

腐食損傷した鋼構造物連結部の炭素繊維シートによる補修 —不陸修正材のテーパー長の影響—

長岡技術科学大学 学生会員
長岡技術科学大学 正 会 員
長野工業高等専門学校 正 会 員
ものづくり大学 正 会 員
新日鉄住金マテリアルズ 正 会 員
高速道路総合技術研究所 正 会 員

○Daniel Medina Contreras, Pham Ngoc Vinh, 森久慶祐
宮下 剛
奥山雄介
大垣賀津雄
小林 朗, 秀熊佑哉
広瀬 剛, 原田拓也

1. はじめに

鋼構造物連結部の腐食損傷に対しては、主として鋼板添接補修が行われている。しかし、腐食量の大小に関係なく作業が大規模になる点、母材に孔を空けるため断面欠損が発生する点など問題点がある。そこで、軽量、高強度、高弾性、高耐食性などの優れた特徴を有する炭素繊維シート接着工法が鋼構造物の腐食損傷に対する補修・補強として注目されている。

炭素繊維シートを用いた添接板の補修・補強方法は、NEXCOの炭素繊維シート補修・補強マニュアル¹⁾(図1)に規定されているものの、適用事例が少ない。この理由として以下が挙げられる。

- ・ 添接板補修を対象とした実験データが少ない。
- ・ ボルトが腐食損傷している場合に適用不可。

そこで、本研究では、腐食損傷した添接板を炭素繊維シート補修した際のバックデータの取得、課題の抽出を目的として、基礎実験を行う。

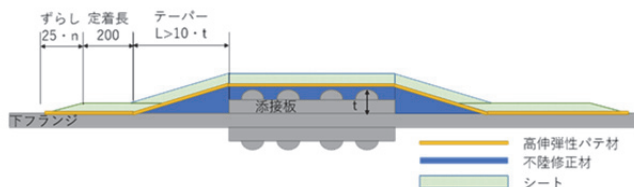


図1 マニュアルの施行例

2. 試験概要

はじめに、現行設計法では、応力集中を防止するために、テーパー長を10:1とする。そこで、施工性の観点からテーパー長を短くした場合の検討を行う。具体的には、継手を省いてテーパー部分を設けた供

試体を作成して、テーパー長を10:1、5:1としたケースを比較する。

次いで、添接板近傍に断面欠損がある場合を想定して、図2に示す腐食(幅:20mm、深さ:2mm)を模擬した供試体を製作する。実験パラメータは、欠損の有無とする。継手部の設計について、欠損が無いケースでは母材降伏先行(純断面)、欠損が有るケースでは母材降伏先行(欠損断面)とした。

使用した鋼板は、SM570の平鋼板である。寸法は、1500mm×60mm×9mm、降伏点は660N/mm²(ミルシート)である。シートの積層数は片側6層とし、ずらし幅は25mm、定着長は200mmと補修・補強マニュアル¹⁾に準拠した。

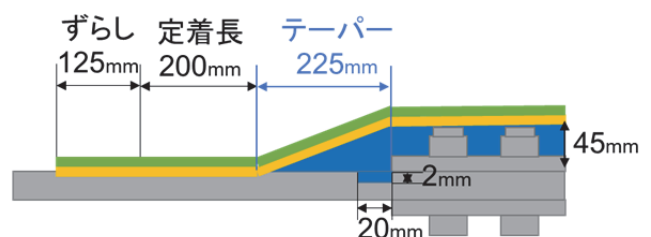


図2 供試体概要

3. 試験結果

図3に、テーパー長を短くしたケースの鋼材中央コバ面における応力-ひずみ関係を示す。応力は、载荷荷重を母材の断面積で除して算出した。また、理論値は、鋼材の剛性に鋼換算したシートの剛性を足し合わせ、ポリウレアパテ材による応力伝達の低下を補正するため、応力低減係数 $C_n (= 0.74)$ をシートの鋼換算断面積に乗じた²⁾。図中のひずみが大き

キーワード 腐食、鋼構造物、炭素繊維シート、補修、補強

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学 TEL: 0258-47-9641

く変化している点ではく離が発生し、発生箇所は鋼材と不陸修正材間（エポキシパテ材）である。その後、 600N/mm^2 付近で荷重を停止した。テーパ長を短くすることで、はく離発生時の応力レベルは低下している。しかし、どちらのケースでも SM490Y の公称降伏点（ 355N/mm^2 ）まで、応力低減効果が得られている。

テーパ長が応力分布に与える影響を把握するために、FEA を実施する。図 4 に不陸修正材のミーゼス応力コンター図を示す。テーパの始点部と終点部に応力が集中していることがわかる。また、はく離が発生した不陸修正材下端の応力分布を図 5 に示す。テーパ長が短くなることでテーパの勾配が大きくなりテーパ始点部の応力が増大する。限界テーパ長の同定は今後の課題としたい。

次に、添接板と断面欠損があるケースについては、添接板の角部ではく離が発生し、その後テーパ全体にはく離したため、母材降伏に達する前に荷重を停止した。図 6 に、鋼材中央コバ面における応力-ひずみ関係を示す。断面欠損があることで、最大荷重が若干低下するものの、最大荷重時の応力レベルで比較すると、欠損の有無に関わらず、SM490Y の降伏点を上回っている。

4. まとめ

以下に、本研究から得られた主な知見を示す。

- 1) テーパ長を 10:1 から 5:1 にしても、はく離発生時の応力レベルは低下するものの、SM490Y の公称降伏点まで応力低減効果が得られた。限界テーパ長の同定は今後の課題としたい。
- 2) 添接板近傍に断面欠損がある場合にテーパ長を 5:1 としても、はく離発生時の応力レベルは SM490Y の公称降伏点を上回る。

参考文献

- 1) (株)高速道路総合技術研究所：炭素繊維シートによる鋼構造物の補修・補強工法 設計・施工マニュアル，2013.10.
- 2) 宮下ら：高伸度弾性パテ材を用いた炭素繊維シート接着による鋼桁補修設計法の提案，土木学会論文集 A1，Vol.71，No.5，pp.23-38，2015.5.

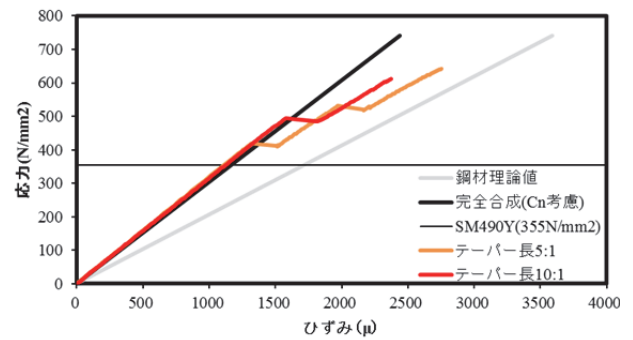


図 3 σ - ε 関係 (テーパ長の影響)

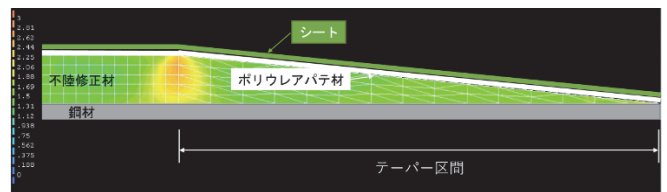


図 4 ミーゼス応力コンター図

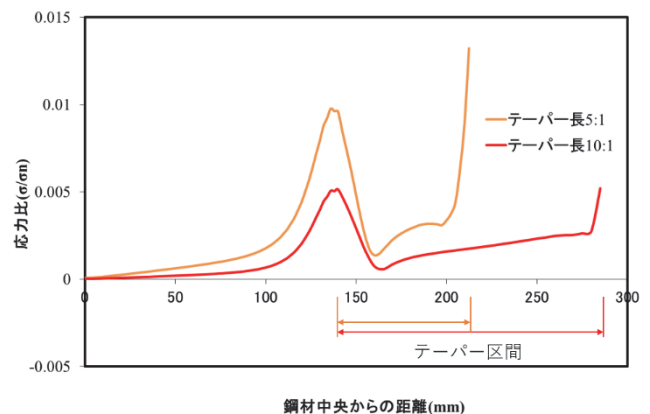


図 5 ミーゼス応力分布図

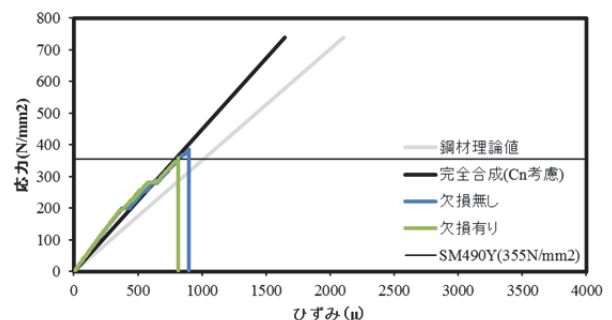


図 6 σ - ε 関係 (添接板と断面欠損の影響)