

円筒形タンクに作用する水平方向津波波力の算定

大阪大学 正会員 ○荒木 進歩
 大阪大学 学生会員 國松 航
 東洋建設 正会員 小竹 康夫
 大阪大学 フェロー 青木 伸一

1. はじめに

沿岸部に位置する石油等のエネルギー貯蔵施設に津波が来襲し、貯蔵タンクに被害が生じると、大規模な火災につながるおそれがある。今後発生が予想される南海トラフ地震などにおいても津波被害を受ける可能性が高く、対策を講じる必要がある。本研究では、石油等の貯蔵タンクに作用する水平方向津波波力に着目し、その特性を把握し、算定を行うことを目的として水理実験を行った。

2. 水理実験

水理実験は、東洋建設(株)鳴尾研究所の平面水槽（長さ 30 m、幅 19 m、深さ 1.5 m）で行った。水槽内に想定縮尺 1/100 の模擬港湾を作成し、その一部をエネルギー貯蔵施設とした。図-1 に平面水槽の状況を写真で示す。図中の青い部分がエネルギー貯蔵施設であり、黄色の細長い部分は防波堤模型である。図-2 に、エネルギー貯蔵施設の平面図を示す。エネルギー貯蔵施設においては、図中の丸印で示す 12 地点をタンク設置地点とし、それぞれの地点を 1-F、1-M のように名付けた。ただし、タンクに作用する波力の測定を行ったのは、赤丸で示した 6 地点でのみである。なお、本報告では、波力測定時には周囲にタンクを設置せず、タンクが単体で設置されたときの波力の結果のみを発表する。タンクは直径 15 cm、高さ 10 cm の円筒形で、アクリルにより製作した。

津波はピストン型造波機（最大造波板ストローク 1.4 m）により発生させた。入射津波は 2 種類とし、沖（図-1 参照）での最大水位上昇量が 6.9 cm の Wave 1 と、9.7 cm の Wave 2 を造波した。まず、タンクを設置しない状態で、波力測定を行う 6 地点での水位変動と水平方向流速を測定した。流速の測定には、底面に埋め込んで使用する電磁流速系を用いた。次に、波力測定を行う地点のみにタンクを設置して、タンクに作用する津波波力を測定した。波力の測定は 0.001 秒間隔で行った。

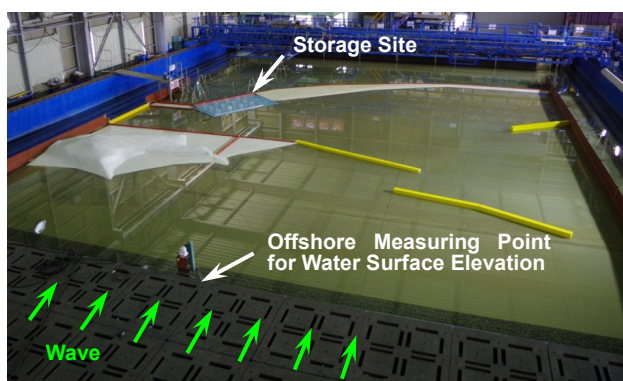


図-1 実験水槽

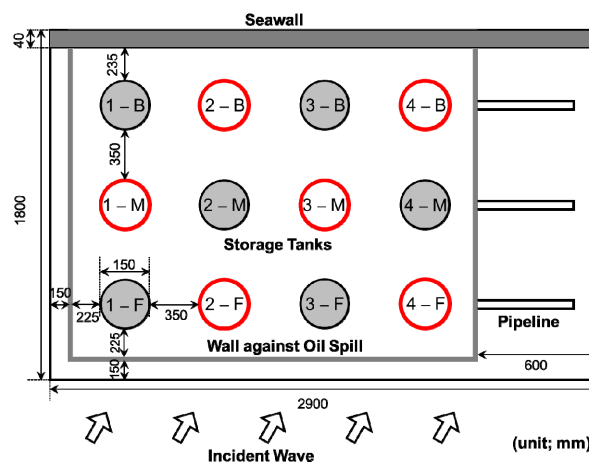


図-2 エネルギー貯蔵施設の平面図

キーワード 津波，波力，タンク，算定

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学 大学院工学研究科 TEL 06-6879-7614

3. 実験結果

図-3 および図-4 に、Wave 2 の入射津波によるタンク設置地点 1-M および 4-F での水位、水平流速および水平波力の時系列を示す。水平波力の時系列には、式(1)で表される有光ら (2012) の波圧算定式および Morison 式を用いて算定した時系列を併せて示している。

$$p(z, t) = \rho g [\eta(t) - z] + \rho u(t)^2 \quad (1)$$

ここに、 p : 圧力、 ρ : 水の密度、 g : 重力加速度、 z : 作用高さ、 $\eta(t)$ 、 $u(t)$: 構造物が存在する状態で、構造物直前での浸水深および水平流速である。

式(1)を用いて水平波力を算定する際、 $\eta(t)$ および $u(t)$ には、それぞれ構造物が存在しない状態でのタンク設置位置における浸水深および水平流速を用いた。また、Morison 式を用いる際には、抗力係数 $C_D = 1.2$ 、慣性力係数 $C_M = 2.0$ として水平波力を算定した。

式(1)は、実験値よりかなり大きな値を算定しているが、実験値の変動にはよく対応している（特に図-3）。一方、Morison 式は実験値と同等の値を算定しているが、実験値の変動にはあまり対応できていない箇所が散見される。他のタンク設置地点での波力算定結果も含めて実験値と式(1)または Morison 式との相関係数を調べたが、式(1)のほうが Morison 式より相関係数が高いケースが多かった。ただし、式(1)は実験値より大きな値を算定するので、係数の評価を行う必要があると考えられる。

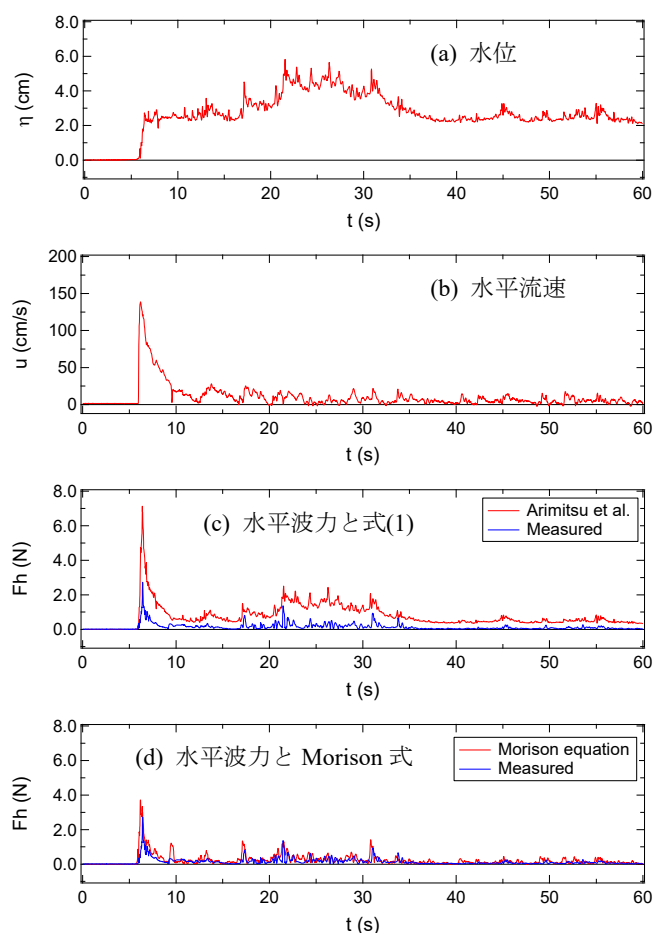


図-3 1-M 地点での水位、水平流速、水平波力 (Wave 2)

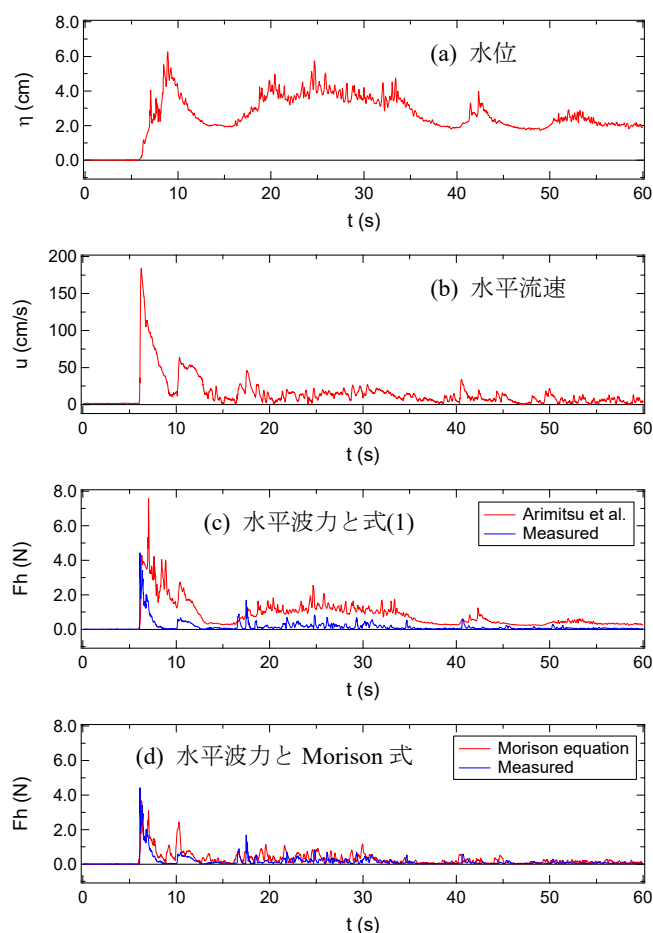


図-4 4-F 地点での水位、水平流速、水平波力 (Wave 2)

参考文献

有光 剛, 大江一也, 川崎浩司 (2012): 構造物前面の浸水深と流速を用いた津波波圧の評価手法に関する水理実験, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp. I_776-I_780.