

磁気センサを用いたフレッシュコンクリート用落球式粘度計の検討

徳島大学工学部 正 水口裕之
東洋建設株式会社 正 ○赤崎 正

1. はじめに

コンクリート施工の合理化、省力化を進めるには、フレッシュコンクリートの性質を的確に測定する必要があり、その流動特性の測定装置の開発が進められており、その一つに落球式粘度計¹⁾がある。

本報告は、ビンガム物体と仮定したフレッシュコンクリートのレオロジー定数の測定装置として、落球式粘度計の落球に磁気を帯びた球を用いた方法について基礎的検討を行ったものである。

2. 装置の概要および測定方法

装置の構成は、図-1のようにした。試料を入れる円筒容器は内径145mm×深さ760mmの塩化ビニール製とした。磁気センサは3個用い、上端から130mm, 355mmおよび580mmの上、中および下の位置とし、上-中および中-下のセンサ間距離を225mmとした。また下端のセンサと容器底面との距離は180mmとした。球の落下速度は、磁気センサで測定される磁気変化から球の通過時点を測定し、これから求めた。磁気変化の状況はデジタルレコーダで 0.005 s 間隔で記録し、その第1ピーク点を各センサ位置における球の通過時点とした。なお、球は直径30mmで、非磁性の金属を用い、この中にフェライト磁石を入れたものとし、球が落下中に回転しないように偏心させた。球のみかけの比重は、金属の種類およびその組合せを変え表-1の6種のものとした。

また、球速の計測は試料を1測定ごとに測定容器から他の容器に移し、練返した後、再度測定容器に入れて求めた。

なお、塑性粘度および降伏値は、Ansleyの式²⁾を用いて求めた。

3. 試料の配合および使用材料

試料としては、モルタルおよびコンクリートとし、表-2および表-3に示す配合を用いた。配合要因としては、セメントペースト中のセメントの体積濃度 v_c 、モルタル中の細骨材の体積濃度 v_s 、コンクリート中の粗骨材の体積濃度 v_g を使用した。

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は川砂、粗骨材は最大寸法15mmの碎石を用い、変性リグニン、アルキルスルホン酸などの複合物を主成分とする高性能AE減水剤をセメント重量の1.5%使用した。モルタルのフローは最低のもので286、コンクリートのスランプフローは55cm以上であった。

4. 実験結果および考察

図-1に示すように、本実験では球の落下速度を上-中の上部区間と中-下の下部区間の2か所で測定できるようにした。そこで、各区間で求めた落下速度の比を n とし次式で求め、その結果を表-4および表-5に示す。

$$n = \frac{\text{上部区間での落下速度}}{\text{下部区間での落下速度}}$$

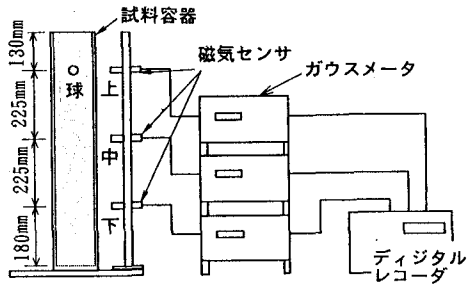


図-1 装置の概要

表-2 モルタルの配合要因

試料番号	体 積 濃 度	
	セメント v_c	細骨材 v_s
1	0.325	0
2	0.350	
3	0.375	
4	0.325	0.1
5	0.350	
6	0.375	
7	0.325	0.2
8	0.350	
9	0.375	
10	0.325	0.3
11	0.350	
12	0.375	
13	0.325	0.4
14	0.350	
15	0.375	
16	0.325	0.5
17	0.350	
18	0.375	

表-1 球のみかけ比重

みかけ比重	金属の種類
8.55	鉛
7.91	銅
7.09	ステンレス
5.74	亜鉛
4.12	アルミニウム+鉛
3.19	アルミニウム

表-3 コンクリートの配合要因

試料番号	体 積 濃 度		
	セメント v_c	細骨材 v_s	粗骨材 v_g
1	0.325	0.45	0
2	0.350		
3	0.375		
4	0.325	0.45	0.15
5	0.350		
6	0.375		
7	0.325	0.45	0.20
8	0.350		
9	0.375		

n が 1 の場合は、上部区間と下部区間での落下速度が同じということであり、表-4 のモルタルでは、 n は平均 1.02、標準偏差 0.31 となっている。しかし、表に示されているように、 n が 2 を超えるもの、0.5 を下回るものもあり、場合によっては上下区間で落下速度が大きく異なっているものがある。また、配合要因の違いによる n への影響は、一定の傾向が見られていないと思われる。

このように、モルタルでは n が 1 を大きくはずれるものも若干あるが、これらの例外を除くと、 n は 1 の $\pm 10\%$ 程度の範囲にあるといえ、レオロジー定数を求める場合に上下部区間での落下速度は変化していないとして処理できると考えられる。

一方、表-5 のコンクリートの場合は n は平均で 1.05、標準偏差は 0.41 となり、平均はほぼ 1 となっているが、ばらつきはモルタルに比較して大きくなっている。 n が 1 の $\pm 10\%$ 以内でないものも多く、粗骨材による影響が考えられる。試料番号 3, 6, 9 は、セメント体積濃度 0.375 で他の配合よりセメント量が多い場合で、 n は全般的に 1 より大きいものが多く、上部区間での落下速度が下部区間より速い結果となっている。しかも、落球のみかけの比重が小さい、すなわち落下力の小さい場合に n が大きくなる傾向がある。この原因としては、ペーストの粘性の大きい方が、粗骨材の動きとも関係して、球の落下に対する抵抗がより大きくなるためと考えられる。

したがって、今回用いた方法は、フレッシュコンクリートのレオロジー定数を測定する方法として、適用できる場合と、配合によっては適していない場合とが考えられる。

また、 n が 1 ± 0.2 をはずれたものを除いて求めた配合要因とレオロジー定数との関係の一例は、図-2 および図-3 のようになり、配合要因が異なればレオロジー定数は相違しているが、その測定精度については、配合要因との傾向から更に検討が必要と考えられる。

5. まとめ

本報告で用いた磁気を帯びさせた落球を利用した落球型粘度計は、今回対象としたようなフレッシュモルタルのレオロジー定数の測定が可能と考えられるが、コンクリートに対しては、配合によって適さない場合が考えられる。また、測定精度については、装置の改良を含めて今後の課題である。

なお、高性能 A E 減水剤はポゾリス物産(株)からご提供いただきました。ここに記して感謝致します。

参考文献

- 1) 水口裕之、田中安一；磁気センサを用いたフレッシュモルタル用落球式粘度計の検討、土木学会中四国支部第 45 回研究発表会講演概要集、pp. 652-653, 1993.
- 2) フレッシュコンクリートの物性とその施工への適用に関するシンポジウム論文集、土木学会、pp. 190-191, 1986.

表-4 上部と下部との速度比 (n) (モルタル)

試料番号	銅	ステンレス	亜鉛	アルミ削	アルミ
1	0.79	1		0.98	0.92
4		0.72	0.82	1.97	0.98
7		1.13	0.94	1.06	1.05
10	0.45	0.72	0.90		1.19
13		0.55		1.18	1.07
16	0.95	1.06	1.06	0.89	1.07
2		1.91	1.06	0.93	
5		1.81	0.93	1.23	1
8		0.77	2.56	1	0.51
11	0.69	0.77	0.92		1.10
14	0.93	0.93	1	0.92	1.10
17	1.05	1	0.98	1.08	
3		1.07	1.03	0.87	0.94
6		0.56	0.88	0.94	1.19
9	0.74	0.81	1.03		1.08
12	1.34	0.97			0.99
15		0.93	0.90	1.11	1.08
18	0.99	1.10	1.01		

表-5 上部と下部との速度比 (n) (コンクリート)

試料番号	鉛	銅	ステンレス	亜鉛	アルミ削	アルミ
1	0.85		0.98	0.95	1.09	0.97
4	3.05	0.83	0.80	0.82		
7	0.59	0.93	0.70	0.51		
2	0.84		0.92	1.01	0.92	1.24
5	1.58	0.60	0.73	1.13		
8	1.38	0.97	0.91	0.93	0.74	
3	1.12		1.04	0.98	1.36	1.54
6	0.81	1.06	1.07	1.32	1.35	
9		1.42	1.07	0.86		

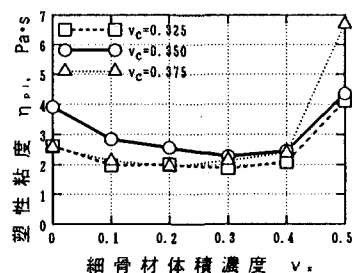


図-2 配合要因と塑性粘度との関係(モルタル)

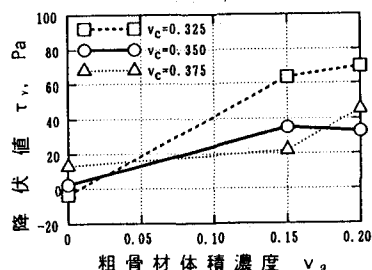


図-3 配合要因と降伏値との関係(コンクリート)