

V-114 塩水噴霧試験による 各種鉄筋の防食性能に関する研究

日本道路公団

早稲田大学

日本加圧コンクリート矢板工業会

正会員 ○本間 淳史

正会員 関 博

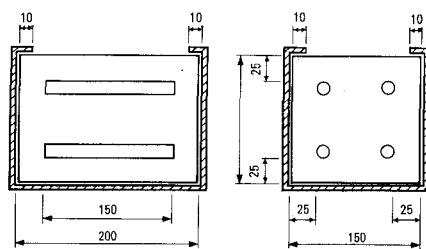
正会員 藤井 健太郎

1. まえがき

近年、海洋環境などにおいてコンクリート構造物中の鉄筋の腐食による構造物の早期劣化が問題となっている。本研究では、防食の観点から成分を調整した鉄筋の耐食性について比較検討することを目的とした。実験にあたっては、鉄筋腐食の主要因が塩分と考えたことから、コンクリート中に予め塩分を混入した供試体を作成して塩水噴霧による促進試験を行なった。

2. 実験方法

実験に供した耐塩性鉄筋は、Cu-W系高純度鋼と3.5%Ni系高純度鋼であり、比較材として電炉鋼を用いた。その主成分と機械的性質を表1に示す。供試体（図1）は、普通ポルトランドセメント（以下、OPCと略す）、又はB種高炉セメント（以下、BSCと略す）を用いて、配合条件は $W/C=0.65$ 、 $s/a=0.45$ で食塩を 5 kg/m^3 混入して打設した。硬化後の供試体は塩分の浸透方向を拘束するために、打ち上がり面（上面）を残してエポキシ樹脂塗装を施した。腐食の促進方法は、48時間1サイクルの高温乾湿繰り返し養生（60℃、24hr塩水噴霧／24hr相対湿度40%）を9か月間行なった。試験終了後の供試体からコア抜きを行ない、JCI「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法（案）」を準用して¹⁾塩分の浸透量を調べた。さらに供試体から取り出した鉄筋は腐食部の面積をトレースした後、10%クエン酸2アンモニウム溶液に浸漬して除錆を行ない重量減を測定した。



エポキシ樹脂塗装

図1 供試体諸元（単位mm）

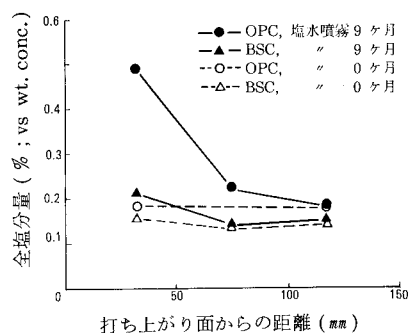


図2 塩分濃度の変化

表1 各種鉄筋の化学組成及び機械的性質（JIS2号片）

	Chemical Composition (wt. %)									機 械 的 性 質		
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	W	Al	降伏点 (kg/mm^2)	引張強度 (kg/mm^2)	伸び (%)
電 炉	0.260	0.280	0.55	0.025	0.0400	0.42	0.09	0.012	<0.001	38.1	56.3	26.4
Cu-W	0.290	0.003	0.62	0.008	0.0005	0.24	—	0.130	0.001	(32.6)*	53.0	22.7
3.5%Ni	0.081	0.015	0.61	0.006	0.0014	—	3.40	0.010	0.026	(40.9)*	48.5	24.6

* JIS14号片での0.2%耐力

3. 実験結果及び考察

（1）塩分の浸透状況

塩分分析の結果を図2に示す。これを見ると促進9か月において、塩分の浸透は上側鉄筋近傍までであることがわかり、かぶりを大きくすることが防食上有効と考えられる。2種類のセメントの比較をすると、OPCの場合外部から浸透する塩分はかなり多くなっているが、BSCの場合にはOPCほどの浸透は見られず、BSCを使用したコンクリートでは、初期に混入される塩分量を極力低減すれば埋設した鉄筋に対してかなりの耐食性を期待できるものと思われる。

（2）鉄筋の腐食状況

試験終了後の鉄筋を観察すると、どの鉄筋も発錆箇所が鉄筋下面に集中しており、OPCの場合上側配筋のものには大きな孔食がいくつか存在していた。またBSCでは鉄筋（電炉鋼）下面での一様な全面腐食が確認された。鉄筋下面での腐食はブリージングによる影響が考えられる。

図3は、OPC供試体中各種鉄筋の腐食量（2供試体、鉄筋4本の平均値）の経時変化を表したものである。どの鉄筋も促進期間とともに腐食量の増加が見られており、促進9か月においてみかけの腐食速度（mdd）を算出すると、電炉鋼で上側配筋、下側配筋それぞれ2.5及び1.0、Cu-W系鋼で1.5及び2.3、5%Ni系鋼で1.4及び1である。この結果から予想どおり電炉鋼に比べて成分を調整した鉄筋の腐食量は小さく耐食性は相対的に良好と考えられる。ただし成分を調整した鉄筋においても、かなり大きな食孔が見られるものもあり、腐食の形態が若干局所的なようである。また、いずれの鉄筋も下側配筋の場合腐食の発生がかなり小さく、塩分の浸透状況の場合と同様に、十分なかぶりの確保が有害な腐食因子（Cl、O₂、H₂O）を抑制するために防食上必要であると言える。

BSC供試体中の鉄筋の腐食量は、OPC中のそれに比べて面積的な差はあまりみられていないが、重量減（上側配筋の鉄筋）は半分以下でありその腐食速度は概算で1.0 mddである。これは塩分浸透量が少ないためと考えられる。

4. まとめ

本実験の範囲で明らかになった事項は、以下のとおりである。

- 1) 塩水噴霧においてコンクリート中に浸透する塩分は表面から7～8cmまでであり、普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートではその量は多い。
- 2) 今回の実験で用いたCu-W系と3.5%Ni系の高純度鋼は、電炉鋼に比べて耐食性は高いと思われる。
- 3) 高炉セメントを用いたコンクリートでは、塩分の浸透量や埋設された鉄筋の腐食重量減は少なく、防食性は良好であった。

〈参考文献〉 1) 腐食防食研究委員会：「硬化コンクリート中に含まれる全塩分の簡易分析方法（案）」
コンクリート工学，Vol.23，No.6，pp4～8，1985

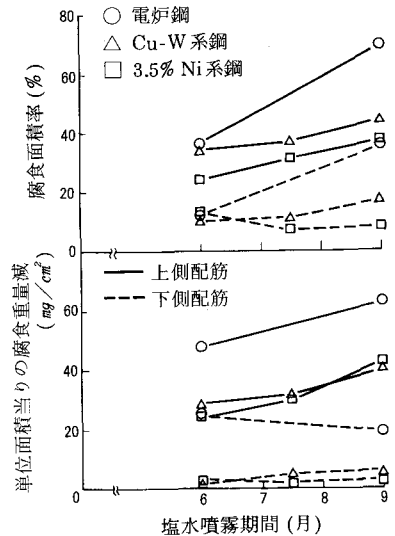


図3 腐食量の経時変化