

走行荷重による床版断面力の特性について

近畿大学理工学部・谷 平 勉

近畿大学理工学部 黄 栄 文

大阪市立大学工学部 園田 恵一郎

1 まえがき

最近の交通荷重の増大による橋梁構造物への影響は重大である。とりわけ輪荷重を直接受ける橋梁床版は過大な走行荷重による特有な損傷のメカニズムを持っている。設計輪荷重を定点荷重として扱った場合にはでない移動荷重という荷重の特性を、床版の構造材質の特性と同時に考慮しながら損傷の過程を解明していく必要がある。ここでは、これらの現象について、平板の曲げ解析における断面力特性から考察してみたい。

2 走行荷重による床版断面力の特徴

実際の丁荷重は一定荷重が路面上を走行するという荷重であるにも拘らず、設計または解析上では一定荷重を堤点に載荷した場合の断面力を用いている。また、その実験的な裏付けの際にも0から一定荷重までの、いわゆる比例載荷による現象から構造物を評価している。この場合、変形面や断面力の分布形状等は同形となり、最大の断面力で応力照査される。しかしながら実際の移動荷重が一定の大きさで床版内を通過する場合、その時々の変形面や断面力の分布形状は異なった変動を示す。 $M_x, M_y, M_{xy}, Q_x, Q_y$ がそれぞれ別の変化をするので、主モーメント、最大ねじりモーメントの値の他にさらに主軸の方向が変化する。また、せん断力の合力の方向が変化する。これらが繰返し力として床版に被害を与える。設計に際しての支配的な断面力として曲げモーメント(M_x, M_y または主モーメント)が用いられるが、実際の走行荷重による床版損傷はこれだけでは説明できない現象をふくんでいる。走行荷重は定点荷重とは異なった荷重作用を持っているからであると考えられるが、これには副次的な断面力としての M_{xy}, Q_x, Q_y が加担していると考えなければならない。そこで M, Q_x, Q_y がどのようにして損傷過程に参加しているかということについて若干の仮説をもうけ考察して見たい。

2-1 ねじりモーメント

輪荷重の走行位置の変化と共に M_x, M_y, M_{xy} の組合せが変化し、主軸方向が回転していく。この主軸の方向が回転するという現象が、定点荷重と大きく異なるところである。図1のように主軸の回転と共に最大ねじりモーメントが値をかえながら、ちょうど紙をしごくような形で床版に影響を与える。このとき最大ねじりモーメントの値と方向を描けば図2のように曲線を描く。この面積 Φ_T を一つの評価量とする。

$$\Phi_T = \int M_T d\alpha$$

2-2 せん断力

せん断力についても同様に、輪荷重の走行と共に Q_x, Q_y の組合せが変化し、 Q_x, Q_y の合力の方向が回転して同様な閉曲線を描く。この面積 Φ_S を一つの評価量と考える事ができる。今合成床版のすれどめに作用するせん断力の合力を考えてみると、図2のような曲線がえられる。これは鋼材の疲労における“回転曲げ疲労”と類似の“回転せん断疲労”と見なすことが出来る。

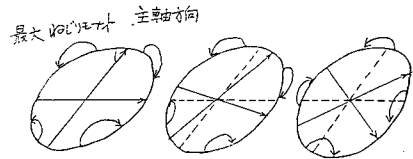


図1. 主軸とねじりモーメントの回転

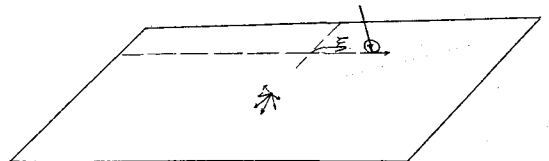


図2. 主軸方向の回転と最大ねじりモーメントの変化

2-3 クラック面の擦れ

支配的断面力 $M_{1,2}$ によってクラックが発生した場合、その後のクラック面の擦れによる損傷の進行は、ねじりモーメント、せん断力に因るものと考えられる。定点載荷の場合通常クラックは主モーメントの方向に発生するので、その面には、ねじりモーメントは作用しない。ところが走行荷重の場合にはある点のある方向に生じたクラック面におけるモーメント M_x, M_y, M_{xy} の組合せが順次変化していくので、その面には、せん断力の変化が生じねじれによるこすれがおこる。すなわち、くりかえしねじれ疲労が作用する事になる。また、せん断力について考えてみると、定点荷重の場合はあるクラック面に働くせん断力はクラックの開きと同調して作用するので、擦れ現象は生じにくいが走行荷重の場合はある方向に生じているクラック面に作用するせん断力は荷重が近づいて遠ざかる間に、最大から最小に符号を変える。いわゆる両振り効果をもち、くりかえし力による損傷の大きな要因となる。

3 数値計算

図3のような幅3mの2辺単純支持の帯板に輪荷重が長さ方向に移動する場合について、前述の諸量を計算し、以下に示す。

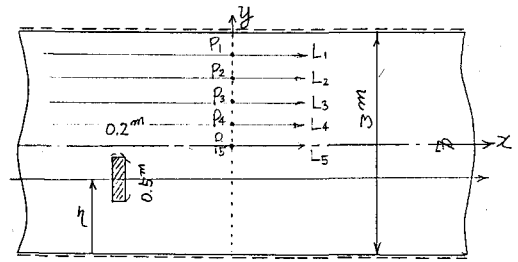


図3. 注目点と走行位置

図4. 走行位置による主軸の傾きの変化
(注目点は P_5)

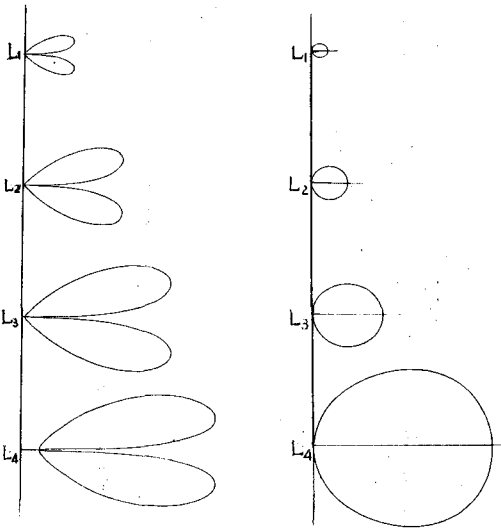
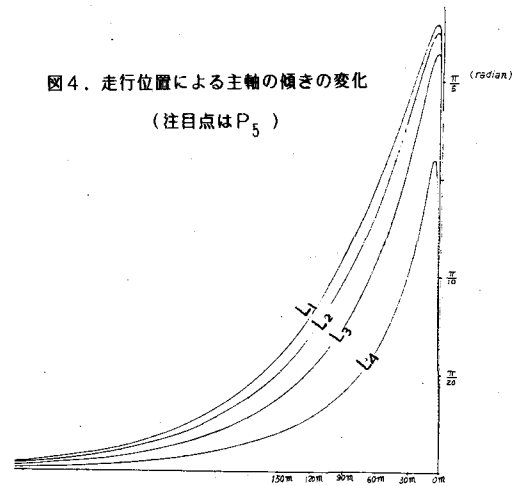
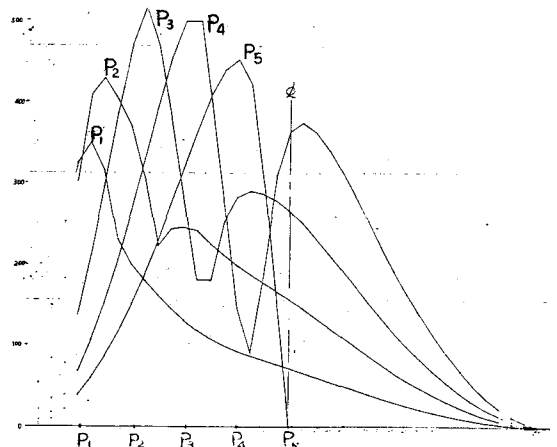


図6. 主軸の傾きと最大ねじりモーメントが描く曲線
(注目点は P_5)

図7. せん断力の合力の大きさ
と方向が描く曲線
(注目点は P_5)

図5. 走行位置と ϕ との関係



”輪荷重が橋梁床版に及ぼす影響について”，谷平，松井，園田：第15回日本道路会議論文集，P541