干満帯に暴露したラテックス改質速硬コンクリートの特性

太平洋マテリアル	正会員	○岡田 明也	同	長塩	靖祐
港湾空港技術研究所	正会員	与那嶺 一秀			

1. はじめに

沿岸部におけるコンクリート舗装(以下,舗装)や港湾構 造物の劣化の内で,最も供用への影響が大きいものは,飛 来塩分による塩害である。一般に,劣化した舗装や港湾構 造物を補修または打ち換える際,時間的制限が生じる場合 には,速硬性を有するコンクリートが用いられる。速硬性を 有するコンクリートの性能は,速硬性,即ち時間強度で評 価される場合が多く,耐久性については,普通セメントコン クリートと同等またはそれ以下という報告がある¹⁾。

他方、アメリカや韓国では、高耐久の舗装用コンクリートと して、練混ぜ水の一部をセメント混和用ポリマーディスパー ジョンの一種であるラテックスに置換した、「Latex Modified Concrete」(以下, LMC)が実用化されている。LMC は、コ ンクリート中に形成されるポリマーフィルムによって、普通セ メントコンクリートに比べて、耐凍害性や耐塩害性などの耐 久性に優れている。

このような背景に鑑み,本研究では,塩害を受ける環境 下において舗装や港湾構造物に適用化可能なコンクリート 材料の評価を目的に,LMC に速硬性混和材を混和して 作製した「ラテックス改質速硬コンクリート」(以下,LMFc)に ついて,3年間海洋環境下で暴露試験を実施し,その耐塩 害性について検討している。

2. 試験概要

2.1 使用材料及び供試体の作製

表-1 には使用材料を示す。また,表-2 にはコンクリートの 配合,フレッシュ性状及び速硬性を有するコンクリートにつ いては,材齢 9h における圧縮強度を示す。供試コンクリー トは,JIS A 1138 に従って練り混ぜ,圧縮試験用にφ100× 200mmに,塩化物イオン浸透深さ試験用に寸法100×100× 400mmに成形し, 材齢1dで脱型を行い, その後, 27d水中 (20℃)養生を行って供試体を作製した。なお, 供試体の種 類は, 普通セメントコンクリート(PL)を基本として, 速硬性混 和材を外割添加した速硬コンクリート(Fc), 練混ぜ水 120kg/m³分をラテックスに置換したラテックス改質コンクリー ト(LMc), 更にその LMc に速硬性混和材を外割添加した ラテックス改質速硬コンクリートの(LMFc)の4 種類である。

2.2 暴露試験

養生後の供試体を港湾空港技術研究所内にある干満帯 の条件下にある海水循環水槽に3年間暴露した。循環水 槽内における供試体の浸せき時間は17.2h/1dであった。

2.3 圧縮強度試験

JIS A 1108 に従って, 暴露前(材齢 28d), 暴露 1 及び 3 年において, 暴露供試体の圧縮強度試験を行った。

2.4 塩化物イオン浸透深さ試験

JIS A 1171 に準じて, 暴露 1 及び 3 年の供試体の塩化物 イオン浸透深さを測定した。また, 暴露 3 年の供試体につ いては, 浸透深さ測定面から深さ 10mm ごとに切断して, JIS A 1154 に従って, 全塩化物イオン量を測定した。

3. 試験結果及び考察

図-1 には, 暴露前(材齢 28d), 暴露 1 及び 3 年の圧縮 強度を示す。供試体の種類に関わらず, 暴露期間の増加

表−1	使用材料	斗一覧	

種類	記号	備考
セメント	С	普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm³)
水	W	上水道水
細骨材	S	静岡県産山砂(表乾密度:2.61g/cm ³)
粗骨材	G	茨城県産砕石(表乾密度:2.64g/cm ³)
AE減水剤	Ad	リグニンスルホン酸化合物とポリオールの複合体
速硬性混和材	F	特殊カルシウムアルミネート(密度:2.93g/cm ³)
硬化調整剤	Re.	オキシカルボン酸系粉体
ラテックス	Р	SBR 系(固形分 45%, 平均粒子径 0.2µm)

表−2	コンク	ツー	トの	配合
-----	-----	----	----	----

	$\mathbf{D}/\mathbf{C}(\mathbf{D}/\mathbf{D}^*)$		単位量(kg/m ³)				外割添加(kg/m ³)		フレッシュ性状		9h			
種類	w/С(w/в) (%)	Р/С(Р/Б) (%)	w	Р	С	S	G	Ad	F	W	Re.	空気量	スランプ	E縮強度 (MPa)
												(%)	(CIII)	(1011 a)
PL	51.9	_	174	_				C×0.7%	_			4.3	17.5	-
Fc	51.9(36.4)	_	174		335	335 830 926	0.26	C×0.7%	143	10	3.35	3.6	22.0	26.5
LMc	35.8	16.1	54	120							1.8	525×525**	-	
LMFc	35.8(25.1)	16.1(11.3)	54	120					143		3.35	2.3	21.0	29.6
*: B = C+F. **: スランプフロー(mm)														

キーワード ラテックス改質速硬コンクリート,ラテックス,速硬性混和材,暴露試験

連絡先 〒285-0802 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋マテリアル株式会社 開発研究所 TEL 043-498-3921



に伴って、その圧縮強度は増加する傾向にあり、強度劣化 は認められなかった。また、暴露3年におけるPL及びFc の圧縮強度は、59及び110MPa程度であった。一方、それ らにラテックスを混和したLMc及びLMFcの圧縮強度は、 W/Bが10~15%小さいのにも関わらず、LMcで60MPa、 LMFcにおいては、72MPa程度であり、同等または低い値 を示した。これは、ラテックスの混和により、コンクリート中に 形成されるポリマーフィルムが他の構成相に比べて弾性係 数が低いことに起因するものと考えられる²⁾。

図-2には、暴露1及び3年の供試体の塩化物イオン(以下, CI)浸透深さを示す。暴露3年において、Fc, LMc及びLMFcのCI浸透深さは、PL供試体に比べて小さく、特に、LMFcは1/3以下であった。また、W/Bが同程度であるFcとLMcでは、暴露1及び3年においてLMcの方が若干小さい傾向を示した。FcのCI浸透抑制効果は、速硬性混和材の主成分がカルシウムアルミネートであることから、コンクリート中に含まれるAl₂O₃がPLに比べて多く、CI固定化能力が高いこと及び、結合材量の増加により細孔量が減少しち密な組織構造を形成していることが影響しているものと考えられる。それに比べて、LMcは、コンクリート中に形成されるポリマーフィルムが障壁となり、吸水に対する抵抗性が向上したことに起因しているものと推察される。このように、Fc及びLMcのCI浸透抑制過程は異なるものと考えられる。

図-3 には、暴露 3 年における供試体の表層部からの CI量の分布状況を示す。なお、CI量を求める際に用い た単位容積質量は、表-2 に示す配合から見掛けの単位 容積質量を算出して用いた。また、表-3 には、定量し た CIの深さ方向分布を JSCE-G573 B 付属書 2 に従って、 Fickの拡散方程式により求めた供試体表面の CI量及び見 掛けの拡散係数を示す。

Fcの CI量は, PL に比べて, 供試体表面で若干大き

表-3 表面塩化物イオン量及び見掛けの拡散係数一覧

種類	表面塩化物イオン量 (kg/m ³)	見掛けの拡散係数 (cm ² /year)
PL	10.9	0.957
Fc	11.7	0.492
LMc	6.52	0.379
LMFc	14.6	0.065

く,浸透深さ10mm以降では若干小さい傾向を示した。 それに比べてLMcのCI量は,測定位置にかかわらず, PL及びFcに比べて小さい傾向を示し,供試体表面から 浸透深さ15mmまでの範囲において,PL及びFcのそ れらと比べて1/2程度であった。一方,速硬性混和材と ラテックスを併用したLMFcのCI量は,供試体表面に おいて,計算上全供試体中で最も大きい値を示すが, 浸透深さ10mm以降では,測定位置に関わらず最も小 さく,0.50kg/m³未満と内部へのCI浸透を抑制していた。 これは,速硬性混和材及びラテックスを併用すること により,それぞれ上述したCI浸透抑制効果が発揮され ているためと考えられる。なお,各供試体の見掛けの 拡散係数は,LMFc<LMc<Fc<PLの順に小さく,特に LMFcは0.065cm²/yearであり,PLに比べて1/15程度であ った。

4. 結論

本研究の限りでは、干満帯に 3 年間暴露した速硬性混 和材及びラテックスを併用した LMFc の耐塩害性は、普通 セメントコンクリート、並びに速硬性混和材またはラテックス を単独で混和したコンクリートに比べて、CIの浸透を抑制し ていた。また、見掛けの拡散係数は普通セメントコンクリート に比べて 1/15 程度まで減少した。

参考文献

- 佐藤実果子,山本誠,皆川浩,久田真:寒冷環境下施工における超速 硬セメント系材料の耐久性評価,コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, 2014, pp.1960-1965.
- 2) 我喜屋宗満,齋藤俊克,出村克宣:単位ポリマー量がポリマーセメント モルタルの吸水および強さ性状におよぼす影響,コンクリート工学年次 論文集, Vol.38, No.1, 2016, pp.1521-1526.