

山岳道路盛土の耐震対策に関する動的遠心模型実験

独立行政法人土木研究所 正会員 佐々木哲也
 同上 正会員 杉田 秀樹

1. はじめに

2004年新潟県中越地震では、特に沢部を横断する山岳盛土で大規模に崩壊が生じ、長期間にわたり道路交通機能が失われた。このため、山岳道路盛土についても耐震性能を確保することが求められてきている。著者らはこれまでに、山岳盛土の流動的な崩壊のメカニズムについて動的遠心模型実験により検討行ってきた¹⁾。その結果によると、盛土内への浸透水位が高く盛土の締固め度が低いと盛土は流動的な崩壊を生じることがあることを明らかにしている。したがって、排水工を適切に設置し、盛土内に進入した浸透水を速やかに排水する、あるいは地震時の盛土内の過剰間隙水圧の上昇を防ぐことにより、盛土の大規模な崩壊を防止できる可能性がある。そこで本研究では、山岳道路盛土の大規模な崩壊を対象として、盛土の流動的な崩壊のメカニズムおよび盛土の耐震対策としての排水工の効果を実験により検討した。

2. 実験概要

実験条件を表-1に、模型断面および計測器の配置を図-1に、各ケースの概要を図-2にそれぞれ示す。なお、図表中の数値は全て模型スケールで示している。地山は石膏で作製し、のり先の地山勾配は5°、盛土背面の地山勾配は30°で段切りを施した。盛土は最適含水比($w=15\%$)に調整した山砂(江戸崎砂、 $D_{50}=0.253\text{mm}$ 、 $\rho_s=2.683\text{g/cm}^3$ 、締固め試験による $d_{\text{max}}=1.650\text{g/cm}^3$ 、 $F_c=8.1\%$)を突固めて、高さ300mm(重力場換算15m)のり面勾配1:1.8で作製し、高さ100mm毎に小段を設けた。実験は、対策工の有無、浸透水位、盛土の締固め度をパラメータとして、計5ケース実施した。対策工としては、のり先に布団籠模型を設置したケース、盛土底面に10mmの排水層(3号砂砂)を敷いたケースである。布団籠模型は7号砕石を金網で包んだもので、幅60mm×高さ30mm×奥行き100mmのブロックを奥行き方向に3分割し、2段設置した。なお、ケース05-05では、既設盛土を想定し、盛土の掘削量が減るように布団籠模型を階段状に設置している。地盤作製後、遠心加速度50Gを作用させた後、盛土背面地山の上部

表-1 実験条件

CASE	遠心加速度 (G)	盛土締固め度 (%)	地山勾配 (°)	浸透水位	対策工	最大加振加速度 (G)
05-01	50	85	30	低	無対策	18.9
05-02		85	30	高	無対策	17.9
05-03		85	30	高	のり尻ふとんかご設置	17.0
05-04		85	30	高	底面排水層	17.4
05-05		82	30	高	のり尻ふとんかご設置	17.9

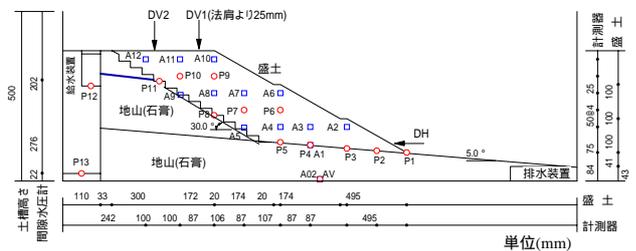


図-1 模型断面および計測器の配置(05-02)

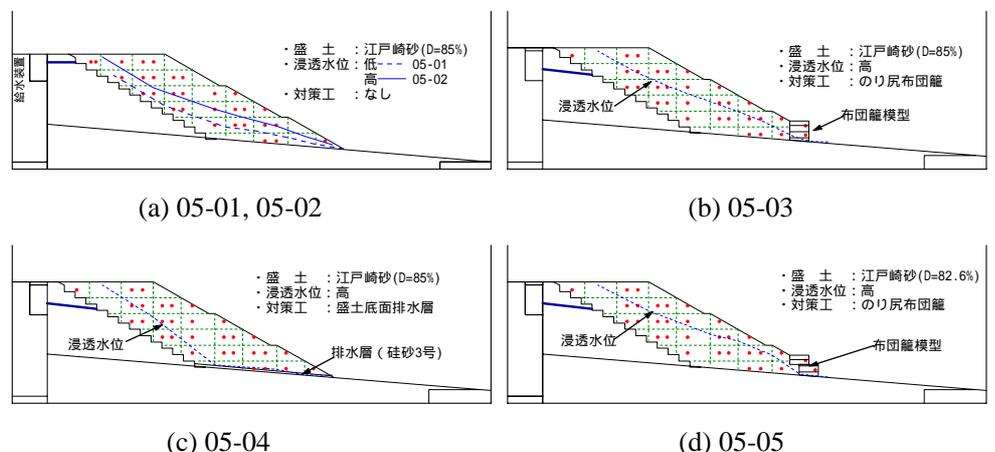


図-2 実験ケースの概要

キーワード 盛土, 遠心模型実験, 地震, 排水工

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 独立行政法人土木研究所 TEL029-879-6771

から水の 50 倍の粘性をもつメチルセルローズ水溶液を浸透させた。加振前の浸透水位は図-2 に示している。加振は浸透水が目標水位で概ね定常に達した後に行った。加振波形としては、道路橋示方書²⁾に示されている、I種地盤におけるレベル2タイプ1地震動を用いた。

3. 実験結果

図-3 に各ケースの盛土天端沈

下量、のり先水平変位、およびケース 05-02、05-03 の盛土天端、のり先付近の過剰間隙水圧比の時刻歴を、図-4 に各ケースの残留変位を示す。ケース 05-02 は締固め度 85%で浸透水位が高いケース、05-03 は同じ条件の盛土のり先に布団籠を設置したケースである。盛土の沈下量、水平変位を見ると 05-02 では加振後も変形が継続する流動破壊が生じているが、他のケースでは加振終了とともに変位も停止している。浸透水位が低い05-01、および盛土底面に排水層を敷いて浸透水位を低下させた 05-04 では、天端沈下量、のり先水平変位とも小さくなっている。また、05-03 ののり先に布団籠を設置したケースでは無対策と比較して盛土の変形が抑制されている。これは、無対策の05-02と比較して盛土底面過剰間隙水圧(P4)の上昇が抑制されていること、布団籠の重量により盛土のり先の変形を抑えていることによるものと考えられる。ただし、締固め度 $D = 82.6\%$ の盛土のり先に布団籠を設置した 05-05 では、沈下量、側方変位量とも大きく、盛土の締固め度が低いと布団籠による対策の効果は小さい可能性もある。ただし、このケースの布団籠は階段状に設置されており、布団籠の排水効果、重量による押さえの効果が小さかった可能性も考えられる。図-5 には、代表的なケースの盛土の変形状況を示す。盛土の変形は浸透水位以下で生じており、特に変形の大きい 05-02 では、のり先の浸透水位以下におけるせん断変形が卓越していることがわかる。05-03、05-04 では、布団籠の設置、排水層によるのり先付近の浸透水位の低下により、のり先付近の変形が抑制され、盛土天端の沈下も小さくなっていることがわかる。

4. まとめ

動的遠心模型実験により、盛土の大規模な流動的な崩壊の発生には浸透水の影響が大きいこと、のり先に布団籠を設置する、あるいは盛土底面に排水層を設置することにより盛土の大規模な崩壊を防ぐことができる可能性を示した。ただし、盛土の締固め度が低いあるいは布団籠の設置の仕方により効果が発揮されない場合もあり、今後のさらなる検討が必要である。

参考文献

- 1) Matsuo, O et al. (2003): Earthquake-induced flow slides of fills and infinite slopes, S & F, Vol.42, No.1 pp.89-104.
- 2) (社)日本道路協会(2002)：道路橋示方書 V 耐震設計編。

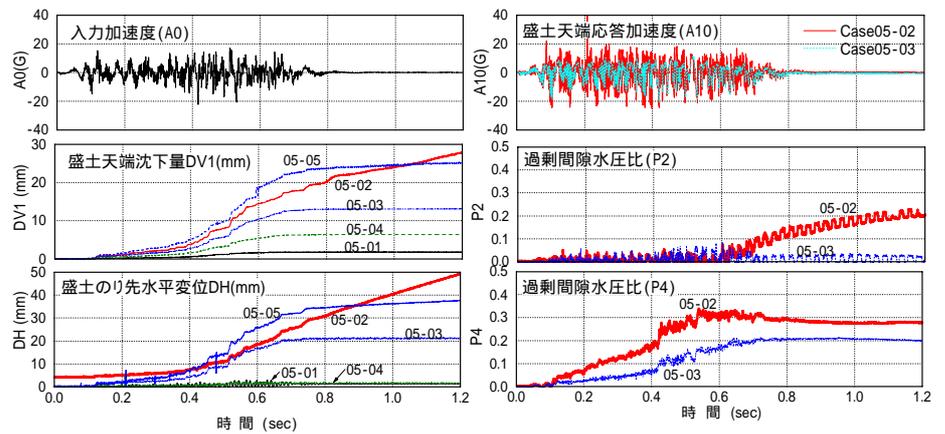


図-3 代表的な計測項目の時刻歴

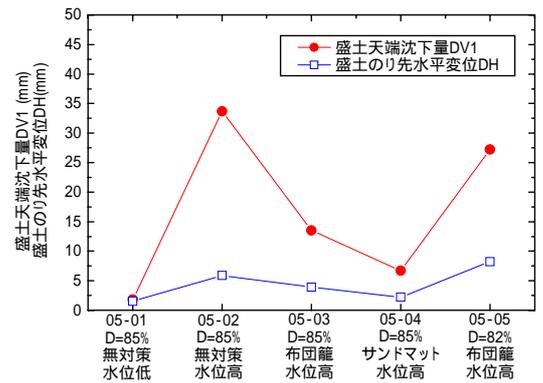


図-4 盛土の変形量

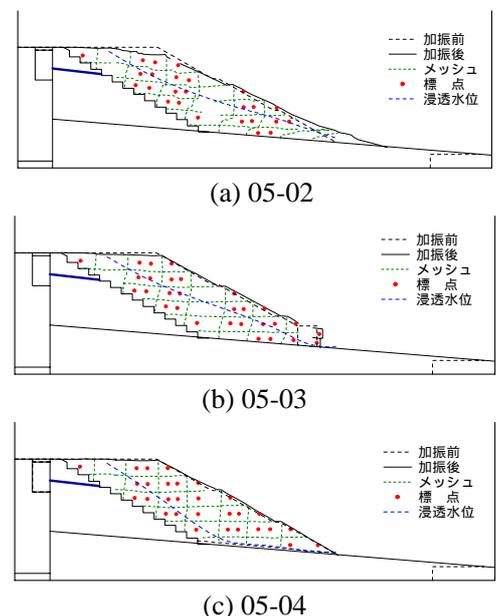


図-5 盛土の変形状況の例