

水平地盤上の盛土の地震時変形量に与える要因の解析

東京電機大学理工学部 フェロー会員 安田 進
 高速道路総合技術研究所 正会員 藤岡 一頼
 高速道路総合技術研究所 正会員 横田 聖哉
 東京電機大学大学院 学生会員 白鳥翔太郎
 東京電機大学理工学部 学生会員 ○松本 真吾

1. はじめに

2004 年新潟県中越地震では、平地を通る小千谷付近の関越自動車道の盛土が最大 1m にも及び沈下が生じ、また、2007 年新潟県中越沖地震でも柏崎の平地を通る北陸自動車道の盛土が数十 cm ほど沈下した。このような被害のメカニズムを解明するため、筆者達は被災状況を整理し、地震動や地下水位が沈下量に与えた影響を検討した¹⁾。また、静的解析法の ALID によってこのような沈下量の解析ができることも確認した。そこで、引き続き、水平地盤上の高速道路盛土の沈下量に影響を与えそうな要因として盛土の高さ、盛土内地下水位、盛土材の材料、地盤の種類、地表面最大加速度をパラメータとし、ALID/win による解析を行って、これらの要因が沈下量に与える影響を定量的に検討してみた。

2. 解析断面と解析条件

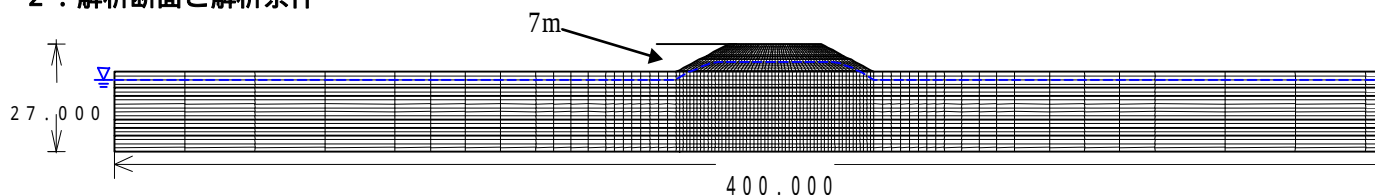


図 - 1 解析断面

ALID で解析するにあたって基本となる断面を、水平地盤の上に高さ 7m 天端幅が 38m、のり面勾配が 1:1.8(関越自動車道の川口 C-box11 と同じ)の盛土があると設定した。解析断面図を図 - 1 に示す。また、地下水位を GL+1.75m (盛土内に水位が上がっている状態) 盛土材の材料として厚木 IC 付近の盛土材 (塑性指数 $I_p=20$) 地盤は小千谷 IC と同様の粘性土地盤と設定した。地震時の地表面最大加速度は 600Gal とした。これを基本ケースの Case1 とし、それぞれ表 - 1 に示すように条件を変えたとき沈下量にどのような変化が生じるのか検討した。

筆者たちはこれまで東名高速道路の厚木 IC 付近

の盛土材、関越自動車道の小千谷 IC 付近の盛土材、能登有料道路の別所岳 IC 付近の盛土材、穴水町の老人ホームの造成宅地の盛土材を採取し、締固め度が 90% の供試体を作製し、繰返しねじりせん断試験を行ってきている。この試験結果から繰返し非排水せん断強度比 R_L およびせん断剛性比 G_1/σ'_0 を ALID/win の解析に用いた。

原地盤のうち砂礫地盤は川口 C-Box11 の地盤を、砂地盤は $N_1=6$ の砂地盤を想定し、これらの R_L は道路橋示方書による液状化強度比の推定式を用いて推定した。せん断剛性比は、安田・稲垣モデルの式²⁾より推定した。

キーワード：盛土 地震 沈下 解析

連絡先：埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 電話：049-296-0496，FAX.049-296-6501

表 - 1 解析ケース表

	盛土高さ (m)	地下水位GL (m)	盛土材	塑性指数 Ip	地盤の種類	入力加速度 α _{max} (Gal)
Case1	7	1.75	厚木	20	粘性土地盤	600
Case2	10					
Case3	14					
Case4	7	-1	小千谷	7		
Case5		3.5		24.6		
Case6		7		22.4		
Case7		1.75	厚木	20	砂礫地盤	250
Case8					砂地盤	500
Case9					粘性土地盤	750
Case10						1000
Case11						1250
Case12						1500
Case13						
Case14						
Case15						
Case16						
Case17						

3. 解析結果

解析の結果、全体に盛土天端中央が一番大きな沈下量となることがわかった。そこで各ケースの盛土天端中央での沈下量を表 - 2 に整理した。次に各条件が沈下量に与える影響を図 - 2 ~ 6 に示す。これらの結果より以下のことが分かった。

盛土の高さが高くなると沈下量も大きくなる。地下水位が高くなるほど沈下量が大きくなる。盛土材が異なるためばらつきはあるが、 I_p が小さくなると沈下量が大きくなる傾向がある。地盤の種類によって沈下量に大きな違いがある。緩い地盤だと液状化して特に沈下量が大きくなる。地表面最大加速度の値が大きくなるにつれて沈下量が大きくなる。また、これらのパラメータで地盤条件が最も沈下量に影響することが解った。

表 - 2 天端沈下量

	沈下量(cm)
Case1	13.65
Case2	14.89
Case3	21.65
Case4	3.74
Case5	25.18
Case6	64.77
Case7	41.94
Case8	16.13
Case9	21.35
Case10	49.49
Case11	150
Case12	3.612
Case13	12.12
Case14	16.25
Case15	19.44
Case16	21.55
Case17	22.85

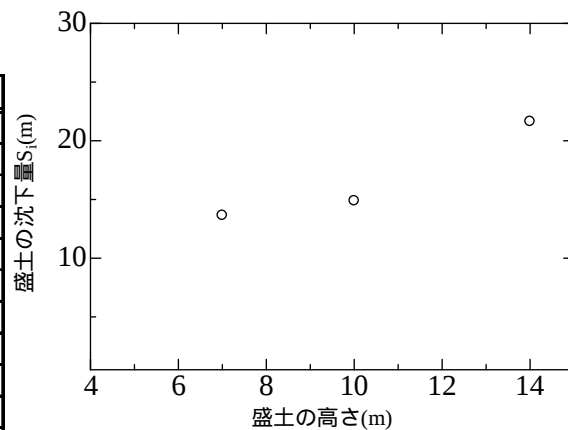


図 - 2 盛土高さと盛土沈下量の関係

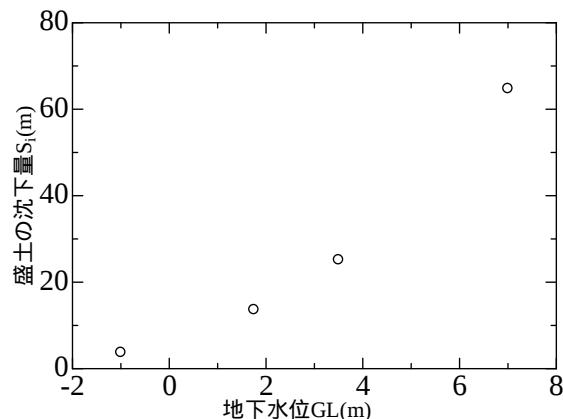


図 - 3 地下水位と盛土沈下量の関係

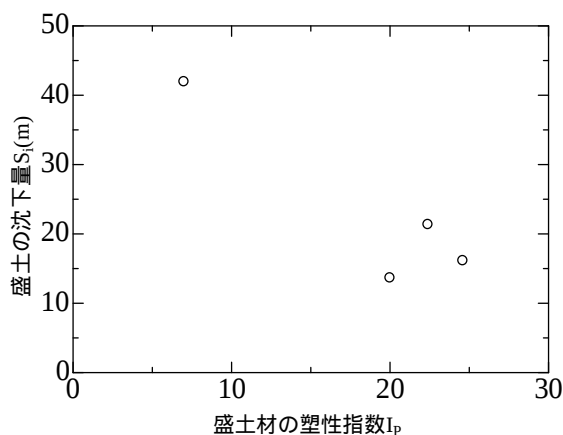


図 - 4 塑性指数と盛土沈下量の関係

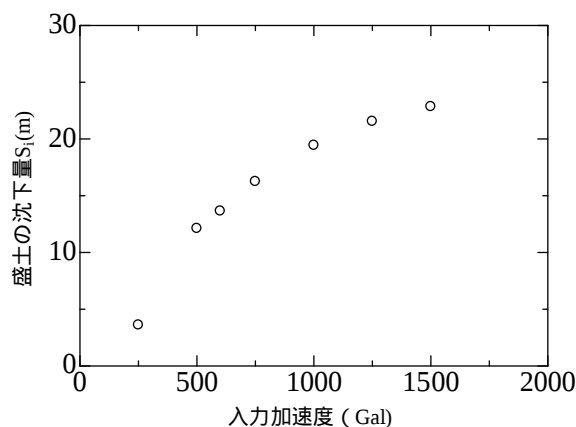


図 - 6 地表面最大加速度と盛土沈下量の関係

4. まとめ

水平地盤上の高速道路盛土の地震時沈下に影響を与えると考えられる5つの要因を取り上げ ALID/win で解析を行った結果、これらの要因が沈下量に与える影響が定量的に把握できた。

【参考文献】

- 1) 安田進・藤岡一頼・横田聖哉・白鳥翔太郎・松本真吾：新潟県中越地震・中越沖地震における水平地盤上の盛土の沈下と地震動、第44回地盤工学研究発表会、2009。（投稿中）
- 2) 安田進・他：液状化を含む繰返し軟化時における種々の土の変形特性、第40回地盤工学研究発表会講演集、pp.525～526、2005.

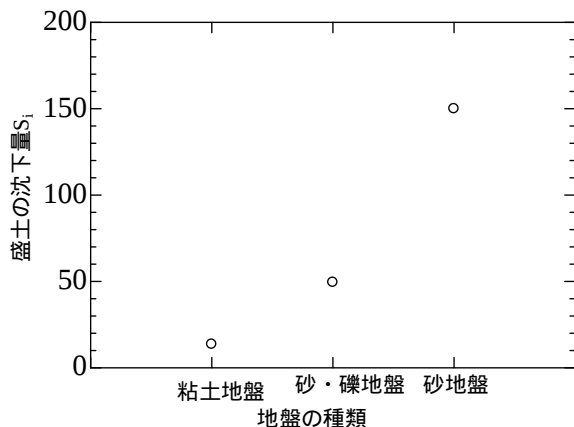


図 - 5 地盤の種類と盛土沈下量との関係