

水理模型実験の結果について(その1)



実験の日程と項目



- I.日時 施工:9月13日~16日 実験:10月14日~21日
- Ⅱ.場所
 国立研究開発法人 港湾空港技術研究所
 神奈川県横須賀市長瀬3丁目1番1号
- Ⅲ. 実験項目
 - 1. CFRPの施工(対策工法1、2の2基分)
 - 2. 実験実施、計測実施、撮影
 - (ア)無対策(対策工2のワイヤーなし)の浸水実験1ケース
 - (イ)無対策(対策工2のワイヤーなし)の津波実験1ケース
 - (ウ)対策工法1の浸水実験1ケース
 - (エ)対策工法1の津波実験3ケース
 - (オ)対策工法2の浸水実験1ケース
 - (力)対策工法2の津波実験2ケース



















対策工法2 無対策津波実験波高



【対策工法2】

- 1. 初期水位 30 cm 水路での波高 h1=75 cm、タンク脇での推定波高 h2=100 cm、タンク前面推定波高 h3=180 cm
- 2. 初期水位 30 cm 水路での波高 h1=90 cm、タンク脇での推定波高 h2=120 cm、タンク前面推定波高 h3=220 cm

【無対策】

3. 初期水位 30 cm 水路での波高 h1=75 cm、タンク協での推定波高 h2=100 cm、タンク前面推定波高 h3=180 cm







対策工法2 FEM解析の実施



実験に用いるタンクを想定しFEM解析を実施。実験設備にて再現可能な2.5mの津波に対してタンクを保持できることを確認した。





[5



対策工法 | 津波実験



	実施目的	タンク位置で の浸水深 実験値 [*]	タンク前面 での波高 実験値	フルード数	確認1 タンク 保持	確認2 CFRP 剥離
1	タンク設置部ドライ状態での設 備最大波高 初期水位-5cm	0.758m	2.263m	1.560	0	大きな 剥離なし
2	初期水位を 30cm とした場合の中規模波での実験	0.762m	1.474m	1.206	0	大きな 剥離なし
З	初期水位を 30cm とした場合の設備最大波高での実験	1.005m	2.189m	1.315	0	大きな 剥離なし

*: タンクを無しとした波高検定時の計測値





対策工法 | CFRPの剥離の確認

FDMA 住民とともに

前回の検討会にて実験毎にCFRPの性能確認を行う必要性が提案された。そこで実験毎に CFRPの性能(剥離)状況を触診と打診で確認し、その他に赤外線サーモグラフィ(下 記)と超音波により確認。実験が進むにつれ、タンク隅角部の地震時のための空隙部分 で剥離が増加した。写真の色調に差はあるが、対策効果を失うような剥離がないことを 確認し、実験を継続した。



対策工法 | 津波実験と解析の対比 波高と変位

FDMA

「危険物施設の津波・浸水対策に関する調査検討報告書」に示される計算式により求めた波圧を 載荷させたFEM解析の内、津波実験1回目, 2回目, 3回目の波圧に合う解析結果を抽出した。 実験1回目と2回目は同様の波圧であった。

ここではタンク全体の変位量を比較した。タンク基礎がずれたため水平変位に差が生じた。鉛直 変位も基礎のずれにより3回目実験時には大きな差を生じている。

【波圧の対比】

実験で載荷された波圧に合うFEM解析結果を抽出した。 実験1回目と2回目は同様の波圧であり、波高1.275m時のFEM解析と対 比させることとした。実験3回目は波高2.1m時のFEM解析と対比させる



【タンク水平方向変位の対比】 基礎が移動したため変位に差を生じている。実験1回目と 3回目において大きな水平変位を生じた

水平変位	FEM	実験	備考	
実験1回目	0.12mm	37.98mm	実験場での基礎の固定が不	
実験2回目	0.12mm	11.18mm	FEM と実験の数値の差分が	
実験3回目	8.55mm	19.86mm	基礎の移動量(ワイヤの伸 び)と考えられる。	

【タンク鉛直方向変位の対比】 基礎が移動したため変位に差を生じている。実験3回目に おいて大きな鉛直変位を生じた

鉛直変位	FEM	実験	備考
実験1回目	0.06mm	2.12mm	FEM と実験の数値の差分が
実験2回目	0.06mm	2.20mm	奉碇の移動重(リイヤの仲 び)と考えられる
実験3回目	5.28mm	39.51mm	1







対策工法 | 浸水実験



対策工法1に対して浸水実験実施。タンク高さ1.3m迄浸水させ、浮力に 対抗できることを確認。





対策工法2 津波実験



	実施目的	タンク位置で の浸水深 実験値*	タンク前面 での波高 計測値	フルード数	確認1 タンク 保持	確認2 CFRP 剥離
1	初期水位を 30cm とした場合の中規模波での実験	0.762m	欠測	1.206	0	大きな 剥離なし
2	初期水位を 30cm とした場合の設備最大波高での実験	1.005m	2.411m	1.315	0	大きな 剥離なし

*: タンクを無しとした波高検定時の計測値



23

対策工法2 CFRPの剥離の確認



実験毎にCFRPの剥離状況を触診,打診,さらに赤外線サーモグラフィ(下図),超音波により確認。実験が進んでも、剥離が増加していないことを確認し、実験を継続した。



対策工法2 津波実験と解析の対比 波高と変位



危険物施設の津波・浸水対策に関する調査検討報告書(津波被害予測ツール)により求めた波圧 を載荷させたFEM解析の内、津波試験1回目,2回目の波高時の測定結果を抽出。波圧はほぼ同 様な値を示している。また、タンク全体の変位量を比較。ワイヤーの伸びた分だけ水平,鉛直方 向に差を生じている。













対策工法2に対して浸水試験実施。タンク高さ1.2m迄浸水させ、対策工 法2が浮力に対抗できることを確認。





水理模型実験 検証結果



- F E M解析では静的荷重を作用させたが、動的な津波荷重でも大丈夫か?
 ⇒今回のケースでは、動的波圧に対してもタンクを保持できることが確認できた。
- ◎今まではFEM解析で評価しているが、見落としている事項はないか?
 ⇒FEM解析では、CFRPは素地面に完全に密着している想定で解析を 行っているが、実施工においては素地面から「浮き(剥離)」が生じた 箇所があった。このため、CFRP施工上の注意事項について、ガイド ラインに記載する必要がある。
- ◎本当に津波に耐えるのか?耐える一例を示す。
 - ⇒2つの対策工法を施工した模型タンクに対して津波載荷実験を実施し、 津波に耐える一例を示すことができた。またFEM解析数値と実験計測 数値に遜色がないことも確認できた。
- ◎施工実績がないが、実際にタンクに施工可能か?問題点を抽出する。
 ⇒模型タンクに2つの対策工法を施工し、施工可能であることが確認できた。また実際に施工を行う中で注意点や問題点が判明したので、これらについてガイドラインに盛り込む。