

フレッシュコンクリートの流動評価に関する一考察

日本大学 学生会員 ○佐久間 翔平
日本大学 正会員 山口 晋

日本大学 正会員 伊藤 義也

1. はじめに

高流動コンクリートは、2003年のJIS A 5308「レディミクストコンクリート」の改正を機に使用量が年々増加し、近年では年間の出荷量が10万m³を超えている。これら高流動コンクリートは、粘性が高くフレッシュ性状が従来のものと著しく異なり、実工事において従来の経験則が活用できないため、現在においても圧送試験を行い、配管径やポンプ能力を選定しているのが現状である。

そこで本研究は、施工の合理化の一助とすることを目的として、高流動コンクリートの物理的性質と流動・変形の理論解析あるいは数値解析結果との相関を実験によって把握し、簡易なコンシステンシー試験方法の検証を行った。なお、高流動コンクリートの物性は共軸2重円筒型回転粘度計による塑性粘度及び降伏値とし、工学値としては、スランプフロー・スランプの流動時間及びO漏斗流下時間などとした。

2. 実験概要

実験に用いた高流動コンクリートの種類は、粉体系および併用系とし、材料、配合及び練り混ぜ方法は以下の通りである。

(1)使用材料および配合

普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm³)、陸砂(F.M. 2.56)、砂岩砕石 2005(F.M. 6.77)、高性能 AE 減水剤 SP8SV(主成分：ポリカルボン酸エーテル系化合物)および上水道水である。

コンクリートの配合は表-1 に示す通り混和剤を一定量とし、単位水量を3水準としたものである。なお、それぞれの目標スランプフローは500, 600, 700mmの3水準である。

(2)練混ぜ

練混ぜは、容量100Lの二軸強制練りミキサーを用いて、細骨材1/2、セメント、細骨材1/2の順に投入し、空練り15秒後、練混ぜ水を投入し、30秒間練混ぜた。その後、粗骨材を投入し、30秒間練混ぜを行なった後、ミキサー内で3分間静置し、再びミキサーを始動させて60秒間練混ぜた。練上がったコンクリートは、一往復切り返しを行った後、直ちにそれぞれのコンシステンシー試験に供した。

3. 各種コンシステンシー試験方法

(1)回転粘度計による試験方法

回転粘度計によるレオロジー定数の測定は、二重円筒型回転粘度計(内円筒半径150mm,高さ200mm,外円筒半径200mm)を用い、多点法¹⁾によって塑性粘度および降伏値を求めた。

(2)スランプフロー試験および空気量試験

スランプフロー試験は、試料を一層詰めとし、JIS A 1150「コンクリートのスランプフロー試験方法」に準拠した。500mmフロー到達時間の測定は、土木学会基準 JSCE-F 516「高流動コンクリートの500mmフロー到達時間試験方法」に準拠した。次に、空気量試験は、JIS A 1128「フレッシュコンクリートの空気量の圧力による試験方法」に準拠した。

表-1 コンクリートの配合

| 配合 No | 高流動コンクリートの種類 | 目標 SFL・SL | 目標 空気量 (%) | 水結合材比 W/(C+BFS) (%) | 細骨材率 s/a (%) | 単位粗骨材 絶対容積 m ³ /m ³ | 単位量 | | | | | | |
|-------|--------------|-----------|------------|---------------------|--------------|---|------|--------|---------|-------|-------|-------------|-----|
| | | | | | | | 水W W | セメント C | 混和材 BFS | 細骨材 S | 粗骨材 G | 混和剤 Ad(C×%) | 増粘剤 |
| 1 | 粉体系 | SFL50 | 4.5±1.5 | 35 | 50.9 | 0.310 | 165 | 471 | — | 847 | 828 | 1.0 | — |
| 2 | | SFL60 | | | 50.9 | 0.310 | 170 | 486 | | 847 | 828 | | |
| 3 | | SFL70 | | | 48.6 | 0.320 | 175 | 500 | | 797 | 854 | | |
| 4 | 併用系 | SFL50 | | | 49.5 | 0.323 | 165 | 330 | 141 | 834 | 862 | | |
| 5 | | SFL60 | | | 51.7 | 0.305 | 170 | 340 | 146 | 857 | 814 | | |
| 6 | | SFL70 | | | 53.8 | 0.287 | 175 | 350 | 150 | 878 | 766 | | |

キーワード 高流動コンクリート,回転粘度計,塑性粘度,降伏値,

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 TEL. 047-474-2470

表-2 コンシステンシー試験結果

| 配合 No | 高流動コンクリートの種類 | 水 | 塑性粘度 η_{pl} | 降伏値 τ_f | スランプフロー | | | | | | O-ポート | 空気量 | 温度 | 単位容積質量 |
|-------|--------------|-----|------------------|--------------|---------|--------|------|---------|---------|----------|-------|------|------|--------|
| | | | | | W | (Pa·s) | (Pa) | 径① (cm) | 径② (cm) | 平均径 (cm) | | | | |
| 1 | 粉体系 | 165 | 151 | 149 | 53.0 | 51.0 | 52.0 | 6.23 | 24.00 | 17.77 | 8.89 | 3.6 | 21.0 | 2308 |
| | | 165 | 141 | 152 | 52.0 | 49.5 | 50.8 | 5.63 | 25.25 | 19.62 | 7.03 | 3.8 | 19.0 | 2323 |
| 170 | | 107 | 111 | 63.0 | 61.0 | 62.0 | 3.98 | 40.93 | 36.95 | 7.02 | 5.8 | 20.5 | 2375 | |
| 170 | | 90 | 117 | 63.0 | 62.0 | 62.5 | 3.90 | 41.51 | 37.61 | 7.45 | 5.8 | 20.5 | 2378 | |
| 170 | | 100 | 115 | 62.0 | 60.0 | 61.0 | 3.87 | 38.77 | 34.90 | 8.93 | 4.8 | 20.0 | 2351 | |
| 175 | | 76 | 90 | 72.0 | 68.0 | 70.0 | 3.37 | 46.80 | 43.43 | 6.87 | 3.0 | 20.0 | 2361 | |
| 3 | 併用系 | 175 | 74 | 87 | 70.5 | 68.0 | 69.3 | 2.75 | 48.11 | 45.36 | 8.87 | 3.9 | 20.5 | 2357 |
| | | 175 | 78 | 86 | 71.0 | 69.0 | 70.0 | 3.00 | 45.64 | 42.64 | 9.15 | 4.5 | 19.5 | 2350 |
| 165 | | 458 | 209 | 55.0 | 53.0 | 54.0 | 5.84 | 54.25 | 48.41 | 12.84 | 3.8 | 25.0 | 2389 | |
| 165 | | 458 | 209 | 55.0 | 55.0 | 55.0 | 5.11 | 55.11 | 50.00 | 12.12 | 4.3 | 19.0 | 2338 | |
| 170 | | 223 | 104 | 63.5 | 63.5 | 63.5 | 5.09 | 62.62 | 57.53 | 10.71 | 3.9 | 19.5 | 2357 | |
| 170 | | 223 | 104 | 63.5 | 63.0 | 63.3 | 4.68 | 63.51 | 58.83 | 10.11 | 4.0 | 19.5 | 2381 | |
| 5 | 併用系 | 170 | 223 | 104 | 63.0 | 62.5 | 62.8 | 4.38 | 63.67 | 59.29 | 9.98 | 4.2 | 19.5 | 2368 |
| | | 175 | 80 | 60 | 75.0 | 73.0 | 74.0 | 3.94 | 74.25 | 70.31 | 9.47 | 4.4 | 24.0 | 2409 |
| 175 | | 80 | 60 | 74.0 | 73.0 | 73.5 | 4.26 | 73.60 | 69.34 | 9.62 | 4.2 | 19.0 | 2386 | |
| 175 | | 80 | 60 | 75.0 | 75.5 | 75.3 | 4.03 | 78.23 | 74.20 | 9.75 | 4.2 | 19.5 | 2376 | |

(3) O漏斗流下試験

O漏斗を用いたコンクリートの流下試験は、土木学会基準JSCE-F 512「高流動コンクリートの漏斗を用いた流下試験方法」に準拠した、漏斗内のコンクリートが全量流出するまでの時間を測定した。なお、試験は1バッチにつき2回行った。

4. コンシステンシー簡易評価法

各種コンシステンシー試験結果を表-2に示す。また、各種コンシステンシー試験値と降伏値との関係を図-1に示す。降伏値とスランプフローとの相関係数は粉体系でR=0.994、併用系でR=0.944となり、従来²⁾からある様に高い相関関係が認められた。次に、塑性粘度と各種コンシステンシー試験値との関係を図-2に示す。図-2においてフロー値が50cmに到達した後、流動が停止するまでの時間(流動時間)と塑性粘度との関係は、高い相関性が認められ、相関係数は粉体系でR=0.986、併用系でR=0.958であった。

以上の結果から、降伏値はスランプフロー、塑性粘度は流動時間から概略値を求めることができる。

5. まとめ

本実験で得られた結果は、以下の通りである。

- (1)スランプフロー及び流動時間の測定によりレオロジー定数の概略値が簡易に推定できる可能性が示された。
- (2)流動や変形に関する既往の研究成果に本実験で求めたレオロジー定数の概略値を適用すれば高流動コンクリートの施工の合理化が推進されると思われる。

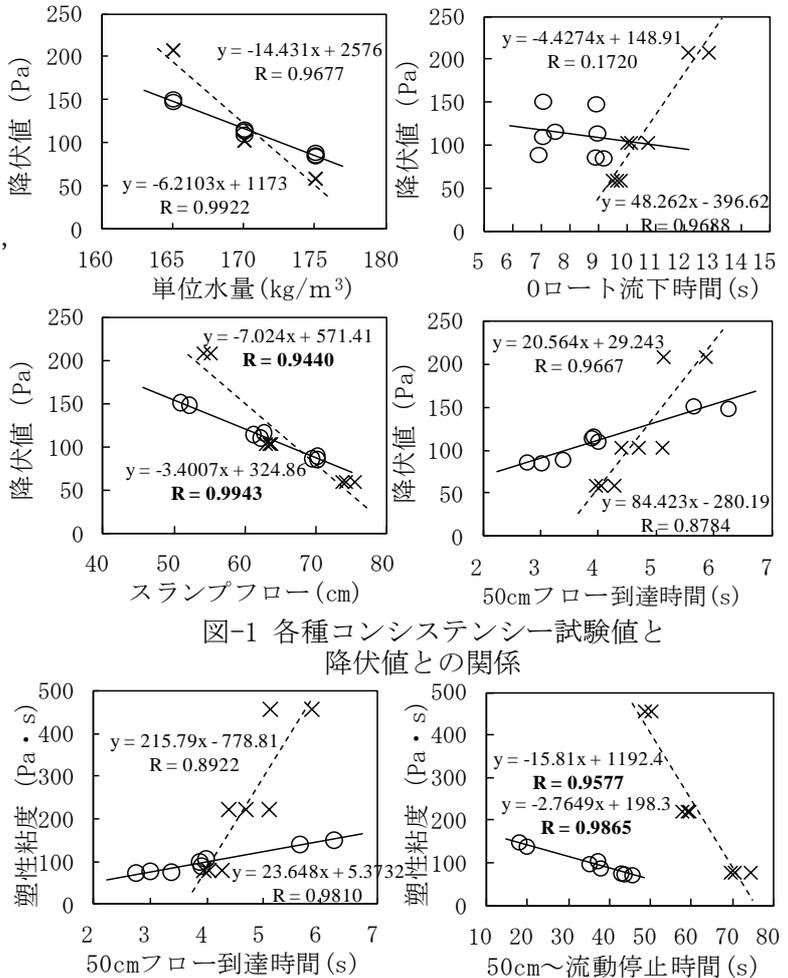


図-1 各種コンシステンシー試験値と降伏値との関係

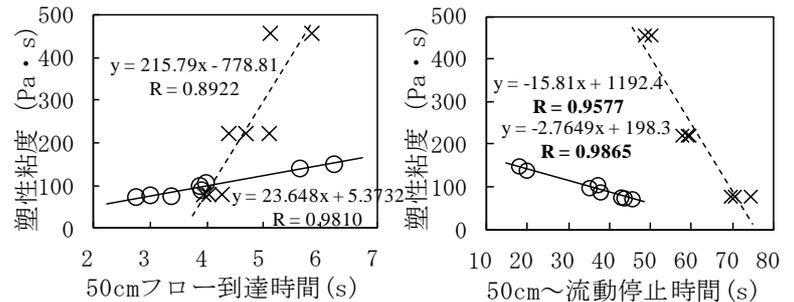


図-2 各種コンシステンシー試験値と塑性粘度との関係

参考文献

- 1)米澤 他：コンクリートの機能性を考える高流動コンクリート，技術フォーラム，Vol.35， No. 6， pp.45-48， 1997.6.
- 2) 小田 他：スランプフロー試験によるフレッシュコンクリートの降伏値評価研究，土木学会論文集 No.578/V-37， 19-29， 1997.11.