

地下水低下の評価手法～実効雨量との比較による一例～

西日本高速道路エンジニアリング中国 正会員 ○木田 昌良
 西日本高速道路エンジニアリング中国 正会員 川波 敏博
 西日本高速道路エンジニアリング中国 正会員 秦 二郎
 西日本高速道路本社 正会員 村上 豊和

1. 目的

西日本高速道路株式会社が管理する既設盛土は、供用から30年以上が経過し、老朽化や劣化が顕在化している。また、近年の短時間異常降雨は増加傾向にあり、災害発生リスクが高まっているといえる。このような状況の中で、盛土を常時良好な状態に保ち、災害を未然に防ぐため、盛土内浸透水排除工が標準的な工法として行われている。

盛土の安定性には、地下水低下が大きく影響を与えるため、施工前後の地下水位データに基づく具体的な排除効果の確認が必要である。本論は、盛土の観測データを用い、「地すべり地下水排除工効果判定マニュアル(案)」¹⁾に示す実効雨量による地下水低下の評価を行った一例である。

2. 対象盛土(盛土A)の概要及び観測データ

盛土A模式図を図-1に示す。盛土Aは中国自動車道の高さ27mの2段盛土である。水抜きボーリング工の延長は、設計要領²⁾の水平排水層を参考に、のり尻からのり肩の水平距離の1/2とし、道路縦断方向には5m間隔で18本施工している。

地下水観測データは、のり肩から約5mにある自記水位計での日平均水位とし、降雨量データは、約5km離れた雨量計の日雨量とした。降雨量と地下水位の関係を図-2に示す。

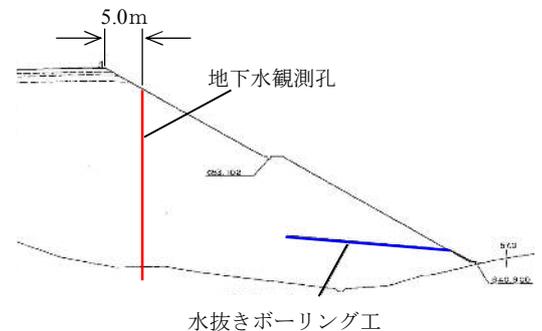


図-1 盛土A模式図

3. 実効雨量

実効雨量とは、過去に降った雨が時間の経過とともに浸透・流出することで変化する土中の水分を雨量に換算した値である。実効雨量は、降雨量と半減期により式(1)で表わされる³⁾。

$$R_G = R_0 + \alpha^1 \cdot R_1 + \alpha^2 \cdot R_2 + \dots + \alpha^n \cdot R_n \quad \text{式(1)}$$

R_G : 実効雨量 (mm), R_n : n 日目の雨量

α : 1日単位の減少係数 ($0 < \alpha < 1$)

ここで、nの日数は、 $\alpha^n \approx 0$ (現実的には 10^{-3} 程度以下)と判断されるnを選択する。また、減少係数 α は、雨の影響度合いが半分になる期間、半減期Tで表現できることから、式(2)で表わされる³⁾。

$$\alpha = (0.5)^{1/T} \quad \text{式(2)}$$

4. 実効雨量算出方法の提案

実効雨量算出における半減期の設定は、降雨と地下水位の変動により1日から14日を選定し、それぞれの半減期により算出した実効雨量と地下水位との相関が最も良い時とした。盛土Aの観測期間中の半減期と実効雨量と地下水位の相関係数の関係を図-3に示す。

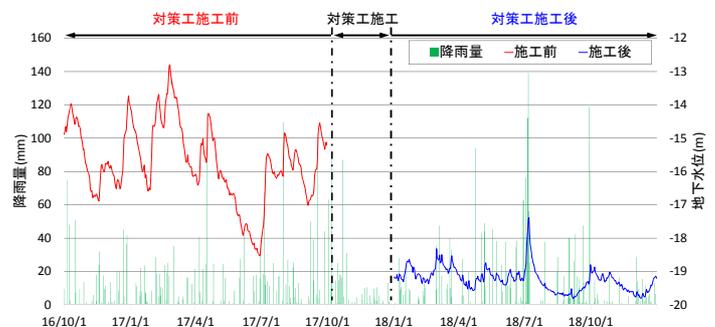


図-2 降雨量と地下水位

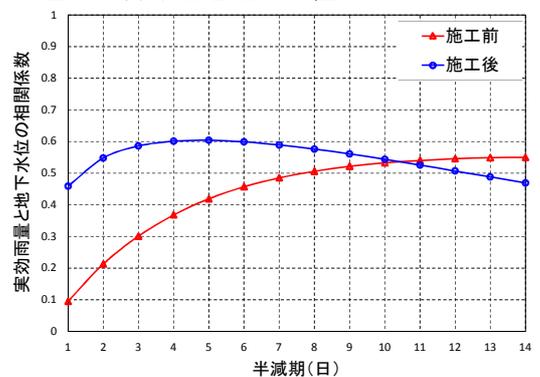


図-3 半減期と相関係数

キーワード 実効雨量, 地下水位, 浸透水排除工

連絡先 〒733-0037 広島県広島市西区西観音町2-1 第3セントラルビル6F TEL 082-532-1411

式(1)によると実効雨量は当日の雨量がそのまま換算されている。しかし、算出した実効雨量と地下水位を比較した結果、必ずしも当日降った雨がすぐに地下水位に影響しているとは限らないことが分かった。また、実効雨量は少ない雨量であっても加算していくのに対し、地下水位は少ない雨量では影響が無い場合もあることから、実効雨量と地下水位との相関が取りづらいのが現状である。

実効雨量での判定を行うには、できるだけ相関を高くする必要があることから、降った雨が地下水位の高さに影響が出るのが1日後又は2日後と想定し、式(3)(4)による算出を盛土A～盛土Dの現場で試みた。その結果を図-4～図-7に示す。実効雨量の計算に考慮する雨量を当日、1日後、2日後に分けた、それぞれの地下水位との相関係数を算出したところ、今回対象にした盛土では当日より相関係数が若干ではあるが上がる結果となった。これより、実効雨量を算出する上では、降雨が地下水位の高さに影響する時間を考慮することが有効であるといえる。

$$R_G = R_1 + \alpha^1 \cdot R_2 + \alpha^2 \cdot R_3 + \dots + \alpha^{n-1} \cdot R_n \quad \text{式(3)}$$

$$R_G = R_2 + \alpha^1 \cdot R_3 + \alpha^2 \cdot R_4 + \dots + \alpha^{n-2} \cdot R_n \quad \text{式(4)}$$

5. 実効雨量と地下水位の関係による確認

ここでは式(4)を用いた施工前後での実効雨量と地下水位の関係を図-8に示す。それぞれの近似線を比較すると、降雨量(連続雨量)が少ない時には約2.0m、多い時には約5.0mの地下水低下効果が確認できる。また、施工後の近似線の傾きが緩やかで、実効雨量に対して地下水位が上昇していないことから、降った雨が地下水位の高さに影響が出る前に排除できているといえる。

6. 当評価手法での課題

- ・実効雨量には、地下水位に影響がない少量の降雨は除外する必要がある。
- ・降雨が地下水位に影響する時間については、地盤の透水係数が1つの指標になると考えられる。

・インプットデータを時間単位で行うには、情報量が膨大となるため、システム構築が必要である。その場合、実効雨量算出式についても見直しが必要になる。

7. まとめ

本論では実効雨量を用いた評価手法により、実効雨量と盛土内水位の変動傾向が把握でき、地下水排除工の効果を確認できることがわかった。また、地すべり地下水排除工効果判定マニュアルに記載の実効雨量算定式(1)の一部を変更した、式(3)(4)を使うことによって、相関性が向上し、より精度の高い効果判定ができた。

参考文献

- 1) 独立行政法人土木研究所 土砂管理研究グループ 地すべりチーム, 地すべり地下水排除工効果判定マニュアル(案), 19pp., 2009.
- 2) 西日本高速道路(株), 設計要領, 第1集土工建設編, p.3-27, 2016.
- 3) 独立行政法人土木研究所 土砂管理研究グループ 地すべりチーム, 地すべり地下水排除工効果判定マニュアル(案), p.4, 2009.

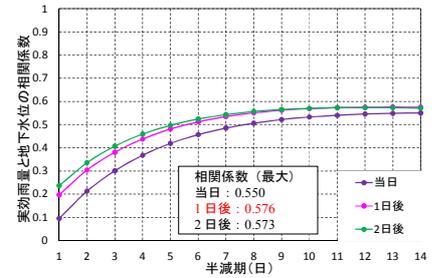


図-4 盛土A

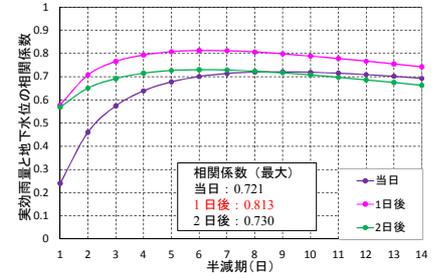


図-5 盛土B

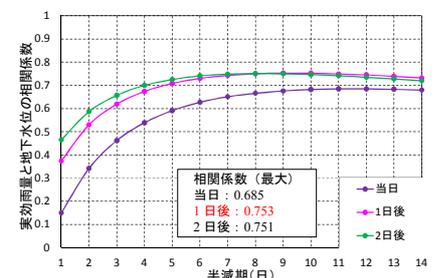


図-6 盛土C

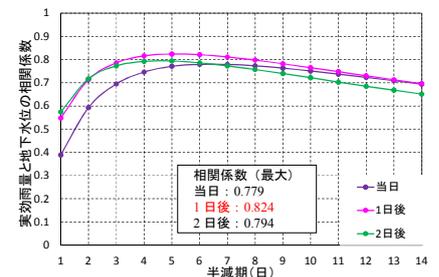


図-7 盛土D

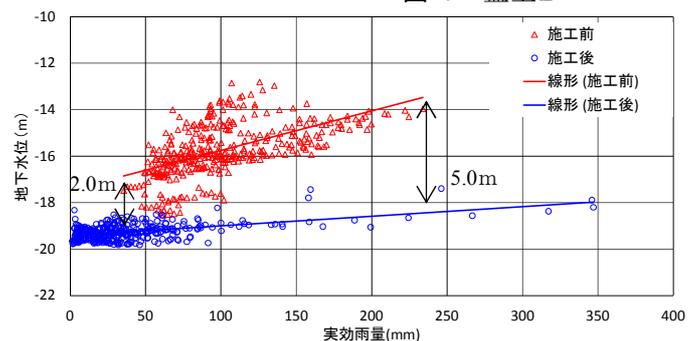


図-8 実効雨量と地下水位