

新潟県中越沖地震で沈下した道路盛土の土の強度特性

東京電機大学理工学部 フェロー会員 安田 進
 (株)高速道路総合技術研究所 正会員 大窪克己 藤岡一頼
 東京電機大学大学院 学生会員 白鳥翔太郎
 東京電機大学大学院 学生会員 毛利龍司

1. はじめに

2007年新潟県中越沖地震において、北陸自動車道の道路盛土の被害は、構造物の取り付け部で5~10cm程度の段差が多数生じた。その中で、代表的な個所として北陸自動車道の鯖石川橋付近を選定し、その盛土材に対して繰返しねじり試験装置を用いて動的強度特性について検討した。また、著者たちは今までいくつかの道路盛土の材料に対し、繰返しねじり試験装置を用いて動的強度特性について検討してきた¹⁾。そこで今回の実験結果と比較検討を行った。

2. 地盤調査とサンプリング

試験をするにあたり鯖石川橋付近で地盤調査とサンプリングを行った。サンプリングした箇所の地図を図-1に示し、表-1にサンプリング深さと供試体番号を示す。また、土質柱状図を図-2に示す。当該箇所は、軟弱地盤対策として、サンドマットおよび押さえ盛土で施工されている。地盤調査の結果から、盛土の高さは約5mで地下水位の高さは天端から4.32mで、ほぼ原地盤の高さである。天端から5.6~6.5mの位置にサンドマットがあり、建設当初から2m程度沈下していたことがわかる。TW-7は原地盤で天端から6.5~7.25mの位置である。

3. 土質試験内容及び方法

過去の実験¹⁾に使用した盛土材と今回行った土の粒径加積曲線を図-3に示す。TW-2は砂っぽい盛土材である。繰返しねじりせん断試験はサンプリングした深さで飽和条件を変えて試験した。TW-2の試験は盛土の不飽和部分なので不飽和条件で行い、TW-7とサンドマットは盛土の飽和部分なので飽和条件で試験した。また試験時の拘束圧は、深いサンプリングの有効拘束圧の100kPaで試験した。試験装置には、単調载荷用の電動モーターを有した繰返し中空ねじりせん断試験装置を用いた。非排水状態で正弦波荷重を一定の繰返し応力比で20波载荷を行い、その後非排水状態を保ったまま静的単調载荷を行った。静的単調载荷は、ひずみ制御で行い载荷速度は10%/minとした。

4. 繰返しねじりせん断試験結果

図-4に飽和条件での盛土材の繰返しせん断応力比R-せん断ひずみ両振幅 γ_{DA} 関係を比較したものを示す。これから $\gamma_{DA}=7.5\%$ となる液状化強度比(不飽和では繰返しせん断破壊に対する強度比) R_L を読取ると、TW-7は $R_L=0.25$ でサンドマットは $R_L=0.23$ となった。図-5に不飽和条件での盛土材の繰返しせん断応力比R-せん断ひずみ両振幅 γ_{DA} 関係を比較したものを示す。これから $\gamma_{DA}=7.5\%$ となる繰返しせん断破壊に対する強度比 R_L を読取ると、TW-2は $R_L=0.55$ となった。

次に図-6に飽和の条件で実験を行った際の試料の、液状化後のせん断剛性 G_1 と液状化に対する安全率(不飽和では繰返し非排水



図-1 位置図

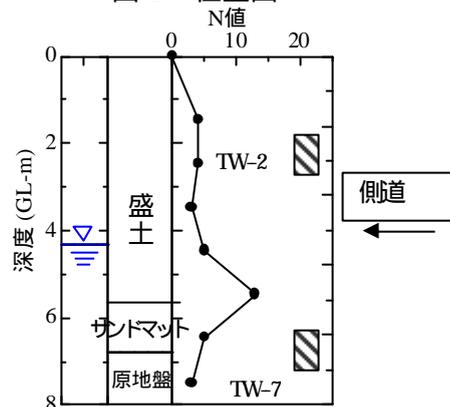


図-2 柱状図

表-1 供試体番号および深さ

供試体番号	深さ(m)	塑性指数 (I_p)
TW-2	1.9~2.6	NP
TW-7	6.5~7.25	38.76
サンドマット	5.6~6.5	NP

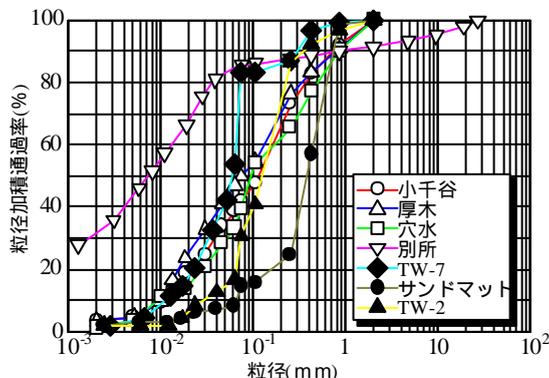


図-3 粒径加積曲線

キーワード 盛土 動的強度 繰返しねじり試験

せん断破壊に対する安全率 F_L の関係を示す。TW-7とサンドマットは $F_L=1.0$ 付近でせん断剛性が著しく低下している。次に、図-7に不飽和条件下での液状化後のせん断剛性 G_1 と繰返し非排水せん断破壊に対する安全率 F_L の関係を示す。TW-2は $F_L=1.0$ 付近でもせん断剛性が低下する傾向は見えていなかった。

さらに図-8に繰返しせん断強度比 塑性指数関係を示した。図のように地盤材料であり盛土材料と条件は異なるため一概にないえないものの塑性指数が大きいほど繰返しせん断強度比が大きくなっているのがわかる。

次に $F_L=1.0$ のときの G_1/s - 液状化強度比 R_L の関係を図-9に示す。これより、既往の試験結果²⁾と概ね同様の傾向を示すことがわかった。

5. まとめ

北陸自動車道の鯖石川橋付近の道路盛土の強度特性を調べた結果次のことがわかった。

TW-2はかなり砂ばい盛土材で $R_L=0.55$ と不飽和条件としては低い値となった。またサンドマットは $R_L=0.23$ という値となった。一方直近のカルバートボックスとの段差は5cm程度であり、被害としては少なかったといえることから、地下水位の高さ、盛土形状、地形条件などにより被害の程度が異なることが推測される。

また、W-7とサンドマットは $F_L=1.0$ 付近で液状化後のせん断剛性が低下することがわかった。

- 1) 安田進・藤岡一頼・毛利龍司・白鳥翔太郎能登半島沖地震で崩壊した谷埋め盛土の土の強度特性 第4回地盤工学会関東支部発表会発表講演集、pp302、2007
- 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、pp526、2005

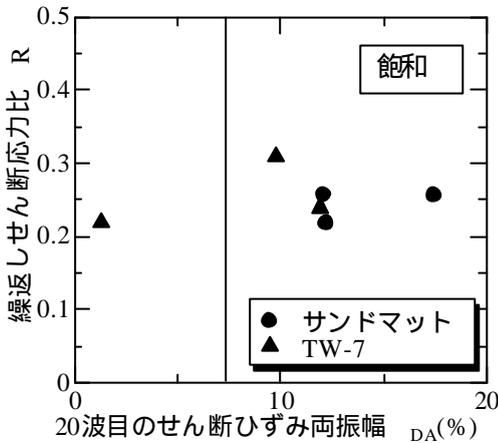


図-4 繰返しせん断応力比 R-せん断ひずみ両振幅 DA 関係

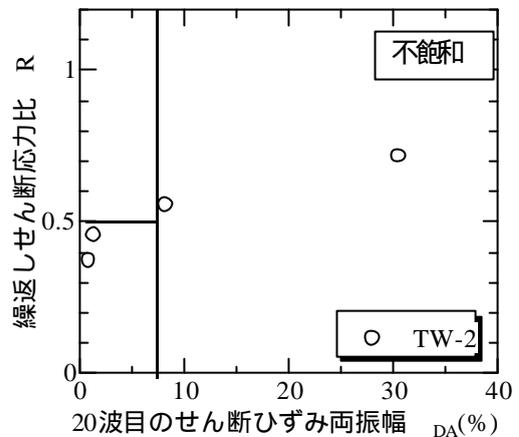


図-5 繰返しせん断応力比 R-せん断ひずみ両振幅 DA 関係

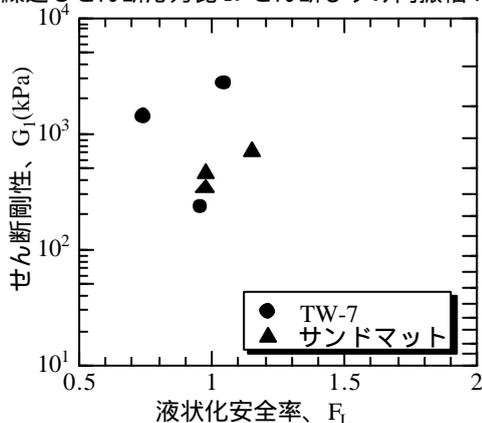


図-6 せん断剛性 G_1 と液状化に対する安全率

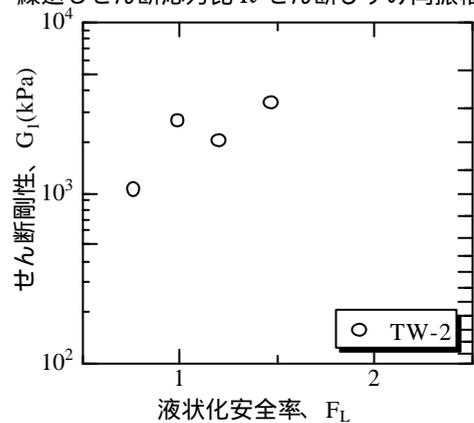


図-7 せん断剛性 G_1 と液状化に対する安全率

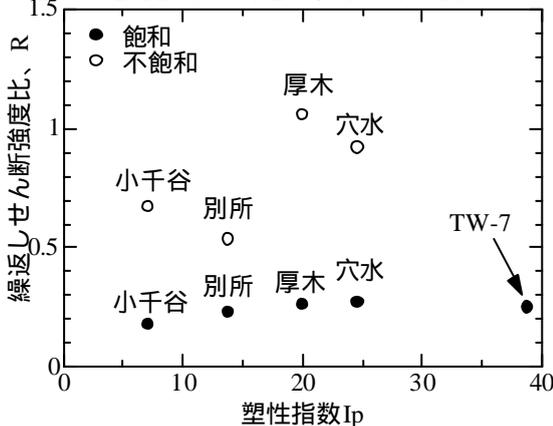


図-8 繰返しせん断強度比 - 塑性指数関係

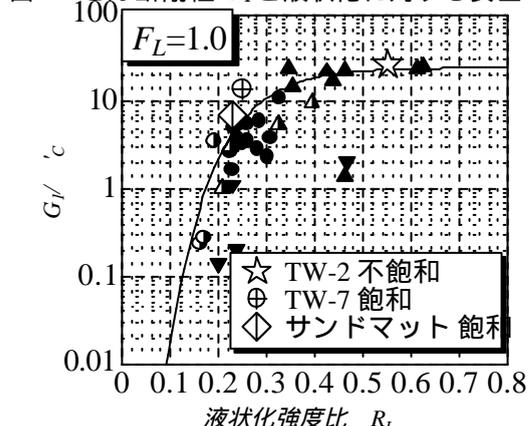


図-9 液状化強度比 R_L - せん断剛性比 G_1/s 関係