

塩素イオンを含む鉄筋コンクリート供試体の暴露試験結果

広島大学 正会員 田 澤 栄 一
 広島大学 学生員 カマル シャロビム
 広島大学 学生員 ○宮 本 久 士
 広島大学 学生員 岸 谷 克 己

1. まえがき

昭和54年に作成し、屋外暴露を継続してきた鉄筋コンクリート供試体について、材令9年経た本年、内部鉄筋の腐食、塩素イオンの分布ならびに中性化などの実験を行った結果について報告する。

2. 実験概要

<試験材料および供試体>

セメントは普通ポルトランドセメントを、粗骨材には最大寸法15mmのホルンヘルスを使用した。鉄筋は、 $\phi 13\text{mm}$ のみがき丸鋼を図1のように、かぶりを、1.5, 2.0, 2.5, 3.0cmの4種類用いて4本配置した。水セメント比は、40, 50, 65%の三種類で、塩分(NaClとして)は、セメント量の0.05, 0.25, 0.50%と無混入の四種類である。表1に示す六種類の配合でコンクリートを製造した。暴露条件は、図2に示した二種類行った。No. 1~6をCASE I、No. 1, 4についてはCASE IIのものも使用し、合計8本の供試体を使用した。

<実験方法>

まず、ひびわれ発生状況を含めた観察を行い、供試体の外観を記録する。次に、供試体を図3-(a)におけるA-A面およびB-B面において割裂する。そして、鉄筋を取り出して目視で観察し、発錆面積および位置を調べる。割裂によって三分した①部のA-A面およびB-B面に、フェノールフタレインを噴霧し、中性化深さを測定した。No. 1および4のCASE IIのものは、②部の中央部を $7 \times 15 \times 30\text{cm}$ 程度採取したものをコンクリートカッター(水を使用しない)で、図3-(b)のように七断面に分ける。その試料を粉碎し、含有塩分濃度を測定し、分布を調べた。

3. 実験結果及び考察

No. 1, 4共に、CASE IIの暴露を行ったものは、網状のひびわれが発生しており、ひびわれ内部から液が浸み出している箇所もあった。図4にその例を示す。混入塩素イオン量の多いNo. 4には鉄筋にも到達しているひびわれが数本みられた。次にNo. 2, 3, 5とNo. 4のCASE Iのものは、鉄筋にそったひびわれが見られたが、予想に反して、内部鉄筋の腐食量は極めて少なかった。このひびわれは、内部

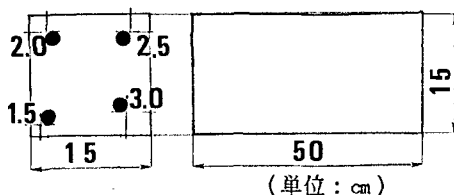


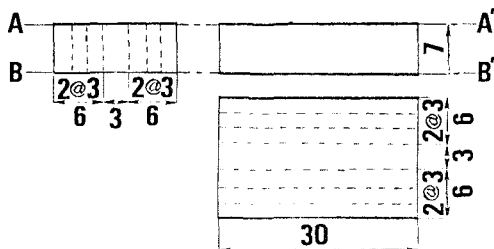
図1 供試体寸法および鉄筋の配置
表1 配合

No.	供試体名	W	C	S	G	NaCl
No. 1	40-P-0	200	500	684	921	0
No. 2	40-P-0.05	200	500	684	921	0.250
No. 3	40-P-0.25	202	505	685	923	1.263
No. 4	40-P-0.50	202	505	685	923	2.525
No. 5	50-0-0.50	184	368	857.4	957	
No. 6	65-0-0.50	194	300	767	1033	1.500

(単位: kg/m^3)

CASE	No	S54年	S57年	S63年
CASE I	No. 1~6			
CASE II	No. 1, 4			

普通屋外暴露
 日光および降雨の影響を受けない
 図2 暴露条件



(b) 割裂後の切断図 (単位: cm)

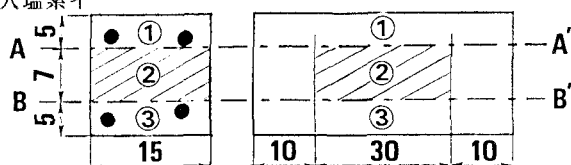


図3-(a) 供試体割裂図 (単位: cm)

鉄筋の腐食に起因するものではないと考えられる。

次に、供試体割裂によって測定した中性化については、図5に水セメント比による中性化深さの違いを示す。この図より、水セメント比が大きくなるに従って中性化は早くなるが、これは組織が粗くなるためである。また、前述したNo. 4の極太網状ひびわれ付近の中性化状況を、図6に示す。ひびわれ付近の鉄筋は、かぶり側が1～3cm露錆しており、ひびわれを中心に3～5cmの部分が中性化して、鉄筋の付着も破壊していることがわかる。これは、何らかの原因で、ひびわれがまず発生し、それにとまってひびわれ部での付着が破壊され、外部からの水分、二酸化炭素の侵入によって中性化とともに、鉄筋が腐食しはじめたものと思われる。というのは、まずひびわれが、鉄筋腐食によるひびわれと異なって鉄筋に対して横方向に発生していたことと、腐食生成物が膨張ひびわれを発生させる量とは考えられなかったためである。

つづいて、No. 4のCASE IIの供試体の、塩素イオンの浸透および濃縮を、図7に示す。これより、塩素イオンを含むコンクリートを9年間放置すると、表面から1～3cm付近に塩素イオンが移動して、その部分の濃度が、高くなっているのがわかる。この1～3cm付近は、構造物によっては、ちょうど鉄筋の配置される位置であり、腐食に対して極めて有害である。また、No. 1のCASE IIの塩素イオン無混入の供試体も同様の実験を行ったところ、微量ではあるが、表面部分に塩素イオンが検出された。これは、外部からの塩素イオンの浸透によるものと、考えられる。

表2 供試体の表面状態

No.	CASE	外 観
No. 1	I	微細ひびわれ
	II	網状ひびわれ 溶出あり
No. 2	I	鉄筋に沿ったひびわれ
No. 3	I	鉄筋に沿ったひびわれ
No. 4	I	鉄筋に沿ったひびわれ
	II	極太網状ひびわれ 溶出あり
No. 5	I	鉄筋に沿ったひびわれ
No. 6	I	微細ひびわれ

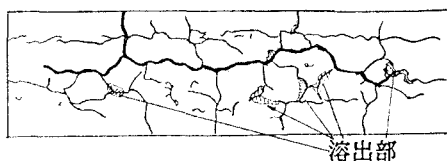


図4 供試体表面図例

(No. 4 のCASE I)

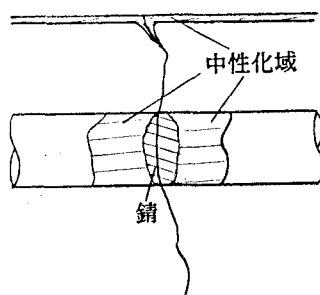


図6 ひびわれ部の中性化状況

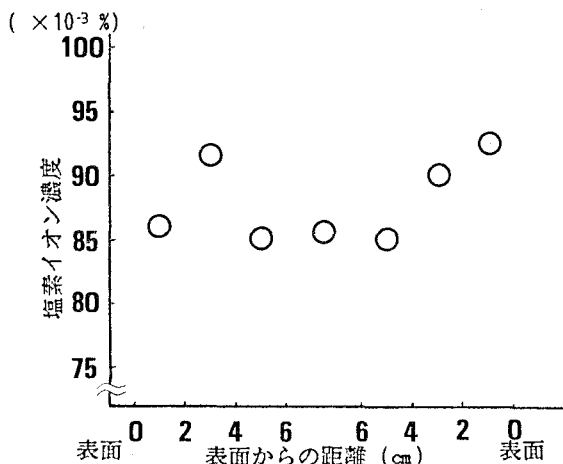


図7 塩素イオンの浸透および濃縮

謝 辞

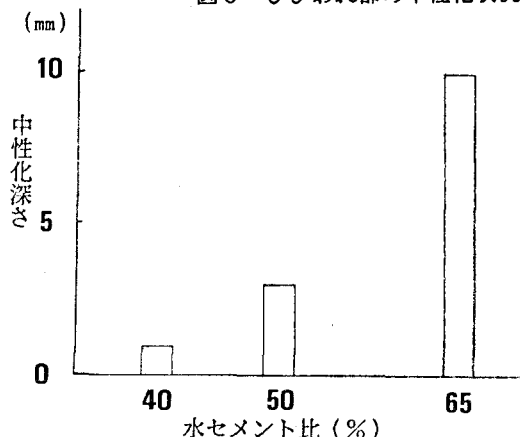


図5 水セメント比と中性化深さ

本研究で使用した供試体は、昭和54年に広島大学構造材料研究室で作成されたものである。当時の船越稔教授ならびに同研究室関係者の皆様に謝意を表します。