分極抵抗測定値に及ぼす各種パラメータの影響評価

大阪大学工学部　学生員　○岡田　英哲
新日鉄製鉄(株)　正会員　松岡　和巳
大阪大学大学院　正会員　大西　弘志
大阪大学大学院　フェロー　松井　繁之

１．研究の目的

コンクリート中鋼材の腐食モニタリングを目的とした分極抵抗法の適用に関する研究が行われている．また，分極抵抗値(Rp)による腐食判定指針についても幾つか既往の研究で提案されている．しかしながら，構造物を対象として測定された分極抵抗値(以下 Rp.ap と呼ぶ)には，鉄筋配置等の幾何学的影響及び腐食形態の影響による誤差を含むことがわかっている.このため, 松井ら[1)]は BEM 解析を用いた手法によりこの誤差を修正する手法を提案し，モデル水槽実験でその適用性評価をおこなっている．コンクリート構造物を対象としての適用性評価は未だおこなわれていない．そこで本研究では，分極抵抗法の定量化に資する資料を得る目的でコンクリート構造物を模擬した供試体を作成し,実際的な分極抵抗測定をおこなうことにより測定値に及ぼす各種パラメータの影響を実験的に評価した.

２．実験概要

(1) **分極測定法**：本実験の分極測定では，**図１**に示す１対極式センサーに，2 周波数重畳法によるコロージョンモニター（新日鉄製）を用いた．測定周波数は，高周波側 400Hz，低周波側 0.1Hz とした.

(2) **供試体仕様**：実験に用いたコンクリート供試体は，**図２**に示す大きさ（W100cm×L100cm×H15cm）で，鉄筋は異形鉄筋 D16 を 150 ピッチで２方向配置したものを合計４体（①一様腐食供試体, ②部分腐食供試体で, 各塩分添加有り無し）を作成した. コンクリート仕様は W/C＝60%で, 最小かぶりは 20mm である. 塩分有り供試体はコンクリート練混ぜ時に NaCl2.0kg/m³ を添加した．①一様腐食試験体の鉄筋は結束線で結束し，②部分腐食供試体は**図２**に示すようで，鉄筋交差部に自己融着テープを巻き各々を絶縁とし，約４週間養生の後，黒く着色した部分の鉄筋を強制電解腐食させた．そして測定時には事前に鉄筋にハンダ付けしたコードにより鉄筋を短絡させた状態とした.

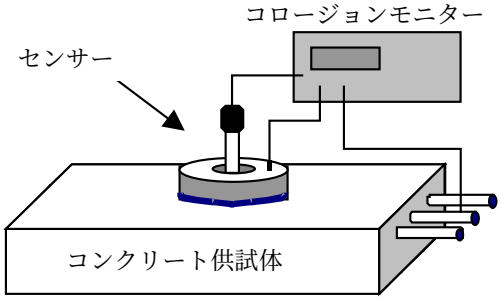

図 1　分極測定模式図

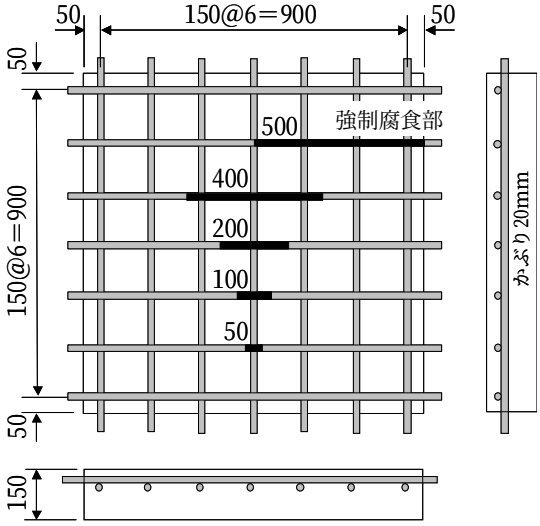

図２　供試体形状・寸法

(3) **実験ケース**：本実験では以下の２ケースを検討した.

実験Ⅰ：①一様腐食供試体を用い，鉄筋配置に対する分極測定位置（交差部,上側鉄筋部直上,下側鉄筋部直上）の違いが分極測定値に与える影響検討.

実験Ⅱ：②部分腐食供試体を用い，上段鉄筋部に部分腐食が存在する場合に分極測定値に与える影響検討.

３．実験結果および考察

(1) 鉄筋配置に対する分極測定位置の影響

鉄筋の交差部，上側鉄筋部直上,下側鉄筋部直上の位置による測定値の違いを図３に示す．この図には，別途準備した１方向鉄筋配置した供試体(鉄筋径 D16,かぶり 20mm)のデ

Keyword: 鉄筋腐食，モニタリング，分極抵抗
連絡先：〒565-0871 吹田市山田丘 2-1, Tel.06-6879-7618, Fax.06-6879-7621

ータも比較としてプロットしている．Rs.ap 値を見ると各測定位置における測定値は，交差部，上側鉄筋部，下側鉄筋部の順に大きくなっており，また，各値は１方向鉄筋配置による値とほぼ等しく大きな差がないこともわかる.したがって，Rs.ap 値は，鉄筋かぶり即ち鉄筋上側にあるコンクリートの抵抗に大きく依存していることが推定される. Rp.ap 値を見ると，２方向鉄筋配置に対する値が１方向鉄筋配置の値のほぼ半分となっている.これは２方向に鉄筋を配置した場合,計測対象となる鉄筋の表面積が大きくなり１方向に配置した時と比較して相対的に電流が流れやすくなったためであると思われる.**図 3** で塩分の有無の影響をみてみると，Rp.ap 値では大きな影響は確認できないが，Rs.ap 値は塩分添加によってコンクリート抵抗が小さくなり電流が流れやすくなるためと考えられる.

(2) **部分腐食が分極測定値に与える影響**

鉄筋腐食位置と Rp.ap 値を**図 4** に示す. 鉄筋に部分的腐食が起こることにより，腐食領域とその近傍 10cm の範囲において Rp.ap が減少する傾向が確認できた． コンクリートに塩分が添加された供試体では，塩分が添加されていない供試体と比較して測定値の変動が大きくなる傾向がみられた．Rs.ap 値では，鉄筋に部分的腐食が発生すると，腐食領域とその近傍で増大する傾向がみられた．また，Rs.ap は Rp.ap と同様,コンクリートに塩分が添加された供試体では,塩分が添加されていない供試体と比較して測定値の変動が大きくなる傾向がみられた.

図 5 には上記測定値 Rs.ap，Rp.ap を松井らの手法に従い BEM 解析を用いて修正した測定値（単位:Ωcm2）を上記同様，腐食領域との対比で示す．部分腐食領域における Rp は 10kΩcm² を下回っており，強制腐食実験ではあるがこれは過去の報告[2)]と一致するものである．また，今回の実験によると 2 方向配置された鉄筋を有するコンクリート構造物に対する分極抵抗法による腐食検出可能長さは 5cm 程度であると推定される．

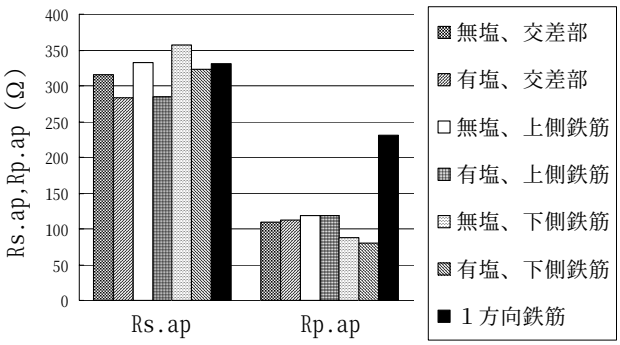

図 3　測定位置による影響

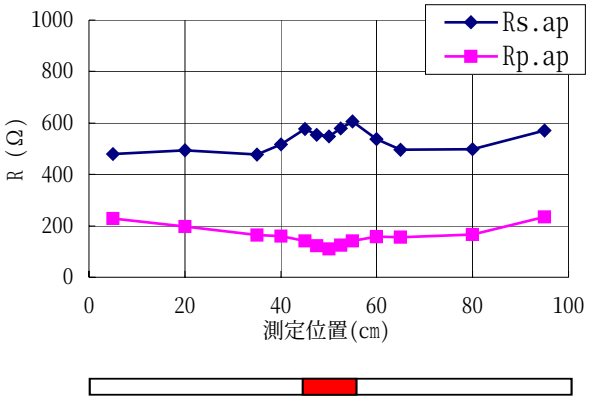

図 4　部分腐食領域 5cm と測定値

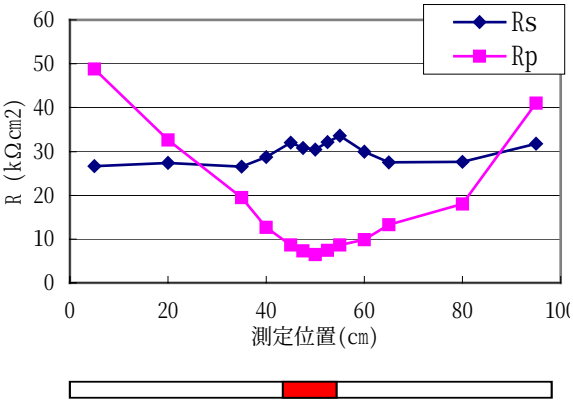

図 5　部分腐食領域 5cm と修正測定値

４．まとめ

- Rs.ap 測定値は，鉄筋配置の影響をあまり受けないが，Rp.ap 測定値は大きく影響される．
- 部分腐食の発生がある場合，腐食領域とその周辺 10 ㎝の範囲で Rp.ap 測定値が減少し，Rs.ap の測定値が増加する傾向がある．
- BEM 解析を用いた修正分極抵抗測定値は，腐食位置検出に有効に活用できると判断される．

参考文献：１）松岡和巳,松井繁之：交流インピーダンス測定値の定量的評価法について,コンクリート工学年次論文集,Vol.25,2003.7，２）後藤信弘，松岡和巳，他：交流インピーダンス法による鉄筋腐食評価に関する一考察，コンクリート工学協会シンポジウム論文集,1991.4