

南海トラフ巨大地震を考慮した漁港岸壁の液状化対策法に関する研究

高知高専 正会員 岡林宏二郎
高知高専 専攻科 学生会員 徳久貴和
高知高専 法人会員 ○小松拓矢

1. 緒 言

東日本大震災ではM9.0の地震動を記録し、太平洋側を中心に甚大な被害を受けた。この震災では津波による被害だけでなく、関東地方で広域的な液状化被害も報告されている。現在、高知県においても30年以内に70%の確率で南海トラフ巨大地震が発生するといわれているが、高知県は急峻な山に囲まれているため陸路からの啓開が難しく、孤立する恐れがある。そこで高知県では主要港湾だけでなく漁港も強化岸壁として災害時に活用することが提案されており¹⁾、災害時における機能や安全性の保持が重要な課題となる²⁾。

本研究では、上ノ加江漁港を解析対象とした。当地区はボーリング調査、粒度試験、液状化強度試験などの地盤調査のデータが揃っているが、液状化対策までは行っていない。そのため、既存の調査データを活用し漁港の地震応答解析を行い、液状化対策工の効果について検討した。

2. 解 析 手 法

2. 1 解析モデル

上ノ加江地区の地層を Fig.1 に示す。用いる材料定数については現地の地盤調査結果から求めた。また、砂層・シルト混じり砂質礫層・シルト層の液状化強度試験で得られた液状化強度曲線を元に要素シミュレーションを行った。この地点の地盤調査データや液状化強度試験の結果を元に材料定数と解析パラメータを推定し、繰り返し弾塑性モデルとして解析モデルを作成した。Fig.2 に矢板・タイロッド・杭で補強した液状化対策工モデルを示す。液状化対策工モデルは503要素、未対策モデルは400要素にそれぞれメッシュ分割し、解析プログラムLIQCAを用いて有効応力解析を行う。

2. 2 入力地震波

解析には Fig.3 に示すレベル1クラス地震波と Fig.4 に示すレベル2クラス地震波の2種類の地震波を用いた。レベル1クラス地震波は安政南海地震を元にした想定地震波で、レベル2クラス地震波は内閣府(2012)の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」で検討された震源モデルをもとに、高知県が新たに想定した基盤波である。Table1 に矢板等の物性値を示す。地盤とこれらの要素間にはジョイント要素を用いた。

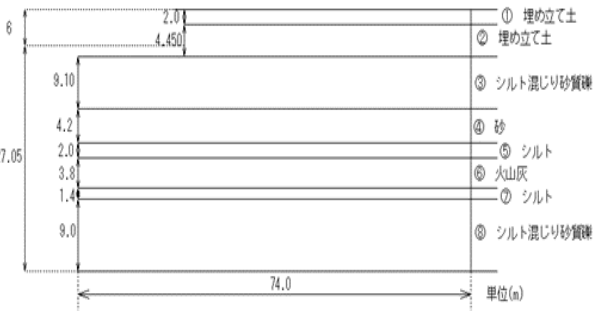


Fig.1 解析対象地域の地層

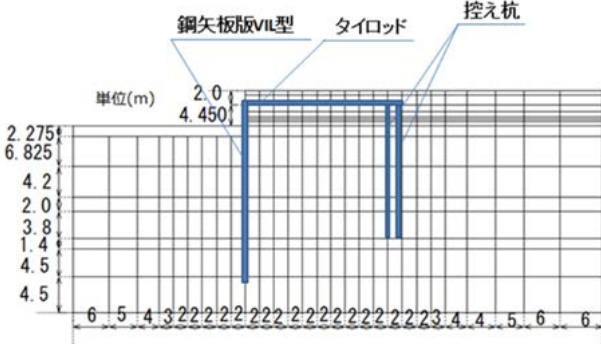


Fig.2 解析モデル

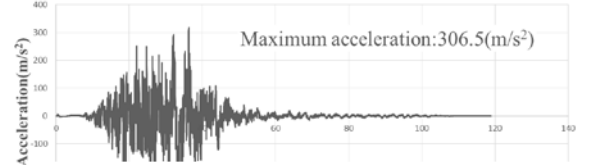


Fig.3 入力基盤波(レベル1)

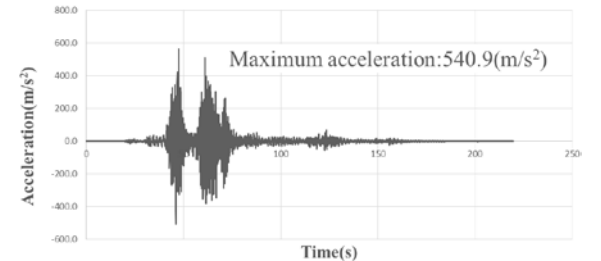


Fig.4 入力基盤波(レベル2)

Table1 矢板やタイロッドの物性値

	E(Pa)	A(m ²)	I(m ⁴)	p(c/cm ³)
Sheet pile	2.10E+08	2.10E+08	3.06E-02	7.5
Counterfo	2.10E+08	2.10E+08	5.80E-03	7.5
Tierod	2.10E+08	2.10E+08	1.59E-03	7.5

3. 実験結果および考察

3. 1 過剰間隙水圧比

過剰間隙水圧比とは、間隙水圧比を初期有効土被り圧で除した値のことをいい、この値が 1.0 で完全液状化状態となる。Fig5 にレベル 2 クラス地震波で 50 秒加振した時の未対策モデルの過剰間隙水圧比の分布図を、Fig6 に同時刻における対策工を施したモデルの過剰間隙水圧比の分布図を示す。未対策モデルでは 2 層目から 4 層目の広範囲にわたって間隙水圧が上昇している。地盤の一部の層が液状化すると、その層の強度が失われるため、港湾施設では上層の地盤が滑る側方流動と呼ばれる現象がしばしば起こる。対策工モデルでは未対策モデルよりは範囲が狭くなっているものの、シルト混じり砂質礫層と砂層の矢板前面で間隙水圧が大きく上昇し、1.0 の値に近づいているのがわかる。これは、矢板や杭によって間隙水圧の消散が十分できていないことが原因と考える。

3. 2 変位量

過剰間隙水圧比の分布図から、対策工を施したケースでも液状化現象は起きていることがわかった。液状化しても港湾施設としての機能が確保されるかどうかを変位図によって確認する。Fig7 に未対策モデルのレベル 2 クラス地震波の加振終了後の変位図を示し、Fig8 に液状化対策工モデルの加振終了後の変位図を示す。変位がもっとも大きかったのは両モデルとも天端部分で、未対策モデルでは 1.5m、液状化対策工モデルでは 0.7m という結果が得られた。未対策モデルでは、中間層の液状化による側方流動現象がみられ、岸壁部分が海側へ崩れているため港湾施設としての機能が果たせない状態となる。液状化対策工を施したモデルでは崩壊は防げたが、0.7m の変位では健全性が十分でないと考ええる。

4. 結 言

上ノ加江漁港について有効応力解析を行った結果、以下のことがわかった。

矢板や杭による構造的液状化対策を施すことによって耐震性能も向上するため、未対策のケースと比較すると加振終了後の最終変位量を小さくできることが確認できた。しかし、矢板などの対策工が間隙水の消散を妨げ、液状化を防ぐことができていない部分もあったため、今後は構造的対策だけでなく、間隙水圧の消散も兼ね備えた別の液状化対策工についても検討する必要がある。

参考文献

- 1) 公益社団法人地盤工学会，地震時における地盤災害の課題と対策 2011 年東日本大震災の教訓と提言(第二次)，2012. 6, p228, 229
- 2) 高知県水産振興課，第 2 回防災拠点選定検討ワーキング，p2, p30

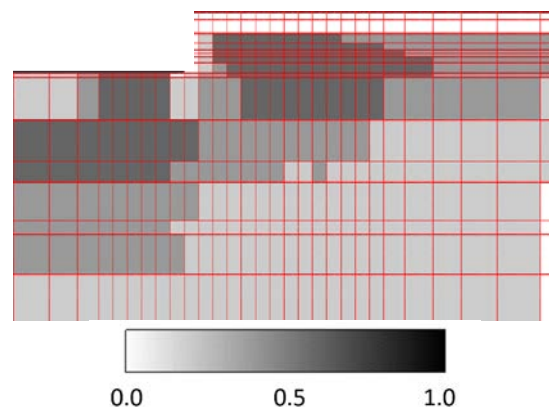


Fig.5 過剰間隙水圧比(対策なし)

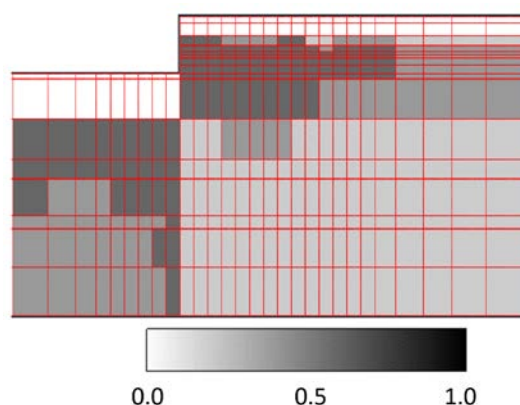


Fig.6 過剰間隙水圧比(対策あり)

最大変位 1.5m

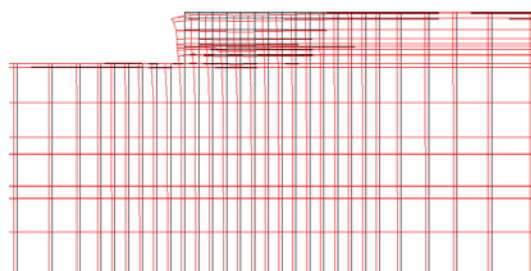


Fig.7 変位(対策工なし)

最大変位 0.7m

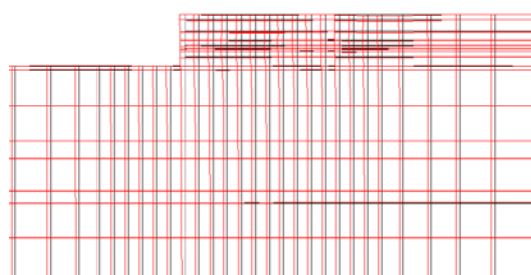


Fig.8 変位(対策工あり)