

I-283 実橋の活荷重応力度測定結果を用いた安全性照査方法の検討

建設省土木研究所 正員 藤原 稔
 建設省 道路局 同 岩崎 泰彦
 建設省土木研究所 同 ○村越 潤

1. はじめに 既設橋梁を有効に活用していくためには維持管理技術全般の向上を図る必要があるが、中でも既設橋梁の合理的な安全性照査方法が求められている。既設橋梁の部材の安全性照査方法としては、既に『鋼道路橋供用荷重算定指針(案)』（日本道路協会、昭和45年度）が提案されているが、ここでは個々の橋梁の構造特性や活荷重の載荷条件等を照査に、より具体的に反映させるために、試みに実橋での応力度の計測結果を用いた照査方法について検討を行ったので報告する。

2. 照査式 照査式を以下に示す。

$$a_1 \cdot a_2 \cdot \overline{\sigma^7}_{\max} < \frac{\sigma_y}{\gamma_1} - \gamma_d \cdot \sigma_d$$

a_1 : 橋梁の将来供用期待年数、交通特性等を見込むための補正係数

a_2 : $\overline{\sigma^7}_{\max}$ の日最大活荷重応力度の母平均からのずれを見込むための補正係数

$\overline{\sigma^7}_{\max}$: 主桁支間中央下フランジにおける実測日最大活荷重応力度の7日間平均値

σ_y : 主桁材料の降伏応力度

σ_d : 主桁支間中央下フランジの設計死荷重応力度

γ_1 : 照査において確保すべき安全性の程度を決めるための係数

γ_d : 死荷重のばらつきを考慮するための補正係数

ここでは、橋梁を構成する部材のうち主桁を対象にした照査の例を示す。左辺は将来供用期待年数内に予想される活荷重応力度の最大値を意味する。右辺は部材の降伏応力度から死荷重応力度に相当する分を差し引いた値であり、活荷重応力度に対する余裕分を意味する。したがって上式が満足されれば、将来供用する期間に橋梁が受ける荷重の変動に対して、主桁が安全であるかどうか確認できることになる。上式中の γ_1 については、主桁材料の降伏応力度 σ_y に対して確保すべき安全性や路線の重要度に応じて確保すべき安全性等を考慮して定める値を意味するものであるが、具体的な γ_1 の中身の検討については今後の課題と考えている。また γ_d については既存の調査研究において数値が提案されており、また活荷重応力度に関する補正係数 a_1 および a_2 と比較して、供用年数に左右されにくい変動の小さい係数であることから、ここでは説明は省略する。以下に補正係数 a_1 および a_2 について説明する。

3. 補正係数 a_1 の意義と算定方法 補正係数 a_1 は計測結果 $\overline{\sigma^7}_{\max}$ に荷重強度の変動を考慮することにより、将来供用期待年数内に生じることが予想される最大活荷重応力度を推定するための係数である。 a_1 は、供用期間1日間に生じる最大曲げモーメントの期待値と将来供用期待年数内に予想される最大曲げモーメントの比によって算定される。

シミュレーションは、1)単純支持された1本桁モデル(2.75m巾)上に自動車荷重モデルの車種別構成比率に対応する確率で車両をランダムに発生させ、2)その車列に実態調査から得られた車間距離分布に従って車間距離をランダムに与え、3)この状態での1本桁モデルの支間中央の曲げモーメントを求める、という作業を繰り返し行うことにより実施した。シミュレーションに用いた自動車荷重モデルには、昭和59年に一般国道357号有明で実施した活荷重調査結果と自動車諸元表に基づき作成したものをを用いている¹⁾。また車間距離分布には、完全渋滞シミュレーションでは昭和59年に一般国道1号品川区内で測定された信号停止時の車間距離データ¹⁾を、走行シミュレーションでは昭和52年度に一般国道126号千葉市内および国道14号千葉市

内で測定された走行時の車間距離データを用いている。表-1（供用期間1日間に生じる最大曲げモーメントの期待値/L-20載荷時の曲げモーメント）
 なお最大曲げモーメントについては照査される橋にとって安全な値とするため、将来供用期待年数内において超過確率10%に対応した曲げモーメントとすることにした。得られた値については個々の橋梁の今後の将来供用期待年数、交通条件（渋滞回数、大型車混入率、日交通量）、支間長に対応して表-1、2に示す形で与えられる。表に示される値から対象橋梁の条件に見合った値を選びだすことにより、供用期間1日間に生じる最大曲げモーメントの期待値と将来供用期待年数内に予想される最大曲げモーメントの比 a_1 を求めることができる。

4. 補正係数 a_2 の意義と算定方法

前述の補

正係数 a_1 は、供用期間を1日とした場合の最大活荷重応力度の期待値に対して与えられることから、理想的には実測値として日最大活荷重応力度の母平均を用いることが必要となるが、実際にはそれは不可能である。したがって、ある観測期間の実測値の平均値を用いることになる。この場合、観測期間が長いほど母平均との差は小さくなり照査式左辺の推定精度は向上するが、観測時間を考えて期間を1週間とした。 a_2 は、1週間の観測値を母平均として用いることによって生じる誤差を補正するための係数である。ここでは、実測日最大活荷重応力度を用いて信頼度を0.99とした場合の母平均の両側信頼区間推定を行ない、標本平均と区間推定値の上限値の比を求める方法でどの程度の補正が必要かの検討を行った。検討には、実橋での日最大活荷重応力度の計測結果を用いた。検討の結果、区間推定値の上限値と標本平均の比は信頼度0.99の場合、平均1.17となり、 a_1 に対して概ね1.2程度の補正係数を乗じれば、7日間の標本平均と母平均とのずれによって生じる誤差を取り込めるものと考えられる。そこで、本照査方法では a_2 を1.2とすることとした。

5. おわりに

今回の検討では、特に補正係数 a_1 および a_2 について検討を行った。補正係数 a_1 および a_2 については、長期計測結果等を用いて妥当性の検討を行っていく予定である。また、 γ_1 の検討については今後の課題と考えている。

<参考文献>

- 1) 藤原, 岩崎, 田中; 限界状態設計法における設計活荷重に関する検討, 土木研究所資料2539号, 昭和63年1月
- 2) 佐伯, 藤原他; 既設橋梁の耐久性評価・向上技術に関する調査研究Ⅲ, 土木研究所資料2682号, 昭和63年12月

		(渋滞状態)					
支 間	大型車混入率	渋 滞 回 数	車 線 数				
			1車線	2車線	3車線		
20 m	20%	1	0.20	0.20	0.25		
		10	0.55	0.45	0.45		
		100	1.00	0.70	0.65		
		500	1.25	0.85	0.80		
		1	0.30	0.30	0.35		
	40%	10	0.65	0.55	0.60		
		100	1.05	0.80	0.80		
		500	1.35	0.95	0.95		
		40 m	20%	1	0.30	0.30	0.35
				10	0.65	0.55	0.60
100	1.00			0.75	0.80		
500	1.25			0.90	0.90		
1	0.45			0.45	0.50		
40%	10		0.85	0.70	0.75		
	100		1.20	0.95	1.00		
	500		1.45	1.10	1.10		
	60 m		20%	1	0.35	0.35	0.45
				10	0.70	0.60	0.65
100		1.05		0.80	0.85		
500		1.30		0.90	0.95		
1		0.50		0.50	0.60		
40%		10	0.90	0.75	0.85		
		100	1.20	1.00	1.05		
		500	1.45	1.10	1.20		

表-2（将来供用期待年数内において予想される最大曲げモーメント/L-20載荷時の曲げモーメント）
 （2車線、渋滞時想定の場合）

支間	大型車混入率	渋滞回数	将来供用期待年数			
			1年	3年	5年	10年
20m	20%	1	1.30	1.40	1.45	1.50
		10	1.50	1.65	1.70	1.80
		100	1.80	1.90	1.95	2.05
		500	1.95	2.05	2.10	2.15
	40%	1	1.45	1.50	1.60	1.65
		10	1.65	1.80	1.85	1.90
		100	1.90	2.05	2.10	2.10
		500	2.10	2.15	2.25	2.25
40m	20%	1	1.30	1.45	1.50	1.60
		10	1.60	1.65	1.70	1.80
		100	1.80	1.90	1.90	1.95
		500	1.90	2.05	2.05	2.10
	40%	1	1.60	1.65	1.70	1.80
		10	1.80	1.90	1.95	1.95
		100	1.95	2.10	2.10	2.15
		500	2.10	2.25	2.25	2.30
60m	20%	1	1.30	1.45	1.50	1.60
		10	1.60	1.65	1.70	1.70
		100	1.70	1.85	1.85	1.90
		500	1.85	1.95	1.95	2.05
	40%	1	1.60	1.65	1.70	1.80
		10	1.80	1.85	1.90	1.95
		100	1.95	2.05	2.10	2.15
		500	2.10	2.15	2.25	2.25