

著しい腐食損傷を生じた鋼トラス橋下弦材の補修方法に関する実験的検討

長野工業高等専門学校 学生会員 ○瀧澤 揚星, 正会員 奥山 雄介

高速道路総合技術研究所 正会員 広瀬 剛

長岡技術科学大学 正会員 宮下 剛

新日鉄住金マテリアルズ 正会員 小林 朗, 正会員 秀熊 佑哉

ものづくり大学 正会員 大垣 賀津雄

1. はじめに

我が国で使用されている橋梁の多くは、高度経済成長期に建設されたものである。そのため、建設後50年が経過したものも少なくなく、長期的に使用していくためには、適切な維持管理を実施する必要がある。鋼橋に目を向けると、供用年数の経過に伴う腐食の進行が避けられないといった問題を抱えている。なかでも、鋼トラス橋では、弦材や格点部といった主要部材近傍での腐食損傷が多数報告されている。特にガセット・プレート近傍や下弦材下フランジ溶接部での損傷が多い。これらの箇所に対しては、アングル材等をワンサイドボルトによって添接する工法が用いられているが、部材の全長に渡って腐食が進行しているケースなども多く、合理的な補修とは言えない状況にある。

そこで本研究では、鋼構造物の補修工法として、盛んに研究がおこなわれている炭素繊維シート接着工法に着目し、対象とする部位での適用性を検討してきた¹⁾。ここでは、トラス橋下弦材を模した箱型断面柱を対象として圧縮試験を実施した。損傷ケースとして、実橋梁でも事例が多い下フランジ近傍での腐食損傷を模擬した断面欠損を与え、炭素繊維シートによる補修効果について検討した。この結果、炭素繊維シートを減肉した板厚相当貼り付けることで、強度が概ね回復することを確認している。

本報告では、より損傷が進行した状況を想定し、溶接線が欠損を受けている場合の補修方法について検討するために、腹板の断面欠損のみならず、溶接線が完全に失われた場合の強度変化について明らかとするために行った実験の結果について報告する。

2. 実験概要

2.1 試験体

本試験で用いた試験体は、鋼種 SS400、断面寸法

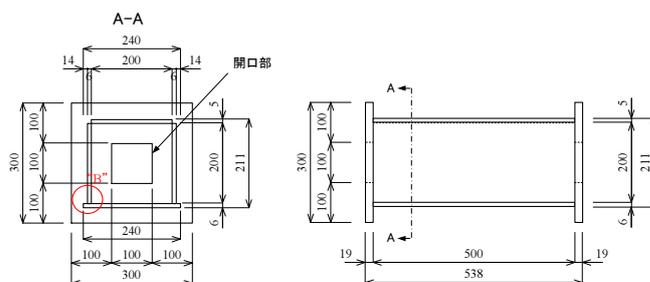


図-1 試験体形状

200×200 mm (実橋梁の 1/2 を想定) の箱型断面とした。試験体長さは 500 mm とし、両端部にエンドプレートを設けることで端部での局部座屈の発生を抑制している。試験体形状を図-1 に示す。

次に、試験ケースを表-1 に基づいて説明する。腐食の無い健全なモデル(N)、腹板下端部(図-1 の B 部)に断面欠損を与え、かつ上フランジの溶接線に欠損を与えたものを C シリーズ、腹板下端部に断面欠損を与え、かつ下フランジの溶接線に欠損を与えたものを D シリーズ、上・下フランジの溶接線に欠損を与えたものを E シリーズとする。ウェブの断面欠損は、昨年度の試験と同様、欠損の大小 2 パターンを用意する¹⁾。それぞれのケースについて補修の有無による 2 体試験を実施し、全体で 11 体の試験体を作製する。

2.2 補修方法

ここでは、欠損に対する補修方法について説明する。はじめに、断面欠損を有する場合には、欠損板厚を補うように炭素繊維シートの積層数を決定する。今回使用した炭素繊維シートは、高弾性型 1 方向シート (弾性係数 640 GPa, 厚さ 0.143 mm) である。したがって、1 層あたり 0.4576 mm (鋼換算厚) となる。断面欠損小のパターンでは 7 層、断面欠損大のパターンでは 10 層の炭素繊維シートを貼り付け

表-1 試験ケース

試験体 名称		断面欠損		溶接線欠損		補修方法	
		板厚 tz	高さ Bz	上側	下側	断面欠損	溶接線欠損
-	N	-	-	-	-	-	-
C	C-1	3	15	○	-	-	-
	C-2	3	15	○	-	軸方向 7層	周方向 1層
	C-3	4.5	30	○	-	-	-
	C-4	4.5	30	○	-	軸方向 10層	周方向 1層
D	D-1	3	15	-	○	-	-
	D-2	3	15	-	○	軸方向 7層	周方向 1層
	D-3	4.5	30	-	○	-	-
	D-4	4.5	30	-	○	軸方向 10層	周方向 1層
E	E-1	-	-	○	○	-	-
	E-2	-	-	○	○	-	周方向 1層

る。次に溶接線欠損を有する場合には、溶接部ののど厚を回復させるために、アラミド繊維シートを周方向に巻き付ける。貼付枚数については、鋼の降伏せん断応力とシート引張強度の特性値の比から算出することとし、本ケースにおいては1層貼り付けることとした。

炭素繊維シートの貼り付けは、マニュアル²⁾に準拠した方法で施工する。はじめに、エポキシ系パテ材を用いて断面欠損部の不陸修を行う。次いで、鋼材からの剥離を防止するために高伸度弾性パテ材を塗布し、炭素繊維シートを貼り付けている。周方向への貼り付けに関しては、下フランジ溶接部には、不陸修正材によりテーパを設けたのち、巻き付けを行い、15cmのラップ長を設けて貼り付けている。

3. 試験結果および考察

表-2に試験で得られた最大荷重の一覧を示す。これより、いずれのケースにおいても、炭素繊維シートおよびアラミド繊維シート補修を行うことで、健全時の強度まで概ね回復していることが確認できる。その他の結果については、紙面の都合上、発表時に掲載する。

4. 結論

本研究により、著しく損傷が進んだ鋼トラス橋に対しても、炭素繊維シート接着工法が有効な方法で

表-2 最大荷重

試験体 名称	最大荷重 [kN]	Nに対する 強度比	Pu/Py※
N	1,486	1.000	0.842
C-1	1397	0.940	0.792
C-2	1533	1.032	0.869
C-3	1258	0.847	0.713
C-4	1496	1.007	0.850
D-1	1326	0.892	0.752
D-2	1552	1.044	0.880
D-3	1290	0.868	0.731
D-4	1519	1.022	0.861
E-1	1227	0.826	0.696
E-2	1476	0.993	0.837

※鋼材のみの降伏応力

あることが確認された。今後は、より詳細な検討として、最適な補修範囲や補修量の決定方法について検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 柳澤佑介, 奥山雄介, 服部雅史, 広瀬剛, 宮下剛, 大垣賀津雄, 小林朗, 秀熊佑哉: トラス橋下弦材腐食部に対する炭素繊維シート接着工法の適用に関する検討, 平成28年度土木学会中部支部研究発表会, pp.3-4, 2017.3.
- 2) 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.