

I-270

車両の同時載荷が道路橋の疲労損傷に与える影響

北海道開発庁 正員 村山 一弥
 東京大学 正員 藤野 陽三
 東京大学 正員 伊藤 学

1 まえがき

道路橋の疲労損傷は溶接構造などのディテールの破壊が一部に見られるなど近年問題となりつつある。現在米国、英国等では疲労設計が規定されているが、我国では疲労設計は規定されていない。従って新設の橋梁部材の設計時においては疲労照査を行なうべきであるとの議論がある。既設の橋梁構造物においても疲労損傷が問題となる部材は影響線長の短い構造ディテールから影響線長の長い斜張橋のケーブルに至るまでさまざまな部材にわたっている。疲労をひきおこす原因としては交通量の増加、大型車の増加などのほかに車両が同時載荷することによって疲労損傷が増幅されていると考えることができる。従って本研究では車両の同時載荷が疲労損傷に与える影響を考察した。

2 シミュレーションの方法

疲労損傷の計算は線形被害則を用い、変動応力成分の計数にはレインフロー法を用いた。車両の到着は3次アーラン分布とした。文献1)に示す東名大和における実測値を用い、大型車混入率、荷重を変化させ、モンテカルロ法により応力歴を求めた。表1に車種別の混入率を示す。なお線形被害則の $m=3$ とした。

1車線から応力を受ける部材において車両の同時載荷が疲労損傷に与える同時載荷計数 γ_1 を次式のように定義する。

$$\gamma_1 = \frac{i \text{ 車線における同時載荷を考慮した全疲労損傷}}{\text{車両が単独に載荷した時の疲労損傷の和}} \quad (1)$$

つまり γ_1 は同時載荷時の疲労損傷と、単独走行時の疲労損傷の比である。

3 シミュレーションの結果と検討

1車線から応力を受ける場合の同時載荷係数 γ_1 を、大型車混入率を変化させて計算した結果を図1に示す。これより、1車線においては γ_1 は若干1.0より小さくなり、大型車混入率が変化しても、 γ_1 は大きく変化しないことがわかる。実際の疲労は主に大型車によると考えられるので、小型車荷重を無視した場合のシミュレーション結果を図2に示す。これより小型車荷重を無視しても、変化は無い。従って疲労照査においては、大型車の荷重、走行台数のみを考慮すればよいということが分かった。

2車線における同時載荷係数 γ_2 を影響線の長さを変化させて計算した結果が図3である。これより影響線長が変化しても、 γ_2 の最大値は変化しないといえる。交番応力が働かない時の影響線形状を変化させた時の結果を図4に示す。これより、影響線の形を変化させても、 γ_2 の分布型は変化しないといえる。ただし、影響線に交番応力が働く場合には γ_2 の値は、交番応力が働かない時のそれよりも減少し、 $\gamma_2 < 1.0$ となる時もあるが、分布型そのものは大きく変化しない。これは交番応力が働く時、影響線上に車両が同時載荷すると、変動応力成分が小さくなるためと考えられる。実際の橋梁構造物の影響線の形は様々であるが、以上の結果より、設計時に疲労照査を比較的簡単に行なう場合、影響線の形状を、交番応力働く場合と、働かない場合に大まかに分類してもかまわないと考えられる。これよりシミュレーションによる疲労照査を簡略化できることが分かった。

4 疲労照査を簡略に行なうための γ_1 と γ_2 の提案値

実際に疲労照査を行なうときには1日当りの疲労損傷が問題となる。文献1)から1日当りの時間帯別の交通量、車種混入率、文献2)から車間間隔を求め1日当りの疲労損傷を計算した。疲労損傷を計算する場合車間間隔は最小の時でも20m程度であるため影響線長が変化しても $\lambda/L < 1.0$ 程度である。この時、影響線形状、影響線長が変化しても γ_1 の分布形は変わらないので1車線の時全ての影響線長、形状について $\gamma_1 = 1.0$ としても1日当りの疲労損傷はシミュレーションによる値と $\pm 1.0\%$ の誤差で求めることができ、

1車線同時載荷の影響は無視しても良い。2車線の時、表2に示すように影響線長、影響線形状を交番応力が働く時と、働かない時で分類し計算を行なった結果±20%の誤差で求めることができた。

5 あとがき

本研究では1車線、2車線から応力を受ける部材の疲労損傷を1車線の時には $\gamma_1 = 1.0$ 、2車線では表2に示した値を用いて簡単に計算することが分かった。これは設計時に疲労照査を簡単に行ないたい時、シミュレーションによらずとも容易に照査ができることを示している。また1日当りの疲労損傷は大型車の荷重と走行台数によって決定され小型車による影響は無視できる。現在疲労照査は設計交通量によって計算が行なわれているが以上より大型車のみ注目した疲労照査を行なう必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 三木千寿 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，vol. 32A，pp. 597-608，1986
- 2) 阪神高速道路公団：阪神高速道路公団設計荷重(HDL)委員会報告書 第4 偏活荷重分科会報告，pp. 277，1984年3月

表1 交通流A～Eの車両混入率

Traffic model	C	ST	LT	LLT	TT
A	10	5	25	50	10
B	25	5	25	37	8
C	50	5	20	20	5
D	65	5	15	12	3
E	75	12	10	2	1

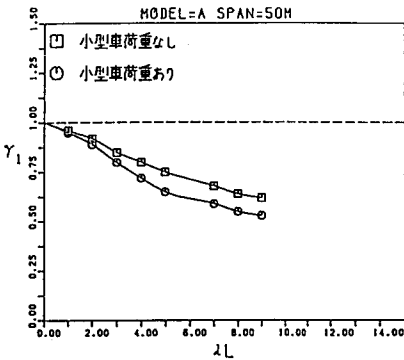


図2 小型車荷重を無視した時の λL - γ_1

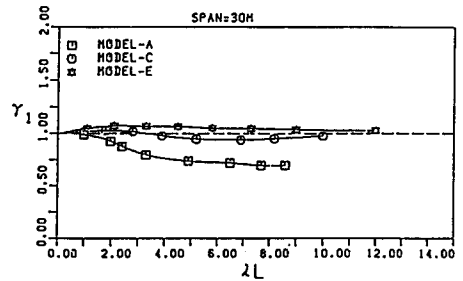


図1 車種混入率を変化させた時の λL - γ_1

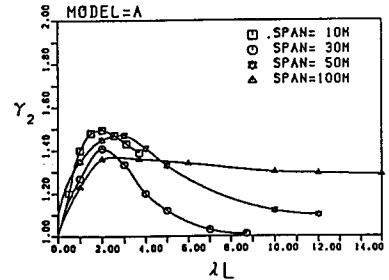


図3 影響線長を変化させた時の λL - γ_2

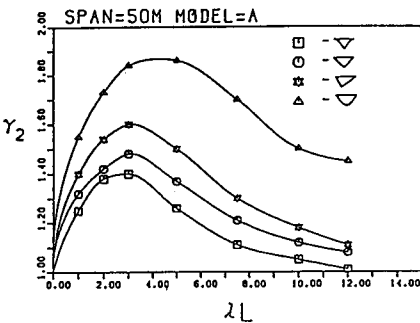


図4 影響線形状を変化させた時の λL - γ_2

表2 疲労損傷を計算するための γ_2 の値

	$L < 50m$	$L > 50m$
交番応力なし 	1.3	1.5
交番応力あり 	1.2	1.3