

電流密度が異なる再アルカリ化工法の付着特性に関する検討

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○近藤拓也 正会員 野村倫一
 電気化学工業(株) 正会員 宮口克一
 (株)デンカリノテック 正会員 佐野 世

1. はじめに

中性化を生じた RC 構造物に対する補修工法の一つとして、再アルカリ化工法がある。近年の成果報告で、一般的に実施されている再アルカリ化工法と比較し、積算電流密度は同一であるものの、電流密度を2倍とし、通電期間を1/2倍とすることで所定の効果が得られることが報告されている¹⁾。しかし、鉄筋を陰極としコンクリート中に通電を行うことにより、セメントペーストの軟化に起因した付着力低下の可能性が指摘されている²⁾。そのため、電流密度が異なる再アルカリ化工法実施後の付着特性に関する検討を行ったので報告する。

2. 試験概要

試験パラメータは、電流密度とした。無通電(0A/m²)、一般的に実施している電流密度(1A/m²-14日間通電)、野村らにより効果が確認された¹⁾電流密度(2A/m²-7日間通電)の3種類とした。なお、通電を行う供試体において、積算電流密度は同一とした(336h・A/m²)。実施した試験は下記のとおりである。

(1) 鉄筋-コンクリート間の付着試験

W/C=54%のコンクリートで供試体作成を行った。試験は、「引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法(案)」(JSCE-G503)に基づき実施した。自由端変位が10mm程度になるまで載荷を行った。なお、測定項目は引抜き荷重から算定される付着応力および自由端変位とした。

(2) セメントペースト表面硬度測定

W/C=54%のセメントペーストで供試体作成を行った。試験は「ビッカース硬さ試験-試験方法」(JIS Z 2244)に基づき実施した。試料は付着区間から切り出し、プレートの測定面を研磨紙#800および#1200を用いて鏡面仕上げを行った。測定は、鉄筋表面から陽極面方向に向かって法線方向の6mm間とし、任意の10直線の平均値で評価を行った。

供試体は、いずれの試験も上述土木学会規準に基づき作成し、供試体中央にD13の鉄筋を配置した。通電面はコンクリート部の1面とし、他5面はエポキシ樹脂を塗布し、アルカリ溶液の供試体中への浸透を防止した。鉄筋付着長は4×D13=52mmとし、他区間はテープ被覆を行うことで再アルカリ化による影響を排除することとした(図-1参考)。

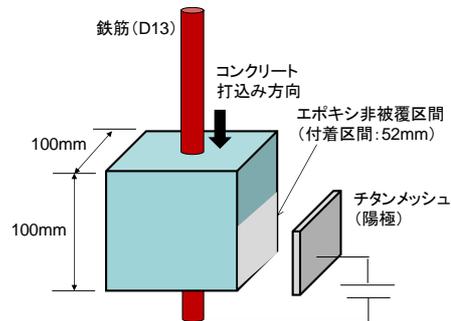


図-1 通電時の供試体概要図

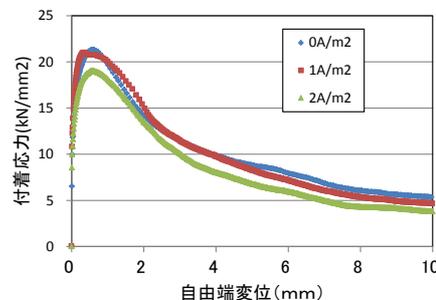


図-2 付着応力-自由端変位の関係

3. 試験結果

(1) 鉄筋-コンクリート間の付着試験

通電後に実施した付着試験における付着応力-自由端変位の関係について、1例を図-2に示す。また、同供試体の載荷初期における付着応力-自由端変位の関係を図-3に示す。

図-2より、通電を行っていない0A/m²と一般的に施工が実施されている1A/m²はほぼ同じ挙動を示している。2A/m²で通

キーワード 再アルカリ化工法, 電流密度, 付着力試験, ビッカース硬さ

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-4-20 西日本旅客鉄道株式会社 構造技術室

電した供試体については、他の供試体と比較して若干低い付着応力を示している状況が確認できる。図-3より、0.002D (D：鉄筋径) 時点における付着応力は電流密度 0A/m² と 1A/m² でほぼ同等の数値を示すが、2A/m² の通電で若干低い数値を示している。

3体の供試体の平均値を表-1に示す。無通電供試体と比較し、通電を行った供試体では、最大付着応力および0.002D時点での付着応力とともに、わずかではあるが付着応力の低下が確認できる。さらに、電流密度の増加とともに付着応力の低下が大きくなる傾向も確認できる。しかし低下割合が軽微であること、および実構造物における再アルカリ化工法の実施は、かぶり部分のみの実施となるため、実構造物の適用に際しては影響が極めて小さいものと考えられる。

(2) セメントペースト表面硬度測定

鉄筋表面から陽極方向に向かう任意の直線上で実施したビッカース硬度試験による硬度分布を図-4に示す。なお値については鉄筋表面から陽極面に向かって、法線方向の10直線における平均値とした。

無通電供試体と比較し、通電した供試体の硬度が全体的に低い傾向を示すが、電流密度による明確な差は確認されなかった。上田らの報告では、通電供試体において陰極である鉄筋に近いほど、セメントペーストが軟化する傾向が示されている²⁾。その報告と比較すると、明確な低下傾向はみられなかった。通電によるセメントペースト軟化の原因は、脱塩時のナトリウムイオンや再アルカリ化溶液に含まれるカリウムイオンが鉄筋付近へ集積することによる、セメントペースト中のC-S-H相に含まれるケイ酸塩の溶出であると言われているが²⁾、上田らの試験と比較し、積算電流密度が1桁小さいことから、その影響が小さかったものと考えられる。

本電流密度による再アルカリ化工法でアルカリイオンが鉄筋付近に集積する可能性は、野村らにより報告されている¹⁾。しかし本積算電流密度の程度では、C-S-H相中のケイ酸塩の溶出程度は低いものと考えられる。今後は元素分析等により、付着強度に寄与すると考えられるSi⁺やK⁺の移動傾向を確認することで、それらの関連性について検討したい。

4. おわりに

本報告では、従来法と同等の再アルカリ化効果が得られ、短期間で施工を行うことができる再アルカリ化工法による付着性状について検討を行った。今回実施した電流密度で再アルカリ化工法を実施した場合、電流密度の違いにより付着性状やセメントペースト硬度は低下したものの、実構造物の供用に際して影響を与えるものではなかった。

【参考文献】

- 1) 野村倫一, 柏原茂, 松久保博敬, 宮口克一:再アルカリ化処理されたコンクリート中のアルカリ濃度分布, 第13回コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, Vol.13, pp.523-528, 2013.11
- 2) 上田隆雄, 服部篤史, 芦田公伸, 宮川豊章: デザリネーションが鉄筋の付着挙動に与える影響, 土木学会論文集, No.550/V-33, pp.53-62, 1996.11

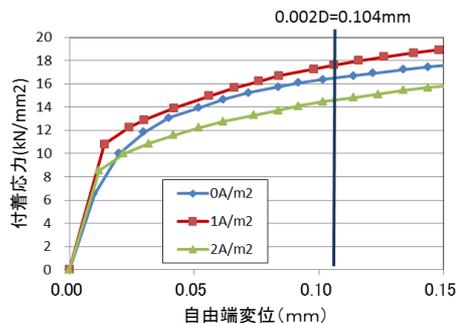


図-3 付着応力-自由端変位の関係 (载荷初期)

表-1 付着試験結果一覧 (3体の平均)

電流密度 (A/m ²)	最大付着応力 (kN/mm ²)	無通電との比	0.002D 付着応力 (kN/mm ²)	無通電との比
0	20.5	1.00	15.8	1.00
1	19.6	0.96	15.3	0.97
2	18.8	0.92	14.3	0.91

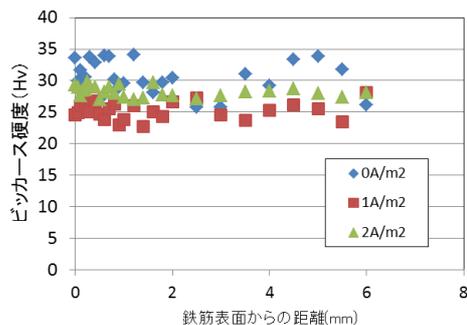


図-4 ビッカース硬度分布