

生コンと碎石の混合スラッジを用いたポーラスコンクリートの製造について

佐賀大学 理工学部 正会員 ○ 山内 直 利

" 瀬崎 陽 光

" 正会員 石橋 孝 治

1. はじめに

一昨年度より、産業廃棄物である生コンスラッジと碎石スラッジの有効利用方法として、コンクリート用微粒混和材としての利用を検討して来ている。セメントペーストをバインダーとする軽交通用ポーラスコンクリートの製造を目標としている。生コンスラッジの単独使用の場合には、粉体量の増加によりペーストに所要の軟度を与えるに必要な混和剤添加量が急増することから、本年度は生コンと碎石の両スラッジを混合して利用することを考え、ポーラスコンクリートの試験練りを行いその特性を検討した。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm^3)を、粗骨材はコンクリート用 2005 碎石と道路用 6 号碎石(いずれも密度 2.70g/cm^3)の 2 種類を、一部の配合で細骨材(密度 2.56g/cm^3 , FM=6.9)を使用した。生コンスラッジ(CSL)と碎石スラッジ(SSL)は脱水ケーキを絶乾にして微粉碎した粉末として使用した。その密度はそれぞれ 2.26g/cm^3 と 2.77g/cm^3 である。混和剤(CA)は高性能 A E 減水剤を使用した。

まず、バインダー機能を持つセメントペーストの配合を検討した。セメントペーストの配合は、水セメント比を固定し、コンクリートとしたとき過大なセメント量とならないように考慮して設定した。表-1 セメントペーストの配合を示す。スラッジの混入率と混合率はそれぞれ 5 水準と 3 水準を設定した。また、セメントペーストの軟らかさはフロー値が 200 ~ 210 となるように CA 添加量で調整した。

表-1 セメントペーストの配合(%)

スラッジ	混合比	W/C	C	W	SL/C	CA/C
SL	CSL:SSL	(%)	(g)	(g)	(%)	(%)
単独	1000	22	1832	403	0	0.70
			1782	392	2.5	1.15
			1741	383	5.0	1.65
			1683	370	7.5	2.25
			1836	360	10.0	2.90
混合	1008		1789	394	2.5	1.00
			1747	384	5.0	1.35
			1708	376	7.5	1.65
	1005		1669	367	10.0	2.00
			1787	393	2.5	1.05
			1742	383	5.0	1.45
			1701	374	7.5	1.82
			1661	365	10.0	2.20

スラッジの混入率が 5 % のセメントペーストを選定し、一定量の骨材量に対し、投入セメントペースト量を調整してポーラスコンクリートを製造した後、電動ランマーによる締め固めを行って各種の供試体を作製した。透水係数(定水位試験)、空隙率、圧縮強度、曲げ強度(本練配合のみ)を調べた。

表-2 にポーラスコンクリートの配合(混入率が CSL:SSL=10:5 の場合)をペーストベースで示す。黒抜き表示は細骨材を使用した配合であるが、本研究では骨材の細粒分として捉えモルタルベースではなくペーストベースで検討した。なお、

表-2 ポーラスコンクリートの配合

粗骨材記号中の U, M, L は粒度分布の上限, 中間, 下限の曲線に対応する粒度であることを示す。

粗骨材量に対する適切なセメントペースト量(p/g)の判定を行う方法として、直径 10cm で高さ 4cm と 10cm のモールドを利用したポーラスコンクリートへのフロー試験の適用性の検討も併せて行った。

	粗骨材	W/C (%)	p/g (%)	単位量(kg/m ³)						
				C	W	S	G	CSL	SSL	CA
試験練	2005U	22	30.0	322	71	0	1662	10.7	5.4	4.67
	2005M		30.8	328	72	0	1651	10.9	5.5	4.76
	2005L		29.6	318	70	0	1667	10.6	5.3	4.62
	6M		27.9	304	70	0	1689	10.1	5.1	4.41
	2005US		30.6	327	72	157	1489	10.9	5.5	4.74
	2005MS		37.4	379	83	149	1415	12.6	6.3	5.50
	2005LS		34.4	357	78	152	1446	11.9	6.0	5.17
本練	2005M	22	24.8	277	61	0	1731	9.2	4.6	4.02
	2005MS		26.1	289	63	162	1542	9.6	4.8	4.18
	6M		24.7	276	61	0	1732	9.2	4.6	4.00
	6MS		29.6	318	70	158	1500	10.6	5.3	4.62

3. 実験結果および考察

3.1 セメントペースト

図-1にスラッジ混入量と混和剤添加率の関係を示す。スラッジを混合することで混和材の粉体量が低下するため、生コンスラッジの単独使用の場合に比べ混和剤の添加量は確実に低減できることが確かめられた。

図-2にこれらのセメントペーストの圧縮強度を示す。混和材の混入量が増加するに伴い結合材であるセメント量(単位量)が低下するが、圧縮強度はある混入量に達するまでは増加する傾向を示している。水和物の隙間を充填する役割を果たすものと考えられる。強度増加のみに着目すれば、スラッジ混入率はセメント量の5%程度が最適であると考えられる。

これらの結果を踏まえ、生コンスラッジの使用量が多い CSL:SSL=10:5 の配合のペーストをバインダーとするポーラスコンクリートの製造を行うこととした。

3.2 ポーラスコンクリート

表-2に示した配合は目標空隙率を20%として設定している。細骨材は粗骨材容積の約10%を置換している。図-3はポーラスコンクリートの実測空隙率(全空隙率)と圧縮強度の関係を示す。粗骨材だけのコンクリートでは空隙率が30%と目標値を大きく上回っている。2005 碎石の実績率(粒形の指標であるが)が上限と下限では57.5%と58.6%であり、粒度調整で空隙率の目標値を得ることは困難と考えられる。細骨材が粗骨材空隙を充填するため、当然のことながら空隙率は低下する。圧縮強度の増加は僅かである。予備練り配合の粗骨材上下限粒度分布の圧縮強度増はペースト量が過大であったことによる。配合設計時の空隙率調整の手段となり得る。

なお、本練り配合の曲げ強度は何れの配合も3N/mm²を越えており、軽交通用の性能を満たしている。

3.3 フロー試験の適用性

図-4にp/gとフロー値の関係を示す。骨材表面にペーストが付着し初期形状が保持できる最小ペースト量を見出すことが出来る。モールドの高さは4cmで、落下回数も5回で十分と考えられる。適切なペースト量の判定に使用できる試験であると思われる。

4. まとめ

碎石と生コンスラッジの混合使用によるポーラスコンクリートの製造を試みた。空隙率調整と最適ペースト量の判定に関して有効な知見を得た。粗骨材と細骨材を一連の骨材粒度分布として捉えた検討を行う予定である。

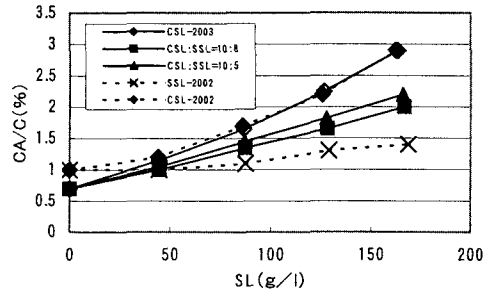


図-1 スラッジ混入量と混和剤添加率の関係

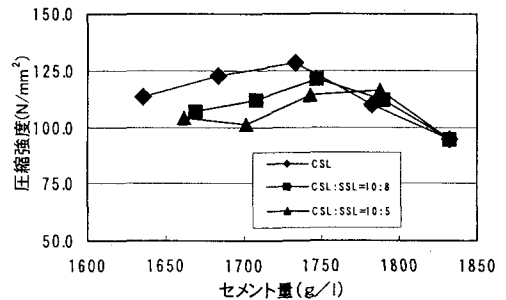


図-2 セメント量と圧縮強度の関係

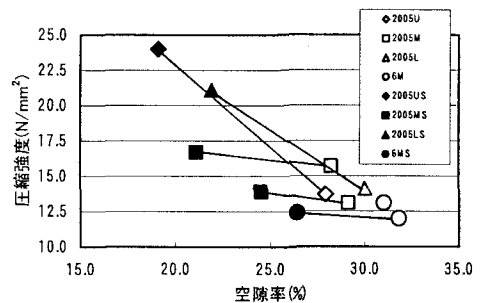


図-3 空隙率と圧縮強度の関係

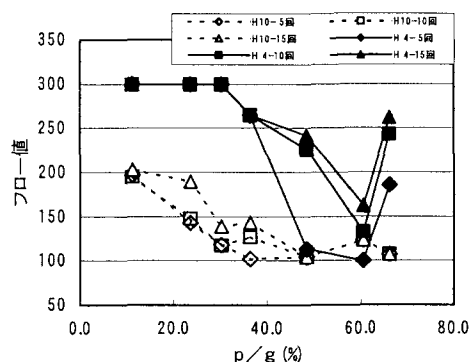


図-4 p/gとフロー値の関係(98N重錘載荷)