

鹿児島大学 正会員 〇武若 耕司

同上 〃 松本 進

1 まえがき

コンクリート中の鉄筋が腐食すると腐食膨張圧によってコンクリートにひびわれが生じ、またかぶりの剥落とまねくこともあり、構造物の耐久性は急激に低下すると考えられる。しかし実際には、このような鉄筋コンクリートの劣化程度と鉄筋腐食量の関係あるいは、鉄筋腐食によって生じた劣化が構造物の力学的特性に及ぼす影響等を検討し、これによって鉄筋腐食が構造物の耐久性に及ぼす影響をより具体的に示す試みはほとんどなされていない。そこで著者らは、短期間に鉄筋腐食を生じさせることのできる電食方法を用いて、鉄筋腐食によって生じるコンクリートの劣化性状とこの劣化の構造物材に及ぼす影響について把握することにした。本報告は、これらの実験結果のうちから、鉄筋の腐食膨張によって生じるコンクリートのひびわれと鉄筋腐食量の関係について示したものである。

2 実験の概要

本実験における主な要因と水準を表-1に示す。実験に使用した供試体は図-1中に示す様に、高さ10cmのコンクリート円柱供試体中央部に鉄筋を垂直に埋込んだものである。コンクリートは、セメントとして早強ポルトランドセメント、粗骨材として碎石、細骨材として川砂をそれぞれ用い、水セメント比を50%、スランパ値を 8 ± 1 cmとして配合を定めた。またコンクリート中には鉄筋腐食を促進させるために、塩化ナトリウムをセメント重量に対して所定の量混入することにした。

電食実験は、供試体を約2週間水中養生した後(コンクリートの圧縮強度:450kg/cm²程度)に実施した。実験にあたっては、図-1に示す様に電解液としてNaCl 3.3%水溶液を用い、鉄筋を陽極、銅板を陰極として定電流電源装置を用いて通電を行なった。この場合、電流量は30mA一定とした。またひびわれ発生時間を把握するため、鉄筋と銅板との間の電位差も測定した。

図-2は、この電位差の経時変化をペンレコーダーで記録した一例を示したものである。この結果にも表われている様に、いずれの供試体においても通電時間が長くなると、電位差の急激に低下する点が存在することも確認できた。コンクリートのひびわれを目視観察した結果によると、電位差が低下した後、数分後(約0.4~0.6V低下した時点)にひびわれの存在が確認されており、ひびわれはほぼこの変曲点において発生するものと考えられる。

なお、所定の通電を終了した供試体は鉄筋固定用のゴム栓を取去り、押抜き試験によって鉄筋とコンクリートの付着強度を

表-1 実験の要因と水準

要 因	水 準
コンクリート供試体の直径(cm)	5, 7.5, 10, 15
コンクリート中の塩分量*(%)	0.1, 0.3, 0.5, 1.0
鉄筋径(mm)	10, 13
鉄筋の種類	みがき丸鋼、黒皮付丸鋼(SR24) 異形鉄筋(SD-35)

(※セメント重量に対する値)

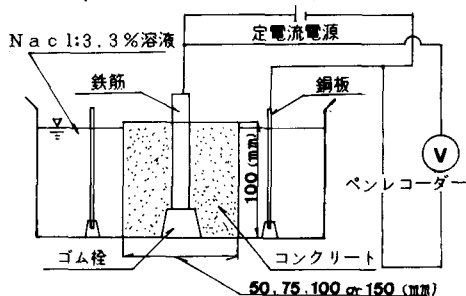


図-1 実験装置の概略

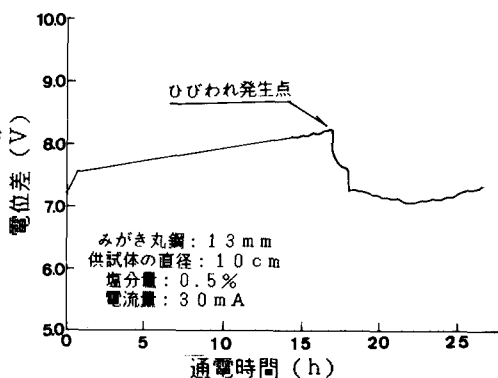


図-2 鉄筋と銅板間の電位差の経時変化の一例

検討した後、鉄筋を取り出して10%クエン酸2アンモニウム溶液で除錆し、腐食量の測定を行なった。

3 実験結果および考察

図-3は、みがき丸鋼の腐食量と積算電流量の関係および、この関係に及ぼすコンクリート中の塩分量の影響について示したものである。供給される電流量が一定であるにもかかわらず、コンクリート中の塩分量が増加するに従って腐食速度は急激に増加し、ひびわれ発生時間は短くなる傾向にあった。しかしいずれの塩分量の場合でも、コンクリートにひびわれが発生する時点の鉄筋腐食量はほぼ $5 \times 10^{-3} \text{g/cm}^2$ であった。またこの図から、コンクリートにひびわれが発生する前後では積算電流量と鉄筋腐食量の関係は異なった傾向を示し、特にひびわれ発生とともに鉄筋の腐食速度は急増することが確認できる。

図-4は、コンクリート中の塩分量が0.5%の場合について、コンクリートのひびわれ発生時の鉄筋腐食量と供試体直径の関係を示したものである。この結果から、コンクリートのかぶり厚が2~4cm程度の範囲では、コンクリートにひびわれを生じさせる鉄筋腐食量にはあまり差は認められなかったが、かぶり厚が7cm程度まで厚くなると、ひびわれ発生に対するかぶりコンクリートの拘束効果が顕著に表われ、ひびわれを生じさせるに必要な腐食量は急激に増加した。また図-5は、ひびわれ発生後のひびわれ幅の拡大に及ぼすかぶり厚の影響について示したものであるが、鉄筋腐食量が同じであっても、かぶり厚が小さいほどひびわれ幅は大きくなるようである。これらの結果は、かぶりコンクリートが腐食因子の鉄筋への供給を抑制し腐食速度に影響を与えるだけでなく、鉄筋腐食によって生じるコンクリートの劣化を抑制する効果も有していることを明確に示すものである。

さらに図-6は、黒皮付丸鋼および異形鉄筋について電食実験を行なった結果を示した。黒皮付丸鋼の場合には、みがき丸鋼よりもひびわれ発生までの時間はいくぶん長くなる傾向にあったが、ひびわれ発生時の鉄筋腐食量については両者に大差は見られなかった。これに対して異形鉄筋の場合には、ひびわれ発生時間が非常に長くなるとともに、ひびわれ発生時の腐食量はみがき丸鋼の3~4倍の値を示した。この原因については、フシによる拘束効果等を考慮して今後さらに検討を行なう必要があるが、少なくとも異形鉄筋は、鉄筋腐食によるコンクリートのひびわれ発生に対してはこれをかなり抑制できる効果をもっている様である。

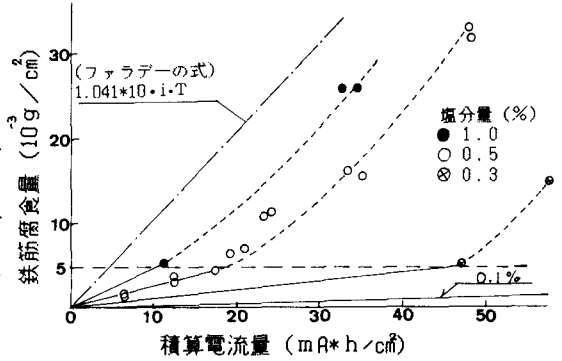


図-3 積算電流量と鉄筋腐食量の関係に及ぼすコンクリート中の塩分量の影響

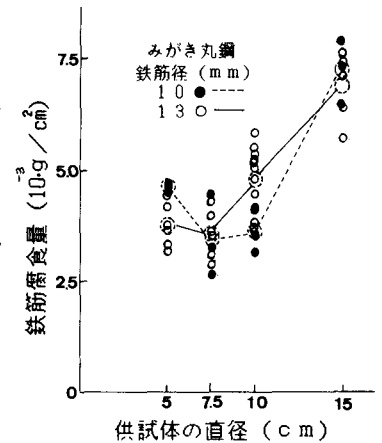


図-4 ひびわれ発生時の鉄筋腐食量と供試体径の関係

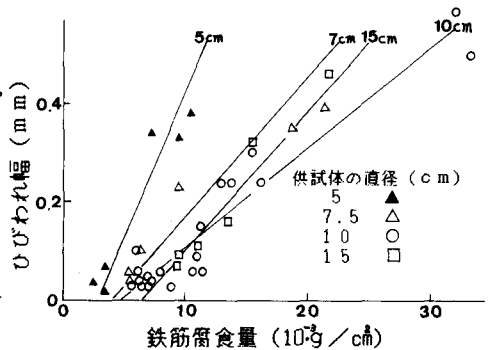


図-5 鉄筋腐食によるひびわれ幅と腐食量の関係

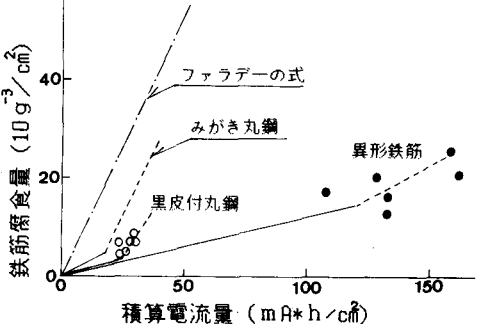


図-6 鉄筋の種類の相異による腐食性状の変化