

コンクリートの凍害劣化に及ぼす鉄筋拘束の影響に関する研究

正会員 ○原田彩加*1
同 濱 幸雄*2

凍害 鉄筋拘束 凍結融解試験
RILEM CIF 試験 高強度コンクリート

1. はじめに

コンクリートの凍害劣化は膨張による劣化であると言われている。一方、実構造物である RC 部材では補強鉄筋がコンクリートの乾燥収縮を拘束しひび割れを防止する役割を持っており、膨張が基本である凍害劣化に対しても補強鉄筋の拘束の影響が考えられるが、鉄筋で拘束したコンクリート供試体の耐凍害性に関する研究はこれまでほとんど行われていない。

本研究では、RC 部材を想定して、コンクリートの凍害劣化に及ぼす鉄筋拘束の影響を把握することを目的としている。

2. 実験計画および方法

表 1 に実験計画を示す。水セメント比は 35%、55%の 2 水準とし、鉄筋の拘束方法による違いを見るため無筋、主筋 1 本、主筋 4 本あばら筋有りの 3 水準の供試体を作製した。主筋 1 本は D16 の異形棒鋼を、主筋 4 本あばら筋有は主筋に $\phi 6$ の丸鋼、あばら筋に $\phi 1.2$ の針金を使用した。図 1 に供試体詳細図を示す。セメントは普通ポルトランドセメント($\rho=3.16\text{g/cm}^3$)、細骨材は登別産陸砂(表乾密度= 2.69g/cm^3 , 粗粒率= 2.70 , 吸水率= 1.52%)、粗骨材は敷生川水系安山岩砕石(表乾密度= 2.67g/cm^3 , 粗粒率= 6.64 , 吸水率= 1.83%)を使用した。化学混和剤として、ポリカルボン酸エーテル系高性能 AE 減水剤標準形の低空気連行タイプを使用した。表 2 にコンクリートの調合表を、表 3 に練り上がり性状を示す。4 週水中養生後、乾燥条件を 20°C と 50°C の 2 水準に設定し、乾燥 5 日水中 2 日の繰返しを 4 サイクル行った(以下、乾湿繰返しとする)。なお、既往の研究¹⁾により、水セメント比 55%の供試体で、 50°C 4 週乾湿繰返しを行うと、凍結融解試験の初期において著しく劣化が進行すると推測されるため、本実験では扱わないものとした。

コンクリートの耐凍害性を評価するために、RILEM CIF 法と、JIS A 1148A 法(水中凍結融解試験)に準じた凍結融解試験を行った。RILEM CIF 法では、 20°C 、60%RH の恒温室中で 7 日間の下面吸水を行った後、試験は最高温度 $+20^\circ\text{C}$ (1 時間保持)、最低温度 -20°C (3 時間保持)、温度勾配 $\pm 10\text{K/h}$ で 1 日 2 サイクルの下面吸水状態の一面凍結融解を 100 サイクルまで繰返し、相対動弾性係数を測定した。JIS A 1148A 法では、 -18°C から $+5^\circ\text{C}$ で 1 日 7 サイクルの凍結融解を 300 サイクル繰返し、質量減少率、長さ変化、相対動弾性係数を測定した。

表1 実験計画表

供試体記号	w/c(%)	鉄筋	養生条件
35A5	35	—	4週水中 50℃乾湿
35B5		主筋1本	
35C5		主筋4本+あばら筋	4週水中 20℃乾湿
35A2		—	
35B2		主筋1本	
35C2	主筋4本+あばら筋	4週水中 20℃乾湿	
55A2	—		
55B2	主筋1本		
55C2	主筋4本+あばら筋		

※それぞれの凍結融解試験において、供試体は2本ずつ作製する

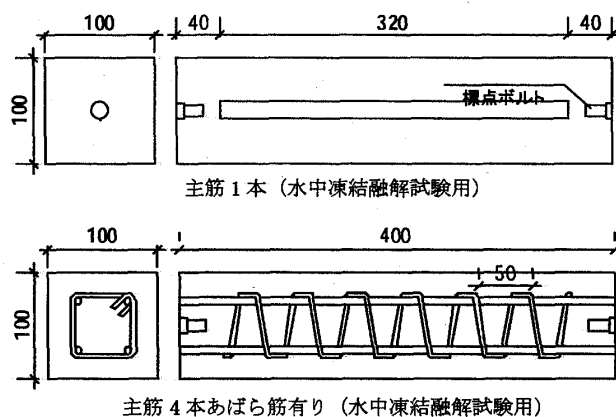


図1 供試体詳細図

表2 調合表

w/c (%)	スランプ (cm)	Air (%)	s/a (%)	単位水量 (kg/m ³)	絶対容積(1/m ³)			混和剤 [C×wt(%)]
					セメント	細骨材	粗骨材	
35	21	2.0	44.2	175	159	286	361	0.80
55	18	1.0	46.8	187	108	325	370	—

※高性能AE減水剤は原液で使用

表3 練り上がり性状

w/c (%)	スランプ (cm)	Air (%)	単位容積質量 (kg/m ³)	練温 (°C)	フロー (mm)
35	23.5	1.6	3411	22.4	420×382
55	18.4	1.8	3389	20.9	—

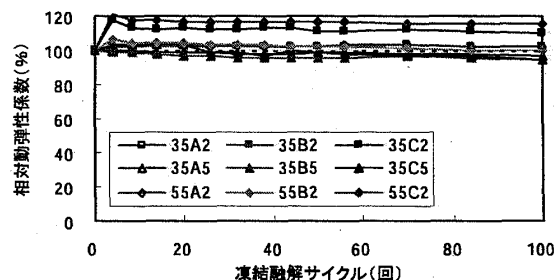


図2 RILEM CIF 試験中の相対動弾性係数の変化

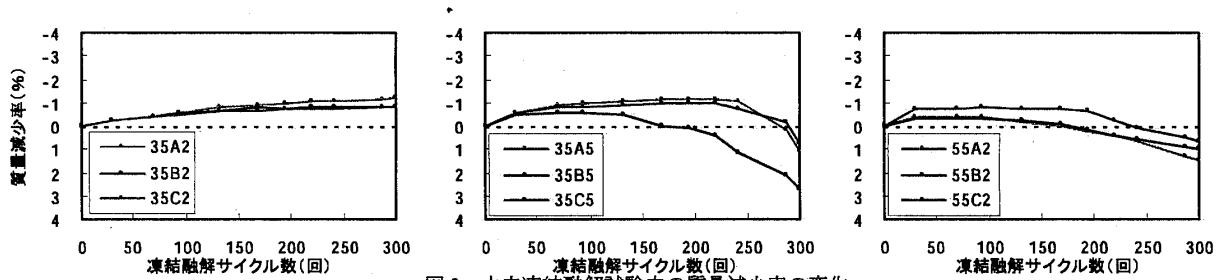


図3 水中凍結融解試験中の質量減少率の変化

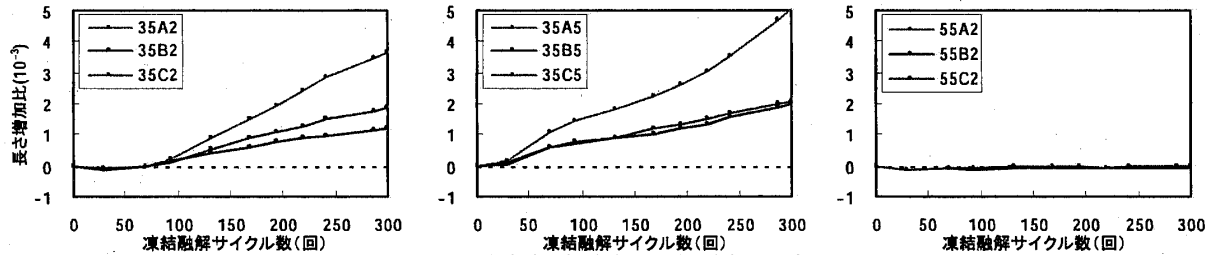


図4 水中凍結融解試験中の長さ増加比の変化

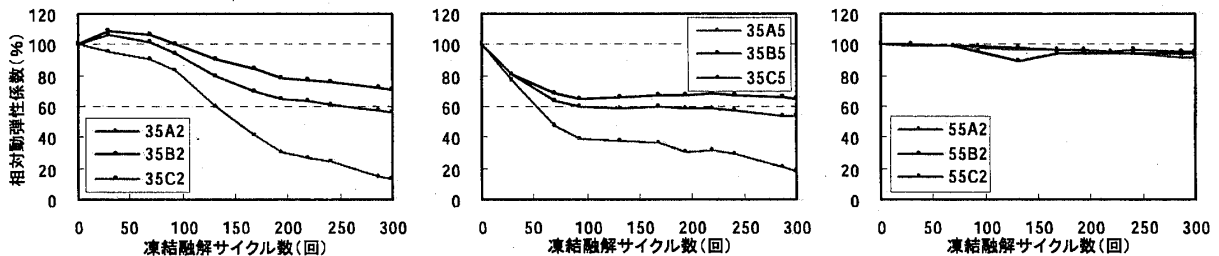


図5 水中凍結融解試験中の相対動弾性係数の変化

3. 実験結果および考察

図2にRILEM CIF試験での相対動弾性係数の変化を示す。RILEM CIF試験では全ての供試体において劣化がみられず、鉄筋拘束による差は確認できなかった。

図3に水中凍結融解試験での質量減少率の変化を示す。水セメント比35%20℃乾湿繰返しの供試体は、スケーリング劣化が少なく、吸水による質量増加がみられた。また、水セメント比35%50℃乾湿繰返しの供試体は、剥離の増加がみられスケーリング劣化が進行していた。

図4に水中凍結融解試験での長さ増加比の変化を示す。水セメント比35%の供試体は、主筋1本、主筋4本あばら筋有、無筋の順で長さが増加している。

図5に水中凍結融解試験中の相対動弾性係数の変化を示す。水セメント比35%の供試体は、主筋1本、主筋4本あばら筋有、無筋の順で低下した。水セメント比55%の供試体は、拘束方法による差がみられなかった。

図6に水中凍結融解試験中の長さ増加比と相対動弾性係数の関係を示す。水セメント比35%の供試体は、鉄筋の拘束によって膨張及び凍害劣化が抑制され、その効果は主筋1本の方がより顕著であった。水セメント比55%の供試体は、鉄筋拘束による差がみられなかった。

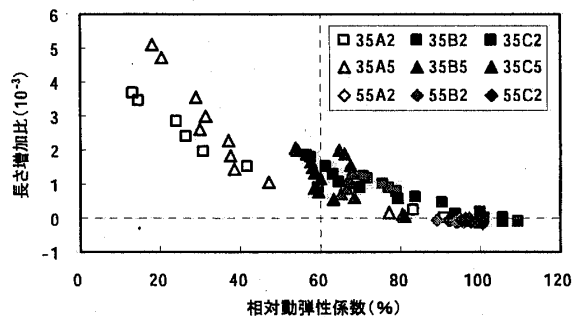


図6 水中凍結融解試験中の長さ増加比と相対動弾性係数の関係

4. 結論

本研究では、コンクリートの凍害劣化に及ぼす鉄筋拘束の影響について検討した。その結果、高温の乾湿繰返しを受けた高強度コンクリートの耐凍害性は低下するが、鉄筋拘束の影響により劣化が抑制されることが明らかとなった。

【参考文献】

- 1) 小林 和寛, 佐藤 光: コンクリートのひび割れおよび凍害劣化挙動に及ぼす乾燥条件の影響, 室蘭工業大学卒業論文, 2004

【謝辞】

本実験を行うにあたり、室蘭工業大学卒論生の川嶋隆介氏(現 株式会社間組)に多大なご協力を頂きました。記して感謝の意を表します。

*1 室蘭工業大学大学院

*2 室蘭工業大学 助教授・博士 (工学)

*1 Graduate School, Muroran Institute of Technology

*2 Assoc.Prof., Muroran Institute of Technology, Dr.Eng