

III-536

ロータリーサウンディング法による地盤強度評価(その2)

株式会社 東京ソイルリサーチ 正会員 辰井俊美
日本舗道株式会社 塚野 弘
(財)土木研究センター 正会員 渡辺 直樹

1. まえがき

ロータリーサウンディングは、削孔時の先端ビットに生じる削孔抵抗から地盤^{1) 2)}の強度を簡便に推定することを目的として開発された新しい調査法であり、専用の計測装置が製作されている。この装置の特徴は、①削孔先端部で直接に地盤の削孔抵抗等の情報が得られること、②深度方向に対して、連続的な情報が得られること、③削孔能力が大きいこと、④短時間で地盤の評価ができること、⑤サーボ自動制御方式による一定の回転速度、削孔速度あるいは給進力を与えられること、などである。

本報文では、ロータリーサウンディングを固化処理された改良地盤に適用し、削孔時に得られるパラメータから地盤強度を推定することの可能性について述べている。

2. 地盤強度の推定

本サウンディングにより、削孔中に得られる情報は、削孔速度、回転速度、推力、トルク、水圧(循環水)であり、削孔パラメータと呼んでいる。今回、削孔パラメータと地盤との関係を比較検討するため、テストビットにおいてモデル地盤を作成し、基礎試験を実施した。基礎試験は、試験条件を変えることにより、モデル地盤に対する種々の削孔パラメータを採取すること、および、モデル地盤の強度を一軸圧縮強度により評価することを目的とした。モデル地盤は、霞ヶ浦産のヘドロに固化材を所定量添加した直径1 m、高さ2 mの円柱状であり、28日養生した改良柱体である。削孔条件およびモデル地盤の強度を表-1に示す。

地盤強度を推定するにあたっては、削孔パラメータの中から、地盤強度に大きく寄与する主要因パラメータを抽出するため、重回帰分析による数学的手法を用いて検討した。

重回帰分析は、目的変数を一軸圧縮強度、削孔パラメータを説明変数として評価するものであり、解析は、

$$Y = X_1 a_1 + X_2 a_2 + X_3 a_3 + \dots + X_n a_n \quad (1)$$

の積型を考え、両辺の対数を求め、重回帰分析を行った。その結果の代表例を式(1)の形で示すと以下のようになる。

$$q_u = 1.4 \times 10^{-6} \times R^{-0.8} \times N^{1.3} \times W^{1.5} \quad (r=0.91) \quad (2)$$

$$q_u = 2.4 \times 10^{-6} \times R^{-0.9} \times N^{1.5} \times W^{1.2} \times T^{0.6} \quad (r=0.92) \quad (3)$$

$$q_u = 7.7 \times 10^{-6} \times R^{-0.9} \times N^{1.3} \times W^{1.2} \times T^{0.5} \times P^{-0.2} \quad (r=0.92) \quad (4)$$

ここで、 q_u : 一軸圧縮強度 (kgf/cm²)、 R : 削孔速度 (cm/s)、 N : 回転速度 (rpm)、 W : 推力 (kgf)、 T : トルク (kgf・m)、 P : 水圧 (kgf/cm²)、 r : 相関係数 である。

式(2)～(4)より、 q_u の推定に有効に寄与する削孔パラメータは、 R 、 N 、 W であり、さらに、 T 、 P を考慮に入れても相関係数はあまり高くないことがわかる。

一方、ボーリング時の削孔抵抗から地盤²⁾の強度を推定しようとする既往の削孔公式に含まれる R 、 N 、 W の項は先に述べた数学的手法による主要因パラメータとも一致することから、地盤の強度を推定するための基本式として、以下に示すような一般式を考えた。

$$q_u = K \cdot R^l \cdot N^m \cdot W^n \quad (5)$$

ここに、 K はドリラビリティ定数であり、 l 、 m 、 n は、最急降下法等によって求められる定数であり、これら定数は、土性、ビットの形状・種類によって異なる値をとる。

表-1 試験条件

項 目	水準数	条 件
削孔速度	6	0.25 ~ 1.5 cm/s
回転速度	3	40 ~ 80 rpm
地盤強度	4	1.5, 10, 30 kgf/cm ² (注)

注) モデル地盤の強度を示す。

図-1は、式(5)をもとに相関係数が最大になるように求めた推定一軸圧縮強度 q_u' とモデル地盤の一軸圧縮強度 q_u との関係を示したものである。同図より、式(5)で提示した推定式から地盤の一軸圧縮強度を推定できるものと考えられる。

3. 現地盤への適用例

図-2は、現地盤から得られた削孔パラメータを推定式に適用し、推定一軸圧縮強度 q_u' を算出し、コア試料の一軸圧縮強度 q_u と対比したものである。図中、右端の連続データが q_u' であり、●印は q_u を示している。 q_u' の算出に用いた推定式は、限られた条件から暫定的に作成したものであり、今後検討しなければならない問題も含まれている。しかし、本サウンディングは、地盤を連続的に評価できるという点も含めて、地盤の評価手法としての可能性を示しているといえる。なお、式(5)中に含まれていないトルクは、砂礫層において特異な挙動を示し、水圧は、粘土層において急激な変化を生じるなど、土層の判別に有効な指標となる可能性が大であることも注目される。

4. まとめ

今回の研究から判明したことは、以下の通りである。

①要因分析の結果から、地盤の強度を推定するための重要な削孔パラメータは、 R 、 N 、 W であることがわかった。

②既往の削孔公式においても、 R 、 N 、 W の項は多くの場合に含まれており、要因分析の結果とも一致することから、地盤強度の推定式を式(5)に示す一般式で与えることを考えた。

③ K 、 q 、 m 、 n は土性、ビットの形状・種類によって異なる値をとるが、推定式(5)をもとに、今回行った基礎試験結果から、相関係数が最大になるように求めた q_u' と q_u との間に高い相関 ($r=0.91$) のあることがわかった。

④推定式は限られた条件から暫定的に作成したものであり、今後検討しなければならない問題も含まれている。しかし、本サウンディングは地盤を連続的に評価できるという点も含めて、地盤の評価手法としての可能性を示している。

本研究にあたっては、建設省土木研究所、同関東技術事務所、ならびに同九州技術事務所に多大な御協力を頂き、また、解析にあたっては、建設省土木研究所、境氏、下坪氏に御指導頂き深く感謝致します。

参考文献

- 1) 塚田, 下坪, 川村; 「回転貫入サウンディングによる安定処理土の評価方法」, 第23回土質工学研究発表会, 1988
- 2) 千田; 「ロータリーサウンディング法」, 基礎工, 1989.10
- 3) 西, 山崎, 千田「ロータリーサウンディング法による地盤強度評価(その1)」, 土木学会第45回年次学術講演会, 1990

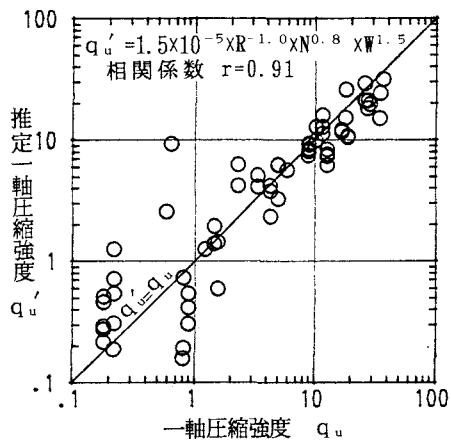


図-1 q_u と q_u' の関係

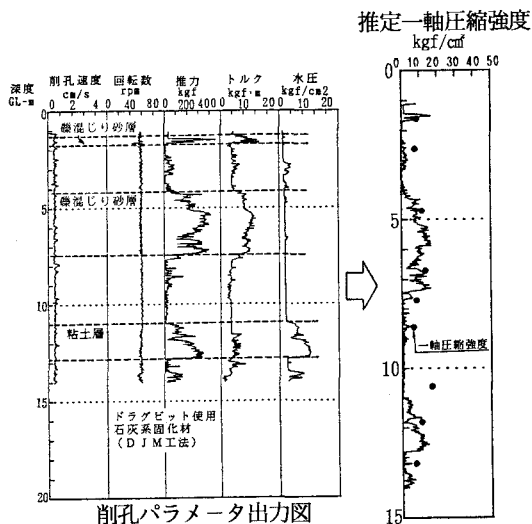


図-2 現地盤への適用例