

○ 法政大学 正会員 小林 正 几
東京大学 高橋 正 泰

アルミナセメントのもつ最大の特徴は他のセメントにはみられない超早強性をとえていることであり、緊急を要するコンクリート工事に適しているが、水セメント比を大きくした場合あるいは高温度の状態に長期間さらされる場合等においては強度が低下する傾向があり、解決すべき問題点を残している。東京大学工学部土木教室においては、長期強度の低下を補う実用的な方法について研究を継続中であるが、その手段の一つとして、フライアッシュを複合使用することが考えられる。本文は各種の混和材がアルミナセメントコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響について実施した基礎的な実験結果のうち現在までに得られた成果をとりまとめ、その複合効果について述べたものである。

実験に用いたアルミナセメントは、電気化学工業KK製の焼成法による一般工事用のものである。また混和材は東京電力KK千葉火力発電所より採取したフライアッシュおよび、富士川産の一般コンクリート工事用の砂を試験用ボールミルによりフライアッシュと同程度の粉末度に粉碎した珪砂粉である。セメントペーストおよびコンクリート中のモルタルの空隙量および細孔径分布の測定にはCarlo Elba社のポロシメーターを使用した。また、こゝに試料の検鏡は二段レアリカ法によってつくった試料を用いて日本電子KK製のスーパースコープ電子顕微鏡によって行った。

表-1 各種
混和材を用い
たアルミナセメント
ペーストの圧縮
強度 ($\bar{W}_c=30\%$,
試体: $35 \times 7 \text{ cm}$)

混和材の 種類	おきか え率 (%)	圧 縮 強 度 (kg/cm^2)		
		21°C 水中養生		50°C 水中養生
		1 日	14 日	14 日
用いず	0	191 (1.00)	202 (1.06)	63 (0.33)
フライ アッシュ	15	131 (0.69)	158 (0.83)	108 (0.57)
	30	194 (1.02)	163 (0.86)	113 (0.59)
珪砂粉	15	99 (0.52)	159 (0.84)	57 (0.30)
	30	73 (0.38)	83 (0.44)	28 (0.15)

水セメント比を30%とし、アルミナセメントの一部を混和材でおきかえた場合のペーストの圧縮強度に関する試験結果は、表-1に示すごとくであった。これによれば、フライアッシュを用いることにより検査1日および14日の圧縮強度は

表-2 各種

混和材を用

いたアルミナ

セメントペースト

の空隙組織

($\bar{W}_c=30\%$,
21°C水中養生
カゴ内径はフライ
アッシュの空隙と等しい値)

検査 (日)	混和材	ポロシター (cc/cc)	細孔径分布 (%)				
			~75	75 ~300	300 ~1,500	1,500 ~10,000	10,000A ~75,000
1	用いず	0.094	2	35	38	23	2
	フライ アッシュ	15 % 0.077 (0.045)	2	46	27	20	5
		30 % 0.095 (0.035)	2	36	28	31	3
	珪砂粉	15 % 0.093	1	23	21	53	2
		30 % 0.056	—	—	—	—	—
14	用いず	0.085	2	19	53	20	5
	フライ アッシュ	15 % 0.055 (0.023)	4	30	42	18	6
		30 % 0.084 (0.017)	6	61	17	13	3
	珪砂粉	15 % 0.050	11	46	20	13	10
		30 % 0.031	8	65	4	9	14

いくぶん低下するが、50°Cの温度で養生した場合には強度低下がかなり少くなることが認められた。珪砂粉は50°Cの温度で養生した場合の強度低下をほとんど緩和しないことも示された。ペーストの空隙量ならびに細孔径分布状態は表-2に示した。

これによれば、フライアッシュを用いた場合の空隙量は用いないものと比べて大差はない。しかし、フライアッシュがペースト中においても空隙組織に変化がないと仮定し、入念に微粉碎して比重試験によって求めた空隙量を減じて比較すれば、フライアッシュの混用により、空隙量が著しく減少していることが認められる。すなわち、枚令14日においてフライアッシュを用いない場合には、空隙量は0.085%であるのにたいし、用いた場合にはおきかえ率によって異なるが、0.017~0.023%に過ぎず $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{5}$ に低下しているのである。また、細孔径の分布状態は、フライアッシュを用いない場合には、300~1,500Åのものが最も多いが、用いたものではこれより小さい75~300Åのものが卓越しているのである。このようにフライアッシュを用いることにより、アルミナセメントペーストの毛細間隙は比較的大きいサイズのものが減少し、緻密な微細構造を形成し易い傾向にあるものと思われる。この理由については研究を継続中であるので断定的にはいえないが、フライアッシュによって練混ぜ水の一部が吸水され、自由水によって形成される毛細間隙を少なくする効果によるものとも考えられる。フライアッシュを真空乾燥させ、内部に水を飽和させるようにしてつくったフライアッシュを用い、水セメント比を相違させないようにして圧縮強度を測定した準備試験の結果によれば、飽水させることにより10~30%の強度減少を生ずることも認められたのである。

各種混和材を用いてつく

表-3 各種混和材を用いたアルミナセメントコンクリートの圧縮強度試験結果 (単位: セメント混和材量350kg/m³)

ったアルミナセメントコンクリート供試体を屋外に放置して圧縮強度試験を行った結果は表-3に示すごとくであって、珪砂粉は長期強度の低下を少なくする効果はほとんどないが、フライアッシュは相当に効果のあることが示され、既往の研究と

混和材の種類	おきかえ率 (%)	単位水量 (kg/m ³)	細骨材率 (%)	圧縮強度 (1日以降屋外放置) (%cm)				
				1日	28日	6月	1年	2年
用いず	0	152 (1.00)	40	506 (1.00)	611	488	510 (1.01)	395 (0.78)
フライアッシュ	物研せず 微粉碎	142 (0.93)	38	503 (0.99)	611	525	576 (1.14)	532 (1.05)
		140 (0.92)	38	497 (0.98)	561	544	588 (1.16)	583 (1.15)
シダーサンド	15	149 (0.98)	38	497 (0.97)	580	507	508 (1.01)	500 (0.99)
珪砂粉		147 (0.97)	38	490 (0.97)	570	545	528 (1.04)	573 (0.74)
普通砂はラミセメント		154 (1.01)	40	485 (0.96)	591	557	515 (1.02)	514 (1.02)
フライアッシュ	物研せず	142 (0.93)	38	524 (1.04)	562	501	530 (1.05)	563 (1.11)

一致する成果が得られた。フライアッシュがすぐれた複合効果を発揮する理由としては、表-4に示すごとくブリージングを少くし、粗骨材粒の下面部における付着性状を改善することが考えられる。また、顕微鏡によってペースト部分の性状を検討した結果によれば、フライアッシュを用いない場合には転移現象によって形成されたと考えられる等軸晶形状の水和物が多数の空隙部分を伴って存在しているが、用いたものではそのようなものがほとんど見当らない。またフライアッシュの大部分は針状結晶物が表面に形成されており、フライアッシュの粒子とペーストとが化学的な結合効果を生起していることも考えられる。

表-4 各種混和材を用いたアルミナセメントコンクリートのブリージング試験結果

混和材	おきかえ率 (%)	単位水量 (kg/m ³)	細骨材率 (%)	スランプ (cm)	ブリージング率 (%)	
					1日	28日
用いず	0	161 (1.00)	40	5	0.52 0.42	0.47
フライアッシュ	15	151 (0.94)	38	6	0.33 0.24	0.29
		156 (0.97)	38	6	0.53 0.36	0.45

フライアッシュの複合機構は複雑であるが、良質のものはすぐれた複合効果をあげるものと考えられる。本研究を行うにあたり終始御懇篤なる指導を承った東京大学園分正胤教授に深謝いたします。