

屋外暴露と促進養生によるコンクリート塗装材料の性能検討

日本道路公団 試験研究所 正会員 吉田 敦
日本道路公団 試験研究所 正会員 浜田 達也
日本道路公団 試験研究所 正会員 本村 均

1. はじめに

コンクリート塗装材料は、これまで構造物の補修によく用いられている。しかし、その耐久性については十分に検討されているとは言えず、ライフサイクルコストの観点からも、補修効果がより長期間維持できる材料の開発が望まれる。当研究所では、塗装メーカーの協力を得て、コンクリート塗装材料の耐久性能について、屋外暴露養生と室内促進養生による検討を平成8年度より実施している。ここでは、屋外暴露2年経過時点における追跡試験結果について報告する。

2. 試験概要

(1) 屋外暴露養生試験

試験に用いたコンクリート塗装仕様を表2.1、試験項目と試験方法を表2.2に示す。それぞれの試験体を作成後、図2.1に示す3箇所での2年間屋外暴露養生した後、回収して試験に供した。

(2) 室内促進養生試験

室内で、短期間にコンクリート塗装材料の耐久性能を検討する手法を確立するため、表2.3に示す室内促進養生を行い、ゼロスパン試験により、屋外暴露養生との相関性を検討した。

3. 屋外暴露養生試験

試験結果を表3.1に示す。屋外暴露の結果、全ての塗膜仕様において、試験項目のいずれかで品質基準値を満足できないことが分かる。

屋外暴露の影響が顕著であったゼロスパン試験の結果について、3つの暴露場毎の平均値と初期値の関係を図3.1に示す。主材にPCM系やアクリルゴム系の材料を用いた膜厚タイプの

表2.1 コンクリート塗装仕様

記号	塗装仕様				膜厚 (μm)
	プライマー	不陸調整材	主材	上塗材	
EU1a	エポキシ	エポキシ	エポキシ	ウレタン	190
EU1b	エポキシ	エポキシ	エポキシ	ウレタン	350
EU2a	エポキシ	エポキシ	エポキシ	ウレタン	190
EU2b	エポキシ	エポキシ	エポキシ	ウレタン	350
EF	エポキシ	エポキシ	エポキシ	フッ素	330
UU	エポキシ	エポキシ	ウレタン	ウレタン	185
UF	エポキシ	エポキシ	ウレタン	フッ素	122
PU	—	PCM※	PCM※	ウレタン	1,120
PA	シリコン	PCM※	PCM※	水性アクリル	1,150
AA	エポキシ	アクリルゴム	アクリルゴム	アクリルウレタン	1,030
SS	エポキシ	PCM	シリコン	シリコン	300

※PCM:ホリマーセメントモルタル

表2.2 試験項目と試験方法

試験項目	試験方法	試験体の仕様	屋外暴露養生試験		室内促進養生試験		
			暴露場	調査時期	促進条件	サイクル	養生期間
外観(張れ・はがれ・割れ・色差・光沢・白堊化)	JIS K 5400:目視観察	(付着力試験と兼用)	東京・北陸・沖縄	2年目・5年目・10年目	—	—	—
劣化要因遮断性	酸素透過阻止性	製科研式フィルム酸素透過率計を用いて測定			—	—	—
	水透過阻止性	JIS R 5400:試験体にローテを取り付け測定			—	—	—
	水蒸気透過性	JIS Z 0208:透湿カップを用いて測定			—	—	—
	塩害性	道路標の塩害対策指針(案)・同解説付録			—	—	—
	中性化阻止性	フェノールフタレイン1%溶液を噴霧			—	—	—
ひび割れ追従性	ゼロスパン	引張試験機を用いて等速度で引張り測定	コンクリートとの一体化		耐アルカリ性	24hr	10・30・60
付着力	建研式試験機で測定	コンクリート			温冷a法	24hr	8・16・32
					温冷b法	24hr	8・16・32



東京都 町田市忠生 温暖 田園地域



新潟県 西頸城郡青海町 海岸・積雪 寒冷地域



沖縄県 名護市許田 亜熱帯・海塩 粒子飛来地域

図2.1 屋外暴露場

表2.3 促進養生条件

サイクル名	サイクル内容	1サイクル	サイクル数	養生日数
耐アルカリ性 JIS A 6909 6.16	コンクリート(アルカリ性)への適用性の検討 水酸化カルシウム飽和水溶液中に浸漬	24hr	10 30 60	10日 30日 60日
温冷a法 JIS A 6909 6.11	温度依存性の検討 浸水 20℃ 18hr → -20℃ 2hr → 20℃ 2hr → 50℃ 2hr	24hr	8 16 32	8日 16日 32日
温冷b法 JIS A 6909 6.11(参考)	温度依存性の検討(低温条件の検討・実環境に近い温度条件-20→-10℃の検討) 浸水 20℃ 18hr → -10℃ 2hr → 20℃ 2hr → 50℃ 2hr	24hr	8 16 32	8日 16日 32日

表3.1 屋外暴露養生試験結果(2年目)

記号	塗装仕様		膜厚 (μm)	外観 変状を認めない	酸素透過阻止性 5.0×10^{-3} mg/cm ² ・day 以下	水透過阻止性 30 ml/m ² ・day 以下※	水蒸気透過性 5.0 mg/cm ² ・day 以下	塩害性 5.0×10^{-3} mg/cm ² ・day 以下	中性化阻止性 中性化深さ 1mm 以下	ゼロスパン 常温 低湿	付着力 N/mm ² 以上
	主材	上塗材									
EU1a	エポキシ	ウレタン	190	○	○	○	○	△	○	△	○
EU1b	エポキシ	ウレタン	350	○	○	○	○	△	○	○	○
EU2a	エポキシ	ウレタン	190	△	○	○	○	○	○	×	○
EU2b	エポキシ	ウレタン	350	△	○	○	○	△	○	○	○
EF	エポキシ	フッ素	330	○	○	○	○	△	○	○	○
UU	ウレタン	ウレタン	185	○	×	○	○	△	○	○	○
UF	ウレタン	フッ素	122	○	○	○	○	△	○	△	○
PU	PCM	ウレタン	1,120	△	○	○	○	○	○	△	○
PA	PCM	水性アクリル	1,150	△	○	○	○	○	○	△	○
AA	アクリルゴム	アクリルウレタン	1,030	△	○	○	○	○	○	○	×
SS	シリコン	シリコン	300	△	○	○	○	○	○	×	○

凡例 ○:すべて、またはほとんどの曝露場で材料規格を満足する。△:一部の曝露場で材料規格を満足しない。

×:すべて、またはほとんどの曝露場で材料規格を満足しない。

※:凍害対策用に用いる場合の基準値(案)

キーワード:コンクリート塗装 試験 耐久性 促進養生 暴露養生

連絡先:東京都町田市忠生1-4-1・TEL(042)791-1621・FAX(042)792-8650

[PU]・[PA]・[AA]は、伸びの値が大きく低下した。一方、エポキシやウレタン系材料を主材とするものは、屋外暴露の影響がほとんど見られず、厚膜タイプの[EU1b]・[EU2b]では、伸びの値が初期値(室内における標準試験時)より大きくなった。外観調査の結果、全ての塗膜仕様で光沢度の減少が見られ、暴露養生により塗膜は劣化していると考えられるが、塗膜仕様によっては、ゼロスパン試験による伸び値にその影響が表れないことが分かる。

4. 室内促進養生試験

(1) 試験結果

「耐アルカリ性」・「温冷繰返し a 法・b 法」による促進養生後の試験結果を図 3.2 に示す。[EU2a]・[EU2b]等、促進養生後に塗膜の伸びが増加している。今回実施した促進養生が、塗装仕様によっては劣化促進にならず、塗膜の養生に良い条件となっている可能性がある。

図 3.3 に「温冷 a 法・b 法」の相関(相関係数 0.92)を示す。低温側温度の違いによる影響は小さく、-10℃でも相当厳しい環境である。「温冷 b 法」は、JIS に定められた「温冷 a 法」の代替が可能な促進養生条件と言える。

(2) 屋外暴露養生と室内促進養生の相関性

ゼロスパン試験における、暴露養生後と促進養生後の相関について図 3.4 に示す。ここで、屋外暴露養生後については各塗膜仕様毎に、3つの暴露場の伸び値を平均して表した。暴露養生後と促進養生後の伸び値は相関性が良く、屋外暴露 2 年目の伸び値は、今回実施した室内促進養生条件で再現可能であることが分かる。ただし、塗膜仕様により、促進養生条件が必ずしも劣化促進になっていないことがあるので、その適用には留意が必要である。

5. まとめ

2 年間の屋外暴露養生により、いずれの塗膜仕様でも基準値を満足できない試験項目が有り、塗膜の劣化が進行していることが分かる。また、ゼロスパン試験において、暴露養生後の伸びと促進養生後の伸びは相関を有することから、塗膜仕様に留意することが前提であるが、室内試験により屋外暴露におけるひび割れ追従性の確認が可能であることも分かった。

6. おわりに

今後、3 年後(5 年目)、8 年後(10 年後)に予定される追跡調査により、試験体に対する暴露環境の影響が大きくなり、試験値にも反映されると推察される。引き続き、室内における合理的な促進養生方法の確立を視野に入れ、コンクリート塗装材料の耐久性について検討を行い、JHにおける要領等の見直しに反映させていく予定である。

【参考文献】

- 1) 吉田敦, 本村均, 浜田達也, コンクリート構造物の保全に用いる塗装材料の性能検討, 第 27 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, (2000-3)
- 2) 日本道路公団, 日本道路公団構造物施工管理要領, 3 保全編, 3-9 コンクリート塗装材, (1999)

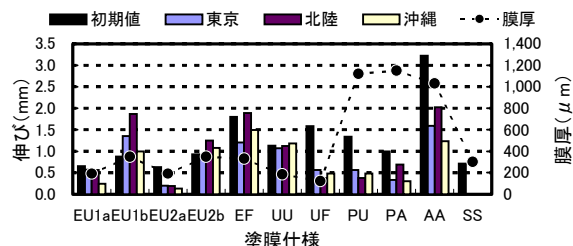


図3.1 ゼロスパン試験(試験温度20℃)

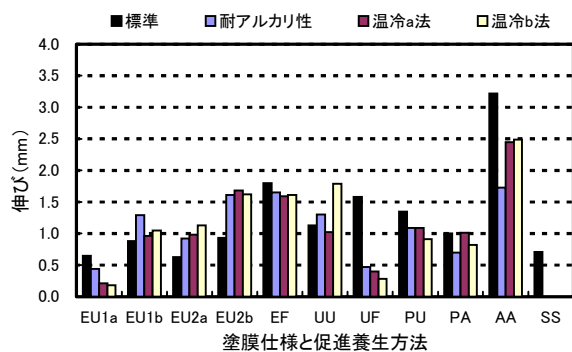


図3.2 促進養生方法とゼロスパン

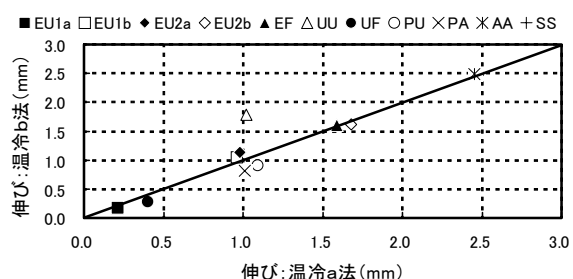


図3.3 温冷a法とb法の比較

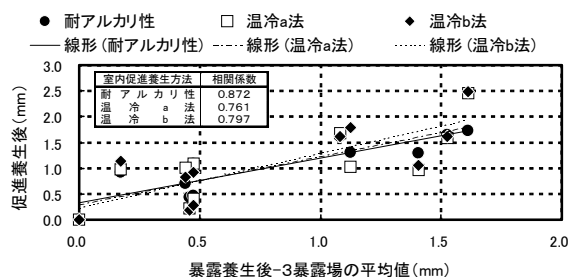


図3.4 暴露養生と促進養生の相関