

法政大学 正 員 森 猛

法政大学 学生員 ○橋場 靖典、土屋 聡

1. はじめに

近年、疲労損傷事例が数多く報告されはじめ、我が国の道路橋においても疲労設計の必要性が認められつつある。本研究では、疲労設計を行なう際に不可欠な設計荷重について、交通車両の実測結果と影響線を利用した変動応力解析に基づき検討する。

2. 変動応力の解析

我が国の道路橋の設計に用いられている T、TT、L 荷重は終局限界状態を想定したものである。しかし、疲労は通常走行する車両によって生じる繰返し応力の大きさとその数に依存する。したがって、疲労設計荷重を設定するに当たっては橋上を走行する車両の性状とそれにより生じる応力変動および疲労に対する影響度を明らかにすることが重要である。

ここでは、以下の手順で車両の走行が疲労に及ぼす影響度（疲労損傷度）を求め、疲労設計荷重について検討する。①車両年鑑などを基に交通車両を軸数および軸配置により図 1 に示すように 7 つに分類する。これらの車両の重量分布を表 1^{1,2)}に示す。②これらの車両が橋上を通過する際の影響線を利用して求める。ここで対象とした影響線の形状は図 2 に示す通りであり、これらにより橋梁部材の影響線は概ね代表できる。基線長 L は 10, 20, 50, 100, 200m とした。③求めた変動応力波形にレインフロー法を適用し、応力範囲の頻度分布 (S_i, n_i) を求める。その際、車両の重量分布も考慮する。④マイナー則に従い疲労損傷度を求める ($\sum S_i^{3 \cdot n_i}$)。

表 2 に各車両 1 台が橋上を走行した際の疲労損傷度の計算例を示す。なお、ここでは大型 3 軸トラック（リアータンデム）（RLT）1 台が走行した際の疲労損傷度で無次元化している。いづれの影響線においても乗用車および小型トラックによる疲労損傷度は他の車両に比べて非常に小さく、したがって疲労設計荷重を設定する際に考慮する必要のないものと言える。また、各車両による疲労損傷度は基線長によって変化するが、それに比べて影響線形状による差は小さい。

表 2 示す疲労損傷度に走行台数を乗ずることにより、同時載荷がない場合の各車両による疲労損傷度を求めることができる。また、これらを足し合わせることでよりすべての交通車両の走行による疲労損傷度が求められる。表 3 は、一般道路および高速道路において実測された車種構成である^{1,2)}。この車種構成に従い、車両が走行するときの疲労損傷度を求めた。その結果を図 3 (a), (b) に示す。図の縦軸は RLT 荷重が LT 荷重以上の車両の量だけ走行した際の疲労損傷度を全車両の走行による疲労損傷度で無次元化（損傷比と呼ぶ）したものである。損傷比が 1 以上であれば、疲労設計荷重を RLT とし、その通過台数を LT 以上の車両の台数とすることにより安全側の疲労照査となる。図 3 より、損傷比は影響線の基線長および車種構成に大きな影響を受け、それに比べて影響線形状の影響は小さいことがわかる。

3. まとめ

- (1) 疲労設計荷重を設定する当り、影響線の形状を考慮する必要はない。
- (2) 3 軸大型トラック（リアータンデム）を疲労設計荷重とし、その通過台数を 2 軸大型車以上の車両の通過台数とすれば、安全側の疲労照査ができる。
- (3) より詳細な疲労設計を行なうためには、2 軸大型車以上の 5 種類の車両を疲労設計荷重とするのがよい。

参考文献 1) 三木他：シミュレーションによる道路橋の疲労設計活荷重の研究、構造工学論文集、1986.3

2) 関西道路研究会・道路橋調査研究委員会：疲労小委員会報告書、1989.3

表1 車種別重量特性

	車種	分布形	平均(t)	標準偏差(t)	最大値(t)	最小値(t)
C	乗用車	対称正規	1.37	0.34	2.40	0.4
ST	小型トラック	対称正規	4.97	2.99	20.0	1.9
LT	大型2輪トラック	対称正規	6.17	3.85	24.5	1.5
RLT	大型3輪トラック(サテタンDEM)	対称正規	16.6	6.36	37.5	8.5
FLT	大型3輪トラック(フロントタンDEM)	対称正規	14.0	3.86	20.5	9.5
TT	大型4輪トレーラー	対称正規	24.0	11.3	46.5	12.5
LTT	大型5輪トレーラー	対称正規	24.0	11.3	46.5	12.5

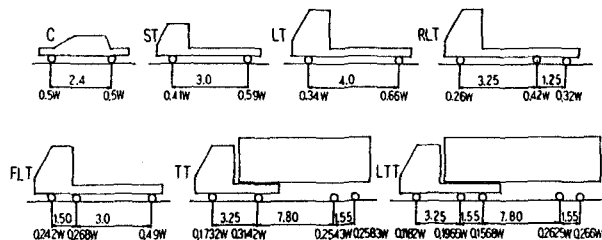
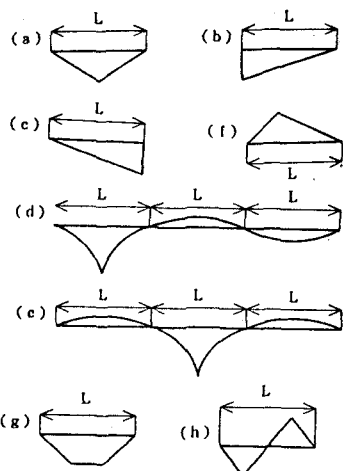


図1 車両のモデル化



$L = 10, 20, 50, 100, 200 \text{ (m)}$

図2 影響線の形状

影響線形状 (a)

表2 車両による疲労損傷度

影響線形状 (h)

L	10	20	50	100	200
C	4.7×10^{-1}	4.6×10^{-1}	4.5×10^{-1}	4.5×10^{-1}	4.5×10^{-1}
ST	4.21×10^{-2}	4.14×10^{-2}	4.11×10^{-2}	4.11×10^{-2}	4.10×10^{-2}
LT	7.51×10^{-2}	7.85×10^{-2}	8.02×10^{-2}	8.07×10^{-2}	8.10×10^{-2}
RLT	1	1	1	1	1
FLT	2.79×10^{-1}	3.74×10^{-1}	4.26×10^{-1}	4.42×10^{-1}	4.50×10^{-1}
TT	6.64×10^{-1}	6.71×10^{-1}	1.76	2.29	2.55
LTT	7.30×10^{-1}	6.51×10^{-1}	1.71	2.24	2.54

L	10	20	50	100	200
C	1.02×10^{-1}	6.6×10^{-1}	5.1×10^{-1}	4.8×10^{-1}	4.6×10^{-1}
ST	6.19×10^{-2}	5.07×10^{-2}	4.40×10^{-2}	4.24×10^{-2}	4.16×10^{-2}
LT	1.06×10^{-1}	7.40×10^{-2}	7.88×10^{-2}	8.02×10^{-2}	8.07×10^{-2}
RLT	1	1	1	1	1
FLT	3.91×10^{-1}	4.09×10^{-1}	4.45×10^{-1}	4.55×10^{-1}	4.59×10^{-1}
TT	2.02	4.82×10^{-1}	1.28	2.02	2.43
LTT	2.03	5.01×10^{-1}	1.13	1.92	2.38

表3 車両構成

	一般道路	高速道路
C	0.9292	0.5537
ST	0.0083	0.0530
LT	0.0062	0.2140
RLT	0.0364	0.1161
FLT	0.0122	0.0389
TT	0.0057	0.0180
LTT	0.0020	0.0063

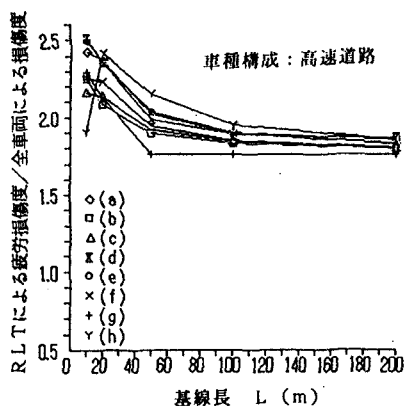
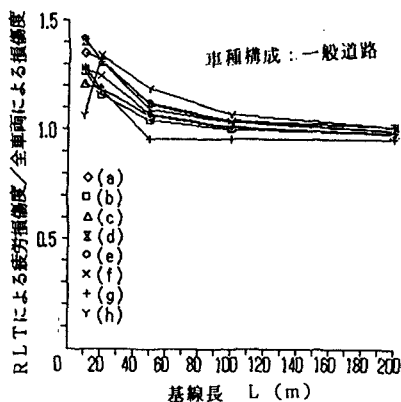


図3 疲労強度の計算結果