# 振動給圧掘削式サウンディング手法における軸力制御条件の影響と評価手法としての信頼性

〇横浜国立大学	学生会員	三枝	弘幸
横浜国立大学	正会員	谷	和夫
基礎地盤コンサルタンツ(株)		金子	進

振動給圧式の計測ボーリン

グによってQ-T関係を計測

式.1 により "と " に変換

## <u>1.はじめに</u>

現在、岩盤・岩石の強度特性を調べる主な試験方法に、現地で行う原位置岩盤せん断試験とサンプリングによる不撹乱試料を室内 に持ち込んで行う室内岩石試験がある。しかし、これらの方法は、時間や経済的な負担が大きいという問題点を抱えているため、一般 的なボーリング調査の削孔時の計測データを利用した簡便なサウンディング手法が注目されている。本研究では、その中でも、直接 にせん断強度特性(粘着力 c, せん断抵抗角 $\phi$ )を推定することが可能な振動給圧掘削式サウンディング手法(Sounding method by drilling under cyclically-controlled thrust,以後 DCT サウンディング手法)に着目し、その適用性と振動給圧の制御条件が評価される強 度定数に及ぼす影響を検討した。

f

### <u>2. DCT サウンディング手法<sup>1)</sup>の概念(図.1 を参照)</u>

適当な掘削条件の下で行うロータリーボーリングにおいて, ビットに加わる軸力 Q を周期的に変動させるように制御し,そ の時のトルク T を連続的に計測する。ビット切り羽に作用する 見かけの平均直応力σ<sub>a</sub>とせん断応力τ<sub>a</sub>を

 $\sigma_{ap}=Q/A$   $\tau_{ap}=T/G$  (式.1) の換算式により求める。このときの $A \ge G$ はビット切り羽断 面の面積と断面一次モーメントを示す。 $\sigma_{ap}$ - $\tau_{ap}$ 関係をプロット し,回帰直線で近似した時の切片より見かけの粘着力  $c_{ap}$ ,傾 きより見かけのせん断抵抗角 $\phi_{ap}$ を推定する。

### <u>3.模型実験の方法および試料</u>

現地より採取した円柱形状の試料(*d*=500mm,*h*=1000mm) を模型地盤とし,スピンドル型のボーリング機械を用いて計測 ボーリングの実大実験を行った(図.2参照)。

既往の研究<sup>2</sup>で三軸圧縮試験とDCT サウンディング手法による 強度定数を比較したデータは限られているため、従来用いられて きた試料とは異なる試料としては、シルト岩と凝灰岩を使用した (表.1を参照)。 麦1: 岩の特性値

岩種	シルト岩	凝灰岩
地質	鮮海	中凝
地層	仙台	栃木
含水比w(%)	45.0 ~ 53.0	23.0 ~ 25.0
$V_{\rm s}$ ( cm/sec )	450 ~ 550	1100 ~ 1250
V <sub>p</sub> ( cm/sec )	1200 ~ 1450	2600 ~ 2800



1cycle



清水を循環水に用いて、呼び径86mmの孔を各模型地盤に対して約1m削孔した。基本条件はボーリング機長(フォアマン)が最良と 判断した条件を選択した。すなわち、スピンドルの回転数は120rpm、送水量201/min、ビットはサーフェス・セット・ダイヤモンド・ビット、

キーワード:ボーリング,サウンディング,岩盤,計測,模型実験,せん断強さ

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79 番 5 号

Tel 045-339-3817

軸力に関しては周波数 0.5Hz, 振動中心を約 1000N( $\sigma_{ap,m}=0.5$ MPa), 両振幅を約 1000N( $\sigma_{ap,cy}=0.5$ MPa)とした。さらに, 変化させた 条件としては, 基本条件から軸力の振幅, 振動中心共に $\sigma=0.1 \sim 1.0$ MPa の範囲で連続的に, 周波数を段階的に 0.01, 0.1, 0.5, 1.0Hz の4 段階で変化させて掘削制御条件の影響を検討した。

#### <u>4.実験の結果</u>

三軸圧縮試験( $\overline{CU}$ 試験)による強度定数とDCT サウンディング手法により求ま る見かけの強度定数の平均値( $c_{ap}$ ,  $\phi_{ap}$ )とを比較した結果を図.3 に,各模型地盤に おける軸力の振動中心と振幅の影響を見た結果を図.4,図.5,周波数変化の影響 結果を図.6に示した。 $c_{ap}$ ,  $\phi_{ap}$ は, $\sigma_{ap}$ と $\tau_{ap}$ の相関係数が,シルト岩で0.5以上,凝灰 岩で0.4以上のデータとした。

DCT サウンディング手法の信頼性に関しては、 $c_{ap}$ の値はどの試料においても、 三軸圧縮試験により求まる $c' \approx c_{au}$ によらず、ほとんど OMPaに近い値を示すので、 適用性が低いが、 $\phi_{ap}$  は三軸圧縮試験より求まる $\phi_{au}$  とほぼ等しい値を示し、15° ~ 40°の範囲では $\phi_{au}=\phi_{ap}$ の相関関係を得ることができた。DCT サウンディング手法 の換算式において、間隙水圧を考慮していないことから(背圧分は軸力計測の原 点補正で考慮されている)、全応力表示の $\phi_{au}$ と対応させるのが妥当と思われる。

また,軸力変化の影響は振動の中心,振幅とも大きくしていくとばらつきが小さく なる傾向を示しているが,平均値を取るとほとんど変化が見られなかった。周波数 の影響に関しては,非常に小さい周波数(0.01Hz)で行うと、トルクに正確に反映さ れずに、そのため、見かけの強度定数に違いが見られた。しかし、それ以外の周 波数(0.1HZ, 0.5Hz, 1.0Hz)では、一定値を得ることができた。





強度定数の比較

図 3:



5.まとめ

DCT サウンディング手法による見かけのせん断抵抗角φ<sub>ap</sub>がせん断抵抗角φ<sub>a</sub>の評価に高い適用性があることが示されたが,粘着 力の評価には直接適用できないことが分かった。また,振動給圧の制御条件によらず見かけの強度定数を安定的に求められることも 示された。今後は適用地盤を増やしてサウンディングとしての推定精度をさらに高め,掘削条件の影響因子として,ビットの種類や回 転数,掘削水量の影響の検討も行っていく予定である<sup>3</sup>。

#### 参考文献

(1)宮崎剛,酒井運雄,金子進,湯川浩則(1990):振動給圧掘削式原位置試験法について,第25回土質工学研究発表会,
pp.153-1541.(2)中込敦久(2000):計測ボーリングによる堆積軟岩の強度定数を推定する手法の実験的検討,横浜国立大学卒業論文.
(3)三枝弘幸(2001):計測ボーリングによる振動給圧式サウンディング手法の適用性に関する実験的検討,横浜国立大学卒業論文.

-619-