

2 車線鋼道路橋における交通流シミュレーションと規定に基づく疲労損傷度の比較

長崎大学大学院 学生会員 ○峰 穂高 長崎大学工学部 正会員 中村聖三
長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄 (株)ハルテック 正会員 酒井康成

1. はじめに

近年、部材相互の接合部の溶接継手や応力集中部などで自動車荷重が原因と考えられる疲労損傷事例が報告されるようになってきており、平成 14 年 3 月の「道路橋示方書・同解説」（以下、道示）では疲労も設計時に照査すべき限界状態の一つになった。具体的な照査方法が記載された鋼道路橋の疲労設計指針¹⁾（以下、指針）では、疲労設計荷重を道示に規定された T 荷重とし、疲労照査に用いる疲労損傷度を算出することとしている。その際、実交通流による疲労損傷度との相違をなるべく無くするため、様々な検討結果に基づき設定した補正係数を考慮することとしているが、全体的にどの程度の精度を有するかは明確ではない。そこで本研究では、シミュレーションにより着目部位の疲労損傷度を算出し、指針の規定に基づく計算結果と比較する。

2. 解析方法

2.1 対象構造

本研究では図-1に示すような2車線道路橋の上部構造を対象とし、支間長 L (m)の単純桁橋の支間中央部、3 径間連続桁橋の中央径間中央部および側径間中央部に着目する。

2.2 シミュレーションの概要²⁾

本研究ではシミュレーションに用いる車両発生台数を1車線あたり10万台³⁾とする。車両モデルは指針で用いられたものと同じ8車種とし、設定した各車種の構成率⁴⁾に従うよう一様乱数により車種を決定する。車両重量は対数正規分布、車頭時間間隔は自由度3のアーラン分布⁵⁾に従うと仮定して、モンテカルロシミュレーションにより自動車荷重列を発生させて両車線同時に通過させ、その際の各着目部位における曲げモーメントの時刻歴を図-2の影響線形状を用いて算定する。これにレインフロー法を適用してモーメント範囲の頻度分布を求める。得られた頻度分布を用いて式(1)より疲労損傷度を表すパラメータ D を算出する。

$$D = \sum (\Delta M_{ri}^3 \cdot n_i) \tag{1}$$

ΔM_{ri} ; 変動モーメント範囲 n_i ; ΔM_{ri} の頻度

また本研究では、車線 1 に対する車線 2 の大型車の走行台数を車線大型車走行比と定義し、その比を全体の大型車混入率は変化させず、表-1のように変化させる。また、2 車線道路橋では車両がどの車線を走行するかで着目部位に生じるモーメントが異なる。高いモーメントが発生する車線を基準としてその比をとり、それを車線モーメント比と呼び、荷重の分配作用を考慮するためのパラメータとする。設定

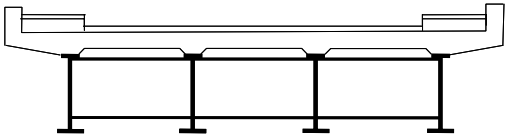


図-1 2 車線道路橋の断面図

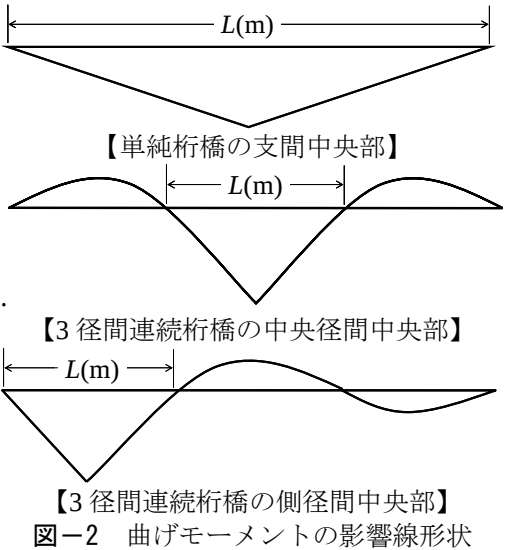


図-2 曲げモーメントの影響線形状

表-1 車線大型車走行比

時間交通量比		大型車走行比	
車線 1 : 車線 2		車線 1 : 車線 2	
1 : 1		1 : 1	
		1 : 2	
		1 : 3	
		1 : 4	
		1 : 5	

キーワード モンテカルロシミュレーション、疲労設計、疲労損傷度、車線大型車走行比

連絡先 〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 TEL 095-819-2613

した各種パラメータの値を表-2に示す。

2.3 指針の規定に基づく疲労損傷度

指針では疲労設計荷重をT荷重とし、活荷重補正係数を乗じた上でこれを車線毎に移動載荷し、応力の変動波形を算出することとしている。その載荷頻度については、大型車交通量を基準とし、頻度補正係数 γ_n によってT荷重と大型車の重量の差異による影響を考慮することとしている。これらを踏まえた上で、本研究では規定に基づく疲労損傷度 D' を次式で求める。

$$D' = \sum (\Delta M_i^3 \times \text{車線}i\text{における大型車交通量} \times \gamma_n) \tag{2}$$

i ; 車線番号 ΔM_i ; モーメント範囲 γ_n ; 頻度補正係数

3. 解析結果

図-3に規定に基づき求めた疲労損傷度 D' とシミュレーションにより求めた疲労損傷度 D との関係を示す。両者の値にそれほど大きな差は無く、概ね一致していることが確認できる。また指針の規定に基づき算出した疲労損傷度 D' が危険側になるケースは連続桁の方が多く、全体で10%程度であった。

縦軸に D と D' の比をとり、各種パラメータを変化させた場合の結果を図-4に示す。(a)は単純桁橋(支間長80m)、車線モーメント比1.0、大型車混入率40%とし、疲労への影響が最も支配的な車種を大型トラック(LT)・大型ダンプ(LD)・セミトレーラ(TT)、中型トラック(MT)と変化した場合の結果である。 D' は大型車の交通量に依存するため、大型車間での構成率を変化させた場合に危険側になる場合があった。また車線モーメント比を1.0としているため D' は大型車が偏った場合でも一定値となるが、 D は減少する傾向にあるため、損傷度比は車線大型車走行比の増加に伴い数%の変動ではあるが減少している。着目部位の違いによる影響はほとんど無かった。(b)は単純桁(支間長80m)、大型車混入率40%において車間距離に関するパラメータ(平均車頭距離間隔: V/Q)を変化させた場合の結果である。指針の規定に基づく疲労損傷度は車間距離による影響が考慮されていないのに加えて、シミュレーションでは単純桁橋において車間距離が短くなると、疲労損傷度は大きくなることから疲労損傷度の比が大きくなっていると考えられる。また連続桁橋の場合には影響線形状が正負交番していることから逆の傾向が見られた。

4. まとめ

本研究ではシミュレーションにより各種交通流を発生させ、着目部位の疲労損傷度を算出し、指針の規定に基づく計算結果と比較し、指針の規定が危険側となる場合を明らかにした。今後、このような場合に対する補正方法等について検討する予定である。

参考文献

1) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針, pp.29～35, 2003-3 2) 三木千壽ら：シミュレーションによる道路橋の疲労設計荷重の研究, 構造工学論文集 Vol.32A, pp.597～608, 1986-3 3) 森猛：2車線道路橋の疲労設計荷重に用いる同時載荷係数の検討, 土木学会論文集, No.759/I-67, pp.247～258, 2004.4 4) 日本道路公団東京第一管理局, 大日本測量；東名高速道路(東京～三ヶ日間)交通荷重測定調査報告書, 1983.3 5) 久保雅邦ら：自動車交通流の配列に関する確率的考察, 土木学会第38回年次講演会I, 1983-10.

表-2 設定したパラメータの値

大型車混入率 (%)	20, 40, 60
時間交通量 Q (台/hr)	500, 1000, 2000
車両速度 V (km/hr)	50, 70, 100
単純桁・支間長 L (m)	20, 40, 80
連続桁・支間長 L (m)	30, 60, 100
車線モーメント比	0, 0.2, 0.4, 0.7, 1.0

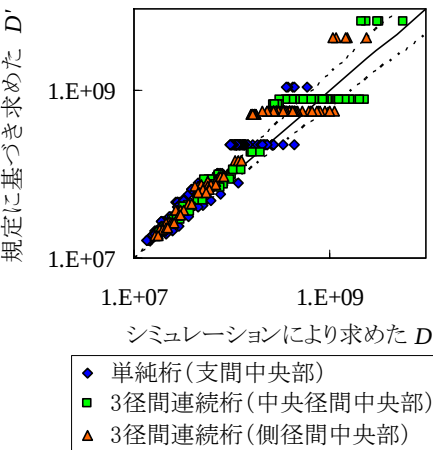
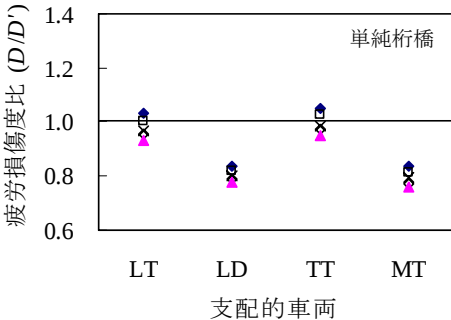
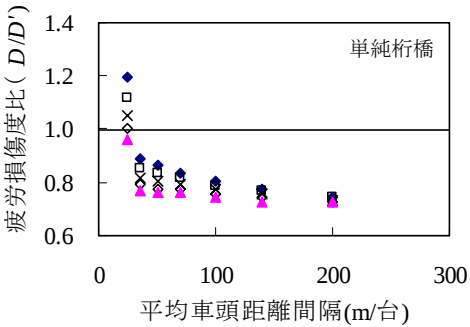


図-3 疲労損傷度の比較



(a) 支配的車両の影響



(b) 平均車頭距離間隔の影響

図-4 各種パラメータの影響