

溶融亜鉛めっき鉄筋を用いたコンクリート供試体の暴露試験

(一社) 日本溶融亜鉛鍍金協会 (沖縄ガルバ㈱) ○仲松庸一郎

(一社) 日本溶融亜鉛鍍金協会 (愛知亜鉛鍍金㈱) 永見 美典

(一社) 日本溶融亜鉛鍍金協会 高野 嘉彦

1. はじめに

一般に飛来塩分粒子は、海岸から遠い距離の場所まで飛来するがその減衰は著しく、汀線から 100～200m離れた距離の地域では濃度が 1/5～1/10 に低下するといわれています。¹⁾ そこで汀線から 200m以内における飛来塩分粒子の影響の大きい環境(汀線から 70m及び 140m地点)で溶融亜鉛めっき鉄筋の防蝕効果の確認を行う目的で、福井県三国海岸の福井石油備蓄㈱内において 10 年間の計画で平成 13 年 5 月から暴露試験を開始した。しかしながら福井石油備蓄㈱の都合により暴露試験の継続が不可能になったため、供試体を平成 15 年 12 月に愛知県の伊良湖岬に移し暴露を継続した。

福井石油備蓄㈱内における暴露 2 年 7 ヶ月後の暴露試験結果²⁾ と暴露地変更後の伊良湖岬 9 年 3 ヶ月後の暴露試験結果をまとめた。

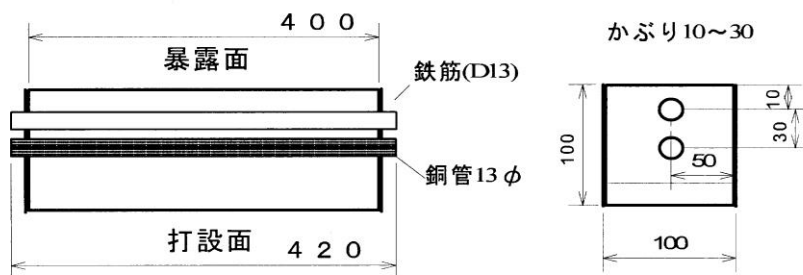
2. 方 法

2.1 鉄筋コンクリート用棒鋼

鉄筋コンクリート用棒鋼(JIS G3112 D13:以下黒鉄筋)及びそれらに溶融亜鉛めっき加工(JIS H8641 HDZ55:以下めっき鉄筋)を施した鉄筋を用いた。

また、鉄筋端部の保護目的でコンクリートに打設する前に両端 5 c m をエポキシ樹脂塗装し、打設時に突出させた鉄筋端部は塩ビ樹脂キャップにコーキング材を充填して被せ保護した。

供試体図を図 1 に示す。



——部は塗装面:暴露面と打設面以外は遮塩性塗料で塗装する

図 1 供試体図

2.2 コンクリート供試体

コンクリートは水セメント比(w/c)が 60%、スランプが 18±2.5 c m、塩化物イオン量 0.3 K g / m³ 以下を基準とし、比較用に水セメント比 70%の供試体も作成した。

(一社) 日本溶融亜鉛鍍金協会 TEL 03-5545-1875 FAX 03-5545-1876

〒107-0052 東京都港区赤坂 2 丁目 2 1 番 3 号 レドンドビル 3 階

使用した細砂は長良川水系、粗砂、砂利（25～5mm）は揖斐川水系の材料を使用した。コンクリートの配合表を表1に、コンクリートの圧縮試験結果を表2に示す。

表1 コンクリートの配合表

No.	水セメント比	スランプ	単位量 Kg/m ³				
	%	cm	セメント	水	砂	砂利	混和剤
1	60	18	297	178	818	970	2.97
2	70	18	257	180	950	954	2.57

表2 コンクリートの圧縮試験結果

No.	スランプ	空気量	C1含有量	温度	圧縮強度 N/mm ²	
	cm	%	Kg/m ³	℃	7日	28日
1	17.5	4.5	0.024	26	22.0	24.3
2	18.0	4.8	0.021	26	16.2	22.0

2.3 暴露場所

福井石油備蓄㈱暴露地を図2に示し、伊良岬暴露場を図3、福井石油備蓄㈱構内図における暴露場所を図4、暴露状況写真を写真1に示す。



図2 福井石油備蓄㈱の地図



図3 伊良湖岬暴露場

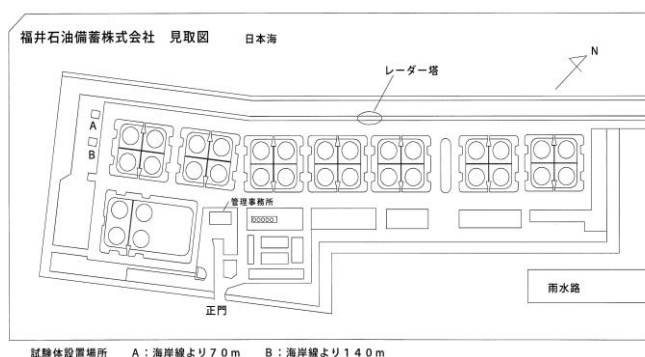


図4 構内図における暴露場所



写真1 暴露状況写真

3. 結 果

3.1 塩分濃度測定

福井2年7ヶ月暴露供試体からコア採取し、深さ方向にスライスした試料の分析を行った。
汀線より70m地点及び140m地点の塩化物イオン濃度測定結果をそれぞれ表3と表4に示す。

表3 汀線より70m地点の供試体（福井暴露）

B 01-7-10-1			
深さの層別 (cm)	NaCl (%)	Cl ⁻ (%)	Cl ⁻ (Kg/m ³)
0～1	0.181	0.110	2.58
1～2	0.084	0.051	1.19
2～3	0.040	0.024	0.564
3～4	0.032	0.019	0.446
4～5	0.031	0.019	0.446

表4 汀線より140m地点の供試体（福井暴露）

Z 01-14-5-1			
深さの層別 (cm)	NaCl (%)	Cl ⁻ (%)	Cl ⁻ (Kg/m ³)
0～1	0.130	0.079	1.85
1～2	0.049	0.030	0.705
2～3	0.025	0.015	0.352
3～4	0.017	0.010	0.235
4～5	0.019	0.012	0.282

暴露地変更伊良湖岬9年3ヶ月の塩化物イオン濃度測定結果をそれぞれ表5と表6に示す。

表5 汀線より70m地点より移動した供試体（伊良湖暴露）

Z 02-7-10-2			
深さの層別 (cm)	NaCl (%)	Cl ⁻ (%)	Cl ⁻ (Kg/m ³)
0～1	0.400	0.243	5.71
1～2	0.413	0.251	5.89
2～3	0.359	0.212	4.98
3～4	0.281	0.171	4.01

表6 汀線より140mより移動した地点供試体（伊良湖暴露）

Z 02-14-3-1			
深さの層別 (cm)	NaCl (%)	Cl ⁻ (%)	Cl ⁻ (Kg/m ³)
0～1	0.326	0.198	4.65
1～2	0.301	0.183	4.30
2～3	0.308	0.187	4.39
3～4	0.243	0.148	3.47

3.2 鉄筋腐食面積測定

福井2年7ヶ月暴露供試体の鉄筋腐食面積の測定結果を表7に示す。

測定方法は、透明シートを巻きつけて腐食部分のマーキングを行い展開し、2値化して面積を

求めた。

表 7 福井 2 年 7 ヶ月暴露供試体の鉄筋の腐食面積

供試体 No	備 考	腐食面積 (%)
B01-7-3-2	黒鉄筋、かぶり 1 c m、70m地点	17. 7
B01-7-10-1	黒鉄筋、かぶり 1 c m、70m地点	10. 19
B01-14-7-2	黒鉄筋、かぶり 1 c m、140m地点	6. 48
Z01-7-3-1	めっき鉄筋、かぶり 1 c m、70m地点	0(赤錆無し)
Z01-7-3-2	めっき鉄筋、かぶり 1 c m、70m地点	0(赤錆無し)
Z01-14-10-1	めっき鉄筋、かぶり 1 c m、140m地点	0(赤錆無し)

注)供試体 No の B:無処理 Z:溶融亜鉛めっき 7 : 海岸線から 70m 地点 14 : 海岸線から 140m

暴露地変更伊良湖岬 9 年 3 ヶ月暴露供試体の鉄筋腐食面積測定結果を写真 2 に示す。
測定方法は、ハンデイスキャナーにてセンターから両端 11 c m (範囲 22 c m) 円周方向にスキャンし画像ソフトにて腐食部分をマスクにて拾い出し、2 値化して面積を求めた。



写真 2 暴露地変更伊良湖岬 9 年 3 ヶ月暴露供試体の鉄筋腐食面積測定結果

4. まとめ

福井 2 年 7 ヶ月暴露かぶり 1 c m 供試体の結果は、塩分浸透量が鉄筋位置で汀線から 70m が 2. 58 Kg/m³ 及び腐食面積が 17. 7～10. 19%、140m が 1. 85 Kg/m³ 及び腐食面積が 6. 48% で環境条件の差が非常に良く出た結果となっているのは写真 1 で分かる通り暴露に適した条件の場所であったからと考える。暴露地変更伊良湖岬 9 年 3 ヶ月暴露かぶり 2 c m 供試体の結果は、福井 2 年 7 ヶ月暴露の暴露距離の差をそのまま引き継いだ結果で、70m より移動した供試体の塩分浸透量は 5. 89 Kg/m³ 腐食面積が 20. 1～8. 07%、140m より移動した供試体の塩分浸透量は 4. 65 Kg/m³ 腐食面積が 3. 92～0% となり、かぶりの差が鉄筋の腐食発生限界塩化物イオン量に関係したと考える。めっき鉄筋は、暴露地変更伊良湖岬 9 年 3 ヶ月の供試体の一つに孔食と見られる腐食面積 0. 35% の赤錆が見られたが、そのほかの供試体には赤錆の発生は見られなかった。

参考文献

- 1) 建築工事標準仕様書・同解説 J A S S 5 鉄筋コンクリート工事 2009 p 596～597
- 2) 社団法人 表面技術協会 第 112 回講演大会 塩害環境下における溶融亜鉛めっき鉄筋コンクリートの暴露実験 (社団法人日本溶融亜鉛鍍金協会 永見美典) 2005