

地方都市圏の道路橋梁大規模補修時における 車線運用の効果分析

調子 健太¹・奥嶋 政嗣²

¹学生会員 徳島大学 大学院創成科学研究科 理工学専攻 修士課程

²正会員 徳島大学教授 大学院社会産業理工学研究部 (〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町 2-1)

E-mail: okushima.masashi@tokushima-u.ac.jp

地方都市圏では主要道路橋梁の大規模補修時において、迂回に起因する交通渋滞による多大の時間損失が発生すると想定される。本研究では、主要道路橋梁での大規模補修時において、車線規制に伴う影響と車線運用による効果を把握することを目的とする。このため、交通シミュレーションを用いて交通状況を推計し、総走行時間、総走行台キロ、CO₂排出量の3指標に基づいて、補修工事による通行規制時の影響を評価した。また、通行規制の影響が最大となる橋梁区間について、車線運用による道路網全体での交通渋滞緩和効果を明らかにした。この結果、隣接道路橋梁における適切な車線運用により交通混雑を低減できることを明らかにした。また、交通量の時間変化の把握により非規制時より交通量が減少する時間帯がある可能性を示した。

Key Words: traffic simulation, road construction, route choice, traffic lane closure

1. はじめに

現在、我が国では多くの橋梁が補修の時期を迎えている。一方、地方都市圏では自動車交通に依存しており、主要幹線道路における橋梁への負担も大きい。特に河川に囲まれた都市中心部の周辺に形成された地方都市圏では、その重要性も高い。主要道路橋梁の大規模補修時においては、迂回に起因する交通渋滞による多大な時間損失が発生すると想定される。このため、主要道路橋梁での大規模補修時において、補修規模に対応した効果的な交通マネジメント方策を見出す必要がある。

交通マネジメント方策としては、車線運用による交通容量の調整、交通信号を用いた交通制御、橋梁への流入部での通行料金徴収による交通需要抑制、交通情報提供による経路誘導および出発時刻調整など、多様な方策が考えられる。ここで、車線運用による交通容量の調整は、いずれの方策とも組み合わせることで効果を期待できる基本的な方策と位置づけられる。

そこで本研究では、主要道路橋梁での大規模補修時における車線規制に伴う影響を把握するとともに、車線運用による効果を明らかにすることを目的とする。このため、主要道路橋梁での工事規制の影響が多大であると想定される徳島広域都市圏を対象として、交通状況を推計

し、対策効果を把握する。

道路橋梁の長期補修時のライフサイクルコストについて、補修費用のみならず、補修時の道路交通への影響分析を扱った先行研究¹⁾²⁾では、確率的利用者均衡交通量配分モデルを用いて道路利用者負担が推計されている。ここで交通マネジメント方策の効果を把握するためには、交通状況の時間推移を推計する必要がある。このため、橋梁補修時の交通状況推計において交通シミュレーションの適用が必要となる。本研究では、地方都市圏における比較的大規模な道路ネットワークを対象とするため、経路選択モデルが内包され、交通流特性タイプを用いた道路交通シミュレーション³⁾を適用する。

交通マネジメント方策の効果について、その評価の視点は時間損失、快適性・安全性、環境影響に分類される。そこで本研究では、橋梁補修時の車線規制による影響に関して、総走行時間、総走行台キロ、CO₂排出量の3項目を評価指標とする。本研究では交通シミュレーションを用いて主要道路橋梁での大規模補修時における車線規制に伴う影響を、これらの評価指標により把握する。この結果より、特に影響が大きい道路橋梁の補修において、車線運用方策による交通状況を交通シミュレーションにより推計する。これにより、対象道路橋梁区間での車線運用方策による道路ネットワークにおける交通渋滞緩和

の効果が把握できる。

表-1 各橋梁の詳細と設定

番号	橋梁名	橋長 (m)	車線数 (片側)	交通容量 (pcu/h)	日交通量 (台)
1	阿波しらすぎ大橋	1291	2	7008	19142
2	吉野川大橋	1137	3	10512	70906
3	吉野川橋	1070	1	2628	22996
4	四国三郎橋	911	1	3504	23338
5	名田橋	800	1	3504	21895
6	末広大橋	470	2	7008	29526
7	大野橋	96.2	3	10512	58962

2. 交通シミュレーションによる現況推計

(1) 対象道路網における主要道路橋梁の設定

本研究で対象とする徳島広域都市圏の道路橋梁として、主要 7 橋梁を表-1 に示す。日交通量は平成 27 年度道路交通センサス一般交通量調査における観測交通量である。橋梁 2 (吉野川大橋) では片側 3 車線で交通容量も大きい、日交通量も 7 万台を超過している。ここで、先行研究²⁾の道路ネットワークを基本として、対象橋梁付近の道路ネットワークを詳細に設定した。特に橋梁 2 については、2 本の橋梁からなる道路区間として設定した。その結果として、図-1 に示すリンク数 3443、ノード数 2808 の道路ネットワークを構成した。

一方、交通需要に関しては平成 27 年度道路交通センサス自動車起終点調査に基づく車種別 OD 表を対象とする。対象車両台数は 751 千台であり、15 分単位での時間区分より出発時刻を与えている。また本研究で用いる交通シミュレーションはゾーン発生集中方式を採用しているため、ゾーン区分およびセントロイドの設定が必要である。そこで本研究では、先行研究²⁾でのゾーン区分を参考として、徳島市内については小学校区単位で区分し、徳島市外については B ゾーンに基づいて設定した。これより対象圏域を 68 ゾーンに区分し、ゾーンごとにセントロイドを設定している。これらの設定に基づき現況の道路ネットワークにおける交通状況の推計を可能とした。

(2) 経路選択特性の同定

本研究では、全車両における時々刻々の走行区間に基づく交通状況が出力可能な交通シミュレーションモデルを適用する⁴⁾。各車両の利用経路については、ロジットモデルに基づく確率的経路選択により逐次的に決定される。ここで、主要観測区間におけるリンク交通量の推計誤差 RMSE が最小となるように、経路分散パラメータを調整した。本研究では経路分散パラメータを 0.05 から 5.00 の間で、0.05 刻みにシミュレーションを行い、RMSE が最小となる 2.60 をパラメータとして採用した。

このとき、調整結果として設定した経路分散パラメータに関して、現況の観測交通量との整合性の評価を行った。道路交通センサスの観測区間について、交通シミュレーションにより推計された交通量と現況の観測交通量と比較した散布図を図-2 に示す。相関係数は 0.817 であり、一部では推計結果の乖離がみられるものの、概ね整合性があるといえる。推計交通量が極めて小さいリンクについては、対象圏域北部の徳島市外に位置しており、ゾーン区分を B ゾーンとしている点に原因があると考え

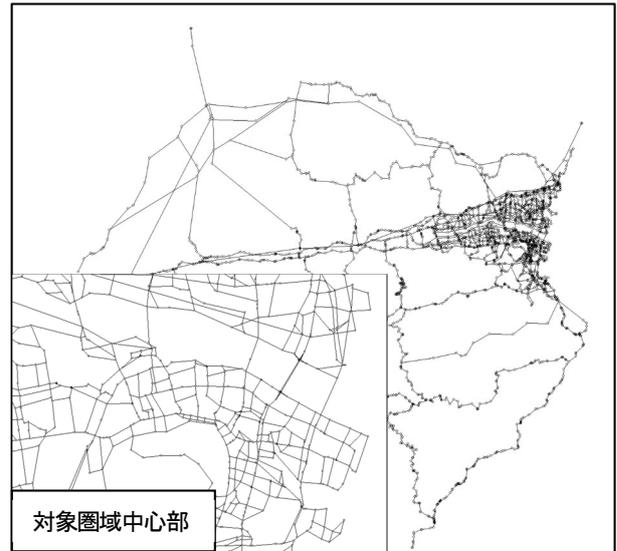


図-1 対象道路ネットワーク

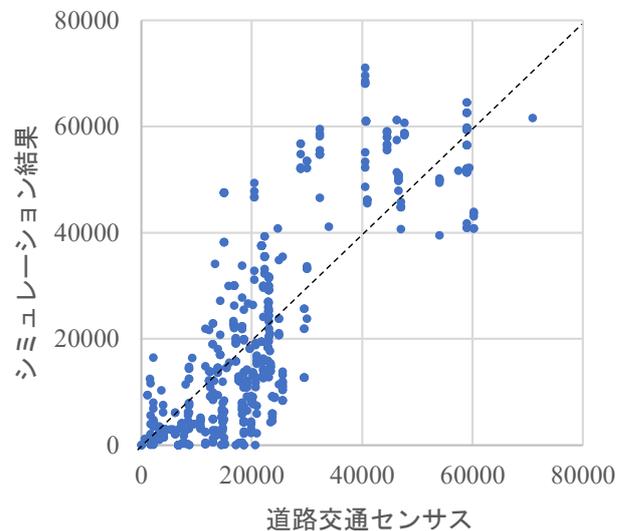


図-2 経路分散パラメータの整合性評価

られる。これらの区間については、対象橋梁から遠距離にある郊外部に位置することから、対象橋梁の通行規制の影響は大きくないと考えられる。

(3) 交通シミュレーションモデルの適用

設定した道路ネットワークを対象として、前節で同定

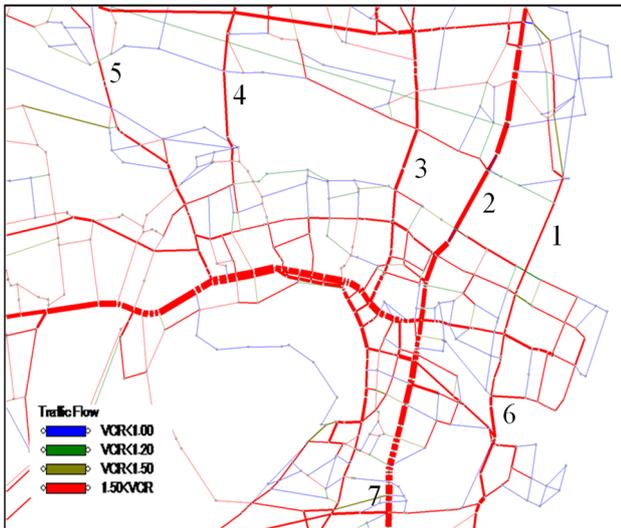


図-3 交通シミュレーションによる現況再現結果

した経路分散パラメータを適用して、交通シミュレーションにより交通状況を現況再現する。ここで、現況再現推計により得られた区間交通量の推計結果を図-3に示す。対象橋梁2や対象橋梁7を含む南北の幹線道路に加えて、東西を結ぶ幹線道路の交通量が多い交通状況を再現できていることがわかる。また、すべての対象橋梁において混雑率が1.5以上となっており、交通需要が主要橋梁に集中していることを推計できている。

3. 主要道路橋梁規制時の影響分析

本章では、交通シミュレーションを適用して、対象とする各主要橋梁について通行規制による交通流動への影響について分析する。

(1) 車線規制による交通流動推計

主要7橋梁について、各橋梁における大規模補修時を想定した通行規制による交通状況を推計する。橋梁2では東西の2リンク、橋梁6では南北の2リンクで構成されており、それらを個別に補修可能であると考えられる。その点も考慮して、表-2に示す計16種類の通行規制パターンを設定した。

ここで、通行規制なしのパターンを含めた計17種類の通行規制パターンにおいて、交通シミュレーションにより交通状況を計測し、総走行時間、総走行台キロ、CO₂排出量の3指標を推計した。道路ネットワーク全体の総走行時間の推計結果を図-4に示す。橋梁2東側(南行)、あるいは橋梁2西側(北行)を通行止めとした場合が、特に大きくなるのがわかる。これに加えて、総走行台キロおよびCO₂排出量の2指標を踏まえた結果として、橋梁2東側を通行止めにしたパターンS2東にお

表-2 各橋梁の規制パターン

橋梁番号	車線数(片側)	1車線規制(片側)	通行止め
橋梁1	2車線	R1	S1
橋梁2西	3車線	R2西	S2西
橋梁2東	3車線	R2東	S2東
橋梁3	1車線		S3
橋梁4	1車線		S4
橋梁5	1車線		S5
橋梁6北	2車線	R6北	S6北
橋梁6南	2車線	R6南	S6南
橋梁7	3車線	R7	S7

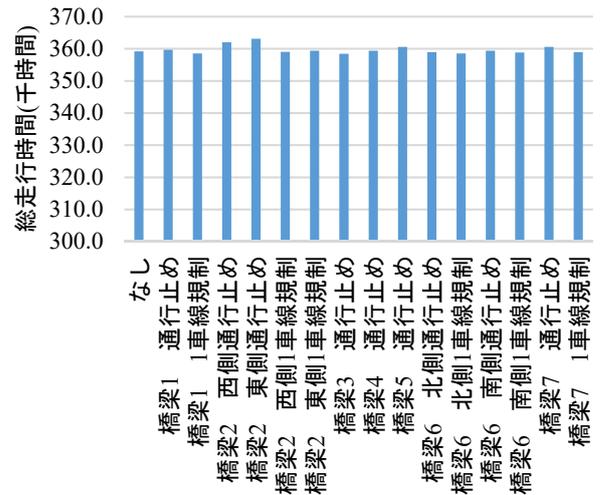


図-4 各橋梁規制時の総走行時間

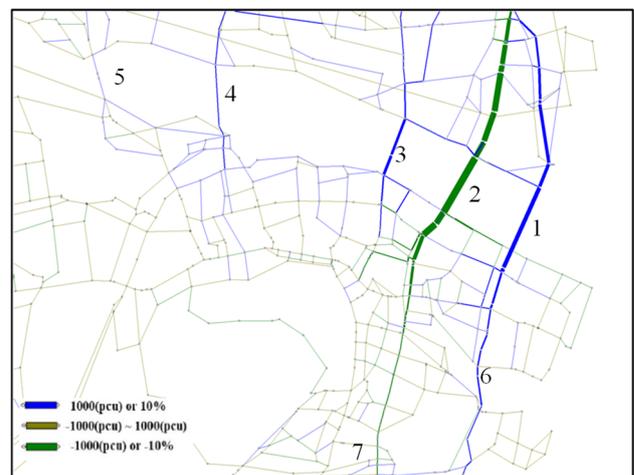


図-5 橋梁2東側通行止め(S2東)での通過交通量の変化

いて、影響が最も大きいことがわかった。

(2) 車線規制による空間分析

橋梁補修工事による車線規制の影響が最も大きい規制パターンである橋梁2東側通行止め(S2東)において、交通規制の空間的な影響について分析する。規制パターンS2東の日交通量の変化を図-5に示す。橋梁2を含む対象圏域を南北に結ぶ幹線国道の交通量が減少している。

一方、規制区間付近の橋梁 1 および橋梁 3 の交通量が特に増加しており、迂回経路として選択されることがわかる。また、橋梁 4 や橋梁 5 の交通量も増加しており、対象橋梁全体やその付近の道路区間に影響が波及していることがわかる。

表-3 橋梁 2 における車線運用パターン

橋梁番号		2車線規制(片側) [通行可能車線数]			通行止め(片側) [通行可能車線数]			
		A	B	C	D	E	F	S2西
橋梁 2 西 運用パターン名								
車線区分	南行	1	2	3	0	1	2	3
	北行	3	2	1	3	2	1	0
橋梁 2 東 運用パターン名		G	H	I	S2東	J	K	L
車線区分	南行	1	2	3	0	1	2	3
	北行	3	2	1	3	2	1	0

4. 車線運用による効果の分析

本章では、通行規制による影響が大きいと想定される橋梁において、車線運用による効果を推計する。

(1) 車線運用による交通流動推計

対象橋梁の補修工事による通行規制による影響は、橋梁 2 において特に大きいと推計された。このため、橋梁 2 の通行規制時における車線運用による交通流動を推計し、交通渋滞緩和の効果を計測する。

現状においては、橋梁 2 は東西の 2 橋梁が 3 車線で構成され、それぞれ一方通行で運用されている。このため、対面通行による運用により、一方向のみの交通容量の低減を緩和できる。そこで橋梁 2 東側あるいは橋梁 2 西側を通行止めにした 2 パターンに加えて、対面通行による車線運用 12 パターンを加えて、表-3 に示す計 14 パターンを設定した。

これらの車線運用ケースについて、交通シミュレーションモデルにより交通状況を計測し、総走行時間、総走行台キロおよび CO₂ 排出量の 3 指標を推計した。通行規制なしのケースと比較して、車線運用パターン別に総走行時間差の推計結果を図-6 に示す。

西側橋梁補修については、西側通行止め (S2 西) と比較して、2 車線規制 (運用パターン A~C) の場合、総走行時間への影響を大きく抑制できる。特に、南行を 3 車線確保する運用パターン C では、通行規制による総走行時間の増大を 80% (=1-564/2859) 削減できる。一方、西側橋梁を通行止めとして、東側橋梁のみで 3 車線を運用する場合 (運用パターン D~F) には、いずれも運用なし (S2 西) よりも総走行時間が増大する。

東側橋梁補修についても、東側通行止め (S2 東) と比較して、2 車線規制 (運用パターン G~I) の場合、総走行時間が低減できる。運用パターン H では総走行時間の増大を 82% (=1-719/3918) 削減され、運用パターン G では 77% (=1-889/3918) 削減される。一方、東側橋梁を通行止めとして、西側橋梁のみで 3 車線を運用する場合については、運用パターンにより増減が異なる。北行車線が確保されない運用パターン L では総走行時間が増大する。これに対して、北行 1 車線を確保する運用パターン K では 19% (=1-3181/3918) 削減され、北行 2 車線の運用パターン J では 25% (=1-2942/3918) 削減される。

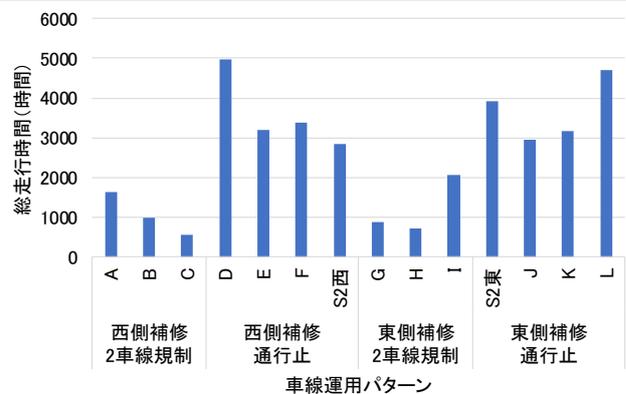


図-6 各車線運用パターンの総走行時間差

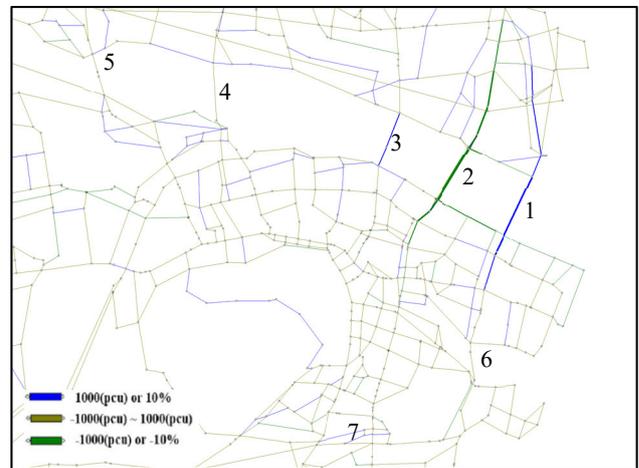


図-7 パターン G における通過交通量の変化

ここで、総走行台キロ、CO₂ 排出量の 2 指標も踏まえると、東側の 2 車線規制により北行 3 車線、南行 1 車線で運用した場合 (パターン G) の影響が最も少なかった。

(2) 車線運用による時空間分析

車線運用時に最も効果が高いパターン G における日交通量の変化を、通行規制なしのケースと比較して図-7 に示す。東側通行止め (S2 東) と比較して、橋梁 2 付近の

交通量の減少量や迂回ルートの交通量の増加量は少ないことがわかる。また、迂回ルートとしては、橋梁 4 および橋梁 5 までは影響が波及していないことがわかる。また、南北の幹線道路全体にも影響が波及していないことがわかる。これらより、適切な車線運用を行うことで迂回に起因する交通混雑を抑制できる可能性があることがわかる。

東側通行止め (S2 東) および運用パターン G における時間帯別通過交通量について、通行規制なしケースとの差を図-8 に示す。車線運用パターン G は通行止めを行ったパターン S2 東と比較して、18 時台～22 時台に大きく差があることがわかる。車線運用した場合にも、9 時台、12 時台は車線規制による交通量の増加は大きい。一方、10 時台、13 時台などの交通量が増加している時間帯の前後の時間帯では交通量の減少がみられる。したがって、それらの通行時間帯に出发時刻変更を促す交通誘導が効果的であると考えられる。

5. おわりに

本研究では、交通シミュレーションモデルを適用して、地方都市圏の主要道路橋梁での大規模補修時の通行規制による影響と対応する車線運用の効果を明らかにした。本研究の成果は以下のように整理できる。

- 1) 交通シミュレーションモデルを適用して、経路選択特性として経路分散パラメータを同定することで、現状の道路ネットワークにおける交通状況を現況再現した。推計結果からも対象橋梁付近の幹線道路の混雑率が高く、規制時に大きく影響を受ける可能性があることを示した。
- 2) 各対象橋梁において通行規制パターンを設定し、その影響を測定した。その結果から、吉野川大橋 (橋梁 2) を通行止めにした場合の影響が特に大きく、付随する幹線国道や付近の橋梁の交通量が大きく変化することを明らかにした。
- 3) 通行規制の影響が最も大きいと想定される吉野川大橋での補修時を対象として、車線運用パターンを設定し、その効果を測定した。その結果、東側橋梁の 2 車線規制により、北行 3 車線、南行 1 車線で運用した場合に影響が最も少なく、適切な車線運用により交通混雑を低減で

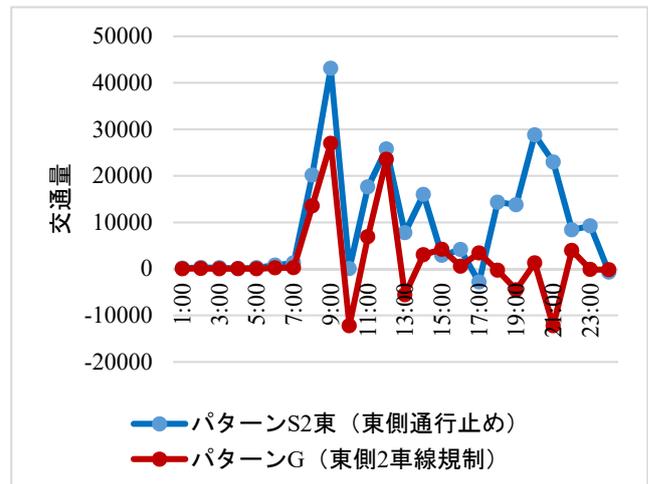


図-8 時間帯別通過交通量の差

きることを明らかにした。

- 4) 車線運用による時間的および空間的な交通量の変化を把握し、非規制時より交通量が減少する時間帯がある可能性を示した。これらより、車線運用と出发時刻変更促進を適切に組み合わせることで時間損失を削減できる可能性があると考えられる。

今後の課題としては、[1] 時間帯に応じた規制・運用パターンの設定、[2] 出発時刻変更による需要変動を考慮した推計方法の適用が挙げられる。

参考文献

- 1) 谷田英駿, 奥嶋政嗣: 道路利用者負担を考慮した複数主要橋梁における長期補修シナリオに関する分析, 交通工学論文集, Vol.5, No.2, pp.311-318, 2019.
- 2) 谷田英駿, 奥嶋政嗣: 交通流動を考慮した複数主要橋梁における長期補修でのライフサイクルコストに関する分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.75, No.5 (土木計画学研究・論文集第 36 巻), I_1009-I_1019, 2019.
- 3) 一般社団法人交通工学研究会: 交通シミュレーション活用のススメ, 丸善出版, pp.65-89, 2012.
- 4) Masashi Okushima: Integrated Network Transport Simulator to Evaluate Transport Policy for Reduction of Carbon Dioxide Emission, Transportation Research Procedia, Vol.34, 283-290, 2018.

ANALYSIS OF LANE MANAGEMENT EFFECTS AT LARGE-SCALE REPAIR OF ROAD BRIDGES IN LOCAL CITY

Kenta CHOSHI and Masashi OKUSHIMA