

一体成形サンドイッチパネル床版の曲げ特性に関する実験的検討

辻本 輝司¹・タイ ウィサル²・中村 一史³

¹学生会員 東京都立大学 大学院 博士前期課程 都市環境科学研究科都市基盤環境学域
(〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

E-mail: tsujimoto-koji@ed.tmu.ac.jp

²正会員 東京都立大学 大学院 博士研究員 都市環境科学研究科都市基盤環境学域
(〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

E-mail: visal-thay@tmu.ac.jp

³正会員 東京都立大学 大学院 准教授 都市環境科学研究科都市基盤環境学域
(〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

E-mail: hnaka@tmu.ac.jp

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）の特徴を生かした、GFRP 検査路が開発され、実構造物に適用されている。しかし、GFRP 検査路における従来形式の床版には、コスト面で課題があった。そこで、製作コストが安価で、軽量な一体成形サンドイッチパネル床版の検査路への適用性を検討することを目的として、試作した試験体を用いて床版長手・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。床版は、塩化ビニル硬質発泡体、上下スキンプレート、フランジを一体成形で作製したものである。床版の形状が上下で非対称であるため、上下の設置向きをパラメータとした。検討の結果、本床版は、床版の向きによる曲げ変形特性に大きな差がないこと、踏面に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が確かめられ、検査路の床版に適用できるといった。

Key Words: integrated molding sandwich panel slab, GFRP inspection passage, skin plate, flexural characteristics, load bearing capacity

1. はじめに

近年、軽量で、耐腐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）製の検査路が開発され、実構造物に適用されている^{1)~4)}。

従来のトラス桁形式 GFRP 検査路^{3),4)}では、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。図-1 に断面図を示すように、作製には、コア材（硬質発泡ウレタン）、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った。一方、図-2 に、その断面図を示すように、新形式の一体成形サンドイッチパネル床版は、コア材（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。そこで、一体成形サンドイッチパネル床版を有する GFRP 検査路を開発し、実

構造物への適用性を検討することを目的として、実大模型を対象に、道路橋に設置される FRP 検査路の性能規格を定めた、NEXCO 試験法 440-2017⁵⁾に基づいた載荷試験を行って、適用性を検討した。その結果、実用性を有していることがわかった⁶⁾。しかしながら、一体成形サンドイッチパネル床版の部材としての曲げ特性や安全性に関して、十分な検討は行われていない。

本研究では、一体成形サンドイッチパネル床版の構造特性を明らかにすることを目的として、床版の曲げ載荷実験を行った。はじめに、検査路へ適用するにあたり、フランジ部を含む床版のたわみ剛性は重要であることから、検査路で適用される標準支間（約 6m）を対象に、単純支持条件で静的載荷を行った。次に、フランジ部を含む床版の曲げ耐力、サンドイッチ版の曲げ耐力を把握するために、切り出した部材の試験体を対象に、それぞれ 4 点曲げ載荷実験を行った。さらに、有限要素解析を行って、比較検討を行った。

2. 検討対象と材料特性および解析手法

(1) 一体成形サンドイッチパネル床版の概要

図-2に、検討対象の一体成形サンドイッチパネル床版の断面寸法を、図-3に一体成形サンドイッチパネル床版の概念図を示す。従来のサンドイッチパネル床版の製作では、GFRP 溝形材とコア材の硬質発泡ウレタン (FL30FA) の接着をハンドレイアップで行っているため、床版の製作に多大な時間と人件費コストが発生する。

一方、本床版は、コア材として、従来形式で用いられた硬質発泡ウレタン (FL30FA) より、弾性係数の大きい塩化ビニル硬質発泡体を使用している。塩化ビニル硬質発泡体とスキムプレートインフュージョン成形 (真空含浸) によって、短時間の作製が可能となり、人件費の面でコストを削減できる。なお、塩化ビニル硬質発泡体には、インフュージョン成形で樹脂の流動を確保するために、あらかじめ支間方向、床版支間方向ともに20mm間隔で直径1mm程度の円柱状の孔が鉛直方向に配置されている。

検査路は、工具等の落下を防ぐためにつま先板と呼ばれる高さ100mmの防護板の設置が要求されることがあるが、一体成形サンドイッチパネル床版は図-2に示したように、フランジ部分を上向きに設置することでつま先板としての役割を兼用することができるというメリットがある。また、本床版の単位長さ当たりの重量は、10.0kg/mで、非常に軽量であるため、施工時においてもメリットがある。

床版の形状は上下非対称であるため、床版の上下の設置向きをパラメータとして検討した。図-2に示したように、つま先板を上向きとしたものをC形、つま先板を下向きに設置したものを逆C形とよび、2種類のサンドイッチパネル床版を検討対象とした。

(2) 構成部材の材料特性

一体成形サンドイッチパネル床版に用いられている材料 (GFRPフランジ、GFRPスキムプレート (板厚4mm、1mm)、塩化ビニル硬質発泡体) について、床版から材料を切り出し、材料試験を行うことで各部材の材料特性を求めた。表-1に、各部材の材料物性値を示す。表より、GFRPフランジで、引張強度は588MPa、圧縮強度は258MPaであり、圧縮強度は引張強度の半分以下であることがわかる。一方、GFRPスキムプレート (板厚4mm) では、引張強度、圧縮強度ともにほぼ同じであるものの、GFRPフランジの強度に比べて低いことがわかる。また、GFRPスキムプレート (板厚1mm) の引張強度は、板厚4mmと同程度である。なお、GFRPスキムプレート (板厚1mm) の圧縮試験では、板厚が薄く、載荷直後に座屈変形したため、圧縮強度を計測できなかった。

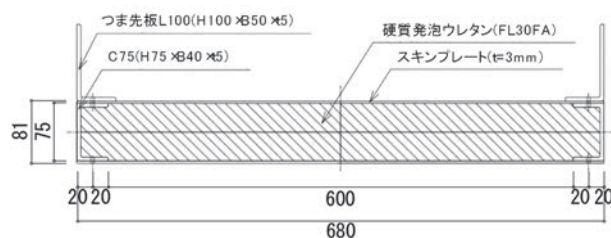
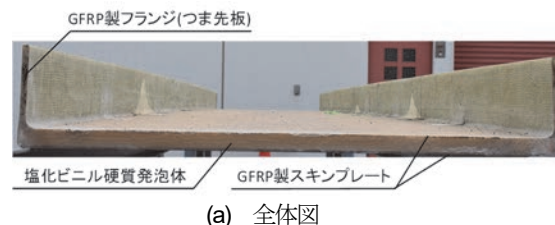


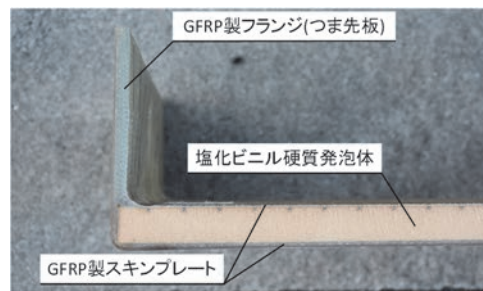
図-1 組み立て式サンドイッチパネル床版の断面図



図-2 一体成形サンドイッチパネル床版の断面寸法



(a) 全体図



(b) 拡大図

図-3 一体成形サンドイッチパネル床版の概念図

表-1 各部材の材料物性値

GFRP フランジ	弾性係数 (GPa)	32.1
	ポアソン比	0.31
	せん断弾性係数 (GPa)	4.11
	引張強度 (MPa)	588
	圧縮強度 (MPa)	258
GFRP スキムプレート (板厚 4mm)	弾性係数 (GPa)	14.3
	ポアソン比	0.35
	せん断弾性係数 (GPa)	3.8
	引張強度 (MPa)	168
	圧縮強度 (MPa)	147
GFRP スキムプレート (板厚 1mm)	弾性係数 (GPa)	15.7
	ポアソン比	0.36
	せん断弾性係数 (GPa)	5.14
	引張強度 (MPa)	138
	圧縮強度 (MPa)	計測できなかった
塩化ビニル 硬質発泡体	弾性係数 (MPa)	33.4
	圧縮強度 (MPa)	1.14

(3) 解析方法と解析モデル

有限要素解析を行って、ひずみの計測位置を検討するとともに、実験結果との比較し、考察を行う。解析には、汎用有限解析ソフト Msc Marc2019 を用いて、弾性有限変位解析を行った。材料の異方性を考慮し、表-1 の弾性係数 E 、ポアソン比 ν 、せん断弾性係数 G を入力した。

表-2 に、各試験の床版の寸法を示す。床版長手方向の静的載荷試験では、実大の床版（全長 5800mm）を用いたが、それ以外では、載荷装置の寸法、条件を考慮して決定した。床版長手方向の曲げ耐荷力試験では、長手方向から切り出した部材（全長 1000mm）を用いた。サンドイッチパネル部の曲げ耐荷力試験では、床版の幅方向、長手方向で、繊維は同じ積層構成であるため、床版支間方向から切り出した部材（全長 680mm）を用いた。

図4～6 に、作成した解析モデルおよび境界条件を示す。青色矢印は荷重を表し、赤色矢印、黄色矢印は支持条件（ピンまたはローラー）を表している。GFRP スキンプレートは、4 節点板要素（厚肉シェル要素）とした。部材の交差部では、オフセットを行って、偏心の影響を適切に評価した。コア材として用いた塩化ビニル硬質発泡体は、6 面立方体としてモデル化し、8 節点ソリッド要素とした。インフュージョン成形において樹脂の流動を確保するための樹脂柱が配置されるが、その影響を考慮するために、樹脂柱は 2 節点ビーム要素としてモデル化した。要素同士が重なる箇所は、節点共有とした。支点の境界条件は、全て単純支持（ピン・ローラー支持）とした。

床版長手方向の静的載荷試験の荷重は、重錘の底面積 $340\text{mm} \times 120\text{mm}$ に、分布荷重 $1.96 \times 10^2 \text{ N/mm}^2$ （3点曲げ載荷）、 $9.80 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ （4点曲げ載荷）としてそれぞれ与えた。床版長手方向、床版支間方向の曲げ耐荷力試験での荷重は、等分布荷重として与えた。

3. 床版長手方向の静的載荷試験

(1) 試験の概要

床版長手方向の静的載荷試験では、実大の試験体（全長 5800mm、支間長 5630mm、幅 680mm）を用いて、曲げ変形特性を検討する。

荷重条件は、3点曲げ載荷、4点曲げ載荷の2ケースとした。表-3 に荷重条件を示す。荷重の載荷には、重錘を用いた。重錘の載荷・除荷を、それぞれ3回行って、床版のたわみを計測し、その平均値を算出して評価した。

一体成形サンドイッチパネル床版のたわみは、下面に変位計を設置して計測したが、支点部は下面に変位計を設置することができないため、上面で変位を計測した。載荷試験は単純支持条件で行った。支点の支持台はH形

鋼とし、石膏で固定した。支点は丸鋼棒（ $\phi 80$ ）とした。また、床版を逆C形（下向き）に設置した際、フランジ部分が支点到に接触するため、H 形鋼を用いてかさ上げし

表-2 各試験で使用する床版の寸法

床版長手方向の静的載荷試験	5800×680×125
床版長手方向の曲げ耐荷力試験	1000×680×125
サンドイッチパネル部の曲げ耐荷力試験	680×200×25

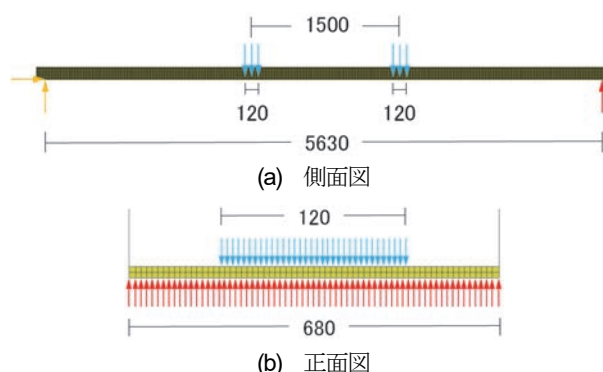


図4 床版長手方向の静的載荷試験の解析モデル（4点曲げ）

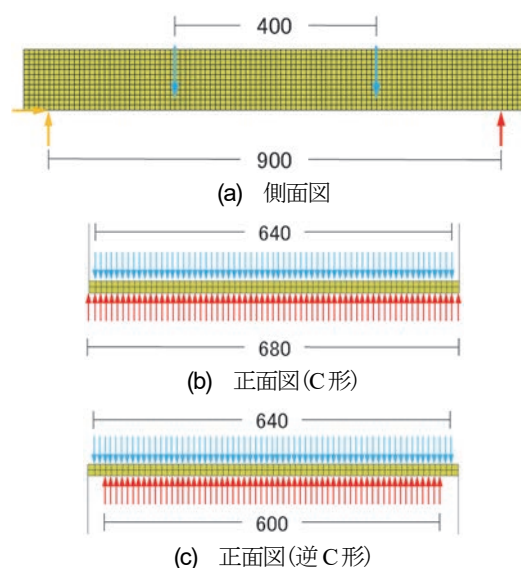


図5 床版長手方向の曲げ耐荷力試験の解析モデル

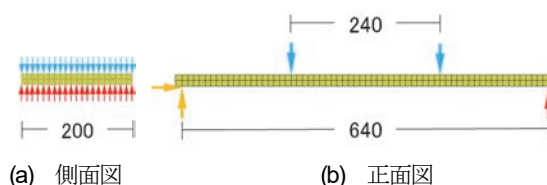


図6 サンドイッチパネル部の曲げ耐荷力試験の解析モデル

表-3 床版長手方向の静的載荷試験の荷重条件

載荷方法	荷重条件
3点曲げ載荷	支間中央に 800N 載荷
4点曲げ載荷	両支点から 2065mm の位置に 400N ずつ載荷

た。その状況を図-7 に、4 点曲げ載荷試験の状況を図-8 にそれぞれ示す。

(2) 試験結果と考察

表-4 に、静的載荷試験における最大たわみを、図-9、図-10 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 点曲げ載荷、4 点曲げ載荷どちらの場合においてもほとんどないことがわかる。

実験では、床版をC形（つま先板を上向き）に設置するほうが、3 点曲げ載荷、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。荷重作用の小さい範囲においては、床版の向きによる影響は小さく、たわみも解析によって評価できるといえた。

さらに、図-11 に、3 点曲げ載荷および4 点曲げ載荷における一体成形サンドイッチパネル床版の支間中央部のたわみ分布図をそれぞれ示す。図より、支間中央部断面では、床版支間方向にほぼ均等にたわみが生じていることが確かめられた。4 点曲げ載荷において、最大たわみは床版支間中央で生じていないが、これは荷重の偏心によるものと考えられた。



図-7 逆C形とした場合の床版のH形鋼によるかさ上げ状況



(a) C形

(b) 逆C形

図-8 床版長手方向に対する4点曲げ載荷試験の状況

表-4 床版長手方向の静的載荷試験の最大たわみ (mm)

床版形式	3点曲げ載荷	4点曲げ載荷
C形	18.8	16.6
逆C形	18.4	16.2
従来形式(参考値 ³⁾)	-	4.3

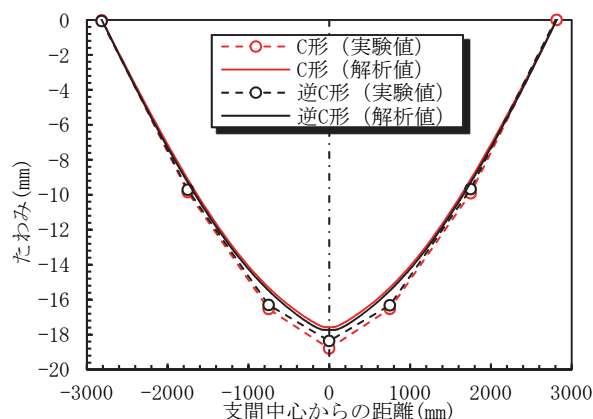


図-9 3点曲げ載荷試験のたわみ分布図

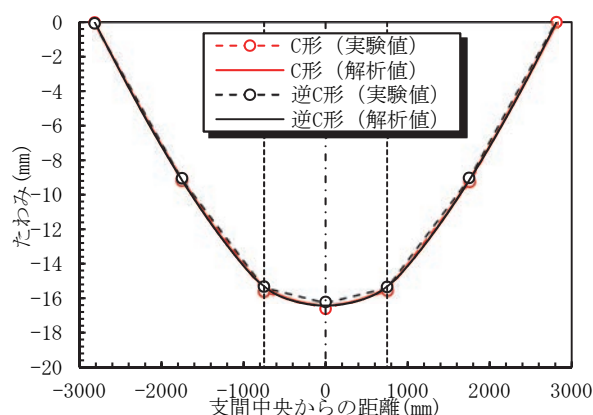
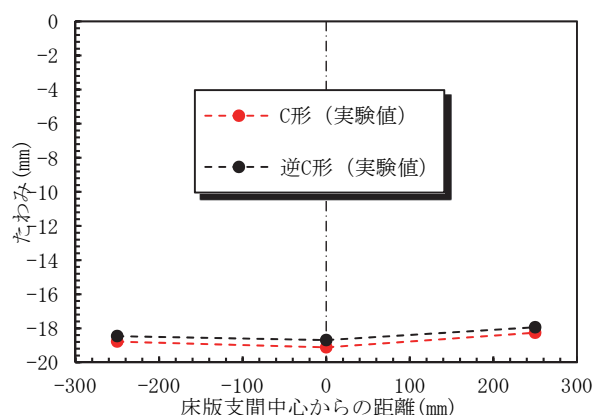
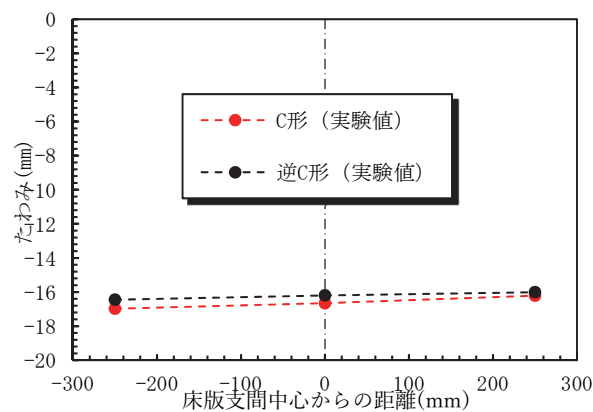


図-10 4点曲げ載荷試験のたわみ分布図



(a) 3点曲げ載荷



(b) 4点曲げ載荷

図-11 支間中央部のたわみ分布図

また、同一の荷重条件で行った、従来形式の組み立て式床版（上向きのつま先板、図-1 参照）の 4 点曲げ試験（ $P=400\text{N}+400\text{N}$ ）⁴⁾では、最大たわみは、支間中央で約 4.3mm であった。一体成形サンドイッチパネル床版の曲げ剛性は、従来形式よりかなり小さいといえた。

4. 床版長手方向の曲げ耐力試験

(1) 試験の概要

床版長手方向の曲げ耐力試験では、支間長 900mm、全長 1000mm、幅 680mm の試験体を用いて、耐力および破壊に至るまでの挙動を検討する。スキンプレート厚およびフランジの向きによる影響を検討するために、上下の向き（C 形、逆 C 形）をパラメータとした。荷重実験は、それぞれ 1 体ずつ行った。

荷重条件は、4 点曲げ荷重とし、荷重スパンは 400mm とした。荷重の荷重には、荷重容量 2000kN、最大ストローク 200mm の油圧ジャッキが取り付けられた汎用曲げ荷重試験機を用いて、破壊まで荷重を行った。また、局所的な破壊を防止するために荷重点にはゴム板を設置した。

一体成形サンドイッチパネル床版のたわみは、下面に変位計を設置し計測したが、支点部は下面に変位計を設置することができないため、上面の変位を計測した。試験は単純支持条件で行った。支点の支持台は H 形鋼とし、石膏で固定した。支点は丸鋼棒とした。また、床版を逆 C 形（下向き）に設置する場合、長手方向の静的荷重試験と同様に、H 形鋼を用いてかさ上げした。図-12 に、試験のセットアップ状況を示す。

(2) 試験結果と考察

表-5 に、床版長手方向の曲げ荷重試験の結果を比較して示す。図-13、図-14 に、4 点曲げ荷重の実験によるたわみ分布を、図-15 に、荷重と支間中央部の鉛直変位の関係を実験値に加え、解析値も併記して示す。表より、最大荷重は、C 形で 61.1kN、逆 C 形で 63.9kN であり、最大荷重はほぼ同じであることがわかる。

表-5 より、NEXCO 試験法 440-2017⁹⁾に基づいた、設計活荷重（分布荷重：3.5kN/m²）に対する余裕度は、桁形

表-5 床版長手方向の曲げ荷重試験の結果

設置の向き	最大荷重 P_{max} (kN)	最大荷重時の最大曲げモーメント M_{max} (kN・m)	設計分布荷重載荷時の設計最大曲げモーメント M_{max} (kN・m)	設計活荷重に対する余裕度
C 形	61.1	7.64	1.64	4.66
逆 C 形	63.9	7.99	1.64	4.87

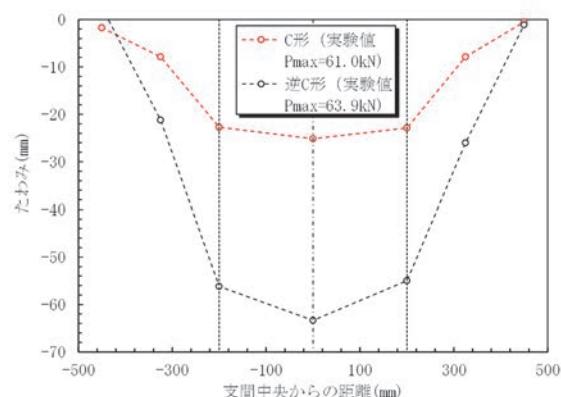


図-13 4点曲げ荷重試験のたわみ分布図

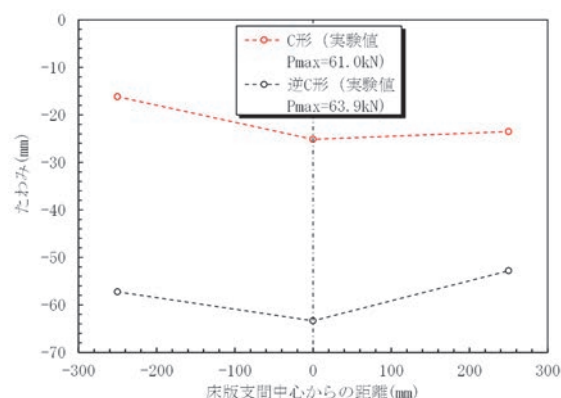


図-14 支間中央部のたわみ分布図

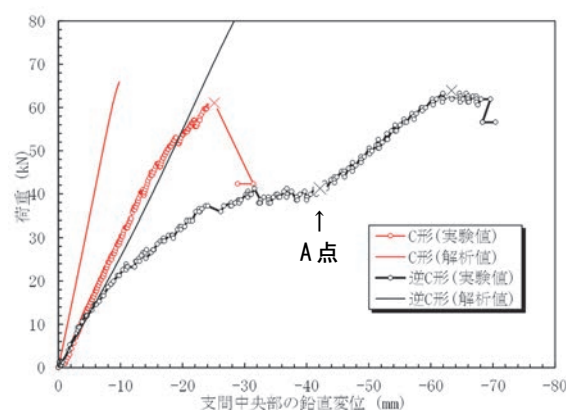
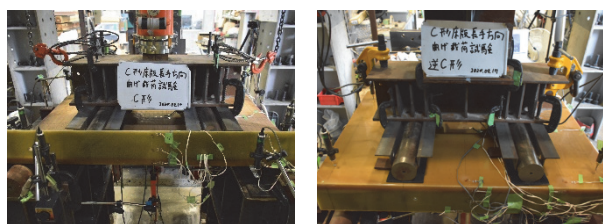
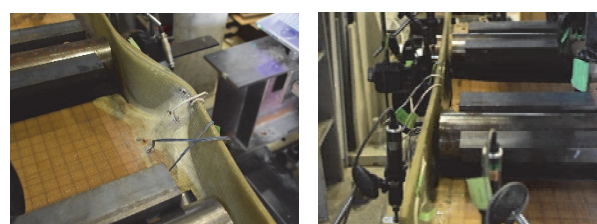


図-15 荷重と変位の関係



(a) C 形 (b) 逆 C 形
図-12 床版長手方向の曲げ耐力試験セットアップ状況



(a) 支間中央から 250mm 側 (b) 支間中央から -250mm 側
図-16 C 形試験体の試験終了時の状況

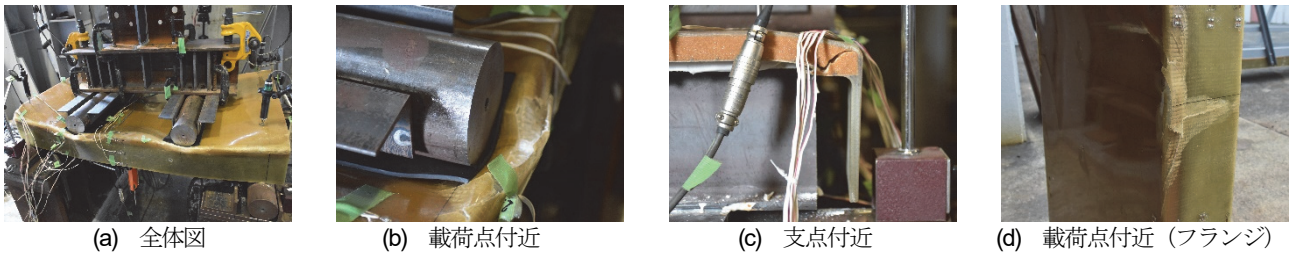


図-17 逆C形試験体の破壊状況

式としての最大支間長 2.5m⁹⁾における設計最大曲げモーメントを計算して比較すると、4 倍以上となり、十分に安全であることがわかる。なお、過年度の検討⁶⁾では、標準支間長 5.63m の桁形式を検討した。そこで、本章で得られた曲げ耐力に対して、支間長 5.63m の場合の余裕度を試算すると、両形式ともに 1.0 を若干下回ることがわかった。過年度の実大模型の荷重実験⁶⁾では、一体成型サンドイッチパネル床版に、過大なひずみは生じることなく、設計上、問題はなかったことから、手すり部が構造部材として荷重に抵抗していることが考えられる。

図-15 より、静的荷重（荷重 10kN まで）の範囲では、ほぼ同様の荷重－変位関係を示すことがわかる。図-16 に、C 形試験体の破壊の状況を、図-17 に、逆 C 形試験体の破壊の状況を示す。

C 形試験体では、図-16 に示すように、支間中央付近で、片方のフランジ部で座屈破壊が見られた。これは、図-14 に示した床版支間中心からの距離とたわみ関係図で、たわみ量が左右で非対称となることからわかる。図-15 に、併記した解析結果では、最大荷重 65.9kN で座屈が生じており、座屈荷重は概ね予測されていることがわかる。しかしながら、実験と解析で、たわみ剛性は大きな差異が生じている。たわみ剛性が評価できていない点については今後の課題としたい。

逆 C 形試験体では、図-17 に示すように、押し抜きせん断破壊が生じ、荷重点と支点に損傷がみられた（図-17 (b)、図-17 (c)）。また、フランジ部においても引張破壊が生じた（図-17 (d)で試験体が白濁した箇所）。押し抜きせん断破壊が生じた理由として、支点の H 鋼のかさ上げ部や、荷重点の丸鋼棒が荷重を伝達するフランジ部まで達していなかったことが原因と考えられる。実構造物に検査路を設置する場合、フランジ側面に金具を取り付けて、荷重伝達を行うため⁹⁾、このような押し抜きせん断破壊は生じないと考えられる。また、図-15 に示した荷重と変位の関係図では、約 41kN 付近（A 点）で荷重が再度上昇する。これは H 鋼でかさ上げされていたフランジ部が支点に接触して、フランジで荷重を受け持つためである。

以上のことから、C 形の破壊形式はフランジ部の座屈破壊となること、逆 C 形の破壊形式は押し抜きせん断破

壊となること、さらに、最大荷重は、床版の設置向きによらず、同程度となることがわかった。

5. サンドイッチパネル部の曲げ耐力試験

(1) 試験の概要

サンドイッチパネル床版部の曲げ耐力試験では、支間長 640mm、全長 680mm、幅 200mm の試験体を用いて、フランジ部なしのサンドイッチパネル部の曲げ変形特性および、踏面に対する耐力を把握するために荷重実験を行った。スキンプレート厚の影響を検討するために、上下の向き（C 形、逆 C 形）をパラメータとした。荷重実験は、それぞれ 2 体ずつ同一の実験を行った。なお、サンドイッチパネル部の曲げ耐力試験では、フランジ部を切断して、試験体を作製した。

荷重条件は、4 点曲げ荷重とし、荷重スパンは 240mm とした。荷重の荷重には、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た。荷重速度は 0.1mm/sec とし、変位制御で、破壊まで荷重を行

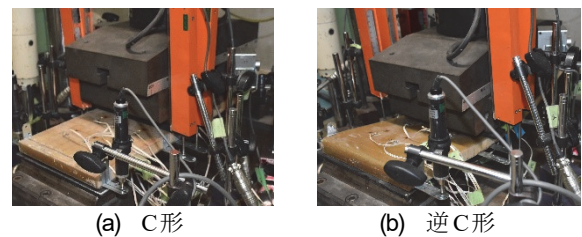


図-18 床版支間方向に対する 4 点曲げ荷重試験の状況

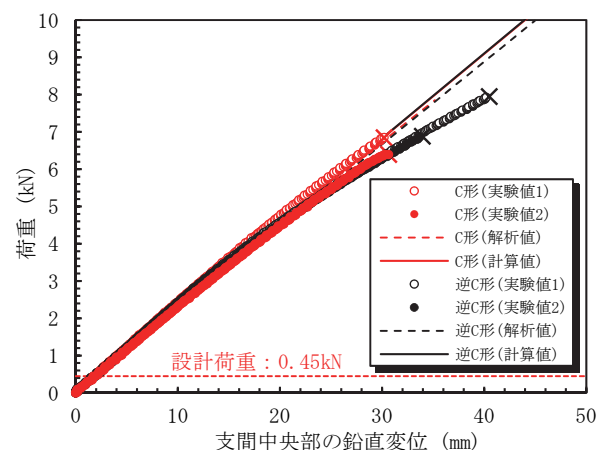


図-19 荷重と変位の関係

った。また、局所的な破壊を防止するために載荷点にはゴム板を設置した。図-18 に試験状況を示す。支持条件は単純支持とした。

(2) 試験結果と考察

図-19 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-20 に、荷重と支間中央部のひずみの関係図を示す。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 形の方が最大荷重が大きいこと、全てのケースの破壊箇所はスキンプレート厚が薄い側であることもわかる。

図-21 に、C 形試験体の破壊の状況を示す。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（図-21 で、試験体の白濁した箇所）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 3000×10^6 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（ 12830×10^6 ）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-20(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。

表-6 に、サンドイッチパネル部の曲げ載荷試験の結果を比較して示す。表より、最大荷重は、C 形では約 6.6kN、逆 C 形では約 7.4kN であった。これは、道路橋に設置される FRP 検査路の性能規格を定めた、NEXCO 試験法 440-2017⁹⁾に基づいた、設計活荷重（分布荷重： 3.5kN/m^2 ）を、床版支間方向として換算した場合、C 形では、約 14.8 倍、逆 C 形では約 16.6 倍となり、床版支間方向の曲げ耐力としては、十分な余裕度があることが確かめられた。

6. まとめ

本研究では、従来の組み立て式サンドイッチパネル床版に比べて、低コストかつ軽量である一体成形サンドイッチパネル床版を対象に、その構造特性を明らかにすることを目的として、床版の曲げ載荷実験を行った。フランジ部を含む床版のたわみ特性を把握するために、検査路で適用される標準支間を対象に静的載荷を行った。フランジ部を含む床版の曲げ耐力、サンドイッチ版の曲げ耐力を把握するために、切り出した部材の試験体を対象

に、それぞれ 4 点曲げ載荷実験を行った。これらの検討の結果、次のことがいえた。

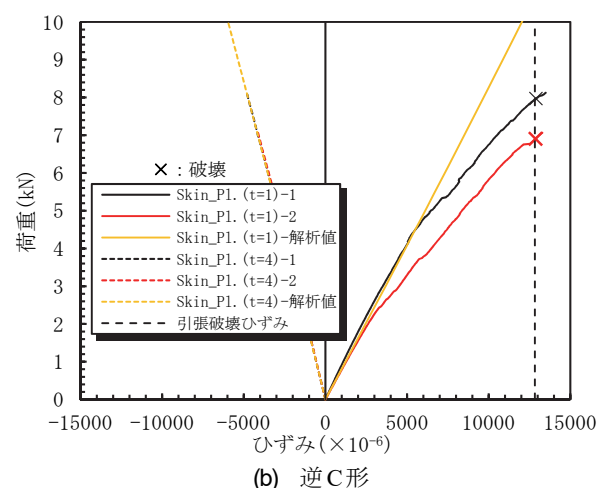
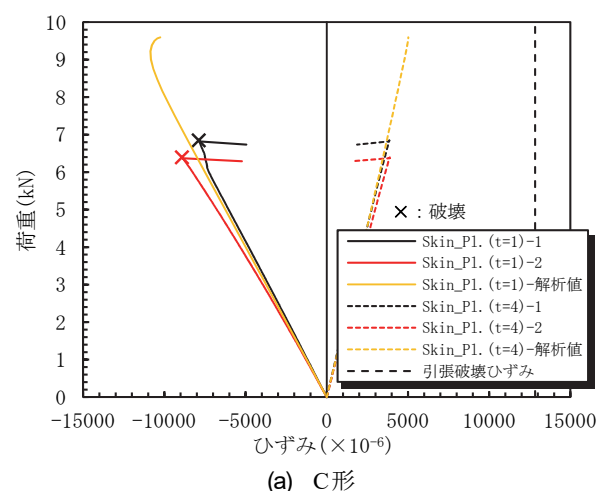


図-20 荷重と支間中央部のひずみの関係

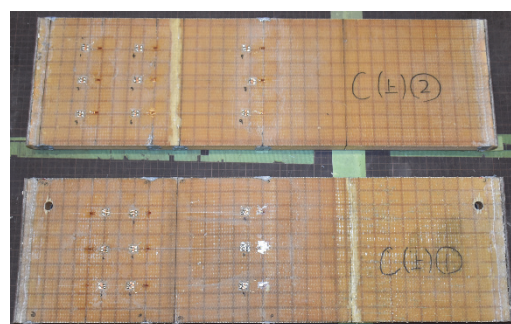


図-21 C 形試験体の破壊状況

表-6 サンドイッチパネル部の曲げ載荷試験の結果

試験体番号	最大荷重 $P_{\max}$ (kN)	最大荷重時のたわみ $\delta_{\max}$ (mm)	換算分布荷重 p_d (kN/m ²)	設計活荷重に対する余裕度
C形-1	6.85	30.2	53.5	15.3
C形-2	6.39	30.7	49.9	14.3
C形平均値	6.62	30.4	51.7	14.8
逆C形-1	7.95	40.5	62.1	17.7
逆C形-2	6.88	34.0	53.8	15.4
逆C形平均値	7.42	37.2	57.9	16.6

- (1) 床版長手方向の静的載荷実験の結果、荷重作用が小さい範囲においては、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、また、解析によりたわみが予測できることがわかった。
- (2) 床版長手方向における曲げ耐荷力試験の結果、C 形ではフランジ部で座屈破壊、逆 C 形では載荷点と支点で押し抜きせん断破壊が生じたほか、載荷点付近のフランジ部で引張破壊となること、また、最大荷重は両者で約 60kN となり、桁形式としての適用支間長 2.5m までは、設計荷重に対して十分な安全性を有していることが確かめられた。
- (3) サンドイッチパネル部の曲げ載荷実験の結果、C 形では、最大荷重は 6.62kN で、破壊はスキンプレートの圧縮破壊であることがわかった。逆 C 形では、破壊には至らなかったが、材料試験における破壊ひずみを用いて最大荷重を 7.42kN と評価した。最大荷重は逆 C 形の方が最大荷重が大きいといえたが、いずれも床版支間方向の設計荷重に対して十分に余裕があるといえた。

以上のことから、検討した一体成形サンドイッチパネル床版の部材としての曲げ変形特性、検査路の床版への適用性が明らかとなった。

参考文献

- 1) 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.183-188，2018。
- 2) 栗田繁実，佐藤昌義，久保圭吾：FRP 製橋梁付属物の特徴と今後の展望，宮地技報，No.23，pp.13-18，2008。
- 3) 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。
- 4) 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，II_33-II_45，2016。
- 5) 東日本高速道路(株)，中日本高速道路(株)，西日本高速道路(株)：設計要領第二集 橋梁保全編，2017。
- 6) 辻本輝司，叶珉笙，王元斌，中村一史，西田雅之：一体成形サンドイッチパネル床版を有する GFRP 検査路の使用性，安全性の実験的検討，第 13 回複合・合成構造の活用に関するシンポジウム，pp.249-256，2019。

(Received August 28, 2020)

EXPERIMENTAL STUDY ON FLEXURAL CHARACTERISTICS OF INTEGRATED MOLDING SANDWICH PANEL SLAB

Koji TSUJIMOTO, Visal THAY and Hitoshi NAKAMURA

An inspection passage made of glass fiber reinforced plastic (GFRP) has been applied to road bridge. GFRP is lightweight and has excellent corrosion resistance. The inspection passage utilizing the characteristics of GFRP has been developed, and ensured servisability and safety. In this study, a sandwich panel slab which is lighter and more economical than the conventional assembled sandwich panel slab, has been investigated. The slab is made by integral molding of core material, skin plate and flange. The core material is made of urethane and the skin plate and flange is made of GFRP. For the purpose of investigating the applicability of integrated sandwich panel slab to the inspection passage, a bending test in the slab longitudinal direction and the slab span direction was experimented using a prototype test piece. The flexural characteristics and load bearing capacity were examined. As a result of the experiment, it was confirmed that this floor slab has no significant difference in flexural characteristics depending on the orientation of the slab, and that it has a safety ratio of 14 times or more against the design load. As a result, it is confirmed that the integrated molding sandwich panel slab has the applicability to GFRP inspection passage because experiment results show that the slab has safety and servisability.