

大深度軟弱地盤の解析事例 Case study on Analysis of very deep soft-ground

○小西英治・平井良則
○KONISHI Eiji, HIRAI Yoshinori

1. はじめに

軟弱地盤上に土工構造物を設計するにあたり安定性の照査は重要であり、安定性が満足できない場合は軟弱地盤対策工を適用する必要がある。軟弱地盤上の土工構造物の安定性の照査は、常時の作用に対する土工構造物の沈下、安定及び周辺地盤の変形の照査を行い、必要に応じて地震動の作用に対する照査を行う。ここでは、大深度軟弱地盤の解析を行い、対策工法の妥当性を評価した事例を対象に、解析手法と解析結果を示す。

2. 解析の対象及び懸念点

一般道計画位置の軟弱地盤及び、その上に構築する道路盛土を解析の対象とした。軟弱地盤はN値4以下の砂質土と粘性土の互層が35m程度連続しており、砂質土層では液状化が発生する判定となっている。軟弱地盤上に盛土を構築することによる懸念点として、以下の3点を挙げた。(1)工事期間及び一般道供用後に発生する盛土法面の崩壊。(2)一般道供用後に発生する圧密沈下。(3)地震の発生による液状化時の地盤変形及び、隣接地への影響。

3. 解析手法

懸念点を照査するための解析手法を選定した。(1)については、斜面の安定解析を行い、盛土完了時、供用時、レベル1地震動時に斜面の崩壊(円弧すべり)が発生するか修正フェレニウス法により判定する。(2)については、圧密沈下解析を行い、盛土により発生する圧密沈下量とそれに要する日数、残留沈下量を一次元解析(e法)により算出する。(3)については、FEM変形解析を行い、レベル1地震動の発生による液状化時の変形量を求める。これらの3項目の解析を3断面で実施した。

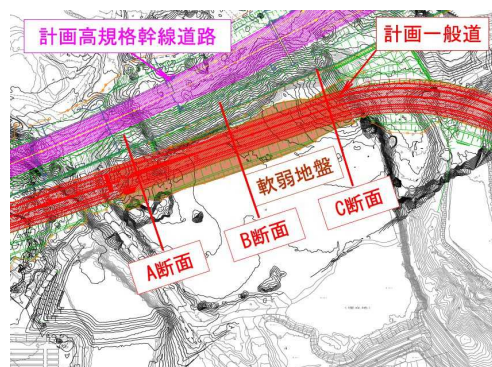


Fig. 1 計画平面図
Plan view

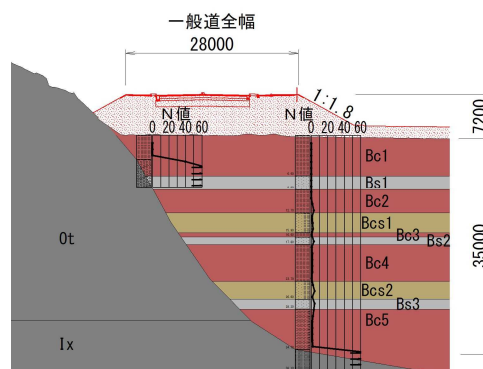


Fig. 2 地層推定断面図(B断面)
Sectional view of the presumed stratum
(section B)

サンスイコンサルタント株式会社 SANSUI CONSULTANT Co., Ltd

キーワード：土工構造物の解析，地盤の変形

4. 現況地盤における解析

池の中央部に位置する、最も軟弱で深度が深いB断面の解析では斜面の安定解析，圧密沈下解析，FEM変形解析ともに許容値から外れる結果となった。このことから，斜面の崩壊の防止，圧密沈下の促進，液状化時の変形量の低減となる対策工が必要であることが判明した。

5. 対策後地盤における解析

現況地盤解析の結果を踏まえ軟弱地盤対策工の比較検討を行い，本現場では圧密・排水を原理とするプレファブリケイティッドバーチカルドレーン工法(以下，PVD工法)を採用した。PVD工法とは，地盤内に透水体となるプラスチックドレーンを鉛直に多数打設し，載荷盛土をすることで，圧密排水距離を短縮し圧密促進する工法である。また，軟弱地盤の圧密・排水を効率的に行うことで地盤の強度増加を図ることができる。

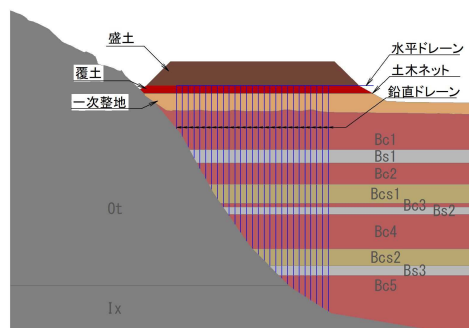


Fig. 3 PVD 工法概要図
Overview diagram of PVD construction method

そのため，対策後地盤の圧密沈下の解析では，排水距離の短縮を考慮した。また，対策後地盤の斜面の安定解析及び変形解析では，盛土荷重による鉛直応力の増加に伴う粘着力の増加を考慮した。解析の結果，対策後地盤では3項目の解析全てに対して許容値を満足する結果となった。

Table 1 地盤解析結果一覧 Result list of geotechnical analysis

	斜面の安定解析		圧密沈下解析				変形解析 (許容変位量:1000.0mm)			
	検討ケース	最小安全率 許容安全率	総沈下量 (m)	圧密度90%時			Y方向変位(mm)		X方向変位(mm)	
				沈下量(m)	残留沈下量(m)	放置期間(日)	正方向	負方向	正方向	負方向
現況地盤	盛土立上り時	0.755 < 1.100	1.11	1.00	0.11 < 0.20	630 > 90	604.0	1360.0	2670.0	113.0
	供用時	0.728 < 1.250								
	L1地震動時	0.351 < 1.000								
対策後地盤	盛土立上り時	2.235 > 1.100	1.16	1.04	0.12 < 0.20	76 < 90	0.0	609.0	459.0	12.5
	供用時	2.050 > 1.250								
	L1地震動時	1.002 > 1.000								

着色箇所は許容範囲外の解析値

6. おわりに

本解析では，軟弱地盤及びその上に構築する盛土の安定性の照査を目的とし，斜面の安定解析，圧密沈下解析，FEM変形解析の3種類の解析を行った。現況地盤では全ての解析で安定性が確保されない結果となった。対策後地盤では，軟弱地盤対策工により発現する効果を解析に反映させた結果，全ての解析で安定性を満足することを確認した。本現場では工事が未完了のため，今後はモニタリング調査(動態観測)を行いながら解析結果と照らし合わせ，実測値との相関を検証していきたい。本解析の事例が，軟弱地盤上に盛土構造物や農業水利施設等の構造物を設計する際の参考になれば幸いである。

- 参考文献 1)道路土工軟弱地盤対策工指針(H24.8)
2)道路橋示方書・同解説 耐震設計編(H29.11)