

京都大学

正員 宮川豊章

ピー・エス・コンクリート

正員 江口虎雄

京都大学

正員 小林和夫

海洋あるいは冬期に融氷剤が散布されるような塩分雰風気中においては、耐久性の観点から鉄筋、PC鋼筋等の腐食が最重要問題となる。鉄筋の防食方法としては電気防食、樹脂塗装鉄筋など種々の方法が考えられているが、その基本は水セメント比を小さくすることによってコンクリートを緻密なものとし、かばりを大きくすることである。しかし、鉄筋の腐食機構が水セメント比、ひびわれ等によって影響される可能性があるにもかかわらず、コンクリートによる防食機能についてこのような影響が考慮される例は極めて少ない。

本研究は、特にコンクリートの水セメント比に注目し、小供試体（鋼筋表面積 100 cm^2 以下）を用いた定電位介極試験によるミクロ腐食挙動を検討するとともに、 $10 \times 15 \times 300\text{ cm}^3$ 角柱供試体を用いた電位分布測定によって水セメント比の部材内部におけるばらつきおよびひびわれの存在によるマクロ腐食挙動への影響を検討し、両者の検討を通じて、水セメント比が鉄筋腐食機構に与える影響についての基礎資料を得ようとしたものである。

実験概要 水セメント比としては土木学会「コンクリート標準示方書」を参照として0.40、0.60の2種を用い、スランプをほぼ一定とするため単位水量を 196 kg/m^3 と一定にしコンクリート配合を決定した。鋼筋の配筋は全て水平筋とし、かばりは鋼筋径の2倍とした。また、電極としては銀・塩化銀電極を用いている。

介極試験 鋼筋としては黒皮付異形丸棒（φ10）、および黒皮の表面が必ずしも均等ではないことを考慮して磨き丸棒（φ13）の両者を用いた。異形丸棒を用いた供試体については稗りまぜ木として水道水を用い、2週間の湿布養生、4週間の室内空气中養生の後試験に供した。磨き丸棒を用いたものは、塩分浸漬後を想定して稗りまぜ木として人工海水を用い、4週間の密封養生の後試験に供した。各要因につき、供試体は2個ずつ用いた。

電位分布測定 鋼筋としては全て黒皮付異形丸棒（φ10）を用い、稗りまぜ木として水道水を用いた。供試体としては以下に示す3種類のものを用いた。a) 全体を同一のW/Cのコンクリートで打設したもの（略称0.60、0.40；図-2、3参照） b) a)と同様の供試体で、中央部40cmを曲げスラブとした2点集中荷重により残留ひびわれを導入したもの（略称0.60-ひびわれ、0.40-ひびわれ；図-4、5参照） c) 部材内部におけるW/Cのばらつきを想定して、中央部40~50cmの区間と残りの部分とを別のW/Cのコンクリートで打設したもの（略称0.60-0.40-0.60、0.40-0.60-0.40；図-6、7参照）なお略称中における数値はW/Cを表している。供試体は4週間の湿布養生の後、試験中に散水する食塩水（ NaCl 3.13%水溶液）が全く浸透するように5ヶ月間室内において乾燥させた後試験に供した。試験中は1日に2度食塩水を散水し、散水開始時、1日後、3日後、1週間後、1月後、2月後、3月後の計7回まで電位分布の測定を行った。

結果および考察 介極曲線の例を図-1に示す。介極曲線の解釈そのものがまだ十分に解明されているもの、W/Cが小さいものが不動態領域が若干広く、介極抵抗も大きく、介極抵抗のろえ方からすれば腐食速度は小さいものと考えられる。また、黒皮付異形丸棒については、塩分、養生条件等が異なるため単純な比較はできないものの、不動態

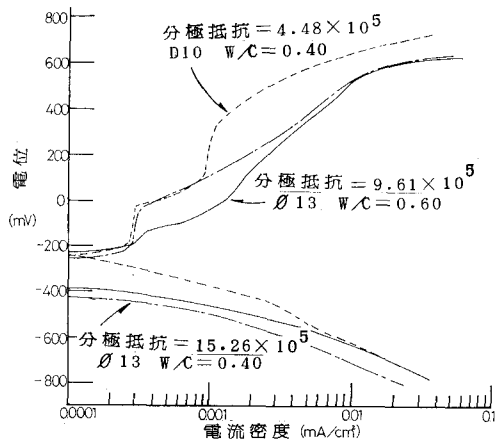


図-1 介極曲線

被膜の再補修の考察が見られ、また全幅低坑としては小さい値を得た。

電位分布の例を図-2~7に示す。また、電位分布図において上に凸な部分と下に凸な部分の頂点間距離をアノード、カソード距離と仮定し、その電位差とともに範囲を表-1に示す。

表-1 電位測定結果

供試体	アノード、カソード距離(mm)	電位差(腐蝕3ヶ月)(mV)	備考
0.60	50~80(65)	50~59(54)	腐食/非腐食の境界
0.40	—	32~37(35)	非腐食
0.60-ひびわれ	40~90(60)	120~182(53)	全体が腐食領域
0.40-ひびわれ	30~140(85)	134~170(50)	一部分が腐食領域
0.60-0.40-0.60	30~90(65)	59~93(74)	ほぼ全体が腐食領域
0.40-0.60-0.40	—	23~26(24)	非腐食

()内は平均

電位については散水期直後の増大とともに全体として昇に傾行しており、ASTM-C876による腐食領域は約-240mV vs Ag/AgCl(より卑)に入っている部分もあった。全体が同一W/Cの場合、W/Cによる影響は顕著であり、W/Cが0.40では非腐食領域であるのに対し0.60では腐食領域近傍にあり電位差も大きい。ひびわれのあるものについてもW/Cが0.60のものが卑であるが、電位差についてはほぼ同様の値となっている。しかし、0.40ではその一部分のみが腐食領域にあり、現段階では全体が腐食領域にある0.60よりもマクロセル挙動が大きい可能性が指摘できる。W/Cを部材内部で変化させた場合、局部的にW/Cが大きい場合(図-6)では全体としてW/Cが小さい場合とほぼ同様の値にあり、局部的にW/Cが小さい場合(図-7)ではW/Cの大きい部分のマクロアノード挙動が比較的に明瞭である。したがって、低W/CのコンクリートとすればW/Cのばらつきは腐食上の欠陥とはなり難いものと考えられる。また、今回定義したアノード、カソード距離は、30~140(平均で65~85)の範囲にあり、単に溝造物における電位測定距離についてはこの値を考慮して定めるべきであろう。

以上3ヶ月までの結果を報告したが、鉄筋腐食は塩分の浸透、コンクリートの含水状態等に大きく左右される現象であり、更に試験を継続する予定である。

＜参考文献＞

1) 例えば、L. M. Callow et al.; Corrosion Monitoring using Polarisation Resistance Measurements, British Corrosion Journal, Vol. 11, No. 3, pp. 123~131, 1976-3

