

# 日本鋼構造協会論文賞

## ■ 論 文 名

積層した炭素繊維シートのVaRTM成形・接着による面外ガセット溶接継手の疲労耐久性の向上

## ■ 受 賞 者

タイ ウィサル\*、小沢 拓弥\*\*、譚 暢\*\*\*、中村 一史\*\*\*\*、松井 孝洋\*\*\*\*\*

## ■ 選 考 理 由

本論文は、予防保全型の疲労対策として、FRPの製造方法の一つである真空含侵（VaRTM）工法を応用し、多層の炭素繊維シートを疲労き裂の発生前の溶接継手部に成形・接着する補強工法を提案するものである。既往の疲労き裂発生前の対策工には、グライнда仕上げによるビードの止端形状の改善やピーニングによる圧縮残留応力の付与等の検討が行われているが、その効果は限定的といえる。他方、FRP接着による溶接継手部の疲労強度の向上を目的とした研究は、国内外でも検討例が少なく、その効果が十分に明らかにされているとはいえない。本論文では、既設鋼橋で多用されている面外ガセット溶接を対象に、その止端部の疲労強度の向上に着目して、1) 止端形状の精緻なモデル化による応力低減効果の検討、2) 疲労試験による疲労強度向上の検証、3) 炭素繊維シートと鋼材の剛性比による止端部の応力低減効果の定量化などを行い、大気圧下で多層の炭素繊維シートを複雑な形状に対して真空吸引により密閉・接着するVaRTM工法が、溶接継手部の疲労強度の向上と疲労寿命の延命化に大きく寄与することを実験と解析の両面から明らかにしている。

このように、本論文は、ビード止端形状の改善といった既存技術に代わる、実施工も考慮した新たな技術を提案し、その道筋をつけたものであり、新規性、発展性、実用性が高く、今後の鋼構造に関する学術・技術の進歩・発展に大きく貢献できる論文である点が高く評価される。

よって、本論文は日本鋼構造協会論文賞の授賞に値する。

---

*	修士(工学)	首都大学東京大学院	博士後期課程
**	学士(工学)	首都大学東京大学院	博士前期課程
***	修士(工学)	日揮プラントインベーション株式会社	
****	博士(工学)	首都大学東京大学院	准教授
*****		東レ株式会社	

# 積層した炭素繊維シートの VaRTM 成形・接着による 面外ガセット溶接継手の疲労耐久性の向上

## IMPROVEMENT OF FATIGUE DURABILITY IN WELDED GUSSET JOINTS BY CARBON FIBER SHEETS USING VaRTM TECHNIQUE

タイ ウィサル<sup>\*1</sup> 小沢 拓弥<sup>\*2</sup> 譚 暢<sup>\*3</sup> 中村 一史<sup>\*4</sup> 松井 孝洋<sup>\*5</sup>

Visal THAY<sup>\*1</sup> Takumi OZAWA<sup>\*2</sup> Chang TAN<sup>\*3</sup> Hitoshi NAKAMURA<sup>\*4</sup> Takahiro MATSUI<sup>\*5</sup>

**ABSTRACT** This paper deals with the fatigue durability of typical welded gusset joints in steel bridges strengthened by externally bonded carbon fiber (CF) sheets using Vacuum assisted Resin Transfer Molding (VaRTM) technique. The target specimens of welded gusset plates were fabricated and subjected to cyclic load. The fatigue tests of two types of specimens, non-strengthened and strengthened specimen with CF sheets using VaRTM technique, have been conducted in the parameter of nominal stress ranges and strengthened effects have been evaluated under applied stress ranges. The result shows that the fatigue durability of welded gusset joints strengthened by CF sheets using VaRTM technique can be remarkably improved.

**Keywords:** 補強, 溶接継手, 疲労耐久性, VaRTM 技術, CF シート

Strengthening, welded joints, fatigue durability, VaRTM technique, CF sheets

### 1. はじめに

既設鋼橋の疲労損傷は、都市部の高架橋で多発しており、その対策が急務となっている。疲労き裂発生後の対策としては、ストップホールの施工に、ボルト締めあるいは鋼当て板ボルト締めの併用が一般的である。既往の研究では、FRP 接着工法の適用性も検討[1,2]されており、その補修効果が示されてきた。社会基盤構造物の効率的な維持管理が求められているなか、予防保全型の対策が推奨されている。したがって、疲労き裂発生前の

対策工法についても検討しておく意義は大きい。既往の主な対策工法は、グラインダ仕上げによるビードの止端形状の改善やピーニングによる圧縮残留応力の付与等がある[3]。一方、FRP 接着による溶接継手部の疲労強度の向上を目的とした研究開発は、国内外でも検討例[1], [4~8]は少なく、その効果が十分に明らかにされているとはいえない。一般に、FRP 接着による効果は、FRP が作用荷重の一部を分担することで、鋼部材に発生する応力が低減されること[1,2]として認識されているが、溶接ビード部のように、複雑な形状で、応力集中が高い部位に対する効果とその力学的特性は十分に把握されていない[4]。例えば、FRP 接着による溶接止端部の応力低減の効果が定量的に示されれば、疲労対策としては有用である[8]。

最近、航空機の構造部材や、風力発電設備のブレード等の製作で多用されている、真空含浸工法 (Vacuumed Resin Transfer Molding; VaRTM) [9]は、任意の大型 FRP 構造物を高品質に成形できる特徴がある。真空含浸工法とは、強化材をプラスチックフィルム等で封入して、真空吸引した後、液状樹脂を注入・含浸して硬化させて、FRP を成形する技術である (図 1)。この工法を鋼構造物の鋼桁端部の補修・補強に応用することが提案[10~13]

<sup>\*1</sup> 準会員 (学生)

修士(工学) 首都大学東京大学院 環境都市科学研究科 博士後期課程

(〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

<sup>\*2</sup> 学士(工学) 首都大学東京大学院 環境都市科学研究科 博士前期課程

(〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

<sup>\*3</sup> 修士(工学) 日揮プラントイノベーション(株)

(〒220-0012 神奈川県横浜市西区みなとみらい 3-6-6)

<sup>\*4</sup> 準会員

博士(工学) 首都大学東京大学院 環境都市科学研究科 准教授

(〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

<sup>\*5</sup> 東レ(株) コンポジット技術第1部 (〒103-8666 東京都中央区日本橋室町 2-1-1)