

I-342

トラス形鉄筋によりせん断補強したRC床版の疲労耐久性

大阪大学工学部 正員 松井繁之

愛知県 正員 川本安彦

住倉鋼材

梨和 甫

1. 道路橋床版の耐久性向上の方策

RC床版の損傷は広義の疲労であり、抜け落ちまでの疲労損傷のメカニズムは大略次の5段階を経る¹⁾。①移動輪荷重の移動によって曲げモーメントが移動し、床版下面に格子状ひびわれが発生、②ねじりモーメントも移動し、コンクリートの乾燥収縮応力も加わり、床版上面でも橋軸直角方向のひびわれ発生、③その後、橋軸直角方向の上下面のひびわれが鉛直方向に進展して、貫通ひびわれとなる、④貫通ひびわれ面が、ねじりモーメントとせん断力の繰返しによって摩耗が進行し、橋軸直角方向にはり状化する、⑤最後にはり状化した床版の一部で、主鉄筋断面が疲労限度に達し、せん断破壊を起こして陥没破壊する。

このような損傷事故から、これまで多数の床版が開発されてきた。鋼格子床版、鋼板・コンクリート合成床版、H形鋼埋め込み床版、プレキャストRC、PC床版等である。しかし、施工の簡易さ、経済性の観点から、現場施工のRC床版もなお要求が多い。その際、耐久性確保のためには、床版厚を大きくすることが常識となっており、死荷重軽減を計る上から、床版厚増加以外によい方策がないものかと問われている。上記損傷過程における②～⑤でのねじり及びせん断力に対する抵抗性を向上させると耐久性の向上は計れる。今回、図-1に示すようなトラス鉄筋を、床版の上側と下側の主鉄筋間あるいは配力鉄筋の間に組み込みせん断補強することを考案した。そして、実物大モデル供試体を作成し、静的実験ならびに輪荷重走行試験を行い、耐久性向上の確認を行った。

2. モデル供試体の種類

Single型、Double型の2種類のトラス鉄筋を主鉄筋方向及び配力鉄筋方向に配置したもの、計4種類の供試体床版を作成した。床版内の主鉄筋・配力鉄筋およびトラス筋の構成は表-1のとおりである。トラス鉄筋の配筋状態の一例を図-2に示す。トラス鉄筋を主鉄筋方向に配置した床版は上記損傷過程の④～⑤の段階における橋軸直角方向のせん断および曲げモーメントに対する抵抗性を向上させるもので、一方、配力鉄筋方向に配置した床版は損傷過程の②～④において受ける橋軸方向のせん断、ねじり及び曲げモーメントに対する抵抗性を向上させることを目指した。

また今回用意した床版の上側・下側の主鉄筋と配力鉄筋には溶接組立したプレファブ金網を使用した。現場技術者不足を補うためである。欧米ではすでにこの種の溶接金網を使用している。この溶接鉄筋の疲労耐久性も同時に照査することにした。別途、溶接鉄筋の疲労強度について疲労実験を行っており、これらの結果は本講演概要集で別途報告している²⁾。

3. 実験結果と考察

(1) 静的試験結果 4種類すべての供試体と比較のためのRC床版の静的載荷試験を行った。2m(幅)×3m(長さ)の供試体を

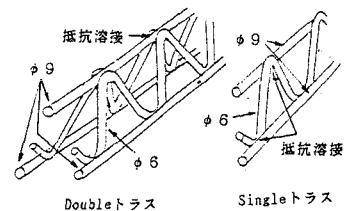


図-1 トラス鉄筋の概要

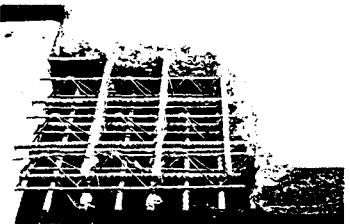


図-2 トラス鉄筋の配筋状態

表-1 供試体の種類と配筋構成

供試体	SDTM, FDTM	ダブルトラスを主鉄筋方向に15cm間隔に配置	
	SDTD, FDTD	ダブルトラスを配力鉄筋方向に15cm間隔に配置	
	SSTM, PSTM	シングルトラスを主鉄筋方向に20cm間隔に配置	
	SSTD, PSTD	シングルトラスを配力鉄筋方向に20cm間隔に配置	
共通事項	主鉄筋	上(D16@20cm, d'=3.1cm)、下(D16@10cm, d=14.9cm)	
	配力鉄筋	上(D16@25cm, d'=4.7cm)、下(D16@12.5cm, d=13.3cm)	
	床版厚	18cm	コンクリート強度 430kg/cm ²

表-2 静的押抜きせん断耐荷力

供試体	耐荷力	計算値	実験値の比
SDTM	74.8t	-	1.10
SSTM	69.0t	-	1.01
SDTD	74.2t	-	1.09
SSTD	70.1t	-	1.03
RC	68.1t	67.2t	(1.00)

長辺方向（配力鉄筋方向）の2辺で単純支持し（床版支間1.8m）、残る2辺を自由支持とした。載荷面には12×30cmの鉄板を用いて床版中央に載荷した。実験結果の内、最終耐荷力について報告する。破壊形式はすべて押抜きせん断破壊であり、結果は表-2の通りであった。トラス鉄筋を組み込まないRC床版の耐荷力は松井の算定式³⁾による計算値とほぼ一致した。このRC床版と比較すると、シングルトラスではほぼ同等で、ダブルトラスでは約10%向上した。ただし、トラスの挿入の方向性の違いはほとんど無いと言える。

(2) 輪荷重走行試験による疲労実験結果 供試体の大きさ、配筋は静的試験と同様である。ただし、短辺では横桁によって弾性支持とした。これまでFDTEM, FDTDの2体について実験が完了した。疲労実験には大阪大学の輪荷重走行試験機を使用した。両供試体の載荷荷重の大きさと走行回数は表-3のとおりであった。最初に15tfで走行載荷を行い、残留及び活荷重たわみが安定し破壊の兆候が見られないのを確認して荷重を18tfにあげて走行載荷を続けた。いずれも18tf載荷走行終了時において床版の破壊の兆候は現れなかった。表-3の最下行に著者が過去に行った、トラス鉄筋の無い、同寸法・同コンクリート強度・同鉄筋組のRC床版の結果を併記した。この結果と比較するとトラス鉄筋を組み入れることによって疲労耐久性が飛躍的に向上したことが認められるであろう。

図-3に中央縦断面での活荷重たわみ変化状況を示す。著者らは、RC床版の疲労による使用限界はこれらのたわみが、引張側コンクリート無視の理論値に到達する時であると提案している⁴⁾。この提案を摘要すると、両供試体ともまだ使用限界には達していないと言えるであろう。なお、トラス鉄筋を配力鉄筋方向に組み込んだ方が、たわみ値は少なく、劣化が遅い。

床版上面のひびわれについては、FDTMでは約40cm間隔で3本発生したが、FDTDでは発生しなかった。18t時の主鉄筋の活荷重ひずみ分布を図-4に示す。最大値はおよそ600 μ であり、応力になおすと約12.5kgf/mm²であり、溶接鉄筋のS-N結果から500万住復の寿命を持つことになること、ならびに、実輪荷重の大きさは約14t程度であることから、床版の中に溶接鉄筋を使用してもよいと判断できる。

4. 結 論

- (1) トラス鉄筋を床版内に入ると、静的強度はあまり増加しないが、疲労耐久性は飛躍的に向上した。
- (2) 配力筋方向に組み入れた方が、貫通ひびわれに抵抗力を発揮して疲労耐久性向上は著しい。
- (3) 主鉄筋と配力鉄筋には溶接金網を使用した。鉄筋の疲労破壊に対する問題は無いと思われる。

〔参考文献〕 1) 阪神高速道路公団：道路橋RC床版のひびわれ損傷と耐久性、平成3年12月。 2) 平城他：橋梁床版に利用する溶接鉄筋の疲労強度について、本講演集第V部門。 3) 前田・松井：鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐荷力の評価式、土木学会論文集 v-1、1984。 4) 松井・前田：道路橋RC床版の劣化度判定法の一提案、土木学会論文集 I-6、1986。

表-3 各供試体の載荷荷重と走行回数（住復）

供試体	15t	18t	実験終了時の床版の状態
FDTM	50万	102万	未破壊、ただし床版上面に3本の3本のひびわれ、使用限界に近い
FDTD	10万	90万	全く未破壊
RC床版	—	43万	完全に押抜きせん断破壊

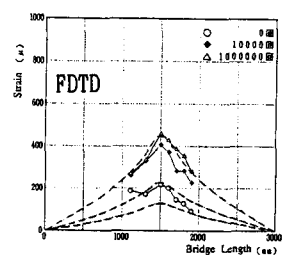
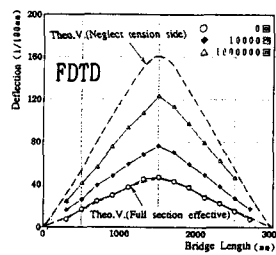
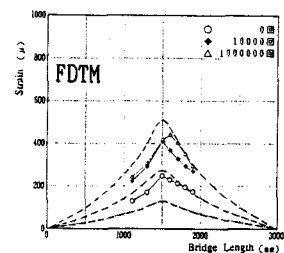
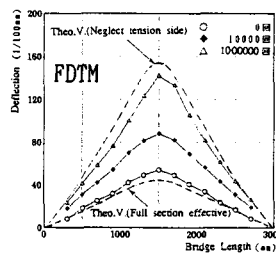


図-3 たわみ分布変化状況 図-4 ひずみ分布変化状況