

層状岩盤に働く間隙水圧特性

JH四国支社 高松技術事務所 学生会員 ○内田純二
 四国道路エンジニア株式会社 正会員 大寺正宏
 愛媛大学 工学部 環境建設工学科 正会員 矢田部龍一

1. はじめに

中央構造線北側に分布する和泉層群に建設された高松道、徳島道、松山道の切土のり面では、層理面に沿う平面すべりが多く発生している。和泉層群は砂岩と頁岩の互層からなり、特に中央構造線近傍の頁岩層は断層活動に伴う影響により粘土化している場合が多い。切土のり面での層理面に沿う平面すべりは、流れ盤構造や粘土化した面が素因となり、降雨に伴う層理面付近の間隙水圧の上昇が誘因となって発生すると考えられる。

変状が発生した切土のり面において、不飽和帯の層状岩盤の層理面に働く間隙水圧を測定し、降雨と間隙水圧の上昇の関係を把握し、変状発生時の間隙水圧を推定した。また、粘土化した頁岩の強度定数を一面せん断試験で求め、間隙水圧の上昇に伴うのり面安定を検討し、のり面对策として水抜きボーリングが有効であることを提案した。

2. 検討箇所

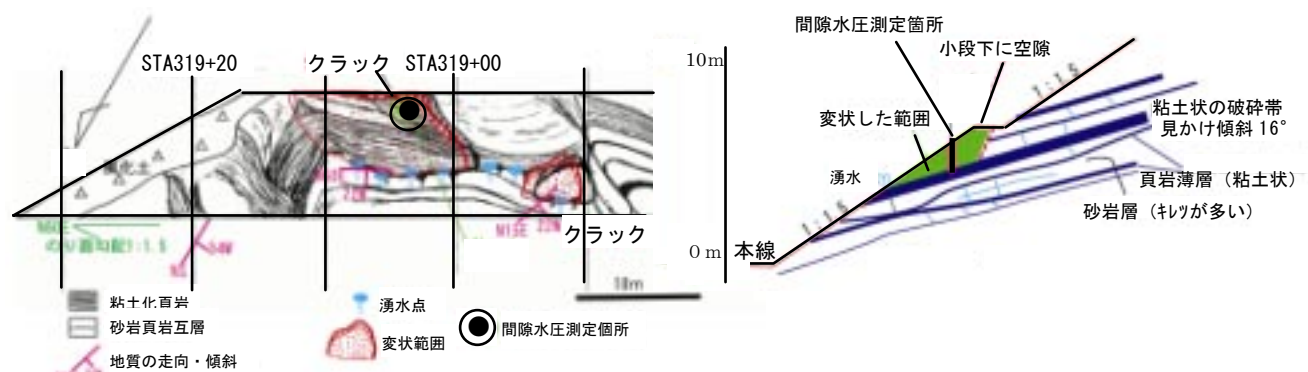
高松道（板野～鳴門間）は、吉野川北岸、阿讃山地南斜面の低山地を通過するため、中央構造線系の鳴門断層と近接して建設されている。

地質は白亜紀系和泉層群の砂岩、頁岩が分布し、中央構造線近傍のため、粘土化した頁岩を含む頁岩優勢の砂岩頁岩の互層である。層理面は $N60^{\circ} E \cdot 22^{\circ} W$ と切土のり面に平行な走向を有し、流れ盤構造となる。

3. のり面変状と間隙水圧計の設置

平面すべりで変状した切土のり面は、延長 70m、高さ 17m の 3 段のり面の最下段であり、のり面勾配は 1:1.5（約 34° ）で施工されていた。

連続雨量 26.5mm の降雨で、最下段のり面中央付近頭部に最大開口幅 10cm を有する亀裂が延長 1m で発生し、斜面長 1m 程度の範囲に変状が生じた。最終的には、同一のり面に新たな変状が幅 10m、斜面長 8m の規模で生じた。2 つの変状は、同一の流れ盤である粘土化した頁岩をすべり面としたものであり、幅 30m、斜面長 10m の規模である（図－1）。間隙水圧計の設置は、図－1 に示すとおりクラックの発生した付近の小段下に設置した。



図－1 変状状況と間隙水圧計設置位置

4. 降雨と間隙水圧の観測と分析

平成 13 年 7 月から約 4 ヶ月の間、変状した不透水層を底とした範囲の間隙水圧を初めて測定を行い、降雨と間隙水圧の関係を把握した。変状箇所和泉層群は、同層群の岩盤分類基準¹⁾と比較すると、亀裂間隔 3cm 以下の最も亀裂の発達した岩盤である。降雨と間隙水圧の関係は、図－2 に示すように、連続降雨量が、6.5mm 以下では間隙水圧の上昇はなく、間隙水圧が上昇した代表 10 降雨では、ピークの間隙水圧に達するまでの連続降雨量 R mm とピーク水位 W (GL m) の関係として、 $W=0.002R-0.36$ の式を得た。

キーワード：斜面安定、堆積岩、道路

連絡先：高松市朝日町 4-1-3 日本道路公団四国支社 高松技術事務所

TEL087-823-3511 FAX087-822-5170

また、降雨に対する代表的な間隙水圧の上昇状況を図-3に示した。

具体的に示すと、降雨開始後、間隙水圧が上昇し始める時間は、

最大降雨強度10mm以上が1～2時間連続した場合（ケース1）、

最大降雨強度5～6mm以下が4～7時間連続した場合（ケース2）、

であり、間隙水圧の上昇は、いずれの降雨に対しても急激であり、上記降雨の発生直後、10～20分程度で50～70cmの上昇がある。

図-2、3、4に基づき、タンクモデルを用いて変状発生時の連続降雨26.5mmに対する、のり面内の上昇した水位をGL-0.3mと推定した。

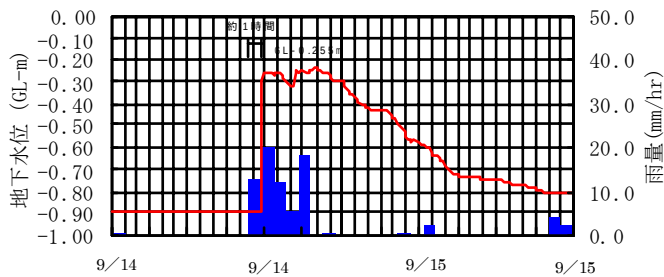


図-3 降雨開始後の地下水位（ケース1）の変化

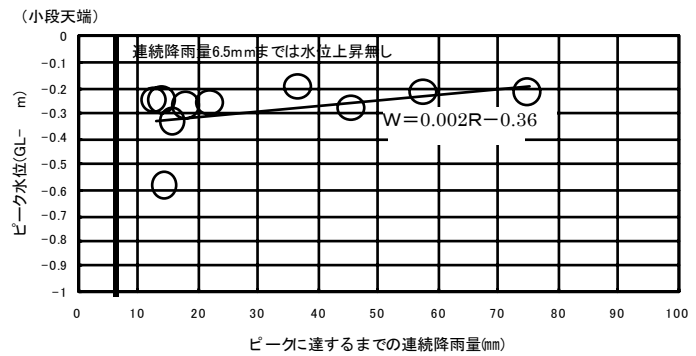


図-2 連続降雨量とピーク間隙水圧（水位）の関係

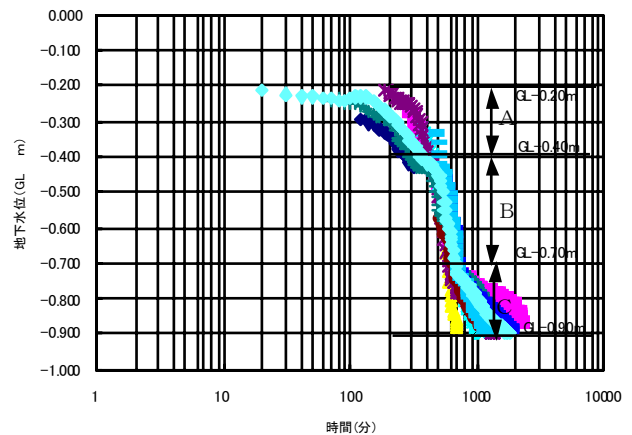


図-4 観測データによる減水曲線

5. のり面の安定度

のり面が不安定となる地下水位を求めるため、変状時の安全率を $F_s=0.95$ とした逆算による安定解析を行った。解析では、すべり面の試料による一面せん断試験で得た強度定数、 $C=0\text{ kN/cm}^2$ $\phi=25.1^\circ$ を参考に、逆算により、

$$C=2.1\text{ kN/cm}^2 \quad \phi=25^\circ$$

を推定した。この強度を用いると、地下水位の上昇に対して、のり面の安全率は、図-5に示すように不安定になる。

検討結果から、降雨直後のすべり面の地下水位を水抜きボーリングにより約0.5m程度抑制すると、図-5に示すように、安全率1.2を確保できる。奥原他(1984)²⁾によると、0.5mの地下水位を抑制する水抜きボーリング工は、のり面1段に深度5mの水抜きボーリングを水平間隔10mに配置することで対応できる。

6. まとめ

- ① クラックの発達した層状岩盤では、降雨強度10mm以上で1、2時間連続した場合および降雨強度5～6mmで4～7時間程度連続した場合、地下水位が急激に上昇する。
 - ② 層状岩盤の切土のり面安定対策は、水抜きボーリングが有効である。
- 今後は、同様の地質において今回得た水抜きボーリング工を提案し、その効果を確認していきたい。

参考文献

- 1) 宮島圭司 (1982) : 大鳴門橋の地盤調査(Ⅱ), 応用地質, Vol. 23, No. 1, pp. 46-56,
- 2) 奥原正由・緒方晴樹 (1984) : 地すべり地における地下水排除工の効果と問題点, 日本道路公団試験所報告 Vol. 21, pp. 13-20

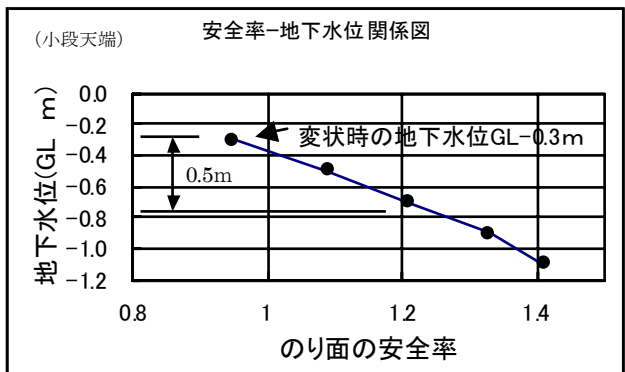


図-5 のり面の安全率と間隙水圧の関係