

山岳道路盛土の耐震補強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 ○榎本忠夫

独立行政法人土木研究所 正会員 佐々木哲也

1. はじめに : 2004 年新潟県中越地震、2007 年能登半島地震、2009 年の駿河湾を震源とする地震等では、山岳道路盛土に多大な被害が生じ道路交通機能が失われた。このような道路交通機能の低下を最小限に抑制し被災後の機能回復を迅速に行うために、道路機能及び道路盛土の修復性を考慮した耐震補強技術の開発が求められている。

盛土の大規模な崩壊には盛土内の浸透水と盛土の締固め程度が大きく影響すること、及び、のり尻付近の水位を低下させのり尻を強化することにより大規模な崩壊を防ぐことができることが文献 1) に示されている。

本論では、盛土のり尻付近の排水、押え盛土等ののり尻強化工法に着目し、これらの耐震補強工を施した山岳部の既設道路盛土の耐震性について動的遠心模型実験を実施したので、その結果について報告する。

2. 実験概要 : 最適含水比に調整した江戸崎砂を用いて突固めにより締固め度82%、のり面勾配1:1.8、高さ30mmの盛土を作製し、高さ100mm毎に小段を設けた。地山は石膏で作製し (Case6のみ石膏及び江戸崎砂にて作製)、のり先の地山勾配は5° とし、盛土背面の地山勾配は30° で段切りを施した。のり尻には珪砂3号による長さ50mmの基盤排水層を設けた。盛土作製後、遠心加速度50Gまで到達させ、盛土背面地山に設置した給水パイプを通して水の50倍の粘性をもつメトロゾ水溶液を浸透させた。模型の概要図及び加振前の浸透水位を図-1に示す。浸透水位は、高速度カメラの画像 (青の実線) 及び間隙水圧計の計測値 (赤の破線) によるものを示した。図-1に示すように、盛土のり肩の鉛直変位 (DV1)、のり尻部の水平変位 (DH)、過剰間隙水圧 (P14) を計測した。加振には、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2地震動を用いた。

表-1 実験条件

CASE	盛土形状等	地山材料	耐震補強工
1	・形状 : 片盛土 ・材料 : 江戸崎砂 ・のり面勾配 : 1:1.8(29°) ・盛土高さ : 30cm ・締固め度 : 82%	石膏	無対策
2	・基盤排水層 : 5cm ・盛土背面地山勾配 : 30° ・盛土底面地山勾配 : 5° ・土槽サイズ :		横ボーリング (傾斜角5°、60mm間隔で4本×2層)
3			ふとんかご (3段、高さ20mm×幅60mm×奥行き100mm)
4			押え補強盛土 (補強材は20mm間隔で4層)
5			押え補強盛土 (同上) 及び横ボーリング
6		石膏及び江戸崎砂	トレンチ (珪砂3号)

表-1に実験条件を示す。Case2の横ボーリングは、所定の高さまで盛土作製後、60mm間隔に幅10mm×高さ10mm×地山に達する長さの溝を5° の傾斜で掘削し、珪砂3号を敷き詰め江戸崎砂で埋め戻すことで模擬した。横ボーリングで排水された浸透水は、小段排水溝及び縦排水溝を通して盛土外に排水される構造になっている。Case3のふとんかごは、高さ20mm×幅60mm×奥行き100mmの鋼製枠に7号碎石を入れた模型で、土槽奥行き方向に3つ並べるとともにのり尻に3段積み上げて設置し裏込め部は締固め度82%で埋め戻した。Case4は、締固め度82%の押え補強盛土を用いたもので、補強材として厚さ0.5mmの亚克力板に格子状に25mm×10mmの穴を空けたものを20mm間隔で4層設置した。Case5は、押え補強盛土と横ボーリングを併用したものである。Case3～5では、のり尻強化工法と盛土本体との間に、珪砂3号による厚さ10mmの排水層を設置した。Case6は、盛土底面の地山を江戸崎砂にて作製し (Dc=100%)、排水対策として盛土のり先の地山に珪砂3号によるトレンチを設けたものである。

3. 実験結果 : 図-2は加振終了後の模型の変形状況、図-3はのり肩沈下量、のり尻部の水平変位量、過剰間隙水圧の時刻歴を示している。Case1と2では、のり尻付近の水位はほとんど同じであるが、横ボーリングにより盛土内の浸透水位が抑えられており、その結果、のり尻の流動やのり肩沈下量は劇的に抑えられていることが分かる。Case1と3では、浸透水位とのり肩沈下量の時刻歴はほとんど同じであるが、ふとんかごによる押え効果により盛土のり尻の水平変位が減少し、崩壊には至っていない。また、今回のふとんかごの設置位置では、浸透水位を下げるにはあまり効果がないと言え、可能であればのり尻部を掘削してより盛土内部に設置できることが望ましい。Case4と5では、他の実験ケースよりも浸透水位がかなり高くなっている。お互いにほとんど同じ浸透水位である

キーワード : 山岳道路盛土、耐震補強、動的遠心模型実験

連絡先 : 茨城県つくば市南原 1-6 TEL029-879-6771 FAX029-879-6735

にも拘わらず、横ボーリングを施したCase5の方が大幅に変形量と過剰間隙水圧を抑えられていることが分かる。Case6は、のり尻部を掘削すると崩壊するおそれがある場合を想定した水位低下工法であるが、盛土外部に設置しているため今回の実験条件においては浸透水位を下げる効果がありなく、Case1同様、流動的な崩壊に至った。また、今回の実験では基礎地盤を通過するようなすべり破壊は確認できなかった。

4. まとめ

盛土のり尻部を押さえることで、大規模な崩壊を防止する。さらに、横ボーリング等で水抜きを行うことで浸

透水位を下げることで、既設盛土の耐震性は相当に向上する。

参考文献 1)大川寛ら(2007)：山岳道路盛土の耐震性能照査手法に関する検討、土木構造物の地震時における性能設計と変形量予測に関するシンポジウム、2) (社) 日本道路協会 (平成14年)：道路橋示方書V耐震設計編

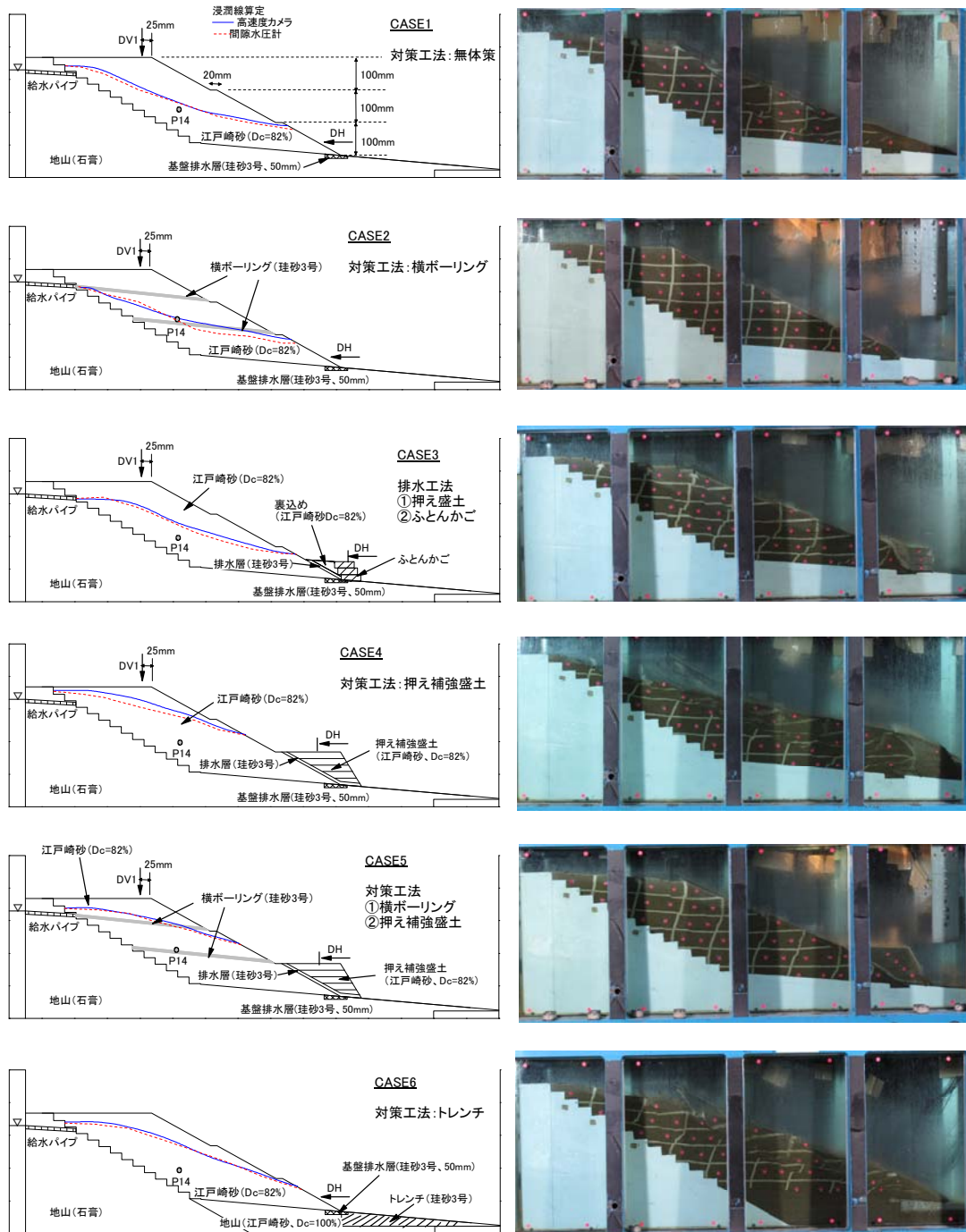


図-1 実験模型及び浸透水位

図-2 加振終了後 (上から Case 1, 2, 3, 4, 5, 6)

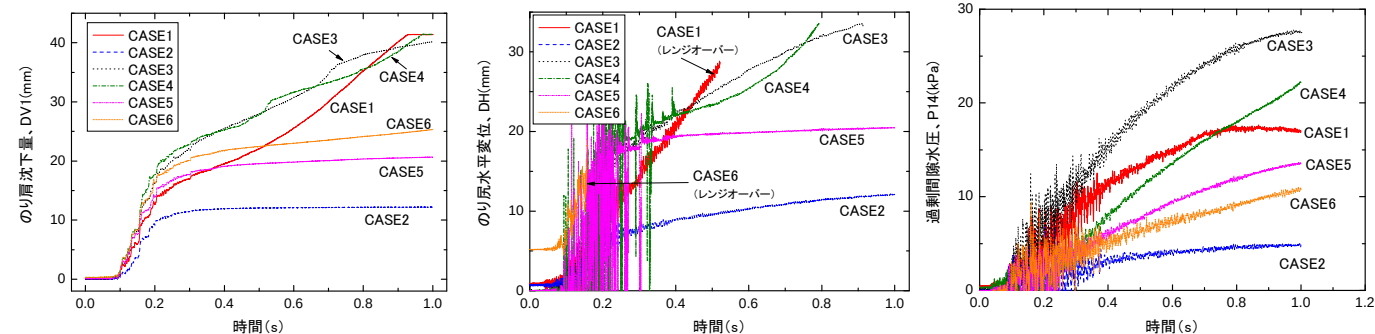


図-3 のり肩沈下量、のり尻水平変位量、過剰間隙水圧の時刻歴