

東北大学 正 員 板橋洋寿
東北大学 正 員 三浦 尚
東北大学 学生員 塩村泰幸

1. まえがき

近年、コンクリート構造物中の鉄筋腐食が問題となっており、その解決策の一つとしてエポキシ樹脂塗装鉄筋が開発され、試験的に用いられるようになった。ところが、エポキシ樹脂塗装鉄筋は曲げ加工や組立て等、鉄筋取扱い中に発生する塗膜の損傷をどの程度の大きさまで許容することができるか未だ明らかにされていない。また、同じ大きさの損傷であってもその発生原因や発生密度によっても許容できる値は異なってくると思われる。

本研究は、以上の点を明らかにするため、塗膜に様々な損傷を与えた鉄筋をコンクリート中に埋込んで供試体を作製し、空中乾燥-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って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

エポキシ樹脂塗料はA, B, B'の3種類で、B'はBの塗料を更に改良を加えたものである。また、塗料AとBは現在比較的良好と判断されている塗料でもある。鉄筋は、公称直径22mmの異形鉄筋(SD30、横フシ型)にエポキシ樹脂塗料を静電粉体塗装したものであり、塗膜厚は180 μ m程度である。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%である。細骨材はいり砂(比重:2.56)粗骨材は碎石(比重2.86、最大寸法25mm)で、混和剤は空気連行性減水剤を使用した。また、数十年後に海水中の塩分が鉄筋表面(かぶり2.9cm)まで浸透することを考慮して、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表面の塗膜に損傷を与える方法としては、鉄筋の残留歪が20% (曲げ内半径2D, D=22mm) の場合は、圧縮試験機で押し曲げた。曲げる方向は、鉄筋のリブを結ぶ線を軸とする方向である。20%以外の残留歪を与えて鉄筋の塗膜に損傷を与える場合は、すべて引張載荷することにより行なった。エポキシ樹脂は温度により、性質が変化することを利用して色々なサイズの塗膜の損傷を与えるため、数種の温度条件下で鉄筋に残留歪を与えた。

エポキシ樹脂塗装鉄筋の塗膜の損傷状況を把握するため、載荷前と載荷後にピンホール探知器(放電電圧1kV)と目視により測定を行なった。このようにして得た鉄筋を用

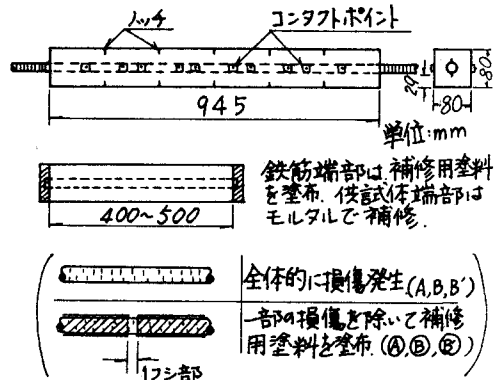


図-1 供試体形状寸法。

いて図-1に示すようなかぶりを2.9cmと一定にした鉄筋コンクリート供試体を作製した。コンクリート中の鉄筋は樹脂塗膜全体に損傷が発生しているものと、損傷の一部だけを除いて損傷が少なくなるように同種の補修用塗料で補修したものである。補修を行なった鉄筋において、塗膜に発生したひびわれ一つだけを残して補修することができなかったため、1フシ分だけあけた。A, B, ④, ⑤の損傷部分は、供試体へ載荷した時ひびわれが入るノッチ部に位置するように配置し、材令14日で試験に供した。供試体は、鉄筋の応力度が2000 kg/cm^2 (コンクリートのひびわれ幅が0.2mm程度) となるように引張載荷して、供試体のノッチ部にひびわれを発生させたままの供試体とひびわれを発生させない供試体について、室温約50℃の恒温槽の容器内で1日2サイクルの空中乾燥-

海水中浸漬の繰返しを28日間続行した。また、直接海水に露出する外部の鉄筋表面にも補修用塗料で補修した。所定の繰返しを終えた後に供試体から鉄筋を取り出して塗膜の損傷状況や内部の鉄筋表面の腐食状態について調べた。

4. 実験結果

エポキシ樹脂塗装鉄筋の塗膜に発生したひびわれ幅と腐食面積の関係を図-2に示す。この図からもわかるように、ばらつきがあるので必ずしも明確であるとはいえないが塗膜のひびわれ幅が増加するに伴って腐食面積も増加する傾向が認められる。

図-3は、塗膜に発生したひびわれ幅の測定個数とそのひびわれ部において腐食の発生した割合を示したものである。塗膜に発生したひびわれ幅は、0.02~0.2mm程度のものが多かった。また、0.01mmの小さな塗膜ひびわれであっても内部の鉄筋に腐食が発生するということがわかった。

表-1は、コンクリートのひびわれ部における損傷1フシあたりの腐食面積の結果である。損傷数の多いAとBに比べると、損傷数の少ない④⑤の方が小さな腐食面積となっている。この値は、コンクリートひびわれ部において一番ひどく錆びているもので比較した値であり、その部分の塗膜のひびわれ幅は、0.15~0.20mmであった。

表-2は、コンクリートにひびわれを発生させない供試体の結果である。同じ位の塗膜のひびわれ幅であっても、BよりAの方が多く腐食している。この理由としては、B

に比べAの方が鉄筋と塗膜との付着が悪く、剝離したところの面積がかなり広がったためと思われる。また、塗膜のひびわれや剝離などが集中している部分における腐食は、近接している異常のないと思われる塗膜部分の鉄筋まで、進行する傾向がみられた。BはBに比べて付着が良く、低温時での曲げ加工も十分に可能であると思われる。この結果における値も、1フシあたりで対応させ、一番ひどく錆びている部分で比較した腐食面積の値である。それぞれの同じ温度における値を比べても、損傷を少なくした④⑤の方がA,Bよりも小さな腐食面積となっている。このことからわかるように、損傷が少ない場合でも一応錆は発生するが、損傷の多いものに比べて腐食は小さくなるものと思われる。また、鉄筋を引張って塗膜に損傷を与える疵のつけ方との違いをみるため、ヤスリによる疵の鉄筋もコンクリートに埋込んで比較してみた。ヤスリによる疵は、鉄筋界面での塗膜のひびわれ幅が0.15~0.30mmで、腐食面積は最小で0.14cm²、最大で1.6cm²であった。この最大値と1フシだけ残すように補修した鉄筋の値とを比較してみると、それほど大きな差はないように思われる。これは、ヤスリによる塗膜のひびわれ幅が④⑤のひびわれ幅に比べて、大きかったためと思われる。また、剝離の発生していないヤスリの疵部に、結束線を巻いて試験したもので、異常のない塗膜下面の鉄筋にまで腐食の進行が見られた。

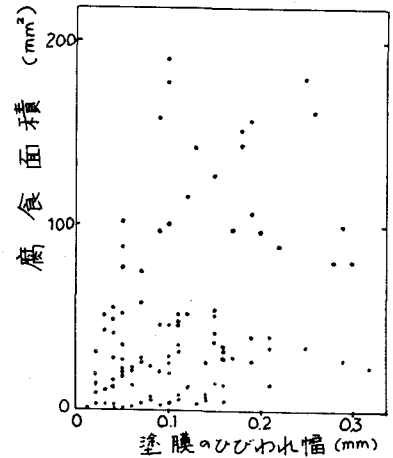


図-2. 腐食量の関係

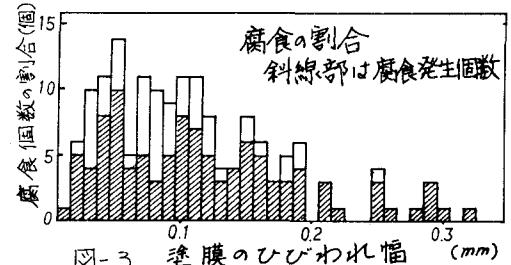


図-3 塗膜のひびわれ幅 (mm)

表-1. 載荷した供試体の結果

	コンクリートのひびわれ幅 (×10 ⁻³ mm)	1フシあたりの腐食面積 (cm ²)
A	141	4.31
④	118	0.68
B	171	9.60
⑤	157	8.08

表-2. コンクリートにひびわれのない供試体結果

補修	温度 (℃)	塗膜のひびわれ幅 (mm)	1フシあたりの腐食面積 (cm ²)	補修	温度 (℃)	塗膜のひびわれ幅 (mm)	1フシあたりの腐食面積 (cm ²)
無				有			
A	5	0.16	9.60	④	5	0.13	2.71
	10	—	7.73		10	0.15	1.09
	15	0.15	9.60		15	0.16	9.60
B	5	0.16	5.59	⑤	5	0.11	3.73
	10	0.10	2.46		10	0.11	0.32
	15	0.18	1.62		15	—	0
B'	2	0.22	0.89	⑥	2	0.19	0.35