

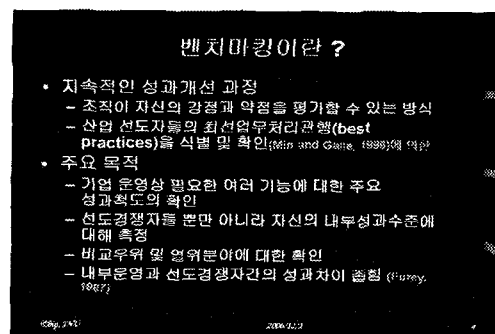
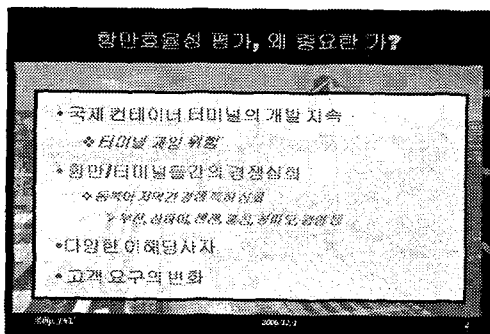
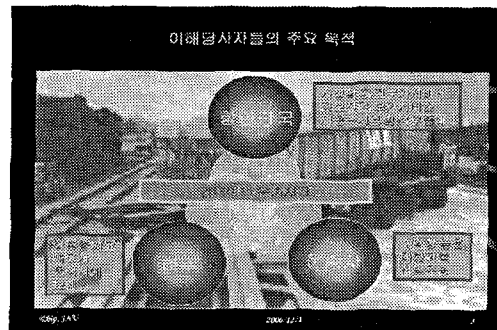
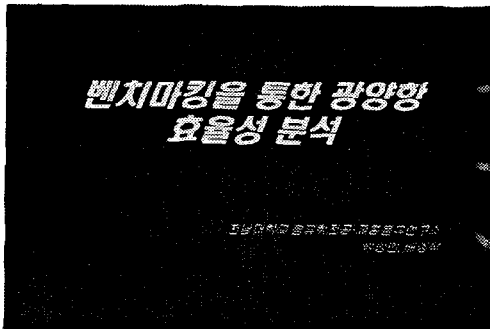
## 벤치마킹을 통한 광양항 효율성 분석

박병인\* · 배중욱\*

\*전남대학교 교통물류학부

**요약** : 모든 조직들은 자신들의 업무관행이나 운영전략 등의 개선을 통한 조직효율성의 제고를 위해 다양한 노력들을 기울이고 있다. 해운항만산업의 침체에 있는 컨테이너 터미널의 경우도 예외가 아니며, 이러한 목적을 위해 벤치마킹기법이 사용될 수 있다. 벤치마킹 기법은 자신들 내면을 파악한 후 동종업계의 최고업무처리관행(best practices)조직을 참조하여 자신들의 업무 효율성을 향상시키는 방법이다. 국내 컨테이너항만의 후발주자이면서, 물동량의 증가율도 높지 않아 지역민이나 전 국민의 우려대상이 되고 있는 광양항도 다양한 방법을 사용한 발전을 모색해야만 하며, 이러한 방법적용을 위해 대표적으로 사용할 수 있는 것이 자료포괄분석법(data envelopment analysis, DEA)이다. 본 연구는 부산항과 광양항에 있는 중소형 9개 터미널의 1999~2004년간의 4년자료를 통해 광양항 컨테이너터미널의 문제점과 그 원인을 살펴보고, 벤치마킹기법을 이용해 이를 개선하기 위한 행동방안을 간략히 제시해본다. 추후에는 최근의 다양한 변수와 국내외의 다양한 대상을 통한 더욱 엄밀한 분석을 수행해야 할 것이다.

**핵심용어** : benchmarking, operational efficiency, DEA, window analysis, scale efficiency, technical efficiency, Gwangyang



\* 대표저자 : 정태권(중신회원) tgjeong@mail.hhu.ac.kr

\*\* 중신회원 tgjeong@mail.hhu.ac.kr

## 일반적인 벤치마킹 기법

- 콤 더글러스 생산함수
- 계층분석과정 (AHP)
- 자료포괄분석법 (DEA)
- 균형성과점수법(BSC)

## DEA의 유용성?

- 조직성과의 다양한 측면에 대한 벤치마킹 기준 확인
  - 여러 투입물과 산출물을 갖는
  - 의사결정단위의 생산성 상대적 평가함으로써
- 특정 성과척도의 중요성을 결정하는 것은 아님
  - DEA는 그들 성과측정치들의 사전적인 가중치를 요구하는 것은 아니기 때문에 (가중치들이 사전에 고정되는 대신에 데이터로부터 계산됨)

## 자료포괄분석법 (DEA)

- 선형 계획(LP, non-parametric) 기반
  - 각 의사결정단위(DMU)의 상호비교가능 투입/산출물
  - 우수한 의사결정단위들과 상대비교 (상대적 측정치 제시) 운영효율성 (operational efficiency)의 척도로 제시
- “최고업무처리관행 의사결정단위 (효율성점수=1)”를 식별
  - 효율성 척도(점수) 결정
    - 투입물과 산출물에 대한 사전지식이 없어도 된다
  - 최고업무처리관행 의사결정단위 뜻된 DMU
    - 비효율성 척도를 평가 (Charnes 등, 1978)

## DEA의 결과

- 최고업무처리관행 의사결정단위 확인
  - ▶ 제품이나 서비스에 대해 다른 의사결정단위들의 품질기준 정도나 그 이성을 제공하는데 최소의 자원을 사용;
- 최선업무처리관행 의사결정단위와 비교하여 덜 효율적인 의사결정단위들을 확인;
- 덜 효율적인 의사결정단위들 각각이 사용한 초과자원총량 확인;
- 추가 자원에 대한 요구 없이 덜 효율적인 의사결정단위 들에 대해 산출을 늘일 수 있는 초과능력 확인

## DEA 기본 모형

$$\text{최대화 (jp) = } \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot \text{의사결정단위 } j \text{의 산출물} - \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot \text{의사결정단위 } j \text{의 투입물}$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot \text{의사결정단위 } j \text{의 투입물} \leq \text{의사결정단위 } j \text{의 투입물}$$

$$j = 1, \dots, n$$

## 투입 및 산출변수의 선정 방법?

1. 투입 = 자원 = 산출에 대해 “외생적 인” “환경” 요인들;
2. 산출 = 산출물;
3. 다양한 투입물들과 산출물의 측정단위들이 꼭 일치할 필요는 없음;
4. “환경” 변수들 = 투입이 되거나 산출이 되거나 = 산출에 대한 투입의 변환에 영향을 미치는 것;
5. 투입-산출집합은 배타성(exclusivity), 전채성(exhaustiveness), 및 외생성(exogeneity) 원칙에 따라야만 함;
6. 가능하면 적은 수의 투입 및 산출변수들을 사용
  - 평가되는 단위들의 비교효율성에 대한 차별능력을 보충하기 위해 (DMU 수(n) > 투입변수 수(m) + 산출변수 수(t));  $n > \max(m, t, 3(m+t))$
7. 제시된 투입산출결과를 통제하는데 민감도분석이나 통계분석이 도움됨(Thanassoulis, 2001).

### 문헌연구

연구자	연도	연구지역	크레인수	항출	투입
Rolland Heyuth (1999)	신제대	가공의 화물터미널	20 항인	1. 처리량 2. 서비스 수준 3. 일화량 4. 일화률	1. 근로자수 2. 항만의 설비투자 3. 시설자 회문의 일화량
Martinez-Budria 등 (1999)	스페인	사계항	26항만에 대한 5년 자료	1. 도크용 용량 2. 평면시공도면의 용수역	1. 노무비 2. 일화량 3. 기타비용
Tongzon (2001)	호주	화물터미널 (3개)	16항만	1. 화물처리량 2. 선박착륙률	1. 화물 (선적수, 컨테이너, 예인선 등) 2. 노무 (일화량, 일화률 등) 3. 투자 (터미널, 장비 등) 4. 기타사건
Volante & Gray (2001)	전세계	화물터미널 (7개)	1 항만	1. 화물처리량 2. 선박착륙률	1. 총 선박길이 2. 컨테이너 선적량
Park (2005)	한국	사계항 (1999-2002)	1 터미널에 대한 4년 자료	1. 화물처리량 2. 처리능력	1. 총 선박길이 2. 컨테이너 수 3. 마르 분류 4. 근로자수 5. IT 6. IT 7. IT
본 연구	한국	사계항 (1999-2002)	1 터미널에 대한 4년 자료	1. 화물처리량	1. 총 선박길이 2. 컨테이너 수 3. 마르 분류 4. 근로자수

### 사용된 터미널 데이터 (계속)

터미널	연도	산출물 (천TEU)	크레인수	안벽길이(m)	아드면적 (천m²)	근로자수
G1*	1999	47.8	2	350	144.8	73
	2000	133.7	2	350	144.8	67
	2001	133.4	2	350	144.8	73
	2002	149.3	2	350	144.8	73
G2	1999	94.3	2	350	144.8	100
	2000	139.7	2	350	144.8	93
	2001	236.3	2	350	144.8	100
	2002	292.1	2	350	144.8	100
G3	1999	143.6	2	350	144.8	86
	2000	148.7	2	350	144.8	102
	2001	164.1	2	350	144.8	100
	2002	163.5	2	350	144.8	100
G4	1999	180.8	2	350	144.8	117
	2000	272.9	2	350	144.8	121
	2001	350.1	2	350	144.8	128
	2002	398.2	2	350	144.8	128

주: \* 1999년 8월 개항. 실제수계할 일화수 1년 기준으로 환산  
자료: 한국해양수산개발원

©Kop. 2011

2006/12/1

14

### 의사결정단위의 선정

- DMU: 우리나라의 각 터미널
  - 전체 항만기준으로는 측정될 수 있는 것이 거의 없다. 대부분의 비교가능한 데이터는 터미널기준으로 측정될 수 있다... (Alderton, 1999)
- 중 및 소형터미널 중심
  - 항만들은 규모, 시설 및 기능(허브 또는 피더 등)에 따라 다양한 클러스터로 분류 가능
  - 동일한 클러스터에 속하는 항만들만이 항만효율성 분석에 포함 (Tongzon & Gancsalangam, 1994; Tongzon, 2001)
- 산출 1와 투입 4
  - 산출 지향
  - CCR & BCC 모델 + 원도우 분석

©Kop. 2011

2006/12/1

12

### 투입 및 산출변수의 기술통계분석

	데이터수	최소값	최대값	평균	표준편차	유형
화물처리량(천TEU)	36	47.8	659.9	346.7	171.8	산출
크레인수	36	2.0	4.0	2.7	0.7	투입
안벽길이 (m)	36	350.0	500.0	366.7	47.8	투입
아드면적(천m²)	36	81.3	155.4	127.1	24.9	투입
근로자수	36	67.0	214.0	146.5	50.2	투입

©Kop. 2011

2006/12/1

15

### 사용된 터미널 데이터

터미널	연도	산출물 (천TEU)	크레인수	안벽길이(m)	아드면적 (천m²)	근로자수
B1	1999	367.5	4	600	81.3	214
	2000	356.8	4	600	155.4	214
	2001	406.2	4	600	155.4	214
	2002	502.5	4	600	155.4	214
B2	1999	263.8	3	350	94.9	125
	2000	439.3	3	350	94.9	148
	2001	389.9	3	350	94.9	148
	2002	492.5	3	350	94.9	148
B3	1999	424.6	3	350	97.0	174
	2000	565.7	3	350	97.0	180
	2001	555.3	3	350	97.0	180
	2002	514.4	3	350	97.0	180
B4	1999	461.0	3	350	96.5	211
	2000	499.1	3	350	96.5	206
	2001	495.0	3	350	96.5	206
	2002	596.8	3	350	96.5	206
B5	1999	374.6	3	350	139.6	185
	2000	506.0	3	350	139.6	187
	2001	679.8	3	350	139.6	187
	2002	659.9	3	350	139.6	187

### 화물처리량에 대한 효율성 점수(CCR,%)

터미널	1999	2000	2001	2002	평균	일점비율	총점비율
B1	77.40%	62.88%	60.40%	67.27%	67.23%	6.0%	29.79%
		47.61%	54.39%	67.27%			
B2	67.16%	94.47%	83.83%	99.88%	86.32%	5.4%	32.73%
		89.10%	79.07%	99.88%			
B3	77.65%	100.00%	98.17%	95.39%	92.81%	0.0%	22.38%
		100.00%	98.17%	95.39%			
B4	81.97%	98.73%	98.00%	97.15%	96.46%	6.3%	18.28%
		82.40%	81.72%	100.00%			
B5	65.08%	67.27%	100.00%	96.10%	82.11%	12.1%	34.94%
		75.68%	87.87%	100.00%			
G1	20.82%	62.49%	68.13%	51.77%	50.80%	6.9%	41.67%
		55.68%	51.77%	58.67%			
G2	29.99%	47.80%	75.19%	42.57%	59.39%	8.2%	53.64%
		42.57%	59.99%	83.63%			
G3	53.11%	46.71%	52.32%	41.60%	48.34%	5.7%	11.51%
		41.60%	46.59%	46.54%			
G4	49.17%	71.97%	93.17%	63.91%	69.59%	11.3%	44.00%
		63.91%	81.87%	90.37%			
평균	58.04%	69.66%	75.42%	82.39%			

©Kop. 2011

2006/12/1

16

화물처리량에 대한 평균효율성 점수(CCR,%)

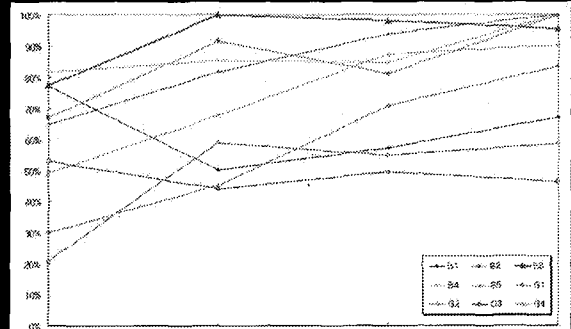
터미널	1999	2000	2001	2002	평균
B1	77.40%	50.24%	57.39%	67.27%	58.33%
B2	67.15%	91.78%	81.45%	99.88%	85.32%
B3	77.65%	100.00%	98.17%	95.38%	92.80%
B4	81.97%	85.56%	84.86%	100.00%	88.09%
B5	65.06%	81.98%	93.93%	100.00%	85.24%
G1	20.82%	59.07%	54.95%	58.67%	48.38%
G2	29.99%	45.18%	71.07%	83.63%	57.67%
G3	53.11%	44.15%	49.46%	46.34%	45.28%
G4	49.17%	67.94%	87.52%	90.37%	73.75%
평균	58.04%	69.55%	75.42%	82.39%	71.31%

6pp. JNT

2006.12.1

17

터미널별 효율성점수 추세



6pp. JNT

2006.12.1

20

평균 자원이용률(CCR,%)

자항	터미널	연도			
		1999	2000	2001	2002
크레인수	B1	-37.17%	-12.34%	-12.34%	-13.84%
	B2	-30.56%	-18.54%	-18.54%	-19.23%
	B3	-3.33%	0.00%	0.00%	0.00%
	B4	-0.57%	-0.29%	-0.29%	0.00%
	B5	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	G1	-39.17%	-45.22%	-40.31%	-41.44%
	G2	-16.67%	-23.95%	-18.23%	-19.79%
	G3	-28.33%	-16.59%	-18.23%	-19.79%
	G4	-2.50%	-1.47%	0.00%	0.00%
	인력밀도	B1	-41.36%	-18.19%	-18.19%
B2		-30.56%	-18.54%	-18.54%	-19.23%
B3		-3.33%	0.00%	0.00%	0.00%
B4		-0.57%	-0.29%	-0.29%	0.00%
B5		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
G1		-59.44%	-63.48%	-60.20%	-60.96%
G2		-44.44%	-49.30%	-45.48%	-46.52%
G3		-62.22%	-44.39%	-46.46%	-46.52%
G4		-36.00%	-34.31%	-33.33%	-33.33%

6pp. JNT

2006.12.1

18

평가항목별 효율성비교

- 위치에 따른 효율성 차이(부산: 광양)
  - 부산항 평균: 82.86%
  - 광양항 평균: 56.97%

6pp. JNT

2006.12.1

21

평균 자원이용률(계속)

자항	터미널	연도			
		1999	2000	2001	2002
야드면적	B1	0.00%	-12.90%	-12.90%	0.00%
	B2	-28.96%	-7.96%	-7.96%	0.00%
	B3	-3.33%	0.00%	0.00%	0.00%
	B4	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	B5	-9.72%	0.00%	0.00%	0.00%
	G1	-72.82%	-70.25%	-67.59%	-62.36%
	G2	-62.77%	-68.70%	-65.60%	-48.42%
	G3	-67.96%	-64.71%	-65.60%	-48.42%
	G4	-56.44%	-44.36%	-36.70%	-35.70%
	근로자수	B1	-29.54%	0.00%	0.00%
B2		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B3		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B4		-15.17%	-6.56%	-6.56%	0.00%
B5		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
G1		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
G2		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
G3		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
G4		0.00%	0.00%	-2.60%	-2.60%

\*음의 값은 자항의 미이용률 의미.

화물처리량에 대한 평균효율성 점수(BCC, %)

터미널	1999	2000	2001	2002	평균
B1	100.00%	57.62%	65.81%	76.15%	74.89%
B2	100.00%	94.60%	83.95%	100.00%	94.64%
B3	78.33%	100.00%	98.17%	95.39%	92.97%
B4	86.37%	87.94%	87.22%	100.00%	90.38%
B5	65.06%	81.98%	93.93%	100.00%	85.24%
G1	31.00%	100.00%	84.63%	93.70%	77.33%
G2	36.93%	57.33%	86.32%	100.00%	70.14%
G3	70.79%	53.25%	60.07%	55.41%	59.88%
G4	56.69%	77.54%	95.30%	100.00%	82.38%
평균	69.46%	78.92%	83.93%	91.18%	80.87%

6pp. JNT

2006.12.1

22

### 비효율적 DMU의 비효율성 주원인 분석

DMU	기술적효율성	순기술적효율성	규모효율성	비효율주요원인	
				순기술적효율성	규모효율성
B1-99	77.40%	100.00%	77.40%		
B1-00	50.24%	57.56%	87.20%		
B1-01	57.39%	55.81%	87.20%	0.00	
B1-02	67.77%	76.13%	98.33%	0.00	
B2-99	67.15%	100.00%	67.15%		0
B2-00	91.79%	94.60%	97.02%	0.00	
B2-01	61.29%	62.95%	57.02%	0.00	
B2-02	99.88%	100.00%	99.88%		0
B3-99	77.05%	78.33%	99.13%		
B3-01	98.17%	98.17%	100.00%		
B3-02	95.39%	95.39%	100.00%		
B4-99	81.97%	96.37%	94.91%		
B4-00	85.55%	87.94%	97.30%		
B4-01	84.86%	87.28%	97.30%		
B4-99	85.06%	85.06%	100.00%		
B5-00	81.98%	81.98%	100.00%		
B5-01	93.93%	93.93%	100.00%		
B1-99	20.88%	31.03%	67.15%	0.00	
G1-00	59.07%	100.00%	59.07%		0.00
G1-01	54.95%	84.63%	64.94%		0.00
G1-02	58.97%	83.70%	62.93%		0.00
G2-99	29.99%	36.93%	81.21%		
G2-00	45.18%	57.33%	78.82%		
G2-01	71.07%	86.32%	82.34%		
G2-02	83.63%	100.00%	83.63%		0.00
G3-99	53.11%	70.79%	75.02%		
G3-00	44.15%	53.25%	82.92%		
G3-01	49.46%	60.07%	82.34%		
G3-02	46.24%	55.41%	83.53%		
G4-99	49.17%	56.69%	86.74%		
G4-00	67.94%	77.54%	87.62%		
G4-01	67.50%	85.30%	91.64%		
G4-02	60.37%	100.00%	60.37%		0

- ### 결론
- 지역에 따른 비효율 존재
    - 부산형 > 광양형
  - 우수한 효율 낸 4 터미널 = 잘 운영; 감안 부두
    - 성과 나쁜 3 터미널 = 신규 터미널; 광양
      - 궤도에 오르기 위해 학습곡선효과와 시간 필요
  - 비효율 원인별
    - 규모효율성: 자원공유, 통합
    - 순기술적 효율성: 벤치마킹
      - 광양형 터미널들: B5-02수로 벤치 마킹해야...
  - 인적자원(0.85)과 트레이닝(0.68)을 더 잘 관리하는 터미널
    - 더 좋은 성과를 낼 가능성 높음
    - 치열한 경쟁환경에서 생존할 가능성이 높음

- ### 효율성 개선방안
- 비효율적 DMU비율: 91.7%
    - 비효율성 원인별 비교
      - 순기술적 효율성: 23-> 69.7%
      - 규모효율성: 10-> 30.3%
  - 효율성 향상방안
    - 규모효율성 향상: 광양
      - G1(00,01,02), G2(01,02), G4(01,02)
      - 규모의 경제효과 목적
        - 유류자원 공유
        - 선석 통합

- ### 추후 연구과제
- 제안된 DEA 모형을 다음을 포함하도록 확장
    - 정성적 투입변수 (예, 고객만족도 수준)
    - 투입변수 수 확대
      - 터미널에서 선사의 대기시간;
      - 선사, 화주, 그리고 포워더트 포워더에 대한 판매촉진 투자;
      - IT 투자
      - 정부지원
  - 다양한 모형 사용 (DEA Solver Pro v. 5.0, 145 모델)
    - 민감도분석 (브스트랩, 토빗 회귀분석); 변수선정방법
    - 기타 (초효율성, 앵커투트, 규모효율성)
  - Hybrid: 제안된 모형을 균형점수법이나 시뮬레이션과 결합
  - 터미널 운영효율성의 세계적인 비교

- ### 효율성 개선방안
- 순기술적 효율성향상: 광양
    - 광양
    - G1(99), G2(99,00,01,02), G3(99,00), G4(99,00)
  - 벤치마킹
    - 준거집단 중 가치치가 가장 DMU 순으로 우선 벤치마킹
      - G1-99 <- B5-02 (0.39)
      - G2-99,00,01,02 <- B5-02 (0.53,0.50,0.53,0.53)
      - G3-99,00 <- B5-02 (0.46,0.55)
      - G4-99,00 <- B5-02 (0.63,0.65)
  - 광양형 터미널들은 모두 B5-02를 벤치마킹 해야..