

フライアッシュを用いた非焼成型人工軽量骨材のコンクリートへの適用性

三菱マテリアル(株)セメント研究所 正会員 高尾 昇
 東京電力(株)電力技術研究所 正会員 篠原 俊彦
 東電環境エンジニアリング(株)研究開発本部 正会員 菅沼 健彌

1. まえがき

石炭火力発電所から発生するフライアッシュは、セメント原料やコンクリート用混和材として有効利用されている。このほかにも種々の有効利用用途が検討されているが、大量かつ安定した利用技術として確立されたものはない。本報告は、大量の需要が見込まれる骨材への適用性を評価するため、従来の焼成型とは異なる非焼成型人工軽量骨材をフライアッシュを用いて試作するとともに、本骨材および本骨材を使用したコンクリートの性状試験を実施したものである。なお、今回使用したフライアッシュはJIS規格外品である。

2. 非焼成型人工軽量骨材の試作

2.1 非焼成型人工軽量骨材の使用材料と配合

非焼成型人工軽量骨材の試作に際して使用した材料は、フライアッシュ（記号：FA）、普通ポルトランドセメント（記号：C）および水であり、各々の重量配合比は、 $C/(FA+C) = 0.25$ 、 $W/(FA+C) = 0.27 \sim 0.32$ である。なお、フライアッシュの性状は表1に示すとおりである。

表1 フライアッシュの性質

化学成分			物理的性質	
SiO ₂ (%)	湿分 (%)	強熱減量 (%)	比重	比表面積 (cm ² /g)
57.19	0.44	4.74	2.20	3580

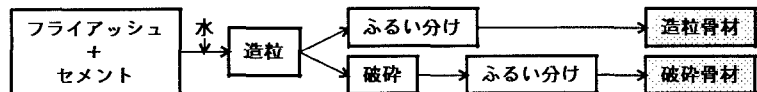


図1 非焼成型人工軽量骨材の製造フロー

2.2 非焼成型人工軽量骨材の製造方法

今回試作した非焼成型人工軽量骨材は造粒骨材（記号：PS）と破碎骨材（記号：CS）の2種類であり、それぞれの製造フローは図1に示すとおりである。造粒は予め混合した石炭灰とセメントをパン型ベレタイザーに供給するとともに、水を噴霧することにより行った。造粒物は数日間室内養生したのち蒸気養生を施した。その後、PSは5～15mmの粒度のものをふるい分けることにより、またCSは20mm以上の造粒物をジョークラッシャーで5～15mmの粒度範囲に破碎することにより得た。

3. 試作骨材の評価

試作した骨材の構造用軽量コンクリートへの適用性は、JIS A 5002「構造用軽量コンクリート骨材」および建設省住宅局が制定した「人工軽量骨材を用いる軽量コンクリートの使用基準および性能判定基準」（以下、建設省基準）に基づき評価した。なお、評価に当たっては、比較のため市販の軽量骨材（記号：Me）も使用した。

表2 骨材およびコンクリートの物性試験結果

項 目	P S	C S	M e
絶乾比重	1.30	1.40	1.30
実積率(%)	66.2	61.0	64.6
コンクリートの圧縮強度(kgf/cm ²)	391	466	505
コンクリートの単位容積質量(kg/ℓ)	1.996	2.018	1.970

表3 骨材の品質に関する試験結果

項 目	P S	C S	M e
強熱減量(%)	15.8	13.8	0.24
三酸化硫黄(%)	1.0	1.1	0.14
塩化物(%)	0.006	0.005	0.002
酸化カルシウム(%)	15.8	16.5	0.24
有機不純物	合 格	合 格	合 格
安定性(%)	12.1	29.1	4.8
粘土塊(%)	0.69	0.80	0.92

3.1 JIS A 5002に基づく評価

骨材およびコンクリートの物性試験結果を表2に示す。骨材の物性に関しては、CSは他の2種類と比較して絶乾比重が大きく、実積率は小さい。これは製造時の造粒径、製造後の骨材形状に起因するものと考えられる。また、コンクリートの物性に関しては、圧縮強度はPS、CS、Meを使用した順に大きく、単位容積質量はMe、PS、CSを使用した順に大きい。圧縮強度の大小は骨材形状等に起因していると考えられる。

骨材の品質に関する試験結果を表3に示す。PSおよびCSは強熱減量（5%または1%以下）ならびに三酸化硫黄（0.5%以下）の規格を満足していない。これはJIS規格が高温の作用により焼成した人工、天然、副産の軽量骨材を対象としたものであるためである。また、CSは安定性（20%以下）の規格も満足していない。これはCSの形状に起因しているものと考えられる。

3.2 建設省基準に基づく評価

建設省基準に定められているコンクリートの基準配合および性能基準を表4に示す。なお、本配合に従い決定した単位水量は配合の種類によらずPS、Me、CSを使用したコンクリートの順に多くなり、粒形の影響が窺われた。

表4に示した性能基準に関する試験結果を表5に示す。PSを使用したコンクリートは、い

表4 建設省基準に定められているコンクリートの基準配合および性能基準

基準配合				性能基準				
配合 記号	セメント量 (kg/m ³)	スラップ* (cm)	空気量 (%)	ブリーディング量 (cc/cm ²)	気乾単位 容積重量 (t/m ³)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	乾燥収縮率 (91日)
A	400±6	15±2	5±1.5		1.9 以下	290以上	20 以上	
B	350±6					270以上		9×10 ⁻⁴ 以下
C	400±6	21±2		0.5以下		200以上		10×10 ⁻⁴ 以下
D	350±6					150以上	20 以上	

表5 コンクリート試験結果

配合記号	A			B			C			D		
骨材種類	PS	CS	Me	PS	CS	Me	PS	CS	Me	PS	CS	Me
ブリーディング量(cc/cm ³)							0.14	0.25	0.25	0.17	0.25	0.33
気乾単位容積重量(t/m ³)	1.90	1.91	1.80	1.86	1.88	1.76	1.86	1.87	1.76	1.85	1.88	1.76
圧縮強度(kgf/cm ²)	349	392	451	312	333	347	332	363	397	285	315	343
引張強度(kgf/cm ²)	26.4	28.9	29.4							24.5	27.7	27.4
乾燥収縮率(×10 ⁻⁴)				8.80	9.52	5.33	8.74	9.46	4.84			

れの配合においても表4に示す性能基準を全て満足している。しかし、圧縮強度、乾燥収縮等はPSを使用したものはMeを使用したものよりも若干劣っている。また、CSを使用したコンクリートは、A配合の気乾単位容積質量およびB配合の乾燥収縮が基準を若干満足していない。

4. あとがき

フライアッシュを用いた非焼成型人工軽量骨材を使用したコンクリートの建設省基準に定められた性能は、市販品を使用したものよりも若干劣るものの、基準自体は概ね満足している。しかし、本骨材はその製造方法からJISの品質に関する基準を満足させることはできない。従って、現段階では本骨材の一般の構造用軽量コンクリートへの適用性は低いと考えられる。今後は、本骨材を非構造用コンクリートやコンクリート2次製品に使用すること、使用材料や製造方法を改良することにより骨材自体の品質を向上させること等を検討する必要がある。

<参考文献>三島他, 第46回セメ技講演集, 1056, '92