

浸透水排除対策の効果検証手法の開発

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 ○倭 大史
(株)高速道路総合技術研究所 正会員 平井 健太

1. はじめに

地震時に高速道路盛土の大規模崩壊が発生した要因を分析した結果、盛土内水位の高さが要因の一つであることが確認されている。高速道路では、このような崩壊被害を抑制するために、盛土内に浸透した水を速やかに排除する対策（以下「浸透水排除対策」という）が実施されている。しかし、対策前後における降雨条件の違いや季節変動を考慮した評価が難しいことから、その効果を検証する統一的手法は存在していない。そこで本研究では、河川流量の評価で用いられる「流況」の考え方を基に考案した「水位位況」という手法を新たに用いることで、季節変動を考慮した浸透水排除対策の効果検証方法について検討を行った。

2. 季節変動を考慮した盛土内水位の整理

季節変動に伴う盛土内水位の遷移を把握するため、高速道路盛土の水位観測データおよび降雨量を用いて水位を整理した。まず、盛土内水位と季節による変動を確認するため、1年以上の観測期間を有するデータを抽出した。その中には、降雨の影響を敏感に受けて短期間に急激な水位上昇を示すデータが見られた。急激な水位上昇を示すデータの傾向を把握するため、河川流量の統計的整理手法である流況を参考にした水位位況を用いた。図1の左側に示す盛土内水位の365日分の日水位データを、同図右側のように水位の高い順に並べ替え、1年間の水位変動図として整理し、5つの指標（①最高水位：1番目の水位、②豊水位：95番目の水位、③平水位：185番目の水位、④低水位：275番目の水位、⑤最低水位：365番目の水位）をそれぞれ求めた。

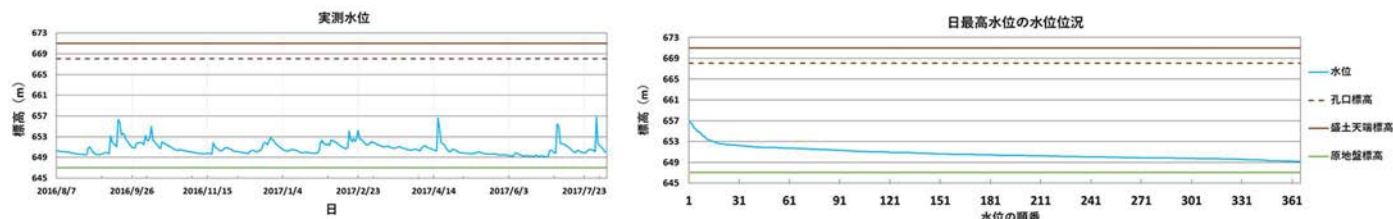


図1 水位位況の整理例

3. 水位位況による整理の結果

水位変動のなかに、降雨に敏感に反応する短期的な急激な水位上昇を示すなどの特異な水位変動が観測されている場合がある。その大部分の観測データは（最高水位-豊水位） \leq 盛土高 $\times 0.2$ を示す（図2）。最高水位が豊水位に対して盛土高 $\times 0.2$ 以上高いデータの観測孔では、降雨に伴う水位の急上昇が見られた。水位の変動幅は盛土高や盛土条件によらない結果であったため、特異な水位上昇を示す観測孔について個別に水位変動を分析した。その結果、同一盛土内の他の観測水位と比較して降雨時の水位上昇速度や上昇量が数倍高く、明らかに特異な水位変動を示すデータがあった。このデータについて、地盤調査報告書より以下の条件を有していることが関係すると推測される。

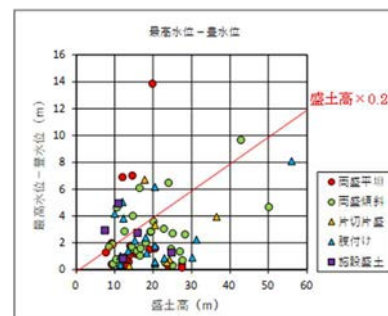


図2 盛土高と水位変動量の関係

条件1: 盛土材が層状に異なり、不透水層が形成されて盛土内水位が上下で分離した滞水形態となっている。
条件2: 盛土内の岩塊部分や排水層などの高い透水性からなる土層があり、大雨時にこの層を經由して観測井に水が流入している（水みちが存在している）ことが想定される。

要因について、現時点では推測の域を出ないが、降雨に伴う水位の急上昇が見られることから、浸透水排
キーワード 水位位況, 盛土補強対策, 盛土内水位, 浸透水排除対策, 実効雨量

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1 (株)高速道路総合技術研究所道路研究部土工研究室 TEL 042-791-1694

除工の効果検証においては、最高水位のみで評価するのではなく季節変動も考慮する必要があると考えた。

4. 浸透水排除対策の効果検証手法の検討

日下ら¹⁾は、浸透水排除対策前の実効雨量の解析結果から最も相関の高いパラメータ (α , n , d) を抽出し、同盛土の対策後の期間における降雨量と3つのパラメータの値を用いることで、無対策であった場合の水位を推定することができると考え、これによる対策効果の検証を試みた。また、「3. 水位位況による整理の結果」に示すように、最高水位のみを用いた評価ではなく季節変動も考慮する必要があると考え、実効雨量による推定水位を用いた手法および水位位況で整理した実測水位を用いた手法を併用した対策工の効果検証手法を考案した。図3、図4に、今回考案した手法による効果検証の例を示す。

手順1: 対策前の降雨量と盛土内水位の関係について、実効雨量による解析を行い、最も高い相関係数とその時の各パラメータ (α , n , d) の値を決定する。(図3)

手順2: 手順1の解析パラメータをもとに、対策後の降雨量から当該盛土において無対策とした場合の推定水位を実効雨量解析により算出する。(図3の青線)

手順3: 手順2の無対策を想定した推定水位と同期間における対策後の実測水位を比較する。(図3)

手順4: 対策前1年間および対策後1年間の実測水位を並び替えた水位位況の比較を行う。(図4)

手順5: 手順3,4の2通りの比較により対策効果を評価する。

例えば、図3に示す手順3の比較結果としては、降雨に伴う短期的な水位上昇は見られるが、その他の期間では対策後実測水位は無対策推定水位よりも低い期間が多く見られることから、対策の効果が認められる。この比較では、対策前後における降雨量の違いが考慮されているものの、推定した水位は実測水位を完全には再現できていないため、相関係数に比例した誤差を含んでいる。一方、図4に示す手順4の比較結果としては、最高水位は対策後のほうが高いが、これは短期的なものであり、豊水位から最低水位は対策後に恒常的に0.4~0.7mほど低下していることから、大半の期間において水位の低下が認められる。この比較では実測水位を用いているため、推定による誤差は含まれない。また、水位位況を用いることで季節による水位変動の影響も考慮できるため、対策前後の1年分の変動を踏まえた検証が可能である。しかし、年間降雨量の変化が考慮されていないという課題がある。それぞれの手法は特性が異なるため、双方の手法を用いて総合的に判断することを提案する。

5. まとめ

本研究では、高速道路盛土における水位観測データおよび降雨量を用いた整理分析による浸透水排除対策の効果検証手法について検討した。最高水位だけを用いて対策効果を評価することは難しく、季節変動を考慮した水位位況を用いて効果検証を行うことが有効であると考え、実効雨量と季節変動を考慮した水位位況を併用した方法を提案した。しかし、今回収集した水位データには1年以上観測されたものが少なかったため、今後更なるデータを収集し分析を行うことで、本稿で提案した手法の妥当性の検証を進めていきたい。

<参考文献>

- 1)日下寛彦ら:高速道路盛土における降雨による水位変動評価手法の分析, 第56回地盤工学研究発表会講演集, 2021
- 2)平井健太ら:浸透水排除対策の効果検証手法に関する検討, 第34回日本道路会議, 2021

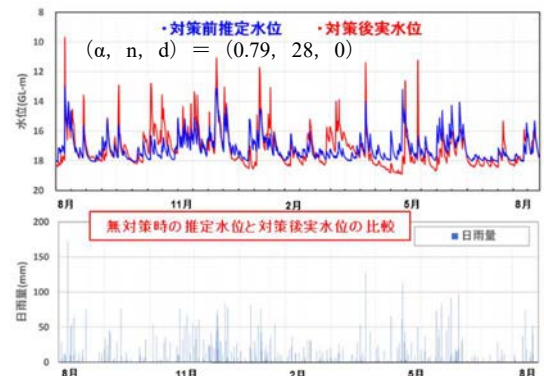


図3 実測水位と実効雨量による推定水位の比較例

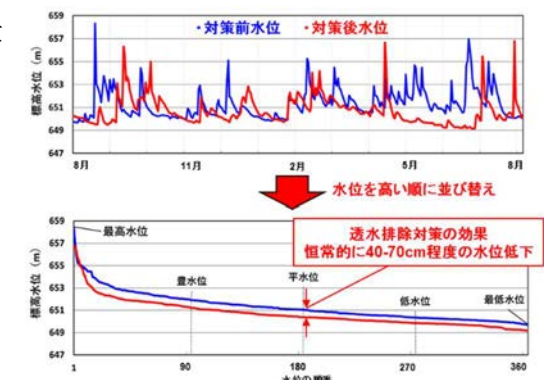


図4 水位位況による対策効果の評価例