

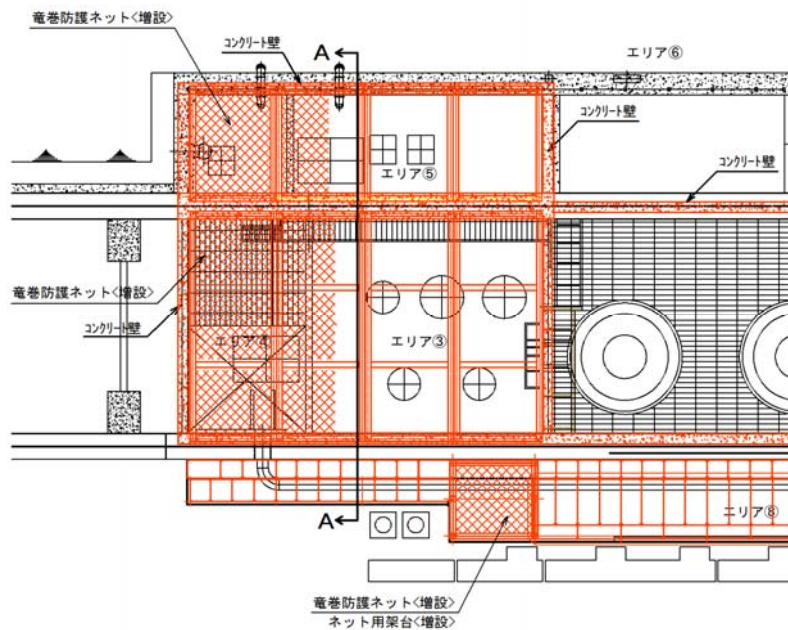
12. 竜巻等防護設備による地震時反力を考慮した取水構造物 RC 部材の耐震評価

12.1 概要

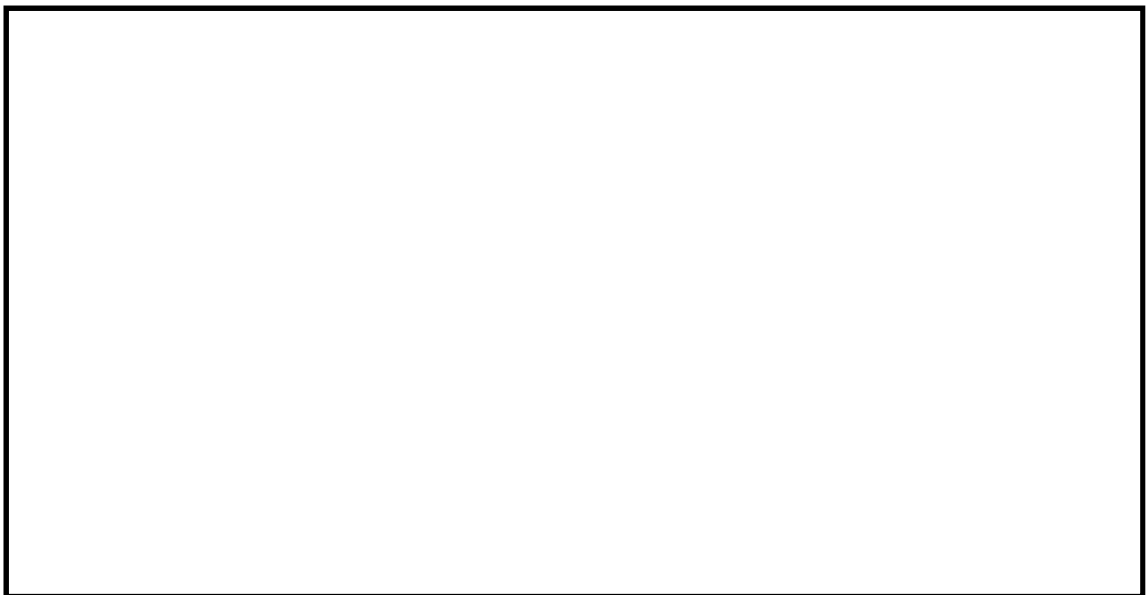
取水構造物の耐震評価では、竜巻等防護設備を分布質量として地震応答解析モデルに反映し、その質量による慣性力を考慮した照査を実施している。

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。

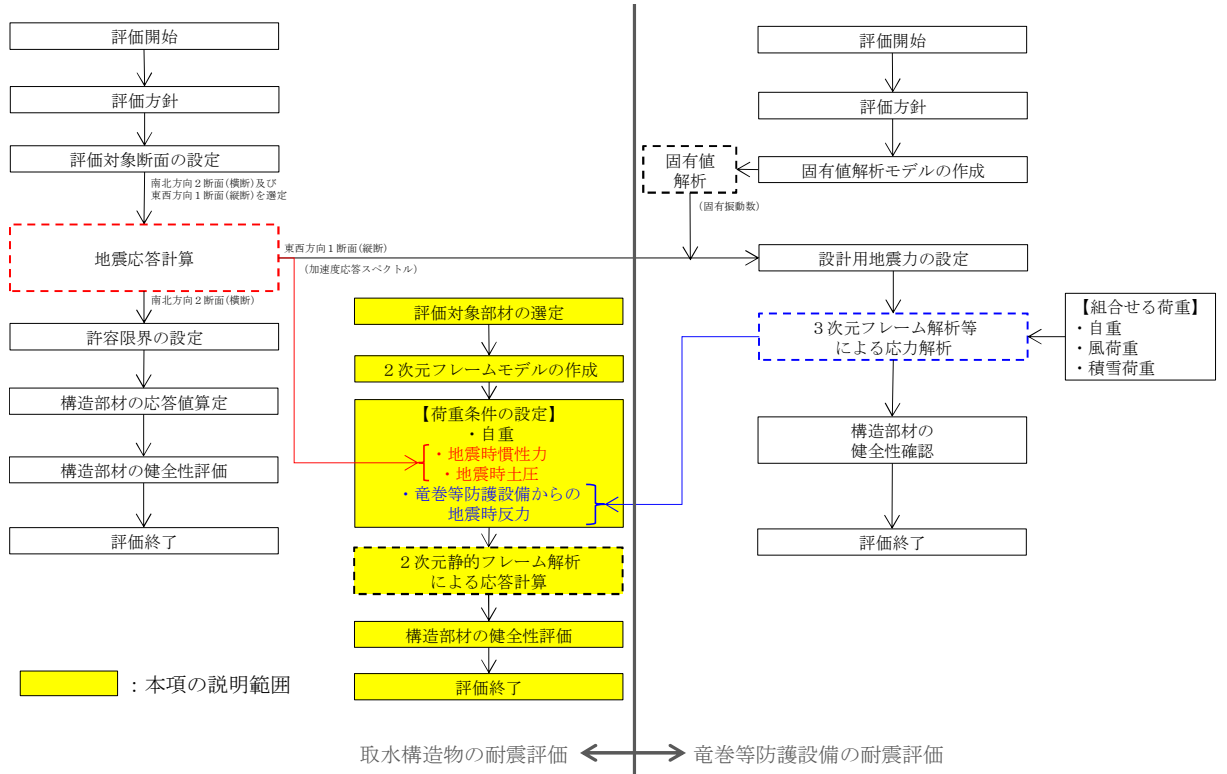


図 12-2 竜巻等防護設備による地震時反力を考慮した取水構造物 RC 部材の耐震評価フロー

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

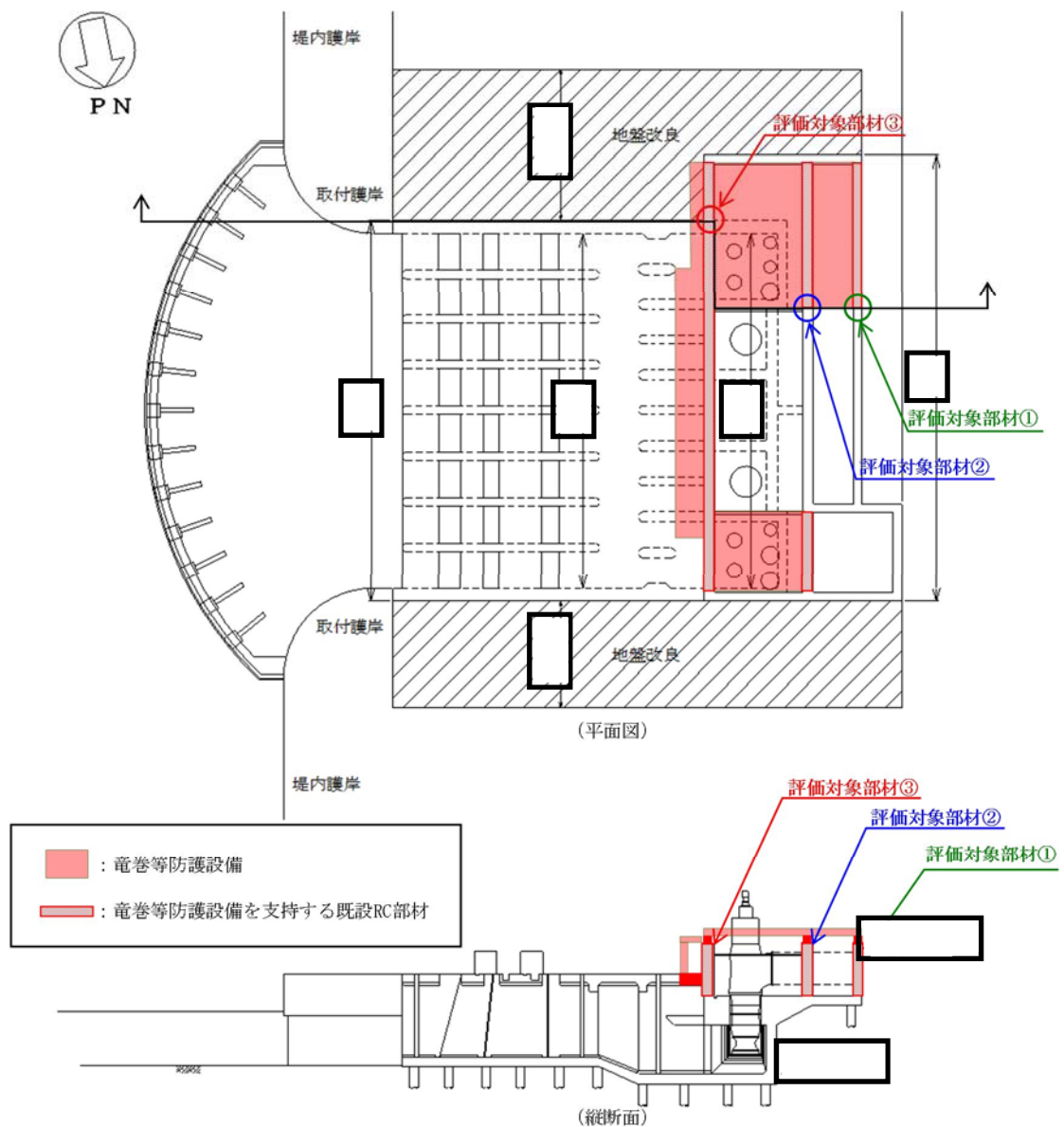


図12-3 評価対象部材

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。

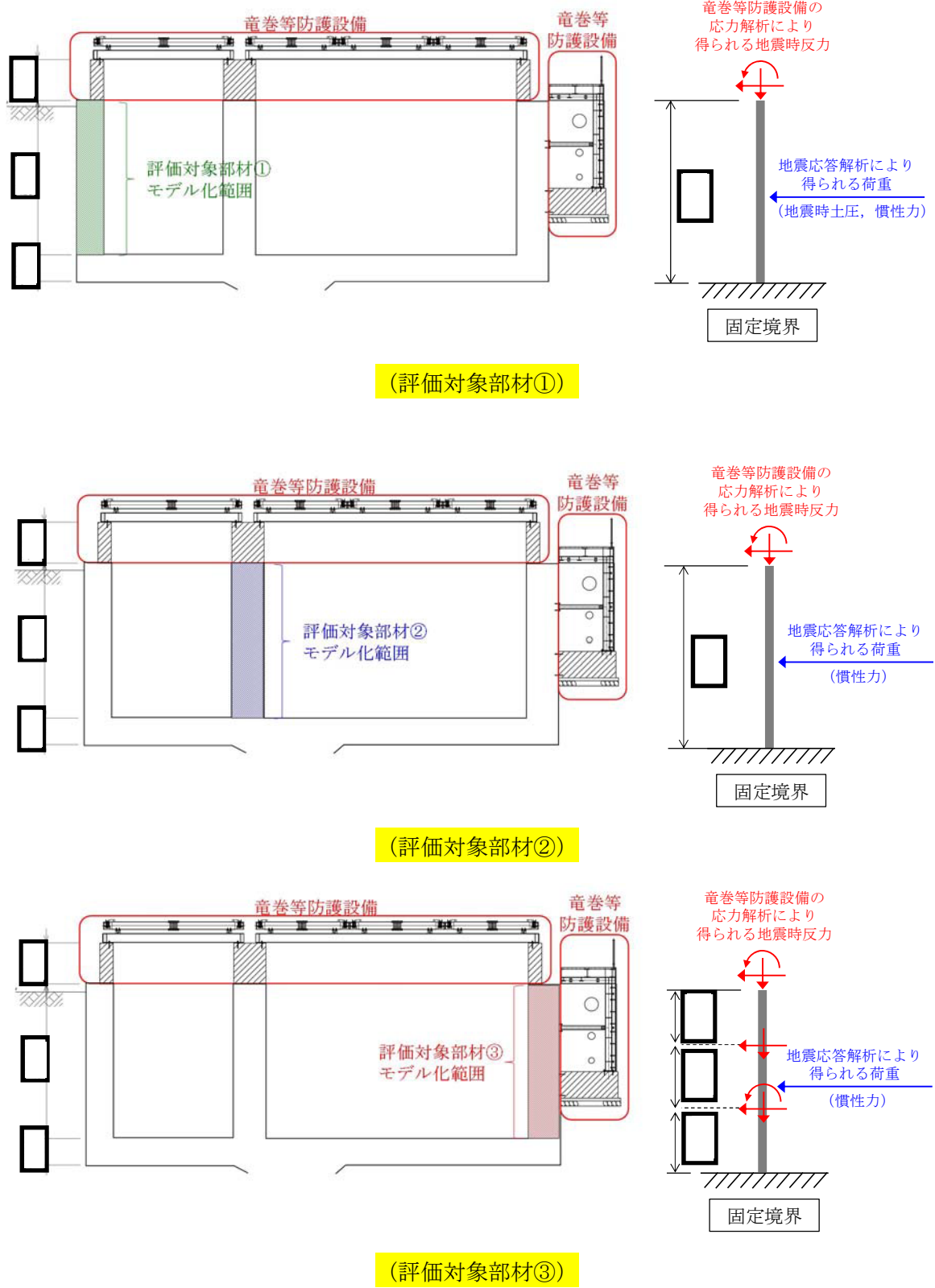
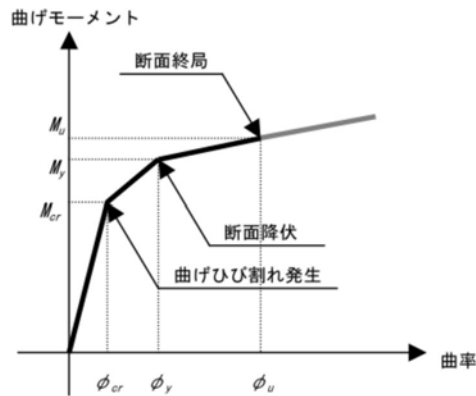


図 12-4 解析モデル

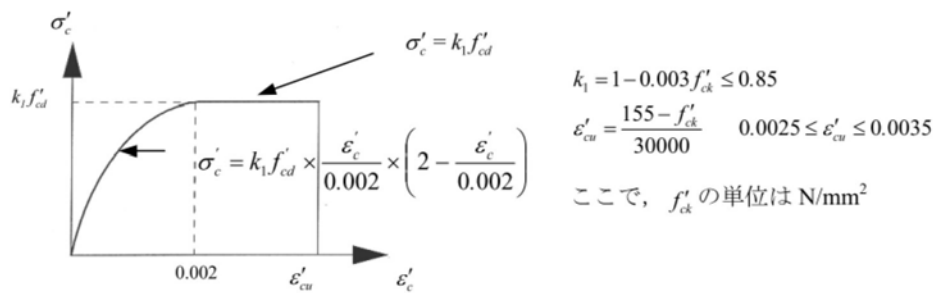
なお、壁部材は非線形はり要素を用いてモデル化する。非線形特性の設定においては、コンクリート及び鉄筋について、それぞれの非線形特性を考慮する。

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。



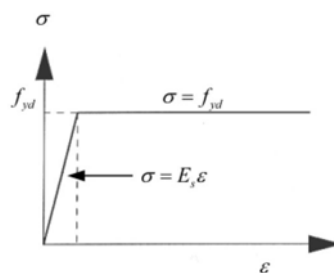
(原子力発電所屋外重要構造物の耐震性能照査指針・マニュアル ((社) 土木学会 2005 年) より引用)

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

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。

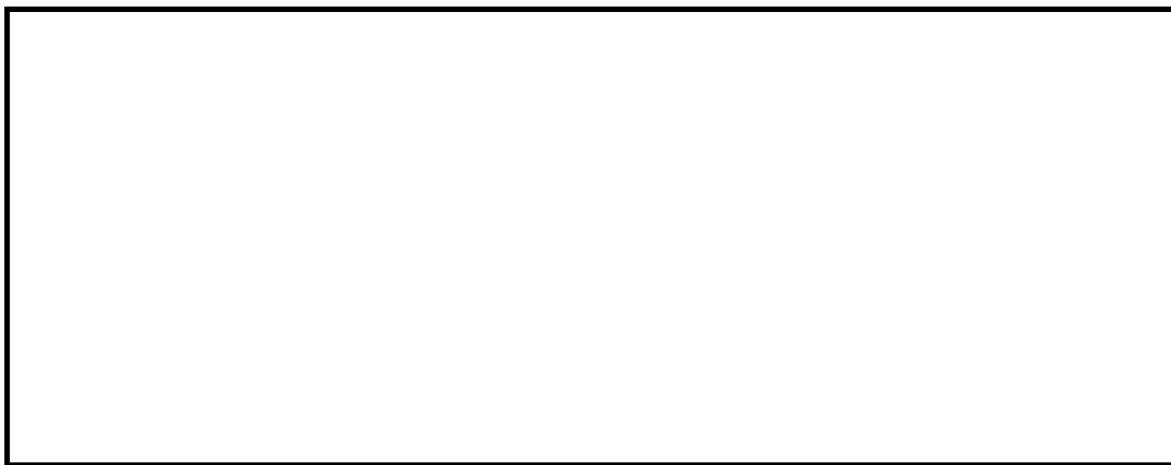


図 12-8 ⑥—⑥断面の地震応答解析モデルと評価対象部材



図 12-9 荷重（時刻）抽出の考え方

また、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。

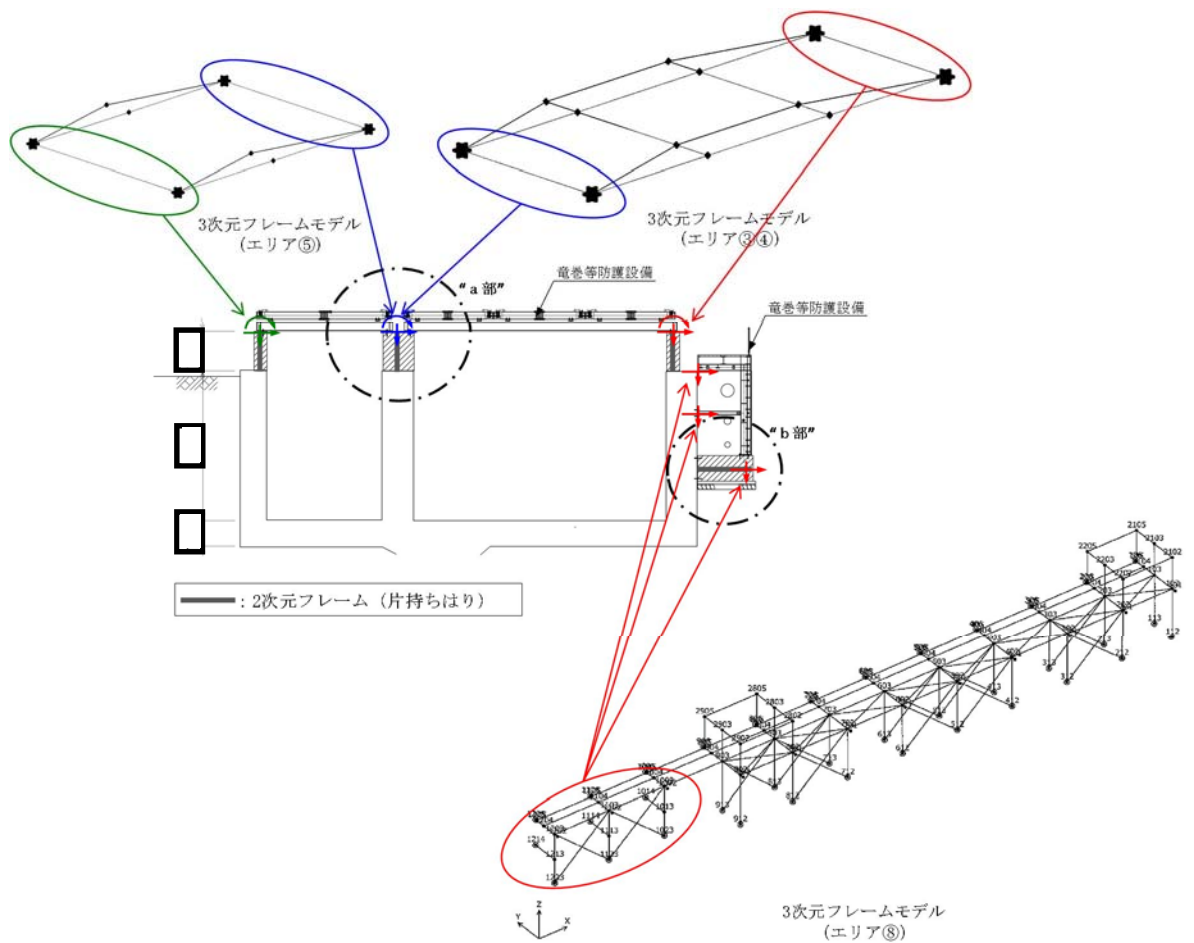


図 12-10 (1) 竜巻等防護設備から既設 RC 部材への応力伝達の考え方

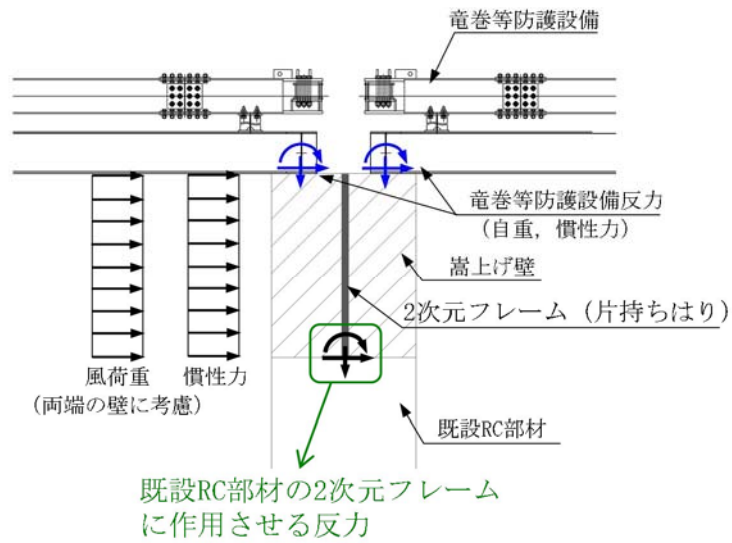


図 12-10 (2) 竜巻等防護設備から既設 RC 部材への応力伝達の考え方 (“a 部” 詳細)

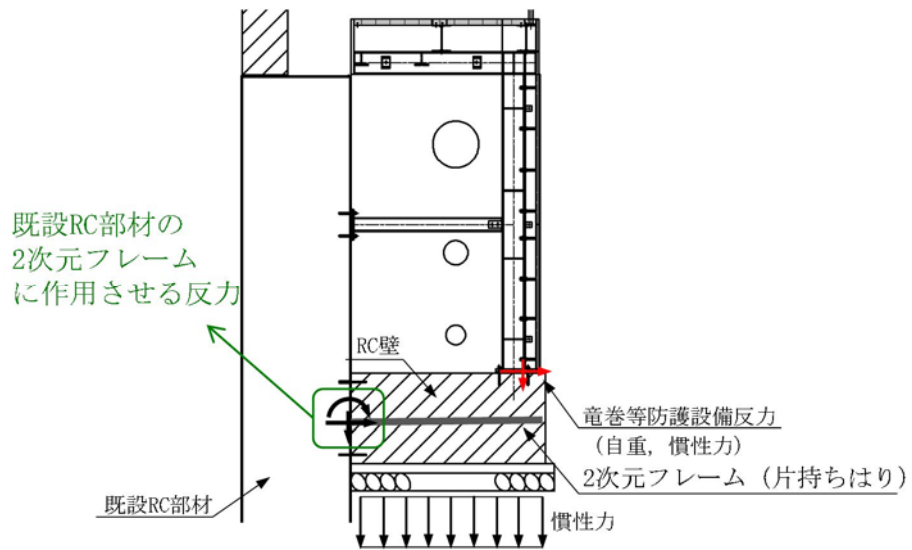


図 12-10 (3) 竜巻等防護設備から既設 RC 部材への応力伝達の考え方 (“b 部” 詳細)

【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 12-11 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。

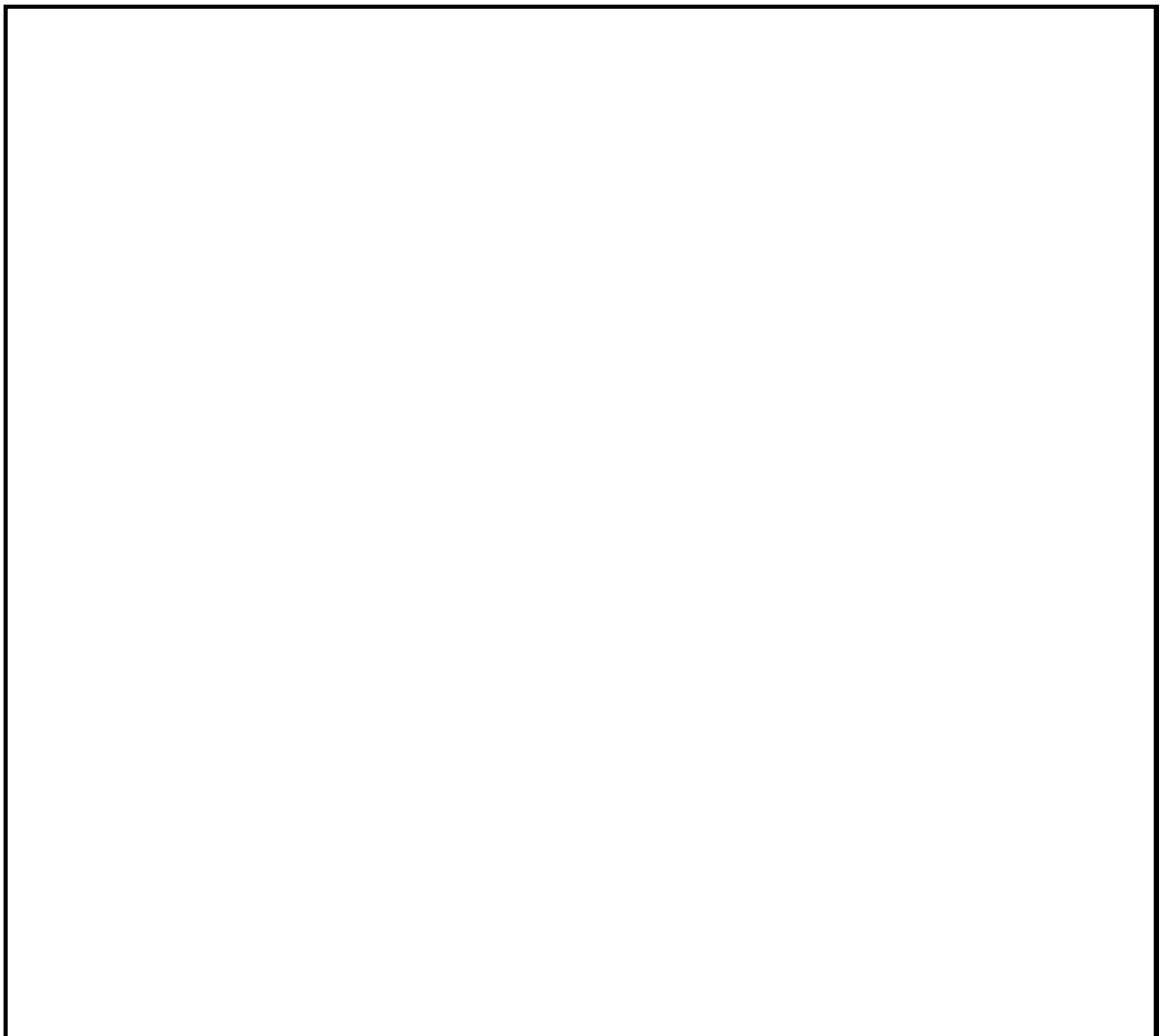


図 12-11 取水構造物の地震応答解析モデルにおけるモデル化の考え方

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 12-12 に示す。

検討波は、増幅特性を確認するにあたり、幅広い周期帯で加速度レベルの大きい S_s-D1 (H+, V+) とする。

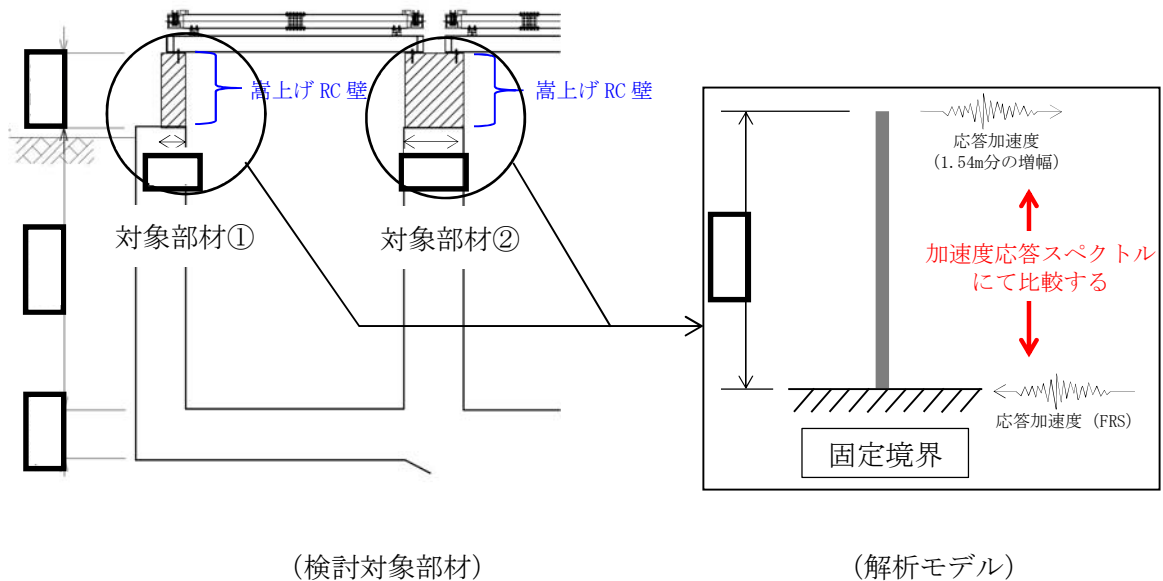
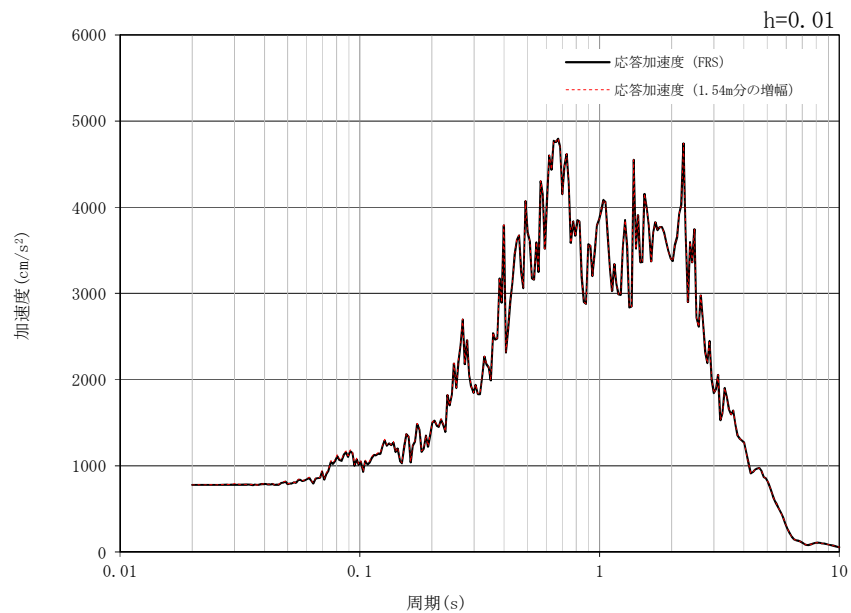


図 12-12 加速度応答スペクトル比較用の片持ちはりモデル

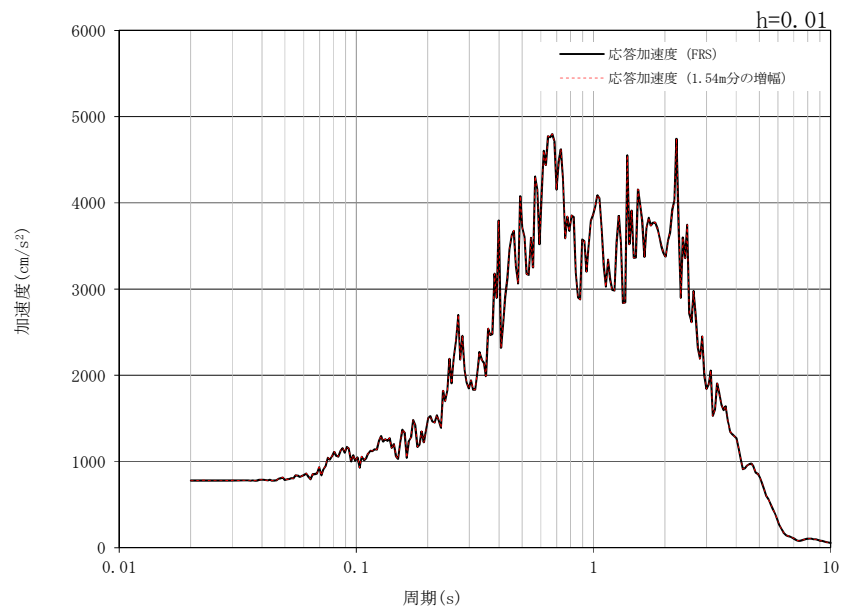
3. 検討結果

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、嵩上げ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。



(対象部材①_部材幅 500mm)



(対象部材②_部材幅 1200mm)

図 12-13 加速度応答スペクトルの比較結果

12.3.4 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（**追而**）