

コンクリート表面に散布した鉄粉の発錆状況

八戸工業高等専門学校 正会員 ○青木 優介
 木更津工業高等専門学校 杉 亜沙歌
 木更津工業高等専門学校 学生会員 藤田 直輝
 木更津工業高等専門学校 正会員 嶋野 慶次

1. はじめに

著者らは、実構造物から採取したコア供試体の割裂面に鉄粉を散布し、それが発錆する境界位置を特定することで、実構造物のコンクリート中における鋼材の発錆条件を推定できないかと考えた。実際のところ、実構造物の条件そのままを再現することは不可能なので、コンクリートの材料条件だけは実構造物そのものとし、その他の条件は鋼材の発錆にとって実構造物よりも過酷な条件を与えて、正確ではないが実用的な発錆条件が得られないかと考えた。本研究では、その基礎的検討として、塩水に浸漬しておいた供試体の割裂面に鉄粉を散布し、発錆の境界が現れるか否か、現れるとすればそれを早く明瞭に得るために、鉄粉の粒度や実験温度を変えることが有効かについて実験的に検証した。

2. 実験方法

実験のフローを図-1に示す。供試体には、水-結合材(普通ポルトランドセメント 85%+フライアッシュ 15%)比を50%としたモルタルの円柱供試体を用いた。本供試体は28日間の養生後、円周面を暴露面として温度40℃で濃度10%の塩水中に約1か月間浸漬され、以降、平均室温20℃程度の室内に約1年間静置されていたものである。

これを図-1(a)のように割裂し、図-1(b)のように割裂面上に鉄粉を散布した。散布した鉄粉は粉末冶金用純鉄粉のうち還元鉄粉と分類されるものであり、その化学成分をJIS G 1132:2010に規定される鉄筋コンクリート用棒鋼(SD345)と合わせて表-1に示す^{1), 2)}。鉄粉散布後、供試体を図-1(c)のように(詳細図-2)のようにポリエチレン製容器に入れ、ふたを閉じ、温度50℃の恒温槽内に置いた。以降、24時間ごとに槽内より容器を取り出し、ふたを開け、鉄粉散布面の様子をデジタルカメラで撮影した。

図-1(d)のように、予備実験の段階で散布した鉄粉に発錆境界が現れることを確認したため、以降は発錆境界を早く明瞭に得ることを目的に、鉄粉の粒度および実験温度の影響を調べることにした。すなわち、鉄粉を目開き106 μ mのふるいでふるい、ふるいを通った鉄粉を細粒鉄粉、ふるい上に残った鉄粉を粗粒鉄粉として、同一の供試体から得た対の割裂面にそれぞれ散布して実験に供した。また、同一の供試体から得た対の割裂面の双方に微粒鉄粉を散布し、各々の実験温度を20℃と50℃として実験を行った。

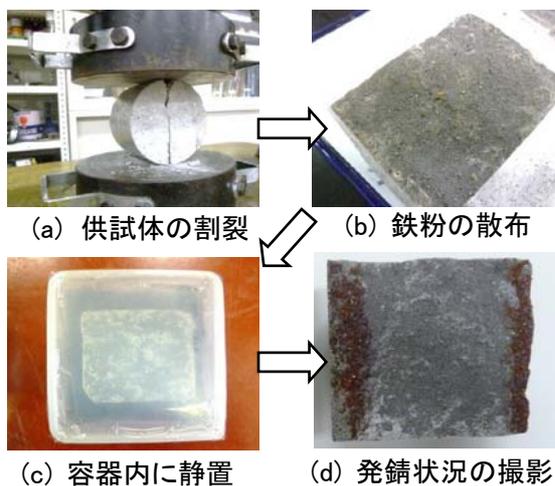


図-1 実験のフロー

表-1 鉄粉と棒鋼の化学成分の比較

種別	化学成分 (%)				
	C	Si	Mn	P	S
鉄粉	≤0.02	≤0.15	≤0.40	≤0.02	≤0.02
棒鋼	≤0.27	≤0.55	≤1.60	≤0.04	≤0.04

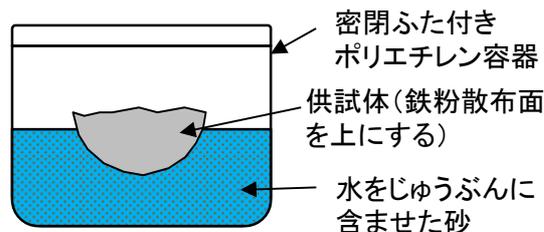


図-2 供試体の静置状況

キーワード 鋼材腐食, 塩害, 中性化, 発錆条件

連絡先 〒039-1104 青森県八戸市大字田面木字上野平 16-1 E-mail : aoki-z@hachinohe-ct.ac.jp

3. 実験結果

(1) 鉄粉の粒度の影響

同一供試体の対の割裂面に散布した細粒鉄粉および粗粒鉄粉の発錆状況を図-3に示す。細粒鉄粉を散布した割裂面の方が、鉄粉の発錆境界が早く、明瞭に現れている。早く現れること理由は、細粒鉄粉の比表面積が粗粒鉄粉に比べて大きく、発錆因子との反応効率が高いためだと考えられる。明瞭に現れること理由は、上述の反応効率の高さに加え、細粒鉄粉は粗粒鉄粉に比べて面上に留まりやすく、散布時や以降の供試体の移動時に鉄粉が転がって面上から落ちたり、面上のくぼみに集まったりしにくいいためだと考えられる。なお、発錆境界は（塩化物イオン濃度が高く、pHが低下していると考えられる）供試体の暴露面近傍から発現し、内深部に向かって徐々に進展している。実験結果が不足しているが、この実験の条件下では進展が収束するまでに72時間程度を要した。

(2) 実験温度の影響

同一供試体の対の割裂面に細粒鉄粉を散布し、各々の供試体の実験温度を20℃および50℃とした場合の鉄粉の発錆状況を図-4に示す。実験温度を50℃とした場合の方が発錆境界が早く現れている。72時間後の発錆境界を比べると、外側の発錆境界の発現や進展に大差はないようだが、内側の発錆境界の発現や進展は20℃の場合の方が明らかに遅れている。写真はないが、実験温度20℃の場合には、内側の発錆境界の進展が収束するまでに約1週間を要した。ただし、最終的な発錆境界の明瞭さについては両者に差は生じなかった。このことから、鉄粉の発錆境界をより早く発現・進展させるために50℃程度までの範囲内で実験温度を高めることは有効だと考えられる。

4. おわりに

細粒の還元鉄粉をコンクリート供試体の割裂面に散布し、高湿度条件下に置くことで、鉄粉の比較的明瞭な発錆境界が現れることを確認した。またそれに50℃程度の高温条件を与えることで発錆境界の発現や進展を早められることを確認した。今後は実際の診断現場を想定し、乾式ドリルで削孔した孔の内面に鉄粉を詰めて、一定時間経過後にそれを取り除けば孔の内面に鉄粉の発錆境界が残るか否か、また、発錆境界を特定するまでの時間の短縮化について検討していきたい。さらに本質的な問題として、鉄粉の発錆境界と実際の鋼材の発錆状況との関係について検討していきたい。

謝辞

本実験に際し、JFE スチール株式会社様のご協力をいただきました。ここに記し、深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 還元鉄粉・アドマイズ鉄粉カタログ, JFE スチール株式会社 www.jfe-steel.co.jp/products/tetpun/catalog/1j1-001.pdf
- 2) JIS G 1132:2010 鉄筋コンクリート用棒鋼, 日本工業規格

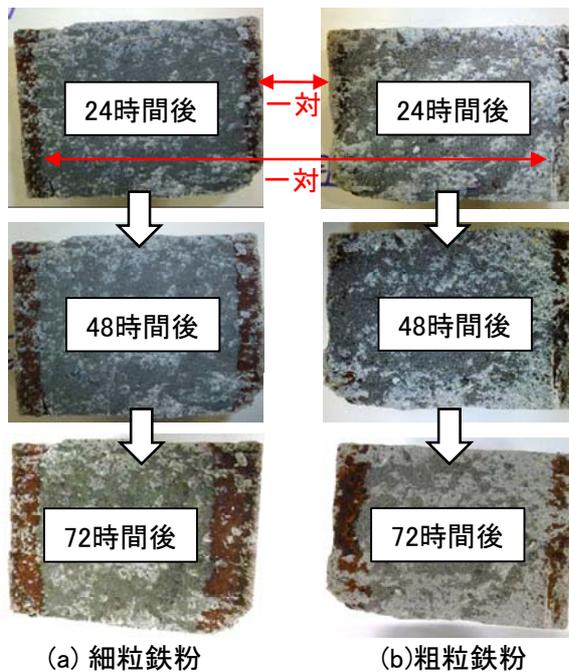


図-3 細粒・粗粒鉄粉の発錆状況

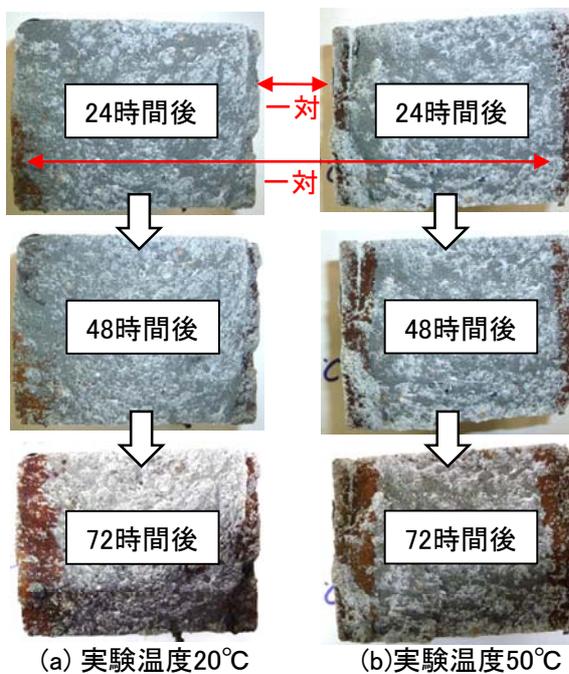


図-4 実験温度 20℃, 50℃での発錆状況