

【III－2】

南海地震における港湾構造物の有効応力法に基づく動的FEM解析

東亜建設工業株式会社 正会員 ○川本 聖
高知高専 正会員 岡林 宏二郎
高知高専専攻科 学生会員 久保井 祐太

1. はじめに

四国では、南海地震による斜面崩壊や津波により、海岸部を走る道路は甚大な被害を受け、陸上交通が寸断されることが予想される。また、臨海部に人口や資産が集積していることから、海上からの救助・救急活動の展開や緊急物資等の輸送が重要になる。沿岸部では地下水位が高いため、液状化発生による被害も予測される。そのため、南海地震の影響による港湾構造物の被害程度を把握しておくことが必要であると考え、本研究では、FLIP を用いて有効応力法による解析を行い、港湾構造物の被害予測を行った。また、矢板を圧入して補強した時の耐震効果も検討した。

2. 解析方法

2.1 解析対象地区

高知県上ノ加江地区を解析の対象地区とした。上ノ加江地区は、「漁村における津波対策基本方針検討委員会」で津波対策基本方針のモデル地区であり、ボーリング調査や粒度試験結果、地下水位なども含めて詳細に判定した結果、液状化する可能性が高いと判断された¹⁾。また、地震時に海岸堤防や防波堤が機能を発揮することが可能かを検討する必要があることが指摘された。

2.2 解析対象断面

上ノ加江地区に現存する防波堤のひとつを、本研究の解析対象断面とした。解析対象断面を図1に示す。

2.3 解析モデルの作成

本解析では防波堤を図2に示すように2055要素（2158節点）に有限要素メッシュ分割し、FLIPを用いて解析を行った。

2.4 材料特性

本解析の材料特性は、ボーリング調査結果と土質試験結果を採用した。

調査結果の得られていない定数については、各材料の一般的な値を使用した。また、液状化判定には細粒分含有率を検討した結果、砂層のみで液状化が起これるとした。液状化層については液状化抵抗曲線推定方法により値を導いた。材料特性を表1に示す。

2.5 入力地震波

解析に使用した入力地震波は、今後発生する南海地震を想定した第2次高知県地震対策基礎調査による上ノ加江地区の対象地盤基盤部の波形を用いた。

入力地震波を図3に示す。横軸が時間、縦軸が加速度で最大加速度は296.056galで10～50秒の40秒間を0.01秒刻みで入力した。

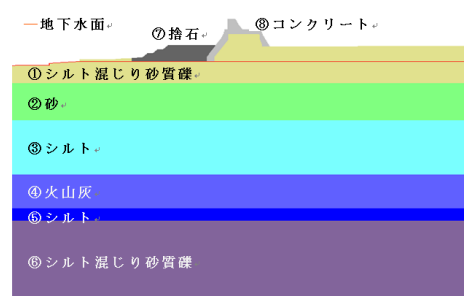


図1 解析対象断面

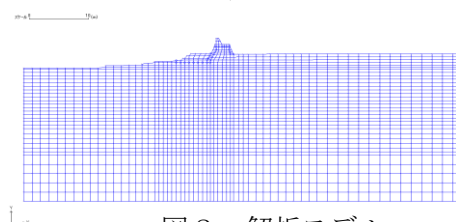


図2 解析モデル

表1 材料特性

材料番号	材料名	ポアソン比	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断弾性係数 (kN/m ²)	減衰定数 (%)
1	シルト混じり砂質礫	0.42	19	56,000	3.0
2	砂	0.45	18	66,300	4.0
3	シルト	0.47	17	69,300	4.5
4	火山灰	0.46	18	89,000	4.0
5	シルト	0.47	17	108,000	4.5
6	シルト混じり砂質礫	0.42	19	150,000	3.0
7	捨石	0.4	20	45,000	3.0
8	コンクリート	0.35	23	52,000	3.0

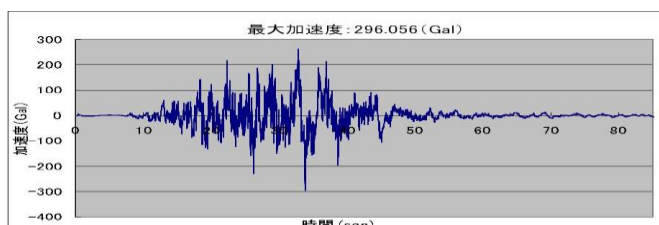


図3 入力地震波

3. 解析結果及び考察

3.1 水平変位

図4はMicroAVSで水平変位を図化したものである。変形形態の識別が容易になるように100倍して図化した。残留変位はおよそ150cmとなっており、液状化により構造物としての機能を維持できないと考えられる値まで、変形が大きくなっていることがわかる。また、矢板圧入モデルについては、ほとんど同じ値になり、矢板の効果が見られなかった。この理由として、矢板を礫層（支持層）まで十分に打設していなかったことが考えられる。

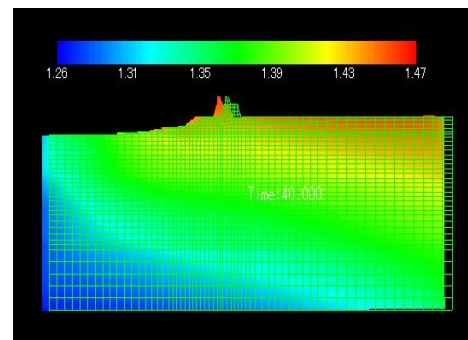


図4 水平変位図

3.2 過剰間隙水圧比

過剰間隙水圧比とは、過剰間隙水圧を初期有効応力で割った値で、値が1になると完全に液状化した状態となる。図5は各要素についての、過剰間隙水圧比の分布を示す。砂の層で最大0.809となっており、完全液状化に近い状態となっていた。また、矢板圧入モデルでの過剰間隙水圧比とほとんど差がなかった。砂層が液状化するので、矢板を打設しても、液状化により過剰間隙水圧比は増加することがわかる。

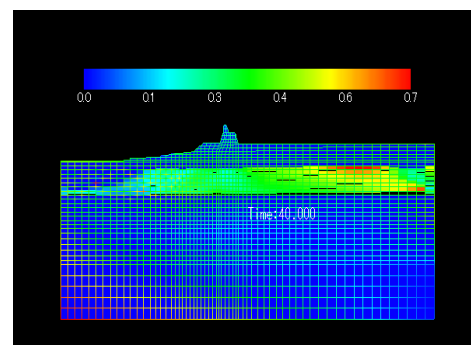


図5 過剰間隙水圧比分布図

4. まとめ

本研究では、FLIPによる有効応力解析を行った結果、以下のことがわかった。

- 1) 有効応力法での解析により、全応力解析であるFLUSHでは算出できなかった残留変位を求めることができた。しかし、境界位置を改善など、さらに精度向上が必要だと思われる。
- 2) 解析モデルと矢板打設したモデルを比較した結果、各成分についてもあまり変化はなかった。砂層の液状化に対して、矢板を砂礫層まで打設していない場合は、対策効果がほとんどないことがわかった。改善策としては、矢板の長さを伸ばす、他の対策工を考えるなどの必要がある。
- 3) 砂層が液状化した後、急激に過剰間隙水圧比が増加して有効応力が減少した。その結果、基盤部からの地震動が地表に伝達しなくなった。
- 4) 本解析により、対象構造物は大地震による地盤の液状化より、大変形が発生しその機能を果たせないという結果を得た。南海地震に備え、対策しなければならない。

今後の課題として、以下に述べる。

- 1) 他の港湾構造物や避難施設等の重要な構造物に対しても解析を行い、地震発生後の機能性について検討を進める。
- 2) 南海地震に備え、避難路及び避難場所を確保するための液状化対策を行い、避難誘導計画に活用していく必要がある。

5. 参考文献

- 1) 高知県海洋局漁港課，漁村における津波対策基本方針，2003.3，pp.4.3～4.15