

鉄筋間隙通過によるコンクリートの材料分離が 透気性および凍結融解抵抗性に及ぼす影響

秋田大学 学生会員 ○伊藤 靖浩
秋田大学 学生会員 梅原 善隆
秋田大学大学院 学生会員 齋藤 憲寿
秋田大学大学院 正会員 徳重 英信

1. はじめに

かぶりコンクリートは鉄筋を保護する役割を担っており、構造物の耐久性を左右する重要な部位である。しかし、現場施工で部材に振動締固めを行う場合には、部材内部側からかぶり部にかけて鉄筋間隙通過に伴うフレッシュコンクリートの材料分離が懸念され、硬化後のかぶり部の耐久性の低下に影響を及ぼす可能性がある。本研究では細骨材率をパラメータにとったコンクリートを鉄筋間隙に通過させ、フレッシュコンクリートの材料分離がかぶり部の品質に与える影響について実験的検討を行った。

表1 コンクリートの配合

2. 実験概要

実験で用いたコンクリートには、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

W/C (%)	Gmax (mm)	SL (cm)	Air (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)				AE (kg/m^3)
					W	C	S	G	
55	20	12 ± 1	6 ± 1	41.3	180	327	696	1034	0.196
				45.3			769	962	
				49.3			832	892	

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。表 1 に配合を示す。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填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（鉄筋投影面積比）0%、20%および 25%と変化させた。なお鉄筋投影面積比とは試料通過断面積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る。

実験では内部振動機によってボックス型充填装置内の内側寸法と等しい型枠内で、振動締固めによりコンクリートを図 1 に示す A 室からかぶり部（B 室：かぶり 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。養生は実験室内（温度 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度 $60 \pm 20\%$ ）にて行い、材齢 13 日にドリル削孔法¹⁾によって簡易透気速度を測定し、また周波数が 50 kHz の超音波法非破壊試験器を用い対称法により超音波伝播速度を求めた。簡易透気速度と超音波伝播速度の測定位置は図 1 に示すとおりである。一方、A 室および B 室の上段側面から直径 25mm、長さ 50mm の小径コアを採取し、JIS A 1148 A 法に準じた凍結融解試験 0 サイクルおよび 300 サイクル終了後の微細ひび割れ密度を算出した。計測は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）に準じておこない測線長 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²⁾。

3. 実験結果および考察

供試体打込み直後に洗い分析試験によって測定を行った、コンクリート投入側（A 室）の採取コンクリートの質量（Con）に対する粗骨材の質量（G）の比（鉄筋近傍の G/Con）とかぶり側（B 室）の G/Con との比（G/Con 比）と、鉄筋投影面積比の関係を図 2 に示す。鉄筋投影面積比が増加すると G/Con 比は低下し、かぶり部の粗骨材量が減少し、材料分離が顕著となる。しかし鉄筋投影面積比が 20%から 25%に増加しても材料分離程度は漸近すること

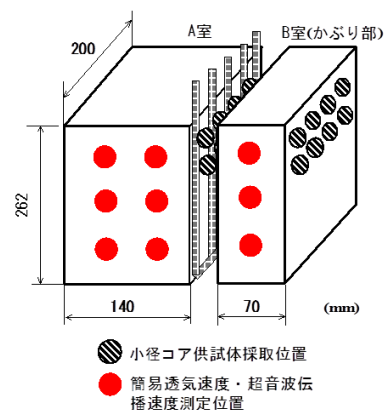


図1 供試体の概要及び測定位置

キーワード：かぶりコンクリート，材料分離，簡易透気速度，ひび割れ密度

連絡先：〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学工学資源学部 tel: 018-889-2367, fax : 018-837-0407

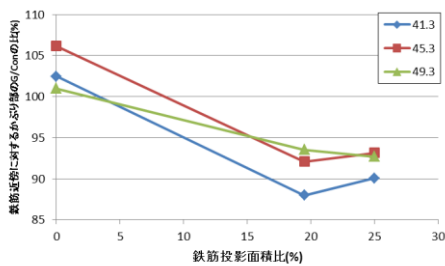


図2 鉄筋投影面積比と G/Con 比の関係

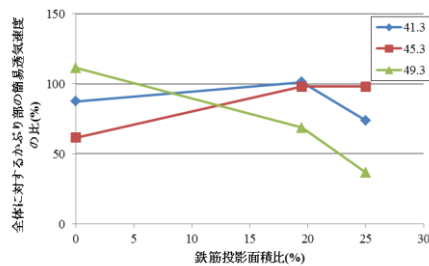


図3 鉄筋投影面積比と簡易透気速度比の関係

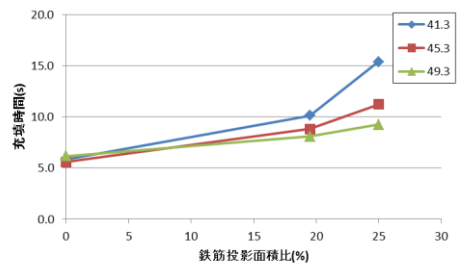


図4 鉄筋投影面積比と充填時間の関係

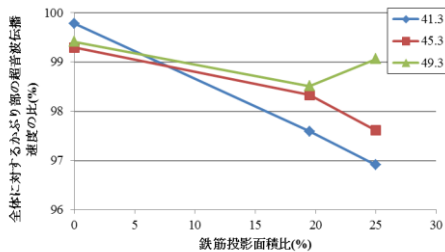


図5 鉄筋投影面積比と超音波伝播速度比の関係

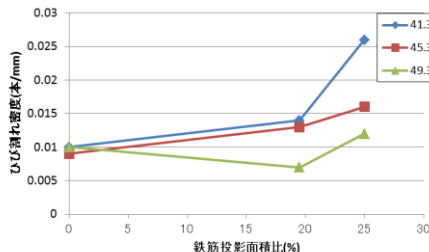


図6 鉄筋投影面積とひび割れ密度の関係

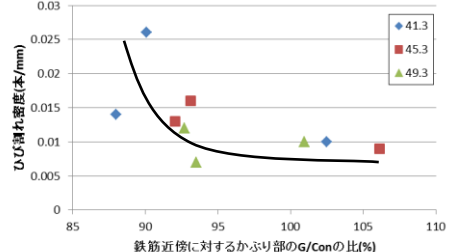


図7 G/Con 比とひび割れ密度の関係

が明らかとなった。既往の研究³⁾では鉄筋投影面積が増加するとほぼ比例して材料分離程度も増加することが明らかとなっており、本研究の結果と若干異なる。これは使用材料、特に細骨材の産地や物性が異なっていることが理由と考えられ、詳細な検討が必要である。

一方、図1に示す簡易透気速度の全測定点の平均値に対するかぶり部の測定値の平均値の比（簡易透気速度比）への鉄筋投影面積比の影響について図3に示す。細骨材率が41.3%および45.3%の場合には簡易透気速度比と鉄筋投影面積比の間には明確な相関は認められないが、49.3%の場合には鉄筋投影面積比が増加すると簡易透気速度比は減少する。これは図4に示すように鉄筋投影面積比が増加すると振動締固めに伴う充填時間が増加し、透気係数に及ぼす硬化体中の空気がフレッシュ時の振動締固めによって減少したことが影響しているものと考えられる。しかし、細骨材率が小さい場合には粗骨材量が増加し、鉄筋近傍での流動時に閉塞が生じて、かぶり部にはモルタル分が増加して空気量も増加することも考えられ、両者の現象のバランスによって硬化後の透気速度に影響を及ぼすことも考えられ、詳細な検討が必要である。

超音波速度の全測定点の平均値に対するかぶり部（B室）のみの超音波速度の平均値の比（超音波速度比）を図5に示す。鉄筋投影面積比が増加すると超音波速度比は低下する傾向にある。これは鉄筋投影面積比が増加すると、かぶり部側（B室）のモルタル分が材料分離により増加し、超音波伝播速度が遅くなったことが影響したものと考えられる。

凍結融解試験後の小径コアのひび割れ密度は、図6に示すように鉄筋投影面積比が増加（特に20%から25%にかけて）すると、ひび割れ密度は2倍程度に増えることが明らかとなった。これは図7に示すようにG/Con比の低下、つまり材料分離程度の上昇に伴ってひび割れ密度が増加していることが影響しており、鉄筋間隙通過による材料分離は凍結融解抵抗性の低下に結びつき、細骨材率を増加させることで耐久性低下を抑制できる可能性があると考えられる。

4. まとめ

鉄筋間隙通過の影響により粗骨材とモルタルの材料分離がおきるが、特に細骨材率が小さいと材料分離が起こりやすくなることが明らかとなった。またこの結果は凍結融解抵抗性の低下にも強く結びつき、本研究の範囲では、鉄筋間隙が狭隘な場合には細骨材率を増加させることでかぶり部の品質を確保できる可能性があることが明らかとなった。

- 参考文献：1) 笠井ほか：簡易透気試験および簡易吸水試験によるコンクリートの品質評価，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.151-152,1997.9
 2) 齋藤ほか：凍結融解作用を受けたかぶりコンクリートのひび割れ密度の深さ方向分布，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.1，pp628-633，2012
 3) 齋藤ほか：コンクリートの材料分離低減によるかぶり部の耐凍害性改善に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，No.1，pp.641-646，2011