

大阪大学大学院 学生員 岡本安弘

近畿大学理工学部 正 員 前田幸雄

川 田 建 設 正 員 梶川靖治

川 田 工 業 正 員 渡辺 滉

1. まえがき 「合成鋼床版合成桁」は、従来の合成桁と鋼床版桁との折衷的な道路橋用の桁形式であり、昨年度の研究¹⁾では床版について、主として型枠作用および静的荷重のもとでの床版作用におけるリブの効果に着目し、実物大の模型供試体4体について床版コンクリート打設試験および静的載荷試験を行い、合成鋼床版の基本的な構造特性や耐荷力を明らかにした。本研究では、次の段階として合成鋼床版の疲労特性、例えば応力・変形状の変化、ずれ止め間隔の相違による合成作用の変化あるいは疲労破壊性状などに関する基礎データを得るために、前回と同様の供試体を用いて輪荷重走行試験機²⁾による疲労試験を実施した。

2. 試験の概要 供試体は静的載荷試験¹⁾に用いたもののうち「合成前と合成後の荷重作用に対しリブの降伏を許容する」という前提に基づいて設計したType-Bに準じたもの2体(FB-1, FB-2)とした。この形状・寸法の概略を図-1に示す。本形式では、横リブと縦リブとの交差部に疲労き裂の発生が予想されるため、これが走行荷重の下にくるように配置した。荷重の走行位置は床版支間中央で、その移動範囲は橋軸方向の床版中央より±1 mである。繰返し回数については、輪荷重一往復を2回とカウントした。スタッド配置は同図に示すように右半分を10cm間隔、左半分を20cm間隔とした。これはType-Bのスタッド間隔が10cmで、終局状態に至るまでほぼ完全合成であったことから、その間隔をもう少し大きくとれると考えたためである。各供試体の走行載荷荷重は20t(FB-1) および15t(FB-2)とした。写真-1に載荷状況を示す。なお、走行載荷装置を適宜停止させ、床版中央(C)、右側リブ交差部上(RR)および左側リブ交差部上(LR)等に静的載荷し、たわみ、ひずみ、およびずれ等を測定した。

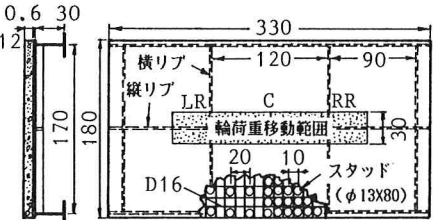


図-1 供試体の形状・寸法

3. 試験結果と考察 図-2にFB-1のC載荷における荷重-たわみ曲線を実線で、薄肉シェル要素を用いたFEMによる解析値を破線(コンクリート全断面有効)および一点鎖線(引張側無視)で示す。処女載荷の10 t前後までの傾きは破線とよく一致し、それ以上ではコンクリート下面のひびわれが増すため若干傾きが小さくなる。走行載荷後、傾きは1000回までに一点鎖線とほぼ等しくなり、繰返し回数とともに残留値はしだいに増加し、また傾きも徐々に小さくなっていく。FB-2の各載荷位置(C, RR, LR)におけるたわみの繰返し回数に対する変化状況を図-3に示す。同一繰返し数における活荷重たわみおよび残留たわみとも、RR, C, LRの順に大きくなっている。RR側はスタッド間隔を10cmとしたことにより合成効果の高いことがわかる。デッキプレート下面および縦・横リブ下面

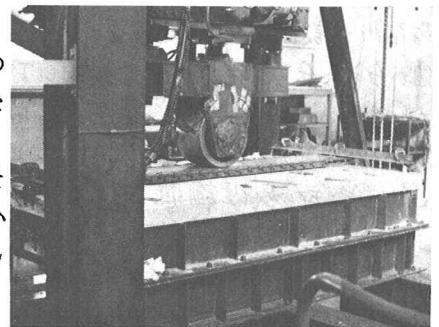


写真-1 載荷状況

図-2 荷重-たわみ曲線

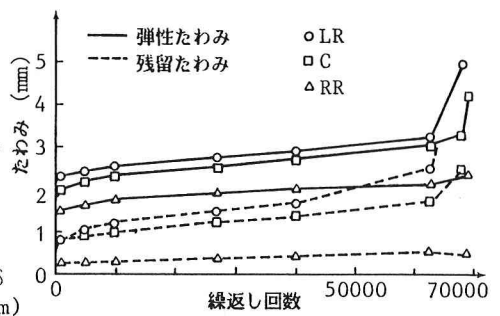
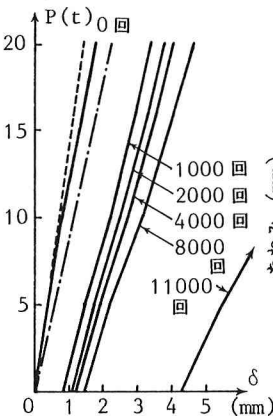


図-3 たわみの繰返し回数に対する変化

の荷重-ひずみ曲線はほぼ直線であって、弾性的に挙動していた。また、FB-2のずれ性状は、左側では最大0.8mm程度のずれが観察されたが、右側ではほとんどずれなかった。

最後に破壊状況を述べる。FB-1では走行荷重20tのもとに約11000回でコンクリート床版がパンチング・シヤ破壊した。そこで、走行荷重を11tに下げて試験を続行したところ16400回で左側リブ交差部に疲労き裂が発生し、試験終了時にはデッキプレートとのすみ肉溶接余盛付近まで進展した。FB-2では、走行荷重15tのもとで約12万回経過後同じく左側リブ交差部にき裂が生じ、135400回でコンクリートがやはりパンチング・シヤ破壊した。なお、いずれもデッキプレートに異常はみられず、またスタッドのせん断破壊もみられなかった。

4. 合成鋼床版の疲労強度 本試験では、リブ交差部の疲労き裂とコンクリート床版のパンチング・シヤにより供試体が破壊したので、これらに対する疲労強度について検討を試みた。まず、リブ交差部の縦・横リブの疲労強度の推定であるが、横リブはリブ付き十字継手に相当するため、横リブの作用応力度をもとに既往の同継手に対するS-N線図³⁾上にプロットしてみた。図-4より、今回のデータがリブ付き十字継手のS-N曲線と比較的よい一致をみていることから、横リブの疲労強度はこのS-N曲線より推定できるのではないかと考えられる。また、縦リブについても前面すみ肉T形継手に対するS-N曲線³⁾と比較してみたが、この場合にはよい一致がみられなかった。

次に、コンクリートのパンチング・シヤ疲労強度については、供試体の破壊モードがパンチング・シヤ破壊であったこと、さらに、走行載荷の初期から床版支間方向に多数の貫通ひびわれが観察されたことなど、RC床版と類似した破壊状況であったので、RC床版のパンチング・シヤ疲労強度と比較することにした。文献²⁾では、縦軸に P/P_u なる無次元パラメータ(P は走行荷重、 P_u は梁幅40cmのせん断破壊強度)、横軸に繰返し回数をとるS-N線図を用いている。そこで、本供試体では、ひびわれ状況から床版を支間方向にある幅をもつ梁(ここでは床版厚の2倍)とし、破壊は図-5に示すように、圧縮側コンクリートの純せん断破壊とスタッド頭部位置におけるはくり破壊を考え、 P_u をこれらの破壊領域の、破壊時の抵抗力の和として算出することにした。これによる結果をRC床版のS-N線図²⁾上にプロットしたのが図-6であり、両者はよく一致している。しかし、疲労強度の評価基準となる P_u の算定に関して、データの不足やスタッド間隔を考慮していないことなどの問題点があり、今後これを解決する必要がある。

今回の疲労試験結果より、1)疲労き裂発生の可能性が大であることから、リブ交差部を溶接しない構造またはリブ交差部を設けない構造とするのがよい、2)走行荷重によるひびわれ性状から判断して、床版厚(12cm)をもう少し大きくする方がよい、などのことがわかった。

参考文献 1)岡本・前田・梶川・渡辺：鋼・コンクリート合成鋼床版の静的載荷試験，土木学会第39回年講，1-137，1984。

2)奥本・前田・松井：道路橋RC床版の疲労に関する研究，土木学会第40回年講，I，1985。 3)国鉄建造物設計標準解説；鋼鉄道橋・鋼とコンクリートとの合成鉄道橋，1983.5。

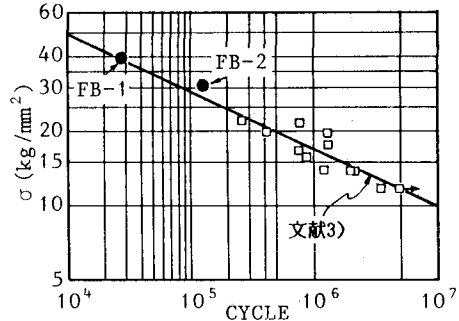


図-4 リブ付き十字継手のS-N曲線

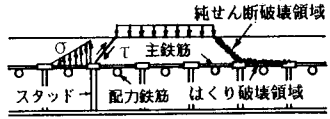


図-5 パンチングシヤ破壊モデル

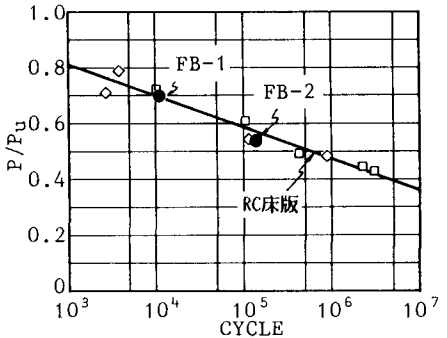


図-6 S-N曲線