

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 —高伸度弾性パテ材の配置位置の影響—

長岡技術科学大学

長岡技術科学大学

長野工業高等専門学校

ものづくり大学

新日鉄住金マテリアルズ

高速道路総合技術研究所

学生会員 ○三浦和馬, Pham Ngoc Vinh, 森久慶祐

正 会 員

宮下 剛

正 会 員

奥山雄介

正 会 員

大垣賀津雄

正 会 員

小林 朗, 秀熊佑哉

正 会 員

広瀬 剛, 原田拓也

1. はじめに

腐食した鋼構造物に対して、炭素繊維シートを用いる補修・補強工法はすでにマニュアル化¹⁾され、施工事例も増えている。本工法では、弾性係数が小さく(55 MPa 以上 75 MPa 未満)、伸びが大きい(300 %以上 500 %未満)、ポリウレタ系パテ材(以下、パテ材)を鋼材と炭素繊維シートの間に挿入する。このパテ材は、圧縮力を受ける鋼部材に対して、炭素繊維シートを座屈変形に追従させて強度を発揮させるために導入された。しかし、施工時の過誤や炭素繊維シートのはく離防止の観点から、この仕様は作用力によらず、全ての鋼部材に対する標準仕様である。このため、鋼構造連結部に対しても、損傷部位や添接板を不陸修正材(エポキシパテ材)で断面整形した後、パテ材が塗布され、その上に炭素繊維シートが貼付される。これは、腐食損傷した鋼構造物連結部に対しても例外ではなく、母材と添接板の断面急変部におけるテーパ部分では、他の部分と比較して不陸修正材が厚くなる(図1)。一方、マニュアルでは、腐食損傷した鋼構造物連結部も炭素繊維シート補修の対象とされているものの、補修時のデータは十分とはいえない。そこで、本研究では、腐食損傷した鋼構造物連結部を対象として、さらなるはく離防止の観点から、テーパ部分における高伸度弾性パテ材の配置位置の影響について検討する。

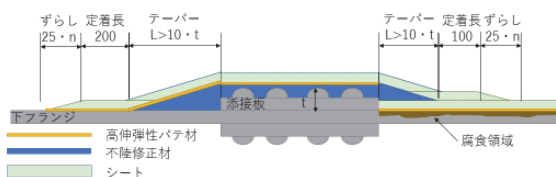


図1 マニュアルの施工例

2. 試験概要

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、パテ材の配置位置、欠損の有無とする。継手部の設計については、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(25mm)ならびに定着長(200mm)は補修・補強マニュアル¹⁾に準拠した。

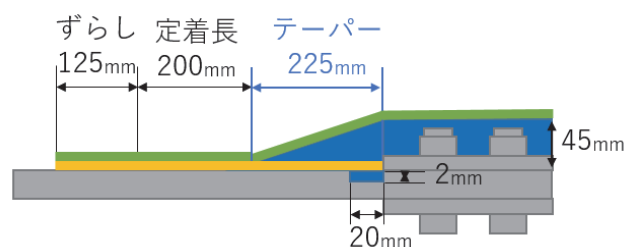


図2 供試体概要

3. 試験結果

はじめに、図3に、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、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⁾。そして、テーパ部全体ではなくはく離が発生するか、シートが破断した際に载荷を停止し、その時の荷重を

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

最大荷重とする。

グラフより、パテ材の挿入位置を不陸修正材の下にすることで、最大荷重が増加することがわかる。また、欠損の有無に関わらず、SM570 の公称降伏点 (460N/mm^2) を上回っている。

次に、破壊形態については、パテ材の配置位置を不陸修正材の上としたケースでは、添接板の角部からはく離が発生した (図 4)。パテ材を不陸修正材の下としたケースでは、添接板の角部ではく離が発生し、その後、添接板のすべりが発生した (図 5)。ただし、テーパ部のはく離は確認されなかった。

4. 考察

パテ材の配置位置が応力分布に与える影響を把握するため、FEA を実施する。解析モデルは、テーパ部のみに着目し、継手を省いた簡易モデルとした。図 6 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。テーパ終点部では、圧縮応力が卓越している。また、はく離が発生した不陸修正材下端の応力分布を図 7 に示す。パテ材の配置位置を不陸修正材の下とすることで、テーパ始点部の応力集中が緩和され、はく離が防止されと考える。

5. まとめ

以下に、本研究から得られた主な知見を示す。

- ・ パテ材の配置位置を不陸修正材の下にすることで、最大荷重が増加し、SM570 の公称降伏点まで応力伝達がされることがわかった。
- ・ FEA を通じて、パテ材の配置位置を不陸修正材の下にすることで、テーパ始点部の応力集中を緩和し剥離を防止する。

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.

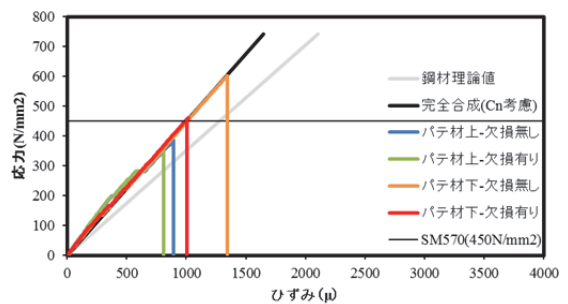


図 3 応力-ひずみ関係

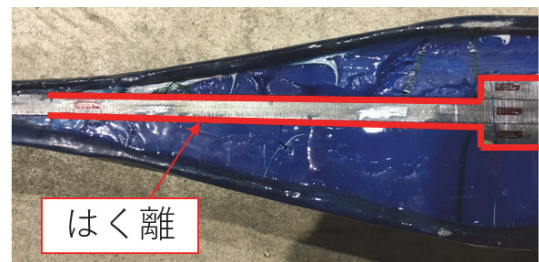


図 4 破壊状況 (パテ材上)

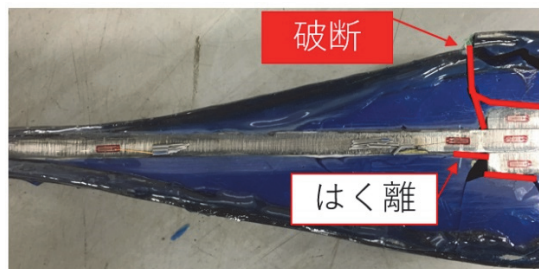


図 5 破壊状況 (パテ材下)

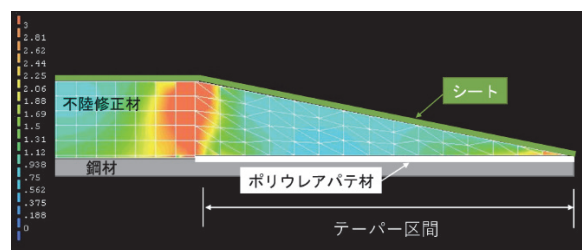


図 6 ミーゼス応力コンター図

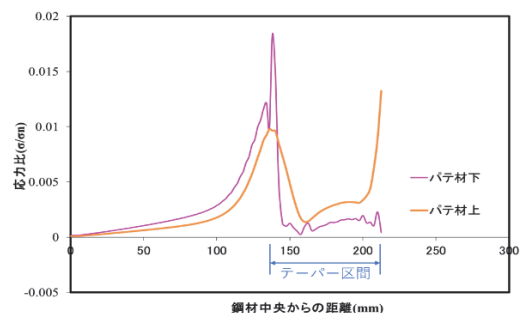


図 7 ミーゼス応力分布図