

高流動コンクリートの粘性及び間隙条件が圧力損失現象に及ぼす影響

宇都宮大学工学部 学生会員 ○小倉恵里香

宇都宮大学工学部 正会員 藤原 浩巳

宇都宮大学工学部 正会員 丸岡 正知

宇都宮大学院工学研究科 学生会員 渡辺 暢

1. はじめに

高流動コンクリートは、自重による圧力勾配によって型枠内を流動する自己充填性コンクリートであるが、自己充填性には限界がある。本研究では、充填性予測方法の確立を目的とし、その一環として、モルタル部分の粘性及び間隙条件に着目し、間隙部の粗骨材容積変化により生じる圧力損失現象について、実験的な検討を行った。ここでは、モデル高流動コンクリートを用いた可視化流動実験をモルタル部分の粘性及び間隙条件を変化させて行い、圧力損失現象に及ぼす影響について検討した。

2. モデル高流動コンクリート実験

2.1 実験概要

本実験では、一方向垂直配筋の型枠内を高流動コンクリートが水平流動する際、鉄筋間隙部で生じる圧力損失の評価を行った。ここでは、流動するコンクリートの内部状態を把握するために、可視化可能なモデル高流動コンクリートを用いた。これは、市販の増粘剤と消泡剤及び水道水を適量に混合したものである。実験因子及び水準を表-1 に示す。本実験では、間隙条件を2シリーズに分けて行った。シリーズ1では既往の研究にて、圧力損失が大きくなる条件¹⁾を基に間隙幅Lを設定し、鉄筋径を3水準設定した。シリーズ2では、粗骨材が架橋を起こす可能性が低いと考えられている

条件²⁾を基に、間隙幅Lを2水準、鉄筋径を2水準設定した。実験は、図-1 に示す試験装置を用いて行った。流動実験はまず、A 槽にモデル高流動コンクリートを満たし、ゲートを開く。流動停止後に A 槽と B 槽の表面高さを測定し、それぞれ Δh_1 、 Δh_2 とした。その結果を(1)式に代入し、圧力損失量 ΔP (Pa) を算出した。

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot (\Delta h_1 - \Delta h_2) \tag{1}$$

ρ :モデル高流動コンクリートの密度(g/cm^3)

g :重力加速度(m/s^2) Δh :損失高さ(mm)

また、モルタルの粘性を、既往の研究³⁾より導かれた(2)式より、モルタルの塑性粘度 η_m (Pa・s)に換算して表記した。

$$\eta_m = 0.0251t_{14} + 0.387 \tag{2}$$

t_{14} : J_{14} 漏斗流下時間(s)

2.2 実験結果及び考察

各シリーズにおけるモルタル塑性粘度と圧力損失量の関係を、図-2 の(a)(b)にそれぞれ示す。一般に、粘塑

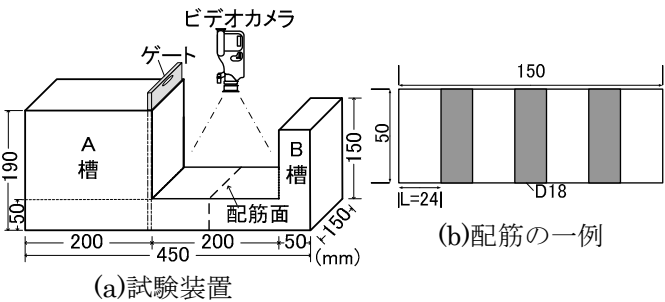


図-1 試験装置及び配筋の一例

実験因子	実験水準	
	シリーズ1	シリーズ2
増粘剤添加率 V(%) ^{*1}	12.5,15.0,20.0	
粗骨材容積割合 Xv(%) ^{*2}	30	
間隙幅L(mm)	24	28,30
鉄筋径D(mm)	10,15,18	22,25

*1 モルタル量に対する割合

*2 全体量に対する割合

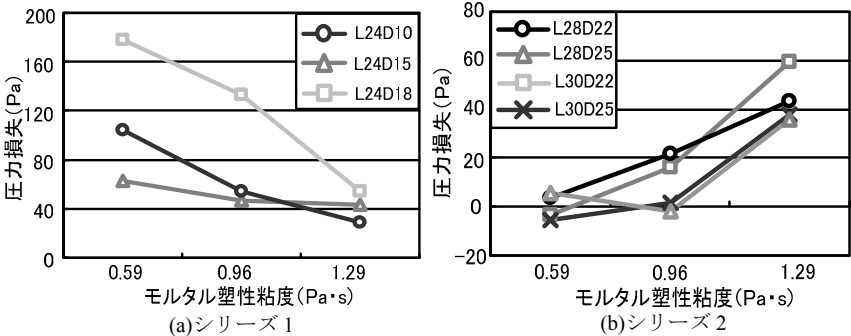


図-2 モルタル塑性粘度と圧力損失の関係

Key Words 高流動コンクリート 粘性 間隙条件 可視化実験

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科材料研究室

TEL 028-689-6211 E-mail: t042807@cc.utsunomiya-u.ac.jp

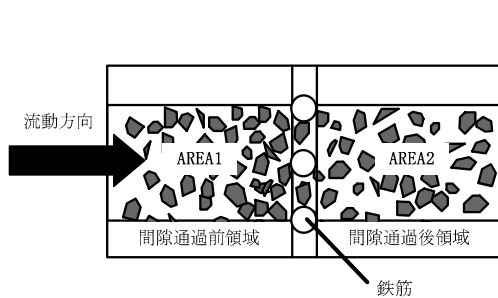


図-3 検査領域

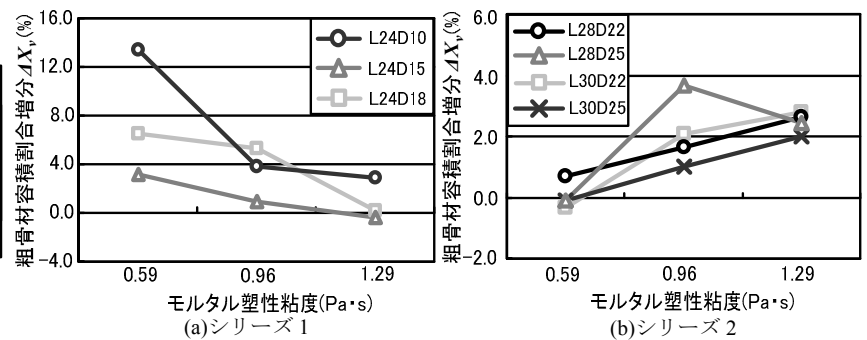


図-4 モルタル塑性粘度と粗骨材容積割合増分の関係

性流体は、高粘度であるほど降伏値が大きくなる。従って、せん断抵抗が増し、これにより生じる損失も大きくなる。しかし、図-2(a)シリーズ 1 では、モルタルが低粘度であるほど、圧力損失が大きくなる傾向を示した。本実験では、配合時の粗骨材容積割合 X_v (%) は一定であり、骨材間のモルタル量は等しいと考えられることから、モルタルの粘度が圧力損失発生メカニズムに影響を与えていると考えられる。つまり、低粘度の場合、粗骨材粒子同士の接触摩擦が生じ易くなり、この影響が粘塑性流体のせん断抵抗により生じる流動力損失より、卓越するものと考えられる。実際に、低粘度のモルタルを用いた場合、鉄筋周辺で密になった粗骨材粒子の間隙をモルタルのみが流動する、いわゆるモルタルの先流れが顕著となる状態が観察された。このことから、コンクリート中での粗骨材の固体粒子間摩擦が大きくなっていると考えられる。一方、図-2(b)シリーズ 2 では、モルタルが高粘度であるほど、圧力損失が大きくなる傾向が得られた。シリーズ 2 は粗骨材の架橋を起こす可能性が低いと考えられている間隙条件であるため、間隙部でも閉塞はあまり見られなかった。これより、シリーズ 2 では粗骨材粒子同士の接触摩擦の影響より、粘塑性流体の損失力が卓越したことが考えられる。

3. モデル高流動コンクリート流動実験結果の解析

3.1 解析概要

ここでは、モルタルの塑性粘度が、圧力損失量に及ぼす影響を把握するため、前述のモデル高流動コンクリート実験における水平部の流動挙動を、二次元平面内流動とみなし、画像解析を行い、粗骨材の容積変化現象の定量的な評価を試みた。この際、検査領域を図-3 の様に定めた。解析には、モデル流動実験時に、鉄筋間隙上部より水平流動部を撮影し、流動停止を確認したときの静止画像を用いた。この画像の粗骨材を白色、モルタルを黒色に二値化処理し、AREA1、AREA2 にお

ける粗骨材面積割合 S_1 、 S_2 を算出した。また、(3)式より粗骨材容積割合増分 ΔX_v (%) を算出した。

$$\Delta X_v = \frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2} X_v \quad (3)$$

3.2 解析結果及び考察

各シリーズにおける静的解析結果を、図-4 の(a)(b)にそれぞれ示す。これより、図-2 に示す圧力損失量の増加に伴い、粗骨材容積割合増分 ΔX_v (%) も増加する傾向が得られた。シリーズを比較すると、図-2 で圧力損失が大きかったシリーズ 1 ほど、図-4 に示す、粗骨材容積割合増分 ΔX_v (%) が大きい。つまり、局所的な粗骨材容積変化の程度により圧力損失に差が生じたと考えられる。

4. まとめ

本研究では、高流動コンクリートの充填性予測方法確立のために、モデル高流動コンクリートを用いた可視化流動実験を行い、間隙前後における粗骨材容積割合の変化について解析を行った。この結果、高流動コンクリートの圧力損失現象にはモルタルの粘性及び間隙条件の影響が大きいことがわかった。この原因として、モルタルの粘性及び間隙条件により、粗骨材の固体粒子間摩擦やせん断抵抗に差が生じることが考えられる。現在のところ、一概に粘性の増加に伴い圧力損失が増減するとは言いきれないが、粗骨材の固体粒子間摩擦やせん断抵抗の関係により圧力損失は変化すると考えられる。

参考文献

- 1) 丸岡正知, 他: 自己充填性を有する高流動コンクリートの流動障害間隙通過時における粗骨材粒子挙動と圧力損失現象に関する検討, 土木学会論文集E, Vol.63, No.4, 640-655, 2007.12
- 2) 藤原啓己: 自己充填性を有する高流動コンクリートの特性に関する研究, 東京工業大学, 学位論文, 1996
- 3) 石崎康彦: 高流動コンクリートの粘性が間隙通過に及ぼす影響, 第 34 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, 2007.3