

ブリーディング水が鉄筋コンクリート中の鉄筋界面性状に及ぼす影響

東京理科大学大学院 学生会員 小林 荘太 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 東京理科大学 正会員 加藤 佳孝

1. はじめに

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、その腐食は環境や材料的な非均質性に支配され、支配要因の一つとして鉄筋周囲のコンクリートの非均質性があげられる。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、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性状を、塩水浸せき試験、鉄筋下部におけるビッカース硬度計による微小硬度の測定、および鉄筋下部の様子を走査型電子顕微鏡 (SEM) によって観察することで検討を行った。

2. 実験概要

試験項目は、ブリーディング試験および塩水浸せき試験、ビッカース硬さ試験および SEM による鉄筋下部の観察とした。なお、塩水浸せき試験は質量濃度 10%の NaCl 溶液に 28 日間浸せき後、割裂し、割裂断面に 0.1mol/l の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。ビッカース硬さ試験は JIS Z 2244 に準じて行った。

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% でブリーディング水の発生を抑制するために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 2900(cm²/g)、4300(cm²/g)、5860(cm²/g) および 7800(cm²/g) の高炉スラグ微粉末 (BFS) 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°C で水中養生を行った。ビッカース硬度試験および SEM による鉄筋下部の観察は、一般的な配合である N-55、ブリーディング率が 0% であった増粘剤シリーズおよび塩分浸透深さがもっとも大きかった B2-55 の 3 ケースを選定した。

図-1 に供試体概要を示す。N-55 供試体は 150×150×200mm、増-55 および B2-55 の供試体は 150×150×130mm の角柱供試体として、かぶり 20mm および 50mm に D19 鉄筋を配置したものとした。

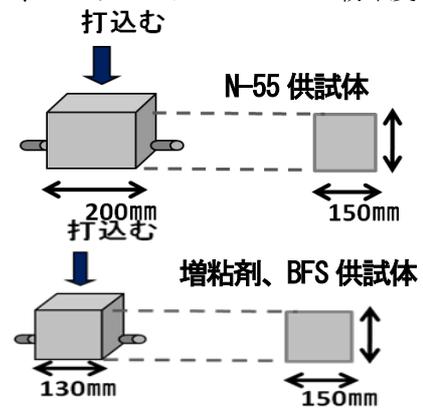


表-1 供試体配合および品質試験結果

図-1 作製供試体

記号	W/B[%]	s/a[%]	単位量[kg/m ³]								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 ²]
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	C × 0.020%	-	-	5.5	3.1	57.2
N-55	55	46		318	-	815	1001		-	-	9.5	4.3	45.2
N-65	65	48		269	-	870	986		-	-	8.5	3.9	33.3
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				175	143	810	991	B × 0.020%	-	-	17	3.1	31.9
B4-55						810	995	B × 0.020%	-	-	8	3.1	42.3
B6-55						810	991	B × 0.025%	-	-	9.5	3.3	44.8
B8-55	810	991				B × 0.025%	-	-	10	3.6	45.2		

キーワード ブリーディング 鉄筋界面 塩分浸透 ビッカース硬さ

連絡先 〒278-0022 千葉県野田市山崎 2641 TEL 04-7124-1501 Email: j7606040@ed.noda.tus.ac.jp

3. 試験結果

ブリーディング試験の結果を図-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。増-55ではブリーディング水は生じなかった。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 4300(cm²/g)以上の高炉スラグのブリーディング率は N-55 と比較し小さくなった。

塩水浸せき試験結果を図-3に示す(図中の凡例は[種類]-[W/C]-[かぶり]を表わす)。かぶり 20mm よりもかぶり 50mm 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 50mm 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。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 20mm および 50mm の塩分浸透深さの差がN-55と比較して小さくなっている。B2-55-20では、鉄筋上下部の塩分浸透深さの差が他のシリーズと比較して大きくなった。

図-4にビッカース硬度試験結果を示す。各供試体のビッカース硬度からは、かぶり 20mm および 50mm の差は見られなかった。

図-5にN-55、増-55およびB2-55の鉄筋下部のSEMによる写真を示す。かぶり 20mm のものと比較してかぶり 50mmの方が鉄筋下部における空隙が大きい事が分かる。これはブリーディング水によって自由水空間が形成されたためだと考えられる。

4. まとめ

- 1) かぶり 20mm、かぶり 50mm の供試体におけるビッカース硬度に差は見られず、塩水浸せき試験結果とビッカース硬度試験との関連性は今回見られなかった。
- 2) SEMで鉄筋下部を観察した結果、かぶり 50mmの方が20mmよりも空隙が大きかった。さらに、B2-55、N-55、増-55の順に空隙が大きくなっており、空隙が大きいものほど鉄筋下部の塩分浸透深さが大きくなった。

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

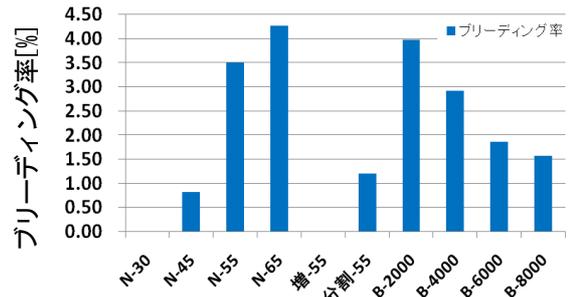


図-2 ブリーディング試験結果

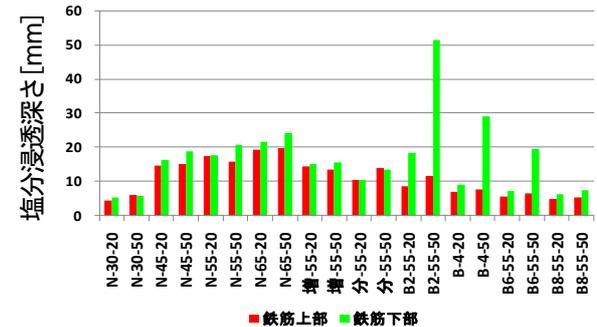


図-3 塩分浸せき試験結果

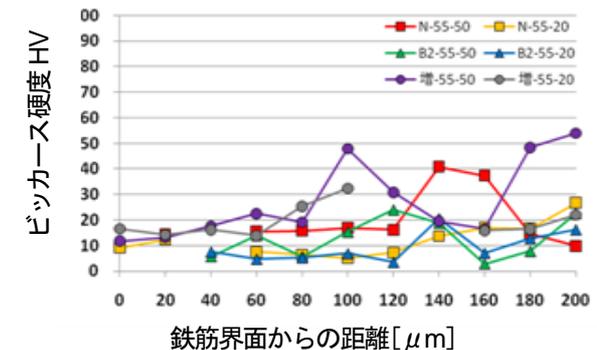
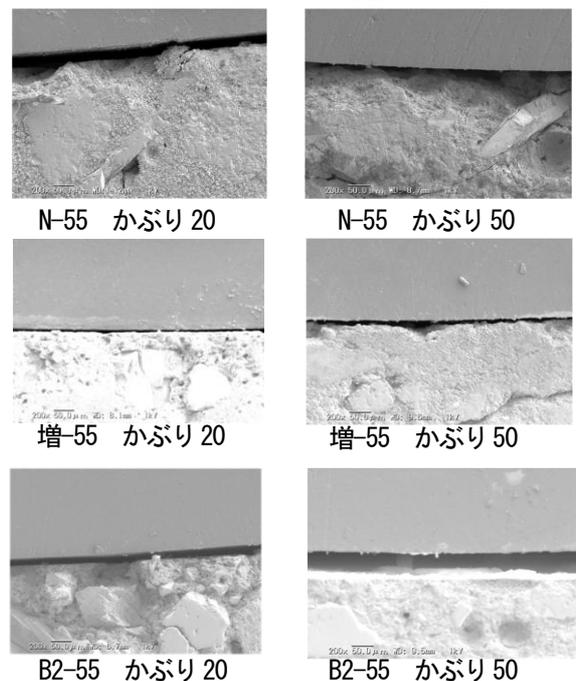


図-4 ビッカース硬度試験結果



指標: 50μm

図-5 鉄筋下部の写真