

運転規制の解除指標を検討するための実物大散水盛土実験(1)

- 実験条件の設定と豪雨時の盛土内水位変動 -

西日本旅客鉄道（株）（正）近藤拓也（正）今井卓也（正）神野嘉希
 （正）村田一郎 村上健二
 （財）鉄道総合技術研究所（正）太田直之（正）杉山友康

1. はじめに

山陽新幹線では、降雨時の盛土崩壊などの災害から列車の安全を確保するために、降雨による運転規制を行っている¹⁾。これは、時雨量（任意時刻における1時間雨量）と連続雨量（過去24時間の累積雨量）の組合せによるものであり、降雨量が設定値を超えた場合に徐行や停止をさせるものである。しかし、この方法では連続雨量が設定値を超え停止措置がとられた場合に、雨が降り止み状態となっても設定値を下回るまで運転の再開ができないこととなり、降雨のパターンによっては長時間運転を停止させることもあり得る。これは、降雨パターンと盛土の安定性との関係が明確になっていないために生じるものであり、両者の関係が明確になる、すなわち盛土の安定性からみた降雨の降り止みの目安が明確になれば、降雨による列車停止といったダウンタイムを短縮することが可能となる。

そこで、降雨時の盛土の水位変動の状況を確認し、さらに地下水の変化と豪雨後の少降雨との関係を明らかにする目的で、山陽新幹線の盛土を対象とした実物大の模型散水実験を実施した。本報告では、実物大盛土実験概要と降雨時の盛土内水位変動との関係を報告する。

2. 盛土条件設定のための現地調査

実験の実施にあたり、山陽新幹線における盛土材料の実態を把握する目的で現地調査を行った。表-1に調査結果を示すが、実施箇所は過去降雨による盛土変状が見られた広島～小郡間の盛土（表中A～C）とした。表によれば、盛土材料はまさ土を主体とした砂質土であり、透水係数は $1 \times 10^{-3} \sim 3 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ の範囲にあることがわかる。

表-1 現地及び試験盛土の物性値一覧

| 採取位置 | A | B | C | 試験 |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 乾燥密度(g/cm^3) | 1.430 | - | 1.669 | 1.329 |
| 自然含水比(%) | 13.4 | 19.9 | 19.5 | 11.8 |
| 地盤材料分類名 | (SCs) | (SCsG) | (SCsG) | (SCsG) |
| 透水係数(cm/s) | 1.4×10^{-3} | 3.2×10^{-3} | 1.7×10^{-3} | 6.8×10^{-3} |
| Nc値(回) | | | | 2.30 |

3. 実験条件の設定

a) 材料の物理的性質

盛土の地下水変動に大きな影響を及ぼす要因の一つに透水係数 k が挙げられる。文献2)によると、 $k=5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 程度で盛土の地下水が最も上昇し易いとされている。そこで、2.で述べた現地調査の結果ともあわせ、実験盛土の目標透水係数を $1 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ とした。表-1に実験盛土の物理的性質を示すが、まさ土を使用し、構築後の盛土の透水係数は $6 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ であった。目標透水係数よりやや大きい値となったが、オーダーとしては概ね目標値に近いものとなった。

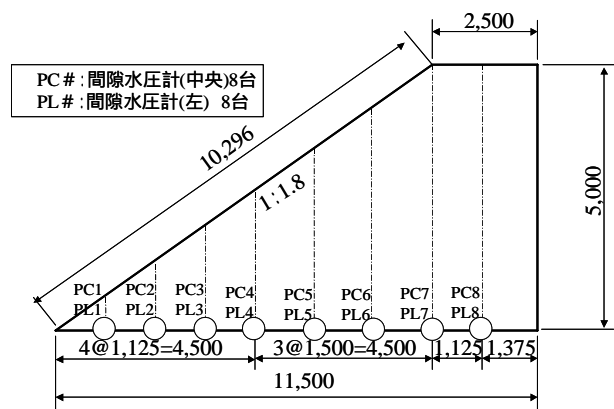


図-1 試験盛土形状図

キーワード：運転規制（降雨）、実物大盛土、地下水位

連絡先：JR 西日本小郡土木技術センター 〒754 - 0002 山口県吉敷郡小郡町下郷 1357 TEL：083 - 973 - 6312

b) 盛土形状と計器類の配置

図 - 1 に実験で用いた模型盛土の断面と計器類の配置を示す。のり面勾配は山陽新幹線の標準勾配の 1 : 1.8 とし、高さは実験装置の制約もあり 5m とした。奥行き（線路方向）は 6m の半断面の模型に対し、盛土底部に間隙水圧計（定格容量 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ ）を設置し水圧の変動を計測した。なお、PC シリーズは盛土幅中央に配置したもので、PL シリーズは盛土幅中央から 1.5m の位置に配置したものである。

c) 散水条件

散水パターンを図 - 2 に示す。なお、散水パターンは共に連続雨量 500mm であり、パターン 1 は 40mm の雨量を 12.5 時間にわたって散水したもので、パターン 2 は最近実際に観測され、運転停止の規制がかけられた降雨パターン(連続雨量 386mm)を 500mm に按分したものである。なお、各パターンの試験条件を一定にするため、試験前に予備散水を行い、あらかじめ設置した初期水位となった時点で散水を開始した。

4. 実験結果

図 - 3 はパターン 1 の、図 - 4 はパターン 2 の PL シリーズの間隙水圧計により測定された間隙水圧から近似した地下水位の経時変化を示したものである。両パターン共にのり先の PL2 では降雨開始後早い時間で地下水位が上昇を始める。のり面中央にある PL4 では、降雨終了とほぼ同時に地下水位高がピークに達し、その後緩やかに低下することが分かる。のり肩付近 PL7 では降雨終了後も地下水位高が上昇し、降雨終了後約 3 時間でピークに達し、その後低下傾向がうかがえる。これは、雨水が地表面から地下水位置に達するまでの時間が、のり面中央と比較して遅いためだと考えられる。なお、降雨パターンによる大きな違いは見られない。この様に降雨時の盛土の水位変動は、のり尻が早くから降雨に反応して変動し、盛土中央部ほど反応が遅くなる事が分かる。

5. まとめ

本報告では、運転規制の解除指標の検討にあたり、実際の山陽新幹線の盛土を参考にした実物大散水盛土実験を行って、地下水位の上昇傾向の把握を行った。この実験により、降雨時の盛土内水位変動の基本的な状況を把握することができた。

【参考文献】

- 1) 村上温他：鉄道土木構造物の維持管理、社団法人日本鉄道施設協会、1998
- 1) 池田俊雄：地質学と土質工学の接点、応用地質、Vol.31、No.3、1990

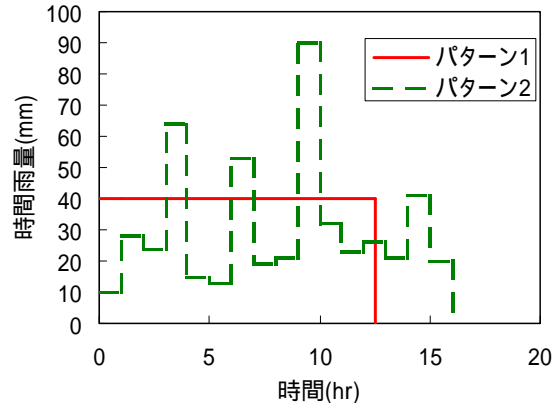


図 - 2 散水パターン

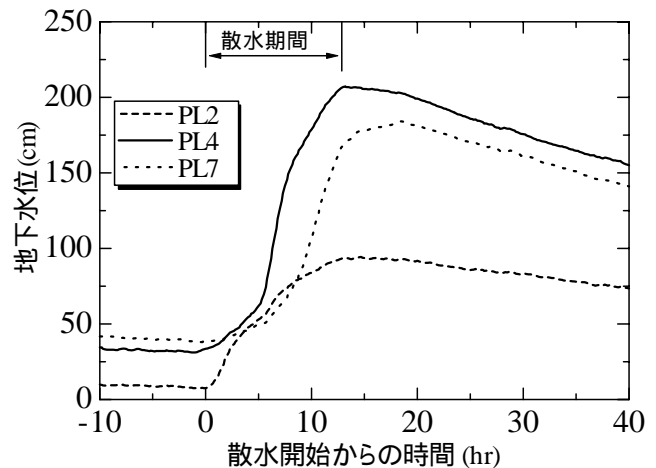


図 - 3 地下水位の経時変化 (パターン 1)

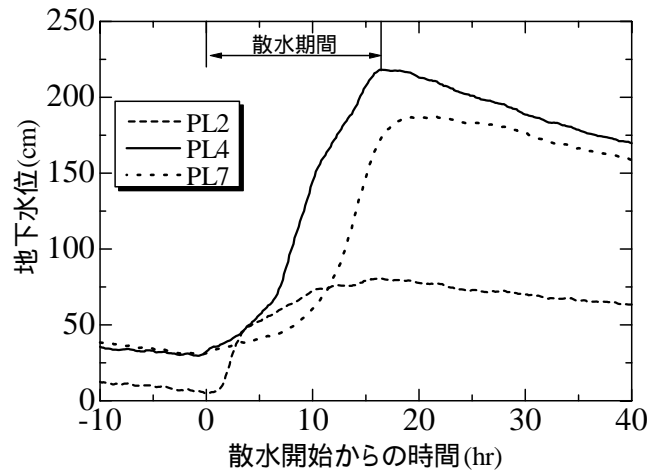


図 - 4 地下水位の経時変化 (パターン 2)