

南海地震を想定した高知市地盤の液状化予測

第一コンサルタント 正会員 ○小松 始子
高知工業高等専門学校建設システム工学科 正会員 岡林宏二郎
高知市 山崎 孝征

1. 緒言

四国で地震を引き起こす震源のひとつに海洋型地震を起こす南海トラフが想定される。この震源による地震は約 100 年に 1 回の周期で発生しており、今後 30 年内の間に M8.4 程度の地震が 40% の確率で発生すると言われている¹⁾。本研究では、南海地震を想定し高知市周辺を対象として、中部電力の開発した地震時応答解析ソフト (MDM 法) を用い、地震時せん断応力比を求める方法により液状化の判定を行った。そして、これまで行ってきた「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 (平成 8 年および平成 2 年の基準)」(以下簡易判定法) を用いた液状化判定結果との比較を行った。

2. 液状化判定法

高知市の地盤図²⁾をもとに高知市のはりまや橋を中心に、高知市周辺部の各柱状図について道路橋示方書を用いて液状化判定を行った。また地層推定断面図を作成し、面的な検討も行った。地層ごとの液状化は、液状化に対する抵抗値 F_L 値を用いて判定し、平面的な液状化は P_L 値により判定した。

簡易判定では、ほぼ全域で液状化の危険度が極めて高いという判定結果が得られた。それに対して平成 2 年の基準では、液状化の危険度は極めて低いという結果が得られていることから、簡易判定より精度の高い判定を行う目的で MDM を適用した。

3. MDM による解析方法

本解析では高知地盤図²⁾を用いて地層構造メッシュを作成し、地層毎の非線形モデルパラメータとしては、せん断剛性と減衰のひずみ依存性をとり入れた MDM モデルを用いて解析を行った。MDM モデルは全応力解析法による一次元地盤地震応答解析法 (Momentary Deformation Modulus) である。せん断剛性 G とせん断ひずみ γ をより高いひずみレベルまで再現できるモデルであり SHAKE、R-0 モデル、H-D モデルに比べ、精度の高い実地震観測記録の再現を行うことができたという報告がある。

基盤層における加速度波形は、吉川研究室が作成した南海地震を想定した模擬地震波を入力した。この地震波は杉戸等による非定常地震動モデルとほぼ同様の方法で推定したものである⁴⁾。MDM 法では、MDM モデルパラメータは土研の基礎データを採用した。そして N 値が 50 以上の支持層に模擬地震波を入力し、それ以下の層は半無限基盤であると考えエネルギーの逸散も考慮している。解析では逐次非線形解析を行い、この結果を用いて液状化の判定を行った。

4. 液状化判定結果の比較および考察

MDM を用いた解析結果と簡易判定法による解析結果の比較の一例を図-1 に示す。簡易判定法は左側の結果が平成 8 年度の基準で右側が平成 2 年度の基準である。深度 20m までの F_L 値分布の傾向は比較的合っている。以下、深度毎に比較検討してみると、①深度 4~6m の層は砂質礫や礫混じり砂層であり、 N 値が大きく密度が高い層であるため簡易判定法についても、両基準ともに $F_L > 1$ となっている。②深度 13m 付近で、粘土層の N 値が 5 程度と大きな層があり F_L 値が大きくなっている。また、その上下層では F_L 値が減少していることがわかる。ここでは簡易判定法の平成 8 年度の基準のみ $F_L < 1$ となっている。③MDM による解析結果では F_L 値分布が地下に進むに従って値が大きくなっているが、これは拘束圧の影響や地下の層の N 値が大きくなっていることが関係していると考えられる。

一方、 P_L 値で比較すると、簡易判定法 (平成 8 年度) の解析結果では P_L 値は 44 程度に対し、MDM の P_L 値は

キーワード 液状化, 南海地震, 道路橋示方書 V 耐震設計編, 全応力解析, MDM

連絡先

〒783-8508 高知県南国市物部 200-1 高知工業高等専門学校 TEL 088-864-5589

0であり極めて液状化の危険度は低いという結果が得られた。MDMによる解析では、得られた F_L 値が100程度と非常に大きな砂質土層があることや、応力比の精度が上がったことが、 P_L 値が小さくなった一因と考えられる。図2にMDMによる判定結果および簡易判定結果を示す。AA'およびFF'側線は山崎ら⁵⁾の解析結果である。

これらの結果より、MDM解析による結果は平成2年度の基準による結果に近いことがわかり、平成8年の基準ではより危険な結果として判定されたと考えられる。また、MDMによる解析で F_L 値が1以下となった地層はすべて地表面より20m以内の砂質シルトからシルト層であり、20m以下の層では液状化は発生しないことが確認された。

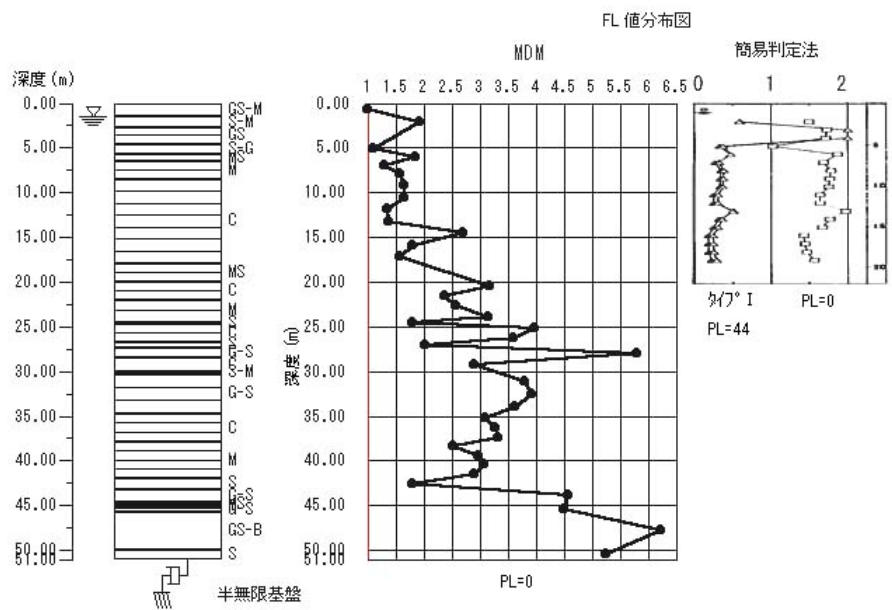


図-1 液状化判定結果の比較

5. 結言

本研究よりMDMによる液状化判定が可能となった。本来MDM法の精度の良さは対象地点のボーリングデータや三軸試験などで得られた物性値および地表面加速度を入力することで実証されることから、今後は現地の土試料を用いて振動三軸試験を行い $G \sim \gamma$ 関係を明らかにし、PS検層により地表面のせん断波速度 V_s を求め、地下水位を現場条件に合わせてMDM法を適用し、さらに液状化判定精度を上げていきたい。また、用いる南海地震の模擬地震波形についてもさらに検討したい。

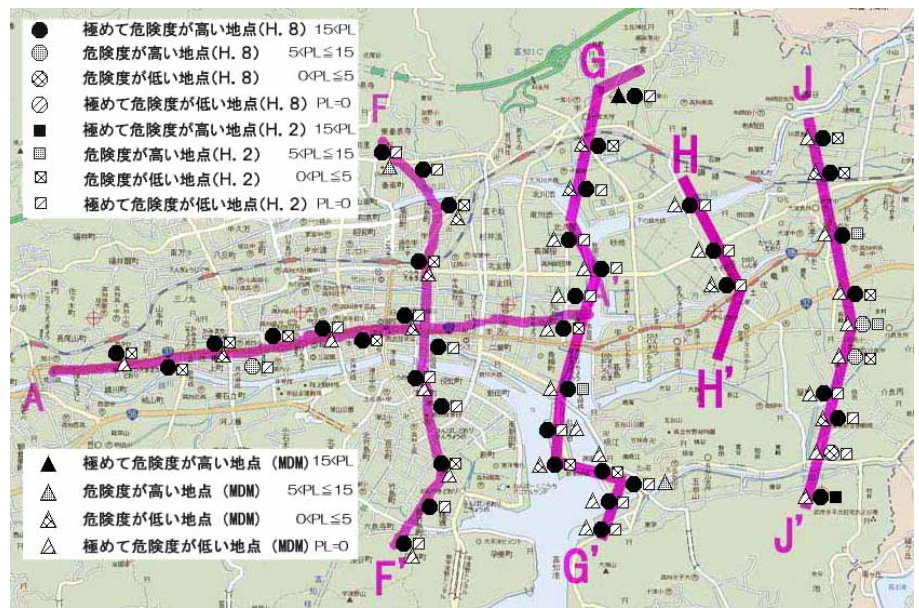


図-2 平面的な液状化判定

<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) 高知県建築設計監理協会, 高知地盤図, 1992. 3.
- 3) 中部電力株式会社電力技術研究所, 新しい一次元地盤地震応答解析法 MDM
- 4) 今西清志 他, 来るべき南海地震に備えて, 高知県地盤工学研究会テキスト(講演要旨集), 2001. 5, pp. 16-18
- 5) 山崎孝征, 南海地震を想定したMDM法による高知市地盤の液状化予測, 高知工業高等専門学校建設システム工学科卒業論文, 2003