

# 不均質改良地盤のサンプリング事例

ハイテック株式会社 ○辻井 響己, 櫻井 皆生, 谷口 拓海

## 1. はじめに

調査ボーリングで実施する乱れの少ない試料採取, いわゆるサンプリングは, 土木・建築構造物の設計・施工に必要な地盤定数を得るため室内土質試験(力学試験)に供する試料採取を目的として行われるものである<sup>1)</sup>. より正確な地盤定数を得るためには, いかに採取時の乱れを少なくすることが非常に重要になる.

本稿では, 実際の地盤状況に合わせて採取方法を工夫し, 不均質な盛土地盤のセメント改良土からサンプリングを行った結果, 比較的良好な試料が得られたことから, サンプリング技術の事例として紹介する.

## 2. 調査概要と方法

### (1) 調査地の概要

調査地は標高140~200m程度の丘陵地内に位置する大規模造成地で, 調査地の地質は第四系更新統の未固結の粘性土・砂・砂礫層からなる. ボーリングは大規模造成地の谷部を埋める盛土法面で実施した. 盛土地盤は切土地盤から掘削された土砂からなり, 通常の締固めでは盛土法面の安定性が不足していたため, セメント配合による地盤改良が実施された.

調査は盛土法面の16箇所を対象とし, 法面の勾配は1:1.8~2.5, 盛土高は5~20m程度である. 盛土地盤の改良土のセメント添加量は, 円弧すべりが発生しないことを考慮した結果, 浅層改良における最小添加量の50kg/m<sup>3</sup>とされた. 図-1に調査地点の模式平面図を示す.

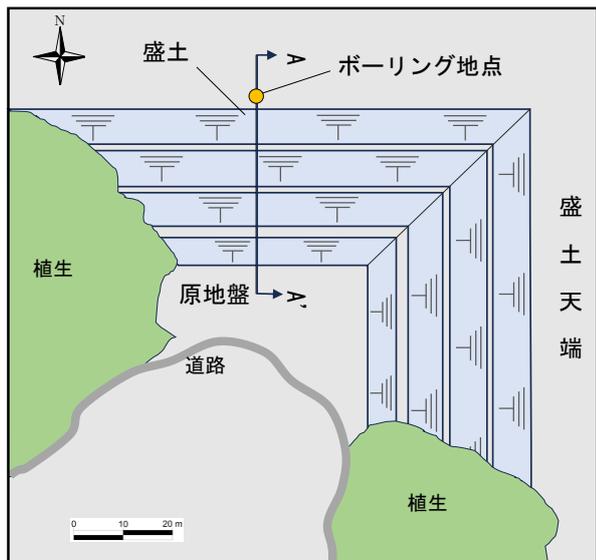


図-1 調査の対象とした盛土地盤の模式平面図

### (2) 調査方法・目的

ボーリングは盛土1箇所につき天端または法面上の中心付近にて鉛直方向に1孔ずつとし, 1孔につき盛土部の

上部, 中部, 下部で計3本のサンプリングを実施した. ボーリングは孔径φ86mmで実施し, サンプリング箇所以外はすべてノンコア削孔とした. 図-2に調査の対象とした盛土地盤の模式断面図を示す.

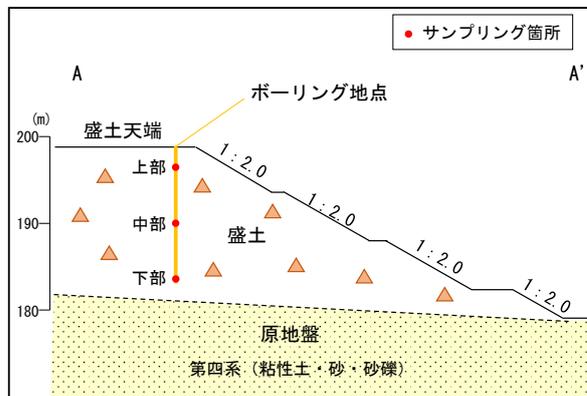


図-2 調査の対象とした盛土地盤の模式断面図

これらの試料を用いて改良体の品質を確認するための室内土質試験(力学試験)として, 一軸圧縮試験または三軸圧縮試験が別途実施された.

### (3) サンプリングに際しての課題

当該地点の盛土地盤は粘性土・砂・礫の混合物であり, 施工時にどうしても発生してしまうセメントの配合ムラにより改良地盤の強度がバラついていることが予想された.

### (4) サンプラーと今回用いた方法

地盤はその地質条件によって性質が異なるため, サンプラーも種々の地盤の性質に対応したものが数多く存在する. 表-1に地質調査におけるサンプリングで, 一般的に使用されるサンプラーの種類と対応する地盤の関係を示す.

表-1 サンプラーの種類と対応地盤<sup>1)</sup>

サンプラーの種類	構造	孔径(mm)	地盤の種類														
			粘性土		砂質土		砂礫		岩盤		軟岩	中硬岩	硬岩				
			軟質	中くらい	硬質	ゆるい	中くらい	密な	ゆるい	密な							
			N値の目安														
			0~4	4~8	8以上	10以下	10~30	30以上	30以下	30以上							
固定ピストン式 シノンロッド式 サンプラー	エキステン	単管	86	◎	○	○											
	水圧式	"	86	◎	◎	○	○										
ロータリー式二重管サンプラー (デニソン)		二重管	116		◎	○											
ロータリー式三重管サンプラー (トリプル)		三重管	116		◎	◎	◎	◎	◎	○							
ロータリー式スリーブ内蔵 二重管サンプラー		二重管	66~116		○	○	○	○	○				◎	◎	◎		

今回対象とした盛土地盤の材料と改良の不均質性を考慮すると、固定ピストン式シンウォールサンプラーやロータリー式二重管サンプラー（デニソン）によるサンプリングは困難である。ロータリー式三重管サンプラー（トリプル）は幅広い地盤に適用できるが、今回は改良により硬質化し、軟岩相当の部分が存在することが懸念されたため、ロータリー式スリーブ内蔵二重管サンプラーを採用した。

また、今回のサンプリングにあたっては写真-1に示す通り、内管をポリカパイプ（ポリカーボネイト製パイプ）に変更した。ポリカパイプは、透明で耐衝撃性、耐熱・耐寒性等に優れる素材である。これにより、運搬時の振動による変形を防止でき、さらに試験室でコアの取り出しも容易になり、サンプリング後の試料の乱れも防ぐことができた。



写真-1 内管をポリカパイプに変更した二重管サンプラー

### 3. 調査結果

#### (1) 採取作業における工夫

前述のように盛土地盤は硬質な礫や軟質な粘性土や流出しやすい砂が混在する不均質な組成であり、改良体の強度にもバラツキがあると考えられることから、硬質な礫を切れるビットを選定するとともに、軟質部を乱したり、流出させたりすることのないように回転数、給圧、循環水の送水量を慎重に見極めてサンプリングを行った。

具体的には送水量はコアの流出を防ぐために極力少なくし、1.50～2.00/分とした。ビットはダイヤモンドビット（インブリグネイテッドビット）を使用し、ビット側面に穴あけ加工を施すことによって、コアに直接当たる水の量を低減し、掘削水によってコアの軟質部が流出することを防いだ。また、孔壁保護およびコア採取率の向上を目的として掘削水にポリマー系増粘剤を添加した。増粘剤の濃度は高くしつつも送水を阻害しない程度の流動体となるように調節し、この状態を保つように注意した。

なお、サンプリングを実施しないノンコア部では、送水量は70/分程度とし、掘進速度を上げて工程の短縮に努めた。

#### (2) サンプリング結果

前述のような様々な工夫を施したサンプリングの結果、改良が十分ではない（コアパックから出すと崩れる

ほど）黄褐色の軟質な部分も、改良が十分効いていて軟岩相当（ハンマーの打撃で濁音、容易に割れる程度の硬さ）の灰色の比較的硬質な部分と同様に、乱れの少ない試料として採取することができた（写真-2）。

また、礫の多い箇所の一部では、礫と礫の間に数 cm 程度の空洞部が存在することを確認した。

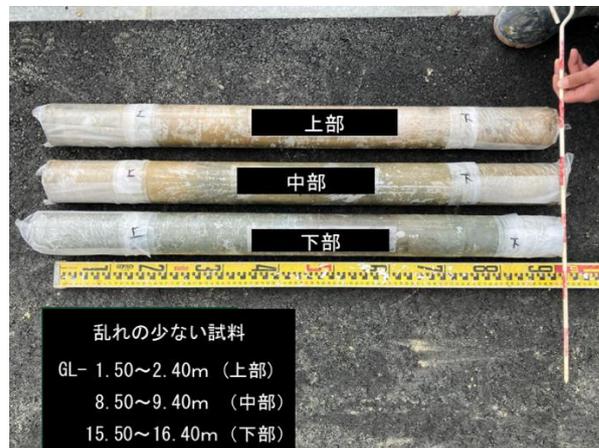


写真-2 乱れの少ないサンプリング試料

#### (3) 室内試験結果

サンプリング試料を室内試験用に供して一軸圧縮試験または三軸圧縮試験を実施した結果、大半の試料では盛土法面の安定性を確保できる必要な強度を満たしていることが確認された。一部、改良不足により強度を満たさない部分については、追加の地盤改良が実施された。

#### 4. まとめ

盛土地盤は概して不均質で性質は場所ごとに大きく異なることから、機械的に対応するのではなく、現場ごとに地盤材料の特徴を把握することが重要である。今回はロータリー式スリーブ内蔵二重管サンプラーを用いたことで室内試験に供することの可能な乱れの少ない試料を採取することができた。

具体的には、①ダイヤモンドビットを用いたこと、②ビット側面に小孔を設けたこと、③送水量を極力絞って工夫したこと、④掘削水にポリマー系増粘剤を添加した等を行った。また⑤ポリカパイプを用いることで採取試料運搬時と室内での試料取り出し時での乱れ防止を実現した。

なお、経験上、送水量を絞り過ぎるとコア詰まりを起し、試料を乱す原因となるため、送水量の調節が極めて重要であることを実感した。

#### 《引用・参考文献》

- 1) 地盤調査の方法と解説（2013）：公益社団法人地盤工学会, p. 173-174（一部加筆）