

生コンおよび砕石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

" 梶原 昇

" 住吉 孝一

" 正会員 石橋 孝治

1. はじめに

産業廃棄物の有効利用方法が検討され、多くが再利用されるようになって来ている。本研究では生コンスラッジと砕石スラッジに注目した。佐賀県においては、年間約 5,400 t の生コンスラッジと年間約 36,000 t の砕石スラッジが発生している。安定固化し破碎して路盤材と使用するなどの再利用が行われているが、大半は処理費用を負担した最終処分場への埋め立てや採石跡地での保管で対応しているのが現状である。これらをコンクリート用微粒混和材として利用することを考え、セメントペーストがベースである軽交通用ポーラスコンクリートを想定して、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 3.16 g/cm^3)を、粗骨材はコンクリート用 2005 砕石と道路用 6 号砕石(いずれも密度 2.63 g/cm^3)の 2 種類を使用した。生コンスラッジ(FCS)と砕石スラッジ(CSS)は脱水ケーキを絶乾した後、微粉碎した粉末のかたちで使用し、その密度はそれぞれ 2.26 g/cm^3 と 2.77 g/cm^3 である。混和剤(CA)は高性能 AE 減水剤を使用した。

まず、粗骨材を接着する機能を持つセメントペーストの配合について検討した。セメントペーストの配合は、水セメント比(W/C)を 22%と固定し、ポーラスコンクリートとしたとき過大なセメント量にならないように考慮して設定した。スラッジの混入率はセメント量に対して 2.5%刻みで変化させ 15%までの 7 水準を設定した。また、セメントペーストの軟らかさは適当な粘調性と粗骨材への付着性状を考慮して、フロー値が 200~240 となるように CA 添加量が調整した。

ポーラスコンクリートは、選定したセメントペーストに、所要の粗骨材量 (m/g) を投入して製造し、透水係数(定水位試験)、空隙率、曲げ強度、圧縮強度を調べた。曲げ試験用供試体(10×10×40cm)と圧縮試験用供試体(φ10×20cm)は共に、2 層に分けて打設しランマを取り付けた電動ハンマーにより 4~5 秒間の締め固めを行った。透水試験は圧縮強度試験前に圧縮試験用供試体を用いて実施した。

表-1 と 2 にセメントペーストの配合とポーラスコンクリートの配合をそれぞれ示す。

表-2 ポーラスコンクリートの配合

スラッジ	粗骨材	W/C (%)	m/g (%)	単位量 (kg/m^3)				
				C	W	SL	G	CA
CSS	6	22	42.5	448	99	22.5	1571	4.94
	2005		38.7	395	87	19.7	1519	4.35
FCS	6		27.4	317	70	15.9	1756	5.40
	2005		29.1	313	69	15.7	1631	5.33

表-1 セメントペーストの配合

スラッジ	W/C (%)	C g/l	W g/l	SL/C (%)	CA/C (%)
CSS	22	1812	399	0	1.0
		1782	392	2.5	1.0
		1751	385	5.0	1.1
		1717	378	7.5	1.3
		1688	371	10.0	1.4
		1657	365	12.5	1.6
		1624	357	15.0	1.9
FCS	22	1812	399	0	1.0
		1770	389	2.5	1.2
		1720	378	5.0	1.7
		1673	368	7.5	2.2
		1624	357	10.0	2.9
		1580	347	12.5	3.5
		1528	336	15.0	4.5

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。セメントペーストのコンシステンシーを確保するために、スラッジ混入量の増加に伴って混和剤添加率が上昇する自明の傾向を示しているが、生コンスラッジの場合の添加率の増加は碎石スラッジのそれに比べて非常に大きくなっている。これは両スラッジの密度の違いによるものであり、混和材の粉体量を反映した応答と言える。

図-2にセメントペーストの圧縮強度の変化を示す。結合材であるセメント量の低下すれば圧縮強度も低下するのは当然であるが、スラッジ混入が小さい領域でセメント量がプレーンモルタルに比べ小さいにも係らず、大きな圧縮強度を与える配合が存在する。最大の圧縮強度を示した配合のスラッジの容積率は碎石スラッジで4.65%、生コンスラッジで5.55%である。微粒粉体がコンクリートにおける粗骨材と同様な働きをしたとも考えられるが、別途の検討が必要である。ポーラスコンクリート用セメントペーストとして最大の圧縮強度を与えた配合を採用した。

3.2 ポーラスコンクリート

ポーラスコンクリートの配合例によれば、約80%が空隙と粗骨材で占められている。表-2に示した配合では、目標空隙率を6号碎石使用の場合15%、2005碎石使用の場合20%として設定した。図-3に碎石スラッジ使用の場合を例にとり、空隙率と圧縮強度および透水係数の関係を示す。実測した空隙率は6号碎石で約23%、2005碎石で約26%であり、目標値を7%前後上回っている。切り返しの困難さによる不均質性の関与も考えられる。2005碎石を使用したコンクリートは高い強度と透水性を有しているが、6号碎石を使用したコンクリートは2005碎石のそれに比べ圧縮強度は同等ながら、透水係数は小さい。透水係数は有効空隙を、空隙率はこれに無効空隙をも算入して算出される指標である。目標空隙率と測定値の間に大きな差があることから、使用する粗骨材の粒度分布との関係については再度検討を行う予定である。なお、曲げ強度については、碎石スラッジを混入した場合だけが軽交通用ポーラスコンクリートの要求品質(2.5N/mm²)を満たし、6号碎石使用で3.11 N/mm²を、2005碎石使用で3.20 N/mm²を示した。

4. まとめ

産業廃棄物の有効利用の観点から、碎石と生コンスラッジのポーラスコンクリートへの利用を考え試験練りを行ったが、空隙率の目標値と測定値の差が大きく利用可能性を判断する段階には至っていない。配合の設定方法、練り上がりコンクリートの均質性確保等を含めた引続き検討を進めてゆく予定である。

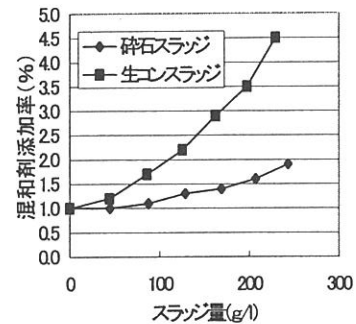


図-1 スラッジ量と混和剤添加率の関係

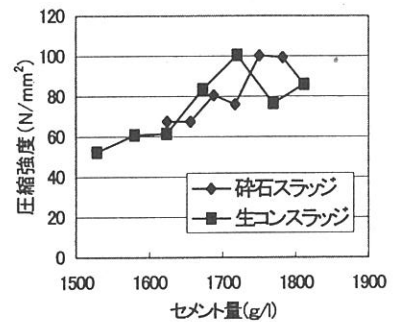


図-2 セメント量と圧縮強度の関係

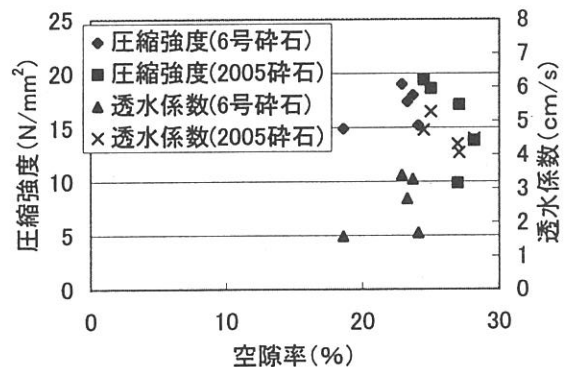


図-3 空隙率と圧縮強度、透水係数との関係(CSS)