

Ⅲ－28 南海地震を想定した FEM 解析による港湾構造物の被害予測

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○鈴木 派也斗
 高知工業高等専門学校 正会員 岡林 宏二郎
 四国電力(株) 正会員 竹中 佳

1. はじめに

南海地震は、今後 30 年の間に M8.4 程度の地震が 50%、50 年の間に 80~90% の確率で発生すると言われてい
 る。高知県内でも地震・津波に対する防災対策を講じることを喫緊の課題として取り組んでおり、上ノ加江地区を
 対象に液状化の判定を行った。その結果、当該地区は液状化危険箇所
 で覆われていることがわかった。また、現地調査より防潮堤や防波堤の老
 朽化が激しいこともわかった^{1), 2)}。本研究では、上ノ加江地区を対象
 に、南海地震を想定した模擬地震波を用いて動的な FEM 解析を行い、
 当該地区の防潮堤と防波堤の耐震性を具体的に検証した。

2. 解析モデル

堤防のクラックと段差に着目して現地調査を行い大きな変状が確
 認された図-1 の弁天崎防波堤断面について動的 FEM 解析を行っ
 た。図-2 に解析に用いたモデルのメッシュ図および
 材料と拘束条件を示す。拘束条件は、下端を水平、鉛
 直ともに固定し、要素の両端を水平固定としている。
 ここに、E : ヤング係数 (弾性係数)、 ν : ポアソン比、
 C : 粘着力、 ϕ : 内部摩擦角、 ψ : ダイレイタンスー
 角、 γ : 単位体積重量、 K_0 : 初期静止土圧係数を示す。
 表-1 に材料の物性値を示す。

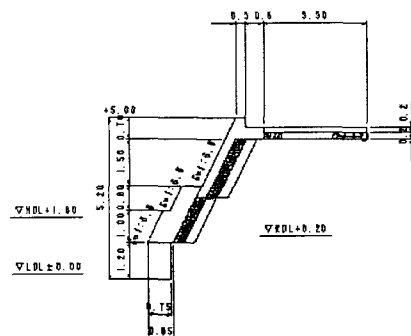


図-1 解析対象防波堤断面図

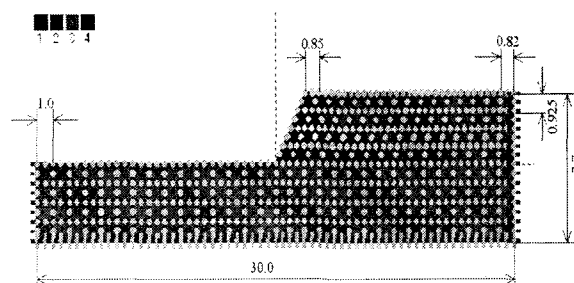


図-2 解析モデル図

3. 解析方法

解析に用いた解析方法の概要を以下に列記する。

- ①有限要素は 20 節点六面体アイソパラメトリック要素とした。
- ②入力波は基盤入力の水平加速度(E+F 入力)で規定し、実地震波を入力した。
- ③材料の構成モデルは弾完全塑性体・非関連流れ則(MC-DP モデル)とした。
- ④各時刻(同一時間ステップ)における弾塑性収束計算には、修正 Newton-Raphson(ニュートン・ラプソン)法を用いた。また時間積分には、Newmark(ニューマーク)の β 法を用いた。
- ⑤粘性減衰は Rayleigh(レイリー)減衰を仮定した。
- ⑥加振前の初期応力状態は、静的な自重釣合い計算により求めた。
- ⑦無限要素などの特殊な境界処理(反射波の吸収)はしていない。

表-1 材料定数

材料番号	E (kPa)	ν	c (kPa)	ϕ	ψ	γ (kN/m ³)	K_0
1	24000	0.17	1.00E+20	0	0	24	0.2
2	21000	0.29	1	30	11	19	0.41
3	21000	0.29	1.00E+20	36	11	19	0.41
4	17500	0.31	1	34	9	19	0.44

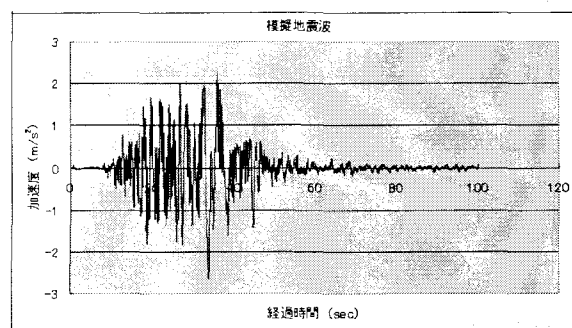


図-3 解析に用いた模擬地震波

4. 模擬地震波の作成

入力地震波は、南海地震が発生した場合の地震波として高知県危機管理課が提案している上ノ加江地区の基盤の地震波形から地震応答解析を行って求めた地表波を用いた。図-3に解析に用いた模擬地震波を示す。波形は水平成分で、断層破壊による地震動計算において、ラディエーションパターン（放射形状）を考慮しない方法を採用しており、NS、EWの区別はしていない。動的FEM解析では、当該地域の地表波が対象構造物に作用すると仮定して行った。

5. 結果および考察

図-4に、地震後の変形量を8倍表示で示す。コンクリート部分が裏込土と引離された状態となり、法肩部では主働側に回転変位している。これはコンクリートが裏込土より質量が大きいため、慣性力により主働側への回転変形を引き起こしていると考えられる。また、防波堤の壁面から離れるに従い裏込土表面は盛り上がっている。

図-5にヒズミ分布図を示す。ヒズミは裏込土のコンクリートに接する面で大きく、法尻から法肩に沿って上部で大きくなっている。

図-6に法肩部の622接点の水平応答変位を示す。節点622とその裏込側の節点660は主働方向に9cm水平変位しており、地震波振が殆どみられなくなる50秒付近で収束していることがわかる。また鉛直変位は法肩で3cm上方に、法尻は0.9cm下方に移動していた。図-7に節点622の水平応答加速度を示す。

水平応答加速度より入力地震波が増幅しており、入力地震波と同様な振動をしていることがわかる。また、入力地震波は100秒までとし無加振時間を与えたが、50秒で変位が収束しており、設定時間に問題はなかった。

6. まとめ

本研究より、漁港にある港湾構造物に対して動的FEM解析を適用し、変形・ヒズミ状況・応答時刻歴を確認することができた。今後は、解析精度を確認し他の港湾構造物にも適用して行く予定である。

7. 参考文献

- 1) 高知県海洋局漁港課：「第3回 漁村における津波対策基本方針検討委員会」液状化解析法の検討（資料5），2005.1.21, pp.1~34.
- 2) 長崎慶：南海地震を想定した詳細法による液状化予測精度の研究、高知工業高等専門学校卒業論文、2005.1.27, pp.1~34.

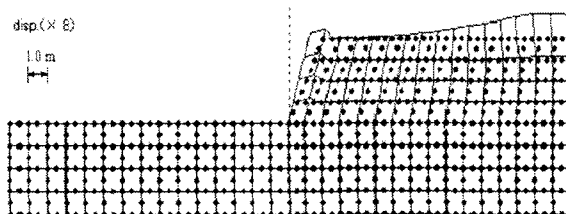


図-4 変位図（モデル1）

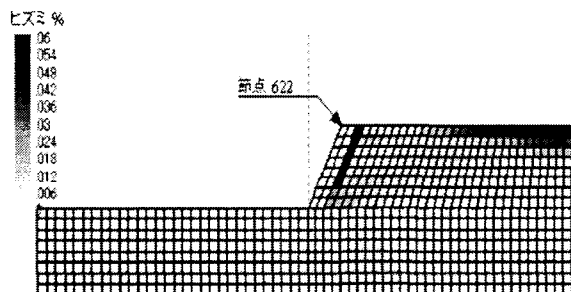


図-5 ヒズミ分布図（モデル1）

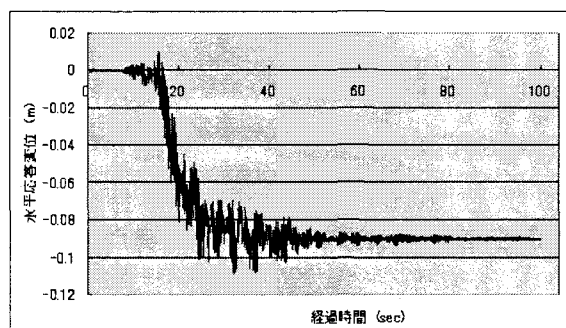


図-6 水平応答変位（節点622）

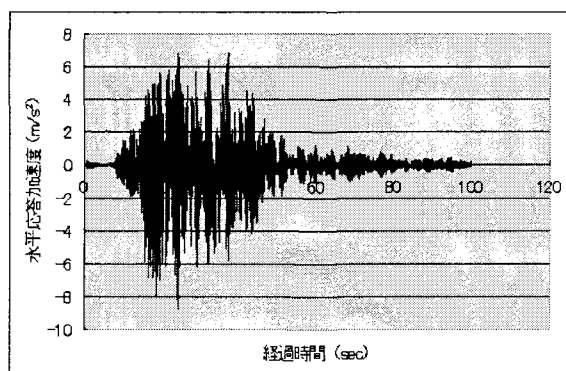


図-7 水平応答加速度（節点622）