

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、自動車関連鋳物業界では年間20万tもの鋳物ダスト(以下ダスト)が産業廃棄物として発生しており、約7割ものダストが埋立投棄処分されている¹⁾。しかし、最終処分場の確保が困難となってきたことや、リサイクル法の施行などにより、ダストを再資源材料として有効利用することが重要な課題となってきた。

そこで本研究では、ダストをコンクリート用材料として取扱い、絶乾状態と湿潤状態のそれぞれの状態で練混ぜに用いたコンクリート(以下ダストコンクリート)の基本的な物性試験を行い、ダストの種類、混入率、および含水状態の違いがコンクリートの物性に与える影響を把握し、ダストのコンクリート用材料としての適用性について検討することとした。

2. 使用材料

ダストは、化学組成の構成が異なるA、Bの2種類を用いた。表-1に各ダストの化学組成を、表-2にダストの物性値を示す。ダストは出荷時の規定により、含水率10%以上の含水状態で出荷される。本研究では、コンクリート用材料としてのダストの適用性を検討するにあたり、現状の出荷時の規定からは外れるが、空気中の水分を吸収しないように保管した、ほぼ絶乾に近い状態(DRY)

表-1 ダストの主な化学組成

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	C
A	87.33	4.52	1.37	1.09	1.69
B	73.87	4.08	17.72	0.94	3.01

Y)と、現在、工場から出荷されている状態(WET)の2通りを採用した。WETについては、含水率の調整が困難であるために、搬入時の含水状態で用いた。この場合、粉体である鋳物ダストは団塊が生じ、コンクリート用材料として練混ぜに用いるには、事前に団塊を除去する必要があるが生じる。したがって、施工性の上ではDRYが望ましい。

表-2 ダストの物性値

	絶乾比重	平均粒径 (μm)	比表面積 (cm^2/g)	含水率	
				DRY(%)	WET(%)
A	2.49	48.45	2250	0.4	14.9
B	2.70	41.13	2210	0.7	12.5

3. 試験の概要

ダストコンクリートの物性を把握する目的で、DRY、およびWETのダストを用いたコンクリートの基本的な物性試験(スランブ、空気量、および圧縮強度)を行うとともに、偏光顕微鏡を用いてダストコンクリートのセメントペーストを観察し、コンクリート中でのダストの状態を調べた。表-3に示すように、ダスト無混入のAEコンクリートを基本配合とし、ダストの実用化を想定し、W/Cを60%、目標スランブおよび空気量をそれぞれ12cm、4.5%、呼び強度を24N/mm²とした。ダストの混入量はセメントとの質量比で10、20%とし、砂と置換して用いた。

表-3 示方配合表

s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
	W	C	S	G	D
46	175	292	806	987	0

4. 試験結果および考察

図-1~図-3に、硬化コンクリートの顕微鏡写真のトレースの一例を示す。A-DRYは、過去の研究より空気が過剰に連行されることが明らかとされているため²⁾、気泡に着目して観察を行うこととした。図-1に比較のためのAEコンクリートを、図-2にA-DRYを、図-3にはA-WETを示す。なお、BはDRYおよびWETとも図-3のA-WETと同様な結果が得られた。これらの観察結果をもとに、ダス

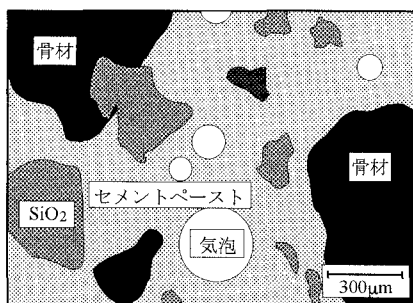


図-1 AEコンクリート

トコンクリートの物性試験結果の考察を行った。

表-4にスランプ試験結果を示す。ダストの含水状態に関わらず、ダストコンクリートは、目標のスランプを得るために必要な単位水量は増加し、AEコンクリートに比べ $1\sim 3\text{kg/m}^3$ 大きくする必要があった。このことは、図-3に見られるように、ダストと思われる多数の角張った結晶が原因と思われ、ダスト混入によるワーカビリティの改善効果は期待できないと思われる。なお、このように多くの結晶が角張っているのは、ダストが発生過程の中で粉碎されるためと思われる。しかし、本研究で用いた混入率においては、単位水量を調整し、混和剤を適量投入することにより目標のスランプを得ることが可能であることが明らかとなった。

表-4に空気量試験結果を示す。A-DRYについては、AE剤を使用していないに関わらず、空気が過剰連行されることが明らかとなった。このことから、A-DRYは練混ぜ中に空気を取り込みやすい性質があると思われる。A-DRYのこのような性質は、図-2に見られるように、ほとんどの気泡界面を取り巻く微細な結晶(A-DRYだけに見られた)に関係すると思われる。そこで、水とダストを攪拌したところ、A-DRYにおいてのみダストの団塊が生じ、水面に浮上してきた。このことから、A-DRYには水と接触すると団塊

を生じ、空気を取り込む性質があると言えよう。その他についてはAE剤を調整することにより、目標の空気量を得られることが明らかとなった。なお、A-DRYについては、追加試験より細骨材率を上げることにより、空気量を目標の範囲内に調整することが可能であることがわかった。

図-4に圧縮強度試験結果の一例を示す。各材齢におけるダストコンクリートの圧縮強度は、A-DRY-20%以外は、Bを含めAEコンクリートと大きな差は見られず、強度上問題ないと思われる。なお、A-DRY-20%の圧縮強度が低下したことについては、空気の過剰連行が原因と思われる。

以上の結果から、練混ぜ時のダストの状態はWETとした方がコンクリートの物性が安定し、ダストの種類による違いは無視できると言えよう。

5. 結論

(1)ダストを混入することによってスランプが低下することから、ワーカビリティの改善効果は期待できないことが明らかとなった。ただし、本研究で用いた混入率においては、単位水量を調整し、混和剤を適量投入することにより目標のスランプを得ることが可能であった。

(2)ダストの含水状態は、保管時にはDRYが望ましいが、ダストコンクリートの物性はWETの方が空気量の連行性、および強度の発現においても安定していることが明らかとなった。

<参考文献>1)清水建設(株). 鋳物ダストの有効利用に関する調査研究、1993 2)上原、木下、梅原. 鋳物ダストを混入したコンクリートの物性に関する研究、土木学会第49回年次学術講演会、第5部門、pp.756-757、1994

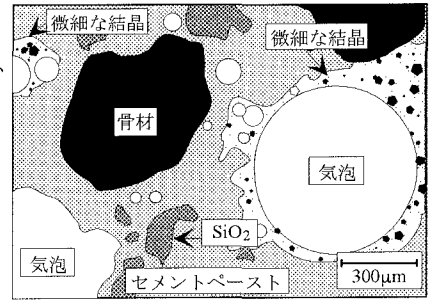


図-2 A-DRY-20%

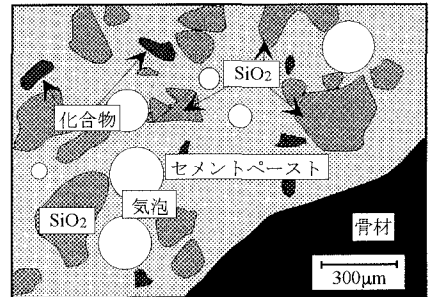


図-3 A-WET-20%

表-4 フレッシュコンクリート試験結果

種類	混入率 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)
AEコンクリート	0	13.5	5.1
A-DRY	10	13.0	4.5
	20	11.5	6.8
A-WET	10	12.0	4.6
	20	11.7	6.0
B-DRY	10	11.0	5.6
	20	11.5	4.2
B-WET	10	11.5	5.4
	20	11.2	4.7

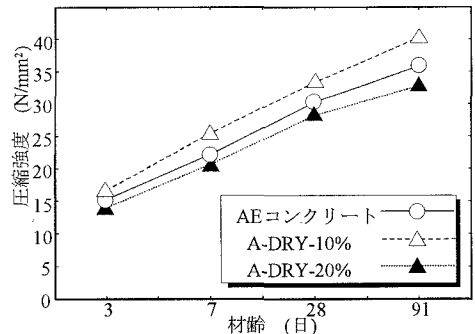


図-4 圧縮強度試験結果(A-DRY)