

GFRPを用いた鉄筋コンクリート梁の挙動について

徳山高専 学生会員 ○石田さやか
 徳山高専 正会員 重松恒美
 徳山高専 正会員 原隆

1.はじめに

梁や柱などに高い耐荷力や靱性を与える方法として、コンクリートの拘束効果を利用することが考えられている。拘束効果とは、コンクリートが圧縮力により横方向に引張られようとする力を拘束し、圧縮材に高い強度と耐荷力を与えることである。本研究では、GFRPを鉄筋コンクリート梁の圧縮部に挿入し、これを用いて得られる拘束効果を利用し、コンクリートに高い強度や耐荷力を与え、曲げに対する耐荷力や靱性の向上を検討することを目的とする。

2.実験供試体

コンクリートの設計圧縮強度は $f'_{cd}=18\text{N/mm}^2$ とし、主鉄筋はSD295D13、組立筋とスターラップには、SD295 $\phi 6$ を使用した。GFRPはポリ樹脂を用い30cmの円筒状に加工した。供試体は図-1に示すように $200 \times 1800 \times 100\text{mm}$ の単鉄筋長方形梁とし主鉄筋は3本、スターラップは10cm間隔で配置した。補強位置は圧縮部の30cm区間で補強なし(A)、らせん鉄筋(SR235 $\phi 6$)(B)、GFRP層2層(C)3層(D)の計4タイプとした。図-2は加工したGFRPを梁の中心部に埋め込んだものでタイプC、Dの梁の様子を示す。供試体に用いた材料特性は表-1に示す。

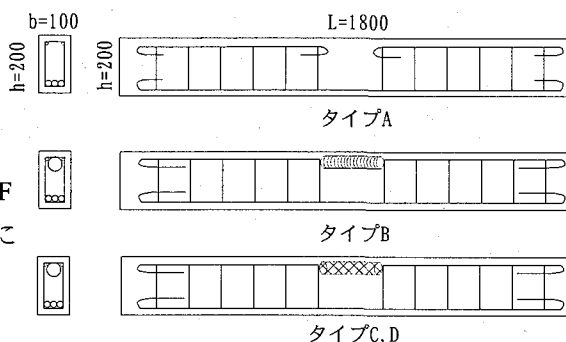


図-1 試験体形状図



図-2 タイプC、D

3. 実験方法

供試体はスパン1700mm両端ヒンジ支持とし、載荷は図-3に示すようなサーボアクチュエーターを用い、変位制御による載荷を行った。載荷は支間30cmの4点曲げで行った。変位計測は変位変換器を用い鉛直方向の変位を測定した。載荷中、試験体にひび割れが生じた場合、一旦載荷を中断しひび割れを記入した。

4. 実験結果

実験によって得られた荷重変位曲線を図-4に示す。図に示す変位は梁中央部とする。また、最大荷重と破壊時または、最大荷力の80%の荷重となったときの変位を表-2に示す。

1)タイプA

補強を全く行わなかった場合では、下端からのひび割れが生じ、コンクリート上面の圧縮破壊がみられた。過鉄筋量であることからコンクリートが先に圧壊し、主鉄筋が降伏した。56kNを過ぎたあたりで、荷重の減少は進行し変位も増加した。変位が50mmに達するまでに、荷重の減少は急激に進んだ。

表-1 材料特性

Type	強度 (MPa)	ヤング係数 (GPa)
コンクリート	圧縮 22	24
$\phi 6$ (SD295)	引張 223	117
D13 (SD295)	引張 517	189
GFRP	引張 43	12.8

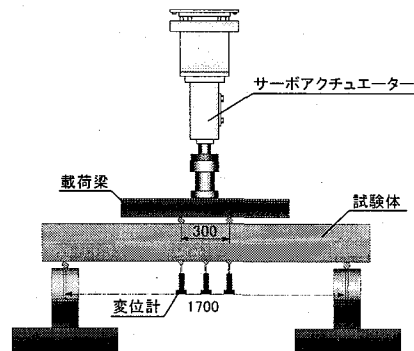


図-3 実験装置

2)タイプ B

圧縮部の中心にらせん鉄筋を埋め込んだ場合では、タイプ A と同様のひび割れを生じた。荷重が減少に転じた後、コンクリートは剥離し主鉄筋も降伏に至った。コンクリートの圧縮部にらせん鉄筋を埋め込んだことで、変位の増加とともに荷重の増加がみられた。

3)タイプ C

圧縮部の中心に GFRP 層 2 層を埋め込んだ場合では、下端からのひび割れが生じ、次にコンクリートの剥離が生じた。荷重が減少に転じてからはコンクリートの圧壊後、主鉄筋が降伏し GFRP により、わずかではあるが荷重は一定に保たれた。その後、荷重は減少し変位は増加した。

4)タイプ D

圧縮部の中心部に GFRP 層 3 層を埋め込んだ場合では、タイプ C と同様に下端からのひび割れが生じた後、上面にも徐々にはがれ落ちるようなひび割れが生じた。タイプ D では、主鉄筋が先に降伏しコンクリートの圧壊、GFRP の破壊がみられた。荷重が 50kN を過ぎたあたりで荷重は増加傾向を示した。梁の曲げが進行したことで荷重の急激な減少が生じた。その後はタイプ C と同様な変形がみられた。

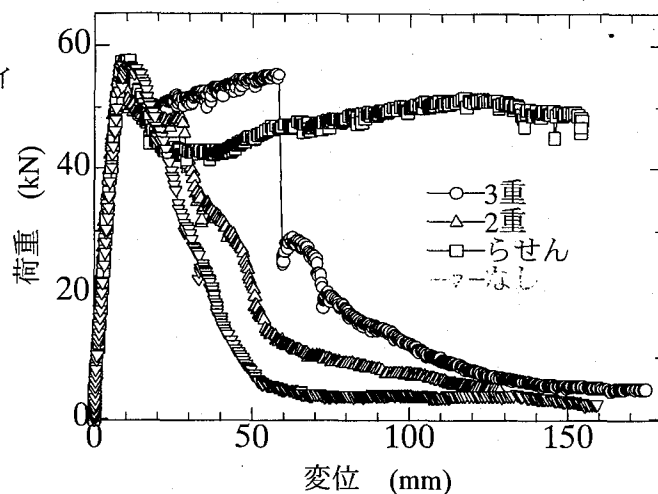


図-4 荷重変位曲線

表-2 最大荷重,最大変位

Type	最大荷重 (kN)	最大変位 (mm)
A	56.8	20
B	57.7	19
C	57.5	28
D	57.9	58

5.考察

1) タイプ C,D のコンクリート上面部に生じるひび割れは、GFRP の中にあるコンクリートが圧縮力を受け、膨張したために生じたと考えられる。また、中央部の剥離が大きかったのは、GFRP とコンクリートの付着が不十分であったためだと考えられる。

2) タイプ B~D では、荷重が減少に転じた後、荷重の一定区間や増加がみられた。タイプ B ではらせん鉄筋による大きい靱性の向上がみられ、タイプ C,D では GFRP の持つ拘束力によって急激な荷重の減少を防げたと考えられる。また、タイプ C に比べタイプ D では荷重の増加がみられたことから、GFRP 層を増すことで梁の圧縮部の拘束力が増加したと考えられる。図-5 には実験後の拘束域内でのコンクリートの圧壊を示す。

3) 供試体は過鉄筋量であったがタイプ A~C ではコンクリートの圧壊後主鉄筋の降伏が生じ、タイプ D では、主鉄筋の降伏が先に起き曲げ破壊に至った。これは GFRP 圧縮部に埋め込んだことで、圧縮部の耐荷力が増加したためであると考えられる。

以上のことから、らせん鉄筋や GFRP を梁の圧縮部に埋め込むことで拘束効果が得られたと考えられる。しかし、2層3層の GFRP は大きい拘束圧に対して引張破壊を生じて、らせん鉄筋ほど靱性の向上はみられなかった。さらに GFRP 層を増すことで拘束力の増加が期待できると考えられる。

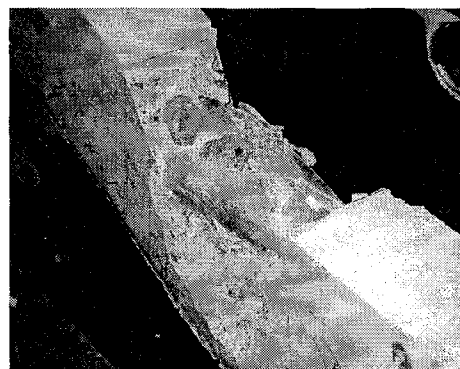


図-5 実験後の拘束域