

鋳物ダストのコンクリート用混和材としての 有用性に関する研究

名古屋工業大学大学院 学生員 木下 拓哉

名古屋工業大学工学部 正会員 上原 匠

名古屋工業大学工学部 正会員 梅原 秀哲

1. まえがき

現在自動車産業界では、年間20万トン以上もの鋳物ダストが鋳鉄エンジンブロック等の製造工程において産業廃棄物として発生しており、鋳物ダストを再資源材料として有効利用する事が重要な課題となってきた。鋳物ダストは主成分が SiO_2 であり、発生量が大量で供給が安定している事から建設材料として、特にコンクリート用材料としての有効利用が注目されている。そこで本研究では、鋳物ダストのコンクリート用混和材としての有効利用を目的に、凹凸のある表面と、粒子内部に空隙を持つ鋳物ダストの混入がコンクリートの物性に与える影響について検討を行った。

2. 実験概要

鋳物ダスト（以下ダストと略す）を混和材と設定し、表1に示す2種類のダストを対象に、ダストの混入率を変えて練混ぜを行うこととした。表2に $W/C=60\%$ および 50% のA Eコンクリートの示方配合を示す。 $W/C=60\%$ においてはダストの混入率をセメント質量の10%、20%、30%に設定し、 $W/C=50\%$ においては混入率を10%、20%に設定し、Aのみについて練混ぜを行った。それぞれのコンクリートについて、スランブ試験、空気量試験、ブリーディング試験、凝結硬化速度試験、圧縮強度試験、弾性係数試験¹⁾さらに、表3に示す配合に基づいて練り混ぜたモルタルによる圧縮強度比試験を行った。

3. 結果および考察

(1) 表3にスランブ試験、空気量試験、およびブリーディング試験結果の一例を示す。表4より、鋳物ダストを混入したコンクリート（以下ダストコンクリートと略す）は、ダスト混入率の増加に伴い目標のスランブを得るために必要な単位水量が増加することが明らかとなった。Bについては混入率30%の場合、A E剤の投入量がA Eコンクリートの20倍近く必要であった。この原因として、Bは炭素含有量が多いためにA E剤が吸着されるためと思われる²⁾。本研究で用いた混入率および水セメント比では、目標のスランブおよび空気量は、細骨材率を下げ、単位水量を調節し、減水剤およびA E剤を適量投入することにより満足できることが明らかとなった。また、ダスト混入量が増加するにつれブリーディング量が減少する傾向にあり、水セメント比60%においてその傾向が顕著であった。また、ブリーディング終了後、各コンクリート表面にレイタンスとしてのダストの付着が見られなかったことよりダストの混入による材料分離は無いと言えよう。

表1 鋳物ダスト試験結果

	単位	A	B
SiO_2	(wt%)	76.87	70.43
Al_2O_3		8.51	12.47
Fe_2O_3		4.05	9.78
CaO		2.00	1.71
C		3.40	13.51
強熱減量		5.6	2.4
比重	(g/cm^3)	2.40	2.28
比表面積	(cm^2/g)	4600	2650

表2 A Eコンクリート示方配合

Gmax (mm)	S1 (cm)	Air (%)	W/C (%)	s _a (%)	単位量 (kg/m^3)			
					W	C	S	G
20	12	4.5	60	46	175	292	806	987
			50	45	177	354	764	974

表3 モルタル配合表

混入率	W/C+D	W	C	S	D
0	65	338	520	1040	0
10			472.7		47.3
20			433.3		86.3
30			400		120

表4 フレッシュコンクリート試験結果

W/C (%)	種類	s _a (%)	W (kg/m^3)	S1 (cm)	Air (%)	ブリーディング量 (cm^3/cm^2)
60	A E	46	175	13.5	5.1	0.111
	A10%	43	175	10.0	3.7	0.084
	A20%	40	177	12.0	6.0	0.060
	A30%	37	180	10.0	4.4	0.057
	B10%	41	176	10.0	3.7	0.105
	B20%	35	180	10.3	4.0	0.073
	B30%	32	187	11.3	6.0	0.056
	A E	45	177	12.0	6.0	0.072
50	A10%	40	178	10.5	4.8	0.053
	A20%	33	183	12.0	4.7	0.068

(2) 図1に凝結硬化速度試験結果の一例を示す。図1より、ダストを混入する事により、凝結がやや早くなるが、混入量の増加に伴い遅延する傾向にある。また、水セメント比の低下に伴い、始発の発現は遅くなるが、始発から終結発現までの時間は短くなる傾向にあり、 $W/C=50\%$ においては、 $W/C=60\%$ より30分ほど短かった。始発から終結発現までの経過時間は、水セメント比およびダスト混入率に関わらずA Eコンクリートと比べほとんど差がないことが明らかとなった。以上より、凝結硬化速度については、ダスト混入による問題は無いと思われる。

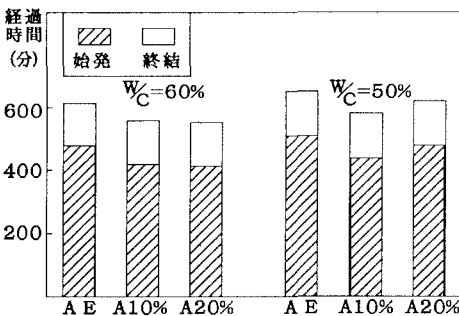


図1 凝結硬化速度試験結果

(3) 図2に圧縮強度試験結果の一例を示す。図2より、A Eコンクリートと同等もしくはそれ以上の強度の発現が見られ、弾性係数もA Eコンクリートと同程度の値を示す。また、材齢とともに強度の伸びを示しており、ダスト混入による強度低下の問題は無いと思われる。

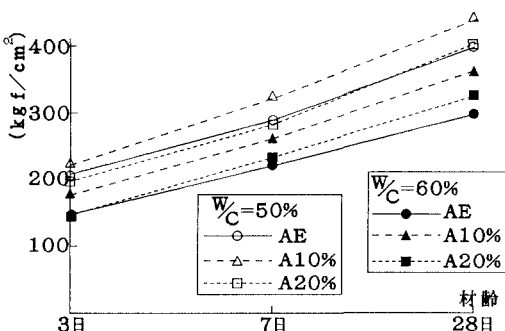


図2 圧縮強度試験結果

(4) 図3に弾性係数試験結果の一例を示す。図3より、ダストを混入する事による弾性係数の低下は見られず、材齢28日でA Eコンクリートと同じ程度の弾性係数を出すことが明らかとなった。Bを混入したダストコンクリートについても同様の結果となった。

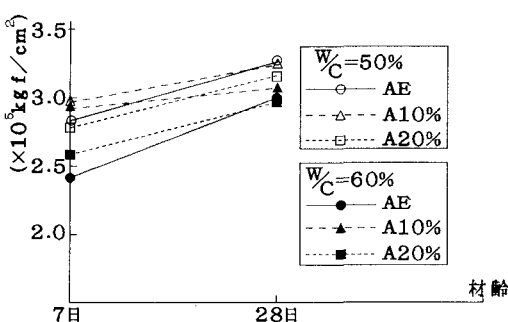


図3 弾性係数試験結果

(5) 表3に示す配合に基づいて練り混ぜたモルタルによる圧縮強度比試験結果の一例を表5に示す。なお、モルタルによる圧縮強度比試験には細骨材として豊浦標準砂を用い、供試体は $\phi 5 \times 10$ cmの円柱供試体を使用した。表5より、各材齢における圧縮強度比はダスト混入量が増加するほど低下する傾向にあるが、材齢の伸びに伴い圧縮強度比はダスト無混入の値に近づくことが明らかとなった。

4. 結論

本研究により、ダストコンクリートは目標のスランブおよび空気量を、単位水量を調節し、細骨材率を下げ、減水剤およびA E剤を適量投入することにより満足できることが明らかとなった。また、ブリーディングおよび凝結硬化速度についてもなら問題無いことが明らかとなった。圧縮強度および弾性係数は、A Eコンクリートと同程度の値を確保できることが明らかとなった。また、モルタルによる圧縮強度比より、圧縮強度比は、ダストを混入することにより低下するが、材齢の伸びに伴いダスト無混入の値に近づくことが明らかとなった。以上より、鑄物ダストのコンクリート用混和材としての有用性が見通しが得られた。

表5 モルタル圧縮強度比試験結果

混入率 (%)	材 齢	
	7 日	2 8 日
0	271 (100)	361 (100)
A10	230 (85)	319 (88)
A20	204 (75)	324 (90)
A30	185 (68)	309 (86)
B10	252 (93)	395 (109)
B20	175 (64)	290 (80)
B30	166 (61)	245 (68)

<参考文献> 1) 土木学会：コンクリート標準示方書（平成3年度版）

2) 笠井芳夫、小林正凡：改訂版 セメント・コンクリート用混和材料