

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7補足-028-08 改21
提出年月日	2020年7月9日

資料8

浸水防護施設の耐震性に関する説明書の補足説明資料

2020年 7月

東京電力ホールディングス株式会社

□: は, 今回提出資料を示す。

補足説明資料目次

I. はじめに

1. 浸水防護施設の設計における考慮事項

- 1.1 地震と津波の組合せで考慮する荷重について
- 1.2 海水貯留堰における津波波力の設定方針について
- 1.3 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について
- 1.4 津波防護に関する施設の機能設計・構造設計に係る許容限界について
- 1.5 津波防護施設の強度計算における津波荷重, 余震荷重及び漂流物荷重の組合せについて
- 1.6 津波に対する止水性能を有する施設の評価について
- 1.7 強度計算に用いた規格・基準について
- 1.8 アンカー設計に用いる規格・基準類の適用について
- 1.9 浸水防護施設の評価における風荷重・積雪荷重の設定について

2. 浸水防護施設の耐震, 強度計算に関する補足説明

- 2.1 海水貯留堰の耐震計算書に関する補足説明
- 2.2 海水貯留堰 (6号機設備) の耐震計算書に関する補足説明
- 2.3 海水貯留堰の強度計算書に関する補足説明
- 2.4 海水貯留堰 (6号機設備) の強度計算書に関する補足説明
- 2.5 取水護岸の耐震計算書に関する補足説明
- 2.6 取水護岸 (6号機設備) の耐震計算書に関する補足説明
- 2.7 津波荷重 (突き上げ) の強度評価における鉛直方向荷重の考え方について
- 2.8 止水堰の設計に関する補足説明
- 2.9 床ドレンライン浸水防止治具を構成する各部材の評価及び機能維持の確認方法について
- 2.10 津波監視カメラに関する補足説明
- 2.11 取水槽水位計に関する補足説明
- 2.12 加振試験の条件について
- 2.13 水密扉の設計に関する補足説明
- 2.14 浸水防護施設の耐震計算における「土木構築物, 建物・構築物, 機器・配管系」の分類について
- 2.15 地下水排水設備 サブドレンポンプの加振試験に関する補足説明
- 2.16 フラップゲートの加振試験に関する補足説明

2.16 フラップゲートの加振試験に関する補足説明

目 次

1. 試験概要	1
2. 振動特性把握試験	2
3. 加振試験	6

1. 試験概要

1.1 概要

フラップゲートは空調ダクトに設置し、内部の扉体が閉止することで水流を止水する構造となっている。J E A G 4 6 0 1 に記載のない機器であることから、機能確認済加速度を設定することを目的とし、加振設備を用いて柏崎刈羽原子力発電所第7号機向けのフラップゲートと開口部寸法は異なるが、同構造のフラップゲートを加振した。フラップゲートの断面図を図1-1に示す。試験方法としては振動特性把握試験を実施し、固有振動数を求め、剛構造であることを確認した後、機器の据付位置における評価用加速度を包絡する加振波で加振試験を実施した。また、浸水時の地震を想定して水圧を加えた状態で加振を行い、止水性能を確認した。加振台仕様を表1-1に示す。また、試験体と実機の主な仕様の比較を表1-2に示す。

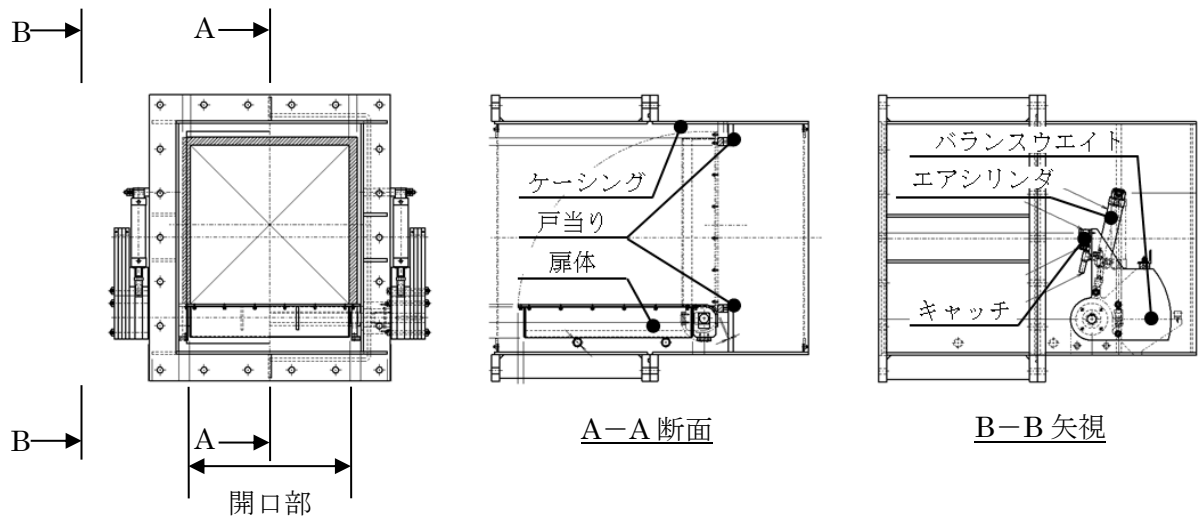


図1-1 フラップゲート断面図 (開状態)

表1-1 加振台仕様

項目	諸元
積載重量	最大60t, 定格20t
振動数範囲	(DC)~50 Hz

表1-2 フラップゲートの主な仕様の比較

試験体	開口部寸法	重量 [kg]
A	350mm×350mm	412
B	600mm×600mm	1132
今回 申請対象	500mm×500mm	994

2. 振動特性把握試験

2.1 試験方法

フラップゲートに加速度計を取付け、通常状態である内部の扉体が開状態において加振波として 1Hz から 30Hz までの範囲でランダム波を使用した各軸単独加振を実施し、応答加速度から周波数応答関数を得て、固有周期について求める。計測センサー取付位置を図 2—1 に示す。

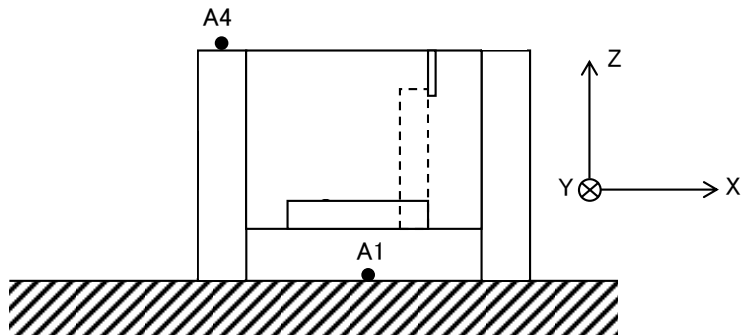
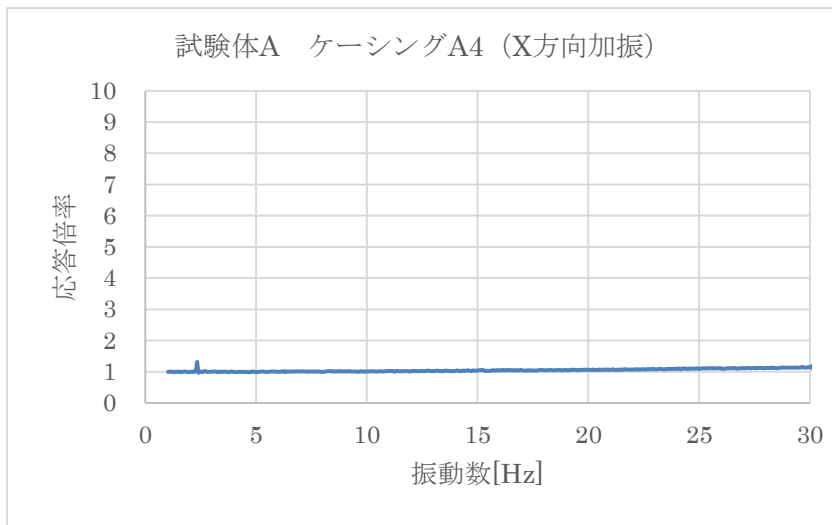


図 2—1 計測センサー取付位置

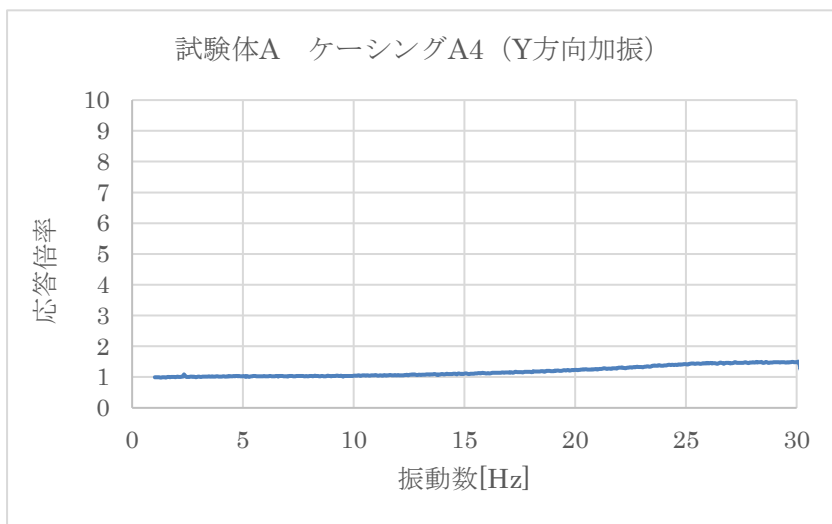
2.2 試験結果

試験により得られた振動伝達特性を図 2—2～図 2—3 に示す。振動台 (A 1) の入力加速度に対するケーシング (A 4) の振動伝達特性は、X 方向、Y 方向、Z 方向加振において高振動数域で若干の応答増幅があるものの、応答倍率はほぼ 1 倍のフラットな特性を示す。

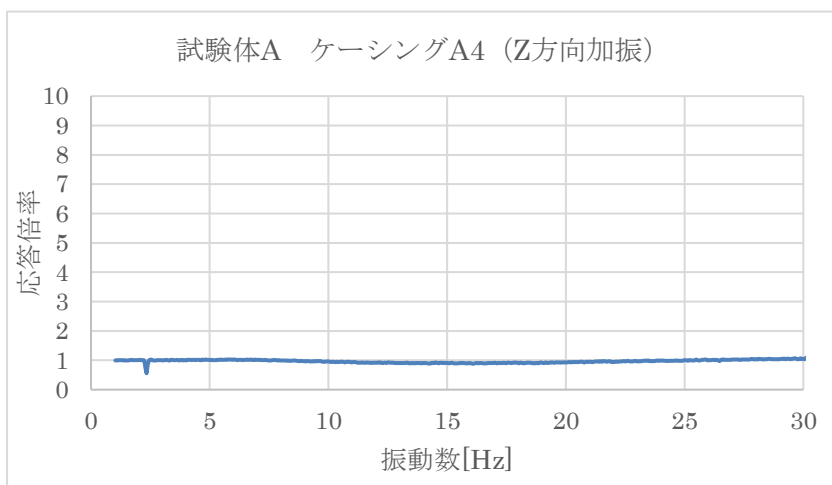
表 2—1 に示すとおり、各軸方向について剛構造と見なせる固有周期 0.05 秒を十分に下回る結果が得られた。



卓越振動数	
振動数	応答倍率
—	—

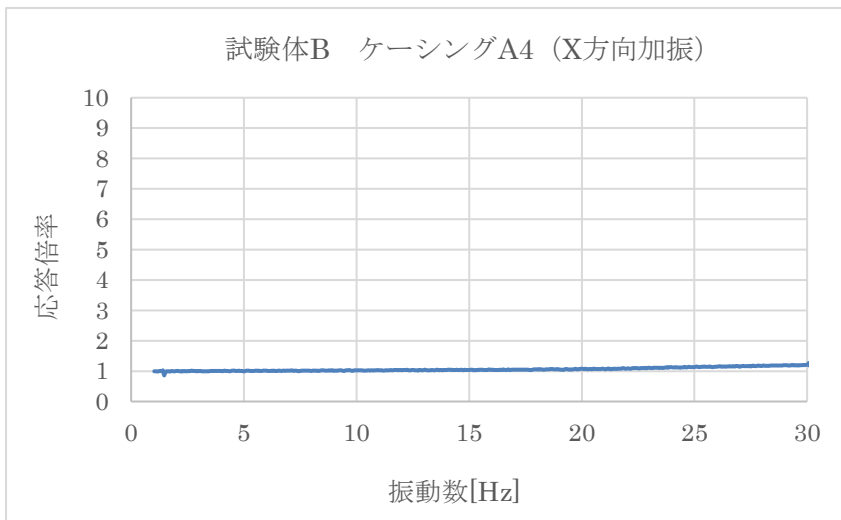


卓越振動数	
振動数	応答倍率
—	—

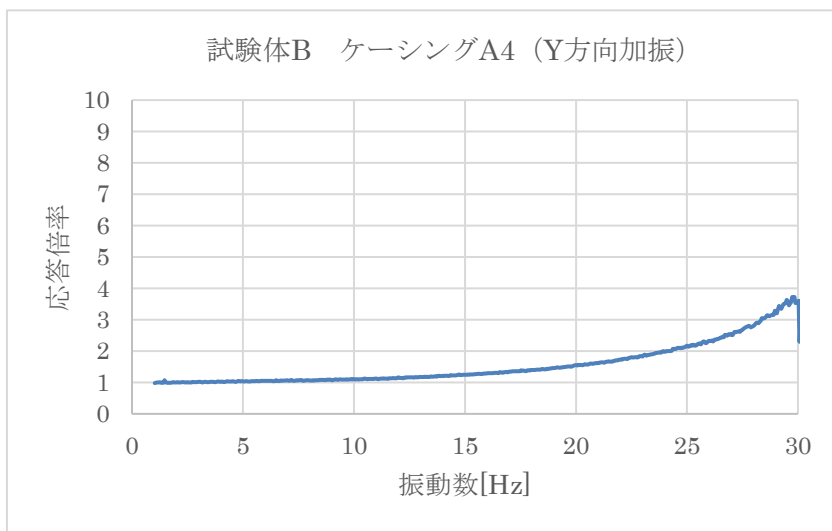


卓越振動数	
振動数	応答倍率
—	—

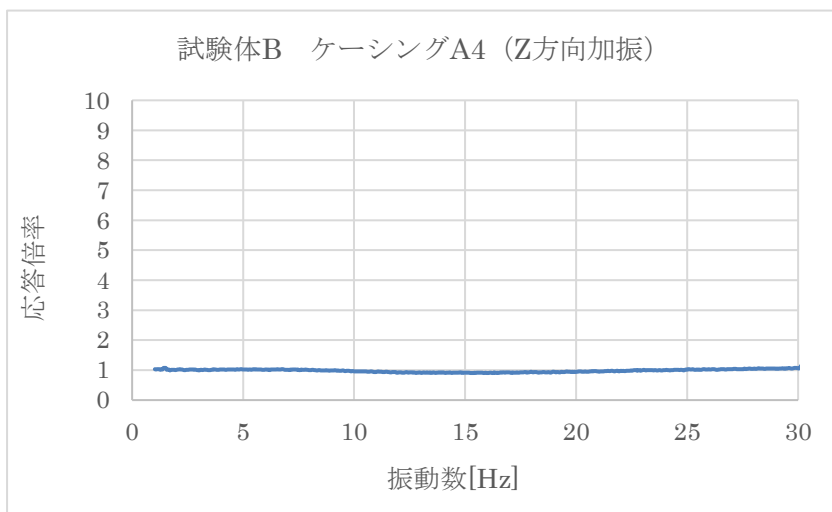
図 2—2 試験体 A 振動伝達特性



卓越振動数	
振動数	応答倍率
—	—



卓越振動数	
振動数	応答倍率
—	—



卓越振動数	
振動数	応答倍率
—	—

図 2—3 試験体 B 振動伝達特性

表 2—1 各軸方向での固有周期

試験体 A		
方向	固有周期(s)	固有振動数(Hz)
X	0.034 以下	30Hz 以上
Y	0.034 以下	30Hz 以上
Z	0.034 以下	30Hz 以上

試験体 B		
方向	固有周期(s)	固有振動数(Hz)
X	0.034 以下	30Hz 以上
Y	0.034 以下	30Hz 以上
Z	0.034 以下	30Hz 以上

3. 加振試験

3.1 試験方法

電力会社3社による共同委託で、幅広くBWRプラントに適用できるように加振波を生成し、加振試験を実施する。

- ・建屋の地震応答解析に用いる模擬地震波は、原子力発電所耐震設計技術基準（JEAG4601-2008）を参考に作成
- ・建屋モデルにはMARK-1建屋およびMARK-2建屋を適用

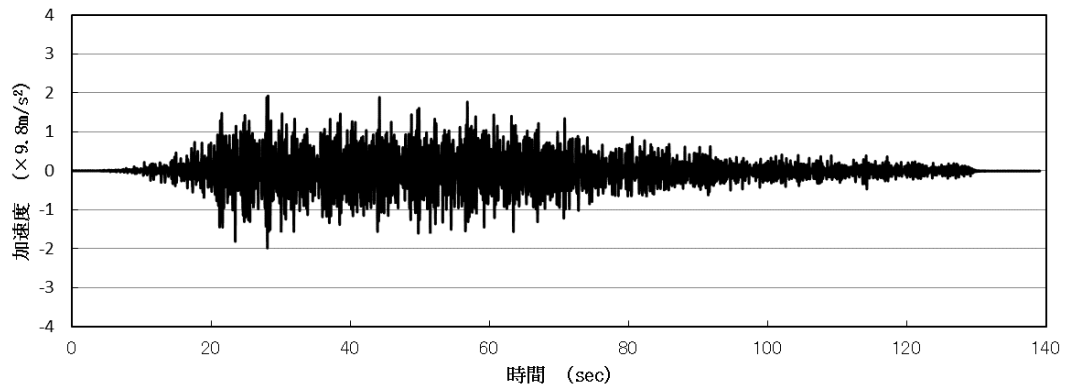
浸水前の地震を想定しフラップゲート開の加振試験及び浸水後の地震を想定しフラップゲート閉、加圧水ありの条件で加振を実施し、止水機能保持を確認する。

加振試験における試験条件を表3-1に、加振波を図3-1、図3-2に示す。

表3-1 加振試験条件

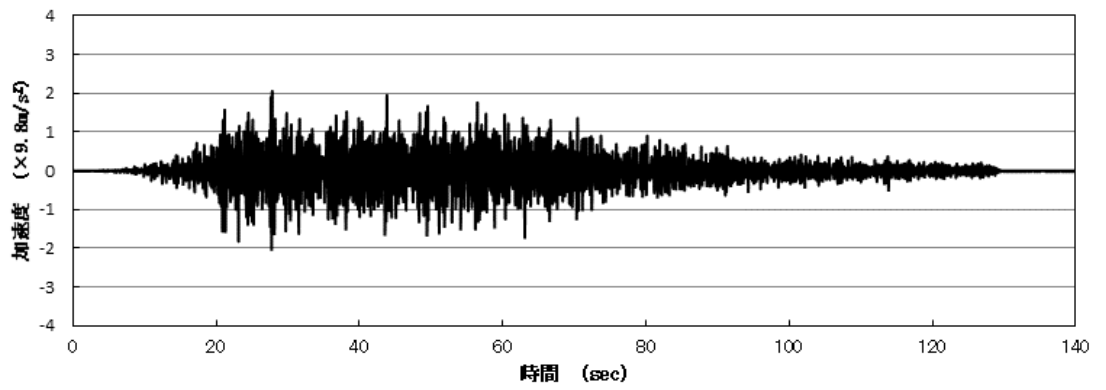
項目	試験条件
加振地震波	ランダム波
加振方向	水平1方向及鉛直方向の2軸加振
加振条件	・フラップゲート開、水なし ・フラップゲート閉、加圧水あり（静水圧20m）
取付状態	加振台上にボルトにて取付

最大加速度：1.9848($\times 9.8\text{m/s}^2$)



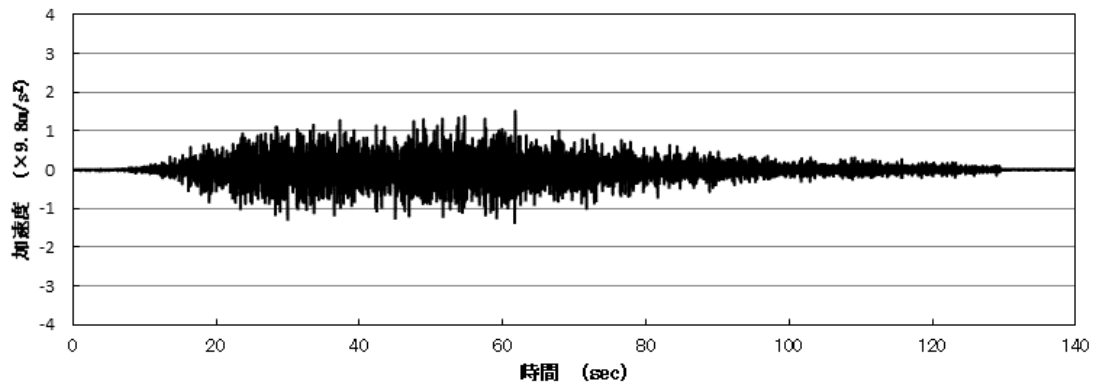
水平 X 方向 (試験体 A)

最大加速度：2.0517($\times 9.8\text{m/s}^2$)



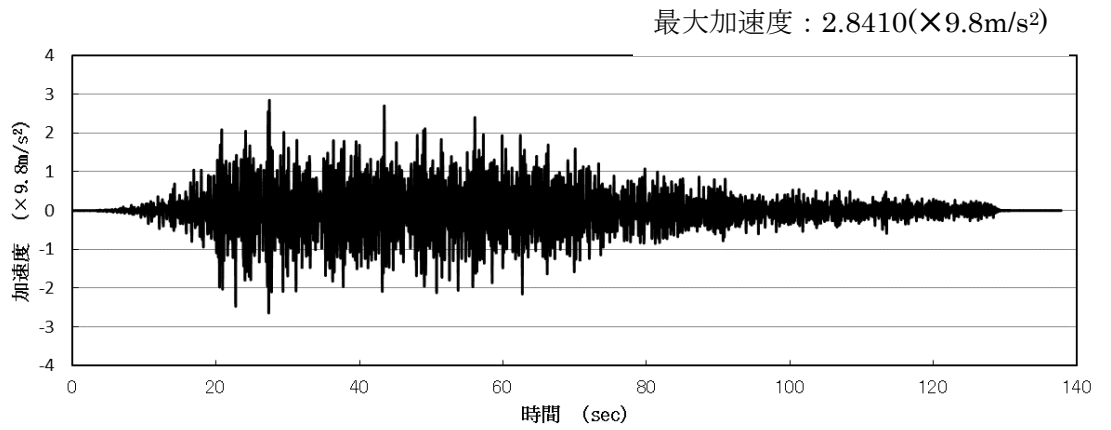
水平 Y 方向 (試験体 A)

最大加速度：1.5026($\times 9.8\text{m/s}^2$)

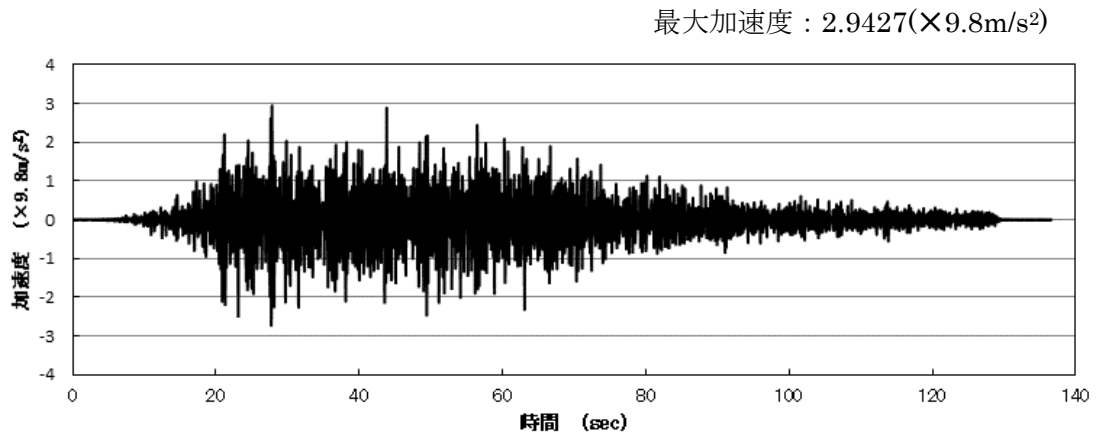


鉛直 Z 方向 (試験体 A)

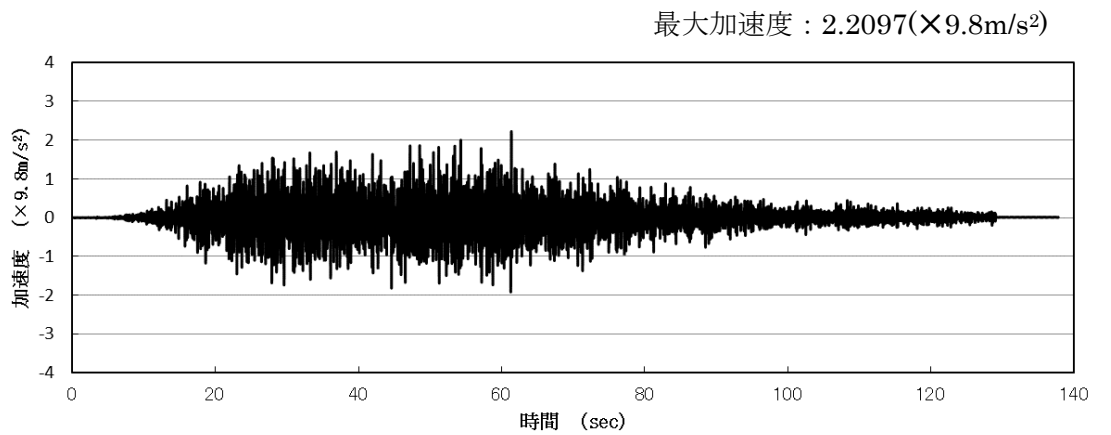
図 3-1 加振試験に用いた加振波の加速度時刻歴 (試験体 A)
(フラップゲート開, 水なし)



水平 X 方向 (試験体 B)



水平 Y 方向 (試験体 B)



鉛直 Z 方向 (試験体 B)

図 3-2 加振試験に用いた加振波の加速度時刻歴 (試験体 B)
(フラップゲート開, 水なし)

3.2 試験結果

以下について機器に異常がないことを確認し、フラップゲート開、水なしの試験において加振台での最大加速度を少数点以下第2位で切り捨てた値を機能確認済加速度とした。

- ・加振試験後にフラップゲート設置状態に異常なし
- ・加振試験後にボルト締付状態に異常なし

加振台の床応答曲線が、20Hz以上の領域で柏崎刈羽原子力発電所第7号機フラップゲートの据付位置における設計用床応答曲線以上であることを確認した。また、機能確認済加速度が据付位置における機能維持評価用加速度以上であることを確認した。表3—2及び表3—3に機能維持評価用加速度と試験時の機能確認済加速度との比較を示す。図3—3及び図3—4に設計用床応答曲線と加振台床応答曲線の比較を示す。

さらに、フラップゲート閉、加圧水ありの試験において、以下を確認した。

- ・0.202MPaでの加圧条件における加振試験において漏えい0.012ℓ/分、有意な漏えいなし

表3—2 評価用加速度と試験時の機能確認済加速度との比較（試験体A）

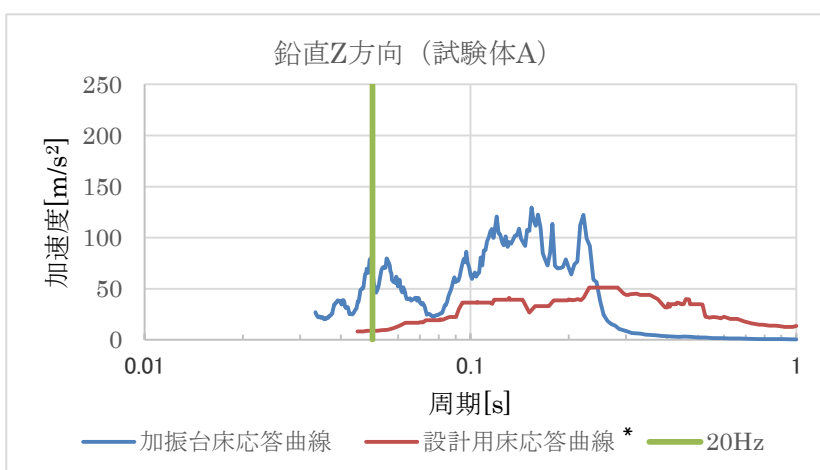
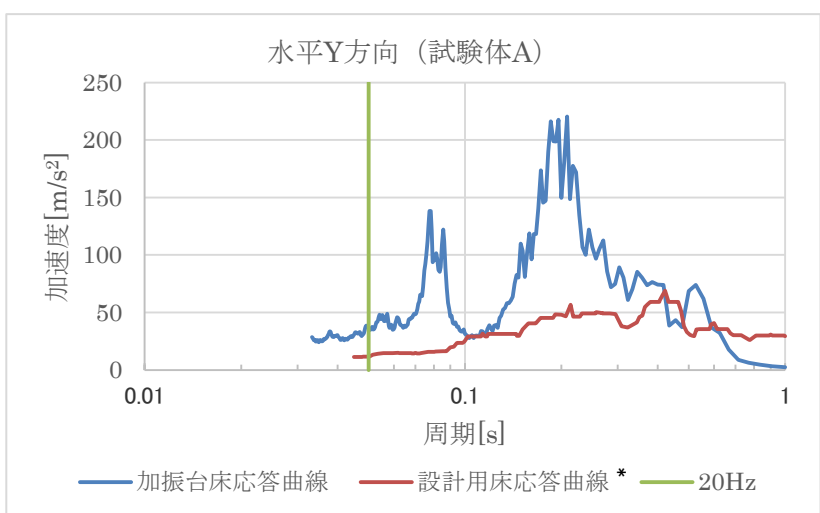
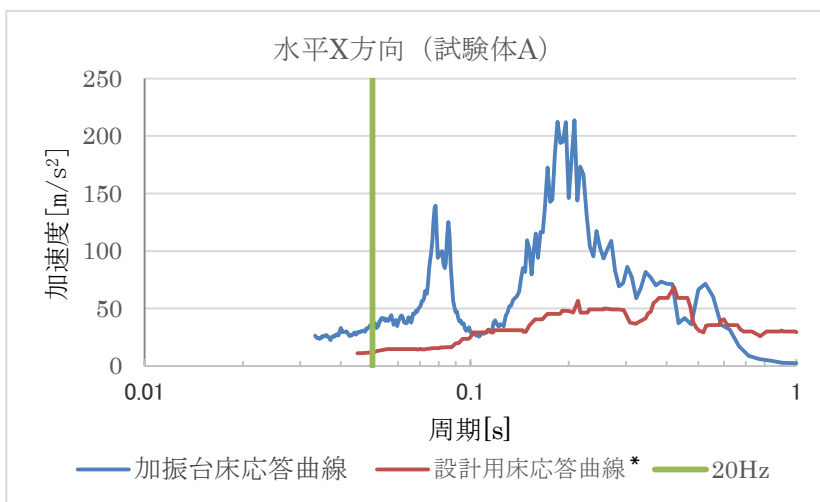
(×9.8m/s²)

方向	機能維持評価用 加速度	機能確認済加速度 試験体A	加振台加振試験時 最大応答加速度
X	0.82	1.9	1.9848
Y	0.82	2.0	2.0517
Z	0.74	1.5	1.5026

表3—3 評価用加速度と試験時の機能確認済加速度との比較（試験体B）

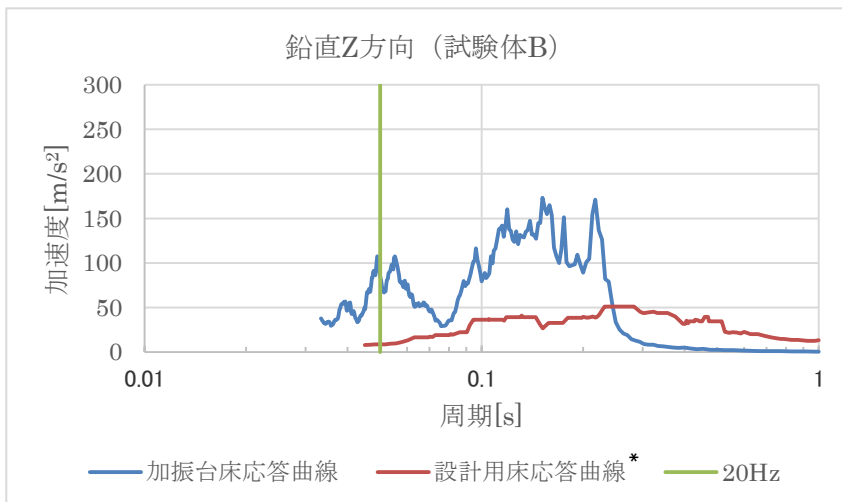
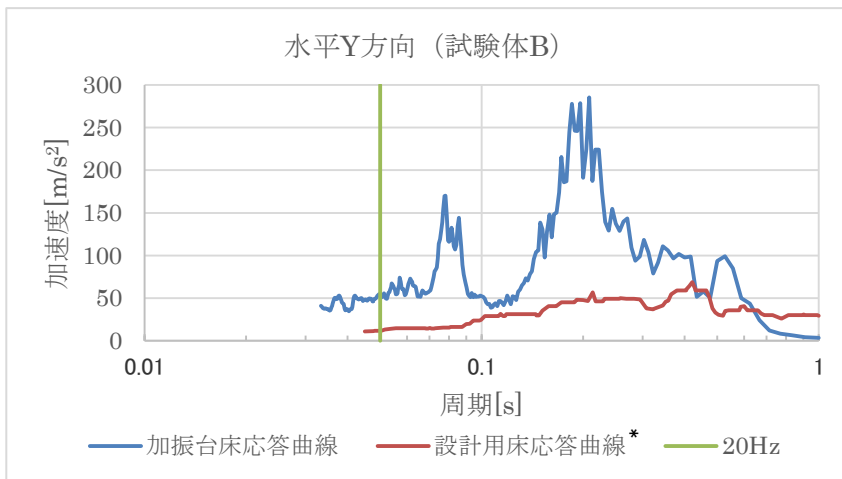
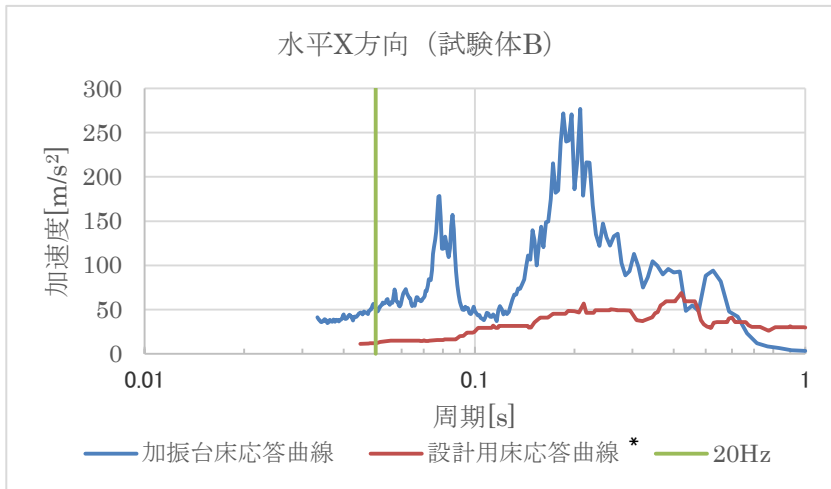
(×9.8m/s²)

方向	機能維持評価用 加速度	機能確認済加速度 試験体B	加振台加振試験時 最大応答加速度
X	0.82	2.8	2.8410
Y	0.82	2.9	2.9427
Z	0.74	2.2	2.2097



注記* : V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」の設計用床応答曲線 I を元に作成した減衰定数 1.0% の評価用床応答曲線。

図 3-3 設計用床応答曲線と加振台床応答曲線との比較 (試験体 A)
(フラップゲート開, 水なし)



注記* : V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」の設計用床応答曲線 I を元に作成した減衰定数 1.0% の評価用床応答曲線。

図 3-4 設計用床応答曲線と加振台床応答曲線との比較 (試験体 B)
(フラップゲート開, 水なし)