

## 컨테이너터미널의 분리게이트 운영효과 분석

최용석\* · 하태영\*\* · 김우선\*\*\*

\*순천대학교 물류학과, \*\*,\*\*\*한국해양수산개발원 항만연구본부

### Analysis of Operational Impact for Separated Gate System in Port Container Terminal

Yong-Seok Choi\* · Tae-Young Ha\*\* · Woo-Seon Kim\*\*\*

\*Major of Logistics, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea  
\*\*,\*\*\*Port Research Department, Korea Maritime Institute, Seoul 137-851, Korea

**요약** : 최근의 항만 환경에서는 분리된 선석의 통합이 활발히 진행되고 있으며, 통합의 필요성도 높아지고 있다. 그러므로, 기존의 게이트들의 활용이 컨테이너터미널에서의 차량의 체제시간 감소와 차량 통행량 분산 측면에서 검토되어야 한다. 본 연구는 통합게이트와 분리게이트의 운영효과를 분석하였다. 본 연구는 두개의 개별 선석 통합시 게이트 운영의 효율성이 높은 분리게이트시스템을 제안한다.

**핵심어** : 통행량, 체제시간, 분리게이트, 선석, 컨테이너터미널

**Abstract** : With the recent port environment, the integration of the separated berth is being actively progressed and the necessity of integration has been strengthening. Therefore, the application of existing gates have to review in order to reduce the truck turnaround time and to distribute the truck traffic volume in port container terminal. This paper analyzed the operation impact both the integrated gate and the separated gates. As the result of the analysis, this study suggests the separated gate system as an efficient design for gate operation considering integration of two individual berth.

**Key words** : Traffic volume, Turnaround time, Separated gate, Berth, Container terminal

## 1. 서 론

컨테이너터미널에서 게이트는 컨테이너 반입/반출의 출구로, 수출 컨테이너는 게이트를 통과해야 선적이 가능하며, 수입 컨테이너는 게이트를 통과함으로써 화주에게 인도될 수 있는 중요한 시설물 중의 하나이다. 게이트는 항만에서 컨테이너 정보의 발생지이자 종착지이며 컨테이너 물류의 시종점이 된다. 실질적으로는 보안구역이 시작되는 장소이기 때문에 터미널에서 주요한 위치를 점하고 있다.

컨테이너터미널을 계획하는 단계에서 게이트의 레인수를 결정하는 것은 터미널 외부의 교통체계에 미치는 영향, 정보의 신속한 처리 및 차량의 터미널내부 체제시간 등을 고려해야 하는 서비스 차원에서 중요한 의사결정변수가 된다.

게이트의 레인을 많이 설치하면 반출입 차량이 서비스를 제공받기 위한 대기시간이 감소하지만 건설비용이나 운영비용은 증가하게 된다. 반면에 게이트의 레인을 적게 설치하면 건설비용이나 운영비용은 감소하지만 서비스를 제공받기 위한 대기시간은 증가하여 많은 불편을 초래하게 된다.

기존에 게이트 규모 산정에서는 게이트 설치 및 운영비용을 최소화하고 게이트통과 차량의 지체시간을 최소화하기 위해 게이트 통과 물량, 기간별 피크계수, 시간대별 차량집중도 등을 고려한 시간대별 차량 최대통과대수를 산출하여 게이트 레인수 산출을 위한 근거로 삼았다.

효과적인 게이트 운영은 차량의 게이트 대기시간 단축, 반출입서비스 및 인력활용성 제고, 반출입 차량의 체제시간 단축 등의 효과를 거둘수 있어야 한다.

그러나, 새로운 게이트의 계획이 아니라 기존에 운영중인 터미널이 선석 통합에 의해 복수개의 게이트를 활용해야 하는 경우 효과적인 방안이 필요하다.

즉, 개별적으로 운영되는 게이트를 가진 터미널 운영사가 선석을 통합할 경우 기존의 게이트 시설물을 그대로 입출구 레인으로 이용하거나 입출구를 분리한 게이트로 운영하는 방안을 분석하는 방법이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 기존의 게이트 시설물을 유지하면서 반출입 차량에 대한 서비스를 하기 위한 게이트 운영방안으로 분리게이트 방안을 제안하고 기존의 게이트 레인수 산출방법

\* 대표지자: 최용석(중신회원), drasto@sunchon.ac.kr 061)750-5115  
\*\* 정회원, haty@kmi.re.kr 02)2105-2887  
\*\*\* 정회원, firstkim@kmi.re.kr 02)2105-2889

을 이용하여 선석 통합시 분리게이트 적용에 대한 운영효과를 분석하였다.

## 2. 컨테이너터미널 게이트 운영현황

### 2.1 게이트 구조물

컨테이너터미널에서 시설물을 분류할 때 게이트, 야드, 안벽으로 크게 구분하는 것이 통상적이다. 그러나, 게이트는 구조물(complex)로 인식하여 안벽, 야드와 같은 시설물(facility)과는 구분된다. 그 이유는 구조물의 형태를 가지면서 서비스를 제공하는 시설물이기 때문이다. 서비스 제공을 위해 장비와 인력이 사용되기 때문에 게이트 구조물의 설계에는 장비 및 시설물의 공사비와 인건비 관련 운영비가 고려된다.

게이트 구조물의 유형은 게이트 운영방식에 따라 구분이 되며, 현재는 전세계적으로 1단계, 2단계, 3단계 게이트가 사용되고 있다(홍 외, 2003). 게이트에서의 단계는 컨테이너 차량의 (반입)보안검사 확인⇒반입확인⇒(문제발생 지역)⇒컨테이너 검사⇒(반출)컨테이너 검사⇒컨테이너 차량의 (반출)보안검사 확인 등의 과정을 수행하는 단계를 구분하여 분류한 것이다.

먼저, 1단계 게이트는 반입확인과 컨테이너 검사처리를 한 곳에서 처리하며, 2단계 게이트는 반입확인과 컨테이너 검사처리를 2개의 영역으로 분리하여 처리하는 유형이다. 3단계 게이트는 보안검사, 반입확인, 컨테이너 검사처리를 3개의 영역으로 분리하여 처리하는 것이다.

기존에 부산항 및 광양항 등의 대부분 터미널들은 차량기사들에 대한 서비스를 높이기 위해 반출입 확인 및 검사작업을 하나의 게이트에서 처리하는 1단계 게이트 운영방식을 적용하고 있다.

### 2.2 차량의 게이트 도착 패턴

현재, 국내 터미널의 게이트 운영업무는 24시간 동안에 식사시간(아침, 점심, 저녁, 야간) 등의 유휴시간을 제외한 20시간 가량을 개방·작업서비스하고 있다. 일부 터미널에서는 유휴시간 없이 게이트 개방·작업서비스를 하고는 있으나, 야드 하역 서비스를 제공하지 않아 외부트럭에 대한 실질적인 24시간 서비스는 이루어지지 않고 있다.

따라서, 게이트 유휴시간에 도착하는 외부차량은 터미널 내·외부에서 대기하게 되며, 이것은 터미널 내외부에 교통혼잡 등을 야기하는 원인으로 작용하고 있다.

다음 Table 1은 국내 터미널에서 외부차량의 게이트 도착비율을 시간대별로 나타낸 것이다.

Fig. 1의 게이트 시간대별 외부트럭 도착비율에서 유휴시간대(식사시간 등)의 게이트 도착 차량비율은 그리 높지 않으나 유휴시간의 1시간 전후로 도착하는 게이트 차량비율이 일시에 집중되는 현상을 보이고 있다. Table 2의 게이트 유휴시간대 도착비율에서 보면 터미널의 유휴시간인 아침, 점심, 저녁에

도착하는 외부차량의 점유비는 각각 전체의 1.14%, 2.09%, 2.34%이며, 이들 차량은 터미널 도착후 서비스개시 전까지 터미널 내부나 외부에서 체류하게 된다. 이러한 이유로 유휴시간 이전 또는 이후에 3배 이상의 차량이 일시에 집중되는 현상이 발생하고 있다.

Table 1 Arrival pattern of truck in gate-in

시 간	도착비율(%)	시 간	도착비율(%)
~ 01:00	0.69	~ 13:00	2.09
~ 02:00	2.12	~ 14:00	7.15
~ 03:00	2.38	~ 15:00	7.80
~ 04:00	2.13	~ 16:00	7.94
~ 05:00	1.70	~ 17:00	8.41
~ 06:00	1.38	~ 18:00	7.81
~ 07:00	1.07	~ 19:00	2.34
~ 08:00	0.60	~ 20:00	5.44
~ 09:00	1.14	~ 21:00	5.40
~ 10:00	5.69	~ 22:00	4.55
~ 11:00	7.50	~ 23:00	3.91
~ 12:00	7.50	~ 24:00	3.25

source : <http://www.hkttl.com>

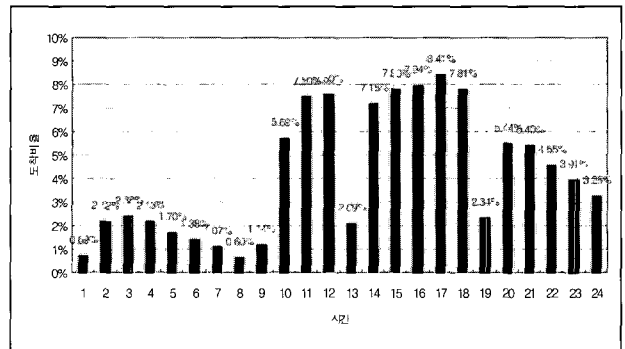


Fig. 1 Arrival distribution of gate-in

이것은 유휴시간대에 터미널의 내·외부에서 체류하는 차량의 수가 상당한 양임을 나타내는 것으로 기존의 반출입 서비스를 유휴시간대까지 확대할 경우 일시에 집중되는 차량의 혼잡을 상당부분 분산시키는 효과를 볼 수 있다.

Table 2 Arrival rates during idle time in gate

	유휴시간	유휴시간내 도착률(%)	유휴시간 직전 도착률(%)	유휴시간 직후 도착률(%)
아침	08:00-09:00	1.14	0.60	5.69
점심	12:00-13:00	2.09	7.50	7.15
저녁	18:00-19:00	2.34	7.81	5.44
합계	-	5.57	15.91	18.28

source : <http://www.hkttl.com>

### 2.3 게이트 시설규모

컨테이너터미널의 게이트 서비스 시설은 크게 입출구 라인으로 구분할 수 있다. 이중 입구라인서비스는 차량의 정보, 컨테이너정보, 관련업무확인 절차 등의 여러 단계의 확인이 이루어지므로 컨테이너 일반정보만을 최종 확인하는 출구라인 서비스보다 소요시간이 많이 걸리며, 라인수도 터미널별로 처리능력에 부합하도록 적정규모로 건설될 필요가 있다.

특히, 입구라인의 경우 관련정보의 부재, 미확인, 오류 등으로 외부차량의 혼잡 및 적체가 심한 편이며, 또한, 차량의 대기공간, 회차공간, 주차공간 등이 많이 요구된다고 할 수 있고, 외부차량 서비스 제고를 위해서도 이러한 가용공간을 충분히 제공할 필요가 있다.

다음은 기존 국내 터미널의 게이트 운영시설 규모를 터미널별로 정리한 것으로, 감만부두는 선석별로 운영사를 달리하여 게이트를 운영하고 있고, 우암부두는 남문과 북문으로 분리된 2개의 게이트를 운영하고 있다.

Table 3 Size of gate for container terminals in Busan port

터미널	라인규모	반입	반출	비고
신선대		9개	3개	반입라인: 4개 운영안함
자성대		4개	2개	반입라인: 1개 운영안함
감만부두	세방기업	4개	2개	선석 통합
	한진해운	4개	2개	
	허치슨	3개	1개	선석 통합 추진중
	디한통운	4개	2개	
동부신감만		5개	3개	반입라인: 2개 운영안함 반출라인: 1개 운영안함
우암부두		4개	2개	예비라인: 1개 운영
한진압전		3개	3개	반입라인: 1개 운영안함 반출라인: 1개 운영안함

주 : 각 터미널마다 반입라인 중 1개를 특수화물용 및 회차로로 사용중임.

상위의 내용에서 터미널마다 실제 사용하고 있는 라인수는 반입라인의 일부를 차량수가 적은 특수화물이나 회차로로 사용하거나 운영을 하지 않는 경우가 많아, 라인수의 적정규모 분석이 필요한 것을 알 수 있다.

## 3. 분리게이트 개념 및 적용문제

### 3.1 분리게이트 개념

자동화 컨테이너터미널을 제외한 국외 터미널 및 국내 터미널의 대부분이 1개의 운영건물에서 반입·반출서비스를 동시에 처리하는 1단계 게이트 구조물(단일 게이트)로 운영되고

있다. 이러한 단일게이트(single gate) 운영은 비용절감 측면이나 통합관리 측면에서 유리한 점은 있으나 터미널에 도착하는 외부트럭의 차량흐름을 효율적으로 제어하는 데에는 다소 취약점이 있다.

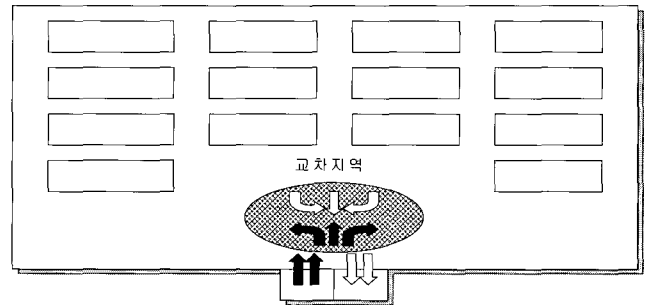


Fig. 2 Single gate system

일반적으로 단일게이트의 위치를 터미널의 평면배치상에서 중앙부분에 위치할 경우 가장자리에 배치한 경우보다 외부차량의 터미널내 이동거리를 단축시키는 효과가 있지만 2가지 경우 모두 운영시에는 근본적으로 게이트 입출구 지점에서 차량간의 교차현상이 빈번하게 일어난다.

분리게이트는 다음과 같이 크게 전용 분리게이트시스템과 복수 분리게이트시스템의 2가지로 운영방법으로 생각해 볼 수 있다.

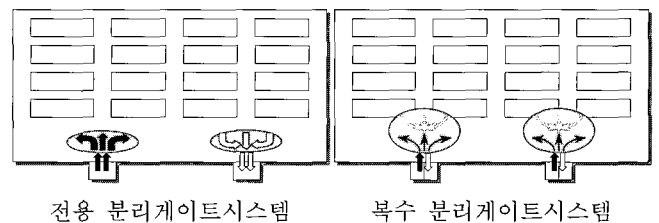


Fig. 3 Concept of separated gate system

첫째는, 입구기능의 게이트와 출구기능의 게이트를 완전히 분리·운영하는 전용 분리게이트 방법으로 터미널내의 외부차량 동선을 완전한 일방통행체제로 개편할 수 있어 차량의 흐름을 매우 원활하게 유도할 수 있다. 외부차량의 동선거리는 기존의 단일 게이트시스템과 거의 유사할 것으로 보이나, 차량간 동선거리 편차는 상당히 줄어들 것으로 판단되며 특히, 1개 선석으로 운영되는 터미널에 적용할 경우 효과가 클 것으로 기대된다<sup>1)</sup>.

둘째는, 기존의 단일 게이트규모를 일정비율로 축소하고, 여러 개의 게이트를 운영하는 복수 분리게이트 방법이다. 이 방법은 터미널의 규모가 매우 큰 경우나 외부차량의 터미널내 접근을 용이하게 할 경우 적합한 운영방안으로 게이트 진입부에서의 차량 혼잡을 줄일 수 있고, 외부차량의 터미널내 작업

1) 국내의 경우 광양 3-2단계 자동화터미널 개발계획에 적용된 게이트운영시스템과 유사함.

블록의 위치에 따라, 차량기사로 하여금 융통성 있게 서비스 게이트를 선택할 수 있도록 유도할 수 있다. 이렇게 함으로써 터미널 차량의 흐름을 분산시키는 효과를 기대할 수 있을 것으로 본다<sup>2)</sup>.

Table 4 Characteristics of separated gate system

유형	운영특징
전용 분리 게이트 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 입·출구처리를 완전히 분리 운영하여 효율성을 높일 수 있음</li> <li>• 게이트 진입부의 차량교차가 거의 발생하지 않음</li> <li>• 문제발생트릭에 대한 회차공간을 별도로 둘 필요가 없음</li> <li>• 터미널 규모(선석)에 따라 게이트의 최적위치를 결정할 필요가 있음</li> </ul>
복수 분리 게이트 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소규모의 입·출구서비스게이트를 여러 개 운영</li> <li>• 각 게이트 진입부의 차량교차발생이 상당히 해소됨</li> <li>• 작업블록의 위치에 따라 서비스게이트를 선택할 수 있음</li> <li>• 외부차량의 터미널내 체류시간, 이동거리가 단축됨</li> </ul>

이상의 분리게이트는 터미널에 접근하는 외부 도로망과 무관하지 않다. 따라서, 터미널 외부의 접근 도로망 여건에 따라 전용 분리게이트와 복수 분리게이트의 장단점을 충분히 고려한 후 선별적으로 적용해야 한다. 또한, 터미널 내부의 동선 체계에 큰 지장을 주지 않는 범위 내에서 고려해 볼만한 게이트 운영방안이다<sup>3)</sup>.

3.2 감만부두 선석통합에 따른 분리게이트 문제

현재, 운영중인 부산항 컨테이너터미널의 게이트 운영시설 중에서 큰 변화가 예상되고 있다. 감만부두의 경우 Fig. 4와 같이 4선석을 각기 다른 운영사가 운영하면서 게이트를 각각 운영하고 있다. 세방기업과 한진해운은 선석 통합이 이루어졌으며, 허치슨과 대한통운도 선석 통합을 추진하고 있다.

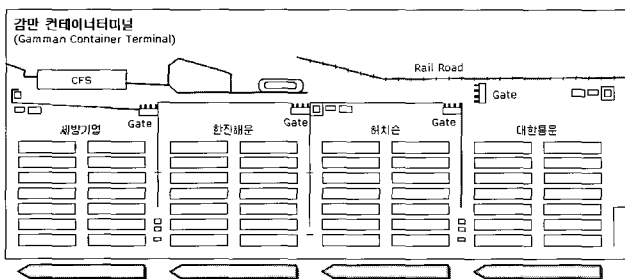


Fig. 4 Overview of Gamman Container Terminals

2개 운영사가 선석을 통합할 경우 2개 선석을 통합 운영함에 따라 현재 선석당 3.5대의 C/C(세방 3대, 한진 4대)를 4대로 운영하면 하역시간이 단축되고 8,000TEU급 컨테이너선의 처리에도 효과적일 것으로 예상된다.

감만부두 한진해운 터미널은 게이트가 입구 4레인, 출구 2레인을 가지고 있으나 현재 입구 2레인을 사용하지 않고 있다. 이는 2004년의 연간 물동량인 639,677TEU의 처리에 입출구 라인 각각 2개씩이 적합하다는 의미이기도 하다. 감만부두 세방기업 터미널의 경우도 2004년 연간 물동량이 568,707TEU이므로 게이트 입구 4레인, 출구 2레인을 가지고 있으나 입구 레인을 2개만 사용하여도 가능하다.

따라서, 감만부두와 같이 선석 통합을 추진할 경우 개별적으로 운영되던 게이트를 통합해서 운영할 경우와 분리게이트로 운영할 경우에 대한 분석이 필요하다.

4. 게이트 라인 규모 산정 방법

게이트 라인 규모를 산정하기 위하여 먼저 게이트를 Fig. 5와 같은 모형으로 정의하였다.

게이트 모형은 Fig. 5와 같이 입구의 라인별 대기라인과 출구의 라인별 대기라인이 서비스를 받기 위한 창구(server) 앞에 있으며, 입구를 통과한 차량은 야드 내부의 서비스(yard traffic)를 받기 위해 일정 시간을 보낸 다음 출구에 도착하는 것으로 정의하였다.

감만부두의 세방기업과 한진해운이 선석 통합을 추진할 경우 게이트 라인 규모가 어떻게 될 것인지를 산정하기 위하여 시뮬레이션 방법, 게이트 처리시간 이용방법, 처리능력 경험치 이용방법 등의 세가지 방법을 이용하여 분석하였다.

시뮬레이션 방법은 Fig. 5의 모형을 모델링하여 시뮬레이션 분석하는 것이며, 게이트 처리시간 이용방법은 경험적 설계에서 이용하는 피크값(peak)을 이용하여 산출하는 것이며, 처리능력 경험치 이용방법은 과거의 게이트 처리 경험치를 적용하여 분석하는 것이다.

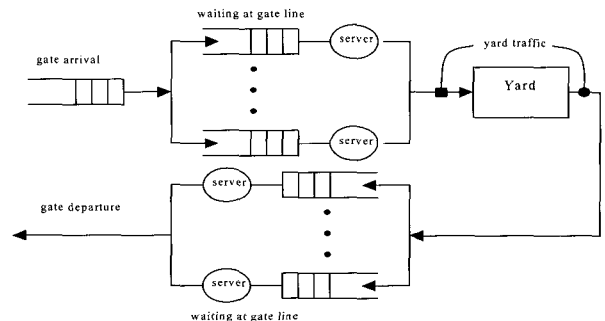


Fig. 5 Gate model

2) 국내 우암부두에서 현재 복수 분리게이트(남문, 북문)방식의 운영을 하고 있음.  
 3) 감만부두의 경우 현재 4개 운영사가 각각 1개 선석을 운영하고 있으나, 향후 부두 통합이 이루어지면 4개의 단일게이트를 분리게이트로 전환할 필요가 있고, 이 경우, 외부도로망을 고려하여 전용 분리게이트시스템 또는 복수 분리게이트시스템을 선택적으로 채택해야 함.

[방법 1] 시뮬레이션에 의한 방법

시뮬레이션에 의해 게이트의 라인별 대기길이를 구하고 이를 토대로 적정 규모를 산출하는 방법을 말한다.

- 단계 1) 연간처리물동량에 계절 피크계수, 일일 피크계수를 적용하여 일일 처리물량을 산출한다.
- 단계 2) 일일 처리물량을 기준으로 반입 적·공 컨테이너, 반출 적·공 컨테이너, 재유통 공 컨테이너, 더블 사이클(double cycle)용 컨테이너, 베어 샴시(bare chassis) 등의 화물유형별 차량수량을 산출한다.
- 단계 3) 차량의 시간대별 도착패턴을 산출한다.
- 단계 4) 게이트 입출구 레인의 소요시간(서비스시간)을 산출한다.
- 단계 5) 라인별 차량의 허용 대기길이를 결정한다(대기길이 4대를 기준으로 함).
- 단계 6) 시뮬레이션 실험을 통해 라인별 최대 대기트럭수(99percentile)를 산출한다.

적용한다.

단계 3) 연간 차량대수에 경험치를 적용하여 게이트 레인을 산출한다.

세가지 방법들간의 가장 큰 차이점은 [방법 1]과 [방법 2]는 피크를 고려하여 산출하는 방법이고, [방법 3]은 경험적 수치를 적용하여 산출하는 방법이다.

5. 방법별 게이트 라인규모 산정

5.1 세방감만 라인규모 산정

세방감만의 2004년 연간물동량 568,707TEU와 TEU/Box 비율 1.52를 적용하여 연간 차량대수를 산출하면 다음과 같다. Table 6에서 타부두환적은 자부두에서 수입되어 타부두에서 환적되는 게이트 통과물량이고, 자부두환적은 타부두에서 수입되어 게이트를 통과하여 자부두에서 환적되는 수출물량이다. 양하환적과 적하환적은 자부두에서 양하되어 다시 적하되는 물량으로 게이트를 통과하지 않는 물량이다.

Table 5 Calculation of the daily number of truck

구 분	설계기준
연간 처리 물동량	연간 처리 물동량(TEU) ÷ TEU/Box 비율
연간 처리 물동량 (환적 자부두, 연안 제외)	연간 처리 물동량(lifts/년) × 비율(%)
연간 처리물동량 피크값	연간 처리 물동량(lifts/년) × 계절 피크계수
주간 처리물동량	연간 처리 물동량(lifts/년) ÷ 52주
일일 처리물동량	주간 처리 물동량(lifts/주) ÷ 7일
일일 처리물동량 피크값	일간 처리 물동량(lifts/일) × 일일 피크계수

주 : 본 연도의 실험분석에서는 계절 피크계수 120%(2004년 최대치), 일일 피크계수 125% 적용하였음.

[방법 2] 게이트 처리시간에 의한 방법

게이트의 반입·반출차량별 처리시간, 차량간 시간을 이용하여 적정라인규모를 산출하는 방법을 말한다.

- 단계 1) 연간물동량을 기준으로 게이트 이용차량수를 산출한다.
- 단계 2) 계절 피크계수, 일일 피크계수를 적용하여 일일 처리물량을 산출한다.
- 단계 3) 수출, 수입, 환적 차량수를 산출한다.
- 단계 4) 차량 처리시간과 차량간 처리시간을 산정한다.
- 단계 5) 총처리시간을 산출하여 게이트 레인을 산출한다.

[방법 3] 연간 라인별 처리능력 경험치에 의한 방법

게이트의 연간 반입·반출차량 대수를 이용하여 적정라인 규모를 산출하는 방법을 말한다.

- 단계 1) 연간물동량을 기준으로 반입 및 반출의 연간 차량대수를 산출한다.
- 단계 2) 반입 및 반출의 라인별 연간처리능력의 경험치를

Table 6 Throughput figure in Sebang Gamman Terminal

유 형	안벽물량	야드물량	게이트물량	차량대수	
수 입	165,100	568,707	165,100	108,618	
수 출	189,769		189,769	124,848	
양하환적	17,585		-	-	
타부두환적	44,765		44,765	29,451	
적하환적	17,585		-	-	
자부두환적	119,752		119,752	78,784	
연 안	14,152		-	-	
합 계	568,707		568,707	519,386	341,701

[방법 1]의 시뮬레이션 분석을 통해서 최대 대기트럭수가 대기길이 기준 4대를 만족하는 게이트 라인 규모는 Table 7에서 입구(Gate-In)는 4라인, Table 8에서 출구(Gate-Out)는 2라인 이 산출되었다.

Table 7 The simulated result of Gate-In

(단위: 초)

항목 라인수	최대대기 트럭수	평균대기 트럭수	최대 대기시간	평균대기 시간	평균통과 시간
2 라인	75	31.64	8163	3072	3164
3 라인	7	1.29	631	97.6	188
4 라인	2	0.43	208	27.5	118
5 라인	1	0.34	107	19.6	110

Table 8 The simulated result of Gate-Out

(단위: 초)

라인수 \ 항목	최대대기 트럭수	평균대기 트럭수	최대 대기시간	평균대기 시간	평균통과 시간
1 라인	6	0.83	89	18	38
2 라인	2	0.16	33	1.4	22
3 라인	1	0.13	19	1.1	21

차량의 처리시간을 20초로 가정한 후 공차량 처리시간 20초, 적차량 처리시간 110초, 차량간 시간을 10초로 설정하여 [방법 2]를 적용하여 피크시의 게이트 라인 규모를 산출하면 다음과 같다. Table 9에서 시간당 적재 차량수는 연간 차량대수를 기준으로 계절피크계수 1.0, 일일피크계수 1.5, 하루 작업 시간 20시간을 기준으로 하였으며, 반입의 경우 수출과 타부두환적, 반출의 경우 수입과 자부두환적을 합한 차량대수를 연간 차량대수로 하였다.

Table 9 Calculation of gate lane by method 2

구 분	입구	출구	합계
시간당 적재 차량수	32	39	71
차량당 처리시간(초)	120	30	-
총처리시간(초)	3,815	1,1587	4,973
라인수	1.3	1	2.3
신속처리라인수	1	1	2
총 라인수	2.3	2	4.3

게이트 입구의 차량 연간처리능력의 경험치 55,000대와 출구의 차량 연간처리능력의 경험치 220,000대를 가정하여 [방법 3]으로 게이트 라인 규모를 산출하면 Table 10과 같이 입구 3.3개, 출구 2개가 산출된다.

Table 10 Calculation of gate lane by method 3

구 분	입구	출구	합계
연간적재 차량수	124,848	108,618	233,466
라인당 연간차량수	55,000	220,000	-
라인수	2.3	1	3.3
신속처리라인수	1	1	2
총 라인수	3.3	2	5.3

## 5.2 한진감만 라인규모 산정

세방감만의 2004년 연간물동량 639,677TEU와 TEU/Box 비율 1.64를 적용하여 연간 차량대수를 산출하면 다음과 같다.

Table 11 Throughput figure in Hanjin Gamman Terminal

유형	안벽물량	야드물량	게이트물량	차량대수
수입	177,940	639,677	177,940	108,500
수출	215,712		215,712	131,532
양하환적	33,059		-	-
타부두환적	83,220		83,220	50,744
적하환적	33,059		-	-
자부두환적	78,722		78,722	48,001
연안	17,965		-	-
합계	639,677	639,677	555,594	338,777

[방법 1]의 시뮬레이션 분석을 통해서 산출된 게이트 라인 규모는 입구 4개, 출구 2개가 산출되었다.

[방법 2]를 적용하여 피크시의 게이트 라인 규모를 산출하면 다음과 같이 입구 2.3개, 출구 2개가 산출되었다.

Table 12 Calculation of gate lane by method 2

구 분	입구	출구	합계
시간당 적재 차량수	38	32	70
차량당 처리시간(초)	120	30	-
총처리시간(초)	4,507	967	5,474
라인수	1.3	1	2.3
신속처리라인수	1	1	2
총 라인수	2.3	2	4.3

차량 연간처리능력의 경험치를 가정하여 [방법 3]으로 게이트 라인 규모를 산출하면 다음과 같이 입구 3.4개, 출구 2개가 산출되었다.

Table 13 Calculation of gate lane by method 3

구 분	입구	출구	합계
연간적재 차량수	131,532	108,500	240,032
라인당 연간차량수	55,000	220,000	-
라인수	2.4	1	3.4
신속처리라인수	1	1	2
총 라인수	3.4	2	5.4

## 5.3 2선석 통합시 라인규모 산정

세방감만과 한진감만의 통합시 2004년 연간물동량 1,208,384 TEU와 TEU/Box 비율 1.58를 적용하여 연간 차량대수를 산출하면 다음과 같다.

Table 14 Throughput figure in integrated berth terminal

유형	안벽물량	야드물량	게이트물량	차량대수	
수입	343,040	1,208,384	343,040	217,114	
수출	405,481		405,481	256,634	
양하환적	50,644		-	-	
타부두환적	127,985		127,985	81,003	
적하환적	50,644		-	-	
자부두환적	198,474		198,474	125,616	
연안	32,117		-	-	
합계	1,208,384		1,208,384	1,074,980	680,367

[방법 1]의 시뮬레이션 분석을 통해서 산출된 게이트 레인 규모는 입구 5개, 출구 2개가 산출되었다.

[방법 2]를 적용하여 피크시의 게이트 레인 규모를 산출하면 다음과 같이 입구 3.3개, 출구 2개가 산출되었다.

Table 15 Calculation of gate lane by method 2

구 분	입구	출구	합계
시간당 최대 차량수	70	71	141
차량당 처리시간(초)	120	30	-
총처리시간(초)	8,348	2,119	10,467
레인수	2.3	1	3.3
신속처리레인수	1	1	2
총 레인수	3.3	2	5.3

차량 연간처리능력의 경험치를 가정하여 [방법 3]으로 게이트 레인 규모를 산출하면 다음과 같이 입구 5.7개, 출구 2개가 산출되었다.

Table 16 Calculation of gate lane by method 3

구 분	입구	출구	합계
연간적재 차량수	256,634	217,114	473,747
레인당 연간차량수	55,000	220,000	-
레인수	4.7	1	5.7
신속처리레인수	1	1	2
총 레인수	5.7	2	7.7

5.4 산출결과 비교

3가지 방법을 이용하여 세방감만, 한진감만, 2선석통합의 3가지 경우에 대하여 산출한 결과는 다음과 같다.

Table 17 The number of gate lane by analysis methods

방법	구분	세방감만		한진감만		2선석통합	
		입구	출구	입구	출구	입구	출구
1		4	2	4	2	5	2
2		2.3	2	2.3	2	3.3	2
3		3.3	2	3.4	2	5.7	2
현재		4	2	4	2	8	4

[방법 1]의 시뮬레이션 방법을 이용한 게이트 레인규모 산정결과는 현재 게이트 레인 규모와 동일한 결과를 가져왔으나 2선석 통합시에는 입구 레인 3개와 출구 레인 2개가 여유 레인임을 알 수 있다.

[방법 2]의 피크시를 고려한 산출방법에서는 현재 보수수준보다 절반 정도로 운영이 가능하다는 결과가 산출되었다.

[방법 3]의 경험치에 의한 산출결과는 레인수를 정수화할 경우 [방법 1]보다 입구수가 1개 늘어난다.

결국 3가지 방법 모두 입출구 각각 2개 정도의 여유가 발생함을 알 수 있다.

5.5 혼잡도에 따른 분석

선석통합시의 게이트 운영을 위한 게이트의 유형 선택을 위하여 게이트 통행량의 혼잡도를 추정하였으며, 추정방법으로 선석통합시 물동량에 대한 피크 시간대의 한 시간 동안의 게이트 통과 차량대수를 구하였다.

먼저 [방법 1]의 시뮬레이션 결과에서는 반입시와 반출시 피크시간대에 204.5대가 산출되었으며, [방법 2]와 [방법 3]은 Table 18과 같이 동일하게 141대가 산출되었다.

Table 18 Comparison of traffic volume in a peak hour

구 분	반입차량	반출차량	합계
세방감만	32	39	71
한진감만	38	32	70
선석통합시	70	71	141

[방법 1]의 시뮬레이션 결과에 의하면, 선석 통합전의 세방감만과 한진감만의 피크시간대의 차량대수는 입구레인 4개, 출구레인 2개로 혼잡도가 높은 것은 아니지만 선석통합시에는 입구레인 5개, 출구레인 2개로는 혼잡도가 높아져 2개 게이트를 통합하여 운영하는 것보다 기존의 2개 게이트를 따로 운영하는 것이 통행량 분산 측면에서는 유리하다.

피크시의 통행량 혼잡도를 감안한다면 기존의 게이트가 가지고 있는 입구레인 4개와 출구레인 2개로는 부족하여 입구레인과 출구레인의 수를 늘려야 하거나 또는 현재의 게이트를 2개를 모두 입구 전용과 출구 전용의 분리게이트로 활용하는

방안이 효과적이다. 따라서, 현재의 게이트 시설물의 레인수를 이용하여 Fig. 6과 같이 전용 분리게이트시스템을 적용하는 것이 효과적일 것이다.

또한, 유사한 상황이 예상되는 허치슨과 대한통운의 선석 통합시에는 각 터미널의 게이트 위치를 고려할 때, 현재의 두 개의 게이트가 근접한 거리에 위치하므로 게이트 2개를 입출구 레인을 가지는 복수 분리게이트시스템의 적용이 전용 분리게이트시스템보다 효과적일 것이다.

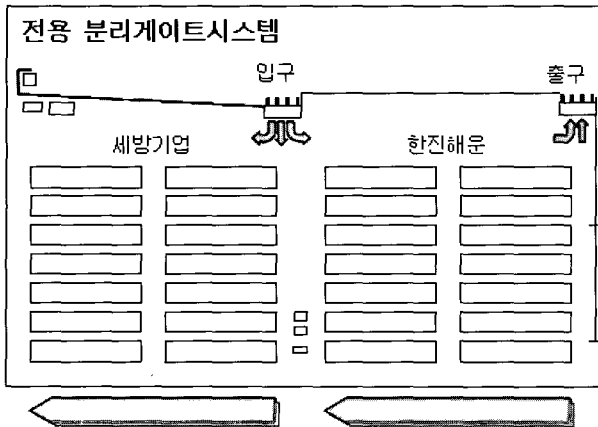


Fig. 6 Separated gate system

## 6. 결 론

본 연구에서는 컨테이너터미널의 분리게이트 설계적용을 위한 분석방안을 제시하였다. 기존에 단일게이트로 운영되던 컨테이너터미널이 통합될 경우 기존의 게이트를 활용하는 방안에 대해서 게이트를 전용 분리게이트시스템과 복수 분리게이트시스템으로 구분하였다.

선석이 통합된 감만부두의 세방기업과 한진해운 터미널을 대상으로 두 터미널의 통합 전과 후를 분석하였다. 즉, 선석이 통합될 경우 기존의 게이트는 통행량을 감안할 때 전용 분리게이트시스템으로 운영방안이 효과적인 것으로 나타났다.

제시된 분석방법은 향후 선석 통합이 추진중인 감만부두의 허치슨과 대한통운 터미널과 광양항 1단계에도 적용이 가능할 것으로 판단되며, 향후 컨테이너터미널이 선석을 통합하여 대형화 될 경우 기존의 게이트 시설을 어떻게 활용할 것인지를 설계단계에서 분석할 수 있도록 대안분석의 역할을 할 수 있을 것이다.

추후 연구에서는 컨테이너터미널 외부의 차량 대기공간을 고려한 공간확보의 효율성을 높이는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 부산항만공사(2005), "2004년도 부산항 컨테이너화물 처리 및 수송통계"
- [2] 양창호, 최용석(2002), "컨테이너터미널 계획 시뮬레이션 모델링 개발방향 연구", 해양정책연구, 17(2), 67-110.
- [3] 최용석, 하태영(2005), "지식기반 시뮬레이션에 의한 컨테이너터미널 설계 방안", 해양정책연구, 20(1), 145-184.
- [4] 한국컨테이너부두공단(2001), "광양항 3단계 자동화 컨테이너터미널 개발 기본계획"
- [5] 홍동희, 정태충(2003), "자동화 항만에서의 게이트 구조물 및 최적 운영방식 설계", 정보처리학회논문지, 10-A(5), 513-518.
- [6] Itsuro Watanabe(2001), "Container Terminal Planning - A Theoretical Approach", World Cargo News, 145-149.

원고접수일 : 2006년 4월 10일

원고채택일 : 2006년 6월 7일