

首都高速道路公団 正会員 和田克哉

〃 〃 〇 藤田恒雄
(株)オリエンタルコンサルタンツ 〃 花里 久

1. まえがき 鋼橋の鉄筋コンクリート床版の補強対策として増設桁を設置する工法が採用されているが、増設桁による床版補強についてはその力学的特性や疲労性状等不明確な点も多い。これ等の問題を解明するため、首都高速道路公団では昨年度に実物大床版の定位置載荷による疲労試験を行なった。その結果、定位置載荷による試験でのひびわれパターンは現実の床版のそれと若干異なることがわかった。そこで本年度は増設桁により補強したモデル床版に走行荷重を作用させた載荷試験を実施し、走行繰り返し荷重下での補強床版に関する構造特性及び疲労性状を調査し、あわせて走行荷重と定位置荷重の比較試験も行なった。以下にその概要を報告する。

2. 試験概要 供試体は4種類とし、T-11(無補強のもの)、T-12(主桁間に剛度の大きい縦桁を2本増設)、T-13(剛度の小さい縦桁を2本増設)、T-11'(T-11と同一諸元)とする。供試体の大きさと形状は図-1に示す通り4.3m×1.85m²、床版厚8cm、床版支間1.65m、主桁は支間4.0m桁高0.6mの単純合成桁であり、床版鉄筋はSD30、10φを使用し主筋方向は10cmピッチ、配力筋方向は14cmピッチとする。走行荷重による載荷試験は、車輛交通による実荷重条件を再現するため円形走行路(半径12mの走行路に荷重車が走行する装置)にピットを設け、供試体を2体並べてそれぞれの床版中央に荷重車の後輪5トンが、20%で走行して繰り返し載荷を行なうものであり、T-11、T-12、T-13に対して走行載荷させた。測定はひびわれ状況、床版のタワミ、鉄筋・主桁・縦桁・横桁のひずみを計測し、繰り返し数がN=1回、1回、10回、20回を記録した。定位置荷重による載荷試験は室内疲労試験機を用いてT-11'について行ない、走行試験と同様、作用荷重は5トン、載荷板は20cm×50cmとし、床版ひびわれが均等に生じるようまず床版中央部の9ヶ所に2回づつ予備載荷し、次に版中央定位置に200回載荷した。計測はひびわれ状況、タワミ、各部のひずみをN=1回、2回、50回、100回、200回の各段階で静的に計測し記録した。なおT-12供試体については現在一部試験を続行中であるため、T-12を除く試験結果について述べるものとする。

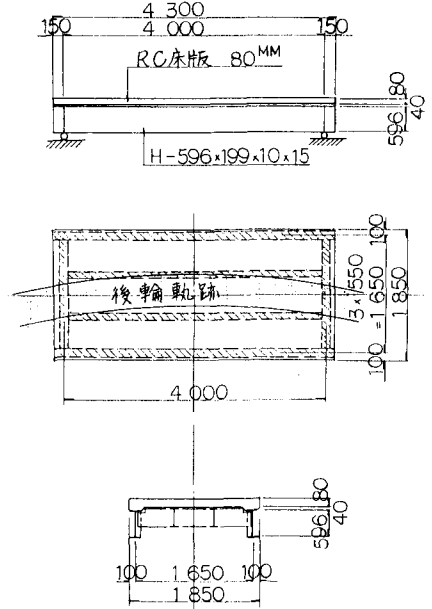


図-1 供試体一般図

3. 試験結果 ひびわれ状況 最終段階でのひびわれ状況は図-3に示す通りである。走行試験による供試体T-11、T-13は荷重繰り返し数の増加につれて主鉄筋方向、配力筋方向にひびわれが進展し実橋床版と同様の亀甲状ひびわれに成長した。二つの供試体は共にN=4000回で床版上面への貫通ひびわれが発生し、貫通部では荷重の走行に伴ってひびわれのすり減り、雨水の浸透が見られ、T-11では貫通部のコンクリートの角落ちが生じた。T-11とT-13を比べると当然のことながらT-13はひびわれ密度も少なくひびわれ幅も小さい等、縦桁補強効果が明白であった。定位置試験によるT-11'は放射状ひびわれが卓越し200回載荷後も貫通ひびわれは発生しない。これは走行試験のT-11の状況とは若干異なる点である。タワミ、鉄筋応力 床版タワミは、どの供試体も荷重の繰り返しにつれて増大する傾向を示す。これは載荷回数の増加に伴ってひびわれが進展し、

表-1. 試験結果の比較

項目	走行載荷試験		定位置載荷試験
	T-11 (N=20回)	T-13 (N=20回)	T-11' (N=200回)
ひびわれ性状	亀甲状ひびわれ 一部貫通あり	亀甲状ひびわれ 一部貫通あり	放射状ひびわれ 貫通なし
ひびわれ幅 (mm)	(主) 角落ち (配) 0.13	0.12 0.07	0.30 0.15
床版タワミ (mm)	1.92 (1.56)	0.96 (1.12)	3.20 (1.56)
鉄筋応力 (kg/cm ²)	(主) 759 (567) (配) 659 (247)	414 (459) 195 (146)	792 (567) 1168 (247)
主筋た応力 (kg/cm ²)	(U) 20 (20) (L) 63 (66)	7 (15) -8 (-37)	35 (20) 65 (66)

() 内は F・E・M による理論解析結果を示す。

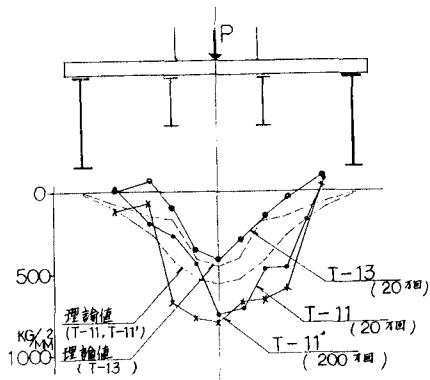


図-2. 主鉄筋応力分布

床版剛性が低下するためである。縦筋補強した T-13 のタワミは T-11 (無補強) のタワミの 1/2 となり、縦筋補強が床版のタワミ制御に大きな効果を示すことがわかる。定位置載荷の T-11' が走行載荷の T-11 より大きなタワミ (1.67 倍) となるのは、定位置載荷試験が予備載荷を行なったことによる 2 床版の応範囲に深いひびわれを発生させるのに対し、走行試験では車輪が一定の軌跡だけを走行するため版剛性の低下につながるひびわれが床版中央部に発生することによる。鉄筋応力度もタワミと同様の傾向を示し、T-13 は T-11 の約 1/2 の応力となり縦筋補強による鉄筋応力の改善が著しい。走行荷重 T-11 と定位置荷重 T-11' では主鉄筋応力は同一レベルの値を示す。このことは走行 20 回程度で主鉄筋応力は一応安定し走行載荷をさらに続けると配筋筋応力が増加することになることを予測される。さらに鉄筋応力レベルからみて例えば走行 200 回程度を行なったとしても鉄筋の疲労破壊は生じないと推定される。T-11 と T-11' の異なる点はその応力分布形状が T-11 は V 型であるのに対し T-11' は U 型となる点であるが、この理由は T-11' が床版の応範囲に予備載荷を行なっていることによる。

FEM による解析 RC 床版を全断面有効とする要素とし、主筋は床版と鋼筋の合成筋とする剛性を持ち縦筋は鋼筋のみの剛性を有する骨組として、2 次元 FEM 解析を行ない床版及び各部のタワミ・応力を計算した。解析結果と測定値と比較するとタワミ・鉄筋応力共に、ひびわれ進展が著しい T-11, T-11' では測定値は理論値を上まわることがひびわれの少ない T-13 ではほぼ一致する。RC 床版はひびわれの進展につれて構造系が変化してゆくものであるがひびわれ状況をいかに判断して構造系を設定すべきかは難しい問題である。主筋の応力

主筋応力は繰返し回数によってその応力分布形状に変化は認められない。但し T-13 の縦筋は載荷回数の増加につれて応力分布・中立軸の位置に変化が認められ、床版ひびわれの進行による合成効果の低下が明らかである。

4. あとがき 本試験に関するデータは現在整理中であり講演会においてその詳細を報告できる予定である。今回の試験は数少ない供試体の載荷試験ではあるが走行荷重によって実荷重条件を再現した貴重なデータであり実橋床版と同様のひびわれパターンも得られた。この結果は今後の参考になるものと考えられる。しかし縦筋増設による補強効果及び疲労特性については今後も研究調査していく必要があると思われる。最後に本試験に際し尽力していただいた住友金属(株)中央研究所波崎センターの白川深氏に感謝します。

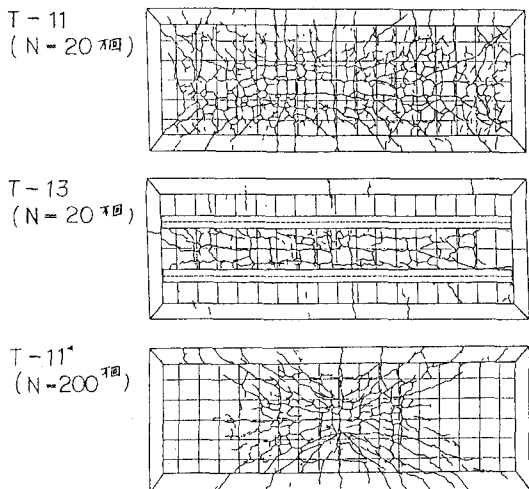


図-3. ひびわれ状況図