

ハンドレイアップ型材で構成した GFRP 梁の曲げ強度

岩手大学工学部

岩手大学大学院

岩手大学工学部

日本エフ・アール・ピー（株）技術部

学生員 ○栗田 真輝

学生員 山本 竜一

正会員 大西 弘志

西田 雅之

1. はじめに

近年，わが国では道路橋の老朽化が問題となっている．このような状況に対応するため，各道路管理団体は道路橋の維持管理の効率化や長期計画の策定などを進めているが，根本的に現況を改善するためには一定の割合で既存構造物を現行の構造物よりも耐久性に優れた構造物に置き換え，維持管理業務等自体を削減する必要がある．このための方策の一つとして，現行の建設材料よりも耐久性に優れた材料により構造物を構成することが考えられるようになっている．このときに使用される材料の候補の一つとして繊維強化樹脂（Fiber Reinforced Plastics : FRP）がある．ガラス強化ポリマー(GFRP)は，従来の材料にない耐食性を有しており土木分野への適用に向けた研究開発に期待されている．そこで著者らは引き抜き成形法と比較して成形断面に自由度があるハンドレイアップ成形法で作成した GFRP 材を用いた I 桁に着目し，構造部材としての適用性を検討した．GFRP は多くの利点を持つ反面，鋼材や炭素繊維強化ポリマー(CFRP)に比べ曲げ剛性やせん断剛性が相対的に小さくなってしまいうというデメリットが存在する．

本研究では，GFRP 部材の剛性向上を目的とし，図-1に示すように，I 桁の下フランジ上面にカーボンシートを積層し，合成構造化したものに対し力学的挙動を静的載荷試験によって検討した．

2. 実験概要

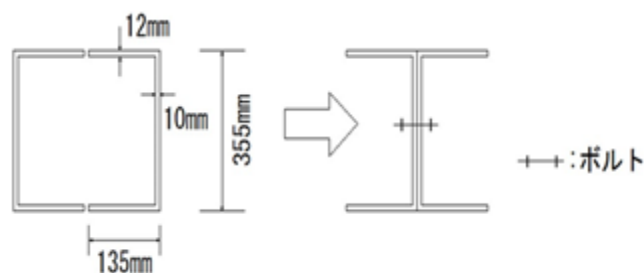
(1)試験体概要

試験体について図-2 に示す．本試験では，図-2 に示す断面を有する GFRP で作られた I 桁を 5 本製作した．5 体の試験体のうち，ボルト 5 本で結合したものを BEAM#1~BEAM#3 とし，ボルト 19 本で結合したものを

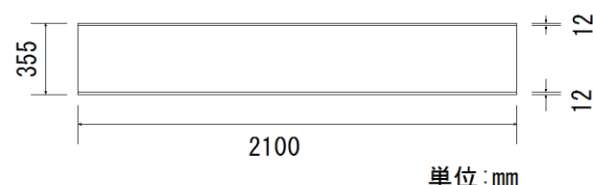
を BEAM#4~BEAM#5 とした．ボルトの位置は，図-3に示す．また，BEAM#3 と BEAM#5 は下フランジに CFRP シートで補強している．

(2)試験方法

今回の実験では供試体に対して 4 点曲げによる載荷試験を行った．本試験による載荷位置を図-4 に示す．

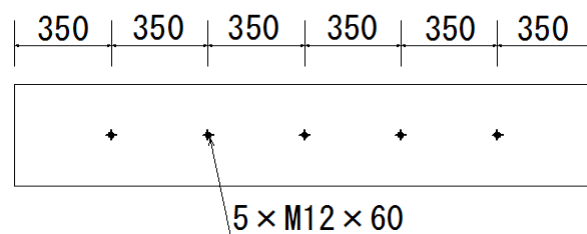


(a) 断面詳細

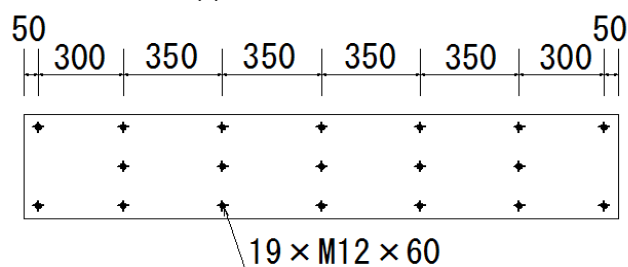


(b) 試験体側面図

図-2 試験体概要



(a) BEAM#1~BEAM#3



(b) BEAM#4~BEAM#5

図-3 ボルト位置

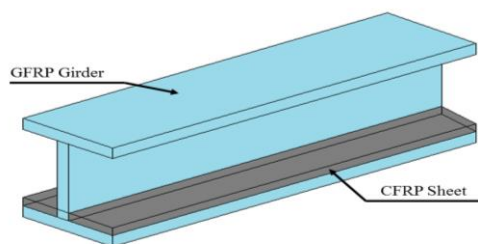


図-1 合成構造化した I 桁

キーワード: GFRP, ハンドレイアップ成形, 接着接合, 曲げ強度

連絡先: 〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学工学部 社会環境工学科

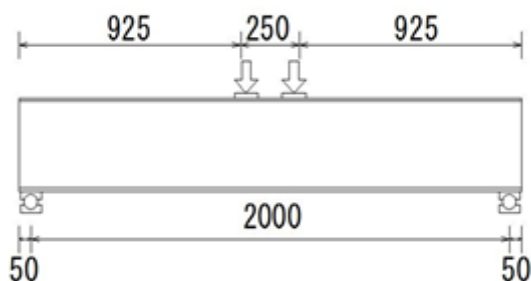


図-4 荷重位置

表-1 最大荷重と最大変位

Bending tests	Maximum load(kN)	Maximum displacement(mm)
Beam#1	286.72	20.22
Beam#2	273.89	20.31
Beam#3	286.22	18.92
Beam#4	332	26.12
Beam#5	285.1	20.02

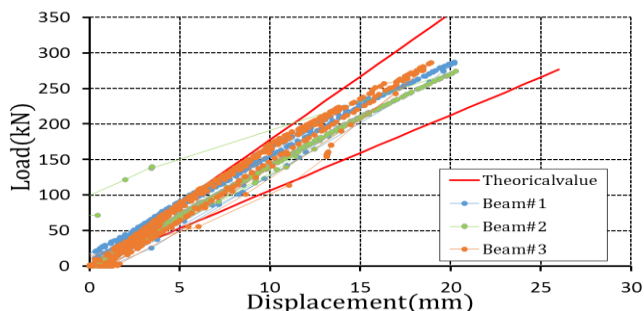
また、荷重試験として特定のタイミングで荷重と除荷を繰り返し行った。

3. 実験結果と考察

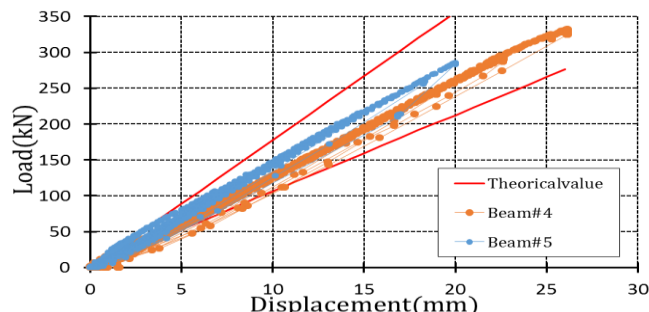
荷重-変位関係

試験における荷重-変位関係を図-5 に示す。また、各供試体の最大荷重と最大変位を表-1 に示す。この結果より、ボルトの本数を増やすと曲げ耐力が向上していることがわかる。CFRP シートで補強した BEAM#5 と補強していない BEAM#4 を比較すると、同じ荷重をかけた時に BEAM#4 より BEAM#5 のほうが変位が小さいことから、CFRP シートによる曲げ耐力の向上がみられた。理論値に着目すると、繊維含有率 55%と 100%の間に曲線が収まっていることから、ほぼ解析と一致した実験結果を得ることができたと考えることができる。

今回の実験では桁の損傷度を表現する方法として曲げ剛性の変動として表現する方法を試みた。そのため、試験結果である荷重-変位関係の弾性範囲から得られる曲げ剛性 EI を表-2 に示す。表より、同本数のボルト接合を行った試験体間では、CFRP による補強を行った試験体の方が若干の弾性係数の向上がみられたが、補強効果による大幅な剛性の向上はみられなかった。その原因としては、荷重に伴い下フランジに補強した CFRP シートが剥離してしまったことが考えられる。また、この試験体では I 型断面を作成する際として計算しているが、コ型断面をウェブ背面で接着剤を用いて作成しているため、実験ではその接着層での変形、破壊が起こったことによりボルト本数を増やしているにもかかわらず荷重ひずみ関係から得られる弾性係数が小さくなってしまったと推測できる。今後は、接着層に関してもその破壊による影響についても検討を行う必要があると考えられる。



(a) BEAM#1~BEAM#3



(b) BEAM#4~BEAM#5

図-5 荷重-変位曲線

表-2 変位-荷重による剛性評価

ボルト数	補強	EI(kN・mm ²)
5	なし	14.716
5	なし	14.04
5	CFRP	15.191
19	なし	13.116
19	CFRP	14.103

4. まとめ

今回の実験における FRP 桁は弾性的に挙動し、破壊の直前まで塑性的な挙動は認められない。また、破壊の形態はボルト数 5 本の供試体の場合、接着層の剥離であり、局所的な破壊はみられなかった。ボルト数 19 本の場合は上フランジの圧縮破壊による層間剥離がみられた。下フランジに CFRP を積層させることにより、FRP の合成桁は剛性を向上させる可能性を示した。

参考文献

- 1) Julio F. Davalos, An Chen, Pizhong Qiao:FRP Deck and Steel Girder Bridge Systems: Analysis and Design
- 2) Lawrence C. Bank:Composites for construction:Structural Design with FRP Materials
- 3) 橋本国太郎,LEE EngMing,杉浦邦征,西崎到,日比英輝:鋼・GFRP 合成桁の曲げ挙動に関する研究
- 4) 野阪克義,久部修弘,松村政秀:CFRP 板補強 GFRP 桁の拡幅歩道橋への適用に関する実験的検討