

컨테이너터미널의 효율적인 에너지 소비 관리방안

† 최용석*, 손호성**

* 순천대학교 물류학과 부교수, ** 순천대학교 대학원

요 약 : 컨테이너터미널에서 사용되는 하역장비의 에너지 소비패턴을 분석하여 효율적인 에너지 소비 관리방안을 제시하고자 한다. 컨테이너터미널의 하역장비는 전기에너지와 유류에너지 소비 패턴의 차이가 있으며, 이를 실적자료를 바탕으로 분석하였다. 또한 하역장비의 상호작용에 의한 대기현상을 발생과정을 분석하여 에너지 소비가 많은 애로공정을 도출하였으며, 하역장비 애로공정의 발생지점을 분석하였다. 에너지 소비 관리방안으로 처리량과 에너지 소비 상관관계수 비교, 처리물량 변화 패턴 추적 관리, 하역장비 부족에 의한 에너지 소비 애로공정 관리 등의 3가지를 제시하였다.

핵심용어 : 하역장비, 에너지 소비, 애로공정

컨테이너 터미널의 효율적인 에너지소비 관리방안

최용석·손호성
순천대학교 물류학과

1. 서론

에너지가격 국제 비교

(한국=100)	일본	미국	프랑스	영국
휘발유(\$/리터)	72	45	106	115
경유(\$/리터)	74	56	109	142
산업용전력(\$/kWh)	168	93	81	188
가정용전력(\$/kWh)	173	104	155	215

출처 : IEA ENERGY PRICE & TAXES 2009 1/4

에너지원단위 (toe/천\$) 국제 비교

	한국	일본	미국	영국	프랑스	OECD
'00	0.370	0.113	0.236	0.161	0.194	0.207
'06	0.323	0.104	0.206	0.137	0.186	0.190
('00-'06)	(2.2%)	(1.4%)	(2.2%)	(2.7%)	(0.7%)	(1/4%)

출처 : Energy Balances of OECD countries (IEA, 2008)
toe (ton of oil equivalent) : 원유 1톤에 해당하는 열량(7.33 배럴=5.83드림)

목 차

1. 서론
2. 항만의 에너지 소비 패턴
3. 항만 하역장비의 에너지 소비
4. 하역장비 상호작용 분석
5. 에너지 소비 관리방안
6. 결론

1. 서론

- **문제**
 - » 하역물량에 대해서 할당된 장비를 사용하여 에너지 소비를 최소화
 - » 유류 및 전기 에너지의 최소 사용으로 온실가스 배출 감소
- **목적 설정**
 - => 생산성 극대화 = 장비들간의 대기시간(불요한 에너지 사용) 최소화
 - => 생산성 향상 = 적절한 에너지 소비를 유지하면서 생산성 관리
- **배경**
 - » 하역장비(CC, TC, YT)들이 결합하여 목표 생산성을 발휘
 - » 장비들간의 대기시간을 최소화하여 에너지 소비 관리
 - » 적합한 장비조합의 적용으로 에너지 소비 관리
 - » 주기적인 작업감시로 에너지 소비 관리

† 교신저자 : 최용석(중신회원) drasto@sunchon.ac.kr

** 손호성(일반회원) dotoday2000@naver.com

2. 항만의 에너지 소비 패턴

컨테이너터미널 사례

광양항 A 터미널 예산 집행실적 (2008년)

(단위 : 원, VAT별도)

	하역장비 수리비	하역장비 유류비	하역장비 전기료
집행 실적	968,136,250	2,554,317,865	292,818,901

- 터미널 장비사용 전기료 : 조명, 냉동, G/C 사용시 발생된 전기료(복합건물비 사용료 제외)

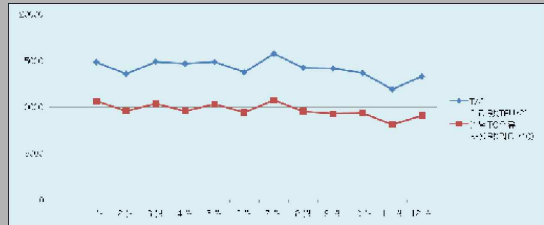
하역장비 수리비/TEU	하역장비 유류비/TEU	하역장비 전기료/TEU
1,851원	4,882원	559원



3. 항만 하역장비의 에너지 소비

항만 하역장비별 에너지 소비

트랜스피크레인(TC)의 유류 에너지 소비



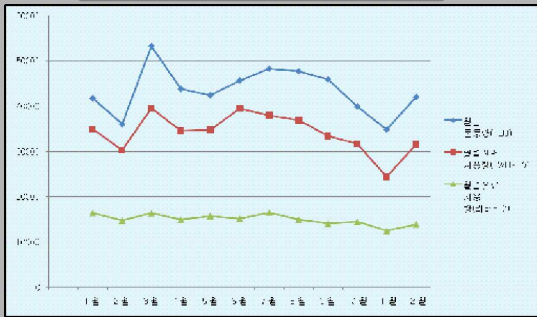
'08년 TC 처리량(TEU)	'08년 TC 소비량(리터)	상관계수
338,716	1,157,055	0.9135



2. 항만의 에너지 소비 패턴

컨테이너터미널 사례

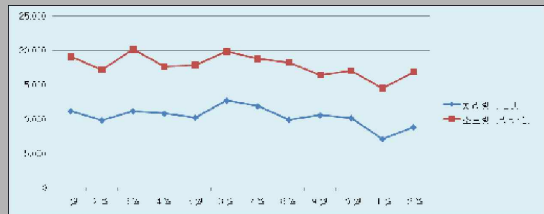
물류방식에 따른 에너지 소비 패턴



3. 항만 하역장비의 에너지 소비

항만 하역장비별 에너지 소비

이트트랙터(YT)의 유류 에너지 소비



'08년 Y/T 처리량(TEU)	'08년 Y/T 유류소비량(L)	상관계수
124,358	427,106	0.8253

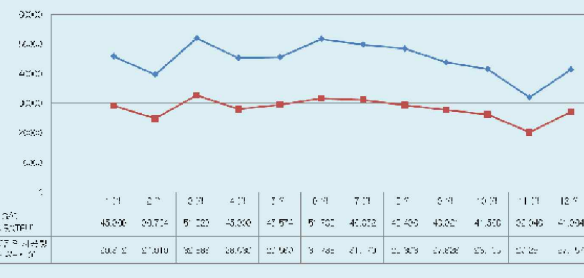


3. 항만 하역장비의 에너지 소비

항만 하역장비별 에너지 소비

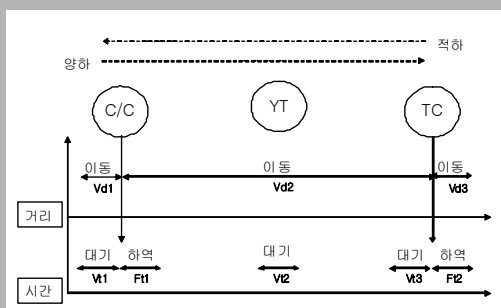
컨테이너트레일러(G/C)의 전력 에너지 소비

2008년 월별 전력 사용량



4. 하역장비 상호작용 분석

하역장비의 상태 전이



4. 하역장비 상호작용 분석

하역장비의 상태 전이

상호작용에 의한 대기시간에

CC	QA	WA	MS	WS	MA	CT	MP
-	18	30	18	30	96	37.50	

YT	QA	WA	MT	QT	WT	MA	CT	MP
-	18	70	-	47	70	205	17.56	

TC	QB	MB	WB	MT	WT	CT	MP
-	15	47	15	47	124	29.03	

CT: Cycle Time (second)

MP: Mechanical Productivity (lifts/h)

CP: Combined Productivity (?)

Status index

W: work

M: move

Q: queue

Object index

S: ship

A: apron

B: block

T: transfer point



5. 에너지 소비 관리방안

방안 2. 처리물량 패턴 관리

실질 처리물량 변화 패턴 추적 관리

출발지/도착지	상해/부산/인천		대역
	출발	도착	
상해	출발	도착	출발
	도착	출발	도착
부산	출발	도착	출발
	도착	출발	도착
인천	출발	도착	출발
	도착	출발	도착



4. 하역장비 상호작용 분석

하역장비 에너지 낭비(에너지소비 관리대상)



CC 대기 for empty YT (양하)

TC 대기 for empty YT (양하)

YT 대기 for CC (양하)



CC 대기 for loaded YT (적하)

TC 대기 for loaded YT (적하)

YT 대기 for CC (적하)

CC 평균대기시간은 YT대수가 늘어날수록 감소하고 TC대수가 늘어날수록 감소함
TC 평균대기시간은 YT대수가 늘어나면 감소하고 TC대수가 늘어나면 증가함
YT의 CC평균대기시간은 YT 5대 이상이고 TC 10대 이상일 때 많이 증가함



4. 하역장비 상호작용 분석

방안 3. 하역장비 상호작용에 의한 애로공정 관리

하역장비 부족에 의한 에너지 소비 애로공정 관리

상호작용 애로공정	안벽(Berth)		장치장(Yard)	
	C/C	YT	TC	
C/C 대기	전기에너지 소비*	장비부족	-	장비부족
TC 대기	장비부족	장비부족	-	유류에너지 소비*
YT 대기(C/C buffer)	장비부족	유류에너지 소비*	-	-
YT 대기(TC buffer)	-	-	유류에너지 소비*	장비부족

*: 애로공정 발생지점

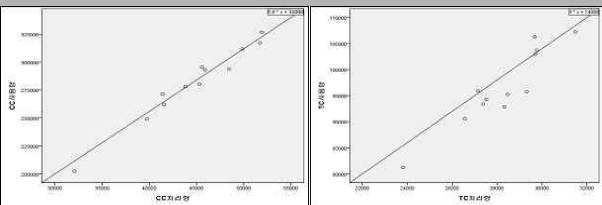


5. 에너지 소비 관리방안

방안 1. 처리물량 vs. 에너지 소비

처리물량과 에너지소비 상관관계 비교

	C/C	TC	YT	RS, TH
컨테이너 처리량(TEU)	527,744	338,716	124,358	53,606
전력소모량(KW)	179,678			
유류소모량(리터)		1,157,05	427,106	189,279
상관계수	0.985	0.933	0.853	0.875



6. 결론

- 항만의 에너지 소비 패턴
 - 에너지 유형별 항만의 에너지 소비 패턴 분석
- 항만 하역장비의 에너지 소비
 - » 항만 하역장비별 에너지 소비를 월별로 분석
- 하역장비 상호작용 분석
 - 하역장비 상호작용에 의한 대기 발생 현황 분석 애로공정의 분석
 - 하역장비 애로공정 및 애로공정 발생지점 분석
- 에너지 소비 관리방안
 - 처리물량과 에너지 소비 상관관계 비교
 - 처리물량 변화 패턴 추적 관리
 - 하역장비 부족에 의한 에너지 소비 애로공정 관리

