

供用後30年経過した耐候性鋼材橋梁

Thirty Years Old Weathering Steel Bridges

北海道開発土木研究所構造部 ○正会員 池田 憲二
 北海道開発土木研究所構造部 正会員 佐藤 京
 北海道開発土木研究所構造部 正会員 渡邊 一悟
 (株)ドーコン構造部 正会員 加藤 静雄

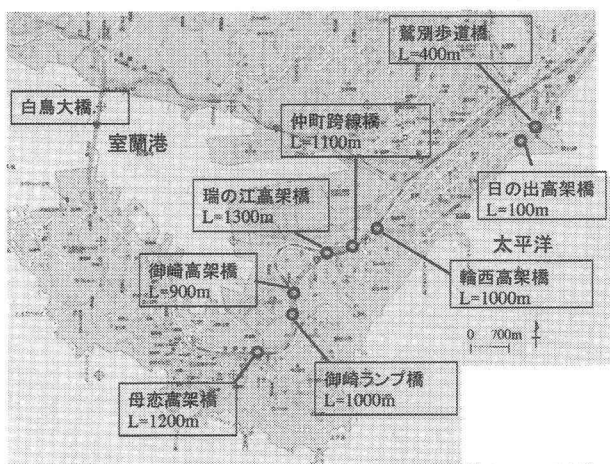
1. はじめに

耐候性鋼材は、鋼材の表面に綿密で安定したさび層を形成し、それが保護被膜となって鋼材の腐食の進行を防止するものである。安定さびが形成されると長期的に塗装が不要となるので維持管理費を軽減できるが、安定さびが形成されずに母材が腐食し、塗装仕様に変更した橋梁や、著しい腐食により架け換えられた橋梁もある。したがって点検・調査によって腐食状態を把握し、腐食の要因の除去・低減など、適切な維持管理が必要である。

北海道開発局では、北海道の厳しい自然環境を反映させた独自の耐候性橋梁の劣化度評価手法を検討しており、その第1ステップとして一般国道36号室蘭新道にある耐候性橋梁の腐食調査(2003年)を実施した。本文では、実施した腐食調査結果を、建設当初に実施した調査との比較により腐食進行度や腐食進行の度合いなどについて報告する。

室蘭新道は、一般国道36号の内、室蘭市内の交通渋滞緩和を目的として、1970年に着工、1980年に完成した総延長8.3kmのバイパス道路である。

室蘭新道には8橋の耐候性橋梁があり、鋼材は約7,800t使用されている。図-1に示すように、架橋位置は、海岸線から0.4~1.3km程度であり、海岸からの飛来海塩粒子の影響を受け、また一帯は北海道最大の工業地帯であることから、安定さび形成に有害な工場排煙の影響が懸念される。これらの橋梁では、初期に安定さびを形成し維持管理費の低減とさび汁の飛散防止を目的として、さび安定化処理工法(ウェザークート)を行っている。



L:海岸線からの距離

図-1 室蘭新道の耐候性橋梁の架橋位置図

また、今回調査を行った橋梁は、日の出高架橋、輪西高架橋、御崎高架橋および母恋高架橋である。

表1 室蘭新道耐候性橋梁諸元

橋梁名	支間数	形式	支間割り	完成年
鷺別歩道橋	2	連続鉄桁	23.6+14.5	1974
日の出跨線橋	2	連続箱桁	22.4+31.2	1975
輪西跨線橋 (1)	2	連続箱桁	2×52.0	1977
〃 (2)	2	〃	2×52.0	1977
〃 (3)	3	連続鉄桁	30.5+39.5+30.5	1977
仲町高架橋 (1)	3	連続鉄桁	30.5×25.0	1976
〃 (2)	3	〃	30.5×25.0	1976
〃 (3)	3	〃	30.5×25.0	1976
〃 (4)	3	〃	30.5×25.0	1976
〃 (5)	3	〃	30.5×25.0	1976
〃 (6)	3	〃	30.5×25.0	1976
〃 (7)	3	〃	30.5×23.2	1976
〃 (8)	3	〃	30.5×25.0	1976
〃 (9)	3	〃	30.5×25.0	1976
〃 (10)	3	〃	30.5×25.0	1976
〃 (11)	3	〃	30.5×25.0	1976
瑞の江跨線橋 (1)	3	連続鉄桁	23.0+34.0+23.0	1978
〃 (2)	3	〃	3×26.5	1978
〃 (3)	3	〃	3×26.5	1978
〃 (4)	3	〃	3×26.5	1978
〃 (5)	3	〃	3×26.5	1978
〃 (6)	2	連続箱桁	53.65+43.05	1978
〃 (7)	1	単純鉄桁	36.9	1978
〃 (8)	1	〃	36.9	1978
〃 (9)	2	連続箱桁	38.8+36.25	1978
御崎高架橋 (1)	2	連続鉄桁	2×35.0	1976
〃 (2)	2	〃	2×35.0	1976
御崎ランプ橋 (1)	2	連続鉄桁	33.0+23.0	1973
〃 (2)	2	〃	2×23.12	1973
〃 (3)	3	〃	3×23.12	1973
〃 (4)	3	〃	3×23.12	1973
〃 (5)	2	〃	2×23.12	1973
〃 (6)	2	〃	2×23.12	1973
〃 (7)	3	〃	3×23.12	1973
〃 (8)	3	〃	3×23.12	1973
〃 (9)	2	〃	2×23.12	1973
母恋高架橋 (1)	2	連続鉄桁	22.0+28.0	1977
〃 (2)	2	〃	2×35.0	1977
〃 (3)	3	連続箱桁	40.0+50.0+40.0	1977
〃 (4)	2	連続鉄桁	28.0+22.0	1977

※鷺別歩道橋は塗装仕様に変更

2. 室蘭新道における耐候性橋梁の調査

室蘭新道の耐候性橋梁の表面さびの状態を把握するため、あらかじめ定めた定点において以下の調査を行った。

(1) 外観調査

定点の表面さびの状態の観察と色調の調査(写真撮影)

(2) 膜厚調査

全膜厚(プレパレン膜厚+鍍厚)を測定し、腐食進行度を調査する

(3) RST 測定(イオン透過抵抗値)

イオン透過抵抗を測定して、鍍皮膜や鍍安定化処理皮膜の鋼材防食機能形成状態を調査する

(4) 附着塩分測定量測定

電導度法による鋼材表面附着塩分量を測定し塩分の影響度を調査する

3. 調査結果

本文では今回調査を実施した項目のうち、膜厚調査について経年変化を示すこととし、RST 測定および附着塩分との関連については今後詳細に検討を行うこととする。膜厚の評価は表面鍍と被膜厚さの状態から暫定的に表-3に示す判定基準を作成した。表面処理を施した耐候性鋼材の最終的な状態は、全体的に薄層の綿密な安定鍍の形成(400 μ 以下)であり表-3に示す C3-3 がこれに相当する。従って 30 年経過して未だ表面処理剤が残存している場合には安定鍍生成過程にあると考えられる。

表-2 暫定健全度評価基準

劣化評点	さび面積率 (%)	被膜厚さ (μ) 被膜やさびの状態	さび評価(外観・厚さ)との対応				
			5	4	3	2	1
A	< 0.3	被膜に変化なし	< 200	< 300	< 400	400~800	> 800
B	< 0.3	被膜に変色・退色あり	A5	A4	A3	A2	A1
C	C1	< 3	C1-5	C1-4	C1-3		
	C2	< 30	C2-5	C2-4	C2-3		
	C3	30 以上	C3-5	C3-4	C3-3		
D	D1	< 3				D1-2	D1-1
	D2	< 30				D2-2	D2-1
	D3	30 以上				D3-2	D3-1
E	E1	< 3				E1-2	E1-1
	E2	< 30				E2-2	E2-1
	E3	30 以上				E3-2	E3-1

A, B, C: 問題ないと判断できる状態

D, E: 耐候性鋼材の被膜として期待されるのとは異なる状態

※被膜の残存有無を問わず、鋼材上に形成したさびの厚さや形状にて仕分ける

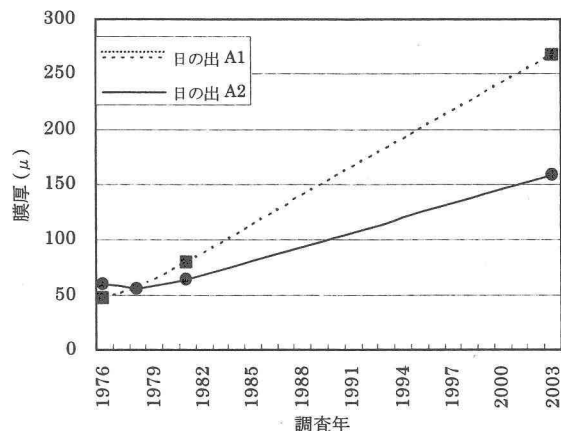


図-2 日の出高架橋の膜厚経年変化

3. 1 日の出高架橋の調査結果

日の出高架橋は2径間連続2主箱桁(支間長22.4+31.2m)である。今回の調査位置は建設当初から定めているA-1橋台およびA-2橋台部(図-3)の主桁外側面で、過去に実施した膜厚検査との結果を合わせて図-2に示す。

A2では1976年から1981年までの調査では、膜厚は6.5 μ /年、1981年以降は8.6 μ /年、同様にA1では0.8 μ /年~4.3 μ /年で膜厚量が増加している、今回の調査ではA2の膜厚は158 μ 、A1で268 μ であった。この影響として図-3に示すように、本橋は側道と近接し、桁下空間が小さいため、1980年代から路面凍結防止剤の散布量の増加により、通行車両が凍結防止剤を含んだ有害物を巻き上げ、橋梁に附着した結果とも考えられる。附着塩分量の調査は2001年と2003年に実施しており、2001年調査では562mg/cm²、2003年調査では620mg/cm²であり、附着塩分量は増加している。現段階では表面処理剤の残存はほとんどなく、一部を除き判定基準C3-5~C3-4の範囲にあるが、1991~2003のデータがなく、表面鍍は安定化に向かっているかどうかは判断できず、今後も経過を観察する必要がある。



図-3 日の出 A2

3. 2 輪西高架橋の調査結果

図-4は輪西高架橋の膜厚の経年変化を示している。膜厚調査結果では緩やかに膜厚量が増加し、1978年~1981年では3.1 μ /年、1981年以降は1.4 μ /年で膜厚形成が鈍化している。また表面には図-5に示すように表面処理剤の残存も見られ、安定鍍の形成には時間を要すると思われる。2003年調査での膜厚は136 μ であり、判定はB5程度である。図-5は2003年調査における表面状態で、さび安定化処理剤の残存している。

3. 3 御崎高架橋の調査結果

図-6は御崎高架橋の膜厚経年変化である。1975年から1982年の調査では膜厚は60 μ 程度で推移しているが、それ以降は5 μ /年で増加している。図-7に示すように表面状態は安定化処理剤が残存している部分と表面さびが出現している部分が混在しており、全体的に鍍層は薄く、いまだに安定さびの形成過程にあると考えられ、判定はB2程度である。腐食の特徴として、他の調査橋梁と同様に伸縮装置からの漏水による腐食が著しい状況である。

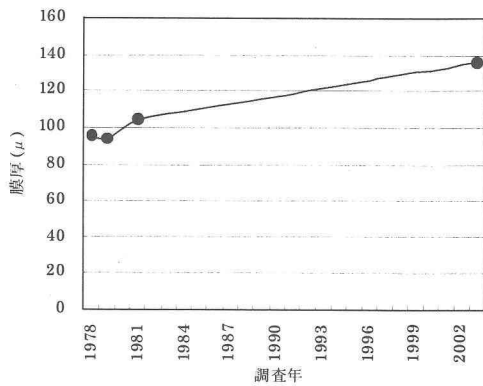


図-4 輪西高架橋の膜厚経年変化



図-5 輪西高架橋の表面状態(2003)

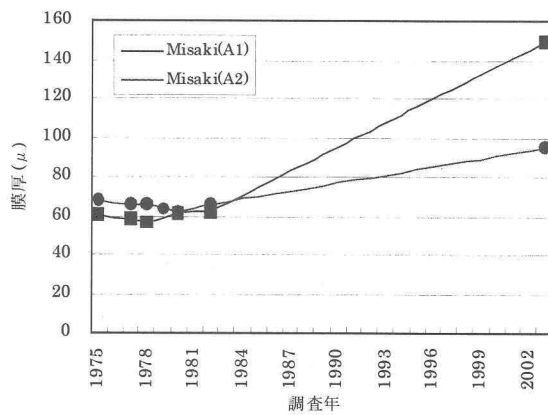


図-6 御崎高架橋の膜厚経年変化



図-7 2003 母恋高架橋の表面

3. 4 母恋高架橋の調査結果

図-8 は母恋高架橋の膜厚経年変化である。1975年から1982年の調査では膜厚は80μから90μ(0.4μ/Year)で推移しているが、それ以降は2.4μ/Yearに増大している。表面状態は安定さびが形成されていると見受けられるが、保護層としては若干薄いと思われる。腐食の特徴として、他の調査橋梁と同様に伸縮装置からの漏水による腐食が著しい状況である。図-9は2003年調査における表面状態を示している。

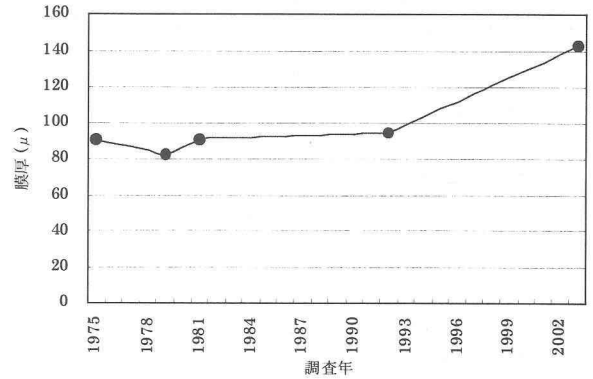


図-8 母恋高架橋の膜厚経年変化

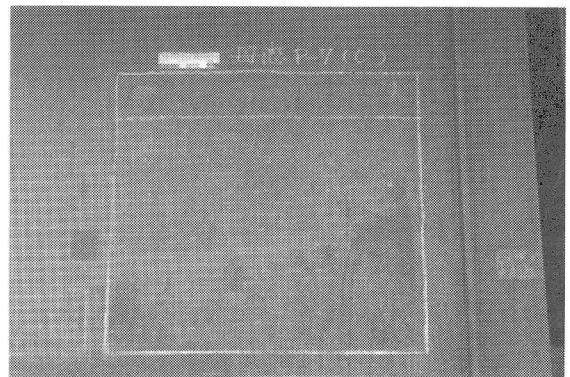


図-9 2003 母恋高架橋の表面状態

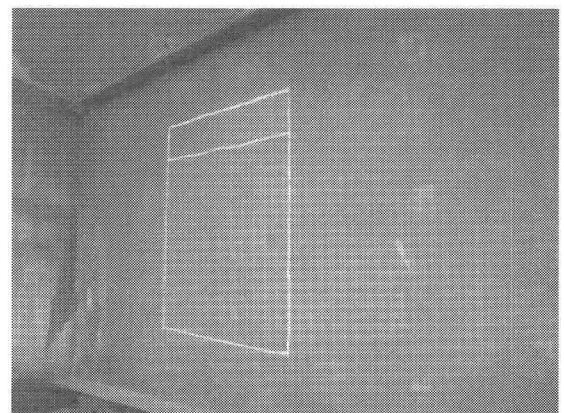


図-10 桁端部の腐食

3. 5 室蘭新道の耐候性橋梁の腐食の特徴

今回の調査により、以下の特徴的な腐食が見られた。
1)伸縮装置からの漏水による腐食
桁端部の腐食は支点上補剛材の断面欠損による座屈耐

荷力の低下や支承が腐食によって移動できずにソールプレート上に亀裂が発生するなど、致命的な損傷に至った事例もあることから、伸縮装置の維持管理、特に漏水に対しての管理が重要である。同様に横桁取り付け部などの格点部には床版からの漏水が集まり易く、断面欠損による不安定化を招くことも考えられるため、橋面からの防水対策が特に重要である。

2) 下フランジ上面の層状剥離

下フランジの上面は塩分を含んだ塵や水分などが堆積し易く、図-11のような層状の剥離が発生している箇所がある。塵や水分の堆積は防止することは困難と考えられるので、定期的に洗浄することが有効と考えられる。

3) 現場継手部の腐食

現場継手部は塩分を含んだ塵や水分が付着し易いため一般部に比較して腐食が著しい。これ例ではボルト軸部には腐食が見られないが頭部の腐食が著しいことが判る。

3. 6 まとめ

これまでの4橋の定点における外観調査および膜厚調査結果から、以下の傾向が見られた。図-13には膜厚の経年を重ね合わせてみたものである

- ・全体的に保護層としての表面さびの状態は概ね良好であるが、保護層としての膜厚としては若干薄いように思われる。ただし、伸縮装置や床版からの漏水により腐食が進行し、一部では断面の欠損も見られる。
- ・さび安定化処理剤（プレパレン）の残存が30年以上経た現在でも見られプレパレン被膜の消失が予想より遅れている。このことは、安定錆が形成されている状態ではなく、その過程にあると思われる。
- ・図-13に示すように日の出跨線橋A2の膜厚変化が突出しているため今後の推移に注目する必要がある。
- ・今後の維持管理として、伸縮装置および床版の漏水対策が必要である。
- ・外観と膜厚の調査結果から著しい腐食は見受けられないが、今回の調査は継続的に調査を行っている定点での調査であり、全ての状態を評価するための調査（支間中央部、横桁など）も必要と考えられる。
- ・今回の調査のとりまとは膜厚に着目したものであり、今後コア分析、塩分量などの分析を実施し、膜厚および外観との関連性を検討し、さび安定化処理を施した室蘭新道における耐候性橋梁の健全度評価方法を検討する予定である。

参考文献

- 1) 一般国道36号室蘭市室蘭新道耐候性鋼橋梁調査報告
北海道開発局室蘭開発建設部、昭和62年10月
- 2) 耐候性鋼さび安定化評価技術の体系化
紀平 寛、塩谷 和彦、幸 英昭、中山 武典、竹村 誠洋、渡辺 祐一、平成15年土木学会論文集 No.745

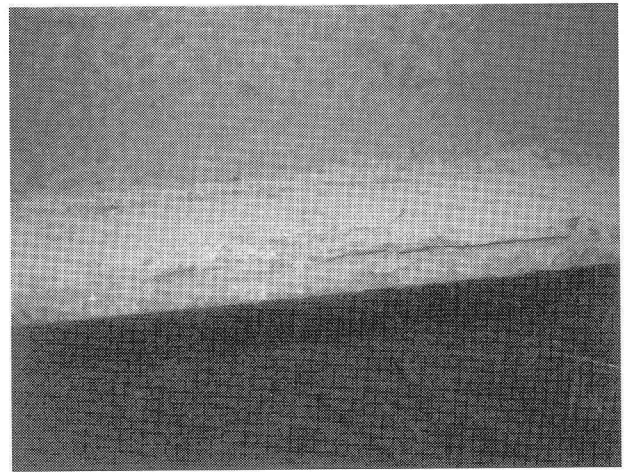


図-11 下フランジ上面の層状剥離さび

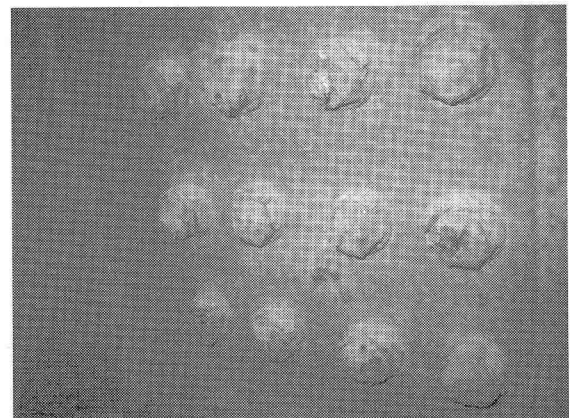


図-12 (a) 現場継手部の腐食

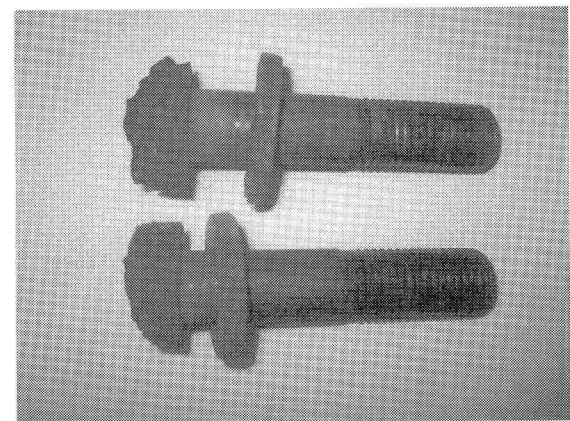


図-12 (b) 現場継手部の腐食（ボルト）

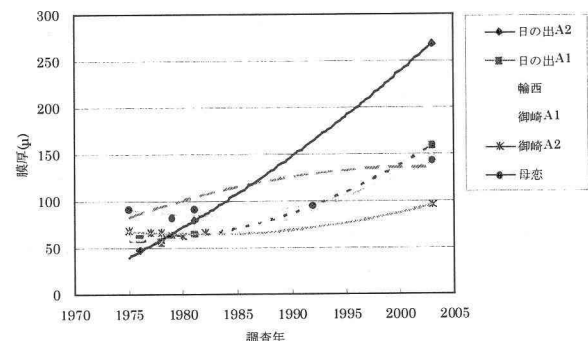


図-13 調査4橋の膜厚経年変化