

土木学会沖縄会 橋梁長寿命化小委員会

「橋梁長寿命化技術に関する技術研究交流会」
～鋼橋の長寿命化技術に対する防食技術の現状と今後の展望～

「金属溶射・溶融技術は鋼橋の 腐食耐久性向上策になり得るか？」

平成24年12月18日

土木学会西部支部沖縄会
技術委員会・橋梁長寿命化小委員会
技術討論会

土木学会沖縄会 橋梁長寿命化小委員会

技術研究討論会メンバー(8名)

高木千太郎 (日本道路協会鋼橋塗装防食便覧分科会長)
米須 勇 (沖縄総合事務局)
我謝 将人 (沖縄県)
前田 博 (日本橋梁建設協会防食部会長)
片山 英資 (福岡北九州高速道路公社)
長嶺 由智 (沖縄県建設業協会)
親泊 宏 (沖縄県測量建設コンサルタント協会)
下里 哲弘 (琉球大学)

プログラム

1. 沖縄における鋼橋の腐食損傷の実態と防食技術の開発状況
: 琉球大学 下里 哲弘(15分)
2. 新防食技術の開発状況について
: 日本橋梁建設協会防食部会 前田 博(25分)
討論1(15分)ー沖縄に適した防食技術とは？ー
3. 伊良部大橋主航路鋼橋における新防食技術への挑戦
: 沖縄県土木建築部 我謝 将人(20分)
4. 福岡北九州高速道路における金属溶射の適用事例
: 福岡北九州高速道路公社 片山 英資(25分)

討論2(15分)

ー金属溶射は鋼橋の腐食耐久性向上策になり得るか？ー

討論のターゲット

論点①: ウェブ・フランジ部(一般部)

- ⇒ チョーキング対策は？
- ⇒ 沖縄の環境下で50年耐久性仕様は？
- ⇒ 厚膜化、重防食、犠牲防食の効果は？

論点②: 高力ボルト接合部

- ⇒ 防錆処理ボルトは有効か？
- ⇒ 確実な膜厚確保は可能か？
- ⇒ 現行仕様は重防食仕様？

論点③: 桁端部・支承部

土木学会沖縄会 橋梁長寿命化小委員会

「橋梁長寿命化技術に関する技術研究交流会」
～鋼橋の長寿命化技術に対する防食技術の現状と今後の展望～

沖縄における鋼橋の腐食損傷の実態と 防食技術の開発状況

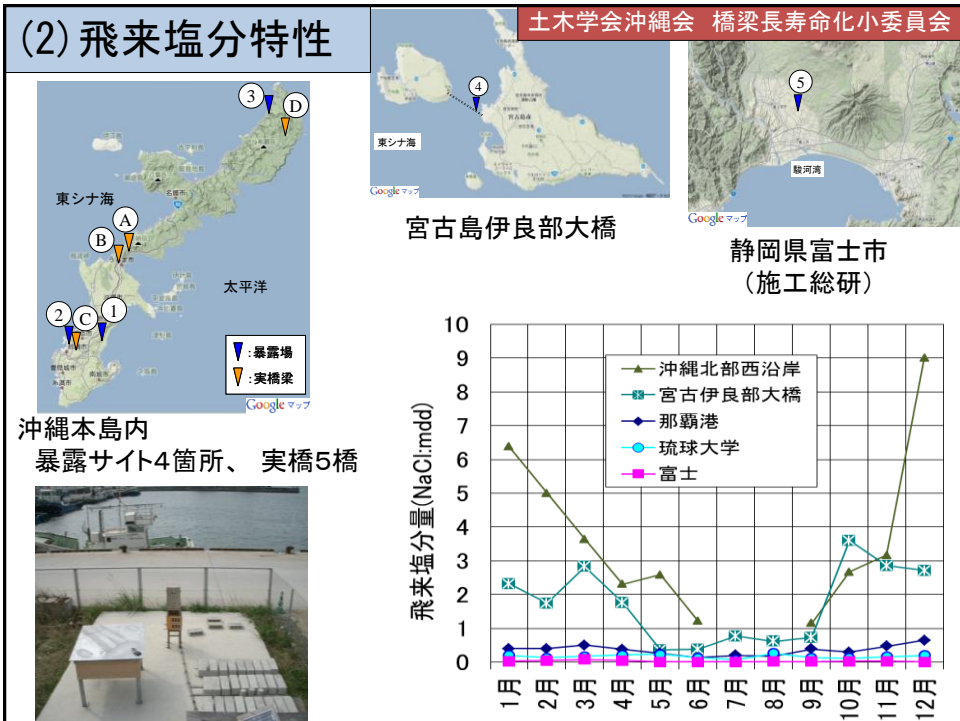
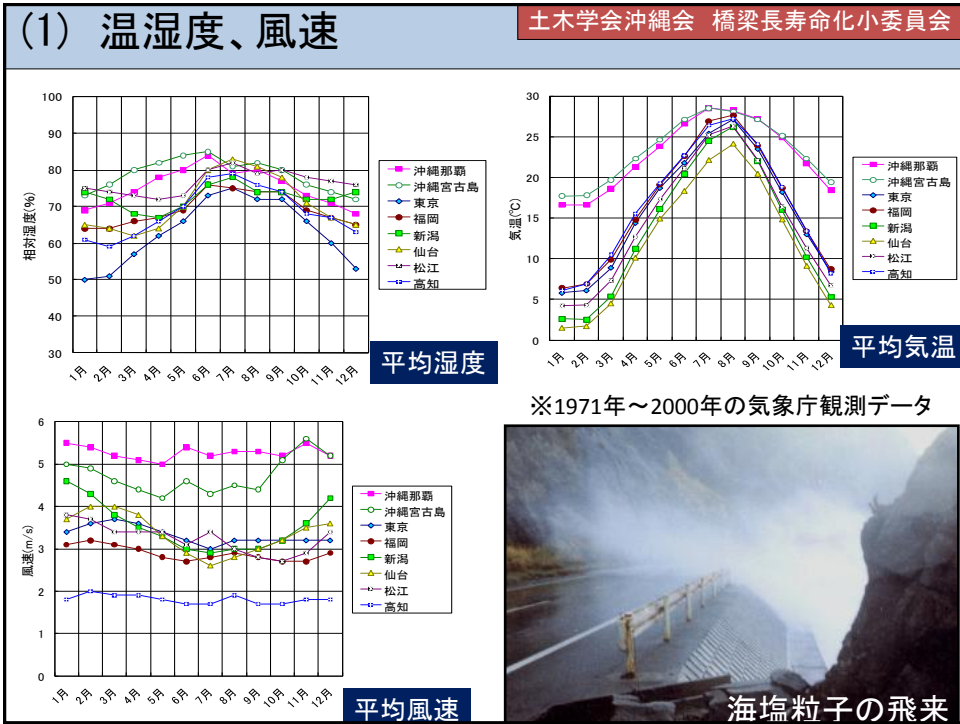
平成24年12月18日

琉球大学 下里 哲弘

土木学会沖縄会 橋梁長寿命化小委員会

1、沖縄の厳しい腐食環境



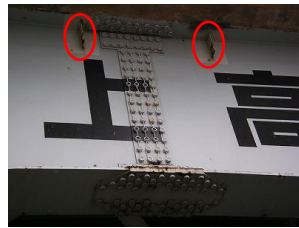


(3) 塗装鋼橋の腐食状況
(塗装の弱点部)



< ボルト接合部 >

< 添接板の隙間 >



< 板エッジ部 >

< 桁端部 >

< 吊り金具 >

2、沖縄での鋼橋防食技術開発の取組み

①部材エッジ部の防食技術

- ・2R加工基準の開発
(工場:新設、現場:塗替)
- ・膜厚検査機器、方法の開発

④水洗い技術

- ・水洗い機械の開発
- ・**試験施工**
(効率化、汎用性、環境配慮)

②ボルト添合部の防食技術

- ・膜厚検査機器、方法の開発
- ・ボルトキャップの評価、開発
- ・**全断面溶接橋梁**の適用検討

⑤桁端部の防食技術

- ・非排水型伸縮装置の開発
- ・排水構造の開発
- ・支承構造の防食構造の開発

③飛来塩分防護構造

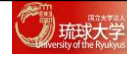
- ・**防護板構造**の開発
- ・合理化橋梁形式の開発
(箱桁、2次部材の省略)

⑥耐食性に優れた橋梁

- ・ステンレス橋梁の開発、適用
- ・**金属溶射橋梁**の開発、適用
- ・**新箱桁橋梁**の開発、適用

沖縄地区鋼橋塗装マニュアル(平成20年8月)
: 沖縄総合事務局開発建設部・沖縄県土木建設部監修

沖縄マニュアルの特色：超厚膜化



【超厚膜塗装仕様】

鋼道路橋塗装・防食便覧で規定された塗装仕様（C-5、ふっ素樹脂塗料）をベースに、下塗りの膜厚を厚くした塗装仕様を規定している。

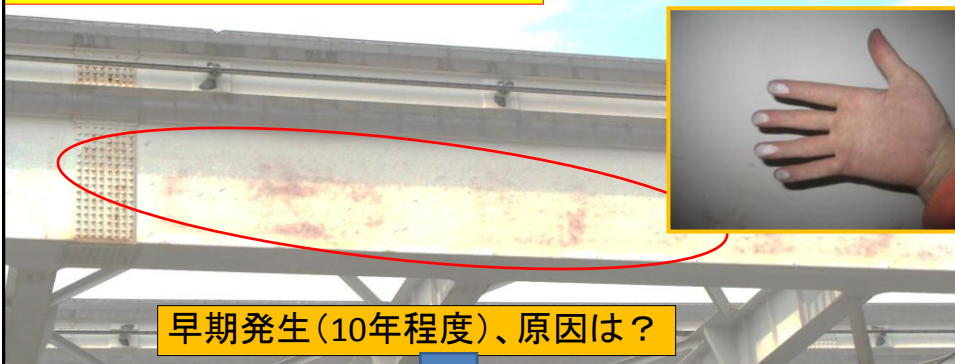
一般外面（新設）	
【C-5塗装（H17塗装便覧）】	【沖縄版新マニュアル(H20)】
①無機ゾック 75μm	①無機ゾック 75μm
②エポキシ下塗 120μm	②エポキシ下塗1層 100μm
③ふっ素用中塗 30μm	③エポキシ下塗2層 100μm
④ふっ素上塗 25μm	④ふっ素用中塗 30μm
計 250μm	⑤ふっ素上塗 25μm
	計 330μm



厚膜化による効果検証が必要。⇒ 桁模型の暴露試験中

チョーキング：中塗りが露呈

学会西部支部沖縄会 技術研究討論会



早期発生（10年程度）、原因は？

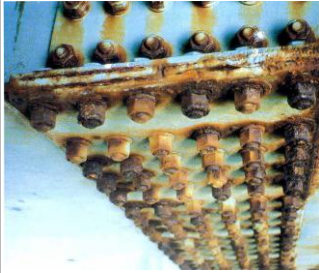
- ・2007年、Structure Painting Vol.35 No.1、テクニカルレポート「高耐久性ふっ素樹脂塗料の（仮称）の開発」
- ・本四架橋（孫崎高架橋での事例）
⇒11年経過のポリウレタン塗装とフッ素塗装の光沢度が同程度低下
- ・原因：白色の酸化チタン顔料（マンセル値N7.5）の光化学活性反応
- ・実験 →チタン白顔料＋高密度表面処理、紫外線吸収剤添加など

その後の対策は？

沖縄マニュアルの特色：塗装の弱点克服



塩害対策：高力ボルト継手⇒溶接継手を推奨



★過酷な塩害環境の沖縄でチャレンジ

全断面溶接接合の箱桁 → ●飛来塩分の付着を防止、
②塗装の寿命は塗膜の寿命、③大型車の少ない沖縄に適合

13

高力ボルト継手の防食技術の課題

沖縄版と塗装防食便覧(全国版)の高力ボルト接合部の塗装系比較

工程	新沖縄新設塗装系		便覧新設塗装系	
	塗料または素地調整	標準膜厚 (μm)	塗料または素地調整	標準膜厚 (μm)
素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2	—	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2	—
防食下地	無機ジंकリッチペイント	75	無機ジंकリッチペイント	75
素地調整	動力工具 ISO St3	—	動力工具 ISO St3	—
ミストコート	変性エポキシ樹脂塗料下塗	—	変性エポキシ樹脂塗料下塗	—
下塗第1層	超厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗	300	超厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗	300
下塗第2層	超厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗	300	—	—
中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗	30	ふっ素樹脂塗料用中塗	30
上塗	ふっ素樹脂塗料上塗	25	ふっ素樹脂塗料上塗	25

沖縄マニュアル：対策として厚膜塗装の採用

原因＝膜厚不足？ 対策＝厚膜化？

14

高力ボルト継手の防食技術の課題



ボルト添接部のみ錆び・腐食



通称: 花が咲いているボルト



通称: パラが咲いているボルト

原因は何か? 対策は?

土木学会西部支部沖縄会 技術研究討論会



主桁ウェブの膜厚: 624 μ m



添接板の膜厚: 901 μ m

膜厚: 一般部 << 添接部

土木学会西部支部沖縄会 技術研究討論会

ボルトキャップによる防錆対策



ボルトキャップの腐食膨張事例







キャップ部が浮いている



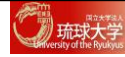


透明ボルトキャップの開発研究中

対策の方向性: 防錆・防食ボルトの開発状況

 <p>防錆処理ボルト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下地処理+ウオッシュプライマー30μm ・本締めまでの6か月~1年の期間有効 ・沖縄塗装マニュアルで規定(F10T仕様) 	 <p>溶融亜鉛メッキボルト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・HDZ55(付着550g/m²) ・F8T仕様(道路橋示方書規定)
 <p>高耐食性超高力六角ボルト (12G)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・55%アルミ ・F10T仕様対応 ・溶融亜鉛めっきより ・約3倍以上の耐食性(メーカー資料) 	 <p>SGメッキボルト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・5%Al-1%Mg-Zn(付着量は350g/m²以上) ・F8T仕様 ・溶融亜鉛めっきより ・約10倍以上の耐食性(メーカー資料)

塩水噴霧試験: 216時間経過(実験続行中)



防錆処理ボルト



溶融亜鉛メッキボルト

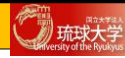


高耐食性超高力六角ボルト
(12GSHTB)



SGメッキボルト

大気暴露試験(琉球大学暴露場): 120時間(実験続行中)



防錆処理ボルト



溶融亜鉛メッキボルト



防錆処理ボルト



SGメッキボルト

腐食事例：桁端部・支承部

土木学会沖縄会 橋梁長寿命化小委員会



桁端部と支承部のみが腐食(ジョイント漏水)

SGメッキ+ナイロン12粉体コート

土木学会西部支部沖縄会 技術研究討論会



名護数久田歩道橋：平成17年6月取り替え(7年経過)：国管理



大平インター橋 :10年以上経過(沖縄県管理)

腐食減厚に対する回復技術の開発

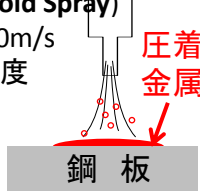
(回復レベル1: 金属粉末の圧着肉盛りによる減肉板厚の回復)



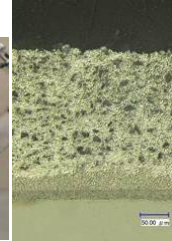
金属粉末を融点より**低温**で音速で衝突させ、

圧着させ肉盛る技術 (Cold Spray)

- ・粒子の速度: 300-1000m/s
- ・粒子の最大温度: 500度
- ・適用粉末材料
: Cu, Zn, Ni, Ti, etc.
- ・クラッド鋼の現場版

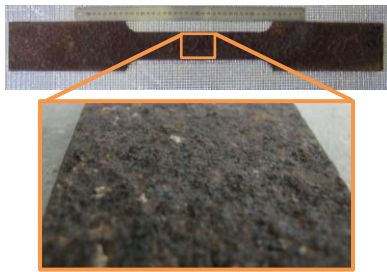


作業風景

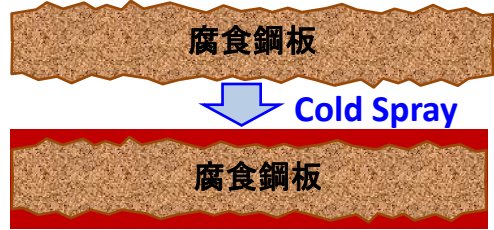


圧着金属
鉄素地

Cold Sprayによる錆除去+腐食減厚回復

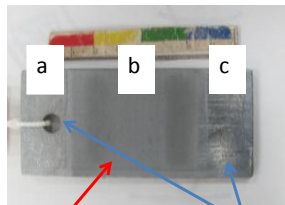


腐食鋼板



強度回復+犠牲防食効果

1000hr塩水噴霧試験結果



コールドスプレー材料 (Zn-Al₂O₃) 亜鉛溶融メッキ

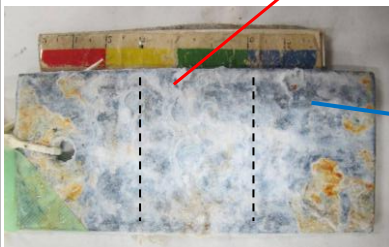
試験体① (コールドスプレー+亜鉛溶融メッキ)



b(コールドスプレー工法)



塩水噴霧試験
35°C、5%NaCl (PH7)



c(メッキ工法)