

漏水を有する RC セグメント中の鉄筋腐食の初期進展に関する実験的研究(2)

- 鉄筋腐食の初期進展の把握 -

金沢工業大学 学生員 伊藤 正寛
 金沢工業大学 小池 諭
 金沢工業大学 正会員 木村 定雄

1. はじめに

近年シールドトンネルの建設においてはコストの縮減が求められ、その一つの方策として二次覆工を省略する傾向が強まっている。セグメントの耐久性能の観点にたつと、水セメント比の小さいコンクリート二次製品であることから、その初期性能は高いものと考えられている。しかしながら、セグメントを覆い保護してきた二次覆工がなくなることで主体構造であるセグメントの性能が早期に低下することが懸念される。例えば、供用中のセグメントの損傷をみると、漏水現象を伴うことが多く、鉄筋腐食やかぶりコンクリートの脆弱化などが早期に進展するものと推察される。このような中セグメントの劣化進展を定量的に評価し、将来を予測する技術が明確にされているとは言い難いのが現状である。

そこで、筆者らは貫通したひび割れを有する RC セグメントの漏水現象をモデル化した実験を行い¹⁾、非破壊検査であるマクロセル電流の測定で鉄筋腐食の初期進展(不動態皮膜の消失)を把握することで、漏水現象下での鉄筋腐食の進展を評価し、将来の腐食進展を予測することを試みた。

2. 鉄筋腐食の評価方法

漏水現象のモデル化実験の概要は前報¹⁾に述べたとおりである。表 1 は本実験で作製した供試体のひび割れ幅を示したものである。一般にひび割れ部などの欠陥部での鉄筋腐食の初期進展は、ミクロセル腐食に比べて、マクロセル腐食が卓越すると言われている²⁾。そこで、本研究では、マクロセル腐食電流のみを測定することとした。マクロセル電流を測定するために、図 1 に示すように分割鉄筋を供試体中に埋設した。分割鉄筋は、SR235-9 を 2.7 mm×2 本と 15 mm×3 本に切断し、各鉄筋要素間をエポキシ系樹脂で絶縁して接合したものである。隣接する鉄筋要素の隣接側のリード線を結線することで電氣的に一本の鉄筋としてみなせるものである。この分割鉄筋を用いることにより隣接する鉄筋

表 1 漏水実験前と実験後の平均ひび割れ幅

供試体	平均ひび割れ幅: w (mm)					
	流入面		流出面		全平均	
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後
Sp.1	0.08	0.03	0.11	-	0.1	0.03
Sp.2	0.15	0.14	0.14	0.11	0.15	0.13
Sp.3	0.12	0.14	0.2	0.12	0.16	0.13
Sp.4	0.21	0.2	0.18	0.14	0.19	0.17
Sp.5	0.25	0.26	0.33	0.12	0.29	0.19
Sp.6	0.38	0.34	0.31	0.27	0.34	0.31

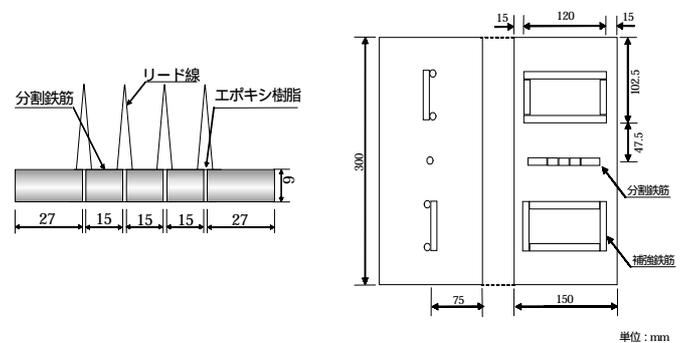


図 1 分割鉄筋と鉄筋配置図

要素間を流れるマクロセル電流を定期的に測定することが可能となる²⁾。

漏水実験中のチャンバーの側面からリード線を取り出し、各分割鉄筋の要素間のマクロセル電流を無抵抗電流計で 1 回/日の頻度で測定した。また、あわせて漏水実験後に供試体をひび割れ面で破断し、分割鉄筋を取り出して腐食状態を直接観察した。

3. 実験結果およびその考察

写真 1 は漏水実験後に破断したひび割れ面の例を示したものである。写真 1 中の桃色の着色部は、赤インク Z を混入した地下水の流水経路を示したものであり、供試体の円周部の付近を除けば、地下水が確実に流れていることがわかる。また、このことはひび割れ幅の大きさに関わらずすべての供試体で同じであった。

一方、写真 2 はそのひび割れ面にフェノールフタレイン 1% 溶液を噴霧したときの状況を示したものである。この状況から、分割鉄筋の埋設位置も含め、流水経路となるひび割れ面は中性化していることがわかる。

キーワード：シールドトンネル 貫通ひび割れ 漏水現象 分割鉄筋 マクロセル腐食

連絡先：〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1 TEL：076-248-8426 FAX：076-294-6713

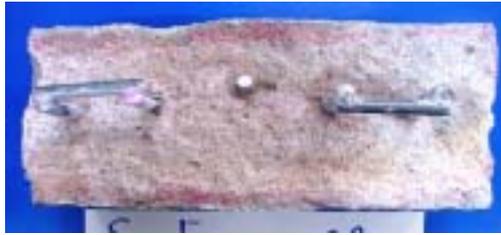


写真1 流水経路の確認 (Sp.5)

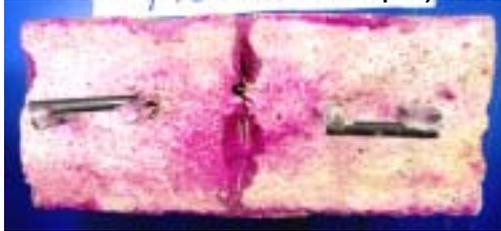


写真2 中性化の有無の確認 (Sp.5)

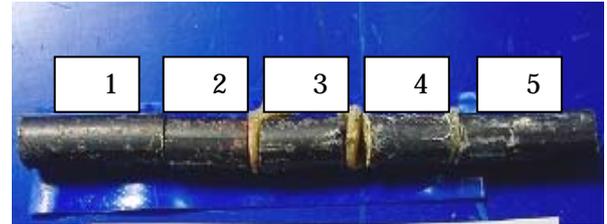


写真3 取り出した分割鉄筋

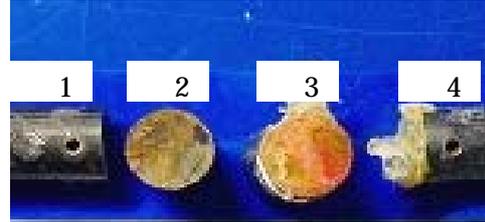


写真4 鉄筋要素 2 にみられた腐食

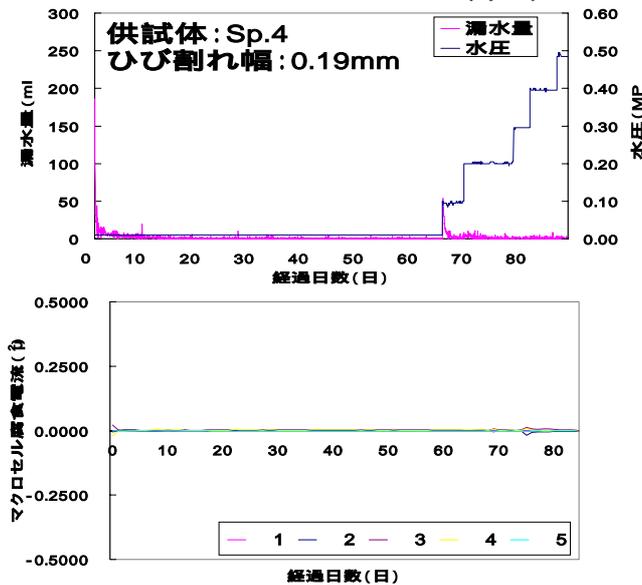


図2 漏水量とマクロセル電流密度の関係 (Sp.4)

次に、漏水現象とマクロセル電流密度との関係を示す。図2および図3は、そのひび割れ幅の小さいものと大きなものの例である。ひび割れ幅の小さいSp.4では、漏水量の変化も小さく、時間の経過とともに漏水が停止している。このときのマクロセル電流をみると、ほとんど電位が発生していない。一方、ひび割れ幅の大きいSp.6では、漏水実験の開始直後、また水圧の漸次増加直後に漏水量の変化が大きく、その時のマクロセル電流密度も大きく測定された。このことから、漏水を伴う場合には、マクロセル電流の測定は安定しないことがわかる。ただし、実験開始後約65日付近をみると、2の分割鉄筋のみがアノードとなり、その他の分割鉄筋がカソードになっている可能性があると考えられる。

そこで、漏水実験後に供試体から分割鉄筋をとり出して、腐食状況を観察した。写真3および写真4は、その状況を示したものである。これより、2の分割鉄筋

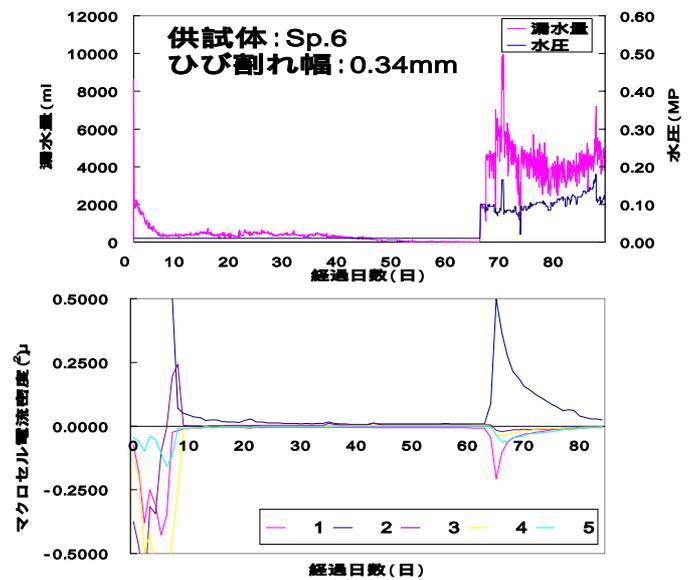


図3 漏水量とマクロセル電流密度の関係 (Sp.6)

の一部に腐食開始が認められた。なお、Sp.6以外の供試体中の分割鉄筋は、認められなかった。このことから、マクロセル電流の測定により、非破壊的に鉄筋の腐食の進展が把握できる可能性が示された。しかし一方で、漏水量が多いとその測定値にはバラツキが大きかった。

以上から、漏水現象により鉄筋腐食の進展が、早くなることが予想される。ただし、本報告における実験では、鉄筋腐食の初期進展、すなわち、不動態皮膜の消失までを確認したものであるから、今後さらに詳細な実験を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) 荒井匠, 石田孝弘, 木村定雄: 漏水を有する RC セグメント中の鉄筋腐食の初期進展に関する実験的研究 (1), 土木学会第60回年次学術講演会
- 2) 宮里心一, 大即信明: 既存鉄筋コンクリート部材中のマクロセル腐食速度の推定, コンクリート工学論文集