AE コンクリートに用いるフライアッシュの吸着性について

正員　太　斉　宗　一*

THE ABSORBABILITY OF FLY ASHES IN AIR ENTRAINED CONCRETE

By Soichi Dazai, C.E. Member

Synopsis : A broad investigation undertaken by the Subcommittee on the quality of Fly Ash produced by the major firms in Japan, and the tests common to the products were conducted. In the 2nd. and 3rd. Tests, we made certain particular studies such as air entrained concrete with fly ashes and Vinsol resin. As a result, we have found some relations between the weight contents of Vinsol resin and the qualities of fly ash about the absorbabilities of the methylene blue.

This relation seems to be a good indication for the control of the air contents in making the air entrained concrete with the fly ash.

要　旨　フライアッシュ小委員会は国内主要フライアッシュの品質について共通試験を行なった。この第2回および第3回試験において，これらのフライアッシュとビンソール レジンとを用いて AE コンクリートの試験を行なった。この結果，メチレンブルーの吸着性に関して，ビンソール レジン使用量とフライアッシュの性質との間にある関係を見つけた。

この関係はフライアッシュを用いて AE コンクリートを製造する場合に，空気量の管理上重要な指針となるものと思われる。

1. 概　要

フライアッシュは混和材料として，マス コンクリートに大量使用されている。しかし，これらはいずれも AE コンクリートとして用いられ，フライアッシュ中の残存カーボンが AE 剤を吸着することにより起こる AE コンクリートの空気量の変動が問題になってきた。

末燃カーボンはボイラーから出て収塵器において補集されるまでの間で活性化されるものと考えられ，AE コンクリートに用いる AE 剤の必要量は残存カーボンの量よりもカーボンの活性化の程度によって支配される。単位 AE 剤量とフライアッシュのメチレンブルー吸着量との関係についてはすでに発表[1] されているが，さらに土木学会フライアッシュ小委員会の第2回共通試験と並行して電源開発 KK で行なった研究および第3回共通試験結果を整理した結果，単位 AE 剤量とメチレンブルー吸着量との間に一つの関係を求められたので報告する。

2. 試　験

試験に用いたポルトランド セメントおよびフライアッシュはいずれも 共通試験試料[2] で，第2回共通試験と並行に特にフライアッシュが異なった場合に AE コンクリートの品質におよぼす影響を調べるための試験を電源開発KKで行なった。すなわち，スランプ 4～5 cm；空気量 4～5% として AE 剤はビンゾールレジンを用いて試験を行なった。その結果は **表—1** のとおりである。第3回試験は共通試験方法により，スランプ 4～5 cm；空気量 4～5% とし，AE 剤は共通試験用として山宗化学KKにおいて特に調製した **表—2** に示す性質のビンゾール溶液を用いて試験を行なった。電源開発 KK における試験においては，骨材はいずれも相模川産の **表—3** に示す性質のものを十分に水洗して各粒径ごとにフルイ分けて所定の粒度に調整し表面乾燥泡和状態にして用いた。

コンクリートは3切ランサム型ミキサで3分間練り混ぜたものを練り板に受けて十分に切り返してからスランプ，空気量および温度を測定した。

第2回試験の電源開発KKだけの試験結果から各フライアッシュのメチレンブルー吸着量と単位 AE 剤量との関係を求めたのが **図—1** で，この間には一定の関係が認められ，フライアッシュを用いた AE コンクリートの練り混ぜに当っては，メチレンブルー吸着量が変化した場合には AE 剤量を補正する必要が考えられる。

10 箇所の試験所が協同して行なった第3回試験の結果は **表—4** のとおりであって，**表—4** は土木学会論文集 68 号・別冊 (1-1) の表—7 から抜萃したものである。**表—4** から各フライアッシュのメチレンブルー吸着量と単位 AE 剤量との関係を求めると **図—2** のようになり，メチレンブルー吸着量 0.5 mg/g 位までのフライアッ

*電源開発KK，土木部設計課

表—1　フライアッシュを用いた AE コンクリートの試験結果　(第2回試験)

試料	フライアッシュの性質 (JIS A 6201) 湿分 (%)	強熱減量 (%)	比重	粉末度 ブレーン値 (cm²/g)	粉末度 44 μR (%)	単位水量比 (%)	圧縮強度比 (%) 28日	91日	1年	メチレンブルー吸着量 (mg/g)	M.A. (mm)	W (kg/m³)
1	0.3	2.7	2.14	3,160	12.3	97	67	81	90	0.97	25	133
2	0.2	0.6	2.02	3,240	15.8	94	73	93	104	0.23	〃	130
3	0.3	1.1	2.39	3,570	1.9	92	84	104	109	0.25	〃	125
4	0.3	1.3	2.16	3,310	15.6	96	69	92	96	0.50	〃	134
5	0.3	2.1	2.24	3,300	4.1	94	73	92	102	0.85	〃	135
6	0.2	0.8	2.10	3,040	18.5	97	68	91	96	0.30	〃	137
7	0.3	0.8	2.02	3,130	19.2	97	66	78	89	0.78	〃	135
セメント		0.8	3.16	3,030		フロー(mm) 228	(kg/cm²) 406	(kg/cm²) 479	(kg/cm²) 471	0.18	〃	147

コンクリートの配合 C+F (kg/m³)	W/C+F (%)	F/C+F (%)	S/A (%)	AE剤 (g/m³)	練り上げコンクリート 温度 (°C)	スランプ (cm)	空気量 (cm)	ブリージング 量 (cc/cm²)	時間 (時—分)	コンクリート圧縮強度比 (%) 28日	91日	1年
300	44	25	34	205	12	4.1	4.1	0.06	3-30	72	94	129
〃	43	〃	〃	28	11	4.6	4.5	0.05	3-30	72	101	129
〃	42	〃	〃	30	11	4.8	5.0	0.05	4-30	69	104	124
〃	45	〃	〃	60	11	4.1	5.0	0.09	5-30	66	101	111
〃	45	〃	〃	125	12	4.9	4.2	0.06	3-30	64	102	114
〃	46	〃	〃	35	8	4.5	4.2	0.05	3-00	67	100	99
〃	45	〃	〃	100	18	4.5	4.9	0.06	3-00	60	89	100
〃	49	0	36	22	15	4.5	4.7	0.11	4-30	(kg/cm²) 319	(kg/cm²) 347	(kg/cm²) 337

注：圧縮強度試験を行なった供試体は φ10×20 cm のシリンダーで，20°C の水中で養生した。

表—2　第3回試験に用いたビンゾール溶液の性質

pH	表面張力 (dyne/cm)	粘度 (c.p.s.)	比重	起泡力 (mm) 落下直後	5分経過
12.4	40	2.0	1.06	300	150

注：pH：電極 pH 計
表面張力：デユヌイ表面張力計
粘　度：オストワルド粘度計
比　重：浮秤比重計
起泡力：ロス アンド マイルス氏法により 30±1°C において測定した。

表—3　骨材の性質および粒度

比重	吸水量 (%)	耐久性 (%)	洗い試験 (%)	有機不純物試験
	細骨材			
2.65	2.1	8.1	0.9	合格
	粗骨材			
2.66	1.0	8.1	—	—

細骨材の粒度 (%)

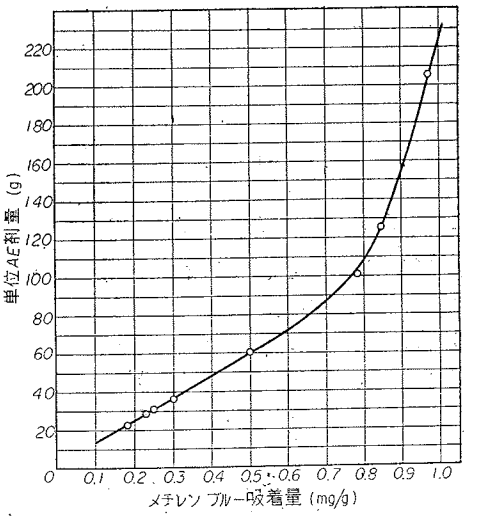
5.0～2.5 (mm)	2.5～1.2 (mm)	1.2～0.6 (mm)	0.6～0.3 (mm)	0.3～0.15 (mm)	0.15以下 (mm)	粗粒率
7	20	26	25	17	5	2.60

粗骨材の粒度 (%)

25～20	20～10	10～5 (mm)
25	50	25

注：耐久性試験は Na_2SO_4 によって行なった。

図—1　各フライアッシュのメチレンブルー吸着量と単位 AE 剤量との関係(第2回試験)



シュを用いた場合には何等の関係も認められないが，メチレンブルー吸着量 0.8 mg/g 付近のフライアッシュを用いたコンクリートの AE 剤の使用量は前者と明らかに相違して増加し，変化していることが認められる。一方，各試験所で行なった AE コンクリートの試験は，おのおのが用いた骨材の粒度その他の条件が異なり求めたウォーカビリチーの基準も違ったためにこのような結果になったものと考え，各試験所別にフライアッシュのメチレンブルー吸着量と単位 AE 剤量との関係を求めると 図—2 の実線のようになるものと考えられる。この結果は第2回試験で求められた 図—1 の結果と同様な関係にあることが認められる。

3. 結　語

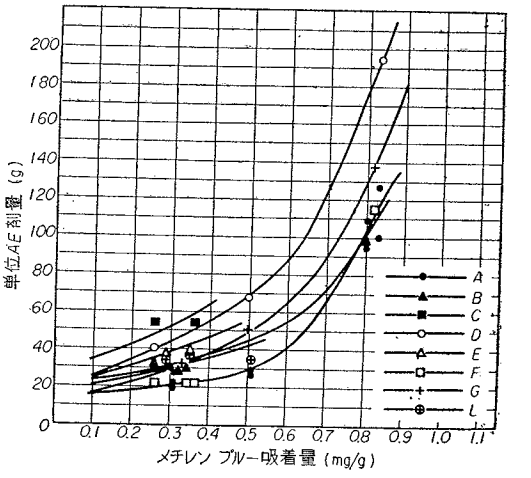
表—4　フライアッシュを用いた AE コンクリートの試験結果（第3回試験）

試験所	試料番号 101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	セメント
メチレンブルー吸着量 (mg/g)														
D	0.35	0.89	0.60	0.33	0.36	0.83	0.26	0.42	0.30	0.40	0.93	0.36	0.50	
F	0.35	0.85	0.50	0.25	0.35	0.88	0.18	0.30	0.12	0.28	0.88	0.25	0.50	
H	0.25	0.80	0.40	0.35	0.35	0.75	0.25	0.30	0.40	0.40	0.70	0.35	0.65	
M	0.30	0.80	0.50	0.25	0.35	0.75	0.35	0.35	0.20	0.35	0.75	0.30	0.35	
平均値	0.31	0.84	0.51	0.30	0.35	0.80	0.26	0.34	0.26	0.36	0.82	0.32	0.50	
最大値	0.35	0.89	0.60	0.35	0.36	0.88	0.35	0.42	0.40	0.40	0.93	0.36	0.65	
最小値	0.25	0.80	0.40	0.25	0.35	0.75	0.18	0.30	0.12	0.28	0.70	0.25	0.35	
差	0.10	0.09	0.20	0.10	0.01	0.13	0.17	0.12	0.28	0.12	0.23	0.11	0.30	
単位 AE 剤量 (g/m³)														
A	20～22	100～126	26～28			95～107								15～16.4
B						97	32	30				28		23
C									53	53				34
D		194					40						67	23
E				37	39									24
F								22	22	22	114			15
G	28										137	32	50	15
L			34	34	37									21
スランプ (cm)														
A	5.5	5.5	5.8			5.0								5.0
B						5.5	5.9	5.6				6.5		5.5
C									5.0	4.5				5.3
D		4.5					4.2						41	4.4
E				6.0	6.0									6.0
F								7.5	8.0	8.0	7.5			8.0
G	6.2										6.0	6.0	6.0	6.0
L			6.0～7.5	6.5～8.0	6.0～7.0									6.0～7.0
空気量 (%)														
A	4.5	4.4	4.5			4.6								4.6
B						4.0	4.6	4.2				4.2		4.3
C									4.1	4.5				4.3
D		3.5					4.0						4.4	4.0
E				4.5	5.5									4.5
F								3.8	3.9	4.0	4.2			4.5
G	4.8									4.3	4.5		4.7	4.2
L			4.6～4.8	4.5～4.7	4.3～4.7									4.0～4.6

以上の試験結果よりフライアッシュのメチレンブルー吸着量を測定することは，AE コンクリートの空気量を調節するに当って重要な指示となり，品質管理においてフライアッシュの品質の変動が AE コンクリートの空気量の変化に対する対策を事前に講ぜしめる尺度となるものであると考える。

カーボンについては 1 200°C 位に熱した時に水蒸気によって活性化されやすいものであり，フライアッシュ中の未燃カーボンが 1 600°C 位までの間において種々活性化されその程度がボイラーの条件により変化するものと考えられる。一方，土木学会フライアッシュ小委員会に提出された各工場が豊水期，渇水期において品質の変動を調査するために試験を行なった結果は土木学会論文集第 68 号の別冊 (1—1) 図—18 および 表—15 に報告されているが，これによると，数工場において実施したメチレンブルー吸着量の変化は，調査期間中の最大と最小の差が 0.15～0.25 mg/g という数字を示しており，工場によって異なるがかなり大きなものである。また，第

図—2　各試験所で行なわれた AE コンクリートの試験におけるフライアッシュのメチレンブルー吸着量と単位 AE 剤量との関係



3回試験において4つの試験所が行なったメチレンブルー吸着量の試験結果は，同一試料に対する最大と最小との差は 0.01～0.30 mg/g，平均 0.15 mg/g となっており，試料によっては試験所間の差が相当に大きく，フライアッシュのメチレンブルー吸着量の測定に当ってはきわめて慎重に行なう必要があることが認められる。

参 考 文 献

1) 吉越盛次：混和材としてのフライアッシュに関する研究，土木学会論文集第 31 号 昭 30.11
2) 国分・河原・太斉（土木学会フライアッシュ小委員会）：各種フライアッシュの共通試験報告，土木学会論文集第 68 号・別冊（1-1），昭35．5