フライアッシュモルタルの空気連行量推定について

太平洋セメント㈱ (正)○田野崎 隆雄, 友竹 博一,小谷中 昭裕,
新潟大学 (正)佐々木 謙ニ, (正)佐伯 竜彦

１．はじめに

石炭灰フライアッシュは、含まれている未燃焼カーボンに AE 剤が吸着され、コンクリートの空気連行性が低下する問題点が指摘されてきた[1)]。そのためメチレンブルー吸着量やＢＥＴ比表面積の測定がその空気連行性の予想をするので代替指標として測定項目として挙げられていた。しかし近年の燃料事情の変化に伴い、日本の石炭火力発電所より入手できるフライアッシュの性状が大きく変化している[2)]。そこで 2007 年度発生フライアッシュでその適用性を比較することとした。

２．試料および評価方法

2007 年度に国内で販売されたフライアッシュ 45Lot(24 発電所産)であり，粉体評価とモルタル評価を行った。粉体評価項目は表 1 に，モルタル配合は表 2 に示す。JISA6201 にある評価方法をもとに、メチレンブルー（MB）吸着量は電源開発法，使用セメントは普通ポルトランドセメント，細骨材は静岡県産陸砂と青森県産石灰砕砂(12Lot）の 2 種，AE 剤は陰イオン系界面活性剤である。モルタルの練り混ぜは JISR5201 に準じ，モルタル空気量は練り混ぜ５分以内にエアーメーターによる質量法で測定した。

表１ 粉体評価項目と評価結果の値の範囲(ﾌﾞﾚｰﾝ単位 cm2/g ,BET 単位 m2/g)

	Igloss %	Na2O %	MgO %	Al2O3 %	SiO2 %	P2O5 %	SO3 %	K2O %	CaO %	TiO2 %	Fe2O3 %	Insol %	pH	BET比表面積	ﾌﾞﾚｰﾝ表面積	比重	MB吸着量
平均	3.36	0.56	0.99	24.8	59.1	0.45	0.74	1.41	4.13	1.56	5.81	85.8	8.9	2.25	3946	2.26	0.66
最大	6.36	2.17	6.07	33.6	70.2	1.27	1.80	4.62	18.43	3.08	19.00	95.4	11.8	9.62	4730	2.89	0.98
最小	1.00	0.13	0.36	15.8	45.0	0.09	0.35	0.35	0.53	0.93	2.91	52.2	7.0	0.49	2960	2.14	0.30
偏差	2.31	0.37	1.00	4.6	7.1	0.35	0.42	0.85	3.84	0.47	2.75	8.8	1.9	2.03	848	0.79	0.33

表 2 モルタル試験配合

	ｾﾒﾝﾄ	ﾌﾗｲｱｯｼｭ	細骨材	水
配合量(g)	538	134	2010	288.1
比重(g/cm3)	3.16	2.14~2.89	陸砂2.62石灰砂2.68	1.00
BET値(m2/g)	0.75	0.39~9.62	陸砂0.39石灰砂0.12	-

３．結果及び考察

粉体評価結果を表１に，陸砂による空気連行量測定結果を図 1, 2, 3, 4 に示す。化学成分では CaO 含有量をはじめとして、品質ばらつきがかなり認められた。これは使用した石炭の違いによるものと思われる[3)]。また比表面積などの物理特性の差は、石炭の粉砕度など発電所側の特性によるものと思われる。フライアッシュの Igloss 値、ブレーン比表面積や BET 比表面積値が高い程、空気連行性が悪くなる傾向が伺えた。この配合では、フライアッシュの BET 値 3m2/g 以下のものを使用することで、モルタルエアー量 8%が確保できる管理方法も可能であった。しかしメチレンブルー吸着量と空気連行性の相関は認め難かった。

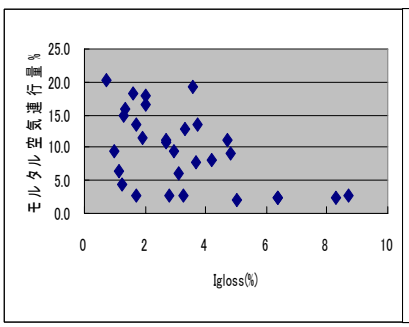

図 1. Igloss と空気連行量の関係

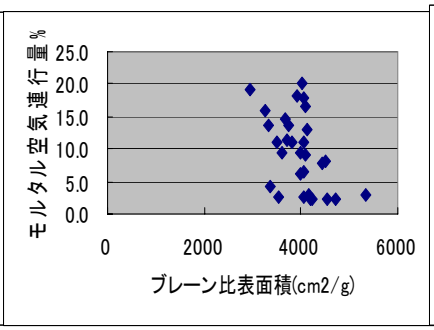

図 2. ﾌﾞﾚｰﾝ値と空気連行量の関係

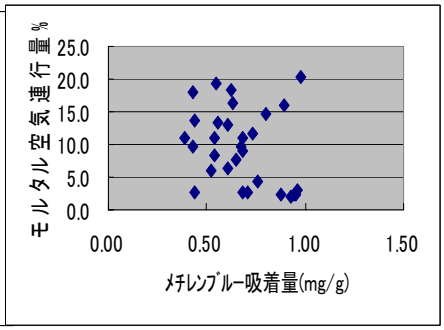

図 3. ﾒﾁﾚﾝﾌﾞﾙｰ吸着量と空気連行量の関係

キーワード：:石炭灰、フライアッシュ、品質変化、空気連行量、BET 比表面績、メチレンブルー吸着量
連絡先：田野崎隆雄：〒285-0802　千葉県佐倉市大作2－4－2　太平洋セメント㈱中央研究所
TEL:043－498－3844，Fax:043－498－3809 e-mail: PBB00772@nifty.ne.jp

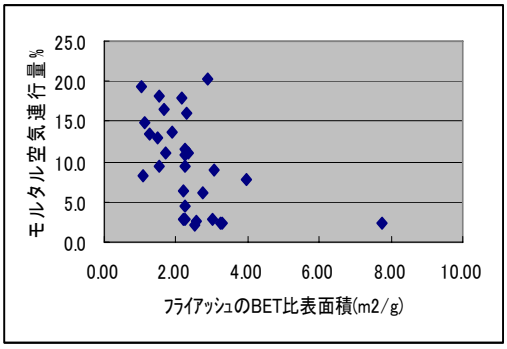

図4 BET比表面積値と空気連行量の関係

表 3 メチレンブルー吸着量の測定例

	MB吸着量(mg/g)	Igloss(%)	ORP(mV)	pH
A	0.55	3.5	15	10.0
B	0.68	4.8	−9	8.1
C	0.73	1.9	133	9.3
D	0.76	1.2	−41	11.2
E	0.80	1.3	140	8.4
F	0.95	5.0	−72	9.5
G	0.96	4.5	11	8.6

表 3 にメチレンブルー吸着量の測定例を示すが，近年のフライアッシュでは ORP（酸化還元電位）や pH の化学特性がフライアッシュ毎に異なり[4)]，メチレンブルー発色を変化させていることを予想させ、電発法では計り取り量を変えない場合 1.0 付近で飽和することも相まって、評価には適さないと考えられた。

AE 剤の添加量比を変えた吸着曲線は、水中吸着と気中吸着の差があるものの、BET 吸着式に近似したものであった。そこでフライアッシュのみならず，配合中のセメントや細骨材の比表面積を総和計算してプロットしたものが図 5,6 である。図 5 は陸砂、図 6 は石灰砕砂のものであるが、石灰砕砂の方でフライアッシュの違いの傾向がよく現れている。それは石灰砕砂自体の比表面積が低いためで、フライアッシュのような高比表面積混合体の性状を比較するのに適しているものと考えられる。また図 7 に陸砂と石灰砕砂の粒度別の BET 比表面積値を示す。石灰砕砂の方が微粉部分でも比表面積が少なく、砂の微粉部分への吸着効果がモルタル空気連行に及ぼす影響がより少ないものと考えられる。

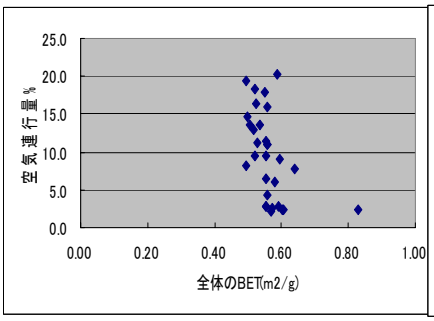

図 5 陸砂モルタルの空気連行量

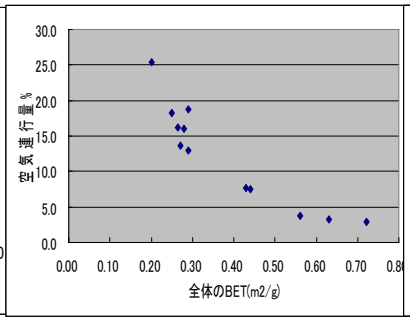

図 6 石灰砕砂モルタルの空気連行量

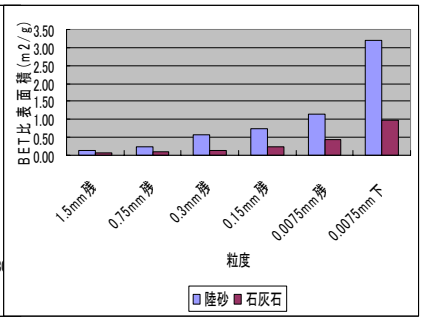

図 7 陸砂と石灰砕砂の粒度別 BET 値

4．まとめ

(1)2007 年度に国内で販売されたフライアッシュ 45Lot の，粉体評価を行った。使用した石炭による化学成分の差や石炭の粉砕度に起因すると思われる物理特性の差が認められた。

(2)ORP（酸化還元電位）や pH の化学特性がフライアッシュ毎に異なり，メチレンブルー発色を変化させていることを予想させ、近年のフライアッシュ評価には適さないと考えられた。

(3)モルタル空気連行量測定結果では、フライアッシュの Igloss 値，ブレーン比表面積や BET 比表面積値が高い程、空気連行性が悪くなる傾向が伺えた。

(4)AE 剤の吸着特性は BET 吸着式に近似したものであり、配合中のセメントや細骨材の比表面積を総和計算した BET 比表面積の空気連行量との相関が高かった。

(5)比表面積の低い石灰砕砂が、高い比表面積をもつフライアッシュの評価に適していると考えられた。

参考文献:

1) 笠井ほか編(2007)：新セメント・コンクリート用混和材料、技術書院
2) 内田ほか（2006）：石炭灰固結生成メカニズムの解明、太平洋セメント報告、Vol151
3) 田野崎ほか(1996)：コンクリート混和材用石炭灰の品質管理についての研究、コンクリート工学年次論文集 Vol.18
4) 林ほか（2006）：石炭灰フライアッシュのキャラクタリゼーション(4) 第 41 回地盤工学研究発表会要旨