

### 地下水位の高い高盛土の変状対策事例とその効果

西日本高速道路エンジニアリング中国(株) 正会員 ○多田 周平  
 西日本高速道路エンジニアリング中国(株) 正会員 柳迫 新吾  
 西日本高速道路(株) 板清 弘

#### 1. はじめに

富海 PA は、図-1 に示す山陽自動車道 徳山西 IC～防府東 IC 間に位置しており、昭和 61 年 3 月に供用した高速道路本線に追加盛土を行い、平成 16 年 4 月に整備された。しかし、供用後、富海 PA 建設に伴い張り付けた盛土部にクラックが発生したため、地表面からの排水対策を実施したが抜本的対策とはならなかった。この度、当該 PA の盛土部分の本対策を実施するための各種調査や対策工の検討内容、並びにその対策効果を報告する。



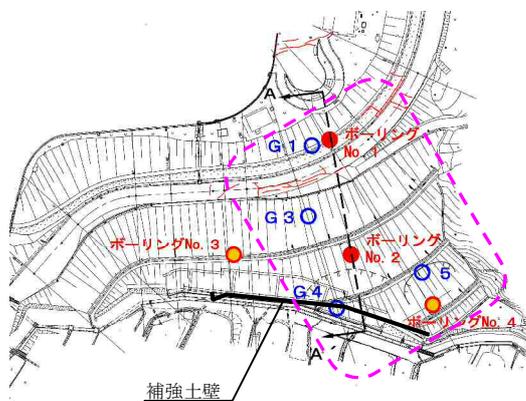
図-1 位置図

#### 2. 調査及び動態観測

富海 PA において、平成 16 年 10 月には盛土園地部に、12 月には側道にクラックが発生した。その後、変位は少しずつ進行し、擁壁の沈下や盛土のり尻部の補強土壁工の壁面の倒れも発生したため、平成 22 年から GPS 観測、平成 25 年には追加土質調査を実施した。

##### 2.1 土質調査および地下水観測

建設時の施工記録からは、地山のトレンチ掘削後に短時間で地下水が湧いてくること確認されており、建設当時より盛土付近の地山地下水位が高かったことが推測される。次に、盛土および地盤の土質・地質を確認するため、ボーリング調査を図-2 に示す 4 カ所で行った。その結果、図-3 に示すように盛土下の地山は泥質片岩が分布しており、下層数 m は N 値 50 以下の風化部で、さらにその下部に軟岩が分布していることを確認した。なお、地下水位は地山の風化部から盛土下部に分布していた。



＜凡例＞  
 ● パイプ歪計観測 + 地下水位観測  
 ● 地下水位観測  
 ○ GPS観測  
 [---] 変状範囲  
 [---] クラック  
 <TTT> 滑落部

図-2 平面図

##### 2.2 動態観測

当該のり面の現状変位を把握するため、図-2 に示す箇所において GPS 観測、パイプ歪観測および地下水位観測を実施した。

###### (1) GPS 観測

盛土や周辺道路等の安全安心を確保するために GPS による監視を行い、変位速度が増加した場合の緊急体制を構築した。動態観測を行った 5 年間では G-4 で最大 119mm の変位を観測しており、雨量が多い時に変位量が顕著に増加することを確認した。

###### (2) パイプ歪計観測

対策方法や対策深度を決定するため、ボーリング調査孔を利用し、パイプ歪計と水位計を設置した。なお、パイプ歪計観測結果より歪量の大きい深度の変位量が 100μ/月未満であることから、地すべり観測便覧<sup>1)</sup>を参考に地すべりの可能性は低いと判断した。

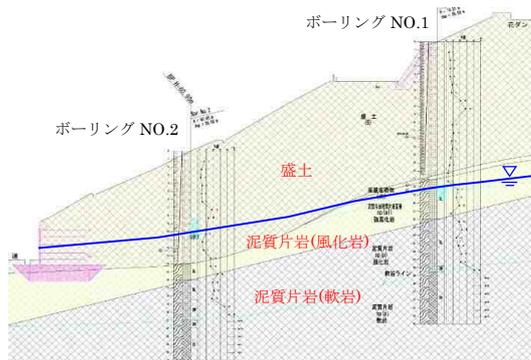


図-3 A-A 断面図

キーワード 盛土のり面, 抑制工, 抑止工

連絡先 〒733-0037 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

各観測結果より、パイプ歪量は月 100 $\mu$  未満と少ないものの、GPS による変位量が断続的に増加傾向であったため、現地踏査及びボーリング調査からすべり層を地山風化層と軟岩層の境界付近であると推測し、安定解析を行った。その結果、常時で 1.25、地震時（レベル 1）で 1.0 の安全率を確保できていない結果であった。図-4 は、最大抑止力（986.9 kN）円弧の解析断面図であり、その安定性照査結果は、表-1 のとおりである。

3. 対策工の検討

対策工の検討においては、設計要領第一集<sup>2)</sup>より、地すべりの対策は抑制工を優先することとしているため、始めに地下水排除工を検討した。なお、のり尻部に補強土壁があることや、盛土材の層厚が厚いこともあり、通常用いられる地表からの排水ボーリングでは地下水位低下効果が期待できないと判断し、集水井による手法を選定した。しかし、地下水排除工のみでは所定の安全率が確保できないため抑止工を併用することとし、グラウンドアンカー工と抑止杭工等の比較検討の結果、経済性や施工性、維持管理性から抑止杭工を選定した。なお、抑止杭工の検討は、補強土壁の変状状況により No.2+17 及び No.2+00 の 2 断面、盛土高が最大となる主測線断面の 1 断面で安定解析を行った。安定解析の結果、安全率を満足できていなかった No.2+00 及び主測線断面の最大抑止力に対し対策検討を行い、抑止杭 A と抑止杭 B を図-5 に示す位置に配置する計画とした。

4. 対策効果

地下水排除対策は平成 29 年 7 月末に完了し、集水井の施工時では、集水ボーリング掘進中に大量の湧水を確認した。地下水位の低下効果について平成 29 年 8 月の平均地下水位を確認した結果、図-6 に示す様に、同程度の月間降雨量であった平成 28 年に比べて約 2m 低下していた。また図-7 に示す様に、集水井施工前と施工後において同程度の降雨があった場合の地下水は 2.5 倍程度の速度で低下しており、効果的に地下水が排除されていることを確認した。なお、GPS 等の変位については、施工後より間がないため評価できていない。

5. おわりに

今回ののり面変状対応は、のり面点検により発見した変状を調査、観測、設計を経て、対策工の施工に至ったものである。今後も雨量、地下水位および変位量を継続して観測し、GPS 等の変位傾向より盛土の安定、対策工の効果を検証したいと考えている。今後も、安全安心の確保を最重要に考え業務を遂行していきたい。

参考文献

- 1) (社)地すべり対策技術協会 地すべり観測便覧編集委員会:地すべり観測便覧, pp.301, 1996.
- 2) NEXCO 東日本, NEXCO 中日本, NEXCO 西日本:設計要領第一集, pp.2-29-2-30, 2016.

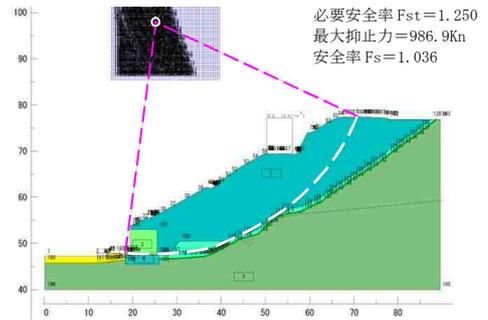
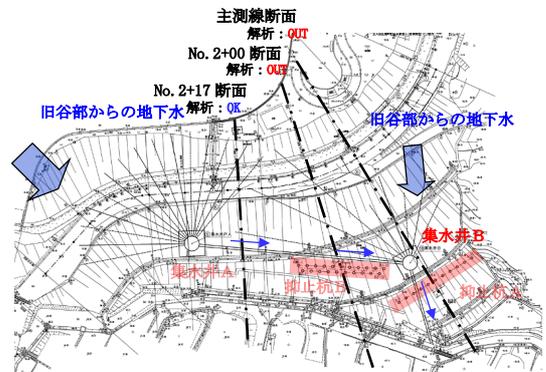


図-4 解析断面図(最大抑止力円弧)

表-1 安定性評価結果

確認する作用	要求性能	解析方法	最小安全率・残留変位量	最大抑止力
常時	性能1	単一すべり円弧を用いた全応力法	安全率:1.029 <b>OUT</b> (必要安全率1.25)	最大抑止力: 986.9(kN) 安全率:1.036
地震時(レベル1)	性能1	単一すべり円弧を用いた全応力法	安全率:0.902 <b>OUT</b> (必要安全率1.00)	最大抑止力: 481.2(kN) 安全率:0.902
地震時(レベル2)	性能2	ニューマーク法	残留変位量: 0.344m <b>OK</b> (残留変位量<1m)	



【対策工概要】

- ・集水井戸A:  $\phi$  3.5m, l=14m 集水ボーリング N=15 本(L=550m)
- ・集水井戸B:  $\phi$  3.5m, l=13m 集水ボーリング N=6 本(L=225m)
- ・抑止杭工A: SKK490- $\phi$  508 $\times$ t=12 N=11 本, @2.0m(L=201m)
- ・抑止杭工B: SKK490- $\phi$  558.8 $\times$ t=14 N=21 本, @1.0m(L=483m)

図-5 対策工平面図



図-6 地下水位の比較



図-7 降雨後における地下水の低下傾向