

V-125

沖縄の内陸部及び海岸部での外気中における鉄筋発錆量について

琉球大学大学院 正会員 成 底 弘 敏

琉球大学工学部 正会員 矢 吹 哲 哉

琉球大学工学部 正会員 有 住 康 則

1. はじめに

入念な施工管理を行っても、コンクリート打設時の鉄筋には多少なりとも発錆が生ずるものと思われる。特に沖縄県のように厳しい腐食環境下では、鉄筋がどのように変化し、更に、鉄筋コンクリートとしていかなる挙動を呈していくのか等を把握しておく必要がある。著者等は、先ずその初期値を探る為に、これまでに沖縄内陸部における鉄筋の発錆量の変化を調べてきた。そこで、今回は更に内陸部と海岸部で市販の鉄筋の暴露試験を行い、鉄筋の発錆状況の変化を観察し、同時に鉄筋重量と引張強度の変化を調べた結果について報告する。

2. 実験方法

市販の鉄筋 SD295A D13mm を所定の長さ（ $L \approx 60\text{cm}$ ）に切断して、表-1 に示す期間暴露した。なお、表にはその間の気象データも併せて示す。

鉄筋の暴露場所は、沖縄本島中部東海岸から約 2.5 km 離れた、標高約 130 m の内陸部にある琉球大学の千原キャンパス内（以下千原と記す）と、沖縄本島北部瀬底島の南東海岸部の標高約 3 m にある琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底実験所内（以下瀬底と記す）の 2ヶ所である。

実施した試験項目は、鉄筋の外観調査、発錆量測定及び引張強度試験である。除錆は“コンクリート構造物の腐食・防食に関する試験方法ならびに基準（案）”（日本コンクリート工学協会）に従って行い、引張強度試験は JIS Z 2241 に従って行った。

3. 実験結果

3.1 外観調査

暴露鉄筋の目視による外観調査により、鉄筋は切口付近から錆びはじめて、節部分、その他部分へと進んでいくことが判った。このことは塗装鉄筋の輸送時の塗膜の損傷度調査結果と類似しており、鉄筋切断時に端部への加圧と輸送時に鉄筋相互の接触によって黒皮に損傷が生じ、発錆しやすい状態にあったためと考えられる。

錆は、最初うすい赤褐色の膜状から次第に厚みを帯びて層状となり、褐色と変化していくことが観測された。

千原と瀬底における暴露場所の相異による発錆状況を観察した結果、海岸部（瀬底）では内陸部（千原）より、かなり急速に鉄筋の錆が進行し、また、降雨後や台風襲来後に錆は急速に進行することも観察された。

表-1 鉄筋暴露期間とその間の気象データ

鉄筋名称	暴露鉄筋の本数	鉄筋の暴露期間				期間中の気象データ			
		1993年	3月	4月	5月	総降水量 (mm)		総日照時間 (hr)	
						千原	瀬底	千原	瀬底
鉄筋②	5					137.0	100.5	80.2	84.3
鉄筋③	5					240.0	209.0	167.7	168.8
鉄筋④	5					531.0	414.0	282.8	291.9
鉄筋⑤	5					598.5	498.0	421.7	433.5

表-2 内陸部と海岸部の発錆量の比較

期間 (月)	内陸部(千原)	海岸部(瀬底)	(2) / (1)
	平均 (mg/cm ²) (1)	平均 (mg/cm ²) (2)	
0.5	16.78	16.47	0.98
1	17.26	19.27	1.12
2	18.34	21.30	1.16
3	18.42	23.46	1.27
平均 1.13			

キーワード 鉄筋の発錆量

連絡先 〒900-0005 那覇市字天久816番地 TEL 098-863-6782 FAX 098-861-3830

3.2 発錆量

腐食に及ぼす台風の影響が観察されたこと等を考慮して、ここでは、暴露期間中の鉄筋腐食部分の単位面積あたりの重量、すなわち腐食度×試験日数を発錆量(mg/cm^2)と定義し、次式により算定した値を用いた。

$$\Delta W_1 = (W_0 - W_1) / (U \times L) \quad \dots \dots \dots (1)$$

ΔW_1 ；発錆量(mg/cm^2) W_0 ；暴露前重量(mg) W_1 ；除錆後重量(mg)
 L ；鉄筋の長さ(cm) U ；鉄筋の公称周長(cm)

図-1は千原と瀬底で暴露した鉄筋の発錆量と暴露期間の関係を示したものである。図中、 Δ は、式(1)の W_1 値に暴露前鉄筋の黒皮を前述の除錆処理法に従い除去した後の重量を代入して算出した ΔW_1 値であり、初期状態値を示すものである。図より、発錆量は時間の経過とともに増加し、内陸部（千原）における発錆量に比べて、海岸部（瀬底）における発錆量が大きな値を示している。表-2に内陸部と海岸部とでの発錆量の比較を示す。表より両者の比の平均は約1.13である。

図-2は暴露期間中の総降水量と発錆量の関係を示したものである。図中の Δ は、図-1と同じ初期状態値を示す。表-3より、図-2の3ヶ月データ横座標値と1ヶ月データ横座標値の比は、内陸部で2.49、海岸部で2.38であり、又図-1のその間の横座標値比は $90/30=3$ である。従って、総降水量を変数とした場合、発錆量に関する直線関数勾配は、日数変数の場合に比較して、急になる傾向にあることを示している。この急勾配の傾向は、海岸部の方が顕著である結果を得た。また、降水量がほぼ同一でも内陸部の発錆量に比べて、海岸部の発錆量が多いことがわかる。これ等のことは、外観調査結果で、千原より瀬底の方が錆の進行が速かったということと一致している。

3.3 引張試験

図-3は千原と瀬底で暴露した鉄筋の除錆後の引張強度と暴露期間との関係を示す。なお、鉄筋の引張強度は公称断面積を用いて算定した。図より、引張強度はほとんどバラツキはなく、暴露の期間及び場所による強度の変化もほとんど見られない。

4. まとめ

本調査で得られた主な結果は以下の通りである。

- (1) 鉄筋の錆は、最初薄い赤褐色の幕状からしだいに厚みを帯びて層状となり、色も、褐色、暗褐色と変化していく。
- (2) 鉄筋の錆は、黒皮に損傷があると急速に進行する。
- (3) 内陸部であっても、台風の来襲により鉄筋の錆は急速に進行する様子が観察された。
- (4) 海岸部（瀬底）では、内陸部（千原）より平均で約1.13倍鉄筋の錆が進行する。
- (5) 暴露後鉄筋の引張強度は、ほとんどバラツキはなく、暴露の期間及び場所による強度の変化もほとんど見られない。

表-3 総降水量

期 間	内陸部 (mm)	海岸部 (mm)
1 ヶ 月	240	209
3 ヶ 月	598.5	498
3 ヶ 月 / 1 ヶ 月	2.49	2.38

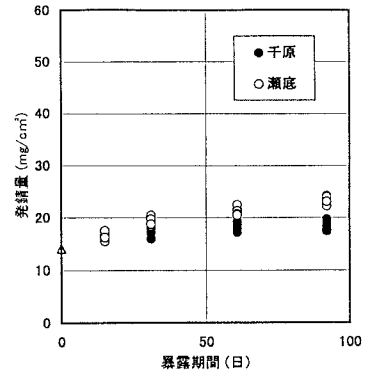


図-1 発錆量と暴露期間

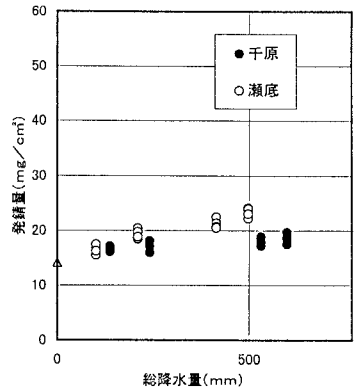


図-2 発錆量と降水量

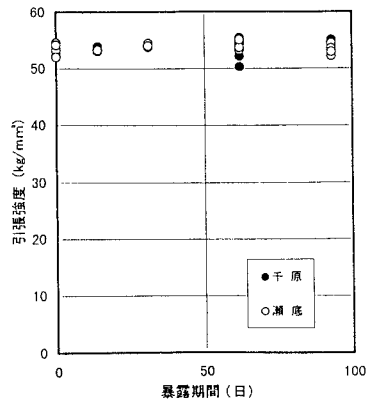


図-3 引張強度と暴露期間