

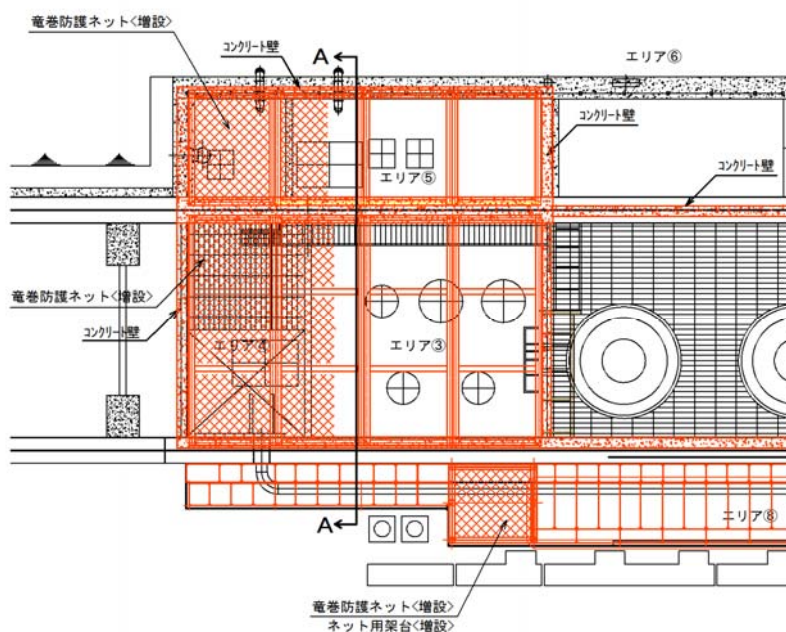
12. 竜巻等防護設備による地震時反力を考慮した取水構造物 RC 部材の耐震評価

12.1 概要

取水構造物の耐震評価では、竜巻等防護設備を分布質量として地震応答解析モデルに反映し、その質量による慣性力を考慮した照査を実施している。

また、図 12-1 に示すように、竜巻等防護設備は嵩上げ RC 壁と鋼材によるラーメン構造であることを考慮すると、地震時には既設 RC 部材への反力が発生することが想定される。

よって、本項では竜巻等防護設備による地震時反力を考慮した取水構造物 RC 部材の耐震評価を実施し、その影響について検討する。



(平面図)



(A-A断面)

図 12-1 竜巻等防護設備の構造概要と想定される反力

12.2 耐震評価フロー

竜巻等防護設備による地震時反力を考慮した取水構造物 RC 部材の耐震評価フロー及び他の解析との関係を図 12-2 に示す。

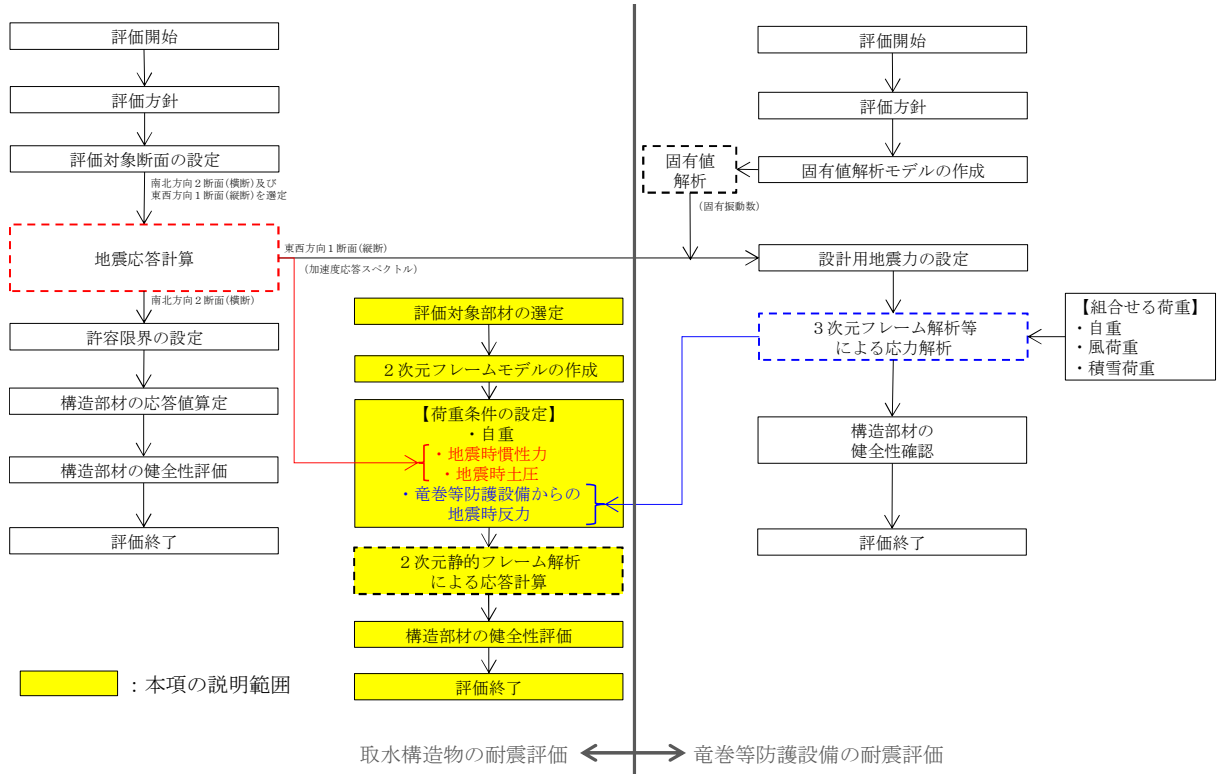


図 12-2 竜巻等防護設備による地震時反力を考慮した取水構造物 RC 部材の耐震評価フロー

12.3 評価内容

12.3.1 評価対象部材

対象とする構造部材は、取水構造物の縦断面にて竜巻等防護設備を受ける部材のうち、より荷重条件が厳しい部材として以下の評価対象部材を選択する。各評価対象部材を図 12-3 に示す。

- ・評価対象部材①：部材頂部にて竜巻等防護設備から地震時反力を受けるとともに、地震時土圧を受ける部材
- ・評価対象部材②：部材頂部の両側にて竜巻等防護設備を支持しており、地震時反力が大きくなると想定される部材
- ・評価対象部材③：部材頂部に加え、側方でも竜巻等防護設備を支持しており、地震時反力が大きくなると想定される部材

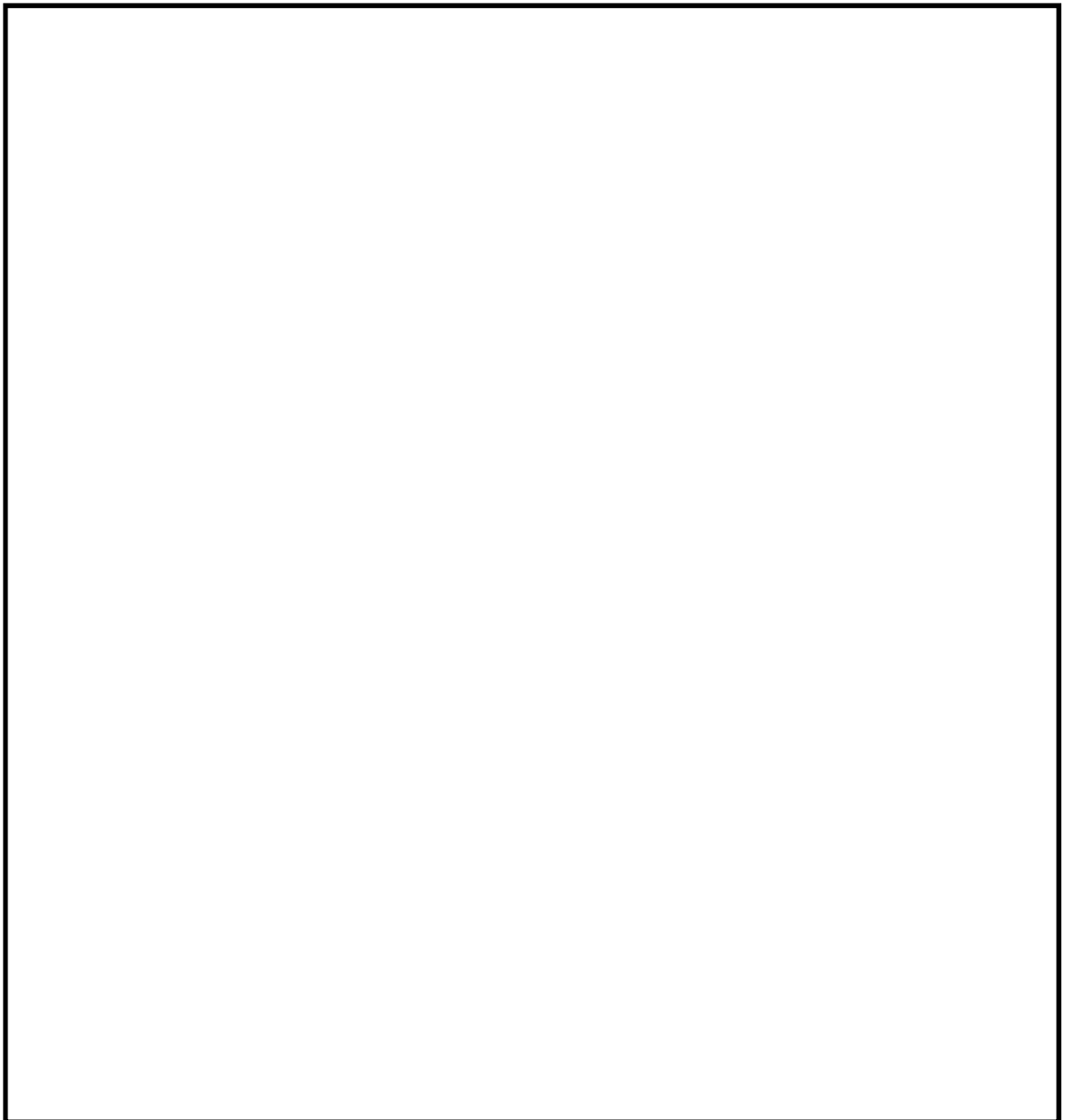


図 12-3 評価対象部材

12.3.2 解析モデル

各評価対象部材について、下端固定の片持ちはりとしてモデル化する。解析モデルを図 12-4 に示す。

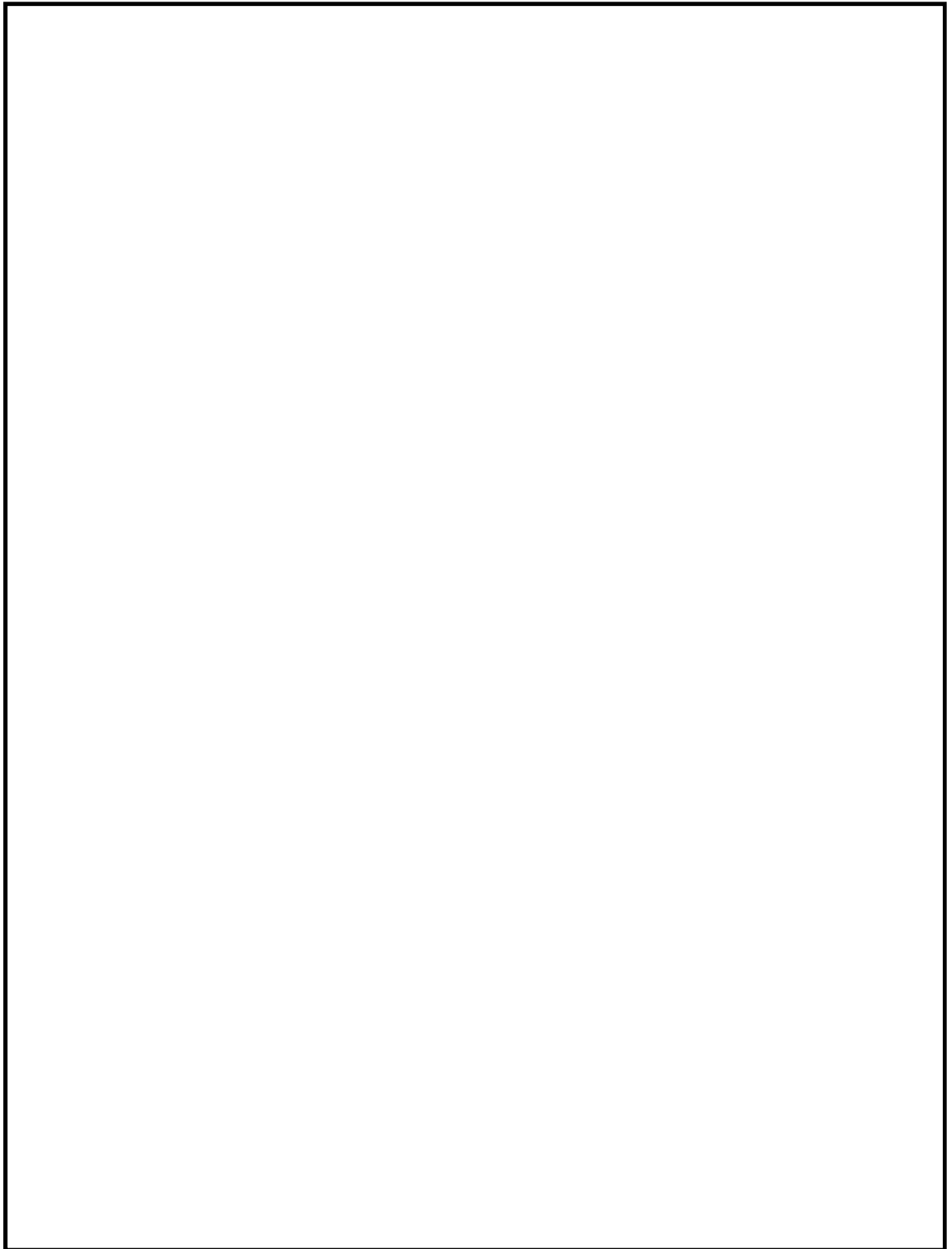
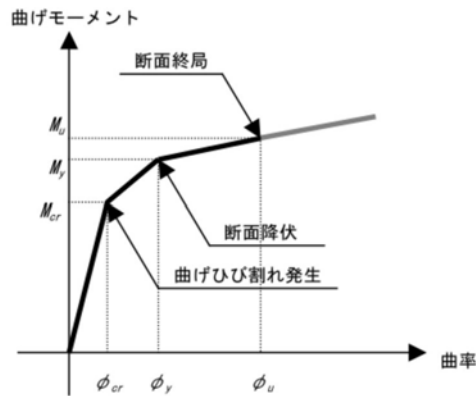


図 12-4 解析モデル

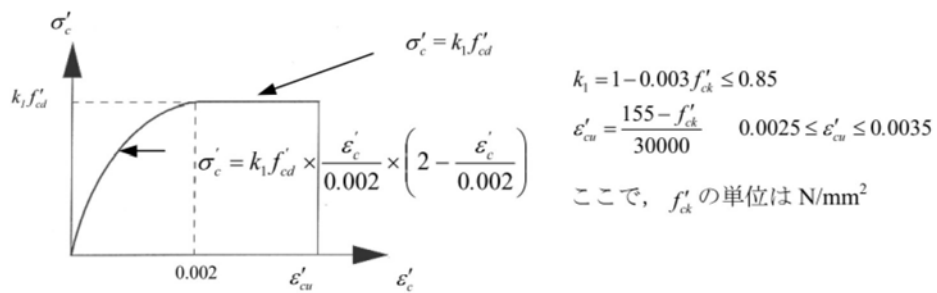
なお、壁部材は非線形はり要素を用いてモデル化する。非線形特性の設定においては、コンクリート及び鉄筋について、それぞれの非線形特性を考慮する。

鉄筋コンクリート部材における M-φ 関係のトリリニアモデルを図 12-5 に示す。また、コンクリート及び鉄筋の非線形特性を図 12-6 及び図 12-7 に示す。



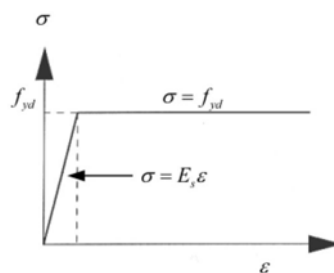
(原子力発電所屋外重要構造物の耐震性能照査指針・マニュアル ((社) 土木学会 2005 年) より引用)

図 12-5 M-φ 関係のトリリニアモデル (鉄筋コンクリート部材)



(コンクリート標準示方書[設計編] ((社) 土木学会 2007 年制定) より引用)

図 12-6 コンクリートの応力-ひずみ曲線



(コンクリート標準示方書[設計編] ((社) 土木学会 2007 年制定) より引用)

図 12-7 鉄筋の応力-ひずみ曲線

12.3.3 荷重

(1) 地震応答解析により得られる荷重

解析モデルに入力する荷重は、常時荷重に加え、取水構造物縦断方向（⑥—⑥断面）の地震応答解析から得られる地震時土圧及び慣性力とする。

部材の曲げ及びせん断照査については、取水構造物縦断方向（⑥—⑥断面）の地震応答解析により、各評価対象部材における加速度及び地震時土圧が最大となる時刻を抽出し、この時刻における地震時土圧及び慣性力を解析モデルに作用させる。図 12-8 に⑥—⑥断面の地震応答解析モデルと評価対象部材を示す。また、図 12-9 に評価対象部材①を例に、荷重抽出の考え方を示す。

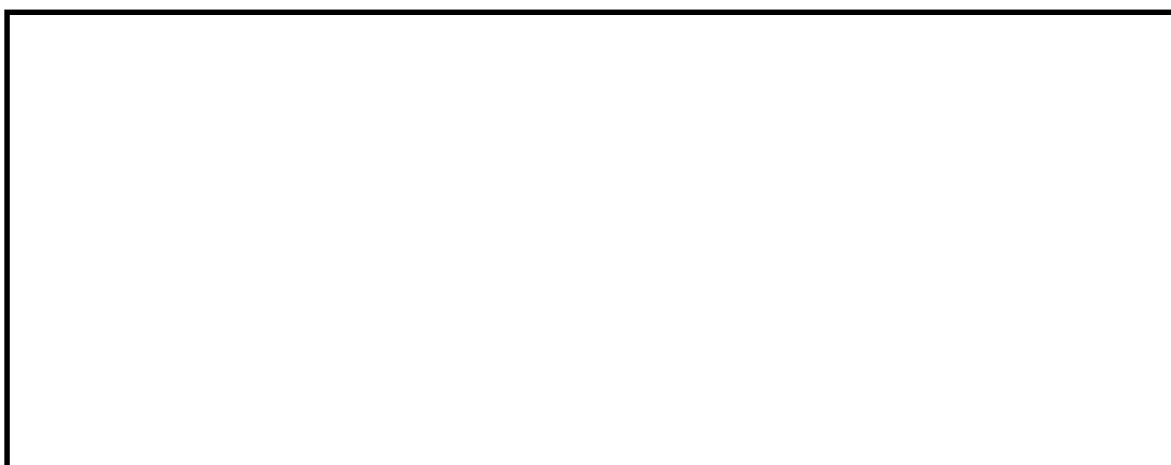


図 12-8 ⑥—⑥断面の地震応答解析モデルと評価対象部材

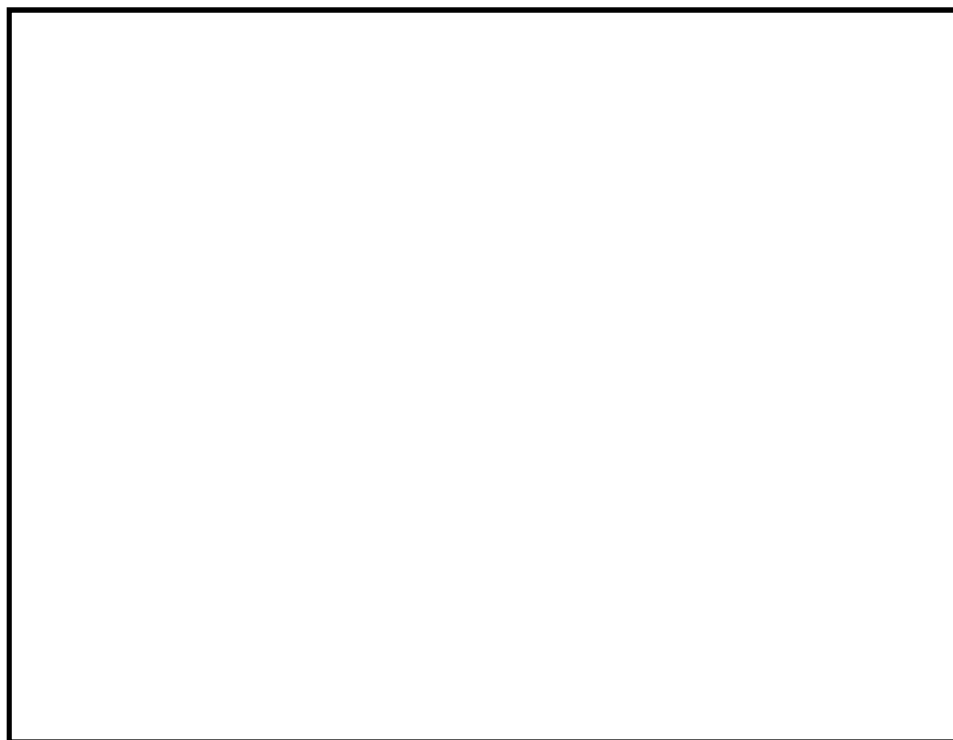


図 12-9 荷重（時刻）抽出の考え方

(2) 竜巻等防護設備の応力解析により得られる地震時反力

図 12-4 に示す解析モデルの上端には、竜巻等防護設備の応力解析により得られる地震時反力を考慮する。竜巻等防護設備の応力解析モデル及び地震時反力抽出の考え方を以下に示す。

竜巻等防護設備の応力解析においては、鋼材部を3次元フレーム、嵩上げRC壁部及びRC壁部を既設RC部材との接続部を固定端とする片持ちはりとしてモデル化する。竜巻等防護設備から既設RC部材への応力伝達の考え方を図 12-10 に示す。

考慮する荷重は、竜巻等防護設備及び嵩上げ壁自重、積雪荷重、風荷重、慣性力とする。慣性力は、取水構造物縦断方向（⑥—⑥断面）の地震応答解析に基づき算出する。

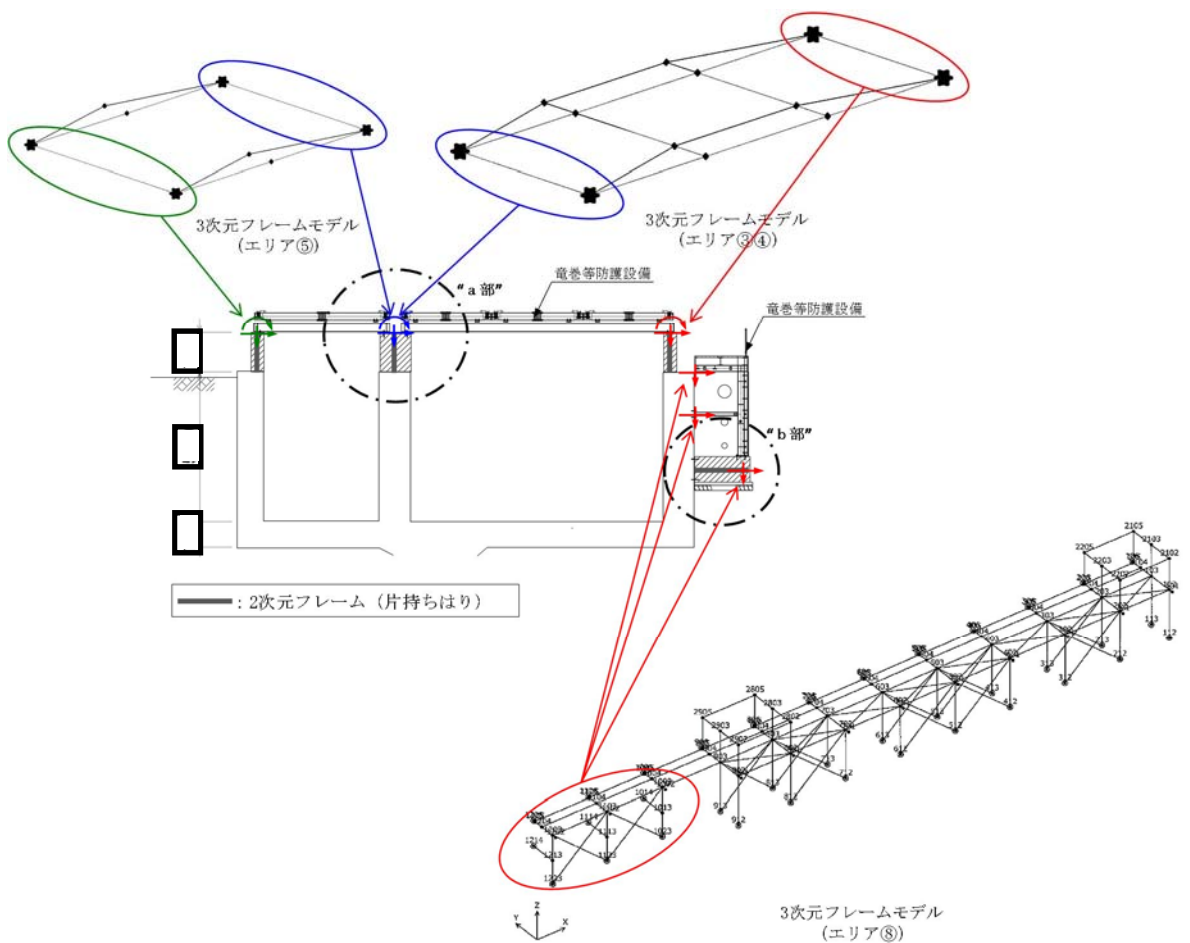


図 12-10 (1) 竜巻等防護設備から既設 RC 部材への応力伝達の考え方

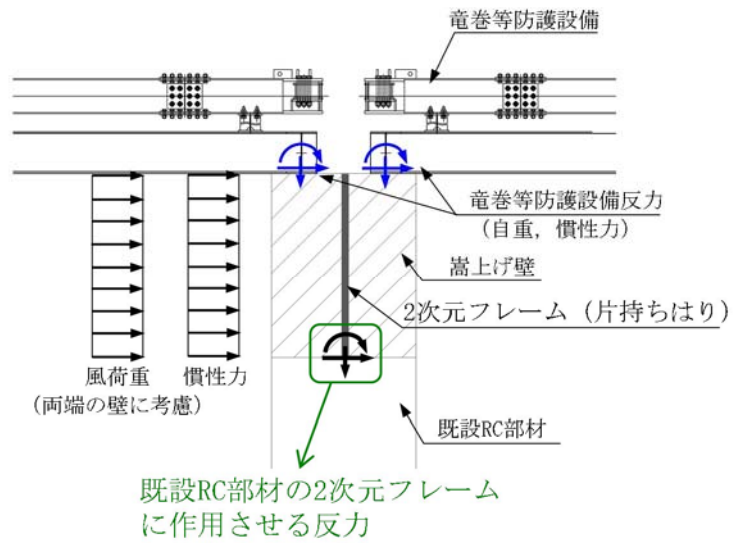


図 12-10 (2) 竜巻等防護設備から既設 RC 部材への応力伝達の考え方 (“a 部” 詳細)

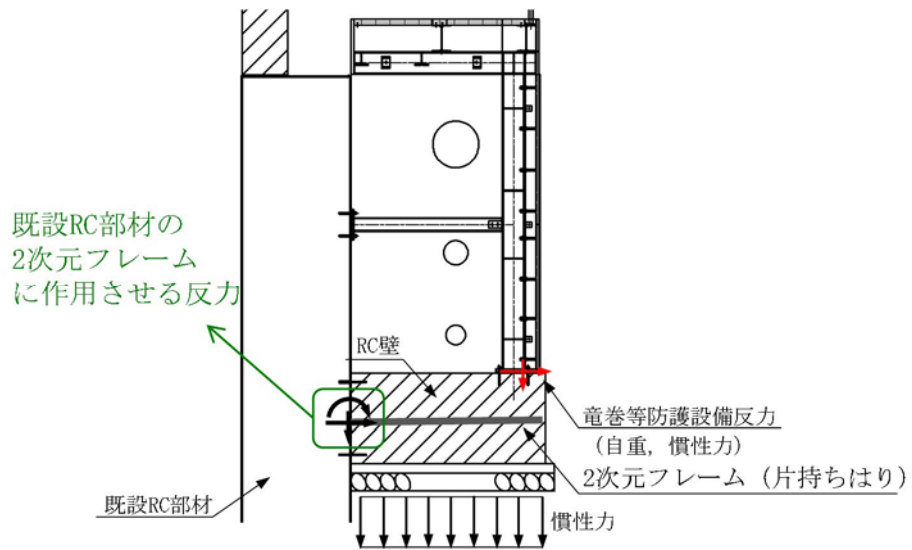


図 12-10 (3) 竜巻等防護設備から既設 RC 部材への応力伝達の考え方 (“b 部” 詳細)

(3) 荷重の組合せ

「地震応答解析により得られる荷重」と「竜巻等防護設備の応力解析により得られる地震時反力」の組合せ方法についての考え方を示す。

a. 部材①における荷重の組合せ

「地震応答解析により得られる荷重」と「竜巻等防護設備の応力解析により得られる地震時反力」の水平成分（水平力、曲げモーメント）が同一方向となるように組合せる。また、「竜巻等防護設備の応力解析により得られる地震時反力」の鉛直成分は軸圧縮と軸引張の両方向を考える。荷重の組合せの模式図を図 12-11 に示す。

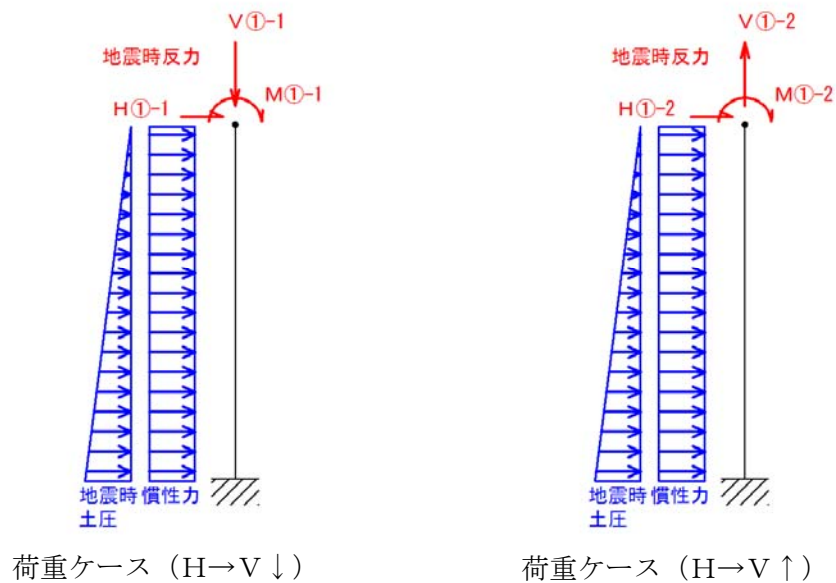


図 12-11(1) 荷重の組合せの模式図 (部材①)

b. 部材②における荷重の組合せ

部材①と同様の考え方で荷重を組合せる。荷重の組合せの模式図を図 12-11 に示す。

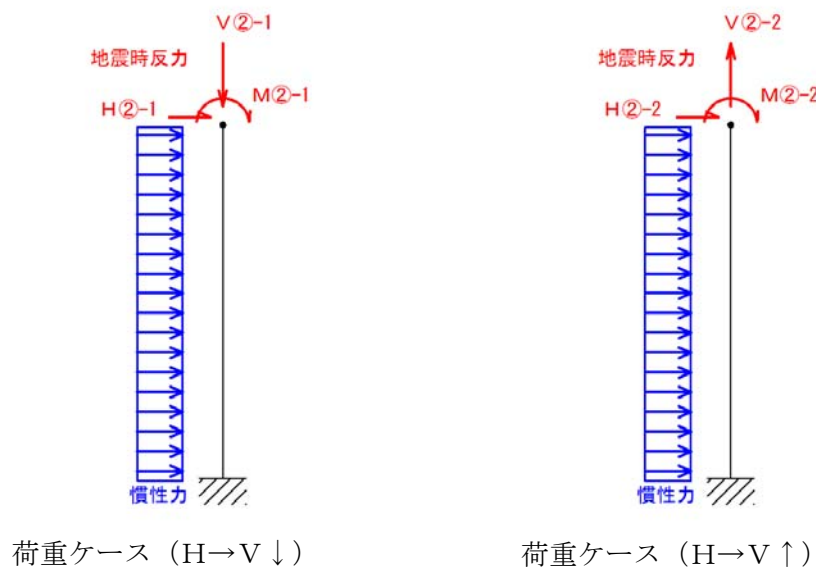


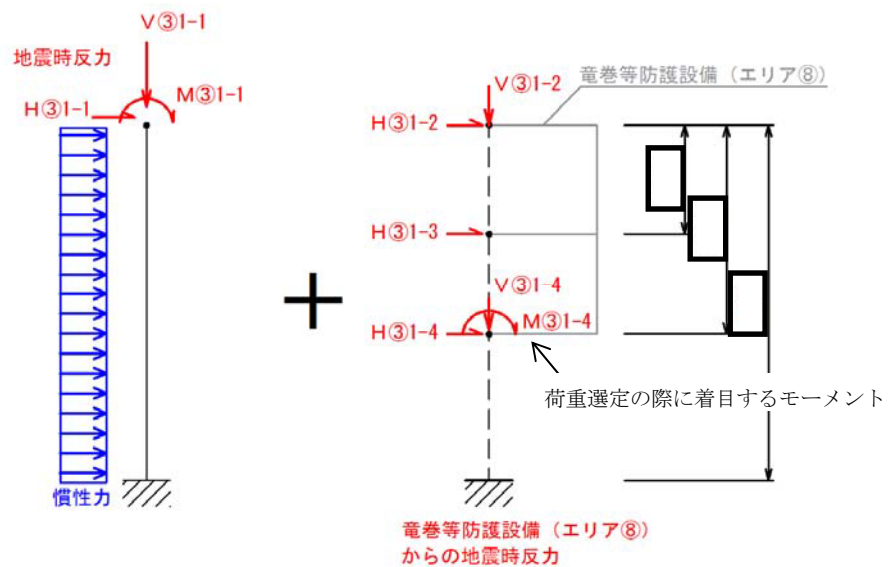
図 12-11(2) 荷重の組合せの模式図 (部材②)

c. 部材③における荷重の組合せ

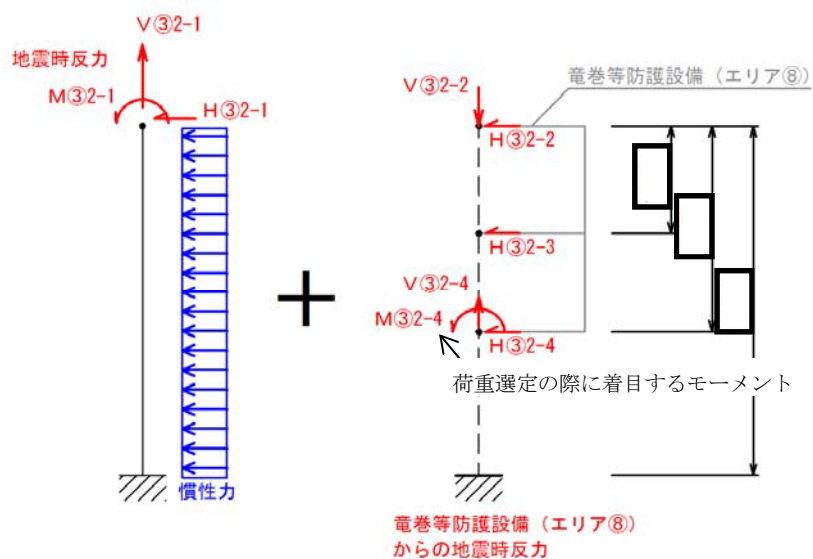
部材③においては、「竜巻等防護設備の応力解析により得られる地震時反力」として上部の竜巻等防護設備に加えて、側面に接続する竜巻等防護設備（エリア⑧）を考慮する。

側面に接続する竜巻等防護設備（エリア⑧）に対しては、部材中央付近に作用する曲げモーメントに着目し、上部の竜巻等防護設備からの地震時反力の作用方向に合わせて、以下2つの荷重ケースを選定する。

- ・荷重ケース（ $H \rightarrow V \downarrow$ ）：軸圧縮状態において時計回りの曲げが卓越するケース
- ・荷重ケース（ $H \leftarrow V \uparrow$ ）：軸引張状態において反時計回りの曲げが卓越するケース



荷重ケース（ $H \rightarrow V \downarrow$ ）



荷重ケース（ $H \leftarrow V \uparrow$ ）

図 12-11 (3) 荷重の組合せの模式図（部材③）

12.3.4 評価部位諸元

照査を行う取水構造物の部材諸元を表 12-1 に、評価部位を図 12-11 に示す。

表 12-1 構造物の評価部位とその仕様 (⑥-⑥断面) : RC 部材

部位	仕様		材料		機能要求
	部材幅 (m)	部材高 (m)	コンクリート f'_{ck} (N/mm ²)	鉄筋	
部材①	1.000	1.000	20.6	SD30	間接支持
部材②	1.000	1.200	20.6	SD30	間接支持
部材③	1.000	1.200	20.6	SD30	間接支持

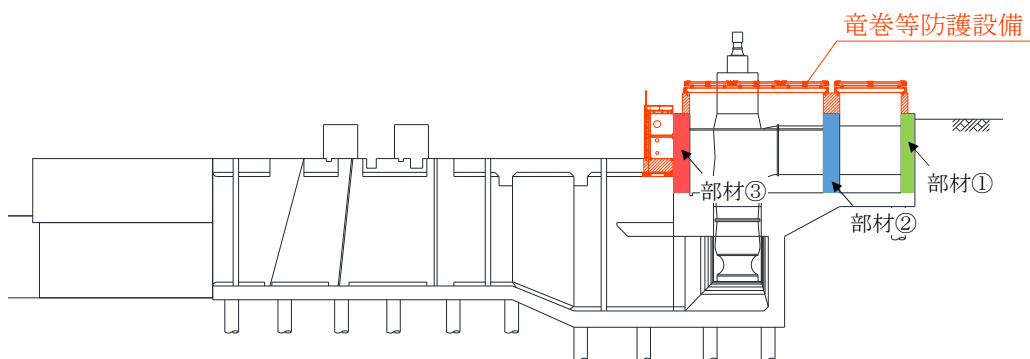


図 12-11 評価部位 (⑥-⑥断面) : RC 部材

12.3.5 許容限界

耐震評価における許容限界は、土木学会マニュアルに基づき、曲げについては限界曲率 (圧縮縁コンクリートひずみ 1.0% に対応する曲率)、せん断についてはせん断耐力とする。

12.4 評価結果

12.4.1 構造部材の曲げに対する評価結果

表 12-2 に RC 構造物の曲げに対する評価結果を示す。

RC 構造物の全塑性モーメント相当として、土木学会マニュアルに基づき、圧縮縁コンクリートひずみ 1.0%に対応する曲率（以下、「限界曲率」という。）を許容限界とし、照査用曲率が限界曲率を下回ることを確認した。なお、照査用曲率は、荷重ケース毎に各部材要素において最大となる値を示している。

表 12-2(1) RC 構造物の曲げ照査結果 (部材①)

地震応答解析 により得られる荷重		竜巻等防護設備の 応力解析により 得られる地震時反力	断面性状			鉄筋仕様		曲率 ϕ_m (1/m)	限界曲率 (圧縮ひずみ1%) ϕ (1/m)	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
応答抽出 の考え方	検討ケース*1 及び地震動		部材幅	部材高	有効高	上端	下端			
			b (mm)	h (mm)	d (mm)					
最大加速度 発生時刻	①S _s -D1 (++)	(H→V ↓)	1000	1000	925	D19	(上) D19 (下) D25			
		(H→V ↑)								
	①S _s -D1 (+-)	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -D1 (-+)	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -D1 (--)	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)						-1.44×10 ⁻⁴	2.00×10 ⁻²	0.007
	①S _s -1 1	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -1 2	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -1 3	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -1 4	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
①S _s -2 1	(H→V ↓)									
	(H→V ↑)									
①S _s -2 2	(H→V ↓)									
	(H→V ↑)	-1.39×10 ⁻⁴	2.00×10 ⁻²	0.007						
①S _s -3 1 (++)	(H→V ↓)									
	(H→V ↑)									
①S _s -3 1 (-+)	(H→V ↓)									
	(H→V ↑)	-2.59×10 ⁻⁴	2.00×10 ⁻²	0.013						
最大土圧 発生時刻	①S _s -D1 (++)	(H→V ↓)	1000	1000	925	D19	(上) D19 (下) D25			
		(H→V ↑)								
	①S _s -D1 (+-)	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -D1 (-+)	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -D1 (--)	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)						-1.26×10 ⁻⁴	2.00×10 ⁻²	0.006
	①S _s -1 1	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -1 2	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -1 3	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)						-1.19×10 ⁻⁴	2.00×10 ⁻²	0.006
	①S _s -1 4	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
①S _s -2 1	(H→V ↓)									
	(H→V ↑)									
①S _s -2 2	(H→V ↓)									
	(H→V ↑)									
①S _s -3 1 (++)	(H→V ↓)									
	(H→V ↑)									
①S _s -3 1 (-+)	(H→V ↓)									
	(H→V ↑)									

注記 * 1 : 検討ケース①は、原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース)
 * 2 : グレーハッチングは追而

表 12-2(2) RC 構造物の曲げ照査結果 (部材②)

地震応答解析 により得られる荷重		竜巻等防護設備の 応力解析により 得られる地震時反力	断面性状			鉄筋仕様		曲率	限界曲率 (圧縮ひずみ1%)	照査値
応答抽出 の考え方	検討ケース*1 及び地震動		部材幅	部材高	有効高	上端	下端			
			b (mm)	h (mm)	d (mm)					
最大加速度 発生時刻	①S _s -D1 (++)	(H→V ↓)	1000	1200	1125	D19	D19			
		(H→V ↑)								
	①S _s -D1 (+-)	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -D1 (-+)	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -D1 (--)	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -11	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -12	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -13	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -14	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -21	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -22	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
①S _s -31 (++)	(H→V ↓)									
	(H→V ↑)									
①S _s -31 (-+)	(H→V ↓)									
	(H→V ↑)									

注記 *1 : 検討ケース①は、原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース)
 *2 : グレーハッチングは追而

表 12-2(3) RC 構造物の曲げ照査結果 (部材③)

地震応答解析により得られる荷重		竜巻等防護設備の応力解析により得られる地震時反力	断面性状			鉄筋仕様		曲率 ϕ_m (1/m)	限界曲率 (圧縮ひずみ1%) ϕ (1/m)	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$						
応答抽出の考え方	検討ケース*1 及び地震動		部材幅	部材高	有効高	上端	下端									
			b (mm)	h (mm)	d (m)											
最大加速度 発生時刻	①S _s -D1 (++)	(H→V ↓)	1000	1200	1125	D19	D19									
		(H←V ↑)														
	①S _s -D1 (+-)	(H→V ↓)														
		(H←V ↑)														
	①S _s -D1 (-+)	(H→V ↓)														
		(H←V ↑)														
	①S _s -D1 (--)	(H→V ↓)											-1.23×10 ⁻³	1.66×10 ⁻²	0.074	
		(H←V ↑)											1.09×10 ⁻³	1.67×10 ⁻²	0.066	
	①S _s -11	(H→V ↓)														
		(H←V ↑)														
	①S _s -12	(H→V ↓)														
		(H←V ↑)														
	①S _s -13	(H→V ↓)														
		(H←V ↑)														
	①S _s -14	(H→V ↓)														
		(H←V ↑)														
	①S _s -21	(H→V ↓)														
		(H←V ↑)														
	①S _s -22	(H→V ↓)												-1.14×10 ⁻³	1.66×10 ⁻²	0.068
		(H←V ↑)												1.00×10 ⁻³	1.67×10 ⁻²	0.060
①S _s -31 (++)	(H→V ↓)															
	(H←V ↑)															
①S _s -31 (-+)	(H→V ↓)							-1.32×10 ⁻³	1.66×10 ⁻²	0.079						
	(H←V ↑)							1.18×10 ⁻³	1.67×10 ⁻²	0.071						

注記 *1 : 検討ケース①は、原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース)
 *2 : グレーハッチングは追而

12.4.2 構造物のせん断に対する評価結果

表 12-3 に RC 構造物のせん断に対する評価結果を示す。

RC 構造物の評価位置において、発生せん断力が土木学会マニュアルに基づくせん断耐力を下回ることを確認した。なお、発生断面力は、荷重ケース毎に各部材要素において最大となる値を示している。

表 12-3(1) RC 構造物のせん断照査結果 (部材①)

地震応答解析により得られる荷重		竜巻等防護設備の応力解析により得られる地震時反力	断面性状			発生せん断力	せん断耐力	照査値
応答抽出の考え方	検討ケース*1 及び地震動		部材幅	部材高	有効高			
			b (mm)	h (mm)	d (mm)	Vd (kN)	Vyd (kN)	$\gamma_i \cdot Vd/Vyd$
最大加速度発生時刻	①S _s -D1 (++)	(H→V ↓)	1000	1000	925			
		(H→V ↑)						
	①S _s -D1 (+-)	(H→V ↓)						
		(H→V ↑)						
	①S _s -D1 (-+)	(H→V ↓)						
		(H→V ↑)						
	①S _s -D1 (--)	(H→V ↓)				72	298	0.242
		(H→V ↑)				72	279	0.260
	①S _s -11	(H→V ↓)						
		(H→V ↑)						
	①S _s -12	(H→V ↓)						
		(H→V ↑)						
	①S _s -13	(H→V ↓)						
		(H→V ↑)						
	①S _s -14	(H→V ↓)						
		(H→V ↑)						
①S _s -21	(H→V ↓)							
	(H→V ↑)							
①S _s -22	(H→V ↓)	69	301	0.228				
	(H→V ↑)	69	277	0.247				
①S _s -31 (++)	(H→V ↓)							
	(H→V ↑)							
①S _s -31 (-+)	(H→V ↓)	86	288	0.298				
	(H→V ↑)	86	282	0.305				
最大土圧発生時刻	①S _s -D1 (++)	(H→V ↓)	1000	1000	925	108	283	0.381
		(H→V ↑)				108	278	0.389
	①S _s -D1 (+-)	(H→V ↓)						
		(H→V ↑)						
	①S _s -D1 (-+)	(H→V ↓)						
		(H→V ↑)						
	①S _s -D1 (--)	(H→V ↓)				67	297	0.227
		(H→V ↑)				67	287	0.234
	①S _s -11	(H→V ↓)						
		(H→V ↑)						
	①S _s -12	(H→V ↓)						
		(H→V ↑)						
	①S _s -13	(H→V ↓)				58	298	0.195
		(H→V ↑)				58	290	0.201
	①S _s -14	(H→V ↓)						
		(H→V ↑)						
①S _s -21	(H→V ↓)							
	(H→V ↑)							
①S _s -22	(H→V ↓)							
	(H→V ↑)							
①S _s -31 (++)	(H→V ↓)							
	(H→V ↑)							
①S _s -31 (-+)	(H→V ↓)							
	(H→V ↑)							

注記 *1 : 検討ケース①は、原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース)
 *2 : グレーハッチングは追而

表 12-3(2) RC 構造物のせん断照査結果 (部材②)

地震応答解析により得られる荷重		竜巻等防護設備の応力解析により得られる地震時反力	断面性状			発生せん断力	せん断耐力	照査値		
応答抽出の考え方	検討ケース*1 及び地震動		部材幅	部材高	有効高					
			b (mm)	h (mm)	d (mm)	Vd (kN)	Vyd (kN)	$\gamma_i \cdot Vd/Vyd$		
最大加速度発生時刻	①S _s -D1 (++)	(H→V ↓)	1000	1200	1125					
		(H→V ↑)								
	①S _s -D1 (+-)	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -D1 (-+)	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -D1 (--)	(H→V ↓)						109	282	0.386
		(H→V ↑)						109	250	0.435
	①S _s -11	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -12	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -13	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -14	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -21	(H→V ↓)								
		(H→V ↑)								
	①S _s -22	(H→V ↓)						104	284	0.366
		(H→V ↑)						104	249	0.417
①S _s -31 (++)	(H→V ↓)									
	(H→V ↑)									
①S _s -31 (-+)	(H→V ↓)			114	276	0.412				
	(H→V ↑)			114	254	0.447				

注記 *1 : 検討ケース①は、原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース)
 *2 : グレーハッチングは追而

表 12-3(3) RC 構造物のせん断照査結果 (部材③)

地震応答解析により得られる荷重		竜巻等防護設備の応力解析により得られる地震時反力	断面性状			発生せん断力	せん断耐力	照査値			
応答抽出の考え方	検討ケース* ¹ 及び地震動		部材幅	部材高	有効高						
			b (mm)	h (mm)	d (mm)	Vd (kN)	Vyd (kN)	$\gamma_i \cdot Vd/Vyd$			
最大加速度発生時刻	①S _s -D1 (++)	(H→V ↓)	1000	1200	1125						
		(H←V ↑)									
	①S _s -D1 (+-)	(H→V ↓)									
		(H←V ↑)									
	①S _s -D1 (-+)	(H→V ↓)									
		(H←V ↑)									
	①S _s -D1 (--)	(H→V ↓)							124	279	0.444
		(H←V ↑)							-124	249	0.497
	①S _s -11	(H→V ↓)									
		(H←V ↑)									
	①S _s -12	(H→V ↓)									
		(H←V ↑)									
	①S _s -13	(H→V ↓)									
		(H←V ↑)									
	①S _s -14	(H→V ↓)									
		(H←V ↑)									
	①S _s -21	(H→V ↓)									
		(H←V ↑)									
	①S _s -22	(H→V ↓)							119	280	0.424
		(H←V ↑)							-119	248	0.479
①S _s -31 (++)	(H→V ↓)										
	(H←V ↑)										
①S _s -31 (-+)	(H→V ↓)				128	274	0.469				
	(H←V ↑)				-129	253	0.508				

注記 * 1 : 検討ケース①は、原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース)
 * 2 : グレーハッチングは追而

【竜巻等防護設備の嵩上げ RC 壁が FRS に与える影響について】

1. はじめに

竜巻等防護設備の FRS の基となる加速度応答スペクトルは、取水構造物の地震応答解析により算定している。取水構造物の地震応答解析モデルでは、竜巻等防護設備の嵩上げ RC 壁を部材としてモデル化せず、分布質量として考慮する方針としている。取水構造物の地震応答解析モデルにおけるモデル化の考え方を図 1 に示す。

本モデルでは、嵩上げ RC 壁の質量による慣性力は考慮できるが、当該部材による加速度応答の増幅効果を考慮出来ていない可能性がある。よって、本項では、嵩上げ RC 壁による加速度応答の増幅効果を確認し、地震応答解析モデルの妥当性を検証する。

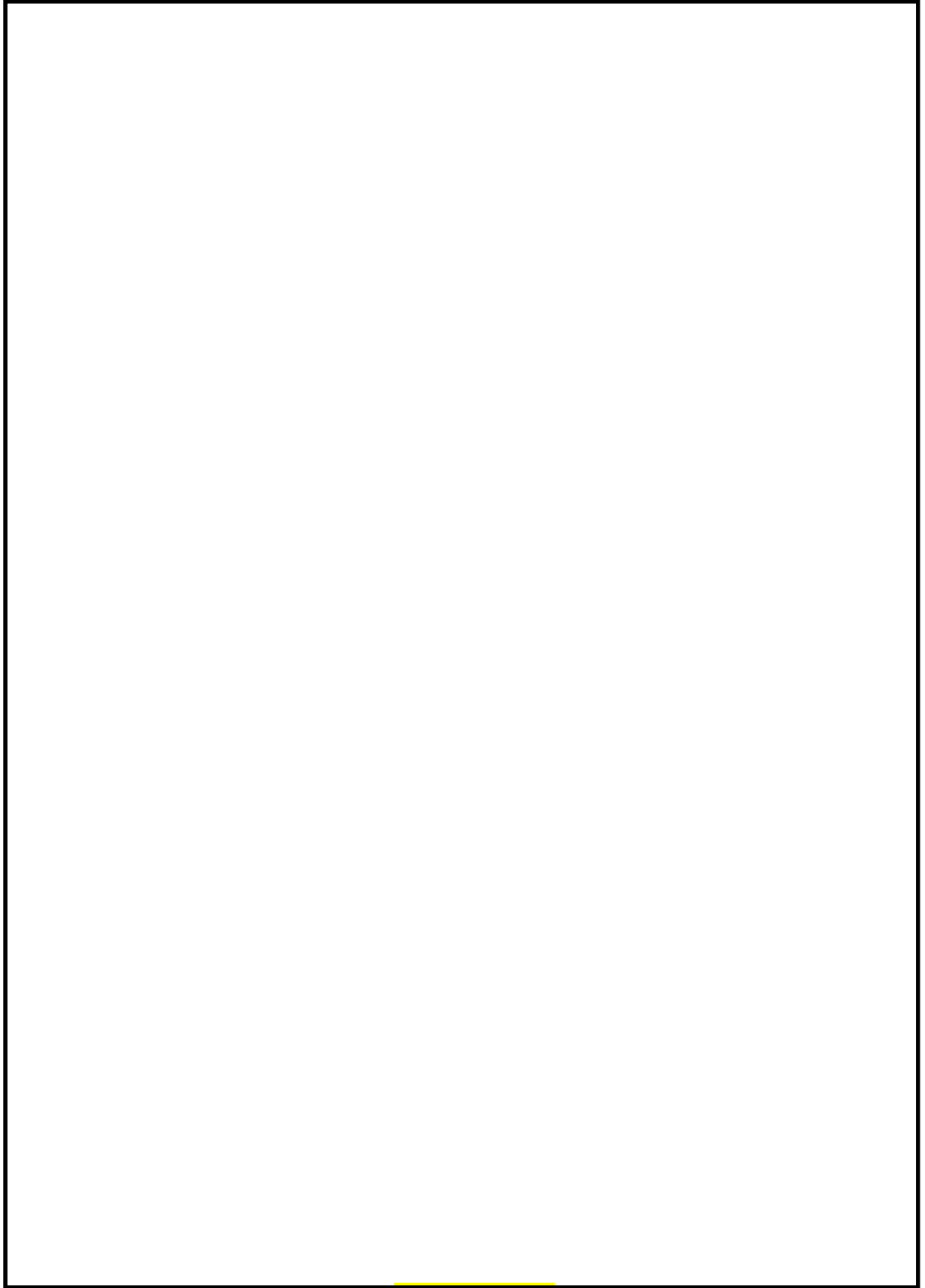
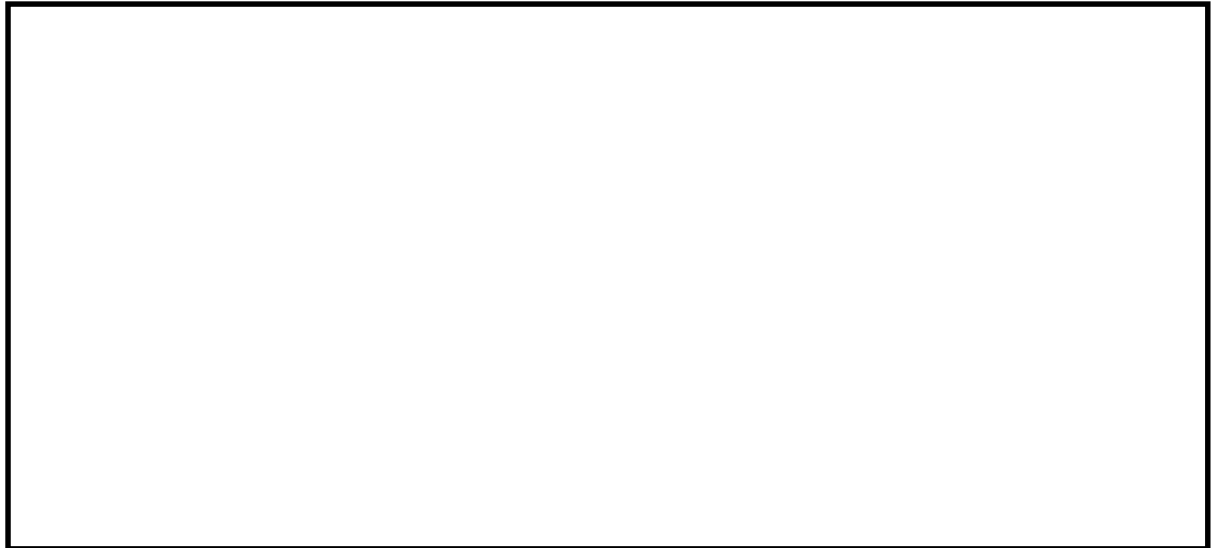


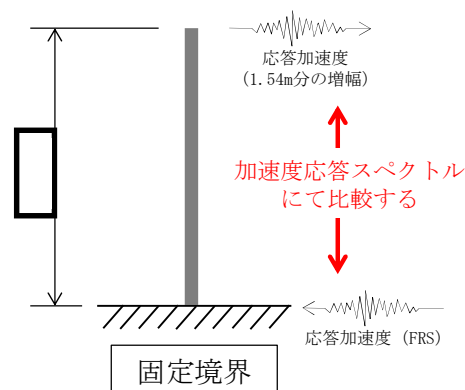
図1 取水構造物の地震応答解析モデルにおけるモデル化の考え方

2. 検討方針

嵩上げ RC 壁の下端を固定端とした片持ちはりモデルにて、モデル下端より入力した応答加速度を嵩上げ RC 壁上端部で取り出し、加速度応答スペクトルにて比較する。加速度応答スペクトル比較用の片持ちはりモデルを図 2 に示す。また、検討波は検討ケース⑤（原地盤において非液化状態の条件を仮定した解析ケース）における S_s 全波とし、水平成分を入力する。*



(検討対象部材)



(解析モデル)

図 2 加速度応答スペクトル比較用の片持ちはりモデル

注記 * : 下端を固定端とした片持ちはりモデルにて水平成分のみの入力を行うことで、加速度応答のうち回転成分を考慮しないモデルとなる。ただし、以下に示すとおり、入力波の回転成分は極めて小さいことから、下端固定によるモデル化は妥当であると判断した。

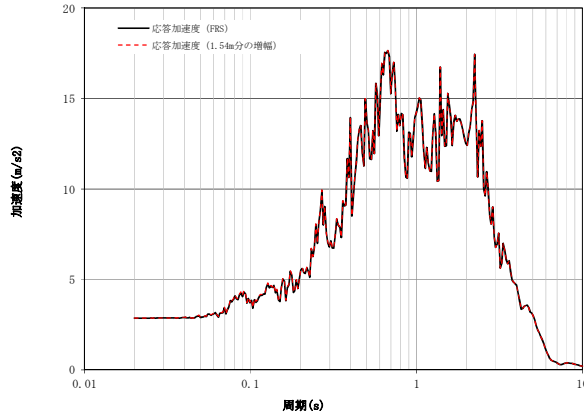
評価対象部材	最大回転加速度 R (rad/s ²)	部材長 1.54m×R (cm/s ²)
部材①	0.0283	4.36
部材②	0.0307	4.73
部材③	0.0421	6.48

* : 代表波として、 $S_s-D 1 (H+, V+)$ を対象に上記確認を実施した。

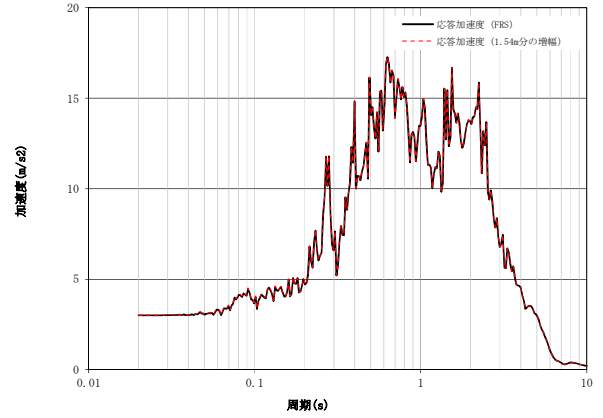
3. 検討結果

1.54m分のRC壁による増幅を考慮した加速度応答スペクトルを算定し比較した結果を図3に示す。S_s全波において、高上げRC壁部における有意な応答増幅は確認されなかった。

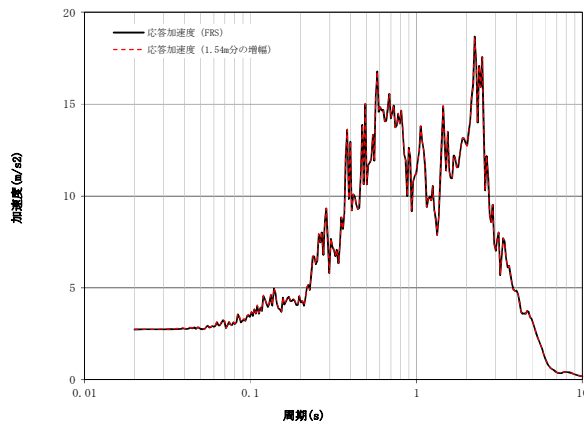
以上より、現状の取水構造物の地震応答解析モデルにおけるモデル化の妥当性を確認した。



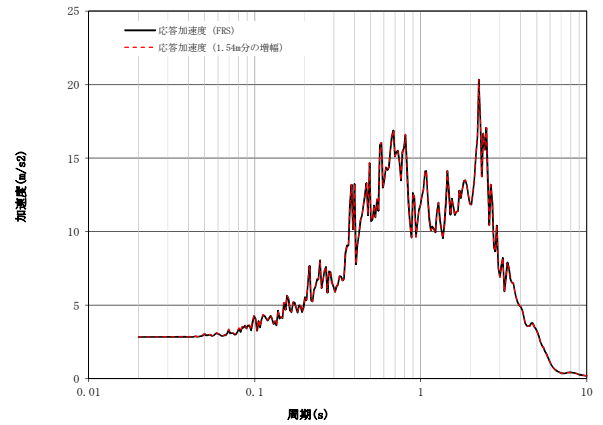
S_s-D 1 (H+, V+)



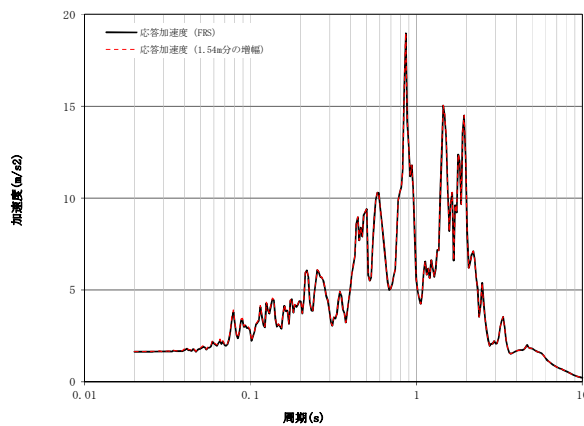
S_s-D 1 (H+, V-)



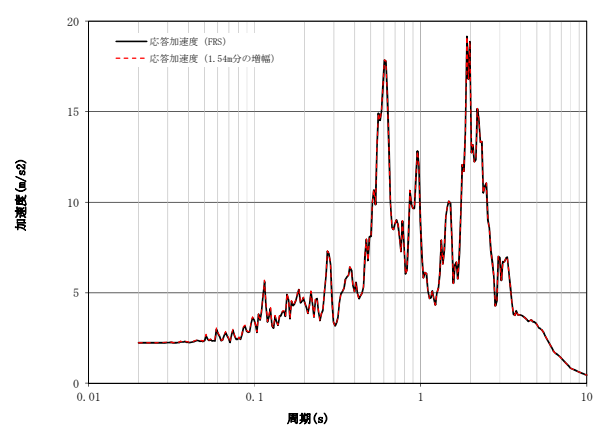
S_s-D 1 (H-, V+)



S_s-D 1 (H-, V-)

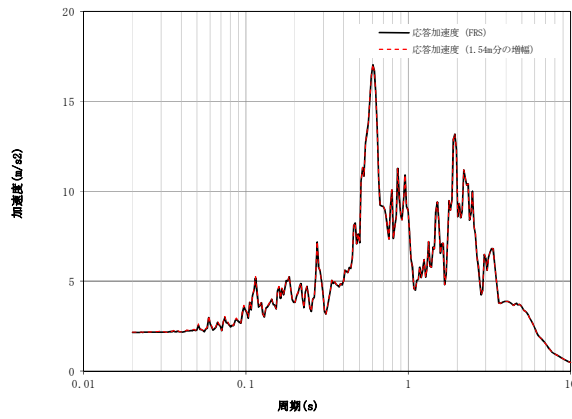


S_s-1 1

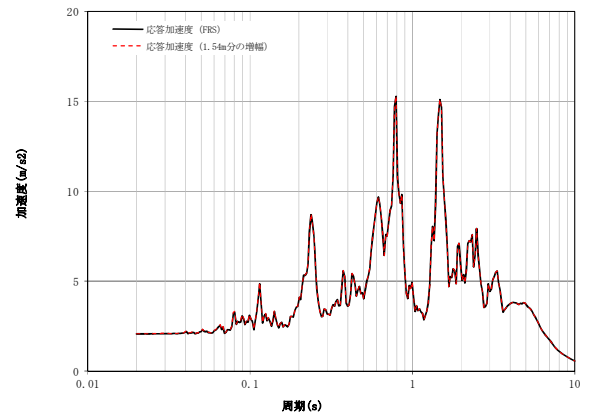


S_s-1 2

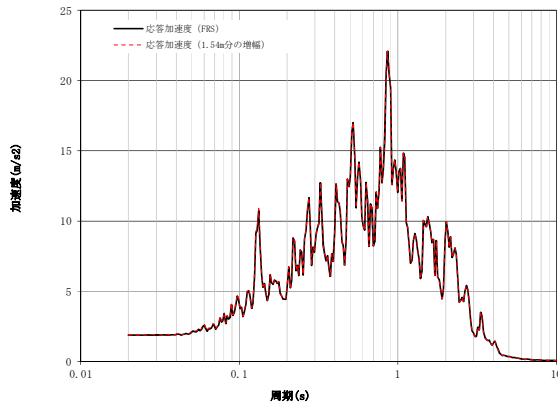
図3(1) 加速度応答スペクトルの比較結果 (対象部材①) (1/2)



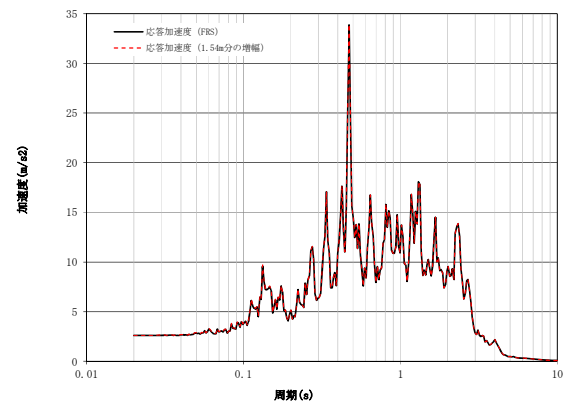
$S_s-1\ 3$



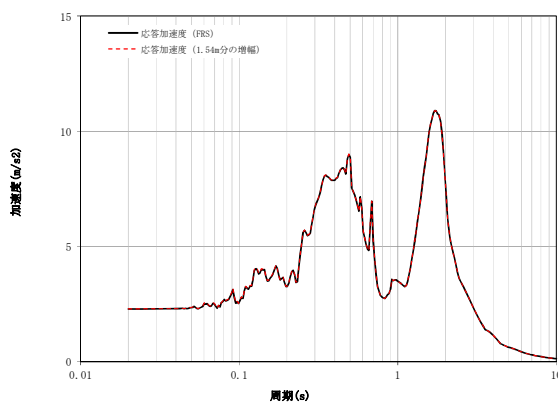
$S_s-1\ 4$



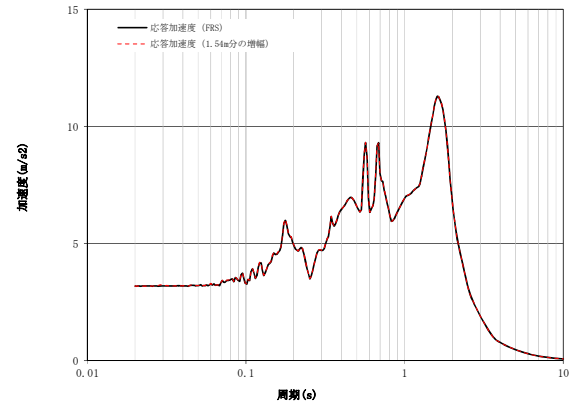
$S_s-2\ 1$



$S_s-2\ 2$

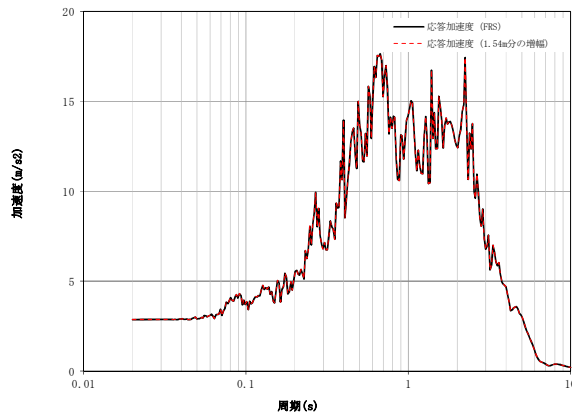


$S_s-3\ 1\ (H+, V+)$

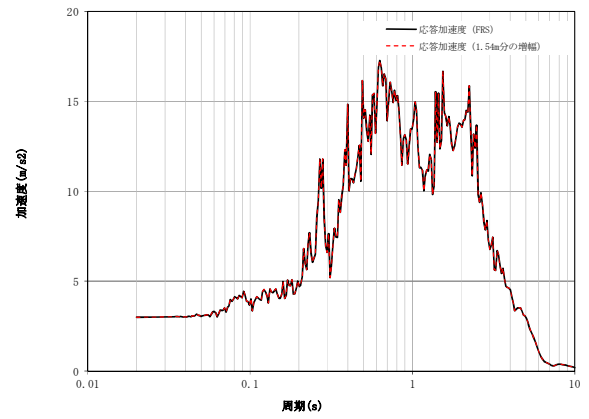


$S_s-3\ 1\ (H-, V+)$

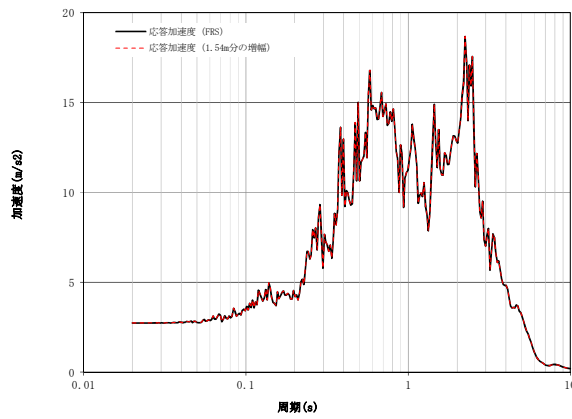
図 3(2) 加速度応答スペクトルの比較結果 (対象部材①) (2/2)



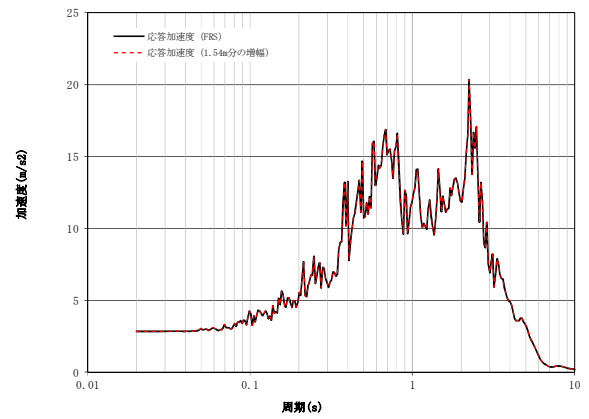
$S_s-D 1 (H+, V+)$



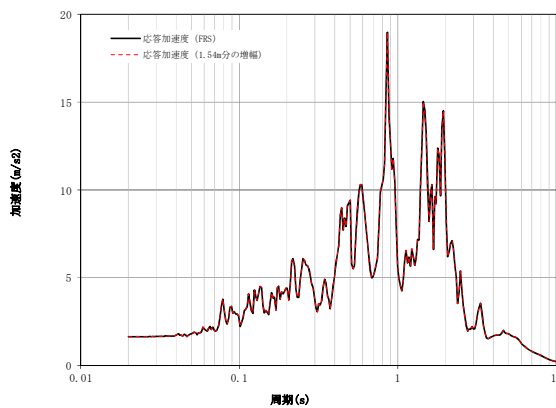
$S_s-D 1 (H+, V-)$



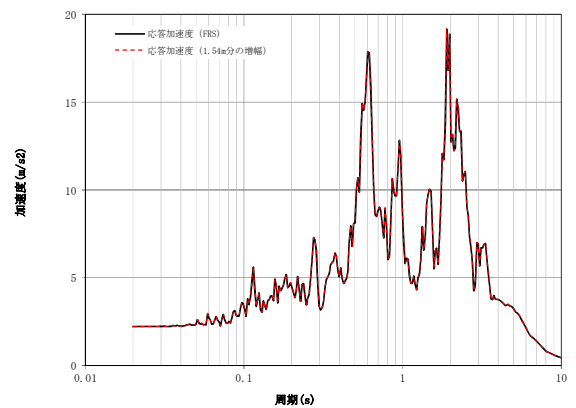
$S_s-D 1 (H-, V+)$



$S_s-D 1 (H-, V-)$

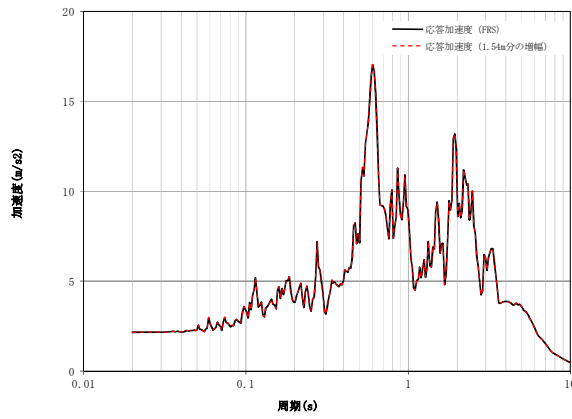


$S_s-1 1$

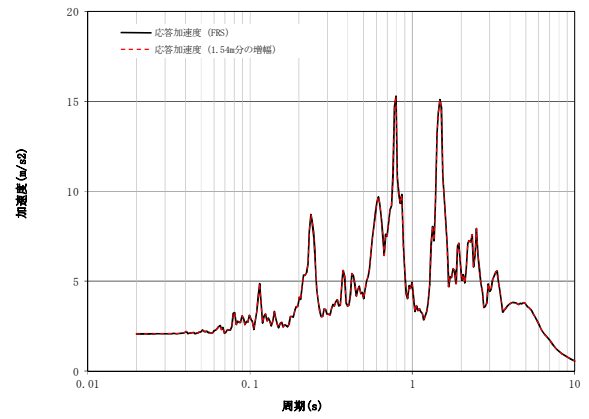


$S_s-1 2$

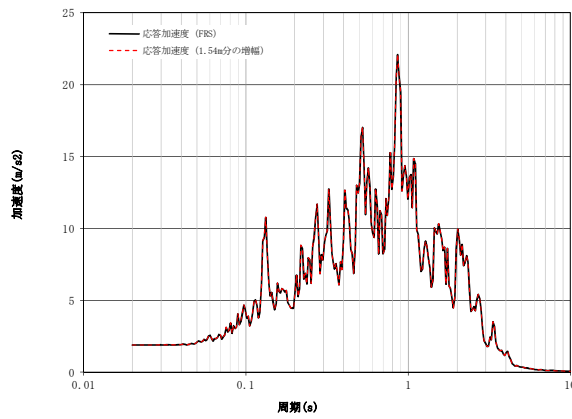
図 3(3) 加速度応答スペクトルの比較結果 (対象部材②) (1/2)



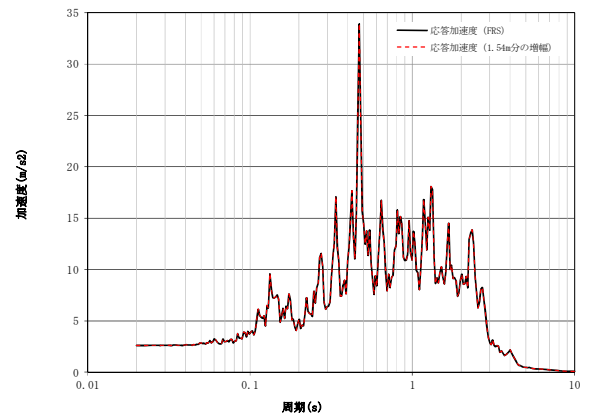
S_s-13



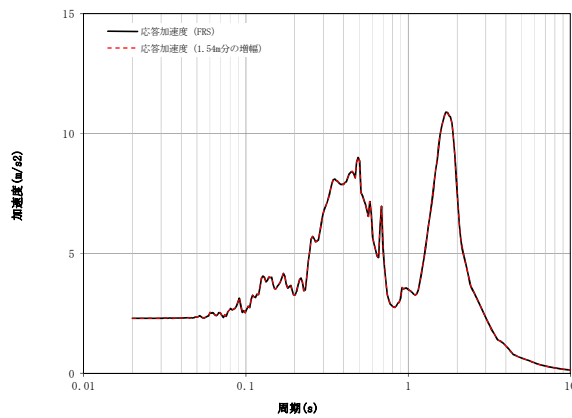
S_s-14



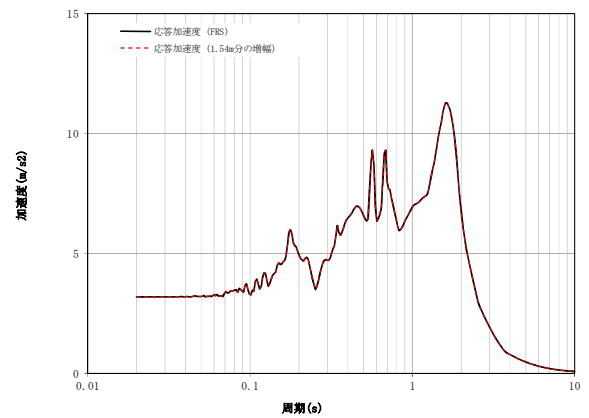
S_s-21



S_s-22

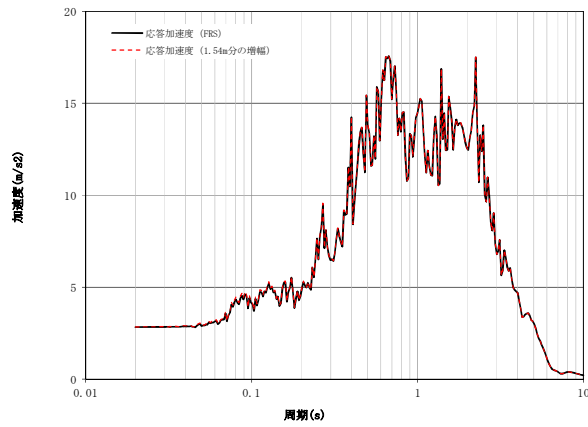


$S_s-31 (H+, V+)$

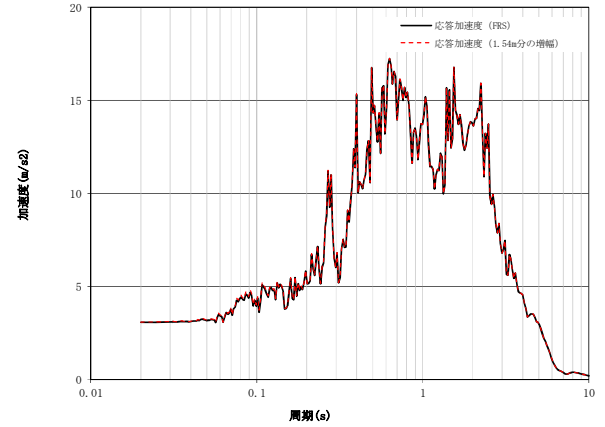


$S_s-31 (H-, V+)$

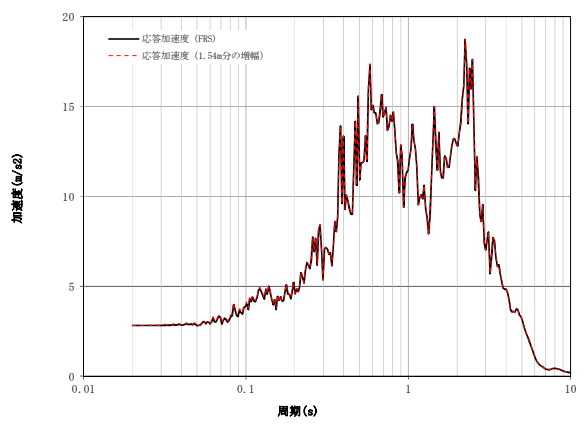
図 3(4) 加速度応答スペクトルの比較結果 (対象部材②) (2/2)



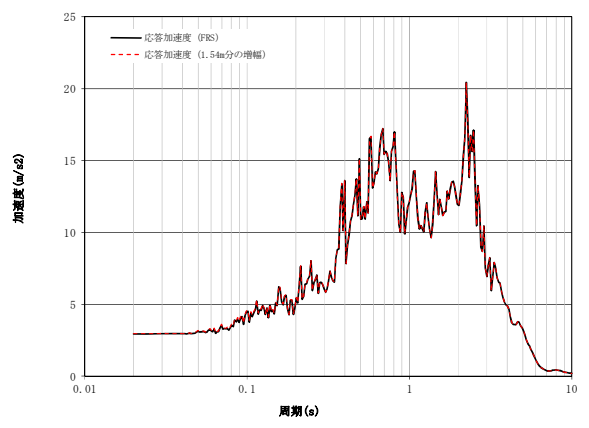
$S_s-D 1 (H+, V+)$



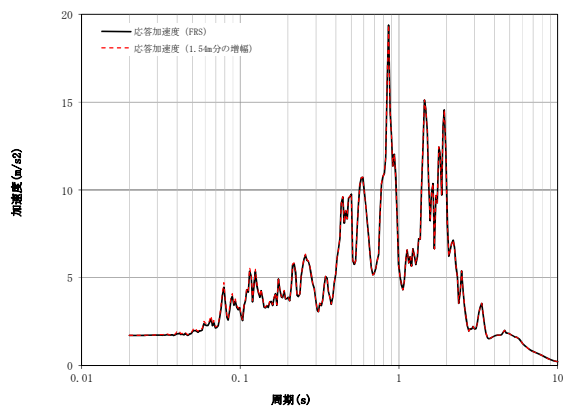
$S_s-D 1 (H+, V-)$



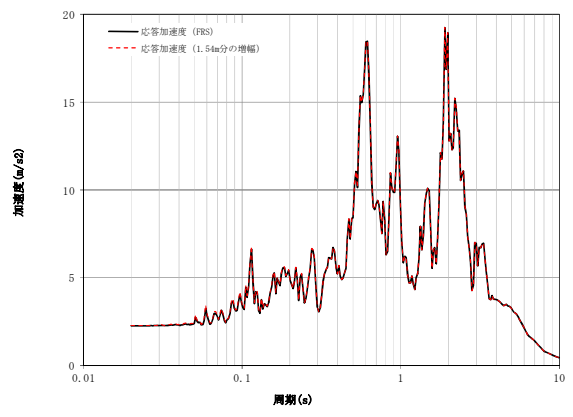
$S_s-D 1 (H-, V+)$



$S_s-D 1 (H-, V-)$

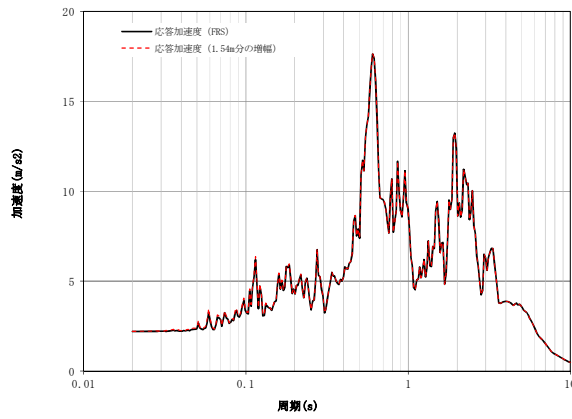


$S_s-1 1$

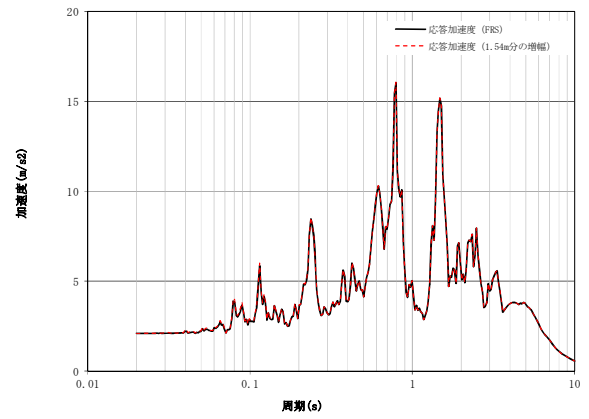


$S_s-1 2$

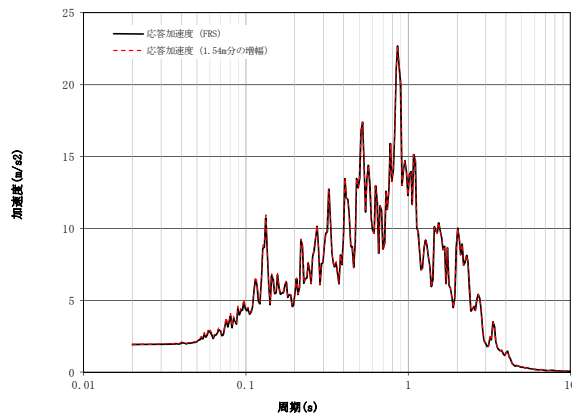
図 3(5) 加速度応答スペクトルの比較結果 (対象部材③) (1/2)



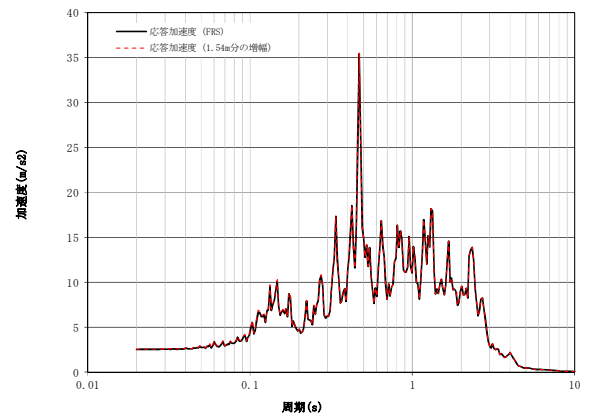
$S_s - 13$



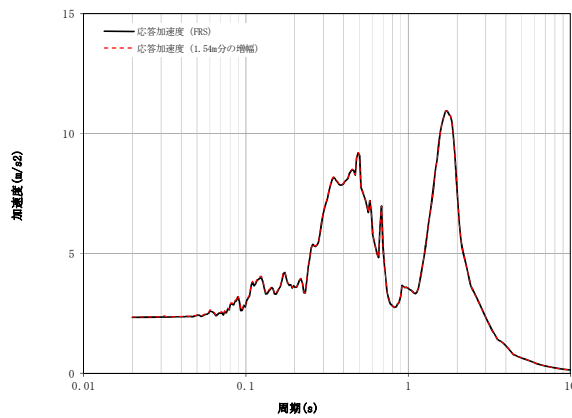
$S_s - 14$



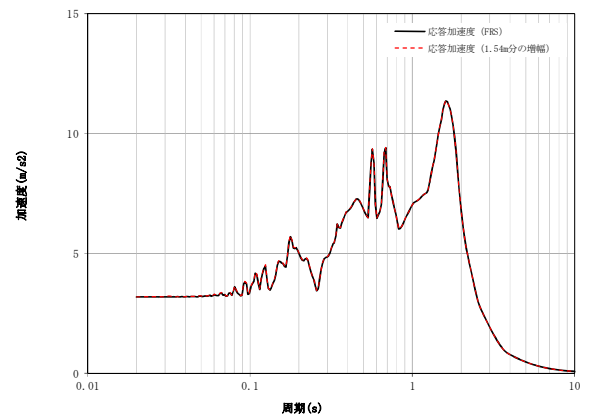
$S_s - 21$



$S_s - 22$



$S_s - 31 (H+, V+)$



$S_s - 31 (H-, V+)$

図 3(6) 加速度応答スペクトルの比較結果 (対象部材③) (2/2)

【竜巻等防護設備を支持する既設 RC 部材の相対変位について】

本項では、竜巻等防護設備を支持する既設 RC 部材に発生する相対変位を確認し、影響の有無について考察する。部材間の相対変位は軽微であることから、竜巻等防護設備に与える影響は小さいと判断する。

表 既設 RC 部材間の相対変位

相対変位 ケース	水平方向 (m)	鉛直方向 (m)
部材①～部材②	2.32×10^{-5}	6.11×10^{-3}
部材①～部材③	3.19×10^{-3}	1.45×10^{-2}

*：代表波として、 S_s-D1 （H+，V+）を対象に上記確認を実施した。

*：検討ケース④（地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）による応答結果を示す。

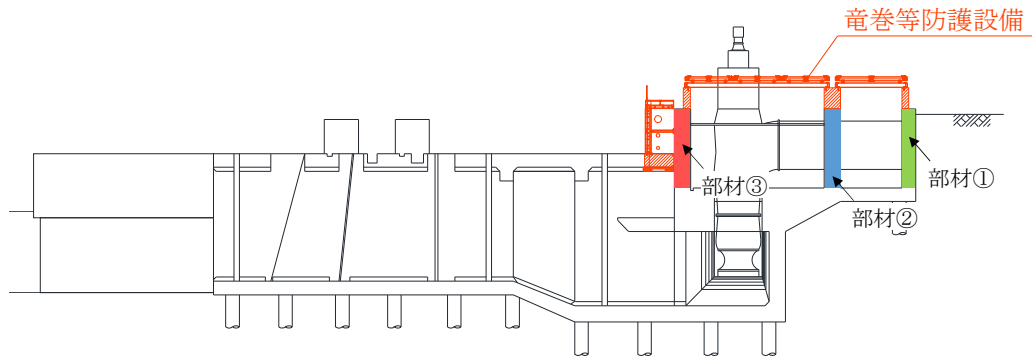


図 竜巻等防護設備を支持する既設 RC 部材の配置