

(株)晃立 正会員 ○河添公洋

高知工業高等専門学校 正会員 岡林宏二郎

1. はじめに

南海地震は、90年から150年間隔で発生し、今後30年以内にM8.4程度の地震が50%の確率で発生すると言われており¹⁾、高知県内でも地震や津波に対して防災対策を講ずることを喫緊の課題として取り組んでいる。本研究では、南海地震を想定して高知県高知市及び須崎市の工学基盤上の地震波を作成し、津波の来襲が予想される須崎沖の津波防波堤に対してQUAK3DとSuper Flashによる動的FEM解析を実施し、防波堤の機能維持について検証した。

2-1 動的FEM解析による津波防波堤の機能性検証

津波防波堤の機能性検証では、須崎沖にある津波防波堤(西側)を解析モデルとし、動的FEM解析を行なった。解析モデルとした須崎沖津波防波堤の断面を図-1に示す。次に、モデルのメッシュ図および材料区分と拘束条件を図-2に示す。解析モデルはケーソン基礎捨石下部の地盤部をN値50以上の支持層がある約15mまでモデル化し、両サイドも捨石から15m程度とした。拘束条件は、モデル下端を水平、鉛直ともに固定し、地中部両端を水平固定とした。また、使用した材料定数については、表-1に示す。また、解析に用いた地震波を図-3に示す。

表-1に示す材料定数は、この地点の地盤調査による地層構成やN値を基に、当該地点でのサンドコンパクションパイル工法を施したことを考慮して設定した。また、海水面以下は水中単位体積重量を用いた。

2-2 解析方法の説明

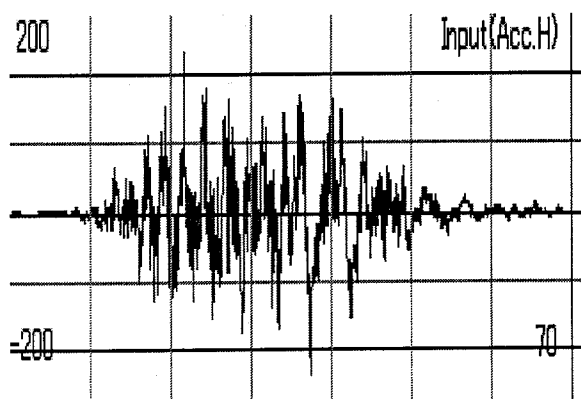


図-3 須崎沖防波堤における基盤波

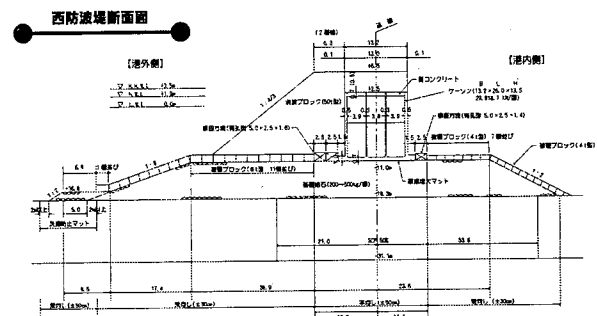


図-1 須崎沖西防波堤断面

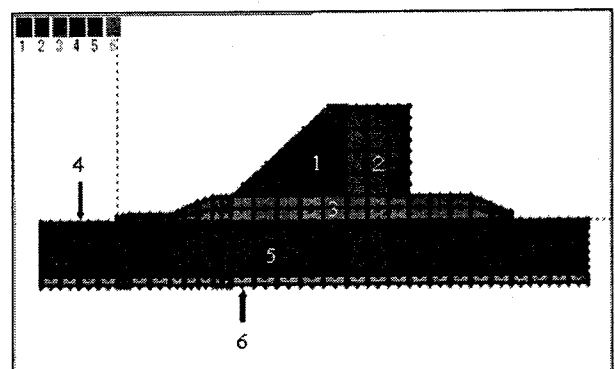


図-2 材料区分と拘束条

表-1 材料定数

物性値 材料番号	E(kPa)	ν	C(kPa)	Φ (deg)	Ψ (deg)	γ (kN/m ³)
1	2.0×10^7	0.35	$1.0E+20$	0	0	10
2	2.0×10^7	0.35	$1.0E+20$	0	0	10
3	1.0×10^4	0.40	$1.0E+20$	42	12	10
4	5.0×10^4	0.45	$1.5E+20$	30	0	8
5	2.5×10^4	0.45	19.26	25	0	5
6	7.5×10^4	0.40	$1.5E+20$	35	5	10

地震波は第二次高知県地震対策基礎調査による地震波から対象地点の値を抽出したものである。N 値が50以上の支持層に模擬地震波を入力した。QUAK3Dによる解析方法は、要素は20節点六面体アイソパラメトリック要素を用い、材料の構成モデルは弾完全塑性体・非関連流れ則とし、各時刻における弾塑性収束計算には、修正ニュートン・ラプソン法を、時間積分にはニューマークの β 法を用いて解析を行なった³⁾。さらにFEM解析と同様の構造物に対してメッシュを作成してFlash解析を行った。Super Flashは、2次元等価線形解析プログラムであり地震波の伝達特性がわかる。

3. 動的FEM解析結果および考察

図-4は、FEM解析での地震時の残留変形を示した図であり、変位を等倍表示で示している。津波防波堤の地盤部が大きな変形が見られ、その影響を受けて堤防後部が1m程度沈んでいる。FEM解析により求められた、図-5のせん断ひずみ分布図より、剛性の高いコンクリート部分は変形をほとんど起こしておらず、堤防を支える地盤部でひずみが大きくなることが分かった。図-6、図-7にSuper Flashによる結果を示す。地震波は、材料番号5の粘土層で減衰するが、防波堤やテトラポッドでは殆ど変化しないことや、加速度は3秒の周期の波が2倍程度増幅することが分かった。

4. まとめ

本研究の結果をもとに、須崎市は南海地震に備え、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、津波の打ち上げ高さを見直し、津波の被害を軽減するために避難誘導計画を早急に見直す必要があると思われる。今後は、より多くの港湾構造物及び避難施設等の重要な構造物に対して、FEM解析を行い、地震発生直後の機能性についての検討を進めてゆく予定である。

参考文献

- 1) 八木則男，四国の地盤災害，四十年のあゆみ，地盤工学会四国支部，1999.9，pp.29-50
- 2) 澤田勉，最大地動の距離減衰に基づく工学的基盤加速度波の簡易シミュレーション，橋梁の動的解析に関する講習会講演概要集，土木工学会四国支部，2000.12，pp16-31
- 3) (社)地盤工学会，地盤技術者のためのFEMシリーズ①～③，(社)地盤工学会，2003.8

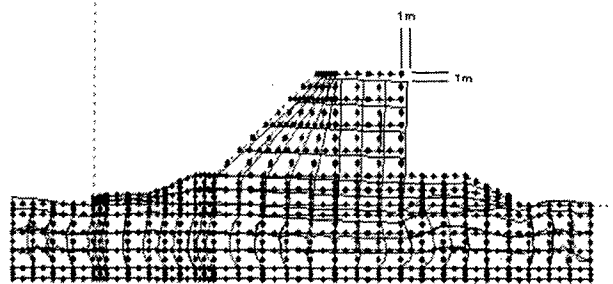


図-4 地震時の残留変形

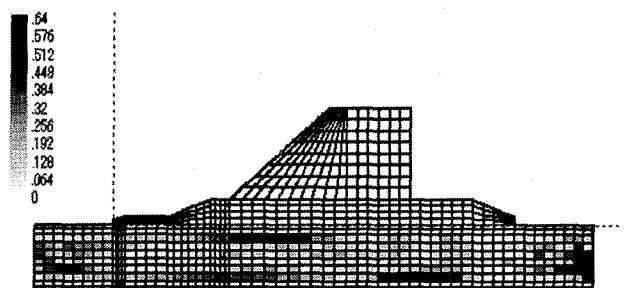


図-5 地震時のせん断ひずみ

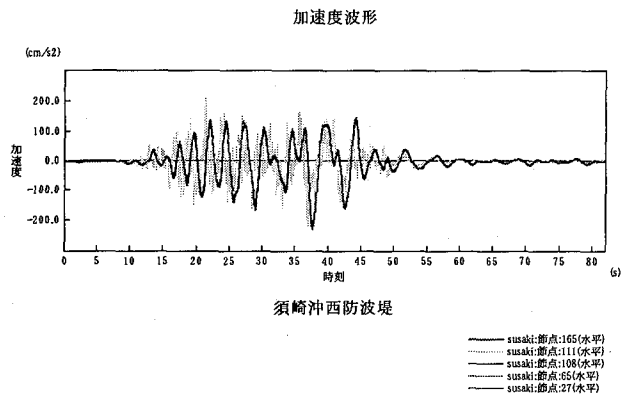


図-6 加速度波形

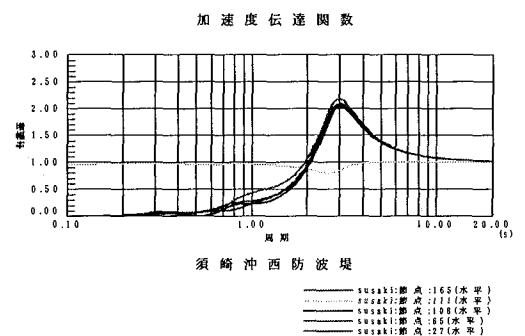


図-7 加速度伝達関数