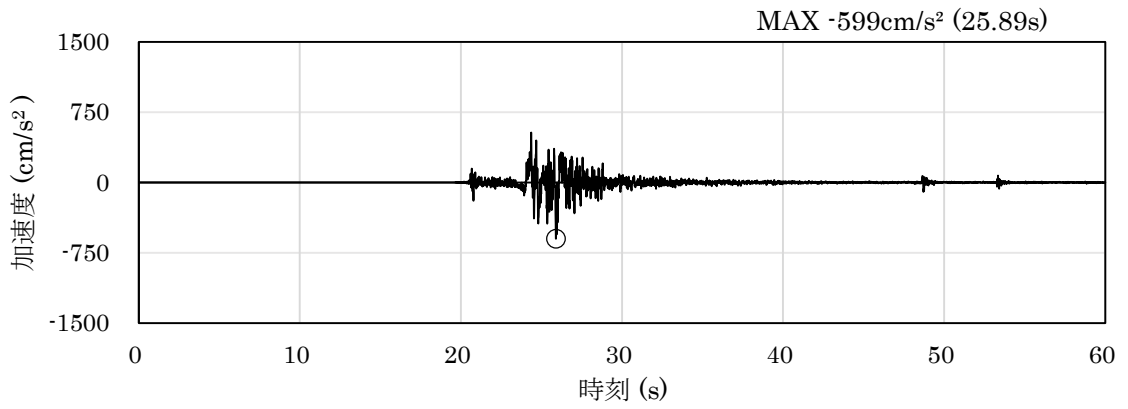


(a) 加速度時刻歴波形

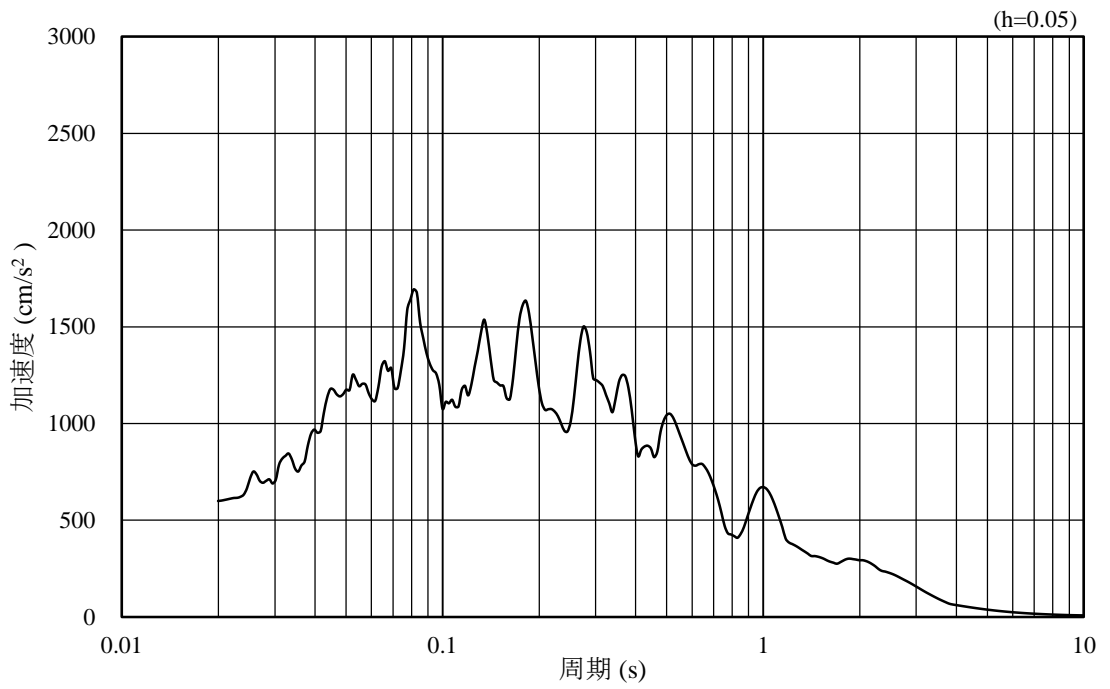


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-42 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (N S))

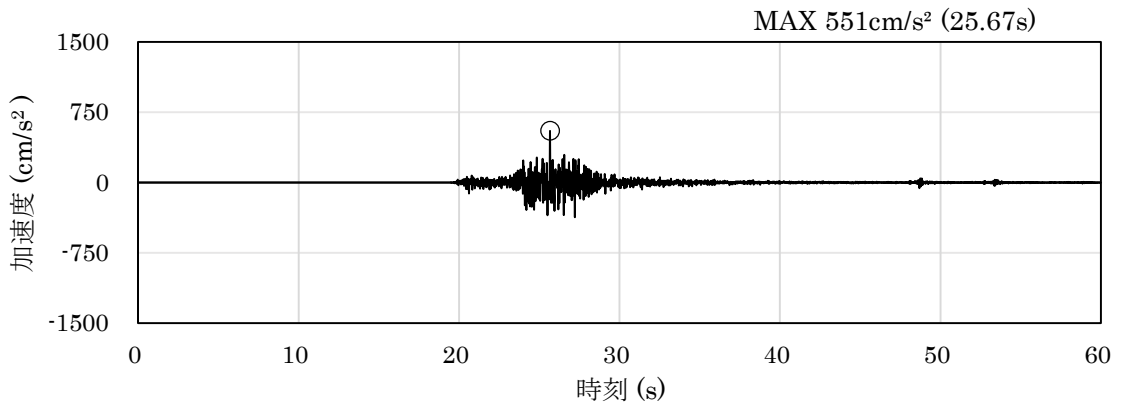


(a) 加速度時刻歴波形

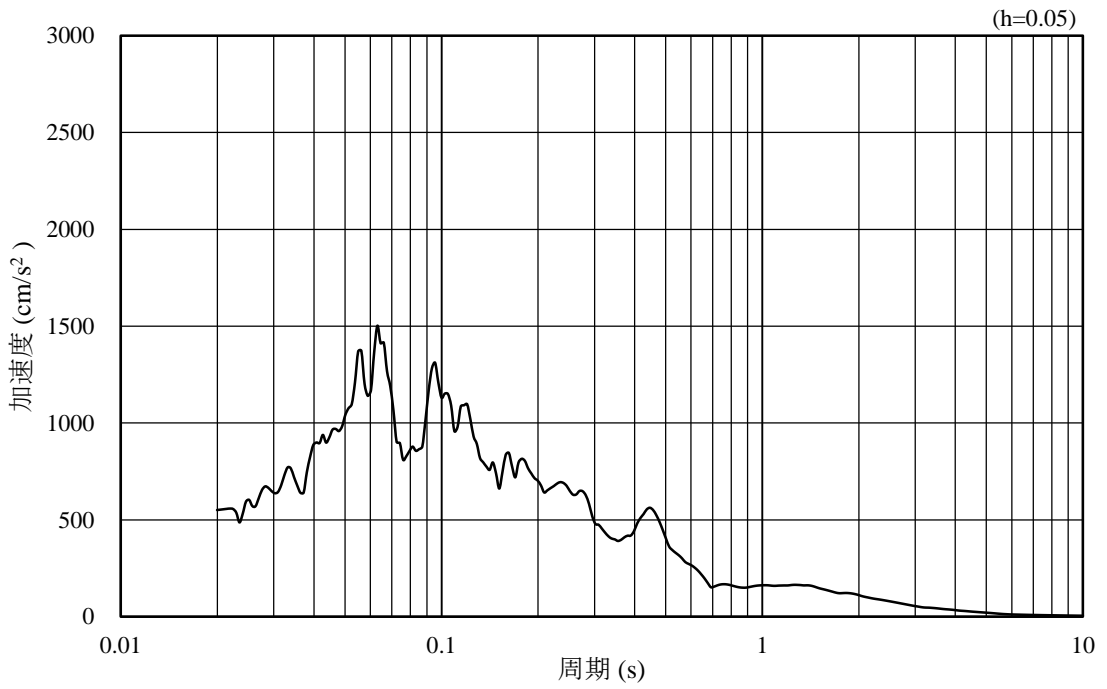


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-43 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (E W))

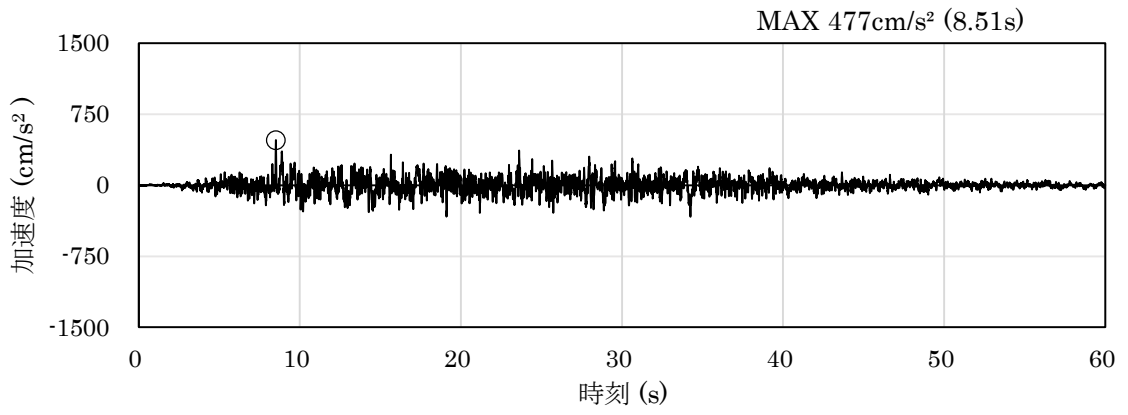


(a) 加速度時刻歴波形

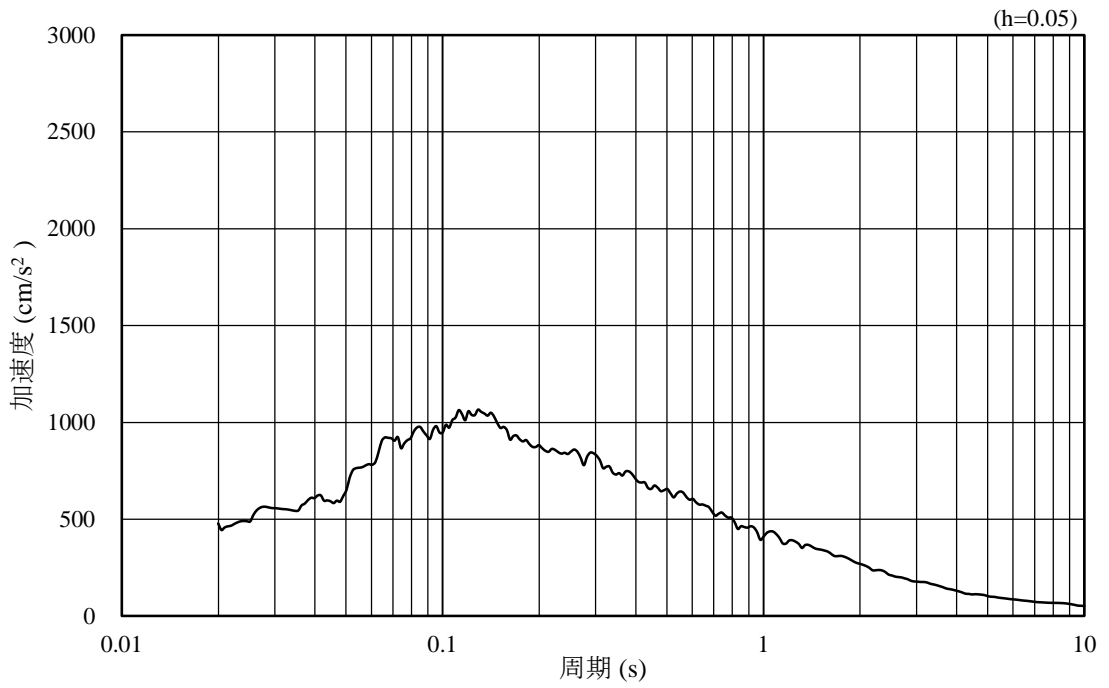


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-44 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (E W))

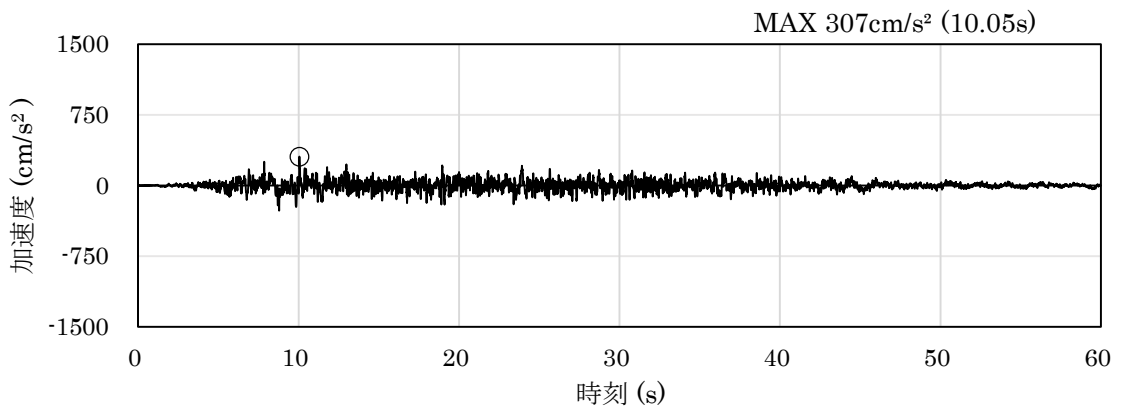


(a) 加速度時刻歴波形

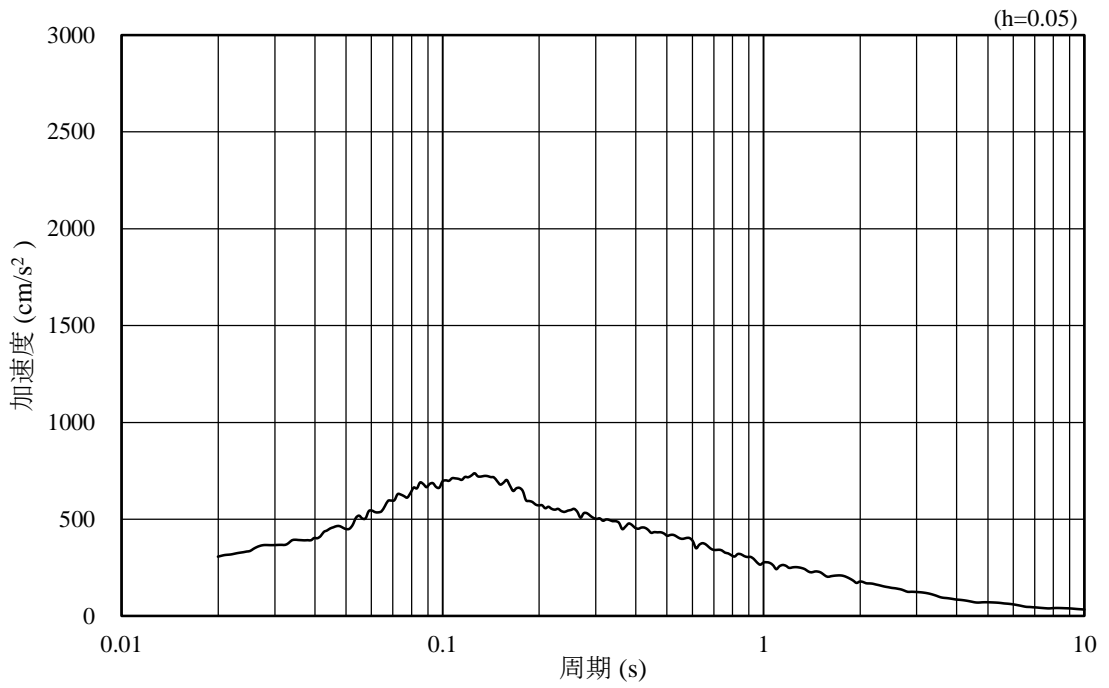


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-45 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S d - D)



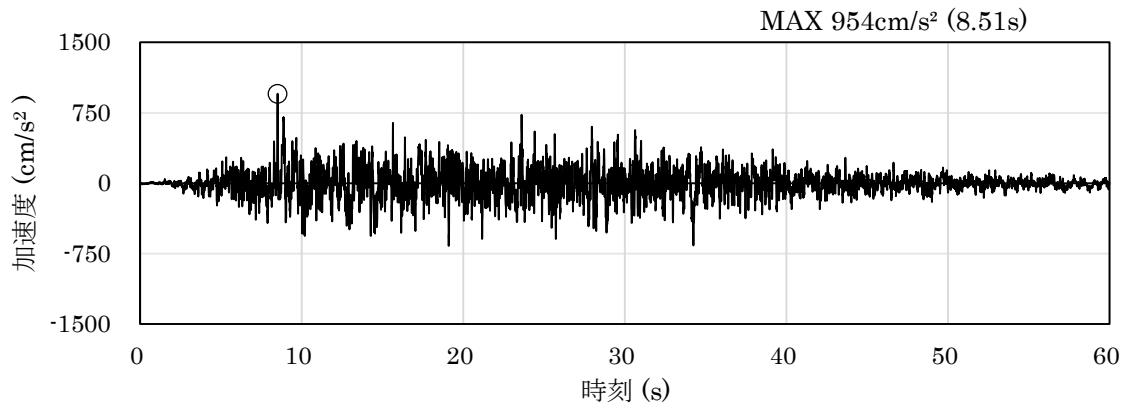
(a) 加速度時刻歴波形



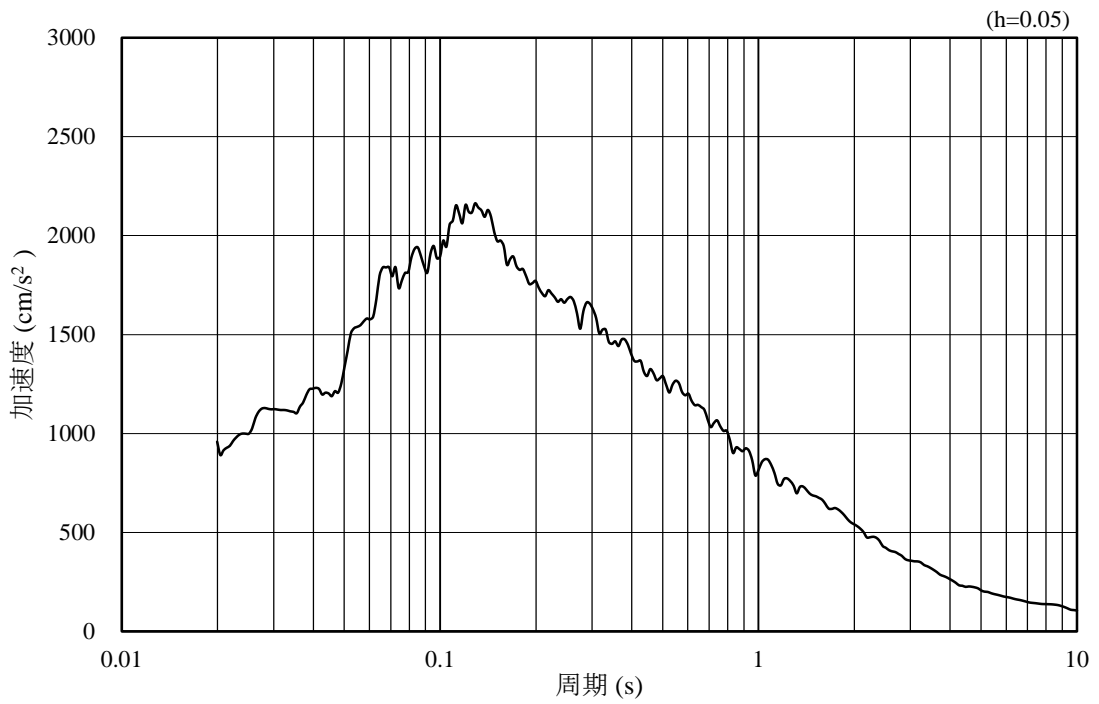
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-46 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - D)

3.4.3 ④-④断面

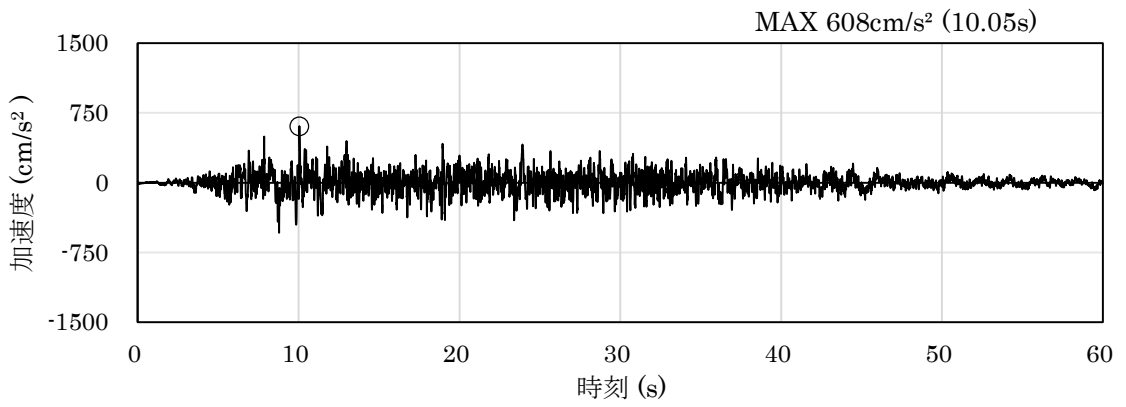


(a) 加速度時刻歴波形

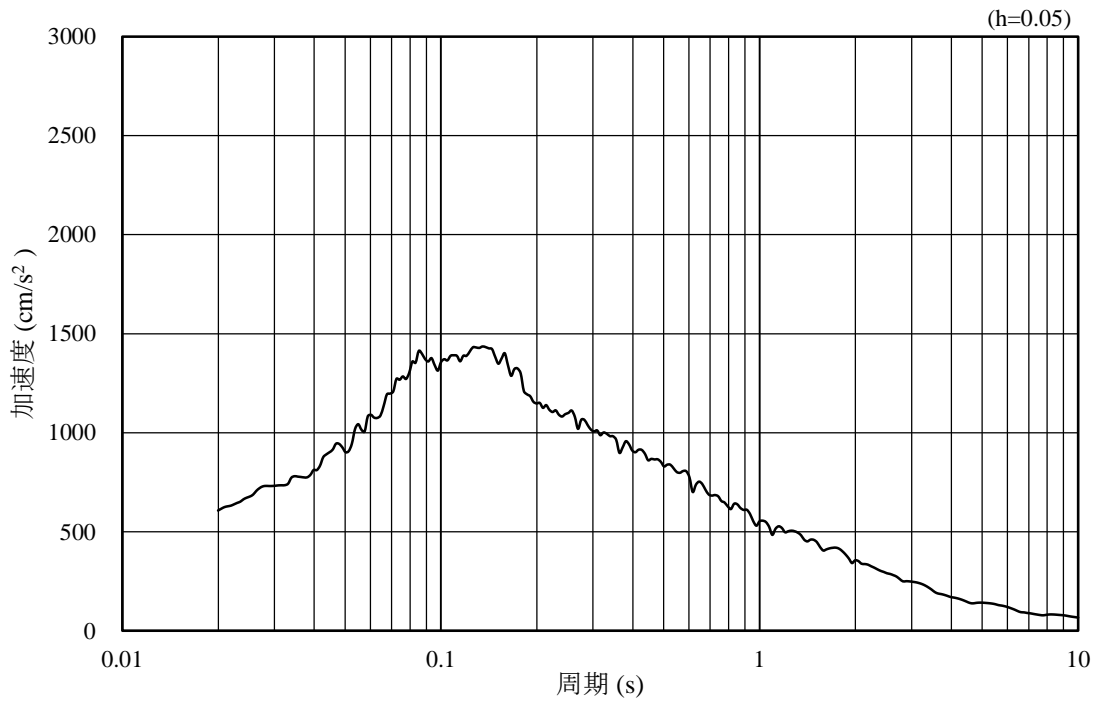


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-47 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - D)

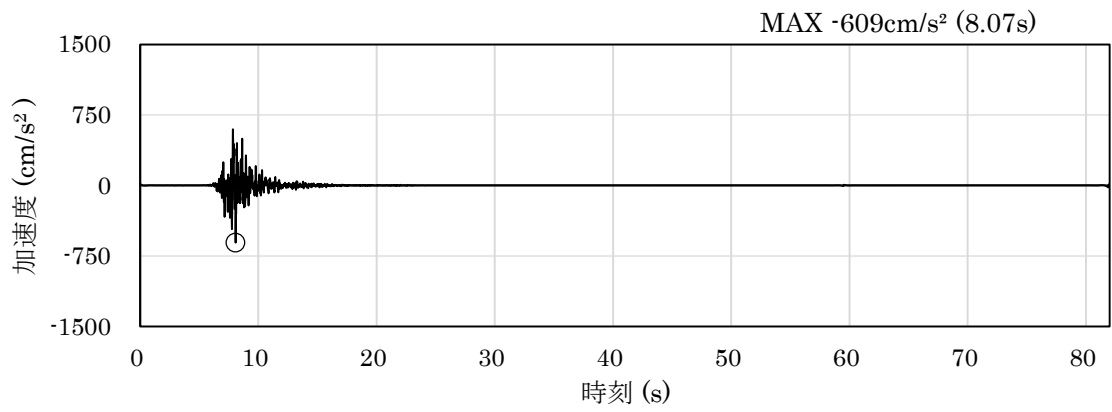


(a) 加速度時刻歴波形

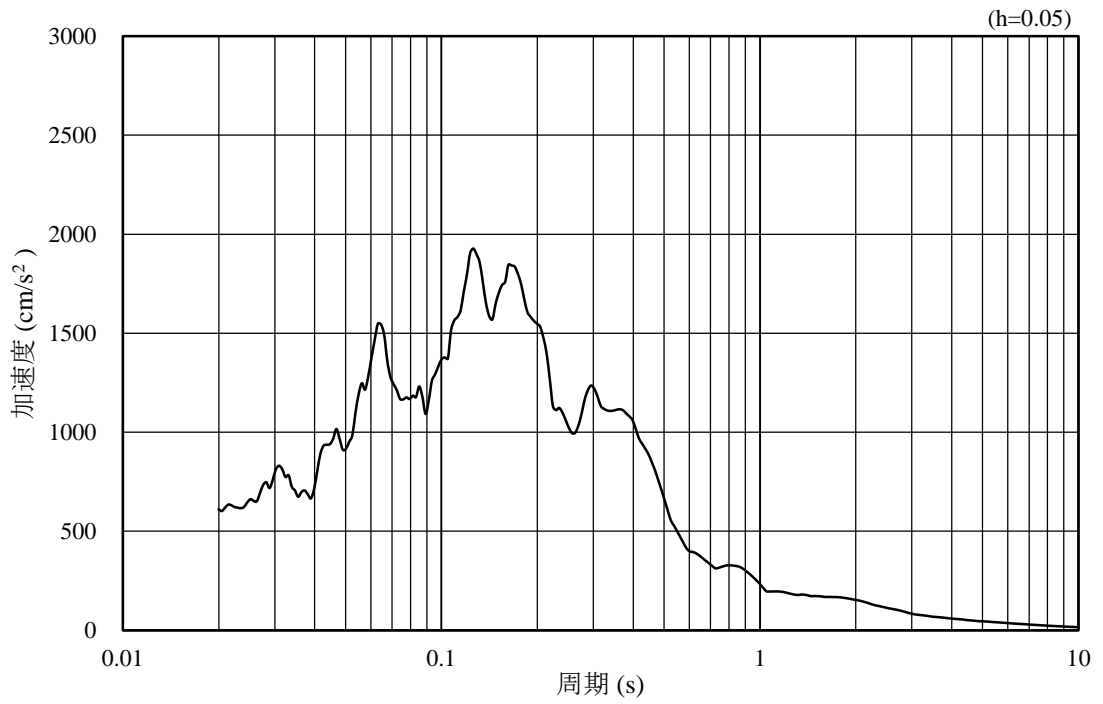


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-48 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - D)

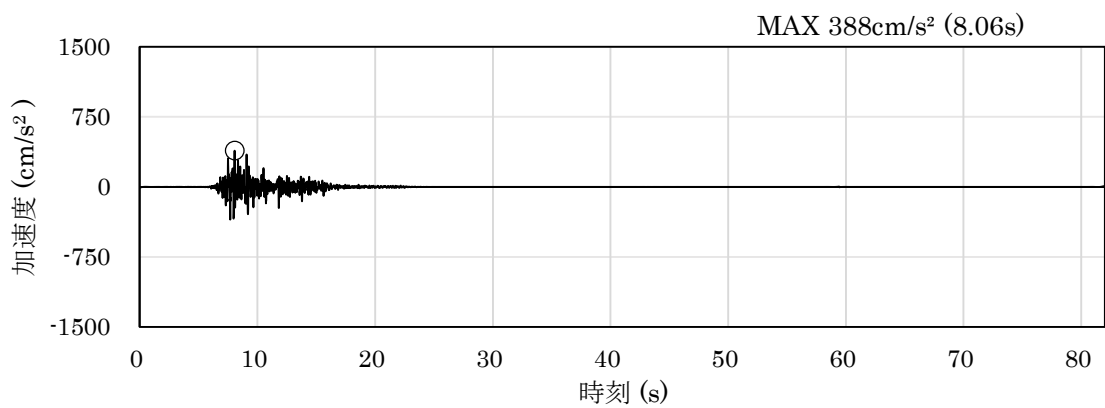


(a) 加速度時刻歴波形

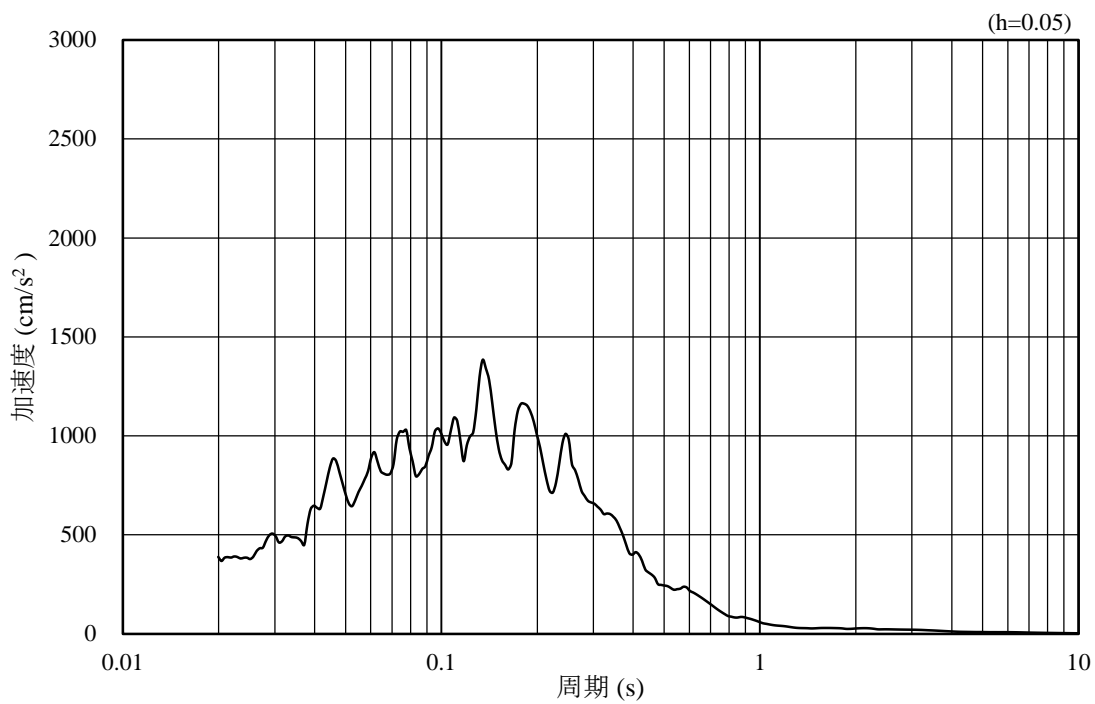


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-49 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 1)

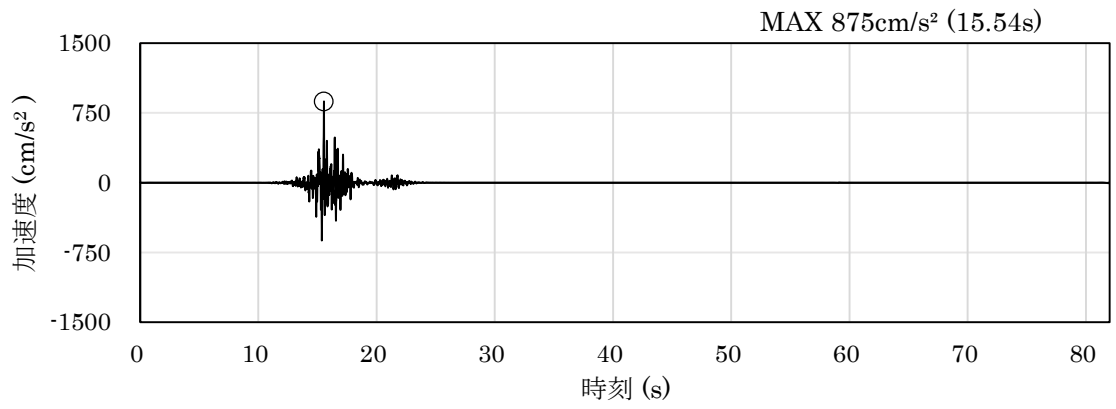


(a) 加速度時刻歴波形

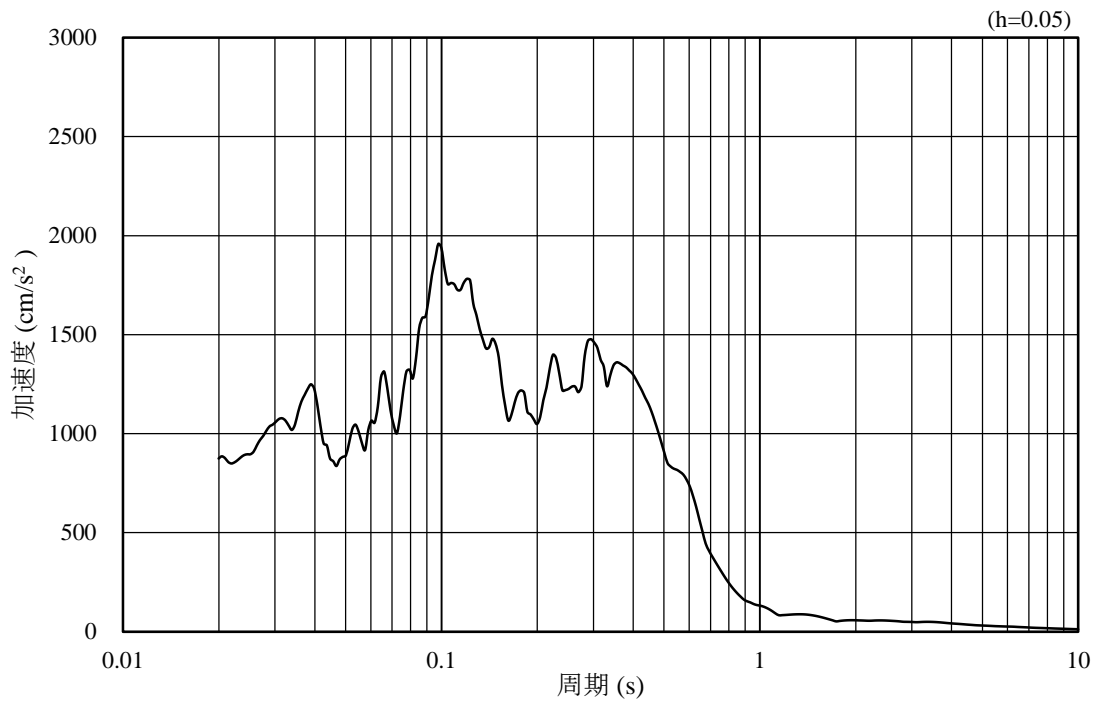


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-50 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 1)

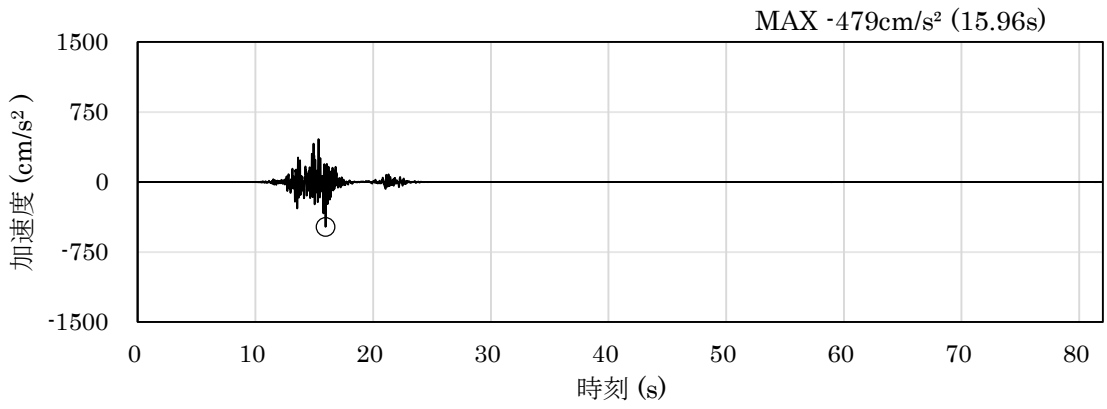


(a) 加速度時刻歴波形

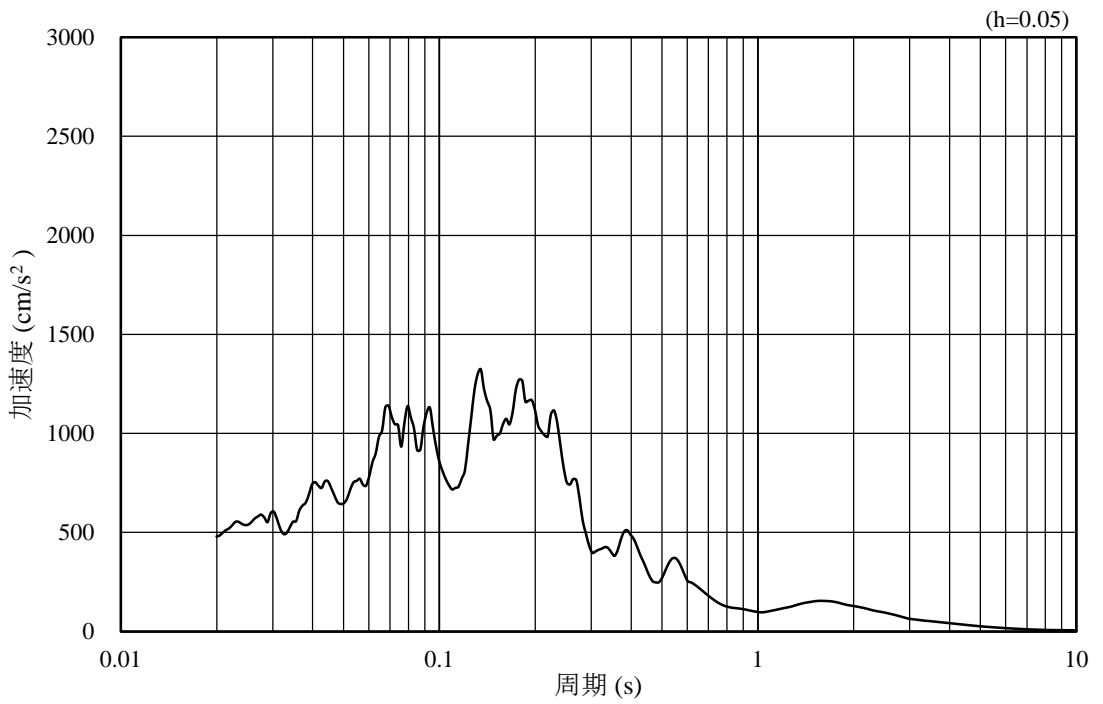


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-51 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 2)

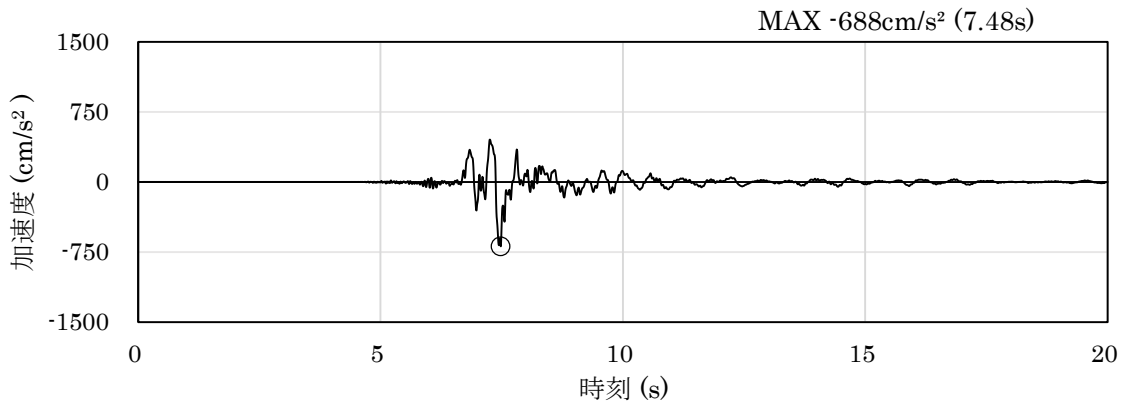


(a) 加速度時刻歴波形

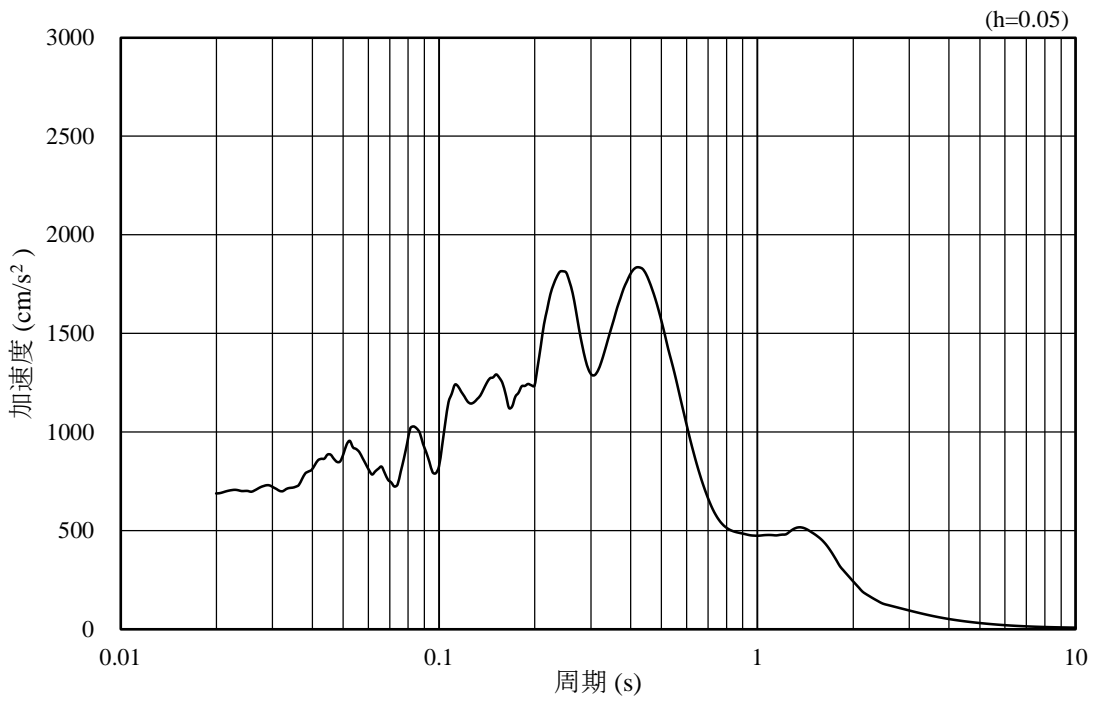


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-52 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 2)

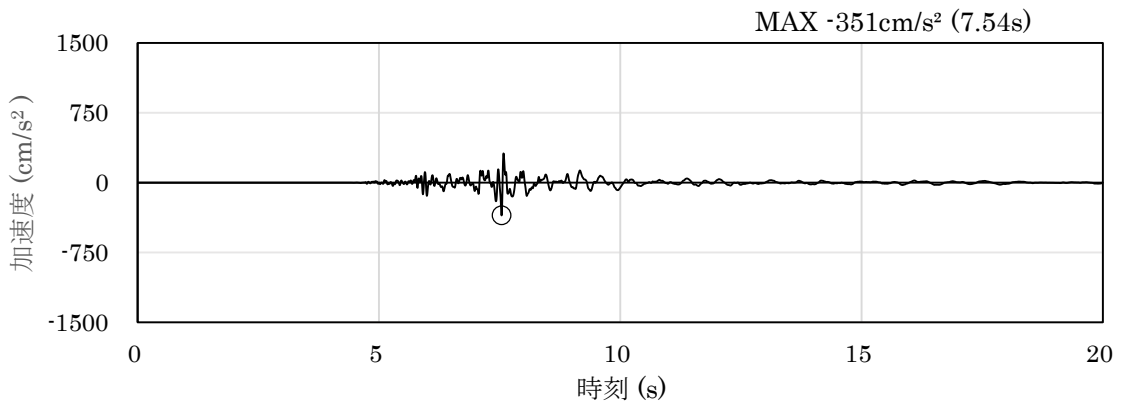


(a) 加速度時刻歴波形

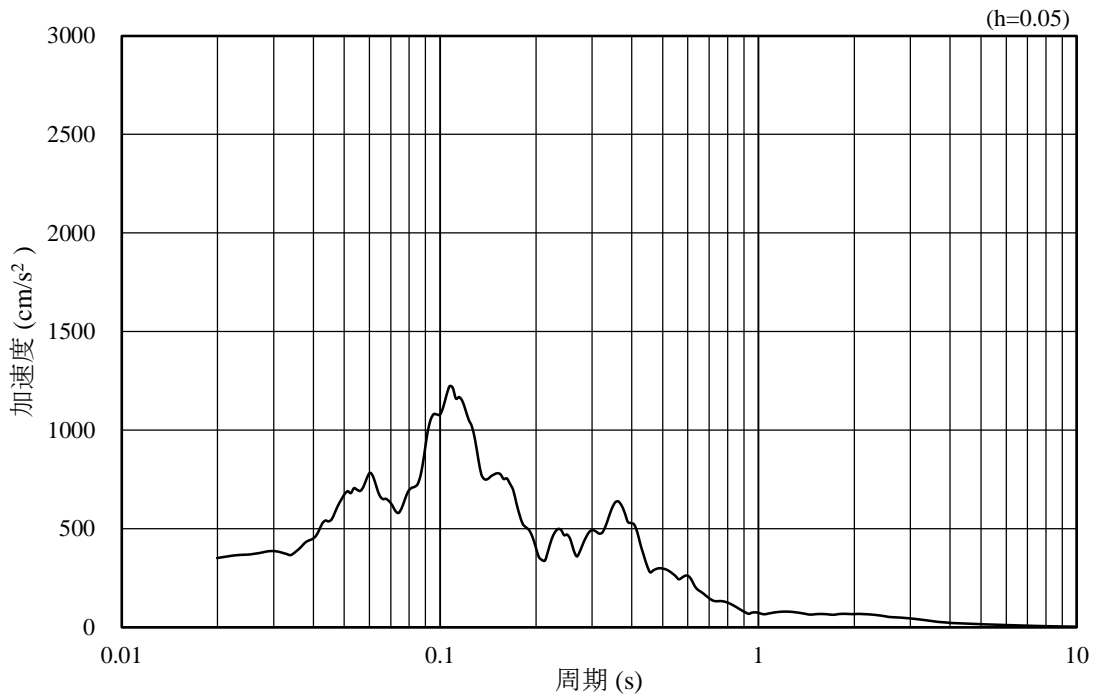


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-53 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 1)

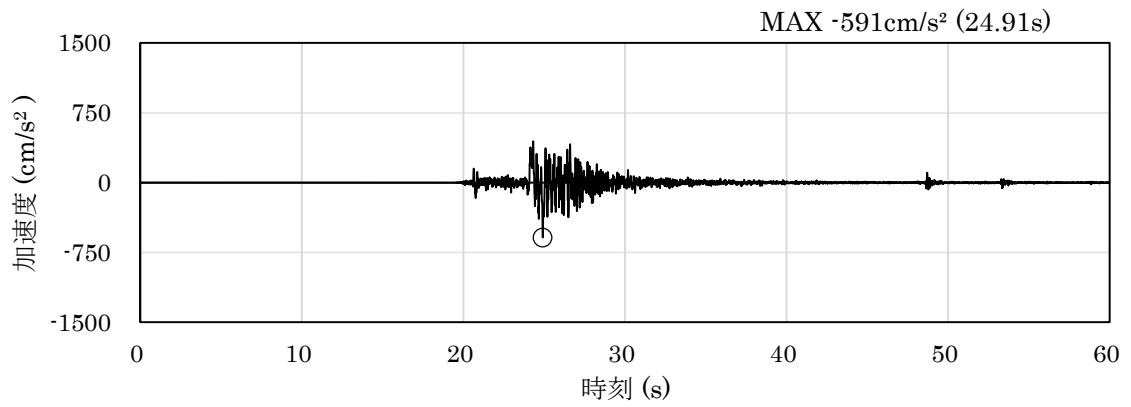


(a) 加速度時刻歴波形

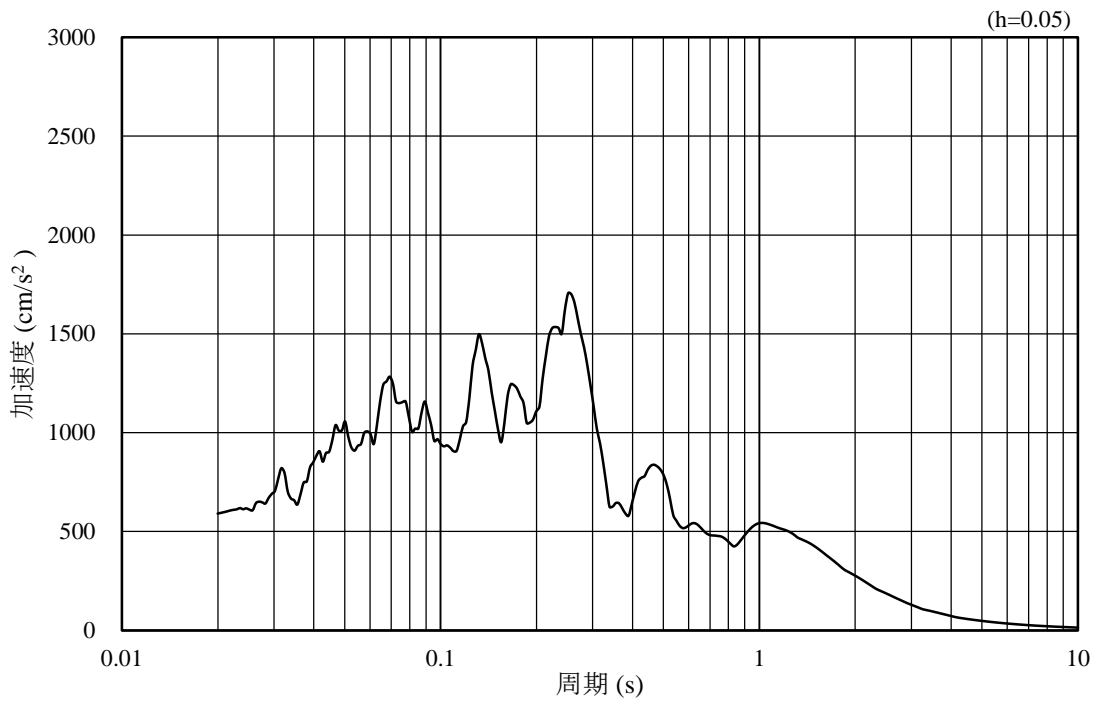


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-54 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 1)

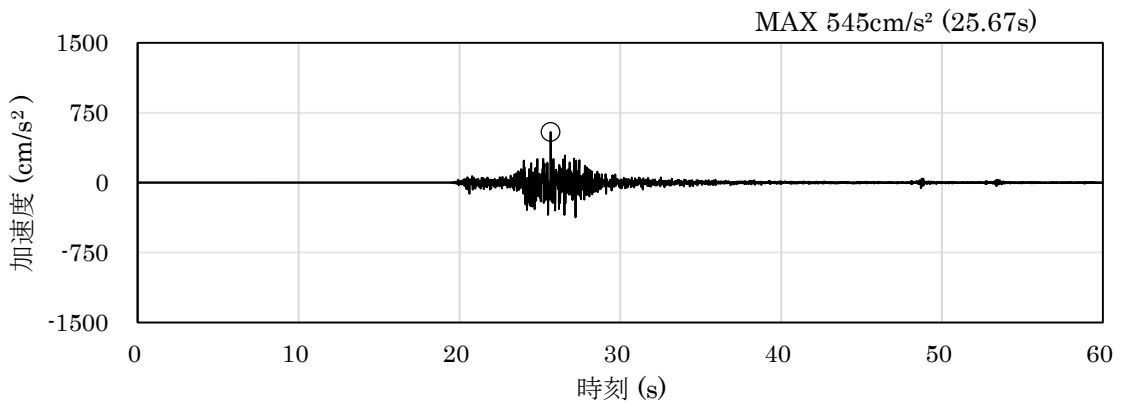


(a) 加速度時刻歴波形

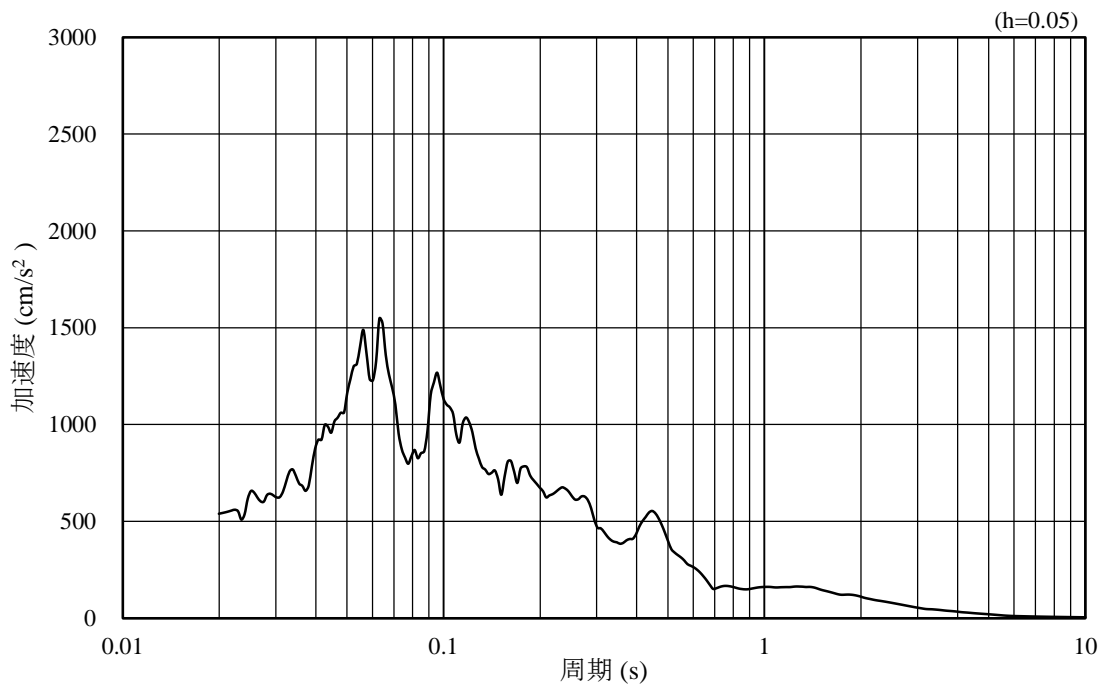


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-55 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (N S))

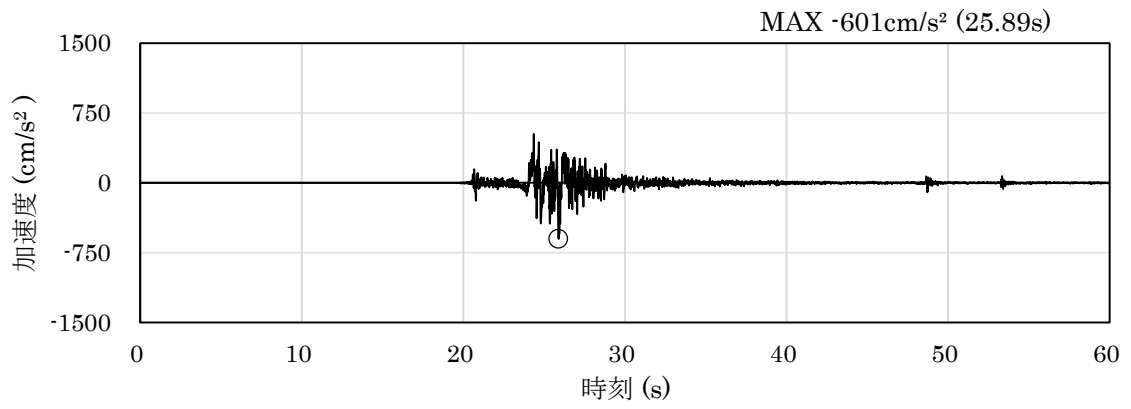


(a) 加速度時刻歴波形

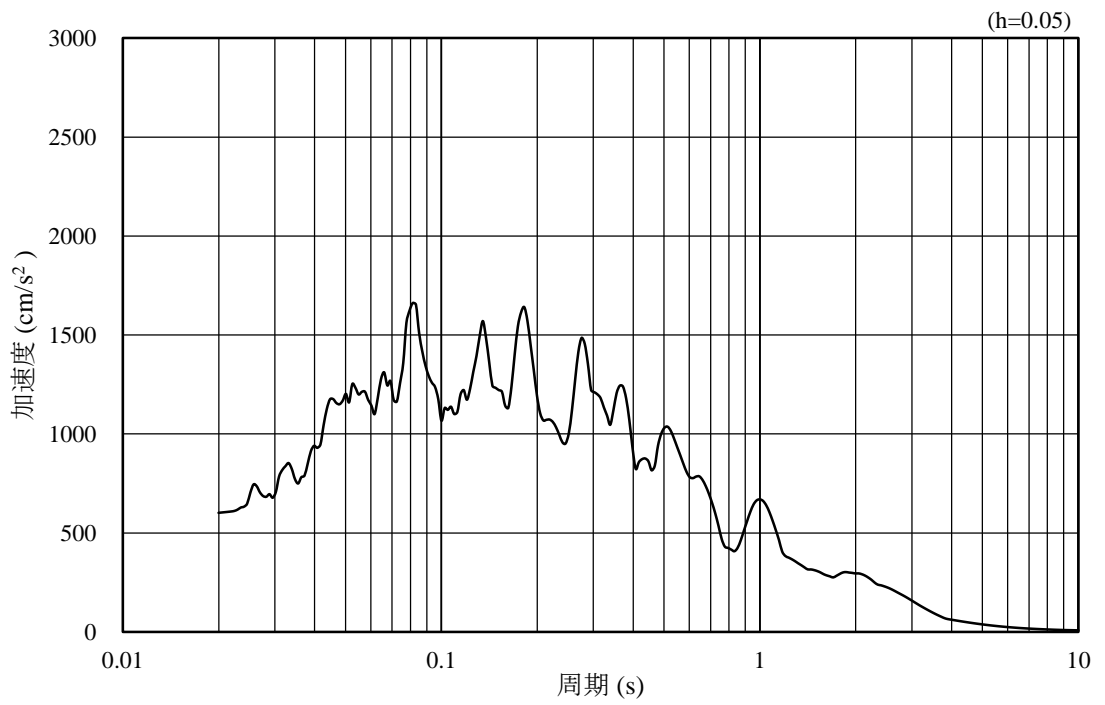


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-56 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (N S))

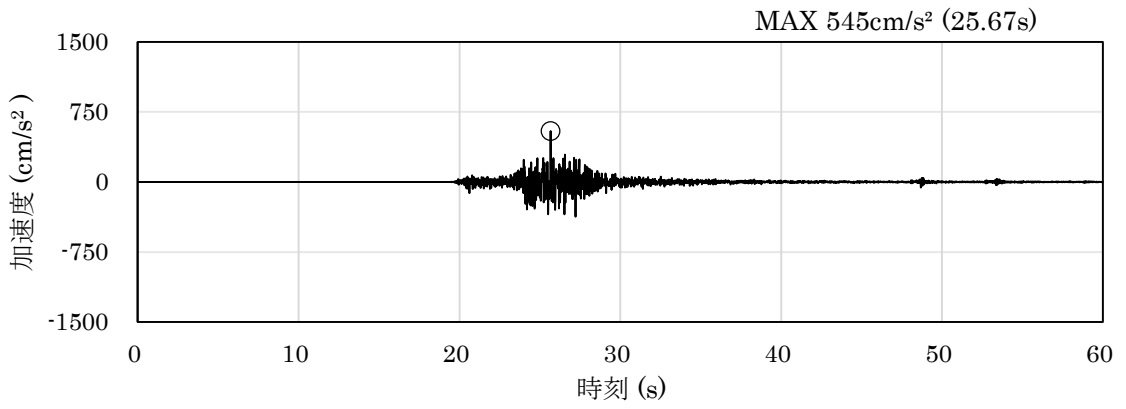


(a) 加速度時刻歴波形

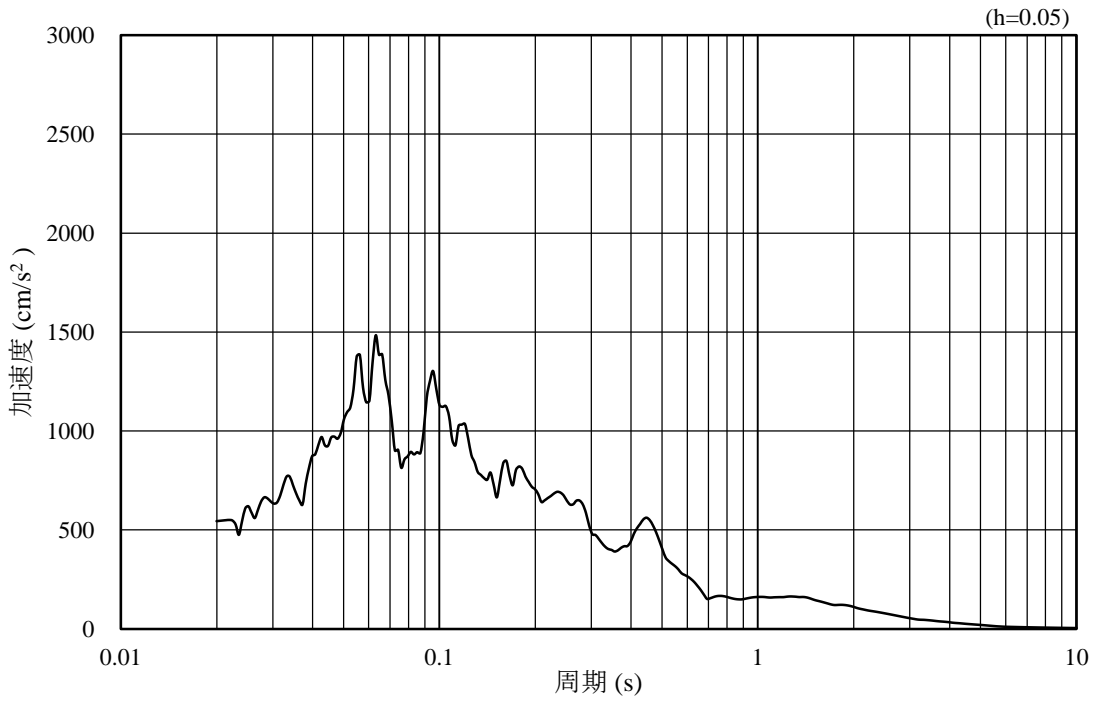


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-57 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (E W))

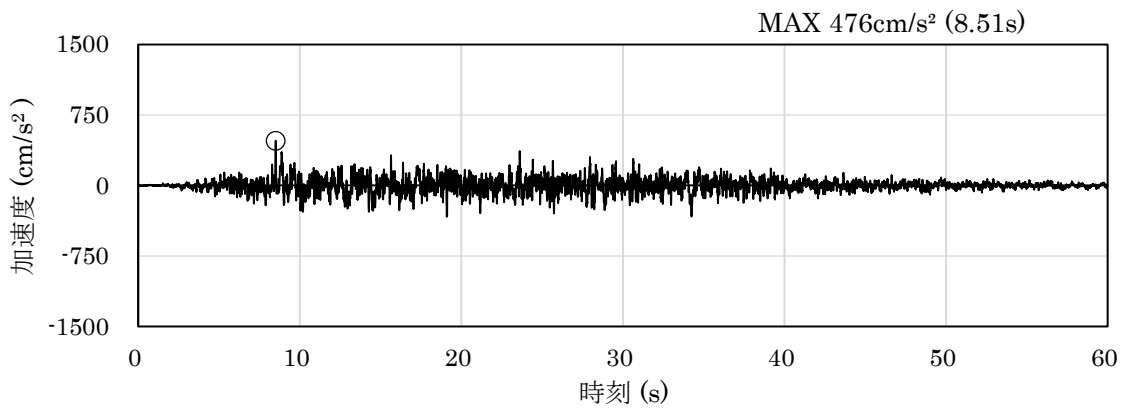


(a) 加速度時刻歴波形

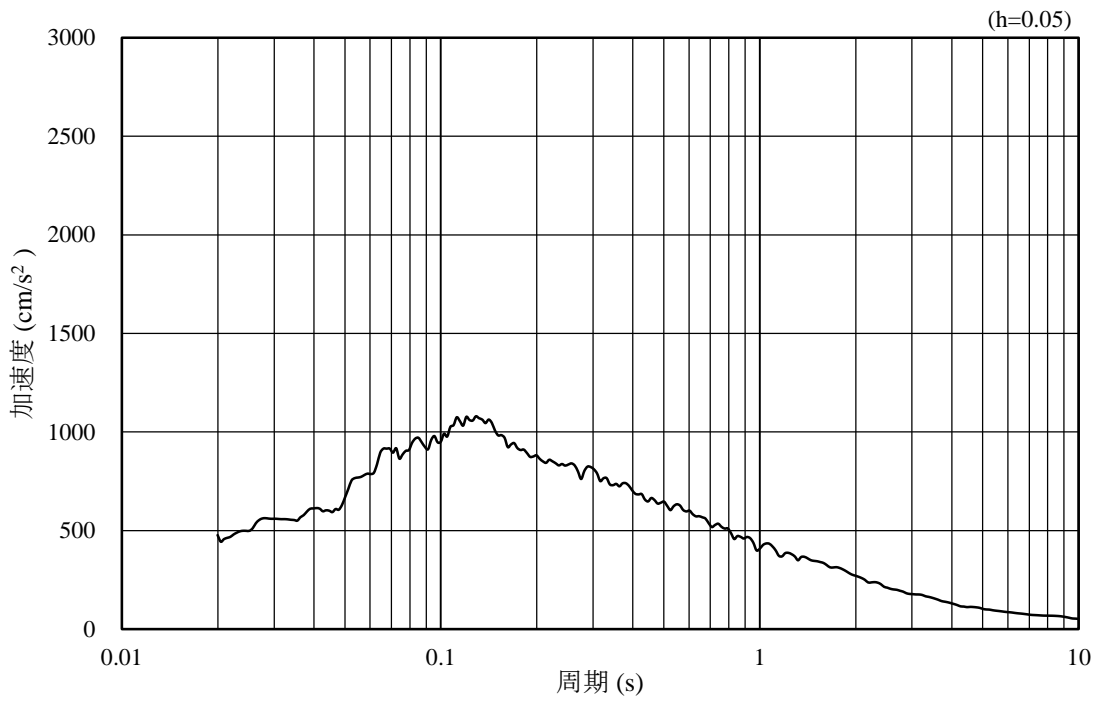


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-58 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (E W))

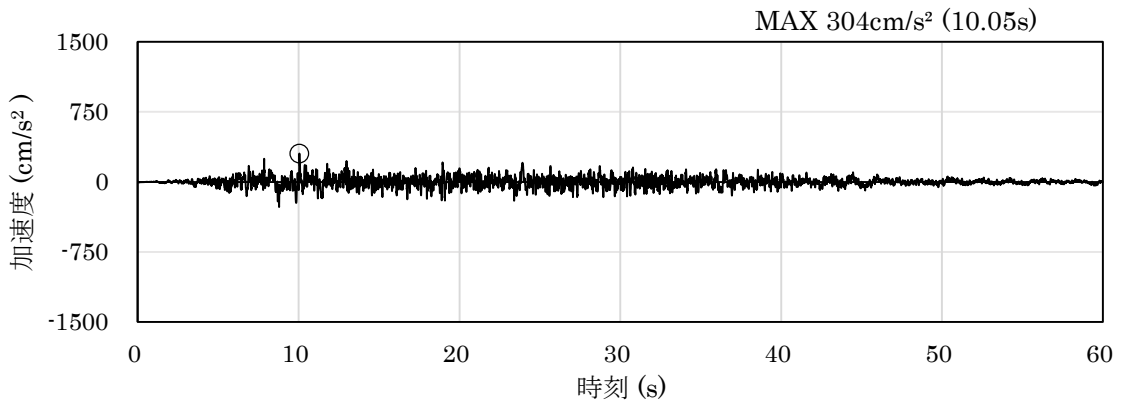


(a) 加速度時刻歴波形

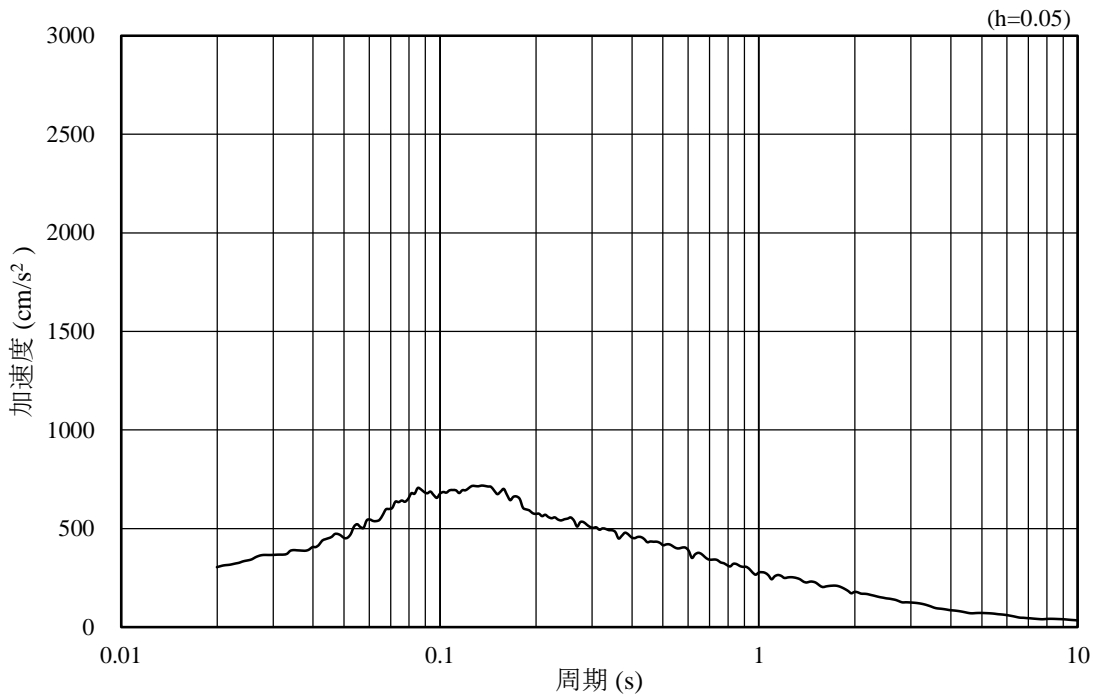


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-59 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S d - D)



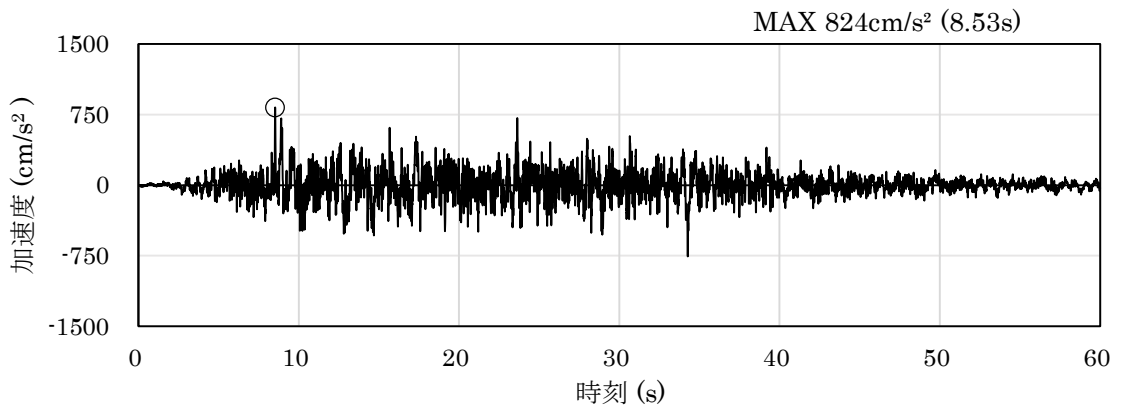
(a) 加速度時刻歴波形



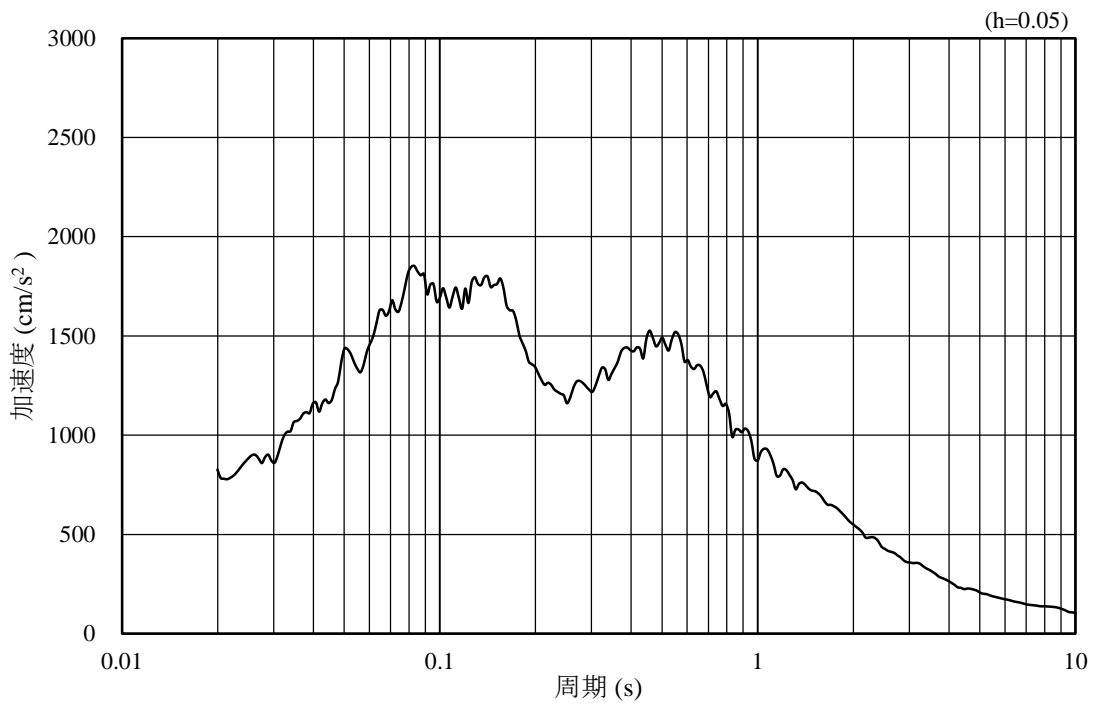
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-60 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - D)

3.4.4 ⑤-⑤断面

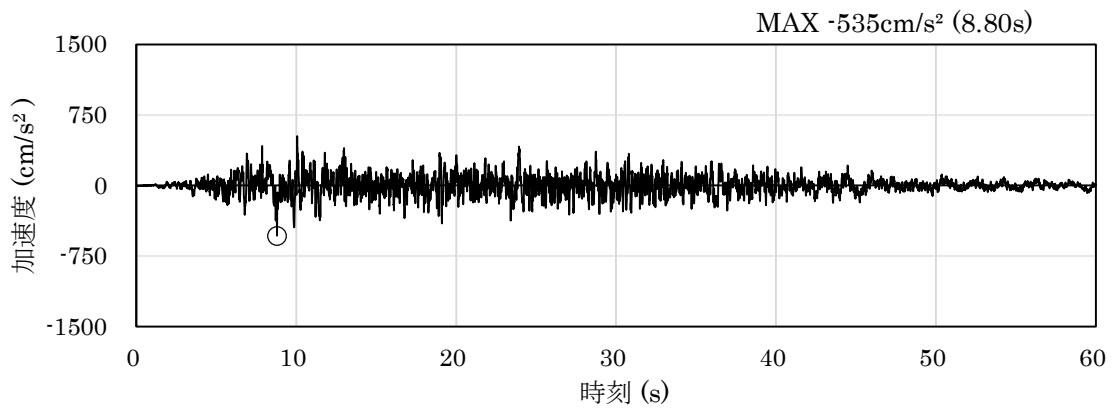


(a) 加速度時刻歴波形

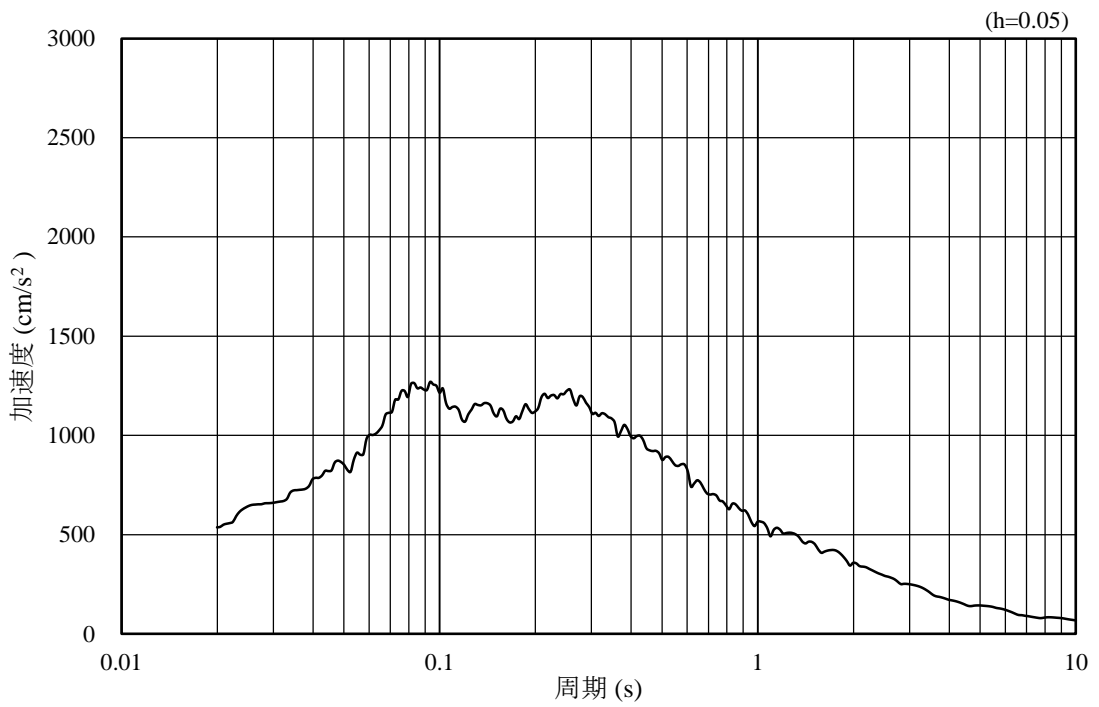


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-61 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - D)

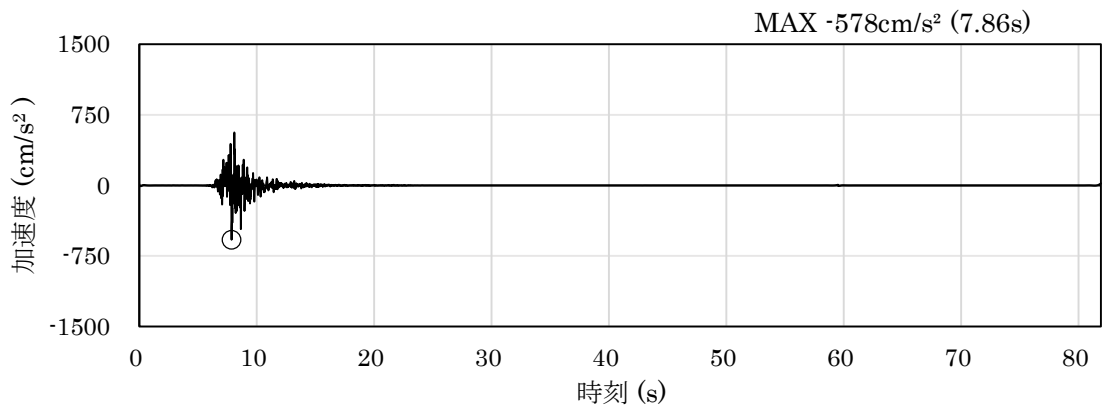


(a) 加速度時刻歴波形

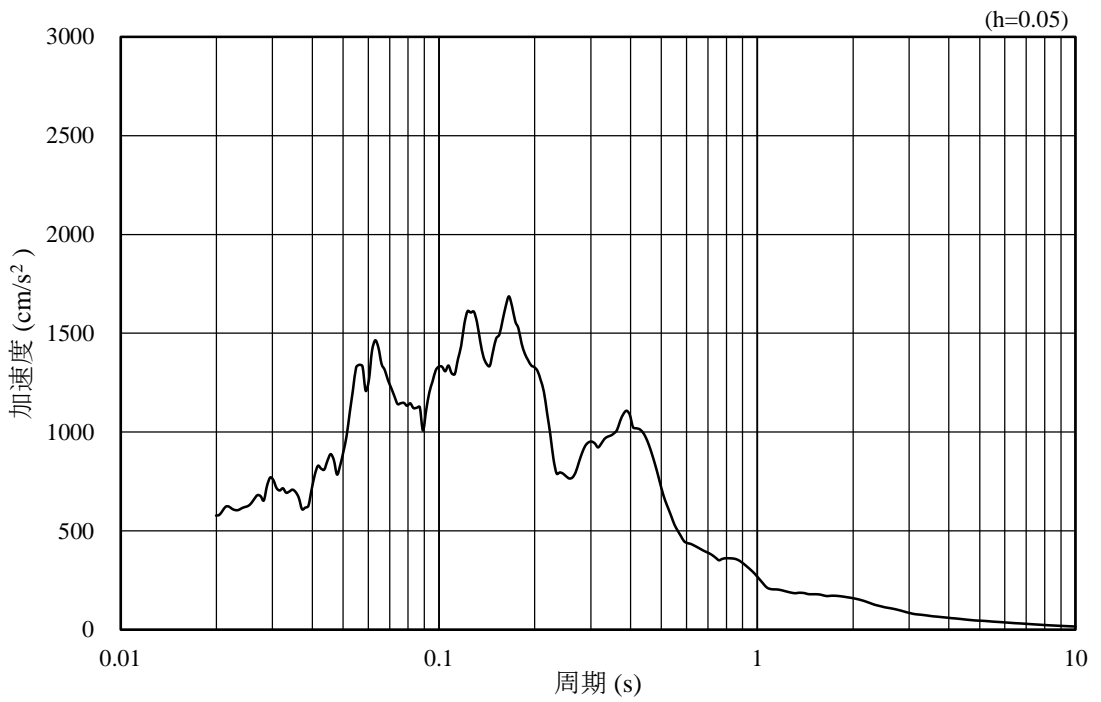


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-62 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - D)

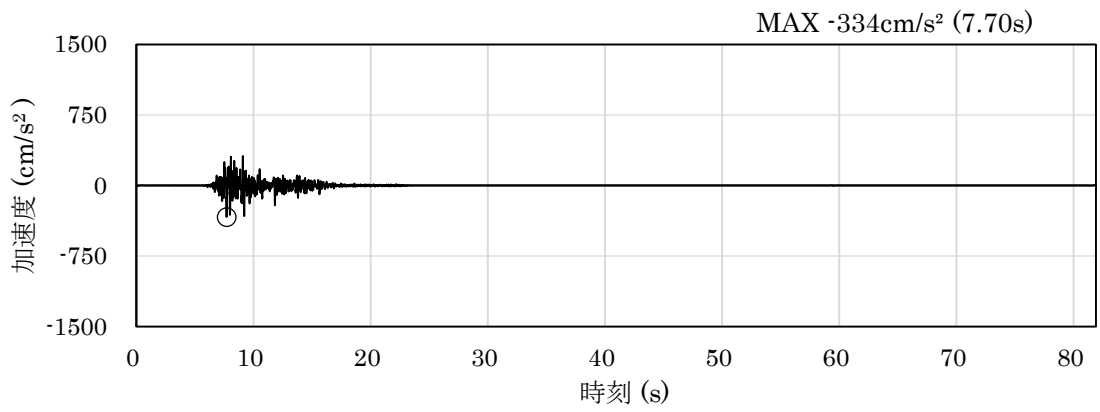


(a) 加速度時刻歴波形

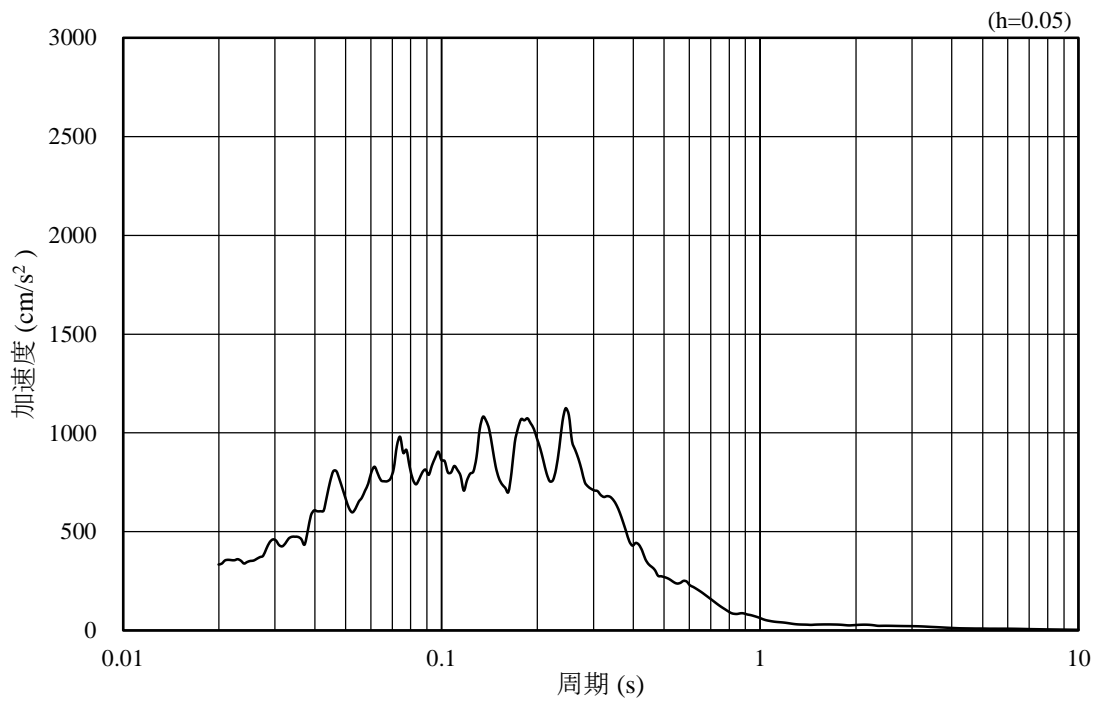


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-63 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 1)

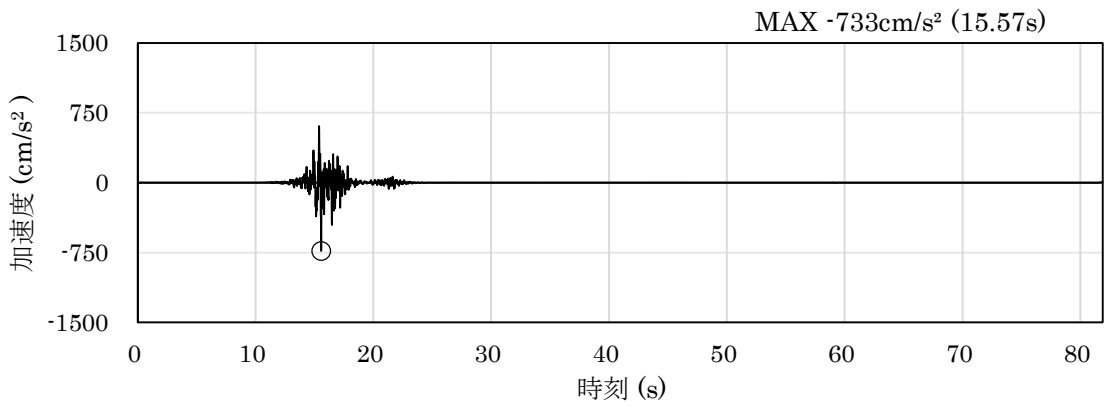


(a) 加速度時刻歴波形

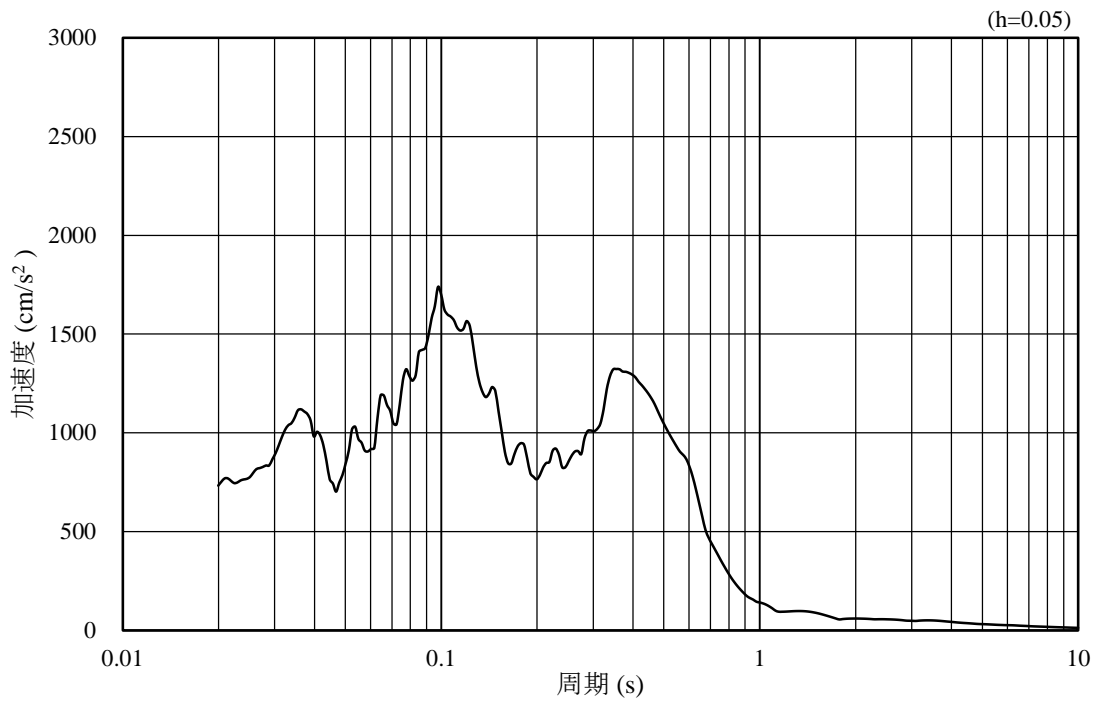


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-64 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 1)

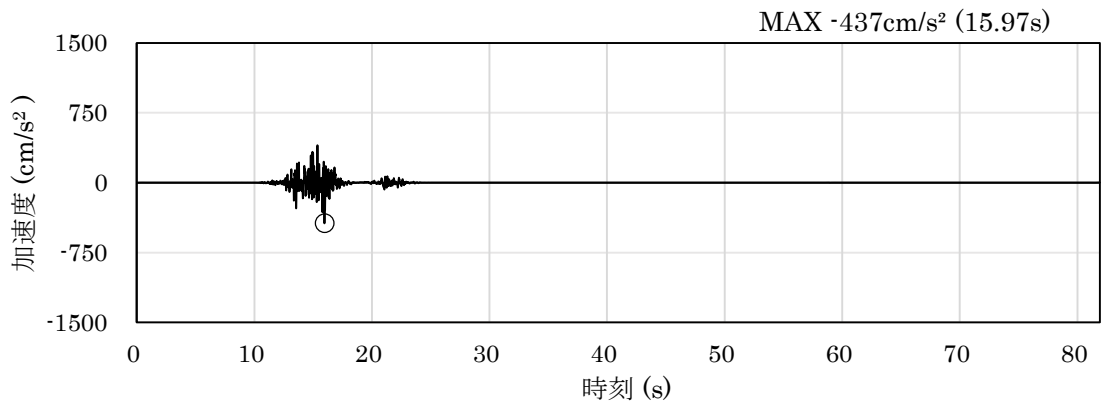


(a) 加速度時刻歴波形

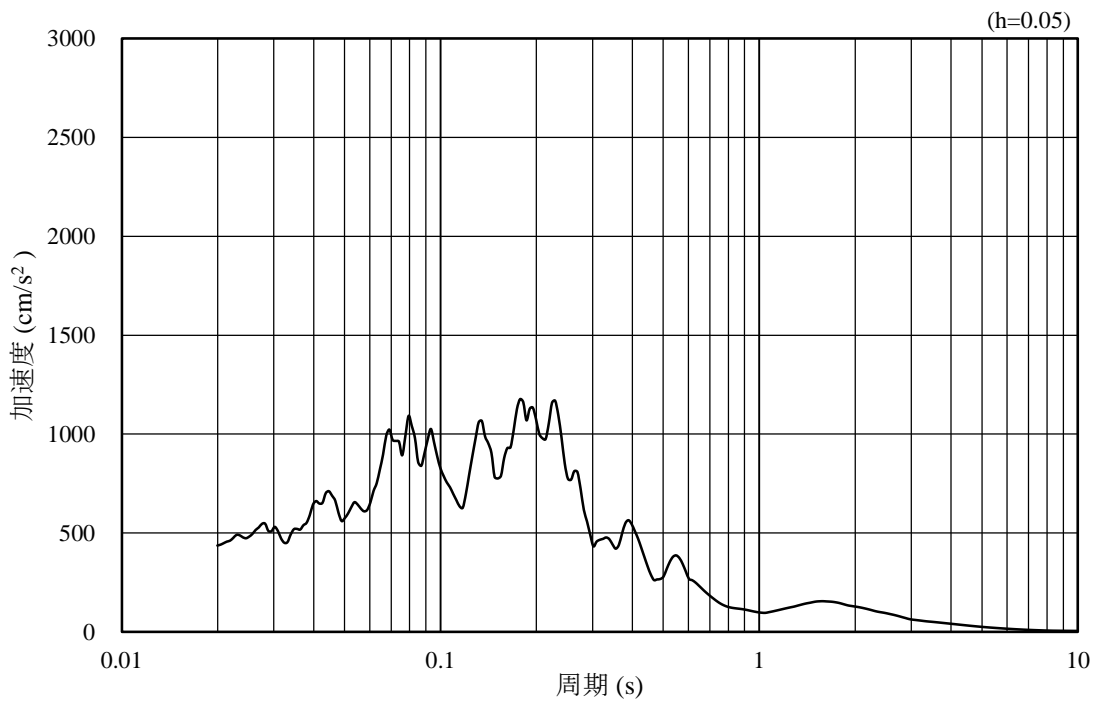


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-65 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - F 2)

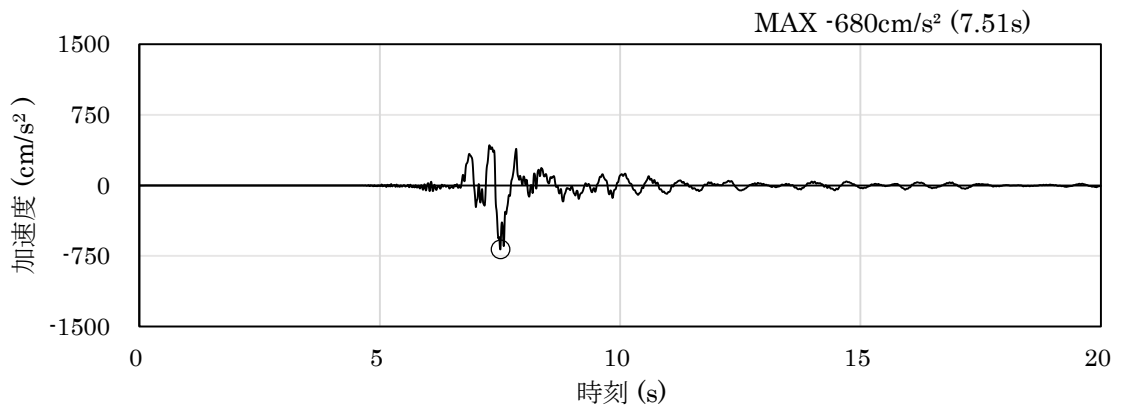


(a) 加速度時刻歴波形

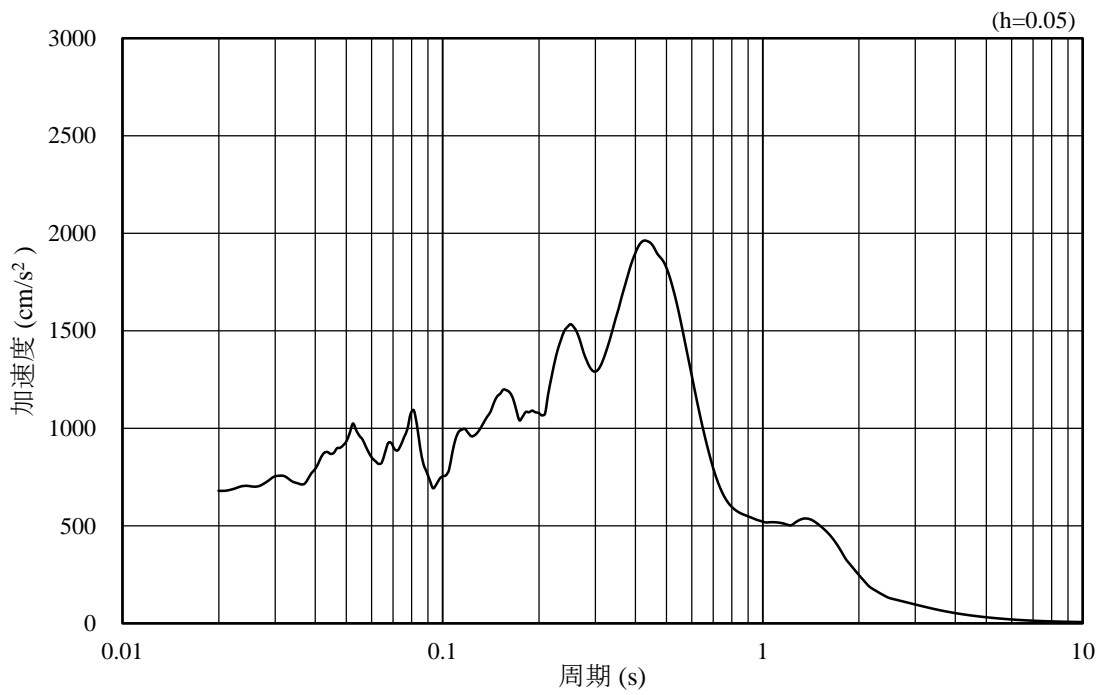


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-66 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 2)

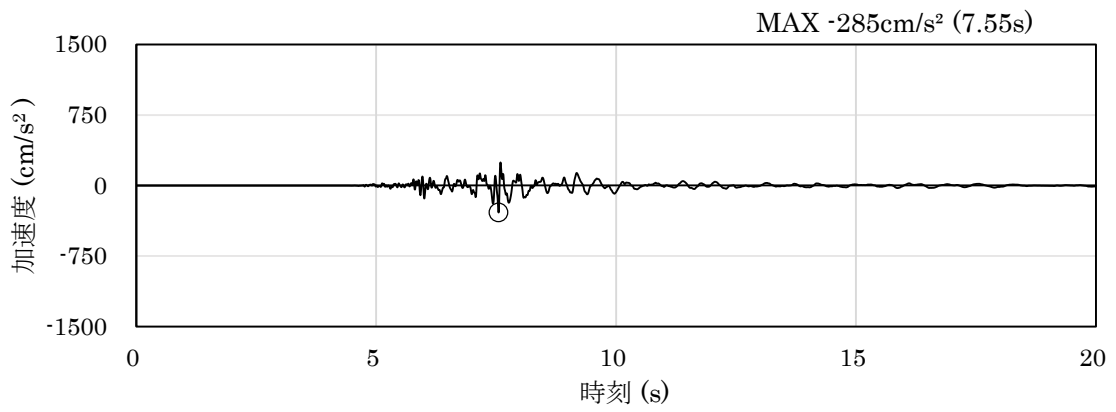


(a) 加速度時刻歴波形

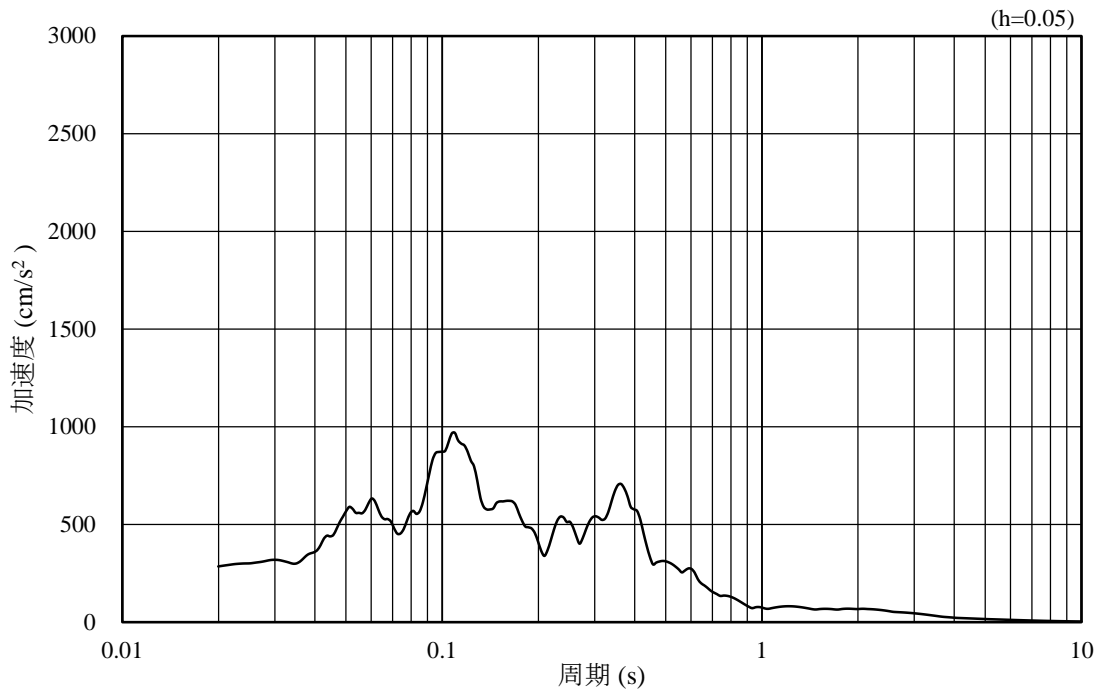


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-67 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 1)

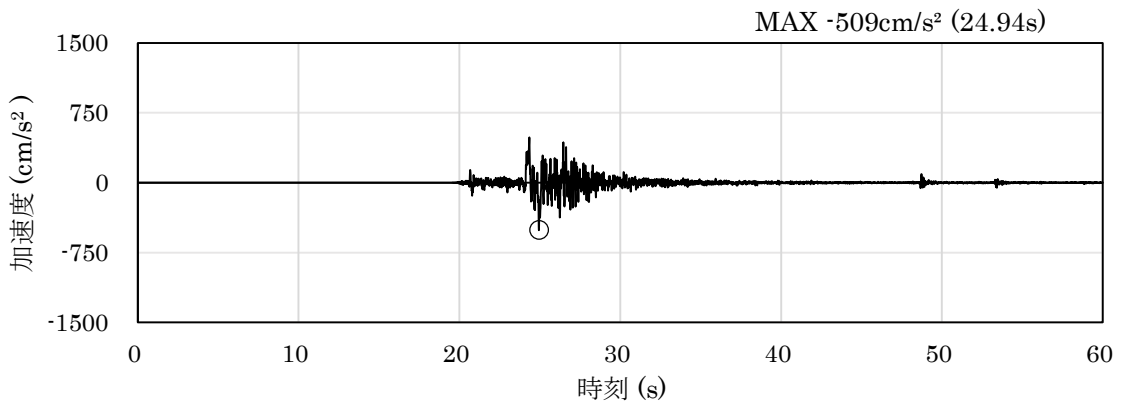


(a) 加速度時刻歴波形

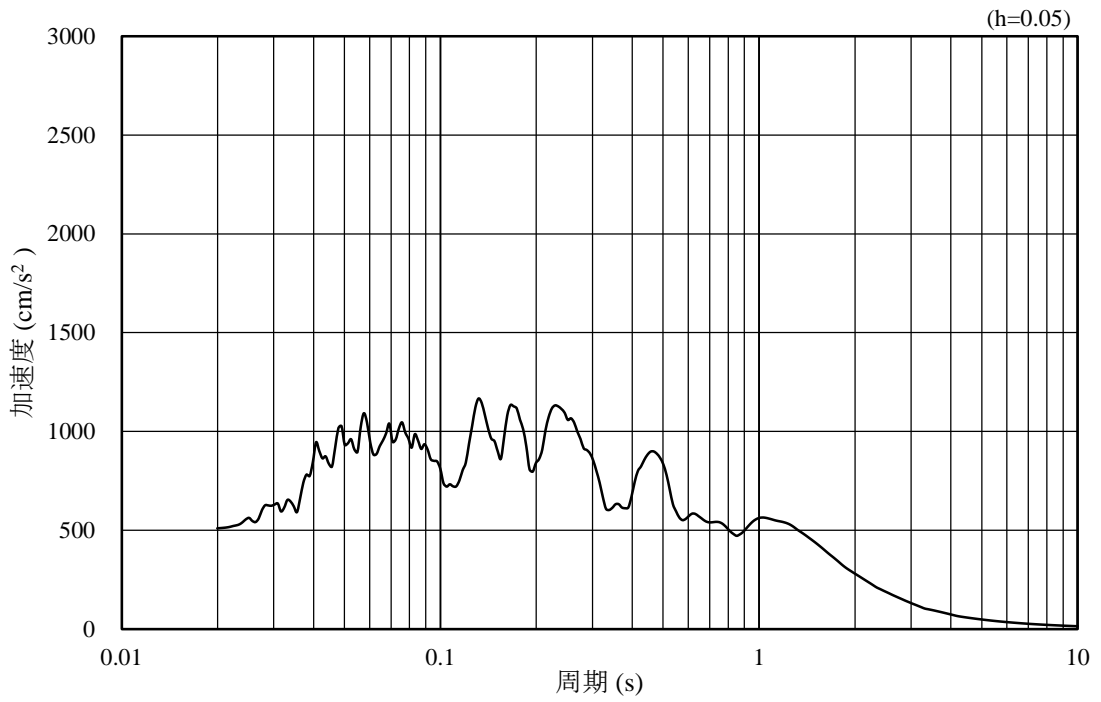


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-68 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 1)

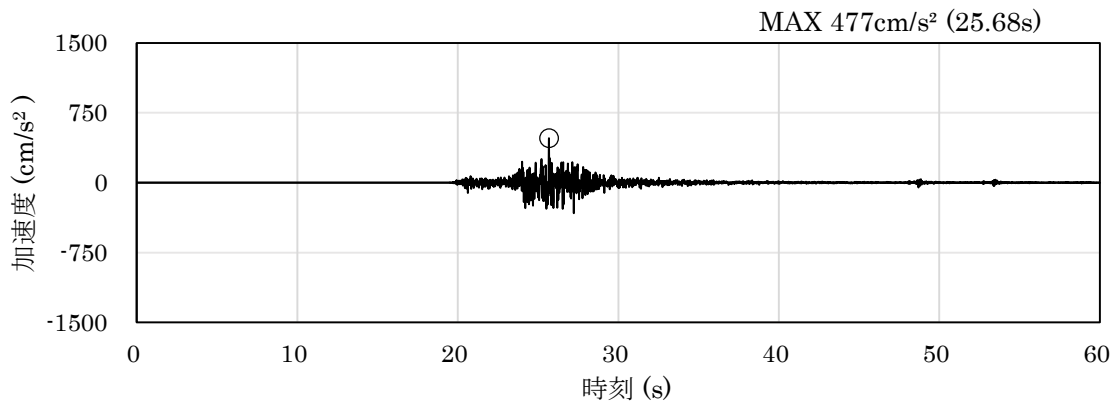


(a) 加速度時刻歴波形

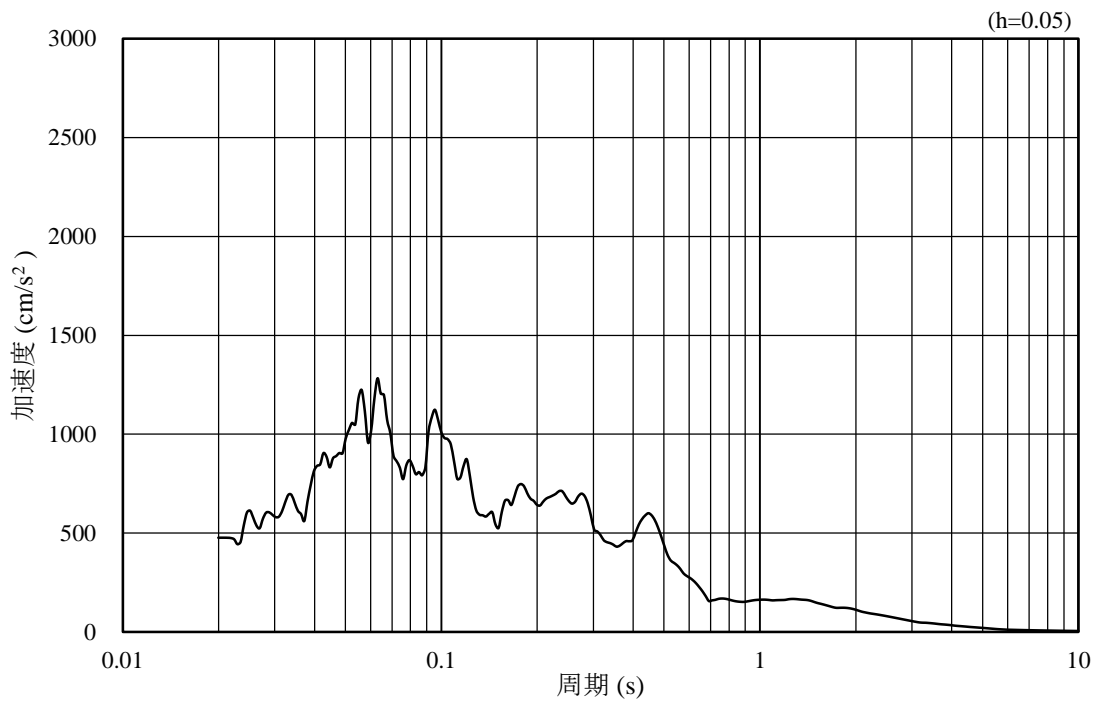


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-69 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - N 2 (N S))

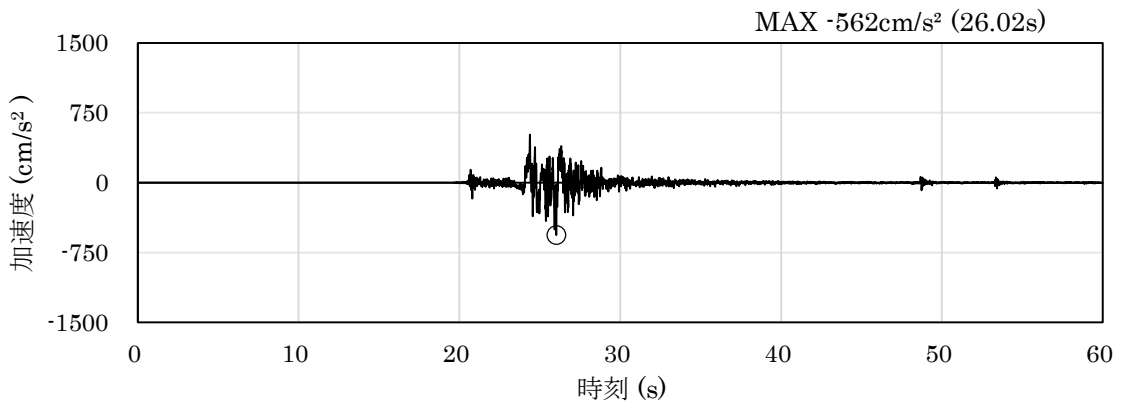


(a) 加速度時刻歴波形

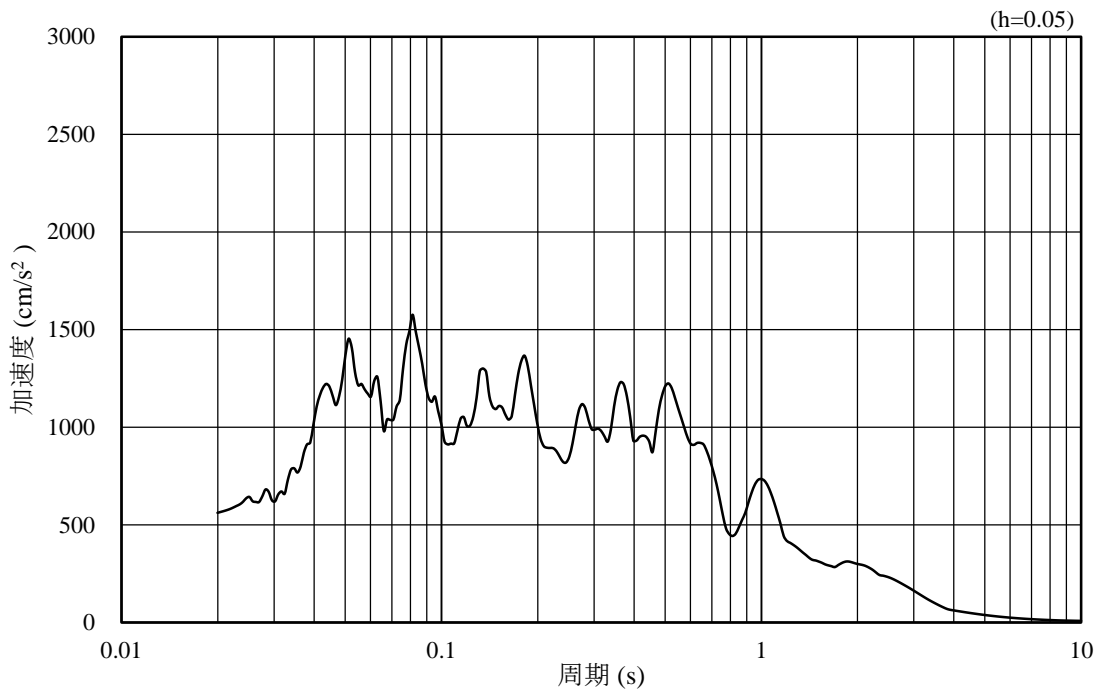


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-70 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (N S))

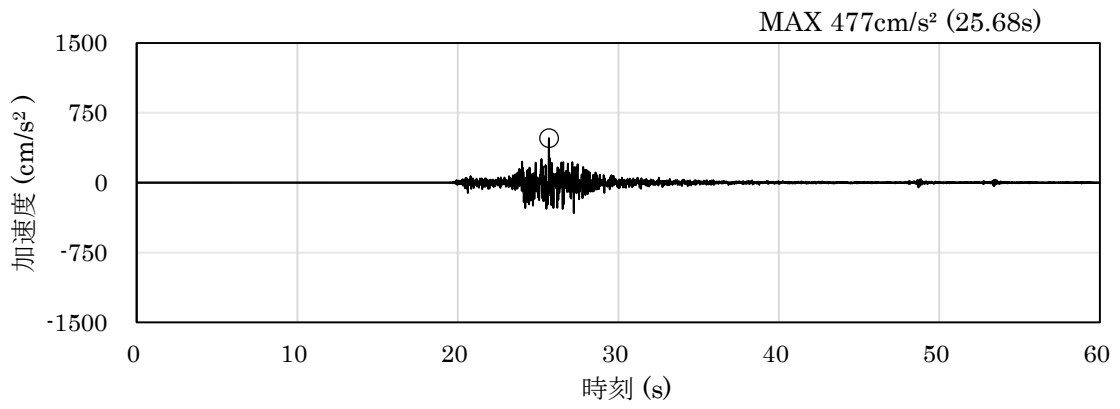


(a) 加速度時刻歴波形

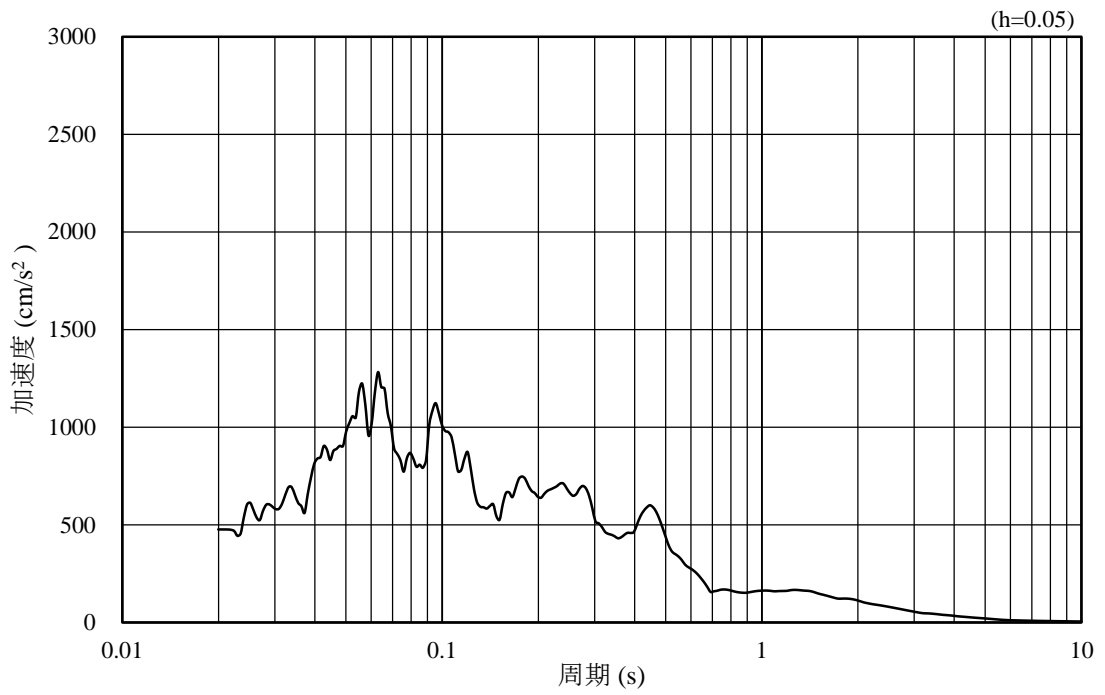


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-71 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (E W))



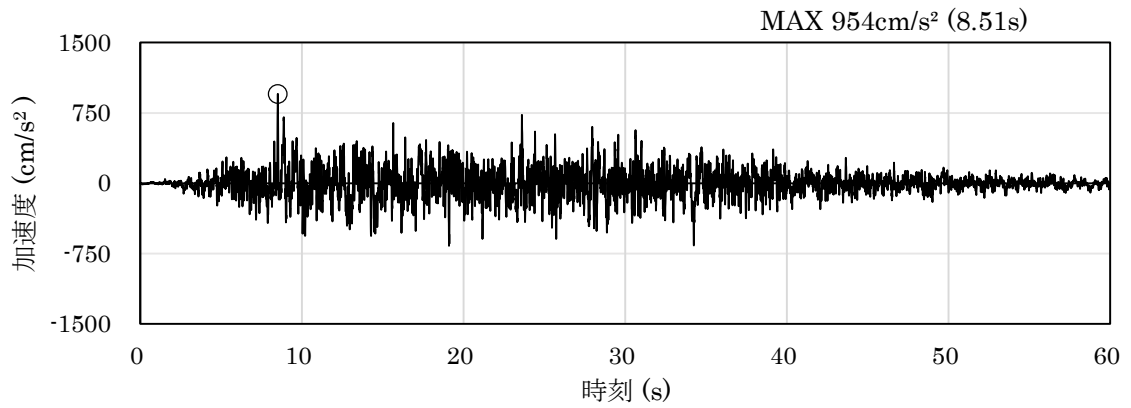
(a) 加速度時刻歴波形



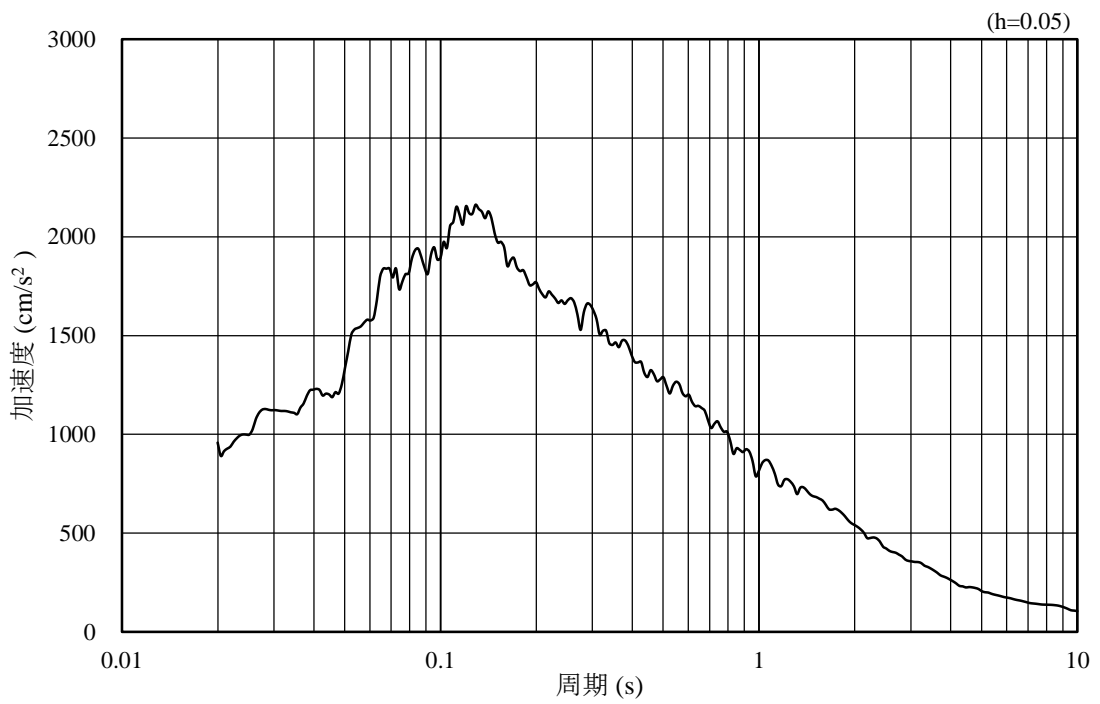
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-72 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (E W))

3.4.5 ⑦-⑦断面

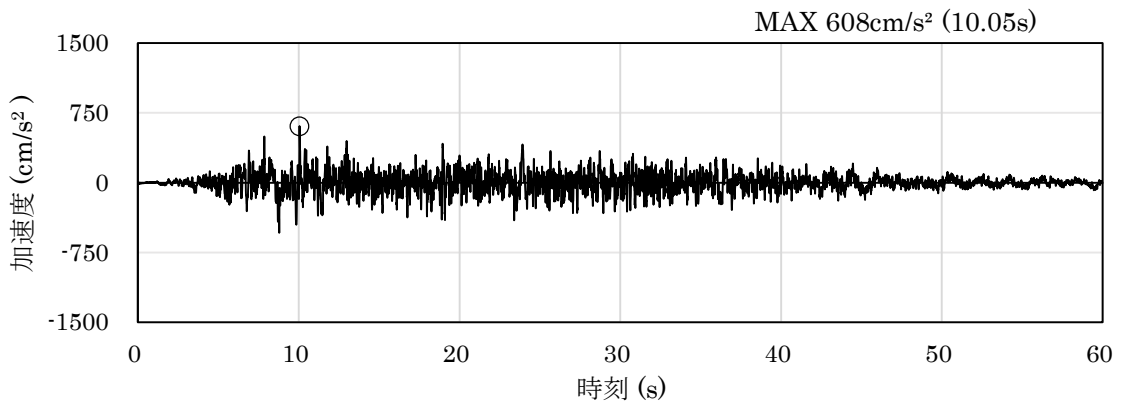


(a) 加速度時刻歴波形

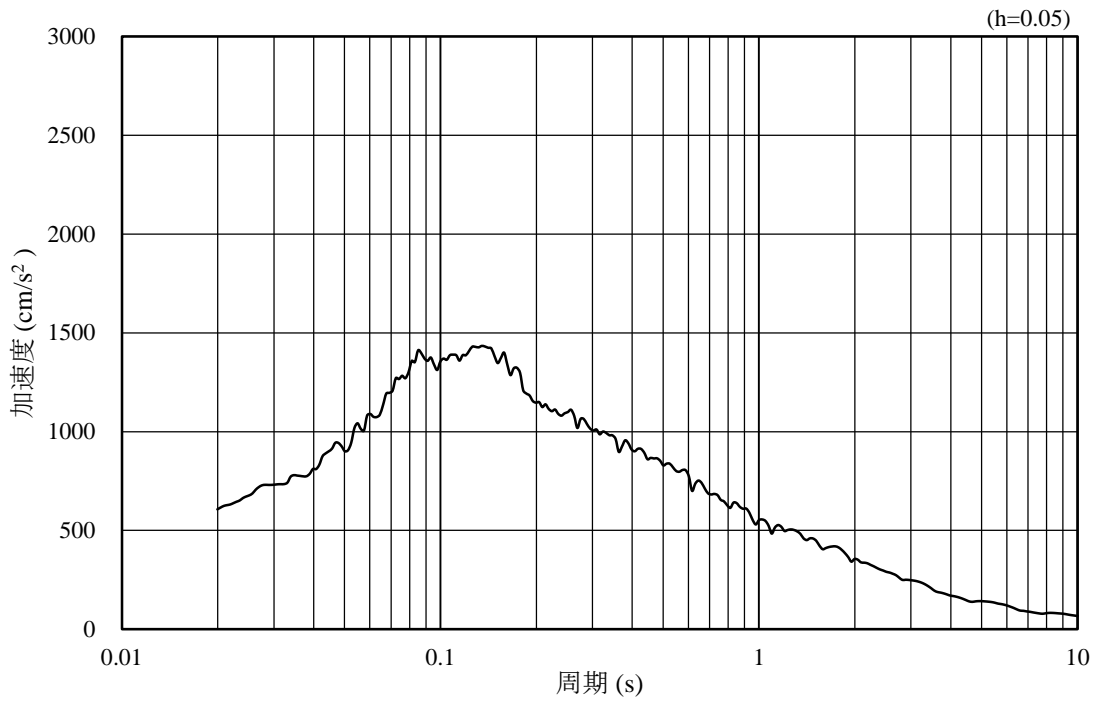


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-73 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - D)

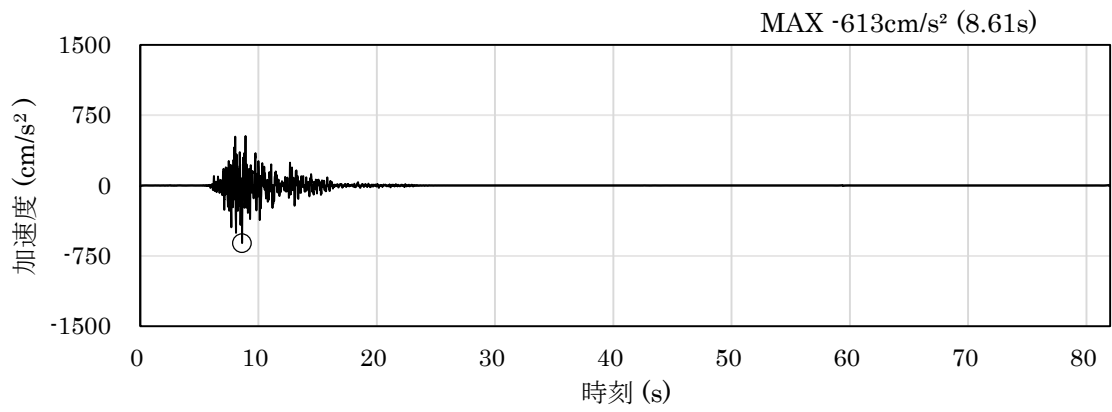


(a) 加速度時刻歴波形

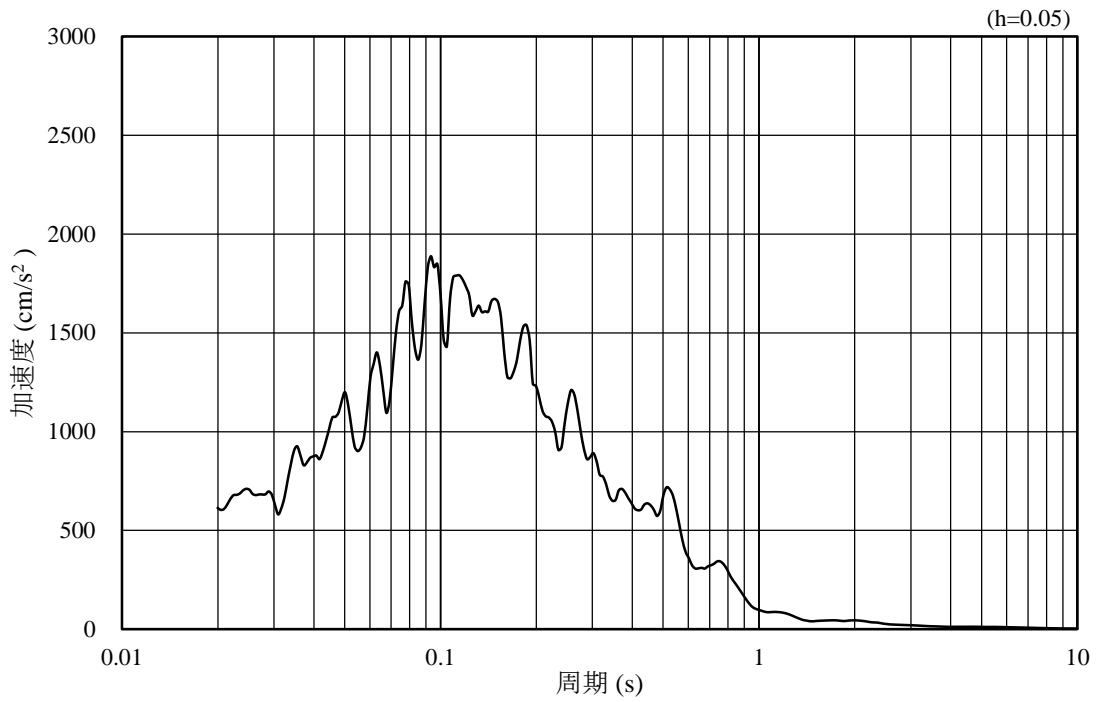


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-74 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - D)

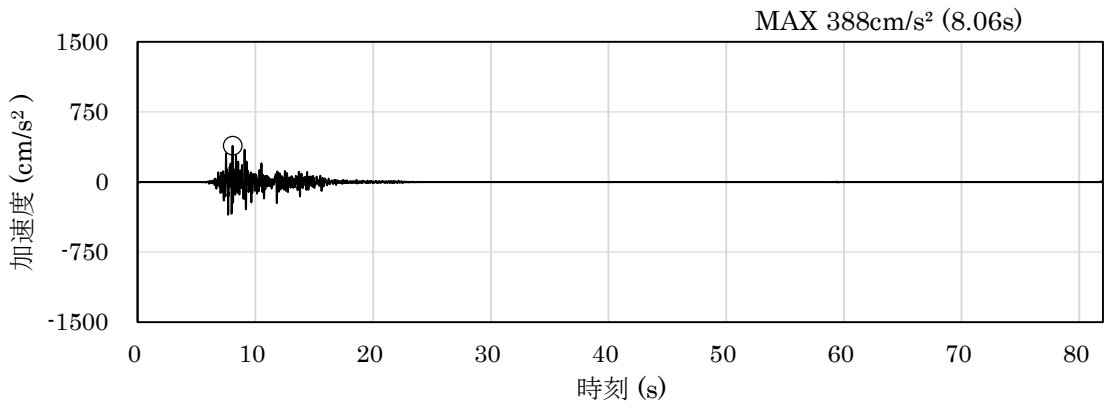


(a) 加速度時刻歴波形

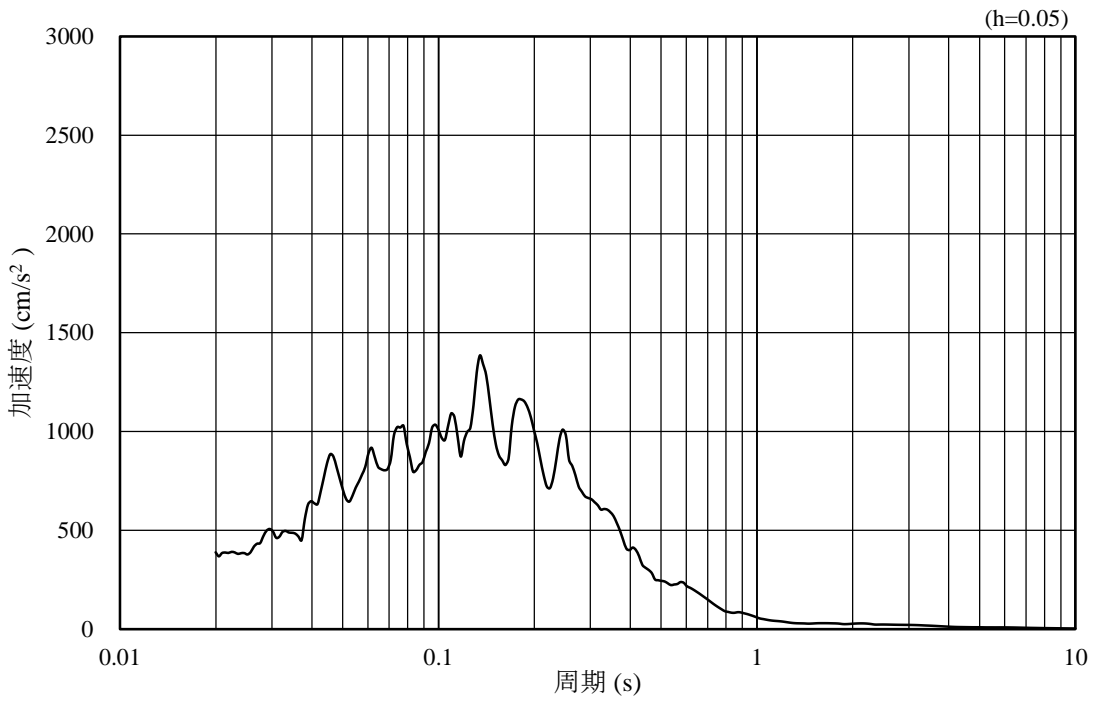


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-75 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - F 1)

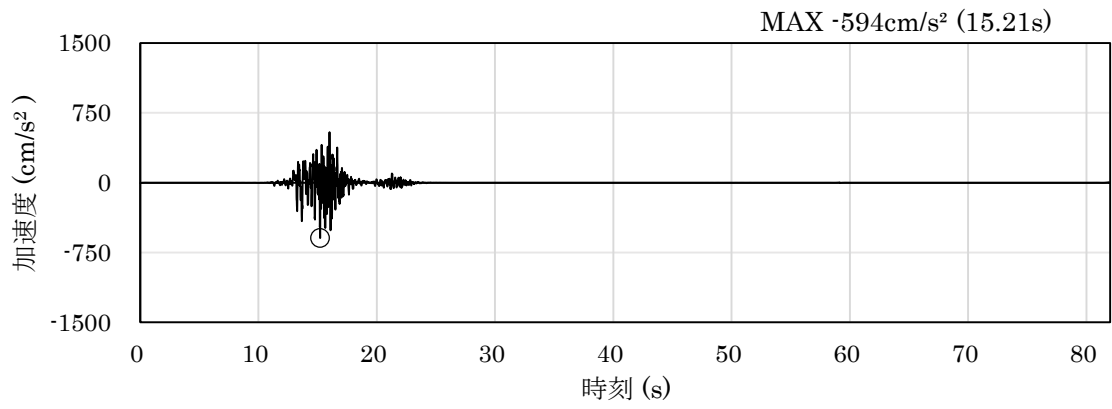


(a) 加速度時刻歴波形

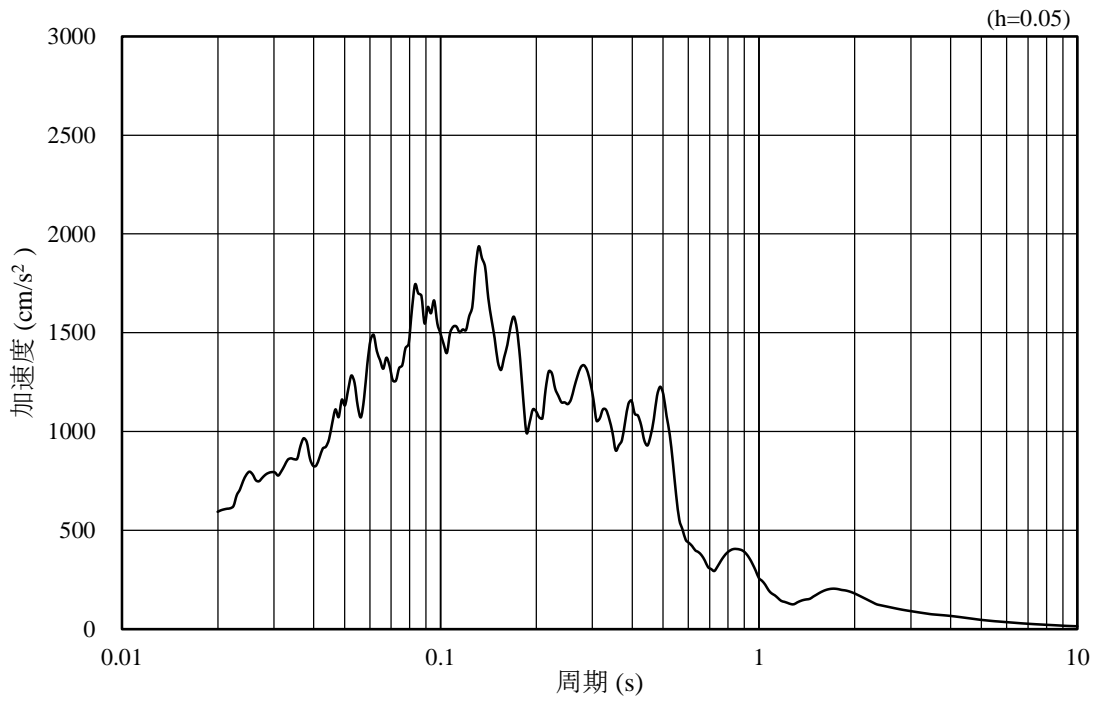


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-76 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 1)

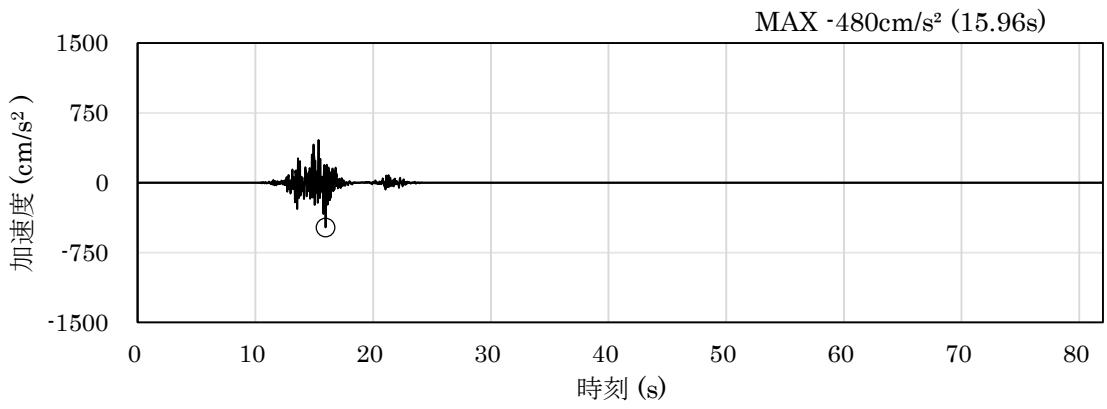


(a) 加速度時刻歴波形

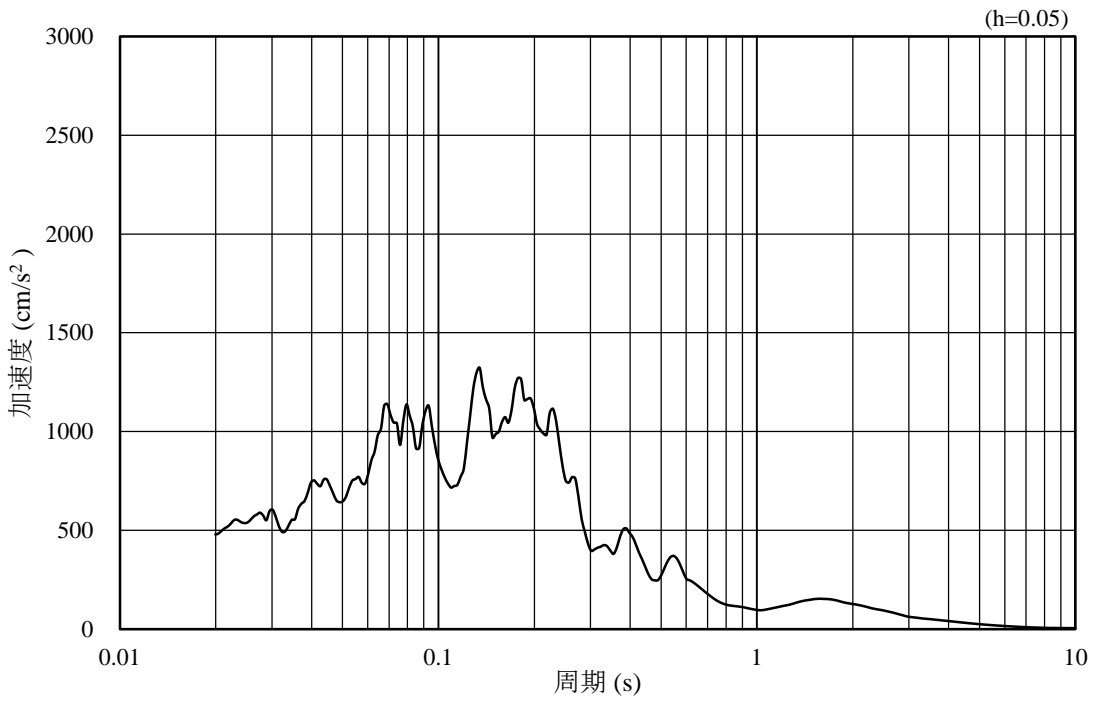


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-77 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 2)

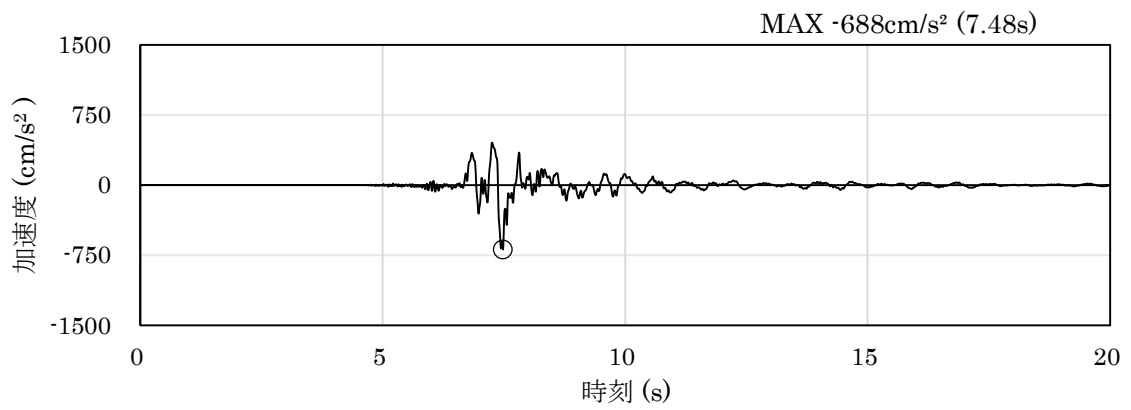


(a) 加速度時刻歴波形

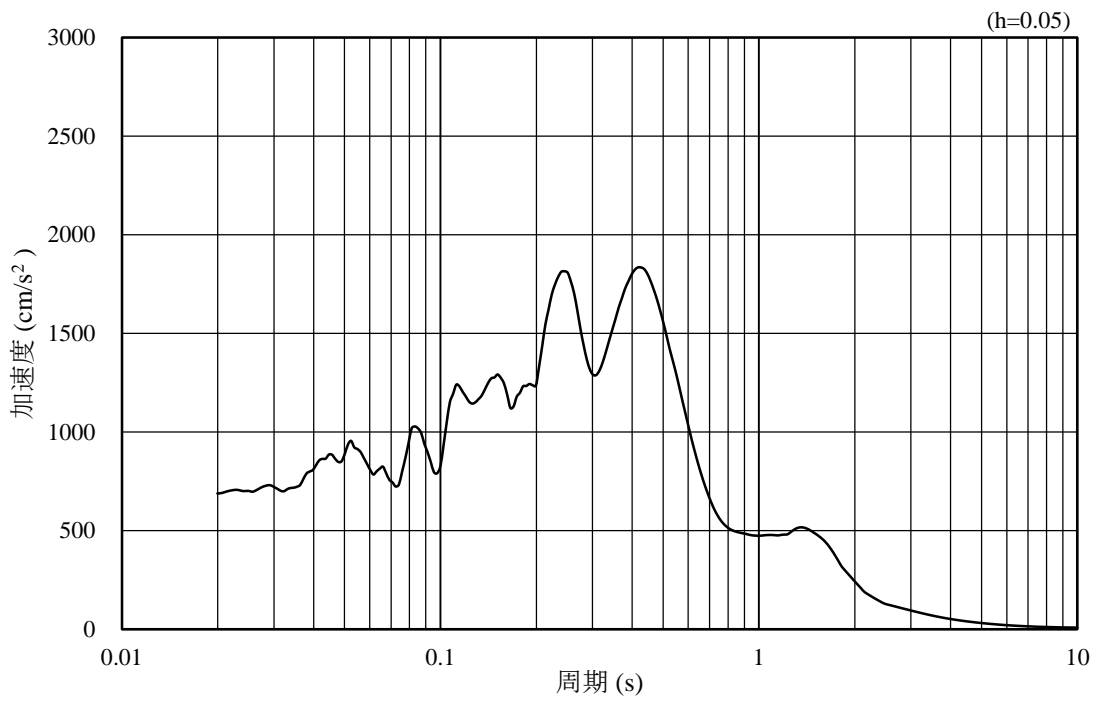


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-78 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 2)

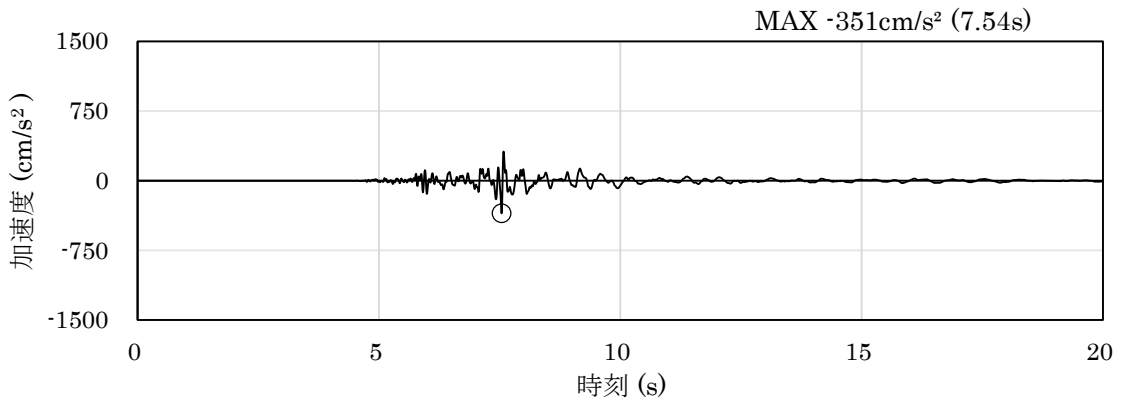


(a) 加速度時刻歴波形

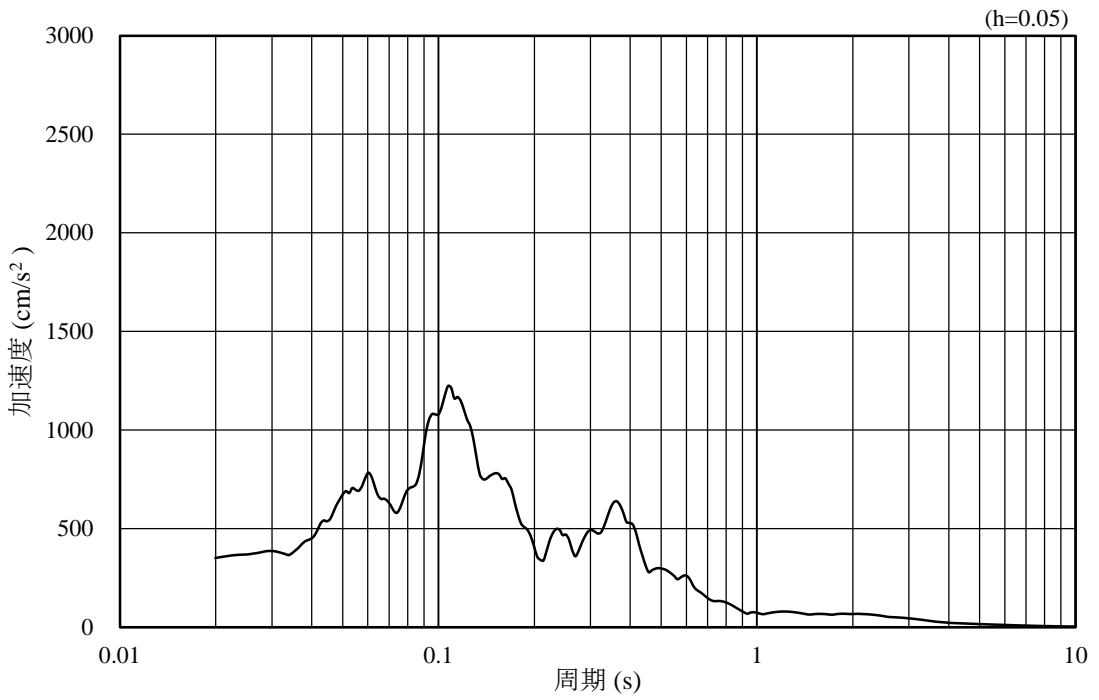


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-79 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - N 1)

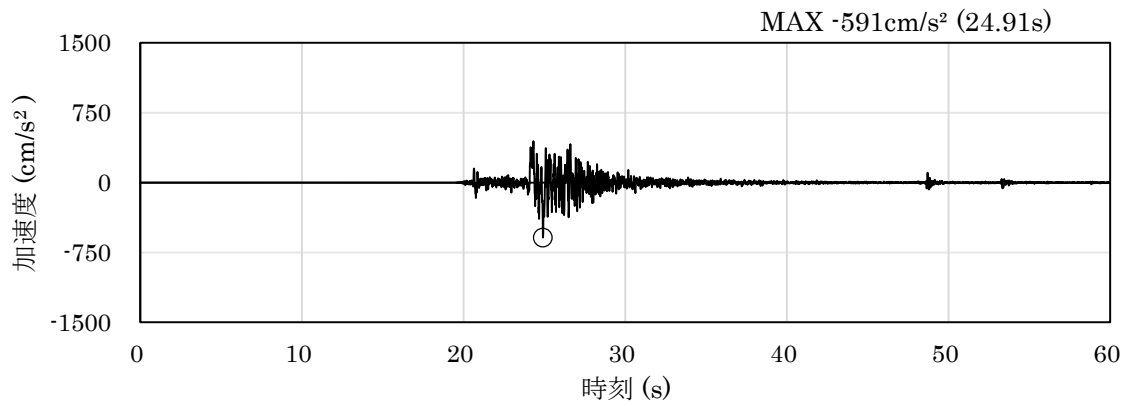


(a) 加速度時刻歴波形

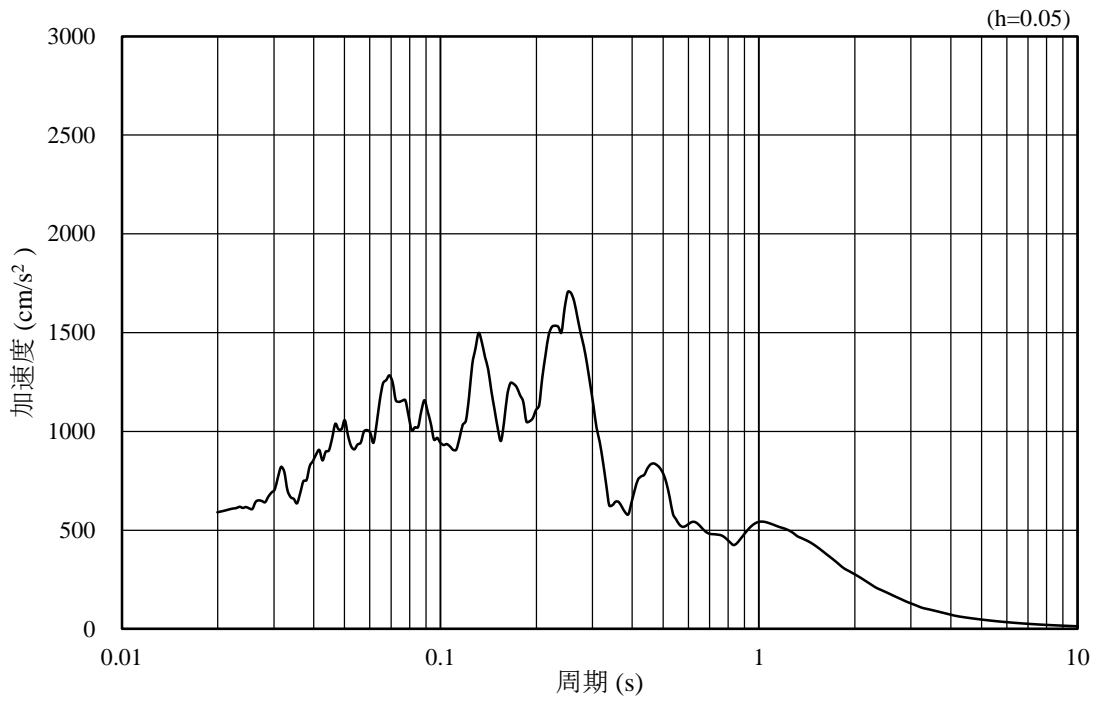


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-80 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 1)

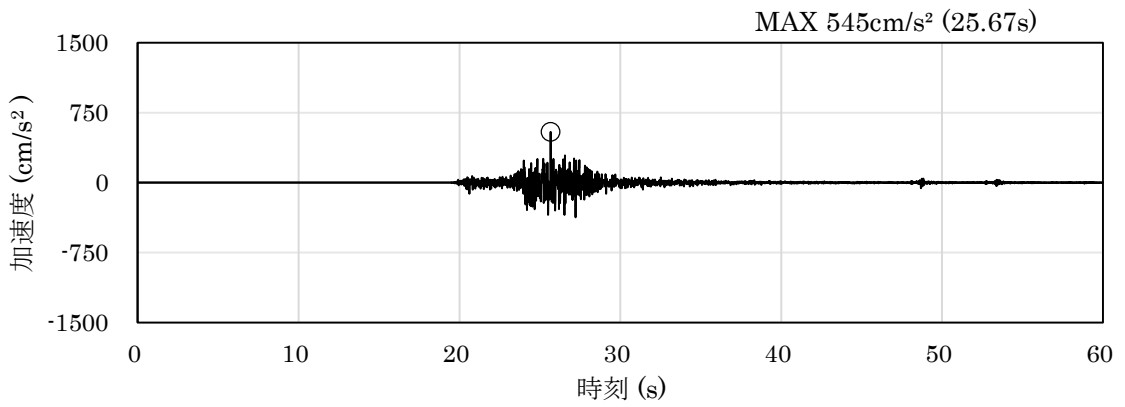


(a) 加速度時刻歴波形

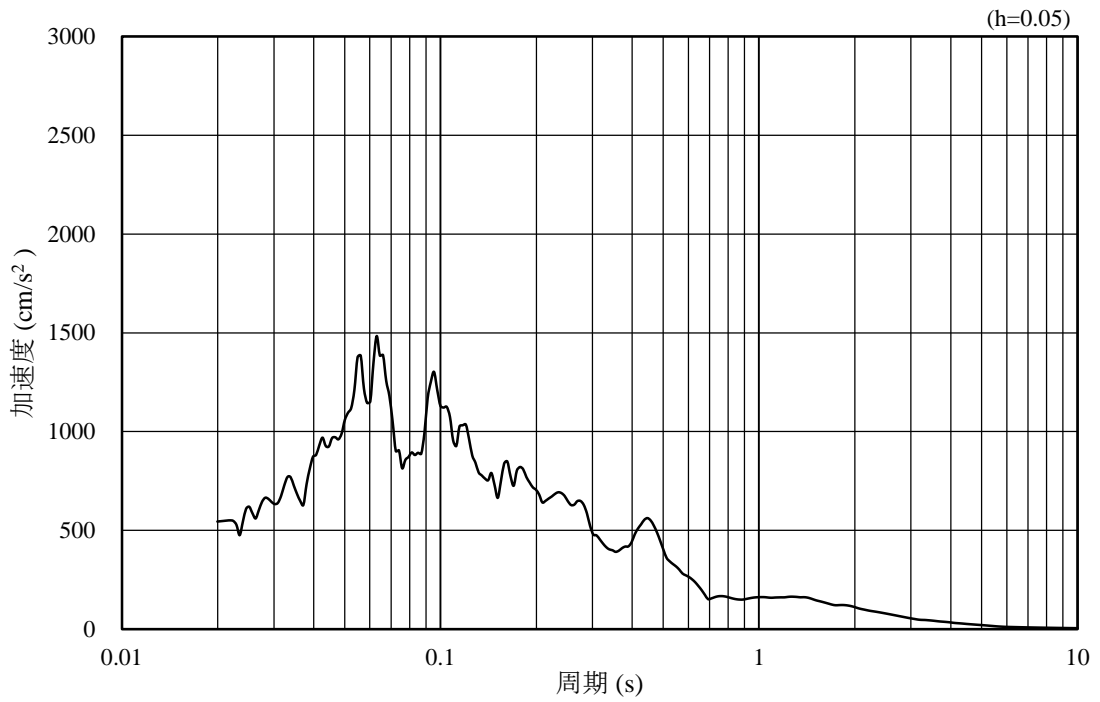


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-81 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (N S))

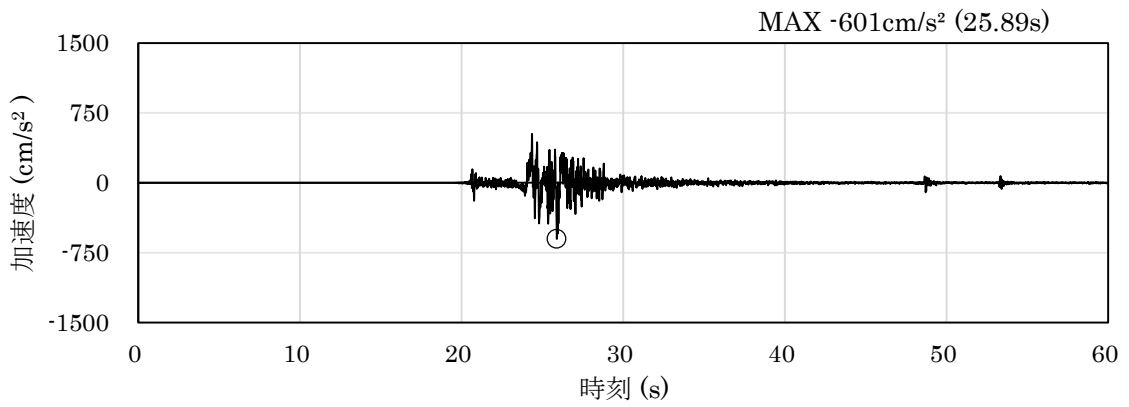


(a) 加速度時刻歴波形

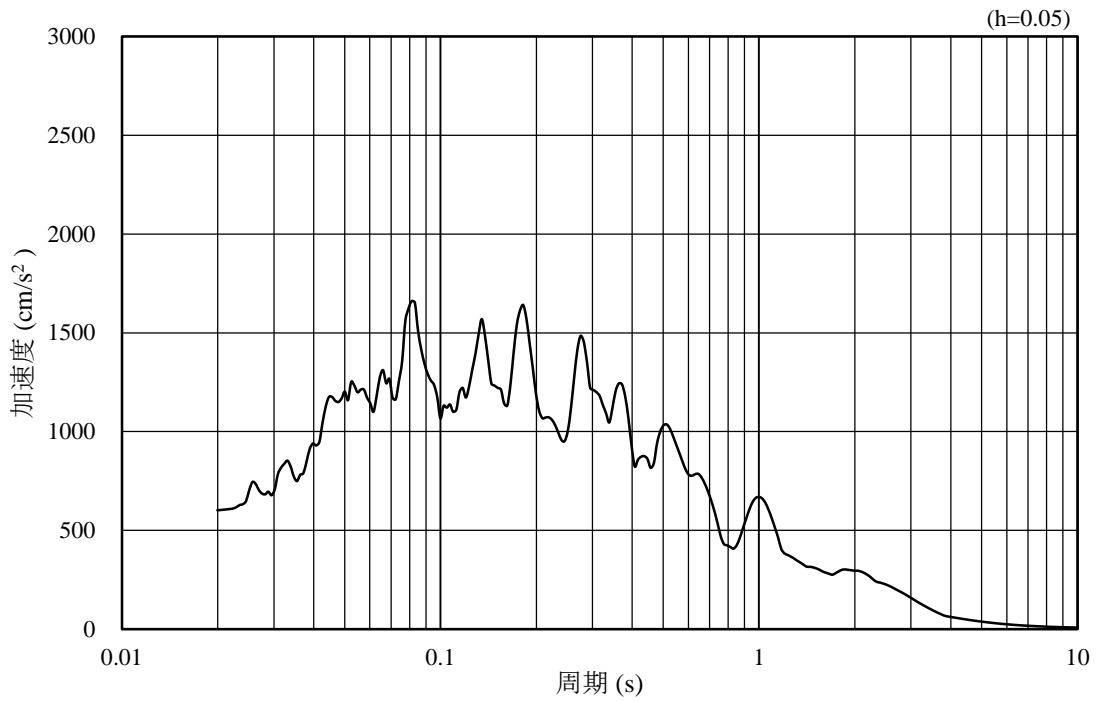


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-82 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (N S))

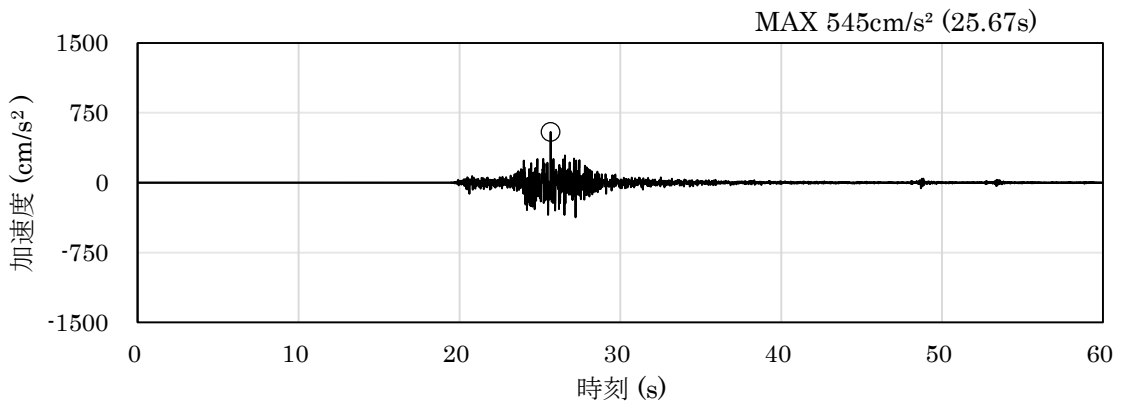


(a) 加速度時刻歴波形

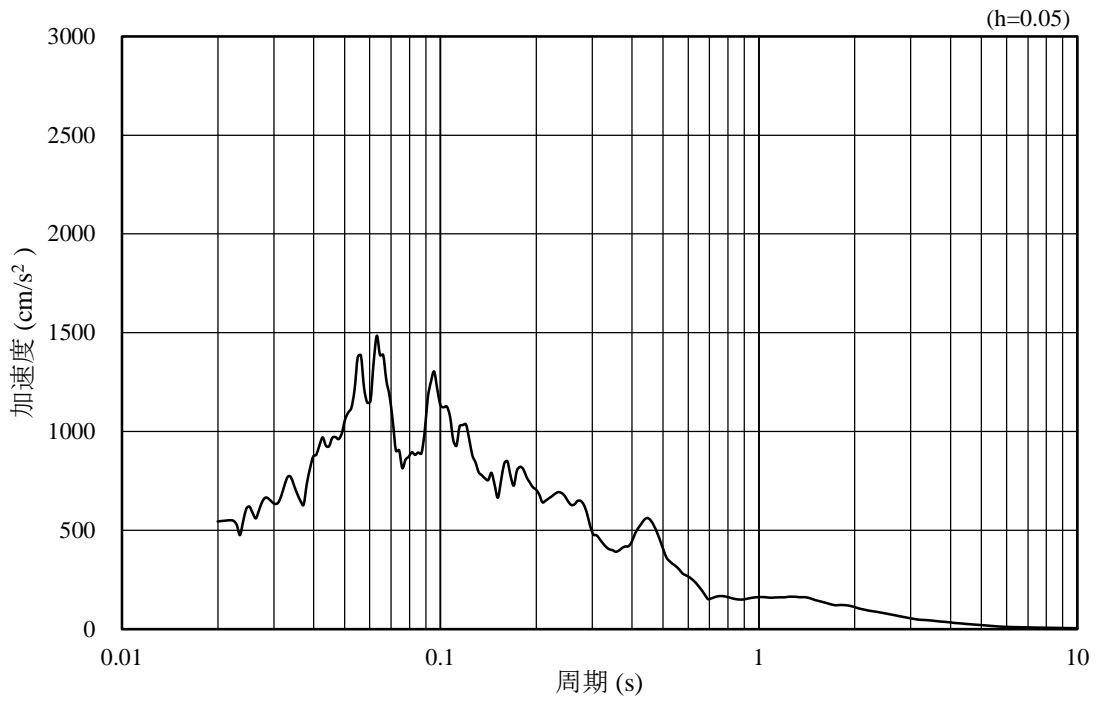


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-83 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (E W))



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 3-84 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (E W))

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

防波壁（波返重力擁壁）の地震応答解析モデルを図3-85～図3-89に示す。

(1) 解析領域

地震応答解析モデルは、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987（（社）日本電気協会）」を参考に、境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分広い領域とする。

(2) 境界条件

地震応答解析時の境界条件については、2次元有限要素法における半無限地盤を模擬するため、粘性境界を設ける。

(3) 構造物のモデル化

重力擁壁は、平面ひずみ要素でモデル化する。

H形鋼のモデル化は行わない。

ケーソンは、構造部材を平面ひずみ要素でモデル化し、等価な剛性を有する等価剛性モデルとする。

機器・配管及び漂流物対策工（鉄筋コンクリート版）は、モデル化せず、その重量を考慮する。

(4) 地盤のモデル化

a. 有効応力解析

岩盤及びMMRは線形の平面ひずみ要素でモデル化する。

地盤はマルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。

消波ブロック、基礎捨石及び被覆ブロックはモデル化しない。

b. 全応力解析

岩盤及びMMRは平面ひずみ要素でモデル化する。

地盤はマルチスプリング要素にてモデル化する。

消波ブロック、基礎捨石及び被覆ブロックはモデル化しない。

(5) ジョイント要素の設定

地震時の施設及び地盤の接合面における剥離及びすべりを考慮するため、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（国土交通省港湾局，2007年版）」及び「港湾構造物設計事例集（沿岸技術研究センター，平成19年3月）」に準拠して、これらの接合面にジョイント要素を設定する。

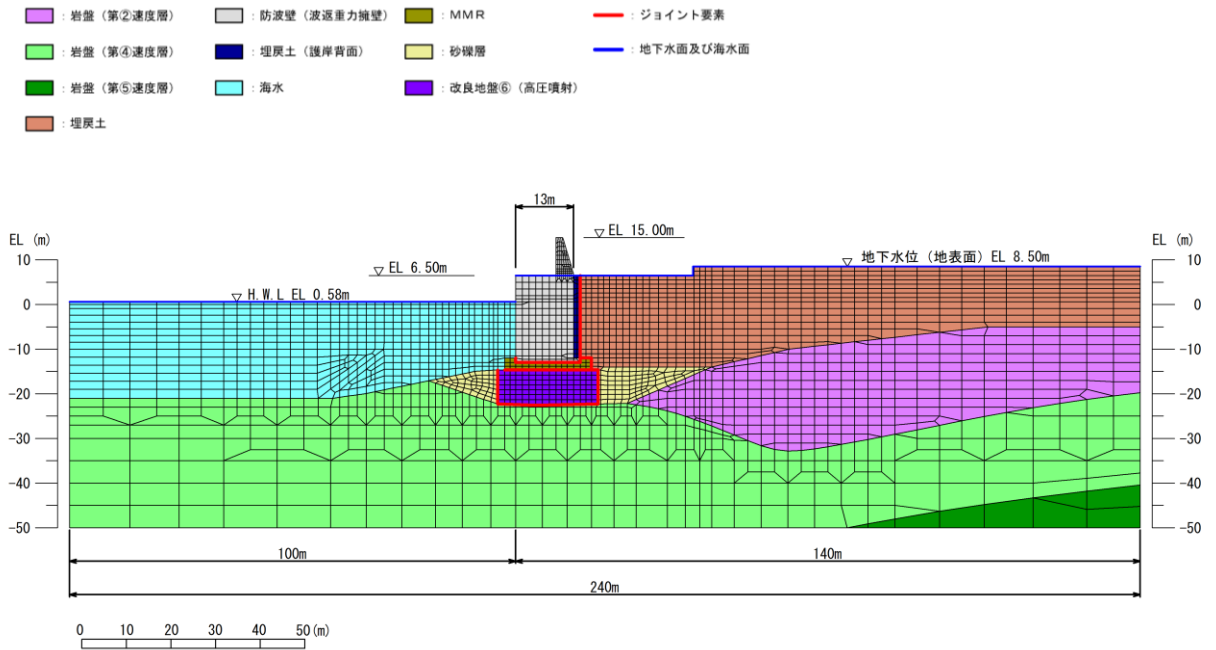


図 3-85 地震応答解析モデル (②-②断面)

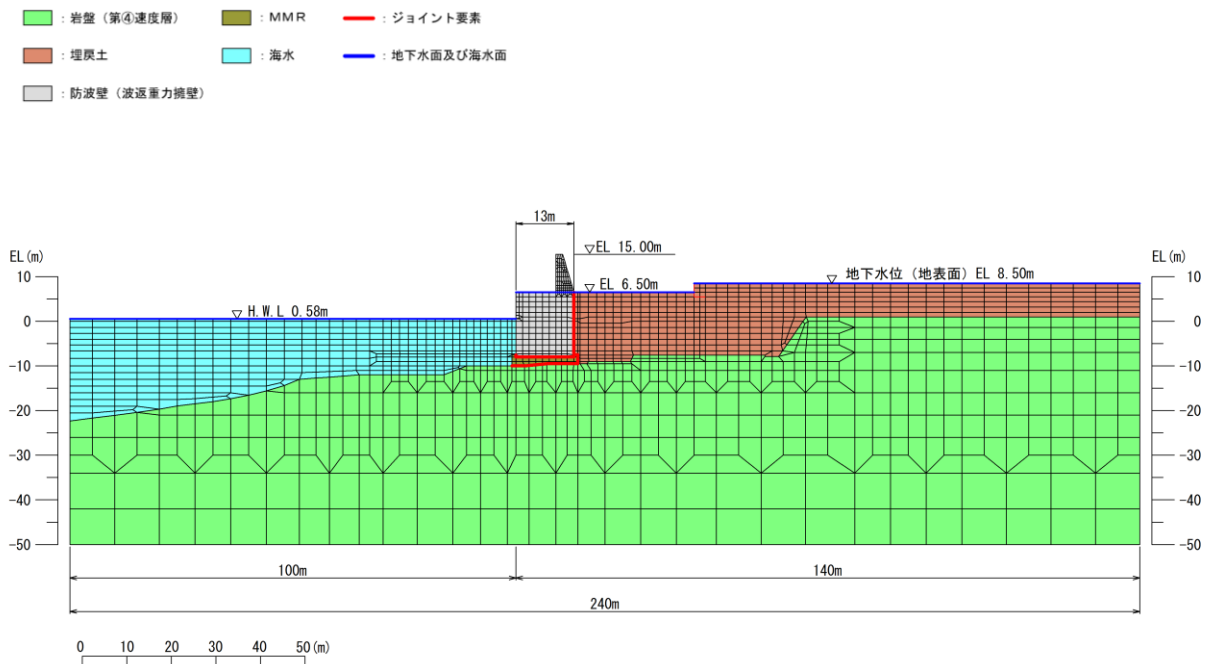


図 3-86 地震応答解析モデル (③-③断面)

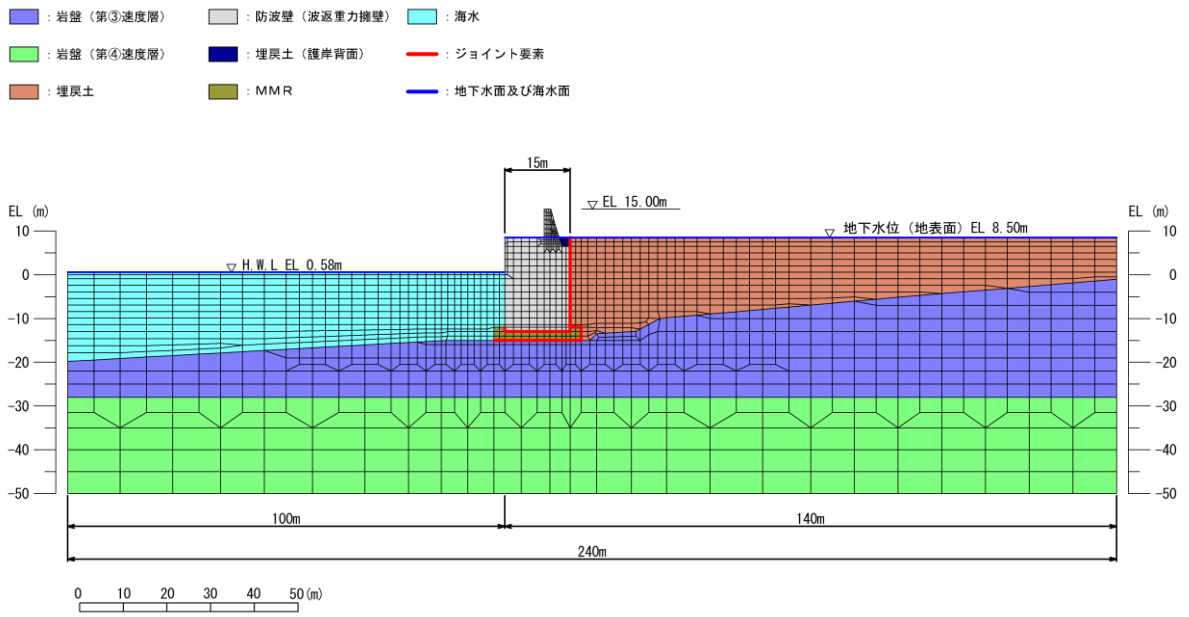


図 3-87 地震応答解析モデル (④-④断面)

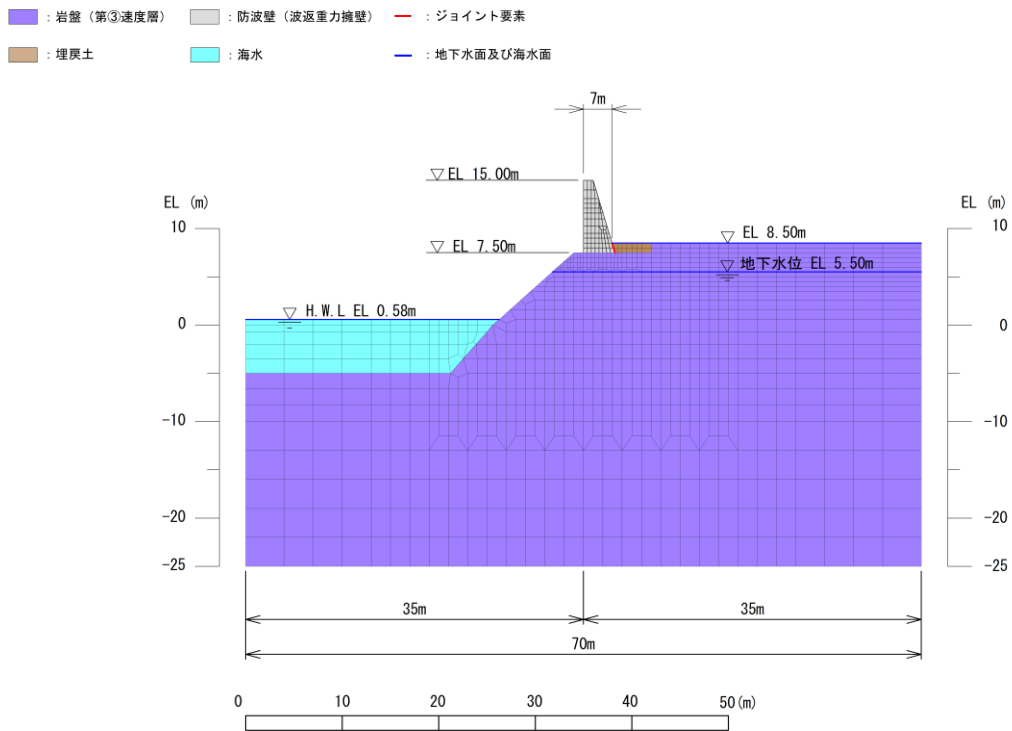


図 3-88 地震応答解析モデル (⑤-⑤断面)

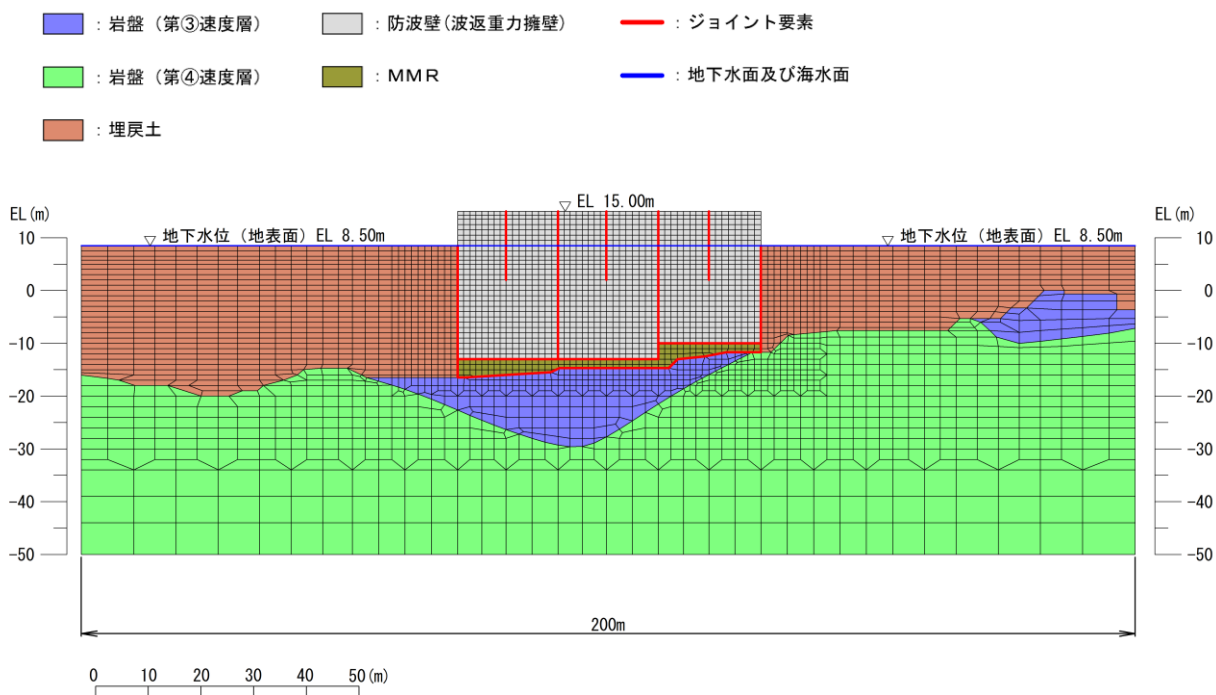


図 3-89 地震応答解析モデル (⑦-⑦断面)

3.5.2 使用材料及び材料の物性値

耐震評価に用いる材料定数は、適用基準類を基に設定する。使用材料を表 3-6 に、材料の物性値を表 3-7 に示す。

表 3-6 使用材料

材料		仕様
コンクリート	重力擁壁 (基部コンクリート)	設計基準強度 18N/mm ²
	重力擁壁 ケーソン	設計基準強度 24N/mm ²
鉄筋		SD345
H形鋼		SM490

表 3-7 材料の物性値

材料	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比
鉄筋コンクリート	24.0 ^{*1}	2.5×10 ⁴ ^{*1}	0.2 ^{*1}
無筋コンクリート	22.6 ^{*2}	2.2×10 ⁴ ^{*1}	0.2 ^{*1}

注記*1：コンクリート標準示方書[構造性能照査編](（社）土木学会，
2002年制定)

*2：港湾の施設の技術上の基準・同解説（国土交通省港湾局，
2007年版)

3.5.3 地盤の物性値

地盤の物性値は，VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

3.5.4 地下水位

設計地下水位は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に従い設定する。
設計地下水位を表3-8に示す。

表3-8 設計地下水位

施設名称	設計地下水位
防波壁（波返重力擁壁） （②-②断面，③-③断面，④-④断面， ⑦-⑦断面）	EL 8.5m*
防波壁（波返重力擁壁） （⑤-⑤断面）	EL 5.5m

注記*：地表面がEL 8.5mよりも低い地点については，地下水位を地表面とする。

4. 解析結果

4.1 ②-②断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、応答加速度抽出位置を図 4-1 に示し、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d-D に対する最大応答加速度分布図を図 4-2～図 4-13 及び図 4-22 に、弾性設計用地震動 S_d-D に対する防波壁天端の変位量を表 4-1 に示す。また、解析ケース①において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査において照査値が最大となる地震動について、解析ケース②及び③の最大応答加速度分布図を図 4-14～図 4-21 に示す。これらに加え、機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース②及び③のすべての基準地震動 S_s に対する最大応答加速度分布図を図 4-23～図 4-46 に示す。

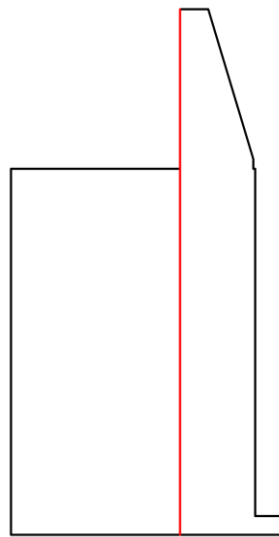
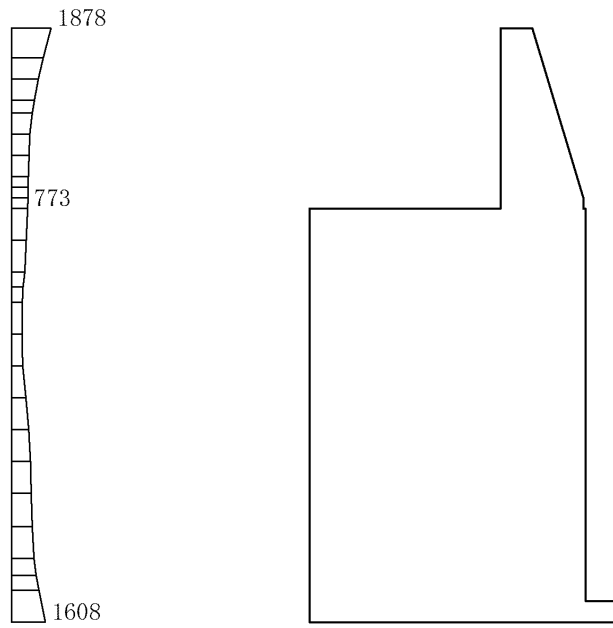
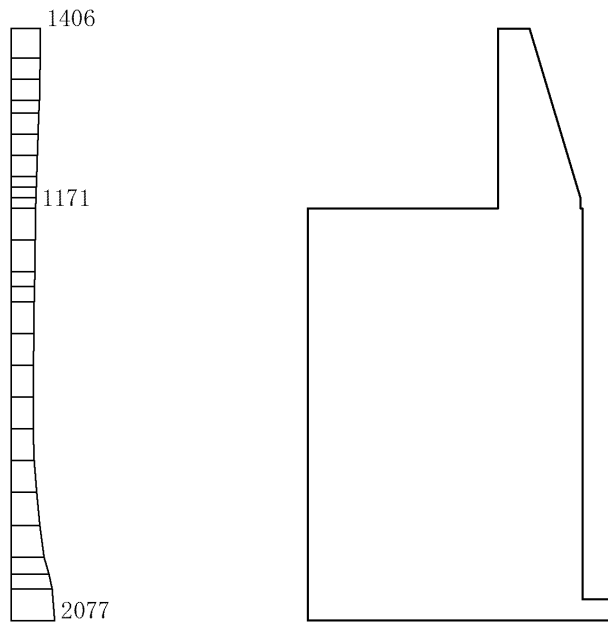


図 4-1 応答加速度抽出位置図



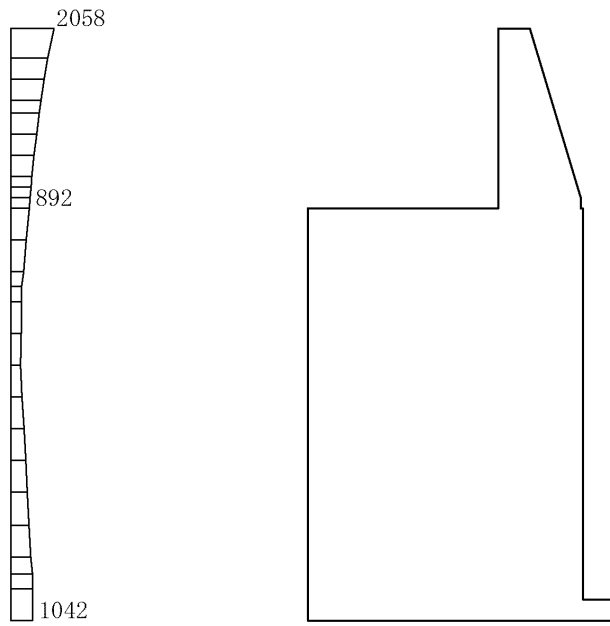
(a) S s - D (++) 水平



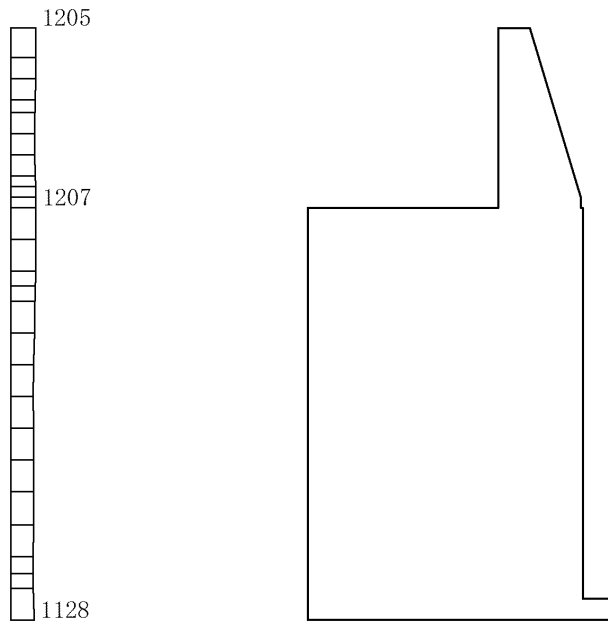
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-2 最大応答加速度分布図(1/45) (解析ケース①)



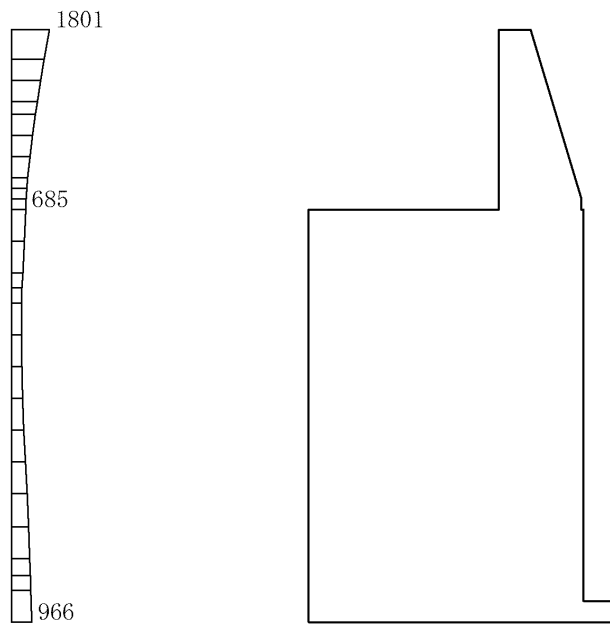
(a) S s - D (-+) 水平



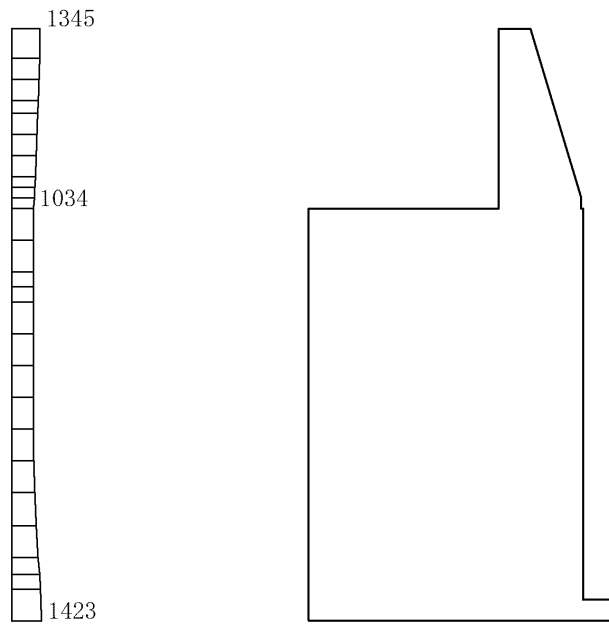
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-3 最大応答加速度分布図(2/45) (解析ケース①)



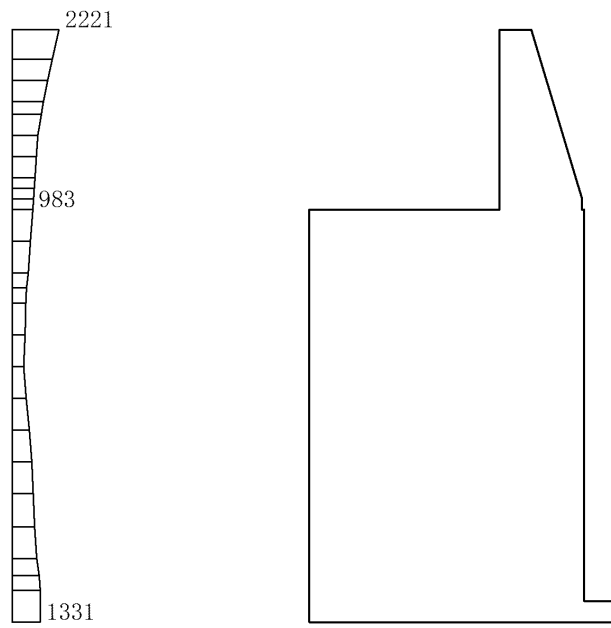
(a) S s - D (+ -) 水平



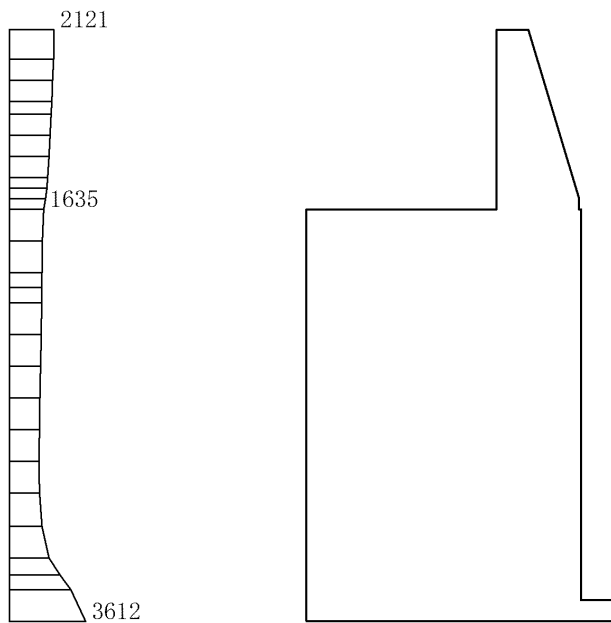
(b) S s - D (+ -) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-4 最大応答加速度分布図(3/45) (解析ケース①)



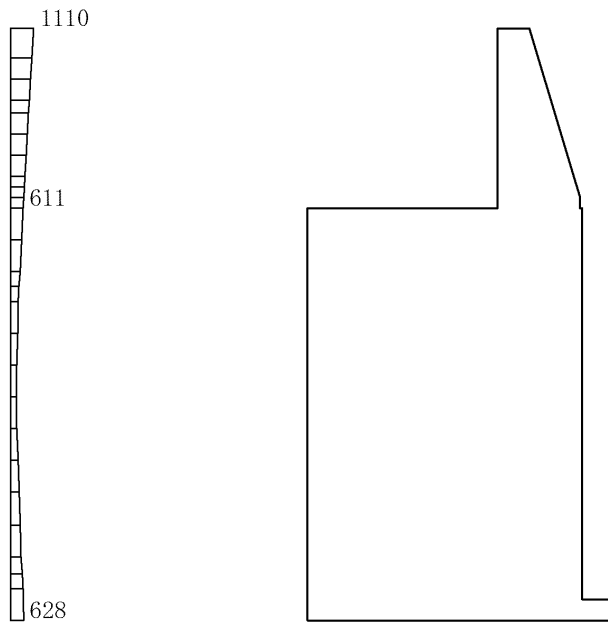
(a) S s - D (--) 水平



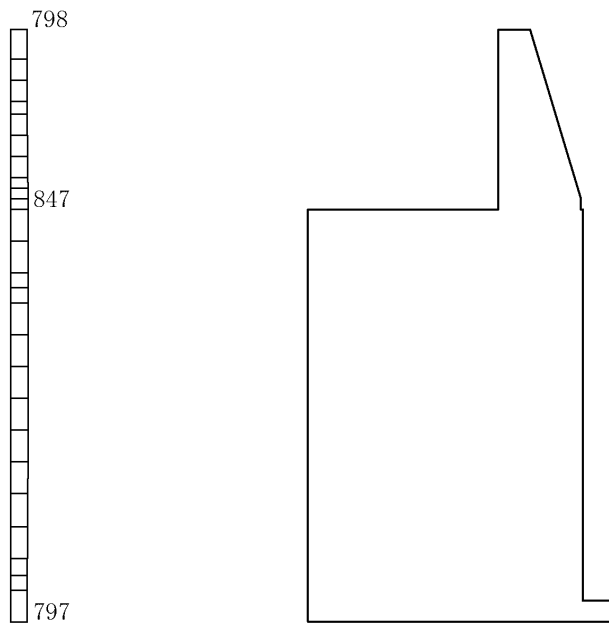
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-5 最大応答加速度分布図(4/45) (解析ケース①)



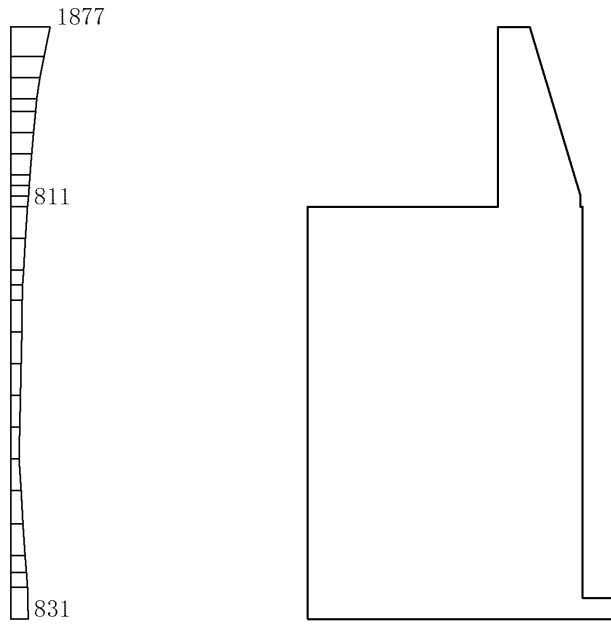
(a) S s - F 1 (++) 水平



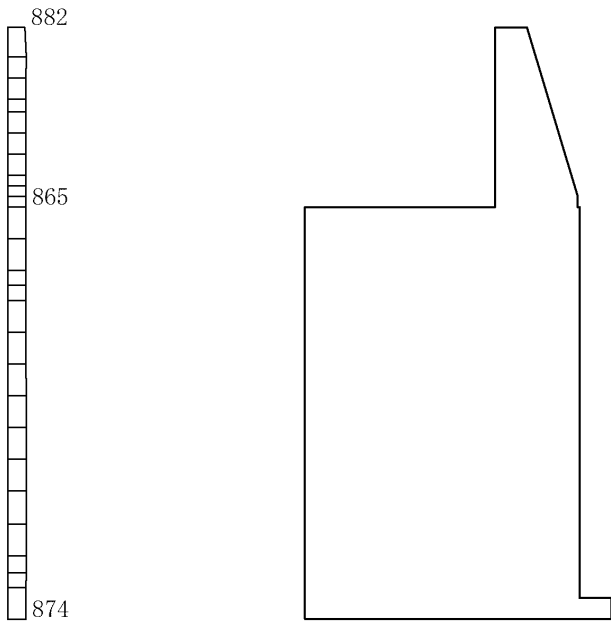
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0_1(m) 応答値スケール 0_2000(cm/s²)

図 4-6 最大応答加速度分布図(5/45) (解析ケース①)



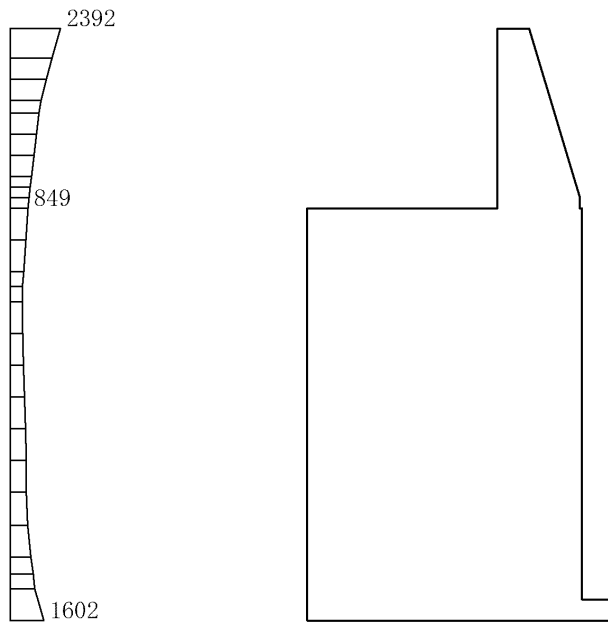
(a) $S_s - F_2 (++)$ 水平



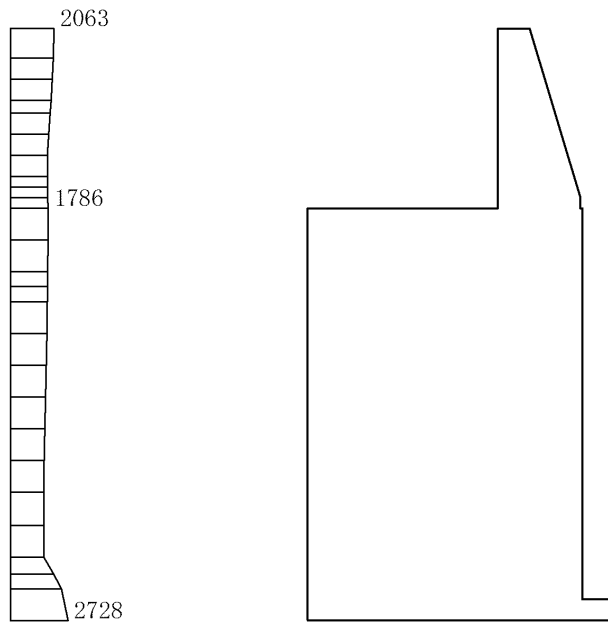
(b) $S_s - F_2 (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-7 最大応答加速度分布図(6/45) (解析ケース①)



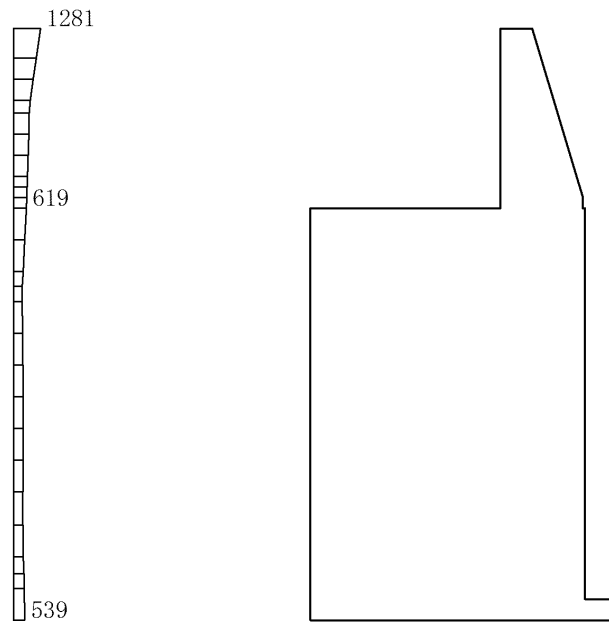
(a) S s - N 1 (++) 水平



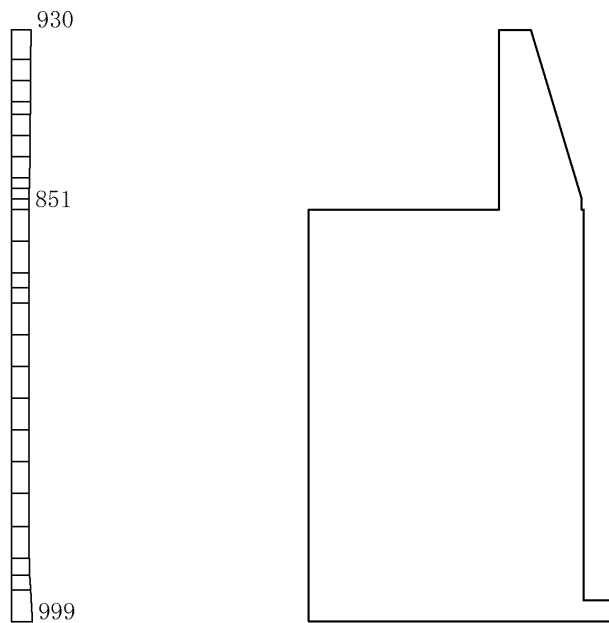
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-8 最大応答加速度分布図(7/45) (解析ケース①)



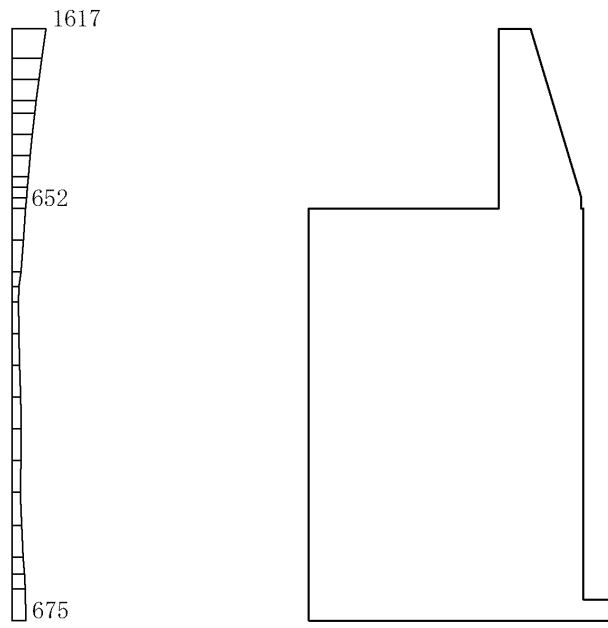
(a) S s - N 1 (- +) 水平



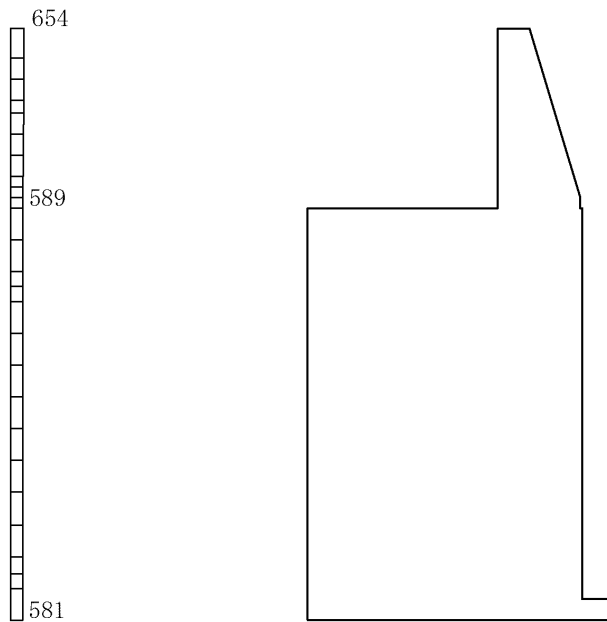
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-9 最大応答加速度分布図(8/45) (解析ケース①)



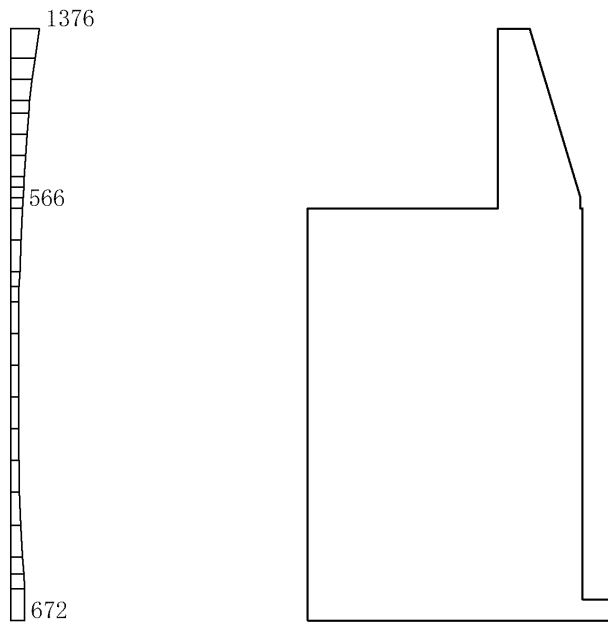
(a) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 水平



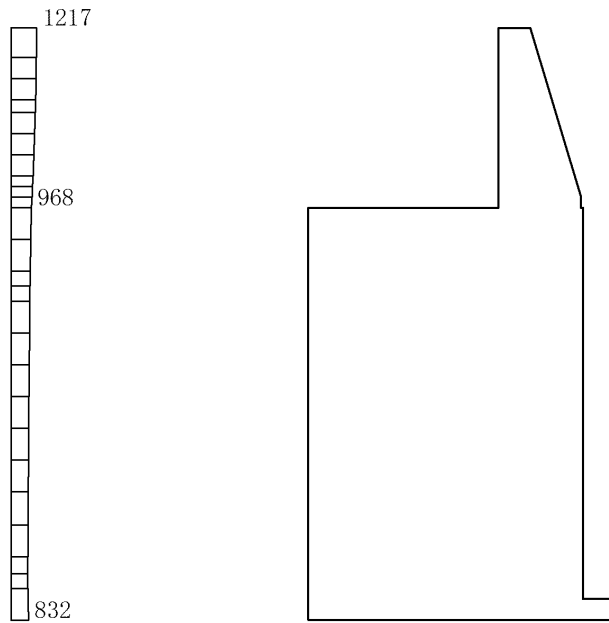
(b) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-10 最大応答加速度分布図(9/45) (解析ケース①)



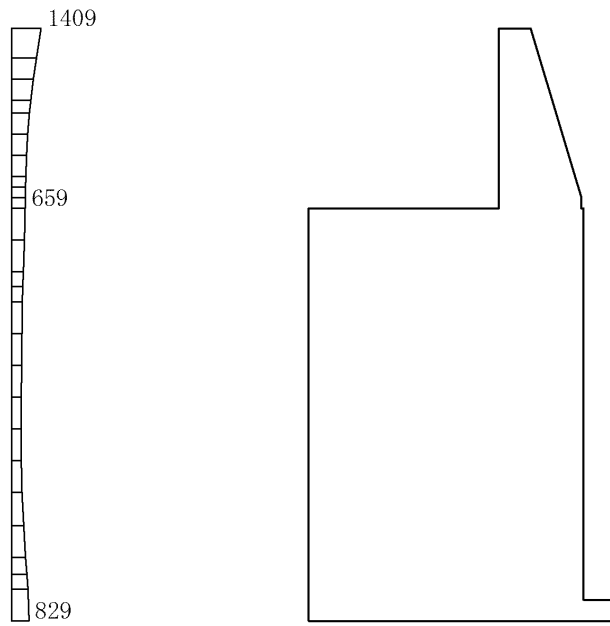
(a) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 水平



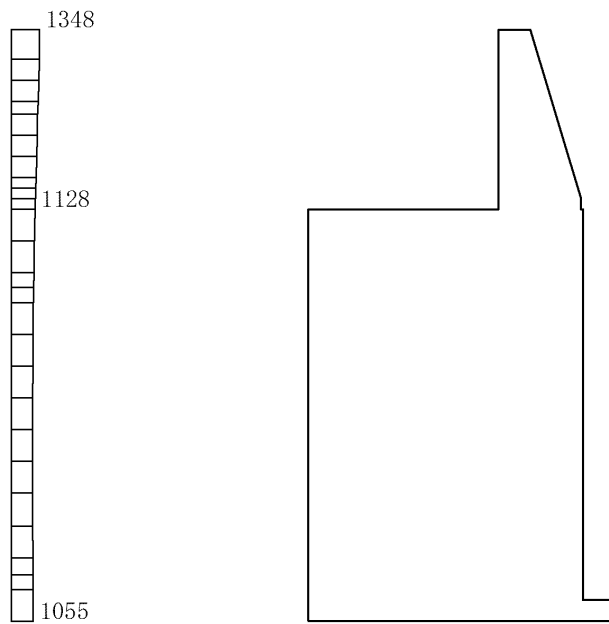
(b) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-11 最大応答加速度分布図(10/45) (解析ケース①)



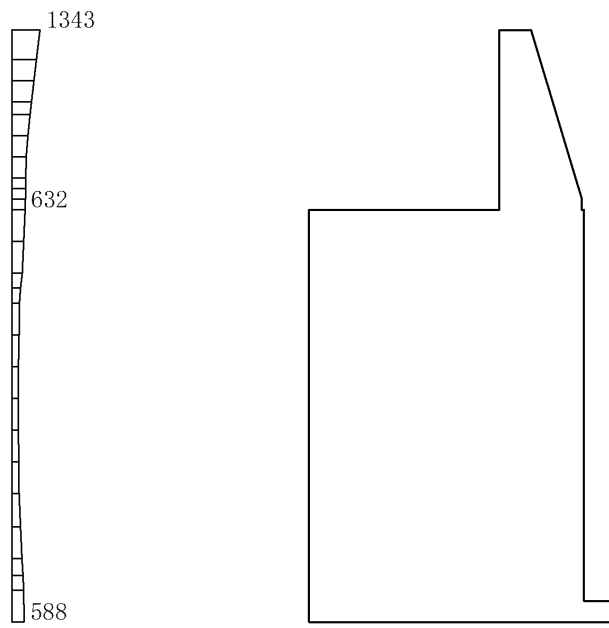
(a) S s - N 2 (E W) (+ +) 水平



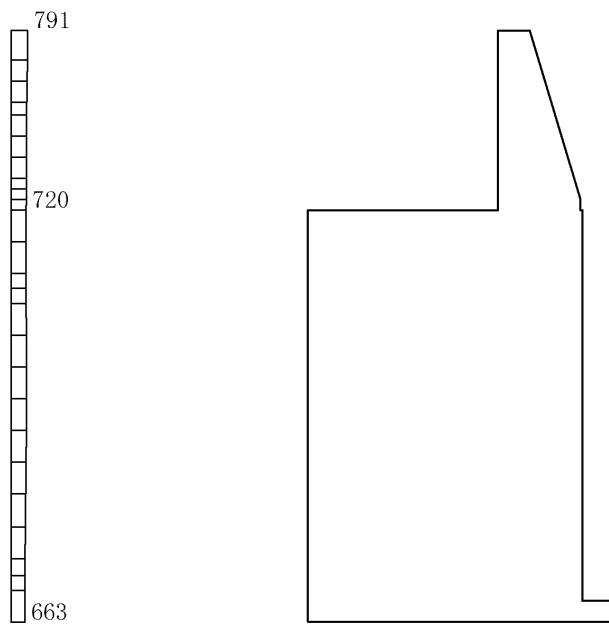
(b) S s - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-12 最大応答加速度分布図(11/45) (解析ケース①)



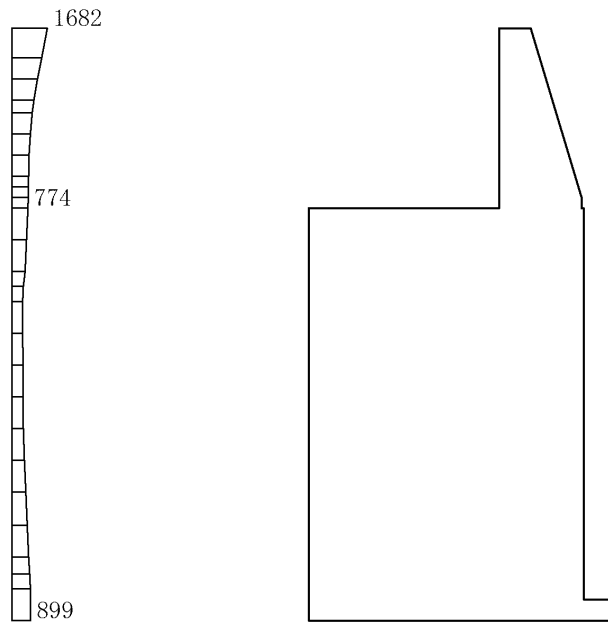
(a) S s - N 2 (E W) (- +) 水平



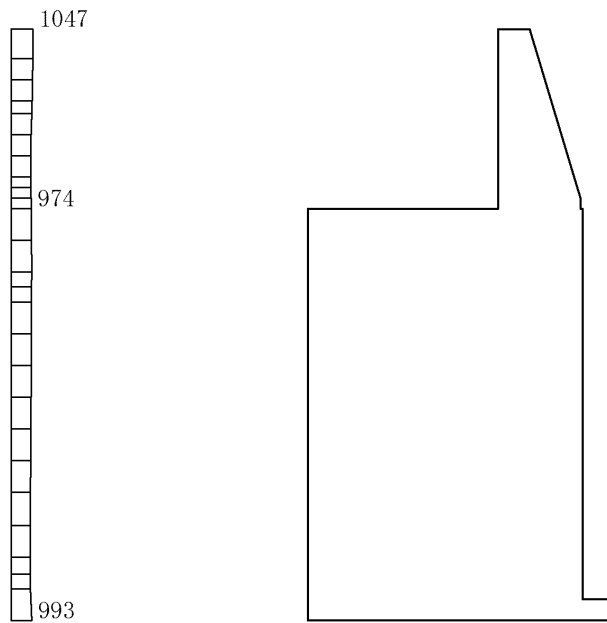
(b) S s - N 2 (E W) (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-13 最大応答加速度分布図(12/45) (解析ケース①)



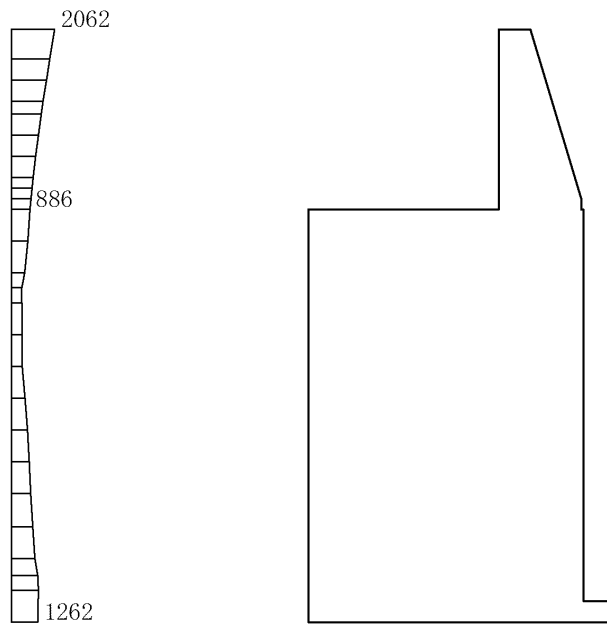
(a) S s - D (++) 水平



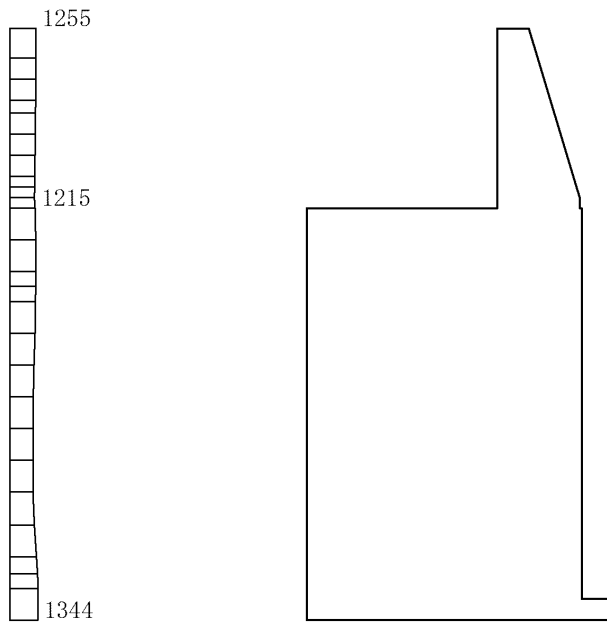
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-14 最大応答加速度分布図(13/45) (解析ケース②)



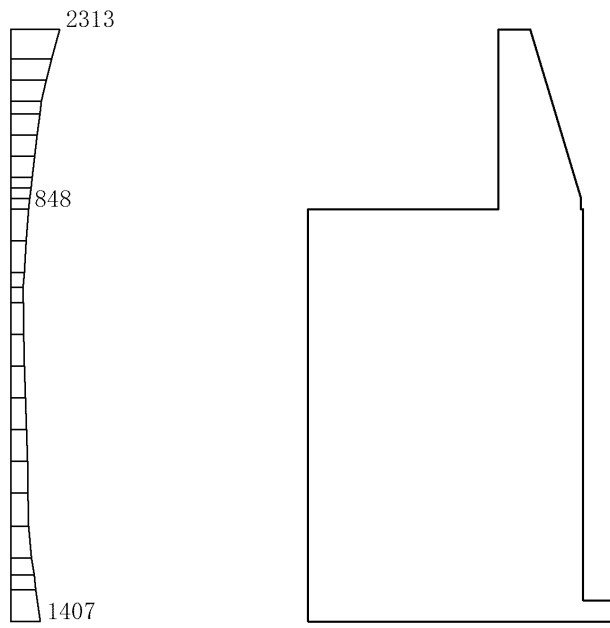
(a) S s - D (-+) 水平



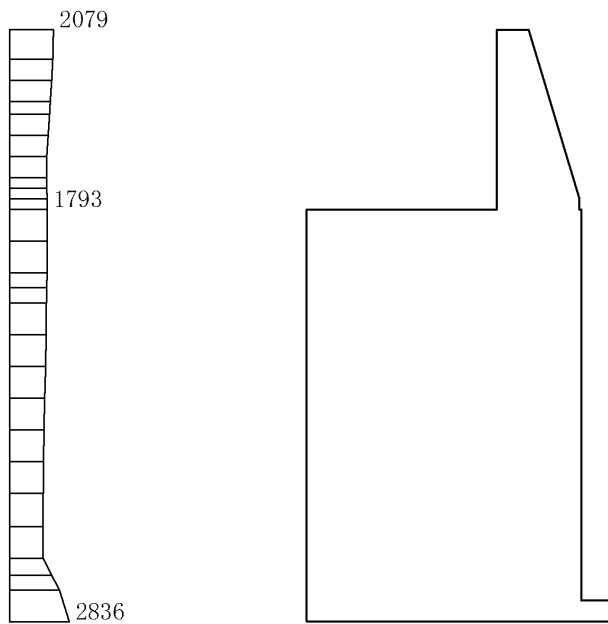
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-15 最大応答加速度分布図(14/45) (解析ケース②)



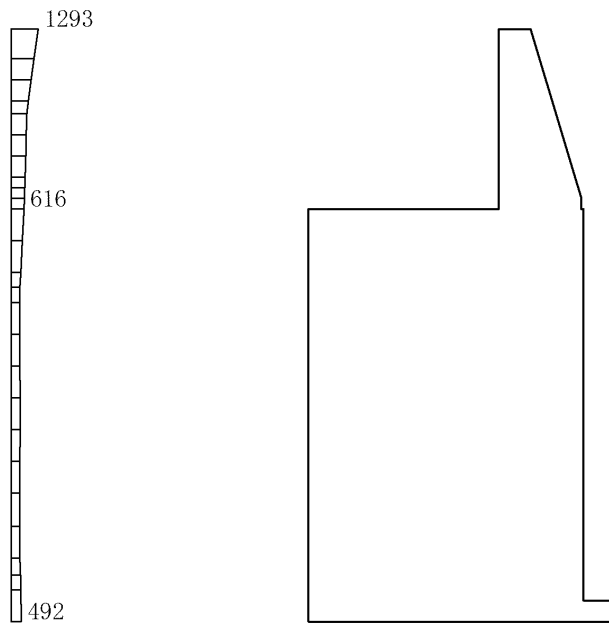
(a) S s - N 1 (++) 水平



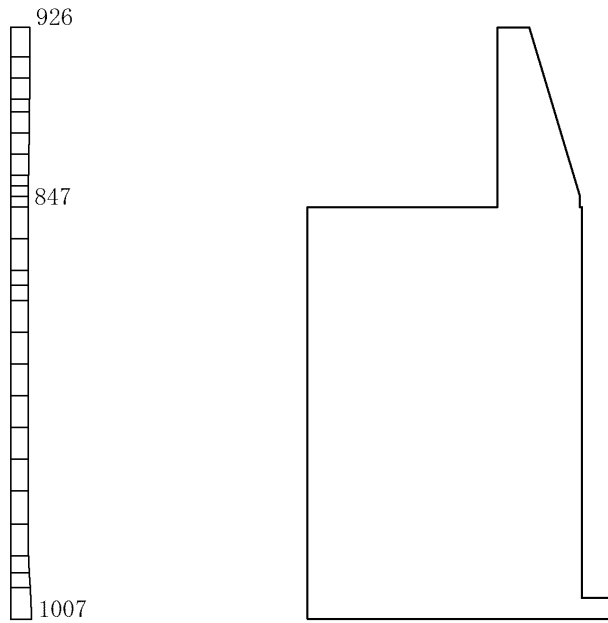
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-16 最大応答加速度分布図(15/45) (解析ケース②)



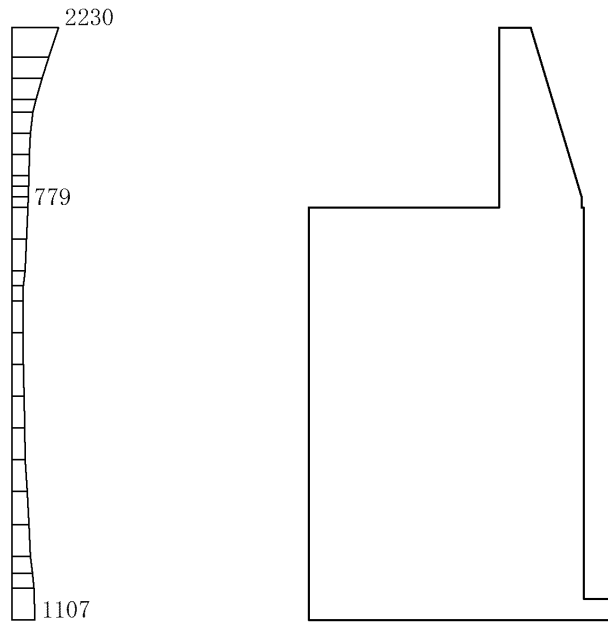
(a) S s - N 1 (- +) 水平



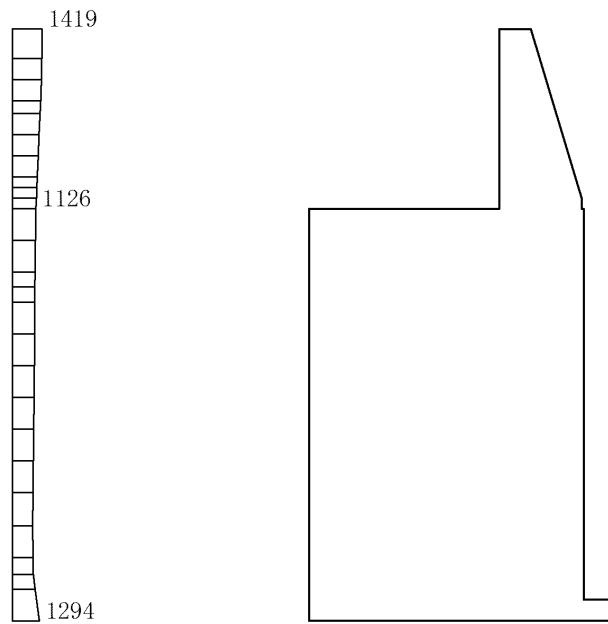
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-17 最大応答加速度分布図(16/45) (解析ケース②)



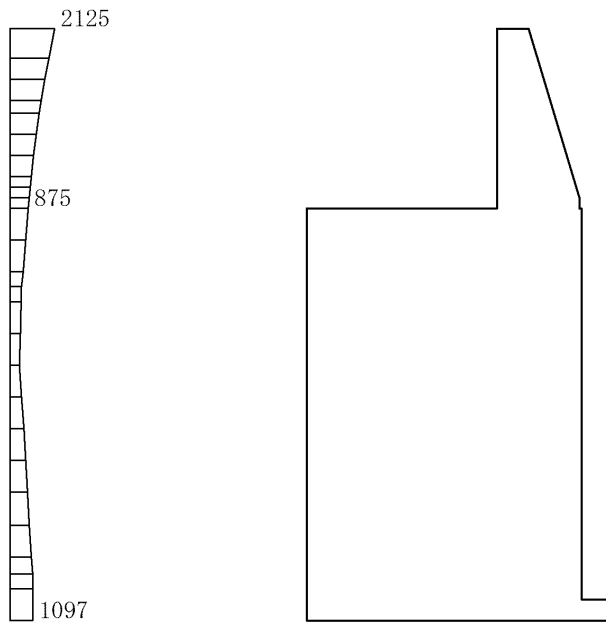
(a) S s - D (++) 水平



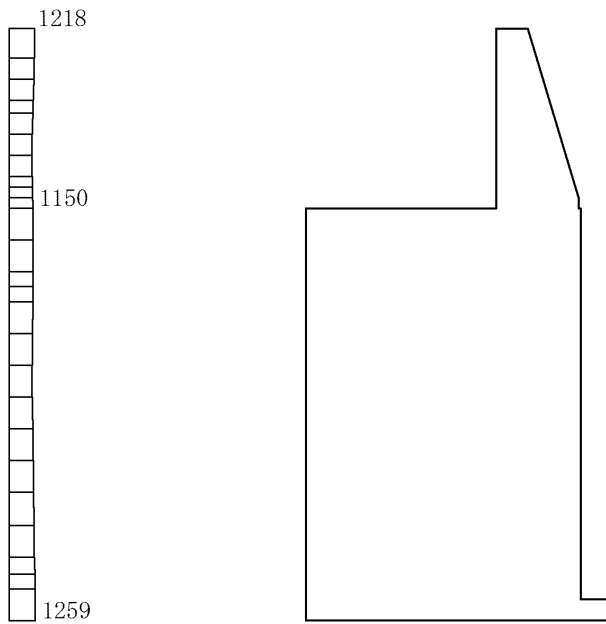
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-18 最大応答加速度分布図(17/45) (解析ケース③)



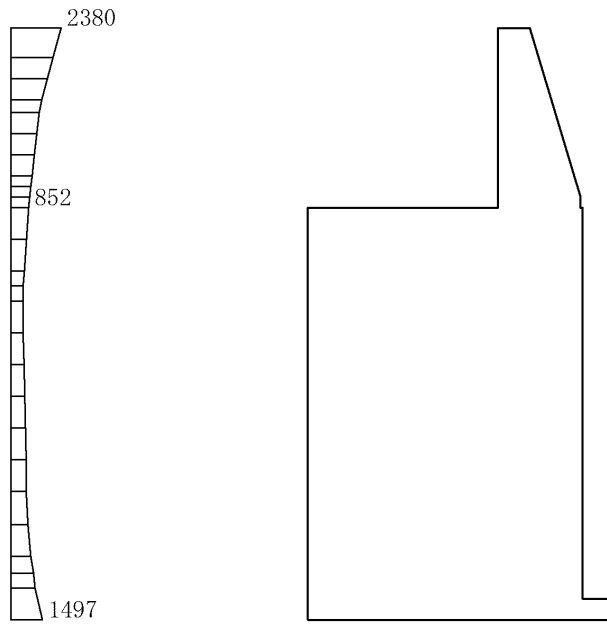
(a) S s - D (-+) 水平



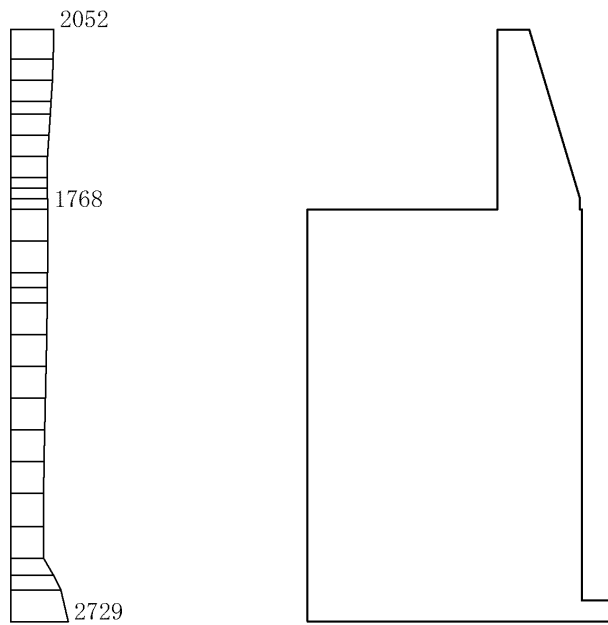
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-19 最大応答加速度分布図(18/45) (解析ケース③)



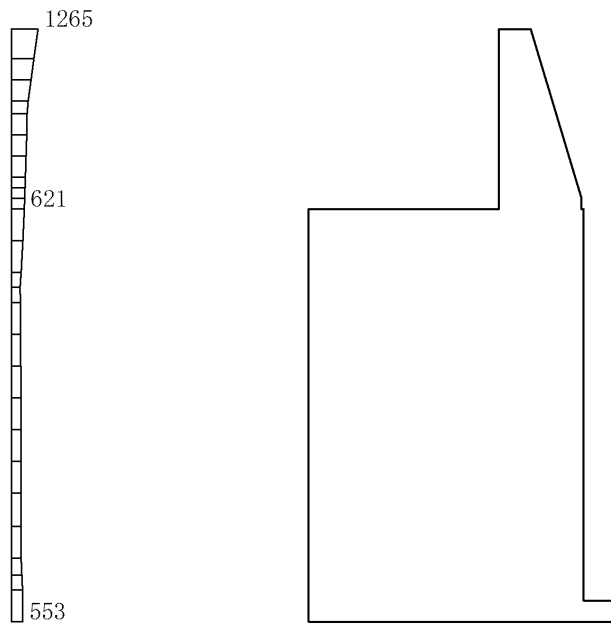
(a) S s - N 1 (++) 水平



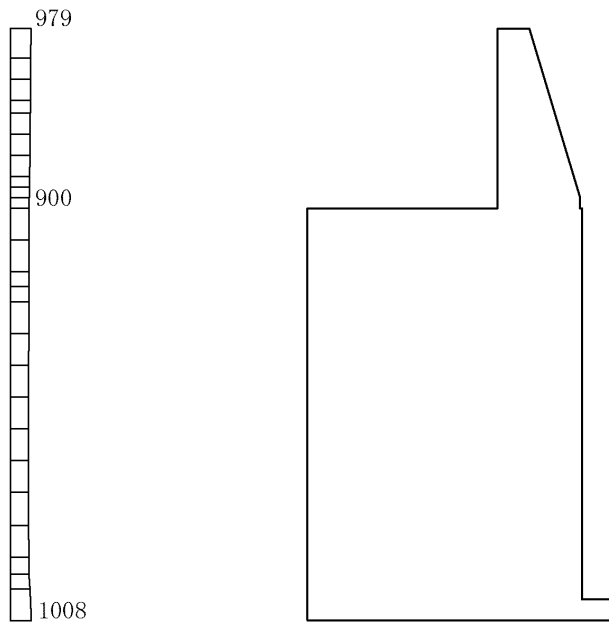
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-20 最大応答加速度分布図(19/45) (解析ケース③)



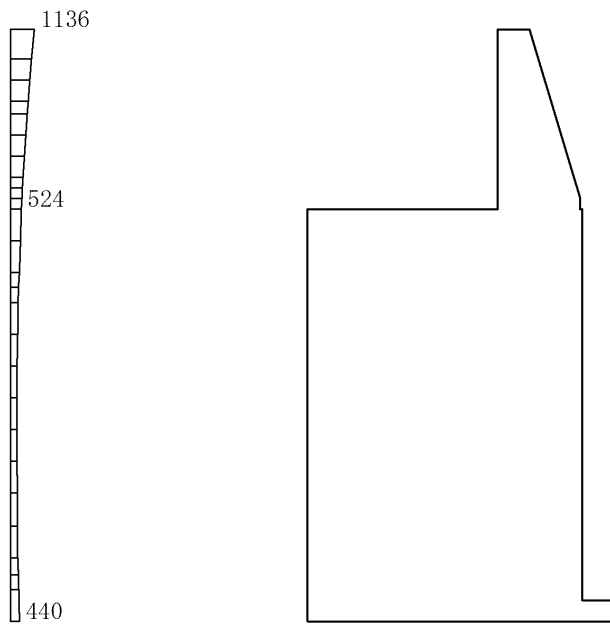
(a) S s - N 1 (- +) 水平



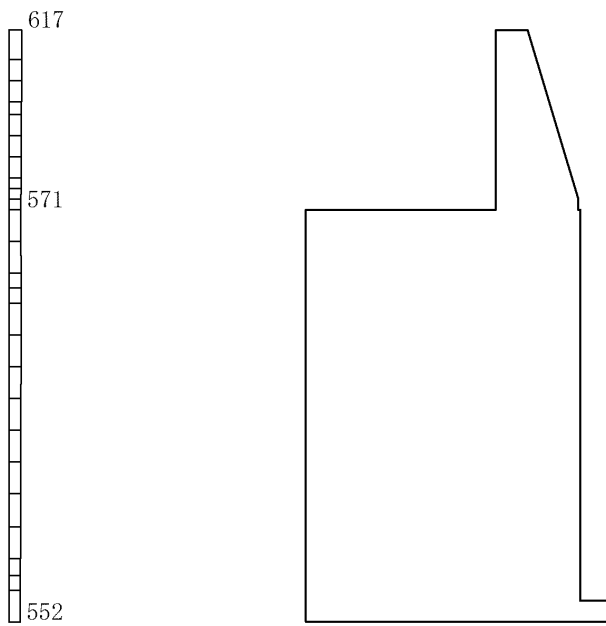
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-21 最大応答加速度分布図(20/45) (解析ケース③)



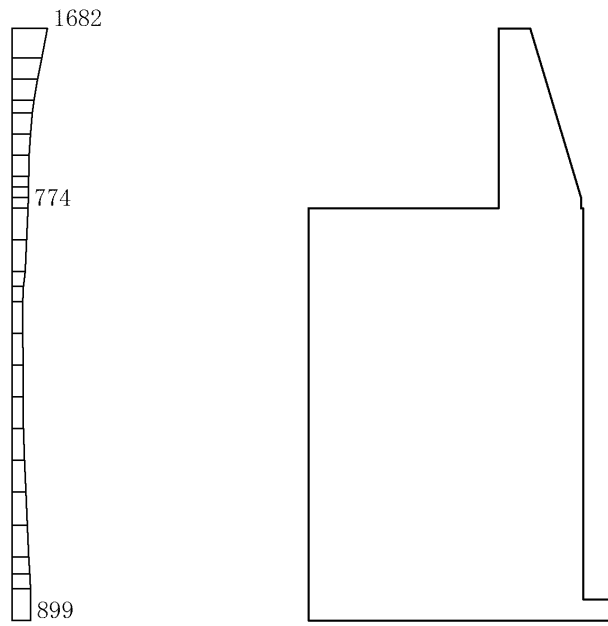
(a) S d - D (++) 水平



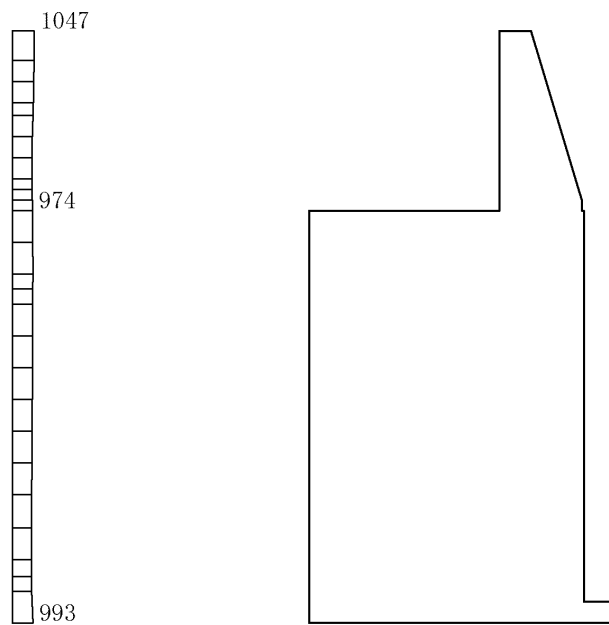
(b) S d - D (++) 鉛直

構造スケール 0_1(m) 応答値スケール 0_2000(cm/s²)

図 4-22 最大応答加速度分布図(21/45) (解析ケース①)



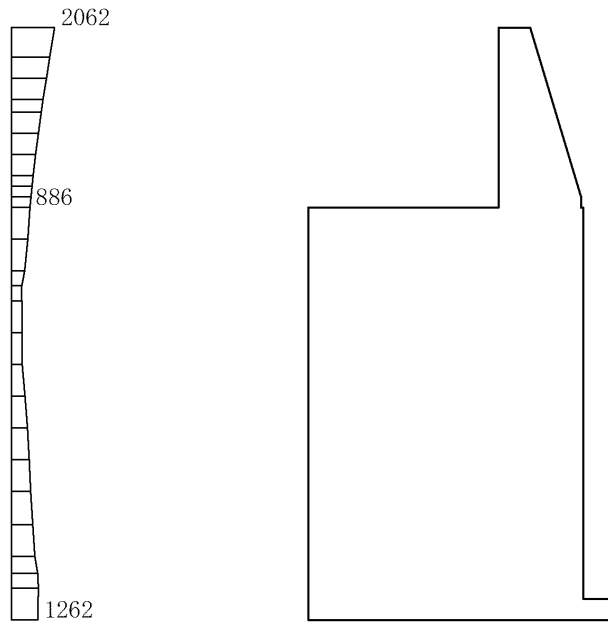
(a) S s - D (++) 水平



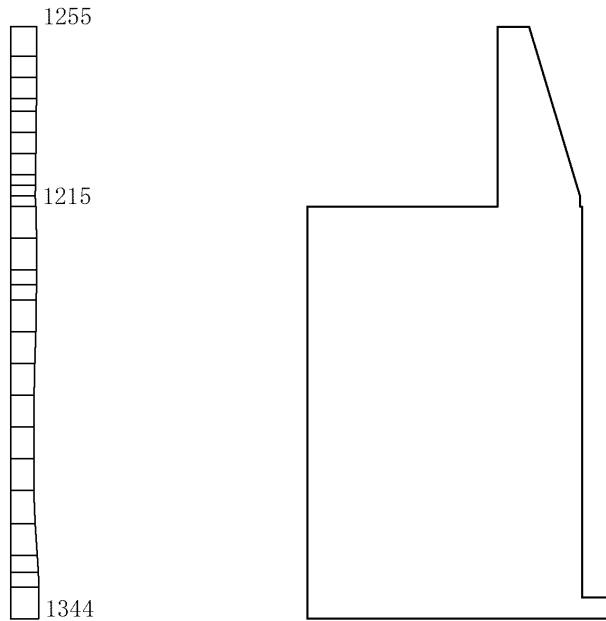
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-23 最大応答加速度分布図(22/45) (解析ケース②)



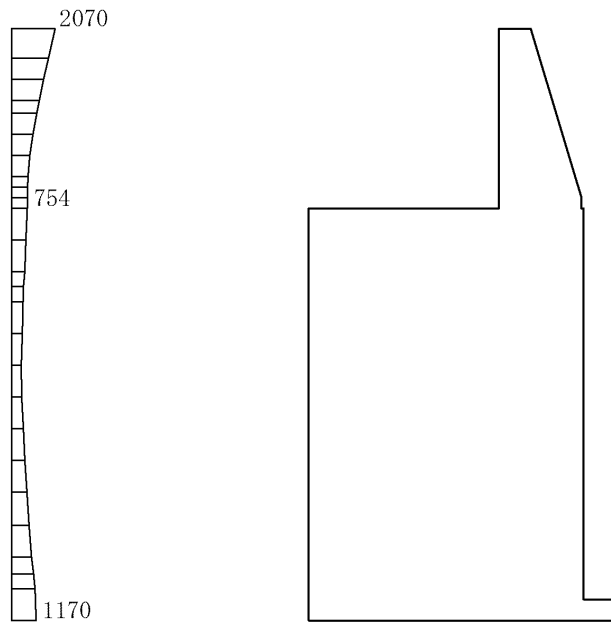
(a) S s - D (-+) 水平



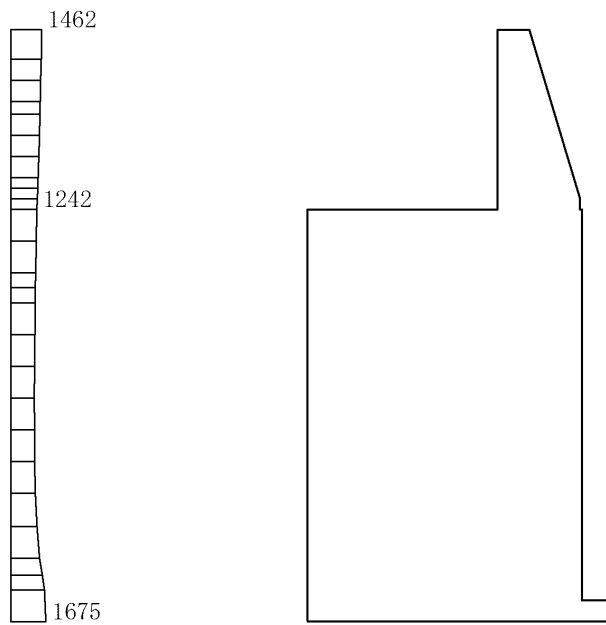
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-24 最大応答加速度分布図(23/45) (解析ケース②)



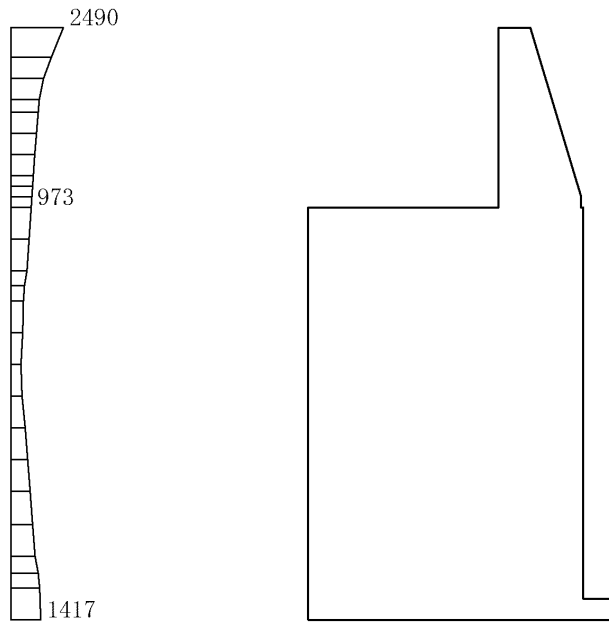
(a) S s - D (+ -) 水平



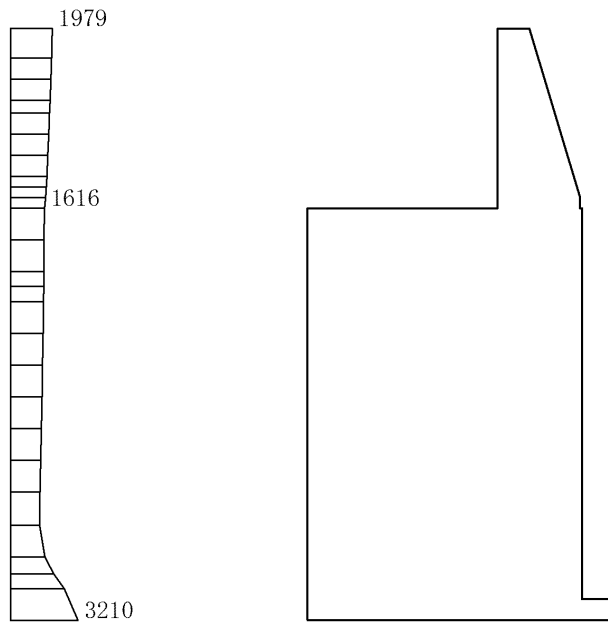
(b) S s - D (+ -) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-25 最大応答加速度分布図(24/45) (解析ケース②)



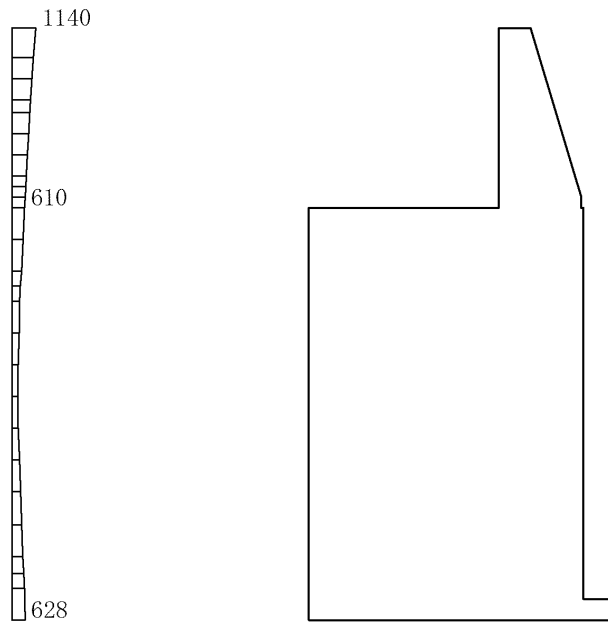
(a) S s - D (--) 水平



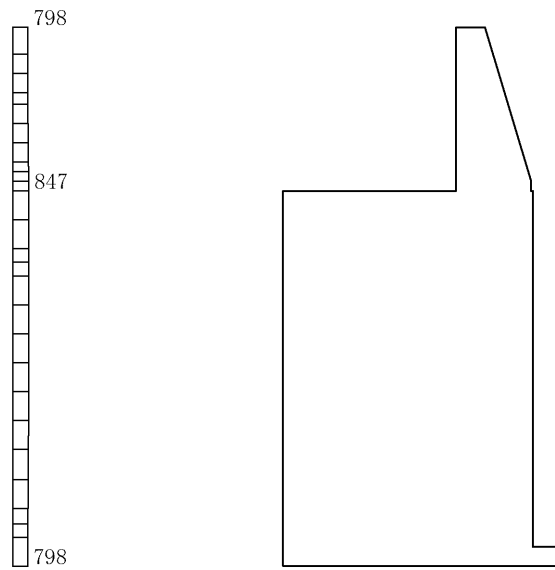
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-26 最大応答加速度分布図(25/45) (解析ケース②)



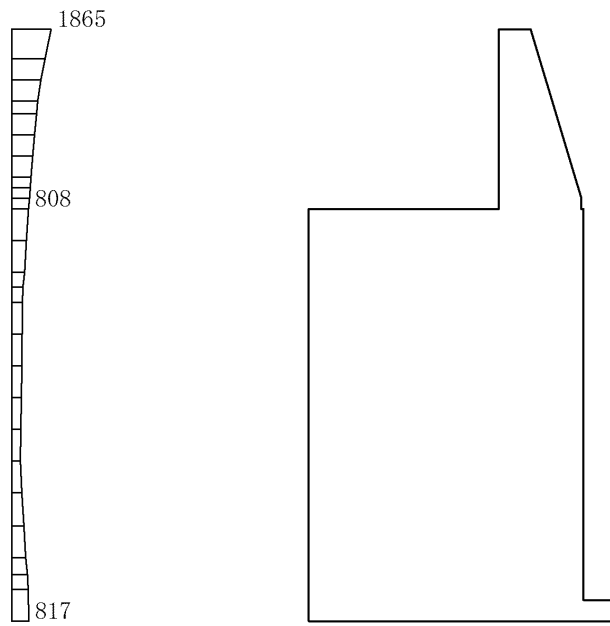
(a) S s - F 1 (++) 水平



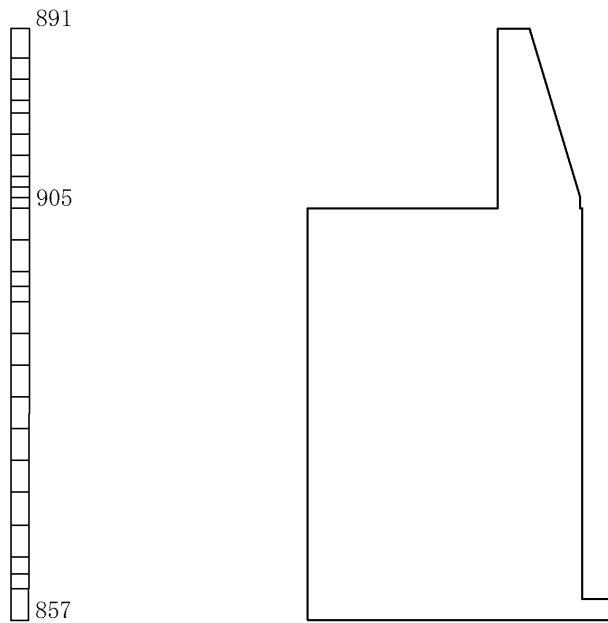
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-27 最大応答加速度分布図(26/45) (解析ケース②)



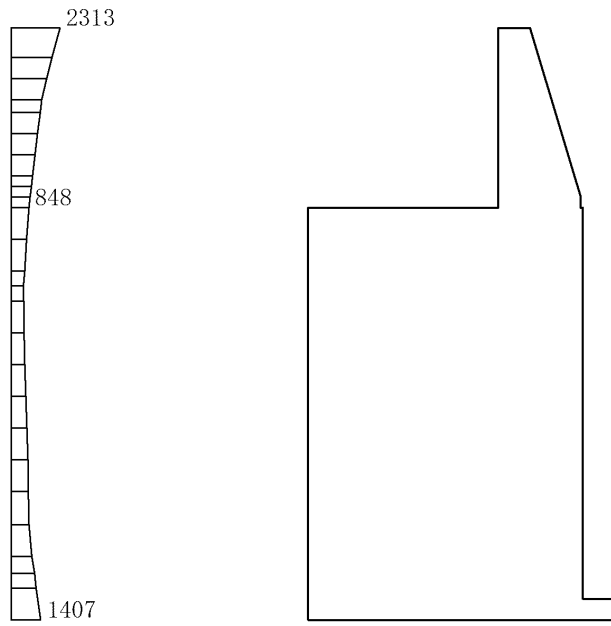
(a) $S_s - F_2 (++)$ 水平



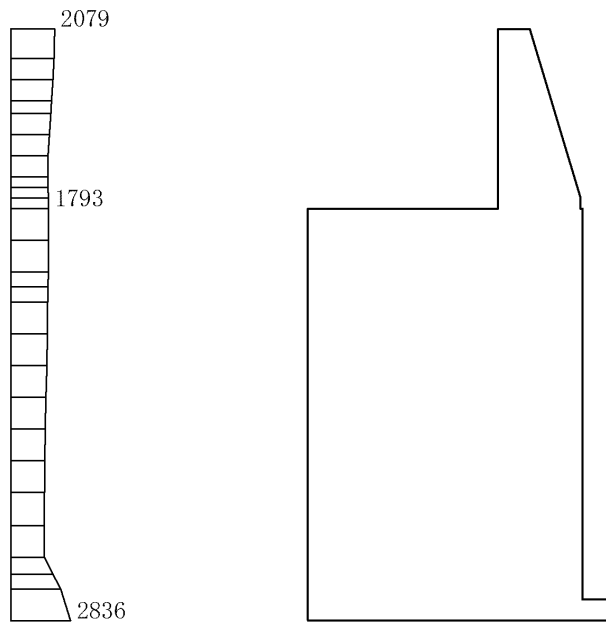
(b) $S_s - F_2 (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-28 最大応答加速度分布図(27/45) (解析ケース②)



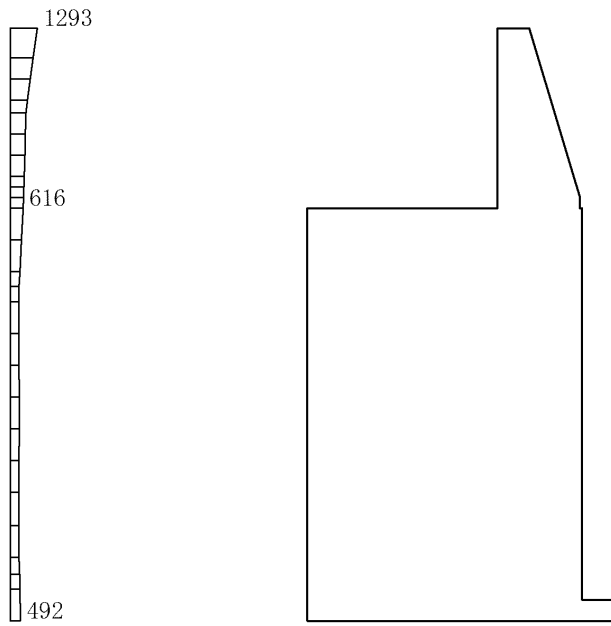
(a) S s - N 1 (++) 水平



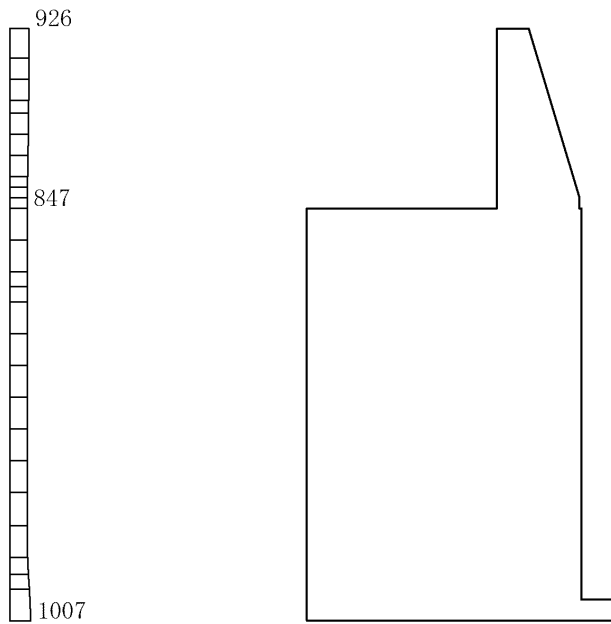
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-29 最大応答加速度分布図(28/45) (解析ケース②)



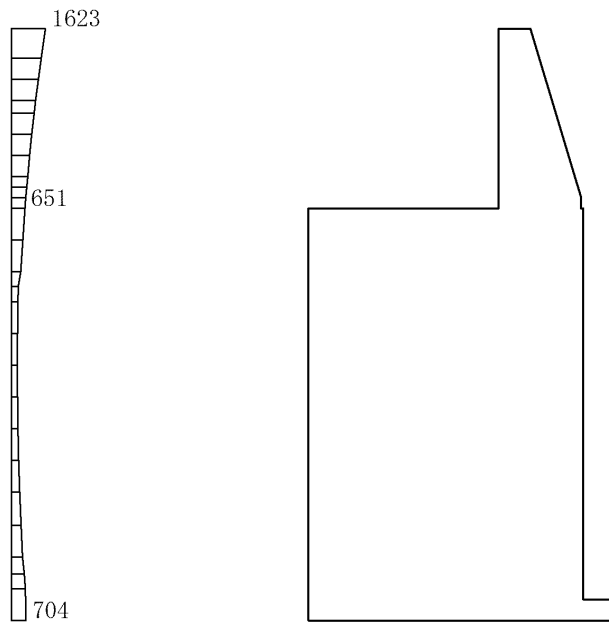
(a) S s - N 1 (- +) 水平



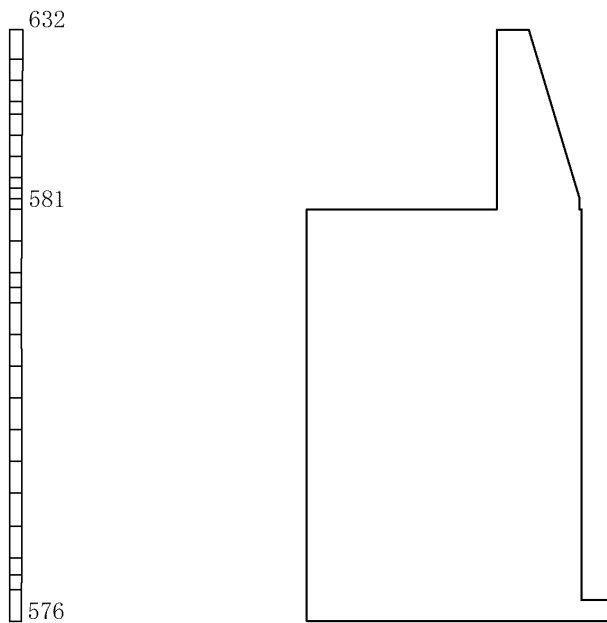
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-30 最大応答加速度分布図(29/45) (解析ケース②)



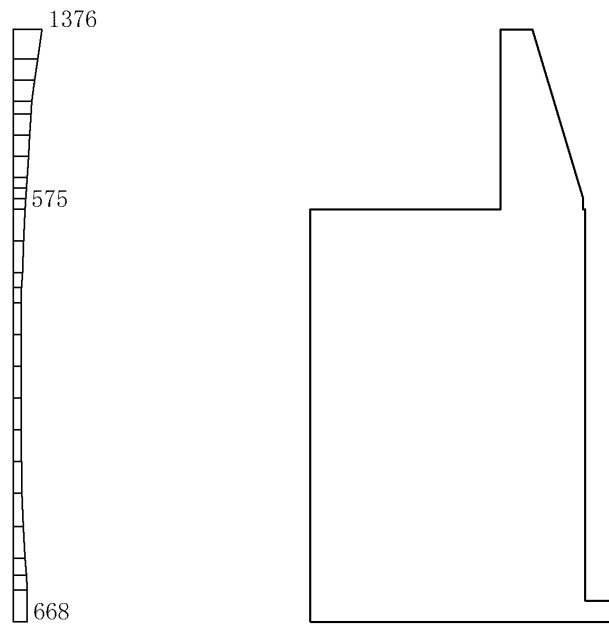
(a) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 水平



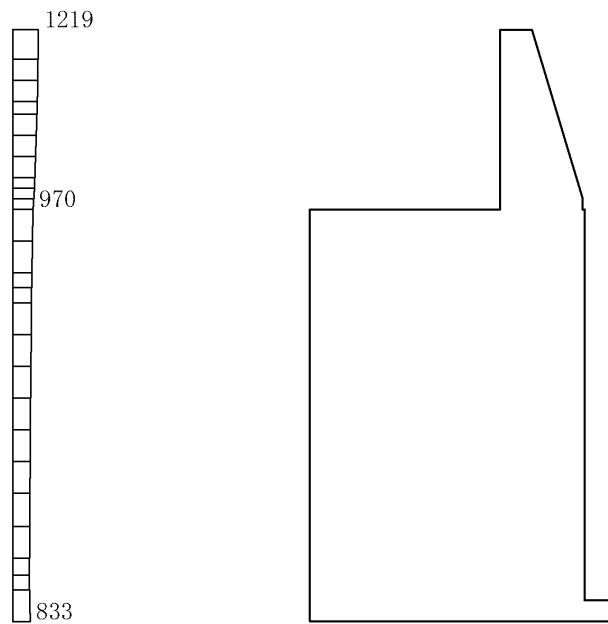
(b) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-31 最大応答加速度分布図(30/45) (解析ケース②)



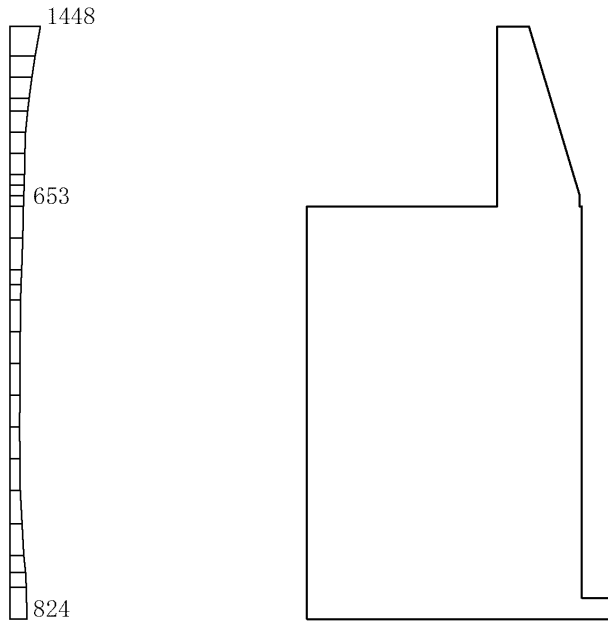
(a) S_s-N₂ (NS) (-+) 水平



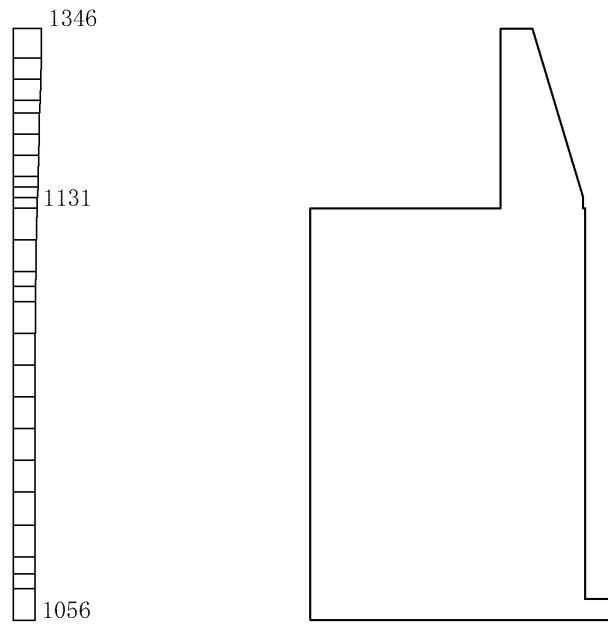
(b) S_s-N₂ (NS) (-+) 鉛直

構造スケール 0-1(m) 応答値スケール 0-2000(cm/s²)

図 4-32 最大応答加速度分布図(31/45) (解析ケース②)



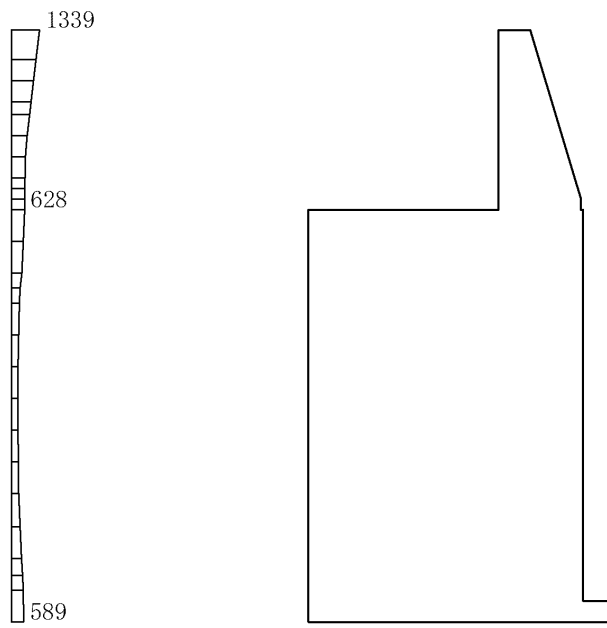
(a) S s - N 2 (E W) (+ +) 水平



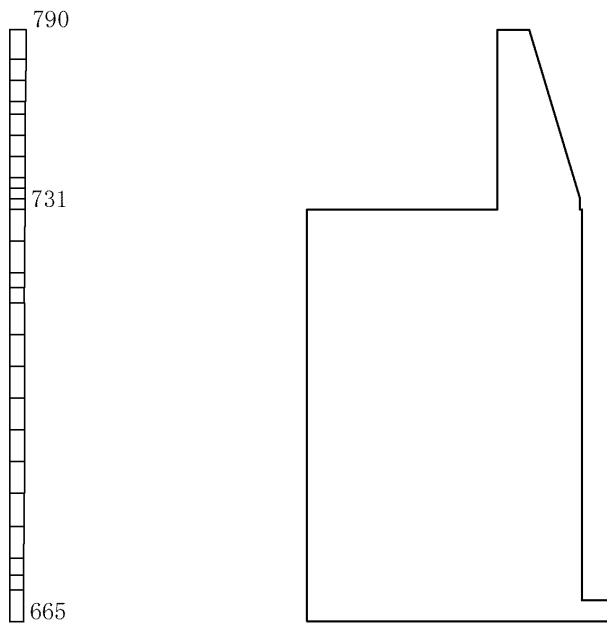
(b) S s - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-33 最大応答加速度分布図(32/45) (解析ケース②)



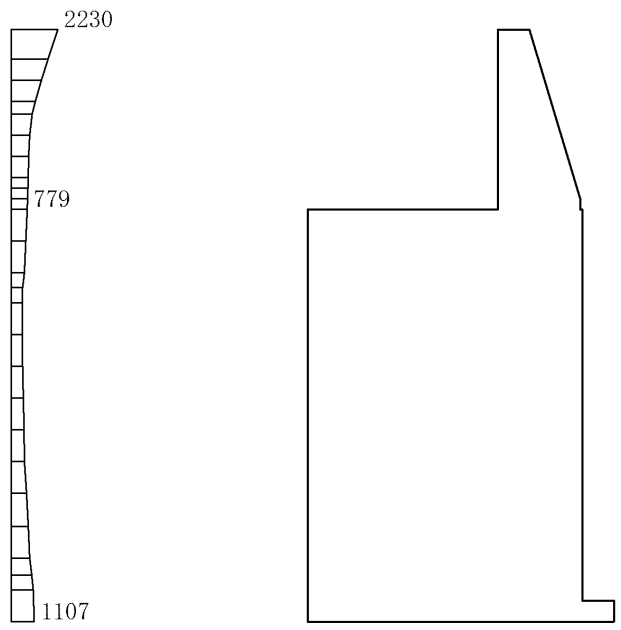
(a) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 水平



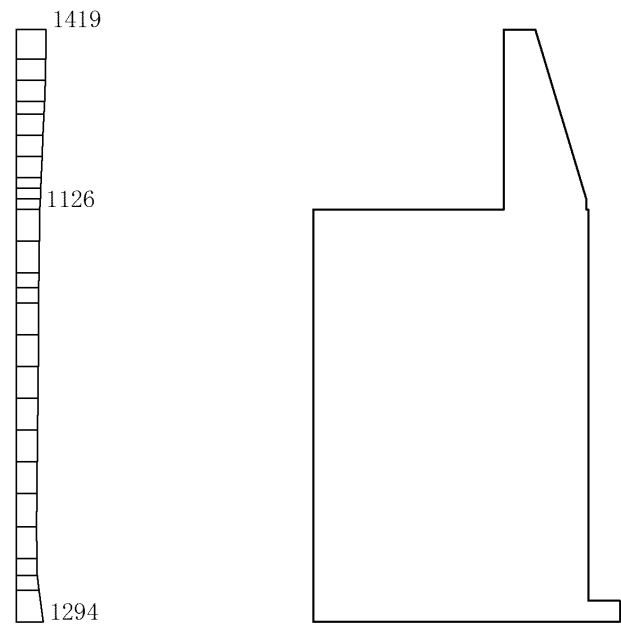
(b) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 1$ (m) 応答値スケール $0 \sim 2000$ (cm/s^2)

図 4-34 最大応答加速度分布図(33/45) (解析ケース②)



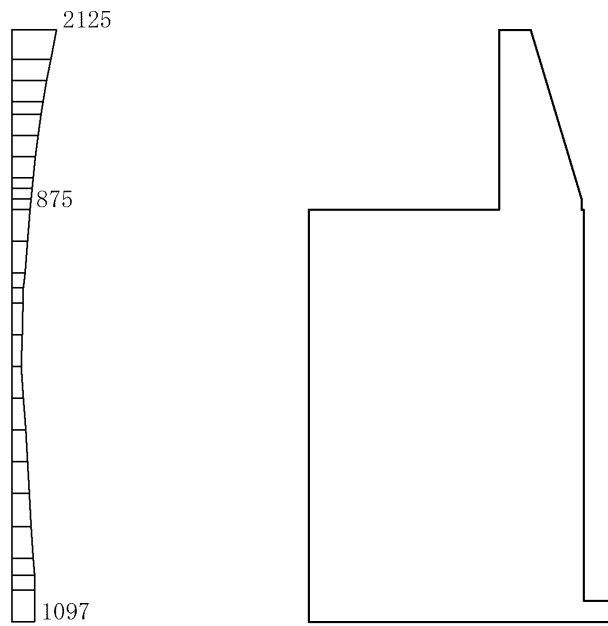
(a) S s - D (++) 水平



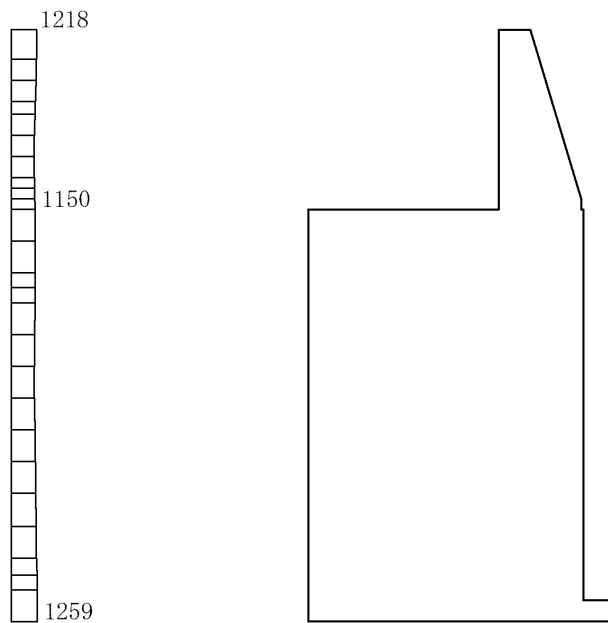
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-35 最大応答加速度分布図(34/45) (解析ケース③)



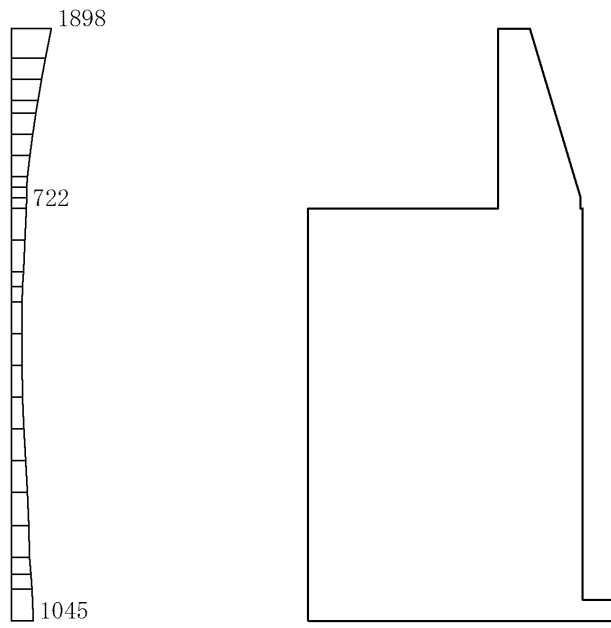
(a) $S_s - D (-+)$ 水平



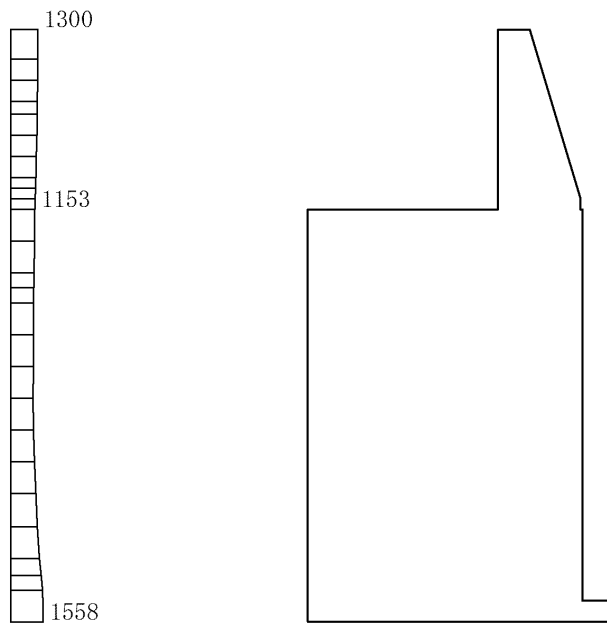
(b) $S_s - D (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-36 最大応答加速度分布図(35/45) (解析ケース③)



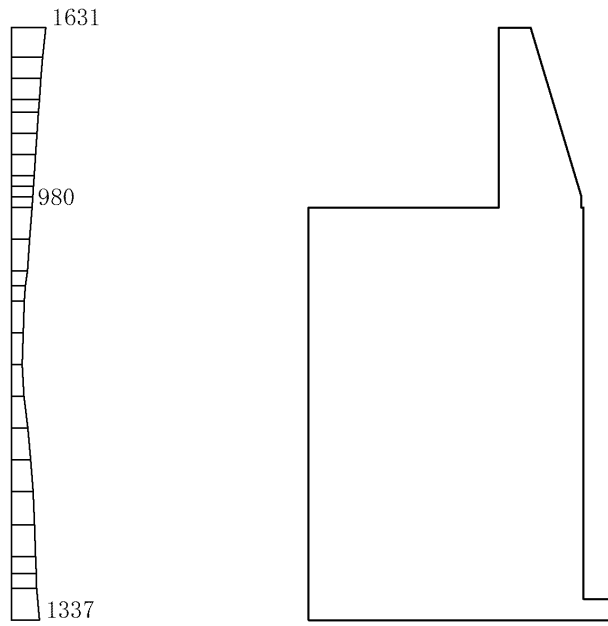
(a) S s - D (+ -) 水平



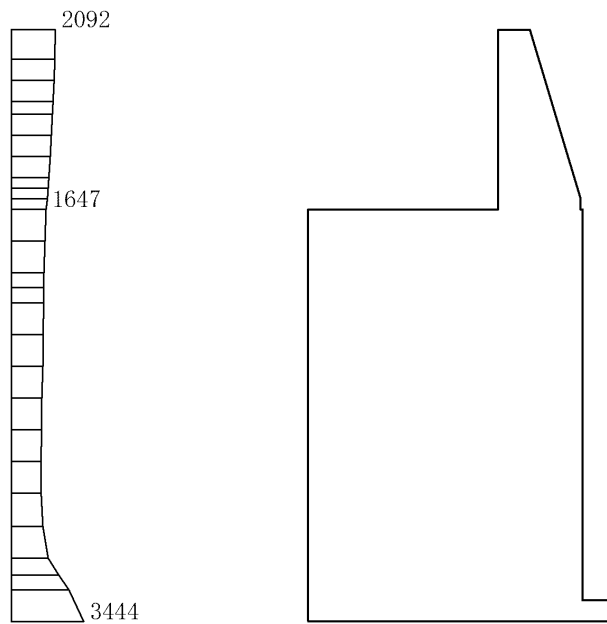
(b) S s - D (+ -) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-37 最大応答加速度分布図(36/45) (解析ケース③)



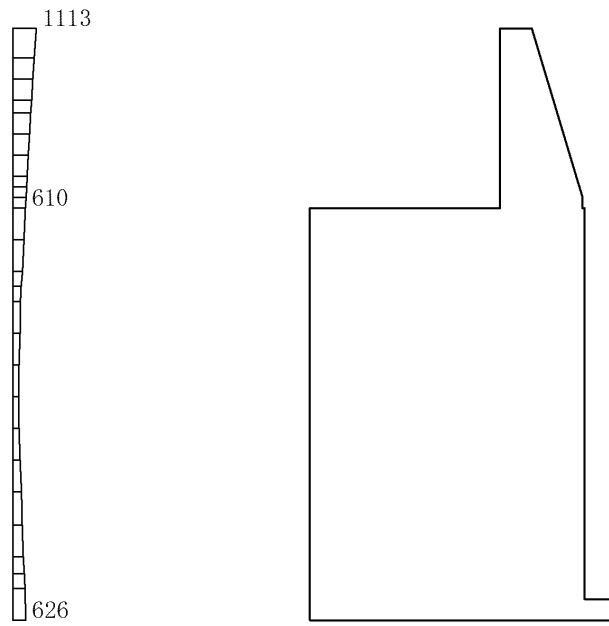
(a) S s - D (--) 水平



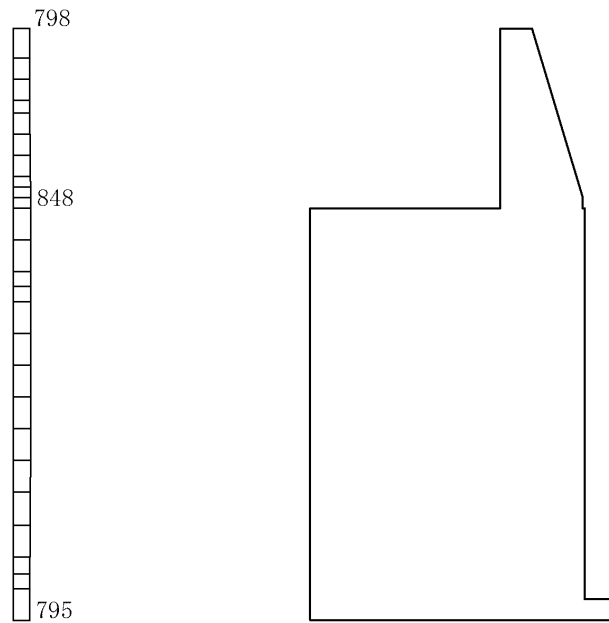
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-38 最大応答加速度分布図(37/45) (解析ケース③)



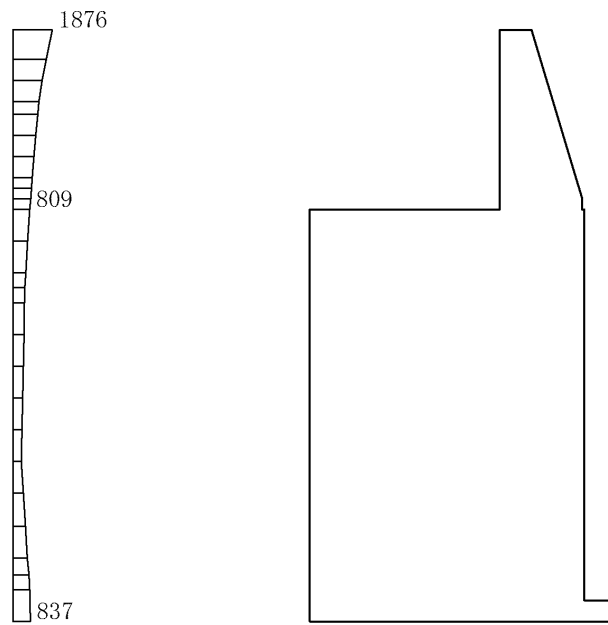
(a) S s - F 1 (++) 水平



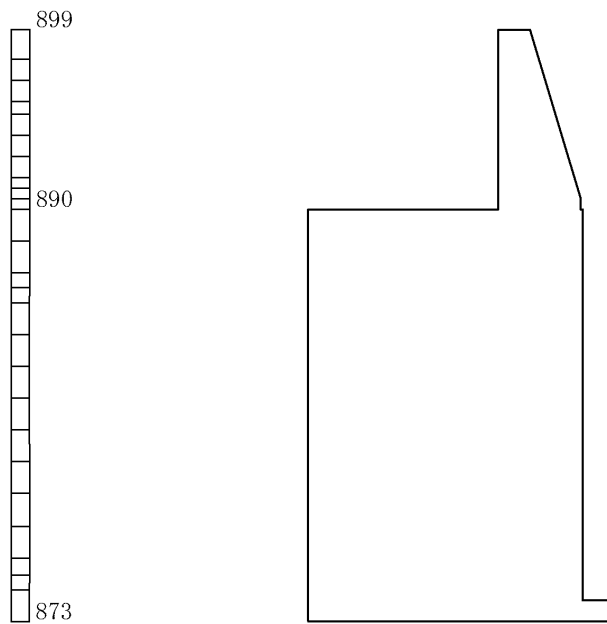
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0_1(m) 応答値スケール 0_2000(cm/s²)

図 4-39 最大応答加速度分布図(38/45) (解析ケース③)



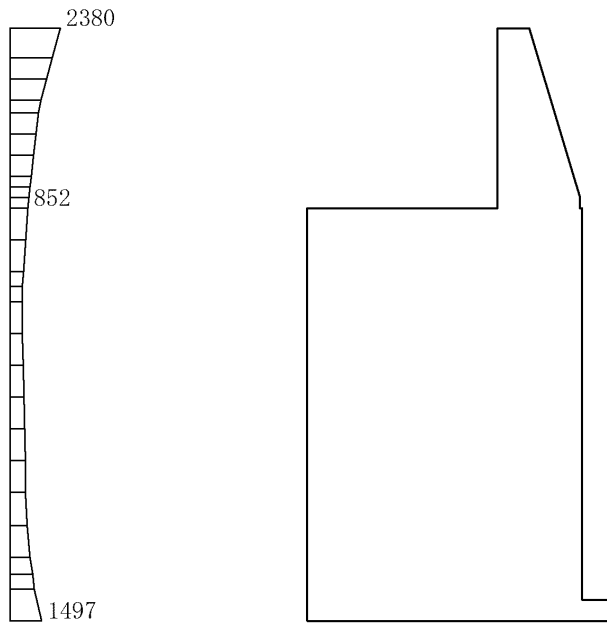
(a) S s - F 2 (++) 水平



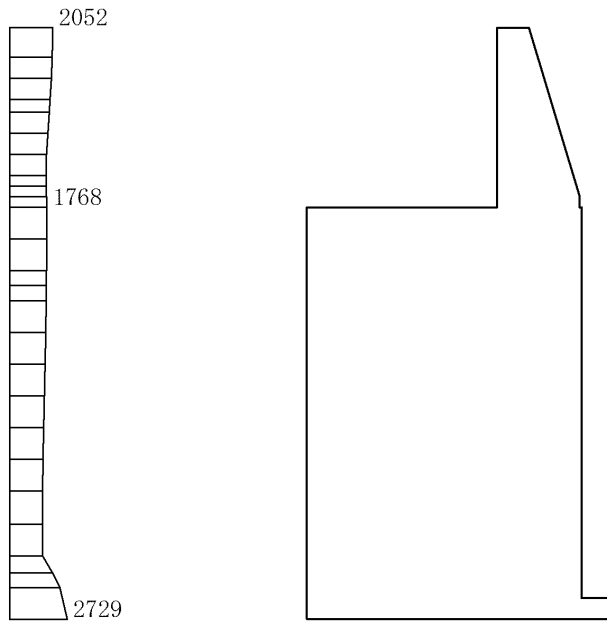
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-40 最大応答加速度分布図(39/45) (解析ケース③)



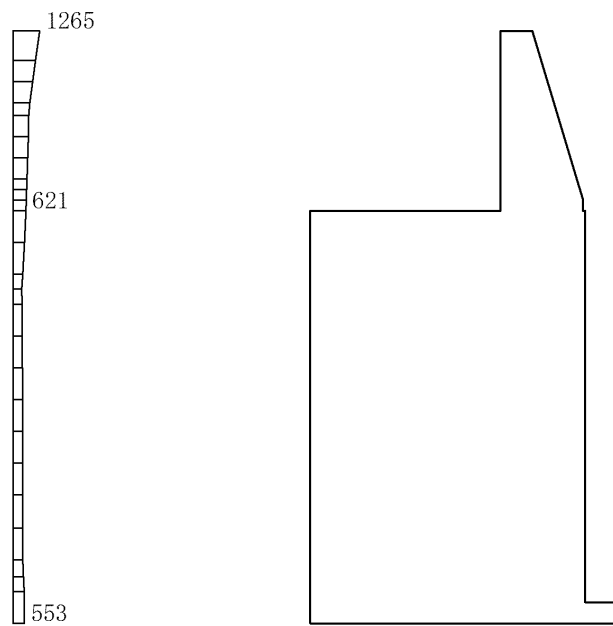
(a) S s - N 1 (++) 水平



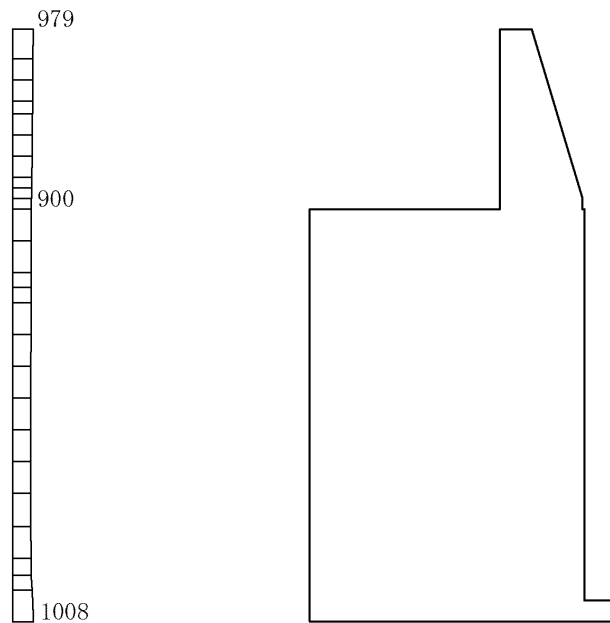
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-41 最大応答加速度分布図(40/45) (解析ケース③)



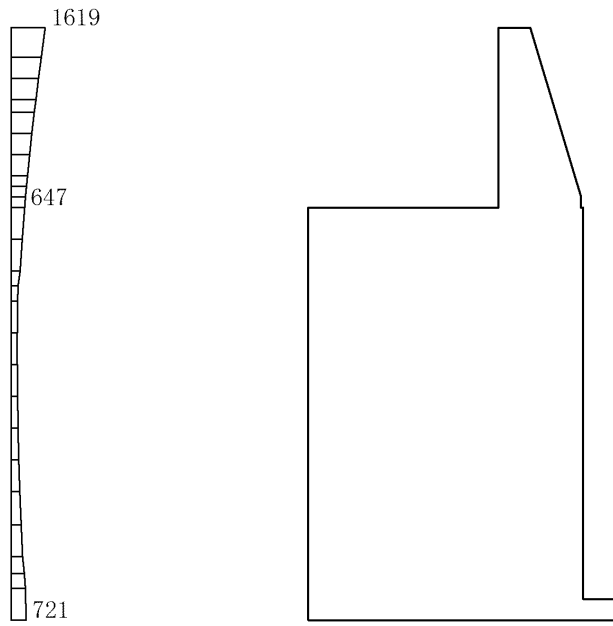
(a) S s - N 1 (- +) 水平



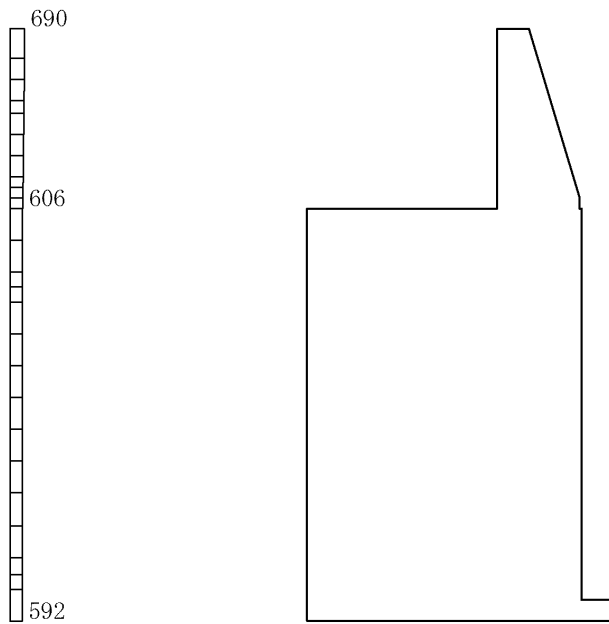
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 ~ 1(m) 応答値スケール 0 ~ 2000(cm/s²)

図 4-42 最大応答加速度分布図(41/45) (解析ケース③)



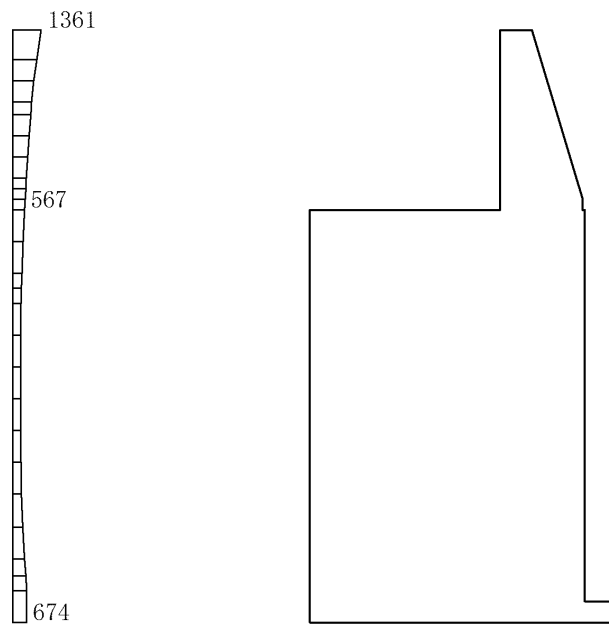
(a) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 水平



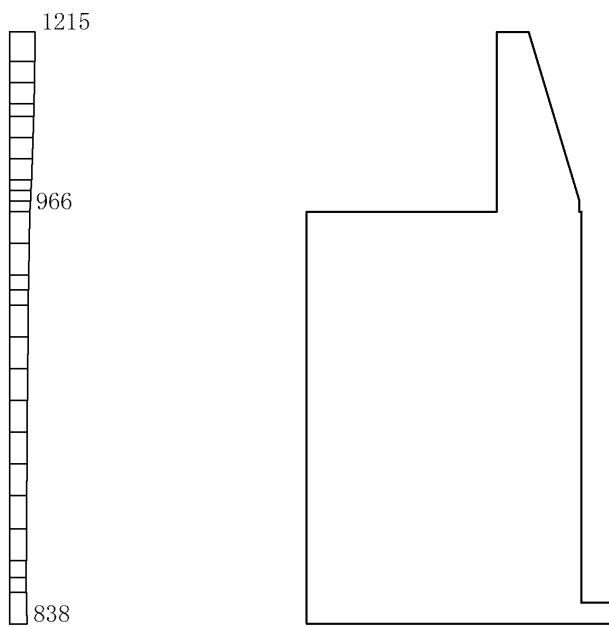
(b) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-43 最大応答加速度分布図(42/45) (解析ケース③)



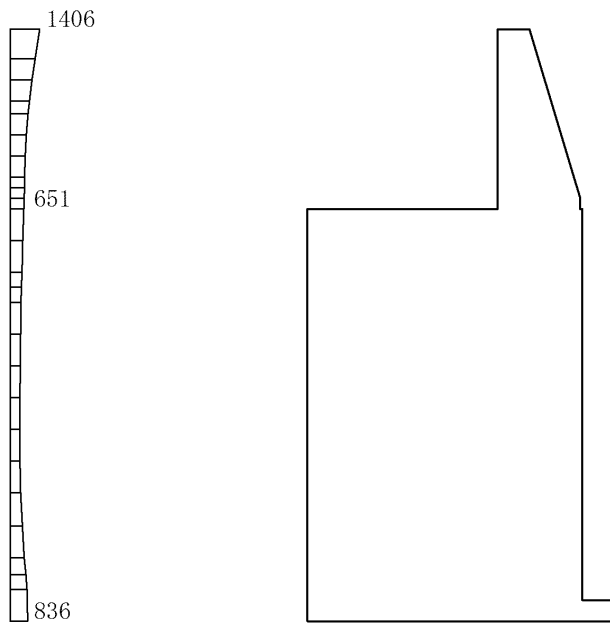
(a) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 水平



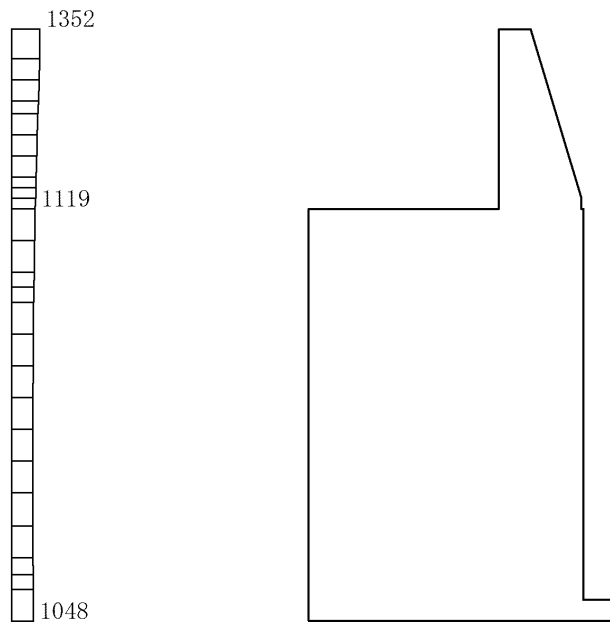
(b) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-44 最大応答加速度分布図(43/45) (解析ケース③)



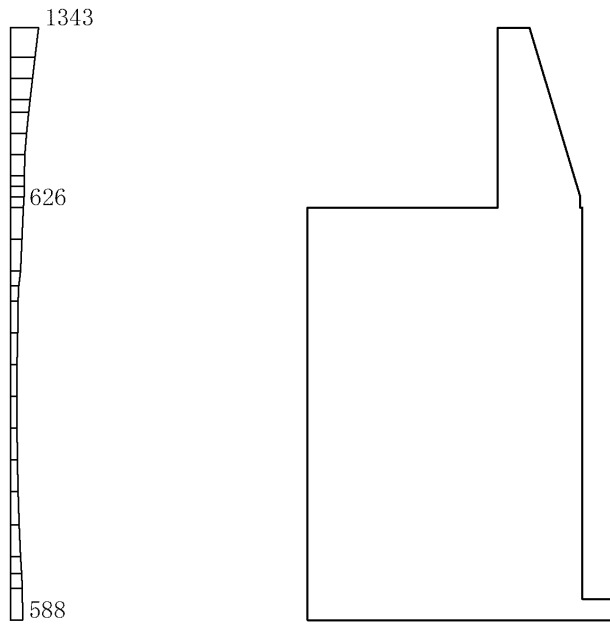
(a) $S_s - N_2$ (EW) (++) 水平



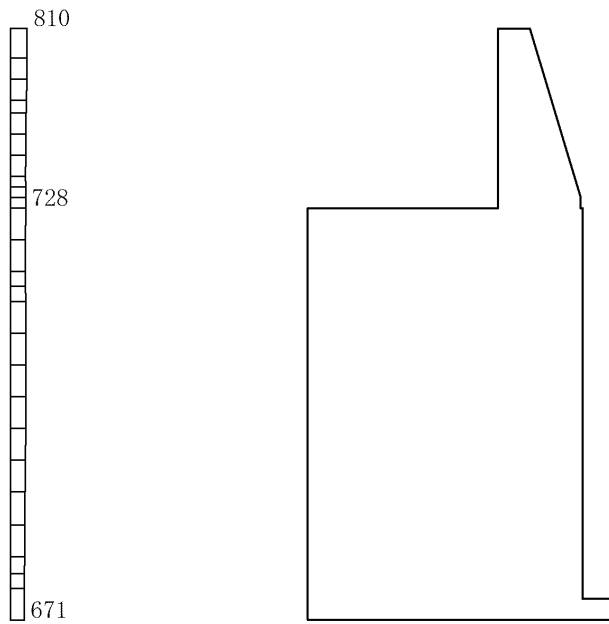
(b) $S_s - N_2$ (EW) (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 1$ (m) 応答値スケール $0 \sim 2000$ (cm/s^2)

図 4-45 最大応答加速度分布図(44/45) (解析ケース③)



(a) S s - N 2 (E W) (- +) 水平



(b) S s - N 2 (E W) (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-46 最大応答加速度分布図(45/45) (解析ケース③)

表 4-1 防波壁天端の変位量 (②-②断面)

解析 ケース	地震動		防波壁天端変位量	
			法線直交方向 $\delta_x(T)$ (mm)	深度方向 $\delta_z(T)$ (mm)
①	S d - D	(++) *	73	1

注記* : 地震動の位相について, (++) の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し,
「-」は位相を反転させたケースを示す。

4.2 ③-③断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、応答加速度抽出位置を図 4-47 に示し、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d-D に対する最大応答加速度分布図を図 4-48～図 4-59 及び図 4-64 に、弾性設計用地震動 S_d-D に対する防波壁天端の変位量を表 4-2 に示す。また、解析ケース①において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査において照査値が最大となる地震動について、解析ケース②及び③の最大応答加速度分布図を図 4-60～図 4-63 に示す。

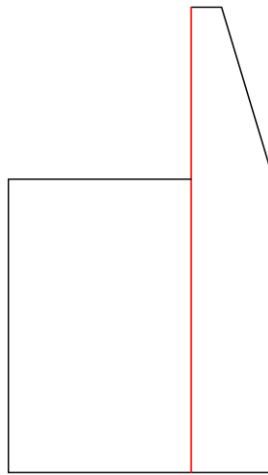
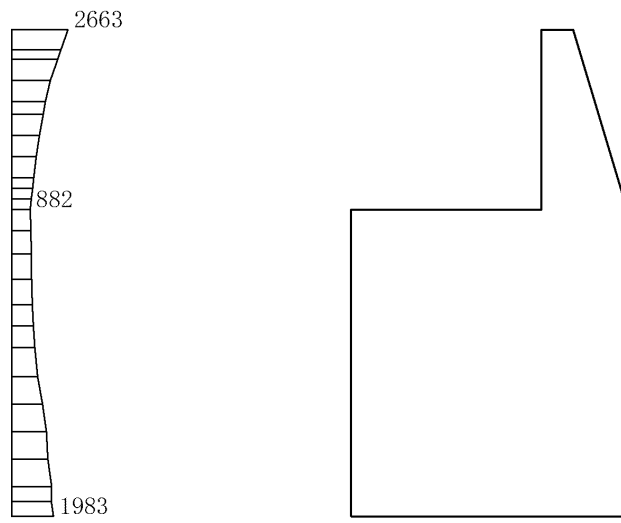
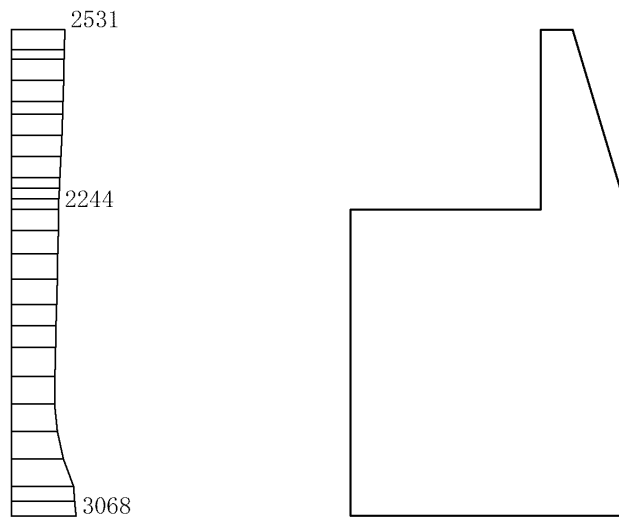


図 4-47 応答加速度抽出位置図



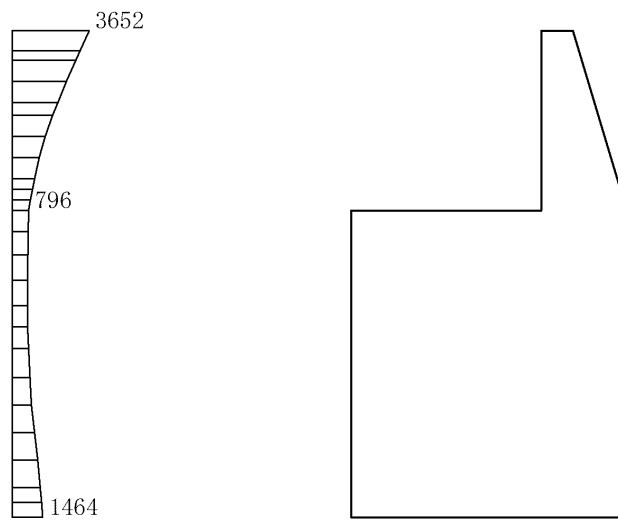
(a) S s - D (++) 水平



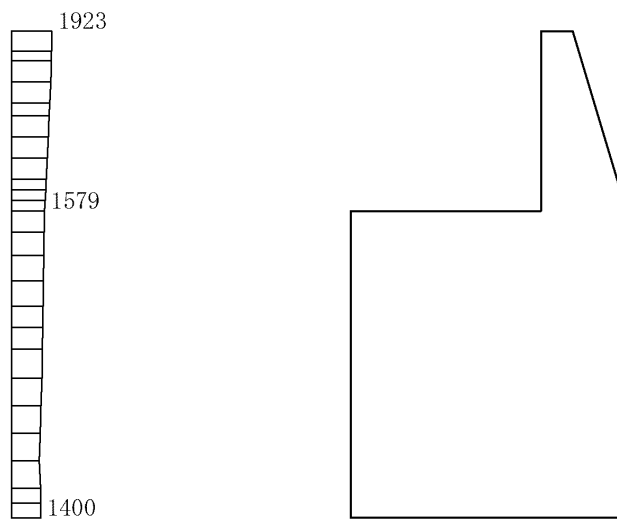
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-48 最大応答加速度分布図(1/17) (解析ケース①)



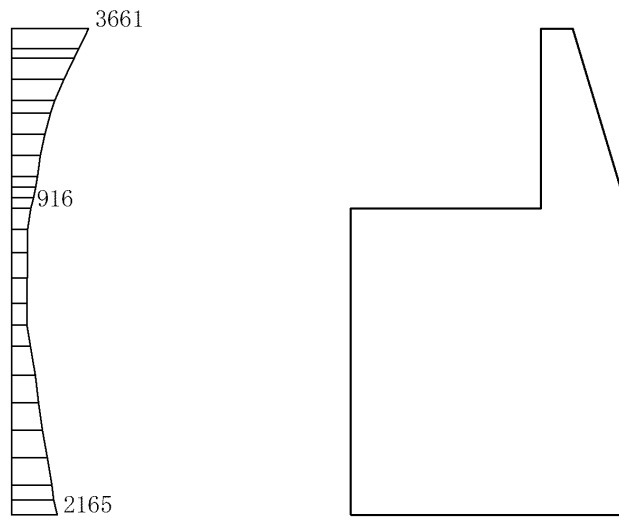
(a) S s - D (-+) 水平



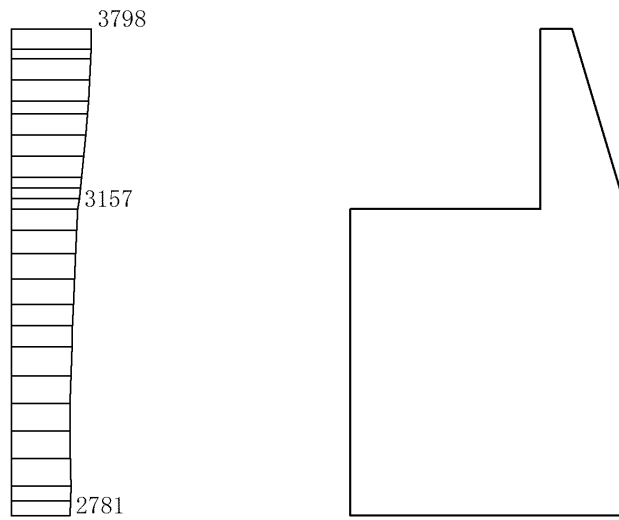
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-49 最大応答加速度分布図(2/17) (解析ケース①)



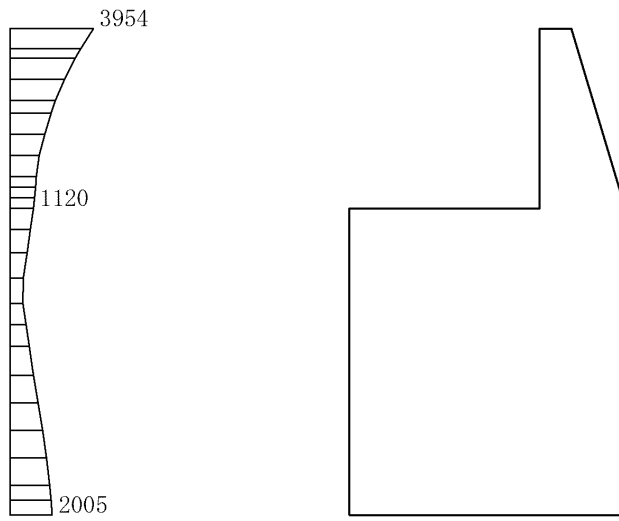
(a) S s - D (+ -) 水平



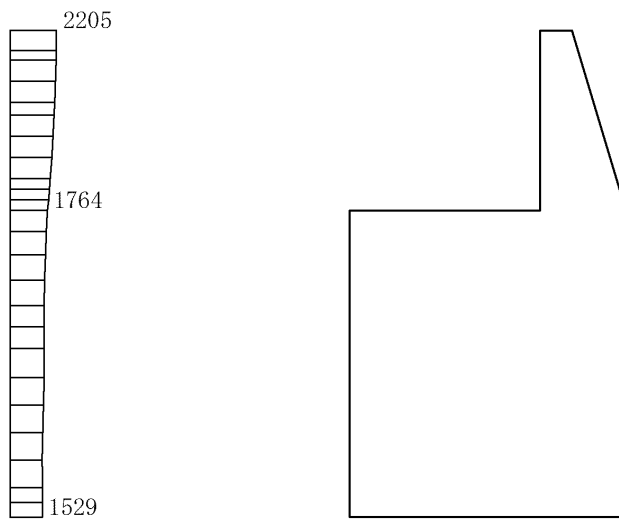
(b) S s - D (+ -) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-50 最大応答加速度分布図 (3/17) (解析ケース①)



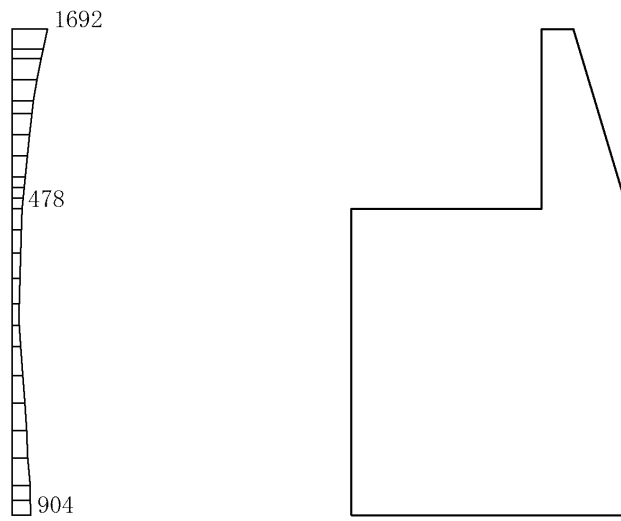
(a) S s - D (- -) 水平



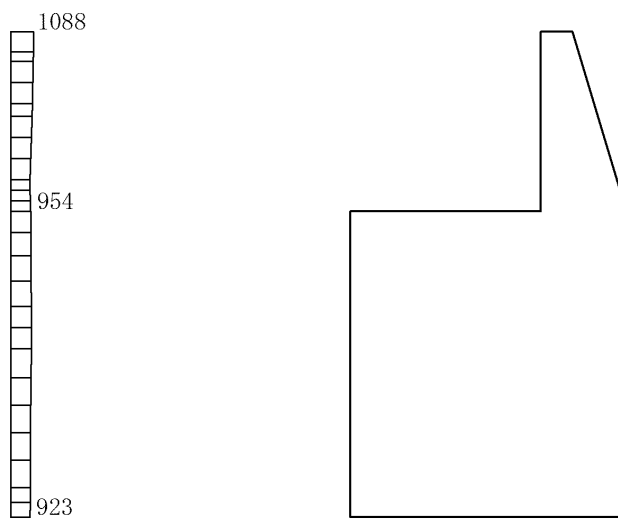
(b) S s - D (- -) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-51 最大応答加速度分布図(4/17) (解析ケース①)



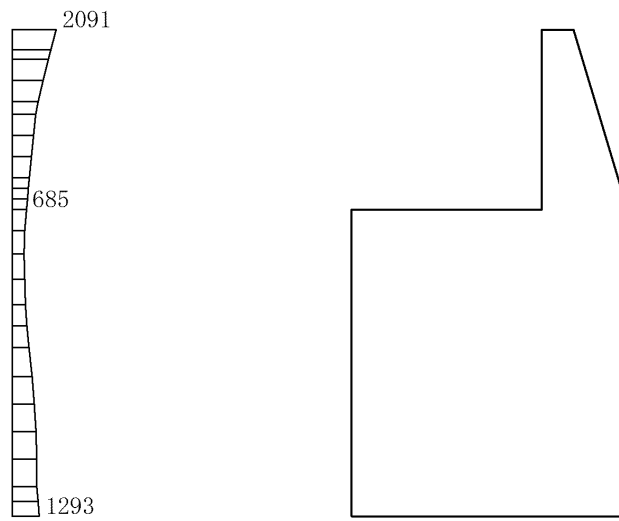
(a) S s - F 1 (++) 水平



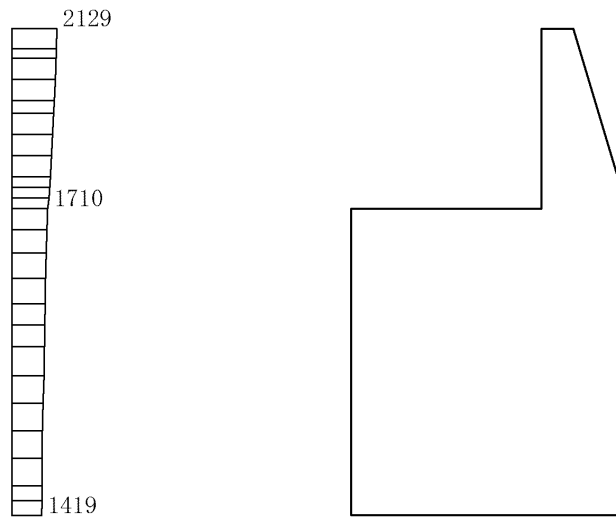
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-52 最大応答加速度分布図(5/17) (解析ケース①)



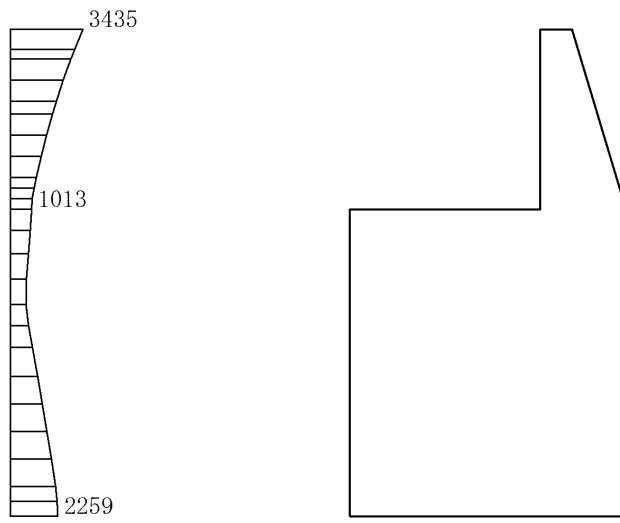
(a) S s - F 2 (++) 水平



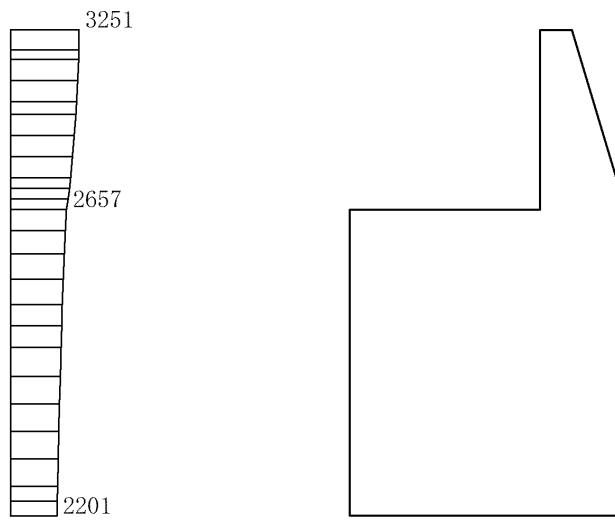
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-53 最大応答加速度分布図(6/17) (解析ケース①)



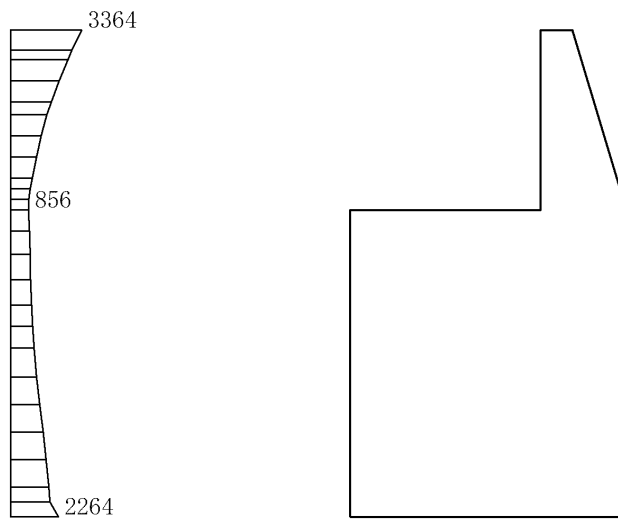
(a) S s - N 1 (++) 水平



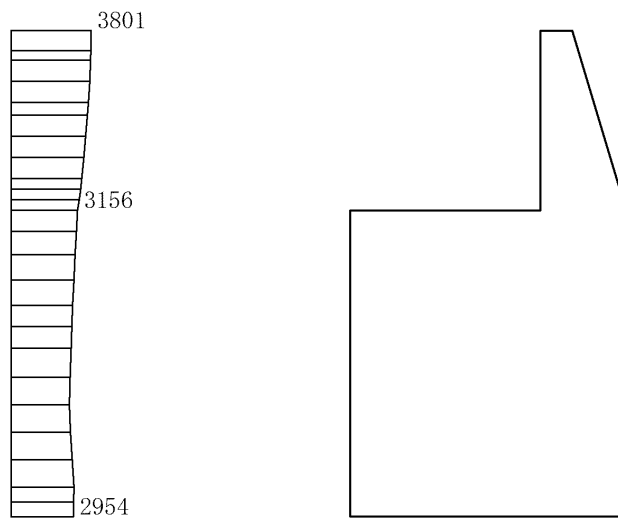
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-54 最大応答加速度分布図(7/17) (解析ケース①)



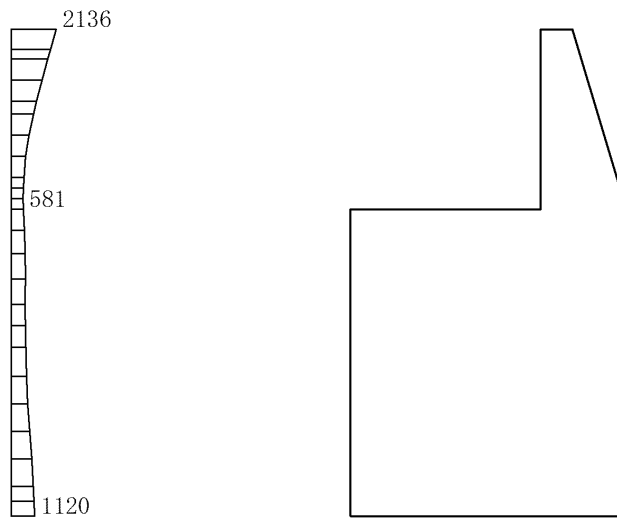
(a) S s - N 1 (- +) 水平



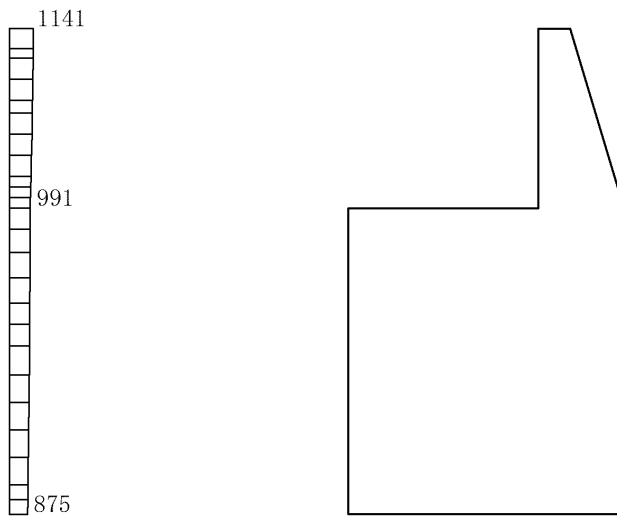
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-55 最大応答加速度分布図(8/17) (解析ケース①)



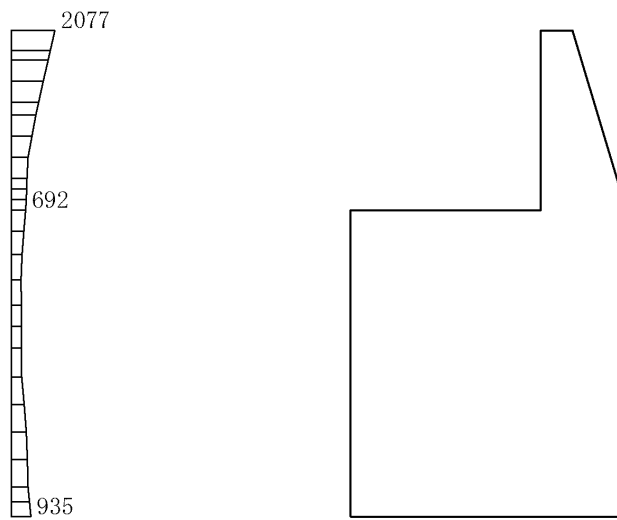
(a) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 水平



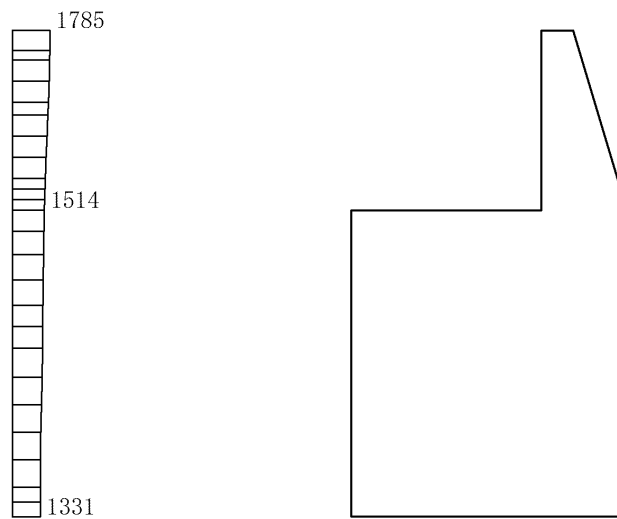
(b) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-56 最大応答加速度分布図(9/17) (解析ケース①)



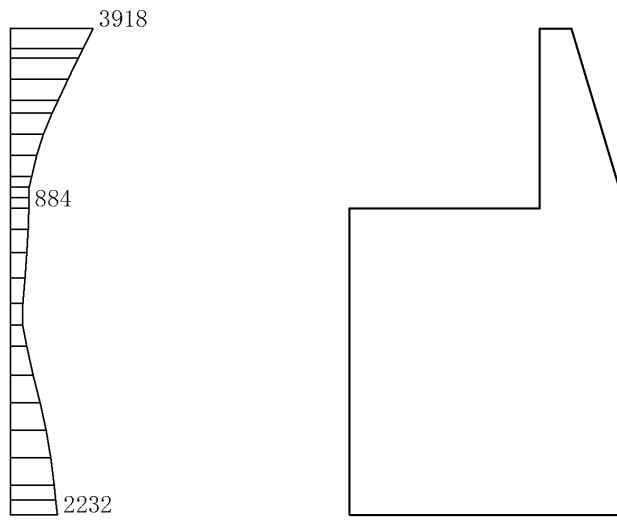
(a) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 水平



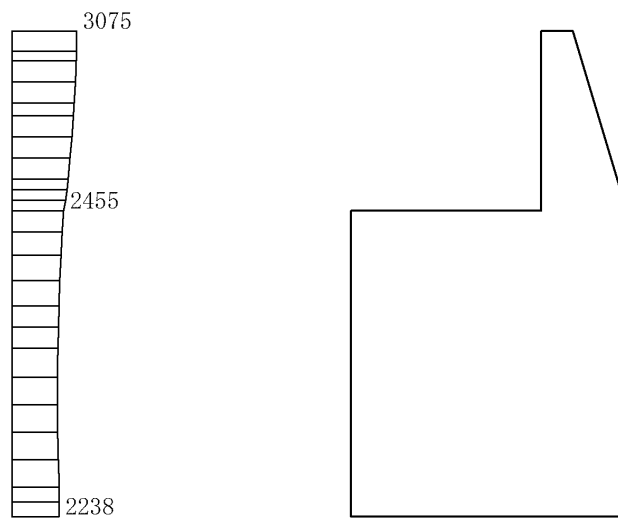
(b) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 鉛直

構造スケール $\underline{\quad} 1(m)$ 応答値スケール $\underline{\quad} 2000(cm/s^2)$

図 4-57 最大応答加速度分布図(10/17) (解析ケース①)



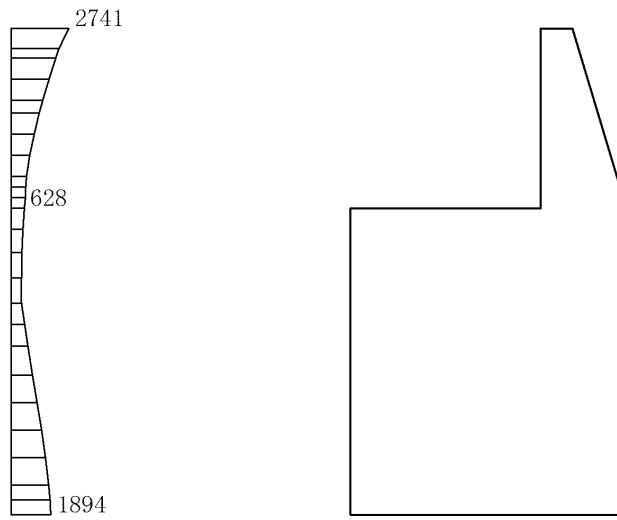
(a) $S_s - N_2 (EW) (++)$ 水平



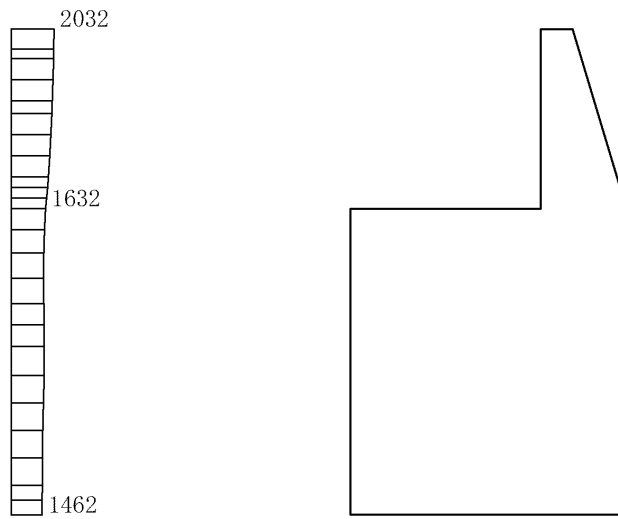
(b) $S_s - N_2 (EW) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000 (cm/s^2)$

図 4-58 最大応答加速度分布図(11/17) (解析ケース①)



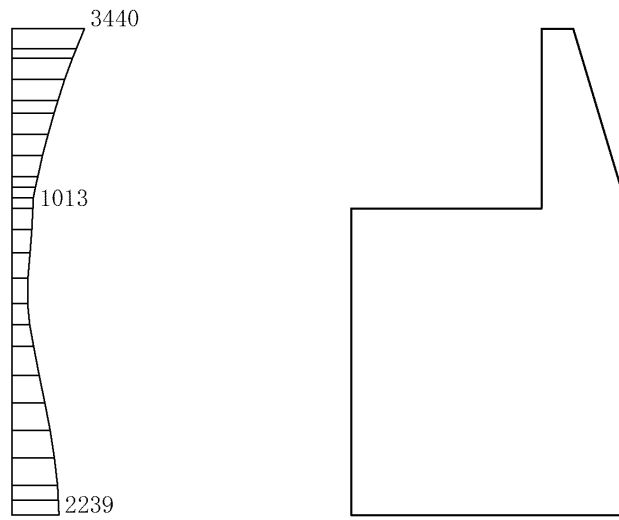
(a) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 水平



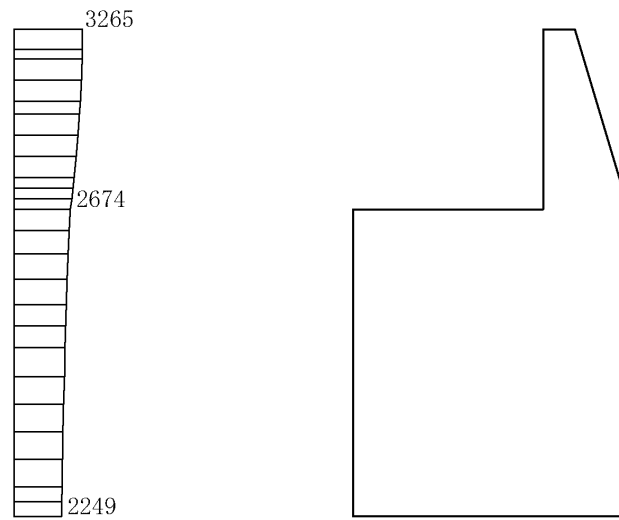
(b) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 1$ (m) 応答値スケール $0 \sim 2000$ (cm/s^2)

図 4-59 最大応答加速度分布図(12/17) (解析ケース①)



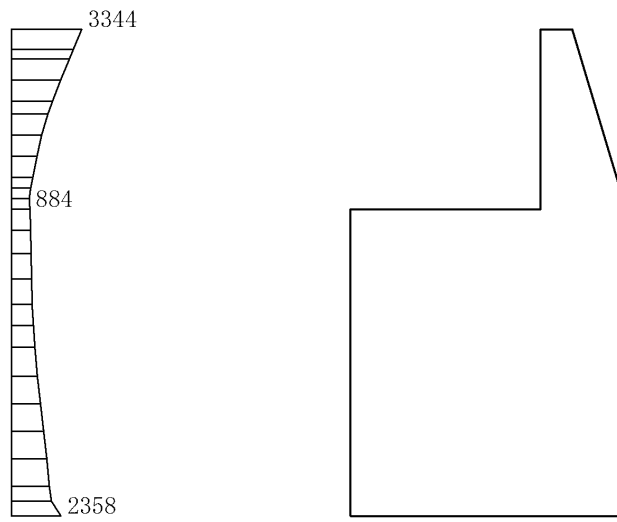
(a) S s - N 1 (++) 水平



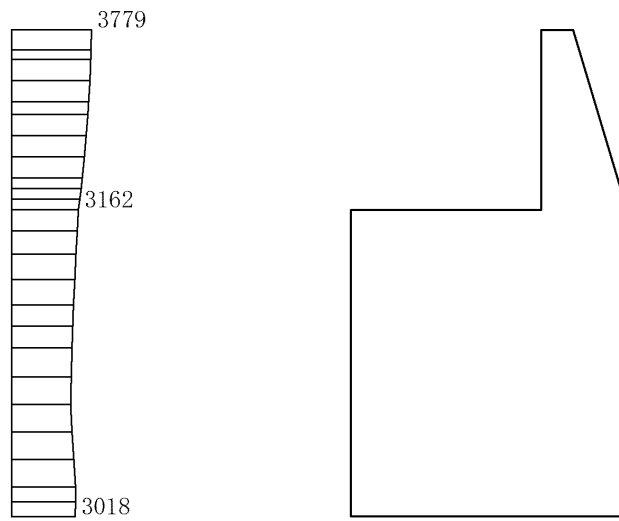
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-60 最大応答加速度分布図(13/17) (解析ケース②)



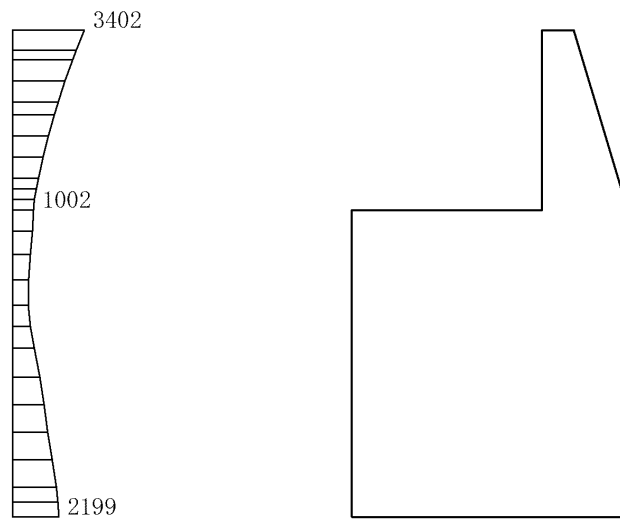
(a) S s - N 1 (- +) 水平



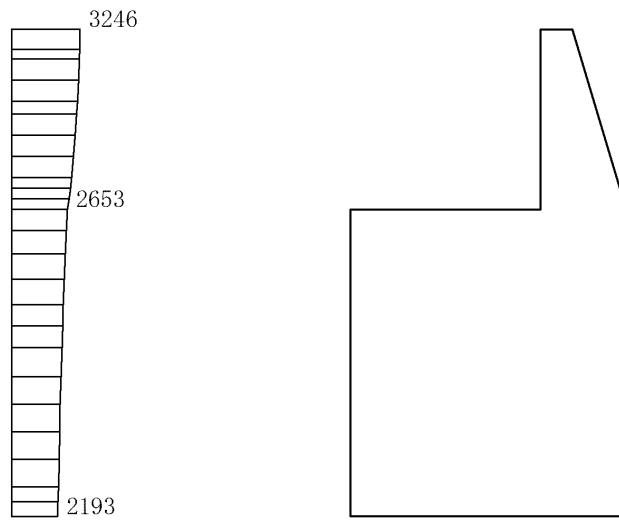
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-61 最大応答加速度分布図(14/17) (解析ケース②)



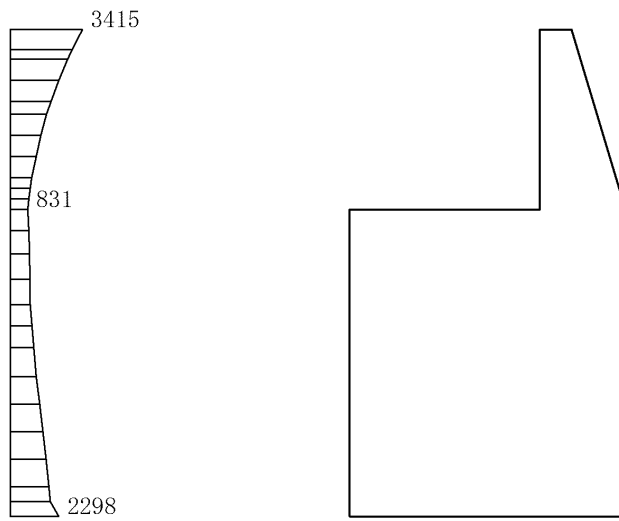
(a) S s - N 1 (++) 水平



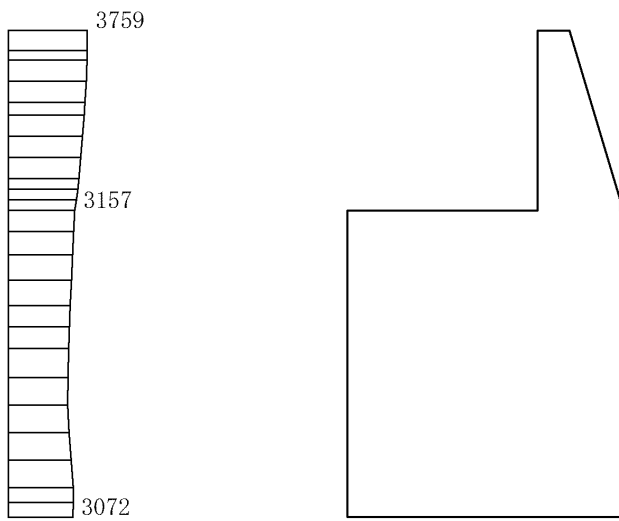
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-62 最大応答加速度分布図(15/17) (解析ケース③)



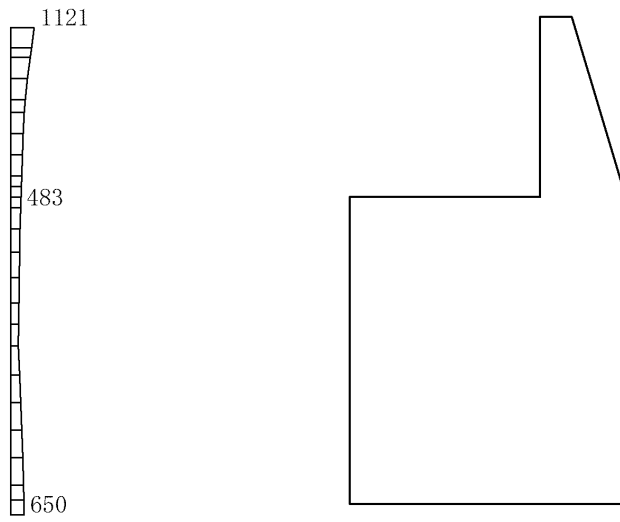
(a) S s - N 1 (- +) 水平



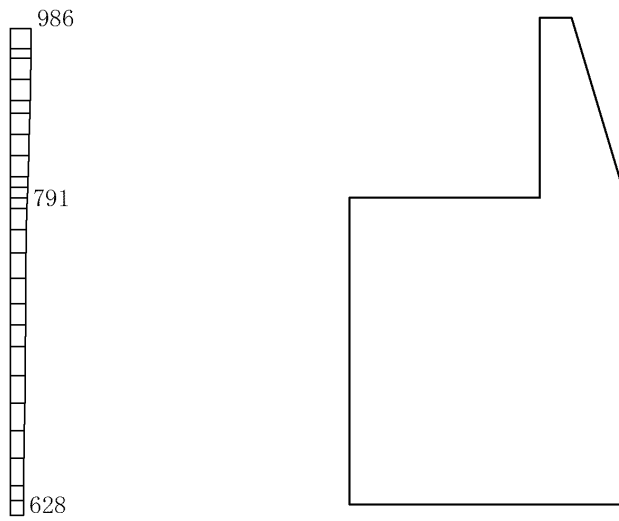
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-63 最大応答加速度分布図(16/17) (解析ケース③)



(a) S d - D (++) 水平



(b) S d - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-64 最大応答加速度分布図(17/17) (解析ケース①)

表 4-2 防波壁天端の変位量 (③-③断面)

解析 ケース	地震動		防波壁天端変位量	
			法線直交方向 $\delta_x(T)$ (mm)	深度方向 $\delta_z(T)$ (mm)
①	S d - D	(++) *	213	1

注記* : 地震動の位相について, (++) の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し,
「-」は位相を反転させたケースを示す。

4.3 ④-④断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、応答加速度抽出位置を図 4-65 に示し、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d-D に対する最大応答加速度分布図を図 4-66～図 4-77 及び図 4-84 に、防波壁天端の変位量を表 4-3 に、弾性設計用地震動 S_d-D に対する防波壁天端の変位量を表 4-4 に示す。また、解析ケース①において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査において照査値が最大となる地震動について、解析ケース②及び③の最大応答加速度分布図を図 4-78～図 4-83 に示す。これらに加え、機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース②及び③のすべての基準地震動 S_s に対する最大応答加速度分布図を図 4-85～図 4-108 に示す。

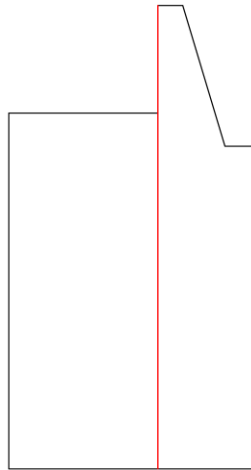
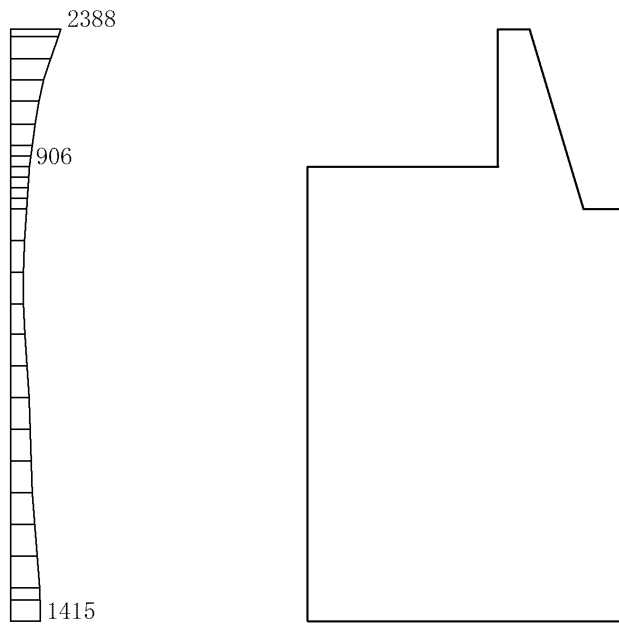
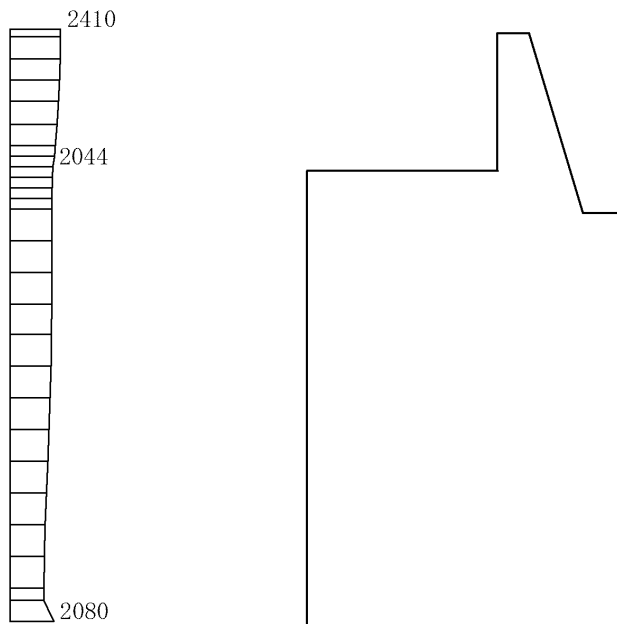


図 4-65 応答加速度抽出位置図



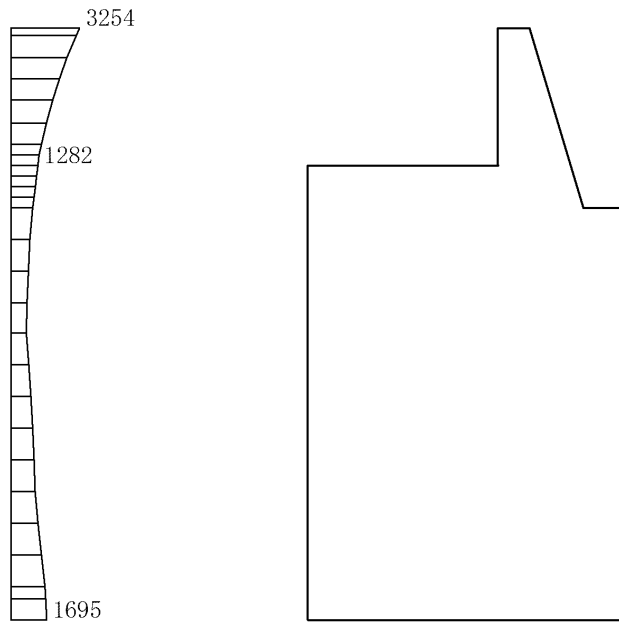
(a) S s - D (++) 水平



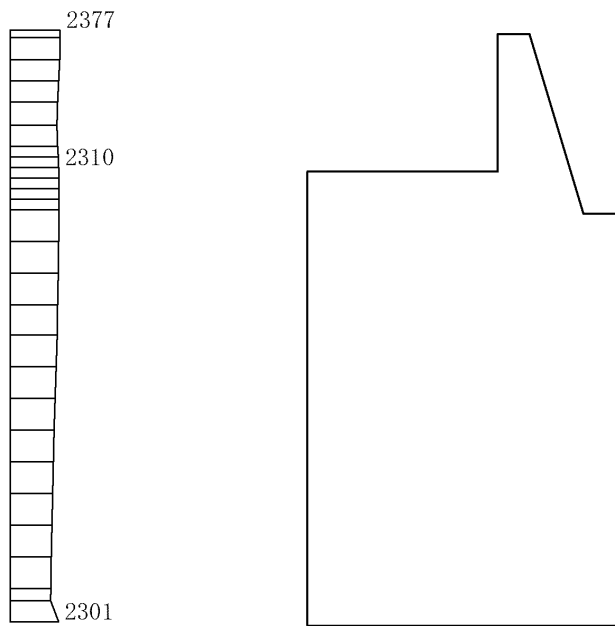
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-66 最大応答加速度分布図(1/43) (解析ケース①)



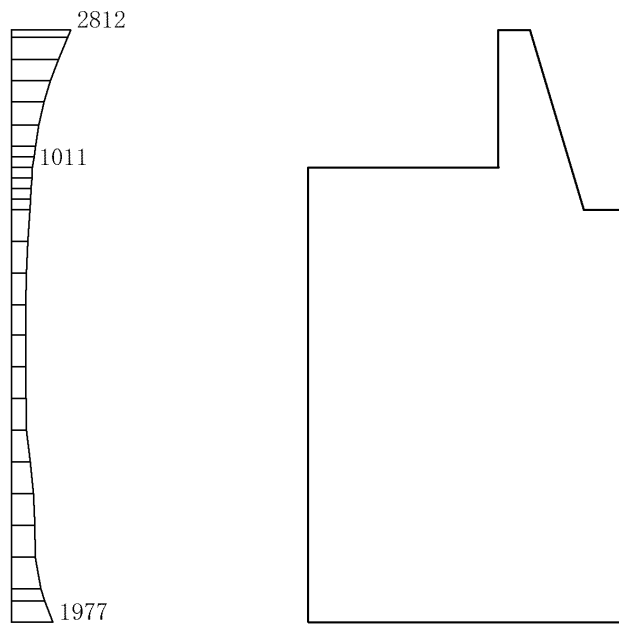
(a) S s - D (-+) 水平



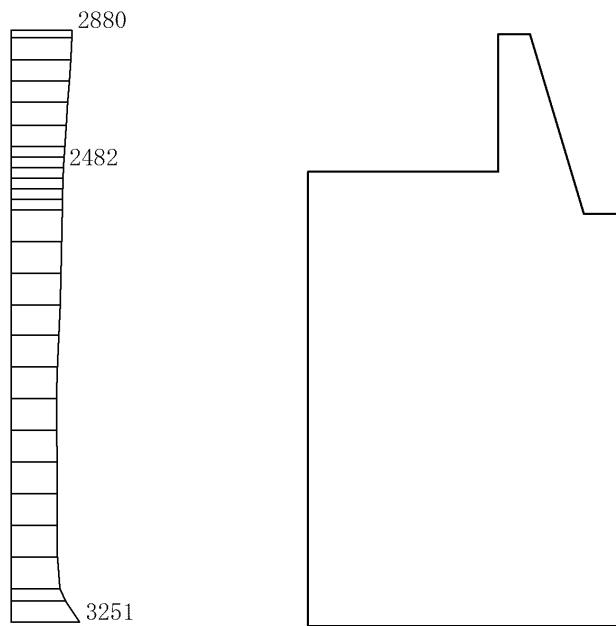
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール 0_1(m) 応答値スケール 0_2000(cm/s²)

図 4-67 最大応答加速度分布図(2/43) (解析ケース①)



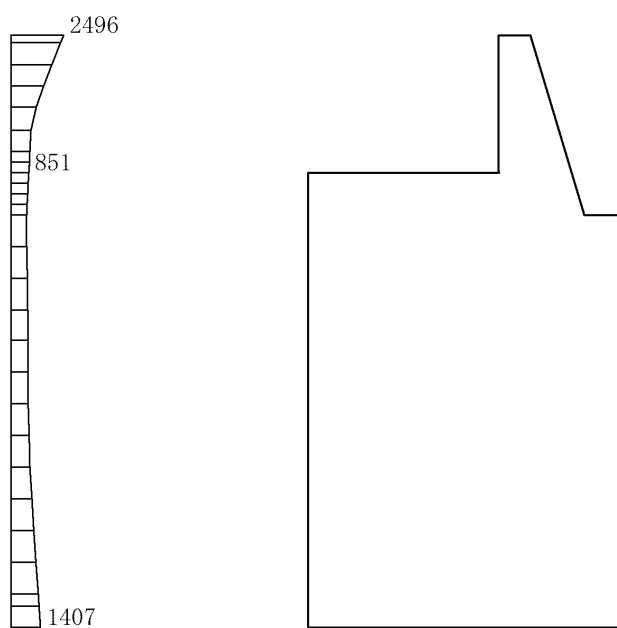
(a) $S_s - D (+ -)$ 水平



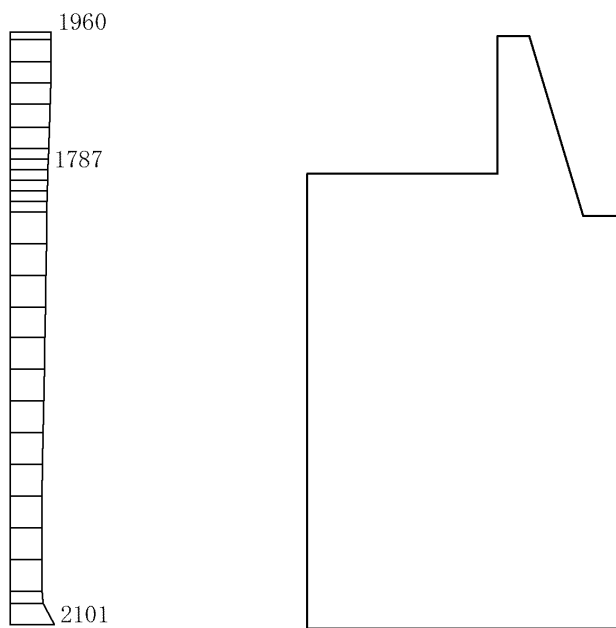
(b) $S_s - D (+ -)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \sim 2000(\text{cm/s}^2)$

図 4-68 最大応答加速度分布図(3/43) (解析ケース①)



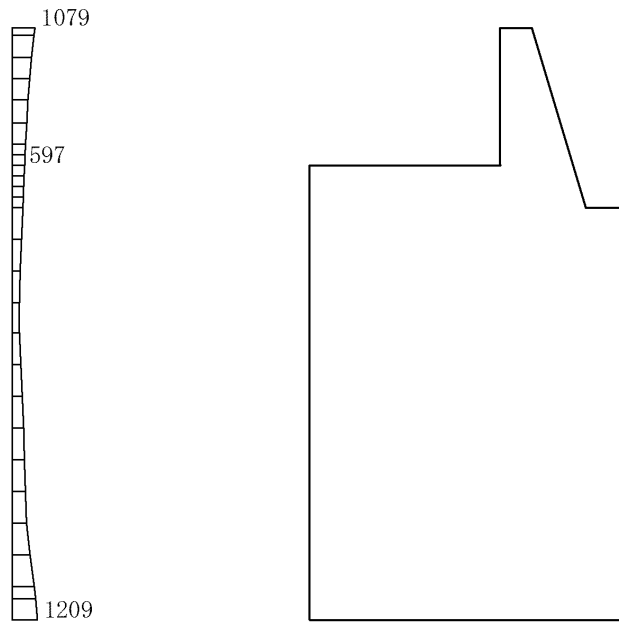
(a) S s - D (--) 水平



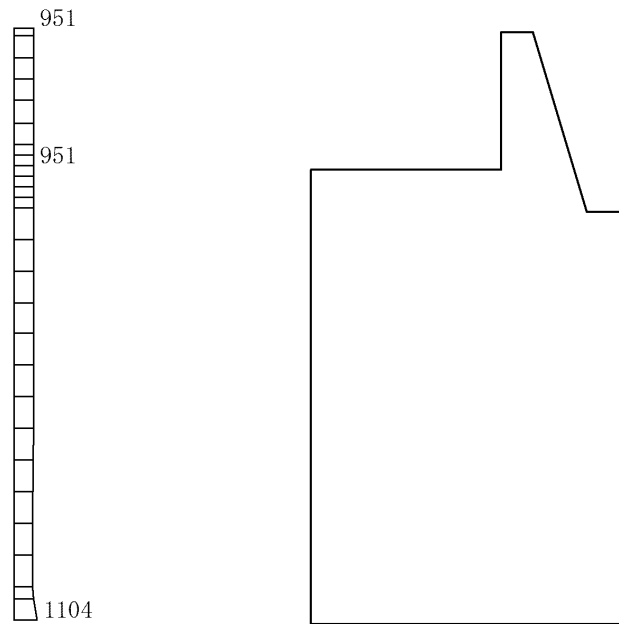
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール 0 ~ 1(m) 応答値スケール 0 ~ 2000(cm/s²)

図 4-69 最大応答加速度分布図(4/43) (解析ケース①)



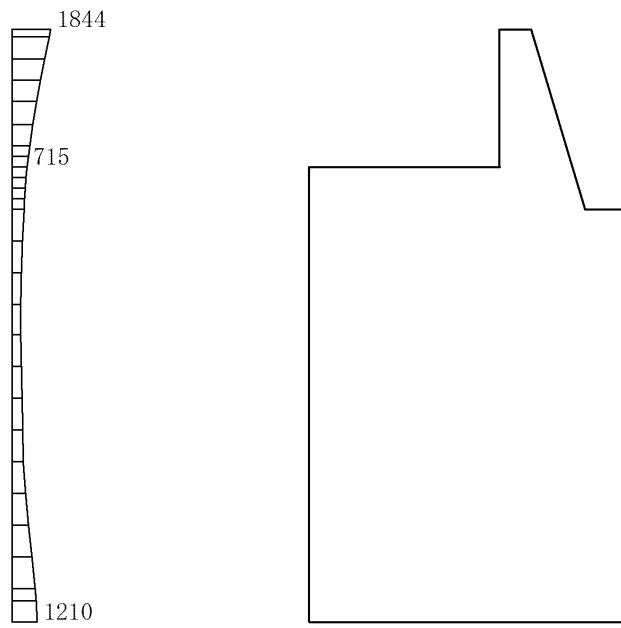
(a) S s - F 1 (++) 水平



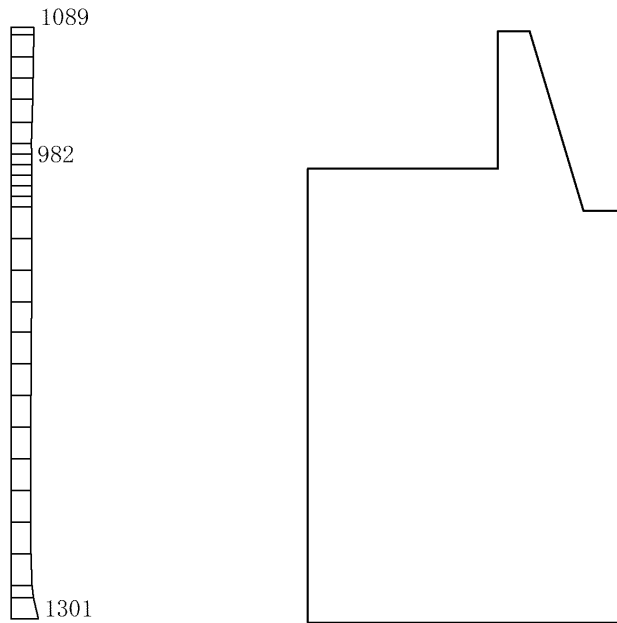
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0_1(m) 応答値スケール 0_2000(cm/s²)

図 4-70 最大応答加速度分布図(5/43) (解析ケース①)



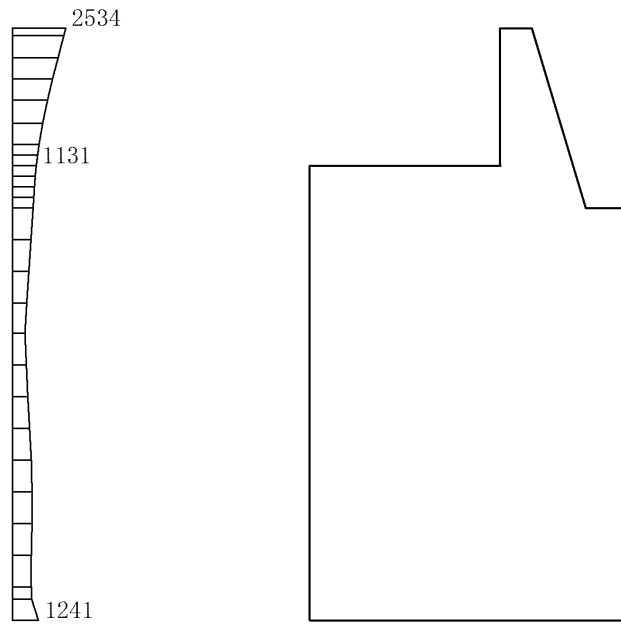
(a) $S_s - F_2 (++)$ 水平



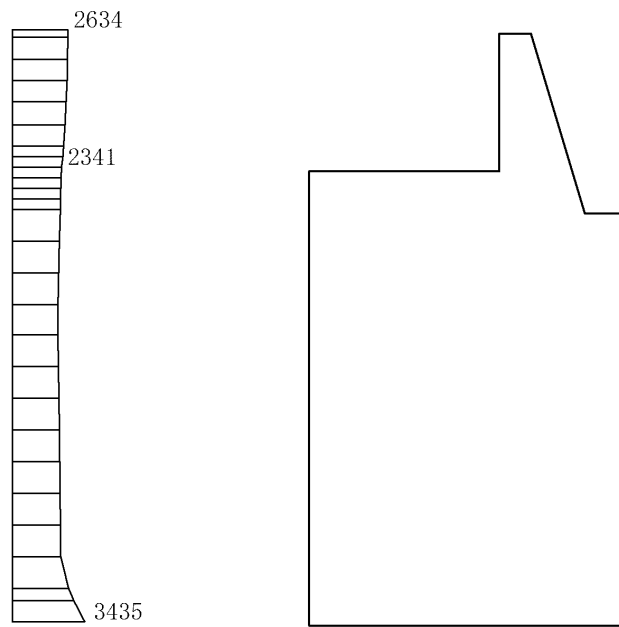
(b) $S_s - F_2 (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-71 最大応答加速度分布図(6/43) (解析ケース①)



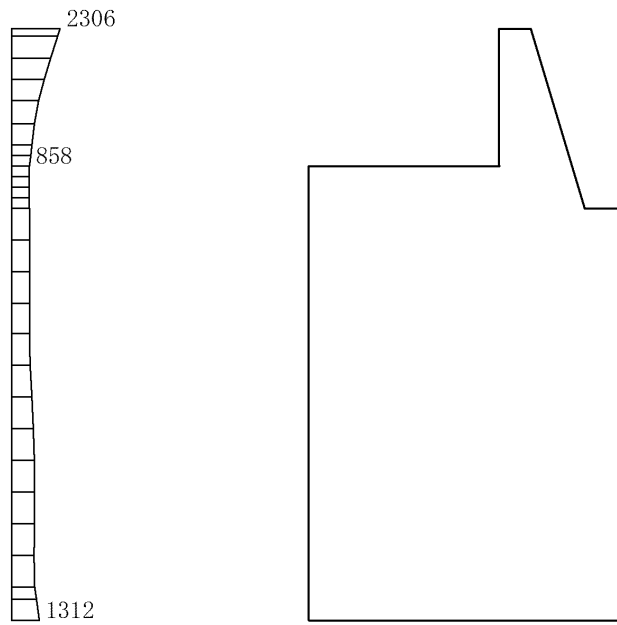
(a) S s - N 1 (++) 水平



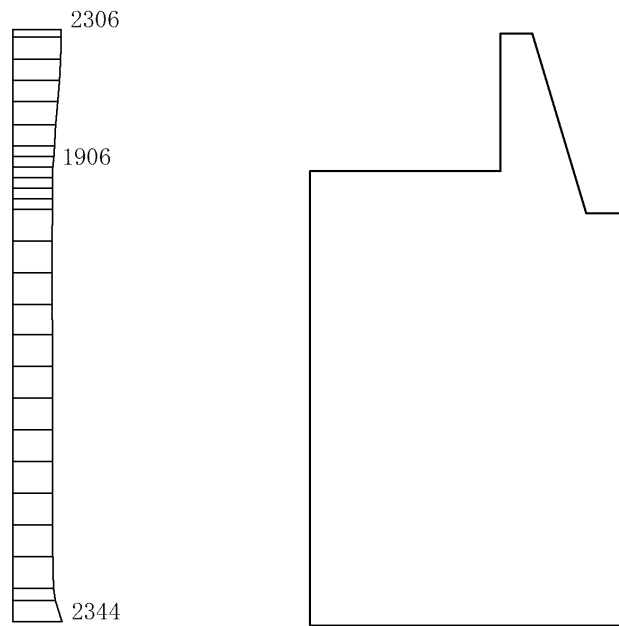
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-72 最大応答加速度分布図(7/43) (解析ケース①)



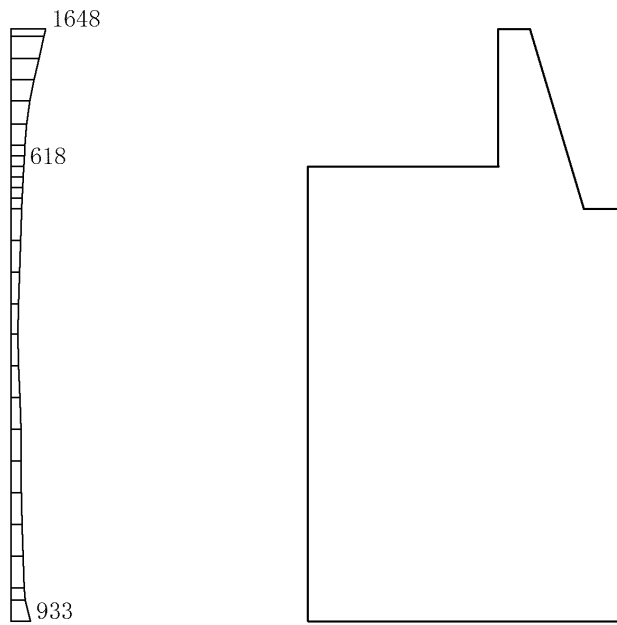
(a) S s - N 1 (- +) 水平



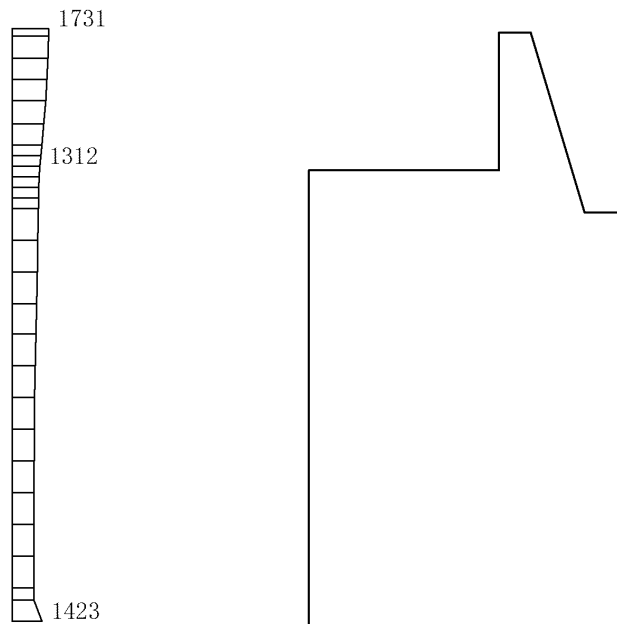
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-73 最大応答加速度分布図(8/43) (解析ケース①)



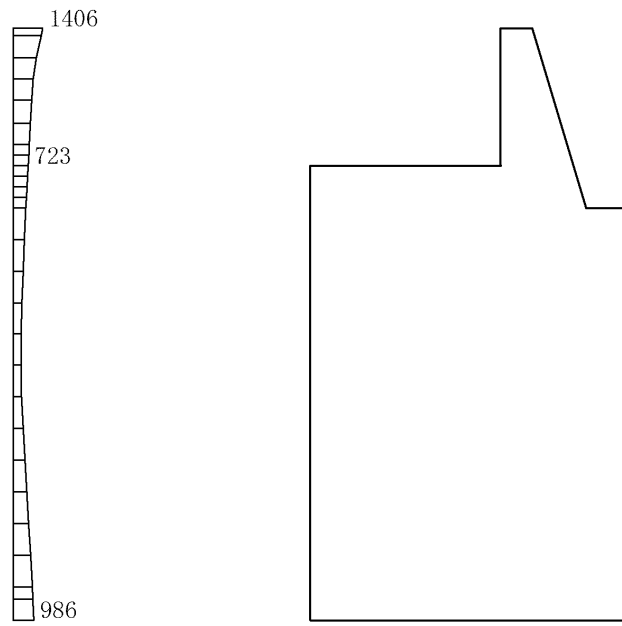
(a) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 水平



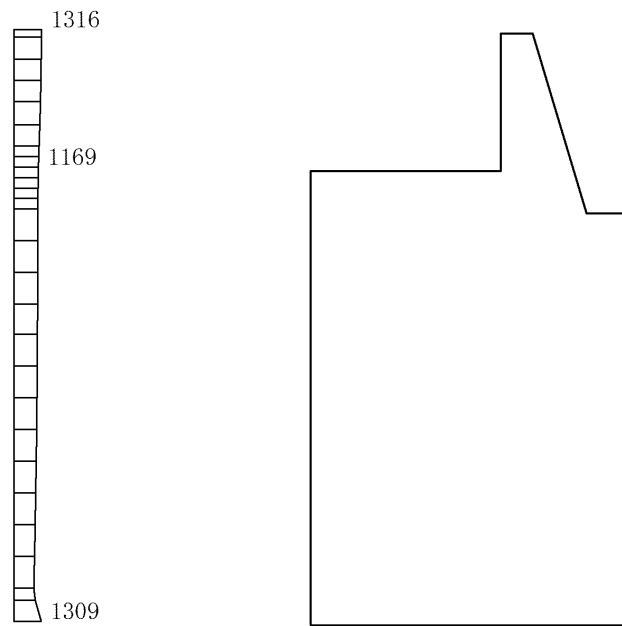
(b) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール 0_1(m) 応答値スケール 0_2000(cm/s²)

図 4-74 最大応答加速度分布 (9/43) (解析ケース①)



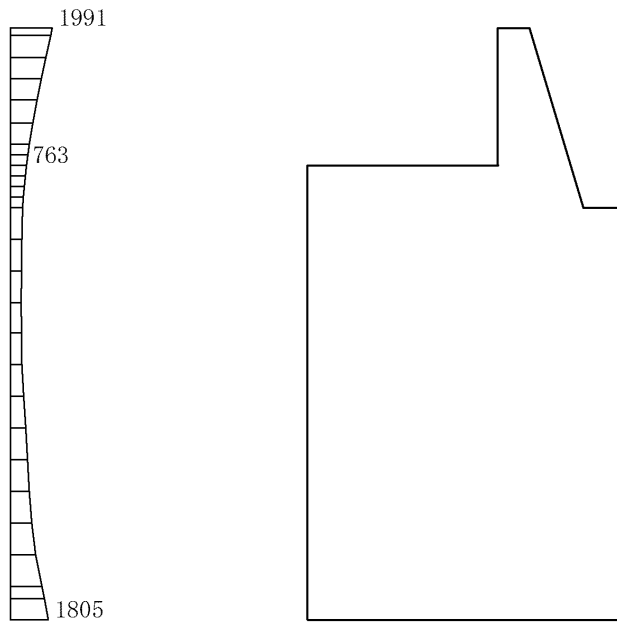
(a) S s - N 2 (N S) (- +) 水平



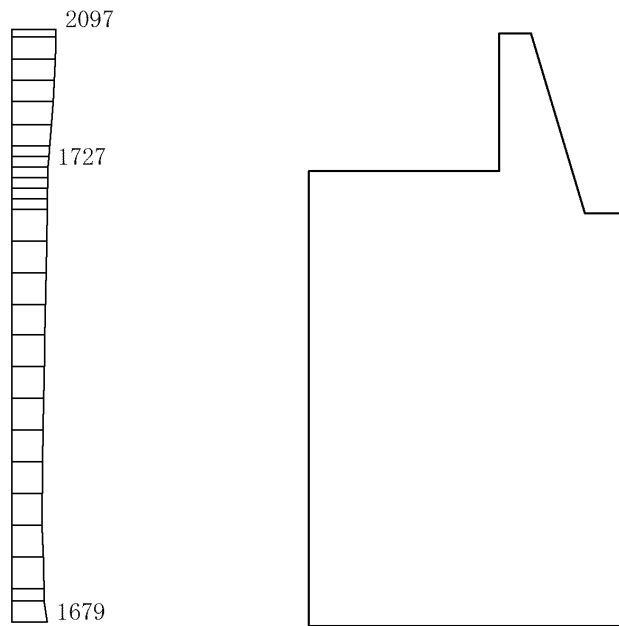
(b) S s - N 2 (N S) (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-75 最大応答加速度分布図(10/43) (解析ケース①)



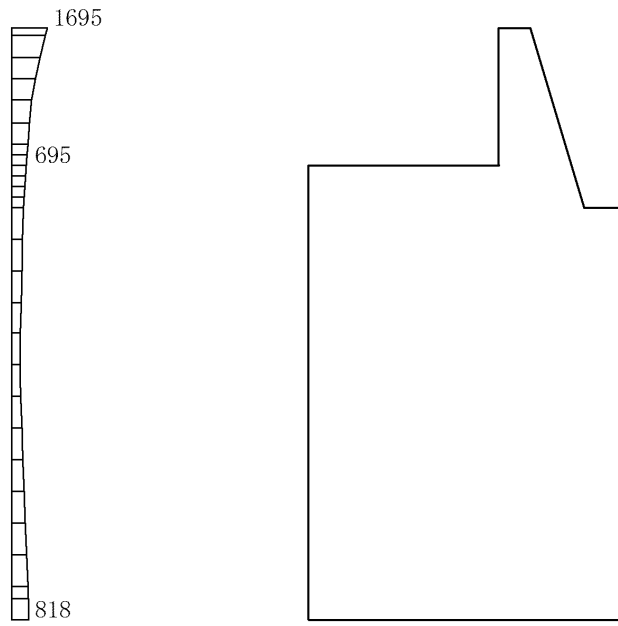
(a) S s - N 2 (E W) (+ +) 水平



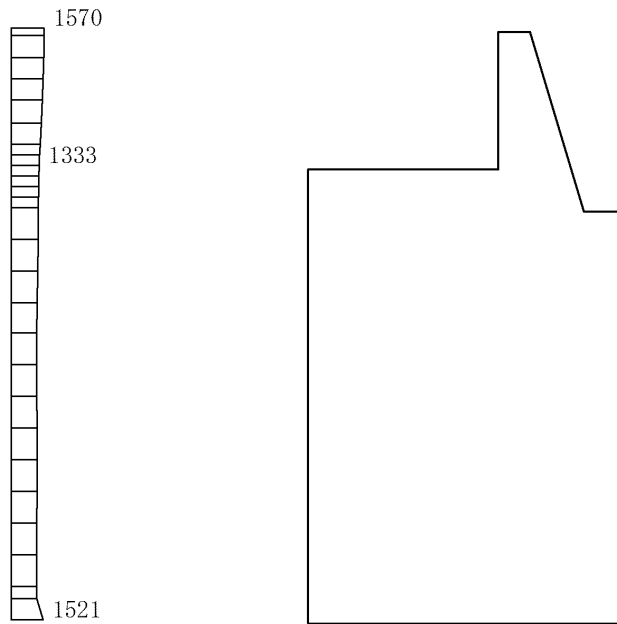
(b) S s - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-76 最大応答加速度分布図(11/43) (解析ケース①)



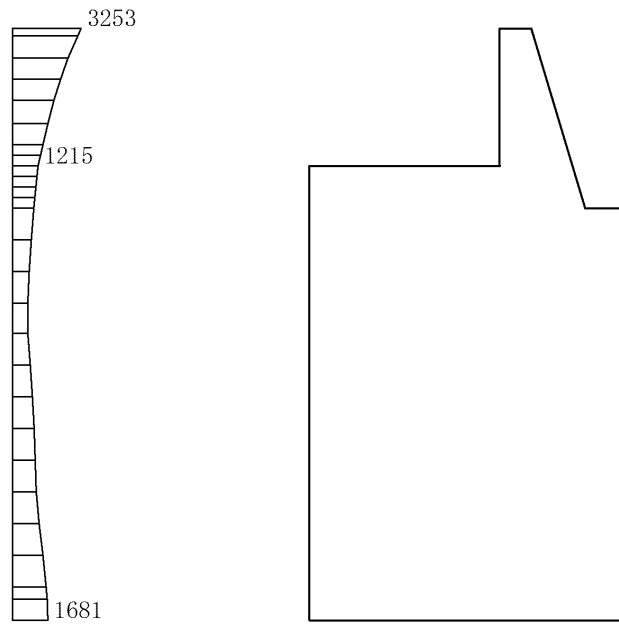
(a) S s - N 2 (E W) (- +) 水平



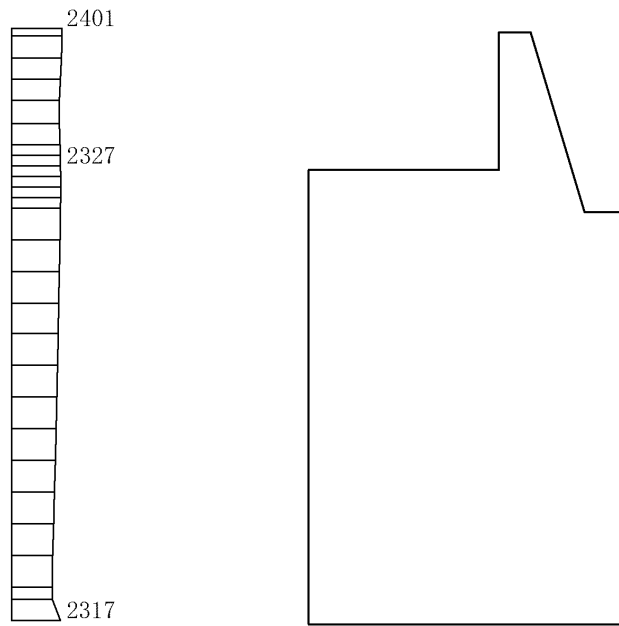
(b) S s - N 2 (E W) (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-77 最大応答加速度分布図(12/43) (解析ケース①)



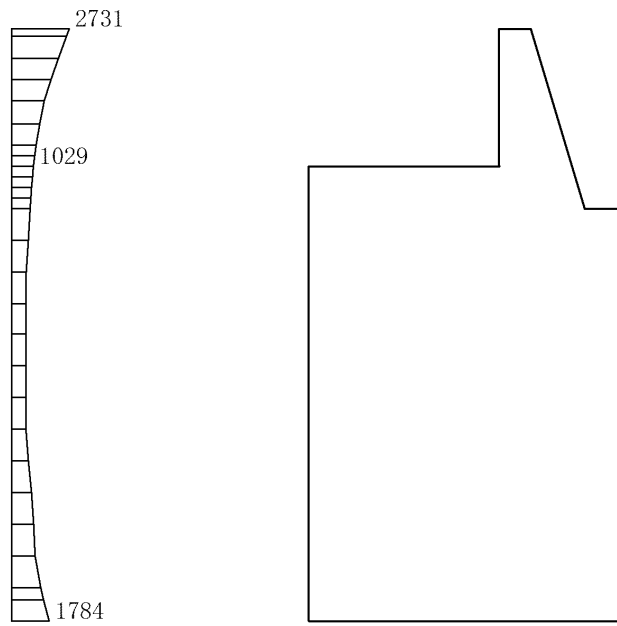
(a) $S_s - D (-+)$ 水平



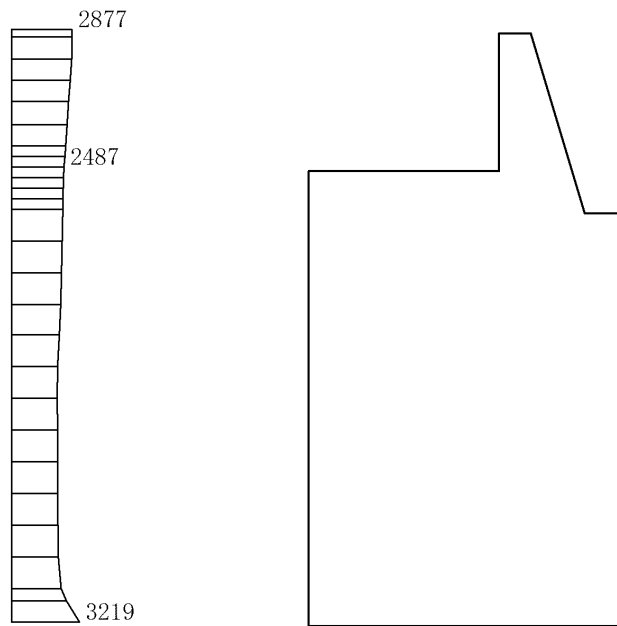
(b) $S_s - D (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \sim 2000(\text{cm/s}^2)$

図 4-78 最大応答加速度分布図(13/43) (解析ケース②)



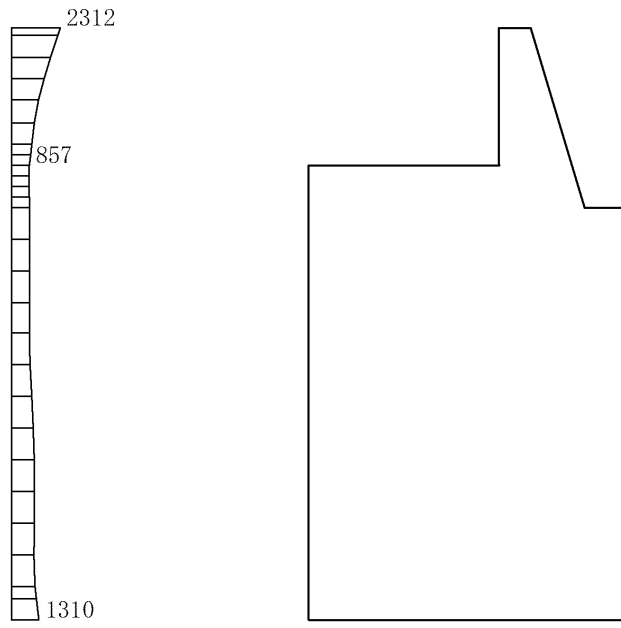
(a) S s - D (+ -) 水平



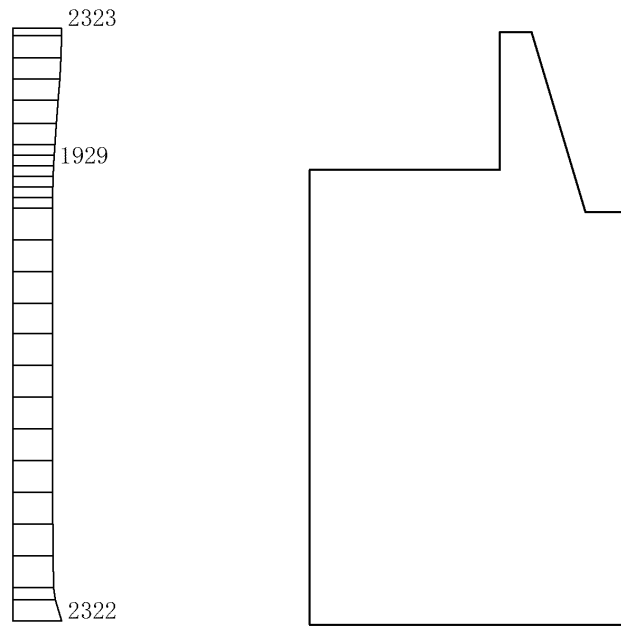
(b) S s - D (+ -) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-79 最大応答加速度分布図(14/43) (解析ケース②)



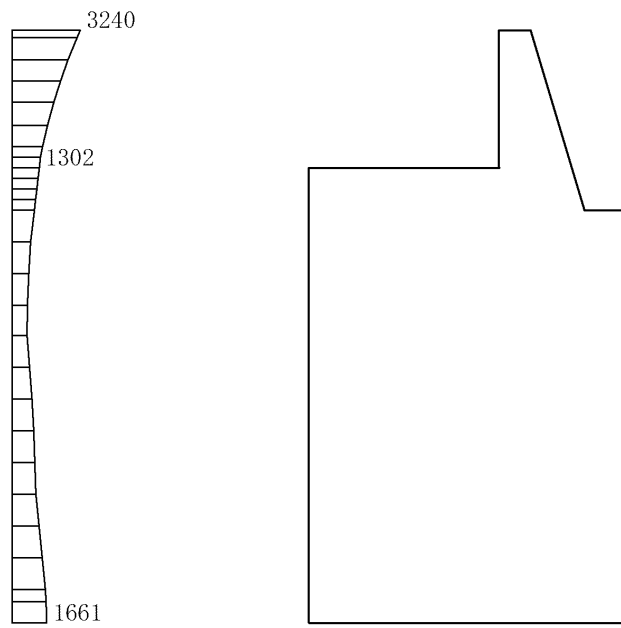
(a) S s - N 1 (- +) 水平



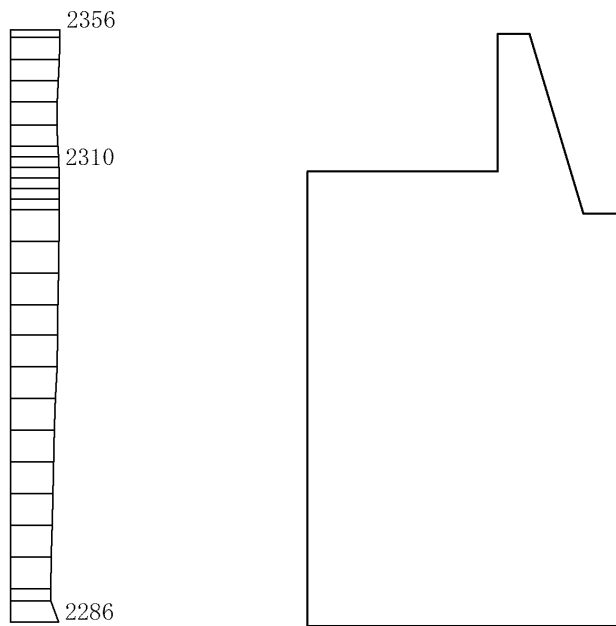
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-80 最大応答加速度分布図(15/43) (解析ケース②)



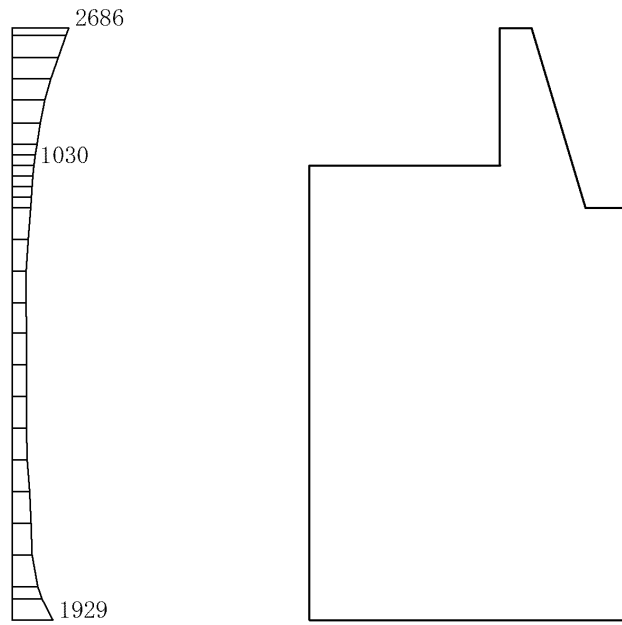
(a) $S_s - D (-+)$ 水平



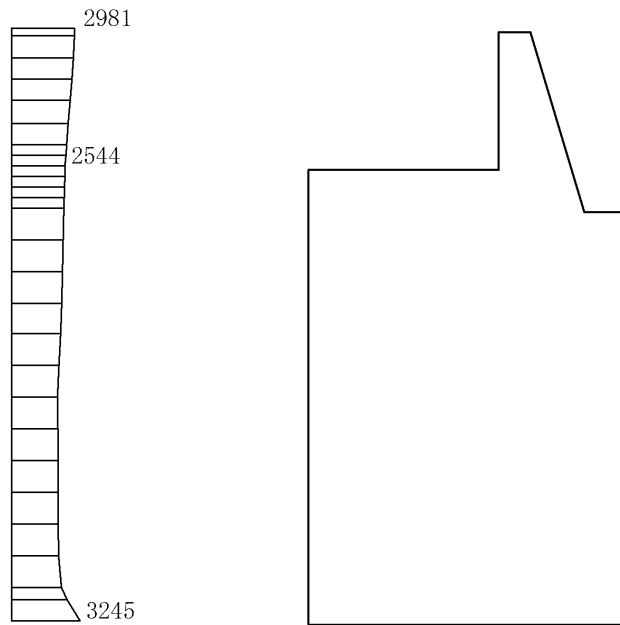
(b) $S_s - D (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \sim 2000(\text{cm/s}^2)$

図 4-81 最大応答加速度分布図(16/43) (解析ケース③)



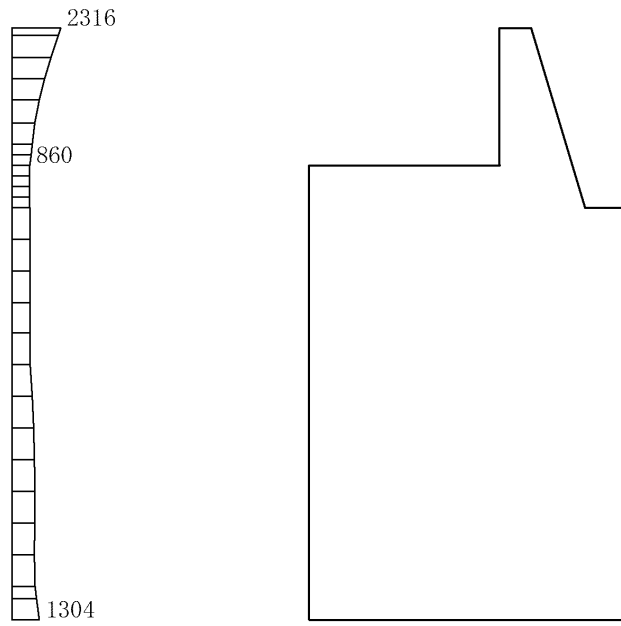
(a) S s - D (+ -) 水平



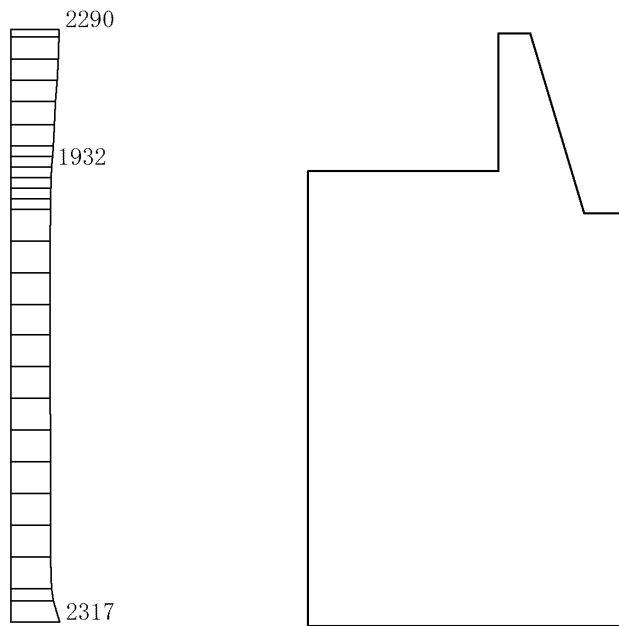
(b) S s - D (+ -) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-82 最大応答加速度分布図(17/43) (解析ケース③)



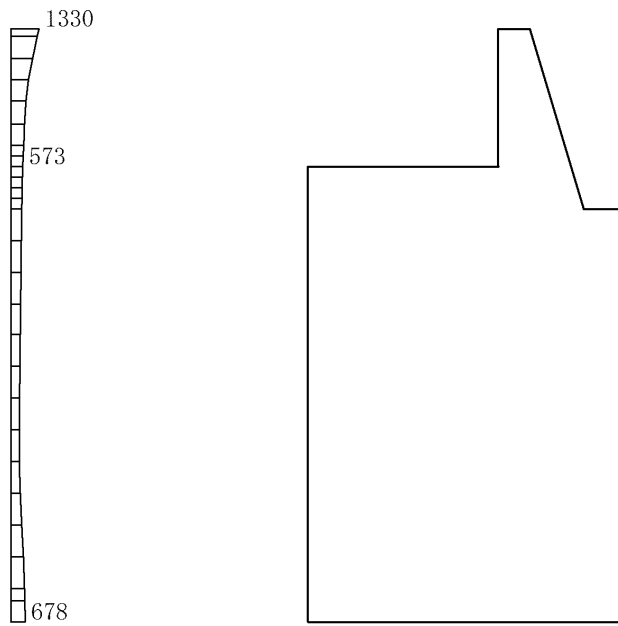
(a) S s - N 1 (- +) 水平



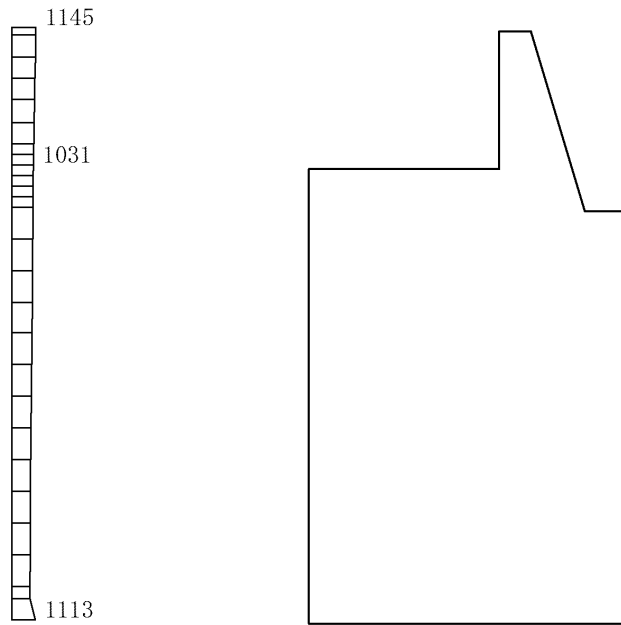
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-83 最大応答加速度分布図(18/43) (解析ケース③)



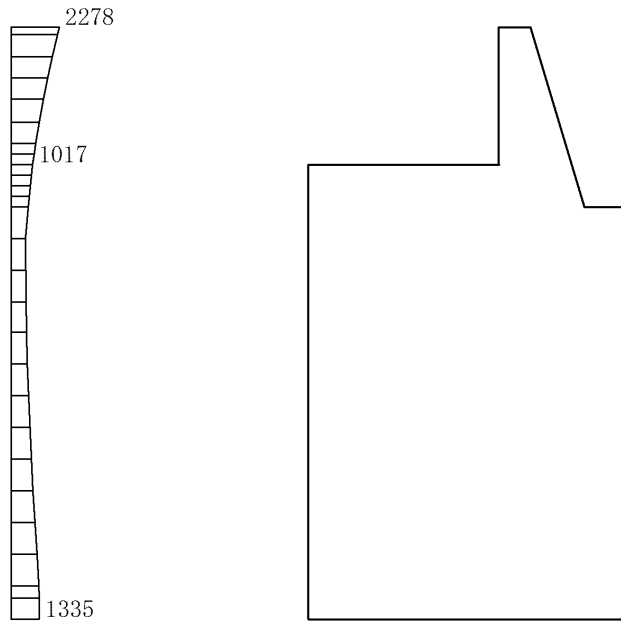
(a) S d - D (++) 水平



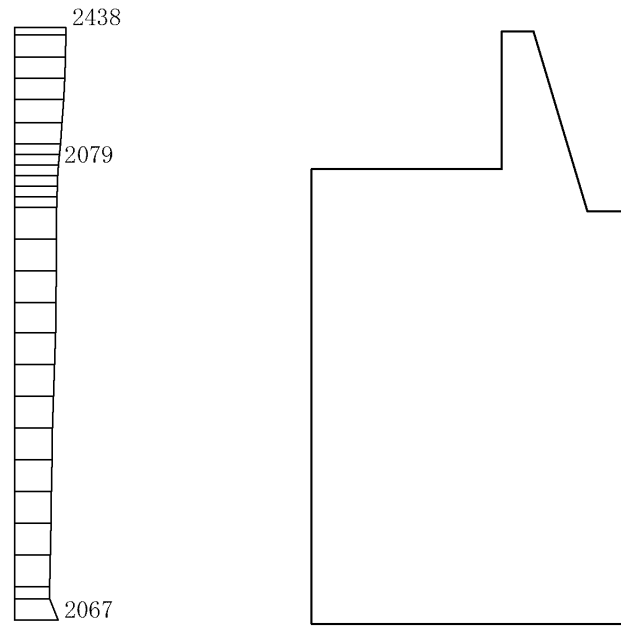
(b) S d - D (++) 鉛直

構造スケール 0 ~ 1(m) 応答値スケール 0 ~ 2000(cm/s²)

図 4-84 最大応答加速度分布図(19/43) (解析ケース①)



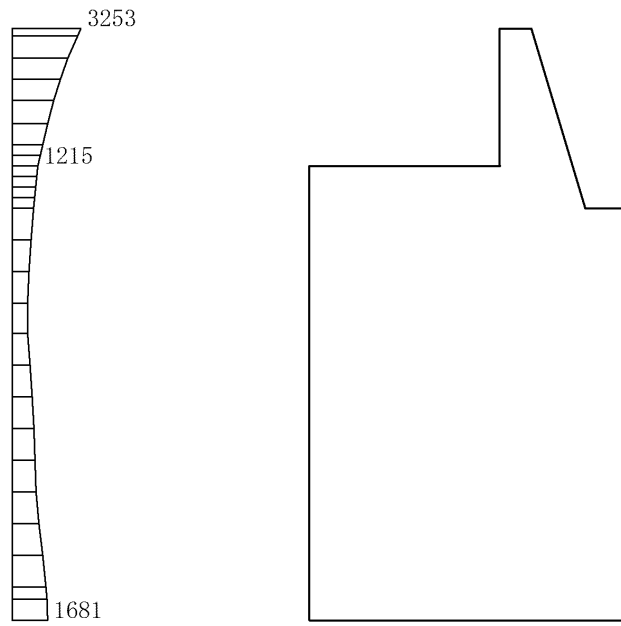
(a) S s - D (++) 水平



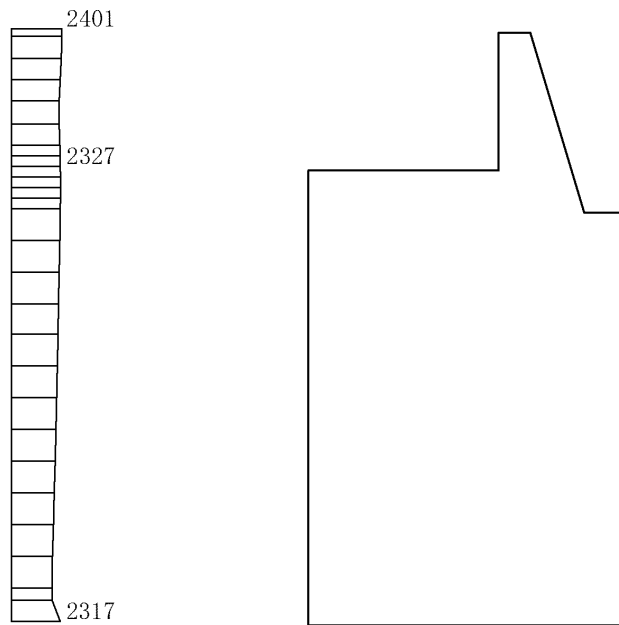
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-85 最大応答加速度分布図(20/43) (解析ケース②)



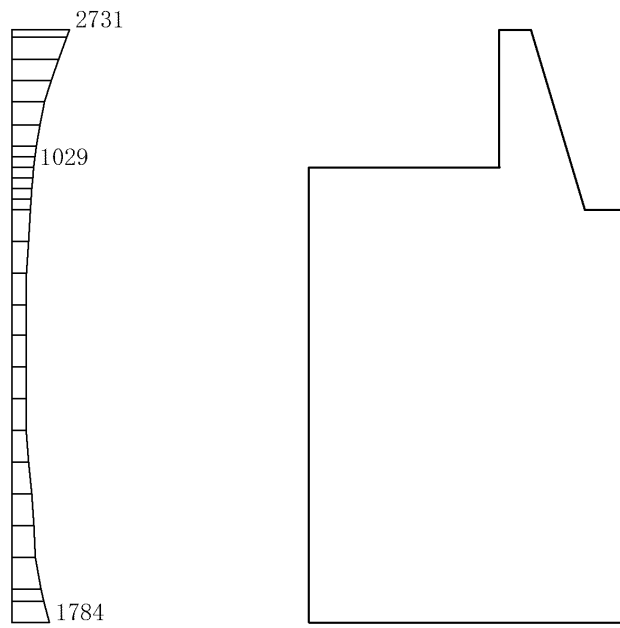
(a) S s - D (-+) 水平



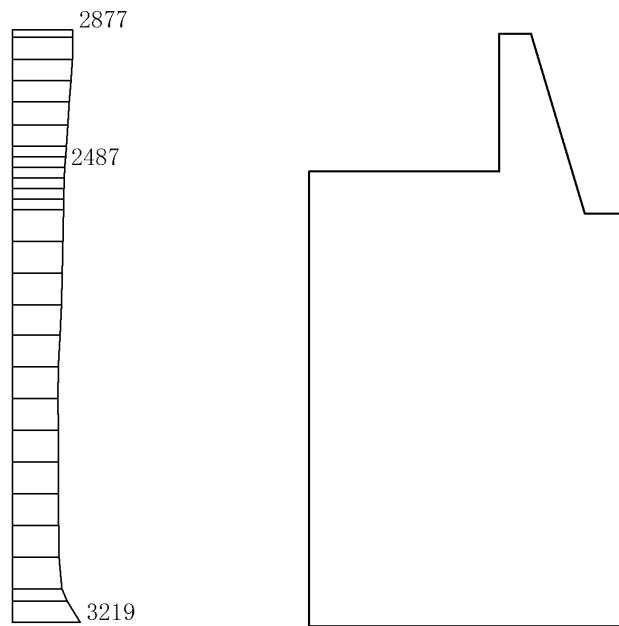
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-86 最大応答加速度分布図(21/43) (解析ケース②)



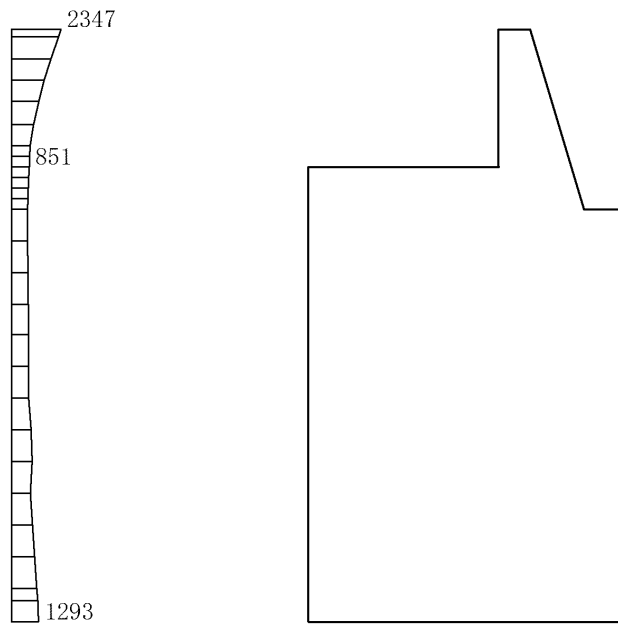
(a) S s - D (+ -) 水平



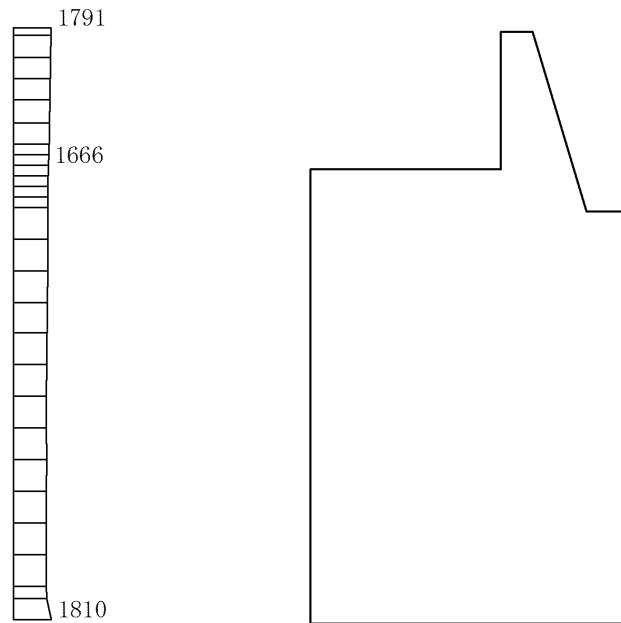
(b) S s - D (+ -) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-87 最大応答加速度分布図(22/43) (解析ケース②)



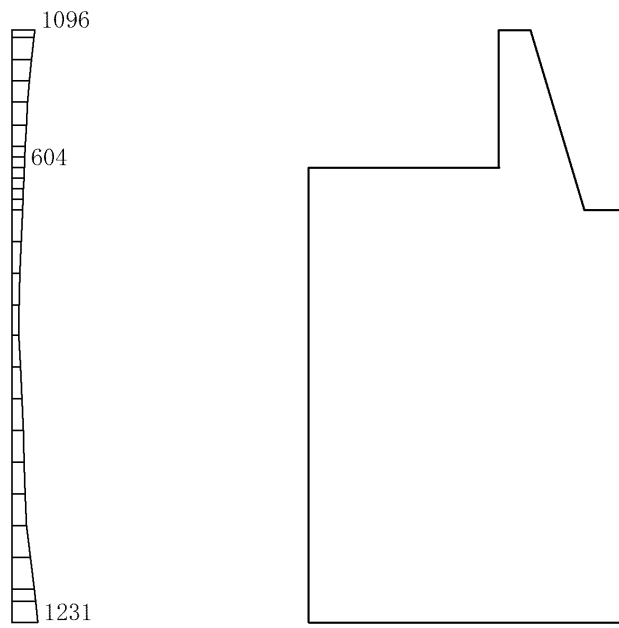
(a) S s - D (--) 水平



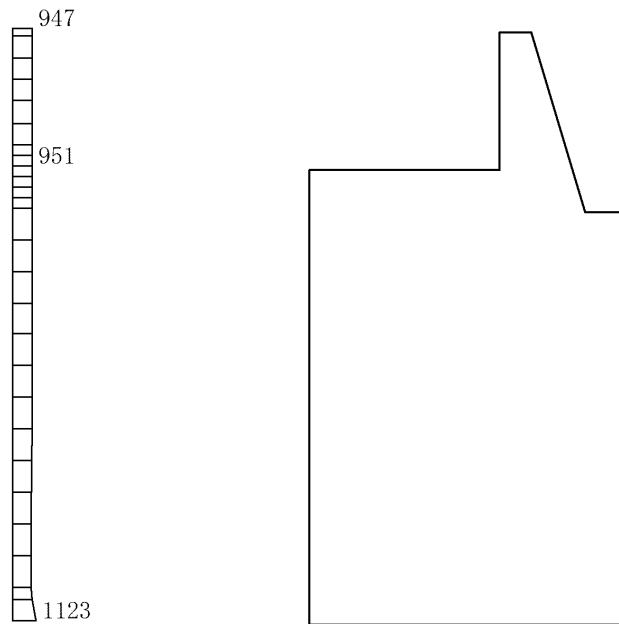
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-88 最大応答加速度分布図(23/43) (解析ケース②)



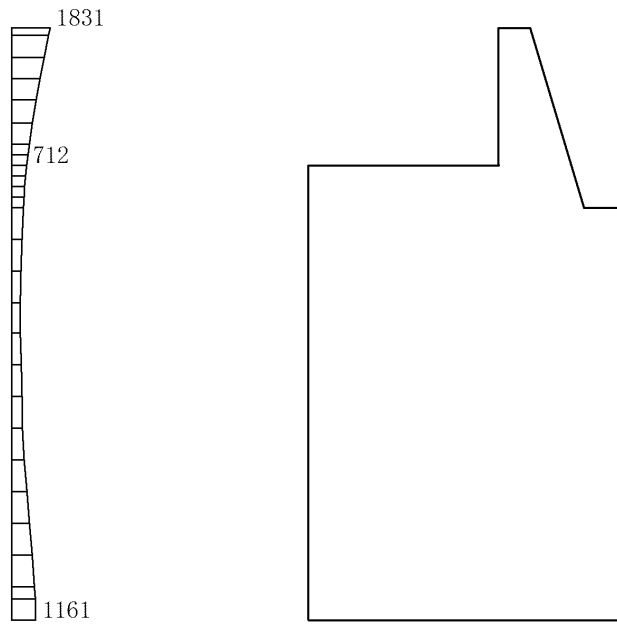
(a) S s - F 1 (++) 水平



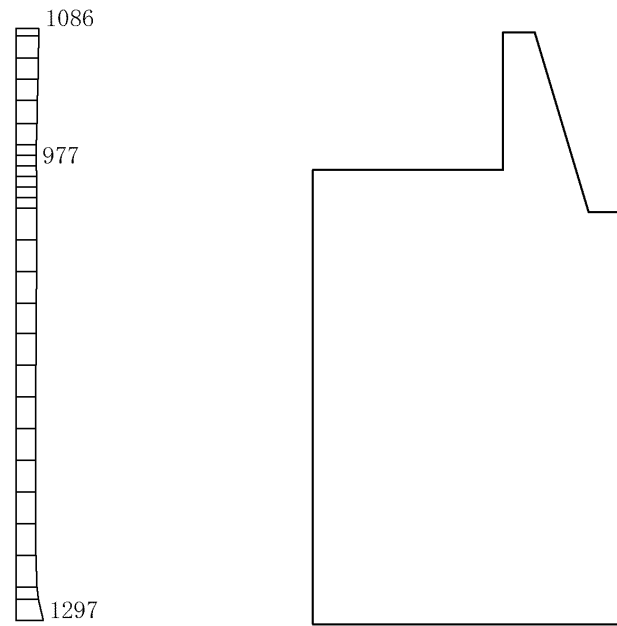
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-89 最大応答加速度分布図(24/43) (解析ケース②)



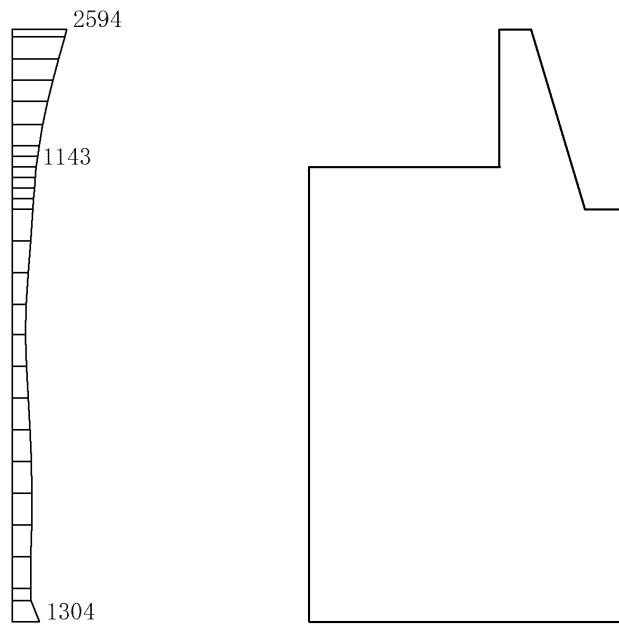
(a) $S_s - F_2 (++)$ 水平



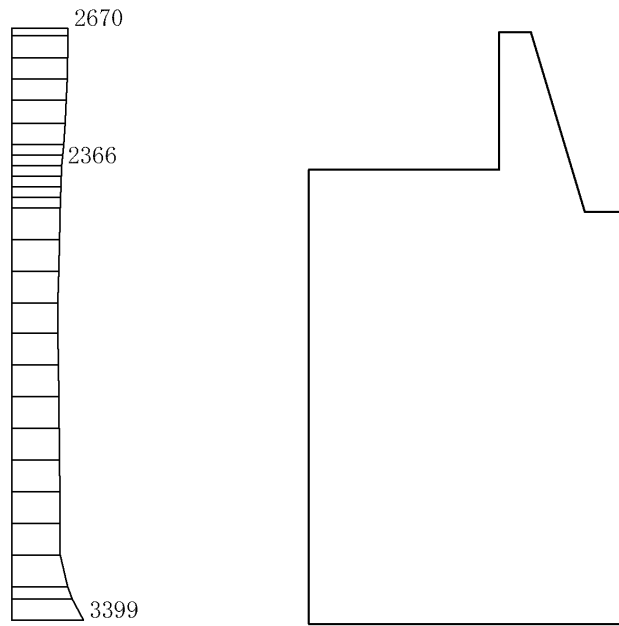
(b) $S_s - F_2 (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-90 最大応答加速度分布図(25/43) (解析ケース②)



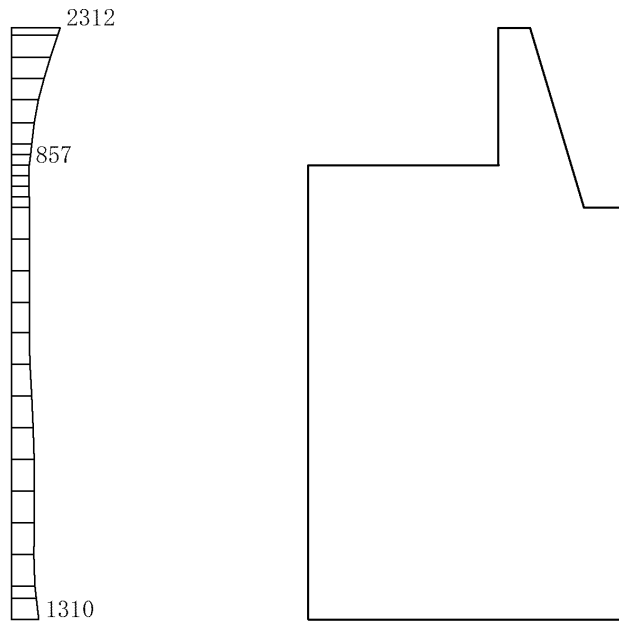
(a) S s - N 1 (++) 水平



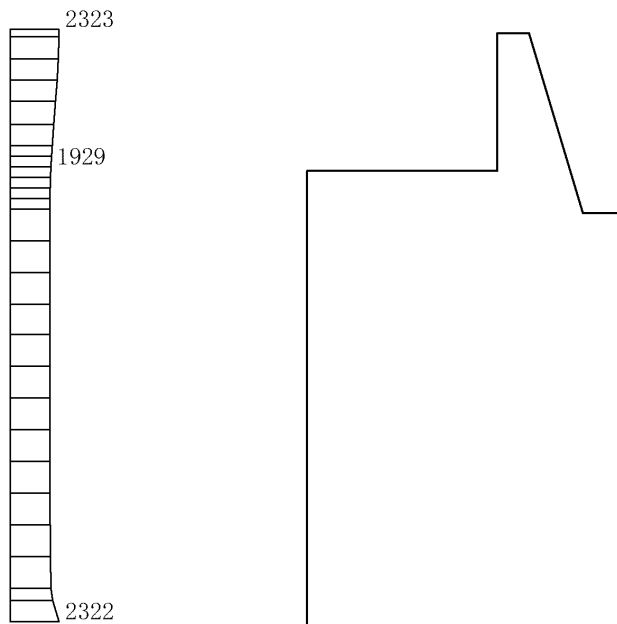
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0_1(m) 応答値スケール 0_2000(cm/s²)

図 4-91 最大応答加速度分布図(26/43) (解析ケース②)



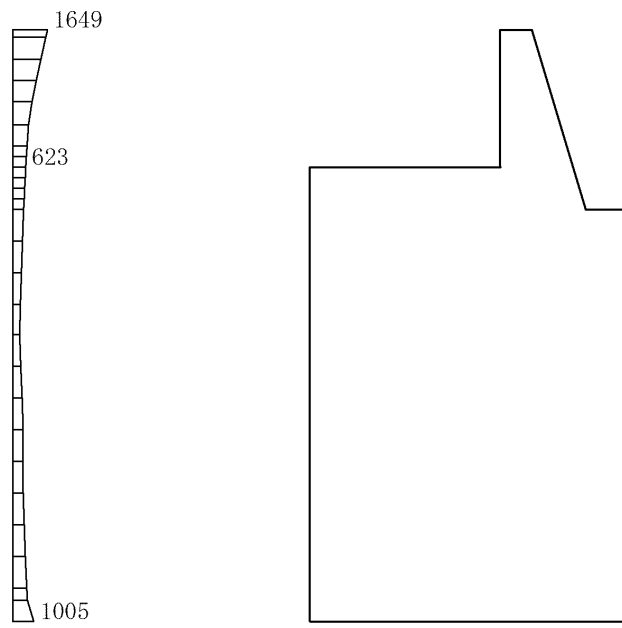
(a) S s - N 1 (- +) 水平



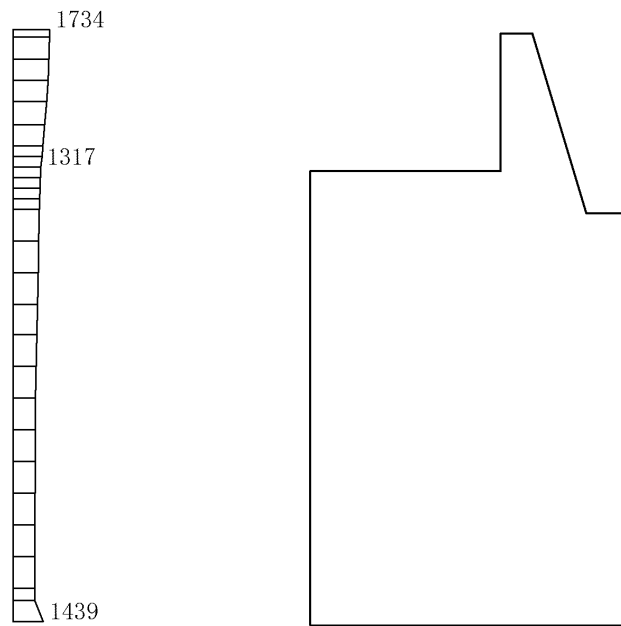
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-92 最大応答加速度分布図(27/43) (解析ケース②)



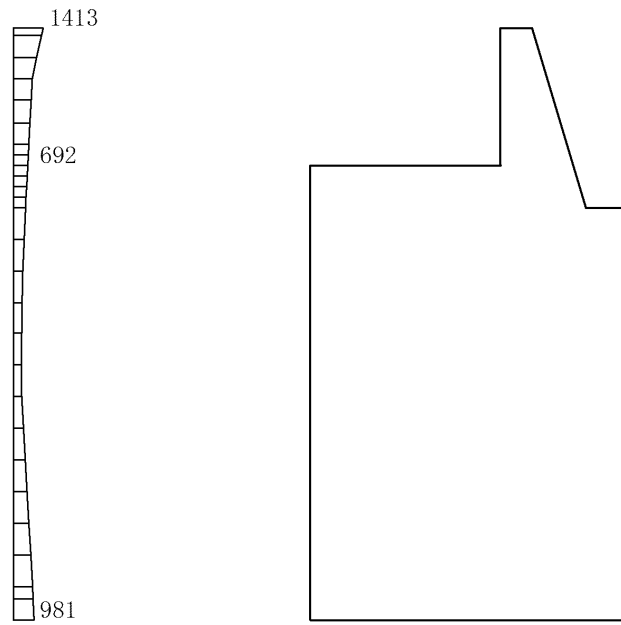
(a) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 水平



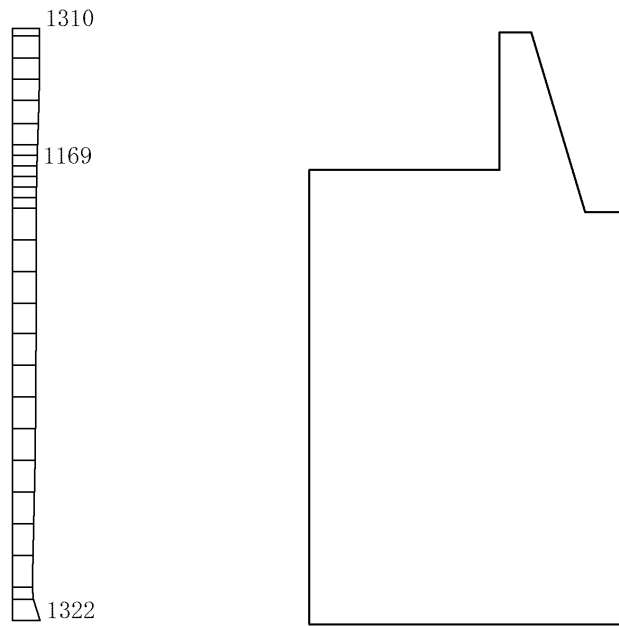
(b) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール 0 $\underline{\hspace{1cm}}$ 1(m) 応答値スケール 0 $\underline{\hspace{1cm}}$ 2000(cm/s^2)

図 4-93 最大応答加速度分布図(28/43) (解析ケース②)



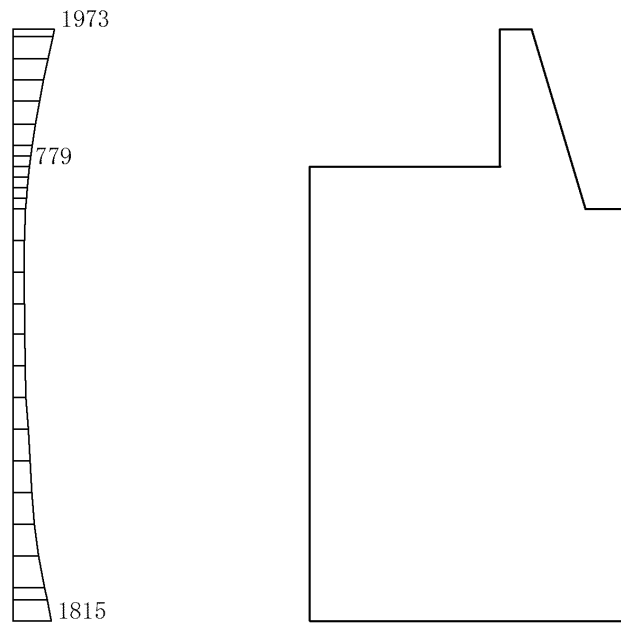
(a) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 水平



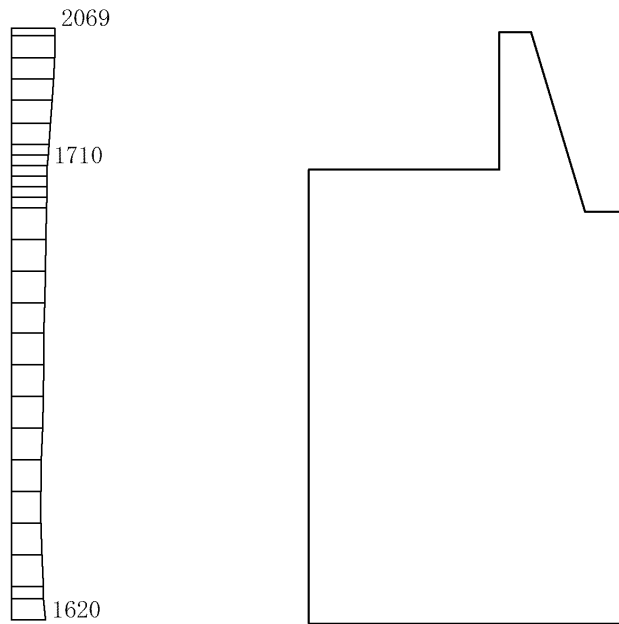
(b) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-94 最大応答加速度分布図(29/43) (解析ケース②)



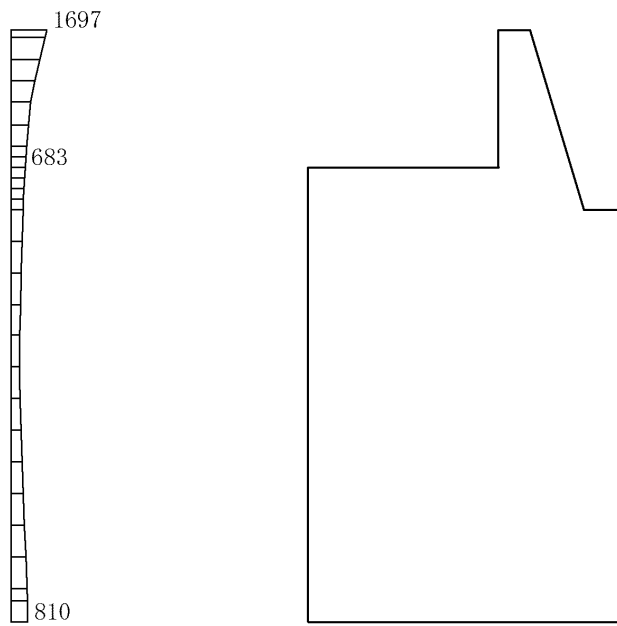
(a) $S_s - N_2 (EW) (++)$ 水平



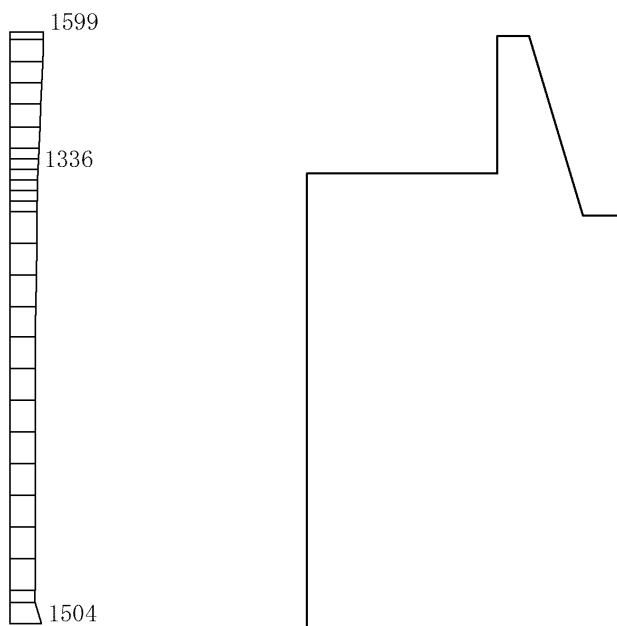
(b) $S_s - N_2 (EW) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-95 最大応答加速度分布図(30/43) (解析ケース②)



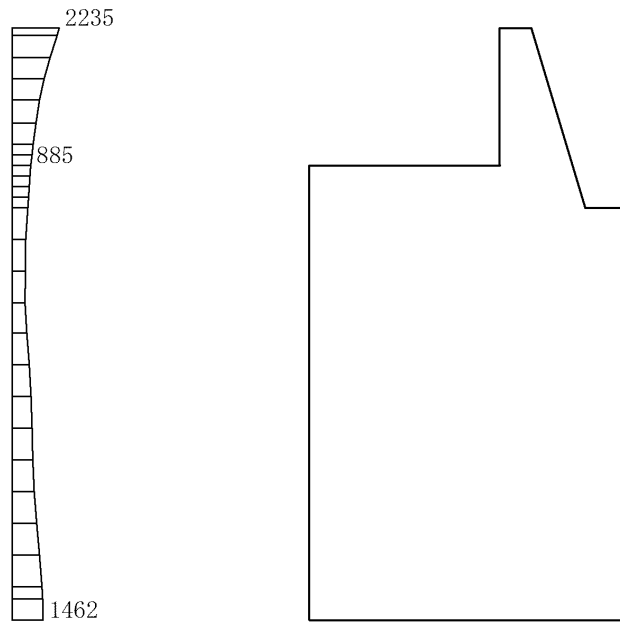
(a) S s - N 2 (E W) (- +) 水平



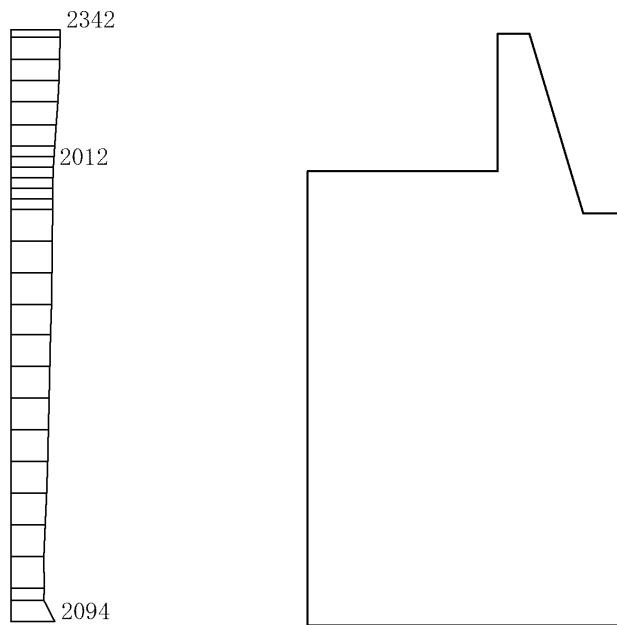
(b) S s - N 2 (E W) (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-96 最大応答加速度分布図(31/43) (解析ケース②)



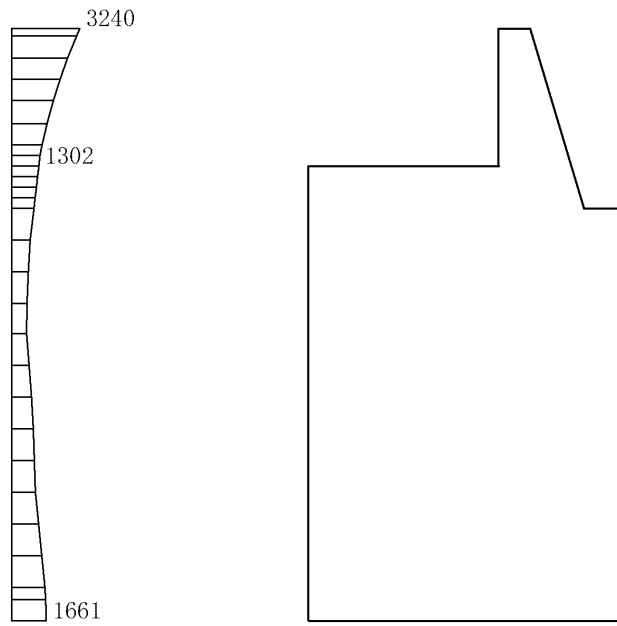
(a) S s - D (++) 水平



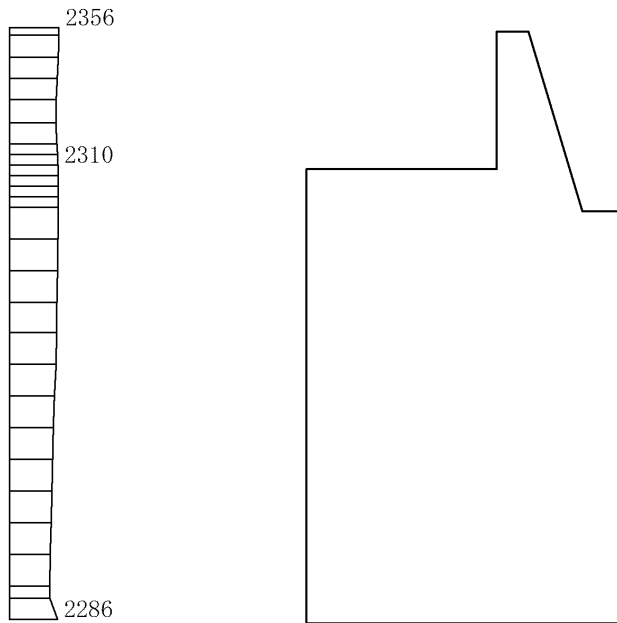
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-97 最大応答加速度分布図(32/43) (解析ケース③)



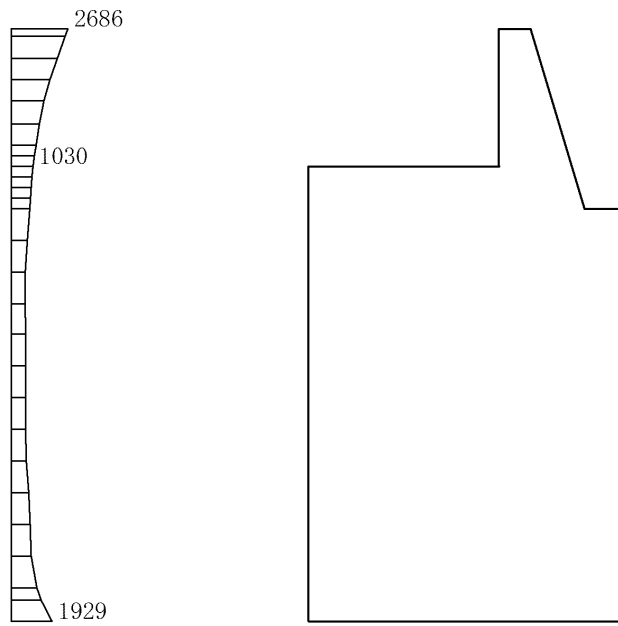
(a) S s - D (-+) 水平



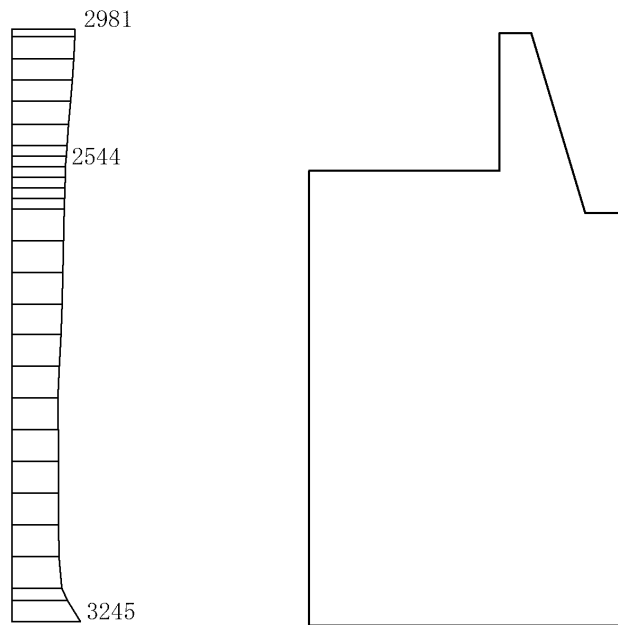
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-98 最大応答加速度分布図(33/43) (解析ケース③)



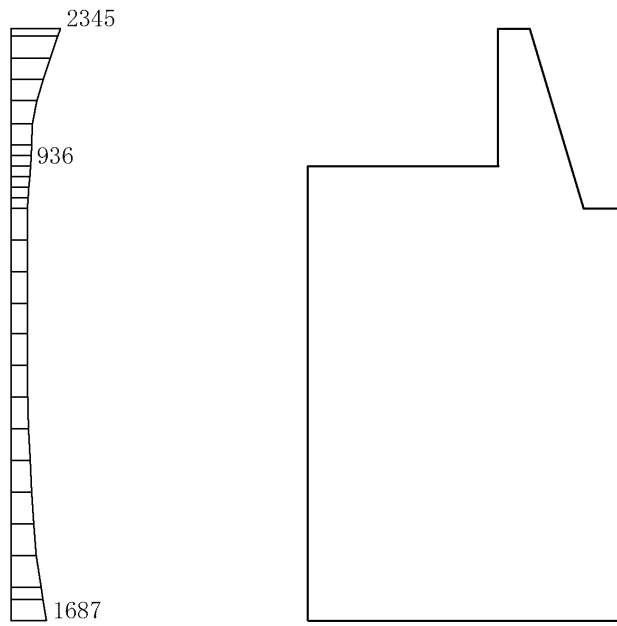
(a) S s - D (+ -) 水平



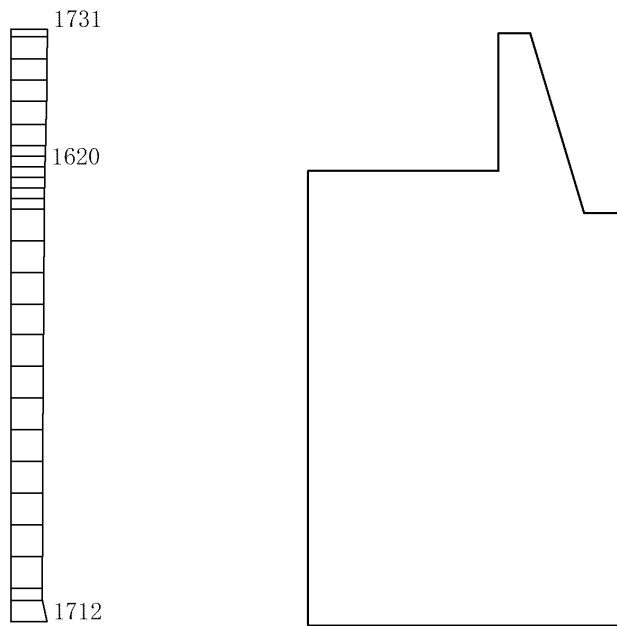
(b) S s - D (+ -) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-99 最大応答加速度分布図(34/43) (解析ケース③)



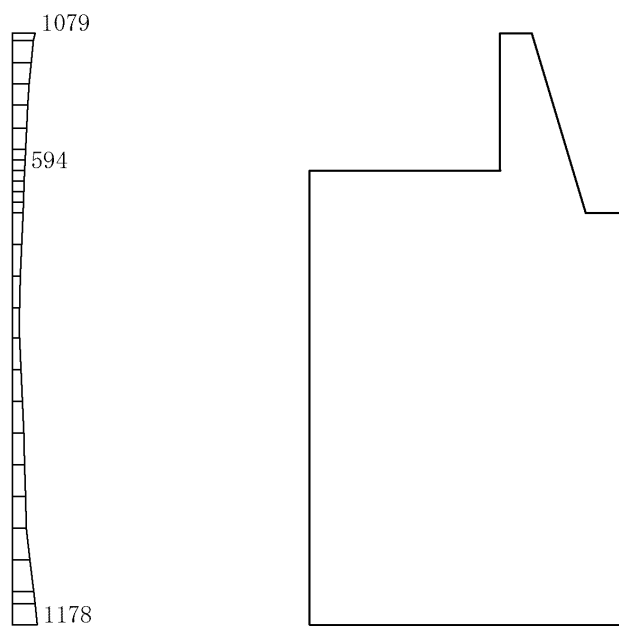
(a) S s - D (--) 水平



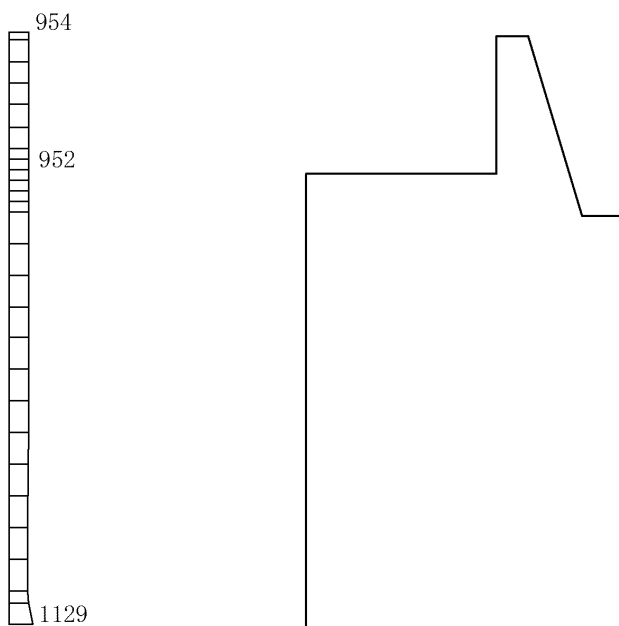
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-100 最大応答加速度分布図(35/43) (解析ケース③)



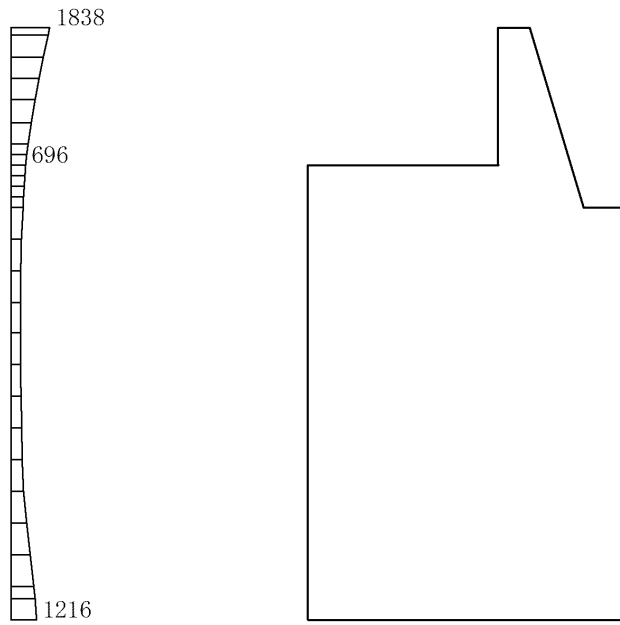
(a) S s - F 1 (++) 水平



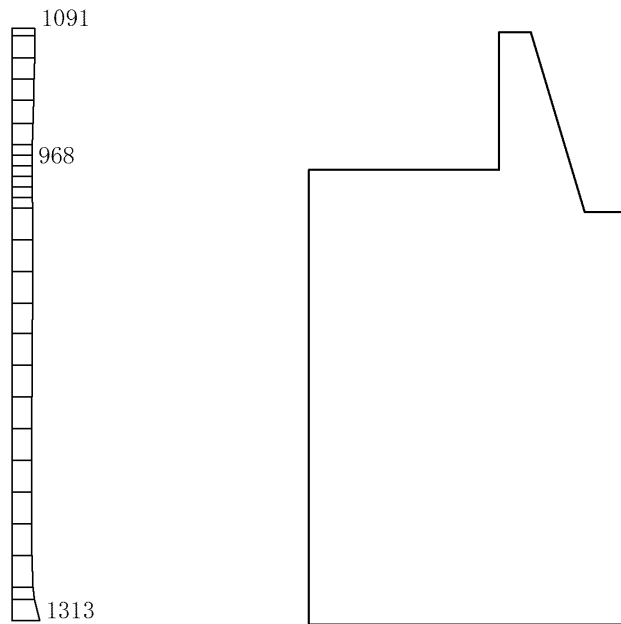
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0_1(m) 応答値スケール 0_2000(cm/s²)

図 4-101 最大応答加速度分布図(36/43) (解析ケース③)



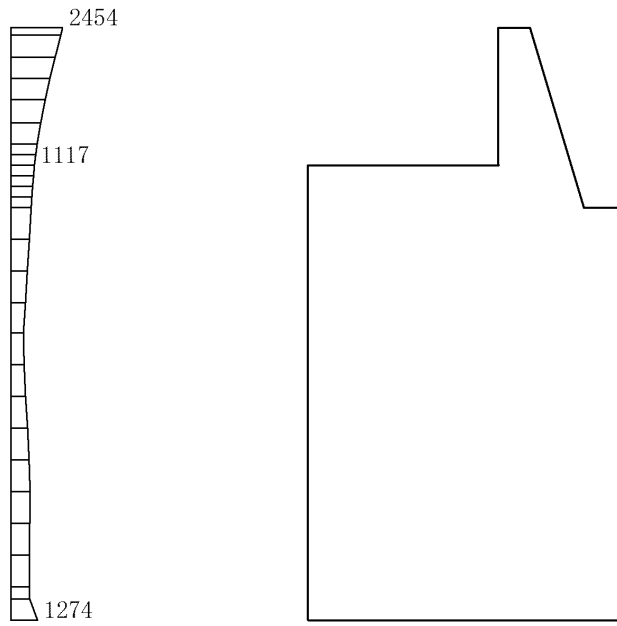
(a) $S_s - F_2 (++)$ 水平



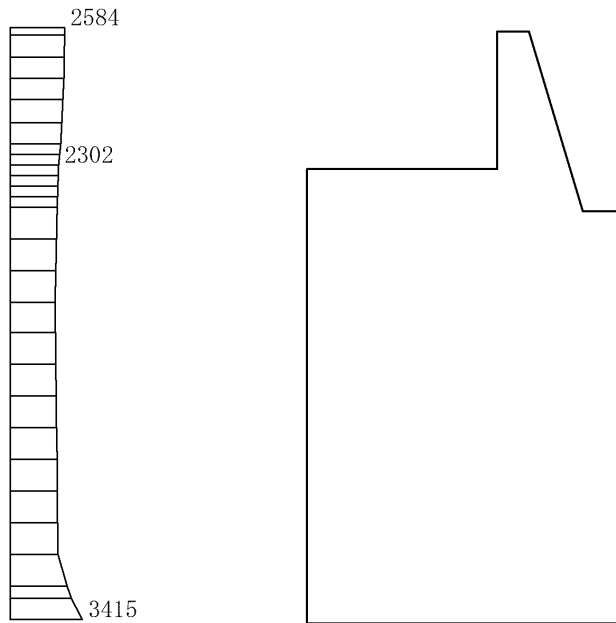
(b) $S_s - F_2 (++)$ 鉛直

構造スケール 0_1(m) 応答値スケール 0_2000(cm/s²)

図 4-102 最大応答加速度分布図 (37/43) (解析ケース③)



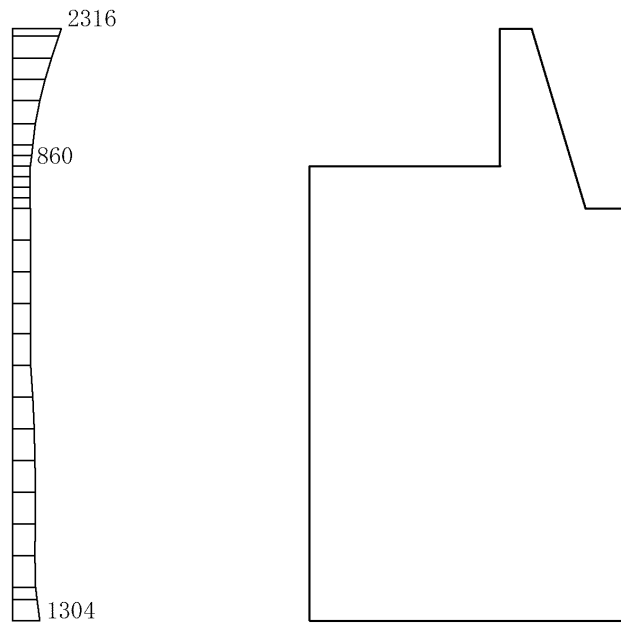
(a) S s - N 1 (++) 水平



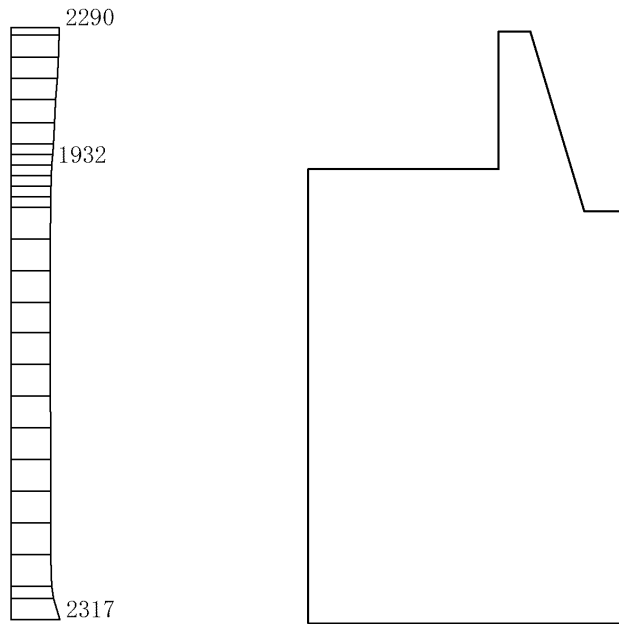
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-103 最大応答加速度分布図(38/43) (解析ケース③)



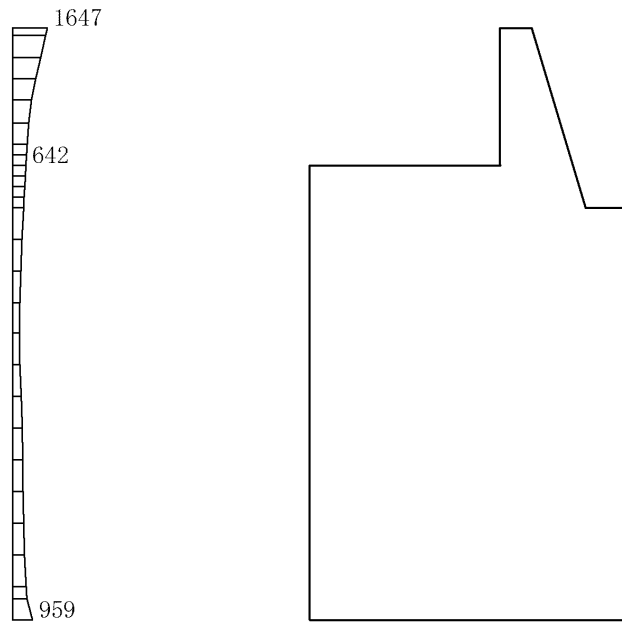
(a) S s - N 1 (- +) 水平



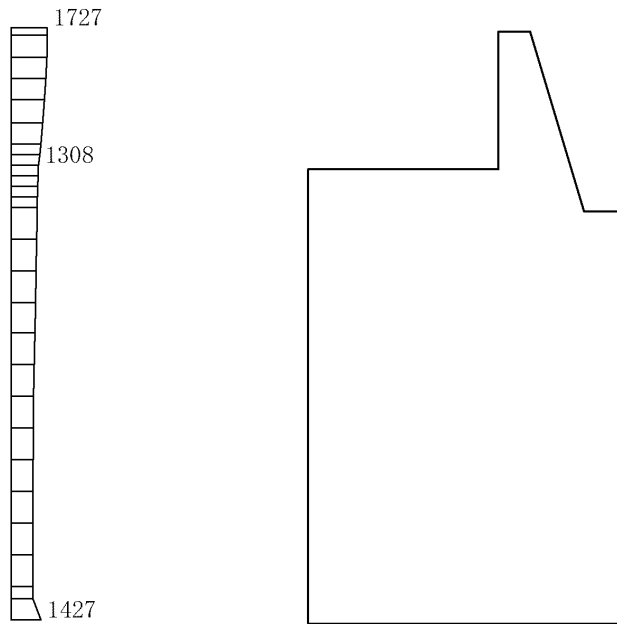
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-104 最大応答加速度分布図(39/43) (解析ケース③)



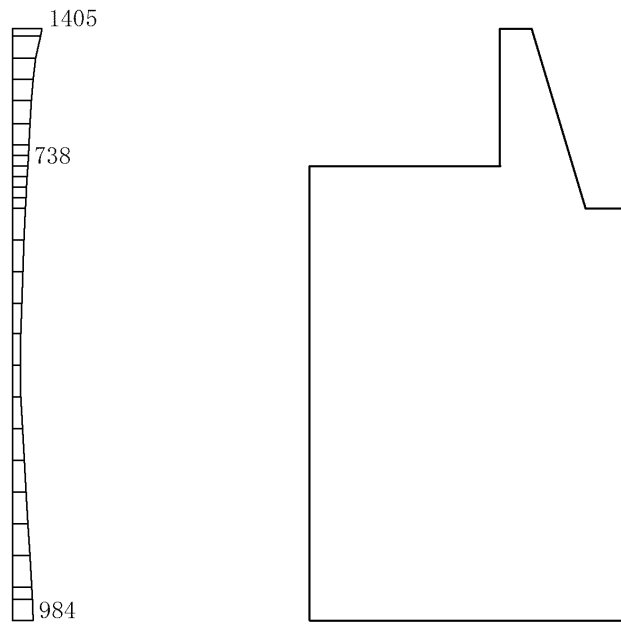
(a) S s - N 2 (N S) (+ +) 水平



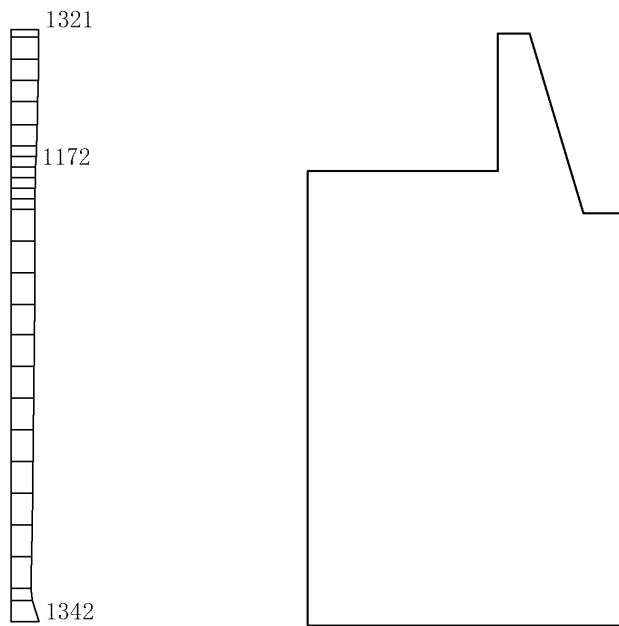
(b) S s - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-105 最大応答加速度分布図(40/43) (解析ケース③)



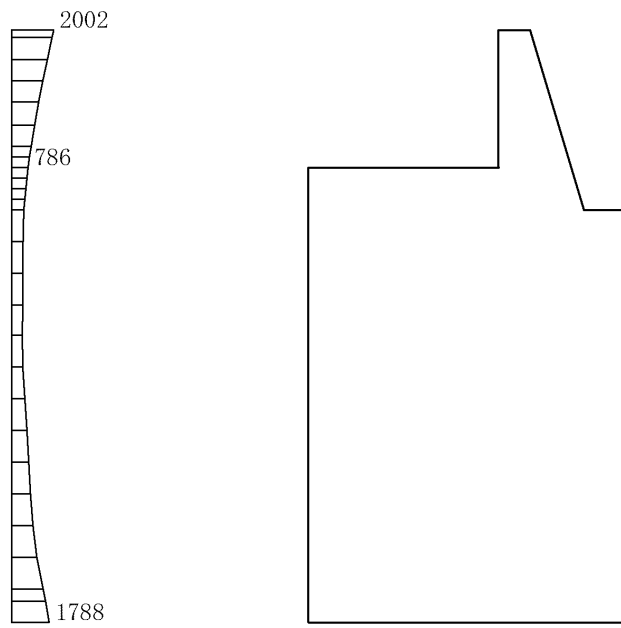
(a) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 水平



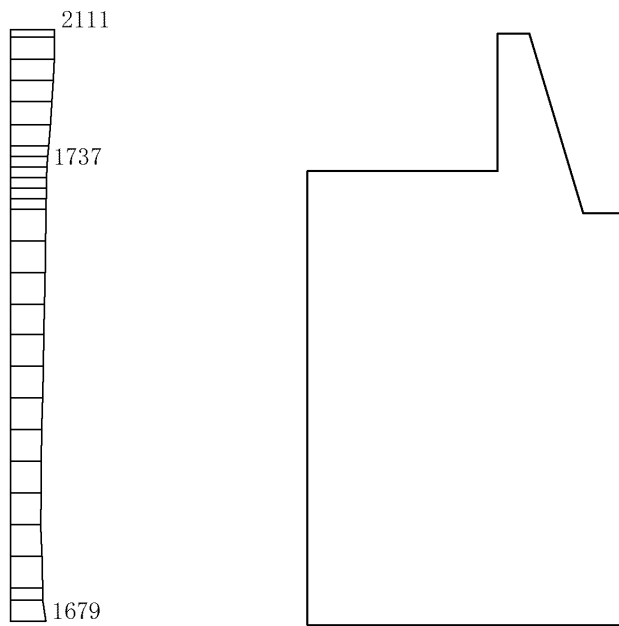
(b) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 2000(cm/s^2)$

図 4-106 最大応答加速度分布図(41/43) (解析ケース③)



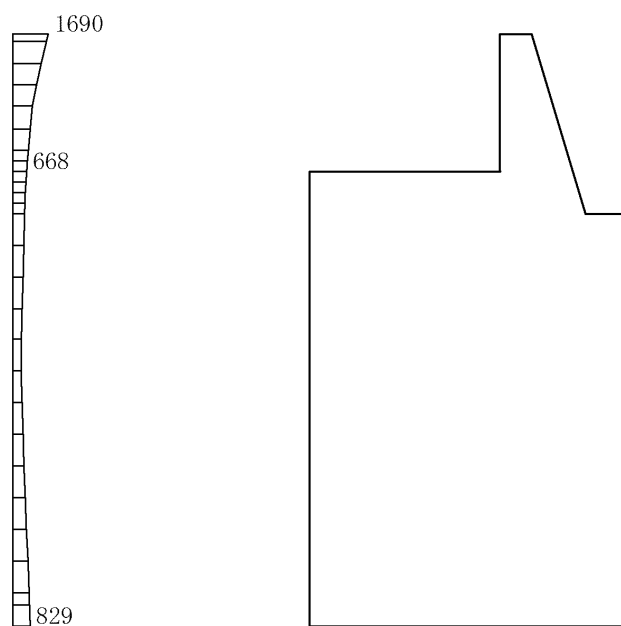
(a) S s - N 2 (E W) (+ +) 水平



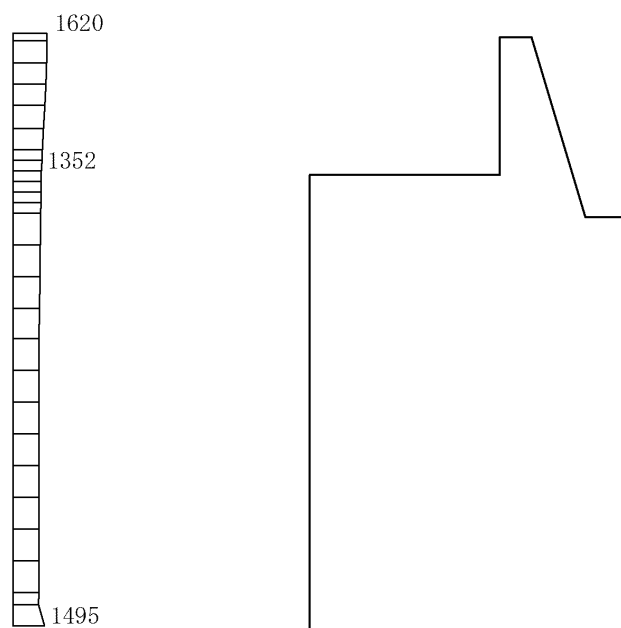
(b) S s - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

構造スケール 0_1(m) 応答値スケール 0_2000(cm/s²)

図 4-107 最大応答加速度分布図(42/43) (解析ケース③)



(a) S s - N 2 (E W) (- +) 水平



(b) S s - N 2 (E W) (- +) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-108 最大応答加速度分布図(43/43) (解析ケース③)

表 4-3 防波壁天端の変位量 (④-④断面)

解析 ケース	地震動		防波壁天端変位量	
			法線直交方向 $\delta_x(T)$ (mm)	深度方向 $\delta_z(T)$ (mm)
①	S _s -D	(++) *	164	1
		(-+) *	278	1
		(+-) *	246	1
		(--) *	140	1
	S _s -F1	(++) *	70	0
	S _s -F2	(++) *	62	0
	S _s -N1	(++) *	138	1
		(-+) *	299	1
	S _s -N2 (NS)	(++) *	34	1
		(-+) *	61	0
	S _s -N2 (EW)	(++) *	89	1
		(-+) *	95	1
②	S _s -D	(-+) *	273	1
		(-+) *	252	1
	S _s -N1	(++) *	299	1
③	S _s -D	(-+) *	278	1
		(+-) *	249	1
	S _s -N1	(--) *	299	1

注記* : 地震動の位相について, (++) の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し,
「-」は位相を反転させたケースを示す。

表 4-4 弾性設計用地震動 S d - D に対する防波壁天端の変位量 (④-④断面)

解析 ケース	地震動		防波壁天端変位量	
			法線直交方向 $\delta_x(T)$ (mm)	深度方向 $\delta_z(T)$ (mm)
①	S d - D	(++) *	37	1

注記* : 地震動の位相について, (++) の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し,
「-」は位相を反転させたケースを示す。

4.4 ⑤-⑤断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、応答加速度抽出位置を図4-109に示し、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s に対する最大応答加速度分布図を図4-110～図4-121に示す。また、解析ケース①において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査において照査値が最大となる地震動について、解析ケース②及び③の最大応答加速度分布図を図4-122及び図4-123に示す。

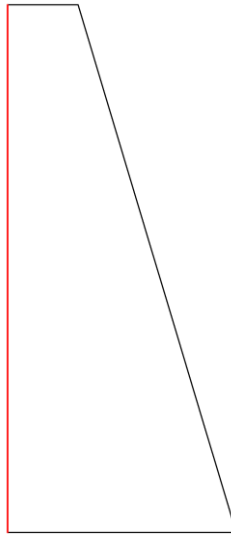
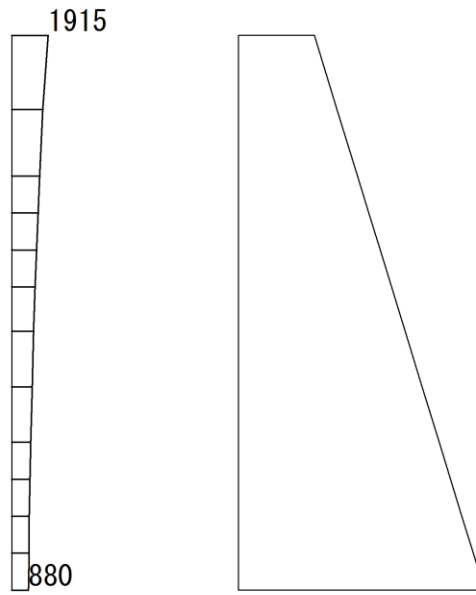
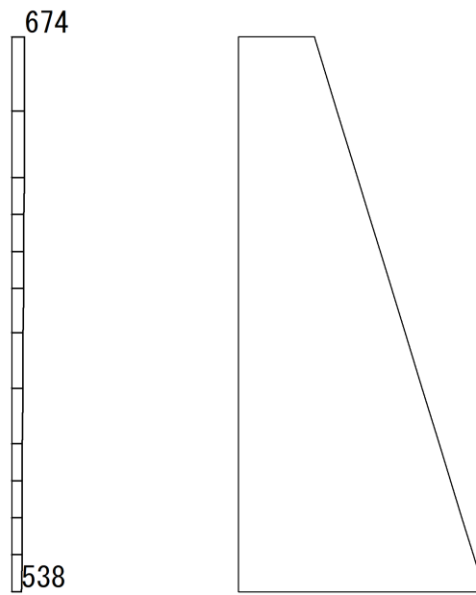


図4-109 応答加速度抽出位置図



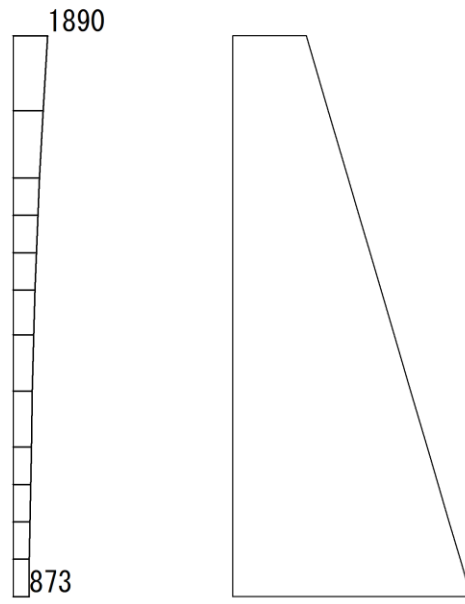
(a) S s - D (++) 水平



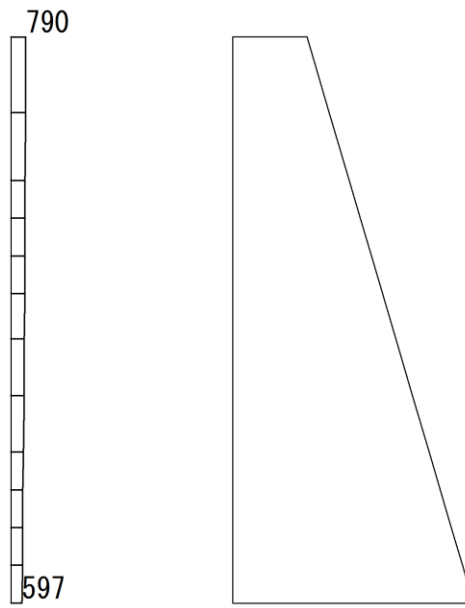
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1 (m) 応答値スケール 0 4000(cm/s²)

図 4-110 最大応答加速度分布図(1/14) (解析ケース①)



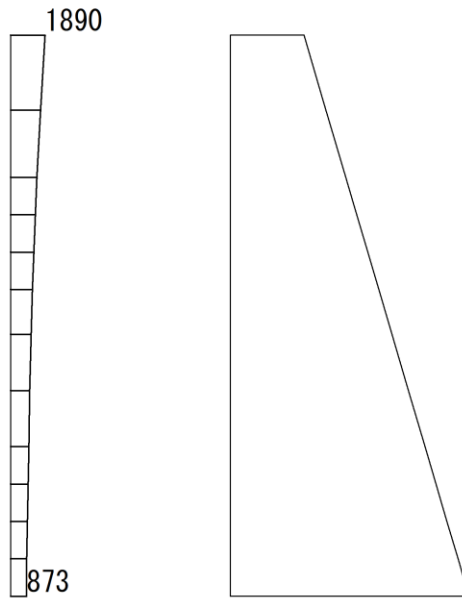
(a) $S_s - D (-+)$ 水平



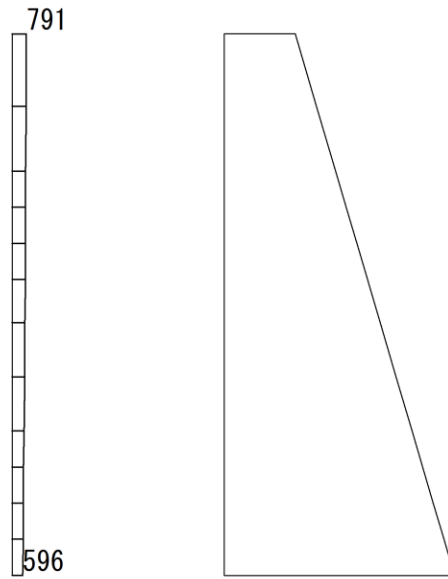
(b) $S_s - D (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-111 最大応答加速度分布図 (2/14) (解析ケース①)



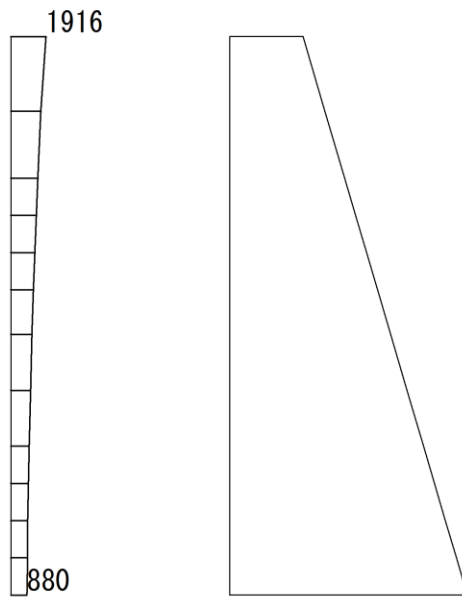
(a) $S_s - D (+ -)$ 水平



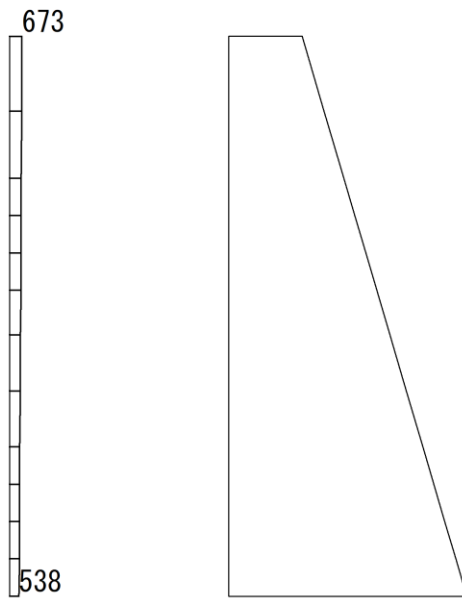
(b) $S_s - D (+ -)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-112 最大応答加速度分布図 (3/14) (解析ケース①)



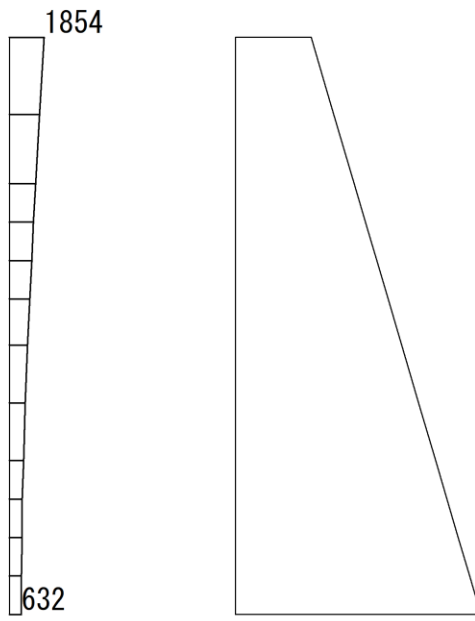
(a) S s - D (--) 水平



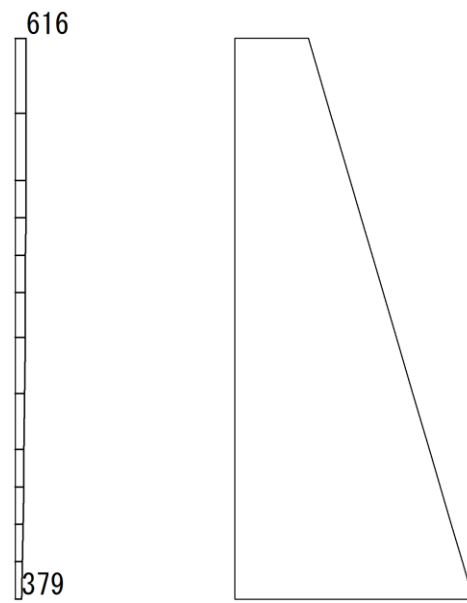
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール 0 1 (m) 応答値スケール 0 4000(cm/s²)

図 4-113 最大応答加速度分布図(4/14) (解析ケース①)



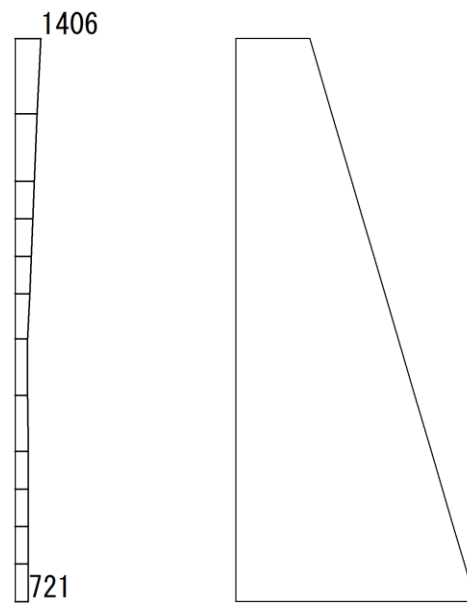
(a) $S_s - F1$ (++) 水平



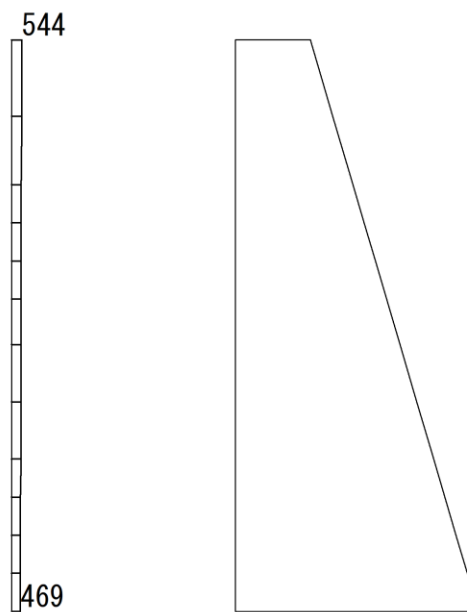
(b) $S_s - F1$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 1$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-114 最大応答加速度分布図(5/14) (解析ケース①)



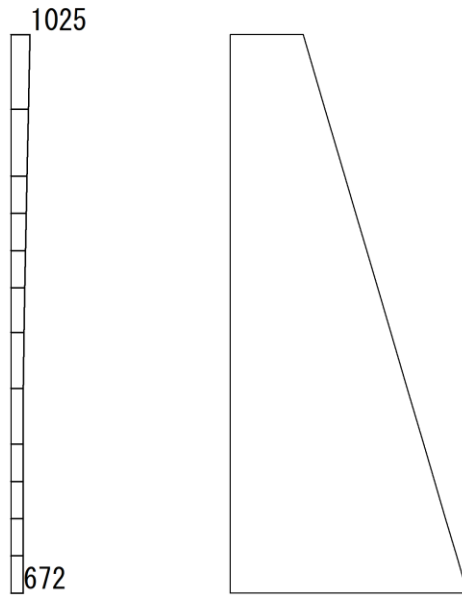
(a) $S_s - F_2 (++)$ 水平



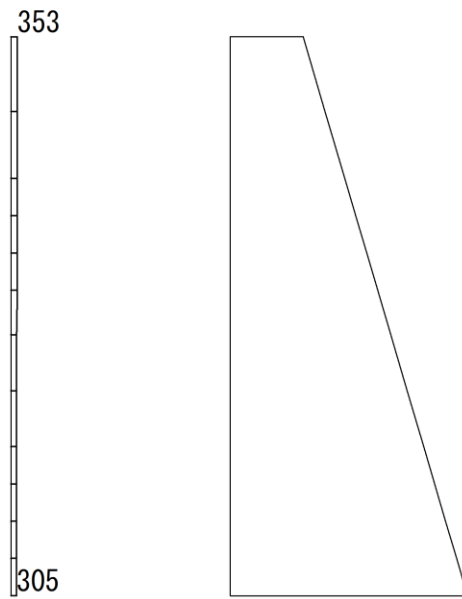
(b) $S_s - F_2 (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-115 最大応答加速度分布図(6/14) (解析ケース①)



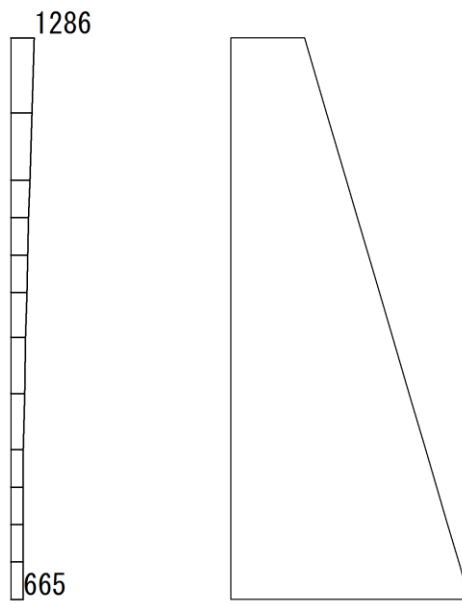
(a) S s - N 1 (++) 水平



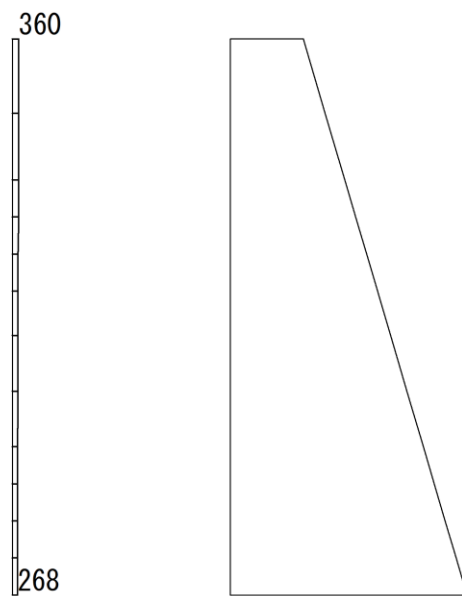
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1 (m) 応答値スケール 0 4000(cm/s²)

図 4-116 最大応答加速度分布図(7/14) (解析ケース①)



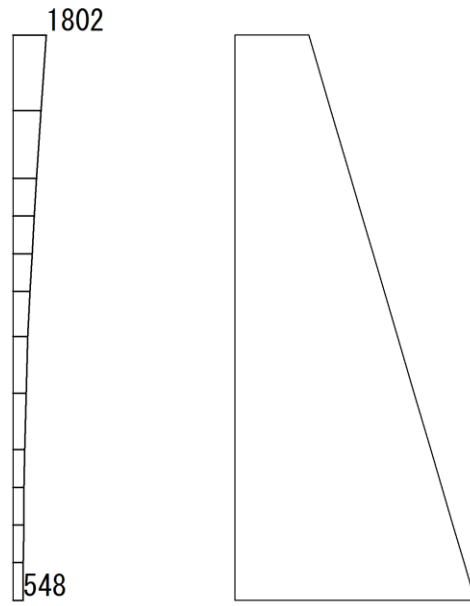
(a) S s - N 1 (- +) 水平



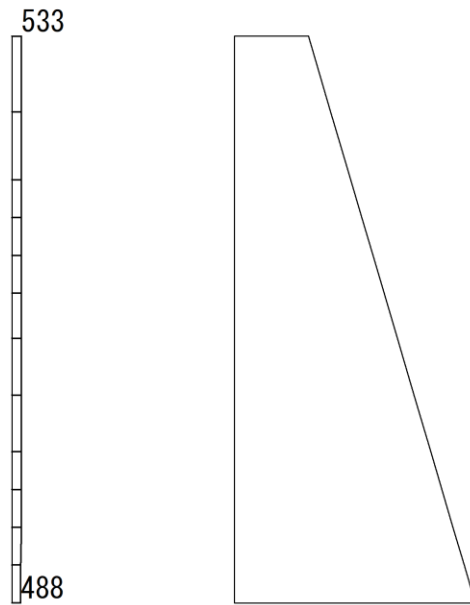
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 1 (m) 応答値スケール 0 4000(cm/s²)

図 4-117 最大応答加速度分布図(8/14) (解析ケース①)



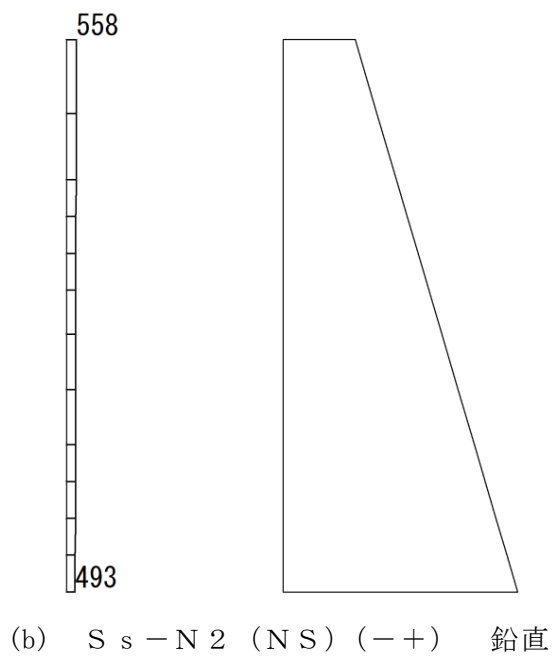
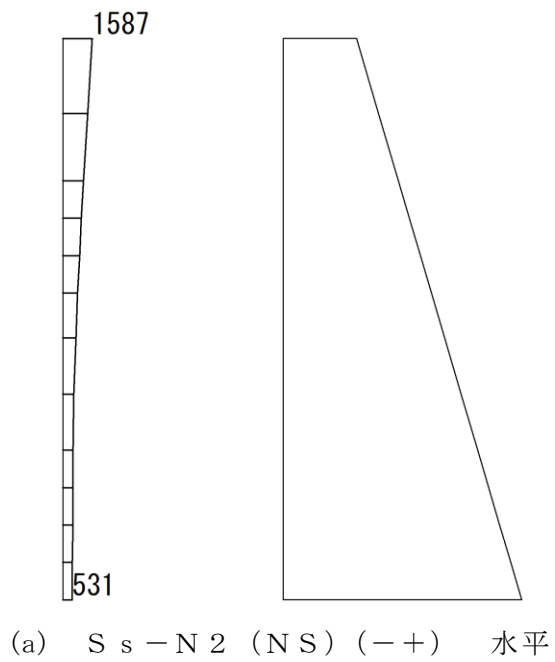
(a) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 水平



(b) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 鉛直

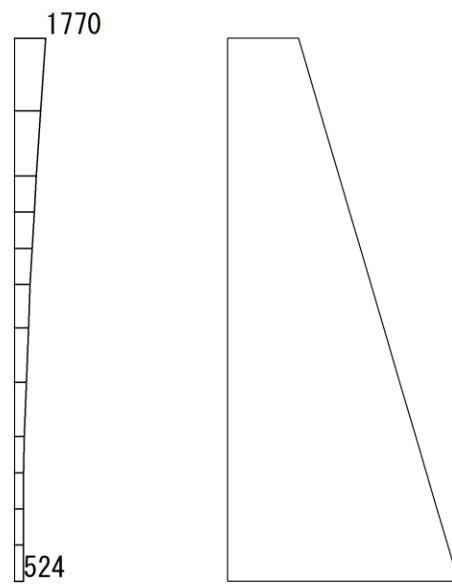
構造スケール $0 \sim 1$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-118 最大応答加速度分布図(9/14) (解析ケース①)

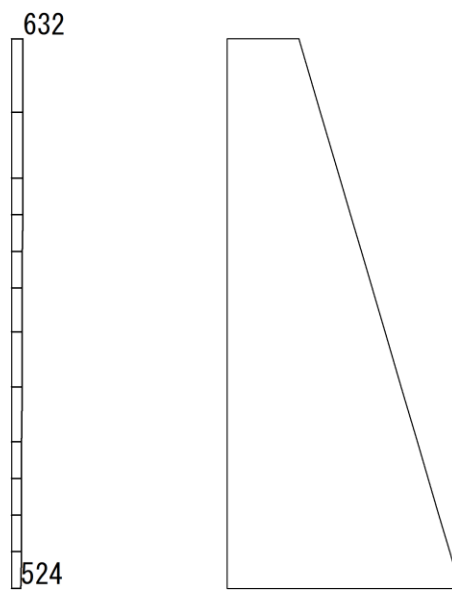


構造スケール $0 \sim 1$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-119 最大応答加速度分布図(10/14) (解析ケース①)



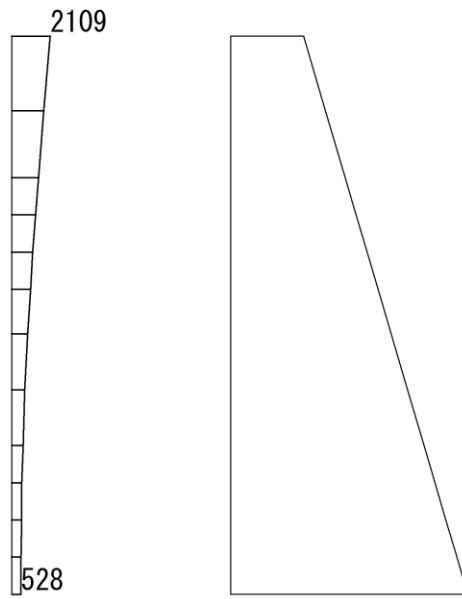
(a) $S_s - N_2$ (EW) (++) 水平



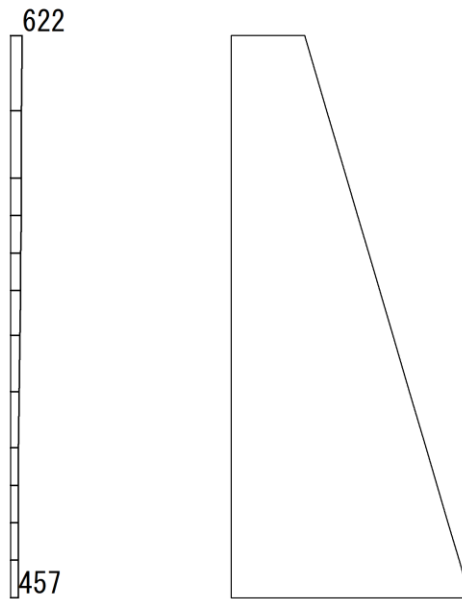
(b) $S_s - N_2$ (EW) (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 1$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-120 最大応答加速度分布図(11/14) (解析ケース①)



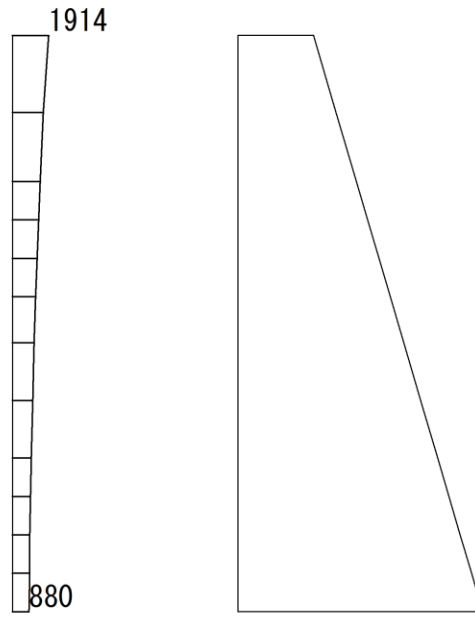
(a) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 水平



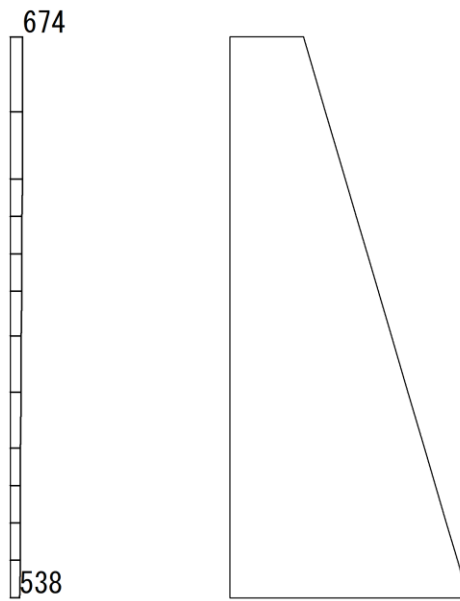
(b) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 鉛直

構造スケール 0 1 (m) 応答値スケール 0 4000(cm/s^2)

図 4-121 最大応答加速度分布図(12/14) (解析ケース①)



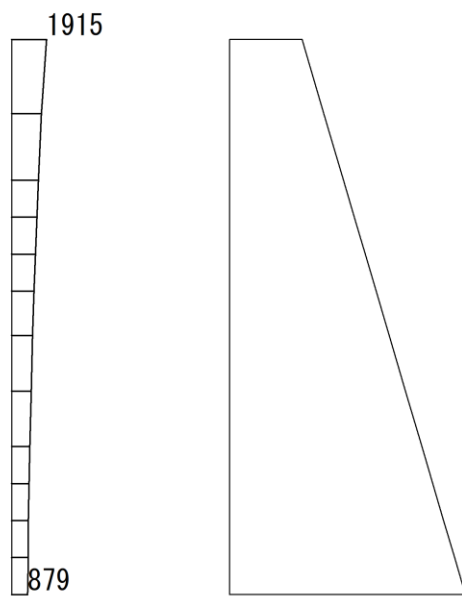
(a) S s - D (++) 水平



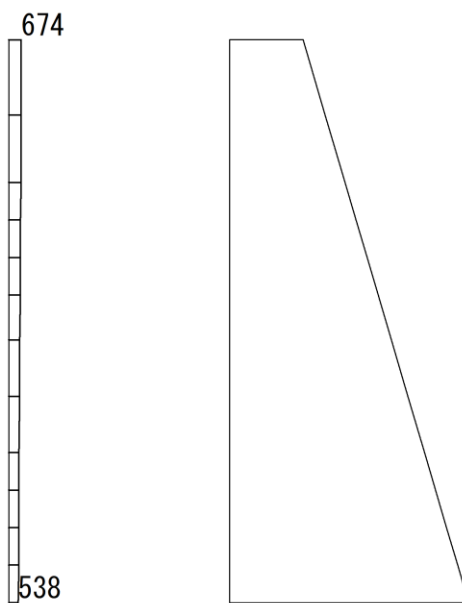
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1 (m) 応答値スケール 0 4000(cm/s²)

図 4-122 最大応答加速度分布図(13/14) (解析ケース②)



(a) S s - D (++) 水平



(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1 (m) 応答値スケール 0 4000(cm/s²)

図 4-123 最大応答加速度分布図(14/14) (解析ケース③)

4.5 ⑦-⑦断面の解析結果

耐震評価のために用いる変位量として、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s に対する防波壁天端の変位量を表 4-5 に示す。

表 4-5 防波壁天端の変位量 (⑦-⑦断面)

解析 ケース	地震動		防波壁天端変位量	
			法線方向 $\delta_y(T)$ (mm)	深度方向 $\delta_z(T)$ (mm)
①	$S_s - D$	(++) *	46	42
		(-+) *	21	57
		(+-) *	58	43
		(--) *	29	46
	$S_s - F 1$	(++) *	2	8
	$S_s - F 2$	(++) *	5	14
	$S_s - N 1$	(++) *	29	80
		(-+) *	15	22
	$S_s - N 2 (NS)$	(++) *	6	19
		(-+) *	4	12
	$S_s - N 2 (EW)$	(++) *	13	38
		(-+) *	6	15

注記* : 地震動の位相について、(++) の左側は水平動、右側は鉛直動を表し、
「-」は位相を反転させたケースを示す。

VI-2-10-2-2-2 防波壁（逆 T 擁壁）の地震応答計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 解析方針	6
2.4 適用規格・基準等	8
3. 解析方法	9
3.1 評価対象断面	9
3.2 解析方法	15
3.2.1 施設	15
3.2.2 地盤物性のばらつき	16
3.2.3 減衰定数	16
3.2.4 解析ケース	17
3.3 荷重及び荷重の組合せ	19
3.3.1 耐震評価上考慮する状態	19
3.3.2 荷重	19
3.3.3 荷重の組合せ	20
3.4 入力地震動	21
3.4.1 ①－①断面	22
3.4.2 ④－④断面	34
3.4.3 ⑤－⑤断面	46
3.4.4 ⑦－⑦断面	58
3.5 解析モデル及び諸元	70
3.5.1 解析モデル	70
3.5.2 使用材料及び材料の物性値	73
3.5.3 地盤の物性値	76
3.5.4 地下水位	76
4. 解析結果	77
4.1 ①－①断面の解析結果	77
4.2 ④－④断面の解析結果	96
4.3 ⑤－⑤断面の解析結果	113
4.4 ⑦－⑦断面の解析結果	132

1. 概要

本資料は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき実施する防波壁（逆T擁壁）の地震応答解析について説明するものである。

地震応答解析は、防波壁（逆T擁壁）が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために用いる応答値を抽出するものである。

地震応答解析により抽出する応答値は、断面力及び基礎地盤に発生する接地圧である。

また、浸水防止設備（屋外排水路逆止弁）が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために用いる応答値の抽出を行う。

2. 基本方針

2.1 位置

防波壁（逆T擁壁）の位置図を図2-1に示す。

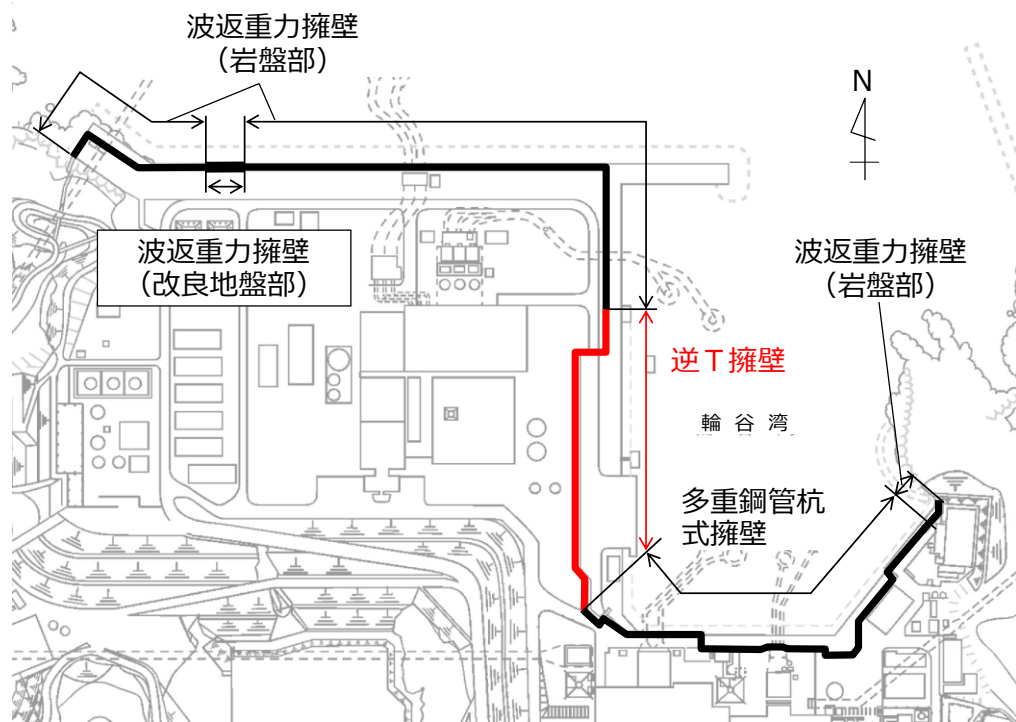


図2-1 防波壁（逆T擁壁）の位置図

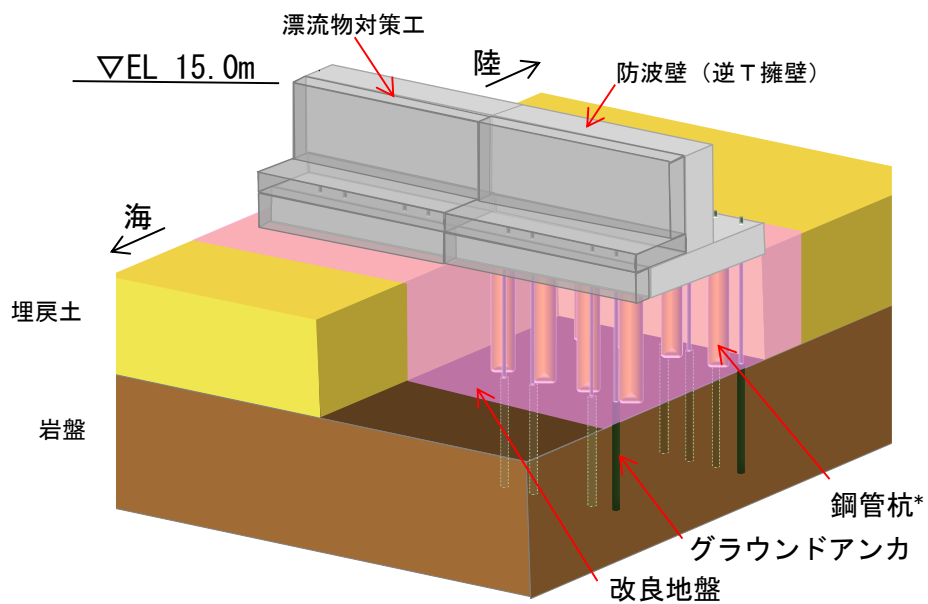
2.2 構造概要

防波壁（逆T擁壁）の構造概要図を図2-2に、構造図を図2-3に示す。

防波壁（逆T擁壁）は、入力津波高さ（EL 11.9m）に対して余裕を考慮した天端高さ（EL 15.0m）とする。

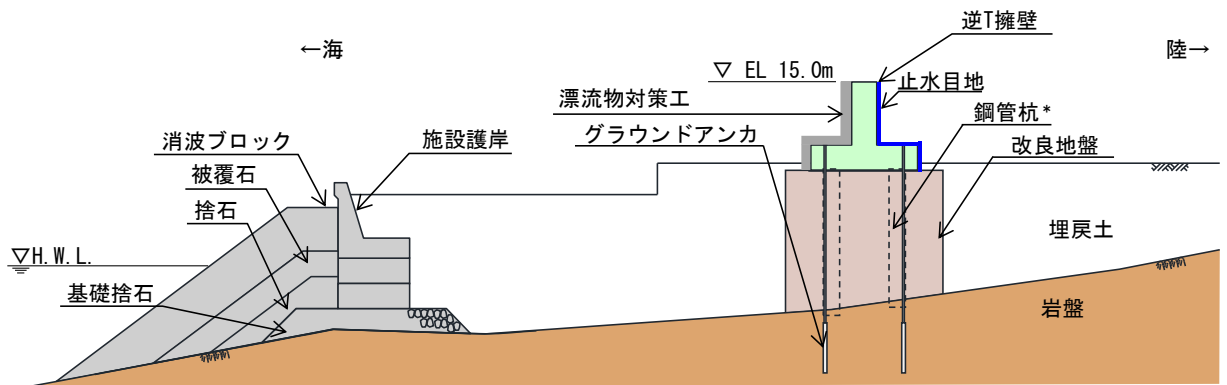
防波壁（逆T擁壁）は、改良地盤を介して岩盤に支持される鉄筋コンクリート造の逆T擁壁による直接基礎構造及びグラウンドアンカで構成し、十分な支持性能を有する岩盤及び改良地盤に支持させる構造とする。約16mを1ブロックの標準とした壁体を連続して設置し、1ブロックにおいて海側では8本、陸側では4本のグラウンドアンカを設置している。逆T擁壁の海側には、鉄筋コンクリート版により構成された漂流物対策工（以下「漂流物対策工（鉄筋コンクリート版）」という。）を設置し、グラウンドアンカのアンカーヘッド上部には鋼材により構成された漂流物対策工（以下「漂流物対策工（鋼材）」という。）を設置する。また、逆T擁壁の陸側の境界部には、試験等により止水性を確認した止水目地を設置する。

なお、構造概要図には鋼管杭を示しているが、その効果を期待しない設計とする。



注記* : 防波壁 (逆T擁壁) は鋼管杭の効果을期待しない設計とする。

図 2-2(1) 防波壁 (逆 T 擁壁) の構造概要図 (鳥瞰図)



注記* : 防波壁 (逆 T 擁壁) は, 鋼管杭の効果を期待しない設計とする。

図 2-2(2) 防波壁 (逆 T 擁壁) の構造概要図 (断面図)

(単位 : mm)

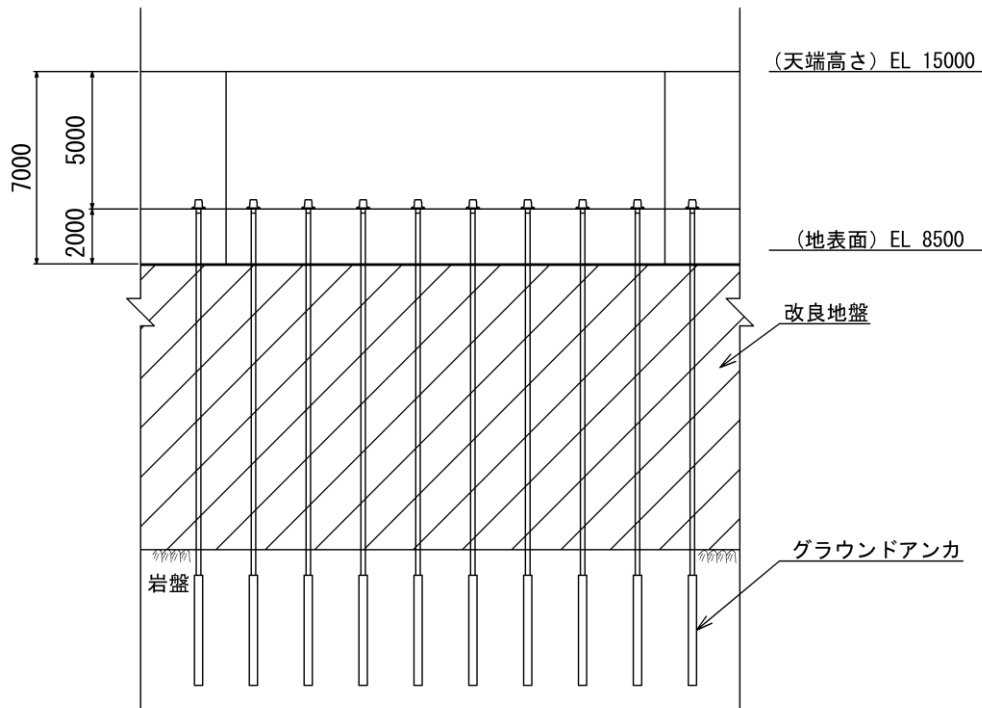


図 2-3(1) 防波壁 (逆 T 擁壁) の構造図 (正面図)

(単位 : mm)

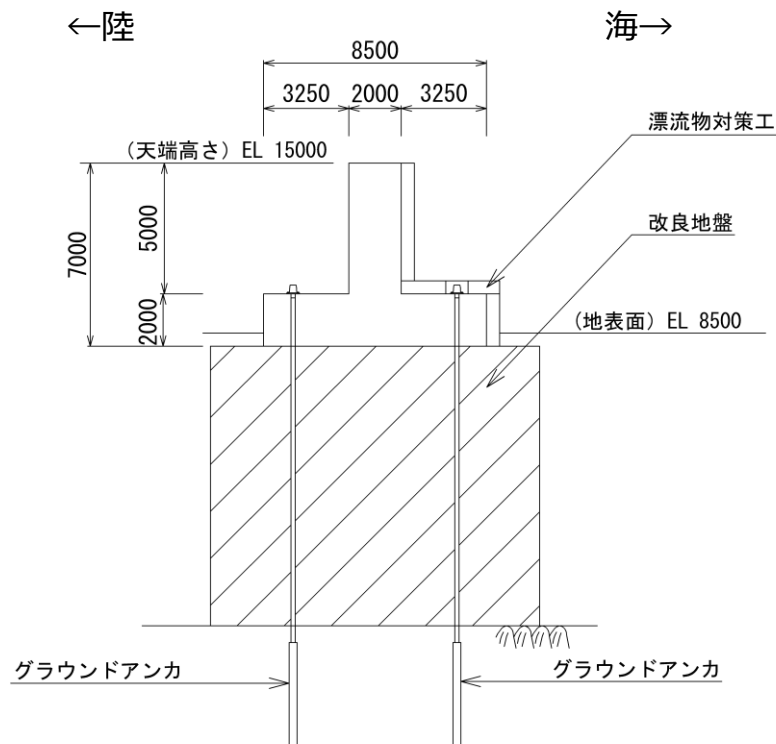


図 2-3(2) 防波壁 (逆 T 擁壁) の構造図 (断面図)

2.3 解析方針

防波壁（逆T擁壁）は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき、基準地震動 S_s に対して地震応答解析を実施する。

図2-4に防波壁（逆T擁壁）の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「2. 基本方針」に基づき、「3.1 評価対象断面」に示す断面において、「3.2 解析方法」に示す水平地震動と鉛直地震動の同時加振による2次元有限要素法を用いた時刻歴応答解析により行うこととし、地盤物性のばらつきを適切に考慮する。

2次元有限要素法による時刻歴応答解析は、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.5 解析モデル及び諸元」に示す条件を基に、「3.4 入力地震動」により設定する入力地震動を用いて実施する。

地震応答解析による応答加速度は、浸水防止設備（屋外排水路逆止弁）の設計震度設定に用い、断面力及び基礎地盤の接地圧は、防波壁（逆T擁壁）の耐震評価に用いる。

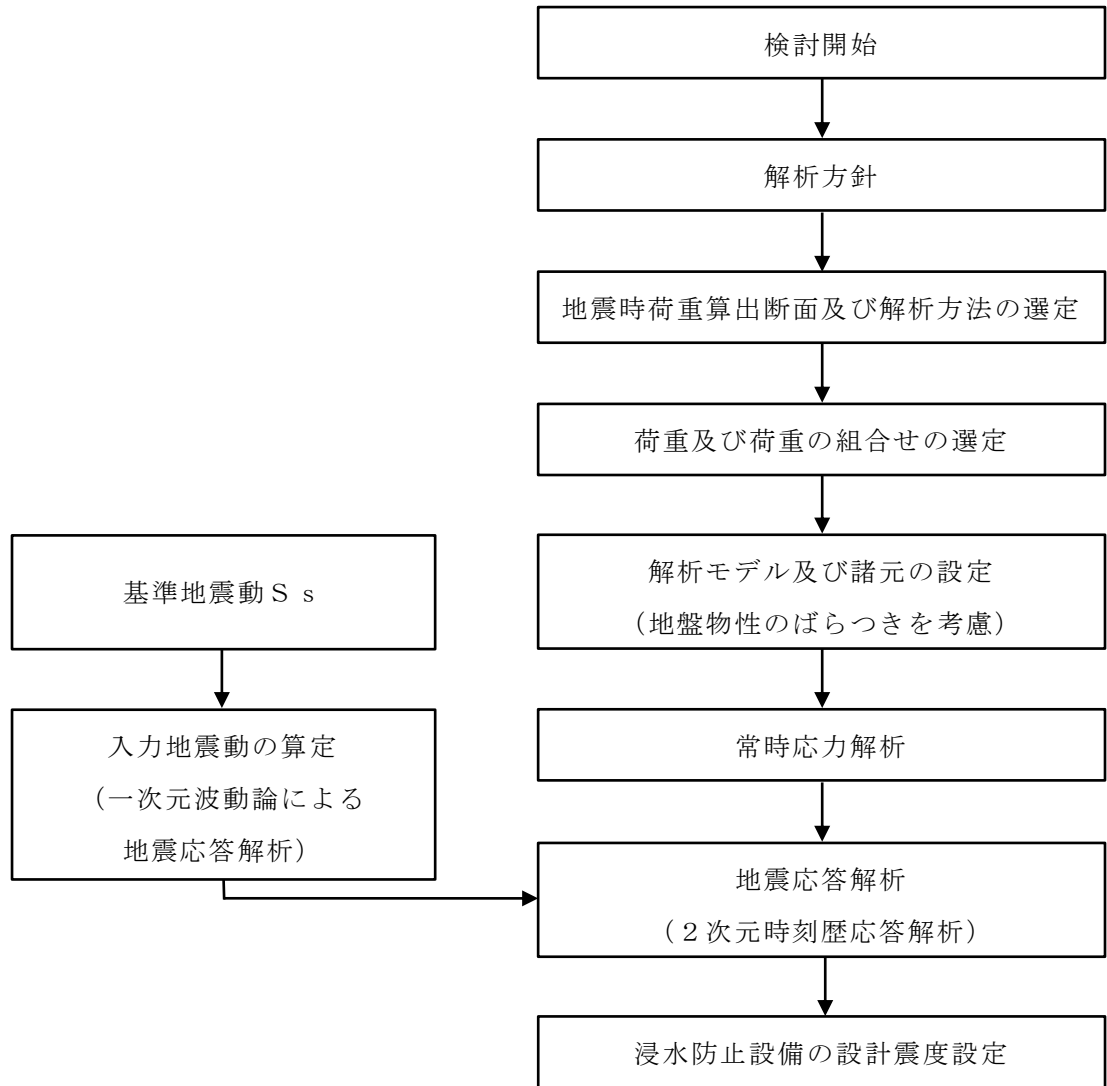


図 2-4 防波壁（逆 T 擁壁）の地震応答解析フロー

2.4 適用規格・基準等

適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（（社）土木学会，2002年制定）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）
- ・港湾の施設の技術上の基準・同解説（国土交通省港湾局，2007年版）
- ・港湾構造物設計事例集（沿岸技術研究センター，平成19年3月）
- ・建築基準法・同施行令

3. 解析方法

3.1 評価対象断面

防波壁（逆T擁壁）の評価対象断面は、防波壁（逆T擁壁）の構造上の特徴や周辺地盤状況を踏まえて設定する。防波壁（逆T擁壁）の評価対象断面位置図を図3-1に、縦断面図を図3-2に、防波壁（逆T擁壁）の各区分における横断面図を図3-3～図3-8に示す。以下の理由から、①-①断面、④-④断面、⑤-⑤断面及び⑦-⑦断面を評価対象断面として選定する。

- ・①-①断面は荷揚護岸北側における断面である。防波壁（逆T擁壁）直下の改良地盤の幅が12.6mと狭いこと、許容アンカー力に占める初期緊張力の割合が0.82と最も高いこと及び設置変更許可段階における構造成立性評価断面であることから、評価対象断面として選定した。
- ・④-④断面は、防波壁通路防波扉南側における断面である。岩盤上面の深さが15.0mと深いこと、防波壁（逆T擁壁）直下の改良地盤の幅が12.6mと狭いこと及び許容アンカー力に占める初期緊張力の割合が0.81と高いことから、評価対象断面に選定した。
- ・⑤-⑤断面は防波壁通路防波扉北側における断面である。防波壁（逆T擁壁）直下の改良地盤は幅約19.5mと広いが、岩盤上面の深さは18.5mと最も深く、改良地盤と施設護岸が接していることから、評価対象断面として選定した。
- ・⑦-⑦断面は、⑤-⑤断面に直交する縦断方向の断面である。⑤-⑤断面位置における縦断方向の止水目地の変形量を求めるため、変形性評価の評価対象断面に選定した。

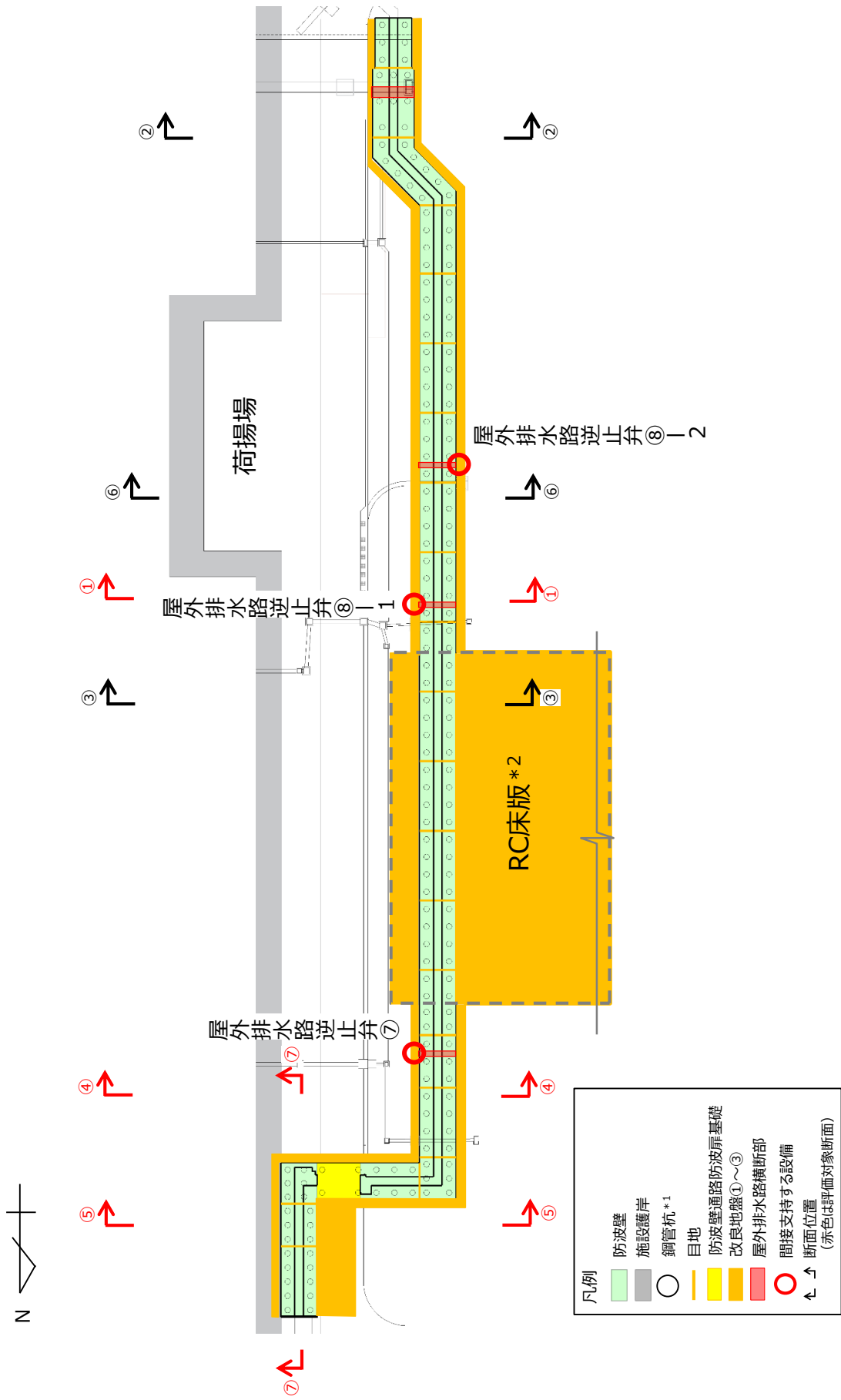


図 3-1 防波壁（逆T擁壁）の評価対象断面位置図

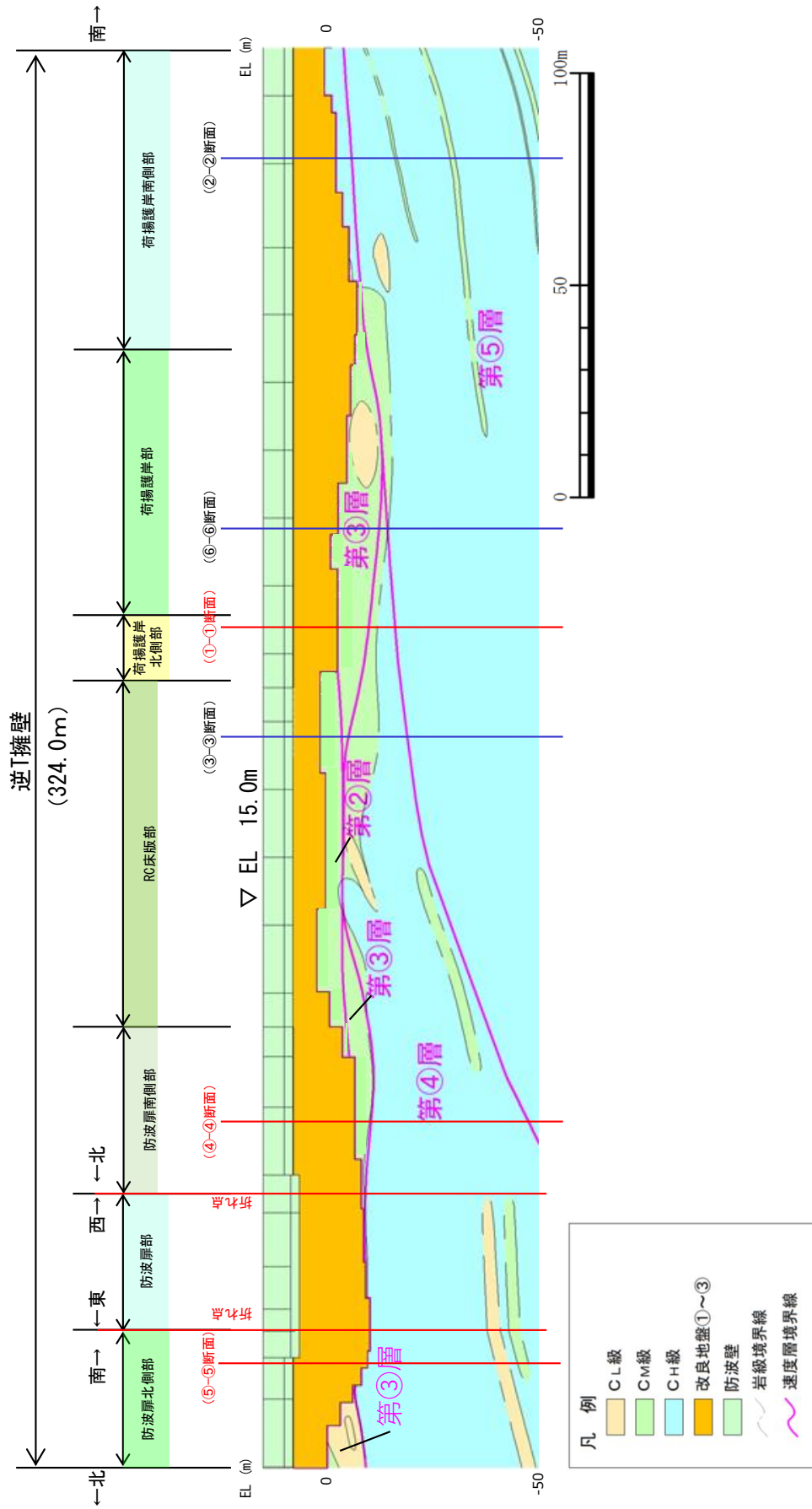


図 3-2 防波壁 (逆T擁壁) の縦断面図

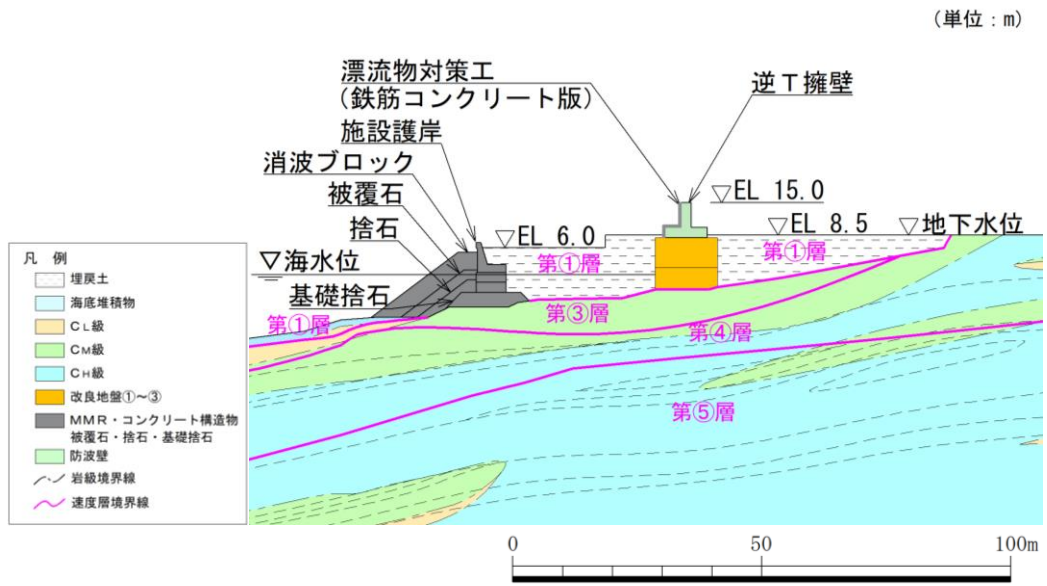


図 3-3 防波壁 (逆 T 擁壁) の横断面図 (①-①断面)

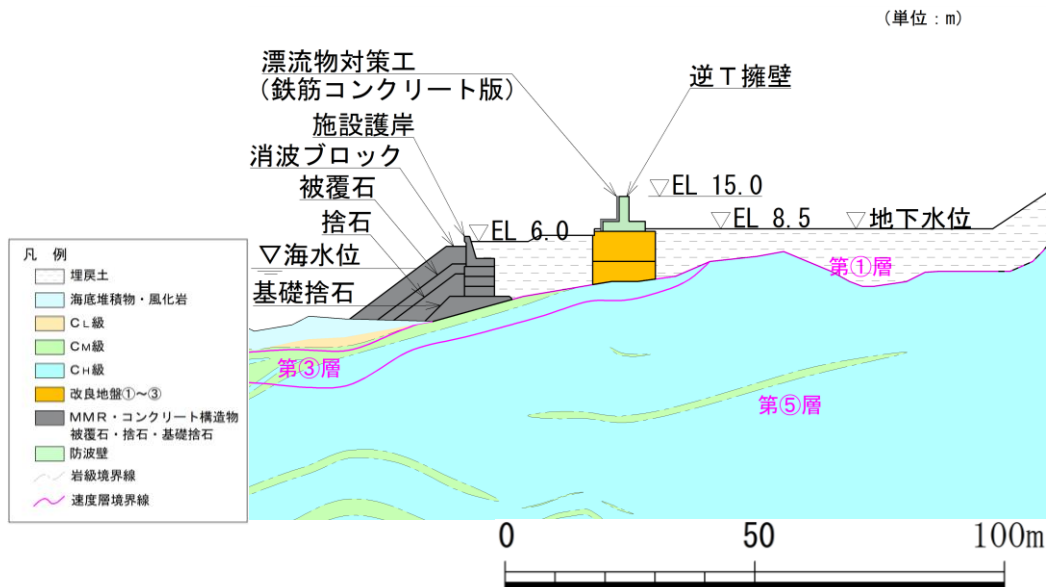


図 3-4 防波壁 (逆 T 擁壁) の横断面図 (②-②断面)

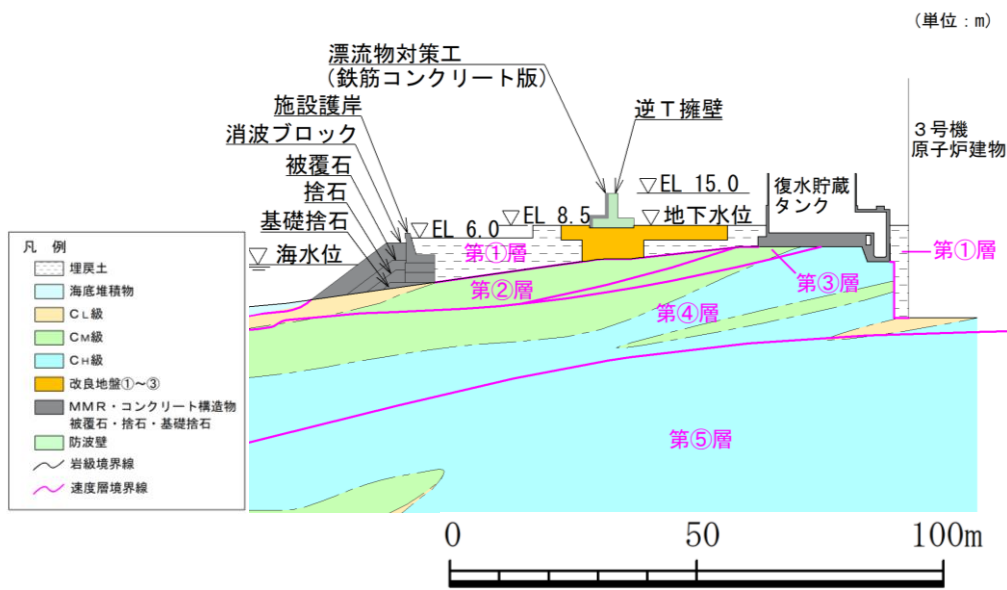


図 3-5 防波壁（逆T擁壁）の横断面図（③-③断面）

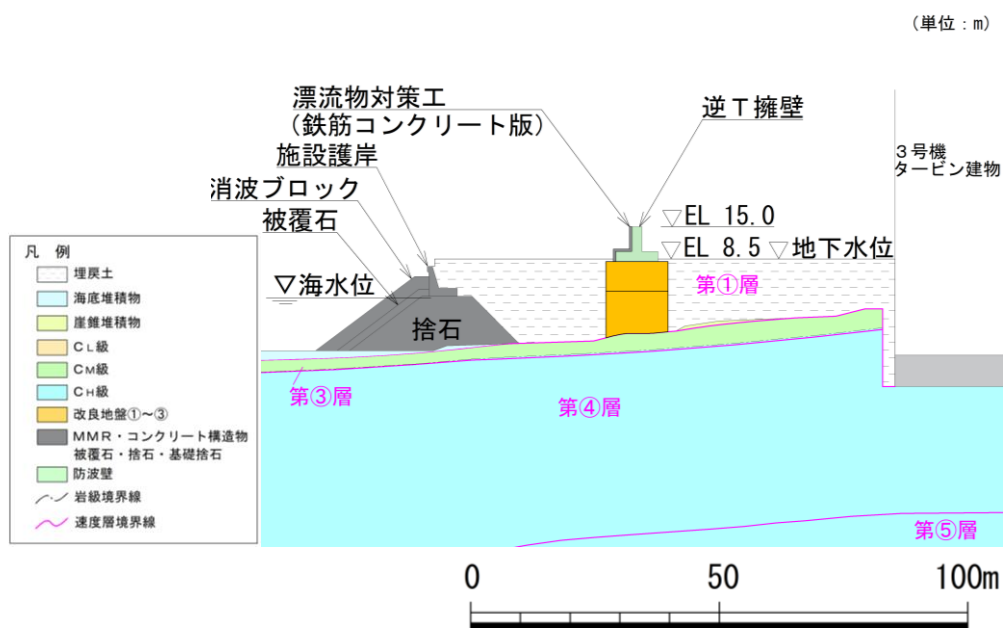


図 3-6 防波壁（逆T擁壁）の横断面図（④-④断面）

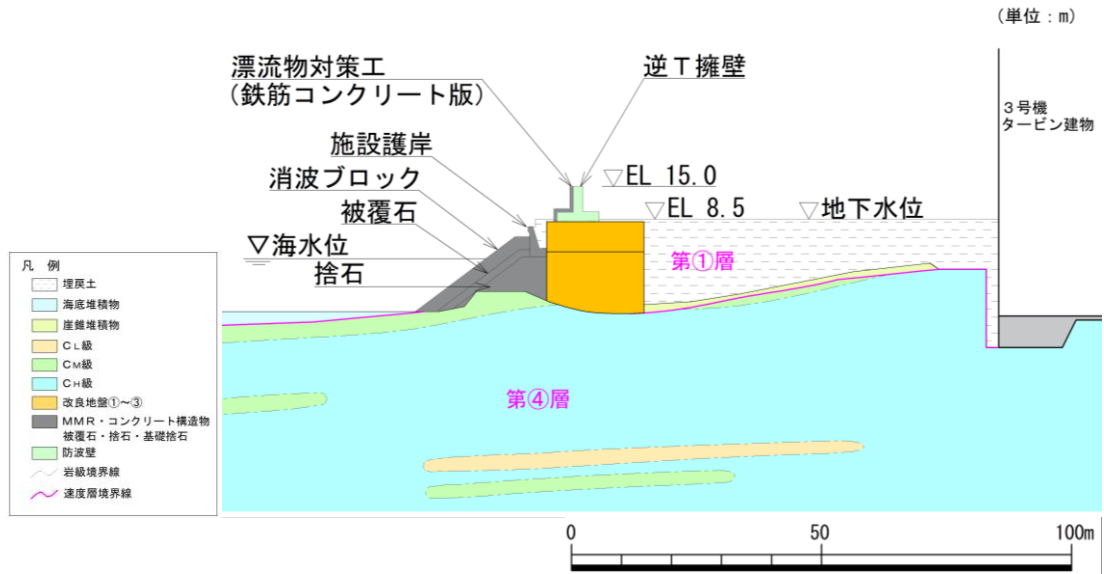


図 3-7 防波壁（逆T擁壁）の横断面図（⑤-⑤断面）

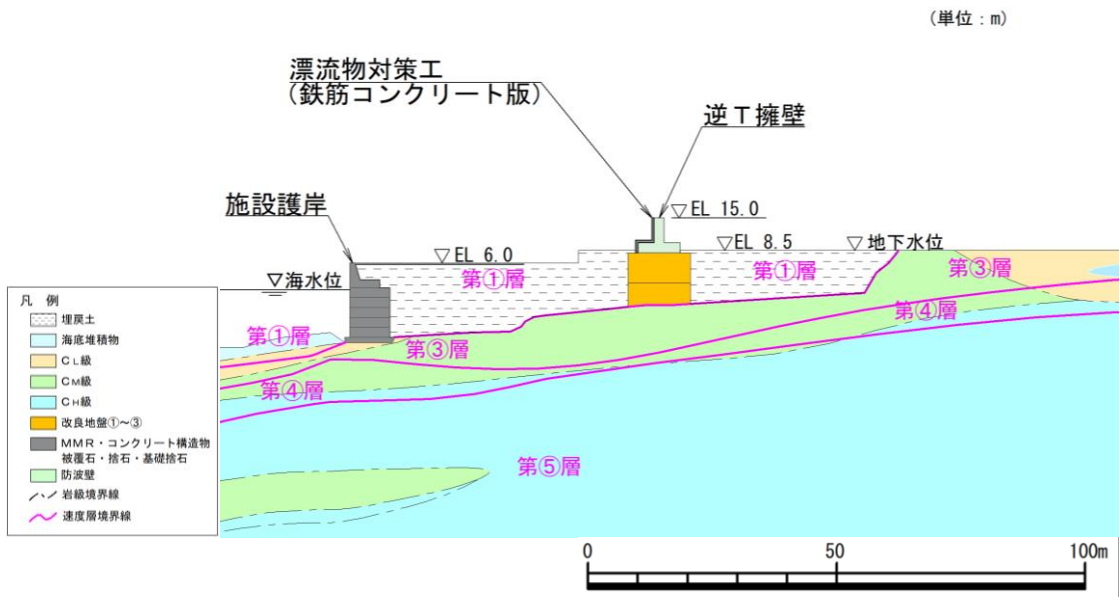


図 3-8 防波壁（逆T擁壁）の横断面図（⑥-⑥断面）

3.2 解析方法

防波壁（逆T擁壁）の地震応答解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる2次元有限要素法を用いて、基準地震動 S_s に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析により行うこととする。地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮するため、解析方法は有効応力解析とする。

構造部材については、線形はり要素（ビーム要素）及び非線形ばねでモデル化する。また、地盤については地盤のひずみ依存性を適切に考慮できるようモデル化する。

地震応答解析については、解析コード「FLIP」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.1 施設

逆T擁壁は、鉄筋コンクリート造であり、線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。グラウンドアンカは、非線形ばねでモデル化し、定着部分を多点拘束（MPC）とする。漂流物対策工（鉄筋コンクリート版、鋼材）は、モデル化せず、その重量を考慮する。

3.2.2 地盤物性のばらつき

防波壁（逆T擁壁）の地震時の応答は、周辺地盤との相互作用によることから、地盤物性のばらつきの影響を考慮する。地盤物性のばらつきについては、表3-1に示す解析ケースにおいて考慮する。

図3-2～図3-8に示すとおり、動的変形特性にひずみ依存性がある地盤が分布しており、これらの地盤のせん断変形が地震時に防波壁（逆T擁壁）の応答に与える影響が大きいと考えられる。このうち、広範囲に分布しており、応答に与える影響が大きいと考えられる埋戻土の物性（初期せん断弾性係数）のばらつきについて影響を確認する。

詳細な解析ケースの考え方は、「3.2.4 解析ケース」に示す。

表3-1 解析ケース

解析ケース	地盤物性	
	埋戻土 (G_0 : 初期せん断弾性係数)	岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	平均値	平均値
ケース②	平均値 + 1 σ	平均値
ケース③	平均値 - 1 σ	平均値

3.2.3 減衰定数

Rayleigh 減衰を考慮することとし、剛性比例型減衰 ($\alpha=0$, $\beta=0.002$) を設定する。

3.2.4 解析ケース

耐震評価においては、すべての基準地震動 S_s に対し、解析ケース①（基本ケース）を実施する。すべての基準地震動 S_s に対して実施した解析ケース①（基本ケース）において、各照査値が最も厳しい地震動を用いて、解析ケース②及び③を実施する。

また、防波壁（逆T擁壁）の前面には施設護岸が設置されており、施設護岸の基礎には基礎捨石及び被覆石（以下「施設護岸等」という。）を設置している。改良地盤と施設護岸等が近接しており、施設護岸等が改良地盤の変形抑制に寄与する可能性が高いと考えられる⑤-⑤断面については、解析ケース①～③のうち照査値が最も厳しくなるケースで、施設護岸等の損傷を考慮した解析ケース④を実施する。

耐震評価における解析ケースを表 3-2 に示す。

表 3-2 耐震計価における解析ケース

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④
		基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ) を考慮した解析ケース	防波壁前面の施設護岸等の損傷を考慮した解析ケース
地盤物性		平均値	平均値 + 1 σ	平均値 - 1 σ	
地震動 (位相)	S _s -D	(++) *	○	基準地震動 S _s (6波) に位相反転を考慮した地震動 (6波) を加えた全 12 波に対し、ケース① (基本ケース) を実施し、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査の各照査項目ごとに照査値が 0.5 を超える照査項目に対して、最も厳しい (許容限界に対する裕度が最も小さい) 地震動を用いてケース②及び③を実施する。 すべての照査項目の照査値がいずれも 0.5 以下の場合、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②及び③を実施する。	改良地盤と施設護岸等が近接しており、施設護岸等が改良地盤の変形抑制に寄与する可能性が高いと考えられる⑤-⑤断面において、ケース①～③のうち照査値が最も厳しくなるケースで実施する。
		(-+) *	○		
		(+-) *	○		
		(--)*	○		
	S _s -F 1	(++) *	○		
	S _s -F 2	(++) *	○		
	S _s -N 1	(++) *	○		
		(-+) *	○		
	S _s -N 2	(++) *	○		
	(NS)	(-+) *	○		
S _s -N 2 (EW)	(++) *	○			
	(-+) *	○			

注記* : 地震動の位相について、(++) の左側は水平動、右側は鉛直動を表し、「-」は位相を反転させたケースを示す。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 耐震評価上考慮する状態

防波壁（逆T擁壁）の地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態。ただし、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪荷重及び風荷重を考慮する。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

防波壁（逆T擁壁）の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重（G）

固定荷重として、躯体自重及び機器・配管荷重を考慮する。

また、グラウンドアンカの初期緊張力を考慮する。

(2) 積載荷重（P）

積載荷重として、土圧及び水圧を考慮する。

(3) 積雪荷重（P_s）

積雪荷重として、発電所最寄りの気象官署である松江地方気象台（松江市）での観測記録（1941～2018年）より、観測史上1位の月最深積雪100cm（1971年2月4日）に平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮した35.0cmとする。積雪荷重については、「松江市建築基準法施工細則（平成17年3月31日松江市規則第234号）」により、積雪量1cmごとに20N/m²の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

(4) 風荷重（P_k）

風荷重については、設計基準風速を30m/sとし、「建築基準法・同施行令」に基づき算定する。

(5) 地震荷重（S_s）

基準地震動S_sによる荷重を考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-3 に示す。

表 3-3 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S s)	$G + P + P_s + P_k + S_s$

G : 固定荷重

P : 積載荷重

P_s : 積雪荷重

P_k : 風荷重

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

3.4 入力地震動

入力地震動は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を一次元波動論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

図 3-9 に入力地震動算定の概念図を、図 3-10～図 3-57 に入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

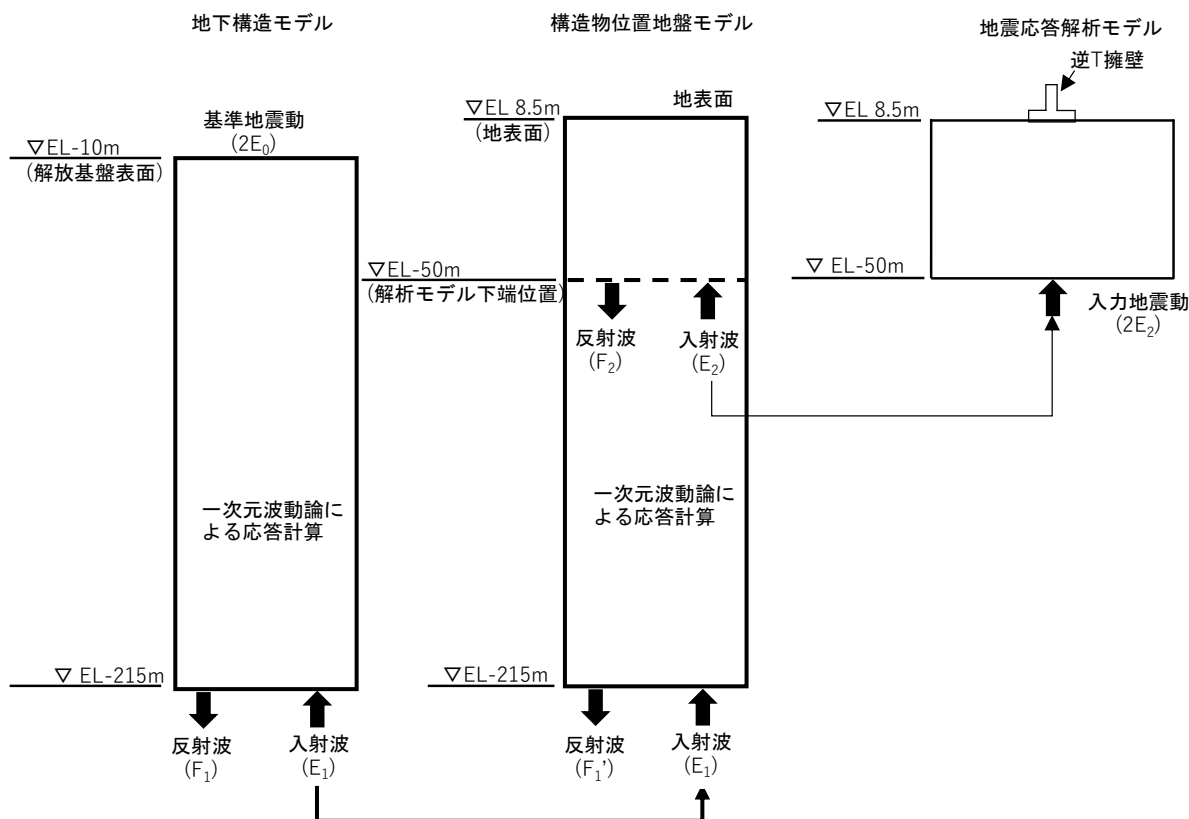
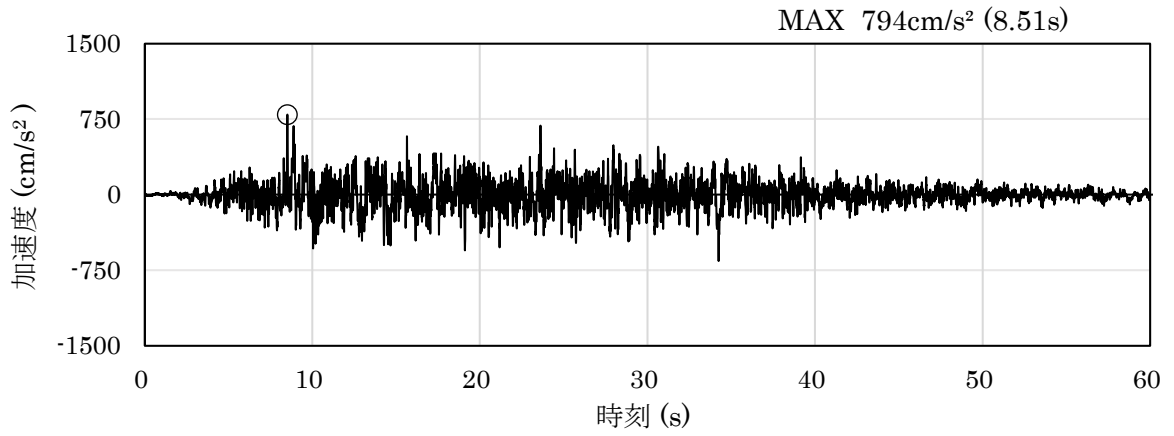
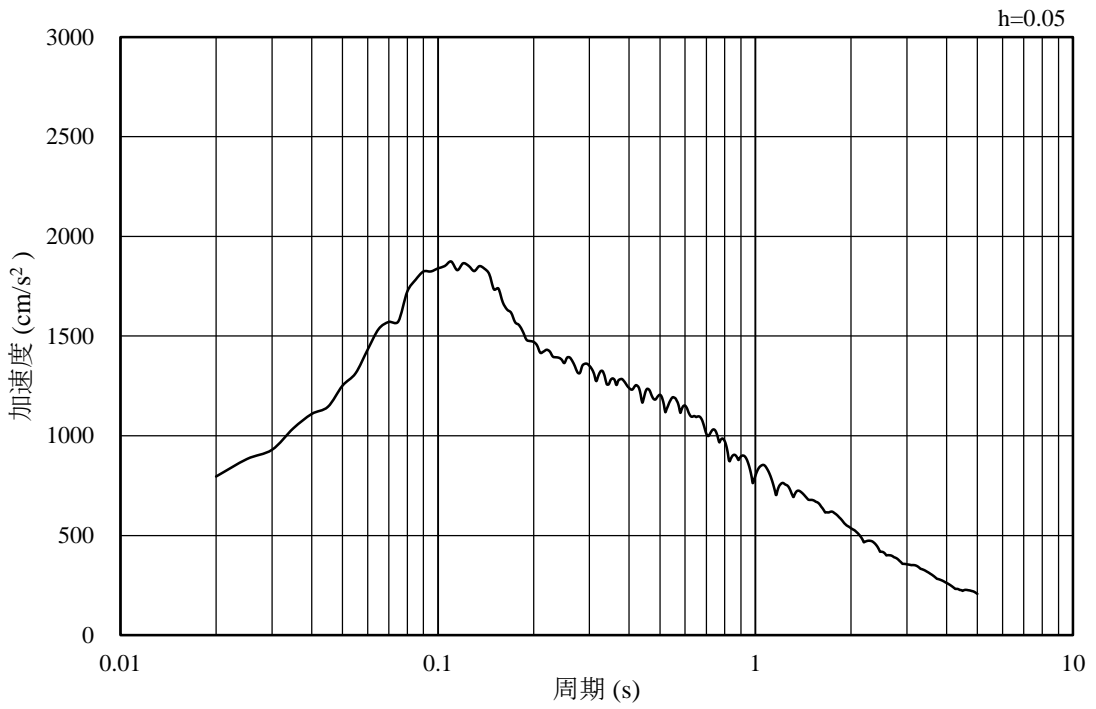


図 3-9 入力地震動算定の概念図

3.4.1 ①-①断面

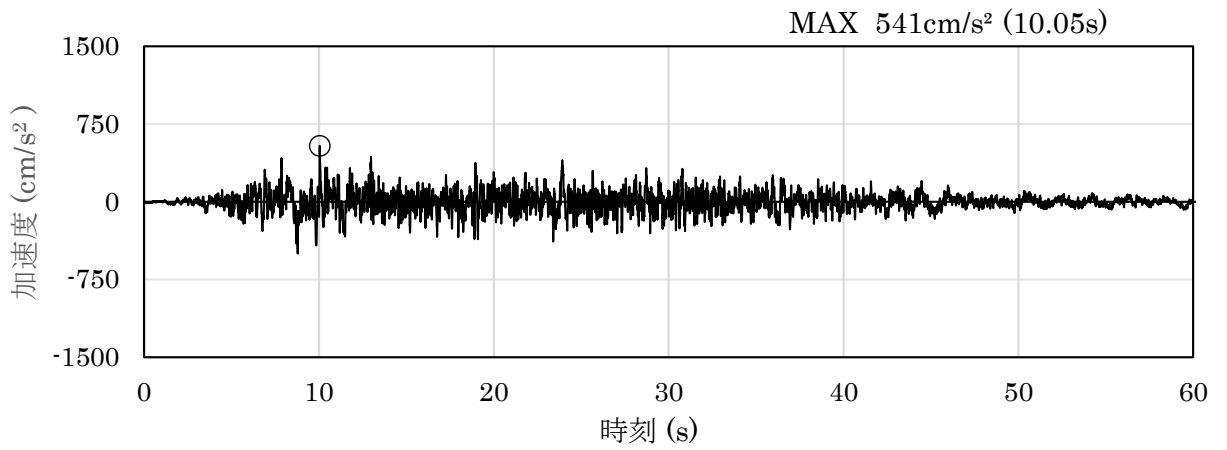


(a) 加速度時刻歴波形

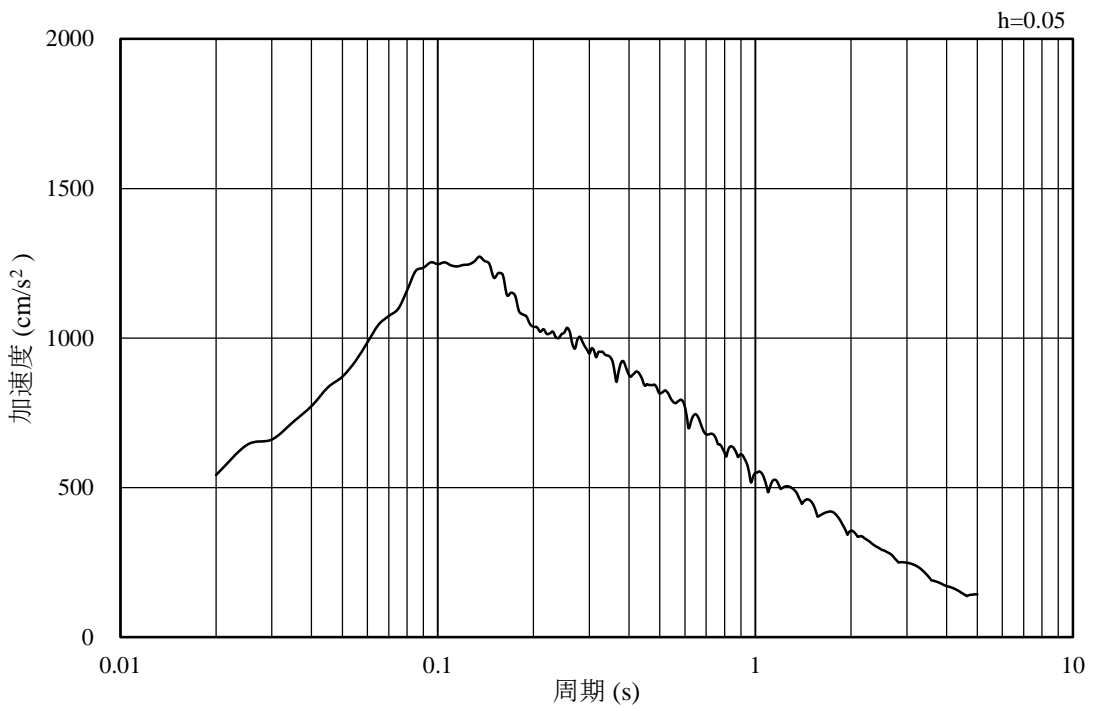


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - D)

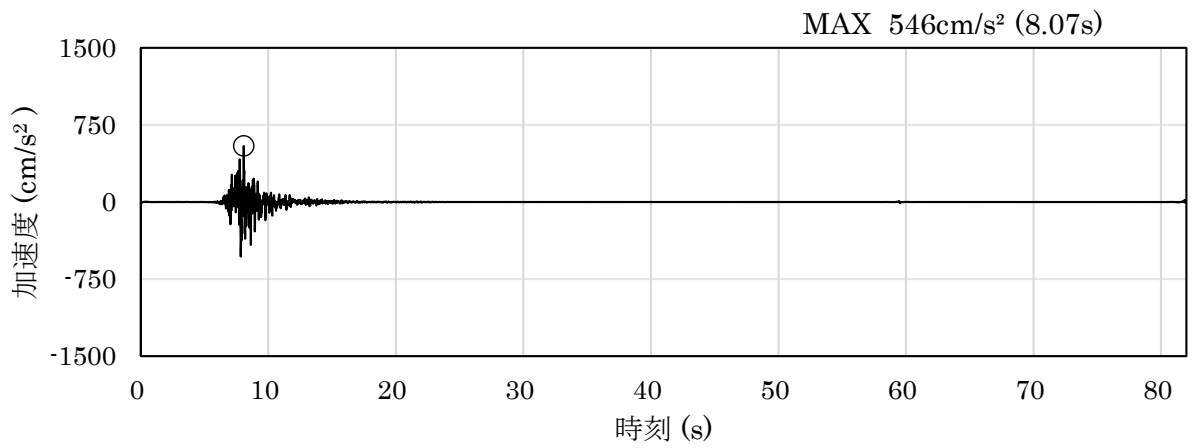


(a) 加速度時刻歴波形

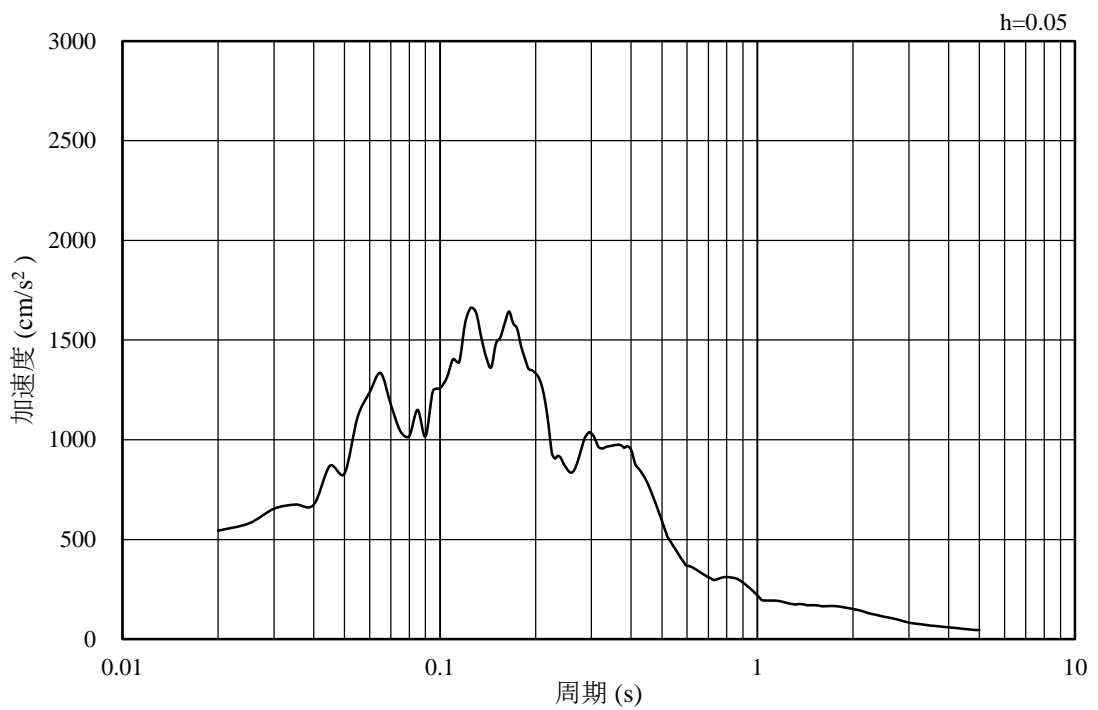


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - D)

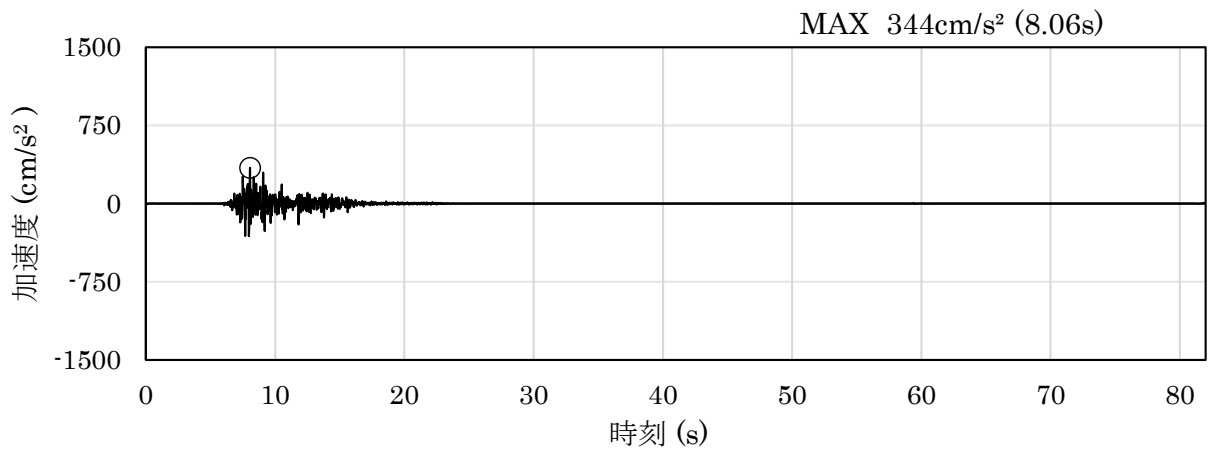


(a) 加速度時刻歴波形

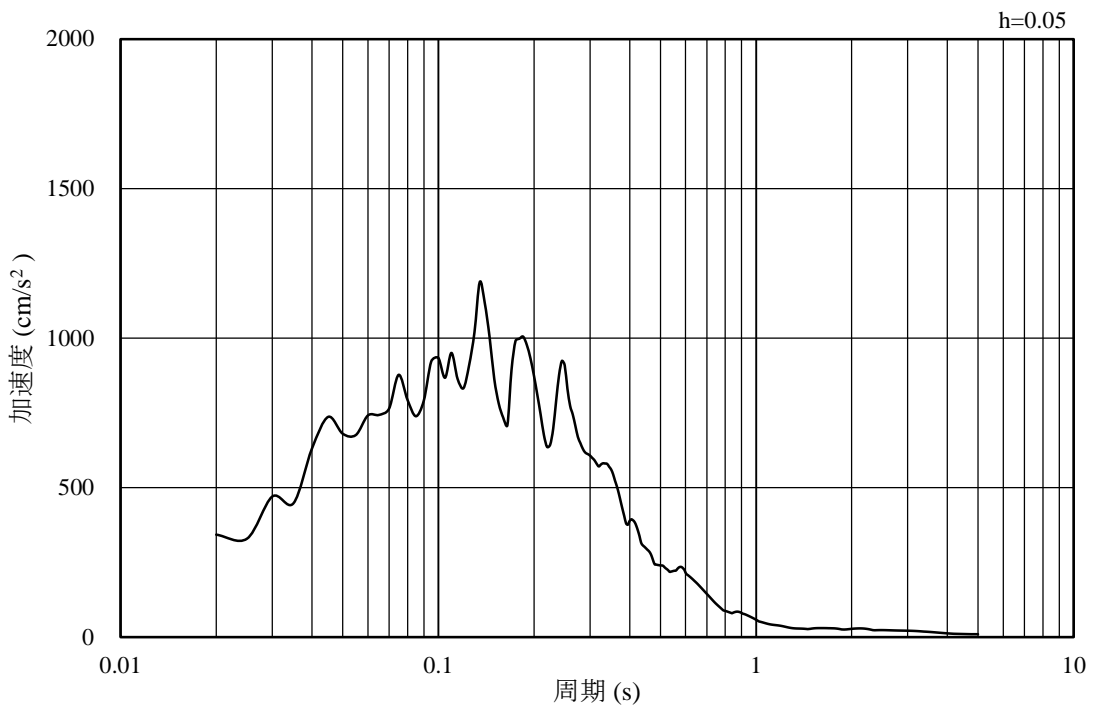


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 1)

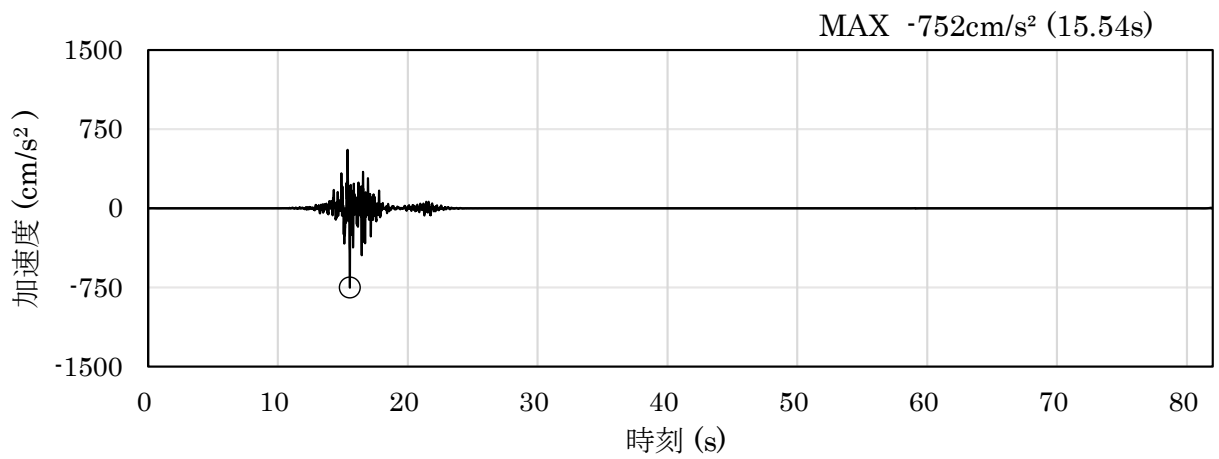


(a) 加速度時刻歴波形

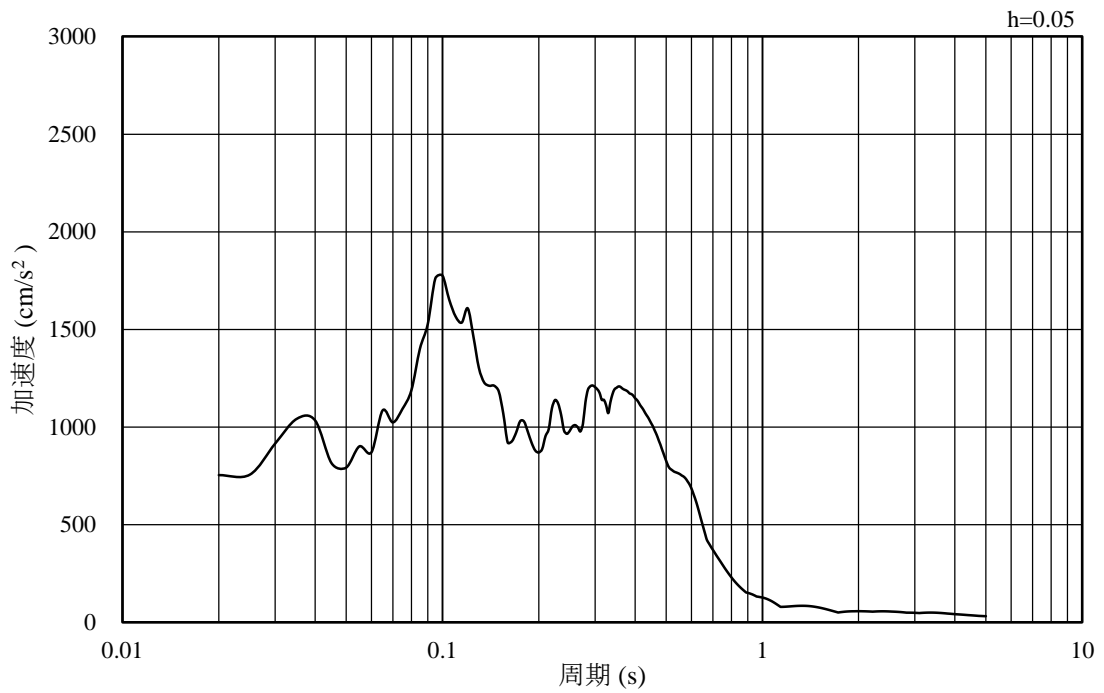


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-13 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 1)

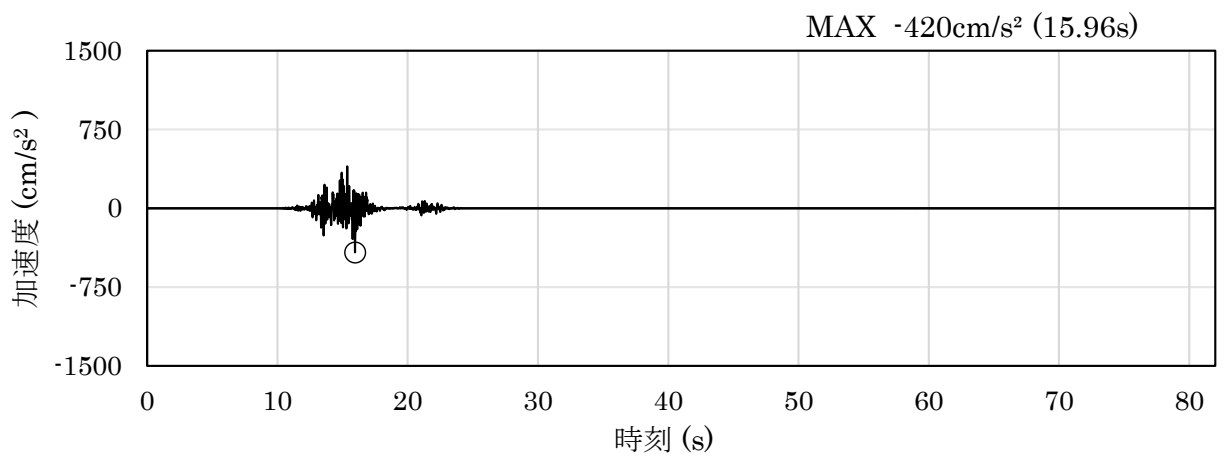


(a) 加速度時刻歴波形

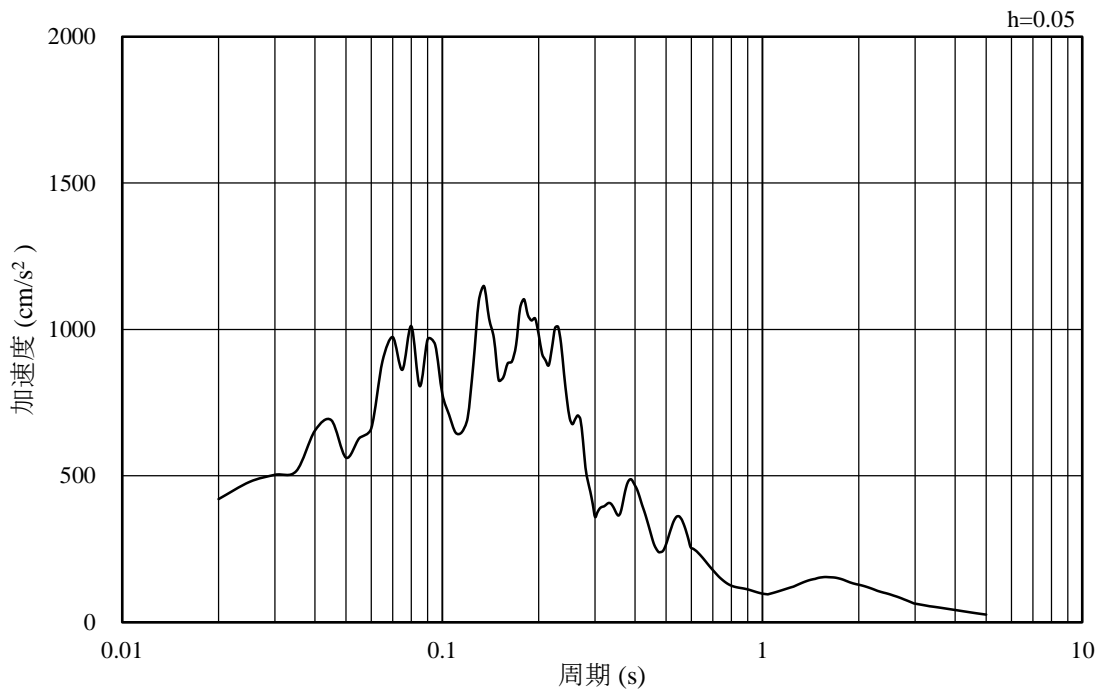


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-14 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - F 2)

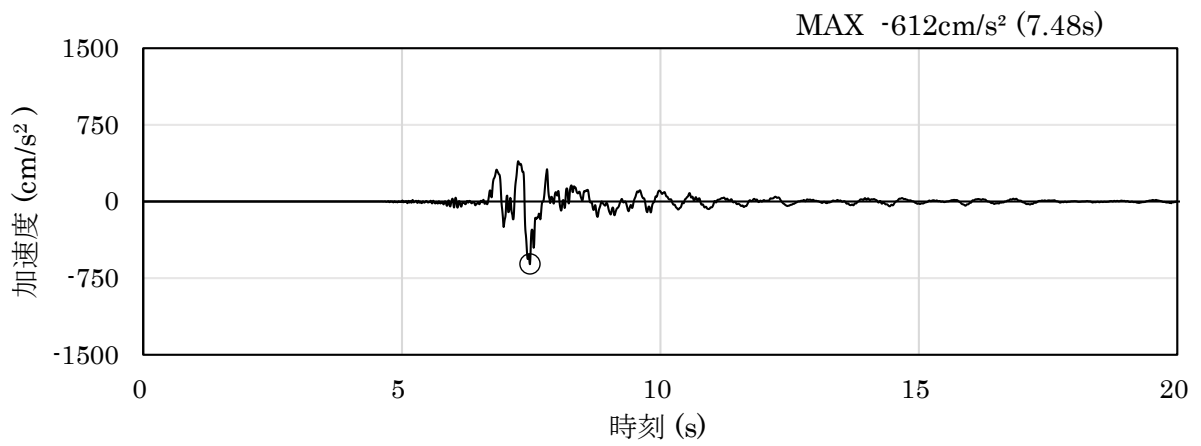


(a) 加速度時刻歴波形

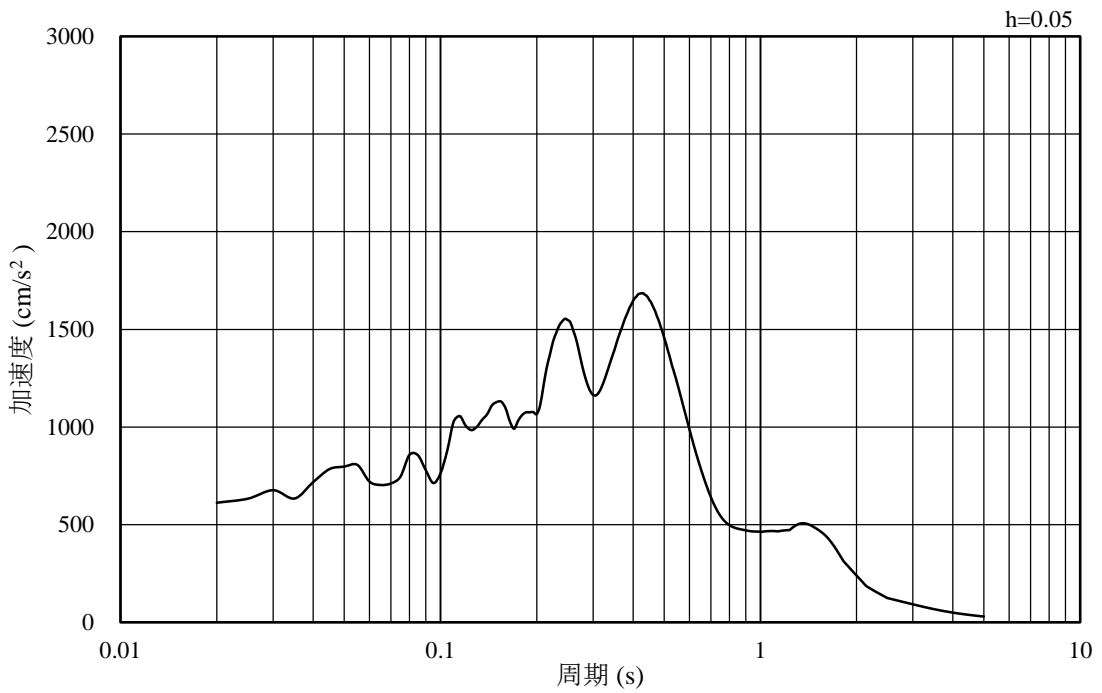


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-15 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 2)

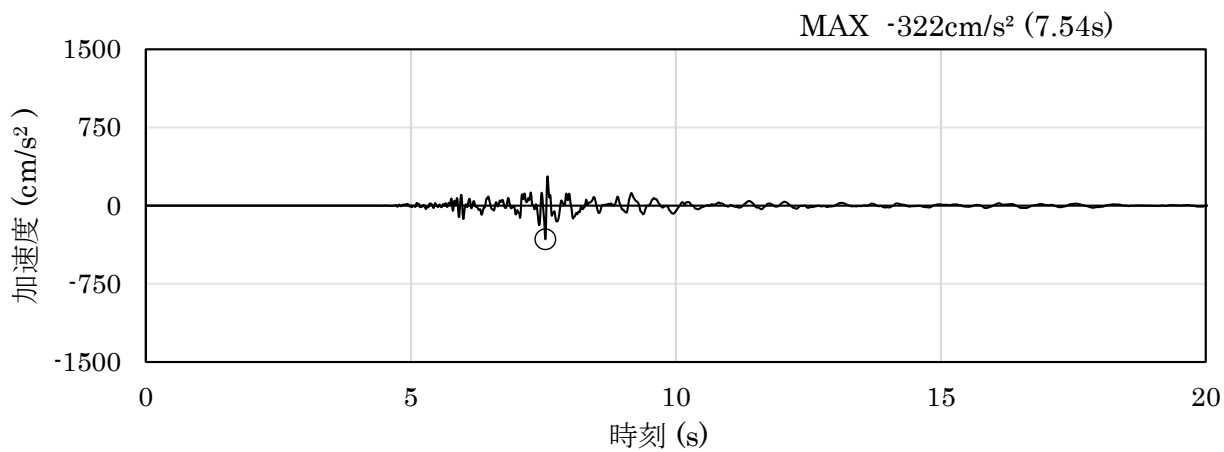


(a) 加速度時刻歴波形

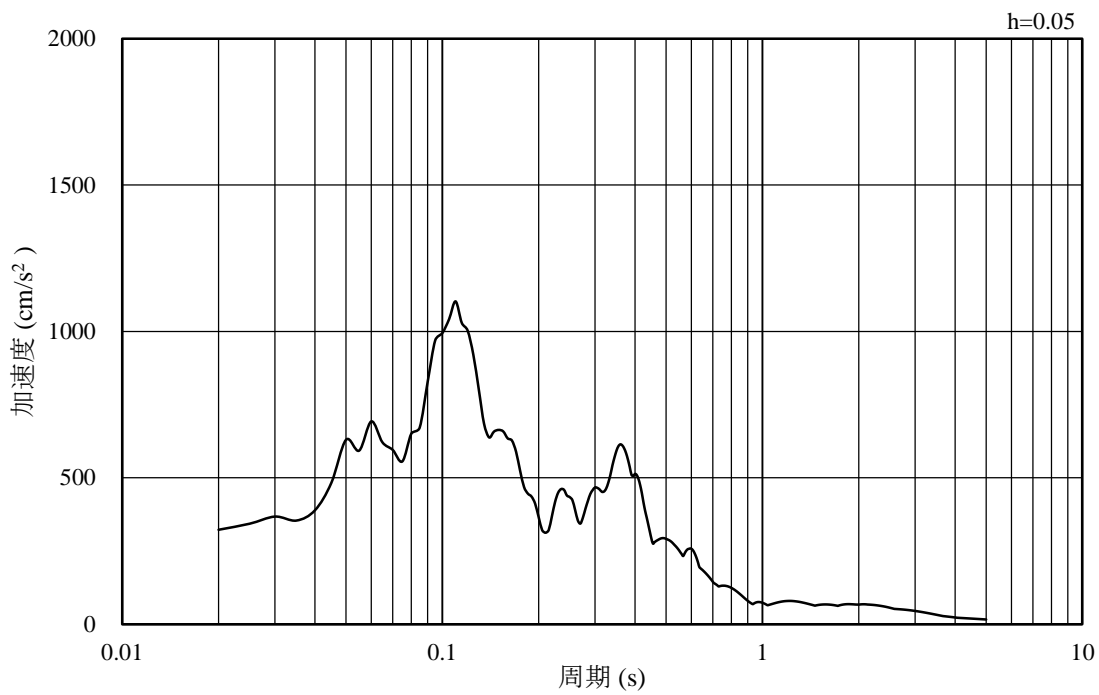


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-16 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - N 1)

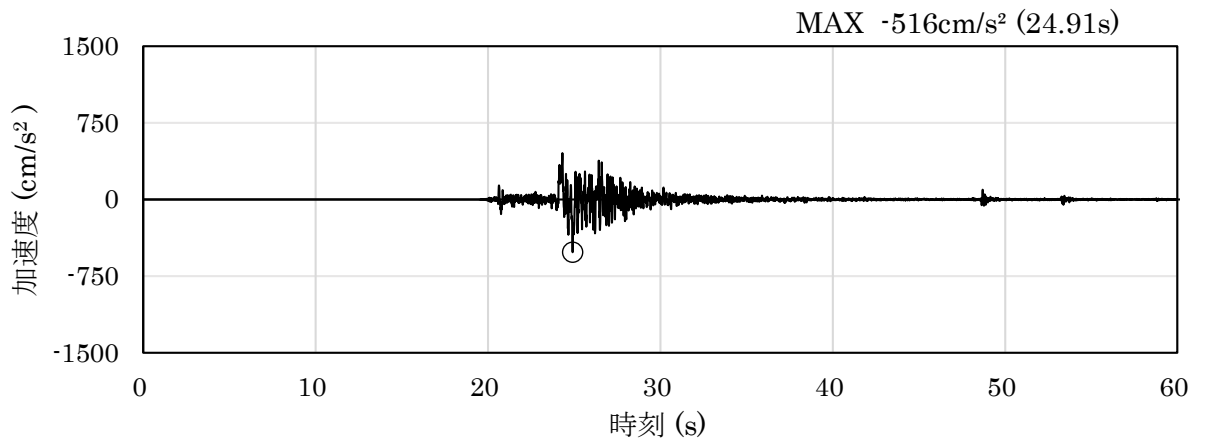


(a) 加速度時刻歴波形

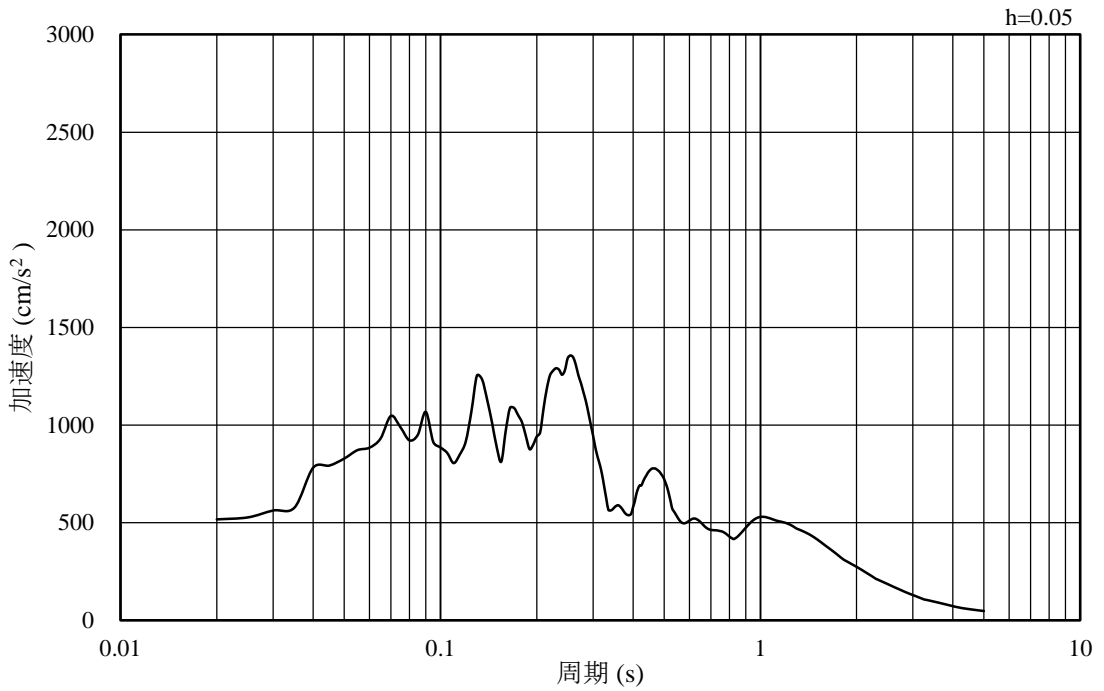


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-17 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 1)

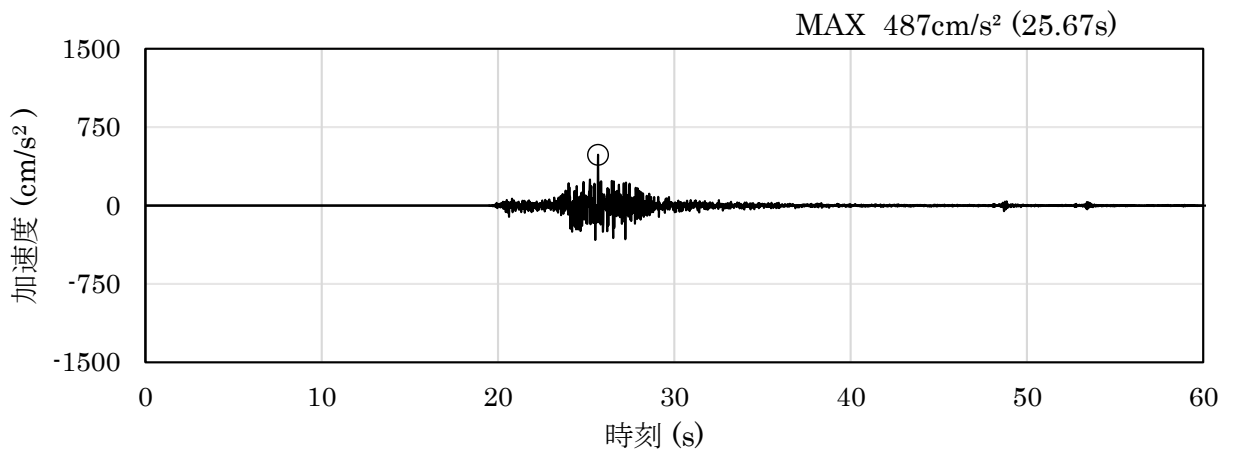


(a) 加速度時刻歴波形

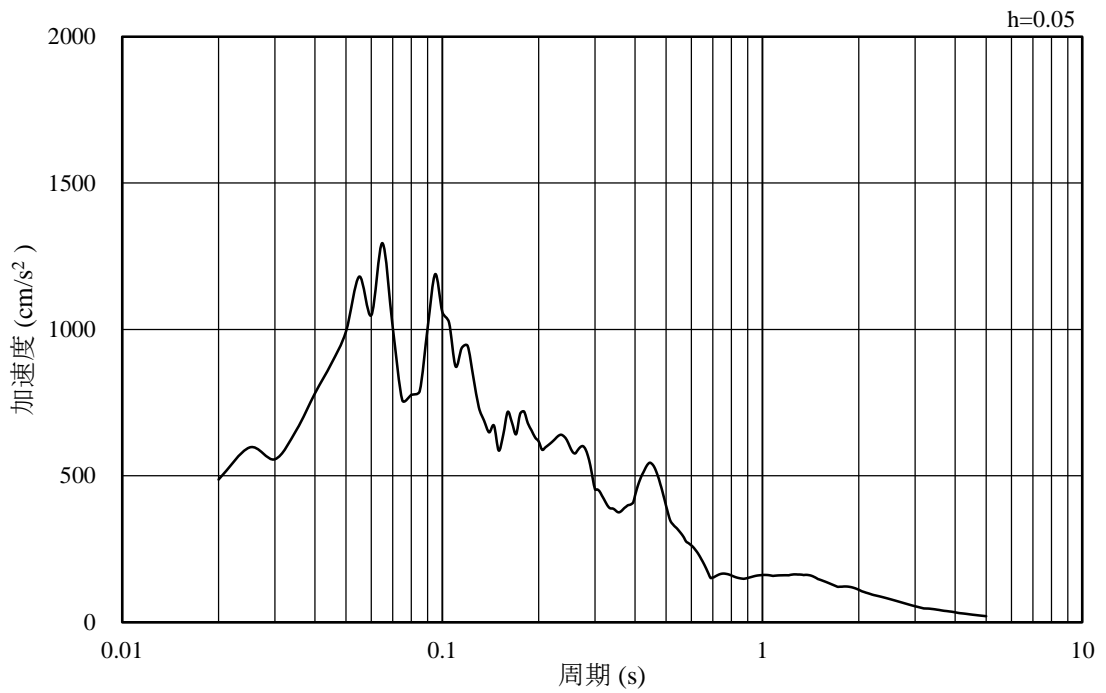


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-18 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (N S))

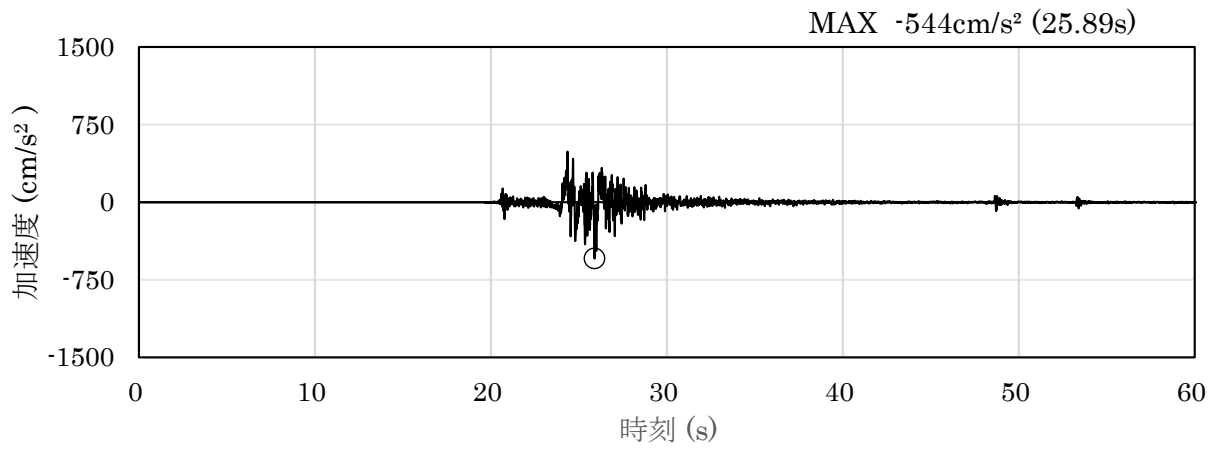


(a) 加速度時刻歴波形

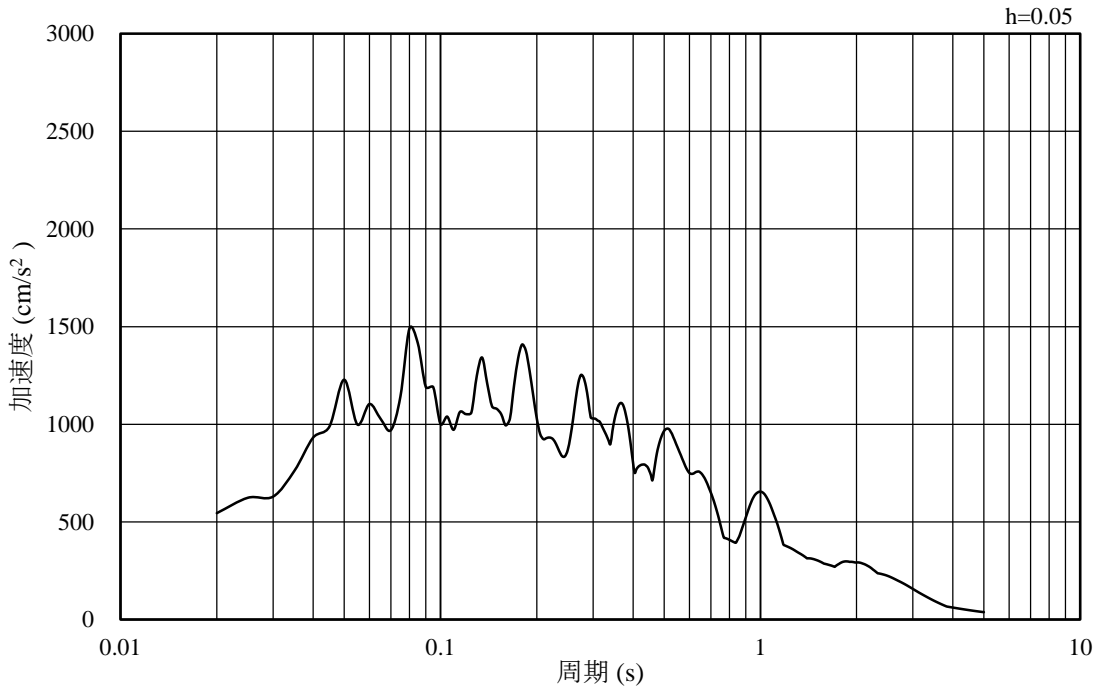


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-19 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (N S))

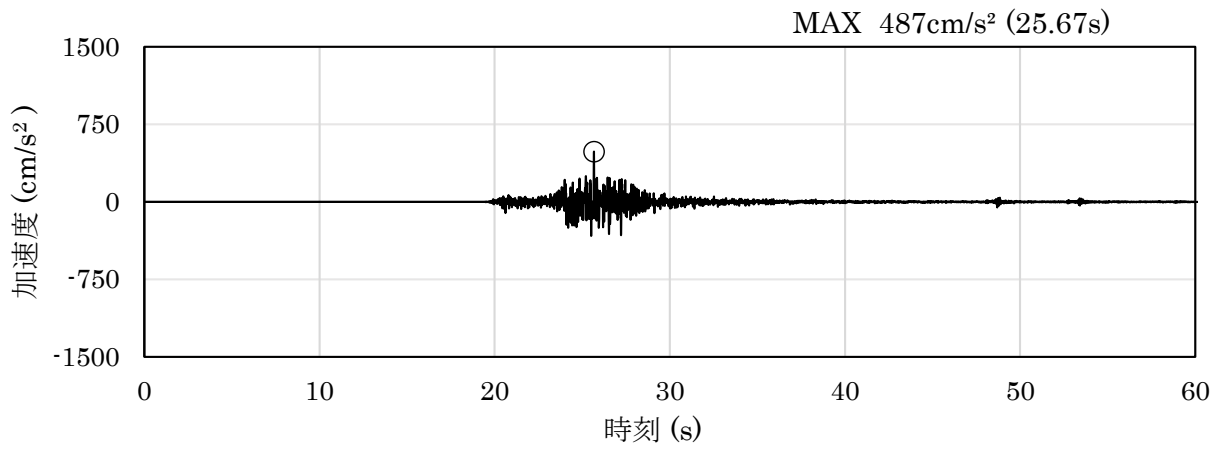


(a) 加速度時刻歴波形

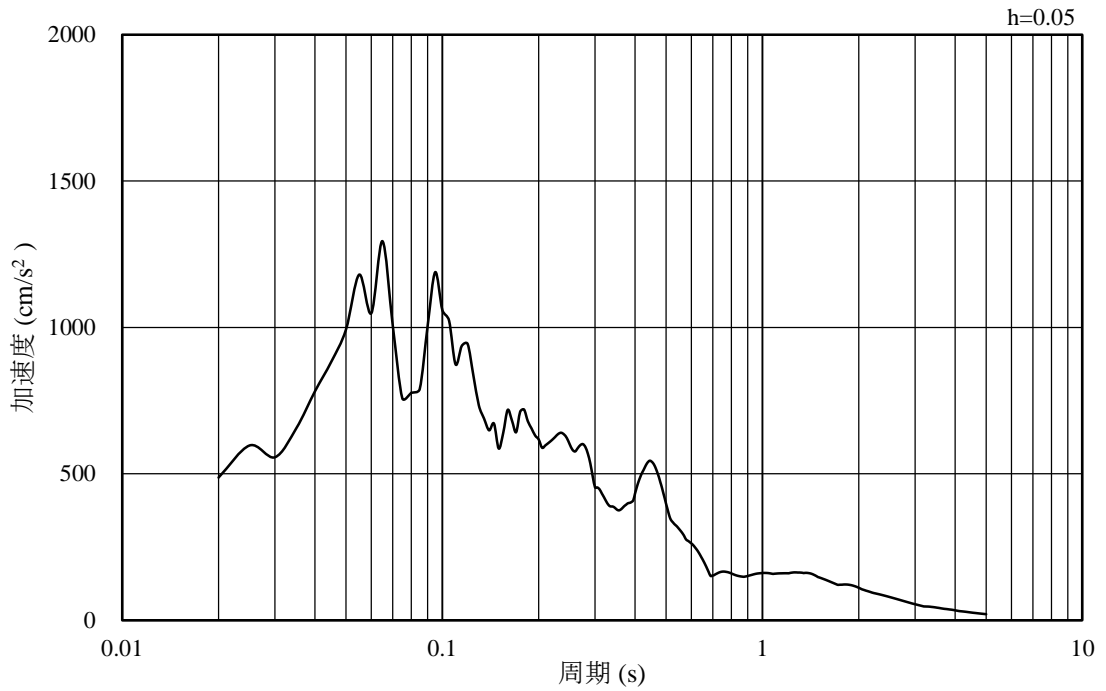


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-20 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (E W))



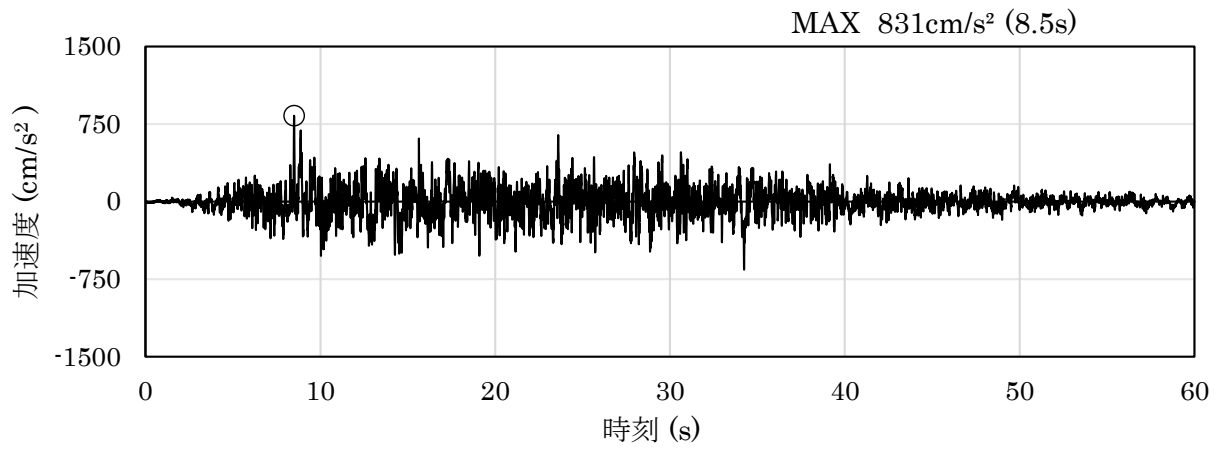
(a) 加速度時刻歴波形



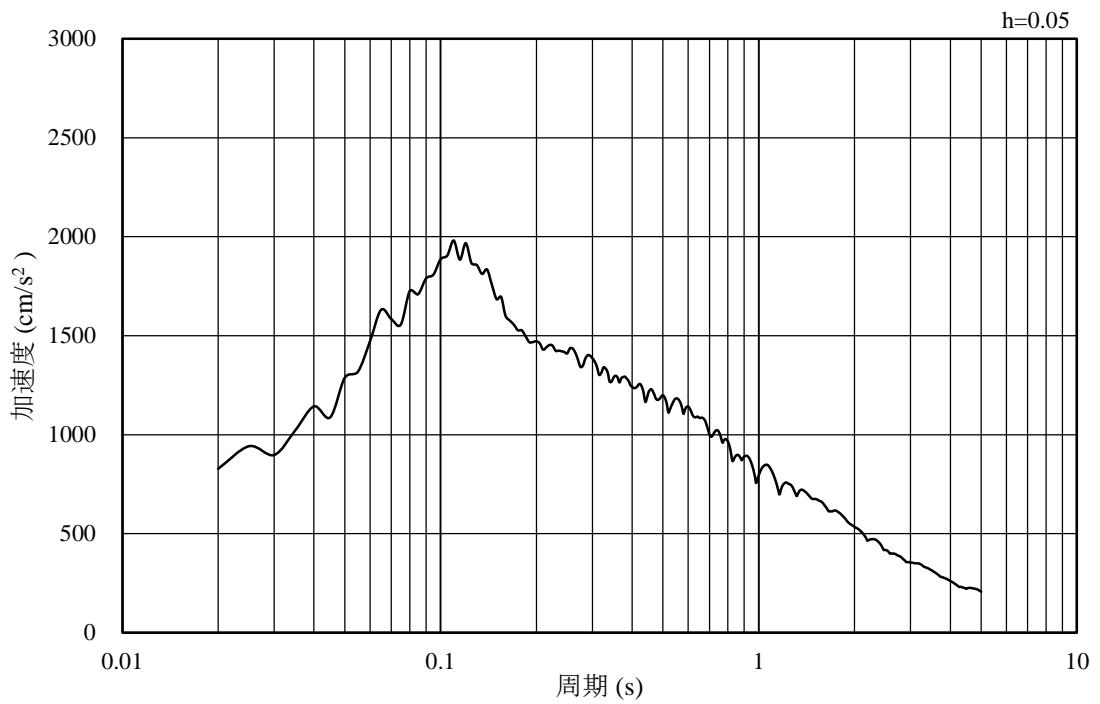
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-21 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (E W))

3.4.2 ④-④断面

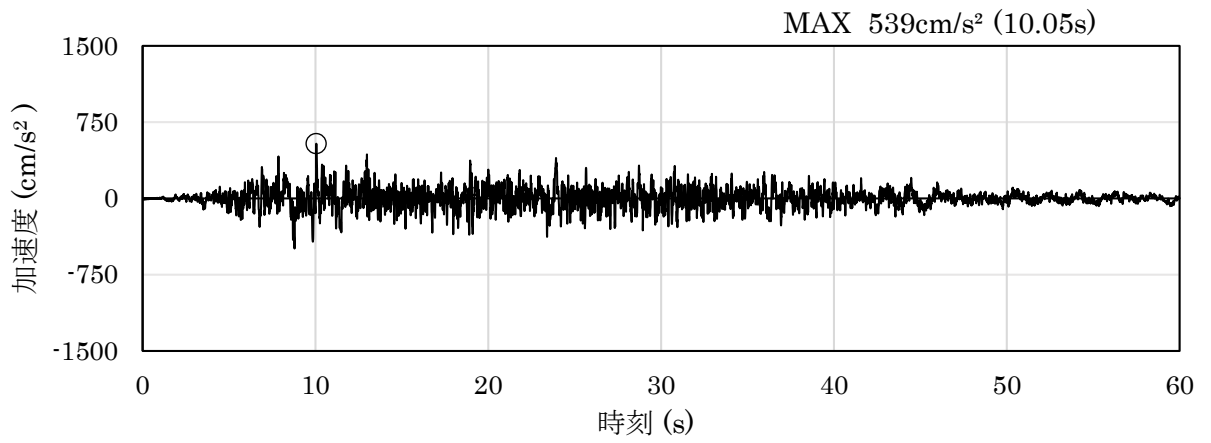


(a) 加速度時刻歴波形

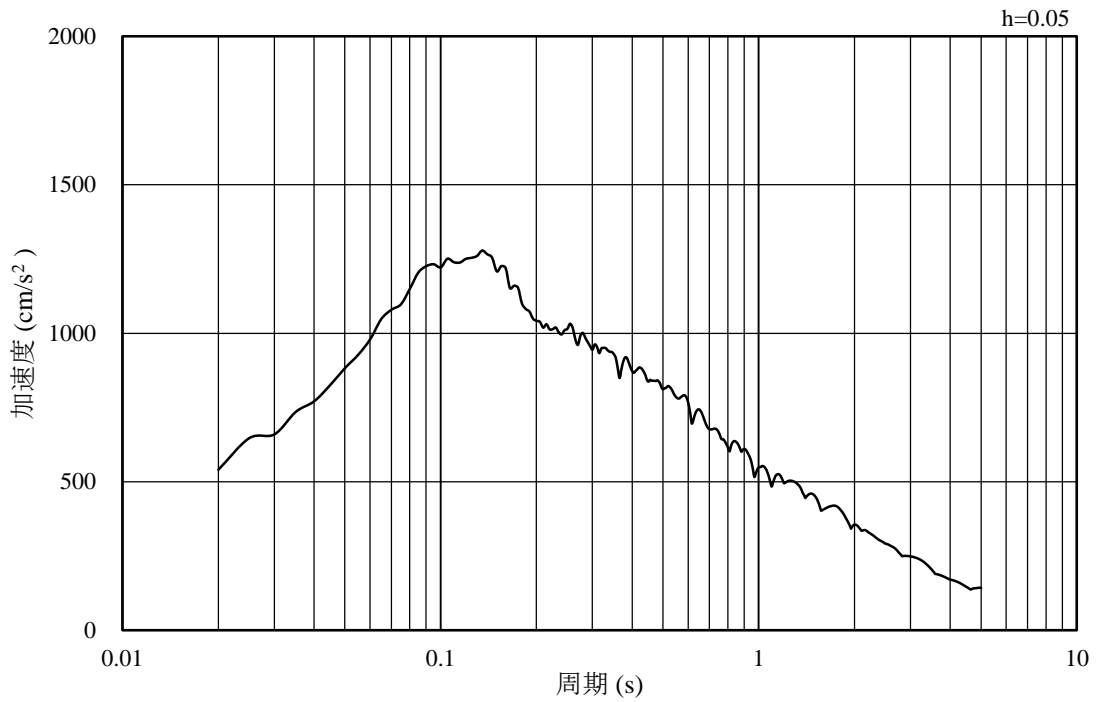


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-22 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - D)

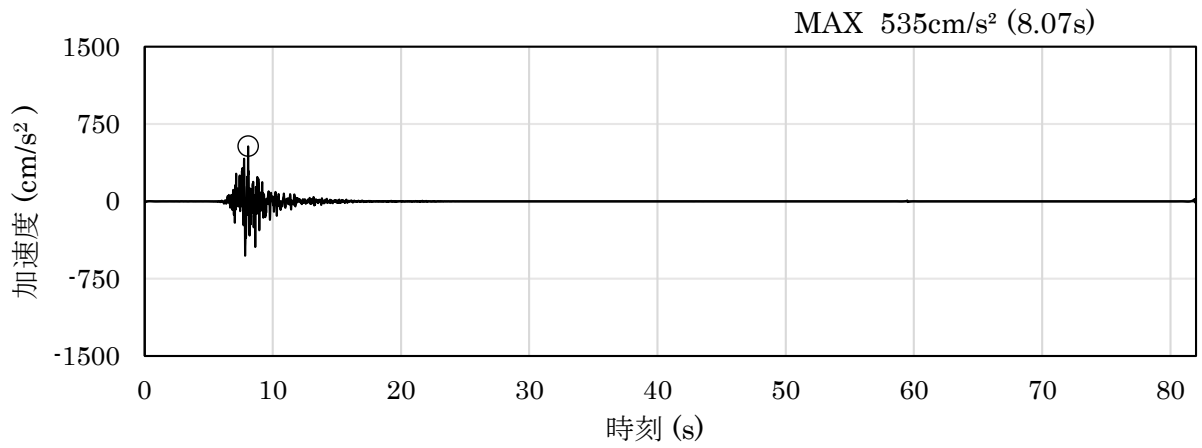


(a) 加速度時刻歴波形

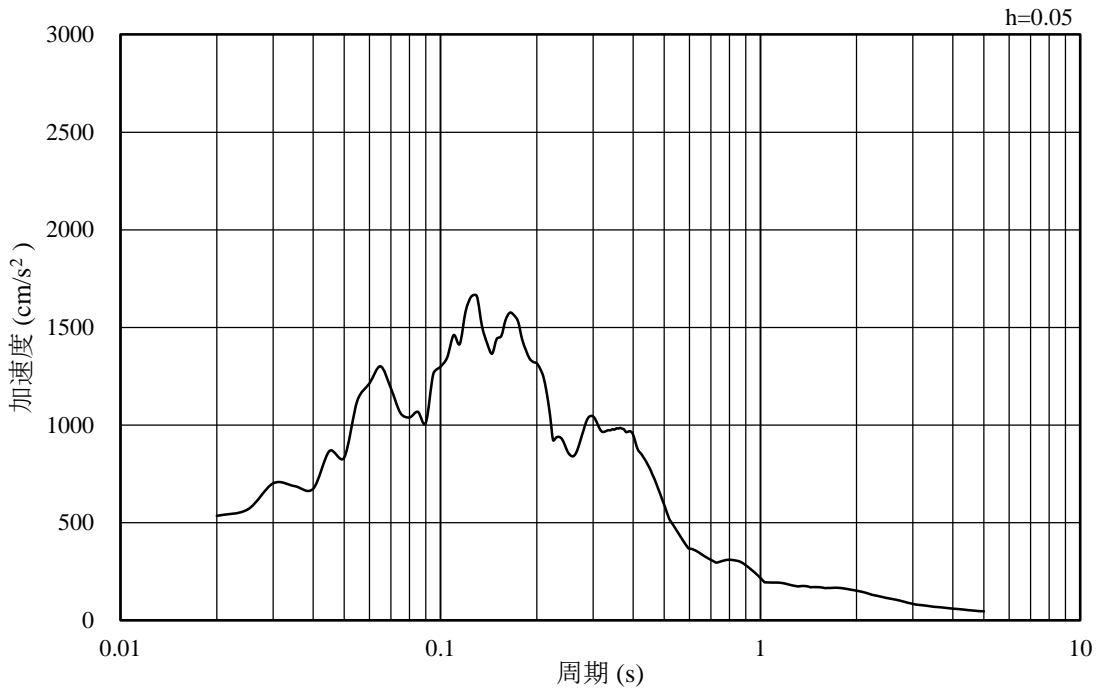


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-23 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - D)

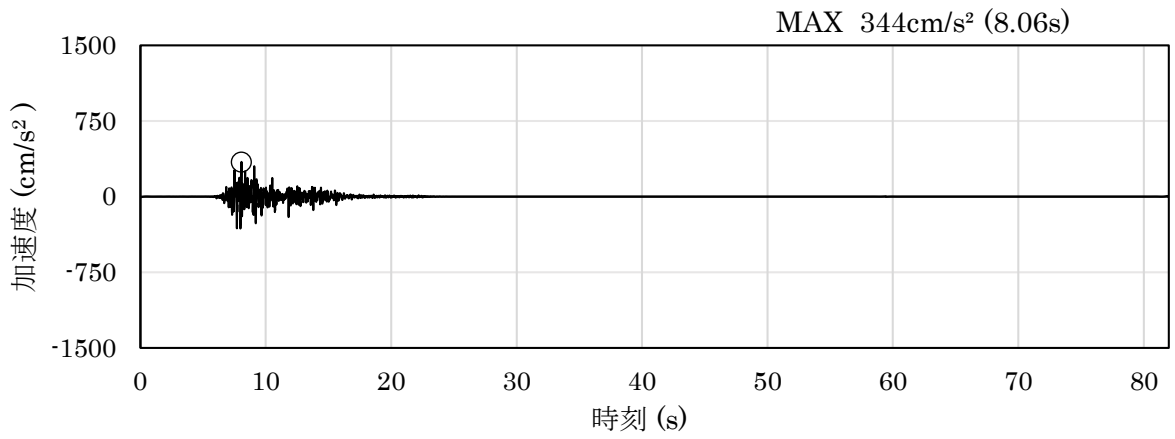


(a) 加速度時刻歴波形

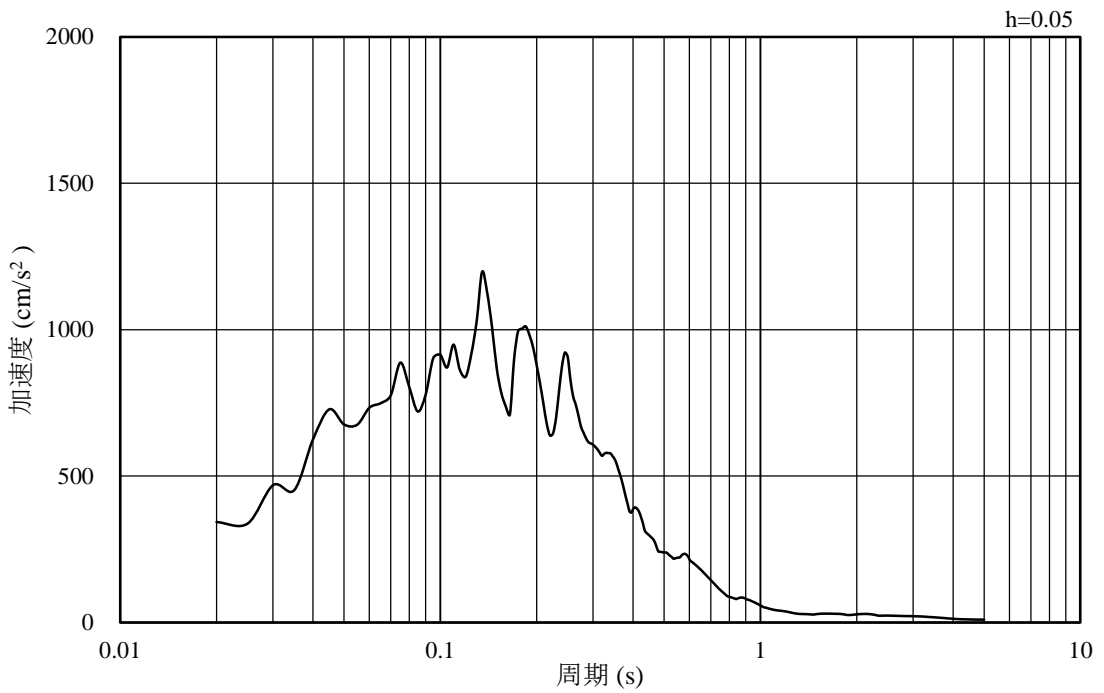


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-24 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 1)

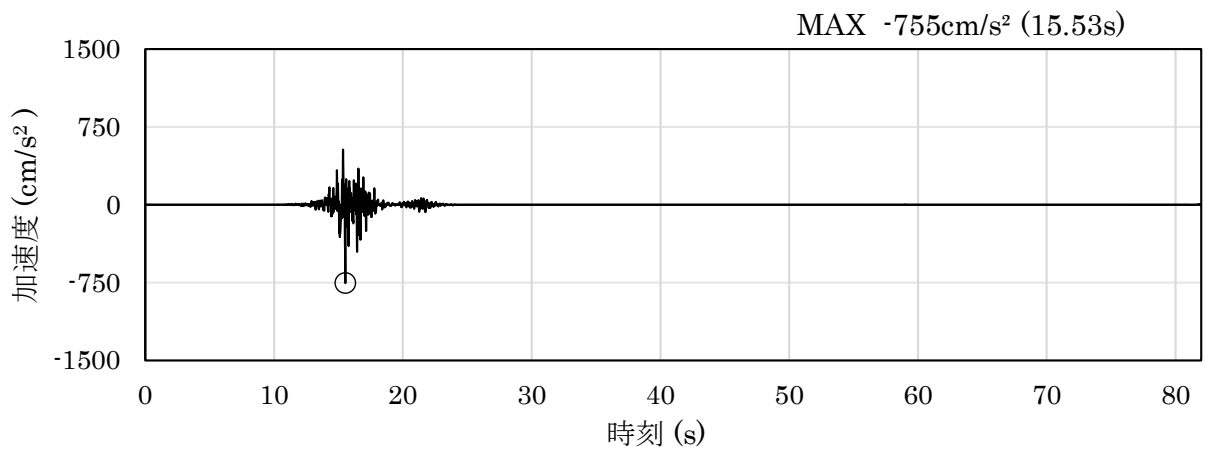


(a) 加速度時刻歴波形

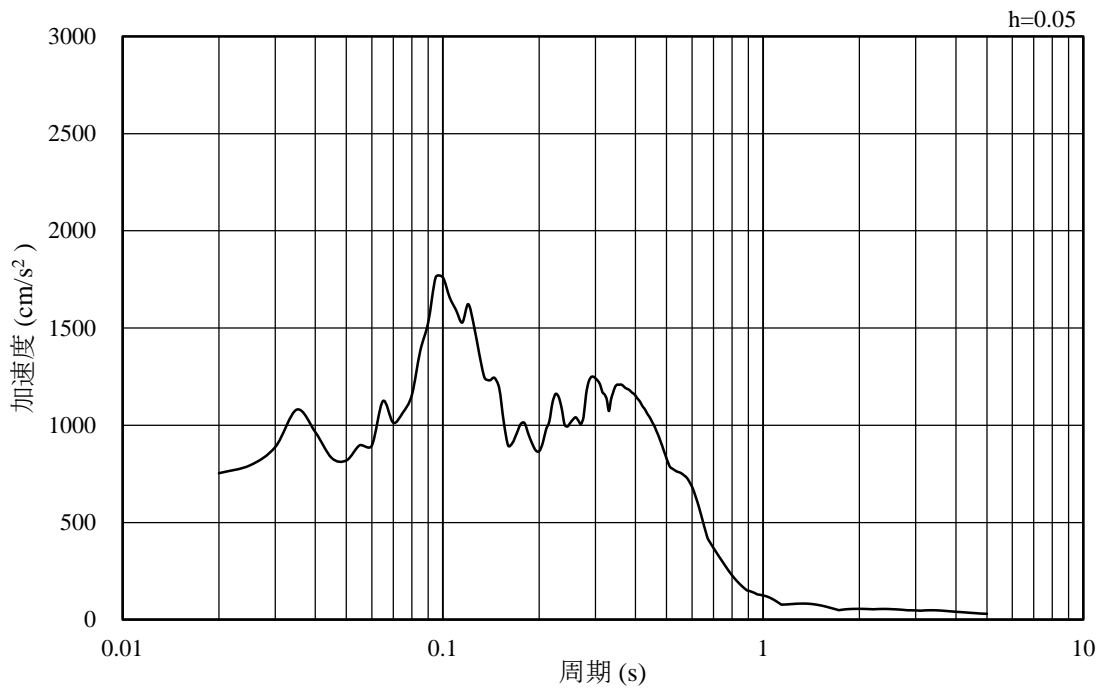


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-25 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 1)

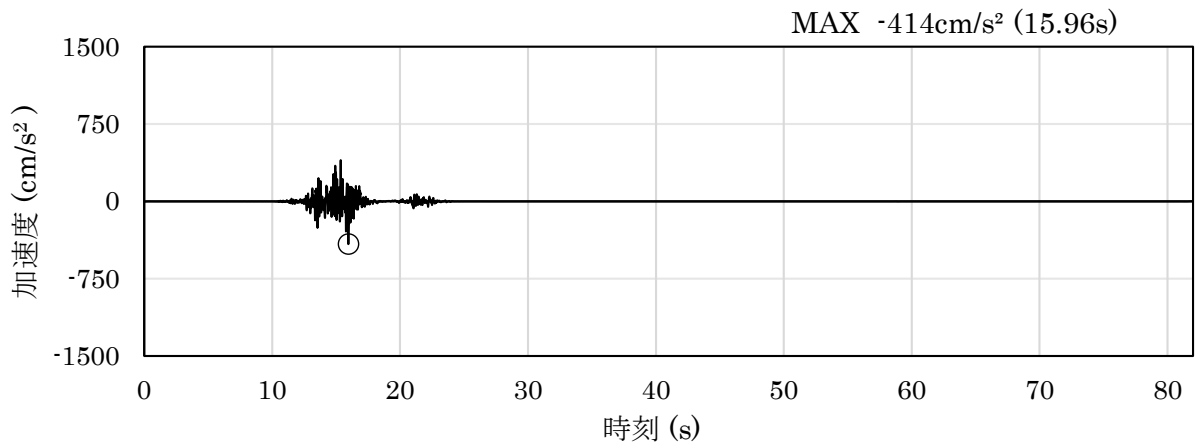


(a) 加速度時刻歴波形

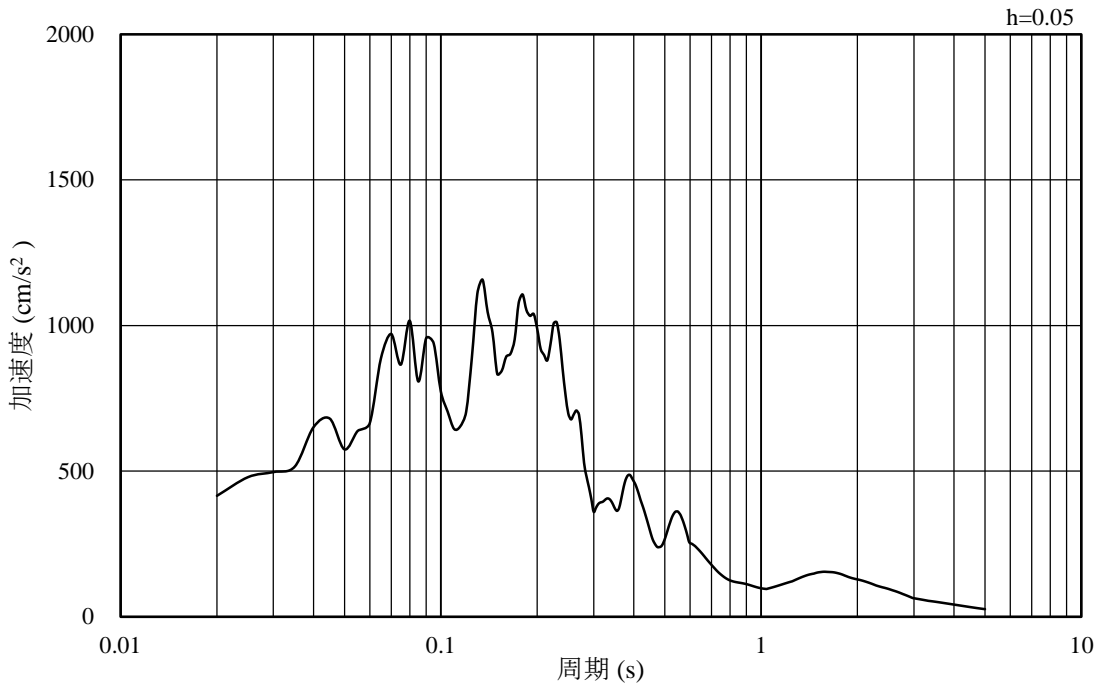


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-26 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 2)

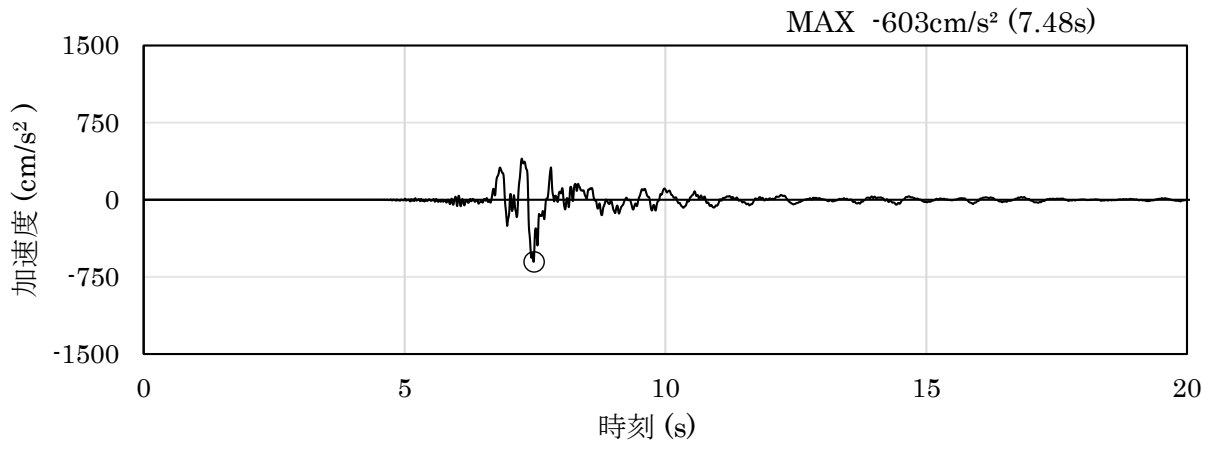


(a) 加速度時刻歴波形

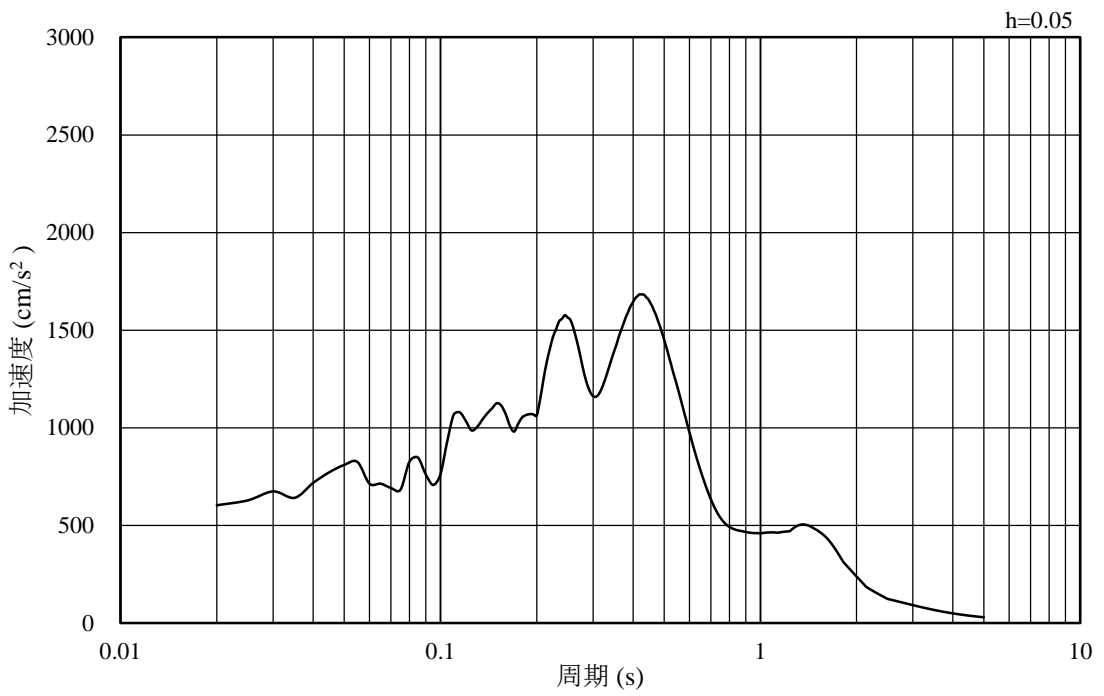


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-27 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 2)

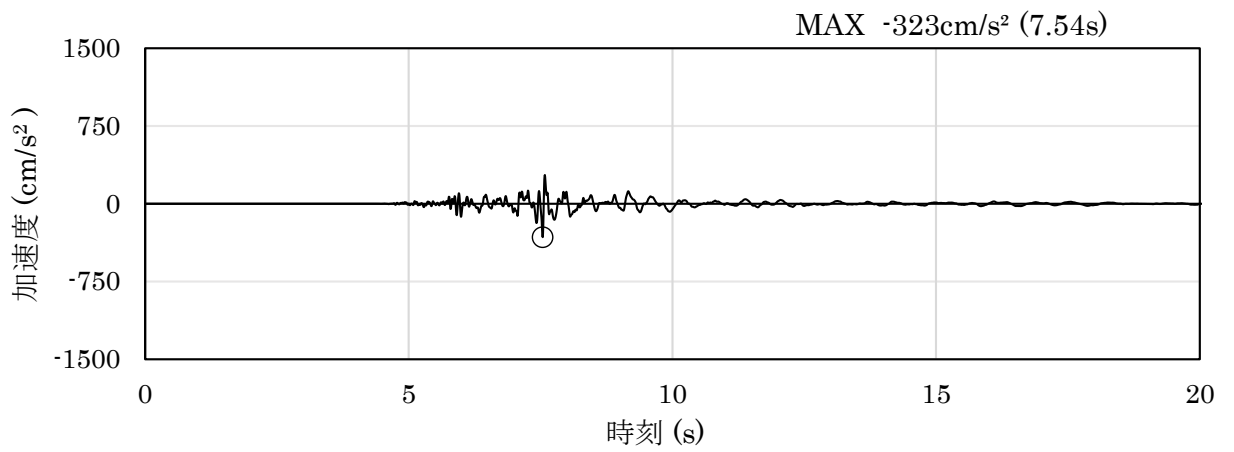


(a) 加速度時刻歴波形

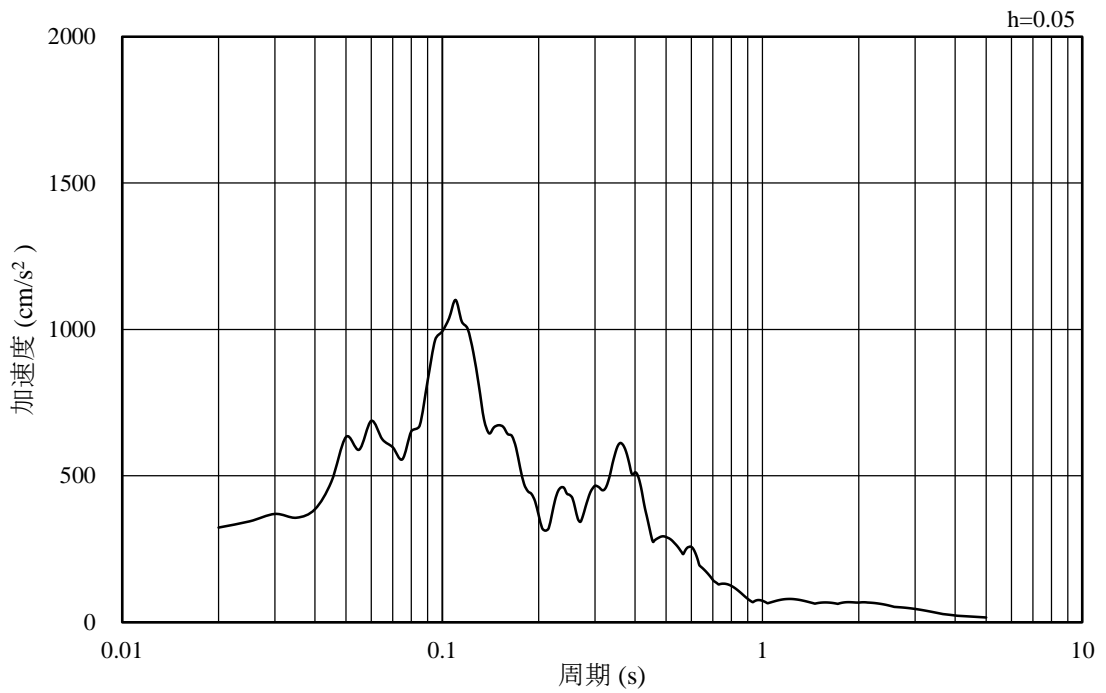


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-28 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 1)

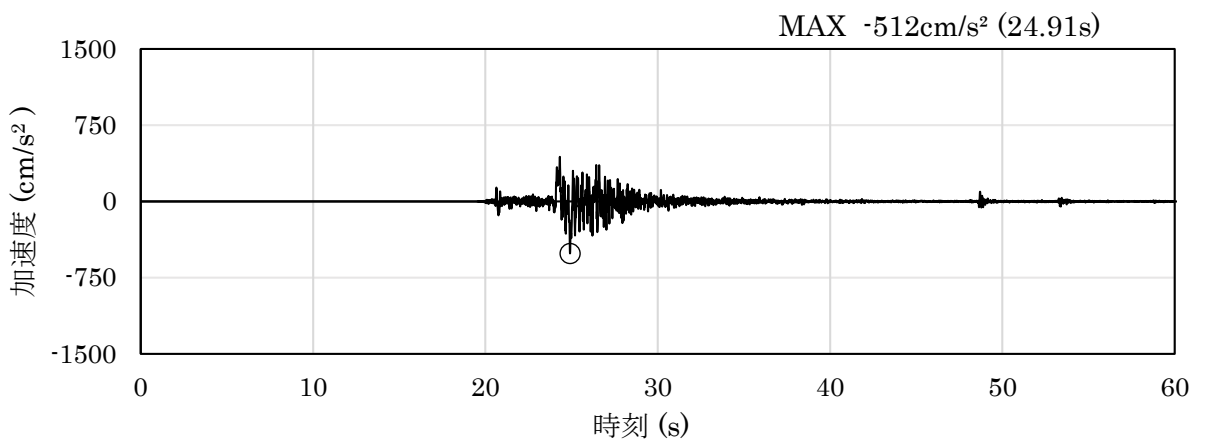


(a) 加速度時刻歴波形

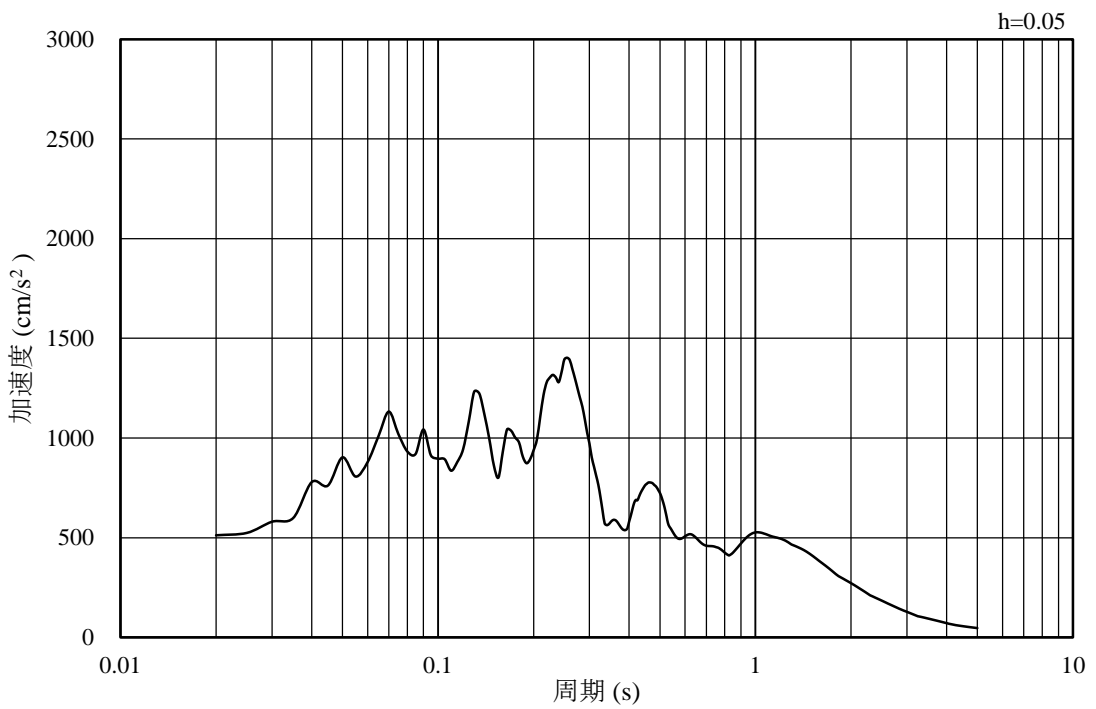


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-29 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 1)

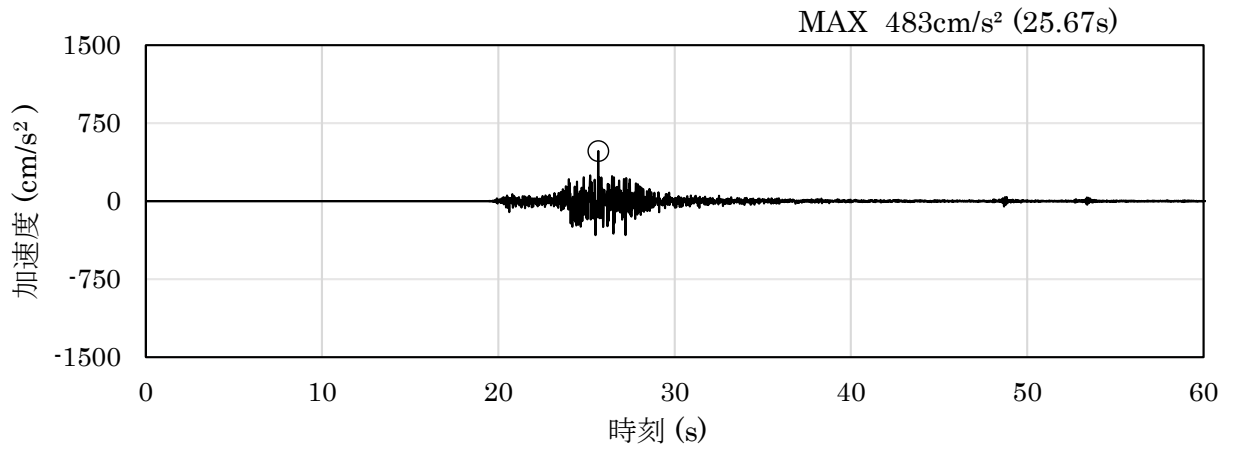


(a) 加速度時刻歴波形

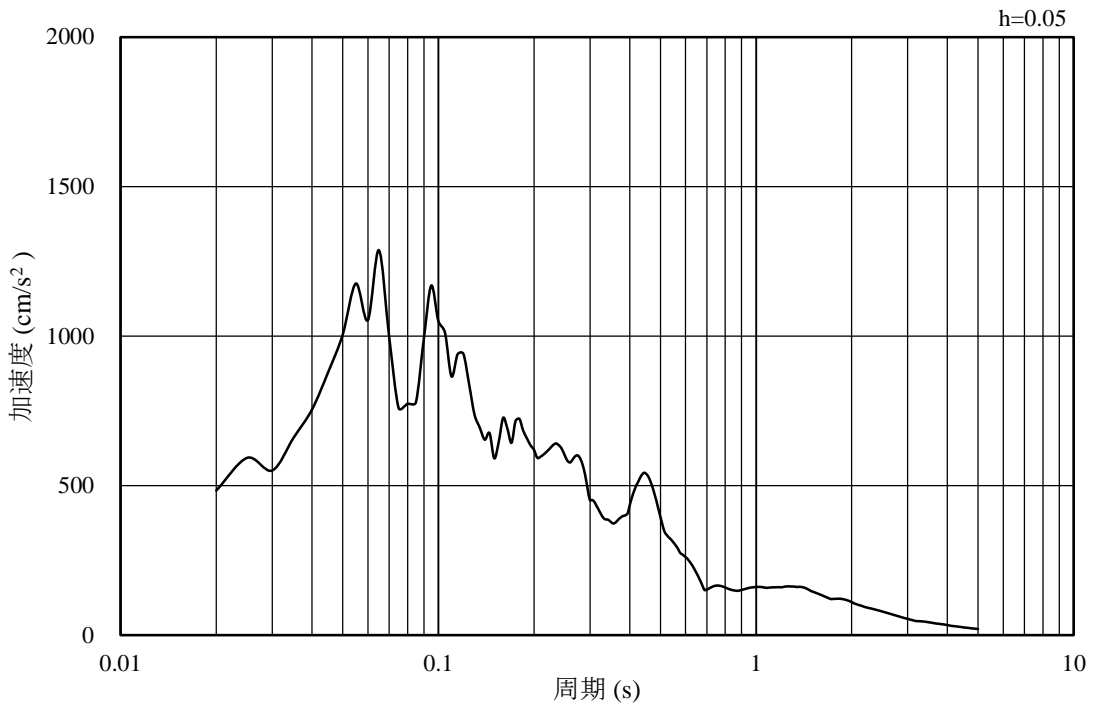


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-30 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (N S))

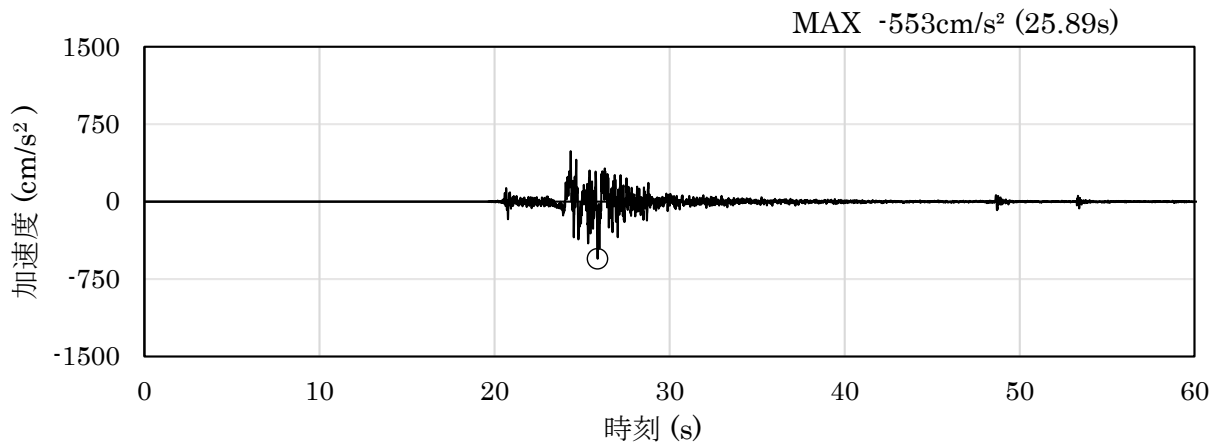


(a) 加速度時刻歴波形

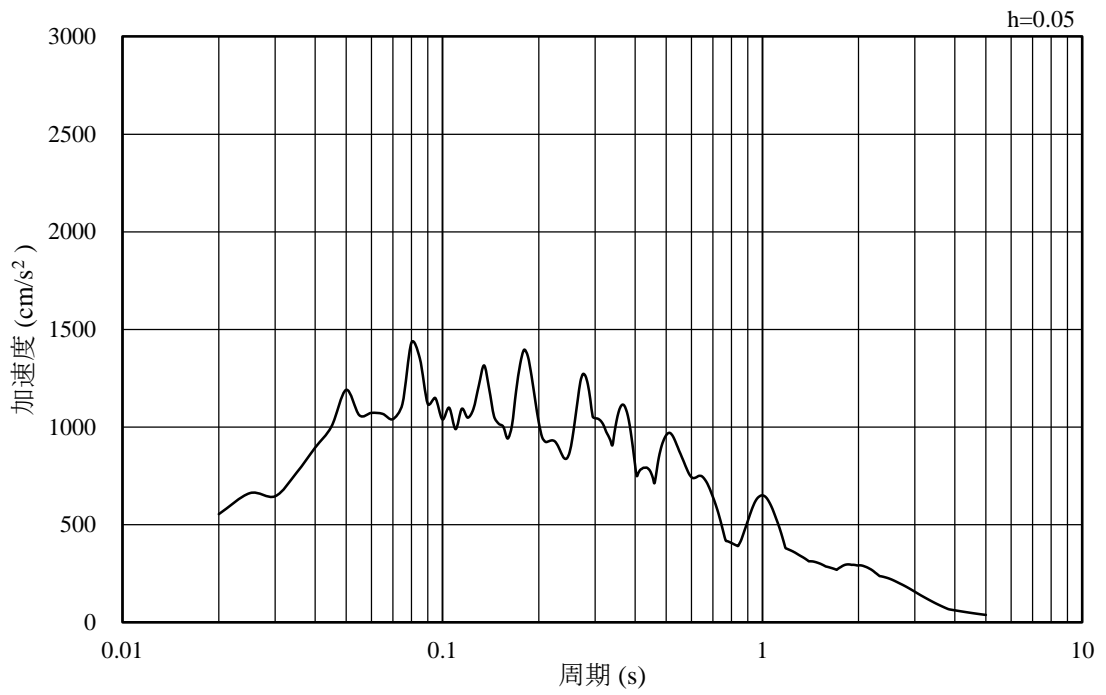


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-31 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (N S))

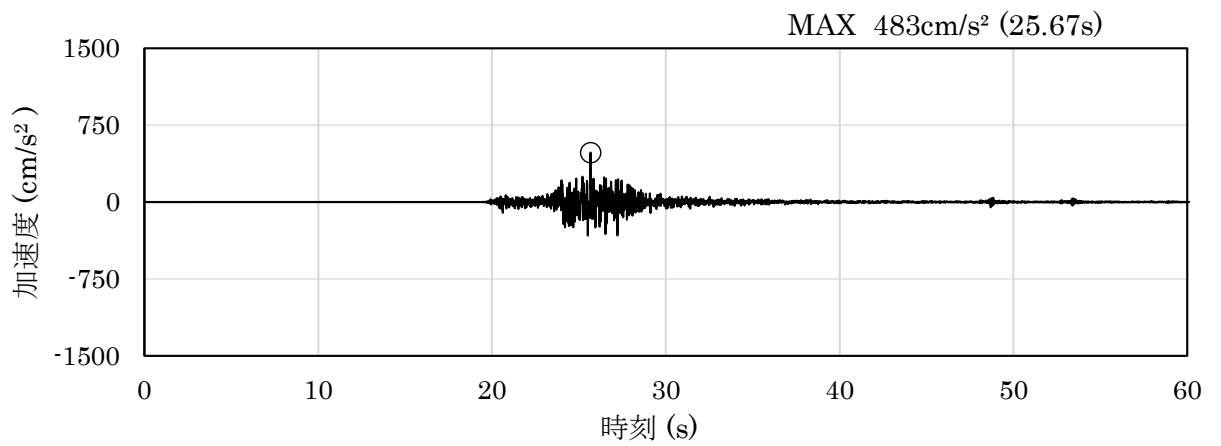


(a) 加速度時刻歴波形

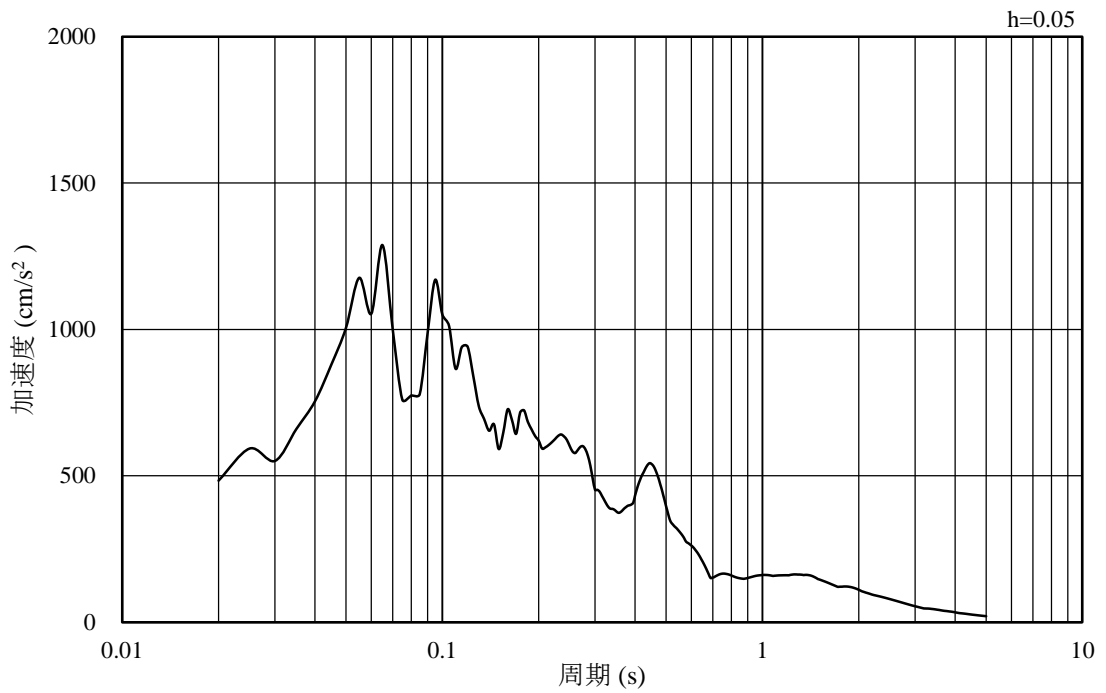


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-32 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (E W))



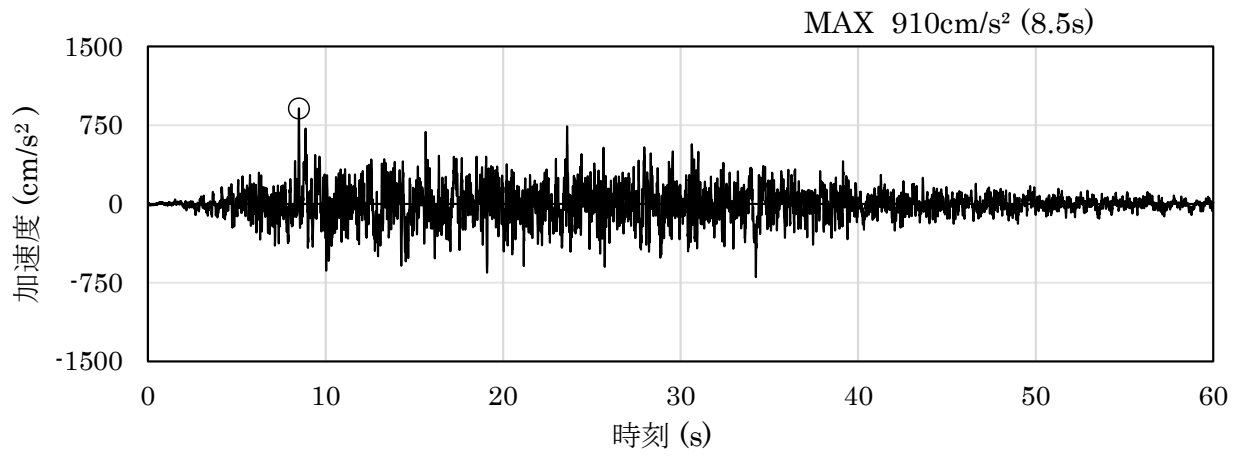
(a) 加速度時刻歴波形



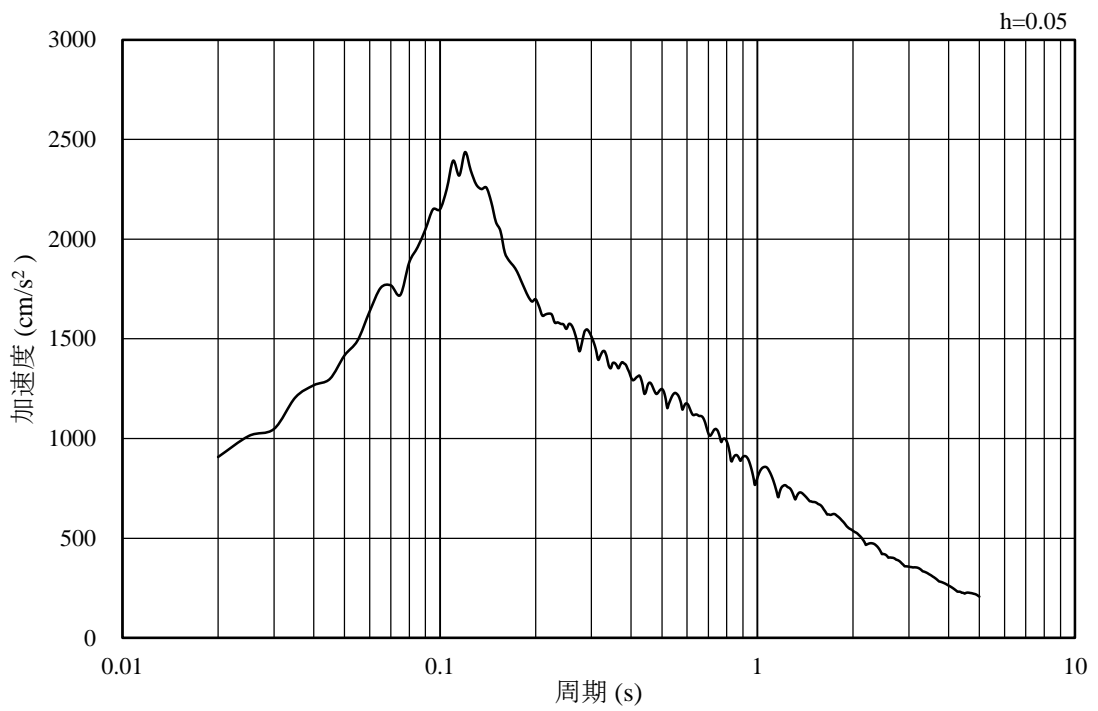
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-33 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (E W))

3.4.3 ⑤-⑤断面

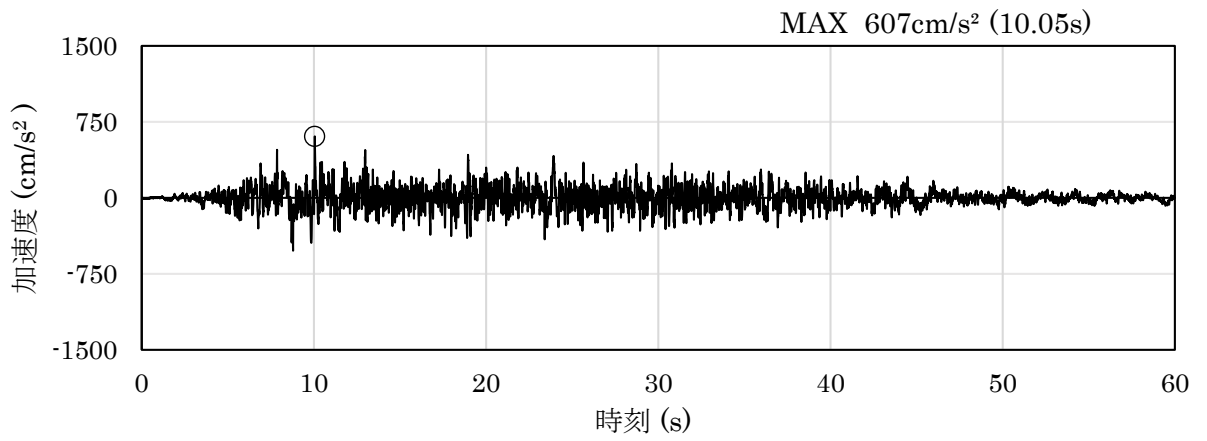


(a) 加速度時刻歴波形

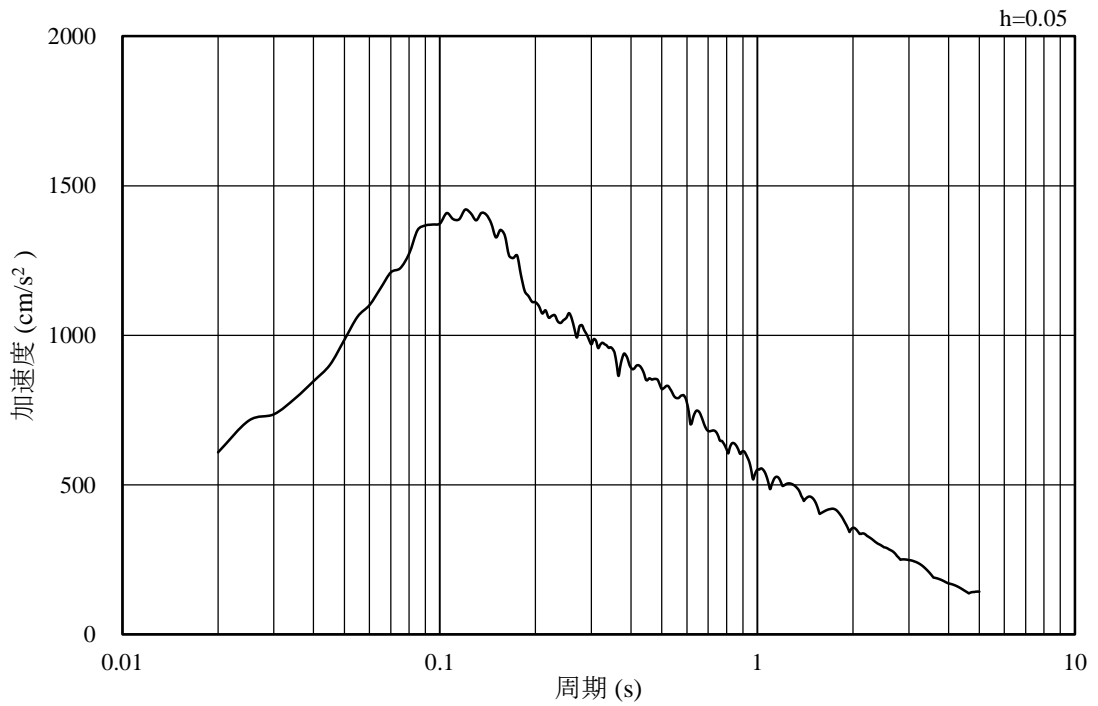


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-34 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s-D)

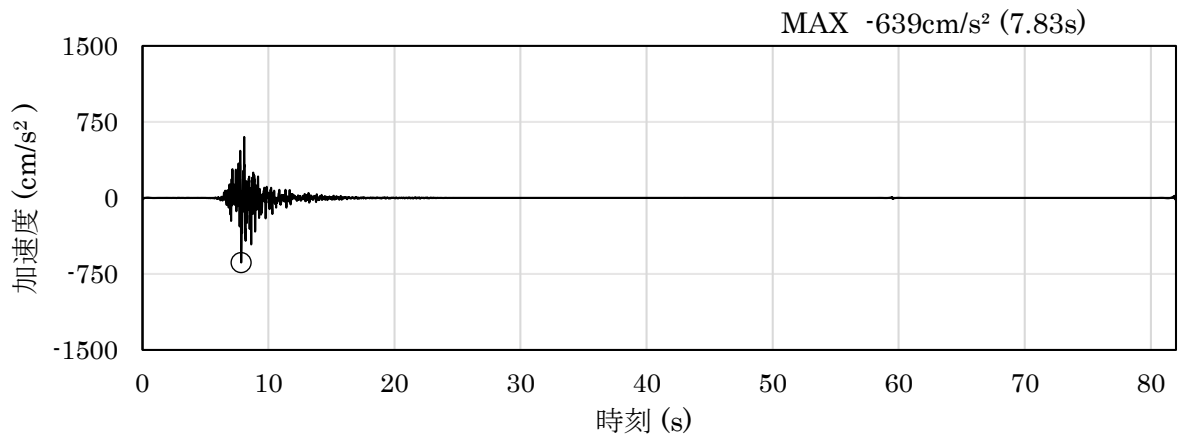


(a) 加速度時刻歴波形

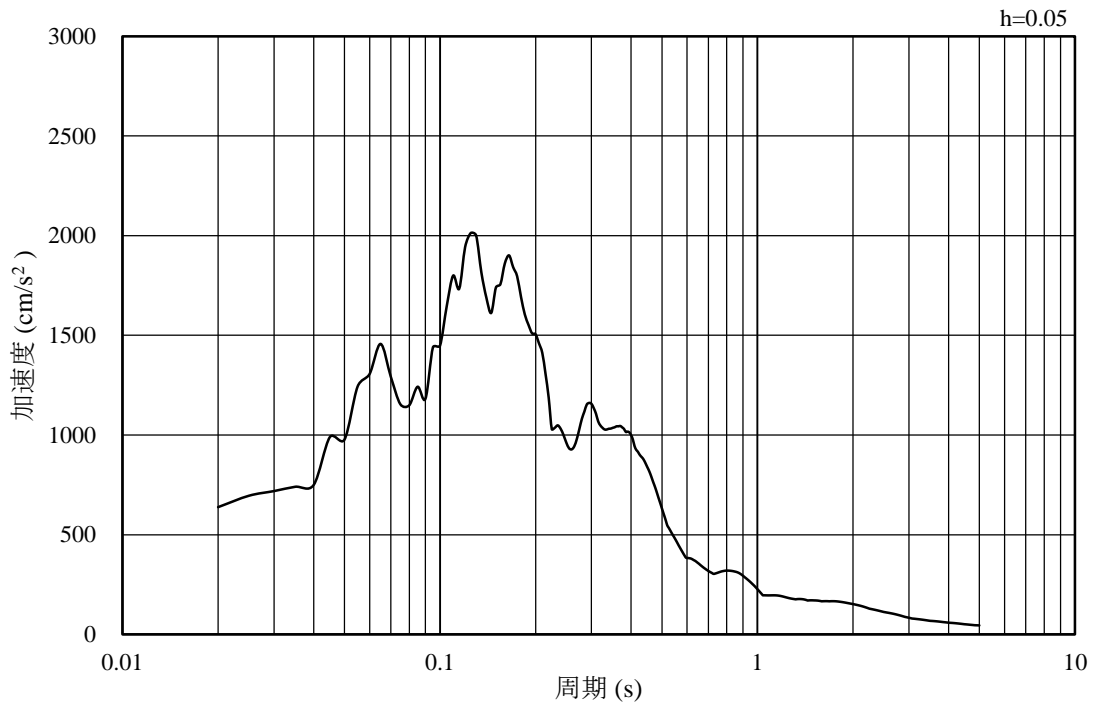


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-35 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s-D)

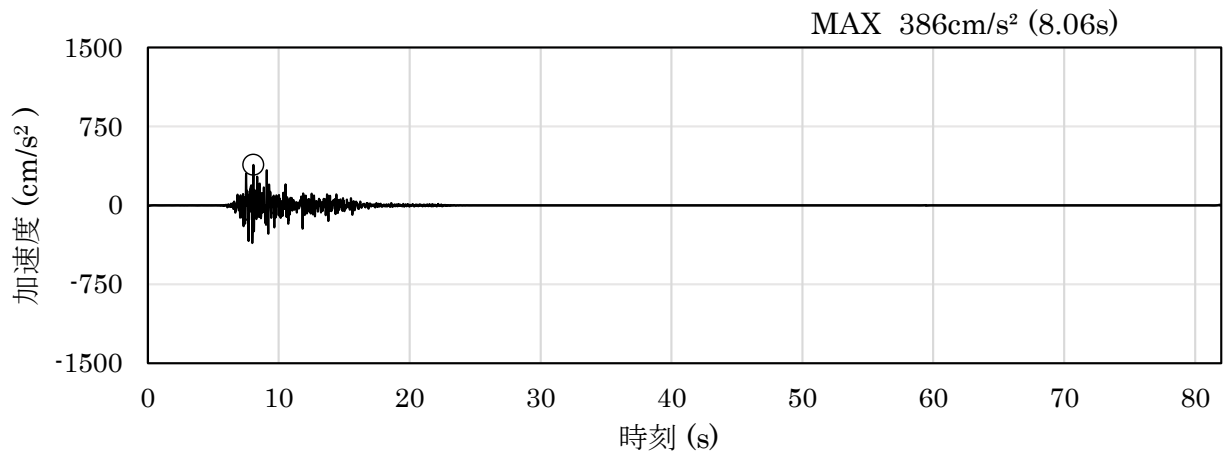


(a) 加速度時刻歴波形

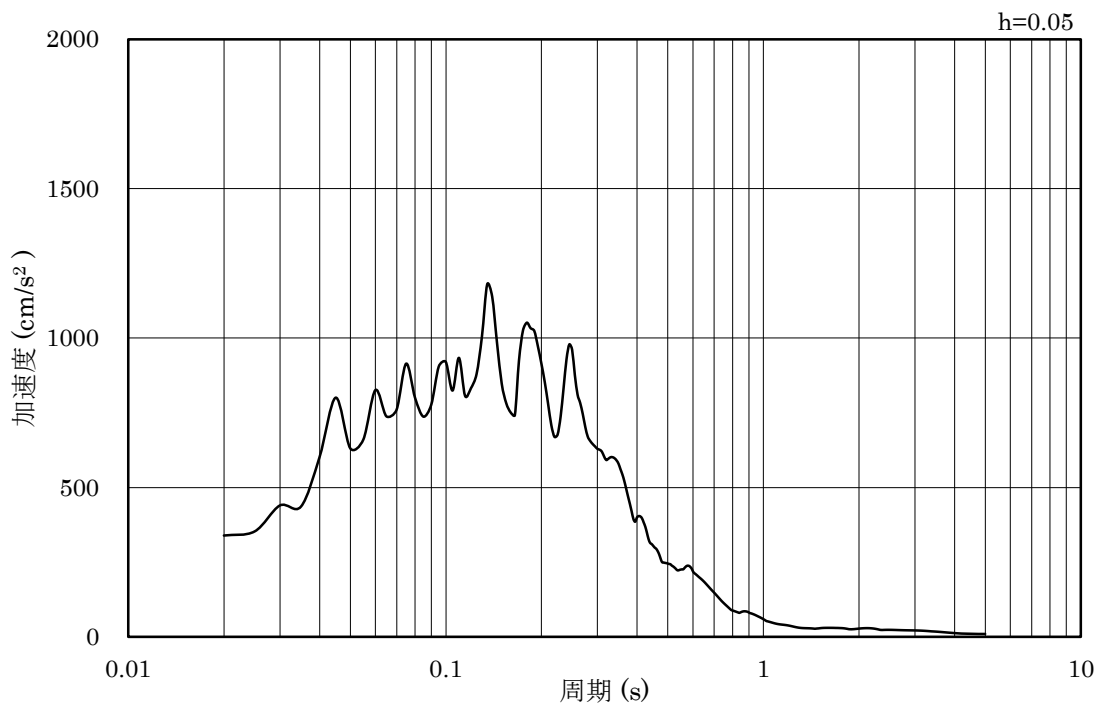


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-36 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 1)

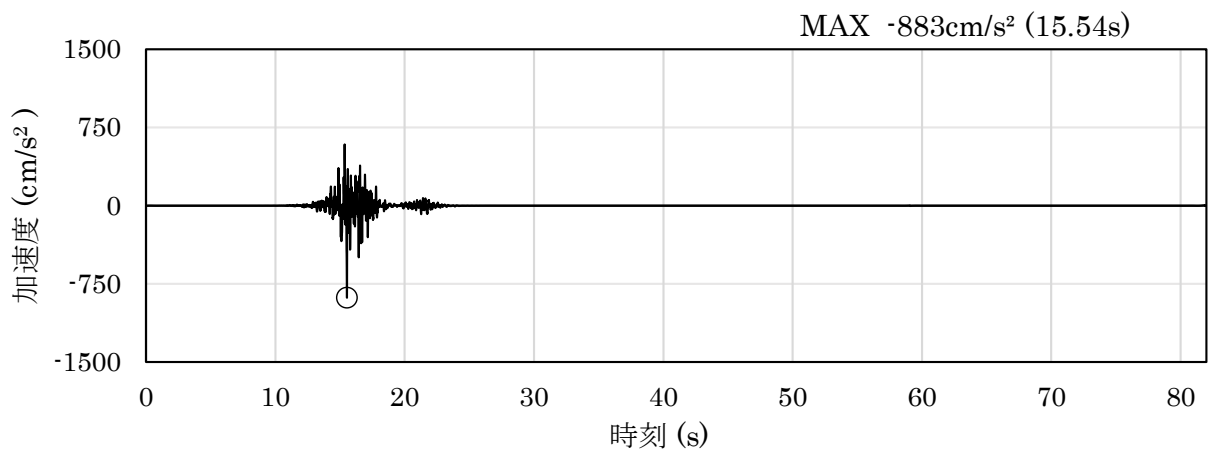


(a) 加速度時刻歴波形

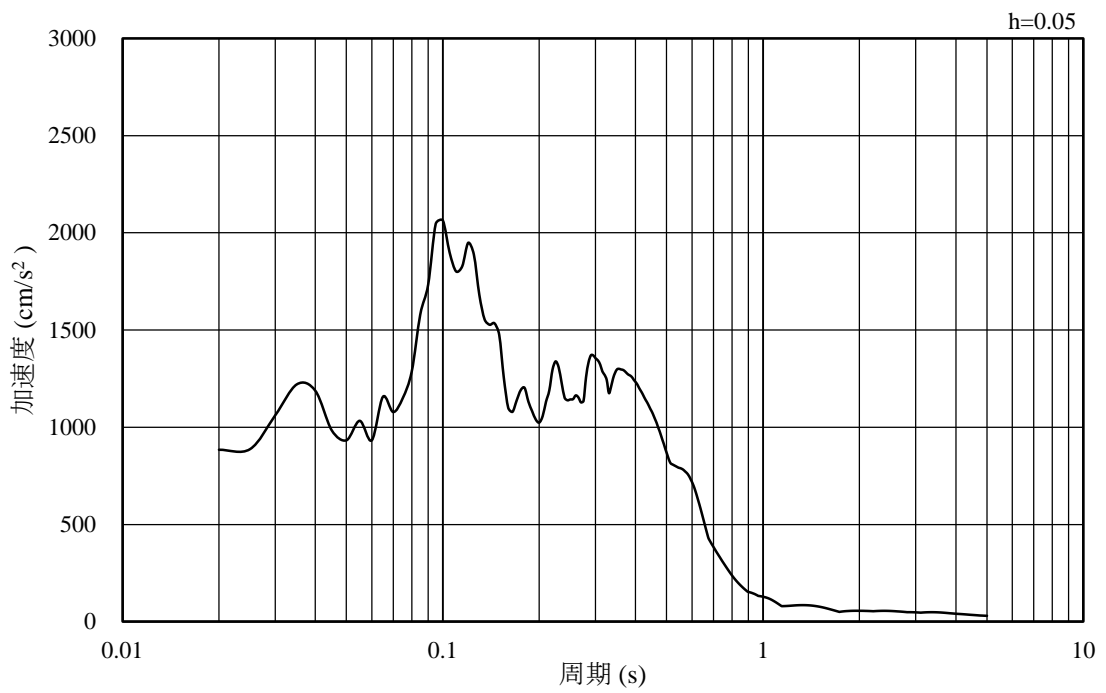


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-37 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S_s-F 1)

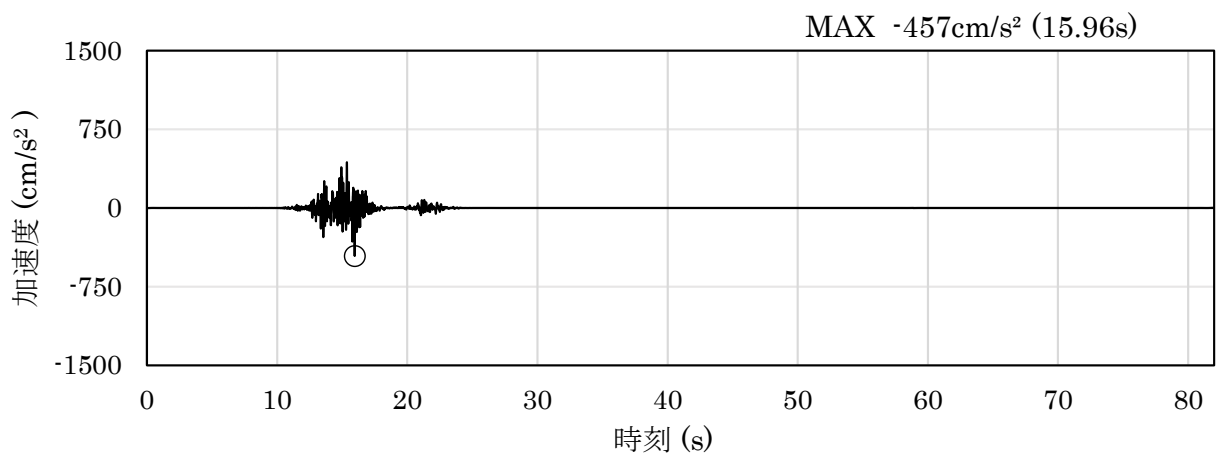


(a) 加速度時刻歴波形

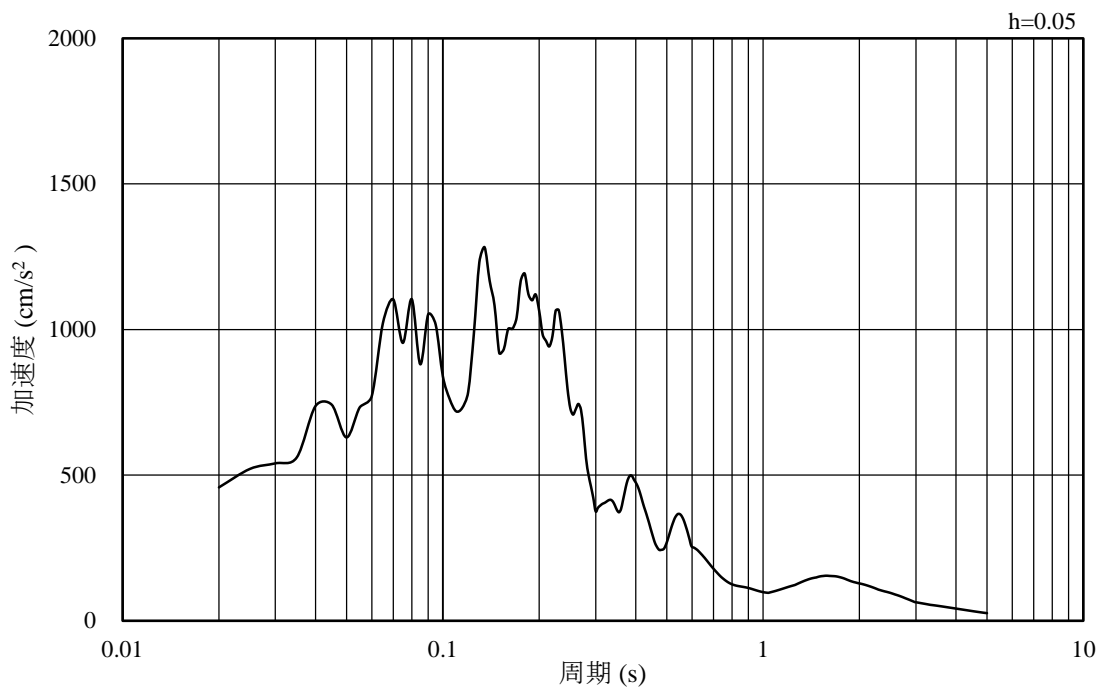


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-38 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 2)

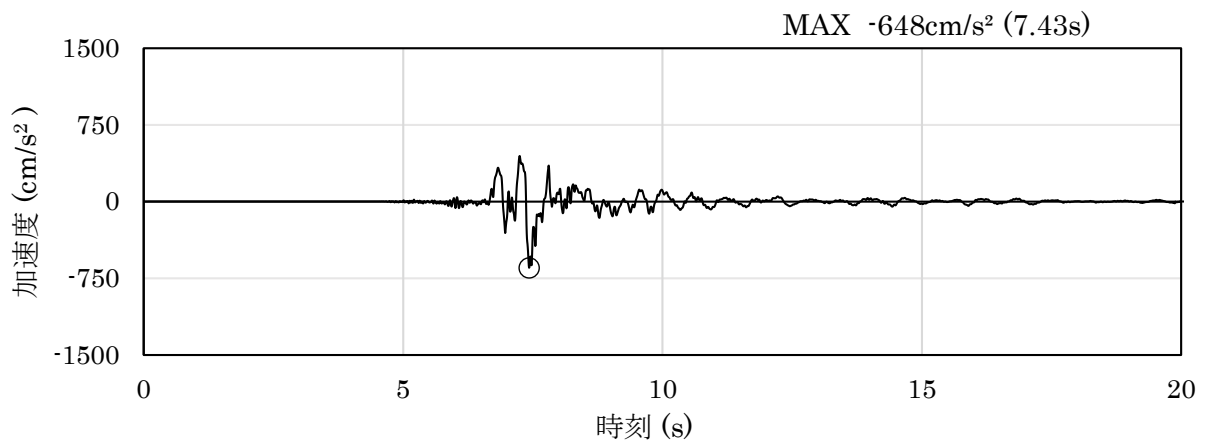


(a) 加速度時刻歴波形

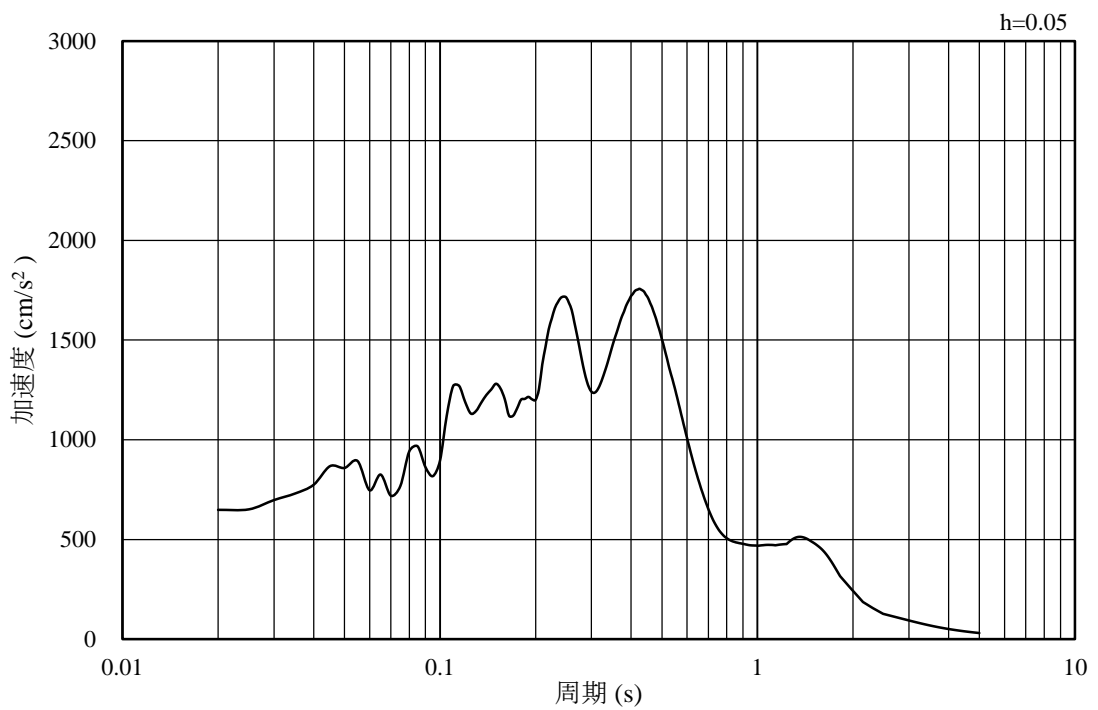


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-39 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S_s-F 2)

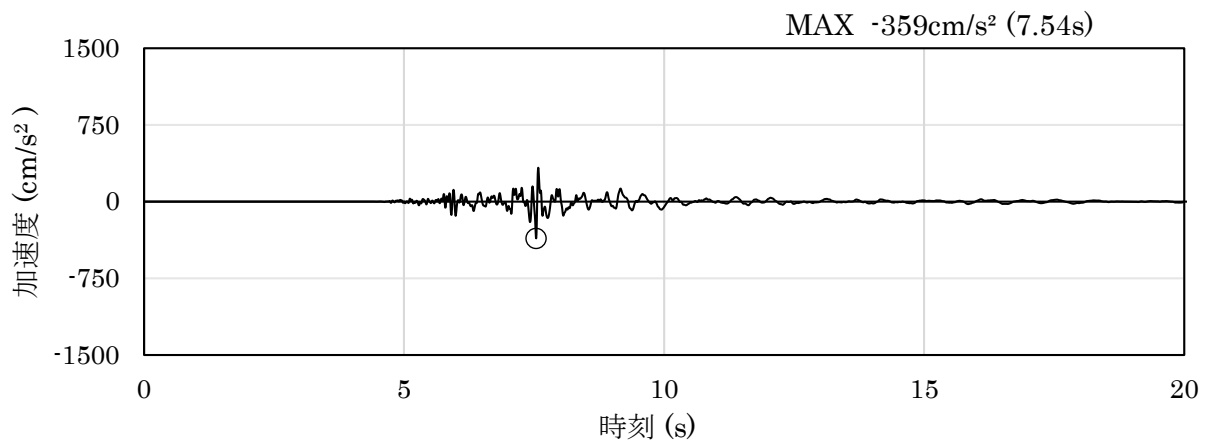


(a) 加速度時刻歴波形

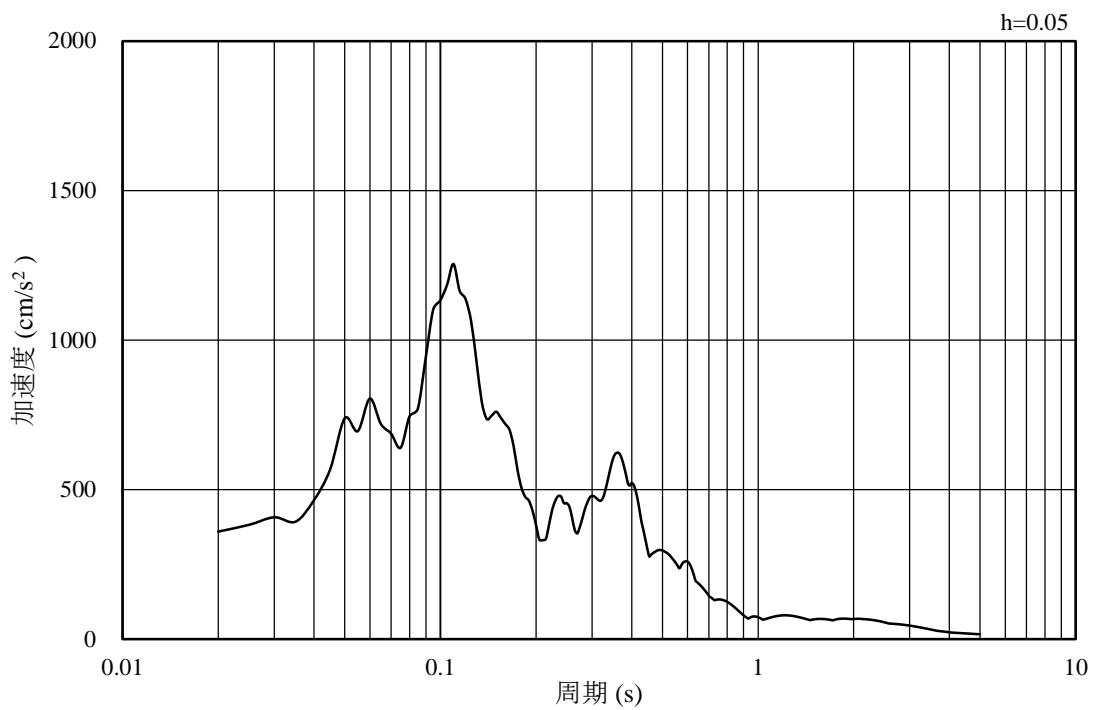


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-40 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S_s-N1)

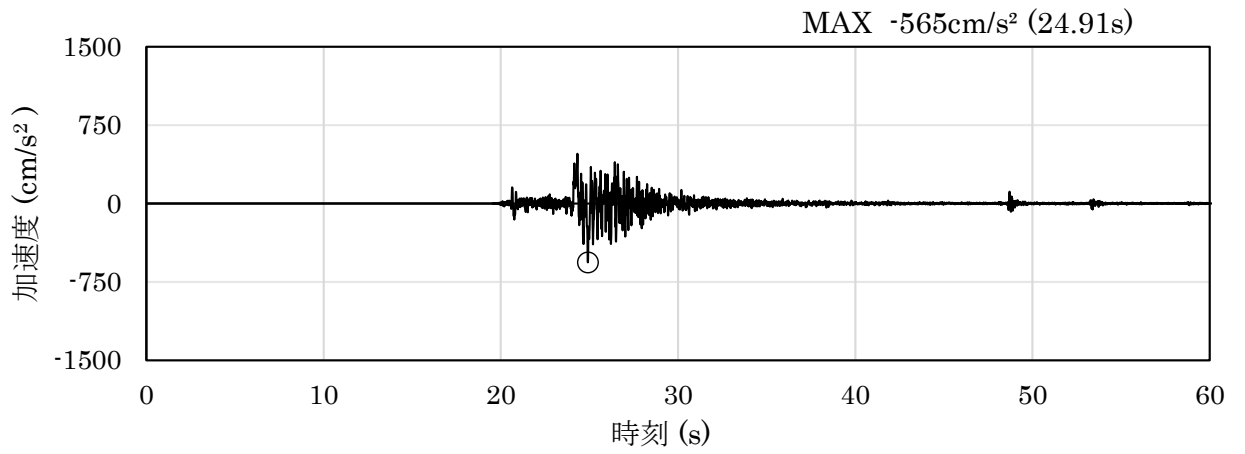


(a) 加速度時刻歴波形

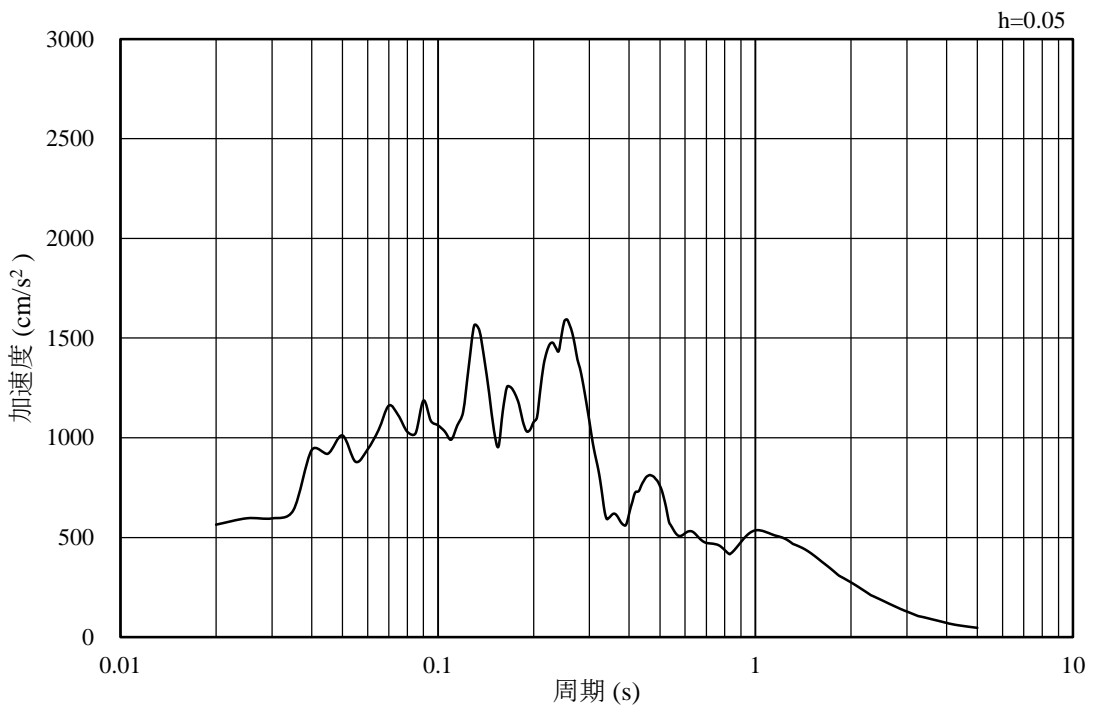


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-41 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s-N 1)

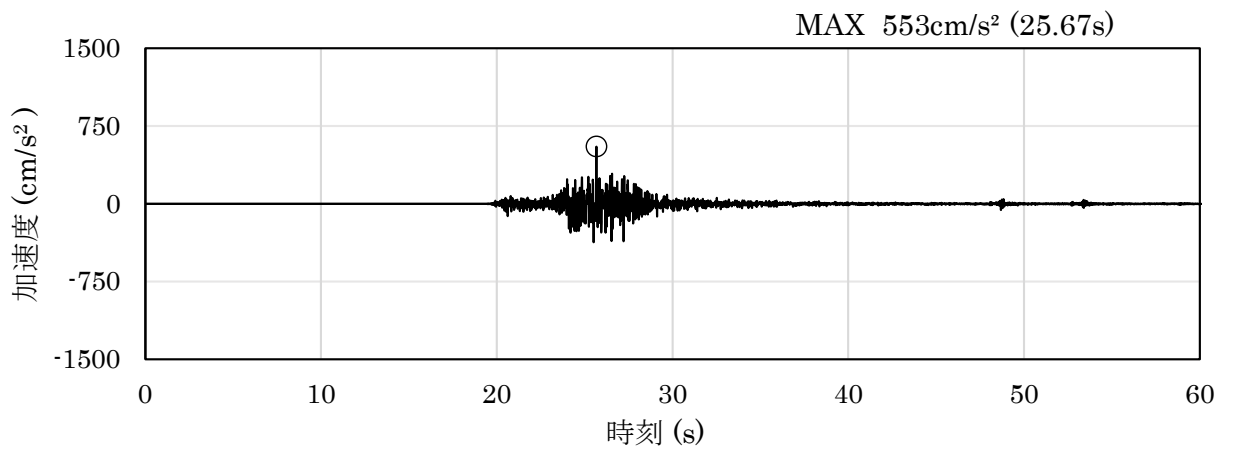


(a) 加速度時刻歴波形

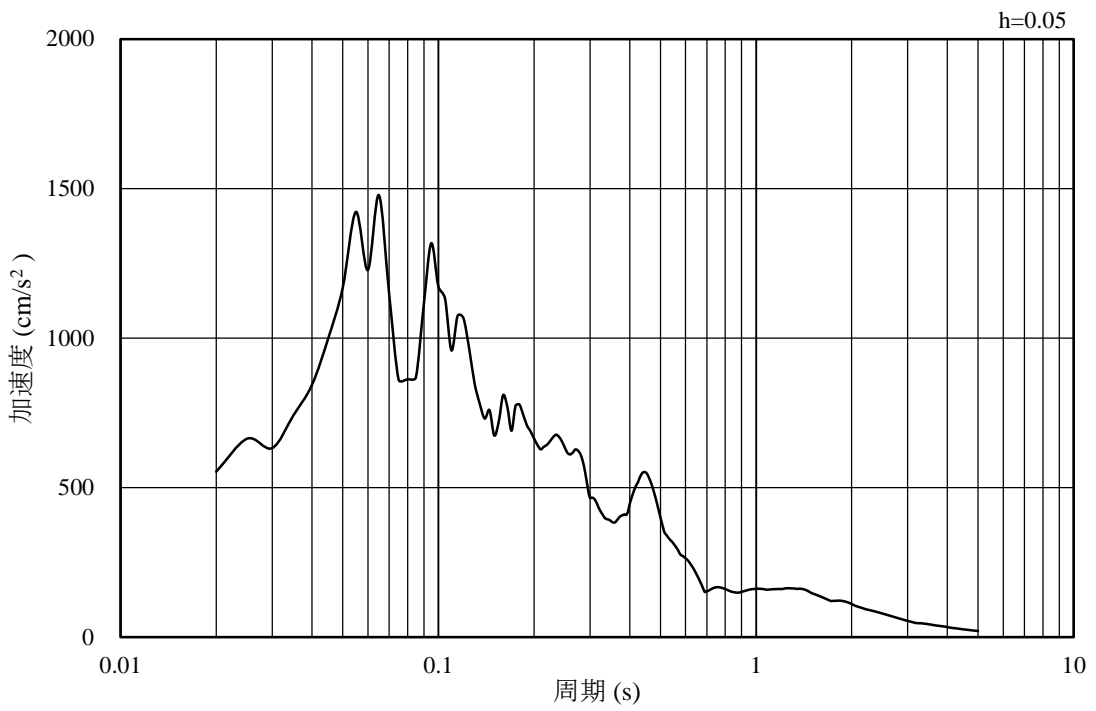


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-42 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S_s-N2 (NS))

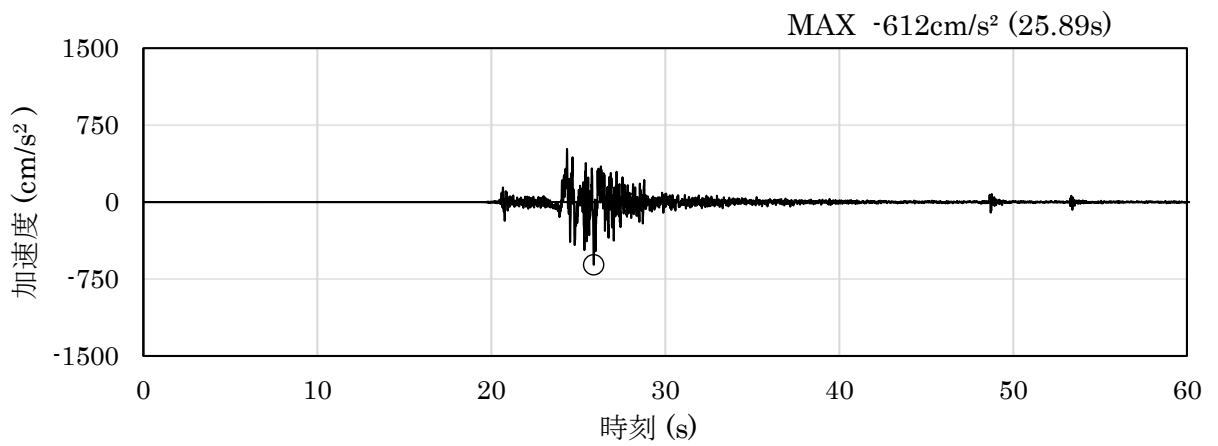


(a) 加速度時刻歴波形

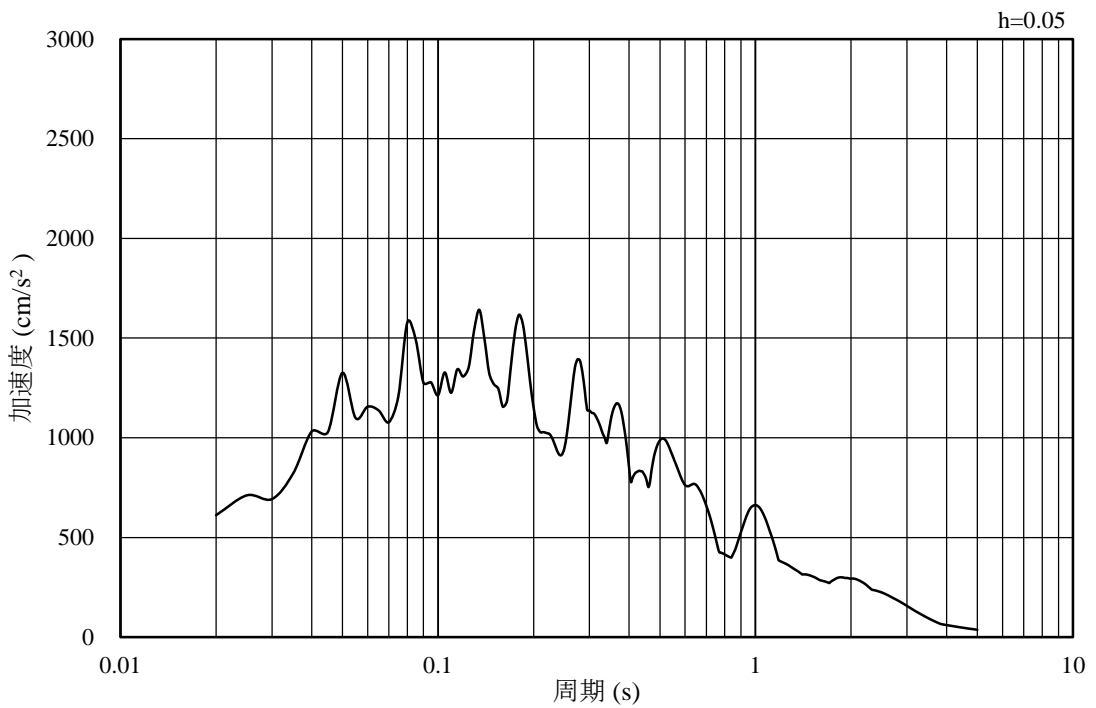


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-43 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S_s-N2 (NS))

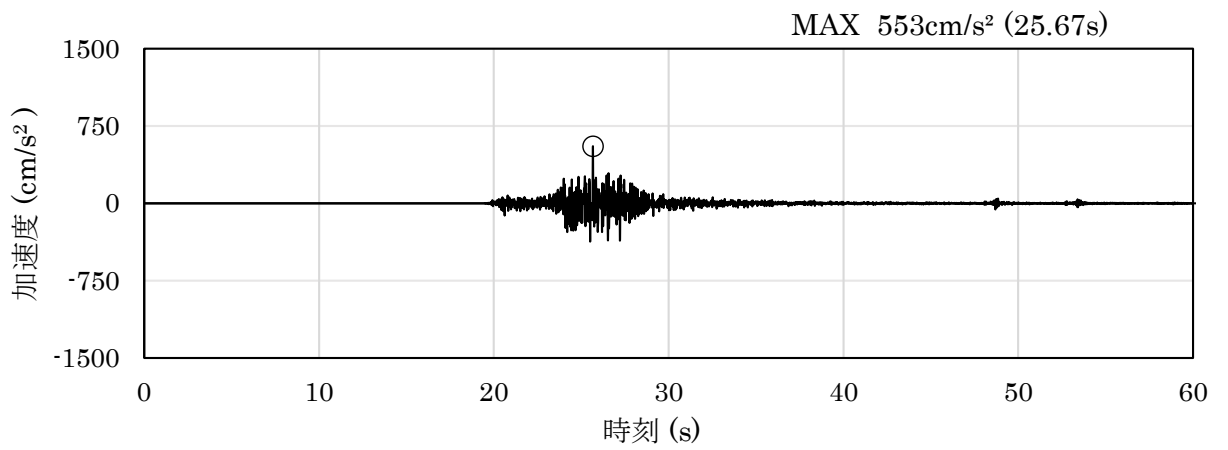


(a) 加速度時刻歴波形

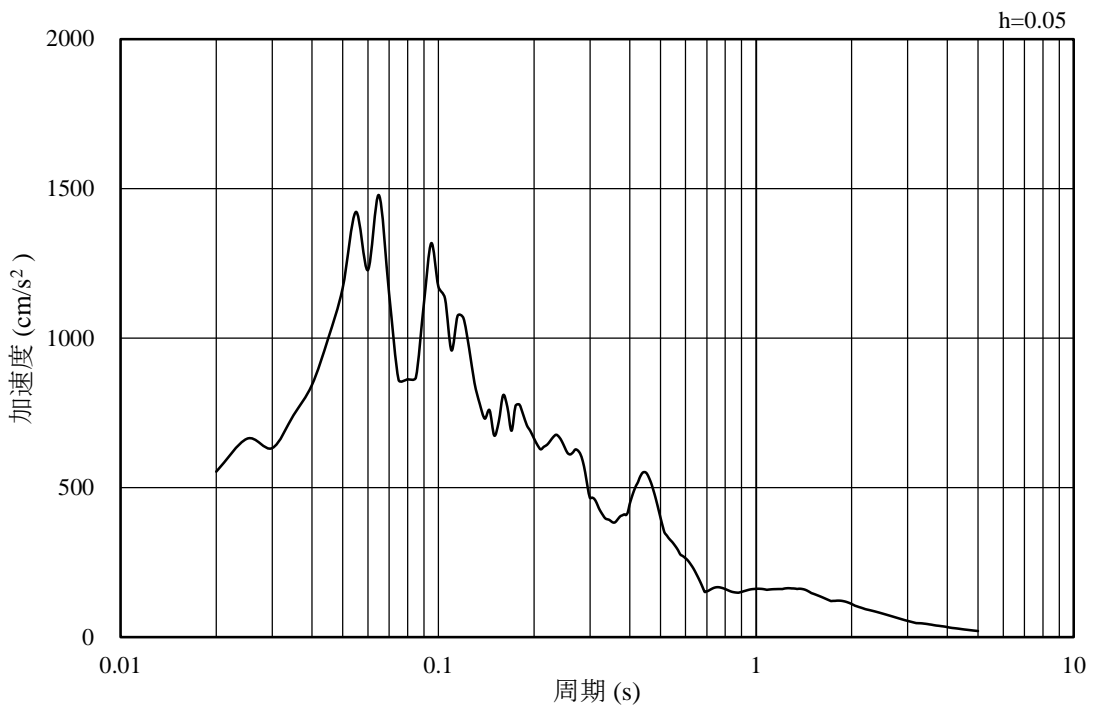


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-44 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S_s-N2 (EW))



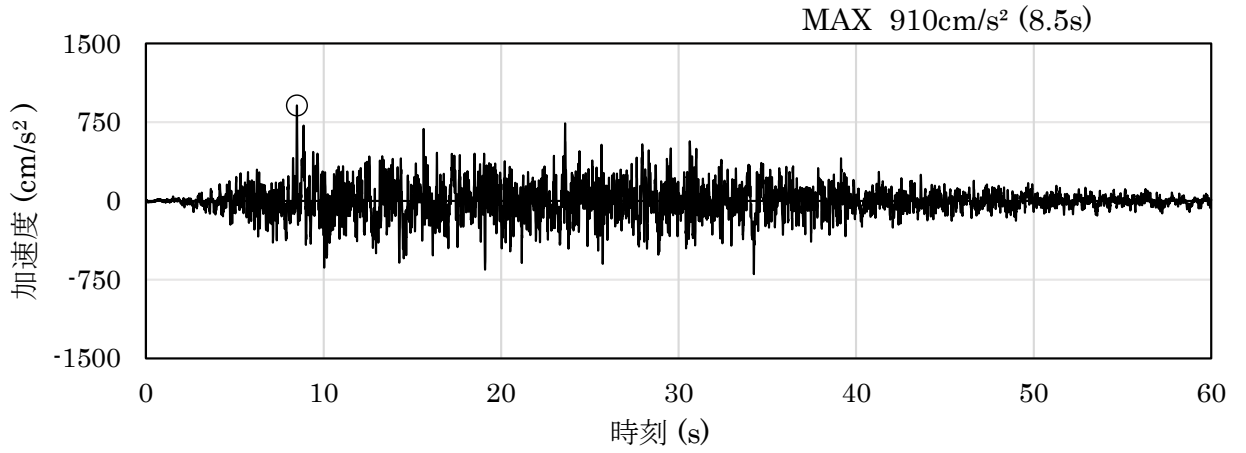
(a) 加速度時刻歴波形



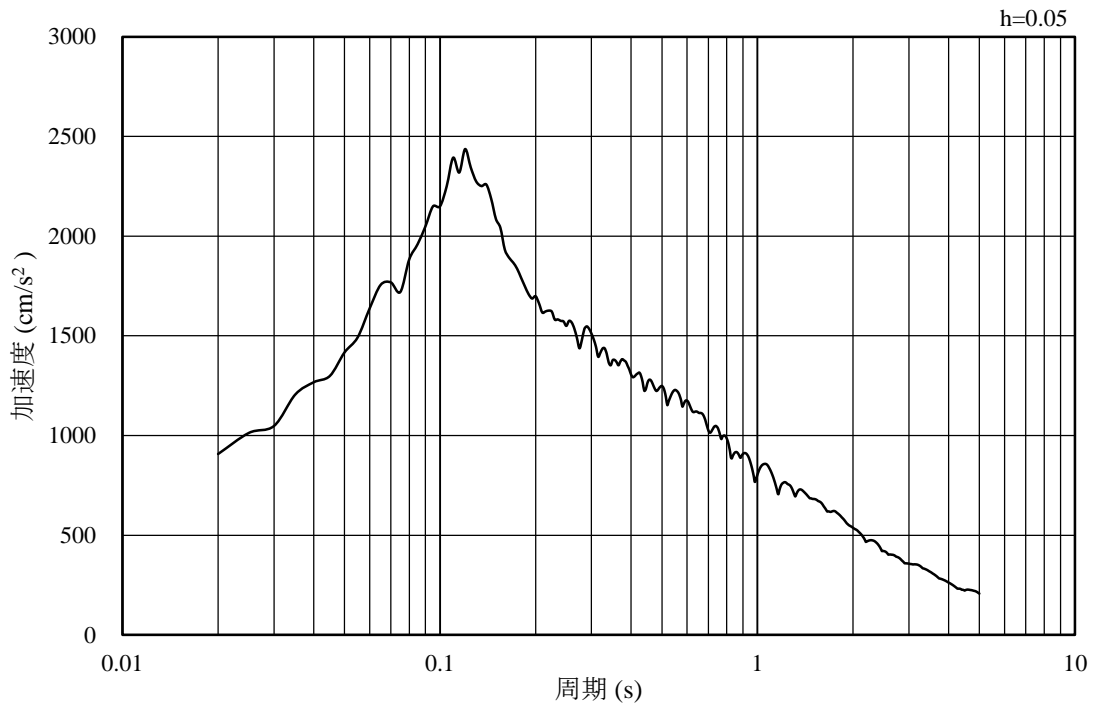
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-45 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S_s-N2 (EW))

3.4.4 ⑦-⑦断面

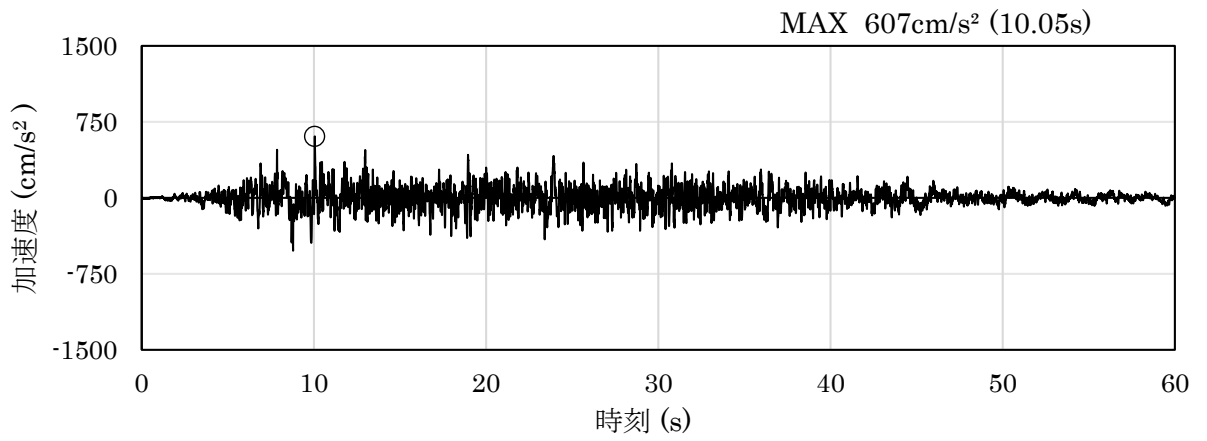


(a) 加速度時刻歴波形

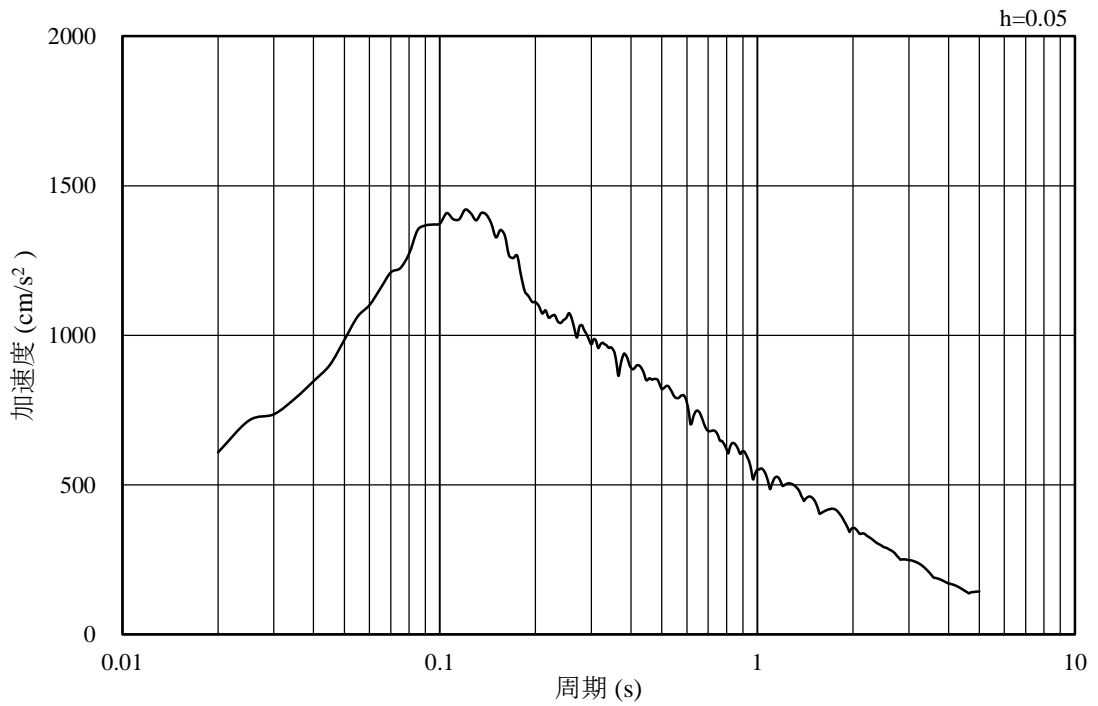


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-46 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s-D)

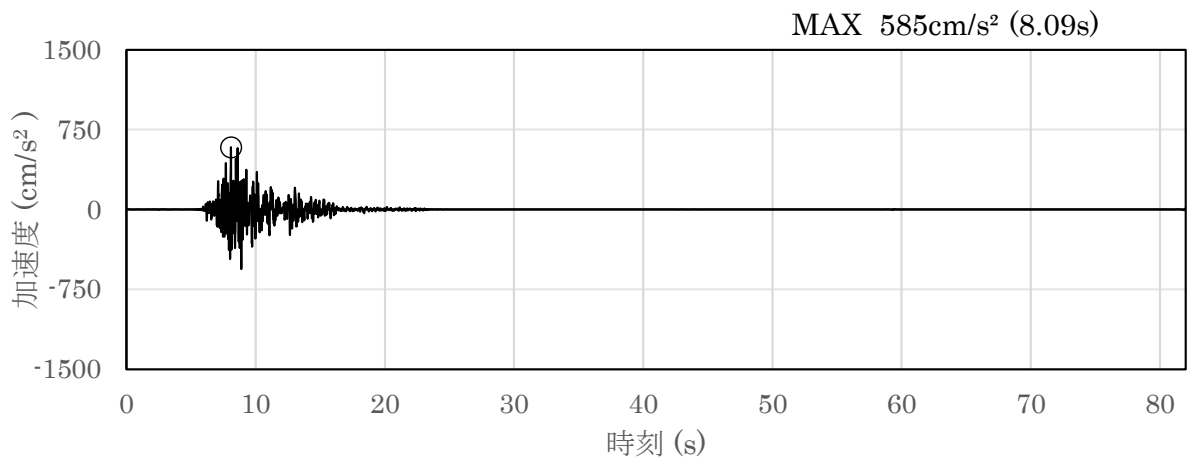


(a) 加速度時刻歴波形

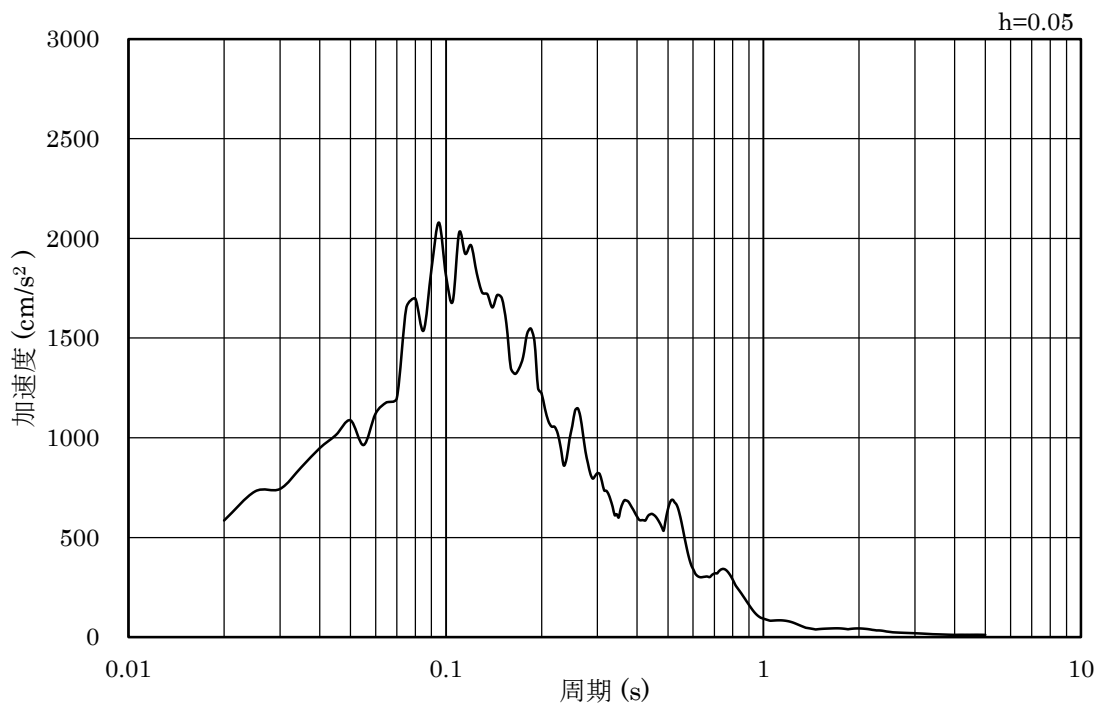


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-47 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s-D)

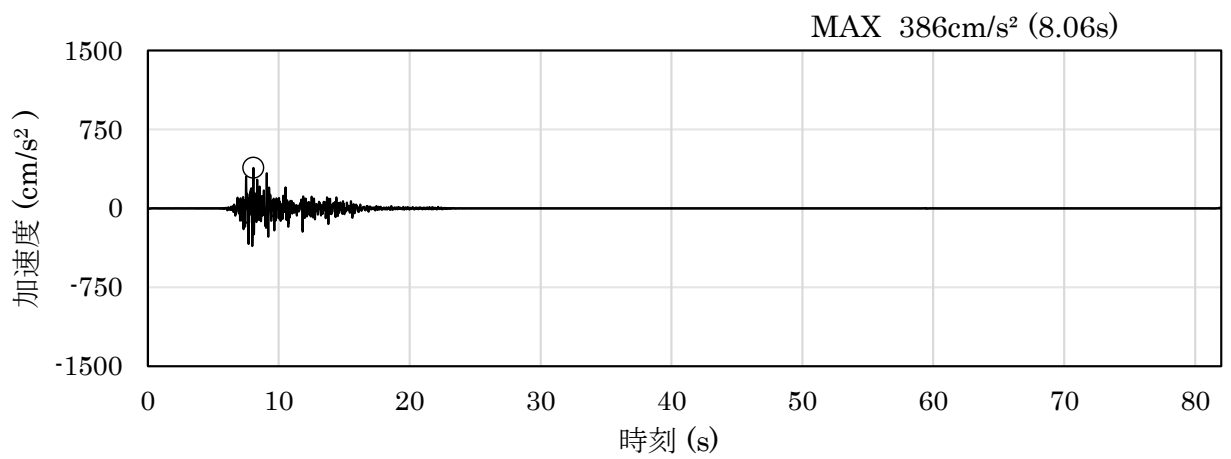


(a) 加速度時刻歴波形

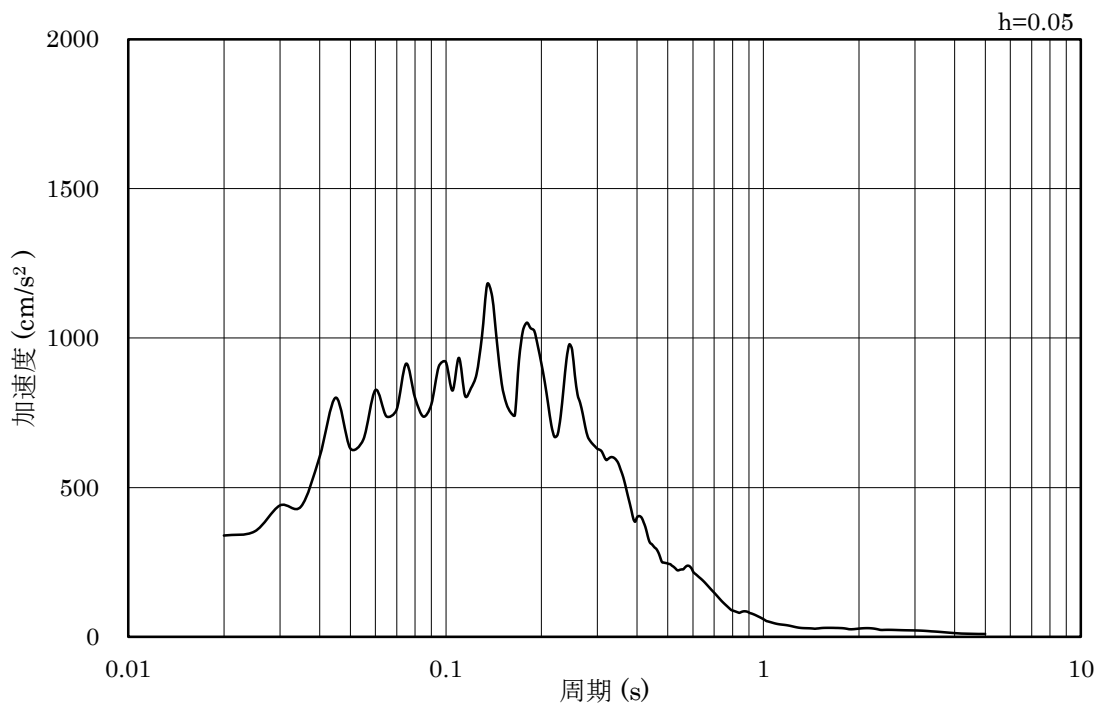


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-48 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 1)

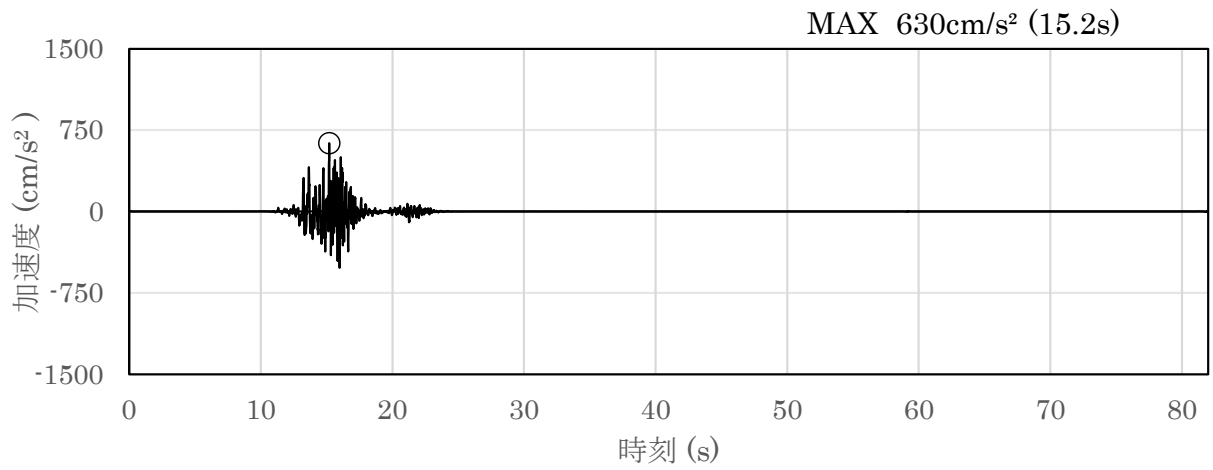


(a) 加速度時刻歴波形

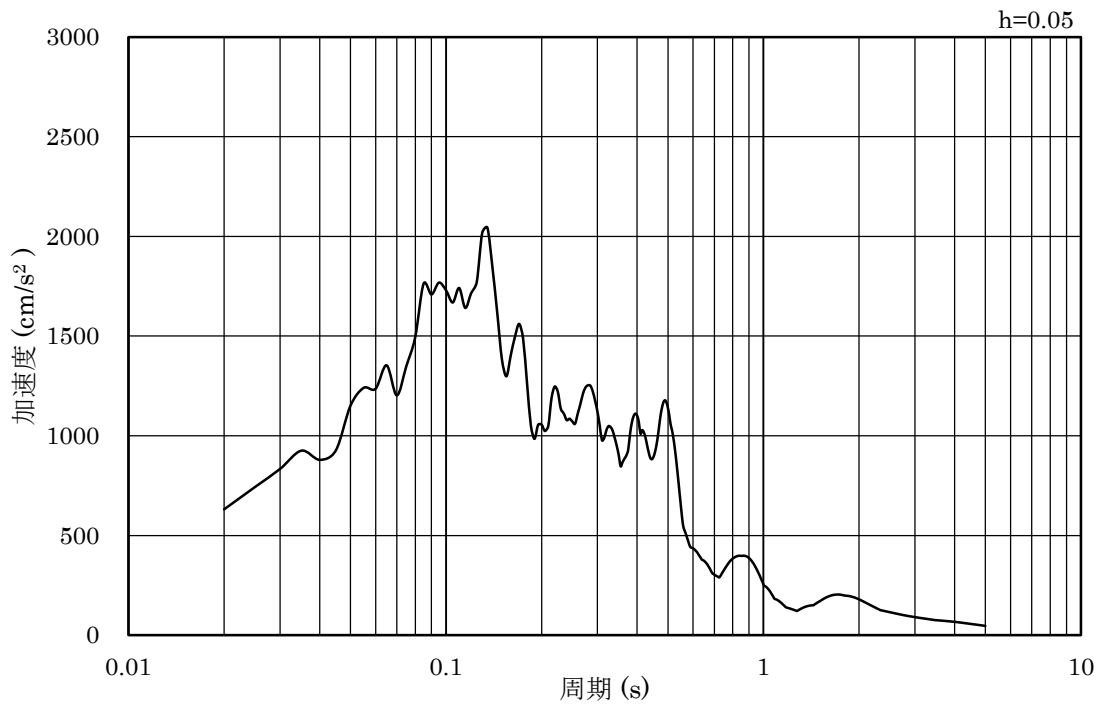


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-49 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s-F 1)

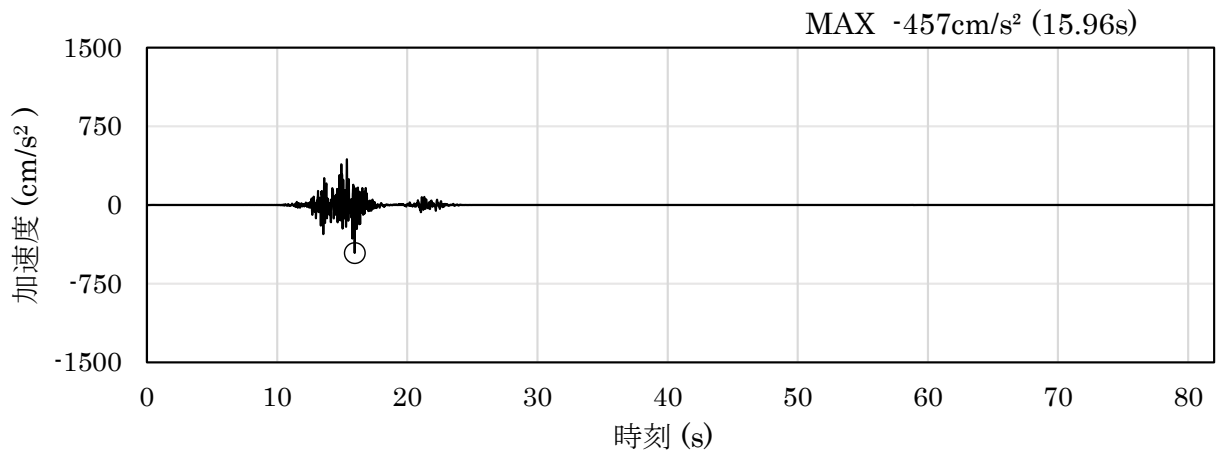


(a) 加速度時刻歴波形

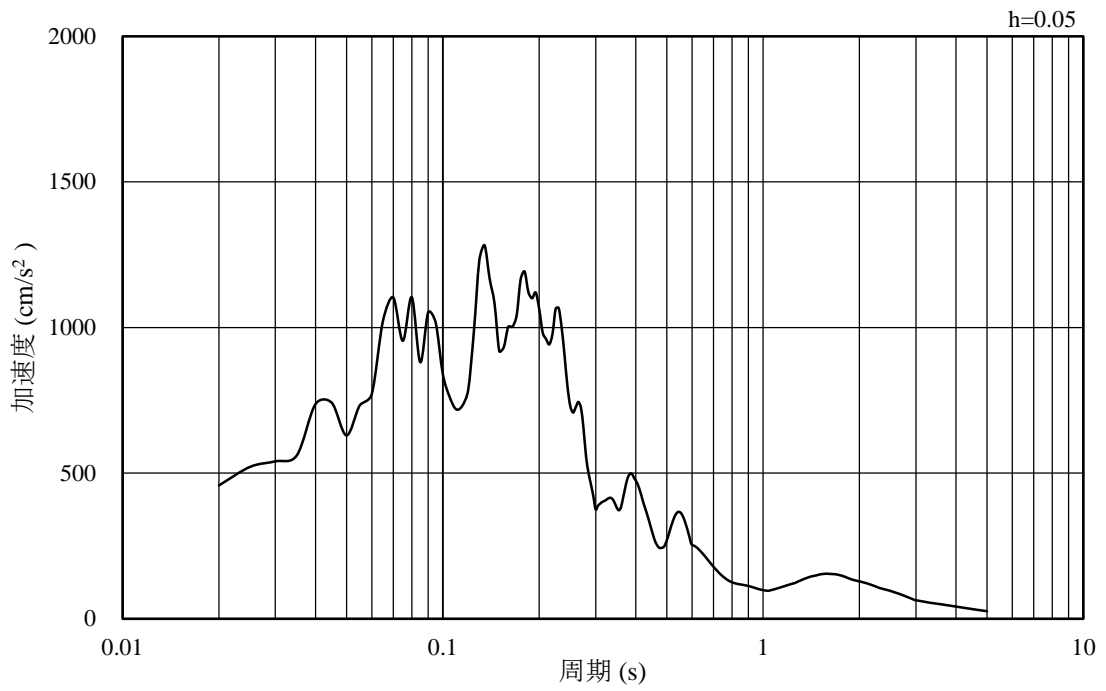


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-50 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 2)

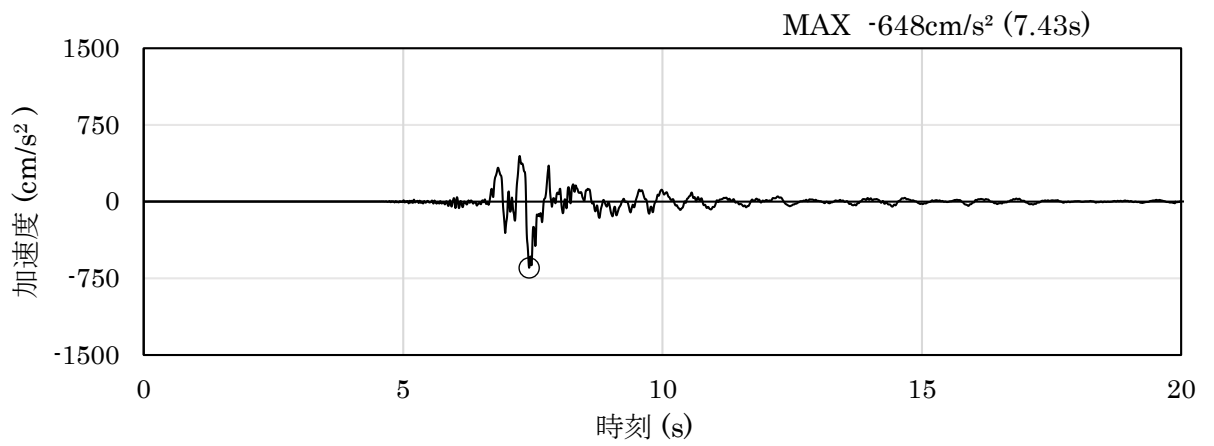


(a) 加速度時刻歴波形

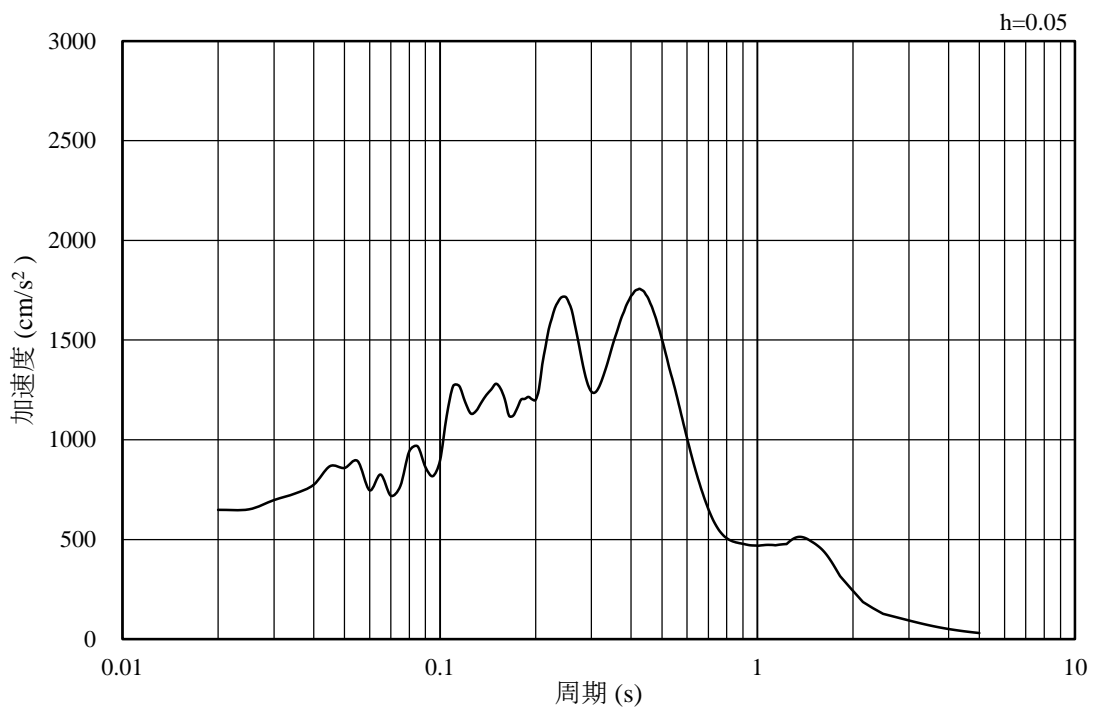


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-51 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s-F 2)

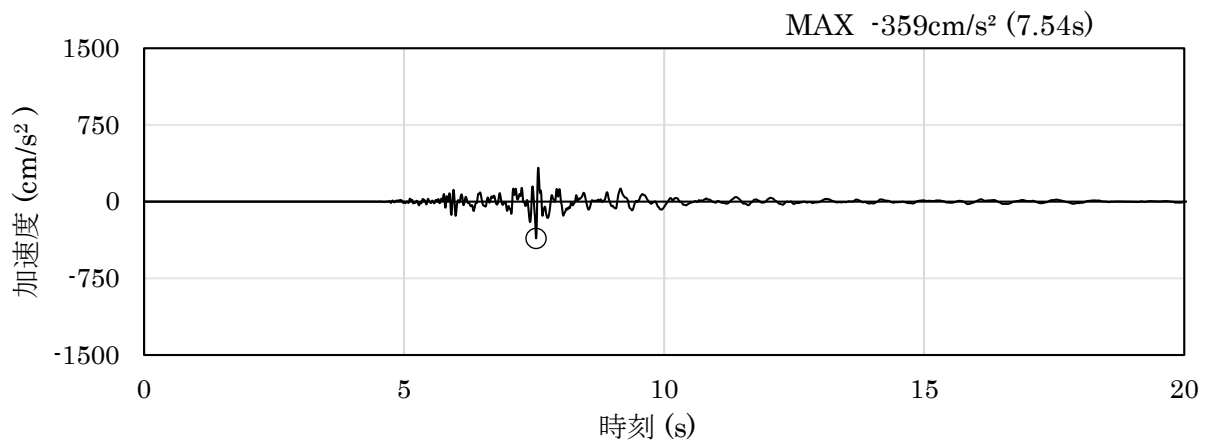


(a) 加速度時刻歴波形

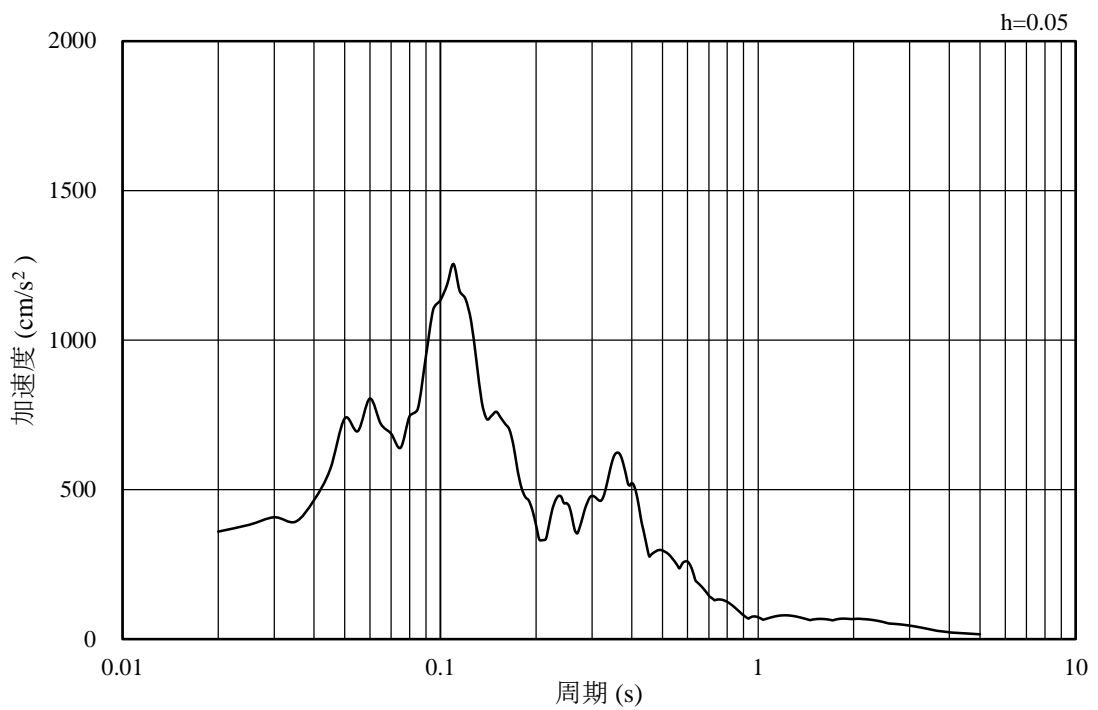


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-52 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S_s-N1)

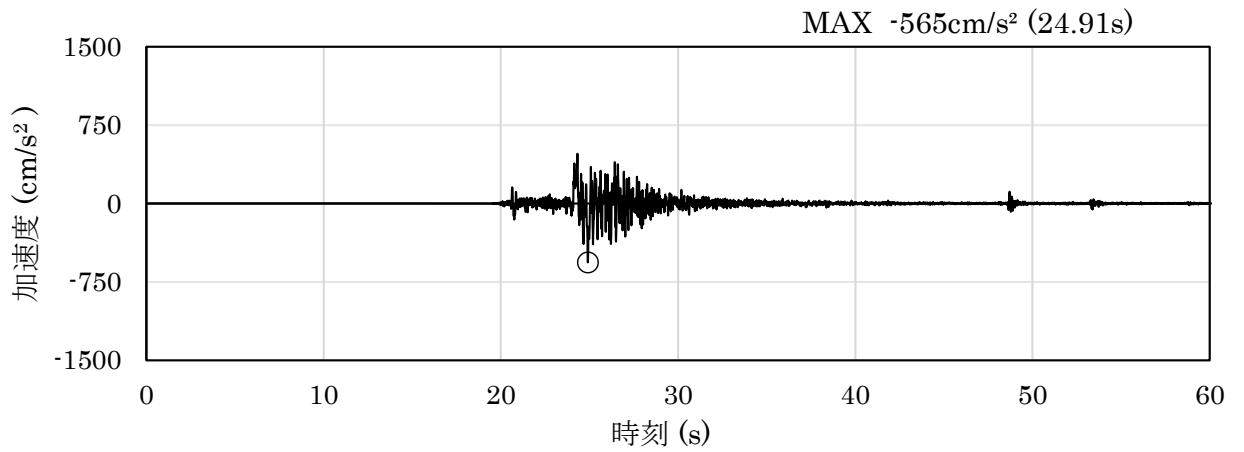


(a) 加速度時刻歴波形

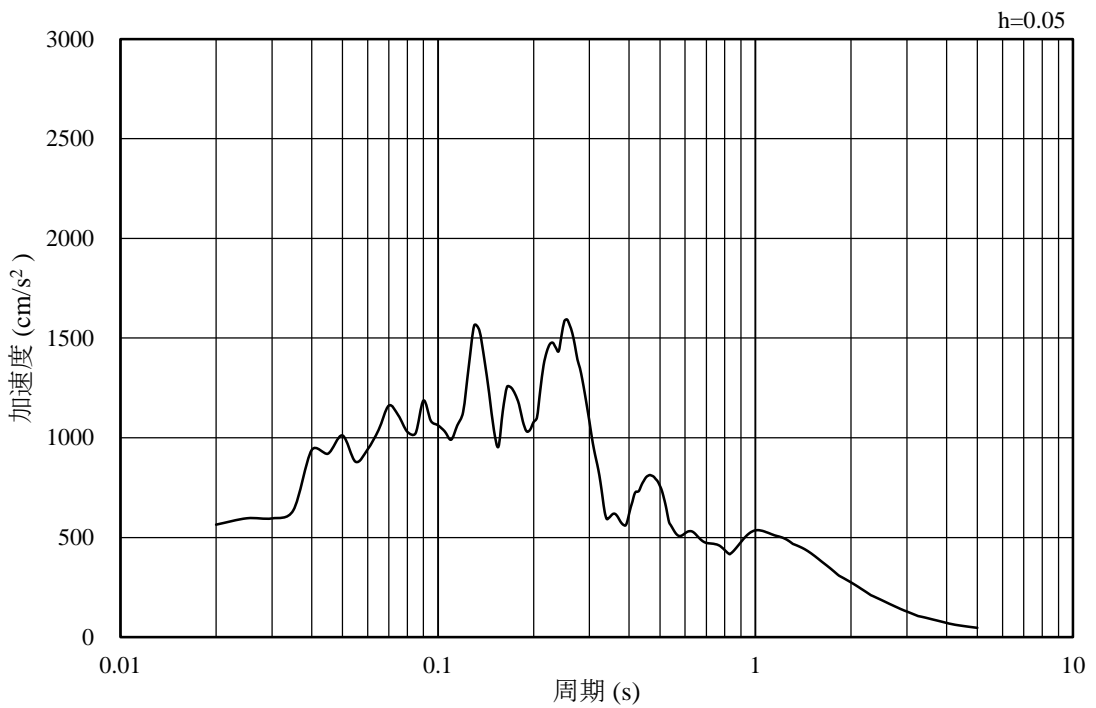


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-53 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S_s-N1)

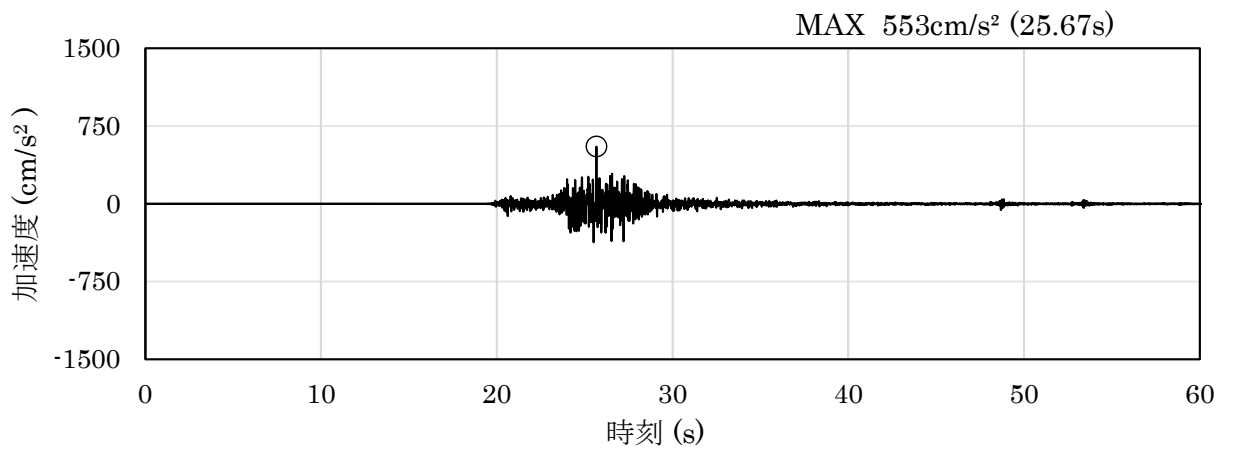


(a) 加速度時刻歴波形

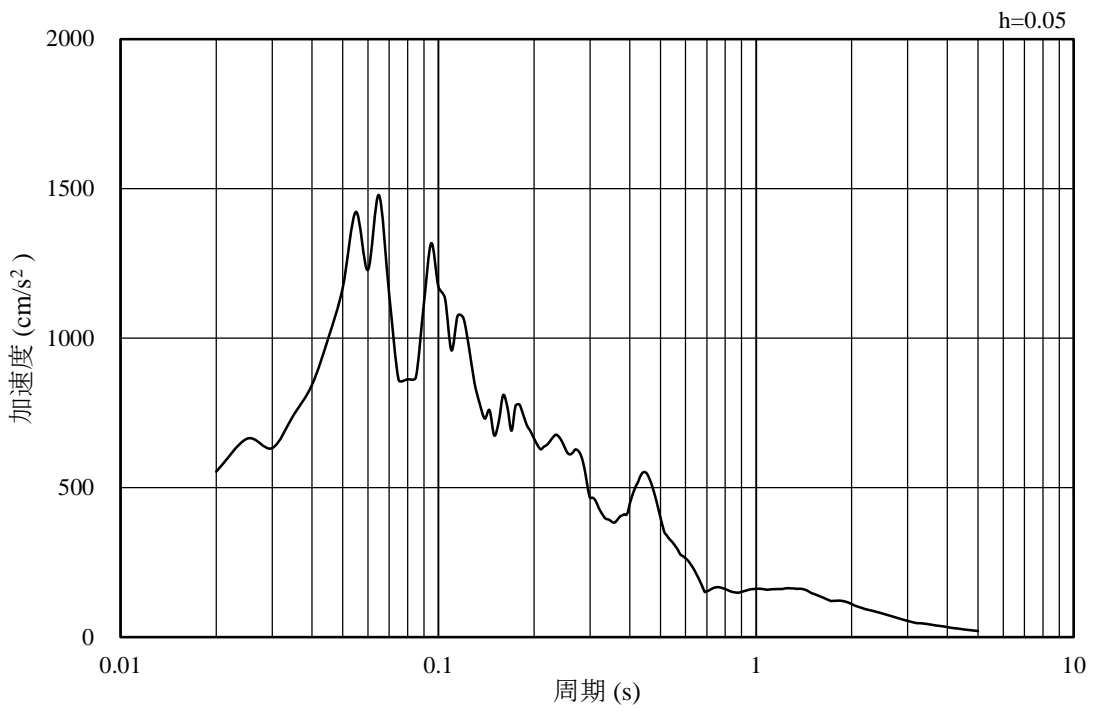


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-54 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S_s-N2 (NS))

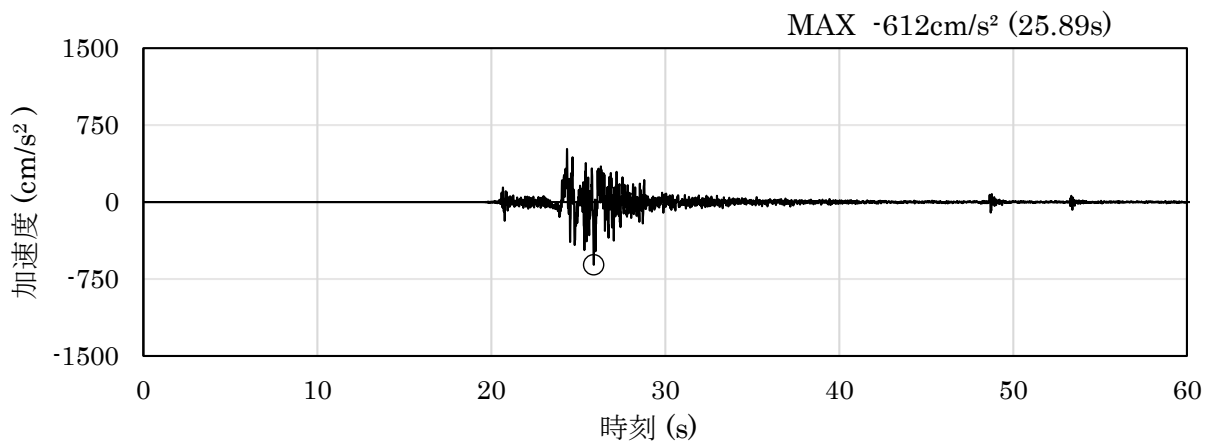


(a) 加速度時刻歴波形

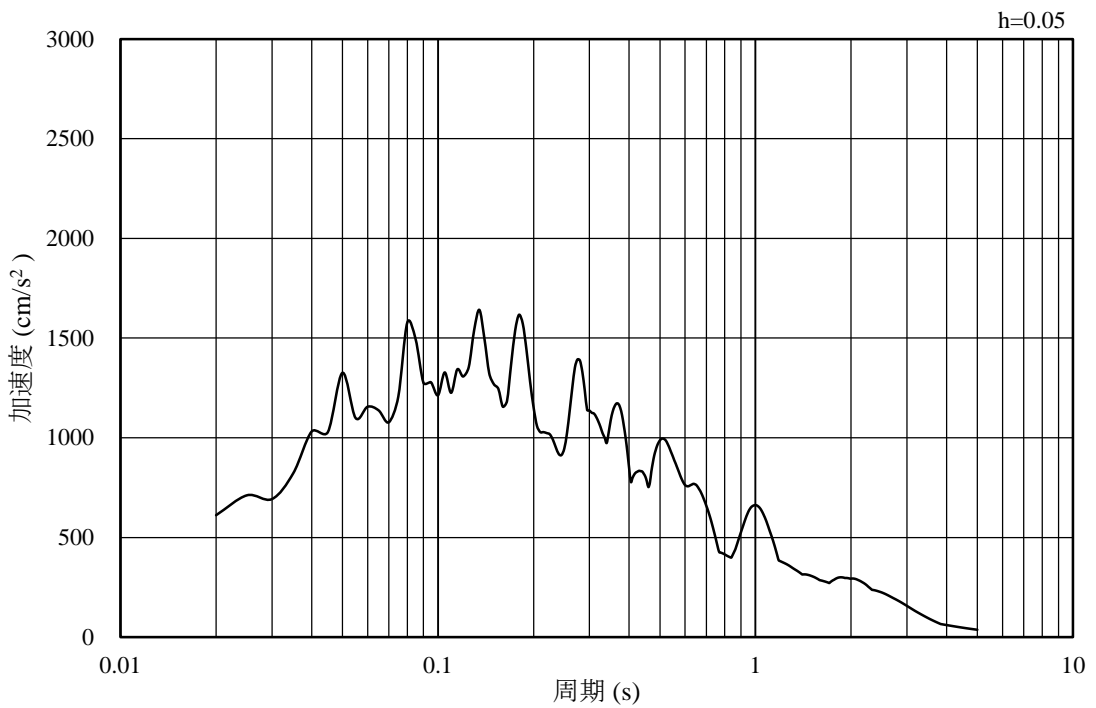


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-55 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S_s-N2 (NS))

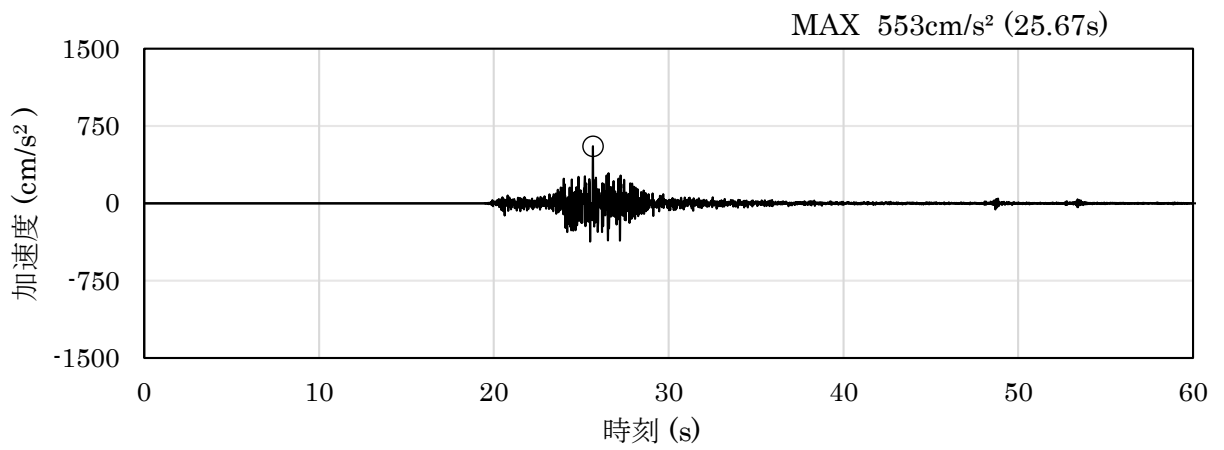


(a) 加速度時刻歴波形

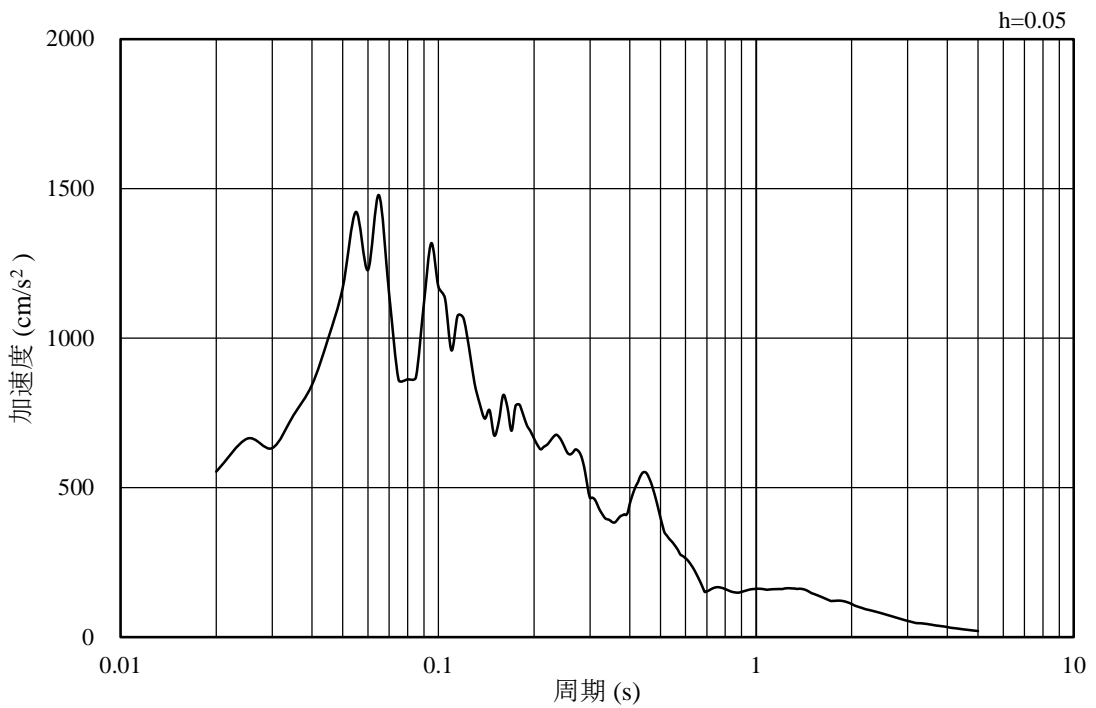


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-56 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S_s-N2 (EW))



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 3-57 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S_s-N2 (EW))

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

防波壁（逆T擁壁）の地震応答解析モデルを図3-58～図3-61に示す。

(1) 解析領域

地震応答解析モデルは、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987（（社）日本電気協会）」を参考に、境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分広い領域とする。

(2) 境界条件

地震応答解析時の境界条件については、2次元有限要素法における半無限地盤を模擬するため、粘性境界を設ける。

(3) 構造物のモデル化

逆T擁壁は、鉄筋コンクリート造であり、線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。

グラウンドアンカは、非線形ばねでモデル化し、定着部分を多点拘束（MPC）とする。

漂流物対策工（鉄筋コンクリート版、鋼材）は、モデル化せず、その重量を考慮する。

(4) 地盤のモデル化

岩盤は線形の平面ひずみ要素でモデル化する。

地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。

消波ブロックはモデル化しない。

(5) ジョイント要素の設定

地震時の施設及び地盤の接合面における剥離及びすべりを考慮するため、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（国土交通省港湾局，2007年版）」及び「港湾構造物設計事例集（沿岸技術研究センター，平成19年3月）」に準拠して、これらの接合面にジョイント要素を設定する。

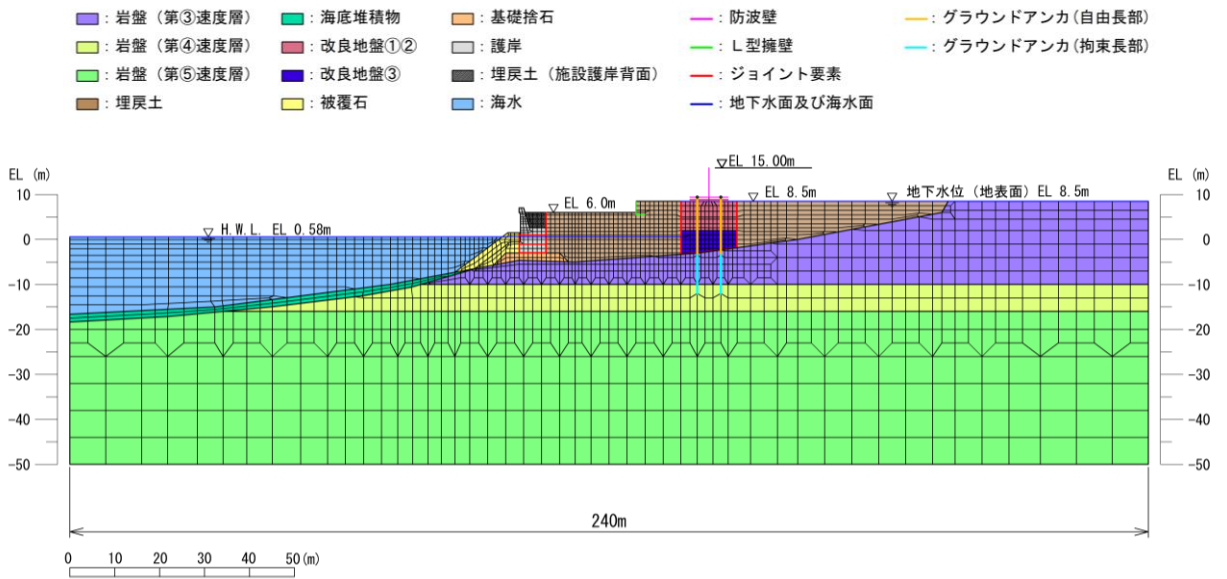


図 3-58 地震応答解析モデル (①-①断面)

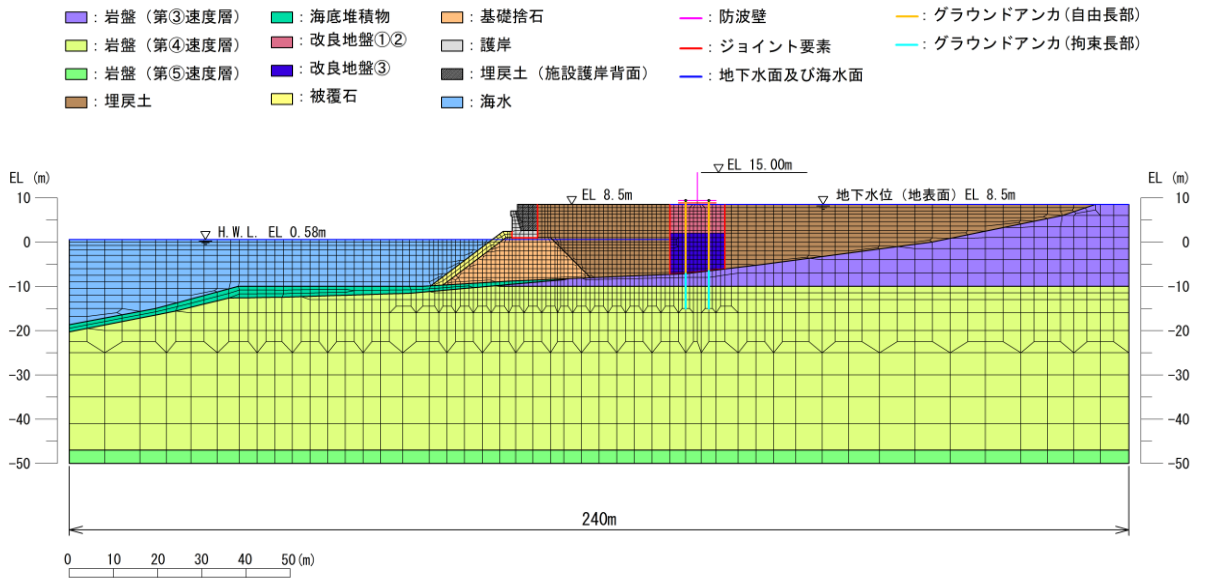


図 3-59 地震応答解析モデル (④-④断面)

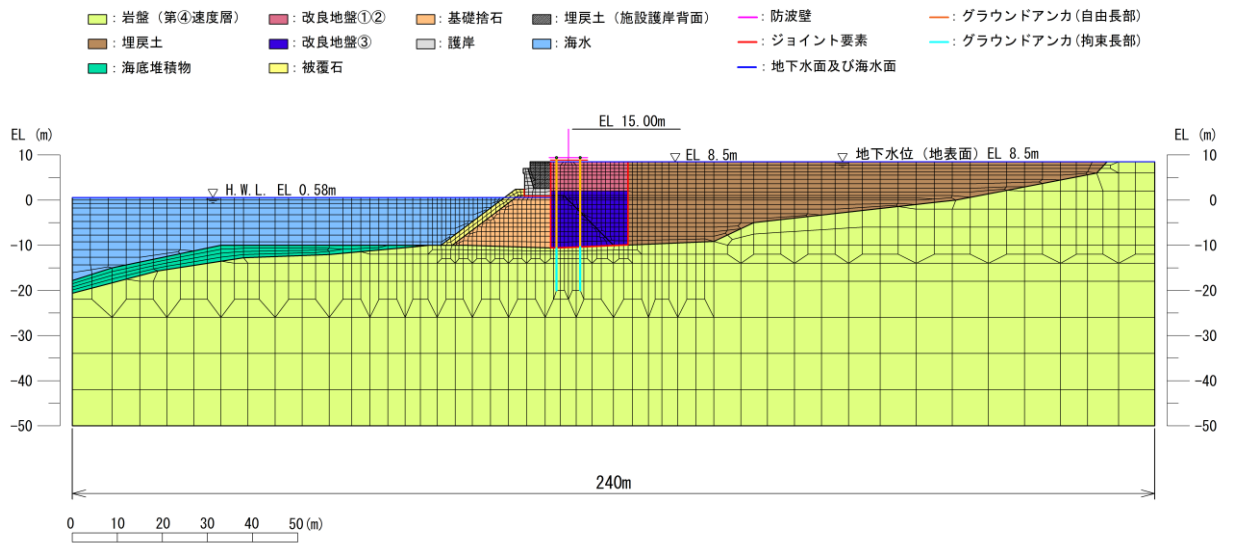


図 3-60 地震応答解析モデル (⑤-⑤断面)

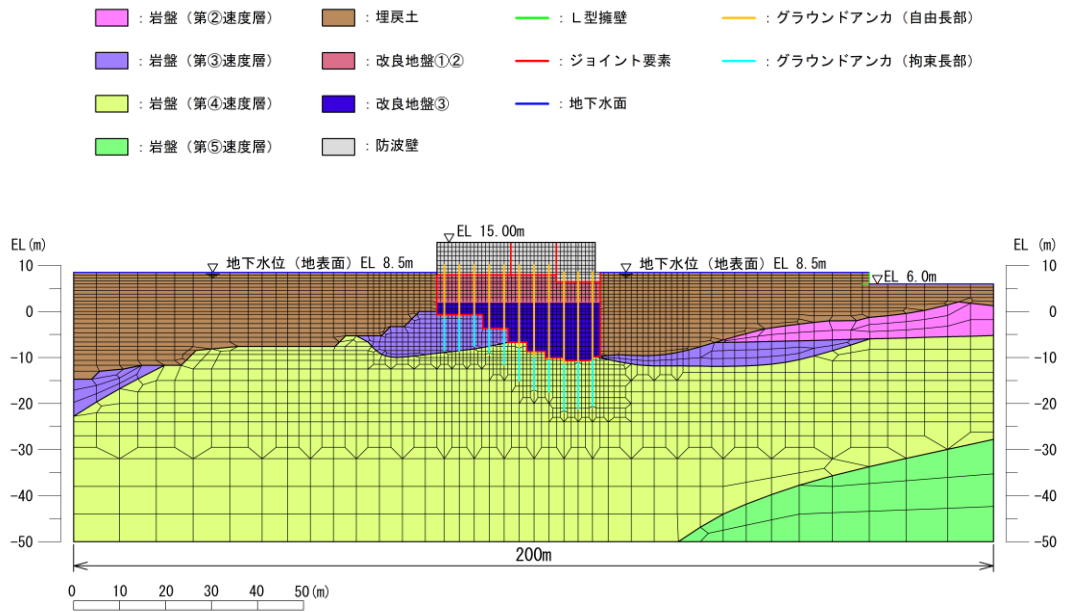


図 3-61 地震応答解析モデル (⑦-⑦断面)

3.5.2 使用材料及び材料の物性値

耐震評価に用いる材料定数は、適用基準類を基に設定する。使用材料を表 3-4 に、材料の物性値を表 3-5 及び表 3-6 に示す。また、解析モデルにおけるグラウンドアンカ位置を図 3-62 に、グラウンドアンカにおける非線形ばねモデルの概念図を図 3-63 に示す。

表 3-4 使用材料

材料		諸元
逆 T 擁壁	鉄筋	SD345
	コンクリート	設計基準強度：24N/mm ²
グラウンドアンカ		アンカー長：17.5m～30.0m, 極限引張力：2800kN, 降伏引張力：2400kN

表 3-5 材料の物性値（逆 T 擁壁）

材料		単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比
逆 T 擁壁	鉄筋コンクリート	24.0*	2.5×10 ⁴ *	0.2*

注記*：コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]（（社）土木学会，2002 年制定）

表 3-6 材料の物性値 (グラウンドアンカ)

		引張剛性 k (kN/m)	テンドン降伏 引張力 (kN)	設計アンカー力 (kN)	初期変位量 (mm)
①-①断面	陸側(アンカー1本)	20493	2400(アンカー1本) 4800(アンカー2本)	1440	70
	海側(アンカー2本)	40986		2880	
④-④断面	陸側(アンカー1本)	15567		1170	75
	海側(アンカー2本)	31134		2340	
⑤-⑤断面	陸側(アンカー1本)	14064		1650	117
	海側(アンカー2本)	28128		3300	
⑦-⑦断面	77(アンカー3本)*	44331		4950	112
	78(アンカー1本)*	14412		1650	114
	79(アンカー3本)*	42192		4950	117
	80(アンカー3本)*	41199		3510	85
	81(アンカー3本)*	42192	3510	83	
	82(アンカー3本)*	46701	3510	75	
	83(アンカー3本)*	57438	3510	61	
	84(アンカー3本)*	68727	3510	51	
	85(アンカー3本)*	77916	3510	45	
	86(アンカー3本)*	71541	3510	49	
	87(アンカー3本)*	71541	3510	49	

注記* : グラウンドアンカ番号で示すグラウンドアンカの位置は図 3-52 を参照

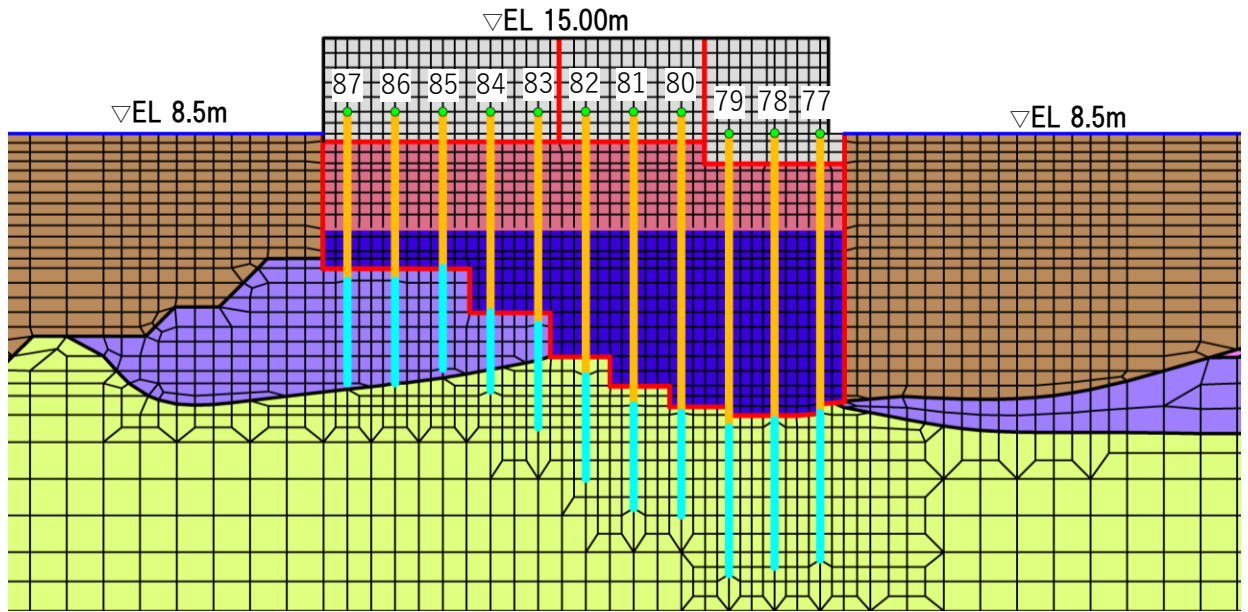


図 3-62 解析モデルにおけるグラウンドアンカ位置 (⑦-⑦断面)

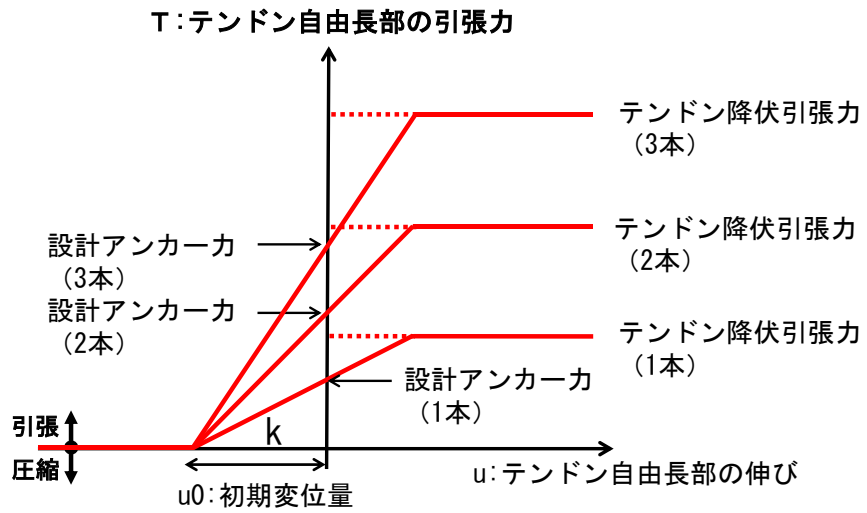


図 3-63 グラウンドアンカの非線形ばねモデルの概念図

3.5.3 地盤の物性値

地盤の物性値は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

3.5.4 地下水位

設計地下水位は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に従い設定する。設計地下水位を表3-7に示す。

表3-7 設計地下水位

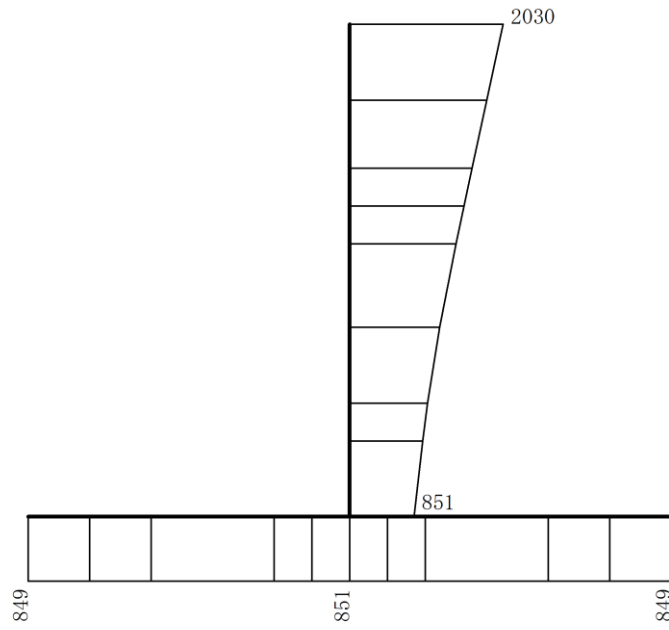
施設名称	設計地下水位
防波壁（逆T擁壁）	防波壁より陸側：EL 8.5m* 防波壁より海側：EL 0.58m

注記*：地表面がEL 8.5mよりも低い地点については、地下水位を地表面とする。

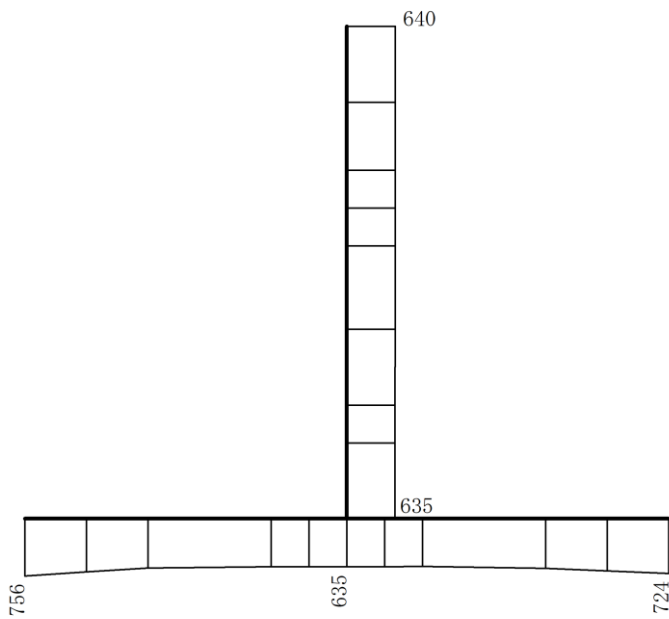
4. 解析結果

4.1 ①－①断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-1～図 4-12 に示す。また、解析ケース①において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査において照査値が最大となる地震動について、解析ケース②及び③の最大応答加速度分布図を図 4-13～図 4-18 に示す。



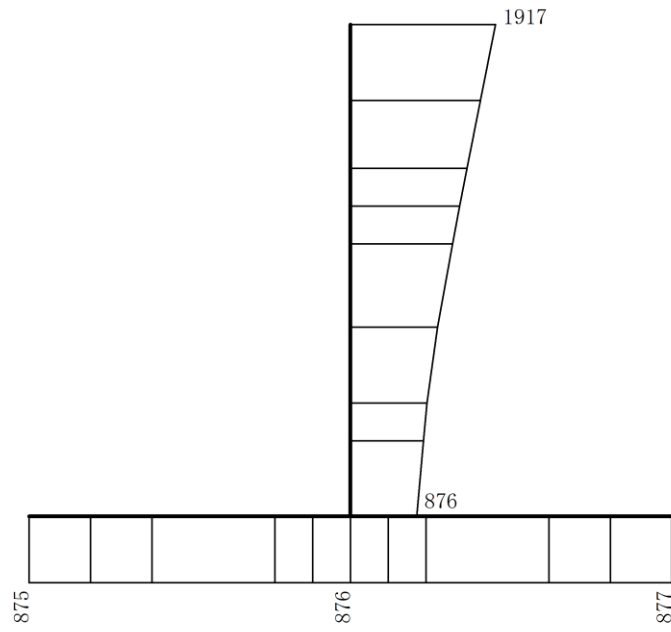
(a) $S_s - D(++)$ 水平



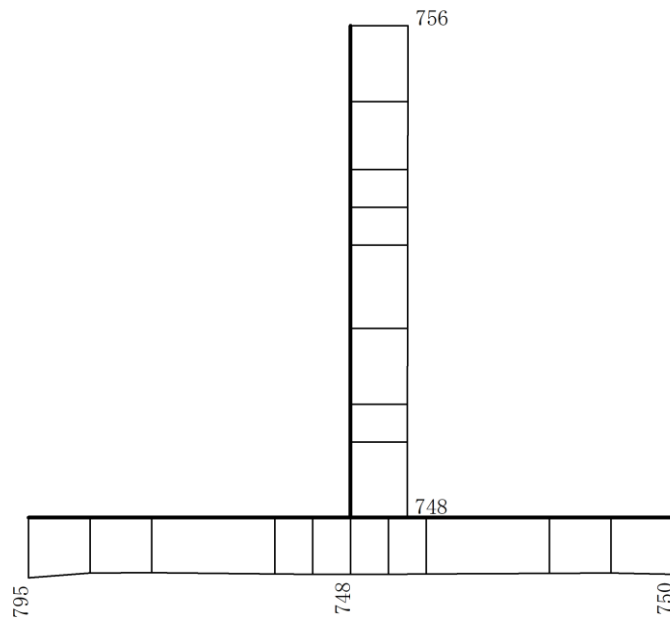
(b) $S_s - D(++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-1 最大応答加速度分布図(1/18) (解析ケース①)



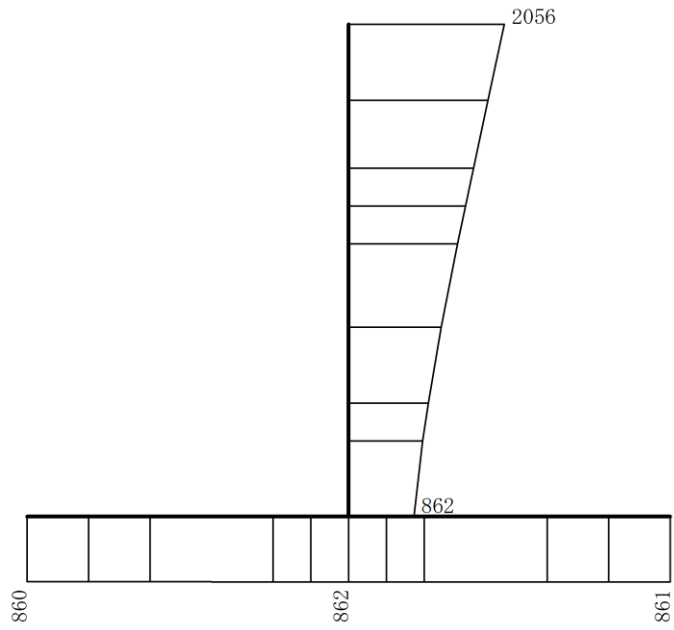
(a) $S_s - D (-+)$ 水平



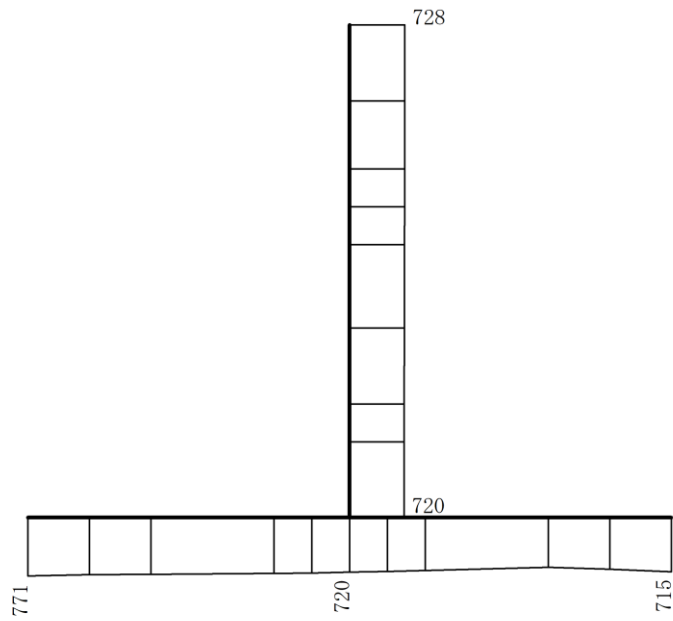
(b) $S_s - D (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-2 最大応答加速度分布図 (2/18) (解析ケース①)



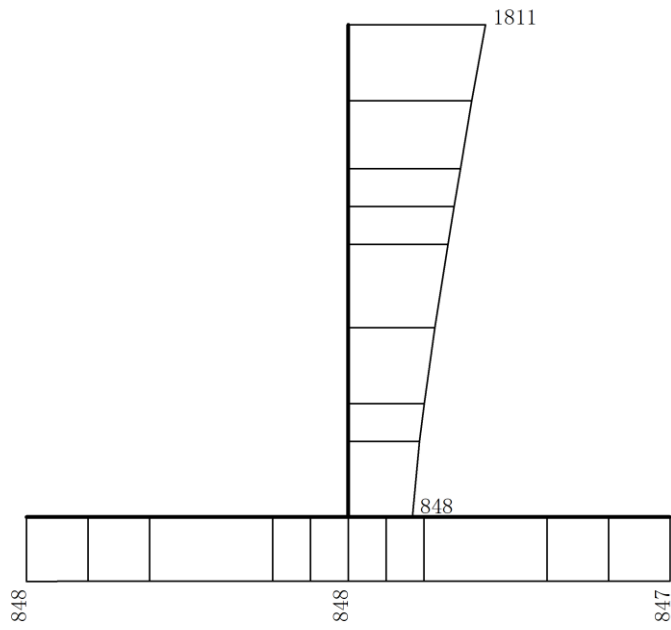
(a) S s - D (+ -) 水平



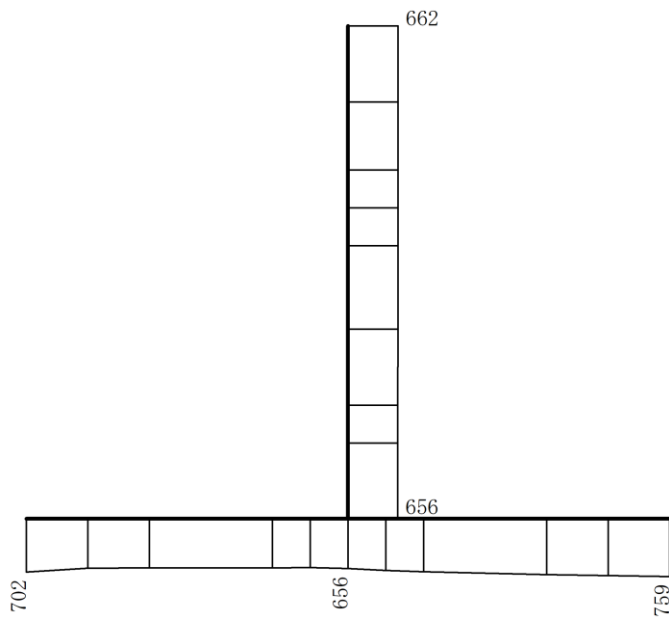
(b) S s - D (+ -) 鉛直

構造スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-3 最大応答加速度分布図(3/18) (解析ケース①)



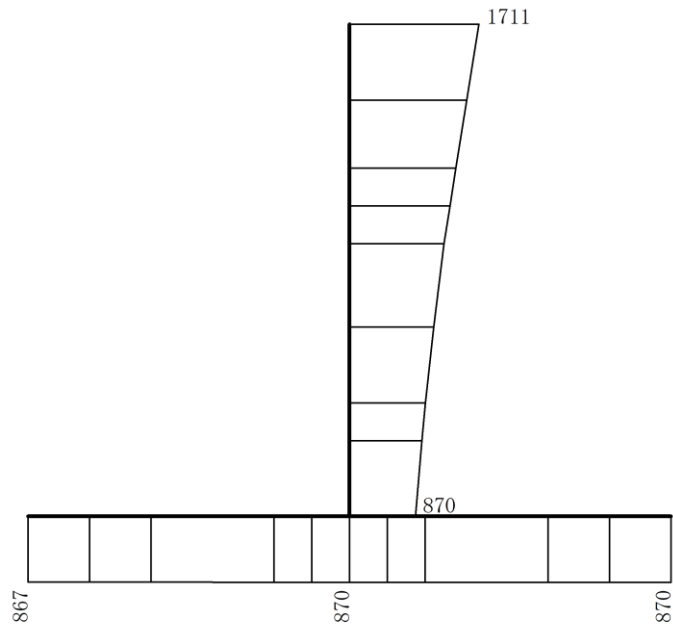
(a) S s - D (---) 水平



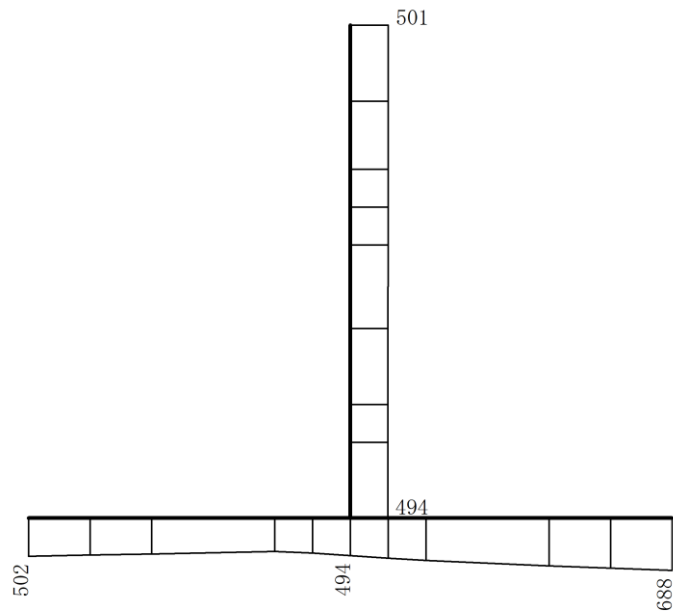
(b) S s - D (---) 鉛直

構造スケール $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 1000(\text{cm/s}^2)$

図 4-4 最大応答加速度分布図(4/18) (解析ケース①)



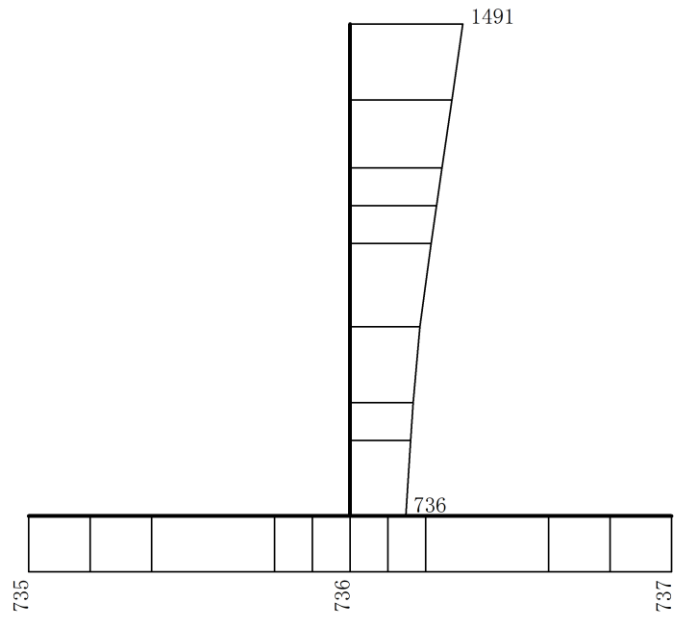
(a) S s - F 1 (+ +) 水平



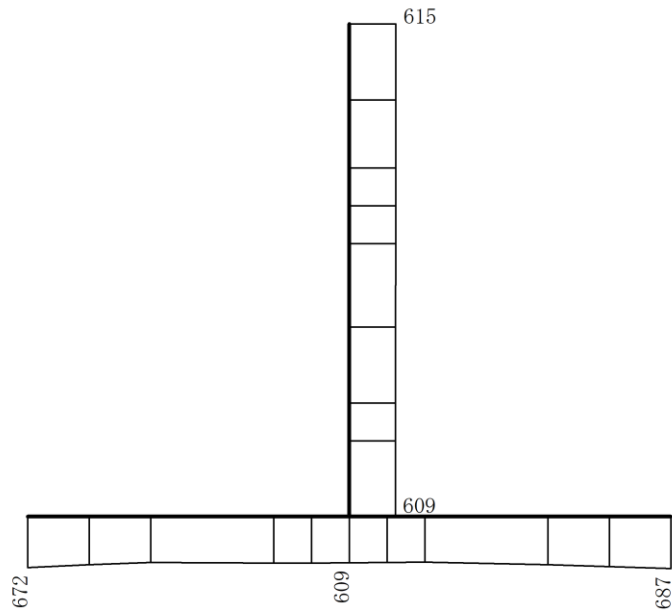
(b) S s - F 1 (+ +) 鉛直

構造スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-5 最大応答加速度分布図(5/18) (解析ケース①)



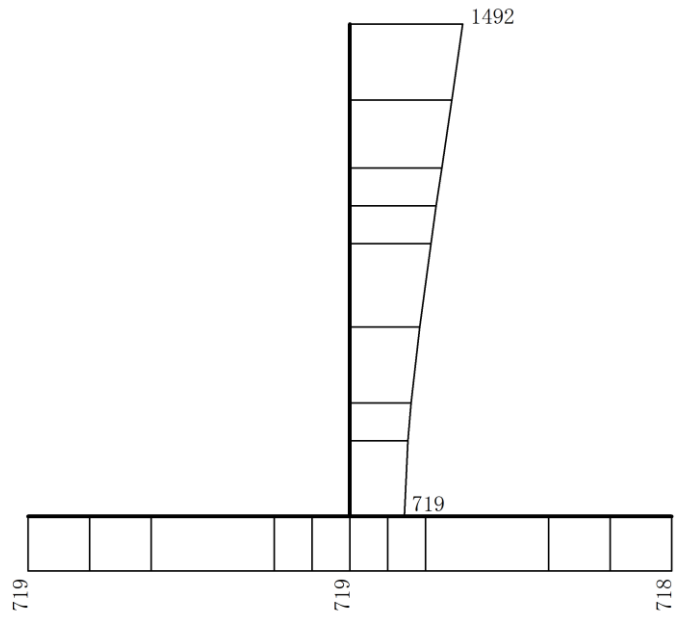
(a) $S_s - F_2 (++)$ 水平



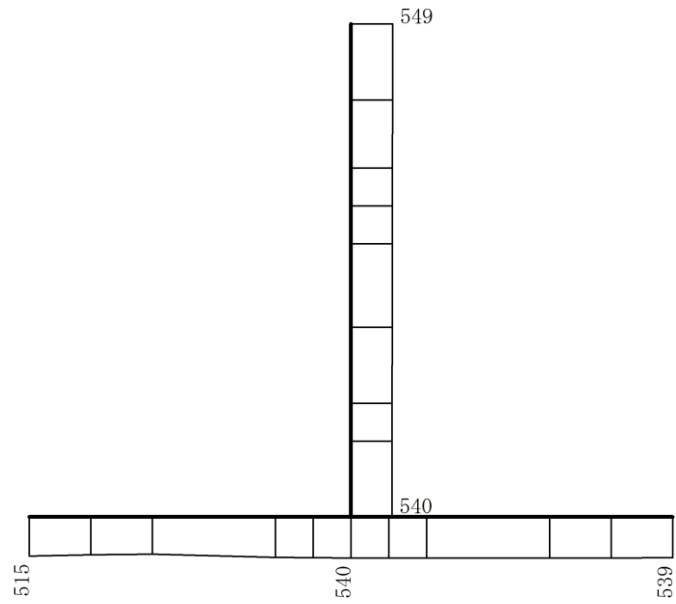
(b) $S_s - F_2 (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 1000(\text{cm/s}^2)$

図 4-6 最大応答加速度分布図(6/18) (解析ケース①)



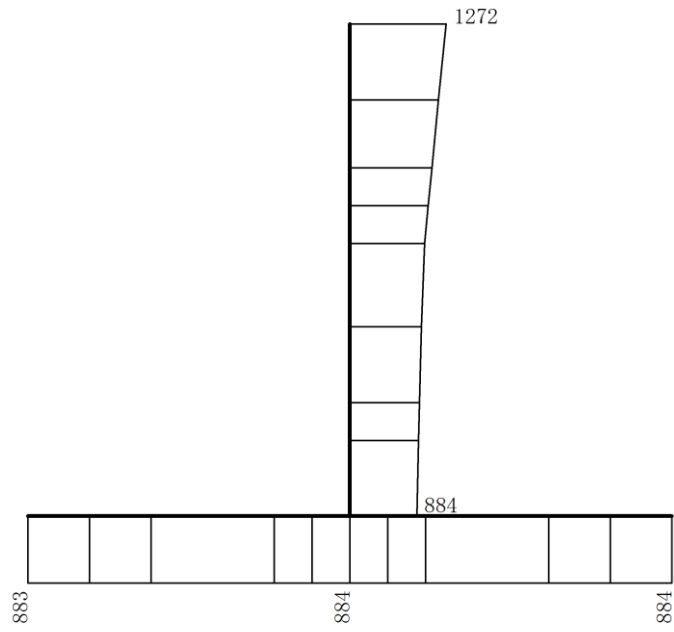
(a) S s - N 1 (++) 水平



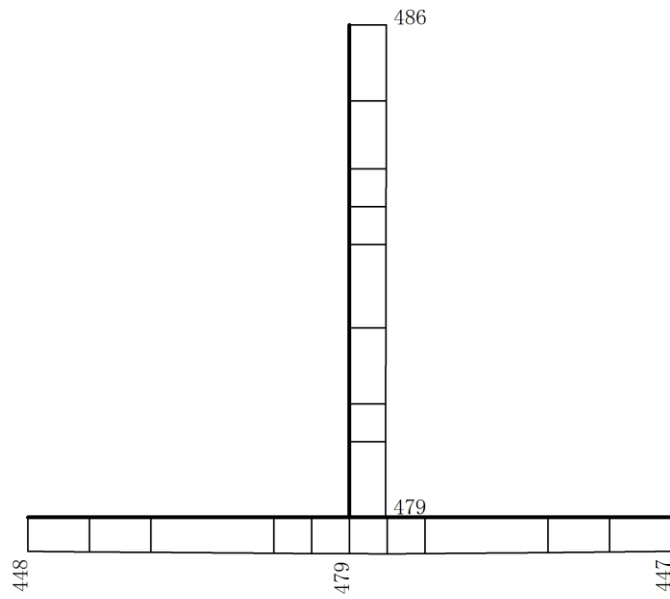
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-7 最大応答加速度分布図(7/18) (解析ケース①)



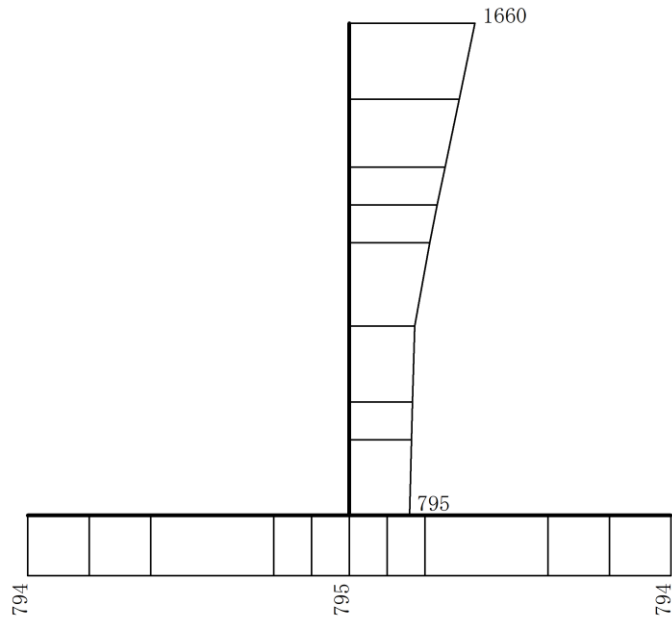
(a) S s - N 1 (- +) 水平



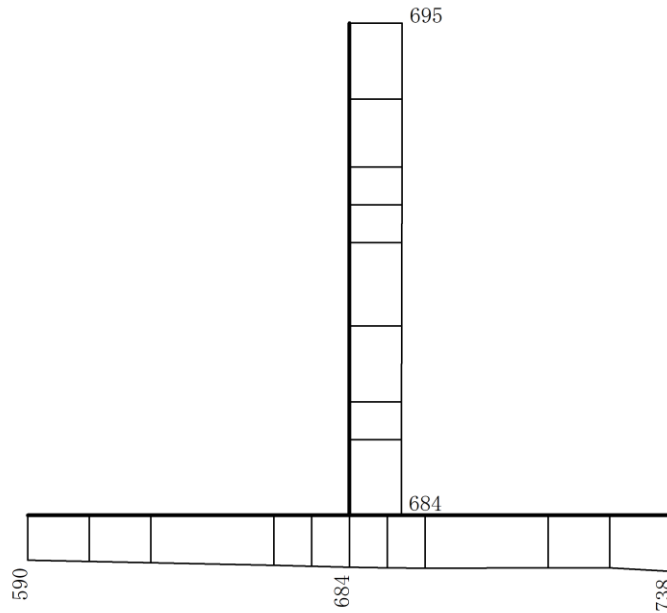
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 1000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-8 最大応答加速度分布図(8/18) (解析ケース①)



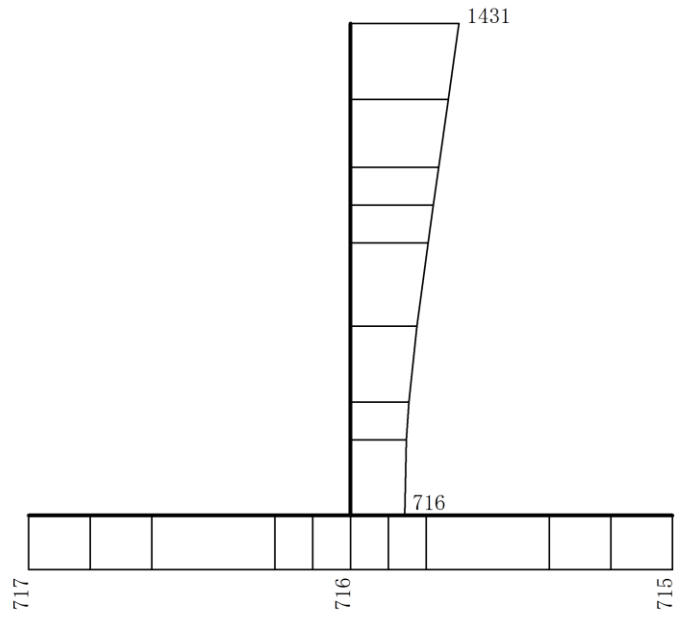
(a) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 水平



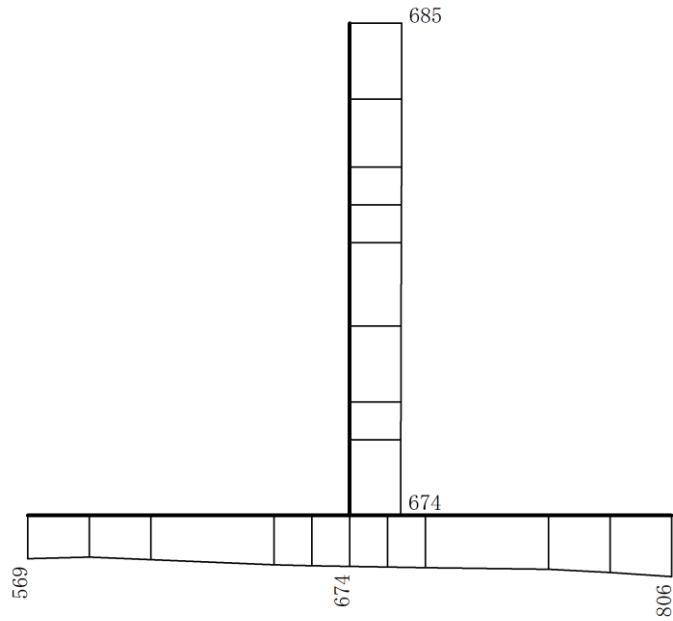
(b) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-9 最大応答加速度分布図(9/18) (解析ケース①)



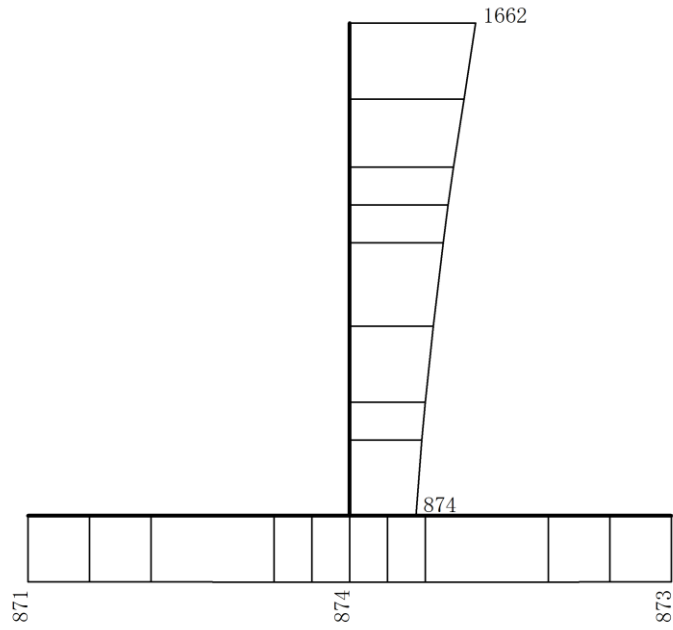
(a) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 水平



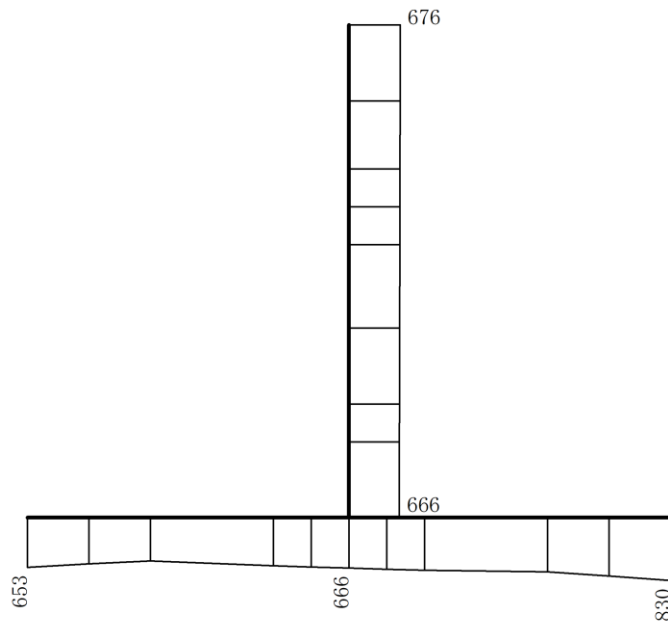
(b) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-10 最大応答加速度分布図(10/18) (解析ケース①)



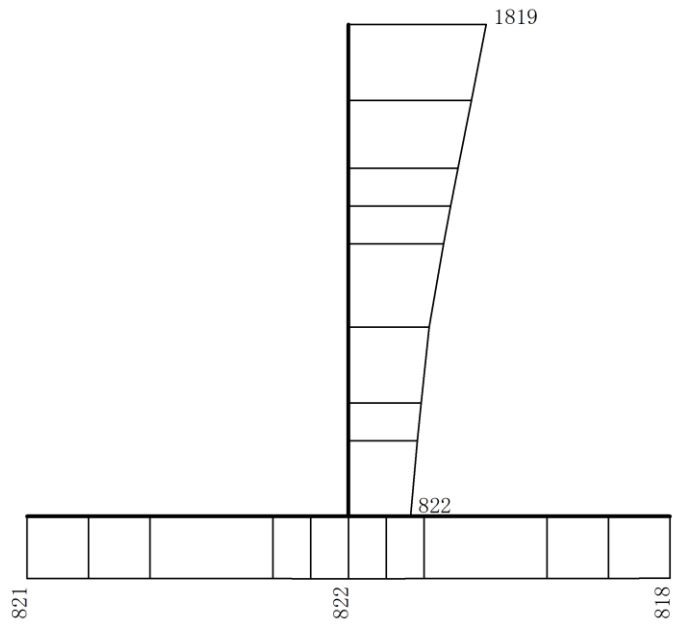
(a) $S_s - N_2$ (EW) (++) 水平



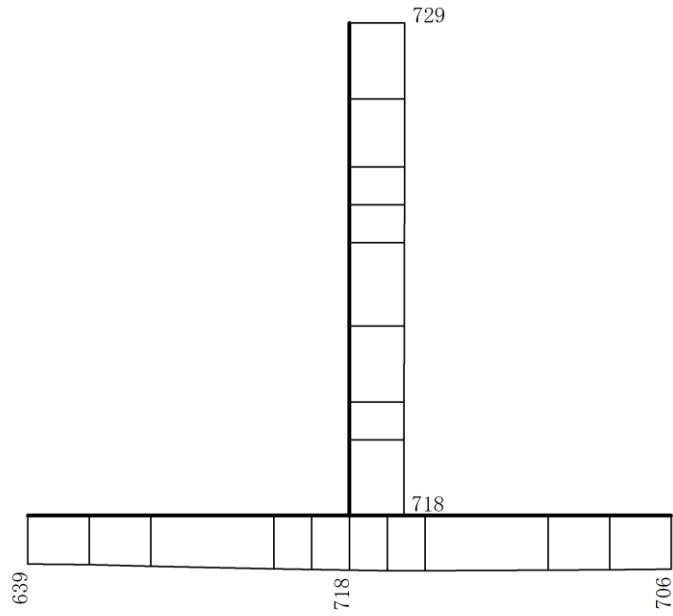
(b) $S_s - N_2$ (EW) (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-11 最大応答加速度分布図(11/18) (解析ケース①)



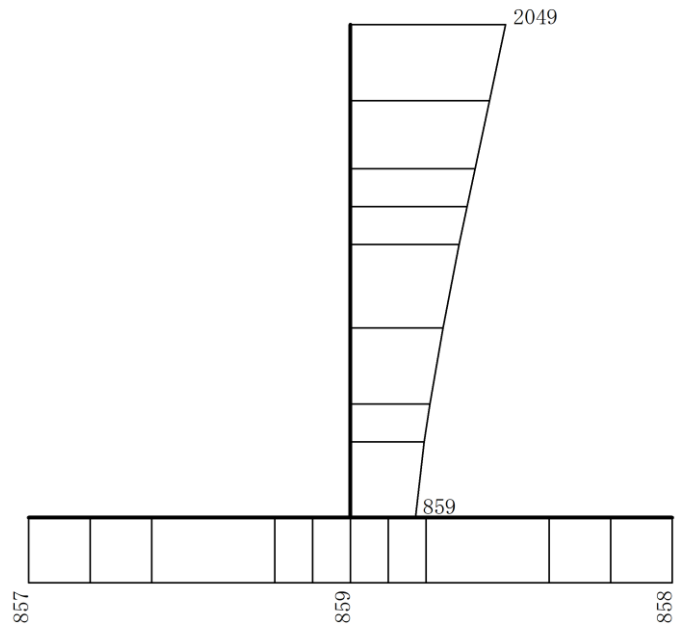
(a) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 水平



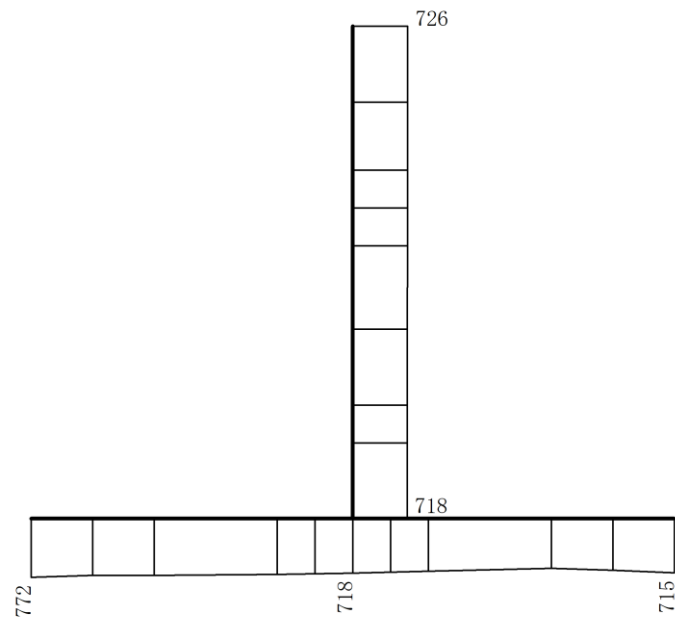
(b) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-12 最大応答加速度分布図(12/18) (解析ケース①)



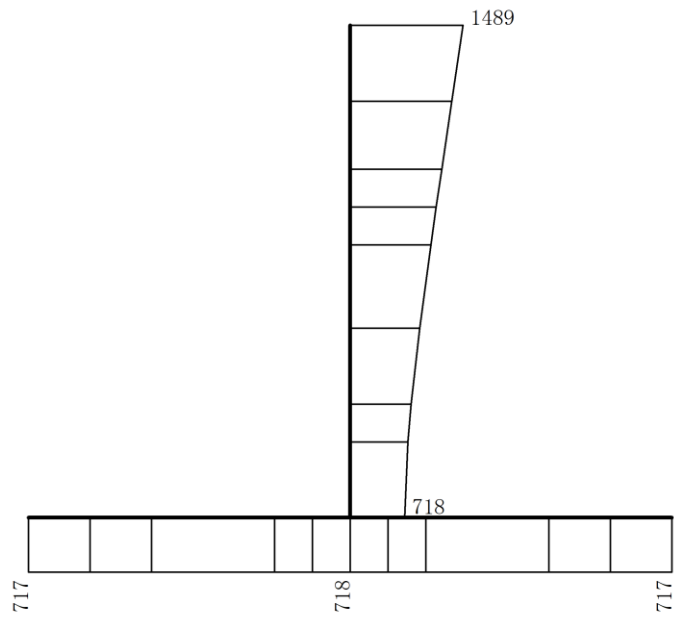
(a) $S_s - D (+ -)$ 水平



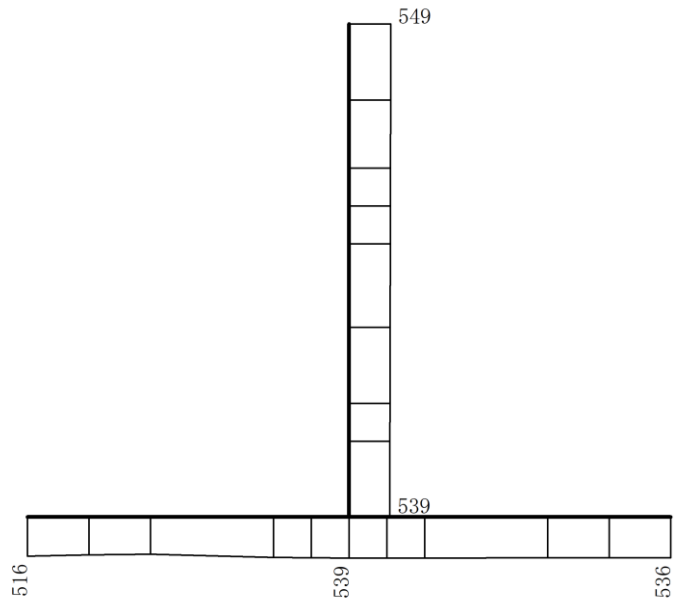
(b) $S_s - D (+ -)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad 1000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-13 最大応答加速度分布図(13/18) (解析ケース②)



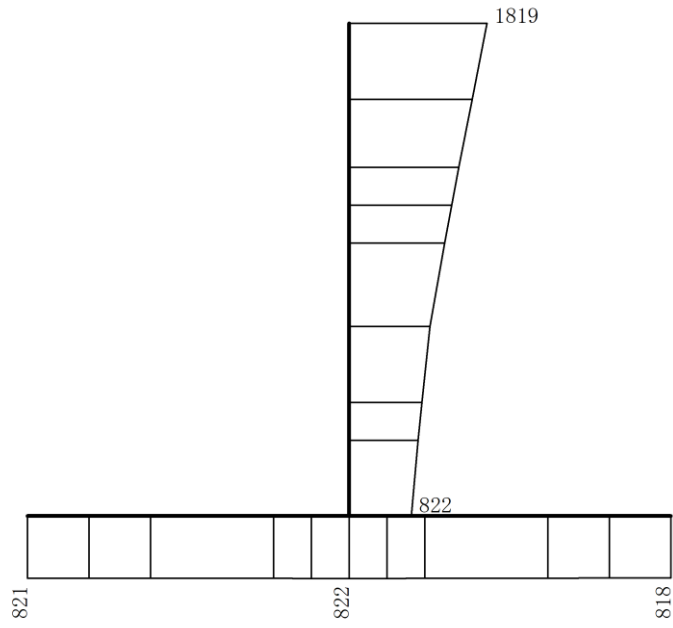
(a) S s - N 1 (++) 水平



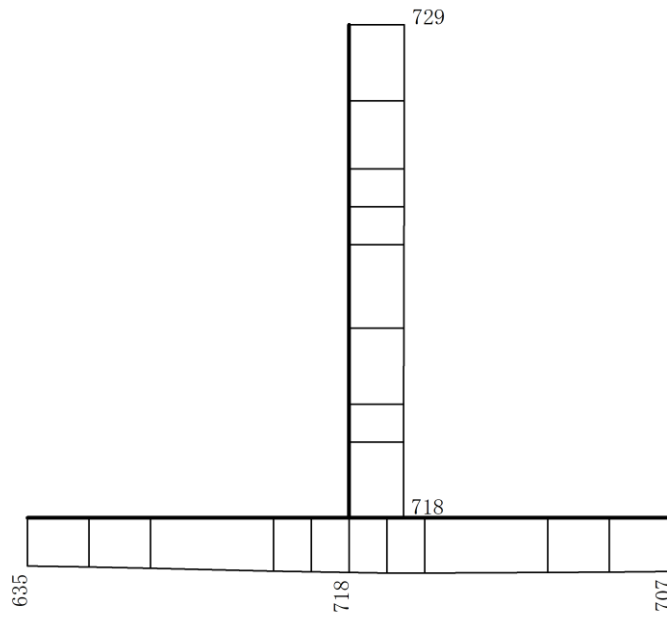
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-14 最大応答加速度分布図(14/18) (解析ケース②)



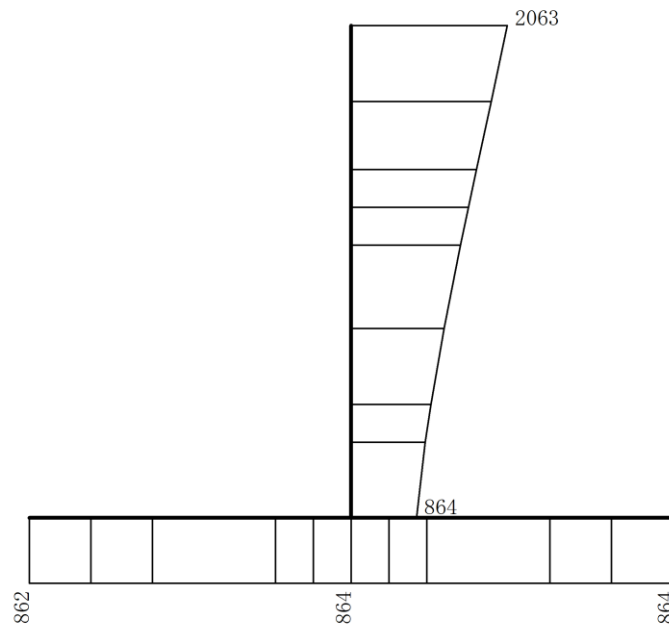
(a) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 水平



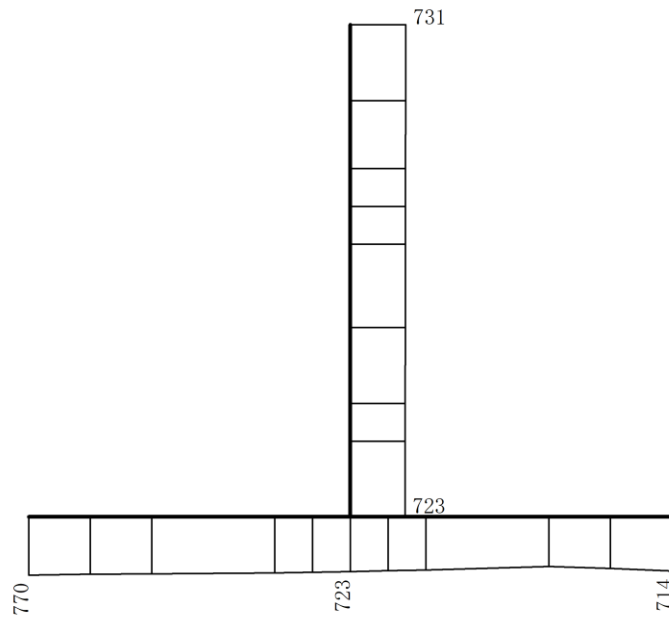
(b) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad 1000(\text{cm/s}^2)$

図 4-15 最大応答加速度分布図(15/18) (解析ケース②)



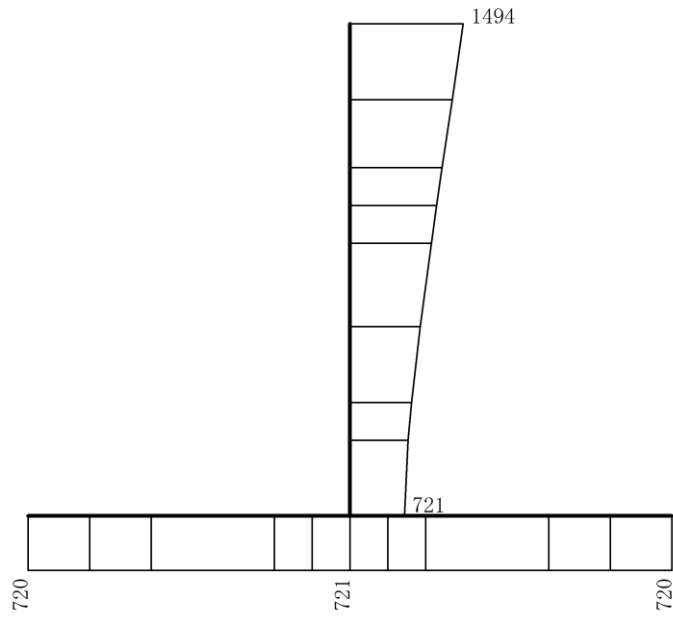
(a) S s - D (+-) 水平



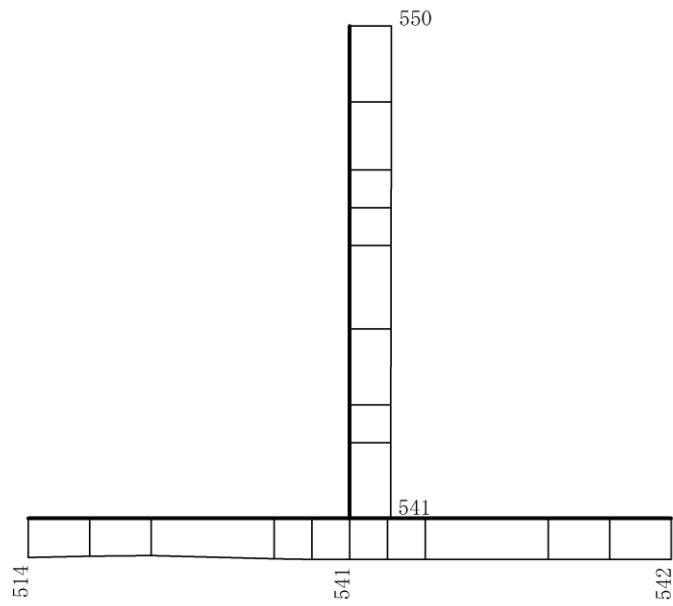
(b) S s - D (+-) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad 1000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-16 最大応答加速度分布図(16/18) (解析ケース③)



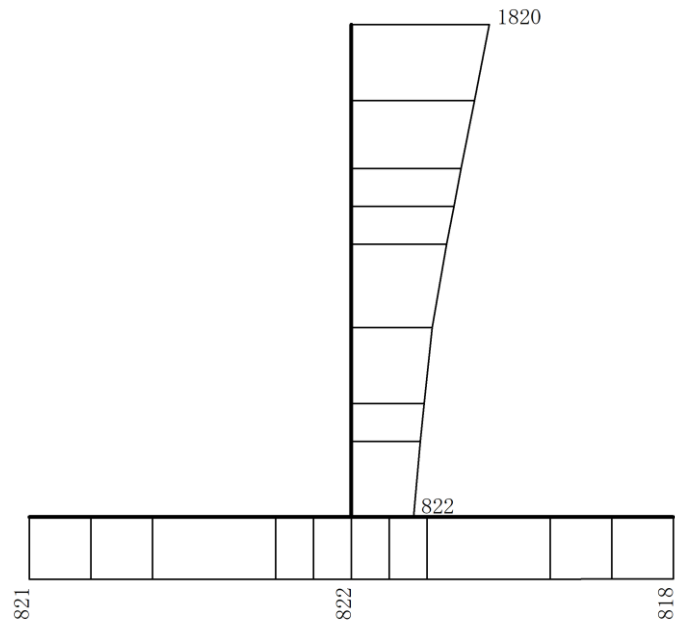
(a) S s - N 1 (++) 水平



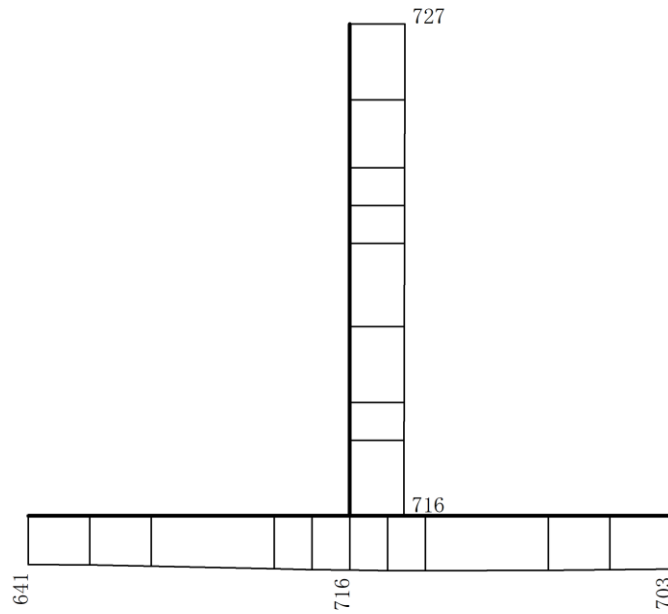
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \sim 1000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-17 最大応答加速度分布図(17/18) (解析ケース③)



(a) $S_s - N_2 (EW) (-+)$ 水平



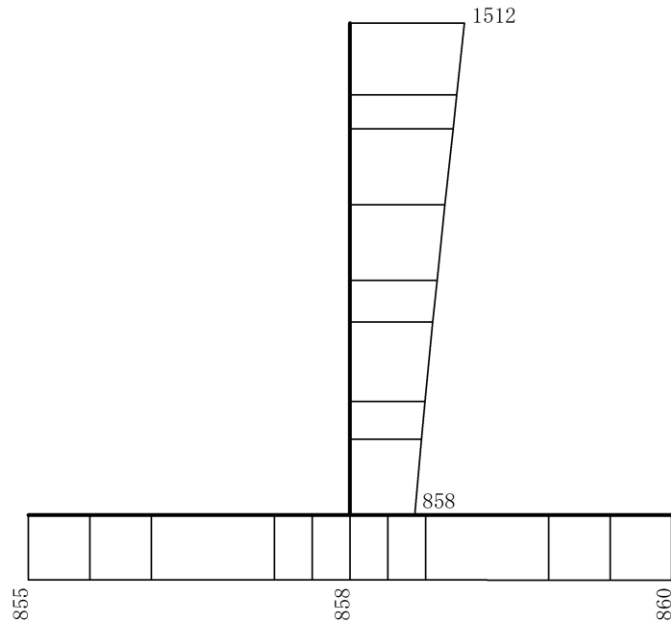
(b) $S_s - N_2 (EW) (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

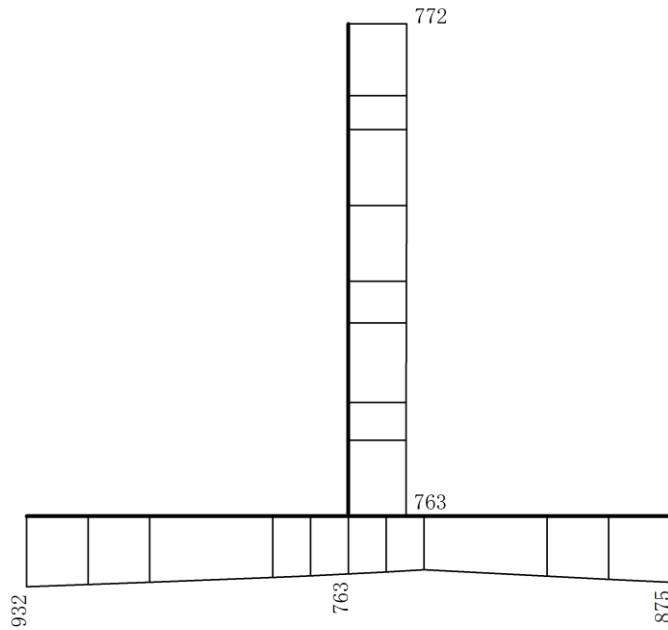
図 4-18 最大応答加速度分布図(18/18) (解析ケース③)

4.2 ④－④断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-19～図 4-30 に示す。また、解析ケース①において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査において照査値が最大となる地震動について、解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図 4-31～図 4-34 に示す。



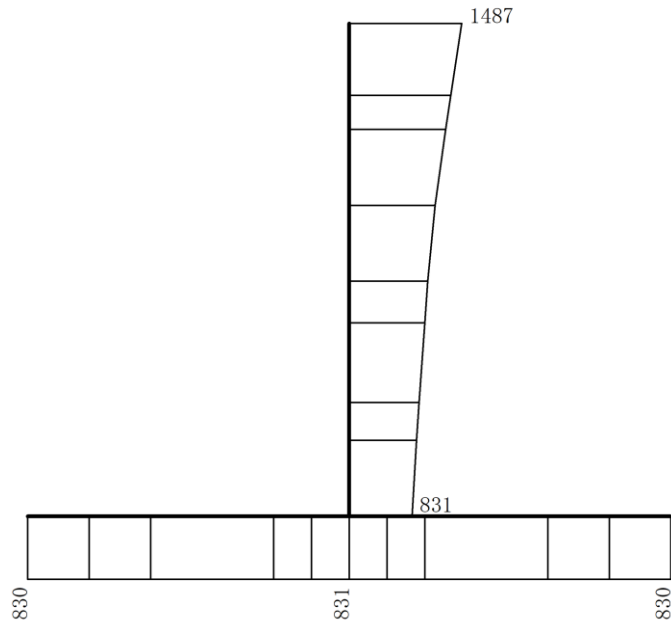
(a) S s - D (++) 水平



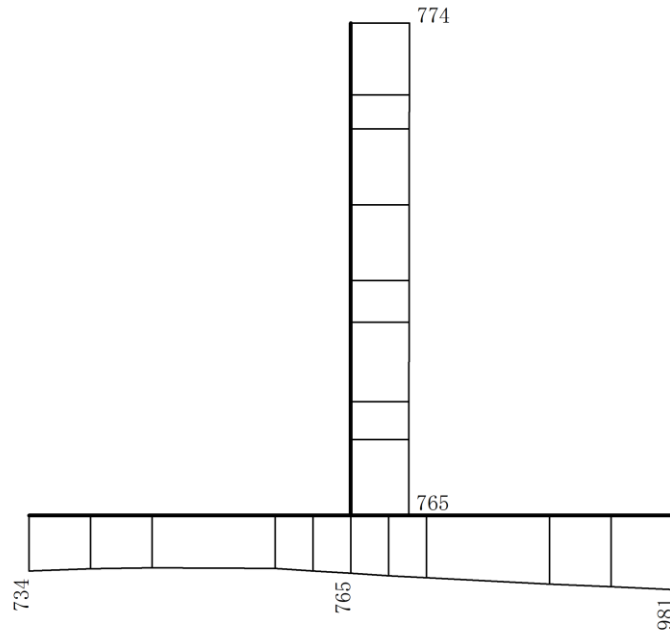
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 1000(cm/s²)

図 4-19 最大応答加速度分布図(1/16) (解析ケース①)



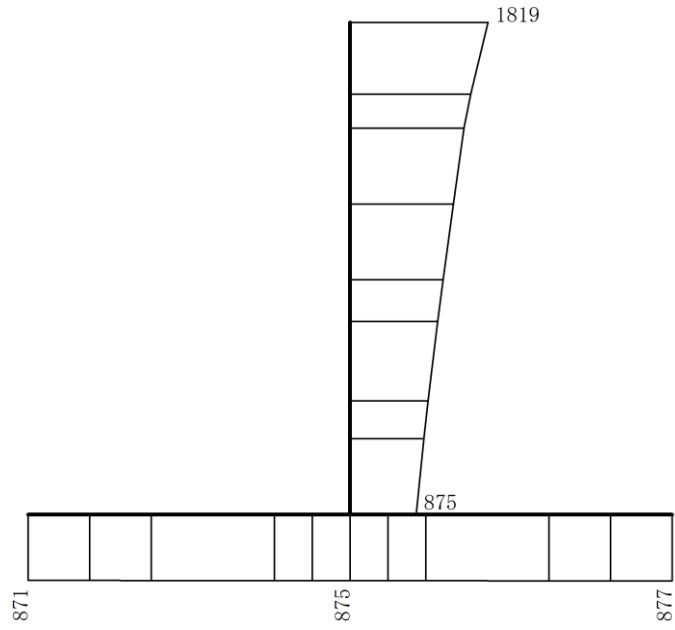
(a) S s - D (- +) 水平



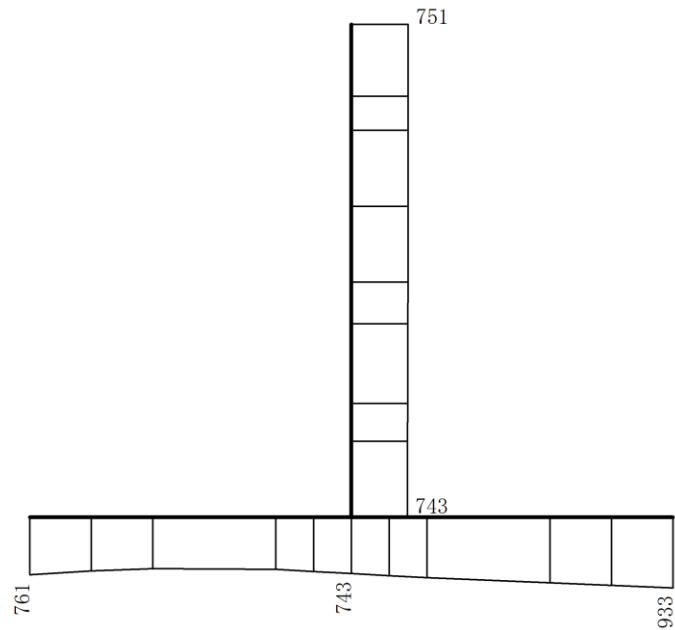
(b) S s - D (- +) 鉛直

構造スケール $0 \sim 1$ (m) 応答値スケール $0 \sim 1000$ (cm/s²)

図 4-20 最大応答加速度分布図(2/16) (解析ケース①)



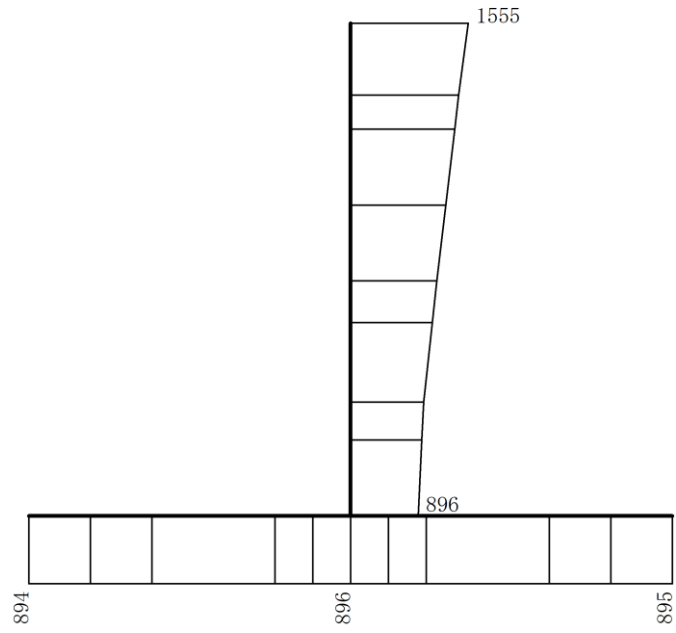
(a) S s - D (+ -) 水平



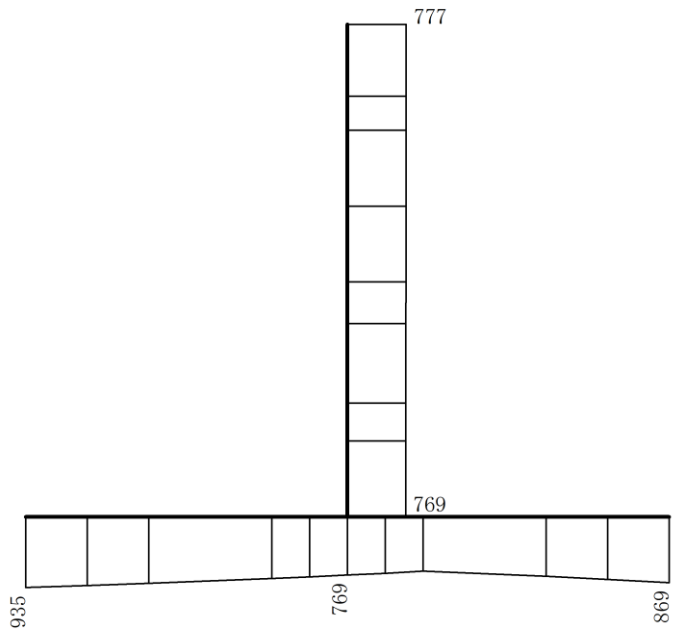
(b) S s - D (+ -) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-21 最大応答加速度分布図 (3/16) (解析ケース①)



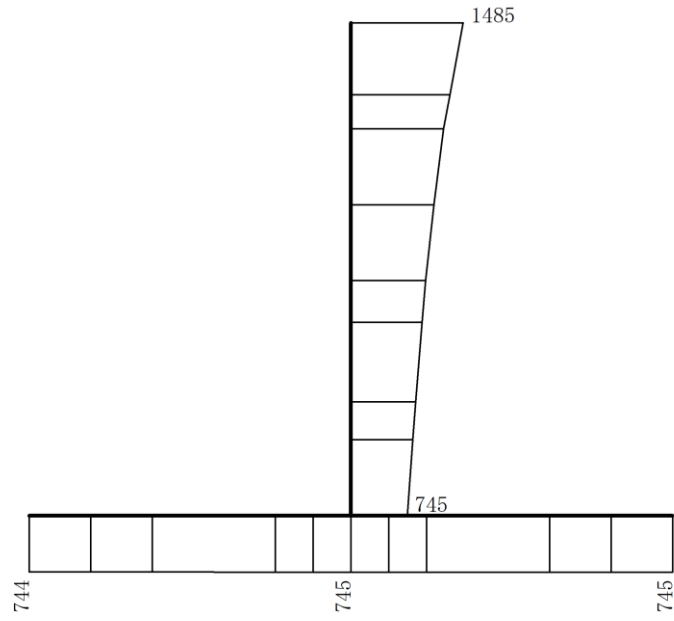
(a) S s - D (--) 水平



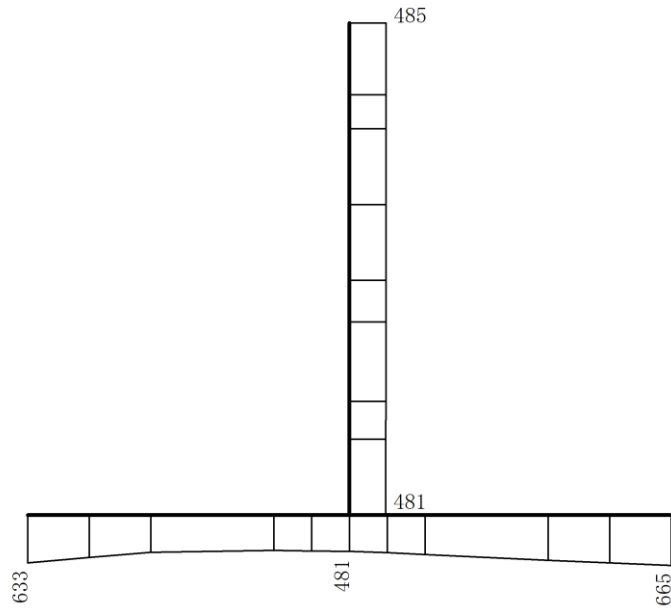
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-22 最大応答加速度分布図(4/16) (解析ケース①)



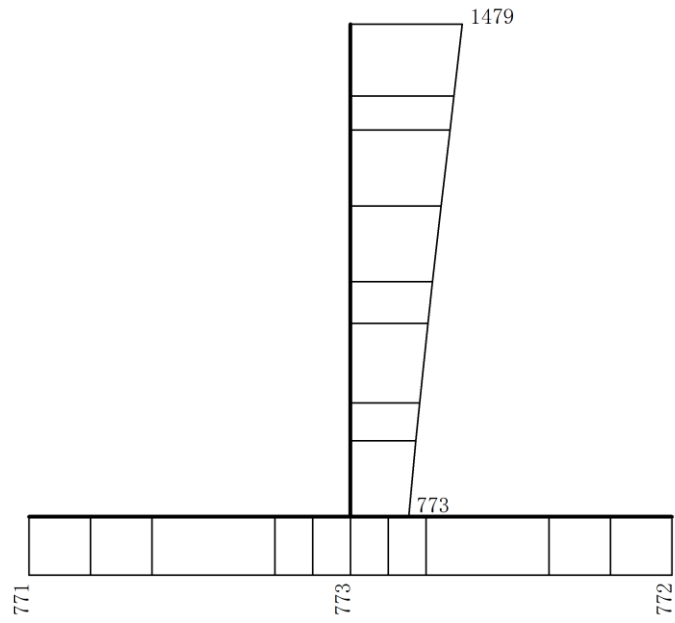
(a) S s - F 1 (++) 水平



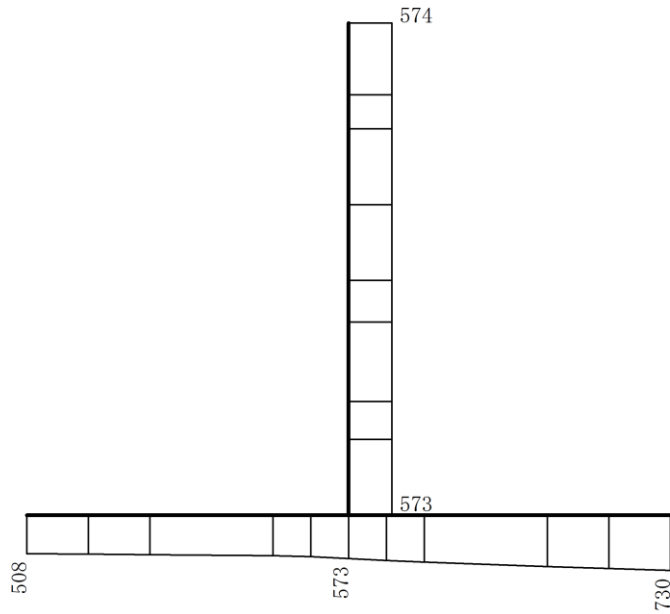
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 1000(cm/s²)

図 4-23 最大応答加速度分布図(5/16) (解析ケース①)



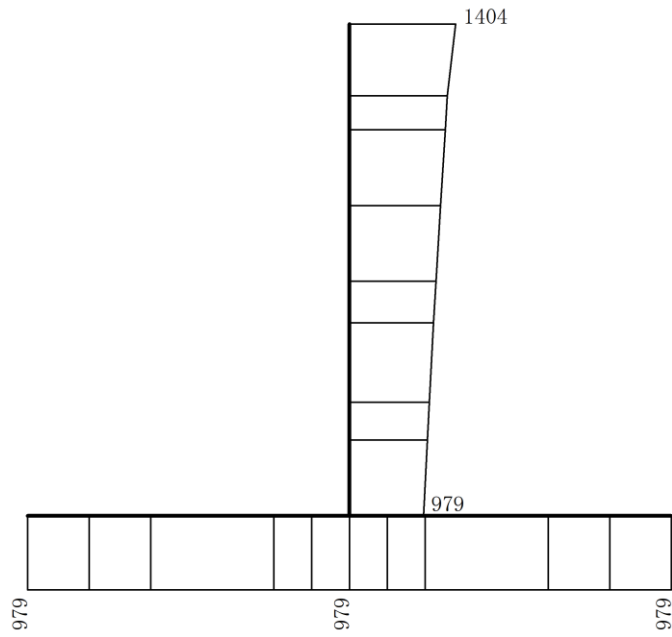
(a) $S_s - F_2 (++)$ 水平



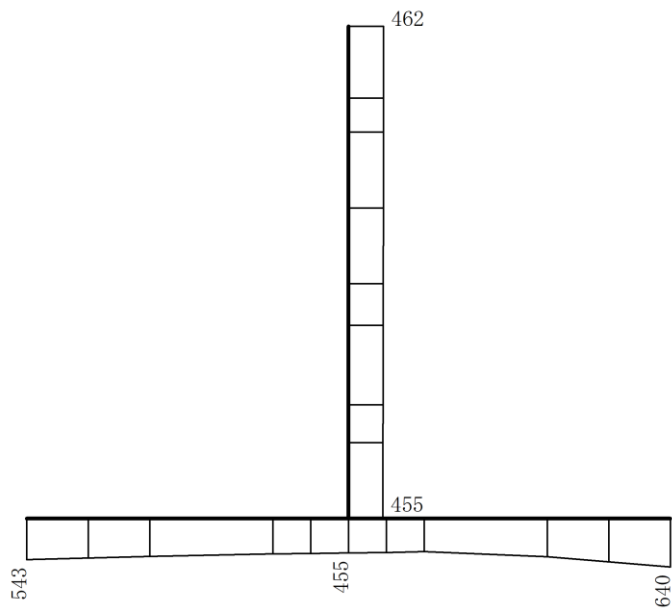
(b) $S_s - F_2 (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1000(\text{cm/s}^2)$

図 4-24 最大応答加速度分布図(6/16) (解析ケース①)



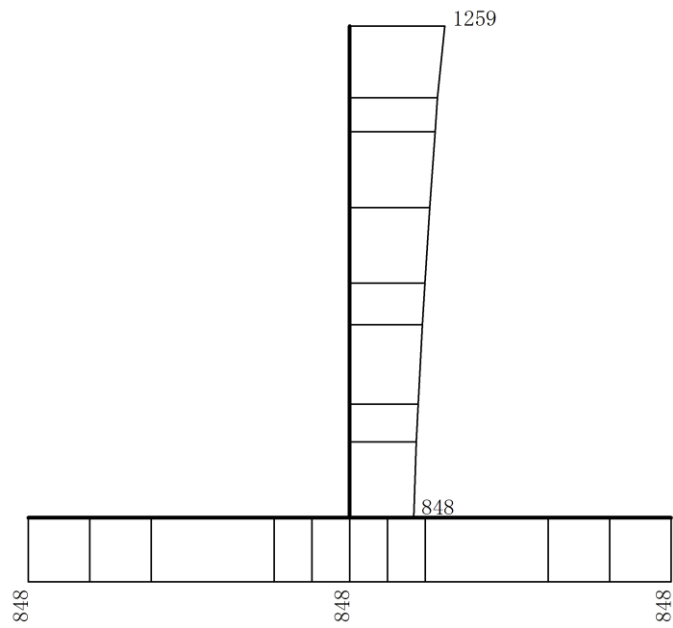
(a) S s - N 1 (++) 水平



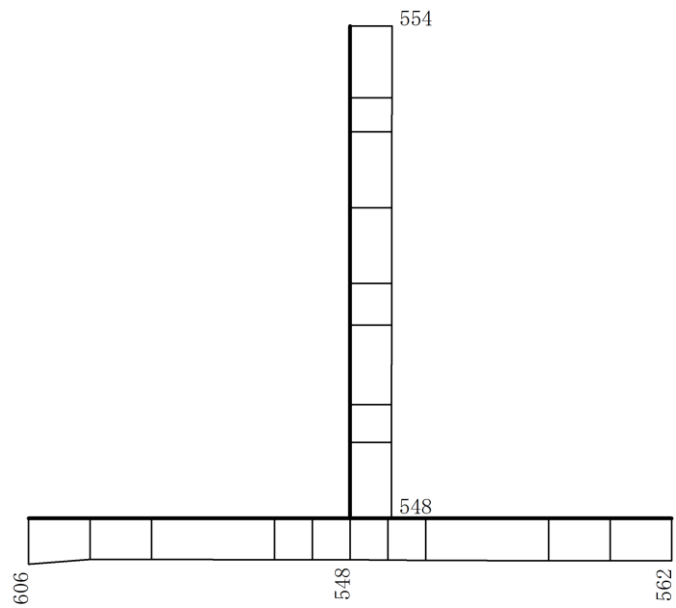
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 1000(cm/s²)

図 4-25 最大応答加速度分布図(7/16) (解析ケース①)



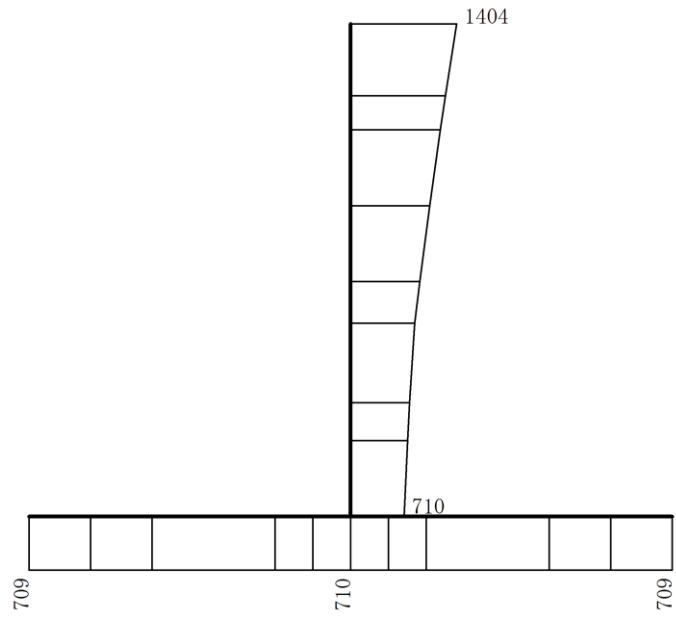
(a) $S_s - N1$ (-+) 水平



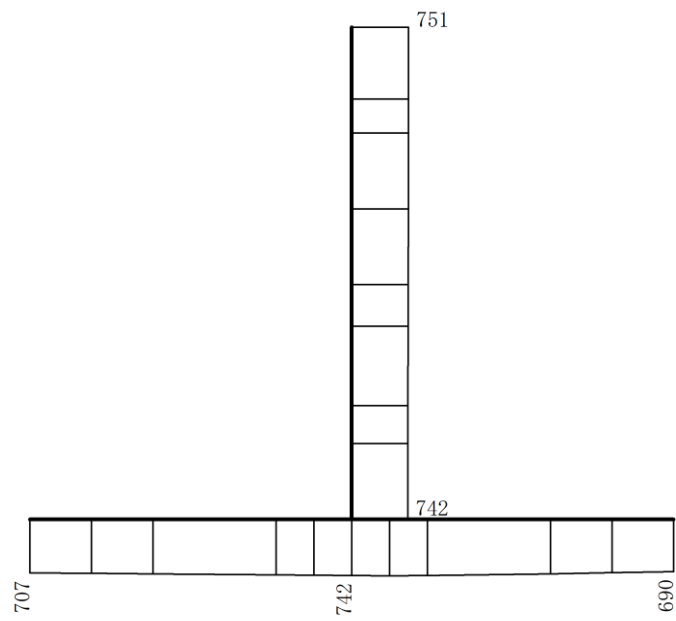
(b) $S_s - N1$ (-+) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-26 最大応答加速度分布図(8/16) (解析ケース①)



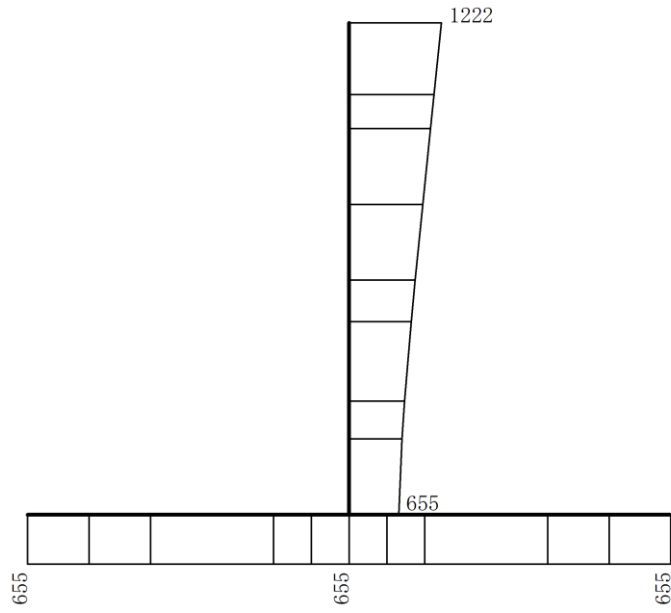
(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平



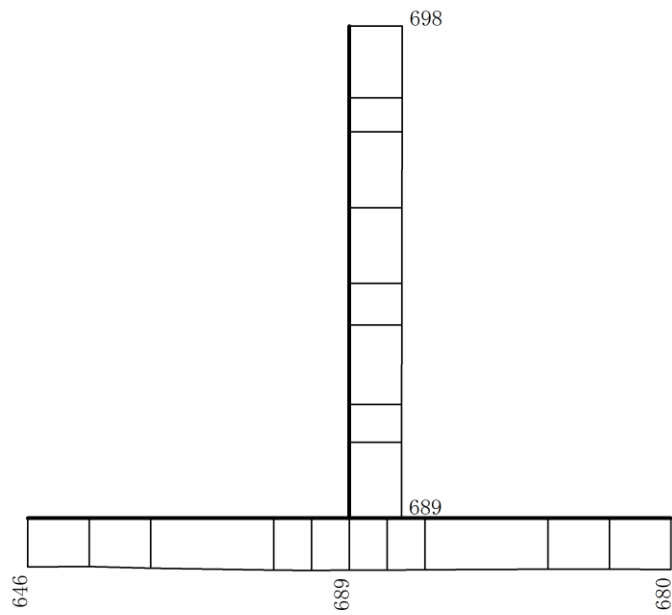
(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-27 最大応答加速度分布図(9/16) (解析ケース①)



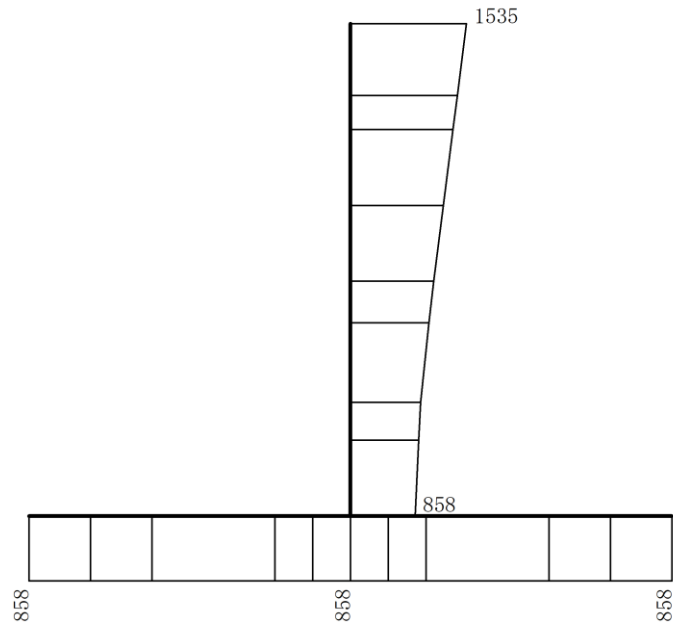
(a) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 水平



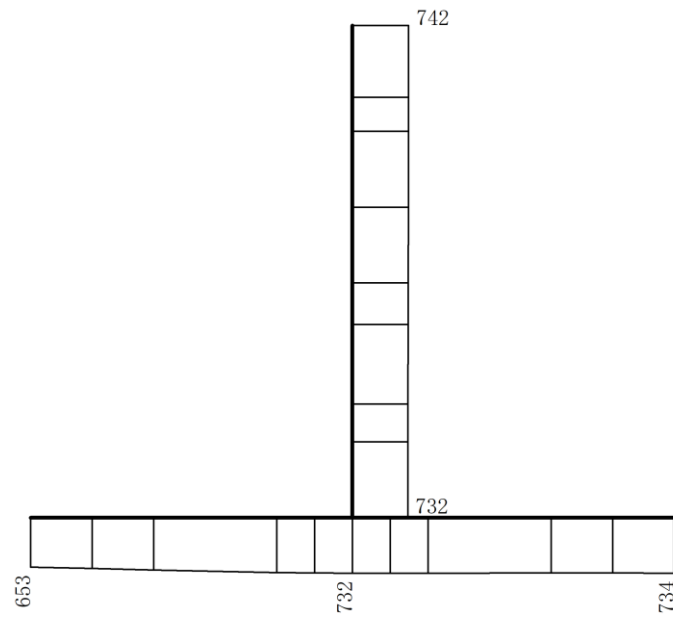
(b) $S_s - N_2 (NS) (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-28 最大応答加速度分布図(10/16) (解析ケース①)



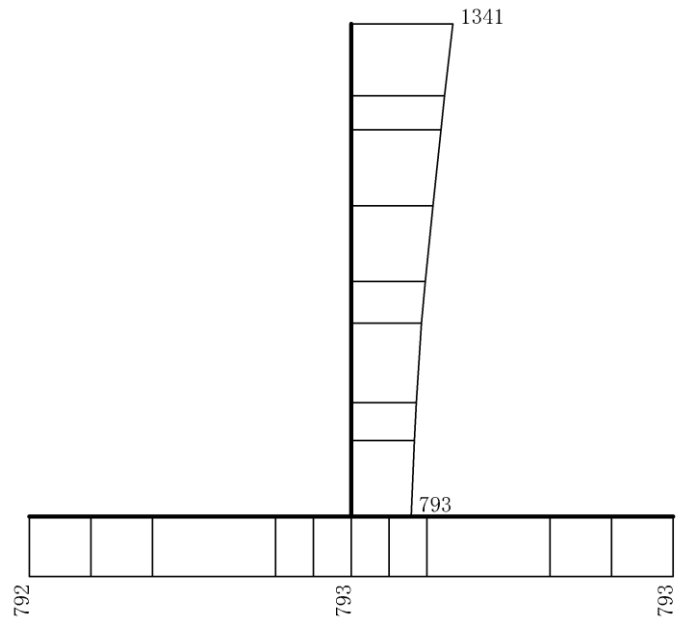
(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平



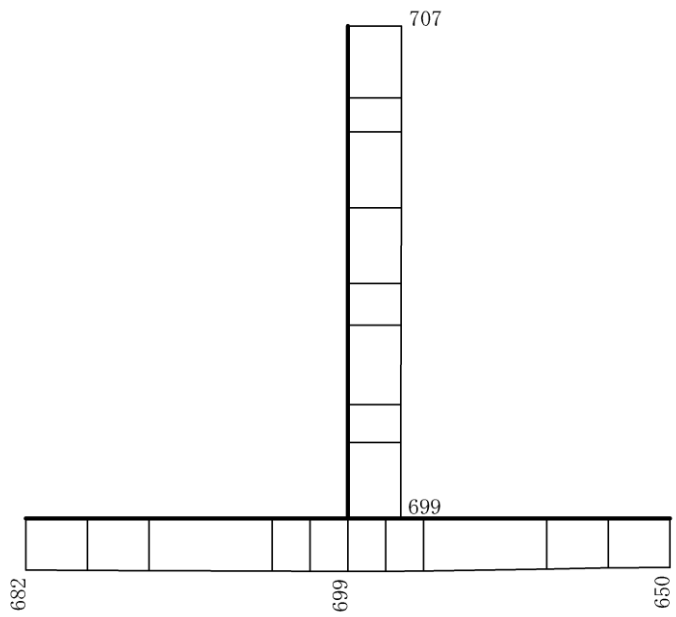
(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-29 最大応答加速度分布図(11/16) (解析ケース①)



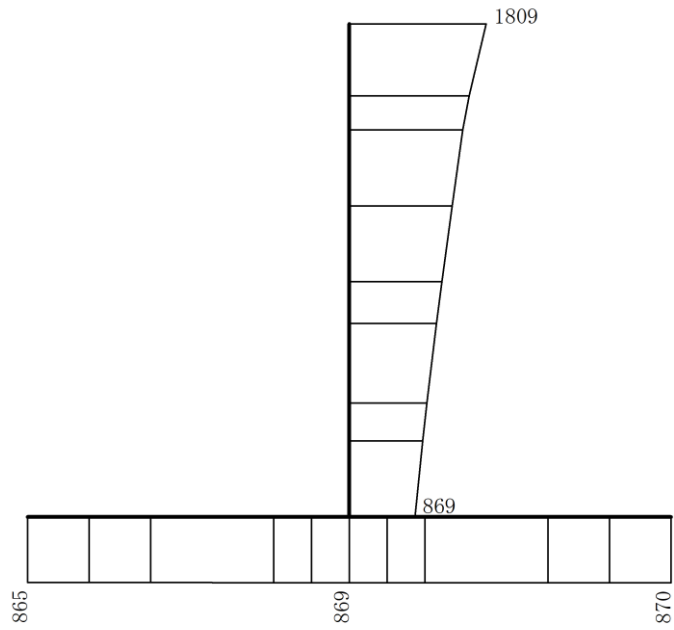
(a) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 水平



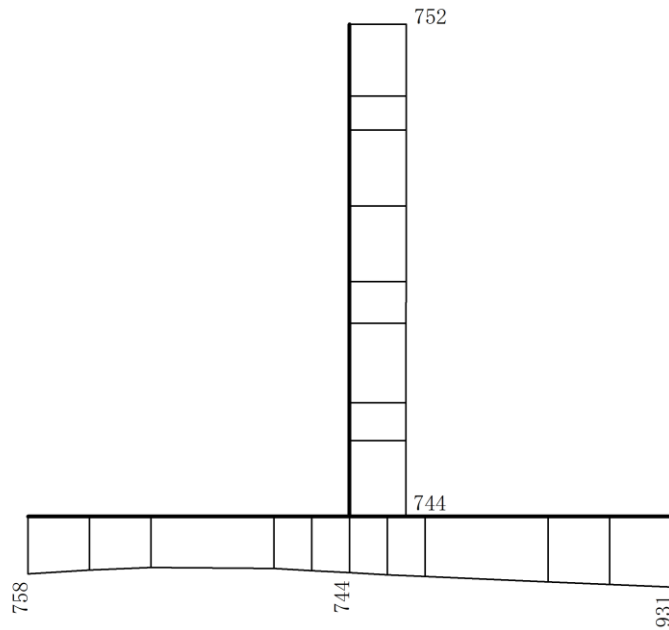
(b) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-30 最大応答加速度分布図(12/16) (解析ケース①)



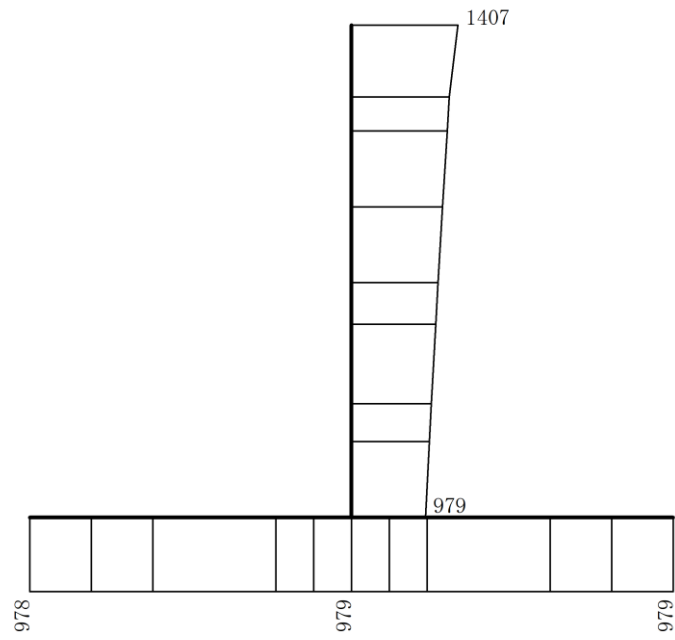
(a) S s - D (+ -) 水平



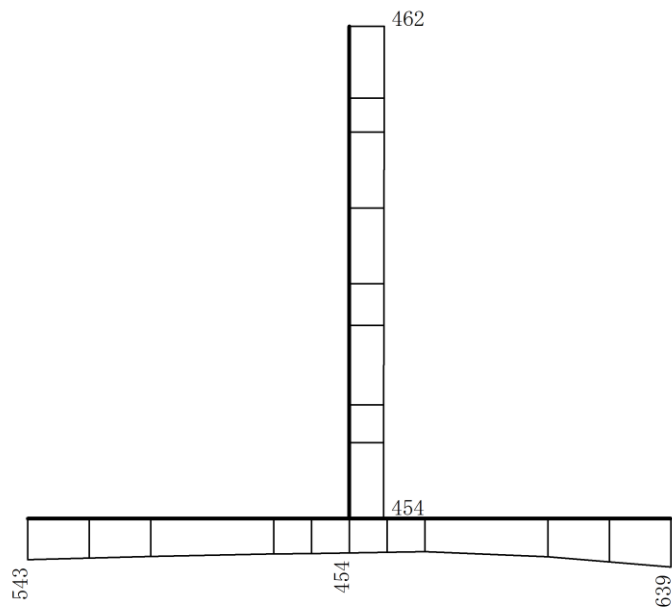
(b) S s - D (+ -) 鉛直

構造スケール 0  1(m) 応答値スケール 0  1000(cm/s²)

図 4-31 最大応答加速度分布図(13/16) (解析ケース②)



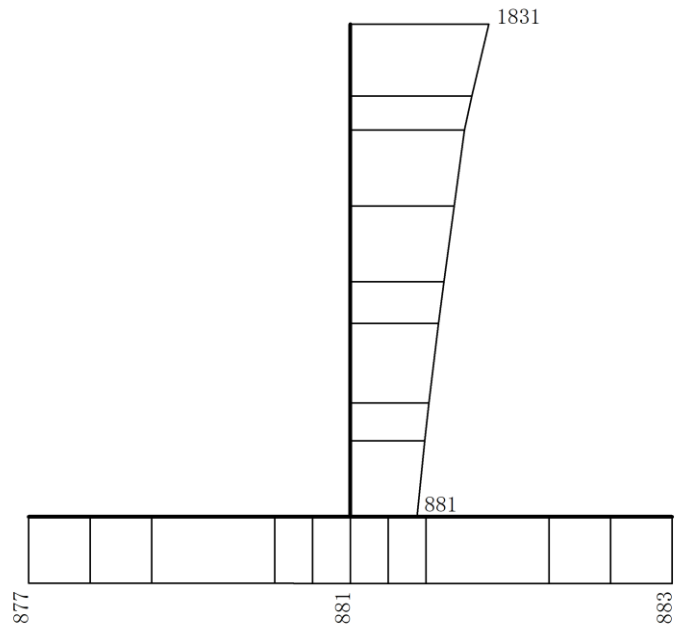
(a) $S_s - N1$ (++) 水平



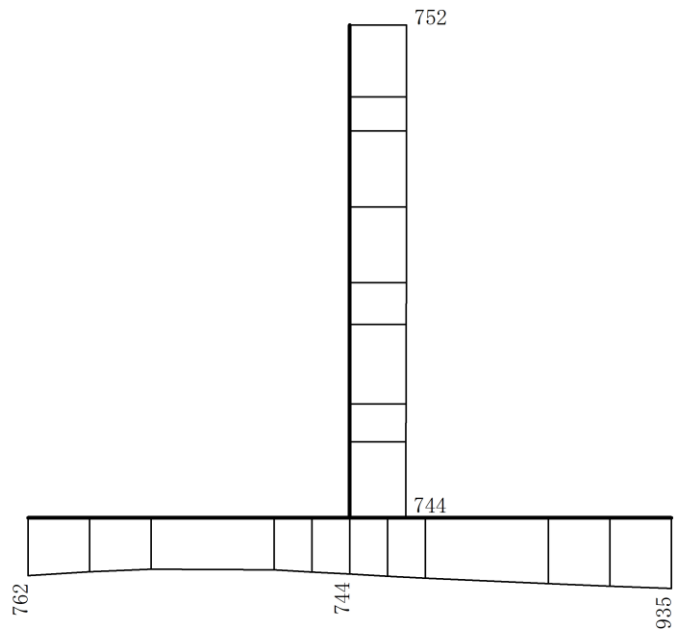
(b) $S_s - N1$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-32 最大応答加速度分布図(14/16) (解析ケース②)



(a) S s - D (+ -) 水平



(b) S s - D (+ -) 鉛直



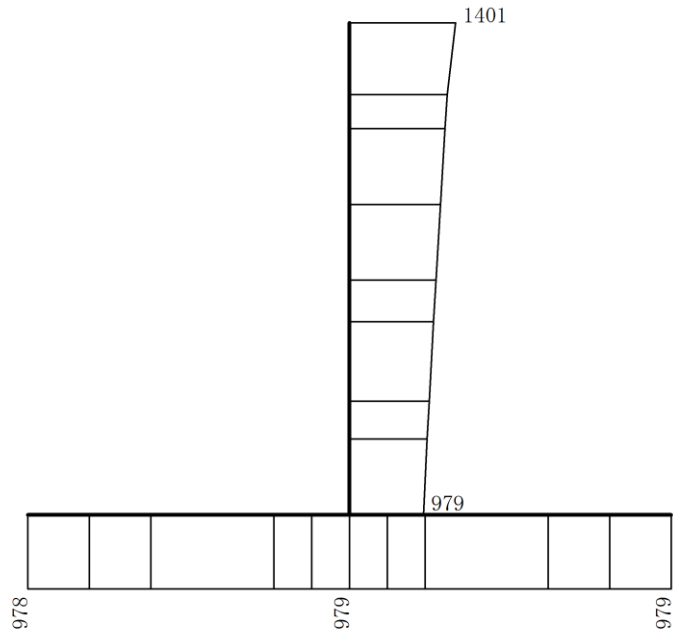
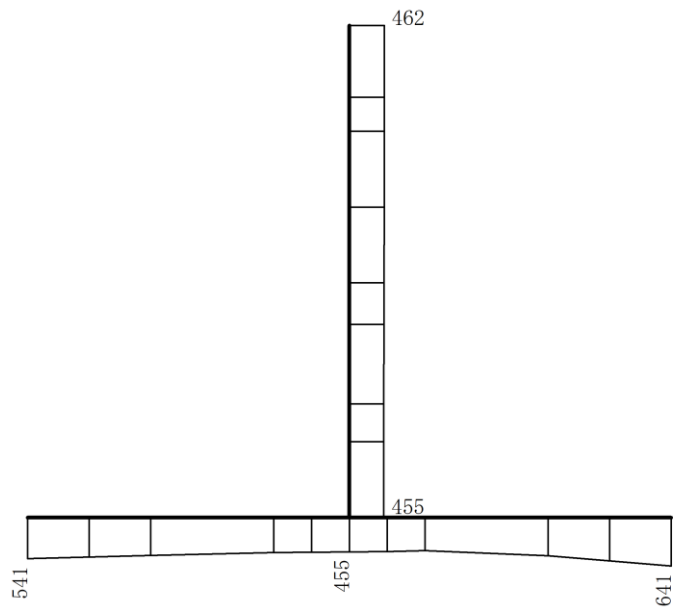
構造スケール 0  1(m) 応答値スケール 0  1000(cm/s²)

図 4-33 最大応答加速度分布図(15/16) (解析ケース③)



(a) S s - N 1 (++) 水平



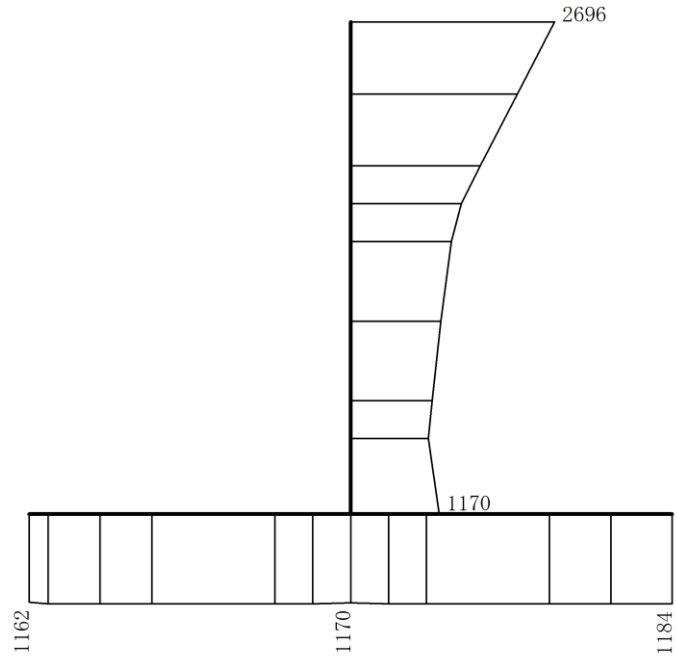
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \sim 1000(\text{cm/s}^2)$

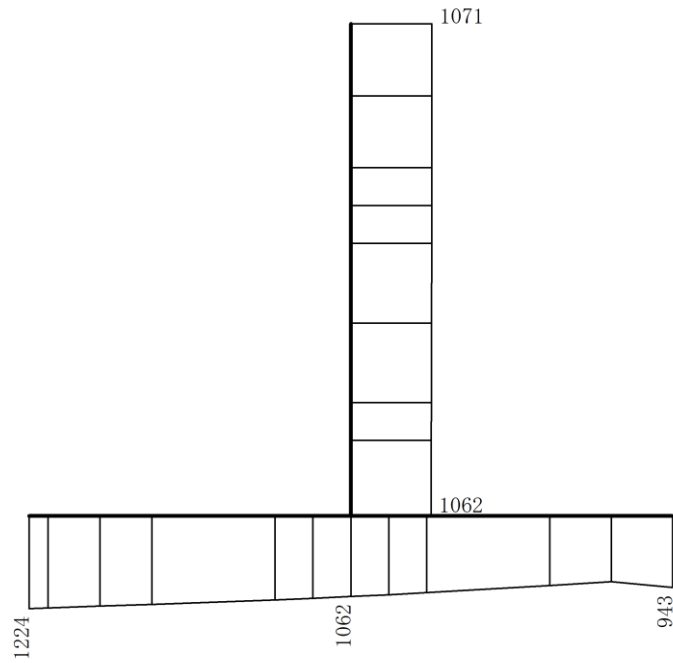
図 4-34 最大応答加速度分布図(16/16) (解析ケース③)

4.3 ⑤－⑤断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-35～図 4-46 に、防波壁天端の変位量を表 4-1 に示す。また、解析ケース①において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査において照査値が最大となる地震動について、解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図 4-47～図 4-50 に、解析ケース①～③のうち照査値が最大となる地震動について、解析ケース④の最大加速度分布図を図 4-51 に示す。



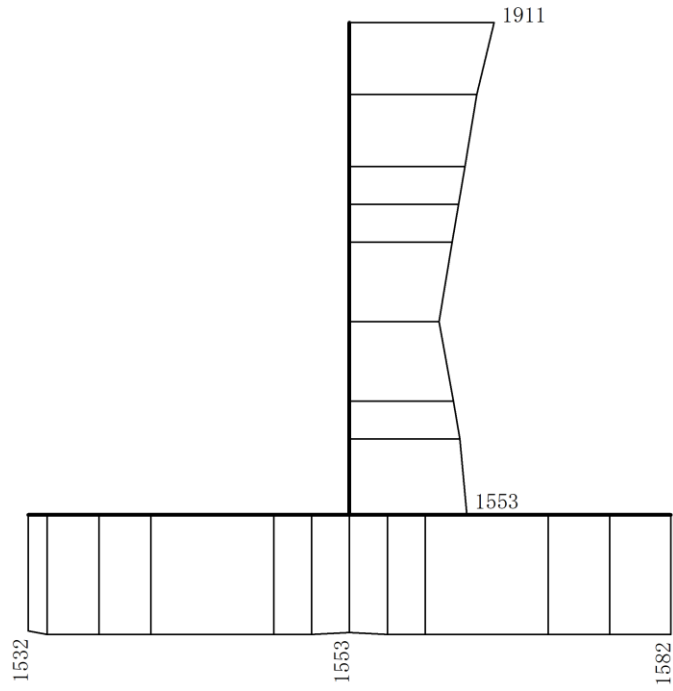
(a) S s - D (++) 水平



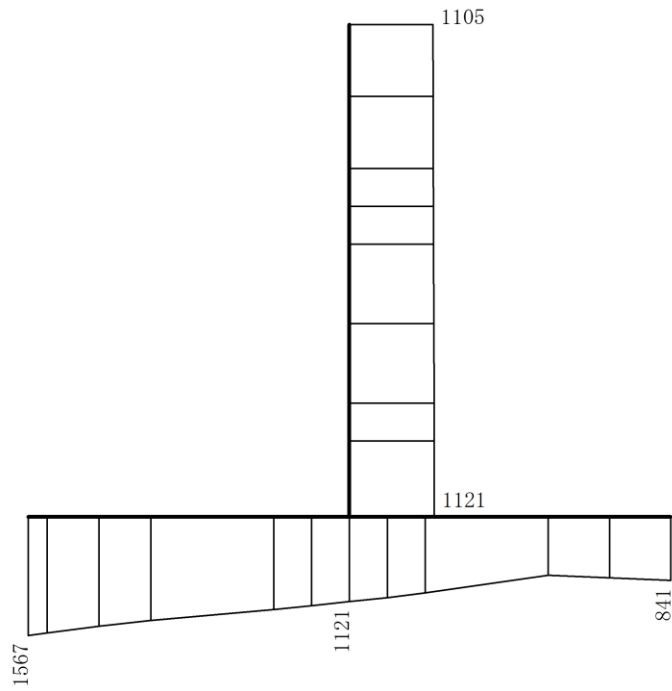
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad 1000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-35 最大応答加速度分布図(1/17) (解析ケース①)



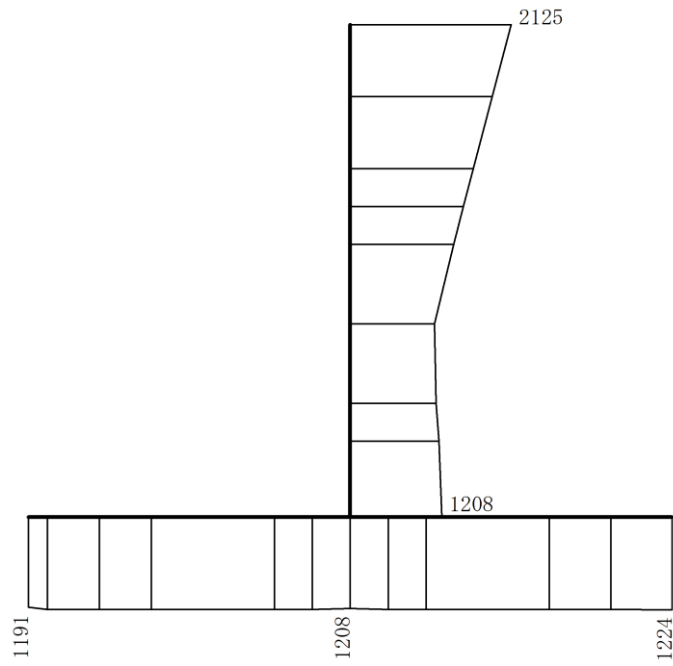
(a) $S_s - D (-+)$ 水平



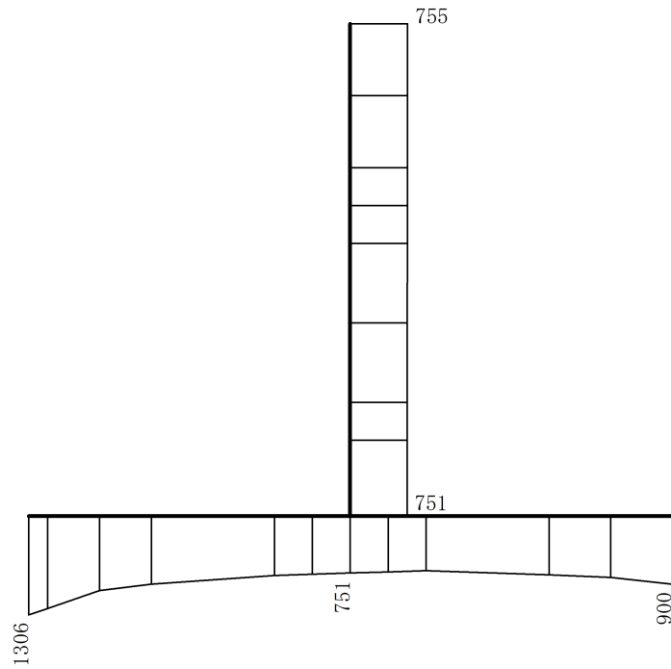
(b) $S_s - D (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-36 最大応答加速度分布図(2/17) (解析ケース①)



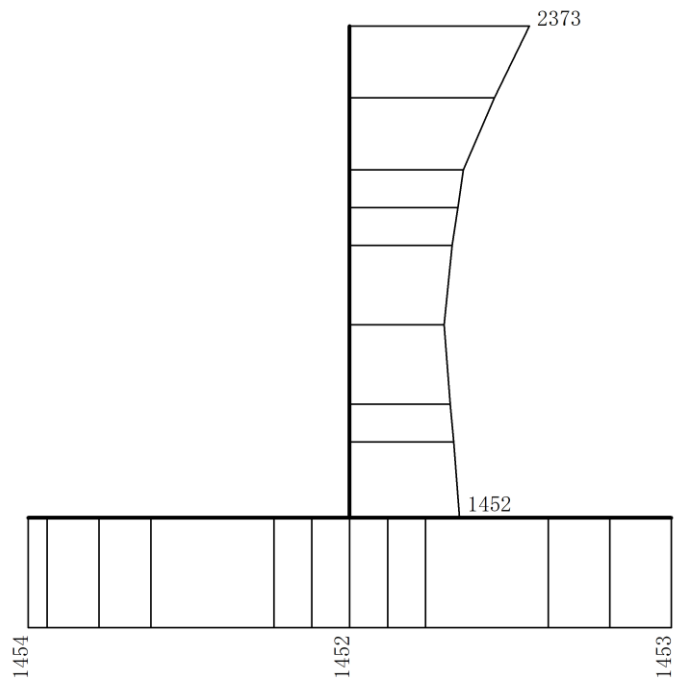
(a) $S_s - D (+ -)$ 水平



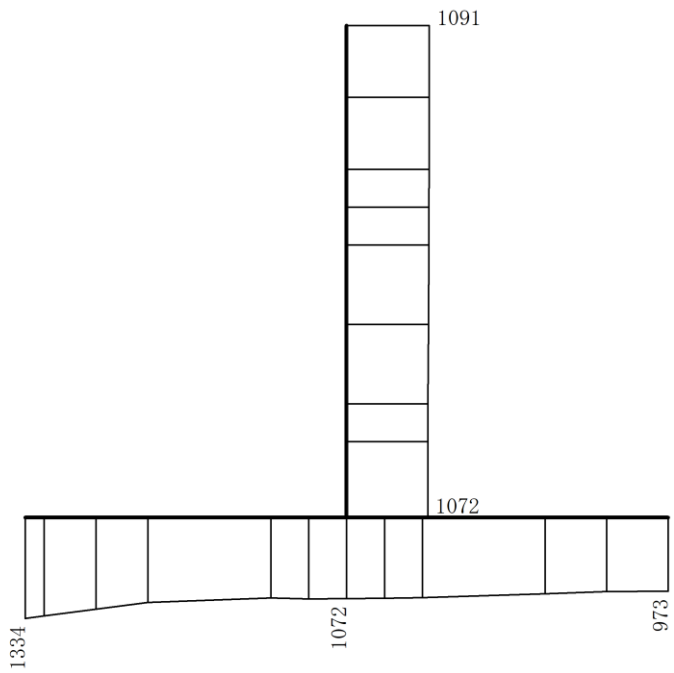
(b) $S_s - D (+ -)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-37 最大応答加速度分布図(3/17) (解析ケース①)



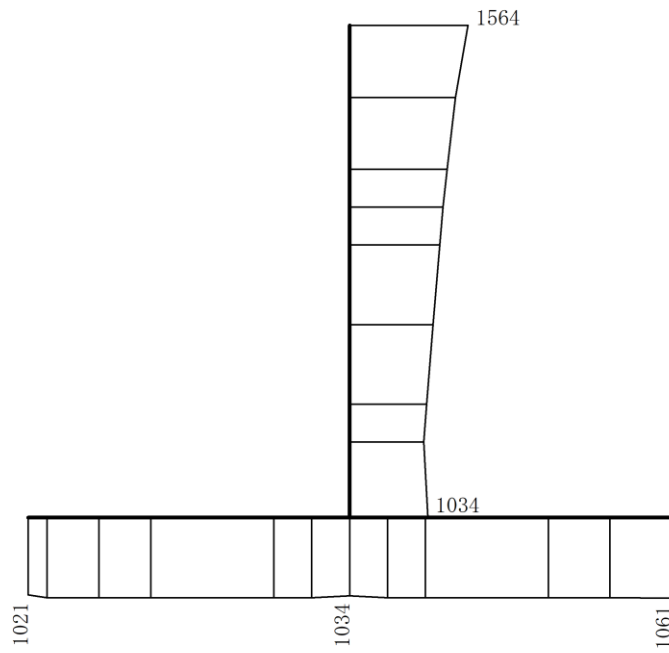
(a) S s - D (--) 水平



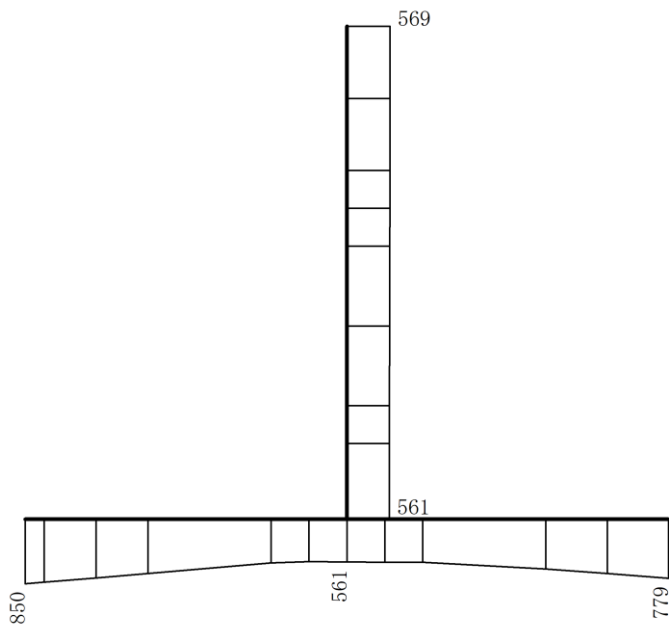
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad 1000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-38 最大応答加速度分布図(4/17) (解析ケース①)



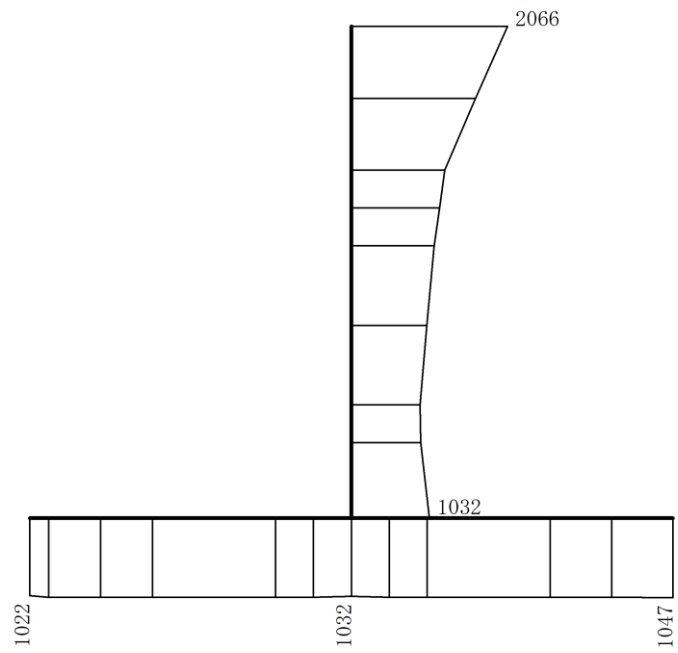
(a) S s - F 1 (++) 水平



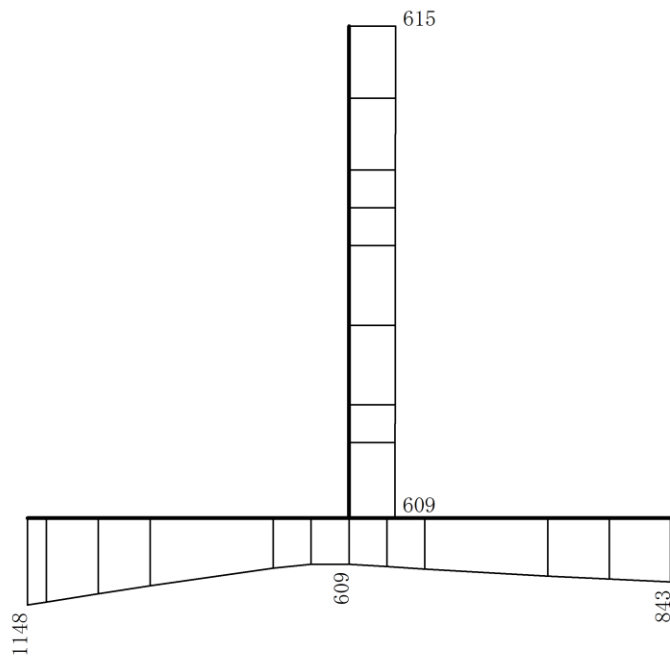
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \sim 1000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-39 最大応答加速度分布図(5/17) (解析ケース①)



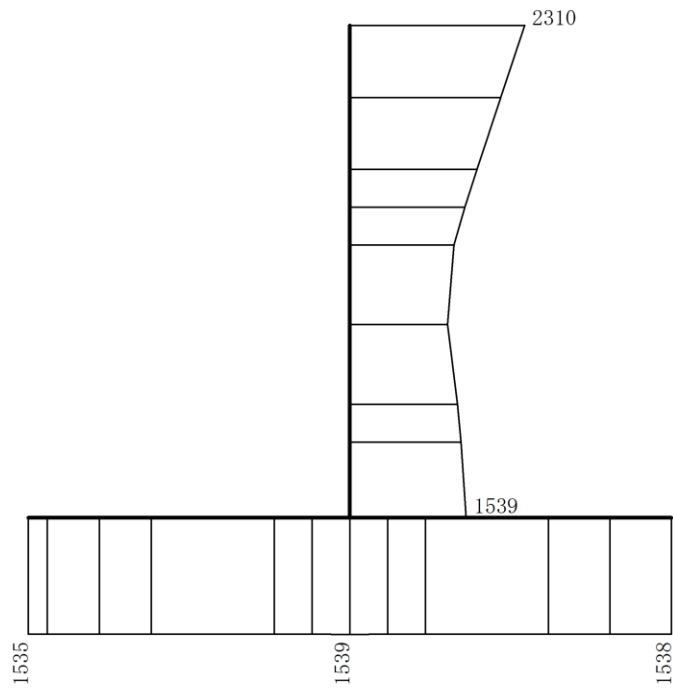
(a) $S_s - F_2$ (++) 水平



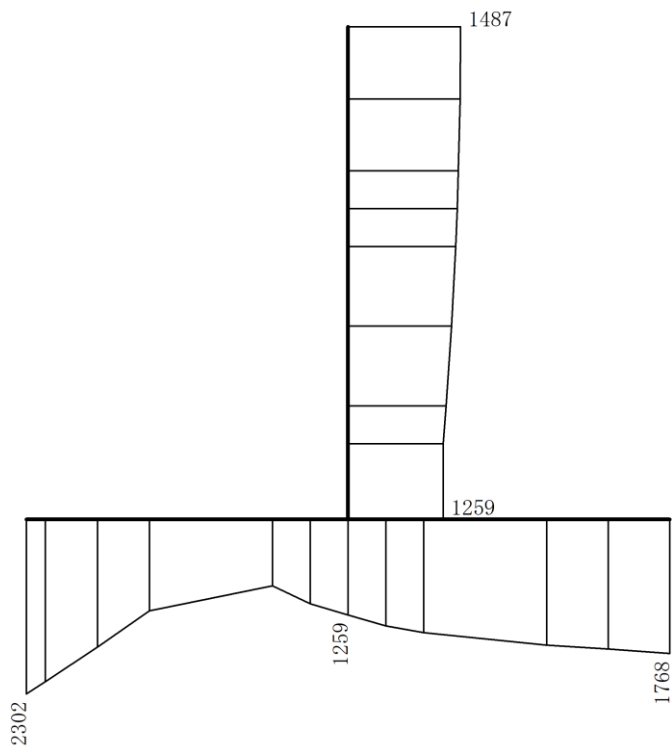
(b) $S_s - F_2$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-40 最大応答加速度分布図(6/17) (解析ケース①)



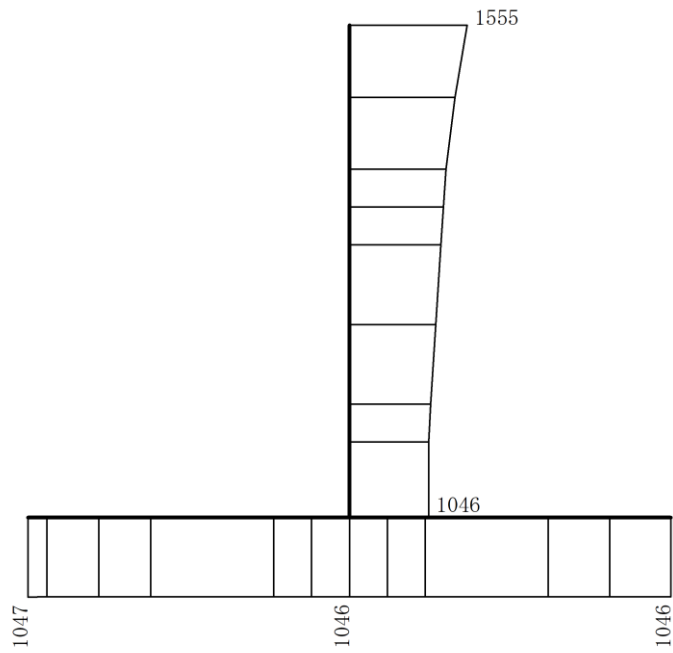
(a) S_s-N1 (++) 水平



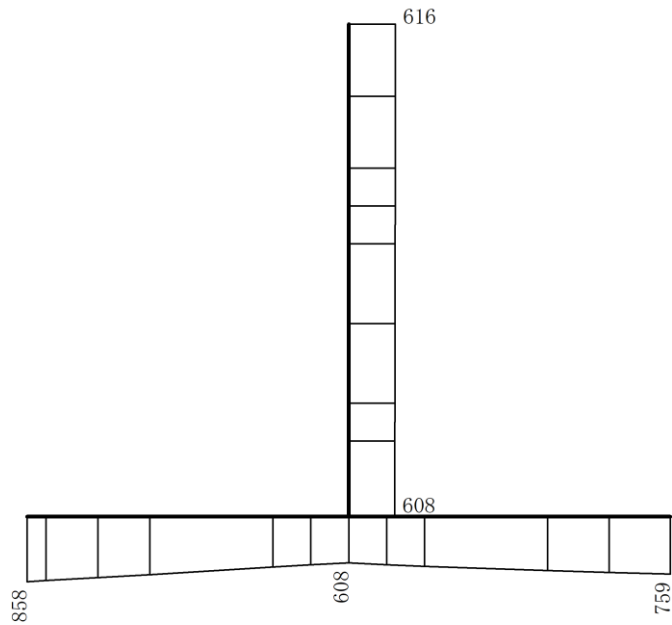
(b) S_s-N1 (++) 鉛直

構造スケール 0 1(m) 応答値スケール 0 1000(cm/s²)

図 4-41 最大応答加速度分布図(7/17) (解析ケース①)



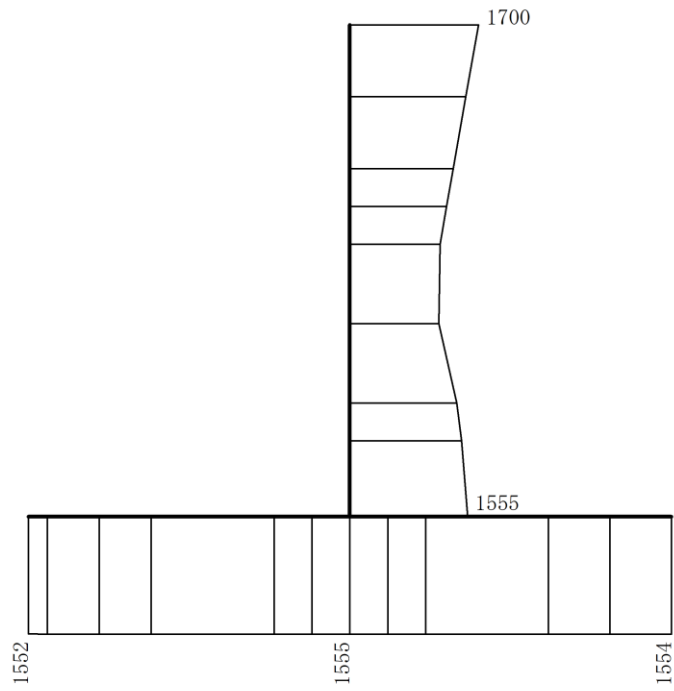
(a) $S_s - N1 (-+)$ 水平



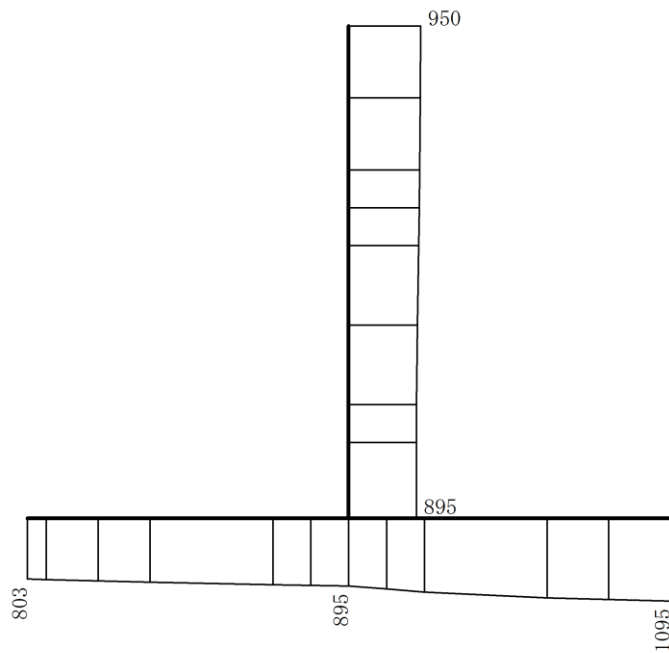
(b) $S_s - N1 (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-42 最大応答加速度分布図(8/17) (解析ケース①)



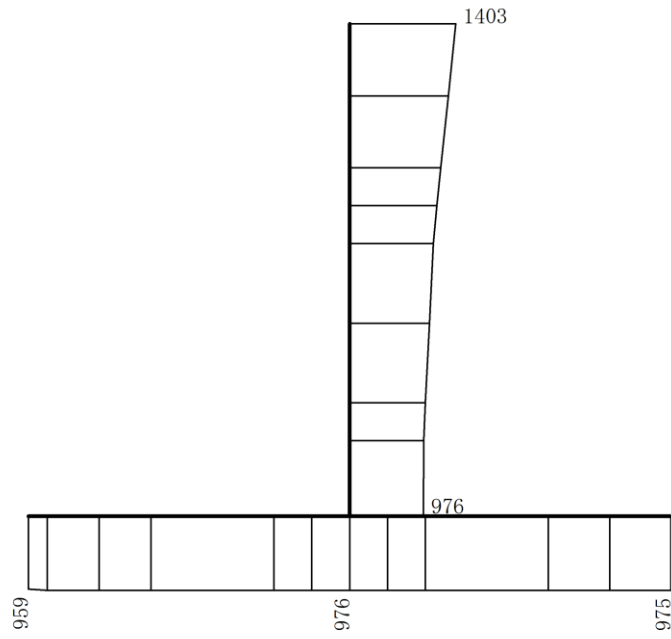
(a) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 水平



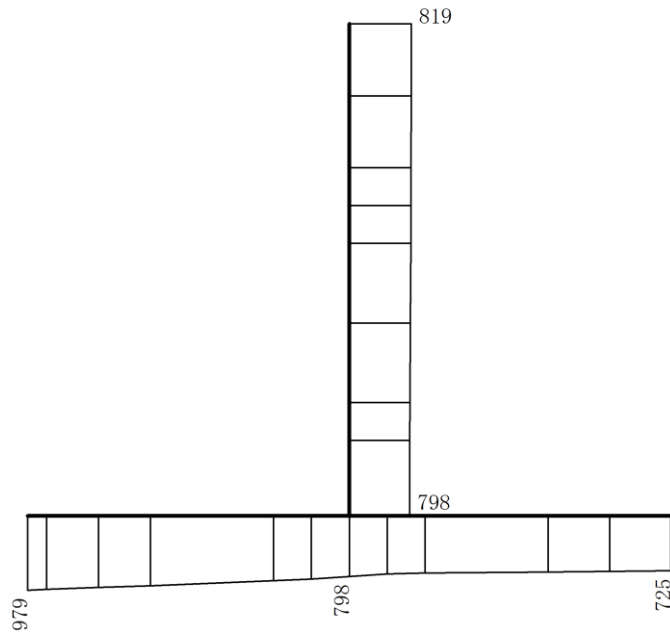
(b) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-43 最大応答加速度分布図(9/17) (解析ケース①)



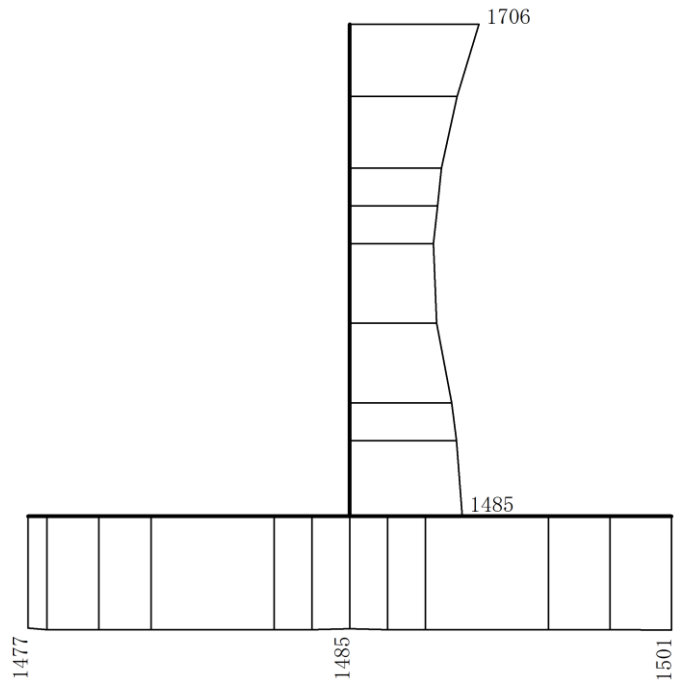
(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平



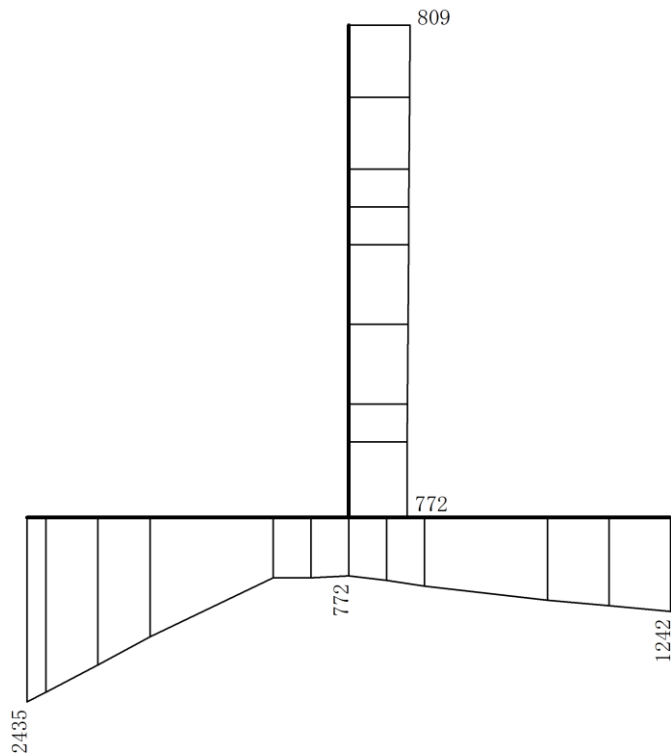
(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 1000(cm/s^2)$

図 4-44 最大応答加速度分布図(10/17) (解析ケース①)



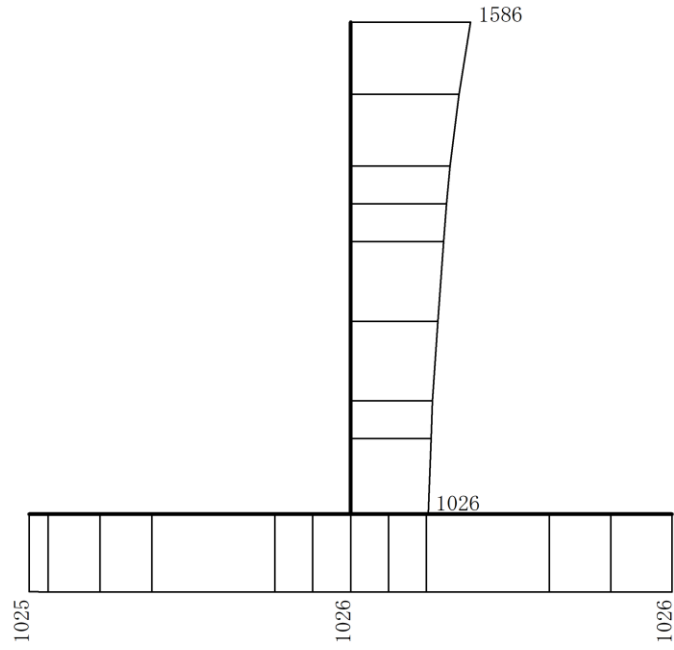
(a) $S_s - N_2 (EW) (++)$ 水平



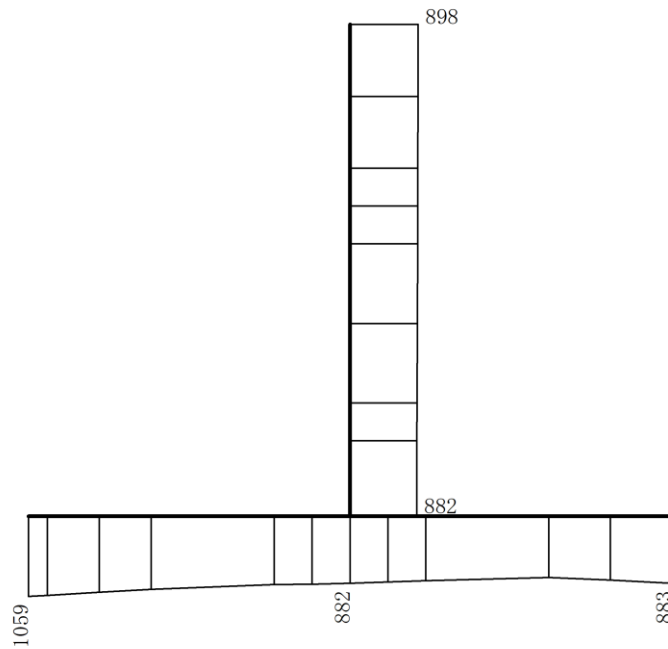
(b) $S_s - N_2 (EW) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-45 最大応答加速度分布図(11/17) (解析ケース①)



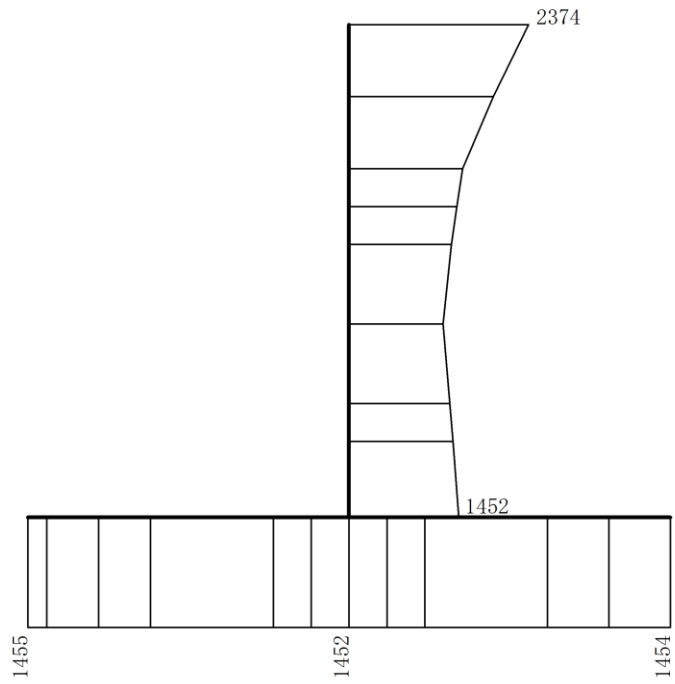
(a) $S_s - N_2 (EW) (-+)$ 水平



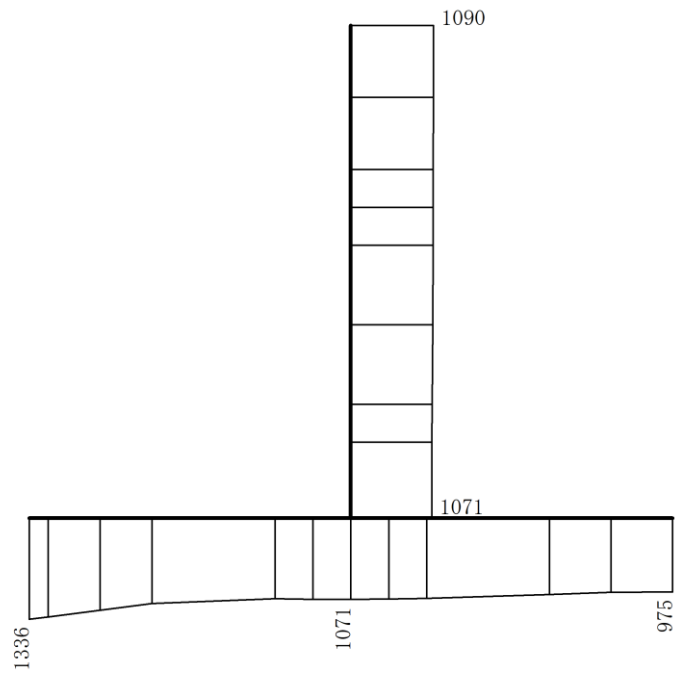
(b) $S_s - N_2 (EW) (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-46 最大応答加速度分布図(12/17) (解析ケース①)



(a) $S_s - D$ (---) 水平

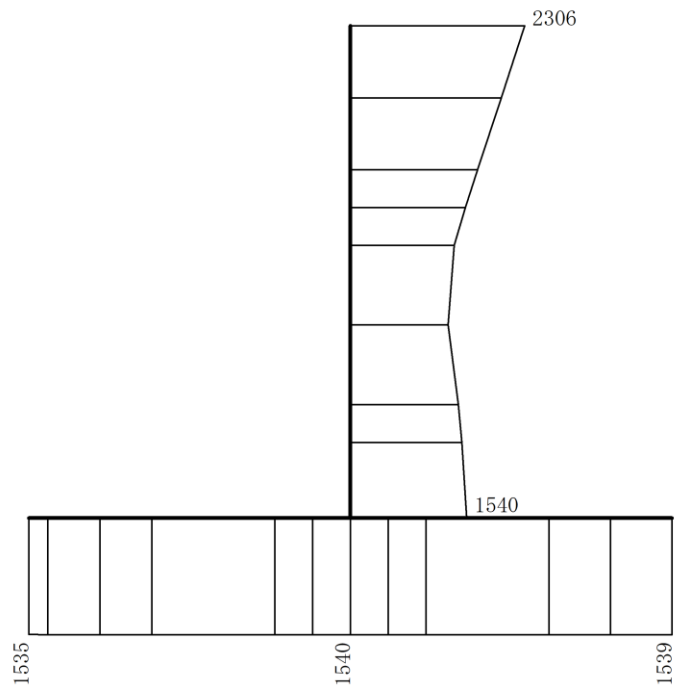


(b) $S_s - D$ (---) 鉛直

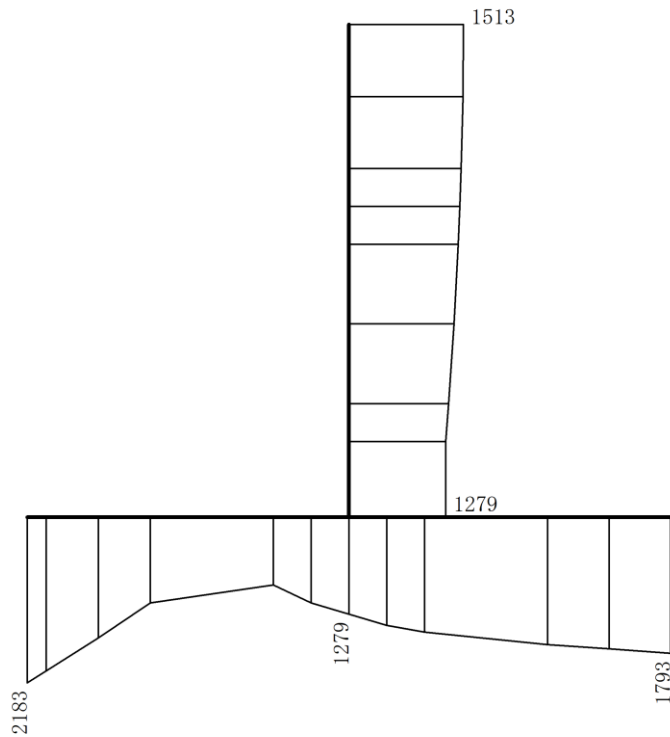
構造スケール 0 1(m)

応答値スケール 0 1000(cm/s^2)

図 4-47 最大応答加速度分布図(13/17) (解析ケース②)



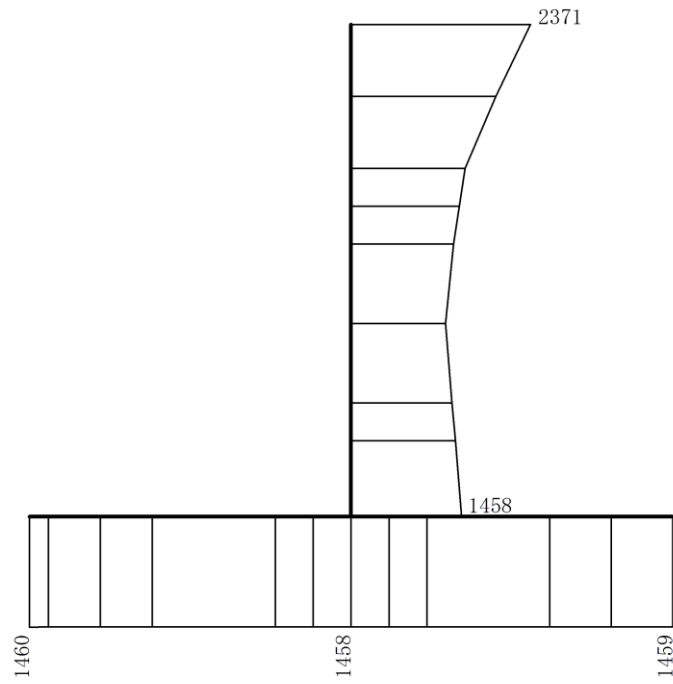
(a) $S_s - N1 (+ +)$ 水平



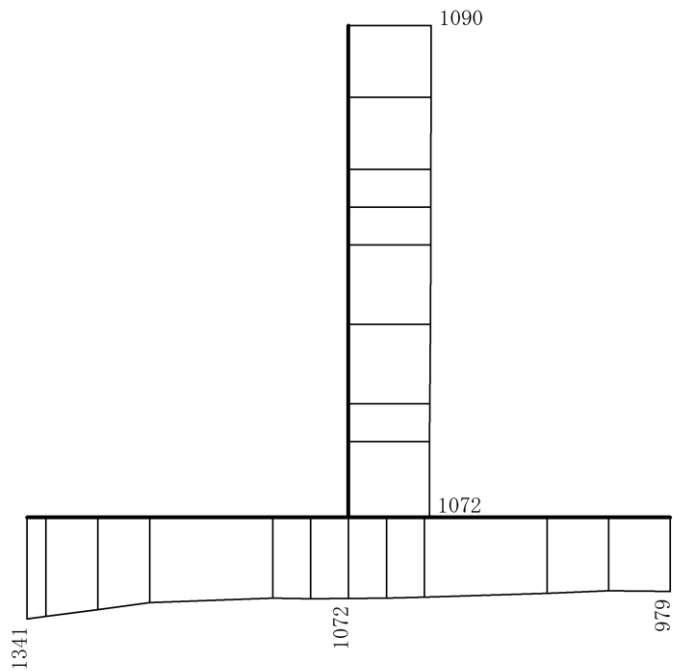
(b) $S_s - N1 (+ +)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-48 最大応答加速度分布図(14/17) (解析ケース②)
127



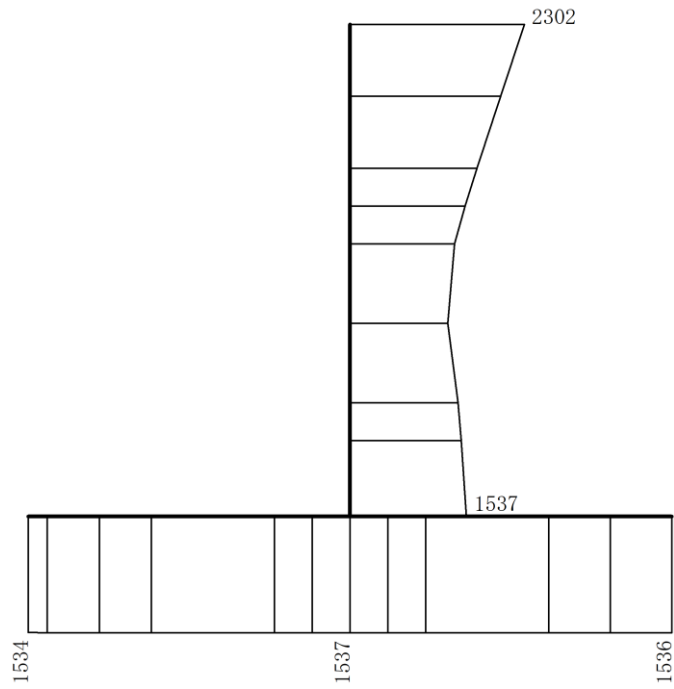
(a) S s - D (--) 水平



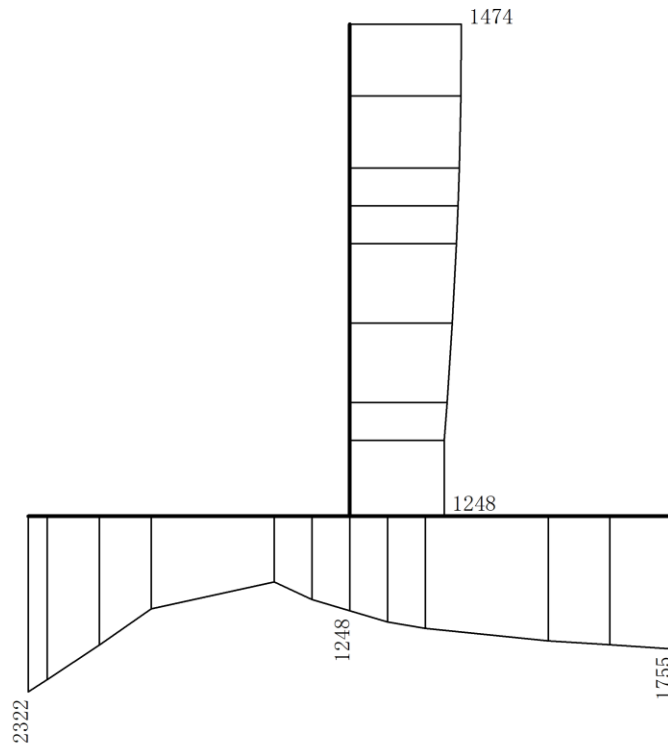
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad 1000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-49 最大応答加速度分布図(15/17) (解析ケース③)



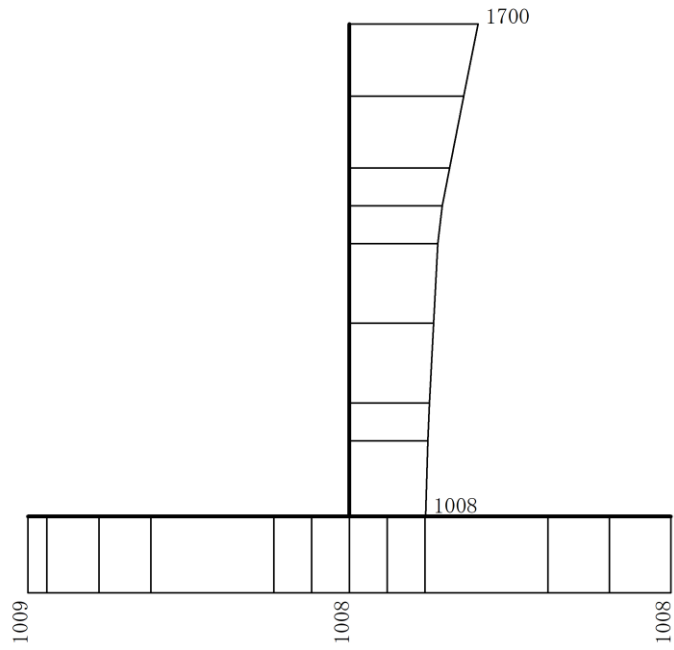
(a) $S_s - N1 (+ +)$ 水平



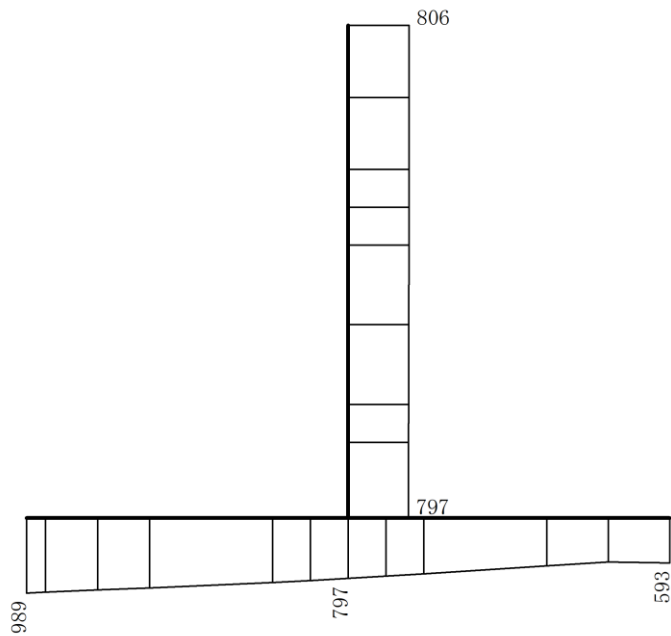
(b) $S_s - N1 (+ +)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 1(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1000(cm/s^2)$

図 4-50 最大応答加速度分布図(16/17) (解析ケース③)



(a) S s - N 1 (++) 水平



(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 1(m)$ 応答値スケール $0 \sim 1000(cm/s^2)$

図 4-51 最大応答加速度分布図(17/17) (解析ケース④)

表 4-1 防波壁天端の変位量 (⑤-⑤断面)

解析 ケース	地震動		防波壁天端変位量	
			法線直交方向 $\delta_x(T)$ (mm)	深度方向 $\delta_z(T)$ (mm)
①	S _s -D	(++) *	65	13
		(-+) *	78	13
		(+-) *	65	14
		(--) *	73	13
	S _s -F 1	(++) *	31	5
	S _s -F 2	(++) *	32	6
	S _s -N 1	(++) *	56	6
		(-+) *	63	7
	S _s -N 2 (NS)	(++) *	37	6
		(-+) *	36	5
	S _s -N 2 (EW)	(++) *	46	5
		(-+) *	51	5
②	S _s -D	(--) *	73	13
	S _s -N 1	(++) *	56	6
③	S _s -D	(--) *	73	13
	S _s -N 1	(++) *	57	6

注記* : 地震動の位相について, (++) の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し,
「-」は位相を反転させたケースを示す。

4.4 ⑦-⑦断面の解析結果

耐震評価のために用いる変位量として、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s に対する防波壁天端の変位量を表 4-2 に示す。

表 4-2 防波壁天端の変位量 (⑦-⑦断面)

解析 ケース	地震動		防波壁天端変位量	
			法線直交方向 $\delta y(T)$ (mm)	深度方向 $\delta z(T)$ (mm)
①	$S_s - D$	(++) *	3	13
		(-+) *	3	13
		(+-) *	3	13
		(--) *	3	14
	$S_s - F1$	(++) *	1	5
	$S_s - F2$	(++) *	2	5
	$S_s - N1$	(++) *	2	3
		(-+) *	2	6
	$S_s - N2 (NS)$	(++) *	2	5
		(-+) *	2	4
	$S_s - N2 (EW)$	(++) *	3	4
		(-+) *	1	5

注記* : 地震動の位相について、(++) の左側は水平動、右側は鉛直動を表し、
「-」は位相を反転させたケースを示す。

VI-2-10-2-2-3 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の
地震応答計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 解析方針	5
2.4 適用規格・基準等	7
3. 解析方法	8
3.1 評価対象断面	8
3.2 解析方法	18
3.2.1 施設	18
3.2.2 地盤物性のばらつき	19
3.2.3 減衰定数	20
3.2.4 解析ケース	20
3.3 荷重及び荷重の組合せ	22
3.3.1 耐震評価上考慮する状態	22
3.3.2 荷重	22
3.3.3 荷重の組合せ	23
3.4 入力地震動	24
3.4.1 ②—②断面	25
3.4.2 ③—③断面	37
3.4.3 ④—④断面	51
3.4.3 ⑦—⑦断面	65
3.5 解析モデル及び諸元	77
3.5.1 解析モデル	77
3.5.2 使用材料及び材料の物性値	80
3.5.3 地盤の物性値	80
3.5.4 地下水位	81
4. 解析結果	82
4.1 ②—②断面の解析結果	82
4.2 ③—③断面の解析結果	99
4.3 ④—④断面の解析結果	117
4.4 ⑦—⑦断面の解析結果	149

1. 概要

本資料は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき実施する防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の地震応答解析について説明するものである。

地震応答解析は、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために用いる応答値を抽出するものである。

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）のうち被覆コンクリート壁については、地震応答解析により地震時荷重を算定し、その荷重を3次元構造解析モデルに作用させて耐震評価を実施する。地震応答解析により抽出する応答値は、断面力、変位及び基礎地盤に発生する接地圧並びに3次元構造解析モデルに作用させる変位及び慣性力である。

また、浸水防止設備（屋外排水路逆止弁）及び津波防護施設（防波壁通路防波扉（1号機北側）、防波壁通路防波扉（2号機北側））が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために用いる応答値の抽出を行う。

2. 基本方針

2.1 位置

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の位置図を図 2-1 に示す。

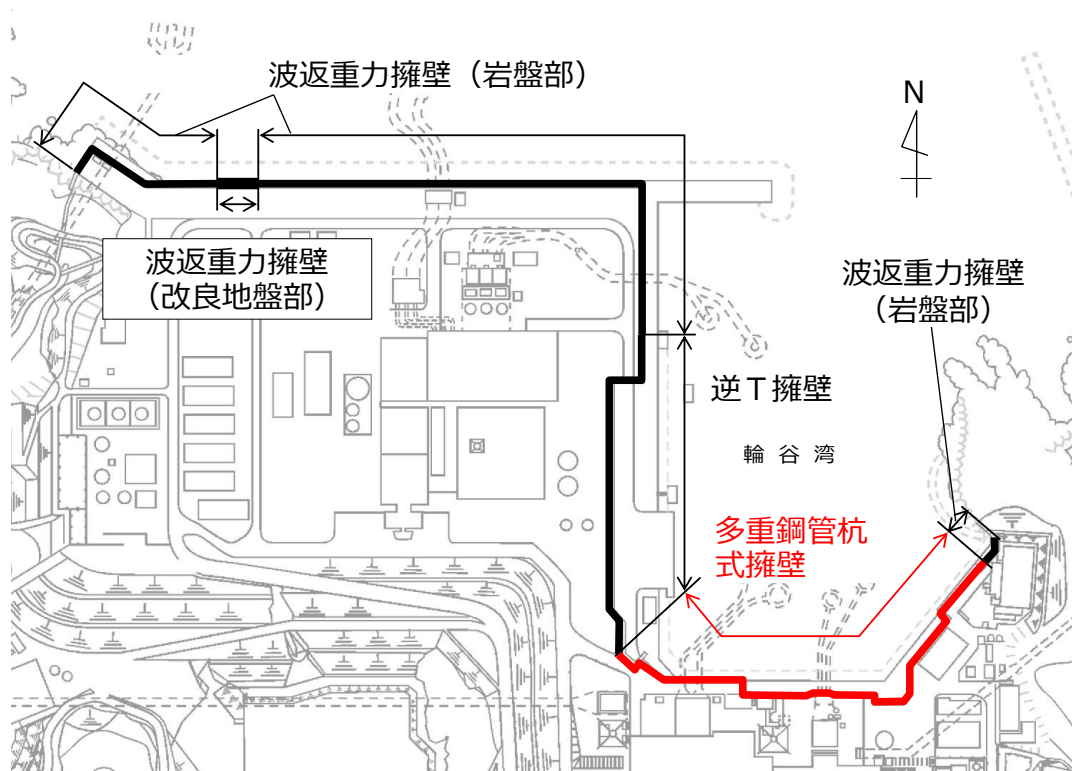


図 2-1 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の位置図

2.2 構造概要

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造概要図を図 2-2 に、構造図を図 2-3 に示す。

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）は、入力津波高さ（EL 11.9m）に対して余裕を考慮した天端高さ（EL 15.0m）とする。

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）は、岩盤に支持される鋼管を多重化して鋼管内をコンクリート又はモルタルで充填した多重鋼管による杭基礎構造と、鋼管及び鉄筋コンクリートの被覆コンクリート壁による上部構造から構成される。被覆コンクリート壁の海側には、鉄筋コンクリート版により構成された漂流物対策工（以下「漂流物対策工（鉄筋コンクリート版）」という。）を設置し、被覆コンクリート壁の陸側の境界部には、試験等により止水性を確認した止水目地を設置するとともに、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の背後に地盤改良を実施する。

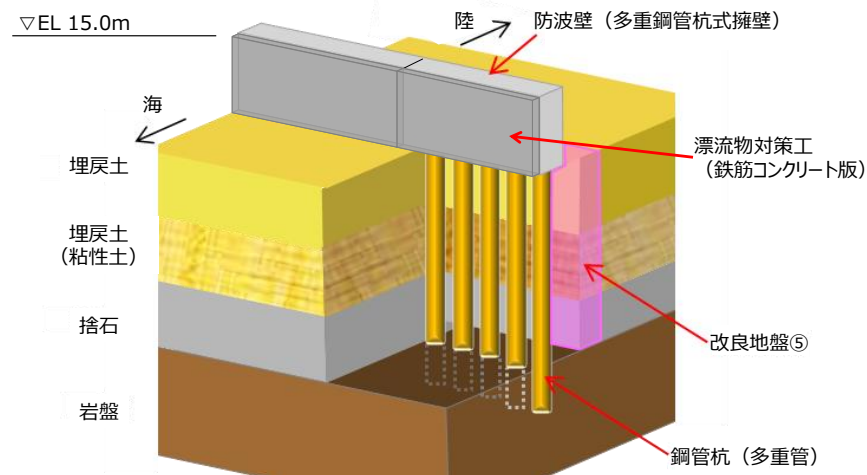


図 2-2(1) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造概要図（鳥瞰図）

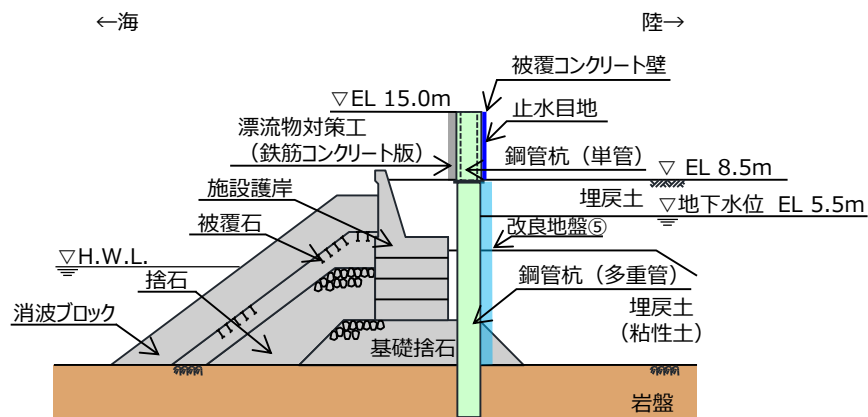


図 2-2(2) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造概要図（断面図）

【鋼管杭の構成（鋼管杭の板厚はすべて 25 mm）】
 単管 : ϕ 1600 mm
 4重管 : ϕ 1600 mm, ϕ 1800 mm, ϕ 2000 mm, ϕ 2200 mm

(単位 : mm)

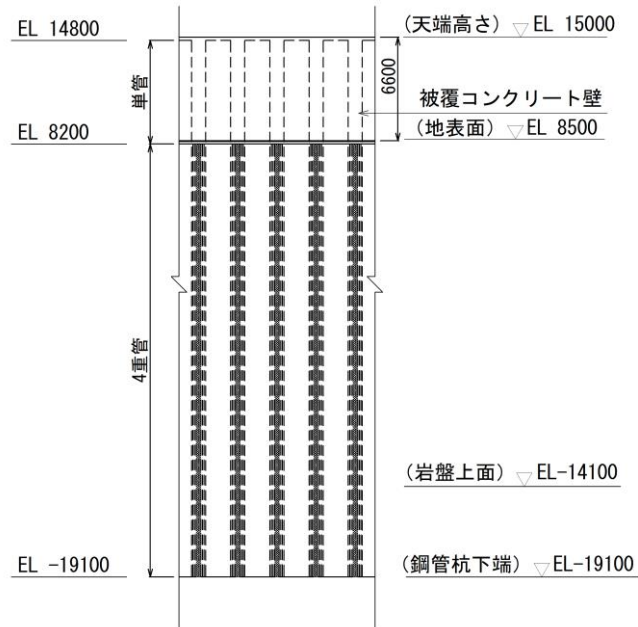


図 2-3(1) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造図（正面図）

(単位 : mm)

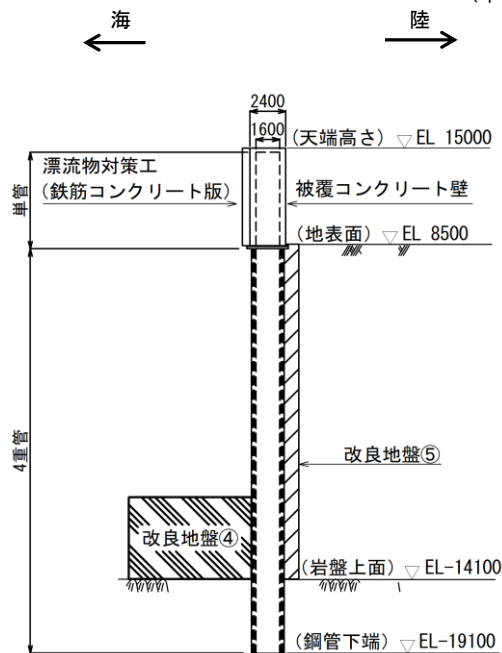


図 2-3(2) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造図（断面図）

2.3 解析方針

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）は，VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき，基準地震動 S_s 及び津波と余震の重畳を考慮する際（以下「重畳時」という。）に用いる余震荷重として弾性設計用地震動 S_d-D に対して地震応答解析を実施する。

図 2-4 に防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は，「2. 基本方針」に基づき，「3.1 評価対象断面」に示す断面において，「3.2 解析方法」に示す水平地震動と鉛直地震動の同時加振による 2次元有限要素法を用いた時刻歴応答解析により行うこととし，地盤物性のばらつきを適切に考慮する。

2次元有限要素法による時刻歴応答解析は，「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.5 解析モデル及び諸元」に示す条件を基に，「3.4 入力地震動」により設定する入力地震動を用いて実施する。

地震応答解析による応答加速度は，浸水防止設備（屋外排水路逆止弁）及び津波防護施設（防波壁通路防波扉（1号機北側），防波壁通路防波扉（2号機北側））の設計震度設定に用い，断面力，変位，慣性力及び基礎地盤の接地圧は，防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の耐震評価に用いる。

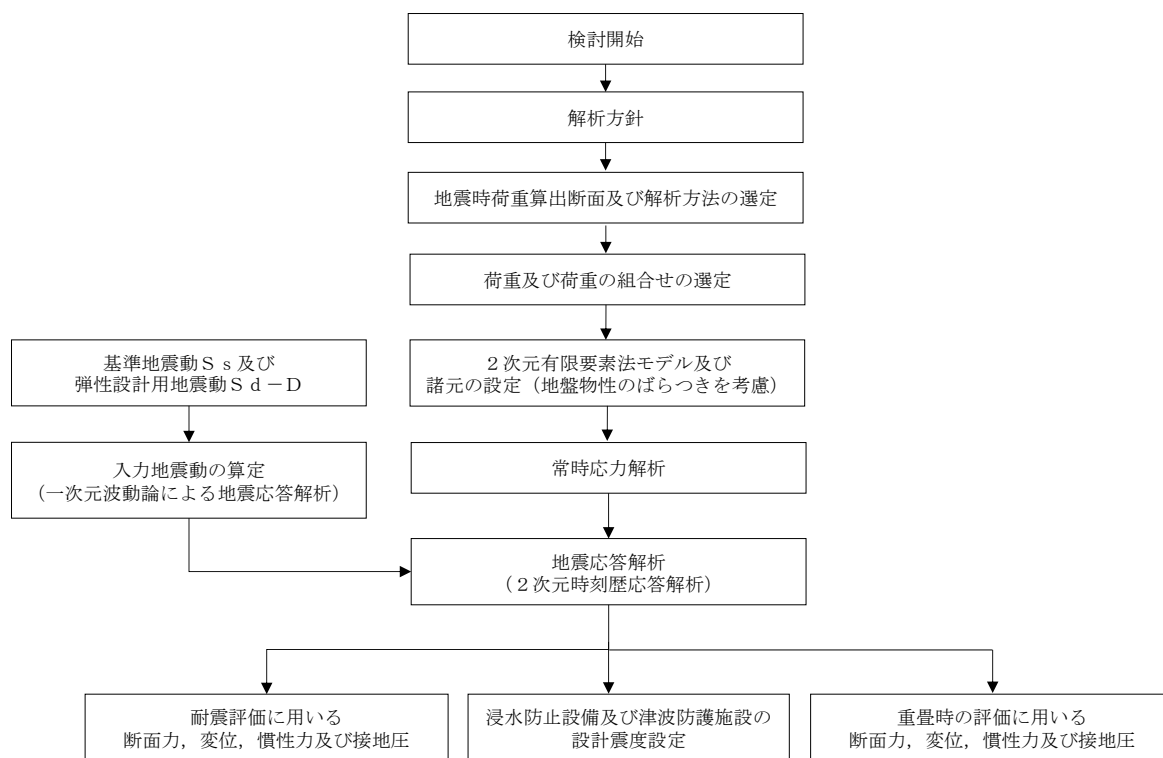


図 2-4 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の地震応答解析フロー

2.4 適用規格・基準等

適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（（社）土木学会，2002年制定）
- ・道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）
- ・港湾の施設の技術上の基準・同解説（国土交通省港湾局，2007年版）
- ・港湾構造物設計事例集（沿岸技術研究センター，平成19年3月）
- ・建築基準法・同施行令

3. 解析方法

3.1 評価対象断面

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の評価対象断面は，防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造上の特徴や周辺地盤状況を踏まえて設定する。防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の評価対象断面位置図を図 3-1 に，縦断面図を図 3-2 に，防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の各区分における横断面図を図 3-3～図 3-8 に示す。以下の理由から②-②断面，③-③断面，④-④断面及び⑦-⑦断面を評価対象断面として選定する。

- ・②-②断面は，防波壁（多重鋼管杭式擁壁）が施設護岸の背面に設置されている断面のうち，岩盤上面深さが最も深く，改良地盤④が設置されていることから評価対象断面に選定した。
- ・③-③断面は，防波壁（多重鋼管杭式擁壁）が施設護岸の前面に設置されている断面のうち，岩盤上面の深さが最も深いことから，選定した。
- ・④-④断面は，取水管を横断するため，防波壁（多重鋼管杭式擁壁）のブロック長が最長となり，杭間隔が広いことから，選定した。
- ・⑦-⑦断面は，②-②断面に直交する縦断方向の断面である。②-②断面位置における縦断方向の止水目地の変位量を求めるため，変形性評価の評価対象断面に選定した。

評価対象断面における構造図を図 3-9～図 3-12 に示す。

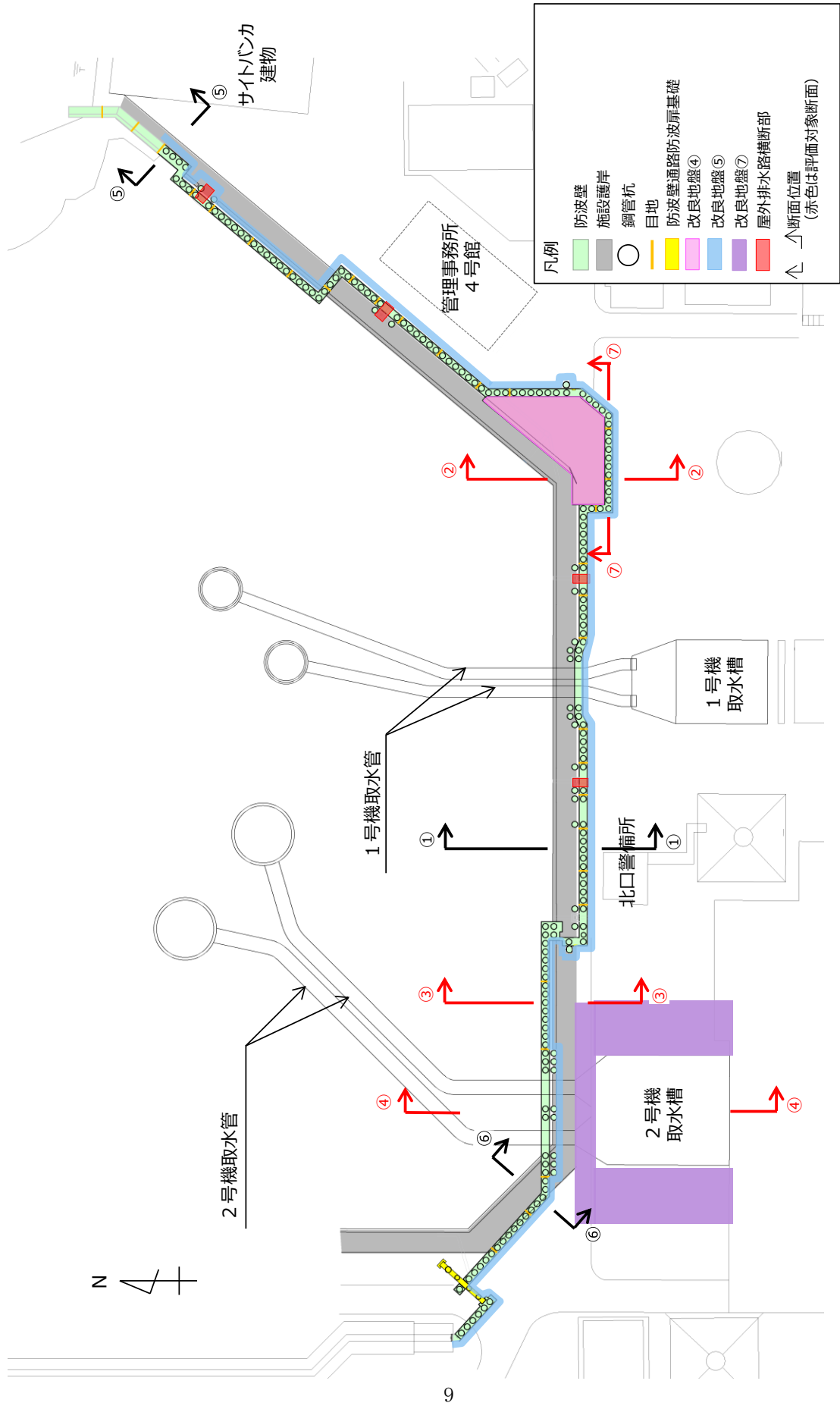


図3-1 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の評価対象断面位置図

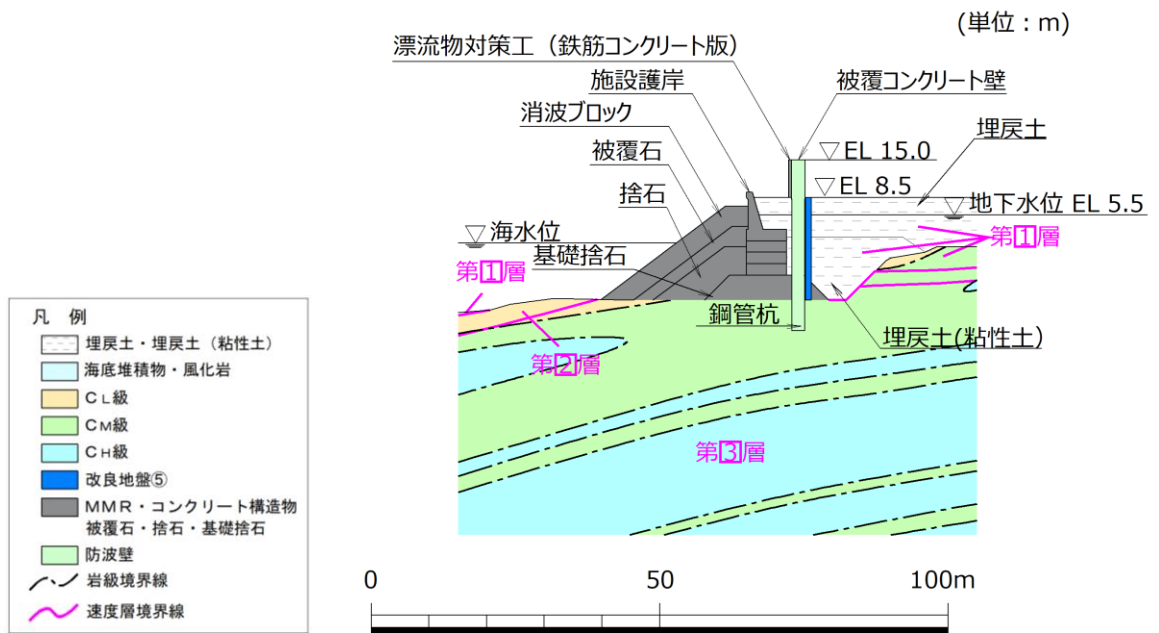


図 3-3 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の横断面図 (①-①断面)

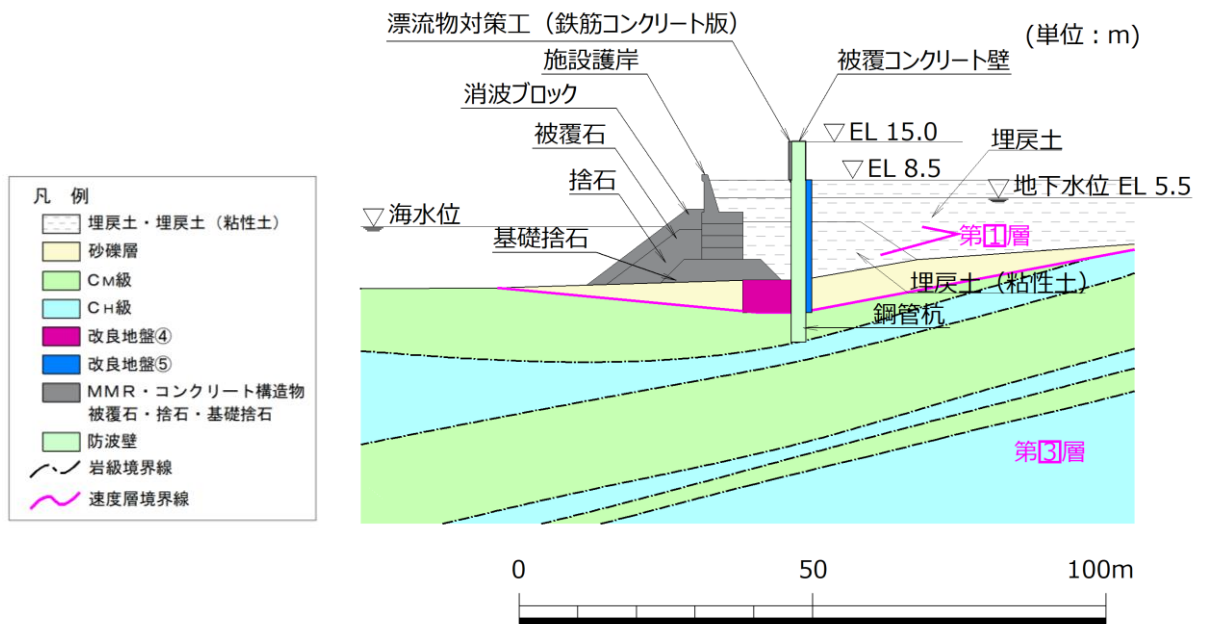


図 3-4 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の横断面図 (②-②断面)

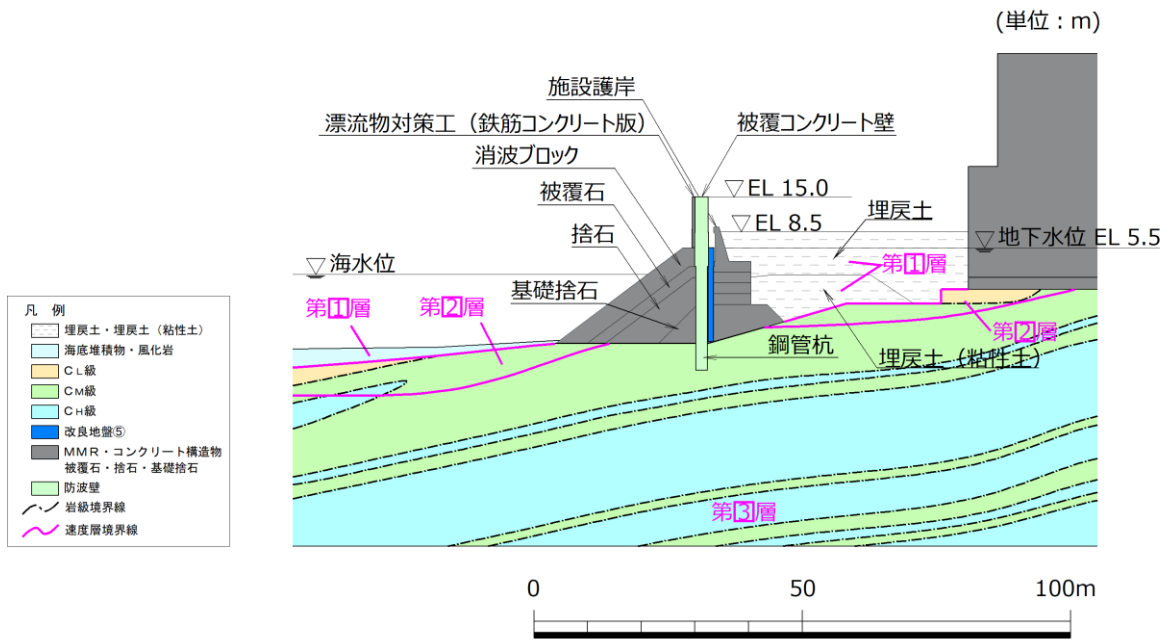


図 3-5 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の横断面図 (③-③断面)

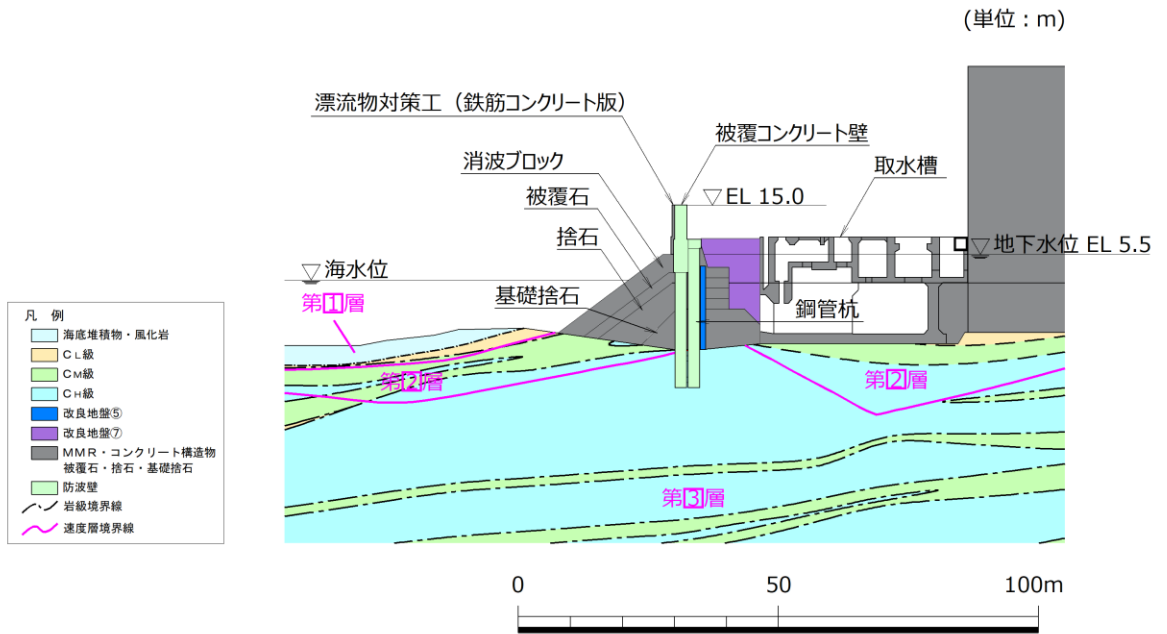


図 3-6 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の横断面図 (④-④断面)

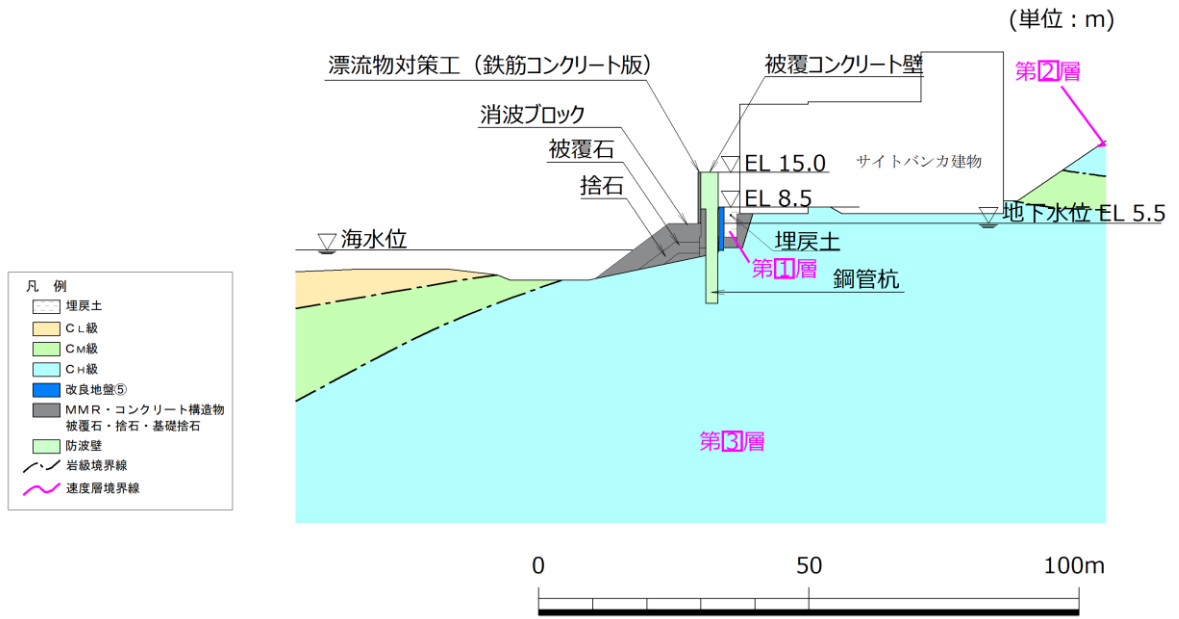


図 3-7 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の横断面図 (⑤-⑤断面)

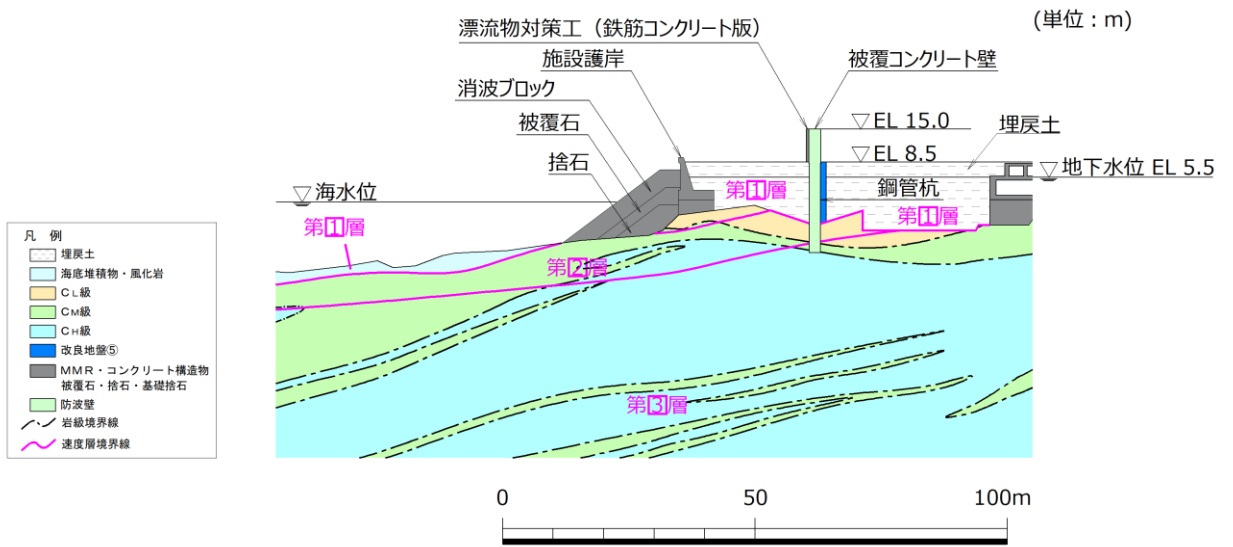


図 3-8 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の横断面図 (⑥-⑥断面)

【鋼管杭の構成（鋼管杭の板厚はすべて 25 mm）】
 単管 : φ 1600 mm
 4 重管 : φ 1600 mm, φ 1800 mm, φ 2000 mm, φ 2200 mm

(単位 : mm)

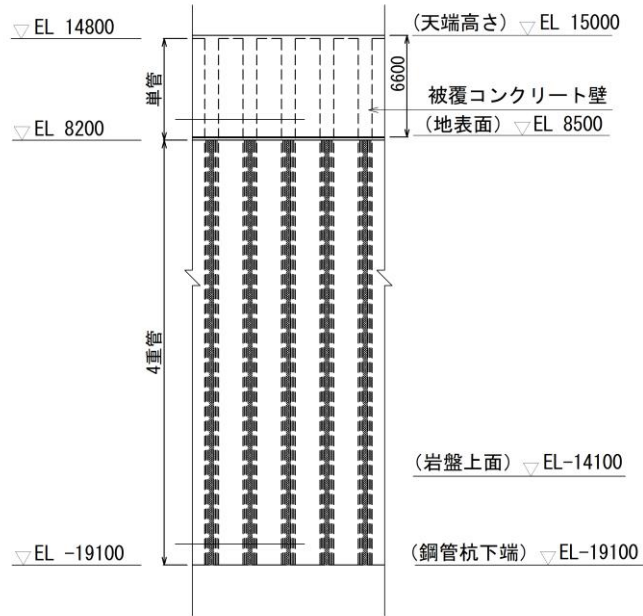


図 3-9(1) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造図（②-②断面）（正面図）

(単位 : mm)

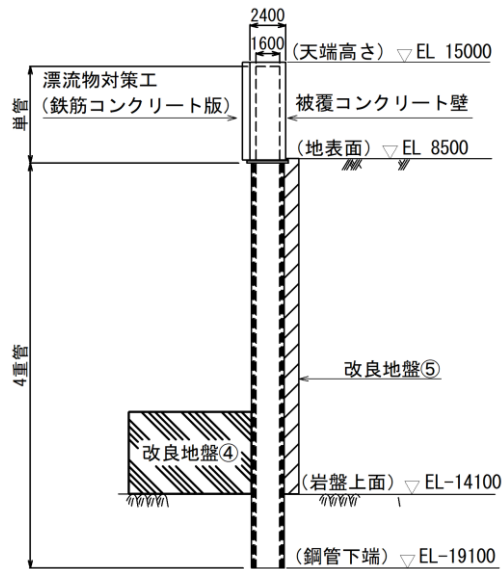


図 3-9(2) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造図（②-②断面）（断面図）

【鋼管杭の構成（鋼管杭の板厚はすべて 25 mm）】
 単管 : φ 1600 mm
 3重管 : φ 1600 mm, φ 1800 mm, φ 2000 mm
 4重管 : φ 1600 mm, φ 1800 mm, φ 2000 mm, φ 2200 mm

(単位 : mm)

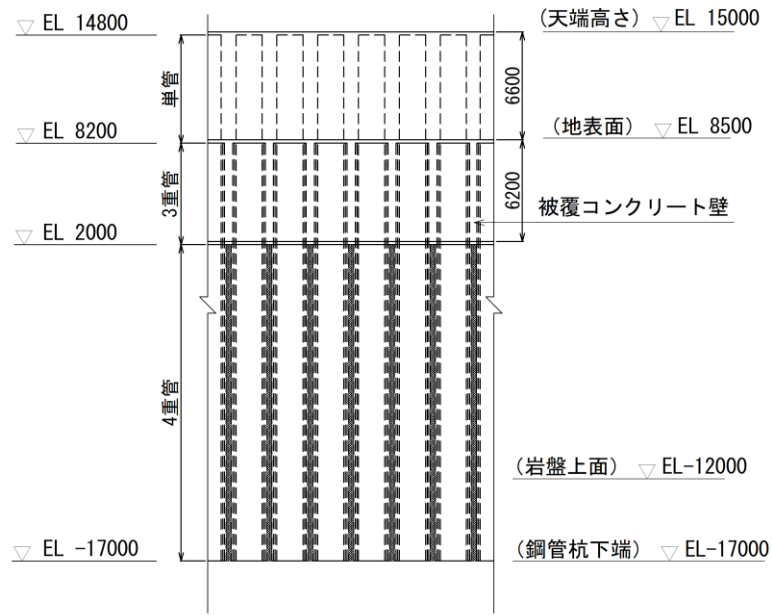


図 3-10(1) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造図（③-③断面）（正面図）

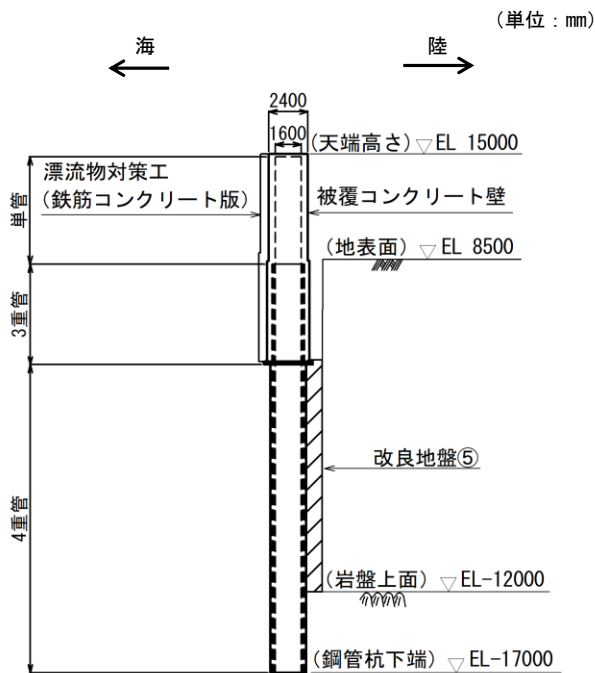


図 3-10(2) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造図（③-③断面）（断面図）

【鋼管杭の構成（鋼管杭の板厚はすべて 25 mm）】	
単管	: φ 1600 mm
2重管	: φ 1600 mm, φ 1800 mm
3重管	: φ 1600 mm, φ 1800 mm, φ 2000 mm
4重管	: φ 1600 mm, φ 1800 mm, φ 2000 mm, φ 2200 mm

(単位: mm)

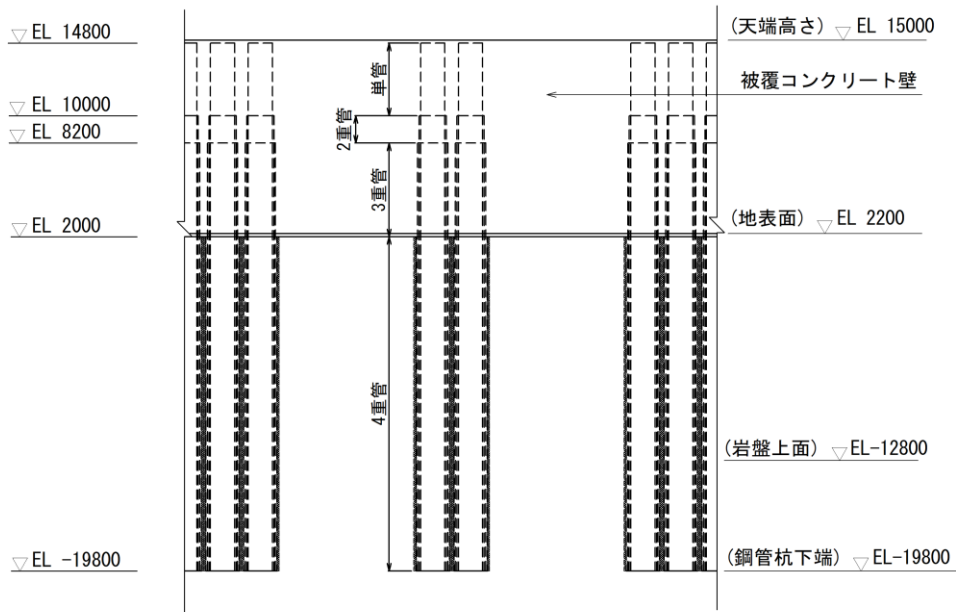


図 3-11(1) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造図（④-④断面，海側）（正面図）

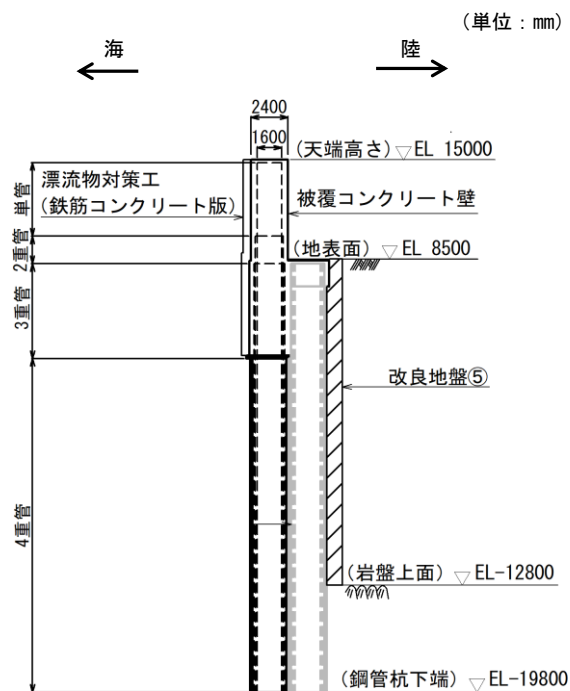


図 3-11(2) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造図（④-④断面，海側）（断面図）

【鋼管杭の構成（鋼管杭の板厚はすべて 25 mm）】

4重管：φ 1600 mm，φ 1800 mm，φ 2000 mm，φ 2200 mm

(単位：mm)

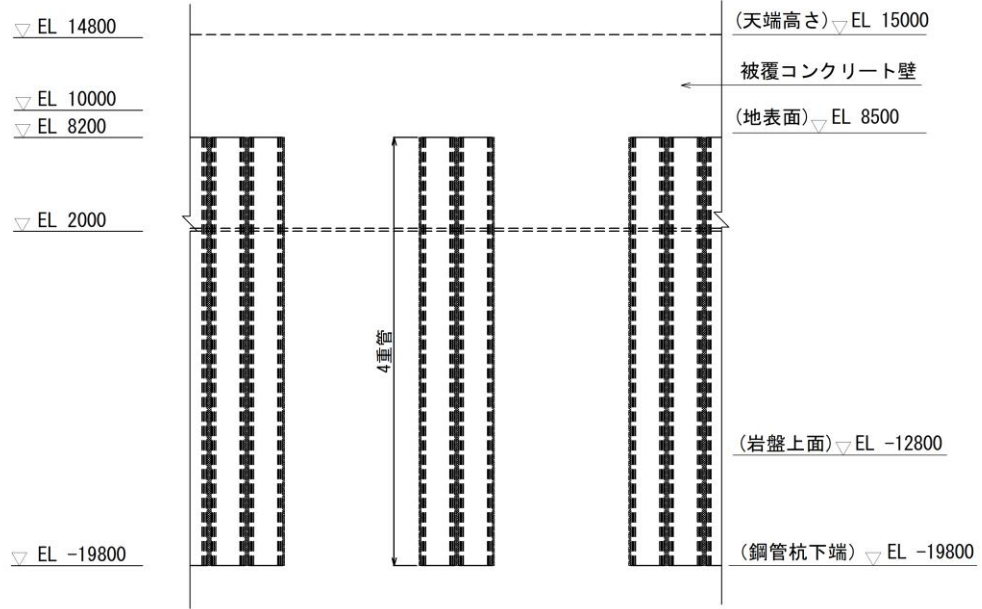


図 3-12(1) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造図（④-④断面，陸側）（正面図）

(単位：mm)

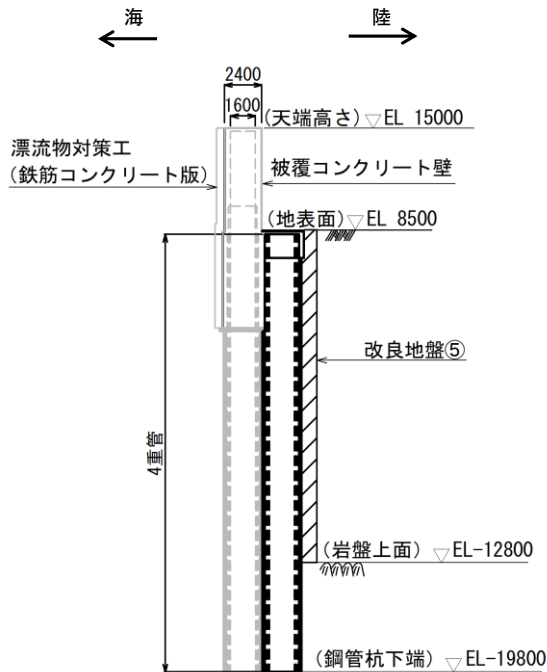


図 3-12(2) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造図（④-④断面，陸側）（断面図）

3.2 解析方法

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の地震応答解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる2次元有限要素法を用いて、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d-D に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析により行うこととする。地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮するため、解析方法は有効応力解析とする。

構造部材については、線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。また、地盤については、地盤のひずみ依存性を適切に考慮できるようモデル化する。

地震応答解析については、解析コード「FLIP」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

3.2.1 施設

鋼管杭は、線形はり要素（ビーム要素）によりモデル化する。被覆コンクリート壁は、横断方向の断面においてはモデル化せず、鋼管杭をモデル化したはりの単位体積重量に被覆コンクリート壁の重量を考慮し、縦断方向の断面においては、線形の平面ひずみ要素によりモデル化する。

漂流物対策工（鉄筋コンクリート版）は、モデル化せず、その重量を考慮する。

3.2.2 地盤物性のばらつき

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の地震時の応答は，周辺地盤との相互作用によることから，地盤物性のばらつきの影響を考慮する。地盤物性のばらつきについては，表 3-1 に示す解析ケースにおいて考慮する。

図 3-2～図 3-8 に示すとおり，動的変形特性にひずみ依存性がある地盤が分布しており，これらの地盤のせん断変形が地震時に防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の応答に与える影響が大きいと考えられる。このうち，広範囲に分布しており，応答に与える影響が大きいと考えられる埋戻土の物性（初期せん断弾性係数）のばらつきについて影響を確認する。

詳細な解析ケースの考え方は，「3.2.4 解析ケース」に示す。

表 3-1 解析ケース

解析ケース	地盤物性	
	埋戻土 (G_0 : 初期せん断弾性係数)	岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	平均値	平均値
ケース②	平均値 + 1 σ	平均値
ケース③	平均値 - 1 σ	平均値

3.2.3 減衰定数

Rayleigh 減衰定数を考慮することとし，剛性比例型減衰 ($\alpha=0$, $\beta=0.002$) を設定する。

3.2.4 解析ケース

耐震評価においては，すべての基準地震動 S_s に対し，解析ケース①（基本ケース）を実施する。すべての基準地震動 S_s に対して実施した解析ケース①（基本ケース）において，各照査値が最も厳しい地震動を用いて，解析ケース②及び③を実施する。重畳時の評価を実施する③－③断面及び④－④断面においては， S_d-D （++）に対し，解析ケース①（基本ケース）の1ケースのみ実施する。

また，防波壁（多重鋼管杭式擁壁）と施設護岸等の位置関係を踏まえ，施設護岸等が防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の変形抑制に寄与する可能性が高いと考えられる②－②断面及び③－③断面については，解析ケース①～③のうち照査値が最も厳しくなるケースで，施設護岸等の損傷を考慮した解析ケース④を実施する。

耐震評価及び重畳時の評価における解析ケースを表 3-2 に示す。

表 3-2 耐震評価及び重畳時の評価における解析ケース

解析ケース		ケース	ケース	ケース	ケース
		①	②	③	④
基本ケース			地盤物性のばらつき (+1σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1σ) を考慮した解析ケース	施設護岸等の損傷を考慮した解析ケース
地盤物性		平均値	平均値 + 1σ	平均値 - 1σ	
地震動 (位相)	S _s -D	(++) *	○	基準地震動 S _s (6波) に位相反転を考慮した地震動 (6波) を加えた全 12 波に対し、ケース① (基本ケース) を実施し、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査の照査項目ごとに照査値が 0.5 を超える照査項目に対して、最も厳しい (許容限界に対する余裕度が最も小さい) 地震動を用いてケース②及び③を実施する。すべての照査項目の照査値がいずれも 0.5 以下の場合は、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②及び③を実施する。	防波壁と施設護岸等の位置関係を踏まえ、施設護岸等が防波壁の変形抑制に寄与する可能性が高いと考えられる②-②断面及び③-③断面において、ケース①～③のうち照査値が最も厳しくなるケースで実施する。
		(-+) *	○		
		(+-) *	○		
		(--)*	○		
	S _s -F1	(++) *	○		
	S _s -F2	(++) *	○		
	S _s -N1	(++) *	○		
		(-+) *	○		
	S _s -N2 (NS)	(++) *	○		
		(-+) *	○		
S _s -N2 (EW)	(++) *	○			
	(-+) *	○			
S _d -D	(++) *	○	-	-	-

注記* : 地震動の位相について、(++) の左側は水平動、右側は鉛直動を表し、「-」は位相を反転させたケースを示す。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 耐震評価上考慮する状態

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の地震応答解析において，地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり，通常の条件下におかれている状態。ただし，運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪荷重及び風荷重を考慮する。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の地震応答解析において，考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重(G)

固定荷重として，躯体自重及び機器・配管荷重を考慮する。

(2) 積載荷重(P)

積載荷重として，土圧及び水圧を考慮する。

(3) 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重として，発電所最寄りの気象官署である松江地方気象台（松江市）での観測記録（1941～2018年）より，観測史上1位の月最深積雪100cm（1971年2月4日）に平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮し35.0cmとする。

積雪荷重については，「松江市建築基準法施行細則（平成17年3月31日松江市規則第234号）」により，積雪量1cmごとに20N/m²の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

(4) 風荷重 (P_k)

風荷重については，設計基準風速を30m/sとし，「建築基準法・同施行令」に基づき算定する。

(5) 地震荷重(S_s)

基準地震動S_sによる荷重を考慮する。

(6) 余震荷重(K S d)

弾性設計用地震動 S d - D による荷重を考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-3 に示す。

表 3-3 荷重の組合せ

区分	荷重の組合せ
地震時 (S s)	G + P + P s + P k + S s
余震時 (S d) *	G + P + P s + P k + K S d

注記* : 重畳時に用いる。

G : 固定荷重

P : 積載荷重

P s : 積雪荷重

P k : 風荷重

S s : 地震荷重 (基準地震動 S s)

K S d : 余震荷重 (弾性設計用地震動 S d - D)

3.4 入力地震動

入力地震動は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d-D を一次元波動論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

図 3-13 に入力地震動算定の概念図を、図 3-14～図 3-65 に入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

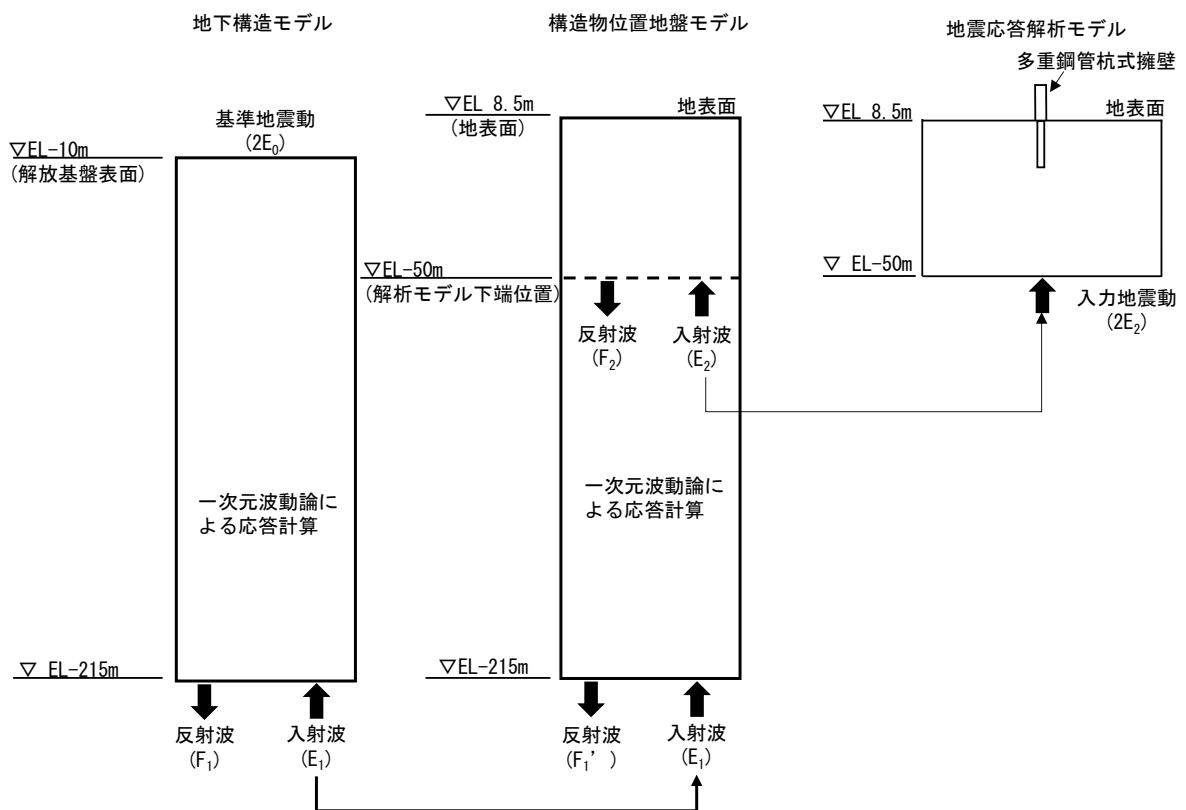
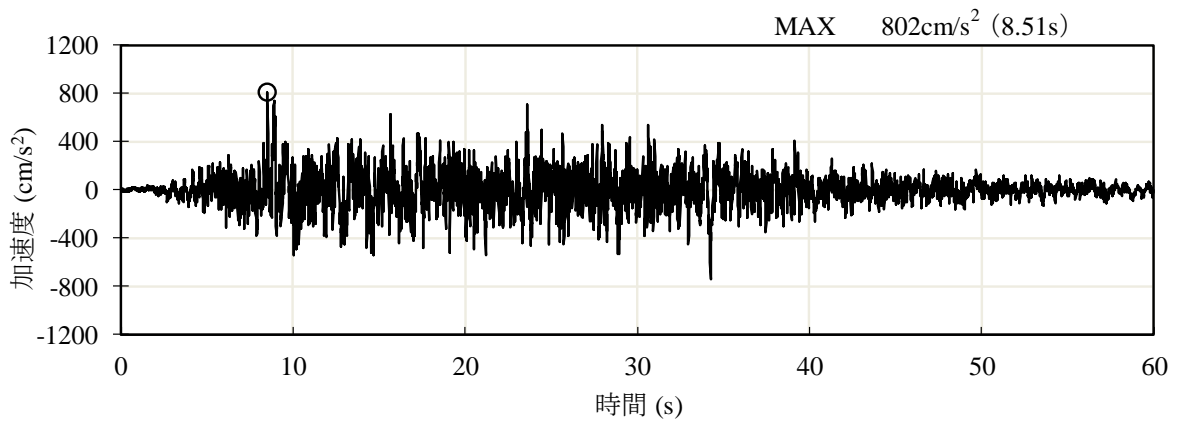
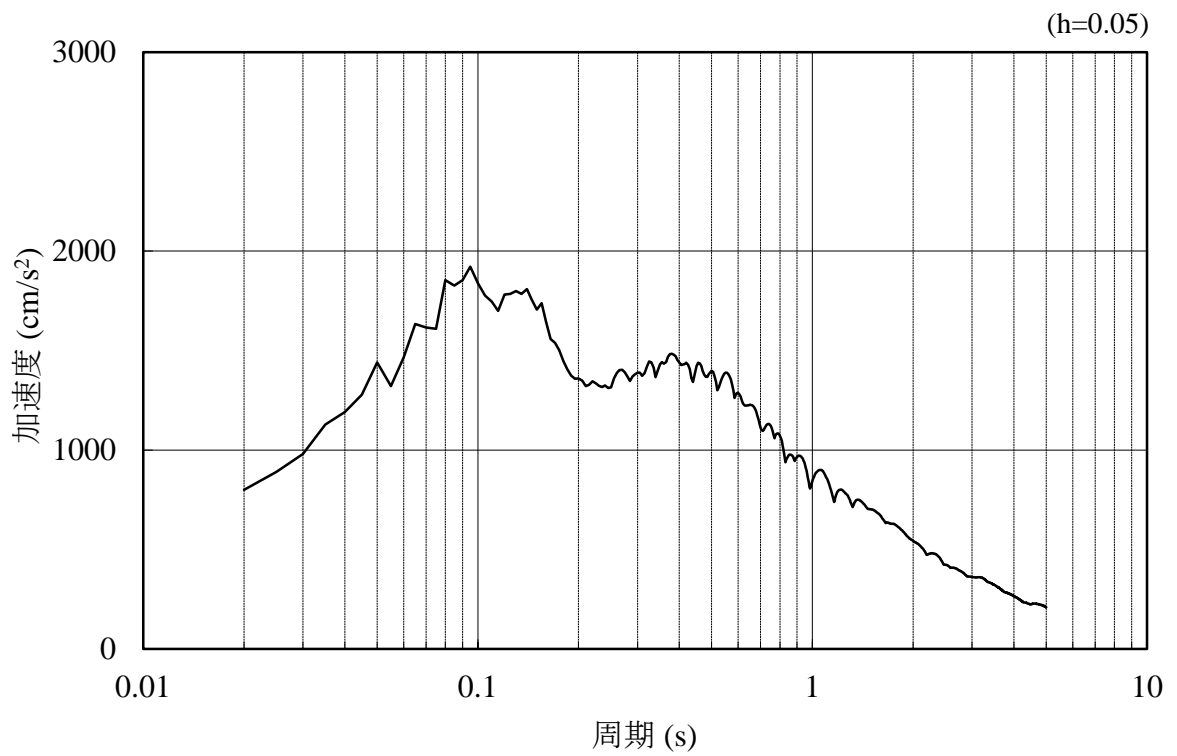


図 3-13 入力地震動算定の概念図

3.4.1 ②—②断面

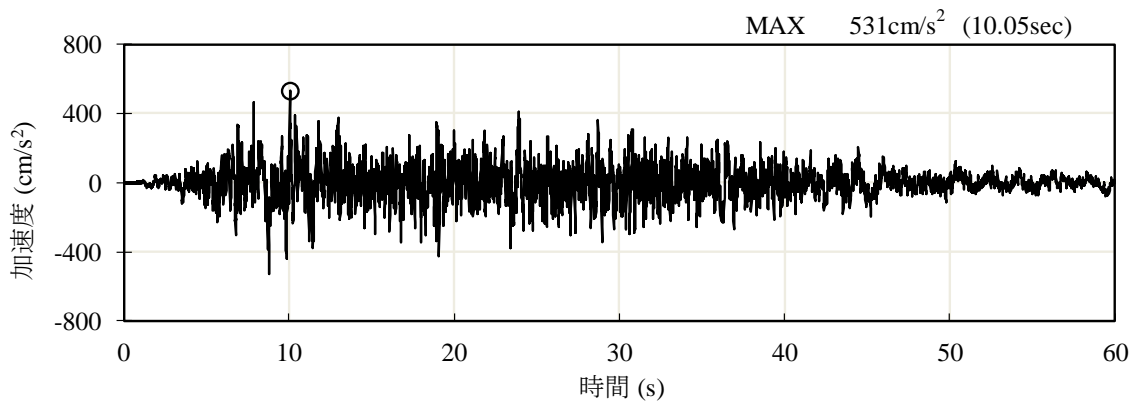


(a) 加速度時刻歴波形

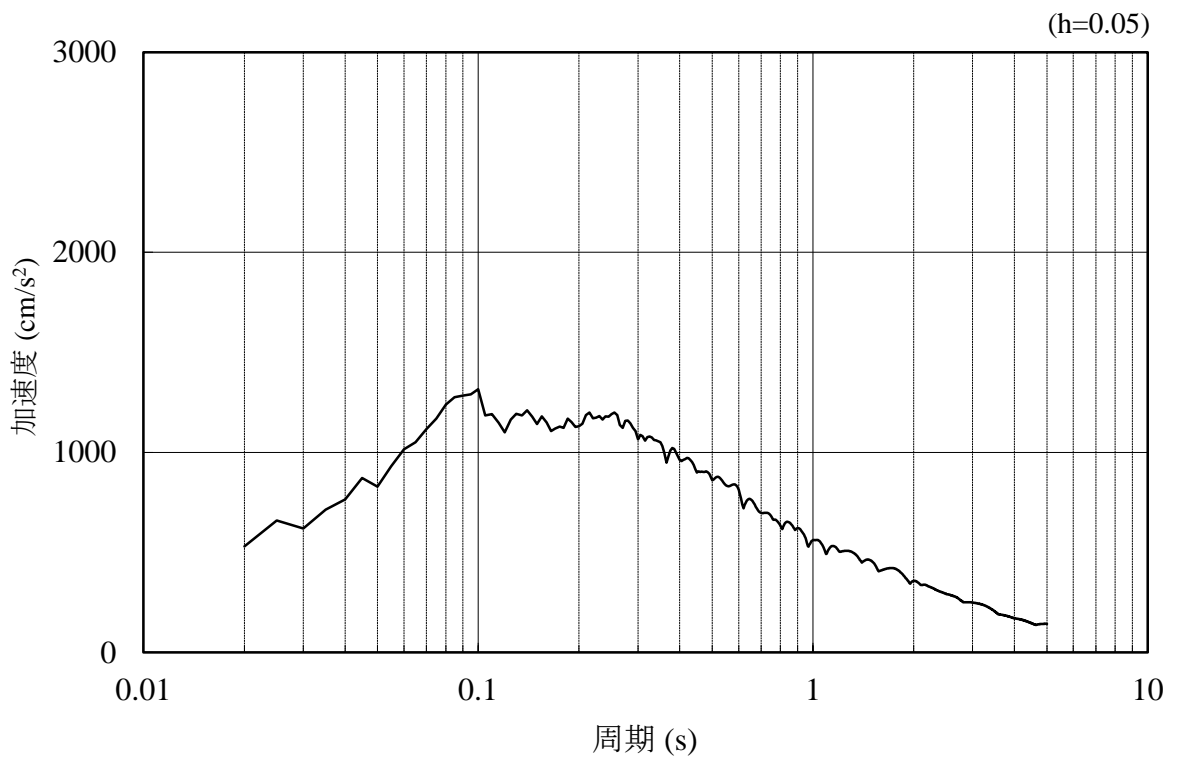


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-14 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - D)

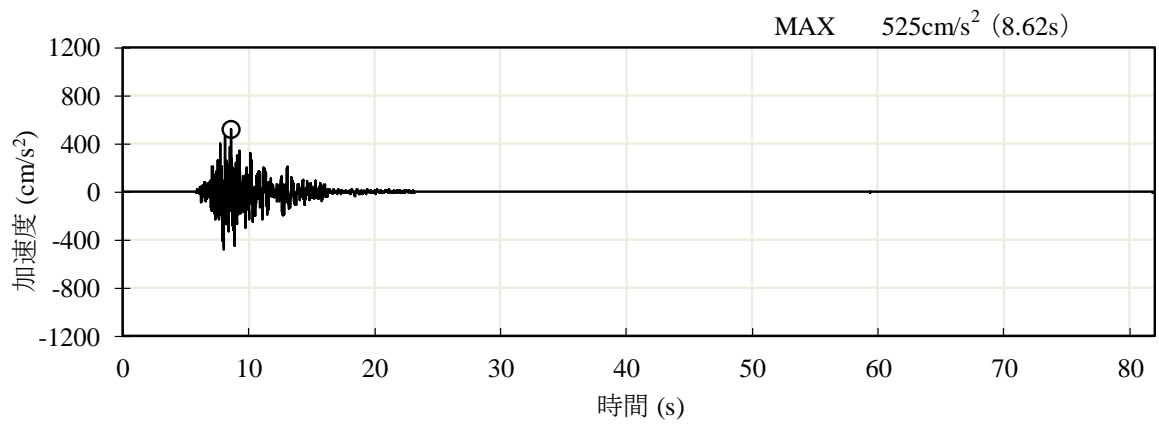


(a) 加速度時刻歴波形

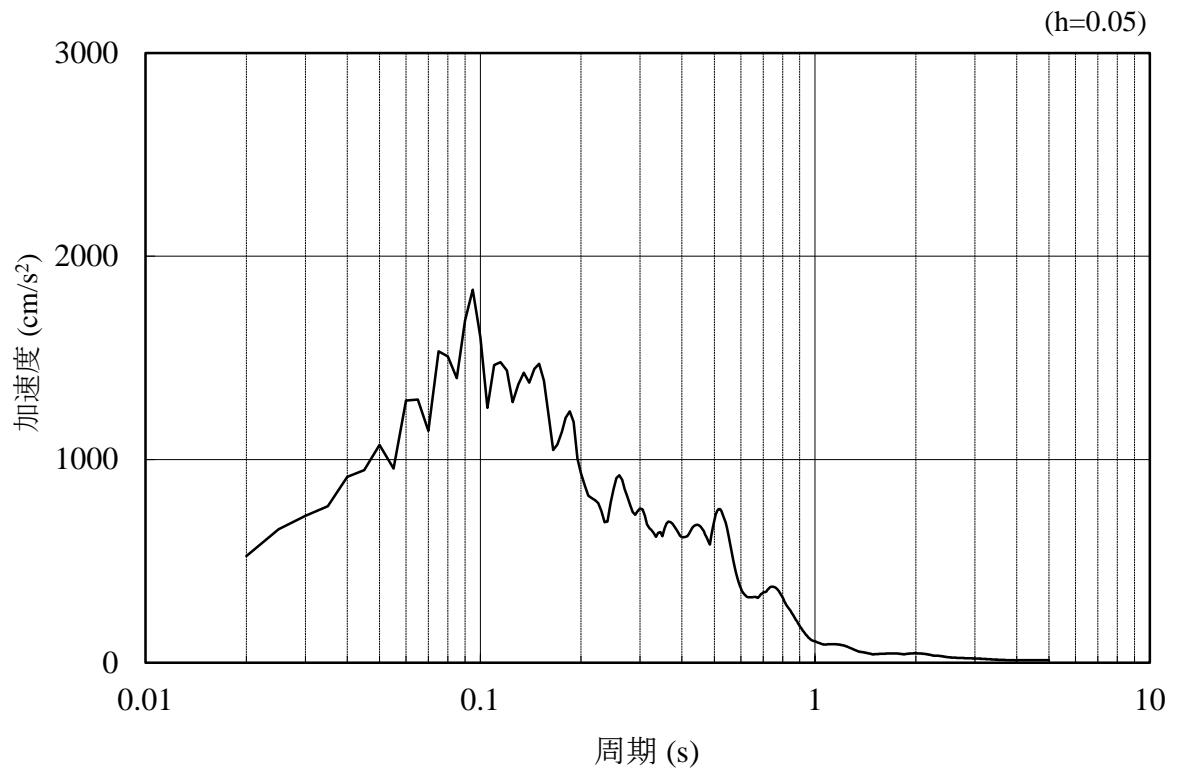


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-15 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - D)

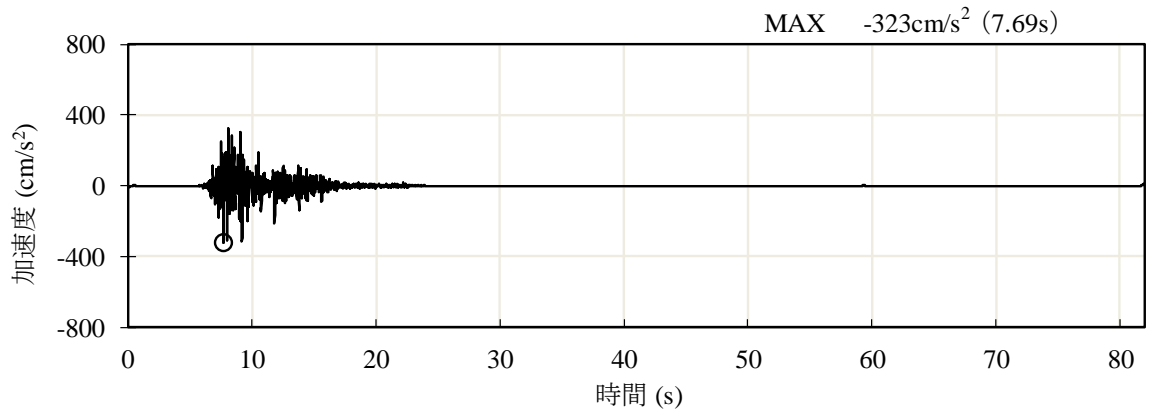


(a) 加速度時刻歴波形

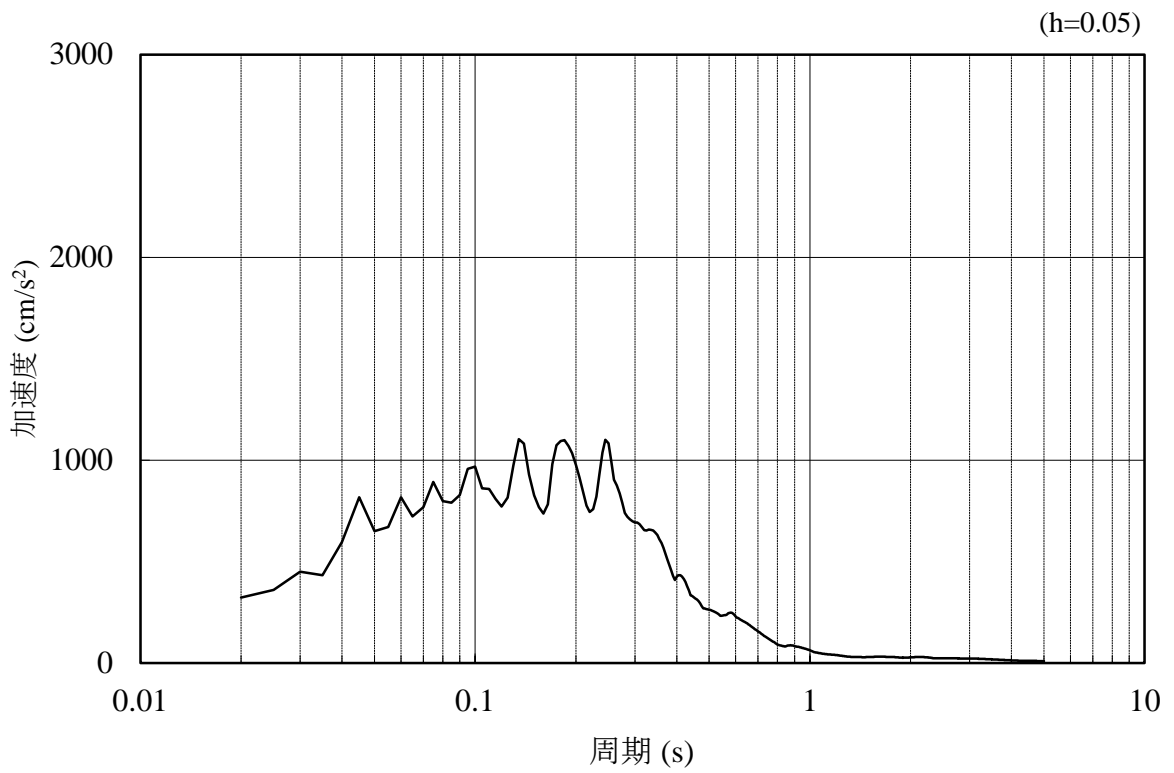


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-16 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - F 1)

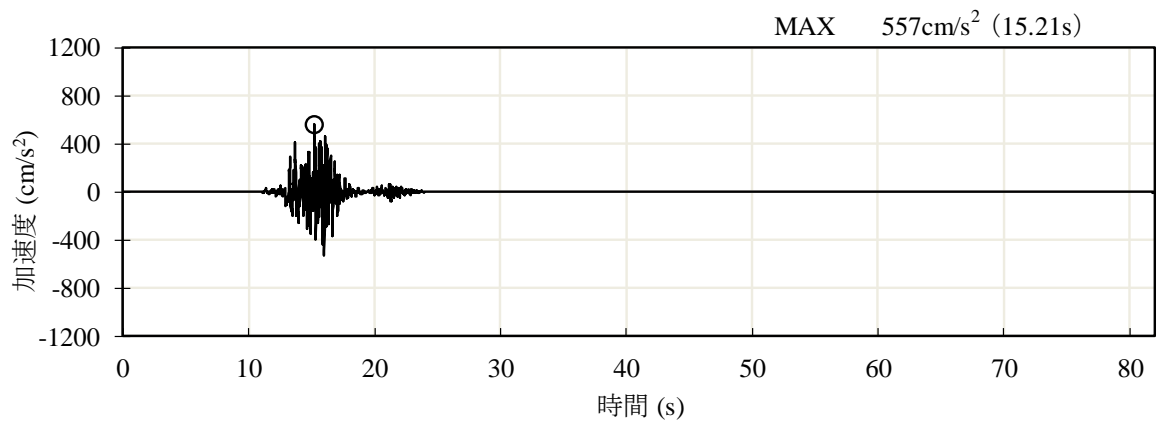


(a) 加速度時刻歴波形

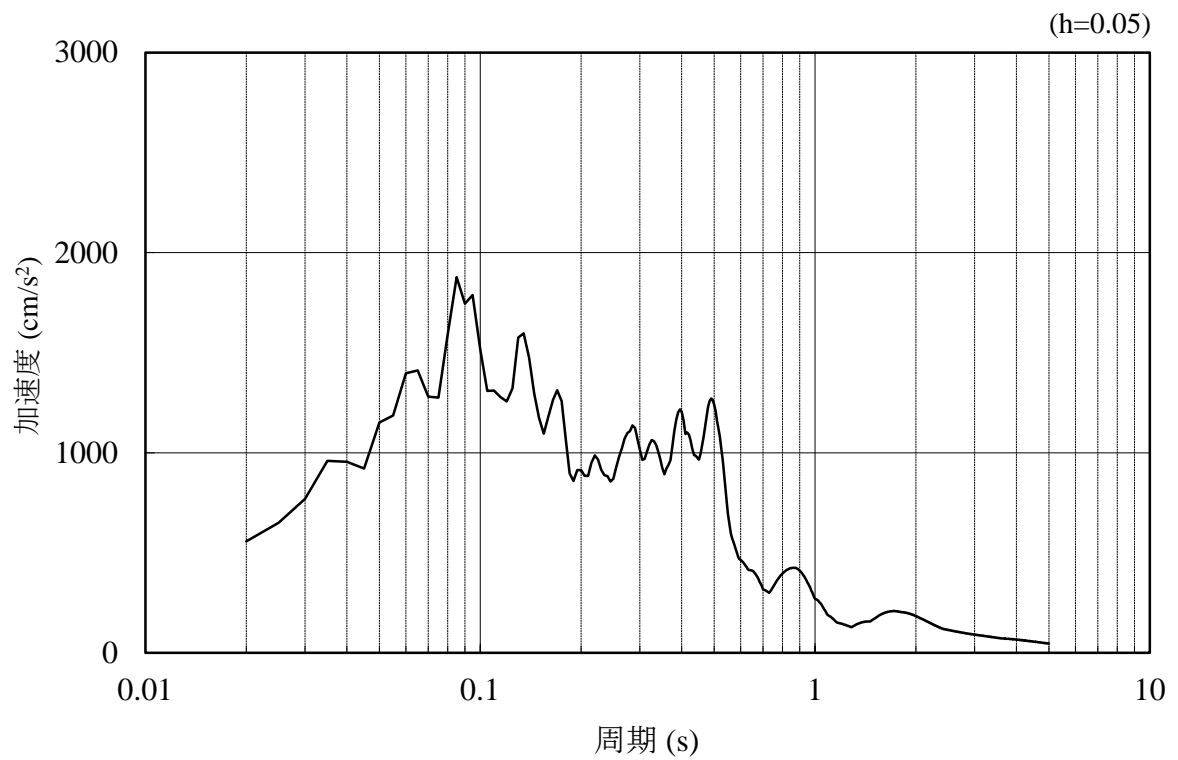


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-17 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 1)

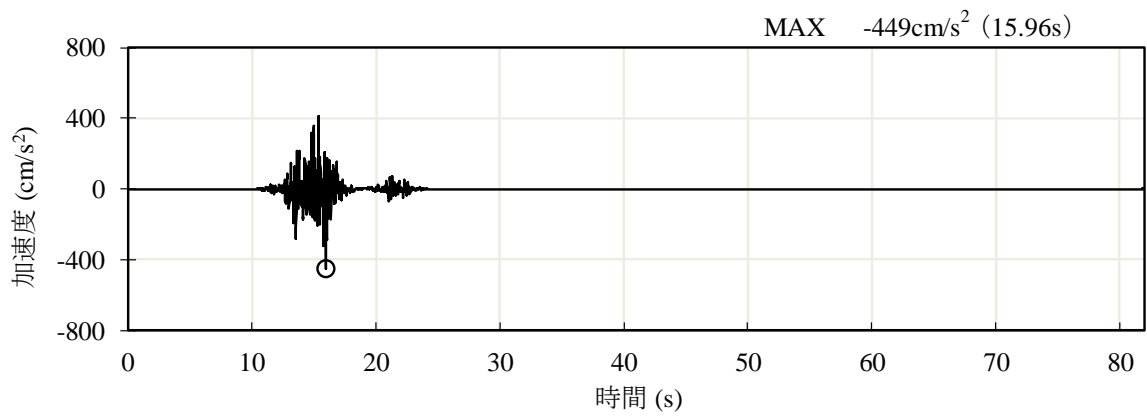


(a) 加速度時刻歴波形

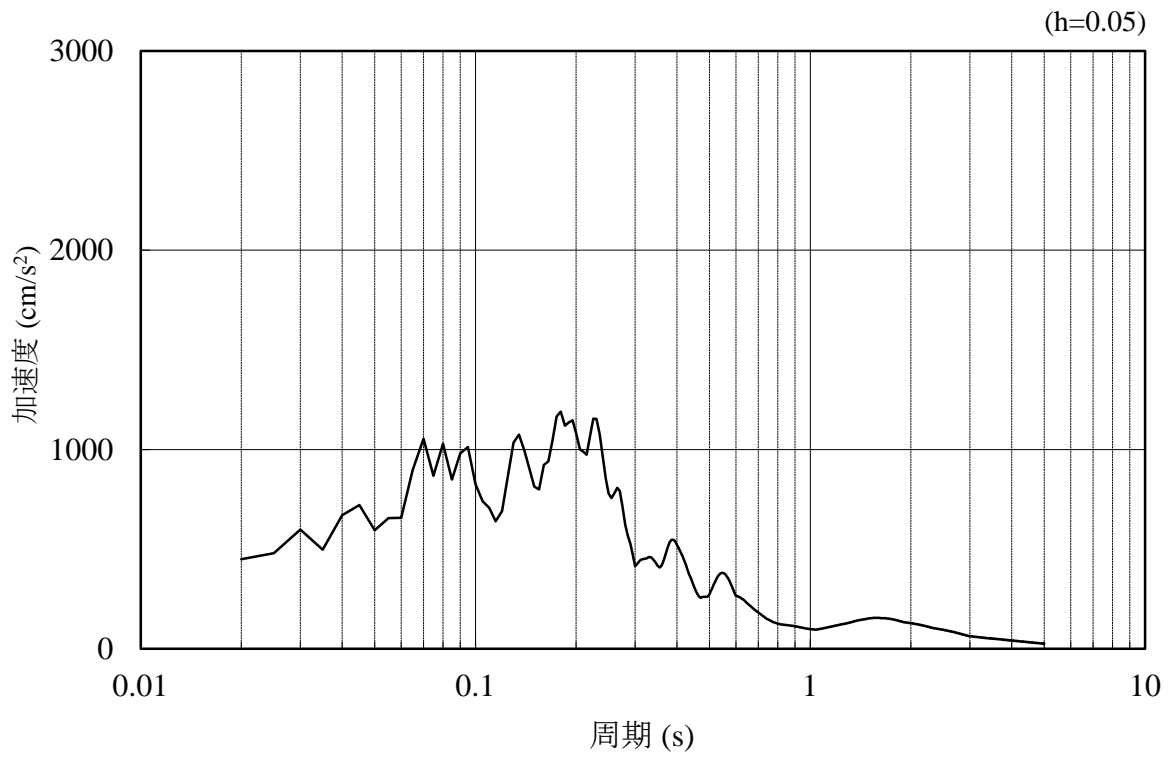


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-18 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 2)

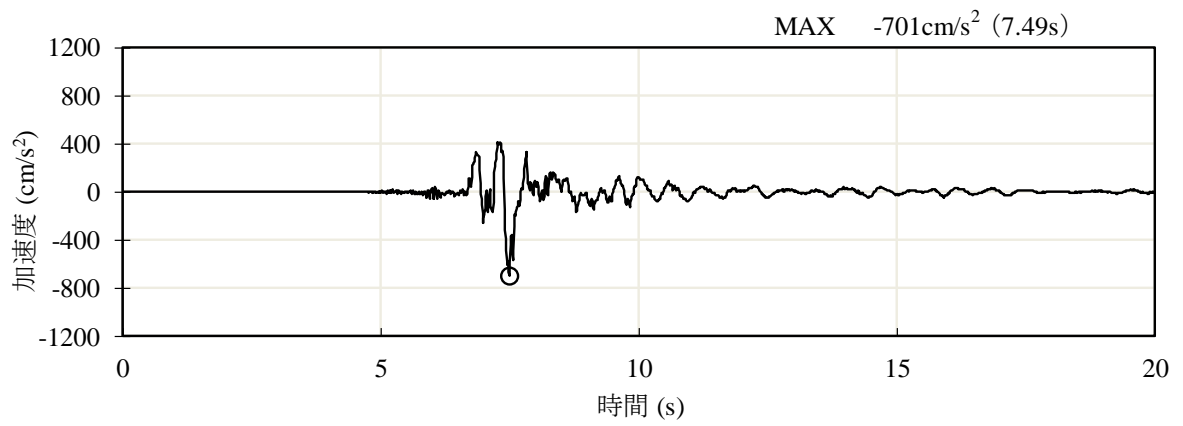


(a) 加速度時刻歴波形

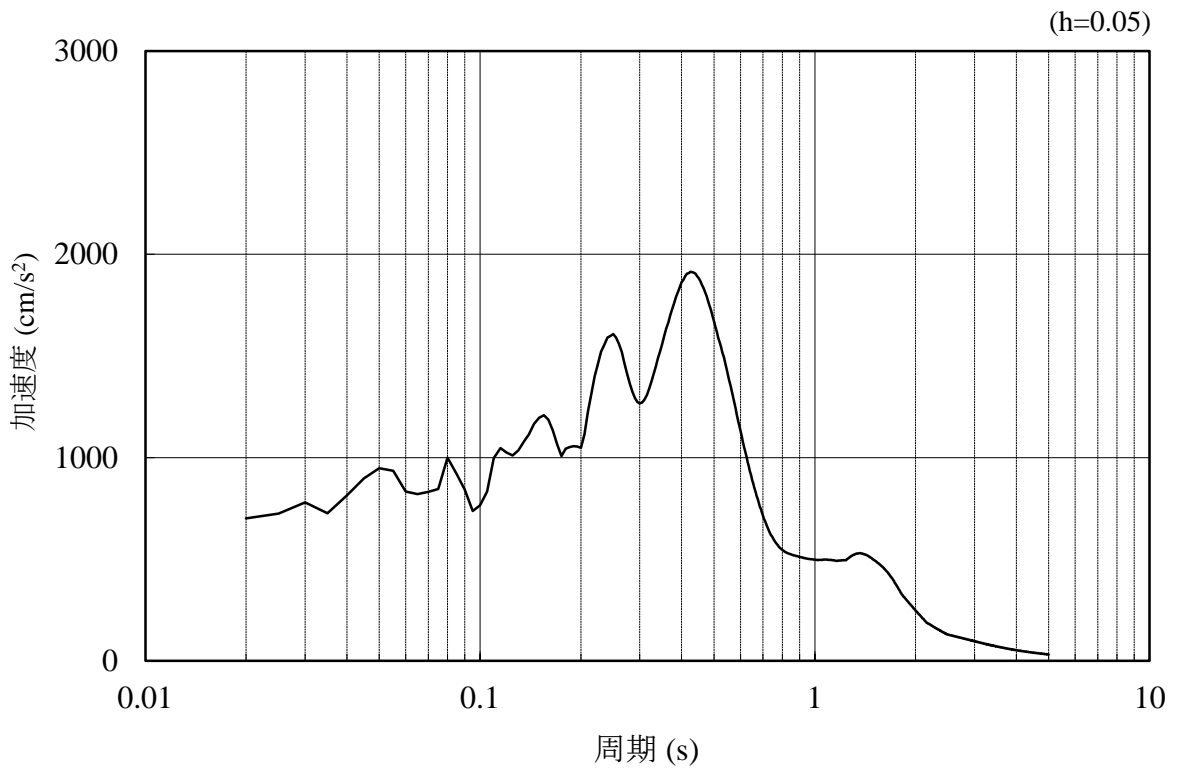


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-19 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 2)

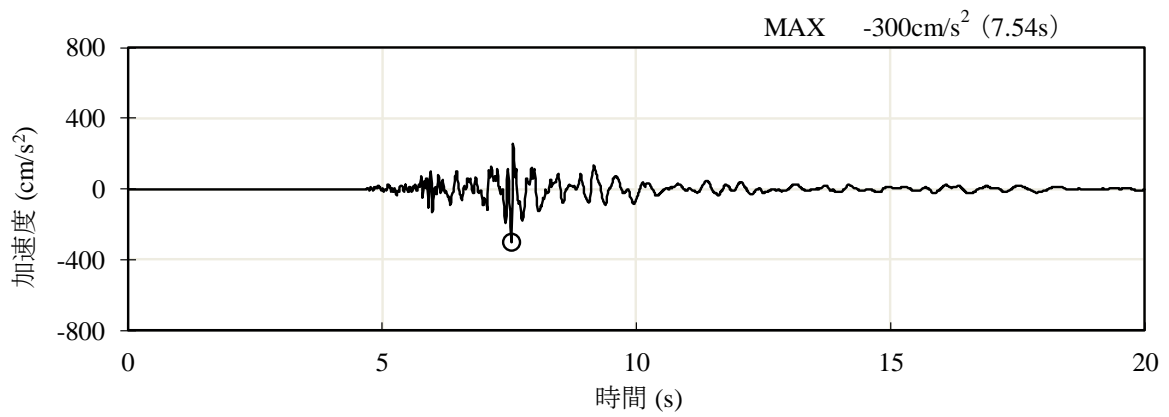


(a) 加速度時刻歴波形

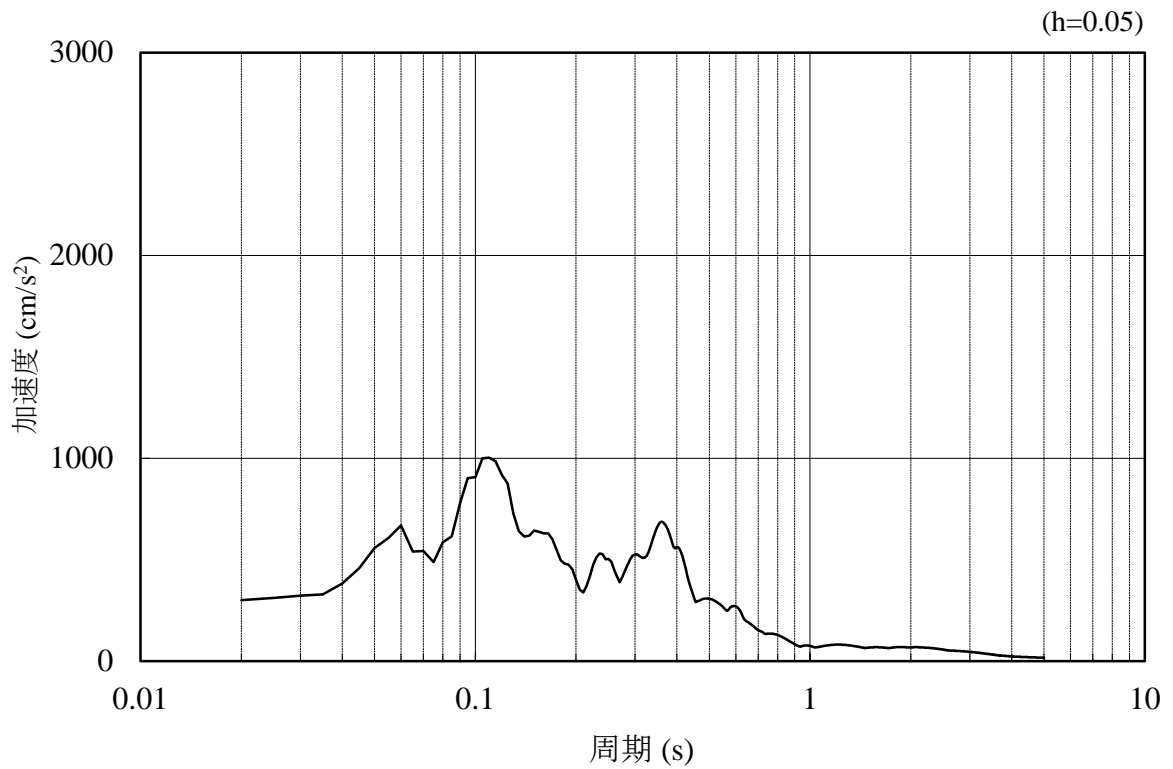


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-20 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - N 1)

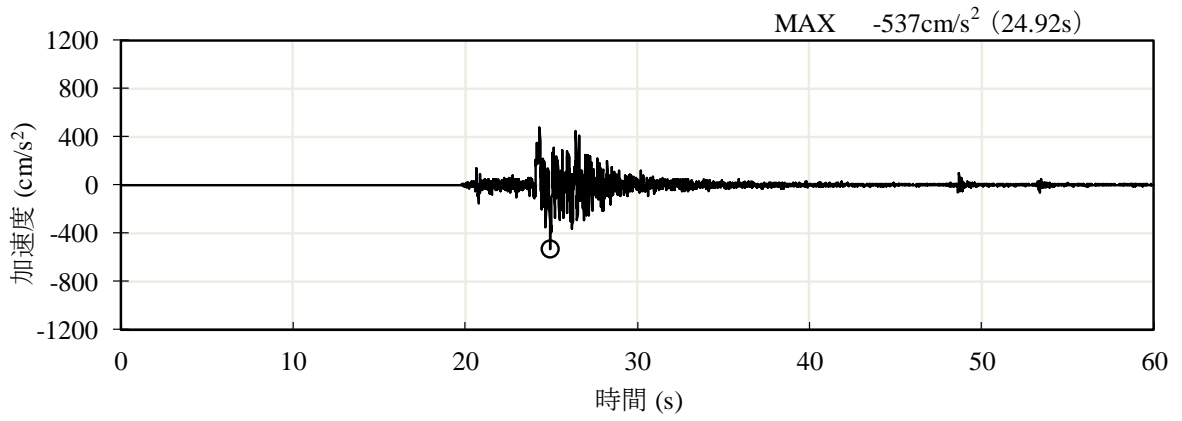


(a) 加速度時刻歴波形

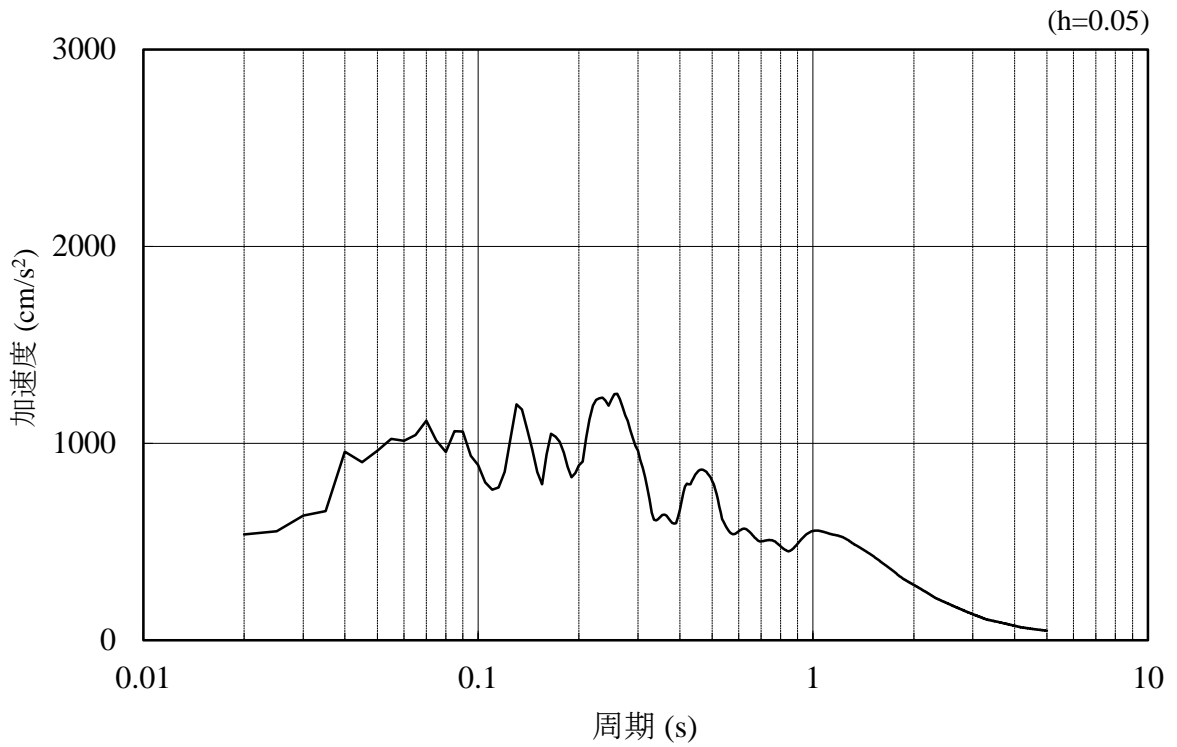


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-21 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 1)

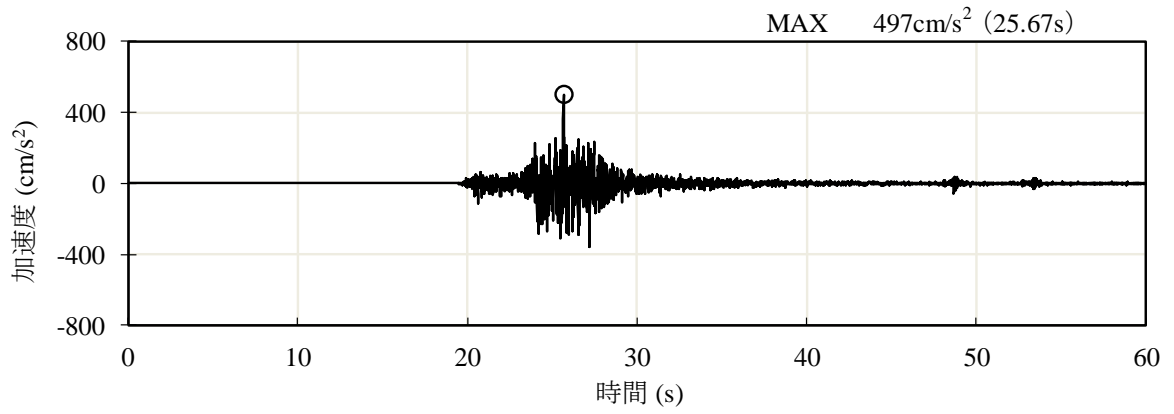


(a) 加速度時刻歴波形

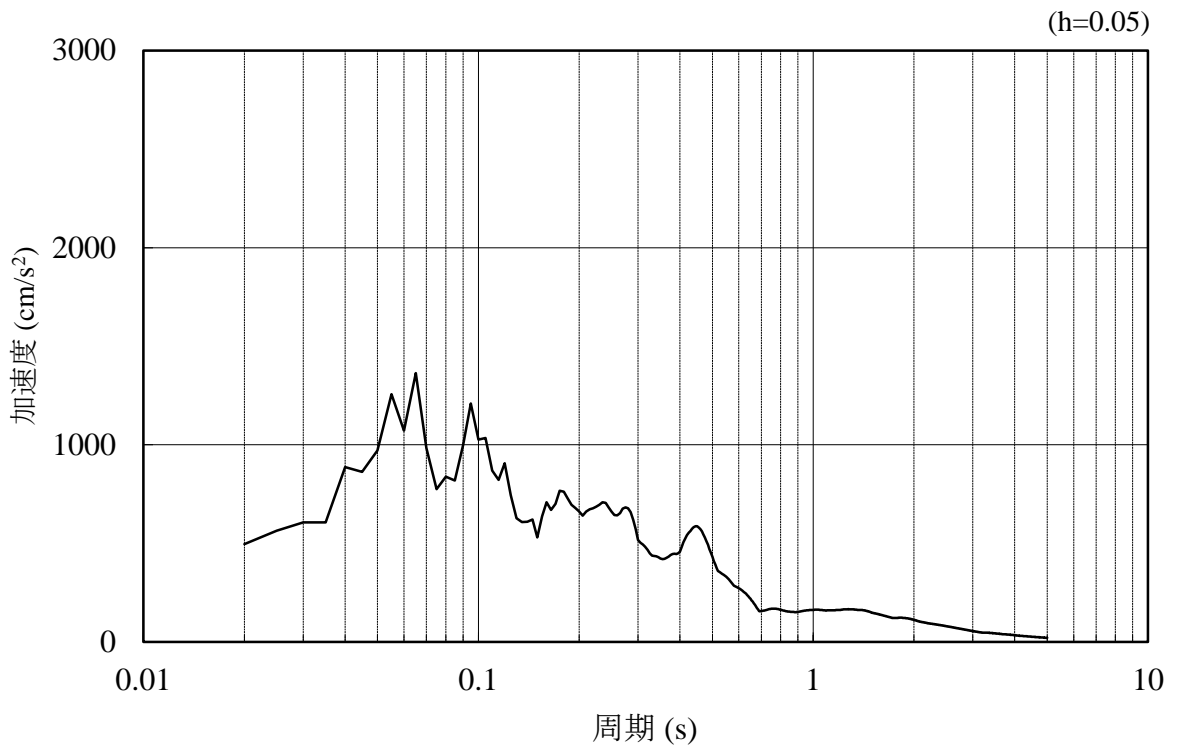


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-22 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (N S))

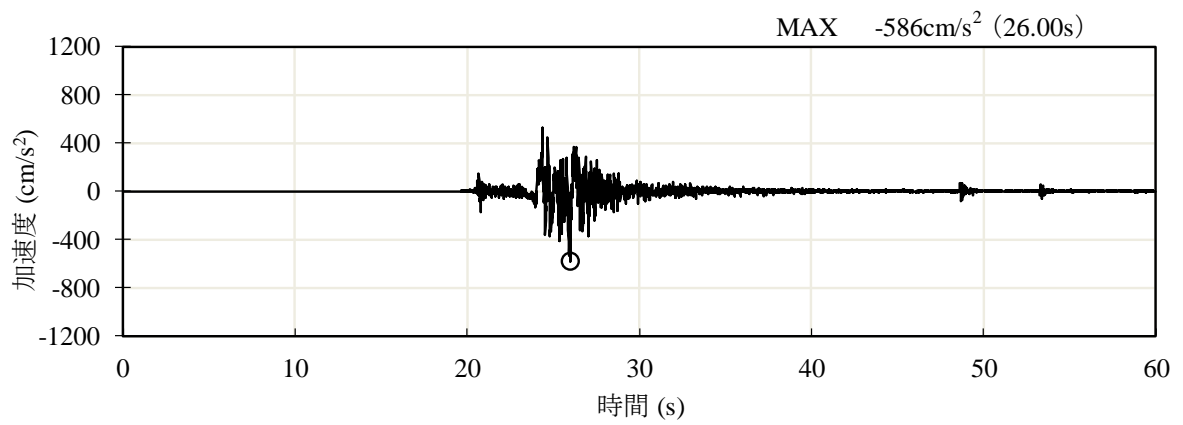


(a) 加速度時刻歴波形

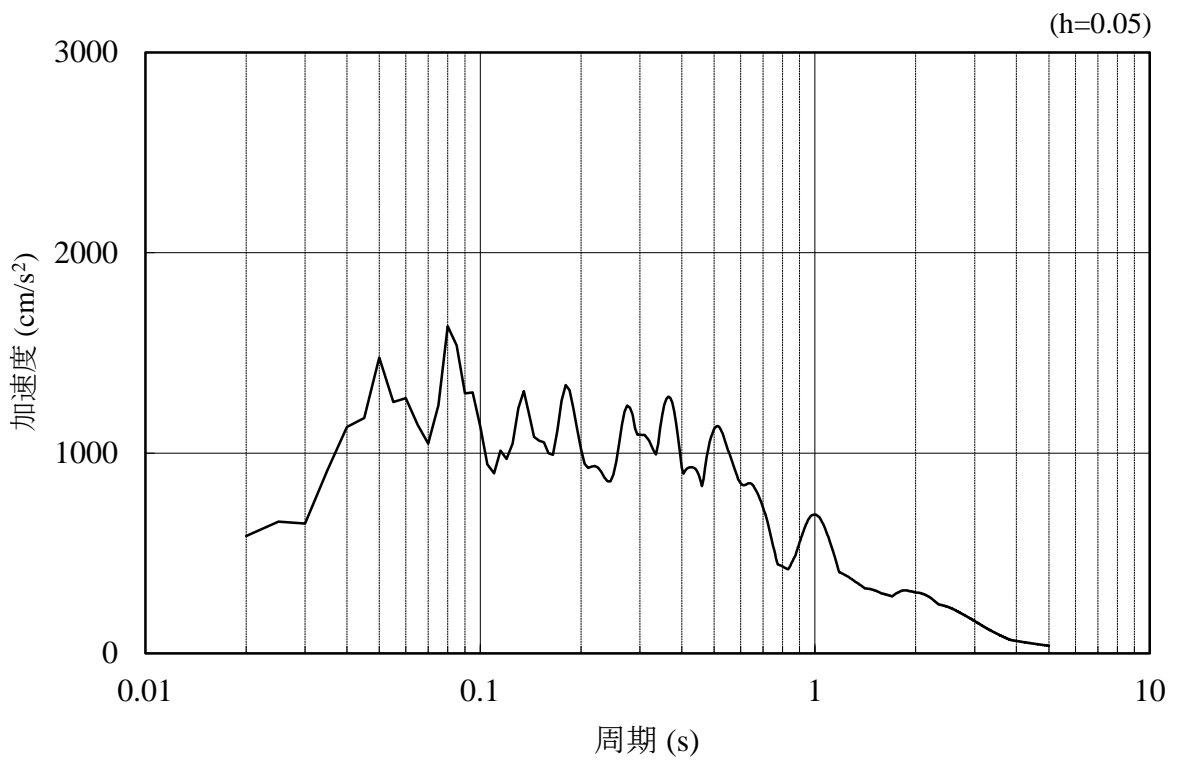


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-23 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (N S))

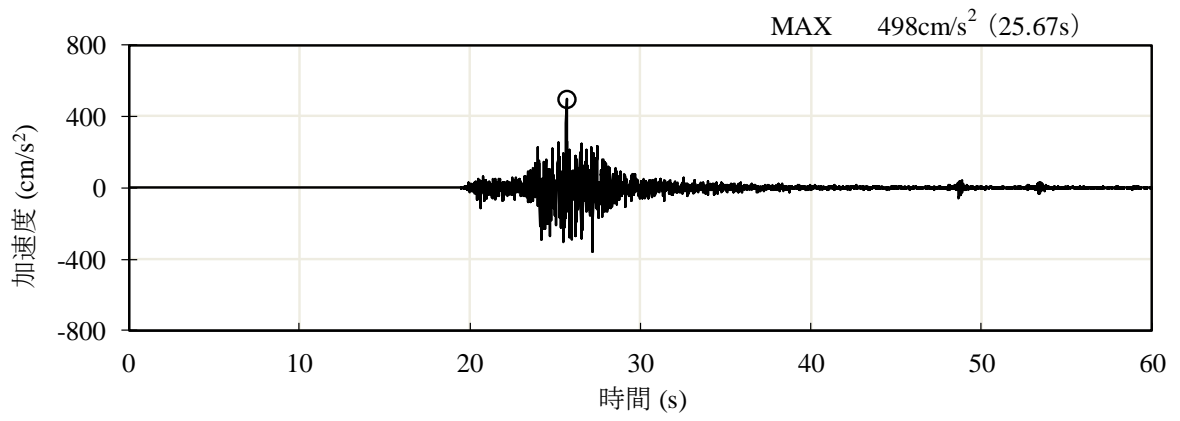


(a) 加速度時刻歴波形

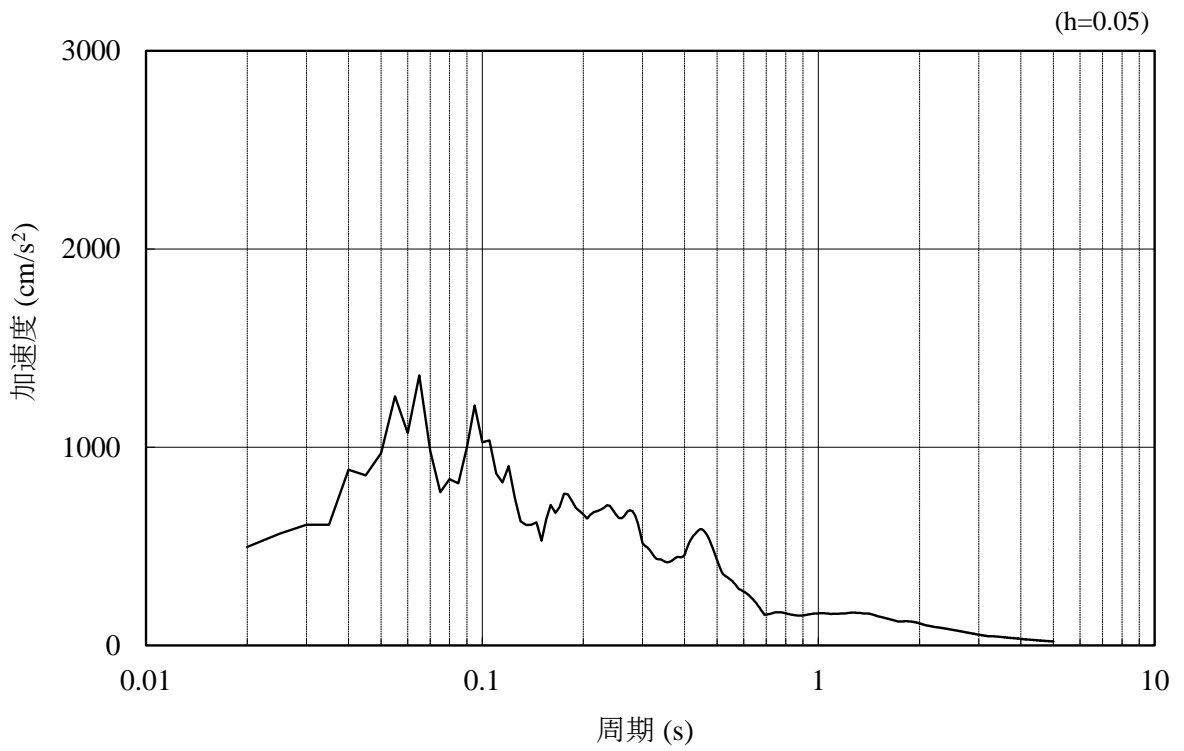


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-24 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (E W))



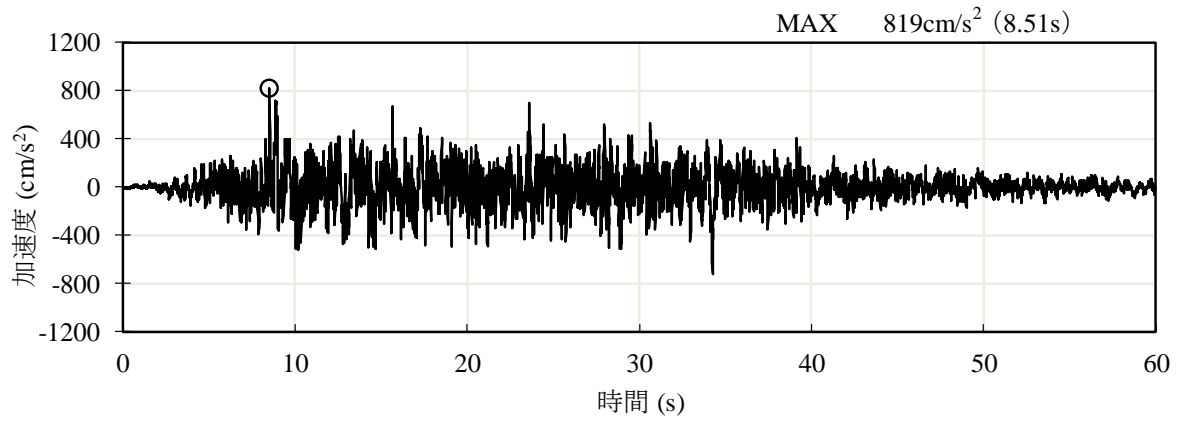
(a) 加速度時刻歴波形



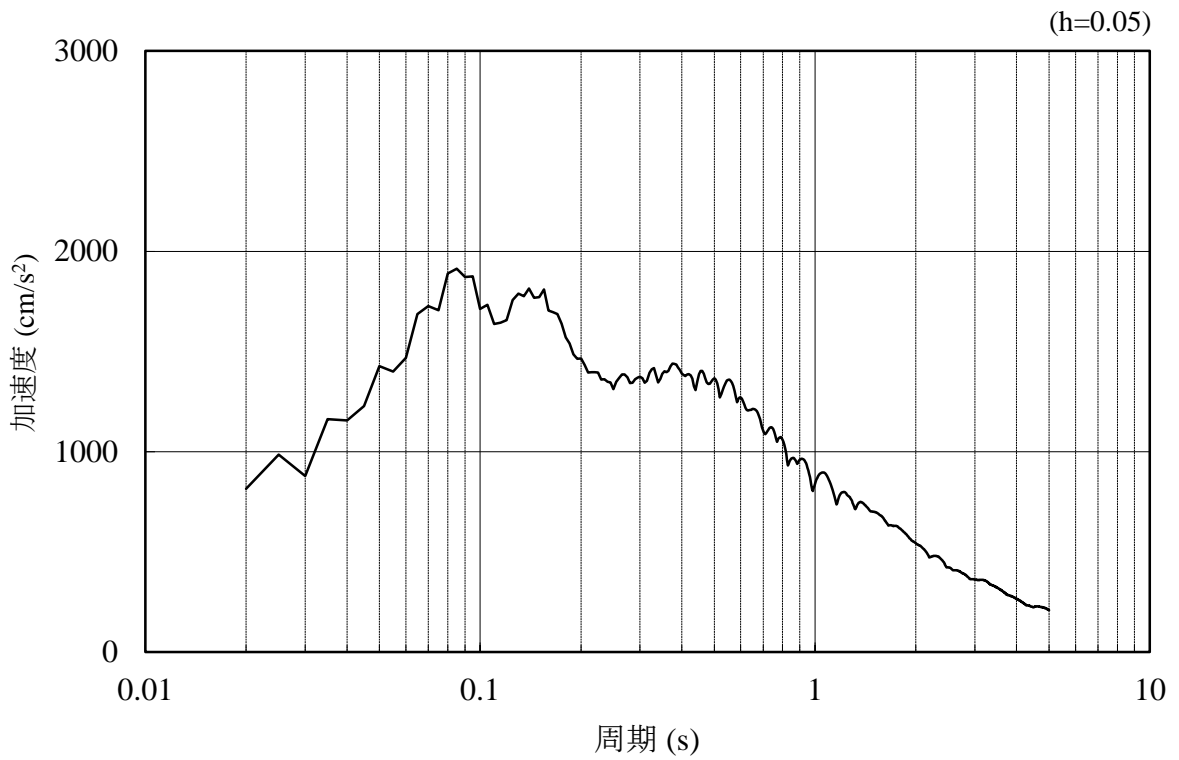
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-25 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (E W))

3.4.2 ③—③断面

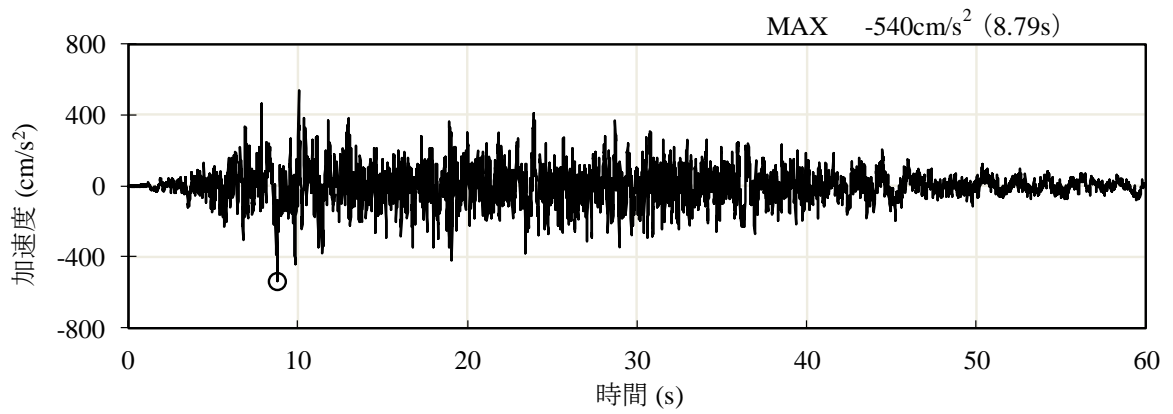


(a) 加速度時刻歴波形

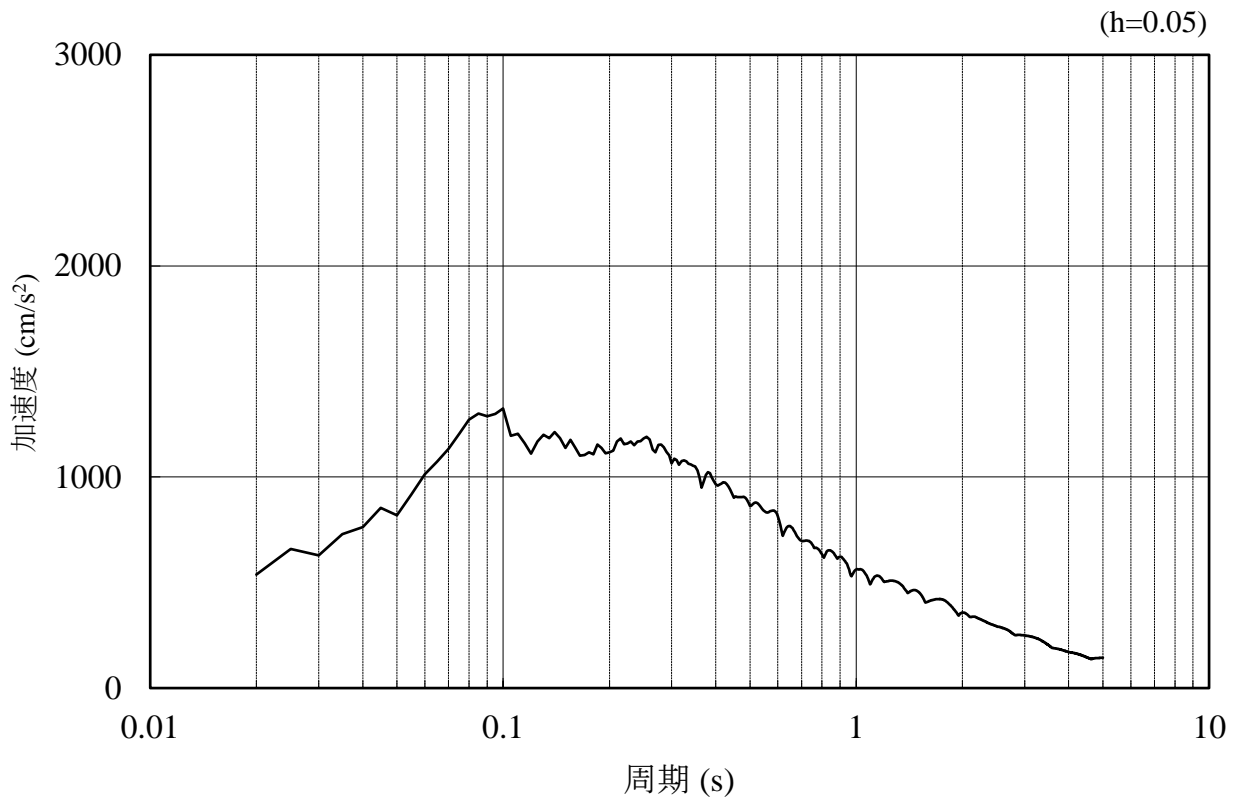


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-26 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - D)

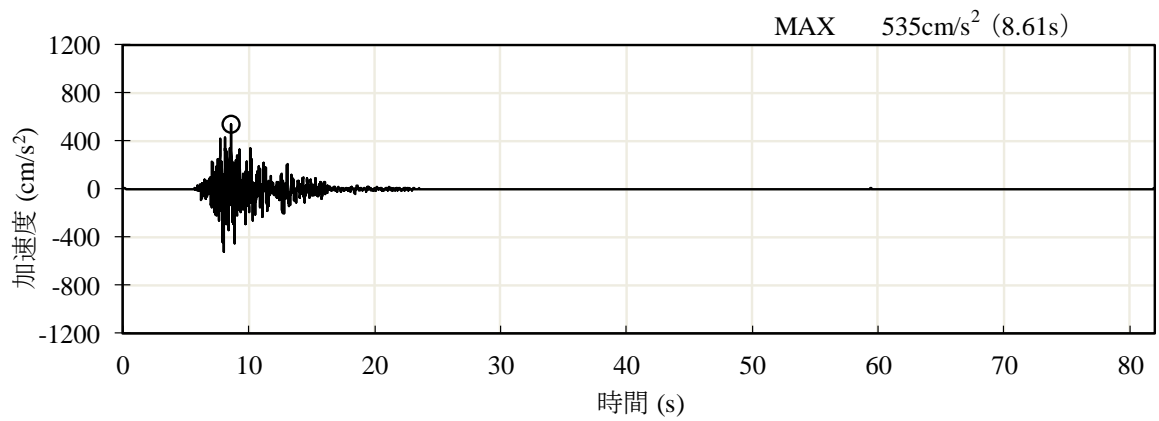


(a) 加速度時刻歴波形

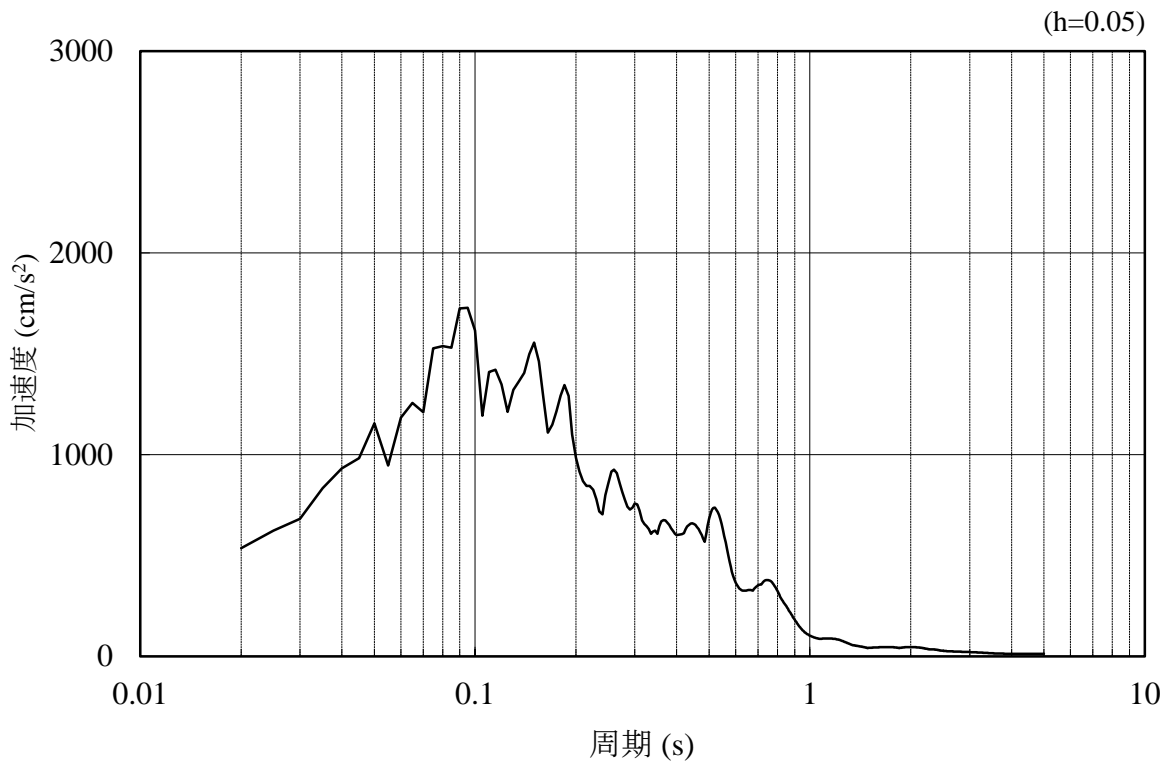


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-27 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - D)

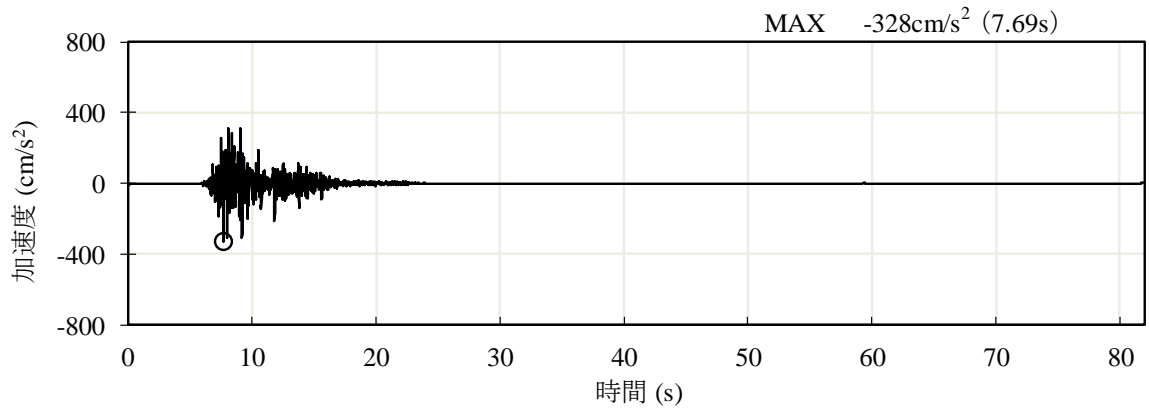


(a) 加速度時刻歴波形

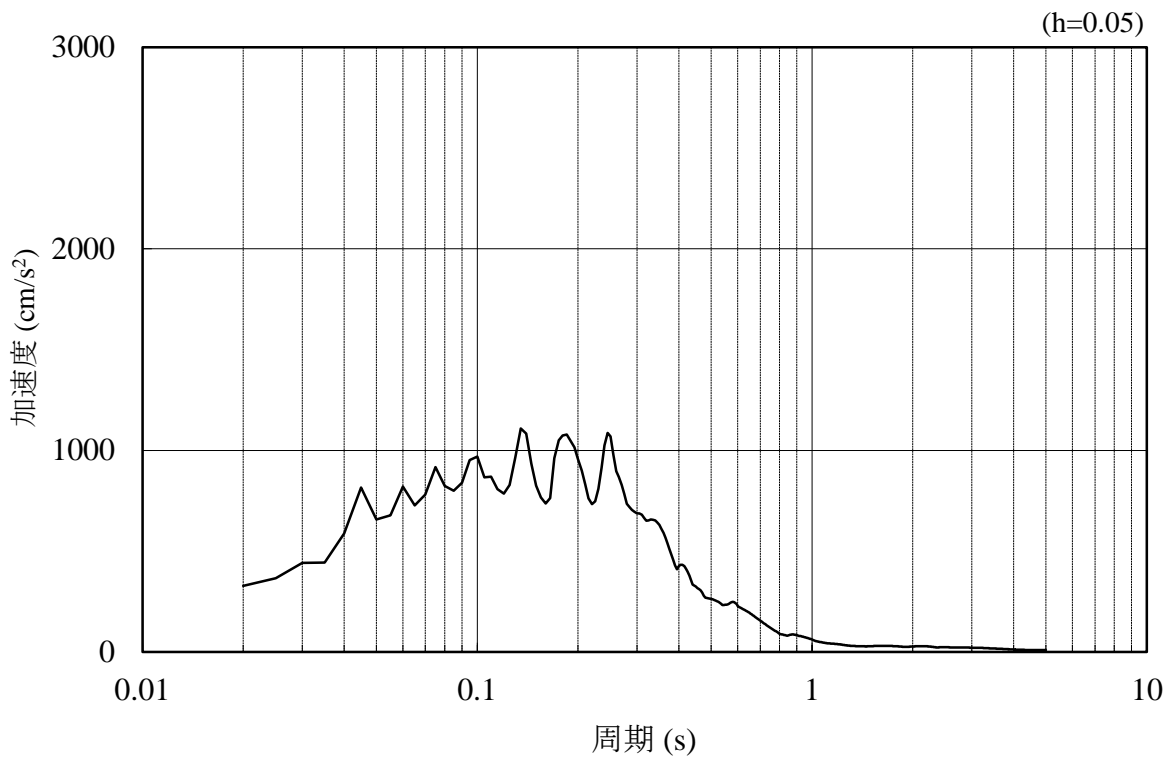


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-28 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 1)

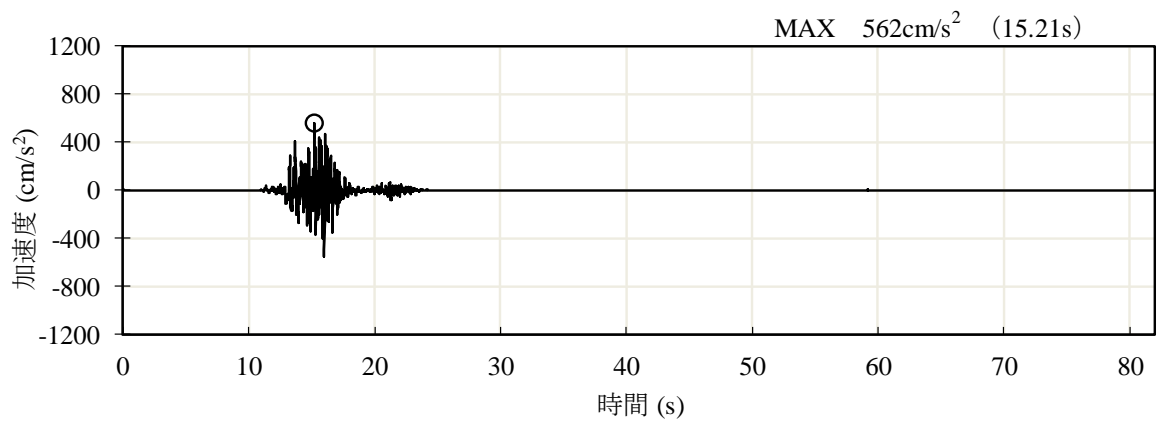


(a) 加速度時刻歴波形

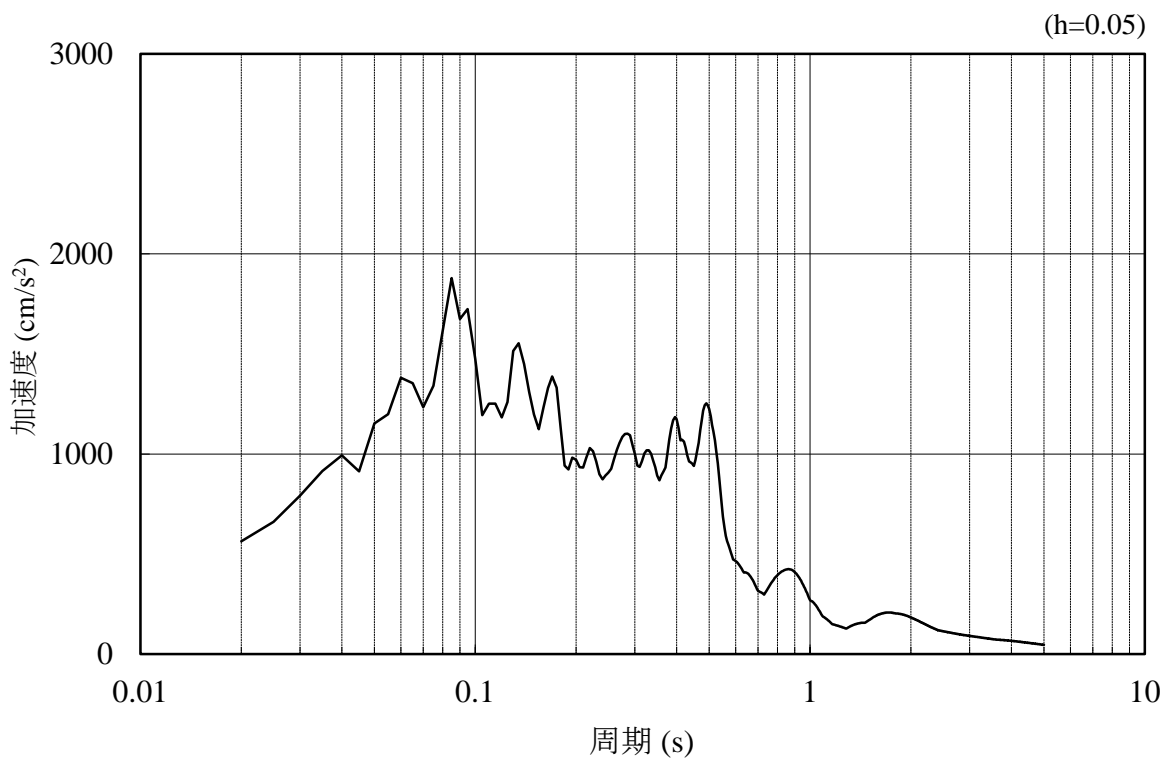


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-29 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分: S s - F 1)

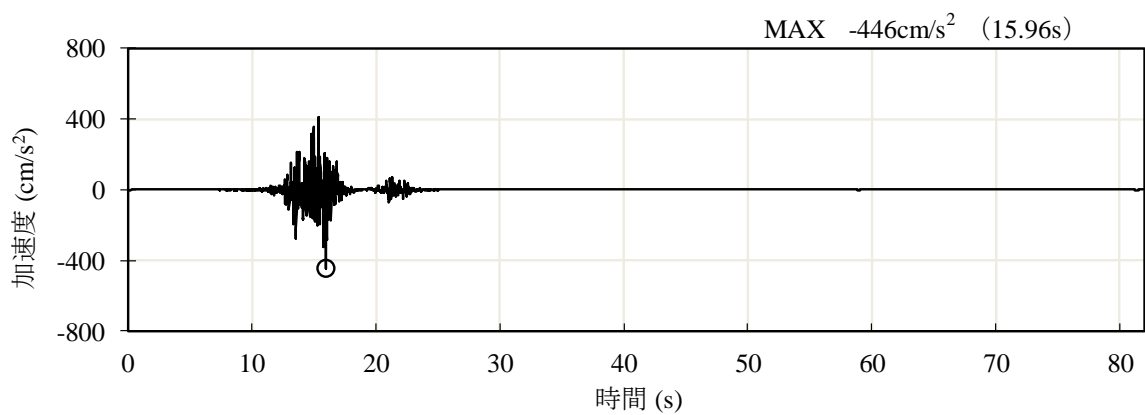


(a) 加速度時刻歴波形

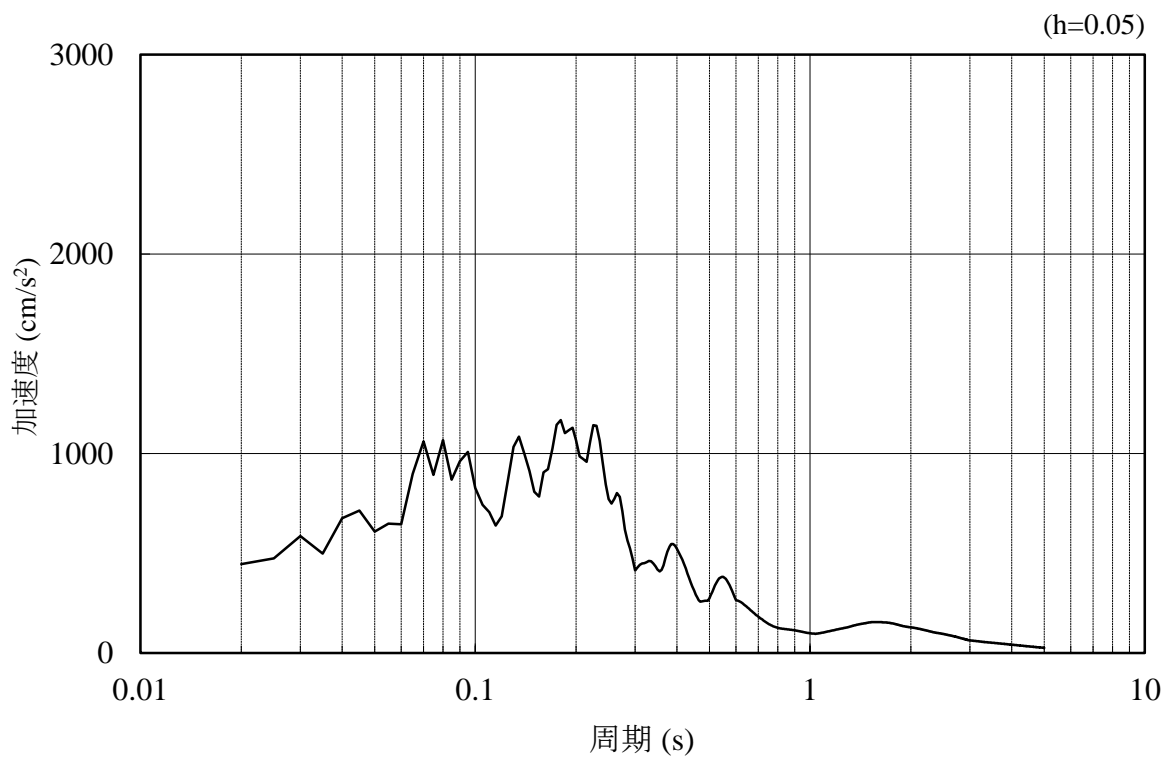


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-30 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 2)

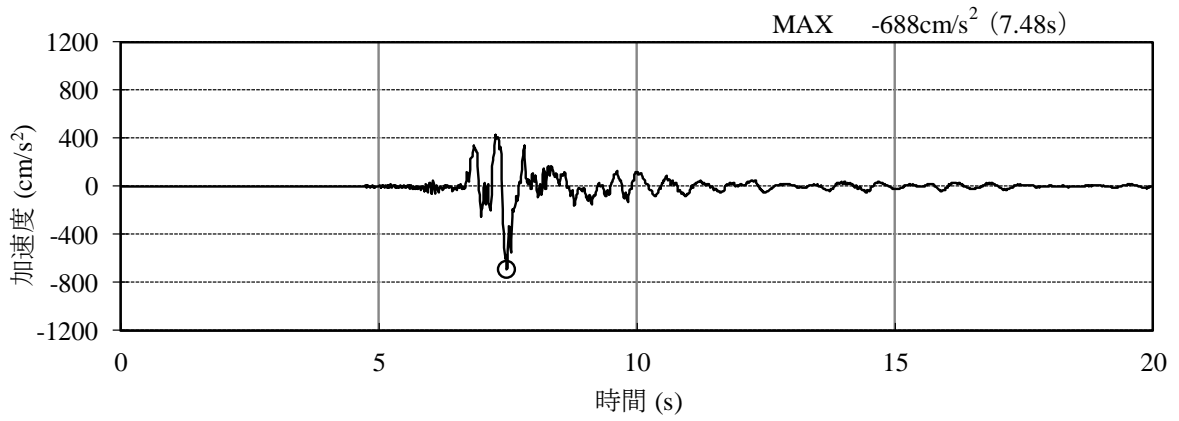


(a) 加速度時刻歴波形

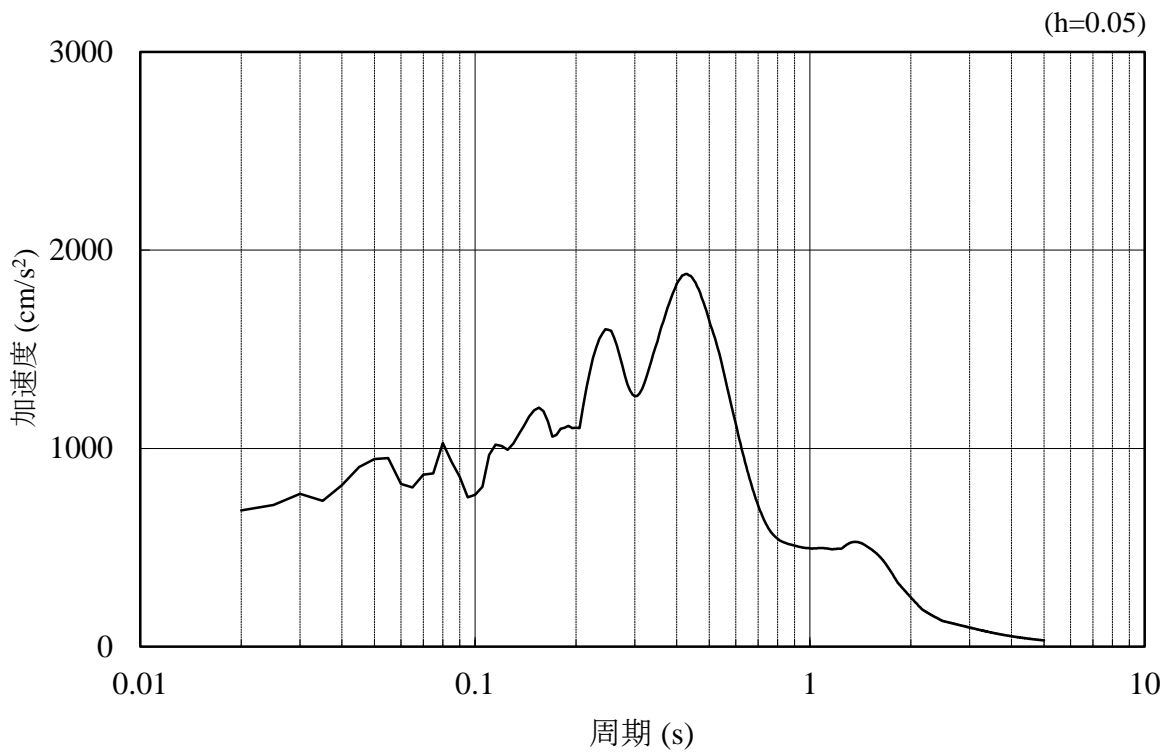


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-31 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 2)

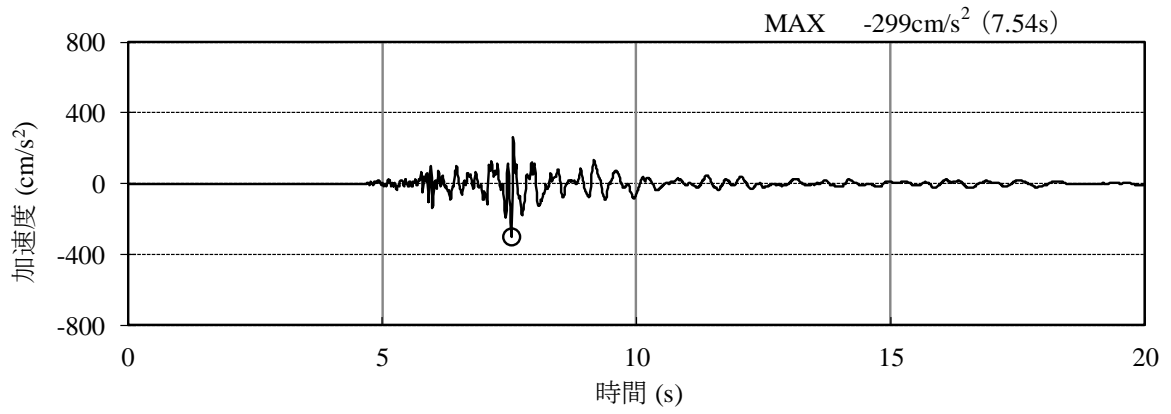


(a) 加速度時刻歴波形

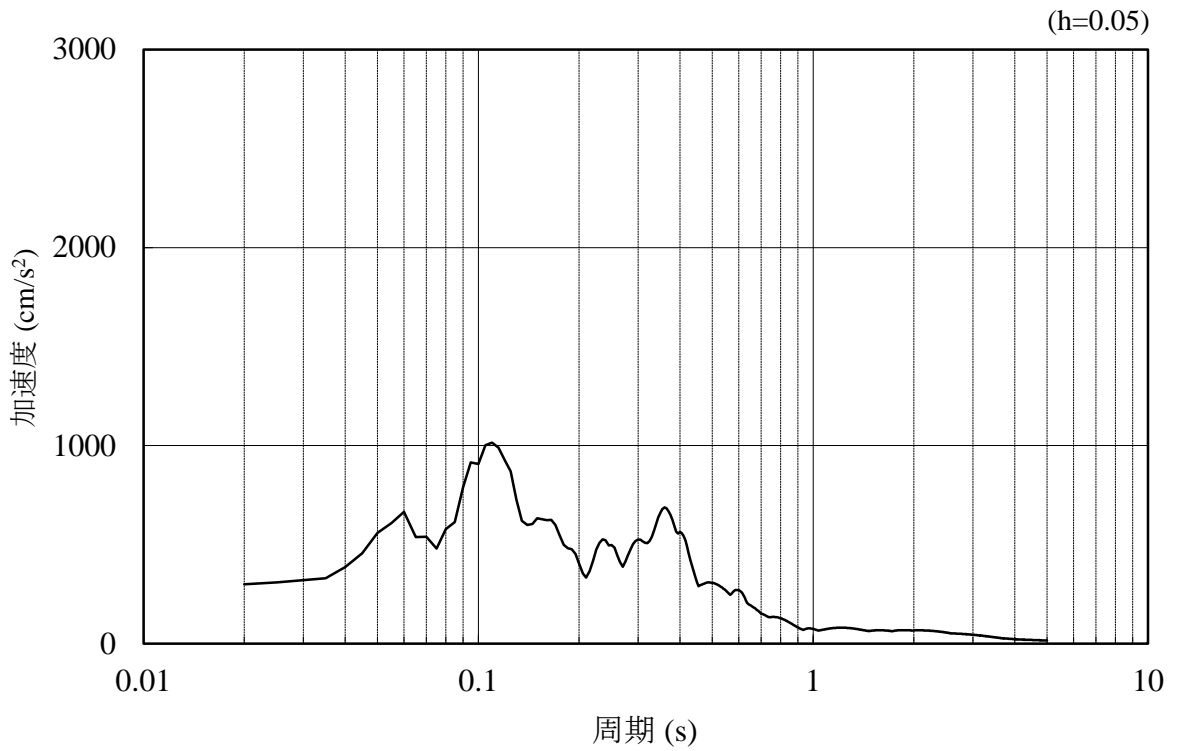


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-32 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - N 1)

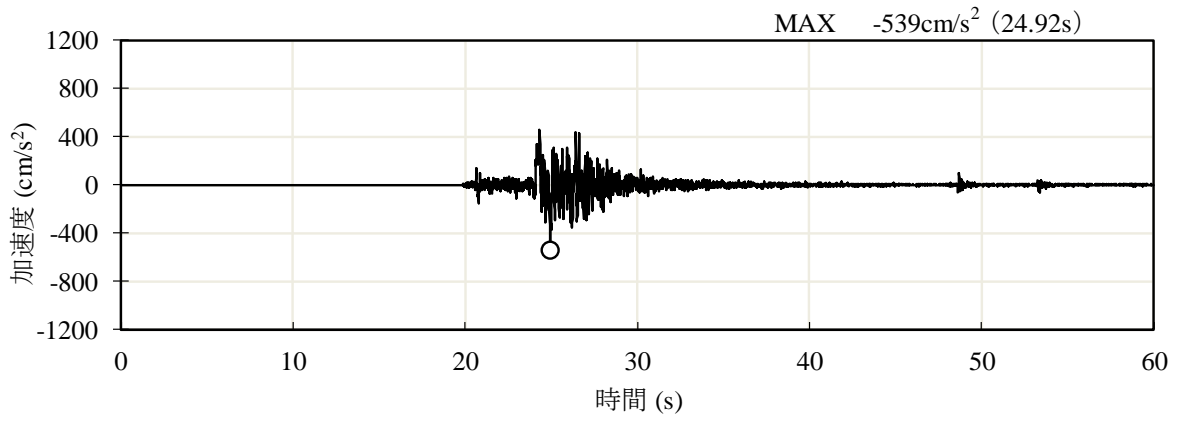


(a) 加速度時刻歴波形

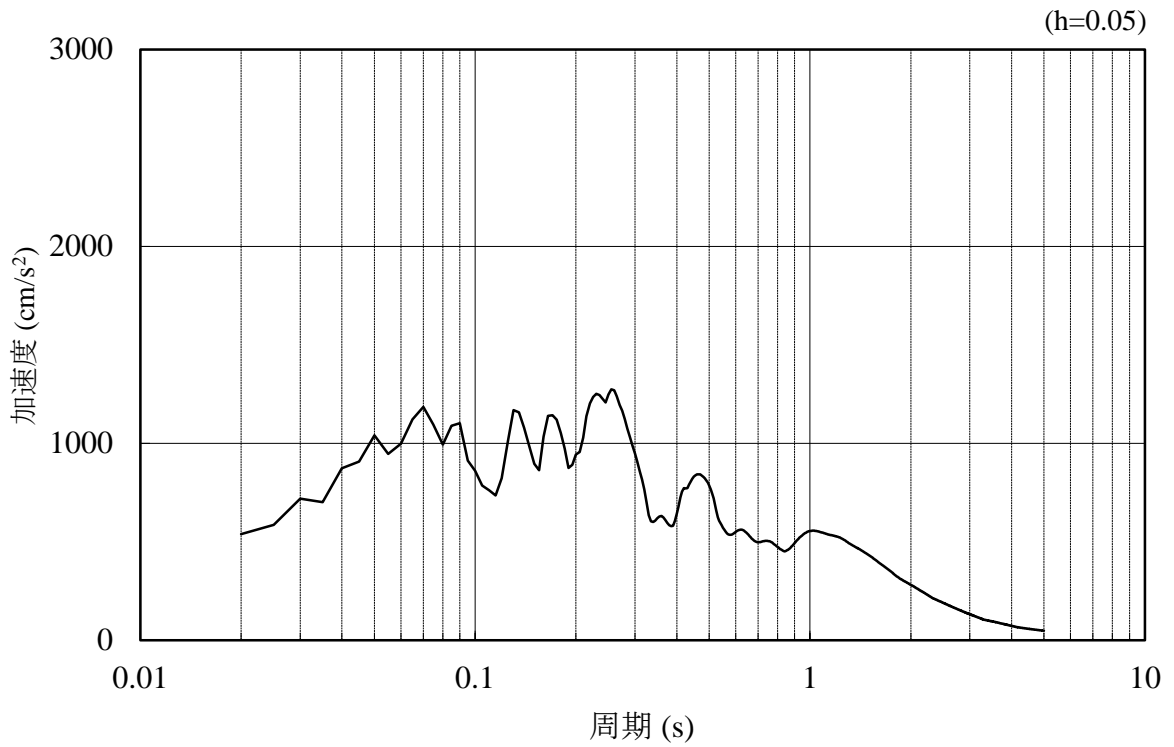


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-33 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 1)

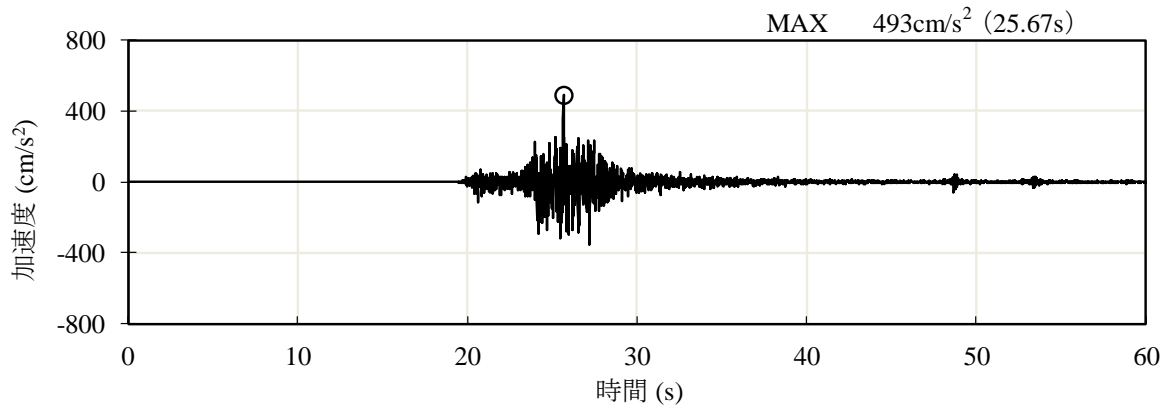


(a) 加速度時刻歴波形

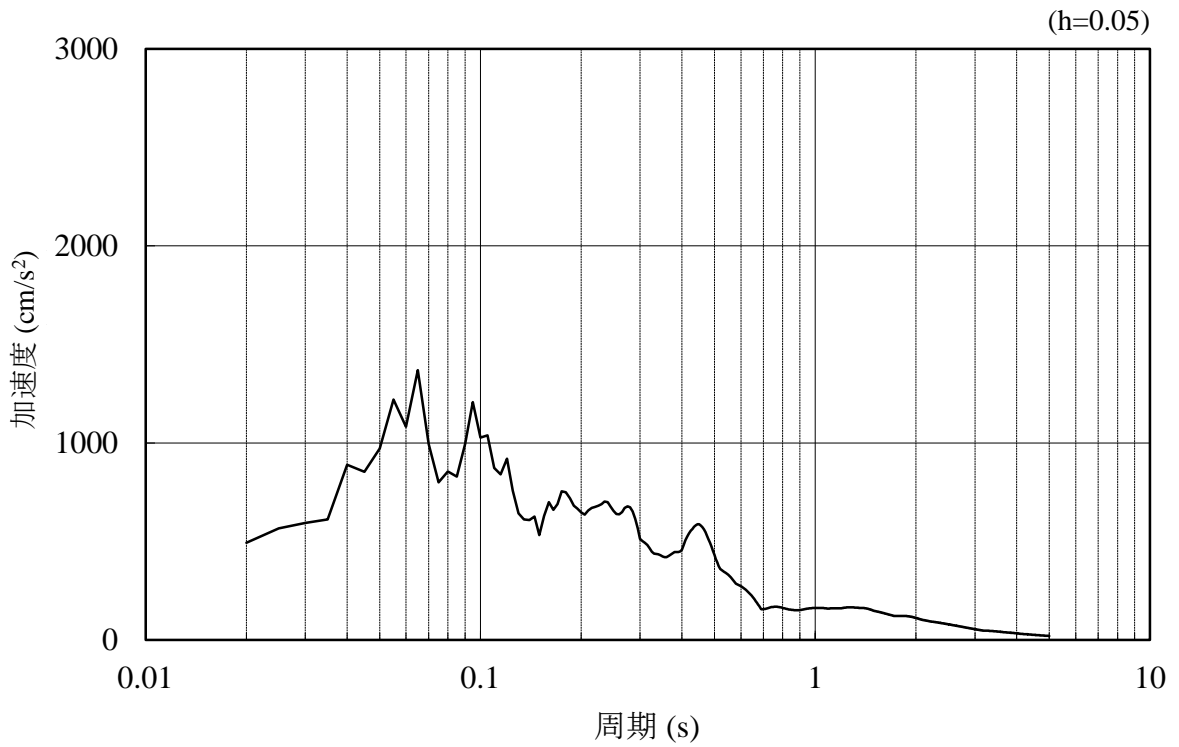


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-34 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (N S))

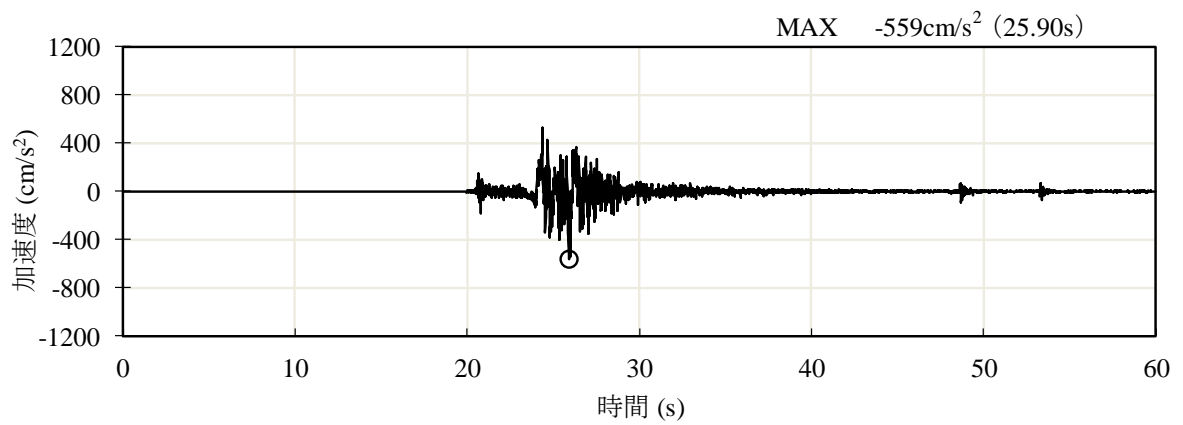


(a) 加速度時刻歴波形

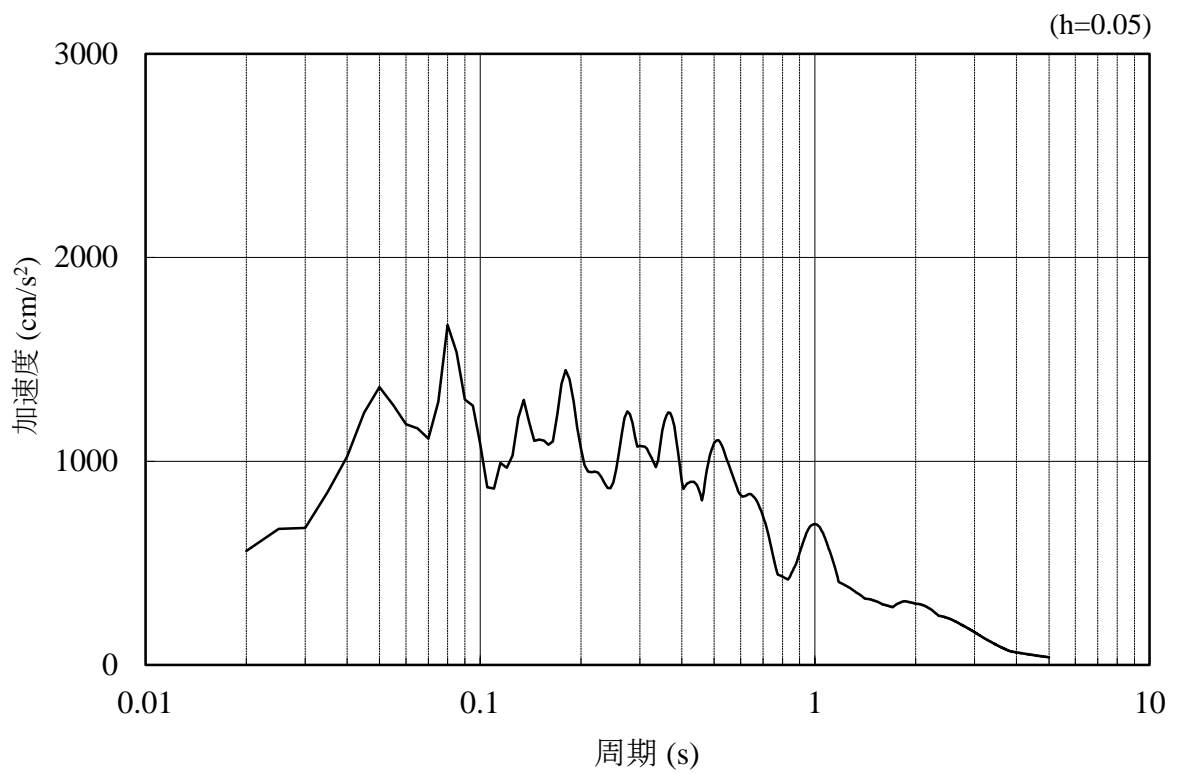


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-35 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (N S))

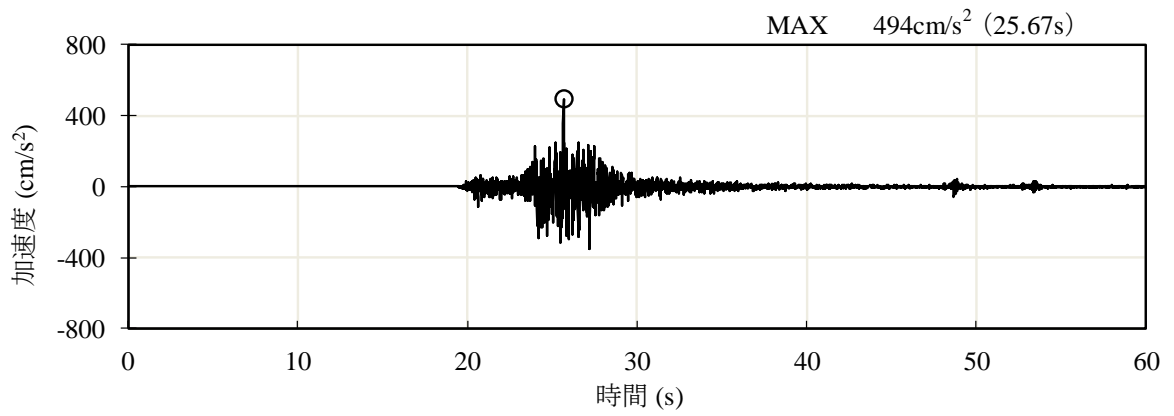


(a) 加速度時刻歴波形

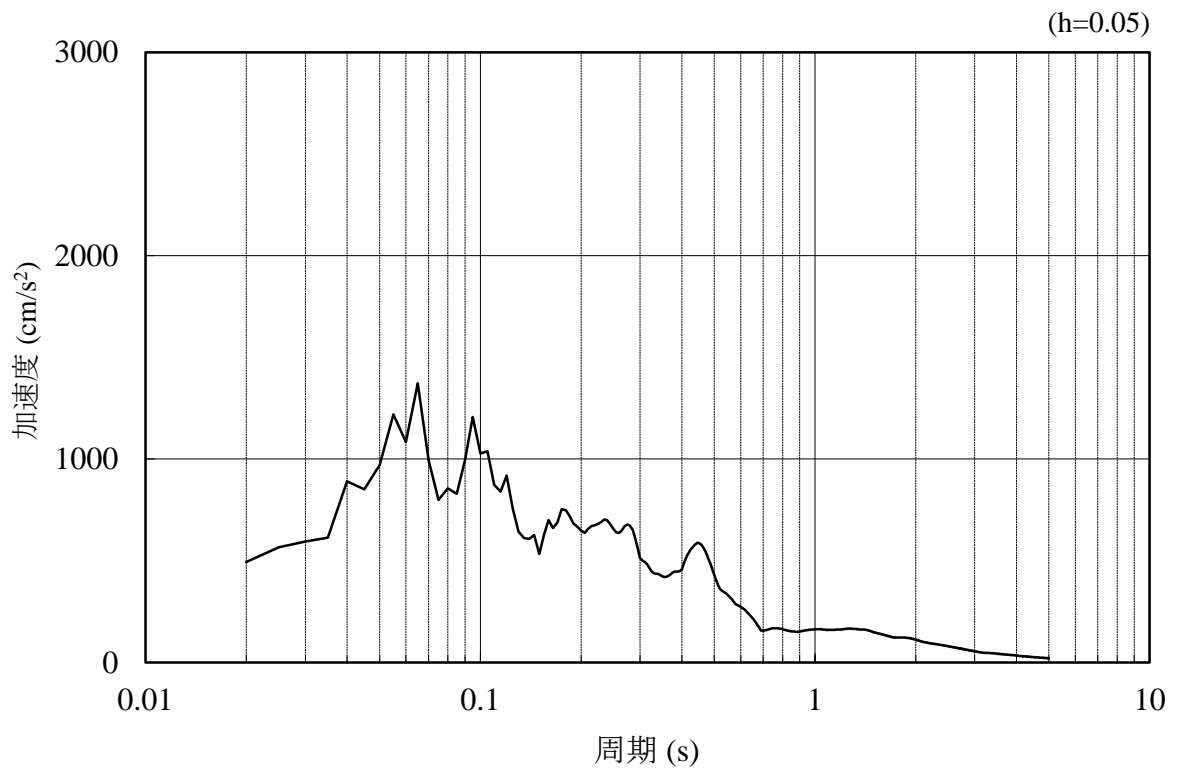


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-36 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (E W))

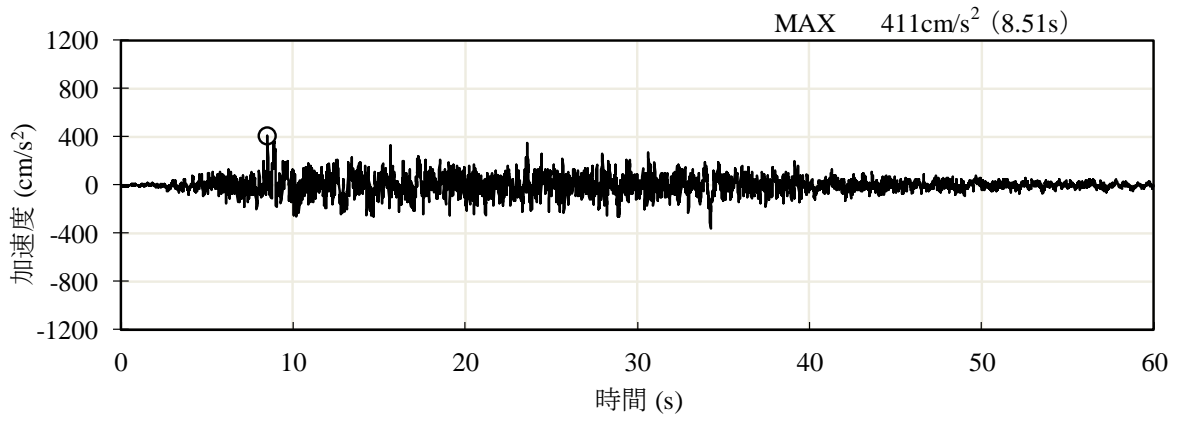


(a) 加速度時刻歴波形

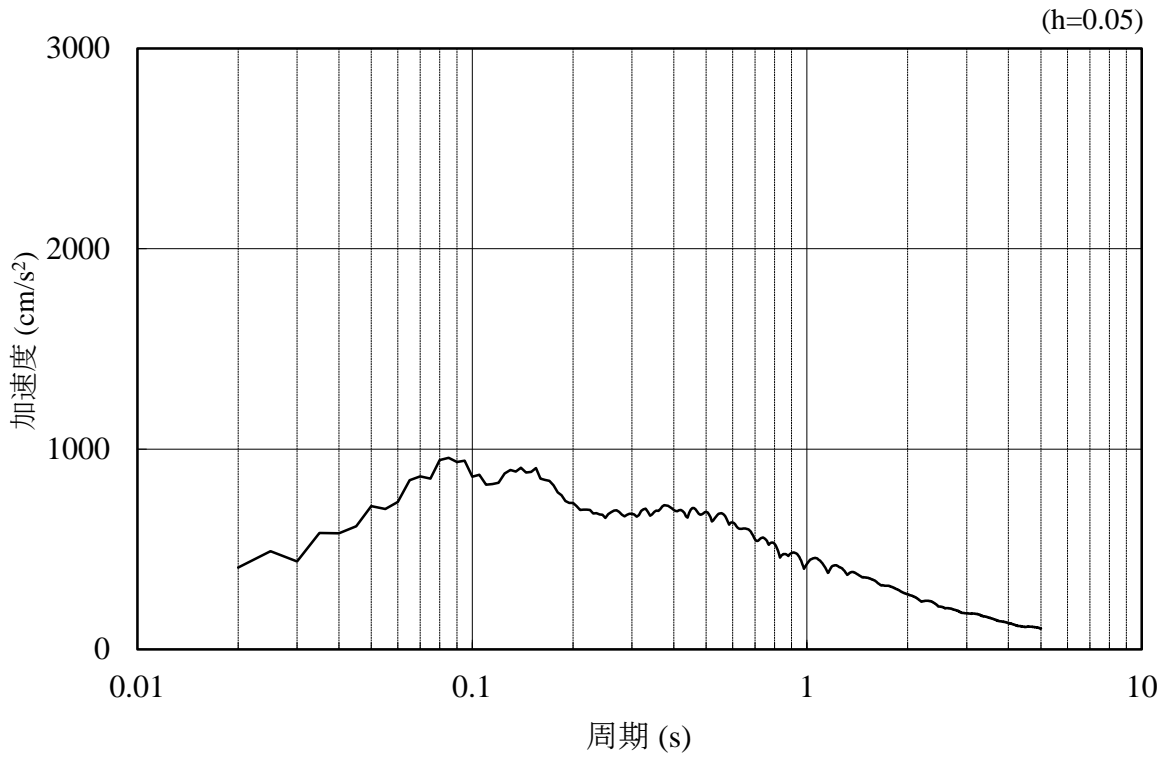


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-37 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (E W))

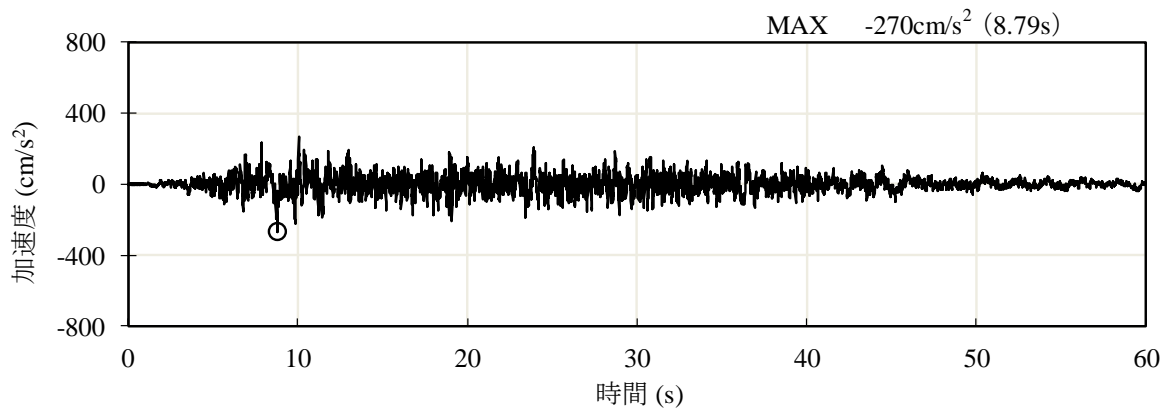


(a) 加速度時刻歴波形

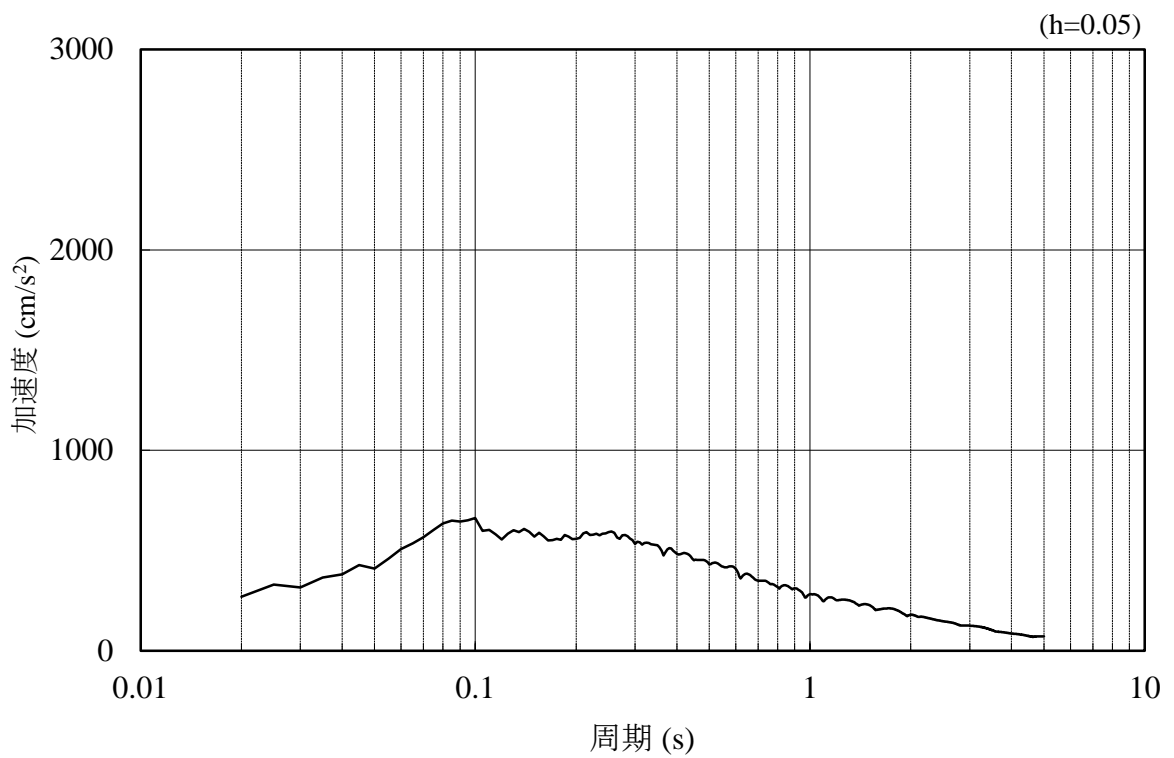


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-38 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S d - D)



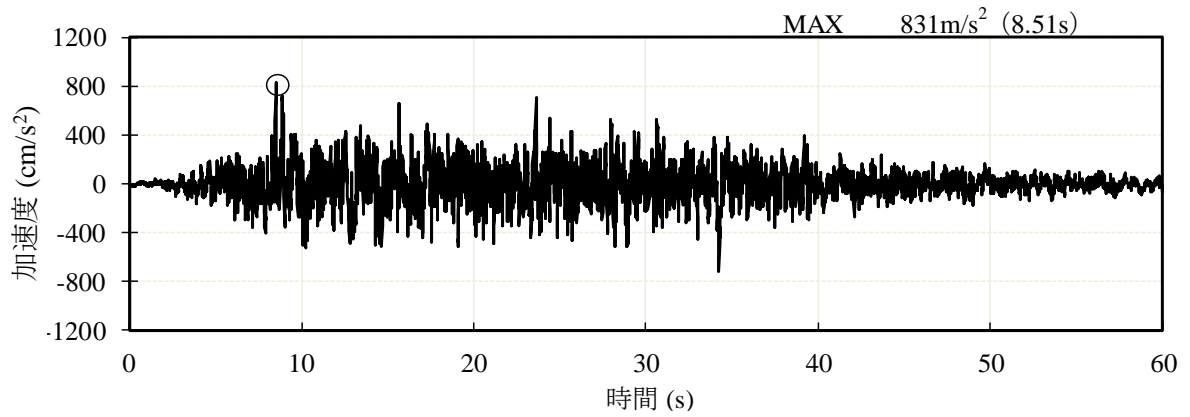
(a) 加速度時刻歴波形



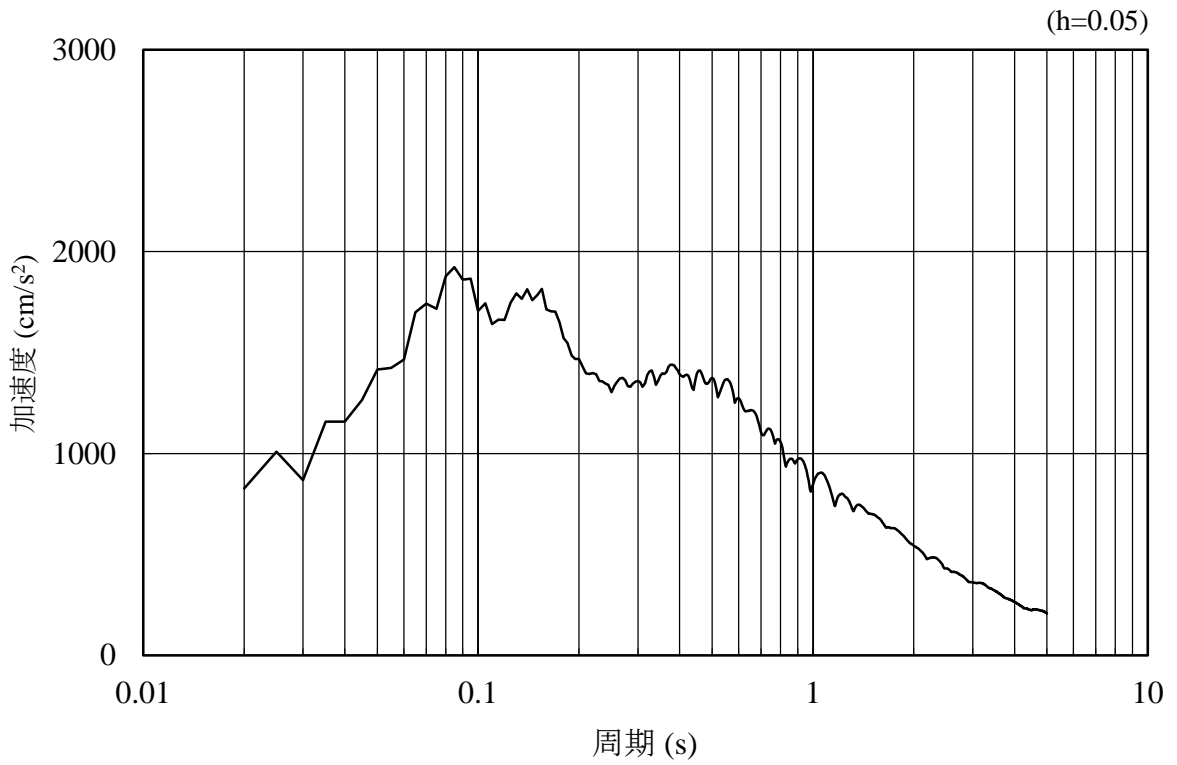
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-39 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - D)

3.4.3 ④—④断面

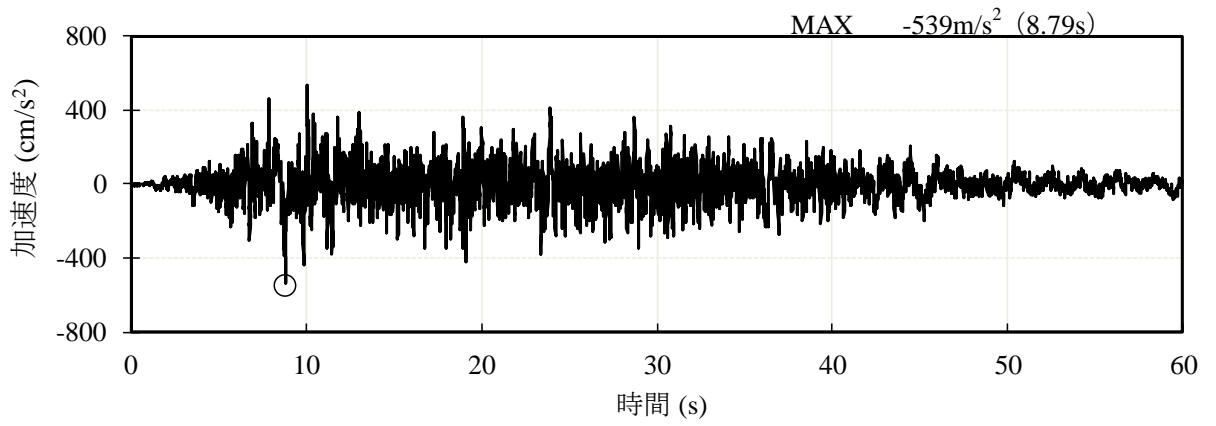


(a) 加速度時刻歴波形

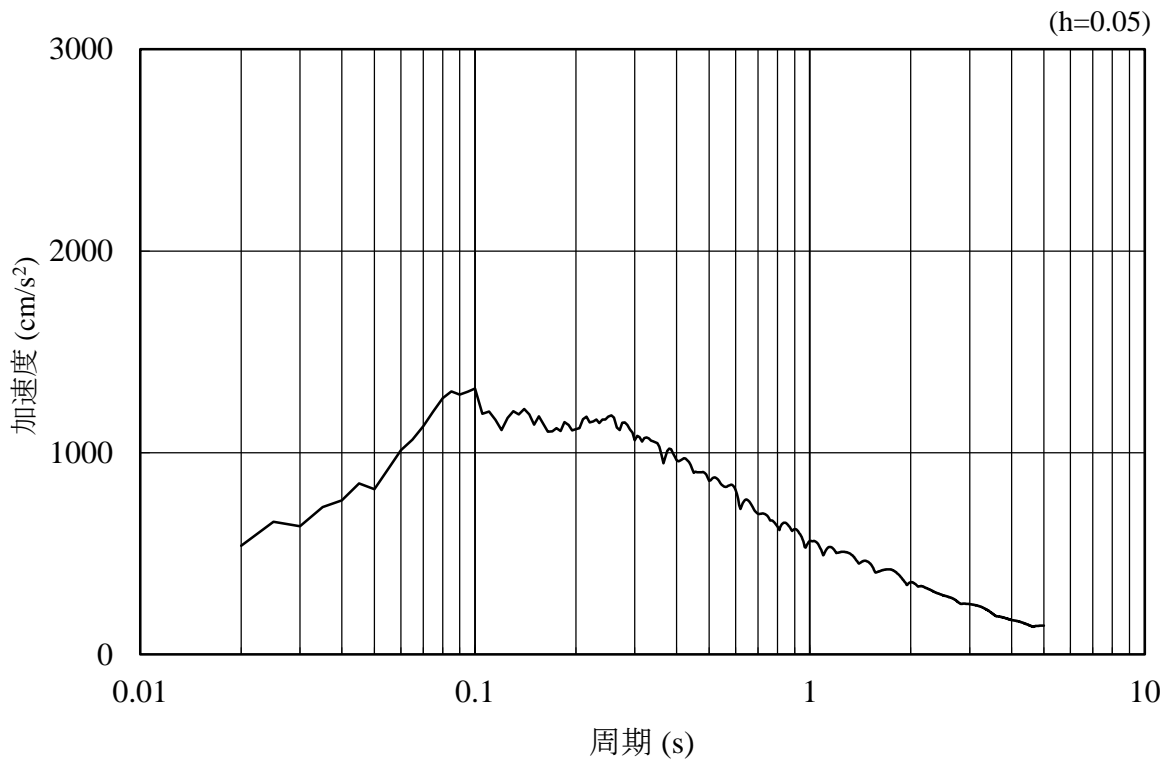


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-40 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - D)

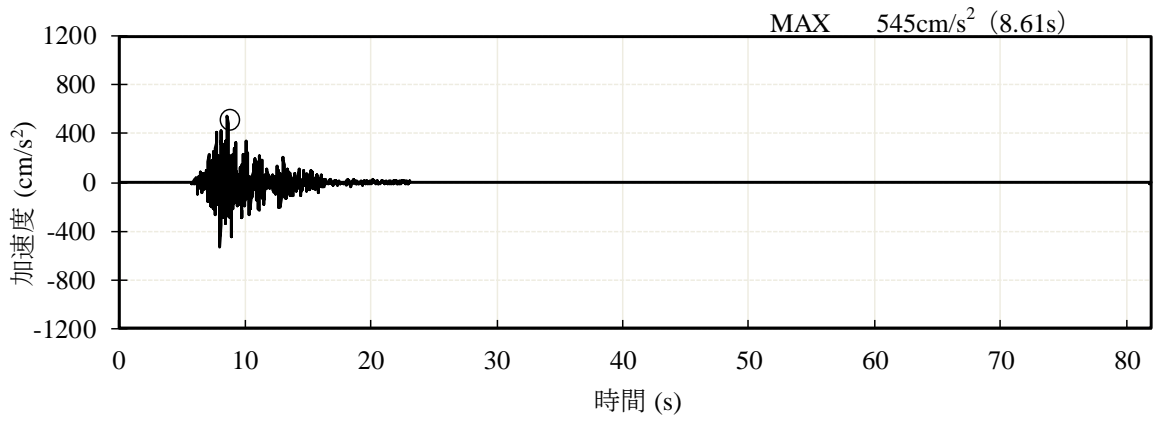


(a) 加速度時刻歴波形

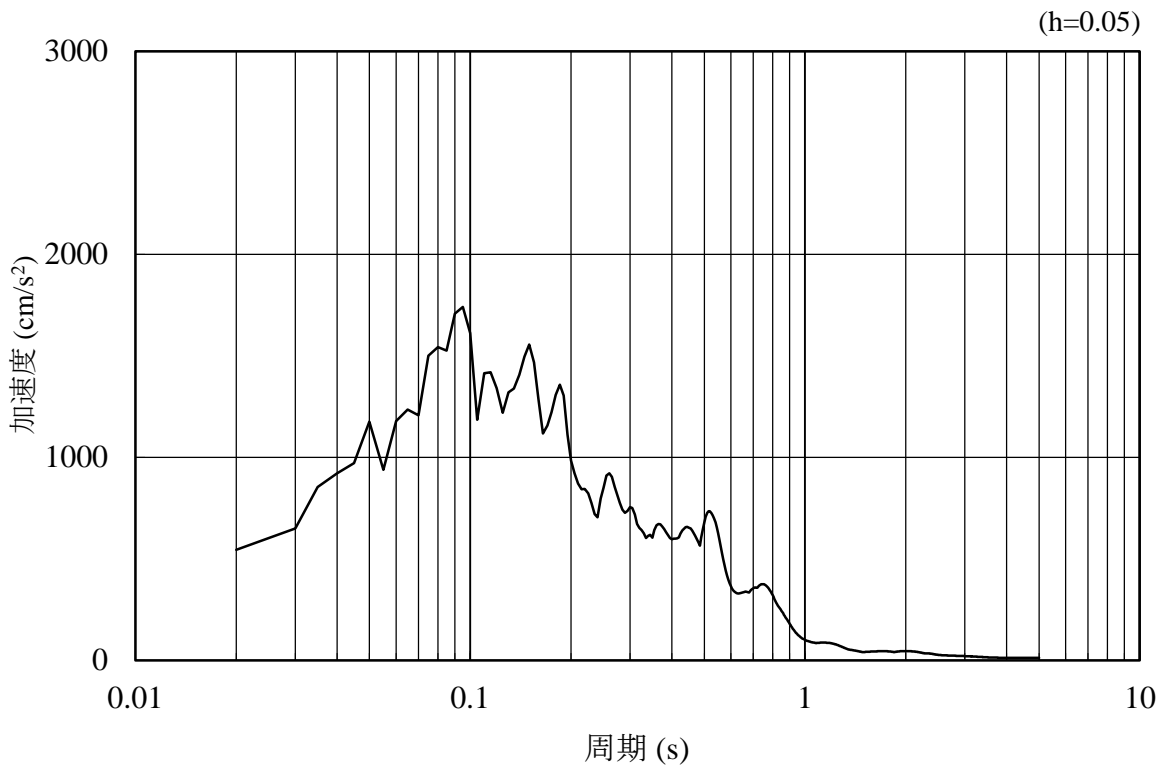


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-41 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - D)

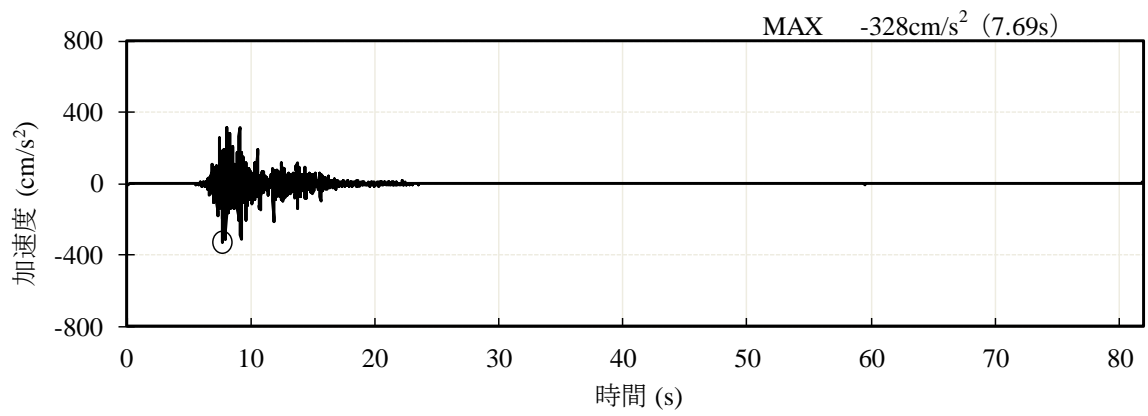


(a) 加速度時刻歴波形

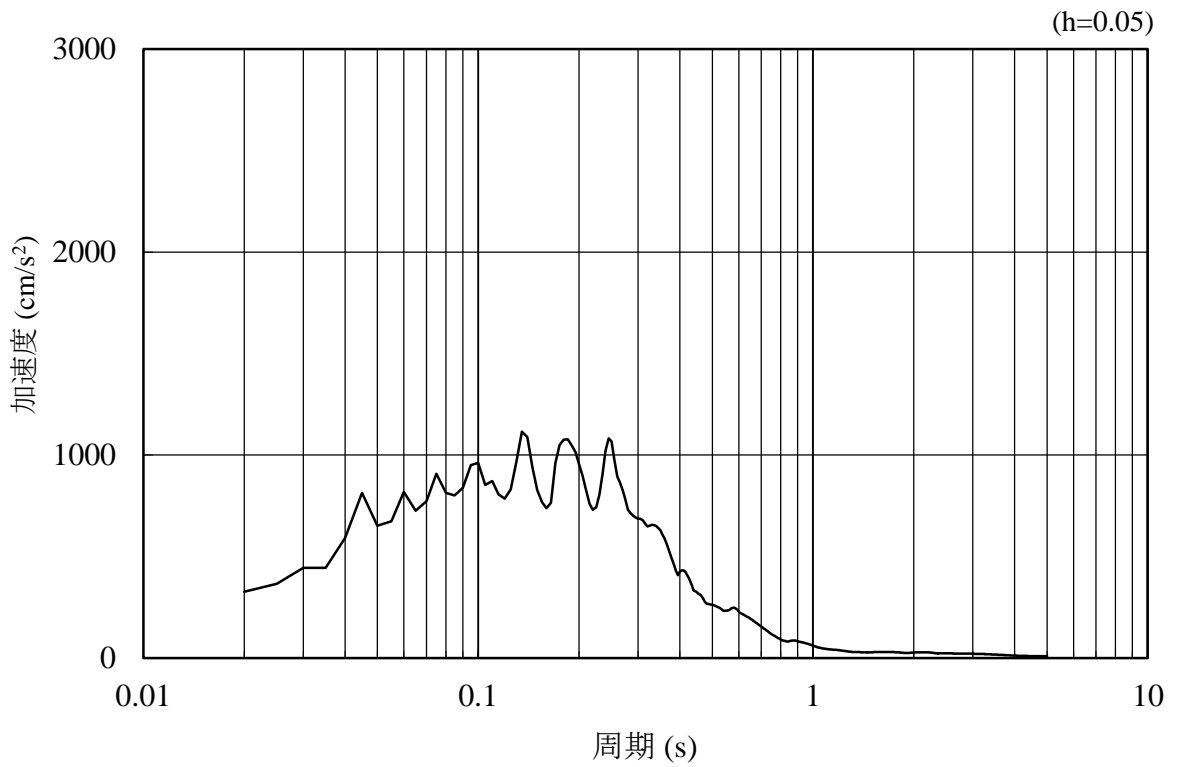


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-42 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 1)

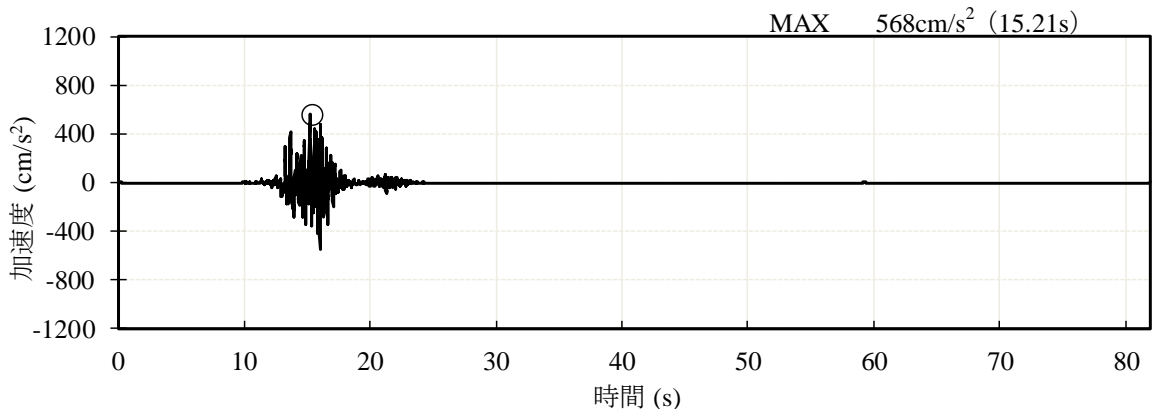


(a) 加速度時刻歴波形

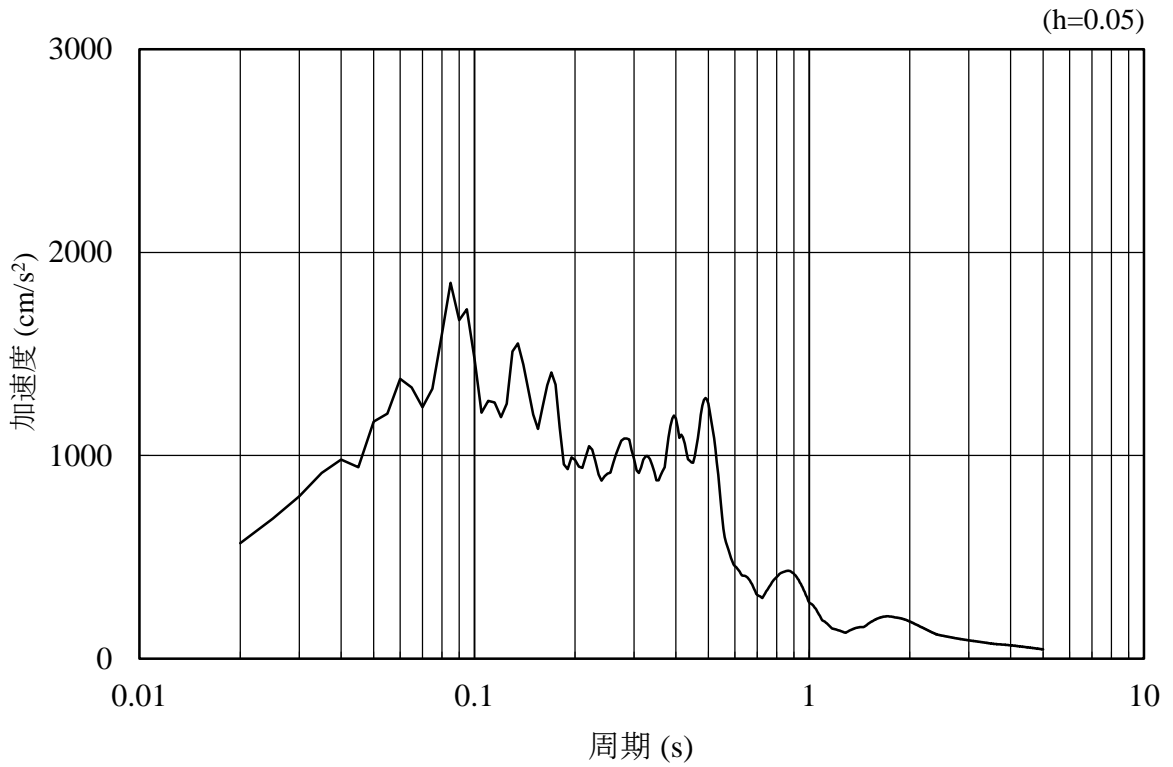


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-43 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 1)

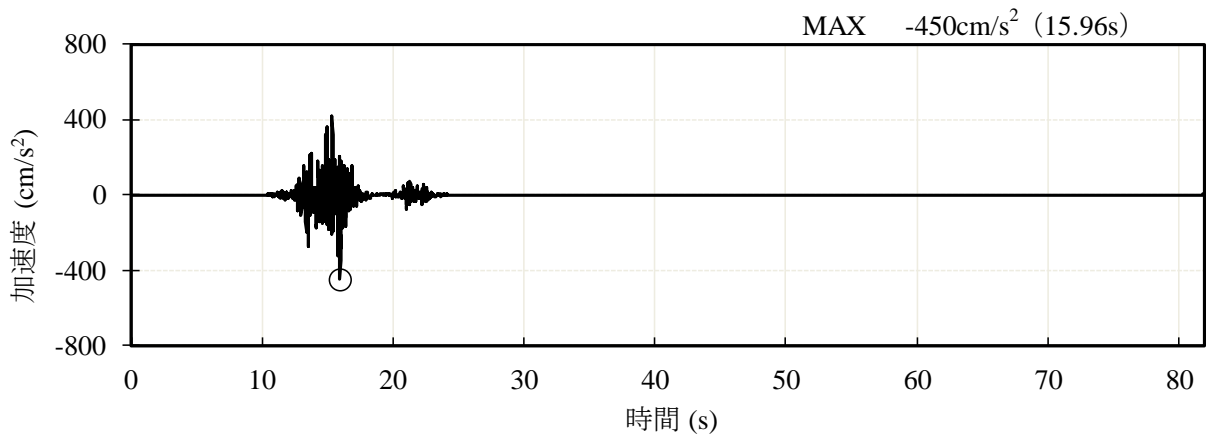


(a) 加速度時刻歴波形

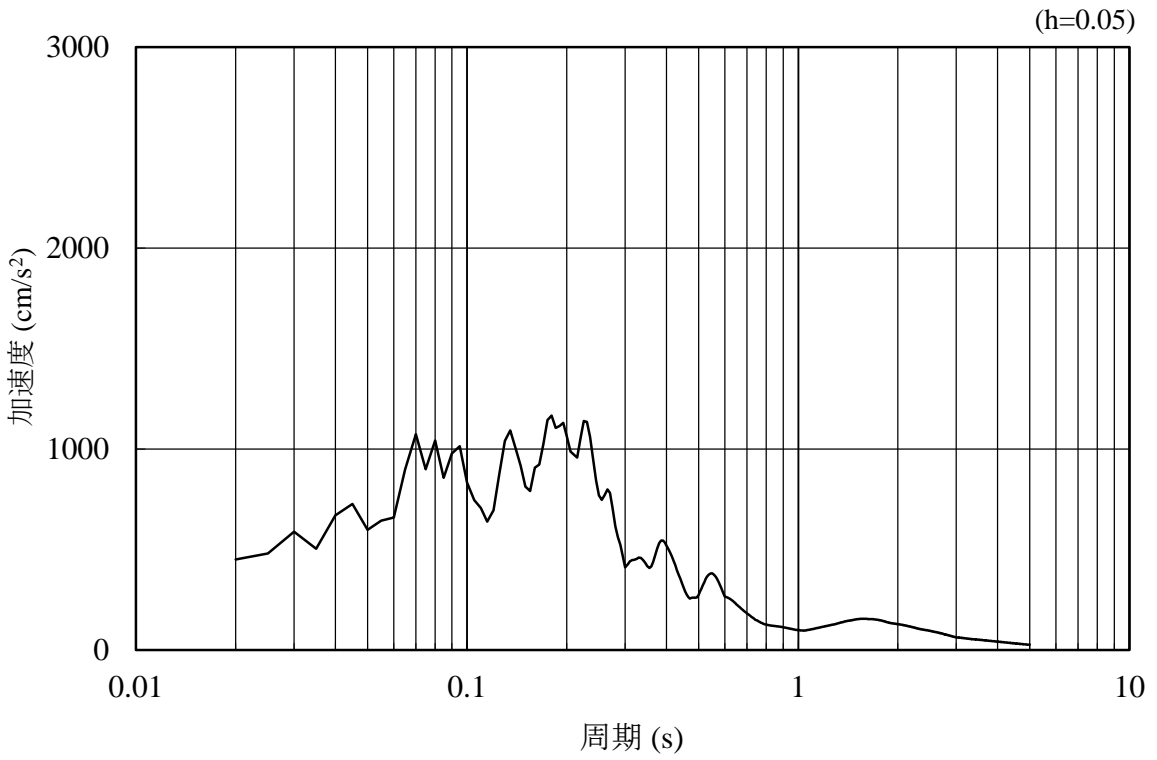


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-44 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 2)

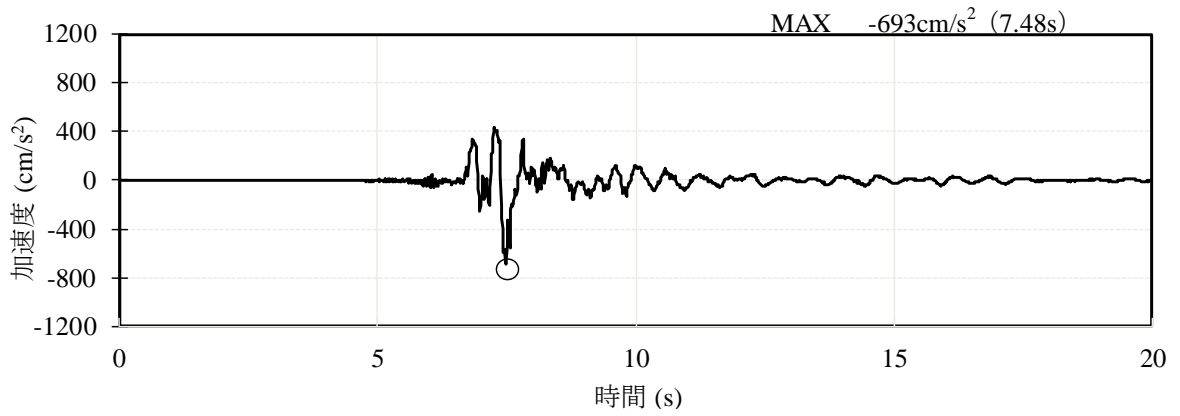


(a) 加速度時刻歴波形

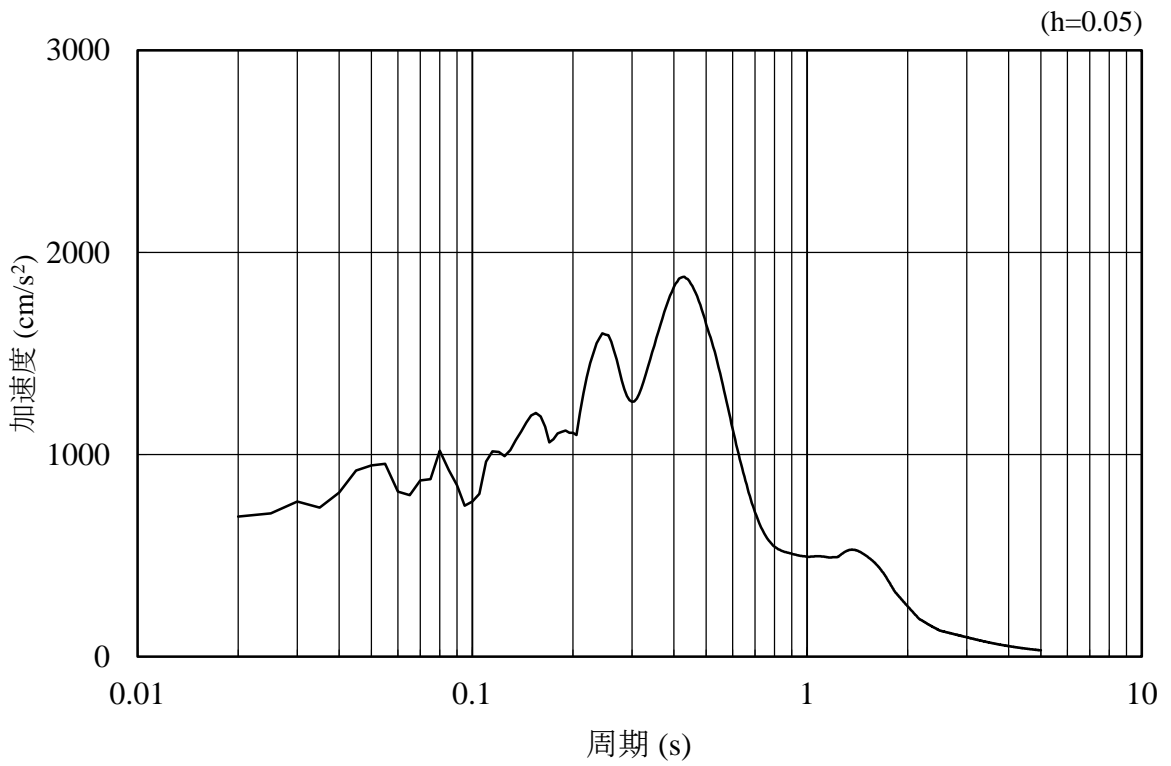


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-45 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 2)

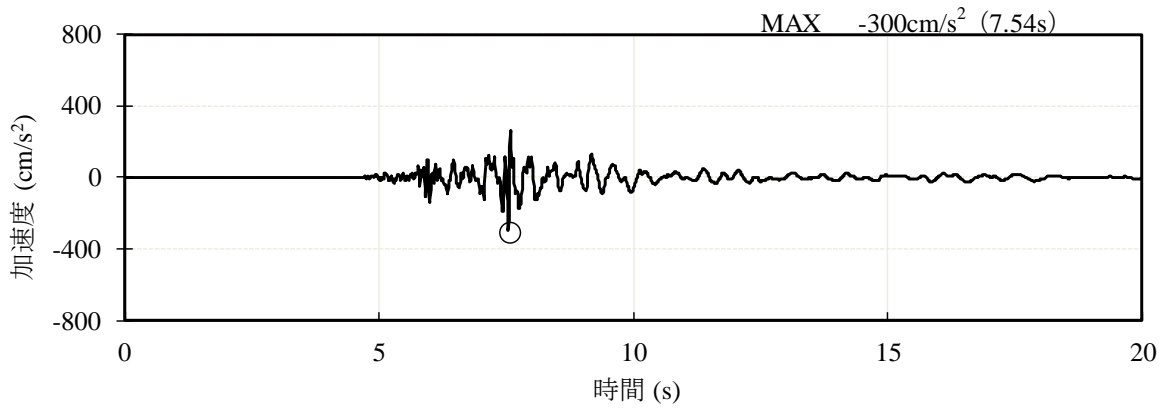


(a) 加速度時刻歴波形

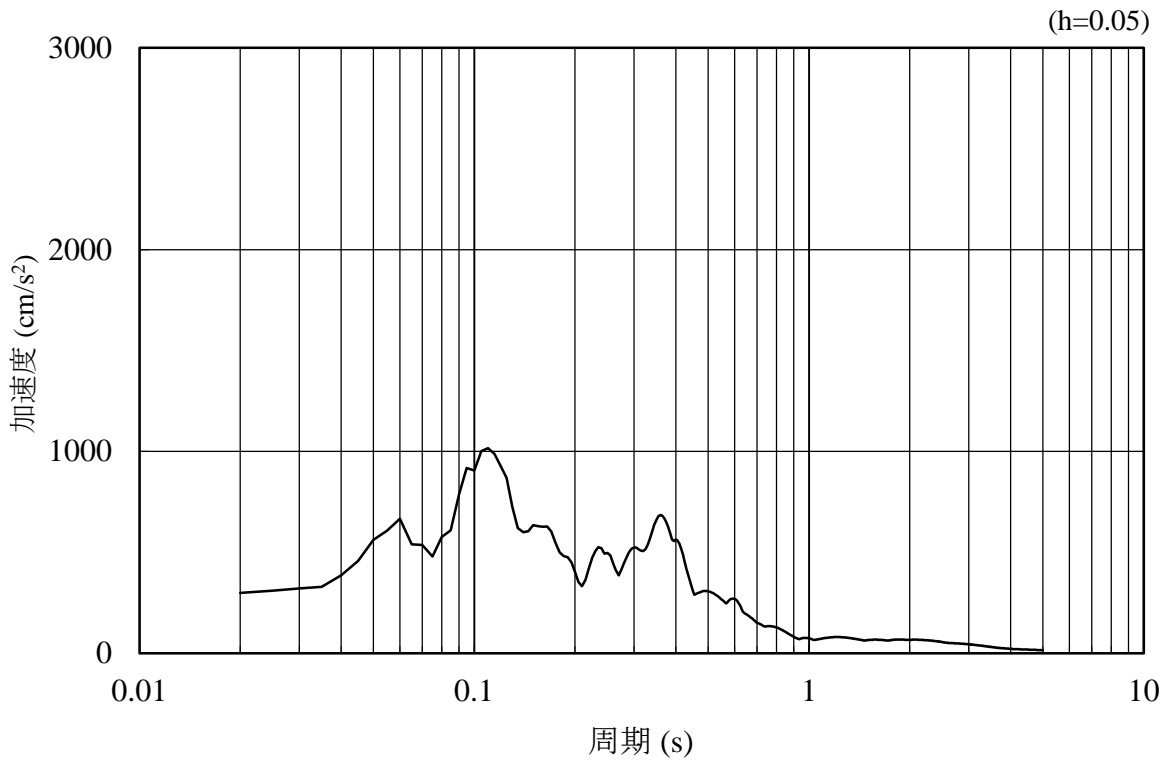


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-46 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - N 1)

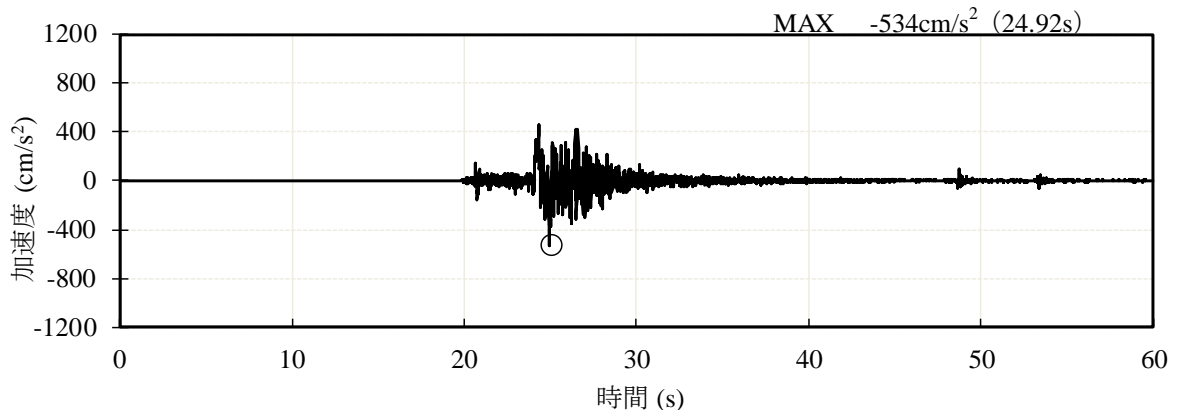


(a) 加速度時刻歴波形

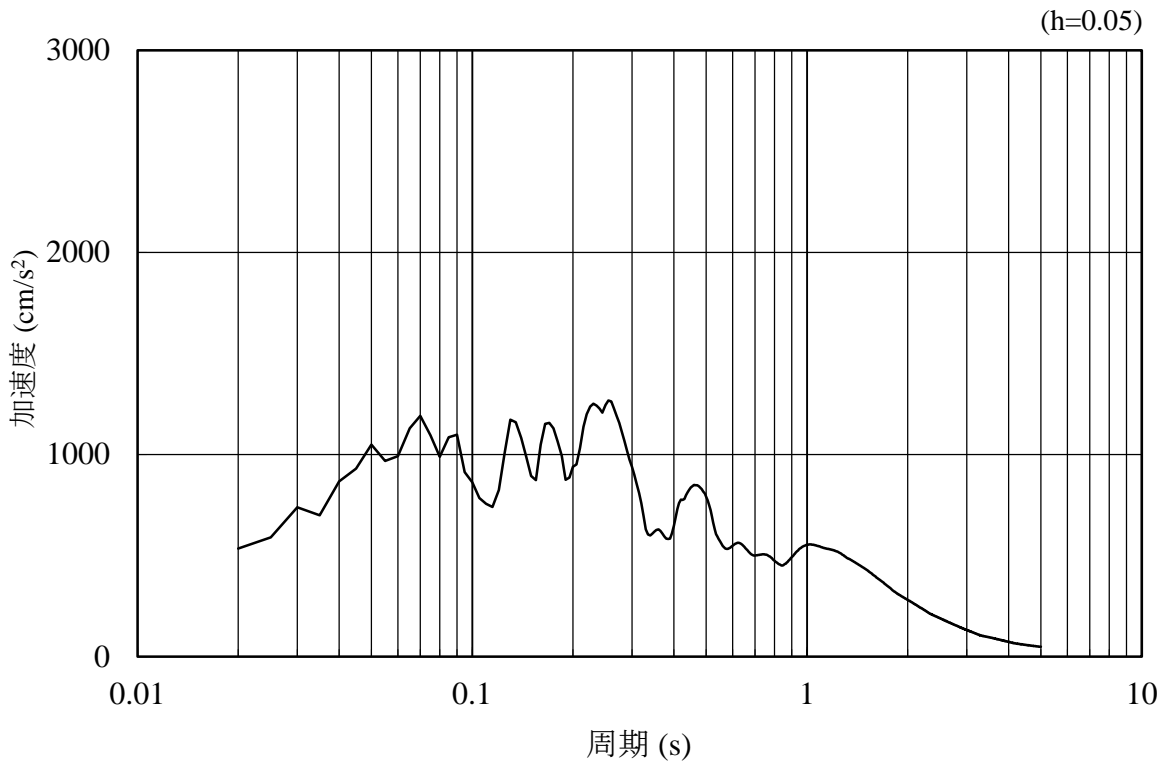


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-47 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 1)

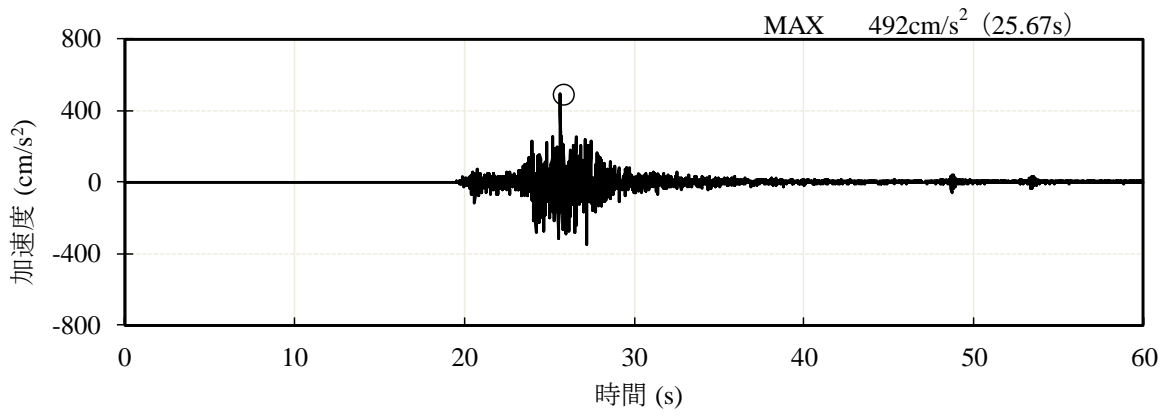


(a) 加速度時刻歴波形

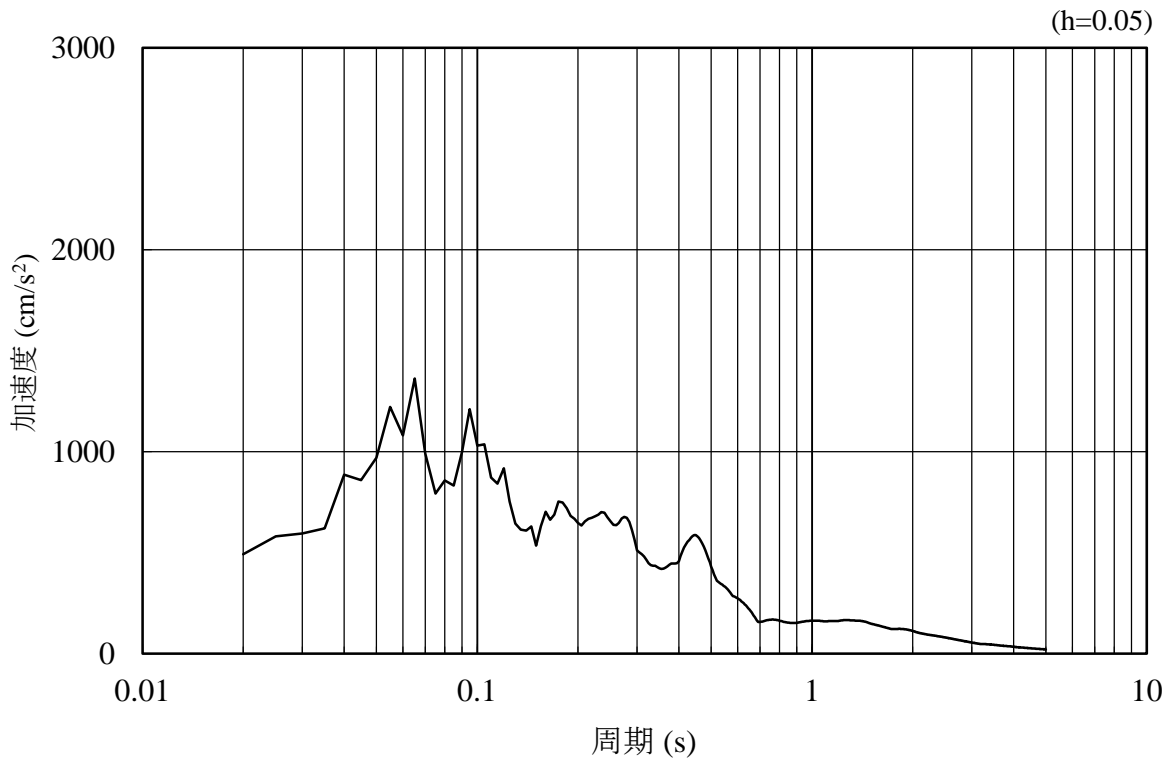


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-48 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - N 2 (N S))

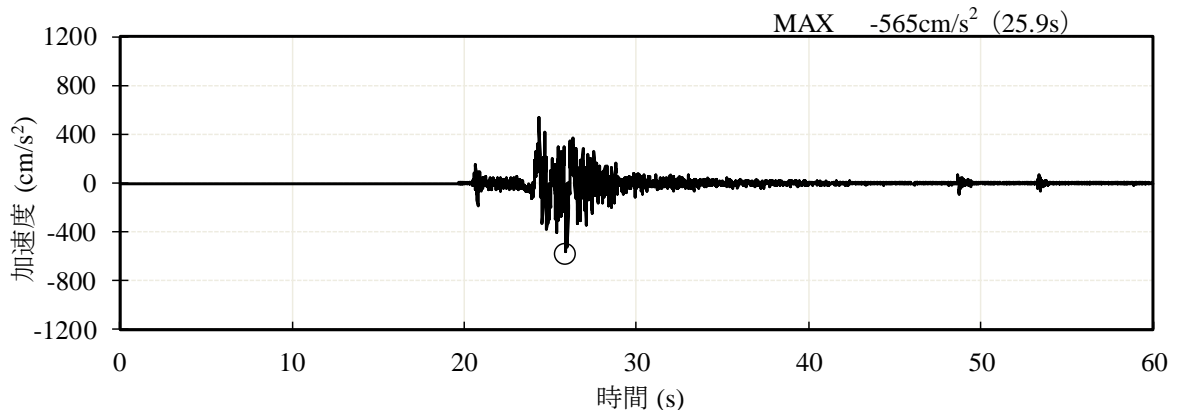


(a) 加速度時刻歴波形

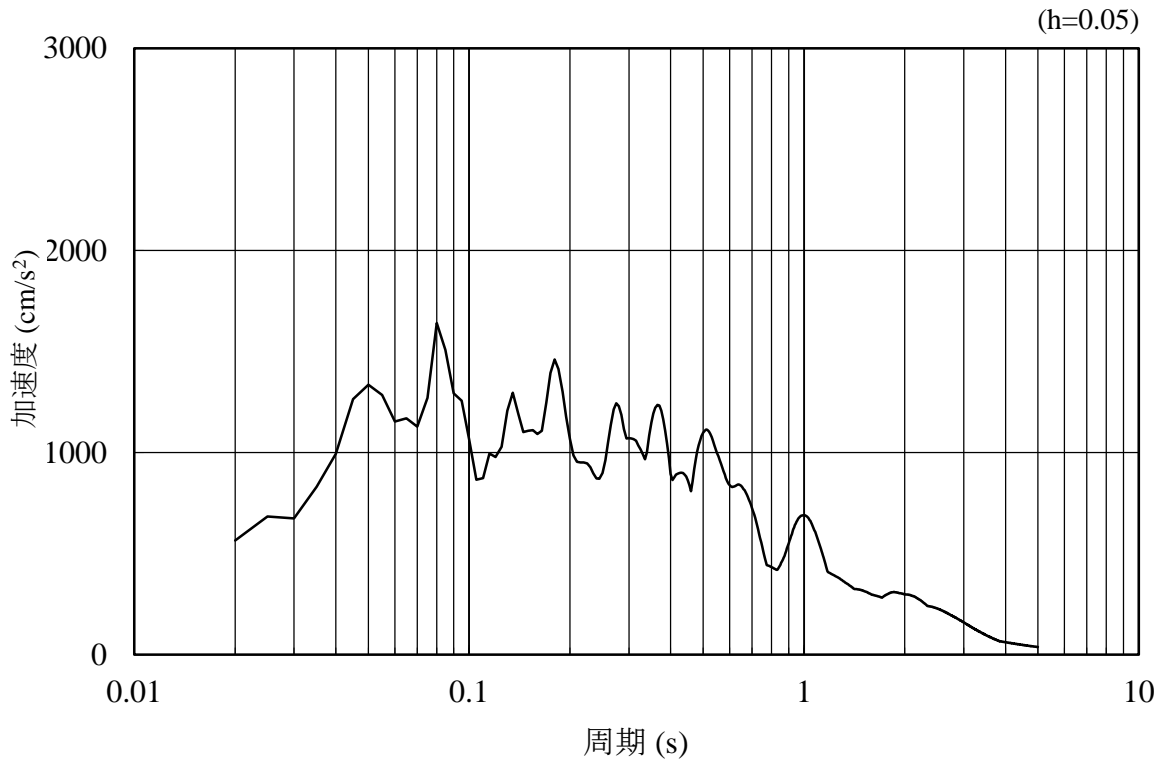


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-49 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (N S))

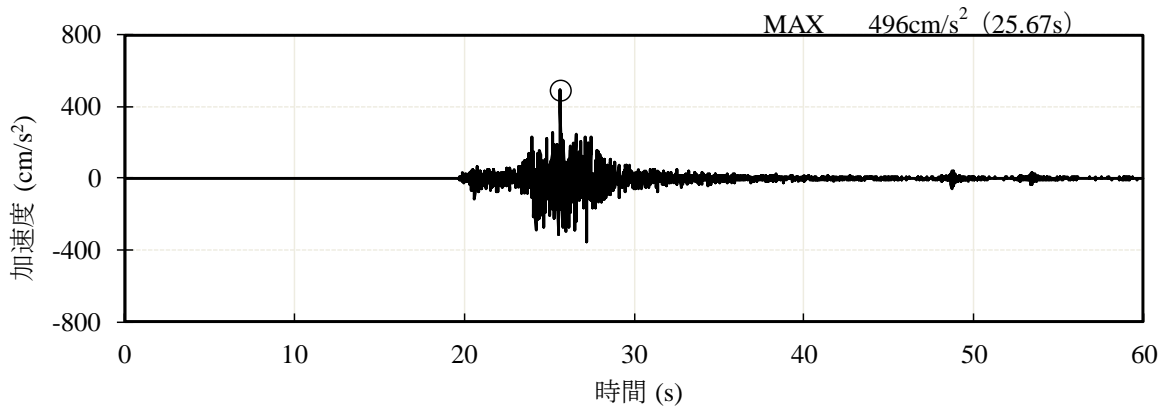


(a) 加速度時刻歴波形

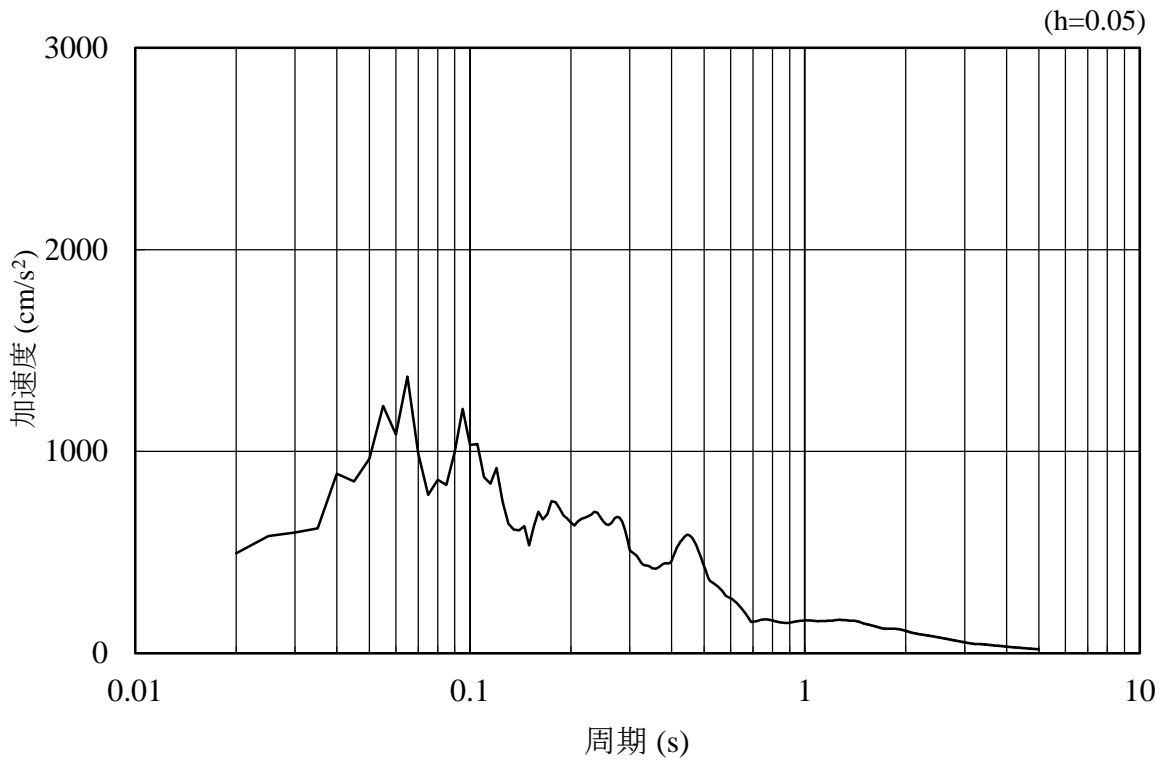


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-50 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (E W))

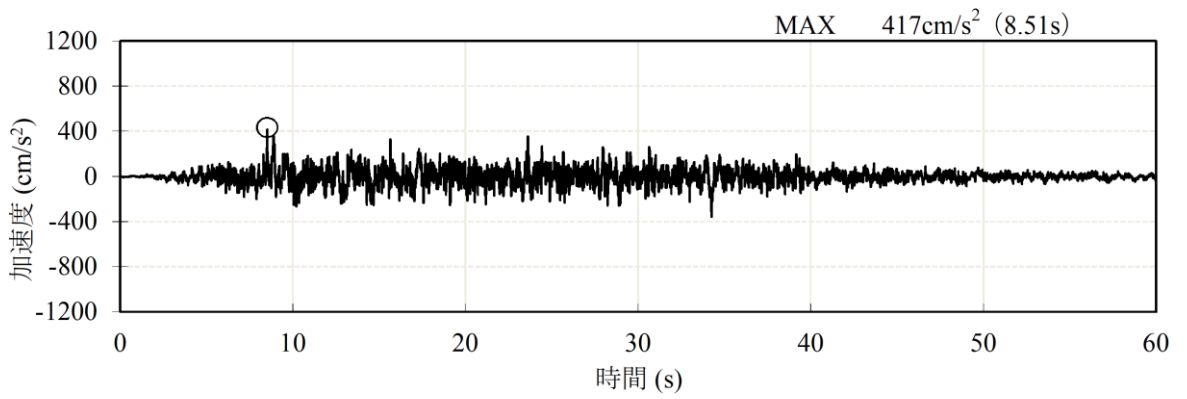


(a) 加速度時刻歴波形

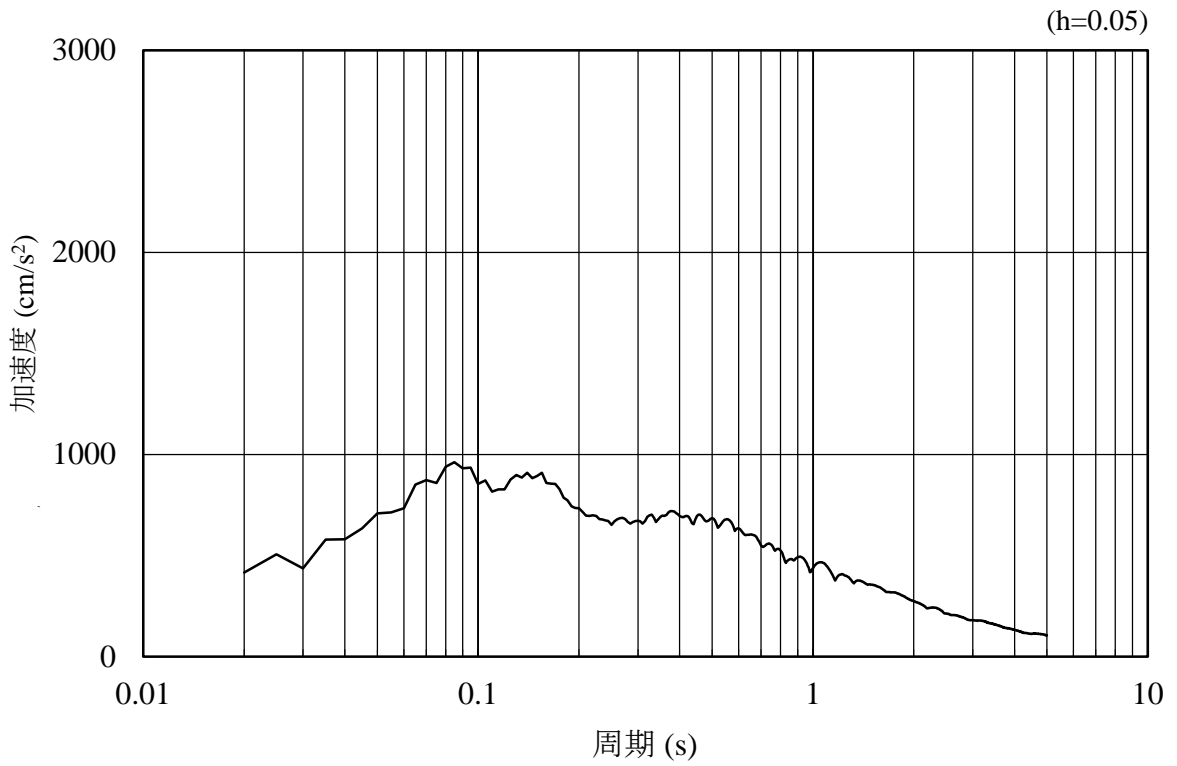


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-51 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (E W))

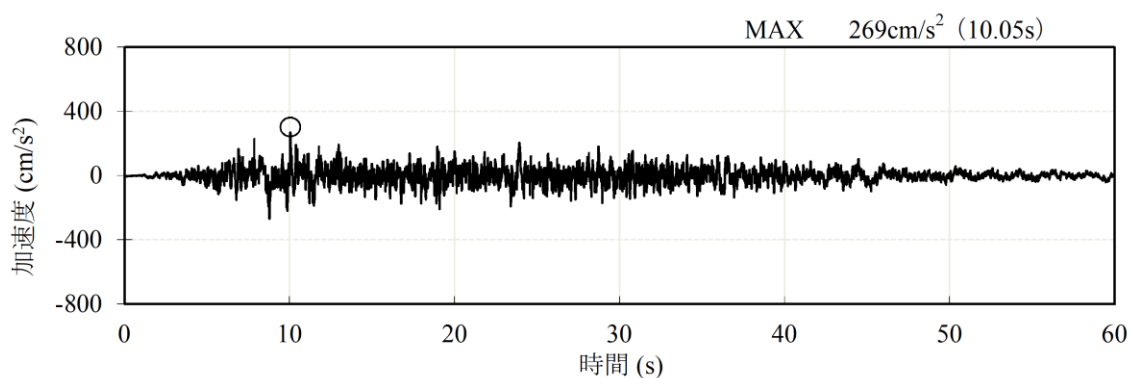


(a) 加速度時刻歴波形

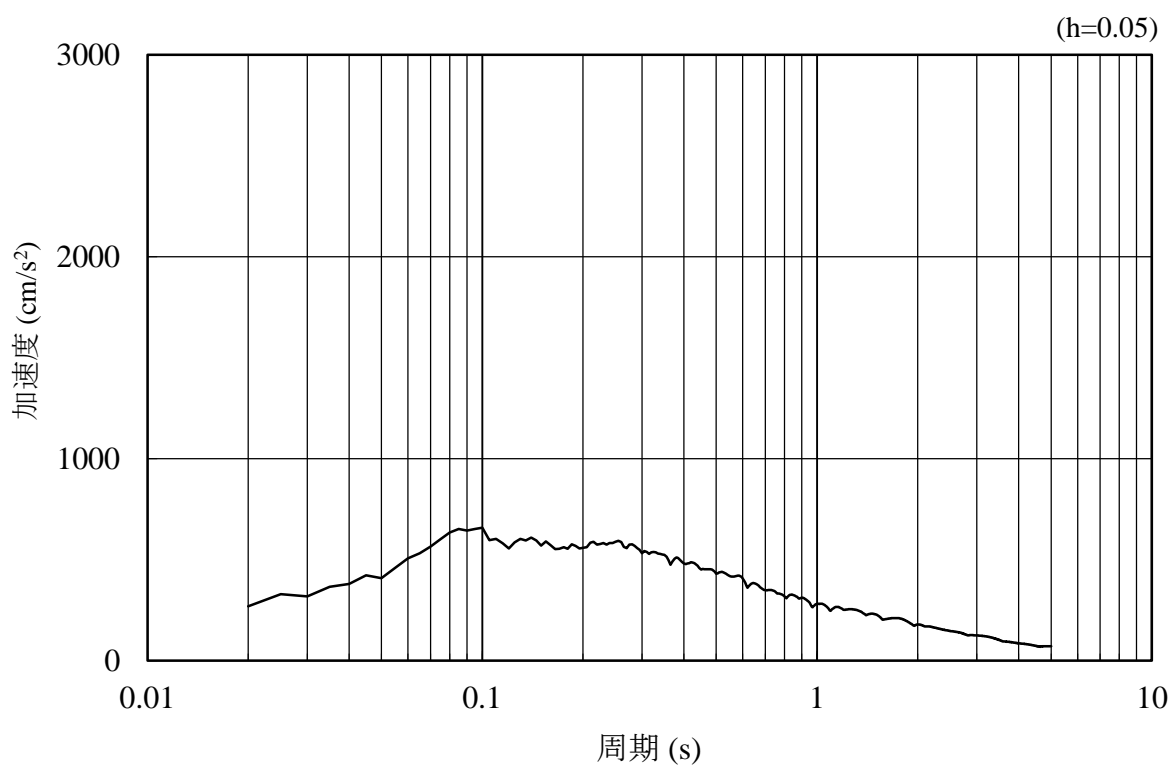


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-52 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S d - D)



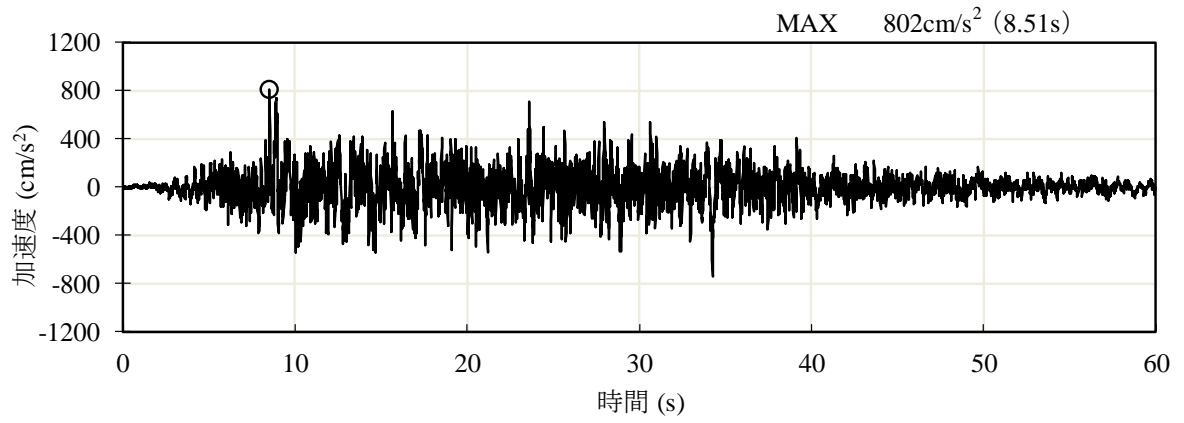
(a) 加速度時刻歴波形



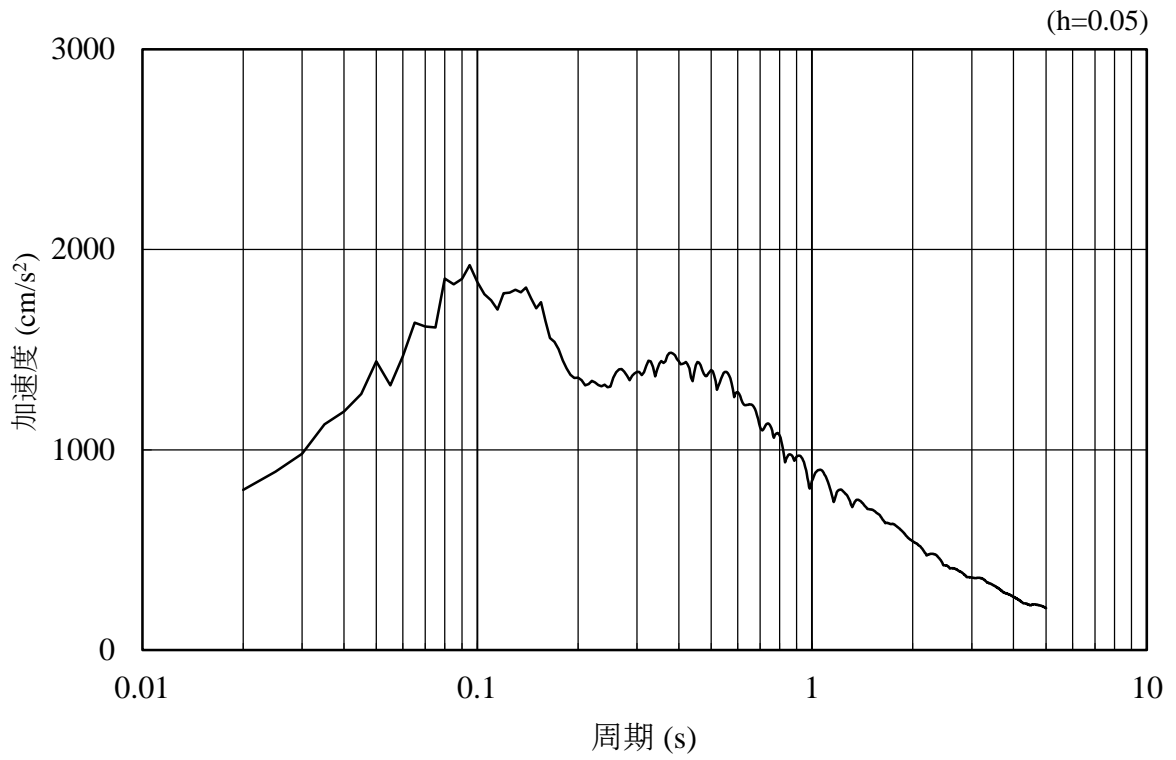
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-53 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - D)

3.4.4 ⑦—⑦断面

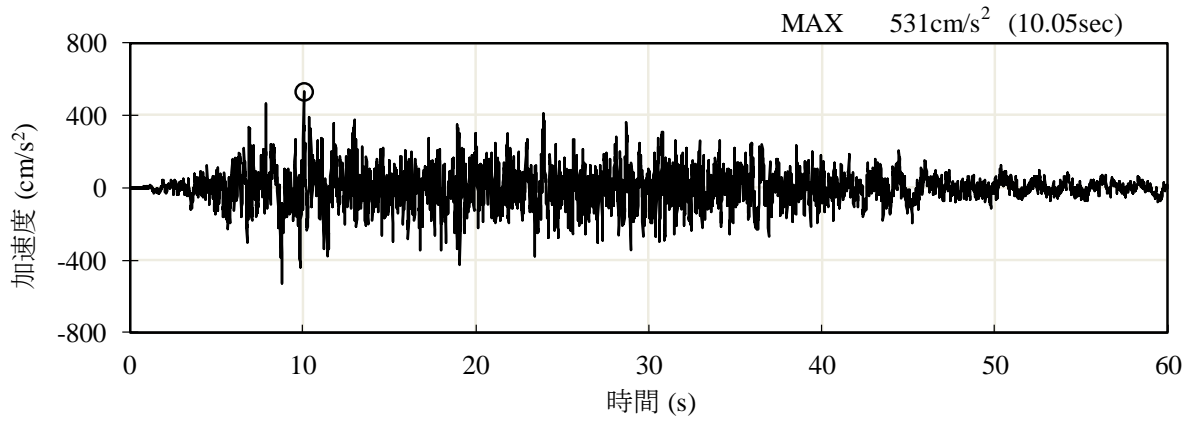


(a) 加速度時刻歴波形

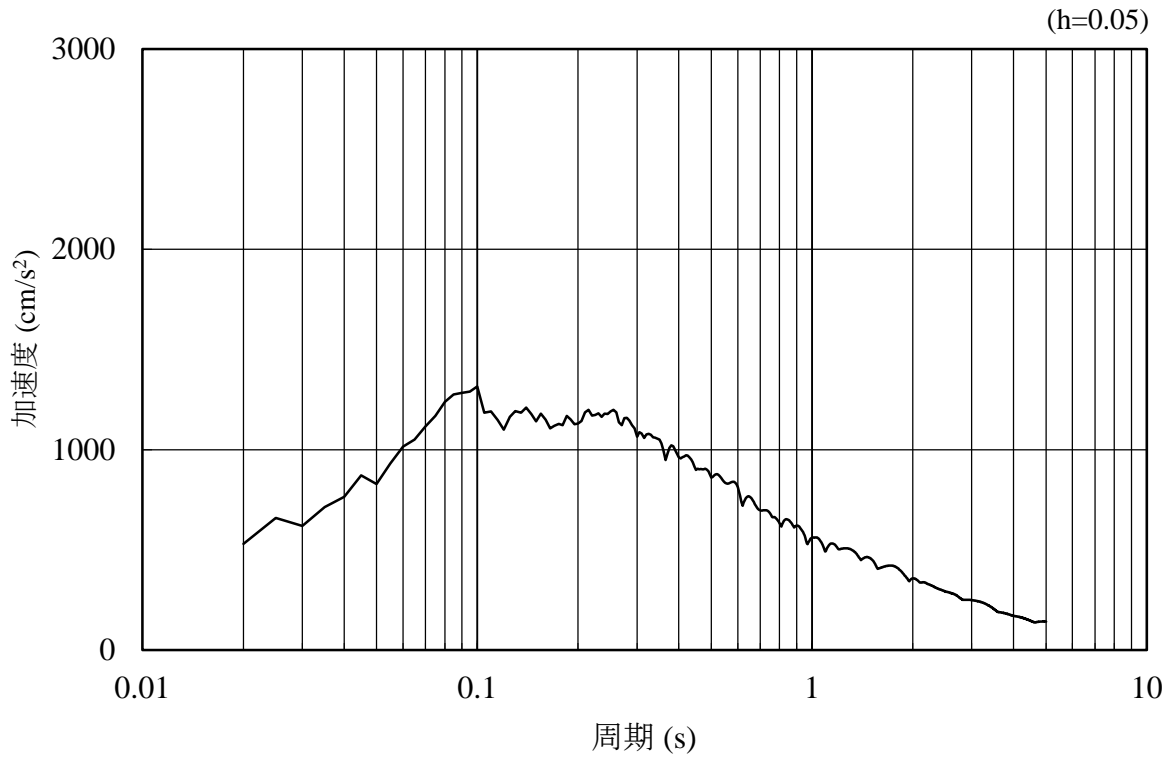


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-54 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - D)

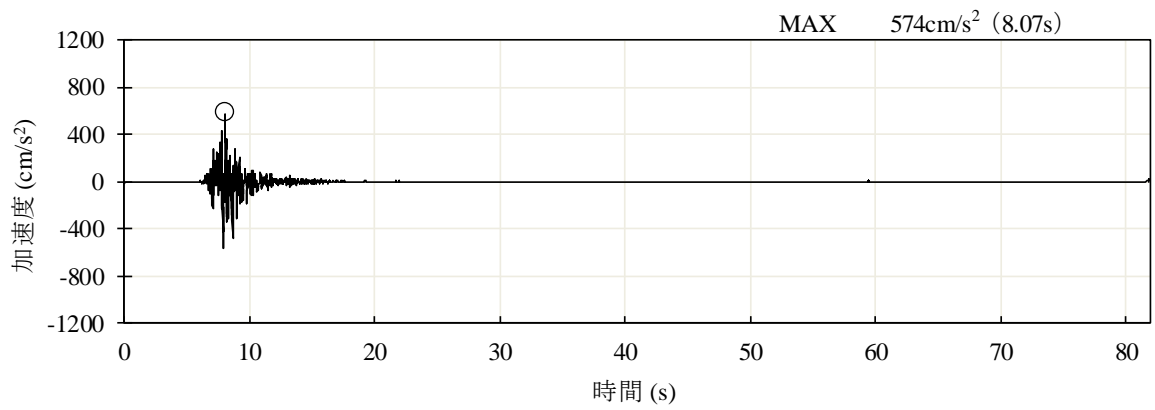


(a) 加速度時刻歴波形

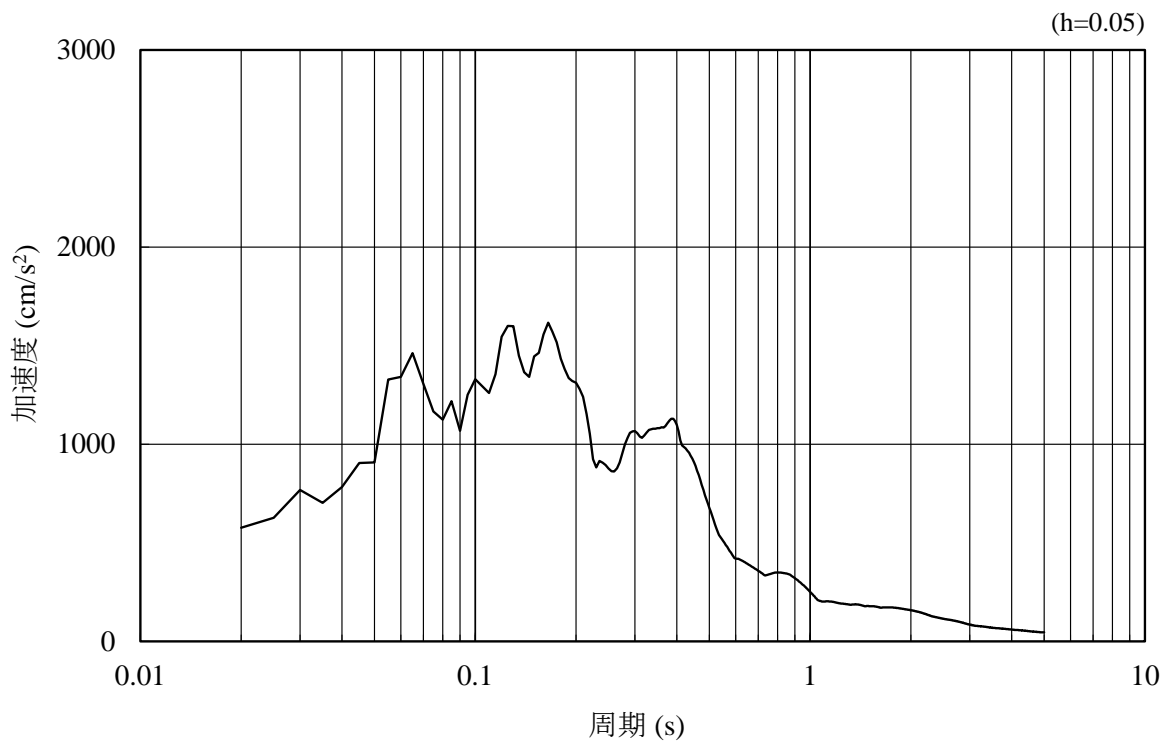


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-55 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - D)

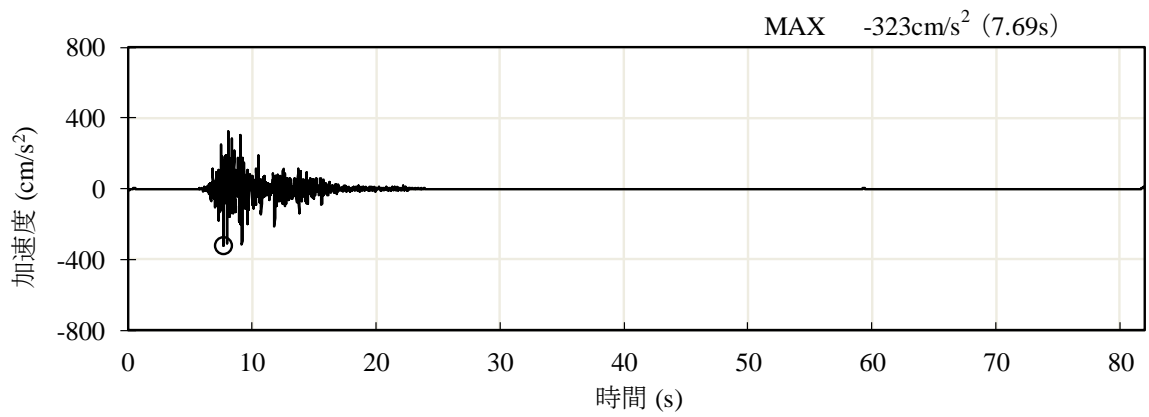


(a) 加速度時刻歴波形

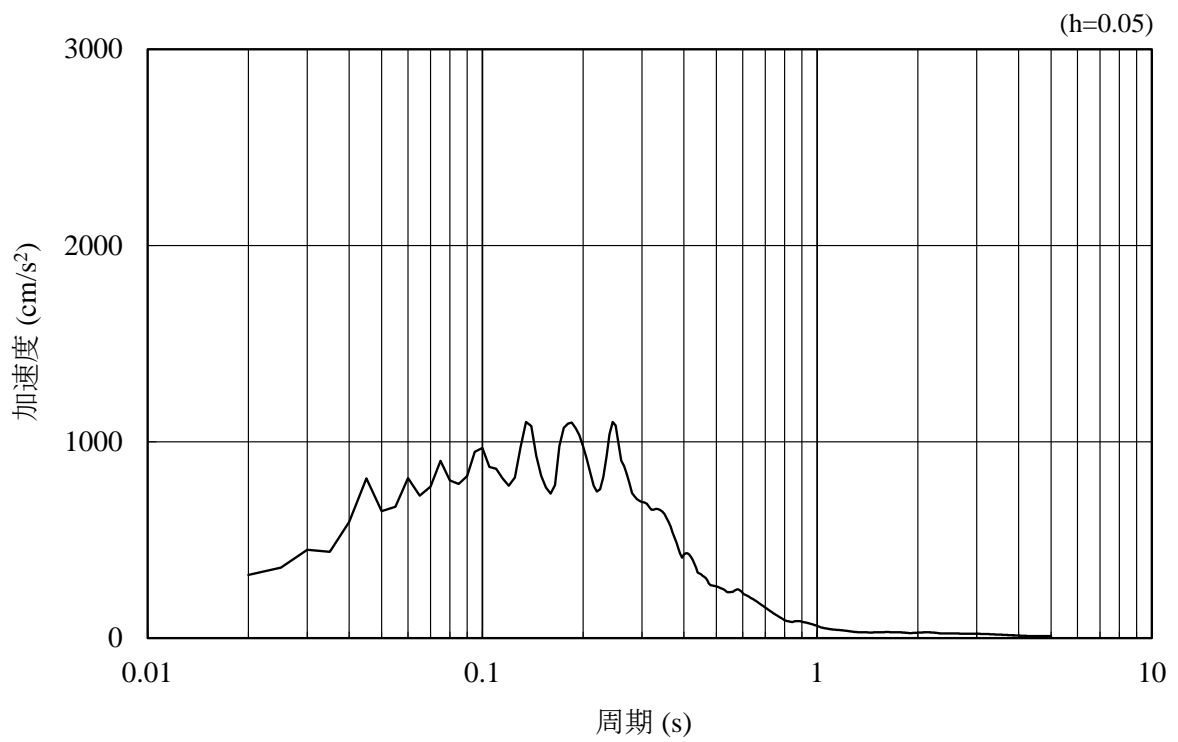


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-56 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 1)

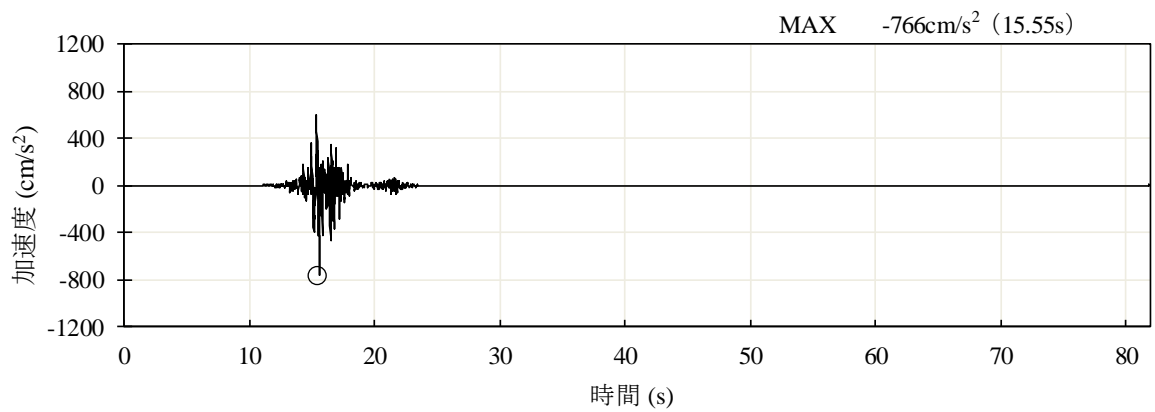


(a) 加速度時刻歴波形

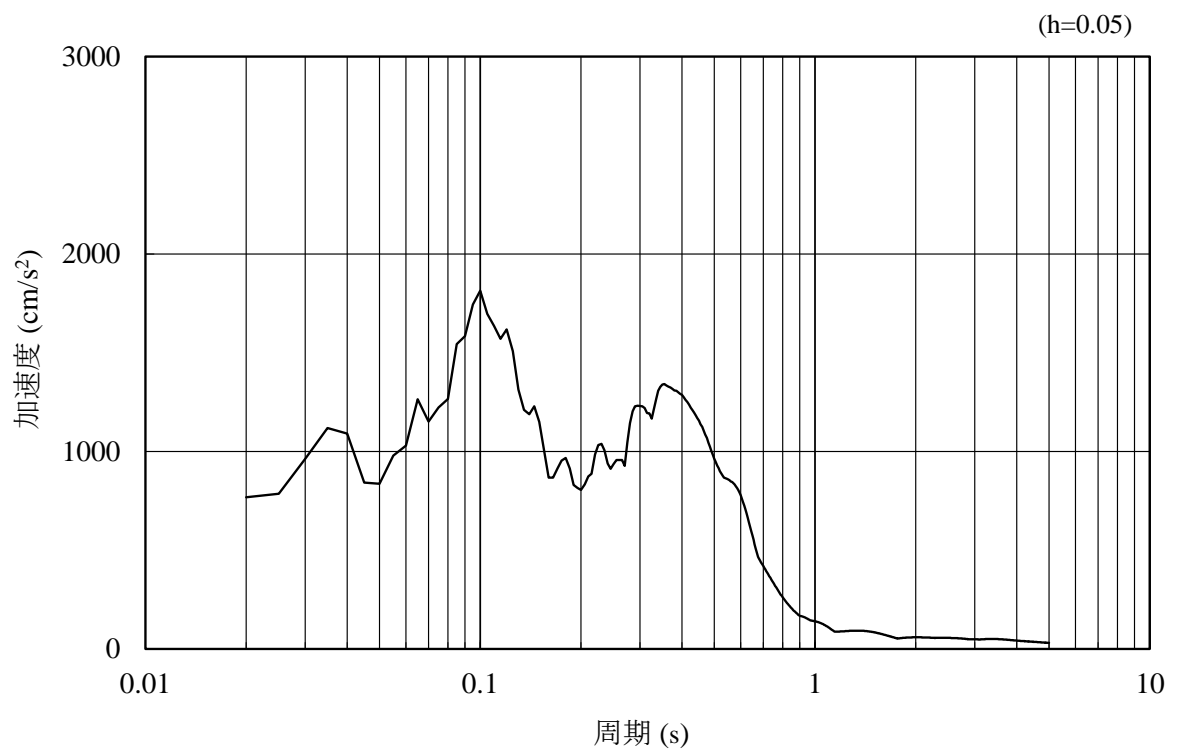


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-57 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 1)

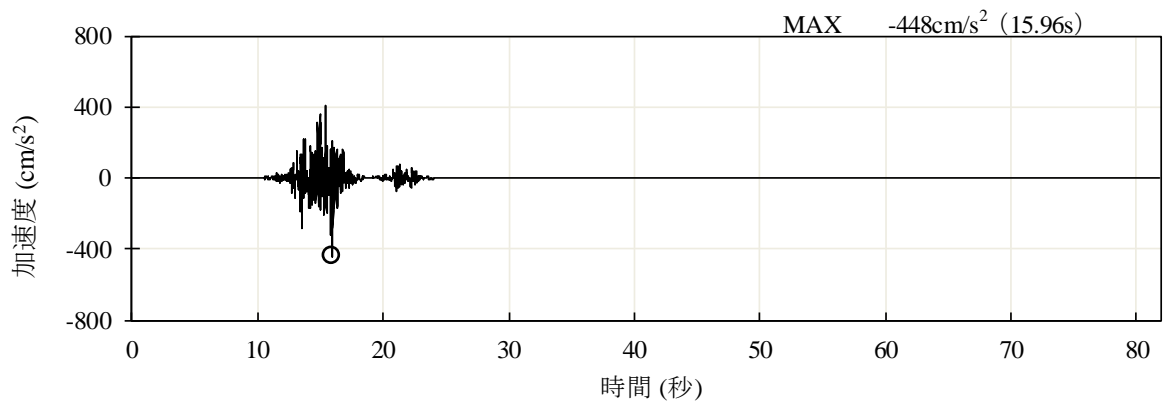


(a) 加速度時刻歴波形

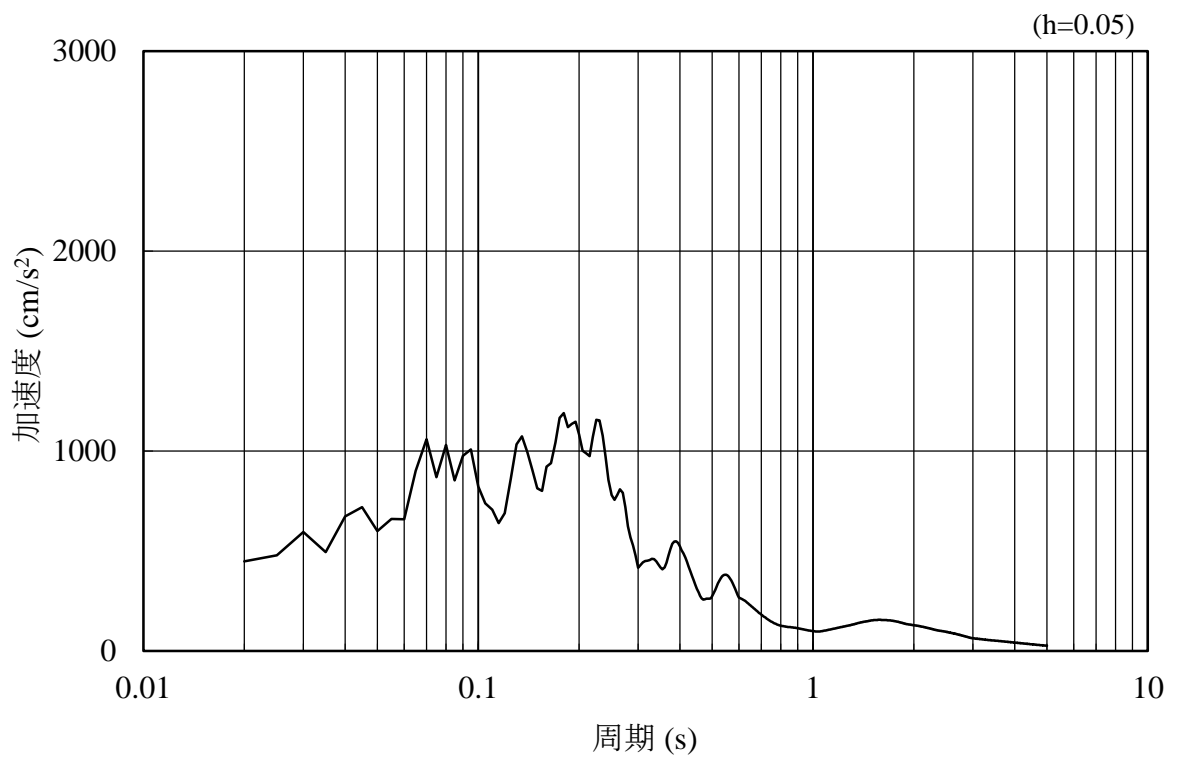


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-58 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 2)

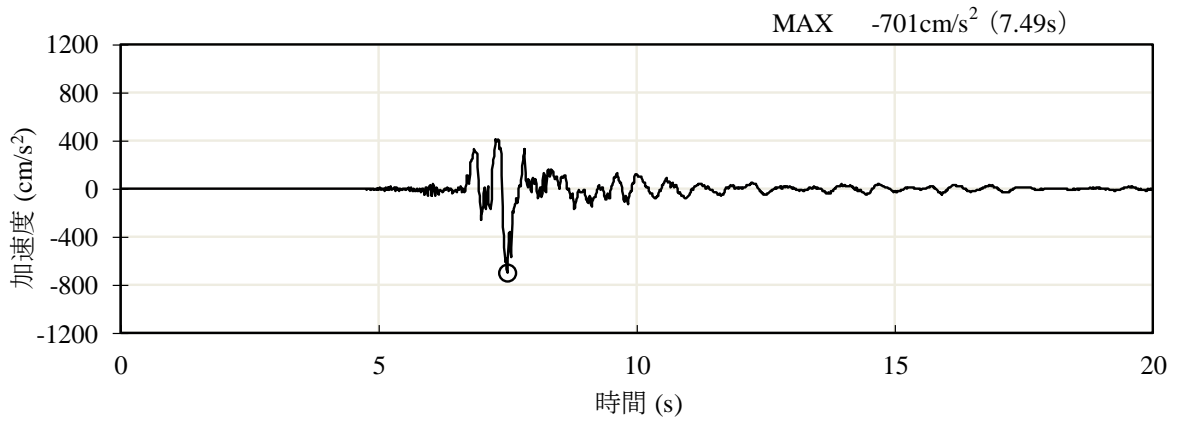


(a) 加速度時刻歴波形

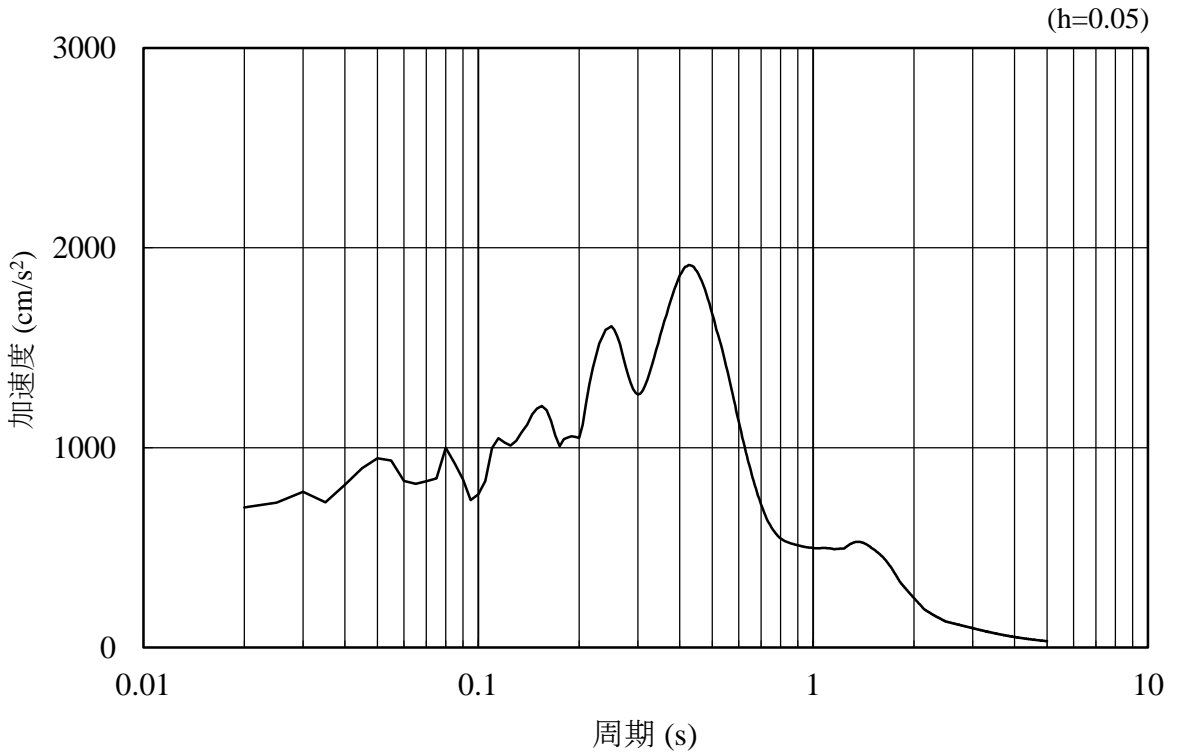


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-59 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 2)

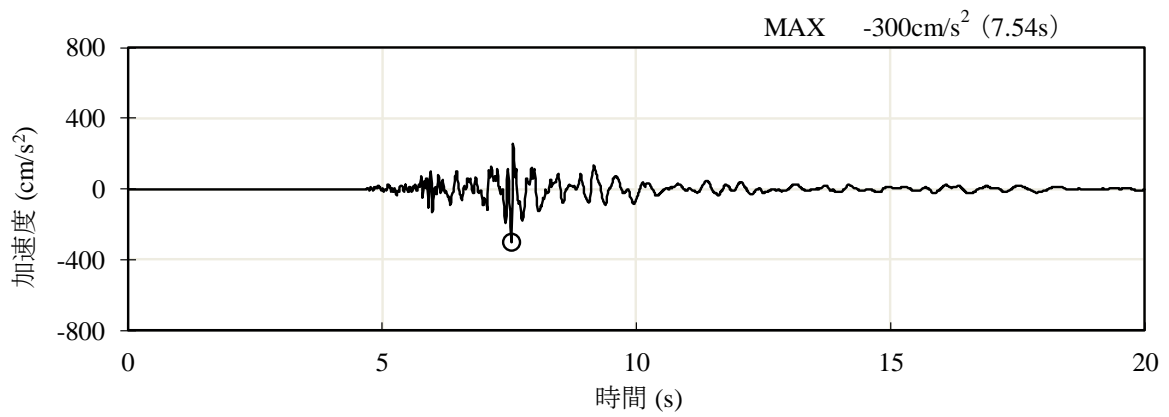


(a) 加速度時刻歴波形

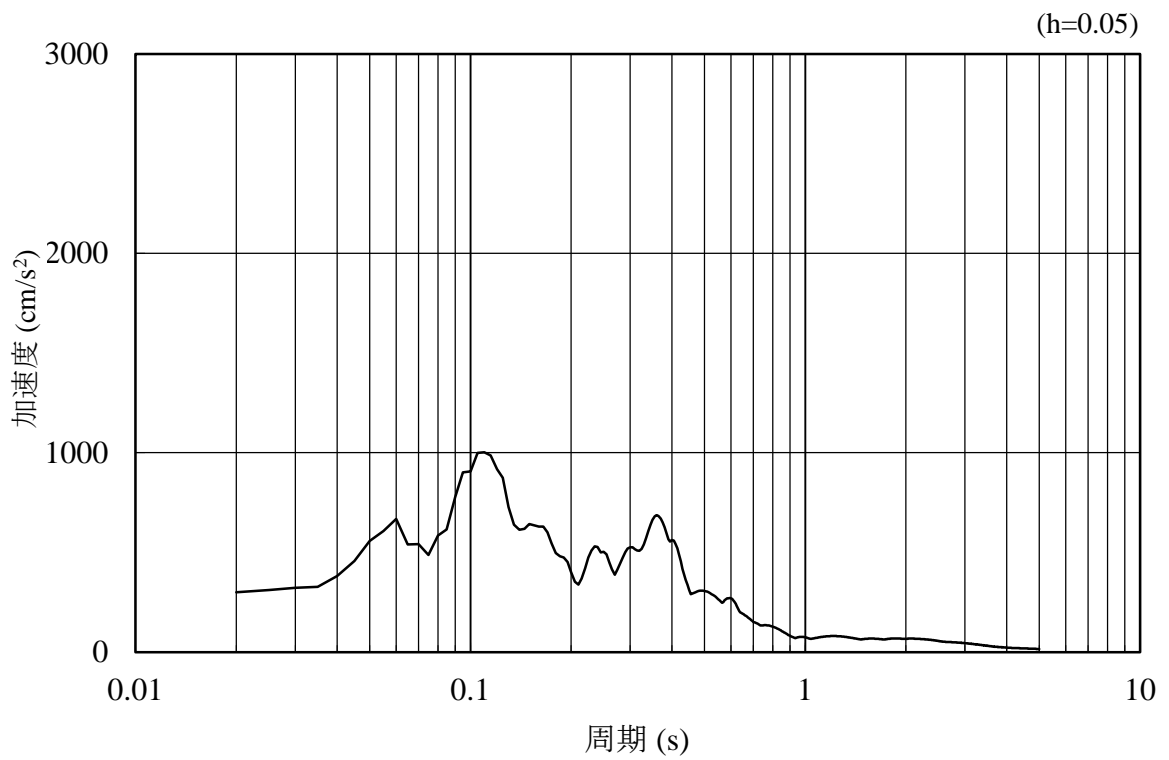


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-60 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - N 1)

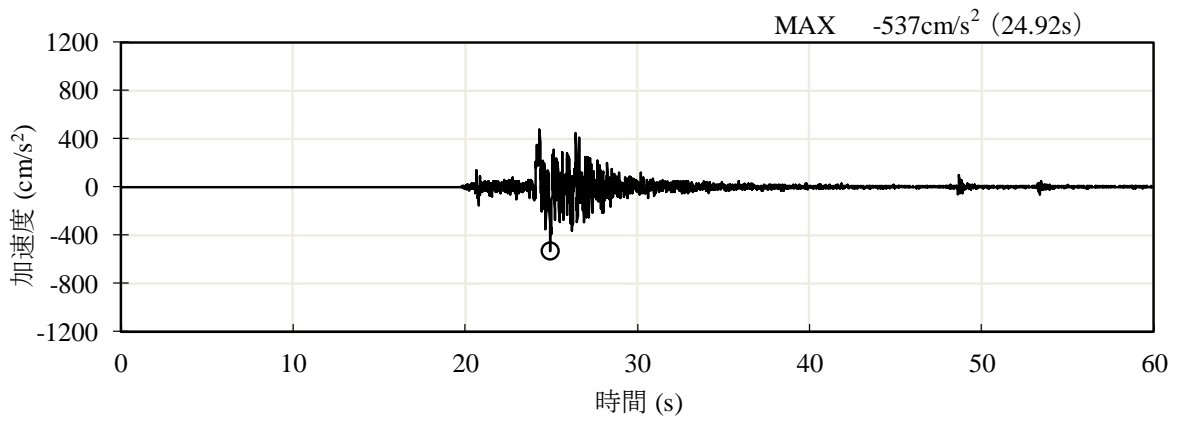


(a) 加速度時刻歴波形

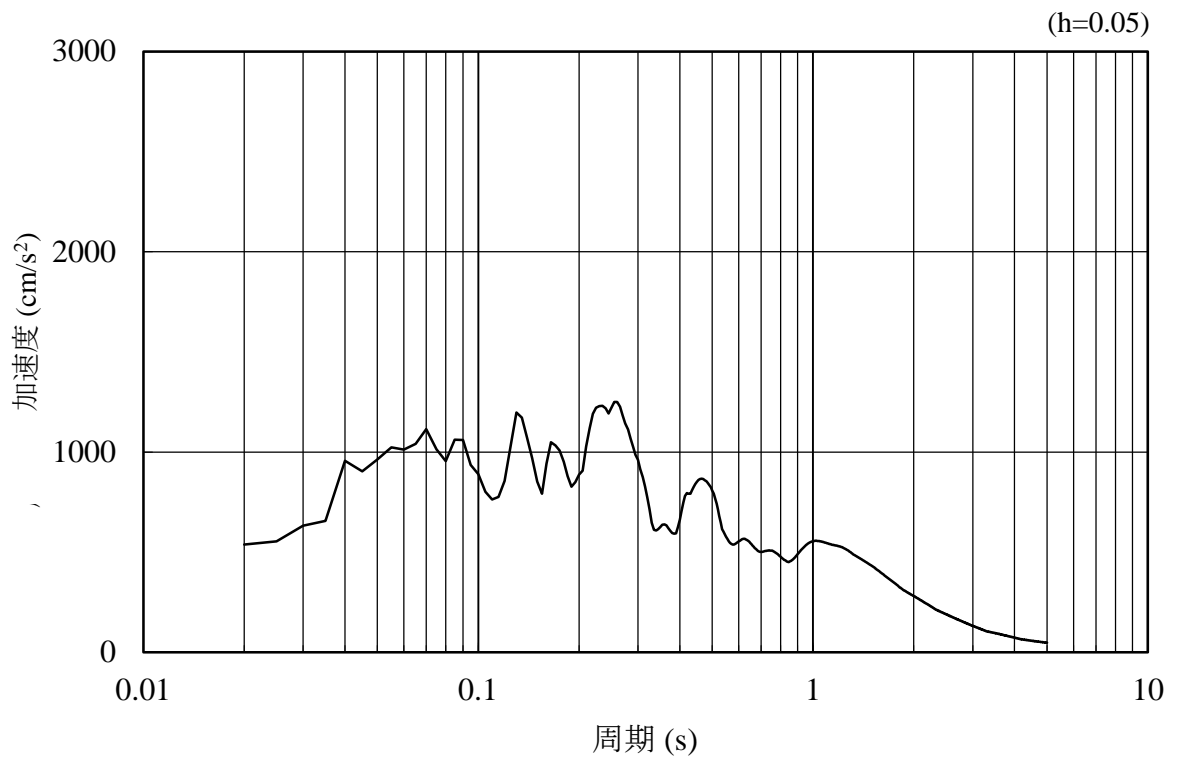


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-61 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 1)

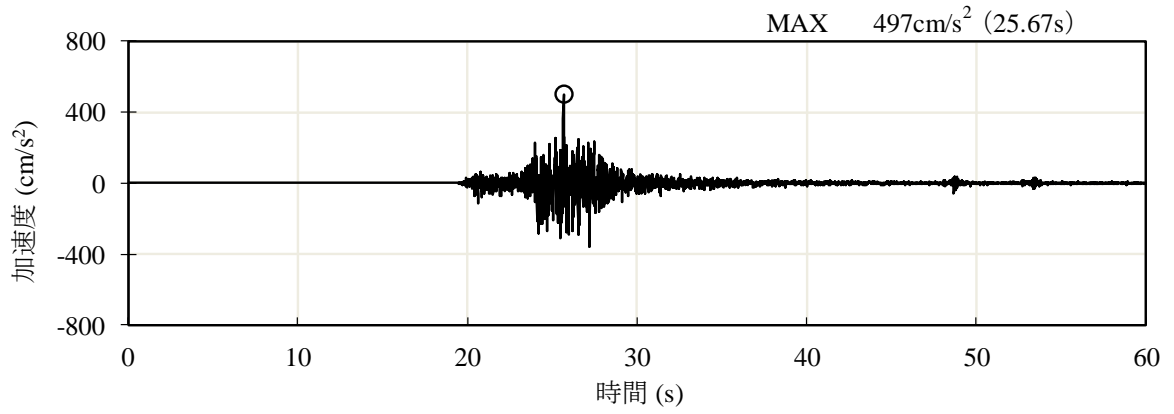


(a) 加速度時刻歴波形

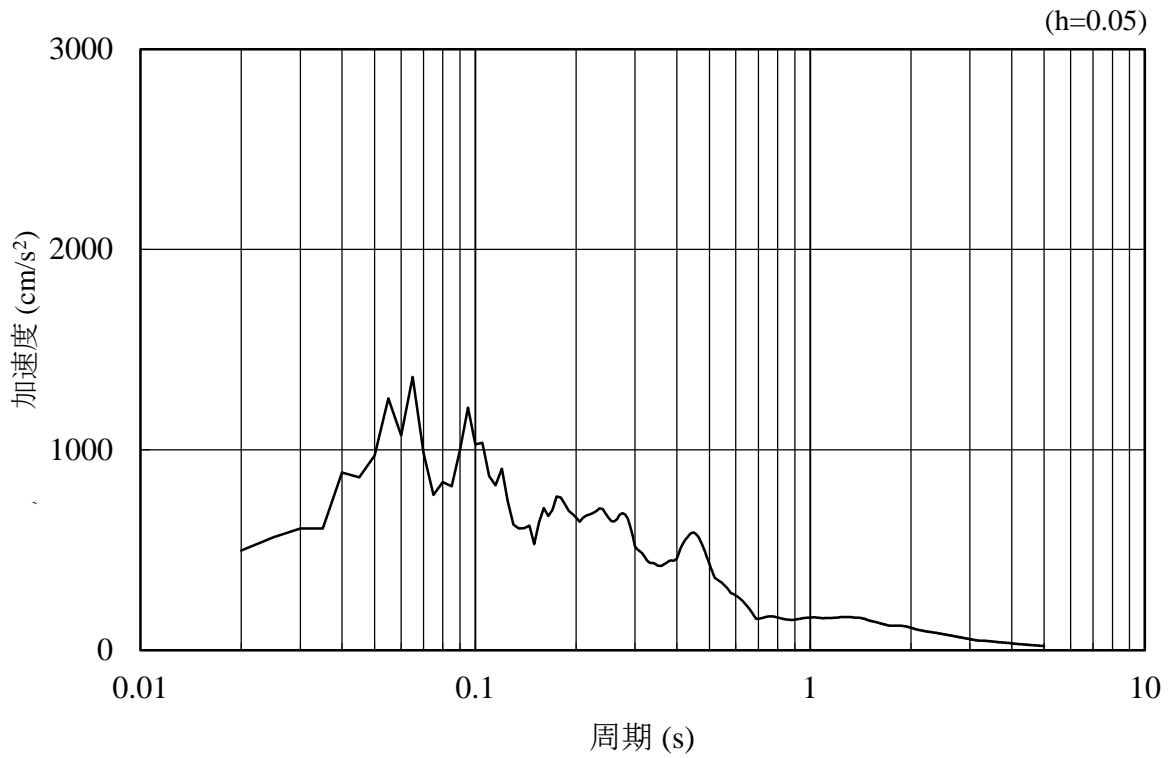


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-62 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - N 2 (N S))

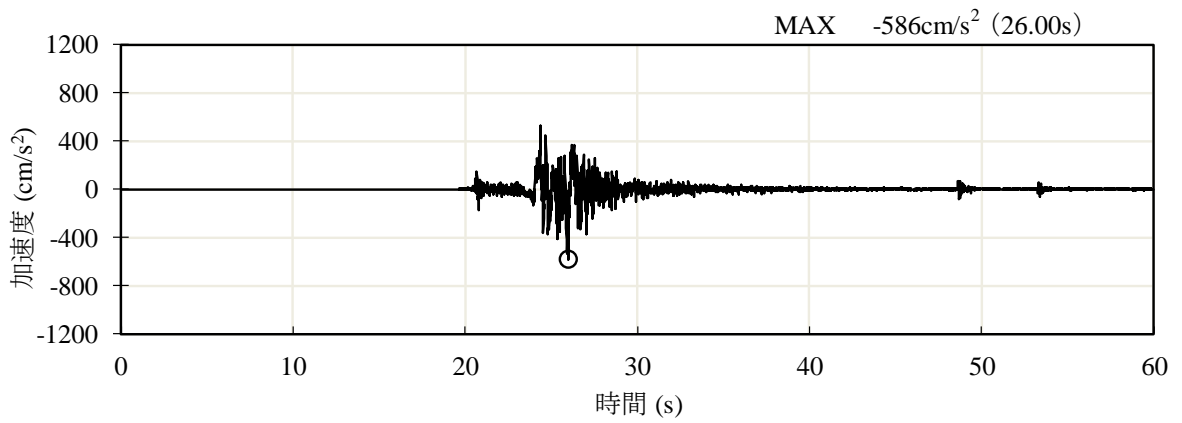


(a) 加速度時刻歴波形

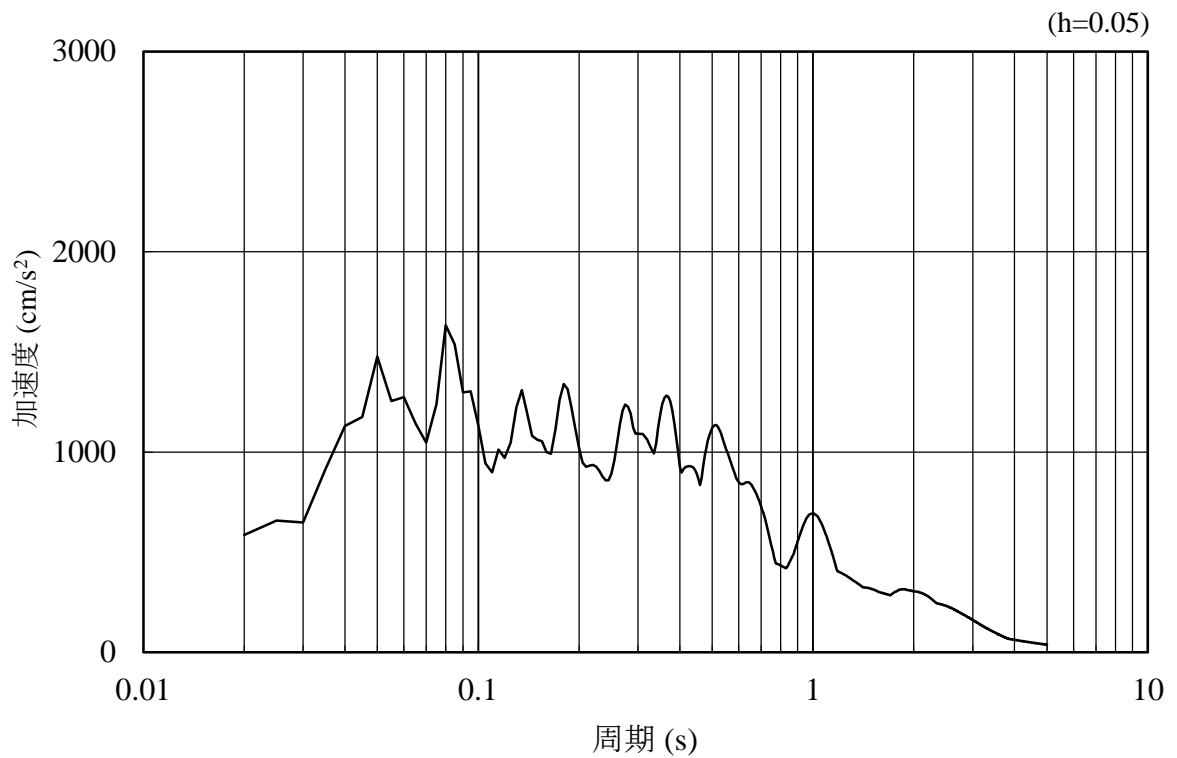


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-63 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (N S))

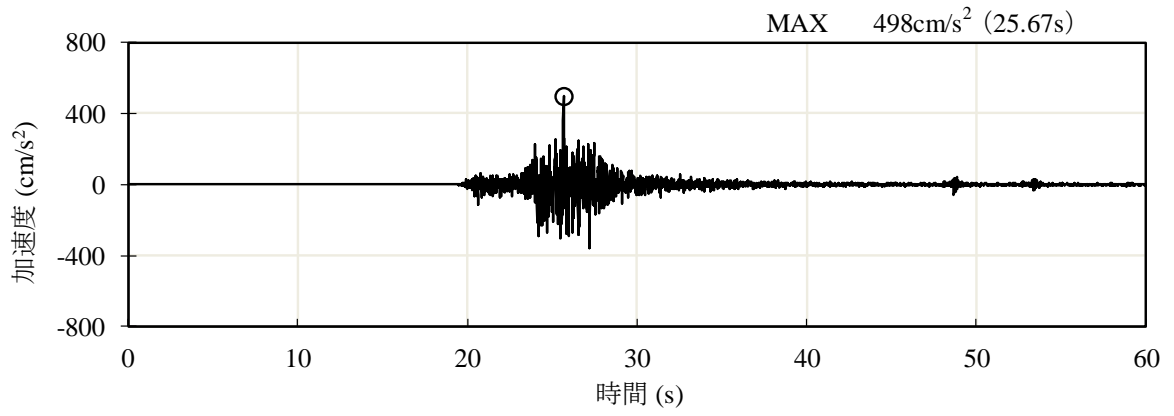


(a) 加速度時刻歴波形

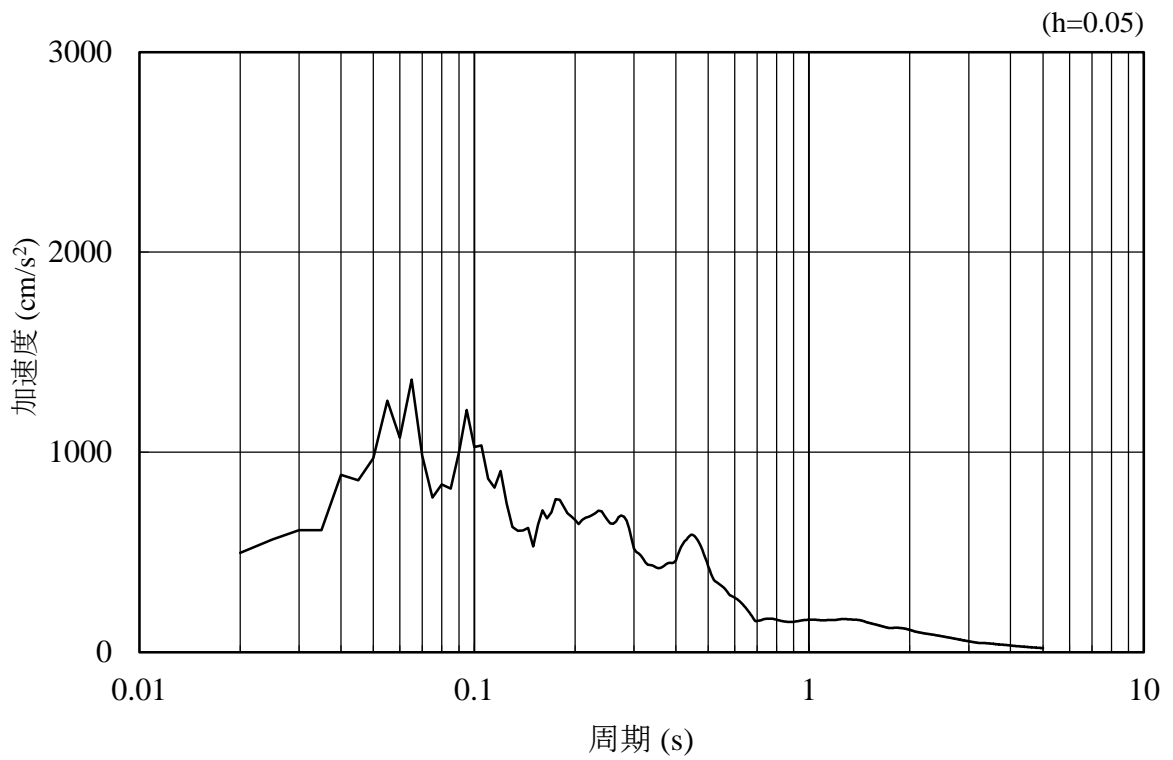


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-64 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 2 (E W))



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 3-65 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (E W))

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の地震応答解析モデルを図 3-66～図 3-69 に示す。

(1) 解析領域

地震応答解析モデルは、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987 ((社)日本電気協会)」を参考に、境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分広い領域とする。

(2) 境界条件

常時応力解析時の境界条件は底面固定とし、側方は自重等による地盤の鉛直方向の変形を拘束しないよう鉛直ローラーとする。

また、地震応答解析時の境界条件は、有限要素解析における半無限地盤を模擬するため、粘性境界を設ける。

(3) 構造物のモデル化

鋼管杭は、線形はり要素(ビーム要素)によりモデル化する。

被覆コンクリート壁は、横断方向の断面においては、モデル化せず、鋼管杭をモデル化したはりの単位体積重量に被覆コンクリート壁の重量を考慮し、縦断方向の断面においては、線形の平面ひずみ要素によりモデル化する。

漂流物対策工(鉄筋コンクリート版)は、モデル化せず、その重量を考慮する。

(4) 地盤のモデル化

岩盤は線形の平面ひずみ要素でモデル化する。

地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。

消波ブロックはモデル化しない。

(5) ジョイント要素の設定

地震時の施設及び地盤の接合面における剥離及びすべりを考慮するため、「港湾の施設の技術上の基準・同解説(国土交通省港湾局, 2007年版)」及び「港湾構造物設計事例集(沿岸技術研究センター, 平成19年3月)」に準拠して、これらの接合面にジョイント要素を設定する。

- | | | | |
|----------------|-----------|------------------|---------------|
| ■ : 岩盤 (第③速度層) | ■ : 改良地盤④ | ■ : 施設護岸 | — : 鋼管杭 |
| ■ : 埋戻土 | ■ : 改良地盤⑤ | ■ : 埋戻土 (施設護岸背面) | — : ジョイント要素 |
| ■ : 埋戻土 (粘性土) | ■ : 被覆石 | ■ : 海水 | — : 地下水面及び海水面 |
| ■ : 砂礫層 | ■ : 基礎捨石 | | |

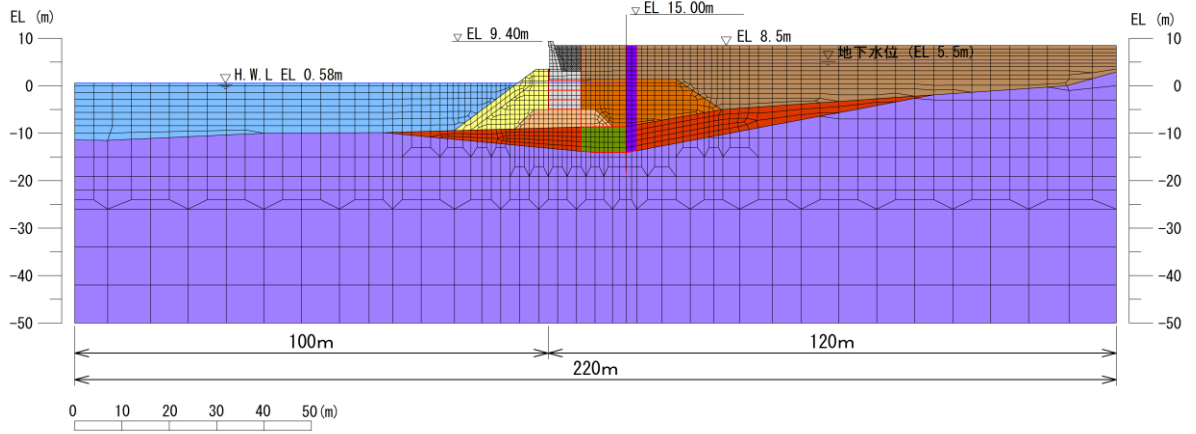


図 3-66 地震応答解析モデル (②-②断面)

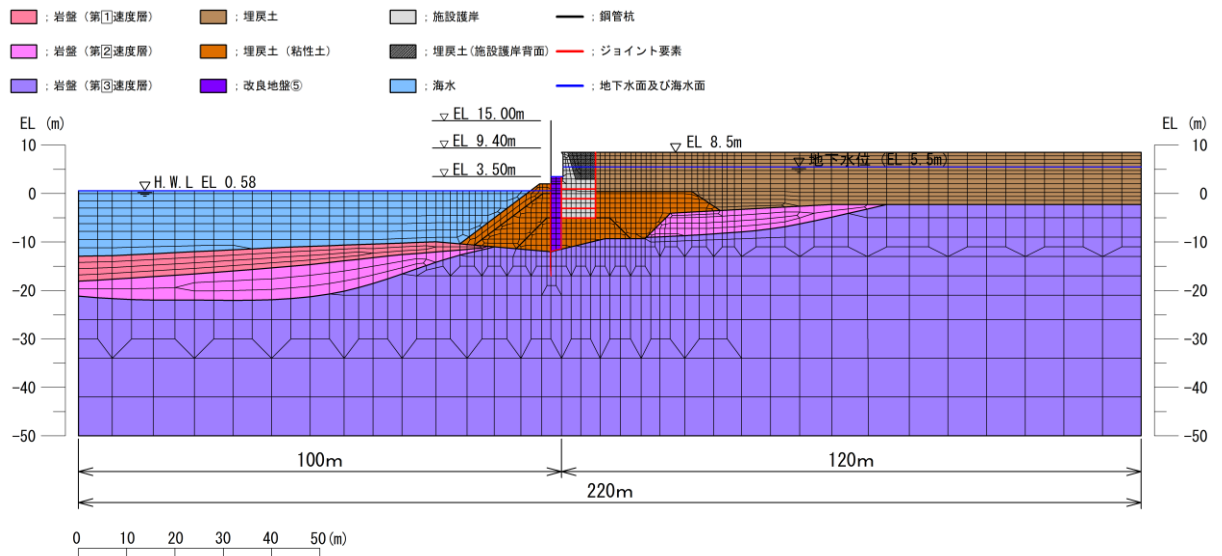


図 3-67 地震応答解析モデル (③-③断面)

- | | | | | |
|----------------|---------------|-----------|------------------|--------------|
| ■ : 岩盤 (第①速度層) | ■ : 埋戻土 | ■ : 改良地盤⑦ | ■ : 施設護岸 | — : 鋼管杭 |
| ■ : 岩盤 (第②速度層) | ■ : 埋戻土 (粘性土) | ■ : 取水槽 | ■ : 埋戻土 (施設護岸背面) | — : ジョイント要素 |
| ■ : 岩盤 (第③速度層) | ■ : 改良地盤⑤ | ■ : 海水 | | — : 地下水面及び海面 |

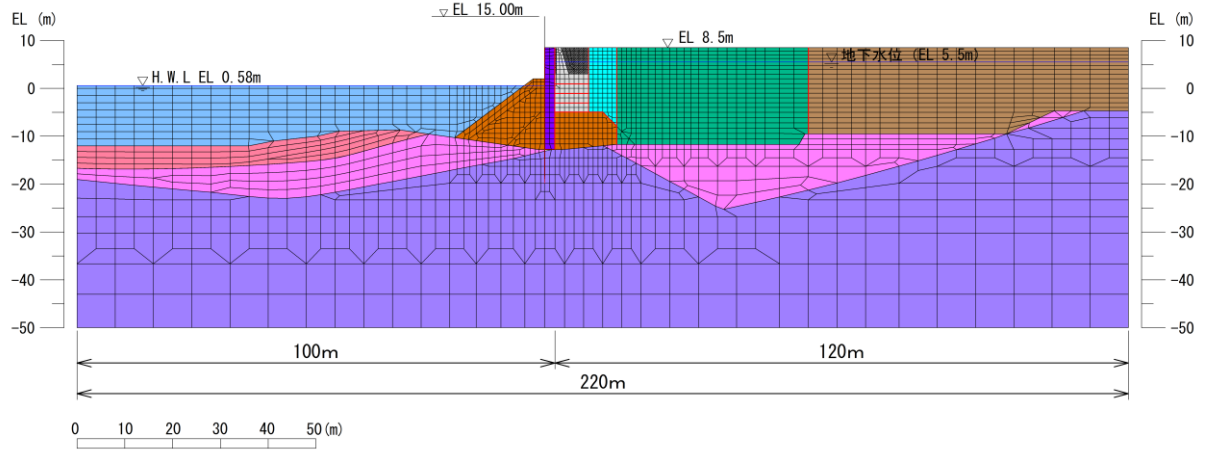


図 3-68 地震応答解析モデル (④-④断面)

- | | | |
|----------------|----------|-------------|
| ■ : 岩盤 (第③速度層) | ■ : 砂礫層 | — : 鋼管杭 |
| ■ : 埋戻土 | ■ : 防波壁 | — : ジョイント要素 |
| ■ : 埋戻土 (粘性土) | — : 地下水面 | |

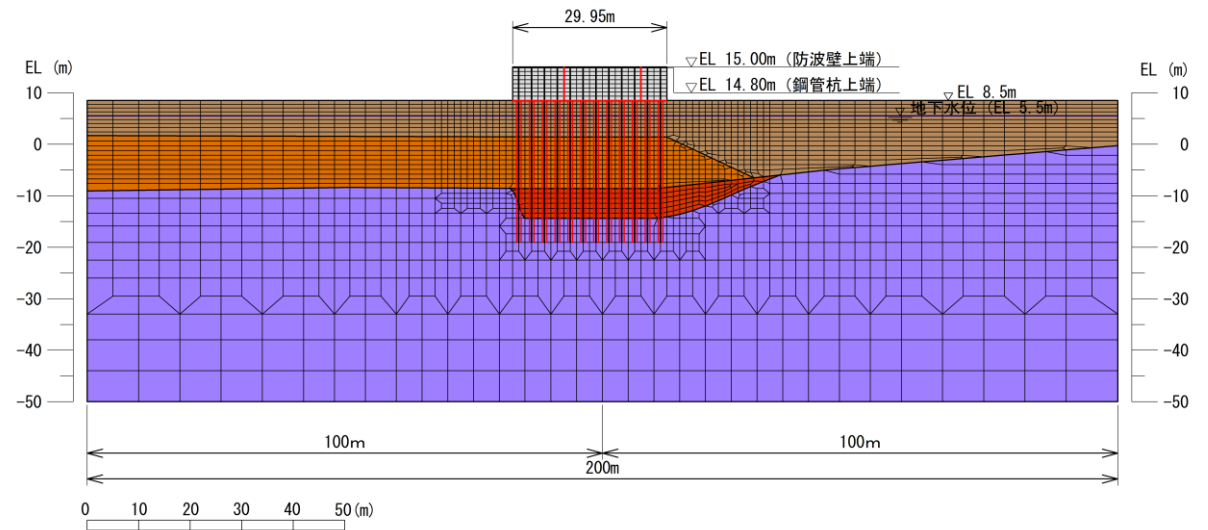


図 3-69 地震応答解析モデル (⑦-⑦断面)

3.5.2 使用材料及び材料の物性値

耐震評価に用いる材料定数は、適用基準類を基に設定する。使用材料を表 3-4 に、材料の物性値を表 3-5 に示す。

表 3-4 使用材料

諸元		
鋼管杭		φ 2200mm (SKK490, SM490Y) t=25mm*
		φ 2000mm (SKK490) t=25mm
		φ 1800mm (SKK490) t=25mm
		φ 1600mm (SKK490) t=25mm
杭頭連結材		(SKK490, SM490) t=25mm*
被覆コンクリート壁	鉄筋	SD345
	コンクリート	設計基準強度：24N/mm ²

注記*：「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）」に基づき，腐食代 1mm を考慮する。

表 3-5 材料の物性値

材料	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比
鋼管杭	77.0*	2.0×10 ⁵	0.3
鉄筋コンクリート	24.0*	2.5×10 ⁴ *	0.2*

注記*：コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（（社）土木学会，2002 年制定）

3.5.3 地盤の物性値

地盤の物性値は，VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

3.5.4 地下水位

設計地下水位は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に従い設定する。
設計地下水位を表3-6に示す。

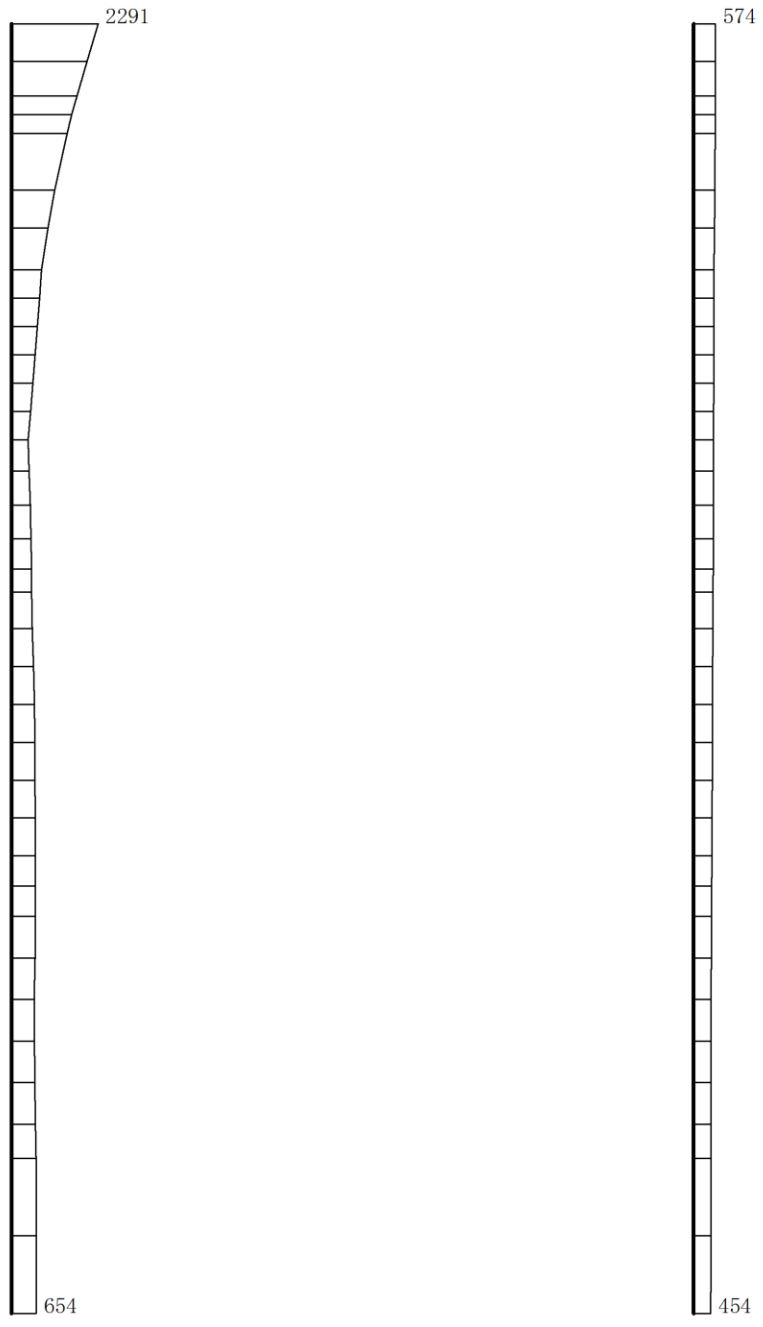
表3-6 設計地下水位

施設名称	設計地下水位
防波壁（多重鋼管杭式擁壁）	防波壁より陸側：EL 5.5m 防波壁より海側：EL 0.58m

4. 解析結果

4.1 ②-②断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-1～図 4-12 に、防波壁天端の変位量を表 4-1 に示す。また、解析ケース①において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査において照査値が最大となる地震動について、解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図 4-13 及び図 4-14 に、防波壁天端の変位量を表 4-1 に示す。解析ケース①～③のうち照査値が最大となる地震動について、解析ケース④の最大加速度分布図を図 4-15 に示す。



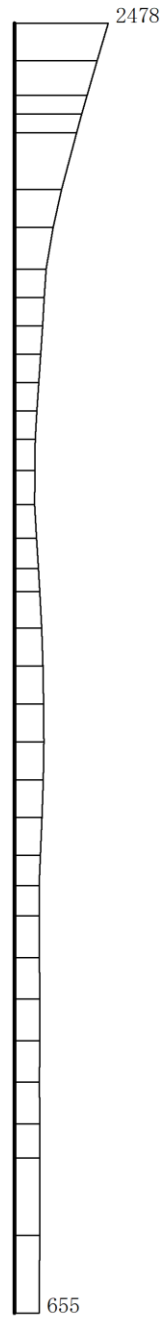
S_s-D (++) 水平

S_s-D (++) 鉛直

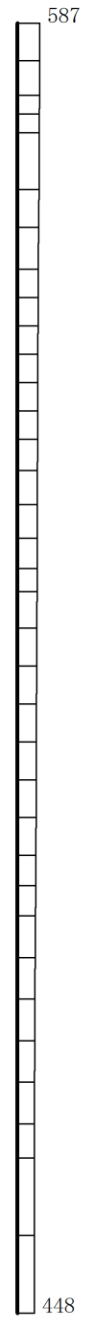
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)


図 4-1 最大応答加速度分布図(1/15) (解析ケース①)



S s - D (- +) 水平



S s - D (- +) 鉛直

構造スケール 0  2(m)


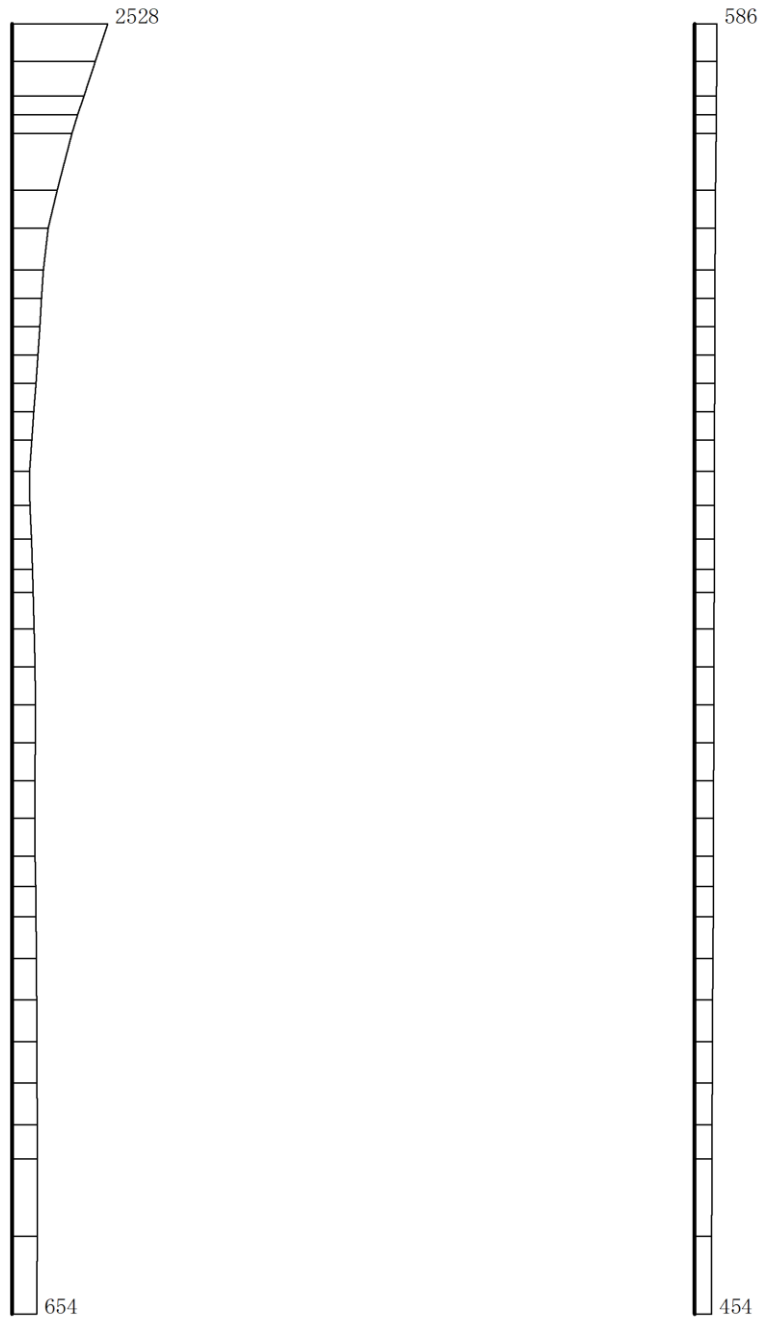
応答値スケール 0  2000(cm/s²)

図 4-2 最大応答加速度分布図 (2/15) (解析ケース①)



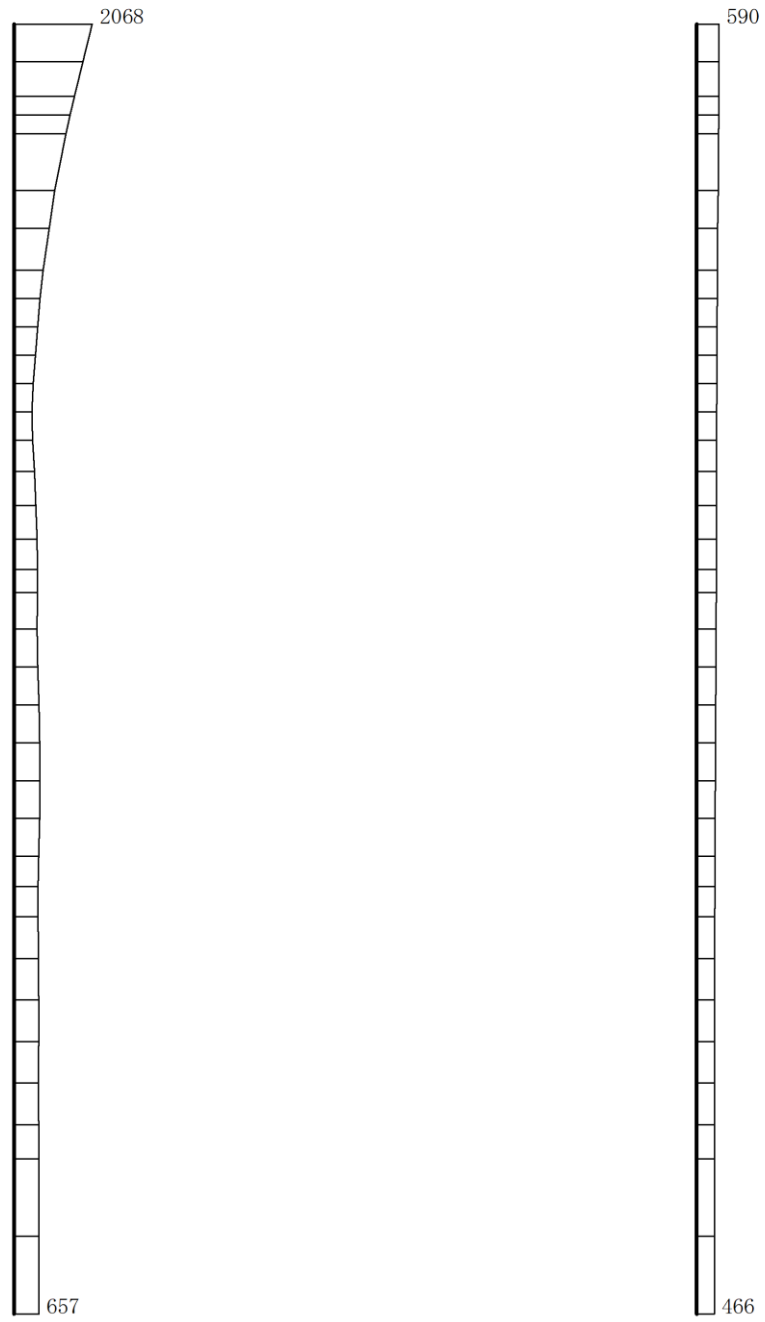
S s - D (+-) 水平

S s - D (+-) 鉛直

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-3 最大応答加速度分布図 (3/15) (解析ケース①)



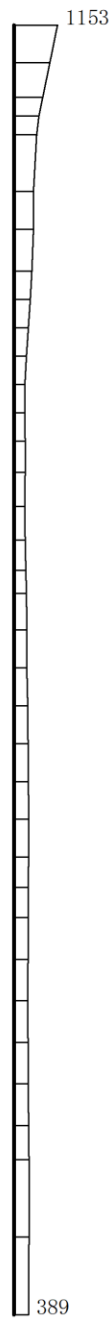
S s - D (--) 水平

S s - D (--) 鉛直

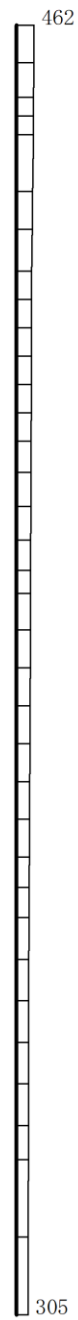
構造スケール 0 2 (m)

応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-4 最大応答加速度分布図 (4/15) (解析ケース①)



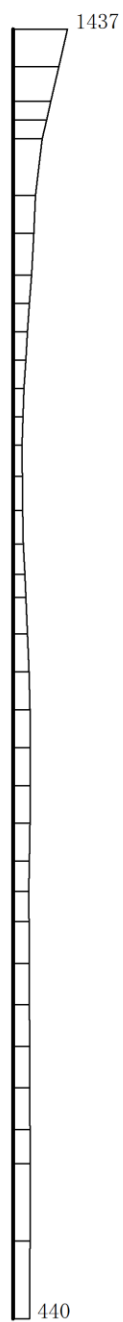
S s - F 1 (++) 水平



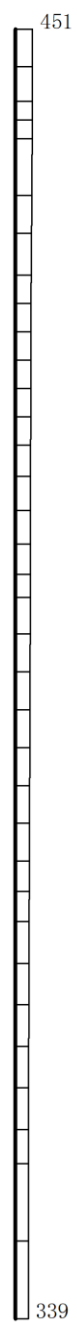
S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 2000(cm/s^2)$

図 4-5 最大応答加速度分布図(5/15) (解析ケース①)



S s - F 2 (++) 水平

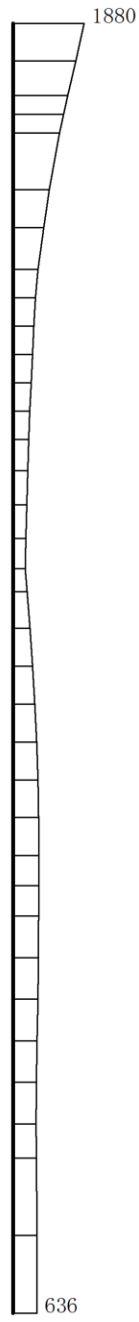


S s - F 2 (++) 鉛直

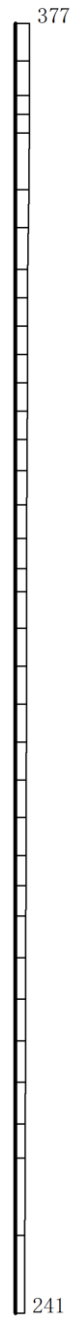
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-6 最大応答加速度分布図(6/15) (解析ケース①)



S s - N 1 (++) 水平

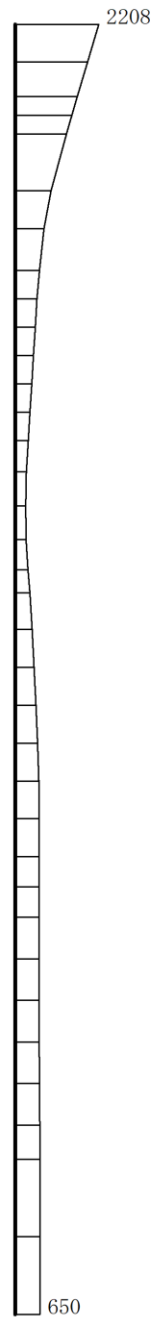


S s - N 1 (++) 鉛直

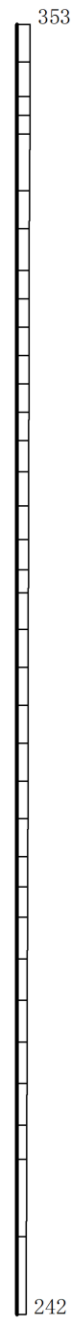
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-7 最大応答加速度分布図(7/15) (解析ケース①)



S s - N 1 (- +) 水平

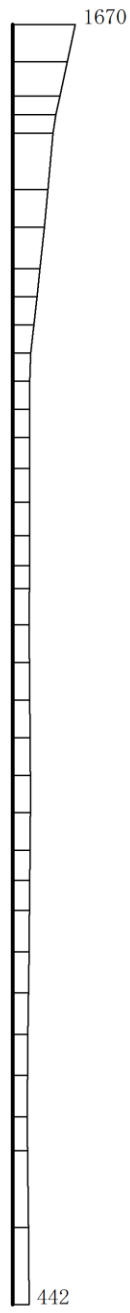


S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-8 最大応答加速度分布図(8/15) (解析ケース①)



S s - N 2 (N S) (+ +) 水平

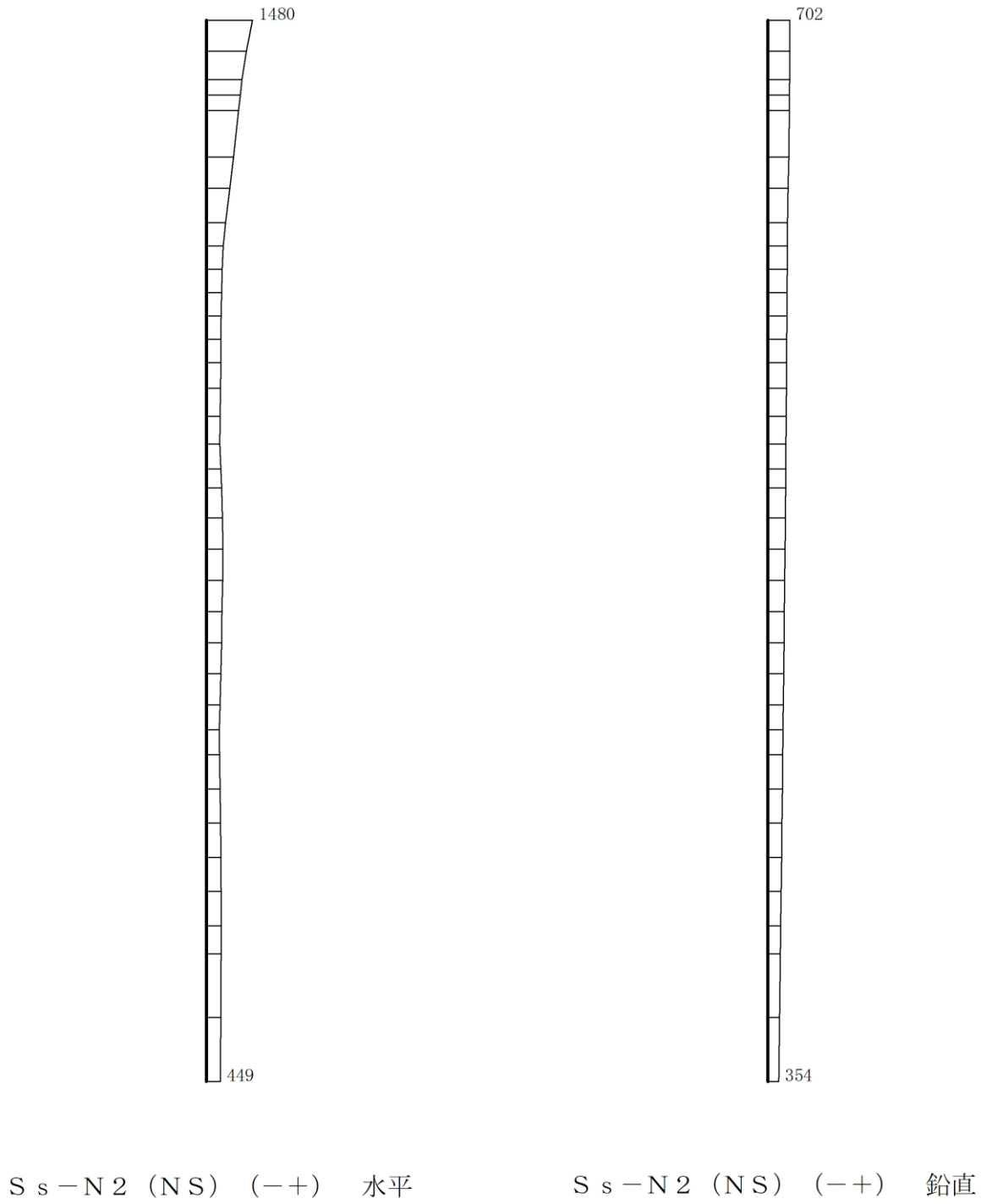


S s - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

構造スケール 0 2 (m)

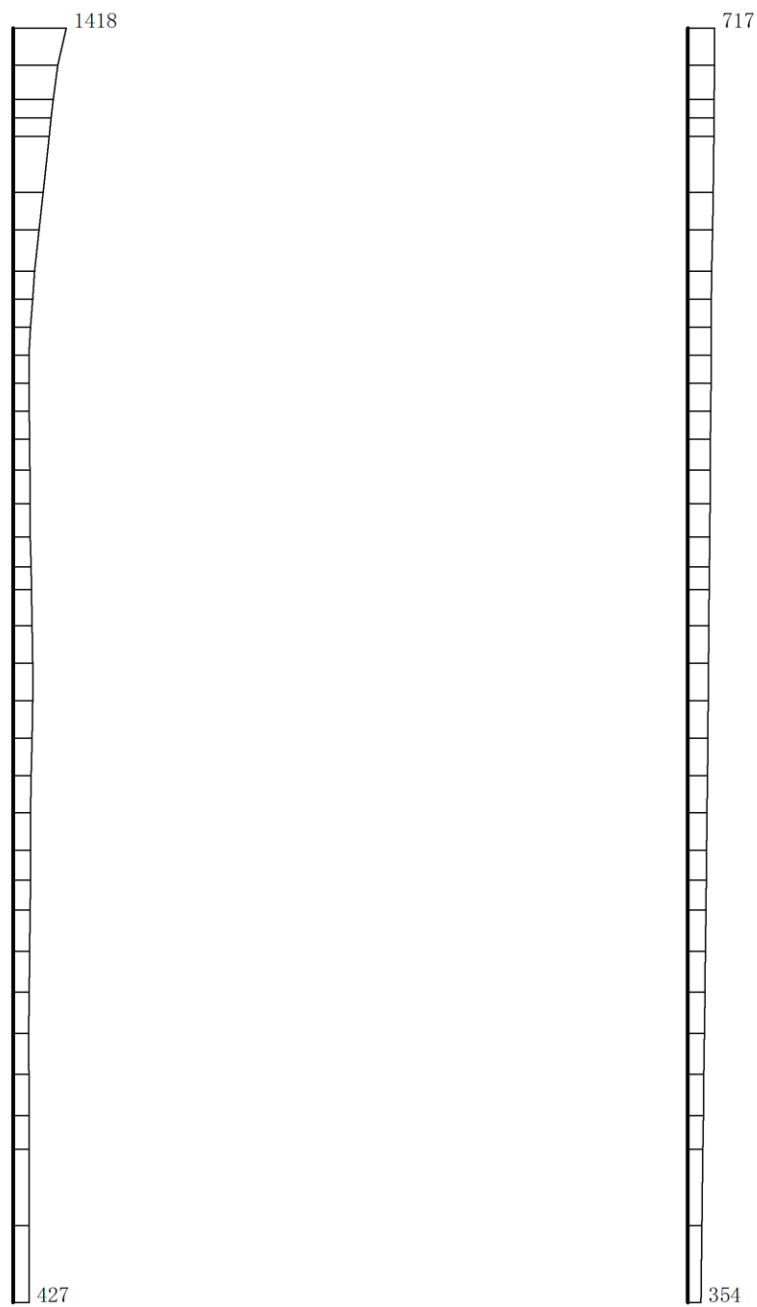
応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-9 最大応答加速度分布図 (9/15) (解析ケース①)



構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 2000(cm/s^2)$

図 4-10 最大応答加速度分布図(10/15) (解析ケース①)

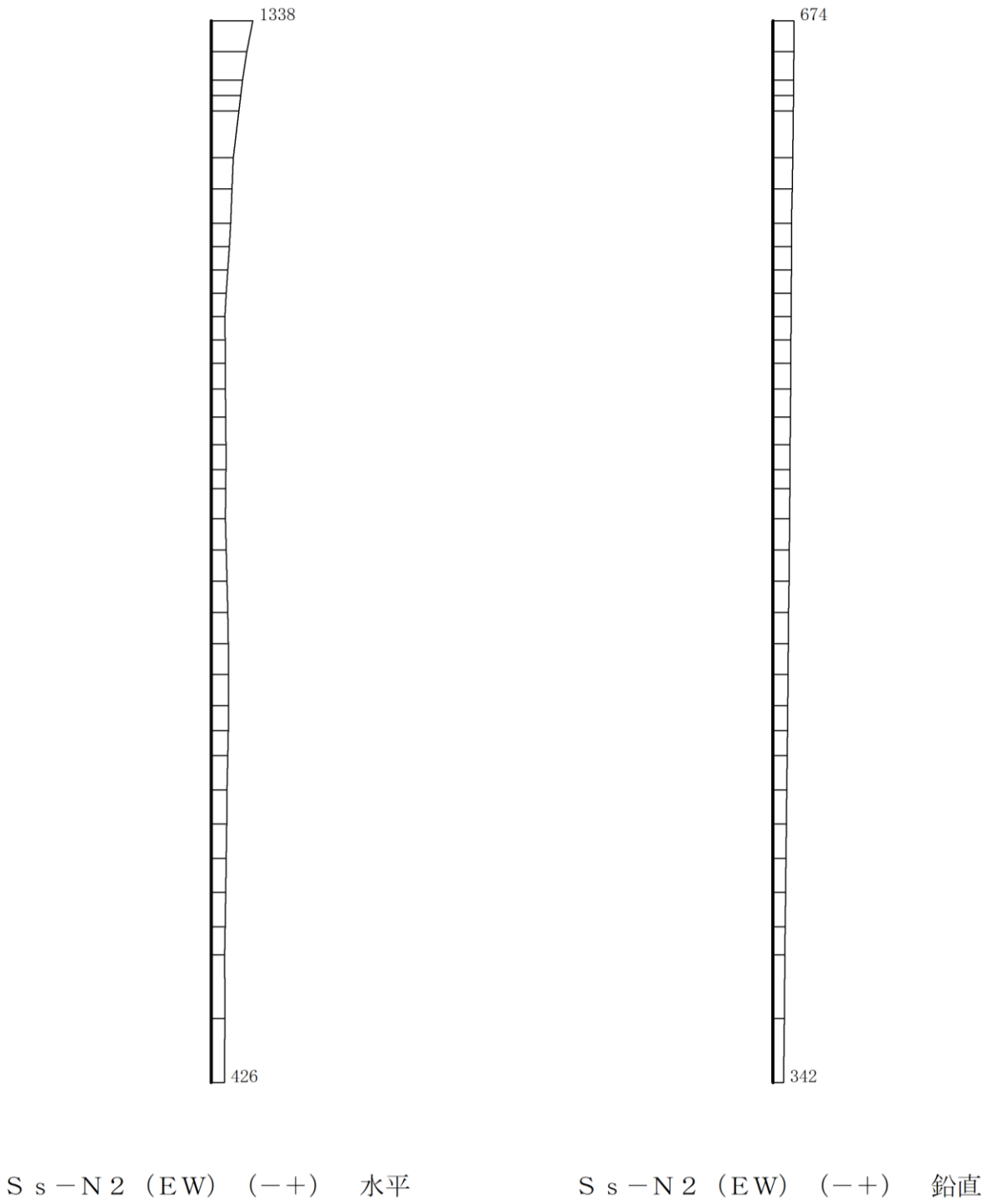


S s - N 2 (EW) (++) 水平

S s - N 2 (EW) (++) 鉛直

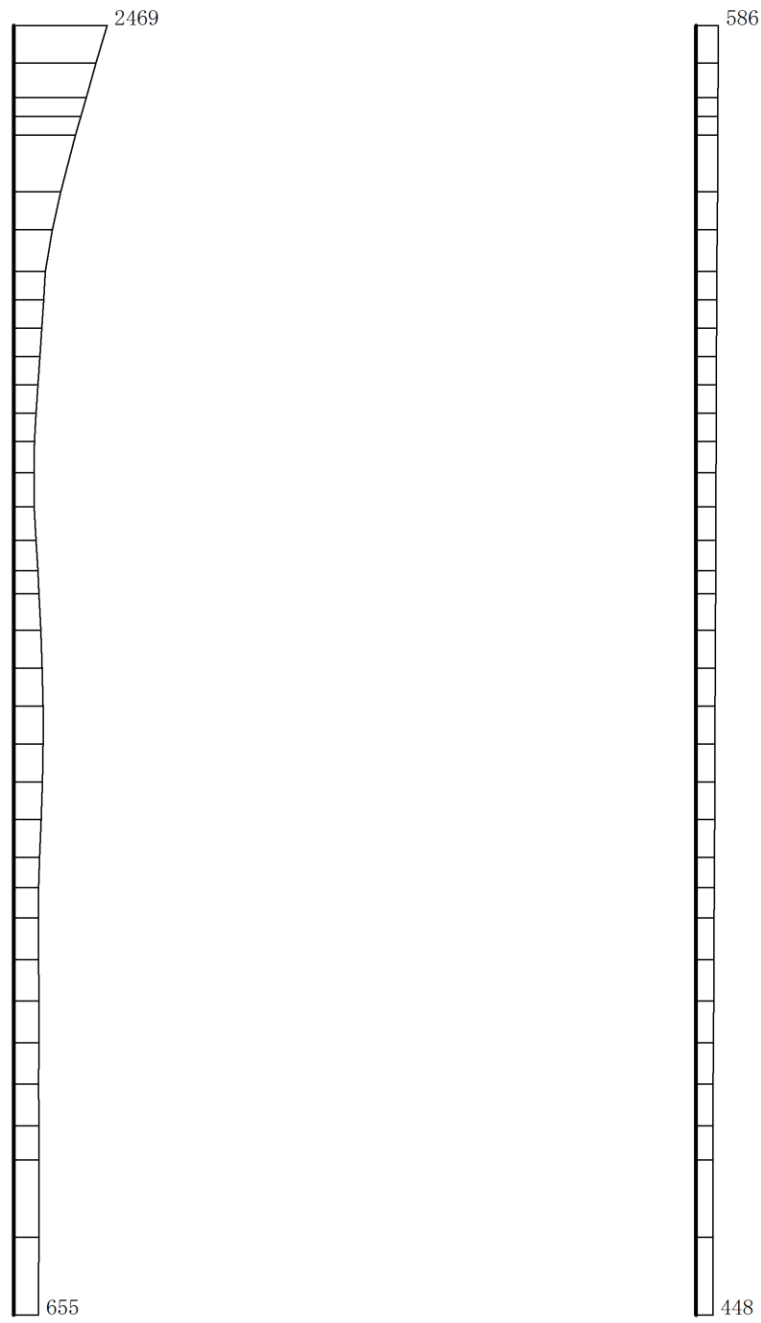
構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-11 最大応答加速度分布図(11/15) (解析ケース①)



構造スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 2(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 2000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-12 最大応答加速度分布図(12/15) (解析ケース①)

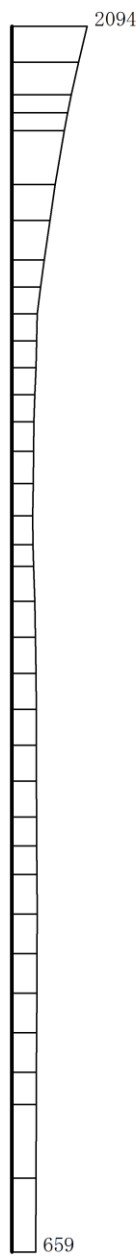


S s - D (- +) 水平

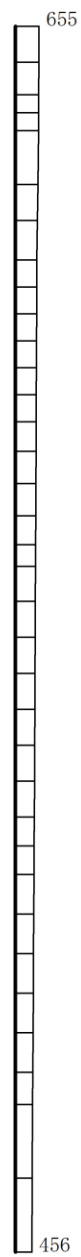
S s - D (- +) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 2000(cm/s^2)$

図 4-14 最大応答加速度分布図(14/15) (解析ケース③)



S s - D (- +) 水平



S s - D (- +) 鉛直

構造スケール 0 2 (m)

応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-15 最大応答加速度分布図(15/15) (解析ケース④)

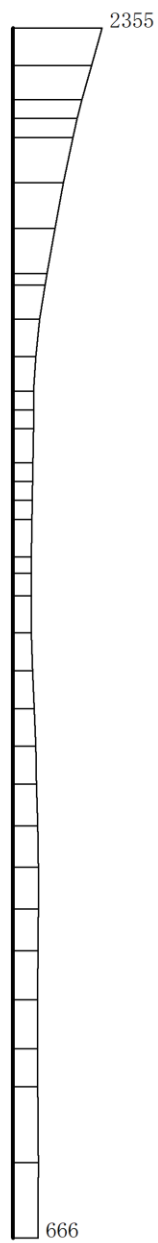
表 4-1 防波壁天端の変位量 (②-②断面)

解析 ケース	地震動		防波壁天端変位量	
			法線直交方向 $\delta_x(T)$ (mm)	深度方向 $\delta_z(T)$ (mm)
①	S _s -D	(++) *	387	1
		(-+) *	493	1
		(+-) *	436	1
		(--)*	464	1
	S _s -F 1	(++) *	123	0
	S _s -F 2	(++) *	145	0
	S _s -N 1	(++) *	300	0
		(-+) *	296	0
	S _s -N 2 (NS)	(++) *	194	1
		(-+) *	315	1
	S _s -N 2 (EW)	(++) *	293	1
		(-+) *	235	1
②	S _s -D	(-+) *	494	1
③	S _s -D	(-+) *	492	1

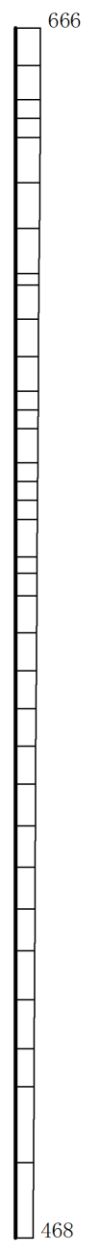
注記* : 地震動の位相について, (++) の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し, 「-」は位相を反転させたケースを示す。

4.2 ③-③断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d-D に対する最大加速度分布図を図 4-16～図 4-27 及び図 4-31 に、弾性設計用地震動 S_d-D に対する防波壁天端の変位量を表 4-2 に示す。また、解析ケース①において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査において照査値が最大となる地震動について、解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図 4-28 及び図 4-29 に、解析ケース①～③のうち照査値が最大となる地震動について、解析ケース④の最大加速度分布図を図 4-30 に示す。



S s - D (++) 水平

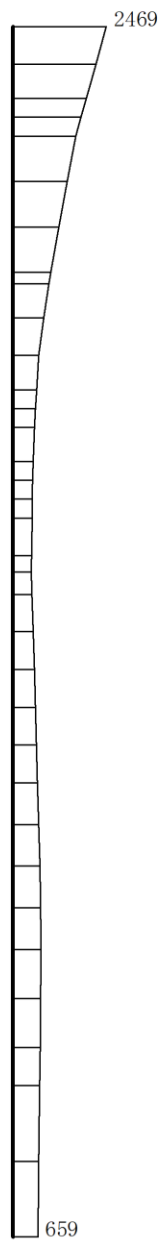


S s - D (++) 鉛直

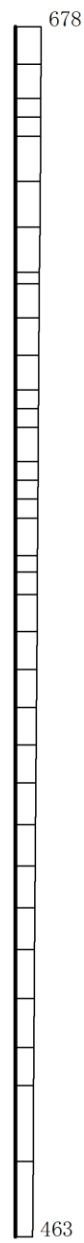
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-16 最大応答加速度分布図(1/16) (解析ケース①)



S s - D (- +) 水平

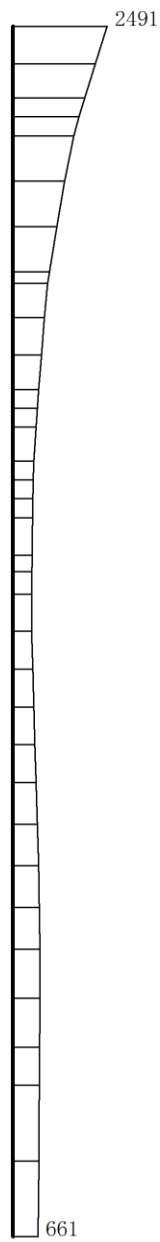


S s - D (- +) 鉛直

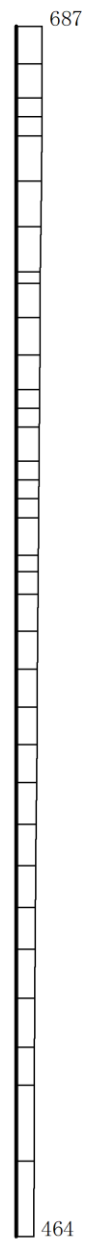
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-17 最大応答加速度分布図(2/16) (解析ケース①)



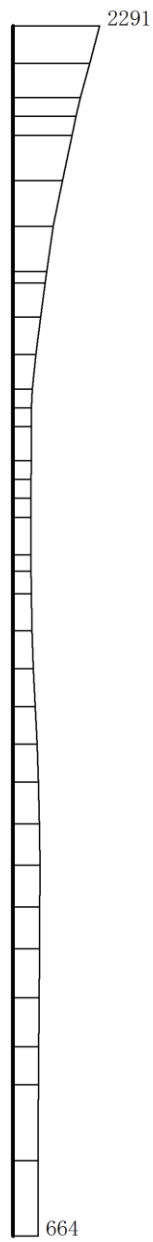
S s - D (+-) 水平



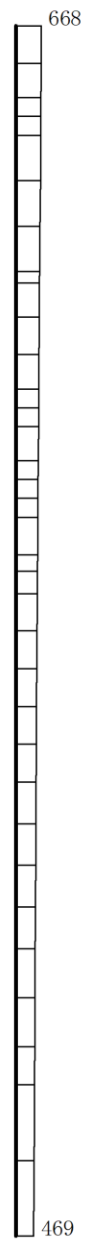
S s - D (+-) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad 2000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-18 最大応答加速度分布図(3/16) (解析ケース①)



S s - D (--) 水平

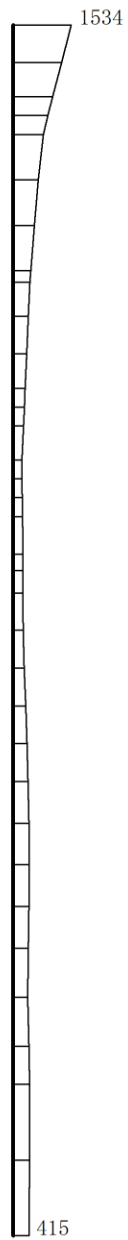


S s - D (--) 鉛直

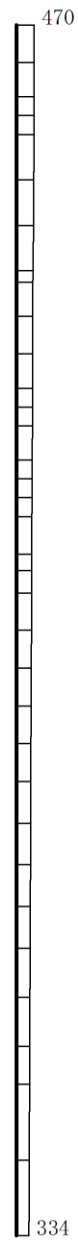
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-19 最大応答加速度分布図(4/16) (解析ケース①)



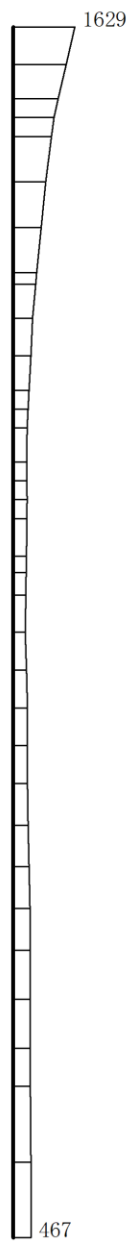
S s - F 1 (++) 水平



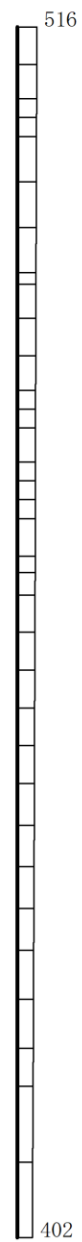
S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 2000(cm/s^2)$

図 4-20 最大応答加速度分布図(5/16) (解析ケース①)



S s - F 2 (++) 水平

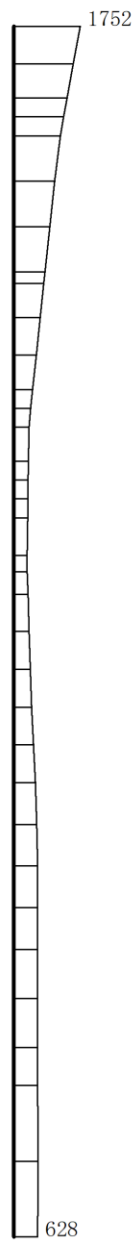


S s - F 2 (++) 鉛直

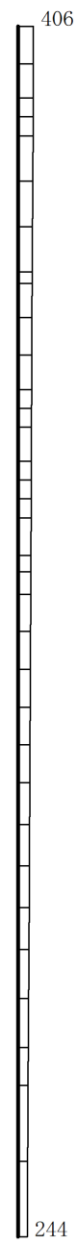
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-21 最大応答加速度分布図(6/16) (解析ケース①)



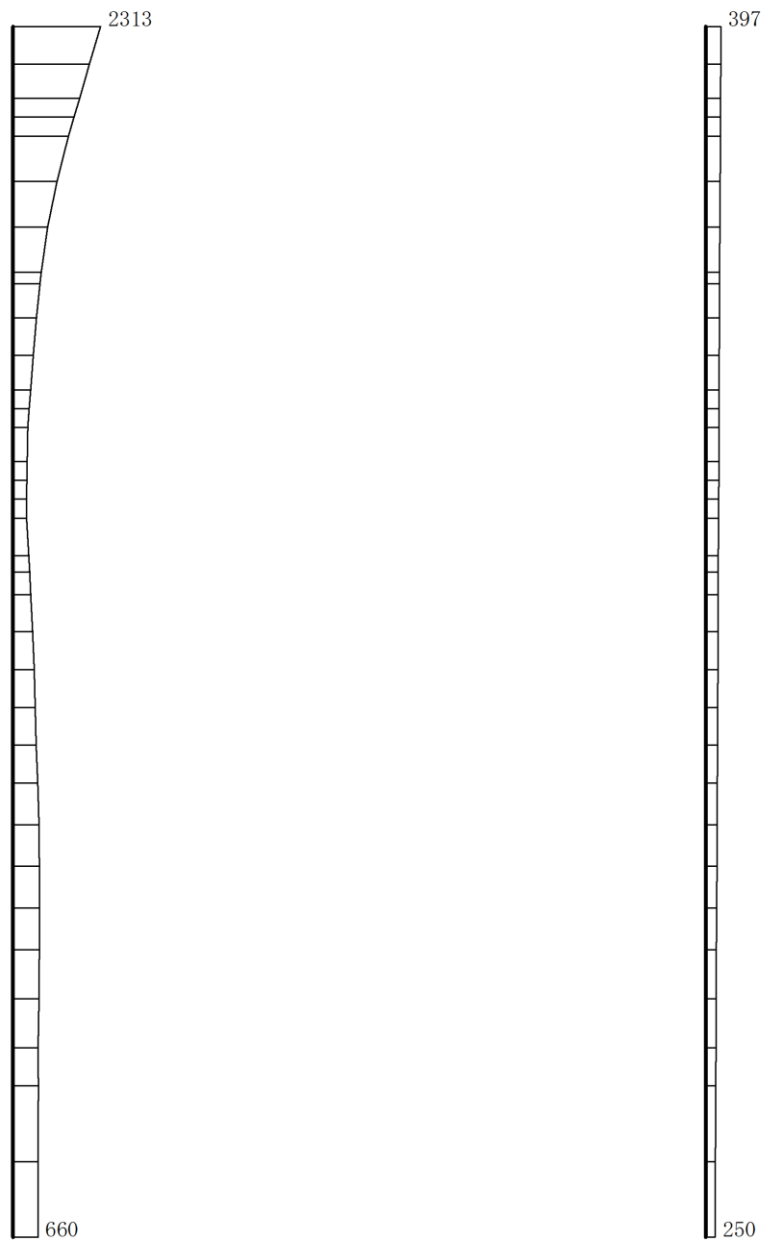
S s - N 1 (++) 水平



S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-22 最大応答加速度分布図(7/16) (解析ケース①)

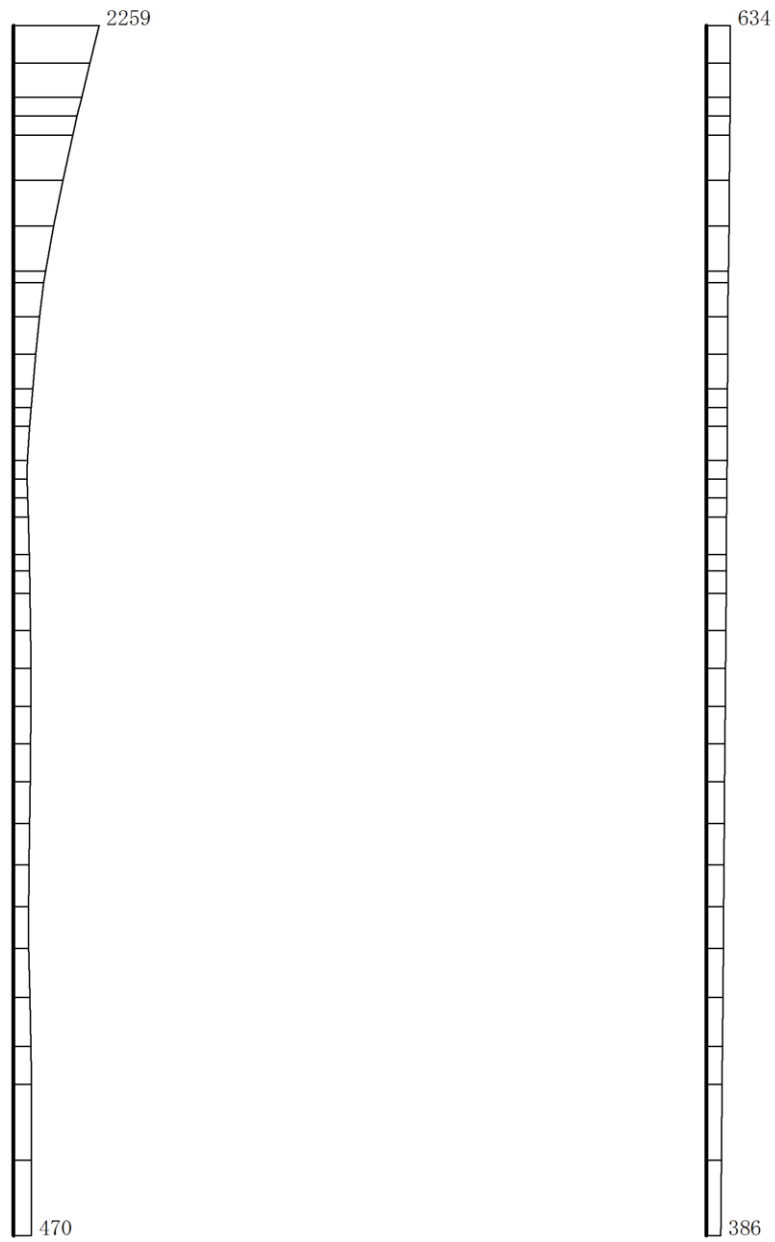


S s - N 1 (- +) 水平

S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 2000(cm/s^2)$

図 4-23 最大応答加速度分布図(8/16) (解析ケース①)

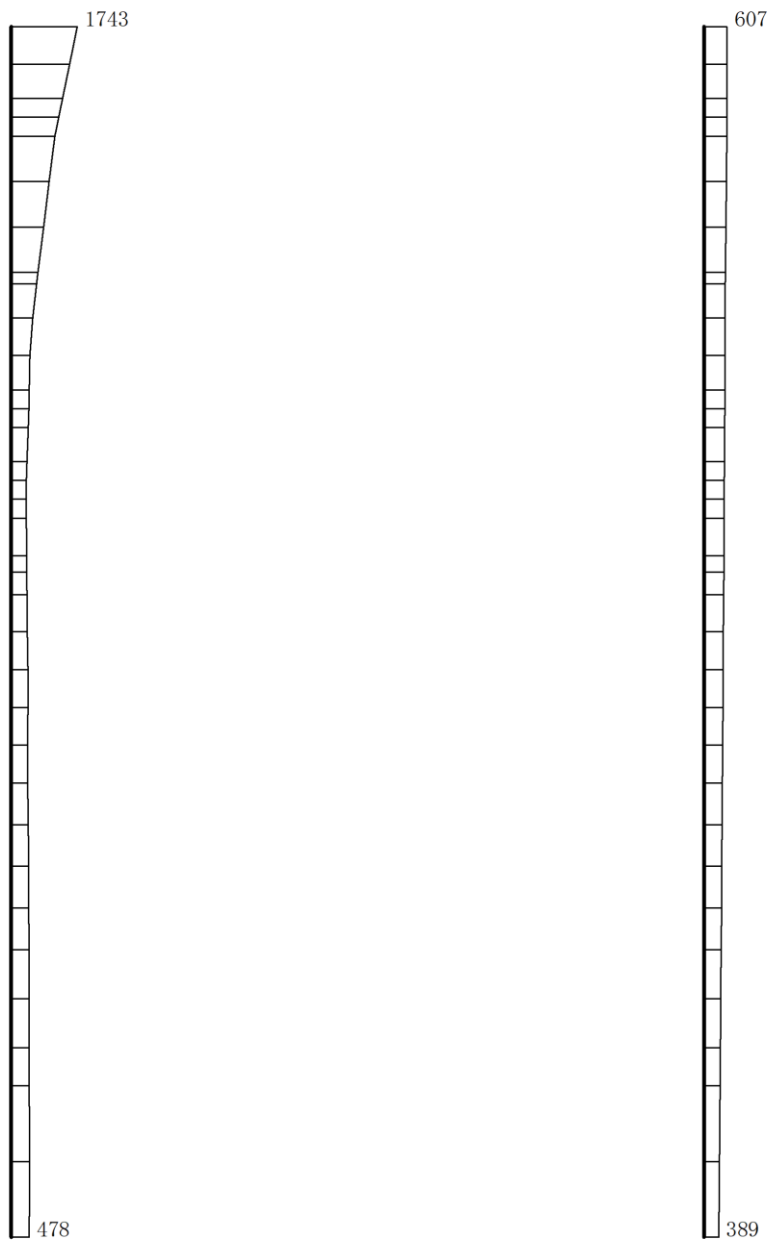


S s - N 2 (NS) (++) 水平

S s - N 2 (NS) (++) 鉛直


構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-24 最大応答加速度分布図(9/16) (解析ケース①)



S s - N 2 (N S) (- +) 水平

S s - N 2 (N S) (- +) 鉛直

構造スケール 0  2(m)


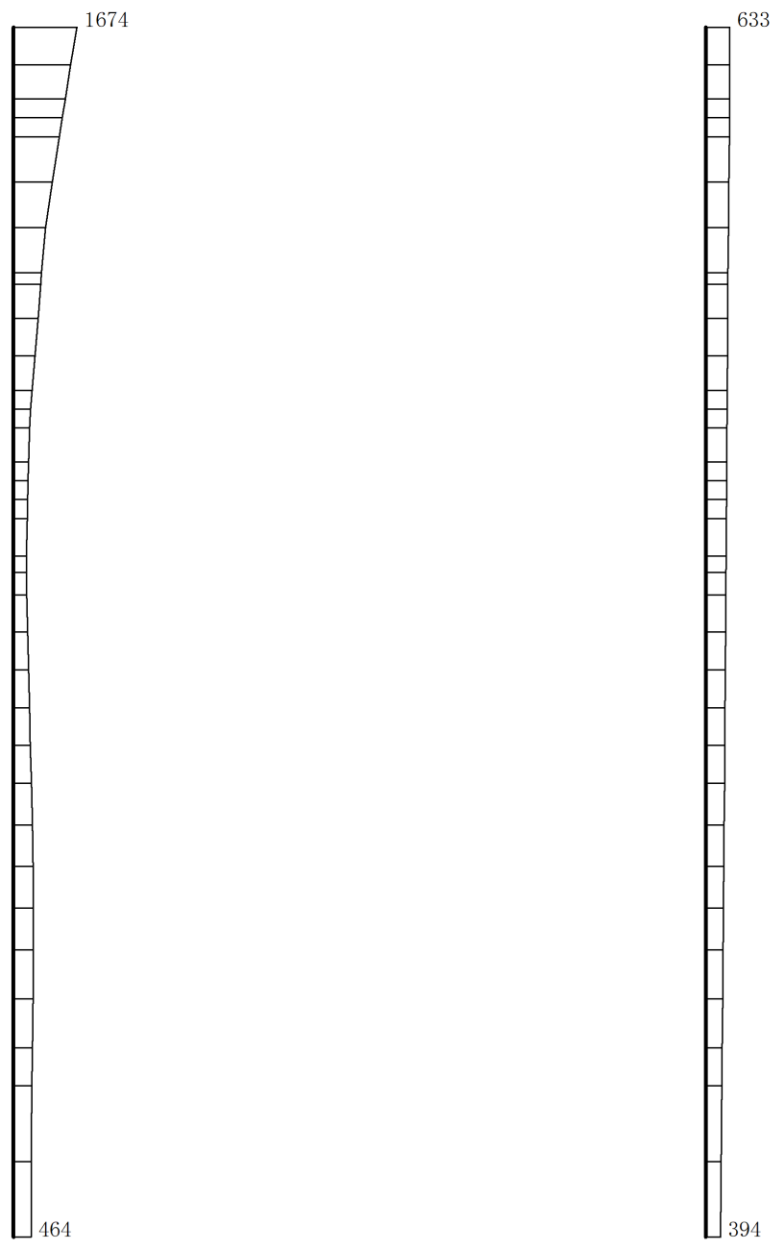
応答値スケール 0  2000(cm/s²)

図 4-25 最大応答加速度分布図(10/16) (解析ケース①)



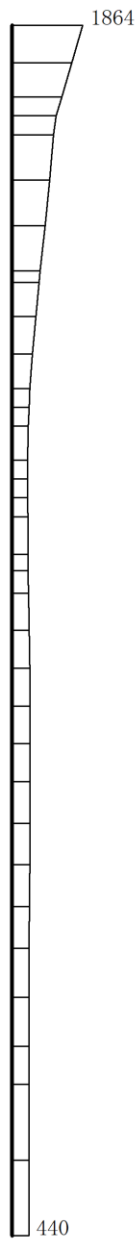
S s - N 2 (EW) (++) 水平

S s - N 2 (EW) (++) 鉛直

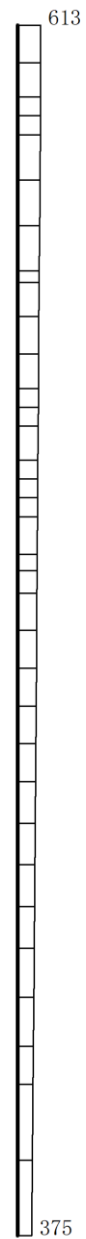
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-26 最大応答加速度分布図(11/16) (解析ケース①)



S s - N 2 (EW) (-+) 水平

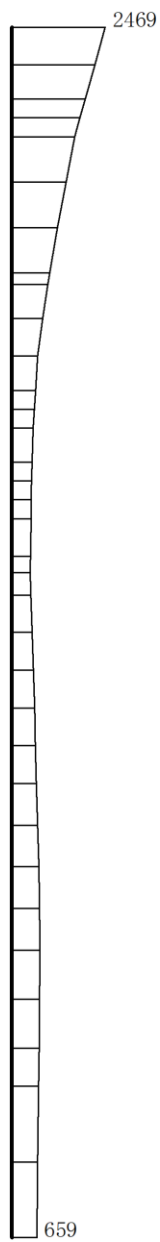


S s - N 2 (EW) (-+) 鉛直

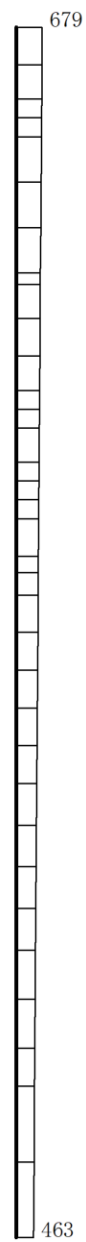
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-27 最大応答加速度分布図(12/16) (解析ケース①)



S s - D (-+) 水平

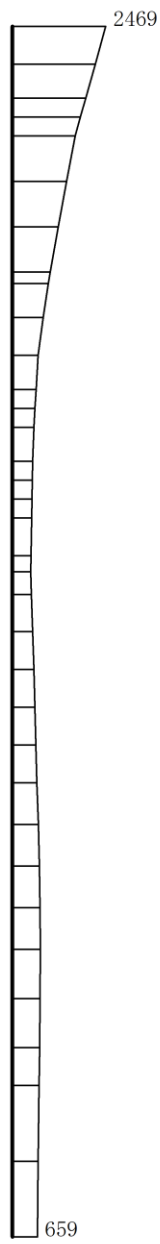


S s - D (-+) 鉛直

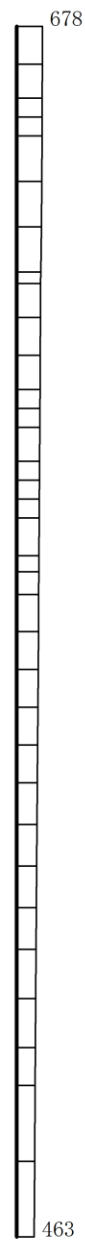
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)


図 4-28 最大応答加速度分布図(13/16) (解析ケース②)



S s - D (-+) 水平



S s - D (-+) 鉛直

構造スケール 0  2(m)


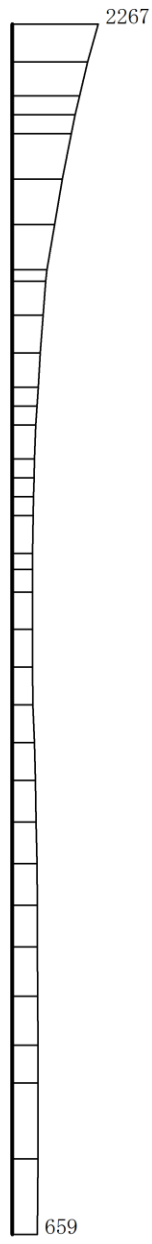
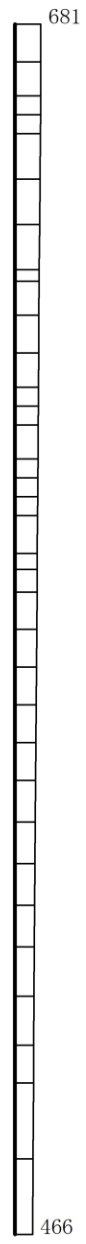
応答値スケール 0  2000(cm/s²)

図 4-29 最大応答加速度分布図(14/16) (解析ケース③)



S s - D (- +) 水平

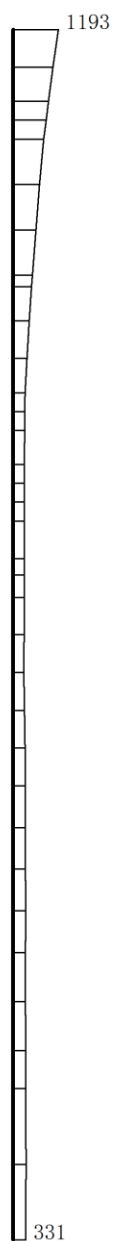


S s - D (- +) 鉛直

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-30 最大応答加速度分布図(15/16) (解析ケース④)



S d - D (++) 水平



S d - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-31 最大応答加速度分布図(16/16) (解析ケース①)

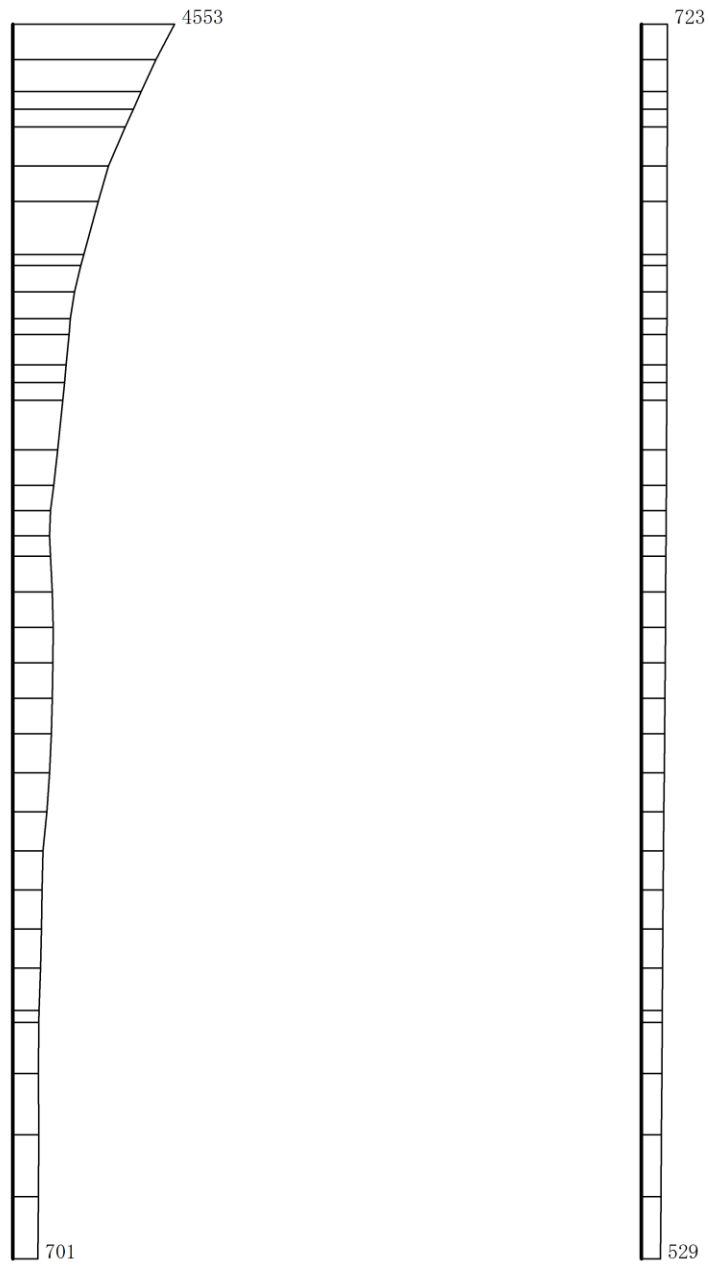
表 4-2 防波壁天端の変位量 (③-③断面)

解析 ケース	地震動		防波壁天端変位量	
			法線直交方向 $\delta_x(T)$ (mm)	深度方向 $\delta_z(T)$ (mm)
①	S d - D	(++) *	163	0

注記* : 地震動の位相について, (++) の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し,
「-」は位相を反転させたケースを示す。

4.3 ④－④断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d-D に対する最大加速度分布図を図 4-32～図 4-55、図 4-60 及び図 4-61 に、弾性設計用地震動 S_d-D に対する防波壁天端の変位量を表 4-3 に示す。また、解析ケース①において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査において照査値が最大となる地震動について、解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図 4-56～図 4-59 に示す。

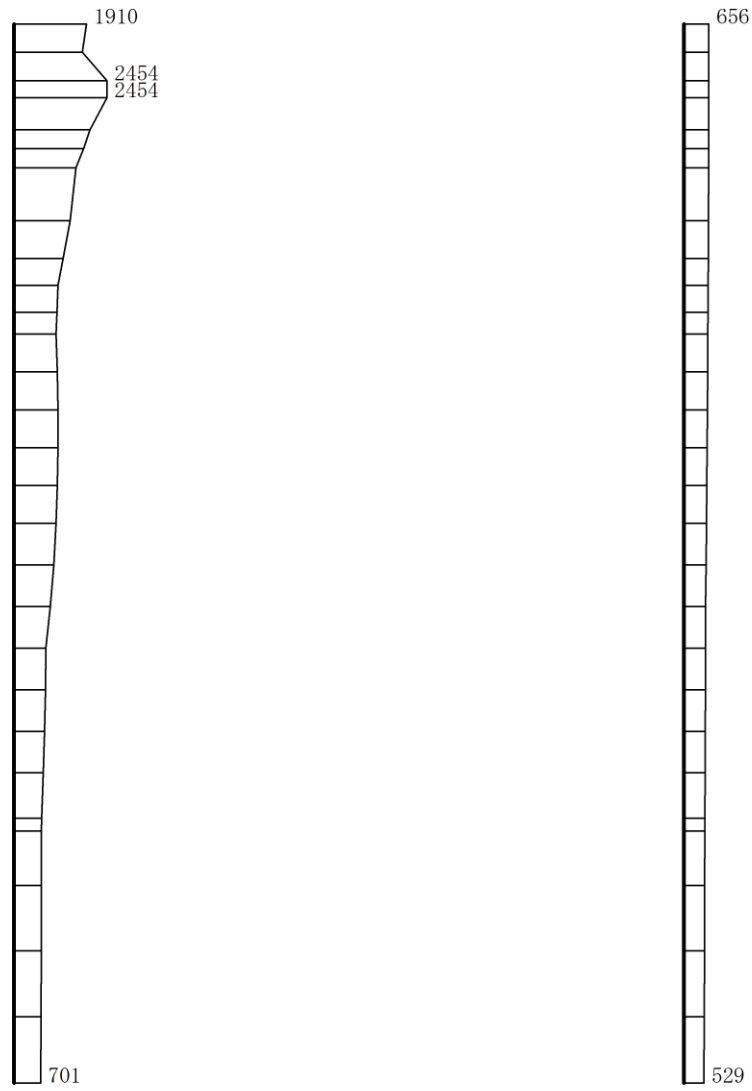


S s - D (++) 水平

S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-32 最大応答加速度分布図(1/30) (解析ケース①, 海側杭)

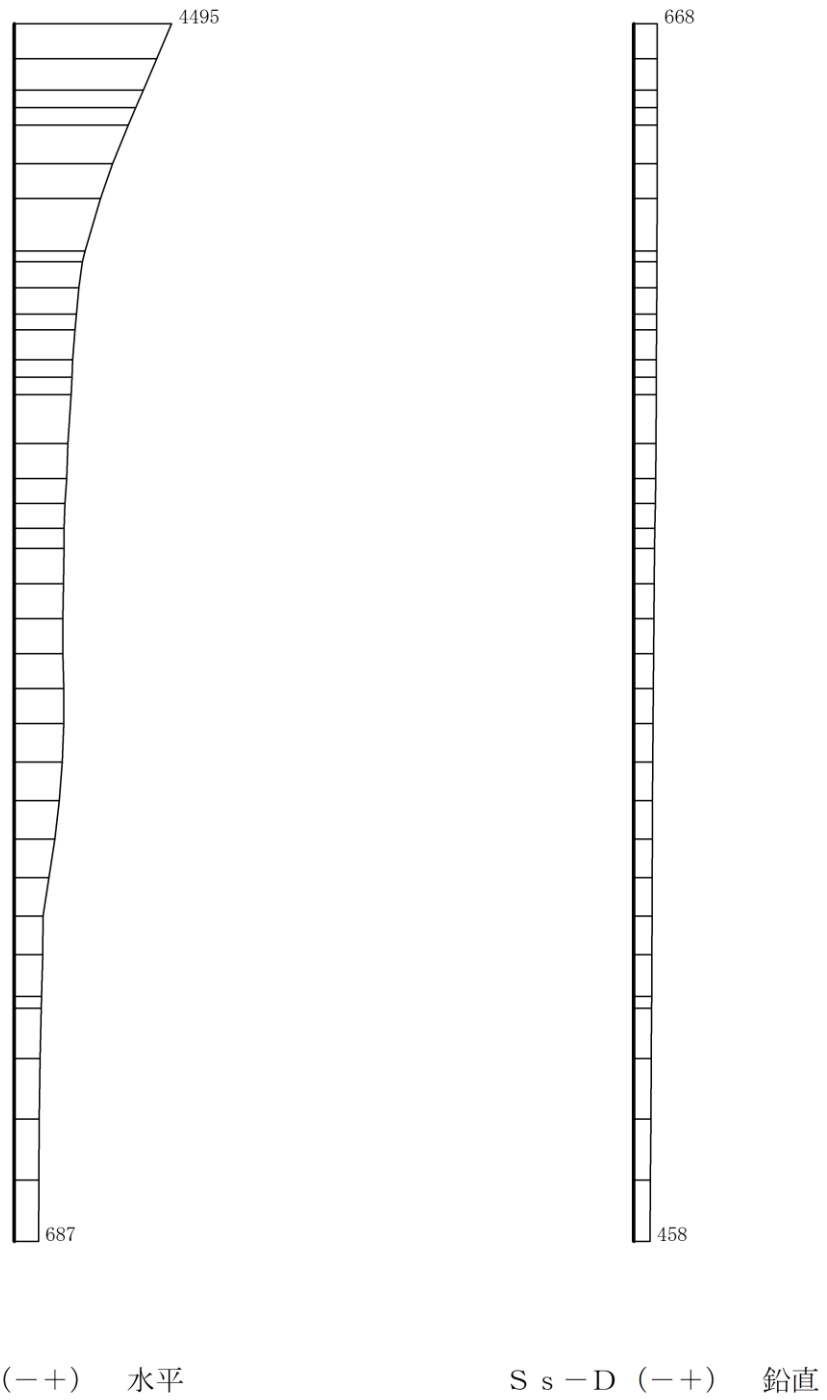


S s - D (++) 水平

S s - D (++) 鉛直

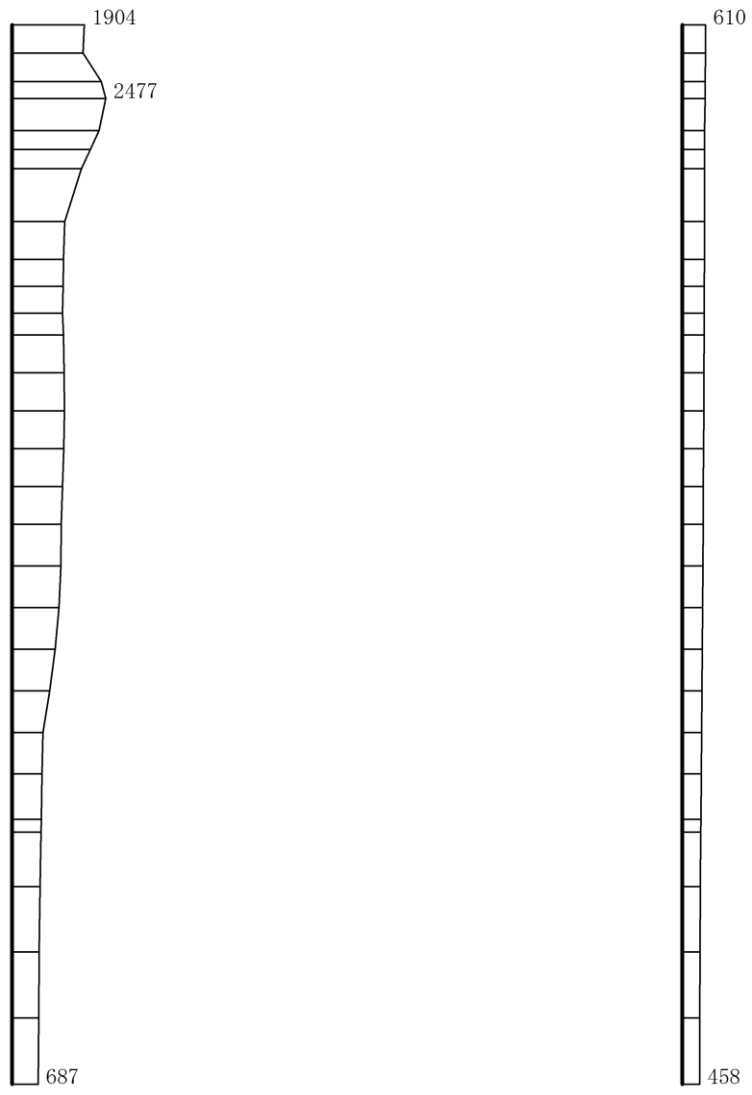
構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-33 最大応答加速度分布図(2/30) (解析ケース①, 陸側杭)



構造スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 2(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 2000(\text{cm/s}^2)$

図 4-34 最大応答加速度分布図 (3/30) (解析ケース①, 海側杭)

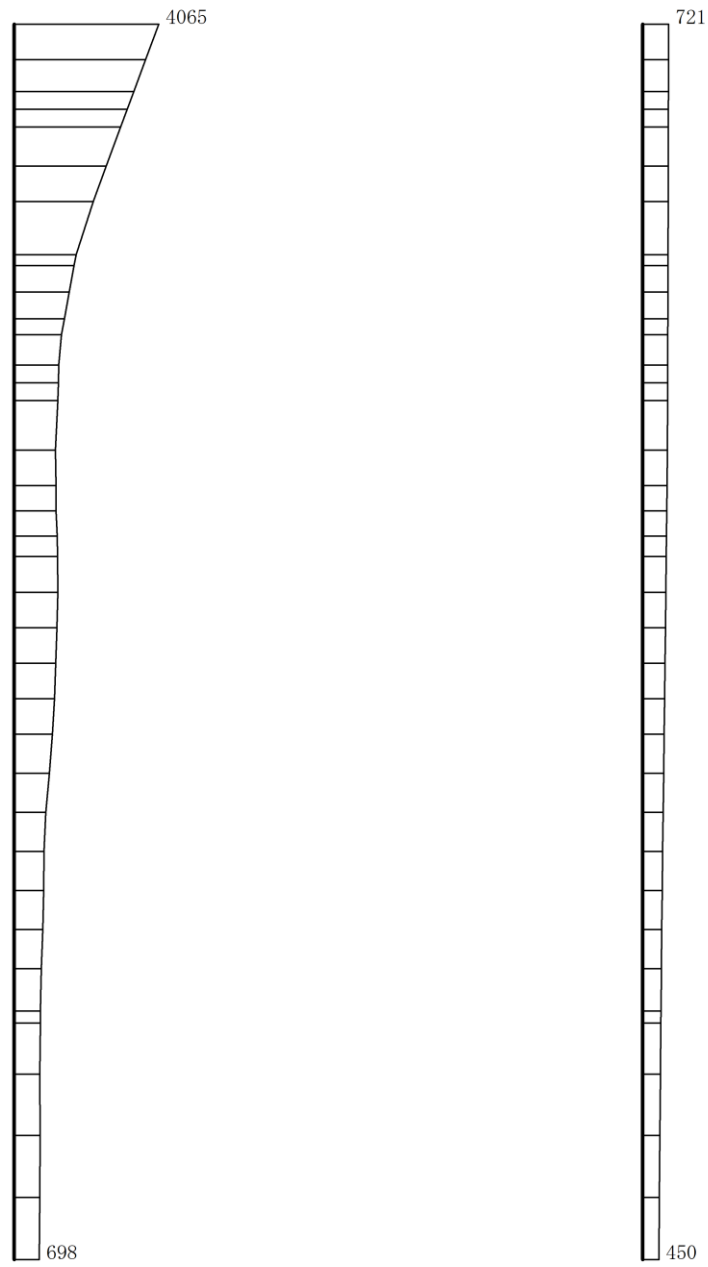


S s - D (- +) 水平

S s - D (- +) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 2000(cm/s^2)$

図 4-35 最大応答加速度分布図(4/30) (解析ケース①, 陸側杭)

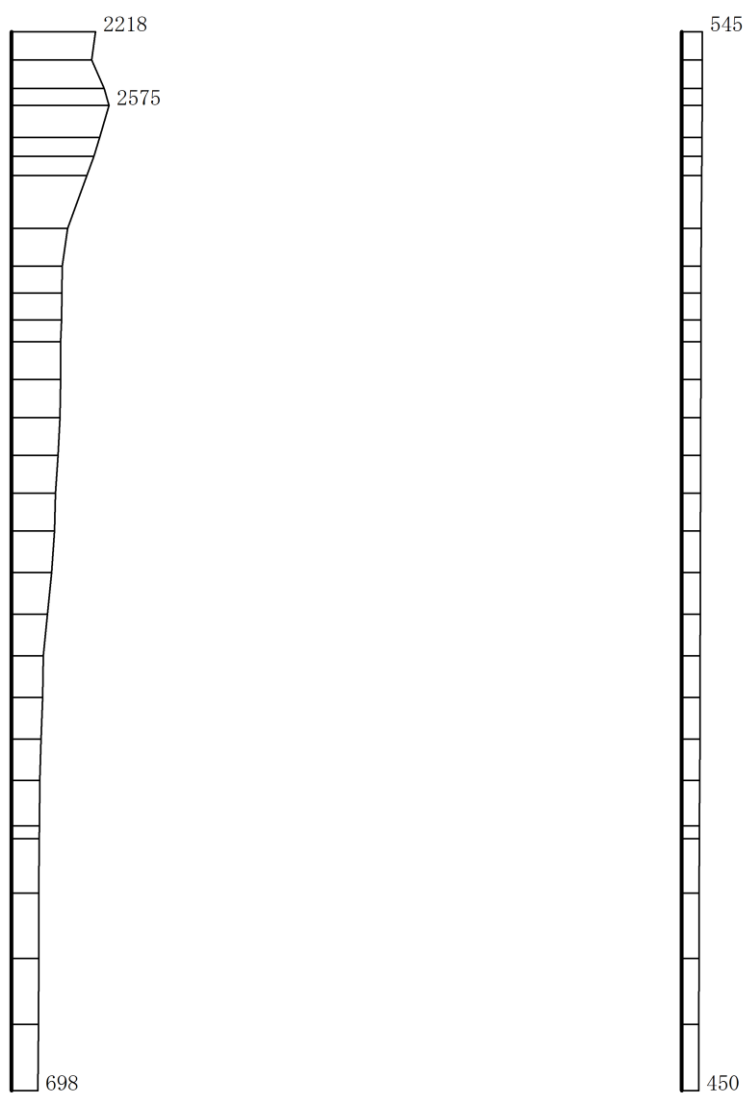


S s - D (+-) 水平

S s - D (+-) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad 2000(\text{cm/s}^2)$

図 4-36 最大応答加速度分布図(5/30) (解析ケース①, 海側杭)

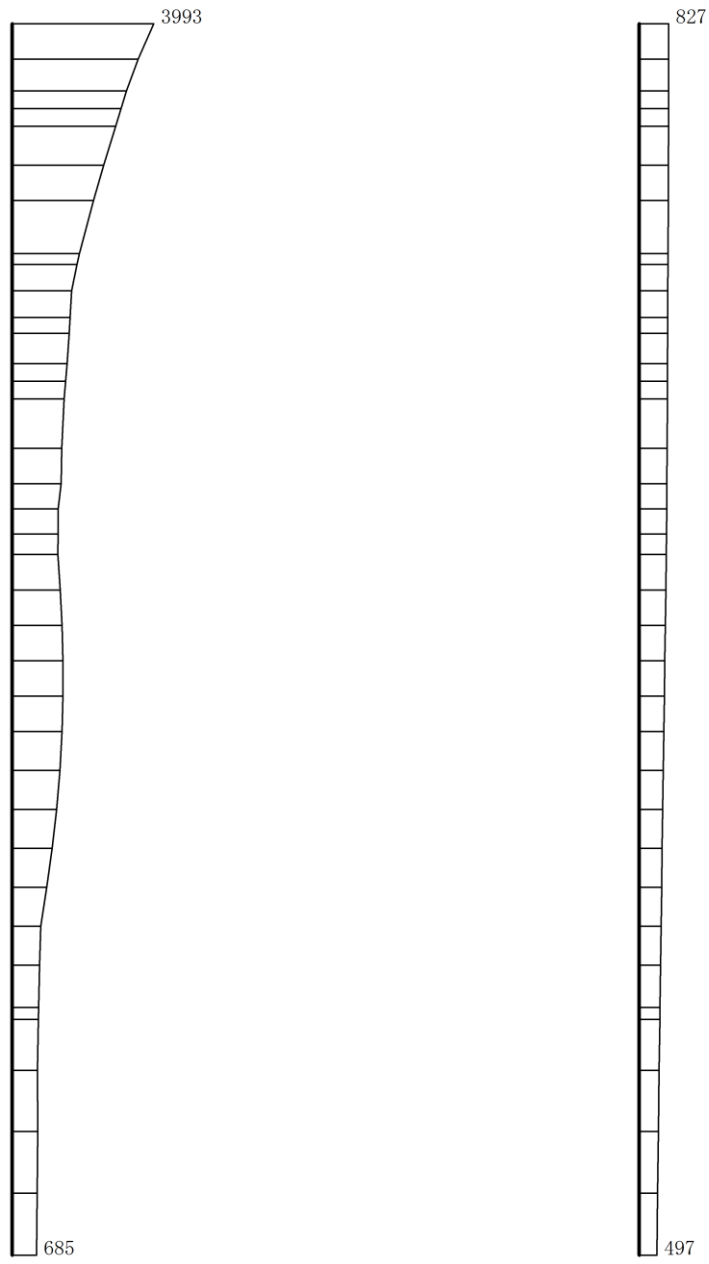


S s - D (+-) 水平

S s - D (+-) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-37 最大応答加速度分布図(6/30) (解析ケース①, 陸側杭)

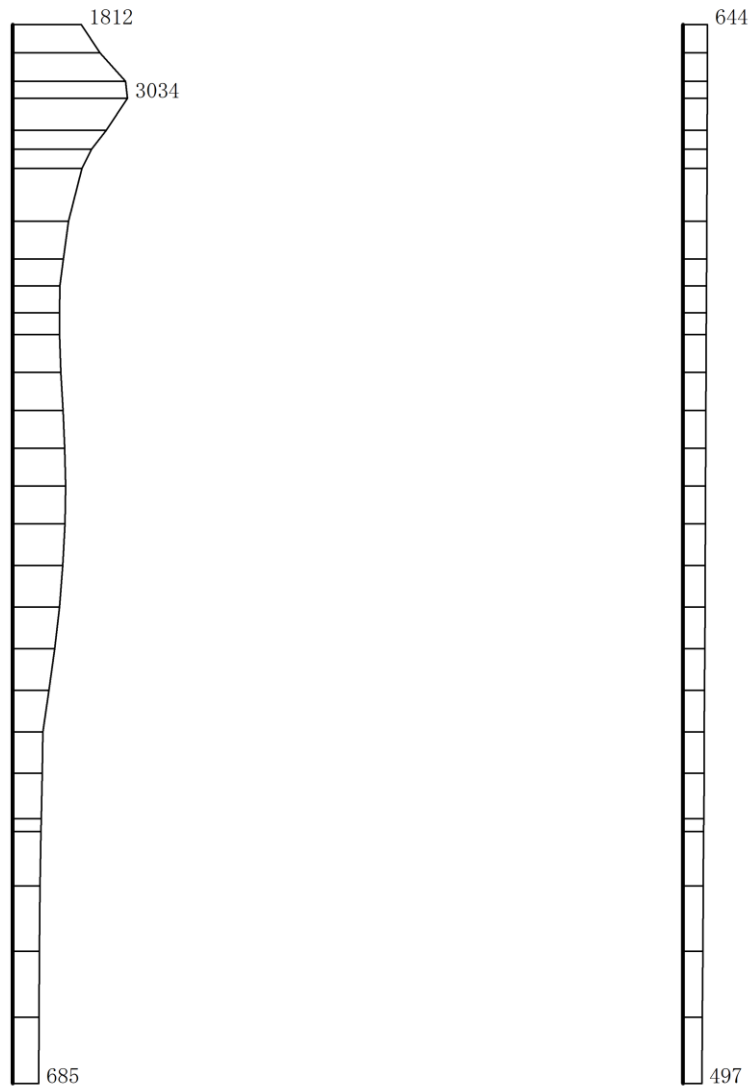


S s - D (--) 水平

S s - D (--) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-38 最大応答加速度分布図(7/30) (解析ケース①, 海側杭)

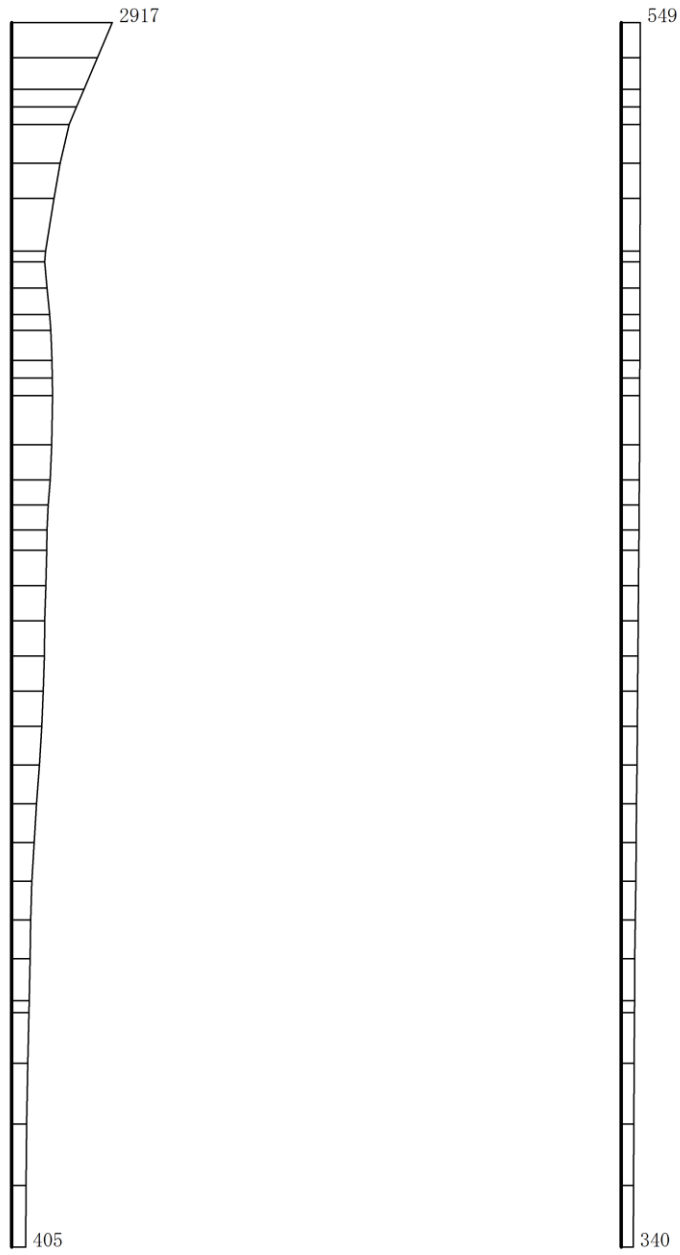


S s - D (--) 水平

S s - D (--) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad 2000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-39 最大応答加速度分布図(8/30) (解析ケース①, 陸側杭)

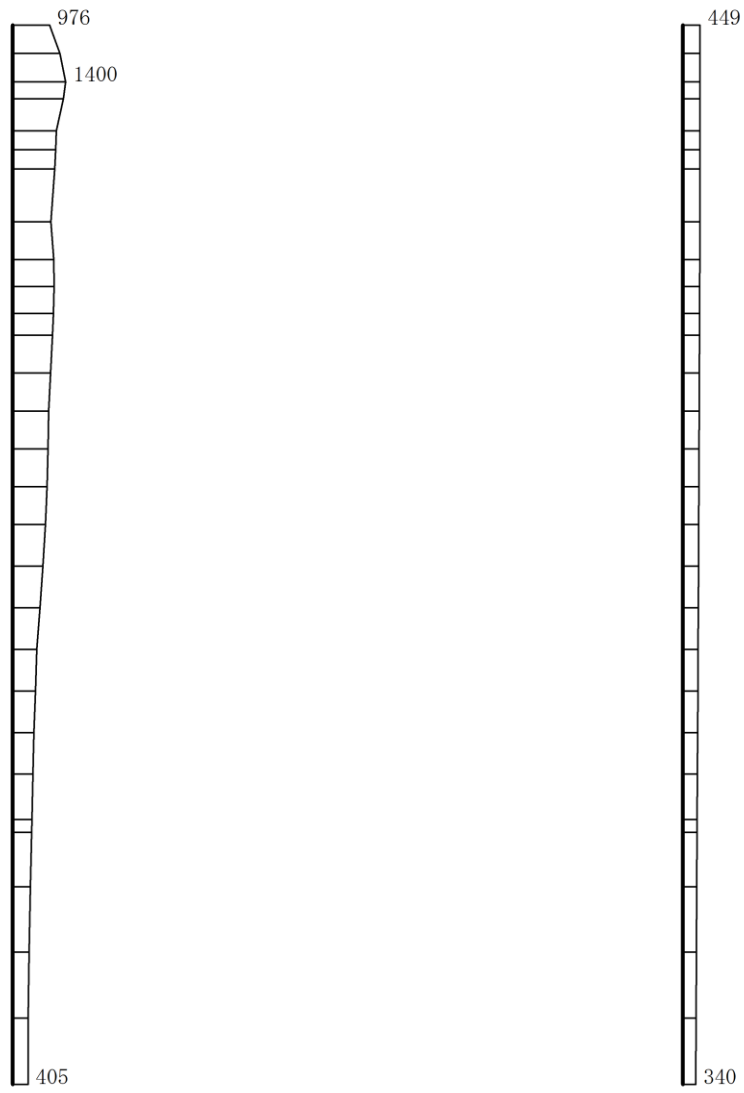


S s - F 1 (++) 水平

S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-40 最大応答加速度分布図(9/30) (解析ケース①, 海側杭)

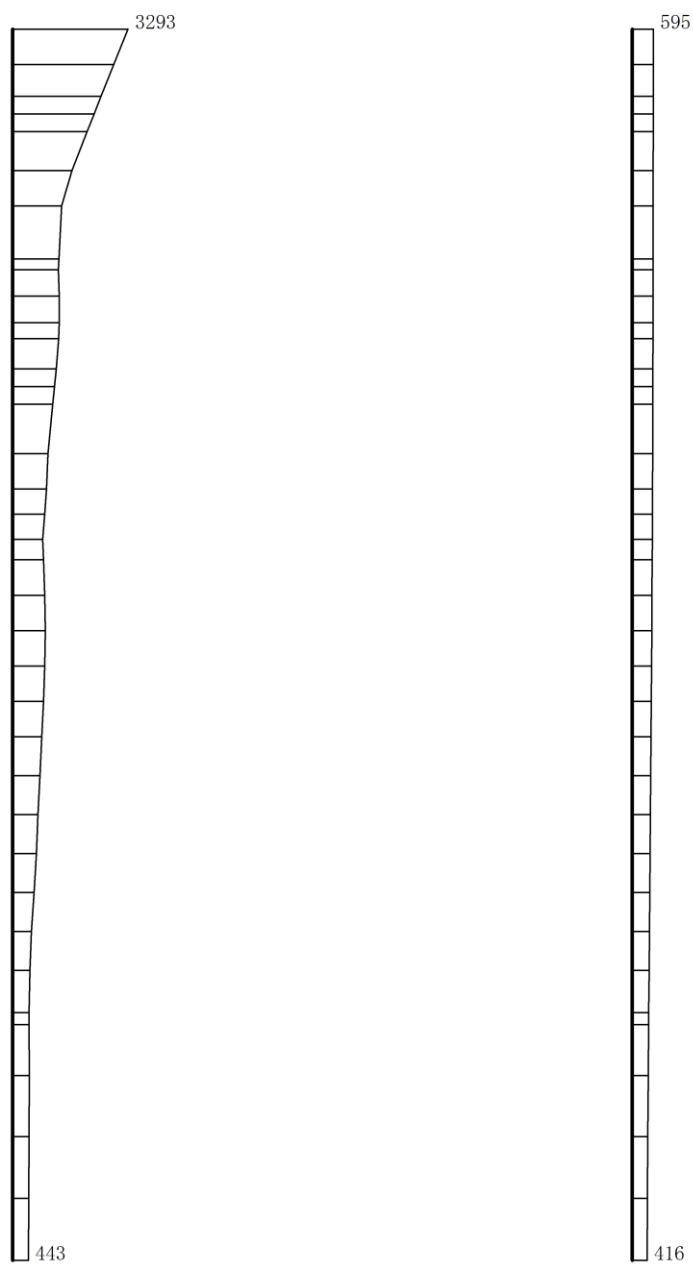


S s - F 1 (++) 水平

S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 2(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 2000(\text{cm/s}^2)$

図 4-41 最大応答加速度分布図(10/30) (解析ケース①, 陸側杭)

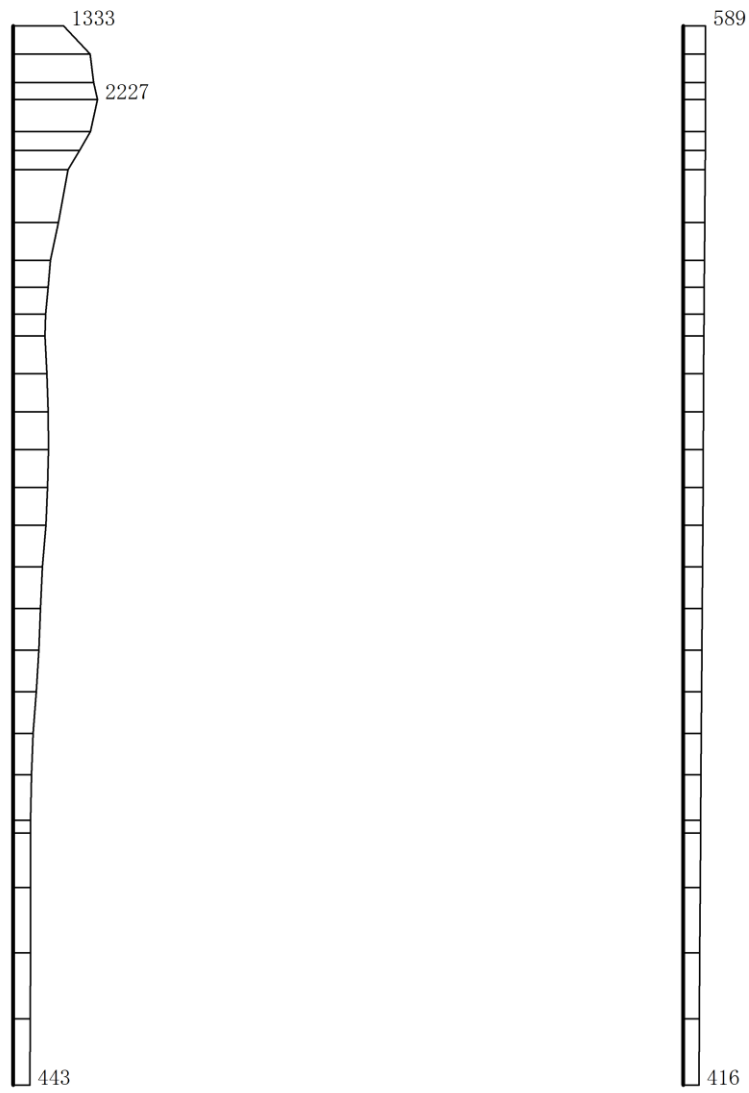


S s - F 2 (++) 水平

S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-42 最大応答加速度分布図(11/30) (解析ケース①, 海側杭)

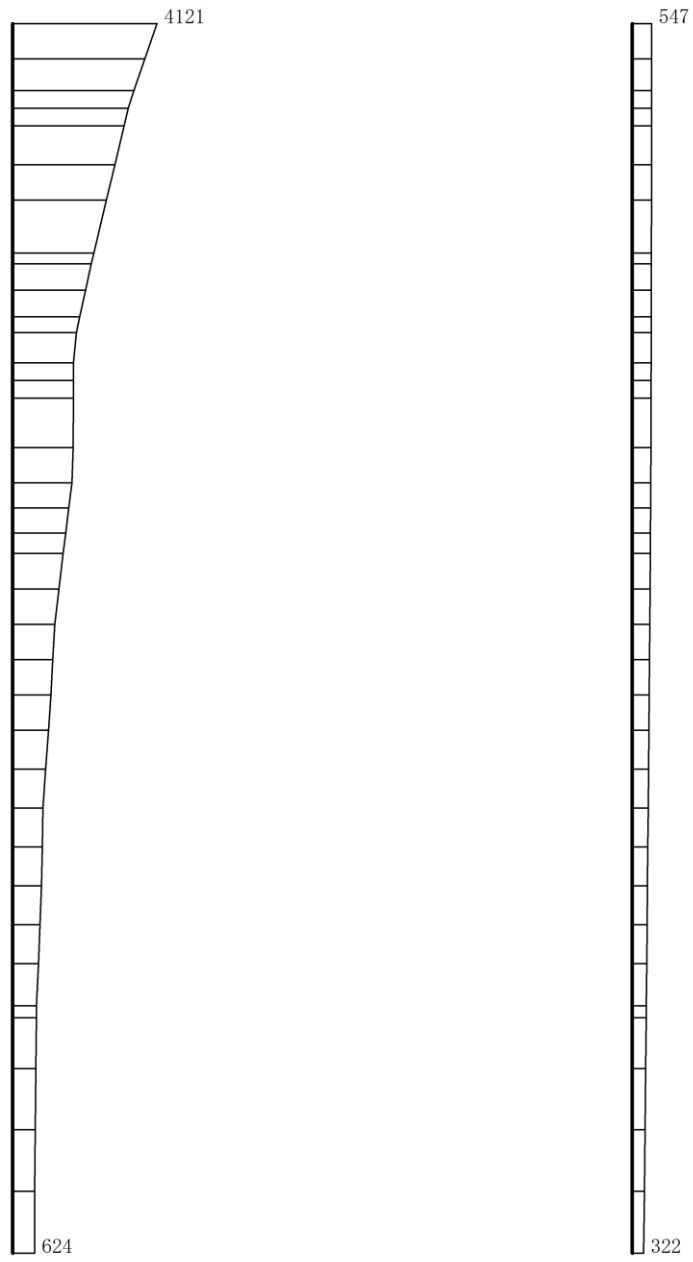


S s - F 2 (++) 水平

S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 2000(cm/s^2)$

図 4-43 最大応答加速度分布図(12/30) (解析ケース①, 陸側杭)

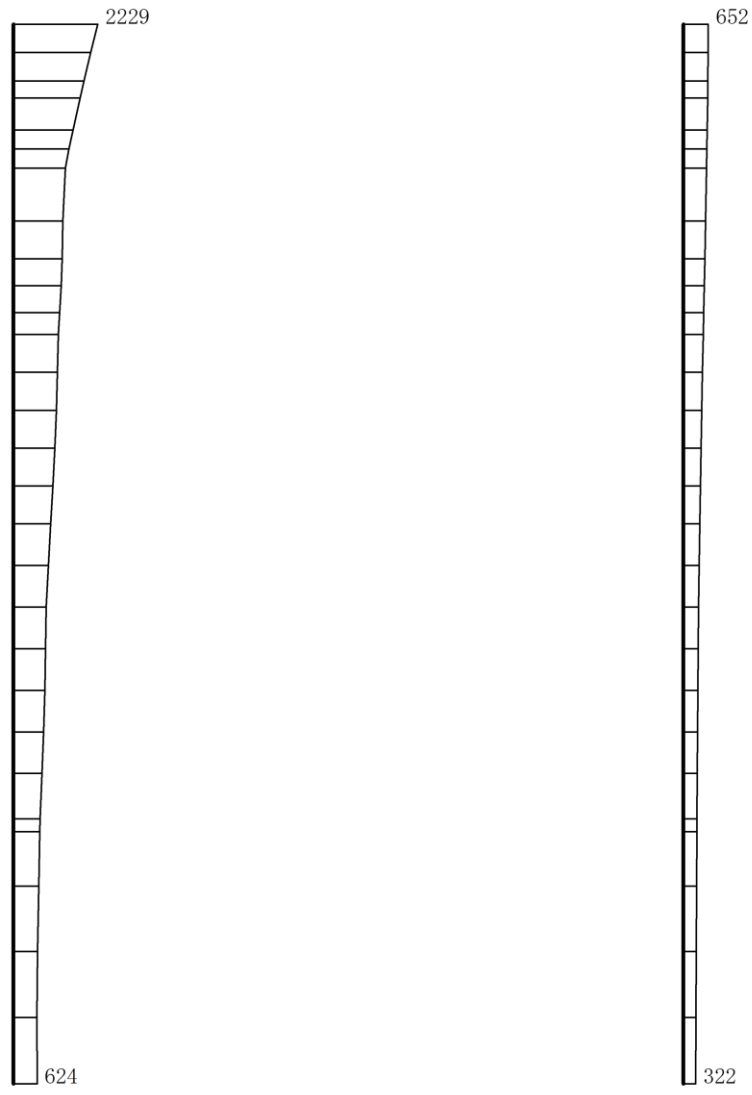


S s - N 1 (++) 水平

S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-44 最大応答加速度分布図(13/30) (解析ケース①, 海側杭)

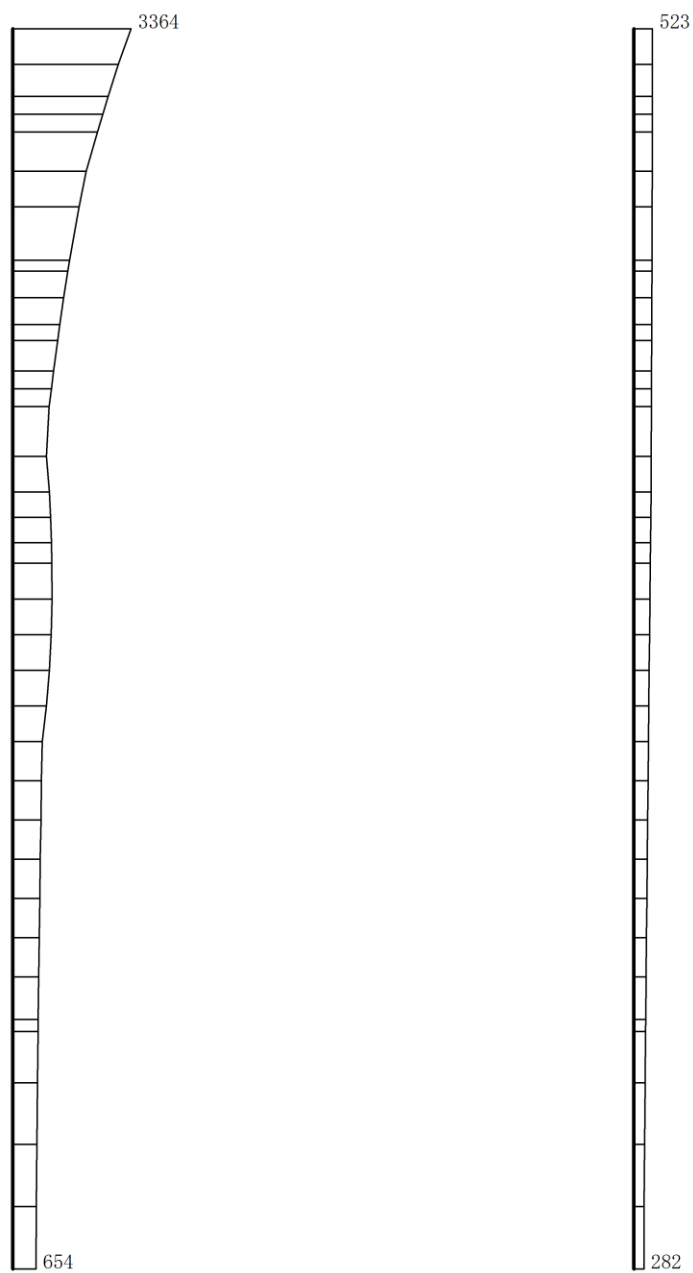


S s - N 1 (++) 水平

S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-45 最大応答加速度分布図(14/30) (解析ケース①, 陸側杭)

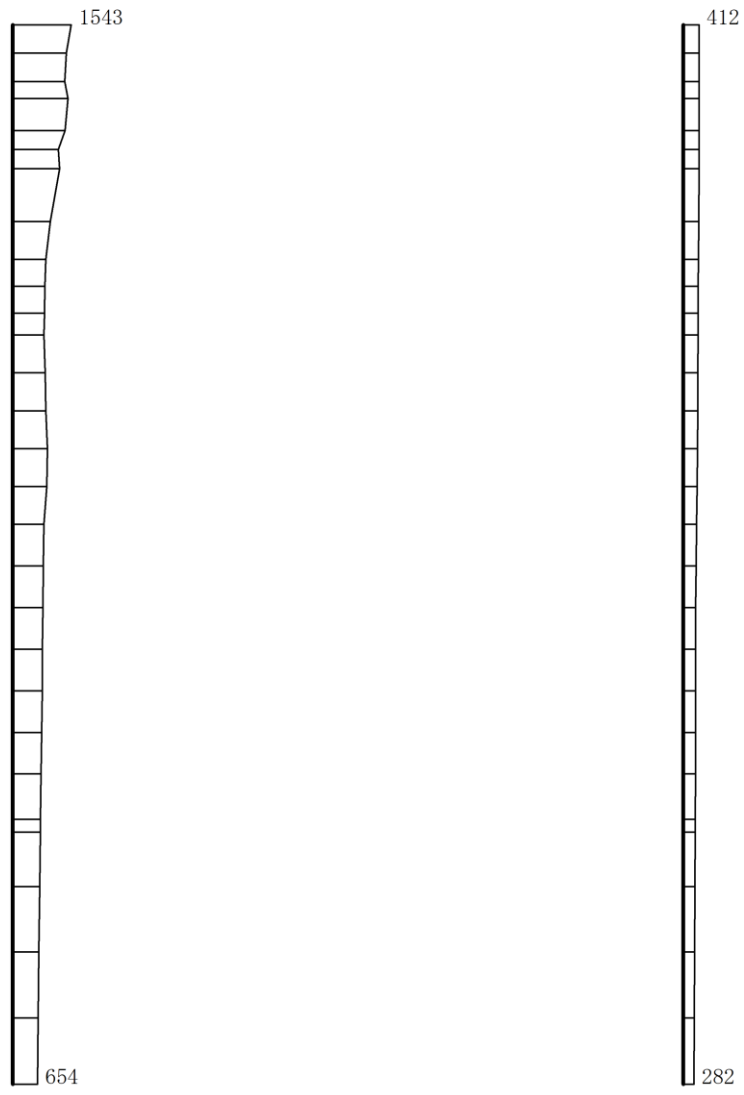


S s - N 1 (- +) 水平

S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール $0 \quad \quad \quad 2(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad \quad \quad 2000(\text{cm/s}^2)$

図 4-46 最大応答加速度分布図(15/30) (解析ケース①, 海側杭)

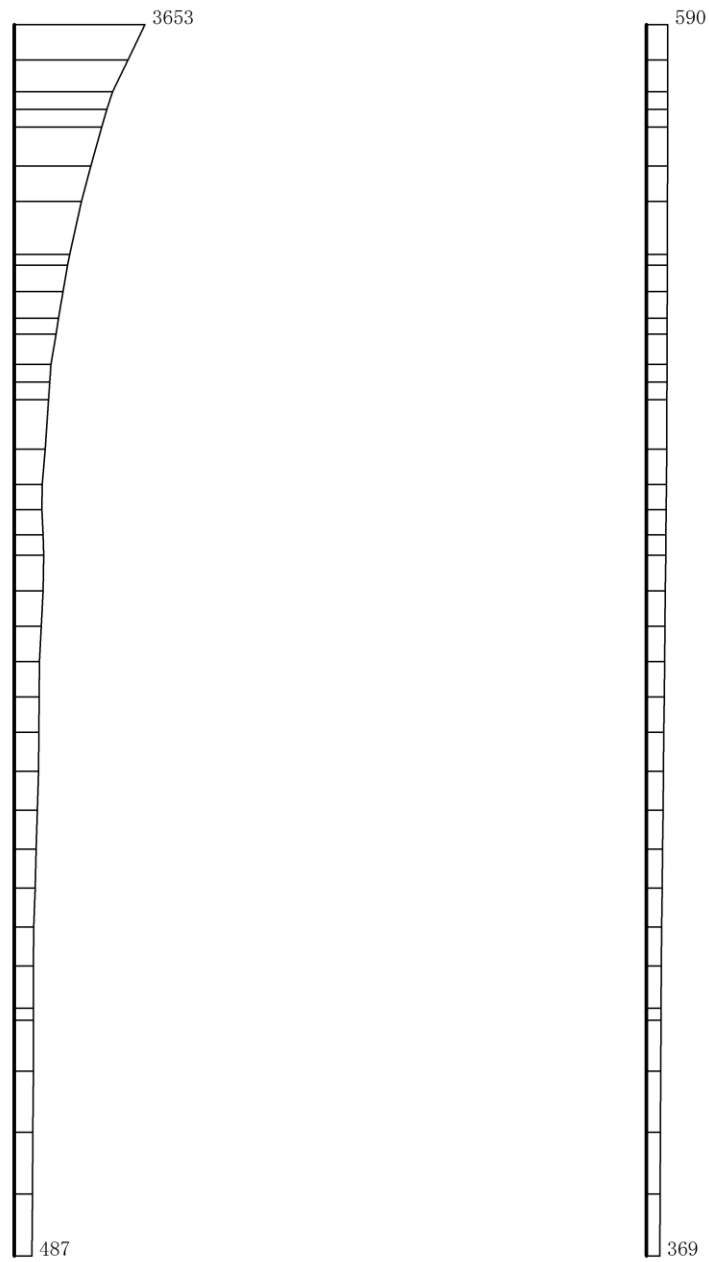


S s - N 1 (- +) 水平

S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000 (cm/s²)

図 4-47 最大応答加速度分布図(16/30) (解析ケース①, 陸側杭)



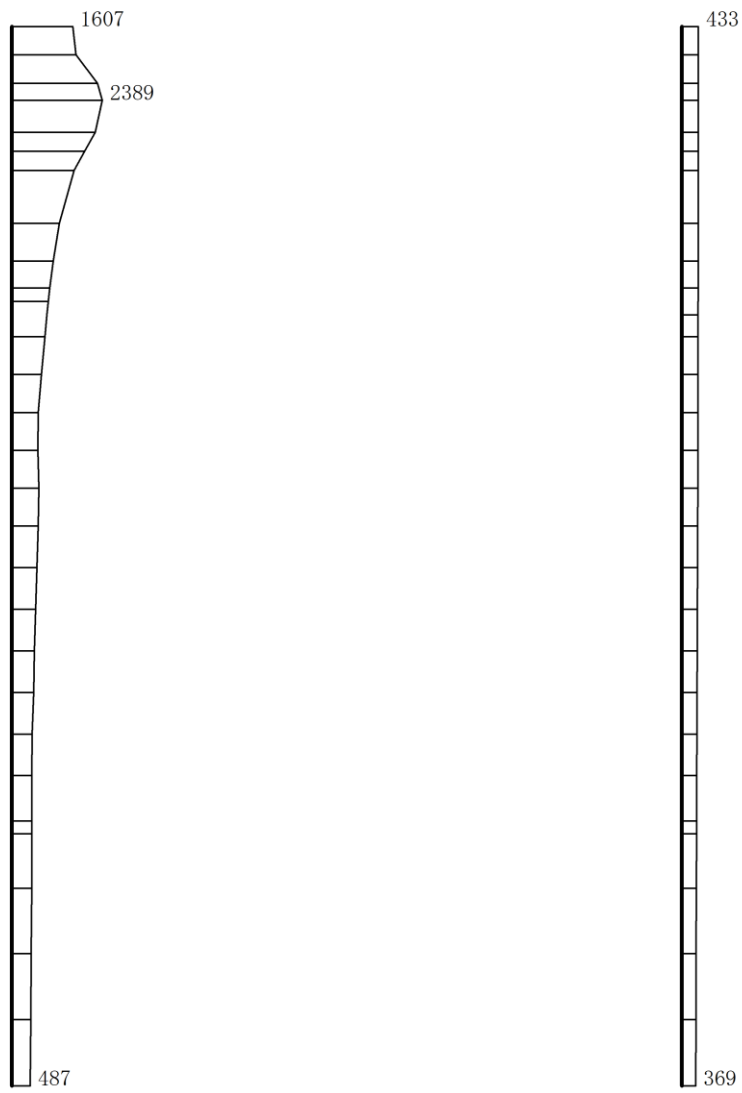
S s - N 2 (NS) (++) 水平

S s - N 2 (NS) (++) 鉛直

構造スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 2(m)

応答値スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 2000(cm/s²)

図 4-48 最大応答加速度分布図(17/30) (解析ケース①, 海側杭)

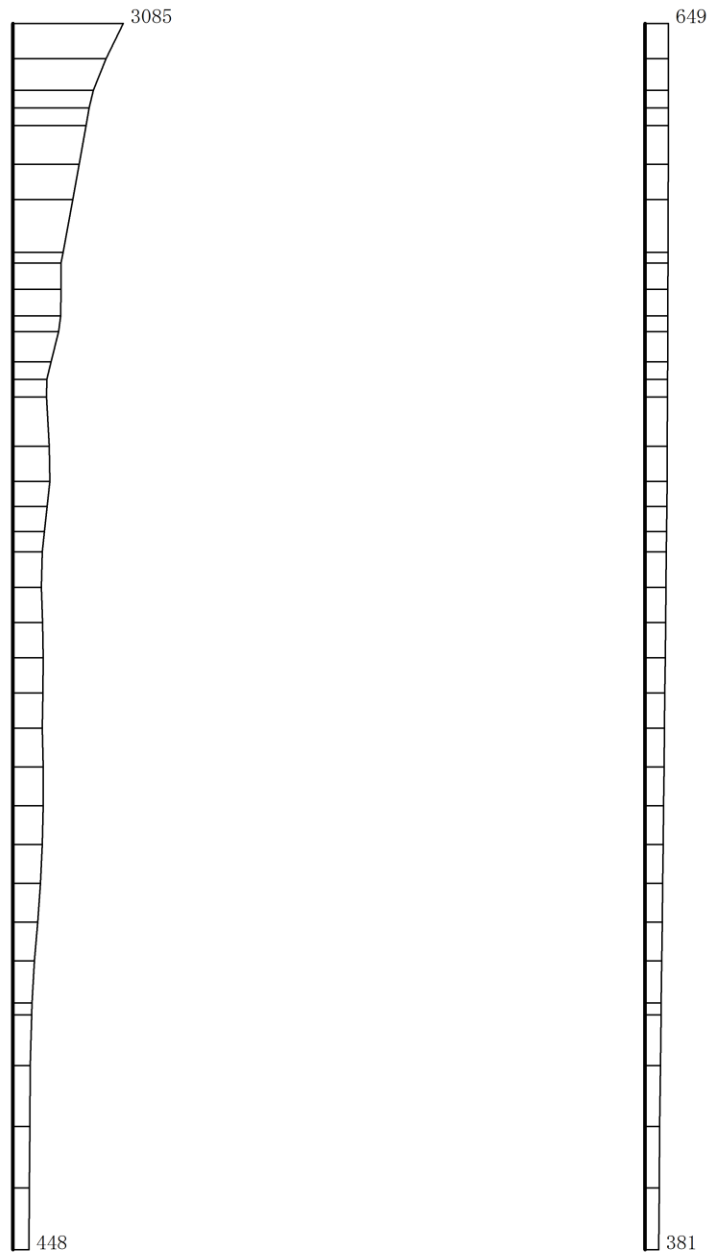


S s - N 2 (NS) (++) 水平

S s - N 2 (NS) (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-49 最大応答加速度分布図(18/30) (解析ケース①, 陸側杭)



S s - N 2 (N S) (- +) 水平

S s - N 2 (N S) (- +) 鉛直



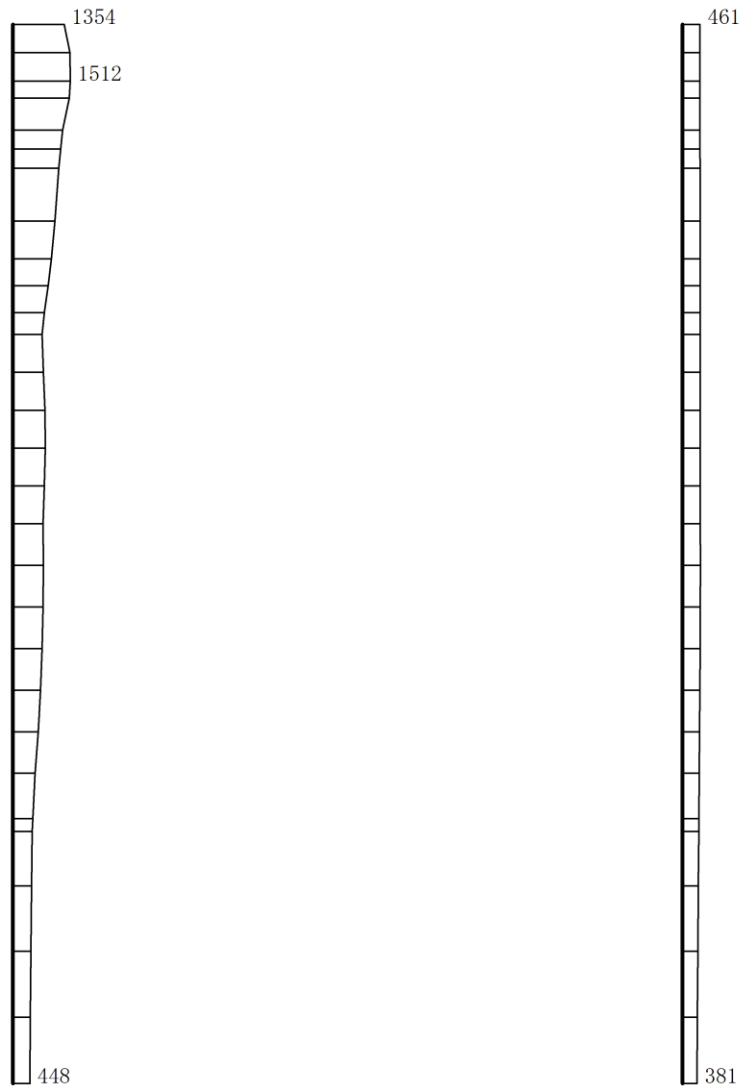
構造スケール 0  2(m) 応答値スケール 0  2000(cm/s²)

図 4-50 最大応答加速度分布図(19/30) (解析ケース①, 海側杭)

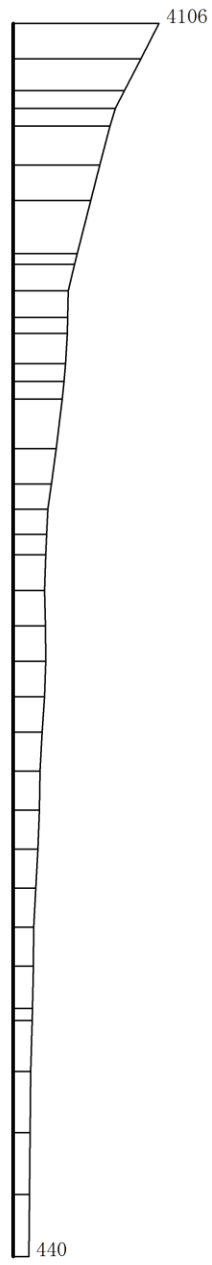


S s - N 2 (N S) (- +) 水平

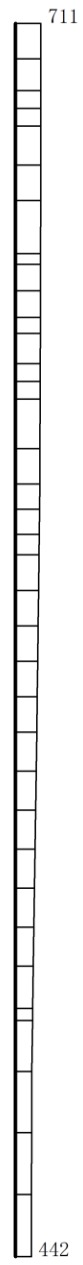
S s - N 2 (N S) (- +) 鉛直

構造スケール $0 \quad \text{---} \quad 2(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad \text{---} \quad 2000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-51 最大応答加速度分布図(20/30) (解析ケース①, 陸側杭)



S s - N 2 (EW) (++) 水平

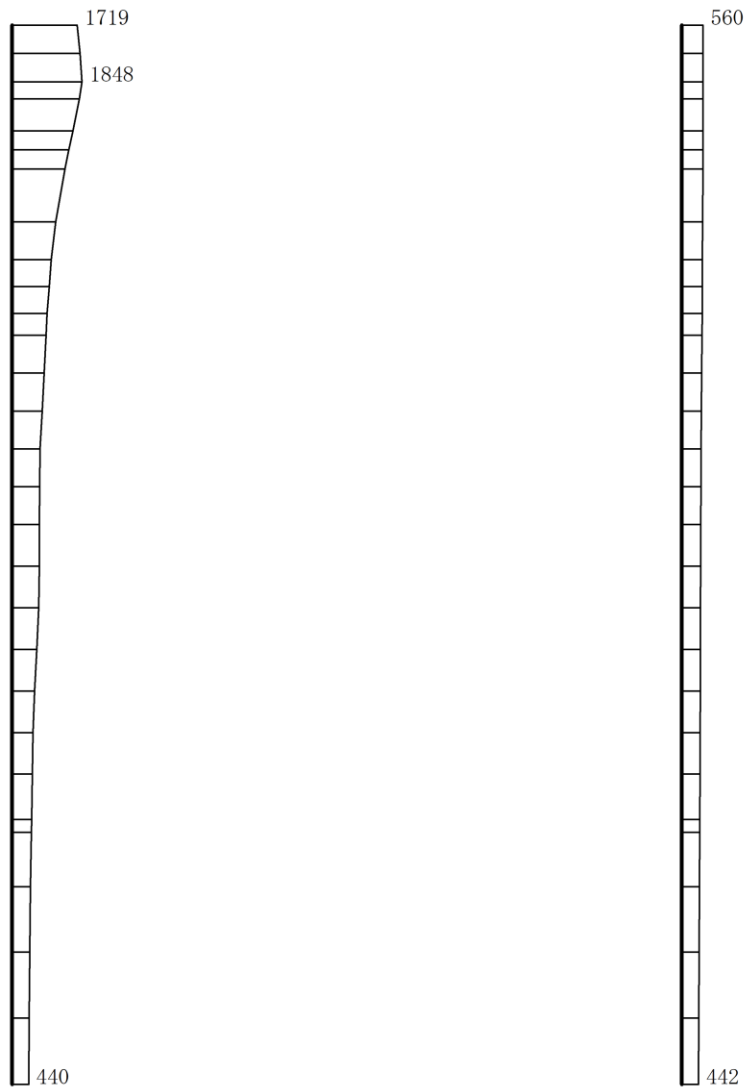


S s - N 2 (EW) (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-52 最大応答加速度分布図(21/30) (解析ケース①, 海側杭)

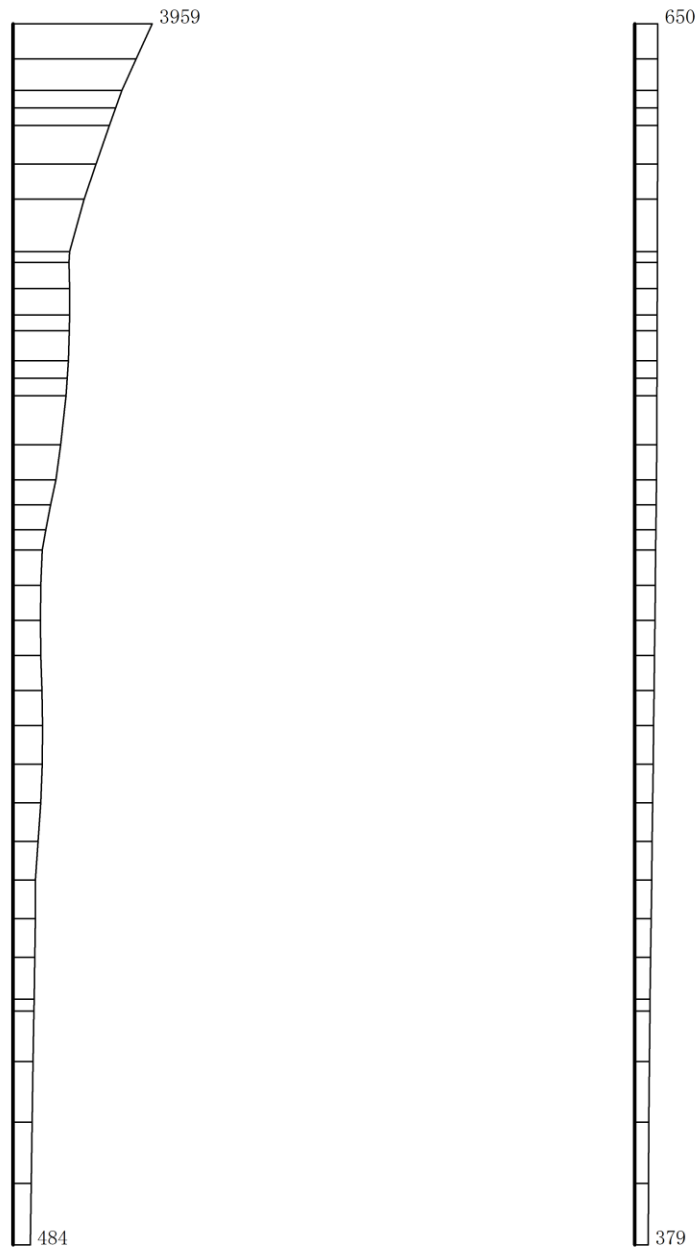


S s - N 2 (EW) (++) 水平

S s - N 2 (EW) (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-53 最大応答加速度分布図(22/30) (解析ケース①, 陸側杭)

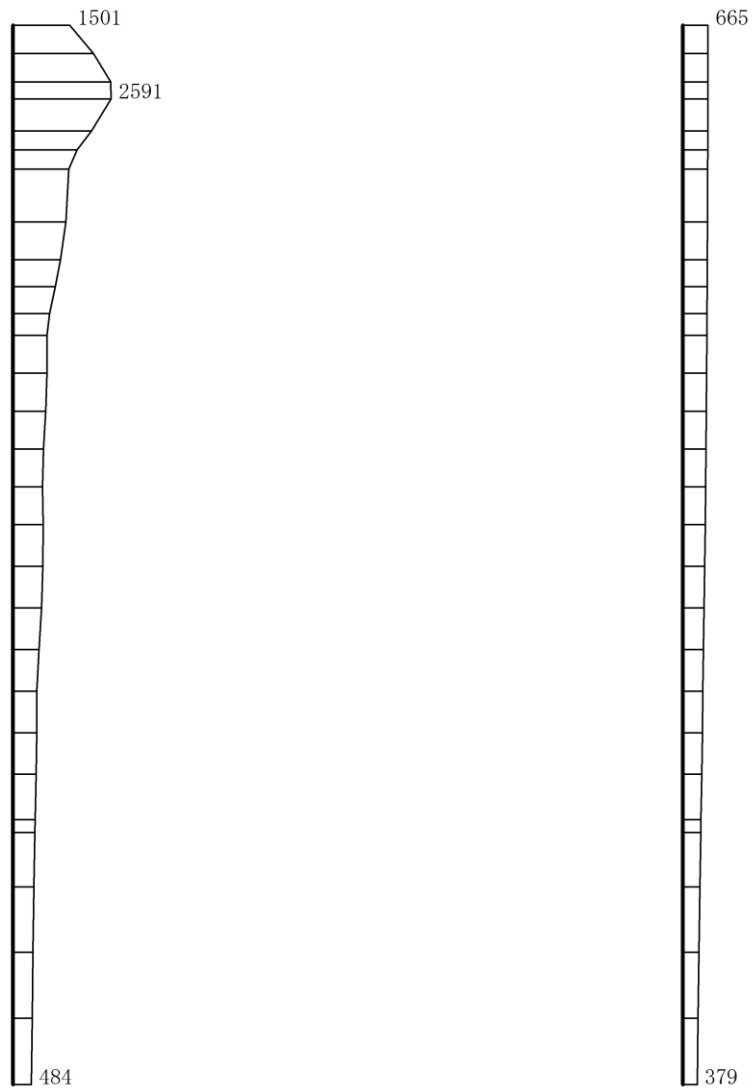


S s - N 2 (E W) (-+) 水平

S s - N 2 (E W) (-+) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-54 最大応答加速度分布図(23/30) (解析ケース①, 海側杭)



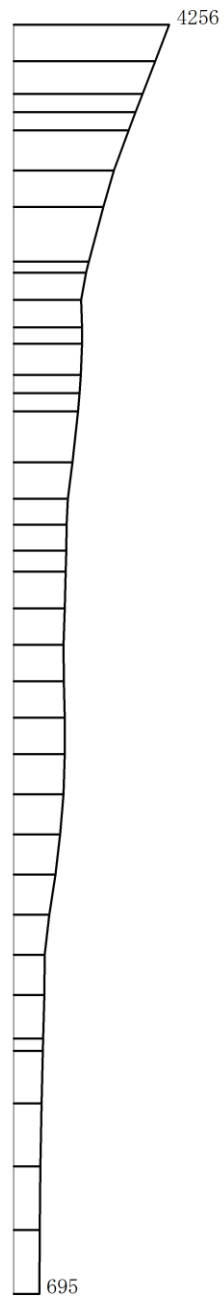
S s - N 2 (EW) (-+) 水平

S s - N 2 (EW) (-+) 鉛直

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 2000(cm/s²)


図 4-55 最大応答加速度分布図(24/30) (解析ケース①, 陸側杭)



S s - D (- +) 水平



S s - D (- +) 鉛直

構造スケール 0  2(m)


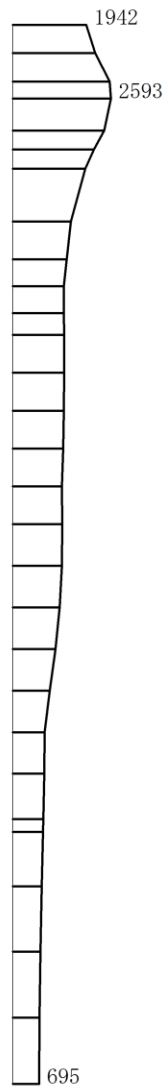
応答値スケール 0  2000(cm/s²)

図 4-56 最大応答加速度分布図(25/30) (解析ケース②, 海側杭)



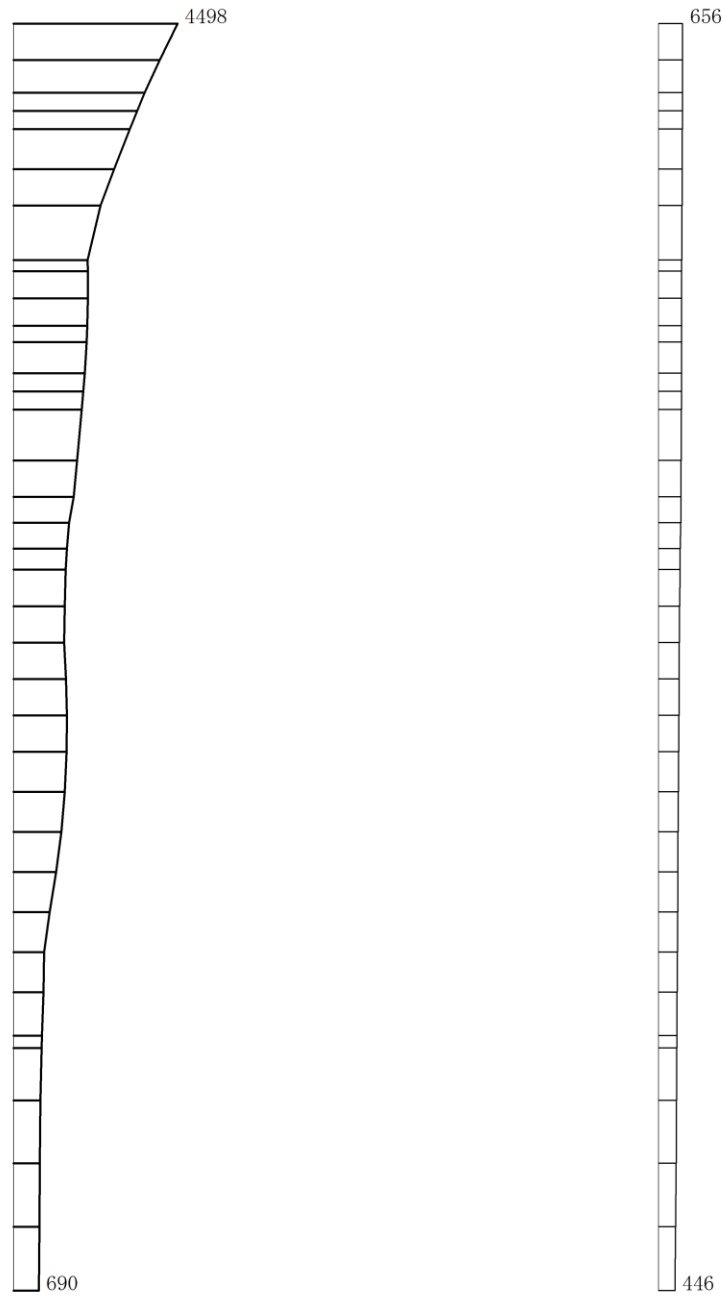
S_s-D (-+) 水平



S_s-D (-+) 鉛直

構造スケール $\frac{0}{\quad} \frac{2(m)}{\quad}$ 応答値スケール $\frac{0}{\quad} \frac{2000(\text{cm/s}^2)}{\quad}$

図 4-57 最大応答加速度分布図(26/30) (解析ケース②, 陸側杭)

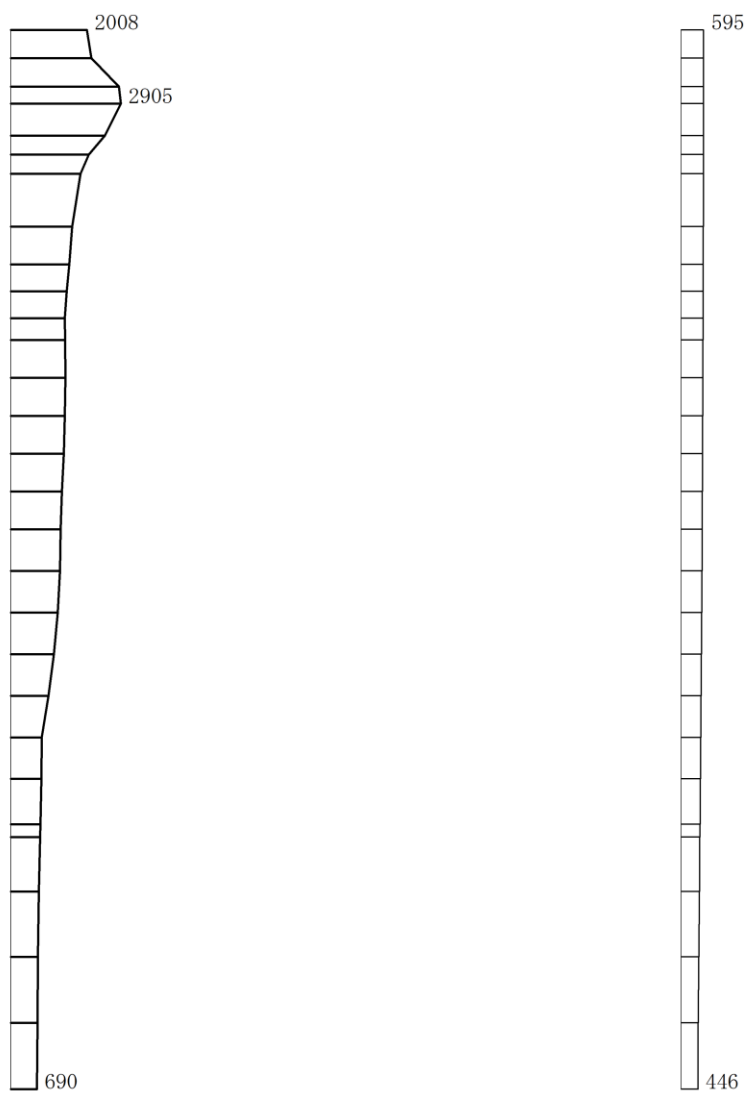


S s - D (- +) 水平

S s - D (- +) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 2000(cm/s²)

図 4-58 最大応答加速度分布図(27/30) (解析ケース③, 海側杭)

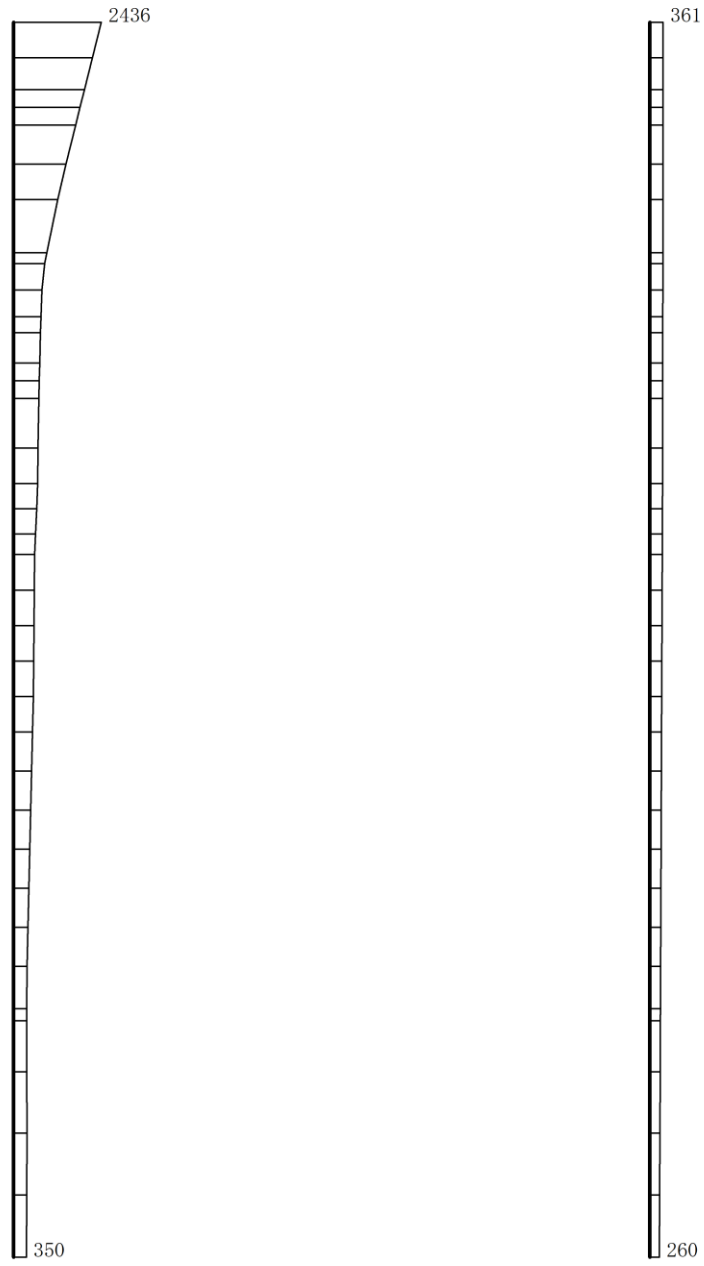


S s - D (- +) 水平

S s - D (- +) 鉛直

構造スケール $0 \quad \quad \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad \quad \quad 2000(cm/s^2)$

図 4-59 最大応答加速度分布図(28/30) (解析ケース③, 陸側杭)

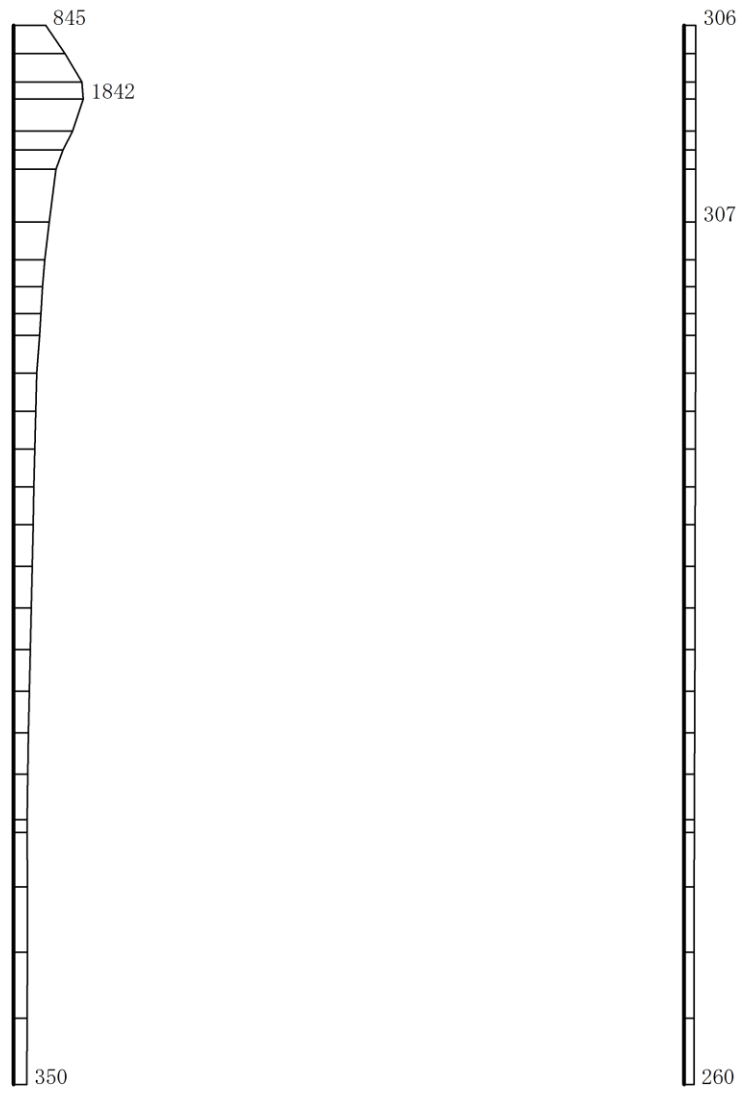


S d - D (++) 水平

S d - D (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad 2000(\text{cm/s}^2)$

図 4-60 最大応答加速度分布図(29/30) (解析ケース①, 海側杭)



S d - D (+ +) 水平

S d - D (+ +) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad 2000(\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-61 最大応答加速度分布図(30/30) (解析ケース①, 陸側杭)

表 4-3 防波壁天端の変位量 (④-④断面)

解析 ケース	地震動		防波壁天端変位量	
			法線直交方向 $\delta_x(T)$ (mm)	深度方向 $\delta_z(T)$ (mm)
①	S d - D	(++) *	34	0

注記* : 地震動の位相について, (++) の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し,
「-」は位相を反転させたケースを示す。

4.4 ⑦-⑦断面の解析結果

耐震評価のために用いる変位量として、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s に対する防波壁天端の変位量を表 4-4 に示す。

表 4-4 防波壁天端の変位量 (⑦-⑦断面)

解析 ケース	地震動		防波壁天端変位量	
			法線方向 $\delta y(T)$ (mm)	深度方向 $\delta z(T)$ (mm)
①	$S_s - D$	(++) *	11	19
		(-+) *	8	18
		(+-) *	9	16
		(--) *	7	17
	$S_s - F1$	(++) *	1	4
	$S_s - F2$	(++) *	2	5
	$S_s - N1$	(++) *	5	6
		(-+) *	6	7
	$S_s - N2 (NS)$	(++) *	3	7
		(-+) *	3	8
	$S_s - N2 (EW)$	(++) *	4	6
		(-+) *	3	6

注記* : 地震動の位相について、(++) の左側は水平動、右側は鉛直動を表し、「-」は位相を反転させたケースを示す。