

高濃度の塩分を含有するコンクリートの耐凍害性に関する検討

(財) Fukushima市町村建設支援機構 正会員 ○大越 雅城
(財) Fukushima市町村建設支援機構 正会員 長谷川雅宏
日本大学工学部 正会員 子田 康弘
日本大学工学部 正会員 岩城 一郎

1. はじめに

スパイクタイヤの使用規制後、積雪寒冷地におけるコンクリート道路橋では、融雪剤の大量散布による塩害や凍害等の複合劣化が顕在化する恐れがある。昨年度、融雪剤の影響を受けて劣化し解体に至った、実PC橋の劣化度診断および、その後の調査で、1) 高濃度の塩化物イオンが含まれた状態で凍結融解作用を受けた、2) コンクリートの空気量が極めて少なかった、3) 蒸気養生に起因する微細ひび割れが凍害に影響を及ぼしたことが示唆された。そこで本研究では、これらの影響を実験的に検証することを目的に、高濃度の塩分を含有した実PC橋仕様（以下、対象橋仕様）供試体と比較用供試体を作製し、凍結融解試験を実施することにより、これらの耐凍害性を比較検討した。

表-1 実験条件

	設計基準強度		エンタレイト・エア		内在塩		養生	
	40N/mm ²	30N/mm ²	有	無	有	無	蒸気	水中
対象橋仕様	○			○	○		○	
Non-AE+内在塩	○			○	○			○
Non-AE	○			○		○		○
内在塩	○		○		○			○
PC仕様	○		○			○		○
RC仕様		○	○			○		○

2. 実験概要

表-1に実験条件を示す。実験条件を6条件とし、対象橋仕様は、W/C=40 %、Non-AEコンクリートとし、蒸気養生を行った。この仕様の耐

表-2 コンクリートの配合表とフレッシュ性状

	Gmax (mm)	スラン プ(cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)								フレッシュ性状	
						W	C	S	G	AE	空気 連行剤	SP	塩化物	スラン プ (cm)	空気量 (%)
対象橋仕様	20	8.0	40	1.5	48	175	438	816	937	—	—	26.3	5.0	7.0	1.9
Non-AE+内在塩		10.0												8.0	2.0
Non-AE		8.0												—	7.0
内在塩		12.0	50	4.5		175	350	854	950	6.13	0.077	—	5.0	10.0	5.0
PC仕様								851	978	4.90	—		—	13.0	4.8
RC仕様														11.5	5.3

凍害性を検証するため、水セメント比を同じにし、蒸気養生と内在塩の影響を検討するNon-AEコンクリート供試体を作製した（以下、Non-AE+内在塩、Non-AE）。また、内在塩の影響を検討するAEコンクリート供試体（以下、内在塩）、および基準となる設計基準強度30N/mm²と40N/mm²のAEコンクリート供試体を作製した（以下、RC仕様、PC仕様）。表-2は、コンクリートの配合表であり、表中にはフレッシュ性状を併せて示す。なお、内在塩化物は、コンクリート製造時にコンクリートに対し外割で5kg/m³の塩化ナトリウムを添加した。凍結融解試験と供試体形状(100mm×100mm×400mm)は、JIS A 1148に準拠し、試験溶液には融雪材を模擬した3%NaCl水溶液を用い、材齢28日から試験を開始した。凍結融解サイクルは、供試体の内部温度で+5℃～-18℃の温度履歴を約4時間/サイクルでかけ、300サイクルまで行った。測定項目は、規定凍結融解サイクル終了後の相対動弾性係数と質量減少率である。

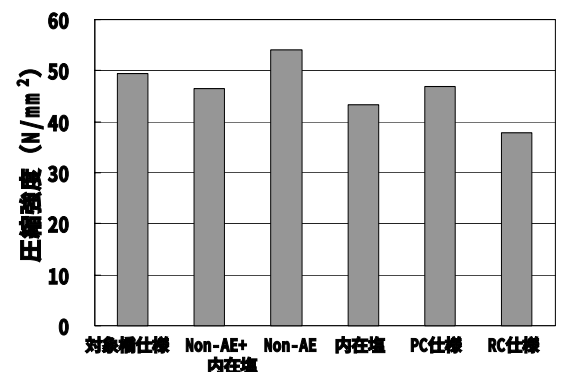


図-1 圧縮強度試験結果

キーワード 融雪剤、凍害、凍結融解試験

連絡先 〒963-8041 福島県郡山市富田町字登戸13-1 試験審査所 TEL024-934-8700

3. 実験結果および考察

図-1に各供試体の材齢28日における圧縮強度試験結果を示す。各供試体の圧縮強度は、目標とした設計基準強度を満足する結果であった。図-2に質量減少率と凍結融解サイクル数の関係を示す。AEコンクリートの場合、同一サイクルにおける質量減少率は、PC仕様、RC仕様、内在塩の順に大きくなる傾向であった。Non-AEコンクリートの場合、少ない空気量の影響でAEコンクリートよりも質量減少率が明らかに増加していた。特に、Non-AE+内在塩では102サイクル目より質量減少率が急増し、対象橋仕様は34サイクル時点でコンクリートが崩壊するという著しい凍結融解抵抗性の低下を示した。これより、AE、Non-AEコンクリートともに内在塩の有無が結果に影響を及ぼしたと考えられる。図-3に、相対動弾性係数の測定結果を示す。AEコンクリートでは、内在塩の有無による影響を多少受けているが、相対動弾性係数の著しい低下は見られなかった。これに対し、Non-AEコンクリートは、Non-AEに塩分を含有したNon-AE+内在塩、さらに蒸気養生を行った対象橋仕様となるにつれて、相対動弾性係数の低下傾向が著しかった。

このように、空気量が少ない場合や蒸気養生の条件によっては、コンクリートの耐凍害性が劣るということは明らかである。さらに、これらに高濃度の塩分が含有されると凍結融解抵抗性の明ら

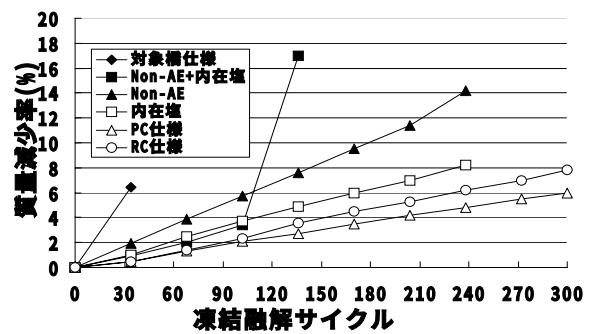


図-2 質量減少率

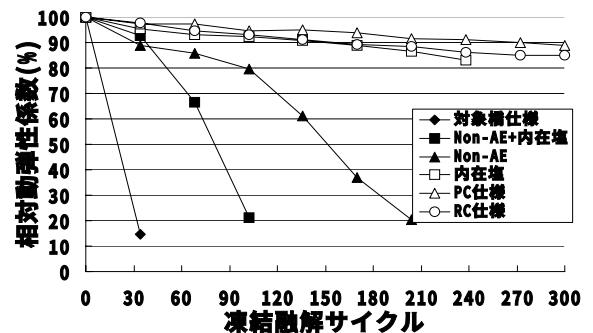


図-3 相対動弾性係数



(a) PC仕様



(b) 対象橋仕様



(c) Non-AE+内在塩

写真-1 試験後の供試体の状態

かな低下要因になることが示された。写真-1は、PC仕様、対象橋仕様、およびNon-AE+内在塩の凍結融解試験終了後の状態である。PC仕様は、凍害劣化を殆ど受けていないのに対し、対象橋仕様は、原形が分からない程崩壊していた。Non-AE+内在塩についても一部の崩壊が認められ、それ以外の部分も崩壊寸前の状態であり、この崩壊過程は対象橋仕様に類似していた。このことにより、対象橋は蒸気養生を行った空気量の極めて低いコンクリートであったことから耐凍害性に対するポテンシャルが元々低く、これに加え融雪剤による高濃度の塩分を内在する状態で凍結融解作用を受けたことにより、著しい劣化を受けたものと考察された。

4. まとめ

本研究より、高濃度の塩分を含有する空気量の少ないコンクリートでは、耐凍害性が著しく低下することを明らかにした。また、その傾向は蒸気養生を行った場合より顕著に現れた。この現象は積雪寒冷地におけるRC床版の砂利化の現象と酷似しており、今後はRC床版の砂利化の機構解明と合わせて検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 山田瞬, 子田康弘, 岩城一郎(2010): 融雪剤の影響を受けて劣化した実PC橋の劣化度診断, 土木学会第65回年次学術講演会, pp.375-376.
- 2) 土木学会(2008): 2007年制定コンクリート標準示方書, JIS A 1148:2001, pp.453-456.