

少量添加したラテックスが養生期間に与える影響と屋外暴露における耐久性評価

オリエンタル白石(株) 正会員 ○東 洋輔
金沢工業大学大学院 正会員 片山 太貴
金沢工業大学 正会員 宮里 心一

1. はじめに

現場で施工されるコンクリートは打込み後に湿潤養生を日平均気温に応じた期間において実施すること(以下、初期養生)が求められ、セメント種類に応じた養生期間の確保や養生材の施工などが必要となる。そのため、所定の性能を確保しつつ初期養生期間を短縮し生産性を向上することや別途養生材の施工を必要としない省力化した養生方法などが望まれ、コンクリートへ添加することで養生効果を付与する手法について検討するに至った。養生効果を発揮する材料は、ポリマーセメントコンクリートなどに使用されるラテックスである。これまでの検討では、ラテックス添加量をポリマーセメント比で 0.225%と少量としたときの初期養生効果、耐久性に及ぼす影響を評価しており、材齢初期の養生期間を7日間から3日間へ短縮しても表面透気係数、透水性、電気泳動による塩化物イオン浸透抵抗性が同程度かそれ以上に改善することを確認している¹⁾。本論では、先ずモルタル供試体を用いてラテックスの添加量が耐久性に及ぼす影響を評価した。次に、コンクリート供試体を用いてラテックスを少量添加(ポリマーセメント比 0.225%および 0.45%)し、初期養生期間を変えて初期養生期間の短縮効果や耐久性(透水性、電気泳動による塩化物イオン浸透抵抗性)に及ぼす影響について評価した。さらに、ラテックス成分が紫外線劣化等によって得られる効果に変化がないか検証するため、屋外にて暴露を行い耐候性評価を行った。

2. 実験概要

使用材料を表1に、モルタル配合を表2に、コンクリート配合を表3に示す。全ての評価において普通ポルトランドセメントを使用した。練上がり時のモルタルのフレッシュ性状は、15打モルタルフロー値が 240±20mm、空気量が 5.0%±1.5%となるように AE 減水剤および消泡剤を調整した。ラテックスの添加量は、少量添加の影響を把握するため、ポリマーデイスパーションとしてセメント重量の 0~5% (ポリマーセメント比:0~2.25%) の範囲で添加した。次にコンクリートのフレッシュ性状は、スランプが 12±2.5cm、空気量が 4.5%±1.5%と

なるように混和剤を適宜調整した。ラテックスはポリマーデイスパーションとして 0.5%あるいは 1.0% (ポリマーセメント比で 0.225%あるいは 0.45%) の2水準と無添加の水準を用意した。モルタルおよびコンクリートの製造は 20℃、RH60%環境下で行い、ベースコンクリートを練り混ぜたあとにラテックスを添加した。供試体は打込み後、直ちに封緘養生を行い、20℃環境下で初期養生を行った。初期養生期間は 3 日あるいは 7 日の2種類とし、ラテックスを添加した水準は 3 日のみとした。したがって、実験水準はラテックス添加量および初期養生期間を組み合わせ、4 水準とした(表4)。初期養生後は脱型し試験材齢になるまで 20℃、RH60%で気中養生としたが、透水量を評価する供試体は材齢 91 日から栃木県真岡市の雨水や日光が作用する自然環境下で約 400 日間暴露した。評価項目は、透水量(JIS A 6909 B 法)、塩化物イオンの実効拡散係数(電気泳動法²⁾を参考)とした。

表 1 使用材料

材料名	記号	物性値ほか
普通ポルトランドセメント	N	密度3.16g/cm ³ 、比表面積3280cm ² /g
細骨材	S	桜川市岩瀬産砕砂、表乾密度2.63g/cm ³
粗骨材	G	桜川市岩瀬産砕石、表乾密度2.66g/cm ³
AE減水剤	Ad	リグニルスルホン酸化合物とポリカルボン酸エーテルの複合体
AE剤	AE	アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤
消泡剤	AF	ポリアルキレングリコール誘導体
ラテックス	LX	SBRラテックス、固形分率45%

表 2 モルタル配合

水準名	W/C (%)	S/C	単位量(kg/m ³)			Ad (C×%)	AF (C×%)	LX (C×%)
			W	C	S			
NLX0%-3d	50	2.7	271	542	1414	0.5	—	—
NLX0.25%-3d						0.5	0.016	0.3
NLX0.5%-3d						0.5	0.025	0.5
NLX1.0%-3d						0.5	0.030	1.0
NLX2.5%-3d						0.5	0.035	2.5
NLX5.0%-3d						0.5	0.035	5.0

表 3 コンクリート配合

水準	SL (cm)	Air (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)								
					W	B			S	G	Ad (B×%)	AE (B×%)	LX固形分 (B×%)
						N	H	FA					
N	12.0	4.5	50.0	45.0	165	330	—	—	811	1003	1.10	0.001	—
NLX0.5%											1.00	—	0.225
NLX1.0%											1.00	—	0.450

表 4 実験水準

記号	N3d	N7d	NLX0.5%3d	NLX1.0%3d
ラテックス添加量	0%		0.5%	1.0%
初期養生期間	3日	7日	3日	3日

キーワード ラテックス、養生期間、耐久性、透水量

連絡先 〒321-4367 栃木県真岡市鬼怒ヶ丘5 オリエンタル白石(株)技術研究所 TEL 0285-83-7921

3. 実験結果

モルタル供試体を用いてラテックス添加量を変えた時の透水量の結果(材齢91日)を図1に示す。結果から、ラテックスの添加量が多くなると透水量が低下し、添加量が1.0～5.0%の範囲では概ね同程度で推移した。ラテックスの添加量についてはコスト面も勘案する必要があり、AE減水剤から高性能AE減水剤へ混和剤を変更した程度の価格設定になるよう配慮すると、ラテックスの添加量は0.5～1.0%が適量と判断した。

屋外暴露後の透水量の結果を図2に示す。結果からN7dがN3dよりも低下し、NLX0.5%3dと同程度となり、NLX1.0%3dが一番小さくなった。したがって、ラテックスの添加量を0.5%以上とすると初期養生7日間と同程度以上の性能を保持できると考えられる。さらに、結果を示していないが、暴露材齢約100日においても同様に計測評価しており、材齢の進行によって透水量の値が小さくなっていったため、雨水の作用により水和が進行し、ラテックスによって雨水等による結合材の水和を阻害しないことも確認できた。以上の結果から、屋外にて約400日間の暴露を行った時点では、紫外線等によるラテックス水準への影響は無いと判断される。

材齢28日において電気泳動による試験を行い、求められた塩化物イオンの実効拡散係数の結果を図3に示す。結果からN3dが一番大きく、ラテックス水準は添加量に応じて小さくなり、N7dが一番小さくなった。

4. 考察とまとめ

本論の結果から、ラテックスを添加することで初期養生期間が同じ場合に耐久性を改善し、初期養生期間を7日から3日へ短縮しても同程度の結果を得られた。既往の検討では、長さ変化、透気性、透水性、塩化物イオン浸透性の結果と細孔径分布の結果から、コンクリート表面が乾燥する過程では、細孔空隙中の水分の逸散に伴い被膜状に変質したラテックスが細孔中に残留し水分の逸散が緩慢になり養生効果が発揮され、乾燥以降は、ラテックス被膜が細孔空隙中に残存するため物質移動抵抗性を改善すると考察してきた¹⁾。本論の結果も同様なメカニズムによるところが大きいと考えられる。さらに、屋外暴露の試験から紫外線による劣化も確認されないため、実環境においても十分効果を発揮するものと推察される。上述した内容にラテックスの添加量の影響の結果やコストパフォーマンスを考慮すると、ラテックスの添加量はポリマーセメント比で0.225%あるいは0.45%と設定すれば、初期養生期間を短縮できる、あるいは同じ初期養生期間であれば耐久性を向上することができると考えられる。

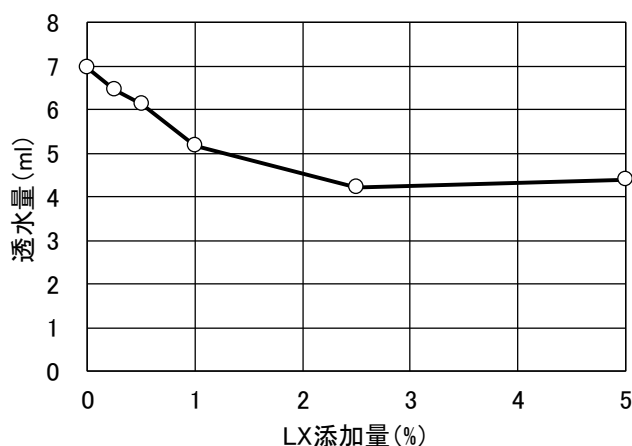


図1 ラテックス添加量の影響と透水量の関係

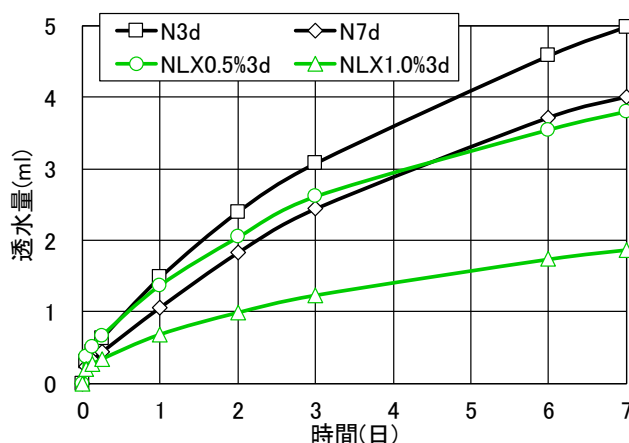


図2 屋外暴露400日後の透水量結果

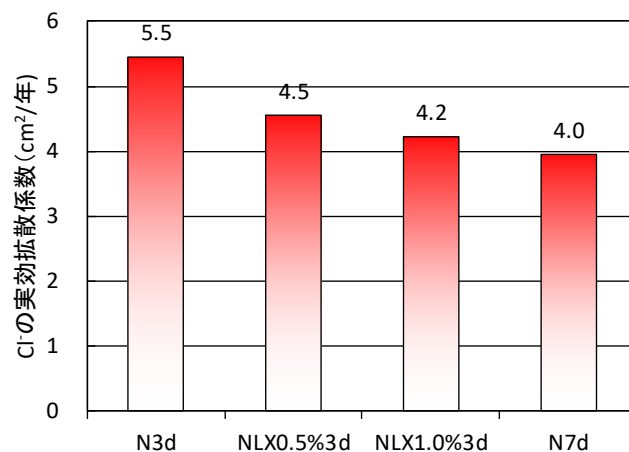


図3 塩化物イオンの実効拡散係数

参考文献

- 1) 東 洋輔ほか:少量添加したラテックスが養生期間および耐久性に与える影響, プレストレストコンクリート工学会第28回シンポジウム論文集, pp.721-726, 2019
- 2) 渡辺 豊ほか:コンクリートの急速塩分浸透性試験による塩化物イオン拡散係数の算定について, コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.1, pp.663-668, 2002