

含有塩分による鉄筋の発錆に関する試験

日本道路公団 正員 豊福 俊泰
" " 〇 細田 和夫

1. まえがき

周知のように海砂中に含まれる塩化物は、コンクリート中の鋼材の発錆を促進させる。このため、日本道路公団試験所においては、昭和45年度からコンクリート工事に用いられる海砂の品質調査を開始し、昭和47年度には全国の海砂の実態調査および脱塩試験¹⁾、高温多湿下における海砂の含有塩分による鉄筋の発錆に関する促進試験²⁾(その1³⁾)を実施した。また、昭和48年度には供用後13年経過したRC橋およびPC橋の実橋による発錆調査⁴⁾、昭和49年度には海砂の含有塩分による鉄筋の発錆に関する促進試験⁵⁾(その2⁶⁾)、さらに昭和49年度から10年計画で屋外暴露試験⁷⁾を行って、現在に至っている。本報告は、上記のうち高温多湿下における海砂の含有塩分による鉄筋の発錆に関する促進試験⁵⁾(その2)および屋外暴露試験の結果についてまとめたものである。

2. 試験概要

2.1 促進試験

促進試験は、図-1に示す曲げ強度試験用供試体に直径16mmの丸鋼・異形棒鋼を3段に配置し、温度70℃・湿度90%以上の恒温恒湿槽中で40~300日間養生することによって鉄筋の発錆を促進する方法である。

細骨材は海砂と川砂を混合して粒度調整および塩分含有量の調整を行った後、表-1に示す試験要因で表-2に示すコンクリート配合の供試体を作成し、28日水中養生(20±3℃)してから促進試験を実施した。発錆量の評価は、発錆面積率(鉄筋全表面積に対する発錆面積の割合)、鉄筋の重量減少率、孔食深さ等によった。

2.2 屋外暴露試験

促進試験用供試体と同時に作成した供試体を、屋外(東京都町田市)に10年計画で暴露させ、今までに材令1年および3年の試験を終了した。

表-2. コンクリート配合

粗骨材 の最大寸法 (mm)	スランポ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水セメント 比 W/C (%)	細骨材 率 S/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 ポゾリス No 5L
25	12.5±1	4.5±0.5	66.7	39.0	160	240	720	1171	0.60
	4.5±1	3.5±0.5	37.3	35.0	149	400	625	1205	1.00

3. 試験結果

促進試験結果および屋外暴露試験結果から以下の傾向が認められた。

コンクリート中に埋込んだ鉄筋の発錆は、先ず鉄筋の下面に点食あるいは部分食の形で生じ、次第に上面に進行していくようであり、鉄筋の下面に生じた錆は、全発錆量の60~90%を占めている。

鉄筋の埋込み位置による影響は、埋込み深さが浅いほど(上段鉄筋ほど)発錆量が多い。(図-2参照)。この原因は、鉄筋の下側に分離・剥離による空隙ができ易く、塩分がグリーング水とともに上昇するためと考えられる。

水セメント比による影響は、水セメント比が小さいほど発錆量が小さく、特に貧配合コンクリート(C=200kg/m³, W/C=78%)では、塩分含有量の0.05%を超えると著しい発錆がみられる。しかしながら水セメント比の大小にかか

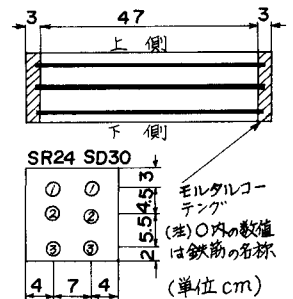


図-1 供試体

表-1 試験要因

番号	単位セメント量 C (kg)	防錆剤の 有無	目標塩分 量(%)
1	240	無	0.00
2			0.01
3			0.03
4			0.05
5			0.075
6		無	0.10
7		A	
8		B	
9		無	0.30
10		A	
11		B	
12		無	0.50
13		A	
14		B	
15	400	無	0.03
16			0.05
17			0.075
18			0.10
19			0.30
20			0.50

わらず塩分含有量0.05~0.10%程度以上では、すべての供試体に発錆が認められた。(図-3参照)

棒鋼の種類による影響は、促進試験では差異がないが、屋外暴露試験では、普通鉄鋼の方が錆やすいようである。(図-4,5参照)

塩分含有量の影響は、促進試験の場合、塩分含有量0.05%では、発錆面積率が1%以下であり、促進日数の経過とともに発錆量は増加しない。この傾向は、屋外暴露試験結果でも同様なことと言える。塩分含有量0.1%では、促進試験の場合最大14%,屋外暴露試験(材令3年)の場合最大5%であり、材令の経過に伴って発錆量が増大する傾向がある。さらに塩分含有量が0.3,0.5%になると、急激に発錆量が増大する。(図-4,5参照)

防錆剤の錆抑制効果については、促進試験の場合、塩分含有量0.3%を超えると効果がなかったが、屋外暴露試験の場合、無添加のものと比較して効果が認められるが、塩分含有量0.3%以上になると塩分含有量0.10%の無添加のものと同程度か、それ以上の発錆であった。(図-6参照)

促進試験方法と屋外暴露試験方法とを比較すると、発錆に関する傾向はほぼ同様であり、材令に関しては塩分含有量等により相違するが、塩分含有量0.1%で比較すると前者の約40日が後者の材令3年に相当する(図-4,5参照)

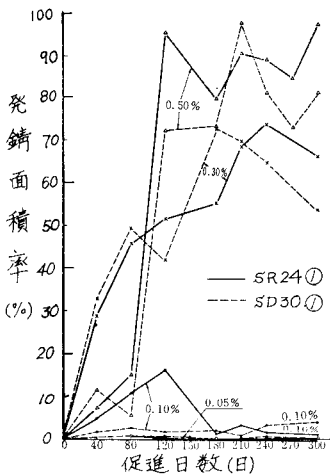


図-4 促進試験結果
(C=240 kg/m³)

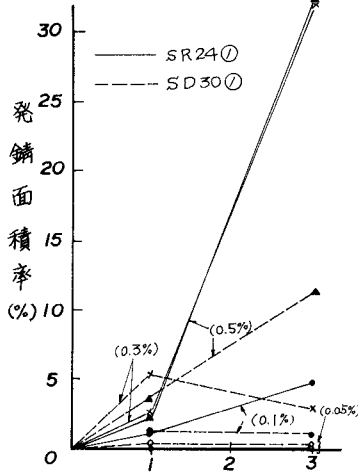


図-5 屋外暴露試験結果
(C=240 kg/m³)

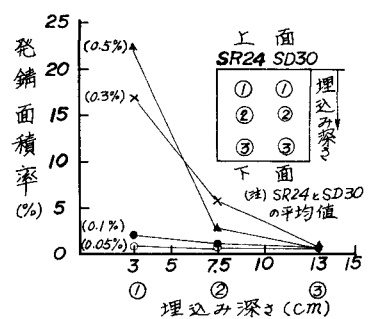


図-2 鉄筋の埋込み深さと発錆面積率の関係(屋外暴露,材令3年,C=240 kg/m³)

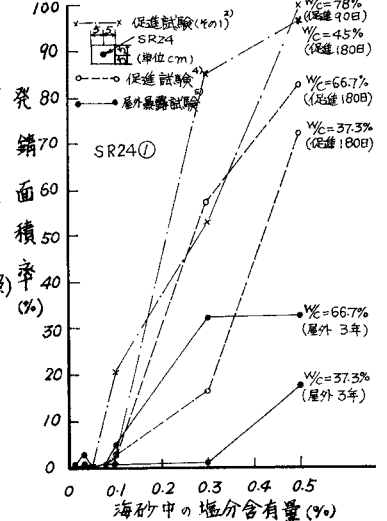


図-3 水セメント比の影響(C=240 kg/m³)

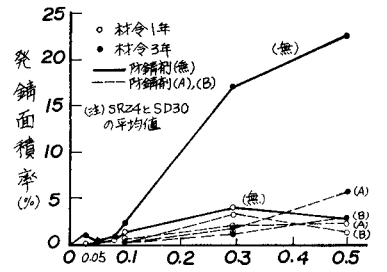


図-6 防錆剤の効果(C=240 kg/m³)

4. あとがき

海砂の塩分含有量の限度は、以上の促進試験・屋外暴露試験結果の他、脱塩試験結果および実橋による発錆試験結果から総合的に判断して、一般の鉄筋コンクリート構造物の場合、0.05%以下であれば発錆に関して問題はないと考えられる。今後とも、屋外暴露試験等と相照し、海砂中の塩分含有量の許容限度について検討して行きたい。

参考文献

- 1) 兼田・石谷: 海砂の塩分含有状況と脱塩試験例, 日本道路公団第15回業務研究発表会論文集, 1973年6月
- 2) 金子・北村: 海砂含有塩分による鉄筋の発錆に関する試験, 日本道路公団試験所報告, 昭和47年度, 1973年12月
- 3) 中村・石谷: 海砂を用いたRC橋及びPC橋の鉄筋発錆調査, 日本道路公団試験所報告, 昭和48年度, 1974年11月
- 4) 石谷・藤田: 海砂含有塩分による鉄筋の発錆に関する試験, 日本道路公団試験所報告, 昭和49年度, 1975年12月
- 5) 豊福・細田: 含有塩分による鉄筋の発錆に関する研究, 日本道路公団試験所報告, 昭和51年度, 1977年12月