

平成 21 年 5 月 29 日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19760357
 研究課題名 (和文) 都市交通環境に配慮した空コンテナ輸送縮減のための内陸部デポ設置
 効果の予測・評価
 研究課題名 (英文) Analysis of Effects of Inland Van Pool on Efficient Domestic
 Transportation of Empty Containers for Urban Environment
 研究代表者
 秋田 直也 (AKITA NAOYA)
 神戸大学・大学院海事科学研究科・助教
 研究者番号：80304137

研究成果の概要：空コンテナの調達・返却施設を内陸部に設置する方策では、輸入施設で空となったコンテナを一旦港湾まで返却せずに、輸出施設で利用することが可能となる。本研究では、空コンテナの総輸送距離を最小化する整数問題として、本施策の利用コンテナ個数を算出することで、本方策が、空コンテナの輸送距離を縮減するだけでなく、港湾に出入りする、あるいは、都市域を通過するトラック台数を減少する効果をもつことを示した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,300,000	0	1,300,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,000,000	210,000	2,210,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：交通工学・国土計画

キーワード：空コンテナ輸送、内陸部デポ、設置効果分析

1. 研究開始当初の背景

尼崎公害訴訟の判決にみられるように、近年、幹線道路の沿道地域では、貨物車が排出する窒素酸化物 (NOx) や浮遊粒子状物質 (SPM) による環境破壊が深刻な問題となっており、これら大型車の交通量の低減が早急に求められている。

こうした中、国際海上コンテナ貨物の国内トラック輸送では、輸出、輸入のいずれの場合においても、空コンテナの調達・返却は港湾に設置されたバンプールにて行われている。このため、国際海上コンテナを輸送するトラック (以下、海コン車) の運行は、必ず港湾から出発し、港湾に帰着するラウンド輸

送となっており、その半分は、貨物の詰められていない空コンテナの輸送で構成された非効率なものとなっている。

こうした中、空コンテナの国内トラック輸送の縮減方策の1つとして、内陸部に空コンテナの転用が可能となる機能を持たせた空コンテナの調達・返却施設 (以下、内陸部デポ) の設置が考えられる。これにより、輸入施設で空となったコンテナを、一旦港湾まで返却せずに、輸出施設で利用することが可能となり、空コンテナ輸送距離の縮減が図れるとともに、都市域における環境改善効果が見込まれる。

2. 研究の目的

そこで本研究は、内陸部デポの導入効果を定量的に予測し、総合的に評価することによって、都市環境改善方策としての有効性を検証するとともに、内陸部デポにおける海コン車の運行計画システムを構築することによって、内陸部デポの規模や必要海コン車台数などを算出し、内陸部デポ導入のフィージビリティを検討することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、神戸・大阪港に発着する国際海上コンテナ貨物の国内トラック輸送を対象に、以下の項目について検討を行う。

(1) まず、関連主体における内陸部デポの利用意向の把握と設置に向けての課題をアンケート調査ならびにヒアリング調査を実施して整理する。

(2) 次に、内陸部デポ設置効果の予測・評価手法を開発する。具体的には、2000年に筆者らが実施した神戸・大阪港に発着する海コン車の走行実態調査(5,298台分:抽出率20%)結果をもとに、以下の項目について検討を行う。

- ①内陸部における国際海上コンテナ発生集中施設分布からみた内陸部デポ設置候補地の選出および輸出入コンテナODデータの作成
- ②空コンテナの総輸送距離が最小となるように、輸入施設から返却される空コンテナと輸出施設で調達される空コンテナの組み合わせを見つけ出す(マッチング)手法の開発
- ③関連主体(沿道住民、海コン車事業者、荷主、船社、内陸部デポオペレーターなど)別にみた評価指標の開発

(3)そして、本手法を適用して、様々な空コンテナの輸送制約条件下において、関連主体ごとの内陸部デポ設置効果を予測・評価する。

(4)さらに、内陸部デポにおいて、空コンテナのマッチングとマッチングされた空コンテナの輸送を行う海コン車事業者を想定する。そして、想定する事業者がマッチングされた空コンテナのOD需要を満たすよう海コン車の運行計画を策定する。

(5)最後に、得られた結果をもとに総合的な評価から、都市環境改善方策としての内陸部デポの有効性を検証するとともに、そのフィージビリティを検討する。

4. 研究成果

最も効率的な空コンテナの輸送方法としては、輸入施設で空となったコンテナを、直接、空コンテナが必要な輸出施設へ輸送する方法が考えられる。しかしながら、こうした輸送方法では、空となったコンテナの清掃や保守点検ができない上、コンテナに起因する貨物ダメージが生じた際のリスク負担が不明確となるといったことから、実現することは困難となっている。そこで本研究では、港湾内に設置されているコンテナ調達・返却施設を内陸部にも設置し、輸入施設で空となったコンテナを、内陸部デポを経由して、輸出施設で利用できるような空コンテナ輸送を想定する(図1)。なお、本研究で想定する内陸部デポは、保税上屋の機能やコンテナへの貨物詰め、あるいは、コンテナからの貨物の取出し作業を想定していないことから、インランドデポとは異なった意図をもつ施設であるといえる。

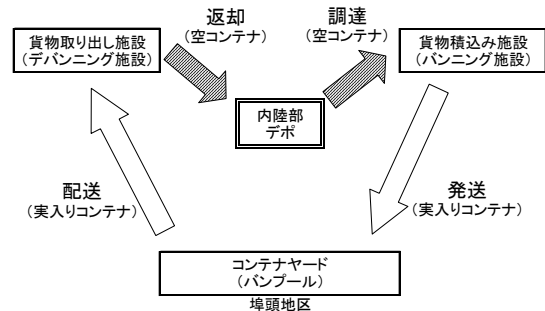


図1 本研究で想定する内陸部デポを用いた輸送方法

(1) 関連主体における内陸部デポの利用意向の把握と設置に向けての課題の整理

神戸港と大阪港の利用主体として、とりわけ荷主を中心に、内陸部デポが設置された場合の利用意向ならびに利用するにあたっての問題点についての把握を行った。その結果、内陸部デポを活用した空コンテナ輸送に対する荷主の参加意向は、「参加する」と「やや参加する」をあわせた参加意向が20%、「参加しない」「あまり参加しない」をあわせた不参加意向が25%となっており、若干ではあるが不参加意向の方が多くなっている。しかしながら、「どちらともいえない」が55%を占めるなど、参加に対する意向はわかれているものと考えられる。また、内陸部デポの設置方策に対しては、「空コンテナの調達・返却費用の削減が図られる」「環境にやさしい輸送サービスだと思う」といった項目で評価する反面、「特定船社のコンテナ利用が困難」「事故の際の責任があいまい」「マッチング相手がなかなか見つからないと思う」といった心配をもつことが示された。さらに、空コンテナの流用に対する抵抗感については、

「ない」とする荷主と、「ある」とする荷主で意見がわかれていた。

一方、海コン車事業者の意向として、内陸部デポに対する必要性や設置後の利用度については、「どちらともいえない」という回答が50%前後を占め、利用に対する明確な対応を示しあぐねる事業者が多い。

(2) 内陸部デポ設置効果の予測・評価手法の開発

海コン車の走行実態調査結果から、国際海上コンテナが発着する施設（以下、後背地施設）の分布、ならびに、施設での国際海上コンテナの取扱い状況（個数、大きさ、種別、搬入時刻、搬出指定時刻の有無）を整理した上で、輸出入コンテナのODデータの作成を行った。図2は、利用港湾別に後背地施設の立地分布を示したものである。これより、大阪港を利用する後背地施設が、大阪府の東部にあたる東大阪市周辺、大阪府の北東部に位置する茨木・摂津市周辺、大阪府の南部に位置する堺市臨海部周辺に多く立地している反面、大阪港西部にはほとんど立地していないことがわかる。これに対し、神戸港を利用する後背地施設は、神戸港を中心に東西方向に広範囲に立地していることがわかる。

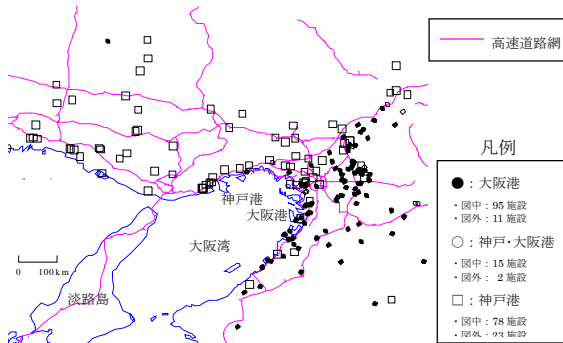


図2 利用港湾別にみた後背地施設分布

こうした後背地施設の立地分布、および、各施設での取扱いコンテナ個数を考慮して重心を求め、これをもとに、現実的に内陸部バンパールが設置可能な候補地として、以下の4か所を選定した（図3）。

- ・ケース1（神戸港が単独で設置する場合）⇒神戸複合産業団地（神戸市西区見津が丘）
- ・ケース2（大阪港が単独で設置する場合）⇒東大阪トラックターミナル（東大阪市本庄）
- ・ケース3（神戸港と大阪港が共同で設置する場合）⇒阪神流通センター（西宮市山口町）
- ・ケース4（神戸港と大阪港が後背地施設の集中地域に共同で設置する場合）⇒北大阪トラックターミナル（茨木市宮島）

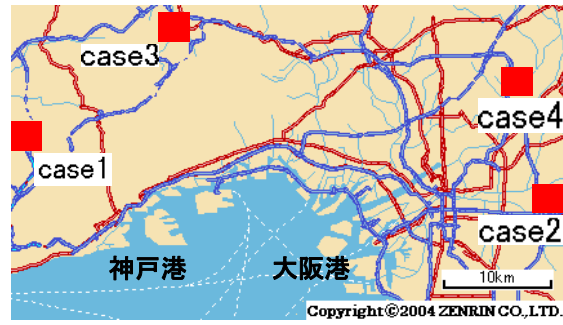


図3 内陸部デポの設置候補地

また一方で、目的関数として空コンテナの総輸送距離をとりあげ、これを最小化する整数計画問題として、輸入施設から返却される空コンテナと輸出施設で調達される空コンテナをマッチングする手法を開発した。これにより、すべての空コンテナの調達・返却について、内陸部デポから行うものと、従来どおり港湾から行うものとに配分することができた。

さらに内陸部バンパールの設置効果を把握するため、以下に示す5つの評価指標を設定した。

- ・「空コンテナの総輸送距離」
⇒内陸部デポの設置による空コンテナの総輸送距離の減少効果を示す。
- ・「内陸部デポの利用コンテナ個数」
⇒内陸部デポを経由して輸送される空コンテナの個数を示す。
- ・「港湾における空コンテナの過不足個数」
⇒神戸港と大阪港で取扱われる空コンテナの減少個数を示す。
- ・「神戸・大阪港における海コン車の出入り台数」
⇒神戸港と大阪港における海コン車の発着回数の減少効果を示す。
- ・「都市域を通過する海コン車台数」
⇒都市域を横切る海コン車の減少台数を示す。

(3) 内陸部デポ設置効果の予測・評価

内陸部デポの各設置候補地について、20フィートと40フィートコンテナ別に空コンテナのマッチングを行い、内陸部デポを経由させるものと、従来通りの輸送をするものとに配分した。その上で、設定した評価指標値を算出した結果を表1に示す。なお表中では、従来を1.00としてそれぞれの値を示している（ただし、内陸部デポの利用コンテナ個数は実数で表記している）。これによると、内陸部デポを設置することによって、空コンテナの総輸送距離の縮減効果に加え、神戸・大阪港における海コン車の出入り台数や都市域を通過する海コン車台数が減少することがわかる。また、神戸港と大阪港がそれぞれ

単独で内陸部デポを設置する場合（ケース1と2）に比べ、両港が共同で設置する場合（ケース3と4）の方が、より大きな設置効果が得られていることがわかる。

表1 内陸部デポ設置効果の算出結果

評価指標	港湾・大きさ別	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	
空コンテナの総輸送距離	20フィート	0.92	0.97	0.95	0.88	
	40フィート	0.91	0.93	0.94	0.82	
内陸部デポ利用コンテナ個数	20フィート	58個	34個	78個	72個	
	40フィート	66個	58個	78個	102個	
神戸・大阪港における空コンテナの過不足個数	神戸港	20フィート	-	-	1.00	1.86
		40フィート	-	-	1.08	0.38
	大阪港	20フィート	-	-	1.00	0.70
		40フィート	-	-	1.04	0.70
神戸・大阪港におけるトラックの出入り台数	神戸港	20フィート	0.49	-	0.35	0.65
		40フィート	0.52	-	0.47	0.64
	大阪港	20フィート	-	0.55	0.95	0.58
		40フィート	-	0.40	0.95	0.46
阪神高速1号環状線を利用するトラック台数	20フィート	0.98	0.65	0.93	0.26	
	40フィート	1.00	0.44	0.93	0.31	

注) 網掛けは設定ケースのうち最も効果の大きかったものを表している。表中の数字は、従来を1.00とした値を表している。

(4) 海コン車の運行計画策定システムの開発
マッチングされた空コンテナのOD需要を与件として、これら空コンテナの輸送を実現するための運行計画を策定するためのシステムの開発を試みた。策定システムについては、海コン車の輸送コストの最小化を目的関数としたVRP (Vehicle Routing Problem) の応用問題として定式化を行った上で、遺伝的アルゴリズム (GA) を用いたシステムの構築を行った。しかしながら、本システムは、コンテナの時間指定を考慮したシステムまでには至っておらず、今後の課題としたい。

(5) 内陸部デポ設置方策の有効性の検証

本検討から、内陸部デポの設置によって、空コンテナの総輸送距離が縮減される効果が得られることが確認できた。また、港湾への海コン車の出入り台数が減少することによって、コンテナターミナルの混雑の緩和や港湾に隣接する都市域の環境改善が期待される。さらに、内陸部デポを都心部郊外に設置した場合、都市域を通過する海コン車台数の縮減が図れることが期待される。

一方、内陸部デポを設置する上での課題として、以下の点に注意すべきであることが示唆できる。

① 空コンテナの輸出入バランスが著しく異なっている大阪港が単独で内陸部デポを設置する場合、マッチングされる空コンテナ個数が少なく、大きな設置効果は得られない。このため、神戸港と大阪港が共同で内陸部デポを設置する必要がある。

② 内陸部デポの候補地としては、後背地施設の立地が集中している地域をもとに選定する方が、より高い効果が得られることが期待される。このため、内陸部デポの設置を検討する際には、後背地施設の分布、および、施設でのコンテナの取扱い状況をより詳細に調査する必要がある。

(6) 本研究の課題

本研究に残された課題として、以下のことがあげられる。

① 本研究では、内陸部デポの設置数を1カ所として検討したが、今後は内陸部デポの設置数を複数にした場合も検討する必要がある。

② 空コンテナのマッチングをより容易とするために、船社間におけるコンテナの共同利用を可能とする仕組みづくりを検討する必要がある。また、内陸部デポの運営主体、ならびに、複数の海コン車事業者による共同運行の仕組みづくりが求められる。東日本では、環境NGO団体を介在させることによって、空コンテナ輸送をコーディネートするシステムを構築しようとする試みがなされている¹⁾。本事例では、輸送効率化によるコスト削減と排ガス抑制による環境負荷の低減を目的に、平成11年10月からインターネット上で空コンテナのコーディネートサービスを始めており、空コンテナ輸送に着目した新たな物流合理化策として注目されている。また、同環境NGO団体では、空コンテナの調達をより容易とするために、新たに「空コンテナのグレー化」を試みている。本取り組みは、輸出で使用する自社コンテナが現地で調達できない場合、地理的合理性のある管理者(他の外航船社等)から空コンテナを借り受けて利用しようというもので、船社間におけるコンテナの共同利用化を違った観点から実現するものであるといえる。

③ 海コン車の1日の運行実態を筆者らが実施したプローブ調査から把握した結果、輸出入に関わらず、港湾から後背地施設への国際海上コンテナ貨物輸送の大半は、2日間に跨った宵積み(コンテナターミナルのゲートが閉まっている時間帯にコンテナの搬出入が行えるよう、海コン車事業所の駐車場等にコンテナを一時仮置きすること)を介した輸送であった。この背景には、搬入時刻を早朝の時間帯に指定する施設が多い実態がある。こうした輸送実態を考慮すると、内陸部デポに、宵積み輸送のためのコンテナの一時仮置き機能を付加する方が、より現実に即しているものと考えられる。この場合、コンテナの一時仮置きをするスペースが必要となるため、内陸部デポの規模が大きく増加することが予測

される。さらに、海コン車の運行オペレーションは、図4に示される港湾と内陸部デポ間の輸送を担当する海コン車 (Aグループ) と内陸部デポと後背地施設間の輸送を担当する海コン車 (Bグループ) の2つのグループから構成するものが想定される。今後は、本研究で開発したシステムを、こうした内陸部デポの設置効果の予測・評価に適用できるようにシステムの改良を行ってきたい。

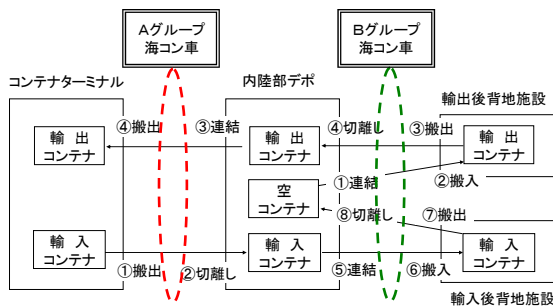


図4 内陸部デポが宵積み機能を持つ場合の海コン車の運行オペレーション

<参考文献>

1)NPO 法人エスコットウェブサイト,
<http://npo-escot.com/npo/shiryoushitsu/index.html>

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3件)

- ① 秋田直也、小谷通泰、荷主における国際海上コンテナ貨物の輸送ニーズに関する分析、土木計画学研究・講演集 (CD-ROM)、Vol. 38、2008、無審査
- ② 秋田直也、小谷通泰、荷主による国際海上コンテナ貨物の輸送経路の選択行動に関する分析、土木計画学研究・講演集 (CD-ROM)、Vol. 37、2008、無審査
- ③ 秋田直也、小谷通泰、陳曉峰、プローブデータ分析による国際海上コンテナ輸送トラックの運行課題の検討、土木計画学研究・講演集、Vol. 36、2007、無審査

[学会発表] (計 3件)

- ① 秋田直也、荷主における国際海上コンテナ貨物の輸送ニーズに関する分析、第38回土木計画学研究発表会、2008年11月3日、和歌山大学
- ② 秋田直也、荷主による国際海上コンテナ貨物の輸送経路の選択行動に関する分析、第37回土木計画学研究発表会、2008年6月7日、北海道大学

- ③ 秋田直也、プローブデータ分析による国際海上コンテナ輸送トラックの運行課題の検討、第36回土木計画学研究発表会、2007年11月23日、八戸工業大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

秋田 直也 (AKITA NAOYA)

神戸大学・大学院海事科学研究科・助教

研究者番号：80304137

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者