

# 中性化抑制効果に優れた水系ふっ素樹脂クリヤ塗装仕様の開発

久保田 浩\*<sup>1</sup>・高橋 愛枝\*<sup>1</sup>・大垣 敦\*<sup>2</sup>・加茂 比呂毅\*<sup>2</sup>

Keywords : carbonation, fluoro resin paint, clear paint, accelerated carbonation, concrete, water paint

中性化, ふっ素樹脂塗料, クリヤ塗料, 促進中性化, コンクリート, 水系塗料

## 1. はじめに

コンクリート打放しの意匠性を活かすためのクリヤ塗装仕様は、溶剤系での塗装仕様が一般的であった。しかし、環境負荷低減のため、水系での仕上げが求められている。水系の塗装仕様の方が、意匠性としてはより高度なものが出来るが、低温造膜性、低汚染性、中性化抑制効果に問題がある。特に、水系のクリヤ塗装仕様は中性化抑制効果が非常に低いことが分かっている。そこで、中性化抑制効果に優れた水系ふっ素樹脂クリヤ塗装仕様を開発し、促進中性化試験により中性化抑制効果を確認した結果<sup>1)</sup>と促進耐候性試験および屋外暴露1年の結果<sup>2)</sup>を報告する。

表-1 塗装仕様 (Aシリーズ)  
Table 1 Paint system (A series)

記号	仕様	塗り回数			上塗りの艶	
		下塗り	中塗り	上塗り		
A1	仕上げなし	—	—	—	—	
A2	a (既存品)	1	1	1	3分艶	
A3	b (開発品)	b-1	1	1	1	〃
A4		b-2	1	2	1	〃
A5		b-3	1	1	2	〃
A6		b-4	1	2	2	〃
A7		b-5	1	1	1	艶消し
A8	c (開発品)	1	1	1	3分艶	

## 2. 塗装仕様および試験体

### 2.1 塗装仕様

塗装仕様を表-1～2に示す。下塗りはシラン系の水系浸透性吸水防止材で、中塗りと上塗りは水系ふっ素樹脂クリヤ塗料である。中塗りは主に耐アルカリ性、密着性、透湿性・透水性の制御などを、上塗りは仕上がり肌、光沢、耐候性などを考慮して設計している。a仕様は既存品で、b～d仕様は開発品である。Aシリーズでは、開発品の塗り回数、上塗りの艶の影響を検討した。また、Bシリーズでは、施工性を向上させた仕様について検討し、比較用としてA社品の水系ふっ素樹脂クリヤ塗装仕様と溶剤系ふっ素樹脂クリヤ塗装仕様についても試験を実施した。

### 2.2 試験体

促進中性化試験体は、100×100×400mmの型枠にコンクリートを打設し、翌日脱型した後、材齢4週まで20

表-2 塗装仕様 (Bシリーズ)  
Table 2 Paint system (B series)

記号	仕様	塗り回数			上塗りの艶	
		下塗り	中塗り	上塗り		
B1	仕上げなし	—	—	—	—	
B2	d (開発品)	d-1	1	1	1	3分艶
B3		d-2	1	2	1	〃
B4		d-3	1	1	1	艶消し
B5		d-4	1	2	1	〃
B6		d-5	1	3	1	〃
B7	A社品	2	1	2	〃	
B8	溶剤系	1	1	1	〃	

℃の水中で養生し、さらに材齢8週まで20℃、60%RHの恒温恒湿室で養生した。これを下地とし、表-1～2に示す塗装仕様にてローラー塗装し、2週間以上養生した後、試験に供した。コンクリート調合を表-3～4に示す。

促進耐候性試験体は、70×150×2mmのフレキシブル板に上塗りのみをエアレススプレーで塗装して2週

\*1 技術センター建築技術研究所建築構工法研究室

\*2 日本ペイント(株) 汎用塗料事業本部

間以上養生した後、試験に供した。比較用として溶剤系のふっ素樹脂クリヤ塗料と弱溶剤系アクリルシリコン樹脂クリヤ塗料についても作製した。

屋外暴露試験体は、図-1に示すように100×200×1mmのアルミ板の上部を水平面に対して45°に折り曲げ、白色のふっ素樹脂塗料を塗装した後、上塗りのクリヤ塗料を刷毛で塗装して2週間以上養生した後、試験に供した。比較用として溶剤系のふっ素樹脂クリヤ塗料についても作製した。

### 3. 試験方法

#### 3.1 促進中性化試験

JIS A 1153 (コンクリートの促進中性化試験方法) に準じて、20℃、60%RH、二酸化炭素濃度 5%の条件で促進中性化試験を実施した。中性化深さの測定は、4, 8, 13, 26, 52週で実施し、中性化率を算出した。中性化率の評価は、文献<sup>3)</sup>を元に0.7以下であればコンクリートの中性化抑制効果がある、0.5以下であれば中性化抑制効果が高い、0.3以下であれば中性化抑制効果が極めて高いと評価した。

#### 3.2 促進耐候性試験

サンシャインウェザーオメーター (スガ試験機社製 WEL-SUN-HC-H) を用いて、5000時間まで促進耐候性試験を実施した。そして、デジタル変角光沢計 (スガ試験機社製 UGV-5K) を用いて60度鏡面光沢度を測定し、試験前からの変化量として光沢保持率を求めた。

#### 3.3 屋外暴露試験

当社技術センター屋上 (横浜市戸塚区) にて、試験体を南面に向けて屋外暴露試験を実施した。外観を目視により観察し、塗膜の膨れ、割れ、はがれについて JIS K 5600 (塗料一般試験方法) に準じて評価した。また、試験体を柔らかいスポンジで水洗した後、光沢計 (日本電色工業社製 VG-2000) を用いて60度鏡面光沢度を測定し、暴露前の変化量として光沢保持率を求めた。さらに、分光測色計 (日本電色工業社製 SE-2000) を用いて明度 (L\*) を測定し、暴露前との明度差 ( $\Delta L^*$ ) を求め、汚れの評価を実施した。いずれも45度面と垂直面について評価を行った。

### 4. 試験結果および考察

#### 4.1 促進中性化試験

##### 4.1.1 A シリーズ

促進中性化試験52週までの試験結果を図-2～3

表-3 コンクリート調合 (A シリーズ)

Table 3 Mix proportion of concrete (A series)

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )			
		水	セメント	細骨材	粗骨材
60.0	50.0	173	288	900	915

セメント：普通ポルトランドセメント

細骨材：吉野産山砂、中国産山砂

粗骨材：青梅産碎石

混和剤：AE 減水剤、空気量調整剤

表-4 コンクリート調合 (B シリーズ)

Table 4 Mix proportion of concrete (B series)

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )			
		水	セメント	細骨材	粗骨材
60.0	48.0	157	262	906	986

セメント：普通ポルトランドセメント

細骨材：君津産山砂

粗骨材：青梅産碎石

混和剤：AE 減水剤、空気量調整剤

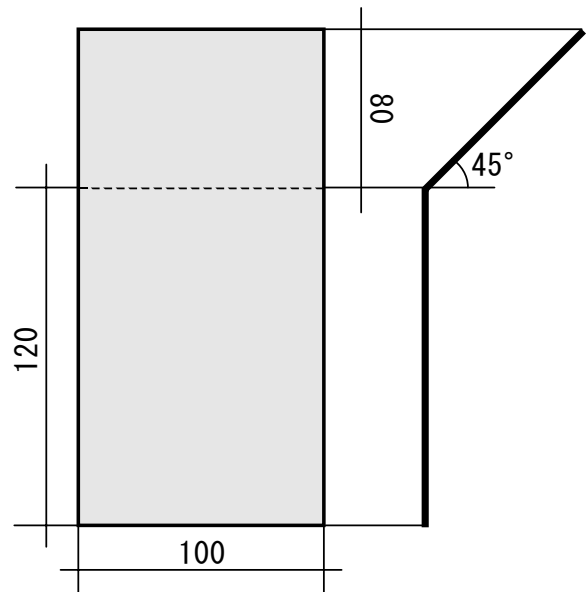


図-1 屋外暴露試験体

Fig.1 Test piece of outdoor exposure test

に示す。

図-2より52週の結果で比較すると、塗料の配合に関しては、中塗り1回塗りの仕様で比較すると、b仕様でやや中性化抑制効果が認められるが、既存品のa仕様とc仕様はあまり効果が認められなかった。塗り回数は、多くすることにより中性化抑制効果が高くなるのが分かった。また、上塗り2回塗りの仕様よ

りも中塗り2回塗りの仕様が中性化抑制効果は高いことが分かった。これは、透湿性、透水性を制御している中塗りの方が、中性化抑制に大きく影響しているためと考えられる。上塗りの艶に関しては、3分艶と艶消しで中性化抑制効果に差はなかった。

図-3より、中性化率は材齢とともに大きくなる傾向を示している。既存品の52週の結果を除くと0.7以下であり、中性化抑制効果はあることが分かった。中塗り2回塗りの仕様は中性化率0.5以下であり、中性化抑制効果が高いことが分かった。

#### 4.1.2 Bシリーズ

促進中性化試験26週までの試験結果を図-4~5に示す。

図-4より26週の結果で比較すると、Aシリーズと同様に中塗り1回塗りの仕様やA社品では、中性化抑制効果はあまり認められなかった。また、溶剤系については水系よりは中性化抑制効果が認められた。中塗り2回塗り以上の仕様では、中性化抑制効果が高くなることが分かった。

図-5より、開発品の中塗り1回塗りの仕様やA社品は中性化率が0.7を超えていることから、中性化抑制効果はほとんどないことが分かった。溶剤系は、中性化率が0.7以下であり、中性化抑制効果はあることが分かった。中塗りが2回塗り以上の仕様は中性化率0.5以下であり中性化抑制効果が高いことが分かった。

Aシリーズと比較すると、全体的に中性化率が高い傾向を示している。これはBシリーズの方が仕上がり外観等を総合的に考慮しているのに対して、Aシリーズでは主に中性化抑制を主に考慮し、膜厚が厚くなっているためと考えられる。

## 4.2 促進耐候性試験

促進耐候性試験結果を図-6に示す。水系ふっ素樹脂クリヤ塗料の光沢保持率は溶剤系ふっ素樹脂クリヤ塗料にはやや劣るが、5000時間で80%を超えており、弱溶剤系アクリルシリコン樹脂クリヤ塗料よりも耐候性に優れていることが確認された。

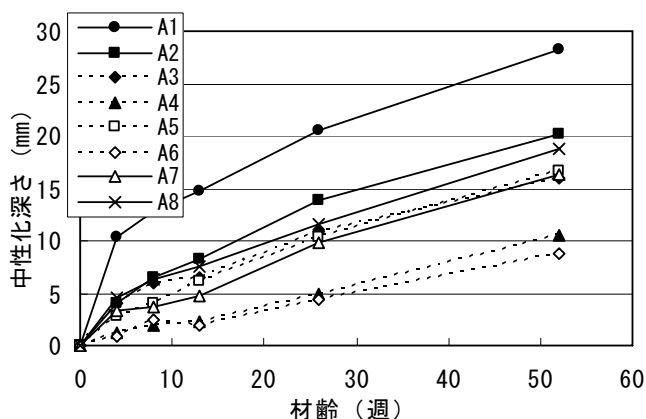


図-2 促進中性化試験結果 (Aシリーズ)  
Fig.2 Test result of accelerated carbonation test (A series)

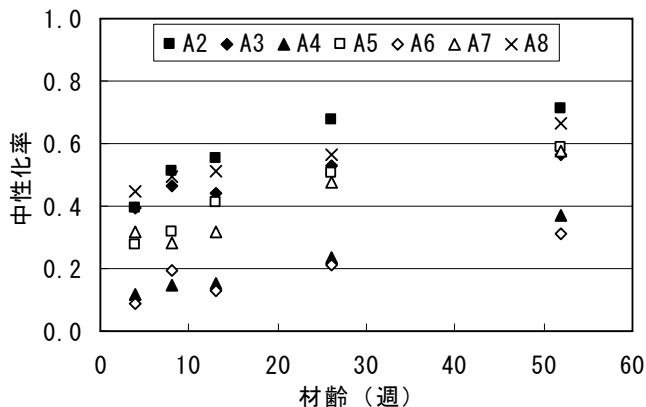


図-3 中性化率 (Aシリーズ)  
Fig.3 Carbonation rate (A series)

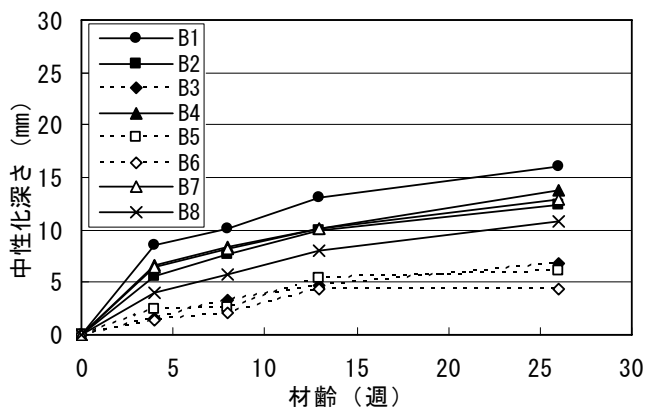


図-4 促進中性化試験結果 (Bシリーズ)  
Fig.4 Test result of accelerated carbonation test (B series)

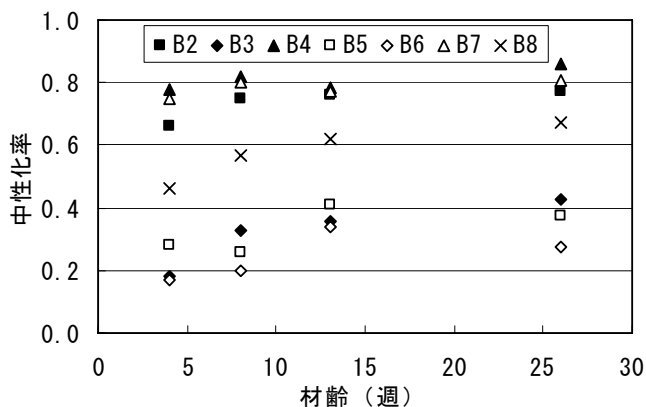


図-5 中性化率 (Bシリーズ)  
Fig.5 Carbonation rate (B series)

4.3 屋外暴露試験

屋外暴露1年までの試験結果を図-7~8に示す。  
目視観察の結果、異常は認められなかった。

図-7より、暴露1年での水系ふっ素樹脂クリヤ塗料の光沢保持率は、垂直面で90%を超えており、溶剤系ふっ素樹脂クリヤ塗料とほぼ同等であった。45度面ではやや低下が認められる。

図-8より、水系ふっ素樹脂クリヤ塗料の明度は、溶剤系ふっ素樹脂クリヤ塗料と比較すると低下が大きい。また、溶剤系は6ヶ月でほぼ一定になっているが、水系は明度が低下する傾向が認められる。したがって、汚れに関しては溶剤系より劣る結果となっている。

5. まとめ

開発した水系ふっ素樹脂クリヤ塗装仕様は、中塗りを2回塗り以上とすることにより中性化抑制効果が高いことが分かった。また、促進耐候性試験の結果から溶剤系とほぼ同等の耐候性があることも確認された。ただし、上塗りの耐汚染性は劣っているため、今後は低汚染タイプの上塗り塗料の検討が必要である。

参考文献

- 1) 久保田浩, 高橋愛枝, 大垣敦, 加茂比呂毅: 中性化抑制効果に優れた水系ふっ素樹脂クリヤ塗装仕様の開発(促進中性化試験結果), 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), A-1, pp. 463-464, 2008. 9
- 2) 久保田浩, 高橋愛枝, 大垣敦, 加茂比呂毅: 中性化抑制効果に優れた水系ふっ素樹脂クリヤ塗装仕様の開発, 2008年日本建築仕上学会大会学術講演会研究発表論文集, 2008. 10
- 3) 長瀬公一他: 躯体コンクリートの中性化抑制に寄与する各種仕上げ材の評価 その1~4, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), A-1, pp. 1123-1130, 2007. 8

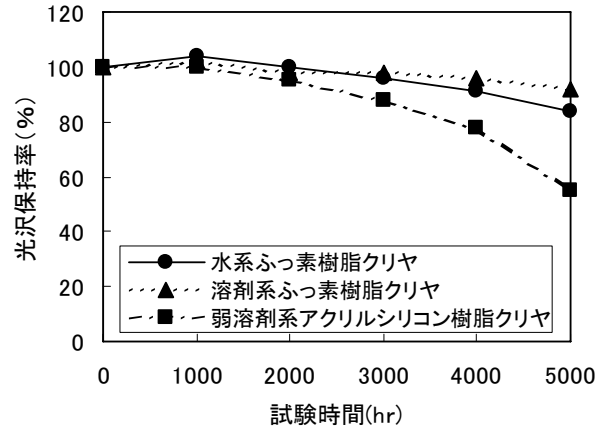


図-6 促進耐候性試験結果  
Fig.6 Accelerated weathering test result

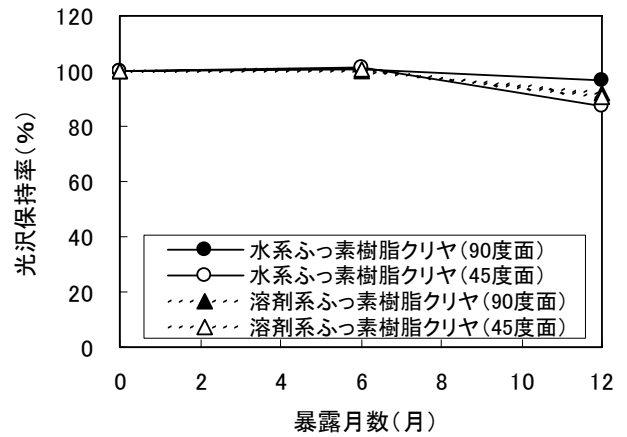


図-7 屋外暴露試験結果(光沢保持率)  
Fig.7 Outdoor exposure test result(Gloss retention)

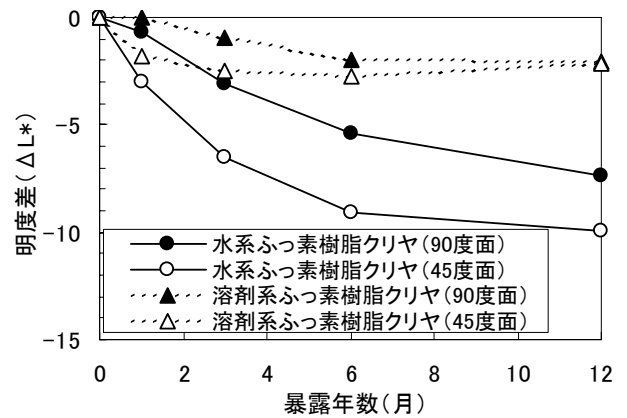


図-8 屋外暴露試験結果(明度差)  
Fig.8 Outdoor exposure test result(Brightness gap)