

**「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」(平成21年度採択)  
研究概要**

番号	研究課題名	研究代表者
No.21-5	鋼橋の腐食劣化メカニズムの解明と耐久性診断に関する研究	琉球大学 准教授 下里哲弘

腐食損傷橋に対する安全安心に持続できる維持管理技術の構築を実現するため、腐食劣化した鋼橋に対する実用的な耐久性診断法の提案を研究目的として、過酷な腐食促進環境下で約30年間曝され極限の腐食状態にある無塗装仕様の耐候性鋼プレートガーダーを研究対象に、実橋での腐食減厚調査、腐食環境調査、および実腐食鋼材を用いた耐荷力実験により、鋼プレートガーダー橋の構造部位別の腐食減厚分布特性の解明、腐食減厚分布と海塩粒子の飛来特性との相関評価、および構造部位別の腐食減厚分布に対するせん断耐荷力評価法を開発する研究。

### 1. 研究の背景・目的

我が国は1960年代の高度経済成長期に膨大な数の橋梁を建設しており、今後、経年とともに増加が予測される腐食損傷橋に対し、安全安心に持続できる維持管理技術の構築を求められている。また、架け替えや新設橋梁への財源も限定的である状況を踏まえると、低LCCで長期耐久性を有する新設橋梁の開発が求められる。そのような背景の下、本研究では、腐食劣化した鋼橋に対する実用的な耐久性診断法の提案を目的に、過酷な腐食促進環境下で約30年間曝された極限の腐食状態にある無塗装仕様の耐候性鋼プレートガーダー橋（以下、「暴露橋」）を研究対象に、実橋での腐食減厚調査、腐食環境調査、および暴露橋から採取した腐食鋼材を用いた耐荷力実験により、腐食劣化した鋼桁橋の腐食減厚分布特性を明らかにする。また、腐食減厚分布と海塩粒子の飛来特性との相関を評価する。さらに、構造部位の腐食減厚分布が鋼プレートガーダーの耐荷力に及ぼす影響について評価する。

### 2. 3カ年の研究内容

- 本研究では過酷な腐食促進環境下において、28年間自然暴露された暴露橋に対する腐食環境調査（風向風速、温湿度、飛来塩分量、飛来塩分粒径）および腐食減厚調査（腐食外観、残存板厚計測、錆分析）を行った。
- 暴露橋での腐食減厚調査より、鋼プレートガーダーの構造部位の腐食減厚分布特性を解明した。また、その腐食減厚分布（腐食マップ）を活用して、鋼橋の維持管理上の重点構造部位や留意事項などに着目した検討を行い、より合理的な腐食診断法を提案した。
- 暴露橋での腐食環境調査より、鋼プレートガーダーの桁内における海塩粒子の飛来特性を解明し、腐食減厚分布との関係を分析した。なお、暴露橋の模型桁を用いた流体実験を行い、海塩粒子の飛来特性を実験的に検証した。
- 暴露橋から採取した腐食鋼材を用いて製作した大型実験桁を用いて、せん断耐荷力実験およびFEM解析を行った。その結果より、腐食減厚分布と残存せん断耐荷力の関係を分析評価し、腐食劣化した鋼I桁橋の耐久性診断法を検討した。

### 3. 研究成果

- 本研究では過酷な腐食促進環境下で28年間自然暴露された暴露橋の腐食環境調査および腐食減厚調査の結果、鋼プレートガーダーの構造部位別の腐食減厚分布特性（図1）を明確にした。また、桁内への飛来塩分流入特性（図2）と構造部位別の腐食減厚特性（図1）との関係を明らかにした。さらに腐食減厚分布特性を活用した合理的な腐食診断法を提案した。
- 実腐食減厚分布を有する鋼桁腹板（図3）を用いて、実大試験体を製作し、大型載荷実験を行った。実験結果（図4）より、腐食鋼桁のせん断耐荷力特性は実腐食減厚分布の影響を受け、腹板下部腐食タイプは平均板厚を用いて座屈設計ガイドラインのせん断座屈評価式で評価が可能であるが、水平補剛材上部や腹板中央近傍の腐食タイプは評価できないことを示した。

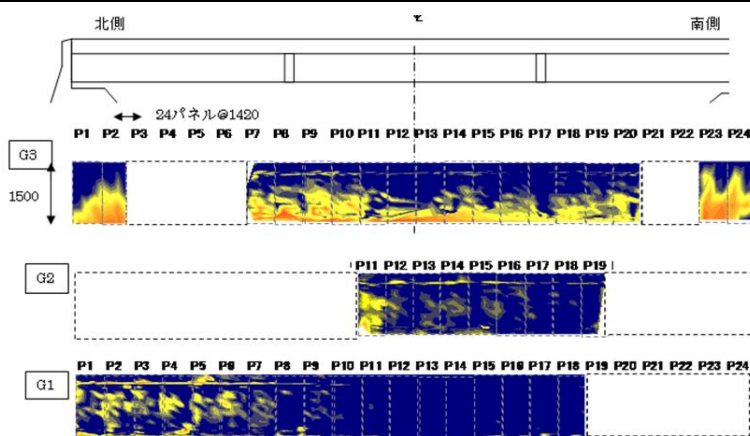


図1 構造部位別の腐食減厚分布

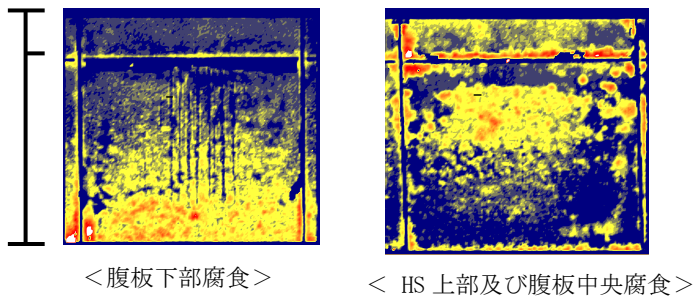


図3 特徴的な腐食減厚分布

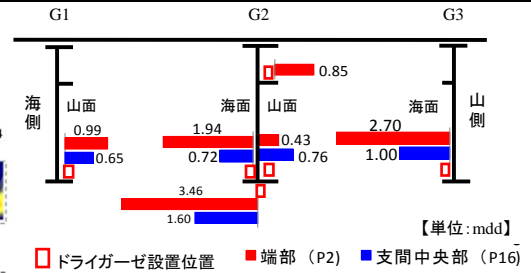


図2 海塩粒子の飛来特性



図4 せん断座屈強度と腐食減厚

#### 4. 今後の展望

- (1) 腐食劣化した鋼プレートガーダー橋のせん断耐荷力評価に対して、平均板厚を用いた座屈設計ガイドラインのせん断座屈算定式で評価できない HS 上部近傍及び腹板中央腐食に対する新たなせん断耐荷力評価法の構築が求められる。
- (2) 腐食劣化した鋼プレートガーダー橋のせん断耐荷力実験および弾塑性 FEM 解析において、HS 上部近傍及び腹板中央腐食のせん断座屈強度が著しく低下したが、その構造部位の腐食減厚量がどの程度減厚したら、せん断耐荷力が著しく低下するかを明らかにする必要がある。今後、腐食損傷鋼橋の増加が予測されるため、補修補強の判定に非常に重要なデータとなる。

#### 5. 道路政策の質の向上への寄与

- (1) 本研究で得られた鋼プレートガーダーの腐食減厚分布（腐食マップ）を維持管理マニュアルへ反映し、点検や調査時の見落とし防止、腐食減厚の予測および残存耐荷力診断時の参照データとして活用し、効率的かつ信頼性の高い点検、調査、および診断法の構築へ寄与できる。特に腐食環境の厳しい沿岸環境に建設された鋼プレートガーダーの維持管理への活用が求められる。
- (2) 本暴露橋は過酷な塩害環境下で激しく腐食減厚していたが、外桁外面は付着塩分の雨洗浄効果により約 30 年前の建設当初の表面処理材がそのまま残存していたことから、付着塩分を洗浄することは橋梁の長寿命化にとって効果的である。また、暴露橋の支間中央部では著しい腐食減厚は生じていなかったことより、洗浄や塗替え等の維持管理は桁端部付近でも橋梁の長寿命化には効果的である。よって、上記のことを維持管理業務に反映させるべきと考える。
- (3) 本研究対象の暴露橋は無塗装仕様で約 30 年間塩害環境下にあり、飛来塩分量も現行道示で規定する 0.05mdd よりかなり多い状態であったが、支間中央付近では腐食減厚が少ない状態であった。この結果は LCC に優れる耐候性鋼橋の適用範囲や技術開発へ反映できると思われる。また、道示で求めている架橋地点の飛来塩分計測法とその適用可能な飛来塩分量の検討にも反映できると思われる。

#### 6. 主な発表論文

・玉城喜章, 下里哲弘, 有住康則, 矢吹哲哉: 実腐食分布を考慮したプレートガーダーのせん断耐荷力特性, 鋼構造論文集, 第 19 巻第 73 号, pp9-19, 2012. 3.