

危険物屋外貯蔵タンクの津波・水害 による滑動等対策工法の確立

消防防災科学技術研究推進制度

研究期間 【平成29年度～令和元年度】

東電設計株式会社

3年間の研究開発の流れ

1. 滑動・漂流防止対策工の立案

- 検討対象の設定(資料、現場調査)
- 既往の技術の流用の検討(アンカーボルト)
- 対策案の立案 ⇒ 対策工1、対策工2



2. 対策工1の地震時に対する確認(振動台実験, 解析)

- 既往設備の耐震性に影響がないかを確認
- CFRPの施工方法の確認



3. 津波適用限界の評価

- 対策工1、対策工2について解析により効果を検証



4. 課題の整理

(1) 滑動・漂流防止対策工の立案(1/2)

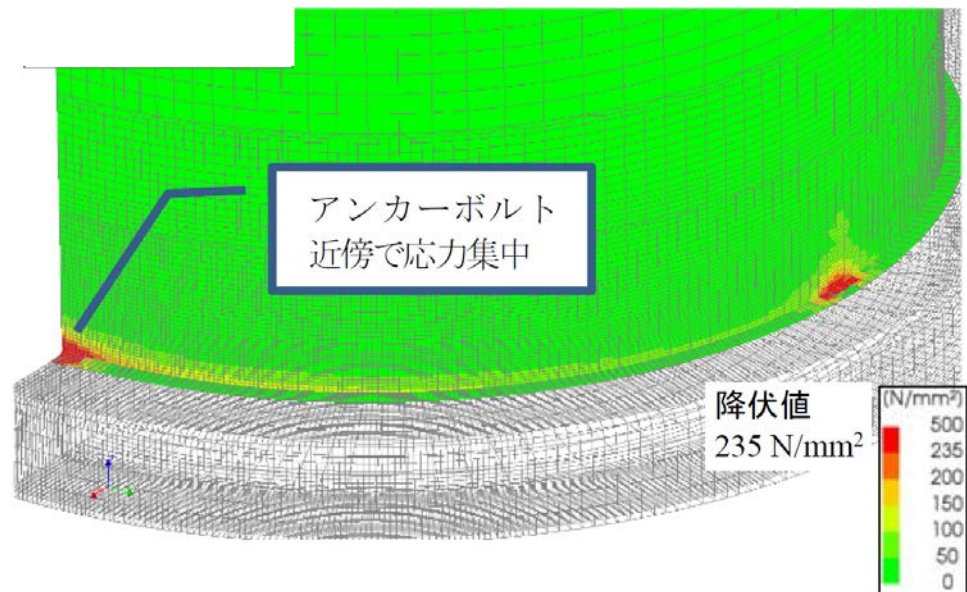
【検討対象の設定】

- 「小規模タンクの実態把握」の調査結果容量100kL未満のタンクは全体の67%程度、500kL未満は全体の82%程度
- 静岡市を例に調査し、同様の傾向であることを確認
- 20kLと500kLタンクを検討対象



【既往の技術の流用の可能性】

- 小規模タンクの風対策として採用されているアンカーボルトに着目。
 - それを応用できないか？
- 効果あり。20kL,50%液位にて津波浸水深2.25mが津波適用限界となった。
- アンカーボルトにより“点”での支持となるためアンカーボルト近傍での応力集中が懸念。

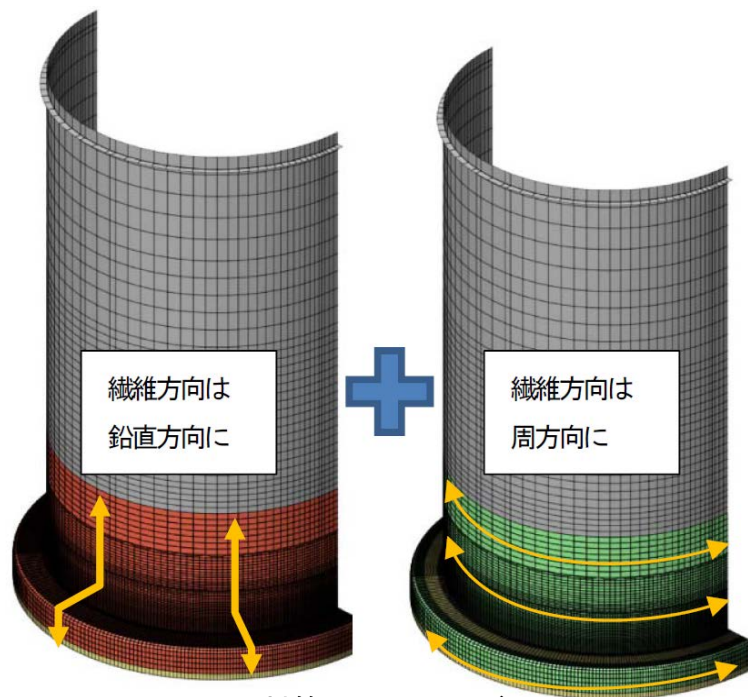


(1) 滑動・漂流防止対策工の立案(2/2)

『低コスト』, 『溶接不要』, 『既設設備の耐震性に影響を与えない』 という観点から対策工1, 2を立案

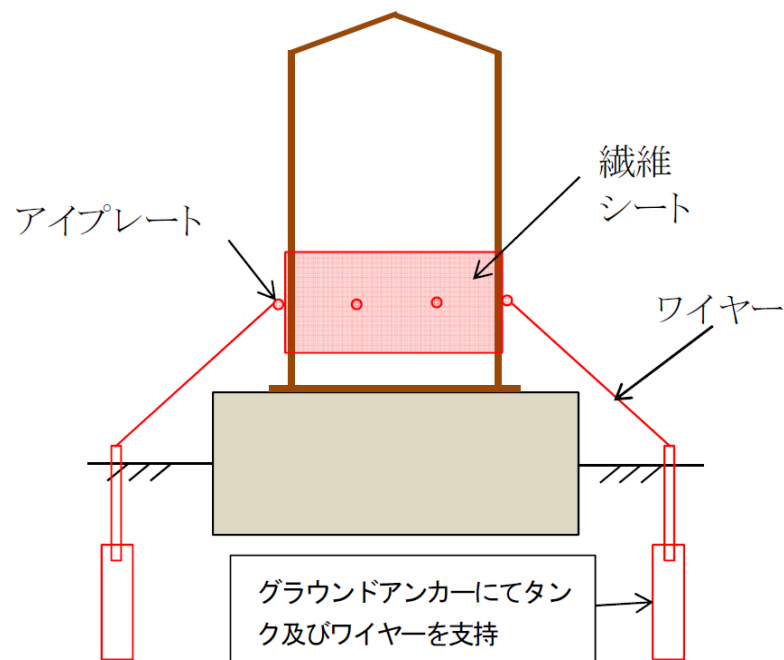
①対策工1

- “点”ではなく“面”で拘束し、応力集中を回避
- CFRPによりタンク底板下に浸水させないため、“浮力を発生させない”
- 拘束をCFRPで行うため溶接不要



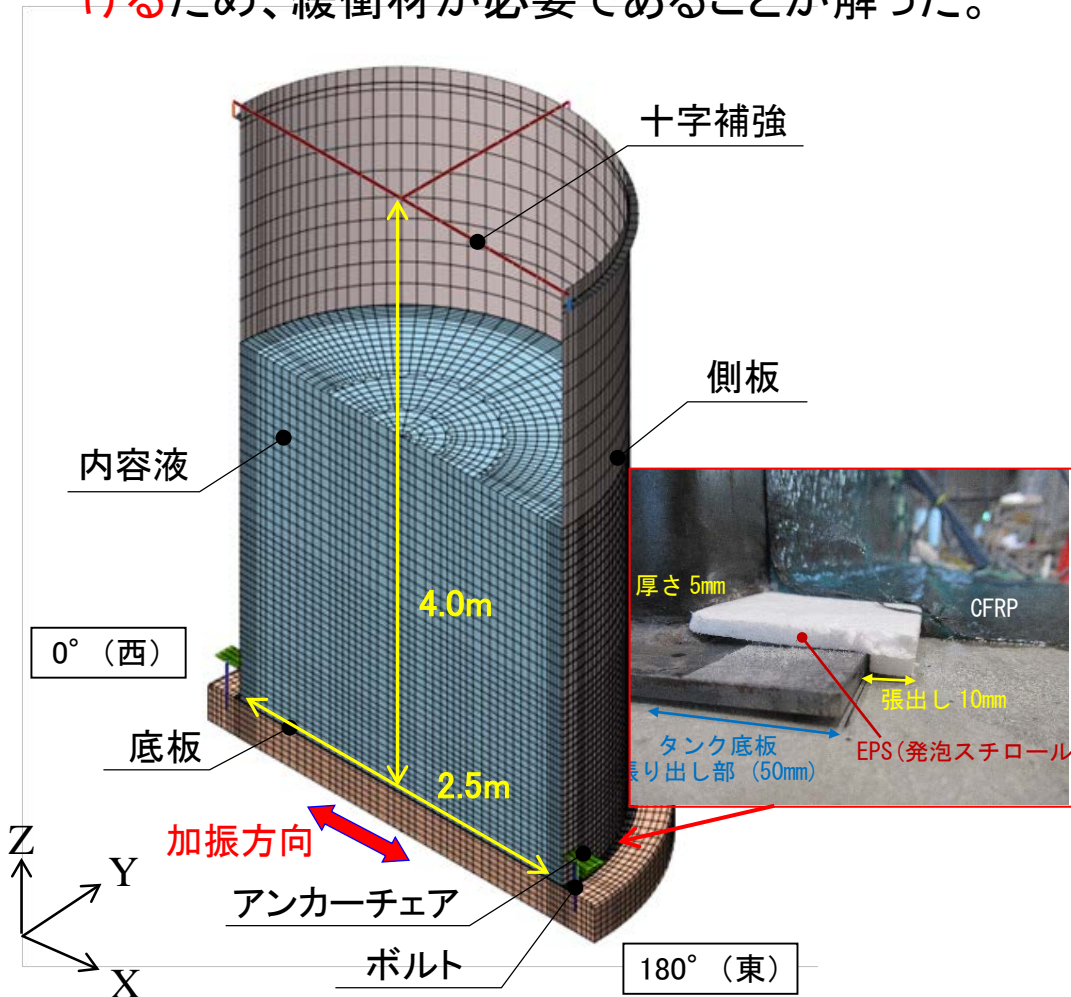
②対策工2

- ワイヤー支持を“点”ではなく“面”とし、応力集中を回避
- ワイヤー支持部の設置をCFRPで行うためタンクへの溶接不要
- 基礎の形状によらず施工可能

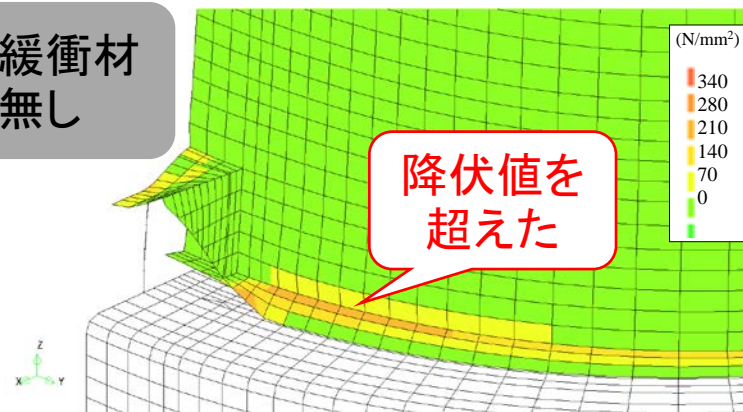


(2) 地震時の対策工1に関する検討(2/2)

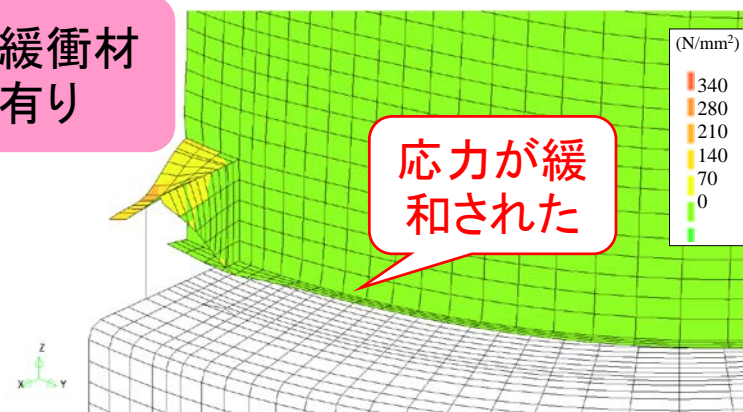
対策工1はタンクを強く固定するため、地震慣性力の影響を確認した。結果として鉛直方向地震によるタンクの浮き上がりに対する“あそび”を設けるため、緩衝材が必要であることが解った。



緩衝材
無し

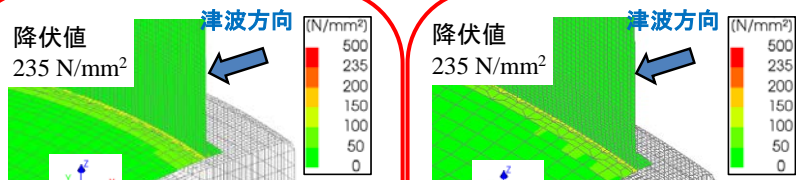
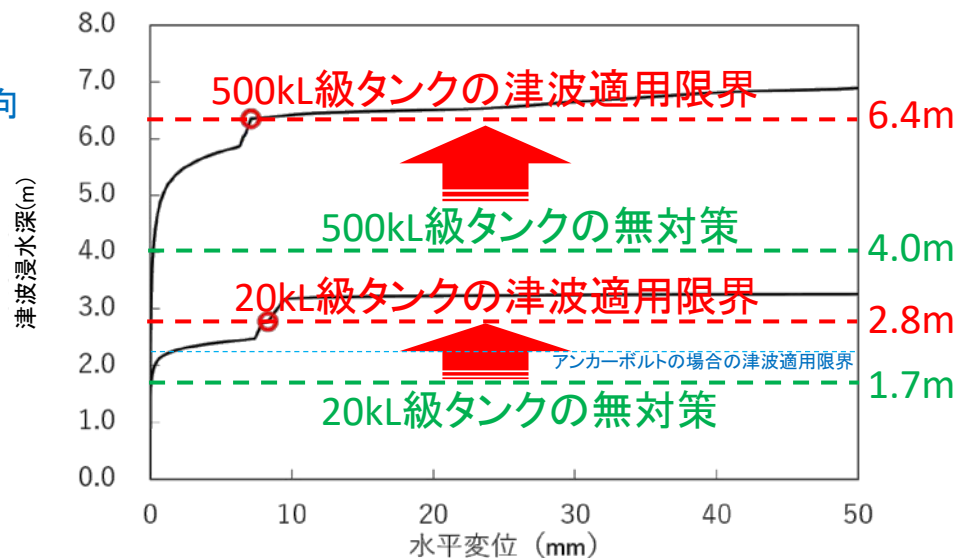
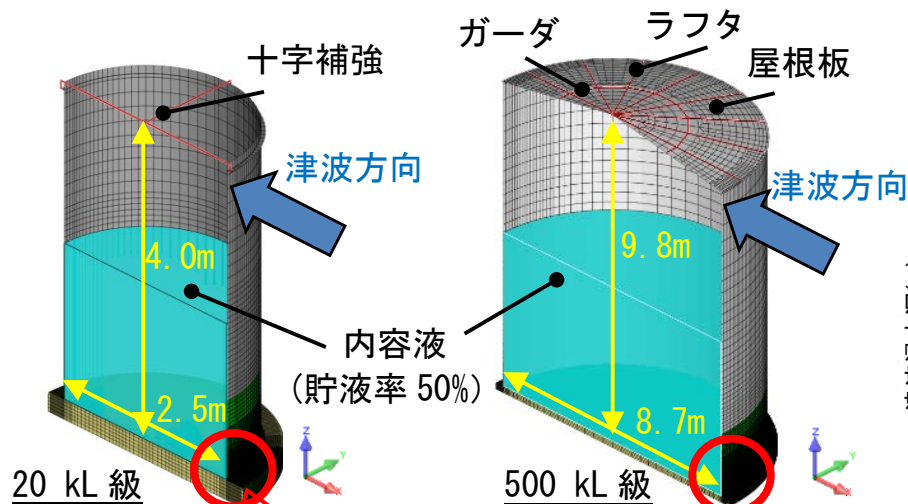


緩衝材
有り

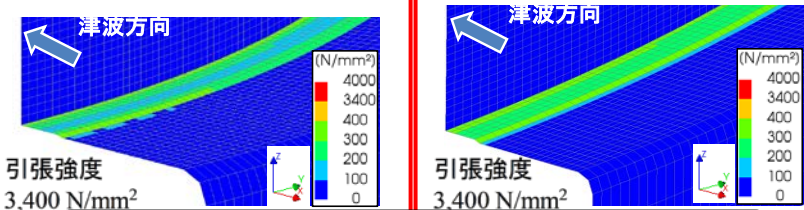


タンク張り出し隅角部への応力集中を回避するため、緩衝材を配置することが有効である

(3) 津波適用限界の評価(1/2) 対策工1

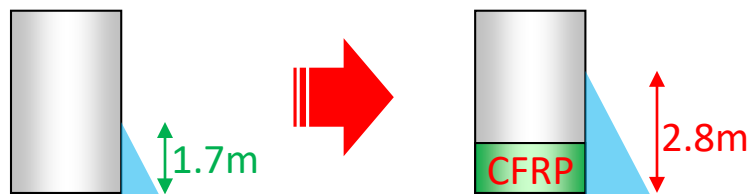


発生応力は降伏値の半分以下

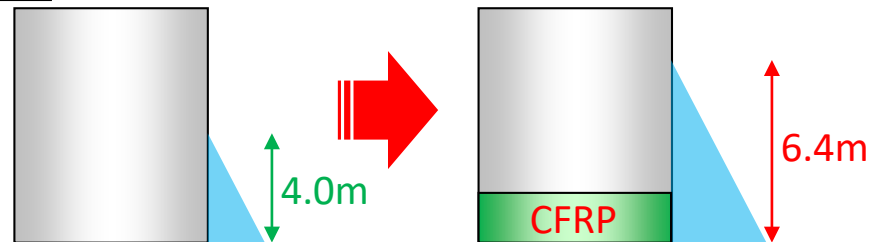


発生応力は引張強度の10%程度

20kL級



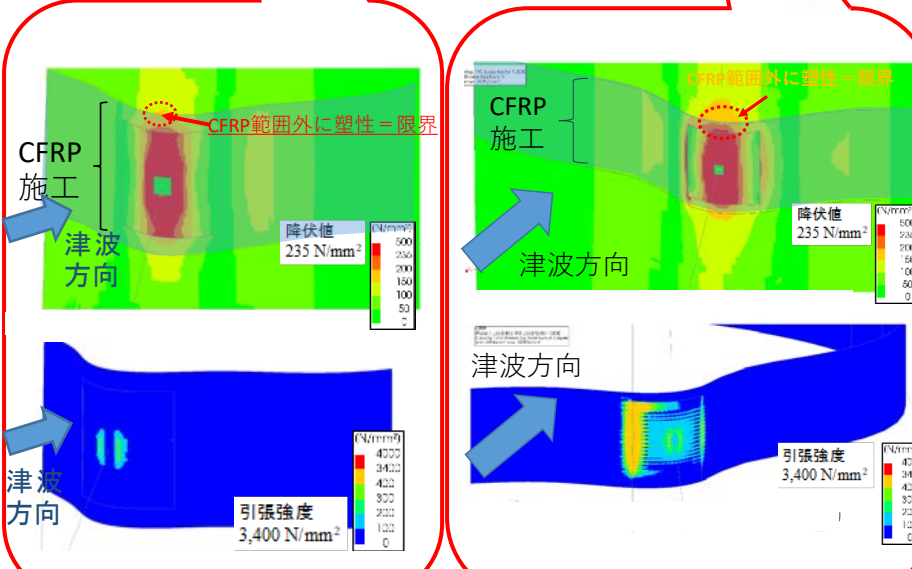
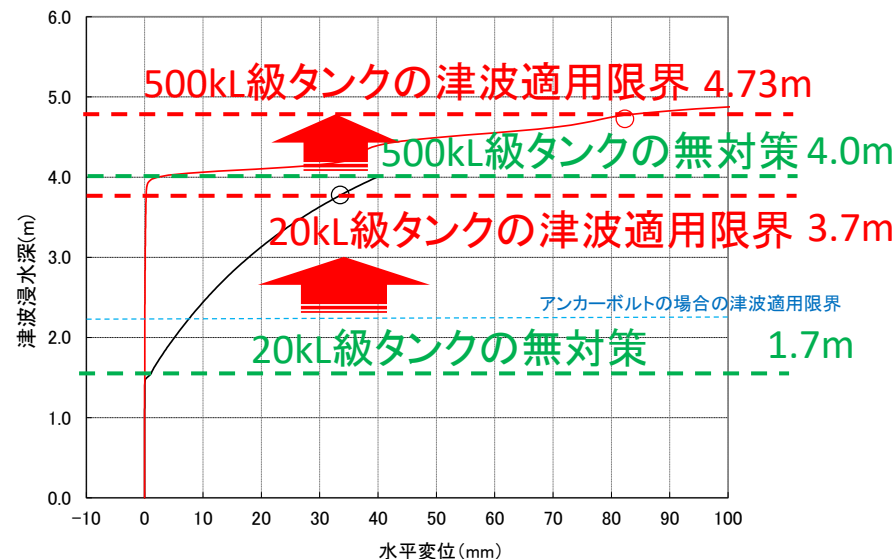
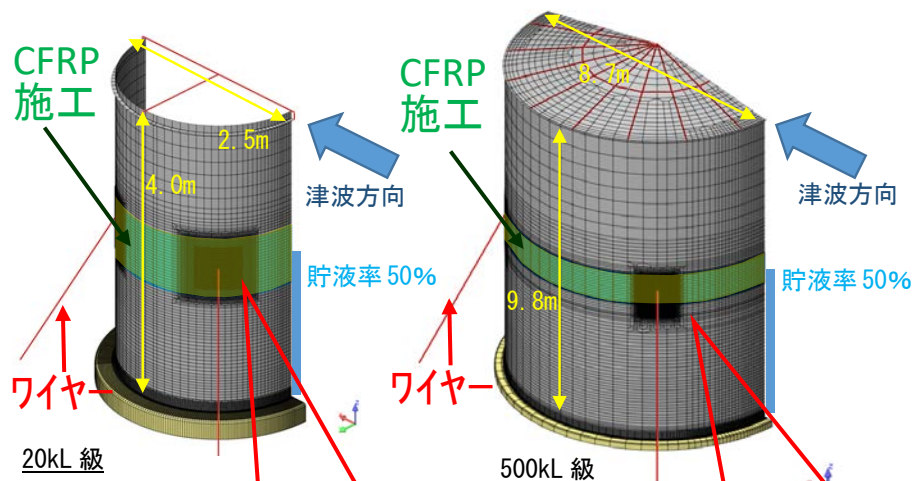
500kL級



CFRPの基礎接着部の剥離が津波適用限界となっている

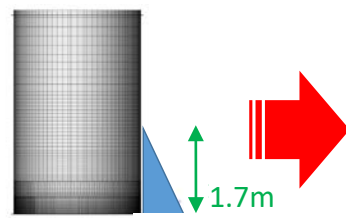
(4) 津波適用限界の評価(2/2)

対策工2

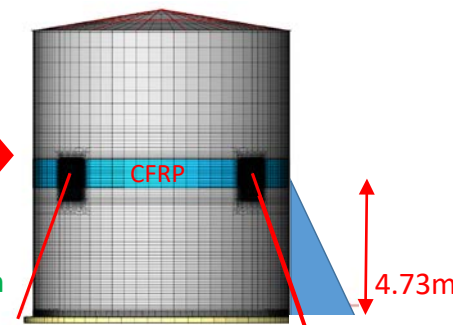
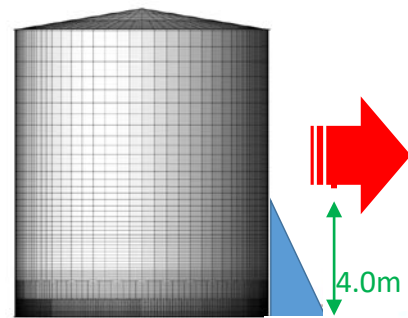
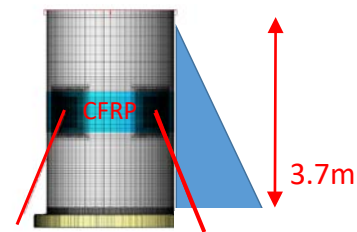


CFRP施工部の外側に降伏部が見られた時点を津波適用限界とした

無対策



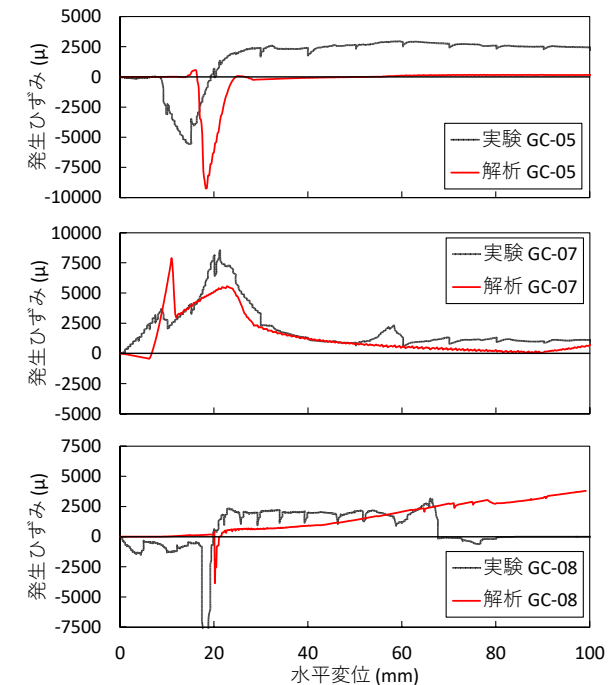
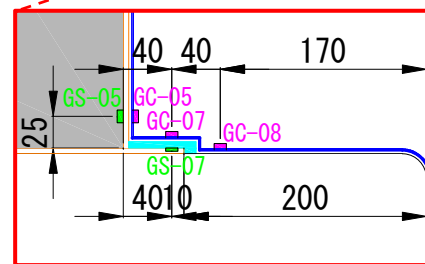
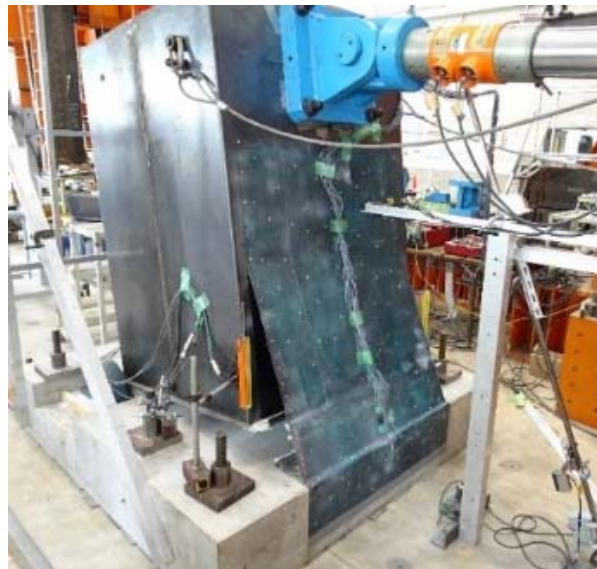
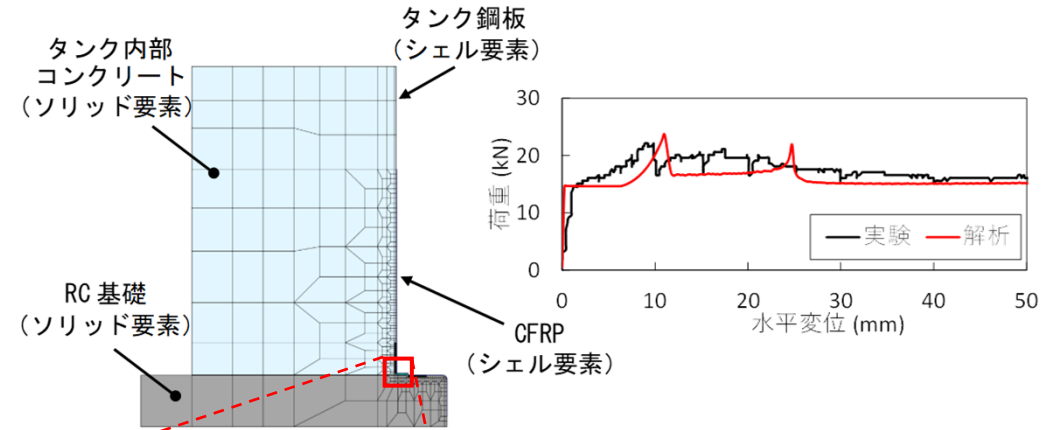
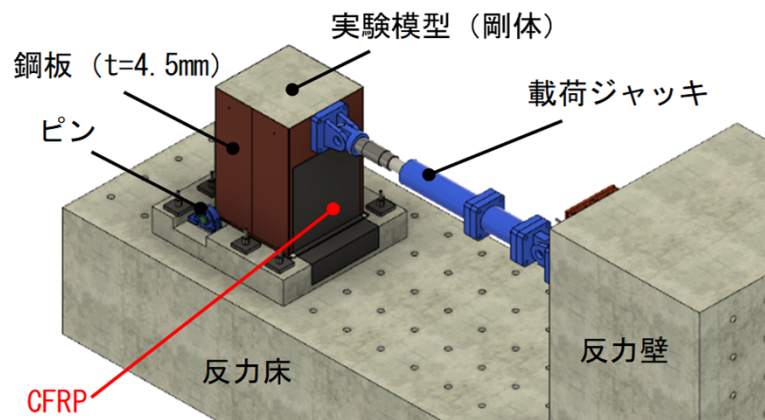
対策工2



(5) 今後の課題

- 対策工1および対策工2の実用化に向けて、以下のさらなる検討が必要であると考ええる。
 - 既研究における液位の条件は1ケースのみである。そのため、**その他液位に対する対策効果について確認**する。
 - **対策工1, 2**については、**敷設費用低減**を検討する。
 - **対策工2**については、**ワイヤー取付プレートの箇所、ワイヤー設置本数**違いの効果を**確認**する。
 - 検討会により問題点を洗い出す。
- 本津波対策工は洪水等の浸水被害の予防・軽減にも有効であると考ええる。そのために問題点、検討事項を検討会により抽出する。

参考: CFRP要素実験



解析で実験を概ね再現
⇒CFRPの剥離特性を把握

参考: CFRPの施工イメージ



下塗り



CFRPシート(鉛直)



上塗り

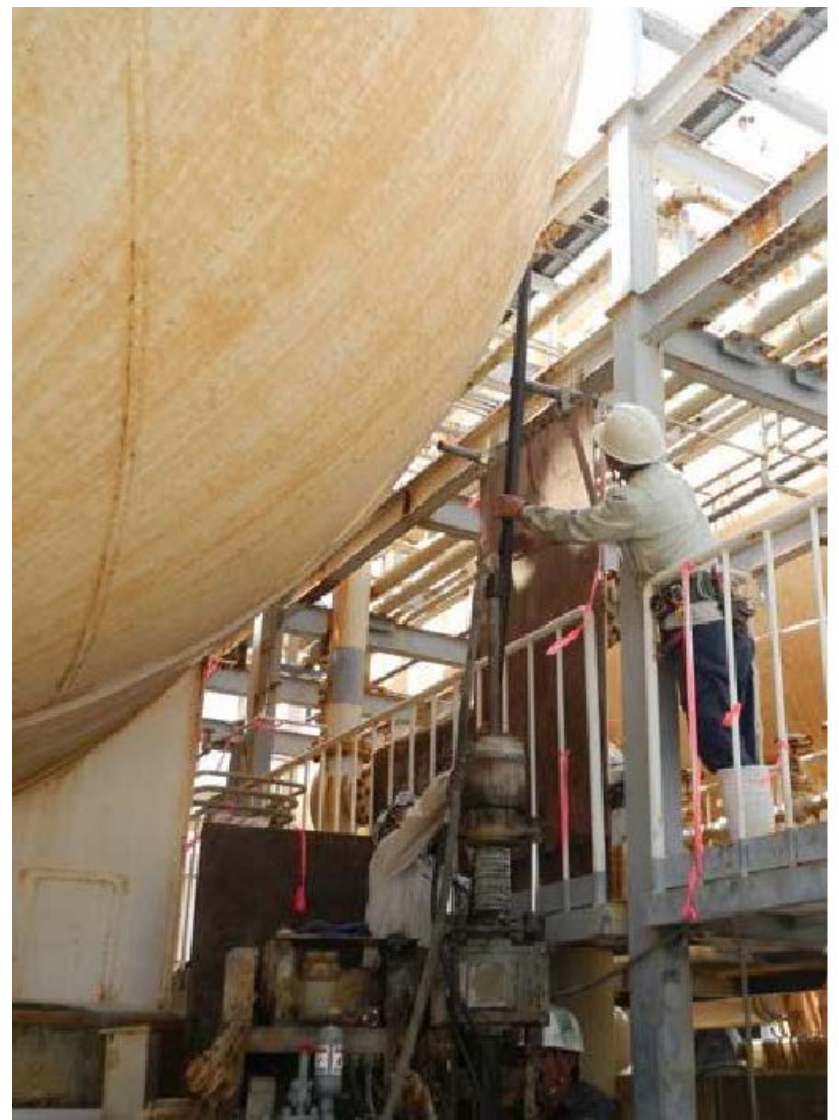


CFRPシート(水平)

参考: グラウンドアンカー



グラウンドアンカー削孔



グラウンドアンカー材料挿入