

栃木県における下水汚泥 MS を用いたコンクリートの諸性状改良に関する研究

宇都宮大学工学部 学生会員 安田 浩二
 宇都宮大学工学部 正会員 藤原 浩巳
 宇都宮大学工学部 正会員 丸岡 正知
 宇都宮大学工学部 学生会員 岩崎 麻美

表 1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm ³ , 粉末度 3,300 cm ² /g)
細骨材	鬼怒川産川砂(NS)(表乾密度 2.56 g/cm ³ , 吸水率 3.01%, F.M2.45)
	細目砂(WS)(表乾密度 2.59 g/cm ³ , 吸水率 2.52%, F.M1.80)
	砕砂(SC)(表乾密度 2.72 g/cm ³ , 吸水率 0.25%, F.M2.03)
	下水汚泥溶融スラグ(MS)(表乾密度 2.64g/cm ³ , 吸水率 0.18%, F.M3.81)
粗骨材	鬼怒川産砕石 5号(表乾密度 2.84 g/cm ³ , 吸水率 0.38%, F.M6.73)
	鬼怒川産砕石 6号(表乾密度 2.83 g/cm ³ , 吸水率 0.49%, F.M7.07)
混和材	石灰石微粉末(LS)(密度 2.71 g/cm ³ , 粉末度 3,520cm ² /g)
	砕石粉(CSP)(密度 2.69 g/cm ³ , 粉末度 2,769cm ² /g)
混和剤	ポリカルボン酸エーテル系高性能減水剤
	アリルスホソ酸系界面活性剤
	ポリアルキレングリコール空気量調整剤

1. まえがき

近年の下水道普及率の増加に伴い、下水汚泥の発生量は増加の一途を辿っており、最終処分場の延命化を図るため、下水汚泥の減容化及び再資源化が強く求められている。下水汚泥溶融スラグ(MS)は、汚泥焼却灰を溶融スラグ化したもので、水中で急冷された水砕スラグは細砂状であるため、砂の代替品として埋め戻し材やコンクリート用細骨材等に使用することが期待される。しかし、MSは微粒分が少なく、粒度分布が悪いことからコンクリートのプラスチックティー低下、ブリーディング量増大、凝結時間の遅延、圧縮強度の低下の問題が生じる⁽¹⁾。

本研究では、MS を細骨材の一部として用いたコンクリートの諸性状の改良方法について検討した。

2. 実験概要

諸性状の改良は以下の 2 つのシリーズで、改良の可能性について検討した。

実験 . MS の不足している微粒分を補うため、混和材を細骨材の一部として内割混和する方法。

実験 . 細骨材の粒度分布を改良するため、粗粒率の小さい砂を用いる方法。

2-1. 使用材料

使用材料を表 1 に示す。実験 で用いた小粗粒率の砂は、細目砂(WS)及び砕砂(SC)である。各砂の粒度分布を図 1 に示す。

2-2. 配合条件

基本配合条件は、細骨材率 s/a 43%, 単位水量 W 160kg/m³, 水セメント比 W/C 50%とし、MSを川砂(NS)に対して 50%,75%体積置換をした。**実験** では、混和材は、石灰石微粉末(LS)及び砕石粉(CSP)を用い、LS及びCSPの混和量は、MS置換率 50%の条件で、0, 20, 30, 40kg/m³、MS置換率 75%の条件で、0, 100, 110, 120kg/m³の各 4 水準とした。また、**実験** では、MS置換率 50%の条件で、NSの代わりにWS及びSCを用いて、MS置換率 75%の条件で、NSの代わりにSCを用いた。各砂とMSの合成粒度分布を図 2 に示す。また、**比較用のコンクリート**として、NSを用い、MS無置換、混和材無混和の基本配合条件の普通コンクリートを使用した。全配合において、スランプ 8.0 ± 2.0cm, 空気量 5.0 ± 1.0%になるよう混和剤により調整した。

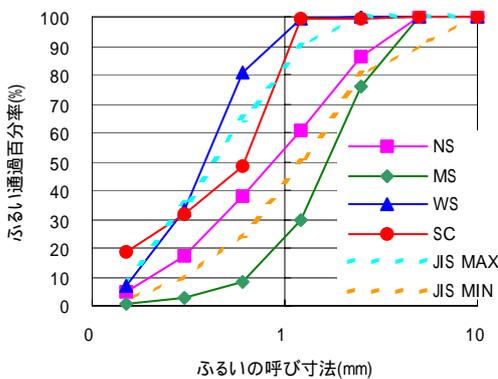


図 1 各砂及び MS の粒度分布

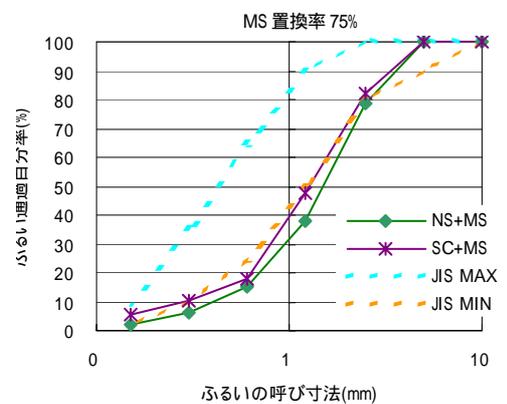
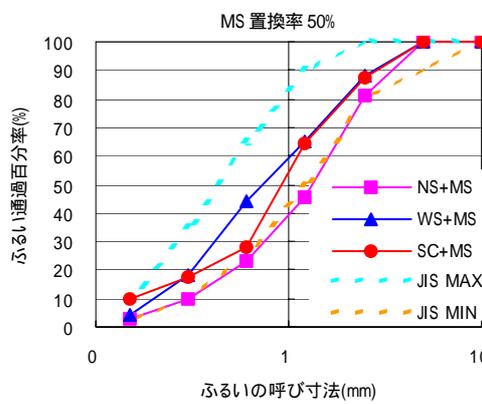


図 2 各砂と MS の合成粒度分布

キーワード 下水汚泥溶融スラグ 細骨材 石灰石微粉末 砕石粉 細目砂 砕砂

連絡先 〒321 - 8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科材料研究室 TEL 028-689-6209

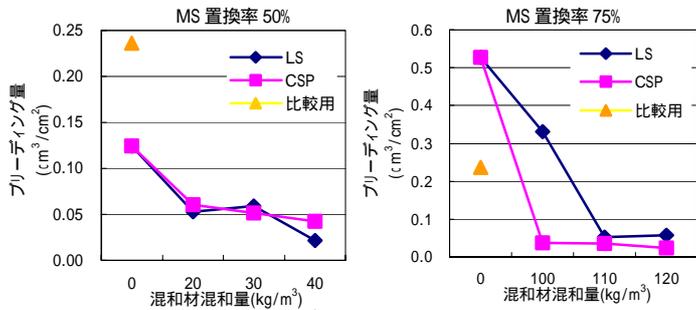


図3 プリーディング試験結果

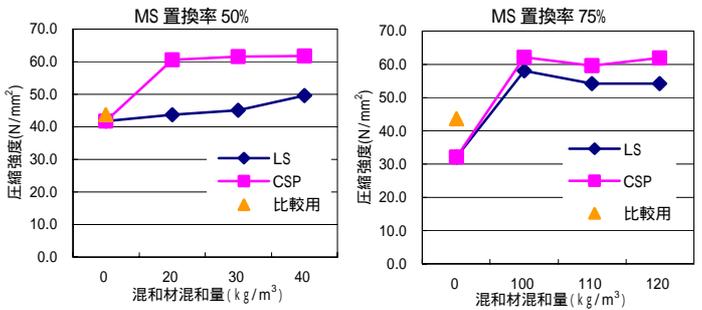


図4 圧縮試験結果(水中養生,材齢28日)

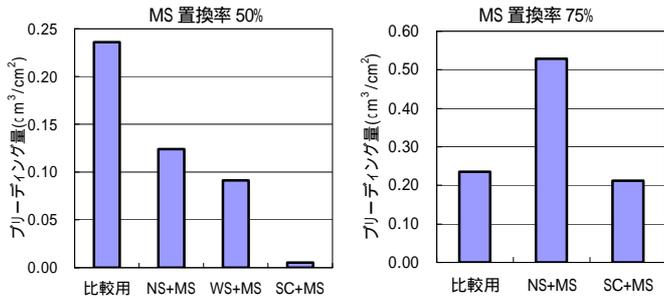


図5 プリーディング試験結果

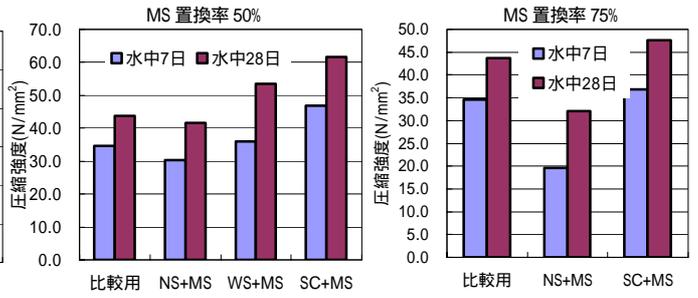


図6 圧縮試験結果(水中養生,材齢28日)

2-3.試験項目及び試験方法

試験項目及び試験方法を表2に示す。

表2 試験項目及び試験方法

試験項目	試験方法
プリーディング	JISA 1123
圧縮	JISA 1108

3. 試験結果及び考察

3-1.実験 :混和材による諸性状試験結果及び考察

プリーディング試験結果を図3に示す。MS置換率50%の条件では、比較用のコンクリートよりプリーディング量は少なかったが、MS置換率75%の条件では、2倍以上のプリーディング量が認められた。いずれの条件においてもLS及びCSPの混和量の増大に伴って、減少し、比較用のコンクリートの値より小さくなった。既往の研究より、セメント粒子より粒子径の小さいLSが増加することにより、プリーディング水の移動流路が長くなることで、自由水が少なくなったためだと考えられる。

圧縮強度試験結果を図4に示す。MS置換率50%の条件では、MS置換による強度低下は認められず、MS置換率75%の条件において、30%程度の強度低下が認められた。いずれの条件においてもLS及びCSPを混和することで圧縮強度の改善が認められた。しかし、圧縮強度が60N/mm²程度で強度の伸びは頭打ちとなった。これは、MSの骨材強度に起因するものと思われる。

3-2.実験 :細目砂等による諸性状試験結果及び考察

プリーディング試験結果を図5に示す。NS+MSと比較すると、WS及びSCを用いることにより、プリーディング量は減少し、特に、MS置換率50%の条件では、比較用のコンクリートより少ないプリーディング量となった。これは、NSと比べWS及びSCは、F.Mが低く0.15~0.6mmの粒度が多くなったためプリーディング量が減少したと考えられる。

圧縮強度試験結果を図6に示す。NS+MSと比較すると圧縮強度は、MS置換率50、75%ともにWS及びSCを用いた場合、増大した。比較用のコンクリートの圧縮強度は43.7N/mm²であり、WS及びSCを用いた全配合において、同等以上の圧縮強度を得ることができた。その理由として、粗粒率の小さい砂とMSを組み合わせることで、微粒分が増え、粒度分布が改良されることで密実なコンクリートになったためだと考えられる。

4.まとめ

本研究における諸性状の改良方法では、LS及びCSPを川砂に内割混和することで問題となる性状の改良が可能であることが確認できた。特に、CSPを用いることで圧縮強度が著しく増大した。また、細骨材にWS及びSCを用いることで問題となる性状の改良が可能であることが確認できた。

【参考文献】

- (1) 沼野友伸,藤原浩己:各種溶融スラグのコンクリート製品への適用に関する研究 宇都宮大学博士前期課程終了論文 2003