

DEA와 PCA를 이용한 건설기업의 핵심 투입-산출변수 추출에 관한 연구

A Study on the Extracting the Core Input and Output Variables in Construction Company
using DEA and PCA

이 경 주*
Lee, Kyung-Joo

박 정 로**
Park, Jung-Lo

김 재 준***
Kim, Jae-Jun

Abstract

Recently, the global financial crisis and the increasing number of unsold houses in Korea are construction companies to assess their efficiency. The most important factor in analyzing the efficiency of a company is the input-output variable. However, systematic stud the core input-output variables, which have a great influence on the efficiency analysis. Thus, to the core input-output variables for efficiency analysis of construction companies, this study propose a model that includes all combinations of input-output variables and to find the core input-output variables using the Data Envelopment Analysis(DEA) model and Principal Component Analysis(PCA). Existing research and theories were studied variables and 21 models were established to measure efficiency. were obtained that the core input and output variable in 2006 the number of employees and sales. For 2008, the core input variable was capital stock and the core output variable was quarterly net profit. For 2010, the core input variable was fixed asset and the core output variable was sales. Through obtaining the variables that greatly affect the efficiency of construction companies, it is considered that individual construction companies will be able to prepare a priority strategy to enhance efficiency.

Keywords : *Data Envelopment Analysis, Principal Component Analysis, Construction Company, Efficiency*

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

효율성은 기업의 생산과정의 측면으로 보면, 다분히 기술적 의미를 갖고 있으므로 투입량에 대한 산출량의 비율을 의미한다. 이와 유사한 개념인 효과성이란 조직목표와 관련하여 기대

한 결과를 어느 정도 충실히 달성하였는지를 의미한다(Robet 1980). 건설기업은 최근 글로벌 금융위기, 미분양 주택의 증가 등으로 인해 기업의 경영효율성에 많은 어려움을 겪고 있다(이 규상 2011). 이러한 상황은 기업의 경영혁신을 통한 경쟁력 확보를 하기위한 계기가 되었고, 이에 따라 건설기업의 효율성 있는 업무체계를 갖추는 등 기업 내부의 경쟁력 확보를 통한 기업 효율성의 중요성이 부각되고 있다(장현승 2007). 기업의 효율성은

* 일반회원, 한양대학교 대학원 건축공학과 박사과정, use2005@hanmail.net

** 일반회원, 한양대학교 대학원 건축환경공학과 박사과정(교신저자), intercessory@naver.com

*** 중신회원, 한양대학교 건축공학과 교수, jkim@hanyang.ac.kr

투입요소에 대한 산출요소의 비율을 증대시킬 때 수치가 높아지게 되는데 따라서 기업에 대한 효율성 측정시 가장 중요한 것은 효율성 측정에 사용된 투입-산출변수이다. 이는 기업들의 특성이 반영된 투입-산출변수의 구성에 따라서 기업의 효율성 측정 결과가 달라지기 때문이다(김건식 2005, 서광규와 최다영 2011). 건설기업 효율성 분석과 관련된 연구들은 선행연구를 통해 투입-산출변수를 선정하는 연구들이 다양하게 진행되어 왔다. 하지만 건설기업의 효율성 분석에 중요한 영향을 미치는 핵심적인 투입-산출변수를 추출하기 위한 체계적인 연구는 미흡하였다. 따라서 본 연구에서는 건설기업의 효율성 분석을 위한 핵심 투입-산출변수를 추출을 위해 투입-산출변수 별로 모든 조합을 제시한 모형을 제시하고 DEA와 주성분분석을 통하여 건설기업의 효율성을 분석에 중요한 요소인 투입-산출변수를 추출하고자 한다. 건설기업 효율성 결과에 중요한 영향을 주는 변수 추출을 통해 개별 건설기업들이 효율성을 향상하기 위한 중점전략을 마련할 수 있을 것으로 판단된다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 투입 및 산출변수를 추출하는 것이 목적이므로, 효율성을 분석할 건설기업은 시공능력평가순위 기준으로 자료의 누락이나 업종분류에서 건설업이 아닌 기업들을 제외하여 상위 20개 업체로 선정하였다. 또한 다년간의 자료를 통한 변수추출을 위해 시간적 범위는 한 시점이 아닌 글로벌 금융위기 전후인 2006년, 2008년, 2010년으로 하였다. 그중 자료의 누락이나 업종분류에서 건설업을 제외한 건설기업들은 제외하였다. DEA 효율성 분석을 위해 박만희(2008)가 개발한 EnPAS를 사용하였고, 주성분분석을 위해서는 SPSS 18을 사용하였다. 본 연구의 절차는 다음과 같다. 첫째, 건설기업 효율성 분석에 대한 기존 연구들을 고찰하고, DEA 모형에 대해 고찰한다. 둘째, 선행연구를 통해 효율성 분석을 위한 투입 및 산출변수 설정하고, 효율성에 영향을 미치는 변수 선정을 위해 21개의 모형을 설정한다. 셋째, 21개 모형에 대한 20개 건설기업의 효율성을 DEA 모형을 통해서 측정한다. 또한 주성분분석모형을 이용하여 핵심투입변수와 산출변수를 추출해냄으로써 주성분분석의 유효성을 검증한다. 넷째, DEA 모형과 주성분분석으로 추출한 핵심 투입 및 산출변수를 분석하고 시사점을 제시한다. 다섯째, 제안된 방법의 결과의 요약 및 향후 연구의 방향을 제시한다.

2. 기존 연구 및 이론적 고찰

2.1 기존 연구 고찰

건설기업 효율성에 대한 기존 연구동향을 보면, 오동일(2001)은 IMF 구제 금융이후 1997년부터 1999년 동안의 우량 상장건설업체를 대상으로 DEA 모형을 이용하여 경영성과를 평가하고 평가결과를 통해 건설업계의 문제점을 진단하였다. 지홍민 외 1명(2003)은 외환위기 전후인 1996년부터 2000년까지의 기간을 대상으로 금융위기에 따른 상장건설기업들의 효율성과 생산성을 분석하였다. 김건식(2005)은 1999년부터 2003년까지의 건설기업들을 대상으로 효율성을 측정하고 윈도우분석을 통해 연도별 효율성의 변화 추이를 파악하였다. 김종기 외 1명(2008)은 2006년도 상장기업에 속하는 25개 아파트 건설기업들을 대상으로 효율성을 분석하여 벤치마킹 대상이 될 수 있는 아파트 건설기업을 살펴보았다. 이형록 외 4명(2010)은 2009년을 기준으로 시공능력평가 순위와 DEA 모형을 이용한 건설기업의 효율성을 분석하여 상관관계를 분석하였다.

기존 연구를 보면 대부분의 연구들이 건설기업을 대상으로 DEA 모형을 이용하여 효율성 평가를 하는 연구들이었다. DEA 모형을 이용하여 효율성을 분석하는 데는 대상을 선정할 후 투입 및 산출변수의 선정이 필요하다. 하지만 기존 연구에서는 DEA 효율성 분석에 필요한 투입 및 산출 요소의 선정에 있어서 선행연구 고찰을 통해 변수를 선정하는 것 이외에 차별화된 신뢰성 제고를 위한 노력은 부족하였다. 즉, 기존 연구들은 투입-산출요소가 효율성에 미치는 영향을 중심으로 핵심요소 추출에 대한 연구는 다루지 못하였다. DEA 모형을 활용한 효율성 분석은 투입 및 산출요소에 따라 그 결과 값이 민감하게 반응하기 때문에 투입 및 산출요소를 선정하는 것은 분석과정에 있어서 가장 중요한 부분 중 하나이다. 핵심 투입 및 산출변수의 선정이 고려되는 이유는 투입 및 산출요소의 수가 증가하게 되면 효율적으로 평가되는 의사결정단위의 수가 증가함으로 인해 비효율적인 의사결정단위들의 판별이 어렵고 투입 및 산출변수의 선택에 따라 도출되는 효율성 점수가 크게 달라질 수 있기 때문이다(임성묵 2009). 이에 본 연구에서는 실험 결과에 신뢰성을 제고하기 위한 방법으로 주성분분석을 통해 건설기업의 효율성 분석을 위한 핵심 투입-산출변수 추출을 하고자 한다.

2.2 DEA 모형

자료포락분석(data envelopment analysis : DEA)은 선형계획법에 토대를 둔 효율성 측정개념으로 일반적인 생산가능집합에 적용되는 투입물과 산출물 간의 자료를 이용하여 가장 효율적인 프론티어를 도출한 후, 다른 평가 대상들이 이 프론티어를 기준으로 얼마나 떨어져 있는지의 여부를 상대적으로 비효율성을 측정하는 방식이다(이형록 외 2명, 2009). 효율성은 생산조직이

사용한 투입요소의 사용량에 대한 산출물 생산량의 비율을 의미한다. DEA는 생산함수에 대한 유형을 가정할 필요가 없고, 기술적 효율성, 배분 효율성 등 다양한 개념의 효율성을 기간 또는 기관별로 추정할 수 있다. DEA 분석을 위한 모형 중 가장 많이 활용되고 있는 모형은 Charnes, Cooper and Rhodes(1978)가 제안한 CCR 모형과 Banker, Charnes and Cooper(1984)가 제안한 BCC 모형이다. 본 연구에서는 CCR 모형을 사용하고자 한다. CCR 모형은 모형의 목적에 따라서 투입지향모형과 산출지향모형으로 나눌 수 있다. 투입지향모형은 현재의 산출요소를 유지하기 위한 투입요소의 최소화 목적이고, 산출지향모형은 현재의 투입요소를 유지하면서 산출요소의 최대화하는 데 목적이 있다. 본 연구에서의 효율성 분석 대상인 건설기업의 경우 노동 및 자본집약적 특성을 가지고 있으므로 투입요소에 비중을 두고 있다고 판단하여 투입지향 모형을 사용하고자 한다.

DEA 모형 중 CCR 모형은 DEA 모형의 기본으로 모든 의사결정 단위들(DMUs)의 투입변수 가중 합계에 대한 산출변수 가중 합계의 비율이 1을 초과해서는 안 된다. 또한 CCR 모형은 각 투입요소와 산출요소의 가중치는 0보다 크다는 제약조건하에 상대적인 효율성을 평가하기 위해 개발되었다. CCR 모형은 의사결정 단위의 투입변수 가중 합계에 대한 산출변수 가중 합계의 비율을 최대화하기 위한 선형분수계획모형이다. 그리고 CCR 모형은 투입량의 가중합계인 가상 투입량의 최소화 또는 산출량의 가중합계인 가상 산출량의 최대화 형태의 선형계획모형으로 재구조화되어 분석된다. CCR 모형은 규모수익성(Return To Scale)이 일정하다고 가정하고 투입중심 CCR 모형을 다음과 같은 선형계획모형으로 정식화할 수 있다.

$$\begin{aligned} & \text{MAX } \theta \\ & \text{제약식 } \theta x_0 - X\lambda \geq 0 \\ & \quad y_0 - Y\lambda \leq 0 \\ & \quad \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

여기서, θ : DMU_0 의 투입변수 승수
 x_0, y_0 : DMU_0 의 투입 및 산출연수 벡터
 X, Y : 전체 DMU_0 의 투입 및 산출변수 행렬
 λ : 가중치 벡터

위의 식에서 DMU_0 는 의 투입요소의 승수를 의미하며, 1이하의 값을 가지고, 이를 DMU_0 의 CCR 효율성이라 한다. x_0, y_0 는 의 투입요소와 산출요소에 대한 벡터를 의미한다. X, Y 는 전체 DMU_0 의 투입요소와 산출요소의 행렬이며, λ 는 가중치 벡터를 의미한다. CCR 효율성 결과 값인 $\theta=1$ 이면 DMU_0 가 효율적이

고, 결과 값이 1보다 작으면 DMU_0 가 비효율적으로 평가한다. 어떤 DMU 가 비효율적인 경우에는 이보다 효율적인 가상적 DMU 가 존재하고, 이것은 $\lambda_j > 0$ 인 $DMUs$ (참조집합)의 선형결합(Linear Combination)으로 구성된다.

2.3 주성분 분석

주성분분석(Principal Component Analysis)은 최초 변수들의 선형화된 결합으로 표시되는 새로운 주성분을 추출하여 자료의 요약과 용이한 해석을 목적으로 하는 분석방법이다. 이 분석방법은 분석결과 자체로 결론을 도출하기 위한 분석이라기보다는 그 이후의 분석을 위한 수단을 제공하여 주는 단계이다. 또한 변수들 사이의 복잡한 구조를 좀더 간편하게 하고, 이해하기 쉽게 설명하기 위하여 사용되는 분석방법이다. 기하학적으로 주성분분석의 선형결합들은 원래의 좌표체계를 직교 회전하여 얻어지는 새로운 좌표축의 선택과 관련되게 된다. 이 방법은 변수들의 선형결합을 통해 변수들이 가진 전체 정보를 최대한 설명할 수 있는 서로 독립적인 새로운 인공변수들을 유도하여 해석하는 다변량 분석방법이다. 주성분분석의 용도는 상관관계분석에서 상관관계가 없는 경우에서의 주성분추출, 각 변수들에 대한 정규성 검증, 이상치(outlier)로 요약할 수 있다. 그 외에도 주성분이 가지는 수학적인 개념들에 기반한 추가적인 다양한 분석에도 응용되어진다.

본 연구의 차별성은 기존 연구들에서 다루지 못했던 건설기업의 투입 및 산출변수들 중에서 해당 건설기업의 효율성에 영향을 끼치는 핵심 투입 및 산출변수를 DEA와 주성분분석을 통해서 추출해 내는 것이다. 이러한 연구는 3개의 투입변수와 2개의 산출변수가 있는 경우에 만들어 질 수 있는 21개 모형을 사용한 Cinca and Molinero(2003)에 의해서 시도되었다. 21개 모형이 필요한 이유는 투입 및 산출변수를 추출하기 위해서는 모든 투입 및 산출변수가 모두 개별적으로 반영될 수 있는 완전한 모형들을 갖추어야만 하기 때문이다. 따라서 투입 및 산출변수의 숫자에 따라서 얼마든지 축소 또는 확장될 수 있다.

3. 변수 및 모형 설정

3.1 투입 및 산출변수 선정

본 연구에서는 자료의 객관성과 일치성을 높이기 위해서 코코인포(www.kocoinfo.co.kr)의 통계자료를 이용하였다. DEA 모형을 이용한 건설기업의 효율성 수치를 측정하기 위해서 본 연구에서는 표 2와 같이 기존 연구에서 주로 선정한 변수와 각 변수의 중요성을 고려하여 투입 및 산출 변수를 선정하였다.

표 2. 기존 연구에서 선정된 투입 및 산출변수

구분	오동일 (2001)	지흥민 외 1명 (2003)	김건식 (2005)	김중기 외 1명 (2008)	이행록 외 4명 (2010)
투입 변수	고정자산		0		
	총인건비	0			
	판매비와 관리비		0		0
	종업원수	0	0	0	0
	자본금	0		0	0
	경영자산			0	
산출 변수	매출액	0	0	0	0
	당기순이익	0			0
	기타	0		0	

산출요소로는 기존 연구에서 주로 선정된 매출액(Y1)과 당기순이익(Y2)을 선정하였다. 기업에서의 매출액은 대표적인 운영 성과이며, 효율성 분석을 위해 가장 많이 활용된다. 투입요소로는 종업원수(X1), 자본금(X2), 고정자산(X3)으로 선정하였다. 건설업은 노동집약 산업이기 때문에 종업원수를 선정하였고, 판매비와 관리비의 경우 상당부분이 인건비이므로 판매비와 관리비 대신에 종업원수를 선정하였다. 자본금은 부채와 자본의 총계이므로 효율성을 판단하기 위해서 적합하다고 판단하여 선정하였고, 건물, 토지 등 비교적 장기간에 걸쳐 영업활동에 사용하기 위해 취득하는 고정자산을 선정하였다.

3.2 DEA 효율성 측정을 위한 모형

표 3. 핵심 투입 및 산출변수 추출을 위한 21개 모형 선정

모형/변수	투입변수	산출변수
A1	X1	Y1
A12	X1	Y1, Y2
A2	X1	Y2
B1	X2	Y1
B12	X2	Y1, Y2
B2	X2	Y2
C1	X3	Y1
C12	X3	Y1, Y2
C2	X3	Y2
AB1	X1, X2	Y1
AB12	X1, X2	Y1, Y2
AB2	X1, X2	Y2
BC1	X2, X3	Y1
BC2	X2, X3	Y2
BC12	X2, X3	Y1, Y2
AC1	X1, X3	Y1
AC2	X1, X3	Y2
AC12	X1, X3	Y1, Y2
ABC1	X1, X2, X3	Y1
ABC2	X1, X2, X3	Y2
ABC12	X1, X2, X3	Y1, Y2

표 3에서는 DEA 효율성 측정을 위한 21개의 DEA 모형을 제시하였다. 투입변수는 종업원수(X1), 자본금(X2), 고정자산(X3)이고, 산출변수는 매출액(Y1)과 당기순이익(Y2)으로 하였다.

4. DEA 효율성 분석 및 주성분 분석

4.1 DEA 효율성 분석결과

표 4는 DEA 효율성 분석을 통해 나온 20개 건설기업의 21개 모형에 대한 효율성 분석 결과이다. DEA 효율성 분석을 통해 효율적인 1값을 가지는 기업은 다음과 같다.

첫째, 2006년도에는 현대건설이 13개 모형(A1, A12, B2, AB1, AB12, AB2, BC2, BC12, AC1, AC12, ABC1, ABC2, ABC12)에서 효율적이었다. 한신공영은 13개 모형(B12, C1, C12, C2, BC1, BC2, BC12, AC1, AC2, AC12, ABC1, ABC2, ABC12), 신세계건설은 9개 모형(B1, AB1, AB12, BC1, BC12, AC1, AC12, ABC1, ABC12), 현대산업개발은 9개 모형(A12, A2, B12, AB12, AB2, AC2, AC12, ABC2, ABC12), 쌍용건설은 5개 모형(B12, BC1, BC12, ABC1, ABC12), GS건설은 3개 모형(AB12, BC12, ABC12), 고려개발은 2개 모형(AC12, ABC12)에서 효율적이었다. 출현된 횟수에 의거하여 공통적으로 효율적인 모형을 순서대로 제시하면, 1순위: ABC12, 2순위: BC12, AC12, 3순위: AB12, ABC1의 순서였다.

둘째, 2008년도에는 현대건설이 14개의 모형(A1, A12, B12, B2, AB1, AB12, AB2, BC2, BC12, AC1, AC12, ABC1, ABC2, ABC12)에서 효율적이었다. 현대산업개발은 12개 모형(A12, A2, C12, C2, AB12, AB2, BC2, BC12, AC2, AC12, ABC2, ABC12), 동부건설은 8개 모형(B1, B12, AB1, AB12, BC1, BC12, ABC1, ABC12), 한신공영은 8개 모형(C1, C12, BC1, BC12, AC1, AC12, ABC1, ABC12), 서희건설은 8개 모형(B12, AB12, BC1, BC2, BC12, ABC1, ABC2, ABC12), 한라건설은 6개 모형(B12, AB1, AB12, BC12, ABC1, ABC12), 계룡건설산업은 6개 모형(C12, BC12, AC1, AC12, ABC1, ABC12), 동양건설산업은 4개 모형(BC1, BC12, ABC1, ABC12), 쌍용건설과 경남기업은 2개 모형(ABC1, ABC12)에서 효율적이었다. 출현된 횟수에 의거하여 공통적으로 효율적인 모형을 순서대로 제시하면, 1순위: ABC12, 2순위: ABC1, 3순위: BC12의 순서였다.

셋째, 2010년도에는 현대건설이 18개 모형(A1, A12, A2, B12, B2, C12, C2, AB1, AB12, AB2, BC2, BC12, AC1, AC2, AC12, ABC1, ABC2, ABC12)에서 효율적이었다. 서희건설은 8개 모형(C1, C12, BC1, BC12, AC1, AC12, ABC1, ABC12), 울트라건설은 8개 모형(B1, B12, AB1, AB12, BC1, BC12, ABC1,

표 4. 21개 모형에 대한 20개 건설기업의 DEA 효율성 분석결과

년도	모형	A1	A12	A2	B1	B12	B2	C1	C12	C2	AB1	AB12	AB2	BC1	BC2	BC12	AC1	AC2	AC12	ABC1	ABC2	ABC12
GS 건설	2006	0.94	0.94	0.61	0.68	0.56	0.99	0.45	0.45	0.42	0.95	1.00	0.99	0.69	1.00	1.00	0.95	0.76	0.96	0.95	1.00	1.00
	2008	0.64	0.67	0.58	0.52	0.97	0.97	0.45	0.64	0.59	0.74	0.97	0.97	0.59	0.97	0.97	0.72	0.59	0.76	0.76	0.97	0.97
	2010	0.55	0.55	0.54	0.31	0.76	0.76	0.51	0.95	0.94	0.65	0.77	0.76	0.51	0.94	0.95	0.75	0.94	0.95	0.75	0.94	0.95
경남 기업	2006	0.65	0.65	0.21	0.57	0.40	0.42	0.77	0.77	0.37	0.67	0.67	0.42	0.78	0.43	0.78	0.78	0.37	0.78	0.80	0.43	0.80
	2008	0.66	0.66	0.08	0.78	0.78	0.20	0.87	0.87	0.15	0.90	0.90	0.20	0.94	0.20	0.94	0.91	0.15	0.91	1.00	0.21	1.00
	2010	0.51	0.51	0.12	0.50	0.58	0.30	0.64	0.71	0.29	0.73	0.73	0.30	0.66	0.30	0.73	0.80	0.29	0.80	0.80	0.30	0.80
계룡 건설 산업	2006	0.79	0.79	0.55	0.51	0.37	0.80	0.60	0.60	0.60	0.80	0.80	0.80	0.64	0.81	0.81	0.81	0.83	0.90	0.81	0.87	0.90
	2008	0.72	0.72	0.43	0.58	0.73	0.72	0.96	1.00	0.83	0.83	0.83	0.72	0.96	0.89	1.00	1.00	0.83	1.00	1.00	0.89	1.00
	2010	0.64	0.64	0.13	0.38	0.43	0.2	0.62	0.67	0.25	0.77	0.77	0.20	0.62	0.25	0.67	0.89	0.25	0.89	0.89	0.25	0.89
고려 개발	2006	0.99	0.99	0.56	0.60	0.48	0.77	0.58	0.58	0.48	0.99	0.99	0.77	0.69	0.78	0.80	1.00	0.77	1.00	1.00	0.84	1.00
	2008	0.70	0.70	0.16	0.52	0.54	0.26	0.53	0.53	0.18	0.78	0.78	0.26	0.61	0.26	0.61	0.81	0.18	0.81	0.83	0.26	0.83
	2010	0.59	0.59	0.11	0.25	0.27	0.12	0.28	0.30	0.10	0.61	0.61	0.12	0.31	0.12	0.33	0.59	0.11	0.59	0.61	0.12	0.61
대림 산업	2006	0.85	0.85	0.48	0.36	0.76	0.46	0.25	0.25	0.21	0.85	0.85	0.56	0.36	0.46	0.47	0.85	0.49	0.85	0.85	0.56	0.85
	2008	0.79	0.79	0.22	0.42	0.44	0.25	0.44	0.44	0.18	0.79	0.79	0.26	0.50	0.25	0.50	0.80	0.22	0.80	0.80	0.26	0.8
	2010	0.57	0.61	0.61	0.21	0.57	0.58	0.31	0.62	0.62	0.57	0.62	0.62	0.31	0.62	0.62	0.57	0.62	0.62	0.57	0.62	0.62
동부 건설	2006	0.49	0.49	0.05	0.66	0.36	0.16	0.21	0.21	0.03	0.67	0.67	0.16	0.67	0.16	0.67	0.50	0.06	0.50	0.67	0.16	0.67
	2008	0.49	0.49	0.08	1.00	1.00	0.34	0.54	0.54	0.13	1.00	1.00	0.34	1.00	0.34	1.00	0.65	0.13	0.65	1.00	0.34	1.00
	2010	0.35	0.35	0.02	0.47	0.47	0.08	0.34	0.34	0.04	0.55	0.55	0.08	0.47	0.08	0.47	0.49	0.04	0.49	0.55	0.08	0.55
동양 건설 산업	2006	0.51	0.51	0.20	0.57	0.70	0.52	0.44	0.44	0.26	0.57	0.57	0.52	0.59	0.52	0.59	0.55	0.33	0.55	0.59	0.52	0.59
	2008	0.52	0.52	0.06	0.88	0.88	0.22	0.78	0.78	0.13	0.93	0.93	0.22	1.00	0.22	1.00	0.79	0.13	0.79	1.00	0.22	1.00
	2010	0.53	0.53	0.06	0.59	0.59	0.19	0.86	0.86	0.20	0.79	0.79	0.19	0.86	0.2	0.86	0.99	0.20	0.99	0.99	0.20	0.99
두산 건설	2006	0.98	0.98	0.07	0.85	0.31	0.15	0.44	0.44	0.05	0.99	0.99	0.15	0.86	0.15	0.86	0.99	0.09	0.99	0.99	0.15	0.99
	2008	0.74	0.74	0.25	0.52	0.56	0.38	0.47	0.47	0.24	0.81	0.81	0.38	0.60	0.38	0.60	0.80	0.26	0.80	0.82	0.38	0.82
	2010	0.49	0.49	0.02	0.26	0.26	0.03	0.30	0.30	0.03	0.56	0.56	0.03	0.33	0.03	0.33	0.53	0.03	0.53	0.56	0.03	0.56
범양 건영	2006	0.57	0.57	0.18	0.33	0.44	0.24	0.33	0.33	0.15	0.58	0.58	0.24	0.39	0.24	0.39	0.58	0.25	0.58	0.58	0.27	0.58
	2008	0.43	0.43	0.19	0.40	0.45	0.39	0.64	0.65	0.43	0.52	0.52	0.39	0.64	0.47	0.65	0.65	0.43	0.65	0.66	0.47	0.66
	2010	0.38	0.38	0.06	0.24	0.25	0.10	0.54	0.56	0.18	0.47	0.47	0.10	0.54	0.18	0.56	0.64	0.18	0.64	0.64	0.18	0.64
삼부 토건	2006	0.66	0.66	0.31	0.39	0.74	0.41	0.19	0.19	0.13	0.67	0.67	0.41	0.39	0.41	0.43	0.67	0.31	0.67	0.67	0.41	0.67
	2008	0.55	0.55	0.04	0.48	0.48	0.08	0.34	0.34	0.04	0.65	0.65	0.08	0.52	0.08	0.52	0.59	0.04	0.59	0.65	0.08	0.65
	2010	0.45	0.45	0.04	0.35	0.35	0.08	0.38	0.38	0.07	0.6	0.6	0.08	0.43	0.08	0.43	0.58	0.07	0.58	0.60	0.08	0.60
삼환 기업	2006	0.92	0.92	0.44	0.36	0.60	0.40	0.24	0.24	0.17	0.92	0.92	0.5	0.37	0.40	0.42	0.92	0.45	0.92	0.92	0.5	0.92
	2008	0.76	0.76	0.15	0.29	0.30	0.13	0.25	0.25	0.07	0.76	0.76	0.16	0.33	0.13	0.33	0.76	0.16	0.76	0.76	0.16	0.76
	2010	0.71	0.71	0.09	0.21	0.21	0.07	0.20	0.20	0.05	0.71	0.71	0.10	0.24	0.07	0.24	0.71	0.10	0.71	0.71	0.10	0.71
서희 건설	2006	0.36	0.36	0.15	0.84	0.50	0.77	0.51	0.51	0.30	0.84	0.84	0.77	0.84	0.77	0.84	0.51	0.30	0.51	0.84	0.77	0.84
	2008	0.36	0.36	0.20	0.83	1.00	0.98	0.94	0.98	0.78	0.84	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	0.94	0.78	0.98	1.00	1.00	1.00
	2010	0.32	0.32	0.04	0.73	0.73	0.25	1.00	1.00	0.27	0.74	0.74	0.25	1.00	0.27	1.00	1.00	0.27	1.00	1.00	0.27	1.00
신세계 건설	2006	0.98	0.98	0.40	1.00	0.35	0.92	0.74	0.74	0.44	1.00	1.00	0.92	1.00	0.93	1.00	1.00	0.61	1.00	1.00	0.93	1.00
	2008	0.67	0.67	0.04	0.80	0.80	0.11	0.77	0.77	0.08	0.91	0.91	0.11	0.93	0.11	0.93	0.90	0.08	0.90	0.99	0.11	0.99
	2010	0.47	0.47	0.15	0.42	0.54	0.33	0.44	0.52	0.26	0.66	0.66	0.33	0.5	0.33	0.59	0.65	0.26	0.65	0.66	0.33	0.66
쌍용 건설	2006	0.80	0.80	0.30	0.77	1.00	0.65	0.98	0.98	0.53	0.81	0.81	0.65	1.00	0.66	1.00	0.98	0.53	0.98	1.00	0.66	1.00
	2008	0.61	0.61	0.07	0.85	0.85	0.23	0.74	0.74	0.14	0.94	0.94	0.23	0.96	0.23	0.96	0.82	0.14	0.82	1.00	0.23	1.00
	2010	0.63	0.63	0.10	0.72	0.74	0.29	0.84	0.86	0.26	0.94	0.94	0.29	0.92	0.29	0.93	1.00	0.26	1.00	1.00	0.29	1.00
울트라 건설	2006	0.47	0.47	0.19	0.61	0.35	0.57	0.36	0.36	0.21	0.62	0.62	0.57	0.62	0.57	0.62	0.48	0.29	0.48	0.62	0.57	0.62
	2008	0.42	0.42	0.13	0.87	0.93	0.58	0.51	0.51	0.24	0.87	0.94	0.58	0.9	0.58	0.94	0.57	0.24	0.57	0.90	0.58	0.94
	2010	0.61	0.61	0.09	1.00	1.00	0.36	0.75	0.76	0.21	1.00	1.00	0.36	1.00	0.36	1.00	0.95	0.21	0.95	1.00	0.36	1.00
태영 건설	2006	0.63	0.63	0.08	0.26	0.6	0.08	0.11	0.11	0.02	0.64	0.64	0.1	0.27	0.08	0.27	0.64	0.09	0.64	0.64	0.10	0.64
	2008	0.68	0.68	0.46	0.37	0.53	0.53	0.24	0.28	0.24	0.69	0.69	0.55	0.4	0.53	0.54	0.69	0.47	0.69	0.69	0.55	0.69
	2010	0.57	0.57	0.57	0.24	0.60	0.61	0.22	0.41	0.41	0.59	0.61	0.61	0.27	0.61	0.61	0.57	0.58	0.58	0.59	0.61	0.61
한라 건설	2006	0.78	0.78	0.23	0.73	0.48	0.48	0.44	0.44	0.18	0.79	0.79	0.48	0.74	0.48	0.74	0.79	0.31	0.79	0.79	0.48	0.79
	2008	0.79	0.79	0.41	0.86	1.00	0.93	0.57	0.59	0.43	1.00	1.00	0.93	0.91	0.93	1.00	0.90	0.43	0.90	1.00	0.93	1.00
	2010	0.56	0.56	0.34	0.36	0.64	0.54	0.43	0.64	0.49	0.69	0.69	0.54	0.46	0.54	0.67	0.69	0.49	0.69	0.70	0.54	0.70
한신 공영	2006	0.83	0.83	0.57	0.63	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	0.84	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	2008	0.60	0.60	0.21	0.63	0.68	0.47	1.00	1.00	0.52	0.75	0.75	0.47	1.00	0.57	1.00	1.00	0.52	1.00	1.00	0.57	1.00
	2010	0.52	0.52	0.07	0.45	0.45	0.17	0.84	0.85	0.24	0.72	0.72	0.17	0.84	0.24	0.85	0.97	0.24	0.97	0.97	0.24	0.97
현대 건설	2006	1.00	1.00	0.75	0.59	0.65	1.00	0.28	0.31	0.31	1.00	1.00	1.00	0.6	1.00	1.00	1.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00
	2008	1.00	1.00	0.82	0.57	1.00	1.00	0.54	0.72	0.65	1.00	1.00	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00
	2010	1.00	1.00	1.00	0.40	1.00	1.00	0.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
현대 산업 개발	2006	0.89	1.00	1.00	0.28	1.00	0.7	0.28	0.45	0.45	0.90	1.00	1.00	0.33	0.71	0.71	0.90	1.00	1.00	0.90	1.00	1.00
	2008	0																				

ABC12), 쌍용건설은 4개 모형(AC1, AC12, ABC1, ABC12)에서 효율적이었다. 출현된 횟수에 의거하여 공통적으로 효율적인 모형을 순서대로 제시하면, 1순위: ABC12, ABC1, 2순위: BC12, AC1, AC12, 3순위: B12, C12, AB1, AB12, BC1의 순서였다.

넷째, 효율적인 건설기업들의 모형별 출현횟수를 중심으로 그 순서를 제시해보면 1순위(21회 출현): ABC12, 2순위(17회 출현): ABC1, 3순위(16회 출현): BC12, 4순위(12회 출현): AC12, 5순위(11회 출현): AB12, 6순위(9회 출현): B12, BC1, AC1, 9순위(7회 출현): AB1, ABC2, 11순위(6회 출현): C12, BC2, 13순위(5회 출현): A12, AB2, 15순위(4회 출현): AC2, 16순위(3회 출현): A1, A2, B1, B2, C1, C2로 나타났다. 상위 순위인 ABC12(X1, X2, X3, Y1, Y2), ABC1(X1, X2, X3, Y1), BC12(X2, X3, Y1, Y2)모형에 포함된 투입변수 중에는 X2(자본금) 또는 X3(고정자산)이 산출변수 중에는 Y1(매출액)이 건설기업의 효율성에 미친 효과가 큰 것으로 나타났다.

4.2 주성분 분석결과

표 3에서 제시한 21개의 모형들을 변수로 하고 효율성 수치를 관측치로 하여 분석한 2006년, 2008년, 2010년의 주성분분석 결과는 표 5와 같다.

표 5의 2006년도를 보면, 추출한 주성분의 고유값은 각각 12.470, 3.508, 2.635, 1.341로서 이것은 주성분 추출 기준으로

지정한 고유값 1이상인 주성분만 추출되었다. 고유값은 그 주성분이 설명하는 분산의 양을 나타내므로 이 값이 큰 주성분이 중요한 주성분이 된다. 이들 두 개의 요인은 각각 투입 및 산출모형들의 설명력과 관련하여 주성분 1은 59.379%, 주성분 2는 16.704%, 주성분 3은 12.548%, 주성분 4는 6.387을 설명함으로써 전체(누적)의 95.018%를 설명하고 있다. 2008년도의 주성분은 4개, 2010년도의 주성분은 3개 추출되었다. 주성분분석의 성분행렬은 회전 전과 회전 후를 비교하였다. 회전 전의 성분행렬은 표 6과 같다. 또한 모형들은 주성분 1의 적재 값에 의한 내림차순으로 제시하였다.

표 5. 21개 모형의 연도별 주성분분석 결과

성분		고유값	분산의 백분비	누적 백분비
2006	PC1	12.470	59.379	59.379
	PC2	3.508	16.704	76.082
	PC3	2.635	12.548	88.630
	PC4	1.341	6.387	95.018
2008	PC1	9.758	46.465	46.465
	PC2	5.719	27.235	73.699
	PC3	2.519	11.995	85.694
	PC4	2.039	9.710	95.404
2010	PC1	11.463	54.586	54.586
	PC2	6.631	31.577	86.163
	PC3	1.887	8.987	95.150

표 6. 21개 모형의 주성분분석 결과(2006, 2008, 2010)

모형/성분	2006년				모형/성분	2008년				모형/성분	2010년		
	성분					성분					성분		
	PC1	PC2	PC3	PC4		PC1	PC2	PC3	PC4		PC1	PC2	PC3
ABC12	0.933	-0.130	0.255	0.017	BC12	0.864	-0.37	-0.154	0.053	BC12	0.911	-0.238	-0.320
ABC1	0.908	-0.078	0.340	0.033	ABC12	0.851	-0.411	0.168	0.099	C12	0.887	-0.207	-0.345
AB12	0.879	-0.26	0.256	-0.160	BC2	0.799	0.496	-0.294	0.095	B12	0.886	-0.009	-0.124
AC12	0.872	-0.324	0.251	0.234	ABC2	0.793	0.507	-0.288	0.097	AB12	0.867	-0.246	0.370
AC1	0.858	-0.291	0.317	0.240	B12	0.793	-0.361	-0.197	0.412	ABC12	0.862	-0.449	0.034
ABC2	0.858	0.048	-0.437	-0.256	AB2	0.780	0.512	-0.272	0.195	AC12	0.859	-0.423	0.030
AC2	0.856	-0.152	-0.455	0.049	C12	0.780	-0.199	-0.054	-0.524	AB1	0.810	-0.326	0.440
AB2	0.854	0.045	-0.436	-0.262	B2	0.780	0.450	-0.294	0.209	AC1	0.807	-0.521	0.129
BC2	0.842	0.203	-0.378	-0.294	C2	0.765	0.523	-0.232	-0.249	ABC1	0.802	-0.553	0.138
B2	0.840	0.200	-0.377	-0.300	AC12	0.754	0.103	0.452	-0.427	B2	0.735	0.643	-0.117
AB1	0.817	-0.273	0.393	-0.254	AB12	0.740	-0.252	0.146	0.505	AB2	0.716	0.675	-0.122
BC12	0.802	0.470	0.163	-0.154	AC2	0.724	0.619	-0.173	-0.191	BC2	0.708	0.671	-0.205
C2	0.772	0.322	-0.398	0.278	ABC1	0.697	-0.634	0.281	-0.005	ABC2	0.707	0.674	-0.194
A12	0.759	-0.527	0.307	0.103	AC1	0.676	-0.051	0.513	-0.442	C2	0.702	0.655	-0.218
A1	0.754	-0.493	0.354	0.097	B1	0.364	-0.866	-0.134	0.270	A2	0.539	0.821	0.003
A2	0.744	-0.474	-0.428	-0.064	BC1	0.542	-0.796	-0.147	-0.133	BC1	0.576	-0.784	-0.197
C12	0.645	0.618	-0.029	0.418	A2	0.544	0.782	0.091	0.150	C1	0.589	-0.740	-0.258
BC1	0.510	0.783	0.336	0.040	AB1	0.511	-0.549	0.416	0.478	B1	0.515	-0.724	-0.038
B1	0.378	0.691	0.495	-0.293	A1	0.153	0.462	0.827	0.166	AC2	0.678	0.697	-0.203
C1	0.596	0.674	0.023	0.407	A12	0.242	0.584	0.732	0.141	A1	0.565	0.410	0.706
B12	0.340	-0.222	-0.501	0.521	C1	0.579	-0.537	-0.058	-0.602	A12	0.562	0.434	0.693

표 6의 내용을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 2006년도에서는 다음과 같은 사실을 알 수 있다. 가장 큰 적재 값(0.933)을 갖는 모형은 ABC12이며, 3개의 투입변수와 2개의 산출변수로 구성된 완전한 모형이었다. 이러한 경우 주성분 1은 관계의 강도 면에서 종합적인 측정치로 간주할 수 있다. 따라서 본 성분을 효율성의 종합측정치로서 간주하는 것이 분명하다. 본 성분에서 모형들의 순위는 효율성 측면에서 모든 모형들의 순위를 보여준다. 주성분 2의 +사인에서는 모형 BC1(투입변수 X2, X3와 산출변수 Y1), -사인에서는 모형 A12(투입변수 X1과 산출변수 Y1, Y2)이, 주성분 3의 +사인에서는 모형 B1(투입변수 X2와 산출변수 Y1), -사인에서는 모형 B12(투입변수 X2와 산출변수 Y1, Y2)가, 주성분 4의 +사인에서는 모형 B12(투입변수 X2와 산출변수 Y1, Y2), -사인에서는 모형 B2(투입변수 X2와 산출변수 Y2)가 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 둘째, 2008년도에서는 다음과 같은 사실을 알 수 있다. 주성분 1의 가장 큰 적재 값(0.864)을 갖는 모형은 BC12이었다. 주성분 2의 +사인에서는 모형 A2(투입변수 X1과 산출변수 Y2), -사인에서는 모형 B1(투입변수 X2과 Y1)이, 주성분 3의 +사인에서는 모형 A1(투입변수 X1과 산출변수 Y1), -사인에서는 모형 BC2(투입변수 X2, X3와 산출변수 Y2)와 모형 B2(투입변수 X2와 산출변수 Y2)가, 주성분 4의 +사인에서는 모형 AB12(투입변수 X1, X2와 산출변수 Y1, Y2), -사인에서는 모형 C1(투입변수 X3와 산출변수 Y1)이 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다.

셋째, 2010년도에서는 다음과 같은 사실을 알 수 있다. 주성분 1의 가장 큰 적재 값(0.911)을 갖는 모형은 BC12이었다. 주성분 2의 +사인에서는 모형 A2(투입변수 X1과 산출변수 Y2), -사인에서는 모형 BC1(투입변수 X2, X3와 산출변수 Y1)이, 주성분 3의 +사인에서는 모형 A1(투입변수 X1과 산출변수 Y1), -사인에서는 모형 C12(투입변수 X3와 산출변수 Y1, Y2)가 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 각각의 산출 및 투입변수별로는 +사인과 -사인에 동시에 중요한 역할을 하였지만, 산출 및 투입변수가 합쳐진 모형의 경우, 어떠한 산출변수와 투입변수가 합쳐지는지에 따라 주성분의 차이가 발생하였다. 넷째, 회전되지 않은 주성분분석결과와 연도별 투입변수 및 산출변수의 +사인과 -사인을 보면, 표 7과 같다.

표 7. 회전되지 않은 주성분분석의 +사인과 -사인

구분		투입변수			산출변수	
		X1	X2	X3	Y1	Y2
+사인	2006	●			●	
	2008		●		●	●
	2010			●	●	
-사인	2006		●			●
	2008		●	●	●	
	2010		●		●	●

2006년도에는 +사인에서는 투입변수 X1, 산출변수 Y1, -사인에서는 투입변수 X2와 산출변수 Y2가 중요한 역할을 하였다. 2008년도에는 +사인에서는 투입변수 X2, 산출변수 Y1 또는 Y2, -사인에서는 투입변수 X2 또는 X3, 산출변수 Y1이 중요한 역할을 하였다. 2010년도에는 +사인에서는 투입변수 X3, 산출변수 Y1, -사인에서는 투입변수 X2, 산출변수 Y1 또는 Y2가 중요한 역할을 하였다. 투입변수 측면에서는 연도별로 종업원수, 자본금, 고장자산 순으로 변화한 반면에 산출변수 측면에서는 매출액이 핵심변수의 역할을 하는 것으로 나타났다.

표 8. 21개 모형의 회전된 주성분분석 결과(2006, 2008, 2010)

년도	모형/성분	성분			
		PC1	PC2	PC3	PC4
2006	A1	0.956			
	A12	0.952			
	AC1	0.919			
	AC12	0.911			
	AB1	0.876			
	AB2		0.921		
	ABC2		0.921		
	B2		0.903		
	C1			0.946	
	BC1			0.918	
	B12				0.773
	2008	ABC2	0.969		
BC2		0.968			
AB2		0.967			
B2		0.938			
AC2		0.917			
AB1			0.935		
B12			0.863		
AB12			0.862		
B1			0.861		
C1				0.883	
C12				0.837	
A1					0.970
2010	A12				0.945
	BC1	0.966			
	C1	0.953			
	ABC1	0.948			
	ABC12	0.935			
	AC1	0.932			
	AC2		0.982		
	BC2		0.982		
	ABC2		0.980		
	A1			0.903	
	A12			0.894	

표 9. 회전된 주성분분석의 핵심 변수

연도/변수	투입변수			산출변수	
	X1	X2	X3	Y1	Y2
2006	●			●	
2008		●			●
2010			●	●	

4.3 회전된 성분행렬에 대한 분석

표 8은 2006, 2008, 2010년의 회전된 주성분행렬의 주요 성분만을 추출한 결과이다. 2006년은 베리맥스법에 의한 6차례 반복계산 후에 얻어진 회전 결과이며, 2008년은 5차례 반복계산, 2010년은 5차례 반복 계산되었다. 표 8에 의하면 다음과 같은 결과를 알 수 있다. 2006년에는 21개 중 5개의 A1, A12, AC1, AC12, AB1모형이 주성분 1과 관련이 있었고, 2008년에는 21개 중 5개의 ABC2, BC2, AB2, B2, AC2모형이 주성분 1과 관련이 있었으며, 2010년에는 21개 중 5개의 BC1, C1, ABC1, ABC12, AC1모형이 주성분 1과 관련이 있는 것으로 나타났다. 회전된 주성분분석결과와 핵심적인 요소를 살펴보면, 표 9와 같다. 2006년의 경우 X1(종업원수)과 Y1(매출액)으로 나타났고, 2008년의 경우 X2(자본금)과 Y2(당기순이익)으로 나타났고, 2010년의 경우 X3(고정자산)과 Y1(매출액)으로 나타났다. 결과적으로 회전되지 않은 성분행렬과 회전된 성분행렬에서 큰 차이를 보이지 않았다.

5. 결론

본 연구에서는 건설기업들을 대상으로 DEA 모형과 주성분분석을 이용하여 건설기업 효율성에 영향을 미치는 핵심 투입 및 산출변수를 추출하였다. 지금까지 제시한 내용을 중심으로 하여 주요한 시사점을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 21개 모형들의 효율성을 분석한 결과를 살펴보면 각 모형별로 효율성수치가 높은 모형을 발견할 수 있다. 2010년 쌍용건설의 경우 AC1(X1, X3, Y1), AC12(X1, X2, Y1, Y2), ABC1(X1, X2, X3, Y1), ABC12(X1, X2, X3, Y1, Y2)의 모형에서 상대적으로 높은 효율성을 보였다. 이로써 쌍용건설의 효율성을 높이기 위해서는 투입변수 중에서는 종업원수(X1)와 고정자산(X3)을 산출변수 중에서는 매출액(Y1)을 증진시켜야 할 것이다. 위와 같은 방식으로 분석하면 개별 건설기업들의 핵심적인 투입-산출변수를 쉽게 파악할 수 있게 된다. 둘째, 주성분분석 결과 나타난 보통의 성분행렬과 베리맥스법에 의한 성분행렬에 의거하면, 전체적인 건설기업들에게 있어서 핵심적인 투입 및 산출변수는 2006년의 경우 투입변수는 종업원수, 산출변수는 매출액, 2008년의 경우

투입변수는 자본금, 산출변수는 당기순이익, 2010년의 경우 투입변수는 고정자산, 산출변수는 매출액으로 나타났으므로 정책적인 측면에서 위와 같은 요소를 증진시키기 위한 노력을 해야 할 것으로 보인다. 본 연구의 한계점은 앞서 언급한 정량 및 재무적인 변수 외에 정성적인 변수가 고려되지 못한 것이다. 이에 향후 연구에서는 건설기업의 기술력, 신인도, 경영상태 등에 대한 정성적인 변수를 적용한 효율성 평가가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 건설기업별 1년 단위뿐만 아니라, 분기나 반기 단위로의 분석도 필요할 것으로 보이고, 통계적인 기법을 통한 핵심 투입-산출변수군 추출에 대한 연구도 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 20120000729)

참고문헌

- 김건식 (2005). “외환위기 이후 국내건설회사의 효율성 분석”, 한국건설관리학회 논문집, 제6권 제1호, pp. 151~161
- 김종기·강다연 (2008). “DEA 모형을 이용한 국내 아파트 건설기업(상장기업)의 효율성 분석”, 한국콘텐츠학회 논문집, 제8권 제7호, pp. 201~207
- 박만희 (2008). “효율성과 생산성 분석”, 한국학술정보서광규·최다영 (2011). “AHP와 DEA 결합모형을 이용한 상장 건설기업의 효율성 분석”, 한국콘텐츠학회 논문집, 제11권 제6호, pp. 302~310
- 오동일 (2010). “의료기관평가의 유용성 증대를 위한 AHP와 DEA-AR 기반의 효율성 분석 모델 구축”, 한국산학기술학회 논문집, 제11권 제7호, pp. 2406~2419
- 이규상 (2011). “DEA/Window모형을 이용한 국내 건설기업의 상대적 효율성 분석”, 한양대학교 석사학위논문
- 이형록·김경훈·김재준 (2009). “EnPAS를 이용한 철골공사 DEA적용방안 연구”, 한국건설관리학회 학술발표대회, pp. 251~254
- 이형록·문성근·김상기·김경환·김재준 (2010). “DEA 기법을 이용한 시공능력평가 순위와 건설업체 운영효율성의 상관관계 분석”, 대한건축학회 논문집, 제26권 제5호, pp. 125~132
- 임성목 (2009). “DEA에서 투입?산출요소선택방법”, 대한산업공학회 논문집, 제22권 제1호, pp. 44~55

장현승 (2007). “해외 건설시장 확대를 위한 국내 주요업체의 내
부역량 진단”, 한국건설산업연구원

지홍민 · 유태우 (2003). “외환위기를 전후한 상장건설회사의 효
율성 및 생산성 분석”, 한국경영과학회 논문집, 제32권 제3
호, pp. 809~833

Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W. (1984).
“Some models for estimating technical and scale in
efficiencies in data envelopment analysis”,
Management Science, 30(9), pp. 1078~1092

Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1978).
“Measuring efficiency of decision making units”,

European Journal of Operational Research 2, pp.
429~444

Cinca, C. S. and Molinero, C. M. (2003). “PCA as a Tool
for the Selection of Inputs and Outputs in Data
Envelopment Analysis”, 27 Congress Nacional de
Estadística e Investigación Operativa, pp. 1~14

Robert N. A. and John D. (1980). “Management Control
Systems”, Richard D Irwin Inc, p.8

논문제출일: 2012.02.24
논문심사일: 2012.03.02
심사완료일: 2012.06.29

요 약

최근 글로벌 금융위기, 미분양 주택의 증가 등으로 인해 건설기업의 효율성 분석이 요구되고 있다. 기업에 대한 효율성 분석시 가장 중요한 것은 효율성 측정에 사용된 투입-산출변수이다. 하지만 건설기업의 효율성 분석에 중요한 영향을 미치는 핵심적인 투입-산출변수를 추출하기 위한 체계적인 연구는 미흡하였다. 따라서 본 연구에서는 건설기업의 효율성 분석을 위한 핵심 투입-산출변수를 추출을 위해 투입-산출변수 별로 모든 조합을 제시한 모형을 제시하고 DEA모형과 PCA분석을 통하여 건설기업의 효율성을 분석에 중요한 요소인 투입-산출변수를 추출하고자 한다. 본 연구를 위해 기존 연구 및 이론적 고찰을 하고, 효율성 측정을 위한 변수 및 21개 모형을 설정하였다. 다음으로 효율성 및 PCA분석을 하고 결과를 도출하였다. 연구 결과, 핵심적인 투입 및 산출변수는 2006년의 경우 투입변수는 종업원수, 산출변수는 매출액, 2008년의 경우 투입변수는 자본금, 산출변수는 당기순이익, 2010년의 경우 투입변수는 고정자산, 산출변수는 매출액으로 나타났다. 건설기업 효율성 결과에 중요한 영향을 주는 변수 추출을 통해 개별 건설기업들이 효율성을 향상하기 위한 중점전략을 마련할 수 있을 것으로 판단된다.

키워드 : 자료포락분석, 주성분분석, 건설기업, 효율성