

V-276

電食実験による鉄筋コンクリートのひびわれ挙動の評価

広島大学工学部 学生員 大森 研一郎
 広島大学工学部 正会員 田澤 栄一
 呉高等工業専門学校 正会員 竹村 和夫

1: まえがき

近年、環境条件の厳しい場所での鉄筋コンクリート構造物あるいは海砂を用いた鉄筋コンクリート構造物の中の鉄筋が腐食し、その腐食生成物の膨張圧によってかぶり側コンクリートにひびわれが生じ、構造物の耐久性に悪影響を及ぼす事例が多数報告されている。この現象を観察するために各種試験方法が挙げられるが、本研究では鉄筋腐食が電解反応であることに注目し、モルタル供試体に埋め込んだ鉄筋に直流電流を流し、電食により腐食を促進させ腐食に伴うひびわれ性状を水セメント比、塩分濃度を变化させて実験、観察を行なった。

2: 使用材料および供試体

使用材料として普通ポルトランドセメント、風化花崗岩系山砂、普通異形鉄筋D19（SD30）を用いた。表1に本実験で使用したモルタルの配合を、表2に水セメント比、塩分濃度の各種条件を示す。図1に供試体寸法を示すが、埋め込み鉄筋は全て打設直前に10% HCl溶液に30分浸漬し、その後10% NaOH溶液で1分間中和してワイヤーブラシで表面の錆および黒皮を除去し、各供試体の鉄筋が同じ条件になるように注意した。また打設に先立ち腐食量測定のために鉄筋重量および鉄筋長を実測した。

表1 モルタルの配合

W/C(X)	S/C(X)	単位量 (kg/m ³)			add (g/m ³)
		W	C	S	
40	2.26	251.4	628.5	1419.0	1517.3
50	3.0	251.4	502.7	1508.2	
60	3.79	251.4	419.0	1589.3	

表2 電食実験の要因と水準

要 因	水 準
水セメント比 (%)	4 0. 5 0. 6 0
コンクリート中の塩分量 * (%)	0. 0. 1. 0. 5. 1. 0

(* 砂の絶対重量比)

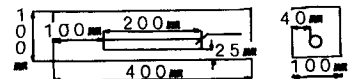


図1 供試体の寸法

3: 実験方法

供試体を約2週間20℃の水中で養生ののちに試験前日に水中から取り出し24時間乾燥させ、図2に示すように供試体をセットする。そしてひびわれを目視で確認できるまで通電し、ひびわれが確認された時点で通電を止め供試体内から鉄筋を取り出し、クエン酸二アンモニウム10%溶液に鉄筋を24時間浸漬して錆を除去したのち重量減を測定した。さらに読み取った電流値より電食開始時からひびわれ確認時までの積算電流量を算出した。またモルタルの強度に対する影響も検討するために各配合において10×20cmの圧縮用円柱供試体をそれぞれ2本ずつ作成した。図2 電食試験の方法

さらに次式において全電流量に対する鉄筋の腐食に関係した電流量の比、K: 腐食効率、を求めた。

$$K = \frac{W \cdot n \cdot Q}{M \cdot I \cdot t} = \frac{W}{2.89 \times 10^{-4} \cdot I \cdot t} \quad (\%)$$

ここで、W: 測定腐食減量 (g)、n: 鉄の電子価=2、M: 鉄の分子量=55.85、I: 電流量 (A)
 Q: 鉄イオン1当量の電気量=96487 (c)、t: ひびわれ発生までの時間 (秒) である。

4: 実験結果および考察

図3～6に塩分濃度、および水セメント比を变化させた供試体を用いた実験データを示す。図3は各水セメント比での塩分濃度とひびわれ発生までの積算電流量（以下、積算電流量とする。）との関係であるが、水セメント比一定の場合では塩分濃度が高くなるほど、また塩分濃度一定のときは水セメント比が高くなるほど積算電流量が小さくなっている。ここで塩分濃度一定で水セメント比を变化させた場合はモルタルの強度とかなり関係があるものと思われる。そこで図4に各塩分濃度ごとのモルタルの圧縮強度と積算電流量との関係を示すが、水セメント比が高くなるほどモルタルの圧縮強度は低下し、それにつれて積算電流量も少なくなっている。これは鉄筋の腐食によって発生するひびわれは一般に錆の膨張圧によって起こるとされて

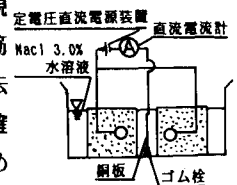


図2 電食試験の方法

いるため、かぶり側のモルタル強度が低ければひびわれを発生させるための膨張圧は低い圧力で済むために腐食に必要な積算電流量、および腐食量が小さくなると考えられる。

さらに図5は各水セメント比での塩分濃度と鉄筋の単位面積当りの腐食量との関係であるが、この図からひびわれが発生するのに必要な腐食量は多少ばらつきはあるものの塩分濃度にかかわらず各水セメント比においてほぼ一定であることがわかる。また図6には積算電流量と鉄筋の単位面積当りの腐食量の関係を示すが、この図から塩分濃度および水セメント比が高いほどひびわれを生じさせるのに必要な腐食量を得るまでの積算電流量が少なく、すなわち腐食が早く進行することが認められる。

次に図7、8および表3に塩分濃度水セメント比ごとの腐食効率 k を示すこれより塩分濃度、水セメント比が高いほど k の値が大きくなる。これは塩素イオンによって鉄筋の不動態皮膜が破壊されるために塩分濃度が高いほど塩素イオン含有量が高くなり不動態皮膜の破壊が促進され鉄筋腐食に用いられる電流が多くなると考えられる。

ここで図5での水セメント比ごとの腐食量の差は鉄筋のかぶり側でのブリージングの影響、および表3での k 値が100%を超えるものは養生中の腐食の影響と考えられ、これらについては補正式の算出など今後検討の余地があると思われる。

5：まとめ

本研究の結果より、各種要因における鉄筋の腐食によって生ずるコンクリートの劣化を早期にかつ明確に評価することが可能であることが認められたが、これは電食という特殊な条件下での評価であり、他の試験方法との比較が必要であると思われる。また今後、要因を増やして防食対策などにわたる広範囲な評価も行なうべきであろう。

<参考文献> 田澤他『促進実験による鉄筋の腐食要因の評価』第38回土木学会中四国支部講演集 1986. 5
武若他『塩害を受けるRC構造物の耐久性に関する一実験的考察』第40回土木学会年次講演集 1985. 9

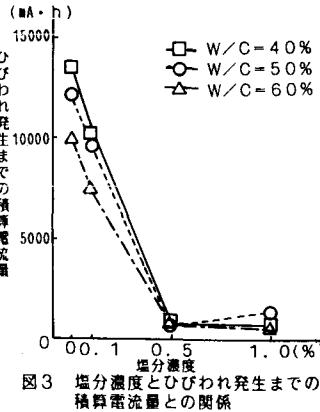


図3 塩分濃度とひびわれ発生までの積算電流量との関係

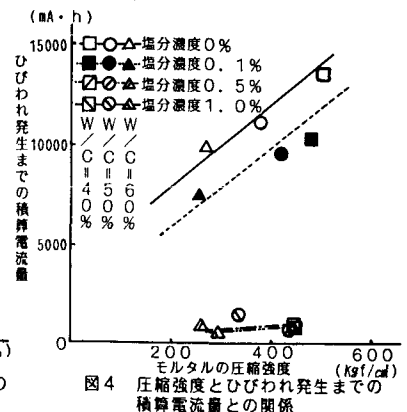


図4 モルタルの圧縮強度とひびわれ発生までの積算電流量との関係

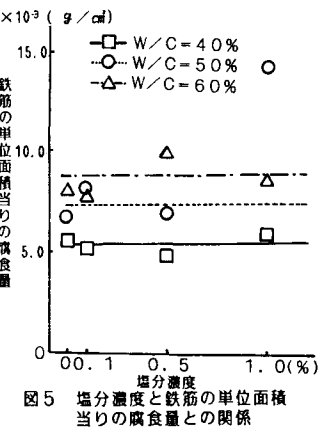


図5 塩分濃度と鉄筋の単位面積当りの腐食量との関係

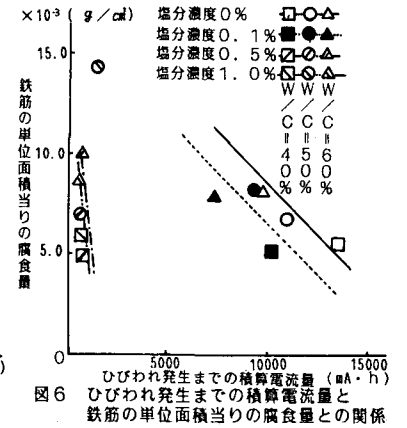


図6 ひびわれ発生までの積算電流量と鉄筋の単位面積当りの腐食量との関係

表3 電食実験における腐食効率 k の値(%)

塩分濃度(%) W/C (%)	0	0.1	0.5	1.0
4.0	4.67	5.80	67.17	90.91
5.0	7.00	9.96	121.31	113.27
6.0	9.57	12.48	140.99	152.71

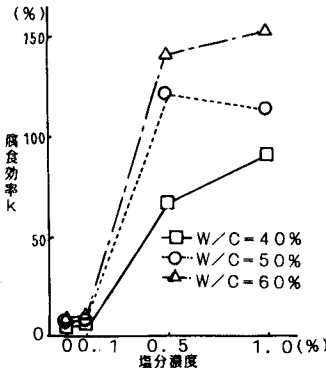


図7 塩分濃度と腐食効率 k との関係

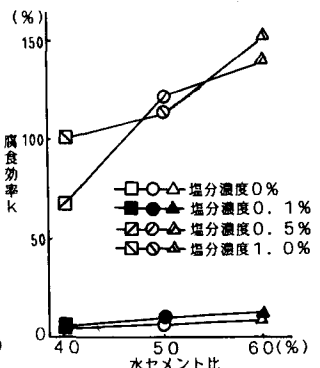


図8 水セメント比と腐食効率 k との関係