

# 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

鋼構造研究室 森久慶祐

指導教員 宮下 剛

## 1. はじめに

定期点検により鋼構造物連結部の腐食損傷が多数発見されている。この損傷に対して当て板等により補修が行われているが、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。このような中で、鋼構造物の腐食損傷に対する補修・補強として、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<sup>1)</sup>(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取得、課題の抽出を目的として、添接板補修の基礎実験を行う。

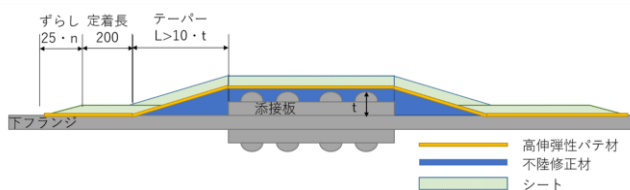


図1 施工マニュアルの施工例

## 2. 試験概要

現行設計法では、テーパ長が10:1と長く施工範囲が広い。そこで、施工性の観点からテーパ長を短くした場合の検討を行う。テーパのみに着目して継手を省いた簡易モデルを作成し、テーパ長が10:1のケースと5:1のケースを比較す

る。

次に、現行設計法では、不陸修正材と鋼材の間に、ポリウレアパテが挿入されていないため、この箇所剥離が発生することが想定される。そこで、ポリウレアパテ材の挿入位置を不陸修正材の上から下に変更することで、剥離を防止し強度が増加するか検討する。

次に、添接板と断面欠損がある場合の検討を行う。具体的には、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、欠損の有無とし、継手設計は、欠損があるケースでは母材降伏先行(軸部)、欠損があるケースでは母材降伏先行(欠損部)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 $\sigma=660\text{N/mm}^2$ (ミルシート)である。シートの積層数は断面欠損両肩6層と決定し、ずれし幅は25mm、定着長は200mmと補修・補強マニュアル<sup>1)</sup>に準拠した。

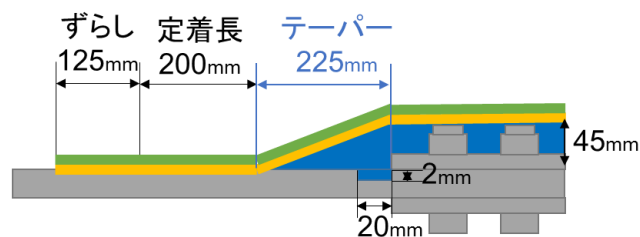


図2 供試体模式図

## 3. 試験結果

はじめに、テーパ長を短くした場合について、図3に鋼材中央における応力-ひずみ関係を示す。このグラフの応力は、荷重を母材の鋼材断面積で除して算出している。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て算出した。そして、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、 $C_n$ (応力低減係数:0.74)をシートの鋼換算断面積に乗じている。図中にひずみが大き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、 $600\text{N/mm}^2$ 付近で荷重を停止した。テーパ長を短くすることで、剥離発生時の応力レベルは低下している。しかし、どちらもSM490Yの公称降伏点( $355\text{N/mm}^2$ )まで、応力低減効果が得られていることが分かる。

テーパ長を短くした場合の応力分布を把握するために、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、剥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と考える。

次に、添接板と断面欠損がある場合については、添接板近傍の剥離が発生し、その後テーパ全体が剥離したため、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、欠損部に応力が集中し、最大荷重が低下すると考える。しかし、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ことが分かる。次に、ポリウレアパテ挿入位置を変更したケースを説明する。ポリウレアが下のケース(改良設計)では、添接板近傍ではく離が発生し、その後、添接板のすべりが発生し、シートが破断した時点で荷重を停止した。そのため、テーパ部のはく離を防止することで破壊モードが変化した。

図7に鋼材中央での、応力-ひずみ関係を示す。このグラフの応力は、実験データの荷重を鋼材断面積で割って算出している。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て算

出している。グラフより、ポリウレアパテ材の挿入位置を変化することで、最大荷重が増加していることがわかる。また、SM560の降伏点を上回っているため、高い応力レベル材料への補修に適用できると考える。

#### 4. 添接板近傍のはく離対策

全てのケースで、添接板近傍のはく離が発生した。これは、添接板による断面急変箇所に応力が集中しはく離が発生したためと考える(図8)。そこで、この箇所に、添接板の角を覆うようにポリウレアパテを挿入することで、応力集中を緩和し、はく離を防止できると考える。

#### 5. まとめ

以下に本研究で得られた主な成果を示す。

- 1)テーパを5:1にすることで、テーパ始点部のミーゼス応力が増大し、はく離発生応力が低下したが、SM490Yの公称降伏点まで応力低減効果が得られた。
- 2)添接板近傍に断面欠損がある場合でも、テーパを5:1としても、はく離開始荷重がSM490Yの公称降伏点を上回る。
- 4)改良設計法で補修を行い、SM560の降伏点まで応力低減効果を確認し、理論値と一致する(テーパが5:1の場合)。
- 5)添接板近傍のはく離対策として、添接板の角をポリウレアパテで覆う方法を提案する。

#### 6. 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

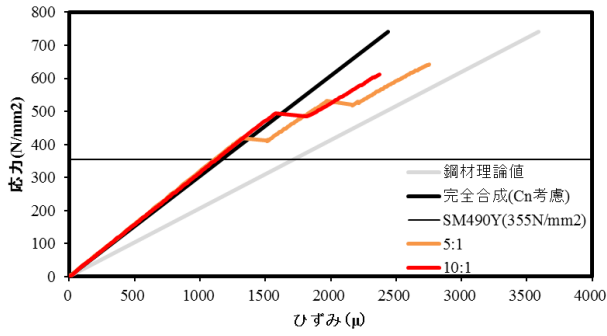


図 3 応力-ひずみ関係

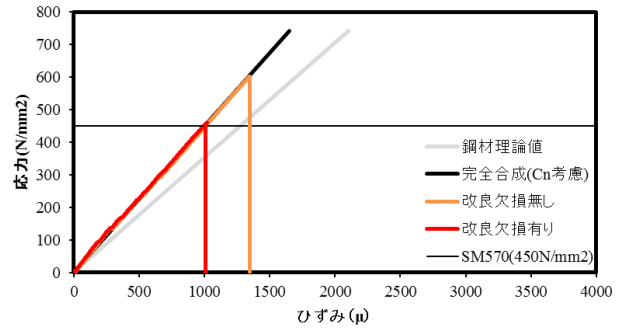


図 7 応力-ひずみ関係(ポリウレアパテ下)

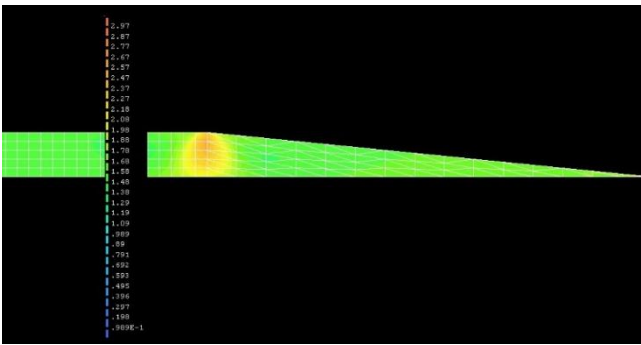


図 4 コンター図(ミーゼス応力)

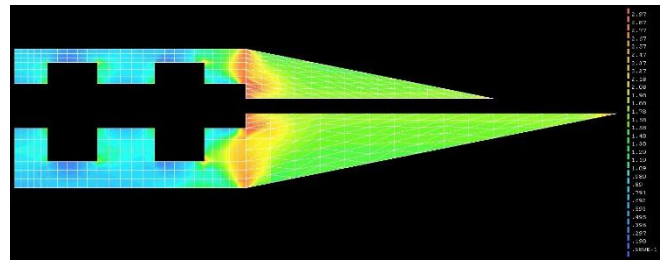


図 8 添接板コンター図(ミーゼス応力)

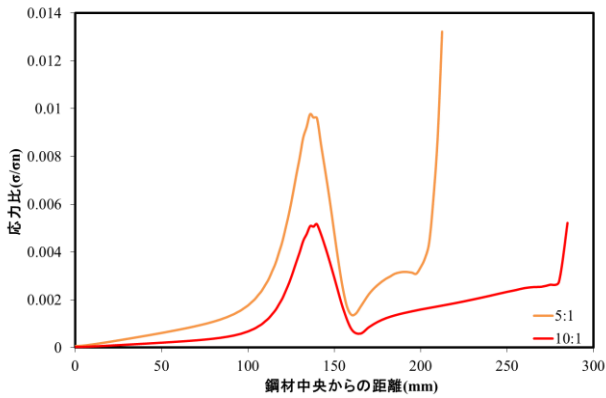


図 5 ミーゼス応力分布図

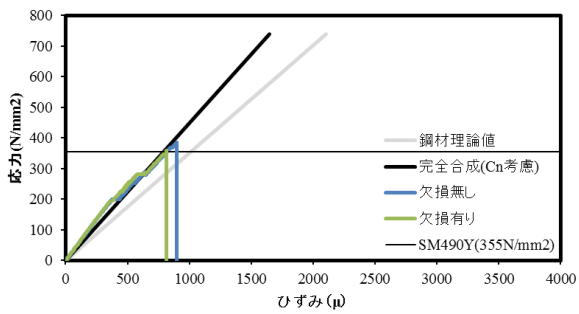


図 6 応力-ひずみ関係(ポリウレアパテ上)