

I-69

23年間供用された鋼道路橋RC床版の疲労試験

大阪大学 工学部 ○正会員 松井 繁之 日本道路公団 正会員 石井 孝男
(社)建設機械化研究所 正会員 庄中 憲 日本道路公団 国原 博司

1. まえがき

昭和40年代初めから、道路橋鉄筋コンクリート床版(以下RC床版と称す)の損傷問題がクローズアップされてきた。このRC床版の損傷原因として、内的には床版厚不足・配筋不足・コンクリートの品質不良等による耐力不足が考えられる。また、外的には高度経済成長にともなう交通量の急速な増大、車両の大型化・重量化が考えられる。特に、筆者らが行った輪荷重走行試験機による疲労実験から、この自動車輪荷重の増大に加えて、輪荷重が床版上を走り抜けることが最も大きな原因であると考えられている。本研究は23年間供用された東名高速道路橋から切出したRC床版の疲労実験を行い、実橋床版における劣化度および残存静的耐力との相関において残存寿命を評価し、今後の維持管理に役立てる資料を得ることにある。

2. 供試体と実験方法

供試体は、図-1に示すようにT橋から切出した大きさ約2m×3mの床版4体(FR42, FR34, FR33, FR32)である。また、この橋梁では主桁間(3.4m)の中央に縦桁が増設されており、著しく損傷していると判定された床版である。なお、コンクリート強度は平均239kgf/cm²であった。

載荷は、走行性を再現した輪荷重走行試験機を用いて行った。その載荷幅は試験機の能力の都合で道路橋示方書の50cmではなく30cmとした。

3. 実験結果と考察

(1) ひびわれ密度とたわみによる劣化度の関係

実験開始時において、すでに各供試体の床版下面には格子状のひびわれが確認され、上面においても主鉄筋に沿って20cm~40cmの間隔で幅の広いひびわれが見られた。

この床版下面のひびわれ状況に対して、格子密度法によるひびわれ密度を算出し、ひびわれ密度による劣化度を求めた。そして、各供試体について疲労実験に先立ち、静的載荷を行って荷重-たわみ関係を求め、これより、たわみによる劣化度を算出した。この静的の結果は既往の45°線で表わした1:1の関係直線¹⁾付近にプロットできた。

疲労試験中のひびわれ密度の変化状況とたわみによる劣化度との関係を図-2に示した。試験前のひびわれ密度はFR34が7.79m/m²、FR32で6.04m/m²であったが、1000往復後は4供試体とも10m/m²近くに達しており、非常に速くひびわれが進展した。さらに、たわみによる劣化度の方がひびわれ密度による劣化度よりも速く進行した。この原因として、既に入っていたひびわれは幅が大きく、こすり合わせ劣化が進んでいたためと思われる。このように、損傷床版のひびわれ密度とたわみによる劣化度の相関が得られた。実橋床版ではひびわれ密度は10m/m²程度で収束し、7.5~9m/m²でたわみによる使用限界に達することがわかった。

(2) S-N関係

疲労実験結果をS-N図にプロットし、既往のS-N曲

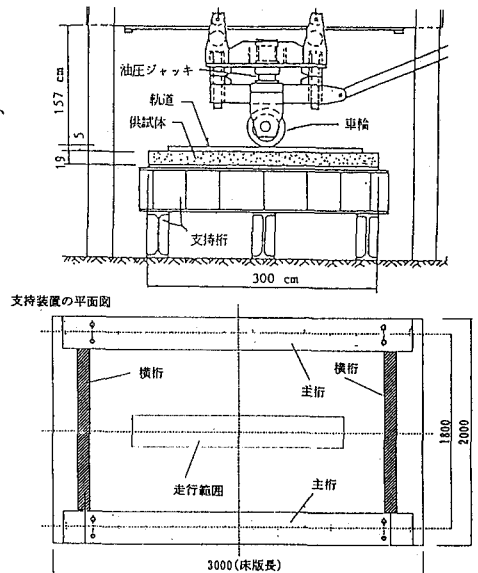


図-1 輪荷重走行方式による疲労試験装置

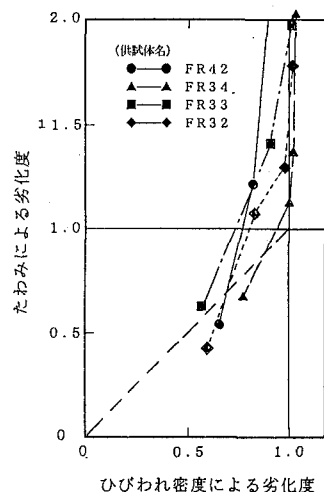


図-2 ひびわれ密度とたわみによる劣化度

線との対応について考察する。FR33を除いた3供試体の疲労実験結果でS-N曲線を推定すると、図-3中の破線となり、既往のS-N曲線(実線)に対し平行な直線が得られた。このS-N線図より明らかなように、T橋の床版は、既往の新規製作床版のS-N曲線から水平方向の平行移動分だけ、これまでの供用によって疲労していることとなる。なお、FR33においては、床版上面の凹凸が激しく、床版厚もかなり変動していたため衝撃が加わり、予想回数より早く破壊した。既往のS-N曲線より求めた繰返し回数(Nf)に対する、実験結果(N)の比(N/Nf)は、3供試体(FR42、FR34、FR32)の平均値で0.0028である(表-1参照)。これまでの供用年数23年を考慮すると、残存寿命 $n=(0.0028 \times 23)/(1-0.0028)=0.06$ (年)となり、残存寿命はほとんどなかったことが推定できる。また、ひびわれ密度やたわみによる劣化度等から、総合的に判断しても、この値は適切であると思われる。

今回の東名4橋から切り出した床版については、静的耐荷力とひびわれ密度の関係が得られており、ひびわれ発生によって耐荷力が低下していることが確認されている。この耐荷力の減少がS-N曲線の縦軸の P_{sx} ²⁾(はりのせん断耐力)についても同じ比率で減少していると仮定し補正すると白三角印のようになる。もし、これらのプロットが既往のS-N曲線上に乗れば、耐荷力の減少度と疲労強度との相関が荷重作用のみによるものと判断できると考えられた。しかし、図で明瞭にわかるように白三角印のプロットは明らかに既往のS-N線より下方に並んでいる。この低下分が実橋床版特有のものであり、床版の乾燥収縮ひびわれ等に起因しているものと推察される。この実橋特有の劣化特性を解明するには、今後とも実橋床版についての疲労実験データの蓄積が必要であろう。

4. まとめ

本試験で得られた結果を以下に示す。

- ① 既往の研究によると、使用限界状態はひびわれ密度で 10m/m および活荷重たわみが引張側コンクリート無視理論に達した時とされているが、実橋床版においてはたわみによる劣化度の方が速く進み、ひびわれ密度による使用限界状態の定義付けを、 $7.5 \sim 9\text{m/m}$ 程度に低下させてもよいと考えられる。
- ② 23年間供用されてきた東名高速道路橋RC床版の疲労劣化機構は、これまで研究されてきた室内実験とほぼ同じであり、破壊型式もせん断破壊であった。また、供試体とした実橋床版の劣化はかなり進んでおり、残存寿命はほとんどなかったことが確認出来た。このように、寿命がほとんどなかった原因は、既に入っていたひびわれの幅が大きく、また、こすり合わせの摩耗劣化が進んでいたためと思われる。また、コンクリートの乾燥収縮の影響が大きいと判断できる。よって、実橋床版の余寿命推定のためには、実橋床版の疲労実験が多く行われる必要があろう。

なお、本検討に当っては、横浜国大の池田尚治教授を委員長とする「鋼橋改良検討委員会」のご指導を賜ったことに深謝の意を表する。

(参考文献) 1) 松井・前田：道路橋RC床版の劣化度判定法の一提案，土木学会論文報告集，第374号，1986年

2) 松井：移動荷重を受ける道路橋RC床版の疲労強度と水の影響について，コンクリート工学年次論文報告集 9-2 1987

新規床版のS-N曲線

$$\log \frac{P}{P_{sx}} = -0.07835 \log N + \log 1.5196$$

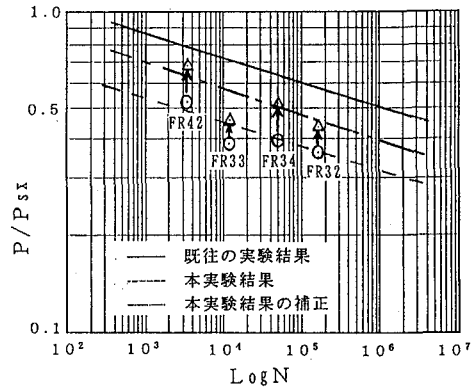


図-3 S-N曲線

表-1 新規床版に対する疲労寿命比

供試体	FR42	FR34	FR33	FR32
P_{sx} (tf)	28.152	25.334	26.782	25.584
荷重 P (tf)	15.0	10.0	10.0	9.0
$S = P/P_{sx}$	0.533	0.395	0.373	0.352
計算 Nf (cyc)	642,000	29,390,000	61,066,000	127,940,000
実験 N (cyc)	3,400	50,000	12,000	178,500
寿命比 N/Nf	0.0053	0.0017	0.0002	0.0014

P_{sx} : 疲労寿命算定式より計算したせん断耐力

Nf : 既往のS-N曲線からの計算値