

III-89 深層混合処理工法における柱体の 早期品質評価法について

京都大学 正員 ○檜垣義雄 神戸製鋼所 青井 実
京都大学 正員 畠昭治郎 神戸製鋼所 鈴木昭彦

1. 目的 本研究は、深層混合処理工法のうちの、粉体噴射攪拌工法(DJM)の現状把握と施工技術の向上を目指し、軟弱粘土地盤に対し合計39本の試験杭を打設した。そして、その改良強度に拘る攪拌の良否を、計測化施工を行うことにより深度方向に仕事率で表わし、定量的に改良柱体の品質評価をしようとするものである。これにより、全打設柱体に対し施工と同時に品質評価が可能となり、品質不良と判定された深度に対し即座に何らかの対策を施すことができる。

2. 計測 施工機はDJM-1070型単軸機を新しく開発し、施工状況を正確に把握するため、深度方向に対し以下の項目について計測を行った。1) 貫入・引抜速度、2) 攪拌軸回転数、3) 攪拌トルク、4) 貫入・引抜力、5) 改良材タンク重量、6) 改良材瞬間吐出量、7) メイン圧力、8) バイパス圧力、9) メイン空気流量、10) バイパス空気流量。このうち1)～4)を用いて仕事率を計算し、事前調査の土質、施工方法、仕事率と一軸圧縮強度の相関性、RI密度・水分計による原位置測定などから改良柱体の品質にかかわる各種要因を調べた。

3. 土質 試験杭打設の対象となる土質は、不攪乱試料を採取した2地点のボーリング調査結果より、設計上B-2が採用された(図-1)。強度的には表土±0～-1.8m(Ac1)、上部粘土層-1.8m～-4.2m(Ac2)、中部粘土層-4.2m～-7.5m(Ac3)、下部粘土層-7.5m(Ac4)以下と分類され、-8mの改良深度と決定された。原地盤の自然含水比は53～60%で、液性限界42～67%を部分的にこえており、攪拌により流動化が予想される鋭敏な粘性土であり、施工に対し注意を要する。

4. 施工 改良材は早期に強度が得られる宇部UKC-Cを用い、設計強度は室内配合試験結果より一軸圧縮強度 $12.0 \pm 3.5 \text{ kgf/cm}^2$ 、混合比10%と決定し引抜吐出を基本としているが、比較として一部では混合比15%、貫入・引抜吐出も行っている。攪拌翼は従来の標準型(E翼)と空気回収用に切っ欠きとフィンを付けた改良型(F翼、図-4)の2種類とした。

5. 改良柱体に対する仕事率による品質評価

改良柱体の均質性を施工中に判定する方法として、攪拌に要した単位体積あたりの仕事量、単位時間あたりの仕事量(仕事率)を式1、式2により計算した。

$$W/V = (T_{or} \cdot 2\pi + Res \cdot \frac{v}{n}) / \pi r^2 \cdot \frac{v}{n} \quad (t f \cdot m / m^3) \dots (1)$$

$$W/T = T_{or} \cdot \frac{2\pi n}{60} + Res \cdot \frac{v}{60} \quad (kW) \dots (2)$$

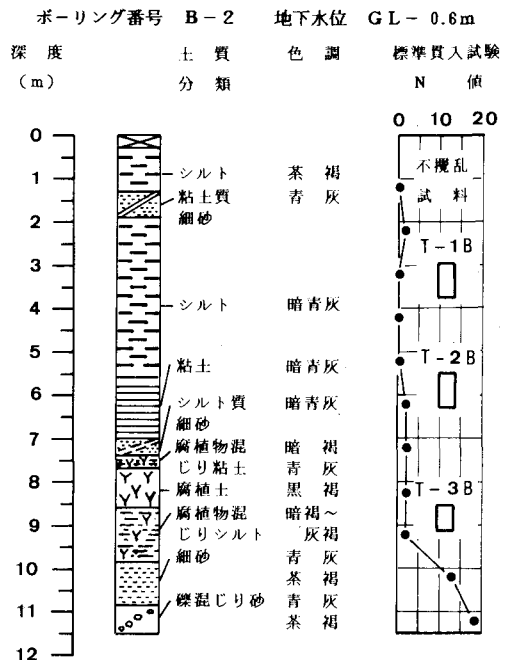


図-1 土質柱状図

ここに W は仕事量、 V は体積、 T は時間、 T_{or} は掘削トルク、 R_{es} は貫入抵抗、 r は翼径の $1/2$ 、 v は貫入・引抜速度、 n は回転数である。この式を用い、コアボーリングから一軸圧縮試験を実施しているところの、強度があきらかな柱体7本に対しその相関を調べた。その一例を図-2、図-3に示す。

図-2では2m下部、3m下部が未改良の品質の悪い柱体であり、図-3では5m下部がそれに相当する。この原因としては、図-2の3~4mでは引抜吐出時の攪拌軸チャック持かえ時における搬送空気の影響により、図-3では高含水比の上部粘土層と、粘性の高い中部粘土層の境界に位置し、軟弱な粘性土が軸回りの空気回収を遮断し、地盤内圧力が上昇したため翼通過後の真空域に添加されるべき改良材の散布がうまくいかなかったのが原因と判断される（図-4）。またこの部分はR I 試験¹⁾により他の柱体で空隙率が高いことが確認されている。この品質の悪い部分を仕事率 W/v 、 W/T はともによく表わしており、これを用いることにより全打設柱体の品質評価が施工と同時にできる。しかし、有機物の含有や地下水位が浅などの水和反応不足による原因などに対しては有効とはならない。

参考文献

1) 金子義信・畠昭治郎・檜垣義雄・青井 実：粉体噴射攪拌工法（DJM）におけるR Iを用いた軟弱地盤の改良精度の判定について、土質工学会、1986

杭 No. 23

施工条件

攪拌翼：F（フィン） 混合比：10%
吐出方法：引抜吐出 一軸圧縮強度：14日強度

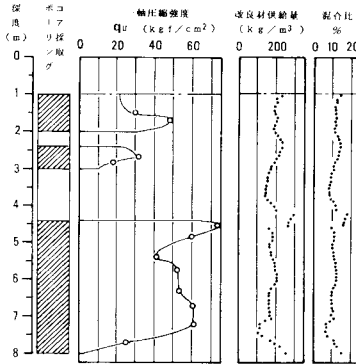
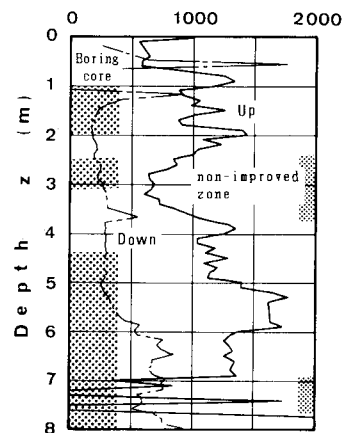


図-2 一軸圧縮強度と仕事率の関係

Work Done per Unit Volume of Soil W/V ($\text{tf} \cdot \text{m}/\text{m}^3$)



杭 No. 37

施工条件

攪拌翼：E 混合比：15%
吐出方法：引抜吐出 一軸圧縮強度：7日強度

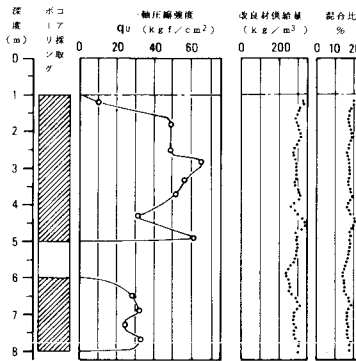


図-3 一軸圧縮強度と仕事率の関係

Work Done per Unit Volume of Soil W/V ($\text{tf} \cdot \text{m}/\text{m}^3$)

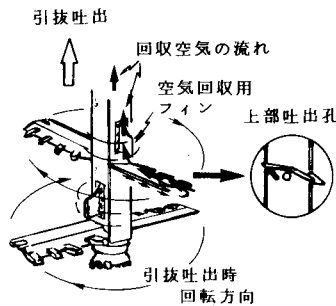
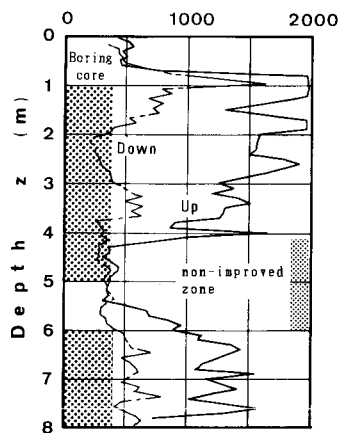


図-4 改良材添加と空気回収

