

### III-523 DJM工法における湿潤密度による改良効果の判定

京都大学 正会員 檜垣 義雄  
三菱重工業 正会員 ○ 吉村 光弘

#### 1. はじめに

セメント系粉体噴射攪拌工法(DJM工法)では施工時のセメント添加により湿潤密度が増加する。これは事前に計算することによって理論的に求めることができる。本報告では、室内配合試験と実際の施工の双方において改良柱体の一軸圧縮強度と湿潤密度の関係を調べ、また、湿潤密度の実測値と計算値の比較を行った。そして、これを基に湿潤密度による改良効果の判定の可能性を検討した。

#### 2. 改良土の一軸圧縮強度と湿潤密度

高速道路盛土現場Oについて行われた室内配合試験でのセメントの添加量と湿潤密度と一軸圧縮強度の関係を図1に示す。土質が場所によって砂質シルト(○)、腐植土(□)、有機質シルトと異なるためにそれぞれの土質について配合試験が行われた。改良材は砂質シルトでは普通ポルトランドセメント、腐植土、有機質シルトではネオセラメント400Sが用いられた。それぞれの土質でセメント添加量の増加に応じて湿潤密度と一軸圧縮強度が線形関係を保ちながら増加していることがわかる。湿潤密度の値は原地盤の湿潤密度(腐植土:約1.1t/m<sup>3</sup>、有機質シルト:1.4~1.6t/m<sup>3</sup>、砂質シルト:1.5~1.6t/m<sup>3</sup>)を反映しており、強度の増加傾向は土質の影響を受けている。この図からセメント添加量が決めれば、改良強度とともに湿潤密度も原地盤の密度に応じて決まることがわかる。

次に、事後調査の結果得られた一軸圧縮強度と湿潤密度の関係を図2に示す。セメント添加量が一定のため一軸圧縮強度はほぼ一定の値を示している。これに対して湿潤密度は原地盤の密度が変化しているためにばらついているが、原地盤密度が一定のところではこのようなばらつきはなく、ほぼ一定の値を示している。これらの結果は室内配合試験の結果と一致している。

#### 3. セメント添加による密度変化の予測

DJM工法による改良土の理論的な湿潤密度は、CDM工法の湿潤密度を求める式<sup>1)</sup>を変形することによって式(1)で表される。ただし、この場合セメントの水和ともなる収縮はなく、改良地盤が完全に飽和していると仮定している。

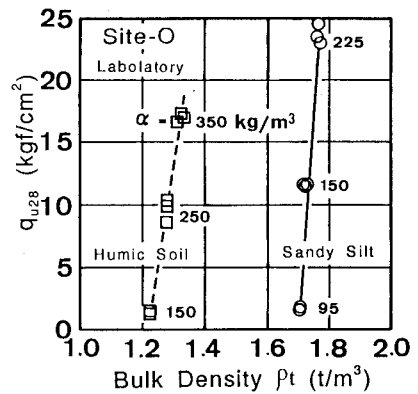


図1 室内配合試験における改良土の湿潤密度と一軸圧縮強度の関係(28日間養生)

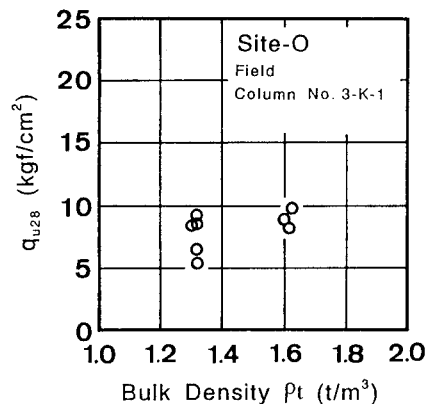


図2 現場における改良柱体の湿潤密度と一軸圧縮強度の関係(腐植土、28日間養生)

$$\rho_t = \frac{100 + w_0 + \left(\frac{100}{G_s} + \frac{w_0}{G_w}\right) \times \frac{\alpha}{1000}}{\frac{100}{G_s} + \frac{1}{G_c} \times \left(\frac{100}{G_s} + \frac{w_0}{G_w}\right) \times \frac{\alpha}{1000} + \frac{w_0}{G_w}} \times \rho_w \quad (1)$$

$w_0$  : 対象土の含水比     $G_s$  : 土粒子の比重

$G_c$  : 改良材の比重     $G_w$  : 水の比重

$\alpha$  : 改良材添加量(kgf/m<sup>3</sup>)

$\rho_w$  : 水の密度(t/m<sup>3</sup>)     $\rho_t$  : 改良土の密度(t/m<sup>3</sup>)

この式の右辺の数値は、事前調査や配合試験の段階ですべて既知となるので、施工前に理論的な改良柱体の密度を計算によって知ることができる。

前出の室内配合試験において、式(1)を用いて計算した湿潤密度と実測値を比較したのが図3である。このように両者はほぼ一致していることがわかる。

一方、実施工での実測値と計算値を比較したのが図4、および図5である。砂質シルト層(図4)では計算値と実測値はほぼ一致している。これに対して腐植土層(図5)では実測値は計算値を大きく下回っている。これは改良材搬送空気の残留の影響ではないかと考えられる。

#### 4. まとめ

以上の結果から、DJM工法の改良強度と湿潤密度に関して次のような事がわかった。

- 1) 改良土の湿潤密度は原地盤の含水比、セメントの種類・添加量などを用いて事前に計算し、予測することができる。
- 2) 改良土の一軸圧縮強度と湿潤密度は比例し、湿潤密度は原地盤の密度に、一軸圧縮強度は土質に依存する。
- 3) 実施工において湿潤密度の計算値と実測値を比較すると上下に多少のばらつきがみられる。これは、式(1)で用いた、セメントの水和にともなう収縮はなく、地盤は完全に飽和しているという仮定がDJM工法では成立しにくいためである。

これらのことから、改良土の湿潤密度を事前に予測し、施工直後に測定した値と比較することによって、地盤への改良材の添加の度合い、すなわち改良効果の判定が可能になると考えられる。

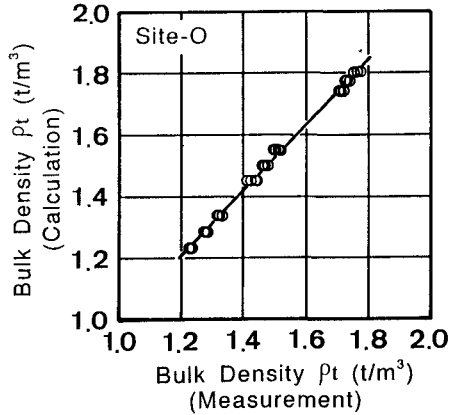


図3 室内配合試験における改良土の湿潤密度の実測値と計算値の比較

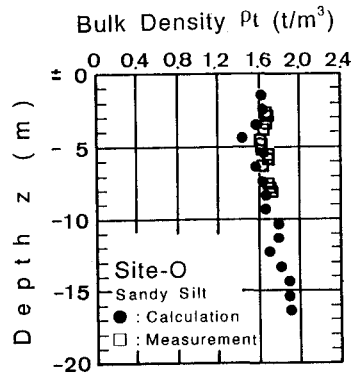


図4 現場における改良柱体の湿潤密度の実測値と計算値の比較(砂質シルト、7日間養生)

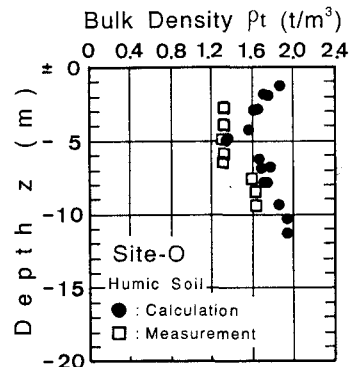


図5 現場における改良柱体の湿潤密度の実測値と計算値の比較(腐植土、28日間養生)

#### 参考文献

- 1) CDM研究会：CDM 設計と施工マニュアル(設計・施工編)、P.69