

IV-109

盛土のり面防護工の耐雨性効果に関する模型実験

鉄道総研 正会員 福司淳一 正会員 杉山友康
正会員 村石 尚
J R 東海 正会員 大南正克

1. はじめに

盛土の降雨による崩壊防止のために、鉄道では図1に示すような場所打コンクリート格子枠の枠内を張ブロックで被覆する工法が多く採用されている。この工法は古くから行われてきた工法の被災例に対する反省および施工性などから改良が加えられてきている。格子枠工の耐雨性効果は、施工箇所の被災事例が無いため定量化されていない。本報告は、鉄道盛土に施工されるのり面防護工の耐雨性効果を明らかにするために実施した模型散水実験の結果について述べるものである。

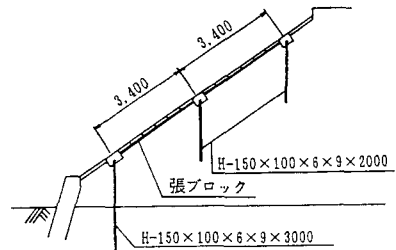


図1 現行のり面防護工

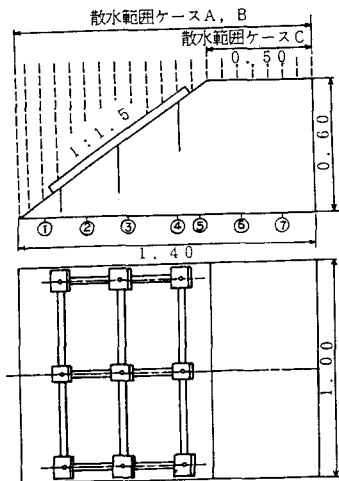
表1 試験時の初期状態

2. 実験の概要

実験対象とした盛土は、高さ6m、のり面勾配1:1.5、不透水性の良好な地盤に構築された複線断面の盛土を想定した。模型盛土の縮尺は1/10とし、高さ0.6m、左右対称と考えると図2に示すように半断面としている。

土粒子の密度 ρ_s	2.684 g/cm ³	含水比 w	17%
湿潤密度 ρ	1.18 g/cm ³	飽和度 S_r	27%
乾燥密度 ρ_d	1.01 g/cm ³	間隙比 e	1.67

盛土材料には稲城砂を使用した。試験時の初期状態を表1に示す。図1に示す格子枠工の格子点には格子枠のズレ止めのために長さ2～3mのH型鋼が打設されている。この格子枠工は長さ、重量の縮尺を相似させてアルミ製、杭は断面二次モーメントを相似させて丸鋼とした。張ブロックについては力学的な効果を全く無視し、のり面からの雨水が遮断される点のみに着目して、のり面からの雨水浸透がないことを実験の条件とした。実験ケースは無対策盛土をケースA、のり面に格子枠工模型を単独に設置したケースB、ケースBにのり面からの雨水を遮断したケースCの3ケースとした。上記3ケースに対して散水強度を30mm/hを目標に実施したが、実際の散水強度はケースA、Bで27.3mm/h、ケースCで23.9mm/hであった。散水開始後から雨水の浸透による湿潤線の進行状況を確認するとともに、盛土底部の水圧変化を図2に示す位置でピエゾメータで計測した。



（○数字はピエゾメータ-No.を示す）

図2 模型盛土の形状 単位：m

3. 実験結果

ケースBとケースCの湿潤線の進行の状況を図3に、ピエゾメータで計測した底面圧力を水位と見なした代表的な時刻の水位分布を図4に示す。

①ケースA（無対策）

湿潤線は施工基面およびのり面表面からほぼ平行に盛土中心部に向かって進行する。盛土内水位はのり尻から上昇し、盛土中央部が最後に上昇する。散水開始から244分（累積雨量111mm）でのり尻に初期の崩壊が発生し、324分（147mm）に湿潤線消滅とともにのり肩下部および盛土中心の水圧が急上昇し、これに伴って段階的に崩壊する。353分（161mm）には崩壊が施工基面に達して、この時点で実験を終了させた。

② ケース B (格子柵+杭)

湿潤線の進行状況および水位上昇の状況については、ケース A とほぼ同様である。306分(139mm)には湿潤線が消滅した後格子柵下部ののり面に初期の崩壊が発生し、その後段階的にのり面上部へと崩壊が進むのもケース A と類似している。364分(166mm)には施工基面に崩壊が達し、崩壊土砂とともに格子柵がのり面下方へ移動した。

③ ケース C (格子柵+杭+被覆)

湿潤線は、施工基面からしか雨水が浸透しないため、施工基面からのり面下方に向かって徐々に進行する。盛土下部に達してからのり面方向に向きを変え、最終的にはのり尻で消滅した。盛土内水位は、ケース A、B と異なり盛土中心部から上昇が始まり、のり尻方向が最後に上昇する。991分(395mm)にはのり尻の水圧が上がり始め、何らの変状を示さないまま円弧すべりで崩壊した。ケース A、B と比較し深いすべり面が見られた。

4. 盛土のり面防護工の耐雨性評価

各試験ケースにおいて施工基面にクラックが生じた時点での累積雨量を比較することによって盛土防護工の耐雨性を評価する。無対策模型(ケース A)の累積雨量を1とし、ケース B、C の耐雨比 P を求めると表2のようになる。

これによると、格子柵+杭の耐雨性効果は4%程度であった。すなわち、のり尻部分の水位上昇による段階的な浸透破壊を示す崩壊モードでは格子柵+杭の効果は小さい。一方、これに理想的な条件の被覆を施した場合は耐雨比 $P=2.46$ となり、耐雨性は大きく向上する。これはのり面が被覆されこの部分の雨水浸透が抑制されることによる、崩壊に至る遅延効果が大きいことを示している。ところで、過去に実施された被覆のみの実験¹⁾²⁾から被覆のみの耐雨比は $P=2.07$ であり、被覆した条件下での格子柵+杭の効果を求めると約20%大きくなっている(表2)。すなわち、図1に示したのり面防護工は、張ブロックによる被覆によって、のり尻部分の浸透破壊の原因となる局所的な水圧上昇防止とともに、大きなすべり崩壊までの時間を大きく遅らせる効果がある。また、たとえば施工基面からの雨水集中浸透によって盛土内部からの水圧上昇によって発生するすべり崩壊に対しても20%程度の耐雨性効果があることを示している。

5. おわりに

鉄道で多く採用されている盛土のり面防護工の耐雨性効果を知るための模型散水実験結果について述べた。実験は均一な模型に対して均一な雨水浸透を発生させて実施したが、鉄道盛土の土の状態、雨水浸透状態、崩壊モードはさまざまであり、本実験結果からのみで防護工の耐雨性を評価することはできない。今後多くの実験やシミュレーション等を実施してこれらの耐雨性向上効果を定量化したいと考えている。

[文献]

- 1)岡田他：盛土斜面の被覆効果に関する盛土降雨模型実験，第25回土質工学研究発表会講演集，1990
- 2)山本他：複線断面模型盛土のり面被覆による耐雨性効果確認実験，土木学会第48回年次学術講演会講演集，1993

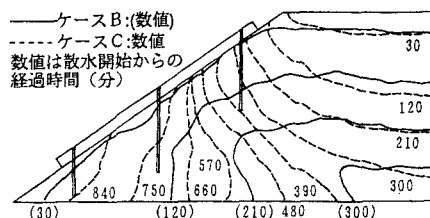


図3 湿潤線の進行状態

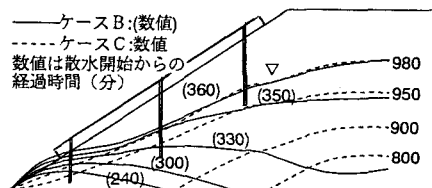


図4 盛土内水位分布

表2 ケース別の崩壊雨量と耐雨比

(*は過去の試験値¹⁾²⁾より推定した)

試験ケースと条件		崩壊雨量	耐雨比 P
ケースA	無対策	159 mm	1.00
ケースB	格子+杭	166 mm	1.04
ケースC	格子+杭+被覆	392 mm	2.46
	無対策+被覆	329*mm	2.07*