

V-143

ハイボリュームフライアッシュコンクリートの 熱特性と耐久性

熊谷組 正会員 石関 嘉一
熊谷組 正会員 河村 彰男
熊谷組 正会員 金森 誠治

1. はじめに

近年、石炭火力発電所の建設増加に伴い、石炭灰の有効利用の必要性が高まっている。石炭灰の有効利用方法の一つとして、コンクリートに多量のフライアッシュを混入することが考えられる。フライアッシュを混入したコンクリートは、ワーカビリティの改善、単位水量の減少、長期材齢における強度の増加、水和熱による温度上昇の抑制、耐久性の向上など、多くの利点が挙げられる。筆者らは、これらのうちフライアッシュを多量置換したコンクリートについての熱特性及び耐久性の基礎的実験を実施した。本報告は、フライアッシュ置換率の変化における断熱温度上昇量試験と促進中性化試験結果をまとめたものである。

表-1 試験ケースの配合

試験 ケース	W/(C+F) (%)	単位量(kg/m ³)				
		W	C	F	S	G
N280FA0	60	168	280	0	897	966
N280FA30	60	168	196	84	867	996
N280FA50	59	165	140	140	855	966
N280FA70	60	168	84	196	827	966
H280FA50	59	165	140	140	854	966
H280FA70	60	168	84	196	827	966
N350FA0	40	140	350	0	813	1064
N350FA30			245	105	776	1064
N350FA50			175	175	752	1064
N350FA70			105	245	727	1064
H350FA50			175	175	751	1064
H350FA70			105	245	726	1064

N280FA50：普通ポルトランドセメント、単位結合材比 280 kg/m³。
フライアッシュ置換率 50%を示す。

2. 試験概要

試験ケースの配合を表-1に、使用材料を表-2に示す。試験は、セメントの質量比をフライアッシュで置換しセメントとフライアッシュの合計を単位結合材量（C+F）とした。普通ポルトランドセメントは0,30,50,70%の置

表-2 使用材料

セメント	N：普通ポルトランドセメント（比重：3.16、比表面積：3420cm ² /g）	
	H：早強ポルトランドセメント（比重：3.14、比表面積：4580cm ² /g）	
フライアッシュ	FA：碧南火力発電所産原粉（比重：2.23、比表面積：3810cm ² /g）	
細骨材（混合砂）	葛生産砕砂 70%：表乾比重：2.70 F.M.:2.71	
	鹿島産山砂 30%：表乾比重：2.61 F.M.:1.90	
粗骨材（砕石）	岩瀬産砕石：表乾比重：2.66 F.M.:6.64	

換率で、早強ポルトランドセメントについては 50,70%の置換率で行い、C+Fは、280kg/m³及び350kg/m³で行った。C+F=280kg/m³のケースでは、W/(C+F)=60%を中心に、AE減水剤を一定として単位水量を調整し、スランプ12±2.5cm、空気量4.5±1.5%となるように配合を決定した。

C+F=350kg/m³のケースは、W/(C+F)=40%として単位水量と単位結合材量を一定とした。スランプ及び空気

量は、高性能AE減水剤を使用して調整し配合を決定した。断熱温度上昇量試験は、空気対流型断熱温度上昇量測定機を使用し、普通ポルトランドセメント及び早強ポルトランドセメントについて、フライアッシュ置換率0%、50%を対象に実験を行った。中性化促進試験は、建築学会高耐久鉄筋コンクリート造設計施工指針（案）付1.コンクリートの促進中性化試験方法（案）に準拠して実施した。

キーワード：フライアッシュ、熱特性、耐久性、置換率、

〒300-2651 茨城県つくば市鬼が窪 1043 （株）熊谷組技術研究所 Tel.0298-47-7501 Fax.0298-47-7480

$$Q_{(t)} = Q_{\infty} \{1 - e^{-\gamma(t-t_0)}\} \quad (1)$$

$Q_{(t)}$ 材齢 t 日における断熱温度上昇量(°C)

Q_{∞} 終局断熱温度上昇量(°C)

γ 温度上昇速度に関する係数

t 材齢(日)

t_0 補正材齢(日)

3. 試験結果

（1）断熱温度上昇量試験

断熱温度上昇量試験結果を図－1に示す。また、断熱温度上昇式は(1)で示され、各ケースの実験定数は表－3に示す結果となる。 $C+F=280\text{kg/m}^3$ においてケース N280FA0 と N280FA50 を比較すると、フライアッシュを 50% 置換することにより Q_{∞} は 13.2°C 低減し、係数 γ は著しく小さくなっている。ケース H280FA50 と N280FA0 を比較すると、H280FA50 は早強ポルトランドセメントを使用しているにもかかわらず、フライアッシュを置換することにより Q_{∞} は 10°C 程度低減でき、定数 γ は 0.4 程度小さくなった。 $C+F=350\text{kg/m}^3$ においても同様にフライアッシュを 50% 置換することにより、 Q_{∞} は 12°C 程度低減でき、係数 γ は 0.5 程度小さくなった。また、早強ポルトランドセメント使用しても Q_{∞} は 10°C 程度低減できた。これらの結果から判断すると、セメントの 50% をフライアッシュに置換することにより、水和熱による温度上昇は低減でき、マスコンクリートとして使用する場合に有利であることが確認できた。

（2）促進中性化試験結果

促進中性化試験結果を図－2に示す。 $C+F$ について比較すると、フライアッシュ置換率が同等な場合、 $C+F$ が大きい場合、材齢に伴う中性化の進行度合いは小さくなることを確認できる。また、 $C+F=280\text{kg/m}^3$ 及び 350kg/m^3 いずれの場合も、フライアッシュ置換率が高い程、材齢に伴う中性化の進行度合いが大きくなる。特に、置換率 70% では、置換率 50% の中性化の進行度合いより 2 倍程度大きいことがわかる。いずれの $C+F$ において、2 種類のセメントによる中性化の進行度合いの差は認められなかった。これらのことから、中性化の進行度合いは、単位セメント量に影響されることが確認できた。

4. まとめ

（1）セメントをフライアッシュに置換することにより、温度上昇を抑制でき、上昇勾配も緩やかになる。また、早強ポルトランドセメントに対しても有効であることが確認できた。

（2）セメントにフライアッシュを置換することによって、中性化の進行度合いは大きくなる。そのため、フライアッシュ置換率を高くする場合は、単位結合材量増加や外気に直接触れない構造物等に使用するなどの処置が必要であると考えられる。

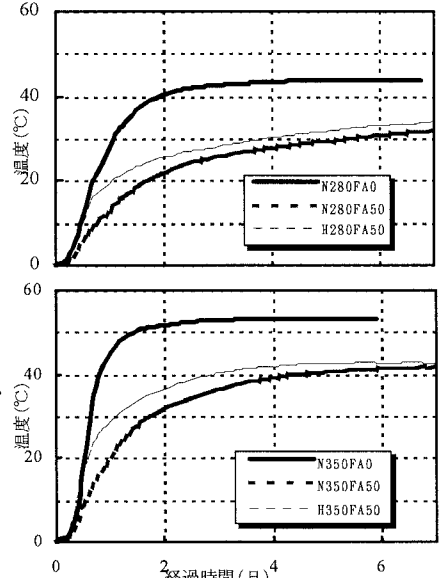
このように、単位結合材量やフライアッシュ置換率を調整する事により、コンクリートに多量のフライアッシュを混入する事が可能であることが確認できた。

<参考文献>

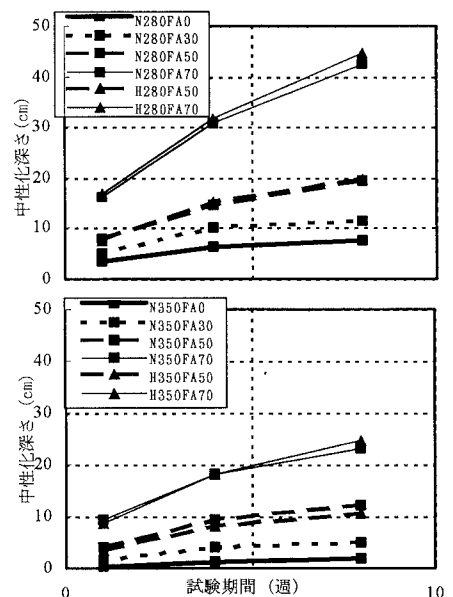
金森他：「ハイボリュームフライアッシュコンクリートのフレッシュ性状と強度特性」土木学会第 53 回学術講演会

表－3 断熱温度上昇の実験定数

試験ケース	Q_{∞} ($^{\circ}\text{C}$)	γ	t_0 (日)
N280FA0	44.2	1.11	0.1
N280FA50	31.0	0.300	0.1
H280FA50	34.3	0.710	0.1
N350FA0	53.0	1.27	0.6
N350FA50	41.5	0.786	0.2
H350FA50	42.2	1.27	0.2



図－1 断熱温度上昇量試験結果



図－2 促進中性化試験結果