

複数車線道路橋の疲労設計荷重・同時載荷係数の検討

法政大学 学生員 福井 勝治
法政大学 正会員 森 猛

1. はじめに

本年3月に新しい道路橋示方書が発刊され、道路橋についても疲労設計を行うこととなり、その具体的な方法を示す目的で「鋼道路橋の疲労設計指針」が同時に発刊された。当指針では、疲労設計荷重としてT荷重を用いることとし、その重量は橋上を走行する車両の最大級重量と橋上に複数の車両が同時に載荷する時の応力の増加を考慮して補正することとされている。後者は同時載荷係数と呼ばれ、2車線道路橋を対象とした詳細な検討に基づいて設定されている。ここでは、同時載荷係数の重要な影響因子である車線応力比を考慮した上で、2車線道路橋に加えて、3車線、4車線道路橋の同時載荷係数について検討する。

2. 検討方法

同時載荷係数は実交通流のモンテカルロシミュレーションに基づいて求めた疲労損傷度を、線形重ね合わせ則に基づいて同じ条件で同時載荷のない状態で求めた疲労損傷度で除したものの3乗根で表される。

$$\text{同時載荷係数} = \sqrt[3]{\frac{\text{シミュレーションによる疲労損傷度}}{\text{線形重ね合わせ則による疲労損傷度}}}$$

車両の分類やその重量分布は、「鋼道路橋の疲労設計指針」で用いられたものと同じである。大型車混入率は10, 20, 32.5, 40, 60%、交通量は1車線当たり500~2500台/hr、車速は50~100km/hrとした。複数車線橋梁の同時載荷係数については車線応力比が大きな影響を及ぼす。車線応力比の定義は以下に示す通りである。着目位置の応力の大きさは、車両がどの車線を通るかによって異なる。最も高い応力が生じる車線を車両が走行する時の応力を1とし、他の車線を車両が走行する応力を先の応力で無次元化して表す。例えば、3車線道路橋では0.4:1:0.5のように表す。ここでは、まず2車線、3車線、4車線の1断面合成桁橋梁の断面設計を行ない、それらの車線応力比について検討した。主桁本数は2車線橋梁で3~5本、3車線で5~8本、4車線で6~10本とした。支間長は50mである。それらの結果に基づいて、以下に示す車線応力比で同時載荷係数について検討した。

2車線道路橋	車線応力比	1:0	1:0.2	1:0.4	1:0.6	1:0.8	1:1
3車線道路橋	車線応力比	1:0.2:-0.4	0.7:1.0:0.7	0.9:1.0:0.4			
4車線道路橋	車線応力比	0.2:0.6:1.0:0.6	0.3:1.0:1.0:0.3	0.9:1.0:0.4:0.1			

3. 検討結果

(1) 2車線道路橋の同時載荷係数の検討

解析結果を詳細に検討し、同時載荷係数に影響を及ぼす因子（影響線の形状と基線長、大型車混入率、車速、時間交通量、車線応力比）を明らかにした上で、車線応力比が0の場合の同時載荷係数₁および車線応力比が0以外の同時載荷係数₂の算定式を導いた

$$f_1 = a * \log(NS_1) + 1.0 \quad (1)$$

$$a = 0.2325^{0.228}$$

$$f_2 = a * d * \log\{NS_2 / (c + 0.1)\} + 1.0 \quad (2)$$

$$a = 0.0785^{0.2972} \quad c = 0 \text{ (交番しない影響線形状)} \quad c = 0.2 \text{ (交番する影響線形状)} \quad d = 0.614 * \log(\quad) + 1.0$$

$$NS_1 : (\text{基線長}) \cdot (\text{交通量}) / (\text{車速}) \quad NS_2 : (\text{基線長}) \cdot (\text{総交通量}) / (\text{車速})$$

$$\quad : \text{大型車混入率} \quad \quad : \text{車線応力比}$$

キーワード 疲労設計荷重 同時載荷係数 3・4車線道路橋 多主桁橋 モンテカルロシミュレーション
連絡先 住所 〒184-8584 東京都小金井市梶野町3-7-2 法政大学工学部 電話番号 042-387-6279

図1に算定式より求めた と応力変動解析から求めた の関係を示す。図中の破線は誤差5%および10%の領域を示している。

(2) 3車線、4車線道路橋の同時乗荷係数の検討

図2に3車線、4車線道路橋の同時乗荷係数()と1車線当たりの同時乗荷台数(NS)の関係を示す、図中の曲線は2車線道路橋の車線応力比が1:1に対応する同時乗荷係数の表現式を示している。3車線、4車線道路橋での同時乗荷係数は1例を除き2車線道路橋で車線応力比が1:1の同時乗荷係数よりも小さくなっている。ここでは、3車線、4車線道路橋の同時乗荷係数を、車線応力比を1:1として(2)式を変形した(3)式で表すことを提案する。

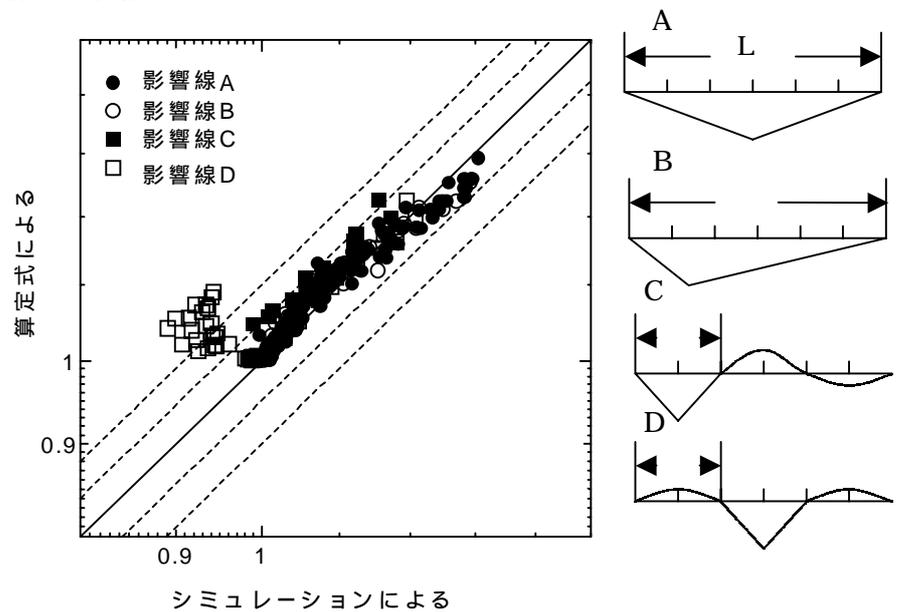


図1 同時乗荷係数の精度

$$=a * [\log\{NS/(c+0.1)\}]^2+1.0 \tag{3}$$

a=0.0785^{0.2972} c=0 (交番しない形状の影響) c=0.2 (交番する形状の影響線)

車線応力比が1:0.2:-0.4のように負の車線応力比が存在する場合は同時乗荷係数が(3)式より求められる曲線よりも上に位置している。同時乗荷係数が大きくなる理由としては影響面が正の車線と負の車線を車両が順番に走行することにより応力の変動幅が大きくなることが考えられる。疲労損傷度の線形重ね合わせ側では各車線を単独で車両が走行することを考え、各車線での疲労損傷度を足し合わせている。しかし、車線ごとではなく、各車線を順次車両が走行すると考えれば、影響線が正となる車線と負となる車線を有する橋梁については線形重ね合わせ則による疲労損傷度も大きくなる。後者の考えに基づき図2を再整理すると図3が得られる。

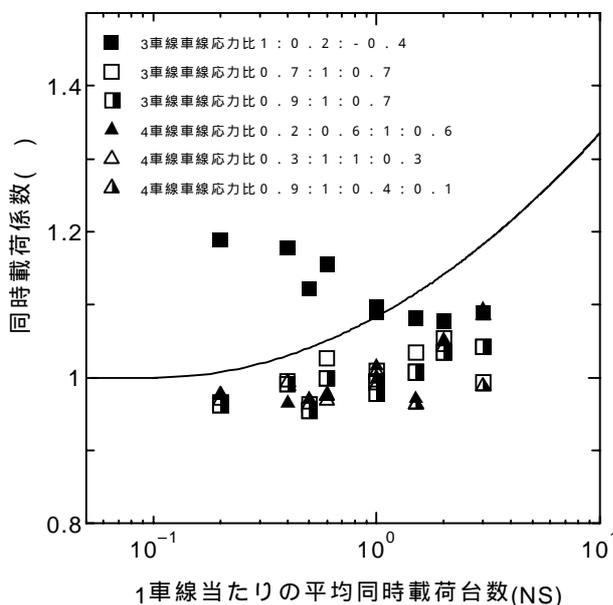


図2 3車線、4車線道路橋の - NS

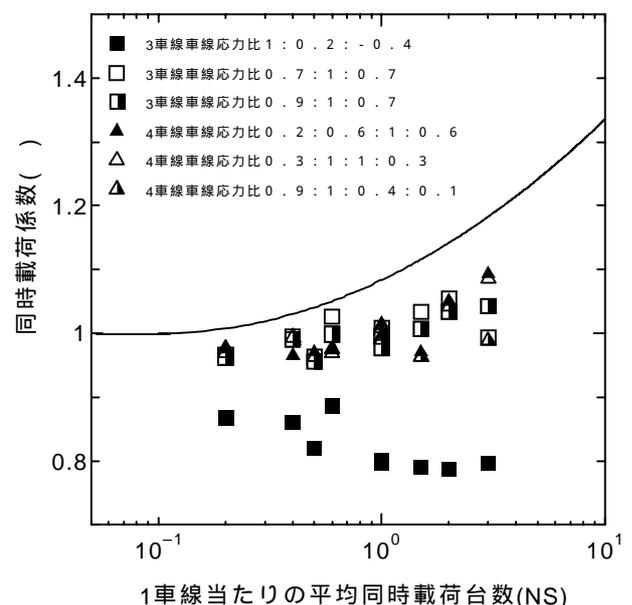


図3 3車線、4車線道路橋の - NS