

振動締固めを行うコンクリートの間隙通過性簡易評価試験方法の検討

フジタ 正会員 ○高橋 直希

フジタ 正会員 井手 一雄

1. はじめに

現在のように様々な骨材や混和剤が使われる状況下では、同じスランプでもワーカビリティが等しいとは限らず、スランプだけでコンクリートのワーカビリティを評価することは困難になりつつある¹⁾。スランプで管理するコンクリートのワーカビリティを評価する方法としては、JSCE-F-701-2016「ボックス形容器を用いた加振時のコンクリートの間隙通過性試験方法（案）」や、NEXCO JHS 733-2008「中流動覆工コンクリートの加振変形方法」などがある。また、より簡便に評価する方法として、スランプ板を木製棒で打撃した際の振動によりコンクリートを加振変形させる、タンピング試験²⁾なども提案されている。しかし、振動締固めに伴う動力的状況下でのコンクリートの挙動を適切に反映しているかどうかは明確でない²⁾。本研究では、振動締固めを要するコンクリートのワーカビリティを簡便に評価する方法として、振動締固めを行ったコンクリートが障害バーを通過する能力を間隙通過性として評価する試験方法を検討した。その結果、本研究の範囲では、本試験が振動締固めを行うコンクリートの間隙通過性を簡便に評価し得る試験であることを確認した。

2. 使用材料および実験概要

セメントには普通ポルトランドセメント、細骨材には静岡県産陸砂（絶対密度 2.53g/cm^3 、実積率 67.4%、粗粒率 2.68）、粗骨材には茨城県産硬質砂岩砕石（最大寸法 20mm、絶対密度 2.63g/cm^3 、粗粒率 6.64）を使用した。混和剤には、AE 減水剤を使用した。また、空気量を調整するため、AE 助剤と消泡剤を適宜使用した。実験に使用したコンクリートの水準は、水セメント比を 40、45、50 および 55% の 4 水準とし、水セメント比それぞれに対してスランプを 10、12、15 および 18cm の 4 水準とした。AE 減水剤の使用量は、製造者が推奨する標準量とした。

本試験は、写真-1 に示すように、JIS A 1159「コンクリートの J リングフロー試験方法」に規定される J リング内でスランプコーンを引き上げた後の試料に、棒状の内部振動機を挿入して加振変形させ、振動締固めを行ったコンクリートが障害バーを通過する能力を間隙通過性として評価する試験（以下、加振 J リングフロー試験）である。なお、予備試験の結果から、内部振動機の挿入深さおよび加振時間は、それぞれ内部振動機の先端がスランプ板から 2 cm 離れた深さおよび 7 秒間とした。また、加振時のコンクリートの間隙通過性を定量的に評価するため、JSCE-F-701-2016 に準じて、加振ボックス充填試験を行った。測定項目は、J リングを使用しない場合の加振変形後のスランプフロー（以下、加振フロー）、J リングを使用した場合の加振変形後スランプフロー（以下、加振リングフロー）、PJ 値（以下、加振 PJ 値）、ブロッキング値（以下、加振ブロッキング値）および間隙通過速度とした。加振 PJ 値および加振ブロッキング値は加振後のコンクリートに対し、それぞれ JIS A 1159 および JIS A 1160 に従って求めた。なお、障害バーの外側で測定した場合を加振 PJ 値（柱）、障害バーと障害バーの間で測定した場合を加振 PJ 値（柱間）と表記する。



写真-1 加振 J リングフロー試験の状況

3. 結果および考察

スランプと間隙通過速度の関係を、図-1 に示す。スランプは、従来からフレッシュコンクリートのワーカビリティを評価するための指標として用いられているが、コンクリートの自重によってのみ生じる現象であり、振動締固めなど、動力的状況下での挙動は反映しない。本試験においても、スランプと間隙通過速度の相関性は弱く、スランプのみで間隙通過性を適切に評価することは難しい。

キーワード フレッシュコンクリート、振動締固め、間隙通過性、J リングフロー試験

連絡先 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 (株)フジタ技術センター TEL 046-250-7095

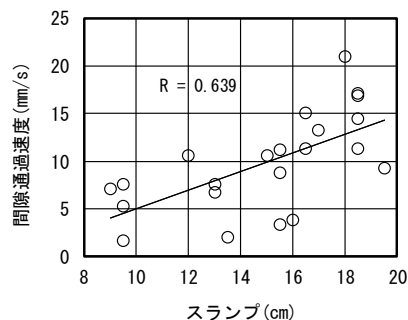


図-1 スランプと間隙通過速度

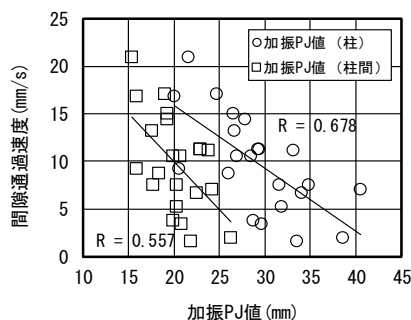


図-2 加振 PJ 値と間隙通過速度

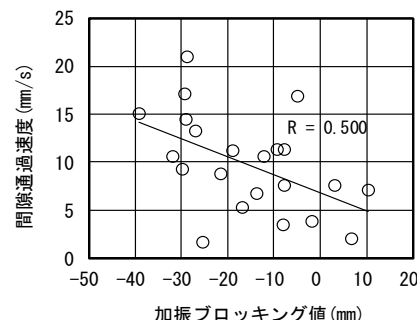


図-3 加振ブロッキング値と間隙通過速度

加振 PJ 値と間隙通過速度の関係を、図-2 に示す。間隙通過速度は、加振 PJ 値が小さいほど大きい傾向を示す。小林らは、J リングフロー試験における PJ 値が、間隙通過性の評価指標として有効であるとしている³⁾。加振 J リングフロー試験においても、加振 PJ 値(柱)を用いることで間隙通過性をある程度の精度で評価できる可能性が認められる。

加振ブロッキング値と間隙通過速度の関係を、図-3 に示す。JIS A 1160 において、ブロッキング値は間隙通過性の評価基準として採用されている。しかし本試験においては、加振ブロッキング値が負に大きいほど間隙通過速度が大きい傾向を示すものの、相関性は弱く、加振ブロッキング値のみで間隙通過性を適切に評価することは難しい。

加振リングフローと間隙通過速度の関係を、図-4 に示す。間隙通過速度は、加振リングフローが大きいほど大きくなる傾向を示す。加振リングフローと間隙通過速度の相関性は加振 PJ 値(柱)より強く、加振 PJ 値(柱)よりも高い精度で間隙通過性を評価できる可能性が認められる。JIS A 1160 では、J リングフローの値そのものは間隙通過性の評価基準ではない。一方、本試験における加振リングフローは、コンクリートの動力学状況下における挙動の一つであり、加振リングフローの値そのものが動力学状況下での間隙通過性を評価する指標になり得る。回帰分析の結果から得られた間隙通過速度の予測式を、式(1)に示す。

$$V_{pass} = 0.0827 \times \left(\frac{RF}{100} \right)^3 \times \frac{C}{W} - 7.39 \quad (1)$$

ここで、 V_{pass} は間隙通過速度 (mm/s)、 RF は加振リングフロー (mm)、 C/W はセメント水比である。

間隙通過速度の実測値と予測式から算出した予測値との関係を、図-5 に示す。本予測式は比較的良く実測値を表しており、本研究の範囲内においては実測値に対する適合性が高いことがわかる。

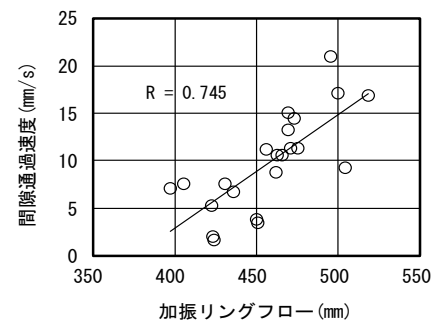


図-4 加振リングフローと間隙通過速度

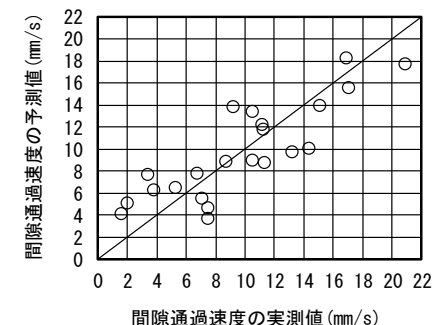


図-5 間隙通過速度の実測値と予測値

4. まとめ

本研究では、振動締固めに伴う動力学状況下でのコンクリートの挙動を反映しつつ、振動締固めを要するコンクリートのワーカビリティを簡便に評価する試験方法を検討した。その結果、本試験で得られた間隙通過速度の予測式は比較的良く実測値を表しており、本試験が振動締固めを行うコンクリートの間隙通過性を簡便に評価し得る試験であることを確認した。

参考文献

- 1) 土木学会編：コンクリートライブラリー145，施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016 年版]，2016. 6
- 2) 石井佑大ほか：タンピング試験におけるワーカビリティの簡易評価方法の検討，コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 30, No. 2, pp. 37-42, 2008
- 3) 小泉信一ほか：J リングフロー試験方法による高流動コンクリートのワーカビリティ評価に関する実験検討 その 4 ブロッキング値による間隙通過性の評価と既往の間隙通過性評価方法との対比，日本建築学会大会学術講演梗概集 (中国)，pp. 333-334, 2017. 8