

第Ⅱ部門

燃油貯蔵タンクの直径が津波流体力に及ぼす影響に関する数値的検討

大阪大学 大学院工学研究科 学生会員 ○鳥越 相良

1. 研究の背景と目的

日本は輸入した化石燃料の多くを臨海部のタンクに貯蔵している。東日本大震災では津波によって多くの石油タンクが転倒・倒壊し、石油の流出や大規模な火災が発生し、水産業や経済に大きな打撃を与えた。タンクは主に格子配列と千鳥配列という2つの配置方法に分類される。これまでもタンクにかかる津波流体力に関する研究は藤井ら¹⁾榊山ら²⁾など多数なされているが、直径が異なる場合に採用される千鳥配列に関するものはほとんどない。そこで、千鳥配列の場合に前列のタンクの直径を変化させた影響で、後列のタンクにかかる津波流体力がどのように変化するのかを研究する数値計算を行った。

2. OpenFOAMによる数値計算

本研究では、清水³⁾の実験を参考に大阪大学屋外二次元水路をOpenFOAMで再現し、単体及び千鳥配列の円筒貯蔵タンクに対する波力を測定し、実験では観測することが困難なタンク周囲の流況についても調べた。

数値計算水路を図1に示す。貯蔵用地の高さは10cmである。その上に図2に示すようにタンクを設置し、表1に示すサイズのタンクを用いて10Caseの測定を行った。清水が行った実験と岸壁前波高及び水平波力の比較を行い、他のCaseについて後列のタンクにかかる水平波力を調べた。計算を行うあたりの条件は表2に示す。なお、Case1-1, 1-2は後列のタンク単体の場合である。

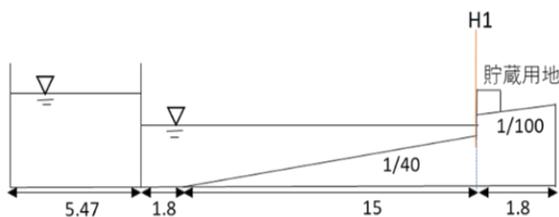


図1 数値計算水路 (単位: m)

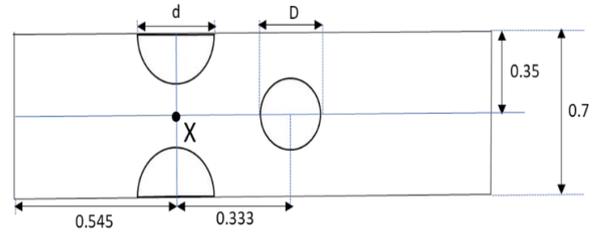


図2 貯蔵用地周辺拡大図 (単位: m)

表1 数値計算実施 Case

	前列のタンクの直径d(cm)	後列のタンクの直径D(cm)
Case1-1	-	15
Case1-2	15	
Case1-3	22.8	
Case1-4	28	
Case1-5	33.2	
Case2-1	-	22.8
Case2-2	15	
Case2-3	22.8	
Case2-4	28	
Case2-5	33.2	

表2 計算条件

初期水位差	10cm	
計算間隔	0.1s	
計算時間	20s	
計算格子間隔	$\Delta x = \Delta y = \Delta z = 2.50\text{cm}$	
タンク周辺の格子間隔	$\Delta x = \Delta y = \Delta z = 1.25\text{cm}$	
境界条件	壁面	Slip条件
	上面	開放条件

3. 結果及び考察

図3は岸壁から15cm海側の地点H1での水位変動を実験値と比較したグラフである。

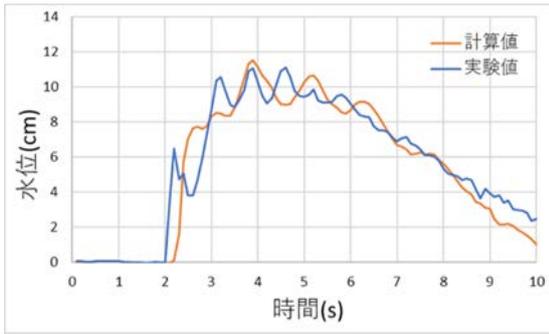


図3 岸壁前水位変動

次に、後列のタンク周囲で角度別の最高水位を比較した。図4のように海側から見た円筒正面を 0° とし、円筒側面の 30° 毎に計測して比較した結果を図5に示す。計算値の方がタンク側面上流側の最高水位は全体的に高い。また、タンク側面下流側では計算値の方が最高水位は低いため、波力計算の際、下流側への波力は計算値の方が大きな値をとると考えられる。

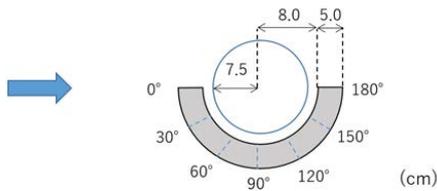


図4 後列のタンク周囲の水位計測位置

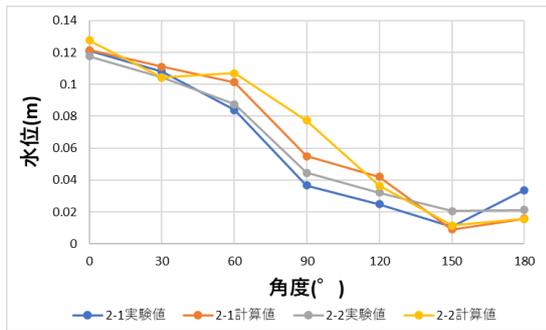


図5 角度別の最高水位比較

図6はCase2-1, Case2-2において、後列のタンクにかかる水平波力を実験値と比較したものである。どちらも水位比較の際に述べたように計算値の方が大きな値となった。

最後に、表1で示した全てのCaseについて、後列のタンクにかかる水平波力を求めた。図7, 図8はそれぞれCase1, Case2の結果である。どちらのCase

でも前列のタンクの直径が大きいほど、波力の最初の山は大きくなっている。しかし、2つ目以降の山ではCase間に大きな差は見られなかった。

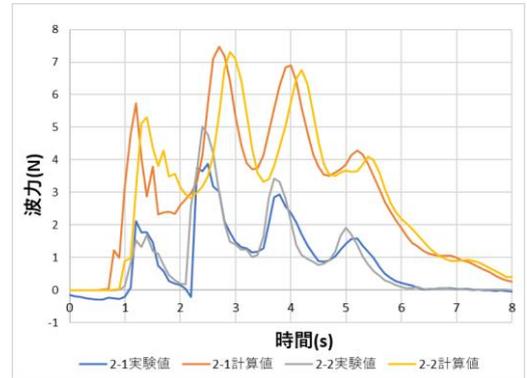


図6 実験値との水平波力比較

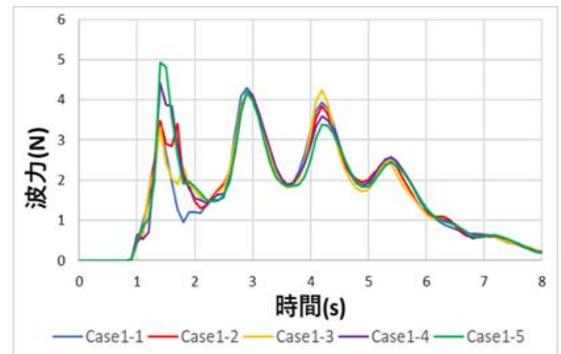


図7 Case1における水平波力比較

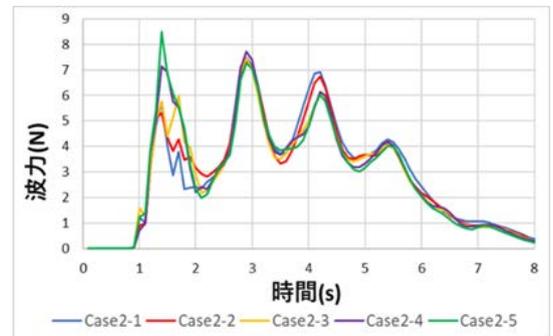


図8 Case2における水平波力比較

4. 結論

千鳥配列の場合、前列のタンクの直径が大きいほど、後列のタンクにかかる水平波力は大きくなる。

参考文献

- 1) 藤井直樹(2006), 海岸工学論文集 vol.53,271-275
- 2) 榊山勉(2007), 海岸工学論文集 vol.54,836-840
- 3) 清水(2022), 大阪大学卒業論文, 大小の円筒タンクの配置順による津波流体力の変化に関する研究.