

## I-395 実態活荷重を用いたシミュレーションによる主桁の最大応答評価

阪神高速道路公団 正会員○長沼敏彦

同上 正会員 松倉孝夫

総合技術コンサルタント 正会員 明田 修

## 1. はじめに

車両大型化に伴う設計荷重の改訂等に対し、既設橋梁の補強・補修の方針を明確にして行くことが大きな課題となっている。この課題を考えていく上での1つの基礎データとして実態活荷重の評価が考えられる。阪神高速道路公団ではこれまでに実態活荷重の調査研究を実施しており、今回この研究成果を基に、現時点での交通量データや渋滞データによる見直しを加え、設定期間内における橋梁の最大応答をモンテカルロシミュレーション法により推定した。

## 2. 解析の条件および方法

## (1)対象橋梁および着目応答

支間長：29.4m、有効幅員：16.6m（4車線）の単純合成I桁橋（5本主桁）を対象にし、外桁（G1桁）と中桁（G2桁）に着目し、それぞれの桁で支間中央曲げモーメントと支点せん断力の最大応答を求めた。

## (2)活荷重状態のモデル化

今回は影響の大きいと考えられる通常渋滞と突発渋滞を検討対象とし、現時点での交通量データや渋滞データによる見直しを加えた。計算に用いた渋滞のモデルは表-1に示す通りである。

表-1 計算に用いた渋滞のモデル

|      | 渋滞発生頻度   | 平均走行速度<br>(km/h) | 車間距離 (m) |      |      | 大型車混入率<br>(%) |
|------|----------|------------------|----------|------|------|---------------|
|      |          |                  | 分布形      | 平均値  | 標準偏差 |               |
| 通常渋滞 | 60 (回/月) | 10 ~ 30          | 対数正規分布   | 8.05 | 3.93 | 40 (日中)       |
| 突発渋滞 | 2 (回/年)  | 0 ~ 2            | 〃        | 2.71 | 1.49 | 60 (夜間)       |

## (3)車両特性等のモデル化

車重、車長、軸重などの車両特性および車間距離などの車両配列特性については阪神高速道路公団設計荷重（HDL）委員会での成果をベースにしたが、大型化が想定される大型車類2軸およびタンデム軸の重量分布を増加の方向に5t移行させたケースについても検討した。なお、新車両制限令ではフルトレーラの長さの最高限度が緩和されたり、最速軸間距離と総重量の最高限度の規定等が少し改訂されたが、将来の車両構造特性の変化予測が困難であり、また橋梁の応答に及ぼす影響は少ないと考えられるので、今回の検討では考慮していない。

## (4)シミュレーションの方法

上記の条件で通常渋滞時および突発渋滞時に対し、モンテカルロシミュレーション法により期間50年の最大応答値を求めた。シミュレーションにおいては着目点に重量車が載る場合のみを抽出することにより効率化を図り、期間50年のシミュレーションを100回行い、極値I型分布にあてはめて超過確率値を算出した。

## (5)計算ケースおよび評価法

1方向のみの渋滞を想定した2車線載荷のケースを基本とし、通常渋滞時に対しては両方向とも同時に渋滞が発生した場合の4車線載荷のケースによる計算を行い、2車線載荷との比較を行った。また、計算結果は次に示す最大断面力比（L-20に対する荷重係数）で評価した。

$$M_{\max} / M_{L-20}, \quad S_{\max} / S_{L-20}$$

ここに、 $M_{max}$  ,  $S_{max}$  : 実態荷重を用いたシミュレーションによる曲げモーメントおよびせん断力の  
50年最大値分布の超過確率(50%, 10%, 0.1%)に対応する値。衝撃を含まない。

$M_{L-20}$  ,  $S_{L-20}$  : L-20荷重による設計曲げモーメントおよびせん断力。衝撃を含む。

### 3. 解析結果および考察

解析結果の一部を表-2および表-3に示すが、これらより以下のことが言える。

- (1) いずれのケースにおいても、通常渋滞時と突発渋滞時とを比較すると通常渋滞時の方が大きい値となる。
- (2) 2車線載荷の場合、外桁(G1桁)と中桁(G2桁)とでは、外桁の方が10%程度大きい値を示す。4車線載荷の場合でも同様の傾向を示すが、外桁の値がほとんど変わらないのに対し、中桁の値が少し大きくなる。
- (3) 50年10%超過確率値の最大は、通常渋滞時の外桁で生じており、L-20荷重に対し曲げモーメントで1.21倍、せん断力で1.39倍となっている。また、同じ条件でB設計活荷重とL-20荷重の比を求めると曲げモーメントで1.33倍、せん断力で1.49倍となり、実態活荷重による最大応答はB活荷重による設計値に比べて7%程度小さくなっている。
- (4) 大型化を想定して大型車類2軸およびタンデム軸の重量分布を増加の方向に5t移行させた場合でも、50年10%超過確率値で最大5%程度しか増加しない。
- (5) 主桁作用による断面力を実態活荷重で評価すると、最大応答値に対しては載り方が大きく関係し、過積載のトレーラーが支配的となっている。

表-2 期間50年最大断面力比の超過確率値（2車線載荷）

| 超過確率<br>(%) | 曲げモーメント (G1桁) |         | せん断力 (G1桁) |         |
|-------------|---------------|---------|------------|---------|
|             | 通常渋滞の場合       | 突発渋滞の場合 | 通常渋滞の場合    | 突発渋滞の場合 |
| 50          | 1.14          | 0.86    | 1.27       | 0.98    |
| 10          | 1.19          | 0.96    | 1.33       | 1.09    |
| 0.1         | 1.33          | 1.24    | 1.51       | 1.38    |

表-3 大型化移行させた場合の期間50年最大断面力比の超過確率値（2車線載荷）

| 着目桁 | 超過確率<br>(%) | 曲げモーメント     |             | せん断力        |             |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|     |             | 通常渋滞の場合     | 突発渋滞の場合     | 通常渋滞の場合     | 突発渋滞の場合     |
| G1桁 | 50          | 1.16 (1.02) | 0.90 (1.05) | 1.33 (1.05) | 1.02 (1.04) |
|     | 10          | 1.21 (1.02) | 0.99 (1.03) | 1.39 (1.05) | 1.13 (1.04) |
|     | 0.1         | 1.34 (1.01) | 1.26 (1.02) | 1.58 (1.05) | 1.43 (1.04) |
| G2桁 | 50          | 1.03        | 0.80        | 1.18        | 0.91        |
|     | 10          | 1.08        | 0.88        | 1.24        | 1.00        |
|     | 0.1         | 1.21        | 1.12        | 1.44        | 1.25        |

(注) ( ) 内は大型化移行前の荷重モデルのケースの値に対する比率を示す。

### 4. おわりに

実橋においては設計荷重を大幅に上回る車両が通行しているが、実態荷重で照査した場合、大型化へ移行させても現行のB荷重程度以下になりそうなのが今回の検討でわかった。また、今回は渋滞時のみを検討の対象としたが、支間によっては通常走行時の場合のほうが支配的な場合もあり得るのでこのケースも照査しておく必要がある。さらに今後、疲労に対する安全性の検討が必要となるが、そのためには疲労注目部位を明らかにするとともに、その部位の疲労照査用応力に及ぼす活荷重の影響面を明らかにする必要がある。

(参考文献)

- (1) 阪神高速道路公団：阪神高速道路の設計荷重体系に関する調査研究（設計荷重（HDL）委員会報告書）、1986年12月