

スラッジを混入したコンクリートの配合設計

和歌山工業高等専門学校
同上○ 中本 純次 戸川 一夫
三岩 敬孝 谷 敏行

1. まえがき

レディミクストコンクリートプラントでゼロエミッションを達成するためには、発生するスラッジ水のプラント内での完全循環型再利用が欠かせない。そのためにはスラッジ水の利用割合を高めることが必要である。本研究室では、生コンクリートへのスラッジ添加率の増加をはかるべく研究を継続してきている。本報告は、凝結調整剤を用いたスラッジ混入コンクリートの配合設計について検討を行ったものである。

2. 使用材料および配合の決定

セメントは、普通ポルトランドセメント（比重 3.16）を使用した。細骨材は徳島県那賀川産の川砂（比重 2.61 F.M.3.01）、粗骨材は赤穂市西有年産の流紋岩質溶結凝灰岩砕石（比重 2.63 F.M.6.57、最大寸法 20mm）を用いた。混和剤はAE減水剤およびAE助剤を使用した。なお、使用した凝結調整剤の主成分はアルキルアミノホスホン酸系である。

現実の生コンプラントでは、スラッジを添加したコンクリートであってもスランプおよび強度の管理が容易に行えることが必要である。言い換えれば、スラッジを添加した

コンクリートについて、スラッジを用いないコンクリートの目標スランプおよび目標強度等同等のコンクリートを配合設計することが必要になる。本研究では、スラッジを混入したコンクリートの配合設計は、単位粗骨材容積による方法に基づいて行った。同一のワーカビリティを得るための単位粗骨材かさ容積は、細骨材の粗粒率と線形関係にあることから、スラッジを添加した場合、それらを細骨材の一部とみなすと細骨材の粗粒率が小さくなることになる。すなわち、スラッジ添加率の増加によって、細骨材の粗粒率は減少することから、粗骨材かさ容積は増加することになる。基本的に骨材の違いによって、粗骨材かさ容積は変化するがここではスラッジを添加しない基準コンクリートについて 0.66 を選定した。なお、スラッジ添加率が 3%程度（JISの許容範囲内）であれば大きな影響はないと判断し、スラッジ添加率 3%の場合の粗骨材かさ容積は基準コンクリートの場合と同じ 0.66 とした。なお、スラッジ添加率の増加による粗骨材かさ容積の増加率については、コンクリートの状態から判断した。ここでは、スラッジ添加率 6%の増加で粗骨材かさ容積は 0.2 増加する結果となった。本実験におけるスラッジ添加率と粗骨材

表1 コンクリートの配合

配合 記号	スランプ (cm)	W / C (%)	空気量 (%)	s / a (%)	単位量 (kg / m ³)					
					W	C	S	G	AE 減 水剤 *	AE 助 剤 *
基準	8 ± 1	57.9	4.5 ± 1	45.8	162	280	843	1003	2.8	1.512
3%NSR		62.9		46.4	162	258	861	1003	2.58	1.187
		57.9		45.8		280	843		2.8	1.68
		52.9		45.2		306	821		3.06	1.958
3% SR		62.9		46.8	158	251	877	1003	2.51	1.355
		57.9		46.3		273	859		2.73	1.638
		52.9		45.7		299	838		2.99	1.914
9% SR		62.9		45.6	155	246	859	1034	2.46	1.328
		57.9		45.1		268	841		2.68	1.554
		52.9		44.4		293	820		2.93	1.875
15% SR		62.9		44.0	155	246	828	1064	2.46	1.476
		57.9		43.4		268	811		2.68	1.876
	52.9	42.8	293	790		2.93	2.110			

*4 倍液、**100 倍液 SR; Setting retarder（凝結調整剤添加）NSR; No setting retarder（凝結調整剤無添加）

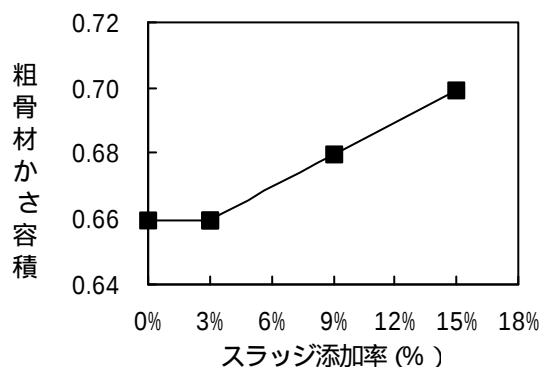


図1 粗骨材かさ容積とスラッジ添加率との関係

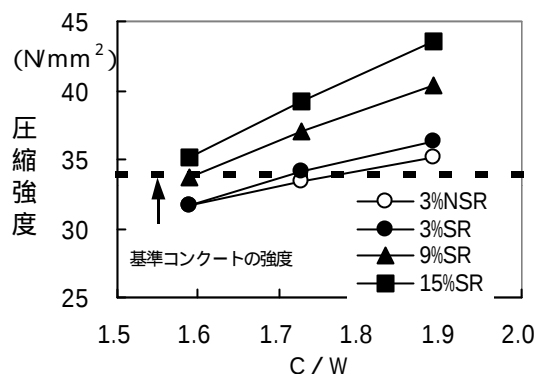


図3 圧縮強度とC/Wの関係

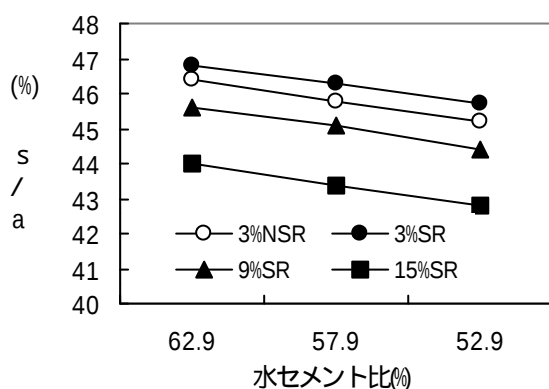


図2 細骨材率とW/Cとの関係

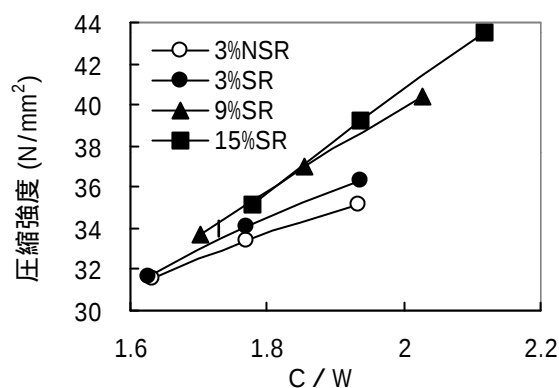


図4 補正したC/Wと強度の関係

かさ容積の関係を図1に示す。

試験手順としては、それぞれのスラッジ添加率における粗骨材かさ容積を定めた後、基準コンクリートと同一スランプが得られる単位水量を選定した。そして、基準コンクリートの材齢28日圧縮強度と同一強度を得るために、基準コンクリートの水セメント比(57.9%)を中心にしてW/Cを5%増減させた配合を計画した。なお、同一スラッジ添加率では、コンクリートの単位水量および単位粗骨材かさ容積は一定とした。スラッジに凝結調整剤を添加した場合、減水効果があることから単位水量(W)を若干を減少することができた。その結果、表1の配合が定まった。

3. 考察

基準コンクリートにスラッジを3%添加した場合、微粒分が増加することから1~2cm程度のスランプの低下が考えられるが、基準コンクリートの単位水量と凝結調整剤無添加の、スラッジ添加率3%のコンクリート(3%NSR)の単位水量が同じになった。これは、基準コンクリートがやや粗めであったのに対し、スラッジを3%使用することで微粒分が補給された結果コンクリートの状態が良好となり、スランプが出やすくなったものと考えている。それ以外の凝結調整剤を添加した配合については、スラッジの微粒分

の増加によるスランプの低下と凝結調整剤の減水効果との差し引きによって単位水量が増減するものと考えられる。本試験では、スラッジ添加率9%までは、凝結調整剤による減水効果が勝ったために単位水量を減少させることができ、15%の場合は両者の効果が相殺される形となり9%の場合と同じ単位水量となったものと考えられる。

図2は、スラッジ混入コンクリートの細骨材率と水セメント比との関係を示している。単位水量を一定としているので、水セメント比が小さくなると、セメント量が多くなり、また粗骨材かさ容積を一定にしているため、必然的に細骨材率は減少する。図3は、それらコンクリートの材齢28日強度とC/Wとの関係を示している。圧縮強度とC/Wの間には線形関係が認められるので、この関係を用いて所要の配合強度からW/Cを設定することが出来ることになる。図4は、圧縮強度と混入したスラッジ中のセメント分を単位セメントの一部と考えて補正したC/Wとの関係を示している。スラッジ添加率の違いにより粗骨材かさ容積およびs/aが異なることからそれぞれの直線の傾きが若干異なるので、1つの直線で表されるとまではいかないが、それぞれが漸近する形となり、スラッジ中のセメントも有効に働いていることが期待される。