

促進実験による鉄筋の腐食要因の評価

広島大学 正会員 田澤 栄一
 呉高専 正会員 竹村 和夫
 広島大学 学生員 ○大森研一郎

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あるいは海砂を用いた鉄筋コンクリートの中の鉄筋が腐食し、かぶり側のコンクリートにひびわれが生じてコンクリートの耐久性に悪影響を及ぼす事例が多数、報告されている。このひびわれの原因の1つとして、鉄筋に生ずる腐食生成物の膨張圧によるものが考えられる。

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てコンクリート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、かぶり厚を変化させた供試体を用いて測定、観察を行った。

2: 使用材料および供試体

実験用使用材料としてセメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は風化花崗岩系山砂、鉄筋は異形鉄筋D19(SD30)を用いた。また表1に本実験で使用したモルタルの配合を示す。さらに水セメント比、塩分濃度、かぶり厚によって鉄筋の腐食がどのような影響を受けるかを検討するために表2に各種要因およびその水準を示す。

表1 モルタルの配合

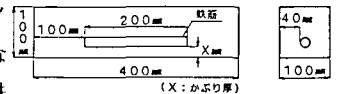
W/C(X)	S/C(X)	単位量 (kg/m ³)	単位量 (kg/m ³)	単位量 (kg/m ³)	単位量 (kg/m ³)
		W	C	S	add (g/m ³)
40	2.26	251.4	628.5	1419.0	1517.3
50	3.0	251.4	502.7	1508.2	
60	3.79	251.4	419.0	1589.3	

表2 電食実験の要因と水準

因	水準
かぶり厚 (mm)	1 0.2 5.4 0
水セメント比 (X)	4 0.5 0.6 0
コンクリート中の塩分量 * (X)	0.0.1.0.5.1.0

(*: 砂の絶対重量比)

また図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測定した。



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。

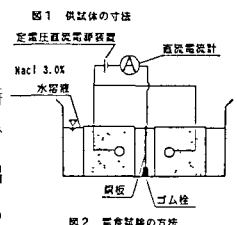


図2 電食試験の方法

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。

4: 実験結果および考察

図3～6にかぶり厚2.5cm一定で塩分濃度、および水セメント比を変化させた供試体を用いた実験データを示す。図3は塩分濃度を変化させた場合の各水セメント比においての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、この図より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大き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変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。図4に塩分濃度ごとに分類したモルタルの圧縮強度と積算電流量との関係を示すが、水セメント比が小さ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小さくなっている。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には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は塩分濃度を变化させた場合の各水セメント比においての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。さらに水セメント比が大きくなるほど腐食量が大きくなっているが、これは鉄筋のかぶり側でのブリージングの影響が大きいと考えられ、これについては今後、検討の余地があると思われる。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が高いほどまた、水セメント比が小さ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に水セメント比50%、塩分濃度0%一定でかぶり厚を变化させた供試体を用いた実験の各種データを示す。両図からかぶり厚が1cmの場合、積算電流量および腐食量が小さくなり逆にかぶり厚が4cmの場合、積算電流量および腐食量が大きくなっている。このことより一定条件下ではかぶり厚が薄いほど

外部要因の影響を受けやすくなるため腐食の進行が早くなり、またかぶり側モルタルの耐力がかぶり厚が薄いことで小さくなっているために少ない発錆量でひびわれが発生すると考えられる。

5：まとめ

本研究の結果より、鉄筋の腐食によって生ずるコンクリートの劣化を各種要因から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な評価をも行なうべきであろう。

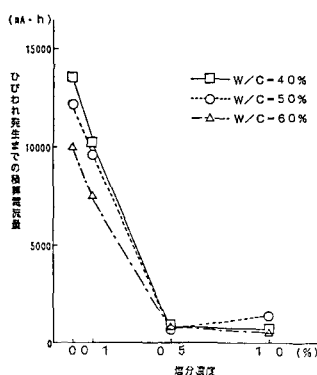


図3 塩分濃度とひびわれ発生までの積算電流量との関係

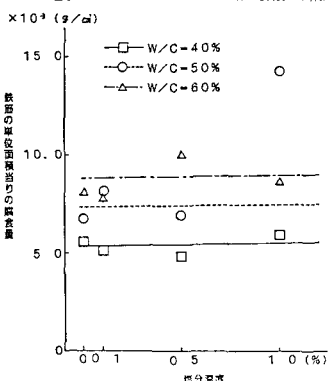


図5 塩分濃度と鉄筋の単位面積当りの腐食量との関係

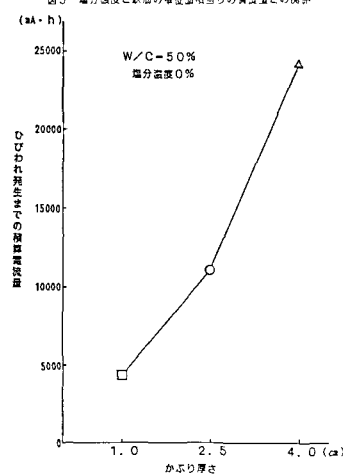


図7 かぶり厚とひびわれ発生までの積算電流量との関係

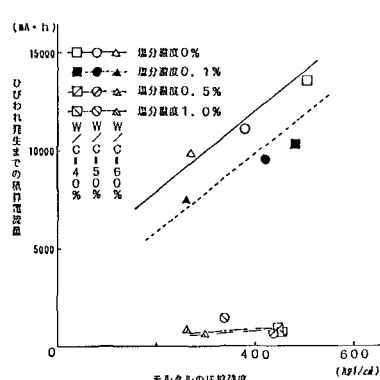


図4 圧縮強度とひびわれ発生までの積算電流量との関係

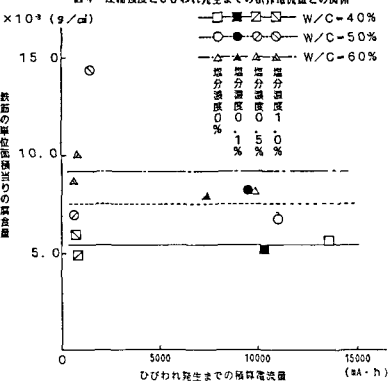


図6 ひびわれ発生までの積算電流量と鉄筋の単位面積当りの腐食量との関係

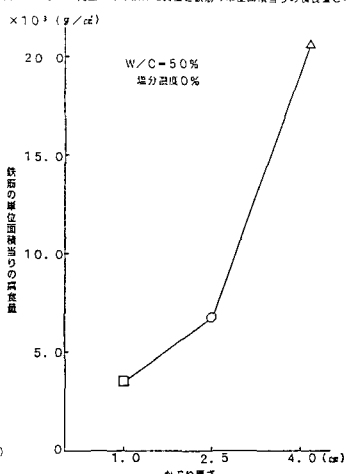


図8 かぶり厚と鉄筋の単位面積当りの腐食量との関係