

東北大学 正員 板橋 洋房
東北大学 正員 三浦 尚

1. まえがき

近年、海岸部の鉄筋コンクリート構造物において、外部から浸透する海水中の塩化物や凍結防止剤に使用される塩化物などにより、コンクリート中の鉄筋に発生する塩化物腐食が重要視されている。その防食方法の一つとして、エポキシ樹脂塗装鉄筋が有効とされ、実用化されている。ところが、このエポキシ樹脂塗装鉄筋には、鉄筋取り扱い中やエポキシ樹脂塗装工程などにおいて目視可能な塗膜損傷が発生することがある。これらの損傷がコンクリート中でどの程度、有害となるかということが未だ明らかにされておらず、今後の重要な課題になると考えられる。そこで、本研究は、実際の鉄筋取り扱いおよび施工時に発生する塗膜損傷の大きさやASTMの塗膜損傷の規定などを考慮し、大きさや個数の違う塗膜損傷を付与したエポキシ樹脂塗装鉄筋や無塗装鉄筋などをコンクリート中に埋込んで、かぶりの異なる鉄筋コンクリート供試体を作製し、コンクリートにひび割れを発生させずに空气中乾燥-海水中浸漬の繰返しを与える実験室内腐食促進試験を行ない、鉄筋に発生する腐食状態について調べたものである。

2. 使用材料

使用したエポキシ樹脂塗装鉄筋は、公称直径19mmの異形鉄筋（SD35、ねじり型）にエポキシ樹脂を静電粉体塗装したものであり、塗膜の厚さは $200 \pm 50 \mu\text{m}$ 程度である。比較のため、無塗装鉄筋なども使用した。セメントは、普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比は50%とし、細骨材は川砂（比重：2.56）、粗骨材は碎石（比重：2.86、最大寸法：25、15mm）で、混和剤は空気連行性減水剤を使用した。このコンクリートには、海水中の塩分の浸透を考慮し、コンクリート重量に対して0.8%の食塩を混入した。

3. 実験概要

エポキシ樹脂塗装鉄筋の塗膜には、表-1に示したような大きさの損傷をカッターで付与した。表-1の鉄筋を用いて作製した鉄筋コンクリート供試体の形状寸法を図-1に示す。エポキシ樹脂塗装の損傷部分は、打設底面側となるようにした。また、直接海水に接する供試体端部および鉄筋は、エポキシ系塗料で補修を行なった。

これらの供試体に対して、室温約50℃の恒温室内の容器で1日2サイクルの空气中乾燥-海水中浸漬の繰返しを100日間続行した。所定の繰返しを与えた後に、鉄筋を取り出して塗膜損傷部などの鉄筋に発生した腐食の状態について調べた。試験期間は、100日のほか、

表-1 付与したエポキシ樹脂塗膜の損傷と個数

塗膜損傷 長さ(mm)	個数(ヶ)	コンクリートの かぶりC(cm)	塗膜損傷形状寸法および 付与位置
3	25	2, 4	
8	10		
20	10		
65	10		
100	4		
無塗装鉄筋		2, 4, 7	
比較鉄筋			

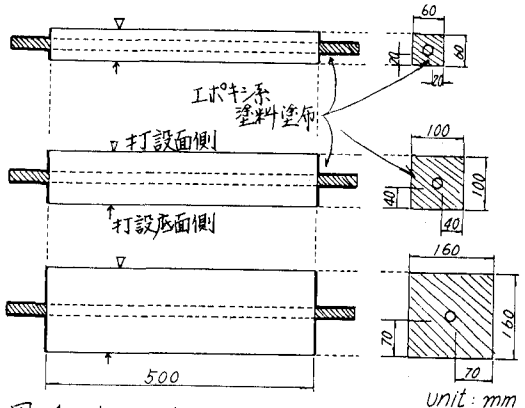


図-1 供試体の形状および寸法

200日、400日であり、現在も継続中である。今回の報告では、試験期間100日について述べる。

4. 実験結果および考察

供試体から取り出したエポキシ樹脂塗装鉄筋の腐食は、損傷部分（鉄筋素地露出部分）よりも、その周辺部の塗膜面下の鉄筋に数多く見られた。エポキシ樹脂塗膜損傷部においては、図-2に示したような順序で腐食が進行していく傾向があるものと思われる。また、塗膜損傷部分の全箇所に腐食が発生した訳ではなく、その腐食が発生した割合を示したのが図-3である。この図から、かぶり2cmの供試体においては、4cmのものに比べて錆が発生しやすく、塗膜損傷の大きさが 8mm^2 以上では、約7割近くが損傷部に腐食が見られた。かぶり4cmの供試体では、塗膜損傷の面積が大きくなるにつれて、徐々に腐食する割合も増加する傾向がみられた。図-4は、塗膜損傷部1箇所における腐食面積を比較したものである。この図から、かぶり2cmでは、損傷の大きさが $3\text{mm}^2 \sim 8\text{mm}^2$ の間に、かぶり4cmでは、それが $8\text{mm}^2 \sim 20\text{mm}^2$ の間に塗膜損傷の許容値が存在しているものと考えられる。損傷部の腐食は、損傷の大きさが同じであっても、損傷の個数やコンクリートのかぶりにも影響されている。また、ASTMで定められた損傷の規準値である 65mm^2 の損傷部においても大きな腐食であり、更にその損傷の大きさの合計が鉄筋表面積の2%以下である 20mm^2 の損傷部の腐食面積とあまり差はなく、ASTMの塗膜損傷の許容値は、大きすぎるのではないと思われる。図-5には、腐食面積とかぶりの関係について示した。この図から、ばらつきはあるものの、かぶりが大きくなるにつれて逆に腐食が増加しているが、これはコンクリートに予め混入した塩分の影響によるものと思われる。コンクリートに塩分を入れたにも拘らず、かぶりが4cmで損傷の大きさが 3mm^2 および 8mm^2 においては、他のものに比べて腐食がかなり抑えられている。成分調整した鉄筋であっても無塗装鉄筋とあまり差はなかった。塗装していない鉄筋においては、鉄筋全面に錆が点在しており、面積を測ることができたものだけの結果であり、実際はエポキシ樹脂塗装鉄筋の腐食の値よりも多くなっている。また、その錆の状態は、エポキシ樹脂鉄筋に発生した錆よりも体積のある腐食であった。

最後に、この実験に際して、ご協力頂いた元4年生の宇部淳君に深く感謝致します。

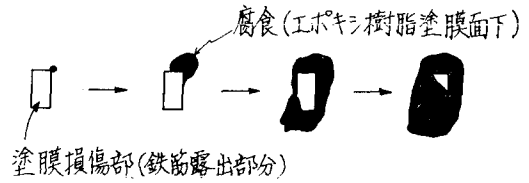


図-2 塗膜損傷部の腐食状況

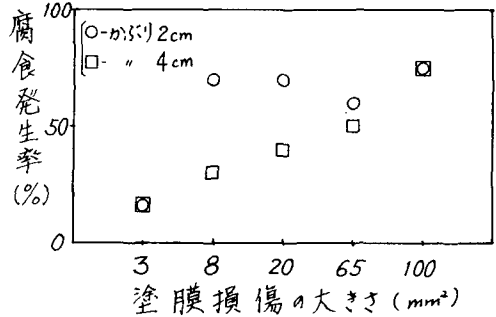


図-3 塗膜損傷部の腐食の発生割合

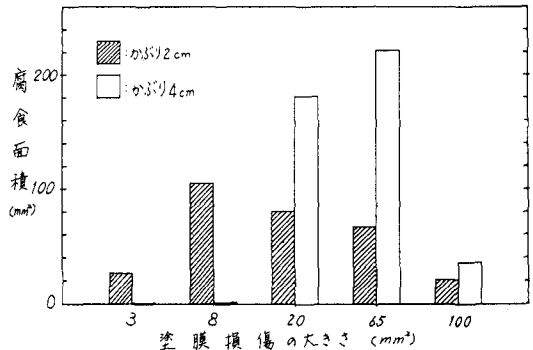


図-4 塗膜損傷部1か所の腐食面積

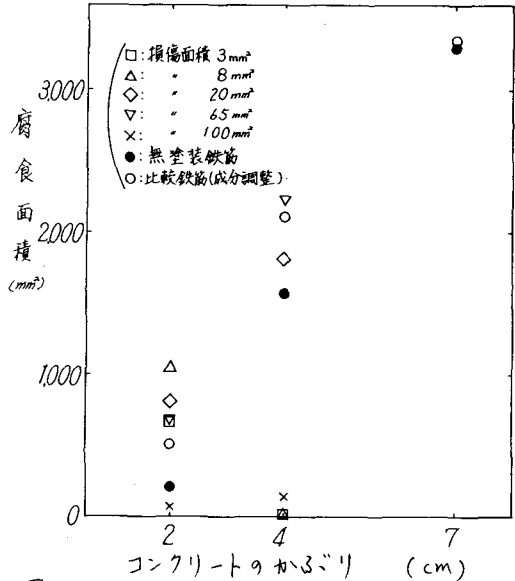


図-5 かぶりと腐食面積