

(V-10) 電気化学的方法による鉄筋腐食の推定

長岡工業高等専門学校 柳取 康弘
福井工業大学 長井 良樹
長岡工業高等専門学校 佐藤 国雄

1. まえがき

コンクリート中の鋼材腐食は電気化学的反応である。このことを利用して、腐食の程度、腐食速度などを電氣量に変換し評価する方法が電気化学的方法である。これは非破壊検査であり構造物の補修補強の判断に有用な方法の一つといわれている。しかしこの方法では、得られるデーターが電位と電流のみで、情報の種類が極めて少なく、また実際の計量においては種々の条件で大きく変動するという難点がある。そのため、電位電流が正確に測定されても腐食量との明確な対応が困難な場合が多い。そこで本研究ではこれらの基礎的データーを得る目的で、1) コンクリート中における鋼材の腐食促進試験、2) 裸鉄筋の腐食試験を行った。1) の実験では自然電位と発錆の確率。2) の実験では腐食電流と腐食減量の関係について検討した。

2. 実験内容

2-1 コンクリート中における鋼材の腐食促進試験

(1) 配合

配合は、水セメント比70%、単位セメント量 280 kg/m^3 とし、スランプ15cm、空気量1.5%とした。

(2) 供試体

供試体寸法を図-1に示す。鋼材にはSGD-3、直径13mm、長さ150mm、上端にリード線を接続しものを用い。かぶり厚さ1, 2, 3cmそれぞれ9本、計27本作成した。

(3) 腐食促進方法

湿潤3日、乾燥4日を1サイクルとする乾湿繰り返しを20サイクル行った。湿潤は人工海水中に、乾燥は実験室内に静置した。試験の開始は湿潤状態からとした。

(4) 自然電位の測定

ポテンションスタットにより、照合電極に飽和甘こう基準電極、対極にステンレス鋼を用いて測定した。測定時には供試体が飽和水酸化カルシウム溶液に完全に浸っているようにした。

2-2 裸鉄筋の腐食試験

(1) 使用材料

鉄筋は2-1と同じものを使用し、両端をエポキシ樹脂によりシールドした。

(2) 腐食促進方法

30℃に保った水中において、エアレーションを行い腐食を促進した。

(3) 測定項目

腐食電流を、アノード分極曲線を測定した後、Tafel近似により求めた。使用器具は自然電位の場合と同様である。掃引速度は 1 mV/s 、自然電位からスタートし、 $+400\text{ mV}$ 陽分極させ、その間の電流を測定した。

腐食減量は、10%クエン酸アンモニウムにより錆を落とした後、乾燥させ、測定した。

3. 実験結果および考察

3-1 コンクリート中における鋼材の腐食促進試験

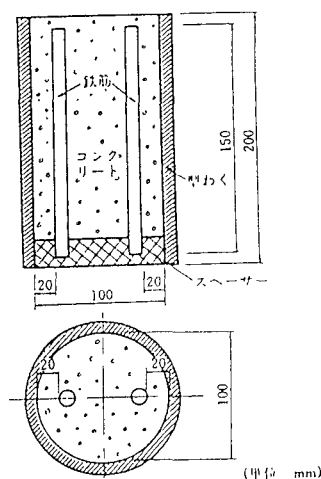


図1 供試体の寸法と形状

表-1に、20サイクル(135日)における全鋼材54本の最終自然電位と発錆の確立の関係をまとめた。自然電位が-200mV以上では18本の鋼材のうち1本も発錆が認められず、-300mV以下では19本の鋼材全てが発錆していた。

実験の結果はASTMや他研究¹⁾と同様な傾向であった。一般に酸素および水分の供給条件がほぼ同一と仮定でき、カソード分極曲線があまり変化せず、また、塩化物イオンの拡散到達により鋼材表面の不動態被膜が破壊され、アノード分極曲線の変化がカソード分極曲線の変化よりはるかに大きい場合には、両者の平衡電位すなわち自然電位(または腐食電位)は卑の方向へ変化する。このような条件下では自然電位の変化で鋼材表面の変化、つまり発錆を推定することが十分可能であると思われる。

しかし、錆の大小と自然電位との相関関係は認められなかった。

表-1 自然電位と発錆の関係		
自然電位の範囲 (mV)	発錆の確率 (発錆のあった数/供試体の本数)	他研究 ¹⁾ による 発錆の確率
$E \geq -200$	0% (0本/18本)	0%
$-200 > E \geq -300$	12% (2本/17本)	68%
$-300 > E \geq -400$	100% (5本/5本)	100%
$-400 > E$	100% (14本/14本)	100%

3-2 裸鉄筋の腐食試験

金属が電気化学的腐食を受けた場合、その腐食量はファラデーの法則により、通過した電気量に比例する。すなわち単位時間当たりの腐食量(腐食速度)は電流(腐食電流)で表すことができる。

実験では、裸鉄筋を腐食させ、1, 2, 3, 4週後の腐食電流と腐食減量を測定した。図-2の横軸は、各腐食期間の平均腐食電流と時間の積分値であり、縦軸は、測定した腐食減量である。明確な比例関係が認められれば、腐食電流を測定することにより、腐食減量の推測が可能と思われるが、データが少なくさらに検討が必要である。

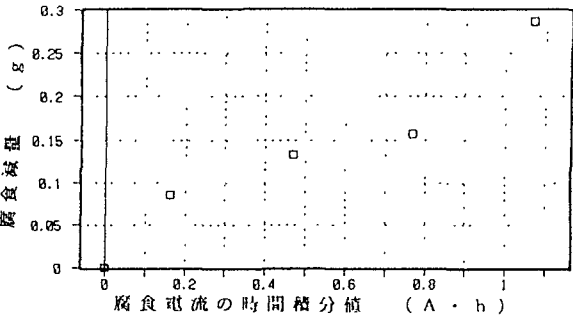


図-2 腐食電流の時間積分値と腐食電流の関係

4. まとめ

コンクリート中の鋼材および裸鉄筋について、鋼材の発錆、腐食減量、自然電位、アノード分極曲線を測定した結果、以下に示すことが得られた。

- (1) 自然電位が-200mV以上では全く発錆が見られず、-300mV以下では全て発錆が見られた。しかし、自然電位と腐食減量との相関は困難である。
- (2) 腐食の有無により、また腐食が進行している場合においてもアノード分極曲線の形状に違いがあり、その時点における腐食速度は、腐食電流の違いに現れる。
- (3) しかし実験的に求めた腐食電流から、腐食減量を定量的に推定するにはなお検討が必要である。

[参考文献]

- 1) 山本悟ほか：自然電位測定によるコンクリート中の鉄筋の腐食診断、コンクリート構造物の耐久性診断に関するシンポジウム論文集、p67～p72、1988