

## 計測ボーリングによる振動給圧式サウンディングの砂地盤への適用性に関する実験的検討

横浜国立大学工学部 学生会員 ○我妻達弥

横浜国立大学大学院工学研究院 谷和夫

基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 金子進

### 1.はじめに

近年、計測ボーリングの技術が開発され、掘削の状況が容易に、かつ定量的に把握できるようになってきた(谷, 1999)。ところが、計測された掘削変数の有効利用法が充分には確立されていない。

また、掘削変数の有効利用法の1つとして、現在、振動給圧式サウンディング(Instrumented Drilling with Cyclically Controlled Thrust, 以下ID-CCT)が提案されている(図1)。掘削変数のうち、軸力 $Q$ とトルク $T$ を計測して、地盤の見かけの粘着力 $c_{ap}$ と内部摩擦角 $\phi_{ap}$ を求めるサウンディング手法である。軸力を周期的に振動制御させ、軸力とトルクの間係を計測する。その計測値を、見かけの直応力 $\sigma_{ap}=Q/A$ 、見かけのせん断応力 $\tau_{ap}=T/G$ ( $A$ :ビット断面積, $G$ :ビットの断面一次モーメント)に換算し、1周期毎の $\sigma_{ap}$ と $\tau_{ap}$ の関係から回帰直線を求め、その切片を $c_{ap}$ 、傾きを $\phi_{ap}$ とする。

ID-CCTは、過去の研究(三枝, 2001; 中込, 2000)において、軟岩に対しての検討しかされていない。そこで本研究では、ID-CCTが砂地盤に対して適用可能であるかを検討した。

### 2.検討方法

ボーリングコアより供試体を作製し、物理試験と力学試験を行ない、その結果とID-CCTの結果を比較した。それぞれの試験の詳細を以下に示す。

#### 2-1.ID-CCT

実験は、千葉の砂地盤に対して行なった。実験条件は、メタルクラウンビットを使用、振動周期:0.1 または0.2Hz、計測間隔:0.05secである。計測には、計測値の信頼性の高さから孔底計測器を用いた。

#### 2-2.室内試験

試料の物理的性質を求めるため、物理試験として土粒子の密度試験、粒度試験、最大密度・最小密度試験を行なった。

試料の強度特性を求めるために力学試験として三軸

圧縮試験を行なった(供試体直径50mm,高さ100mm)。排水条件は $\overline{CU}$ である。有効拘束圧、供試体の相対密度、ひずみ速度を表1に示す。なお、相対密度は参考値とする。最大密度・最小密度試験において、試料がJIS A 1224の適用範囲外にあるからである。

### 3.室内試験およびID-CCTの結果と考察

各物理試験から得られた結果を表2に、三軸圧縮試験とID-CCTの結果を表3に示す。

#### 3-1.室内試験

土粒子の密度試験の結果から、一般的な土粒子の密度( $\rho_s=2.6\sim 2.7(g/cm^3)$ )に合致する値が得られた。このことから値の妥当性が証明できる。

粒度試験の結果から、試料の工学的分類は細粒分質砂(SF)である。

最大密度・最小密度試験の結果について、細粒分含有率 $F_c>5.0\%$ であるので本試験で用いた試料はJIS A 1224:2000の適用範囲外である。ゆえに、本試験で得られた結果は全て参考値とする。

三軸圧縮試験について、各試料に対し相対密度のばらつきが見られたので、相対密度(参考値) $D_r>80\%$ (密詰め)と $D_r<80\%$ (中密詰め)の2ケースに分類して検討する。また、 $c=0.0(kPa)$ と仮定した。これは、破壊点をプロットした際に、粘着力 $c$ が負の値をとったためである。

三軸圧縮試験の結果から、 $\phi$ に関して、一般的な砂地盤の $\phi'>30^\circ$ にほぼ合致する結果が得られたことから、値の妥当性が証明できる。

#### 3-2.ID-CCT

$c_{ap}$ 、 $\phi_{ap}$ の評価値には、三軸圧縮試験の供試体に対応した深度から得られた $c_{ap}$ 、 $\phi_{ap}$ のうち、相関係数 $r^2<0.5$ のデータを不良データとして棄却したものの平均値を用いる。

$\phi_{ap}$ に関しては、一般的な砂地盤の値に近いことから値の妥当性が証明できる。 $c_{ap}$ に関しては三枝(2001)により0(MPa)に近い値をとることが分かっており、それよりも

キーワード:計測, ボーリング, サウンディング, 砂  
連絡先(横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5・045-339-4038)

大きな値となったが、ほぼ  $c_{ap} = 0(\text{MPa})$  に近い値を得ることができた。

**3-3.三軸圧縮試験と ID-CCT の各結果の比較**

三軸圧縮試験と ID-CCT で得られた強度特性値を比較した結果を図2に示す。図2から以下のことがいえる。

- ①  $\phi_{ap}$  と  $\phi_{cu}$ ,  $\phi'$  の関係に関して、三枝(2001), 中込(2000)の研究で行なわれた泥質の軟岩においては、ID-CCT の結果は三軸圧縮試験の結果よりも過小評価する傾向が見られたが、砂地盤においては逆に過大評価する傾向が見られた。この違いは、従来の供試体が泥質の軟岩であったのに対し、本研究で用いた供試体が砂質土であるという、砂質と泥質の違いに起因していると思われる。
- ②  $c_{ap}$  に関しては、 $0(\text{MPa})$  に近い値を示すという点で三枝(2001), 中込(2000)の研究と一致している。

**4.結論と今後の課題**

ID-CCT は、調査地盤が砂質であるか泥質であるかを、コアの採取もしくはそれ以外の手段によって調査した上で使用すれば、室内試験で得られる強度特性値に近いサウンディング結果を得ることができる。かつ、調査地盤が砂質であるか泥質であるかは、コアの観察のみでほぼ識別可能であるので、ID-CCT のサウンディングとしての効果は高い。

本研究では上述のような結論が得られたが、砂質地盤と泥質地盤の違いからサウンディングの結果に差が出てしまう原因について、今後検討していく必要がある。

**参考文献**

- 1)谷和夫(1999):ボーリング技術の高度化に関する研究「計測ボーリングシステム」の開発と堆積軟岩における実験的検証,電力中央研究所報告,U98021
- 2)中込敦久(2000):計測ボーリングと室内三軸試験によって得られた堆積軟岩の強度定数の比較,第35回地盤工学研究発表会,p.p.481-482
- 3)三枝弘幸(2001):堆積軟岩を対象とした振動給圧式サウンディング手法の掘削条件の影響に関する実験的研究,第11回岩の力学国内シンポジウム講演論文集(CD-ROM)
- 4)我妻達弥(2002):計測ボーリングによる振動給圧式サウンディングの高度化に関する基礎的研究,横浜国立大学卒業論文

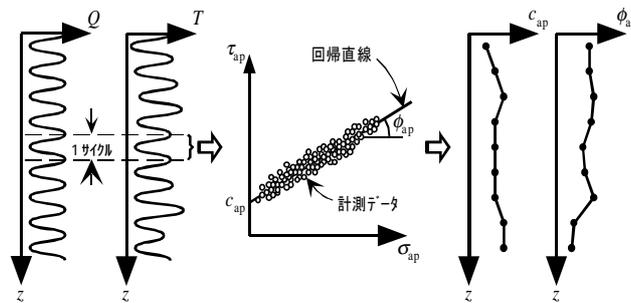


図1 ID-CCThrust の概念図

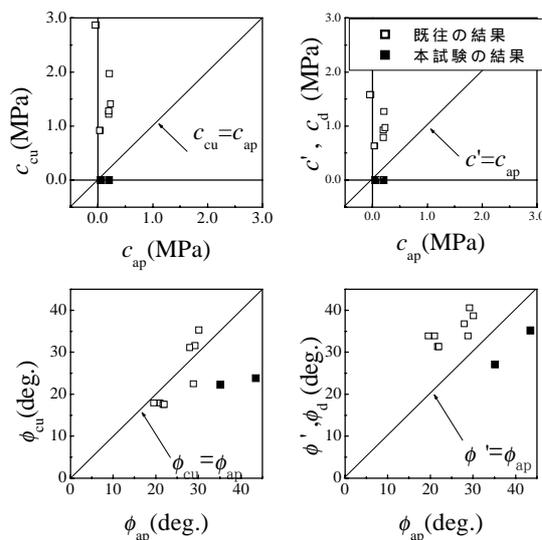


図2 ID-CCT と三軸圧縮試験の比較

表1 三軸圧縮試験の供試体データ

CU 試験の 試験 No.	有効拘束圧	相対密度 (参考値)	ひずみ速度
	$\sigma'_c(\text{kPa})$	$D_r(\%)$	(%/min)
1	121.9	112.7	0.1
2	184.7	92.7	
3	637.5	69.4	
4	440.3	77.5	

表2 物理試験の結果

土粒子の 密度	質量百分率(%)			最大・最小 間隙比(参考値)	
	礫分	砂分	細粒分	$e_{max}$	$e_{min}$
$\rho_s(\text{g/cm}^3)$	0.0	82.1	17.9	1.526	0.854

表3 三軸圧縮試験と ID-CCT の結果

$D_r$	CU 試験				ID-CCThrust		
	$c_{cu}(\text{kPa})$	$\phi_{cu}(^\circ)$	$c'(\text{kPa})$	$\phi'(^\circ)$	$c_{ap}(\text{kPa})$	$\phi_{ap}(^\circ)$	$r^2$
$D_r > 80\%$	0.0	23.8	0.0	35.2	56.4	43.4	0.89
$D_r < 80\%$	0.0	22.3	0.0	27.1	205.2	35.1	0.80