

取水設備内の津波による浮遊砂に関する検討

東電設計 (株)	正会員	○藤井 直樹
(一財) 電力中央研究所	正会員	松山 昌史
(株) セレス		太田 京助
中部電力 (株)		森 勇人

1. はじめに

原子力発電所の津波に対する安全性評価¹⁾では、冷却水確保観点から水位変動に伴う海底の砂の移動・堆積等に対して取水設備の通水性確保が求められている。海域で巻き上がった浮遊砂が取水設備内へ流入し、内部で大量に沈降・堆積した場合、もしくは取水設備内の浮遊砂濃度が非常に高い数値となった場合には取水機能喪失の原因となる可能性があるため、津波到達時の取水設備内の堆積量や浮遊砂濃度の評価が行われている。そこで本研究では、取水設備内に流入した浮遊砂の移動特性を把握するため水理模型実験と再現計算を実施した。

2. 水理模型実験

実験では水路上流端に造波機を有する長さ 77m、幅 0.9m、高さ 1.2m の水路を使用し、**図-1** に示す取水設備の実験模型を、実験水路内の造波機から約 50m 下流側に設置した。模型スケールは 1/20 である。取水設備模型は水路長 5m、高さ 20cm、幅 25cm の矩形水路とし、水路末端には開水路形状の漸拡水路とポンプ室を設置した。波高計 (3 箇所)、流速計 (1 箇所)、濁度計 (5 箇所) を設置し、水位、流速、濃度を計測した。**写真-1** にマウンドで巻き上げられた取水路前面での浮遊砂 (粒径 0.08mm) の状況を示す。巻き上げられた浮遊砂は、取水流 (取水量 0.95ℓ/s) により取水路内へ流入することが確認された。実験結果として、**図-2** に取水口前面における流速の時間変化を、**図-3** に取水路内における浮遊砂濃度の時間変化を示す。取水路内の浮遊砂濃度の時間変化における 1 つ目のピークは押し波時に、2 つ目のピークは引き波時に確認される。浮遊砂は取水路内で押し波から引き波に転じるためポンプ室までほとんど運ばれず、ポンプ室付近における濃度は低い様相となった。

3. 取水設備内の浮遊砂濃度の再現計算

浮遊砂濃度の実験再現計算に必要な外力評価には、一次元管路モデルによる土木学会²⁾の満管区間と開水路区間を分離する解析手法を用い、解析条件は本研究と同じ取水設備を対象とした佐藤ほか³⁾の損失係数等と同一とした。浮遊砂の移流計算には、高橋ほか⁴⁾の砂移動モデルを用いた。H1 で計測された水位時系列を入力波形とした水位の計算結果と実験結果との比較を**図-4** に示す。水位の計算結果は僅かに振動しているが、概ね実験結果と一致している。D1 で計測された濃度時系列を入力波形とした浮遊砂濃度の計算結果と実験結果

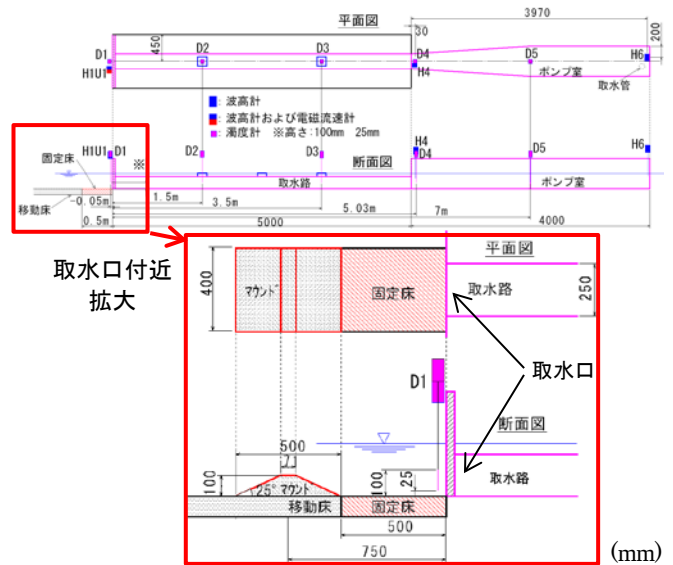


図-1 取水設備実験模型および計測点



写真-1 取水口前面における浮遊砂の状況

キーワード 津波, 取水設備, 砂移動, 浮遊砂濃度, 水理模型実験

連絡先 135-0062 東京都江東区東雲 1-7-12 KDX 豊洲グランスクエア 9F 東電設計 (株) TEL 03-6372-5489

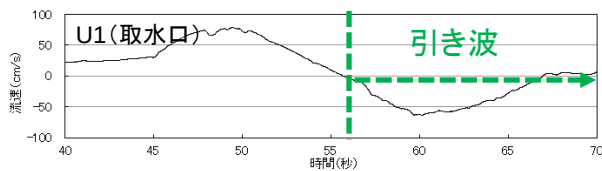


図-2 取水口前面の流速の時間変化 (実験結果)

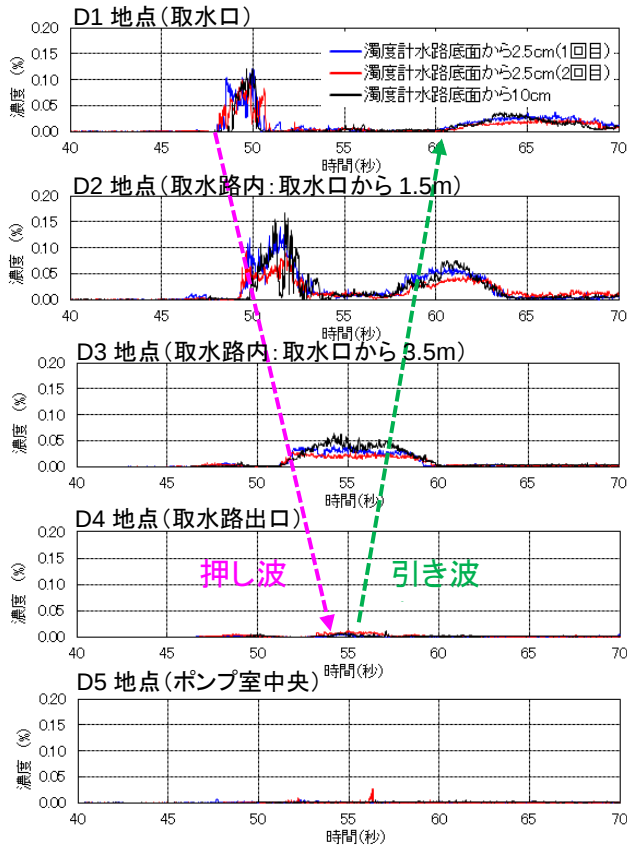


図-3 浮遊砂濃度の時間変化 (実験結果)

との比較を図-5に示す。計算結果においても、実験結果と同様に取水路内の濃度の時間変化に2つのピークがみられる。また、浮遊砂がポンプ室まで運ばれずポンプ室付近の濃度が低い様相も実験結果と概ね整合している。ただし、浮遊砂濃度の時間変化や最大値には違いがあり、再現性向上が今後の課題である。

4. おわりに

取水設備内の津波による砂移動実験および再現計算を実施した。取水路に流入した浮遊砂は内部に沈降・堆積することなく引き波時に外部へ流出し、ポンプ室まで浮遊砂が到達しない状況を計算で再現できた。今後は異なる取水設備形状や津波条件による検討も進めていく必要がある。

謝辞：本研究は電力12社による共同研究として実施した成果であることを付記するとともに、(公社)土木学会 原子力土木委員会 津波評価小委員会 (委員長：関西大学社会安全学部 高橋智幸教授) の委員各位に研究成果をご議論いただき、有益な助言を賜りました。関係各位に謝意を表します。

参考文献 1) 原子力規制委員会: 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド, <http://www.nsr.go.jp/data/000069166.pdf>, 2013. 2) 土木学会原子力土木委員会 津波評価小委員会: 原子力発電所の津波評価技術 2016, 803p., 2016. 3) 佐藤嘉則ほか: 津波到達時の取放水設備からの溢水量算定手法に関する検討, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.73, No.2, pp.I_1051-I_1056, 2017. 4) 高橋智幸ほか: 掃流砂層・浮遊砂層間の交換砂量を考慮した津波移動床モデルの開発, 海岸工学論文集, 第46巻, pp.606-610, 1999.

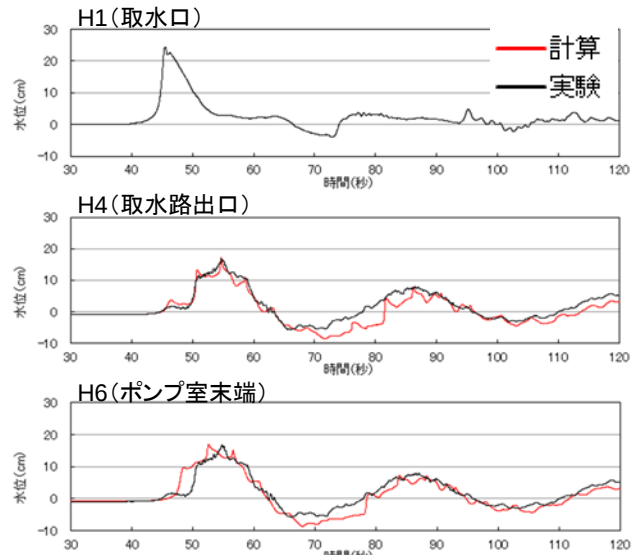


図-4 水位の時間変化の比較

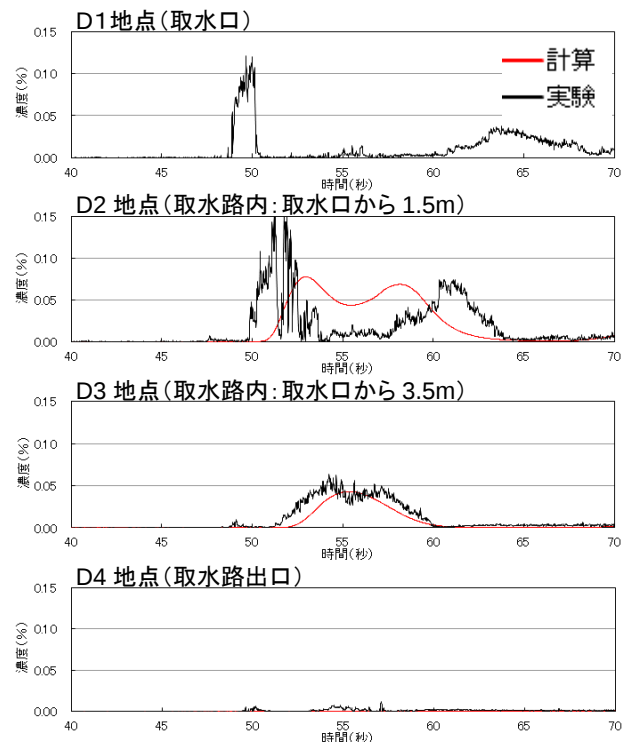


図-5 浮遊砂濃度の時間変化の比較