

かぶりコンクリートの凍結融解抵抗性の評価に関する基礎研究

秋田大学大学院 正 会 員 ○齋藤 憲寿
秋田大学大学院 小野寺 紀裕
秋田大学大学院 フェロー 加賀谷 誠

1. はじめに

かぶりコンクリートの品質は構造物の耐久性を左右するため、施工に伴うかぶりコンクリートの品質変動を把握することが重要である。本研究は、配筋条件の異なる鉄筋間隙を通過させたかぶりコンクリートから小径コア供試体を採取し、凍結融解試験を行った結果に基づいて凍結融解抵抗性の評価を行ったものである。

2. 実験概要

普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ），細骨材として混合砂（表乾密度 2.59g/cm^3 ，吸水率 3.45%，粗粒率 2.74%），粗骨材として碎石（表乾密度 2.67g/cm^3 ，吸水率 1.09%），天然樹脂酸塩を主成分とする AE 剤を使用した。水セメント比 55%，目標スランプ $8\pm 1\text{cm}$ ，目標空気量 $6\pm 1\%$ ，単位水量 172kg/m^3 のコンクリートを製造した。

高流動コンクリートの間隙通過性試験に用いるボックス形充てん装置とフレキシブル形内部振動機（振動数 180Hz，棒径 31mm）を使用し、配筋条件をランク 3～1 に変えて、これらを鉄筋投影面積比 0，20，25% とした。鉄筋投影面積比とは試料通過断面に対する鉄筋の合計投影面積を百分率で表したものであり、一般の構造物に用いられるランク 2 は 20% となっている。振動締固めによりコンクリートをかぶり部（70mm）へ流動させ、締固め後の洗い分析試験によって材料分離程度を評価した。また、A 室および B 室のブリーディング量の違いを測定するため、ボックス型充てん装置を用いてブリーディング試験を行った。

ボックス形充てん装置の内側寸法と等しい木製型枠を作製し、供試体を作製した。実験室内（温度 $20\pm 3^\circ\text{C}$ ，湿度 $60\pm 20\%$ ）にて養生し、材齢 13 日で A 室および B 室の上部から直径 25mm，長さ 50mm のコンクリートコアを採取した。採取位置を図-1 に示す。小径コア供試体を JIS A 1148 A 法に準じて凍結融解試験を行い、凍結融解試験 0，150，300 サイクル終了後の圧縮強度試験結果に基づいてかぶりコンクリートの耐凍害性を評価した。また、凍結融解作用によって発生する微細ひび割れを確認するため、小径コア供試体の側面を研磨し、蛍光塗料を浸透させた後 ASTM C457-71（リニアトラバース法）に準じて測線長 1mm あたりのひび割れ本数を測定し、ひび割れ密度として算出した。

3. 実験結果および考察

図-2 にボックス型充てん装置を用いた間隙通過性試験による鉄筋投影面積比と材料分離程度を示す。図より配筋条件が厳しくなるほど材料分離程度が増加していることがわかる。これは、鉄筋間隙を通過してかぶり部へ移動するコンクリートの流動阻害が原因であり、鉄筋間隙における粗骨材粒子の閉塞により粗骨材とモルタルの材料分離を引き起こすことによると考えられる。したがって、配筋条件が厳しくなるほど B 室（かぶり部）には単位粗骨材量が少なく、単位水量が多いコンクリートが充てんされていると考えられる。図-3 に鉄筋投影面

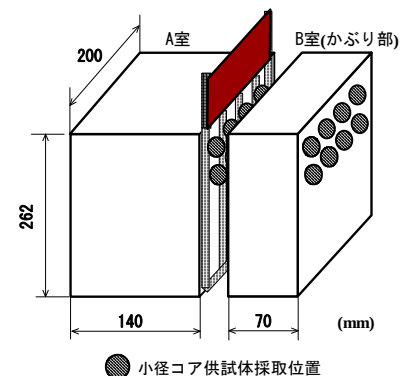


図-1 小径コア供試体の採取位置

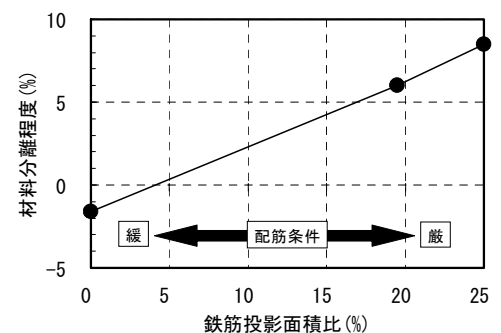


図-2 鉄筋投影面積比と材料分離程度の関係

キーワード 材料分離程度，小径コア供試体の圧縮強度，ひび割れ密度，ブリーディング量，振動締固め

連絡先 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 TEL 018-889-2769

積比と A 室および B 室から採取したコンクリートコアの凍結融解試験 300 サイクル終了後の圧縮強度比の関係を示す。圧縮強度比とは、凍結融解試験終了後の圧縮強度を凍結融解試験 0 サイクル（材齢 14 日）の圧縮強度で除したものであり、かぶりコンクリートの耐凍害性の指標とした。図より B 室（かぶり部）の圧縮強度比は A 室に比べて小さく、配筋条件が厳しくなるほど顕著に低下した。このことは、配筋条件が厳しい構造物にコンクリートを打設する場合、かぶりコンクリートの耐凍害性が低下する場合があることを示している。

図-4 に鉄筋投影面積比と A 室および B 室から採取したコンクリートコアの凍結融解試験 300 サイクル終了後のひび割れ密度の関係を示す。B 室（かぶり部）のひび割れ密度は A 室に比べて大きく、配筋条件が厳しくなるほどそれが顕著であった。角柱供試体（100×100×400mm）の試験結果ではひび割れ密度の増加によって相対動弾性係数の減少が確認されているが、小径コア供試体を用いた本研究ではひび割れ密度が増加するほど圧縮強度比が低下する傾向が見られた。図-3 および 4 の結果は、厳しい配筋条件の場合、これを通してかぶりコンクリートの凍結融解抵抗性の低下を示していると考えられる。このことから、小径コア供試体を用いたかぶりコンクリートの品質判定の有効性が認められた。

図-5 に A 室および B 室から採取したコンクリートコアの凍結融解試験 0, 150, 300 サイクル終了後のひび割れ密度と圧縮強度比の関係を示す。配筋条件やサイクル数、採取位置によらずひび割れ密度の増加に伴い圧縮強度比が低下し、両者の間には相関関係が認められることがわかった。

図-6 にボックス型充てん装置を用いた A 室および B 室のブリーディング量の比較を示す。図よりコンクリートが鉄筋間隙を通過することによって B 室（かぶり部）のブリーディング量は A 室より大きくなることがわかった。なお、図中横太線は規格試験（JIS A 1123）による試験結果であり、A 室および B 室の試験結果の平均的な値となった。これらの結果より鉄筋間隙通過後のブリーディング量の増加がかぶり部の凍結融解抵抗性の低下をもたらした一原因と考えられる。

4. まとめ

- (1) B 室（かぶり部）から採取したコンクリートコアの凍結融解試験後の圧縮強度比およびひび割れ密度は配筋が過密なほど A 室から採取したコアのそれらより低下および増加した。このことから、小径コア供試体を用いたかぶりコンクリートの品質判定の有効性が認められた。
- (2) 配筋条件やサイクル数、採取位置によらず小径コア供試体の圧縮強度比とひび割れ密度には相関の関係が認められた。
- (3) 過密な鉄筋間隙を通過することによって B 室（かぶり部）のブリーディング量は A 室より大きくなった。これがかぶり部の凍結融解抵抗性の低下をもたらした一原因と考えられる。

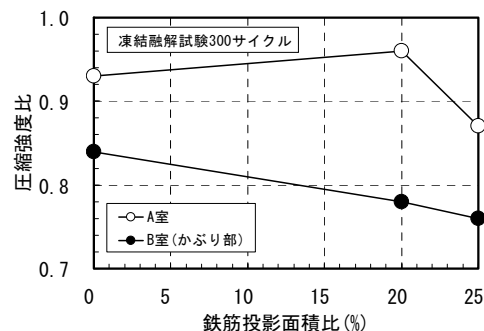


図-3 鉄筋投影面積比と凍結融解試験終了後のコンクリートコアの圧縮強度比の関係

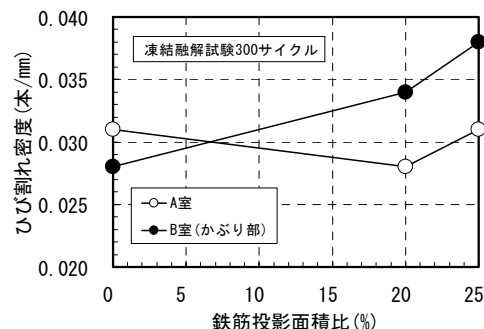


図-4 鉄筋投影面積比と凍結融解試験終了後のコンクリートコアのひび割れ密度の関係

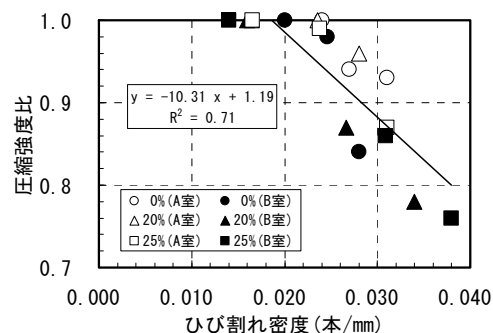


図-5 コンクリートコアのひび割れ密度と圧縮強度比の関係

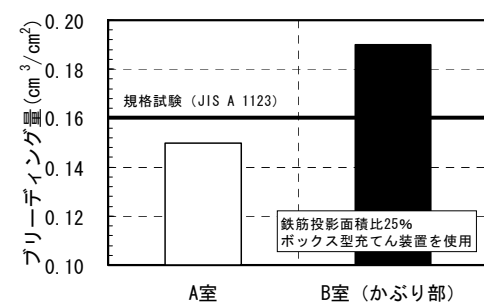


図-6 A 室および B 室のブリーディング量の比較