DOI : 10.5392/JKCA.2011.11.6.302

AHP와 DEA 결합모델을 이용한 상장 건설기업의 효율성 분석

Efficiency Analysis of Construction Firms Using a Combined AHP and DEA Model

서광규*, 최다영**
상명대학교 경영공학과*, 상명대학교 일반대학원 경영공학과**

Kwang-Kyu Seo(kwangkyu@smu.ac.kr)*, Da-Young Choi(dychoi@smu.ac.kr)**

요약

최근 건설경기의 난국 속에서 많은 건설기업들이 경영상의 어려움에 처해 있다. 본 연구에서는 코스피·코스닥 상장 건설기업들을 대상으로 AHP와 DEA 결합 모델을 이용하여 기업의 경영 효율성 분석을 실시한다. DEA 모형에 쓰이는 투입 및 산출 요소의 결정은 AHP 모형의 중요도 분석을 통하여 결정함으로써 기존의 방법보다 결과의 신뢰도를 제고하기 위해 노력하였으며, 실험 결과로 나온 비효율적 그룹에 대해서는 효율적 그룹으로의 이동을 위한 벤치마킹 대상과 개선율을 제공한다. 또한 연구의 결과로 나온 기업별 효율성지수와 주가간의 상관관계를 분석한다. 본 논문에서는 2009년 말 코스피 상장 건설기업 36곳과 코스닥에 상장된 건설기업 21곳인 총57개 기업을 대상으로 기업의 효율성을 평가하였는데, 분석결과 CCR 효율성이 1인 기업은 11개 기업, BCC 효율성이 1인 기업은 14개 기업, 규모의 효율성이 1인 기업은 11개 기업 이었으며 각각의 효율적 그룹으로 분류된 기업과 주가와의 상관관계에서는 CCR모형에서만 0.7로 강한 양의 상관관계를 나타냈다.

■ 중심어 : | AHP | DEA | 결합모형 | 효율성 | 건설기업 |

Abstract

Recently, many construction firms fall on hard times because construction business continues to stagnate. In this paper, we analyze the efficiency of the listed construction firms using a combined AHP and DEA model. In order to determine the input and output factors of DEA, the AHP model is applied to evaluate the importance of input and output factors. The benchmarking companies and efficiency value for the construction firms with inefficiency are also provided to improve the their efficiency. We analyzed the 57 listed companies consisted of 36 listed on KOSPI and 21 listed on KOSDAQ at the end of 2009. The analysis results show that eleven companies whose values of CCR are 1, and fourteen enterprises whose values of BCC efficiency are 1. In additions, the eleven firms have the scalability efficiency. Finally, we test the correlation between efficiency and the stock price and the correlation coefficient of efficiency group is 0.7 in the CCR model.

■ keyword : | AHP | DEA | The Combined Model | Efficiency | Construction Firm |

접수번호 : #110308-001
접수일자 : 2011년 03월 08일
심사완료일 : 2011년 04월 11일
교신저자 : 서광규, e-mail : kwangkyu@smu.ac.kr

I. 서 론

국내 건설업은 1958년 건설업법이 제정된 이후 60년대 경제개발 계획과 70년대의 중동지역 건설 붐을 계기로 급속히 성장해 왔다. 하지만, 최근 금융위기와 미분양 주택의 증가 등으로 기업들은 경영상의 어려움을 겪고 있으며 대한건설협회에 의하면 2010년에만 종합건설사 306개사가 문을 닫은 것으로 나타났다. 근래의 건설 경기의 침체 속에서 살아남기 위해서는 기업의 효율적인 운영과 경쟁력 강화를 위한 정확한 효율성 분석이 필요하다. 이에 본 논문에서는 국내 상장 건설기업을 대상으로 효율성 평가를 실시하고자 한다.

최근 건설 분야의 DEA 적용연구로는 이형록 외 4인[1]의 DEA기법을 이용한 시공능력평가 순위 100위 기업을 대상으로 순위와 건설업체 운영 효율성과의 상관관계를 분석한 연구가 있고, 이한수와 이현기[2]는 국내 건설기업의 이윤현황을 다양한 이익률 관점에서 조명하고, 이를 타 산업분야와 비교, 분석하여 국내 건설기업의 이익률 실태와 특징을 도출하였다. 김종기와 강다영[3]은 국내 아파트 25개 건설기업(상장기업)을 대상으로 매출액과 당기순이익에 따른 효율성을 DEA 모형을 이용해 분석한 연구가 있다.

선행연구를 살펴보면 건설기업을 대상으로 DEA 모형을 적용하여 효율성 평가를 실시한 연구는 많지만 투입 및 산출 요소의 선정에 있어서 선행연구를 반영하는 것 이외에 별다른 신뢰성 제고를 위한 노력은 거의 없었다. DEA 모형을 활용한 효율성 분석은 투입 및 산출요소에 따라 그 결과 값이 민감하게 반응하기 때문에 투입 및 산출요소를 결정하는 것은 분석과정에 있어서 가장 중요한 부분 중 하나다. 본 연구에서는 실험 결과에 신뢰성을 제고하기 위한 방법으로 AHP 기법을 통해 전문가의 의견을 반영한 DEA 모형에 쓰이는 투입 및 산출 요소를 선정하기로 한다. 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[4]. 따라서 본 연구에서 적용하고자 하는 AHP와 DEA 결합 모델은 기존의 방법보다 객관적이며 안정성 있는 분석 결과가 나올 것으로 기대된다.

II. AHP 모형

AHP 모형은 계층적 분석 과정으로 Saaty(1970)에 의해 개발되었다. 평가 기준을 계층화하고 쌍대비교 함으로써 최종 대안의 가중치를 도출하는 의사결정방법론이다. 이 기법에 사용되는 평가는 비율척도이기 때문에 정량적 요소뿐만 아니라 정성적 요소도 동시에 고려하여 의사결정 문제를 분석할 수 있다[5].

1. AHP모형의 적용 절차

첫 번째 단계는 주어진 의사결정 문제를 상호 관련된 의사결정 요소들로 계층화하여 문제를 분리하는 과정이다. 최상의 계층에는 가장 포괄적인 의사결정 목표가 놓아 지며, 하위로 갈수록 보다 구체적인 애용이 되도록 한다. 다음은 계층내의 의사결정요소를 쌍대비교의 틀을 통해 계층별로 쌍대 비교 행렬을 구한다. 다속성 의사결정일 때 각 속성의 상대적인 중요도를 모두 고려하여 가중치를 정하기 어렵기 때문에 두 개씩 뽑아 쌍대 비교를 한다. 비교대상의 수가 n개인 경우 실제 쌍별 비교횟수는 n(n-1)/2가 되며, 이 때 쌍대 비교에 사용되는 척도는 인간이 느낄 수 있는 차이를 최대한도로 반영할 수 있는 범위를 사용한다.

세 번째 단계에서는 쌍별 비교를 행한 후에 각 계층에 대하여 비교대상 평가기준들이 갖는 상대적 중요도를 추정하며, 네 번째 단계는 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 평가 항목들의 상대적 가중치를 종합 하여 종합순위를 결정한다.

적용 절차에 따라 결과들은 마지막으로 판단의 일관성을 검증을 한다. AHP 기법의 신뢰성 분석은 각 평가요소들 사이의 상대적 중요도를 평가하는 경우 대상자 개개인의 판단에서 오차 정도를 측정하는 방법인 일관성 비율(Consistency ratio)을 계산함으로써 분석이 가능하다.

Ⅲ. DEA 모형

1978년 Charnes, Cooper& Rhodes에 의해 제안되어 복수투입과 복수산출에 관한 비율모형으로 의사결정 대안에 대한 효율성 정도를 파악하는데 매우 유용하다. 이 기법은 투입요소와 산출요소를 사용하여 동일하거나 매우 유사한 기능을 수행하는 의사결정단위(DMU) 또는 조직단위의 상대적 효율성을 측정하고 평가하는데 사용 할 수 있는 방법론이다[6]. DEA는 CCR 모형, BCC 모형, 승수모형, 부가적 모형으로 구분되는데, CCR 모형[7]은 보수불변(constant returns to scale)이라는 다수의 산출물을 단일 척도로 전환하는 기법의 선형분수계획모형을 가정으로 한다. 그러나 규모의 효율성과 순수한 기술적 효율성을 구분하지 못하는 단점을 보완하고자 BCC 모형[8]의 보수 가변(variable returns to scale)을 가정한 순수한 기술적 효용성을 추가로 이용한다.

1. CCR 모형

DEA의 기본모형으로 모든 의사결정 단위들의 각각의 투입물 가중 합계에 대한 산출물 가중 합계의 비율이 1을 초과해서는 안되며, 각 투입요소와 산출요소의 가중치들은 0보다 크다는 제약조건하에 의해 상대적 효율성 평가를 위해 최초로 개발된 모형이다. DMU의 투입물 가중 합계에 대한 산출물 가중 합계의 비율이 최대화시키고자하는 선형분수계획모형으로 규모에 대한 보수불면이라는 가정 하에 규모 효율성과 기술적 효율성을 구분하지 못하는 단점이 있다. 따라서 CCR 모형은 규모수익성(RTS)이 일정하다고 가정하고 투입중심 CCR 모형은 다음과 같이 선형계획모형으로 정식화할 수 있다.

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta \\ \text{subject to} \quad & \theta x_0 - X\lambda \geq 0 \\ & y_0 - Y\lambda \leq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \tag{1}$$

여기서, θ : DMU_0의 투입물 승수

x_0, y_0 : DMU_0의 투입물과 산출물 벡터

λ : 가중치 벡터

위 모형에서 투입물 θ승수는 1이하의 값을 가지며 이를 DMU_0의 CCR효율성이라 한다. 만약 CCR효율성 값이 1이면 DMU_0가 효율적이고, 그값이 1보다 작으면 DMU_0가 비효율적이라 한다. 어떤 DMU가 비효율적인 경우에는 이보다 효율적인 가상적 DMU가 존재하고 이것은 $\lambda_j^* > 0$인 DMU들(참조집합)의 선형결합으로 구성된다[3].

2. BCC 모형

BCC 모형은 CCR 모형의 단점을 극복하기 위해 개발된 모형으로 Banker가 개발한 모형이다. 이 모형은 CCR모형에서 가정하는 규모의 수익불변을 완화하여 규모에 대한 보수가변 가정을 적용하고, 효율적 프론티어는 주어진 DMU들의 볼록성 필요조건을 추가하였다. 투입중심 BCC모형은 다음과 같이 선형계획모형으로 정식화할 수 있고 e는 1로만 이루어진 벡터이다.

$$\begin{aligned} \min \quad & \eta \\ \text{subject to} \quad & \eta x_0 - X\lambda \geq 0 \\ & y_0 - Y\lambda \leq 0 \\ & e\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \tag{2}$$

여기서, η는 1 이하의 값을 가지며, 이를 DMU_0의 BCC 효율성이라 한다. CCR 모형과의 차이는 DMU에 대한 참조집합 λ의 크기를 1로 제한하는 볼록성 조건에 의해 생기는 것을 알 수 있다. 즉 $e\lambda = 1$이라는 제약조건을 추가함으로 규모수익성의 증가(IRS), 일정(CRS), 감소(DRS) 상태를 모두 포괄하고 있다[3].

3. 규모효율성

DMU의 CCR 효율성과 BCC 효율성을 각각 $\theta^* CCR$, $\theta^* BCC$ 라고 할 때, 규모효율성(SE)은 다음과 같다.

$$SE = \frac{\theta^* CCR}{\theta^* BCC} \tag{3}$$

기술적 효율성은 규모효율성과 순수기술효율성으로

구분할 수 있다. 규모 효율성은 기업의 생산 규모가 사회적으로 최적 규모 상태인가를 측정하는 것이며, 순수기술효율성은 기술적 효율성에서 규모효율성의 효과를 제거한 것이다. CCR 효율성은 규모의 효과를 고려하지 않기 때문에 기술적 효율성(TE)이라 하고 BCC 효율성은 규모수익성가변을 가정하기 때문에 순수기술 효율성(PTE)이라고 한다. 이러한 개념을 이용한 기술적 효율성은 다음과 같은 식으로 제시한다[6].

기술효율성 = 순수기술효율성 × 규모효율성 (4)

Ⅳ. 국내 상장 건설기업의 효율성 분석

1. 연구모형

본 연구의 목적은 전술한 바와 같이 AHP와 DEA 결합모델을 이용하여 국내 상장 건설기업의 효율성을 분석하는 것이다. 이를 위한 연구절차는 [그림 1]과 같으며 간략하게 설명하면 다음과 같다.

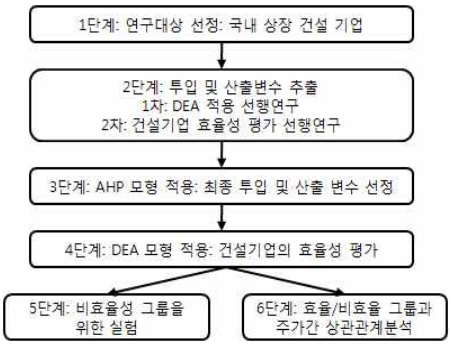

그림 1. 연구모형 적용 절차

연구 대상에 대한 기준을 세우고 산업군을 선정한 뒤 DEA 적용 모델의 선행연구와 본 논문과 관련된 건설기업 선행 연구를 통해 투입 및 산출요소를 추출하는 1차, 2차 단계를 거친다. 추출된 투입 및 산출요소는 AHP 모형을 이용하여 최종 투입 및 산출 변수로 결정되며 본 연구에서 AHP 모형의 적용 방법은 설문에 결과에 따라 일정한 가중치 이상의 점수를 받은 요인들이 DEA 효율성 평가에 투입 및 산출변수로 쓰이는 것이다.

분석에 필요한 데이터는 '이데일리 MARKET POINT'를 통해 수집하였고, AHP 모형의 분석은 'Expert Choice 11.5'를, DEA 모델의 분석 도구는 'Frontier Analysis 4'를 사용하였다.

2. 연구대상 선정

본 연구의 대상은 2009년도 말을 기준으로 한국거래소(KRX)에서 선정한 주 업종을 '건설'로 하는 KOSPI와 KOSDAQ에 상장 건설기업으로 KOSPI 상장기업 36개사와 KOSDAQ 상장기업 21개사로 전체 57개 기업이다.

3. AHP를 이용한 투입 및 산출변수 선정

DEA 모형에 필요한 투입 및 산출 요소의 선정을 위해 1차적으로 국내외 DEA 적용 모델 선행 연구로부터 투입 및 산출 변수를 추출한다. 다음 [표 1]는 기존의 DEA모형을 사용한 선행연구들의 투입 및 산출변수이다.

표 1. DEA 모형 적용 선행연구

구분	투입변수	산출변수	분야
박철수 (2003)	월평균전수표, 인당관리비, 직원수, 사무실면적, 유가증권 투자액	대출금 총액, 예수금 총액	은행
이형록외 4(2010)	총자본, 판매비와 관리비, 종업원수	매출액, 당기순이익	건설 업체
장명희 (2010)	자산, 자본, 상시종업원수	매출액, 영업이익, 당기순이익	화물자동차 운송업
김종기, 강다연 (2008)	직원수, 자본금,	매출액, 당기순이익	건설 기업
하헌구 (2007)	종업원수, 고정자산, 자본총계, 운영비용	매출액, 당기순이익	물류산업
이형석 (2007)	종업원수, 고정자산, 총자본	매출액, 당기순이익	철강산업
지홍민, 유태우 (2003)	종업원수, 고정자산, 판매비와 관리비	매출액	건설사
김건식 (2005)	종업원수, 경영자산, 투입비용	매출액, 계약 잔액, 부가가치	건설 회사
문승 (2003)	자본금, 고정자산, 총자본	당기순이익, 매출액	자동차기업
Massound (2003)	운영비용, 비운영비용, 활주로수, 게이트수	승객수,항공회사운영수, 다른운영수,항공수익,비항공수익,정기적인 운영퍼센트	항공
Barros and Barroso (2005)	급여, 자산, 총투자 소득, 보험료	지불된 보험금, 이윤	보험 회사
Diacon et al. (2002)	재보험 수수료를 제외한 총운영 비용, 총자본, 총 실질 보유액, 총대출액	보험료를 제외한 일반 보험, 보험료를 제외한 장기 보험, 총 투자수익	보험

[표 1]에서 이형록외 4인[1], 김종기와 강다연[2], 지홍민과 유태우[9], 김건식[10]의 건설분야의 연구에 쓰인 투입 및 산출 변수는 본 연구와 관련 분야로 AHP 모형에 대상이 되는 투입 및 산출 요소의 바탕이 된다. 1, 2차를 거쳐 선정된 투입변수는 총자산, 판매비와 관리비, 총부채, 종업원 수, 고정자산, 자본금이며 산출변수는 매출액, 당기순이익, 영업이익, 법인세차감전순이익, 영업외 수익이다. 이 변수들은 AHP 분석을 통해 다시 한 번 산출되어 DEA 분석 대상이 되는 최종 변수가 된다[11]. AHP 모형 분석을 위하여 DEA 전문가 및 건설 산업에 관련된 전문가 3인을 선정하여 2010년 11월 17일부터 20일까지 4일간 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 가중치 설정 기준 항목에 대한 전문가의 의견을 반영하기 위해 직접 면접 형태로 실시되었다. DEA 분석에 사용될 각 변수들을 쌍대 비교하는 설문을 구성하였으며, 전문가 3인의 설문은 일관성 비율이 0.1 미만이 나올 때 까지 설문을 실시하였다. 3인의 설문 결과는 기하 평균하여 상대적 가중치를 산출하고 최종 투입 및 산출 요소를 선정하는데 반영하였고 분석패키지는 Expert Choice 11.5를 사용하였다[12].

설문을 통해 나온 결과는 [표 2]와 같다. 투입요소와 산출요소 분석 결과 C.I(일관성 지수)는 각각 0.03, 0.04로 0.1 미만으로 일관성이 검증 되었으며 변수의 선정은 본 논문에서 임의로 Normalize가 0.90 이상의 요인들을 기준으로 최종 투입 및 산출 요소를 선정하기로 한다.

표 2. AHP를 통한 투입 및 산출요소 실험결과

구분	변수	가중치	Normalize	C.I
투입요소	총자산	0.220	1.00	0.03
	판관비	0.219	0.997	
	총부채	0.203	0.926	
	자본금	0.117	0.534	
	인건비	0.101	0.460	
	고정자산	0.086	0.391	
	종업원수	0.054	0.247	
산출요소	매출액	0.326	1.00	0.04
	영업이익	0.326	1.00	
	당기순이익	0.137	0.420	
	법인세전차감전순이익	0.137	0.420	
	영업외수익	0.074	0.226	

따라서 본 연구의 DEA 효율성 분석 모형에 쓰이는 투입변수는 총자산, 판매비와 관리비, 총부채이며, 산출변수는 매출액과 영업이익이 변수로 선정되었다.

4. 자료수집

자료는 '이데일리 MARKETPOINT'를 통해 수집하였다. 2009년 말을 기준으로 KOSPI와 KOSDAQ의 상장된 건설 기업 57개의 자료를 수집하였는데 수집된 총자산, 판관비, 총부채, 매출액, 영업이익에 대한 기술 통계량은 [표 3]과 같다.

표 3. 투입 및 산출변수의 기술통계

구분		최대값	최소값	평균	표준편차
투입요소	총자산	89462.60	333.20	14285.05	22626.78
	판관비	3870.20	12.40	653.17	902.88
	총부채	75456.70	79.20	9711.19	16017.32
산출요소	매출액	92785.80	195.50	11720.72	18805.79
	영업이익	5679.30	−824.90	508.81	1107.18

DEA 모형을 사용하여 효율성을 측정하기 위한 제약조건 중 하나는 투입 및 산출요소의 값이 0보다 큰 양수 값이어야 하는 비음조건이 있다. 투입요소나 산출요소에 양수가 아닌 음수가 존재하는 경우 음수를 양수로 처리하기 위한 여러 가지 방법이 있지만, 본 논문에서는 절대 상수 가산법을 쓰기로 한다. 이 방법은 특정한 투입요소나 산출요소의 값이 음수인 경우, 양수가 되도록 값을 더하는 것으로 효율변경을 변화시키지 않도록 자료 집합에 포함된 의사결정단위에 동일한 투입요소 값이나 산출요소 값을 동일하게 조정해 주어야 한다[6]. 따라서 당기순이익 중 가장 큰 음수에 +1을 한 절대값을 모든 당기 순이익에 더함으로서 최소값이 값이 1이 되도록 하여 비음조건의 제약식을 성립시켰다.

5. DEA를 이용한 효율성 분석

DEA 모형을 이용한 효율성은 CCR, BCC, 규모의 수익으로 분석하며 분석 도구는 'Frontier Analysis 4'를 이용하였다. 그 결과는 [표 4]와 같고 CCR 모형에서 효

율적으로 선정된 기업은 총 11개 로 코스피상장 2개 기업과 코스닥 상장 9개 기업이며, BCC 모형에서는 코스피 상장 기업 5개 기업과 코스닥 상장 9개 기업이 효율적 기업으로 선정되었다. CCR과 BCC 모두 효율적으로 선정된 규모의 효율성이 1인 기업은 금화피에스시, 동아지질, 삼일기업공사, 성도이엔지, 승화엘엠씨, 유신, 이테크건설, 이화공영, 창해에너지어링, 한전KPS, KCC건설로 전체 11개 기업이 선정되었다.

그밖에 경남기업, 현대건설, 화성산업은 BCC 모형의 효율성이 1이지만 규모의 효율성은 각각 0.64, 0.7, 0.48로 규모의 효과를 고려한 상태에서는 효율적으로 운용되고 있는 것처럼 보이지만, 규모의 효과가 일정한 상태에서는 비효율성이 나타나는 것으로 보아 규모로 인해 불리한 상황으로 해석할 수 있다. 한편, 서희건설, 성지건설, 신원종합개발은 CCR모형에서 0.66, 0.22, 0.47 BCC모형에서 0.73, 0.24, 0.52로 효율성 점수가 낮게 나타났지만, 규모효율에 있어서 모두 0.9로 1에 가까운 효율성 점수를 나타내며 이는 내부적으로 비효율적인 운영을 하고 있지만, 규모면에서 다소 유리한 상황인 것으로 해석할 수 있겠다.

표 4. 국내 상장 건설기업의 효율성

No.	DMU	CCR	BCC	SE
1	경남기업	0.64	1.00	0.64
2	계룡건설	0.60	0.69	0.87
3	고려개발	0.30	0.43	0.69
4	금호산업	0.25	0.43	0.58
5	금화피에스시	1.00	1.00	1.00
6	남광토건	0.37	0.60	0.61
7	대림산업	0.44	0.95	0.47
8	대우건설	0.48	0.77	0.63
9	동부건설	0.60	0.81	0.74
10	동신건설	0.76	0.92	0.83
11	동아지질	1.00	1.00	1.00
12	동양건설	0.70	0.82	0.85
13	동원개발	0.34	0.88	0.39
14	두산건설	0.42	0.67	0.62
15	르네코	0.72	0.88	0.82
16	범양건영	0.69	0.84	0.82
17	벽산건설	0.42	0.55	0.77
18	삼부토건	0.50	0.57	0.87
19	삼일기업공사	1.00	1.00	1.00
20	삼호	0.34	0.64	0.54
21	삼호개발	0.84	0.95	0.89
22	삼환기업	0.38	0.59	0.63
23	삼환까뮤	0.51	0.79	0.64
24	서한	0.70	0.84	0.83
25	서희건설	0.66	0.73	0.90
26	성도이엔지	1.00	1.00	1.00
27	성지건설	0.22	0.24	0.90
28	세보엠이씨	0.90	0.92	0.98
29	승화엘엠씨	1.00	1.00	1.00
30	신세계건설	0.47	0.73	0.64
31	신원종합개발	0.47	0.52	0.90
32	신일건업	0.35	0.73	0.48
33	신한	0.54	0.95	0.56
34	쌍용건설	0.66	0.86	0.76
35	울트라건설	0.59	0.83	0.72
36	유신	1.00	1.00	1.00
37	이테크건설	1.00	1.00	1.00
38	이화공영	1.00	1.00	1.00
39	일성건설	0.42	0.80	0.53
40	중앙건설	0.46	0.65	0.71
41	진흥기업	0.33	0.38	0.85
42	창해에너지어링	1.00	1.00	1.00
43	코오롱건설	0.43	0.65	0.67
44	태영건설	0.41	0.67	0.62
45	특수건설	0.75	0.85	0.88
46	풍림산업	0.51	0.63	0.80
47	한라건설	0.63	0.93	0.68
48	한신공영	0.62	0.69	0.90
49	한양이엔지	0.59	0.65	0.90
50	한일건설	0.46	0.65	0.70
51	한전KPS	1.00	1.00	1.00
52	현대건설	0.70	1.00	0.70
53	현대산업	0.25	0.56	0.44
54	화성산업	0.31	0.51	0.60
55	GS건설	0.48	1.00	0.48
56	KCC건설	1.00	1.00	1.00
57	KT서브마린	0.72	0.97	0.74

추가적으로 주가지수별 KOSPI와 KOSDAQ 상장기업에 대하여 각각 효율성 분석을 실시 한 결과 KOSPI 상장기업 전체 36개 기업 중 CCR 모형에서 3개 기업과 BCC 모형에서 6개 기업이 효율적 그룹으로 선정되었고, KOSDAQ 상장기업 전체 21개 기업 중 CCR 모형에서 9개 기업과 BCC 모형에서 10개 기업이 각각 효율적 기업으로 선정되었다.

6. 참조집합 빈도수

본 연구의 참조집합 빈도수는 [표 5]와 같다. CCR 모형에서는 KCC건설이 33회, 성도이엔지가 24회, 동아지질이 21회, 이테크 건설이 20회로 참조집합의 빈도수가 많으며, BCC 모형의 참조집합의 빈도수는 한전KPS가 37개 빈도수로 가장 많은 참조집합에 포함되어있고 그 뒤로 KCC건설이 25회, 현대건설이 18회로 많은 참조집

합을 가지고 있다.

표 5. CCR, BCC모형의 참조집합의 빈도수

CCR모형의 참조집합		빈도 수	BCC모형의 참조집합		빈도 수
1	KCC건설	33	1	한전KPS	37
2	성도이엔지	24	2	KCC건설	25
3	동아지질	21	3	현대건설	18
4	이테크건설	20	4	경남기업	14
5	이화공영	11	5	금화피에스시	13
6	금화피에스시	5	6	성도이엔지	13
7	삼일기업공사	4	7	GS건설	5
8	유신	4	8	유신	5
9	승화엘엠씨	2	9	이테크건설	4
10	창해에너지어링	1	10	동아지질	3
11	한전KPS	1	11	이화공영	1
			12	창해에너지어링	1
			13	승화엘엠씨	1
			14	삼일기업공사	1

7. 민감도 분석

본 연구에서는 투입요소와 산출요소 중 한가지 씩 변수를 제거하여 투입요소 및 산출요소의 민감도 분석을 실험하였는데 DEA 분석결과 효율성지수가 1인 기업을 표시하였다.

표 6. 민감도분석 결과

	투입요소			산출요소		효율성지수=1	
no	총자산	판관비	총부채	매출액	영업이익	CCR	BCC
1	○	○	○	○	○	11	14
2	○	○	○	○	×	7	13
3	○	○	○	×	○	4	7
4	○	○	×	○	○	8	14
5	○	×	○	○	○	7	11
6	×	○	○	○	○	5	10

V. 비효율 그룹을 위한 실험

1. CCR 모형의 비효율 그룹

본 논문의 효율성평가 연구에서 비효율 그룹으로 분류된 기업에 대해서는 효율성 그룹으로 이동하기 위해 효율성 그룹을 벤치마킹을 통하여 개선해야할 효율성 수치를 제공하기로 한다. 각 기업이 효율적 프론티어에 도달할 수 있는 투사값을 안다면 기업의 효율성을 개선하는데 용이 할 것이다.

CCR 모형에서 효율성 값이 1이 되지 못한 비효율 그룹의 기업 중 효율성 순위 상위 5개 기업인 세보엠이씨, 삼호개발, 동신건설, 특수건설, KT서브마린, 르네코의 투사값은 [표 7]과 같다.

표 7. CCR 모형의 비효율 그룹을 위한 개선율

Variable		Actual	투사	차이	개선율
세보엠이씨 90.24%	매출액	1003.4	1111.95	108.55	10.82%
	부채총계	207.6	207.6	0	0.00%
	영업이익	870.5	964.67	94.17	10.82%
	자산총계	845.2	845.2	0	0.00%
	판관비	51.2	51.2	0	0.00%
삼호개발 84.42%	매출액	1704.4	2018.89	314.49	18.45%
	부채총계	461.4	461.4	0	0.00%
	영업이익	943.3	1117.35	174.05	18.45%
	자산총계	1259.4	1259.4	0	0.00%
	판관비	78.1	78.1	0	0.00%
동신건설 75.76%	매출액	519.8	686.07	166.27	31.99%
	부채총계	135.1	135.1	0	0.00%
	영업이익	857.6	1131.93	274.33	31.99%
	자산총계	666.2	666.2	0	0.00%
	판관비	53.8	44.13	−9.67	−17.97%
특수건설 75.19%	매출액	977	1299.45	322.45	33.00%
	부채총계	190.9	190.9	0	0.00%
	영업이익	849	1198.64	349.64	41.18%
	자산총계	1002	977.36	−24.64	−2.46%
	판관비	80.2	80.2	0	0.00%
KT서브마린 72.16%	매출액	585.8	1049.9	464.1	79.23%
	부채총계	356.9	295.95	−60.95	−17.08%
	영업이익	896.5	1242.44	345.94	38.59%
	자산총계	1017	1017	0	0.00%
	판관비	31.9	31.9	0	0.00%
르네코 72.10%	매출액	636.6	882.93	246.33	38.69%
	부채총계	384.1	279.57	−104.53	−27.21%
	영업이익	833.5	1156.02	322.52	38.69%
	자산총계	708.3	708.3	0	0.00%
	판관비	47.2	47.2	0	0.00%

2. BCC 모형의 비효율 그룹

BCC 모형에서 효율성 값이 1이 되지 못한 비효율 그룹의 기업 중 효율성 순위 상위 5개 기업인 신한, 대림산업, 삼호개발, 한라건설, 세보엠이씨가 효율적 그룹이 되기 위한 투사값은 다음 [표 8]과 같다.

표 8. BCC 모형의 비효율 그룹을 위한 개선율

Variable		Actual	투사	차이	개선율
신한 95.30%	매출액	1809	1898.18	89.18	4.93%
	부채총계	1249.5	417.96	−831.54	−66.55%
	영업이익	964.7	1012.26	47.56	4.93%
	자산총계	2384.2	1504.77	−879.43	−36.89%
	판관비	66.3	66.3	0	0.00%
대림산업 95.21%	매출액	62748.5	65903.77	3155.27	5.03%
	부채총계	45486.2	45486.2	0	0.00%
	영업이익	5132.2	5390.27	258.07	5.03%
	자산총계	83427	72892.41	−10534.6	−12.63%
	판관비	3444.1	3091.2	−352.9	−10.25%
삼호개발 94.87%	매출액	1704.4	1796.63	92.23	5.41%
	부채총계	461.4	411.87	−49.53	−10.73%
	영업이익	943.3	994.34	51.04	5.41%
	자산총계	1259.4	1259.4	0	0.00%
	판관비	78.1	78.1	0	0.00%
한라건설 92.53%	매출액	16159.7	17463.89	1304.19	8.07%
	부채총계	9749.7	6748.52	−3001.18	−30.78%
	영업이익	2029.2	2192.97	163.77	8.07%
	자산총계	13924.9	13924.9	0	0.00%
	판관비	798.9	680.36	−118.54	−14.84%
세보엠이씨 92.08%	매출액	1003.4	1089.74	86.34	8.61%
	부채총계	207.6	207.6	0	0.00%
	영업이익	870.5	945.41	74.91	8.61%
	자산총계	845.2	845.2	0	0.00%
	판관비	51.2	51.2	0	0.00%

VI. 주가와의 상관관계

본 연구에서는 2009년 경영 효율성을 통해 좋게 평가된 대상을 2010년에 투자한다고 가정했을 때, 상장기업의 효율/비효율 그룹과 주가와의 상관관계를 비교하고자 한다. 본 논문의 연구 대상이 국내 KOSPI와 KOSDAQ에 상장한 건설기업을 대상으로 한만큼 건설기업의 효율성과 주가와의 상관관계를 분석하고자 하였는데, 2010년 주가의 단순수익률과 본 연구의 결과로 나온 효율성 값과의 상관관계를 분석하였다. 데이터 수집은 '이데일리 MARKETPOINT'를 활용하였으며, 분석은 'Matlab 2010A'를 이용하였다.

CCR, BCC, 규모의 효율성에서 각각 효율성이 1인 그룹과 비효율 그룹에서 하위 순위를 뽑아 상관관계 분석을 하였는데, CCR과 규모의 효율성에서는 상위, 하위 각각 11개 기업, BCC모형에서는 상위, 하위 각각 17개 기업을 선택하여 분석하였다.

분석 결과 주가와 CCR 모형의 효율성과 주가와 규모효율간의 상관관계에서 각각 0.5443, 0.2012로 낮은 상관관계가 나타났으며 BCC 모형의 효율성에서만 0.6986으로 0.7에 가까운 강한 양의 상관관계가 나타났다. 이는 2010년 한 해 동안 BCC 모형에서 효율성이 높은 기업들의 주가도 함께 성장했다는 것을 의미한다.

VII. 결론

본 연구에서는 AHP와 DEA 결합 모형을 이용하여 국내 상장 건설기업을 대상으로 기업의 효율성 평가와 연구의 결과로 나온 효율성과 주가간의 상관관계를 분석하였다. DEA 분석에 쓰이는 투입 및 산출변수를 선정하기 위해 AHP 모형을 이용하여 변수 선정함으로서 신뢰도를 더하였는데, AHP 모형을 적용한 결과 최종 투입요소로는 총자산, 판관비, 총부채가 선정되었으며, 최종 산출 요소로는 매출액, 영업이익이 선정되었다. 선정된 투입 및 산출요소에 대한 민감도 분석도 실시하였으며 DEA 분석은 CCR 모형과 BCC 모형 그리고 규모의 효율을 분석하였다. BCC 모형에서 효율성이 1로 선정된 기업은 총14개 기업이었으며, 그 중 11개 기업은 CCR 모형과 규모의 효율성에서도 효율적 기업으로 선정되었다. 특히, 비효율 그룹으로 나타난 집단에 대해서는 각 투입 및 산출 변수별 투사값과 개선율을 제공함으로서 비효율적인 기업이 효율적인 기업이 되기 위한 목표값을 제공하였다.

효율성 분석 결과를 바탕으로 기업의 효율성과 주가의 상관관계 분석에서는 BCC 모형 효율성과 주가간의 상관관계에서만 0.7로 강한 양의 상관관계가 나타났다.

본 연구는 최근 효율성 분석에 널리 사용되는 DEA 기법에서 기존의 연구들이 한계점으로 꼽고 있는 투입 및 산출변수의 선정에 대한 객관성 및 신뢰성의 문제를 전문가 집단의 도움을 받은 AHP 기법을 이용해 해결하였는데, 본 연구에서 제시한 결합모델은 기존의 DEA 모형을 적용하여 효율성을 평가한 선행연구들과의 차별점이 될 수 있으며, 본 연구에서 다룬 건설분야 뿐 아니라 다른 다양한 산업 분야에서도 제안한 모델이 도입되어 사용되어 질 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] 이형록, 문성곤, 김상기, 김경환, 김재준, “DEA기법을 이용한 시공능력평가 순위와 건설업체 운영효율성의 상관관계 분석”, 대한건축학회 논문집, 제26권 제5호, pp.125-132, 2010.

[2] 이한수, 이현기, “건설기업의 이익률 실태 및 특징 분석에 관한 연구”, 한국건설관리학회 논문집, 제9권, 제1호, pp.167-175, 2008.

[3] 김종기, 강다연, “DEA 모형을 이용한 국내 아파트 건설기업(상장기업)의 효율성 분석”, 한국콘텐츠학회논문지, 제8권, 제7호, pp.201-207, 2008.

[4] 임성묵, “DEA에서 투입·산출요소선택방법”, 대한산업공학회, 제22권, 제1호, pp.44-55, 2009.

[5] 김대관, 박양우, 이상민, “AHP를 활용한 관광자원개발사업 평가: 계획단계 사업을 중심으로”, 관광연구저널, 제21권, 제4호, pp.5-19, 2007.

[6] 장명희, “DEA를 이용한 국내 화물자동차 운송업의 상대적 효율성분석”, 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제12호, pp.328-341, 2010.

[7] R. D. Banker, A. Charnes, and W. W. Cooper, "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," Management Sciences, Vol.30, No.9, pp.1078-1092, 1984.

[8] A. Charnes, W. W. Cooper, and E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," European Journal of Operational Research, Vol.2, No.6, pp.429-444, 1978.

[9] 지홍민, 유태우, “외환위기를 전후한 상장건설회사의 효율성 및 생산성 분석”, 경영학연구, 제32권, 제3호, pp.809-833, 2003.

[10] 김건식, “외환위기 이후 국내건설회사의 효율성 분석", 한국건설관리학회지, 제6권, 제1호, pp.151-161, 2005.

[11] 장철호, “Clustering DEA/AHP 모형을 이용한 전국 공공도서관 효율성 평가”, 한국도서관정보학회지, 제40권, 제2호, pp.491-514, 2009.

[12] 장조영, “*DEA-AHP 모형을 통한 국내 제 3자 물류 공급업체의 상대적 경영 효율성 분석 연구*”, 연세대학교 석사학위논문, 2007.

저 자 소 개

서 광 규(Kwang-Kyu Seo) 종신회원

- 2002년 : 고려대학교 산업공학과 공학박사
- 1997년 9월 ~ 2002년 2월 : 한국과학기술연구원(KIST) 선임연구원
- 2003년 3월 ~ 현재 : 상명대학교 경영공학과 교수

<관심분야> : 생산관리, 의사결정론, 데이터마이닝

최 다 영(Da-Young Choi) 준회원

- 2006년 ~ 2010년 : 상명대학교 경영공학과 학사
- 2010년 ~ 현재 : 상명대학교 경영공학과 일반대학원 석사과정

<관심분야> : 경영과학, 금융공학, 의사결정론