

V-181 ひびわれの存在するRCの鉄筋腐食に及ぼす水セメント比および鉄筋形状の影響

東京工業大学 学生員 橋内宏至  
 東京工業大学 正会員 長滝重義  
 東京工業大学 正会員 大即信明  
 東京工業大学 正会員 久田 真

1. まえがき

海洋環境下での鉄筋コンクリート構造物に発生したひびわれは鉄筋腐食に対して影響を及ぼす。しかし、ひびわれの存在するRCの鉄筋腐食に及ぼす水セメント比および鉄筋形状(丸鋼、異型鉄筋)の影響については、まだ十分に検討されていない。

本研究においては、鉄筋コンクリートを両引き引張載荷してひびわれを発生させ、その後塩水噴霧に暴露することによって、残留ひびわれの影響を塩化物イオン浸透、自然電位、分極抵抗の分布から求め、水セメント比とひびわれが鉄筋の腐食性状に及ぼす影響を検討した。また、丸鋼と異型鉄筋を用いたときの腐食性状の違いについて考察した。

2. 実験概要

本研究で使用したコンクリートの配合一覧を表-1に示す。供試体は、中心に径13mmの丸鋼(SR24)および異型鉄筋(SD30)を埋め込んだ7.5×7.5×80cmの角柱コンクリート供試体であり、初期養生として水道水浸漬(20°C, 13W)または湿空(20°C, R.H. 100%, 1W)および気中養生(20°C, R.H. 50%, 12W)を行った後に両引き引張載荷試験(2000kgf/cm<sup>2</sup>まで)を行い、鉄筋に直角方向にひびわれを発生させた。載荷時の各供試体のひびわれ発生荷重およびひびわれ幅を表-2に示す。なお、残留ひびわれは0.02~0.03mm程度であった。ひびわれ導入後、塩水噴霧の(表-3)にて室内暴露実験を行い、鉄筋の腐食性状に及ぼすW/Cと残留ひびわれの影響、丸鋼と異型鉄筋の違いによる影響について検討を行った。測定項目は、硝酸銀噴霧法(0.1N)による塩化物イオン浸透深さ、自然電位、分極抵抗、鉄筋の腐食量である。

表-1 使用したコンクリートの配合一覧

W/C (%)	単 位 量 kg/m <sup>3</sup>				A E 減水剤 cc
	W	C	S	G	
4.0	175	438	686	1020	1205
5.0	175	350	751	1029	963
7.0	175	250	861	1003	688

3. 実験結果および考察

表-4に水中養生後、塩水噴霧に3カ月間暴露を行った後の各配合条件の塩化物イオン浸透深さを示す。ここで、ひびわれの存在する供試体はひびわれ部の最大浸透深さを求めている。これによれば、W/Cが40, 50%であれば、ひびわれ部とひびわれのない部分との間に浸透深さの明確な差が現れたが、W/Cが70%のものはひびわれ部に関わらず全測定面で浸透深さが鉄筋位置にまで達していた。また、W/Cが50%のものについては、内部鉄筋の形状の違いによる塩化物イオン浸透性状の差が確認できた。これは、引張載荷時におけるひびわれ発生本数が、丸鋼に比べて異型鉄筋の供試体の方が多く、鉄筋形状の違いによってひびわれ発生状況にも大きな違いがあるものと考えられる。

表-2 各配合条件とひびわれ発生荷重およびひびわれ幅

W/C	鉄筋	養生	ひびわれ発生(t)	ひびわれ幅(載荷時:mm)	平均ひびわれ発生本数(本)
4.0	丸鋼	水中	1.8	0.2	1
		湿空	0.8	0.3	2
5.0	丸鋼	水中	1.9	0.3	1
		湿空	0.8	0.4	1
	異型	水中	1.5	0.2~0.4	5
		湿空	0.8	0.4	6
7.0	丸鋼	水中	1.2	0.4	1
		湿空	0.8	0.3	1

次に、各供試体の電気化学的測定結果を図-1~4および表-5に示す。全体的な傾向としては、ひびわれ部の位置が他の部分と比較して、電位、分極抵抗がともに低く、特に腐食の発生している箇所(ひびわれ部)では、顕著な傾向が認められる。これより、ひびわれ部の影響は、暴露3カ月後までは現れるが、6カ月後になると、電位、分極抵抗

表-3 塩水噴霧の設定条件(サイクル)

乾燥2日	40°C, R.H. 50%
噴霧1日	Cl <sup>-</sup> 濃度20000ppmの塩水, 40°C
乾燥0.5日	20°C, R.H. 50%

ともに全体的に低い値となっている。しかし、W/C70%のものに関しては、塩化物イオンの浸透状況と同様に、ひびわれ部とひびわれ部以外の部分との差があまり明確に現れず、全体の電位、抵抗値が3カ月後から一様に低い値となっていることが確認できる。これは、W/Cが70%のときには密実性が低いために塩化物イオン、酸素、水といった腐食因子が、ひびわれ部以外の部分においても容易に浸透していることを示すものである。腐食面積率を比較すれば、W/C40%が6.3%、W/C50% (丸鋼)が7.5%、W/C70%が30%となっており、W/Cの増加に伴って腐食状況が異なる結果となった。一方、W/C50%のものに関しては、丸鋼と異型鉄筋を用いたが、本研究のように両引き引張載荷を行えば全く異なるひびわれ分布が生じ、その結果、塩化物イオン浸透、鉄筋の電気化学的性質、腐食性状にも大きな差が生まれることが明確となった(図-2, 4, 表5参照)。

表-4 各配合条件と塩化物イオン浸透深さ  
(養生: 水中, 暴露条件: 塩水噴霧3カ月)

W/C	鉄筋	ひびわれ部 最大浸透深さ(mm)	ひびわれのない供試体 平均浸透深さ(mm)
40	丸鋼	27.4	13.2
50	丸鋼	30.5	17.4
	異型	35.8	17.3
70	丸鋼	37.5 (全通)	37.5 (全通)

表-5 各配合条件と分極抵抗値  
(養生: 湿空および気中, 暴露条件: 塩水噴霧3カ月)

W/C	鉄筋	ひびわれ部の 最大値(kΩ)	ひびわれのない供試体 平均値(kΩ)
		3カ月→6カ月	3カ月→6カ月
40	丸鋼	0.95→0.30	1.54→0.42
	異型	0.26→0.10	0.88→0.33
50	丸鋼	0.28→0.07	0.69→0.16
	異型	0.11→0.07	0.27

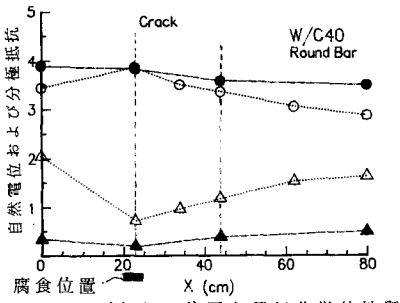


図-1 ひびわれの位置と電気化学的性質

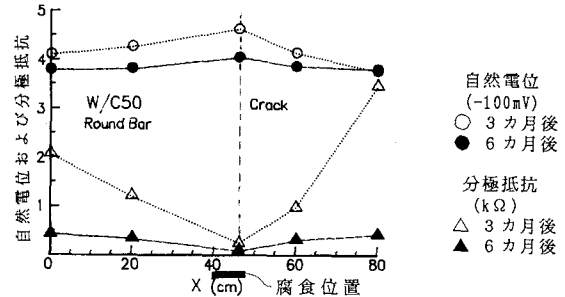


図-2 ひびわれの位置と電気化学的性質

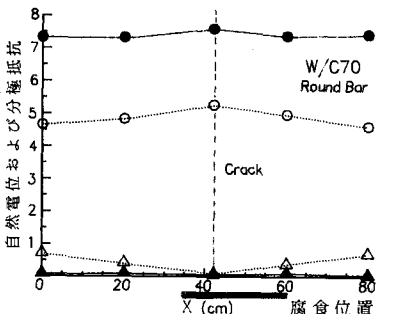


図-3 ひびわれの位置と電気化学的性質

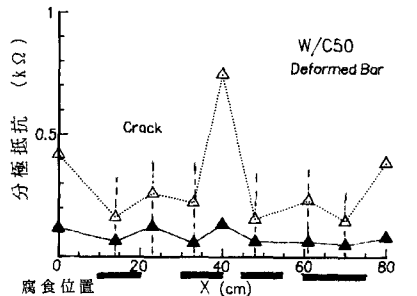


図-4 ひびわれの位置と電気化学的性質

#### 4. 結論

本研究の範囲で以下の結論が得られた。

1) W/Cが40%, 50%のコンクリートは、塩化物イオンの浸透について、ひびわれ部とそれ以外の部分との間に大きな差が現れ、その結果、内部の鉄筋の電気化学的性質、腐食性状にも影響が生じた。しかし、W/Cが70%のものは、このような差が認められなかった。

2) 鉄筋コンクリートにひびわれを発生させて塩分環境下に暴露したときの腐食性状が、丸鋼と異型鉄筋を用いたときでは大きく異なる。

なお、本研究は文部省科学研究費補助金(No. 01850108)により実施されたことを付記し、深謝致します。