

南海地震を想定した高知県内地盤のMDM法による液状化予測

高知工業高等専門学校建設工学専攻	学生員	○竹中 佳
高知工業高等専門学校建設システム工学科	学生員	谷井 光
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
高知工業高等専門学校建設システム工学科	フェロー	多賀谷宏三

1. はじめに

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。この震源によって90年から150年間隔でM8クラスの地震が発生しており、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されている¹⁾。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、それらの市街地を対象として地震時応答解析法(MDM法)により、地震時せん断応力比を求める詳細法を用い液状化の判定を行った。

2. 解析概要

2.1 液状化判定法

液状化判定法において現在最も主流となっている簡易判定法では、地層の構成による地震波の増幅や減衰が考慮されておらず、精度に問題があることから²⁾、今回、対象地盤において、より精度の高い液状化判定を行うため、MDM法による詳細判定法を用い、地層ごとの液状化は液状化に対する抵抗率 F_L 値により、平面的な液状化は液状化危険度 P_L 値によって判定した。

2.2 MDM法による解析方法

本研究では地盤図及び地質調査報告書等を用いて地層構造メッシュを作成し、全応力解析法による一次元地盤地震応答解析法であるMDM法(Momentary Deformation Modulus)により液状化応力比 L を求めた。MDMモデルとは地層毎の非線形モデルパラメータに、せん断剛性と減衰のひずみ依存性をとり入れたモデルである。

模擬地震波の作成においては、基盤層における加速度波形は、距離減衰式に基づく経験的手法³⁾を用い、マグニチュード・震源距離・震源深さをパラメータとした。そして、南海トラフでM8.4の地震が深さ15kmで発生すると想定し、各市街地までの最短震源距離を算出して模擬地震波を作成した。

工学基盤、基盤部の取扱いは谷井らの研究⁴⁾を基に、N値50以上の最下層を工学基盤とし、基盤部はエネルギーの逸散を考慮した。作成した高知市及び須崎市の基盤における模擬地震波をそれぞれ図-1、図-2に示す。

3. 解析結果及び考察

MDM法を用いた液状化判定の高知市における解析結果の一例を図-3に示す。深さ方向の判定は F_L 値で示し、 $F_L < 1$ が液状化層である。 $F_L < 1$ の面積に深さ係数をかけ P_L 値を求め、その地点の液状化危険度を示す。高知市及び須崎市の各地点の液状化危険度を P_L 値で平面的に示し、解析結果を図-4、図-5に示す。

図-4から、浦戸湾入り口の海岸部(種崎地区)の地層は砂・砂礫・礫混じり砂から構成されており、地盤が比較的硬いため液状化の可能性は低い。また、高知市中心部は沖積層からなっており、はりまや橋を中心に

キーワード 液状化, 南海地震, 全応力解析, MDM法

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

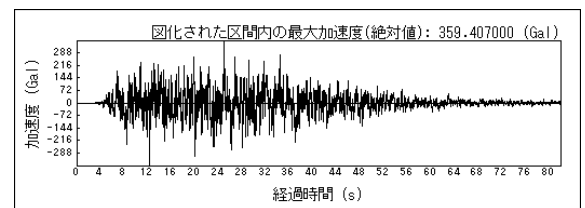


図-1 高知市の模擬地震波形

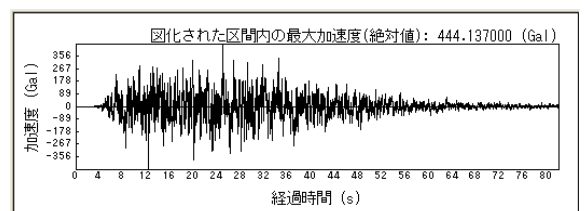


図-2 須崎市の模擬地震波形

南北方向では、約10mから17mの深さに渡り軟弱な粘土層やシルト層から構成されており、特に北側の地域で液状化の可能性が高いという結果が得られた。一方、その南側では層厚が厚くなるものの、地表面に砂礫層があり排水性が良く、N値が大きいため液状化の可能性は北側よりは低い傾向にある。また、鏡川や国分川等の川沿いで液状化の可能性が高いという結果が得られた。

図-5から、須崎市の市街地である須崎湾奥部及び須崎湾に注いでいる桜川流域は多くの沖積砂質地盤があり、地下水位が浅くN値が低い軟弱地盤であるため、 P_L 値が非常に高く液状化の可能性が極めて高いとの結果を得られた。また、須崎市の旧市街地である須崎湾入り口部の地盤については旧河川沿いは P_L 値が大きく液状化の可能性が高いが、一部の新しい埋立地盤は比較的礫を多く含む土質で地盤が固く締め固められているため、 P_L 値が低く液状化の可能性が低くなっている。

4. 結論及び今後の課題

本研究では高知市、須崎市地盤を対象としてMDM法による詳細法を用いて液状化の判定を行い、液状化マップの作成ができた。結果より、高知市も須崎市も全体的に液状化の可能性が高い地盤が多く、特に須崎市は液状化の可能性が極めて高いため、南海地震に備え、避難路及び避難場所を確保のため液状化対策を行い、避難誘導計画を早急に立てる必要があるといえよう。今後は、ボーリングデータを手に入れ、現地の土試料を用いて振動三軸試験を行うことで $G \sim \gamma$ 関係を明らかにし、 P_S 検層により地層のせん断波速度 V_s を求める等して、さらに液状化判定精度の向上を試み、より詳細なマップ作成を目指したい。また、地震時の被害の軽減を図るため、液状化の可能性が高いと予測されている地点で津波防止用の樋門等の港湾構造物及び避難路、避難場所となるような重要な構造物が設置されている箇所を選定し、有効応力法によるFEM解析を行い、地震発生直後上部構造の機能性についての検討を進めていく。

5. 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) 小松始子, 岡林宏二郎, 山崎孝征, 南海地震を想定した高知市地盤の液状化予測, 土木学会, 2003, pp221-222
- 3) 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
- 4) 谷井光, 南海地震による工学基盤での模擬地震波作成及びその震動特性, 高知高専建設システム工学科卒業論文, 2004

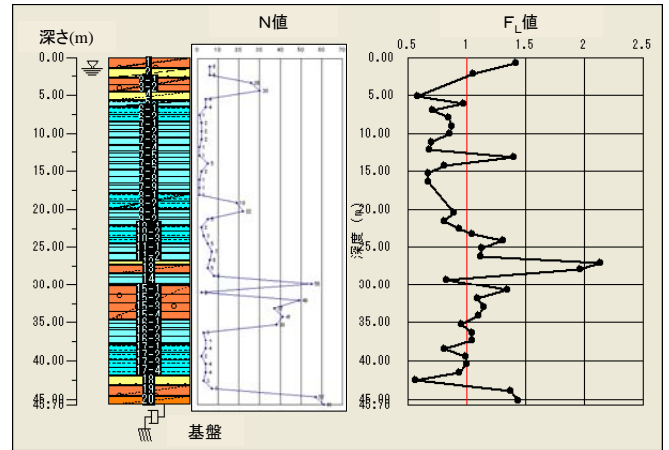


図-3 柱状図および F_L 値の一例（高知市）

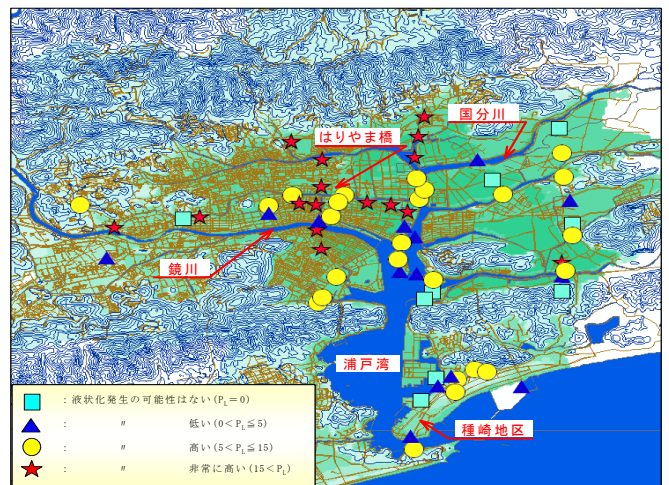


図-4 P_L 値を用いた判定結果（高知市）



図-5 P_L 値を用いた判定結果（須崎市）