

土の粒度組成と配合要因がモルタル強度に及ぼす影響

立命館大学 COE 推進機構 正会員 ○井上 真澄
 立命館大学理工学部 平尾 和洋
 立命館大学理工学部 正会員 高木 宣章
 立命館大学理工学部 正会員 児島 孝之

1. 概要

本研究では、意匠性(色やテクスチャー)と強度を有する壁材料の開発を目的として、土を混入したコンクリートの適用を念頭に土の粒度組成と配合要因がモルタル強度に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

表 1 に実験要因を示す。セメントには普通ポルトランドセメントを使用した。試料土は宇部産珪砂と珪石粉、カオリン粘土を使用した粒度組成の異なる計 22 種類の模擬土と、現場より直接採取した土(現場土)4 種類とした。表 2 に試料土の物理・化学的性質を示す。図 1 に模擬土と現場土の粒度曲線を示す。水セメント比[W/C]は 75, 100, 125%の 3 水準、セメント土比[C:S₀]は水セメント比毎に 1:2~1:4 で 3 水準変化させ、W/C=125%のみ 1:3 の 1 水準とした。目標フロー値は、W/C=75%の場合 180±20mm, W/C=100%, 125%では 200±20mm に設定し、混和剤により調整した。目標空気量は 4±1%とした。

供試体の作製と圧縮強度試験は、JSCE-F 506 と JSCE-G 505 に準拠した。試料土は炉乾燥機(105±5℃)内で 24 時間、一定質量になるまで乾燥させたものを使用した。粘土、シルトを含む骨材の表乾状態の把握は困難であるため骨材は絶乾密度で計算し、土の含水量は配合上の単位水量[W]に含まれるとした。圧縮強度試験は、材齢 28 日で実施した。

3. 実験結果および考察

図 2 に模擬土①の細粒分含有率と圧縮強度の関係を示す。なお、細粒分とは、土の分類上粒径で 75 μm 以下(粘土分とシルト分)のものである。水セメント比 75%と 100%の場合、圧縮強度は細粒分含有率との相関関係が確認できる。細粒分含有率が 0~80%の範囲では、細粒分含有率の増加に伴い圧縮強度もほぼ線形的に増加し、80%付近で最大値を示した。しかし、80%以上になると圧縮強度は逆に低下する傾向にある。一般に、セメント土比一定の場合、細粒分が多くなると、フレッシュ時の練り混ぜが極端に悪くなるため、水セメント比が大きくなり強度低下を招く。本実験では、水セメント比、セメント土比といった配合条件は一定のもとで、土の粒度のみを変化させ、混和剤の使用によりフレッシュ性状を管理した。配合条件とフレッシュ性状が一定であれば、ある程度までの細粒分

表 1 実験要因

要 因	仕 様
結合材	普通ポルトランドセメント
模擬土の種類	22 種類
配合要因 水セメント比 [W/C]	75, 100, 125%
セメント土比 [C:S ₀]	W/C=75%; 1:2, 1:2.5, 1:3 W/C=100%; 1:3, 1:3.5, 1:4 W/C=125%; 1:3
目標フロー値	W/C=75%; 180±20mm W/C=100%, 125%; 200±20mm
目標空気量	4±1%
供試体寸法	φ50×100mm
試験材齢	28 日
試験(供試体数)	圧縮強度試験(5)

表 2 現場土の物理・化学的性質

試料土	土粒子密度 (g/cm ³)	粒度組成 (%)			強熱減量 ig-loss(%)	有機物 含有量(%)
		砂	シルト	粘土		
珪砂	2.60	100	0	0		
珪石粉	2.60	22	61	17		
粘土	2.61	0	70	30		
現場土 A	2.64	81.5	10.1	8.4	4.36	0.02
現場土 B	2.63	86.6	9.1	4.3	1.54	0.02
現場土 C	2.57	55.1	27.3	17.6	2.22	0.1
現場土 D	2.54	85.0	13.8	1.2	1.88	0.03

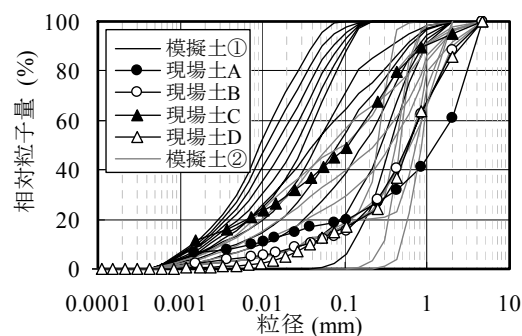


図 1 模擬土と現場土の粒度曲線

連絡先 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学 COE 推進機構 TEL 077-566-1111(内線 6873)

はモルタル組織を緻密にする方向に働き強度増加をもたらすものと考えられる。一方、細粒分含有率が80%以上では、フレッシュ性状が極端に悪くなり、目標フローを満たさない配合が多く、締固めが不十分であったことが強度低下の原因と考えられる。

一方、 $W/C=125\%$ の場合、細粒分含有率が80%以下の模擬土では目標フロー値を満足せず、材料分離が生じたため、6種類の模擬土のみの検討となった。この範囲では、圧縮強度はほぼ一定値を示しており、水セメント比が大きくなると細粒分含有率の影響は小さくなった。

図2には細粒分含有率0~80%の範囲のプロット点より配合毎に直線近似したものも示す。細粒分含有率が0~80%の範囲では回帰式の相関係数は0.72~0.98となり、比較的良好な相関性が得られた。

図3に模擬土①より得られた細粒分含有率0~80%の範囲の回帰直線と現場土を用いた供試体の圧縮強度試験結果をプロットした。一般に、現場土ではセメントの水和反応に支障を来す有機物の含有により強度低下が懸念されるが、本実験で用いた現場土の有機物含有量はともに小さな値であった。水和反応に支障を来すような化学的特性などはもたないことから、強度低下の原因とは考えにくい。以下では有機物の影響は考慮せず考察を行う。現場土の種類によっては回帰直線より推定される強度を下回るものがあり、 $W/C=75\%$ の方がその傾向が著しい。そこで土の粒度曲線の形状を表す曲率係数 U_c' に着目し、圧縮強度との相関を検討した。現場土の曲率係数は模擬土①に比較し若干大きな値を示したため、模擬土①より曲率係数が大きく粒度曲線が特異なものを含んだ模擬土②(図1参照)による結果を図4に追加した。図中に囲った範囲の模擬土②の圧縮強度は、模擬土①より低下し、現場土の強度に近づく傾向にある。強度の予測には、細粒分含有率とともに土の粒度曲線の形状を考慮する必要があると考えられる。

図2においてセメント土比に着目すると、細粒分含有率が80%以下の範囲では、セメント土比が大きい方が圧縮強度は大きくなる傾向にある。しかし、その差異は小さいものであり、セメント土比が圧縮強度に及ぼす影響は比較的小さいものと考えられる。細粒分含有率が80%以上では、ばらつきが大きく明確な傾向は観察されなかった。

4. まとめ

- (1) 水セメント比75~100%では、土の細粒分含有率の変化により圧縮強度は異なり、細粒分含有率が0~80%の範囲では、細粒分含有率の増加に伴い圧縮強度は増加した。
- (2) 模擬土より得られた強度回帰式から現場土を用いた場合の強度を推定するには、細粒分含有率とともに土の粒度曲線の形状といった要素との相関についても検討が必要である。

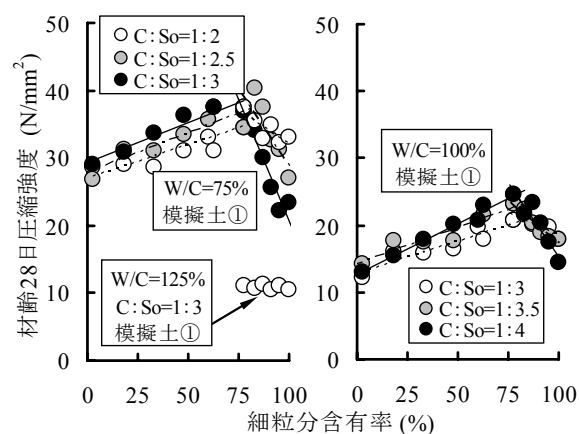


図2 細粒分含有率と圧縮強度の関係

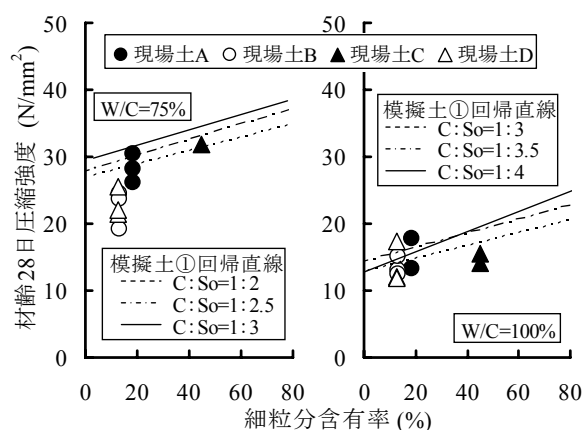


図3 模擬土①と現場土の圧縮強度の比較

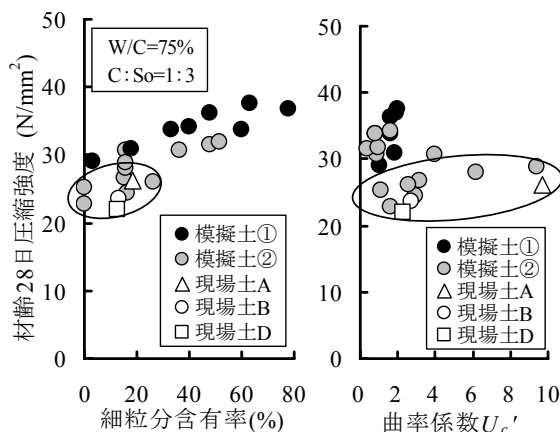


図4 細粒分含有率および曲率係数と圧縮強度の関係