

ダム水門柱の左右岸方向に作用する動水圧評価方法の検証

清水建設(株) 正会員 〇玉井 誠司 小松 太 新美 勝之  
 中部電力(株) 正会員 櫻井 友彰 亀谷 泰久  
 (株)シーテック 早瀬 松一

1. はじめに

前報では、基礎的な解析モデルを用いて水門柱の左右岸方向に作用する動水圧を模擬する付加質量の設定方法を検討した。動水圧を簡易に評価することは、計算コストの面から、実務において有用である。そこで、本報では、その適用性を検証するため、ダム-基礎岩盤連成系の解析モデルを用いて、貯水を流体要素によってモデル化したケース(以下、「Case1」と称す)と付加質量によってモデル化したケース(以下、「Case2」と称す)の動的解析を実施し、比較検討する。

2. 解析条件

Case1の解析モデルを図1に示す。また、Case2の付加質量設定範囲を図2に、それぞれの設定範囲の付加質量設定方法を表1に示す。図1に示す境界条件のうち、貯水-岩盤界面及び堤体-貯水界面は速度の界面法線成分が一致するように設定する。また、貯水水面は表面波条件とし、貯水側面は無反射境界とする。Case1の境界条件は、図1に示す岩盤底面及び側面と同様とする。入力地震動を図3に示す。

3. 解析結果の比較

3.1 応答加速度

図2の着目点における左右岸方向の応答加速度時刻歴の比較を図4に示す。P3天端での波形や最大値は概ね同等であった。P4先端とP1先端では、最大値は同程度であるものの、波形や最大値発生時刻に差異が見られた。したがって、今回の解析では、貯水のモデル化手法の影響は中央水門柱を除いた水門柱において相対的に大きいと考えられる。

3.2 動水圧分布

Case2の解析結果より、付加質量の定義に基づく動水圧を計算し、Case1の流体要素に生じる動水圧分布と比較することで、付加質量設定方法の適用性を検証する。付加質量の定義に基づく動水圧は、応答加速度に付加質量を乗じることで算定する。Case2の動水圧

とCase1の流体要素に生じる動水圧について、P1及びP3における時刻歴最大値分布を図5に示す。同図より、Case2は総じて動水圧を過小評価していることがわかる。これは、Case2の動水圧が一方の応答加速度のみに依存しているのに対し、流体要素は左右岸方向だけでなく、上下流方向や鉛直方向の振動によっても増大するためであると考えられる。

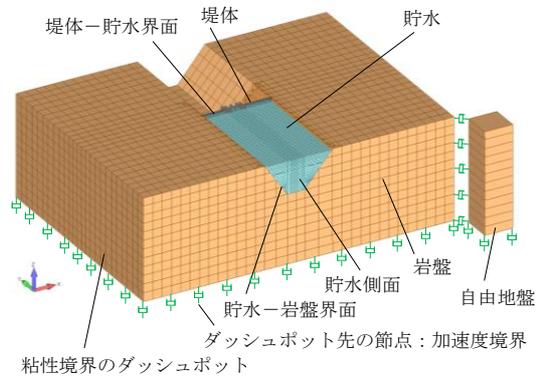


図1 解析モデル (Case1)

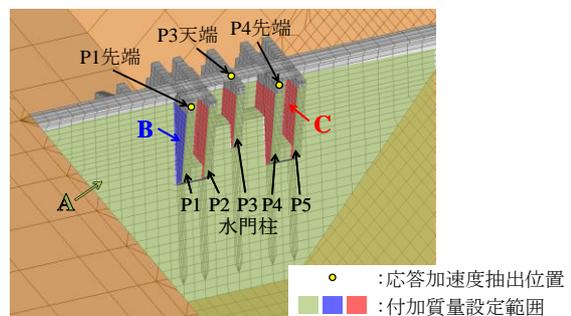


図2 付加質量設定範囲及び着目点

表1 付加質量の設定方法

| 設定範囲 | 設定方法                |
|------|---------------------|
| A    | Westergaard 近似式     |
| B    | Westergaard 近似式×0.7 |
| C    | Westergaard 補正式     |

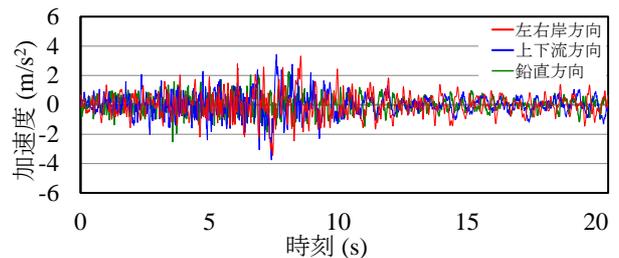


図3 入力地震動

キーワード : ダム水門柱, 左右岸方向動水圧, Westergaard 式  
 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 TEL 03-3561-3895 FAX 03-3561-8672

そのため、Case1 においては、左岸側と右岸側の動水圧の差分が水門柱に作用している外力であると考えられる。右岸側と左岸側が対称形である P3 では、両側面の上下流方向の振動によって生じる動水圧が互いに打ち消しあい、水門柱の曲げ変形にあまり寄与しないと考えられる。したがって、本検討では、貯水のモデル化手法の影響は中央水門柱に作用する最大外力に大きな影響を与えなかったが、端部水門柱において Case2 は大きな外力を与え、応答加速度の変化に寄与したと考えられる。

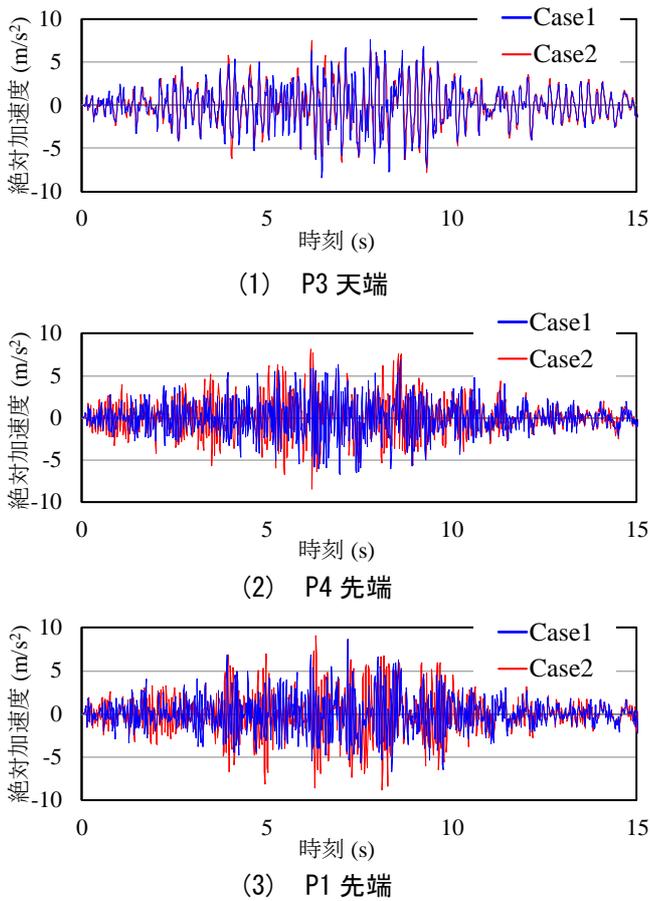


図4 応答加速度時刻歴 (0~15s)

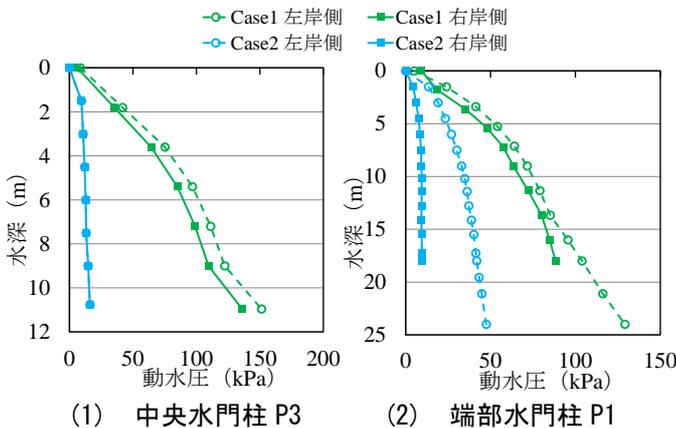


図5 動水圧の時刻歴最大値分布

### 3.3 応力分布

解析結果より、各ケースの水門柱における最大主応力の時刻歴最大値分布を図6に示す。Case1 と Case2 は類似した応力分布を示し、Case1 の最大値が総じて Case2 の最大値を下回っていることから、応力分布の傾向は貯水のモデル化手法によって大きく変わらないことがわかった。したがって、本検討では、付加質量を用いた解析は流体要素を用いた解析に比べて応力分布を安全側に評価していると考えられる。

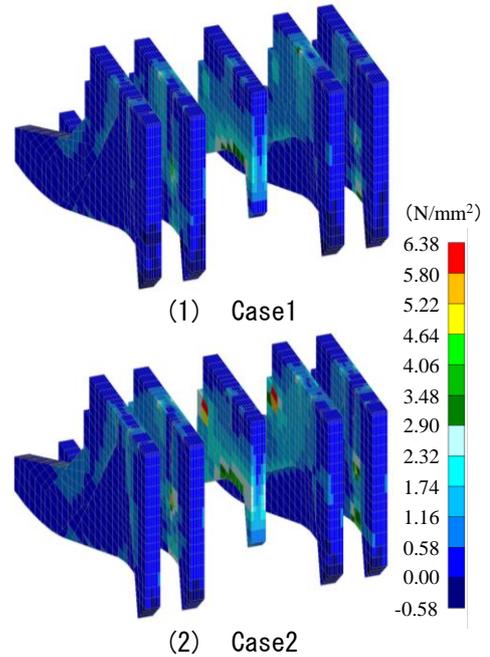


図6 最大主応力の時刻歴最大値分布

### 4. まとめ

貯水を流体要素及び提案した付加質量によりモデル化した動的解析を実施し、両者の解析結果を比較した。比較の結果、本検討では下記知見が得られた。

- (1) 貯水のモデル化手法の影響は中央水門柱を除く水門柱において相対的に大きいと考えられる。
- (2) 水門柱に生じる最大加速度、応力分布の傾向は概ね対応していた。
- (3) 付加質量を用いた解析は流体要素を用いた解析に比べて応力分布を安全側に評価していると考えられる。

### 5. 参考文献

- 1) 社団法人日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説1，社団法人日本水道協会，2009
- 2) 社団法人日本下水道協会：下水道施設耐震計算例－処理場・ポンプ場編－，社団法人日本下水道協会，2002