

多径間連続斜張橋の活荷重に対する2段階設計法の検討

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 渡邊裕規

正会員 明田 修

1. はじめに

多径間連続斜張橋は、中央主塔（2P、3P）などの断面設計において、活荷重が支配的になる場合がある。著者らは、実態活荷重調査結果に基づく活荷重シミュレーションにより合理的な設計活荷重の検討を行っている^{1), 2)}。そのなかで、図-1に示す現行の設計法である影響線荷重による設計では過度に安全側の設計であることが示されている。本稿ではより合理的な活荷重設計法を提案することを目的に活荷重シミュレーションによる検討を行った結果を示す。

2. 過年度の検討

多径間連続斜張橋の各部材の現行設計値に対する活荷重シミュレーションによる応答値（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-2に示す。多径間連続斜張橋では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载荷されるためである。この結果から日常的もしくは頻度が中程度の渋滞状態に対する合理的な設計活荷重およびその载荷方法として図-3のように提案している。

3. 橋上発生渋滞に対する検討

これまでの検討では図-1に示すような橋上に発生する渋滞状態は非常に稀な状態であるため、活荷重シミュレーションの応答に基づき図-3に示すような設計活荷重を提案した。しかしながら、図-1に示すようないわゆる影響線载荷状態が全く発生しないとは言いきれない。そこで、橋上で発生する渋滞状態を想定した図-4に示す渋滞载荷パターンに走行状態を組合せた17の载荷ケースに対して、既往文献の条件に基づき活荷重シミュレーションによる応答値を検討した。ここでは、活荷重が設計断面に与える影響の最も大きい多径間連続斜張橋の中央主塔に着目する。図-4に示す応答値の結果では、橋上で発生する渋滞のうち、まさに影響線载荷状態そのものの载荷ケース以外においては、すべて設計値を下回っている。しかし、影響線载荷状態であるケースでは設計値を応答値が約10%程度超過している。このことから、塔位置を起点とする突発渋滞が上下線同時に発生する頻度は非常に小さいと考えられるが、一度発生すると非常に大きな応答を生じるため、多径間連続斜張橋の中央主塔のような部材では影響線载荷状態に対する活荷重も考慮しておく必要がある。

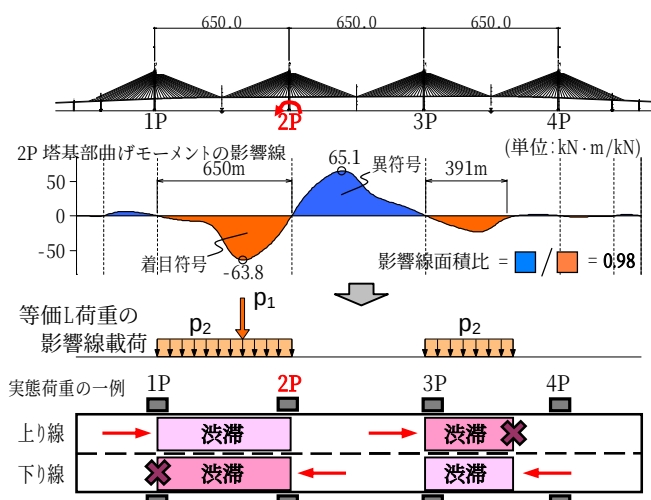


図-1 現行の設計活荷重の考え方

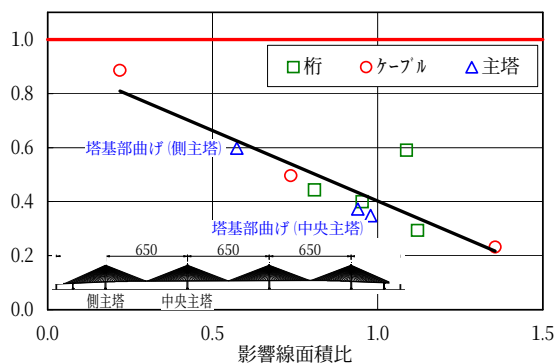


図-2 多径間連続斜張橋の設計値と活荷重応答値の比率

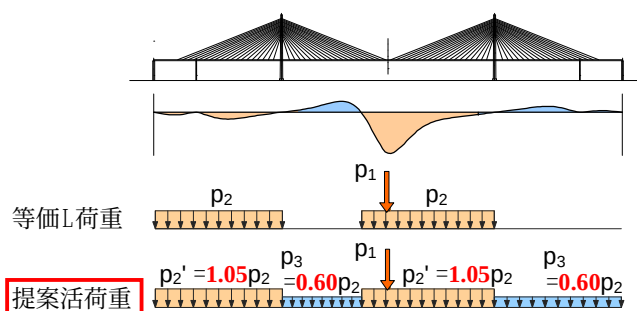


図-3 提案した設計活荷重とその载荷方法

キーワード 多径間連続斜張橋, 設計活荷重, 実態活荷重, シミュレーション

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路(株) 技術部 TEL 06-4963-5790

渋滞パターン		a	b	c	aa	bb	cc
○ 影響線着目点							
● 走行 or 通渋 or 突渋							
✕ 突発渋滞の発生							
日中 夜間	上り	0.63	0.63	0.79	—	—	—
	下り	0.63	0.64	0.79	—	—	—
深夜 早朝	上り	—	—	—	0.70	0.71	0.93
	下り	0.70	0.71	0.82	—	—	—
応答値の算出方法		発生回数 5 回 / 100 年とした場合の 95%非超過確率値			渋滞 1 回の平均値		

走行：通常走行(V=50km/h), 通渋：自然渋滞等の通常の渋滞 (V=15km/h), 突渋：事故等による突発渋滞(V=1km/h)

図-4 検討した渋滞ケースと活荷重シミュレーションによる応答値の等価L荷重に対する比

4. 設計活荷重法の提案

これまでの検討で多径間連続斜張橋では、日常的もしくは頻度が中程度の渋滞状態と極めて稀な、着目する部材に最も不利な橋上位置を起点とする渋滞を想定した活荷重シミュレーションでは応答に大きな差があることを確認した。両者とも活荷重の作用ではあるが、発生頻度と応答の大きさには大きく異なるため、時間的変動特性を考慮し、両者を別の荷重として取り扱うことが合理的であると考えられる。ここで、活荷重レベル1は日常的もしくは頻度が中程度の渋滞状態を想定し、図-3に示す設計活荷重とし、活荷重レベル2は偶発的な橋上の突発渋滞を想定し、従来のB活荷重による活荷重とした。なお、設計照査式は従来設計法との比較を行うため、道路橋示方書に従うこととし、活荷重レベル2では時間的変動特性を考慮して、その発生頻度からレベル1地震動と同等と想定し、許容応力度の割増1.5と仮設定した。

5. 試設計

前述で示した設計活荷重に対して、試設計による比較を行う。ここでは、主塔は鉄筋コンクリート製として図-1に示す多径間連続斜張橋に対する試設計を行った。図-6に中央主塔の基部の断面の比較を示す。活荷重で断面が決定していた橋軸方向の長さが13mから8mに縮減され、主塔全体数量では、コンクリート量で約65%に、鉄筋量で70%に縮減が可能である。

6. まとめ

本稿では設計活荷重について、実態活荷重に基づく活荷重シミュレーションの応答結果から、日常的もしくは頻度が中程度の渋滞状態を想定した活荷重と極めて稀な着目する部材に最も不利な橋上位置を起点とする渋滞を想定した活荷重を別の荷重として取り扱う2段階活荷重設計法を示した。今後、道路橋示方書の改定も視野に提案した設計法の部分係数等の検討を行っていく必要がある。

参考文献 1) 杉山ら：多径間連続斜張橋における設計活荷重の検討，第68回土木学会年次学術講演会講演概要集，I-284，pp.567-568，2013.9.
2) 杉山ら：多径間連続斜張橋における合理的な設計活荷重の検討：第71回土木学会年次学術講演会講演概要集，I-536，pp.，2016.9.
3) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，2012.3.

	活荷重レベル1 日常的もしくは頻度が 中程度の渋滞 (年数回以上発生)	活荷重レベル2 偶発的な突発渋滞 (供用期間中に数回以下)
発生頻度	年数回以上	数十年に1回程度以下
対象とする渋滞	橋上で発生する突発渋滞を除く渋滞ケース	橋上で発生する突発渋滞
載荷活荷重	提案活荷重	B活荷重(本四基準等価L荷重)に相当
対応するフラクタル値	供用期間100年の95%非超過の値(仮定) = 2000年再現期待値	供用期間100年の発生回数における95%非超過
許容応力度の割増	1.0 (なし)	1.5

図-5 設計活荷重の2段階設計法

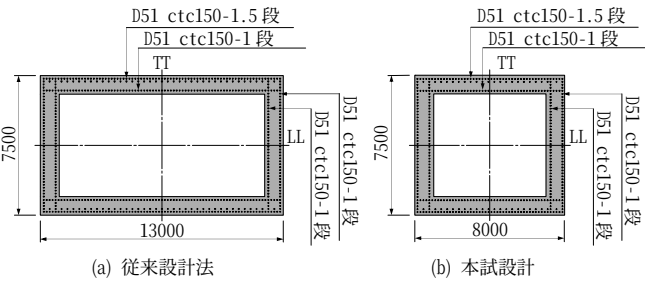


図-6 RC中央主塔基部の設計結果の比較

表-1 RC主塔数量の比較

	従来設計 活荷重	提案設計 活荷重	縮減率
コンクリート (m ³)	12,000	7,800	65%
鉄筋 (t)	3,200	2,240	70%