

フライアッシュを多量に含んだ高水結合材比のコンクリートの材料特性

構造安全・栗原研究室 千葉 卓飛
指導教員 栗原 哲彦

1. はじめに

世界的にセメントの使用量が増加している．そのため，土木工事や建築施工に於ける CO₂ の排出量も増加している．セメントの使用量を減量することによって CO₂ の排出量が低下できる．そこで廃棄物の中でもフライアッシュに注目した．環境負荷低減を目的としたセメントのフライアッシュ置換がされたモルタルはどのような特性を持っているのかを明確にするのが本研究の目的である．

2. W/B=50%時におけるセメントのフライアッシュ置換率による特性

まず初めに W/B を 50% に固定してセメントとフライアッシュの比率を変化させてどのような特性を示すのかを実験した．表 2-1 が配合設計である．

試験結果を表 2-2, 図 2-1 に記す．置換率 0% の供試体の結果が無いのは試験時の設定ミスにより計測データの保存が行えなかったためである．置換率 98% の ϕ は容量が 20000 k N のロードセルで測定したため，測定値のスパンが 654.1 N ごとなので供試体の強度に対してスパンが大き過ぎたために正確な値が測定できなかったため，平均値には含んでいない． ϕ は容量が 2 t のロードセルで計測した．よって正確な値が測定できたと考えられる．表 2-2 をグラフにすると図 2-1 になる．グラフを見ると自明だが，直線的に変化しているのが分かる．低置換率のセメントのフライアッシュ置換では供試体内部が密になり強度が無置換よりも高くなるというのが一般的である．養生時の状態によって強度が大きく変化するのではないかと考えられる．養生方法の決定理由は練り混ぜ時のモルタルの外観から型枠からによるもので脱型をせずに養生することに決めた．理由としてセメントが全く入っていない供試体が固化するのかが分からなかったためである．フライアッシュが硬化するには水酸化カルシウムとポゾラン反応を起こすことが必要になるため理論上，硬化はしないためである．

表 2-1 配合表

置換率 (%)	C:FA	W/B (%)	使用量(g)			
			W	C	FA	S
0	1:0	50	300	600	0	600
15	17:3			510	90	
30	7:3			420	180	
50	1:1			300	300	
66.7	1:2			200	400	
90.8	1:10			55	545	
98	1:50			12	588	
100	0:1			0	600	

表 2-2 試験結果

質量比	最大荷重 (kN)	ave (kN)	圧縮強度 (N/mm ²)	置換率 (%)
1:0	-	88.5	45.1	0
	104.6			
	72.5			
17:3	70.0	71.1	36.3	15
	75.2			
	68.0			
7:3	61.5	55.6	28.4	30
	43.8			
	61.5			
1:1	34.7	44.5	22.6	50
	47.7			
	51.0			
1:2	26.2	25.5	13.0	66.7
	23.5			
	26.8			
1:10	5.88	5.88	2.99	90.8
	6.57			
	5.19			
1:50	1.274(?)	0.920	0.469	98
	1.274(?)			
	0.920			
0:1	0.287	0.289	0.147	100
	0.307			
	0.273			

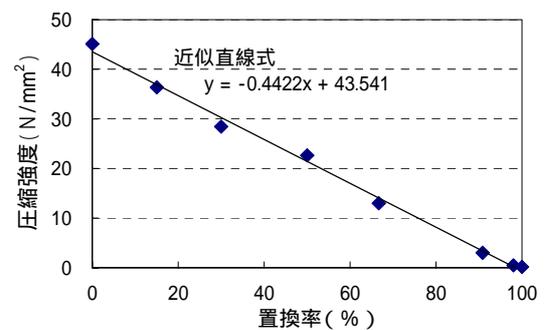


図 2-1 圧縮試験結果

Key words : fly ash , water-cement ratio , replacement ratio , compressive strength

3. W/B とフライアッシュ置換率による材料特性

W/B とフライアッシュ置換率の関係性を調べるために表 3 1 の配合表に則って実験を行った。今回は空中養生ではなく、水中養生を行い養生期間に供試体を湿潤状態に保った。

表 3 2 が圧縮強度試験結果であり測定時に供試体に生じるひずみを測定してそこから算出したヤング率をとともに記す。図 3 1 は W/B, フライアッシュ置換率, 圧縮強度の関係を示した図である。図 3 2 は W/B, フライアッシュ置換率, ヤング率の関係を示した図である。表 3 2 を見ると最も高い強度が出たのは W/B=40%, 置換率が 30% のものである。図 3

1 では白縁にしてあるデータである。なぜこのような結果になった理由としては、フライアッシュが適度に配合されて供試体の内部が密になったことや、表 2 1 の供試体と異なりしっかりと水中養生を行ったことが考えられる。ポゾラン反応がきちんと起こっていたのかのチェックはしていないが、強度が置換率 10% よりも高くなっていることから、しっかり反応が起こっていると判断できる。W/B=40%, 置換率 30% を除いてグラフを見ると両方とも数字大きくなるに連れて圧縮強度が低下していったのが読み取れる。この実験は 2 週間養生で行っているため、長期強度は考えていない。フライアッシュが含まれていても強度は水セメント比に大きく依存しているということが分かる。ヤング率は圧縮強度と異なり置換率, W/B の値が高くなるにつれて低くなっていった。ヤング率が低下するという事は、供試体の剛性が低くなっていったということになる。破断時に供試体から音が出なくなっていったのだが、それは剛性が低くなっていったからと考えられる。

4. まとめ

セメントをフライアッシュで置換すると 30% までは強度が高くなるのを確認した。W/B が大きくなるとフライアッシュ量に関係なく強度は低下する。ヤング率はフライアッシュの量が增量するとそれともない低下する。W/B と置換率が上昇すると著しく強度が低下する。

参考文献

- 1) 土木学会: コンクリート標準示方書[規準編]JIS 規集, 2005 年
- 2) 中島青実, 井坂直典, 齋藤謙秀, 後藤昌徳: フライアッシュを多量に混入したコンクリート, 中部セメントコンクリート研究会 林部会 研究報告 環境とコンクリートの新技術, pp.89-101, 2005

表 3 1 配合表

置換率 (%)	C:FA	W/B (%)	使用量 (g)			
			W	C	FA	S
10	9:1	40	240	540	60	600
		60	360			
		80	480			
30	7:3	40	240	420	180	600
		60	360			
		80	480			
50	1:1	40	240	300	300	600
		60	360			
		80	480			
70	3:7	40	240	180	420	600
		60	360			
		80	480			

表 3 2 強度試験結果

置換率 (%)	W/C	(N/mm ²) (kN/mm ²)	
		圧縮強度	ヤング率
10	40	42.5	2.39
	60	22.9	1.07
	80	17.8	0.687
30	40	44.5	1.17
	60	12.8	0.662
	80	10.8	0.511
50	40	42.5	2.39
	60	22.9	1.07
	80	17.8	0.687
70	40	15.8	0.524
	60	6.62	0.324
	80	3.76	0.233

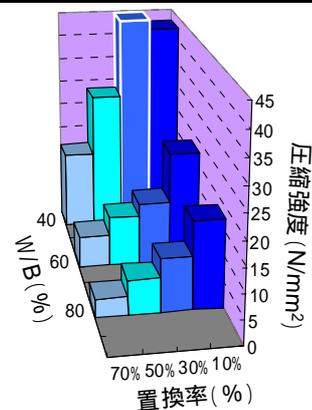


図 3 1 W/B, 置換率, 圧縮強度の関係図

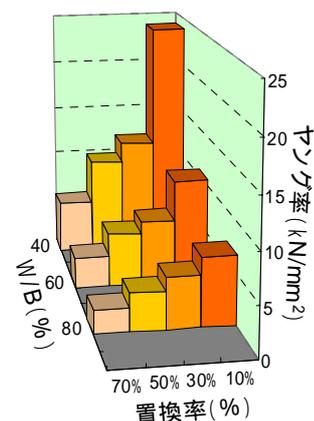


図 3 2 W/B, 置換率, ヤング率の関係図