

1 年間暴露した鉄筋防錆剤の効果とコンクリートとの付着特性に関する検討

鹿島建設(株) 正会員 ○小林正和 向 俊成 芦澤良一 柳井修司

1. はじめに

コンクリートの打継部では、構造上あるいは施工上の制約から、鉄筋が長期間露出して風雨に曝されることがある。また、構造物の建設が分割発注されて別工事となり、打継部の鉄筋を長期間放置した状態で引き渡したり、受け取ったりすることがある。このような鉄筋には錆が生じやすく、錆汁の発生や腐食に伴う断面欠損、コンクリートとの付着力の低下等の不具合につながることもある。本検討では、市販されている防錆剤の防錆効果およびコンクリートとの付着特性を評価するため、防錆剤を塗布した鉄筋を屋外に暴露して腐食状況の観察および鉄筋とコンクリートの付着強度の測定を行った。

2. 実験概要

2.1 実験ケース

実験水準を表-1に示す。A1～Cは防錆剤として一般に販売されている製品である。有効期間はカタログ等に記載された防錆期間を示している。A1, A2は鉄筋表面に塗膜を形成するタイプ(以下、塗膜型とする)の防錆剤であり、B1, B2は鉄筋表面に生じた赤錆と反応し黒錆の保護層を形成させるタイプ(以下、錆転化型とする)の防錆剤である。Cはポリマーセメントモルタル(以下、PCMとする)である。また、エポキシ樹脂塗装鉄筋(以下、Epoとする)と無対策の鉄筋(以下、Refとする)を検討要因に加えた。

2.2 実験方法

写真-1に示すように鉛直方向にコンクリートから1m程度突出させたD32鉄筋(SD295)に、各防錆剤を標準量で塗布した。防錆剤を塗布した鉄筋は関東地方内陸部(神奈川県大和市)の屋外にて1年間暴露し、1ヵ月に1回程度の目視評価により発錆状況の評価を行った。防錆剤の塗布から2ヵ月および1年経過後に鉄筋を採取し、JSCE-G-503に基づいて鉄筋の引抜による付着強度の測定を行った。試験体は、採取した鉄筋の先端部分を防錆剤を除去せずに200mm角のコンクリートに埋め込んで作製した。引抜試験用の試験体に使用したコンクリートの配合を表-2に示す。コンクリートはJSCE-G-503に示される圧縮強度(30N/mm²)を目標とし、鉄筋とコンクリートの付着が得られるように水セメント比(W/C)を設定し、ブリーディングを抑制するために石灰石微粉末を混和した。試験体は材齢28日まで水中養生を行った後、10kN/秒以下の速度で単調な引張載荷を行い、付着応力度を測定した。

3. 実験結果

3.1 外観

表-3に暴露した鉄筋の2ヵ月、6ヵ月、1年経過時点の発錆状況を示す。塗膜型のA1およびA2は、1年まで外観上の変化は認められなかった。錆転化型であるB1およびB2は、6ヵ月目から表面が変色し始めた。

キーワード：鉄筋防錆剤、暴露試験、引抜試験、付着強度

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

表-1 実験水準

| 記号 | 種別 | 有効期間 | 塗布量(g/m ²) |
|-----|--------------|---------------------|------------------------|
| A1 | 塗膜型 | 6-12ヵ月 | 130 |
| A2 | 塗膜型 | 12-18ヵ月 | 200 |
| B1 | 錆転化型 | 6ヵ月 | 100 |
| B2 | 錆転化型 | 2-3ヵ月 | 100 |
| C | ポリマーセメントモルタル | - | 1000 |
| Epo | エポキシ樹脂塗装鉄筋 | (3ヵ月) ¹⁾ | - (製品) |
| Ref | 無対策 | - | - |



写真-1 鉄筋の暴露状況

表-2 コンクリートの配合

| W/C (%) | 空気量 (%) | 単位量(kg/m ³) | | | | | |
|---------|---------|-------------------------|-----|----|-----|-----|------|
| | | W | C | LP | S | G | Ad |
| 61.6 | 4.5 | 160 | 260 | 40 | 880 | 933 | 3.60 |

W: 上水道水, C: 普通ポルトランドセメント, LP: 石灰石微粉末, S: 細骨材(砕砂), G: 粗骨材(砕石), Ad: AE減水剤標準型

表-3 鉄筋表面の変化

| 暴露期間 | 2 ヶ月 | 6 ヶ月 | 1 年 |
|-------------------|------|------|-----|
| A1 (塗膜型) | | | |
| A2 (塗膜型) | | | |
| B1 (錆転化型) | | | |
| B2 (錆転化型) | | | |
| C (PCM) | | | |
| Epo エポキシ樹脂塗装鉄筋 | | | |
| Ref (対策なし) | | | |

ただし、1年経過時でも赤錆がわずかに点在する程度であり、カタログ記載の有効期間を超えた

場合でも顕著な発錆は見られなかった。PCMのCは、塗布時に生じたと思われるピンホール部分に6ヶ月で発錆がみられたが、他の部分には1年まで外観上の変化は見られなかった。Epoは、6ヶ月で塗膜が白く変色した。Refは、鉄筋全面に発錆がみられた。

3.2 0.002D 付着応力度

0.002D 付着応力度 (Refを1とした場合の比率) を図-1に示す。塗膜型の応力度が小さいのは、Epoよりも塗膜が厚く鉄筋の節がなだらかになったこと、塗膜の弾性係数が小さいことが影響しているものと思われる。ただし、1年経過してもその値に変化はみられなかった。錆転化型は、2ヶ月時点では1を超える値を示したが、1年後には低下が認められた。PCMは暴露期間によらず良好な値を示した。

3.3 最大付着応力度

最大付着応力度 (Refを1とした場合の比率) を図-2に示す。2ヶ月時点では、PCM>錆転化型>Epo>塗膜型の順に大きく、1年時点ではPCM>錆転化型>塗膜型>Epoとなった。Epoは紫外線に対して3ヶ月程度の耐性を有する¹⁾とされており、今回の実験でも1年経過時には最大付着応力度の低下が見られた(0.80以下)。これに対し今回使用した防錆剤は、1年経過時の低下がいずれも小さく、特にPCMは低下が全く認められなかった。

4. まとめ

市販されている種々の防錆剤を塗布した鉄筋を飛来塩分のない一般的な環境下で1年間暴露し、その防錆効果と付着特性を評価した。①塗膜型は、外観上の変化や付着力の変化は小さいが、付着力がEpoよりもやや小さいこと、②錆転化型は、6ヶ月頃から赤錆がわずかにみられたが、比較的大きい付着力を維持できること、③PCMは、外観上の変化がなく、かつ良好な付着力を維持できることが確認された。

参考文献

- 1) 土木学会：エポキシ樹脂塗装鉄筋鉄筋を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針 [改訂版]，2002. 11.

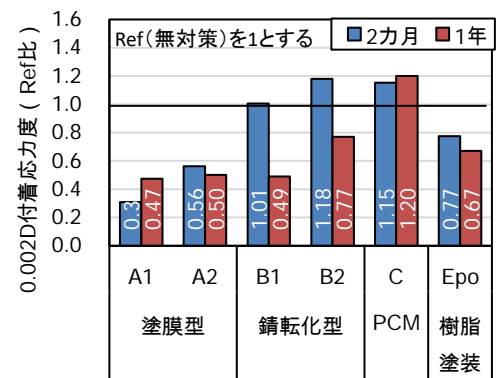


図-1 0.002D 付着応力度の測定結果

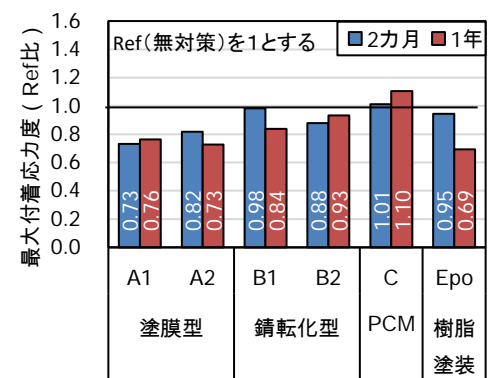


図-2 最大付着応力度の測定結果