I-485　　突起付T形鋼を用いた合成床版の繰返し疲労特性

川崎製鉄　正員　田中祐人
川崎製鉄　正員　佐藤政勝
川崎製鉄　　　　木村正夫

1. 緒言

構造物に作用する圧縮応力をコンクリートに、引張応力を鋼材に分担させる鋼コンクリート合成構造は、それぞれの材料特性を活かした合理的な構造物であり、従来から土木・建築各分野で用いられている。さらに近年、騒音・振動・腐食対策や維持管理の容易さから合成構造の特長が再認識され、鋼、コンクリート構造に次ぐ第３の構造として期待されている。そこで筆者らはコンクリート複合用鋼材として、上下フランジ外面に横ふし突起を有する突起付Ｈ形鋼を開発し、この新Ｈ形鋼をそのウェブ中心線で切断した突起付Ｔ形鋼（ＤＦＴ）を底鋼板に溶接した逆形式鋼床版に膨張コンクリートを充塡した合成床版橋を実用化した。合成床版橋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、静的曲げ載荷実験で確認された。[1] ここでは、合成床版を橋梁の床組（Fig.1参照）に適用できるように、版厚１５㎝に薄くした床版供試体を製作し、床版中央荷重載荷による高サイクル疲労実験および繰返し載荷後に静的曲げ破壊実験を行い、繰返し載荷時における床版構造の特性および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６㎜の底鋼板（ＳＭ５０Ａ）に４０㎝間隔で突起付Ｔ形鋼（１００×１００×5.５×８、SS41）を支間方向に溶接し、Ｔ形鋼上フランジ中間にD13鉄筋を配置した合成床版の断面をFig.２に示す。突起付Ｔ形鋼および底鋼板の引張試験における降伏点は２８.６、３７.０Kgf/㎟であった。コンクリートは粗骨材の最大寸法が２５㎜、水セメント比４９％で、呼び強度が３００Kgf/㎠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/㎥の膨張材を添加した。気中養生したコンクリート材令２８日目の圧縮試験において、圧縮強度は３４５Kg/㎥で、その1/3の応力度における割線弾性係数が 3.3×10^5 Kgf/㎠ であったが、実測値との対比に用いた計算ではｎに７を用いた。疲労実験はFig.２に示すように集中載荷形式で、最初２００万回以上の繰返しを目安に上限を３０、下限を２ tf で行った後、下限２、上限を４４ tfにして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。各実験において、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。

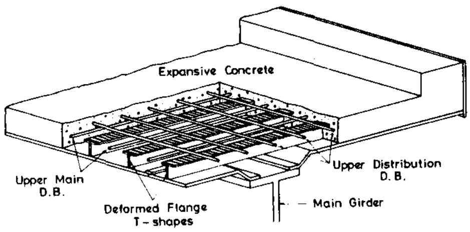

Fig.1　Schema of composite slab using deformed flange T-shapes

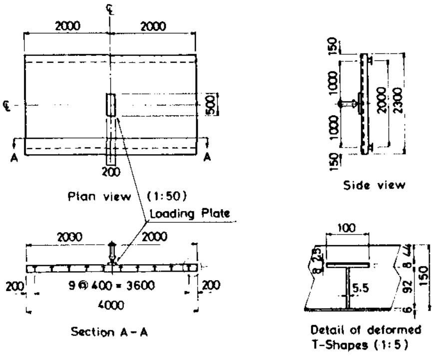

Fig.2　Dimensions and loading arrangement of composite slab KCB-F

3. 実験の結果および考察

Fig.３、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、コンクリート全断面を考慮した場合とコンクリートの引張断面を無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の関係においては、上限荷重が３０ tf に対して10^3回程度まで底鋼板は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を無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回以降応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回以降たわみは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。Fig.5、6に４００万回の繰返し載荷終了後に実施した合成床版の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７６ tf 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セン断破壊の兆候と考えられる。この値は角田氏の提案式[2]から求めた計算値の約 1.2 倍である。

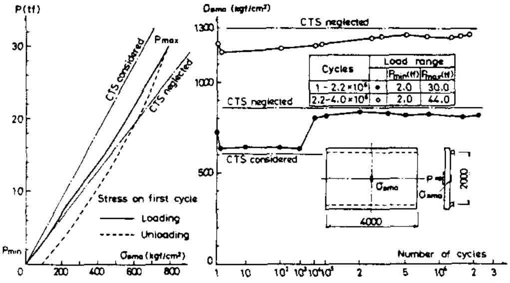

Fig. 3 Relation between number of cycles and steel stress at center span

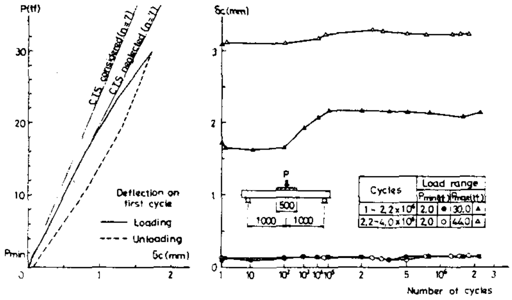

Fig. 4 Relation between number of cycles and deflection at center span

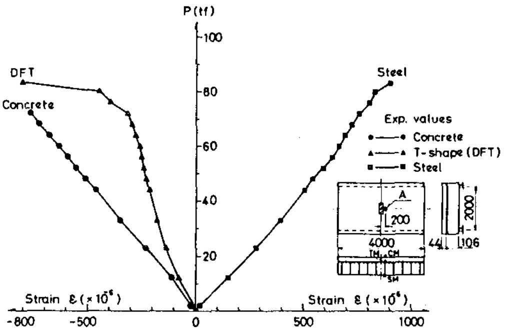

Fig. 5 Load-strain curves at A-section on center span

4. 結論

突起付Ｔ形鋼を用いた合成床版は、現行Ｔ荷重の３～４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、従来のＲＣ床版より薄肉化を図り、厚さ１５ cm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。

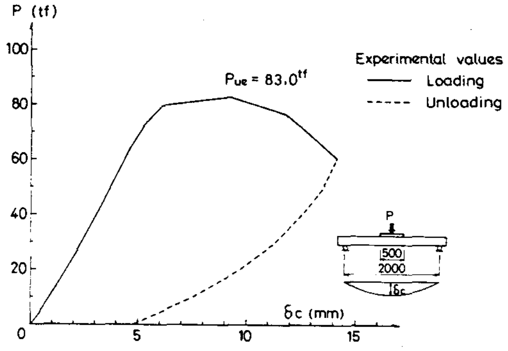

Fig. 6 Load and deflection curves at center span

＜文献＞

1) 佐藤 他：第３７回年次学術講演会 Ｉ－１２０
2) 角田 他：土木学会論文報告集、第２２９号、PP.１０５－１１５