

1. まえがき

海洋環境下の鉄筋コンクリート構造物は、一般的に気象作用の他に海水の作用を受ける環境に曝されており、構造物に発生したひびわれから侵入した海水等により鉄筋に腐食が生じて、コンクリートと鉄筋との付着を破壊させ構造物の耐久性に大きな影響をおよぼす恐れがある。

本研究は、正方形断面のコンクリート角柱の中心に鉄筋を埋め込んだ両引供試体と単鉄筋はり供試体（以下、はり供試体と記す。）とを用い、乾燥と海水中（または水中）浸漬の繰返しによる実験室内促進試験および現場曝露試験によって、海水の作用を受ける鉄筋コンクリートのひびわれ部における鉄筋の腐食におよぼす粗骨材の最大寸法、鉄筋のかぶり、ひびわれ性状等、各種要因の影響による鉄筋の発錆状況を調べたものである。

この研究に対して、昭和54年度吉田研究奨励金を授与された。ここに謹んで感謝の意を表します。

2. 使用材料

コンクリートの配合は、表-1に示す。

表-1 コンクリートの配合

使用セメントは市販の早強ポルトランドセメント粗骨材は碎石（比重2.86）、細骨材は川砂（比重2.51）、混和剤はリグニンスルホン酸塩を主成分とするAE減水剤を用いた。

粗骨材 最大粒径 (mm)	スラブ 厚さ (cm)	空気量 範囲 (%)	水セメント 比 W/C (%)	細骨材 割合 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	5mm	10mm	量	(cc)	
25	10±1	3±1	53	41	178	336	704	230	231	462	231	3360		
20	10±1	3±1	53	43	183	345	730	—	220	552	331	3450		

鉄筋は横方シヤ形鉄筋D22(SD35)で表面の錆およびミルスケールを取り除いて用い、閉合スターラップ筋としてφ9mm、また、PC鋼棒はS製φ17mmを使用した。海水は塩分濃度3.9%で仙台新港より採水した。両引供試体では、海砂の使用を想定して塩化物の許容限度となるように海水を希釈したものと真水とを練混ぜ水として用い比較した。

3. 実験方法

コンクリート打設時の鉄筋は、縦リブが常に水平状態となるようにした。脱型後、12~13日間水中養生して、材令14日で載荷した。供試体の形状およびはり供試体の載荷状況を図-1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ようにコントロールする目的でノッチを設け、ひびわれ幅測定のため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、ジャッキで鉄筋の許容引張応力度(2000kg/cm², 1000kg/cm²)まで緊張し、ひびわれを発生させ載荷フレームに固定し、一方、はり供試体は、2本の供試体を背中合わせにして間に丸棒をはさみ、ジャッキで2本のPC鋼棒に荷重を導入し、両引供試体と同様の鉄筋応力度となるように曲げ載荷してひびわれを発生させ、ひびわれが閉じない状態にして試験した。

コンタクトゲージでひびわれ幅を測定した後、供試体を温度約50℃と一定に保った恒温室内の金属製容器に入れた。実験装置の概略を図-2に示す。

両引供試体では海水または真水、はり供試体では海水を6時間毎あるいは12時間毎に金属製容器に入れ入れして、供試体に乾燥

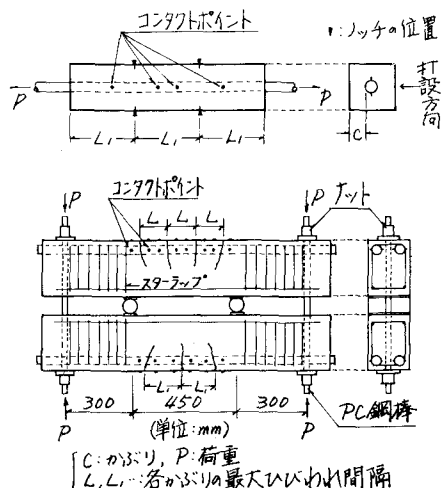


図-1 両引供試体形状およびはり供試体のひびわれ発生状況

一浸漬の繰返しを与えた。この時の海水または真水の温度は25~35℃であった。試験期間は約1ヶ月とした。また、促進試験と現場曝露試験とを比較するために実験室と同じはり供試体を現場の感潮部分に設置した。腐食状態の評価は、試験終了後、鉄筋を供試体から取り出し、直接観察して腐食面積、鉄筋の錆量を測定することにより行なった。

4. 実験結果および考察

鉄筋の腐食は、例外なくひびわれ部に生じたが、ひびわれ部全箇所が生じた訳ではなかった。はり供試体のひびわれ部では、鉄筋下面側に錆が集中しており、

両引供試体では、鉄筋上面側まで錆が生じていた。これは、コンクリートのブリージングの影響により、鉄筋下面側の方が多孔質となり易く、それに加えて各々の供試体に発生するひびわれが曲げ載荷と引張載荷による違いであると思われる。図-3において、浸漬水が真水で、練混ぜ水が真水のものでは、各かぶりの供試体のひびわれ部の鉄筋に錆の発生は見られなかった。練混ぜ水が希釈海水のものでは、同様にひびわれ部の鉄筋に錆は生じなかったが、コンクリートで覆われた部分の鉄筋に微細な錆が点状に生じていた。これは、コンクリート中に含まれた塩分によるものと思われる。また、浸漬水が海水で練混ぜ水が真水のものでは、コンクリート中の鉄筋全表面積の約1~4%の錆が生じていた。海水のものでは、真水のものに比べより孔食ミの錆であった。これより、外部から侵入する海水の影響がかなり大きいと思われる。図-4、図-5において、かぶりが大きくなるほど、また、粗骨材の最大寸法が大きいほど、ひびわれ部の鉄筋の平均腐食面積は減少している傾向を示した。

鉄筋応力度1000 $\%cm^2$ の供試体のひびわれ幅は、鉄筋応力度2000 $\%cm^2$ のもの約半分となっており、試験期間内において鉄筋応力度が小さい方の供試体には錆の発生は見られなかった。これより鉄筋応力度の影響もかなり大きいと思われる。促進試験の両引とはり供試体を比較してみると、両引供試体の方がより錆びやすい傾向が見られた。一方、はり供試体では、促進試験と現場曝露試験の結果において、同じような傾向を示しているが、対応関係についてはまだ不明な点が多く比較するまでにはいかなかった。ただ、現場曝露試験の鉄筋応力度2000 $\%cm^2$ のはり供試体において、約3ヶ月という短い冬の試験期間ではあったが、ひびわれ部の鉄筋に腐食は始まっていた。

今回の実験では、海水の作用を受けるひびわれ部の鉄筋の腐食試験結果において、はり供試体の方がよりばらつきが大きく、数多くの各供試体で試験して統計的な処理を行わないと、鉄筋の腐食の評価は難しいということがわかった。

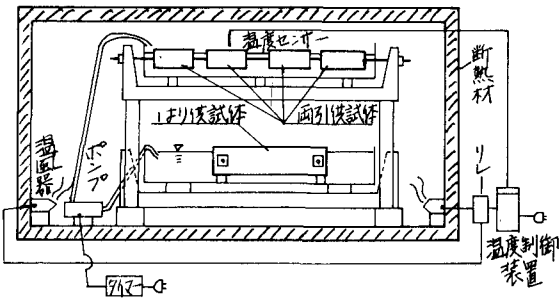


図-2 実験装置の概略

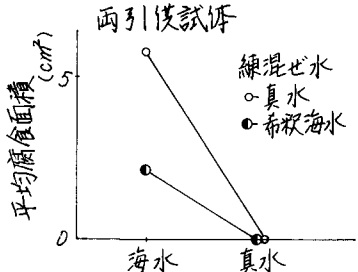


図-3 浸漬水による影響

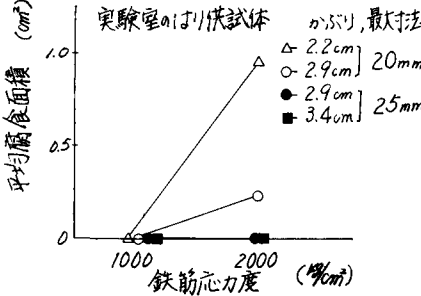


図-4 かぶり、鉄筋応力度の影響

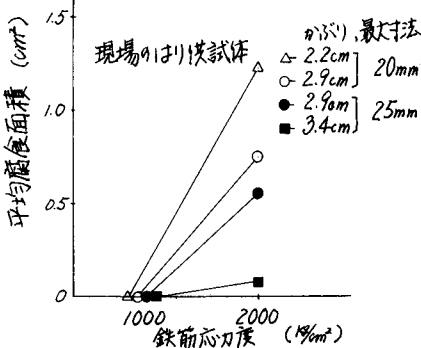


図-5 かぶり、鉄筋応力度の影響