

大規模盛土の地盤安定性評価における地質調査の重要性

株式会社アサノ大成基礎エンジニアリング ○廣川 開、三浦 理司、
鎌田 佳苗

1. 事例の概要

□本事例は、大規模盛土造成地において安定対策設計のために実施された補足調査、解析である。補足調査では、盛土下部の軟弱層の正確な分布と土質強度を把握することが求められた。そこで、表面波探査では起振方法を工夫し、GL-20m 以深の軟弱層範囲を把握し、詳細なボーリング調査で各軟弱層の土質試験から土質定数を設定し、精度の高い安定解析を実施した。その結果、概略検討で想定した安定対策は不要であると判断された。詳細調査による地盤評価は、過剰な対策を防ぎ、事業工程を含めた、全体コストの最適化に寄与することを再認識したものである。

2. 事例分析のシナリオ

本事例は、図-2 に示す形状の軟弱地盤上の高盛土造成地の調査である。この盛土は1983～1986 年に造成されており、西側末端に擁壁（間知ブロック）がある。当該地の地形は某河川によって開析された氾濫平野にあたり、腐植土や腐植土混じりの粘性土などの軟弱粘性土が層厚 12m 程度堆積している。

盛土造成から約 30 年後の 2017 年度に法肩部で水平変位、2019 年に擁壁（間知ブロック）でクラックの変状が確認され、概略調査・解析の結果、これらの変状は円弧すべりに起因するものであり、対策工法の検討が必要であると評価された。

概略解析における強度定数の設定では、Ap 層 No.1 地点における粘着力 25.7kN/m^2 を沖積粘性土の全層に採用し、 25.7kN/m^2 を基準に各層ごとに強度増加率 m （粘性土＝0.3 有機質土＝0.2）に基づいて強度定数を推定する手法が用いられた。この設定は推定値に依存しており、実際の地盤強度に対して過小な評価を示している可能性があると考えられた。

本業務では、表面波探査で軟弱層の範囲を特定し、法尻部、中腹部、盛土上部でそれぞれ実施した詳細ボーリング調査より、土質強度定数を再設定し、再現性の高い安定解析を実施した上で、安定対策の可否について検討した。

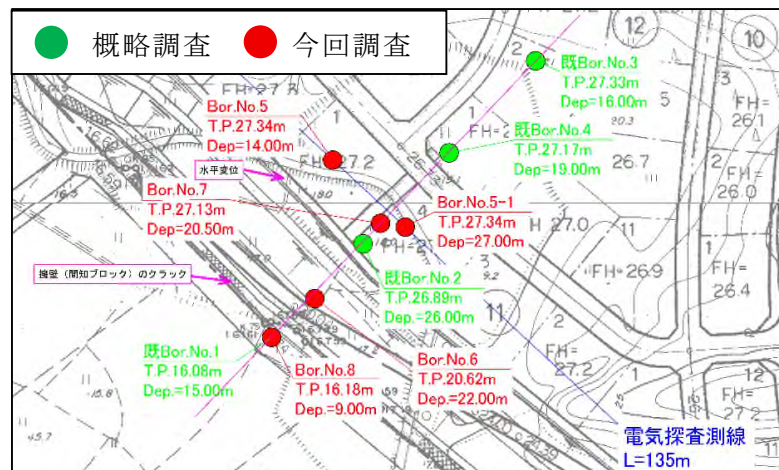


図-1 調査位置平面図

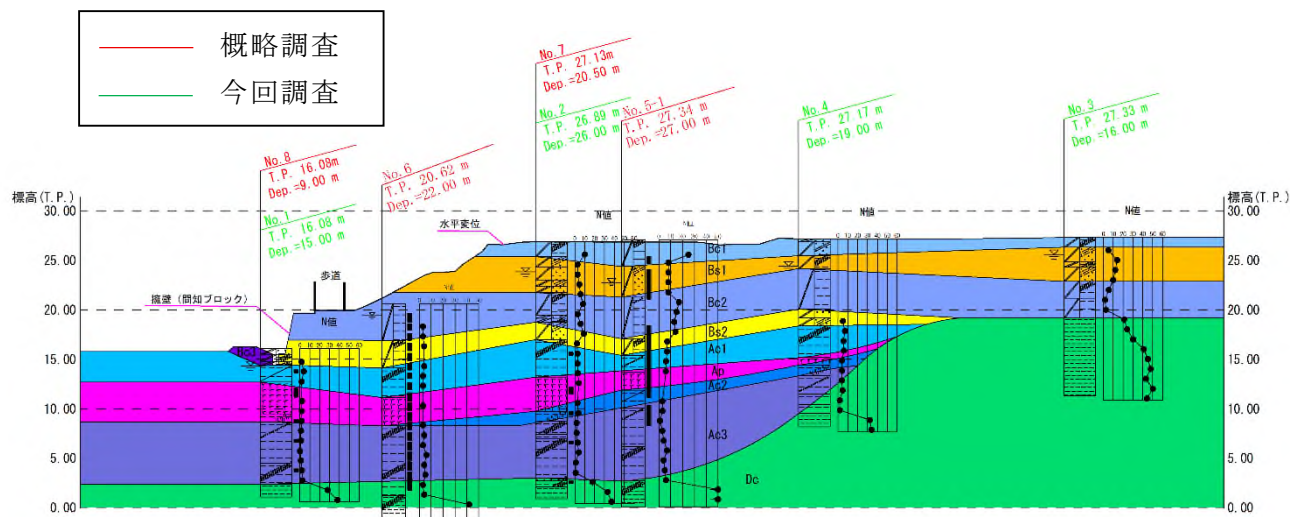


図-2 推定地層縦断面図

3. データ収集分析

(1) 変状の再評価

法肩部では、**写真-1**の歩道部で大きな段差が発生しているが、**写真-2**に示すように坂路には亀裂やクラックが確認されず、斜面小段に設置された水路にも押出などの変状が確認されていないことから、法肩部の変状は、肩部のみ限定されたものと判断された。

擁壁部では、**写真-3**に示すように水平に亀裂が走っており R2 年度に目地充填がされている。変状がみられる擁壁上部は集水地形となっており、擁壁背面が空洞化していることが確認された。**写真-4**の水抜き孔には土砂の流出していることと水平亀裂の範囲と背面の空洞化している範囲は一致しているため、擁壁の変状は背面空洞が原因であると考えられた。



写真-1 法肩部の変状



写真-2 中腹部の坂路



写真-3 擁壁の変状



写真-4 水抜き孔

(2) 表面波探査結果

図-3 に S 波速度断面図を示す。本業務では一般的なカケヤを使用せず、起振機により連続した振動を発生させ GL-20m 以上の深度の軟弱層境界を明確に判断することができた。軟弱層の下端深度は $L=25\text{m}$ であることが確認された。

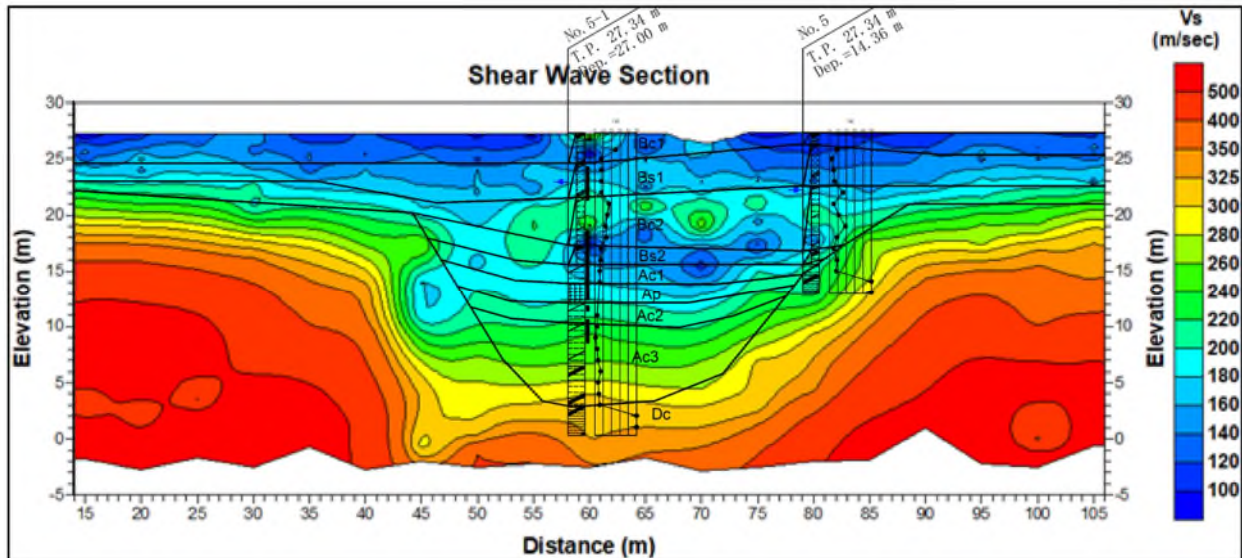


図-3 表面波探査結果

(3) 軟弱層の強度定数の評価

今回の調査では、各軟弱層の強度および強度増加率を詳細に確認するため、法尻部、中腹部、盛土上部の各地点で、各軟弱層を対象に三軸圧縮試験（CU）を実施し、土質強度定数を求めた。図-4 に Ap 層のモール円、図-5 に軟弱層の定数の比較図を示すが、概略時と比較すると強度増加率、粘着力が 20kN 程度大きい値を示し、概略時で設定した強度定数は、かなり安全側に設定していたことを確認した。

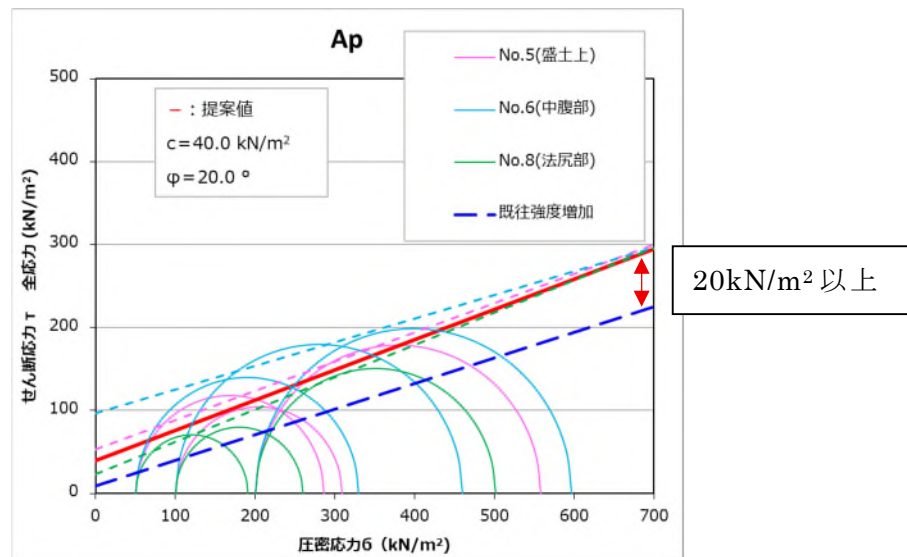


図-4 モール円重ね合わせ（Ap 層）

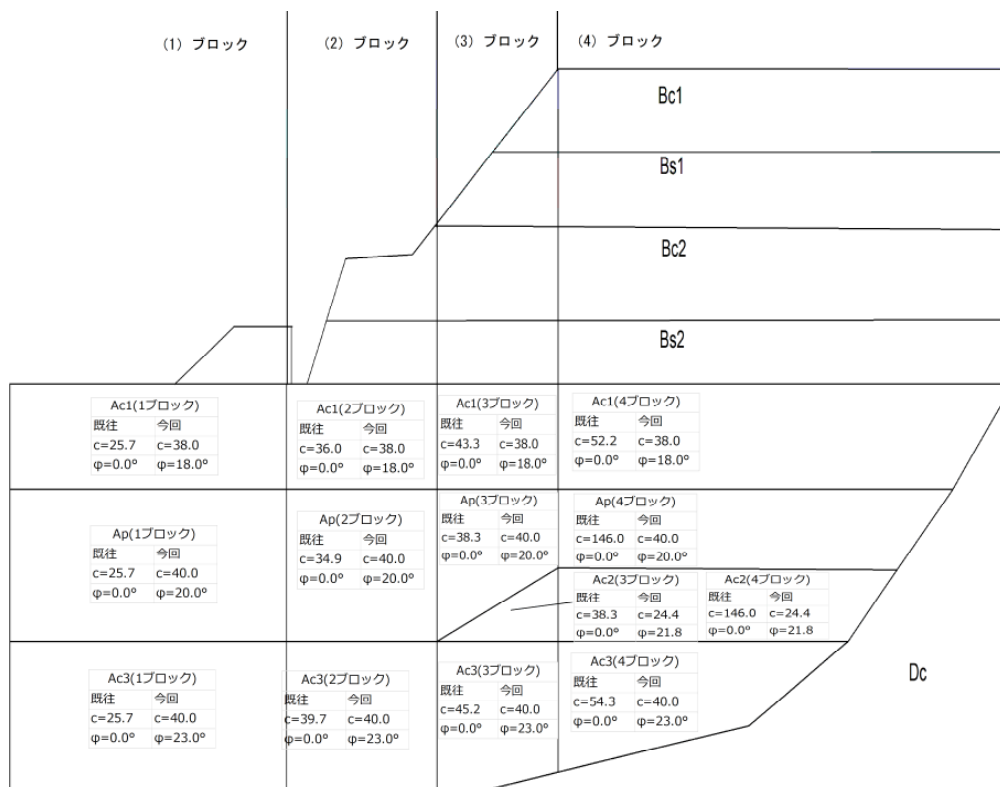


図-5 地盤定数比較図

今回設定した定数で現況解析を実施した結果を表-1に示す。前述で示したように、各軟弱層の強度定数は、概略時よりも大きい値を設定することとなり、常時、地震時ともに「盛土等防災マニュアルの解説」1) による許容安全率を満足することから、大規模盛土の常時、地震時の安全性は確保されていることを確認した。

表-1 安定解析結果

条件		最小安全率	判定
円弧すべり	常時 ($F_s \geq 1.50$)	2.239	OK
	地震時 ($F_s \geq 1.00$)	1.114	OK
複合すべり	常時 ($F_s \geq 1.50$)	2.425	OK
	地震時 ($F_s \geq 1.00$)	1.135	OK

(4) 変状の原因特定

盛土法肩の変状と擁壁との変状は①すべり破壊による変状と②圧密沈下による変状の可能性が考えられたが、現地踏査の結果から盛土法肩の変状と擁壁との変状は連動しておらず、安定解析結果より、①すべり破壊による変状の可能性は否定された。

②の圧密沈下による変状について確認するために、盛土の下位に堆積する各軟弱層を対象に圧密試験、間隙水圧試験を実施した。間隙水圧測定から過剰間隙水圧は発生していないこと、圧密試験から現状の有効応力に建物荷重を考慮した場合においても安定していることが確認され、盛土の下位に堆積する軟弱層の圧密沈下は終息し、安定した状態であると判断された。

変状の要因として、法肩部は盛土の締固め不足と地下水の影響、擁壁部は土砂流出に伴う背面空洞化によるものと結論づけられた。

4. マネジメント効果

本調査は、概略検討で想定された安定対策に対して、詳細な地盤情報を取得し安定対策が不要であると結論づけた事例である。

概略検討では必要な安定対策として、深層混合処理工法が採用され約 2.8 億の工事費が見積もられた。

このプロセスを通じて、詳細調査と再現性の高い解析によって、地質リスク（想定していた安定対策の必要性）を回避し、全体コストの最適化と効率的な事業運営に大きく貢献できることを示すものである。

5. データ様式の提案

「地質リスクを回避した事例（A型）」として、表-2 にデータ様式案を示す。

表-2 データ様式（地質リスクを回避した事例； A 型）

大項目	小項目		データ
対象工事	発注者		非公表
	工種		宅地造成
	工事概要		大規模盛土造成
	①当初工事費		調査、検討費 1000万円 対策工事費 2.8億円
リスク回避事象	予測されたリスク発現時期		概略調査検討時
	予測されたトラブル		盛土安定対策
	回避した事象		盛土安定対策工事の回避
	工事への影響		—
リスク管理の実際	判断した時期		詳細調査検討時
	判断した者		発注者、調査・検討受注者
	判断の内容		詳細地質調査の実施
	判断に必要な情報		地質分布及び性状
リスク対応の実際	内容	追加調査	追加ボーリング、室内試験の実施 表面波探査
	費用	追加調査	1700万円
		②合計	1700万円
変更工事の内容	工事変更の内容		対策不要
	③変更工事費		0
	間接的な影響項目		—
	受益者		
リスクマネジメンの 効果	費用（①－③－②）		-2.7億円
	工期		—
	その他		より詳細な調査を実施することにより過度な対策工事の実施を回避することができた。

《引用・参考文献》

- 1) 盛土等防災研究会（令和5年11月20日）：盛土等防災マニュアルの解説〔I〕 p.12