

立命館大学 COE 推進機構 正会員 ○井上真澄

立命館大学大学院 学生員 品川幸二郎 学生員 久保田純司

立命館大学理工学部 正会員 高木宣章 正会員 児島孝之

表 1 使用材料

材 料	主 な 性 質
セメント	C 普通ポルトランドセメント：密度 3.19g/cm ³ ，比表面積 3260cm ² /g
細骨材	S 野洲川産川砂：密度 2.60g/cm ³ ，吸水率 1.56%，F.M.=2.73
	S ₂ 下水汚泥スラグ(空冷スラグ)：密度 2.76g/cm ³ ，吸水率 0.86%，F.M.=3.06
粗骨材	G 高機産硬質砂岩砕石：密度 2.70g/cm ³ ，吸水率 0.70%，F.M.=6.80，MS=20mm
(高性能)	SP ポリカルボン酸系特殊高分子化合物界面活性剤：密度 1.03~1.07g/cm ³
AE 減水剤	WR リグニンスルホン酸化合物：密度 1.10g/cm ³
AE 助剤	アルキルアリルスルホン化合物：密度 1.19g/cm ³

注) SP は W/C=30% のモルタルに使用，WR と AE 助剤はコンクリートに使用

1. はじめに

下水道普及率の向上に伴い発生する活性汚泥量は年々増加傾向にあり，汚泥の減量化あるいは資源化が急務の社会問題となっている。

本研究では，下水汚泥スラグの有効利用の観点から，下水汚泥スラグ細骨材を骨材として用いたモルタルおよびコンクリートの力学的特性について実験検討を行った。

2. 実験概要

表 1 に使用材料を示す。下水汚泥スラグ細骨材は密度，吸水率，粒度，単位容積質量，実績率，微粒分量試験をJIS規格に従い行った。

表 2 に下水汚泥スラグ細骨材を用いたモルタルの示方配合を示す。水セメント比は 50% および 30%，砂セメント比 $[(S+S_2)/C]$ は 3 (W/C=50% 時) および 2 (W/C=30% 時)，下水汚泥スラグ細骨材置換率 $[S_2/(S+S_2)]$ は細骨材質量に対して内割で 0，25，50，75 および 100% の 5 水準とした。目標フロー値は 180 ± 20 mm (W/C=50% 時) および 200 ± 20 mm (W/C=30% 時)，目標空気量は $2 \pm 1\%$ とした。モルタルは打設翌日脱型し，所定材齢まで標準水中養生を行い，圧縮・曲げ強度試験を JIS R 5201 に従い行った。

表 3 に下水汚泥スラグ細骨材を用いたコンクリートの示方配合を示す。水セメント比は 50%，下水汚泥スラグ細骨材置換率 $[S_2/(S+S_2)]$ は細骨材容積に対して内割で 0，25，50，75 および 100% の 5 水準とした。目標スランプは 7.5 ± 1 cm，目標空気量は $4.5 \pm 1\%$ とした。コンクリートは打設翌日脱型し，所定材齢まで標準水中養生を行い，圧縮・引張・曲げ強度，音速，静弾性係数，動弾性係数試験を行った。乾燥収縮試験は JIS A 1129 に従い行った。

3. 実験結果および考察

骨材の性質 表 4 に下水汚泥スラグ細骨材の物性値と規格値を示す。下水汚泥スラグ細骨材の粒度は，0.6~2.5mm が多いが土木学会の標準粒度の範囲内にあった。表乾密度は，野洲川産川砂よりも大きく 2.76g/cm^3 であった。吸水率は 0.86% と小さい値を示した。微粒分量は 4.08% であり，規格 1 は満たすものの，規格 2 は満足しなかった。

モルタルの強度特性 図 1 にモルタルの強さ試験結果を示す。圧縮および曲げ強さともに，スラグ置換率

Masumi INOUE, Kojiro SHINAGAWA, Jyunji KUBOTA, Nobuaki TAKAGI and Takayuki KOJIMA

に関わらず置換率 0%時と同等以上であった。

コンクリートのブリーディングおよび凝結

図2にコンクリートのブリーディング率を、図3に凝結試験結果を示す。細骨材のスラグ置換により、ブリーディング率は幾分増加するが、始発・終結時間は同等か幾分早まる傾向にあった。しかし、置換率

100%では、ブリーディング率がかなり大きく、凝結は遅延した。

コンクリートの強度特性

図4にコンクリートの強度試験結果を示す。圧縮強度は細骨材のスラグ置換により、最大で22%の強度低下を示した。しかし、材齢

の経過に伴い強度低下率は小さくなる傾向を示した。引張強度と曲げ強度は、初期材齢においてスラグ置換により強度低下を示すものの、材齢の経過とともにスラグ置換の影響は小さくなり、変動はあるもののほぼ一定値を示した。圧縮強度に対する引張強度あるいは曲げ強度の比は、各々1/9～1/14、1/5～1/9であった。

音速と弾性係数

図5に音速試験結果を、図6に弾性係数試験結果を示す。スラグ置換により圧縮強度は低下したが、音速と弾性係数は幾分の変動はあるものの置換率0%時と同等であった。

乾燥収縮 図7に乾燥収縮ひずみの経時変化を示す。乾燥収縮ひずみは、スラグ置換率の増加に伴い、普通コンクリートよりも小さくなる傾向が観察された。これは、下水汚泥スラグ細骨材の吸水率が川砂よりも小さいためであると考えられる。

4. まとめ

- (1) 下水汚泥スラグ細骨材は、一般の細骨材に比較して、表乾密度は幾分大きく 2.76g/cm^3 、吸水率は小さく 0.86% であった。微粒分量は 4.08% であった。
- (2) 下水汚泥スラグ置換率に関わらず、モルタルの圧縮・曲げ強さは置換率0%と同等以上であった。
- (3) 下水汚泥スラグ置換により、ブリーディング率は幾分増加するが、始発・終結時間は同等か幾分早まる傾向にあった。
- (4) 下水汚泥スラグ置換率の増加に伴い、コンクリートの各種強度は初期材齢で低下傾向を示した。しかし、材齢の経過に伴い強度低下率は小さくなる。
- (5) 乾燥収縮は、下水汚泥スラグ置換率の増加に伴い、普通コンクリートよりも小さくなった。

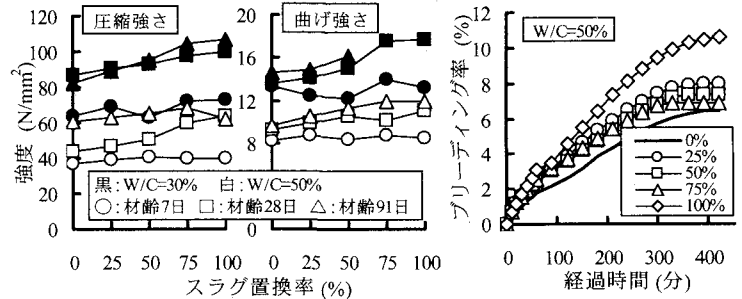


図1 モルタル強さ試験結果

図2 ブリーディング

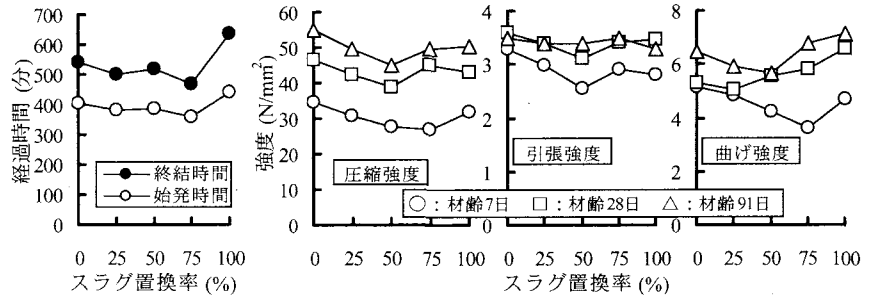


図3 凝結試験結果

図4 コンクリート強度試験結果

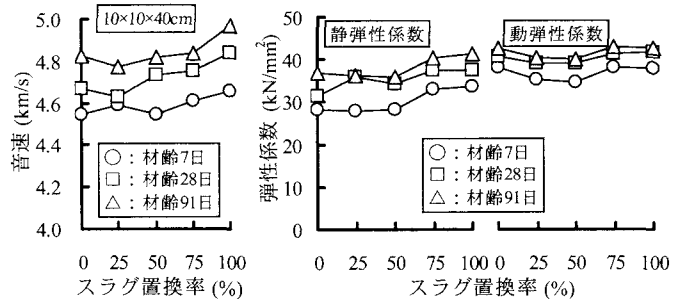


図5 音速試験結果

図6 弾性係数試験結果

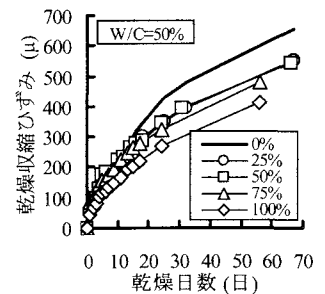


図7 乾燥収縮の経時変化