

道路橋の支間長に応じた活荷重効果の信頼性評価

国土技術政策総合研究所	正会員	○川見	周平
国土技術政策総合研究所	正会員	玉越	隆史
国土技術政策総合研究所	正会員	白戸	真大
国土技術政策総合研究所	正会員	横井	芳輝
国土技術政策総合研究所	正会員	山崎	健次郎

1. はじめに

設計で目標とする期間において橋の性能が満足されることの確からしさ等，道路橋の要求性能を合理的にかつ定量的に評価しやすく，また，国際標準にも適合する照査書式として，部分係数設計法がある．国土技術政策総合研究所においては，現行の道路橋示方書の荷重組合せの統計的な再評価を行うとともに，信頼性に基づき荷重組合せ及び荷重係数を設定する方法の一般化の検討を行っている¹⁾．

本研究では，構造物が受ける時々刻々の荷重状態をモンテカルロシミュレーションにて再現する荷重シミュレーション¹⁾を用いて，支間長の違いや死荷重と活荷重の比率の変化が断面力評価の信頼性に与える影響を検討する．

2. 対象橋梁と検討方法

表1に示す4橋を対象にする．それぞれ，道路橋示方書・同解説(平成14年3月)によりB活荷重で設計された基本ケースとその設計を元に支間長のみを75m, 120mと延ばした3ケースとした．荷重シミュレーションでは，図1に示すように，死荷重やクリープ荷重など永続荷重をランダムに与えた後，これに自動車列温度，地震，風といった変動する荷重を時々刻々モンテカルロシミュレーションにより発生させ，同時載荷する．自動車列や温度荷重は，渋滞時と非渋滞時などの交通量の変化や気温を時刻に応じて変化させて与えた．最終的に，各ケースに対して，100年間分のシミュレーションにおける上部構造の各部に生じる断面力の最大値とその瞬間の各荷重値を求めるという行為を1000回実施した．本研究では，活荷重係数値に影響を与える自動車車列は，32,000台，大型車混入率50%の東京湾岸部の道路のWIMデータに基づきモデル化した．

表1 支間長の検討対象

No.	上部工形式	材料	検討ケース(最大支間長)		
			基本		
1	単純鋼床版箱桁	鋼	61.5m	75.0m	120.0m
2	2径間連続鉄桁	鋼	49.0m	75.0m	120.0m
3	2径間連続箱桁	PC	49.0m	75.0m	120.0m
4	3径間連続ラーメン箱桁	PC	70.0m	75.0m	120.0m

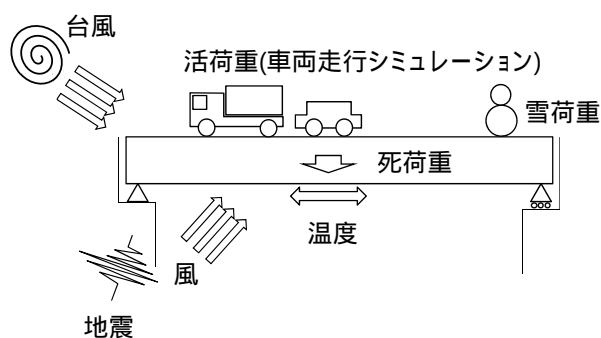


図1 荷重シミュレーションの載荷荷重

これまで複数の橋を対象に検討した結果¹⁾から，現行の道路橋示方書の荷重と荷重組合せで計算される上部構造各部の発生断面力の大きさは，断面力100年最大値分布の非超過確率の95%程度に相当することが多い．そこで，本研究では，各断面の断面力100年最大値分布の非超過確率95%に対応する断面力最大値を発生させる各作用荷重を現行の各設計荷重で除すことにより各荷重の荷重係数を求めた後に，各断面で求めた荷重係数の最大値と最小値を除いた平均を荷重種類別に求めた結果を当該橋梁の当該荷重の荷重係数値とする．この方法では様々な荷重に対する荷重係数が求まるが，そのうち，本研究では死荷重係数と活荷重係数のみを示す．

キーワード 信頼性設計，部分係数，荷重係数，死活荷重比

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 国土技術政策総合研究所 橋梁研究室 TEL: 029-864-4919

3. 支間長, 死活荷重比に応じた荷重係数への影響

検討対象とした4橋の支間長と死荷重係数及び活荷重係数の関係, 設計で用いた死活荷重比($D/(D+L)$)と死荷重係数及び活荷重係数の関係をそれぞれ図2, 図3に示す。図2より, 死荷重係数は, 支間長や死活荷重比が変化しても1.00程度とほぼ一定だが, 活荷重係数は支間長が120mになると小さくなった。また, 図3より, 死活荷重係数比が大きい範囲(死荷重の断面力の占める割合が活荷重よりも大きい範囲)で活荷重係数が小さくなる傾向となった。

検討対象とした4橋のうち, 例として, No. 1の基本ケースと支間長120mのケースについて, 支間中央断面の曲げモーメントの100年最大値分布, 100年最大値の死荷重寄与分及び活荷重寄与分をそれぞれ図4, 図5に示す。ここで, 曲げモーメントの断面力100年最大値分布のそれぞれの曲げモーメントについて, 死荷重寄与分と活荷重寄与分の内訳も示した。図中に示す平均値は, 現行の道路橋示方書で設計したときの断面決定時の曲げモーメントや死荷重モーメント, 活荷重モーメントで除した値を示す。図4に示されるように, 支間長が60m程度である基本ケースにおける死荷重寄与分と活荷重寄与分の変動係数はそれぞれ1.7%, 8.7%であり, 死荷重寄与分のばらつきが明らかに小さい。図4及び図5より, 支間長が120mのときには, 断面力100年最大値分布(死荷重+活荷重)や活荷重寄与分の平均値及び変動係数は小さくなる。

以上のような統計的な性質が, 活荷重係数にも結果的に反映され, 支間長や死活荷重比に応じて活荷重係数が変化しているものと考えられる。なお, 個々の自動車荷重はばらつくが, ここでは結果的に活荷重のばらつきが10%程度と小さくなっている。これは, 図4及び図5では車両列が橋に与える影響の極値を扱っており, 渋滞時の活荷重満載状況の100年最大値のばらつきを捉えているためである。また, 支間長が長い方が活荷重寄与分の変動係数が小さくなるのは, 大型車の同時載荷状態が橋に与える影響が長さ方向に平均化されることなどが要因と考えられ, 今後確認を進めていきたい。

4. まとめと今後期待できる効果

支間長がある長さより長くなる(本検討では支間長120m)と活荷重が低減されることを確認した。

既設橋の場合, 現状の寸法である支間長が既知であり, また, 交通状況の調査も可能である。したがって, 本研究の成果によれば, これらの調査を行うことで, 部分係数設計法を用いた既設橋の補修補強設計では, 現在よりも合理的な設計を行える可能性がある。

参考文献

- 1) 道路橋における作用断面力の統計的性質に関するシミュレーション; 第69回年次学術講演会, 土木学会, 平成26年9月

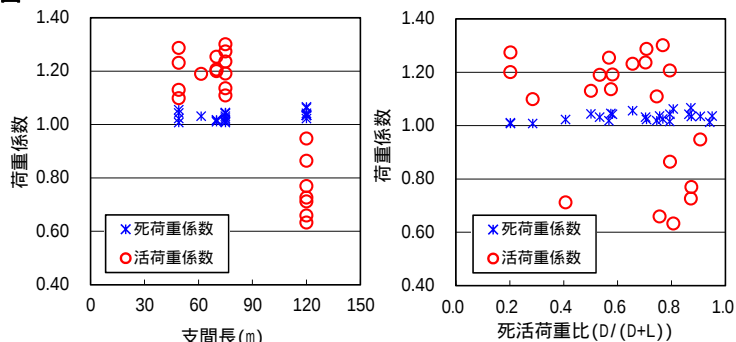


図2 支間長と荷重係数の関係

図3 死活荷重比と荷重係数の関係

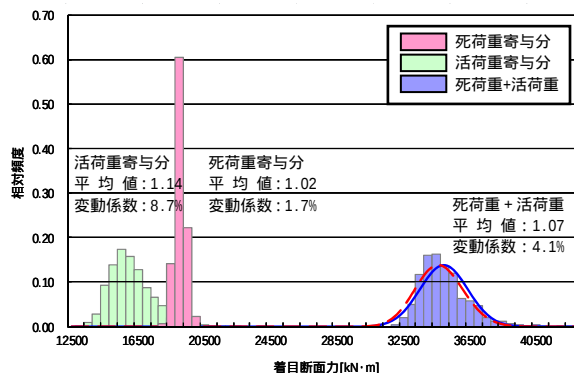


図4 基本ケース100年断面力最大値分布(No.1)

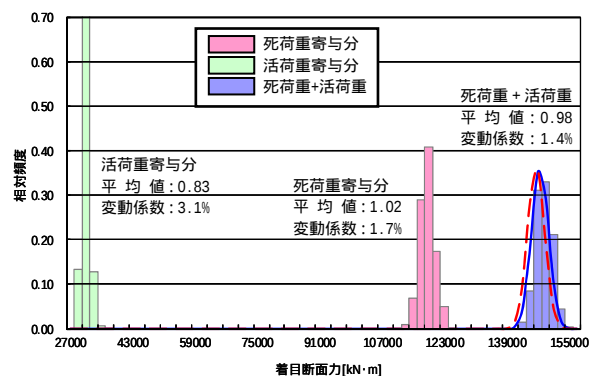


図5 120m ケース100年断面力最大値分布(No.1)