

# 大型ブロックを想定した無筋コンクリートへの フライアッシュ多量使用の配合検討

徳島大学大学院 賛助会員 西條遥稀  
四国電力株式会社土木建築部土木技術グループ 法人会員 増田盛土  
株式会社四国総合研究所 正会員 野村悠太  
徳島大学大学院 正会員 渡辺健

## 1.はじめに

近年コンクリート業界において環境負荷低減に向けた取り組みが着目されており、石炭火力発電所で産出される石炭灰の有効利用が期待されている。しかし、コンクリートへのフライアッシュの多量使用についてはコンクリート構造部材や JIS 製品等への適用については制約が多く困難である。そこで、本研究では、これらの制約が少なく、港湾・空港等において実績が報告されている大型ブロック<sup>2)</sup>を想定したフライアッシュを多量に使用する無筋コンクリートへの利用を目的とした、モルタルによる実験的検討を行った。

## 2.実験概要

### 2.1 使用材料

フライアッシュの多量使用により単位容積質量の不足が懸念されるため、銅スラグ細骨材を使用した。また、重金属類の溶出を抑制するため炭酸カルシウムと水酸化アルミニウムを混合焼成した粉体を使用した。

### 2.2 配合

表-1 に配合の一例を示す。作製するモルタルの設計基準強度は 18.0N/mm<sup>2</sup>以上、単位容積質量は 2300kg/m<sup>3</sup>以上を目標とする。フライアッシュによる結合材への置換率  $F/(C+F)$  を 80,70,60%とし、水結合材比  $W/(C+F)$  は 35~50%に設定した。配合名は置換率と水結合材比で表現した。

### 2.3 試験項目及び方法

主な試験項目は「フロー値」、「曲げ強度」、「圧縮強度」とする。練混ぜはパン型ミキサーによって行い、供試体はモルタル供試体成形用三連型枠を使用し、テーブルバイブレーターによる方法で規定の手順で成形する。材齢は 3,7 及び 28 日の 3 種類とする。供試体の作成および各試験項目の測定は日本工業規格のセメントの物理試験方法 (JIS R 5201-1997) に準じる。

## 3.実験結果および考察

### 3.1 フロー試験結果

図-1 にモルタルフローと  $W/(C+F)$  の関係を示す。 $W/(C+F)$  が大きくなるにつれフロー値も大きくなり、 $W/(C+F)$  とフロー値は相関係数 0.98 となり、正の相関が見られた。また、写真-1,2 に  $W/(C+F)$  35%におけるフロー試験の様子を、写真-3,4 に  $W/(C+F)$  40%の様子を示す。 $W/(C+F)$  35%の配合では落下運動を与える前後でフロー値に変化が見られず比較的硬練りの配合となった。 $W/(C+F)$  40%の配合では、フローは落下運動に応じて広がる様子を確認できた。

### 3.2 曲げ強度

図-2 に曲げ強度と結合材水比  $(C+F)/W$  との関係を示す。F80,F70,F60 のそれぞれの相関係数は 0.97,0.98,0.97 とそれぞれ非常に強い正の相関関係が見られた。フライアッシュの置換率に着眼すると、フライアッシュの置換率が増加するにつれて曲げ強度が低下していることが確認された。

表-1 配合

配合名	$F/(C+F)$	$W/(C+F)$	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					単位容積質量(kg/m <sup>3</sup> )
	(%)	(%)	W	C	F	S	CA	
F80・W/(C+F)40	80	40	275	138	550	1441	72	2476
F80・W/(C+F)45	80	45	310	138	550	1326	66	2390
F80・W/(C+F)50	80	50	344	138	550	1213	61	2306
F70・W/(C+F)35	70	35	241	206	481	1584	79	2591
F70・W/(C+F)40	70	40	275	206	481	1472	74	2508
F70・W/(C+F)45	70	45	310	206	481	1356	68	2421
F70・W/(C+F)50	70	50	344	206	481	1244	62	2337
F60・W/(C+F)35	60	35	241	275	412	1613	81	2622
F60・W/(C+F)40	60	40	275	275	412	1501	75	2538
F60・W/(C+F)45	60	45	309	275	412	1389	69	2454
F60・W/(C+F)50	60	50	344	275	412	1273	64	2368

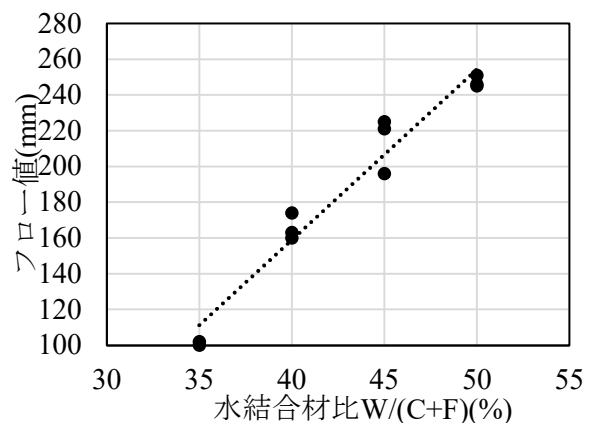


図-1 フローと水結合材比の関係



写真-1 W/(C+F)35%  
落下運動前の様子



写真-2 W/(C+F)35%  
落下運動後の様子



写真-3 W/(C+F)40%  
落下運動前の様子



写真-4 W/(C+F)40%  
落下運動後の様子

### 3.3 圧縮強度

図-3 に各配合の材齢ごとの圧縮強度について、図-4 には圧縮強さと結合材水比(C+F)/W の関係について示す。図-3 より、F70・W/(C+F)35、F60・W/(C+F)35~45 の配合において目標の設計基準強度 18N/mm<sup>2</sup>を超えたことが確認できた。図-4 より圧縮強度と(C+F)/W の相関係数は、F80、F70、F60 のそれぞれの配合において相関係数が 0.98、0.99、0.75 と強い正の相関が見られた。また、フライアッシュの置換率に着目すると曲げ強度と同様に置換率が増加するにつれて圧縮強度が低下することが確認された。

### 4.まとめ

- 1) 本実験の配合において、フライアッシュを多量に置換したモルタルを製造することができ、「フロー値」は W/(C+F)と、「曲げ強度」、「圧縮強度」は (C+F)/W とそれぞれ非常に強い正の相関があることが確認できた。
- 2) 目標の設計基準強度 18.0 N/mm<sup>2</sup>を超えた F70・W/(C+F)35、F60・W/(C+F)35 の配合は、テーブルバイブレーターによって加振することで振動締固めが可能であったが施工性に問題があった。  
本実験の配合はフライアッシュを多量に使用していることからポズラン反応による長期材齢による強度寄与が期待できる。今後は、コンクリートとしての実験および長期材齢での実験を視野に入れる。

### 参考文献

- 1) 一般財団法人石炭フロンティア機構.石炭灰全国実態調査報告書(令和2年度実績).2020年
- 2) 国土交通省港湾局, 航空局.港湾・空港等設備におけるリサイクルガイドライン(改定).2018年4月

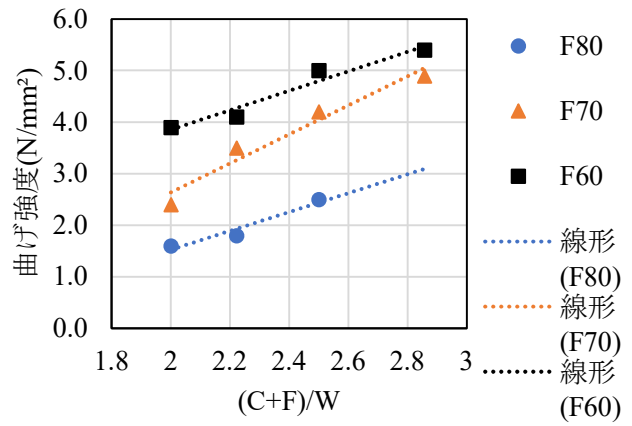


図-2 曲げ強度(材齢28日)と結合材水比の関係

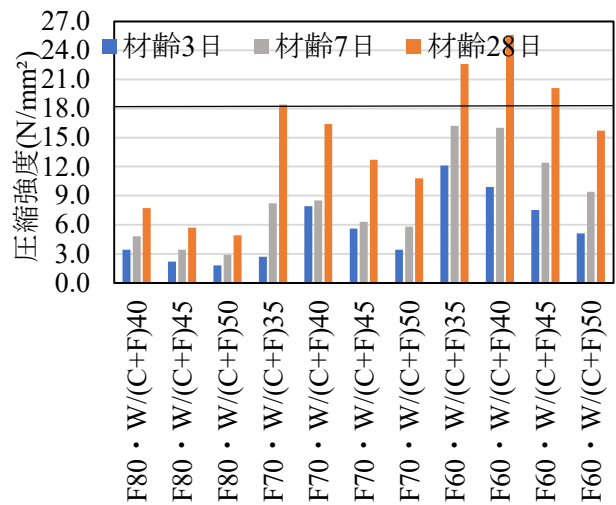


図-3 各配合の材齢ごとの圧縮強度

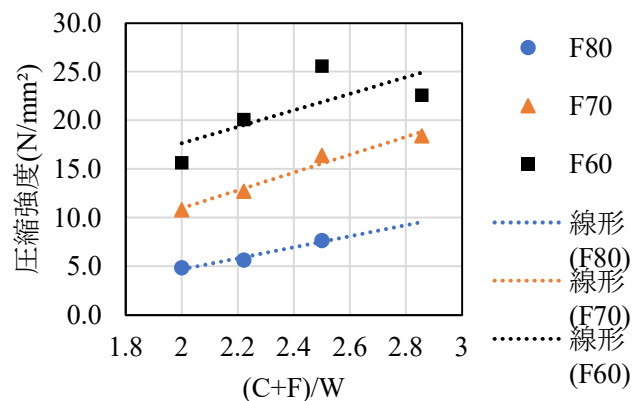


図-4 圧縮強度(材齢28日)と結合材水比の関係