

AFRP シート接着工法により曲げ補強した H 形鋼梁の静載荷実験

室蘭工業大学大学院 正会員 ○ 栗橋 祐介
室蘭工業大学大学院 正会員 小室 雅人

三井住友建設(株) フェロー 三上 浩
釧路工業高等専門学校 フェロー 岸 徳光

1. はじめに

本研究では、鋼構造物の耐衝撃性向上法として FRP シート接着工法に着目し、その補強効果を検討するための基礎資料の収集を目的に、FRP シートで曲げ補強した H 形鋼梁の 4 点曲げ静載荷実験を行ったので報告する。

2. 実験概要

表 1 には、本実験に用いた試験体の一覧を示している。試験体数は、無補強の他、補強方法を 4 種類に変化させた全 5 体である。N 試験体は無補強であり、A830 および A1245 試験体はそれぞれ目付量 830, 1245 g/m² の AFRP シートで曲げ補強した試験体である。また、A830-P および A830-S 試験体は、目付量 830 g/m² の AFRP シートと鋼梁底面の間に、それぞれポリエチレンテレフタレート (PET) 製 FRP シート (以後、PFRP シート) と、厚さ 1.5 mm の薄鋼板を用いた試験体である。表 1 に示している補強材の弾性域における曲げ剛性は、後述の表 2 に示す各材料の力学特性を用いて算出した。

図 1 には、H 形鋼梁の形状寸法、補強概要およびひずみゲージの貼り付け位置を示している。H 形鋼梁の底面には、表 1 に示した各種補強材を接着している。なお、本実験では、既設構造物の補修補強を対象としているため、接着範囲は梁中央部から両支点の 5 cm 程度内側までの範囲としている。図 2 には、A830-P および A830-S の補強概要を示している。それぞれ H 形鋼梁下フランジ下面に PFRP シートおよび薄鋼板を接着した上に、事前含浸した目付量 830 g/m² の AFRP シートを接着している。薄鋼板の幅は下フランジ幅 150 mm に対して 120 mm とした。なお、補強を施す H 形鋼梁下フランジ下面部は、あらかじめブラスト処理およびプライマー塗布を行っている。

H 形鋼梁のフランジおよびウェブの降伏強度は、それぞれ $f_y = 310$ MPa および 380 MPa であり、表 2 には各補

表 1 試験体一覧

試験体	補強材	弾性域における曲げ剛性 (MNm ²)
N	-	5.05
A830	AFRP (830g/m ²)	5.14
A1245	AFRP (415g/m ²) + AFRP (830g/m ²)	5.19
A830-P	PFRP (1250g/m ²) + AFRP (830g/m ²)	5.15
A830-S	薄鋼板 (1.5mm) + AFRP (830g/m ²)	5.47

強材の力学的特性値の一覧を示している。なお、各材料の力学的特性値において、鋼材は 5 号試験片による引張試験結果、AFRP および PFRP シートは公称値である。

3. 実験結果と考察

3.1 荷重－変位関係

図 3 には、各試験体の荷重－変位関係に関する実験結果を示している。図より、A830 および A1245 試験体の場合には、目付量が大きいくほど降伏荷重が増大していることがわかる。最大荷重も目付量が増加するほど大きくなっているものの、最大荷重時変位は小さい。これは、AFRP シートの曲げ補強量の増加により、梁の曲げ剛性が向上する一方で、上フランジの負担が大きくなり、局所変形したことによるものと推察される。

A830-P 試験体は、降伏後の増加勾配が A830 試験体よ

表 2 各補強材の力学的特性値

補強材料	目付量 (g/m ²)	厚さ (mm)	弾性係数 (GPa)	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	破断ひずみ (μ)
AFRP	415	0.286	118	-	2060	17,500
	830	0.572				
PFRP	1250	0.906	10	-	740	70,000
薄鋼板	-	1.5	206	310	436	-

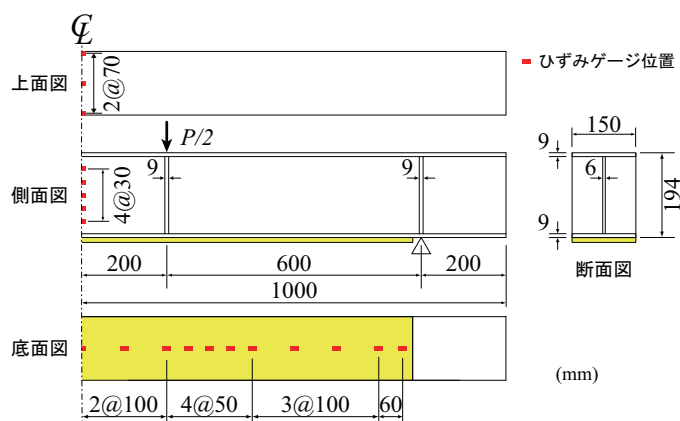


図 1 試験体の形状寸法



図 2 A830-P, A830-S 試験体の補強概要に関する断面図

キーワード：H 形鋼梁，FRP シート，曲げ補強，変形性能

連絡先：〒 050-8585 室蘭工業大学大学院 くらし環境系領域 社会基盤ユニット TEL/FAX 0143-46-5225

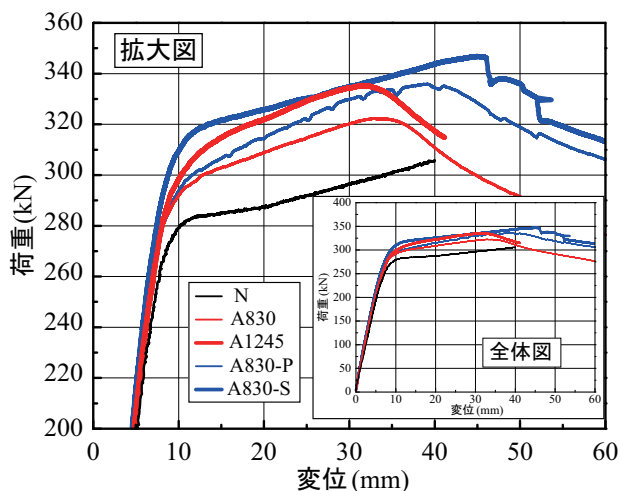


図3 荷重-変位関係

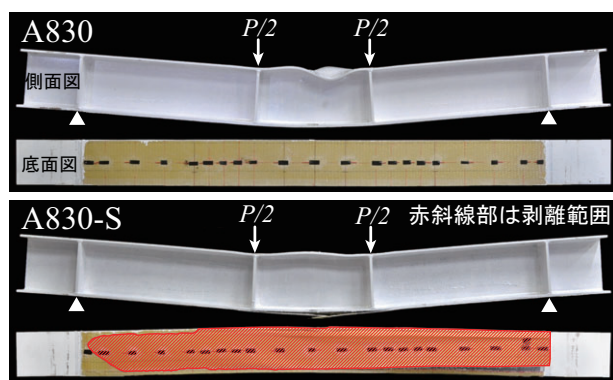


写真1 各補強試験体の変形状況

りも大きい。これは、変形量の増加に伴って PFRP シートの補強効果が大きく出現していることによるものと推察される。このことは、曲げ補強後における H 形鋼梁の変形性能は、低弾性係数のシートを併用することにより向上可能であることを示唆している。A830-S 試験体は、全ての試験体中で最も降伏荷重が大きい。これは、薄板接着による曲げ剛性の向上によって降伏荷重も大きく増加することを示しており、薄鋼板を併用することで効果的に降伏荷重を改善できるものと判断される。

3.2 破壊性状および接着試験結果

写真1には、実験終了後における A830 および A830-S 試験体の変形状況を示している。それぞれスパン中央部の上フランジおよびウェブが座屈していることが分かる。A830 試験体の場合にはシートの剥離は見られなかった。なお、A1245 及び A830-P 試験体の場合にも同様にシート剥離は見られず、点検棒による打音検査によっても浮きなどの変状は確認されなかった。

一方、A830-S 試験体の場合には、AFRP シートが薄鋼板の幅方向端部で軸方向に断裂し、薄鋼板上のシートが剥離している。これは、薄鋼板端部の段差部近傍(図2参照)で、シートに作用する軸方向応力・ひずみに差異が生じたことによるものと推察される。なお、薄鋼板と鋼梁と

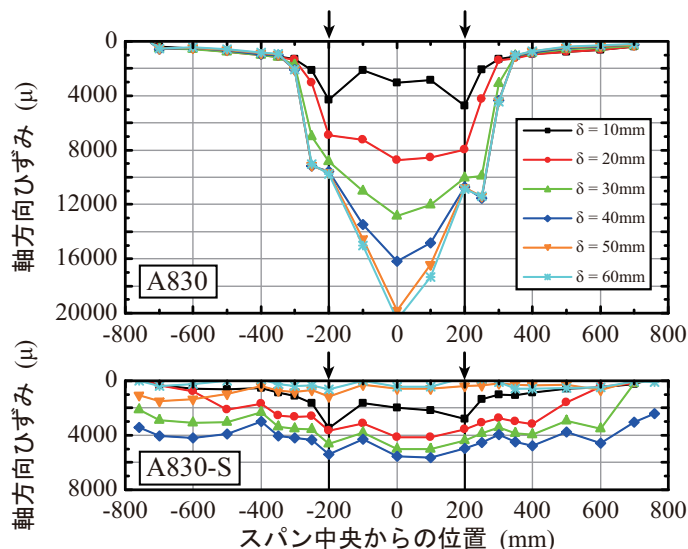


図4 AFRP シートの軸方向ひずみ分布性状

の接着は実験終了後においても十分に確保されていた。

3.3 AFRP シートの軸方向ひずみ分布性状

図4には、降伏後における A830 および A830-S 試験体の軸方向ひずみ分布を各変位毎に示している。図より、A830 試験体の場合には、変位の増加に対応してひずみが徐々に増加する傾向にあり、特にスパン中央部のひずみが顕在化している。このような傾向は、A1245 および A830-P 試験体の場合も示されている。このような現象は、等曲げ区間の上フランジが座屈し断面二次モーメントが減少したことにより、この部分の曲率が大きくなったことによるものと推察される。

A830-S 試験体の場合には、変位 $\delta = 20$ mm 時以降から AFRP シートのひずみが均等化する傾向を示しており、 $\delta = 30$ mm 時には均等化の範囲が支点近傍まで拡大している。これは、薄鋼板に接着しているシート剥離が変位の増加に伴って進展したことによるものと推察される。但し、シートのひずみは、変位 $\delta = 40$ mm 程度までは増加していることから、この時点までは全面剥離には至っていないものと推察される。しかしながら、変位 $\delta = 50$ mm 以上では、全ての計測点でひずみがほぼ零まで低下していることから、全面剥離に至っていることが分かる。

4. まとめ

- 1) AFRP シートの H 形鋼梁との付着性能は、スパン中央部が座屈して大変形に至るまで確保される。
- 2) シート補強量を増加させることによって H 形鋼梁の曲げ剛性も向上し、降伏および最大荷重が増加し、最大荷重時変位は小さくなる傾向にある。
- 3) 低弾性シートを併用する場合には、降伏後に補強効果が発揮され、変形性能を向上させることができる。
- 4) 薄鋼板を併用する場合には、曲げ剛性が向上することにより降伏荷重を増大させることができる。