

盛土内の地下水挙動の調査事例とその考察

株式会社リクチコンサルタント

○大田 清栄, 前田 伊典

1. はじめに

近年、記録的な豪雨が頻繁に発生しており、斜面や盛土の崩壊が多くみられる。今回、造成地の谷埋め盛土において、豪雨後に盛土から多量の湧水が数日間続く現象が発生し、盛土法面に段差や陥没等の変状が多数生じていた。変状の誘因に想定される盛土内の地下水挙動を明らかにするため、ボーリング調査、水位観測孔を利用した地下水調査を実施し、明瞭な地下水流動層を捉えた調査事例について紹介する。

2. 盛土の変状

(1) 造成地の集水域

造成地周辺における集水域および地下水流動の推定経路を図-1¹⁾に示す。今回、湧水が発生した箇所は、谷部を造成した盛土(図中の黄色でハッチング)の末端部法面に位置する。造成前は、谷の中流部に溜池があり、その下流にあった水田用水に利用されていた。

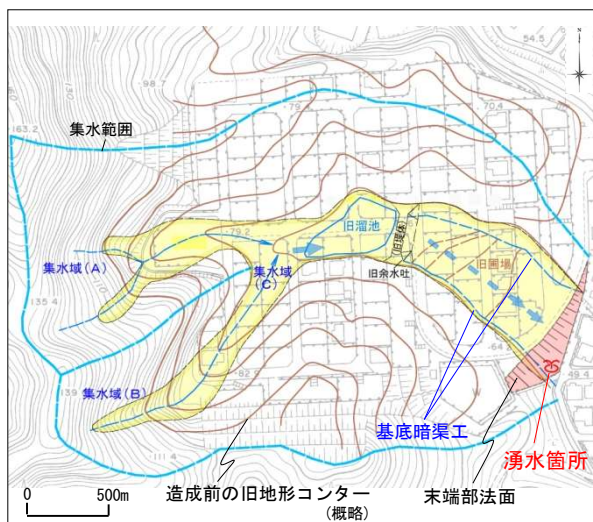


図-1 集水域および地下水流動の推定経路図

(2) 盛土の変状

盛土に生じている変状の詳細を把握するため、地表踏査を行った。その結果を図-2に示す。踏査結果の概要は、以下の通りである。

- ①宅地側からの暗渠と道路側溝の合流マスは、雨水渠への流出管口が著しく洗掘損傷(写真-1参照)
- ②盛土肩の歩道、路側部に開口キレツが雁行状に発生
- ③盛土法面に明瞭な陥没や引張りによる段差地形が多数発生
- ④盛土の中腹付近に湧水跡があり、豪雨時にはこの箇所から湧水を確認
- ⑤盛土尻に設置されたφ300 基底暗渠工は、口元から約9m付近で土砂堆積により閉塞

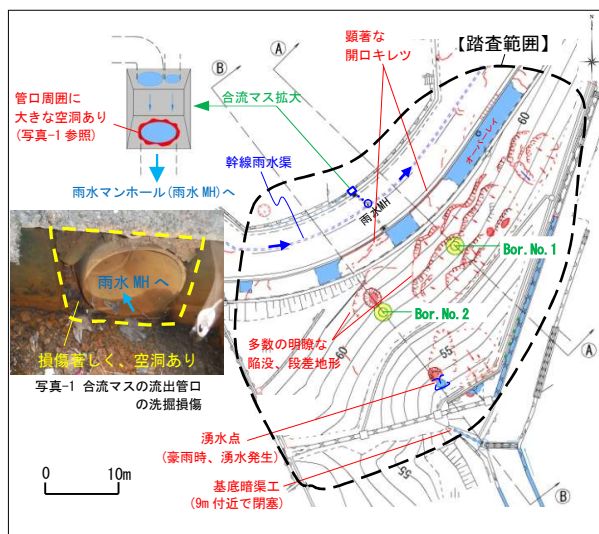
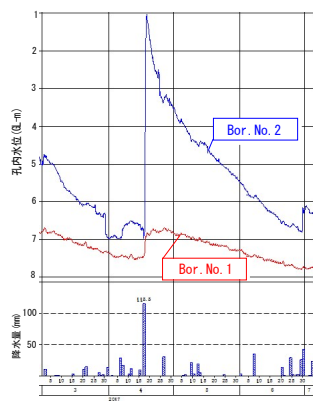


図-2 盛土部平面図及び地表踏査結果図

(3) 盛土の地下水変動

図-3に下記2箇所のボーリング孔における孔内水位変動図を示す。
[孔内水位の状況]
降雨に伴い Bor. No. 1孔は、緩慢な水位変動に対し、Bor. No. 2孔では急激な水位上昇が生じている。

図-3 孔内水位変動図²⁾

3. ボーリング調査

ボーリング調査は、造成前の旧地盤の地質、盛土材の土質性状及び盛土内に空洞の有無やゆるみ状況を把握する目的で実施した。ボーリング位置は、盛土中央部で Bor. No. 1、湧水点と明瞭な陥没箇所を結んだ線の中腹部で Bor. No. 2 の計2箇所である(図-2 参照)。

その結果を図-4の地質断面図に示すと共に、概要を以下にまとめた。

- ①ボーリング地点での盛土層厚はほぼ7m程度であり、旧地形の谷奥部に向けてやや厚くなる。
- ②盛土の土質性状は、全体に少量の礫を混入し、N値5~8の緩い砂質土からなる。なお、旧地盤との境界直上には、厚さ1.5m程度の砂質シルト状を呈する高含水の軟質土が存在。特に、陥没箇所に位置する Bor. No. 2 では、N値0~2と非常に軟質である。
- ③旧地盤の地質は、山地に隣接する Bor. No. 2 は薄い崖錐層が分布するが、谷の中央部にあたる Bor. No. 1 では欠如している。
- ④崖錐層の下位は、旧河床礫と考えられる砂礫層が2.5m程度の層厚で分布し、最下位は埋没谷に堆積した沖積粘土層からなる。

Bor.No.2 コア写真

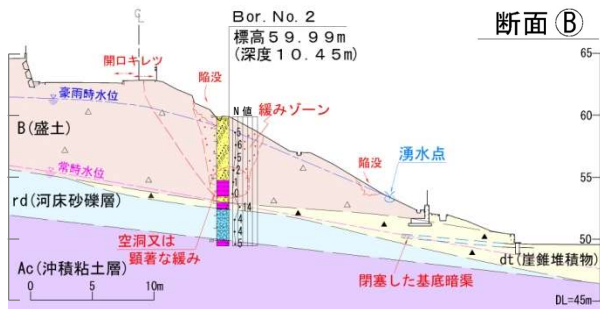
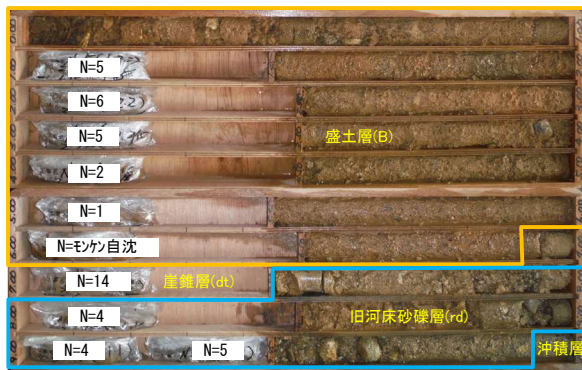


図-4 地質断面図及びコア写真(Bor.No.2)

4. 地下水調査(トレーサー試験)

(1) トレーサー試験の目的

洗掘損傷の著しい合流マス(写真-1参照)は、降雨時に側溝及び宅地側暗渠から流入した水が、損傷部を通して盛土内部へ浸透しているか否かを確認する目的で実施した。試験位置を図-5に示す。

今回、食塩水をトレーサーとして合流マスに投入し、地下水検層の手法により、孔内水の比抵抗値の変化を経時測定した。地下水検層は、孔内水位の上昇が著しいBor. No. 2孔で実施した。なお、この試験は降雨直後で、側溝水がマス内へ流入する最中に行った。

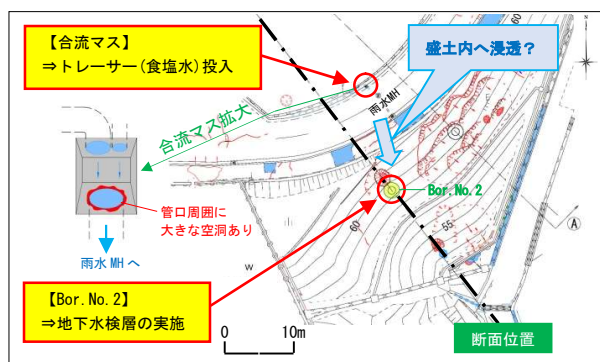


図-5 調査位置図

(2) 試験結果(図-6参照)

本試験により、明らかになった点は以下の通りである。

① トレーサー検出について

合流マスからトレーサー(食塩水)を投入したところ、孔内水の比抵抗値に明瞭な変化が認められた。トレーサーが検出されたことから、合流マスへ流入した水は、マス流出管口の損傷部から漏水し、盛土内へ短時間に供給されていることが分かった。

② トレーサー試験による地下水の流動について

図-7に示すように、今回の結果から盛土内の地下水挙動は、以下の4つに区分されることが分かった。

I : 合流マスの漏水が、水ミチにより直接 [A] へ流動する地下水。

II : 盛土表面を流下、浸透した雨水と合流マスからの漏水が混水して [B] へ流動する地下水。

III : 後背地から供給され、盛土基底部を流動する地下水。

IV : 基礎地盤内に滞留するやや深い地下水。

以上より、盛土直下の崖錐層が不透水層をなし、地下水は盛土と旧地盤内に賦存する2層構造であることが明らかとなった。また、経年的に不透水層の一部が破壊され水ミチを形成し、合流マスから漏水が直接、旧地盤内へ供給されるようになったと推察される。

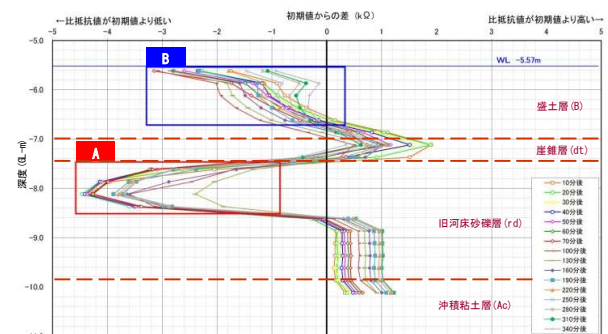


図-6 トレーサー試験 測定結果図(Bor.No.2)

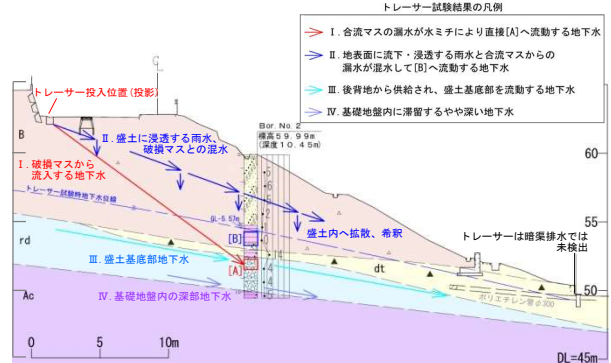


図-7 トレーサー試験結果の概要断面図

5. 変状の発生機構と今後について

(1) 変状の発生機構

豪雨時に地下水流動が顕著であった旧河床礫層に、基底暗渠工の閉塞並びに、合流マスからの漏水が加わり、盛土内は、大きな地下水位の変動が繰り返されている。その水頭変化により、盛土の土砂分が流出し、次第にゆるみが進行、一部に空洞を生じることで盛土に沈下、陥没及び湧水といった変状が生じていると考えられる。

(2) 今後の対応について

漏水が生じる合流マスを補修し、その効果判定を行うと共に、地下水流動層を考慮した水抜きボーリング工の追加対策を提案した。

《引用・参考文献》

- 1) 基図は都市計画図の一部を引用
- 2) 降水量: 気象庁、過去の気象データ検索

<http://www.data.jma.go.jp/>(確認日: 2017.3.1)