

IV-110

棒状補強体で補強された盛土の耐雨性に関する模型実験

J R東海 正員 山本 美博

鉄道総研 正員 村石 尚 正員 杉山 友康

正員 館山 勝

1. はじめに

盛土の崩壊防止のために、鉄道では一般に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。これらの防護工の施工目的は、盛土表面の侵食防止や内部への雨水浸透を低減させるものであり、斜面そのものを積極的に補強するものではない。ここでは、主に既設盛土の急勾配化の方法として多く施工実績を持つ棒状補強体¹⁾（以下コラム体と呼ぶ）による既設盛土の補強効果を散水模型実験で確認したので報告する。

2. 実験の概要

模型盛土は、高さ6m、のり面勾配1:1.5、不透水性の良好な地盤に建設された複線断面の盛土を想定し、縮尺を1/10、左右対称と考え、散水試験室内の小型土槽（長さ2.25m×高さ1.2m×奥行き1.0m）に図1に示すように半断面として構築した。盛土材料には稲城砂を使用した。コラム体の配置は、図1に示すとおりである。実験ケースは無対策盛土をケースA、のり面にコラム体を埋設したケースB、コラム体を埋設し、のり面からの雨水を遮水したケースC、の3ケースである。なお、ケースAは本講演会「盛土ののり面防護工の耐雨性効果に関する模型実験²⁾」で報告する無対策盛土と共通である。ケースCについては、コラム体に加え、のり面に遮水性の被覆工が施工された場合を模擬した実験である。また、鉄道盛土の崩壊の実態³⁾として施工基面からの雨水の集中浸透が原因である事例もあり、この場合、コラム体だけで補強した状態を模擬した実験ともいえる。上記の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、Cそれぞれ27.3mm/h、30.3mm/h、26.9mm/hであった。

3. 実験結果

図2は、ケースB、Cについてピエゾメータで計測した底面圧力を水位とみなし、盛土内の水位上昇の様子を代表的な時刻で示したものである。なお、ケースAはケースBとほぼ同様な上昇形態を示す。また、図3はケース別の崩壊状況の推移を示した。以下ケース別に試験結果を示す。

(1) ケースA（無対策）、ケースB（コラム体）：これらのケースでは、散水開始後から湿潤線が模型表面にほぼ平行に進行し、これが消滅するのり先部分から水位上昇が始まる。散水開始後ケースAでは244分（累積雨量111mm）、ケースBでは230分（116mm）の時点でのり先部分に浸透力に

表1 試験時の初期状態

土粒子の密度 ρ_s	2.684 g/cm ³	含水比 ω	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

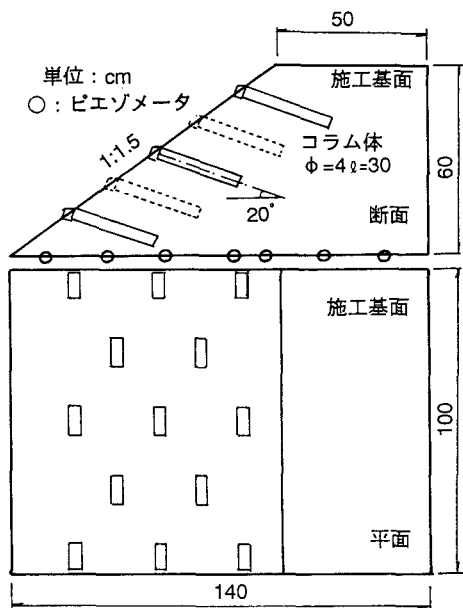
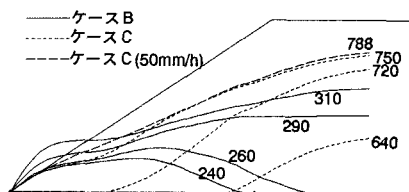


図1 コラム体補強の模型盛土



数値は散水開始からの経過時間(分)

図2 水位上昇の様子

よる局所的な破壊がみられる。その後湿潤線は盛土中央部で消滅するとともに盛土内部の水位も上昇し、局部破壊は大きくなりながら徐々にのり面上部に発達し、最終的にはケースAでは353分（161mm）、ケースBでは310分（157mm）施工基面に達した。なお、無対策盛土ではのり面を正面からみた破壊線がほぼ2次的にのり上部へ進行するのにに対し、コラム体で補強されると補強部周辺が、小さな馬蹄形状に破壊されていく状況であった。

(2) ケースC（コラム体＋のり面被覆）：のり面が被覆され、この部分からの雨水浸透が生じないと、雨水の供給範囲は施工基面に限られる。このとき、湿潤線は初期には施工基面下で下降し、これが盛土底部に達してしばらくすると盛土中央部分から水位が上昇を始める。その後この水位面に押されるように湿潤線がのり面方向に進行しながら上昇初期とほぼ同じ形状で徐々に水位が高くなる傾向を示す。散水開始から750分

（336mm）の時点で盛土内部の水位が定常状態となり、コラム体で補強された模型は何等の変状も示さなかった。その後、ケースCに限って散水強度を50mm/hに上げ、盛土内の水位を上げることを試みた。これにより、水位は再び上昇をはじめ、散水強度を上げた10分後に施工基面にクラックが生じた。これ以降50mm/h散水を15分継続したが、施工基面が15mm沈下した時点で盛土の変形は止まった。

4. 補強効果に関する考察

ケースBによる試験結果からは、コラム体による補強効果は確認されなかった。これは、模型の飽和度が $S_r=27\%$ と非常に乾燥した状態を初期値としたため、模型全体に散水させたケースではのり先部分の水位上昇が初期にみられ、この部分の浸透流による土の流動化が卓越する崩壊モードとなったため、盛土全体の変形が生じて発揮されるコラム体の補強効果が現れなかったことに起因する。一方、散水範囲を施工基面に限り、盛土中心部分から水位上昇をさせたケースCでは、設定した30mm/hでの散水強度では、盛土内部の水位が盛土堤体に変化を示さないうちに定常状態となった。この時点では斜面内にすべり面が確認できなかったが、微少な変形が生じコラム体の抑止効果が発揮できていたものと考えられる。また、ケースCにおいて散水強度を上昇させた付加実験でも、コラム体による補強盛土は盛土にすべりが生じ変形しても、これを十分に抑止する効果を持つ結果となり、他のケースで見られた壊滅的な崩壊には至らなかった。このように、施工基面からの集中浸透などによって、盛土中心部分から水位が上昇し、円弧すべり的な破壊を生じるような条件に対してはコラム体の補強効果は大きい。したがって、土の流動化を生じるような盛土条件の場合は、コラム体単独ではなく、のり面被覆工やのり先部の排水工などの補助工法が必要となろう。

5. おわりに

コラム体によって補強された盛土の降雨時の補強効果を散水実験によって明らかにした。鉄道盛土の崩壊モードは種々多様であるとともに、施工基面からの集中浸透の度合いも明確ではなく、今後のり先部分の水位上昇による浸透破壊を生じる条件など、明らかにしなければならない点が多いが、コラム体の補強効果はすべり破壊に対しては大きいことがわかった。今後これらの課題を明確にし、現在の工法に変わる新しい盛土のり面防護工として検討を重ねたいと考える。

〔文献〕1) 館山他：棒状補強材の補強効果に関する考察，第28回土質工学研究発表会

2) 福司他：盛土のり面防護工の耐雨性効果に関する模型実験，第49回土木学会年次学術講演会

3) 山本他：盛土のり面防護工の評価に関する考察，第29回土質工学研究発表会

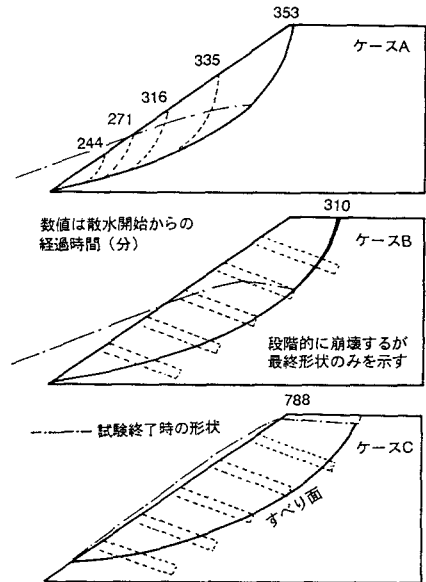


図3 崩壊の状況