

III-333 気泡ボーリングによる深層混合処理土のサンプリング

中央開発株式会社 正員 唐沢 優
同 上 徳丸哲義
㈱日本基礎技術 正員 塚田基治

1. まえがき

軟弱粘性土層を対象にした地盤改良工として、近年深層混合処理工法が多用されている。本工法による現場処理土は強度的には粘土と岩石の境界領域に位置すると言われているが¹⁾、その改良効果の判定に際してはコアサンプルの観察と試験値に依ることが多い。しかしながら、従来工法ではサンプリング技術面で進歩発展がなされたとはいえ、このような人工地盤等の複雑地盤に対しては未完な面も残しており、コアサンプルにおいて不規則な亀裂が認められることもある。その原因としてセメント固化時に生じたものか、サンプリング時に生じたものか不明な点も多く、その実態を把握するためにも対象地盤に適合したサンプリング手法の開発が望まれている。

筆者らは現在気泡ボーリング工法（J.F.B.工法）を利用した精度の高いサンプリング技術の開発を進めているが、その一環として今回深層混合処理工法で改良がなされた現場処理土（杭状地盤）を対象に上記問題を解明すべく、サンプリング実験を実施したのでその成果を報告する。

2. 実験概要

実験対象地盤は海底地盤であり、図. 1 に示すように泥岩の上位に分布する軟弱な沖積粘性土層を対象にした。この沖積粘性土層は全体的に貝殻片を含み、かつ所々に砂層を介在するとともに下部には泥岩塊が多量に混入している。

サンプリング実験はJ.F.B.（ジェット・フォーム・ボーリング）工法²⁾を用いて行った。J.F.B.工法と泥水を利用する従来工法に関する試錐技術の基本的な相違点を表. 1 に示すが、本工法の大きな特徴は掘進時において気泡の圧力、流量、発泡状況とボーリング孔より排出される気泡を監視することによって、地盤の状況が推測でき、その地盤に適應した掘進コントロールが可能な点にある。サンプラーは径86 mmのコアパックタイプとし、ビットにはメタルクラウン及びダイヤを用いてその違いも併せて検討することにした。

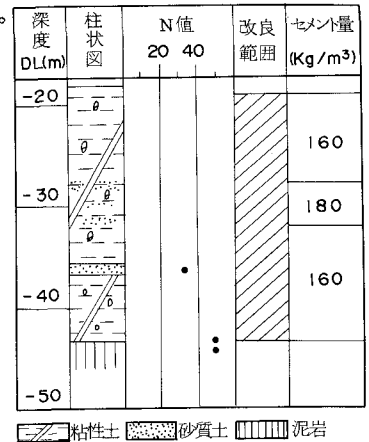


図.1 実験対象地盤

3. 実験結果

3.1 掘削条件と採取コアの状態

従来、現場処理土から採取したコアサンプルに対して、①バスケット状に割れる、②不規則な亀裂の存在が認められる、③コアの連続性に乏しい、事などが指摘されていた。これらの種々の不連続面がサンプリングに起因するものであれば、どのような場合に生じるのか明らかにするために、ロッド回転数、ビット圧、掘進速度等の掘削条件を変えて採取コアの状態を観察した。結果によると表. 2 に示すように、硬質な改良土においては掘進速度等の条件がある基準以上になると、従来から言われている様な不連続面が生じるようであった。そこで、これらの基準範囲内でJ.F.B.工法に最適な掘削条件を検討した結果、①ロッド回転数は70~80r.p.m以下、②ビット圧はロッド荷重程度としま

表. 1 J. F. B. 工法と従来工法の相違点

試錐技術	J.F.B.工法	従来工法
掘削液	界面活性溶液 (濃度2~5%)	清水 or 泥水
用水量	0.08~0.16 l/min	10~15 l/min
掘進速度下限	0.5~1.0 cm/min	5~10 cm/min
備考	従来工法における掘進速度下限はそれ以下も可能であるが、コアの流出が著しくなるため、その限界を記入している。	

と、従来から言われている様な不連続面が生じるようであった。そこで、これらの基準範囲内でJ.F.B.工法に最適な掘削条件を検討した結果、①ロッド回転数は70~80r.p.m以下、②ビット圧はロッド荷重程度としま

シンの給圧はほとんど加えない、③掘進速度は1～3 cm/min程度とする、ことによつて比較的不連続面の少ないコア採取の手法が見出された。しかしながら採取コアにはいくつかの亀裂も生じている。オープンクラックとしては、ボーリングマシンのシリンダーチャック交換時やコアキャッチャー付近に生じたものが主であり、その原因は明確である。そしてビスケット状のクラックはほとんど見受けられなかった。また不規則な亀裂もコア表面だけであり、らせん状のものは認められず、かつその亀裂はヘアクラック状態であった。

ビットの違いによるコアの状態は硬質部においては、やはりダイヤモンドが適していたが、軟質部ではダイヤモンド先端のクリアランスの閉塞が生じ、むしろメタルビットの方が良好な結果を得た。

3.2 室内試験結果

採取コアによる湿潤密度 (γ_t) や一軸圧縮強度 (q_u) の室内試験結果の深度分布を図. 2 に示す。

なお三軸圧縮試験に際してはコアの超音波伝播速度試験結果から同一な固結状態と思われる供試体を利用して試験を行った。試験結果によると、 $\gamma_t = 1.5 \sim 1.7 \text{ g/cm}^3$ 、 $q_u = 30 \sim 100 \text{ kgf/cm}^2$ 程度であり、大略的には深度が増すにつれてその値も大きくなる傾向を示している。D.L. - 30m 付近は含水 (W_o) 及び q_u とともにバラツキを生じているが、これは土性の違いをあらわしているものと伺える。次に、三軸圧縮試験で得られたモール円を図. 3 に示す。これによると試料の強度にバラツキが少なく、ヘアクラック等の少ない良質なサンプルが得られていることがわかる。

4. むすび

今回、深層混合処理土を対象に気泡ボーリングによるサンプリング実験を実施したが、その結果掘削条件等を十分管理することによって、現場処理土の状態を表すサンプリング法の目安が見出された。また、従来指摘されていた不規則な亀裂等の存在は、サンプリング時に生じるものが多いように伺えたが、現状では実験データが少ないことから、今後さらにその実態を把握すべく実験をかさねたいと考えている。

- 〔参考文献〕 1) 総合土木研究所；深層混合処理工法による地盤改良 特集号，基礎工，Vol113, No2, 1985
2) 唐沢他；ジェット・フォーム・ボーリング (J.F.B.) 工法について，第22回土質工学研究発表会，p 107~108, 1987

表. 2 掘削条件と採取コアの状態（硬質部において）

不連続面状態 施工条件	ビスケット状	不規則な亀裂	コアの不連続
ロッド回転数 (r.p.m.)	120 以上	100 以上	80 以上
ビット圧力 (kgf/cm ²)	20 以上	10～15 以上	5～10 以上
掘進速度 (cm/min)	10 以上	5 以上	—
採取コアの観察	5～20mm程度の厚さで割れている。	ロッド回転方向にらせん状のヘアークラックが生じる。	硬質部と軟質部の境界で見られ、軟質部の流出が生じる。

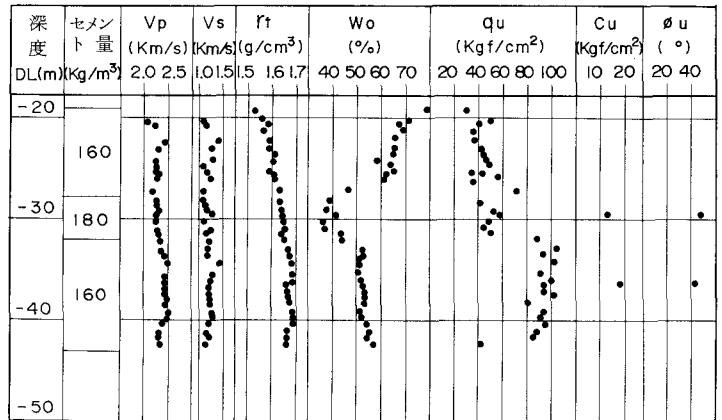


図. 2 室内試験結果

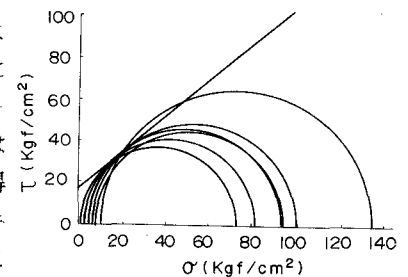


図. 3 三軸圧縮試験結果