

V-300

自己充てん性コンクリートの材料分離抵抗性の評価方法に関する検討

青木建設 研究所 正会員 原田 和樹
筑波大学 構造工学系 正会員 山本 泰彦

1. はじめに

著者ら¹⁾は、既報において、現場でも簡便に実施できるコンクリートの自己充てん性評価のための新しい試験（以下、BF試験）の提案を行った。既報では、BF試験の測定値を利用して得られる、間隙通過指標値(P I)と分離指標値(SI)の二つを紹介し、これらを併用することにより、自己充てん性が定量的に評価できることを示した。しかし、既報では、SIの誘導過程については述べていない。そこで本報では、その詳細について説明する。

2. 実験の概要

表-1に実験に用いた材料を、表-2にコンクリートの配合条件を示す。なお実験では、BF試験の他に、B8H型回転粘度計を用いてウェットスクリーニングモルタルのレオロジー定数の測定も実施した。

BF試験は、図-1に示した流出障害装置の中央にスランブコーンを設置して実施するものである。試験方法は、基本的にはスランブフロー試験方法と同様で、スランブコーンを引き上げた後の試料の最終変形状を測定して試験値とする。測定項目は図-2に示すBARフロー値(Fb)と閉塞高さ(Hb)で、Fbは間隙通過性に、Hbは材料分離抵抗性に関連する量であることが既に明らかとなっている¹⁾。

3. 相対降伏値を用いた材料分離抵抗性評価の試行

谷川ら²⁾は、鉄筋間を通過する試料には、式(1)で示される最大せん断応力(τ_{max})が生じるとしている。

$$\tau_{max} = k_1 \cdot p \quad [\text{Pa}] \quad (1)$$

ここで、 k_1 ：鉄筋間隔／(2×鉄筋径)（一定）

p ：間隙を通過させようとする圧力[Pa]

上式の τ_{max} をBF試験における障害鉄筋（図-1参照）付近に作用する最大せん断応力と考えると、 τ_{max} がコンクリートの降伏値(τ_c)と等しくなった時に、試料の変形が停止し、閉塞が生じるものと考えられる。従って τ_c は、式(2)で表すことができる（図-2参照）。

$$\tau_c = k_1 \cdot k_2 \cdot \rho \cdot g \cdot Hb = k \cdot \rho \cdot Hb \quad [\text{Pa}] \quad (2)$$

式(2)で示した τ_c は、コンクリートの密度が一定の場合、Hbに比例した値となる。従って、試料が分離して閉塞した場合においても、 τ_c は見掛け上、大きな値を示すことになる。このため、 τ_c のみを用いて分離抵抗性を評価することはできない。そこで、式(3)に示す相対降伏値(τ_r)による分離抵抗性の評価を試みることにした。これは、 τ_c をウェットスクリーニングモルタルの降伏値(τ_m ：実測値)で除すことにより、分離抵抗性の差異がその値に現れるであろうと考えたためである。

$$\tau_r = \tau_c / \tau_m = k \cdot \rho \cdot Hb / \tau_m \quad (3)$$

表-1 使用材料

結合材:B	普通ポルトランドセメント（比重3.16） 低熱ポルトランドセメント（C ₂ S 59.0%，比重3.24） 高炉スラグ微粉末（高炉スラグ6000，比重2.90）	OP LP BB
細骨材:S	鬼怒川産川砂（表乾比重2.59，吸水率2.48，FM2.45）	S
粗骨材:G	笠間産砕石2005（表乾比重2.70，実積率58.1%，FM6.66）	G
高性能AE減水剤	ポリカルボン酸エーテルと架橋ポリマーの複合体	SP
増粘剤:V	セルロースエーテル 多糖類ポリマー（ β -1,3グルカン）	V1 V2

表-2 配合条件

結合材種類	OP, LP, OP+BB（質量置換率60%）		
水結合材比(%)	約30	35	50
単位粗骨材容積	0.500, 0.525, 0.550		
砂/スラグ(容積比)	0.9	1.0	
V使用量(kg/m ³)	なし	V2:0.3~2.0	V1:0.3~1.2
SP使用量(C×wt%)	1.2~3.0		
スランブフロー	約60~75cm		

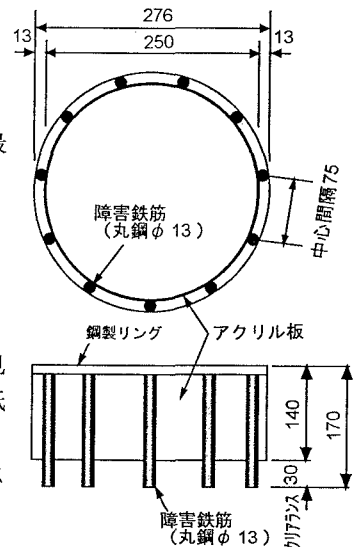


図-1 流出障害装置

しかし、図-3に示した τc と τm の関係では、分離抵抗性を有する試料と有さない試料とが同一の位置に多数混在していることが認められた。すなわち、相対降伏値を用いた場合においても、分離抵抗性を完全には評価できないことが判った。これは、モルタルの降伏値が比較的小さな値を示した場合においても、塑性

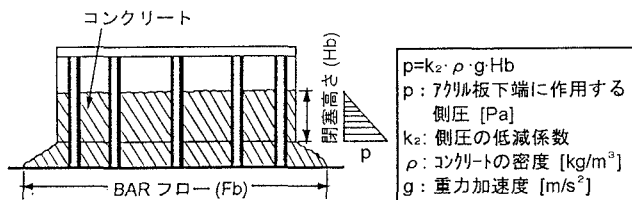


図-2 BF試験における測定項目

粘度が大きな値であれば、その試料は十分な材料分離抵抗性を有するためと考えられる。そこで、次章では、降伏値のみではなく塑性粘度の影響も考慮して、材料分離抵抗性の評価を試みることにした。

4. 分離指標値(SI)の導入

一般に、単位粗骨材容積がこの種の試験の結果に及ぼす影響が大きいことは周知である。従って、試料の分離抵抗性を定量的に評価するためには、前述した塑性粘度以外にも、粗骨材の量に関するパラメータもその評価式に取り入れる必要がある。そこで、相対粘度(ηr)³⁾の考え方を導入することにした。すなわち、式(4)から求められるコンクリートの塑性粘度(ηc)を利用することにした。

$$\eta r = \eta c / \eta m = (1 - Gv / Sgv)^{-2.5} \quad (4)$$

ここで、 Gv : コンクリート1m³中の粗骨材の体積割合

Sgv : 粗骨材の実積率

図-4には、ここで求めた ηc と先に求めた τr の関係を示した。この図では、分離の傾向にある試料と分離抵抗性を有する試料とが別々の領域に分布することが認められる。このことは、式(5)で定義するSI'を用いることにより、分離抵抗性の良否が判定できることを示すものである。なお、同式右辺の k は定数であるため、両辺を k で除した式(6)を新たに分離指標値(SI)として定義することにした。

$$SI' = \tau r / \eta c = k \cdot \rho \cdot Hb / \{ \tau m \cdot \eta m \cdot (1 - Gv / Sgv)^{-2.5} \} \quad (5)$$

$$SI = \rho \cdot Hb / \{ \tau m \cdot \eta m \cdot (1 - Gv / Sgv)^{-2.5} \} \quad (6)$$

式(6)で与えられるSIが0.83以下となる試料が、十分な分離抵抗性を有していることは、実験により明らかとされている¹⁾。これより、コンクリートの分離抵抗性の評価に際しては、モルタル部分のレオロジー特性に加え、コンクリートの密度および粗骨材の容積の影響についても考慮しなければならないことが判る。

5. まとめ

本報での結論を以下に示す。

- (1)モルタル部分の降伏値が小さな値を示した場合においても、塑性粘度が大きな値であれば、そのコンクリートは十分な材料分離抵抗性を有する場合がある。
- (2)モルタル部分のレオロジー特性および単位粗骨材容積が同一の場合でも、コンクリートの密度が相違すれば、材料分離抵抗性などを評価するための試験の結果も相違する。

参考文献

- 1) 原田和樹ほか：コンクリートの自己充てん性評価のための新しい試験方法，土木学会高流動コンクリートシンポジウム論文報告集，pp. 151-156, 1996
- 2) 谷川恭雄ほか：超流動コンクリートにおける粗骨材連行性に関するレオロジーの考察，日本コンクリート工学協会，超流動コンクリートに関するシンポジウム論文集，pp. 79-84, 1993
- 3) 村田二郎ほか：最新コンクリート技術選書1，山海堂，1981

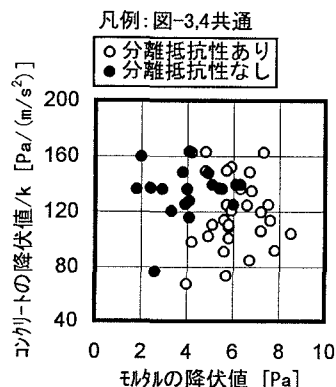


図-3 コンクリートの見掛けの降伏値とウェットスクリーニングモルタルの降伏値の関係

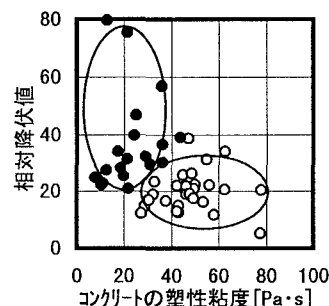


図-4 相対降伏値とコンクリートの粘度の関係