

国際海上コンテナの国内自動車輸送における交差点通行上の制約と迂回損失に関する分析*

Economic Loss due to Bottlenecks on Intersections in Domestic Road Transport Network of International Maritime Container Cargo *

杉山信太郎*・柴崎隆一**・渡部富博***・藤原健一郎****・五十嵐一智****

By Shintaro SUGIYAMA*, Ryuichi SHIBASAKI**, Tomihiro WATANABE***, Kenichiro FUJIWARA****, Kazutomo IGARASHI****

1. はじめに

国際海上コンテナを積載したセミトレーラ連結車の輸送に当たっては、車両制限令に基づく特殊車両通行許可が必要となる。全国には、道路区間の構造上通行許可されないボトルネック区間が数多く存在し経済損失が生じていることを柴崎等は定量的に明らかにした¹⁾。一方、海上コンテナ車用セミトレーラ連結車は全長が長いこと、構造上の制約から交差点を右左折して通行すること(「折進」という)が許可されない箇所がボトルネック区間同様数多く存在する。しかし、この交差点の折進規制による経済損失については検討が行われていなかった。さらに、2005年にISO(国際標準化機構)によって国際規格化された45ftコンテナは、国内でのコンテナ輸送が許可されていないが、従来の40ftコンテナよりも5ft長いこと、折進の規制の影響はより深刻となることが予測される。そこで本研究は、セミトレーラ連結車の種類(40ftコンテナ車、45ftコンテナ車)に応じた折進の規制条件を、柴崎等の作成した国際海上コンテナ用セミトレーラ連結車通行可能ネットワークに付加し、これら交差点での折進規制がもたらす経済損失を算出したものである。

2. 国際海上コンテナ用セミトレーラ連結車輸送の通行に関する制度の概要

(1) ISO規格海上コンテナ

ISO規格海上コンテナとは、ISOが定めた貨物用コンテナのことであり、外側の長さ高さ基準に幾つかの種類がある。代表的なものを表1に示す。

表1 ISO規格海上コンテナの寸法

規格	サイズ (高さ×幅×長さ)	純積載 容積(m ²)	最大総 質量(kg)	最大積載 質量(kg)
20ft	8'6"×8'×20'	32.12	30,480	28,080
40ft	8'6"×8'×40'	65.70	30,480	26,670
40ft背高	9'6"×8'×40'	74.22	30,480	26,510
45ft	9'6"×8'×45'	83.77	30,480	25,680

※サイズと最大総質量はISO668:1995。純積載容積と最大積載質量は代表的事例から。

*キーワード: 物資流動, 港湾計画, 海上コンテナ用セミトレーラ連結車

*正員, 工修, セントラルコンサルタント(株) 東京事業本部環境交通部 (〒104-0042, 東京都中央区入船1-4-10, tel03-5117-1072, ssugiyama@central-con.co.jp), **正員, 工博, 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(〒239-0826 神奈川県横浜須賀市長瀬3-1-1, tel/fax: 046-844-5028, shibasaki-r92y2@ysk.nilim.go.jp), ***正員, 工修, 国土交通省国土技術政策総合研究室 港湾研究部 港湾システム研究室, ****正員, 工修, セントラルコンサルタント(株)

なお、45ftコンテナは、2005年に国際規格が発行されたばかりであり、40ft背高コンテナを5ft(約1.5m)延長したものである。

(2) 車両制限令に基づく特殊車両通行許可制度

道路法車両制限令は、車両の高さや重量などの制限について一般的制限値を定めている。この一般的制限値を一つでも超えた車両は特殊車両とされ、道路の通行に際し申請を行い、通行許可を受ける必要がある。この申請のため、特殊車両通行許可限度算定要領(「算定要領」という)と許可限度算定の資料である道路情報便覧がまとめられている。

(3) 海上コンテナ用セミトレーラ連結車に係わる特殊車両通行許可制度の適用について

海上コンテナ用セミトレーラ連結車の特殊車両通行許可制度への適用と、その通行条件について海上コンテナのタイプ別に整理する。

①海上コンテナ用セミトレーラ連結車

表1に示した海上コンテナを積載したセミトレーラ連結車は、一般的に全長が一般的制限値を超える(高速自動車国道を除く)ので特殊車両として扱われ通行許可の対象となる。

②フル積載海上コンテナ用セミトレーラ連結車

重量が一般的制限値を超えたセミトレーラ連結車は、高速自動車国道および重さ指定道路ではフル積載(コンテナ自重を含めて20ftコンテナでは24t, 40ftコンテナでは30.48t)以下で、橋梁照査要領に適合すれば通行許可の対象となる。

③背高海上コンテナ用セミトレーラ連結車

背高海上コンテナをセミトレーラ連結車へ積載すると、高さが一般的制限値の3.8mを上まわる。高速自動車国道および高さ指定道路では、高さ4.1m以下のコンテナ用セミトレーラ連結車は、通行許可の対象となる。

(4) 道路管理者の交差点での通行可否の検討方法

道路管理者は、管理下の交差点において算定要領に基づき、表2に示す車両長さによる分類毎に折進の可否を検討している。この検討結果が道路情報便覧に記載されている。

表2 算定要領の車両長さによる車両分類

車両分類	各車両分類の内容 (セミトレーラ かつ 幅員2.5m)
0	20.0≧車両長さ>17.0m
I	17.0≧車両長さ>14.0m
II	14.0≧車両長さ>12.0m
III	12.0≧車両長さ

3. 交差点の通行上の制約を考慮したセミトレーラ連結車の通行可能ネットワークの作成

柴崎等は、前節①～③で整理した海上コンテナのタイプ別に海上コンテナ用セミトレーラ連結車が通行可能な道路ネットワークを4種類作成した。

- a. ノーマル車進行可ネットワーク*
- b. フル積載海コン車進行可ネットワーク
- c. 背高海コン車進行可ネットワーク
- d. フル積載+背高海コン車進行可ネットワーク

* ノーマル車とは、フル積載海コン車でも背高海コン車でもない海上コンテナ用セミトレーラ連結車をいう

本研究では、これらネットワークに対し、セミトレーラ連結車のコンテナサイズに基づく交差点折進条件を付加した。

(1) 道路情報便覧に基づく折進規制箇所の抽出

① セミトレーラ連結車の車両分類への対応

実際に運行されている海上コンテナ用セミトレーラ連結車について積載コンテナサイズ毎に全長を推測し、表3のように車両分類へ対応させることができる。

表3 セミトレーラ連結車の車両分類対応への対応

積載コンテナサイズ		トラクタ連結時 全長*2	国内 保有台数*1	大分類毎 台数内訳	車両 分類
大分類	小分類	mm	台	%	
20ft	標準型2軸	12735	12840	85.4	II
	改造2軸 24トン対応	12735	1218	8.1	II
	20・ 30.48トン 対応3軸	12545	332	2.2	II
		15060			I
	24トンタンク コンテナ 対応2軸	15075	638	4.2	I
20ft40ft 兼用	標準型2軸	16520	1100	77.4	I
	30.48トン 対応3軸	16090	322	22.6	I
40ft	24トン 標準型2軸	16515	13807	87.3	I
	30.48トン 対応3軸	16090	2010	12.7	I

*1日本トラック協会資料 平成16年度

*2各タイプの代表的なシャーシとトレーラ接続時の全長

この表3から、必ずしも積載コンテナサイズと車両分類は対応しないことがわかる。また、45ftコンテナは、国内でのコンテナ輸送が許可されないため、実用シャーシから車両分類の設定ができない。そこで、次のように、コンテナサイズと車両分類の対応を設定した。

まず、車両分類 I に属する20ftコンテナ積載車の比率および、20ft40ft兼用コンテナ積載車の保有台数全体に占める比率がともに低いことから、20ftコンテナは全て車両分類 II に属すると設定した。また、45ftコンテナは40ft背高コンテナよりも約1.5m長いので、40ftコンテナ積載車の全長が16.5m未満となるのに対し、45ftコンテナ車の全長は17.3m程度となると想定されている²⁾。この17mを30cm超える想定から45ftコンテナ積載車は車両分類 0 に属すると設定した。

以上の整理結果を表4に示す。

表4 積載コンテナサイズによる車両分類の設定

積載コンテナサイズ	車両分類
20ft	II
40ft	I
45ft	0

② 道路情報便覧に基づくセミトレーラ連結車のコンテナサイズ別折進可否の設定

道路情報便覧の交差点データを用い、コンテナサイズ別に交差点折進の可否の設定を行った。

道路情報便覧は、表5のように、全国の交差点における各流入部から各流出方向への折進の可否の検討結果を車両分類 I～IVまでの判定と車両分類 0 の判定の2種の記号を組合せ記載している。

表5 交差点折進の判定記号の意味

記号	意味
直	分類0及び I の車両が対向車線を侵さずに折進できる
I b	分類 I の車両が対向車線を侵して折進できる 分類0の車両が対向車線を侵さず折進できる
II b	分類 II の車両が対向車線を侵して折進できる 分類0の車両が対向車線を侵さず折進できる
直 c	分類0及び I の車両が対向車線を侵さずに折進できる 分類0の車両が対向車線を侵して折進できる
I c	分類 I の車両が対向車線を侵して折進できる 分類0の車両が対向車線を侵して折進できる
II c	分類 II の車両が対向車線を侵して折進できる 分類0の車両が対向車線を侵して折進できる
直 *	分類0及び I の車両が対向車線を侵さずに折進できる 分類0の車両が対向車線を侵しても折進できない
I *	分類 I の車両が対向車線を侵して折進できる 分類0の車両が対向車線を侵しても折進できない
II *	分類 II の車両が対向車線を侵して折進できる 分類0の車両が対向車線を侵しても折進できない
III *	分類 III の車両が対向車線を侵して折進できる 分類0の車両が対向車線を侵しても折進できない
IV	分類0及び III の車両が対向車線を侵しても折進できない

この判定結果をセミトレーラ連結車のコンテナサイズによる車両分類に対応させた結果を表6に示す。ただし、セミトレーラ連結車が交差点を折進する際、対向車線を侵さないことを前提とする。

表6 積載コンテナサイズ別の交差点折進可否の設定

記号	サイズ別折進可否		
	45ftコンテナ 積載車	40ftコンテナ 積載車	20ftコンテナ 積載車
直	●	●	●
I b	●	● * 1	● * 1
II b	●	●	● * 1
直 c	x	●	●
I c	x	x	● * 1
II c	x	x	x
直 *	x	●	●
I *	x	x	● * 1
II *	x	x	x
III *	x	x	x
IV	x	x	x

●折進可、x折進不可

* 1 記号から折進不可となるがデータの連続性から折進可と設定

この判定の考え方をい用い、道路情報便覧データを活用して折進できない流入方向の設定を行った。折進規制のある交差点の集計結果を表7に示す。

表7 コンテナサイズ別折進規制交差点数

コンテナサイズ	20ft	40ft	45ft
交差点数	6847箇所	18863箇所	21204箇所

(2) 海上コンテナ用セミトレーラ連結車通行可能ネットワークへの交差点折進条件の付加

図1に従い、海上コンテナ用セミトレーラ連結車進行可ネットワークに対し交差点通行条件を付加した。

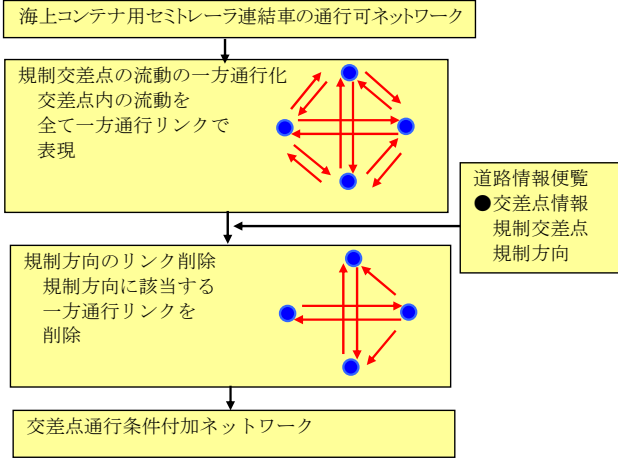


図1 交差点折進での通行条件付加フロー

4. 交差点通行上の制約による海上コンテナ用セミトレーラ連結車輸送の経済損失

(1) 最短経路探索方法

上記各ネットワークに対し、時間の最短経路探索をdijkstra法により行った。海上コンテナ輸送における貨物の時間価値は、往復(輸入なら行きは実入り、帰りは空)や輸入・輸出の別で異なる。この特性を経路探索に反映するため、時間評価値を表9のように設定した。

表9 経路探索時の時間評価値の設定

	行き	帰り
輸出	0円/時:空コン	3700円/時*
輸入	3000円/時*	0円/時:空コン

*:「港湾投資の評価に関するガイドライン」の基幹航路の値

(2) 40ftコンテナ輸送の経済損失算出方法

①算定シナリオ

40ftコンテナ輸送の経済損失の算出は、柴崎等の行った方法に準じて行った。また、フル積載海コン車や背高海コン車等の特殊車両の比率は、交差点での折進規制により変化がないと仮定し、折進規制による迂回の解消のみを考慮するシナリオを採用した。

②OD表の作成

平成15年全国輸出入コンテナ流動調査データから得られるコンテナ詰め・取出場所(全国251都市)～積・卸し港湾(65港湾)ペア毎の貨物量(フレートトン/月)から、港湾投資の評価に関するガイドライン(「ガイドライン」という)に記載されている原単位を用いてサイズ別コンテナ個数を求め、フル積載コンテナや背高コンテナの個数ベースの比率を乗ずることで、フル積載海コン車や背高海コン車、ノーマル車のOD量(台)を算出した。

③経済損失の算定

前節で得たOD量に、下記の3種の費用を乗じ、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、当該ペアにおける経済損失を算出した。

a. 輸送費用

ガイドラインに示される距離帯別輸送費用を下記の式に近似し、往復輸送距離を代入し算出。

$$= -0.120 \cdot d_{ij}^2 + 279 \cdot d_{ij} + 21800 (d_{ij} \leq 1000)$$

$$= 230 \cdot d_{ij} + 145000 (d_{ij} > 1000) \quad d: \text{輸送距離(km)}$$

b. 輸送時間費用

表9に示す時間費用原単位を輸送時間に乗じて算出。

c. 有料道路利用料金

経路上の有料道路の利用料金を累計。

算定を行った比較ネットワークのケース設定を表10に示す。ただし、折進規制交差点が多数あるため、経路が繋がっていないODペアが存在する。これらペアを算定の対象外とした。

(3) 45ftコンテナ輸送の経済損失算出方法

45ftコンテナが個数ベースで我が国において中国並のシェア(5%程度)³⁾を得た際の経済損失算出を行った。算定方法は、前節の40ftコンテナ輸送に準じた。

表10 経済損失算定のケース設定

size	case	ネットワーク名	検討対象ネットワーク	比較対象ネットワーク
40ft	1	ノーマル海コン車進行可	折進規制あり	折進規制なし
	2	フル積載海コン車進行可		
	3	背高海コン車進行可		
	4	背高+フル積載海コン車進行可		
45ft	5	背高海コン車		
	6	背高+フル積載海コン車進行可		

図2に示すように検討対象ネットワークでは、折進規制交差点は迂回し経路探索される。

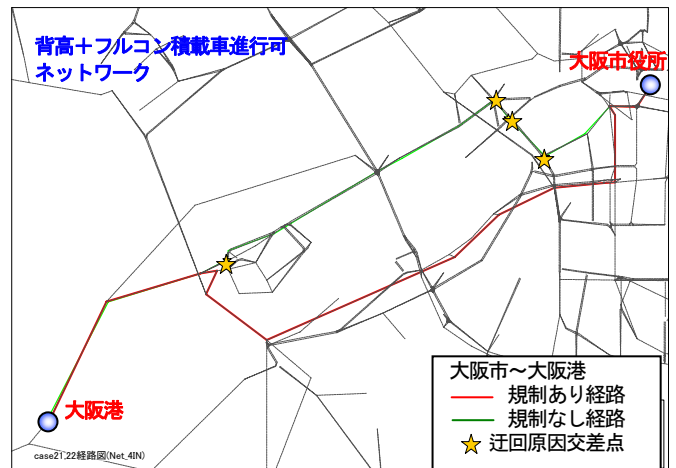


図2 経路探索による折進規制交差点迂回の例

5. 交差点の通行上の制約の存在による経済損失

以上で示した方法により、各ネットワークの経路探索を行い、40ftおよび45ftコンテナ輸送の交差点折進規制による経済損失の算定結果を表11, 12に示す。

表11 40ftコンテナ輸送の折進規制による経済損失

コンテナタイプ	算出項目	輸出・輸入	輸送費用	輸送時間費用	有料道路利用料金	合計
40ft ノーマル	検討対象	輸出	11,509	1,149	151	12,809
	ネット走行	輸入	13,554	1,199	134	14,887
	費用 百万円	合計	25,063	2,348	285	27,696
	損失額 百万円	輸出	284	31	27	342
		輸入	381	50	40	471
		合計	665	81	67	813
	損失 比率	輸出	2.47	2.70	17.88	2.67
		輸入	2.81	4.17	29.85	3.16
		% 合計	2.65	3.45	23.51	2.94
	40ft フル積載	検討対象	輸出	5,830	577	98
ネット走行		輸入	8,660	715	150	9,525
費用 百万円		合計	14,490	1,292	248	16,030
損失額 百万円		輸出	166	6	27	199
		輸入	253	0	75	328
		合計	419	6	102	527
損失 比率		輸出	2.85	1.04	27.55	3.06
		輸入	2.92	0.00	50.00	3.44
		% 合計	2.89	0.46	41.13	3.29
40ft 背高		検討対象	輸出	5,231	511	71
	ネット走行	輸入	7,201	608	93	7,902
	費用 百万円	合計	12,432	1,119	164	13,715
	損失額 百万円	輸出	127	12	7	146
		輸入	222	25	28	275
		合計	349	37	35	421
	損失 比率	輸出	2.43	2.35	9.86	2.51
		輸入	3.08	4.11	30.11	3.48
		% 合計	2.81	3.31	21.34	3.07
	40ft 背高+ フル積載	検討対象	輸出	7,485	728	151
ネット走行		輸入	8,862	705	189	9,756
費用 百万円		合計	16,347	1,433	340	18,120
損失額 百万円		輸出	194	11	41	246
		輸入	302	-11	86	377
		合計	496	0	127	623
損失 比率		輸出	2.59	1.51	27.15	2.94
		輸入	3.41	-1.56	45.50	3.86
		% 合計	3.03	0.00	37.35	3.44
40ft 合計		検討対象	輸出	30,055	2,965	471
	ネット	輸入	38,277	3,227	566	42,070
	規制あり	合計	68,332	6,192	1,037	75,561
	損失額 百万円	輸出	771	60	102	933
		輸入	1,158	64	229	1,451
		合計	1,929	124	331	2,384
	損失 比率	輸出	2.57	2.02	21.66	2.79
		輸入	3.03	1.98	40.46	3.45
		% 合計	2.82	2.00	31.92	3.16

40ftコンテナ輸送に対する交差点折進規制による経済損失は、年間で約23億8千万円、総走行費用に対して3.2%の比率と算定された。また、ネットワーク別にその内訳をみると、背高+フル積載海コン車ネットワークの損失比率が3.4%と最も多い、同ネットワークは4種のネットワークのうちボトルネック区間が最も多く経路選択の制約が多いので折進規制交差点の迂回距離も長くなるためと考えられる。

さらに、各ケースとも有料道路利用料金の損失比率が他の費用に対し多い。有料道路は交差点が少なく折進規制の影響を受けることが少ないためと考えられる。

表12 45ftコンテナ輸送の折進規制による経済損失

コンテナタイプ	算出項目	輸出・輸入	輸送費用	輸送時間費用	有料道路利用料金	合計
45ft 背高	検討対象	輸出	583	54	12	649
	ネット走行	輸入	755	66	15	836
	費用 百万円	合計	1,338	120	27	1,485
	損失額 百万円	輸出	24	1	2	27
		輸入	47	7	6	60
		合計	71	8	8	87
	損失 比率	輸出	4.12	1.85	16.67	4.16
		輸入	6.23	10.61	40.00	7.18
		% 合計	5.31	6.67	29.63	5.86
	45ft 背高+ フル積載	検討対象	輸出	792	74	18
ネット走行		輸入	1,067	93	25	1,185
費用 百万円		合計	1,859	167	43	2,069
損失額 百万円		輸出	38	2	4	44
		輸入	73	10	10	93
		合計	111	12	14	137
損失 比率		輸出	4.80	2.70	22.22	4.98
		輸入	6.84	10.75	40.00	7.85
		% 合計	5.97	7.19	32.56	6.62
45ft 合計		検討対象	輸出	1,375	128	30
	ネット	輸入	1,822	159	40	2,021
	規制あり	合計	3,197	287	70	3,554
	損失額 百万円	輸出	62	3	6	71
		輸入	120	17	16	153
		合計	182	20	22	224
	損失 比率	輸出	4.51	2.34	20.00	4.63
		輸入	6.59	10.69	40.00	7.57
		% 合計	5.69	6.97	31.43	6.30

45ftコンテナのシェアが5%となった場合の交差点折進規制による経済損失は、年間で約2億2千万円、総走行費用に対して6.3%の比率と算定された。また、40ftコンテナ積載車同様、通行上の制約の多い背高+フル積載海コン車ネットワークの方が背高海コン車ネットワークよりも損失比率が高い。この損失比率は、どのネットワークも40ftコンテナ積載車よりも大きい。これは、折進規制交差点数が40ftコンテナ積載車よりも多いためと考えられる。

5. 終わりに

本稿では、交差点構造等に基づく折進規制のある交差点が全国に多数存在し、国際海上コンテナの走行上の経済損失が生じていることを定量的に明らかにした。今後、これら交差点から海上コンテナの通行上重要度の高い交差点を抽出し、改良等の提案を行うことが考えられる。

また、45ftコンテナ積載車の経済損失比率が高いとの算定結果を得た。今後、全長17.3mのセミトレーラ連結車による45ftコンテナ輸送が認められたとしても、折進規制の損失により、容量増加がもたらすコスト削減等のメリットが減ることになる。45ftコンテナを40ftコンテナ積載車同様の車両分類 I (全長17m以下) で輸送できるよう、シャーシ等の開発が望まれる。

【参考文献】

1) 柴崎隆一他、国際海上コンテナの国内自動車輸送における通行上の制約と経済損失に関する分析、国土技術政策総合研究所研究報告、No.18,2004。 2) 杉山信太郎他、わが国における規格外国際海上コンテナの陸上輸送に関する現状と課題、土木計画学研究発表会・講演集、No.32, 2005。 3) 渡部富博他、コンテナサイズに視点をおいた国際海上コンテナ輸送に関する基礎的分析、国土技術政策総合研究所資料、No.478,2008