

V-101 フライアッシュを多量に使用したコンクリートの圧縮強度，断熱温度上昇および乾燥収縮

五洋建設 正会員○三田正和
徳島大学工学部 正会員 河野 清
徳島大学大学院 正会員 川口修宏

1. はじめに

近年，排出量の増大しているフライアッシュは，その経済性と性能から混合セメントに使用されており，一部がコンクリート用混和材として活用されている。しかし，一般に用いられるフライアッシュの代替率はセメントに対し質量比で内割で15～30%と少ない。

本研究は，単位セメント量を3種に変え，フライアッシュをセメント量の1.1～1.7倍と多量に使用したコンクリートの配合と圧縮強度，断熱温度上昇および乾燥収縮について，フライアッシュを用いない普通コンクリートおよび一般土木用のフライアッシュコンクリートと比較し検討を行った。

2. 実験方法

2. 1 使用材料

- (1) 普通ポルトランドセメント(C)：比重3.15，比表面積3,230kg/cm²，28日圧縮強度41.87MPa
(2) フライアッシュ(F)：比重2.3，比表面積3,370cm²/g，強熱減量2.2%，SiO₂ 55.2%
(3) 粗骨材(G)：徳島県那賀川産砕石（比重2.64，吸水率1.72%，FM 7.51，最大寸法25mm）
細骨材(S)：徳島県那賀川産川砂（比重2.60，吸水率1.08%，FM 2.78，最大寸法5mm）
(4) 混和剤：ナフタリン系高性能減水剤(SP)，アルキルカルボン酸AE剤(AEA)

2. 2 コンクリートの配合

フライアッシュの混入率は単位セメント量180, 210, 240kg/m³に対して1.1, 1.3, 1.5および1.7倍の4種とした。また，フライアッシュを用いないプレーンコンクリート(PL)と一般土木用のフライアッシュコンクリート(FA15)を比較用に作製した。

粗骨材の最大寸法25mm，細骨材率42%，目標スランプ12±2 cm，目標空気量4±1%とし，これらの配合を表-1に示す。

2. 3 コンクリート供試体の作製

容量55リットルの強制二軸型ミキサでコンクリートを練り混ぜ，圧縮強度および乾燥収縮試験用供試体を作製し，20℃水中養生を行ったのち所定材齢で試験した。また，断熱温度上昇試験装置を用い温度上昇も測定した。

3. 実験結果および考察

3. 1 圧縮強度

フライアッシュを多量に使用したコンクリートの圧縮強度を図-1に示す。これより，単位セメント量を240kg/m³としフライアッシュを多量に使用すれば，どの配合においても各材齢の圧縮強度はフライアッシュを混入しないプレー

表-1 コンクリートの配合

種別	W/C+F (%)	F/C (%)	F/C+F (%)	単位重量 (kg/m ³)					SP (C+F)×%	AEA (C+F)×%
				W	C	F	S	G		
PL	50	0	0	160	320	0	763	1069	1.9	0.190
FA15	50	18	15	160	272	48	757	1061	0.2	0.110
C180F1.1	37	110	52	140	180	198	739	1036	1.1	0.090
C180F1.3	34	130	57			234	722	1012	1.4	0.100
C180F1.5	31	150	60			270	705	988	1.8	0.100
C180F1.7	29	170	63			306	688	964	2.0	0.100
C210F1.1	32	110	52	140	210	231	713	1000	1.3	0.090
C210F1.3	29	130	57			273	693	972	1.8	0.100
C210F1.5	27	150	60			315	673	944	1.9	0.120
C210F1.7	25	170	63			357	653	916	2.0	0.130
C240F1.1	28	110	52	140	240	264	387	953	1.6	0.160
C240F1.3	25	130	57			312	664	931	2.0	0.170
C240F1.5	23	150	60			360	641	899	2.6	0.180
C240F1.7	22	170	63			408	619	867	3.1	0.190

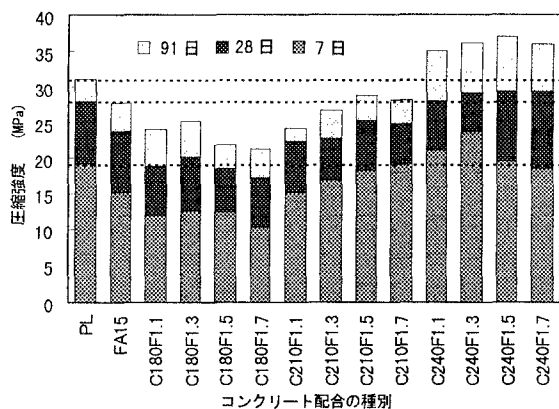


図-1 コンクリート配合の種別と圧縮強度との関係

ンコンクリートと同等かもしくはそれ以上であり、材齢 91 日では大きく上回っている。また、単位セメント量を変えた各配合について、91 日強度がピークになる最適混入率がみられ、その値は 1.3～1.5 倍となっている。これは、セメントの水和によって生じる $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の生成量とポゾラン反応を行う SiO_2 量との間にバランスがあることを示していると思われる。

3. 2 結合材水比と圧縮強度との関係

フライアッシュを多量に使用したコンクリートの結合材水比と 28 日強度との関係を図-2 に示す。両者の関係は、フライアッシュ量のセメント量に対する割合、すなわち F/C の値によって異なり、同一 F/C であれば圧縮強度と $(C+F)/W$ との関係は一次式で表すことができる。

3. 3 断熱温度上昇

C210F1.5、C180F1.5 および PL の 3 種コンクリートの断熱温度上昇測定結果を図-3 に示す。セメント量が 180kg/m^3 の C180F1.5 の配合は、セメント量が 210kg/m^3 の C210F1.5 の配合より全体的に断熱温度上昇が低減している。また、単位セメント量の少ない C180F1.5 では、材齢 25 時間前後から断熱温度上昇速度が低下している。C210F1.5 および C180F1.5 の終局温度上昇量を PL と比較すると、それぞれ 13°C および 24°C 程度小さくなっており、温度上昇抑制に対して単位セメント量を少なくしフライアッシュ量を多くした効果がみられる。

3. 4 乾燥収縮

単位セメント量を 3 種に変え、セメントに対しフライアッシュを 1.5 倍用いたコンクリートの乾燥収縮測定結果を示した図-4 にみられるように、コンクリートの乾燥収縮は単位結合材量が多いほど大きくなる傾向がみられるが、材齢 91 日では、通常用いられるコンクリート PL および FA15 より少ない。

次に、単位セメント量 210kg/m^3 の一定でフライアッシュを 1.1～1.7 倍としたコンクリートの乾燥収縮を図-5 に示す。この図にみられるようにフライアッシュ量を増し、単位結合材量が多くなると、明らかに乾燥収縮が大きくなる傾向があるが、長期材齢の 91 日では、PL および FA15 より小さくなっており、フライアッシュの乾燥収縮低減効果を示している。

4. まとめ

(1) 単位セメント量 210kg/m^3 の配合では、フライアッシュを多量に使用すると、各材齢においてプレーンコンクリートよりも圧縮強度が多少低いが、単位セメント量 240kg/m^3 の配合では材齢 28 日および 91 日において、それ以上の値が得られ、特に長期材齢の強度発現が顕著である。

(2) フライアッシュを多量に使用したコンクリートの断熱温度上昇は明らかに低減できる。

(3) 乾燥収縮は結合材量の増加とともに大きくなるが、通常のプレーンコンクリートやフライアッシュコンクリートよりは小さい。

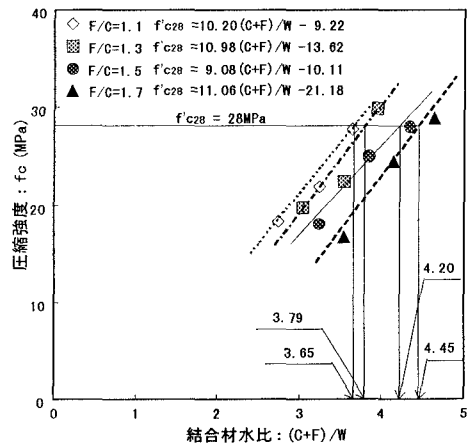


図-2 結合材水比と圧縮強度との関係

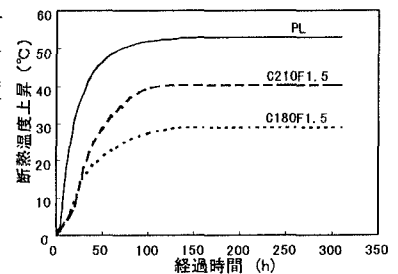


図-3 断熱温度上昇測定結果

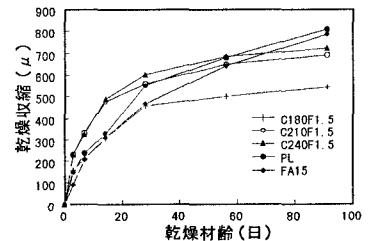


図-4 単位セメント量を3種に変えフライアッシュを1.5倍用いたコンクリートの乾燥収縮測定結果

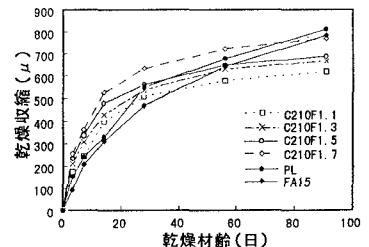


図-5 単位セメント量一定でフライアッシュの使用量を変えたコンクリートの乾燥収縮試験結果