

ブリーディングが柱供試体の表層品質に与える影響分析

愛媛大学大学院 学生会員 深川大輔 愛媛大学大学院 正会員 河合慶有
愛媛大学大学院 正会員 氏家勲

1. はじめに

近年，高度経済成長期に建設された鉄筋コンクリート（RC）構造物の供用年数が 50 年を経過し，鉄筋腐食に起因する耐久性の低下が社会問題となっている．RC 構造物の耐久性を評価する上で，かぶりコンクリートの物質透過抵抗性は非常に重要である．一般にコンクリートが型枠に打込まれてから凝結するまでにブリーディングが生じる．その際，供試体上部の水セメント比が大きくなり，表層コンクリートの多孔質化を招くことが知られている．また，その過程で，鉄筋下部に空隙が形成され，鉄筋腐食に影響することが報告されている¹⁾．このような背景を踏まえ，本研究では柱供試体の表層コンクリートを対象として，含水率の低下と透気係数の増大の関係及び電気化学的計測を用いて酸素透過量の算出結果に基づいて，ブリーディングが柱供試体の表層品質に与える影響分析を行った．

2. 実験概要

本研究では，普通ポルトランドセメント（密度： 3.16g/cm^3 ）を使用し，水結合材比を 55%または 47%として 3 種類の配合を作製した．コンクリートの配合を表 1 に示す．骨材には，砂岩砕砂（S1）及び碎石（G1，G2）を使用した．G1（最大寸法 15mm），G2（最大寸法 20mm）は 1：1 の割合で混合して使用した．また，打込み時に測定したスランプ及び空気量を記載する．OPC 配合を基準として，ブリーディングの低減を目的としたフライアッシュ（FA）を混入した FACUS30 と，ブリーディングの増大を目的として銅スラグ細骨材（S2）を混合使用した CUS45 を作製した．なお，FA（密度 2.30g/cm^3 ， $4090\text{cm}^2/\text{g}$ ）には JISA 6201II 種に適合しているもの，また銅スラグ細骨材には CUS2.5（表乾密度： 3.55g/cm^3 ，吸水率：0.05%）を使用した．なお，FACUS30 及び CUS45 の銅スラグ細骨材の容積置換率はそれぞれ 30%及び 45%とした．

本研究では，図 1 に示すように断面 $300\times 300\text{mm}$ ，高さ 1500mm の柱供試体を作製した．3 層にわけて 30 分以内に打ち込みを完了した．打設後，供試体は材齢 3 日目に脱型し，材齢 182 日まで 20°C の恒温室内で屋内暴露した．供試体の底面から 250mm ， 750mm および 1250mm の位置（以後，上部，中部，下部と称す）に図 2 に示すように D32 異形鉄筋を上側・下側に分割し，かぶり 10mm と 20mm を確保して埋設した．材齢 28 日経過後，上部，中部，下部の供試体中央で含水率（高周波容量式）と透気試験（トレント法）を週に 1 度行った．また，材齢 28 日，56 日，91 日，182 日に各鉄筋のかぶり面において，カソード分極試験（掃引速度： 1mV/s ）を行い，酸素透過量を測定した．

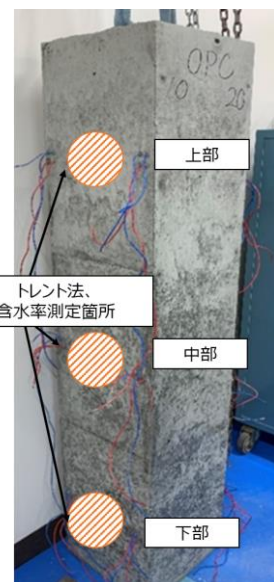


図 1 柱供試体



図 2 分割鉄筋

表 1 コンクリート配合とスランプおよび空気量

配合	W/B(%)	単位量(kg/m ³)							単位量(g/m ³)		スランプ	空気量
		水 W	セメント C	FA	細骨材S		粗骨材G		混和剤			
					S1	S2	G1	G2	AE減水剤	AE剤		
OPC	55	175	318	－	857	－	466	466	4773	1273	9.0	3.8
FACUS30	47	165	281	70	594	338	459	459	2809	1123	13.0	4.6
CUS45	55	175	318	－	473	513	465	465	3182	1273	9.5	4.7

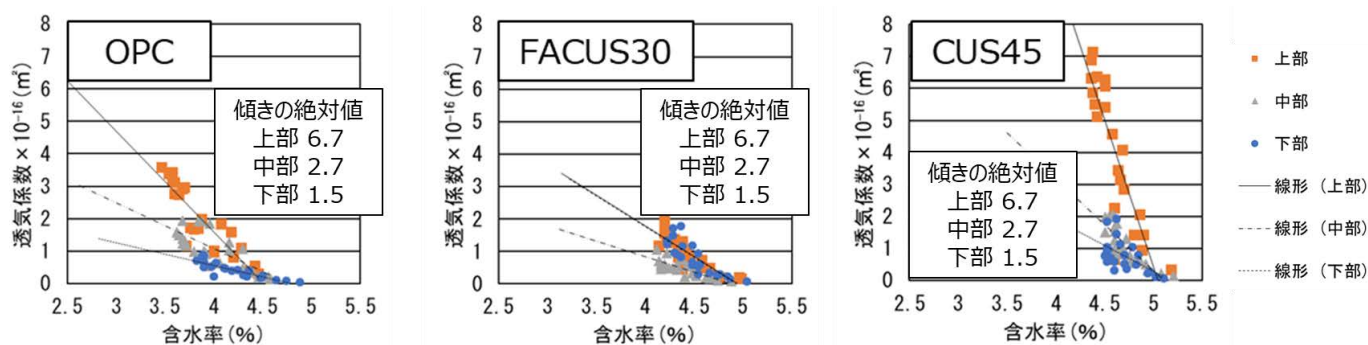


図3 含水率-透気係数の関係

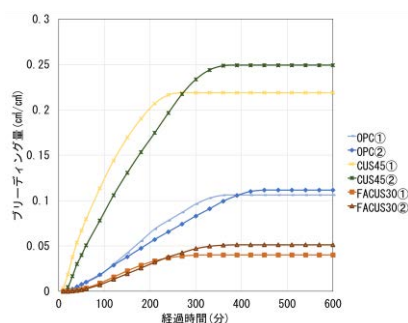


図4 ブリーディング量

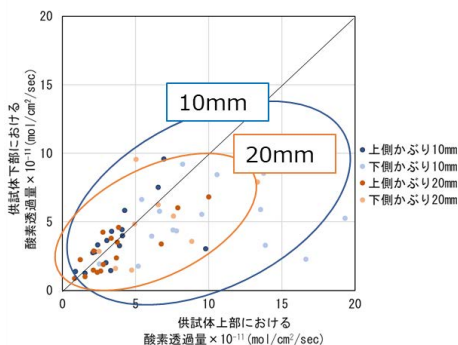


図5 酸素透過量（供試体上下比較）

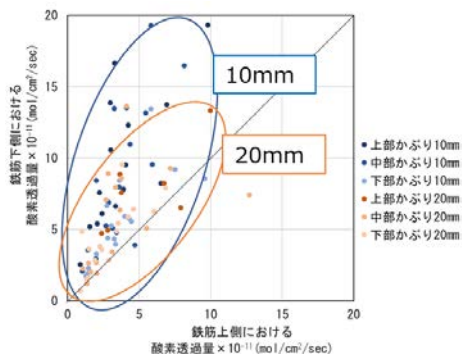


図6 酸素透過量（鉄筋上下比較）

3. 実験結果と考察

図3に含水率と透気係数の関係を示す。図より、いずれの配合においても、含水率の低下に伴い透気係数が増加していることが確認できる。これは材齢に伴い含水率が低下したことで、かぶりコンクリート中に乾燥した連続空隙が形成され、透気係数が大きくなったと考えられる。また、このグラフでは、含水率-透気係数の近似直線の傾きが大きいほど多孔質なコンクリートを示し、傾きが小さいほど密実なコンクリートであると評価される。したがって、図4よりブリーディング量が多いことが認められたCUS45の供試体上部では傾きの絶対値が6.7と大きいことから、多孔質なコンクリートが形成されていると考えられる。また、供試体中部の傾きは2.7、下部では1.5と傾きの差が大きいことから、CUS45供試体では高さ方向における表層品質の相違が明確に認められる。一方、ブリーディング量の少ないFACUS30では傾きの絶対値が供試体上部で2.0、中部1.0、下部1.6と同程度であることから、均質なコンクリートが形成されていると考えられる。

図5に供試体上部と下部に埋設された鉄筋を対象として測定された酸素透過量の結果を示す。図より、供試体上部と下部の結果を比較すると、供試体上部において酸素透過量が増加する傾向にあることがわかる。これは、上述したようにブリーディングの影響により、供試体上部で多孔質なコンクリートが形成されたことに加えて鉄筋周囲の健全性が低下したためと考えられる。次に図6に分割鉄筋の上側と下側で測定された酸素透過量の比較を示す。図より、下側の酸素透過量が上側よりも高いことが明確に認められる。これは、既報¹⁾の通りブリーディングにより鉄筋下側に空隙が形成されたことで、分割鉄筋下側の物質透過抵抗性が低下したためと考えられる。図5及び図6において、かぶり深さの違いに着目するとかぶり10mmの方が相対的に酸素透過量は大きいことが確認できる。以上の結果を踏まえ、ブリーディングの影響を最も受けていると考えられる供試体上部のかぶり10mmに埋設された鉄筋下側と供試体下部のかぶり20mmに埋設された鉄筋上側で測定された酸素透過量を比較すると、最大約4.6倍(OPC)、約4.8倍(CUS45)、約3.6倍(FACUS30)の差が確認された。

参考文献

- 1) T. U. Mohammed：耐久的なRC構造物とするための設計上の課題について、コンクリート工学, Vol.38, No.11, pp.36-41, 2000.11