

南海地震に対する沿岸構造物の耐震性向上に関する研究

高知工業高等専門学校専攻科 学生員 ○林 佑哉

高知工業高等専門学校 正会員 岡林 宏二郎

1. 緒 言

高知県の沿岸域には130余りの漁港が点在し、その周辺に109集落の6万9000人が生活しており、南海地震津波により甚大な被害を受けることが予想されている。また、沿岸部では地下水位が高いため液状化発生による港湾構造物の被害も予測される。本研究では漁村のモデル地区である上ノ加江について防潮堤地点の液状化判定と防潮堤の動的FEM解析を行った。さらに、裏込土を軽量土で置換した場合と、矢板打ち込みにより補強した場合について、動的FEM解析を実施し、耐震性を向上させる工法について検討した。

2. 液状化判定法

地震波の増幅や減衰を考慮し、精度の高い液状化判定法であるMDM法による地震応答解析から液状化の詳細判定を行った。MDM法で深さ方向の液状化判定は、液状化抵抗値 F_L を式(1)により算出し、この値が1.0以下の土層については液状化するとみなして判定する。

$$F_L = R/L \quad (1)$$

F_L : 液状化に対する低効率、 R : 動的せん断強度比
 L : 地震時せん断応力比

MDM解析ではN値50以上の工学的基盤を最下層とし、それ以深は半無限基盤であると考えエネルギーの逸散を考慮した。解析に使用した地震波は「第2次高知県地震対策基礎調査、平成16年3月(高知県)」による対象地盤基盤部の波形である。その波形を図1に示す。また、防潮堤部の地層構成、N値分布図、MDM法による液状化判定結果を図2にまとめて示す。

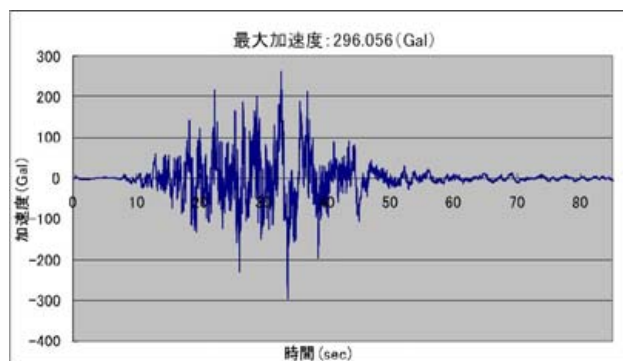


図1 入力地震波

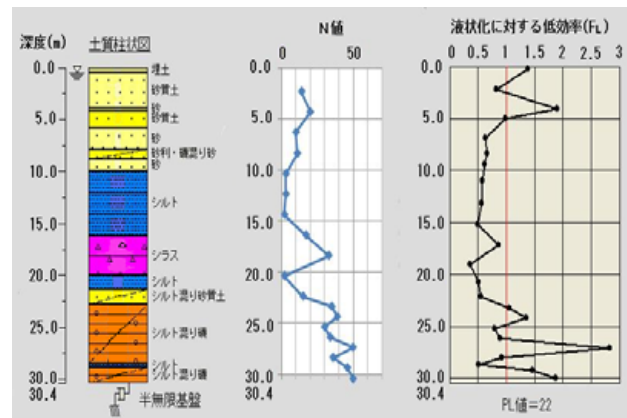


図2 地層構成データ及び液状化判定結果

液状化判定結果より、表層付近と5m～23mの地盤が液状化する可能性があり、地盤には大きな変形が起これと予測される。これに対して、防潮堤の耐震性と対策工による影響について解析を行った。

3. 耐震性向上を目的とした動的FEM解析

3.1 解析モデル

動的FEM解析には、地盤—構造物連成系モデルの相互作用解析プログラム"SuperFLUSH/2D"を用いた。解析モデルとした防潮堤の断面、材料区分¹⁾を図3に、材料定数¹⁾を表1に示す。モデルについては、液状化判定同様、基盤から上部の地盤も含めてモデル化した。底面は粘性境界、側方地盤はエネルギー伝達境界としている。入力地震波は液状化判定と同じデータを使用した。

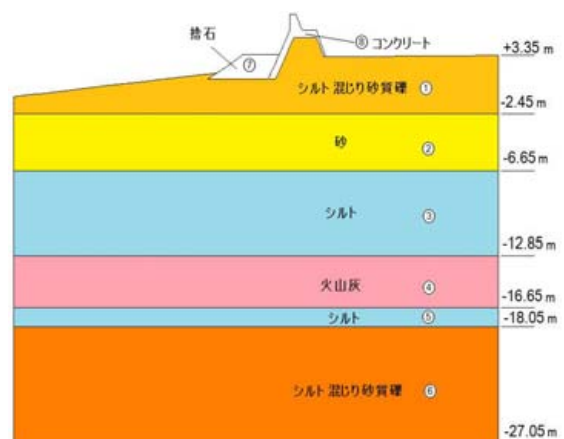


図3 解析対象断面

キーワード: 液状化, MDM法, FEM解析, 軽量混合処理土, 矢板

連絡先: 〒783-8508 高知県南国市物部乙200-1 高知工業高等専門学校地盤工学研究室 TEL088-864-5589

表1 材料定数

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

4. 解析ケース及び解析結果

4. 1 現状の場合

解析結果は紙面の都合上、水平変位についてのみ示す。図6に示す節点Aの水平応答変位の時刻歴を図5に示し、節点Aの水平変位が最大になった時の水平変位量図を図6に示す。節点Aでは最大で約25cmの変位があり防潮堤から背面方向に離れるに従い増加している。許容変位量は5~10cmであると考えられるので対策工の必要性があるといえる。

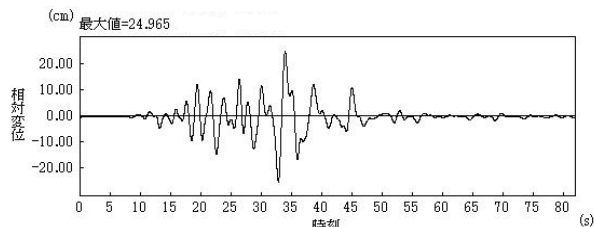


図5 水平応答変位

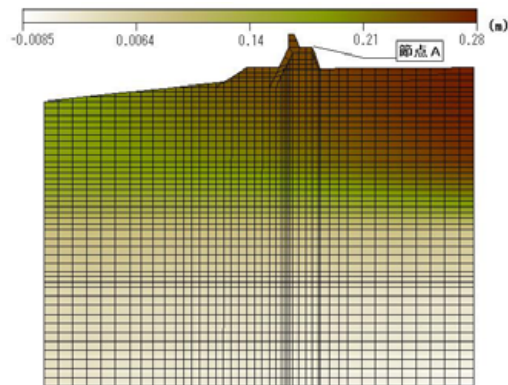


図6 節点Aの変位が最大の時の水平変位量

4. 2 軽量混合処理土で対策した場合

防潮堤背面の裏込め土をシルト混じり砂質礫から軽量混合処理土に置き換えた場合の耐震性の向上について解析を行った。改良幅は図7、軽量材の材料定数は表2に示す

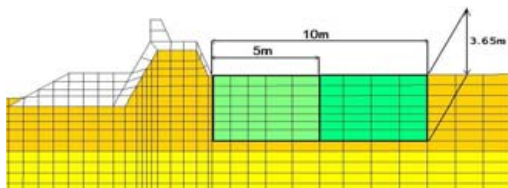


図7 軽量材の配置場所

表2 軽量材の材料定数

材料	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 (%)
軽量材	0.1	11.1	1,500	3

4. 3 矢板で対策した場合

防潮堤背面の込め上部から比較的硬質な層である材料番号4(火山灰)の表面と材料番号6(シルト混じり砂質礫)の硬質な層まで矢板を打設した場合の耐震効果について解析を行った。配置場所を図8に示し、矢板の材料定数は表3の値を使用した。

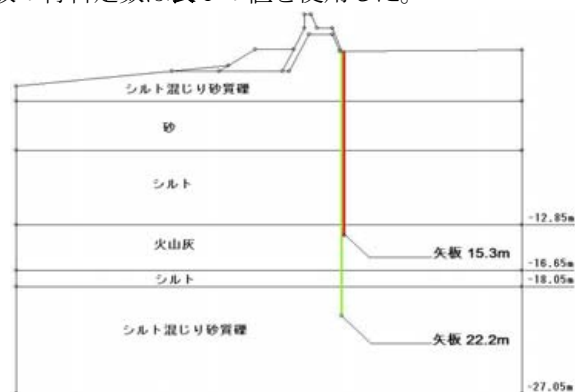


図8 矢板配置場所

表3 矢板の材料定数

材料	ポアソン比	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断弾性係数 (kN/m ²)	断面積 (m ²)	断面2次モーメント (m ⁴)	減衰定数 (%)
矢板	0.3	87.5	129,800,000	0.0226	0.000567	3

4. 4 解析結果

表4に節点Aの水平応答変位の比較を示す。軽量盛土で改良する場合は改良幅10m、矢板を打設する場合は長さ15.5mで水平変位を5cm以下に抑えることができ、許容値を満足する結果が得られた。

表4 節点Aの相対変位の比較

ケース	節点Aでの最大相対変位 (水平方向)
未改良	24.97cm
軽量土(幅5m)	15.53cm
軽量土(幅10m)	4.03cm
矢板(15.5m)	3.59cm
矢板(22.2m)	3.64cm

5. 結 言

本解析では液状化判定及び対策工による耐震性の向上を確認することができた。今後は有効応力解析による防潮堤の鉛直方向の沈下程度の検証などを行いたい。

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), pp4.3-4.15.