

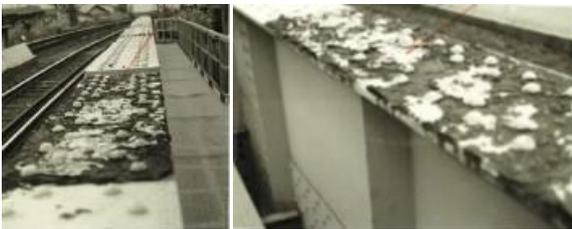
## 鋼鉄道橋の主桁上フランジに発生した局部腐食について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○上堀 拓真

## 1. はじめに

当該橋りょうは、1945年に架設された支間22.65mの下路鉋桁である。架設から30年を経ずに右側主桁上フランジカバープレートが腐食により著しく欠食した(写1～4)。発生応力度(机上算出)と保守限度応力度の比較から、現時点では耐荷性に問題が無いため、2年周期で実施している全般検査での監視を続けている。

本稿では、当該橋りょうに発生した腐食の変状とその原因推定および対策について報告する。



写1: 1978年

写2: 1978年詳細



写3: 2019年

写4: 2019年詳細

## 2. 変状概要

本変状は、右側主桁上フランジ上面の第2カバープレートの著しい腐食(層状剥離)である(図1)。桁端部より4.4m位置から約1.7mの範囲(第3カバープレートが

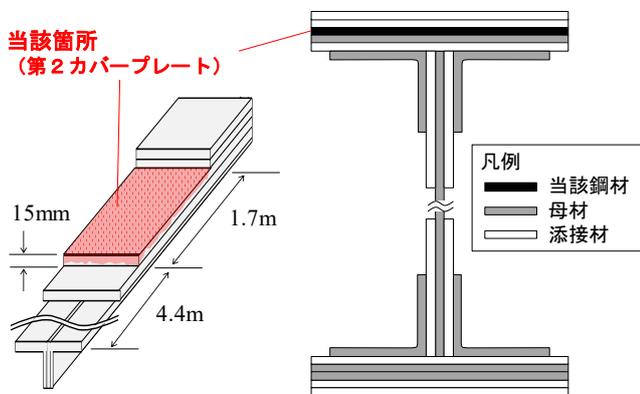


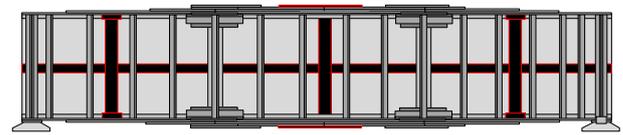
図1: 腐食発生箇所

重なるまでの露出部分)全面で、腐食により厚さ15mmの鋼材がほぼ消失した状態である。取付リベット及び第3カバープレートに挟まれた部分では腐食が見られないため、現状では第2カバープレートの露出部分のみが顕著に進行している。

## 3. 変状原因の推定

## 3.1. 設計図面との乖離

当該橋りょうには、設計図面に指示の無い添接があり、設計図面と乖離している(図2)。架設時は終戦間際の資材不足が著しい時期であり、設計図面どおりの鋼材を調達できなかつたと推定される。



■: 図面に指示の無い添接

図2: 設計図面に指示の無い添接

## 3.2. 塩分分析結果

当該のカバープレートは風通しがよく雨水の滞留が少ない箇所に設置されており、腐食しにくい環境であるが、当該橋りょうは海岸線から約280mに位置しており、飛来塩分の可能性が考えられるため、塗膜表面の付着塩分とさび中に含まれる塩分を測定した。

塗膜表面の塩分測定の結果、上フランジ上面では $5.4\text{mg}/\text{m}^2$ 、ウェブ外面では $2.4\text{mg}/\text{m}^2$ であった。塩分の付着したブラスト鋼板に塗装した場合に塗膜変状を生じやすいのは $50\text{mg}/\text{m}^2$ 以上であることから、今回の局部腐食の原因は他にあると考えられる。

## 3.3. 塗膜特性調査結果

腐食原因を塗膜の健全性から推定するため、塗膜特性(①塗装履歴、②塗膜付着性)について調査した。塗装履歴はカット式膜厚計を使用し、塗膜付着性は基盤目試験により評価した。

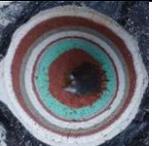
カット式膜厚計・基盤目試験の結果を表1に示す。塗膜各層の色相より、少なくとも1978年の塗替え施工時点では、塗膜履歴調査箇所のカバープレートは消失してい

キーワード 鋼鉄道橋 カバープレート 局部腐食 鋼材成分 硫黄

連絡先 〒221-0044 神奈川県横浜市神奈川区東神奈川 1-29-56

たとえられる。基盤目試験結果より、上フランジ上面とウェブ外面で橙色塗膜が一部露出しており、その上に塗り重ねた塗膜間の付着力が最も小さいことが分かるが、塗膜残存面積率はいずれも約80%、約60%であり、半分以上の塗膜は脱落していない。また点さび等の塗膜自体の防食性低下に起因する変状は見られない。これらから塗膜の防食性はおおむね健全であると考えられる。

表1：塗膜特性調査結果

塗装年 (推定)	塗膜各層の色相 (表層側から)		
	上フランジ 上面	カバープレート 消失部	ウェブ外側
2011年 (補修塗装)	/	淡グレー	/
		白	
		赤さび	
2001年 (全面塗替え)	グレー	グレー	グレー
	白	白	白
	赤さび	赤さび	赤さび
1978年 (全面塗替え)	白	白	白
	緑	緑	緑
	赤さび	赤さび	赤さび
1974年 (全面塗替え)	グレー	/	グレー
	橙		橙
1968年 (全面塗替え)	グレー	/	グレー
	赤さび		赤さび
1968年より前	/	/	緑
			赤さび
カット式 膜厚計による 塗膜断面写真			
基盤目 試験結果			

### 3.4. 鋼材成分分析結果

当該橋りょうが架設された1945年は、前述のとおり鋼材の調達が困難であり、当時は臨時日本標準規格(臨JES)によって品質を保持していたはずであるが、資材不足の中で臨JESに基づいた鋼材が使用されたかどうかは不明である。そこで鋼材に含まれる成分分析を実施し、不純物が含まれた鋼材を用いたことによる特定部材の腐食の可能性を検証した。また、成分が違う金属同士が接触することで生じる腐食(異種金属接触腐食)の影響も想定し、近接する他の部材についても成分分析を実施した。

成分分析の結果を表2に示す。分析した鋼材は①第2カバープレート(当該)、②ウェブ、③上フランジ、④第

1カバープレート、⑤第3カバープレートの5箇所、14元素について分析を行った。分析の結果、第2カバープレートのみがMnで脱酸されたリムド鋼であり、S含有量は0.21wt%(SS400では0.05wt%以下)で現行の鋼材よりも非常に高い値であった。S含有量が多い鋼材は腐食しやすいことから、Sの影響が本変状の主要因と考えられる。また耐候性・耐食性に効果があるCu、Crが少ないことも、腐食進行を助長させたと考えられる。

他の部材については、成分からいずれも炭素鋼であることが分かり、異種金属接触腐食は発生しないと考えられる。なお第1カバープレートについてはP、Sの含有量がいずれも0.06wt%を超えており、臨JESの値を満たしていないが、現状では変状等が見受けられない。

表2：鋼材の成分分析結果 (wt%)

	C 炭素	Si ケイ素	Mn マンガン	P リン	S 硫黄	Cu 銅	Ni ニッケル
①第2カバープレート	0.11	<0.002	0.37	0.008	<b>0.210</b>	0.02	0.01
②ウェブ	0.29	0.012	0.52	0.018	0.034	0.31	0.06
③上フランジ	0.18	0.010	0.29	0.014	0.052	0.29	0.09
④第1カバープレート	0.21	0.005	0.26	<b>0.063</b>	<b>0.066</b>	0.26	0.02
⑤第3カバープレート	0.23	0.008	0.42	0.019	0.026	0.28	0.05
SS400 (一般構造用圧延鋼板)	-	-	-	0.050 以下	0.050 以下	-	-
臨JES (一般構造用圧延鋼板)	-	-	-	0.060 以下	0.060 以下	-	-

	Cr クロム	Mo モリブデン	V バナジウム	Al アルミニウム	Zn 亜鉛	B ホウ素	N 窒素
①第2カバープレート	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.0002	0.0042
②ウェブ	0.021	0.006	<0.001	0.004	<0.001	<0.0001	0.0041
③上フランジ	0.051	0.011	<0.001	0.003	0.001	<0.0001	0.0045
④第1カバープレート	0.035	0.003	0.001	0.001	<0.001	<0.0001	0.0031
⑤第3カバープレート	0.043	0.003	0.001	0.001	<0.001	<0.0001	0.0026
SS400 (一般構造用圧延鋼板)	-	-	-	-	-	-	-
臨JES (一般構造用圧延鋼板)	-	-	-	-	-	-	-

### 4. 対策の検討

第2カバープレートは炭素鋼同士に挟まれているため、異種金属が接触した場合の電気防食が適用できない。腐食の抑制には塗装塗替えのみが有効であると判断し、上フランジ上面の塗装塗替えを行った。さび等を残した状態で塗装すると腐食の進行するおそれがあるため素地調整は替ケレン1(1種ケレン)とした。今後も長期的に経過観察を行い、腐食進行の確認を続ける必要がある。

### 5. おわりに

1945年架設の鋼鉄道橋において、特定部材の著しい腐食を確認した。戦時中の臨JES規格を満たさない鋼材が使われていたことがわかり、腐食しやすい成分で構成されていたことが主要因であるとわかった。しかしながら鋼材の成分の違いのみで、腐食がこれほど早く進行してしまうのか疑問が残る。今後は塗装塗替え周期を見直し、塗装による防食効果を高めていきたい。