

コンクリート中の鉄筋の腐食に関する研究

東北大学 正員 板橋 洋房
東北大学 学生員 大井 勝
東北大学 学生員 渡辺 康博

1 まえがき

鉄筋コンクリート構造物は十分な耐荷力はもちろん十分な耐久性も共に要求されるが、外力によってひびわれが発生することは避けられない。特に、海洋環境にある鉄筋コンクリート構造物はこのひびわれ部の鉄筋の腐食が重要な問題とされる。

本研究は、人為的にひびわれを発生させ、保持した状態の両引およびはり供試体を用いて湿潤-乾燥の繰返しをかけた鉄筋の腐食促進実験の中間報告である。

2. 実験材料

粗骨材として宮城県丸森産碎石を使用した。

細骨材として宮城県白石川産川砂を使用した。

使用した骨材の試験成績を表-1に示す。

使用セメントは市販の早強ポルトランドセメント、混和剤はリグニンスルホン酸塩を主成分とするAE減水剤を使用した。

鉄筋は横7シ変形鉄筋D22(SD35)で表面の錆およびミルスケールを取り除いて使用した。海水は塩分濃度3.9%で仙台新港で採取した。コンクリートの配合は表-2に示す。

3. 実験方法

両引供試体の寸法を図-1に、はり供試体の寸法を図-2に示す。供試体の種類を表-3および表-4に示す。

供試体には、ほぼ最大ひびわれ間隔でひびわれが発生する様にコントロールする目的でノッチを設けた(図-1および図-3を参照)。また、ひびわれ幅を測定するためにノッチをはさんでコンタクトポイントを貼り付けた。

両引供試体はジャッキにより鉄筋の許容引張応力度(2000 kg/cm^2)まで緊張し、ひびわれを発生させ載荷フレームに固定した。

はり供試体は2本1組とし、それぞれを背中合わせにして間に支点となる鉄筋をはさみジャッキで2本のPC鋼棒に荷重を導入し両引供試体と同様、鉄筋の許容引張応力度が2000 kg/cm^2 となる様に載荷シットを用いて固定した。図-3に荷重導入とひびわれ発生状況を示す。

表-1 使用骨材の試験成績

骨材名	表乾比重	24時間 吸水量(%)	すりへり 減量(%)	破砕値 (%)
碎石	2.86	0.76	9.8	10.3
川砂	2.51	2.50	—	—

表-2 コンクリートの配合

粗骨材 最大粒径 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材 S/A (%)	単位量 (kg/m ³)									
					水	セメント	細骨材	粗骨材				混和剤		
					W	C	S	25mm	20mm	15mm	10mm	減水剤	減水剤	減水剤
								20mm	15mm	10mm	5mm	(cc)		
25	10 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	53	41	178	336	704	230	231	462	231	3360		
20	10 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	53	43	183	345	730	—	220	552	331	3450		

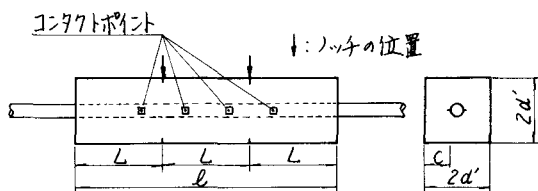


図-1 両引供試体の形状寸法

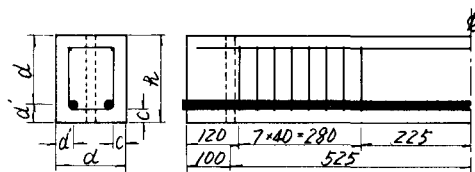


図-2 はり供試体の形状寸法

コンタクトゲージでひびわれ幅を測定した後、ひびわれを保持した状態のまま腐食実験室内の金属製容器の中に供試体を入れた。実験装置の概略を図-4に示す。容器内に海水および真水を6時間毎に出し入れして湿潤-乾燥の繰返しを行なった。室温は温風器により約50℃と一定に保った。試験終了後、コンタクトゲージでひびわれ幅を測定して除荷した。その後供試体を割裂し鉄筋を取り出して発錆状態を調べた。鉄筋の腐食量は、各ひびわれ毎に錆の表面積と鉄量で評価した。

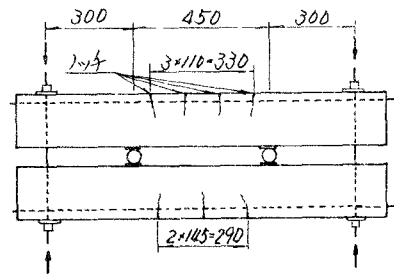


図-3 荷重導入とひびわれ発生状況

表-3 両引供試体の種類

供試体 記号	2 α' (cm)	かぶり C (cm)	1/4間隔 L (cm)	有効高 h (cm)	粗骨材の 最大寸法 (mm)
a	6.6	2.2	110	44	20
c	8.0	2.9	145	43.5	20
e	8.0	2.9	145	43.5	25
g	9.0	3.4	170	85	25

表-4 はり供試体の種類

供試体 記号	2 α' (cm)	かぶり C (cm)	1/4間隔 L (cm)	有効高 h (cm)	粗骨材の 最大寸法 (mm)
A	3.3	2.2	110	16	20
C	4.0	2.9	145	16	20
E	4.0	2.9	145	16	25
G	4.5	3.4	170	16	25

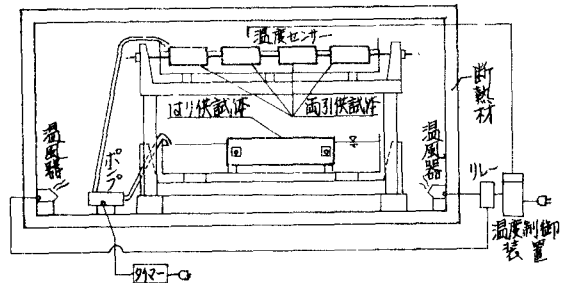


図-4 実験装置の概略

表-5 実験結果

供試体 記号	両 引 供 試 体			供試体 記号	は り 供 試 体		
	ひびわれ 幅 ($\times 10^{-3}$ mm)	錆の 表面積 (cm^2)	錆の 鉄量 (mg)		ひびわれ 幅 ($\times 10^{-3}$ mm)	錆の 表面積 (cm^2)	錆の 鉄量 (mg)
a	120	11.65	94	A	80	3.41	39
	100	9.24	119		100	6.83	47
c	140	8.34	91	C	100	0.32	5
	120	3.28	40		90	0.20	10
e	100	2.15	20				
	130	12.35	190				
g	130	9.47	75				
	160	7.59	117				
	150	6.57	55				

4 実験結果および考察

載荷時と除荷時とでひびわれ幅を比較したところ両引供試体においてはあまり変化はなく保持された様であるが、はり供試体では10~40%程度ひびわれ幅が小さくなっているものもあった。これは曲げによってひびわれを発生させたはり供試体支点部のコンクリートがクリープにより変形したためと思われる。

粗骨材の最大寸法で分けたかぶりの影響は表-5から明らかな様にかぶり大きい程 鉄筋の錆は少なくなっている。また、両引、はり供試体のどちらも鉄筋下面の方がブリージングの影響で錆びやすい傾向が見られる。はり供試体の場合は特に曲げによる影響でその傾向は大きい様である。両引供試体は鉄筋上面まで錆の進行が見られる。

両引供試体で真水による湿潤-乾燥の繰返しをかけたものでは水の進入している形跡は確認できたが各かぶりにおいて全々錆は見られなかった。

湿潤-乾燥の繰返しを1日1サイクルから1日2サイクルへと増加することにより鉄筋の腐食が促進される様である。また、鉄筋応力度(2000 kg/cm^2 と1000 kg/cm^2)の違いによって鉄筋応力度の小さい方が鉄筋の腐食におい大きく異なる様である。