

熊本市と高知市の地震応答解析法による地盤の液状化の詳細判定

高知工業高等専門学校 正会員 岡林宏二郎
 高知工業高等専門学校 学生会員 山口大輔

1. はじめに

本研究では逐次非線形解析法の MDM モデルを用いて、熊本地震の被害が最も酷かった益城町周辺の液状化被害調査箇所での液状化の詳細判定を行った。解析では、 F_L 値でどの地層で液状化が起こるかを検討し、 P_L 値で液状化危険度判定を行い、解析によって算出された地表波と実測地表波を比較し解析精度を確認した。また、平成 23 年度に久保井が高知市国分川周辺の堤防と大津バイパスに沿った測線に対して、レベル 1 の地震を想定した液状化の詳細判定を行っている。この箇所の地盤についても南海トラフ巨大地震を想定したレベル 2 の地震波を用い、液状化詳細判定を行って、液状化の危険域度について再検討した。

2. 解析手法

本研究では MDM モデルを用いている。このモデルは全応力解析法による 1 次元地盤地震応答解析法であり、逐次非線形解析法の適用により、せん断剛性 G と履歴減衰率 h を、より高いひずみレベルまで再現できるモデルである。メッシュ作成に用いるボーリングデータは、全国地質調査業連合協会および四国地盤情報活用協議会から入手した。 G と h のパラメータの設定では、徳島大学大学院の望月秋利教授による砂、粘土、シルトの 3 種類の物性曲線を用いた。

2.1 せん断波速度の設定

せん断波速度については、道路橋示法書による N 値の換算式(1)、(2)を益城町周辺の液状化判定で用いた。国分川周辺の液状化判定では、岡林・久保井の式(3)を使用した。

$$\text{粘性土} \dots V_s = 100N^{1/3} \quad (1 \leq N \leq 25) \quad (1)$$

$$\text{砂質土} \dots V_s = 80N^{1/3} \quad (1 \leq N \leq 50) \quad (2)$$

$$\text{岡林・久保井の式} \dots V_s = 81.4N^{0.14}H^{0.25}d \quad (3)$$

N : N 値、 H : 深度、 d : 各地盤材料の係数

岡林・久保井の式の d の設定に用いた高知市周辺地盤縦断図を図-1 に示し、係数 d の指標を表-1 に示す。

表 1 各地盤材料の係数 d

地盤名	G I s	G I	S I v	S I b	G II	M I	M II	M I V
係数 d	0.891	1.156	0.656	1.000	1.121	0.851	0.860	1.117

3.MDM 解析による地震波解析精度の確認

基盤波を用いて MDM モデルを用いた解析を益城町の御船警察署で行い、実測地表波と解析地表波を比較し解析の精度を確認した。

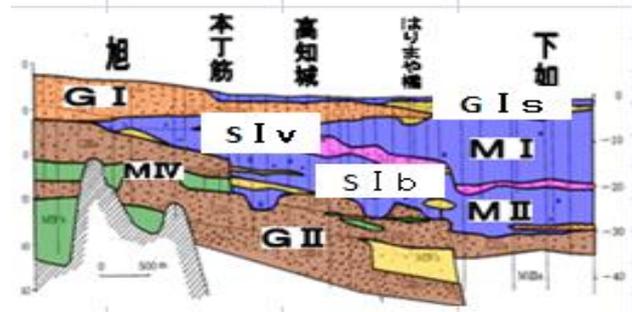


図-1 高知市周辺地盤縦断図

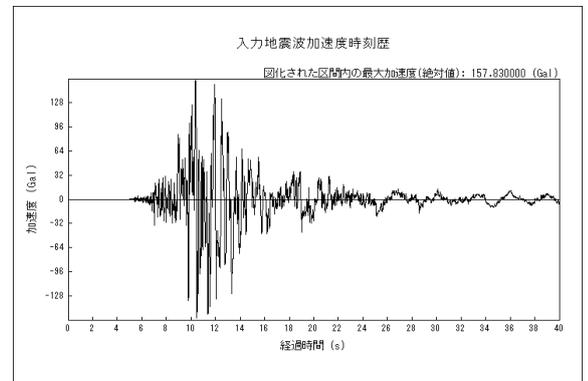


図-2 本震基盤波

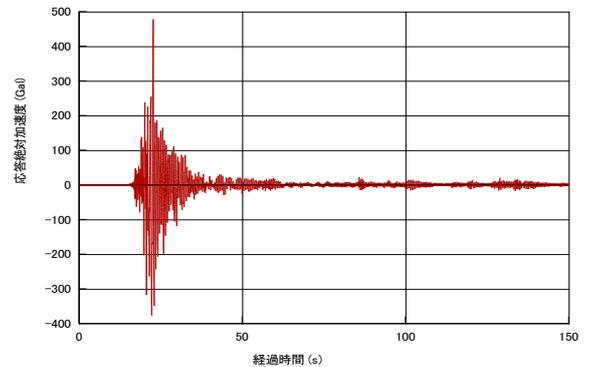


図-3 解析地表波

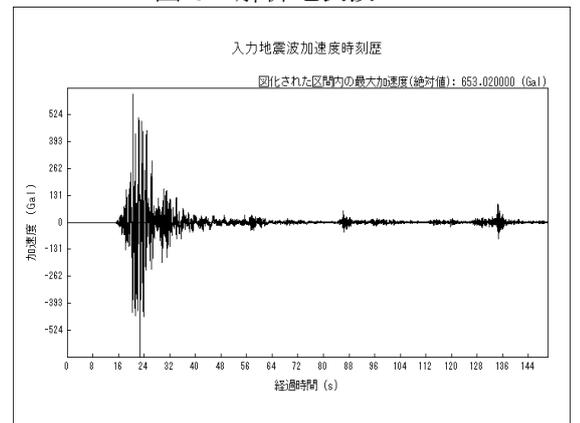


図-4 実測地表波

図-2 に本震基盤波、図-3 に解析地表波、図-4 に実測地表波を示す。図-3、図-4 の比較より解析値は実測値を高精度で再現できていることがわかる。

4. 熊本市周辺の液状化判定

熊本地震の地震活動は前震・本震型で、液状化が起きた際、どちらの地震動で発生したのか明確にするために本研究では、前震と本震二つの地震波を用いた場合と、連続した地震波を入力した場合の液状化詳細判定を行った。前震と図-2 の基盤波を用いて、益城町御船警察署で行った液状化詳細判定の結果を図 5、図 6 に示す。

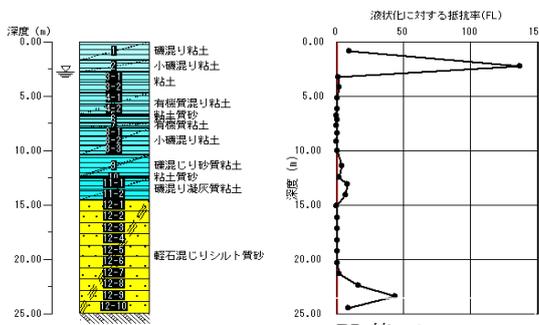


図-5 前震液状化結果

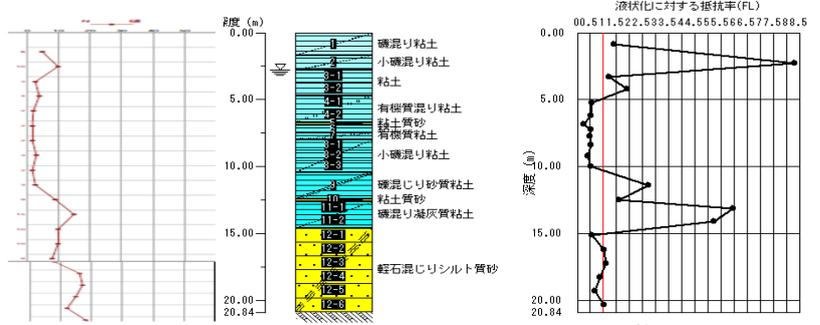


図-6 本震液状化結果

前震と本震を比較すると、本震の方が全体的に F_L 値が小さく、 P_L 値も 2 倍程大きな値となっている。連続した地震波を入力した場合は、本震の液状化結果と変化がなかったため、MDM モデルでは継続時間の影響が反映されないことがわかった。層ごとに着目すると、深度 5~10m の有機質混じり粘土、粘土質砂、有機質粘土、小礫混じり粘土、10~15m の軽石混じりシルト質砂で液状化が発生しているのが確認できる。

5. 国分川周辺の液状化判定

国分川周辺の液状化判定では、内閣府(2012)「南海トラフの巨大地震モデル検討会」で検討された震源モデルを入力地震波として使用した。レベル 1 の国分川周辺液状化分布図の、液状化危険度の異なる 4 箇所について、レベル 2 の地震波で液状化危険度の変化を検討した。レベル 1 の国分川液状化分布図を図-7、レベル 2 の国分川液状化分布図を図-8 に示す。レベル 2 の地震波入力により、全体的に液状化危険度が上昇していることがわかる。この結果から、南海トラフ地震が来襲すると、国分川周辺一帯で液状化する地域が広がるのが推測される。

6. 結言

- 1)MDM 解析により精度よく地震応答解析を行えることが熊本地震における熊本市周辺での実測地震波のシミュレーションで検証できた。
- 2)熊本市周辺の液状化詳細判定より、粘性土を含む地層も、液状化が起こることが実証できた。
- 3)国分川周辺の液状化詳細判定より、レベル 1 の地震で液状化危険度が低い地域でも、レベル 2 の地震で液状化が起こる危険性が高くなり、早急な液状化対策が必要であることが分かった。

7. 参考文献

- 1) 久保井 祐太: MDM モデルを用いた国分川周辺地盤の液状化詳細判定,高専卒業論文,H23 年 3 月

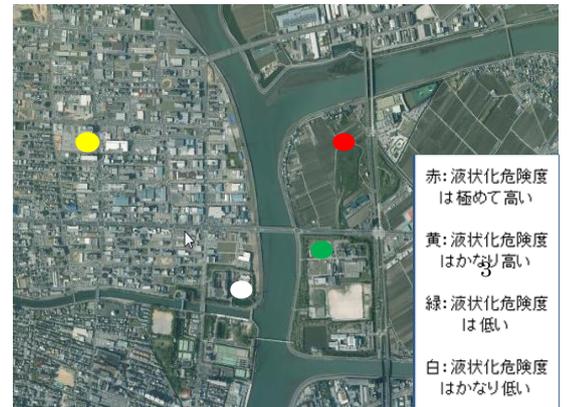


図-7 レベル 1 液状化分布図

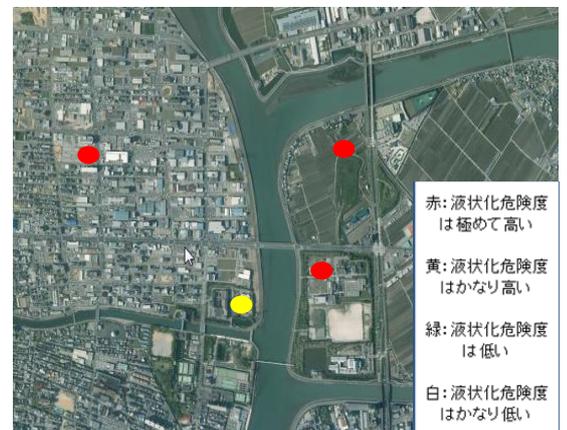


図-8 レベル 2 液状化分布図