

凍結防止剤散布下における道路橋プレキャスト PC 床版の 耐久性向上に関する実験的検討

日本大学 学生会員 ○功刀 裕貴 (株)NIPPO 正会員 前島 拓
日本大学 正会員 子田 康弘 日本大学 フェロー 岩城 一郎

1. はじめに

近年、東北地方の積雪寒冷地域における道路橋コンクリート床版は、各種材料劣化と疲労による複合劣化が顕在化し、プレキャスト PC 床版への更新を余儀なくされている。また、既設プレキャスト PC 床版については、床版間を埋める現場打ちコンクリート部(以下、間詰部)で損傷する事例が多く、間詰部についても高耐久化が求められる。そこで本研究では、間詰部を含めたプレキャスト PC 床版の高耐久化を目的とし、1)プレキャスト PC 床版にフライアッシュを使用したケース(シリーズ I)、2)プレキャスト PC 床版間の間詰部にフライアッシュを使用したケース(シリーズ II)、3)間詰部に繊維補強コンクリートを使用するケース(シリーズ III)を想定し、凍結防止剤散布下における凍害や塩害に対する抵抗性に関する実験的検討を行った。

2. 実験概要

表-1 にコンクリート配合および実験条件を示す。表より、シリーズ I では、使用材料と養生方法を変化させた供試体を用いて2種類の凍結融解試験を行い、耐凍害性を検討した。実験条件は、早強セメント単体の HC、早強セメントにフライアッシュ II 種を混和した FA、早強セメントに強熱減量 1.0%以下の Carbon-free Fly Ash を混和した CfFA という 3 ケースの配合と、養生温度 45℃、60℃、養生方法を気中(A)、封緘(S)という養生条件を組み合わせた計 6 ケースである(表-2)。シリーズ II では、間詰コンクリートへのフライアッシュの適用を検討するため、プレキャスト PC 床版間にフライアッシュコンクリートによる間詰部を設けた供試体(図-1)を作製し、40℃の恒温槽内において、供試体上面に 3%NaCl 水溶液を 182 日間湛水させることで、間詰部とプレキャスト PC 床版部における塩分浸透抵抗性について検討した。また、a)一般的な養生方法である湿潤マット養生(アクアマット養生)、b)従来の養生方法よりも水分逸散の抑制が可能な養生シートによる初期養生に加え、初期養生後 1 か月間、養生面を常に一定な湿潤状態で保つことが可能な液体搬送シートによる養生(以下、保水養生)2 種類の養生を実施し、養生方法による塩分浸透抵抗性について検討した。シリーズ III では、空気量(3%および 6%)と繊維の有無(ビニロン(PVA))を組み合わせた計 4 条件について、凍結融解試験を実施することで繊維補強コンクリートの耐凍害性を評価した。なお、シリーズ I およびシリーズ III

表-1 コンクリート配合および実験条件

シリーズ	ID	W/C (%)	W/B (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)										
						W	C	S	FA			混和剤			繊維	
									FA II	CfFA	EX	AD	AE	PVA		
I	HC	36.0	36.0	4.9	42.0	153	425	739	1142	-	-	-	-	-	-	-
	FA	41.2	33.0	6.0	44.0	153	371	729	1035	93	-	-	-	-	-	-
	CfFA	41.2	33.0	6.0	44.0	153	371	726	1035	-	93	-	-	-	-	-
II	間詰部	45.2	36.0	6.0	37.6	168	372	608	1036	75	-	20	-	-	-	-
	既設部	42.0	-	-	39.1	168	400	679	1084	-	-	-	5.20	-	-	-
III	N-3%	60.0	-	3.3	45.0	165	275	856	1074	-	-	-	-	16.5	0.21	-
	N-6%	60.0	-	6.2	45.0	165	275	820	1029	-	-	-	-	16.5	0.97	-
	PVA-3%	60.0	-	3.5	45.0	165	275	856	1074	-	-	-	-	16.5	0.97	13
	PVA-6%	60.0	-	6.1	45.0	165	275	820	1029	-	-	-	-	16.5	2.37	13

表-2 シリーズ II 実験条件

ID	FAの種類		養生温度		養生方法	
	FA	CfFA	45℃	60℃	気中(A)	封緘(S)
HC-45-A	-	-	○	-	○	-
FA-45-A	○	-	○	-	○	-
FA-45-S	○	-	○	-	-	○
FA-60-A	○	-	-	○	○	-
FA-60-S	○	-	-	○	-	○
CfFA-45-A	-	○	○	-	○	-

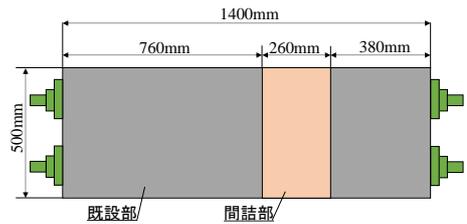
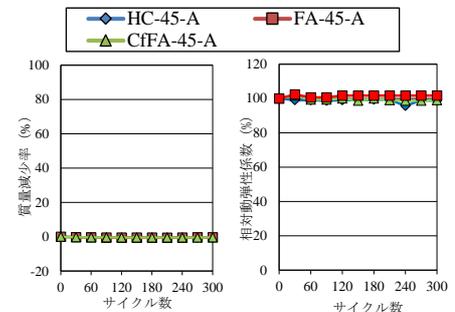
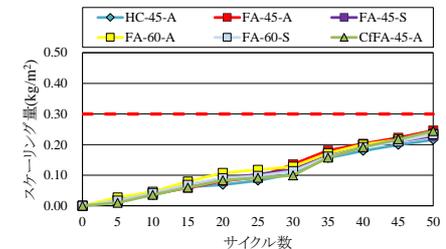


図-1 シリーズ I 供試体形状



(a) 凍結融解試験 I



(b) 凍結融解試験 II

図-2 シリーズ I 試験結果

キーワード 塩害, 凍害, プレキャスト PC 床版

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 日本大学工学部土木工学科 TEL 024-956-8721

における凍結融解試験 I は JIS A 1148, 凍結融解試験 II は ASTM C 672 にそれぞれ準拠し, 試験溶液に 3%NaCl を使用して実施した. また, シリーズ II については, 試験終了後に供試体からコアを採取し, 上面から 15mm まで 3mm 毎に粉末試料を作製し, イオンクロマトグラフ法により塩化物イオン濃度を測定した.

3. 実験結果と考察

図-2 にシリーズ I の結果を示す. 凍結融解試験 I より, いずれの供試体についても 300 サイクル終了時における質量減少率の増加および相対動弾性係数の低下は確認されなかった. また, 凍結融解試験 II についても, フライアッシュの種類および養生方法の違いに関わらずスケーリングの発生は少なく, 50 サイクル終了時でのスケーリング量は全供試体で基準値である 0.3kg/m² 以下であった. 以上のことから, 厳しい凍害環境下においてもフライアッシュを混和したコンクリートは 6%程度の空気量を連行することで, 耐凍害性を確保できることが示された. 図-3 にシリーズ II の結果として, 塩化物イオン濃度分布を示す. 図より, 浸透面から 15mm 付近に着目すると, いずれの養生条件においても既設部よりも間詰部で塩化物イオン濃度が小さく, 間詰部をフライアッシュコンクリートとすることで, プレキャスト PC 床版部以上に塩分浸透が抑制される結果を示した. また, 間詰部ではアクアマット養生よりも保水養生を施した供試体で優れた塩分抵抗性を示した. これは, 従来よりも水分逸散を防ぐ養生方法としたことで, コンクリートの緻密性が向上するとともに, 乾燥収縮によるひび割れが抑制されたためと考えられる. 図-4 にシリーズ III の結果を示す. なお, 図-4 (b) 中の空気量については, コンクリート硬化後にリニアトラバース法で計測した空気量を示している.

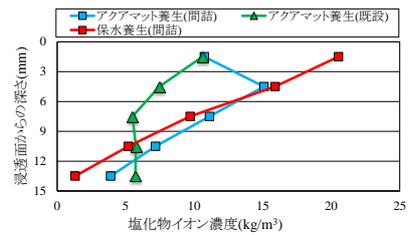
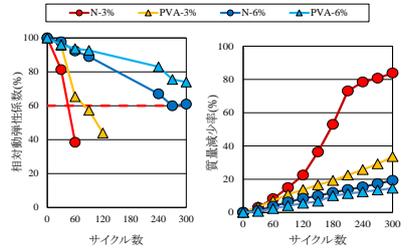
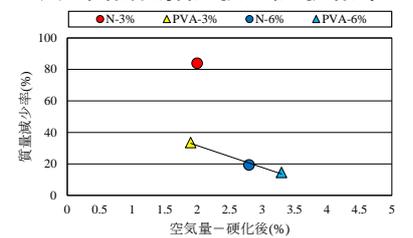


図-3 シリーズ II 実験結果



(a) 凍結融解試験 I 試験結果



(b) 質量減少率-硬化後の空気量

図-4 シリーズ III 試験結果

図-4 (b) 中の空気量については, コンクリート硬化後にリニアトラバース法で計測した空気量を示している. 図より, フレッシュ時の空気量が 6%の条件(N-6%, PVA-6%)では, いずれも質量減少率が 20%以下, 相対動弾性係数が 60%以上と, 繊維の有無および種類によらず, 一定の凍結融解抵抗性を示した. 一方で, 空気量 3%の条件(N-3%, PVA-3%)では, 繊維無しの場合よりも PVA 繊維を混入した供試体で耐凍害性が改善する傾向を示した. これは, 質量減少率と硬化後に計測した空気量の関係(図-4 (b))を見ると明らかであり, 硬化後の空気量が 3%程度含まれる場合では, 繊維の有無によらず空気量の増加に伴い質量減少率が減少するが, コンクリート中の空気量が 2%程度と少ない場合では, 同程度の空気量であっても繊維の有無により質量減少率が大きく異なることが示された. 以上のことから, 間詰部におけるひび割れ抑制効果を目的として繊維補強コンクリートを使用する場合, 耐凍害性に対しても一定の効果を期待できることが明らかになった.

4. まとめ

本研究の範囲内より, プレキャストPC床版へのフライアッシュの使用は, 塩害やアルカリシリカ反応のみならず, 一定の空気量を連行することで凍害に対しても優れた耐久性を示すことが明らかとなった. また, PC床版間の間詰コンクリートについては, フライアッシュコンクリートを適応することで従来のプレキャストPC床版部以上に塩分の浸透を抑制する効果が示された. さらに, 間詰コンクリートに繊維補強コンクリートを使用することにより, 耐凍害性の向上にも寄与することが示された.

謝辞:本研究のうち, シリーズIは(株)ピーエス三菱11社, シリーズIIは(株)IHIインフラ建設, シリーズIIIは(株)クラレとの共同研究によりおこなわれた. ここに記して謝意を表す.

【参考文献】1)前島拓ら(2014):塩害腐食による鉄筋腐食が道路橋 RC 床版の耐疲労性に及ぼす影響, 土木学会論文 E2(材料・コンクリート構造), Vol.70, No.2, pp.208-225