かご工により対策した火山灰質砂質土造成盛土の地下水位変動

日本大学工学部 正会員 ○仙頭紀明
日本大学工学部 学生会員　川崎 丞

1. 研究の背景　2008 年岩手・宮城内陸地震により，宮城県栗原市鶯沢工業高校(現 岩ケ崎高等学校鶯沢校舎)の谷埋め造成盛土が擁壁もろとも崩壊する被害が生じた [1)]．敷地内の盛土は，地山を切土した際に発生した火山灰を起源とする軽石を含んだ砂質土が主体であり，保水性が高く水はけが悪いことがわかっている [2)]．そのため盛土内の地下水位が高く，重力式擁壁背面に水圧が作用していたことが流動的崩壊の素因であると考えられた．その後の復旧では盛土の排水効果が期待できるかご工が擁壁として施工された [3)]．2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では，継続時間が長く，強い地震動が作用したにも関わらず，この盛土に変状は見られなかった．本研究では，かご工設置による対策効果を検証することを目的に，当該盛土の地下水位観測を実施し，降雨と地下水位変動の関係を分析した．

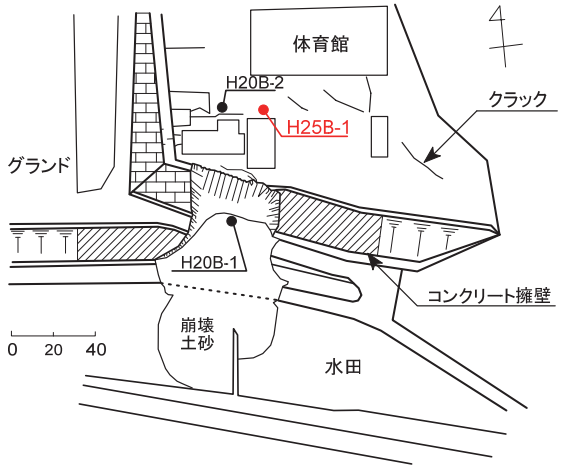

図 1　調査地点の平面図

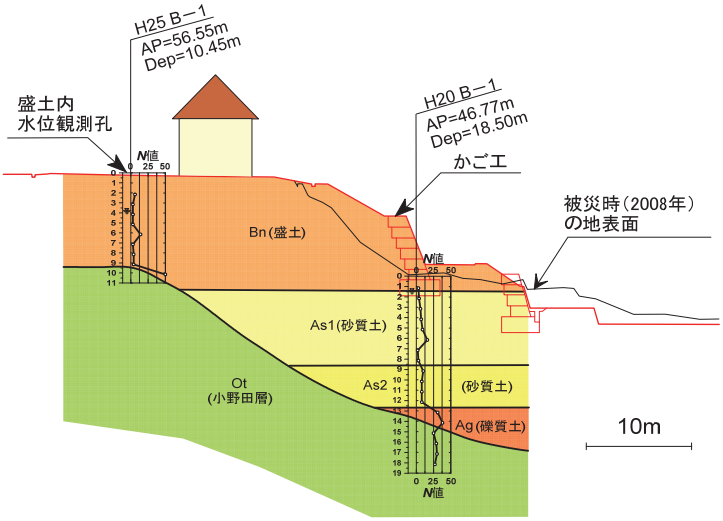

図 2　地質断面図

2. 調査概要　調査地点は宮城県栗原市鶯沢南郷新反田である．2008 年の被害状況とボーリング地点を平面図（図 1）に示す．調査位置は盛土の 1 箇所（H25B-1）であり，既存ボーリング調査位置(H20B-2)に近い場所を選定した．なお，かご工からは直線距離にして約 24m 離れた地点である．調査実施項目はボーリング，標準貫入試験および地下水位観測である．水位計の設置深度は GL-8.0m とした．観測は平成 25 年 7 月 30 日から開始し現在も継続中である．ここでは 11 月 30 日までの観測結果を示すこととする．

表 1　物理試験結果

深度 GL-(m)	土粒子の密度 (g/cm³)	含水比 (%)	粒度組成 礫 (%)	砂 (%)	シルト (%)	粘土 (%)	分類名
GL-2.15	2.549	24.2	12.0	52.6	19.4	16.0	礫混じり細粒分質砂
GL-3.15	2.549	27.6	8.6	74.2	3.2	14.0	礫混じり細粒分質砂
GL-4.15	2.452	33.4	14.4	60.3	13.3	12.0	礫混じり細粒分質砂
GL-5.15	2.501	31.3	11.3	58.3	15.4	15.0	礫混じり細粒分質砂
GL-6.15	2.546	23.5	7.9	60.3	17.8	14.0	礫混じり細粒分質砂
GL-7.15	2.491	32.6	13.2	59.7	12.1	15.0	礫混じり細粒分質砂
GL-8.15	2.687	22.2	3.1	56.6	16.3	24.0	細粒分質砂
GL-9.15	2.690	35.2	9.0	61.2	9.8	20.0	礫混じり細粒分質砂
GL-10.15	2.530	23.4					

3. 地盤調査結果　調査地点の地質断面図を図 2 に示す．盛土層(Bn)は細砂～中砂を主体としており，凝灰質砂岩の礫を多く混入する細粒分混じり砂であった．N 値は 3～7 程度(一部 N 値 14)を示しており緩い．盛土下位には，砂質土層(As1，As2)，礫質層(Ag)，基盤岩となる小野田層(Ot)で構成されている．砂質土層は，細砂～中砂を主体としており，礫混じり細粒分質砂であり，N 値は，As1 層が 1～9，As2 層は 8～15 と緩~中位である．小野田層(Ot)は，N 値 50 以上を示す硬質な凝灰質砂岩である．盛土材の物理試験結果を表 1 に示す．含水比は 30%を超える箇所もあり砂質土としては比較的高い．これは細粒分含有率が平均で 30%あり透水性が低いこ

キーワード　かご工　火山灰質砂質土　造成盛土　地下水位変動
〒963-8642　福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地　TEL 024-956-8710　FAX 024-956-8858

とや，土粒子密度が比較的小さく軽石を含んだ保水性の高い火山灰質砂質土であることが考えられる．なおボーリング時の自然水位は，GL-3.75m であった．

4．地下水位観測結果 7 月 30 日から 11 月 30 日までの日降水量と地下水位変動の関係を図 3 に示す．降雨データは当該地点から最も近い（直線距離にして 1.8km）気象庁アメダスデータ（鶯沢）を用いた．図より地下水位は約 4 か月間で GL-3.09m~-5.25ｍまで約 2m 以上低下している．その中で，連続した降雨または日降水量が 25mm を超えると地下水位は上昇し，無降雨または少雨が続くと低下していく．その傾向を詳しく見ると，8 月 31 日から 9 月 10 日の地下水位変動から日降水量が 10mm 程度の降水が 3～4 日続くと地下水位は上昇する．8 月 31 日から 9 月 18 日の間の時間降水量と地下水位変動の関係を図 4 に示す．9 月 3 日から 5 日にかけての断続的な降雨ならびに 9 月 7 日から 9 月 8 日にかけての時間雨量 14mm を含む連続降雨，9 月 15 日から 16 日にかけての断続的な降雨により地下水位が上昇している．詳しく見ると，降雨イベントの後，無降雨であっても時間遅れを伴って 2~3 日は水位が上昇し続ける傾向がみてとれる．また，図 3 では 10 月 15 日から 10 月 26 日までの 12 日間で地下水位が約 1m 上昇している．これは 10 月 15 日から 10 月 26 日までの間に日降水量が 35mm を超える日が 3 日あるためである．その期間を詳しく見ると図 5 の時間降水量と地下水位変動の関係では，連続した降雨イベントが比較的短い間隔で３回発生したため，地下水位は低下傾向を示すことなく上昇を続けたため GL-4.1m まで上昇した．その後はまとまった降雨イベントがなかったため 11 月 30 日までに地下水位は GL-5.25m まで 1m 以上低下した．

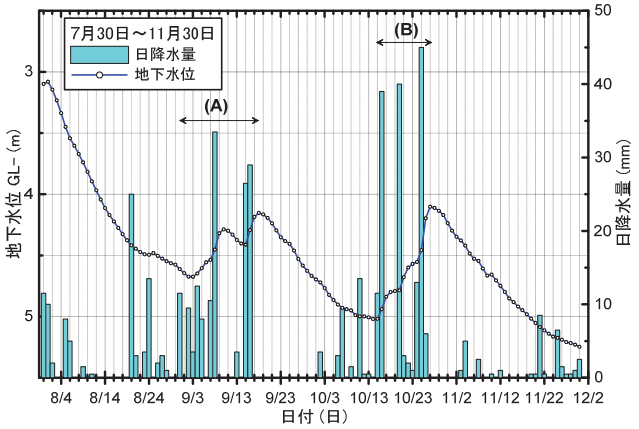

図 3　日降水量と地下水の関係

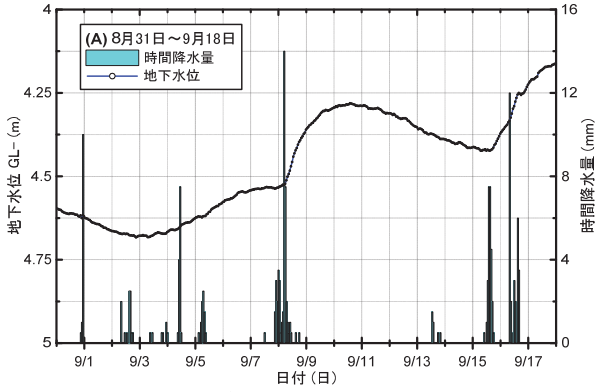

図 4　時間降水量と地下水位の関係

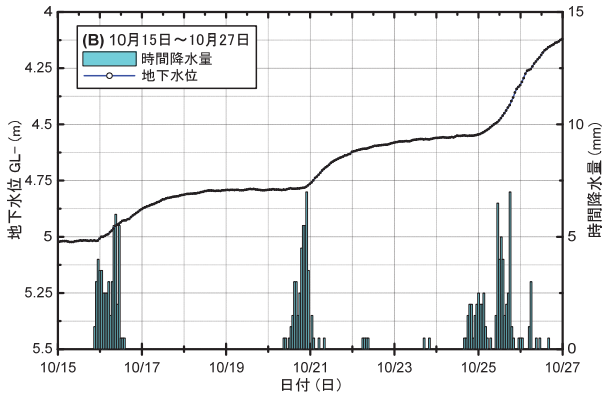

図 5　時間降水量と地下水位の関係

5．まとめ　かご工が施工された盛土において地盤調査と地下水位観測を実施した．その結果，盛土は細粒分含有率 30%程度の火山灰質砂質土で構成されており，自然含水比は 30%前後であった．また地下水位観測結果より，断続的な降雨または連続降雨により降雨イベント後にも水位は 2~3 日上昇し続けるが，無降雨状態が続くと地下水位は下降することがわかった．今後は観測を継続し，豪雨や融雪の影響を明らかにするとともにかご工の効果を検証するため非定常浸透流解析を行う予定である．

謝辞　宮城県教育委員会より調査データを提供いただきました．岩ケ崎高等学校には地盤調査と水位観測にご協力いただきました．記して謝意を示します．

参考文献　1)仙頭紀明,海野寿康,市川健(2009)：2008 年岩手・宮城内陸地震における栗原市鶯沢地区の造成盛土の崩壊について,第 44 回地盤工学研究発表会,pp.1449-1450．2)堀智博,中里寛,仙頭紀明(2010)：2008 年岩手・宮城内陸地震で被災した造成盛土の保水特性,土木学会東北支部技術研究発表会,pp.Ⅲ－53．3)平成 20 年岩手・宮城内陸地震 4 学協会東北合同調査委員会(2008)：平成 20 年岩手・宮城内陸地震災害調査報告書,pp.318-322.