

Ⅲ－A 400 現場実験によるロータリーサウンディングの改良地盤強度評価への適用性検討

建設省土木研究所 正会員○光橋尚司

建設省土木研究所 正会員 塚田幸広

1. はじめに

軟弱地盤対策工法の中で、地盤にセメント、生石灰などの安定材を混合して強化する深層混合処理工法は、施工機械の改良開発に伴って大規模工事にも多く使用されるようになった。深層混合処理による改良地盤の品質評価には一般的にはボーリングコアによる一軸圧縮試験が採用されているが、特に大規模工事においては調査時間の節約や調査費用の縮減とともに改良体全体の強度を連続的に測定できる地盤調査方法が求められている。

そこで、筆者らは深層混合処理工法に適した簡便で信頼性の高い地盤強度の判定方法としてロータリーサウンディングを開発し、現場実験を通じてその適用性を検討してきた¹⁾。本論文は、各種改良地盤を対象とした現場測定をもとにロータリーサウンディングの改良地盤強度評価への適用可能性を述べるものである。

2. ロータリーサウンディングの原理

ロータリーサウンディングは、ボーリングの際に削孔条件（削孔速度、回転数）を一定に保ったときに先端ビットに生じる削孔抵抗（推力、トルク）と水圧を計測し、これらのデータを組み合わせて地盤強度を判定する地盤調査法である。地盤強度を求める地盤強度推定式は既存の削孔速度公式を参考にして(1)式のように表すことができる。

$$q_u' = K \cdot R^a \cdot n^b \cdot W^c \cdots \cdots (1)$$

q_u' ：換算一軸圧縮強さ(MPa)、 K, a, b, c ：定数、 R ：削孔速度(cm/s)、 n ：回転数(rpm)、 W ：推力(kN)

K は、ビットの形状や摩耗度、循環水の粘性に依存する定数、 $a \sim c$ は原地盤の土質に依存する定数であり、重回帰分析により求める。

3. 試験サイトの構成地質及び試験方法

表－1 に試験サイトの構成地質と固化材添加量を示す。深層混合処理の施工から 28 日目（サイト B は約 1260 日目）に一軸圧縮試験とロータリーサウンディングを実施した。ロータリーサウンディングのロッドの先端にツーコーンビットを取り付け、削孔時のロッドの削孔速度を 0.50cm/s、回転数を 60rpm に保ちながら、削孔速度、回転数、推力、トルクを 5 秒毎に測定した。地盤強度の推定には、サイト A、C、D では(1)式に建設省土木研究所で実施した実験結果から得られた定数を代入した式を用いた²⁾。またサイト B では重回帰分析から定数を導出した式を適用した。

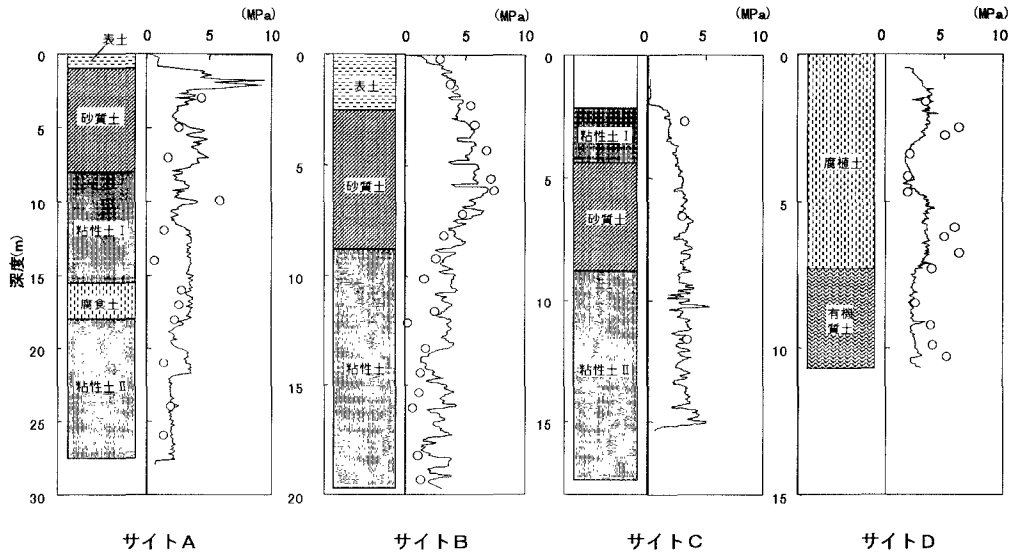
表－1 試験サイトの構成地質

試験 サイト	分類名	構成地質							固化材 添加量 (kg/m ³)	地盤強度推定式
		土粒子の 密度 (g/cm ³)	自然 含水比 (%)	粒度分布(%)				最大 粒径 (mm)		
				礫分 2〜75mm	砂分 75μm〜2mm	シルト分 5〜75μm	粘土分 5μm未満			
A	砂質土	2.71	39.5	0.6	57.0	33.2	9.2	9.5	130	$q_u' = 2.2 \times 10^{-6} \cdot R^{0.14} \cdot n^{0.05} \cdot W^{0.08}$
	粘性土Ⅰ	2.66	54.4	0.0	0.2	48.0	51.8	0.25	170	
	腐植土	2.65	89.8	0.0	4.0	37.5	58.5	0.425	230	
	粘性土Ⅱ	2.68	83.5	0.0	4.6	36.8	58.6	0.85	110	
B	粘性土	2.70	30.1	0.2	60.8	23.0	16.0	9.5	150	$q_u' = 6.4 \times 10^{-2} \cdot W^{1.861}$
	砂質土	2.70	75.1	0.0	3.7	47.0	49.3	0.425	100	
C	粘性土Ⅰ	2.70	41.4	0.0	10.5	60.5	29.0	0.425	265	$q_u' = 2.2 \times 10^{-6} \cdot R^{0.14} \cdot n^{0.05} \cdot W^{0.08}$
	砂質土	2.64	19.8	15.0	81.0	4.0	0.0	2.0	190	
	粘性土Ⅱ	2.66	41.8	0.3	35.7	42.7	21.3	4.75	265	
D	腐植土	1.98	378.8	1.0	11.0	57.0	31.0	4.75	290	
	有機質土	2.30	191.3	9.0	27.0	33.5	30.5	11.9	160	

注) 土粒子の密度、自然含水比、粒度分布は複数サンプルの平均値。最大粒径は複数サンプル中の最大値。

深層混合処理工法、品質評価、ロータリーサウンディング

〒305-0804 茨城県つくば市大字旭1番地 Tel.0298-64-2211（内線4735） Fax.0298-64-0564



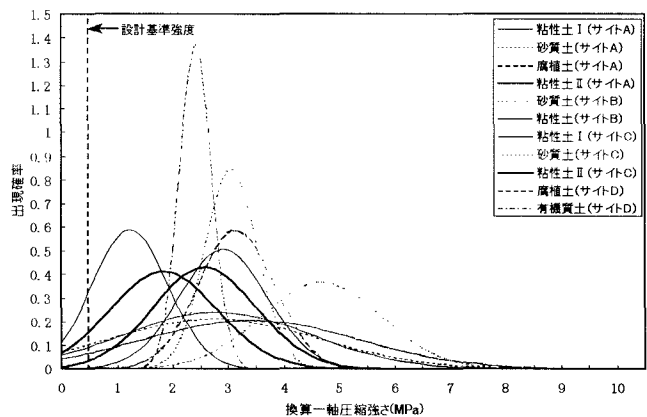
図—1 深度方向の改良地盤強度

4. 深度方向の改良地盤強度分布

各試験サイトにおけるロータリーサウンディングの測定結果から図—1のように深度方向に連続的な改良地盤強度分布が得られた。いずれの試験サイトにおいても離散的な一軸圧縮強さから推定できる強度分布とロータリーサウンディングから得られる連続曲線が概ね一致している。従って、ロータリーサウンディングにより砂質土・粘性土・腐植土・有機質土といった軟弱地盤の改良体の品質を連続的に測定することができる可能性が高いことが分かる。

5. 改良地盤の品質評価の検討

深層混合処理工法では、原地盤の地質に応じて安定材の配合量を変化させているため、地層毎に品質評価を行うのが適当であると考えられる。改良地盤強度のばらつきが正規分布に従うと仮定すれば、確率分布曲線は図—2のように表される。これは、現行の一軸圧縮強さによる品質管理基準を満たす固結工では、 q_{ur} （改良地盤強度） $\leq q_{uek}$ （設計基準強度）となる確率が10%程度となることを示しており、連続的に改良地盤の品質評価を行う際の一つの目安となると考えられる。



図—2 改良地盤強度の確率分布

6. おわりに

ロータリーサウンディングを4カ所の現場で適用した結果、改良地盤の品質を垂直方向に連続的に管理できる可能性があることが分かった。今後データ処理方法を改善するとともに、さらに実験を積み重ねて明確な傾向を把握し、本手法の適用範囲を明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) 光畑他：ロータリーサウンディングによる深層混合処理地盤の品質評価、セメント安定処理土に関するシンポジウム発表論文集、pp.121-126、1996.2
- 2) 杉村他：ロータリーサウンディングによる改良地盤の品質評価実験(その1)、土木学会第51回年次講演会講演概要集第3部、pp.754-755、1996.10