

主要国道上道路橋における交通渋滞を考慮した実態活荷重モデル

神戸大学大学院 フェロー 川谷 充郎 神戸大学大学院 正会員 金 哲佑
 神戸大学重点研究部 正会員 ○野村 泰稔 神戸大学大学院 学生員 中田 将紀
 神戸大学工学部 学生員 金本 武重

1. まえがき 信頼性理論を拠りどころとする限界状態設計法を用いるような構造物の性能規定型設計の確立には、各作用の確率特性の把握は重要な課題である。本研究では、作用荷重のうち活荷重を対象とし、交通荷重の統計的性質を取り込んだモンテカルロ・シミュレーションを行い実態活荷重をモデル化する。これまでの研究¹⁾では、車両の大型化を背景とする1993年11月の道路構造令改訂で車両重量制限に関する規定が見直されたことに着目し、その前後に行われた2つの車両重量実態調査それぞれに基づく車両モデルを作成し、これらより得られる実態活荷重モデルの比較を行ってきた。今回はそれに加え、国土技術政策総合研究所の「道路橋の設計自動車荷重に関する試験調査報告書 - 全国活荷重実態調査 -」²⁾から、いくつかの橋梁における車両重量特性による、通常渋滞・突発渋滞を考慮した活荷重シミュレーションを行う。それぞれの橋梁における車両特性によりどの程度活荷重モデルに影響があるのか比較検討する。

2. シミュレーション手法 都市内において1日の朝夕に各1回程度発生する通常渋滞(継続時間各3hr)および1年に50回程度発生する突発渋滞(継続時間1hr)を想定し、1ヶ月に生じるランダム荷重列を作成する。本研究では、交通荷重が道路橋下部工に与える影響に着目し、対象構造物(Fig.1, 2参照)の中間橋脚の渋滞車線直下に位置する支承Aに生じる活荷重反力の月最大値を時系列解析により算出する。また反力の算出にあたっては、着目支点反力の橋軸方向および橋軸直角方向の影響線縦距(Fig.1)を考慮した格子桁を用いる。以上の解析を600回試行し、得られた着目支点における月最大値反力分布により活荷重のモデルを作成する。

3. 解析モデル 3.1 構造モデル 支間長80mの3径間連続鋼箱桁橋についてモデル化する(Fig.1参照)。Fig.2に上部工の断面図を示す。総幅員19m、中央分離帯幅0.8mとし、幅3.5mの走行車線を上下線各2車線、計4車線有する。**3.2 荷重列モデル ①車両モデル** 国土技術政策総合研究所により全国各地の主要国道道路橋において実際に測定された²⁾車両データを用いる。車両モデルの作成には具体的に、各車種ごとの車両重量の平均値、標準偏差、最大値、最小値、分布形、軸重比、軸間距離および車両混入率を算出し車両特性パラメータを作成する。今回は、これまで解析してきた阪神高速道路に加え^{3,4)}、さかい橋(長野)と甲子橋(千葉)の車両重量の実測データを基に活荷重シミュレーションを行う。**②走行モデル** 対象橋梁が有する全4車線の走行車線のうち、通常渋滞においては片側2車線を渋滞走行、対向2車線を通常走行とする。突発渋滞においては片側2車線を突発渋滞走行、対向2車線を通常渋滞走行としてモデル化する。ただし走行速度は一定であると仮定する。Table 1にそれぞれの走行速度および車間距離を示す。Table 1のSDは標準偏差を表す。

4. ランダム荷重列作成 3.2で示した荷重列モデルを基に1ヶ月分のランダム荷重列を作成する。作成された荷重列の妥当性は実測データによる車両重量平均・標準偏差との比較で検討を行う。その結果をTable 2に示す。その差は平均値に対して0.5%、標準偏差について2%以内に収まっており、実測データに沿ったランダム荷重列が作成できるといえる。

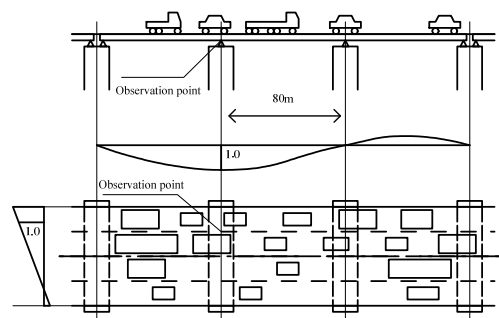


Fig.1 Structural model and influence lines of reaction force

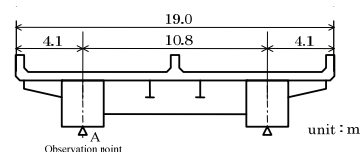


Fig.2 Cross-section of super structure

キーワード 耐震信頼性, 実態活荷重, 活荷重シミュレーション

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学大学院市民工学研究科 川谷研究室 Tel: 078-803-6383

Table 2 1st and 2nd order statistical properties of surveyed and simulated vehicle weight

	from survey (tf)		from simulated (tf)	
	Mean	SD	Mean	SD
Hanshin Ex	—	—	5.7	8.0
Sakai, Br.	15.4	9.3	15.4	9.3
Koushi, Br.	21.3	11.8	21.4	11.6

5. 活荷重反力算出 前述のシミュレーション条件に従い、作成されたランダム荷重列を用いて、活荷重シミュレーションを行ない着目支点の活荷重による反力を算出する。通常渋滞条件を想定した活荷重シミュレーションで得られた各橋梁における月最大反力値分布図を Fig.4 に示す。突発渋滞条件のもとで得られた結果は通常状態の結果とともに Fig.5 に示す。それぞれの反力の平均値と標準偏差を Table 3 に示す。突発渋滞における反力平均値は通常渋滞におけるときの約 1.12 倍増加していることがわかる。

6. まとめ 地域や路線の違いによって橋梁における車両特性値が変化し、活荷重反力の月最大値分布が橋梁によって大きく異なることがわかる。この結果より、活荷重反力は平均車両重量だけでなく車両混入率および各車両の最大値などに影響を受けていると考える。また、通常渋滞と突発渋滞におけるシミュレーション結果を比較すると、突発渋滞の方が通常渋滞より平均値として 30～40tf 大きくなっている。このことより、通常渋滞時に比べ、突発渋滞時のほうが活荷重の影響がより大きくなることが確認できる。道路橋示方書による設計 B 活荷重を用いて同条件のもとで反力を算出したところ、397tf の反力値が得られ、特に甲子橋(Koushi)の突発渋滞時の荷重列による反力はその値を超えており、非常に大きな値となることがわかる。

謝辞 活荷重シミュレーションプログラムを提供して下さった JIP テクノサイエンス(株) 狩野正人氏および、データを提供して下さった阪神高速道路(株)、玉越隆史氏をはじめ国土技術政策総合研究所の方々に厚い感謝の意を表す。

【参考文献】

- 川谷充郎, 野村泰稔, 加藤慎吾, 中田将紀, 長沼敏彦: 都市高速道路の交通渋滞を考慮した実態活荷重モデル, 平成 19 年度土木学会関西支部年次学術講演会, I-24, 2007.5.
- 玉越隆史, 中洲啓太, 石尾真理: 道路橋の設計自動車荷重に関する試験調査報告書-全国活荷重実態調査-, 国土技術政策総合研究所資料, No.295, 2006.1.
- 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.
- 阪神高速道路株式会社: 阪神高速道路の実態活荷重の調査, 広域幹線道路活荷重検討業務報告書, 2006.

Table 1 Velocity and distance between two vehicles
(a) Accidental traffic congestion

Lane	Speed (km/h)	Distance between cars (m)		
		Distribution	Mean	SD
1	2	Log Normal	2.71	1.49
2				
3	20	Log Normal	8.05	3.93
4				

(b) Ordinary traffic congestion

Lane	Speed (km/h)	Distance between cars (m)		
		Distribution	Mean	SD
1	20.0	Log Normal	8.05	3.93
2				
3	61.2	Exponential	102	—
4				

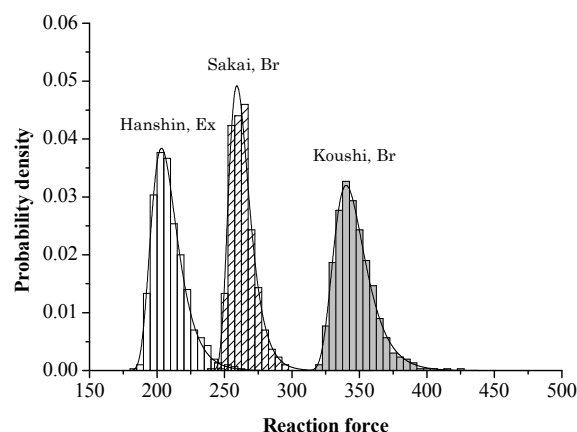
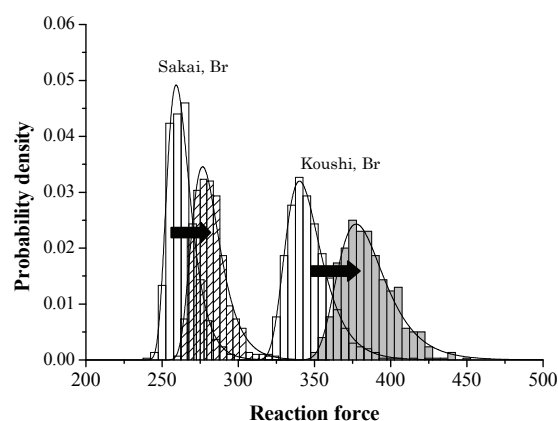
Fig.4 Probability density function of reaction forces
(Ordinary congestion)Fig.5 Probability density function of reaction forces
(Accidental congestion)

Table 3 Mean and Standard deviation of reaction forces

	Reaction force			
	Ordinary congestion		Accidental congestion	
	Mean (tf)	Standard deviation (tf)	Mean (tf)	Standard deviation (tf)
Hanshin Ex	209.6	12.2	—	—
Sakai, Br.	260.8	8.8	292.4	12.3
Koushi, Br.	344.3	14.4	382.5	17.2