

水砕スラグを細骨材として使用するための研究

九州共立大学 正会員 高山俊一

九州共立大学 工学部 山口訓史

住金リコテック(株) マテリアル事業部 寿崎益夫

1. まえがき

環境保全の立場から、海砂採取地が年々狭小されつつある。最近では、瀬戸内での海砂の採取が禁止ならびに規制されると聞いている。一方、海砂の品質自体が低下し、特に粗粒率については年々小さいものしか採取できなくなっている。このような状況において、北九州では製鉄所からスラグが毎日多量に排出される。スラグは冷却方法によって細骨材および粗骨材を自由に造ることが出来る。そこで、良質な細骨材を確保する目的で、破碎・粒形改善機械を利用し、高炉水砕スラグの針状箇所を除去して硬質水砕スラグを製造した。硬質水砕スラグと海砂を混合し、コンクリートの諸性質を調べ、硬質水砕スラグの適当な混合比率を求めた。

2. 実験概要

2.1 使用材料 骨材の物理的性質を表-1に示す。硬質水砕スラグ A および B は、元の水砕スラグ(密度 2.67g/cm^3 、吸水率 0.20%、粗粒率 3.50、実積率 51.6%)を、破碎・粒形改善機械(バーマック 1000、コトブキ技研工学(株))により、針状部分を除去して粒形改善したものである。水砕スラグ A の粗粒率は 2.67、B は 2.98 であり、実積率は A が 59.9%および B が 57.4%であった。粗骨材は門司産の砕石(最大寸法 20mm)を使用した。

2.2 実験方法 実験項目を表-2にまとめて示す。水セメント比は 55%および 45%とし、目標スランブは 8 および 18cm とした。海砂と水砕スラグの混合比を変化し、流動性および強度を調べた。表-3に 1 シリーズのコンクリート配合の一例およびスランブ、空気量の測定結果を示す。AE 減水剤は主成分がリグニンスルホン酸塩である。

3. 結果および考察

3.1 フレッシュコンクリートの性質

図-1には 1 シリーズのスランブと水砕混入率の関係を示す。この場合の単位水量は 151kg/m^3 と一定とした。同図によると、水砕混入率が大きくなるほど、スランブは低下している。したがって、水砕を混入することにより、同一コンシステンシーを保持するためには単位水量を増加する必要があるものと考えられる。図-2は表-3の配合にしたがい、単位水量($151\sim 160\text{kg/m}^3$)を変えて行ったスランブおよび空気量と水砕混入率の関係である。同図によると、多少のばらつきは見られるが、スランブは 6~11cm を示している。また、空気量は 4.5~6.0%であった。図-3は、1 シリーズのブリーディング率と水砕混入率の関係を示す。ブリーデ

表-1 骨材の物理的性質

性質	密度	吸水率	粗粒率	単位容積	実積率
種類	g/cm^3	%	率	質量 kg/l	%
海砂	2.54	1.28	2.73	1.64	65.4
硬質水砕スラグ A	2.62	0.83	2.67	1.57	59.9
硬質水砕スラグ B	2.56	0.86	2.98	1.47	57.4
粗骨材	2.72	0.76	7.02	1.65	60.5
粗骨材...最大寸法 20mm					

表-2 実験項目

シリーズ	水セメント比 W/C %	目標スランブ cm	海砂と水砕の混合水砕の混合率)	試験項目
1	5 5	8	0,20,40,60,100 0,15,30,45	スランブ、空気量 ブリーディング
2	4 5	8		圧縮強度(7,28,56)
	5 5	1 8	0,40,100	弾性係数、単位質量

表-3 コンクリートの配合とスランブ、空気量(粗粒率 3.0)

水砕混入率%	目標スランブ	W/C %	細骨材率 s/a	単位量 (kg/m ³)						スランブ cm	空気量 %
				W	C	海砂	水砕	粗骨材	AE 減*		
0				151	275	825	0	1081	0.824	6.0	4.58
1 5	8 cm	5 5	45 %	152	276	703	128	1075	0.829	6.6	5.25
3 0				156	284	575	255	1065	0.831	9.4	6.32
4 5				160	291	447	380	1056	0.873	10.8	5.62

ィング率と水砕混入率の関係を示す。ブリーディング率は浮水量を容器中のコンクリートの質量で除した百分率で示した。ブリーディング率は、海砂のみの場合に比較し、水砕混入率が増加しても、大きな変化はないものと考えられる。

3.2 強度と水砕混入率

図-4 は 1 シリーズの圧縮強度と水砕混入率の関係を示す。同図によると、単位水量が一定 (図-1) の場合、材齢 28 日で水砕混入率が 40% までの圧縮強度は約 27N/mm^2 を示し、海砂 100% の場合と変わらない値を示した。図-5 は 2 シリーズの水セメント比が 45%、目標スランプが 8cm の場合の強度と水砕混入率の関係である。同図によると、海砂 (水砕混入率 0%) のみでの強度と比較し、水砕混入率 40% および 100% の場合でもほとんど変わらない。材齢 56 日の場合、水砕混入率 40% の強度は約 42N/mm^2 を示し、スラグの長所が發揮されたものと考えられる。したがって、まだ今後、十分な研究は必要であるが、硬質水砕スラグ混入率が 30~40% であれば、コンクリート用細骨材として使用可能であるものと考えられる。

終りに、実験に協力に戴いた本学学生古野昌俊氏に謝意を表します。

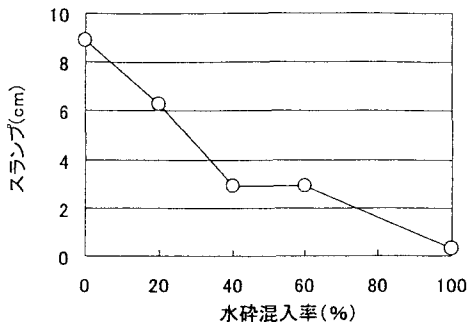


図-1 水砕混入率によるスランプの変化
(W: 151kg/m^3 一定、F.M. 3.0)

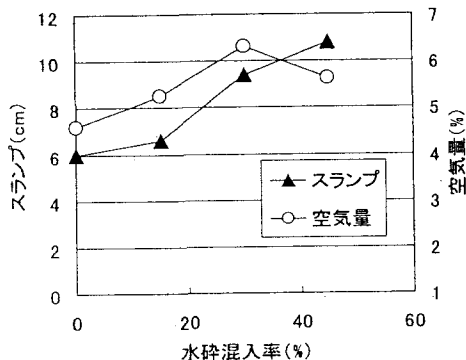


図-2 水砕混入率とスランプ、空気量
(1 シリーズ、F.M. 3.0)

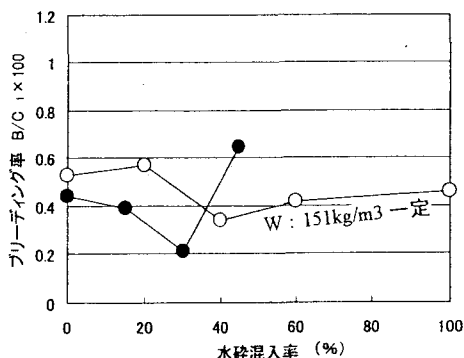


図-3 水砕混入率とブリーディング率
(1 シリーズ、F.M. 3.0)

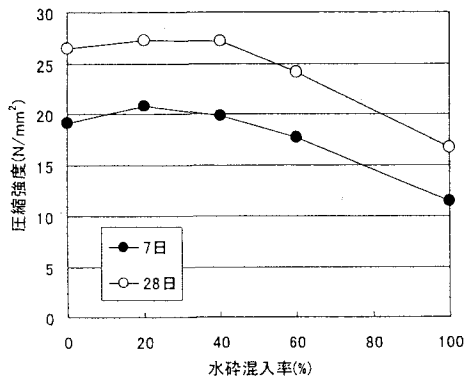


図-4 水砕混入率と圧縮強度
(W: 151kg/m^3 一定、F.M. 3.0)

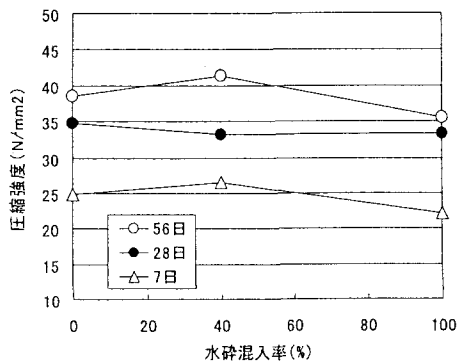


図-5 水砕混入率と圧縮強度 (2 シリーズ、W/C45 %、目標スランプ 8 cm、F.M. 2.7)