

耐候性鋼材の補修塗装における素地調整程度に関する検討

○富山禎仁¹⁾、島袋智尋¹⁾、Wint Thandar¹⁾

1. はじめに

耐候性鋼材は、炭素鋼材に銅 (Cu)、リン (P)、クロム (Cr) などの合金元素が少量添加されたものである。耐候性鋼材が腐食性の比較的低い大気中に暴露され、適度な濡れと乾燥が繰り返されると、合金元素の作用によって鋼材表面に緻密なさび層が形成され、これにより鋼材腐食に必要な化学種の透過が抑制されて徐々に腐食速度が低下すると考えられている。耐候性鋼材はこの特性により、適切な環境下であれば無塗装でも使用できるとされ、鋼道路橋への適用が増加することとなった。2005 年には「鋼道路橋塗装便覧」が「鋼道路橋塗装・防食便覧¹⁾」に刷新されたのを機に、塗装に加えて、防食に関わる材料の一つとして耐候性鋼材に関する記述が追加されている。近年では、ニッケルを多く添加して飛来塩分に対する適用範囲を広げたニッケル系高耐候性鋼材²⁾も開発され、実橋にも適用されている。

しかし一方で、耐候性鋼材を無塗装で使用した鋼道路橋の増加に伴い、当初期待していた様な緻密なさび層が形成されず、部材の著しい板厚減を伴う異常腐食を生じる事例も数多く報告されるようになった³⁾。耐候性鋼材が異常腐食を生じる主な要因としては、①飛来塩分量や濡れ時間が想定よりも多いなど、橋の架設環境自体が不適切である場合、②湿潤環境となりやすい橋の桁端部などの様に、局所的に不適切な環境が形成される場合、③漏水などのアクシデントがある場合、が考えられている⁴⁾。異常腐食の発生要因が上記②や③であれば、周辺の植生を伐採して風通しを良くする、塵埃などの堆積物を除去する、漏水・滞水対策をとる、などの腐食環境の改善により腐食速度を低減させることができる場合もある⁴⁾。しかし、①のように異常腐食の要因が排除できない場合や、再発生のリスクが高い場合には、塗装などによって補修を実施（防食仕様の見直し）する必要がある。

そこで、本研究では異常腐食した無塗装耐候性鋼材を塗装で補修する際の適切な素地調整方法について把握するため、異なる仕上がり程度で素地調整し塗装した試験体を作製し、屋外暴露による塗膜変状を長期的に追跡調査している。本報では、暴露開始から 15 年経過時点までの調査結果についてまとめた。

2. 試験片レベルでの検討⁵⁾

実際の橋梁部材を模擬した試験体での検討に先立ち、耐候性鋼板から切り出した小型の試験片による実験を行った。この実験では、未腐食から腐食が顕著となった状態までをⅠ～Ⅲまでの 4 段階に分類し、各腐食レベルに属する耐候性鋼板を、素地調整程度、塗装系を変えて補修塗装し、屋外暴露に供した (図 1、表 1)。

表 1 補修塗装系

補修塗装系	防食下地	下塗①	下塗②	下塗③	中塗	上塗
Rc-I	有機 ジンクリッチ ペイント 75 μm	弱溶剤形 変性エポキシ 樹脂塗料下塗 60 μm	弱溶剤形 変性エポキシ 樹脂塗料下塗 60 μm	-	弱溶剤形 ふっ素樹脂 塗料用中塗 30 μm	弱溶剤形 ふっ素樹脂 塗料上塗 25 μm
Rc-III	-	弱溶剤形 変性エポキシ 樹脂塗料下塗 60 μm	弱溶剤形 変性エポキシ 樹脂塗料下塗 60 μm	弱溶剤形 変性エポキシ 樹脂塗料下塗 60 μm	弱溶剤形 ふっ素樹脂 塗料用中塗 30 μm	弱溶剤形 ふっ素樹脂 塗料上塗 25 μm
Rc-IV	-	弱溶剤形 変性エポキシ 樹脂塗料下塗 60 μm	-	-	弱溶剤形 ふっ素樹脂 塗料用中塗 30 μm	弱溶剤形 ふっ素樹脂 塗料上塗 25 μm

1) 国立研究開発法人土木研究所 先端材料資源研究センター 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 番地 6

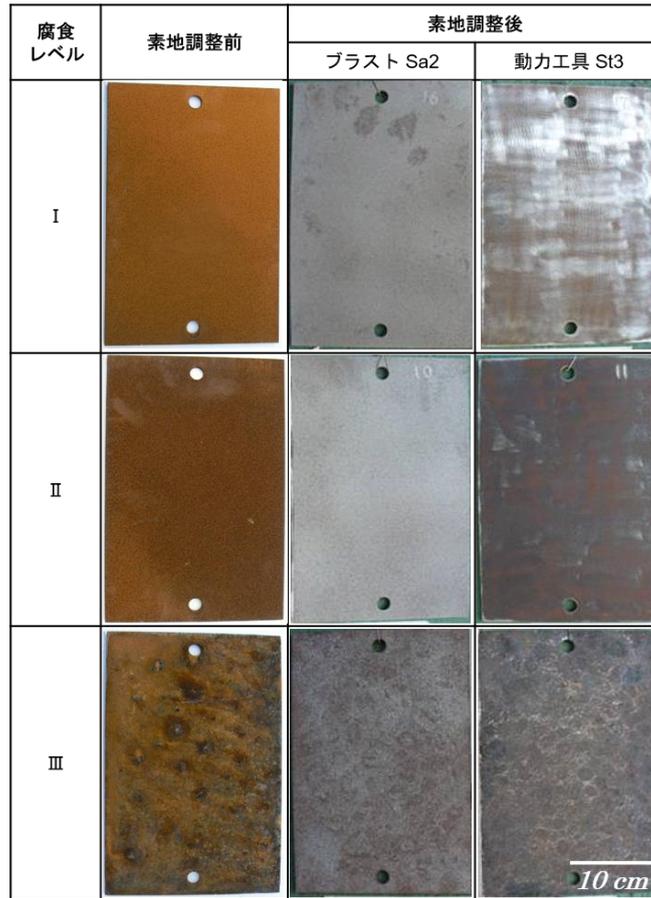


図 1 素地調整前後の耐候性鋼板の代表的な外観



1) Sa2 ½ 2) Sa2 3) Sa1 4) St3
(a) 素地調整程度による違い (腐食レベルⅢ→Rc-I)



(b) 塗膜に発生した膨れ (腐食レベルⅢ→St3→Rc-IV)

図 2 暴露 10 年後の代表的な試験片外観

補修塗装した耐候性鋼板の暴露 10 年後の代表的な外観写真を図 2 に示す。暴露 10 年後の時点では、補修塗装前の耐候性鋼板の腐食レベル、補修塗装時の素地調整程度、補修塗装系の違いにより塗膜外観

に大きな差異が生じた。特に劣化が著しい試験片では、表面的な塗膜の異状にとどまらず、塗膜下でも鋼材の腐食が大きく進行している状態となった。

ブラスト処理し Rc-I で補修した試験片では、暴露 10 年の時点で塗膜外観に明確な差異は生じなかったが、キズ部から進展している腐食の程度を比較すると (図 3)、素地調整程度が高い (すなわち清浄度が高い) ほど、また、補修時の腐食レベルが低いほど腐食の進展が小さく、新品の未腐食鋼板を塗装したものに近い水準で推移していることがわかった。

試験片レベルで行った 10 年間の暴露試験結果から、耐候性鋼材の補修塗装について、以下の知見が得られた。

- (1) 補修塗装前の素地調整では、ISO Sa2 1/2 以上の仕上がりを目標に、ブラスト処理で入念にさびや塩分を除去する必要がある。
- (2) 現場条件等で動力工具による素地調整を選択せざるを得ない場合には、さび厚が薄く、腐食が軽微な段階で補修すべきである。
- (3) いずれの場合でも、補修塗装にはジンクリッチペイント層を有する重防食塗装系 (たとえば Rc-I) を選定することが推奨される。

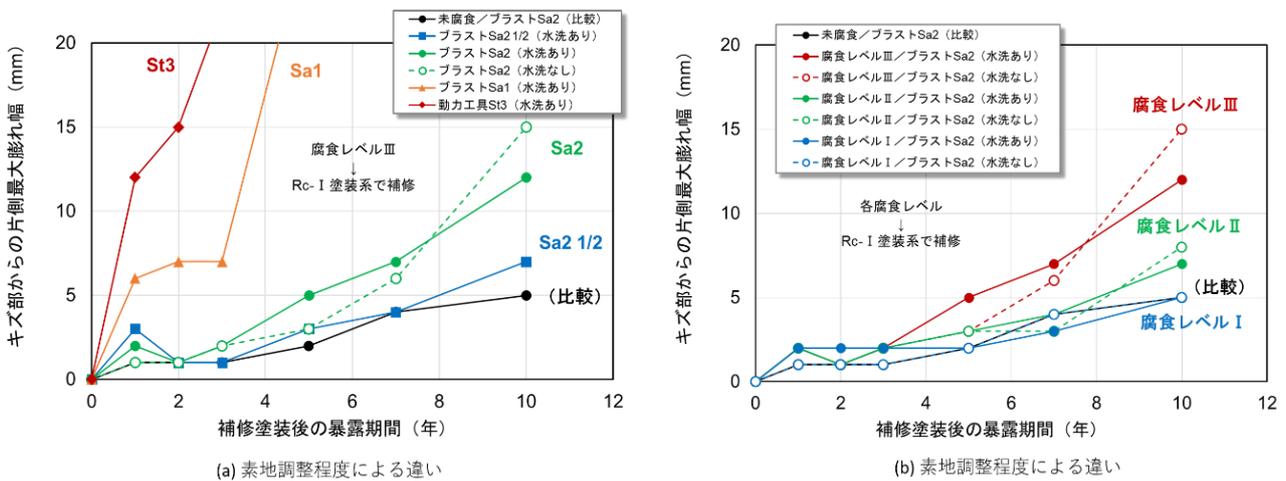


図 3 キズ部からの腐食進展による膨れ幅の経時変化

3. 橋梁模擬試験体を用いた実験

3.1 試験体の原状

土木研究所と日本鉄鋼連盟橋梁用鋼材研究会は既往の研究において、無塗装耐候性鋼橋梁模擬試験体の暴露試験を国内 4 箇所で行った。これらのうち、新潟県糸魚川市市振海岸 (以下、北陸暴露試験場と称す) で 5.5 年間暴露され異常腐食した試験体 (図 4) を、補修塗装の検討用として本研究に用いた。鋼材種による違いを確認するため、JIS 耐候性鋼試験体 1 体と、鉄鋼メーカーの異なるニッケル系高耐候性鋼試験体 2 体を選定した。5.5 年間暴露された試験体の状況は、部位により層状さびやうろこ状さびが発生した状態であった (図 5)。なお、試験体の断面には、風の通り抜けを遮るため、暴露開始当初よりプラスチック板が設置されていた。

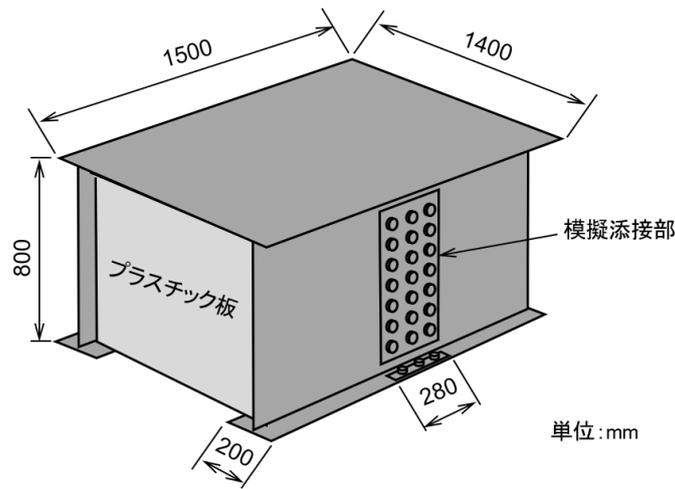


図 4 橋梁模擬試験体の形状および寸法

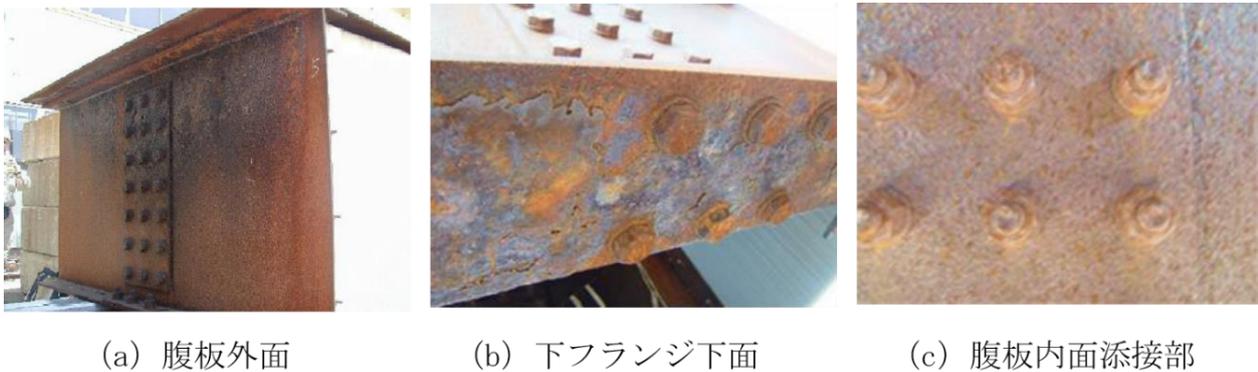


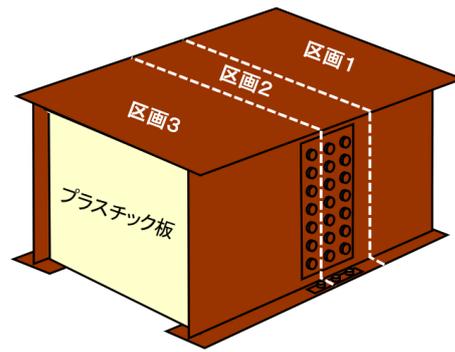
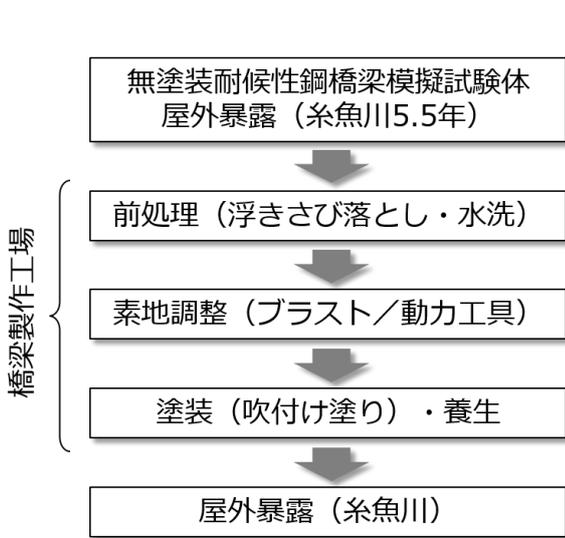
図 5 補修塗装時点における橋梁模擬試験体の典型的な外観

3.2 試験体の補修塗装

3.2.1 前処理及び素地調整

異常腐食した耐候性鋼橋梁模擬試験体の、補修塗装から暴露開始までの流れを図 6 に示す。試験体は橋梁製作工場に輸送し、工場内でハンマー等の手工具による浮きさび落とし、水洗による塩分除去、素地調整、塗装・養生までを行った。素地調整は、鋼道路橋塗装・防食便覧¹⁾塗装編の普通鋼材を対象とした塗替え塗装仕様における素地調整方法に準じ、ISO 8501-1 Sa 2 1/2、Sa 2 (ブラスト処理)、及び St 3 (動力工具処理) の仕上がり程度を目標とした。図 7 に示すように一つの試験体を 3 つの区画に分け、それぞれ異なる仕上がり程度となるよう素地調整を行った。

ブラスト処理の研削材にはガーネットを用いた。異常腐食した試験体のブラスト処理にはかなりの時間を要した。一般塗装系が塗装され全面さびが生じた普通鋼材をブラスト処理する場合の約 3～4 倍の時間をかけて処理したものの、目標の仕上がり程度には到達せず、処理面にはさびが随所に残った。動力工具処理も同様に時間を要した。目標仕上がり程度 Sa 2 1/2、Sa 2、St 3 に対し、最終的な仕上がり程度はそれぞれ Sa 2、Sa 1～2、St 3 となった。耐候性鋼材は普通鋼材よりも強固なさび層が形成されるため、素地調整において鋼素地を完全に露出させることは困難であることを確認した。



区画	処理方法	目標仕上がり程度	到達仕上がり程度
区画 1	プラスト	Sa 2 1/2	Sa 2
区画 2	動力工具	St 3	St 3
区画 3	プラスト	Sa 2	Sa 1~2

図 6 屋外暴露開始までの流れ

図 7 試験体の区画と素地調整

表 2 電気伝導度法による鋼材表面塩分量の測定結果（単位：mg/m²）

測定の タイミング	測定部位※	海側腹板外面			山側腹板外面			海側 腹板内面	山側 腹板内面
		区画 1	区画 2	区画 3	区画 1	区画 2	区画 3	区画 3	区画 3
		Sa 2	St 3	Sa 1~2	Sa 2	St 3	Sa 1~2	Sa 1~2	Sa 1~2
水洗後	高	71	47	108	172	272	428	71	362
	低	34	51	32	150	153	39	91	76
素地調整後	高	33	36	50	106	189	178	89	119
	低	33	31	22	59	119	48	82	106
再水洗後	高	再水洗なし	再水洗なし	再水洗なし	42	測定せず	42	43	52
	低	再水洗なし	再水洗なし	再水洗なし	再水洗なし	再水洗なし	再水洗なし	測定せず	測定せず

※高：試験体天井板から100 mmの位置、低：試験体天井板から400 mmの位置

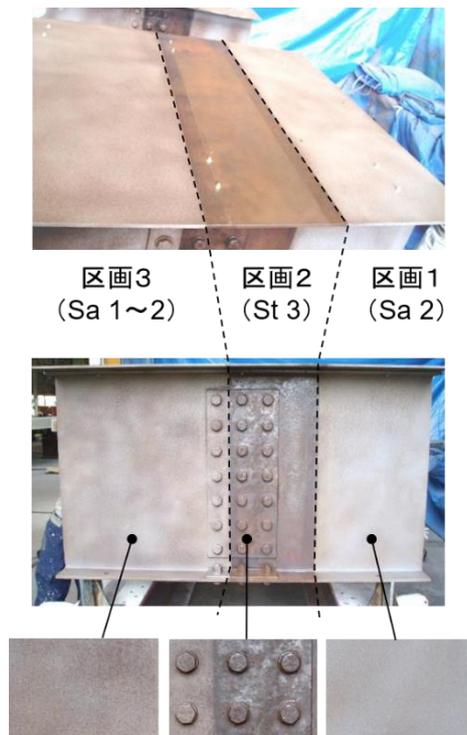


図 8 素地調整後の試験体外観の例

水洗後及び素地調整後に鋼材表面に付着していた塩分量を、電気伝導度法により測定した結果を表 2 に示す。試験体は腹板が海岸線と平行になるように暴露されており、表中では海に面した側を海側、海と反対側を山側として示している。試験体の海側腹板外面では素地調整後の表面塩分量が 50 mg/m^2 以下となったのに対し、山側腹板外面や内面では、水洗後さらに素地調整した後も多くの箇所では 100 mg/m^2 を上回る塩分が残った。鋼道路橋塗装・防食便覧¹⁾では塗装時に被塗面（塗膜面）に残存する塩分の許容量を 50 mg/m^2 以下としていることから、この値を目標として、該当箇所を中心に再度水洗をした。いずれの箇所もおおむね 50 mg/m^2 を下回る測定値となったが、素地調整で除去しきれなかったさびの内面にはさらに多くの塩分が残存しているものと推察される。素地調整後の試験体外観の例を図 8 に示した。

3.2.2 塗装系及び塗装方法

素地調整後の試験体の塗装は、鋼道路橋塗装・防食便覧¹⁾塗装編の普通鋼材を対象とした塗替え塗装仕様 Rc-I および Rc-II に準じ、有機ジンクリッチペイント ($75\mu\text{m}$)、弱溶剤形厚膜形変性エポキシ樹脂塗料 ($120\mu\text{m}$)、弱溶剤形厚膜形ふっ素樹脂塗料 ($50\mu\text{m}$) を適用した。塗装方法はスプレー塗装とし、各工程の塗装間隔は 1 日、最終塗装から暴露開始までの養生期間は約 20 日間とした。補修塗装試験体の比較用として、普通鋼材 (SS400)、及び JIS 耐候性鋼材の原板から新規に作製した H 形鋼 (ウェブ高さ $350 \times$ フランジ幅 $175 \times$ 長さ 300 mm) をブラスト処理し、同様に塗装して暴露試験体を作製した。

3.3 屋外暴露試験

塗装後の試験体は、補修前の暴露箇所と同じ北陸暴露試験場に暴露した (図 9)。設置場所は離岸距離、海面からの高さともに約 10 m 程度である。試験体の後背地にはコンクリート法面が近接しており、海から飛来した塩分が試験体の山側や内面に蓄積しやすい環境である。屋外暴露試験における塗膜の調査項目は、外観観察 (一般部、フランジ部、ボルト部のさび、膨れ、カット部の片側最大膨れ幅)、付着性 (一般部) とした。さびは発生面積率 (ASTM D610-01)、膨れは大きさ及び頻度 (ASTM D714-02) で評価した。付着性についてはプルオフ式付着性試験機 (エルコメーター: 106) を用いて試験し、破壊強さと破壊形態 (ASTM D4541-02) とで評価した。



図 9 補修塗装試験体の暴露状況

4. 橋梁模擬試験体の暴露開始から 15 年経過時点の調査結果

4.1 塗膜外観

補修前の試験体の腐食状況や補修塗装時の素地調整の仕上がり程度の違いにより、暴露 15 年までの間に塗膜外観に大きな差異が生じた。特に劣化が著しい部位では、表面的な塗膜の異状にとどまらず、塗膜下でも鋼材の腐食が大きく進行している状態となっている。暴露 15 年経過時点における塗膜外観評価結果の一例を表 3 に、カット部からの膨れ幅を図 10 に、代表的な塗膜外観写真を図 11 にそれぞれ示す。塗膜劣化の傾向は暴露 1~13 年経過時点の結果^{6~11)}と同様であり、部位による劣化程度の差異が更に大きくなった。

ブラスト処理 (Sa 2 および Sa 1~2) した区画では、局所的にさび (0~1%)、わずかな膨れ、われ、はがれといった塗膜異状が認められたものの、JIS 耐候性鋼とニッケル系高耐候性鋼材とで大きな差異は無く、ともに全体として劣化の程度は軽微であった。ただし、ボルト部やエッジ部など、素地調整や塗装の品質、膜厚が確保しにくい箇所では、さびが発生しやすい傾向にあった。これらの箇所については、一般面とは異なる対策が必要になると考えられる。

一方で、動力工具処理 (St3) した区画では多くの部位において 1~30%程度のさび、4M~2D 程度の膨れが見られた。さびの発生が特に顕著である箇所は、ボルト部、内面天井、上フランジ下面 (海側・山側)、外面海側下フランジ上面であった。腹板一般部でさび発生が顕著となっているのは、天板から下方に 0~400 mm 程度の部位に集中していた。これは補修前にうろこ状さび等の異常さびが発生していた部位 (図 5 (a)) とおおむね一致している。素地調整前の水洗後に行った鋼材表面塩分量の測定では、この部位の塩分量は異常さびが無かった部位に比べて高い結果であった (表 2)。この部位は海から飛来する塩分が構造的に滞留しやすく、また、降雨による付着塩分の洗い流し作用も受けにくいいため、塩分が蓄積して高濃度となり、異常さびの形成につながったものと考えられる。

表 3 補修塗装した橋梁模擬試験体の塗膜外観評価結果 (JIS 耐候性鋼、暴露 15 年)

評価部位		St 3(区画2)	Sa 1~2(区画3)	Sa 2(区画1)	
外面	海側	上フランジ下面	全面膨れ, われ, さび	さび×2, 天板取付ボルト周りさび	さび×3, 天板留め具さび
		腹板一般部	さび1%, 膨れ2M, われ	点さび (4×6 cm四方に集中)	さび×6, きず×1
		下フランジ上面	さび5%, エッジ部さび	さび0.5%, エッジさび・われ	さび0.5%, エッジさび
		ボルト部	さび, われ, はがれ	さび, われ, はがれ	
	山側	上フランジ下面	さび30%, 全面膨れ, われ, エッジ部われ	さび0.03%, 天板留め具さび	さび×2, 天板取付ボルト周りさび
		腹板一般部	さび10%, 膨れ2D, われ	膨れ×2, さび×3, はがれ×1	さび0.03%
		下フランジ上面	こぶさび	われ・はがれ×4	さび×9, はがれ×2
		ボルト部	上部に著しいさび, 膨れ, はがれ	さび, われ, はがれ	
天井板	さび×3	さび×9	さび×8, はがれ×6		
内面	海側	上フランジ下面	さび0.1%, 膨れ2D, エッジさび・われ	さび×1, エッジ部さび・われ	膨れ・さび×2, 天板取付ボルト周りさび
		腹板一般部	さび5%, 膨れ2D, われ多い	さび×5, 膨れ×5	さび0.03%, 膨れ×4
		下フランジ上面	膨れ2D, エッジからのさび50%・われ	さび0.5%, 膨れ2F, エッジさび・われ	さび0.3%, 膨れ4F, エッジさび・われ
		ボルト部	著しいさび, 膨れ, われ, はがれ	さび, われ, はがれ	
	山側	上フランジ下面	さび0.3%, 膨れ2D, エッジさび・われ	さび×1, 天板取付ボルト周りさび	さび×2, 天板取付ボルト周りさび
		腹板一般部	さび3%, 膨れ2MD	さび・膨れ・われ×7	さび0.01%, 膨れ・われ
		下フランジ上面	さび3%, 膨れ2MD, エッジさび・われ	エッジ部さび・われ×1	さび×2, 膨れ×1, エッジさび, はがれ×1
		ボルト部	さび, 膨れ, われ, はがれ	さび, われ	
天井板	さび20%, 膨れ2D, われ多い, はがれ10%	さび1%, 膨れ4F	さび×2		

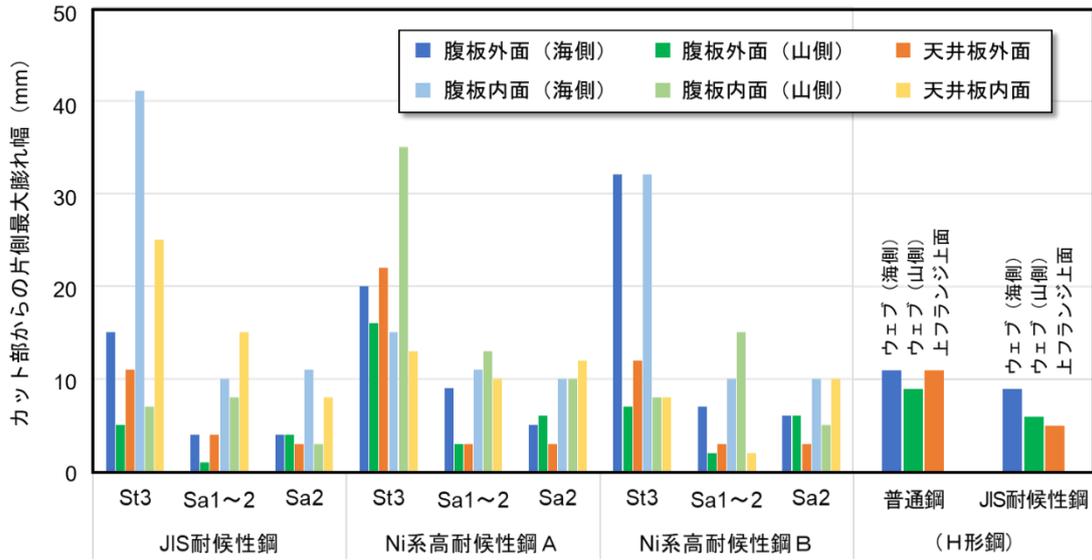


図 10 補修塗装した橋梁模擬試験体塗膜におけるカット部からの膨れ幅 (暴露 15 年)

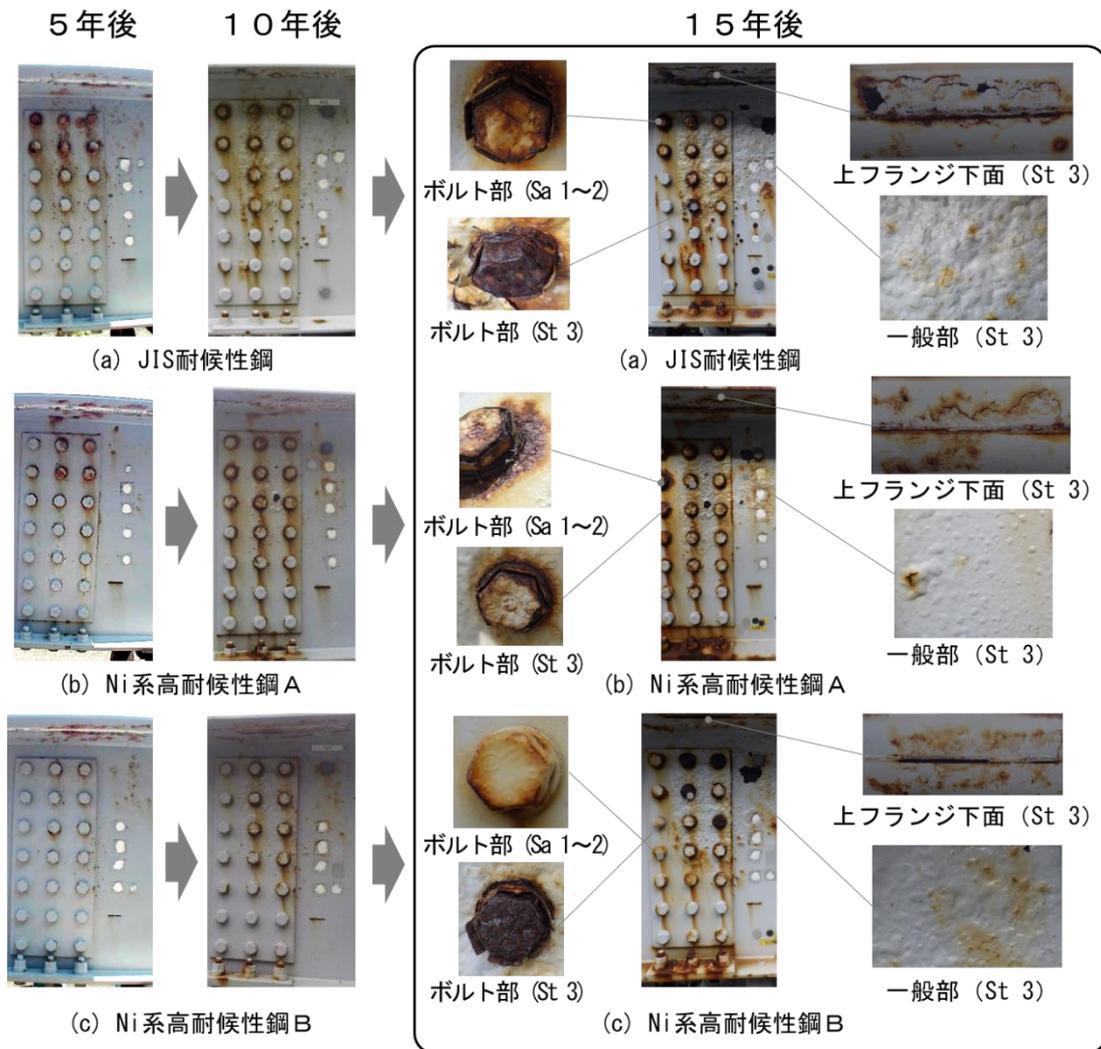


図 11 補修塗装した橋梁模擬試験体の代表的な塗膜外観 (山側外面)

素地調整後の処理面に塩分が残ったまま塗装すると、早期に膨れ、はがれ等の塗膜異状や塗膜下腐食が発生することが知られており、素地調整工程でさびとともに塩分も十分に除去する必要がある。これは、普通鋼橋梁の塗替え塗装のみならず、耐候性鋼橋梁の補修塗装についても同様であると考えられる。「鋼道路橋防食便覧¹²⁾」では耐候性鋼橋梁の補修塗装に関し、素地調整後の付着塩分量が 50mg/m^2 を超える場合には、水洗などで塩分除去することが望ましいとしている。この数値は、被塗装面が「塗膜」である場合の管理基準値をもとに設定されている。本研究では鋼材表面の塩分量測定に「電気伝導度法」を用い、耐候性鋼橋梁模擬試験体の補修塗装時には、水洗および素地調整、場合によっては再度の水洗を行うことよって、いずれの部位もおおむね 50mg/m^2 を下回る表面塩分量まで低減させた後に塗装した。しかしながら、補修塗装前に異常さびが発生していた部位を中心として、動力工具処理 (St 3) し塗装した場合に残存塩分の影響と思われる塗膜劣化が著しかったのは、以下のような理由が考えられる。すなわち、素地調整後の鋼材面には、板厚方向に孔食状に進展したさびなどが除去しきれずに残存する場合があるが、このようなさび、とりわけ鋼素地とさび層との境界近傍には塩分が高濃度で蓄積されていることが多い一方で、電気伝導度法では原理的に鋼材表面近傍の塩分しか測定できず、素地調整後に残存するさびの深層に蓄積された塩分量は適正に評価できていなかった可能性がある。素地調整の仕上がり程度が低くなるにつれ鋼材表面に残存するさびは多くなるが、そこに多量の塩分が含まれているにも関わらず測定値には表れなかった (把握できなかった) ため、そのまま塗装がなされたと考えられる。今後、正味の残存塩分量を現場で管理するための技術開発と併せて、適切な管理基準値についても検討していく必要があると思われる。

比較で暴露している H 形鋼試験体については、普通鋼材も JIS 耐候性鋼材も、ウェブ一般部、フランジ部ともにさびや膨れはほとんど発生しておらず、塗膜外観は良好な状態であった。以上のことから、今回の供試塗装系は、厳しい腐食環境においても長期の耐久性を有していると考えられる。一方で、補修塗装した試験体の塗膜劣化状況を踏まえると、補修塗装における素地調整の仕上がり程度によっては、塗膜寿命を大幅に短縮する懸念があると言える。カット部から進展した腐食の程度 (膨れ幅) を比較すると (図 10)、補修塗装した試験体のうち動力工具処理 (St 3) した部位の一部で腐食が先行しているが、その他は現状では H 形鋼と大差がない。これは、第 1 層として塗装している有機ジンクリッチペイントのカット部からの腐食進展を抑制する効果が相対的に大きく、塗装時の鋼材素地状態や鋼材種の違いによる塗膜変状の差異が表れにくいと推察される。

4.2 塗膜付着性

暴露 15 年経過時点における耐候性鋼橋梁模擬試験体塗膜の破壊強さを図 12 に、プルオフ試験後の破壊箇所評価結果の一例として JIS 耐候性鋼橋梁模擬試験体の結果を表 4 に示す。

同一試験体の同一素地調整程度で比較した場合、部位による塗膜付着性の差異に明確な傾向は認められなかった。H 形鋼 (普通鋼材および JIS 耐候性鋼材) における破壊強さの平均値はそれぞれ 2.7MPa 、 3.4MPa であったのに対し、橋梁模擬試験体外面のブラスト処理 (Sa 2 または Sa 1~2) した部位では、 $3.0\sim 7.0\text{MPa}$ 以上 (JIS 耐候性鋼)、 $2.1\sim 7.0\text{MPa}$ 以上 (Ni 系高耐候性鋼 A)、 $3.6\sim 7.0\text{MPa}$ 以上 (Ni 系高耐候性鋼 B) となり、H 形鋼と同等以上の十分な塗膜付着力が示された。一方で、動力工具処理 (St 3) した部位ではブラスト処理した部位よりも破壊強さは小さく、補修塗装前の素地調整の仕上がり程度によって明確に差異が生じた。動力工具処理 (St 3) した箇所での破壊形態はいずれもさび層内での凝集破壊が支配的であり、素地調整時に残存したさび層が経年で成長し、脆弱部になったことがこれらの結果につながったものと考えられる。

表 4 補修塗装した橋梁模擬試験体の塗膜附着性評価結果 (JIS 耐候性鋼、暴露 15 年)

評価部位	評価項目	St 3 (区画 2)	Sa 1~2 (区画 3)	Sa 2 (区画 1)
外面	破壊強さ (MPa)	2.5	4.8	3.0
	破壊箇所と面積率 (%)	さび 100	接着剤/ドリー 80 上塗/接着剤 20	接着剤/ドリー 100
	破壊面 (左: 鋼材側/右: ドリー側)			
	破壊強さ (MPa)	2.5	6.5	5.5
	破壊箇所と面積率 (%)	さび 100	上塗/接着剤 20 下塗 80	接着剤/ドリー 30 上塗/接着剤 70
	破壊面 (左: 鋼材側/右: ドリー側)			
	破壊強さ (MPa)	2.0	7.0以上	6.5
	破壊箇所と面積率 (%)	さび 100	下塗 100	接着剤/ドリー 5 上塗/接着剤 95
	破壊面 (左: 鋼材側/右: ドリー側)			
内面	破壊強さ (MPa)	1.2	2.8	7.0
	破壊箇所と面積率 (%)	さび 100	下塗 70 接着剤 20 接着剤/ドリー 10	接着剤 80 接着剤/ドリー 10 下塗 10
	破壊面 (左: 鋼材側/右: ドリー側)			
	破壊強さ (MPa)	1.8	4.0	3.5
	破壊箇所と面積率 (%)	さび 100	接着剤 60 下塗 40	接着剤/ドリー 70 接着剤 30
	破壊面 (左: 鋼材側/右: ドリー側)			
	破壊強さ (MPa)	2.5	2.5	3.0
	破壊箇所と面積率 (%)	さび 80 接着剤 20	接着剤/ドリー 80 接着剤 20	接着剤/ドリー 90 接着剤 5 下塗 5
	破壊面 (左: 鋼材側/右: ドリー側)			

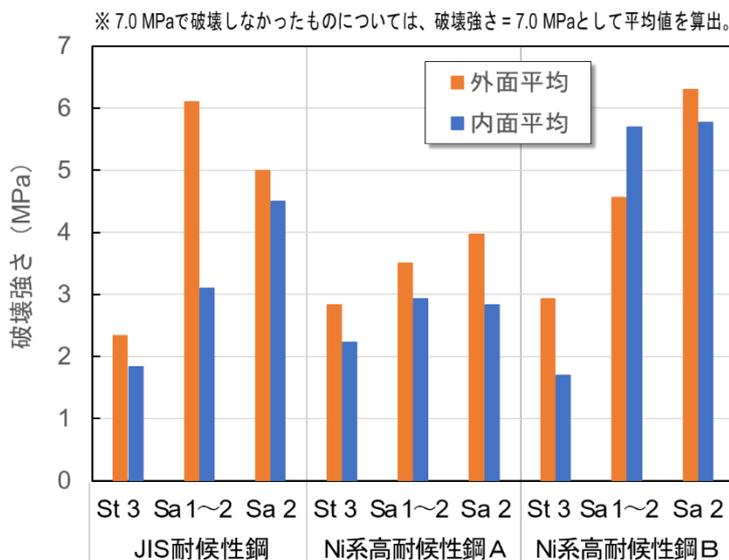


図 1 2 塗膜の破壊強さ

以上の追跡調査結果から、異常腐食した耐候性鋼材の補修塗装では、ブラスト処理による素地調整が必須であり、さびや塩分を極力残さない仕上がりを目標とすべきであることは明らかである。現場条件等の理由で止むを得ず動力工具処理を選択せざるを得ない場合には、さび厚が薄く、腐食が軽微な段階で補修塗装に踏み切り、ISO St3 を目標に金属光沢が出るまで入念な素地調整をすべきである。

5. まとめ

本研究では飛来塩分量の多い地域で異常腐食した無塗装耐候性鋼材を塗装で補修する際の適切な素地調整方法について把握するため、異なる仕上がり程度で素地調整し塗装した試験体の屋外暴露試験を行い、塗膜状態の追跡調査を行っている。暴露開始から 15 年経過時点までに得られた結果から、異常腐食した耐候性鋼材を塗装により補修する場合、素地調整における仕上がり程度が塗膜性能に大きく影響することが明らかとなった。動力工具処理による素地調整では、強固なさびや塩分の除去が困難であり、補修塗装後早期の塗膜異状や塗膜付着力低下をもたらす。よって、塗膜の防食性や耐久性を十分に発揮させるためにはブラスト処理による素地調整が必須であり、さびや塩分を極力残さない仕上がりを目標とすべきである。

今後、本暴露試験の継続や補足的な研究により、補修塗装の最適なタイミングや仕様、現場での施工管理水準等について明らかにしていきたい。

謝辞

本報における暴露試験は、土木研究所と民間会社 6 社（関西ペイント（株）、神東塗料（株）、中国塗料（株）、日本ペイント（株）、大日本塗料（株）、日鉄防触（株））とが行った「鋼橋防食工の補修方法に関する共同研究」（2006～2011 年）で開始されたものです。これまで携われた関係各位、並びにご協力をいただいた国土交通省北陸地方整備局高田河川国道事務所糸魚川国道維持出張所、一般社団法人日本鉄鋼連盟橋梁用鋼材研究会の関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧、丸善、430p. (2005)
- 2) 竹村誠洋，藤田 栄，鈴木伸一，松井和幸：Ni 系高耐候性鋼の開発及び高飛来塩分環境への適用，防錆管理，Vol. 47, No. 9, pp. 330-334 (2003)
- 3) 土木研究所ほか：鋼橋防食工の補修方法に関する共同研究報告，土木研究所共同研究報告書第 414 号 (2010)
- 4) 土木学会：大気環境における鋼構造物の防食性能回復の課題と対策，丸善，578p. (2019)
- 5) 富山禎仁，新田弘之：腐食が進行した耐候性鋼材の塗装による補修効果の長期的検証，土木技術資料，Vol. 63, No. 4, pp. 20-23 (2021)
- 6) 後藤宏明，後藤正承，岩見 勉，齋藤 誠，藤城正樹，守屋 進：耐候性鋼材の塗装による補修方法の検討，防錆管理，Vol. 51, No. 10, pp. 504-512 (2007)
- 7) 後藤宏明，守屋 進，内藤義巳，山本基弘，藤城正樹，齋藤 誠：耐候性鋼材の塗装による補修方法の検討(2)，防錆管理，Vol. 54, No. 5, pp. 191-201 (2010)
- 8) 後藤宏明，守屋 進，内藤義巳，山本基弘，藤城正樹，齋藤 誠：耐候性鋼材の塗装による補修方法の検討，第 33 回鉄構塗装技術討論会発表予稿集，pp. 105-112 (2010)
- 9) 金城厚志，富山禎仁，三谷 誠，齋藤 誠，藪見尚輝，二股 誠，西崎 到：耐候性鋼材の塗装による補修方法の検討，第 38 回鉄構塗装技術討論会発表予稿集，pp.105-112 (2015)
- 10) 藪見尚輝，富山禎仁，太田優輝，小林泰之，石川隆士，田代 稔，新田弘之：耐候性鋼材の塗装による補修方法の検討－暴露 13 年後の調査結果－，第 42 回鉄構塗装技術討論会発表予稿集，pp. 53-60 (2019)
- 11) 藪見尚輝，富山禎仁，太田優輝，小林泰之，石川隆士，田代 稔：耐候性鋼材の塗装による補修方法の検討：暴露 13 年後の調査結果，防錆管理，Vol. 64, No.5, pp. 157-168 (2020)
- 12) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧，丸善，p. III-6

