

## 突起付き T 形鋼ジベルを用いた合成床版の設計

### Design of Composite Slab using Deformed Flange T-Shapes

石原謙治\*, 中村聖三\*\*, 田中祐人\*\*\*, 上村明弘\*\*\*\*

Kenji ISHIIHARA, Shozo NAKAMURA, Sachito TANAKA and Akihiro UEMURA

\*工修 川崎製鉄(株) 橋梁・鉄構事業部 橋梁・鋼構造技術部 (〒263-0005 千葉県稲毛区長沼町 351)

\*\*工博 長崎大学助教授 工学部社会開発工学科 (〒852-8521 長崎市文教町 1-14)

\*\*\*工修 川崎製鉄(株) 橋梁・鉄構事業部 橋梁・鋼構造技術部 (〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2-2-3)

\*\*\*\* 川崎製鉄(株) 橋梁・鉄構事業部 橋梁・鋼構造技術部 (〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2-2-3)

In order to provide more economical and durable slab for bridges, we developed new type composite slab. It is consist of concrete and steel members including bottom plate, deformed bar and deformed flange T-shapes as main members, which has lateral protrusions on the outer surface of flanges for the purpose of increasing bond strength between steel and concrete.

As moment of inertia ratio  $I_x / I_y$  is about 0.90, we consider the slab to be isotropic plate and determined design moment formula. Allowable stress for each member is based upon Specification for high way bridges except lower steel plate, for which another allowable stress was established considering fatigue strength of welded members.

Some loading tests of the slab were carried out and it was proved that the slab has enough durability.

Trial design of the slab and FEM analysis showed that deflection of the slab against live load is less than  $L/2000$  ( $L$ : slab span) and the slab has enough rigidity.

Key words: composite slab, deformed flange T-shapes, design

#### 1. はじめに

公共事業における建設コスト削減策の実施に伴い、鋼橋は新たな技術展開の時代を迎えている。特に、構造の合理化によりその目的を達成しようとする取組みとして、鋼桁橋においては従来の最少鋼材重量設計よりいわゆる合理化桁への移行の動きとともに、ホロナイ川橋での導入を契機として第二東名高速道路において積極的に採用されることとなった少数主桁橋を挙げることができる。また、その他にも鋼・コンクリート複合構造や合理化トラス橋、さらに開断面箱桁橋など新しい橋梁構造が数多く試みられるようになってきた。

鋼橋の合理化の進展を背景として、床版はクリティカルな部材として長支間下における高い疲労耐久性が要求されるのはもちろんのこと、ライフサイクルコストを最少化するために床版構造のさらなる合理化を図ることが重要な課題となってきた<sup>1)</sup>。上述のような鋼橋の技術動向に対応して、床版構造においても最近ではPC床版や合理化鋼床版、さらに鋼・コンクリート合成床版など多くの技術開発事例がみられ、中でも合成床版については鋼とコンクリートのずれ止めにそれぞれ工夫を凝らした各種のタイプが開発されている<sup>2)</sup>。

このうち突起付きT形鋼ジベル合成床版は、圧延段階においてフランジに突起を付けたH形鋼より切断したT形鋼(DFT)をずれ止め機能のある応力部材として使用する合成床版であり、底鋼板、側鋼板、DFTよりなるプレファブ部材と、鉄筋および現場打ちコンクリートより構成される極めてシンプルな構造となっている。本床版は現場施工性に優れ、また、たわみ剛性が大きく6m以上の長支間への対応とともに軽量化が可能であるという特徴を有する。この突起付きT形鋼ジベル合成床版の構想は既に18余年前にさかのぼり、定点載荷試験による疲労特性は解明済み<sup>3)</sup>であったが、より長支間での適用が経済性の観点より望ましいと判断されたこと、また、最近の少数主桁橋を想定した場合に適合するサイズの形鋼が圧延可能となったことより、本格的な採用が可能となったものである。

ライフサイクルコストを重視するという設計思想の転換期にあたり、橋梁上部工においてはミニマムメンテナンス橋<sup>4)</sup>の実現に向けて防食も含めた構造物の長寿命化を図ることが命題となっている。こうした中、突起付きT形鋼ジベル合成床版は、高耐久性床版として社会的ニーズを満足する新しい床版構造としての期待も大きく、多くの架橋実績を有する合成床版橋<sup>5)</sup>の技術を応用したのものとして、その信頼性も高いものとなっている。

本論文は、新しい床版構造である突起付きT形鋼ジベル合成床版を対象として、構造概要、設計法、定点載荷試験および試設計について、その構造特性を中心として報告するものである。

## 2. 構造概要

突起付きT形鋼ジベル（以下 DFT と称す）を用いた合成床版の概念図を図-2.1 に示す。本合成床版は主部材である DFT、底鋼板、側鋼板、鉄筋からなる鋼部材とコンクリートより構成され、鉄筋を除く鋼部材をあらかじめ工場にてパネル製作し、パネルの現地架設及び連結、鉄筋の配筋及びコンクリート打設を経て床版が形成される。

本合成床版は下記の特徴を有する。

- ①鋼・コンクリートとの付着を DFT の突起部分でとり、合成断面を構成する。
- ②現場施工性に優れる。
- ③たわみ剛性が大きく、床版支間 6m 以上の長支間への対応が容易である。

DFT は、熟間圧延時にフランジの外面に線状の突起を設けた H 形鋼を、ウェブの任意位置で切断したものであり、これを用いることによりこれまで合成床版で必要であった主部材ウェブの穴あけ加工や底鋼板へのスタッドジベルの溶殖等が不要となることから、床版としての構造をより単純化できるとともに、工場での製作工数の削減が可能となる。また、主部材方向の鉄筋量の大幅な削減及びこれに伴う現場の省力化も図れることから、製作・施工の両面にわたり経済性の向上が期待できる新たな構造形式である。

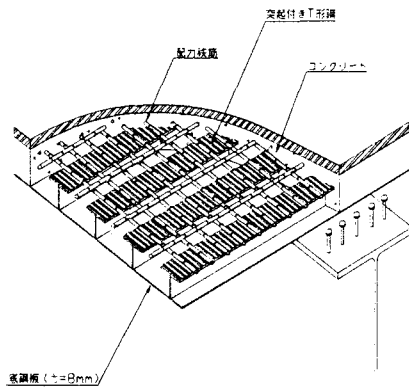


図-2.1 合成床版概念図

## 3. 設計の考え方

本合成床版の断面応力は等方性版理論および換算断面方式に基づく設計計算法で求めることができること、フランジの横ふし突起により終局時においても鋼桁部とコンクリートが一体になって挙動していることが、静的曲げ載

荷実験により確認されている<sup>6)</sup>ことから、以下に概説するような設計法を採用することとする。

### (1) 最小全厚

鋼構造物設計指針 PART B 合成構造物<sup>7)</sup>(以降、鋼指針)第3編 7.5 の規定を準用して、次式により決定する。

$$h = 2.5L + 10 \quad \dots(3.1)$$

ここに、 $h$ ：最小全厚 (cm)、 $L$ ：床版支間 (m)である。

### (2) 設計断面力

#### 1) 活荷重による設計曲げモーメント

本合成床版を等方性版とみなし、B 活荷重で設計する橋梁に対しては、鋼指針第3編 7.4 の規定を準用して、表-3.1 により求める。ただし、 $P=10tf$  とする。

A 活荷重で設計する橋梁に対しては、表-3.1 により算出した値の 80% とする。

#### 2) 等分布死荷重による設計曲げモーメント

道路橋示方書・同解説（以下、道示）II 鋼橋編<sup>8)</sup> 6.1.4 に従う。

#### 3) ずれ止めの設計に用いる設計せん断力

鋼指針第3編 7.4 に示された式で  $k=1.0$  とした次式により求める。

$$S_D = (0.011L + 0.747) P \quad \dots(3.2)$$

### (3) 断面性能

#### 1) 主部材方向

合成前の断面：

DFT と底板のみの断面諸量を算定する。

合成後の断面：

引張側コンクリートを無視し、ヤング係数比  $n=10$  とし、断面諸量を算定する。コンクリート上縁から合成断面中立軸までの距離  $y_{cu}$  および鋼に換算した合成断面の DFT 間隔あたりの断面 2 次モーメント  $I_v$  は以下の式で与えられる<sup>9)</sup>。

$$y_{cu} = \frac{nA_s}{B} \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2Bg_s}{nA_s}} \right)$$

$$I_v = \frac{B \cdot y_{cu}^3}{3n} + I_s + A_s (g_s - y_{cu})^2 \quad \dots(3.3), (3.4)$$

ここに、 $B$ ：DFT 間隔、 $A_s$  および  $I_s$ ：鋼断面の断面積および断面二次モーメント、 $g_s$ ：コンクリート上縁から鋼断面の中立軸位置までの距離である。

#### 2) 配力筋方向

死荷重による曲げモーメントを無視できるため、合成後の断面のみについて、底板を下側鉄筋とみなした複鉄筋 RC 断面として断面諸量を算定する。コンクリート上縁から合成断面中立軸までの距離  $y_{cu}$  および鋼に換算した合成断面の単位幅あたりの断面 2 次モーメント  $I_v$  は以下の式で与えられる。

表-3.1 衝撃を含む設計曲げモーメント (tf・m/m)

版の区分	曲げモーメントの種類	適用支間 (m)	主部材方向	配筋筋方向
単純版	支間曲げモーメント	0 < L ≤ 8	+(0.114L+0.144)P	+(0.095L+0.098)P
連続版	支間曲げモーメント	0 < L ≤ 8	+(単純版の 80%)	+(単純版の 80%)
	支点曲げモーメント		-(単純版の 80%)	-
片持版	支点	0 < L ≤ 1.5	$\frac{PL}{1.30L+0.25}$	-
	先端付近		-	+(0.15L+0.13) P

$$y_{cu} = \frac{-(A_s' + A_s) + \sqrt{(A_s' + A_s)^2 + \frac{2b}{n} \left\{ A_s' d' + A_s \left( h - \frac{t}{2} \right) \right\}}}{b/n}$$

$$I_v = \frac{b \cdot y_{cu}^3}{3n} + A_s' (y_{cu} - d')^2 + A_s \left( h - y_{cu} - \frac{t}{2} \right)^2$$

…(3.5), (3.6)

ここに、 $h$ ：床版厚、 $b$ ：幅(単位幅)、 $d'$ ：コンクリート上縁から鉄筋中心までの距離、 $t$ ：底板厚、 $A_s$ ：底板断面積、 $A_s'$ ：鉄筋断面積である。

#### (4) 応力照査

##### 1) 主部材方向

合成前後、それぞれの断面について、コンクリート上面、DFT フランジ、および底板の応力度照査を行う。また、式(3.7)により計算される DFT フランジにおけるコンクリートの付着応力<sup>9)</sup>についても照査する。許容応力度は道示Ⅱ 2.2.1(鋼部材)、Ⅲ<sup>10)</sup>3.2.1(コンクリート)の規定に従う。底板については、疲労の影響を考慮し、設計活荷重モーメントにより発生する応力が 840kgf/cm<sup>2</sup>(縦すみ肉溶接継手の一定振幅応力に対する打ち切り限界<sup>11)</sup>)以下であることを照査する。

$$\tau_d = \frac{Q_c}{I_v \cdot b_f} \cdot S_D \quad \dots(3.7)$$

ここに、 $Q_c$ ：鋼に換算した圧縮側コンクリートの断面一次モーメント、 $b_f$ ：DFT フランジ幅、 $S_D$ ：作用せん断力である。

##### 2) 配筋筋方向

合成後の断面について、コンクリート上面、配筋鉄筋、および底板の応力度照査を行う。許容応力度は道示Ⅱ 2.2.1(底板)、Ⅲ3.2.1(コンクリート)、3.2.2(鉄筋)の規定に従う。底板については、主部材方向と同様、疲労の影響を考慮し、活荷重応力が 620kgf/cm<sup>2</sup>(リブ十字すみ肉溶接継手の一定振幅応力に対する打ち切り限界<sup>11)</sup>)以下であることを照査する。

#### 4. 構造実験

##### (1) 目的

版厚を 15cm に薄くした単純版と 2 径間連続版の供試体を製作し、単純版では定点載荷による高サイクル疲労実験後に静的載荷実験を、連続版では静的載荷実験を行い、弾性域における床版の構造特性、ならびに床版の耐荷力や鋼桁とコンクリートとの一体性など、終局時における力学的挙動を明らかにした。

##### (2) 供試体と試験方法

板厚 6mm の底鋼板(SM490A)に 40cm 間隔で DFT(100×100×5.5×8, SS400)を支間方向に溶接し、DFT 上フランジ中間に D13 鉄筋を配置した単純と連続の合成床版の断面を図-4.1 と図-4.2 に示す。単純および連続合成床版に使用した鋼材やコンクリートの強度特性は同一であり、DFT および底鋼板の引張試験における降伏点は 2,860, 3,700kgf/cm<sup>2</sup>であった。コンクリートは粗骨材の最大寸法が 25mm、水セメント比 49%で、呼び強度が 300kgf/cm<sup>2</sup>のレディーミクストコンクリートを用い、乾燥収縮によるコンクリートのひび割れ防止のため 30kgf/m<sup>3</sup>の膨張材を添加した。気中養生したコンクリート材令 28 日目の圧縮強度は 345kgf/cm<sup>2</sup>であり、その 1/3 の応力度における割線弾性係数は 3.3×10<sup>5</sup>kgf/cm<sup>2</sup>であったが、実測値との対比に用いた計算では  $n=7$  を用いた。

荷重載荷は、図-4.1 や図-4.2 に示す通り、径間中央に載荷板(単純床版：200×500, 連続床版 200×1,000)を敷いて定点集中方式とした。単純版の疲労実験では、最初 200 万回以上の繰返しを目安に上限を 30, 下限を 2tf で行った後、上限を 44tf に変えて 180 万回、計 400 万回繰返し載荷した。繰返し後、同一の載荷形式で引続き静的曲げ破壊実験を行った。単純版、連続版とも静的載荷実験において、各荷重段階ごとに鋼板、形鋼、鉄筋、コンクリートのひずみと床版下面のたわみを測定した。

##### (3) 単純版の実験結果および考察

図-4.3, 4.4 は、床版中央における載荷板中心直下での底鋼板の応力および床版のたわみと繰返し回数との関係を示す。ここで、実測値は直角ひずみゲージの測定値から求めた応力であり、計算値は等方性版理論に基づいて厳密に作用モーメントを求め、次にコンクリートを鋼と等価な断面に置換えた、いわゆる換算断面方式により算出したものである。初期載荷において底鋼板の応力は、コンクリート

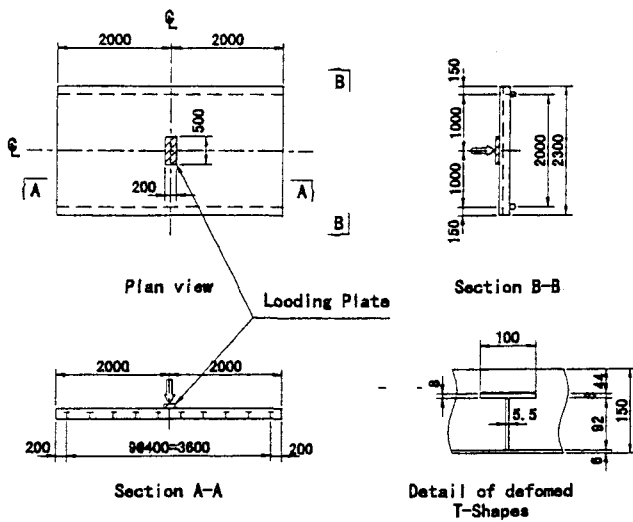


図-4.1 単純合成床版の供試体と載荷位置

全断面を考慮した場合、コンクリートの引張断面无視した場合の、両方の計算値のほぼ中間となっている。また、底鋼板の応力と繰返し回数との関係においては、上限荷重が30tfに対して $10^3$ 回程度までコンクリート全断面有効の計算値とほぼ等しい応力となっているが、 $10^4$ 回以降底鋼板はコンクリートの引張断面无視した計算値に接近する傾向が見られる。これは繰返し回数が増すにつれ、コンクリート引張断面におけるひび割れが進展したと推論されるが、 $10^4$ 回以降降力振幅は若干の増加はあるもののほぼ一様であり、400万回の繰返し載荷に対してもひび割れが大きく進展しなかったと思われる。載荷直下におけるたわみと繰返し回数においても同様に、 $10^4$ 回以降繰返し回数の増加に対してほぼ一様なたわみ量となっている。

図-4.5, 4.6に、400万回の繰返し載荷終了後に実施した静的曲げ破壊実験における、支間中央断面の載荷位置近傍での荷重とひずみおよびたわみの関係を示す。荷重76tfにおいてコンクリートのひずみゲージが破断し、上フランジのひずみが急激に大きくなった現象は、コンクリートの押抜きせん断破壊の兆候と考えられる。この値は角田氏の提案式<sup>12)</sup>から求めた計算値の約1.2倍である。

#### (4)連続版の実験結果および考察

図-4.7に、径間中央に12tfすなわち総荷重24tfを載荷した場合の、幅員中心断面における鋼板の支間方向(x方向)の応力分布 $\sigma_x$ を示す。また図-4.8には、同じ載荷条件での、径間中心断面における鋼板の支間方向(x方向)と幅員方向(y方向)の応力分布 $\sigma_x$ と $\sigma_y$ を示す。図中の実測値は2方向直角ひずみゲージの測定値から求めた応力であり、計算値は、まずコンクリートを鋼と等価な断面に置換えた換算断面により、連続版を等方性版にモデル化し、次に有限要素法の解析より作用曲げモーメントを求めた、いわゆる換算断面方式により算出したものである。図-4.7, 4.8とも実測値は、コンクリートの引張応力を考慮した全断面有効の計算値と引張側のコンクリートを無視した計算値の間にあり、それらの応力分布は計算値と同じ傾向を示して

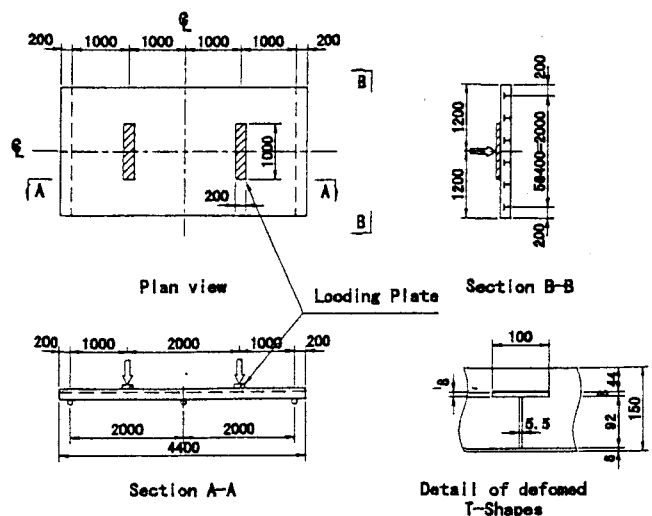


図-4.2 連続合成床版の供試体と載荷位置

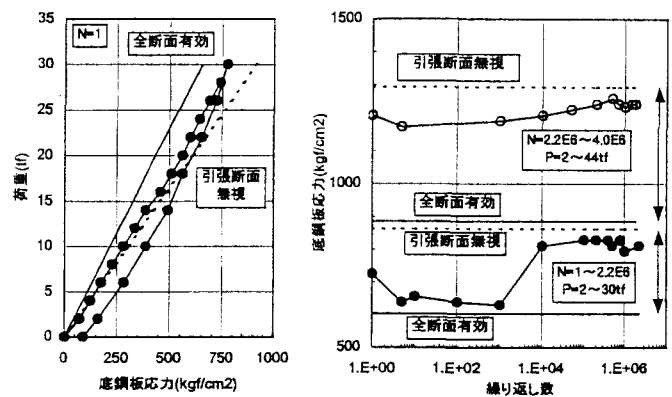


図-4.3 単純版支間中央における初期の荷重と底鋼板応力曲線、ならびに繰返し数と底鋼板応力の関係

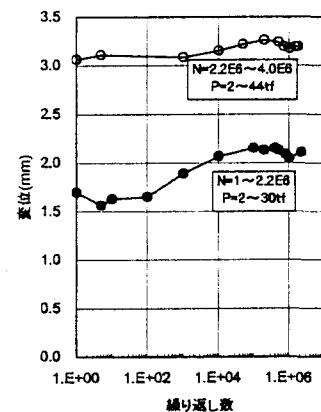


図-4.4 単純版支間中央での繰返し数と変位の関係

おり、本床版に対する等方性版への置換えや換算断面方式による設計計算の妥当性を確認することができた。

図-4.9, 4.10は静的曲げ破壊時における、総荷重と幅員中心断面の載荷近傍位置でのひずみ、総荷重と載荷板中央直下でのたわみの関係を表わしたものである。コンクリー

トや鉄筋および底鋼板のひずみは、総荷重が 256tf までほぼ直線的に増加しており、鋼材とコンクリートの一体性が確保されていることがわかる。総荷重が最大になった時点で各々のひずみが非線形になっているのは、コンクリートの押抜きせん断破壊の兆候と考えられる、また最大総荷重時における中間支承上では、負の曲げモーメントによる最大コンクリートひび割れ幅が 0.2mm 程度であった。またその時点では床版中央のたわみが 12.6mm で、支間に対する比は 1/160 であった。

(5)まとめ

DFT を用いた合成床版は、現行 T 荷重の 3 倍に相当する荷重下で、400 万回繰返し載荷にも十分耐え得るものであり、また苛酷な載荷を受けた後においても合成床版としての終局耐力や鋼材とコンクリートの一体性が確保されていることが確認できた。また、単純版、連続版とも合成床版の断面応力は、等方性版理論および換算断面方式に基づく設計算法で求めることができる。

従来の RC 床版より薄肉化を図り、厚さ 15cm の合成床版でも道路橋の床版としての性能や安全性を十分満足していることが実証された。

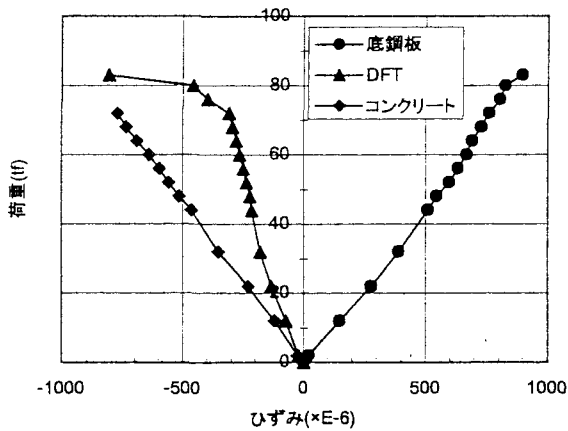


図-4.5 単純版の支間中央における荷重ひずみ曲線

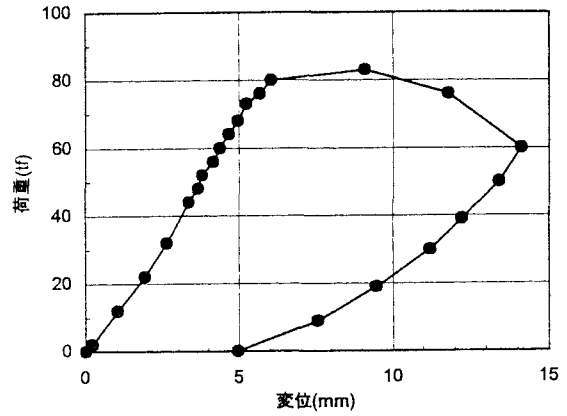


図-4.6 単純版の支間中央における荷重変位曲線

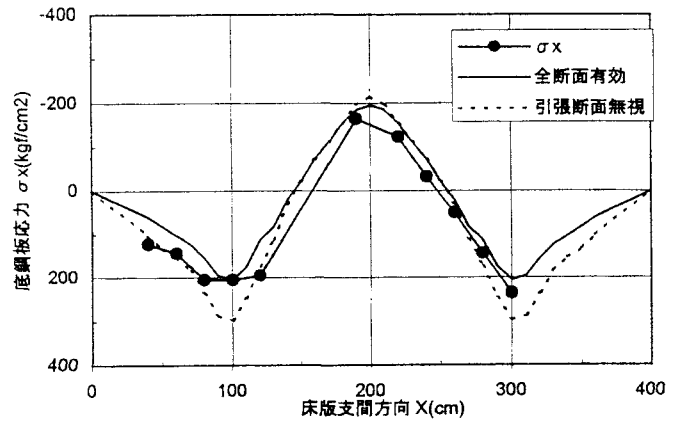


図-4.7 連続版の幅員中央断面における底鋼板の応力分布(P=24tf)

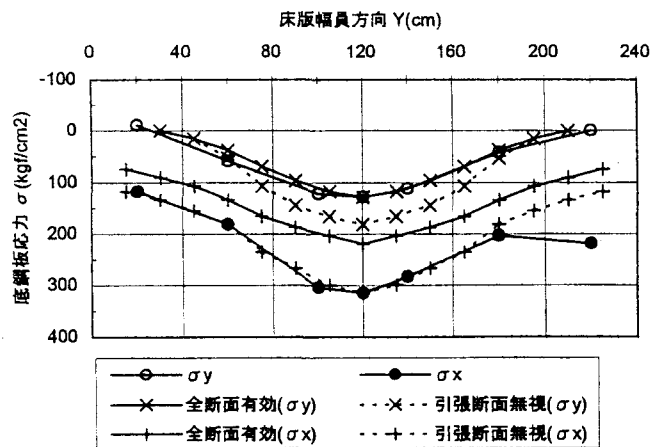


図-4.8 連続版の支間中央断面における底鋼板の応力分布(P=24tf)

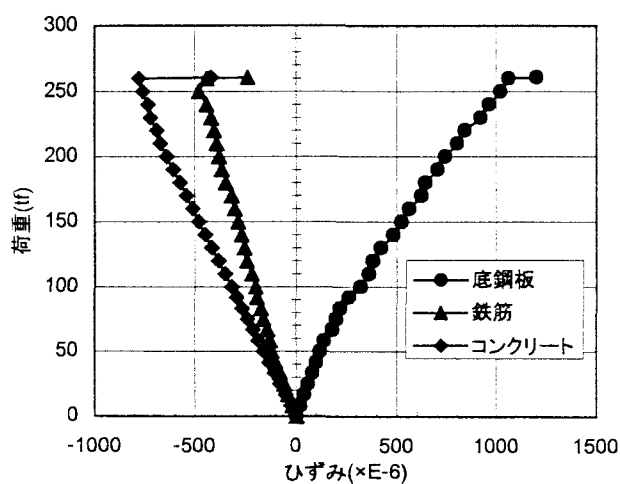


図-4.9 連続版の載荷板近傍での荷重ひずみ曲線

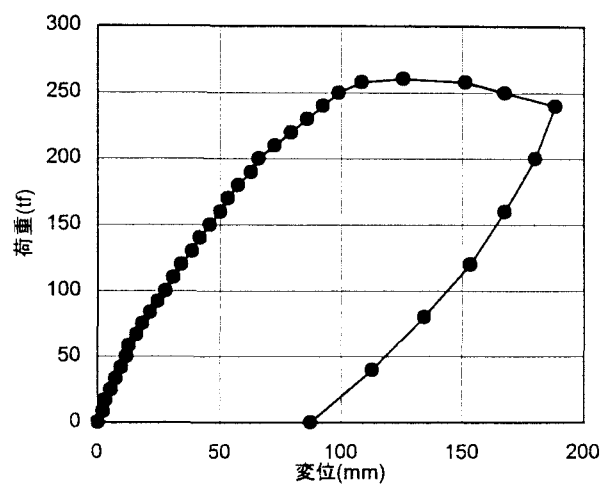


図-4.10 連続版の支間中央での荷重変位曲線

表-5.1 断面構成と発生応力度

支間	床版全厚 (cm)	T形断面 (mm)		主部材方向応力度 (上段:合成前, 下段:合成後, kgf/cm <sup>2</sup> )			配力鉄筋方向応力度 (上段:合成前, 下段:合成後, kgf/cm <sup>2</sup> )		
		高さ	ピッチ	コンクリート	フランジ	底板	コンクリート	鉄筋	底板
3m	18.0	100	500	— 61	128 179	82 474	— 50	— 194	— 362
4m	21.0	150	500	— 51	162 264	107 476	— 46	— 286	— 374
5m	23.0	175	500	— 50	228 297	151 507	— 47	— 320	— 402
6m	25.0	175	500	— 56	352 262	234 553	— 48	— 264	— 429
8m	31.0	250	500	— 47	499 298	341 542	— 42	— 295	— 430

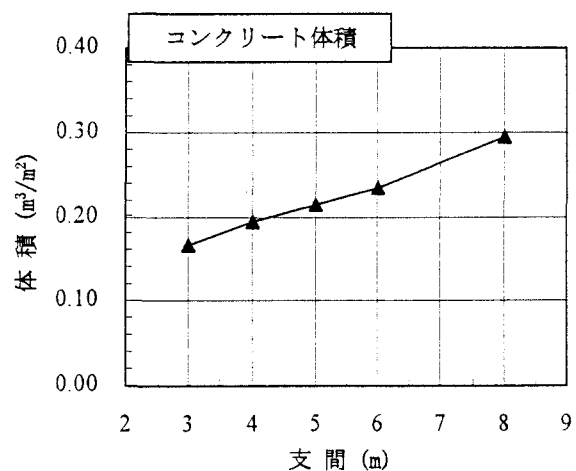
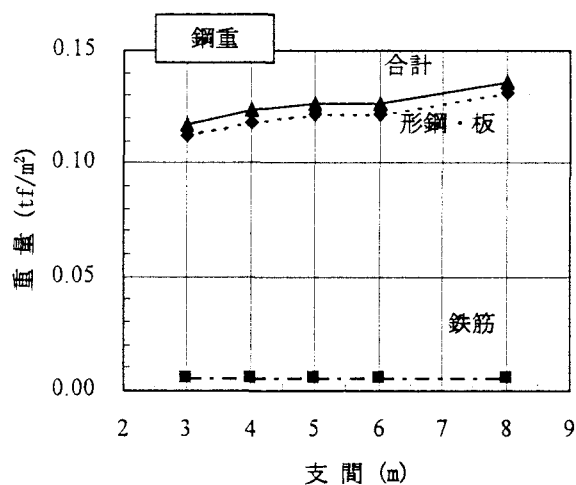


図-5.1 支間による鋼重およびコンクリート体積の変化

## 5. 試設計

### (1) 設計条件

以下に示す条件を固定し、床版支間が 3m, 4m, 5m, 6m, 8m の場合について、3章の考え方に従い試設計を行った。ただし、床版支持桁の不等沈下の影響はないものと仮定した。

荷重 活荷重：B 活荷重  
死荷重：床版本体のみ。高欄・地覆は考慮しない。合成後死荷重として舗装(8cm)を考慮。

計画交通量 500 台/日未満  
使用材料 鋼材：SM400  
鉄筋：SD295A  
コンクリート： $\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$

断面の決定においては使用鋼材の歩止り等の経済性を考慮し、使用する DFT のサイズを  $100 \times 204 \times 8 \times 12$  に固定して、必要に応じ平鋼をウェブに溶接することにより T 形断面の高さを調節することとした。また、T 形断面フランジの最小純間隔は、底板の添接等の施工性を考え 200mm とし、最大間隔は RC 床版の最大鉄筋間隔の規定を準用し 300mm とした。配力鉄筋は D16 を 300mm ピッチで配置することとした。

### (2) 設計結果

表-5.1 に各床版支間に対する断面構成と発生応力度を示す。表には示していないが、底板厚はすべての場合について 8mm である。

いずれの支間においても応力度には余裕があり、今回設定した DFT サイズではフランジの最大純間隔により断面が決定されていることがわかる。より経済的な断面とするためには、床版の最小全厚に関する詳細な検討を行い、床版厚の低減を図ること、あるいは最小全厚はそのままに、DFT 高さを低くすることにより鋼重を軽減することなどの方法が考えられる。

図-5.1 には、支間長による単位面積あたりの鋼重およびコンクリート体積の変化を示す。今回の検討範囲では鋼重、コンクリート体積とも、支間長が伸びるにしたがい、ほぼ直線的に増加している。

合成断面の単位幅あたりの断面 2 次モーメント(主部材方向  $I_x$ 、配力鉄筋方向  $I_y$ )を表-5.2 に示すが、両者の比は 0.85~0.95 であり、ほぼ等方性版とみなせる。したがって、等方性版を仮定して求められている設計曲げモーメント算定式(表-3.1)を用いることの妥当性が再確認されたと言える。

### (3) たわみの検討

合成床版では経済性を発揮させるために、従来の RC 床版に比べて床版厚を薄くして、死荷重を軽減するのが一般

表-5.2 単位幅あたりの断面 2 次モーメント

支間	断面 2 次モーメント( $\text{cm}^4$ )		$I_y / I_x$
	$I_x$	$I_y$	
3m	8384	8002	0.95
4m	13597	12026	0.88
5m	17556	15157	0.86
6m	20452	18416	0.90
8m	36950	31451	0.85

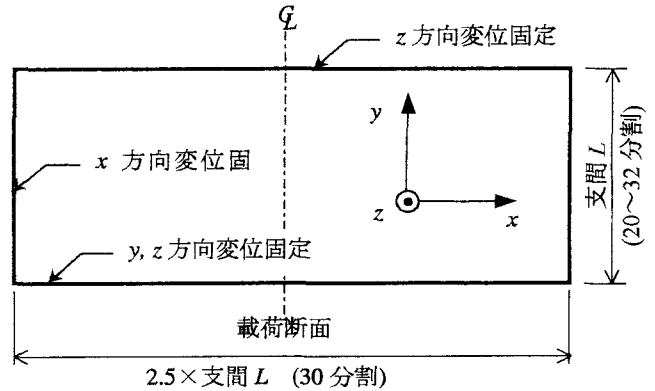


図-5.2 解析モデルの概要

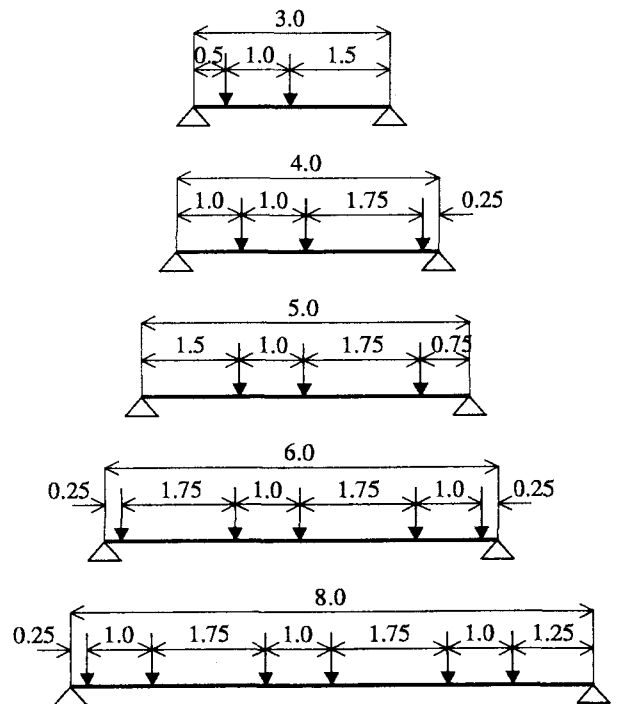


図-5.3 載荷状態

表-5.3 たわみ計算結果

支間	最大たわみ	
	$\delta_{max}$ (mm)	$\delta_{max} / L$
3m	1.04	1 / 2884
4m	1.38	1 / 2898
5m	1.93	1 / 2590
6m	2.84	1 / 2112
8m	3.59	1 / 2228

的である。しかし、床版を薄くしすぎると、鋼部材におい

て振動やそれに伴う疲労等の問題が発生する可能性があること、また、コンクリートにひび割れが発生し、床版の耐久性や使用性に悪影響を及ぼすことが懸念されるため、活荷重によるたわみを制限する必要があると言われていた。その制限値については、今のところ明確にされていないが、床版支間の 1/2000 程度とするのが一般的である<sup>7)</sup>。

上記観点から、試設計により得られた断面の活荷重たわみをシェル要素を用いた FEM 解析により算定した。使用した解析ソフトは MARC である。解析モデルの概要を図-5.2 に、各支間に対する載荷状態を図-5.3 に示す。図中の集中荷重の大きさは 10tf である。解析においては、コンクリートを全断面有効と考えた主部材方向の合成断面の断面 2 次モーメントと等価な剛性を有する鋼平板の板厚を求めてシェル要素の板厚とし、配力鉄筋方向のヤング率を表-5.2 に示す  $I_y/I_x$  の値に応じて低減することにより、版の異方性を考慮した。

解析の結果得られた活荷重によるたわみの最大値を表-5.3 に示すが、いずれの場合も床版支間の 1/2000 以下の値となっており、剛性についても問題ないものと判断できる。

## 6. おわりに

本検討により得られた事項を以下にまとめる。

- ① 定点載荷試験を行い、突起付き T 形鋼ジベルを用いた合成床版は道路橋の床版としての性能や安全性を十分満足していることを検証した。
- ② 床版支間をパラメータとして床版支間 8m までの範囲で試設計を行い、等方性版としての設計の妥当性を確認した。
- ③ 活荷重たわみは合成床版の目安となる  $L/2000$  を満たしており、床版として十分な剛性を有することが確認された。
- ④ 試設計と併せて鋼重・コンクリート体積の試算を行い、支間長と数量との関係を明らかにした。

なお、今回の試設計での検討では、設計モーメント式の適用範囲の最大値である 8m までを対象としたが、DFT のサイズアップや底鋼板の板厚増加等の対応により支間長 10m 程度まで適用可能になるものと思われる。

## 参考文献

- 1) 松井：合理化橋梁の切り札 高耐久性床版，土木学会誌，Vol. 84, Apr.， pp. 9-11, 1999
- 2) (社)日本橋梁建設協会編：新しい鋼橋の誕生—公共工事のコスト削減をめざして— 床版資料編，(社)日本橋梁建設協会，1999
- 3) 田中，佐藤，木村：突起付 T 形鋼を用いた合成床版の繰返疲労特性，土木学会第 40 回年次学術講演会，1985
- 4) 西川：ライフサイクルコストを最少にするミニマムメンテナンス橋，橋梁と基礎，Vol. 31 No. 8, pp. 64-72, 1997
- 5) 太田ほか：合成床版橋の設計と施工の現状，橋梁と基礎，Vol. 33 No. 7, pp. 19-23, 1999
- 6) 佐藤，石渡：異形フランジ T 形鋼埋込み合成床版橋の構造特性，土木学会第 37 回年次学術講演会，I-120, 1982
- 7) 土木学会：鋼構造物設計指針 PART B 合成構造物，土木学会，平成 9 年 9 月
- 8) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編 II 鋼橋編，平成 8 年 12 月
- 9) 浜田，春日，佐藤，田中：新形式合成床版橋の構造特性と適用，川崎製鉄技報，Vol. 18, No. 1, pp. 75~81, 1986
- 10) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編 III コンクリート橋編，平成 8 年 12 月
- 11) (社)日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993.4
- 12) 角田，井藤，藤田：鉄筋コンクリートスラブの押抜きせん断耐力に関する実験的研究，土木学会論文報告集第 229 号，pp105-115, 1974 年 9 月