

V-273

高流動コンクリートのロート流下時間に及ぼす配合要因の影響に関する一考察

大林組技術研究所 正会員 三浦 律彦  
 大林組技術研究所 正会員 青木 茂  
 大林組技術研究所 正会員 芳賀 孝成

1. ま え が き

近年、コンクリート工事の省力化の観点から、流動性を著しく高めたコンクリート（以下高流動コンクリートと呼ぶ）に関する研究が多数報告されている<sup>1)</sup>。この高流動コンクリートは、煩雑な締め固め作業を軽減できる技術として注目されているが、この場合、硬化後の品質は流動性や分離抵抗性などのフレッシュ性状の良し悪しに大きく左右されることから、高品質なコンクリートとするには、使用材料や配合を正しく選定することが重要である。

高流動コンクリートの配合を選定する場合、流動性を高めるのみならず、構造物や施工条件に見合った適度の分離抵抗性を付与することが必要で、配合設計の上で粘性の違いをどのように考慮してゆくかが従来の配合設計では見られなかった相違点である。粘性の違いの評価法については、簡易な試験法がいくつか提案されているが<sup>2), 3)</sup>、それらの測定値の定量的な意味についてはまだ不明の点が多い。

そこで、まず最初に簡易試験法としてロート流下試験<sup>3)</sup>を取り上げ、市販の3成分系低熱セメントと高性能AE減水剤のみの組合せで得られる高流動コンクリートを対象として、単位セメント量や水セメント比などの違いが測定値に及ぼす影響について実験的に検討を加えた。

2. 実験概要

2.1 使用材料、配合、練りませ

実験に使用した材料を表-1に示す。使用セメントは、高炉スラグ微粉末とフライアッシュを含む三成分系低熱セメントである。混和剤はナフタリン系の高性能AE減水剤を水剤を使用した。

配合は、単位セメント量Cを130~175  $\text{kg}/\text{m}^3$  (361~487  $\text{kg}/\text{m}^3$ )の4段階、単位水量Wを145~165  $\text{kg}/\text{m}^3$ の5段階に変化させた合計12種類(W/C=31.8~44.3%)とし、空気量が $5 \pm 1\%$ 、スランプフローが $55 \pm 5$  cmとなるよう混和剤の使用量を調整した(表-2)。

練りませは容量100  $\text{L}$ のパン型強制練りミキサで、1バッチ50  $\text{L}$ で行った。練りませ時間は、セメント、骨材を投入して空練り約30秒、水と混和剤を投入して2分30秒と一定にした。

2.2 試験項目

フレッシュコンクリートの試験としてスランプフロー、ロート流下時間<sup>3)</sup>、空気量と練上り温度の測定を実施した。ロート流下時間は3回の平均値で示した。

表-1 使用材料とその特性

種類	略号	名称	比重	特性・主成分など
セメント	FK	三成分系低熱セメント	2.78	普通ポルトランド (35%), フライアッシュ (20%), 高炉スラグ微粉末 (45%) の複合品 比表面積(ブレン) 3,730 $\text{cm}^2/\text{g}$
混和剤	NS	高性能AE減水剤	1.18	ナフタリン系(活性剤) 高強度用
細骨材	S1	君津産山砂	2.60	吸水率1.78%, FM 2.60
粗骨材	G1	八戸産石灰砕石	2.70	Gmax20mm, FM 6.56, 実積率61.8%

表-2 配合の種類と試験結果一覧

配合 No.	凡 例	配合の概要						フレッシュコンクリートの試験結果			修正固 体濃度 C <sub>0</sub> +S — W	
		W/C (%)	s/a (%)	単位容積量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )				空気量 (%)	スランプ フロー (cm)	ロート タイム (秒)		
				c	w	s	g					混和剤
1	○	33.9	45.6	175	165	278	332	1.65%	5.6	57.0	8.1	2.95
2	●	31.8	45.2		155	280	340	1.9%	4.5	60.0	10.4	3.16
3	△	37.1	46.2	160	165	289	336	1.55%	5.0	58.5	6.1	2.82
4	▲	36.0	46.0		160	290	340	1.7%	5.2	50.8	7.5	2.92
5	△	34.8	45.8		155	291	344	1.9%	5.0	56.8	9.3	3.03
6	▲	33.7	45.6		150	292	348	2.0%	4.7	57.3	10.5	3.15
7	■	39.4	46.7	145	160	301	344	1.7%	5.5	58.3	6.2	2.80
8	□	38.5	46.5		155	302	348	1.8%	5.3	53.8	6.8	2.90
9	□	37.2	46.4		150	304	351	2.0%	3.4	56.5	8.7	3.02
10	■	36.0	46.0	130	145	304	356	2.1%	5.0	54.3	10.0	3.12
11	▼	44.3	47.7		160	315	345	1.5%	4.0	53.5	5.5	2.71
12	▼	42.9	47.4	155	315	350	1.65%	5.2	52.0	6.2	2.80	

◎修正固体濃度(重量比)の式において S=S-723(重量, 配合No.12が基準), 値は $\alpha=0.75$ の計算値

### 3. 実験結果と考察

#### 3.1 セメント水比とロート流下時間の関係

スランプフローが $55 \pm 5$  cmの場合の、セメント水比とロート流下時間の関係を図-1に示す。セメント水比が高くなるほどロート流下時間は増加する傾向にあるが、その関係は単位セメント量や単位水量の違いによって異なる。しかし、単位セメント量が同じ配合では、ロート流下時間はセメント水比と直線関係にあり、その傾きは単位セメント量によらずほぼ一定となった。これは、細骨材率の定め方として、従来の配合設計手法に従い水セメントの低下に比例して低減させる手法を取ったために、単位セメント量が同じ配合では細骨材量がほぼ一定となり、コンクリートの粘性の違いが主としてセメントペースト部の濃度(セメント水比)の違いで表現されたためと判断される。

このことから、ロート流下時間は流体の濃度の違いを定量評価できる試験法であり、換言すれば粘性の定量評価に使用できる試験法と考えることができる。

#### 3.2 細骨材量の違いがロート流下時間に及ぼす影響

コンクリートの構成要因をモルタルと粗骨材に分け、2相材料として考えた場合、コンクリートの粘性はモルタルの粘性と粗骨材量(濃度)で決ると言える。既往の研究<sup>3)</sup>によると、粗骨材量が $360 \text{ l/m}^3$ 未満の範囲であれば、ロート流下時間は粗骨材量の多少の影響はほとんど受けないことが示されている。今回の配合では、粗骨材量は $330 \sim 350 \text{ l/m}^3$ 程度とほぼ一定で、ロート流下時間への影響は少ないと思われる。従って、今回の実験の範囲では、ロート流下時間は主としてモルタル部の粘性の違いを測定しているものと考えられる。

モルタルの粘性はセメントペーストの濃度(セメント水比)と細骨材量で決ると考えられるが、細骨材の粒子の一部がセメント粒子と同様な増粘効果(保水効果)を有すると仮定した場合、セメントペーストのセメント濃度 $C/W$ に代わるモルタルの修正固体濃度 $(C + \alpha \cdot \Delta S)/W$ ( $\alpha$ は細骨材の粒度分布や比重の違いによる修正係数)を考慮することにより、モルタルの粘性を表現できると思われる。図-2はその一例として配合No.1の細骨材量( $723 \text{ kg/m}^3$ )を基準とし、 $\alpha$ の値を変化させた場合の結果の一例で、 $\alpha = 0.75$ と仮定して整理するとほぼ1本の直線で表現できることが判明した。すなわち、今回の実験で使用した材料では、細骨材量の変化( $\Delta S$ )がモルタルの粘性に及ぼす影響の程度はセメント量の75%程度と想定でき、細骨材量の影響も比較的大きいことが確認された。

### 4. あとがき

今回の実験の範囲では、ロート流下時間は主としてモルタル部の粘性を評価できる簡易試験法であり、細骨材量の違いの影響も受けることが判明した。今後はセメントや骨材を変えた幅広い実験を行い、超流動コンクリートの配合設計時に粘性の選定が可能となる新手法の開発に活用できるデータに整備したい。

#### 【参考文献】

- 1) 例えは 小沢ほか：ハイパフォーマンスコンクリートの開発, コンクリート工学(以下JCI)11th.年講, 1989.6
- 2) 米沢ほか：高強度コンクリートのワカガシ判 判定に関するL型フロー試験法による研究, JCI 11th.年講, 1989.6
- 3) 近松ほか：超流動コンクリートの流動性と分離抵抗性に関する一考察, JCI 14th.年次講演会, 1992.6

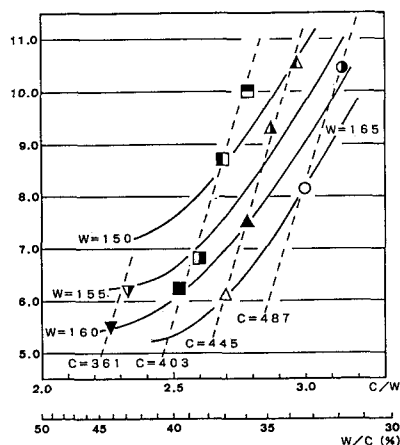


図-1 セメント水比と流下時間の関係

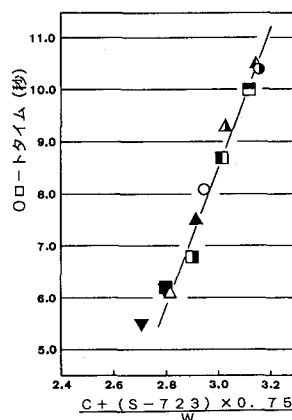


図-2 修正固体濃度による整理例