

高知平野沖積地盤の MDM モデルを用いた南海地震想定液状化の詳細予測

(株)第一コンサルタンツ 正会員 ○中村和弘
(株)第一コンサルタンツ 正会員 関山雅彦
高 知 高 専 正会員 岡林宏二郎

1 . はじめに

液状化発生の予測には、地理地形情報と液状化履歴に基づく「概略法」、N 値および粒度等に基づく「簡易法」、室内液状化試験や地震応答解析を行う「詳細法」の三つが挙げられる。高知平野の液状化予測は、「第 2 次高知県地震対策基礎調査 報告書 2004 高知県」において「概略法」により実施されている。しかし、河川堤防や緊急避難道路等の重要構造物の液状化対策を検討するには精度が劣る。

四国地盤情報 DB の充実、高知高専の岡林らによる液状化解析法の高度化等、ようやく詳細法による液状化予測の環境が整ってきた。

そこで、MDM モデルを用いた詳細法による精度の高い液状化予測を、各微地形から 5 地点選定し実施したのでその概要を報告する。

2 . 高知平野の液状化層

高知平野の微地形は、図 1 に示すように、勾配 3/1000 の緩傾斜扇状地、それに続く自然堤防および後背湿地、河口部の三角州よりなりいずれも、「液状化する可能性が高い」～「液状化する可能性がある」地域である(表 1)。図 2 は高知平野の東西方向の断面を示しているが、沖積層の層厚は浦戸湾口に向かって増加する(沖積層は M 層まで)。液状化対象層は、

- (1) 扇状地 : G 、 M 、 G a
- (2) 自然堤防・後背湿地 : G 、 M 、 S v、
S b、M 、 G a
- (3) 三角州 : G 、 M 、 S v、S b、M

である。扇状地および自然堤防・後背湿地では、沖積層のみならず洪積礫層も対象になるのが特徴である。また、M および M 層は、塑性指数 $I_p > 15$ を示す部分は検討対象から除外される。

3 . MDM モデルを用いた詳細法による液状化判定

本稿では、図 1 に示される PS 検層が実施されている各微地形毎に代表点を選び、地層構造メッシュを作成し地層毎の非線形モデルをパラメータとし、せん断剛性とひずみ依存性を取り入れた MDM (Momentary Deformation Modulus) モデルを用いて解析を行った。基盤層における加速度波形は、東南海・南海地震公開データ (CD-ROM 版 平成 16 年

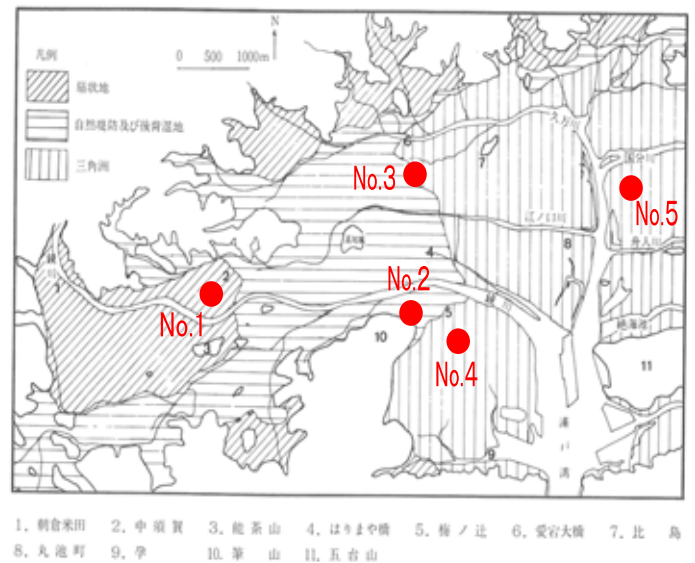


図 1 地形分類図 1)

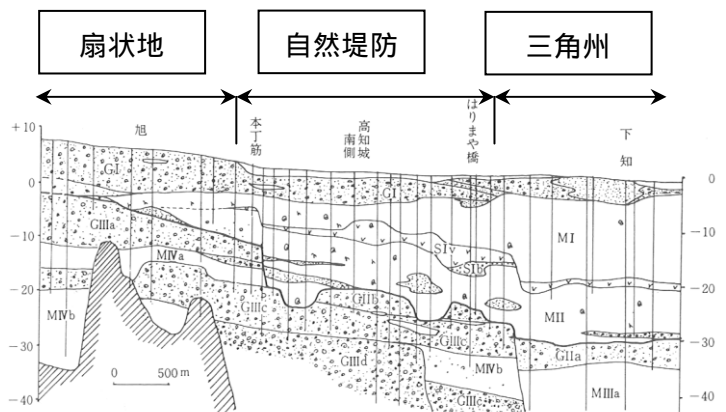


図 2 東西方向断面図 1)

表 1 地形分類による液状化の可能性 2)

液状化の可能性		地 形
A	液状化する可能性が高い	埋立地、干拓地、現・旧河道、砂丘や砂州の間の低地、自然堤防およびその周縁部、砂丘と低地の境界部、後背湿地上の盛土地
		勾配 0.5% 以下の扇状地、砂泥質の谷底平野、後背湿地 (氾濫平野)、デルタ、砂州
B	液状化する可能性がある	
C	液状化する可能性が低い	A, B 以外の沖積低地、台地・段丘

10月（内閣府）のうち南海・高知県データの波形を入力した。図3にNo2の加速度波形を示す。地盤地震応答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判定を行った。

3 - 1 液状化判定法

地震波の増幅や減衰を考慮した精度の高いMDMモデルを用いた地震応答解析から液状化の詳細判定を行った。地層毎の液状化は、液状化に対する抵抗値FL値を式(1)により算出し、FLが1.0を下回る土層は液状化するとみなし、また平面的な液状化の危険度判定には液状化指数PL値により判定した。

FL = R/L ... (1)

ここに R：地盤の動的せん断強度比 L：地震時せん断応力比
この解析では、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。図4に自然堤防地帯(No2)の地層構成と液状化判定結果を示す。

なお、RについてはN値から道路橋示方書(2002)により求めた。高知平野の砂質土は細粒分含有率が全般に大きく、チュ・ブサンプリング試料の繰返し三軸試験で求めたRI20は乱れの影響が大きい為か道路橋示方書のそれよりもやや小さな値が得られる場合が多い(表2)。道路橋示方書は、砂質土、礫質土それぞれの繰返し三軸強度比RLが原位置地盤で採取された多数の凍結サンプリングに対するデータであることから信頼性が高い。ただし、火山灰については、室内強度との開きが大きすぎることから今後検討してゆく必要がある。

3 - 2 MDM による液状化判定結果

高知平野各微地形5地点の液状化判定結果を表3に示す。PL値による液状化判定は表4による。

5地点共に「液状化の危険度が極めて高い」ことが分かり液状化対策は不可避である。

4 . おわりに

従来、比較的液状化は発生しにくいといわれてきた扇状地においても液状化危険度が非常に高い部分があることが明らかになったことから高知平野全域にわたり詳細法による液状化予測が必要である。今後は、四国地盤情報DBの高知平野沖積地の全ボーリング地点についてMDMモデルを用いた詳細解析を実施し、液状化ハザードマップを作成して液状化被害の軽減に役立てたいと考えている。「事前の一の措置が、よく百の損害を防ぎ得る」のである。

【参考文献】

- 1) (社)高知県設計監理協会：高知地盤図、1992 . 2) (株)ぎょうせい：小規模建築物等のための液状化マップと対策工、1994 . 3) 建設省土木研究所：土木研究所資料第1729号、地震時における砂質地盤の液状化判定法と耐震設計への適用に関する研究(1981)

表3 液状化詳細判定結果

解析地点	PL値
No.1(鏡川扇状地)	20
No.2(自然堤防)	45
No.3(自然堤防)	27
No.4(三角州)	43
No.5(三角州)	64

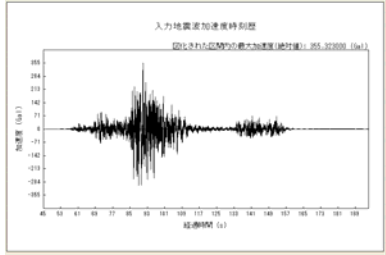


図3 加速度時刻歴波形(No2)

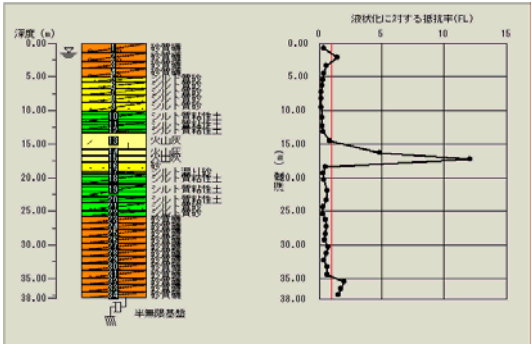


図4 液状化判定結果(No2)

表2 液状化強度の比較

地 層		N 値	物 性			室内試験 RI20	道路橋示方書
			湿潤密度 ρt (kN/m3)	細粒分含有率 Fc(%)	塑性指数 IP	繰返し三軸圧縮	タイプ
GI	5.9 ~ 6.9m	5	19.3	34.8	NP	0.237	0.212
	10.7 ~ 11.7m	7	19.3	84.9	"	0.282	0.379
	9.0 ~ 9.8m	6	20.5	49.6	"	0.197	0.245
S V	11.3 ~ 12.3m	14	15.1	62.8	"	0.39	0.933
Sib	10.0 ~ 10.9m	8	20.6	39.5	"	0.171	0.251
	11.0 ~ 11.9m	9	20.9	32.6	"	0.203	0.255

表4 PL 値による液状化判定³⁾

PL値	液状化の判定
PL=0	液状化の判定危険度はかなり低い。液状化に関する詳細な調査は一般に不要
0 < PL ≤ 5	液状化危険度は低い。特に重要な構造物の設計に際しては、より詳細な調査が必要。
5 < PL ≤ 15	液状化危険度が高い。重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要。液状化対策が一般に必要。
15 < PL	液状化危険度が極めて高い。液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避。