

河川に近接する道路盛土の液状化による変位量評価

愛媛大学大学院 学生会員 ○玉邑 修二
 愛媛大学大学院 正会員 岡村 未対
 愛媛大学大学院 学生会員 林 和幸
 西日本高速道路（株） 非会員 森 春樹
 西日本高速道路（株） 非会員 富田 雄一

1.はじめに 地震時の地盤液状化により、盛土の沈下や護岸の移動とそれによる背後地の側方流動が発生することが知られている。しかしながら、隣接する盛土や、近接する河川の影響が盛土の変位量に及ぼす影響を調べた例はこれまでほとんど無い。四国には河川に併走する高速道路盛土があり、本研究ではそこでの地盤液状化時における盛土変位量を解析的に検討した。

2.地震残留変形解析

本研究では図1の2地点（A、B地点）を対象として解析を行った。両地点の地層構成とN値分布を図2に示す。両地点とも地下水位はGL. -2.5mと浅く、それ以深に緩い砂層（As₁、As₂、As₃）が厚く堆積している。液状化判定は道路橋示方書に従って行い、入力する地震動には、南海地震の想定地震動を用い地震応答解析によって得られた当該地点での地表面最大加速度（=0.23）を用いた。

解析手法として本研究では、液状化後の土の挙動をバイリニアの非線形モデルとする、地震残留変形解析手法ALID¹⁾を用いた。解析領域は水平方向には河道の中央部まで、深度方向には液状化しないと思われるAg₂層までとし、FEMメッシュの作成を行った。A、B地点のメッシュを図3に示す。A地点では道路盛土よりも河川堤防が高く、B地点ではほぼ同じ高さである。道路盛土と河川堤防の高さを表1に示す。液状化要素の初期のせん断剛性は地盤のN値と式（1）、（2）から求め、高速道路の盛土の剛性には良く締固められた道路盛土の既往の調査結果からG=0.26GPa、河川堤防についてはN値を基に40MPaとした。液状化による剛性低下率は既往の研究¹⁾を基に、盛土と堤防については1/40、液状化層上部の非液状化層については1/10とした。

$$E = 2800N \quad \dots (1) \quad G = \frac{E}{2(1 + \nu)} \quad (\nu = 0.33) \quad \dots (2)$$

3.解析結果 液状化判定の結果を図3に示す。両地点とも盛土の直下地盤はFLの値が周辺地盤より大きく、また護岸及び河道は低いことが分かる。

解析による変形図を図4に示す。沈下量はA地点で高速道路が約4cm、河川堤防で約7cm、B地点で高速道路が約7cm、河川堤防が約10cmであった。両地点とも河川堤防の方が高速道路の盛土より剛性が低いことに加え、河川に近いことから大きな沈下が生じている。また、両地点とも河川方向への流動が高水敷において見られ、河川堤防にもその影響は及んでいる。特にB地点は河川堤防が河川方向へ伸びるように変形しているため、堤体に亀裂等の損傷が発生すると予想される。B地点は高速道路までは流動していないため、河川の影響は高速道路までは及



図1 解析対象地点

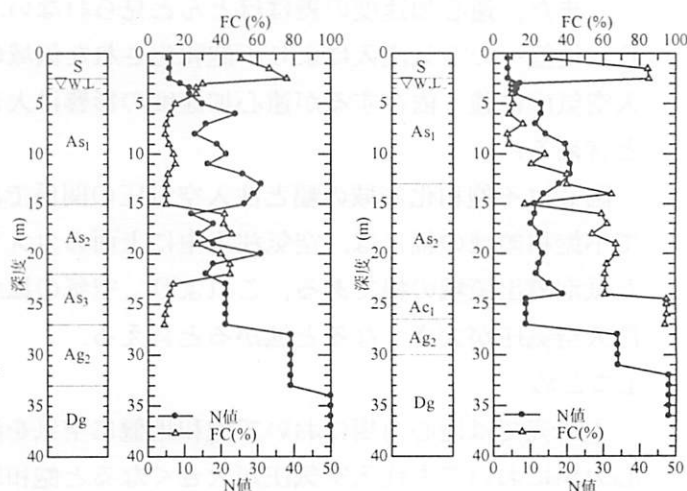


図2 解析地点の地層構成（左：A地点 右：B地点）

表1 各地点の盛土高

	盛土高 (m)	
	高速道路	河川堤防
A 地点	3.5	5.7
B 地点	7.3	7.0

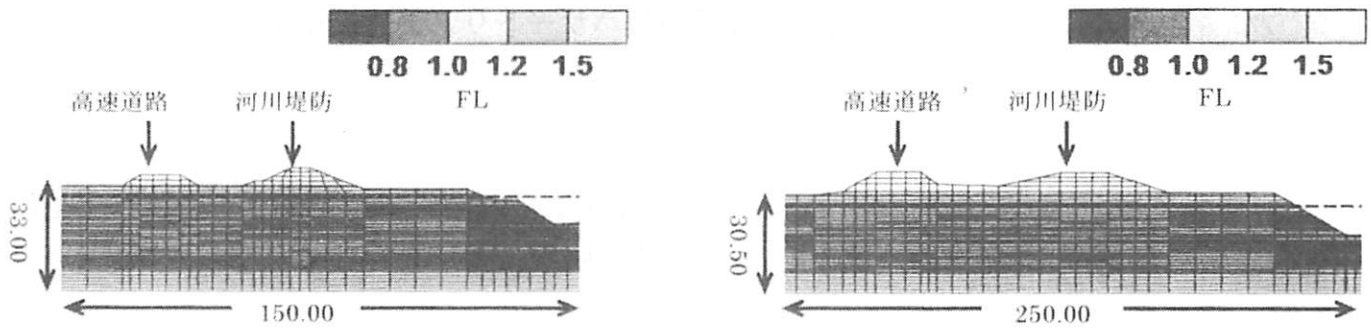


図3 液状化判定の結果（左：A地点 右：B地点）

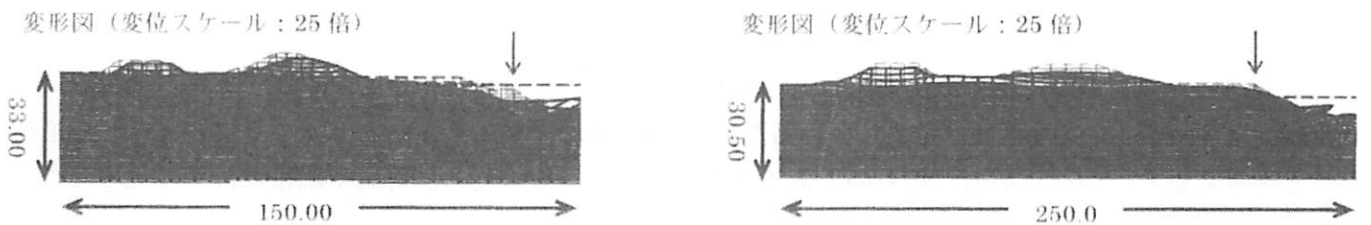


図4 変形図（左：A地点 右：B地点）

んでいないと言えるが、A地点では高速道路の盛土も河川方向へ変位が確認できる。図3を見ると、A地点では深度25m付近に $FL < 1$ の液状化層があり、これ以浅の土層及び盛土が一体となって河川方向へ流動しており、堤体の損傷は小さいが道路線形の蛇行が車両通行の際に問題となる可能性がある。図5に両地点の護岸（変形図における↓位置）からの距離と水平変位の関係を示す。図中には1995年の兵庫県南部地震において発生したポートアイランドの側方流動事例²⁾も比較のために示してある。また、それらの水平変位量を最大水平変位量で正規化したものを図6に示す。図5から、ポートアイランドでは本研究の結果に比べ、非常に大きな変位が生じたことが分かる。また、図6からポートアイランドの事例は護岸から150m程度離れた地点においても流動が見られるのに対し、B地点では盛土の存在により直下地盤の FL が1以上と大きくなり、河道側への水平流動が抑制され、護岸からの距離が80m程度離れた地点で水平変位が無くなっている。さらに100mを超えると堤体の沈下によって左側法面直下では河道と反対方向への変位が見られるようになっている。それに対し、A地点は前述のように深部に液状化層があるために盛土による水平変位の抑制効果が見られず、遠方にまで水平変位が生じている。通常は構造物に影響を及ぼすことが少ない20m以深の液状化層は盛土の沈下量への影響は小さいが、広い範囲で比較的大きな河道側に向かう水平変位を生じさせる可能性があることが分かる。

4.まとめ 河川に近接する区間を対象に、南海地震発生時における液状化による道路盛土の変形量の予測を行い、以下の結果を得た。

- 1) 河川の影響で地盤の河川方向への流動が見られる
- 2) 盛土があることで地盤の水平流動を抑制している
- 3) 深部に液状化層がある場合は広い範囲で水平流動が見られる

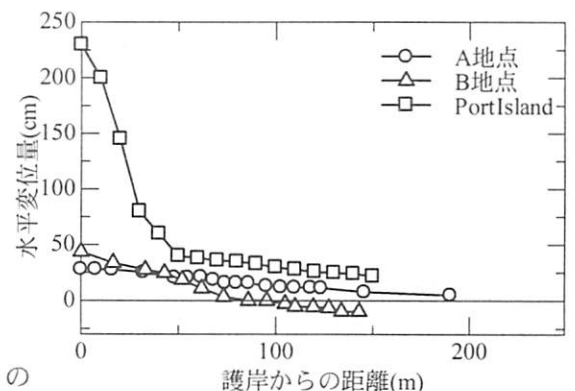


図5 各地点の水平変位

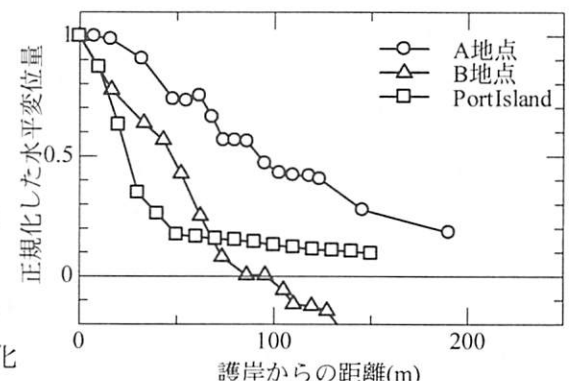


図6 各地点の水平変位