

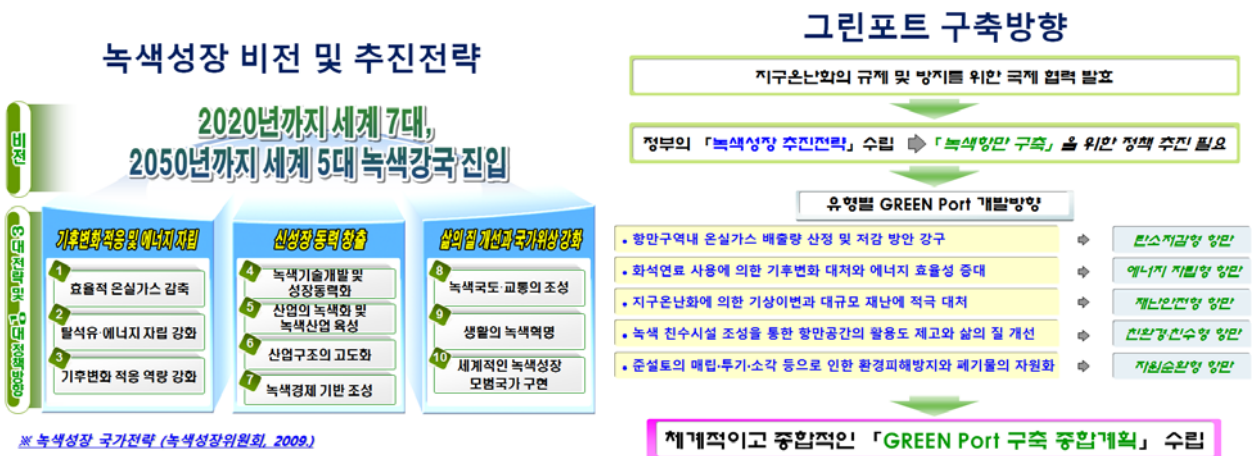
Green Port를 위한 KPI 선정에 관한 연구

† 김환성 · 신광철*

† 한국해양대학교 물류시스템공학과, *울산항만공사

요약 : 최근, 세계기후변화가 산업체제 및 소비자의 소비패턴 등에 영향을 미치는 등 지속적으로 인류의 삶에 막대한 영향을 미치게 이르렀다. 이로써 각 국가에서는 기후변화에 대비한 활동들을 행하고 있으며, 이로써 항만에서도 기후변화를 고려한 그린포트 구축활동이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 각 항만별로 행해지고 있는 그린포트 구축활동에 대한 KPI(Key Performance Indicator)를 설정하여 각 항만별 및 세계항만별 상호 비교를 위한 지표를 마련하고자 한다. 이를 위해 본 논문에서는 전문가 설문을 행하여 항만의 KPI를 도출하여 이에 대한 영향을 고찰하도록 한다.

핵심용어 : 그린포트, KPI, 탄소배출, 대기오염



Green Activities

• 해운분야

- 선박 대기오염물질 배출 규제협약
 - IMO에서 1973년 제정한 해양오염방지협약(MARPOL 73/78)의 제VI 부속서로 작성
 - 2005년 10월 MEPC 제 53차 회의에서 3년간 선박의 CO₂ 배출량 조사 요청
 - 2006년 제 55차에서 선박의 CO₂ 배출기준 제정 예정 시사
 - 제 58차에서 선박의 CO₂ 배출감축문제를 중요 이슈화
 - 전 세계 CO₂ 배출량(2007년): 약 310억톤
 - 선박 배출량 10억 2천백만톤 (3.3% 점유)

- 기후변화 관련 규정의 적용대상 선박
- 신조선 에너지효율 설계지수 기준제정
- 현존선 에너지효율 운항지수 기준제정
- 시장적 제도(탄소세, 배출권거래) 도입 검토
- 선박 이산화탄소 배출 저감을 위한 운항방법

Green Activities

• 항만분야

- 2005년 C40 (C40 Cities Climate leadership group) 발족
- 세계 온실가스 80%를 배출하는 대도시가 기후변화에 적극 대응하는 협의체
- 1차: 런던(2005), 2차: 뉴욕(2007), 3차: 서울(2009)
- 항만 및 항만도시로 확장 분리
 - C40 World Port Climate Conference 개최 (1회: 네덜란드(2008), 2회: 미국(2009. 11))

- ◆ 주요 행동사항
 - CO₂ 저감노력
 - 상호협력
 - Clean 선박 도입 인센티브 제공
 - AMP 도입
 - Footprint 실시 및 조사 협력
 - Energy saving 실시

† 교신저자 : 종신회원, kimhs@kmou.ac.kr

* 일반회원, uriduri2@upa.or.kr

GREEN PORT란 ?

경제환경의 조화로운 발전을 위한
저탄소 녹색성장 GREEN Port 구축

4대 주요과제

저탄소
에너지효율
향상구축

친환경,
자원순환형
향상구축

기후변화,
재해에 안전한
항만-임원권역
구축

관련
녹색기술개발
및 녹색산업
육성지원

출처 : 항만지, Green Port 구축, 2009. 09

Green Port Policy of LA/LB

미국 최대의 컨테이너항만: 2012년 기준 세계 16위 (LA 항만) 및 22위(LB 항만)에 랭크

항만가인 대기오염 문제

✓ 미국 남부연안 대기질 관리 지구 (South Coast Air Quality Management District SCAQMD)의 연차적 연구보고서 (2004, 2008) 결과, LA/LB항만 근처의 대기 유독성 위험정도 (Air toxic risk level)가 매우 높은 것으로 확인

LA/LB 친환경항만정책: San Pedro Bay Clean Air Action Plan(CAAP)

✓ 2006년 11월 미국 최초로 항만관련 청정대기Action Plan 수립
✓ CAAP 시행방안: 목표치 달성을 위하여 각 대기가스 오염원에 대한 여러 가지 규제 또는 인센티브 정책을 통하여 **경제 동태정책과 시발적인 참여 유도방안을 병행**

정책1: Clean Trucks Program (CTP) 정책2: Vessel Speed Reduction Program

정책3: Shore Power Program (Cold Ironing or AMP; 선박 육상전력공급 프로그램)

정책4: Green-Ship Incentive Program or Environmental Ship Index (ESI) Program

정책5: Solar Photovoltaic (Solar PV) Development (태양열 공전지 개발)

정책6: Port Environmental Management Department

Green Port Policy of Rotterdam Port

로테르담 항만의 환경 개요

- ✓ 로테르담항: 세계 4위권 항만이며, 유럽 최대의 컨테이너 항만
- ✓ 환경오염 현황
 - 활발한 항만 및 해운활동으로 분진, CO2 배출, 소음 등 대기오염을 중심으로 한 심각한 환경문제 유발
 - 항만 및 해운산업 중심이었던 로테르담 시는 네덜란드 국가 전체 CO2 배출량의 16% 차지
 - 항만의 지속가능한 발전전략이 커다란 장애요소로 작용

로테르담 친환경항만정책: Rotterdam Climate Initiative (RCI)

- ✓ 2007년에 시작된 로테르담 시의 기후변화 프로그램
- ✓ 4개의 파트너와 공동으로 추진: 로테르담 시당국, 로테르담 항만당국, DCMR Environmental Protection Agency, Rijnmond와 로테르담 기업체들의 기구 Deltaalings
- ✓ RCI 프로그램의 목표: CO2 emissions 레벨을 1990년 대비 2025년까지 50% 감소

정책1: CO2 Capture and Storage (CCS) 정책2: CO2 Footprint (탄소 발자국) 프로그램

정책3: Modal Split(모달 스플릿)

정책4: Environmental Ship Index (ESI)와 Green Award

정책5: Shore-based Power (선박의 육상전기 공급) 프로젝트

Green Port Policy of Asia Ports

홍콩항만: 대기오염관리-선박의 저유황유 사용

- ✓ 2010년 해오사(MAERSK LINE)가 지사의 정책일환으로 홍콩항에서 자발적으로 저유황유를 사용
- ✓ 홍콩항을 이용하는 19개 해운사는 Fair Winds Charter를 통해 2011년~2012년까지 2년간의 기간에 걸쳐 홍콩항 선박 중 자발적으로 0.5% 저유황유를 사용하기로 결의
- ✓ 2012년 9월 26일 홍콩정부는 선박 중 자발적으로 0.5% 저유황유를 사용하는 선박에 대해 항세를 50%까지 감면하는 내용의 정책을 시행 - 업계의 자발적인 저유황유 사용 노력에 대한 보상
- ✓ 이에 따라 17개사는 Fair Winds Charter를 1년 더 연장하여 저유황유 사용 정책 유지
- ✓ 홍콩정부는 더욱 나아가 홍콩항 주변 지방정부와 함께 장기적으로 해당지역을 특별해역(Emission Control Area)로 지정하기 위한 노력을 가시화

싱가폴항만: Maritime Singapore Green Initiative(MSGI)

- ✓ 2011년 4월 12일 싱가포르 정부는 향후 5년간 친환경적인 해상운송활동 증진을 위해 1억 싱가포르 달러를 내놓으라는 MSGI 발표
- ① **Green Ship Programme**: 신조선의 에너지효율 개선을 통한 온실가스 배출 감축을 목표로 하는 프로그램으로써, 싱가포르 국적선박의 50% 감면, 본세 20% 환급 등의 혜택 부여 / 해당 선박이 승인된 Scrubber 장치를 장착한 경우, 국적 등록비 25% 및 본세 20% 추가 감면 혜택 부여
- ② **Green Technology Programme**: 매출량의 10% 이상을 감축할 수 있는 기술을 개발하는 싱가포르내 해사연구기업에게 개발비용의 50%를 지원하는 프로그램
- ③ **Green Port Programme**: 싱가포르 기항선박이 항계 내에서 Scrubber와 같은 청산 승인된 친환경 선박을 사용하거나 저유황유를 사용시 선박의 국적을 불문하고 항비의 25%를 감면해주며, 정박중에만 동일한 요건을 만족시에는 항비의 15%를 감면해주는 프로그램

Green Port Policy of Busan Ports

부산항 해양환경오염 실태

- ✓ 선박의 입출항 및 화물차의 입출항, 항만 내 화물처리 등으로 부산항 기인 대기, 수질 오염 및 소음공해 등 환경오염 등에 대한 지역주민의 민원제기
- ✓ 도심에 인접한 복합 자선대 부두로 인한 교통혼잡, 주차공간 부족, 지역주민의 해당 접근성 방해

부산항 Green Port정책 추진현황

- ✓ 부산항은 BPA를 중심으로 Green Port가 추진
- ✓ 부산항의 녹색성장을 위하여 '10년 2월 BPA의 부산항 녹색성장 TF팀 발족
- ✓ 2011년 8월 국내 최초로 "부산항 Green Port 구축 종합계획"수립

정책1: 컨테이너터미널 하역장비의 동력전환: 디젤유 → 전기

정책2: 조명기기 LED 등으로 교체

정책3: 태양열 및 지열 등 신재생에너지

정책4: AMP 공급시스템 구축

정책5: 신항-북항간 해상서플라이

Green Port Policy of Incheon Ports

인천항 대기오염 실태

- ✓ 인천항: 수도권 지역의 중심항만 -대선 경우를 사용하는 2만여대 이상의 선박이 입출항 하고, 연간 1억 3천톤의 화물 처리
- ✓ 주요화물: 석탄 및 모래부두, 컨테이너 및 자동차 전용부두, 양곡 및 고철, 그리고 유류 및 원목 등
- ✓ 공해상 화물중 취급으로 NOx, SOx, 온실가스뿐만 아니라 비산먼지 등의 배출과 같은 대기오염 등의 환경문제로 인하여 인근 도심기능의 저해문제도 지적

인천항 친환경항만 정책

- ✓ 인천항은 인천항항공사(IPA)를 중심으로 Green Port 정책 추진
- ✓ 그린포트 구축 강화는 인천항항공사의 8대 전략과제 중의 하나
- ✓ 2013년 대한민국 녹색기후상 및 2013년 대한민국 녹색경영대상 수상

정책1: 분진방지 하역장비도입

정책2: 신재생에너지

정책3: 조명기기 LED 등으로 교체

정책4: 친환경 LNG연료 추진선박 운항

정책5: AMP 공급시스템 구축

정책6: 전기자동차 운행

정책7: IPA 갑판타워 빌딩 채식작업

탄소배출량 산정법 예시

구분	WPCI*	일본 국토교통성	해양수산부
영역	• 항계선, 시설, 건설	• 정박, 배후단지, 시설	• 항계선, 배후단지
범위	• 이동원(여객차, 중량트럭, 기관차, 연안선박, 외항선박, 건설장비) • 설비원(발전소, 보일러, 발전기, 전차, 연소설비)	• 선박(항해, 정박, 예인) • 화석 • 대기 • 정내운송 • 배후지운송 • 관련시설	• 선박(항해, 정박, 예인) • 화석 • 외부차량(3종: 형만내 이송, 대기) • 보관 • 소음 • 관리 및 시설 • 항안-배후단지 운송
특징	• 직접, 간접 및 기타간접요소 (Scope 1,2,3) 분류	• 지표 1,2,3 분류	• 8개화물 • 화물별·배출원별·원단위
장점	• 상세 데이터 요구	• 취득데이터정도에 의해 정확도 고려 산출	• 화물별 처리량을 통해 직접 계산
단점	• 전체 발생량 산출 어려움	• 전체 발생량 산출 어려움	• 정확도 검증 필요

* World Port Climate Initiative

원단위 및 에너지 사용량 예시

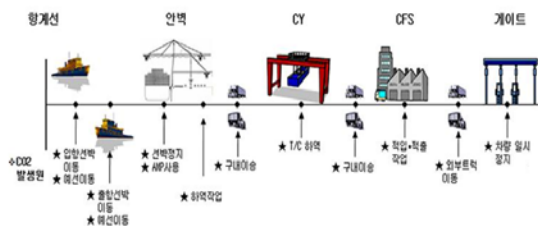


주요항만별 Green Port 지표

항만	CO2	DPM	NOx	SOx	에너지
LA/LB	-	2023년도 77% 저감	2023년도 59% 저감	2023년도 93% 저감	-
로테르담	1990년대비 50%저감	-	-	-	-
구텐버그	-	-	-	-	2030년까지 지속가능한 에너지 공급
한국	2020BAU 대비 39% 감축	-	-	-	에너지자립도 70%

Green Port 범위

- Green Port 범위
 - 항계선 - 게이트
- Green Port 대상
 - 선박, 외부차량, 시설 및 장비, 보관, 관리, 유지보수



KPI별 특징

항목	CO2	PM	NOx	SOx	소음	에너지
산정방법	계측 또는 산출	측정장비 (고정/이동)			계측 또는 산출	
비용	초기 구축 비용(높음)	고정식: 초기 구축비용 (높음) 이동식: 임대방식 (낮음)			초기 구축 비용 (중간)	
유지보수	낮음	중간	중간	중간	낮음	
표준성	중간	높음				
그린포트 효과	높음	중간	중간	중간	높음	낮음
주요 취급 화물별	전화물	양곡, 고철, 철재, 모래, 시멘트 등			유류, 자동차를 제외한 전화물	

KPI for Green Port

- Keywords of Green Port
 - 저탄소, 에너지자립, 재해안전, 친수·친환경, 자원순환
 - 대기오염, 소음, 신재생에너지
 - 그린선박

- KPI(Key Performance Indicators) for Green Port



KPI 선정 기준

- 선정편의성, 효과성, 지속가능성, 표준성
- 항만별 주요처리화물
 - (8종: 컨테이너, 유류, 자동차, 고철·철재, 모래, 양곡, 시멘트외, 잡화)

KPI 선정절차

- 1단계: 항만별 취급화물군 도출 (예, 8종 화물)
- 2단계: 각 화물취급군별 주요 KPI 선정 (전문가 자문 ← 선정편의성, 효과성, 지속가능성, 표준성)
- 3단계: 각 화물취급군별 주요 KPI 산출 (전문가 자문 ← 항만별 취급화물군 고려)
- 4단계: 항만별 & 권역별 통합 KPI 산출

$$KPI = \{\sum_{i=1}^n K_i^n\}^{1/n}$$

n = 각 항만별 화물취급종류
 K_i = i취급화물의 KPI

- 생략 -