

凍結融解を受けた鉄筋コンクリートの付着強度特性

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 市川 達朗  
 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  
 八戸工業大学 正会員 月永 洋一

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。特に凍害によるかぶりコンクリートの劣化が、鉄筋の付着を低下させ、構造性能に影響を及ぼす事が懸念されるが、凍結融解作用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のが現状である。

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<sup>3</sup>)、細骨材として石灰岩砕砂(密度 2.69 g/cm<sup>3</sup>,F.M.2.87,吸水率0.53%)、粗骨材として石灰岩砕石(密度2.70 g/cm<sup>3</sup>,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<sub>cd</sub>'=25N/mm<sup>2</sup>程度とし、配合は水セメント比60%、目標空気量は2±1%、目標スランプは8±1cmとした。示方配合を表-1に示す。

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℃から-20℃を1日1サイクルとし、5サイクルごとに測定を行い、凍結融解30サイクルと60サイクル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、水を用いて実験を行う供試体も用意し、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」を元に、本実験に用いた供試体に合わせた計算式に修正し載荷開始から、すべり量が0.002Dに達した時の付着応力と最大付着応力を、式(1)により算出した。

$$\tau = \frac{P}{150\pi D} \times \alpha \quad \text{式(1)}$$

τ : 付着応力(N/mm<sup>2</sup>)    D : 鉄筋の直径(mm)  
 P : 引張荷重(N)    α : 補正係数    α=30/f'。

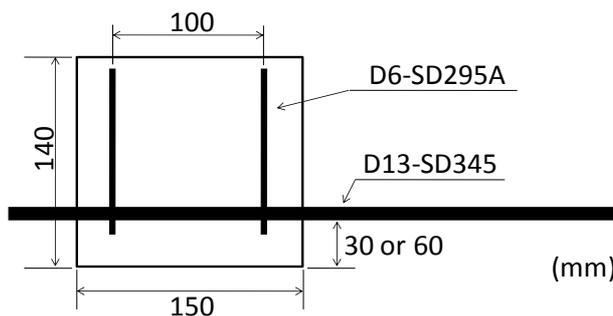


図-1 供試体概要図

表-1 示方配合

Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )			
			W	C	S	G
20	60	42	170	283	761	1070

キーワード：凍結融解, RC, 付着強度

連絡先：青森県八戸市妙字大開 88-1 八戸工業大学 環境建設工学棟 Tel & Fax :0178-25-8076

表-2 付着応力度 スケーリング量

ID (試験溶液-かぶり厚さ)	付着応力度(N/mm <sup>2</sup> )		スケーリング量 (kg/m <sup>2</sup> )
	0.002D	最大付着応力度	
健全 60mm	0.605	7.389	
健全 30mm	0.261	7.158	
NaCl 30s 60mm	0.055	5.566	1.103
NaCl 30s 30mm	0.027	4.978	1.006
H <sub>2</sub> O 30s 30mm	0.047	5.312	無し
NaCl 60s 60mm	0.063	4.337	2.488
NaCl 60s 30mm	0.036	4.203	2.364
H <sub>2</sub> O 60s 30mm	0.047	4.388	無し

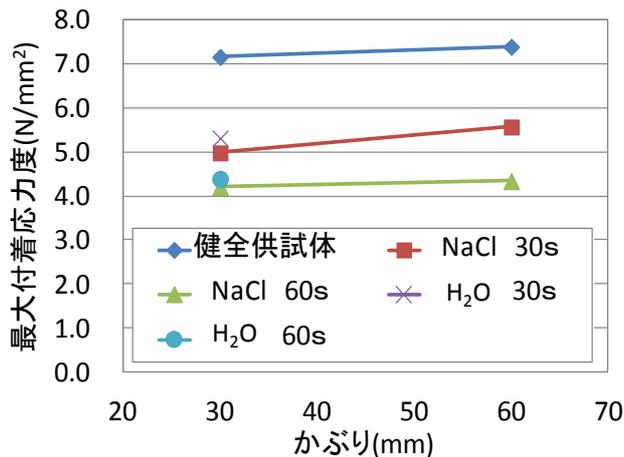


図-2 最大付着応力度

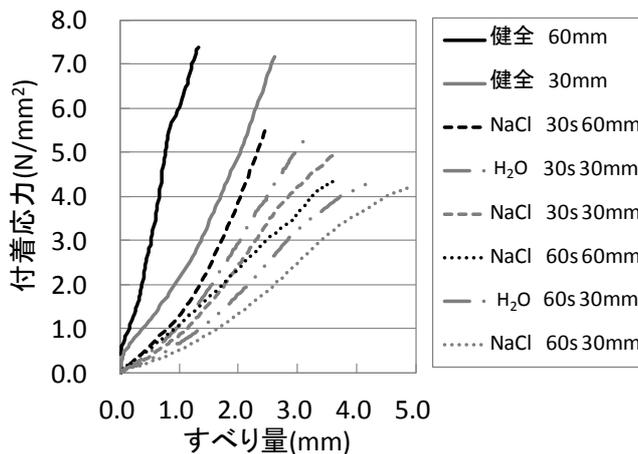


図-3 付着応力度(すべり量-付着応力)

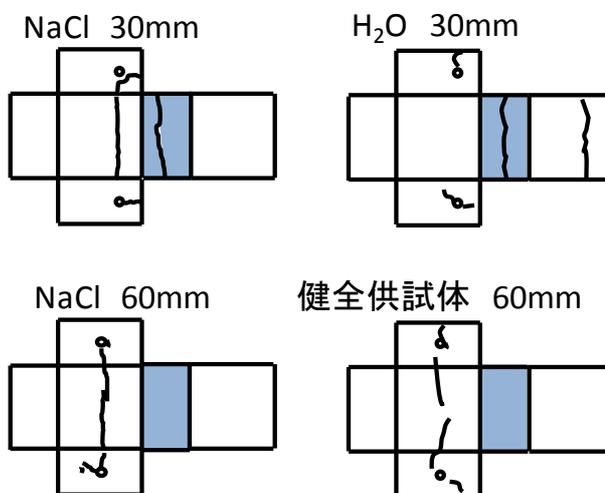


図-4 ひび割れ概要図

3. 実験結果

1) スケーリング試験結果

凍結融解 30 サイクル, 60 サイクル終了時のスケーリング量を表-2 に示す. かぶりの違いによるスケーリング量の差はほとんど見られなかった.

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 における付着応力と各最大付着応力度を表-2 に示す. まず健全供試体と凍結融解を受けた供試体の最大付着応力度を比較してみると, 凍結融解作用により, 付着応力が低下する事が確認された. 更に, 凍結融解作用を多く受ける事によって, 少ない供試体より, 付着応力が低下する事が確認された. どちらもかぶりの違いによる差は, ほとんど見られなかった. また, 溶液に水を用いた場合も同様の結果が得られた. 原因として表層劣化だけでなく供試体内部が劣化し, 付着応力に影響したと考えられる.

すべり量に関しては, 凍結融解作用によりすべり量が増大し, 更にかぶり 30mm の方が大きくなる事が確認された. かぶりの小さい方が, 供試体内部の

微細ひび割れが影響し, すべり量が増加したと考えられる.

ひび割れ概要図を図-4 に示す. 破壊時のひび割れの傾向として, かぶり 30mm の供試体では上面にひび割れが入り, かぶり 60mm の供試体では側面にひび割れが現れる傾向が見られた.

4. まとめ

凍結融解を受けたコンクリートの付着特性について, 本実験結果より以下の事が言える.

1) スケーリングの有無や, かぶりの違いによらず, 凍結融解作用を受ける事により, 付着応力が 13~17%低下する事が確認された.

2) すべり量はかぶり 30mm の供試体は, かぶり 60mm の供試体と比較して, すべり量が大きい事が確認された. これは凍結融解作用の回数に関係なく同様の傾向が見られた.