

IV-387

鉄道盛土における降雨時の間隙水圧の変動特性と安全率の変化

（財）鉄道総合技術研究所 （正）香川 清治 （正）村石 尚
 （正）杉山 友康 （正）佐溝 昌彦

1. はじめに

降雨による鉄道盛土の崩壊は、安全・安定輸送を目指す鉄道にとって大きな障害となっている。しかし、実際の崩壊の現場では計器による計測が行われていないのが普通であり、現在でも盛土内の間隙水圧の変動特性と崩壊の関わりについての実態は明らかではない。したがって、降雨時の盛土の崩壊に対して、運転規制によって安全輸送の確保に努めている。筆者らは、現在鉄道で運転規制のために使用されている雨量指標（例えば時間雨量と降り始めからの連続雨量（12時間以内の降り止みは中断とみなさない））にかわるより合理的な雨量指標を見いだす研究の一環として、既設の鉄道盛土を対象に盛土内の間隙水圧の長期計測を実施してきた¹⁾。本報告は、計測結果および土質試験結果をもとに、降雨時の盛土内間隙水圧の変動特性を明らかにし、降雨時の盛土のすべり安全率と間隙水圧との関連を検討したものである。

2. 計測の概要

対象とした盛土は、三重県内の既設鉄道盛土である。盛土材料は、上部が砂質土、下部が粘性土を主体としている。図1にこの盛土断面形状と間隙水圧計埋設位置を示すが、計測はデータロガーにより10分間隔で自動的に記録した。なお、間隙水圧計は大気圧変動の影響を受けるため²⁾別途測定した大気圧により補正を行った。

3. 間隙水圧の変動特性

図4は観測期間中の代表的な期間の間隙水圧と時間雨量の変化を示したものである。間隙水圧はのり尻部が降雨に敏感に反応し盛土中心部に向かうにつれ反応が鈍くなる。これは観測期間中に70mm以上のまとまった降雨を観測した時の降雨のピーク（最大時間雨量観測時）から水圧のピークまでの時間を示した図2からも明らかである。また、表1は降雨と間隙水圧の変動量との相関関係を測定箇所別に求め、その相関係数を示したものである。各測点ともに総雨量と間隙水圧の変動量との相関は高いものの、時間雨量との相関は低くなっている。盛土の間隙水圧の上昇は短時間の集中的な雨量よりも、ひと雨の総雨量に関係するものと考えられることができる。

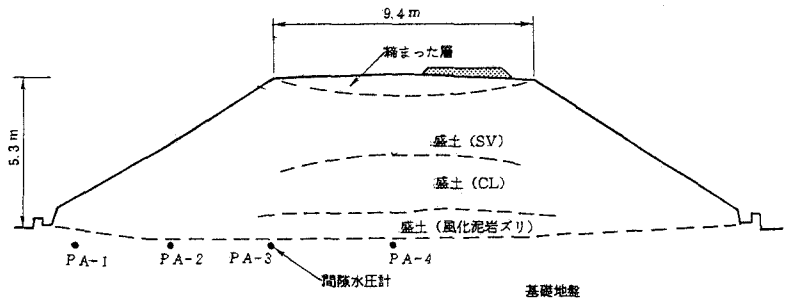


図1 計測盛土の断面と間隙水圧計位置

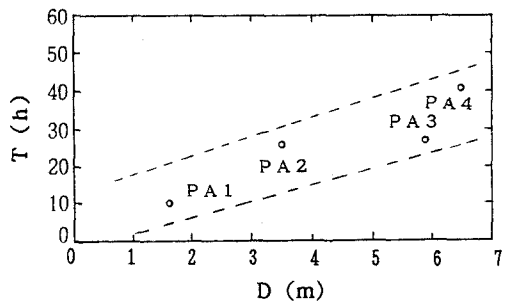


図2 間隙水圧計埋設深さ(D)と最大時間雨量観測時から水圧ピークまでの時間(T)との関係

表1 水圧上昇量と雨量の相関係数

測 点	相 関 係 数	
	総 雨 量	最大時間雨量
PA-1	0.939	0.581
PA-2	0.906	0.472
PA-3	0.924	0.338
PA-4	0.934	0.587

4. 間隙水圧の変動と盛土の安定性に関する検討

降雨時の盛土の間隙水圧の変動と安全率の関係を明らかにするために、分割法による安定計算をおこなった。安定解析のための盛土の強度定数は、含水状態を変えて締め固めた不飽和土供試体による三軸圧縮試験結果を用いた。図3は、含水比と c 、 ϕ の関係を示したものである。この結果から ϕ は一定（ $\phi = 30$ 度）とし、 c の値は、現場で観測したサクションに応じて、別途実施した p - F 試験結果に基づいて求めたサクションと c の関係より求めた。安定解析のための盛土断面はサクション分布と間隙水圧の実測値から圧力分布を想定して決定した。図4に得られた安全率の経時変化を時間雨量、間隙水圧の変化と一緒に示す。安全率は降雨開始後、のり面の湿潤によるみかけの粘着力の低下によって次第に低下し始める。のり尻からのり中腹部下の間隙水圧の上昇が始まるとその低下速度が速まり、降雨のピークから約4時間後にのり尻部の間隙水圧が最大値を示し、その時点で安全率は $F_s = 1.3$ と最低となる。その後、のり中腹から盛土中心にかけての間隙水圧は上昇を続けるが、すべり面が比較的浅い部分に形成されるため、安全率の低下にほとんど影響せず、回復する傾向を示す。しかし、安全率の回復傾向は、その低下速度に比べ極端に遅く、降雨前の安全率 $F_s = 1.5$ まで回復するのに約1週間を要す。

5. あとがき

既設の鉄道盛土の間隙水圧の長期計測結果を基に、その変動特性を明らかにするとともに、降雨と安全率の変化傾向を検討した。その結果、調査盛土に対しては、①間隙水圧の変動はひと雨の総雨量に支配される、②のり尻の間隙水圧の変動が安定性に大きく影響し、降雨のピークから若干遅れて最低値を示す、③降雨前の安全率まで回復するには降り止み後1週間程度を要す、といった点が明らかになった。

今後は、本検討結果を基礎に降雨と安全率の時間遅れの関係についてさらに深度化し、より適確な雨量指標を用いた規制手法を見いだしたいと考えている。

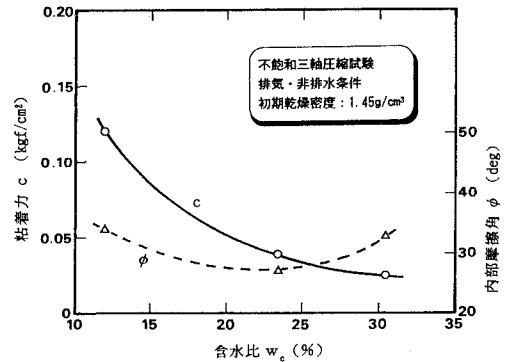


図3 含水比と c 、 ϕ の関係

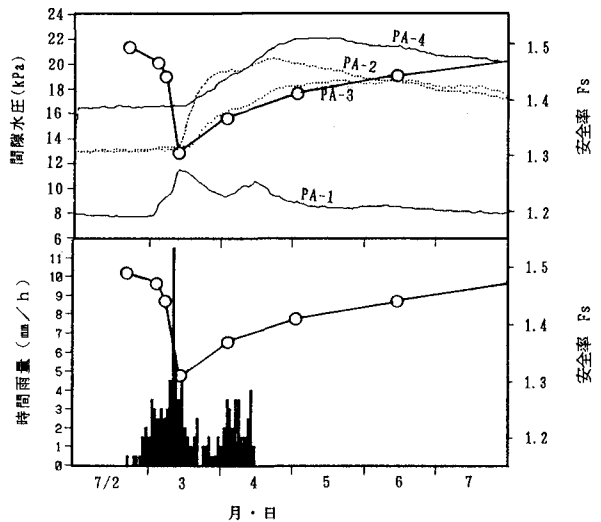


図4 間隙水圧、時間雨量、安全率の経時変化

（文献）1)村石他：既設鉄道盛土における間隙水圧・サクションの長期計測，土木学会第45回年講，1990。

2)杉山他：盛土内サクションの測定と大気圧の影響について，第25回土質工学研究発表会，1990。