

## 高強度コンクリートの圧縮強度に及ぼすフライアッシュの影響について

室蘭工業大学大学院 学生会員 ○齋藤 隆明  
 室蘭工業大学大学院 学生会員 田中 章梧  
 室蘭工業大学 正会員 菅田 紀之

## 1. はじめに

近年、環境問題の配慮としてコンクリート混和材の利用が推奨されている。フライアッシュは火力発電所で排出される産業副産物で大量に排出されており、産業副産物として様々な用途に使用されている。フライアッシュはコンクリート混和材としても利用されており、フライアッシュをセメントの一部に置換することによりセメント量を抑え、CO<sub>2</sub>排出量を削減することができる。また、セメントを多く使用する高強度コンクリートではより削減効果大きい。コンクリートにフライアッシュを混和することで水和熱低減やアルカリシリカ反応の抑制、水密性向上といった効果が見込めるが、初期強度の低下や中性化抵抗性の低下等を引き起こすため、利用が進んでいないのが現状である。

本研究では高強度コンクリートの圧縮強度に及ぼすフライアッシュの影響について検討を行った。セメントとしては普通ポルトランドセメントおよび早強ポルトランドセメントを用いた。

## 2. 実験の概要

## 2.1 使用材料

コンクリートの製造に使用した結合材を表-1に示す。結合材には普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメントおよびフライアッシュを用いた。使用したフライアッシュはJIS A 6201のII種規格を満

たすものである。細骨材(S)として陸砂、粗骨材(G)として碎石 2005 を用いた。また、流動性を確保するためにポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤(SP)、空気量を調整するためにポリエチレングリコール系の消泡剤(AF)を用いた。

## 2.2 配合

本研究に用いた高強度コンクリートの配合を表-2に示す。水結合材比(W/B, B=C+FA)を 30%とし、普通セメントと早強セメントそれぞれに対しフライアッシュ置換率(FA/B)を 0%, 10%, 20%および 30%の 4 種類、計 8 ケースに設定した。全ケースにおいて単位水量を 165 kg/m<sup>3</sup>、FA/B=0%において粗骨材絶対容積が 0.33 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> 程度になるように細骨材率を 49%とした。なお、各配合を NFA00, NFA10, NFA20, NFA30, HFA00, HFA10, HFA20, HFA30 で表す。

## 2.3 圧縮強度試験

直径 100 mm、高さ 200 mm の円柱供試体を用いて圧縮強度を測定した。養生は 20°C水中養生であり、試験材齢は 7 日、28 日および 91 日である。各配合と材齢ごとにそれぞれ 3 本ずつ試験し、平均を圧縮強度とした。なお供試体の打ち込み面は研磨機による研磨仕上げとした。

## 3. 圧縮強度試験結果および考察

図-1 に圧縮強度試験の結果を示す。普通ポルトランドセメントを用いた場合では、全ての材齢にお

表-1 結合材

材料	特性
Cn	普通ポルトランドセメント 密度：3.16g/cm <sup>3</sup> 比表面積：3,220cm <sup>2</sup> /g
Ch	早強ポルトランドセメント 密度：3.14g/cm <sup>3</sup> 比表面積：4,660cm <sup>2</sup> /g
FA	JIS II 種 密度：2.29g/cm <sup>3</sup> 比表面積：4,170cm <sup>2</sup> /g

表-2 配合

配合名	W/B (%)	FA/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )							
				W	Cn	Ch	FA	S	G	SP	AF (g)
NFA00	30	0	49	165	550	-	0	861	890	3.08	9.24
NFA10		10			495	-	55	852	881	2.97	8.91
NFA20		20			440	-	110	844	872	2.86	8.58
NFA30		30			385	-	165	835	863	2.75	8.25
HFA00		0			-	550	0	850	882	2.97	8.91
HFA10		10			-	495	55	842	873	2.95	8.84
HFA20		20			-	440	110	833	864	2.88	8.65
HFA30		30			-	385	165	825	855	2.77	8.32

キーワード フライアッシュ、高強度コンクリート、圧縮強度

連絡先 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 TEL: 0143-46-5200

いてフライアッシュ置換率の増加に伴い圧縮強度が減少していることがわかる。これはセメント量の減少によるものと思われる。また、材齢7日と比較すると材齢28日および91日においてNFA00とNFA10, NFA20, NFA30との圧縮強度の差が縮まった。これはフライアッシュのポゾラン反応の進行によるものと考えられる。しかしながら、セメントの水和反応と比較するとフライアッシュのポゾラン反応は緩慢であったことにより、NFA00の強度よりも小さいままである。次に早強ポルトランドセメントを用いた場合には、普通ポルトランドセメントを用いた場合と同様にすべての材齢においてフライアッシュ置換率の増加に伴い圧縮強度が減少していることがわかる。また、材齢28日および91日におけるHFA00とそれ以外との圧縮強度差は縮小している。これも普通ポルトランドセメントを用いた場合と同様である。

表-3に普通ポルトランドセメントを用いた強度に対する早強ポルトランドセメントを用いた強度の増加量を示す。普通ポルトランドセメントを用いた結果と早強ポルトランドセメントを用いた結果を比較すると、早強ポルトランドセメントを用いた場合の強度は、その早強性により、材齢7日で普通ポルトランドセメントを用いたものより約13 N/mm<sup>2</sup>増加している。材齢28日および91日において強度増加量は約5 N/mm<sup>2</sup>に縮小していることがわかる。また、図-1より、材齢7日強度においてHFA10およびHFA20の強度がNFA00を超えていること、材齢28日強度においてHFA10がNFA00と同程度であること、材齢91日強度においてHFA10およびHFA20の強度がNFA00の28日強度を超え、HFA30の強度がNFA00の28日強度と同程度になることがわかる。また、フライアッシュ混和率30%の強度の無混和に対する減少率は、使用したセメントの種類によらずほぼ同じであった。

#### 4. まとめ

本研究による結果をまとめると次のようになる。

- 1) 使用したセメントの種類によらず、フライアッシュ置換率の増加に伴い強度は減少し、材齢28日以降のフライアッシュ混和による強度低下は縮小する。

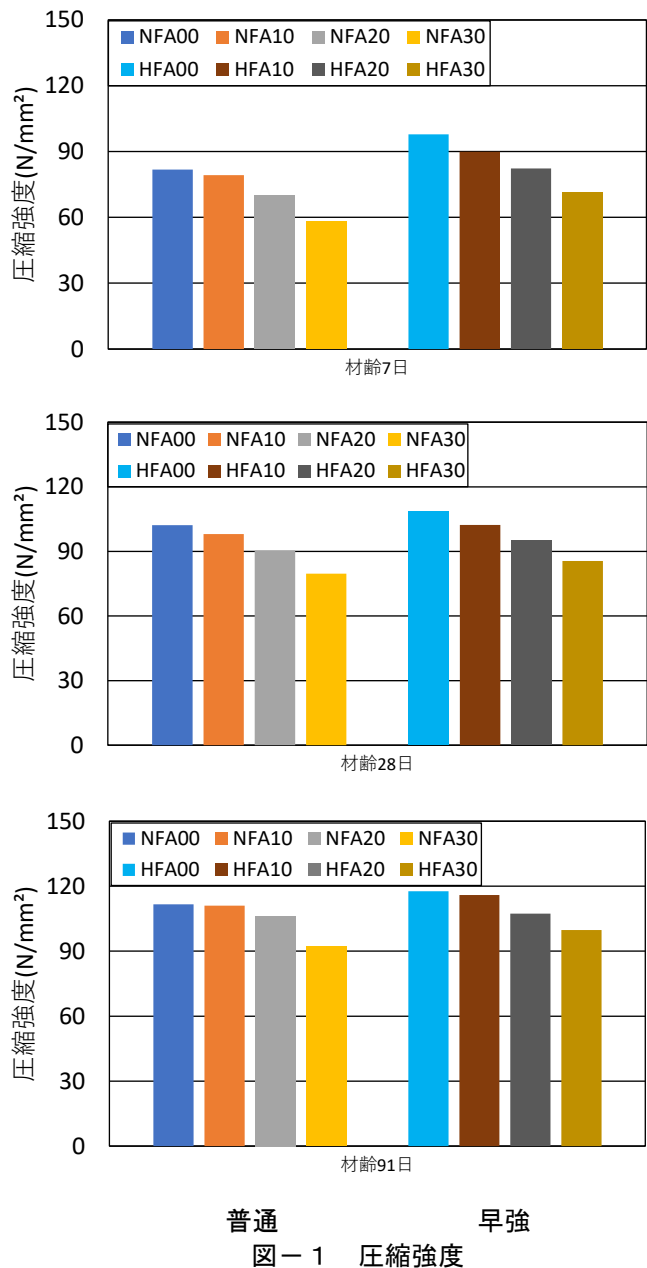


表-3 早強ポルトランドセメントによる強度増加量 (N/mm<sup>2</sup>)

材齢 (日)	HFA00 -NFA00	HFA10 -NFA10	HFA20 -NFA20	HFA30 -NFA30	平均
7	16.05	10.64	12.28	13.25	13.05
28	6.42	4.22	4.54	5.89	5.27
91	6.02	4.91	1.18	7.60	4.93

- 2) 早強ポルトランドセメントを用いることで、材齢7日において置換率20%の強度が普通ポルトランドセメントを用いたフライアッシュ無混和の強度を超え、材齢28日および91日において置換率10%の強度が普通ポルトランドセメントを用いたフライアッシュ無混和の場合の強度を超える。