

## ITT Platform의 복화율 개선에 따른 효과 분석 - 부산항 신항을 대상으로 -

박남규<sup>†</sup> · 이정훈  
(동명대학교)

## The Evaluation of Backhaul Transport with ITT Platform - The Case of Busan New Port -

Nam-Kyu PARK<sup>†</sup> · Jung-Hun LEE  
(TongMyong University)

### Abstract

This study tries to evaluate the effect of ITT introduction in Busan New Port. The study used the estimation model of the number of vehicles required in accordance with the backhaul rate. The model used big data, COPINO e-document for one year in 2015. COPINO recorded the event such as truck ID, container ID, ATA, damage etc when truck arrived at gate. The study finds important information to estimate the required number of trucks for handling current ITT containers in Busan New Port: Daily throughput in Busan New Port is 1650 vans, especially night throughput recorded peak level in 1800 hours to 2400 hours, the throughput between adjacent terminals recorded high, i.e PNIT to HPNT. The transportation capability for 6 hours between terminals is from 4 vans to 7 vans. The required trucks are estimated 89 currently without considering peak level. If we change the back haul rate from current 20% to 40%, 60% and 80%, how much would the cost drop? It was discovered that, if it is raised to 40%, 60% and 80%, the number of vehicle required will be reduced from 89 (current) to 76, 65 and 59. It was also discovered that the total savings will reduce down to 12%, 25% and 34%.

**Key words :** Busan New Port, ITT(Inter-Terminal Transport), Transshipment cargoes, Platform

### I. 서론

부산항은 신항의 컨테이너 터미널이 활성화되면서 2015년 19,467천TEU 컨테이너를 처리하여 동북아 물류 중심지로 입지를 다지고 있다. 2010년 14,194천TEU를 처리 이후 2015년까지 연평균 6.5% 성장세를 보이고 있으며, 지속적인 환적 화

물 유치노력을 통하여 2010년부터 2015년까지 환적화물이 연평균 10%로 큰 증가율을 보이고 있다. 부산항 환적화물의 증가로 인해 동일 항내에서의 타 부두 환적 컨테이너 물동량도 함께 증가하는 추세이며, 이로 인해 셔틀비용을 부담해야 하는 선사의 비용부담은 증가하게 되고 부산항의 서비스질 하락으로 이어져 경쟁력이 떨어지는 결

<sup>†</sup> Corresponding author : 051-629-1861, Nkpark@tu.ac.kr

\* 이 논문은 동명대학교 교내 학술연구비(2015A034, 2015년)에 의해 연구되었음.

과를 초래하고 있다.

환적항의 경쟁력 제고를 위해 본 연구에서는 Inter Terminal Transport(이하 ITT) 플랫폼시스템을 제안하여 이에 대한 효과를 검증하고자 한다. ITT는 동일 항내에서 타 부두 환적 컨테이너 운송을 지칭하며, ITT Platform이란 서비스 공급자와 수요자를 연결해주는 장(場)을 지칭한다. 즉, ITT플랫폼은 서비스 공급자, 서비스 수요자, 이를 운영하는 제3자(ICT)로 구성되며 다양한 비즈니스 모델을 접목하여 부가적인 수익을 창출하는 시스템이다. ITT플랫폼은 선사로부터 ITT 요청을 접수하여 ITT Request 정보를 바탕으로 운송 차량별 운송 기회를 제공, 운송거리 최소화, 선사 및 터미널별 Free Time 등을 고려하여 최적화된 셔틀 계획을 수립한다. 또한 Platform에 등록된 운송 가능 차량 정보를 실시간으로 모니터링을 통해 최적의 운송지시를 제공하는 것을 목표로 한다.

## II. 선행연구 검토

Huarong Zheng et al. (2016)는 ITT 시스템의 효율적이고 자율적인 운영을 위하여 AGV(Autonomous Guided Vessels)시스템을 제시하였다. 그들은 AGV 운영을 통한 항만의 노동비 절감, 24시간 운영 및 대기시간 감소 등 터미널 효율성 향상 결과를 제시하였다.

Kevun Tierney et al. (2014)는 독일 함부르크항, 로테르담항 Maasvlakte 1&2 지역에 터미널간의 최적의 운영을 위한 핵심 요소인 교통 정체, 차량유형, 작업시간을 위한 대기 시간 및 터미널 구성을 고려하여 컨테이너 인도 지연을 최소화하기 위한 정수프로그래밍 모델을 제시하였다.

Oh et al.(2014)는 부산항 신항을 대상으로 타 부두 환적을 처리할 수 있는 시스템을 두 가지를 제시하였다. 40ft 컨테이너를 2층으로 적재하여 2

대까지 연결하여 4박스를 동시에 이송할 수 있는 새로운 육상식 트레일러 시스템(Double stack Multiple Trailer System, DMTS)과 궤도식 시스템을 제시하여 타부두 환적 물동량을 처리하기 위한 대안별 시스템 소요량 및 도입 비용을 산출하였다.

Vis et al.(2003)는 컨테이너 터미널에서 발생하고 있는 환적 프로세스를 전반적인 시각에서 폭넓게 소개하고 있으며 선박에서 바지선, 트럭 및 열차 등 복합적 교통수단으로 환적되는 체계에 대해 상세한 설명을 제시하고 있다. 특히 대형 선박의 부두 접안시간 최소화를 위한 터미널 내부 환적·연계체계 개선 요소들의 고찰 결과를 제시하고 있다.

Leem Jim, Chen은 싱가포르 PSA의 기존 터미널인 Brani, Keppel, Tanjing Paga와 같이 복수의 터미널들이 운영되는 항만에서 발생하는 타부두 환적의 운영비 절감 방안을 제시하였다. 그들은 환적 대상이 되는 2대의 선박들이 가급적 동일한 터미널에 접안하여 타부두 환적 수송량을 최소화하는 할당방안을 제안하였다. 그들은 이 문제를 선박과 터미널 사이의 할당과 컨테이너 야드(Container Yard) 할당의 2단계 절차법모형(Two Stages Model)으로 구성하고, 이모형에 대한 해법으로 2단계 휴리스틱 알고리즘을 개발하였다. 개발된 모형과 알고리즘은 기존 방법에 비해 타 부두 환적 처리 비용의 20% 절감이 가능하다고 주장하였다.

Hendricks, Armbruster, Laumanns, Lefeber, Udding은 앤트워프항(벨기에)에서 PSA Antwerp가 운영하는 복수 터미널의 타부두 환적 효율성을 개선하기 위해 혼합정수계획 (Mixed Integer Programming) 모형과 해법을 제시하였다. 그들의 모형은 터미널 내 안벽 크레인의 작업을 평균화하고 타 부두 환적 발생 최소화를 목적으로 하고 있다. 그들은 안벽 크레인의 작업분담 효과를 25% 향상하고 비용 효율성을 3% 개선한다고 주장하였다.

<Table 1> Comparison with previous research

Year	Existing researcher	Research content
2016	Huarong Zheng, Rudy R. Negenborn,, Gabriel Lodewijks	Author suggests closed-loop energy-efficient scheduling and control of an autonomous Inter Terminal Transport (ITT) system using waterborne Autonomous Guided Vessels (waterborne AGVs).
2014	Kevun Tierney, Stefan Voß, Robert Stahlbock	Author suggests that a novel integer programming model for analyzing inter-terminal transportation (ITT) in new and expanding sea ports
2014	Oh Seokmun,, Jeon Hyeongmo, Bang Hyeongjun	Author suggests that Double stack Multiple Trailer System(DMTS) is the proper vehicle which handles transshipment cargo from this terminal to other terminal in Busan New Port
2003	Vis, Koster	Author suggest strategy to improve the transshipment and link system between container terminals
2000	Leem Jim, Chen	Author suggests strategy which reduce the cost of transshipment cargo at Brani, Keppel, Tanjung Paga in PSA
2000	Hendricks, Armbruster, Laumanns, Lefeber Udding	Authors suggest the model and solution in order to improve efficiency of transshipment cargo handling in Antwerp port
1998	Goussiater	Author suggests that which vehicle is better between yard truck(YT) or MTS in terms of transportation cost, when they transport containers among yard blocks.

Goussiater는 야드블럭(Yard Block) 사이의 컨테이너 이송에서 기존 YT(Yard Tractor)와 MTS의 이송거리별 운영비를 비교하여 제시하였다. 이송거리가 500m인 경우 트레일러 2대가 편성된 MTS의 운영비가 저렴하고, 1,200m인 경우 트레일러 3대가 편성된 MTS의 운영비가 가장 저렴한 것으로 제시하였다. 이는 이송거리가 긴 경우 대용량 이송장치가 유리함을 의미한다.

### Ⅲ. 부산항 환적화물 운송 현황 분석

#### 1. 터미널 간 운송량 분석

부산항 신항은 1997년 4월을 기점으로 신항 건설공사가 시작되었고, 2006년 1월 1-1 단계 3선석이 준공되어, 본격적인 신항 시대를 맞이하였다.

신항은 2009년 한진해운 신항만 터미널, 2010년 현대상선 터미널, 2012년 부산항 신항 컨테이너 터미널 연이어 준공되어 컨테이너부두 21선석, 다목적부두 1선석, 자동차 전용부두 1선석 등 23선석을 갖추고 있다.

부산항 컨테이너물동량은 2015년 기준 19,467천TEU

를 처리하고 있으며, 그 중 환적물동량은 48.2% (연평균)를 차지하고 있으며, 이 환적물량은 대부분 부산항 신항에서 처리되고 있다.

본 연구는 2015년 1년간 부산항 신항에 반출입되는 게이트 반출입예정정보(COPINOO) 빅데이터를 분석하였다.

2015년 부산항 신항 내 서투화물량은 연간 577,906 van이며, 1일 평균 약 1,650van을 처리하고 있다. 하루 중 18:00~24:00 사이에 평균적으로 약 580여 개를 처리하며, 전체 물동량의 약 36%가 운송되고 있다. 터미널간 운송량을 보면, PNIT에서 HPNT로 운송되는 물량이 약 8만 5천van으로 가장 많으며, HPNT에서 PNIT로의 물량이 약 6만 5천van, HJNC-PNC, BNCT-PNC 등 비교적 인접 터미널간 물량이 가장 많이 발생하고 있는 것으로 조사되었다.

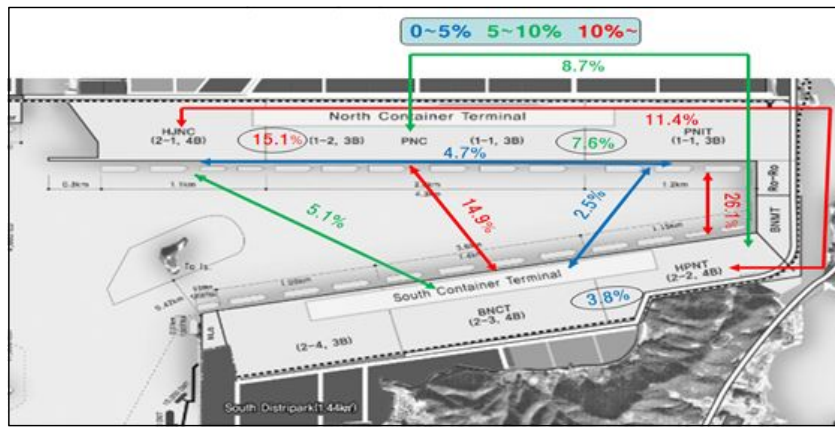
터미널간 운송량을 백분율로 나타내면 PNIT와 HPNT 사이의 운송이 26.1%, HJNC와 PNC 사이 15.1%, PNC와 BNCT 14.9%의 순위로 나타났다. 이 자료는 인근 컨테이너 터미널 간에 많은 물량이 환적되고 있음을 보여주고 있다.

<Table 2> Inter-terminal trade volume

(Van)

(From\To)	P N I T	P N C	H J N C	H P N T	B N C T	Total	Average
P N I T	-	21,187	11,443	85,505	9,204	127,339	25,468
P N C	22,536	-	37,210	25,598	27,365	112,709	22,542
H J N C	15,691	50,086	-	34,318	16,754	116,849	23,370
H P N T	65,575	24,730	31,810	-	13,577	135,691	27,138
B N C T	5,009	58,918	12,869	8,522	-	85,318	17,064
Total	108,811	154,920	93,331	153,943	66,900	577,906	-
Average	21,762	30,984	18,666	30,789	13,380	-	-

Source: authors' analysis



[Fig. 1] Cargo movement rate between terminals, Source: authors' analysis

## 2. ITT 운송 시간 분석

터미널 간 운송시간을 추정하기 위하여 다섯 가지 가정을 세웠다.

첫 번째, 각 트럭은 터미널 내 환적화물 장치장의 중심점을 기준으로 예상 이동 경로를 통해 이동한다.

두 번째, 트럭 이동 속도는 터미널 내 20Km/h, 터미널 밖 공로상에는 40Km/h로 이동한다<sup>1)</sup>.

세 번째, 게이트 밖 공로상에 있는 신호등의 개수와 게이트 통과시간은 각각 개당 1분이다.

네 번째, PNC에서 PNIT 간에는 진입 게이트는 PNIT 게이트를 공동으로 활용하며, 반출 게이트는 각각 따로 쓰고 있어 두 터미널간 운송은 터

미널 내부 경로를 통하여 이루어지므로 게이트 통과시간은 없는 것으로 하였다.

마지막으로 상차 터미널에서 운송 지시를 받은 트럭이 하차 터미널의 게이트를 통과한 뒤 양하역을 하는 시간은 복화 운송을 한 트럭의 평균 반출입 시간에 근거하여 30분으로 산정하였다.

위와 같은 가정을 근거로 셔틀운송 1 move당 처리시간 산정공식(식 1)과 분석결과는 <Table 3>과 같다. <Table 3>을 살펴보면, 터미널간 거리가 가장 짧은 PNIT-PNC의 경우 1.9km이며, 터미널간 이동시간은 약 3분이 소요되었으며, 총 소요시간은 33분이다. 터미널간 거리가 가장 먼 HJNC와 BNCT의 경우 9.2km이며, 터미널간 이동시간은 약 14분이 소요되며, 총 소요된 시간은 58분이다.

1) 운송사 내부자료, 2015

$$\begin{aligned} \text{Transit Time between Terminals} &= (\text{Average Distance between Terminal}) \dots\dots\dots (1) \\ &\div (\text{Truck Speed}) + (\text{Waiting Time for Traffic Signal}) \\ &+ (\text{Gate Transit Time}) + (\text{Terminal Handling Time}) \end{aligned}$$

<Table 3> Estimated processing time per Shuttle transportation one move

	Average Distance (km)	Transportation speed (km/h)	Terminal to terminal time (min)	Time required for traffic lights (min)	Gate passing time (min)	waiting time for load/unload (M)	Time required per move (min)
PNIT-PNC	1.9	40	2.85	0	0	30	33
PNIT-HJNC	7.57	40	11.35	8	1	30	50
PNIT-HPNT	3.28	40	4.92	4	1	30	40
PNIT-BNCT	7.57	40	11.3	8	1	30	41
PNC-HJNC	3.4	40	5.1	2	1	30	38
PNC-HPNT	7.17	40	10.75	10	1	30	52
PNC-BNCT	3.67	40	5.50	11	1	30	48
HJNC-HPNT	7.75	40	11.62	12	1	30	55
HJNC-BNCT	9.2	40	13.8	13	1	30	58
HPNT-BNCT	3	40	4.5	1	1	30	37

분석결과를 정리하면, 부산항 신항 ITT의 경우 컨테이너 1개를 터미널 간 이동 시키는데 걸리는 시간은 최소 약 30분에서 최대 약 1시간정도 소요되는 것으로 분석되었다.2)

### 3. ITT 능력 분석

컨테이너 터미널은 20시간 작업이 이루어지고 있지만, 계산의 편의성을 위해 6시간 단위로 구분하여 운송능력을 분석하고자 한다. 6시간 동안 터미널 간 운송 횟수는 4~7회 수준으로 평균 5회로 산정된다. 운송능력 산정 시 부산항 신항 전

체 ITT 물량 복화율(dual move)은 20%로 가정한다. 실제 항만의 복화율을 조사하면 약 18% 정도 수준을 보이고 있다. 터미널 간 운송 능력 산정하는 공식은 (식 2)와 같다.

(2)의 공식을 활용하여 터미널간 운송 능력을 산정 하면 다음 <Table 4>와 같다. 분석 결과 인접한 PNIT와 PNC간에는 6시간 동안 7van으로 가장 많이 처리하며, 가장 많이 떨어져 있는 HJNC와 BNCT 간에는 4van을 처리하는 것으로 분석되었다.

$$\begin{aligned} \text{Transit No. between Terminals} &= (\text{6hours} \times \text{60 minutes} \div \text{Transit Time between Terminals}) \\ &\div (\text{No. of Trip per Truck}) \times (1 - \text{Dual Trucking Ratio}) \dots\dots\dots (2) \\ &+ (\text{6hours} \times \text{60 minutes}) \times \text{Dual Trucking Ratio} \end{aligned}$$

2) 실제 두 터미널의 장치장의 상황에 따라 1시간 이상 소요되거나 30분으로 소요되는 경우도 있으나, 본 연구에서는 제외함.

<Table 4> Throughput per six hours

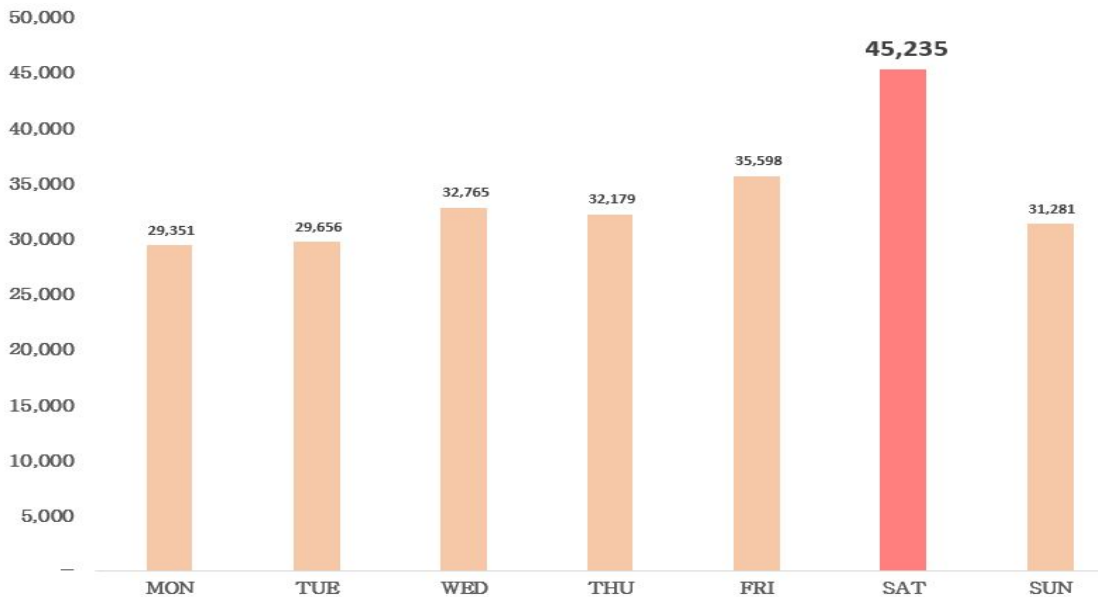
(Van)

	P N I T	P N C	H J N C	H P N T	B N C T
P N I T	-	7	4	5	5
P N C	7	-	6	4	5
H J N C	4	6	-	4	4
H P N T	5	4	4	-	6
B N C T	5	5	4	6	-

#### 4. ITT 요일 피크 분석

부산항 신항의 반출입예정정보(COPINO)를 분석한 결과, 각 요일별 ITT 운송물량은 월요일 29,351van, 화요일 29,656van, 수요일 32,765van, 목요일 32,179van, 금요일 35,598van, 토요일 45,235van, 일요일 31,281van을 처리하였다. 또한,

금요일, 토요일에 피크인 것으로 나타났다. 토요일에 물량을 많이 처리하는 이유는 부산항에 입항하는 모선이 주말에 주중 보다 입항 빈도가 높기 때문인 것으로 추정된다.

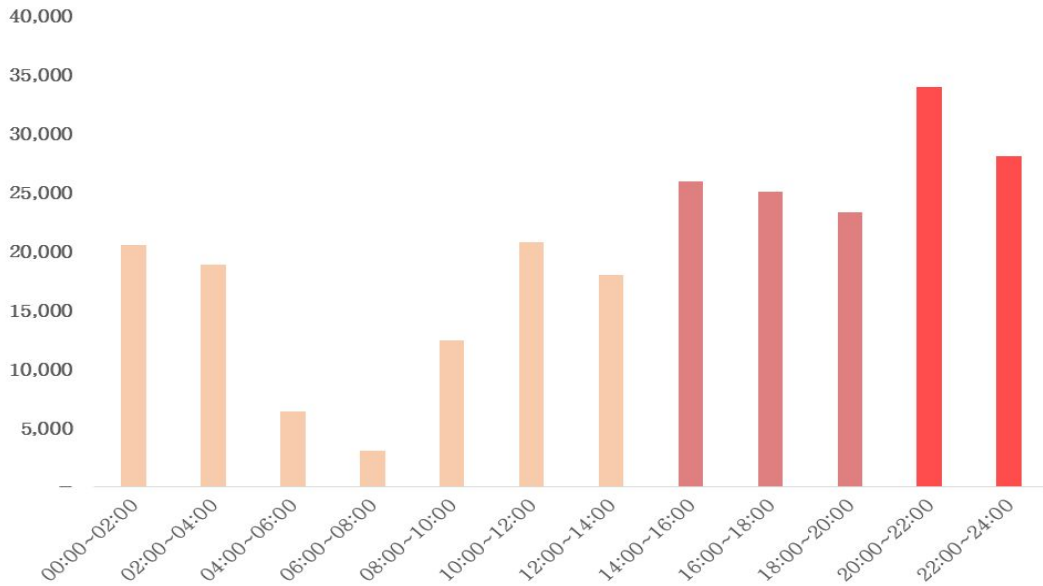


[Fig. 2] ITT throughput per day, Source: authors' analysis

#### 5. ITT 1일 시간 피크 분석

시간대별 ITT 현황을 살펴보면, 20시에서 24시 사이에 가장 많은 물량이 운송이 되는 것으로 조사되었다. 24시를 기준으로 오전시간대와 오후시

간대로 구분하여 보면 오전시간대에 비해 오후시간대에 약 2배 정도 물량이 발생하는 것으로 나타났다.



[Fig. 3] ITT throughput by Time, Source: authors' analysis

### 6. 현행 ITT의 소요차량 대수 산정

ITT 운영시간은 24시간을 기준으로 한대 트럭 기사의 휴식 및 교대시간을 고려하여 하루 20시간 운행하는 것을 전제 하에 소요 차량 수를 추

정하였다. 소요 차량 수를 산정하는 공식은 하루 평균 컨테이너 Move를 트럭의 1일 운송량으로 나누어 계산한다. (식 3 참조)

$$\text{Required No. of Truck} = (\text{Daily container move} \div 20 \text{ hours}) \div \text{Hourly Transit No. between terminals} \quad (3)$$

산정공식을 바탕으로 산정된 ITT 물량 처리를 위한 소요 트럭 대수는 89대로 추정되었다.

<Table 5> ITT Number of vehicles required when the current multimodal transport rate is 20%

(Number of vehicles)

	P N C	H J N C	H P N T	B N C T	Total
P N I T	5	5	23	2	89
P N C		11	9	13	
H J N C			12	6	
H P N T				3	

현행 ITT의 처리물량비율을 고려하여 피크시간을 산정한 결과, 20시에서 24시 사이가 가장 높았으며, 피크계수는 평균 물량의 190% 수준으로 산정되었다. 1일 피크 시간대에 168대의 트럭

을 준비하여야 한다3).

3) 본 연구에서는 트럭 소요 대수 산정 시 정상상태의 비교를 위해 피크계수를 적용하지 않음

### 7. ITT 플랫폼에 의한 소요차량 대수 산정

본 연구에서 제안하는 시나리오는 현재 20% 복화율을 20%씩 증가시켜 80%까지로 증가 시켰을 때 소요 차량의 대수를 산정하는 것이다. 이 시나리오 따라 소요되는 차량 대수를 산정하면

<Table 6>과 같다. 현재 20% 복화율일 경우 89대의 차량이 필요한 반면 복화율이 개선 시 복화율이 40% 일 때 76대, 60%일 때 65대, 80%일 때 59대의 차량이 필요하다.

<Table 6> Analysis results by scenario

(Number of vehicles)

Multimodal Transport rate	Terminal	PNC	HJNC	HPNT	BNCT	Total
20% (Current)	PNIT	5	5	23	2	89
	PNC		11	9	13	
	HJNC			12	6	
	HPNT				3	
40%	PNIT	4	4	20	2	76
	PNC		9	8	12	
	HJNC			10	5	
	HPNT				2	
60%	PNIT	4	3	17	1	65
	PNC		8	7	10	
	HJNC			9	4	
	HPNT				2	
80%	PNIT	3	3	16	1	59
	PNC		7	6	9	
	HJNC			8	4	
	HPNT				2	

### IV. ITT Platform 경제적 효과 분석

본 장에서는 ITT 도입에 따른 복화율이 개선 될 시 소요 차량의 절감과 비용 절감 효과를 추산하고자 한다. 비용은 인건비, 복리후생비, 차량 유지비, 차량 감가상각비, 차량보험료, 제세공과

금, 유류비, 타이어 교체비, 기타경비로 구성되며 이들 비용은 차량대수와 이동거리에 따라 변동되는 것으로 가정하며 1일 차량당 비용을 구한다.4)

4) 화물운송협회 내부자료 인용(차량보험료, km당 단가, 2015년)



<Table 7> Formula to calculate the required vehicle cost

---

- Fuel cost = Daily transportation cost per vehicle ÷ Fuel efficiency(Km)<sup>5)</sup> × Fuel price per litter
- Tire changing cost = Number of tires<sup>6)</sup> × Tire cost<sup>7)</sup> × Vehicle daily transportation distance ÷ Tire changing frequency<sup>8)</sup>
- Driver cost = Driver cost per vehicle per km<sup>9)</sup> × Vehicle daily transportation distance
- Welfare cost = Driver daily cost per vehicle × 10.365%
- Vehicle maintenance cost = Vehicle maintenance cost per km<sup>10)</sup> × Vehicle daily transportation distance
- Vehicle Capital Cost = Vehicle purchasing cost <sup>11)</sup> × Capital cost (%) ÷ Vehicle operation life Time<sup>12)</sup> ÷ Annual days
- Vehicle Depreciation Cost = Vehicle depreciation cost per km × Vehicle daily transportation distance
- Vehicle Insurance Cost = Vehicle insurance cost per year
- Public tax and charge <sup>13)</sup> × Annual total transportation distance
- Other cost = Total cost × 1%

---

현재 부산항 신항의 복화율 20% 수준이며, 본 연구에서는 복화율 개선에 따른 비용절감 효과 분석을 위하여 40%, 60%, 80%로 복화율이 개선 되는 시나리오를 설정하였다.

현행 20%에서 복화율이 증가됨에 따라 하루에 필요해지는 소요 차량 대수는 89대에서 40% 일 때 76대로 현행 대비 85%수준, 60%일 때 65대로 현행 대비 73%수준, 80%일 때 59대로 현행 대비 66% 수준인 것으로 나타났다.

현행에서 복화율이 증가됨에 따라 1일 물량을 처리하기 위한 총 차량 대수는 줄어들어 총비용 절감율이 복화율 40%일 경우 120% 절감, 60%일 경우 25% 절감, 복화율 80%일 경우 총비용이

34% 개선됨을 알 수 있다.

## V. 결론

부산항 신항 환적화물의 지속적인 증가로 인해 터미널 간 효율적 셔틀운송에 대한 요구가 제기되고 이에 대한 해결책으로 ITT플랫폼을 제안하였다. 본 연구는 현행 셔틀 운송의 문제점을 해결하기 위한 방안으로 제시된 ITT플랫폼의 효과를 평가하고자 하였다.

본 연구를 위해 2015년 1년간 부산항 신항에 반출입되는 게이트 반출입예정정보(COPINOO) 빅 데이터를 분석하였다.

- 
- 5) 연비는 Km당 3.3 적용함
  - 6) 타이어 개수는 트럭헤드용 10개, 사시용 10개 적용함
  - 7) 타이어 비용은 개당 30만원을 적용함
  - 8) 타이어 교체주기는 12만 Km를 적용함
  - 9) 인건비는 Km당 1,000원을 적용함
  - 10) 차량유지비는 Km당 120원을 적용함
  - 11) 차량 구매비는 1억원을 적용함
  - 12) 차량의 가동 연수는 8년을 적용함
  - 13) 차량의 제세공과금은 Km당 12원을 적용함

<Table 8> Total cost savings by scenario

	Current (20%)	Scenario1 (40%)	Scenario2 (60%)	Scenario3 (80%)
Number of vehicles required	89	76	65	59
Throughput per truck per day(Van)	18	25	27	34
Moving distance per truck per day(km)	150	156	156	150
Fuel cost per truck per day(won)	54,618	56,618	56,582	54,618
Tire replacement cost per truck per day(won)	7,510	7,785	7,780	7,510
Total daily variable cost(won)	62,128	64,403	64,362	62,128
Labor cost per truck per day(won)	150,200	155,700	155,600	150,200
Benefits per truck per day(won)	15,568	16,138	16,128	15,568
Vehicle maintenance cost per truck per day(won)	18,024	18,684	18,672	18,024
Depreciation cost per truck per day(won)	15,020	15,570	15,560	15,020
Vehicle premium per truck per day(won)	6,198	6,198	6,198	6,198
Per day per truck duties(won)	1,802	1,868	1,867	1,802
Daily cost per truck(won)	34,435	34,435	34,435	34,435
Total fixed cost per day(won)	241,248	248,594	248,461	241,248
Variable cost per day(one million won)	5.53	4.89	4.18	3.67
Fixed cost per day(one million won)	21.47	18.89	16.15	14.23
Total cost per day(one million won)	27.00	23.79	20.33	17.90
Total cost savings rate (%)	-	12%	25%	34%

2015년 부산항 신항 내 서틀화물량은 연간 577,906van이며, 1일 평균 약 1,650van을 처리하고 있다. 하루 중 18:00~24:00 사이에 평균적으로 약 580여 개를 처리하며 전체 물동량의 약 36%가 운송이 되고 있다. 터미널간의 운송량을 보면, PNIT에서 HPNT로 운송되는 물량이 약 8만 5천 van으로 가장 많으며, HPNT에서 PNIT로의 물량이 약 6만 5천van, HJNC-PNC, BNCT-PNC 등 비교적 인접 터미널 간 물량이 가장 많이 발생하고 있는 것으로 조사되었다.

터미널간 운송량 백분율을 보면 PNIT와 HPNT 사이의 운송이 26.1%로 가장 높게 나타났다.

6시간 동안 터미널간 운송 능력 분석결과 인접한 PNIT와 PNC간에는 7van으로 가장 많이 처리하며, 가장 거리가 먼 HJNC와 BNCT 간에는 4van을 처리하는 것으로 분석되었다.

각 요일별 ITT 운송물량 분석결과 금요일 35,598van과 토요일 45,235van을 처리하며 피크로

분석되었다. ITT 운영시간은 24시간을 기준으로 한대 트럭 기사의 휴식 및 교대시간을 고려하여 하루 20시간 운행하는 것을 전제 하여 소요 차량 수를 추정하면 ITT 물량 처리를 위한 소요 트럭 대수는 89대로 추정되었다. ITT플랫폼의 도입으로 개선되는 복화율의 시나리오를 설정하여 이로 인해 소요 차량의 대수가 어느 정도 줄어들 것인가를 평가하였다. 현재 부산항 신항에 처리되는 터미널간 물량의 복화율은 20%이므로 이를 40%, 60%, 80% 개선할 경우, 차량의 소요 대수는 현행 89대에서 76대, 65대, 59대로 절감될 수 있음을 밝혀내었다. 이로 인한 총 비용절감액도 12%, 25%, 34%로 줄어들 수 있음을 밝혔다. 본 연구는 문제를 단순화하기 위해 복화율 개선에만 초점을 맞추고 있지만, 차량이 컨테이너를 야드에서 상하차시 대기하는 시간 및 피크계수를 고려한다면 더욱 효과는 커지게 될 것이다.

본 연구를 통해 ITT 플랫폼을 도입하게 될 경

우 부산항 신항의 경쟁력은 증대될 것으로 판단되어 이에 대한 도입 검토가 이루어져야 할 것이다.

## References

- Bong-Ho Choi(2007). A Study on the Relation Exchange Rate Volatility to Trading Volume of Container in Korea, *Journal of Korea Port Economic Association* 23(1), 1~18.
- BPA(2008). A Study on the Revision of the Incentive System for the Increase of Cargo in Busan Port.
- BPA(2012). Busan port container cargo handling and transportation statistics.
- Byungin Park · Soukkyung Sung(2008). The Decision Criteria on the Transshipment Container Ports, *Journal of Korea Port Economic Association* 24(1), 41~60.
- Ha Myung-Shin(2001). A study on the evaluation on service quality of mUor container in Nrlh-East Asian region and their cooperative scheme, *International Business Studies* 16(1), 143~171.
- Han Chul-hwan(2002). Competitive Strategies among the Northeast Asian Ports, *Shipping Logistics: Theory and Practice* 4, 33~67.
- Huarong Zheng · Rudy R. Negenborn · Gabriël Lodewijks(2016). Closed-loop scheduling and control of waterborne AGVs for energy-efficient Inter Terminal Transport, *Transportation Research Part E*.
- Jeong Taewon · Gwak Gyuseok(2002). A Study on Analysis of the Preference of Container Ports in Northeast Asia, *Journal of Korean Navigation and Port Reserch* 26(4), 363~372.
- Kevin Tierney · Stefan Voß · Robert Stahlbock(2014). A mathematical model of inter-terminal transportation, *European Journal of Operational Research* 235, 448~460.
- Ki Tae Yeo(2002). An Evaluation of the Competitiveness of Chinese Container Ports, *The Asian journal of shipping and Logistics* 34, 39~60.
- Murphy, P. R. & Daley, J. M.(1994). A Comparative Analysis of Port Selection Factors, *Transportation Journal* 34(1), 15~21.
- Nam Kyu Park(2008). The Final Report of a Study on Reforming the Incentive System for Increase of Transshipment Cargoes at the Port of Busan, Busan: Busan Port Authority
- Ng, K. Y.(2006). Assessing the attractiveness of ports in the North European container transshipment market: an agenda for future research in port competition, *Maritime Economics and Logistics* 8(3), 234~241.
- Notteboom, T. E.(1997). Concentration and load centre development in the European container port system., *Journal of Transport Geography* 5(2), 99~115.
- Ugboma, C. · I. Callistus · C. I. Ogwude(2004). Service quality measurement in ports of developing economy: Nigerian ports survey, *Managing Service Quality* 14(6), 487~495.
- Yang Seongmo · Jin Jonggwan(2001). A Comparative Study of Busan Port and Northeast Asian Competition Port for International Logistics, *Journal of Korea Trade* 26(5), 113~141.

- 
- Received : 14 December, 2016
  - Revised : 17 January, 2017
  - Accepted : 31 January, 2017