

## プレキャスト FRP を用いた鋼橋桁端部柱の圧縮試験

長岡技術科学大学  
長岡技術科学大学  
高速道路総合技術研究所  
日鉄ケミカル&マテリアル  
ものづくり大学

学生会員  
正会員  
正会員  
正会員  
正会員

○北 光樹  
宮下 剛  
服部雅史, 高原良太  
秀熊祐哉, 櫻井俊太  
大垣賀津雄, Pham Ngoc Vinh

### 1. はじめに

鋼橋の桁端部腐食に対する補修方法の一つに、炭素繊維シートによる方法がある。しかし、現行のマニュアルでは最大 35 層のシート施工を現場で行う必要があり、また、桁端部は複数の部材が入り組んでいてシート施工が煩雑のため、貼り付け工程のみで 10 日以上を要するケースも珍しくない。そこで、現場の省力化・工期短縮を目的とした FRP のプレキャスト化が望まれている。これにより、従来の現場でのシート多層積層施工に代わり、現場の省力化・工期短縮も期待される。

### 2. 研究目的

本研究の目的は、プレキャスト FRP による桁端部補修の有効性の把握である。補修は、ウェブとエンドプレート、垂直補剛材の 3 面に対して行うこと（以下、3 面施工）を基本とした。ここで、1) 現行マニュアルに従った定着長、ずらし量を有するケース、2) 複数の部材が入り組み煩雑な桁端部はプレキャスト FRP の形状が制限されることも多いことから、定着長、ずらし量が短いケース、3) ウェブまたは垂直補剛材とエンドプレートの 2 面施工とするケース、4) さらなる現場の省力化・工期短縮を念頭に、不陸修正前にパテ施工を行うケースについて圧縮載荷試験を行い、有効性について検討する。

### 3. 実験概要

#### (1) 試験体概要

試験体の概形を図-1 に示す。ウェブと垂直補剛材が十字に交わる桁端部を抽出した柱タイプ試験体であり、腐食による減肉を想定し、試験体下方から 100mm 範囲で 75% の断面欠損を与えた。なお鋼種は SS400 である。

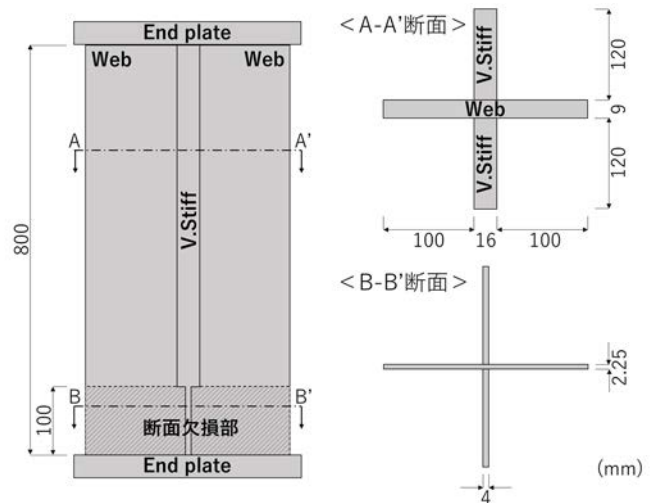


図-1 試験体の概形

表-1 試験ケース一覧

CASE	積層数	定着長 (mm)	ずらし 量 (mm)	備考	目的
	補剛材/ ウェブ				
1	0 / 0	-	-	無補強健全	
2	0 / 0	-	-	無補強欠損有	
3	15 / 9	100	25	従来シート施工	
4	15 / 9	100	25	3面施工	1)
5	15 / 9	50	0	3面施工	2)
6	15 / 9	100	25	3面施工 (不陸前パテ)	4)
7	15 / 9	100	0	3面施工	2)
8	23 / 0	100	25	2面施工	3)
9	0 / 26	100	25	2面施工	3)

#### (2) 実験ケース

実験ケースを表-1 に示す。合計 9 ケースのうち、CASE3 は現行マニュアルに準ずる従来シート施工、CASE4~9 はプレキャスト FRP による補修である。対応する研究目的も表中に示す。

キーワード 鋼桁, 腐食, 桁端部, 炭素繊維シート, プレキャスト, 補修

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

### (3) 荷重方法

載荷容量 2,000kN の油圧式アクチュエータを用い、単調増加で圧縮荷重を行った。

### (4) 補修量の算出

補修には、弾性係数  $6.4 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$  の高弾性炭素繊維シートを用いた。シートの鋼換算断面積が鋼部材の腐食減肉分の断面積を補うよう、下式により FRP の補修量を算出する。

$$A_{f,s} = \frac{E_f}{E_s} \times t_f \times B_f \times n$$

ここで、 $A_{f,s}$ ：シートの鋼換算断面積( $\text{mm}^2$ )、 $E_f$ ：シートの弾性係数( $\text{N/mm}^2$ )、 $E_s$ ：鋼材の弾性係数( $\text{N/mm}^2$ )、 $t_f$ ：シートの設計厚( $\text{mm}$ )、 $B_f$ ：シートの設計厚( $\text{mm}$ )、 $n$ ：シートの積層枚数。

## 4. 実験結果

### (1) 破壊挙動

各ケースの荷重－鉛直変位関係を図-2 に示す。図中に示す横線は降伏荷重を示し、大きいものから順に、CASE2~9 健全部(1,817kN)、CASE1(1,687kN)、CASE2~9 断面欠損部(454kN)の降伏荷重である。健全試験体(CASE1)について、初期剛性は理論値通りであり、最大荷重は降伏荷重まで到達している。

### (2) 最大荷重

各ケースの最大荷重を図-3 に示す。従来シート施工のCASE3 について、最大荷重が健全時(CASE1)まで到達していないものの、これは柱タイプ試験体であるためにウェブの有効幅が十分でなかったことが原因として考えられる。欠損有(CASE2)と比較すると、十分な補修効果があることから、プレキャスト FRP についてはCASE3 を基準として評価する。プレキャスト FRP 施工のCASE4~9 について、いずれも健全時(CASE1)の耐力までは回復しないものの、欠損有(CASE2)と比較すると、十分な補修効果が確認される。しかし、定着長とずれ量が短いCASE5 については、CASE3 の最大荷重まで到達しなかった。

### (3) 最大荷重以降の挙動

図-2 にもとづいて、最大荷重以降の挙動に着目する。CASE3、CASE4 および CASE6 では、延性的な破壊挙動となっている一方で、CASE5 および CASE7 では、脆性的な破壊挙動が確認できる。これは、最大荷重以降に、炭素繊維が鋼部材からはく離したことに起因する。2面施工のケースについて、CASE8 および CASE9 とともに、

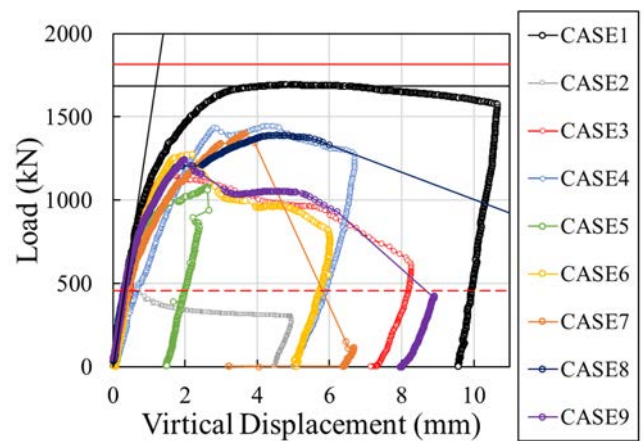


図-2 荷重－鉛直変位関係

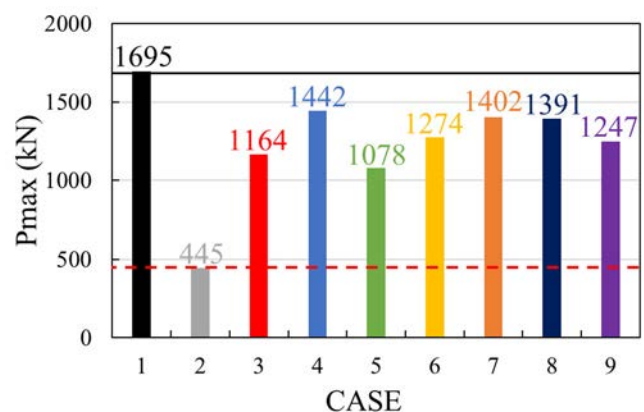


図-3 最大荷重

最大荷重直後しばらくは延性的な破壊挙動が確認できるが、鉛直変位がそれぞれ 6.0mm (CASE8)、6.2mm (CASE9) となる時に脆性的な破壊挙動となっている。これは、CASE5 および CASE7 と同様、炭素繊維が鋼部材からはく離したことに起因しており、急激な耐力低下がみられた。

## 5. まとめ

本研究では、プレキャスト FRP による鋼橋桁端部補修の有効性の把握を目的とし、十字柱試験体の圧縮試験を実施した。得られた知見を以下に示す。

- ・従来施工と比較して、現行マニュアルに従うプレキャスト FRP による補修の有効性が確認された。
- ・定着長とずれ量が短い場合、ならびに 2 面施工による補修については、最大荷重以降に脆性的な破壊挙動がみられるため、留意する必要がある。

### 参考文献

- 1) NEXCO 総研：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，2020.7