

複合劣化を受けた RC の付着強度特性

八戸工業大学大学院 ○学生会員 渡邊 浩平
八戸工業大学大学院 学生会員 佐藤 宇泰
八戸工業大学大学院 学生会員 太田 晃博
八戸工業大学 正会員 迫井 裕樹
八戸工業大学 正会員 阿波 稔

1. はじめに

積雪寒冷地域におけるコンクリート構造物は、凍結融解作用による劣化とともに、凍結防止剤に起因する塩化物の浸透による鉄筋腐食が顕在化し問題となっている。中性化や塩害に起因する鉄筋腐食と構造性能の関係については、これまで精力的に検討が進められ、比較的多くの知見が蓄積されている。しかし、凍害あるいは、凍害を主要因とした複合劣化を受けたコンクリート構造物の耐荷性能については十分な検討がなされていないのが現状である。特に凍害により、かぶりコンクリートにスケーリングが生じその際、鉄筋の付着が低下し、構造性能に影響を及ぼす事が懸念されるが、スケーリングの程度が付着強度に及ぼす影響については、明らかにされていない。

そこで本研究では、凍結融解環境を想定しコンクリート構造物の凍害による表層部コンクリートの劣化とスケーリングが内部鉄筋の付着強度に及ぼす影響について実験的に検討を行った。

2. 実験概要

本研究では使用材料として、早強ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm^3)、細骨材として石灰岩砕砂(密度 2.69g/cm^3 , F.M.2.87, 吸水率0.53%), 粗骨材として石灰岩碎石(密度 2.70g/cm^3 , F.M.6.55, 吸水率0.33%)を使用したnon-AEコンクリートとした。実験に用いた供試体は、幅×高さ×全長=80×140×150であり、主鉄筋はD13とした。概要図を図-1に示す。また本研究では、かぶりの厚さが付着強度に与える影響を検討するために、かぶり30mmと60mmの2種類の供試体を作製した。設計基準強度は $f_{cd}=25\text{N/mm}^2$ 程度とし、配合は水セメント比60%, 目標空気量は $2\pm 1\%$ 、目標スランプは $8\pm 1\text{cm}$ とした。示方配合を表-1に示す。

打設後24時間で脱型を行い、7日間水中養生を行った。スケーリング試験は、ASTM C 672に準じ3%のNaCl溶液を用いて、温度条件を $+20^\circ\text{C}$ から -20°C を1日1サイクルとし、5サイクルごとに測定を行い、目標スケーリング量 1kg/m^2 に達するまでスケーリング試験を行った。かぶり30mmの供試体に関しては、塩化物イオンの浸透が付着強度に与える影響を検討するため、水を張った供試体も用意し、NaCl溶液を用いた供試体と同じサイクル数凍結融解を行った。

付着強度試験は、JSCE-G503と「引抜き試験による鉄筋とコンクリートの付着強度試験方法」に準じて行った。載荷開始から、すべり量が $0.002D$ に達した時の付着応力を、式(1)により算出した。

$$\tau = \frac{P}{4\pi D^2} \times \alpha \quad \text{式(1)}$$

τ : 付着応力度 (N/mm^2) D : 鉄筋の直径 (mm)

P : 引張荷重 (N) α : 補正係数 $\alpha=30/f'_c$

表-1 示方配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)				$f'_c=$ (N/mm^2)
		W	C	S	G	
60	42	170	283	761	1070	24.5

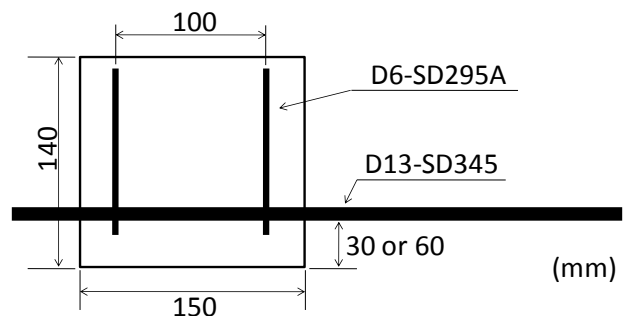


図-1 供試体

キーワード : RC, 複合劣化, 凍結融解, 付着強度

連絡先 : 青森県八戸市妙字大開 88-1 Tel & Fax :0178-25-8076

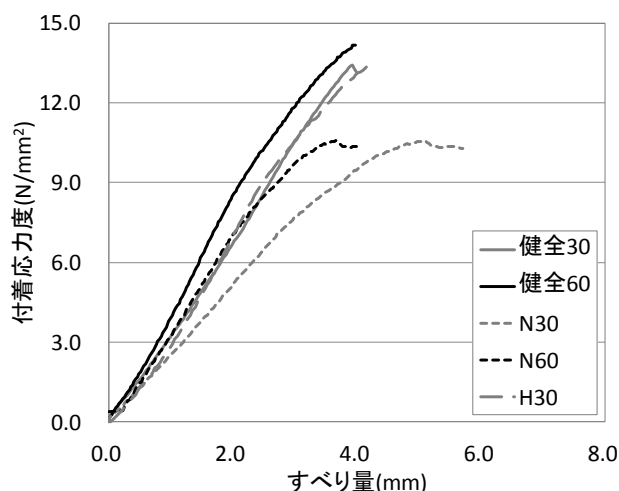


図-2 付着強度試験結果(すべり量-付着応力度)

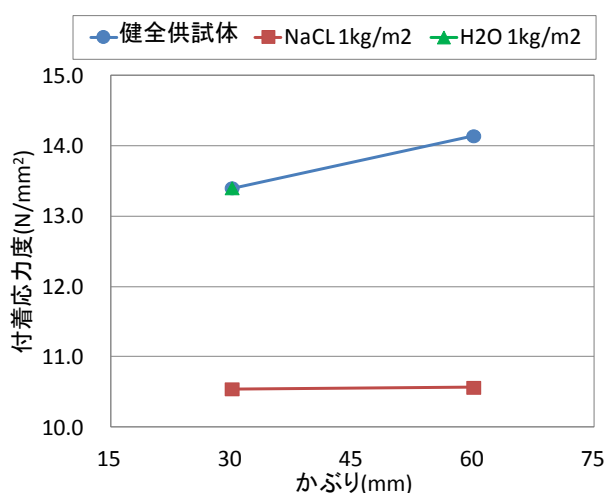


図-3 付着強度試験結果(かぶり-付着応力度)

3. 実験結果

1) スケーリング試験結果

かぶり 30mm, 60mm の供試体いずれも、凍結融解 30 サイクルでスケーリング量 1kg/m^2 に達した。かぶり 30mm で水を張った供試体は凍結融解 30 サイクル経過してもスケーリングは見られなかったが、NaCl 溶液を用いた供試体と試験開始を統一するため、同時に取り出した。

2) 付着強度試験

付着強度試験結果を図-2, 図-3 に示す。また、すべり量 0.002D における付着強度と各最大付着強度を表-2 に示す。付着強度試験結果より、健全供試体の 30mm と 60mm で比較すると、かぶり 30mm の供試体の方が、最大付着応力が低くなる事が確認された。

凍結融解を受けたコンクリートは健全な供試体に比べ最大付着応力が低下し、すべり量に大きな差が

表-2 最大付着応力度

	付着応力度(N/mm^2)		スケーリング量 (kg/m^2)
	0.002D	最大付着応力度	
健全 30mm	0.25	13.40	
健全 60mm	0.26	14.14	
NaCl 30mm	0.18	10.54	1.103
NaCl 60mm	0.22	10.56	1.006
H ₂ O 30mm	0.24	13.32	0

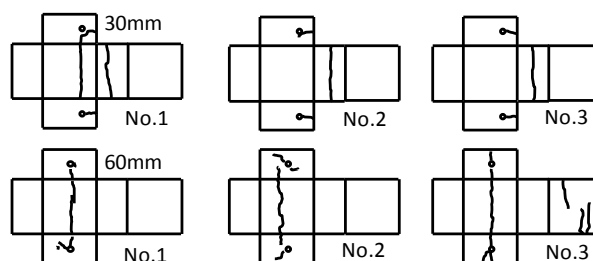


図-3 ひび割れ図

見られた。凍結融解を受けたコンクリートのかぶりの違いに着目すると最大付着強度の差は、ほとんど見られなかったが、すべり量に差が見られた。水を張った供試体に関しては、かぶり 30mm の健全供試体とほぼ同じ結果になった。

また、スケーリングが 1kg/m^2 発生した供試体について、引張試験時のひび割れ図を図-3 に示す。破壊時のひび割れは、30mm と 60mm の供試体でそれぞれ違う傾向が見られた。30mm の供試体では上面にひびが入り破壊した。一方、かぶり 60mm の供試体では側面にひび割れが見られた。

4. まとめ

かぶりの深さが付着強度に与える影響は、健全供試体ではかぶり 30mm の方が、付着応力が低くなった。凍結融解を受けた供試体では、かぶりの違いによる付着応力の差は見られなかった。すべり量に関しては、健全供試体では差は小さかったが、凍結融解を受けた供試体では、大きく差が出た。要因として、スケーリング劣化を受け微細ひび割れが供試体内に入り、付着応力が低い場合でも、かぶりが小さい方が、すべり量が大きくなったと考えられる。

ひび割れ発生個所については、鉄筋から外側までの距離が短い部分に発生するのでないかと考えられ、そのため、かぶり 30mm では鉄筋から上面までの距離が短い為に発生したと考えられる。