

高炉セメントにフライアッシュを混入したコンクリートについて

広島工業大学 正員 藤木洋一
 広島工業大学 正員 伊藤秀敏

1. まえがき

将来、土木工事において、省資源型の混合セメントの需要が徐々に高まるものと予測される。混合セメントの種類としては、主として、高炉スラグ系あるいはフライアッシュ系であり、これらセメントの種々の利点を生かし、大型構造物に利用されている。さらに、高炉スラグ系のセメントにフライアッシュを混入することで、両者のすぐれた特性を充分に発揮させることができれば経済的で品質のすぐれたコンクリートを製造できるのではないかと考えられる。筆者らは、このような観点から、高炉セメントにフライアッシュを混入したコンクリートの基礎的な性状について研究を行なっているが、そのうち、今回はおもに市販の高炉セメントA、B、C種に、フライアッシュをそれぞれ10、20、30%混入したときの減水効果と枕令1年までの圧縮強度試験の結果について報告するものである。なお、筆者の1人が昭和37年にダムコンクリートを対象として、今回と同様の実験を行なっているため、その結果も併せて紹介した。

2. 試験の概要

1) 使用材料 セメントは、普通ポルトランドセメント(小野田、比重:3.15, 比表面積:3170 cm^2/g)、高炉セメントA種(新日鉄、比重:3.10, 比表面積:3670 cm^2/g)、B種(比重:3.03, 比表面積:3720 cm^2/g)、C種(比重:3.01, 比表面積:4340 cm^2/g)であり、フライアッシュは、中国電力新宇部火力発電所産(比重:2.41, 比表面積:4340 cm^2/g)である。粗骨材は砕石(最大寸法40 mm , 比重:2.72, 吸水率:0.69, FM:7.21)で、細骨材は川砂(比重:2.65, FM:2.89)である。

2) コンクリートの配合および混練 W/C は50%, 60%および70%の3種とし、フライアッシュの混入率は、本試験で採用した全配合に対して、10%, 20%および30%とした。

混練はビガー型ミキサーを使用し、全材料投入後、約3分間行なった。混練後、たぐちに、スランパおよび空気量を測定し、圧縮強度用供試体を作製した。なお、スランパは $8 \pm 2\text{cm}$ の範囲に調整した。圧縮強度用の供試体は、 $\phi 15 \times 30\text{cm}$ であり、成型後、2日間は湿润状態で、脱型後たぐちに $21 \pm 1^\circ\text{C}$ の水中で所定の枕令(3日, 7日, 28日, 91日, 180日, 365日)まで養生した。試験結果の一部を表-1に示した。

3. 試験結果および考察

1) 単位水量、フライアッシュ混入率と単位水量比との関係の一例を図-1に示した。なお、この図には今回の実験結果のほか参考として、既往の実験結果も紹介した。この場合の単位水量比は、フライアッシュ無混入の単位水量を100とし、フライアッシュを混入したときの単位水量との比で表わした。この図から、今回の実験における単位水量比は、普

表-1 コンクリートの試験結果

No.	セメント種類	F C+F (%)	単位水量 kg/m ³	スランパ cm	圧 縮 強 度 (kgf/cm ²)					
					材 令	材 令	材 令	材 令	材 令	材 令
					3日	7日	28日	91日	180日	365日
1	NP	0	183	9.4	120	190	272	317	337	338
2		10	179	8.9	109	174	279	345	377	378
3		20	180	7.0	88	151	237	319	350	352
4		30	182	9.5	76	134	201	294	341	347
5	BF-B種	0	177	7.0	81	128	282	382	390	415
6		10	180	7.6	62	104	262	356	390	435
7		20	178	8.6	53	89	235	324	362	384
8		30	175	9.0	42	71	197	291	329	340
9	BF-C種	0	176	6.9	51	112	232	338	374	394
10		10	178	8.0	52	101	215	308	338	339
11		20	176	8.7	40	77	192	277	299	338
12		30	173	7.3	34	68	104	237	267	274

NP : 普通ポルトランドセメント
 BF-B種 : 高炉セメントB種
 BF-C種 : 高炉セメントC種
 F/(C+F) : フライアッシュ混入率

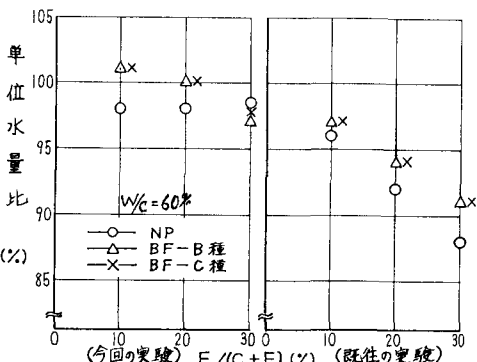


図-1 フライアッシュ混入率と単位水量比との関係

通ポルトランドセメントの場合、フライアッシュ混入量増に伴って、若干減少しているが、高炉セメントを用いた場合は、その種類にかかわらず、この混入率が20%まで、殆んど減少していない。 W/C を変えた実験でもほぼ同様の傾向を示した。なお、既往の実験では図-1の右手分に示すように、高炉セメントに対してもフライアッシュ混入による減水効果は充分認められた。このように今回の実験結果が既往の結果と著るしく相異した原因については、今後の検討を必要とするが、今回は一般構造物を対象したのに対し、既往の実験はマスコンクリートを対象にしたこと、すなわち、配合条件の相違、フライアッシュあるいは高炉スラグの品質が相違していること、などが考えられる。特に、フライアッシュに関しては、昭和30年代と50年代とでは、石炭火力発電所での燃料事情が著るしく異なっているため、品質が変化しているものと考えられる。

2) 圧縮強度、図-2、3、4に材令1年までの圧縮試験結果の一部を示す。図-2は普通ポルトランドセメントにフライアッシュを混入したものである。フライアッシュを混入することにより、普通ポルトランドセメント単味の場合に比較して、初期強度は低下するが、材令91日以降になると上廻っており、フライアッシュのポゾラン効果が認められる。図-3は高炉セメントB種にフライアッシュを混入したときの結果を示したものである。この図より、圧縮強度はフライアッシュ混入により、初期材令においては、普通ポルトランドセメントあるいは高炉セメント単味の場合に比して、低下するようであるが、材令91日以降は、一部を除いて、普通ポルトランドセメント単味の場合と同等もしくは上廻る傾向を示した。このように長期材令における強度は、回復または増加が期待できるといえる。図-4は高炉セメントC種に、フライアッシュを混入したときの結果である。この図より、高炉セメントC種にフライアッシュを混入すると、このセメント単味の場合に比して、材令1年でも強度は若干低下するようである。

4. むすび

普通ポルトランドセメントあるいは高炉セメントにフライアッシュを混入することにより、単位水量に関する今回の実験では、さほど減水効果は認められなかったが、圧縮強度に関しては長期材令において、フライアッシュを多量に混入したものを除いて、それぞれのセメント単味の場合と遜色ない値が得られた。このようなことから、所要の圧縮強度を得るには、各種セメントに対して、フライアッシュの最適混入比率が存在するものと推測される。今後は、この種のコンクリートの耐久性、発熱低減効果についても試験も実施する予定である。

参考文献：①藤木洋一他 高炉セメントにフライアッシュを混入したコンクリートに関する研究 中電技報No.22, 昭和37年3月

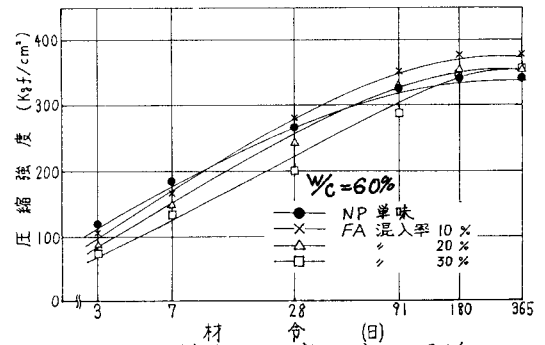


図-2 材令と圧縮強度との関係

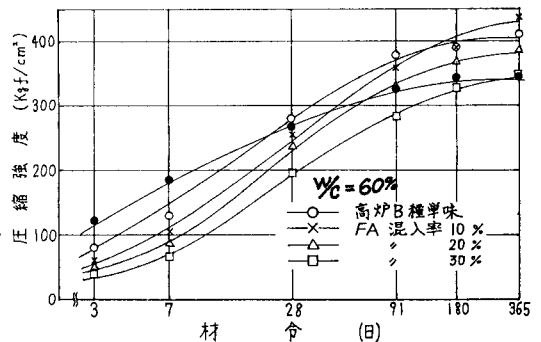


図-3 材令と圧縮強度との関係

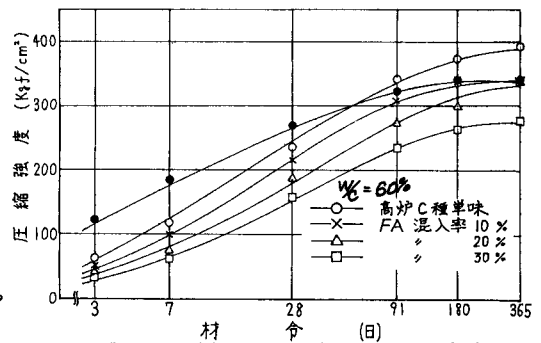


図-4 材令と圧縮強度との関係