

現場発生土再利用プラントによる泥土モルタルの配合設計

鹿島建設(株) 正会員 笹倉 剛○小林 一三、坂野 一典
 成幸工業(株) 秋田 順一、森 忍
 リテックエンジニアリング(株) 正会員 新井 曜子、青木 淳

1.はじめに

本報で対象としている建設残土の発生抑制を目的とした現場発生土再利用プラントは、オーガー削孔などから発生する発生泥土（原土+削孔水、以下、調泥土とする）を地上で固化材と混合し、埋戻し材料や遮水材料として再利用できる環境配慮型の泥土モルタルを製造するプラントである。当プラントの配合検討では、現地地盤の性状に応じた最適な配合，出来上がりの品質のみならず、発生土抑制（発生土再利用）の観点からの検討が要求される。

本報では、プレボーリング工法などからの固化材が入っていない発生土を対象例として泥土モルタルの配合設計方法を室内試験によって検討した結果について報告する。

2.目標性能

配合検討で設定した目標性能を表-1に示す。調泥土の目標性能は発生土の抑制からフロー値を250～350mm程度、泥土モルタルは、モルタルの圧送性、充填性等からフロー値を150～250mmとしている。

3.室内配合試験方法

3.1 模擬地盤材料

今回の試験では、再現性と汎用性を重視したため、特定の現地発生土ではなく、表-2に示す土質性状が均質な粘土（木節粘土）、砂（珪砂3号:5号:7号=1:1:1の重量比でブレンド）を混合した模擬地盤を用いた。模擬地盤の作製では、既往の研究¹⁾から泥土モルタルの配合に対して影響が大きいと考えられる細粒分含有率（以下、 $U_{0.075}$ ）をパラメータとして、 $U_{0.075}=10$ 、30、50、90%の配合のものを用いた（それぞれ原土1~4と呼ぶ）。また、固化材は高炉セメントB種（セメント粒子密度： $\rho_s=3.05\text{g/cm}^3$ ）を用いた。

3.2 配合試験項目

配合検討は、対象をプレボーリング工法削孔時の泥土（調泥土）と泥土モルタル（調泥土+固化材）の固化前後の3種類に分けて実施した。調泥土は施工性の観点からフロー試験、ブリーディング試験を実施した。また、固化前の泥土モルタルに対しては、施工性からフロー試験、ブリーディング試験、固化後は品質性能から一軸圧縮試験（材齢28日）、透水試験（材齢28日）を実施した。その他配合検討に必要な含水比試験と湿潤密度試験も併せて実施した。

4.配合試験結果

プレボーリング工法などの削孔水量に対して調泥土のブリーディング率（BL）が最も敏感と考えられる原土1（ $U_{0.075}=10\%$ ）に対して実施したブリーディング試験において、削孔水に細粒分を添加せずに削孔できる地盤（ $BL \leq 1$ ）の $U_{0.075}$ の下限を求めた。図-1に示すように、 $U_{0.075}$ が少なくとも15%程度あれば、清水のみで削孔可能である

表-1 泥土モルタルの目標性能

| 項目 | | 目標性能 |
|--------|------|---|
| 調泥土 | 施工性能 | 材料分離しないこと、フロー値：250～350mm程度 |
| 泥土モルタル | 品質性能 | 一軸強さ q_u ：500kN/m ² 以上（材齢28日） 透水係数 k ： 1×10^{-6} cm/sec（材齢28日） |
| | 施工性能 | フロー値：150～250mm ブリーディング率：1%未満 |

表-2 模擬地盤配合表

| 試料名 | 木節粘土 | 珪砂3号 | 珪砂5号 | 珪砂7号 | 原土 | | | |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³) | 2.603 | 2.702 | 2.687 | 2.683 | 2.684 | 2.673 | 2.66 | 2.655 |
| 礫分(2～75mm) | 0 | 1.0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 |
| 砂分(0.075～2mm) | 5 | 97.4 | 99.6 | 98.7 | 87 | 73 | 49 | 16 |
| シルト分(0.005～0.075mm) | 46 | 1.6 | 0.4 | 1.3 | 6 | 14 | 23 | 42 |
| 粘土分(0.005mm未満) | 49 | | | | 4 | 12 | 27 | 42 |
| 液性限界 w_L (%) | 82.2 | NP | NP | NP | 28.5 | 50.8 | 60.1 | 79.7 |
| 塑性限界 w_p (%) | 23.2 | NP | NP | NP | 12.1 | 16.7 | 22.2 | 23.1 |
| 塑性指数 | 59 | NP | NP | NP | 16.4 | 34.1 | 37.9 | 56.6 |
| コンステンション指数 I_c | 1.246 | - | - | - | 1.681 | 1.419 | 1.465 | 1.269 |

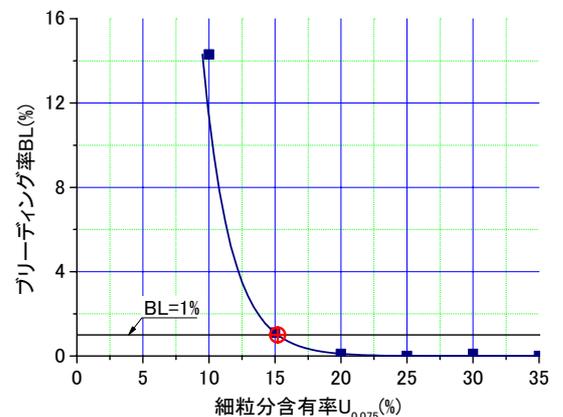


図-1 適用可能な地盤の細粒分含有率

ことが分かった（換言すると、対象地盤の $U_{0.075}$ が 15% 以下の場合、削孔水に細粒分を添加して、調泥土の $U_{0.075}$ を 15% 以上にする必要がある）。**図-2** に配合検討の結果一覧を示す。この図は、右上にある $U_{0.075}$ と調泥土の含水比のグラフを除き、全て横軸が泥土モルタル単位体積当りのセメント量であり、各列ごとに右から $U_{0.075}$ が 10, 30, 50, 90% の検討結果を配置している。このように配置することで、次のように任意の地盤の配合を決定できる。まず、右上の $U_{0.075}$ と調泥土の含水比の関係から、削孔水量が決定できる。その際のセメント添加量は、①段目のグラフの縦軸（調泥土の含水比）に対応する横軸から決定できる。さらに、③、⑤、⑥段のグラフ群からは、その配合の時のフロー値 FL、一軸圧縮強さ qu 、透水係数 k が得られる。以上の流れを**図-2**中の矢印で示している。さらに、同図から次のことが確認できる。(a) $U_{0.075}$ が小さい土質ほど加水量の変化による流動性状 (FL 値) への影響が大きい (図中③)。(b) $U_{0.075}$ が小さい土質ほどセメント添加量 C_m の変化による強さ (qu) への影響が大きい (図中⑤)。(c) $U_{0.075}$ の小さい土質 (地盤) 材料は、わずかな水分量の変化によるモルタルの性状、強さへの影響が大きいことから、施工管理に特に留意する必要がある。

5. 配合決定チャート

図-2 の試験結果から、**表-1** に示した目標性能を満たす配合をまとめると**図-3** のようになる。図中の原土量は乾土重量を示している。同図を用いることにより、適用地盤の細粒分含有率と含水比が分かれば、設計の目標性能を満足するセメント添加量 C_m 、添加単位水量 W 、原土量 S を求めることができる。

6. おわりに

本報告で述べた泥土モルタルの配合設計は、環境負荷低減の観点から原土への加水量に対して上限値を設けた点が特徴の一つである。本報ではオーガー削孔工法の発生土再利用時の配合設計を例に挙げたが、当設計手法は、現場掘削土やシールド発生土を再利用する泥土モルタルの配合設計など幅広く適用できるものとする。さらに、セメント分が含まれる原土の再利用に関して、原土中の未反応セメント分を考慮した配合検討も実施している。これに関しては、あらためて報告したい。

参考文献 1) 笹倉ら：泥土モルタル柱列壁工法におけるモルタル配合管理、第38回地盤工学研究発表会、pp. 809-810, 2003.

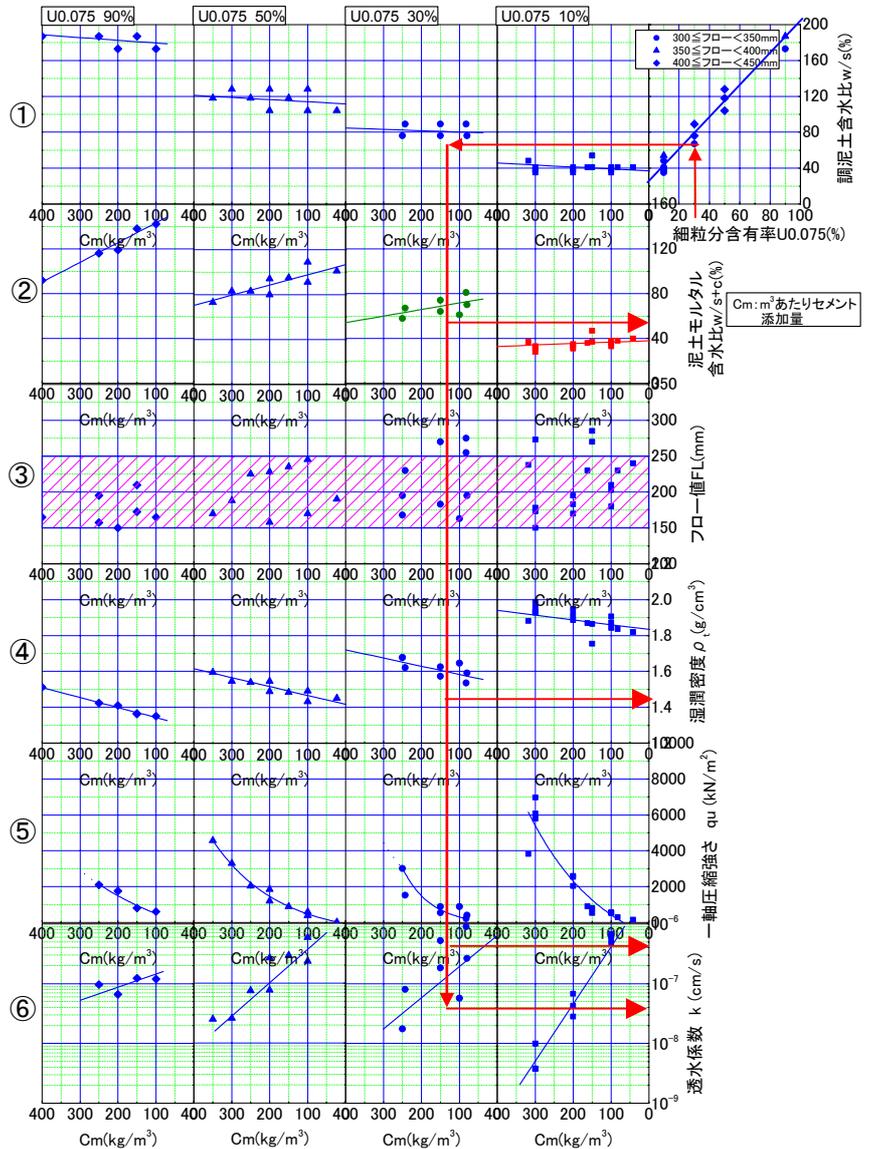


図-2 配合試験結果一覧図

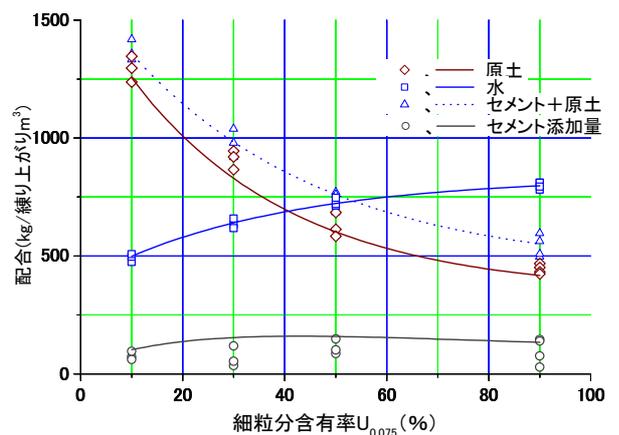


図-3 配合決定チャート