炭素繊維シートを接着した山形鋼に対する一軸圧縮試験

長野工業高等専門学校　学生会員　○松嵜友莉菜
長野工業高等専門学校　正会員　奥山　雄介
日鉄ケミカル&マテリアル　正会員　秀熊　佑哉

1. はじめに

一般的に送電鉄塔のような鋼構造物の補修・補強には，鋼板を添接する当て板工法や腐食した部材を交換する部材交換工法などが用いられている．これらの工法は，大掛かりな架設機材や施工に特殊技能が必要となる．そのため，送電鉄塔の高所で腐食が生じた場合，鋼板を容易に引き上げることができないので高所での作業が困難であること，対策範囲が小規模の場合には効率的な対策が困難であること，鋼板の重量によって死荷重の増加し構造物が安定しないことなど問題点が多い．そのため，送電鉄塔のような鋼構造物の補修・補強として，大掛かりな架設機材や施工に特殊技能が必要とせず，高所でも容易に作業ができ，死荷重増加を抑えることができる工法の検討を進めてきた．

そこで，鋼橋の補修・補強で用いられている軽量かつ高強度，高弾性，高耐久性といった特徴を有する炭素繊維シートを用いた炭素繊維シート接着工法 [1)]の適用性について検討する．本工法は，大掛かりな架設機材や施工に特殊技能を必要とせず，腐食した部材へ直接，炭素繊維シートを貼り付けるのみであるため，高所でも施工が容易で，軽量なため死荷重の増加を抑えることができるといったメリットがある．

本研究では，送電鉄塔構成部材である山形鋼に腐食損傷を模した孔食を設け，そこに炭素繊維シートを接着して補修効果を確認する試験と，炭素繊維シートの種類や積層数を変化させて，健全な山形鋼に炭素繊維シートを接着して補強効果を確認する試験の 2 種類を実施した．本論文では，補強効果確認のために実施した試験結果について報告する．

2. 試験概要

2.1 試験体

本研究で用いた山形鋼は，鋼種 SS400，断面寸法 L-65×65×6 mm, L-45×45×4 mm の 2 種類である．

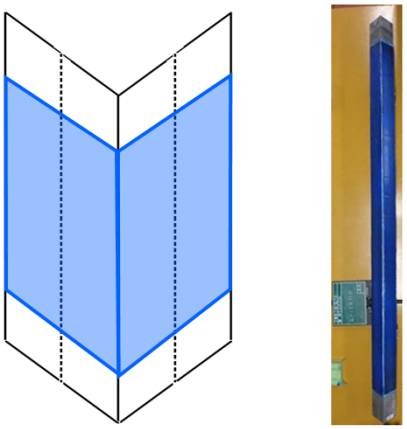

図-1　補修箇所の概略図（施工状況）

炭素繊維シート種別，積層数，部材長をパラメータとして 12 ケース，各ケース 2 体の全 24 体の試験体を作製した．**図-1** に補強の概略図を示す．使用する炭素繊維シートは，高弾性型のトウシート(弾性係数 640 GPa，厚さ 0.143 mm)とストランドシート（弾性係数 640 GPa，厚さ 0.429 mm）である．

本試験では，両端固定条件で載荷できるように，試験体の両端に載荷治具を取り付けて，載荷を行っている．計測項目は，試験体の鉛直変位としている．

3. 試験結果

3.1 最大荷重

表-2 に試験で得られた最大荷重と炭素繊維シート接着工法による補強効果を示す．ここで最大荷重は各ケースともに 2 体の平均値，補強効果はそれぞれ健全時に対する比として計算している．これより，1-10，1-15 シリーズでは十分な補強効果が確認できるものの，2-10，2-15 シリーズでは補強効果がほとんど得られていないことがわかる．これは，断面形状がもともと大きく，シートを貼り付けていない状態でも降伏荷重近傍まで耐荷力があることに起因していると考えられる．そのため，材料自体のばらつきはあるものの，炭素繊維シートを貼った場合でもほぼ降伏での破壊となるため，補強効果が発現しないといえる．

表-1 試験ケース

試験体 名称	炭素繊維 シート種別	施工面	積層数	部材長	断面寸法
1-10C	-	-	-	1,000 mm	L45×4
1-15C	-	-	-	1,500 mm	
2-10C	-	-	-	1,000 mm	L65×6
2-15C	-	-	-	1,500 mm	
1-10R1	ストランド	表 2 面	1	1,000 mm	L45×4
1-10R2			2		
1-15R1	ストランド		2	1,500 mm	
1-15R2			4		
2-10R1	トウシート		1	1,000 mm	L65×6
2-10R2	ストランド		1		
2-15R1	ストランド		1	1,500 mm	
2-15R2			2		

3.2 荷重-変位関係

荷重-鉛直変位関係については，現在詳細な分析を実施している所であり，現時点で結果を示すことができないため，発表会の際に報告できるように準備したい．

表-2 最大荷重と補強効果

試験体 名称	最大荷重 [kN]	補強効果
1-10C	87.08	-
1-15C	66.51	-
2-10C	214.44	-
2-15C	197.58	-
1-10R1	102.95	1.182
1-10R2	100.26	1.151
1-15R1	84.98	1.278
1-15R2	78.04	1.173
2-10R1	214.13	0.999
2-10R2	219.59	1.024
2-15R1	196.86	0.996
2-15R2	185.23	0.937

4. まとめ

本研究では，送電鉄塔構成部材である山形鋼に炭素繊維シート接着工法を適用することによって得られる補強効果を明らかとすることを目的として，一軸圧縮試験を実施した．その結果，炭素繊維シート接着工法によって，耐荷力が向上することが確認できた．今後，試験データの詳細な分析を行い，耐荷力向上のメカニズム等について検証を行いたい．

参考文献

1) 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.