

横桁上垂直補剛材を省略した CT 形鋼鋼床版に関する実験的研究

Experimental studies on orthotropic steel deck using longitudinal CT ribs
without vertical stiffeners on cross beams

森忠彦*、中村俊一**、能勢哲郎***、長井正嗣****

* 新日本製鐵 鋼構造研究開発センター 研究員 (〒293 千葉県富津市新富 20-1)

**PhD 新日本製鐵 鋼構造研究開発センター 主任研究員 (〒293 千葉県富津市新富 20-1)

*** 新日本製鐵 九州支店橋梁工事室 掛長 (〒812 福岡県福岡市博多区博多駅前 3-2-1)

**** 工博 長岡技術科学大学 教授 (〒940-21 新潟県長岡市上富岡町 1603-1)

Improved box-girder system with the new type steel deck, which has CT-shape longitudinal ribs without vertical stiffeners on cross beams, is proposed. Two series of experiments are carried out to make sure the behavior of this new deck system. The first one is the static loading test to confirm the elastic behavior of the overall steel deck panel with real scale. FEM analysis has confirmed the experimental results on elastic behavior of this panel. The second one is the buckling test to investigate the local buckling strength of the web plate on the transverse rib. Two specimens, which consist of three CT-shape ribs and deck plate, are used. One has vertical web plate and the other has slightly inclined web plate in consideration to fabrication error. The buckling strengths of these two specimens are almost same, which shows that both deck plate and thick web plate play an important role in improving the local buckling strength.

Key words: orthotropic steel deck, CT-rib, non-vertical stiffener, static loading test

1. 緒言

鋼橋の分野において、鋼床版は死荷重を軽減できるメリットを活かして、に長大橋や地盤の弱い都市内の橋梁に適用されてきた。さらに、老朽化した RC 床版の改修用として鋼床版が適用される例も数多く報告されている^{1), 2)}。

鋼床版は通常、デッキプレート、橋軸方向の縦リブ、橋軸直角方向の横リブおよび横桁で構成されている。縦リブと横リブとの交差部はスカーラップを設けた複雑なディテールとなっている。このような複雑なディテールの採用は疲労亀裂発生の原因となるばかりでなく、製作コストを増大させるため、鋼床版橋梁のコスト競争力を低下させる要因にもなっている。

著者らは、疲労損傷の原因となる複雑な溶接ディテールを極力排除し、製作省力化を図った図 1 に示す鋼床版橋梁の開発を現在進めている³⁾。本鋼床版は、デッキプレート、橋軸方向縦リブ、橋軸直角方向横桁で構成されている。縦リブには CT 形鋼を用い、デッキプレートと縦リブ CT 形鋼とは隅肉溶接、縦リブと交差する横リブ上フランジとは高力ボルトにより接合される。

溶接延長は縦リブとして U リブを用いた場合よりも

大きくなるが、近年の多電極溶接の導入により、直線溶接のみの構造では製作コストの大幅な増加にはつながらない。提案した鋼床版では、疲労損傷を招き易いディテールの排除と製作省力化の観点から、横桁との交差部の CT 形鋼のウェブには垂直補剛材を設けない構造形式を採用している。このような荷重集中点のウェブには垂直補剛材を設け、柱として設計することが一般的であるが⁴⁾、CT 形鋼ウェブ板厚をある程度確保し、柱としての強度を十分満足すれば、縦リブウェブ垂直補剛材の省略が可能であると考えた。

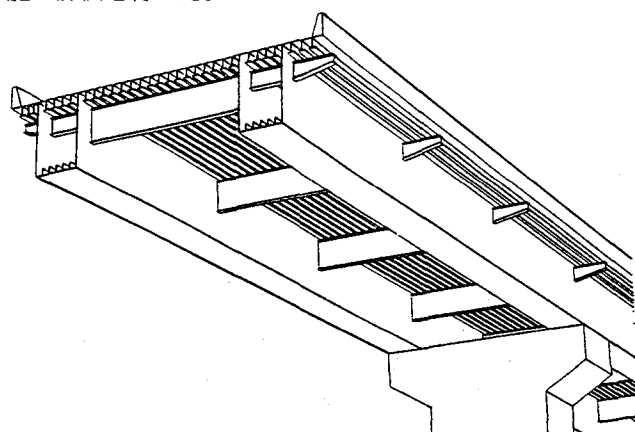
縦リブに CT 形鋼を用いた鋼床版の実橋への適用例は現在までに数例報告されているが^{5)~7)}、いずれも RC 床版の改修を目的としたものである。その中の一つとして、改修用鋼床版バトルデッキが挙げられるが⁵⁾、横桁上 CT 形鋼には垂直補剛材が溶接されており、本提案の方がより省力化になっている。また、本提案は新設橋梁および既設床版改修にも適用可能である。

本論文では、横桁上垂直補剛材を省略した提案鋼床版に対して行った性能確認試験について述べる。性能確認試験として以下の 2 種類の実験を実施した。

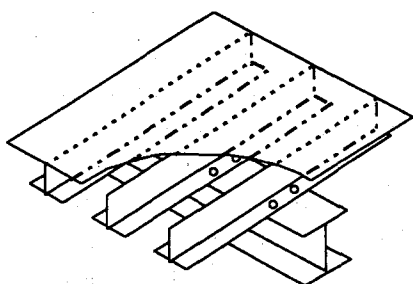
①全体モデルによる静的載荷試験

②部分モデルによるCT形鋼ウェブ耐荷力試験

さらに、並行して実施したFEM解析の結果と実験結果との比較から提案鋼床版の静的な挙動を考察し構造性能の評価を行った。



(a)全体イメージ



(b)リブ交差部詳細

図-1：提案鋼床版（鋼床版箱桁）

2. 全体モデルによる静的載荷試験

2.1 試験概要

設計荷重レベルでの弾性範囲内の性能確認のため、鋼床版全体パネルを用いて静的な載荷試験を実施した。供試体の設計にあたり、床版支間が5m、縦リブ間隔450mmの鋼床版を想定して試設計を実施した。しかし、全体モデルの場合は、実物大とすると試験設備のスペース上の容量をオーバーするため、実際に想定している鋼床版よりやや小規模なモデルとした。表-1に試設計を実施した鋼床版と載荷試験供試体との寸法の比較を示す。

試験体は1体とし、図2に試験体概略とひずみおよび変位計測位置を、表-2に使用材料および材料特性を示す。

2.2 試験方法とFEM解析

図-3に示す載荷装置を用いて、B活荷重一輪分を想

定した1点載荷を実施した。供試体は載荷架台H形鋼により2辺で支持され、CT形鋼リブと載荷架台H形鋼とは高力ボルトにより固定した。なお、H形鋼は試験機上に全面支持させた。荷重は衝撃係数0.4を考慮して $10\text{tf} \times 1.4 = 14\text{tf}$ とした。また、載荷は車両の通行位置を考慮して載荷位置を順次移動させて行った。図-4に載荷位置を示す。

汎用性有限要素解析プログラムMARCを用い、図-5に示すモデルに対して解析を実施した。要素タイプは4辺形厚肉線形シェル要素を用い、CTリブと横桁とのボルト接合部は一体と見なしてモデル化した。一般部のメッシュ分割幅は縦リブ間隔の1/4とし、載荷板の支持横桁およびその近傍のデッキ部は一般部の半分の大きさにメッシュ分割した。荷重は図-4の載荷位置01に対応する要素に作用させた。得られた解析結果と試験結果とを比較し、FEM解析によっても構造性能評価が可能かを照査する。

2.3 試験・解析結果および考察

(1)支間中央載荷における挙動（載荷位置01）

図-6に載荷位置01、荷重14tfでのCTリブ②、③、④支間中央部の上下フランジの水平方向の発生応力度を示す。縦軸はCTリブ上下フランジの支間方向の発生応力度（引張+、圧縮-）、横軸はCTリブ支間長を表す。実験値はゲージ貼付位置上下各1箇所のみ値をプロットし解析値は支間方向の結果を実線で結んで示す。

発生応力度は荷重直下CTリブ④の値が最も大きく、載荷位置から離れるにつれてそれぞれ1/3程度に低下していく。B活荷重1輪の載荷では、荷重直下のCTリブ④においても発生応力度は 1000kgf/cm^2 程度であり、許容応力度を下回っている。また、各リブが分担する曲げモーメントの大きさは発生応力度の大きさに比例するので、発生応力度の比から各リブが分担する曲げモーメントの比が分かる。載荷位置01のように、あるリブの直上に載荷板が設置される場合には、デッキプレートを介して両側の隣接リブには40%程度の曲げモーメントが伝達されるが、それより外側のリブには曲げモーメントはほとんど伝達されないと言える。

実験結果とFEM解析結果とを比較すると、実験値の方が若干大きめであるが、ほぼ一致していると言える。

図-7に載荷位置01、荷重14tfでのCTリブ②、③、④のたわみを示す。縦軸はCTリブの鉛直方向変位（下向き-）、横軸はCTリブ支間長を表す。実験値は計測の都合上、CTリブ④のみ示し（支間1/2、1/4点）、CTリブ②、③は解析結果のみ示す。

表-1：設計寸法比較

	試設計鋼床版	供試体
床版支間	5 m	3 m
縦リブ形状	CT-260*220*9*10	CT-175*175*7*11
縦リブ間隔	450mm	320mm
デッキプレート厚	16mm	12mm

表-2：材料特性

	材質	板厚 (mm)	降伏応力 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)
デッキプレート	SS400	11.34	2816	4357
CT形鋼ウェブ	SS400	6.65	4010	4990
CT形鋼フランジ	SS400	10.44	3337	4612

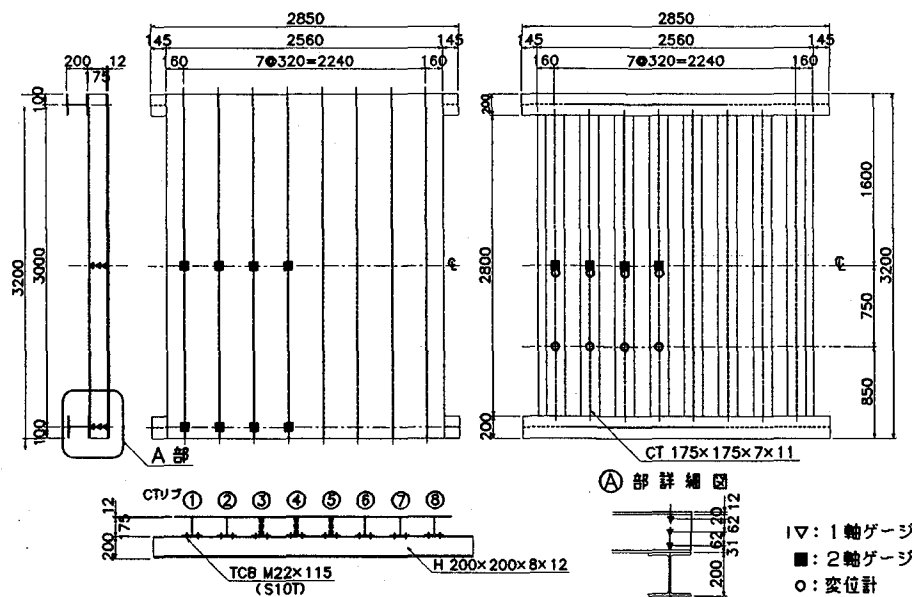


図-2 試験体（全体モデル）〔単位：mm〕

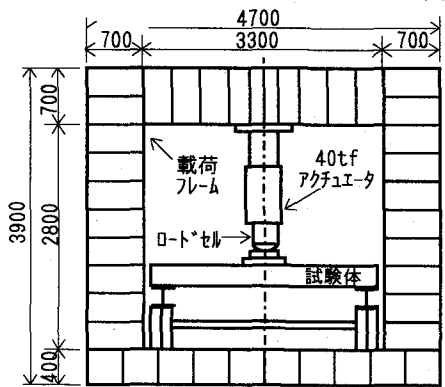


図-3 静的試験荷重装置〔単位：mm〕

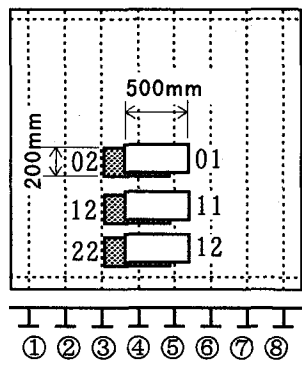


図-4 荷重位置

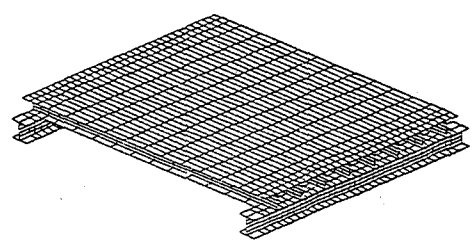


図-5 FEM解析モデル

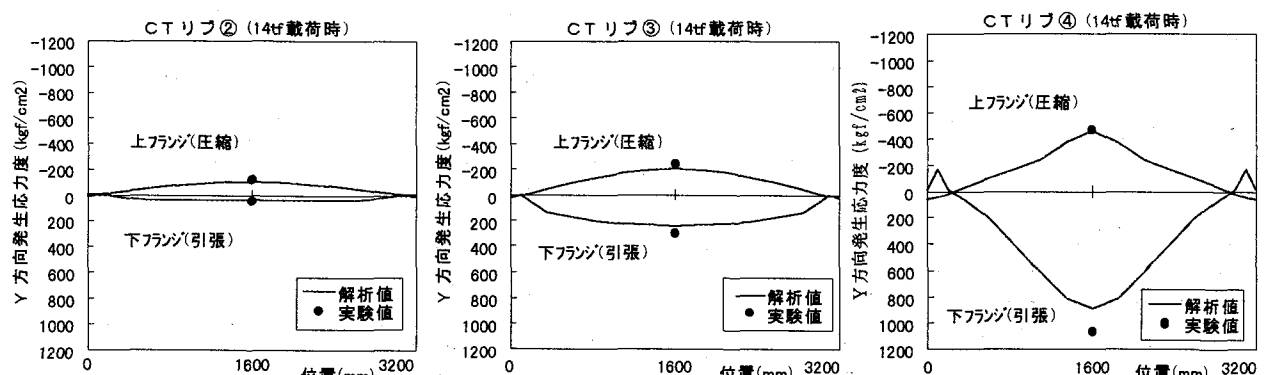


図-6 実験と解析結果の比較（CTリブ*上下フランジ発生応力度）

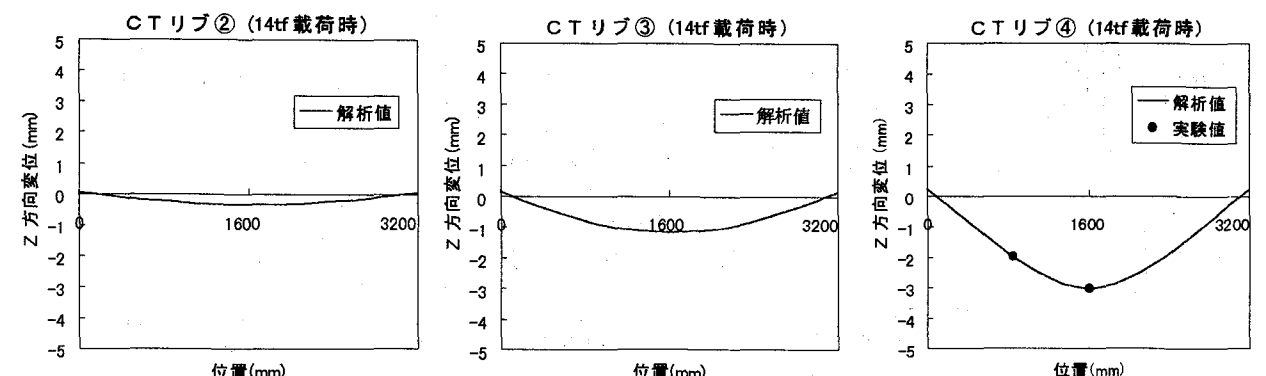


図-7 実験と解析結果の比較（CTリブ*鉛直方向変位）

CTリブ④の結果を見ると、実験結果と解析結果とはよく一致している。CTリブ③、②についてはFEM解析結果より、荷重点から離れるに従いCTリブ③、②の順でたわみは小さくなる事が分かる。このFEM解析結果は、前述の発生応力度の結果と同様の傾向を示している。

図-8に荷重位置01に荷重14tfが作用した場合、CTリブ③、④の端部支点上ウェブの鉛直方向の発生応力度を示す。図-6と同様に、実験値と解析値とを合わせて示した。端部支点上ウェブ鉛直方向の発生応力度は下側に行くに従って大きくなる三角形分布をしている。実験値と解析値とを比較すると、荷重直下のウェブ④では解析値の方が若干大きくなっているが、隣接するリブ③では両者の値がほぼ一致している。応力の値は許容応力度内である。

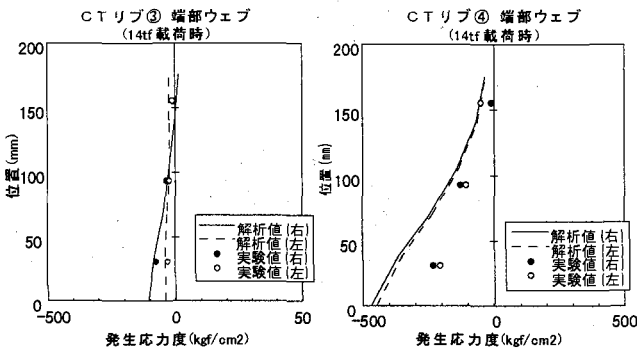


図-8 実験と解析結果の比較
(CTリブ③端部ウェブ鉛直方向ひずみ)

(2)端部荷重における挙動 (荷重位置 21,22)

図-9および図-10に、荷重位置 21 および荷重位置 22 に荷重 14tf が荷重された場合の、CT リブ端部支点上ウェブの鉛直方向発生応力度を示す。荷重位置 21 は横桁支付近で荷重板がCT リブ④、⑤の両方に跨る状態であり、荷重位置 22 は荷重板がCT リブ④直上にある状態である。なお、試験装置の都合上横桁の直上には荷重できないため、横桁直上荷重に関する検討は次章の部分モデル試験で行った。

荷重位置 21 (図-9) をみると、荷重板直下の CT リブ④、⑤のウェブ下端で 500~900kgf/cm² 程度の鉛直方向の応力が発生している。鉛直方向の応力分布は、図-8の場合と同様に、上端が最も小さく下端に行くに従って大きくなる三角形分布をしている。隣接する CT リブ③では応力はほとんど発生しておらず、荷重板が架かるCT リブ④、⑤の2本のリブのみで荷重を分担していることが分かる。

荷重位置 22 (図-10) をみると、荷重板直下の CT リブ④のウェブ下端で約 1000kgf/cm²、隣接するCT リブ③、⑤のウェブ下端で 200~300kgf/cm² 程度の鉛直方向応力が発生している。本荷重においても横桁で支持される支点上のウェブ下端に最も大きな応力が発生している。

荷重位置 21,22 の両方ケースとも発生応力度は許容応力範囲内に収まっている。また、両ケースの比較からCT リブのウェブ1本にかかる負担が最も大きくなるのは、荷重位置 22 のような荷重板が1本のCT リブ直上に荷重される場合であると考えられる。

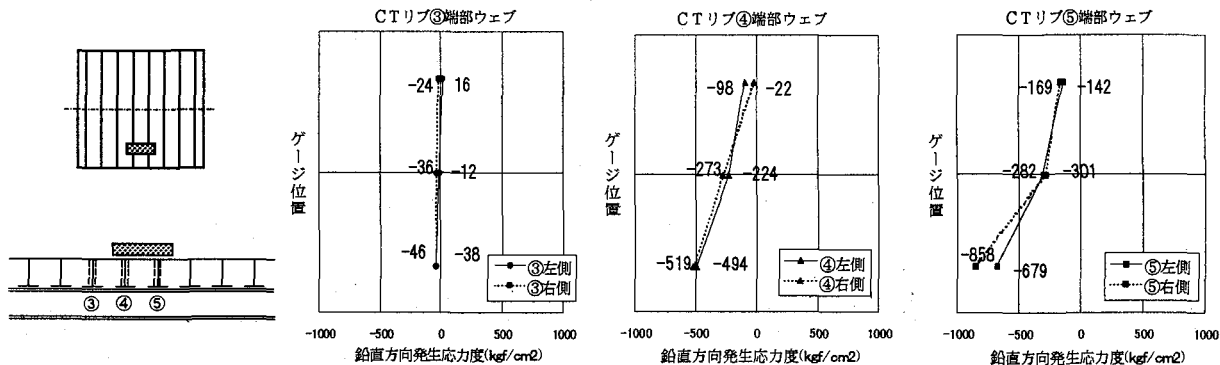


図-9 実験結果 (荷重 14tf、荷重位置 21)

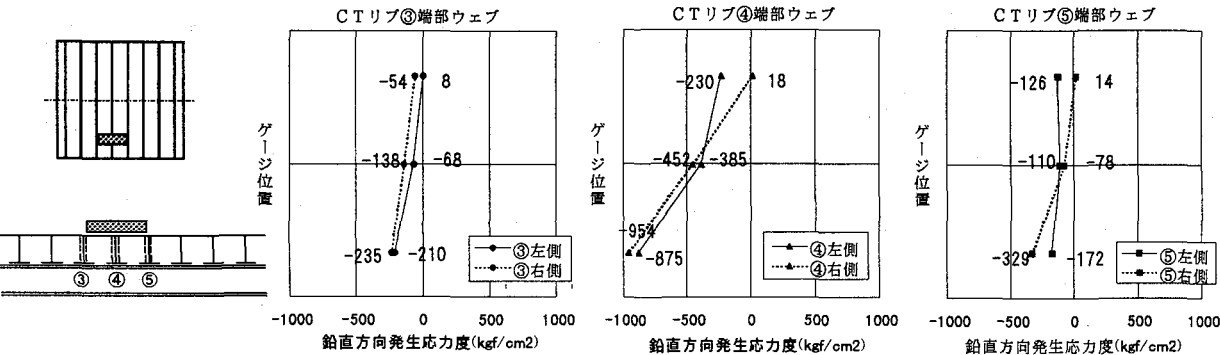


図-10 実験結果 (荷重 14tf、荷重位置 22)

3. 部分モデルによる CT 形鋼ウェブ耐荷力試験

3.1 試験概要

縦リブ支点上補剛材を省略した場合の座屈耐荷力を確認するため、提案鋼床版の支点部（縦リブと横桁の交差部）のみを部分的に取り出した試験体を用いて静的載荷試験を実施した。試験体およびひずみ、変位計測位置を図-11に示す。このような部分モデルによる実験は、実際とはやや異なった状態となるが、垂直補剛材を省略した CT 形鋼ウェブの耐荷力のみに着目した。試験体はデッキプレートと CT 形鋼 3 本で構成され、載荷架台 H 形鋼とは高力ボルトにより固定される。製作上の誤差が生じやすく、しかも耐荷力に影響を及ぼすと推定されるウェブ鉛直度の初期不整を考慮し 2 種類製作した。ウェブ鉛直度に初期不整があった場合、ウェブ下端に偏心モーメントが発生し、耐荷力を低下させると懸念された。モデル 1 は初期不整を考慮しないタイプ、モデル 2 は鉛直度に 5mm の初期不整を与えたタイプである。この値は、道路橋示方書⁴⁾で許容される値 3.3mm より大きく設定した。試験体寸法は、前節の表-1 に示した実際の鋼床版箱桁試設計結果に基づき実寸法とした。試験体の材料特性を表-3 に示す。

表-3：材料特性

	材質	板厚 (mm)	降伏応力 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)
デッキプレート	SS400	15.63	2755	4653
CTリブウェブ	SS400	8.61	2796	4082
CTリブフランジ	SS400	9.80	3010	4633

製作された試験体の実測した結果、鉛直度に関する初期不整は、モデル 1 は基準線より 0.0~1.0mm、モデル 2 では 5.0~6.0mm の誤差があった。また、ウェブ面はほぼ平面であり、面外方向初期たわみはモデル 1、2 とともに微小であった。

また、試験モデルと同様に製作した試験体のウェブ上下端から試験片を切り出し残留応力を測定した(図 12)。表-4 より、ウェブ鉛直方向には圧縮の残留応力約 280kgf/cm² (残留ひずみ約 130 μ) が発生しており、さらに、表裏で $\pm 470 \sim 600 \text{kgf/cm}^2$ 程度 ($\pm 220 \sim 290 \mu$ 程度) の差があり、局部的に曲げが生じていることが分かる。

表-4：残留応力試験結果 (ウェブ鉛直方向)

試験片	残留応力(kgf/cm ²)		
	測定値	鉛直方向成分	曲げ成分
No.1(上端・右)	-880	-276	-604
No.2(// ・左)	+328		
No.3(下端・右)	+189	-281	+470
No.4(// ・左)	-750		

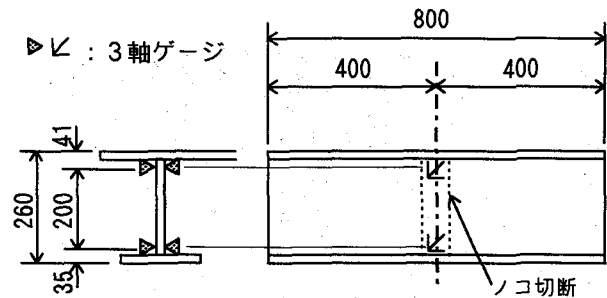


図-12：残留応力測定位置〔単位：mm〕

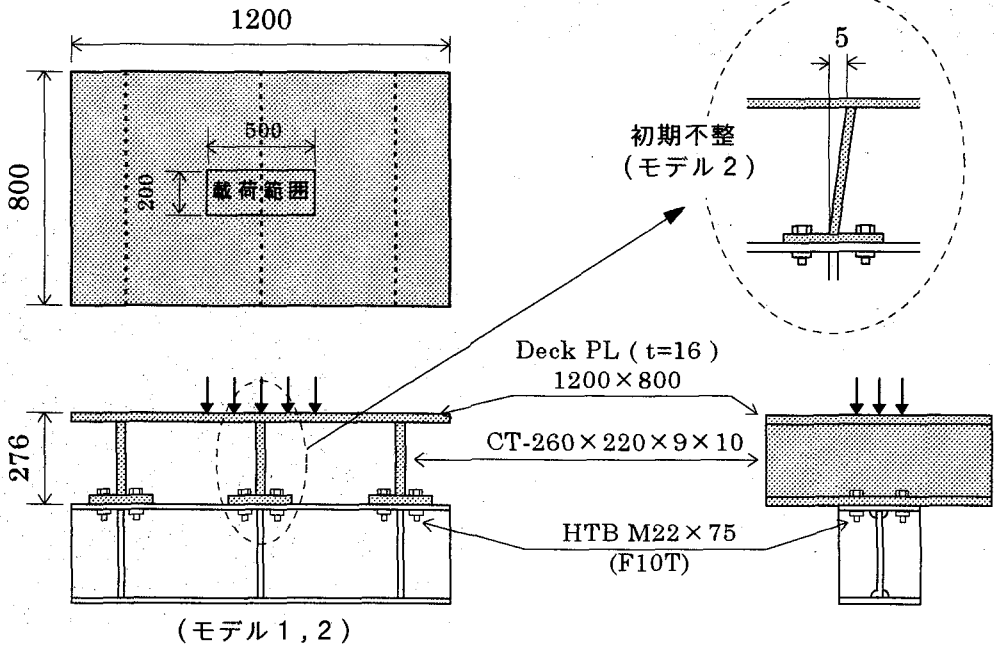


図-11：試験体（部分モデル）〔単位：mm〕

3.2 試験方法

図-13 に示す載荷装置を用いて、中央部のウェブ直上に輪荷重を想定した載荷板 (200mm×500mm) をセットし載荷を行った。試験体は横桁を想定したH形鋼 (フランジ幅 350mm) と高力ボルトで接合し、H形鋼は載荷台上に固定した。載荷はウェブが座屈するまで実施した。載荷状況を写真-1 に示す。

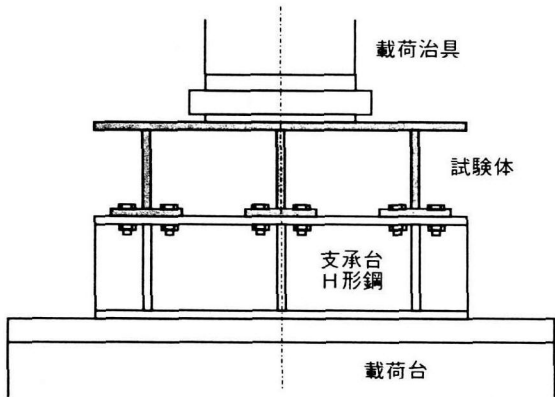


図-13 載荷装置

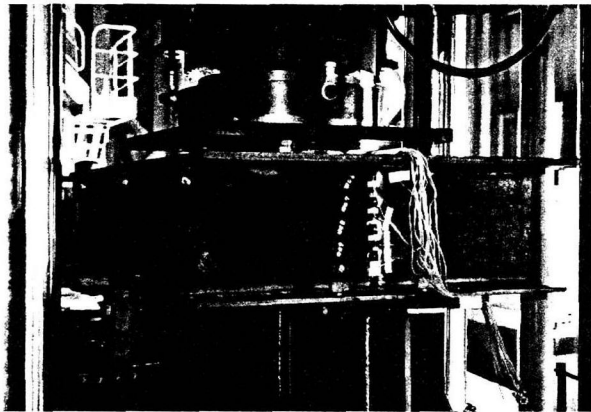


写真-1：載荷状況

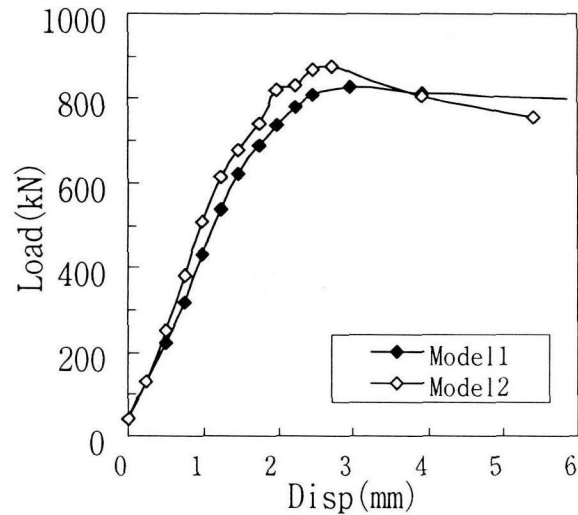


図-14 実験結果 (荷重変位曲線)

3.3 試験結果

(1) 荷重-鉛直変位曲線

図-14 に、載荷時の試験機より得られたモデル 1、2 の荷重変位曲線を示す。試験より得られた最大耐荷力 P_u は、モデル 1 で 84.5tf (824kN)、モデル 2 で 89.3tf (875 kN) となり、鉛直度に初期不整を与えたモデル 2 の方が 6% 程度大きい値を示した。また、最大耐荷力を過ぎた後も急激な耐荷力の低下は見られず、ねばりのある構造と言える。いずれも、B 活荷重 1 輪 (14tf) が C T 形鋼ウェブ直上に載荷された場合には、十分な抵抗力を期待できることが理解される。

(2) ウェブ面外変形分布

図-15、16 にモデル 1、2 における C T リブ A、B (図-11 参照) ウェブの面外変形分布を示す。縦軸をウェブ鉛直方向位置、横軸を面外変形量とし、荷重 5tf (49kN) から最大荷重までの計 6 段階の変形を示す。

モデル 1 では、C T リブ A、B とも最大荷重までは変形がほとんど認められないが、荷重直下のウェブ B では最大荷重に達する直前で急激に面外変形が増大した。一方、モデル 2 では、C T リブ A、B とも荷重の増加に伴い初期不整を増大させる方向に面外変形が発生することが分かる。すなわち、下端では変形はほとんど認められないが、上端に行くに従い面外変形量は増加している。モデル 2 の場合もモデル 1 と同様に最大荷重直前で急激に面外変形が増大し座屈に至った。また、両モデルとも座屈直前までの変形量は 1mm に満たない程度でありウェブ厚 9mm に対し非常に小さいと言える。

モデル 2 の荷重直下ウェブの座屈時の状態を写真-2 に示す。座屈はウェブ中央部で発生した。座屈発生時には 200mm 程度の幅で局所的な面外変形が認められ、徐々にウェブ水平方向に広がった。両側のウェブは、荷重直下ウェブの座屈変形に伴い、デッキプレートを介して内側 (荷重側) に若干変形した。以上の傾向はモデル 1 でも同様であった。

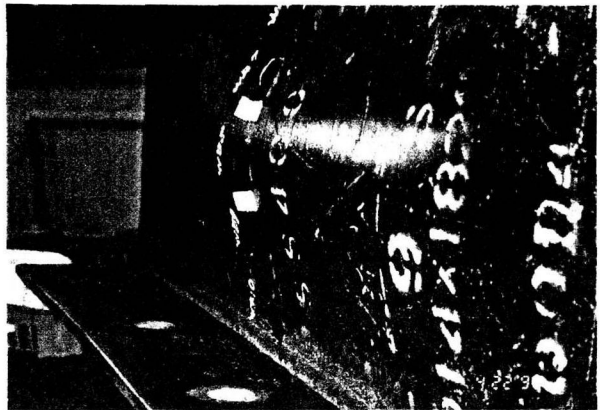


写真-2：座屈時の状況

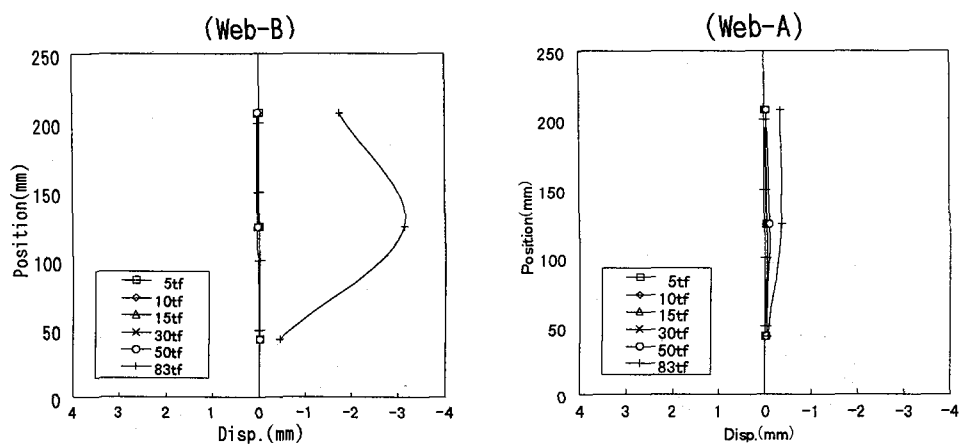


図-15 実験結果 (モデル1 : 面外変位)

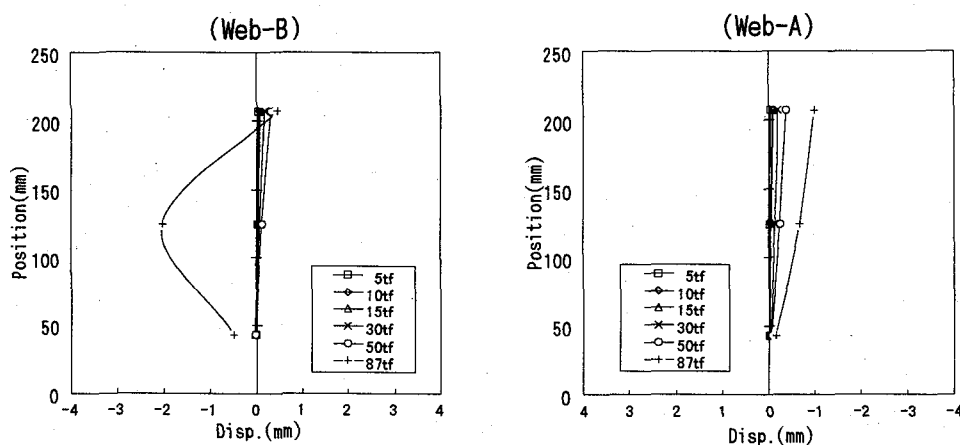


図-16 実験結果 (モデル2 : 面外変位)

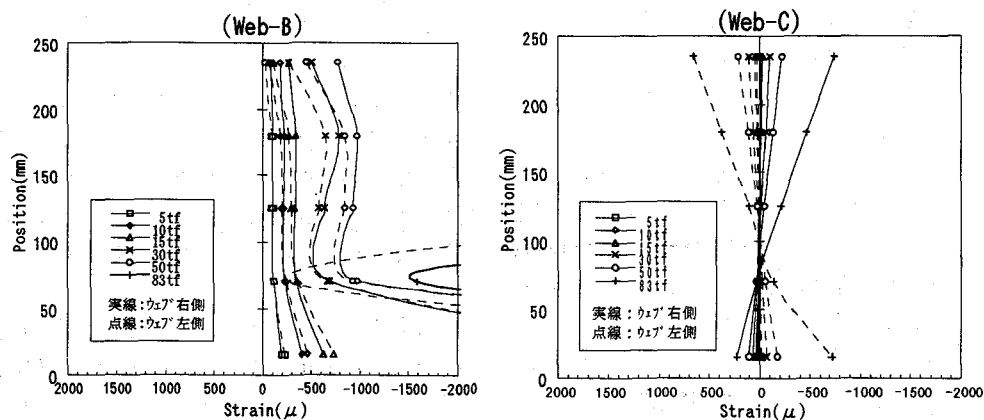


図-17 実験結果 (モデル1 : 鉛直方向ひずみ)

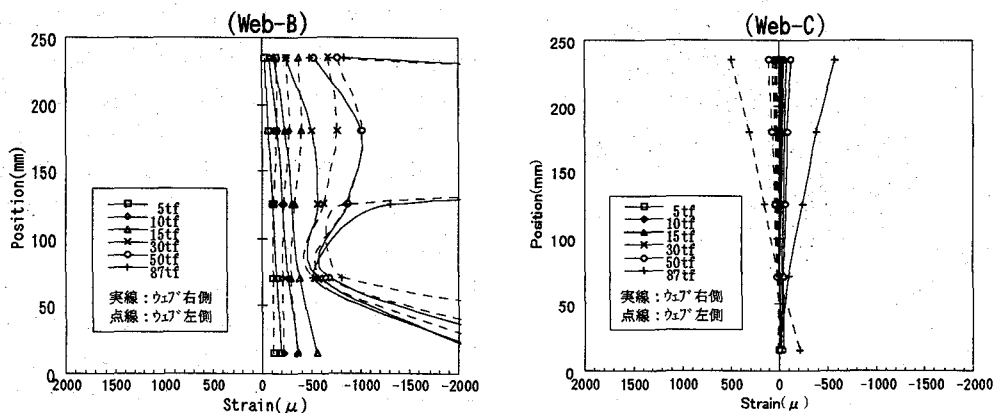


図-18 実験結果 (モデル2 : 鉛直方向ひずみ)

3) ウェブ鉛直方向ひずみ分布

図-17、18 にモデル 1、2 における C T リブ B、C ウェブ (図-11 参照) の鉛直方向ひずみ分布を示す。縦軸をウェブ鉛直方向位置、横軸を鉛直方向ひずみとし、荷重 5tf (49kN) から最大荷重までの計 6 段階の発生ひずみを示す。

荷重直下ウェブ B の鉛直方向のひずみに着目すると、両モデルとも、15tf (147kN) 程度までは弾性範囲内にあるが、30tf (294kN) 付近からまずウェブ下端が塑性域に入り、続いて、ウェブ上側のひずみが徐々に増加していくことが分かる。その後、最大耐荷力付近で急激に塑性化が進むことが分かる。前述の実験結果の座屈状況から、座屈はウェブ中央部で発生していることが分かるが、ひずみ分布より塑性化が最も進展するのはウェブ下端であることが分かる。ウェブ下端では、一般的に大きな圧縮応力が作用する上に残留応力の影響も受けるため、他の部位よりもかなり早期に塑性域に移行する。

隣接するウェブ C のひずみを見ると、表裏ではほぼ対称な値を示している。これは、荷重直下ウェブ B の座屈変形に伴い、デッキプレートを通じてその両側のウェブに曲げが作用していることを示しており、(2) で述べた座屈時の状況と一致する。ひずみの大きさは最大荷重時においても $\pm 1000 \mu$ 程度で弾性範囲内にある。

3.4 FEM 弾塑性座屈解析

(1) 解析モデル

汎用性有限要素解析プログラム MARC を用いて FEM 弾塑性座屈解析を実施し、座屈耐荷力試験結果との比較を試みた。

図-19 に示すように、対称性を考慮して座屈試験で用いた試験体の 1/2 の部分について解析モデルを作成した。解析は座屈試験と同様に初期不整がないモデル 1、鉛直度に 5mm の初期不整を与えたモデル 2 に対して行った。さらに参考のため鉛直度に 10mm の初期不整を与えたモデル 3 についても解析を実施した。

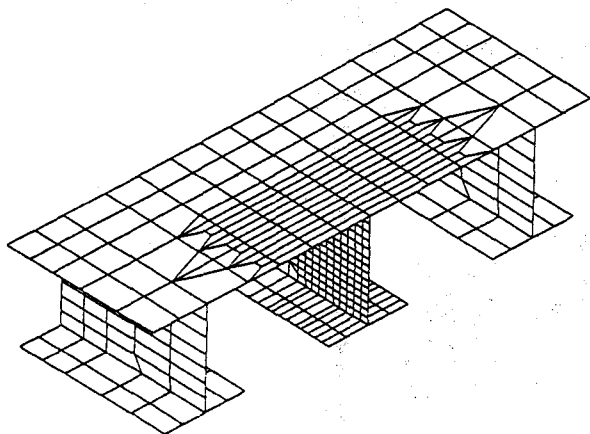


図-19 FEM 解析モデル

解析では横桁を想定した支承台 H 形鋼に相当する部分において Z 方向の変位を拘束し支持状態を再現した。また、前述の残留応力試験結果を参考にウェブ鉛直方向に一律に残留圧縮ひずみ 130μ を導入して解析したが、ウェブ板厚方向の曲げを生じさせる残留ひずみは考慮しなかった。鋼板の構成則は、材料試験から得られた関係をマルチリニア曲線で忠実に再現した。載荷位置および面積は実験と同一とした。

(2) 実験結果と解析結果との比較

解析より得られた最大耐荷力を実験結果と合わせて下表に示す。

表-4：最大耐荷力

	実験結果	解析結果
モデル 1 (初期不整なし)	84.5tf (824kN)	97.3tf (954kN)
モデル 2 (初期不整 5mm)	89.3tf (875kN)	90.9tf (891kN)
モデル 3 (初期不整 10mm)	——	88.5tf (867kN)

解析結果ではモデル 2 はモデル 1 に比べ約 7% 程度、モデル 3 はモデル 1 に比べ約 9% 程度耐荷力が低下している。一方、実験結果ではモデル 1 の終局強度はモデル 2 よりやや小さくなっている。これは、試験体製作時の残留応力の大きさや分布の違い、および実験に伴う誤差などにより解析結果とやや異なる傾向を示したと思われる。しかし、実験値と解析値は最大でも 15% の差違であり、両者はほぼ良い一致を示していると思われた。

図-20、21 に解析より得られた最大耐荷力時の変形状態を示す。変形状態は、前述の実験結果と同様の傾向を捉えていると言える。すなわち、初期不整のないモデル 1 では、荷重直下 C T リブのウェブは、塑性域に移行した中央部が面外にはらみ出す。その際、ウェブ上端は水平方向には変位しておらず、上端ピン、下端固定の長柱座屈モードである。一方、初期不整のあるモデル 2 では、載荷点直下 C T リブウェブは、ウェブ上端が水平方向に変位すると同時に、中央部が面外にはらみ出す。すなわち、上端可動ピン、下端固定の長柱座屈モードになっている。また、両側の C T リブウェブについても、ウェブ上端が水平方向に変位している。

図-22、23 には荷重直下 C T リブウェブの鉛直方向 3 点について、載荷荷重とひずみ関係の実験結果と解析結果を合わせて示す。実験結果と解析結果とを比較すると、両モデルともウェブ上部および中央部の 2 点については、初期勾配をはじめとしたおおよその傾向は捉えていると言える。しかし、ウェブ下端については両モデルとも実験値と解析値の隔たりは大きい。これは残留応力を正確にモデル化できていないことによるものと考えられる。すなわち、実験では解析の場合よりもかなり早期に塑性化が起こっており、解析モデルで仮定した初期残留応力よりもかなり大きな応力が局部的に発生していたものと考えられる。

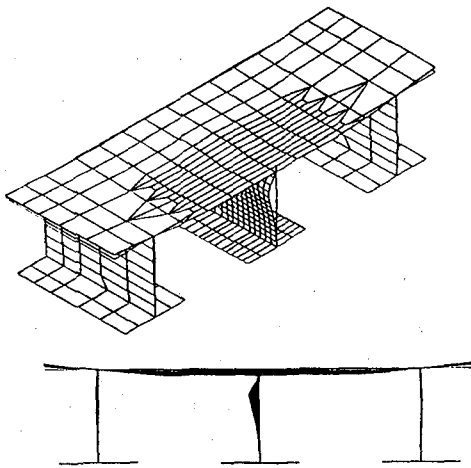


図-20 解析結果 (モデル1)

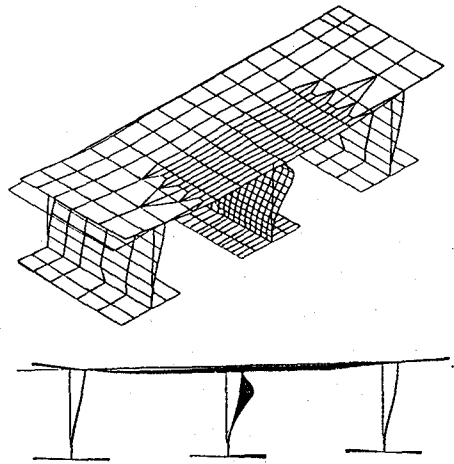


図-21 解析結果 (モデル2)

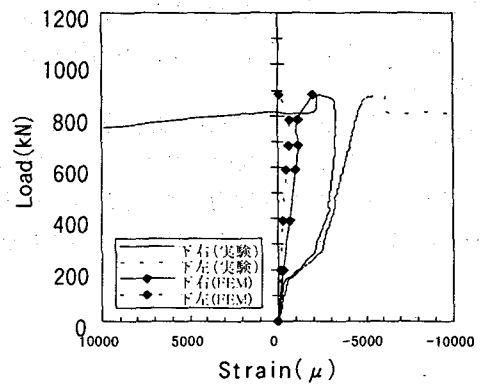
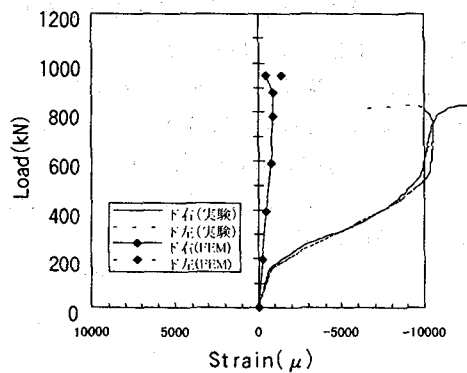
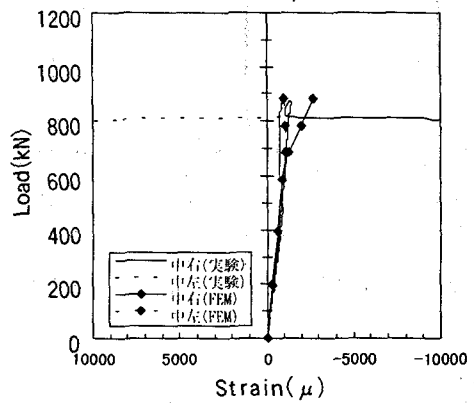
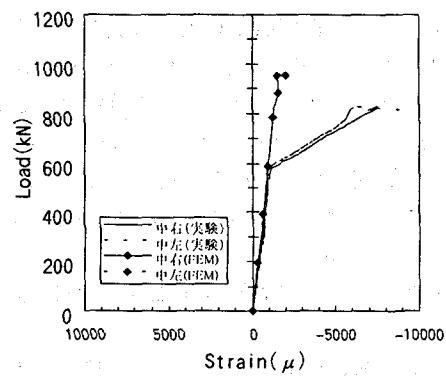
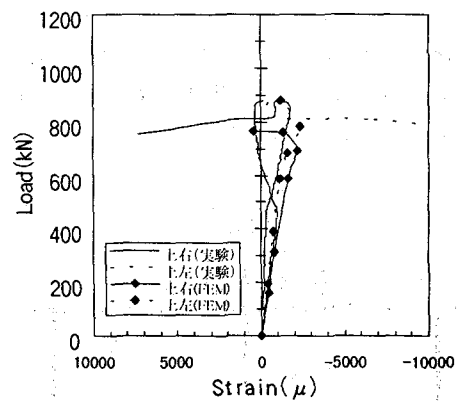
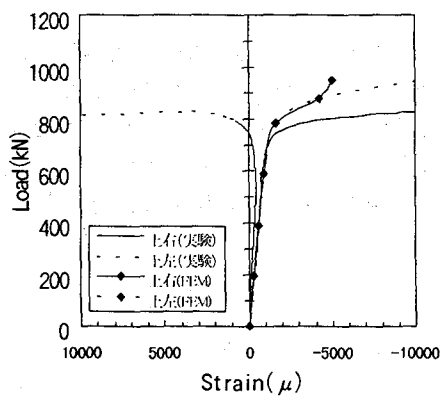


図-22 実験・解析結果 (モデル1: ひずみ履歴)

図-23 実験・解析結果 (モデル2: ひずみ履歴)

3.5 考察

提案した鋼床版の横桁との交差部におけるCTリブウェブの垂直補剛材を省略した場合について、その耐力を座屈試験およびFEM弾塑性座屈解析を実施した。当初、鉛直度に初期不整を与えたモデル2においては、荷重の増加につれて付加曲げモーメントが急激に増大し、早期に座屈が発生すると考えていたが、結果は予想に反して、モデル1と同等の最大耐力を示す結果となった。その理由としてデッキプレートの作用が考えられる。

すなわち、本試験でのCT形鋼はウェブ高に対して板厚が大きく、ウェブ幅を横桁幅の350mmとして仮定して細長比 l/r を算出すると50~70程度であり、かつデッキプレートによって隣接リブと連結されているため、荷重直下のウェブの塑性化が進んでもデッキプレートを介して、隣接リブに力が伝達される。図-24にFEM解析より得られたデータをもとに荷重20tf(196kN)での各ウェブが分担する曲げモーメントを算出したが、これより荷重直下および隣接リブは一種のラーメン構造として協同で荷重に抵抗していると考えられる。このため、1つのウェブのみに荷重が作用する場合よりも耐力が大きくなり、最大耐力後の低下も急激には起こらないと考えられた。

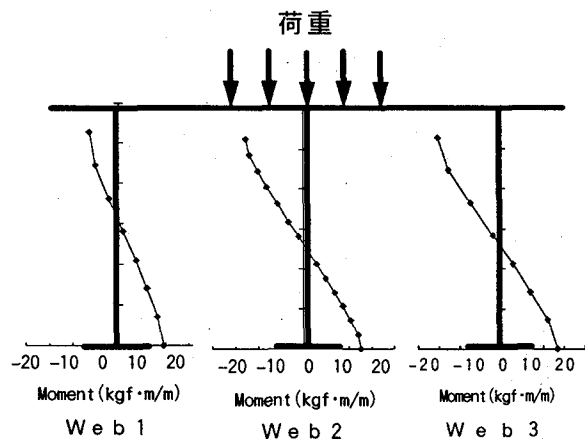


図-24 曲げモーメント分布 (モデル2)

5. 結言

- (1) CT形鋼を主リブとし、横リブを省略し、直接横桁上にボルト接合し、しかも横桁上に垂直補剛材を有しない鋼床版構造を提案した。
- (2) 全体モデルを用いた静的載荷試験およびFEM解析を実施した。これらの実験および解析結果から、設計荷重程度では各部の応力は弾性範囲内にあり、静的強度上は問題はないことが確認できた。さらに、設計荷重程度の

弾性範囲内の挙動はFEM解析により評価が可能であると言える。

(3) 横桁上のCTリブウェブ垂直補剛材を省略した場合の耐力を検証するため、座屈試験およびFEM弾塑性座屈解析を実施した。試験体は、初期不整のないものとウェブ鉛直度に5mmの初期不整を有する2体とした。両試験体とも、設計荷重を大幅に上回る最大耐力を示すことを確認した。

(4) ウェブ鉛直度の初期不整を有する場合も、極端な耐力の減少は生じなかった。これは、試験で用いたCT形鋼はウェブ高に対して板厚が大きく、ウェブ幅を横桁幅の350mmと仮定して細長比 l/r を算出すると50~70程度であること、かつデッキプレートによって隣接リブと連結されているため、荷重直下のウェブの塑性化が進んでもデッキプレートを介して隣接リブに力が伝達され、荷重直下および隣接リブが一種のラーメン構造として協同で荷重に抵抗していることに起因すると考えられる。

以上のように、本論文で提案した横桁上の垂直補剛材を省略したCT形鋼鋼床版は、静的荷重に対する挙動や耐力は問題ないことが分かった。今後は、繰返し荷重によるデッキプレートとCT形鋼の隅肉溶接部の疲労や高力ボルトのゆるみに関する検討を実施したいと考えている。

参考文献

- 1) 杉崎、小林：鋼床版張替工法の実例と改良、石川島播磨技報、第31巻第2号、pp.67-73、1991.3.
- 2) 切石、高橋、川村、加藤：紅楓橋における鋼床版張替え工法、橋梁と基礎89-6、pp.11-17、1989.6.
- 3) 藤田、能勢、町野、中澤、浅岡、安波、森、佐々木：都市内高架鋼構造物の開発、新日鉄技報、第356号、pp.54-61、1995.9.
- 4) 道路橋示方書・同解説(Ⅱ鋼橋編)：(社)日本道路協会1994.2.
- 5) 中村、上村、吉田：バトルデッキ型プレファブ鋼床版を用いた床版架け替え工法に関する実験的研究、鋼構造論文集、第1巻4号、1994.12.
- 6) 大日方、森：鋼床版パネルによるコンクリート床版橋の復旧、橋梁と基礎85-4、1985.4.
- 7) Roman, W.: Applications of Orthotropic Decks in Bridge Rehabilitation, Engineer Journal, Third Quarter, AISC, 1987.

(1996年9月6日受付)