

液状化による徳島の道路盛土の沈下量評価

愛媛県

正会員 ○宮本 香奈江

愛媛大学大学院

正会員 岡村 未対

1. はじめに 道路構造物のうち、盛土は一般に復旧性に優れていることから、耐震設計あるいは耐震対策が行われることは希である。しかしながら緊急輸送路となる幹線道路では、被害程度の予測は重要である。既往の地震によって発生した盛土の大変形は、液状化に起因するものがほとんどである。そこで本研究では、南海地震により広い範囲で地盤の液状化が予想される徳島県内の2地点の道路盛土に対し、液状化による盛土沈下量の予測を行った。解析対象地点は、

緩い砂層が比較的厚く堆積する吉野川に沿った2地点（A 地点：徳島道徳島IC付近、およびB 地点：上坂付近）であり、地盤液状化による道路盛土の変形解析を行った。本研究では地盤特性と盛土幅が沈下量に及ぼす影響を調べることを主たる目的としており、両地点において盛土幅が異なる3種類の盛土を設定し解析を行った。

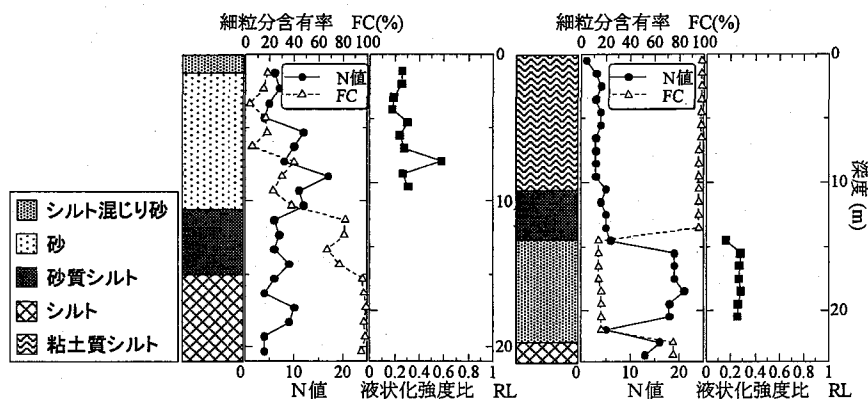


図1 解析地点地層構成（左:A 地点,右:B 地点）

2. 解析概要 解析地点の地層構成を図1に示す。A 地点では地下水位が GL-0.2m と高く、深度 1~10m に分布する緩い砂層が液状化すると考えられる。B 地点での地下水位は GL-0.8m であり、深度 14.5m まで続く細粒分の多い非液状化層の下に層厚が約 8m の緩い砂層が存在する。解析では、高さ 7.5m で天端幅の異なる3種の盛土を想定する。盛土の形状と寸法を表1に示す。また用いる地震外力は道路橋示方書¹⁾レベル2地震タイプI地震動に対応する、地表面加速度 392gal である。

表1 盛土の概要

盛土	高さ(m)	勾配(度)	天端幅(m)
(a)	7.5	30	12
(b)			24
(c)			120

3. 解析手法 本研究では、液状化後の土の挙動を G_1 と G_2 を用いたバイリニアの非線形モデル(図2)とする、地震残留変形解析手法 ALID²⁾を用いた。地盤の液状化判定では、N 値と細粒分含有率から道路橋示方書に従って FL 値を計算した。地盤の初期せん断剛性は N 値から次式によって求め、盛土部については良く締め固められた道路盛土の既往の調査結果から $G=0.28\text{GPa}$ とした。液状化層の液状化後の剛性 G_1 及び剛性回復までのせん断ひずみ γ_L は ALID の経験値を用いたが、別途行った検討地点から採取した砂質土試料に対する繰返し三軸試験によって、その妥当性を確認した³⁾。ALID では液状化層より上位にある非液状化層および盛土についても剛性を低下させて解析を行うが、低下後の剛性は既往の研究成果⁴⁾を基に、盛土は初期剛性の 1/40、非液状化層は 1/10 とした。

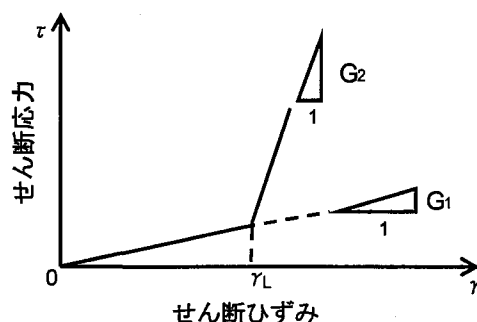


図2 バイリニアモデル

用いたが、別途行った検討地点から採取した砂質土試料に対する繰返し三軸試験によって、その妥当性を確認した³⁾。ALID では液状化層より上位にある非液状化層および盛土についても剛性を低下させて解析を行うが、低下後の剛性は既往の研究成果⁴⁾を基に、盛土は初期剛性の 1/40、非液状化層は 1/10 とした。

$$E = 2700N \quad \dots(1) \quad , \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (\nu = 0.33) \quad \dots(2)$$

4. 解析結果 A,B 地点の変形図をそれぞれ図3,4に、盛土の天端沈下量分布を図5に示す。盛土(a)と(b)を比較すると、幅が広い(b)の方が沈下量が少なくなっている。盛土の直下では、液状化層の土が盛土荷重によって水

平方向にしぼり出されるように変形し、液状化層のせん断ひずみは、盛土中央から水平距離に比例して大きくなっている。幅の広い盛土の方が、図2に示すモデルの、剛性回復域に達するせん断ひずみ γ_L を上回るひずみの発生領域が広く、盛土直下部の平均的な剛性が大きくなることから、沈下量が減少したと考えられる。盛土幅が大きな(c)では、(a),(b)と比較して沈下量が小さいだけでなく、天端の沈下分布形状にも大きな違いが見られる。これは、盛土のすべり破壊を生じさせるせん断応力が、盛土法尻付近の地盤に作用しているのに対し、(c)の盛土中央付近では、ほぼ一次元的な応力状態であるためと考えられる。

A 地点では、地盤の変形は液状化層に集中しており、下部の砂質シルトおよびシルト層の変形量は極めて小さい。これに対し B 地点では、液状化層上の非液状化層が、鉛直方向に圧縮変形しており、これによっても盛土が沈下していることが分かる。これは本解析において、液状化層上の非液状化層の剛性を低下させているためであるが、この剛性低下率の設定法は必ずしも確立されたものではない。そこで B 地点のように、深い位置に液状化層を有する地盤について、上部の非液状化層の剛性低下率の影響を調べるために、非液状化層の剛性低下率を、0.1 の他、0.3 及び 0.5 とした場合の解析も行った。各盛土の最大沈下量と剛性低下率の関係を、図6に示す。これより、剛性低下率の設定が、沈下量に大きく影響することがわかる。

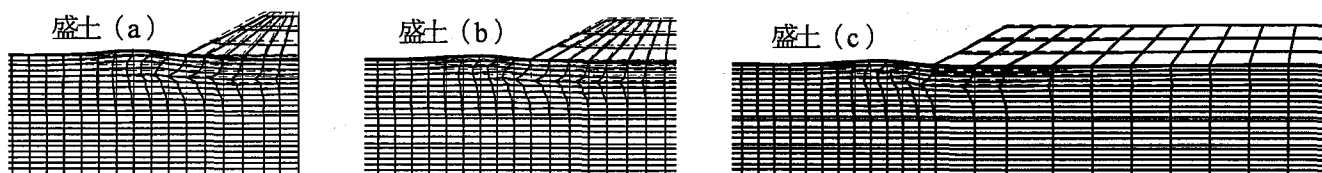


図3 A 地点の盛土と地盤の変形状況

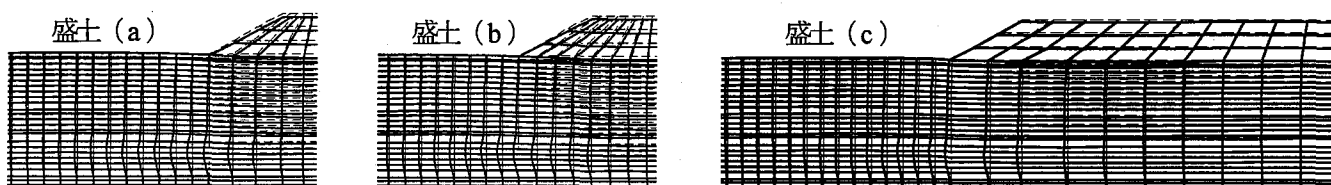


図4 B 地点の盛土と地盤の変形状況

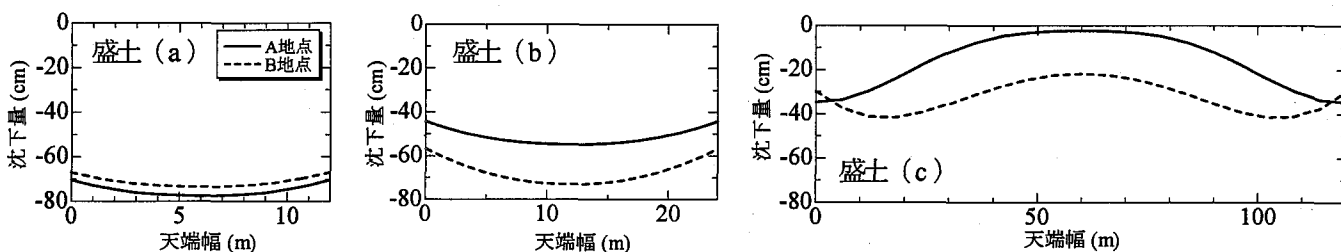


図5 各盛土の天端沈下量分布

6. まとめと課題 A 地点、B 地点の何れにおいても、数十 cm の沈下が生じ、車両の通行ができなくなる可能性のあることがわかった。

参考文献：1) 社団法人 日本道路協会:道路橋示方書 V 耐震設計編, 平成 14 年 3 月 2) ALID 研究会:2 次元液状化流動解析プログラム ALID/Win 第二版,平成 17 年 6 月 3) 宮本:地盤の液状化による徳島自動車道盛土の沈下量評価, 愛媛大学卒業論文,2007 4)安田・稲垣ら:第 40 回地盤工学研究発表会,2005

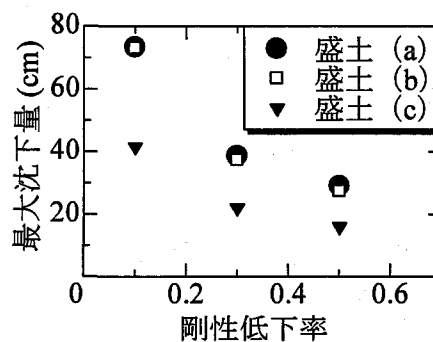


図6 最大沈下量と剛性低下率の関係