

道路橋の鋼床版の疲労照査法
に関する一考察

名古屋大学

学生員 ○平林直文、

正員 山田健太郎

1. はじめに

主要幹線道路にかかる道路橋は、通行車両の大型化ならびに走行台数の増加により、疲れに対して比較的厳しい条件下にあると言われている。このままの状態が続けば、特に自動車荷重を直接受ける床版などに対しては、疲れに対する照査が必要になると思われる。本報告では、疲れの照査の一例として鋼床版をとりあげ、大型重量車両を対象にして Miner 則を基準とした疲労損傷度を求めて比較した。

2. 対象床版のモデル化及び解析手順の概略

解析の対象とした床版の概略図を図1に示す。これは、上下3車線の鋼床版が補剛トラスに結合された形式の斜張橋の鋼床版の一部であり、トラスの箱断面弦材と格点に取付けられた箱断面の横桁に囲まれる部分を取り出して、解析の対象とした。この部分を図2に示す骨組図のような格子桁の組合わせと仮定し格子解析を行なった。

このような格子解析により、着目する部材の曲げモーメントの影響面を求め、その上で荷重を移動させ、着目断面に生ずる曲げモーメントを算出した。得られた曲げモーメントの変動範囲をレインプロー法でカウントし、Miner 則を用いて相対的な疲労損傷度を比較した。

3. 解析及び考察

解析は表1に示す3点と他に6点を選んで進めた。

格子解析により得られた曲げモーメントの影響面の形状は、図3に示すように大きく2つに分けられる。例えば、比較的剛性の小さなウリブ（着目点①）では、着目点を含む桁（リブ）上で、かつ着目点付近の荷重を受け持つが、比較的剛性の大きなI桁（着目点②、③）では、床版上の広範囲な載荷荷重を受け持つ。

このようにして得られた影響面上で荷重を移動させ、着目点に生ずる曲げモーメントを求めた。モデル荷重として、表1の上段に示す道示の活荷重 T-20 荷重の後輪重 8 ton、T-20（車重 20 ton）及び T T-43（同 43 ton）荷重を用いた。各輪重は集中荷重として扱ひ衝撃は考慮しなかった。荷重は、着目点に最大の曲げモーメントを生じさせる

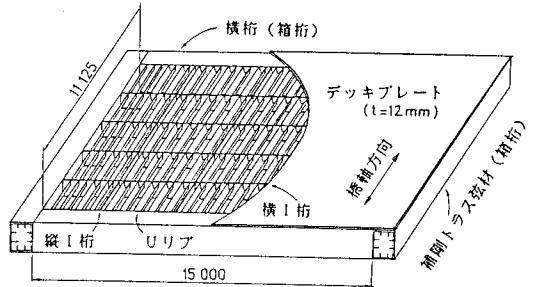


図1. 対象床版の概略図

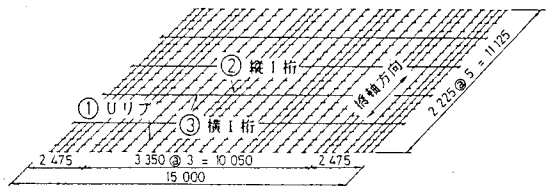


図2. 格子解析骨組図と着目点

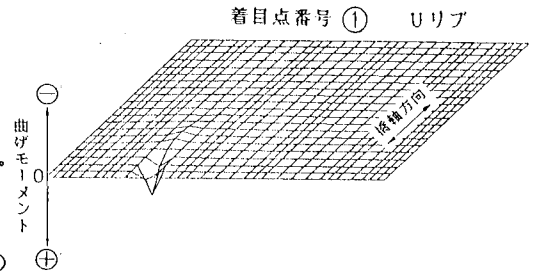


図3. 曲げモーメントの影響面 a) U リブ

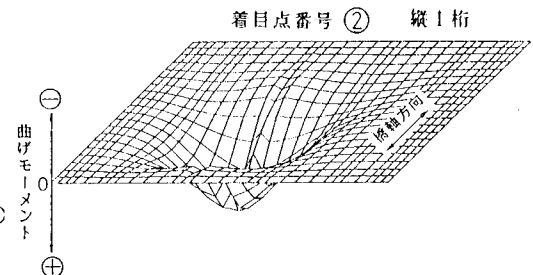


図3. 曲げモーメントの影響面 b) I 桁

線上を移動させた。このよ

うな車両の移動に伴って、着目点に生じる曲げモーメントの時間変化の例を表1に示す。表中①は剛性が小さく支間の短いUリブに見られる代表的な曲げモーメント波形である。影響面が小さいため車軸各々が独立して曲げモーメントを発生させる傾向が強い。その為、

表1. Miner 則に基づく疲労損傷度の比較

用いた荷重の概略		T-20 荷重の後輪重	T-20 荷重	TT-43 荷重
		8 ton	16 ton 500 (cm)	12, 12, 13 ton 155, 780, 725 (cm)
橋	Uリブ 横I桁間隔中間点 ①			
軸	等価曲げモーメント範囲 × 繰返し数	2.73 t-m × 1	2.21 t-m × 2	1.84 t-m × 4
損傷度の比		1 : 1.06		1 : 1.08
方	縦I桁 横I桁との接合部 ②			
向	等価曲げモーメント範囲 × 繰返し数	6.45 t-m × 1	10.9 t-m × 1	10.3 t-m × 2
損傷度の比		1 : 4.83		1 : 1.70
橋軸 置角 方向	横I桁 Uリブとの接合部 ③			
等価曲げモーメント範囲 × 繰返し数		4.81 t-m × 1	5.59 t-m × 1	5.82 t-m × 2
損傷度の比		1 : 1.50		1 : 2.26

車軸の数程度の繰返し数が発生する。表中②, ③は剛性が大きいI桁に見られる例で、個々の車軸の影響は小さく、車軸は一体となって曲げモーメントを発生させる傾向が強い。表1に示す曲げモーメントの変動範囲をレインフロー法でカウントし、次式を用いて等価曲げモーメント範囲 Mr_{eq} を算出した。

$$Mr_{eq} = (\sum Mr_i^3 \cdot n_i / n)^{1/3}$$

ここに、 Mr_i はカウントした曲げモーメント範囲、 n_i は Mr_i の繰返し回数、 n は $n = \sum n_i$ である。先に挙げた3点の等価曲げモーメント範囲とその繰返し数を表1に示す。T-20及びTT-43荷重が1台通過することによって、UリブはI桁の2~3倍の繰返しを受ける結果となる。

疲労損傷度の比 D/Do は、Miner 則に従い次式で定義した。

$$D/Do = n \cdot Mr_{eq}^3 / n_o \cdot Mr_{eq,o}^3$$

ここに、 $Mr_{eq,o}$ は比較する基準の等価曲げモーメント範囲、 n_o は $Mr_{eq,o}$ の繰返し数である。ここに示す疲労損傷度の比は、ある荷重によって生じる Miner の疲労損傷度を、比較すべき他の荷重によって生じる損傷度の比で示したものである。表1には、T-20荷重の後輪重8 tonによって生じる疲労損傷度を基準にしてT-20荷重1台を比較した場合と、T-20荷重1台によって生じる疲労損傷度を基準にしてTT-43荷重1台を比較した場合を示した。T-20荷重において、Uリブでは載荷荷重が輪重8 ton、車重20 tonのいずれであっても、損傷度の差は小さく1割弱であった(代表例、表1、①)。一方、I桁(同②、③)では損傷度の差は大きく、輪重8 tonに比べ車重20 tonでは3~8倍の損傷を受ける着目点もあった。また、TT-43荷重はT-20荷重に比べ、Uリブで1~2倍の損傷度を与えるのに対し、I桁では2倍以上の損傷度を与える着目点もあった。

1. まとめ

道示の活荷重T-20とTT-43荷重が道路橋鋼床版の各部材に及ぼす疲労損傷度を、Miner 則を用いて比較した。この結果、UリブとI桁では、疲労損傷の受け方に異なる傾向を示すことがわかった。今後、本研究は荷重に実測例を用い、一般的な鋼床版について疲れに対する照査を進めていく予定である。