

第 部門 下水汚泥溶融水砕スラグを細骨材に使用したコンクリートの力学的特性

関西大学工学部 学生員 ○高田 康弘

関西大学工学部 正会員 豊福 俊英

1. はじめに

年々下水汚泥が増え、埋立処分場が逼迫していく中で下水汚泥溶融スラグの有効利用は急ピッチに必要とされている。またコンクリート骨材の枯渇が懸念される中でも、スラグがそれにとって代わる可能性が高いと期待されてきている。

2. 実験概要

大阪市の有機物処理過程（消化槽）を通過して生成される下水汚泥溶融水砕スラグ(以下、水砕スラグ)を川砂と置換して、フレッシュコンクリート特性、強度特性および弾性係数を明らかにし、水砕スラグコンクリートの比較・検討していくことを目的とする。

2.1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.15 g/cm^3)を使用した。また粗骨材として高槻産碎石(密度 2.69 g/cm^3 , 吸水率 1.22%)、細骨材として淀川産川砂(密度 2.59 g/cm^3 , 吸水率 1.22% , 粗粒率 2.74)とスラグ(密度 2.79 g/cm^3 , 吸水率 1.82% , 粗粒率 3.35)、混和剤はポリカルボン酸エーテル系高性能AE減水剤を使用した。

2.2 供試体一覧

表 - 1 供試体一覧

川砂に対するスラグ置換率(以下置換率)を $0\% \sim 100\%$ まで広い範囲で設定する。また水セメント比は 55% で一定とする。表 - 1 に供試体一覧を示す。

最大骨材寸法 (mm)	置換率(%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)
20	0	55%	38
			40
			42
			44
			46
	25		38
			40
			42
			44
			46
	50		38
			40
			42
			44
			46
	75		38
			40
			42
			44
			46
	100		38
			40
			42
			44
			46

2.3 試験項目

フレッシュコンク

リート試験方法において、スランブ試験は JIS A1101 空気量試験は JIS A 1128 に従って行った。圧縮強度試験は JIS A 1108、曲げ強度試験は JIS A 1106 に規定されているとおりである。また静弾性係数は土木学会規準「コンクリートの静弾性係数試験方法(案)(JSCE - G502)」の「単調増加載荷により

求める方法」に従って行った。

3. 結果および考察

図 - 1 にスランブ試験結果を示す。また図 - 2 に求めた最適細骨材率を示す。空気量試験結果を図 - 3 に示す。

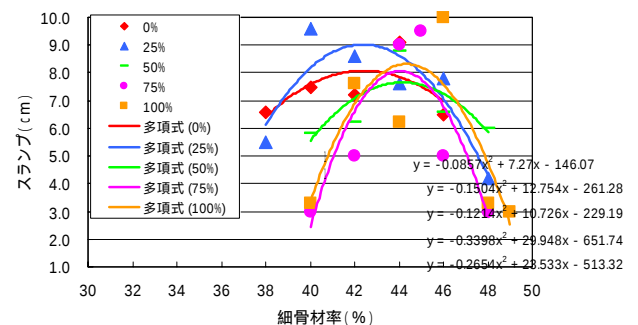


図 - 1 スランブ試験結果

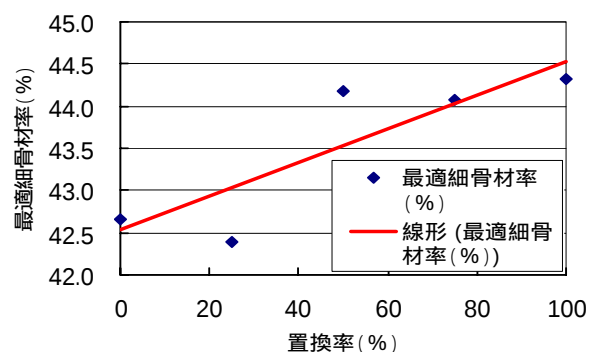


図 - 2 最適細骨材率

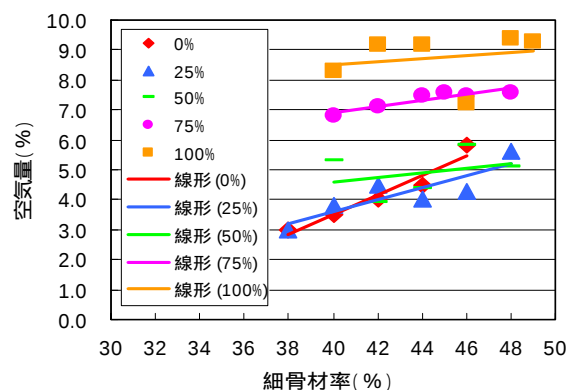


図 - 3 空気量試験

図 - 1, 2 が示すように、置換率が増加すると最適細骨材率が増加していく。また、置換率 75%, 100% では、細骨材率の曲線が急な勾配になり作業性が確保できる範囲がかなり狭くなった。それに加え練り混ぜ後 10~15 分程度経過するとスランプはすべて 3 cm 以内になり施工面から見ると使用不可能であると考えられる。置換率が 50% まででは、スランプロスは発生しなかった。

図 - 3 から置換率 75%, 100% では空気量が大きく増加している。また、圧縮強度試験結果を図 - 4、曲げ強度試験結果および、圧縮強度との関係を図 - 5、静弾性係数試験結果を図 - 6 に示す。

置換率 100% では、圧縮強度は著しく低下したが置換率 25%, 50% では置換率 0% すなわち川砂 100% のコンクリートとほぼ同じ圧縮強度が得られた。これは、空気量が多いということが圧縮強度の低下の理由の一つだといえる。またある程度川砂と置換することでスラグの性質が改善されたことが言えるだろう。ただ 50% も水砕スラグに置換して圧縮強度が下がらないという理由には、この水砕スラグが潜在水硬性を有する可能性があると考えられる。ある程度の置換までであれば、この潜在水硬性を発揮し強度を補う役割ができると期待できる。また 100% 置換では空気量が非常に大きくなり、またスラグは微粒分が少なく、圧縮強度が低下していると考えられる。

図 - 5 は材齢 28 日における圧縮強度と曲げ強度の関係を示したものである。水砕スラグを置換すると、セメントとの付着の悪さによる曲げ強度の低下が懸念されたが、本研究では置換率 50% 置換以内であれば、曲げ強度は圧縮強度の $1/5 \sim 1/7$ の範囲に入っているので一般の普通コンクリートと比べても、圧縮強度と曲げ強度の関係は同等であると言える。静弾性係数はスラグ置換率 25%, 50% のコンクリートにおいて川砂のみのコンクリートに比べやや高い傾向にあり、スラグ置換率 100% では著しく低い結果であった。

4.まとめ

(1) 置換率 75%, 100% のコンクリートでは、混和剤量を増やすと一時的にはスランプ $8 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$ は得られるが、経時変化が大きい。

(2) 空気量は、スラグ置換率 25%, 50% では 4.5

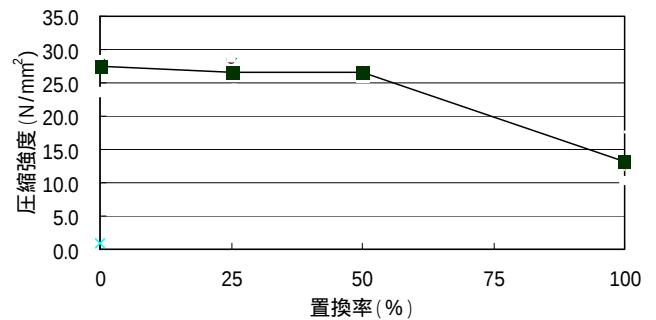


図 - 4 圧縮強度試験

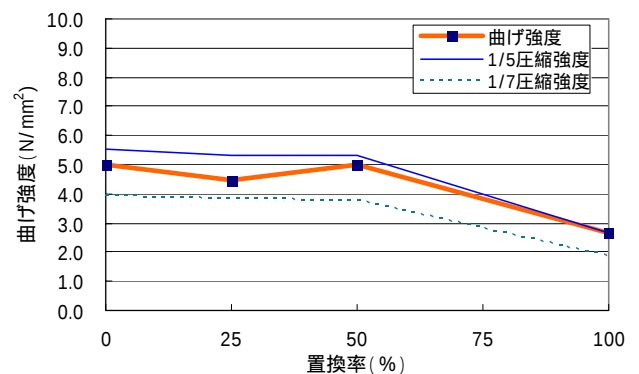
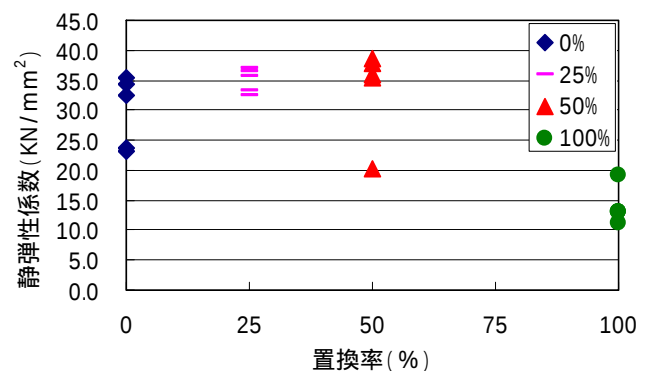


図 - 5 曲げ強度試験

図 - 6 静弾性係数試験



$\pm 2.5\%$ であったが、置換率 75% で 7% 以上、置換率 100% で 8% 以上の空気量があった。

(3) 強度特性は、置換率 25% で、川砂 100% のコンクリートとの圧縮強度比が 96.8%、置換率 50% では 96.6% と、川砂コンクリートとほぼ同じ圧縮強度が得られた。しかしスラグ置換率 100% では、天然川砂 100% のコンクリートとの圧縮強度比は 47.9% と、半分にも満たない結果となった。