

断面修復後の RC プリズムにおける鉄筋腐食進行に関する実験

広島大学大学院	学生会員	○山崎 博重
広島大学大学院	正会員	Hussein, Nour-Allah Mohamed
広島大学大学院	正会員	丸山 一平
広島大学大学院	フェロー会員	佐藤 良一

1. 背景・目的

塩害により劣化した鉄筋コンクリート構造物を断面補修工法により補修した場合、打継目付近で比較的早期に腐食が発生する。この原因として、母材コンクリート部と補修部間の塩分濃度差による電位差の発生、また補修材の収縮により打継目にひび割れが生じ、腐食要因となる物質の浸入が考えられている。そこで本研究では、打継目近傍において分割鉄筋を用い腐食電流を直接的に測定することで鉄筋腐食再劣化におけるメカニズムを検討することを目的とした。

2. 実験概要

2. 1 供試体概要および使用材料・配合

本実験で用いた供試体は図-1に示すように、100×100×400mmの角柱供試体とし、鉄筋はD13の電氣的に一体とみなせる異形分割鉄筋¹⁾をかぶり25mmの位置に埋設した。分割鉄筋はエポキシ樹脂により絶縁と接続を行い、要素数を11、単位長さを15mmとした。供試体は半分をW/C60%、NaClを9kg/m³（NaCl5%に相当）含む母材コンクリート（以下、母材）、残りの半分を補修材とした。補修材にはポリマーモルタル、モルタルを使用した。合わせて、打継部においてかぶり側にひび割れ幅約0.2mmを有する供試体も作製した。

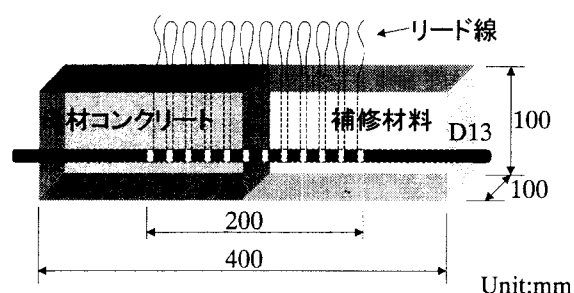


図-1 分割鉄筋供試体

本実験で用いた供試体は図-1に示すように、100×100×400mmの角柱供試体とし、鉄筋はD13の電氣的に一体とみなせる異形分割鉄筋¹⁾をかぶり25mmの位置に埋設した。分割鉄筋はエポキシ樹脂により絶縁と接続を行い、要素数を11、単位長さを15mmとした。供試体は半分をW/C60%、NaClを9kg/m³（NaCl5%に相当）含む母材コンクリート（以下、母材）、残りの半分を補修材とした。補修材にはポリマーモルタル、モルタルを使用した。合わせて、打継部においてかぶり側にひび割れ幅約0.2mmを有する供試体も作製した。

2. 2 マクロセル電流・ミクロセル電流および自然電位の測定

本実験では供試体を乾湿繰返し環境下に曝露し、分割鉄筋要素間を流れる電流の測定を行った。環境条件は6日間を室温40℃、R.H.60%、1日間を室温35℃、R.H.約90%のNaCl3%を含む降雨環境（55mm/hr）とし、この一週間を1サイクルとした。腐食電流の種類はマクロセル電流とミクロセル電流に大別される。ここでマクロセル電流とはアノード（陽極）・カソード（陰極）が異なる鉄筋要素間で生じ、この間を流れる電流を表し、ミクロセル電流とは一つの鉄筋要素内にアノード・カソードが存在し、この間を流れる電流を表すこととする。自然電位は金属類が独自にもつ電位を表す。マクロセル電流を無抵抗電流計で、ミクロセル電流および自然電位を分極抵抗法で測定を行い、鉄筋腐食におけるメカニズムの検討を行った。

3. 実験結果

本実験で測定したマクロセル電流密度（以下、マクロ）の経時変化を図-2に、16サイクルにおけるマクロ、ミクロセル電流密度（以下、ミクロ）、自然電位の測定結果を図-3に示す。補修材にはポリマーモルタル、モルタルを用いており、打継部においてひび割れなしの場合を「ポリマー」、「モルタル」とし、ひび割れありの場合を「ポリマーひび割れ」、「モルタルひび割れ」と略す。補修材の種類、ひび割れの有無の2点から腐食電流の実測を通じて以下のような結果を得た。

（1）打継部にひび割れのない場合

マクロは10サイクルまでポリマー、モルタル共に変化が見られない。しかしポリマーは16サイクルに母材内部で腐食電池の形成が確認できた。ミクロは共に打継部から母材部にかけて若干の変化を示した。自然電位には大きな違いが見られ、ポリマーは母材側と補修側で大きな電位差を生じ、モルタルは全体的に電位が一定となった。表-1からポリマーは電気抵抗性が母材に比べて4～5倍高い。したがって電位差による腐食電池

形成を示さなかったと考えられる。16 サイクルにおける母材内部での電池形成については、電位差の存在によって母材中の鉄筋には酸化反応が進行し、腐食電池の形成に繋がったと考えられる。モルタルについては電位差が認められず一定であったことから、腐食電池が形成されなかった。しかし、補修側の電位が母材の電位とほぼ等しい値を示すことは補修側においても不動態皮膜が不安定な状態となっていると考えられ、さらに腐食電流の変化を追っていく必要がある。

(2) 打継部にひび割れのある場合

マクロはポリマーひび割れ、モルタルひび割れ共に4 サイクルでひび割れ部をアノードとする腐食電池が確認でき、早期の段階で腐食電流が発生した。これは補修材の種類に関わらずひび割れ部で腐食が発生することを示している。ポリマーひび割れは10, 16 サイクルにアノードが母材内部で確認でき、初期にアノードを示したひび割れ部はカソードとなり、母材内部で腐食電池を形成していることがわかる。ミクロからもアノードが母材部へ移動したことが確認できる。また、モルタルひび割れも16 サイクルに母材内部で腐食電池を形成している。この理由として、ひび割れ部は初期の段階から塩化物イオン、酸素、水分等の浸入により腐食を促進させるが、アノード部が拡大するとひび割れ部の腐食電流は減少し、酸素、水分によってカソードに変化しやすくなる。したがって、母材内部をアノード、ひび割れ部をカソードとした腐食電池が形成されたと考えられる。

4. まとめ

打継部にひび割れの無い場合、補修材の種類によって腐食形態に違いがあることを示した。打継目にひび割れのある場合、ひび割れ部は早期の段階で腐食電流が卓越し、その程度は補修材の種類に依存しないと考えられる。また、ひび割れ部は初期にアノードを示した後、カソードに変化する可能性がある。

これからさらに信頼性を高めるため研究を重ね、鉄筋腐食再劣化について検討していきたい。

5. 参考文献

- 1) 宮里心一, 大即信明, 小長井彰祐: 分割鉄筋を用いたマクロセル電流測定方法の実験的・理論的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.23, No.2, pp.547-552, 2001

表-1 母材・補修材の抵抗

材料	抵抗(k Ω)
塩分含有母材コンクリート(W/C60%)	1.35
ポリマーモルタル	5.81
モルタル(W/C44%)	1.14
コンクリート(W/C60%)	1.37

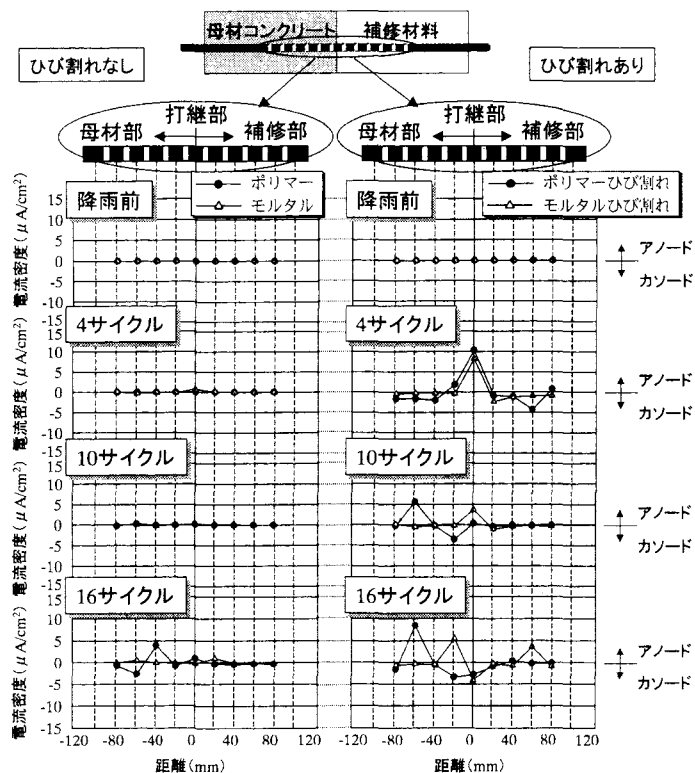


図-2 マクロセル電流密度経時変化

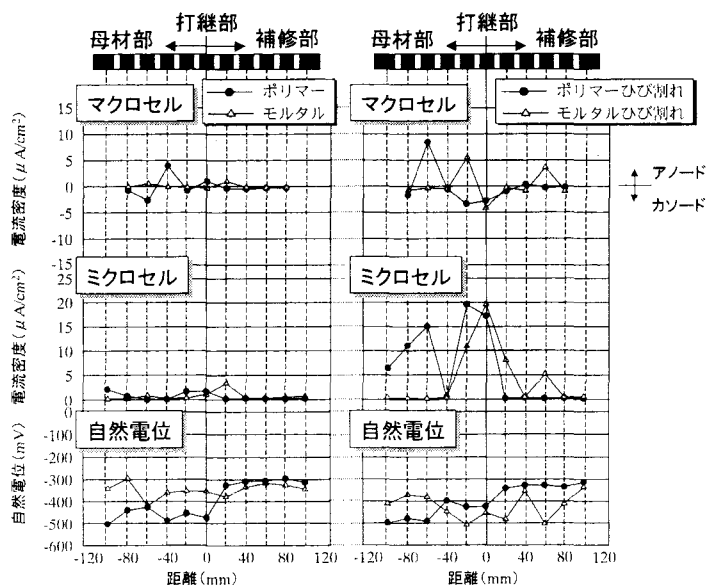


図-3 16 サイクルにおける測定結果