

鉄道盛土における水抜きパイプ工の排水効果に関する一考察

JR 東日本 正会員 神山 真樹 小林 敬一
島津 優 森 政明

1.はじめに

鉄道構造物にはさまざまな種類が存在するが、その1つに盛土構造物がある。鉄道盛土において、被害を受けやすい災害が降雨による土砂崩壊であり、その要因のひとつに盛土内の排水不良がある。対策工の1つとして水抜きパイプ工があるが、その有用性は過去の施工実績から明らかとなっているものの、具体的な排水特性については殆ど明らかとなっていない。

そこで本研究では、実構造物を用いた水抜きパイプ工の排水メカニズムの把握を目的とし、検証を行った。

2.対象盛土構造物の特徴

本研究の対象は、図1のように低地丘陵地が入り組んだ地形に位置する盛土である。また、簡易貫入試験より当該盛土の地質は砂質土、基底部は地山であり、沖積粘性土が分布している結果を得た。(図2参照)

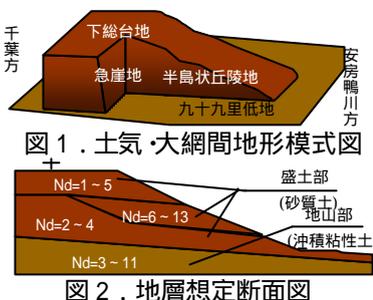


図1. 土気・大網間地形模式図
図2. 地層想定断面図

3.盛土内の水位挙動測定

図2より、地山部は粘性土であり、盛土との土性差より、地山と盛土の境に不透水層を形成していることが想定され、降雨時に土中水位が著しく上昇する可能性がある。このため、土中水位の変動の実態把握を目的として水位観測計を設置し降雨に伴う水位の経時変化の検討を行った(図3参照)。



図3. 水位観測計設置状況

3.1 非降雨時の土中水位挙動

まず、当該箇所の土中水位および未対策時の常時排水能力を把握するために、月間積算降雨量の最小月の土中水位測定結果を抽出した(図4参照)。

測定結果より、センサーから孔内水位までの距離(以下、盛土内水位)は1.1m付近であり、測定結果を直線近似すると、当該のり面の常時排水能力(収束排水勾配)は孔内水位に対して0.2mm/hであった。

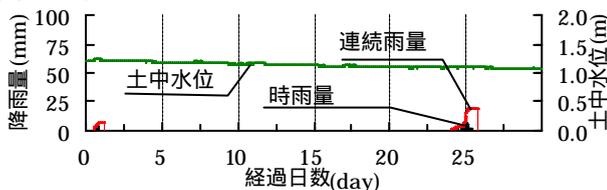


図4. 盛土内水位挙動測定結果(1)

3.2 降雨時の土中水位挙動(非対策時)

次に、未対策時の降雨時水位挙動を把握するため、最大時雨量15mm 連続雨量63mmにおける土中水位の測定を行った(図5参照)。

図5より、本降雨に対する当該のり面の降雨終了時から最高水位に達するまでの所要時間(以下、水位上限時間)は、約20.5hであることが確認できた。

また当該のり面では盛土内水位1.3m付近を境に、水位下降勾配が異なっている傾向が見えた。これは、水位上昇勾配においても同様の傾向である。また盛土内水位1.3m以下の水位下降勾配と図4で示した収束排水勾配がほぼ同勾配であった。

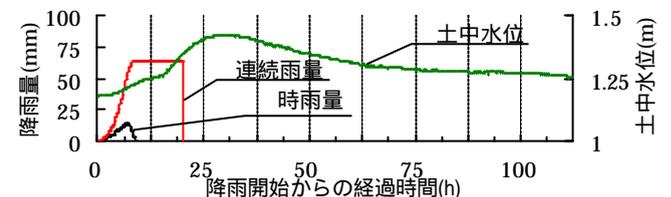


図5. 盛土内水位挙動測定結果(2)

3.3 降雨時の土中水位挙動(水抜きパイプ打設後)

土中水排水対策としてのり面上部に4段、のり面下部に2段の水抜きパイプの打設を行い、図5と類似した降雨形態における土中水位挙動を把握するため、最大時雨量10mm 連続雨量48mmにおける土中水位測定を行った(表1および図6参照)。

表1より、水抜きパイプ打設の有無に伴う土中水位挙動は、打設後のほうが低い結果であることから、水抜きパイプ打設による水位低減効果が確認された。

	水位上限時間(h)	水位上昇幅(m)
打設前	20.5	0.25
打設後	17.5	0.22
差(前-後)	3.0	0.03

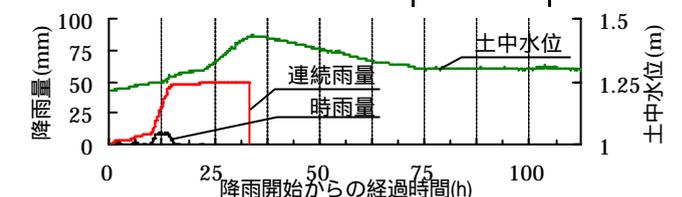


図6. 盛土内水位挙動測定結果(3)

4.盛土内水位低減に向けた更なる対策

前述より、水抜きパイプ打設による盛土内土中水位の低減効果が確認できたが、常時排水能力が低く、しかも滞水し易い地形であるため、盛土内の土中水位の低減に向けた更なる対策を講じる必要性が生じた。

そこで、擁壁に水抜き孔の削孔を行い、飽和土層の間隙水圧の低減を図った。本検討に際し、前述の降雨形態

Keyword : 鉄道盛土, 土中水位, 雨量, 修正連続雨量, 収束排水勾配

連絡先 〒260-0031 千葉県千葉市中央区新千葉 1-3-24 千葉支社 設備部工事担当課 TEL043-225-9153

に類似したデータがないことから、降雨量と水位上昇幅の関係を用いて総括的に判断した。(図7,8参照)

図8より、同一降雨量下で、盛土内水位は水抜き孔削孔後の上昇幅が最も小さく、水位低減効果を確認できた。これは、水抜き孔の削孔により飽和土層内に新たな空隙が形成された状態となり、盛土内水の排水経路(浸透路長)短縮が図れた結果、外部へ排出されたと推測できる。

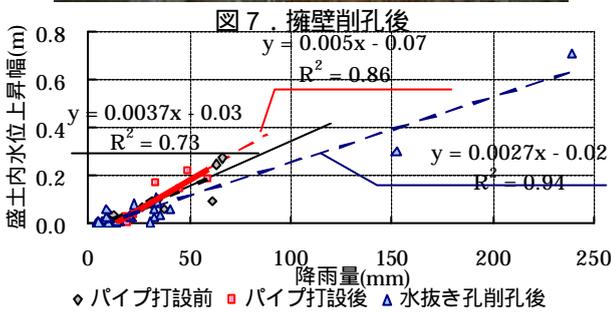


図8. 降雨と盛土内水位上昇幅の関係

5. 降雨量と盛土内水位の関係

前述までの検討結果を基に、より効率的な盛土内水位の低減方法を検討するため、水抜きパイプ打設前後および水抜き孔削孔後の3種に対して、降雨量と土中水位の関係性を比較検討した。

図8より、3種各々の相関係数は何れも0.7以上と、精度の高い結果が得られた。しかし降雨量のみを指標とする場合には、降雨継続時間や、直前の降雨履歴・土中水位等、水位上昇への影響因子を考慮できないため、降雨による土中水位挙動の傾向把握の深度化に向け、新たなパラメータの追加検討を行った。

まず、降雨前の降雨履歴・盛土内水位を評価するために、1回の降雨に対する影響範囲として図9のTを24h, 48h, 72hおよび96hの4種でそれぞれ検討した結果、T=48hが最も相関性が高かったことから、「降雨時間+48h」の総降雨量を「修正連続雨量」と定義した。

また、降雨継続時間の評価にあたり、第3章で検討した収束排水勾配を用い「収束排水勾配×降雨継続時間幅」で水位上昇幅を補正することとした。

以上の新規パラメータを用いた降雨量と土中水位の関係に対する再検討結果を図10,11及び式1に示す。

ここで図11の横軸に着目すると、パイプ打設前では修正連続雨量が12mm、パイプ打設後では19mmで水位上昇し始めているのに対し、水抜き孔削孔後は30mm付近まで水位上昇をしていない結果が得られた。

本結果より当該のり面に対し、水抜きパイプ6段打設は修正連続雨量にして7mm、水抜き孔により11mmの水位

上昇抑制に寄与していることが明らかとなった。

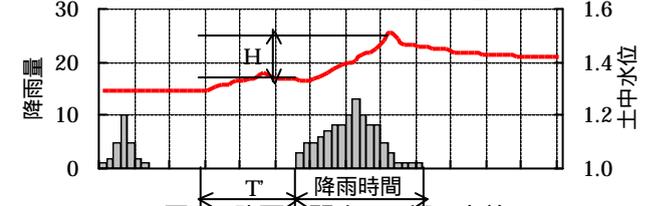


図9. 降雨に関する用語の定義

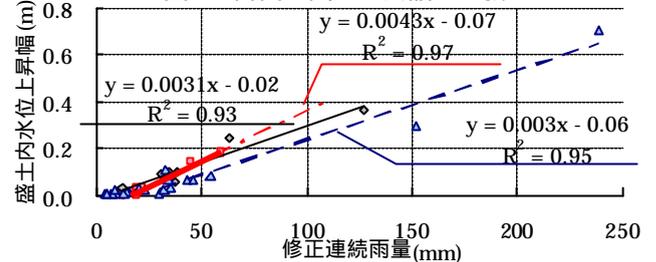


図10. 修正連続雨量と盛土内水位上昇幅の関係

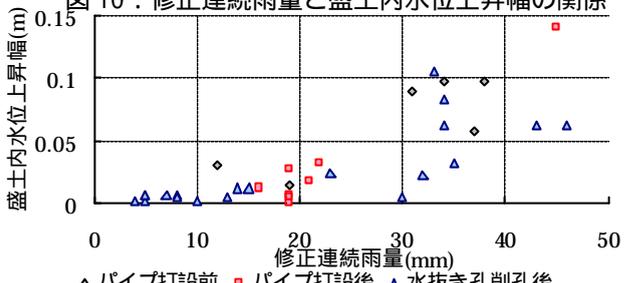


図11. 修正連続雨量(50mm以下)と盛土内水位上昇幅

$$H = a \cdot (R - T \cdot i) + b \quad \dots (式1)$$

- H : 盛土内水位上昇幅
- R : 修正連続雨量
- T : 降雨継続時間幅(=降雨時間+48h)
- i : 収束排水勾配
- a, b : 定数(測定結果から算出)

6. 水抜きパイプの土中水位抑制効果

前述までの検討結果を基に「水抜き孔1孔=水抜きパイプ1段」と仮定すると、当該のり面における土中水位抑制効果は、飽和土層内に打設した1段が非飽和土層6段とほぼ同等程度有していることとなる。

上記を鑑みて、当該のり面に対するより合理的な水抜きパイプの打設配置を検討した結果、飽和土層に対しての空隙(導水孔)新設、つまり対策工としては擁壁への水抜き孔削孔が最も効果的であったと思われる。

また水抜きパイプ打設により修正連続雨量にして7mmの水位低減効果が確認できたことから、経験降雨を満足しないのり面に対して、運転規制値改正に向けた取り組みに活用ができるものと思われる。

7. おわりに

本研究より、新たに定義した「修正連続雨量」等のパラメータを用いることで、降雨と土中水位の関係をより明確化することが出来た。

今後は、更なるデータの蓄積および別箇所での測定により、水抜きパイプの打設に伴う運転規制値改正に向け、傾向把握の更なる深度化を図りたいと思う。

本研究に際し、多くの方々にご懇篤なるご指導を賜りましたので、この場を借りて深く感謝いたします。