

Ⅷ-14 コンクリート中の鉄筋の発錆実験 (その4)

琉球大学 ○ 正員 和仁屋晴彦 正員 具志幸昌
 栗田工業KK 田野 実

1. はじめに

本報告は筆者らが縦続中の含塩量、防錆剤の種類およびその添加量、水セメント比、ガボリ厚さを因子にえらんで、コンクリート中の鉄筋の腐食に関してこれら因子がいかん作用するかを実験計画法にもとづいて実施している実験の一環をなすものである。これまでの実験はこれら因子の主効果のみを対象にしたが、塩分量と防錆剤添加量との関係は複雑に影響し合っていることがうかがわれていたので、本実験では塩分量と他の因子との間の交互作用も解析し得るよう計画した。

2. 使用材料, 実験計画および手法

セメントは市販の普通ポルトランドセメントを、細骨材は比重2.64、吸水率1.00%、粗粒率2.36の台湾産の河砂を、粗骨材は比重2.71、吸水率0.24、最大寸法20mmの密実堅硬石灰岩碎石を使用した。混練水は設定含塩量に応じて、水道水と海水、さらに塩分量が大きいものに対しては原塩を混入し溶かしてから使用した。鉄筋は19mm丸鋼をワイヤークラスでみがい、また腐食速度や孔食深さを測定するため表面を研磨布#120, 240, 400にて順次研磨した平鋼を使用した。

実験は表-1に示す5因子を実験計画法によって表-2のようにわりつけて実施した。なお表-1中の塩分量は配合時のコンクリート重量に対するものであり、塩分量水準A₁(以下因子名は表-1に併記した記号を使う)は建築学

会の細骨材の含塩量に関する規定で無措置の場合の許容限界値(0.02%)をもとに設定した。

供試体の製作、試験手法および発錆面積の測定方法などは紙面の都合上前報を参照してもらいたい。なお本実験の供試体は当学耐ビル¹⁾の屋上に所定の試験日まで放置したもので、暴露条件はすべて同一である。

3. 実験結果および考察

今回は丸鋼の発錆面積についてのみ、材令1ヶ月を

表-2 わりつけおよび実験結果(材令1ヶ月)

No	A D O E C					発錆面積 (×10 ⁴ cm ²)									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	合計
1	1	1	1	1	1										0
2	1	1	2	2	2										0
3	1	2	1	2	2										0
4	1	2	2	1	1										0
5	1	3	1	1	2										0
6	1	3	2	2	1										0
7	1	4	1	2	1										0
8	1	4	2	1	2										0
9	2	1	1	2	1	6	8	7	1	2	5	1	1	9	40
10	2	1	2	1	2	0	0	3	0	3	1	0	3	21	31
11	2	2	1	1	2										0
12	2	2	2	2	1										0
13	2	3	1	2	2										0
14	2	3	2	1	1										0
15	2	4	1	1	1										0
16	2	4	2	2	2										0
17	3	1	1	1	2	7	9	11	7	11	17	23	21	21	127
18	3	1	2	2	1	23	2	3	8	12	8	58	14	14	142
19	3	2	1	2	1										0
20	3	2	2	1	2	10	4	6	22	21	3	15	6	12	99
21	3	3	1	1	1										0
22	3	3	2	2	2	6	53	8	30	43	23	53	115	112	443
23	3	4	1	2	2	1	6	0	3	0	6	0	3	1	20
24	3	4	2	1	1	4	7	0	3	2	18	3	4	2	43
25	4	1	1	2	2	108	89	217	106	29	70	42	41	44	746
26	4	1	2	1	1	239	405	120	110	137	271	142	120	210	1752
27	4	2	1	1	1	106	83	99	229	115	53	71	183	122	1061
28	4	2	2	2	2	178	65	219	161	299	81	112	93	181	1387
29	4	3	1	2	1	420	197	39	381	220	330	255	229	158	2229
30	4	3	2	1	2	149	177	248	303	298	231	259	281	93	2039
31	4	4	1	1	2	100	44	84	235	69	13	302	60	34	941
32	4	4	2	2	1	133	92	198	357	423	326	93	279	277	2178

表-1 因子と水準

因子	水準	1	2	3	4
塩分量 A (%)		0.01	0.05	0.25	1.25
防錆剤添加量 D		0	1/2標準量	標準量	2倍標準量
防錆剤の種類 O		E283	E297		
ガボリ厚さ E (cm)		2	5		
水セメント比 C (%)		50	65		

での結果を報告する。また発錆面積の測定結果は紙面の都合上1ヶ月時点のもののみ表-2に示した。なお鉄筋の取り出し本数は1ヶ月時点では表-2に示すように一実験9本であるが、他の材令では3本ずつである。表-2のデータについての分散分析結果は表-3に示す通りである。表-3の分散分析結果から、鉄筋の発錆に関しては塩分量がいかに支配的因子(3ヶ月時から寄与率は60%台)であるかということがわかる。またがぶり厚さを除いて、ほとんどの因子が高度の有意差を示しているが、その影響は塩分量にくらべはるかに小さい。以下1ヶ月時点までに判明した事項について列挙する。

1) A₁水準では防錆剤塗加の有無にかかわらず発錆は現時点までまだ1本もみられない。

2) A₂水準は沖縄県下で普通使用されている海砂からコンクリート中に持ち込まれる塩分量(海砂換算で約0.15%)に相当するが、この場合防錆剤無塗加のもののみならず3ヶ月時点から少量の発錆がみられるだけで、防錆剤を塗加したものはまだ1本も発錆してなく、現時点まで防錆剤の効果は発揮されている。

3) A₃水準は普通の海砂からはめったに持ち込まれることはない(沖縄県材料試験所の調査³⁾ではある)が、時々波しぶきを受ける構造物の損傷部資料ではよくみられる塩分量で、この場合NO.19とNO.21(共にO₁)以外はすべて3ヶ月時点から発錆している。

4) A₄水準は、石砂、海砂粒および混練水等からもたらされる塩分量だけではこのような高い塩分量は現われないが、海水のしぶきが常時かかるRC構造物の含塩量で、そういう立地条件のもとでも特に塩分が集中している個所の平均値にほぼ近い値である。この場合3ヶ月時点から発錆してないものは1本もなく、発錆面積もA₂水準の10倍以上もあり、このような高い塩分量に対してはやはり防錆剤で発錆を防ぐことはできないばかりか、かえって発錆を刺激している。この傾向は別の実験でも同じである。

5) 防錆剤塗加量の効果は、A₃水準では、O₁とO₂で

表-3 分散分析結果(1ヶ月)

因子	df	SS	MS	MS/e ₂	f(%)
A	3	1511048	503683	245**	64.6
D	3	38664	12888	6.27**	1.4
O	1	30217	30217	14.70**	1.2
E	1	4141	4141	2.02	0.1
C	1	9022	9022	4.39*	0.3
AxD	9	86123	9569	4.66**	2.9
AxO	3	53062	17687	8.61**	2.0
AxE	3	5179	1726		
AxC	3	56165	18722	9.11**	2.2
e ₁	4	2851	713		
ST ₁	31	1796472			
e ₂	256	532416	2080		
e' ₂	263	540446	2055		25.3
ST ₂	287	2328888			100

**1%の危険率で有意, *5%の危険率で有意

はその傾向を異にし、O₁のD₂、D₃では効果を発揮しており発錆はないが、D₄では3ヶ月時点から少量の発錆を示した。O₂の場合はD₃が最も悪く無塗加の場合より発錆を刺激し、D₂、D₄では多少抑制効果がみられる。A₂水準では前述のように無塗加の場合よりもかえって発錆を刺激している。

6) 因子AODの関係を見ると、防錆剤塗加量は含塩量に応じて添加すべきであり、さもないとかえって逆効果となること、また塩分量に対する防錆剤の最適量は防錆剤の種類によっても異なることを示している。

7) 水セメント比とかぶり厚さの場合、交互作用AxOと交絡し、その主効果は乱されている。

以上、大まかな点を述べて来たが、6ヶ月時点までの傾向が1ヶ月目まで変化を示して来たものもあるもので、詳細はさらに材令がたつてから検討したい。

1. 具志他2名: コンクリート中の鉄筋の発錆実験(その1), 建築学会中・九支部研報第4号・1, S.53年2月
2. 具志他2名: 同上(その2), 土木学会第33回年次学術講演会講演概要集第5部, S.53年9月
3. 沖縄県建設材料試験所, 試験年報昭和50年度, S.51年3月