

津波対策工法の検討について の中間報告

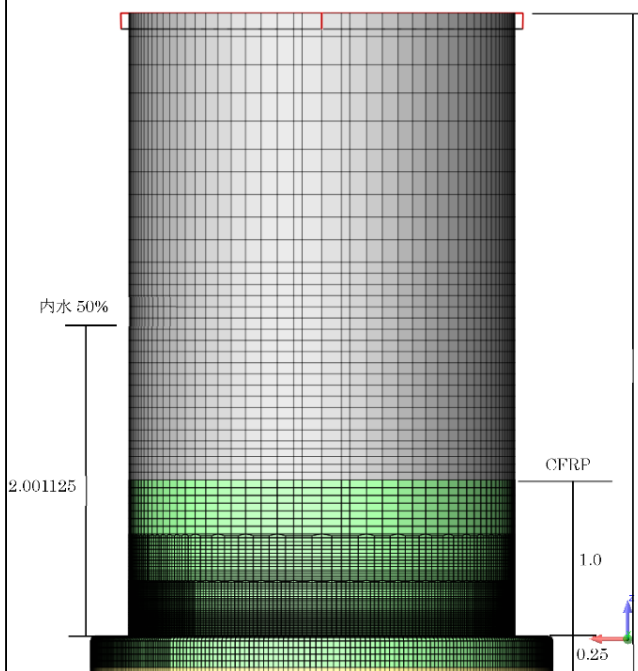
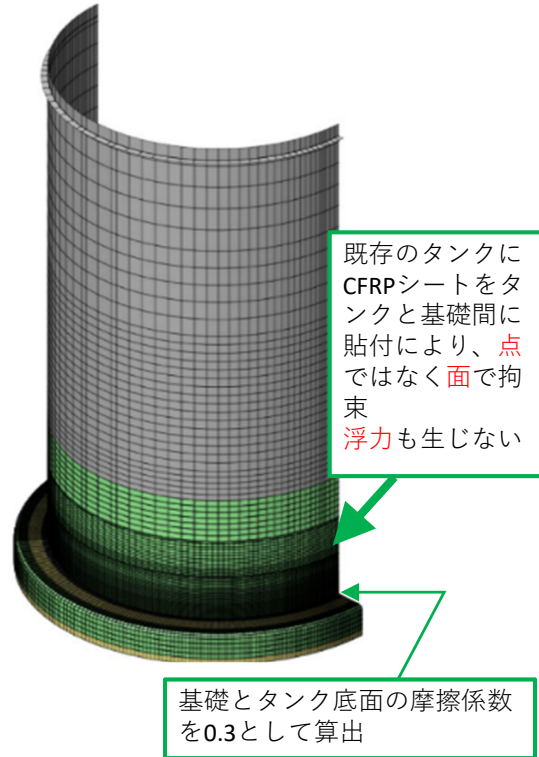


CFRPを用いた小型危険物タンクの津波対策 第一回検討会での報告

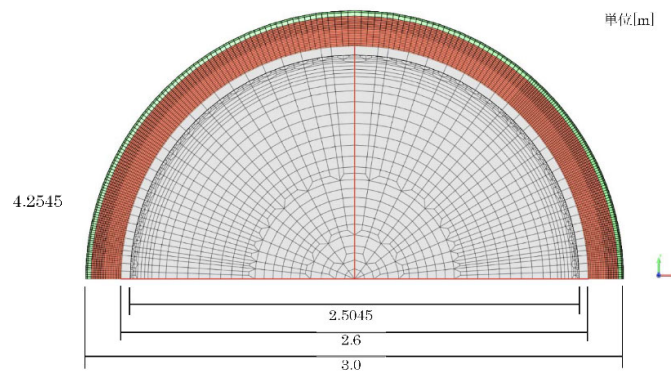


- 対策工 1, 対策工 2 の 2 つの対策工法を提案
- それぞれ、20kL, 500kLタンクの50%液位時に対してF E M解析を実施し、有効性の一部が確認できた
 - 第二回, 第三回検討会にて他の液位時での効果、その他懸案ケースの解析結果を報告する
- 千葉 内房エリアでの12基の縦型円筒貯槽にて、施工実施の可否を確認し、概ね問題なく施工できることを確認した。また、100kL以下のタンクでは一体スラブ基礎（高さ200-300mm）と考えられ、対策工 1 も問題なく施工できることを確認した。
 - 問題点として ドレンノズルの設置高さが底板に至近

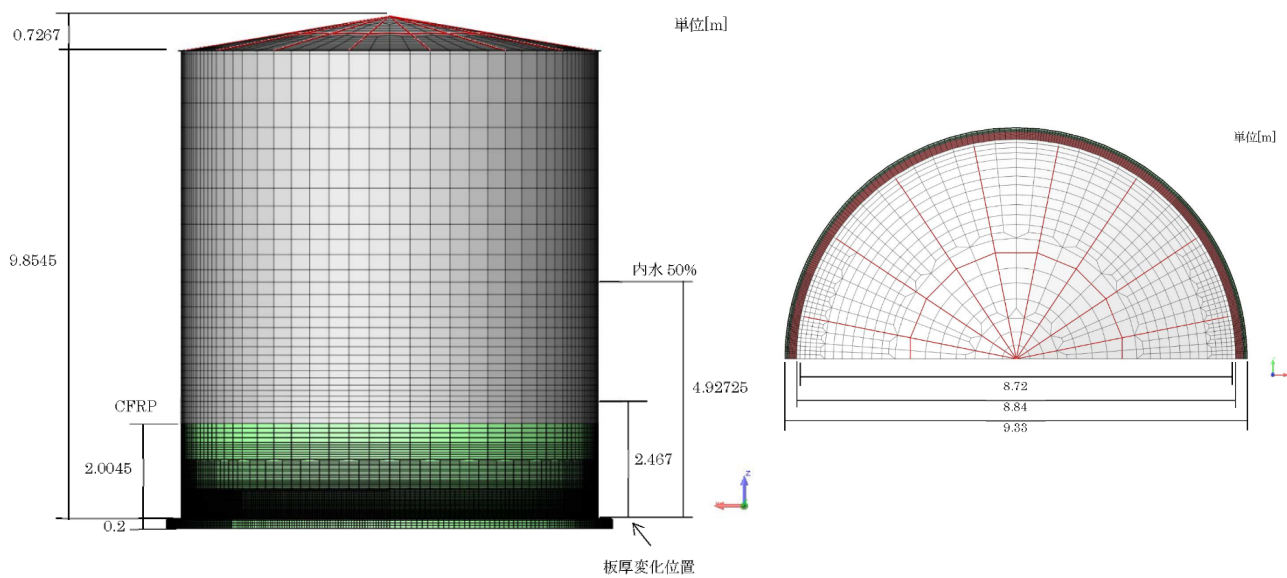




単位[m]

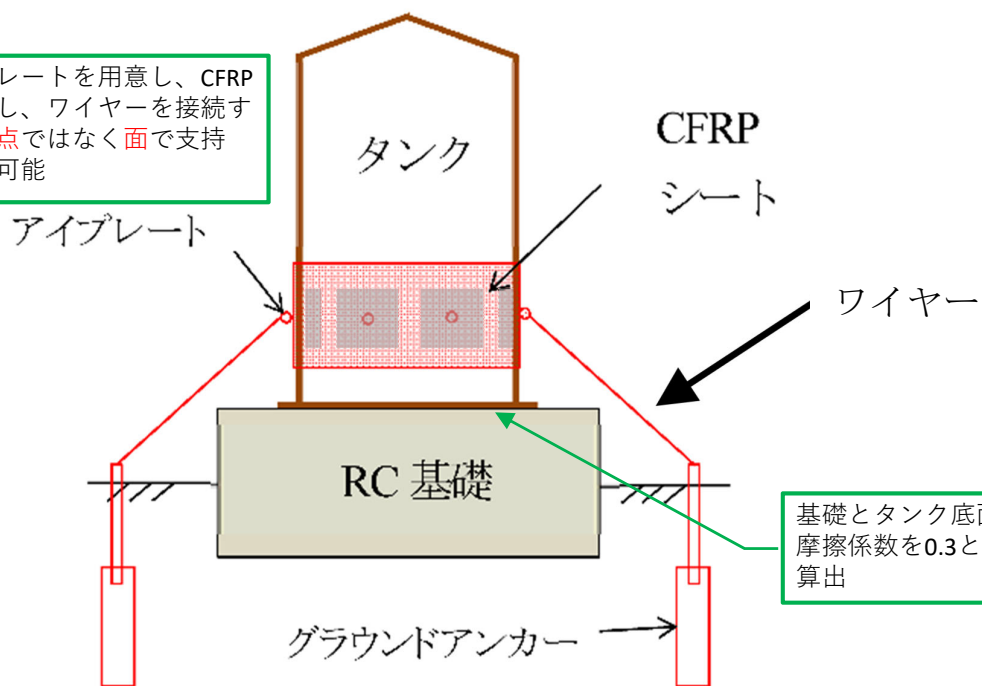


側板板厚：4.5mm
底板板厚：4.5mm



側板板厚：最下段10mm， 上部3段は9mm
 底板板厚：9mm

アイを付けたプレートを用意し、CFRPシートにて固定し、ワイヤーを接続することにより、点ではなく面で支持
 溶接せずに施工可能

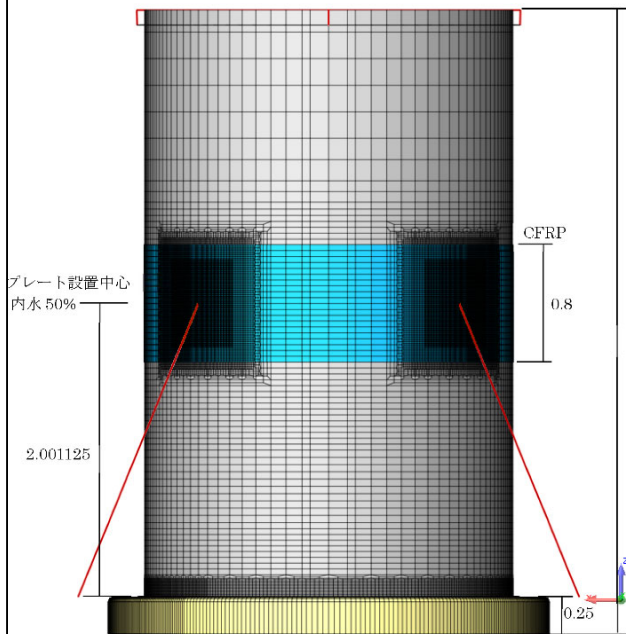


基礎とタンク底面の摩擦係数を0.3として算出

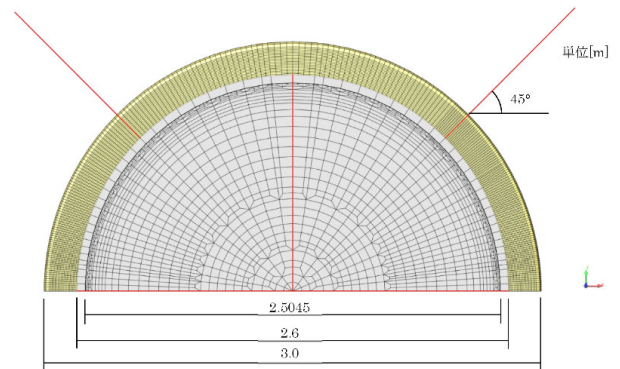
(b) 対策工Ⅱ



CFRPを用いた小型危険物タンクの津波対策 対策エ2 20kL寸法



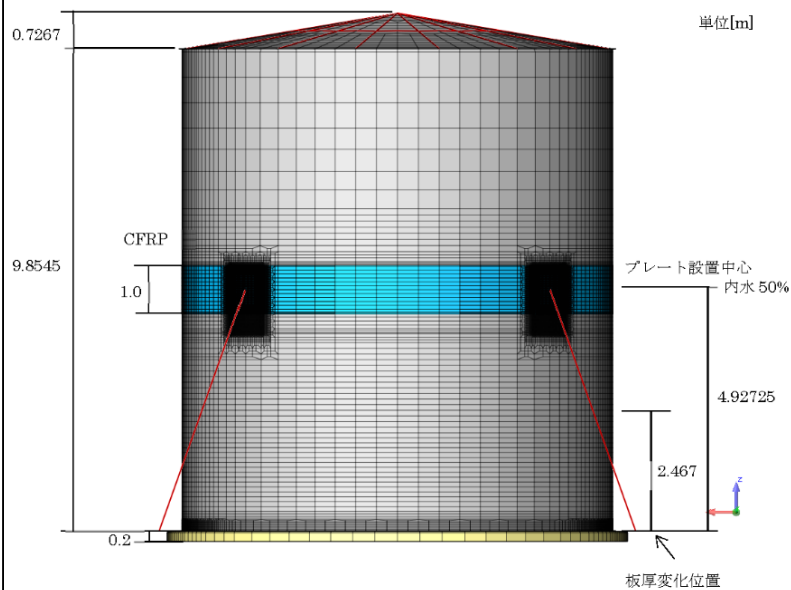
単位[m]



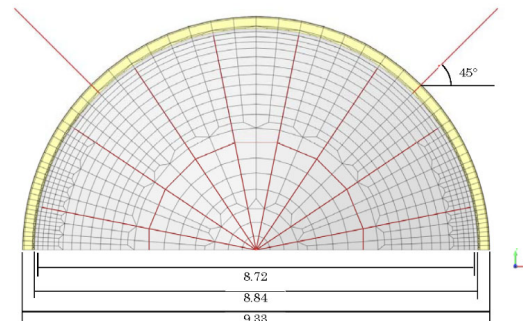
側板板厚：4.5mm
 底板板厚：4.5mm
 ワイヤー支持プレート：600mm×600mm×9mm



CFRPを用いた小型危険物タンクの津波対策 対策エ2 500kL寸法



単位[m]



側板板厚：最下段10mm， 上部3段は9mm
 底板板厚：9mm
 ワイヤー支持プレート：800mm×800mm×9mm



FEM解析の信頼性の説明 I

FEM解析にて対策工1, 2の効果を検証するにあたり、2つの実験とFEM解析を対比し、使用するパラメータの検証を行った。

【要素実験1：矩形モデル】

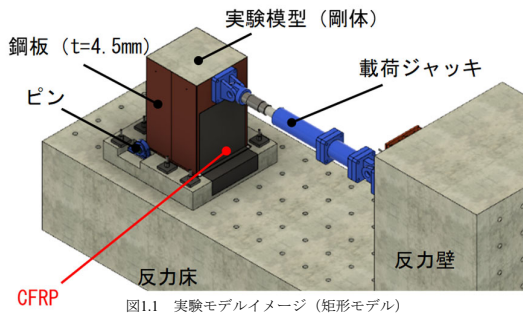


図1.1 実験モデルイメージ (矩形モデル)



図1.2 実験モデル写真 (矩形モデル)

表.1 入力パラメータ (CFRP接着部)

境界要素	面外強度 (N/mm ²)	せん断強度 (N/mm ²)
タンク鋼板 ~CFRP	15 [※]	8.66
RC基礎 ~CFRP	15 [※]	8.66

※面外強度は再現解析にて求めた確定値

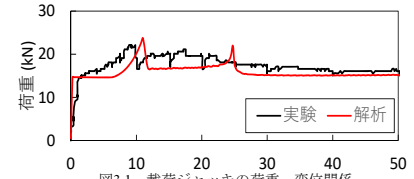


図3.1 荷重ジャッキの荷重-変位関係

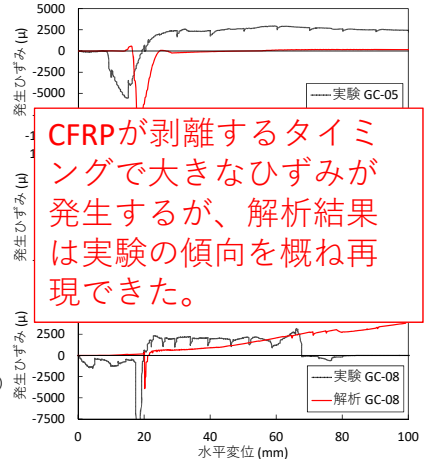


図3.2 CFRPに発生したひずみの比較(実験と解析)

← 荷重・変位 色 びずみゲージ

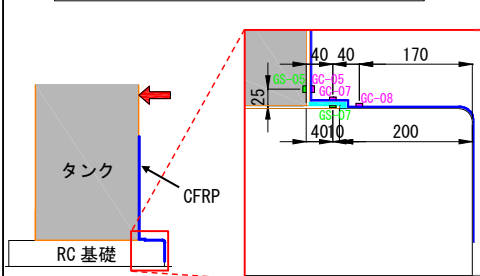


図1.3 実験モデル計測位置 (矩形モデル)

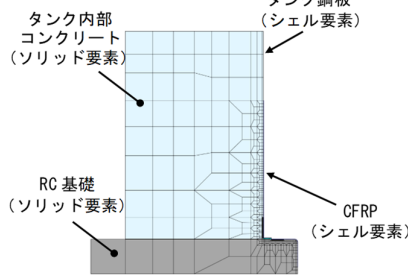


図2 解析モデル (矩形モデル)



FEM解析の信頼性の説明 II

【要素実験2：丸形モデル】



図1.1 実験モデル写真 (丸形モデル)

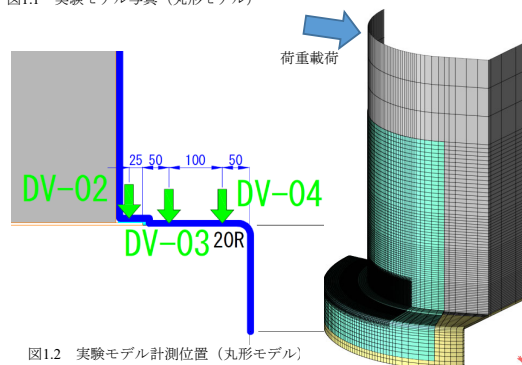


図1.2 実験モデル計測位置 (丸形モデル)

図2 解析モデル (丸形モデル)

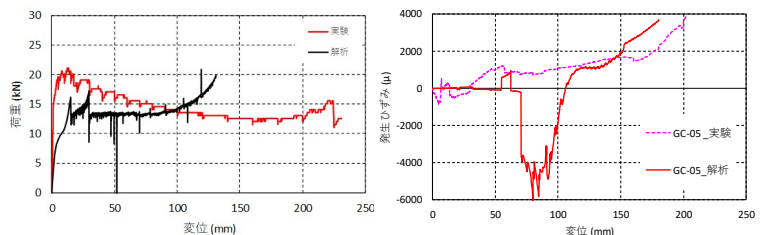


図3.1 荷重ジャッキの荷重-変位関係

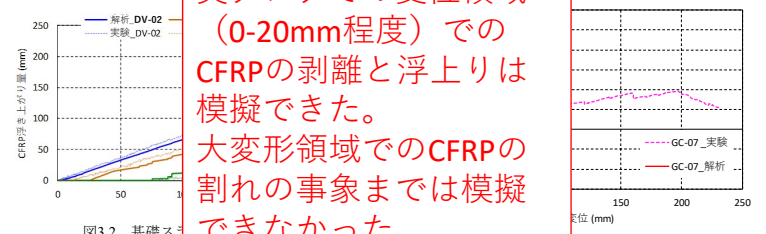


図3.2 基礎スラストの比較(実験と解析)

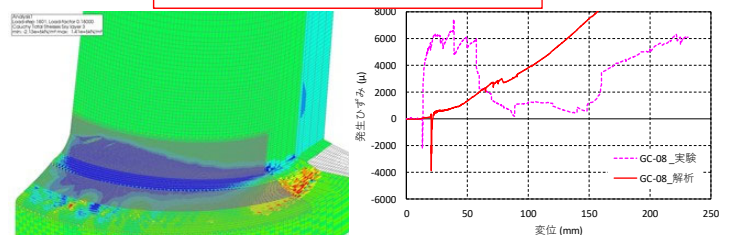


図3.3 CFRPに発生したひずみの比較(実験と解析)

図3.3 CFRP面内せん断応力図 (180mm変位時)

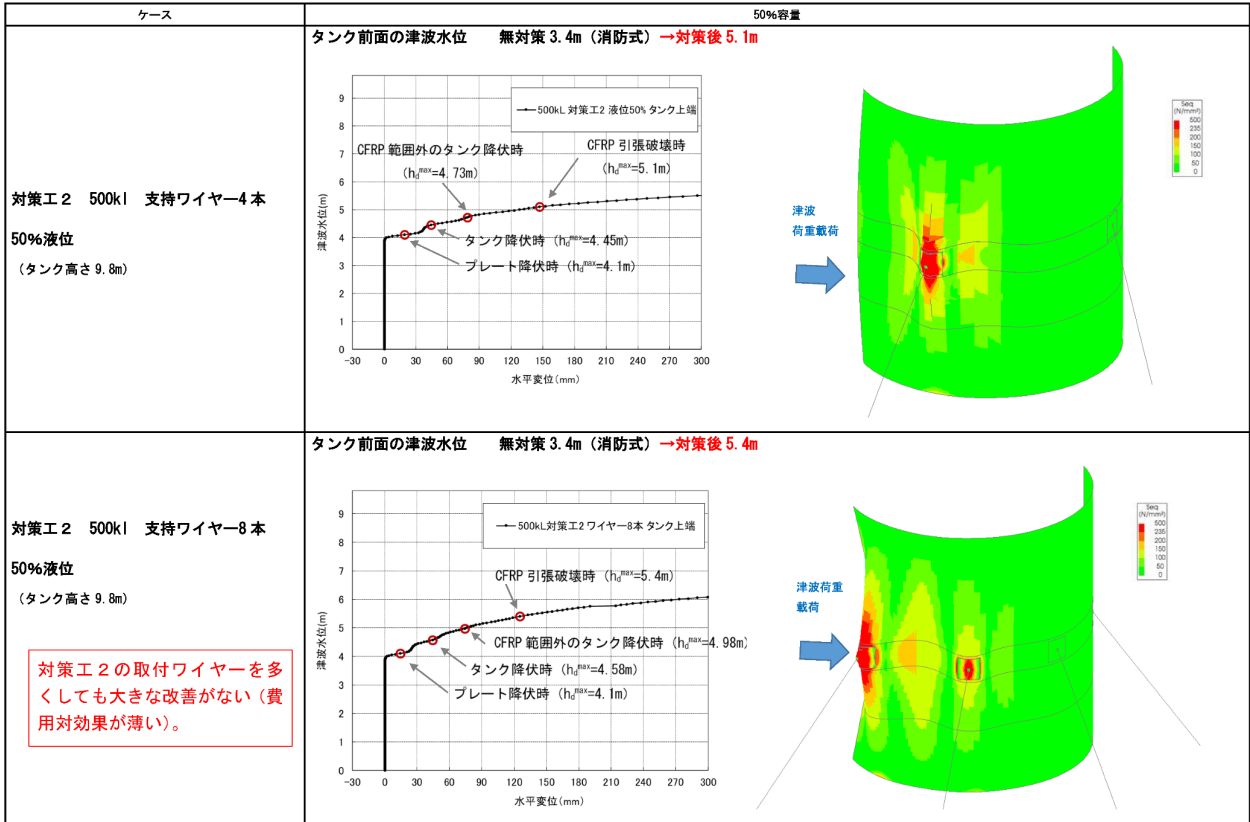
対策工 I 液位による対策効果の確認 20 kL

内容液量	20%	50%	80%
対策工 I 20kl (タンク高さ 4.0m) <p style="color: red; border: 1px solid red; padding: 5px;">液位の増減に関わらず、漂流効果を発揮することがわかる。液位が低くても効果を失わない。</p>	タンク前面の津波水位 無対策 0.9m (消防式) →対策後 2.9m	タンク前面の津波水位 無対策 1.4m (消防式) →対策後 3.1m	タンク前面の津波水位 無対策 1.8m (消防式) →対策後 3.3m
	<p>図 1.1 大変形直前のタンク本体の MISES 応力</p>	<p>図 1.2 大変形直前のタンク本体の MISES 応力</p>	<p>図 1.3 大変形直前のタンク本体の MISES 応力</p>

対策工 I 液位による対策効果の確認 500 kL

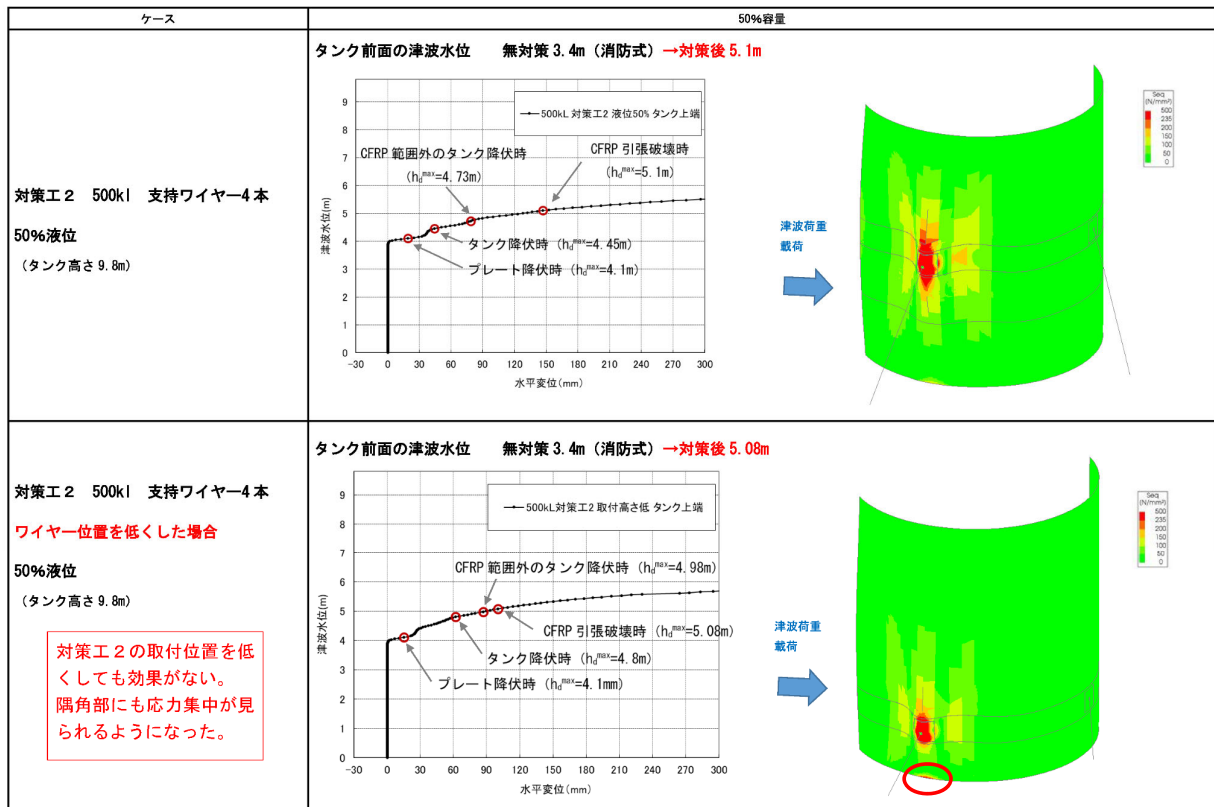
内容液量	20%	50%	80%
対策工 I 500kl (タンク高さ 9.8m) <p style="color: red; border: 1px solid red; padding: 5px;">液位の増減に関わらず、漂流効果を発揮することがわかる。液位が低くても効果を失わない。</p>	タンク前面の津波水位 無対策 2.0m (消防式) →対策後 5.8m	タンク前面の津波水位 無対策 3.4m (消防式) →対策後 6.3m	タンク前面の津波水位 無対策 4.4m (消防式) →対策後 6.7m
	<p>図 2.1 大変形直前のタンク本体の MISES 応力</p>	<p>図 2.2 大変形直前のタンク本体の MISES 応力</p>	<p>図 2.2 大変形直前のタンク本体の MISES 応力</p>

対策工2 500kL 支持ワイヤーの本数変更に対する効果の確認

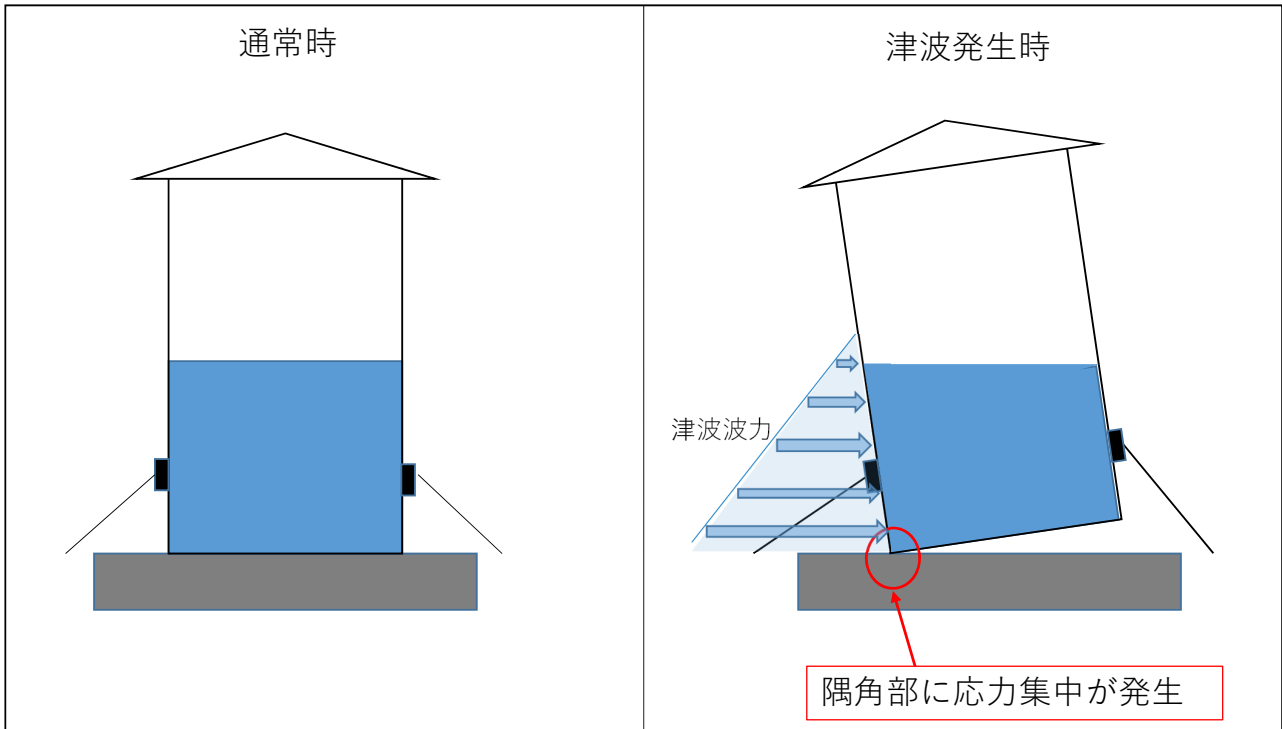


15

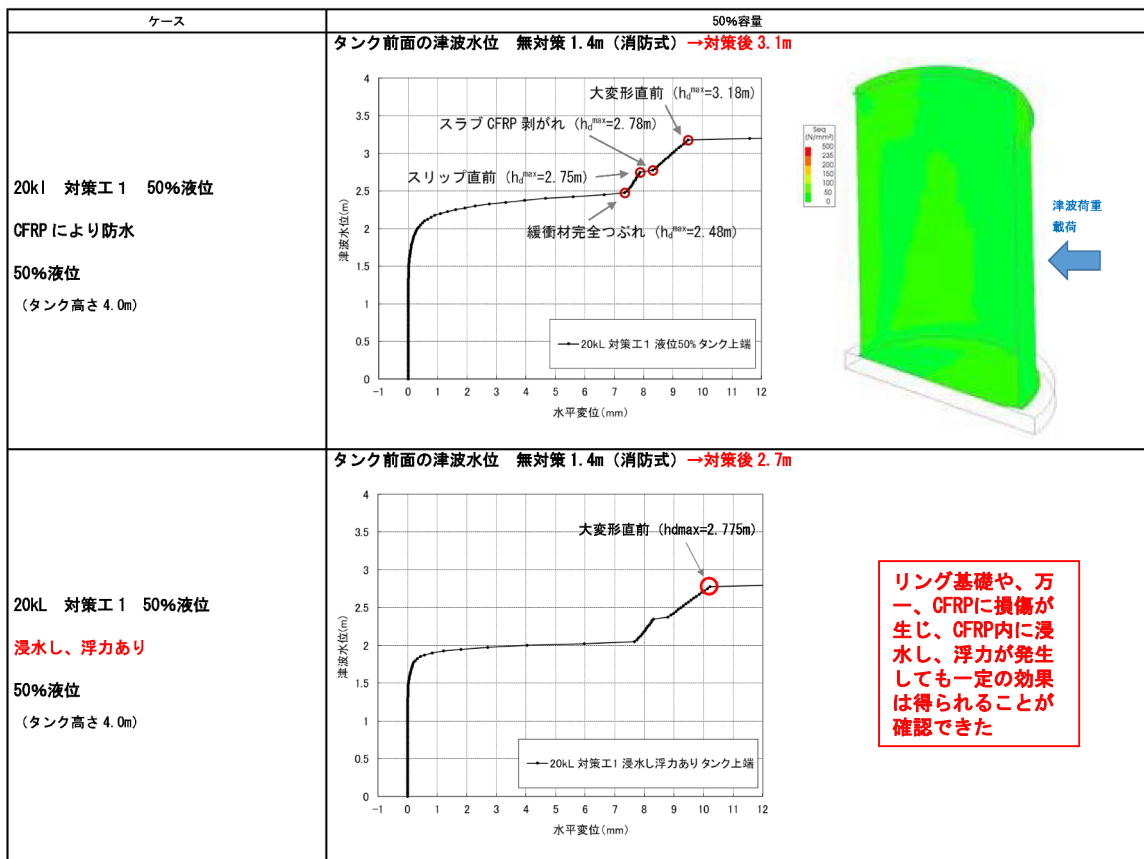
対策工2 500kL 支持ワイヤーの位置変更による効果の確認

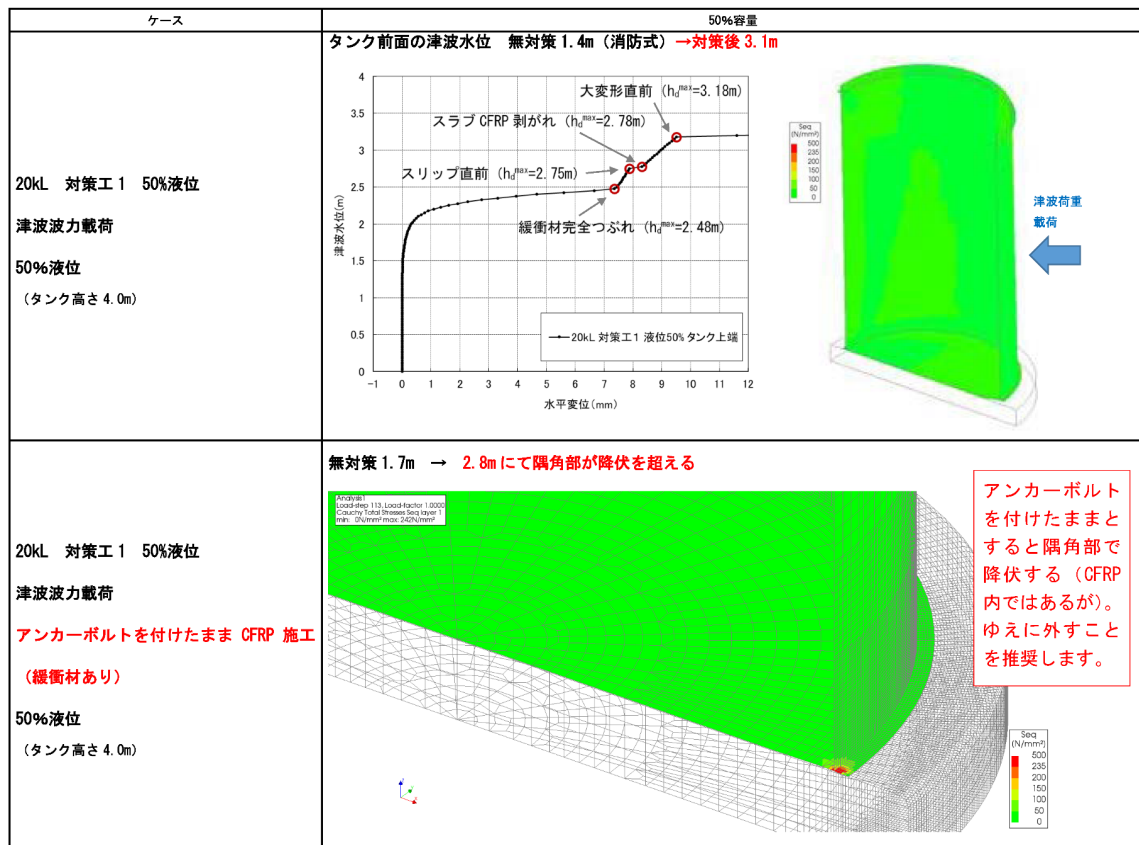


16



対策工 I 20 kL CFRP内に浸水した場合の効果の確認





19

今回得られた結果と今後の解析結果ご報告 (予定)

【今回の結果まとめ】

- 対策工1、2ともに内容液位の増減に関わらず、津波漂流対策効果を発揮することがわかった。液位が低くても効果を失わない。
- 対策工2は20kL等、小型のタンクに対して効果的である。500kLでも一定の効果を確認できた。
- 対策工2の取付高さを変更しても効果の改善は見られなかった。
- 対策工2においてワイヤー本数を増やしても大きな改善は見られなかった。
- 対策工1において、底板下に浸水しても一定の効果が保持されることを確認した。
- 対策工1施工時には既設のアンカーボルトを外すことを推奨する。

【今後の解析】

⇒ 対策工の結果の確認は、対策工1、2ともに内容液位の増減に大きく影響されないことが解ったため今後は50%液位で検討を進めさせていただきたい。

- 対策工1 100kLの対策効果を確認する
- 対策工2 100kLの対策効果を確認する (結果取りまとめ中)
- 対策工1, 2を両方施工した場合 500kL 50%液位 津波波力載荷
⇒500kLの結果をみて20kL, 100kLの要否を判断する

20



1. 修繕方法のヒアリング結果報告

【A社】

- ① サンダーにて傷んだ鋼材とCFRPをカットする。
- ② 鋼材を突合せ溶接にて溶接する
- ③ 同層数（1層，2層）のCFRPをパチ当てする。200mmの重ねをもってパチ当てする。
- ④ 複数層の場合には重ねの端部を10-20mmずらして貼り付ける。

【B社】

- ① タンク内面よりサンダーにて傷んだ鋼材とCFRPをカットする。
- ② 鋼材を突合せ溶接にて溶接する
- ③ 熱焼けしたCFRPをサンダーにて削り取る（母材に注意し実施）。同層数（1層，2層）のCFRPをパチ当てする。200mmの重ねをもってパチ当てする。
- ④ 同メーカーのエポキシを用いること

21



2. 劣化の対策ヒアリング結果

【A社】

- ① 劣化対策として、CFRP施工後に塗装を行うことを推奨している
- ② 塗装が傷んだ場合には、表面の清掃・目粗し後、再塗装を実施する
- ③ CFRPの表層のエポキシが傷み、繊維が見え始めた時にはエポキシ樹脂を塗り重ね、最後に表面塗装を実施する。

【B社】

A社と同内容の回答。同メーカーのエポキシを用いること。

22



3. 施工の品質担保

【A社】

炭素繊維補修・補強協会という協会があり、その中の認定資格として連続繊維施工管理士、施工士があり、CFRP施工の品質管理ができています。今回もその資格者を用いれば品質上の懸念は最小限とできる。

【B社】

A社と同内容の回答。



4. 電蝕（カーボンと鋼材の直接接触）への懸念 ヒアリング結果

【A社】

下地として不陸調整・プライマーとしてエポキシパテを1層塗る。また、プライマーの上にエポキシを下塗りし、そこに繊維シートを貼りつけることから、カーボン繊維と鋼材の確実な絶縁を果たし、電蝕は生じない。

【B社】

A社と同内容の回答。炭素繊維補修・補強工法技術研究会にて実験を実施し、電蝕しないことを確認。



5. 落雷への懸念 ヒアリング結果

【A社】

橋梁等で同様の質疑あり。カーボンの露出部に落ちるわけではなく、高いところに落ちるので懸案はない。

【B社】

A社と同内容の回答。煙突に用いており、今のところ被害は報告されていない。