

## V-124 コンクリートの中性化による内部鉄筋の腐食性状について

早稲田大学理工学研究科 学生員 高橋 修平  
 早稲田大学理工学研究科 学生員 Qi Lukuan  
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 高木言芳  
 早稲田大学理工学部 正会員 関 博

## 1 はじめに

最近になって様々なコンクリート構造物の劣化が顕在化すると共に、そのメカニズムの解釈、劣化対策、寿命推定などが大きな課題として取り上げられ、活発な調査・研究活動が続けられている。本研究では、コンクリートの中性化による内部鉄筋の腐食性状について、特に中性化深さとの関係から検討を行った。

## 2 実験概要

## 2.1 使用材料、配合及び供試体の製作

コンクリートの使用材料及び配合はそれぞれ表 1、表 2 に示す通りである。埋め込んだ鉄筋は、打設前に 10%クエン酸二アンモニウムで黒皮を完全に除去した。供試体形状は 100×70×200 mmであり、70×200 mmの 1 面を除き他の 5 面をエポキシ樹脂でコーティングした。鉄筋の長さは 200 mmとし、コーティングしていない面からかぶり高が 15 mmとなるように設置した。

| 表1 使用材料 |              |
|---------|--------------|
| セメント    | 普通ポルトランドセメント |
| 細骨材     | 川砂(荒目)       |
| 粗骨材     | 碎石           |
| 混和剤     | 減水剤、AE調整剤    |
| 鉄筋      | SR24 φ9      |

| 表2 示方配合  |          | 単位水量(kg/m <sup>3</sup> ) |      |     |     |         |       |
|----------|----------|--------------------------|------|-----|-----|---------|-------|
|          |          | 水                        | セメント | 細骨材 | 粗骨材 | 混和剤(ml) |       |
| 水セメント比   | 細骨材率     | W                        | C    | S   | G   | 減水剤     | AE調整剤 |
| W/C<br>% | s/a<br>% |                          |      |     |     |         |       |
| 70       | 54.8     | 182                      | 260  | 926 | 784 | 650     | 12    |

## 2.2 実験方法

## (1)中性化促進試験

材齢 14 日で中性化促進試験に供した。促進条件は温度 40℃、湿度 50%、CO<sub>2</sub>濃度は 10%である。

## (2)乾湿状態繰り返し試験

中性化促進試験で所定の中性化深さに達した供試体を乾湿状態繰り返し試験に供した。温度 60℃、湿度 95%を 3 日間、温度 15℃、湿度 60%を 4 日間、これを 1 サイクルとしてそれぞれを交互に繰り返した。

## (3)腐食電流密度及び分極抵抗の測定

供試体は所定の促進期間の後、24 時間水中漬浸によって飽水状態とした後に、ポテンシオスタットを用いて測定を行った。自然電位測定における照合電極は飽和カロメル電極であり、対極としてステンレス板を促進面(コーティングしていない面)に、十分に水で湿らせたスポンジを介して設置した。腐食電流密度測定に関しては、分極抵抗を直流法(電位規制法)により求め、これを用いて算出した。

## (4)腐食面積率と腐食減量の測定

所定の促進期間の後、供試体を割裂し鉄筋を取り出し、腐食部分を OHP 用紙に写し取り、腐食状態について観察した後、面積測定機によってその面積を測定した。また、その後、鉄筋を 10%クエン酸二アンモニウム水溶液に浸漬し、錆を取り除いて鉄筋重量を測定し、その値と打設前に測定しておいた鉄筋重量を用いて腐食減量を算出した。

## 3.実験結果及び考察

## (1)自然電位の時間変化について

図 1 に自然電位の時間変化を示す。これによると自然電位は、中性化させることによって大きく卑に移行  
 キーワード コンクリート、中性化、鉄筋腐食、中性化残り

している。中性化深さが大きくなれば、その度合いも大きくなっている。乾湿繰返し試験を行うことによって電位は若干貴に移行しているが、これは水分移動に伴って中性部分に逆拡散してくる  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  による影響と考えられる。

## (2)電流密度の時間変化について

図2に電流密度の時間変化を示す。電流密度は、中性化深さが、鉄筋表面に達するまではほぼゼロに近い。中性化深さ 15 mm 以上では、電流密度は、乾湿繰返し試験の開始と共に上昇し、その後はほぼ一定値になるか、多少減少するようである。実験値にばらつきが見られるが、実験条件(測定前 24 時間水中浸漬)による含水量のばらつきが、若干関係しているものと思われる。

## (3)中性化深さと腐食面積率について

図3に腐食面積率と中性化深さの関係を示す。試験期間が長いほど腐食面積は広がり、腐食面積は大きくなっている。また、中性化深さが大きいほど腐食面積率も大きくなっておりほぼ直線的に変化し、中性化深さが大きいほど腐食は激しいようである。また、中性化深さが、鉄筋表面に達していないところでも腐食が確認でき、フェノールフタレインによる未着色領域よりも数mm深い位置で腐食は開始するようである。腐食面積率は、概ね 80%で落ち着くようである。

## (4)中性化深さと腐食減量との関係について

図4に中性化深さと腐食減量の関係を示す。腐食減量も同様に、中性化深さの大きさと腐食減量の大きさは密接に関係しており、中性化深さが大きいほど腐食は顕著となっている。

## (5)腐食状況について

中性化深さ 11 mm～14 mmの鉄筋の腐食状況は、一部分が腐食する部分的な腐食であった。しかし、その腐食している部分においても中性化深さは鉄筋表面には達しておらず中性化残りがある状態で腐食が開始していることが確認できた。また、中性化深さが鉄筋表面に到達しているものは全面的な腐食であり促進面に近い方から腐食が進行していた。

## 4.結論

- (1)鉄筋の腐食は、中性化深さが鉄筋表面に達していなくても始まるようであり、その中性化残りは、0～4mm程度であった。
- (2)鉄筋の自然電位は、コンクリートが中性化することによって卑化する。また、中性化深さが深いほどその度合いは大きい。
- (3)腐食面積率、腐食減量共に中性化深さが深いほどその度合いは大きく、腐食面積率は概ね 70～80%であった。

