

令和元年5月20日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H04400

研究課題名(和文) 塗膜傷劣化の複合性と電気化学機構を考慮した鋼構造物の致命的損傷予知システムの開発

研究課題名(英文) Development of prediction system for fatal corrosion damage in steel structures considering couples between compositeness of coating deterioration and electrochemical mechanism

研究代表者

貝沼 重信 (KAINMUMA, SHIGENOBU)

九州大学・工学研究院・准教授

研究者番号：00262874

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、塗膜傷劣化の複合性と電気化学機構を考慮して、鋼構造物の部位レベルの致命的な腐食損傷を予知するためのシステムを開発するために、様々な寸法の塗膜傷間の相互干渉による電気化学機構を解明した。また、この電気化学機構の概念を申請者らが構築した腐食環境と塗膜劣化の連成を考慮した腐食損傷シミュレータに新たに導入することで、シミュレータを高度化した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本システムでは塗膜の傷・劣化や鋼材の腐食現象、とこれらの連成を実現レベルの電気化学機構から考慮できるため、国内外で類を見ない革新的なシミュレーションを実現できる。本システムの活用により、点検の頻度や塗替え周期の決定、素地調整や塗装の仕様選定、腐食対策の効果確認、構造物の余寿命評価等の際に有用な情報が得られる。その結果、構造物の腐食損傷の経時性と致命的損傷に着目した予防保全や従来の対処療法的で過不及になりがちな維持管理手法の改善などへの貢献が期待される。

研究成果の概要(英文)：In order to develop a prediction system for fatal corrosion damage in steel structures considering couples between compositeness of coating deterioration and electrochemical mechanism, the mechanism for interaction between each coating defect was clarified. In addition to this, simulator was upgraded by reflecting concept of the mechanism on the established corrosion damage simulator by author's previous research for couple between corrosive environment and coating deterioration.

研究分野：工学

キーワード：腐食 塗膜 鋼構造物 シミュレータ 電気化学機構

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

我国の鋼橋では、諸外国のように人命が失われる崩落事故は起きていないが、崩落に直結する致命的腐食損傷(図1)が生じている。この損傷を維持管理レベルの高い鋼構造物であっても早期発見できず、予防保全できない場合がある。



図1



図2

鋼構造物を健全かつ安全に供用し、維持管理費を縮減するためには、腐食損傷の経時性や致命的損傷を的確に評価・予知し、従来の対処療法的で過不及になりがちな維持管理手法を抜本的に見直す必要がある。そのためには、腐食損傷を化学、電気化学、物質科学、空間統計学などの学際的視点で現象レベルから検討し、実用に耐えうる評価・予知手法を確立する必要がある。

申請者らは部位レベルの様々な腐食環境を想定して、飛来海塩量や降雨による雨洗効果に着目した4地点(寒冷地を除く)の大気暴露試験(図2)や腐食促進試験を約10年間実施してきた。これらの試験体の腐食表面を空間統計学的に分析・モデル化することで、裸鋼材(普通鋼、耐候性鋼)および塗装鋼板を対象とした以下の①～⑤の構築に成功した。①と②は既に長大橋や都市内高架橋など10橋以上の鋼橋、水門、オイルターミナル、風力発電施設などに適用され、腐食原因の究明、腐食対策の選定やその効果確認などに活用されている。

- ①部位レベルの腐食性評価法と経時腐食深さの予測手法
- ②複数の腐食形態が混在する腐食表面性状の分析手法
- ③部材レベルの腐食挙動の時空間統計モデル
- ④腐食環境を考慮した裸部材の腐食挙動の時空間シミュレーション手法
- ⑤腐食環境と塗膜劣化の連成を考慮した鋼部材の経時腐食損傷シミュレータ(図2)

⑤のシミュレータを用いて実構造物の経時腐食損傷をシミュレートした場合、推定精度が著しく低下する場合がある。これは①～⑤の研究が主として物理量や空間統計量の視点で検討されており、様々な形態の塗膜傷や劣化とそれらの相互干渉による電気化学機構に関する腐食現象自体がシミュレータに反映されていないことが原因になっている。



図3

### 2. 研究の目的

本研究では、防食皮膜の傷・劣化と鋼材の電気化学機構の連成現象を解明した上で、鋼構造物の部位レベルの致命的腐食損傷予知のためのシステム開発を目的とする。

### 3. 研究の方法

(1) 試験体の電極は径20mmの丸鋼(JIS G 4051 S45C)を機械加工することで製作した。試験体の各電極間には、絶縁と電極を固定する目的でエポキシ系樹脂を充填した。試験体の概略図を図4に示す。この試験体の腐食環境や電極寸法などをパラメトリックに変化させることで、腐食環境を考慮した塗膜傷の複合性とその電気化学機構を電極間のマクロセル腐食電流をモニタリングすることで検討した。

(2) (1)の電気化学機構に基づき、腐食環境と塗膜傷の複合性の連成を考慮可能な時空間統計腐食モデルを検討した。また、このモデルを申請者が先行研究で構築した図3のシミュレータに反映することで、シミュレーション手法を高度化した。

### 4. 研究成果

2 電極間のマクロセルとミクロセルの腐食電流密度  $i_{corr}$  を図5に示す。電極の径によらず電極間の電流値は安定しており、正の値となっている。これは面積の異なる塗膜傷が短絡する場合、面積が大きい塗膜傷がアノードに固定され腐食が進行していることを意味している。また、塗膜傷部の面積の差異が小さくなるほど  $i_{corr}$  は大きくなっている。

3 電極間のマクロセル腐食の電流密度  $i_{corr}$  の経時変化を図6に示す。ここでは、アノード

電流を正、カソード電流を負としている。10-5-3mm で接続した場合、図 6(a)に示すように、径 10mm の電極がアノードとなり、径 5mm と 3mm の電極はカソードに固定され腐食が進行している。径 10-3-3mm, 10-7-3mm および 9-5-4mm の電極の組み合わせでも同様の傾向を示し、最も大きな径の電極がアノードに固定され腐食が進行している。一方、10-10-7mm で接続した場合、図 6(b)に示すように 2 つの径 10mm の電極がアノード、径 7mm の電極がカソードに固定され腐食が進行している。このように、電極の径の組み合わせによりアノード固定される電極の数は異なるが、これは 2 電極の場合と同様に、カソード/アノードの面積比が常時 1 以下になるように各電極間の反応が決定されるためと考えられる。

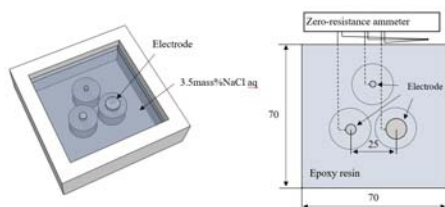


図 4

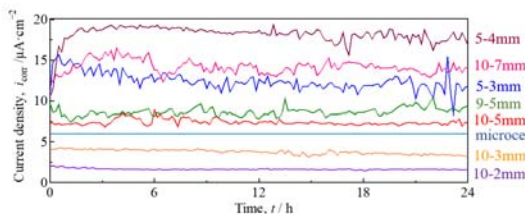
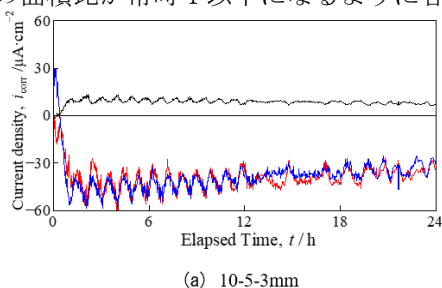
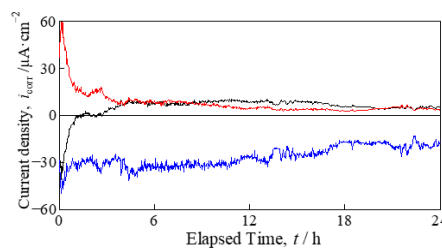


図 5



(a) 10-5-3mm

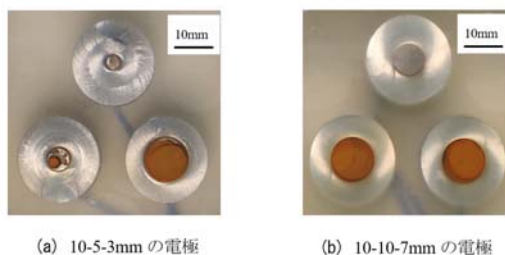


(b) 10-10-7mm

図 6

図 7 に示す試験終了後の試験体の外観についても同様に各電極がアノードとカソードに固定されて腐食が進行していると言える。このとき、2 電極間の場合と同様、面積の大きい電極がアノードに固定されることで、マイクロセル腐食に比して腐食速度が増大すると考えられる。

2 電極間のマクロセル腐食の電流密度  $i_{corr}$  と電極の面積比  $R_A$  の相関図に本測定結果をプロットした結果を図 7 に示す。電極径の組み合わせによらず、回帰直線近傍に本測定結果が位置していることから、3 電極間であっても図中の 2 電極間の関係式を用いることで、マクロセル腐食の電流密度  $i_{corr}$  を推定できると考えられる。



(a) 10-5-3mm の電極

(b) 10-10-7mm の電極

図 7

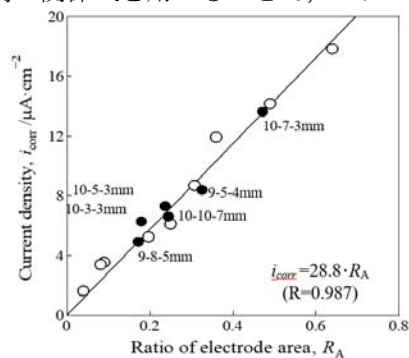


図 8

以上の電気化学機構に基づき、腐食環境と塗膜傷の複合性を考慮可能な時空間統計腐食モデルを構築した。また、このモデルを申請者が先行研究で開発した図 2 のシミュレータに反映することで、シミュレーション手法を高度化して、得られた塗膜傷からの腐食挙動を図 9 に示す。先行研究のシミュレータから得られた各塗膜傷を単体とした場合の腐食状況に対して、本研究で高度化したシミュレータで複合体として得られた結果を得られており、実構造物の塗膜傷から発生する腐食挙動をより正確にシミュレートできている。

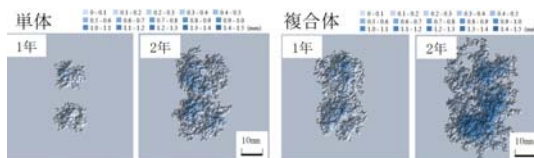


図 9

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 19 件)

1. S.Kainuma, Y.Yamamoto, J.H. Ahn, Y.S. Jeong, Evaluation method for time-dependent corrosion depth of uncoated weathering steel using thickness of corrosion product layer, *Structural Engineering and Mechanics*, Vol. 65, No.2, pp.191-20, 2017
2. 貝沼重信, 八木孝介, 平尾みなみ, 橋本幹雄, 宇都章彦, 海岸環境で約 25 年間供用された溶融アルミニウムめっき栈橋の腐食性と耐食・防食性, *防錆管理*, Vol.723, No.9, pp.329-340, 2017.

3. 貝沼重信, 杜錦軒, 武藤和好, 宮田弘和, Al-5Mg 合金溶射と重防食塗装の重ね部の耐食性向上法に関する基礎的研究, 日本鋼構造協会, 鋼構造年次論文報告集, Vol.25, pp.673-678, 2017.
  4. 貝沼重信, 藤本拓史, 杜錦軒, 楊沐野, 武藤和好, 宮田弘和, Al-5Mg 合金溶射と重防食塗装の取合部における耐食・防食特性に関する基礎的研究, 土木学会論文集 A1, Vol.73, No.2, pp.496-511, 2017.
  5. 貝沼重信, 土橋洋平, 石原修二, 内田大介, 兼子彬, 山内孝郎, Al-Zn 陽極材と吸水・保水繊維シートを用いた鋼部材の大気犠牲陽極防食技術に関する研究, 土木学会論文集 A, Vol.73, No.2, pp.313-329, 2017.
  6. キムアラン, 貝沼重信, 渡邊亮太, 池田龍哉, 小寺建史, ブラスト処理条件が鋼素地の表面性状と研削材残留度に及ぼす影響, 日本鋼構造協会 鋼構造年次論文報告集, Vol.25, 737-742 頁, 2017,11
  7. 谷川慶太, 貝沼重信, 井口進, 坂本達朗, 石原修二, 溶接継手部の塗膜劣化・腐食特性に及ぼす影響因子の評価, 日本鋼構造協会 鋼構造年次論文報告集, Vol.25, 47-752 頁, 2017,11
  8. 八木孝介, 貝沼重信, 加藤禎洋, 石田直己, 河川鋼製水門における各構造部位の腐食性評価, 日本鋼構造協会 鋼構造年次論文報告集, Vol.25, 721-728 頁, 2017,11
  9. 百田寛之, 貝沼重信, 田畑晶子, 井口進, 塚本成昭, フィンガープレートの犠牲陽極防食法に関する電気化学的検討, 日本鋼構造協会 鋼構造年次論文報告集, Vol.25, 684-687 頁, 2017,11
  10. 竹田智紀, 貝沼重信, 中野慶彦, 緒方一真, 様々な大気環境に曝される都市内高架橋の腐食進行性評価に関する研究, 土木構造・材料論文集, Vol.34, pp.97-104, 2018.
  11. Y. Gao, M. Yang, S. Kainuma, S. Ishihara, M. Hashimoto, Electrochemical Properties of Hot-dip Aluminized Coating in Alkaline Environment, Journal of Structural and Materials in Civil Engineering No.34 p.89-95, 2018.
  12. 劉少博, 貝沼重信, 杜錦軒, 武藤和好, 宮田弘和, Al-5Mg 合金溶射と重防食塗装の重ね部の飛来海塩環境における耐食・防食性能に関する基礎的研究, 土木構造・材料論文集, Vol.34, pp.36-57, 2018.
  13. 貝沼重信, 増本岳, 楊沐野, 佐島隆生, 近接する塗膜傷間における鋼材腐食の電気化学機構に関する基礎的研究, 材料と環境, Vol.67, No.11, pp.467-473, 2018.
  14. 武藤和好, 貝沼重信, 劉少博, 杜錦軒, 宮田弘和, 飛来海塩環境における Al-5Mg 合金溶射と重防食塗装の重ね部の耐食・防食特性, 日本鋼構造協会 鋼構造年次論文報告集, Vol.26, pp. 412-419, 2018.
  15. 貝沼重信, 井上大地, 池田幹友, 森山実加子, 石原修二, セメント系塗料の鋼材角部防食下地材への適用に関する基礎的検討, 日本鋼構造協会 鋼構造年次論文報告集, Vol.26, pp. 736-743, 2018.
  16. キムアラン, 貝沼重信, 池田龍哉, 小寺建史, ブラスト研削材の使用繰返数が鋼素地表面性状に及ぼす影響評価, 日本鋼構造協会 鋼構造年次論文報告集, Vol.26, pp.307-311, 2018.
  17. 貝沼重信, 楊沐野, 石原修二, 地際部腐食センサを用いた鋼部材の気液界面の腐食性評価に関する研究, 材料と環境, Vol.67, No.10, pp.404-415, 2018.
  18. L.Liu, C.N. Xu, A. Yoshida, D. Tu, N. Ueno, S. Kainuma, Scalable Elasticoluminescent Strain Sensor for Precise Dynamic Stress Imaging and Onsite Infrastructure Diagnosis, Advanced Materials Technology, 1800336, 2018.
  19. 天野佳絵, 森山実加子, 池田幹友, 日比野誠, 貝沼重信, 高炉スラグ混合セメント系防食塗料の防食特性に関する電気化学的検討, 材料と環境 材料と環境 2018 講演大会論文 Vol. 67, No.8, pp.191-201, 2018.
- [学会発表] (計 45 件)
1. 谷川慶太, 貝沼重信, 井口進, 坂本達朗, 石原修二, 溶接継手部の塗膜劣化・腐食特性に及ぼす影響因子の評価, 第 5 回九州橋梁・構造工学研究会シンポジウム, 2019 年 12 月 15 日
  2. 八木孝介, 貝沼重信, 平尾みなみ, 鋼構造物の部位レベルの腐食性評価手法に関する基礎的検討, 第 5 回九州橋梁・構造工学研究会シンポジウム, 2019 年 12 月 15 日
  3. 増本岳, 貝沼重信, 佐島隆生近接する塗膜傷間における鋼材腐食の電気化学機構に関する基礎的研究材料と環境 2017, 2017 年 5 月
  4. 八木孝介, 貝沼重信, 平尾みなみ, 加藤禎洋, 石田直己河川鋼製水門の部位レベルの腐食性評価と腐食環境モニタリング, 平成 29 年度全国大会 第 72 回年次学術講演会, 2017 年 9 月
  5. キムアラン, 貝沼重信, 渡邊亮太, 谷川慶太, 池田龍哉, 小寺建史, 素地調整におけるブラスト施工条件が表面性状に及ぼす影響評価, 平成 29 年度全国大会 第 72 回年次学術講演会, 2017 年 9 月
  6. 増本岳, 貝沼重信, 佐島隆生, 近接した塗膜傷間における鋼材の電気化学機構に関する基礎的研究, 平成 29 年度全国大会 第 72 回年次学術講演会, 2017 年 9 月

7. 渡辺亮太, 貝沼重信, キムアラン, 谷川慶太, 池田龍哉, 小寺健史, ブラスト素地調整の施工条件が静摩擦係数に及ぼす影響に関する基礎的検討, 平成 29 年度全国大会 第 72 回年次学術講演会, 2017 年 9 月
8. キムアラン, 貝沼重信, 金子岳史, 池田龍哉, 小寺健史, ブラスト処理した鋼素地表面の研削材残留と腐食特性に関する基礎的研究, 平成 29 年度西部支部研究発表会, 2018 年 3 月 3 日
9. 増本岳, 貝沼重信, 長谷川昂志, 佐島隆生, 滞水環境における複数塗膜傷間の鋼材腐食の電気化学機構に関する基礎的研究, 平成 29 年度西部支部研究発表会, 2018 年 3 月 3 日
10. 谷川慶太, 貝沼重信, 坂本達朗, 石原修二, 井口進, 溶接継手部の塗膜劣化・腐食特性に及ぼす影響因子の評価, 平成 29 年度西部支部研究発表会, 2018 年 3 月 3 日
11. 長谷川昂志, 貝沼重信, 増本岳, 佐島隆生, 水膜の乾燥過程の環境における近接塗膜傷間の鋼材腐食の電気化学機構に関する基礎的研究, 平成 29 年度西部支部研究発表会, 2018 年 3 月 3 日
12. 八木孝介, 貝沼重信, 山下和也, 石原修二, 内田大介, 橋本幹, アルカリ性水溶液中における溶融アルミニウムめっきの腐食挙動に関する基礎的研究, 平成 29 年度西部支部研究発表会, 2018 年 3 月 3 日
13. 山下和也, 貝沼重信, 石原修二, 井上大地, 兼子彬, 山内孝郎, Al-3%Zn 合金板と繊維を用いた鋼部材閉塞部の犠牲陽極防食技術に関する基礎的研究, 平成 30 年度土木学会全国大会 第 73 回年次学術講演会, 2018 年 8 月 31 日
14. 八木孝介, 貝沼重信, 山下和也, 石原修二, 井上大地, 橋本幹雄, アルカリ性水溶液中における溶融アルミニウムめっきの腐食挙動に関する電気化学的検討, 平成 30 年度土木学会全国大会 第 73 回年次学術講演会, 2018 年 8 月 31 日
15. 山下和也, 貝沼重信, 石原修二, 井上大地, 兼子彬, 山内孝郎, 大気環境の鋼構造物に対する Al-Zn 合金材と繊維シートを用いた犠牲陽極防食技術の開発とその実用化, 平成 30 年度土木学会西部支部技術発表大会, 2018 年 12 月 20 日
16. 山下和也, 貝沼重信, 石原修二, 兼子彬, 山内孝郎, Al-3Zn 合金板と架橋型繊維シートを用いた鋼部材閉塞部の犠牲陽極防食技術に関する基礎的研究, 第 6 回九州橋梁・構造工学研究会シンポジウム, 2018 年 12 月 14 日
17. 竹田智紀, 貝沼重信, 八木孝介, 付着海塩の雨洗環境における無塗装耐候性鋼材の孔食性に関する基礎的研究, 平成 30 年度土木学会全国大会 第 73 回年次学術講演会, 2018 年 8 月 31 日
18. 竹田智紀, 貝沼重信, 山下和也, 石原修二, 兼子彬, 井上大地, 山内孝郎, 大気犠牲陽極防食で使用した繊維シートの吸湿性が防食電流に及ぼす影響評価, 平成 30 年度 西部支部研究発表会, 2019 年 3 月
19. 長谷川昂志, 貝沼重信, 増本岳, 佐島隆生, 滞水環境下における複数塗膜傷間の鋼材腐食の電気化学機構に関する基礎的研究, 材料と環境 2018, 2018 年 5 月
20. 長谷川昂志, 貝沼重信, 増本岳, 佐島隆生, 水膜乾燥過程における近接塗膜傷間の鋼材腐食の電気化学機構に関する基礎的研究, 第 38 回防錆防食技術発表大会, 2018 年 7 月
21. 長谷川昂志, 貝沼重信, 増本岳, 佐島隆生, 滞水環境下における複数の塗膜傷間の鋼材腐食の電気化学機構に関する基礎的研究, 平成 30 年度土木学会全国大会 第 73 回年次学術講演会, 2018 年 8 月
22. 劉少博, 貝沼重信, 杜錦軒, 武藤和好, 宮田弘和, Al-5Mg 合金溶射と重防食塗装の重ね部の耐食性に関する基礎的研究, 平成 30 年度土木学会全国大会 第 73 回年次学術講演会, 2018 年 8 月
23. 長谷川昂志, 貝沼重信, 滞水環境下における複数塗膜傷間の腐食の電気化学機構に関する基礎的研究, 西日本腐蝕防蝕研究会第 191 回例会, 2018 年 12 月
24. 長谷川昂志, 貝沼重信, 佐島隆生, 水膜の乾燥過程における塗膜傷間の鋼材腐食の電気化学機構に関する基礎的研究, 第 6 回九州橋梁・構造工学シンポジウム, 2018 年 12 月
25. 長谷川昂志, 貝沼重信, 樋口亮, 佐島隆生, 乾湿繰り返し環境における近接塗膜傷間の鋼材腐食の電気化学機構に関する基礎的研究, 平成 30 年度 西部支部研究発表会, 2019 年 3 月
26. 長谷川昂志, 貝沼重信, 楊沐野, 樋口亮, 滞水環境における塗膜傷間の鋼材腐食の電気化学機構に関する基礎的研究, 表面技術協会 第 139 回講演大会, 2019 年 3 月
27. 杜錦軒, 貝沼重信, 劉少博, 楊沐野, 武藤和好, 宮田弘和, 寒冷・飛来海塩環境における Al-5%Mg 合金溶射と重防食塗装の重ね部の耐食・防食性に関する基礎的研究, 平成 30 年度 西部支部研究発表会, 2019 年 3 月
28. 杜錦軒, 貝沼重信, 武藤和好, 宮田弘和, クロスカットを有する Al-5Mg 合金溶射と重防食塗装の重ね部の耐食・防食特性に関する研究, 平成 30 年度土木学会全国大会 第 73 回年次学術講演会, 2018 年 8 月
29. 樋口亮, 貝沼重信, 長谷川昂志, 滞水環境における 4 つの塗膜傷間の鋼材腐食の電気化学機構に関する基礎的研究, 平成 30 年度 西部支部研究発表会, 2019 年 3 月
30. キムアラン, 貝沼重信, 池田龍哉, 小寺健史, ブラスト研削材の使用繰り返し回数が鋼素地の表面性状に及ぼす影響, 平成 30 年度 西部支部研究発表会, 2019 年 3 月

31. Shusen ZHUANG, Shigenobu KAINUMA, Muye YANG, Electrochemical Properties of Cathodic Protection System for Steel Members Using Al-Zn Base Sacrificial Anode, 平成 30 年度 西部支部研究発表会, 2019 年 3 月
32. 劉少博, 貝沼重信, 杜錦軒, 武藤和好, 宮田弘和, Al-5Mg 合金溶射と重防食塗装の突合せ部の耐食性に関する基礎的研究, 平成 30 年度 西部支部研究発表会, 2019 年 3 月
33. Y.GAO, S. KAINUMA, M. YANG, H. GE, Mechanical Properties of Hot-dip Al and Al-45Zn Galvanized Steel Plates, 平成 30 年度 西部支部研究発表会, 2019.3
34. 孫曉彤, 楊沐野, 貝沼重信, 石原修二, 地際腐食センサの腐食速度評価精度向上, 第 6 回九州橋梁・構造工学シンポジウム, 2018 年 12 月
35. 孫曉彤, 楊沐野, 貝沼重信, 地際腐食センサの露出部と浸漬部の面積比が気液界面近傍のマクロセル腐食に及ぼす影響, 平成 30 年度 西部支部研究発表会, 2019 年 3 月
36. キムアラン, 貝沼重信, 金子岳史, 池田龍哉, 小寺健史, ブラストの投射角度が鋼素地表面の研削材残留と腐食特性に及ぼす影響, 材料と環境 2018, 2018 年 5 月
37. キムアラン, 貝沼重信, 金子岳史, 池田龍哉, 小寺健史, ブラスト素地調整が鋼材の表面性状と電気化学特性に及ぼす影響評価, 平成 30 年度土木学会全国大会 第 73 回年次学術講演会, 2018 年 8 月
38. キムアラン, 貝沼重信, 金子岳史, 池田龍哉, 小寺健史, ブラスト素地調整が鋼材の表面性状と腐食特性に及ぼす影響に関する基礎的研究, 第 38 回防錆防食技術発表大会, 2018 年 7 月
39. キムアラン, 貝沼重信, 池田龍哉, 小寺健史, ブラスト研削材の使用繰返し数が鋼素地表面性状に及ぼす影響, JSSC 鋼構造シンポジウム, 2018 年 11 月
40. 宮崎泰樹, 貝沼重信, 大気環境における普通鋼板と耐候性鋼板の腐食表面性状の空間統計シミュレーション, 平成 30 年度 西部支部研究発表会, 2019 年 3 月
41. 貝沼重信, 大気環境の鋼構造物に対する Al-Zn 犠牲陽極防食技術の開発とその実用化, 腐食防食学会 技術賞 受賞講演, 2018 年 5 月
42. 貝沼重信, Current Status and Issues of Steel Bridges in Japan -Corrosion-, 同済大学 工学部土木学科(中華人民共和国) 特別講演, 2018 年 6 月
43. 貝沼重信, Current Status and Issues of Steel Bridges in Japan -Corrosion-, 河海大学 工学部土木学科(中華人民共和国) 特別講義, 2018 年 6 月
44. 貝沼重信, Durability enhancement of Kanmon Bridge toward next 100yrs, 2018 International Conference on Cable Supported Bridge (韓国) 基調講演, 2018 年 7 月
45. 貝沼重信, 鋼道路橋の腐食損傷, その原因と対策技術, 大阪大学 接合科学研究所 溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点(FDWS), 第 3 回講演会 特別基調講演, 2019 年 2 月

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：三谷 泰浩

ローマ字氏名：MITANI YASUHIRO

所属研究機関名：九州大学

部局名：工学研究院

職名：教授

研究者番号 (8 桁)：20301343

研究分担者氏名：押川 渡

ローマ字氏名：OSHIKAWA WATARU

所属研究機関名：琉球大学

部局名：工学部

職名：教授

研究者番号 (8 桁)：80224228

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。