

深層混合処理固化体の強度に関する研究

京都大学 工学部 嘉門雅史、○長尾俊彦
神戸製鋼所 青井 実、鈴木昭彦

1. はじめに

近年、深層混合処理工法の発展には著しいものがある。そのうちでも、粉体噴射攪はん工法（略称 D J M）は急速にその施工実績を高めている。本研究では、現場ブロックサンプリング試料を用いて、改良柱体の半径方向や深さ方向の位置ごとの強度の分布を調べ、強度を決定づける要因について、間げきの存在およびセメントの混合性などのミクロの視点から、評価しようとするものである。

2. ブロックサンプリング固化体の強度特性

試料は、新潟県六日町の魚野川河川改修工事現場から施工後掘り出した固化体を用いた。含水比47%の粘土質シルト地盤に、湿潤重量比15%の添加率でセメント系固化材（宇部UKC-Cセメント）を加え、設計基準強度12kgf/cm²、直径1mの円柱状に改良したものである。1.5mから2.5mの深さにあたる柱体の一部を、厚さ50cmの2つに分割して掘り出し、コアカッターを用いてφ5cm、h10cm；φ3.5cm、h7cmの供試体を作製した。強度は一軸圧縮試験により求めたが、ひずみ速度0.7%/minの、ひずみ制御方式で行った。

一軸圧縮強さと改良固化体中心からの距離の関係を材令毎にプロットしたものが、図-1である。本来均質であるべき改良柱体は、不均質で強度のばらつきが大きくなっている。30日強度においては、中心付近では100kgf/cm²にも達するが、外殻付近では30kgf/cm²程度である。90日強度で、中心近くが130kgf/cm²、外殻近くで50kgf/cm²となっている。しかし、いずれも設計基準強度を大きく上回っている。さらに、従来は改良効果の得られなかった回転軸付近も高い改良強度を示しており、今回用いた新型翼の混合効果が従来翼よりも優れていることが判明した。

強度のばらつきの要因として、① 施工時に固化材を搬送するための圧縮空気が地盤中に残っていること、② 攪はんによるセメントの分布が不均一であること等が考えられる。前者の残留エアについて間げき比を調べ、強度との相関を求めると図-2のようになる。

図のように両者の間には、

はっきりした相関はみられず、改良柱体の固結が進んだ場合には、残留空気による間げき

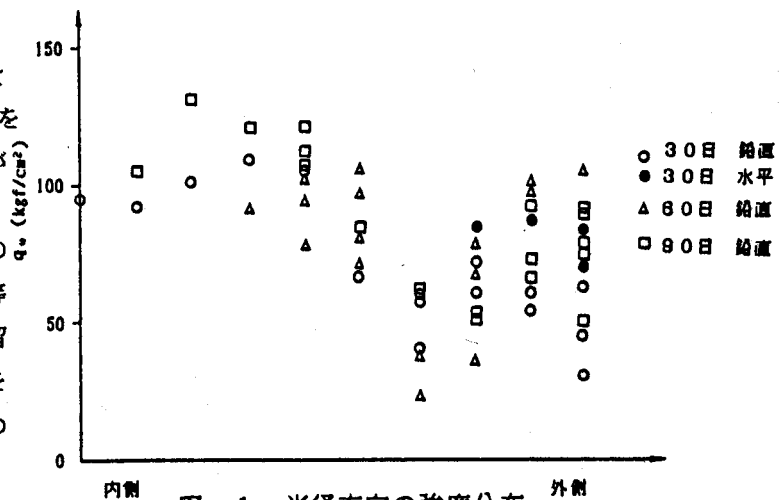


図-1 半径方向の強度分布

は、柱体強度にほとんど影響しないと言える。

3. 蛍光X線によるセメント混合量の分析

DJM工法による改良柱体中の固化材の分布を調べることによって、施工時の混合性の良否を検討することができる。ここでは蛍光X線分析手法を用いて、セメント混合量を求めている。

検量線法ならびに内部標準法を用いて得られたセメント混合量（含有量）と一軸圧縮強度の関係は、図-3のとおりである。特に、現地改良柱体から、未混合・未固結の粘土を含んだ供試体についての結果をあわせて示しており、これらのデータは左下方に集中的に現れ、セメントの分布に約10%のばらつきがみられている。さらに図から、セメントの混合量は多いものの、強

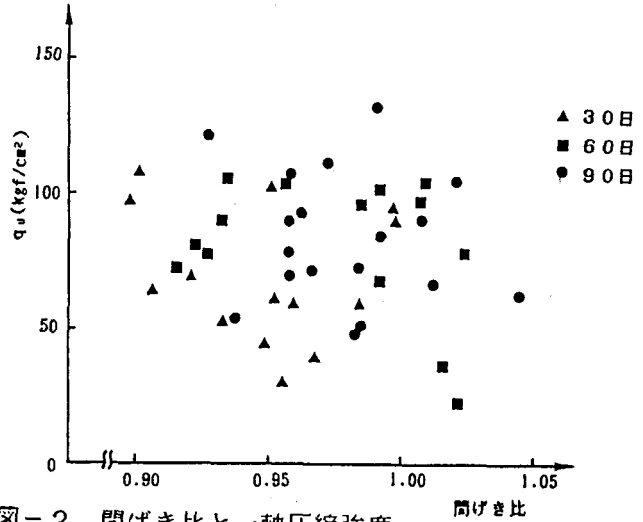


図-2 間げき比と一軸圧縮強度

度の出方の少ない部分があることもわかる。土との攪はんが不十分なため、反応の進行の遅い部分が存在するものと推定される。これらの供試体を観察したところ、せん断面に現地粘土が、帯状に残っているのが確認できた。したがって、施工時における混合効率を高め、十分な攪はんが行われるように、攪はん翼の羽根切り数を多くすることが求められる。

4. 結論

現場から採取したいずれの供試体も、設計基準強度 12kgf/cm^2 を大きく上回っており、DJM工法の改良効果を示している。しかし現場強度のばらつきは大きくみられている。その原因として、残留エアとセメントの混合性について検討し、柱体の十分な固化さえ得られれば、間げきは強度にほとんど影響しないが、セメントの混合性の良否が重要

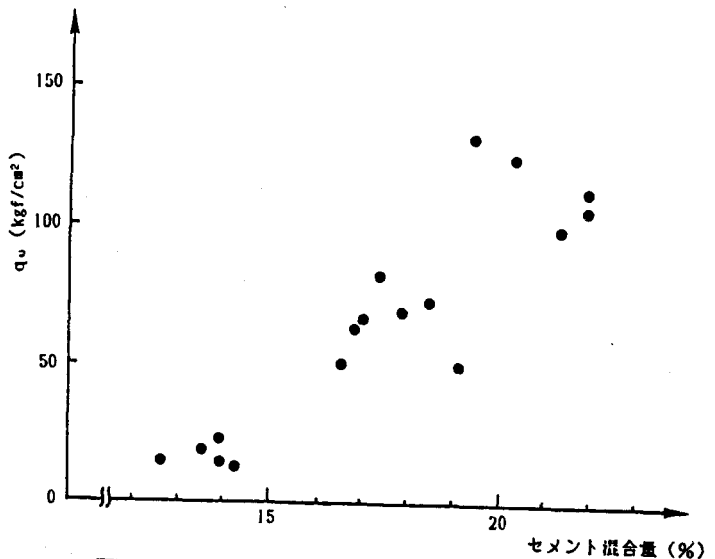


図-3 セメント混合量と一軸圧縮強度

であり、一部に帯状の未改良部などを残存すると、弱点となるおそれのあることが判明した。