

## 地下水の高い地山に構築した盛土の変状事例とその対策

西日本高速道路(株) 会員○田上 涼平, 会員 竹本 将  
西日本高速道路エンジニアリング中国(株) 会員 柳迫 新吾

## 1. はじめに

山陽自動車道 徳山西 IC～防府東 IC 間に位置する富海パーキングエリア(以下、「富海 PA」という)は、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(図-1)。しかし、その半年後には盛土にクラックが発生し、その観測や地表面からの排水対策を実施してきたものの抜本的対策とならなかった。この度、当該 PA の盛土部分の本対策を実施すべく、各種調査や動態観測、安定検討を実施し、対策工を検討したことを報告する。

## 2. 変状の経緯

変状の概要を図-2 に示す。富海 PA では平成 16 年 10 月に盛土部路面にクラックを発見、12 月には側道にもクラックが発生した。このため盛土補強工事(水抜土留柵)を施工したが、変位は少しずつ進行し、盛土のり尻部の補強土壁の壁面の倒れも確認されたため、平成 22 年 6 月から GPS 観測、平成 25 年には追加土質調査を実施した。

## 3. 調査および動態観測

建設時の施工記録からは、地山のトレンチ掘削により水が浮いてくる状態が確認された。当該箇所の地山はもともと地下水位が高かったと推測される。

次に、土質・地質確認のためボーリング調査を 4 孔実施した。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、更にその下部に軟岩が分布していた。地下水位は地山の風化部から盛土下部に分布していた。また、のり尻に構築された傾き変状のある補強土壁の壁面を評価するため、図-4 に示す範囲について 3D 写真計測による変位計測を実施した。本手法は面的な変位を把握するためには有効であった。計測結果は表-1 に示すとおりである。壁面の倒れは壁高の 6.3%以内であり、すぐに崩壊する変位量ではないことを確認した。動態観測は、GPS 観測、パイプひずみ計および地下水位観測を実施した。

・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 年の間に最大 127mm の変位が確認されたが、盛土崩壊に至るものではなかった。



図-1 位置図

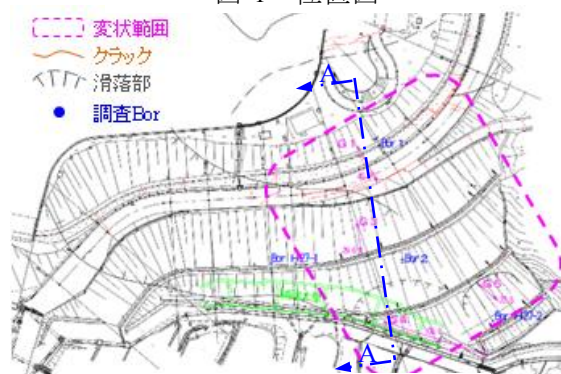


図-2 変状平面図

## A-A 断面

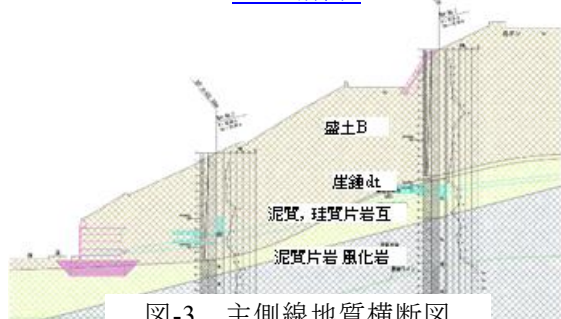


図-3 主側線地質横断面図



図-4 補強土壁の壁面変位調査箇所

表-1 補強土壁の壁面変位結果

|           | ①    | ②    | ③    | ④    | ⑤    | ⑥    | ⑦    | ⑧    | ⑨    | ⑩    | ⑪    |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 延長(m)     | 4.02 | 4.96 | 3.96 | 3.99 | 3.04 | 3.00 | 3.03 | 3.03 | 3.02 | 3.06 | 3.23 |
| X(m) 断面方向 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.18 |
| Y(m) 断面方向 | 0.25 | 0.26 | 0.11 | 0.18 | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.10 | 0.08 | 0.13 | 0.11 |
| X 縦断面方向傾斜 | 1.8% | 1.6% | 1.8% | 0.7% | 0.7% | 1.0% | 2.3% | 2.6% | 3.0% | 3.3% | 5.6% |
| Y 横断面方向傾斜 | 6.3% | 5.3% | 2.7% | 4.6% | 3.6% | 4.0% | 4.3% | 3.3% | 2.6% | 4.2% | 3.4% |

キーワード 盛土変状, 調査, 動態観測, 抑止杭

連絡先 〒745-0801 山口県周南市大字久米字東秋本 2803-1 TEL: 0834-33-9741 FAX: 0834-28-2669

- ・パイプ歪計観測：対策方法や対策深度の決定のため、ボーリング調査孔を利用し、パイプ歪計や水位計を設置した。

図-5 に地下水位と GPS 観測結果を示す。地下水位の上昇と GPS の変位速度増加の立ち上がりに相関があり、地下水位低下は効果的な対策と考えられる。

4. 安定性検討

現地踏査，ボーリング調査および動態観測結果等から，すべり層は主に地山風化層と軟岩層の境界付近と推測した。変位量は月 100μm 未満のため，潜在的なすべりではないが，変位量は少ないながら断続的に増加傾向ではあるため，安定解析を行った。土質定数の設定は，現地盛土から採取した試料から密度調整供試体を作成し 3 軸圧縮試験を実施して決定した。その結果，常時で 1.2，地震時(レベル1)で 1.0 を確保できておらず，対策が必要となった。図-6 は，最大抑止力(986.9kN)円弧の解析断面図である。安定性照査結果は，表-2 のとおりであった。

5. 対策工の検討

上記の調査および安定解析の結果を受け，対策工の検討を行った。設計要領第一集<sup>1)</sup>では，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，地下水排除を検討した。

のり尻部に補強土壁があることや，盛土材の層厚が大きいこともあり，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た。抑止方法としては，グラウンドアンカー工と抑止杭工等の比較を実施し，経済性や施工性，維持管理性から抑止杭工を選定した。対策工平面図を図-7 に示す。

6. 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，工事発注に至った。対策工としては押え盛土工が有効であったが，土地利用状態や工事着手の迅速性等を総合的に判断して断念した。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。

なお，本件等に当たっては，高速道路調査会シニアフェローの奥園先生に有意義なアドバイスをいただいた。この場をお借りしてお礼申し上げる。

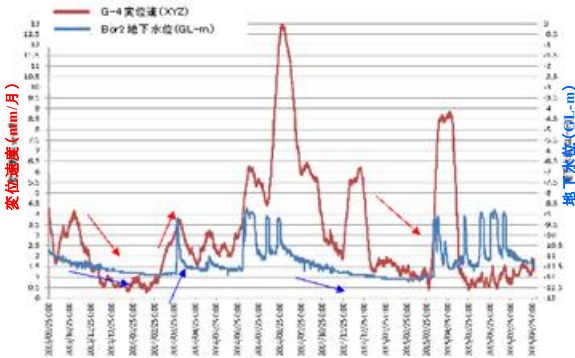


図-5 地下水位と GPS 観測結果

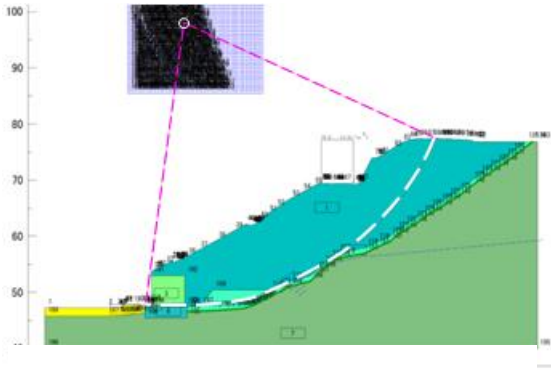


図-6 解析断面（最大抑止力円弧）

表-2 安定性照査結果

| 確認すべき作用       | 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 OUT<br>(必要安全率 1.25) | 最大抑止力:986.9(KN)<br>安全率:1.036 |
| 地震時<br>(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 OUT<br>(必要安全率 1.00) | 最大抑止力:481.2(KN)<br>安全率:0.902 |
| 地震時<br>(レベル2) | 性能2  | ニューマーク法         | 残留変位量:0.344m OK<br>(残留変位量<1m) |                              |

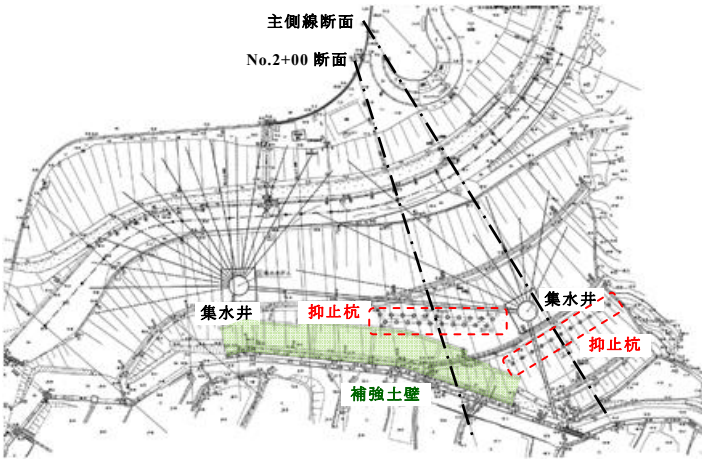


図-7 対策工平面図

参考文献：1) 東日本高速道路(株)，中日本高速道路(株)，西日本高速道路(株)；設計要領第一集土工保全編，平成 28 年 8 月