

# 鉄筋コンクリートの鉄筋界面における塩化物イオン浸透性に関する研究

東京理科大学 学生会員 ○小林 荘太 東京大学生産技術研究所 正会員 加藤 佳孝  
 東京理科大学大学院 学生会員 日浦 望 東京理科大学大学院 学生会員 荒木 大智  
 東京理科大学 正会員 三田 勝也

## 1. 目的

鉄筋コンクリート構造物の劣化要因の一つに鉄筋腐食がある。塩害環境下の鉄筋の腐食は、おおむねマクロセル電池作用による腐食形態をとり、その腐食は鉄筋周囲のコンクリートの不均質性に支配される。特に、材料分離によって水平鉄筋下部に空隙が形成された場合<sup>1)</sup>、鉄筋上下部で腐食電池が形成される可能性がある。そこで本研究では、鉄筋とコンクリートの境界面に材料分離に伴って形成される脆弱層の塩分浸透性を、施工条件を変化させ実験的に検討した。

## 2. 実験概要

図-1 に供試体概要を示す。供試体は 150×150×200 mmの角柱供試体として、かぶり 20 mmおよび 50 mmに D19 鉄筋を配置したものである。

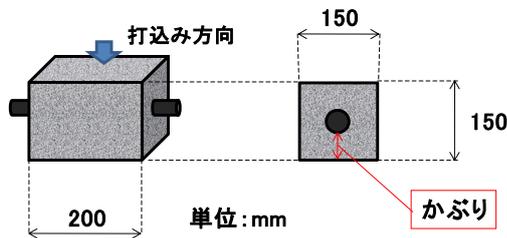


図-1 供試体概要

表-1 にコンクリートの配合および品質試験結果を示す。N シリーズは W/C を変化させたものであり、分割シリーズは W/C=55%で練混ぜ方法を分割練混ぜとし、増シリーズは W/C=55%でブリーディング水を生じさ

せないことを目的として増粘剤を添加し、B シリーズは W/B=55%で粉末度 2000、4000、6000 および 8000 の高炉スラグをそれぞれセメント質量の 45%置換した。養生方法は材齢 28 日まで 20℃で水中養生を行った。

試験項目は、ブリーディング試験および塩水浸せき試験とした。なお、塩水浸せき試験は質量濃度 10%の NaCl 溶液に 28 日浸せきさせたのち割裂し、0.1mol/l 硝酸銀水溶液を噴霧し、白く呈色した部分を塩分浸透深さとした。測定箇所は鉄筋上部、中部、下部および供試体側面とした。

## 3. 実験結果

### 3.1 ブリーディング試験

各シリーズにおけるブリーディング率を図-2 に示す。N シリーズでは W/C の増加にともないブリーディング率が大きくなった。分-55 は N-55 の 3.5%と比較して 1/3 ほどの 1.2%となった。増-55 ではブリーディングは

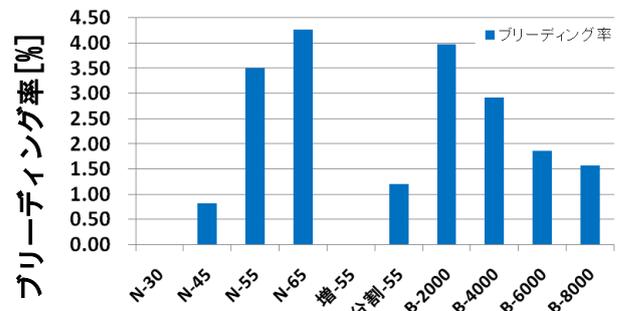


図-2 ブリーディング試験結果

表-1 供試体配合および品質試験結果

記号	W/B[%]	s/a[%]	単位量[kg/m <sup>3</sup> ]								品質試験結果		
			W	C	BFS	S	G	AE剤	高性能AE減水剤	増粘剤	スランプ [cm]	空気量 [%]	圧縮強度 [N/mm <sup>2</sup> ]
N-30	30	44	175	583	-	683	910	C × 0.003%	C × 0.5%	-	10.0	4.1	81.9
N-45	45	44		389	-	754	1004				-	-	5.5
N-55	55	46		318	-	815	1001	C × 0.020%	-	-	9.5	4.3	45.2
N-65	65	48		269	-	870	986				-	-	8.5
分割-55	55	46		318	-	815	997	-	-	-	7.5	2.7	46.1
増-55				318	-	822	1001	-	C × 1.0%	W × 0.2%	21.5	2.1	50.9
B2-55				810	991	B ×	-	-	17	3.1	31.9		
B4-55				810	995	0.020%	-	-	8	3.1	42.3		
B6-55				810	991	B ×	-	-	9.5	3.3	44.8		
B8-55				810	991	0.025%	-	-	10	3.6	45.2		

キーワード ブリーディング、材料分離、鉄筋界面、塩分浸透性、高炉スラグ微粉末

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL 04-7124-1501 (内線 4054) E-mail : j7606040@ed.noda.tus.ac.jp

生じなかった。B シリーズでは高炉スラグ微粉末の粉末度の増加にともないブリーディング率が小さくなり、粉末度 4000 以上の高炉スラグのブリーディング率が N-55 と比較し小さくなった。

### 3. 2 塩分浸せき試験結果

W/C の変化が鉄筋周囲の塩分浸透性に与える影響を **図-3** に示す(図中の凡例は[種類]-[W/C]-[かぶり]を表わす)。W/C の増加にともない塩分浸透深さが大きくなった。側面と鉄筋周囲の塩分浸透深さを比較すると、ブリーディング率 0% の N-30 では側面と比較して、鉄筋部で塩分浸透深さが大きくなった。また、W/C が 45% 以上では鉄筋下部において塩分浸透深さが大きくなる傾向にあり、特に、かぶり 20 mm よりもかぶり 50 mm に配筋した供試体の方が顕著に大きくなる傾向にあった。これはかぶり 50 mm に配筋した供試体の方が供試体底面から鉄筋までの距離が長く、ブリーディング水が鉄筋下部に溜りやすいため鉄筋下部に脆弱層が形成されたと考えられる。**図-4** に、増粘剤および分割練混ぜが塩分浸透深さに与える影響を示す。増シリーズは N-55 と比較して塩分浸透深さが減少するという結果になった。また、鉄筋下部におけるかぶり 20 mm および 50 mm の塩分浸透深さの差が N-55 および分-55 と比較して小さい。これは増粘剤がブリーディングを抑制したためだと考えられる。分割シリーズは増シリーズよりも更に塩分浸透深さが減少している。これは分割練混ぜ方法により細骨材周囲が低水セメント比のセメントペーストで造殻されたため、遮塩性が向上したと考えられる<sup>2)</sup>。しかし、かぶり 50 mm での鉄筋下部における塩分浸透深さは大きくなっていることからブリーディング水により、鉄筋下部の組織が粗になったと考えられる。**図-5** に、高炉スラグ微粉末が塩分浸透深さに与える影響を示す。高炉スラグ微粉末を用いた場合、側面および鉄筋上部の塩分浸透深さは N-55 と比較すると、全ての粉末度において小さくなった。しかし、B2-55-20 および B シリーズのかぶり 50 mm においては B8-55-50 を除いて、鉄筋下部と鉄筋周囲との塩分浸透深さに大きな差が表れた。これは高炉スラグの反応が不十分であった可能性があるため、長期材齢で再検討が必要であると考えられる。

### 4. まとめ

W/C の増加にともない、鉄筋下部とそれ以外との塩分浸透深さが大きくなる。また、増粘剤を添加しブリー

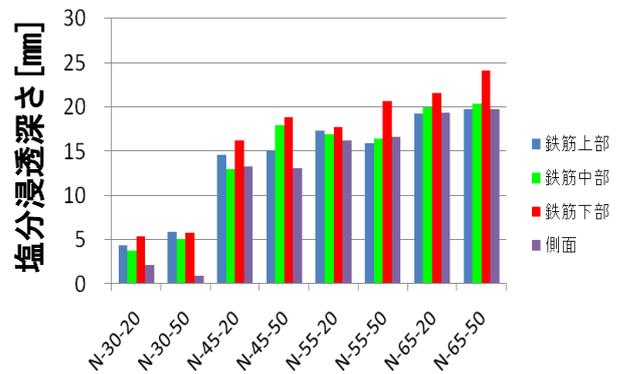


図-3 W/Cによる影響

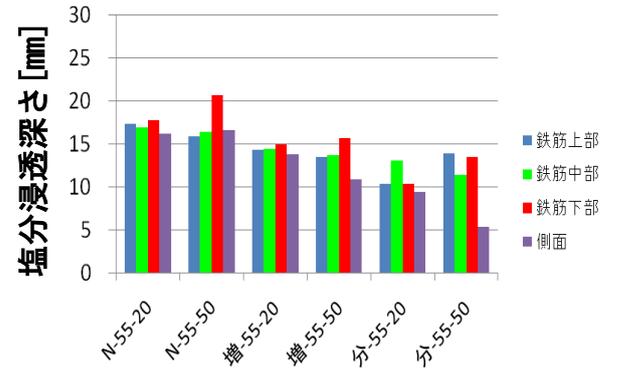


図-4 ブリーディング率による影響

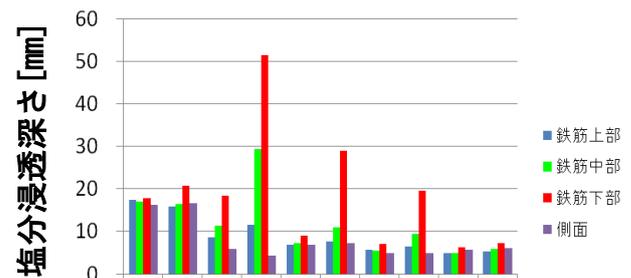


図-5 高炉スラグが塩分浸透深さに与える影響

ーディングを抑制した場合、かぶりの違いによる鉄筋下部の塩分浸透深さの差は小さくなった。また、分割練混ぜにおいては遮塩性が向上するが、かぶり 50 mm においては、鉄筋下部の塩分浸透深さはかぶり 20 mm と比較して大きくなった。高炉スラグ微粉末は高い遮塩性が確認できたが、粉末度 8000 以外ではかぶり 50 mm において鉄筋下部と鉄筋周囲との塩分浸透深さに大きな差が生じた。

### 参考文献

- 1) 大即信明, 久田真, Nathaniel B.DIOLA, Tarek UDDIN Md.: 鉄筋コンクリートの界面(遷移帯)に関する実験的研究, 土木学会論文集, No.592/V-39, pp.155-167, 1998.5
- 2) 伊達重之, 長谷川聖史, 室賀陽一郎: コンクリートの耐久性に及ぼす練混ぜ方法の影響: 土木学会第 58 回年次学術講演会, V-038, 2003.9