

耐候性鋼の橋梁への適用



社団法人 日本鉄鋼連盟

社団法人 日本橋梁建設協会

はじめに

耐候性鋼とはCu、Cr、Ni等の合金元素を含有し、無塗装のままで年月の経過と共に表面に緻密で密着性の高いさびを形成する鋼材です。

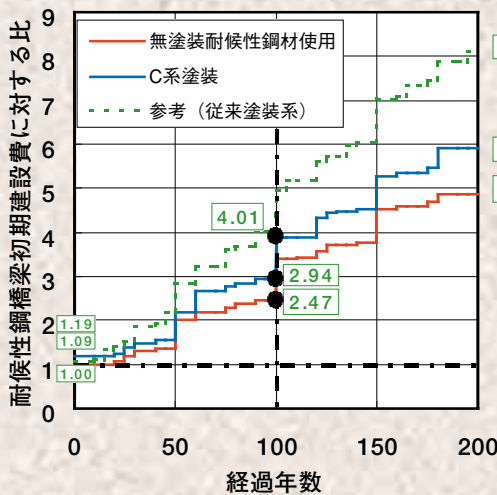
近年、橋梁のライフサイクルコスト（LCC）低減が重要課題になっており、100年間のLCCを考慮する設計が義務づけられようとしています。

こうした中で、耐候性鋼は、溶接構造用鋼材としての優れた特性を有すると共に、適切な計画、設計、施工、維持管理により無塗装で優れた防食性能を発揮するため、LCCの観点から、最も魅力的な橋梁用素材です。

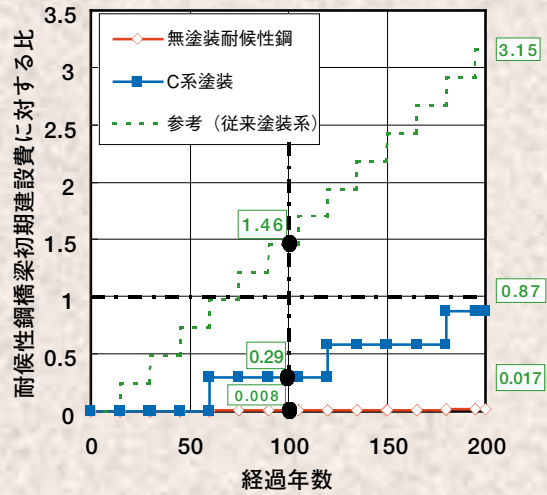
- 鋼材は機械的特性が劣化しないため、半永久的に強度特性が安定です。
- 溶接性に優れ、部材製作、補強や橋梁機能向上のための工事も容易です。
- 適切な環境で、優れた防食性能を発揮します。

耐候性鋼適用のメリット

橋長120m、幅員11.5mの3径間連続鈹桁橋の防食法に耐候性鋼を用いた場合と、C系塗装を用いた場合のLCC試算例を示します。両橋梁の構造要素仕様、耐久時期、取替え費用は同一とし、10年毎に定期点検を実施し、200年間架け替えは不要としました。適切な計画、設計、施工、維持管理により優れたLCCが期待できることを示しています。



各種防腐仕様鋼橋のLCC試算例
(耐候性鋼橋梁初期建設費に対する比)



各種防腐仕様鋼橋の防腐維持費比較例
(耐候性鋼橋梁初期建設費に対する比)

防せい防腐仕様と耐久期間

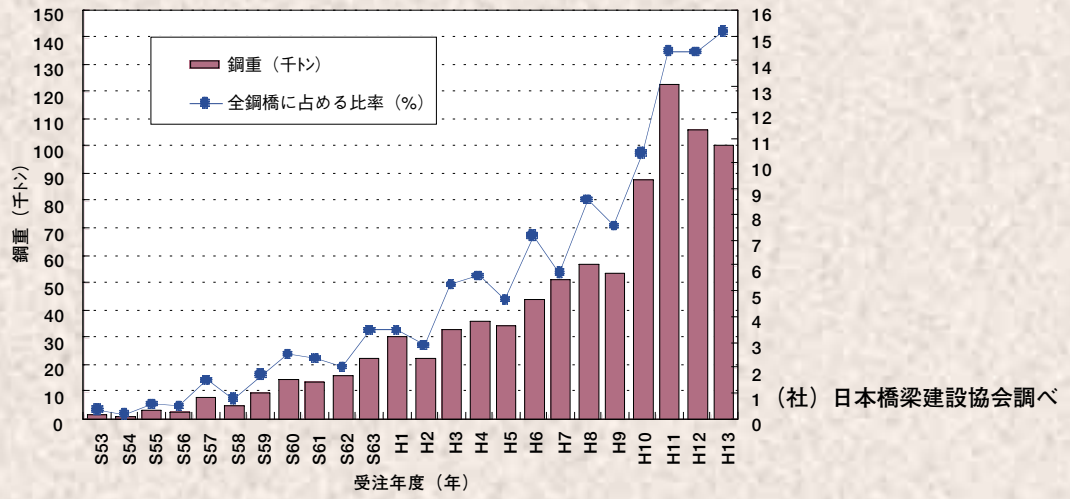
防せい防腐法	仕様	耐久期間
耐候性鋼材使用	耐候性鋼材・裸	30年 (端部塗装)
	桁端部をタールエポキシ樹脂塗装	
C系塗装	C-4系ふっ素樹脂全工場塗装 塗り替えは1種ケレン後c-3系	60年
従来塗装系 (参考)	A-2系長油性フタル酸樹脂塗装 塗り替えは2種ケレン後a-1系	15年

構造要素仕様と耐久期間

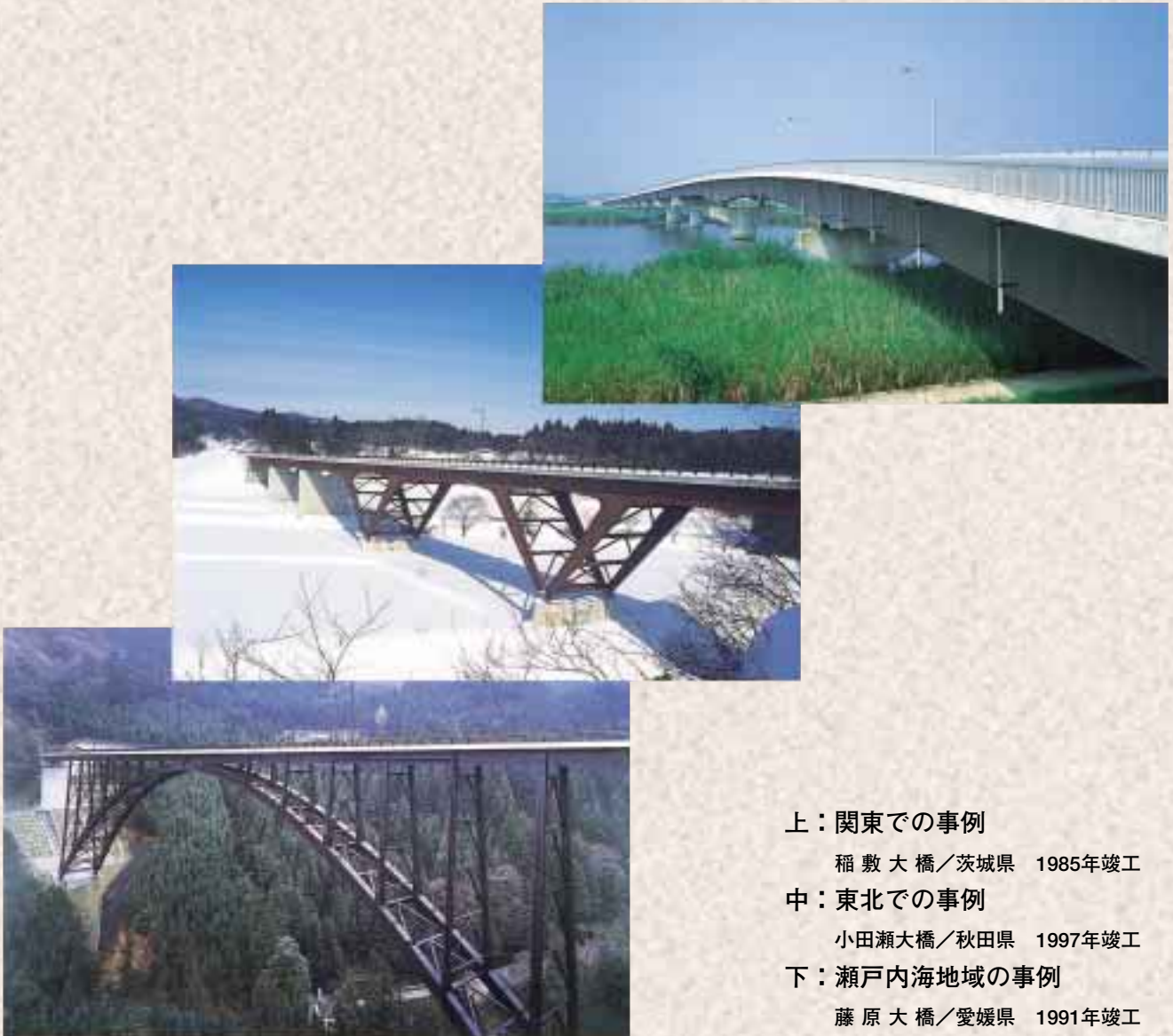
構造要素	仕様	耐久期間
支承	ゴム支承	100年
伸縮装置	フィンガージョイント非排水	30年
床版	RC床版	50年(25年で部分補修)
舗装	高機能舗装	20年
防水層	塗膜系防水層	(舗装と同時)
高欄	鋼製	30年
排水装置	排水樹形式	50年
点検	定期点検	10年

適用状況

◇ 橋梁への耐候性鋼適用量



◇ 適用事例



上：関東での事例

稲敷大橋／茨城県 1985年竣工

中：東北での事例

小田瀬大橋／秋田県 1997年竣工

下：瀬戸内海地域の事例

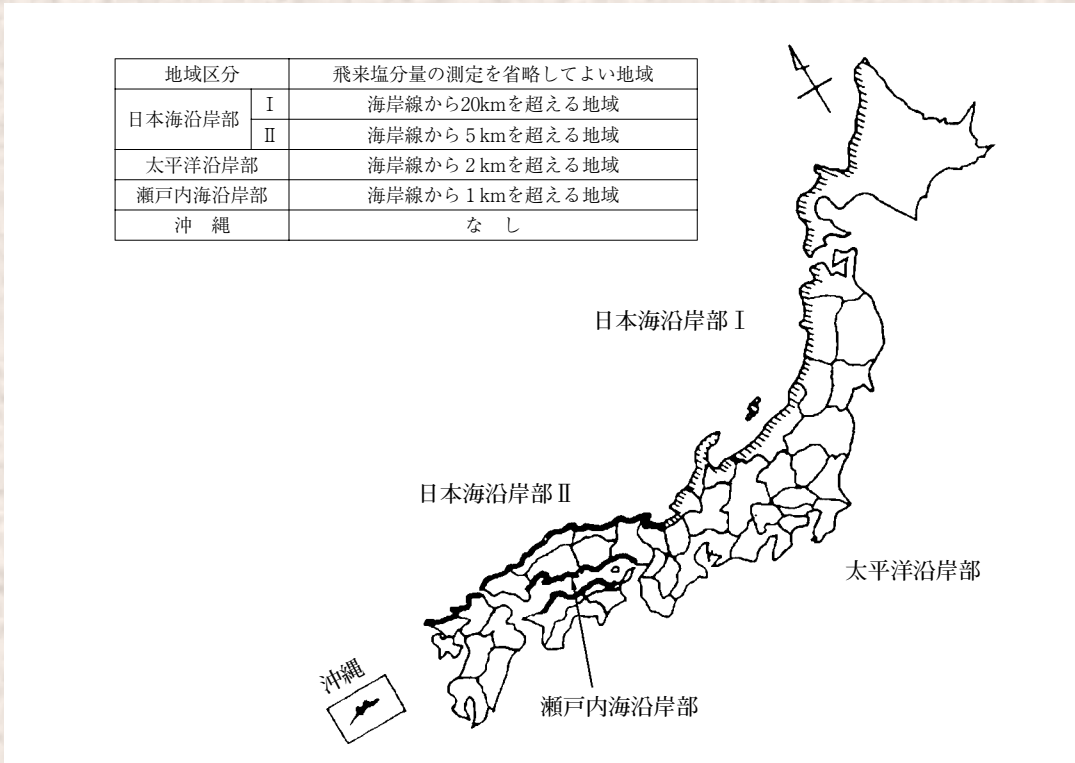
藤原大橋／愛媛県 1991年竣工

耐候性鋼適用にあたって

◇ 計画時の配慮 — 飛来塩分の影響 —

- ・ 飛来塩分量が0.05mdd (mdd : mg/100cm²/day) 以下の地点では、無塗装で使用できます。
- ・ 飛来塩分量測定を省略して、無塗装で使用してよい地域の目安を示します。

※ 飛来塩分測定方法はJIS Z2381のドライガーゼ法又は土研法による。

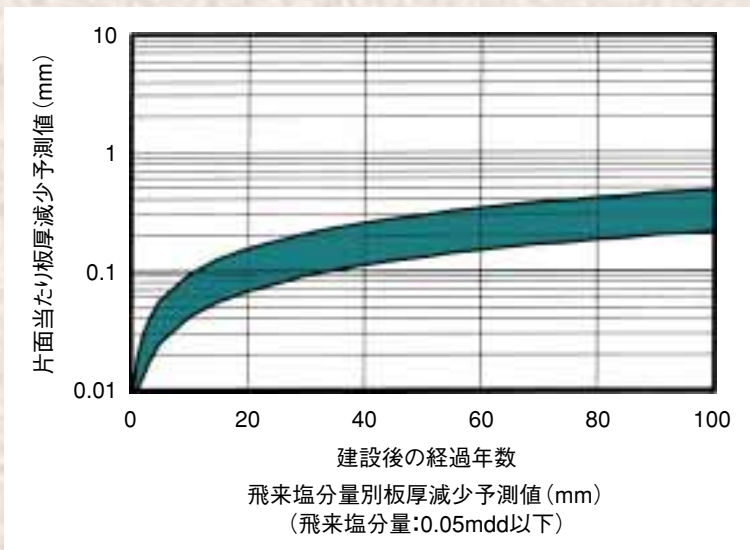


「耐候性鋼の橋梁への適用に関する共同研究報告書 (XX)」

— 無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領 (改訂案) — より

◇ 板厚減少予測線図

飛来塩分量が0.05mdd以下における、100年後の板厚減少予測値はわずかです。



本図は全国22ヶ所の橋桁の間に試験片を9年間水平暴露した結果に基づき求めた予測範囲です。
(17年間暴露した結果からも検証されています。)

建設省土木研究所、(社) 鋼材倶楽部、(社) 日本橋梁建設協会共同研究試験データより算出

設計、施工にあたって

下図の通り水じまいおよび通風性能向上対策に重点を置く事を推奨します。

- ①伸縮装置 : 非排水型
- ②床版 : 信頼性の高い防水層
- ③排水装置 : ・排水管先端位置を十分下げる
・フレキシブルジョイントを採用
- ④桁端部 : ウェブ切り欠き (通風性向上)、桁端部塗装
- ⑤スラブドレーン (床版の水抜き): 先端に排水ホースを設置し、桁下に導水する
- ⑥下フランジ排水勾配: 一般塗装橋と同様とする
(但し上そりは避ける)
- ⑦壁高欄 : 隙間に止水工



各種耐候性鋼、表面処理

◇ 耐候性鋼

各種耐候性鋼の特色と適用の効果を示します。

各種耐候性鋼	鋼材の特色	適用による効果
降伏点一定鋼	板厚が40mmを超えても、40mm以下と同じ降伏点を保証	・板厚40mm超えでの重量軽減 設計簡素化
高じん性鋼	高いシャルピー吸収エネルギーを保証	・厳しい曲げ加工が可能
予熱低減鋼	合金元素量を低減し溶接時の必要予熱温度低減が可能	・施工能率向上 ・溶接継手部の信頼性向上
大入熱溶接対策鋼	大入熱溶接をしても、溶接熱影響部のじん性低下が少ない鋼材	・溶接施工の効率化が図れる ・溶接継手部のじん性向上
耐ラメラテア鋼	板厚方向の絞り性能を保証	・溶接後のラメラテア発生防止
L P 鋼板	板長さ方向に板厚が連続的に変化する鋼板	・重量軽減、フィラープレート省略
ニッケル系高耐候性鋼	Ni、Cu、Mo、Ti等の合金元素量を増し、耐塩分性向上を提案中の鋼材	・従来耐候性鋼より優れた耐塩分性が提案され確認中

◇ 表面処理

耐候性鋼は、本来裸のままでの使用を推奨しますが、供用初期のさび汁を防止する目的で我が国で開発された表面処理があり、多くの実績があります。又、最近開発された景観性の向上を図る表面処理や、保護性のさび生成を促進する表面処理があり、効果を確認中です。

維持管理

◇ 点検

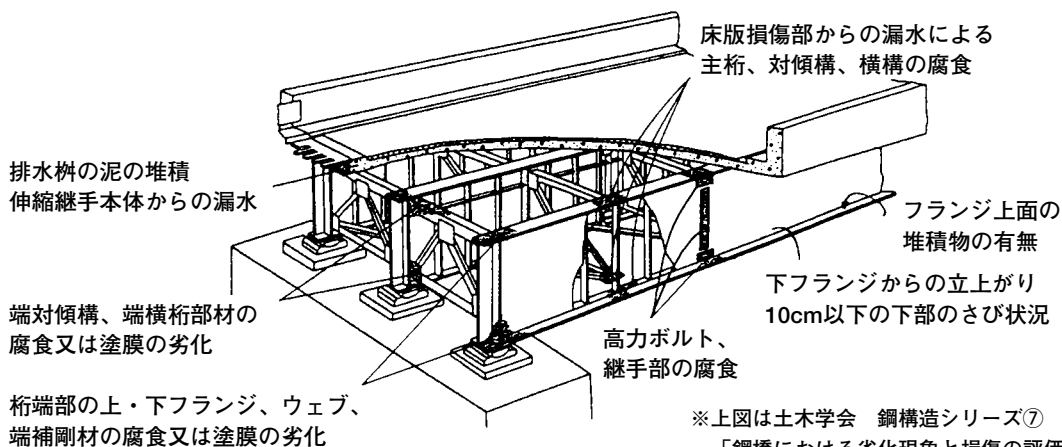
○ 項目と頻度

下記の点検項目と点検頻度の考え方を推奨します。

点検項目	点検頻度
<ul style="list-style-type: none"> ・滞水、漏水の有無 ・堆積物の有無 ・さびの外観（層状さびの有無） 	建設後約3年目頃に第1回点検を、約10年目頃に第2回点検を行うのがよい。

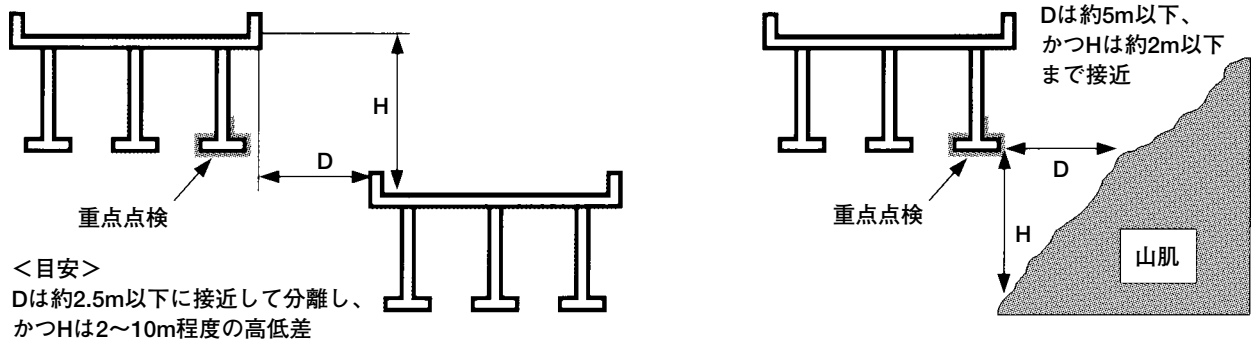
（上記で問題がなければ以降は一般橋梁と同様の点検を行うのがよい。）

○ 重点点検箇所



※上図は土木学会 鋼構造シリーズ⑦「鋼橋における劣化現象と損傷の評価」より引用

※路面凍結防止剤散布地域で注意すべき点検箇所



・凍結防止剤を多量に散布する橋梁で、上図の線形・地形では、設計時に従来耐候性鋼を無塗装で適用するのは避けることが望ましい。

◇ 点検結果の処置

○ 滞水・漏水発見時の処置

鋼桁を長時間濡らす滞水・漏水は、早急にその原因を突き止め、防止策を施すことを推奨します。又、防止対策の確実性が低い場合は塗装補修を併用することを推奨します。






○ 堆積物発見時の処置

土砂、塵埃、鳥の糞などが目視で明らかに堆積している場合は、水洗等の適切な方法で除去する事を推奨します。又、凍結防止剤の堆積に対しても水洗の効果が期待されます。

○ さび外観評価区分と処置の目安

耐候性鋼の新しいさび外観評価レベル別に、今後の目安を示します。

表 さび評価レベル（見本写真：原寸大）

レベル5		レベル4	
さびの量は少なく、比較的明るい色調を呈する。 [今後の処置の目安：不要]（約200 μ m未満）		さびの大きさは1mm程度以下で細かく均一である。 [今後の処置の目安：不要]（約400 μ m未満）	
レベル3		レベル2	
さびの大きさは1～5mm程度で粗い。 [今後の処置の目安：不要]（約400 μ m未満）		さびの大きさは5～25mm程度のうろこ状である。 [今後の処置の目安：経過観察要]（約800 μ m未満）	
レベル1		<p><処置の目安></p> <p>レベル3～5：全く問題なく、そのまま引き続き使用できます。</p> <p>レベル2：さび外観の変化を継続観察する必要があります。</p> <p>レベル1：板厚測定し板厚減少量が大きく設計応力に近い将来に問題になると予測される場合は補修が必要です。補修方法については下記をご参照下さい。</p> <p>※ 写真は建設省土木研究所／耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書（XVII）より引用</p>	
さびは層状の剥離がある。 [今後の処置の目安：板厚測定]（約800 μ m超）			

() 内は外観評価の補助手段として測定したさび厚さの目安を示す。

○ 補修方法例

海岸線近くに架橋され、飛来塩分の影響で損傷を受けた場合の各種補修塗装の結果から、(社)日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会が提案している補修方法を下記に紹介します。

素地調整		・ブラスト処理
塗装仕様	下塗	・ブラスト直後に稀釈ジンクリッチペイントを一次プライマー的に塗布 ・ブラスト局面の粉塵の影響が去った後にジンクリッチペイントをオーバーコート ・その上に変成エポキシ樹脂系を塗装
	中、上塗	・ポリウレタン系



<写真説明> 表紙：乙姫大橋 岐阜県 1995年竣工
裏表紙：椿橋 熊本県 1992年竣工

お問い合わせ先

(社) 日本鉄鋼連盟

橋梁用鋼材研究会

住所：〒103-0025東京都中央区日本橋茅場町3-2-10

電話：03-3669-4815 FAX：03-3667-0245

URL <http://www.jisf.or.jp>

(社) 日本橋梁建設協会

製作研究委員会 無塗装橋梁部会

住所：〒104-0061東京都中央区銀座2-2-18

電話：03-3561-5225 FAX：03-3561-5235

URL <http://www.jasbc.or.jp>