

자료포락분석을 이용한 한국과 일본 건설기업의 상대적 효율성 분석

Measuring Relative Efficiency of Korean and Japanese Construction Firms Using Data Envelopment Analysis

최재규*

Choi, Jae-Kyu*

KDMANC, 1308 Hanseo Building, Yeouido-Dong, Yeongdeungpo-Gu, Seoul, 150-746, Korea

Abstract

The aim of this study is to compare relative efficiency Korean and Japanese construction firms over the period of 2000-2013, and to analysis relative efficiency using Data Envelopment Analysis (DEA). This study employs DEA in analyzing of 7 Korean construction firms and 8 Japanese construction firms using 2 input and 1 output variables. The efficiency results of this study is temporarily lowered due to IT Bubble Decay and Global Financial Crisis. The efficiency of Korean construction firms from 2000-2001 is lower Japanese construction firms, but the efficiency of Korean construction firms from 2002-2013 is higher Japanese construction firms. These results mean that the management of Korean construction firms were operating more efficiently than Japanese construction firms.

Keywords : construction firm, relative efficiency, data envelopment analysis

1. 서론

1.1 연구의 목적

건설산업은 사회간접자본을 형성하고 산업 시설을 구축함으로써 국가 경제 발전에 직접 및 간접적으로 기여할 뿐 아니라, 주택 건축을 통해 국민의 주거 문제를 해결하는 중요한 국가 기간산업 중 하나이다[1]. 이러한 건설산업은 지난 60여년 동안 한국 경제 성장에 중요한 역할을 해왔다[2]. 또한, 한국건설산업연구원에 따르면, 한국의 GDP 대비 국내 건설투자 비중은 2020년까지 현재 수준을 유지하며 성숙기를 지속할 것으로 예상하고 있다[3]. 이렇게 성숙기를 지속하고 있는 한국 건설산업은 최근 글로벌 건설

기업들의 M&A를 통한 대형화, 건설 기술력을 바탕으로 한 일본, 미국 등 건설 선진국의 해외시장 공략이라는 새로운 변화에 직면하고 있다. 한국 건설산업의 미래는 위와 같은 대외여건의 변화에 어떻게 대응하고 경쟁력을 확보 하느냐에 달려있다고 할 수 있다. 건설산업의 경쟁력은 향상된 의사결정과 효율성 향상을 통해서 이를 수 있다[4]. 「제4차 건설산업진흥기본계획(2013-2017)」에 따르면, ‘건설산업의 지속 발전 기반 강화’를 위해 건설산업의 효율성은 강조되고 있으며, 이에 한국 건설산업의 건설 경쟁력 향상을 위해서는 한국 건설기업이 일정한 성과를 달성하기 위해 투입되는 자원을 일본 건설기업보다 얼마나 효율적으로 활용하여 운영하고 있는지를 파악하는 것이 필요하다.

특히 지리적으로 인접해있고, 건설에 대한 행위의 기준이 되는 주요 법 및 제도나 건설 환경변화의 양상이 한국과 일본 간 유사하기에 일본 건설산업에 대한 지속적인 연구와 관심은 한국 건설산업의 전략을 수립하는데 있어 필

Received : November 3, 2014

Revision received : November 20, 2014

Accepted : January 9, 2015

* Corresponding author : Choi, Jae-Kyu

[Tel: 82-10-3688-9024, E-mail: kdmanc9024@gmail.com]

©2015 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

요하다[5]. 이에 따라 일본 건설산업과의 경쟁력 비교는 한국 건설산업의 경쟁력 향상을 위한 도움이 될 것으로 판단된다.

건설기업의 효율성 분석을 위한 연구를 보면, 주로 한국 건설기업의 효율성, 그리스 건설기업의 효율성, 홍콩 건설기업의 효율성 등 자국 건설기업의 효율성을 분석한 연구들이 이루어졌으나, 국가 간 건설기업의 효율성을 비교한 연구는 미흡한 실정이다. 또한, 효율성 분석기법에는 비율 분석법, 회귀분석법, 비용편익분석법 등이 있지만, 기존의 분석기법들은 다수의 변수들을 동시에 고려할 수 없고, 사전에 구체적인 함수 형태를 가정해야 한다는 한계가 있다 [6,7,8].

따라서 본 연구에서는 다수의 변수들을 동시에 고려할 수 있고, 사전에 구체적인 함수형태를 가정하지 않아도 분석이 가능한 비모수적 효율성 측정기법인 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)를 이용하여 2000-2013년까지 한국과 일본 건설기업의 상대적 효율성을 비교분석하고자 한다. 이를 통해 한국과 일본 건설기업의 효율성을 측정하고 비교함으로써 한국 건설기업들의 기업 운영 개선을 통한 한국 건설산업의 경쟁력 강화를 위한 자료를 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구의 대상은 한국과 일본 건설기업으로 하였으며, 한일 건설기업의 선정은 2014년 ENR¹⁾의 'Top 250 Global Contractors 2014'에서 발표한 기업 중에서 이루어졌다. 그중 2000년부터 2013년까지 자료를 획득할 수 없었던 건설기업을 제외한 총 15개 건설기업(한국 건설기업 7개, 일본 건설기업 8개)으로 선정하였다. 한일 건설기업의 경쟁력 평가를 위한 효율성을 분석하는 데에는 DEA 모형이 활용되고, 이를 통해 기술효율성(Technical Efficiency), 순수기술효율성(Pure Technical Efficiency), 규모효율성(Scale Efficiency)을 산출한다. 효율성 분석을 위해 사용된 프로그램은 Park[6]에 의해 개발된 EnPAS이다. 본 연구의 목적을 달성하기 위한 연구의 흐름은 다음과 같다. 첫째, 한일 건설기업의 효율성 분석을 위해 활

용되는 DEA 모형에 대하여 고찰하고, 기존의 건설기업의 효율성 분석에 관한 연구들에 대하여 고찰한다. 둘째, 한일 건설기업의 효율성 분석에 필요한 투입 및 산출변수를 선정하고, 분석대상 건설기업을 선정하며, 자료수집 방법을 제시한다. 셋째, 기초통계량 분석을 실시하고, DEA 모형을 이용하여 한일 건설기업의 효율성을 비교분석한 후, 그 결과를 해석한다. 넷째, 분석결과를 토대로 연구의 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

2. 이론적 고찰

2.1 자료포락분석

일반적으로 효율성은 투입량 대비 산출량의 비율을 의미한다. 기업의 효율성을 분석하는 기법들을 살펴보면, 다음과 같다[9]. 기업이나 사업 단위의 재무제표를 기반으로 하여 의미가 있는 재무비율을 관찰함으로써 재무 상태나 경영실적을 파악하고자 하는 목적으로 사용하는 비율분석법, 설정된 계획목표를 달성하기 위한 여러 가지 대안들이 가져오는 투입비용 대비 편익을 종합적으로 평가하여 해당 대안의 채택여부를 결정하거나, 우선순위를 설정하여 최적의 대안을 결정하는 데 도움을 주는 비용편익분석법, 두 연속형(서열, 등간, 비율척도 등)변수의 상관관계를 살펴보는 차원이 아니라, 관찰된 연속형 변수에 대해 독립변수와 종속변수 사이의 선형식을 구하고 그 식을 이용하여 독립변수가 주어졌을 때 종속변수를 예측하는 회귀분석법이 있다. 그리고 최근에 항만, 은행 등 다양한 분야에 적용되고 있는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)이 있다.

기존 효율성 분석기법과 달리, DEA 모형은 선형계획법에 근거한 효율성 분석기법으로 앞서 언급한 비율분석법, 비용편익분석법, 회귀분석법과 같은 모수적인 분석과 달리 기존의 분석방법이 가지고 있는 한계점들을 개선한 비모수적인 분석방법이다[10]. Charnes et al.[11]는 Farrell에 의해 정립된 효율성의 개념을 새롭게 해석하고, 이를 다수의 투입물과 다수의 산출물 모형으로 연장한 비선형계획모형인 DEA 모형을 제시하였다.

DEA 모형에서 평가대상은 의사결정단위(Decision Making Unit, DMU)라고 하고, 본 연구에서의 DMU는 건

1) ENR(Engineering News-Record)은 전세계 건설기업들의 매출액을 기준으로 매년 상위 250개의 기업들을 선정하여 발표함. 또한, Top 250 Global Contractors 2014는 2013년의 매출액을 기준으로 작성한 것임.

설기업이 된다. DMU별로 생산물을 산출하기 위한 투입물은 다른데, 이때 다른 DMU에 비해 상대적으로 가장 적은 투입물로 산출물을 생산하는 DMU를 효율적인 기업이라고 한다. DMU가 1의 값을 가지면 효율적인 DMU라고 하며, 1보다 작은 값으로 나오면 비효율적인 DMU라고 한다[12].

이렇게 상대적 효율성은 기술효율성(Technical Efficiency, TE), 순수기술효율성(Pure Technical Efficiency, PTE), 규모효율성(Scale Efficiency, SE)으로 분류할 수 있으며, 이들 효율성은 DEA 모형 중 CCR 모형과 BCC 모형을 통해 측정할 수 있다. 또한 CCR 모형과 BCC 모형의 세부평가방법은 효율성 분석의 목적을 어디에 두느냐에 따라 투입지향(Input-Oriented)모형²⁾, 산출지향(Output-Oriented)모형³⁾, 투입 및 산출지향(Input and Output-Oriented)모형⁴⁾으로 나눌 수 있다. 본 연구의 분석대상은 건설기업으로, 건설산업의 경우, 수주산업이기 때문에 투입지향 모형을 선정하여 분석하였다. CCR 모형과 BCC 모형을 살펴보면 다음과 같다 [10,13].

2.1.1 DEA-CCR 모형

Charnes et al.[11]에 의해 최초로 개발된 DEA-CCR 모형은 규모수익성(Return To Scale, RTS)가 일정하다고 가정한 상태에서 식(1)과 같은 선형계획모형으로 나타낼 수 있다.

$$\min \theta \text{-----} (1)$$

$$\text{목적함수 } \theta x_0 - X\lambda \geq 0$$

$$y_0 - Y\lambda \leq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

여기서, θ : DMU_0 의 투입변수 승수
 x_0, y_0 : DMU_0 의 투입변수와 산출변수 벡터
 X, Y : 전체 $DMUs$ 의 투입변수와 산출변수 행렬
 λ : 가중치 벡터

식(1)에서 투입변수 승수인 θ 는 1이하의 값을 가지며,

- 2) 투입지향 모형은 현재 산출물 수준을 유지하면서 투입물의 수준을 최소화함에 목적을 둔 것임.
- 3) 산출지향 모형은 투입지향 모형과는 반대로 현재 투입물 수준을 유지하면서 산출물의 수준을 최대화함에 목적을 둔 것임.
- 4) 투입 및 산출지향 모형은 투입물의 최소화와 산출물의 최대화를 동시에 추구하는 것을 목적에 둔 것임.

이를 DMU_0 의 기술효율성(CCR 효율성)이라고 한다. 기술 효율성의 값이 1로 나오면, DMU_0 는 효율적인 DMU임을 의미하고, 1보다 작으면, 비효율적인 DMU임을 의미한다. 어떤 DMU가 비효율적일 경우, 이보다 효율적인 가상의 DMU가 존재하고, 이것은 $\lambda^* > 0$ 인 DMU_0 의 선형결합으로 구성되는 것이다.

2.1.2 DEA-BCC 모형

DEA-CCR 모형의 단점을 극복하기 위해 Banker et al.[14]는 DEA-BCC 모형을 개발하였다. DEA-BCC 모형은 규모수익성이 일정하다고 가정하는 DEA-CCR 모형과는 달리, 가변적인 수익의 규모를 가정하고 있다. DEA-BCC 모형은 식(2)와 같이 선형계획모형으로 정식화할 수 있다.

$$\min \eta \text{-----} (2)$$

$$\text{목적함수 } \eta x_0 - X\lambda \geq 0$$

$$y_0 - Y\lambda \leq 0$$

$$e\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

여기서, η : DMU_0 의 투입변수 승수
 x_0, y_0 : DMU_0 의 투입변수와 산출변수 벡터
 X, Y : 전체 $DMUs$ 의 투입변수와 산출변수 행렬
 e : 1로만 이루어진 벡터
 λ : 가중치 벡터

위의 식(2)에서 η 는 1 이하의 값을 가지고, 이를 DMU_0 의 순수기술효율성(DEA-BCC 효율성)이라고 한다. 따라서 DMU가 효율적이라면 $\lambda=1$ 이 되고, $\lambda > 1$ 이면 DMU는 비효율적임을 나타낸다.

2.1.3 규모 효율성

DEA-CCR 모형을 이용하여 분석할 수 있는 기술효율성은 규모효율성과 순수기술효율성으로 구분할 수 있다. 앞서 기술효율성과 순수기술효율성에 대해서는 설명을 하였고, 규모효율성은 DMU의 생산규모가 사회적으로 최적 규모 상태인지를 분석하는 것이며, DMU의 기술효율성(DEA-CCR 효율성)⁵⁾과 순수기술효율성(DEA-BCC 효율성)⁶⁾을 각각 θ_{CCR}^* 와 θ_{BCC}^* 라고 하였을 때, 식(3)과 같이

나타낼 수 있다.

$$\text{Scale Efficiency} = \frac{\text{Technical Efficiency}}{\text{Pure Technical Efficiency}} \text{ ----- (3)}$$

2.2 선행연구 고찰

건설기업의 효율성을 분석한 기존 연구들은 효율성 분석을 위해 DEA를 활용하였으며, 분석대상, 투입 및 산출 변수를 살펴보면 Table 1과 같다.

국내 연구를 보면, Oh[15]는 IMF 구제금융이후인 1997년부터 1999년까지 흑자 경영을 달성한 한국의 우량 상장 건설기업을 대상으로 DEA를 이용하여 효율성을 분석하였다. Zi and You[12]는 외환위기 전후인 1996년부터 2000년까지의 기간을 대상으로 금융위기에 따른 한국 상장건설기업들의 효율성과 생산성을 분석하였다. Kim and Kang[13]은 한국 아파트 건설기업을 대상으로 DEA를 활용하여 효율성을 분석하고 비효율적인 건설기업이 어떠한 효율적인 건설기업들을 벤치마킹해야 하는지를 파악하였다. Lee et al.[16]은 DEA를 활용하여 한국 건설기업들의 효율성을 분석하고 시공능력평가 순위와 효율성 간의 상관관계를 파악하였다. Lee et al.[10]는 DEA에서 확장된 모형인 DEA-AR/AHP를 이용하여 한국 건설기업들의 효율성을 분석하고, 기존 DEA 모형을 적용한 분석 결과와 비교하여 건설기업의 경영평가를 위한 합리적인 평가방법을 제시하였다. 국외 연구를 보면, Chau et al.[17]은 1981년부터 2001년까지의 홍콩 건설기업들의 효율성을 분석하고, 그에 대한 결정요인을 도출하였다. Tsolas[18]는 그리스 건설기업들의 효율성을 분석하고, 효율성에 영향을 미치는 원인들을 파악하여 효율성 개선을 위한 제도를 제안하였다.

기업의 경쟁력 향상을 위해서는 국가 간의 상대적 비교가 요구된다. 하지만 기존 연구들은 자국 내의 건설기업들 간의 효율성을 분석하여 경쟁력 향상 방안을 마련하기 위한 전략 제시에는 한계가 있다. 특히 일본 건설산업의 경우, 한국과 비교하여 주요 법 및 제도 등이 유사하므로, 일본 건설기업과의 비교는 한국 건설기업의 효율성 향상을 위한 방안 마련에 도움이 될 것으로 판단된다. 이에 본 연

구에서는 한국과 일본 건설기업들의 상대적 효율성을 분석하여 비교함으로써 한국 건설산업의 경쟁력 향상 방안을 마련하고자 하였다.

Table 1. Literature synthesis of DEA approaches

Author and year	DMUs	Input variable	Output variables
Oh[15]	Korean Construction firms	Number of employees, Capital, Employment costs, Cost of capital	Total revenues, EBITDA, Net income, Total market value
Zi and You [12]	Korean Construction firms	Number of employees, Fixed assets, Selling and administrative expenses	Total revenues
Chau et al. [17]	Hong Kong Construction firms	Number of employees, Capital, Construction material, General expenses	Total revenues
Kim and Kang [13]	Korean Construction firms	Number of employees, Capital	Total revenues, Net income
Lee et al. [16]	Korean Construction firms	Number of employees, Capital, Selling and administrative expenses	Total revenues, Net income
Lee et al. [10]	Korean Construction firms	Number of employees, Capital, Fixed assets	Total revenues
Tsolas [18]	Greek Construction firms	Net fixed assets, Total equity, Total operating cost, Selling and administrative expenses	Total revenues, Net income before taxes

3. 변수선정 및 자료수집

3.1. 투입 및 산출변수의 선정

본 연구는 DEA 모형을 이용하여 한국 건설기업과 일본 건설기업의 상대적 효율성을 분석하여 한국 건설기업의 경쟁력을 평가하는데 연구목적을 두고 있다. DEA는 선정된 변수에 따라 효율성의 결과 값이 달라지기 때문에 투입 변수 및 산출변수의 선정이 중요하다. 이에 본 연구에서는 건설기업의 효율성을 분석한 기존 연구들을 통해 투입 및 산출변수를 선정하였다. 건설기업의 효율성 분석에 적용된 투입 및 산출변수를 보면, 산출변수로는 매출액(Total revenues)과 당기순이익(Net income), 시가총액(Total market value) 등을 적용하였고, 투입변수로는 자본금(Capital), 총자산(Total assets), 종업원수(Number of employees), 판매비와 관리비(Selling and administrative expenses) 등을 적용하였다(Table 1 참조).

5) DEA-CCR 효율성은 규모의 효과를 고려하지 않으므로 기술효율성이라고 함.
 6) 순수기술효율성은 기술효율성에서 규모효율성의 효과를 제거한 것임.

본 연구에서의 투입변수는 종업원수, 자본금을 선정하였고, 산출변수로는 매출액을 선정하였다. 종업원수는 건설기업의 효율성을 측정하기 위해 대표적으로 사용되는 투입요소로서, 건설업이 노동집약산업인 점을 고려하여 선정하였다. 또한, 자본금도 건설기업에 있어 중요한 투입요소이다[19]. 산출변수로는 기존 연구에서 대부분 적용한 매출액으로 선정하였다. 일반적으로 산출변수는 매출액이나 부가가치액을 사용하는데[20], 본 연구에서는 자료 구득의 한계로 인해 매출액을 이용하였다. 매출액은 대표적인 기업의 운영 성과이며, 효율성 분석을 위해 가장 많이 활용되는 변수이다. 선정된 투입 및 산출변수는 Table 2와 같다.

Table 2. Selected input and output variables

Input variables	Output variable
Number of employees, Capital	Total revenues

3.2 분석대상 건설기업 선정

본 연구는 한국 건설기업들이 일본 건설기업들에 비해 효율성 측면에서 어느 정도 경쟁력이 있는가를 평가하는데 목적을 두고 있다. 이러한 목적을 달성하기 위해 비교대상인 건설기업을 ENR의 'Top 250 Global Contractors 2014'에 포함되는 한국과 일본 건설기업으로 선정하였다. 이 중 2000년부터 2013년까지 자료의 확보가 가능한 15개 건설기업을 선정하였다. 선정된 한일 건설기업을 보면, Table 3과 같이 한국 건설기업 7개, 일본 건설기업 8개이다.

Table 3. Selected construction firms

Nation	Construction firms	DMU code	Rank*
Korea	Hyundai Engineering & Construction Co. Ltd.	DMU-K1	20
	Samsung Engineering Co. Ltd.	DMU-K2	34
	GS Engineering & Construction Corp.	DMU-K3	40
	Daelim Industrial Co. Ltd.	DMU-K4	44
	Daewoo Engineering & Construction Co. Ltd.	DMU-K5	45
	Hyundai Development Co. Ltd.	DMU-K6	109
	Kumho Industrial	DMU-K7	178
Japan	Obayashi Corp.	DMU-J1	18
	Shimizu Corp.	DMU-J2	21
	Kajima Corp.	DMU-J3	22
	Taisei Corp.	DMU-J4	24
	Kinden Corp.	DMU-J5	62
	JGC Corp.	DMU-J6	64
	Nishimatsu Construction Co. Ltd.	DMU-J7	104
	Taikisha Ltd.	DMU-J8	149

* Ranking of Top 250 Global Contractors 2014

3.3 자료수집

본 연구에서는 최근 14년간(2000년부터 2013년까지) 한일 건설기업의 효율성을 연도별로 살펴봄으로써 경쟁력의 변화를 살펴보고자 한다. 이를 위해 한일 건설기업의 14년간 자료를 수집하였다. 한일 건설기업의 투입 및 산출 변수 자료는 Bureau van Dijk의 OSIRIS DB⁷⁾에서 수집하였고, 추가적으로 Kocoinfo⁸⁾의 TS2000 DB에서 자료를 수집하였다. 수집된 자료는 기업별 재무자료의 화폐단위 조정을 위해서 국제통화기금(International Monetary Fund)에서 제공하는 한국과 일본의 구매력평가(PPP: Purchasing Power Parity) 환율⁹⁾을 적용한 후, 변환된

Table 4. Average of selected variables

Nation	Variables	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13
Korea	Number of employees	5,149	4,989	4,359	4,099	3,911	3,707	3,345	3,129	3,019	2,892	2,785	3,527	6,435	6,637
	Capital (mil USD)	862	1,021	939	921	768	766	746	742	718	690	620	861	831	574
	Total revenues (mil USD)	12,915	12,944	11,288	10,947	9,063	9,945	8,403	7,325	6,813	5,812	4,447	4,952	4,934	3,427
Japan	Number of employees	10,192	10,158	9,976	10,022	10,132	10,062	8,709	7,850	7,717	7,996	7,073	7,526	7,538	7,555
	Capital (mil USD)	412	407	401	396	393	391	385	377	368	358	336	317	314	307
	Total revenues (mil USD)	7,976	7,384	6,765	6,164	7,220	8,403	8,271	8,181	7,438	6,904	6,584	6,787	6,975	6,788

재무자료를 활용하여 분석을 수행하였다. 또한, 한국과 일본의 물가상승에 따른 요인을 배제하기 위해서 국가통계포털(Korean Statistical Information Service)¹⁰⁾에서 제공하는 국가별 GDP 디플레이터(GDP deflator)를 적용하여 2000년 불변가격으로 변환하여 분석하였다.

4. 분석결과

4.1 기술통계량 분석

DEA에 사용된 투입 및 산출변수 자료의 추이를 살펴보기 위해 평균값을 보면, Table 4와 같고, 국가별 건설기업의 속성을 살펴보기 위해 2013년 기준으로 기술통계량을 분석한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Descriptive statistics of selected variables (based on 2013)

Nation		Number of employees (person)	Capital (mil \$)	Total revenues (mil \$)
Korea	Max.	7,468	3,262	21,881
	Min.	1,204	253	2,252
	Std. Dev.	2,637	1,079	6,474
	Mean	5,149	863	12,916
Japan	Max.	15,518	913	13,101
	Min.	2,648	52	1,506
	Std. Dev.	4,913	298	4,999
	Mean	10,192	412	7,976
Total	Max.	15,518	3,262	21,881
	Min.	1,204	52	1,506
	Std. Dev.	4,672	773	6,080
	Mean	7,839	622	10,281

일본 건설기업들의 종업원수, 자본금, 매출액의 평균값은 2006년부터 지속적으로 감소하였고, 2010년 이후로 소폭 증가하였다. 한국 건설기업들의 종업원수, 자본금, 매출액의 평균값은 2001년부터 2010년까지 지속적으로 감소하였다. 특히 글로벌 금융위기로 인해 2008년부터 2010년까지 매출액은 급격하게 감소하였다. 2013년 자료를 기준으로 종업원수의 편차는 한국이 일본보다 작음을 알 수 있고, 자본금과 매출액은 한국이 일본보다 큼을 알 수 있다.

4.2 한일 건설기업의 효율성 비교분석

2000년부터 2013년까지 한일 건설기업들의 14년간 자료를 DEA 모형에 적용하여 일본 건설기업과 한국 건설기업의 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성 값을 산정한 결과는 Table 6과 같다.

DEA는 기업의 상대적 효율성을 분석하는 기법으로, 상대적 효율성을 생산 활동을 하는 경제주체가 가진 효율성 중에서 최고치와 비교하여 상대적으로 나타내는 값이다 [21]. 따라서 각각의 연도별로 DEA를 이용하여 효율성을 평가할 경우, 연도별 비교가 불가능하다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 2000년부터 2013년까지 전체 자료를 통합하여 분석에 활용하였다. 이렇게 통합된 자료를 이용하여 상대적 개념의 효율성을 분석하고, 연도별 효율성의 평균을 산출하면, 이 평균을 기초로 효율성의 크기를 비교

Table 6. Results of DEA-CCR and BCC models

Efficiency	Construction firm	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	Avg.
Technical Efficiency	Korean Construction firms	0.618	0.773	0.864	0.784	0.814	0.671	0.795	0.760	0.791	0.689	0.780	0.793	0.876	0.897	0.779
	Japanese Construction firms	0.841	0.774	0.783	0.806	0.713	0.656	0.800	0.694	0.612	0.534	0.477	0.421	0.377	0.578	0.647
	Pure Technical Efficiency	Korean Construction firms	0.700	0.819	0.936	0.873	0.904	0.875	0.946	0.927	0.919	0.861	0.878	0.914	0.949	0.939
Scale Efficiency	Japanese Construction firms	0.891	0.846	0.810	0.916	0.865	0.707	0.892	0.802	0.734	0.712	0.638	0.596	0.594	0.752	0.768
	Korean Construction firms	0.819	0.930	0.924	0.891	0.903	0.766	0.846	0.824	0.861	0.787	0.887	0.874	0.926	0.957	0.871
	Japanese Construction firms	0.944	0.919	0.967	0.879	0.833	0.947	0.901	0.883	0.855	0.790	0.821	0.786	0.712	0.797	0.860

7) <http://osiris.bvdinfo.com/>

8) <http://www.kocoinfo.com/>

9) IMF의 World Economic Outlook Database 자료 중 한국과 일본의 Implied PPP conversion rate를 활용함.

10) <http://www.kosis.kr/>

할 수 있으며, 효율성의 높고 낮음을 판단할 수 있게 된다. 이러한 과정을 거쳐 산출된 한일 건설기업의 연도별 기술 효율성, 순수기술효율성, 규모효율성의 평균을 보면, Table 4에서와 같이 2000년부터 2013년까지 한국 건설기업들의 평균 기술효율성(0.779), 평균 순수기술효율성(0.889), 평균 규모효율성(0.871)이 일본 건설기업들의 평균 기술효율성(0.647), 평균 순수기술효율성(0.768), 평균 규모효율성(0.860)보다 높게 나타났다.

CCR모형은 DMU의 규모수익이 불변이라는 가정하에서 효율성을 분석하게 된다. CCR 모형을 통해 산출한 연도별 기술효율성을 한국 건설기업과 일본 건설기업별로 살펴보면, 2000년도의 한일 건설기업의 효율성의 차이가 있었으나, 2001년도부터 2006년까지는 근소하게 한국 건설기업의 효율성이 높은 수준을 유지하였다. 2006년 이후로는 한국과 일본 건설기업의 효율성의 격차가 더 커졌지만, 2013년도에는 일본 건설기업의 효율성이 0.5이상으로 높아진 것을 알 수 있다. 공통적으로는 2001년 발생한 IT버블붕괴와 2008년 글로벌 금융위기로 인해 세계경기가 급격히 둔화되면서 2002년도부터 2005년도까지와 2009년도에 한일 건설기업들의 효율성이 동시에 하락한 것으로 나타났다(Figure 1 참조).

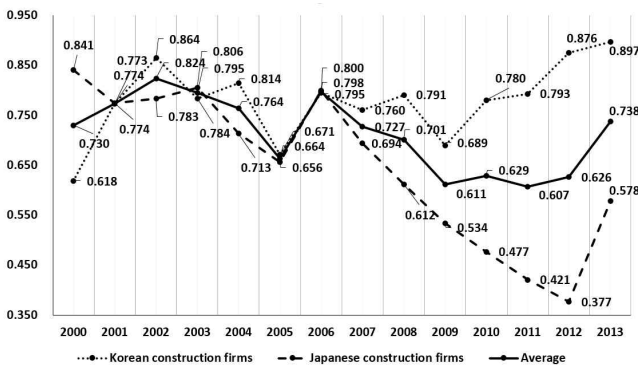


Figure 1. Results of technical efficiency

Banker et al.[14]는 CCR 모형의 단점인 순수기술효율성과 규모효율성을 구분하지 못하는 단점을 보완하기 위해 BCC 모형을 제시하였다. BCC 모형의 효율성 분석은 규모의 수익을 고려하여 전반적인 효율성 분석에서 도출된 규모의 수익성을 제외시키고, 순수기술효율성에 의해 DMUs를 평가할 수 있게 해준다. 한일 건설기업의 연도별 순수기술효율성을 살펴보면 Figure 2와 같다. 한국

과 일본 건설기업의 순수기술효율성은 기술효율성보다 격차가 더 큼을 알 수 있다. 2000년부터 2004년까지 일본 건설기업의 순수기술효율성은 하락과 상승을 반복하였지만, 2004년 이후부터 한국과 일본 건설기업의 평균 순수기술효율성보다 낮은 것으로 나타났다. 특히, 2006년부터 2012년까지 일본 건설기업의 순수기술효율성은 급격하게 하락한 것으로 나타났다. 반면, 한국 건설기업의 순수기술효율성은 2008년 글로벌 금융위기로 인해 추축하였지만, 2013년까지 꾸준히 높은 순수기술효율성을 유지하고 있는 것으로 나타났다. 특히, 2012년의 순수기술효율성은 0.949로 가장 높았다. 한국 건설기업의 경우, 1997년 IMF 외환위기 이후와 2008년 글로벌 금융위기를 거치면서 구조조정을 통해 종업원수를 줄였지만, 해외건설 수주 증가로 인해 기술효율성 뿐만 아니라, 순수기술효율성이 높아진 것으로 해석된다.

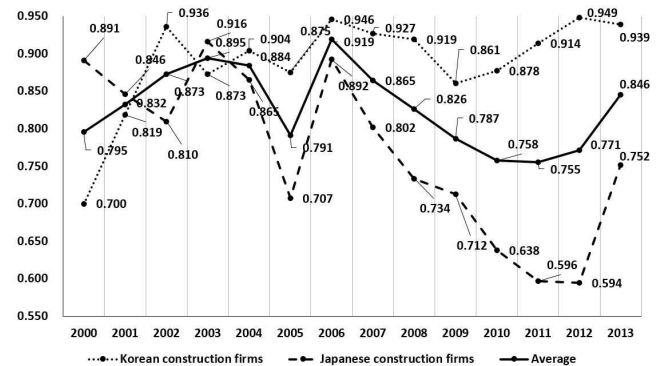


Figure 2. Results of pure technical efficiency

각 연도별 규모효율성을 살펴보면 Figure 3과 같다. 일본 건설기업의 규모효율성은 2012년에 0.712로 가장 낮은 수준이었고, 2000년부터 2013년도까지 0.7 이상을 유지하였다. 2009년과 2005년 일본 건설기업의 규모효율성은 일본 건설기업의 규모가 커짐에 따라 수익이 체증하여 효율성을 증가시키는 결과를 보여주어 각각 0.967과 0.947로 높은 수준을 유지하였으나, 그 이후로는 급격하게 낮아진 것을 볼 수 있다. 한편, 한국 건설기업은 2005년과 2009년의 규모효율성이 각각 0.766과 0.787로 가장 낮은 수준을 기록하였지만, 2009년 이후로는 지속적으로 상승하는 추이를 보이고 있다. 이는 일본 건설기업과는 다른 패턴을 보여주고 있다.

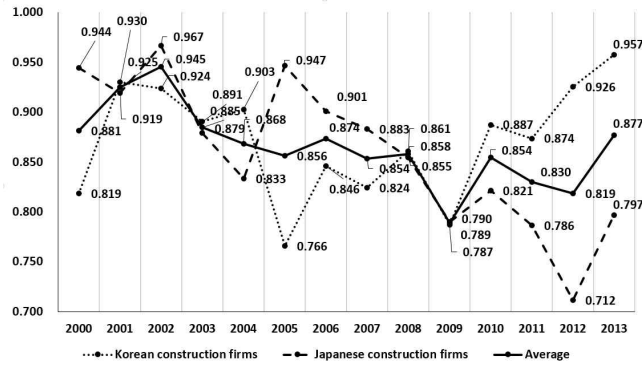


Figure 3. Results of scale efficiency

4.2 한일 건설기업별 효율성 비교분석

2000년과 2013년 자료만을 활용하여 DEA-CCR 모형과 DEA-BCC 모형을 통해 기술효율성, 순수효율성, 규모효율성을 Table 7과 같이 도출하였다. 한국 건설기업별로 보면, DMU-K2와 DMU-K4의 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성은 모두 1인 건설기업들로 나타났다. 또한, DMU-K6의 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성이 1미만으로 비효율적인 건설기업이었으나, 2013년에는 효율성 값이 1로 효율적인 건설기업으로 나타났다. 일본 건설기업의 경우, 2000년에는 대부분의 건설기업들이 높은 효율성을 보였지만, 2013년에는 전반적으로 효율성이 낮아진 것으로 나타났다. 특히, DMU-J3은 2000년 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성이 모두 1로 효율적인 건설기업이었지만, 2013년에는 기술효율성과 순수기술효율성이 크게 낮아져 비효율적인 기업으로 나타났다.

Table 7. Results of DEA-CCR and BCC models (based on 2000 and 2013)

Nation	DMU	2000			2013		
		TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
Korea	DMU-K1	0.256	0.303	0.844	0.957	1.000	0.957
	DMU-K2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	DMU-K3	0.961	0.975	0.985	0.821	0.827	0.993
	DMU-K4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	DMU-K5	0.010	0.451	0.022	0.525	0.683	0.769
	DMU-K6	0.754	0.797	0.947	1.000	1.000	1.000
	DMU-K7	0.348	0.373	0.933	0.542	1.000	0.542
	Average	0.618	0.700	0.819	0.835	0.930	0.894
Japan	DMU-J1	0.892	0.907	0.984	0.570	0.577	0.987
	DMU-J2	0.967	1.000	0.967	0.411	0.422	0.974
	DMU-J3	1.000	1.000	1.000	0.381	0.401	0.951
	DMU-J4	0.898	0.979	0.917	0.321	0.344	0.935
	DMU-J5	0.622	0.636	0.978	0.397	0.521	0.762
	DMU-J6	0.666	0.834	0.798	0.586	0.721	0.813
	DMU-J7	0.755	0.771	0.980	0.336	0.995	0.338
	DMU-J8	0.930	1.000	0.930	0.586	1.000	0.586
Average	0.841	0.891	0.944	0.448	0.623	0.793	

한일 건설기업의 평균 기술효율성을 비교하였을 때도 2000년에는 일본 건설기업의 평균 기술효율성(0.841)은 한국 건설기업의 평균 기술효율성(0.618)보다 높았으나, 2013년에는 한국 건설기업의 평균 기술효율성(0.835)이 일본 건설기업의 평균 기술효율성(0.448)에 비해 약 2배 정도 차이가 나는 것을 알 수 있다. 이는 2000년 한국 건설기업의 효율성은 일본 건설기업보다 낮았지만, 2013년에는 한국 건설기업들이 일본 건설기업들보다 효율적으로 운용되고 있는 기업이 많으며, 과거에 비해 한국 건설기업들이 보다 효율적인 운영을 하고 있다고 말할 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 비모수적 효율성 분석기법인 DEA 모형을 이용해 2000년부터 2013년까지 한국과 일본 건설기업의 효율성을 비교하여 일본 건설기업과의 경쟁력을 평가하였다. ENR의 ‘Top 250 Global Contractors 2014’에 포함된 한국 건설기업 7개와 일본 건설기업 8개를 분석대상으로 하였으며, 국가 간의 효율성 비교와 기간별 효율성 변화를 분석하였다. 먼저, 효율성 분석을 위해 투입 및 산출변수를 선정하였고, 분석대상 건설기업을 선정하였으며, 2000년부터 2013년까지의 투입 및 산출변수로 활용할 자료를 수집하였다. 다음으로 수집된 투입 및 산출변수에 대한 기초통계량을 분석하였고, DEA 모형을 이용하여 한일 건설기업의 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성을 비교분석하였다.

본 연구의 분석결과를 요약하면 다음과 같다. 먼저, 기초통계량 분석결과, 한국과 일본 건설기업들의 투입 및 산출변수의 평균값은 지속적으로 감소하였다. 특히, 한국 건설기업의 종업원수는 2000년도에 비해 절반까지 감소하였다.

두 번째로, 14년간 한일 건설기업의 효율성을 분석한 결과, 한국 건설기업은 IT버블붕괴와 글로벌 금융위기의 여파로 효율성이 일시적으로 낮아지기는 하였으나, 2006년 이후부터 2012년까지 일본 건설기업과 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성의 격차가 더 커진 것으로 나타났다. 하지만, 2013년 일본 건설기업의 기업의 효율성은 점차 회복되고 있는 것으로 파악되었다.

마지막으로 한일 건설기업별 효율성 비교결과, 2000년

에는 한국 건설기업의 효율성이 일본 건설기업보다 낮았지만, 2013년에는 일본 건설기업보다 효율적으로 운영되고 있는 것으로 분석되었다.

한국과 일본은 전반적으로 순수기술효율성에 비해 기술 효율성은 낮았다. 기술 비효율성은 주어진 산출수준을 생산하기 위해 요구되는 최소한의 투입요소보다 더 많은 양의 투입요소를 사용했을 때 발생하므로[6], 한국과 일본 건설기업측면에서는 투입변수인 종업원수, 자본금, 판매비와 관리비에 대한 조절을 통해 기술효율성을 향상시킬 수 있을 것이다. 2008년 이후로 한국 건설기업의 효율성은 일본 건설기업에 비해 효율적으로 운영되었지만 기업의 규모와 매출액 측면에서는 일본 건설기업들에 비해 작은 수준이었다. 주로 내수시장을 기반으로 매출액이 구성되어있는 일본 건설기업과는 달리 한국 건설기업은 해외 건설에 대한 의존도가 높다. 한국 건설기업의 해외건설 주가 감소할 경우, 산출요소인 매출액에 영향을 미치기 때문에, 높은 효율성을 유지할 수 없을 것으로 판단되며, 이에 한국 건설기업은 전사적으로 리스크 관리함으로써 해외건설시장에서의 수익성 향상을 위해 노력해야 할 것이다. 또한, 막대한 해외 및 내수시장을 장악하고 있는 중국 건설기업들과의 전략적 제휴와 컨소시엄을 통해 협력관계를 구축하여 해외건설시장에서의 경쟁력을 확보해야 할 것으로 판단된다.

본 연구는 DEA 모형을 이용하여 한국 건설기업과 일본 건설기업의 효율성을 비교분석함으로써 한국 건설기업의 경쟁력을 평가하는데 의의가 있다. 하지만 본 연구는 총 15개 한국과 일본 건설기업의 상대적 효율성만을 비교하여 보다 다양한 건설기업의 효율성을 고려하지 못하였고, 효율성 측정을 위한 변수 선정에 있어 보다 객관적인 선정 방법으로 접근하지 못하였다. 이에 향후 연구에서는 추가적인 건설기업의 자료를 확보하고 설문조사나 인터뷰를 통해 변수 선정의 객관성을 향상시켜 한국과 일본 건설기업들의 효율성을 분석해야 할 것이다.

요 약

본 연구는 비모수적 효율성 분석기법인 자료포락분석을 이용하여 ENR의 'Top 250 Global Contractors 2014'에 포함된 한국 7개 건설기업과 일본 8개 건설기업을 대상으

로 14년간(2000년-2013년)의 효율성을 비교분석하여 한국 건설기업의 경쟁력을 평가하였다. 효율성 분석결과, 한국 건설기업은 IT버블붕괴와 글로벌 금융위기의 여파로 효율성이 일시적으로 낮아지기는 하였으나, 2006년 이후부터 2012년까지 일본 건설기업과의 효율성의 차이가 더 심해진 것으로 나타났다. 건설기업별 효율성 분석결과, 2000년에 비해 2013년 한국 건설기업의 효율성은 높아졌으나, 일본 건설기업의 경우, 낮아진 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 한국 건설기업은 종업원수와 매출액은 작지만 일본 건설기업보다 효율적으로 운영되고 있다는 것을 의미한다.

키워드 : 건설기업, 상대적 효율성, 자료포락분석

References

1. Lee DS, Lee HW, Lee HH, Statistics analysis of the 60 years of construction industry in Korea, Seoul (Korea): Construction Economy Research Institute of Korea; 2007. 160 p. Korean.
2. Kim SS, Kim JM, Song H,J, Kim SD, Choi HG, Lee BN, Lee SH, Song BR, Huh GS, Park JR, Park DG, Lee YS, Jun YO, Han MH, South Korea's construction industry, let's build the future. Seoul (Korea): Samsung Economic Research Institute; 2003. 532 p. Korean.
3. Lee HI, Construction Market in Maturity Stage: New Strategic Change. Seoul (Korea): Journal of Construction Economy Research Institute of Korea; 2011. p. 10-3. Korean.
4. Xue XX, Shen QP, Wang YW, Lu JF, Measuring the Productivity of the Construction Industry in China by Using DEA-based Malmquist Productivity Indices. Journal of Construction Engineering and Management, 2008 Jan;134(1):64-71.
5. Song SH, Son KR, Comparative Analysis of On-site Construction Management in Korea and Japan. Journal of the Korea Institute of Building Construction, 2010 Dec;10(6):27-38.
6. Park MH, Analysis of Efficiency and Productivity. Seoul (Korea): Korean Studies Information; 2008. 225p. Korean.
7. Bae MY, The Efficiency Analysis of Ports: Based on DEA Malmquist Modes [master's thesis]. [Seoul (Korea)]: Pukyong National University; 2009. 96 p.
8. Jung KH, A Study on Evaluating the Efficiency of Regional Strategic Industries Using a DEA Model: Focusing on the Photonics Industry in Gwangju [dissertation]. [Seoul (Korea)]: Chonnam National University; 2010. 128 p.

9. Seo HJ, A Study on the Efficiency Assessment of Medium and Small Enterprise Credit Guarantee Institutions: Application of bootstraps and data envelopment analysis [dissertation]. [Seoul (Korea)]: Keimyung University; 2012. 171 p.
10. Lee KJ, Park JL, Kim JJ, Measuring Relative Efficiency of Korean Construction Company Using DEA-AR/AHP. *Journal of the Architectural Institute of Korea (Structure Division)*. 2012 Jun;28(6):93-101.
11. Charnes A, Cooper WW, Rhodes E, Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*. 1978 Nov;2(6):429-44.
12. Zi HM, You TW, Analyzing Efficiency and Productivity in the Construction Industry Before and After the Korean Financial Crisis. *Korean Academic Society of Business Administration*. 2003 Jun;32(3):809-33.
13. Kim JK, Kang DY, Measuring Efficiency of Korean Apartment Construction Firms using DEA. *The Korea Contents Association*. 2008 Jul;8(7):201-7.
14. Banker RD, Charnes A, Cooper WW, Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*. 1984 Sep;30(9):1078-92.
15. Oh DI, Measuring Managerial Efficiency for Korean Construction Firms Under the IMF Crisis Using DEA. *Korean Accounting Association*. 2001 Dec;26(4):27-61.
16. Lee HR, Moon SK, Kim SK, Kim KH, Kim JJ, A Correlation Analysis between the Capability of Construction Firms and Efficiency of Construction Company Using DEA. *Journal of the Architectural Institute of Korea (Structure Division)*. 2010 May;26(5):125-32.
17. Chau KW, Poon SW, Wang YS, Lu LL, Technological Progress and the Productive Efficiency of Construction Firms in Hong Kong, 1981-2001. *Journal of Construction Research*. 2005 Sep;6(2):195-207.
18. Tsolas IE, Modeling Profitability and Stock Market Performance of Listed Construction Firms on the Athens Exchange: Two-Stage DEA Approach. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2013 Jan;139(1):111-9.
19. Chiang YH, Li J, Choi TNY, Man KF, Comparing China Mainland and China Hong Kong contractors' productive efficiency: A DEA Malmquist Productivity Index approach. *Journal of Facilities Management*. 2012 Jul;10(3):179-97.
20. Kim ST, Pyo GM, A performance analysis of R&D in the IT industry sector. *Proceeding of Korean Technology Innovation Society*; 2005 Nov 01; Gyeongju, Korea. Seoul (Korea): Korean Technology Innovation Society; 2005. p. 521-32.
21. Hwang Ky, Koo JS, An Evaluation on the International Competitiveness of Korean and Global Container Shipping Company through a Comparative Analysis on the Efficiency. *Korea Association for International Commerce and Information*. 2011 Mar;13(1):123-44.