

国際海上コンテナの国内輸送ネットワークにおける 通行上の制約に関する分析と解消効果の試算

セミトレーラ連結車を利用した国際海上コンテナの国内陸上輸送においては、総重量が車両制限令の一般的制限値を超える重量コンテナや高さ9'6"の背高コンテナに関してまだ通行上の課題も多い。また、国際海上貨物の効率的な輸送を実現するための、港湾と道路の連携を考慮したプロジェクトの評価にあたっては、大型車両の通行上のボトルネック等も勘案したフレームで検討を行う必要がある。そこで本研究は、通行制限に関する制度や現状について整理し、輸送ネットワーク上における通行不能箇所を抽出して海上コンテナ用セミトレーラ連結車の通行可能ネットワークを車種別に作成したうえで、これらボトルネックの解消効果の試算を行うものである。

キーワード | 国際海上コンテナ貨物の国内輸送ネットワーク、海上コンテナ用セミトレーラ連結車、ボトルネック解消効果、フル積載コンテナ、背高コンテナ

柴崎隆一

SHIBASAKI, Ryuichi

博士(工学) 国土交通省国土技術政策総合研究所港湾研究部港湾システム研究室研究官

渡部富博

WATANABE, Tomihiro

工修 国土交通省港湾局計画課課長補佐(前国土交通省国土技術政策総合研究所港湾研究部港湾システム研究室長)

角野 隆

KADONO, Takashi

国土交通省国土技術政策総合研究所港湾研究部港湾システム研究室長

1—はじめに

我が国の海上貿易額の6割を占めるにまで成長した国際海上コンテナの国内輸送は、セミトレーラなどによる自動車輸送が全体の95%近くを占めている¹⁾。コンテナは、ISO(国際標準化機構)によって、長さ・高さ・最大総重量などが定められている。このうち、総重量が車両制限令の一般的制限値を超える重量コンテナや、高さ9フィート6インチの背高コンテナに関しては、その制限は緩和されつつあるものの、いまだ通行上の課題も多い。

また、国際海上貨物の効率的な輸送を実現するためには、港湾と道路の連携を考慮した効果的なプロジェクト整備を行うことが必要であり、その評価を行うためには、国際海上貨物の国内流動実態と港湾選択行動を解明し、大型車両の通行上のボトルネック等も勘案したフレームで検討を行う必要がある。しかしながら、筆者らのモデル分析²⁾³⁾を含め、既存の国際海上貨物の積卸港湾選択モデルや輸送経路選択モデル⁴⁾⁵⁾、あるいは背後輸送の現状分析⁶⁾や臨海部の道路交通特性分析⁷⁾など、多くの研究ではこのような点まで考慮していない。海上コンテナの国内輸送におけるボトルネックを取り上げた調査・研究としては、たとえば建設省による検討調査⁸⁾などがあげられる。この調査は、背高コンテナを対象に、ボトルネックの解消による迂回輸送の解消やコンテナサイズの転換などの効果を定量的に把握したものであるが、①重量コンテナは対象とされていない、②全コンテナ

に占める背高コンテナの比率について、1994年の実績⁹⁾を用いており、現状よりも小さい可能性がある、③輸送経路や当該ボトルネックを通行するニーズのあるODペアの設定方法が任意である、などについて改善の余地がある。

そこで本研究は、海上コンテナ用セミトレーラ連結車(以降は『海コン車』とよぶ)による国際海上コンテナの国内輸送に関して、はじめにその通行制限に関する制度や現状について整理し、次に輸送ネットワーク上における通行不能箇所を抽出して海コン車の通行可能ネットワークを車種別に作成したうえで、これらボトルネックの解消効果の試算を行うものである。

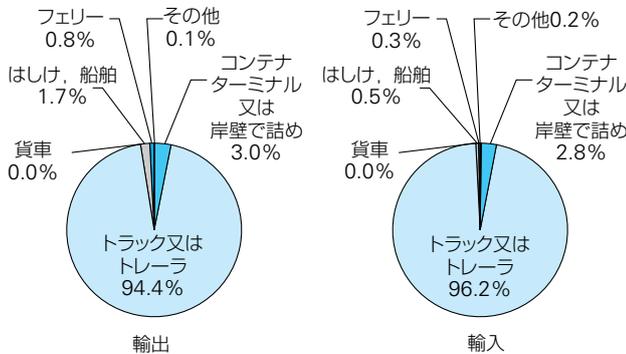
2—国際海上コンテナの国内輸送と 通行規制の現状

2.1 国際海上コンテナの国内輸送の現状

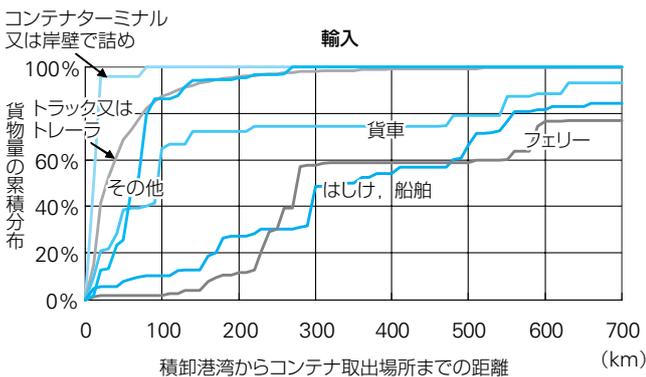
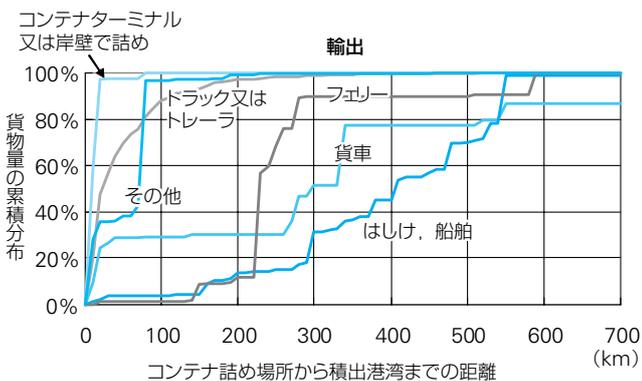
2.1.1 国際海上コンテナ貨物の背後輸送の現状

はじめに、1998年の全国輸出入コンテナ貨物流動調査¹⁾より得られる、日本国内発着の全コンテナ貨物を対象とした、積卸港湾からコンテナ詰め出し場所までの主な輸送手段の内訳を、図—1に示す。なお、図—1には、積卸港湾の直近のコンテナターミナルや岸壁で詰められたコンテナも含まれている。冒頭で述べたように、輸出入とも、およそ全コンテナの95%程度がセミトレーラ等による自動車輸送によるものである。また図—2に、輸送機関ごとの積卸港湾からコンテナ詰め出し場所までの輸送

距離を示す。図より、輸出入とも、セミトレーラ等による自動車輸送は、鉄道や内航船といった他の輸送機関よりは距離の短い貨物の比率が高いことがわかる。しかしながら、輸送距離が1,000kmを超えるような足の長い貨物についても、絶対量でいえば内航船と同程度の利用量となっており、長距離においても自動車の利用が積極的に利用されている。



■図一 国際海上コンテナの主な国内輸送手段¹⁾



■図二 輸送機関別の積卸港湾とコンテナ詰め出し場所との距離¹⁾

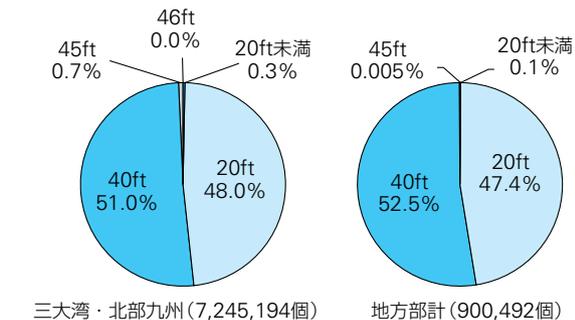
2.1.2 国際海上コンテナの規格と現状の内訳

表一に、ISOによる国際海上コンテナの規格例を示す。国際海上コンテナのサイズは、主に20ftコンテナ(8'6"), 40ftノーマルコンテナ(8'6"), 40ft背高コンテナ(9'6")の3種類である。図一三に、港湾局資料より得られる、日本の各港湾における海上コンテナのサイズ別内訳を示す。図より、おおよそ20ftコンテナと40ftコンテナが全体の半数ずつを占めていることがわかる。図一四に、ある中枢国際港湾の1週間に取り扱われた国際海上コンテナのサイズ別内訳を示す。前述の港湾局資料によれば、この港湾の年間総数においては、輸出入とも20ftコンテナが約半数を占めており、図に示されるシェアは、特に輸出において全体の趨勢とやや異なる。しかし、40ftコンテナにおけるノーマルと背高のシェアに関しては、輸出入ともその比率がおおよそ5:4と同様の傾向を示しており、かつこの種のデータは他に入手することが困難であることから、以下の計算ではこの比率を利用することとする。また、過去の同様の調査結果¹⁰⁾(1986年:30:1, 1994年:10:1)と比較すると、今回の数値が、背高コンテナの比率が比較的高いと考えられる中枢国際港湾のものであることを差し引いても、荷主のコスト意識などを反映した40ft背高コンテナの急激な伸びという実態を裏付ける結果となっている。図一五に、同じターミナルにおける各コンテナのサイズ別重量分布を示す。図に示すように、輸出入とも、重量が大きいコンテナの比率が高い順に40ft背高コンテナ、20ftコンテナ

ナが全体の半数ずつを占めていることがわかる。図一四に、ある中枢国際港湾の1週間に取り扱われた国際海上コンテナのサイズ別内訳を示す。前述の港湾局資料によれば、この港湾の年間総数においては、輸出入とも20ftコンテナが約半数を占めており、図に示されるシェアは、特に輸出において全体の趨勢とやや異なる。しかし、40ftコンテナにおけるノーマルと背高のシェアに関しては、輸出入ともその比率がおおよそ5:4と同様の傾向を示しており、かつこの種のデータは他に入手することが困難であることから、以下の計算ではこの比率を利用することとする。また、過去の同様の調査結果¹⁰⁾(1986年:30:1, 1994年:10:1)と比較すると、今回の数値が、背高コンテナの比率が比較的高いと考えられる中枢国際港湾のものであることを差し引いても、荷主のコスト意識などを反映した40ft背高コンテナの急激な伸びという実態を裏付ける結果となっている。図一五に、同じターミナルにおける各コンテナのサイズ別重量分布を示す。図に示すように、輸出入とも、重量が大きいコンテナの比率が高い順に40ft背高コンテナ、20ftコンテナ

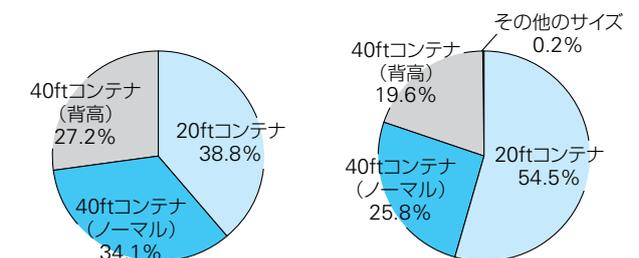
■表一 ISOによるコンテナの規格例(ドライコンテナ)¹⁰⁾

種類	20' (8'6"High)	40' (8'6"High)	40' (9'6"High)	
外法寸法	長さ	6,058mm (19'10" 1/2)	12,192mm (40'0")	12,192mm (40'0")
	幅	2,438mm (8'0")	2,438mm (8'0")	2,438mm (8'0")
	高さ	2,591mm (8'6")	2,591mm (8'6")	2,896mm (9'6")
自重	1,790kg	2,870kg	3,000kg	
最大積荷重量	22,210kg	27,610kg	27,480kg	
最大総重量	24,000kg	30,480kg	30,480kg	



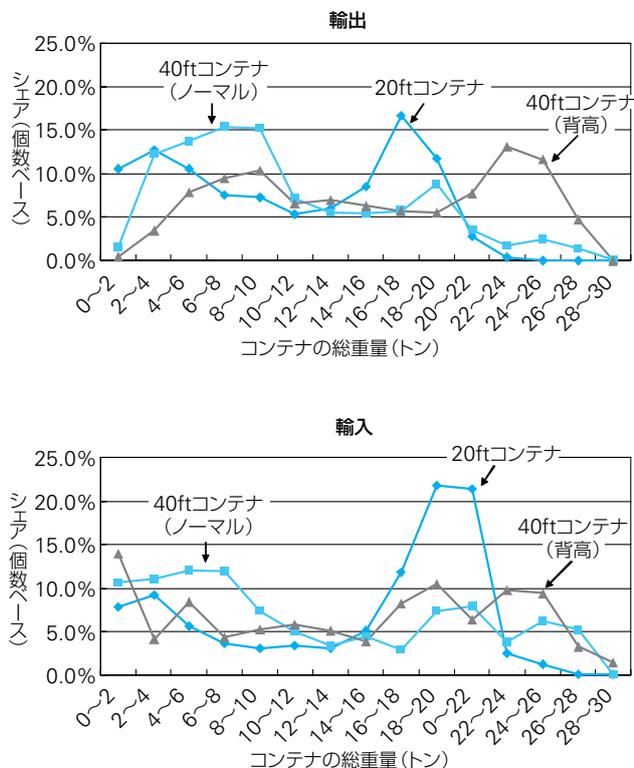
■図三 海上コンテナのサイズ別内訳(個数ベース, 2000年)

輸出コンテナの比率(個数ベース) 総数 3,705個



■図四 ある中枢国際港湾コンテナターミナルのサイズ別内訳

ナ、40ftノーマルコンテナとなっている。特に、20ftコンテナは最大総重量ぎりぎりまで詰められているものが多く、比較的重量のある貨物の輸送に20ftコンテナが利用されることが多いという実態を裏付ける結果となっている。



■図—5 コンテナのサイズ別重量分布

2.2 海コン車の通行に関する制度の整理¹¹⁾

2.2.1 車両制限令による一般的制限値とその特例

車両の高さや重量などの制限については、車両制限令によって表—2に示すような一般的制限値が定められている。この一般的制限値をどれか1つでも超える車両は特殊車両とされ、特殊車両通行許可を受けなければならない。ただし、例外もいくつか存在する。たとえば、表—2に示した一般的制限値のうち総重量のみが基準を超える車両のなかで、その車長や最遠軸距に応じ定められた総重量の基準以下のものを新規格車といい、高速自動車国道および道路管理者が指定した道路(『指定道路』という)は自由に通行することができるものの、その他の道路を通行する場合には、特殊車両として取り扱われ許可申請が必要となる。さらに、セミトレーラ及びフルトレーラ連結車に対する特例として、長さに関する特例のほかに、バン型・タンク型・幌枠型・コンテナ用・自動車運搬用車両に対しては、総重量の特例が存在する。この総重量に関する特例については、車両の最遠軸距や、高速自動車国道・指定道路・その他の道路といった道路種別に応じて、許可申請が必要な上限値が異なっている。

■表—2 車両諸元の一般的制限値¹¹⁾

寸法	幅	2.5m	重量	総重量	20.0t
	長さ	12.0m		軸重	10.0t
	高さ	3.8m		輪荷重	5.0t
最小回転半径	12.0m	隣接軸重		18.0~20.0t (軸距による)	

2.2.2 特殊車両の通行許可制度

特殊車両の通行許可申請を受けた道路管理者は、車両の構造又は積載貨物の特殊性からして通行がやむを得ないと認められるか、通行経路の道路状況からみて当該車両を通行させることができるかについて技術的な審査を行い、必要に応じて条件を付したうえで通行を許可する。なお、通行条件は3~4段階に区分されており、必要に応じて通行時間帯の指定も行われる。

(1) 海上コンテナ用セミトレーラ連結車

輸出入貨物を輸送する海上コンテナに限り、これを運搬するセミトレーラ連結車については、表—3に示すように、高速自動車国道及び指定道路においては、フル積載(コンテナ自重を含めた積載重量が、20ftコンテナでは24t、40ftコンテナでは30.48t)以内での走行がB条件(徐行および連行禁止)で認められている。また、高速自動車国道及び指定道路以外の道路についても、「高速自動車国道または指定道路に接続し、かつ、当該道路について指定道路と同様の取扱をしても道路構造の保全及び交通の危険の防止上支障がないと認められる場合」については、「当該道路が指定道路として指定されるまでの間、同様に、海上コンテナをフル積載したセミトレーラ連結車両を特殊車両通行許可の対象とする」とされている。すなわち、指定道路外の道路においても、構造上問題がなければ、いわゆる『みなし指定道路』として取り扱われ、通行許可の対象となっている。

その他の道路も走行する場合については、橋梁照査基準に車両特性ごとに別途定められた最大積載量以内でのB条件のもとでの走行が認められているが、最大で

■表—3 特殊車両の通行許可制度における通行条件¹¹⁾

道路種別	高速自動車国道・指定道路*	その他の道路	
		昭和31年1等橋	その他の橋
重量	フル積載	橋梁照査要領に適合するまで減載(B条件)	B条件となるまで減載
寸法	幅	2.5m	
	高さ	3.8m(背高コンテナは4.1m)	
	長さ	16.5m	17m

注1：高速自動車国道の重量に関しては、特殊車両通行許可限度算定要領に関わらず、同要領に適合するものとみなす。

注2：略(本文参照)

注3：寸法に関しては高速自動車国道等における特殊車両通行許可限度算定要領等による。

■表-4 海上コンテナ積載車両の特殊車両通行許可申請及び指定経路申請必要性一覧

コンテナ種類	連結全長	最大高さ	最速軸距 (m)	車両総重量 最高限度 (t)	特殊車両通行許可申請必要性			指定経路 申請必要性	トラクタ+ トレーラ 想定重量 (乗員含)	コンテナ 総重量 (想定) (t)	備考
					高速自動車 国道	指定道路 (含みなし 道路)	その他の 道路				
20ft	~12m	3.8 m	~	20	なし	なし	なし	なし	10t	~10	一般制限値を下回る場合
			8~9	25	なし	なし	必要	なし		10~14.5	重量のみ一般制限値を上回る 場合、新規格車対応
			9~10	26						14.5~16	
	12 ~ 17m		10~11	27	なし	必要**	必要	なし	内訳 トラクタ: 約7.0t トレーラ: 約3.0t	16~17	20ftコンテナ：フル積載24t (H15.10.1より30.48tまで可)
			11~15	29~34*	なし	必要	必要	なし		17~24	
			15~15.5	35~36*	-	-	-	-		-	
40ft	~17m	3.8 m	~8	20	なし	必要**	必要**	なし	13.5t	~6.5	高さの一般制限値を超える 場合
			8~11	25~27*	なし	必要**	必要	なし		6.5~13.5	
			11~15.5	29~36*	なし	必要	必要	なし		13.5~22.5	
			-	36~44*	必要	必要	不可	なし		22.5~30.48	
40ft 背高	~17m	4.1 m	~8	20	なし	必要**	必要**	必要***	内訳 トラクタ: 約9.5t トレーラ: 約4.0t	~6.5	
			8~11	25~27*	なし	必要**	必要	必要***		6.5~13.5	
			11~15.5	29~36*	なし	必要	必要	必要***		13.5~22.5	
			-	36~44*	必要	必要	不可	必要***		22.5~30.48	

*最高限度が最速軸距に応じて段階的に変化することを示す

**重量については制限値を越えていないものの、長さか制限値を超えているために通行許可申請が必要

***指定経路でない経路を通行するとき必要

もその積載量は、40ftノーマルコンテナで概ね24t、20ftドライコンテナで概ね20.32tとなっている。

(2) 背高海上コンテナ用セミトレーラ連結車

背高コンテナをセミトレーラ連結車に積載すると、高さが一般的制限値3.8mを上回る。そこで、背高海上コンテナに限り、事前に審査された経路(『指定経路』という)を通行許可の対象とすることが定められている^{注1)}。

以上より、セミトレーラ連結車によって海上コンテナを輸送する際の、総重量と道路種別ごとの特殊車両通行許可申請等の必要性の有無について表-4に整理した。なお、表中では、トレーラやこれを牽引するトラクタについて標準的な重量を想定し、コンテナ総重量と許可申請必要性の関係についても目安を示している。

3——海上コンテナ用セミトレーラ連結車の通行可能ネットワークの作成

(財)日本道路交通情報センターの提供する道路情報便覧のCD-ROM版¹²⁾は、高速自動車国道・一般国道・主要地方道(指定市道を含む)・都市高速道路の全路線と主要な一般都道府県道・市町村道の、全国で76,555区間の道路について、最小幅員・最小曲線半径・上空障害橋梁の有無とその諸元などといった物理的な情報や、指定道路であるか否かについて記載されたものである。本研究では、指定道路以外の道路でも物理的に通行可能であればみなし指定道路などとして通行が許可される実態を踏まえ、道路情報便覧の情報に基づき、①フル積載や背高コンテナでない通常の海上コン車(以降は『ノーマル海コン車』とよぶ)、②フル積載の海コン

車(以降は『フル積載車』とよぶ)、③背高コンテナ用の海コン車(以降は『背高コンテナ車』とよぶ)の3種類ごとに、物理的に通行可能な条件を下記に示すとおり設定し、条件に該当しない区間を通行不能箇所(ボトルネック)として抽出する。なお、以下の分析で用いる道路情報便覧等のデータは、基本的には平成14年3月時点のものとする。

(1) ノーマル海コン車の通行可能条件

道路情報便覧において指定道路とされている区間(すべての高速自動車国道も含む)はすべて通行可能とする。さらに、指定道路外とされている区間でも、幅員・曲線・高さに関して障害が存在せず、かつ橋梁が存在しないか、または区間内のすべての橋梁が昭和31年もしくはそれ以降の道路橋示方書に準じて設計されている区間については、通行可能とする。このうち、幅員・曲線・高さに関する通行障害については、標準的な海コン車(幅2.5m、長さ16.5m、高さ3.8m)を想定し、この車両がB条件以上で通行可能であるかどうかを基準に判定した。また、橋梁に関しては、申請車両の諸元によって多くのバリエーションが存在するため、ヒアリング等の結果に基づき、上記のように設計年度を代替判定基準として用いることとした。またこの他に、申請経路上において右左折を行う交差点の形状についても通行許可審査の対象となるが、より複雑な最短経路探索アルゴリズムを構築する必要があるため、本研究では考慮しない。

(2) フル積載車の通行可能条件

道路情報便覧において指定道路とされている区間は

■表—5 海上コンテナ用セミトレーラ連結車の幅員・曲線・高さ・重量に関する通行可能基準(通行条件B)

項目	幅		高さ		曲線部	重量(橋梁)	
	分離道路	非分離道路	分離道路	非分離道路			
算定要領の記述	車道幅員-1.0m	車道幅員/2	進行方向の車道部分の中央位置において通行できる車両の高さ	車道の中央の左側部分で通行できる車両の高さ	別紙算定図表による	略	
本研究における通行可能判定基準	(1)ノーマル海コン車	2.5m以下の幅員制限標識がなく、かつ車道幅員が3.5m以上	2.5m以下の幅員制限標識がなく、かつ車道幅員が5.0m以上	3.8m以下の高さ制限標識がなく、かつ車道の中央から左右3mの範囲における高さがすべて4.0m以上*	3.8m以下の高さ制限標識がなく、かつ車道の中央から左右1.5mの範囲における高さがすべて4.0m以上*	車両分類 I-1 の車両がB条件で通行できる場合	昭和31年もしくはそれ以降の道路橋示方書に準じて設計されている橋梁
	(2)フル積載車	同上	同上	同上	同上	同上	昭和48年もしくはそれ以降の道路橋示方書に準じて設計されている橋梁
	(3)背高コンテナ車	同上	同上	4.1m以下の高さ制限標識がなく、かつ車道の中央から左右3mの範囲における高さがすべて4.3m以上*	4.1m以下の高さ制限標識がなく、かつ車道の中央から左右1.5mの範囲における高さがすべて4.3m以上*	同上	ノーマル海コン車と同じ

*「当該車両の通行位置における車道面から構造物、施設等までの高さから0.2mを差し引いたもの」と決められていることによる。

すべて通行可能とする。さらに、指定道路外とされており、幅員・曲線・高さに関して通行障害がなく、かつ橋梁が存在しないか、区間内のすべての橋梁が昭和48年もしくはそれ以降の道路橋示方書に準じて設計されている場合は、通行可能とする。

(3) 背高コンテナ車の通行可能条件

道路情報便覧に収録されている全区間のうち、幅員・曲線・重量に関して通行障害が存在せず、かつ上空障害がひとつも存在しないか、かつ区間内のすべての上空障害が高さ4.1mのセミトレーラに対してB条件で通行可能な区間は、通行可能とする。

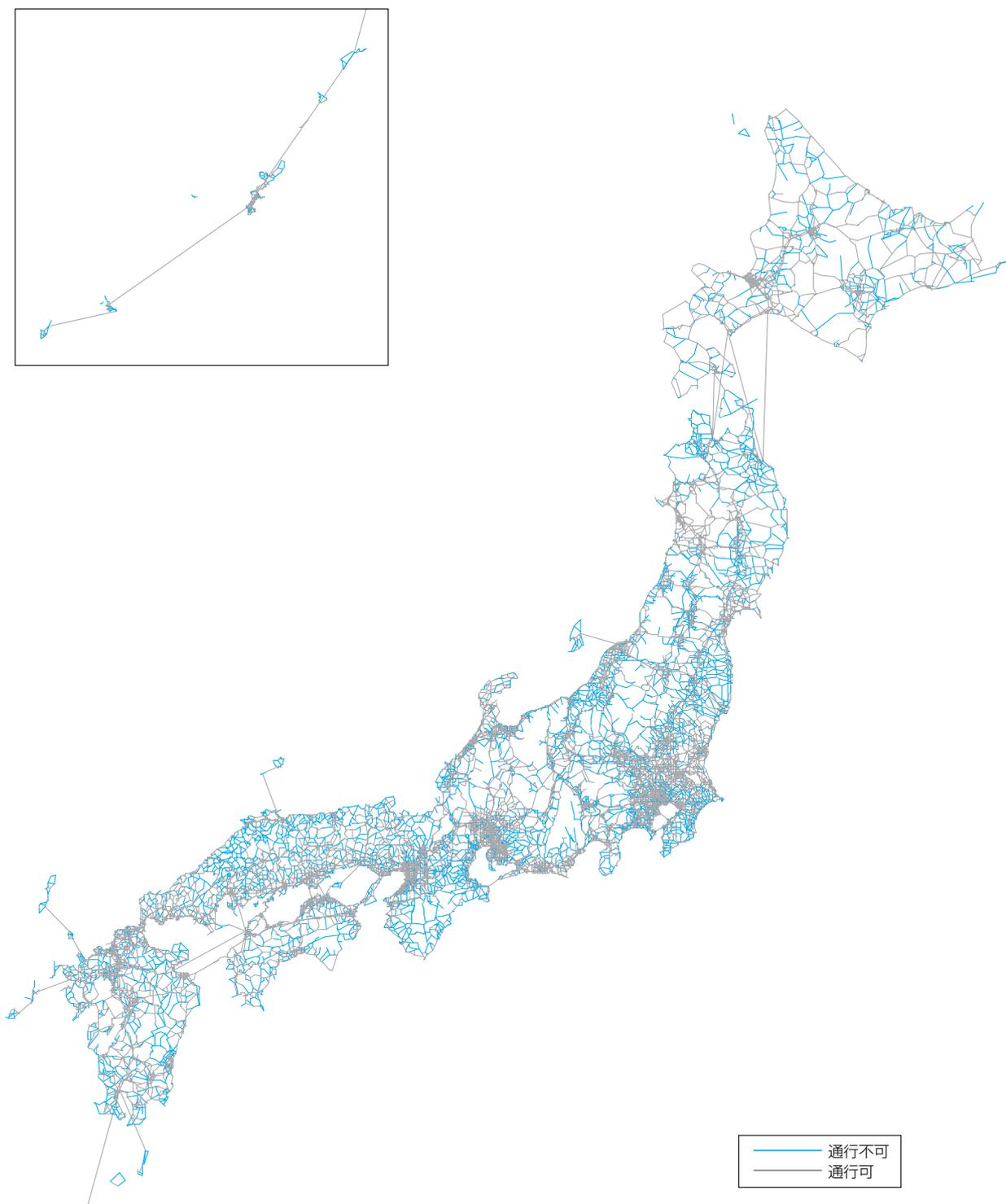
また、海上リンクについては、一般国道における海上区間に関してはほぼ全区間が道路情報便覧に記載されており、ノーマル海コン車やフル積載車、背高コンテナ車が乗船可能であるかどうかを個別に調査した結果を反映させた。また、日本全国を対象に現実的な道路輸送ネットワークを構築する必要があることから、上記ネットワークに同一県内または隣接県を結ぶフェリーを追加した。

以上より、①ノーマル海コン車の通行可能な道路ネットワーク(ネットワークA)、②フル積載車の通行可能な道路ネットワーク(ネットワークB)、③背高コンテナ車の通行可能な道路ネットワーク(ネットワークC)、の3種類のネットワークを作成した。このうちノーマル海コン車の通行可能ネットワーク(ネットワークA)について、図—6に示す。また、それぞれのネットワークの実延長と道路

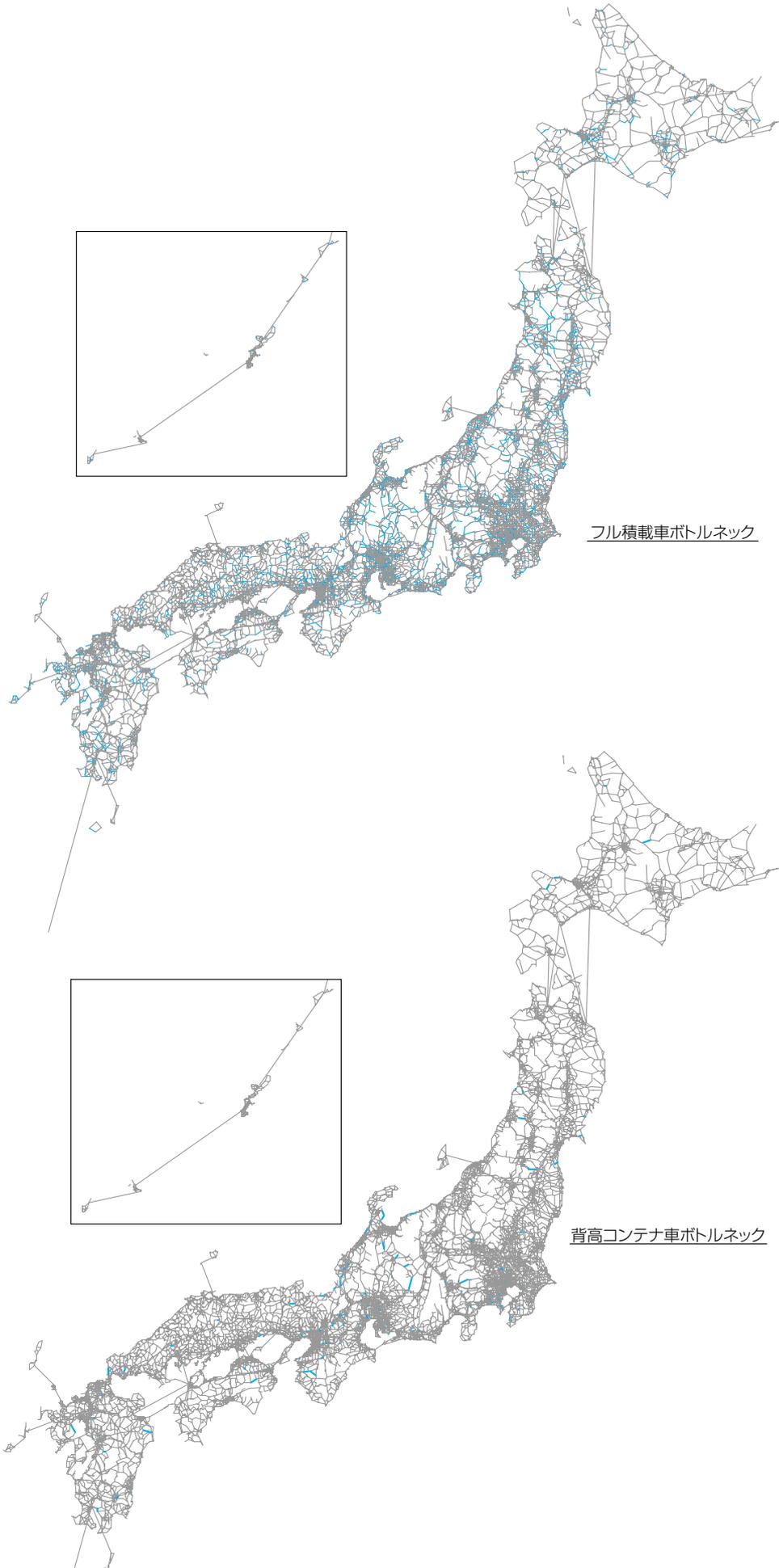
情報便覧データ中の通行可能な区間数を、表—6に示す。なお、ネットワーク図の作成にあたっては、道路情報便覧データには各道路区間の位置座標が記載されていないため、デジタイザを用いて収録全交差点の位置座標を独自に入力した。表—6より、ノーマル海コン車の通行可能な道路(ネットワークA)は、道路情報便覧収録の全道路の、区間数にして8割以上、延長でも65%程度を占めることがわかる。また、フル積載車(ネットワークB)については、上記ネットワークAと比較して、5,666区間の約14,700kmが通行できないのに対し、背高コンテナ車(ネットワークC)については、上記ネットワークAと比較して通行できないのは、204区間の約780km程度であることもわかった。これらの、ノーマル海コン車は通行可能であるが、フル積載車や背高コンテナ車は通行不可能であるリンクについて、図—7に示す。

■表—6 作成した各ネットワークの概要

ネットワークの種類	内容		通行可能リンクの			
			リンク数と比率		延長(km)と比率	
道路情報便覧データによるネットワーク	I	道路情報便覧掲載ネットワーク(重複リンク等を除く)	69,489		149,796	
	II	指定道路ネットワーク(高速道路含む)	21,336	30.7%	42,152	28.1%
本研究で作成したネットワーク	A	ノーマル海コン車通行可能ネットワーク	58,168	83.7%	98,733	65.9%
	B	フル積載車通行可能ネットワーク	52,502	75.6%	84,044	56.1%
	C	背高コンテナ車通行可能ネットワーク	57,964	83.4%	97,955	65.4%
	参考	フル積載かつ背高コンテナ車通行可能ネットワーク	52,282	75.2%	83,194	55.5%



■図—6 本研究で作成した海コン車の通行可能な道路ネットワークの例(ネットワークA:ノーマル海コン車)



■図-7 フル積載車および背高コンテナ車における通行上のボトルネック(図中青線)

4——海上コンテナ用セミトレーラ連結車の通行 におけるボトルネック解消効果の算出方法

4.1 最短経路探索の方法

上記の各ネットワークには、高速自動車国道等の有料道路も含まれている。ただし、全国貨物純流動調査の結果¹³⁾によると、海コン車の高速道路利用率は、特に輸送距離が短い場合にあまり高くないことから、以降では、i) 高速自動車国道などの有料道路も利用可能としたケース、ii) 有料道路は利用不可能と仮定したケース、の2ケースについて最短経路探索を行う。ただし、現実的な輸送経路の確保のため、ケースii)においても、関門トンネルや本四架橋等の有料道路における海上区間（ただし高速自動車国道と都市高速は除く）や、前述の海上フェリーについては、利用可能とした。

今回の計算においては、1998年の全国輸出入コンテナ流動調査¹⁾データから得られるコンテナ詰め出し場所（市区町村単位、各役場に最も近い道路情報便覧上の交差点を仮定）と積卸港湾（港湾区域内の臨港道路が道路情報便覧の収録対象でないため、各港湾における代表的なコンテナ取扱ターミナルに最も近い道路情報便覧中の交差点を仮定）との間について、区間ごとの距離と平均速度（道路交通センサスの結果に基づき道路種別や地域ごとに設定）から計算される走行時間を金銭換算し、これに有料道路やフェリー料金を加えたものが最小となる経路をDijkstra法により探索した。ここで、有料道路料金は、簡便化のため、高速自動車国道の対距離料金（特大車料金；67.65円/km）と、上述のケースii)に含まれる有料道路の料金のみを考慮する。

4.2 経路別輸送費用の算出方法

陸上自動車輸送にかかる費用としては、港湾投資の評価に関するガイドライン¹⁴⁾（以降は『ガイドライン』とよぶ）に準拠し、陸上輸送費用・陸上輸送時間費用・有料道路（海上フェリーを含む）料金の3種類を考慮する。

陸上輸送費用としては、トラックの運賃を考慮し、往復（実入と空コンテナ輸送で片道ずつ）走行距離に対応する料金を計上する。ここで、陸上輸送距離は、①フル積載車に関するボトルネックは、実入コンテナ輸送時のみ影響し、空コンテナ輸送時には影響しないこと、②空コンテナ輸送時は、有料道路を通行するニーズがあまりないこと、の2点を考慮し、表—7に示すネットワーク上で最短経路探索を行う。陸上輸送時間費用としては、実入コンテナ輸送時のみ考慮し、最短経路探索の結果より得られる輸送時間に、ガイドラインより得られる輸出入別・サイズ別の時間価値を乗じることによって得る。また、有料道路料金は、実入コンテナ輸送時のみ有料道路を利

用すると仮定し、最短経路探索の結果より得る。

■表—7 最短経路探索の検討ケース一覧

◎フル積載車

検討ケース	内容	検討対象ネットワーク		比較対象ネットワーク	
		実入コンテナ輸送時	空コンテナ輸送時	実入コンテナ輸送時	空コンテナ輸送時
①	実入コンテナ輸送時は有料道路利用可	ネットワークB (有料可)	ネットワークA (有料不可)	ネットワークA (有料可)	ネットワークA (有料不可)
②	実入コンテナ輸送時でも有料道路利用不可	ネットワークB (有料不可)		ネットワークA (有料不可)	

◎背高コンテナ車

検討ケース	内容	検討対象ネットワーク		比較対象ネットワーク	
		実入コンテナ輸送時	空コンテナ輸送時	実入コンテナ輸送時	空コンテナ輸送時
③	実入コンテナ輸送時は有料道路利用可	ネットワークC (有料可)	ネットワークC (有料不可)	ネットワークA (有料可)	ネットワークA (有料不可)
④	実入コンテナ輸送時でも有料道路利用不可	ネットワークC (有料不可)		ネットワークA (有料不可)	

4.3 ボトルネック解消効果算出に関する2つのシナリオ

ボトルネックの解消効果の算出にあたっては、①フル積載車や背高コンテナ車の比率は、ボトルネックの有無によって変化しないと仮定し、これらの車両の迂回による損失の解消効果のみを考慮する場合（シナリオ1）、②ボトルネックの解消により、当該箇所を通行するすべての海コン車がフル積載または背高コンテナ化すると仮定し、輸送コンテナ個数の減少という効果も考慮する場合（シナリオ2）、の2つのシナリオを用意した。

① シナリオ1における算出方法

全国輸出入コンテナ流動調査¹⁾データから得られる各ODペアの輸送量（フレートトンベース）を、ガイドラインに記載される数値（全国平均値）を用いて、20ft/40ft別のコンテナ個数に変換する。これに、図—4、5から得られるフル積載コンテナや背高コンテナの個数ベースの比率（これを特殊車両率とよび、表—8に示す）を乗じることによって、当該ペアにおけるフル積載車や背高コンテナ車の台数が得られる。ここで、「フル積載」の定義は、指定道路の通行においても特殊車両通行許可申請が必要となる重量（表—4参照）とした。この特殊車両台数に、前節で求めた各ネットワークの輸送費用を乗じ、検討対象ネットワークと比較対象ネットワークの差をとることで、当該ペアにおけるボトルネック解消効果額が得られる。

■表—8 フル積載車・背高コンテナ車の特殊車両率

	輸出		輸入	
	20ft	40ft	20ft	40ft
フル積載車	38.1%	56.3%	62.7%	55.1%
背高コンテナ車	0.0%	44.4%	0.0%	43.0%

② シナリオ2における算出方法

シナリオ2においては、ボトルネックの解消によって、そ

れまで迂回を余儀なくされていた特殊車両が通行可能になるだけでなく、当該ボトルネックを通行していた海コンテナが、すべてフル積載もしくは背高コンテナ化すると仮定して、現状の20ft/40ftコンテナの平均重量(ガイドラインによる)と最大重量の比、ノーマルコンテナと背高コンテナの容量比、上記の特殊車両率を用いて、輸送されるコンテナの減少個数を算出し、減少分の輸送費用をボトルネック解消効果として①に加える。

4.4 全国合計のボトルネック解消効果の試算結果

以上の手順で求めた解消効果のシナリオ別の試算結果を、表—9に示す。表より、フル積載車の通行に関するボトルネック解消効果は、シナリオ1でおおよそ10～20億円/年、シナリオ2については、有料道路利用の有無によっても異なるものの、おおよそ450億円/年前後となり、両者で損失額が1桁異なる結果となった。実際には、一部のコンテナがボトルネックの解消によってフル積載化すると考えられ、現実の解消効果は両者の中間になると予想される。また、背高コンテナ車の通行に関するボトルネッ

ク解消効果は、シナリオ1では12～15億円/年、シナリオ2では160～180億円/年となり、フル積載車における試算結果と比較すると小さく、特にシナリオ2において差異が大きい結果となった。この理由として、全国の道路ネットワークのなかで、フル積載車の通行における障害(橋梁等)に比べて、背高コンテナ車の通行における障害(トンネル等)の総数が少ないため、背高コンテナ車は往復ともに迂回が必要なことを差し引いても、解消効果が小さくなるためと考えられる。さらに、特にシナリオ2でフル積載車との差異が大きかったのは、背高コンテナへの利用転換によるコンテナ個数の減少は、全コンテナのフル積載化と比較して、予想されるコンテナの減少個数が少ないためと考えられる。

5——個別ボトルネックにおける解消効果の試算

個別のボトルネックについて解消効果を求めるためには、現状の輸送ネットワークと、当該ボトルネックのみが解消された輸送ネットワークとの総輸送費用の差を計算

■表—9 フル積載車・背高コンテナ車の通行におけるボトルネック解消効果(全国計, 1998年)

		輸送トンキロ			減少 トンキロ	輸送費用		輸送時間費用		高速利用料金		総費用	ボトルネック 解消効果	
		20ft	40ft	計		20ft	40ft	20ft	40ft	20ft	40ft			
◎フル積載車 ケース①実入コンテナ輸送時は有料道路利用可														
ボトルネック あり	輸出	1,095	1,650	5,984		74,569	114,318	4,558	6,914	981	997	419,191		
	輸入	1,297	1,942			82,091	125,215	2,769	4,147	1,323	1,309			
ボトル ネック なし	シナ リオ1*	輸出	1,086	1,629	5,915	70	74,409	113,979	4,551	6,899	941	940	417,775	1,416
	輸入	1,280	1,920	81,814			124,865	2,770	4,147	1,230	1,228			
	シナ リオ2	輸出	857	1,573	5,295	689	58,709	110,104	3,591	6,664	743	908	374,239	44,952
	輸入	1,010	1,855	64,551			120,620	2,185	4,006	971	1,186			
ケース②実入コンテナ輸送時でも有料道路利用不可														
ボトルネック あり	輸出	1,182	1,786	6,450		76,071	116,572	5,768	8,800	0	0	427,347		
	輸入	1,395	2,087			83,743	127,559	3,542	5,292	0	0			
ボトル ネック なし	シナ リオ1*	輸出	1,166	1,748	6,327	123	75,788	115,971	5,690	8,625	0	0	424,929	2,417
	輸入	1,365	2,048	83,247			126,932	3,474	5,202	0	0			
	シナ リオ2	輸出	920	1,689	5,664	786	59,797	112,028	4,490	8,332	0	0	380,710	46,636
	輸入	1,077	1,978	65,682			122,616	2,741	5,025	0	0			
◎背高コンテナ車 ケース③実入コンテナ輸送時は有料道路利用可														
ボトルネック あり	輸出	1,086	1,632	5,965		74,409	114,170	4,551	6,894	941	958	418,984		
	輸入	1,280	1,966			81,814	125,855	2,770	4,148	1,230	1,242			
ボトル ネック なし	シナ リオ1*	輸出	1,086	1,629	5,915	50	74,409	113,979	4,551	6,899	941	940	417,775	1,209
	輸入	1,280	1,920	81,814			124,865	2,770	4,147	1,230	1,228			
	シナ リオ2	輸出	1,086	1,533	5,705	259	74,409	107,254	4,551	6,492	941	884	402,903	16,081
	輸入	1,280	1,807	81,814			117,498	2,770	3,903	1,230	1,156			
ケース④実入コンテナ輸送時でも有料道路利用不可														
ボトルネック あり	輸出	1,166	1,759	6,400		75,788	116,252	5,690	8,678	0	0	426,472		
	輸入	1,365	2,110			83,247	128,095	3,474	5,247	0	0			
ボトル ネック なし	シナ リオ1*	輸出	1,166	1,748	6,327	73	75,788	115,971	5,690	8,625	0	0	424,929	1,543
	輸入	1,365	2,048	83,247			126,932	3,474	5,202	0	0			
	シナ リオ2	輸出	1,166	1,645	6,103	297	75,788	109,128	5,690	8,116	0	0	409,782	16,690
	輸入	1,365	1,927	83,247			119,443	3,474	4,895	0	0			

*「ボトルネックなし」における輸送費用等は、ノーマル海コンテナの通行可能ネットワークを基準に算出しているため、転換効果のないシナリオ1の場合は、ケース①と③、②と④では同一の結果となる。

する必要があるものの、すべてのボトルネックについてこのような計算を行うことは現実的でない。そこで、ODペアごとのボトルネック解消効果額を比較し、額の大きい上位数十程度のペアについて最短経路の比較を行い、影響の大きいと思われるボトルネックを特定したうえで、抽出されたボトルネックの解消効果額を求める。以下ではフル積載車・背高コンテナ車それぞれの通行ボトルネック解消効果の試算例を1箇所ずつ示す。

5.1 フル積載車ボトルネックの例…国道122号線上之橋，埼玉県道107号東京川口線領家橋，東京都道58号尾久橋通り尾久橋・扇大橋(写真-1参照)

表記橋梁や国道122号線の新荒川大橋など，東京都・埼玉県境の荒川・隅田川およびその周辺の橋梁は，フル積載車などの一般的制限値を超える重量車両の通行ができない橋梁が多く，指定道路が不足している。図-8に示す川口市-東京港の最短経路の例に代表されるように，フル積載車が荒川を渡る際は，国道17号の戸田橋まで迂回しなければならない。表-10に，本ボトルネック群を通行するニーズのあるODペア(ボトルネック解消時

の最短経路が当該ボトルネックを通過するすべてのODペア)におけるフル積載車の通行に関して，現況ネットワークおよび当該ボトルネックのみが解消された場合の，輸送トンキロおよび費用等についての比較を示す。このとき，当該ボトルネックの解消効果は，シナリオ1で約3,200万円/年，シナリオ2については，有料道路利用を可とした場合は約4.3億円/年，有料道路利用を不可とした場合は1.3億円/年となった。ここで，有料道路利用を可とした場合のほうが影響を受けるODペアの数が多く，解消効果が大きい結果となったのは，当該橋梁が高速道路同士をショートカットする経路上に位置するために通行ニーズが多くなるためと考えられる。当該地域は都心に近く，周辺的一般道が混雑しているため，首都高速などの有料道路を利用する車両が比較的多いと考えられるため，どち



■写真-1 東京都道58号扇大橋を通行する海コン車



■図-8 川口市-東京港間の各ネットワークにおける最短経路(図中黒太線がフル積載車のボトルネック)

■表-10 フル積載車の通行に関する埼玉県川口市および東京都足立区・荒川区付近のボトルネック解消効果

○実入コンテナ輸送時は有料道路利用可の場合

(影響を受けるODペア数…輸出: 64, 輸入: 98, 影響を受ける貨物量…輸出: 233.6千トン/年, 輸入: 606.5千トン/年)

		輸送トンキロ			減少 トンキロ	輸送費用		輸送時間費用		高速利用料金		総費用	ボトルネック 解消効果	
		20ft	40ft	計		20ft	40ft	20ft	40ft	20ft	40ft			
ボトルネック あり	輸出	13.4	20.2	124.4		387.4	588.9	30.9	48.7	11.4	10.2	3,837		
	輸入	36.4	54.4			1,031.7	1,559.6	44.1	64.9	29.2	30.3			
ボトル ネック なし	シナ リオ1	輸出	13.3	19.9	122.5	1.9	384.9	583.5	28.2	42.8	13.8	13.8	3,805	32.8
		輸入	35.7	53.6			1,020.0	1,544.6	38.1	57.1	39.0	38.9		
	シナ リオ2	輸出	10.5	19.2	109.7	14.7	303.7	563.7	22.3	41.3	10.9	13.3	3,406	431.9
		輸入	28.2	51.8			804.8	1,492.1	30.1	55.1	30.7	37.6		

○実入コンテナ輸送時も有料道路利用不可の場合

(影響を受けるODペア数…輸出: 12, 輸入: 16, 影響を受ける貨物量…輸出: 96.7千トン/年, 輸入: 203.1千トン/年)

		輸送トンキロ			減少 トンキロ	輸送費用		輸送時間費用		高速利用料金		総費用	ボトルネック 解消効果	
		20ft	40ft	計		20ft	40ft	20ft	40ft	20ft	40ft			
ボトルネック あり	輸出	3.8	5.7	26.5		128.8	198.7	12.9	19.9	0.0	0.0	1,021		
	輸入	6.8	10.1			248.7	381.0	12.6	18.6	0.0	0.0			
ボトル ネック なし	シナ リオ1	輸出	3.7	5.5	25.0	1.4	127.0	194.7	12.4	18.8	0.0	0.0	989	31.7
		輸入	6.3	9.5			239.4	369.0	11.3	16.9	0.0	0.0		
	シナ リオ2	輸出	2.9	5.3	22.4	4.1	100.2	188.1	9.8	18.2	0.0	0.0	887	134.4
		輸入	5.0	9.2			188.9	356.5	8.9	16.3	0.0	0.0		

トンキロの単位は千トンキロ/年，費用の単位は百万円/年

らかという有料道路を利用可とした場合に近い状況であるものと考えられ、当該ボトルネックの影響はかなり大きいものと予想される。

5.2 背高コンテナ車ボトルネックの例…

国道1号線草津川トンネル(滋賀県草津市)

当該箇所は、天井川である草津川を国道1号線がくぐる地点(写真—2参照)であり、名神高速以外に付近にバイパスなどの迂回路も存在せず、また周辺の道路も天井川による上空障害が多いため、図—9に示される例のように、背高コンテナ車は非常に大きな迂回を強いられる。すぐそばを名神高速が並行していることから、表—11に示すように、有料道路の利用を可とした場合と不可とした場合で解消効果が大きく異なり、実際には、多くの車両が名神高速を利用しているものと考えられる。また、建設省道路局⁸⁾による試算結果は、迂回解消便益(計算方



■写真—2 国道1号草津川トンネルにおける現況(大阪方面)

法が若干異なるものの、おおよそ本研究のシナリオ1に相当する)が年間580万円、コンテナサイズ変更の便益(同じく本研究のシナリオ2にほぼ相当する)が2.5億円、また改良に要する費用は3.8億円となっている(ただし、国道8号佐和山トンネルの解消効果も含む)。この結果は、シナリオ1については本試算結果のほうが数十倍大きく、シナリオ2については有料道路利用可とした場合とほぼ一致する。シナリオ1の試算結果が大きく異なるのは、代替経路の設定方法や背高コンテナ車のOD交通量の推計方法が異なるためと考えられ、逆にシナリオ2の試算結果が同様となるのは、本研究の試算では20ftコンテナからの転換分を考慮していないことなどが、上記の違いを相殺するためと考えられる。



■図—9 滋賀県五箇荘町—神戸港間の各ネットワークにおける最短経路

■表—11 背高コンテナ車の通行に関する国道1号草津川トンネルのボトルネック解消効果

○実入コンテナ輸送時は有料道路利用可の場合
(影響を受けるODペア数…輸出：84、輸入：155、影響を受ける貨物量…輸出：320.5千トン/年、輸入：422.6千トン/年)

		輸送トンキロ			減少 トンキロ	輸送費用		輸送時間費用		高速利用料金		総費用	ボトルネック 解消効果
		20ft	40ft	計		20ft	40ft	20ft	40ft	20ft	40ft		
ボトルネック あり	輸出	30.8	48.5	206		745.6	1,150.2	59.8	90.9	15.4	15.3	5,041	
	輸入	49.4	77.4			1,102.1	1,687.8	50.2	75.2	24.3	24.3		
ボトル ネック なし	シナ リオ1 輸出	30.8	46.2	201	5.6	745.6	1,114.8	59.8	90.7	15.4	15.4	4,956	85.8
	輸入	49.4	74.1			1,102.1	1,637.8	50.2	75.1	24.3	24.2		
	シナ リオ2 輸出	30.8	43.5	193	12.7	745.6	1,049.0	59.8	85.3	15.4	14.5	4,781	260.3
	輸入	49.4	69.7			1,102.1	1,541.2	50.2	70.7	24.3	22.8		

○実入コンテナ輸送時も有料道路利用不可の場合
(影響を受けるODペア数…輸出：82、輸入：153、影響を受ける貨物量…輸出：315.5千トン/年、輸入：422.5千トン/年)

		輸送トンキロ			減少 トンキロ	輸送費用		輸送時間費用		高速利用料金		総費用	ボトルネック 解消効果
		20ft	40ft	計		20ft	40ft	20ft	40ft	20ft	40ft		
ボトルネック あり	輸出	31.2	51.3	215		747.6	1,185.7	72.5	119.7	0.0	0.0	5,156	
	輸入	50.3	82.0			1,115.7	1,754.9	60.8	99.1	0.0	0.0		
ボトル ネック なし	シナ リオ1 輸出	31.2	46.8	204	1.1	747.6	1,117.0	72.5	109.9	0.0	0.0	4,972	184.3
	輸入	50.3	75.4			1,115.7	1,657.2	60.8	91.1	0.0	0.0		
	シナ リオ2 輸出	31.2	44.0	196	18.3	747.6	1,051.1	72.5	103.4	0.0	0.0	4,796	359.8
	輸入	50.3	71.0			1,115.7	1,559.5	60.8	85.7	0.0	0.0		

トンキロの単位は千トンキロ/年、費用の単位は百万円/年

6—おわりに

本研究は、代表的な国際海上貨物である国際海上コンテナを対象に、国内輸送の大半を占めるセミトレーラなどを利用した自動車輸送に関して、通行制限に関する制度や現状について整理し、輸送ネットワーク上における通行不能箇所を抽出して海上コンテナ用セミトレーラ連結車の種類（ノーマル海コン車、フル積載車、背高コンテナ車）に応じた通行可能ネットワークを作成したうえで、これらボトルネックの解消効果の試算を行った。また、フル積載車・背高コンテナ車の通行に関する個別のボトルネックの解消効果に関しても、数箇所の事例について試算を行った。その結果、フル積載車や背高コンテナ車に関する全国のすべてのボトルネックが解消された場合、算出の考え方にもよるものの、その効果は年間数十億円から数百億円のオーダーとなり、予想される改良費用総額と比較するとそれほど大きいものとはいえないが、本稿で取り上げたような個別のボトルネックについてみれば、改良投資の効果が大きい箇所も含まれることがわかった。本研究の枠組においては、解消効果の大きいボトルネック箇所を、全ボトルネックが解消された場合に経済効果の大きいODペアを参考に、手作業で抽出しなければならないという問題点があり、解消効果の大きいボトルネックについての議論を効率的に行うためには、システムティックにその候補を抽出する方法を構築する必要がある。また、本研究では対象外とした、臨港道路におけるボトルネック箇所についても検討する必要がある。さらに、実際に輸送業者が経路を選択する際には、環境・安全など社会的な要素も含め、本研究で考慮しなかった数多くの要因の影響を受けており、これらについてどの程度まで考慮するかについても議論が必要である。そのうえで、大型車両の通行上のボトルネックを考慮

可能な国際海上貨物の輸送経路・積卸港湾選択モデルを構築し、港湾と道路の双方の整備プロジェクトが同時に評価可能な枠組を構築していきたいと考えている。

注

注1)平成16年2月に車両制限令の一部が改正され、道路管理者が支障がないと認めて指定した道路(これを「高さ指定道路」とよぶ)については、通行する車両の高さの最高限度が4.1mとなり、平成16年3月22日付で全国約31,300kmの道路が指定され、従来の指定経路制度は廃止された。この結果、重量制限に関する指定道路と同様に、高さ制限に関しても経路ごとの指定ではなくリンクベースの指定となったため、本研究の分析結果との対応がよりつかみやすくなったと考えられる。

参考文献

- 1)運輸省港湾局[1999]，“全国輸出入コンテナ貨物流動調査報告書”。
- 2)家田仁・柴崎隆一・内藤智樹[1999]，“日本の国内輸送も組み込んだアジア圏国際コンテナ貨物流動モデル”，「土木計画学研究・論文集」，16，pp.731-741。
- 3)渡部富博・樋口直人・森川雅行[2000]，“国際コンテナ輸送における荷主の港湾・ルート選択モデル ～日本ー北米西岸貨物について～”，「土木計画学研究・論文集」，17，pp.677-686。
- 4)渡辺豊[1990]，“輸出入コンテナの港湾間道路輸送における経路選択に関する研究”，「土木計画学研究・論文集」，8，pp.65-72。
- 5)秋田直也・小谷通泰・松原寛仁・山本陽平[2003]，“荷主の港湾選択要因と外貨コンテナ貨物の国内端末輸送実態の分析”，「土木計画学研究・論文集」，20(3)，pp.681-689。
- 6)たとえば、渡辺豊・苦瀬博仁・新谷洋二[1989]，“輸出入コンテナ貨物の陸上輸送における一貫輸送と積み替え輸送の選択に関する研究”，「土木計画学研究・講演集」，12，pp.473-488。
- 7)たとえば、小田勝也・竹下正俊・池田薫[1992]，“臨海部における道路交通特性の分析”，「土木計画学研究・講演集」，15(1)，pp.921-926。
- 8)建設省道路局[2000]，“背高海上コンテナの通行制限の緩和にかかる費用対効果検討業務報告書”。
- 9)日本コンテナ協会[1995]，“国際貨物コンテナ流動実態調査”。
- 10)森隆行[2003]，“外航海運とコンテナ輸送”，鳥影社。
- 11)国土交通省道路局道路交通管理課監修，(財)日本道路交通情報センター道路交通管理研究会編[2003]，“最新車両制限令 実務の手引(改訂版)”，ぎょうせい。
- 12)(財)日本道路交通情報センター，道路情報便覧 2002年 CD-ROM版。
- 13)国土交通省[2000]，全国貨物純流動調査。
- 14)港湾投資の社会経済効果に関する調査委員会編，“港湾投資の評価に関するガイドライン1999”。

(原稿受付 2004年5月6日)

An Analysis of Economic Loss due to Bottlenecks in Domestic Land Transportation Network for International Maritime Container Cargo

By Ryuichi SHIBASAKI, Tomihiro WATANABE, Takashi KADONO

In domestic land transportation network for international maritime containers, there are many restrictions on full-loaded and high-cube containers. Also, to realize efficient transportation of maritime cargos, it is necessary to implement effectively infrastructure construction projects, considering the linkage between ports and roads. This paper therefore investigates the effect of bottlenecks in the road transportation network, considering international maritime containers. First, the current condition and traffic restriction system on semi-trailer transportation is summarized. Second, three passable road networks are made, according to container types. Bottlenecks in the actual transportation network are then extracted, and economic benefit of their elimination is calculated.

Key Words ; international maritime container cargo, hinterland transportation by semi-trailers, benefit of elimination of bottlenecks, full-loaded container, high-cube container

この号の目次へ <http://www.jterc.or.jp/kenkyusyo/product/tpsr/bn/no27.html>