

多径間連続斜張橋における設計活荷重の検討

阪神高速道路 正会員 ○杉山裕樹 正会員 金治英貞
総合技術コンサルタント 正会員 明田修 正会員 渡邊裕規

1. はじめに

多径間連続斜張橋の断面設計では、中央主塔など、活荷重が支配的となる部位が多い。一方で、長大支間の多径間構造における影響線載荷は、数百m単位で活荷重の満載と無載荷を繰り返す(図-1)。この載荷状態は、実態の交通流から見れば非常に稀であることから、設計活荷重の設定が課題と考えられる。

本検討では、多径間連続斜張橋において交通調査データに基づいた活荷重シミュレーションを実施し、合理的な設計活荷重の提案を行うことを目的としている。

2. シミュレーション方法

車両列載荷のモンテカルロシミュレーションに用いる活荷重特性は、文献1)、2)と同様に、図-2に示す特性を交通調査データに基づきモデル化する。車種分類は、小型車、中型車、大型車(2軸及びタンデム軸)、トレーラーに分類し、大型車とトレーラーはそれぞれ、軽積載、重積載、過積載車の3種類に区分した11車種を設定している。大型車タンデム軸の場合の車重実測データと当てはめた確率分布モデルの比較を図-3に示す。

渋滞を考慮した走行状態の組合せを表-1に示す。日常的もしくは頻度が中程度の渋滞状態を対象として、ラッシュ時に発生する通常渋滞と事故等で発生する突発渋滞を、渋滞発生の多い都市高速道路における2年間の渋滞データからモデル化している。

塔基部を含む10点程度に着目し、モンテカルロシミュレーションにより年最大応答の2000年再現期待値(100年最大応答分布の95%非超過確率値に相当)を算出した。

3. シミュレーション結果

多径間連続斜張橋と2主塔斜張橋の各着目点の設計値(等価L荷重、影響線載荷)に対する2000年再現期待値の比率(期待値比)と、影響線の正負交番の度合いを表す影響線面積比(異符号面積/着目符号面積)の関係を図-4に示す。期待値比と影響線面積比には相関が認められ、影響線面積比が大きいほど期待値比は小さくなる傾向にある。2主塔斜張橋に比べて多径間連続斜張橋の方が影響線面積比の大きい部材が多く、塔基部曲げモーメントのように影響線面積比が1.0付近では、設計値に対して応答値は40~50%程度である。これは、荷重強度は小さいが影響線の異符号側にも荷重が載荷されるためである。この結果から多径間連続斜張橋においては設計供用期間中に発生する確率の高い走行状態に対して、従来の設計活荷重による設計では不合理な断面になっていると考えられる。

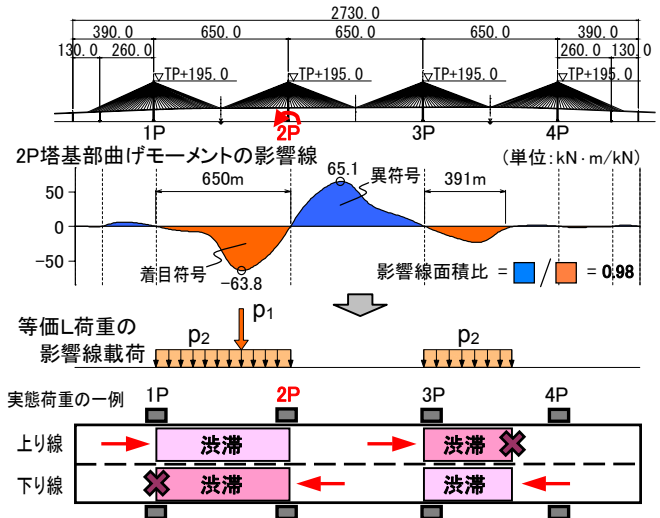


図-1 対象橋梁と影響線載荷の一例

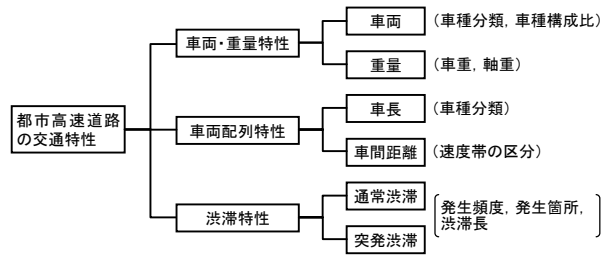


図-2 都市高速道路の交通特性

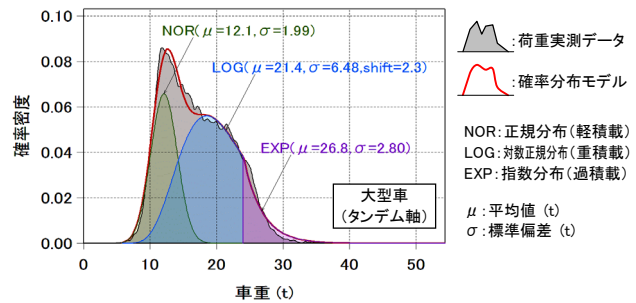


図-3 荷重計測データの確率密度分布と分布関数の当てはめの例

表-1 渋滞を考慮した走行状態の組合せ

渋滞ケース	渋滞種別(上り+下り)	時間帯	大型車混入率	年発生数
1	通常走行+通常渋滞	日中・夜間	40%	730
2	通常渋滞+通常渋滞	日中・夜間	40%	365
3	通常走行+突発渋滞	深夜・早朝	60%	8
4	通常走行+突発渋滞	日中・夜間	40%	75
5	通常渋滞+突発渋滞	日中・夜間	40%	13

キーワード 活荷重, 交通調査データ, モンテカルロシミュレーション, 多径間連続斜張橋
連絡先 〒550-0011 大阪市西区阿波座 1-3-15 阪神高速道路(株) 建設事業本部 TEL 06-6535-9428

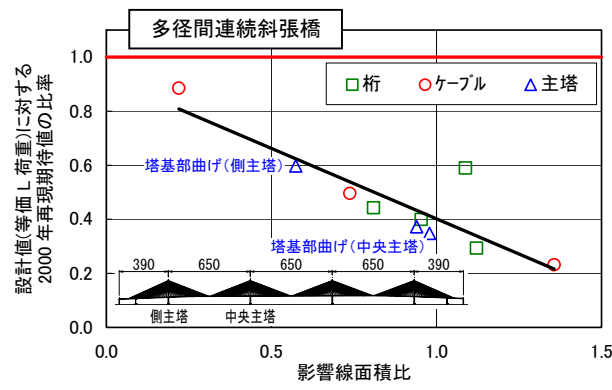
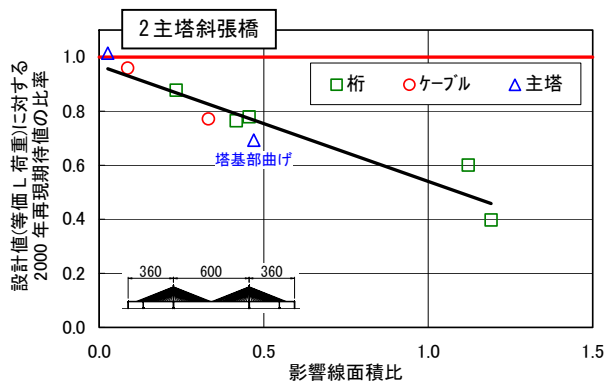


図-4 影響線面積比と設計値に対する2000年再現期待値の比率との関係

4. 設計活荷重の提案

日常的もしくは頻度が中程度の渋滞状態におけるシミュレーション結果を踏まえ、影響線の異符号側にも荷重を載荷する載荷方法を提案し、その荷重強度の設定を行った。荷重強度は、検討対象の全ての着目点においてシミュレーションによる再現期待値を設計値が上回るように、 p_2' 荷重（着目符号側）と、 p_3 荷重（異符号側）の強度を調整した。設定した活荷重載荷方法を図-5 に示す。再現期待値に対する等価L荷重及び提案活荷重による設計値の比率を表-2 に示す。等価L荷重では再現期待値に対して大きな値を示していた部材において、提案活荷重では1.0～1.5 倍程度に位置し、より実態活荷重を反映した値となっている。

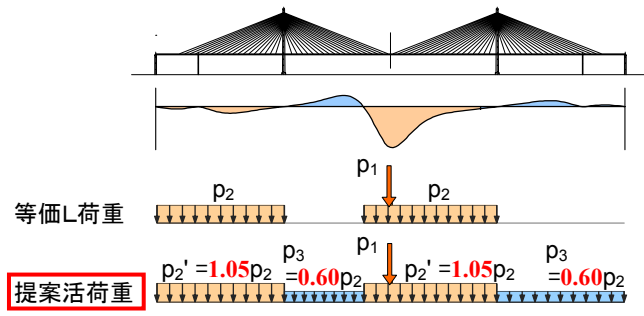


図-5 シミュレーション結果に基づく設計活荷重とその載荷方法の提案

表-2 再現期待値に対する等価L荷重及び提案活荷重による設計値の比率

橋梁モデル	着目点	影響線面積比	2000年再現期待値に対する設計値の比率			
			0	1.0	2.0	3.0
2主塔	主塔・基部軸力	0.026	1.01	0.98		
多径間	中段ケーブル張力	0.220	1.06	1.13		
2主塔	最上段ケーブル張力	0.332	1.15	1.30		
2主塔	主桁曲げモーメント(中央部)	0.417	1.17	1.31		
2主塔	主塔・基部曲げモーメント	0.470	1.15	1.44		
多径間	側主塔・基部曲げモーメント	0.574	1.23	1.68		
多径間	最上段ケーブル張力	0.737	1.31	2.01		
多径間	主桁曲げモーメント(中央部)	0.953	1.52	2.50		
多径間	中央主塔・基部曲げモーメント	0.979	1.49	2.88		

5. 提案活荷重による試設計

活荷重による影響が大きい多径間連続斜張橋の中央主塔の設計状況を図-6 に示す。提案活荷重の塔面外曲げモーメントは従来活荷重の3割程度に低減し、塔断面を大幅に縮小できる可能性がある。

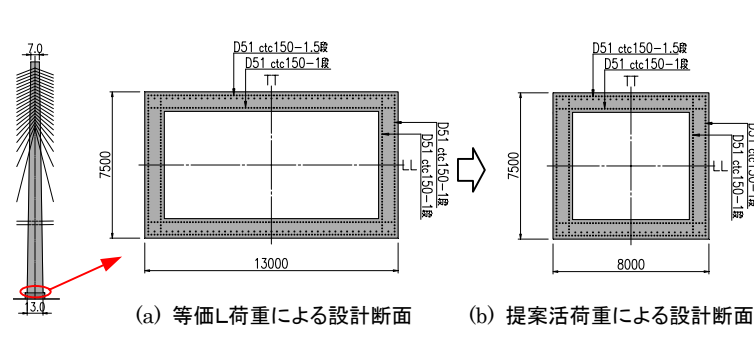


図-6 等価L荷重と提案活荷重による中央主塔の設計状況

6. 今後の検討課題

活荷重の載荷状態として、極めて稀ではあるが、着目する部材に最も不利となる橋上位置を起点とする突発渋滞も生じる可能性がある。これについては、日常もしくは頻度が中程度の渋滞による載荷状態とは異なる偶発的な荷重状態と考え、別途、要求性能や安全性レベルを設定することが合理的と考えられる。今後は、これら2段階の荷重状態を考慮して、部分安全係数設計法に基づく設計法の検討を行う予定である。

参考文献

1) 西岡ら：都市高速道路の交通特性に基づく斜張橋の活荷重に関する研究，土木学会論文集 A Vol. 66 No. 4, pp. 737-751, 2010. 12.
2) 西岡ら：都市高速道路の交通特性に基づく連続桁橋の活荷重に関する研究，土木学会構造工学論文集 Vol. 57A, pp. 195-208, 2011. 3.