

名古屋港における集中管理ゲートの開発と実用化 ～ターミナル前混雑による経済損失の解消～

淵ノ上篤史¹

¹中部地方整備局港湾空港部 クルーズ振興・港湾物流企画室（〒460-8517 名古屋市中区丸の内2-1-36）

コンテナ・ターミナルにおいて、ゲート前のトレーラー渋滞により、運転手の待機時間の増加やコンテナの持込時間が不安定になる等港湾物流の課題となっている。ゲート混雑を解消するため、中部地方整備局は港湾運送事業者らと連携し、個別のターミナルでゲート手続きを行うのではなく、一元的にすべてのトレーラーのゲート手続きを行う集中管理ゲートを提案した。名古屋港における試験運用の結果、ゲート混雑の抜本的な解消に成功した。本稿は、集中管理ゲートの開発コンセプト、現地交通量観測と交通シミュレーションによる渋滞緩和効果、運転手の意識変化を調査し、集中管理ゲートの有効性を報告する。

キーワード：コンテナ輸送、ゲート混雑、物流効率化、コンテナ・ターミナル

1. はじめに

名古屋港は、平成29年外貿コンテナ貨物約259万TEU（国内第3位）を取り扱っており、中部地域のものづくりを支える重要な役割を担っている。しかし、名古屋港では、コンテナ・ターミナル（以下「ターミナル」と略す）のターミナルゲート前に1.6kmにも及ぶ待機トレーラーの車列が発生するなど深刻な混雑に悩まされてきた。

ターミナルゲートでは、コンテナの搬出入の際、港湾保安のための3点確認、コンテナの外観チェック、書類の照合確認などのゲート手続きがなされる。ゲート前の混雑は、待機するトレーラー運転手（以下、「運転手」と略す）の時間を浪費するだけでなく、近隣交通にも影響を与え社会的な問題となっている。また、運転手の待機時間は、単に運転手の労働時間を徒に費やすだけでなく、運転手の不足が深刻となっている現状も相まって、我が国の物流の効率化を阻害・逆行する事態でもある。さらに、ターミナルの生産性の低下につながり、港湾の競争力を削いでしまう。

この課題を解消するため、中部地方整備局は、名古屋港運協会及び名古屋港管理組合と連携して、平成23年3月末、名古屋港飛島ふ頭にある4つのターミナルの搬出入手続きを一箇所に集約する施設として「集中管理ゲート」を世界で初めて設置した。7年にわたる試験運用の結果、ゲート前の混雑を抜本的に解消している。

本稿では、まず、集中管理ゲートの開発コンセプトを紹介し、次に、試験運用により観測された渋滞緩和効果、運転手の意識調査結果を報告する。さらに、交通シミュレーションによる渋滞緩和効果と費用便益分析を行い、集中管理ゲートの有効性をとりまとめる。最後に、集中管理ゲート導入にあたっての留意点をまとめ、ゲート前混雑に苦しんでいる国内外のターミナルへ混雑改善の一方策として提案するものである。

2. 集中管理ゲートの開発コンセプト

(1) 集中管理ゲート導入前におけるゲート前の混雑状況

飛島ふ頭には、飛島北、NCB、飛島南および飛島ふ頭南側（以下、「TCB」と略す）と4つのターミナルがある。集中管理ゲート導入前の平成20年9～10月に、名古屋港管理組合は、飛島北、NCB、飛島南のゲート前の混雑状況を調査している。その結果、各ターミナルにおいて、延長約1.1km～1.6kmにおよぶゲート待ちによる渋滞が確認された。特にNCBと飛島南では、コンテナを搬入するトレーラーの車列が飛島ふ頭中央線まで及んでおり、周辺立地企業からは安全かつ円滑な事業活動に深刻な支障をきたしていることが指摘されていた。

また、TCBにおいては、平成24年2月に中部地方整備局が調査を行い、ゲート前から約1.0km（公道上は0.6km）の渋滞を確認している（図-1）。

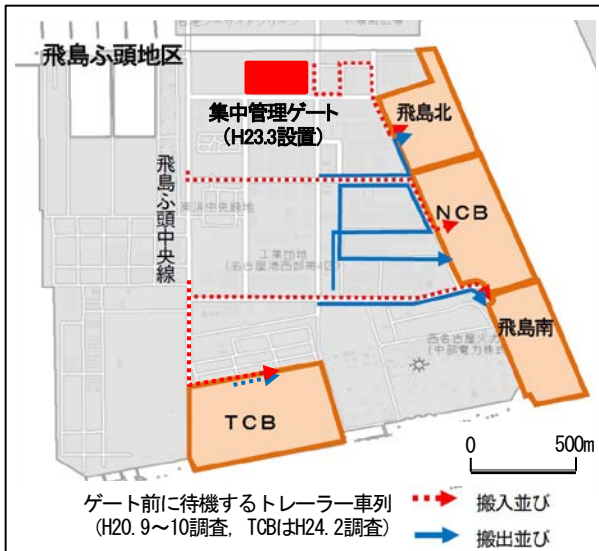


図-1 飛島ふ頭の各ターミナルのゲート前渋滞状況

(2) ゲート手続きと混雑の要因

ターミナル入構に際して、運転手が運ぶコンテナ情報と、それを引き取るターミナル・オペレーター（以下、「オペレーター」と略す）との間で、運転手の持つコンテナ情報と現物のコンテナの番号確認、通関処理の確認、コンテナ外観への損傷の有無の確認、港湾保安のための運転手・コンテナ確認など、厳格な確認作業が行われる。確認を経た運転手は、オペレーターにより決められるコンテナの蔵置場所（以下、「スロット」と称する）までトレーラーを運び、コンテナの引き取りがおこなわれる。

このプロセスは、ゲートでの混雑を惹起する。到着するトレーラー台数に比べてゲート数が少ない場合や、ゲート処理が迅速になされない場合には、ゲート前混雑が発生する。書類に不備があるトレーラー（これは全体の約7%から10%前後混在していると報告がある）には、大幅な手続き時間を浪費する。これらの遅延は、後続のトレーラーにも影響し、待機する車両が増加することになる。待機トレーラーを収容する引き込み線がない場合は、一般交通へも影響することになる。

また、ゲートを通過したトレーラーは、スロットが速やかに決まらなないと、ヤード内で待機せざる得なく、後続のトレーラーに遅延が伝播することになる。

(3) 集中管理ゲートの開発コンセプト

前述の混雑の要因を取り除くため、集中管理ゲートの導入は、ふ頭全体でのゲート処理の全体最適を追求しようとするものである。

開発コンセプトは、まず、個々のターミナルで行っているゲート処理を、集中管理ゲートで一元的に処理し、待機するトレーラーのための引き込み線を用意することで、ゲート処理による混雑の発生を内部化する。次に、ゲート数や検査要員といったゲート処理の資源を集中し、ピーク交通量に対する混雑の発生を効率的に抑制

する。さらに、トレーラーの移動時間を活かし、スロット調整の際に発生する遅延の抑制を図るものである。

また、集中管理ゲートの導入の前提として、名古屋港統一ターミナルシステム（以下、NUTS: Nagoya United Terminal Systemと略す）の存在がある。NUTSは、名古屋港のすべてのターミナルに導入運用されているオペレーション・システムであり、同一フォーマットによる手続きが可能となっている。コンテナやトレーラーなどのゲート処理に必要な情報は、一般的には個々のターミナルのみで独占的に扱われるものである。しかし、名古屋港ではNUTSを利用することでこれらの情報を共有でき、集中管理ゲートを有効に機能させることができた。

このコンセプトは、港湾運送事業者である名港海運㈱と三井造船㈱により平成23年に特許登録（特許第4736080号）がなされている。中部地方整備局は、名古屋港運協会（名港海運も協会メンバー）及び名古屋港管理組合と連携して、コンセプトを具体化し、効果の検証に取り組んだ。次に、このコンセプトの詳細を説明する。

a) ゲート処理により発生する混雑の内部化

NUTSを活用した集中管理ゲートの導入により、ゲート処理を集中管理ゲートで行い、個々のターミナルでは行わない。トレーラーは、ゲート前での手続きなしでターミナル構内に入構でき、ゲート前での混雑は発生しないことになる。

また、個々のターミナルには、トレーラーの引き込み線が十分に確保されておらず、ピーク時にトレーラーの車列が臨港道路にあふれ、近隣のターミナルに向かうトレーラーや一般車両の走行に深刻な支障となっていた。このため、集中管理ゲートには十分な滞留レーンを設け、ゲート処理により発生するトレーラーの滞留を集中管理ゲート内に封じ込めることとする（図-2）。

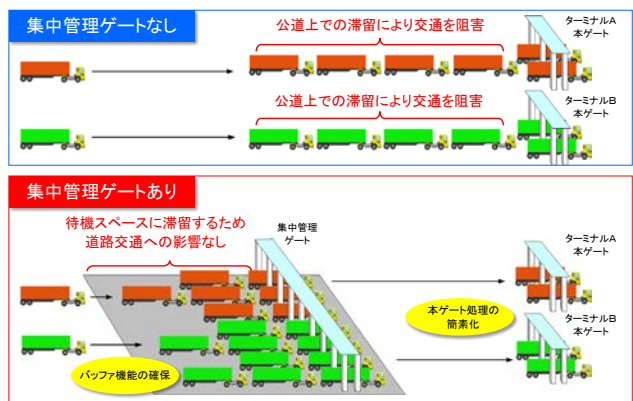


図-2 ゲート処理により発生する混雑の内部化

b) ゲート処理のための資源の集中化による混雑の抑制

ターミナルでは、船舶の入港前日には搬入貨物、入港翌日には搬出貨物の取り扱いが多い（図-3）。荷動きのピーク時に、ゲート処理能力がオーバーフローしがちと

なる。4つのターミナルのゲート処理を一箇所に集約することで、個々のターミナルのピーク時に対応するゲート数や検査要員を十分に賄えることから、ゲート処理能力がオーバーフローすることを抑えることができる。また、各ターミナルの荷動きのピーク日は異なるため、ふ頭全体の荷動きのピークは、個々のターミナルの荷動きのピークの合計より少なくなる。このため、ピーク時に投入するゲート数や検査要員の資源は、個々のターミナルで対応するより、4つのターミナル全体で対応するほうが、より効率的に配分し運用できると期待される。

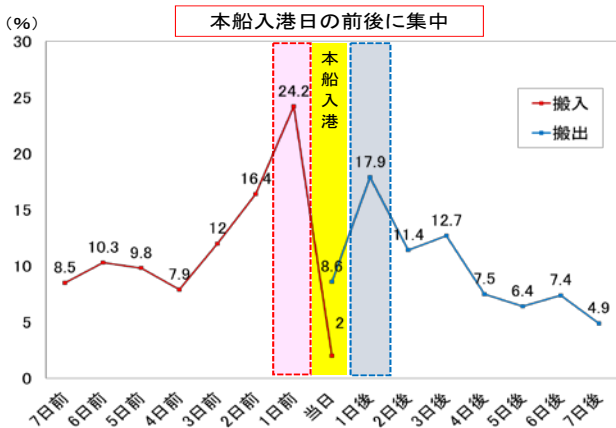


図-3 船舶入港前後における搬出入コンテナの荷動き量の変化

書類不備車両は処理に長時間を要することから、限られたゲート処理能力を大きく損なうことになる。結果として後続のトレーラーの滞留を発生させる要因となる。このため、集中管理ゲートの豊富なゲート数を活用し、書類不備車両か否かでトレーラーを仕分けるゲート運用とすることで、書類不備車両による後続車への影響を避け効率的なゲート処理ができると期待される (図-4)。

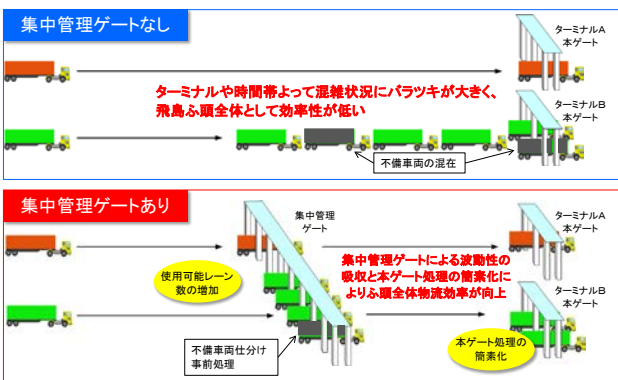


図-4 ゲートの弾力的な運用による混雑の発生抑制

c) スロット調整に起因する遅延の抑制

ゲート手続きを終えたトレーラーはターミナルに入構し、オペレーターは、運転手にスロットを決定し伝える。スロットが決まらなると、トレーラーは、ターミナル内へのスムーズな入構ができず、ゲート前で待機が発生す

ることになる。

しかし、集中管理ゲートで受付をしたコンテナ搬入情報は、NUTSを介することで、個々のオペレーターは同時に取得できる。オペレーターは、トレーラーが集中管理ゲートを出て個々のターミナルゲートまで移動する時間を利用して、スロットの決定や荷役機械の事前手配が可能となる。これにより、ターミナル内での待機時間を削減し渋滞発生が抑制される (図-5)。

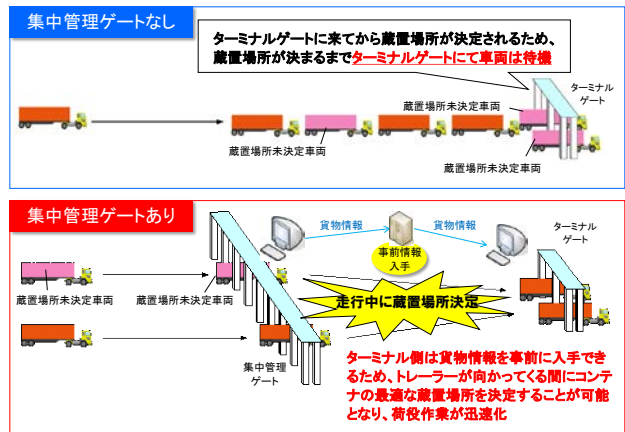


図-5 コンテナ情報を共有した事前スロット調整による遅延時間の抑制

3. 集中管理ゲートの試験運用による混雑軽減効果の検証

本コンセプトを実証するため、国、名古屋港運協会及び名古屋港管理組合の三者が連携し、飛鳥ふ頭に集中管理ゲートの設置・試験運用を行った。設置前後におけるゲート前待機車両台数の変化、トレーラーのゲート到達時間の現地観測、運転手の評価をモニターするとともに、交通シミュレーションによる効果検証と費用対効果分析を実施した。

(1) 集中管理ゲートの施設レイアウト

集中管理ゲートは、約5.7haの敷地に搬出入合わせて22レーンのゲートを設置し、十分な待機レーンを設けた。集中管理ゲートに並ぶトレーラーによる周辺道路の渋滞を溢れないようにした (表-1及び図-6)。

表-1 集中管理ゲートの施設規模

施設	規模	備考
面積	5.7ha	
看賞場	トラックスケール4基	輸出貨物重量計測
ゲート	22レーン	搬入12, 搬出10
待機スペース	220台分	10台/レーン
シャープール	19台分	不備車両退避用
管理棟	処理室, 休憩室	

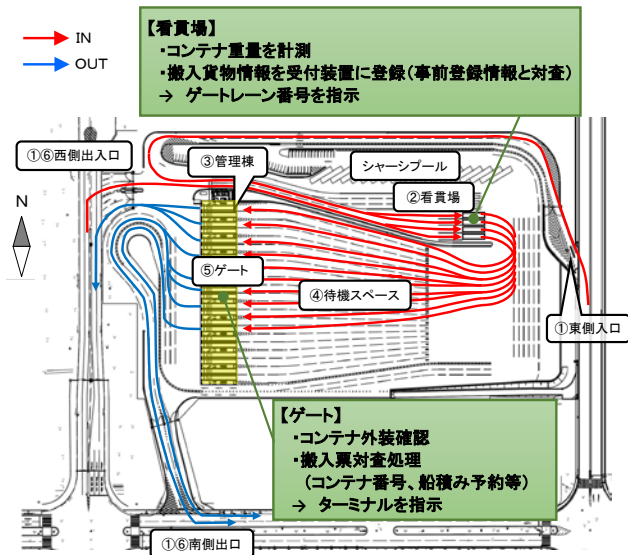


図-6 集中管理ゲートレイアウトとトレーラーの動線

次に、搬入（輸出）貨物を積んだトレーラーの動線に基づいた施設の概要を記す。

a) 看貫場（トラックスケール）

輸出貨物をターミナルに搬入するトレーラーは、集中管理ゲートの施設入口から看貫場へ向かい、コンテナ重量の計測、搬入貨物情報を受付装置に登録する。登録された貨物情報とNUTSに登録されている情報の対査により、通常車両と不備車両の仕分けがなされ、集中管理ゲートのレーン番号の指示を受ける。

b) 集中管理ゲートレーン

トレーラーは指示を受けたレーンに進み、コンテナの外観チェック、搬入票対査処理（コンテナ番号、船積み予約等）を行い、各ターミナルへ向かう旨指示を受ける（写真-1）。

c) 各ターミナルゲート

トレーラーは指示されたターミナルに向かい、そのゲートにおいてコンテナのスロットの指示を受ける。



写真-1 集中管理ゲートでのトレーラー待機状況

(2) 段階的な試験運用

集中管理ゲートは平成23年4月よりシステムチェックや動作確認が行われ、平成23年8月より試験運用を開始

した（表-2）。周辺道路の負荷状況を注視しつつ順次対象とするターミナルを拡大し、平成24年6月に全ターミナルの搬入貨物の受け入れを開始した。一方、搬出貨物については平成24年12月より順次取り扱いを行い、平成29年度末時点でTCBを除く3ターミナルの搬出貨物を取り扱っている。なお、TCB搬出貨物についてはターミナル事業者の意見を踏まえつつ、トライアルにて検証を行った結果、集中管理ゲート及び周辺道路への影響は確認されていない。そのため、全ターミナルの搬入・搬出貨物を取り扱うことも可能であると判断した。

表-2 対象とするターミナルの拡大経緯

	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
搬入	飛島北	H23.8					
	NCB		H23.11				
	飛島南			H24.6			
	TCB			H24.4			
搬出	飛島北				H25.5		
	NCB					H27.4	
	飛島南			H24.12			
	TCB						トライアル

(3) ゲート前トレーラーの待機状況の変化

集中管理ゲート設置前は、ピーク時において飛島南ターミナル付近で最大約500m、TCB付近で約600mの滞留が発生していた。集中管理ゲート設置後はピーク時においても滞留がほぼ発生していない（図-7）。他のターミナル前においても同様の結果となっており、集中管理ゲート設置によるゲート前のトレーラー滞留は解消された。

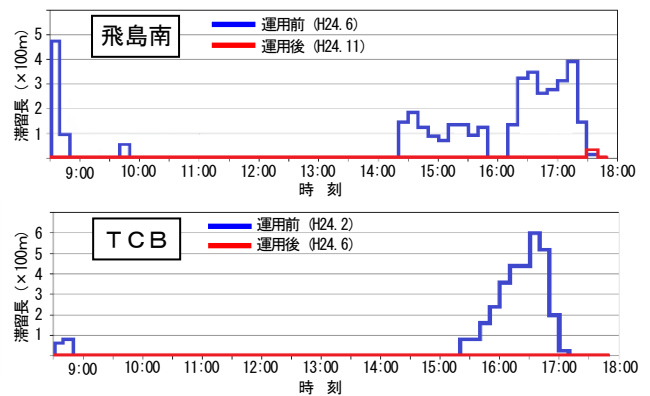


図-7 ターミナルゲート前における滞留長調査結果

(4) ゲート業務の平準化（波動性の吸収による輸送効率の向上）

集中管理ゲート設置に伴い、各ターミナルゲートまでの所要時間を把握し、ゲート業務の平準化の検証を行った。図-8はトレーラーが飛島ふ頭に入ってからTCBターミナルゲートに到達するまでの所要時間を集中管理ゲート運用前後で比較したものである。処理台数は概ね同じであるため、同一条件として比較を行った。集中管理

ゲート運用前は最短で5分、最長で49分と、その差は44分であったのに対し、運用後は最短で13分、最長で20分となり、その差7分と短縮されている。つまり、所要時間の開きが小さく平準化されたことにより、時間信頼性が向上したことが分かる。また、時間帯によって短縮効果が異なるものの、全時間帯での平均所要時間は22分から16分となり、6分程度短縮された。

なお、運用前の所要時間の最短が5分であるのに対し、運用後の最短は13分に増加している。これは、集中管理ゲート運用後は必ず集中管理ゲートを經由する必要があるためであるが、運送事業主からは単に所要時間の短縮されたことよりも、いつ運搬しても同じような所要時間でトレーラーが帰還するという時間信頼性が向上したことに対して非常に評価しているという意見を頂いている。

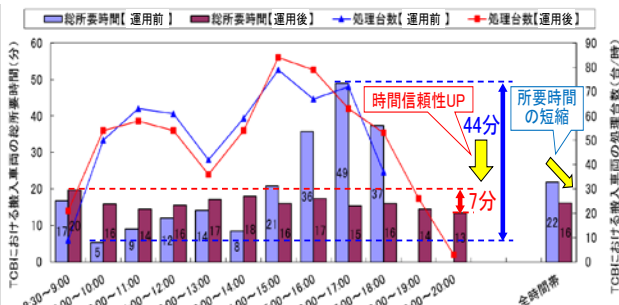


図-8 飛島ふ頭入口～ターミナルゲートまでの所要時間

(5) 集中管理ゲート導入に対する運転手らの評価

集中管理ゲートを利用する運転手と運送事業主を対象に混雑の変化に対するアンケートを実施した(表-3)。

集中管理ゲート運用前と比べ、約7割の方から「良くなった」との回答を得た(図-9)。良くなった具体的な点として、運転手からは、「渋滞・ゲート待ちの解消」、「ターミナル内での荷役作業待ちの短縮」と「時間の安定性(作業時間が事前に読める)」との意見があった。また、運送事業主からは、トレーラーの「作業時間の正確性向上」、「作業時間の短縮」と「回転率の向上」が挙げられた。一方、トレーラーは集中管理ゲートを經由するため、運用前に比べ「ふ頭内の走行距離が長くなった」との指摘があった。

表-3 運転手や事業主へのアンケートの方法

実施時期	平成24年9月	
方法	郵送配布・回収	
配布・回収状況	運転手	対象3,496名、回収1,473 (42.1%)
	運送事業主	対象269社、回収132 (49.1%)

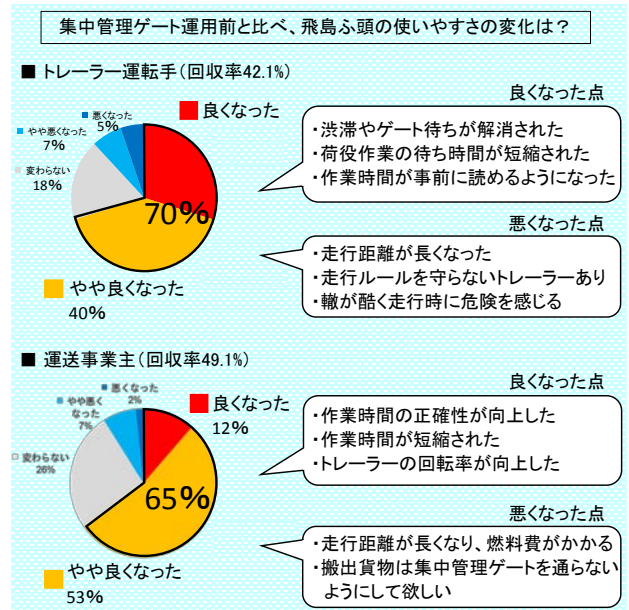


図-9 運転手や運送事業主による集中管理ゲート導入の評価

(6) シミュレーションによるふ頭全体の混雑軽減効果と費用便益分析

a) シミュレーション

集中管理ゲート「あり」・「なし」のケースについて、同じ交通流の条件の下シミュレーションを実施し、結果を比較することで効果の確認を行った。比較するデータは、年間当たりの「所要時間」と「走行距離」とした。シミュレーションは、平成27年11月～平成28年10月までのNUTSデータを用い、混雑状況を14にパターン化(搬入9, 搬出5)して実施し、年間発生頻度を乗じて効果を算出した。なお、計測範囲は、飛島ふ頭にトレーラーが進入し、退出するまでとした。

その結果を表-4に示す。トレーラー1台当たりの平均所要時間は6分程度短縮、走行距離は2.2kmの増加であった。先述の通り、集中管理ゲート運用後はコンテナ貨物を積んだトレーラーは必ず集中管理ゲートを經由することから、走行距離が増えているものの、所要時間は短縮される結果となった。

表-4 シミュレーションによる集中管理ゲートの設置効果

	所要時間	走行距離
ゲートなし	419,022 時間/年	39,587.4千km [※]
ゲートあり	339,441 時間/年	41,302.3千km [※]
削減効果	79,581 時間/年 (トレー1台当たり6分5秒短縮)	1,714.9千km/年 増加 (トレー1台当たり2.2km増加)

※一般車両含む全車両の走行距離

また、各ターミナル前の滞留長を比較した例を表-5に示す。これは、年間で最も混雑するパターンの時間帯において比較したものであり、全てのターミナルにおいて、集中管理ゲート「あり」の場合はトレーラーの滞留がな

い状態であるのに対し、集中管理ゲート「なし」の場合は長い滞留が生じ、非常に混雑し周辺交通への影響が大きい状態であると考えられる。

表-5 各ターミナル前の滞留長比較の一例

	集中管理ゲートあり	集中管理ゲートなし
飛島北	滞留なし	400m
NCB	滞留なし	2,100m
飛島南	滞留なし	200m
TCB	滞留なし	950m

b) 費用対効果分析

シミュレーション結果を基に、費用対効果分析を行い、事業としての投資効果を検証した。

集中管理ゲート設置による便益は、輸送コストの削減額を計上し、その内訳はシミュレーションで算出した所要時間短縮効果と走行費用削減効果とした。トレーラーの走行時間費用原単位は「港湾施設の評価に関する解説書2011」より81円/分・台と設定した。また、走行費用原単位は、シミュレーションによるふ頭内走行の平均速度より68円/台・kmと設定した。費用は整備費と維持管理費を計上した。

計算の結果、供用期間中の総便益 (B) 57.6億円と総費用 (C) 41.4億円より、費用便益比 (B/C) 1.39となり、投資効果としても有意であることが確認された (表-6)。

表-6 費用便益分析の条件と結果

条件	基準年	平成28年度
	社会的割引率	
期間		供用後38年間
便益		輸送コスト削減 ・所要時間短縮効果 (原単位: 81円/分・台) ・走行費用削減効果 (原単位: 68円/台・km)
費用		建設費, 維持管理費
結果	総便益 (B)	57.6億円
	総費用 (C)	41.4億円
	費用便益比 (B/C)	1.39

4. まとめ

(1) 集中管理ゲートの効果検証の結果

平成23年から約7年かけて実施した、集中管理ゲートの試験運用を経て、実用化のめどを立てることができた。

現地交通観測からは、運用前は最長500~600m程度あったゲート前のトレーラーの渋滞は、運用後にはほぼ解消できた。また、トレーラーの各ゲート到達までの時間が平均で6分の短縮、また、繁閑の差による所要時間の波動を44分から7分に抑えられ、時間信頼性の向上を

確認した。

運転手、事業主のアンケートからは、集中管理ゲートに迂回するため走行距離は長くなるものの、時間短縮効果を評価する声が約7割あった。

数値シミュレーションからは、ふ頭内を走行するトレーラーの走行距離は平均2.2kmの増加するものの、1台当たりの平均所要時間は6分程度短縮し、各ターミナル前の滞留長の減少も確認できた。また、シミュレーションをもとにした費用対便益分析において、費用便益比 (B/C) =1.39と、社会的な効用があることを確認した。

これらの効果が得られた要因として、①NUTSにより運送事業主及び運転手に対する統一的な対応が取れたこと、②集中管理ゲートの設計段階から多方面の関係者の意見を取り入れてきたこと、③試験運用するターミナルを段階的に拡大し運転手の慣熟期間を設けたこと、④集中管理ゲートの効果を直接的に感じるにより、関係者間の協力・信頼関係の醸成ができたことが考えられる。

反省点としては、集中管理ゲートへ行き来する交通量が臨港道路の交通容量を超え、渋滞を引き起こす場合もあった。集中管理ゲートの周辺道路の交通容量も併せてふ頭内交通の効率化を見る視点が重要である。

(2) 今後の取り組み

集中管理ゲートは平成29年度末に試験運用を終えた。施設は、地元企業に売払され、引き続き運営されている。今後は、地元企業がより効率的な運営ができるよう、支援を継続する予定である。

また、本検証で得られた知見や成果を「コンテナターミナルゲートの効率化の手引き」として取りまとめた。同じ課題を抱えた港湾やオペレーターに集中管理ゲートによる混雑改善を周知していく予定である。また海外ではゲート前混雑に苦しむ多くの港湾がある。集中管理ゲートを海外インフラ輸出の技術要素として、海外の港湾への展開することも期待する。

謝辞：本検証は、名古屋港運協会、名古屋港管理組合の協力のもと実現した。厚く御礼申し上げる。並びに、効果の検証のご指導を賜った「名古屋港飛島ふ頭物流効率化検討委員会」の委員各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 和田尚久, 土田真也: 名古屋港における港湾物流効率化に向けた取り組み—集中管理ゲートによる渋滞解消—, 平成25年度国土技術研究会。
- 2) 山中育雄: 次世紀への港湾荷役, IT革命時代の港湾 (その5) 名古屋統一ターミナルシステム (NUTS), 港湾荷役第46巻5号, p545-550, 港湾荷役機械化協会, 2001。
- 3) 元野一生, 古市正彦, 瀬木俊輔 [2016], “コンテナ・ターミナルにおけるゲート混雑対策の効果的な運用に関する考察”, 運輸政策研究, Vol.19, No.3, 2016, Autumn.