

高流動モルタルの間隙通過時における圧力損失に関する研究

○宇都宮大学 学生会員 石澤 由 宇都宮大学 正会員 丸岡正知
 鹿島建設(株) 正会員 芦澤良一 宇都宮大学 正会員 藤原浩已

1. まえがき

型枠内を高流動コンクリートが流動する際、鉄筋等の間隙を通過することで圧力損失が生じる。この圧力損失現象を解明するため、高流動コンクリートを粗骨材とモルタルの2相系材料として捉え、間隙部において粗骨材の形成する仮想細管をモルタルが通過するモデルを構築した研究を行っている¹⁾。本研究では、仮想細管を実際に再現し、その細管をモルタルが通過する際に生じる圧力損失について検討を行った。

2. 実験概要

モルタルが細管を通過する際の圧力の損失に影響を及ぼす要因として、細管径、細管長さ、モルタルの細骨材の最大寸法を取り上げた²⁾。実験は、**図-1**に示す試験装置にモデル化した細管層を取り付け、A槽にモルタルを投入しゲートを開き、流動停止時のA槽とB槽のモルタル表面高さの差 Δh を測定した。このときの細管の径および長さの組合せを**表-1**に示す。

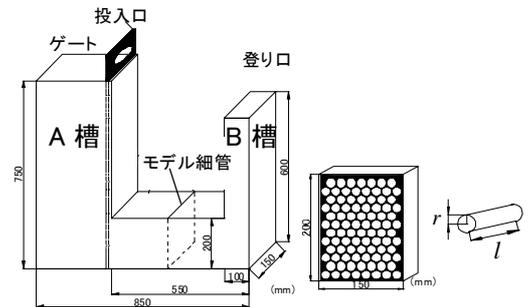


図-1 型枠とモデル細管

2.1 使用材料および配合条件

実験に用いた材料を以下に示す。細骨材には最大寸法の異なる3種類を用いた。また、使用した細骨材の粒度曲線を**図-2**に示す。

- ・水：上水道水
- ・セメント：普通ポルトランドセメント(密度：3.15g/cm³)
- ・細骨材：鬼怒川産川砂 A(最大寸法 2.5mm、表乾密度：2.62、F.M.：1.95)
 鬼怒川産川砂 B(最大寸法 1.7mm、表乾密度：2.62、F.M.：1.91)
 鬼怒川産川砂 C(最大寸法 1.2mm、表乾密度：2.62、F.M.：1.90)
- ・混和材：石灰石微粉末（密度：2.70g/cm³）
- ・高性能 AE 減水剤：ポリカルボン酸系 AE 減水剤(SP)
- ・混和剤：高性能AE助剤（AE）

モルタルの構成を容積比で水：粉体：細骨材=26.9：26.9：46.2の割合で一定とした。0打モルタルフロー値が250±10mmとなるようSPおよびAEをそれぞれ粉体量に対して2.0±0.5%、0.5±0.3Aの範囲で調整した。

2.2 測定項目

モデル細管通過による圧力損失を(1)式より算出した。なお、圧力損失 ΔP については型枠形状や表面摩擦などの影響を排除するため、モデル細管を配置しない型枠でも同様の実験を行い、モデル細管通過による表面高さ Δh_1 からモデル細管無配置での表面高さ Δh_2 を減じた値を用いてモルタルの間隙通過による圧力損失 ΔP とした。

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot (\Delta h_1 - \Delta h_2) \cdot \dots \cdot (1)$$

ρ ：モルタル単位体積質量 g ：重力加速度

表-1 細管の径と長さ

水準	r (mm)	l (mm)
1	11	20
2		15
3	14	20
4		15
5	11	10
6	14	10

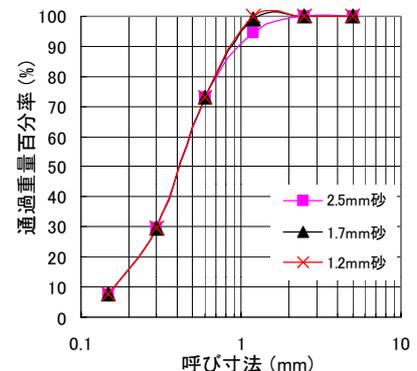


図-2 各細骨材の粒度曲線

3. 実験結果および考察

モデル細管の管長さ l と圧力損失量 ΔP の関係をA,B,Cの細骨材別で調べ、それぞれ図-3、図-4、図-5に示す。各図より、 r が小さく l が長くなるにつれて、圧力損失量が増大した。細骨材最大寸法が1.7mmおよび1.2mmについて、 l の変化に伴う圧力損失の変化はみられないものの、図-3では r が11、14mmの場合でも、 l が長くなると圧力損失量は直線的に増大した。つまり、 r と細骨材の最大寸法との差が比較的大きい場合には、 l の変化による圧力損失への影響はないこと、また、その差が比較的小さい場合には、モルタルに用いる細骨材の最大寸法が大きいほど、モデル細管の管径の減少、管長さの増加に伴い、モルタルの圧力損失量が増大することが分かった。

図-2より細骨材A,B,Cの順に粗粒率F.M.が大きく、粒度分布も広がった。また、図-3、4、5における圧力損失量を比較すると、最大寸法が5mmの細骨材Aを用いた場合、圧力損失量の増加が最も大きく、次いで細骨材B、Cとなった。つまり、細骨材の最大寸法が小さくなるほど、モルタルの圧力損失量が小さくなることが認められた。これは、最大寸法を小さくすると、モルタルとしてモデル細管を通過する際、モルタルと細管表面との摩擦による抵抗が小さくなるためと考えられる。

これらの結果より、モデル細管が圧力損失に与える影響には細骨材最大寸法の他に、 r と l の相互作用があると考えられた。そこで r および l の比 l/r 値と圧力損失量の関係を調べた結果を図-6に示す。図より、すべての細骨材において、圧力損失量は l/r 値の増加に伴い、直線的に増大した。また、図中の近似直線から、細骨材の最大寸法が大きくなるほど、 l/r 値に対する圧力損失量が増大した。したがって、モルタルの流動障害として型枠内にモデル細管層を配置した場合、モデル細管の l/r 値が大きいほどモルタルの圧力の損失は大きくなることが分かった。

4. 結論

- (1) モデル細管層を型枠内に配置させることで、モルタルの間隙通過性を評価することができ、モデル細管の管径および管長さの比 l/r 値が大きいほどモルタルの圧力の損失は大きくなる。
- (2) 細骨材として最大寸法の小さいものを用いると、モルタルと細管表面との摩擦による抵抗が小さくなり、細管通過による圧力損失は減少する。

[参考文献]

- 1) 芦澤良一、石澤由、藤原浩巳、丸岡正知：高流動コンクリートの間隙通過時における圧力損失に関する研究、第26回セメント技術大会講演要旨、2002
- 2) 枝松良展、安本礼持、西田直樹、大内雅博：粗骨材・モルタル粒子間相互作用を考慮した自己充填コンクリートの配合設計法、コンクリート工学年次論文集、Vol.21, No.2, 1999

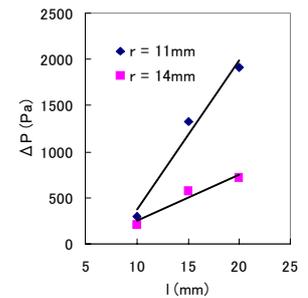


図-3 管長さと圧力損失
(細骨材A、最大寸法2.5mm)

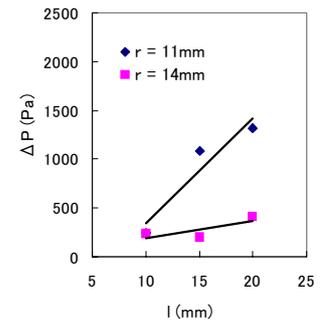


図-4 管長さと圧力損失
(細骨材B、最大寸法1.7mm)

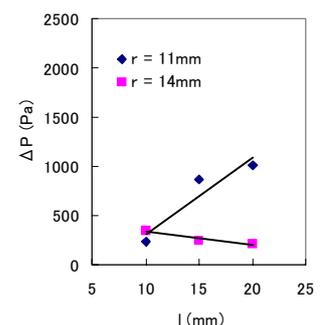


図-5 管長さと圧力損失
(細骨材C、最大寸法1.2mm)

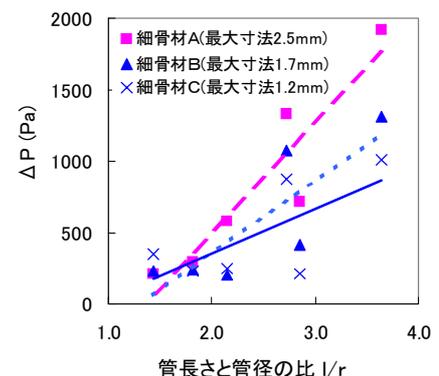


図-6 管長さと圧力損失の関係