

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.853

June 2015

コンテナターミナルにおける保安検査の影響と ゲート通過の円滑性確保に関する研究

里村 大樹・水谷 雅裕・鈴木 武

Study of the Influence of Security Checking to Ensure Smooth
Passage through Gates at Container Terminals

SATOMURA Daiki, MIZUTANI Masahiro, SUZUKI Takeshi

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

コンテナターミナルにおける保安検査の影響と ゲート通過の円滑性確保に関する研究

里村 大樹*・水谷 雅裕**・鈴木 武***

要 旨

近年、海上輸送・港湾分野において保安対策が強化されている一方、港湾のコンテナターミナルではゲート処理の時間短縮が課題となっている。そうした中、2014年7月1日から三点確認が義務化された。

本研究では、三点確認義務化によりコンテナターミナルのゲート前の渋滞悪化が懸念されたため、その現状を確認するための現地調査を行った。また、今後、保安対策が強化された場合におけるゲート処理の円滑性確保策を検討した。現地調査を行ったコンテナターミナルでは、三点確認義務化による渋滞の悪化は確認されなかった。保安対策が強化されてコンテナ搬入の処理時間が仮に5分長くなる場合を想定した待ち行列のシミュレーションを行った結果、現状のままではオーバーフローするが、ゲート処理を二段階に分ける多段化を行うこと等でオーバーフローを回避でき、ゲートイン処理が効率化できる可能性があることがわかった。

キーワード：保安対策強化、コンテナターミナル、多段型待ち行列、ゲート通過の円滑性確保

*沿岸海洋・防災研究部主任研究官
**沿岸海洋・防災研究部危機管理研究室長
***沿岸海洋・防災研究部長
〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所
電話：046-844-5033 Fax：046-844-5068 e-mail: satomura-d86rd@mlit.go.jp

Study of the Influence of Security Checking to Ensure Smooth Passage through Gates at Container Terminals

SATOMURA Daiki*
MIZUTANI Masahiro**
SUZUKI Takeshi***

Synopsis

In recent years, processing capacity at container terminals of the ports has been tight while security measures have been strengthened in maritime transport and port areas. Meanwhile, the three-item check (checks on the ID, organization and purpose of entrance) was made mandatory on July 1, 2014.

In this study, because of concern regarding aggravation of congestion by the three-item check, I surveyed the actual situation at the container terminals. At the surveyed terminal, aggravation of processing congestion by the three-item check was not confirmed.

If strengthening security measures increased the time required to process in-coming container trailers by five minutes, the present gate state would overflow. But multi-staging the gating process could prevent overflow, permitting processing within a day. It was confirmed that introducing the multi-staging gating process could achieve more efficient gating processes.

Key Words : strengthening port security, container terminal, multi-stage queue, ensuring smooth passage through gates

* Senior Researcher of Coastal, Marine and Disaster Prevention Department
** Head of Disaster and Emergency Management Division, Coastal, Marine and Disaster Prevention Department
*** Director of Coastal, Marine and Disaster Prevention Department
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan
Phone : +81-46-844-5033 Fax : +81-46-844-5068 e-mail:satomura-d86rd@mlit.go.jp

目 次

1. はじめに	1
2. 現地調査による実態把握	1
2.1 ゲートイン手続き処理時間	1
2.2 待機列長	2
2.3 三点確認の所要時間	2
2.4 トレーラーの到着台数, 到着時間帯	2
2.5 現地調査まとめ	4
3. ゲート処理の円滑性確保策に関する検討	4
3.1 シミュレーションの手法, 計算条件	5
3.2 ゲートイン手続き処理の多段化	6
3.3 ゲート数配分を変更した専用ゲート方式の多段モデル	7
3.4 共用ゲート方式の多段モデル	8
3.5 1段目のスキップ	10
3.6 結果の検討と円滑性確保策の課題	10
4. まとめ	12
謝辞	12
参考文献	12
付録	13

1. はじめに

2001年のアメリカ合衆国同時多発テロを契機として、海上輸送・港湾分野において保安対策が強化されている。一方、多くのコンテナターミナルでは処理能力が逼迫している。このような状況下において、前回の国総研資料No.797執筆以降のコンテナ貨物のセキュリティや物流効率化に関する動きとして、以下のものが挙げられる。

- 三点確認義務化（2014年7月1日）

三点確認とは、国際港湾施設の保安を確保するため、埠頭保安規程の承認を受けた国際埠頭施設の制限区域に人又は車両が立ち入る際に、本人確認、所属確認、立入目的の確認を行うこと。重要国際埠頭施設（コンテナターミナル等）のゲートにおいて、三点確認の100%実施が義務づけられている（2010年3月31日付告示）。

- 出入管理情報システム本格運用開始¹⁾（2015年1月1日）

出入管理情報システムとは、三点確認を確実にかつ円滑に実施するため、国土交通省港湾局が導入を推進しているシステム。カードリーダーでPSカードを読み取ること等により、制限区域への人の出入りを管理する。

- 100%スキャン実施の2年延期²⁾

100%スキャンとは、全てのアメリカ合衆国向けコンテナ貨物に対し輸出側（仕出港）でX線による検査と放射線検知を求めるアメリカ合衆国の施策。2007年の法律に基づき、当初は2012年7月1日開始を予定していたが、開始時期が2012年に2年延期され、2014年に再度2年延期された。

- NEAL-NETサービス開始³⁾（2014年8月）

NEAL-NET（北東アジア物流情報サービスネットワーク）とは、荷主や物流事業者が日中韓各国の主要港におけるコンテナ物流情報をタイムリーかつ効率的に把握できるようにするため、コンテナ物流情報の共有を行う取り組み。日本のColins（コンテナ物流情報サービス）、中国のLOG-INK、韓国のSP-IDCの各国のコンテナ物流情報システムを接続する。

この中で、特に三点確認義務化によるコンテナターミナル前の渋滞悪化が懸念されたため、本研究では、その状況を確認するため渋滞状況等の実態を現地調査した。また、インゲート部を対象とした待ち行列のシミュレーションを行い、今後、保安対策が強化された場合におけるゲート通過の円滑性確保策を検討した。

2. 現地調査による実態把握

1. で述べた通り、2014年7月1日から、SOLAS条約に対応

した国内法である国際航海船舶及び国際港湾施設の保安の確保等に関する法律（以下、国際船舶・港湾保安法）に基づく重要国際埠頭施設の出入管理の一環として、三点確認が義務化された。本研究では国内のコンテナターミナルにおいて、三点確認の義務化に伴う影響の実態を把握するために、現地調査を行った。ゲートイン手続きの処理時間は2014年10月に1回、待機列長は同6月、10月、11月に各1回、コンテナトレーラー（以下、トレーラー）到着台数と到着時間帯は同10月と11月に各1回、三点確認の所要時間は同9月に1回調査した。調査体制の都合により、各項目で調査日が異なるものがあるが、同じ月であれば調査日は同じである。なお、調査したターミナルでは、コンテナ搬入で車線が分かれている。コンテナ搬入トレーラー用はターミナルのゲートから200mまでは6車線、200mから550mまでは2車線、それ以遠は1車線である。コンテナ搬出のトレーラー用は、ゲートから200mまでが3車線、200mから400mまでは2車線、以遠は1車線である。

2.1 ゲートイン手続き処理時間

ゲートイン手続きの処理時間とは、トレーラーがゲート

表-2.1 作業内容別ゲートイン手続き処理時間

処理時間	F/I	E/I	F/O	E/O
～60秒	1	0	135	0
～120秒	19	0	176	3
～180秒	27	6	18	2
～240秒	20	5	4	2
～300秒	17	13	2	0
～360秒	12	18	1	0
～420秒	6	7	3	0
～480秒	1	4	0	0
～540秒	2	1	0	0
～600秒	2	2	0	0
601秒～	1	6	0	0
計	108	62	339	7
平均	225.0秒	362.0秒	77.9秒	161.3秒

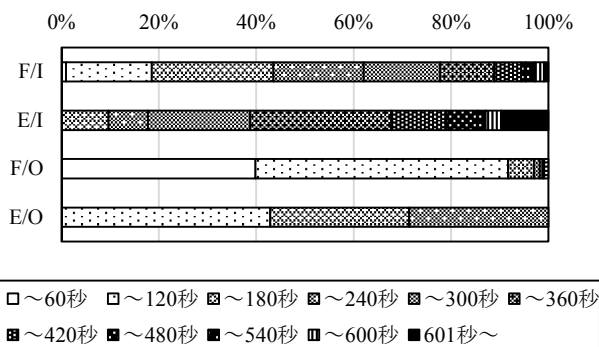


図-2.1 作業内容別ゲートイン手続き処理時間

入って停車してから、コンテナヤード内に向けて移動し始めるまでの、ゲートイン手続きにかかる時間である。作業内容別ゲートイン手続き処理時間を表-2.1、図-2.1に示す。作業内容とは、実入りコンテナ搬入(F/I)、空コンテナ搬入(E/I)、実入りコンテナ搬出受付(F/O)、空コンテナ搬出受付(E/O)のことである。平均処理時間は、F/Iが225.0秒、E/Iが362.0秒、F/Oが77.9秒、E/Oが161.3秒であった。調査したトレーラー台数は、F/Iが108台、E/Iが62台、F/Oが339台、E/Oが7台であった。

コンテナターミナル入口（ゲート）では、コンテナナンバー、コンテナサイズ、搬出入可否等の書類・システム登録情報・コンテナ現物のチェックに加え、F/Iでは外観チェック、E/Iでは外観・内装のチェックが行われる。チェックの結果、もしダメージ等があれば、F/Iであれば荷主、E/Iであればコンテナ所有者（通常は船社）に連絡して、対応の確認が必要となる場合がある。E/Iは外観に加えて内装もチ

ェックするため、E/Iの処理時間が最も長くなる結果となった。

2.2 待機列長

待機列長とは、コンテナターミナルへ入構待機しているトレーラーの列（待機列）の長さである。待機列最後尾の位置を記録して地図よりゲートからの距離を読み取り、複数の車線がある場合、例えば2車線で100mであれば、待機列長は200mとした。調査対象ターミナルでの待機列長調査結果を表-2.2、図-2.2に示す。搬入トレーラーの待機列長の最大値は、三点確認義務化前の6月が3,370m、完全実施後の10月が3,350m、11月が2,800mであった。ターミナルオペレーターにヒアリングした結果、6月と10月の各調査日では同程度、11月は7割程度のトレーラー台数だった。調査ターミナルはトランスファークレーン方式の荷役で、各調査日の調査時間中に本船荷役はなかった。

表-2.2 調査対象ターミナルでの待機列長（単位：m）

時刻	2014/6		2014/10		2014/11	
	搬入	搬入	搬入	搬出	搬入	搬出
8:30	-	2,760	1,000	2,410	700	
9:00	-	3,350	150	2,580	0	
9:30	2,950	3,120	150	1,600	0	
10:00	-	3,100	300	900	0	
10:30	2,730	2,700	150	420	0	
11:00	-	2,650	60	300	0	
11:30	2,610	2,350	120	1,400	60	
12:00	2,450	2,550	300	1,800	150	
12:30	-	2,550	0	2,400	150	
13:00	2,610	2,000	0	2,650	0	
13:30	-	1,900	0	2,800	0	
14:00	-	1,780	90	2,390	90	
14:30	3,030	1,660	90	2,180	0	
15:00	-	1,990	450	2,210	300	
15:30	3,370	2,850	1,000	1,800	150	
16:00	2,950	3,200	300	1,400	0	
16:30	2,730	3,200	0	900	0	

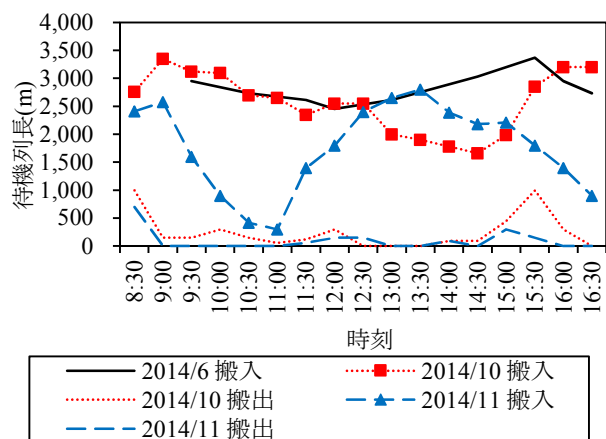


図-2.2 調査対象ターミナルでの待機列長

2.3 三点確認の所要時間

三点確認の所要時間は、重要国際埠頭施設の管理者が行う出入管理の一環として、トレーラーのドライバーに対してターミナルゲート入口において行われる三点確認にかかる時間である。三点確認の方法は、現地調査では以下の2パターンが確認できた。

- a) ドライバーがPSカードを所持しており、PSカードで三点確認を行う
- b) ドライバーがPSカードを所持しておらず、運転免許証や社員証、搬出入票等により三点確認を行う

調査結果を表-2.3、図-2.3に示す。調査したトレーラーは319台で、所要時間の全体平均は5.9秒であった。PSカード所持・非所持それぞれの平均所要時間を見ると、PSカードを所持していたトレーラーが276台(87%)で5.3秒、非所持のトレーラーが43台(13%)で9.9秒であった。調査対象は到着トレーラーの全数ではなく、搬出入でチェッカー（確認者）が異なるため、どちらかしか計測できなかった。非所持のトレーラーの方が所要時間は長いので、PSカード所持率は、87%より実際は高かったと考えられる。

2.4 トレーラーの到着台数、到着時間帯

トレーラーが待機列の最後尾に到着した台数と時間帯を調査した結果を表-2.4、表-2.5、図-2.4、図-2.5に示す。コンテナ（搬入はトレーラーが運搬していたコンテナ、搬出はシャーシの対応可能なコンテナ）サイズ別に集計している。表中の「その他」はトラクタヘッドや乗用車等での順番待ち（場所取り）と考えられる車両である。なお、接近すれば実入りコンテナと空コンテナはシールの有無で

判別できるが、走行中のトレーラーに接近することは危険なため、実入り・空のどちらであるかは計測しなかった。

トレーラー到着台数は、10月の搬入が481台、搬出が739台、11月の搬入が377台、搬出が712台であった。コンテナ搬入では10月は午後にピーク、11月は午前にピークがある。コンテナ搬出では、到着パターンは10月と11月で大きく変わらない。

表-2.3 三点確認所要時間

	PSカード所持	PSカード非所持	全体
～5秒	171	17	188
～10秒	69	13	82
～15秒	30	7	37
～20秒	5	2	7
～25秒	1	0	1
～30秒	0	3	3
31秒～	0	1	1
計	276	43	319
平均	5.3秒	9.9秒	5.9秒

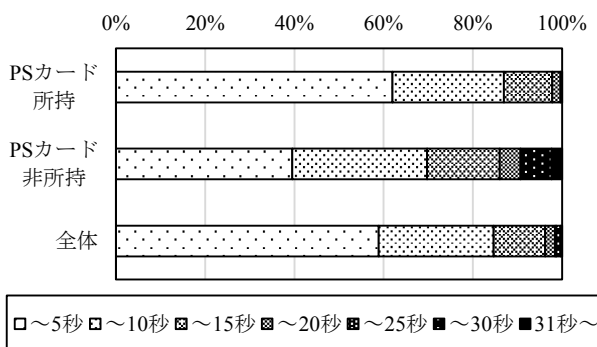


図-2.3 三点確認所要時間

表-2.4 搬入トレーラーの到着台数 (コンテナサイズ別)

時間帯	10月			11月		
	20ft	40ft	その他	20ft	40ft	その他
8:30-8:59	5	15	0	0	7	0
9:00-9:29	10	24	0	4	10	0
9:30-9:59	13	11	0	3	11	0
10:00-10:29	4	14	0	5	14	0
10:30-10:59	13	13	0	11	16	0
11:00-11:29	6	16	0	18	38	0
11:30-11:59	11	15	0	9	28	0
12:00-12:29	6	17	0	1	22	0
12:30-12:59	8	13	0	5	18	1
13:00-13:29	9	16	1	5	14	0
13:30-13:59	4	22	0	8	13	1
14:00-14:29	17	30	0	3	17	1
14:30-14:59	6	39	0	4	22	0
15:00-15:29	18	37	0	5	11	1
15:30-15:59	7	29	0	6	21	0
16:00-16:29	14	16	2	4	20	0
計	151	327	3	91	282	4

表-2.5 搬出トレーラーの到着台数 (コンテナサイズ別)

時間帯	10月			11月		
	20ft	40ft	その他	20ft	40ft	その他
8:30-8:59	3	26	0	5	13	0
9:00-9:29	6	36	0	5	23	0
9:30-9:59	11	32	0	9	38	0
10:00-10:29	17	43	0	9	32	0
10:30-10:59	6	35	0	11	33	0
11:00-11:29	13	40	0	14	52	0
11:30-11:59	18	36	0	8	37	0
12:00-12:29	13	22	0	8	25	0
12:30-12:59	1	30	0	11	18	0
13:00-13:29	12	24	0	13	30	0
13:30-13:59	14	43	0	14	42	0
14:00-14:29	11	41	0	15	30	0
14:30-14:59	25	42	0	14	42	0
15:00-15:29	23	30	0	17	40	1
15:30-15:59	13	28	0	11	49	0
16:00-16:29	15	30	0	13	30	0
計	201	538	0	177	534	1

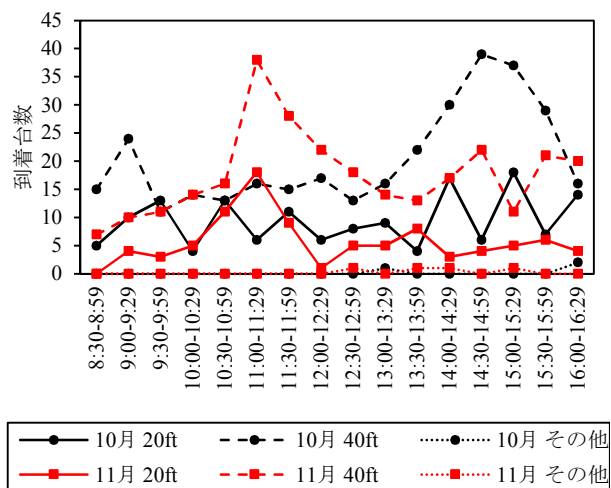


図-2.4 搬入トレーラー到着台数 (コンテナサイズ別)

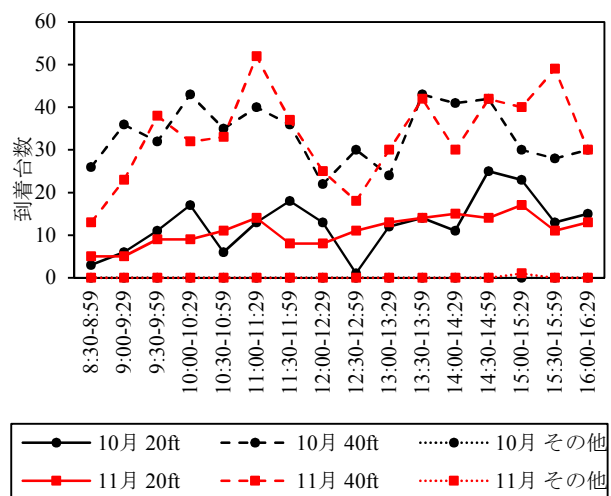


図-2.5 搬出トレーラー到着台数 (コンテナサイズ別)

2.5 現地調査まとめ

現地調査を行ったターミナルでは、待機列長の最大値を見ると、三点確認義務化前後で大幅な待機列長の増加はなく、三点確認による渋滞の悪化は確認されなかった。PSカードが普及しており、ゲートイン手続き処理時間（平均144.0秒）に比べ三点確認所要時間（平均5.9秒）が短いと考えられる。三点確認の所要時間の調査日は、ゲートイン手続き処理時間、待機列長、トレーラー到着台数・時間帯と異なるが、三点確認所要時間が短いことと、ゲートイン処理と三点確認が分離されて独立した処理であることから、三点確認所要時間の調査日が異なることが他の項目の調査結果に影響は及ぼしていないと考えられる。なお、ターミナル側にヒアリングした結果、三点確認のため多少の人員増加とならざるをえないとの回答であった。三点確認にかかる時間が短いため、現在は数レーンに1名のチェッカー（確認者）の配置だが、もっと時間がかかる場合、さらなる人員増になる可能性がある。

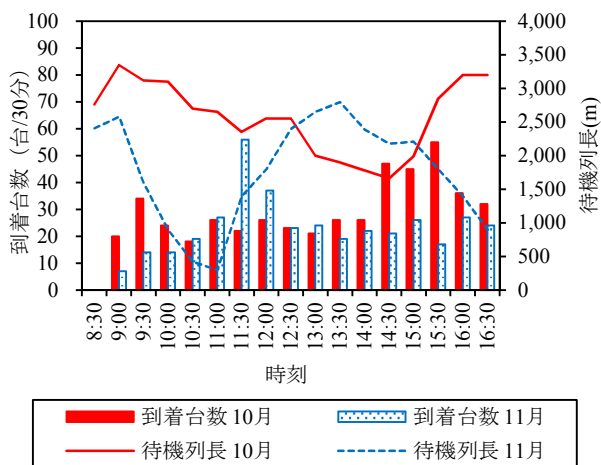


図-2.6 トレーラー到着台数と待機列長（搬入）

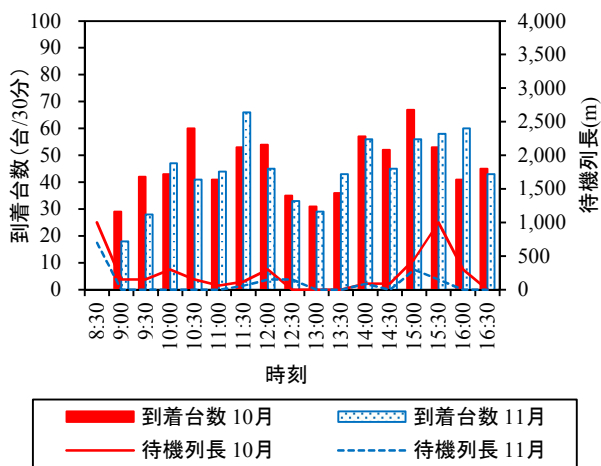


図-2.7 トレーラー到着台数と待機列長（搬出）

待機列長とトレーラーの到着台数・時間帯から、搬入は到着台数が多い時間帯に待機列長が増加する傾向があるが、搬出では到着トレーラーが多い時間帯でも待機列長は必ずしも増加しない（図-2.6, 図-2.7）。ゲートイン手続き処理時間が、搬入では比較的長いとためと考えられる。通常、陸送業者がターミナルにコンテナを搬出入できる期間は数日あり、その中でいつトレーラーに搬出入に行かせるかは、荷主が判断し、その依頼を受けて海貨業者が陸送業者に指示している。10月と11月で搬入トレーラーの到着パターンが異なる理由の一つと考えられる。

3. ゲート処理の円滑性確保に関する検討

以下のゲート処理円滑性確保に関する検討は、横浜港本牧ふ頭BCコンテナターミナル（以下、BCターミナル）を対象に行ったものである。BCターミナルにおける現地調査、現状再現計算等については既報⁶⁾を参照されたい。本資料では、既報⁷⁾で得られた作業内容（既報⁷⁾では処理種類と表記）別到着台数、時刻を入力条件として、トレーラーの系内数、滞在時間をシミュレーションにて計算し、ターミナルのゲートにおける円滑性確保策を検討した。作業内容別のトレーラー到着台数を表-3.1に示す。系内数とはターミナルの待機列最後尾に到着してからゲートイン手続きを終えるまでのトレーラーの数、滞在時間とは系内に

表-3.1 作業内容別トレーラー到着台数

時間帯	F/I	E/I	F/O	E/O	計
5:00-5:29	16	6	10	5	37
5:30-5:59	17	6	9	6	38
6:00-6:29	16	8	7	9	40
6:30-6:59	16	9	7	10	42
7:00-7:29	19	6	16	3	44
7:30-7:59	13	13	9	10	45
8:00-8:29	22	8	7	11	48
8:30-8:59	19	11	17	6	53
9:00-9:29	36	19	12	15	82
9:30-9:59	41	17	9	20	87
10:00-10:29	43	18	12	13	86
10:30-10:59	44	23	15	18	100
11:00-11:29	58	21	12	13	104
11:30-11:59	58	22	7	7	94
12:00-12:29	44	30	6	8	88
12:30-12:59	21	10	11	6	48
13:00-13:29	23	13	9	10	55
13:30-13:59	25	17	12	7	61
14:00-14:29	49	20	27	17	113
14:30-14:59	52	28	21	14	115
15:00-15:29	52	20	22	22	116
15:30-15:59	45	19	22	12	98
16:00-16:29	46	18	38	21	123
16:30-16:59	16	19	14	10	59
17:00-17:29	10	16	11	9	46
計	801	397	342	282	1,822

滞在した時間である。待機列からゲートへの移動時間10秒を含むが、インゲートを対象としているので、コンテナヤード内での荷役時間等は含まない。系内数、滞在時間は待ち行列理論の用語である^{8) 9)}。既報^{6) 7)}で指標とした数値は待ち台数と待ち時間であったが、本論文では、多段型待ち行列モデル^{8) 9)}（以下、多段モデル）に対応させるため、系内数と滞在時間を指標とした。待ち時間と滞在時間の関係は図-3.1に示す通りである。

本資料では、将来、保安対策が強化されてゲートイン手続きの処理時間が増える場合（以下、保安強化）の、系内数、滞在時間を計算した。この「保安強化」とは、国際船舶・港湾保安法における国際海上輸送保安指標の保安レベルを上げるのではなく、100%スキャン等の追加の保安対策が採られることを想定したものである。保安強化の計算条件として、コンテナのX線検査が追加で行われ、コンテナ搬入の処理時間が現状より5分長くなる場合を想定した。車載式のX線検査では、最も詳細に検査する場合の検査車両の移動速度が0.5 km/hであり（参考：ポニー工業製後方散乱X線検査装置）、40 ftコンテナの側面を検査するためには1.5分かかる。一面の検査に1.5分、逆の側面への移動に1分、残った側面の検査に1.5分、次のトレーラーへの移動時間を1分として、1台あたりの追加処理時間を5分と設定した。

3.1 シミュレーションの手法、計算条件

多段モデルの待ち行列計算のフローチャートを図-3.2～図-3.6に示す。シミュレーションモデルは既報^{6) 7)}で用いたモデルを多段モデルに対応できるように改良したものである。既報のモデルはタイムドリブン型であったが、本資料では計算時間短縮のためイベントドリブン型に変更した。待ちが許されない損失系ではなく、サービス（ゲートでの手続き）は先着順とし、優先はないとする⁸⁾。また、一旦並んだトレーラーは他の列が短くなって並び替える「鞍替え」はせず、一旦並んだトレーラーが途中で立ち去るあるいは並ぶのを諦める「妨害」もないとする⁸⁾。本資料では図-3.2の計算終了時刻は24:00とし、それまでに全

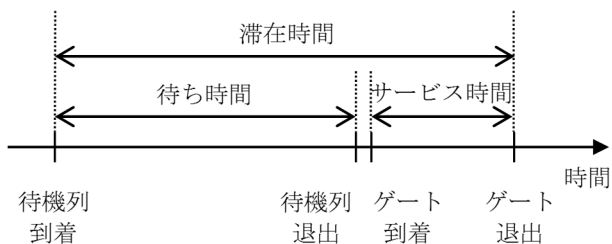


図-3.1 待ち時間と滞在時間

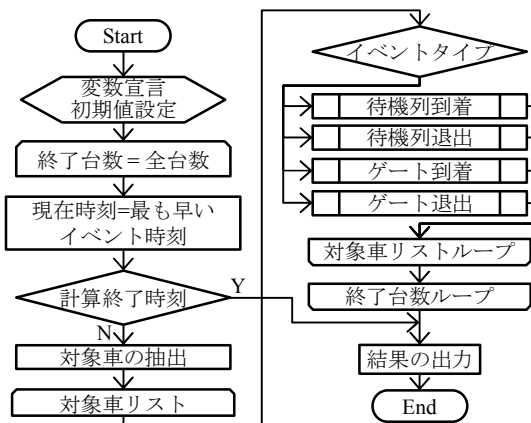


図-3.2 待ち行列計算のフローチャート

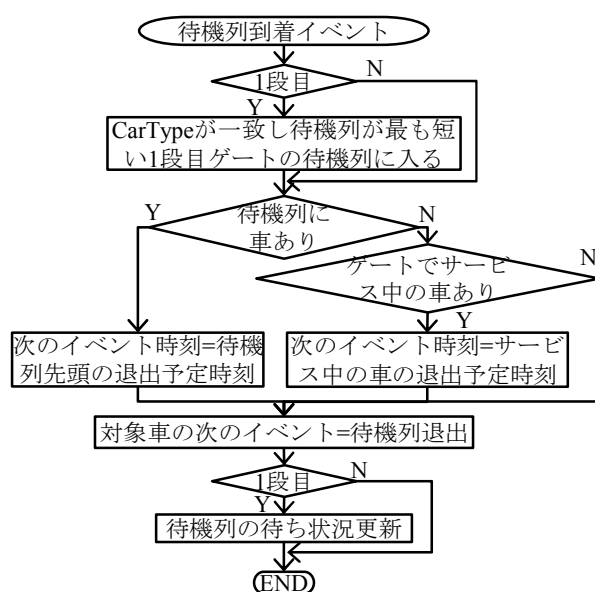


図-3.3 待機列到着イベントのフローチャート

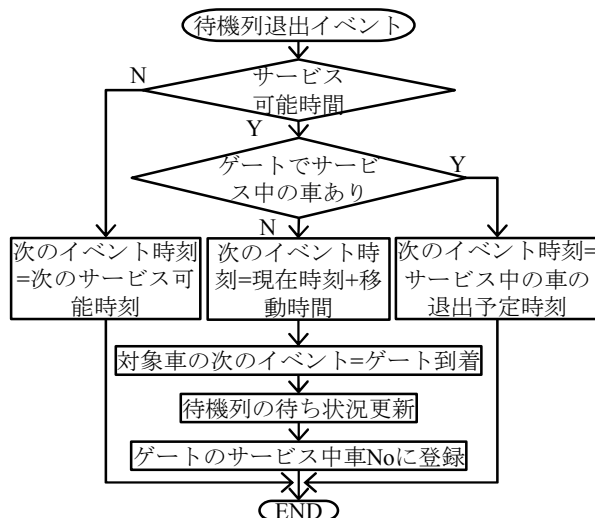


図-3.4 待機列退出イベントのフローチャート

でのトレーラーのゲートイン手続きが完了しない場合は「オーバーフロー」と判定した。なお、現実のターミナルオペレーションでも、ターミナルのゲートクローズ時刻までに並んだトレーラーに対しては、ゲートクローズ時刻を過ぎても入構させて荷役する対応を行っており、この時点でモデルとの齟齬はない。ゲートクローズ時刻は、平日は16:30のターミナルが多い。実際にオーバーフローした事例は把握していない。図-3.3及び図-3.6のCarTypeは作業内容である。

3.2 ゲートイン手続き処理の多段化

保安強化、現状のゲート数配分のケース（PGケース）の計算結果は既報⁶⁾⁷⁾とほぼ同じであるため割愛するが、F/Iがオーバーフローした。無論、ゲート数を増やせば処理は可能となるが、用地・コスト等の問題から難しいことが多い。そのため、保安強化の計算条件でも、ゲートの総数を変えずにオーバーフローを回避できるゲートイン手続きの処理方法（円滑性確保策）を検討した。

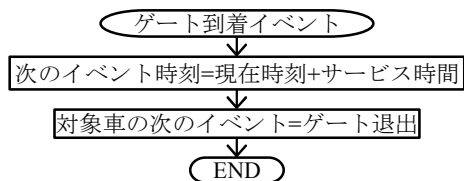


図-3.5 ゲート到着イベントのフローチャート

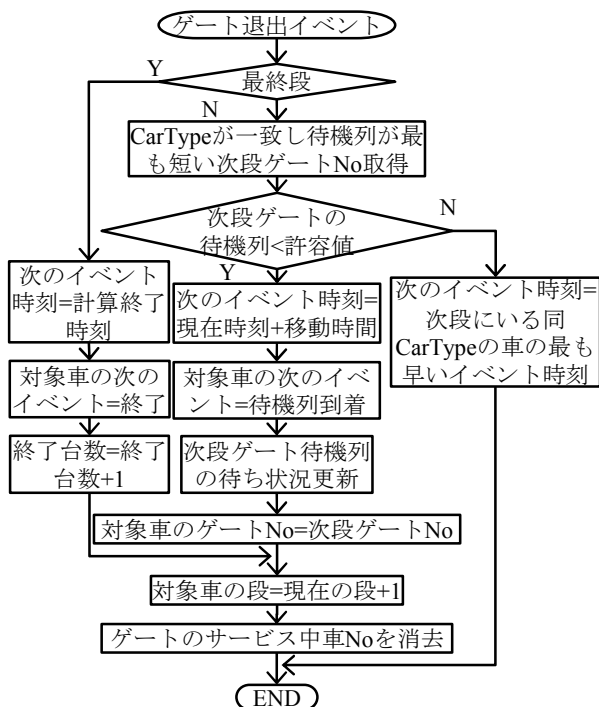


図-3.6 ゲート退出イベントのフローチャート

円滑性確保策として、元々のゲートイン手続きと追加処理を分ける方法（以下、多段化）が考えられる。多段（2段）モデルの概念図を図-3.7に示す。図中に○で示したトレーラーは図の左側から到着して待機列に並び、1段目のゲートでサービス（ゲートイン手続き）を受け終わったら2段目の待機列に移動する。2段目待機列の許容値いっぱいまでトレーラーがいる場合は、1段目ゲートでのサービスを終わっても2段目ゲートへ移動できずにそのまま1段目ゲートで待つ。2段目のゲートでサービスを受け終われば、この待ち行列系から退出する。2段目の待機列の許容値は1台に設定したが、10台に設定しても、本資料の計算条件では、系内数、滞在時間の計算結果は変わらなかった。本研究では元々のゲートイン手続き処理を2段目として、1段目に保安強化での追加処理を置いた。現実のレイアウトで考えると、このモデルはターミナルのゲート直前でX線検査を行い、その後ゲートイン手続きを行うことを想定したものである。計算では、1段目のゲートから2段目の待機列への移動時間15秒を考慮した。保安強化で現状のゲート数配分と同じゲート数配分の多段モデルのケース（MSQケース）の各段のゲート数、処理時間を表-3.2に示す。

参考までに、MSQケースとの比較対象として、既報⁶⁾⁷⁾で検討した1段の円滑性確保策の概略を示す。既報⁶⁾⁷⁾では1段の処理を対象としているので、ゲートイン手続き処理時間に、そのまま追加の処理時間が加算された場合を想定した。現状のゲートオペレーションでは、作業内容ごとにゲートが分かれており、トレーラーは作業内容に応じて並ぶ待機列が異なる。以下、この処理方法を専用ゲート方式

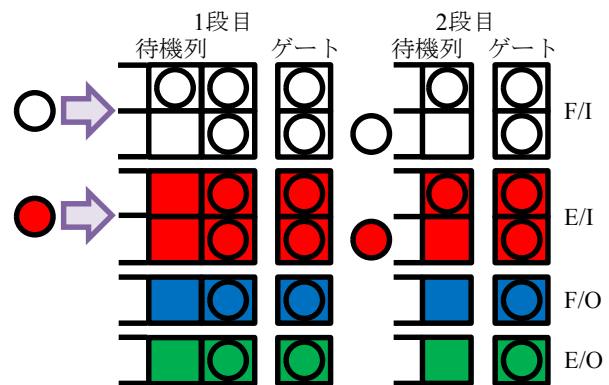


図-3.7 多段（2段）モデル概念図

表-3.2 MSQ ケースのゲート数、処理時間（分）

	F/I	E/I	F/O	E/O	全体
1 段目ゲート数	6	5	3	3	17
1 段目処理時間	5	5	0	0	-
2 段目ゲート数	6	5	3	3	17
2 段目処理時間	2	4	1	1	-

という。PGケースは専用ゲート方式である。一方、これとは異なるゲート処理の方法として、トレーラーが作業内容によらず待機列に並び、ゲートではどのトレーラーでも処理する方法が考えられる。以下、この処理方法を共用ゲート方式という。2つの処理方法の概念図を図-3.8に示す。多段モデルの概念図(図-3.7)と同様、トレーラーは図の左側から到着して待機列に並び、ゲートが空いたら(ゲートでサービスを受け終えたトレーラーが退出したら)到着順にゲートに入ってサービスを受ける。専用ゲート方式では、

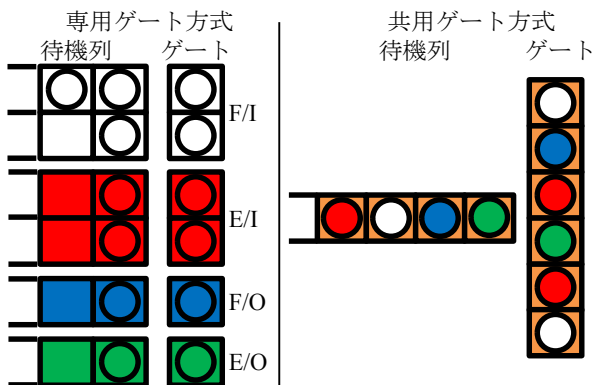


図-3.8 専用ゲート方式と共用ゲート方式の概念図(1段)

表-3.3 PG ケース, SG ケース, EG2 ケースのゲート数配分, 処理時間(分)

ケース	F/I	E/I	F/O	E/O	全体
PG ゲート数	6	5	3	3	17
SG ゲート数	17				17
EG2 ゲート数	9	6	1	1	17
処理時間	7	9	1	1	-

表-3.4 保安強化の4ケースでの平均滞在時間(分)

ケース	F/I	E/I	F/O	E/O	全体
PG	-	212.3	27.3	25.5	-
SG	148.9	150.8	144.5	139.6	147.1
EG2	175.9	147.3	42.3	36.0	122.9
MSQ	210.6	52.3	27.7	25.9	113.2

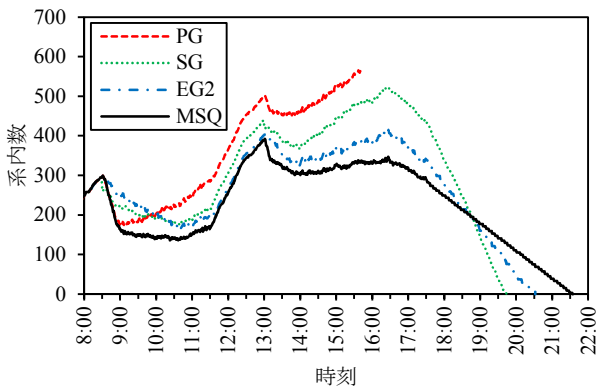


図-3.9 保安強化の4ケースでの系内数

作業内容が異なるゲートでサービスを受けることはできない。前述の通り保安強化で専用ゲート方式のゲート数配分が現状のまま(PGケース)ではF/Iがオーバーフローするため、専用ゲート方式のゲート数配分を変更してF/Iを9, E/Iを6, F/O, E/Oをそれぞれ1としたケース(EG2ケース)を検討した。1段の保安強化で、専用ゲート方式の現状のゲート数配分(PGケース), 共用ゲート方式(SGケース), ゲート数配分を変更した専用ゲート方式(EG2ケース)のゲート数配分, 処理時間を表-3.3に示す。なお, ここでは多段モデルの計算において, 1段目の処理時間が0のF/O, E/Oも1段目を通して計算した。F/O, E/Oが1段目を通してない場合の検討は3.5に示す。

保安強化での4ケースのシミュレーション結果の平均滞在時間を表-3.4に, 系内数を図-3.9に示す。MSQケースの作業内容別系内数は付録Aに示す。PGケース, SGケース, EG2ケースの作業内容別待ち台数は既報⁷⁾を参照されたい。PGケースはオーバーフローし, SGケース, EG2ケースはオーバーフローしないことは既報^{6) 7)}の通りであるが, MSQケースもオーバーフローしなかった。これは, 多段化することによりゲート処理が効率化できる可能性を示唆している。系内数の最大値はMSQケースが最も小さく, 平均滞在時間も最も短かった。一方, 全てのトレーラーがゲートイン手続きを終了する時刻(以下, 処理終了時刻)は1段の処理であるSGケース, EG2ケースより遅かった。ゲート数配分が現状と同じになっていることで, ゲートオープンからある程度経過して到着トレーラーが少ない時間帯には, F/O, E/O用のゲートに, サービス中, 移動中, 待機中のトレーラーがないゲート(空きゲート)が生じたためである。

3.3 ゲート数配分を変更した専用ゲート方式の多段モデル

3.2では現状のゲート数配分のまま, ゲート処理を多段化させた計算を行ったが, 多段モデルでもゲート数の配分を変更することで, 更にゲート処理が効率化することが考えられる。作業内容別にトレーラー台数, 処理時間が異なるため, 以下の条件でゲート数配分を検討した。

(1) 全ての段で同数のゲート数配分

表-3.5に示すCase A~Case Dの4ケースでシミュレーションを行った。計算結果を表-3.6, 図-3.10に示す。以下の各計算ケースを含め, 作業内容別系内数は付録Aに示す。表-3.6より, 平均滞在時間はCase B, Case A, Case C, Case Dの順に短い。図-3.10より, 系内数の最大値は平均滞在時間と同じ順に小さく, 処理終了時刻も平均滞在時間と同じ順に早い。平均滞在時間に着目すれば, 全ての段でゲート数を同数にする多段モデルでは, Case B(50.5分)が最も

効率的なゲート数配分となった。Case Bでは3.2のMSQケース(113.2分)に比べ、平均滞在時間は55%減少した。

(2) それぞれの段でゲート数配分を変更

保安強化の多段モデルでは、段によって処理時間が異なるため、それぞれの段で最も効率的なゲート数配分が異なる可能性がある。そこで、それぞれの段でゲート数配分を変更した、表-3.7に示す16ケースでシミュレーションを行った。1段目と2段目でゲート数が等しくなるCase 1, 6, 11, 16は、(1)のCase A, B, C, Dと同じである。

計算結果を表-3.8, 図-3.11に示す。表-3.8より、平均滞在時間はCase 6, Case 10, Case 14, Case 2の順に短い。図-3.11より、系内数の最大値はCase 2, Case 6, Case 10, Case 14が同数であり、処理終了時刻もCase 2, Case 6, Case 10, Case 14が同時刻である。平均滞在時間に着目すれば、それぞれの段でゲート数配分を変更する多段モデルでは、Case 6が最も効率的なゲート数配分となった。結果的に(1)と(2)の、最も平均滞在時間が短くなるゲート数配分は同じであった。以降においてCase B = Case 6を専用ゲート方式の多段モデルの代表として扱う(MSQ-EGケース)。

Case 2, Case 6, Case 10, Case 14のゲート数配分は1段目

表-3.5 ゲート数配分を変更した専用ゲート方式多段モデルのゲート数配分(全段同数)

	F/I	E/I	F/O	E/O
Case A	11	4	1	1
Case B	10	5	1	1
Case C	9	6	1	1
Case D	8	7	1	1

表-3.6 ゲート数配分を変更した専用ゲート方式多段モデルの平均滞在時間(全段同数)

	F/I	E/I	F/O	E/O	全体
Case A	47.3	101.0	42.7	36.4	56.4
Case B	57.9	52.3	42.7	36.4	50.5
Case C	84.2	44.2	42.7	36.4	60.3
Case D	116.8	40.9	42.7	36.4	73.9

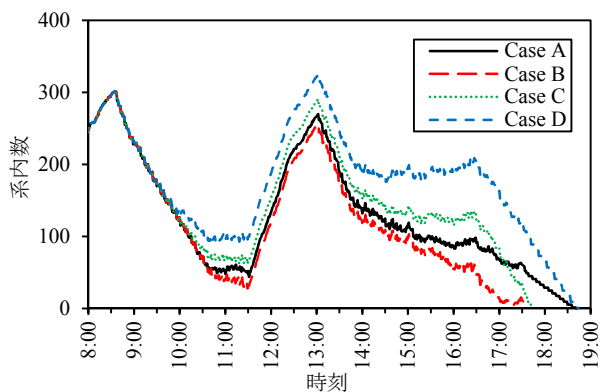


図-3.10 ゲート数配分を変更した専用ゲート方式多段モデルの系内数(全段同数)

が同じで2段目は異なるが、この4ケースは平均滞在時間がほとんど等しい。本資料で使用した多段モデルの計算で入力値としたトレーラーの到着台数や到着パターン、処理時間の条件下では、1段目のゲート数配分を変更する方が2段目のゲート数配分を変更するより平均滞在時間が大きく変化した。

3.4 共用ゲート方式の多段モデル

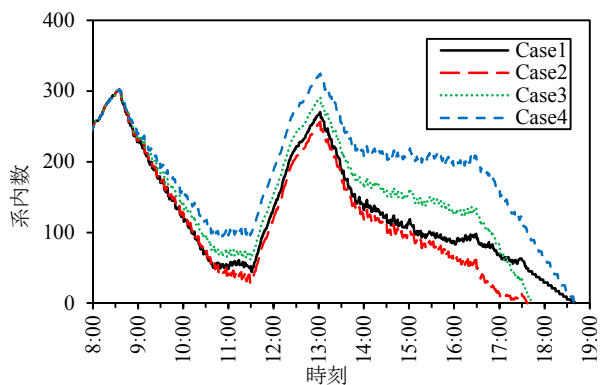
多段モデルにおいても、共用ゲート方式で処理する方法(ゲートの共用化)が考えられる。以下、この計算ケースをMSQ-SGケースという。ゲート数配分と処理時間を表-3.9に示す。計算結果を表-3.10, 図-3.12に示す。図には比較対象として3.3のゲート数配分を変更した専用ゲート方式の多段モデル(MSQ-EGケース)も示す。

表-3.7 各段でゲート数配分を変更した専用ゲート方式多段モデルのゲート数配分

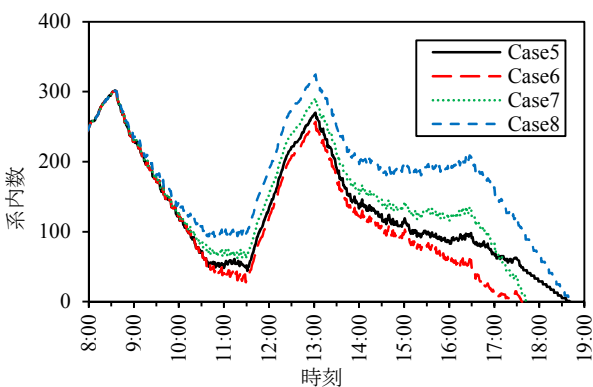
	1 段目				2 段目			
	F/I	E/I	F/O	E/O	F/I	E/I	F/O	E/O
Case 1	11	4	1	1	11	4	1	1
Case 2	10	5	1	1	11	4	1	1
Case 3	9	6	1	1	11	4	1	1
Case 4	8	7	1	1	11	4	1	1
Case 5	11	4	1	1	10	5	1	1
Case 6	10	5	1	1	10	5	1	1
Case 7	9	6	1	1	10	5	1	1
Case 8	8	7	1	1	10	5	1	1
Case 9	11	4	1	1	9	6	1	1
Case 10	10	5	1	1	9	6	1	1
Case 11	9	6	1	1	9	6	1	1
Case 12	8	7	1	1	9	6	1	1
Case 13	11	4	1	1	8	7	1	1
Case 14	10	5	1	1	8	7	1	1
Case 15	9	6	1	1	8	7	1	1
Case 16	8	7	1	1	8	7	1	1

表-3.8 各段でゲート数配分を変更した専用ゲート方式多段モデルの平均滞在時間(分)

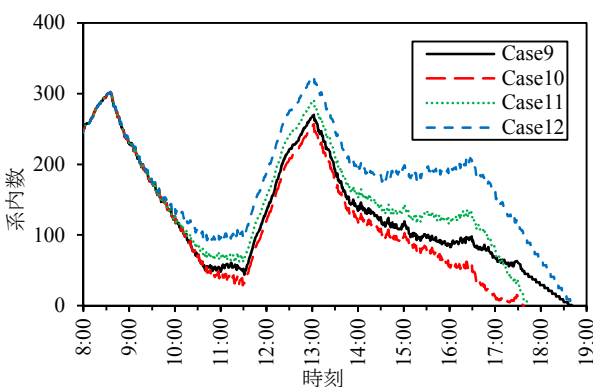
	F/I	E/I	F/O	E/O	全体
Case 1	47.3	101.0	42.7	36.4	56.4
Case 2	57.9	54.5	42.7	36.4	51.0
Case 3	84.2	53.7	42.7	36.4	62.4
Case 4	116.8	53.4	42.7	36.4	76.6
Case 5	47.4	101.0	42.7	36.4	56.5
Case 6	57.9	52.3	42.7	36.4	50.5
Case 7	84.2	45.2	42.7	36.4	60.5
Case 8	116.8	44.1	42.7	36.4	74.6
Case 9	47.5	101.0	42.7	36.4	56.5
Case 10	58.1	52.3	42.7	36.4	50.6
Case 11	84.2	44.2	42.7	36.4	60.3
Case 12	116.8	41.6	42.7	36.4	74.0
Case 13	47.7	101.0	42.7	36.4	56.6
Case 14	58.3	52.3	42.7	36.4	50.7
Case 15	84.5	44.2	42.7	36.4	60.4
Case 16	116.8	40.9	42.7	36.4	73.9



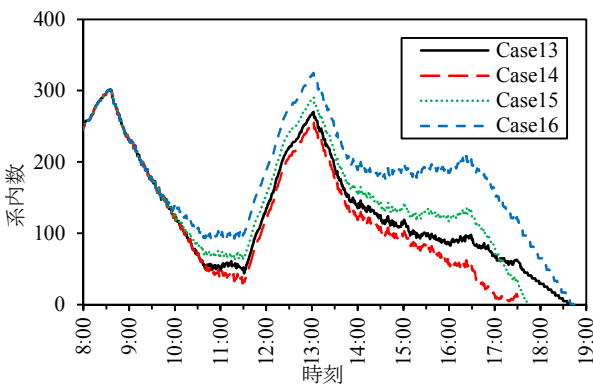
(a) Case 1～Case 4



(b) Case 5～Case 8



(c) Case 9～Case 12



(d) Case 13～Case 16

図-3.11 各段でゲート数配分を変更した専用ゲート方式多段モデルの系内数

MSQケース(113.2分)に比べ、平均滞在時間は61%減少し、3.3のMSQ-EGケース(50.5分)に比べて13%減少した。また、F/Oはゲートの共用化により平均滞在時間が減少した。この結果は、3.1に示した1段の処理と異なる傾向である。原因として以下のことが考えられる。

専用ゲート方式である、1段モデルのEG2ケースと多段モデルのMSQ-EGケースでは、F/O、E/O用のゲートは、ゲートオープンからある程度経過して到着トレーラーが少ない時間帯には、空きゲートが生じる。1段の処理では、F/I、E/IとF/O、E/Oの平均滞在時間は、3.2のEG2ケースで最大4.9倍(F/IとE/O)と大きく異なっていた。そのため、F/I、E/Iはゲートの共用化による「どのゲートでも処理される」メリットが大きく、平均滞在時間が減少した一方で、F/O、E/Oのトレーラーは「どのゲートでも処理される」メリットより、「処理時間の長いF/I、E/Iのトレーラーと同じ待機列で待たされる」デメリットの方が大きく、平均滞在時間が増加した。全体として見ると1段のモデルでは共用化することでF/O、E/Oの受けたデメリット(滞在時間増)の方が大きく、ゲート数配分を変更した専用ゲート方式(EG2ケース)の方が、共用ゲート方式(SGケース)より平均滞在時間が短かった。

しかし、ゲートを多段化することで、専用ゲート方式の

表-3.9 MSQ-SG ケースのゲート数配分, 処理時間(分)

	F/I	E/I	F/O	E/O	全体
1 段目ゲート数	-	-	-	-	17
1 段目処理時間	5	5	0	0	-
2 段目ゲート数	-	-	-	-	17
2 段目処理時間	2	4	1	1	-

表-3.10 MSQ-SG ケース, MSQ-EG ケースの平均滞在時間(分)

	F/I	E/I	F/O	E/O	全体
MSQ-SG	46.4	47.0	39.3	37.9	43.9
MSQ-EG	57.9	52.3	42.7	36.4	50.5

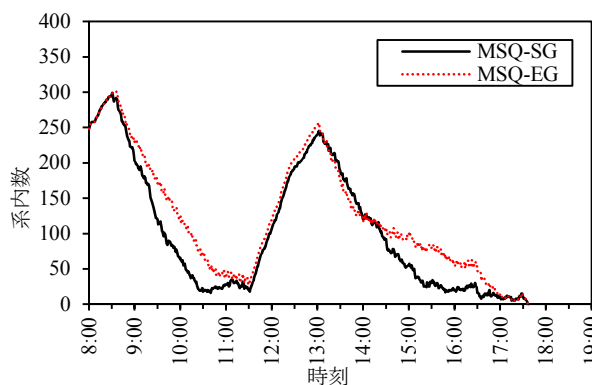


図-3.12 MSQ-SG, MSQ-EG の系内数

ままでも、F/I、E/IとF/O、E/Oの平均滞在時間は、3.3のMSQ-EGケースで最大1.6倍（F/IとE/O）となり、差が縮まった。そのため、ゲートの共用化によって「どのゲートでも処理される」メリットの方が、「処理時間の短いF/O、E/Oのトレーラーが、処理時間の長いF/I、E/Iのトレーラーに待たされる」デメリットを上回り、全体として共用ゲート方式（MSQ-SGケース）の方が専用ゲート方式（MSQ-EGケース）より平均滞在時間が短くなったと考えられる。

F/Oの滞在時間が減少したことについても、専用ゲート方式のままでもF/I、E/Iの平均滞在時間が短くなってF/Oとの差が縮まったことで、「（F/Oのトレーラーが）どのゲートでも処理される」というメリットの方が大きくなったためと考えられる。

3.5 1段目のスキップ

3.2～3.4では、多段処理の計算において、1段目の処理時間が0のF/O、E/Oも1段目を通過する条件で計算した。しかしこの条件では、F/O、E/Oは1段目の処理（追加処理）がないにも関わらず、1段目にわざわざ並び、更に共用ゲート方式では先に到着したF/I、E/Iを待つことになり、現実的ではないと言える。また、1段目のゲートをF/O、E/O用に割いているが、これをF/I、E/Iが使うことができれば、その分1段目の処理能力が上がる。これらの理由から、F/O、E/Oが1段目に並ばずスキップすることで、平均滞在時間の短縮が期待できたため、この条件でシミュレーションを行った。専用ゲート方式、共用ゲート方式の両方を計算対象

表-3.11 多段モデルの共用・専用ゲート方式と1段目スキップ有無での平均滞在時間（分）

	F/I	E/I	F/O	E/O	全体
MSQ-SG	46.4	47.0	39.3	37.9	43.9
MSQ-EG	57.9	52.3	42.7	36.4	50.5
MSQ-SG-s	48.4	49.0	27.4	26.3	41.2
MSQ-EG-s	47.4	45.2	42.3	36.0	44.2

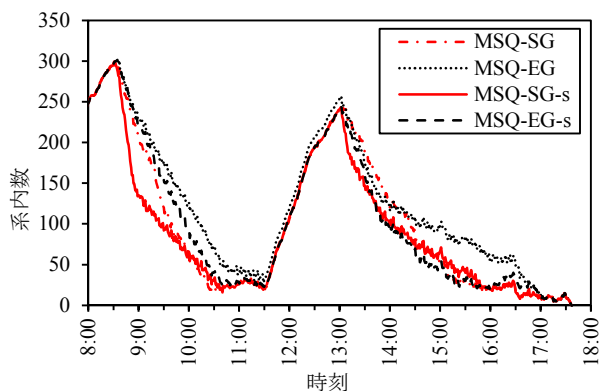


図-3.13 多段モデルの共用・専用ゲート方式と1段目スキップ有無での系内数

とし、ゲート数配分は3.3のMSQ-EGケース、3.4のMSQ-SGケースと同じとした。以下、共用ゲート方式、専用ゲート方式それぞれの場合で、1段目をスキップするケースをMSQ-SG-sケース、MSQ-EG-sケースと表記する。計算結果を表-3.11、図-3.13に示す。表-3.11のMSQ-SGケースとMSQ-EGケースは3.4の表-3.10と同じである。

なお、MSQ-SG-sケースの計算で、F/O、E/Oのトレーラーが直接2段目の待機列に並ぶと、1段目で並んでいるF/I、E/Iのトレーラーから見れば割り込みになる。割り込みはトラブルの元であるため、計算でもこれは極力避けるべきであると考え、1段目に1ゲートだけF/O、E/O用ゲートを確保し、一旦そこに並んでから2段目に移るモデルとした。こうすることで、1回は並んでから、1段目のサービスが終わった順に2段目の待機列に並ぶことになり、割り込みの発生を回避した。そのため、厳密にはMSQ-SG-sケースのF/O、E/Oは1段目をスキップしておらず、1段目は完全に共用ゲート方式でもないが、本資料では「F/O、E/Oのトレーラーが1段目をスキップした計算ケース」として扱う。MSQ-EG-sケースでは作業内容で並ぶ列（ゲート）が異なるため、割り込みは発生しない。

F/O、E/Oが1段目をスキップすることで、平均滞在時間は共用ゲート方式、専用ゲート方式どちらも減少した。減少割合としては共用ゲート方式が6%、専用ゲート方式が12%である。共用ゲート方式は1段目にF/O、E/O用のゲートを残したことも影響し、処理能力が専用ゲート方式ほどは上がらなかったと考えられる。平均滞在時間そのものはMSQ-SG-sケース（41.2分）の方が、MSQ-EG-sケース（44.2分）より短くなった。系内数を見ると、MSQ-SG-sケースはゲートオープン直後に急激に減少した。これは、F/I、E/Iが1段目の処理（処理時間5分）をしている間に、到着済のF/O、E/Oが1段目の処理をスキップ（処理時間0）することで、早々にモデルの計算対象であるインゲートの待ち行列系から退出したためである。付録Aに作業内容別系内数の計算結果を示すが、それを見るとゲートオープン直後のF/O、E/Oの急激な減少が顕著に現れている。

3.6 結果の検討と円滑性確保策の課題

本資料では主に平均滞在時間を指標に、処理の多段化（多段モデル）等を円滑性確保策として検討した。

3.2のゲート数配分を変更しない専用ゲート方式の多段モデル（MSQケース）では、平均滞在時間は1段の共用ゲート方式（SGケース）、ゲート数配分を変更した1段の専用ゲート方式（EG2ケース）より短くなり、オーバーフローを回避できた。一方で、処理終了時刻はSGケース、EG2ケースより遅かった。MSQケースはゲート数配分を変更し

ておらず、空きゲートが多く生じたためである。現地調査やヒアリングの結果、通常、現実のコンテナターミナルでは専用ゲート方式だが、作業内容に応じてゲートイン処理を行うゲートは予め決まっているが、空きゲートが生じた場合は、可能な範囲で他の作業内容のトレーラーを処理するようにオペレーションしている。

3.3のゲート数配分を変更した専用ゲート方式の多段モデル（MSQ-EGケース）は、3.2のゲート数配分を現状設備のまま変更しない専用ゲート方式の多段モデル（MSQケース）に比べ、平均滞在時間が55%減少した。

3.4のゲートを共用化した多段モデル（MSQ-SGケース）は、平均滞在時間は3.2のMSQケースに比べ61%、3.3のMSQ-EGケースに比べ13%減少した。

3.5のF/O, E/Oのトレーラーが1段目をスキップした計算ケースではスキップしないモデル（MSQ-SGケース, MSQ-EGケース）と比較して、平均滞在時間が共用ゲート方式（MSQ-SG-sケース）では6%、専用ゲート方式（MSQ-EG-sケース）では12%減少した。平均滞在時間そのものはMSQ-SG-sケースの方が短くなった。平均滞在時間に着目すれば、本資料の計算条件ではF/O, E/Oのトレーラーが1段目をスキップした共用ゲート方式の多段モデルが最も効率的な処理方法となった。

一方で、これら円滑性確保策の導入には課題がある。多段化して段を増やせば、その分新規の施設（機械、用地）や人員等が必要となり、コストが増える。本資料では多段モデルとして2段のモデルを計算したが、あまり段が増えると移動時間でのロスも多くなる。また、共用化すれば全てのゲートに全ての作業内容に対応できる施設や機材、人員を配置する必要がある。仮に最初から全てのゲートで全ての作業内容に対応できる機材があったとしても、共用化すれば人員の増加は避けられず、コスト増が想定される。いずれの円滑性確保策でも、現状のゲート数配分や処理の流れ、人員の配置等とは異なってくるため、安全を確保するためには車両動線を見直す必要が出てくる可能性がある。

3.では平均滞在時間を指標として各計算ケースの効率性を評価したが、これは陸送業者から見た効率性であり、施設設置者（港湾管理者等）や施設借受者（船社等）、施設運営者（ターミナルオペレーター）から見た効率性ではない。上に挙げた主体の他にも、交通管理者（警察）、道路管理者、周辺住民や事業所等の、多様な関係主体が存在する。実際の施策の導入にあたっては、様々な視点からの検討が必要である。

また、ゲート数配分を変更した計算ケースでは、F/O, E/Oのゲート数を1としたものがある。本資料の検討では不

備車両を含む処理時間のランダム性やゲート設備の故障等を考慮しなかったため、そうすることでゲートの効率性が高くなった。現実のオペレーションでは、機材トラブル等のリスクを考慮し、それぞれの作業内容等のゲート区分で2ゲート以上とするか、他の作業内容のトレーラーも入構処理できるような対策が必要と考えられる。

このように、クリアすべき課題は多いものの、本資料の計算結果から、多段化等の円滑性確保策によりゲートイン手続きの処理が効率化できる可能性が見出された。

本資料で追加の保安対策として想定したX線検査は、遮蔽または十分な離隔が必要なため、ゲートイン手続き待ちトレーラーを待機列に並んでいる状態で検査することはできない。現実的には別の場所でX線検査は済ませ、その後ターミナルの待機列に並ぶという形になると考えられる。一般的に、ターミナル用地は大港湾ほど余裕がないため、本資料ではゲートイン手続きの前にX線検査を行う仮定で計算を行ったが、ターミナル用地に余裕があれば、ゲートイン手続きの後にX線検査を行った方が、書類不備等により入構できないトレーラーを検査しないで済む。この場合でも、多段モデルで計算することは可能である。

なお、a)貨物（コンテナ）の通関が済んでいない、b)船の遅れ等で搬入できるタイミングでない、c)書類に不備がある、d)必要書類を携行していない等の、入構できないのに並んでしまい混雑を助長するトレーラーもいる^{10) 11)}。a)、b)はColins, NUTS（名古屋港統一ターミナルシステム）、HiTS（博多港物流ITシステム）等のシステムにより減少あるいは0にすることが期待できるが、c)、d)は完全になくすることはできない。これらの入構不可車両をスクリーニングできれば、ゲートイン手続きの処理時間の平均値低減が期待できる。名古屋港の集中管理ゲートは、ゲート処理を多段化することでトレーラーをスクリーニングする機能も持っていると言える。

空コンテナ搬入時はコンテナの内外装のチェックの為、ゲートイン手続きに最も時間を要する一方、インゲートでの搬出受付時はコンテナチェックが必要ないためゲートイン手続きが速い。また、コンテナチェックの有無で人の掛け方が異なる。そのため、ゲートイン手続きにかかる時間や必要人員等の特性から、バンプールをオフ・ドックにすることで、コンテナターミナルへのE/Iによるゲート処理の負荷を低減することができ、コンテナチェックに必要な人員を集中的にバンプールへ配置することができる。これにより、コンテナヤード内の混雑を緩和する効果が見込める。これは、現実のコンテナターミナルでも行われていることであるが、輸入超過の港では、空コンテナの回送が必要のため、ある程度のコンテナターミナルへのE/Iが必要で

ある。

4. まとめ

本研究では三点確認義務化前後での待機列長の変化等を現地調査によって把握し、ゲート処理の円滑性確保策について数値シミュレーションを用いて検討した。

現地調査を行ったターミナルでは、三点確認義務化前後で大幅な待機列長の増加はなく、三点確認による渋滞の悪化は確認されなかった。これは、PSカード所持率が87%と高かったこともあり、ゲートイン手続き処理時間（平均144.0秒）に比べ三点確認所要時間（平均5.9秒）が十分に短いためと考えられる。搬入は到着台数が多い時間帯に待機列長が増加する傾向があるが、搬出では待機列長は必ずしも増加しない。ゲートイン手続き処理時間が搬入では比較的長いいため、到着トレーラーが多くなると待機列が長くなるものと考えられる。

横浜港のコンテナターミナルを対象にインゲート及びその待ち行列系を計算するシミュレーションを行い、主に平均滞在時間を指標として、円滑性確保策としてゲート処理の多段化等を検討した。保安強化の場合、現状のままではオーバーフローしてしまうが、新たに行われる保安検査と従来のゲート手続きを二段階に分ける（多段化する）ことでオーバーフローを回避できるという結果になった。処理の多段化によりゲート処理が効率化できる可能性が見出された。また、ゲートを共用化し、実入りコンテナ搬出受付(F/O)、空コンテナ搬出受付(E/O)が新たな保安検査をスキップすることで平均滞在時間が更に減少した。最も平均滞在時間が短くなったのは、F/O、E/Oが1段目をスキップした共用ゲート方式の多段モデル(MSQ-SG-sケース)であった。しかしながらゲートの多段化や共用化にはコスト面、安全面等でクリアすべき課題があり、実際の施策の導入にあたっては、様々な視点からの検討が必要である。

本資料では、インゲートおよびその待機列を対象とした待ち行列系における、トレーラーの系内数と滞在時間のみに着目して円滑性確保策を検討したが、ヤード内の状況がゲート部に影響を与えないものとしたことや、コスト面、安全面からの分析も十分とは言えない。また、本資料で用いた計算モデルは、データが限られる中で作られたものであるとともに、ゲートイン手続き処理時間や移動時間にランダム性を考慮せず全て同じ値で計算している。これらの点に関する改善あるいはモデルの高度化は今後の課題である。

本資料では追加の保安対策としてX線検査を想定したが、今後の実施が確定しているものではない。国際会議での条

約等の策定・改正の結果、各国に要求される保安対策が決まるものである。今後も引き続き国際会議等での議論を注視していく必要がある。

謝辞

本資料の執筆に当たり、現地調査対象のターミナル、BCターミナル及び国土交通省内の各関係者にご協力、ご助言いただいた。ここに感謝いたします。

(2015年6月1日受付)

参考文献

- 1) 日本海事新聞：出入管理情報システム 来年から本格運用 国交省港湾局（平成26年12月2日第3面），2014.
- 2) 日本機械輸出組合：米国100%スキャン法（海上コンテナ）の実施延期にかかる米国産業界の動きについて，2014.
- 3) 港湾新聞：第5回日中韓物流大臣会合 日中韓物流3大臣が国際物流政策 横浜で北東アジア物流の将来の発展を見据えた共同声明を発表（平成26年8月26日第1面），2014.
- 4) 国土交通省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準・同解説，日本港湾協会，2007.
- 5) 日本トレクス(株)：TX MODEL コンテナトレーラシリーズ（製品カタログ），2009.
- 6) 里村大樹，水谷雅裕：コンテナターミナルにおけるゲート処理の効率化検討，土木学会論文集B3（海洋開発）Vol.70(2014) No.2 p.I_145 - I_150，2014.
- 7) 里村大樹，水谷雅裕，鈴木武：コンテナターミナルにおけるゲート通過の円滑性確保に関する研究，国土技術政策総合研究所資料 No.797，2014.
- 8) 森村英典，大前義次：応用待ち行列理論，日科技連，1975.
- 9) 高橋幸雄，森村英典：混雑と待ち，朝倉出版，2001.
- 10) 元野一生，木本浩，古市正彦：混雑港湾におけるオフ・ドックでのコンテナ交通流制御に向けた新たな提案，土木計画学研究・講演集，2014.
- 11) 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年度国土交通省国土技術研究会，2013.

付録A 多段モデルの作業内容別系内数

本文中では全体の傾向を見るために、全体の系内数のみを示したが、ここでは作業内容別の系内数を示す。

図-A. 1は本文3. 2の図-3. 9に示した、現状とゲート配分が同じ多段モデル (MSQケース) の、作業内容別系内数である。F/Iだけ系内数が高いまま推移しており、F/O、E/OのゲートをF/Iに配分することで全体として見れば改善できそうであることが見て取れる。

図-A. 2～図-A. 5は本文3. 3 (1)のゲート数配分を全段で同数にして変更した専用ゲート方式の多段モデル4ケースの作業内容別系内数である。F/Iのゲート数が最も少ないCase Dで、F/Iの系内数が高くなった。一方でCase AではE/Iの系内数が高くなった。

図-A. 6～図-A. 21は本文3. 3 (2)の、ゲート数をそれぞれの段で変化させた専用ゲート方式の多段モデル (Case 1～16) の作業内容別系内数である。1段目のゲート数配分が異なるが2段目のゲート数配分が同じ場合 (例えば図-A. 6のCase 1と図-A. 7のCase 2) より、1段目のゲート数配分が同じで2段目のゲート数配分が異なる場合 (例えば図-A. 6のCase 1と図-A. 10のCase 5) の方が、傾向に近いものが多い。1段目5分 (F/I, E/I) , 2段目2分 (F/I) または4分 (E/I) の計算条件では、1段目のゲート数配分を変更する方が、計算結果に与える影響が大きい。

図-A. 22～図-A. 25は本文3. 4の多段モデルでの共用・専用ゲート方式と3. 5の1段目スキップ有無での作業内容別系内数である。図-A. 22と図-A. 23より、MSQ-SGケースではF/O、E/Oの系内数がほぼ0になる14時頃より、F/I、E/Iの系内数がMSQ-EGケースよりかなり小さい。図-A. 24より、共用ゲート方式の多段モデル (MSQ-SG-sケース) がゲートオープン直後に急激にF/O、E/Oが減少した。図-A. 25より、MSQ-EG-sケースではF/O、E/Oが1段目をスキップすることでF/I、E/Iが処理時間の長い1段目のゲートをより多く使えるようになり、処理能力が向上したことが読み取れる。

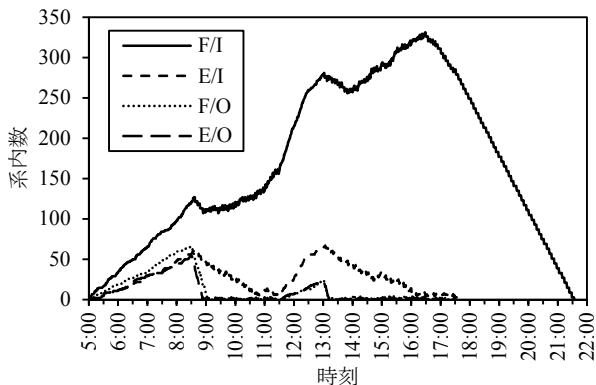


図-A. 1 MSQケースの系内数計算結果

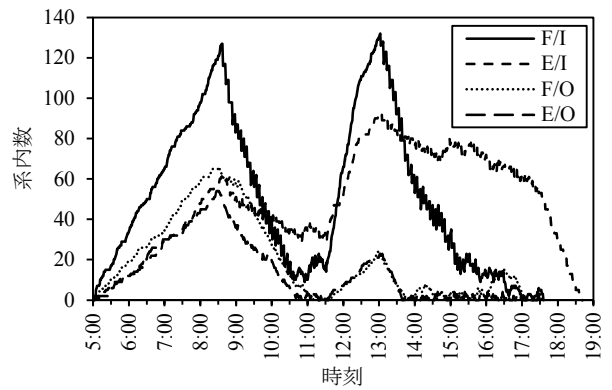


図-A. 2 3. 3 Case A の作業内容別系内数

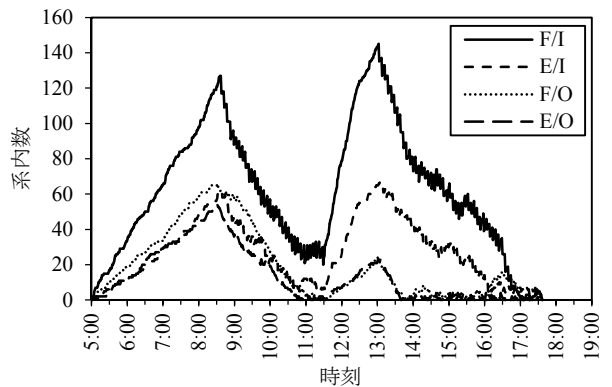


図-A. 3 3. 3 Case B の作業内容別系内数

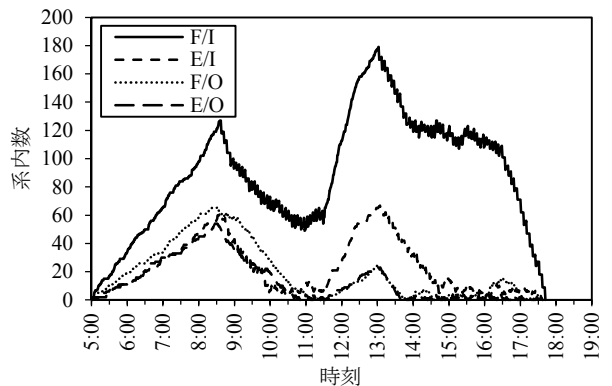


図-A. 4 3. 3 Case C の作業内容別系内数

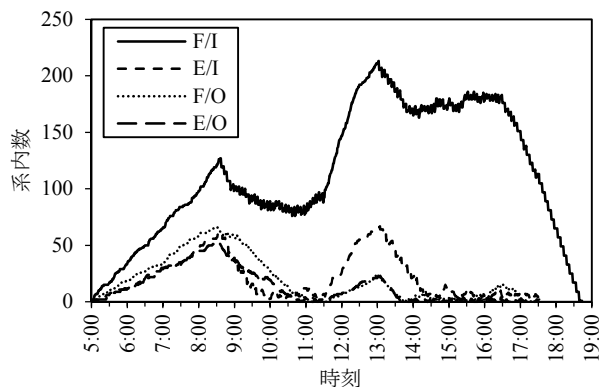


図-A. 5 3. 3 Case D の作業内容別系内数

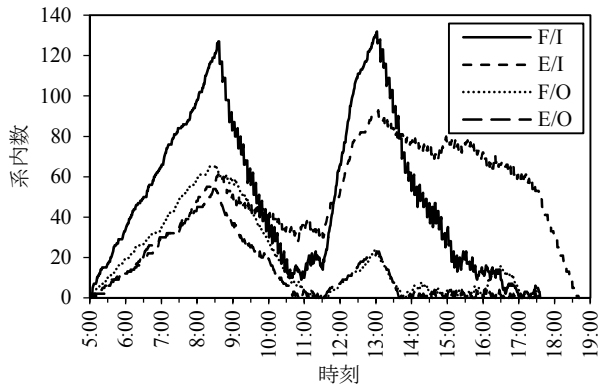


図-A.6 3.3 Case 1の作業内容別系内数

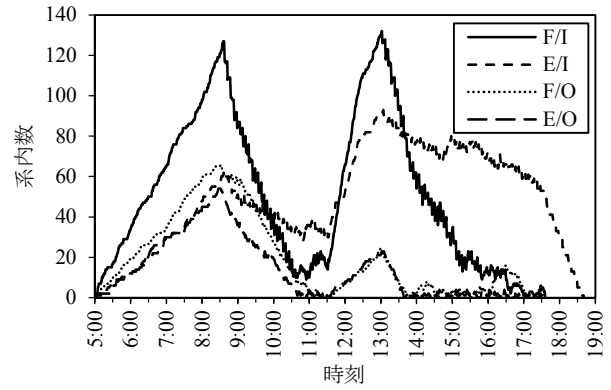


図-A.10 3.3 Case 5の作業内容別系内数

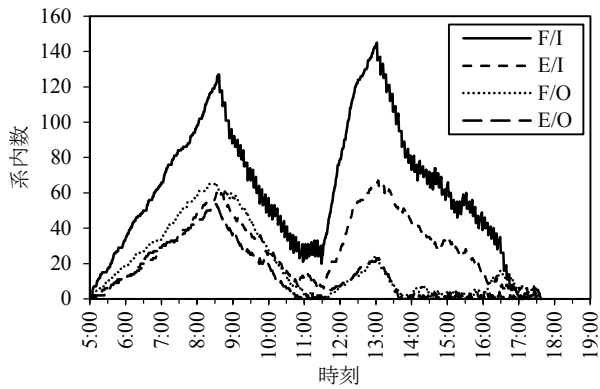


図-A.7 3.3 Case 2の作業内容別系内数

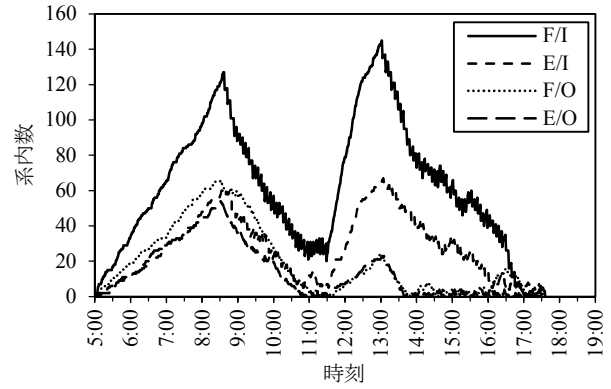


図-A.11 3.3 Case 6の作業内容別系内数

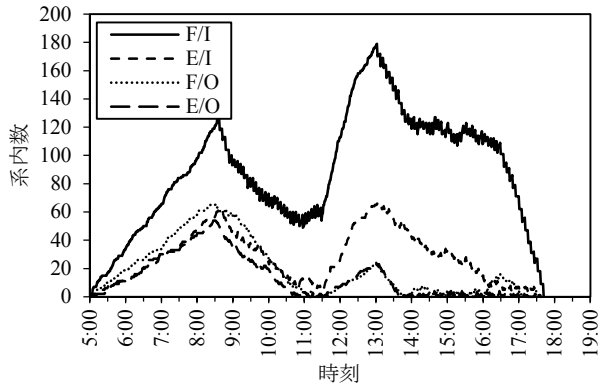


図-A.8 3.3 Case 3の作業内容別系内数

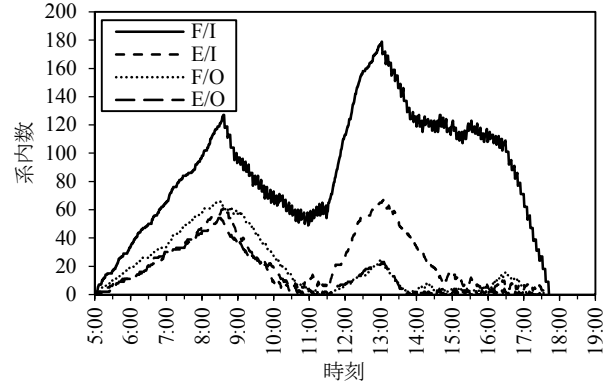


図-A.12 3.3 Case 7の作業内容別系内数

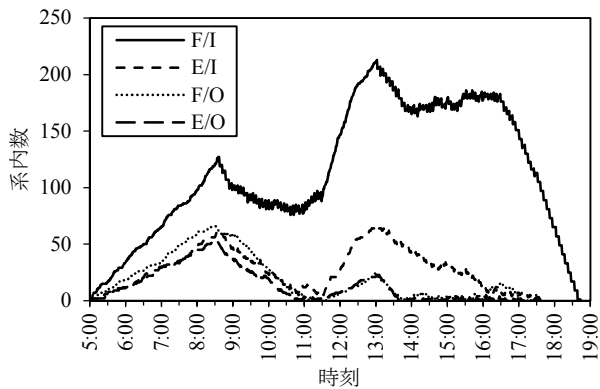


図-A.9 3.3 Case 4の作業内容別系内数

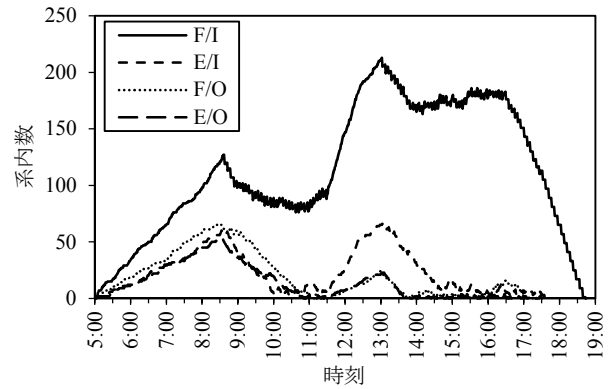


図-A.13 3.3 Case 8の作業内容別系内数

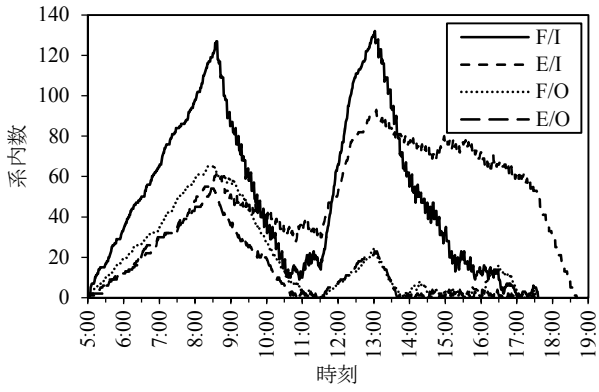


図-A.14 3.3 Case 9の作業内容別系内数

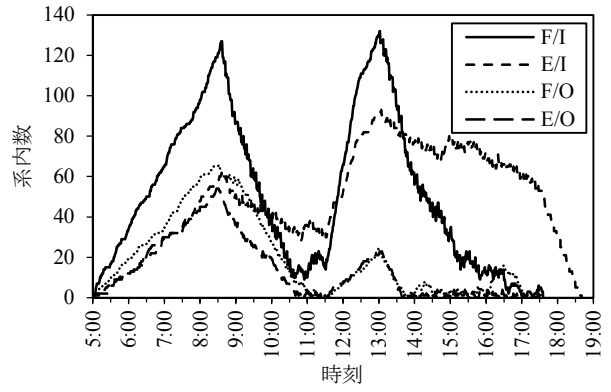


図-A.18 3.3 Case 13の作業内容別系内数

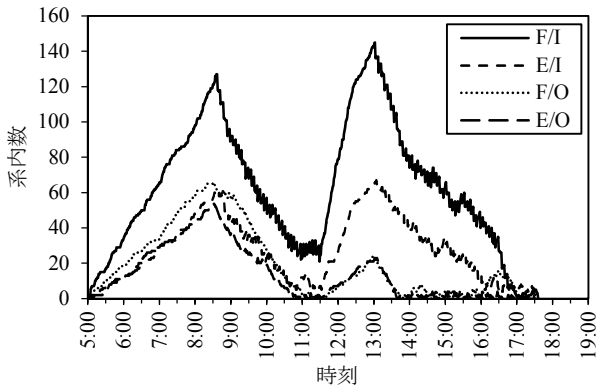


図-A.15 3.3 Case 10の作業内容別系内数

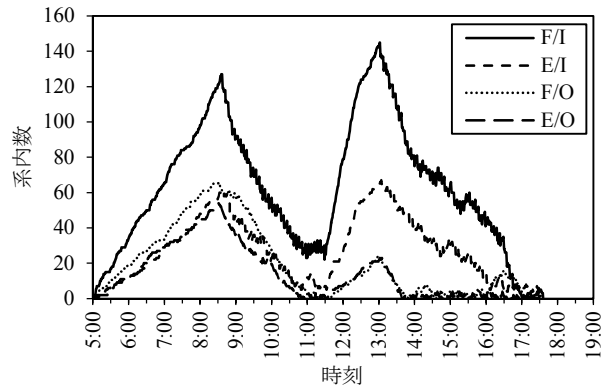


図-A.19 3.3 Case 14の作業内容別系内数

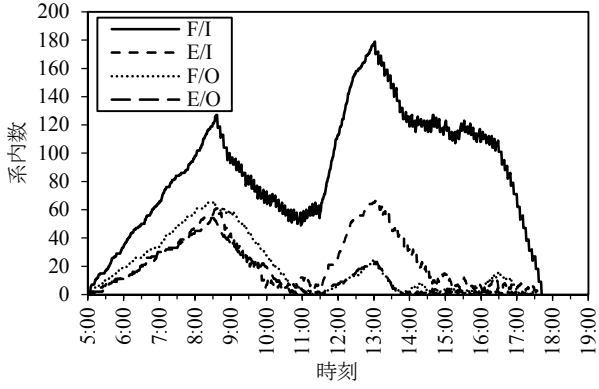


図-A.16 3.3 Case 11の作業内容別系内数

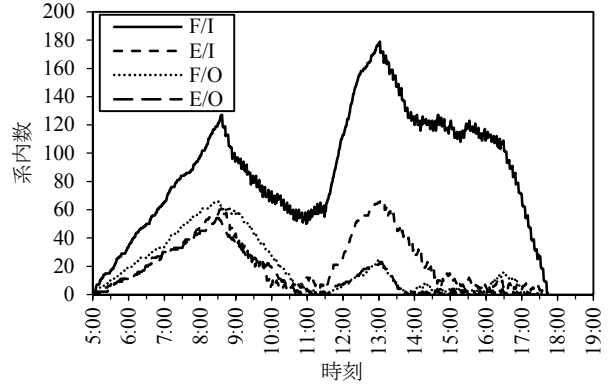


図-A.20 3.3 Case 15の作業内容別系内数

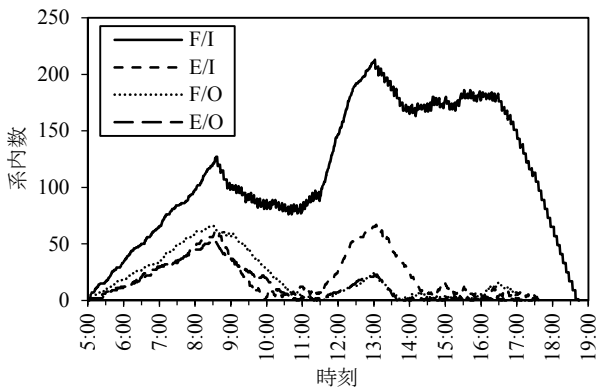


図-A.17 3.3 Case 12の作業内容別系内数

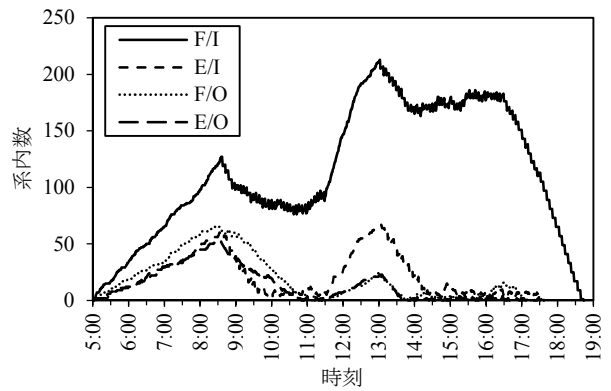


図-A.21 3.3 Case 16の作業内容別系内数

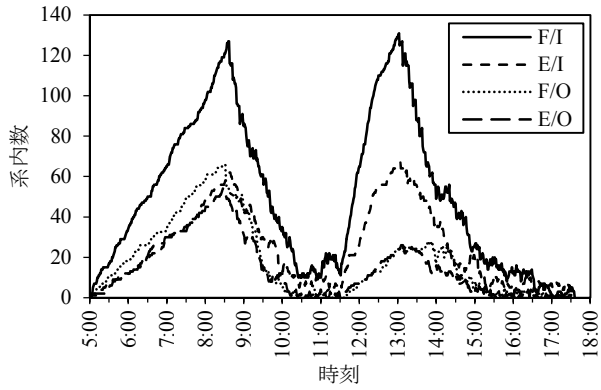


図-A.22 3.4 MSQ-SGの作業内容別系内数

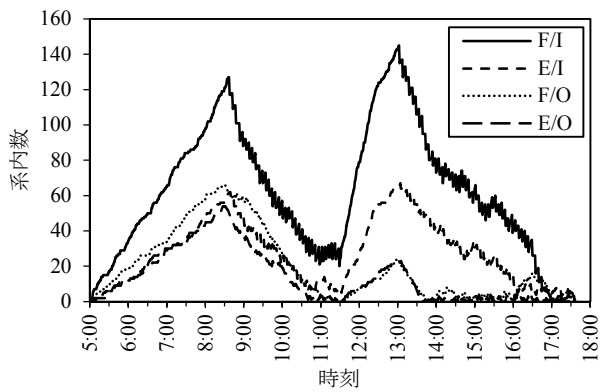


図-A.23 3.4 MSQ-EGの作業内容別系内数

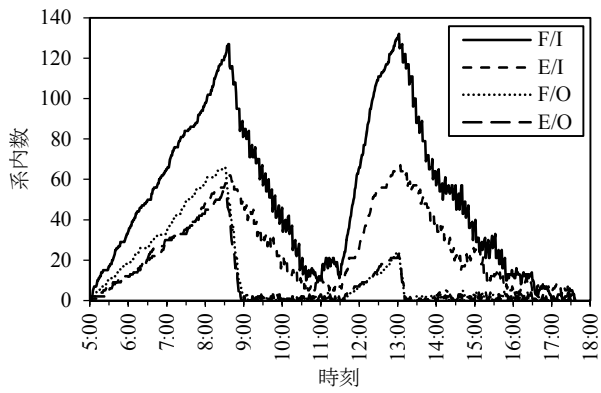


図-A.24 3.5 MSQ-SG-sの作業内容別系内数

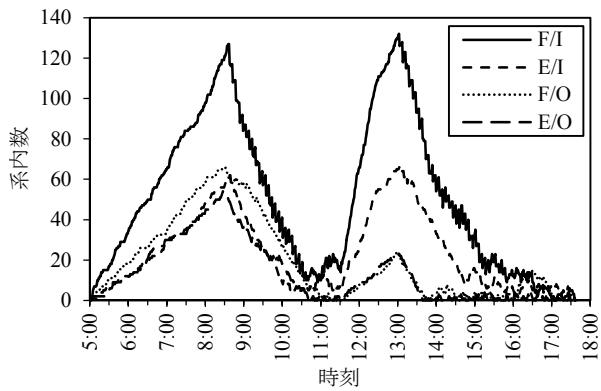


図-A.25 3.5 MSQ-EG-sの作業内容別系内数

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 853

June 2015

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019