

I-140

鋼構造物の環境劣化に関する実験的研究

大阪大学工学部 正員 福本 秀士 大阪大学工学部 正員 松井 繁之
 NKK 正員 ○ 三輪 恭久 大阪大学大学院 学生員 金本 圭史

1.はじめに 土木構造物は、風雨・日光にさらされ、環境に対する耐久性向上が重要な課題となっている。腐食環境下に建設される鋼構造物では、使用鋼材そのものや、それに施す塗膜の劣化が特徴である。このため、これまで道路管理者、塗膜業者にとって耐久性のある塗装材料の開発が行われてきた。これらの開発は一般に、平板に塗装を施した試料による耐候試験評価に基づいている。本研究では、溶接や添接を施した部材について、どの部位が最も劣化しやすいかという工学的な観点で鋼構造部材の劣化特性を評価しようと、新しい試みを行ったものである。鋼構造部材の単位で複合的な劣化機構、劣化速度について促進実験を行い、その基礎的資料を得た。

2.実験概要 実橋梁の腐食を部位的に見ると、鋼橋桁下フランジ下面、エッジ、溶接部、および継手部周辺での腐食・劣化の報告¹⁾が多く、特に、溶接部・継手部については、その腐食・劣化機構の解明が未だ不十分である。これらの点を考慮して、平板にリブを溶接を施した供試体を用意した。また、溶接部の早期劣化において残留応力が大きく起因しているとの考えから、溶接による残留応力を与えた供試体も用意した。さらに、パラメーターを数種与えたボルト継手部の模型供試体を用意した。以上に加え、比較のために平板供試体も用意した。これらの供試体には、①通常橋梁塗装(鋼道路橋塗装便覧A1²⁾:以後、塗装イと呼ぶ)、②製品プラスト処理を行った後、通常橋梁塗装(塗装ロ)、③本州四国連絡橋公団仕様(塗装ハ)の3種類の塗装をそれぞれ施した。各供試体の形状・寸法、条件については図-1~4、表-1に示す。実験環境として次の最も基礎的かつ主要な3種類の環境を考えた。

- ①太陽光による紫外線の影響を受ける光環境
- ②海洋からの塩化物の影響を受ける海洋環境
- ③太陽熱による温度の繰り返しや大気中の湿度の影響を受ける通常環境

そして、これら3つの環境をそれぞれ人工的に再現・促進できる環境促進装置として、①デュサイクリマテックス・ハ・ロンクリマエサ・メーター(スガ試験機製)、②恒温恒湿器PR-4FP(タマエスパック製)、③塩・乾・湿複合サイクル試験機ISO-3-CY-R(スガ試験機製)をそれぞれ用いた。各環境促進装置の設定条件について表-2~4に示す。さらに、和歌山県御坊市の海洋暴露試験場において、自然暴露試験を行った。なお、鋼材の腐食状況については、定期的にANSI/ASTMによる塗装の判定基準³⁾⁴⁾を用い目視観察調査を行うとともに、塗膜のインピーダンス、光沢、膜厚測定を同時に行い定量的に判断出来るようにした。

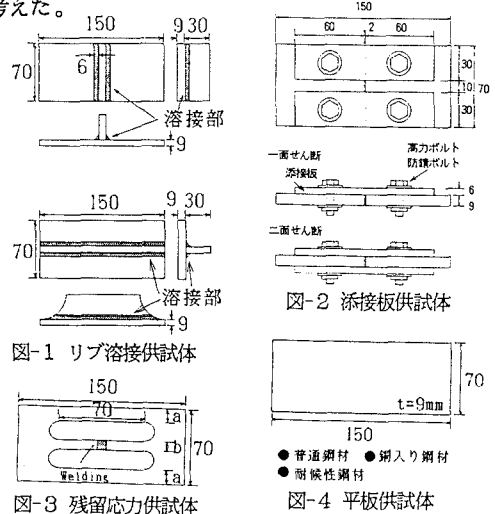


表-2 光環境促進装置設定条件

状態	温度(°C)	湿度(%)	時間(分)
照射時	63	50	60
暗黒時	--	98	30

表-3 海洋環境促進装置設定条件

状態	温度(°C)	湿度(%)	時間(h)
塩水噴霧	35	98	4
乾燥	60	--	2
湿潤	50	--	2
塩水濃度	5%		

表-4 通常環境促進装置設定条件

設定項目	設定値	所要時間
温度	5°C	1時間15分保持
	5~60	45分で上昇
	60	1時間15分保持
	60~5	45分で下降
湿度	65%	一定

表-1 供試体条件

供試体	リブ溶接	溶接方法	溶接方向
	手、機械	ロール	縦、横
残留応力供試体	残留応力の大きさ		塗装
	3000、2800、2300 (kg/cm ²)		イ、ロ、ハ
添接部供試体	ボルトの種類	締付け力	添接板の枚数
	防錆処理、普通	充分、不充分	1枚、2枚

3. 実験結果および考察 塗膜のインピーダンス測定結果、添接部供試体の腐食・劣化度の調査結果の一例を図-5～8に示す。以下に本研究の成果について述べる。(1) リブ溶接を施したものは、手・機械溶接供試体における劣化特性は異なるが、いずれにおいても早期に劣化が発生する。部分的にみると、手溶接を施したものでは垂直面の溶接止端部、また、機械溶接を施したものでは水平面の溶接部近傍で劣化速度が最も速い。全体的には、手溶接部のものの方が機械溶接部よりもその劣化速度が速い傾向にあった。さらに、溶接による残留応力を与えた供試体においても、腐食・劣化が発生したことから、溶接部の腐食・劣化において、残留応力が影響していることが確認された。

(2) 通常、海洋環境では、ほぼ全供試体のエッジ部で錆の発生がみられた。エッジ部において、アール処理が重要であるといえる。(3) 添接部においては、ボルト・ナット部、および母材と添接板の隙間における腐食・劣化速度が最も速い。ボルトの締付け力を十分にすることは、母材と添接板の隙間の腐食・劣化に対して有効である。また、ボルト・ナット部、ボルトとワッシャーの隙間、ワッシャーと母材の隙間の腐食・劣化に対して、防錆処理ボルトの使用は効果があることが確認された。(4) 同じ塗装でも、下地処理として製品プラストを行うことは、腐食・劣化に対して効果がある。また、通常橋梁塗装と比較して重防食塗装の十分な防錆・防食効果が確認された。(5) 今回の実験結果と過去の実験結果⁵⁾、自然暴露試験の結果との比較より、自然環境1年間に相当するのは、①光環境促進装置では150～300時間、②通常環境促進装置では、腐食速度の速い地域で320時間、遅い地域で120時間、③海洋環境促進装置では160～320時間、と推定された。

本研究は、文部省科学研究費補助金（一般研究A：代表福本瑠士）を受け行ったものである。

『参考文献』

- 1) 守屋進、片脇清：鋼橋塗装の実態調査、土木技術資料、32-7、pp. 33-39、1990
- 2) 土井 俊二：鋼道路橋塗装便覧の解説、橋梁と基礎、80-10、pp. 17-22
- 3) ANSI/ASTM D610-68: EVALUATING DEGREE OF RUSTING ON PAINTED STEEL SURFACES 1974
- 4) ANSI/ASTM D714-56: EVALUATING DEGREE OF BLISTERING OF PAINTS 1974
- 5) 渡辺、山崎ら：新両国橋10年経過塗膜の調査報告、日本鋼管技報No. 109、1985

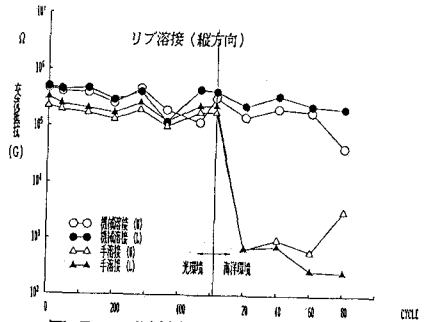


図-5. リブ溶接供試体インピーダンス測定結果

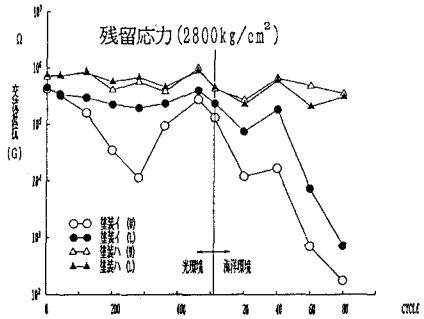


図-6 残留応力別インピーダンス測定結果

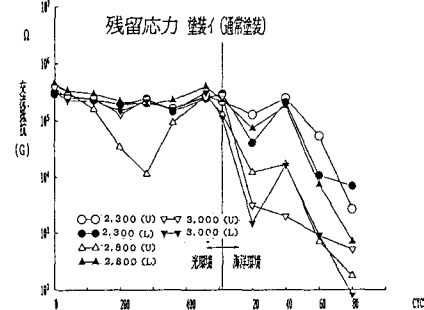


図-7 塗装別インピーダンス測定結果

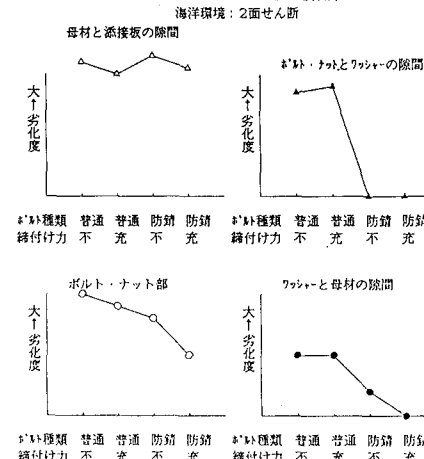


図-8 添接部供試体劣化度調査結果