

# 耐候性鋼材を使用した橋梁の経年調査

## Periodic Examination of a Bridge Made of Weathering Steel

佐藤 徹\* 高橋 秀幸\*\* 横田 浩\*\*\*  
Tohru SATOH Hideyuki TAKAHASHI Hiroshi YOKOTA

### Summary

In recent years, more and more weathering steel bridges are being constructed, with the aim of reducing maintenance costs by preventing corrosion and rust.

This paper reports on the results of the changes revealed by the periodic examinations for three years on the Yokoo Bridge in Chiba Prefecture (a three-span continuous plate girder bridge) made of non-coating atmospheric corrosion resisting steel, along with data obtained from the examination of test pieces. The results show that the bridge is in fact weather-proof.

### 1. まえがき

鋼橋はコンクリート橋と比較して、品質に対する信頼性が高い、軽量で耐震性に富む、補修・補強が容易、現場施工期間が短縮できる等の特長を有するにもかかわらず、再塗装に要する維持管理費が高いことから、コンクリート橋と比較して不利であると判断される場合がある。そのため、鋼橋の維持費用軽減を図ることを目的とした防食・防錆処理に対する要望が強くなってきており、その手段として耐候性鋼材の橋梁への適用、特に無塗装での施工が増加する傾向にある。

耐候性橋梁に関する調査研究は、鋼材暴露試験、実橋追跡調査等数多くの報告が各橋梁関係機関から出されており、JISによる無塗装用鋼材の規格化、設計施工指針の作成による構造に対する配慮の明確化とともに、品質・技術面の向上の一端を担って来ている。

当社においては、昭和52年の新札幌駅前連絡橋（札幌市；さび安定化処理）、昭和55年の神田川橋（高知県；裸使用）をはじめとして約30橋の施工実績を有している。ここでは、昭和61年に竣工した横尾1号橋（千葉県；裸使用）を対象に3年にわたり追跡調査をおこなった結果について報告する。

### 2. 調査概要

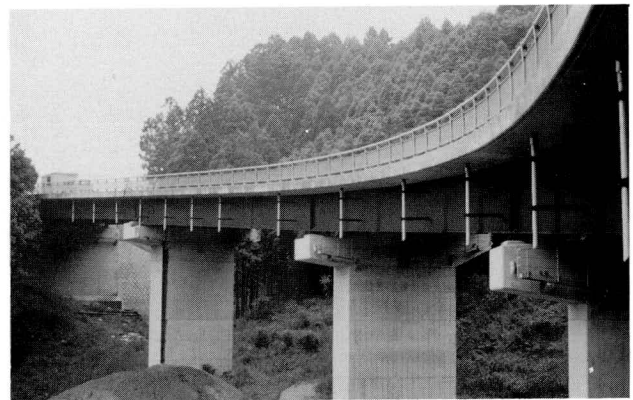


写真-1 全景

#### (1) 実橋調査

実橋調査では、外観調査およびセロテープ剥離試験を行った。外観調査における調査項目として

- ① 伸縮装置、排水装置から鋼桁への漏水の有無およびその状況
- ② 主桁の発錆状況と安定度
- ③ 対傾構、横桁、横構における発錆状況と安定度
- ④ 支承、耐震連絡装置における発錆状況と安定度
- ⑤ 全体的色調

を取上げた。

また、セロテープ剥離試験では、鋼材表面に直接セロ

\* 千葉工場製造部生産設計第一課

\*\*\* 技術本部工事部工事課係長

\*\* 千葉工場製造部生産技術課

テープを貼り付け、付着する錆の量と形状により発錆状況を評価した。

## (2) 試験片調査

実橋調査では、錆の安定度の評価が定性的にしかできないため、錆の進行度・安定度を定量的に把握するために、試験片による調査を行った。

- ① 腐食量（重量測定）
- ② 減厚量（材厚測定）
- ③ フェロキシル試験

である。

## 3. 調査結果

### (1) 実橋調査

#### (a) 外観調査

外観調査の調査結果を、各経年毎にまとめ表-1に示

表-1 外観調査結果

項目	経年			状況写真
	1年	2年	3年	
伸縮装置、排水装置からの錆桁への漏水有無およびその状況	床版からの遊離石灰が伸縮装置に付着。桁への漏水は無い。	遊離石灰が主桁に流出し、錆が発生している。	2年次の結果と同様、遊離石灰の流出は広がっていない。	写真-2
主桁の発錆状況および安定度	外面は添接板付近の局所的な赤茶色の変色が目立つ。内面は、流出錆の跡、結露の跡がいたるところに見られる。	1年次から状況は大差ないが、徐々に黒色化している。	変化部があまり目立たなくなっている。全体的に安定化してきている。	写真-3
対傾構、横桁、横構における発錆状況および安定度	支点付近では遊離石灰が付着し、錆が層状剝離するなど状態は良くない。中間部はミルスケールが残っている箇所が多く錆の進行が遅い。	発錆状況は特に変化ない。支点付近での浮錆、剝離錆が進行している。	支点付近の状況は改善されない。中間部は徐々に錆が進行している。	写真-4
支承、耐震連結装置における発錆状況および安定度	全般的に錆が粗い。結露による赤色斑点や流出錆の跡などの模様が見られる。	端支点での錆の進行が著しい。浮錆、剝離錆が見られる。	相変わらず錆が粗いが黒色化しており、安定化の徴候と思われる。局所的に環境の悪い所があり苔がはえている。	写真-5
全体的色調	茶褐色を呈している。局所的な変色が遠方から確認できる。	黒色化している。局所的な変色も遠方からは特に目立たない。	黒褐色を呈している。	写真-6

写真-2

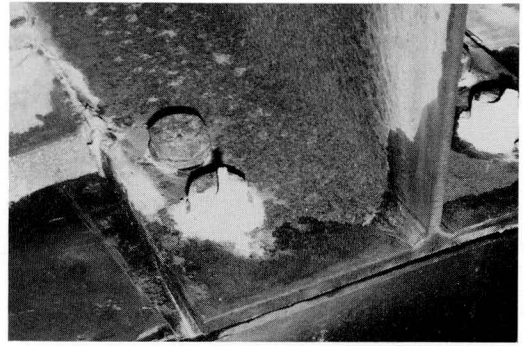


写真-3

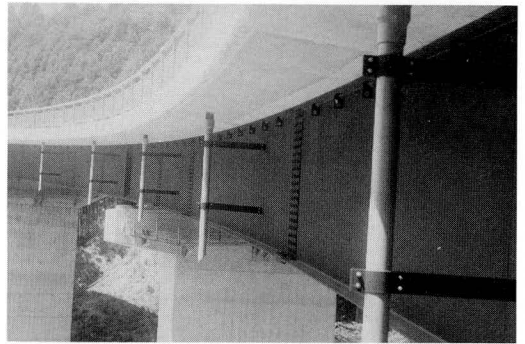


写真-4



写真-5

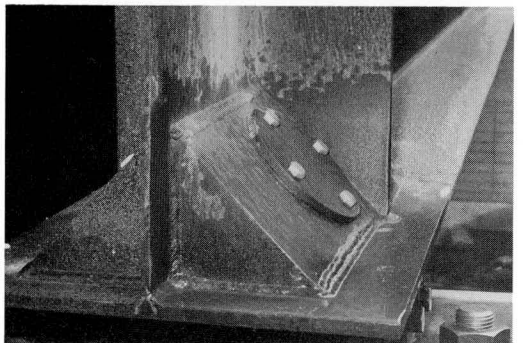
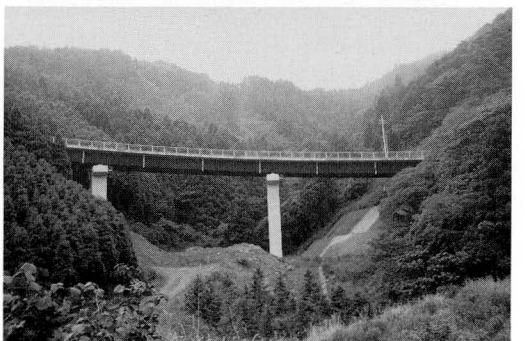


写真-6



す。コンクリートと接触する箇所や通風性、温度変化、日光の照射などの環境条件が悪い支点付近では剥離錆が多く見られ、安定錆の生成にはかなりの時間を要すると考えられる。しかし、全体的には黒褐色化しており、安定化の傾向にあると思われる。

(b) セロテープ剥離試験

P3 橋脚付近の主桁を使用して、セロテープ剥離試験を実施した。試験位置を図-1に示す。外桁と内桁では、内桁の方が付着する錆の量が若干多く、やや粗い傾向に

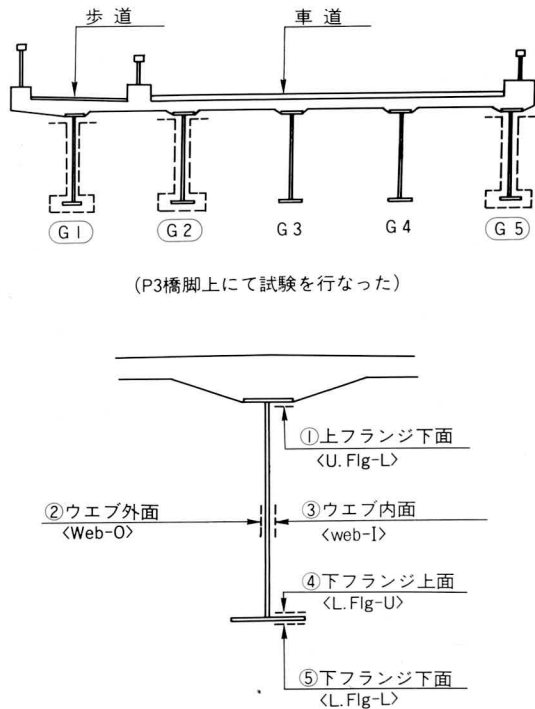


図-1 セロテープ剥離試験位置

あり、安定化までの時間は長くなると予想される。

桁毎の比較結果を表-2に、またG1桁を代表例として取出し経年比較した結果を表-3に示す。

経年による比較では、下フランジ下面で錆の粒子が大きく、発錆量も変化している。下フランジでは雨水による洗浄効果が期待できず、錆が進行し易いためと考えられる。

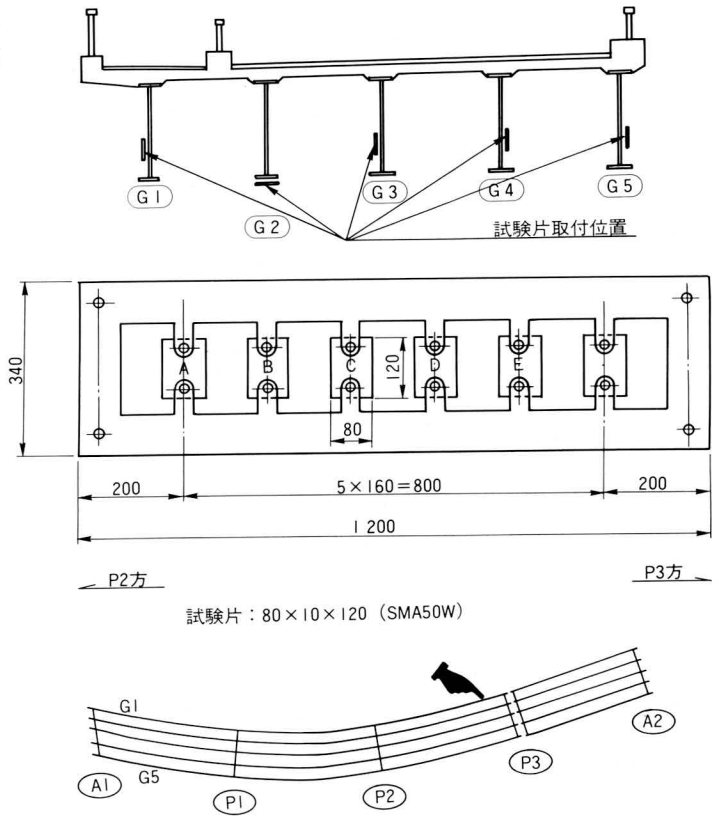


図-2 試験片取付位置

表-2 桁位置による比較 (経年3年)

位置 \ 主桁名	G1桁	G2桁	G5桁
① 上フランジ下面			
② ウェブ外面			
④ 下フランジ上面			

表-3 経年による比較

位置 \ 経年	1 年	2 年	3 年
① 上フランジ下面			
② ウェブ外面			
③ ウェブ内面			
④ 下フランジ上面			
⑤ 下フランジ下面			

(2) 試験片調査

実橋にあらかじめ試験片を取付けておき、毎年試験片を取りはずして、先に示した項目の調査を行った。試験片取付位置を図-2に示す。

(a) 腐食量

各桁に取付けた試験片の初期重量と除錆後の試験片重量の差を、腐食材厚として換算した腐食量を図-3に示す。

暴露2年目から3年目にかけて腐食量の勾配が急に上昇しているが、腐食速度は1年目の平均値が0.015mm/年、3年目が0.016mm/年とほぼ直線的に推移しており、まだ安定化の傾向を示していないと考えられる。

(b) 減厚量

除錆後の材厚をマイクロメーターを用いて測定し、暴露前の材厚からの減少量を記録した結果を図-4に示す。

減厚量は腐食量と異なり変化速度が緩やかに減少する傾向にあり、測定値もやや大きめに現われている。これは、測定に用いたマイクロメーターの接触部が平面を有するタイプであり、鋼材表面の粗さによる凹凸の最大値を測定することによる誤差が含まれるためと考えられる。

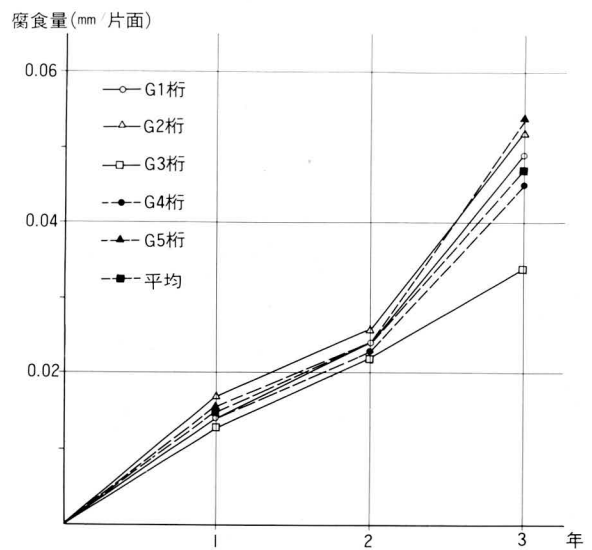


図-3 腐食量

(c) フェロキシル試験

錆の安定化を定性的に把握するためにフェロキシル試験を行っており、その評価は青斑点の形状(大きさ)と量によるが、通常、錆が安定し緻密であるほど青斑点が細かく少なくなる傾向にある。

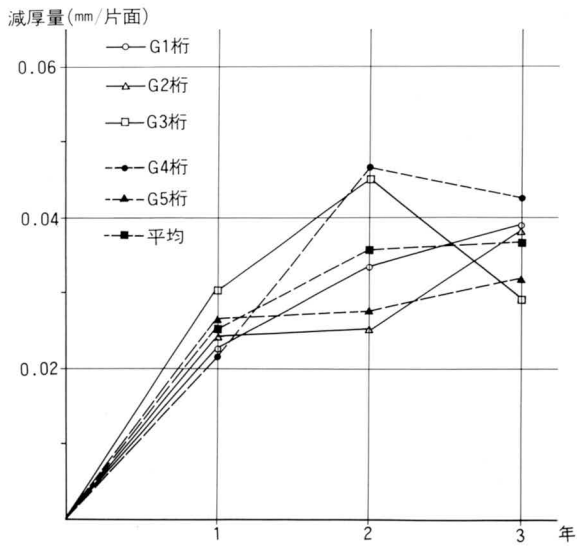


図-4 減厚量

外桁（暴露方向－鉛直）、内桁（暴露方向－水平）、内桁（暴露方向－鉛直）を例として試験写真を表-4に示すが、全て経年毎に斑点数が減少している。部分的には、直接雨水にさらされる外桁が内桁より安定の方向にあり、水平方向に暴露した方が鉛直方向より錆が粗く、斑点が大きくなっている。

#### 4. まとめ

本橋は海岸から約10kmの山間部に位置しており、土地環境は比較的良好である。架設後3年を経て、色調は黒褐色で美しく見える。しかし、各種試験の結果からは安定錆が形成されたとは言えず、局部的には伸縮装置部からの床版の遊離石灰による錆の進行や、支点付近の層状

表-4 フェロキシル試験結果

位置 \ 経年	1 年	2 年	3 年
G 1 桁			
G 2 桁			
G 3 桁			

剥離が見られるなど、安定錆を形成し難い箇所も確認されている。

耐候性鋼材に安定錆が形成されるかどうかは、環境立地条件、構造、部位などに左右され、環境が良好でも構造上問題があれば局部的に錆が進行する。一つの橋梁においても種々の要因が複雑に絡みあうため、安定錆の形成に至ったかどうかの判断は非常に困難である。本橋の調査においても、今回は中間報告であり、今後も調査を継続し錆の安定化に至る経緯を明確にしてゆきたい。また、この調査により耐候性橋梁施工の際に、何らかの参考になれば幸いである。

最後に、この調査にあたり千葉県鴨川土木事務所の方々に御指導をいただいたことを付記し、謝意を表します。

#### ＜参考文献＞

- 1) 日本橋梁建設協会；耐候性橋梁データブック
- 2) 建設省土木研究所・鋼材倶楽部・日本橋梁建設協会；耐候性鋼材の橋梁への適用に関する研究報告書
- 3) 土木学会鋼構造委員会鋼材規格小委員会；耐候性鋼を用いた無塗装橋梁に関する調査研究、土木学会誌、1980年4月
- 4) 河井、石橋；耐候性鋼材の橋梁への適用、橋梁と基礎、1981年9月
- 5) 日本鋼構造協会技術委員会防錆防食小委員会；鋼構造物と耐候性鋼、JSSC、Vol.17、No.178、'81.1

### グラビア写真説明

#### 関西国際空港連絡橋

空港連絡橋は、空港島と陸岸とを結ぶ高速道路と鉄道を併せもつ全長3750mの長大橋です。その連絡橋の中央部に位置する鋼トラス橋は、支間150mの3径間連続トラス橋が6橋連なり、総延長2700mです。本トラス橋は、航空法による空域制限及び船舶通航のための航路空間の確保等の必要から、上段に片側3車線の道路、下段に複線の電車専用線を配したダブルデッキ・トラス橋となっております。下段に電車が通過するため、設計・製作の各段階において鋼材の疲労を十分に配慮した施工法としています。また、主構高をなるべく低くする必要性及び経済性を配慮し、道路鋼床版をトラス上弦材の上フランジと兼用させた、合成鋼床版構造としています。架設工法は、工程の短縮及び通過船舶への影響をできるだけ短くするため、製作工場において大組立された大ブロックを、大型起重機船を用いて吊上架設する大ブロック一括架設工法を採用しています。(藤原)

#### BY552工区(その2)高架橋

BY552(その2)、のBは湾岸線、Yは横浜地区を言い、数字三桁の百の位は湾岸線5期、十の位、一の位、( )内の数字は、路線の起点から順に番号付けをしている。

湾岸線5期は、起点を横浜市金沢区並木、終点を同市中区本牧ふ頭迄の路線で、起点は横浜横須賀道路に接続し、金沢臨海部埋立地、石油コンビナート、大規模工場及び国道357号上を通過し、本牧地区にて弊社施工のB101工区に接続する。

完成後は扇島、大黒ふ頭、本牧ふ頭、根岸、金沢埋立地の工業地帯を連絡し、市街地の通過交通を高速道路に転換し、国際港横浜の都市機能の発展に大きく寄与することになる。(若松)