

III-194 三成分コーン試験による D J M施工強度品質の推定

京都大学工学部 正 員 ○檜垣 義雄
京都大学工学部 学生員 吉村 光弘
京都大学名誉教授 正 員 畠 昭治郎

1. はじめに D J M工法では、事前調査の1つとしてセメント添加量を定めるため、サンプリング試料を用いて室内配合試験を行なう。しかし、道路盛土などの場合技術マニュアルの規定ではサンプリングは土層構成が特別でない限り200 mに1点とされており、不規則な場合でも50mに1点と少なく、工事対象区域が旧河川床に位置する場合などでは、事前調査で判断された土質構成と実施工時の土質構成とで、位置的に違いが生じる場合があり、施工強度品質にも悪影響を及ぼす。今回の報告は、施工強度の品質管理補助として事前調査に三成分コーン試験（E C P T）を行ない、その深度方向の出力変化と改良強度との相関関係を調べたものである。

2. 現状と問題点 D J M陸上施工機の施工管理項目として、一般的には攪拌翼貫入深度、改良材添加量、攪拌軸回転数の3項目を送り速度一定のチャート紙に記録し、設計値の配合量と羽根切り回数および改良材の打止め深度確認としている。しかし、このチャート紙の記録が正常であっても、コアサンプリングによる一軸強度が部分的に低く、設計値をクリアしない場合（極端な場合は未固結）が起こりうる。その原因の1つとして、実機では攪拌の機構が室内配合試験時と異り、それには土の粘性が大きく関与していると考えられる。また2つ目の要因として、攪拌の前段階である改良材の地中内散布に対し、土質の局所的な変化が施工を阻害していることを前回までの発表^{1, 2)}で明らかにしてきた。これらの改良強度品質に影響する土質的な要因を比較的簡単な原位置試験で捕えることを目的に、三成分コーン試験を実施した。そして、そのデータをSchmertmannの土質分類法で表示し、粘性を表す F_R 値（ f_s / q_c ）（%）を深度表示することにより、地盤改良を実施しようとする現場の特性が事前に把握できる。以上の仮定を基に試験施工を行った3現場について説明する。

3. 現場への適用 D J M施工現場で事前調査として行った三成分コーン試験の結果を現場Mを例に説明する。現場Mでは表土部分の-2 mまでを除けば q_c は 5 kgf/cm^2 前後と低く、盛土の基礎としては地盤改良の対象となる一般的な地盤であるが、計測値から土の強度や種類を推定する以外、D J Mの施工方法に直接関係する情報は得られない。そこでこの計測値をもとにSchmertmannの土質分類法で表示を行ったのが図1である。縦軸に q_c の対数値を、横軸に F_R （%）をとると硬い砂地盤が左上に、強度の低い粘土が右下に表示できる。次にこの F_R （%）を深度方向に表示すると下の図のようになる。この F_R の変化を現場別に比較すると現場MではD型に、現場HではI型に、現場AではP型に分類できる（図1～3）。これを事後調査の一軸圧縮強度 q_{uf} と比較すると、現場Mでは中央の深度で発現強度が低く、また現場HのI型では強度に変化が少なく、現場AのP型では下部が高い柱体に仕上がっている（図4～6の■印）。これは粘性土地盤での改良強度 q_{uf} は F_R に逆比例になる傾向を示しており、この F_R の高い部分で搬送空気の回収が阻害され、施工不良の原因になりやすいことも分った。事後調査の一軸圧縮強度 q_{uf} （ kgf/cm^2 ）と F_R （%）の関係を求めると、現場別に1～3式が成り立つ

$$\text{現場M} \quad q_{uf} = \frac{1}{0.02 F_R - 0.04} \quad (\text{添加率 } 15 \%) \quad (1 \text{ 式})$$

$$\text{現場H} \quad q_{uf} = \frac{1}{0.075 F_R - 0.075} \quad (\text{添加率 } 5.6 \%) \quad (2 \text{ 式})$$

$$\text{現場A} \quad q_{uf} = \frac{1}{0.05 F_R} \quad (\text{添加率 } 15\%, 5.6 \%) \quad (3 \text{ 式})$$

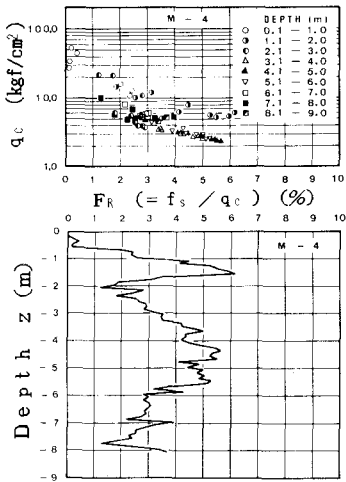


図1．三成分コーン試験結果（現場M）

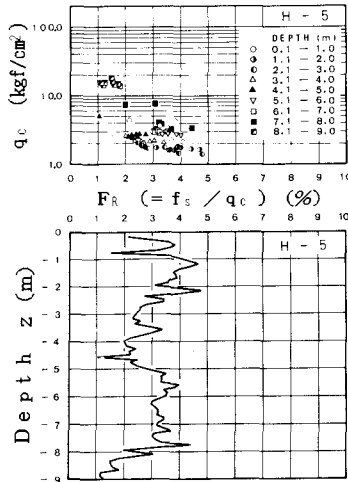


図2．三成分コーン試験結果（現場H）

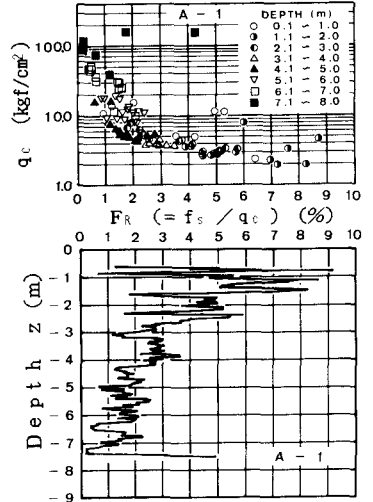


図3．三成分コーン試験結果（現場A）

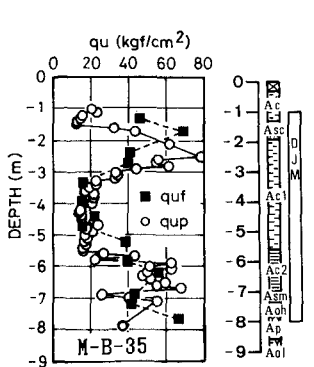


図4．一軸圧縮強度（現場M）

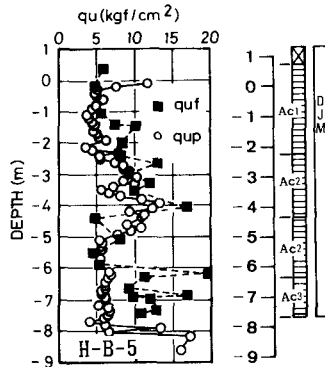


図5．一軸圧縮強度（現場H）

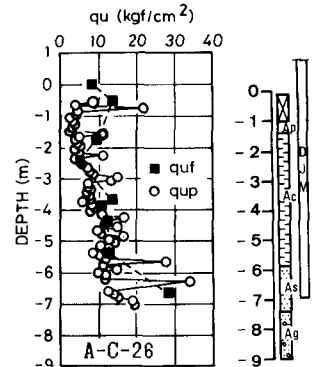


図6．一軸圧縮強度（現場A）

図4～6の■印は一軸圧縮強度 q_{uf} を、○印はコーン試験から得られた計算値をプロットしており、両者の傾向はよく一致している。以上より現場Aの-3 mまでは改良強度が低いと予想され、対策として上部の添加率 (a_w') を下部の5.8 %に対し15%に変え、良い結果を得ている。また室内強度 (q_{ul}) と土質との関係については、水セメント比をパラメータに館山勝氏が第20回土質工学会において発表されている³⁾が、残念ながらそれを現場へ直接適用するには、土の種類による強度の違いよりも施工技術のばらつきの方が改良強度に対して卓越しており、実証できなかったと報告されている。

4. まとめ このように粘性土地盤では、三成分コーン試験を行うことにより、打設柱体の深度別の発現強度分布と地盤特性がある程度予測できることが分った。しかし、砂混じりの土質についてはこの関係は成り立たないのが今後の課題である。最後になりましたが、本研究にあたり終始御協力を頂いた道路公団岸岸正様、柳竹中土木原静雄様、徳永幸彦様、基礎地盤コンサルタンツ柳後藤正昭様に深く感謝いたします。

参考文献 1) 畠昭治郎, 檜垣義雄, 青井実: 深層混合処理工法における攪拌仕事率を用いた施工管理手法, テラメカニクス第10号, 1990 2) 畠昭治郎, 檜垣義雄, 青井実, 芦田恵樹: 深層混合処理工法における計測施工に関する研究, 土木学会論文集, 第382号, 1987, pp. 35~43 3) 村田修, 館山勝, 中村貞一: 深層混合処理工法による改良土の強度および沈下性状例, 第20回土質工学会講演概要集, 1989, pp. 1693~4