# 一体成形サンドイッチパネル床版の曲げ変形特性および耐荷力の検討

東京都立大学大学院 学生員 ○辻本輝司 東京都立大学 正会員 中村一史

## 1. はじめに

近年,軽量で耐食性に優れたガラス繊維強化プラスチック (以下,GFRPとよぶ)製の検査路が適用されている<sup>1),2)</sup>.特 に,GFRPの特性を活かしたトラス桁形式検査路が開発され, 実用化されている<sup>3)</sup>.この検査路では,図-1に断面図を示す ように,組み立て式サンドイッチパネル床版(以下,従来形式 とよぶ)が採用されている.作製には,コア材(硬質発砲ウ レタン),GFRP溝形材,スキンプレートを手作業で接着し, 組み立てる必要があるため,コスト面で課題がある.

そこで、図-2 にその断面図を示すように、GFRP 検査路の 床版として、一体成形サンドイッチパネル床版を試作した. この床版は、コア材の塩化ビニル硬質発泡体と GFRP スキン プレートをインフュージョン成形によって一体で加工される ため、製作コストを抑えることができるほか、従来形式より 軽量化できる利点がある.また、図-2 の向きに設置すること で、フランジ部分をつま先板兼用とすることができる.

本研究では,試作した一体成形サンドイッチパネル床版の GFRP 検査路への適用性を検討することを目的として,床版長 手方向および床版支間方向の曲げ試験を行い,その曲げ変形 特性および耐荷力を検討した.

### 2. 検討対象および解析手法

検討対象は、一体成形サンドイッチパネル床版である.床板の形状が上下で非対称であるため、床版の上下の向きをパラメータとして検討した.ここでは、図-2に示したように、つま先板を上向きにしたものを C 形、下向きにしたものを逆 C 形とよぶ.また、有限要素解析を行うことで、実験の妥当性を検討した.各部材の解析モデルを、GFRPスキンプレートは4節点板要素、塩化ビニル硬質発泡体は8節点ソリッド要素、樹脂柱は2節点ビーム要素として作成した.

## 3. サンドイッチパネル床版の曲げ載荷試験

#### 3.1 試験概要

一体成形サンドイッチパネル床版の曲げ特性を明らかにす るために、長手方向の曲げ載荷試験を、また、踏面に対する 耐荷力を把握するために、床版支間方向に対する曲げ載荷試 験をそれぞれ行った.表-1に、サンドイッチパネル床版の曲 げ載荷試験の条件を示す.長手方向の曲げ載荷試験における 荷重条件は、3点曲げ載荷、4点曲げ載荷の2ケースとし、荷 重の載荷には重錘を用いた.床版支間方向に対する試験では、 4点曲げ載荷を行い、荷重の載荷には、荷重容量150kN、最大 ストローク50mmの電気油圧サーボ式疲労試験機を用いて、 破壊まで載荷した.支持条件は、両試験で単純支持とした. 図-3に、長手方向および床版支間方向の試験状況を示す.



図-2 一体成形サンドイッチパネル床版(C形)の断面図

表-1 サンドイッチパネル床版の曲げ載荷試験の条件

方向	支間長 (mm)	載荷方法	荷重条件
長手	5630	3点曲げ	支間中央に800N載荷
	5630	4点曲げ	両支点から2065mmの位 置に400Nずつ載荷
床版支間	640	4点曲げ	両支点から200mmの位 置に載荷



(a) 長手方向 (b) 床版支間方向 図-3 サンドイッチパネル床版4点曲げ載荷試験の状況



キーワード 一体成形サンドイッチパネル床版, GFRP 検査路, スキンプレート, つま先板, 曲げ変形, 耐荷力 連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 東京都立大学 TEL.042-677-1111 内線(4564)

#### 3.2 床版長手方向の曲げ特性

図-4,図-5に、3点、4点曲げ載荷の実験と解析によるたわみ 分布をそれぞれ示す.図より、床版の設置向きを変えること によるたわみ量の差は、3点、4点曲げ載荷どちらの場合にお いてもほとんど差が生じないことがわかる.実験では、床版 をC形に設置する方が、3点、4点曲げ載荷どちらにおいても、 たわみ量は若干大きくなることがわかった.これは、上向き に設置した場合、床版のフランジ部分が圧縮力を受けて、わ ずかに面外変形したことによるものと考えられる.一方、解 析では、たわみ量がC形、逆C形でほとんど差異は生じなかっ た.これは、解析ではフランジ部の面外変形が考慮されてい ないためと考えられる.荷重の作用が小さい範囲においては、 床版の向きによる影響は小さく、たわみも解析よって評価で きるといえた.

#### 3.3 床版支間方向の曲げ特性

図-6 に、荷重と支間中央部の鉛直変位の関係を実験値、解 析値に加え、Timoshenko はり理論による計算値も併記して示 す.図より、各ケースで、ほぼ同様の荷重-変位関係を示す こと、荷重が小さい範囲では、実験値は、解析値、計算値と よい一致を示すことがわかる.さらに、逆 C 形の方が最大荷 重は大きいことがわかる.

C形試験体では、載荷点で厚さ 1mmの薄い方でのスキンプ レートの破壊が見られた.一方、逆 C 形試験体では、試験機 の変位容量内(50mm)では、目視で確認できる破壊は見られ なかった.図を略したが、除荷後に残留ひずみが支間中央部 で約 3000×10<sup>-6</sup> 計測されたこと、残留変形が約 6mm 計測され たことから、ひずみゲージの計測値が、スキンプレートの引 張試験における破壊ひずみ(12830×10<sup>-6</sup>)に達したときの荷重 を最大荷重として評価することとした.図-7 (b)より、2 体と もスキンプレート厚 1mmの薄い方で、破壊ひずみに達してい ることから、逆 C 形試験体では、その時点の荷重を最大荷重 として評価した.最大荷重は、C 形では約 6.5kN、逆 C 形で は約 7.4kN であった.これは、設計活荷重(分布荷重:3.5kN/m<sup>2</sup>) に換算した場合、C 形では、約 14.5 倍、逆 C 形では約 16.6 倍 となり、床版支間方向の曲げ耐荷力としては、十分な余裕度 があることがいえた.

## 4. まとめ

ー体成形サンドイッチパネル床版を対象に,曲げ変形特性 を明らかにすることを目的に検討を行った.その結果,C形, 逆C形の床版の向きによる曲げ変形特性に大きな差がないこ と,踏面おける設計荷重に対する安全率は14倍以上有してい ることから,検査路の床版への適用性は十分にあるといえた. 参考文献

- 大谷康史,萩原勝也,貴志友基:橋梁管理路に対する FRP 適用に 関する検討,国土交通省国土技術研究会報告 2008, pp.183-188, 2008.
- 2) 小泉公佑,中村一史,若林大,古谷嘉康,中井裕司,西田雅之: トラス桁形式 GFRP 製橋梁用検査路の開発,第5回 FRP 複合構造・ 橋梁に関するシンポジウム, pp.53-61, 2014.
- 3) 石井佑弥,中村一史,古谷嘉康,中井裕司,西田雅之:トラス桁 形式 GFRP 製橋梁用検査路の使用性と耐荷力に関する研究,土木学 会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.72, No.5, pp.II\_33-II\_45, 2016.



図-7 荷重と支間中央部のひずみの関係