

第 部門 下水汚泥スラグを細骨材として使用したコンクリートの強度特性

関西大学工学部 学生員 勝原 智幸
 関西大学工学部 正会員 豊福 俊英

1. はじめに

近年下水道普及の向上に伴い発生する下水汚泥の量は年々増加傾向にあり汚泥の減量化、また資源化が社会問題となっている。さらには天然骨材の枯渇問題も生じている。本研究では、下水汚泥スラグの有効利用の観点から、下水汚泥スラグを細骨材としてコンクリート用骨材として使用したコンクリートの強度特性について検討を行った。

2. 実験概要

表1に使用材料を、表2に示方配合およびスランプ、空気量試験結果を、図1に各置換率の粒度および粒度調整後のスラグの粒度を示す。スラグはそのまま置換使用すると50%以上の置換率では土木学会標準粒度から外れるので、粒度調整を行い使用した。コンクリートの水セメント比を50%、55%、60%の3水準、下水汚泥スラグ細骨材置換率 $[S_s/(S+S_s)]$ を細骨材容積に対し内割で0、25、50、75および100%の5水準とした。目標スランプは8.0cm、目標空気量は4.5%とし、スランプ試験(JIS A 1150)および空気量試験(JIS A 1128)を行った。コンクリートは翌日脱型し、所定材齢まで標準水中養生を行い、圧縮強度試験(JIS A 1108)を行った。

表1 使用材料

	材料	仕様
セメント	普通ポルトランドセメント	密度:3.15g/cm ³
細骨材	下水汚泥スラグ(空冷スラグ)	表乾密度:2.75g/cm ³ 吸水率:1.25%、F.M.:3.08
	砂(淀川産川砂)	表乾密度:2.59g/cm ³ 吸水率:1.22%、F.M.:2.74
粗骨材	砕石(高槻産砕石)	Gmax表乾密度:2.69g/cm ³ 吸水率:1.22%
混和剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸エーテル系化合物と配向ポリマーの複合体
	空気量調整剤	マイクロエア404

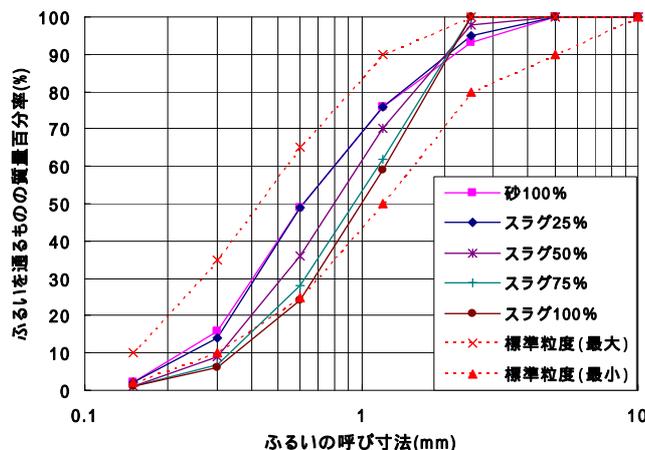


図1 粒度分布

表2 コンクリートの配合とスランプおよび空気量

水セメント比 W/C (%)	細骨材混合割合		細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							空気量 (%)	スランプ (cm)
	砂 S	スラグ Ss		水 W	セメント C	砂 S	スラグ Ss	砕石 G	高性能AE減水剤 (C×%)	空気量調整剤 (C×%)		
50	100	0	45	165	330	799	0	1014	0.90	0.00200	4.5	7.8
	75	25		165	330	564	212	1014	0.95	0.00211	4.3	8.2
	50	50		165	330	376	424	1014	1.00	0.00222	4.6	8.0
	25	75		165	330	188	636	1014	1.10	0.00244	4.6	8.1
	0	100		165	330	0	848	1014	1.20	0.00267	4.5	8.0
55	100	0		165	300	810	0	1028	0.95	0.00211	4.1	8.3
	75	25		165	300	572	215	1028	1.05	0.00233	4.3	8.1
	50	50		165	300	381	430	1028	1.10	0.00244	4.2	7.8
	25	75		165	300	191	645	1028	1.15	0.00256	4.5	8.0
	0	100		165	300	0	860	1028	1.20	0.00267	4.6	8.1
60	100	0		165	275	819	0	1040	0.95	0.00211	4.1	8.0
	75	25		165	275	579	217	1040	1.10	0.00244	4.2	8.2
	50	50		165	275	386	435	1040	1.15	0.00256	4.6	8.1
	25	75		165	275	193	652	1040	1.20	0.00267	4.4	8.5
	0	100		165	275	0	870	1040	1.25	0.00278	4.8	8.0

Tomoyuki KASTUHARA Toshihide TOYOFUKU

3. 実験結果および考察

3.1 混和剤量および空気量調整剤量

図2にスラグ置換率とスランプを一定にするために必要な混和剤量を、図3に空気量を一定にするために必要な空気量調整剤添加量との関係を示す。水セメント比にかかわらずスラグ置換率を上げるにつれて混和剤量は増加する。これはスラグの表面が角ばっているためであると考えられる。また、置換率が上がるにつれて空気量調整剤(消泡剤)量は増加する。これは混和剤と同じ結果である。

3.2 圧縮強度

材齢7日の圧縮強度とスラグ置換率の関係を図4に、材齢28日の圧縮強度とスラグ置換率の関係を図5に示す。細骨材をスラグで置換することにより、水セメント比50%で4~38%(材齢7日)、2~32(%)の強度低下が観察された。これはスラグがガラス質で他の骨材との付着が悪いためと考えられる。材齢の経過による強度増加率は水セメント比とスラグ置換率に関わらずほぼ同程度であった。水セメント比に関わらず、置換率50%以上になると極端な強度の低下が観察される。置換率50%以内であれば、強度低下は約2~12%である。

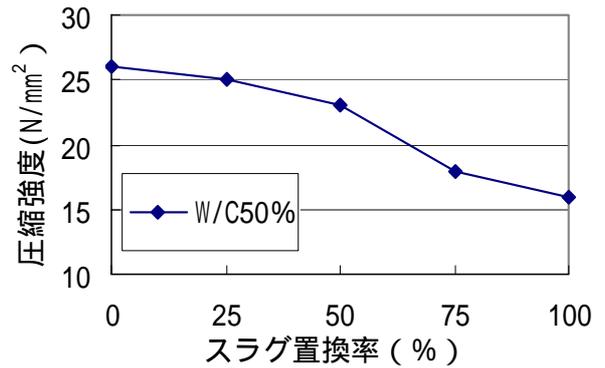


図4 圧縮強度(材齢7日)

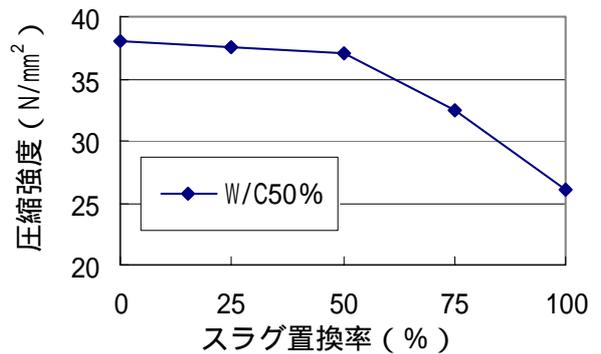


図5 圧縮強度(材齢28日)

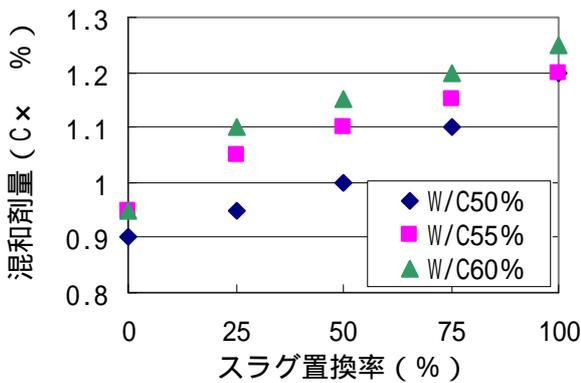


図2 スラグ置換率と混和剤量の関係

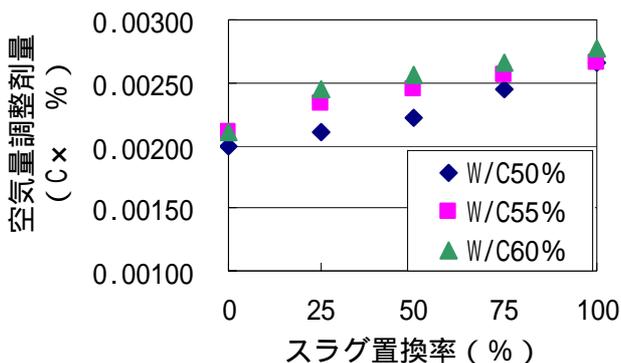


図3 スラグ置換率と空気量調整剤量の関係

4. まとめ

- (1) 下水汚泥スラグ細骨材置換率の増加に伴い、所要のワーカビリティを得るための混和剤および空気量調整剤量は増加した。
- (2) スラグ置換率の増加に伴い、強度は低下した。
- (3) スラグ置換率は50%を超えると極端な強度低下が観られる。

[参考文献]

- 1) 21世紀の大阪府下水道整備基本計画資料:大阪府
- 2) 古賀 康男:これからのコンクリート材料,セメント・コンクリート論文集, 667,2002,9.
- 3) 小柳 ,宮川 豊章,豊福 俊英:建設材料実験,社団法人 日本材料学会,2001.