

超軽量 FRP 複合床版の強度特性に関する基礎的研究

新日鉄住金マテリアルズ(株) 正会員 ○小林朗, 秀熊佑哉
ものつくり大学 正会員 大垣賀津雄

1. はじめに

災害時に使用される応急橋梁は鋼材等を使用しているため比較的軽く、専用運搬・架設機材が必要となる¹⁾。そのため、軽量化して容易に空輸や架設ができるように更新したいというニーズがある²⁾。そこで、本研究は、超軽量応急橋梁を開発するため、その基礎的研究として、FRP 複合床版を制作し、その耐荷性能を調査した。GFRP ハニカムをコア材料とする GFRP サンドイッチパネルの上下面に高強度炭素繊維シート（以下、CFRP シートと呼ぶ）を貼付けて、FRP 複合床版を試作した。

この FRP 複合床版の曲げ実験と押抜きせん断実験を行い、基本的な強度特性を把握した。

2. 実験概要

(1) 供試体

図 1 に示すように、厚さ 134mm の GFRP 製のハニカムコア材の上下に GFRP スキンプレートを一體成型したサンドイッチパネルの上下表面に CFRP シートを接着補強した FRP 複合床版を試作した。曲げ試験体の補強仕様を表 1 に、押抜きせん断試験の補強仕様を表 2 に、使用材料の機械的特性を表 3 に示す。曲げ試験体は、幅 1,000mm、長さ 4,000mm、押抜きせん断試験体は幅 1,000mm、長さ 1,200mm とした。

(2) 実験方法

曲げ実験では図 2 に示す通り、2 点载荷の 4 点曲げ载荷を行った。押抜きせん断実験では図 3 に示す通り、2 辺単純支持、2 辺チャンネル材補強した状態で、道路橋示方書の輪荷重接地面相当の载荷板 (200×500mm) にて载荷を行った。

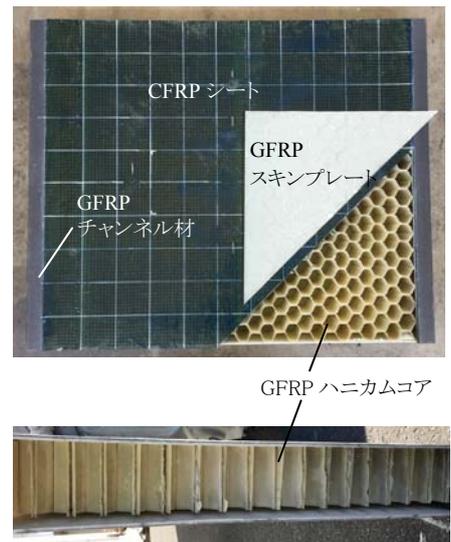


図 1 FRP 複合床版の構造

表 1 曲げ供試体の補強仕様

CASE	補強仕様
CASE1	CFRP シート無し
CASE2	CFRP シート上下 1 層
CASE3	CFRP シート上下 2 層

注) 支間方向のみ CFRP シートを貼付けた。

表 2 押抜きせん断供試体の補強仕様

CASE	補強仕様
CASE1	CFRP シート無し
CASE2	CFRP シート X 方向のみ上下 1 層
CASE3	CFRP シート X, Y 方向上下 1 層
CASE4	CFRP シート X 方向上下 2 層, Y 方向上下 1 層

表 3 使用材料の機械的特性

種類	板厚 mm	ヤング係数 N/mm ²	引張強度 N/mm ²
CFRP シート	0.167×層数	2.67×10 ⁵	5562
エポキシ接着樹脂	—	—	60
GFRP ハニカムコア	3.25	1.05×10 ⁴	131
GFRP スキンプレート	4.00	1.15×10 ⁴	141

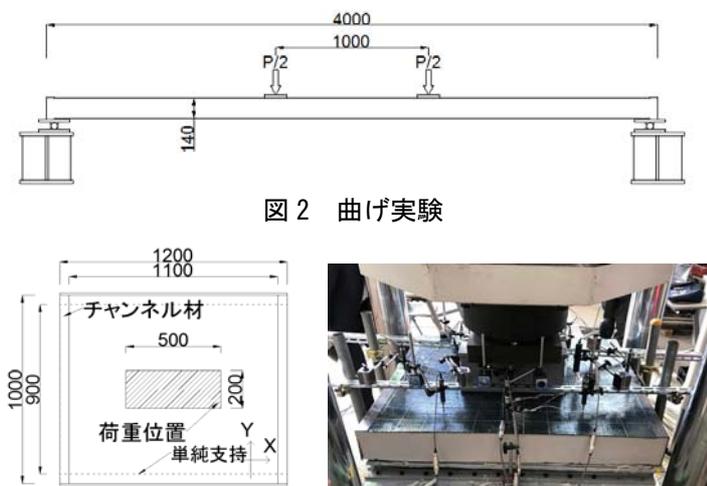


図 2 曲げ実験

図 3 押抜きせん断実験

キーワード CFRP, GFRP, ハニカム, 複合床版, 緊急橋梁

連絡先 〒104-0061 東京都中央区銀座 7-16-3 (日鐵木挽ビル 5 階), Tel: 03-6859-3441

3. 実験結果

(1) 曲げ実験

CASE1~3 供試体の荷重と支間中央鉛直変位の関係を図4に示す. CFRP シートで補強した CASE2, 3 では床版の曲げ剛性が増大し変位が小さくなった. CASE1~3 とともに図5に示すように下フランジ側の GFRP ハニカムと GFRP スキンプレーートの接着界面の水平せん断破壊が生じた. そのため, シート補強をした CASE2, 3 では最大荷重は, CASE1 より増加したが, CFRP シートより破断ひずみの小さい GFRP スキンプレーートの引張破断を仮定した計算値まで至らず, 計算値より低い荷重で破壊した.

(2) 押抜きせん断実験

CASE1~4 供試体の荷重と鉛直載荷板近傍変位の関係を図6に示す. また, 弾性限界荷重, 破壊荷重および最大荷重を表5に示す. 押抜きせん断実験では CASE1~4 とともに弾性限界を超えた後, 一度荷重が低下したのち再び荷重が増加し図7の様にスキンプレーートが剥がれて破壊した. CASE1,2,4 では弾性限界荷重よりも高い荷重で破壊した.

4. まとめ

(1) 今回の実験では, 曲げ実験, 押抜きせん断実験とも CFRP シートによる補強効果は見られたが, CFRP による補強効果を十分発揮する前に, GFRP ハニカムとスキンプレーートが剥離して破壊が発生することがわかった.

(2) ハニカムとスキンプレーートの接着強度が高くなるように, 改良する必要があることがわかった.

本研究を行うにあたり, AGC マテックス株式会社の林耕四郎氏, 西田賢二氏, ものづくり大学建設学科橋梁・構造研究室の昆裕樹君はじめ関係者に多大な協力を賜りました. ここに記して感謝申し上げます.

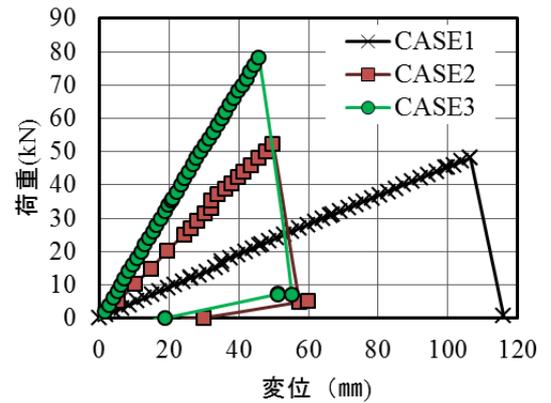


図4 曲げ実験 荷重と変位の関係



図5 曲げ実験供試体 水平せん断破壊状況

表4 曲げ試験 最大荷重(kN)

	実験値	計算値
CASE1	48.6	110.7
CASE2	53.2	271.2
CASE3	78.1	436.4

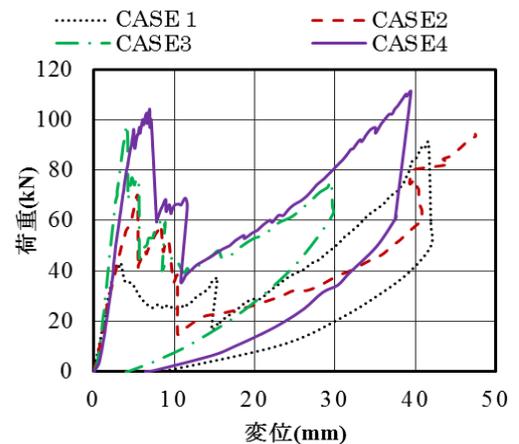


図6 押抜きせん断実験 荷重と変位の関係

表5 押抜き実験 弾性限界と最大荷重(kN)

	弾性限界荷重	破壊荷重	最大荷重
CASE1	44.0	91.8	91.8
CASE2	70.1	95.8	95.8
CASE3	99.3	76.7	99.3
CASE4	104.8	111.3	111.3

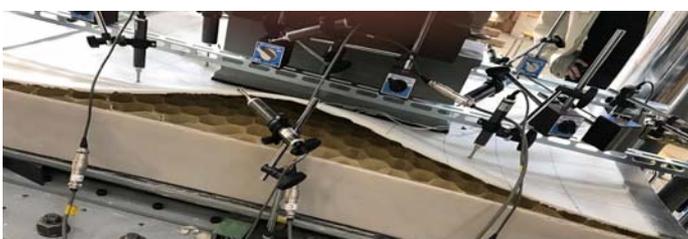


図7 押抜きせん断実験供試体 破壊状況

参考文献

- 1)伊藤一雄：陸上自衛隊の架設器材の概要と災害派遣事例, 橋梁基礎, 2012.8
- 2)中田光洋, 國方貴光：機動展開をサポートする橋梁軽量化技術, 防衛省・自衛隊60周年, 防衛技術シンポジウム2014, 2015.2