

東南海・南海地震津波来襲時における淀川の三次元数値解析

国土交通省 正会員 ○大塚 健太  
 京都大学防災研究所 正会員 米山 望  
 京都大学大学院 学生員 中島 健輔  
 京都大学防災研究所 正会員 戸田 圭一

1. はじめに 東南海・南海地震が発生した場合、高さ2m以上の津波が淀川を遡上し、河口から上流約10km地点に設置されている淀川大堰に到達すると想定されている<sup>[1]</sup>。大堰は上流からの流量に応じてゲート操作を行うことで、上流側の水位を一定に保つとともに、遡上塩分をせき止め、流域の飲料水を確保する機能を有している。大堰(1972年着工)は津波波圧に対する安全性を考慮して設計されているものの、近年新たに発生が懸念されている東南海・南海地震津波に対しても、大堰に作用する津波波圧を検討することは必要であると考えられる。また塩水を含む津波が大堰上流側に越流することにより、大堰上流部の浄水場施設に影響を与えることが懸念されている。

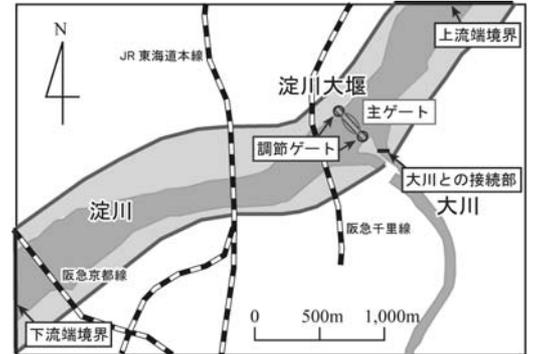


図1 解析対象領域

そこで本研究では、米山ら<sup>[2]</sup>のVOF法を用いた三次元数値解析手法を使用し、複雑地形の影響を考慮した津波挙動解析を行うことにより、津波発生時の流況を把握するとともに、大堰に作用する津波波圧および大堰における越流量の評価を試みた。

2. 解析手法 解析で用いた基礎方程式のうち、連続方程式、運動方程式および流体体積の移流方程式を示す。

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = 0 \quad \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \frac{\partial \bar{u}_i \bar{u}_j}{\partial x_j} = G_i - \frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_j} \left( \nu \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - \overline{u_i' u_j'} \right) \quad \frac{\partial F}{\partial t} + u_j \frac{\partial F}{\partial x_j} = 0$$

ここで、 $u_i$  : 流速の各方向成分、 $\rho$  : 流体密度、 $p$  : 圧力、 $G_i$  : 単位質量あたり外力の各方向成分、 $\nu$  : 動粘性係数、 $\bar{\quad}$  : レイノルズ平均量、 $'$  : レイノルズ平均量からの変動量、 $F$  : 計算セルの流体充填率(=セル内の流体体積/セル内の空隙体積)である。また、乱流の評価式にはk-εモデルを用いた。

3. 解析条件 淀川大堰を含む東西3,750m、南北2,500mの区間を解析対象領域とし(図1)、東西(X軸)方向12.5m、南北(Y軸)方向12.5m、鉛直(Z軸)方向2.0mの直方体格子を基本格子と設定した。対象領域外に河道が接続しているため、対象領域内の淀川本川の上流端、下流端および大川との接続部を流体境界断面として設定した。

表1 解析ケース

解析ケース	河川流量	放流量	計算潮位(T.P.)	大堰ゲート高さ(T.P.)	
				主ゲート	調節ゲート
ケース1	62m³/sec	62m³/sec	-0.95m	+2.50m	+2.30m
ケース2	62m³/sec	62m³/sec	+0.80m	+2.50m	+2.30m
ケース3	196m³/sec	120m³/sec	-0.95m	+2.50m	+1.00m
ケース4	196m³/sec	120m³/sec	+0.80m	+2.50m	+1.00m

表1に示す4ケースを検討対象とし、地震発生前の流動場を作成した後、津波第一波遡上時の解析を行った。表1の河川流量、放流量はそれぞれ上流端からの流入量、大川への流出量であり、解析ケース1、2の河川流量は洪水時、解析ケース3、4の河川流量は平水時を想定している。下流端境界には、「東南海・南海地震津波対策検討委員会(2003年大阪府・和歌山県・大阪市)」で採用された平面二次元解析手法により得られた流量を与えた(図2)。また計算時間間隔は0.1秒と設定した。

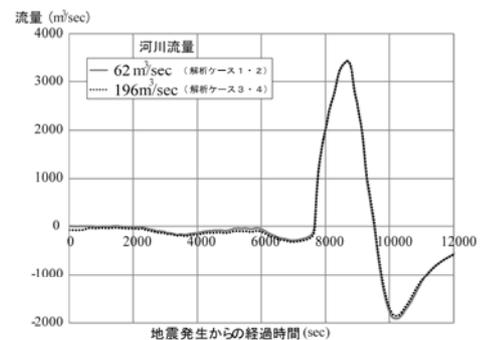


図2 下流端境界条件

キーワード 東南海・南海地震、津波、淀川、三次元数値解析、VOF法

連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所流域災害研究センター都市耐水研究領域 TEL0774-38-4137

**4. 解析結果および考察** まず、解析ケース1で得られた水位変化を図3に示す。図3より大堰に津波が到達後、下流に向かって水位が上昇し、水位上昇に伴い大堰下流側の高水敷への遡上が発生することがわかる。この現象は全ての解析ケースで確認された。

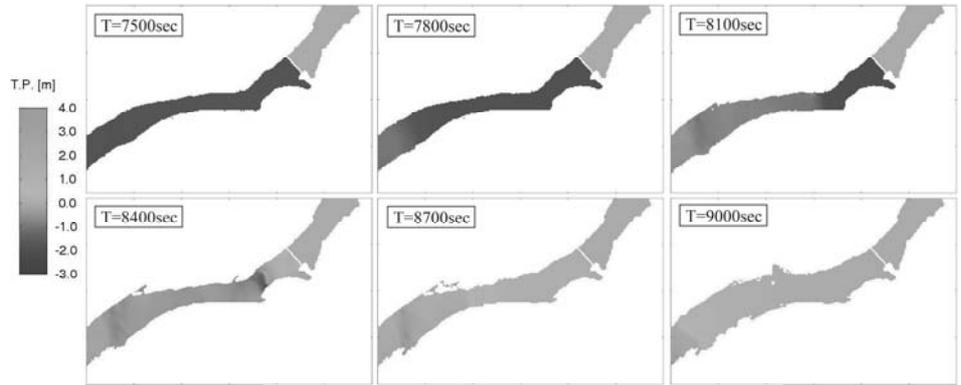


図3 水位変化(解析ケース1)

次に大堰に作用する津波波圧を調べるため、X軸下流方向で大堰に接するセルの波圧値と静水圧とを5箇所と比較したところ、大堰に作用する津波波圧は静水圧にほぼ等しいという結果が得られた(図4)。これは大堰直下流では河道幅が広く、水深が深いために津波の勢いが弱められることが原因と考えられる(図5)。また図4より波形が計測地点によってほとんど変化していないことから、局所的な流れは発生しないことがわかる。さらに主ゲート中央部でのX軸上流方向への転倒モーメントを評価したところ、下流側水位と上流側水位の差が最大となる解析ケース2において最も大きな値が得られた(図6)。

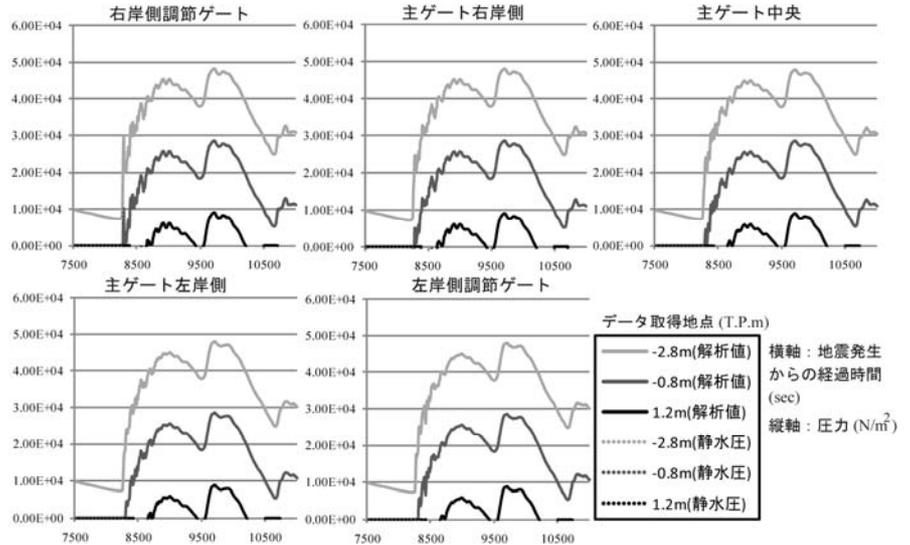


図4 大堰に作用する津波波圧(解析ケース1)

最後に大堰における下流から上流への越流については、下流側水位がゲートの天端より高く、かつ上流側水位より高いときに発生する。調節ゲートの天端が低く、満潮時を想定している解析ケース4で最大となり、合計値は約37万tに達した(図7)。

**5. おわりに** 三次元数値解析を行うことにより、大堰における津波の反射や越流、高水敷への遡上といった詳細な挙動を表現することができた。また解析結果より、本研究で対象とした津波については、静水圧を上回る波圧は大堰に作用しないことがわかった。さらに水位上昇に伴い津波が大堰を越流するという結果が得られたことから、飲料水の確保に際して何らかの対策を講じる必要があることがわかった。

**参考文献:** [1] 淀川の津波遡上に伴う取水影響調査最終報告会資料, 大阪市水道局, 2006. [2] 米山 望・松山昌史・田中寛好: 1993年北海道南西沖地震津波における局所遡上の数値解析, 土木学会論文誌 No.705 / 2-59, pp.139-150, 2002.5.

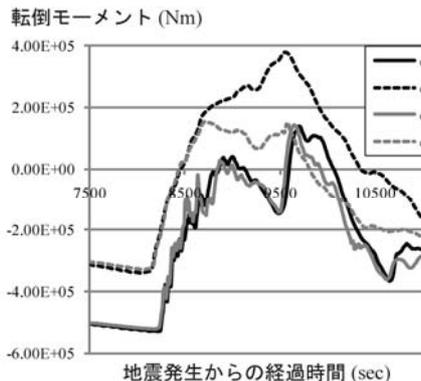


図6 主ゲート中央における転倒モーメント

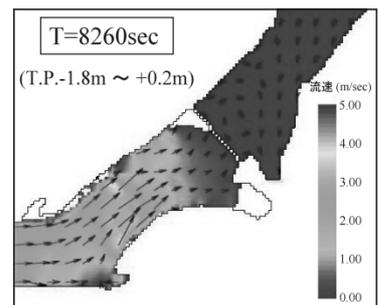


図5 大堰への津波到達時の流況

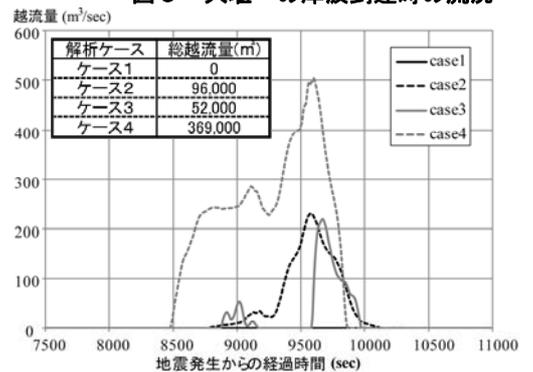


図7 越流量の時系列変化および合計値