

ANP와 DEA 결합모델 기반의 상장 건설기업의 효율성 분석

서광규^{1*}
¹상명대학교 경영공학과

A Combined ANP and DEA Model based Efficiency Analysis of the Listed Construction Firms

Kwang-Kyu Seo^{1*}

¹Department of Management Engineering, Sangmyung University

요 약 많은 국내 건설 회사들은 지속되는 건설 경기 침체로 힘든 시간을 보내고 있다. 따라서 건설기업들이 어려운 상황 속에서 살아남기 위해서는 효율적인 운영과 경쟁력 강화를 위한 경영 효율성의 분석이 필요하다. 본 논문에서는 국내 상장건설기업 효율성을 분석하기 위하여 ANP와 DEA의 결합모델을 제안한다. DAE에서 가장 중요한 투입요소와 산출요소를 결정하기 위하여 ANP 모델을 적용하여 투입요소와 산출요소의 중요도를 평가한다. 그리고 비효율성을 갖는 그룹으로 분류된 기업들에 대해서는 효율성을 갖는 벤치마킹 기업들과 이들 그룹으로 이동하기 위하여 개선해야할 효율성 수치를 제공한다. 본 연구에서는 KOSPI에 상장된 36개와 KOSDAQ에 상장된 21개로 구성된 57개의 건설기업을 분석하였다. 분석결과 CCR 모형에서 효율적으로 선정된 기업은 총 11개였고, BCC 모형에서는 총 14개 기업이 효율성을 가지고 있었다. 추가적으로 규모의 효율성이 1인 기업은 19개 기업이었다.

Abstract Many Korean construction companies have fallen on hard times because the construction business continues to stagnate. Therefore it is necessary to measure the management efficiency for efficient operation and strengthening competitiveness of them in order to survive a difficult situation. This paper proposes a combined ANP and DEA model to analyze the efficiency of the listed construction firms. In order to determine the input and output variables of DEA, the ANP model is applied to evaluate the importance of input and output variables. The benchmarking companies and efficiency value for the construction firms with inefficiency are also provided to improve the their efficiency. The 57 listed construction companies consisted of 36 listed on KOSPI and 21 listed on KOSDAQ are analyzed in this study. The analysis results show that 11 companies whose values of CCR are 1, and 14 firms whose values of BCC efficiency are 1. In additions, the 19 firms have the scalability efficiency. Finally, we test the correlation between efficiency and the stock price.

Key Words : Efficiency Analysis, Analytical Network Process(ANP), Data Envelopment Analysis(DEA)

1. 서론

국내 건설업은 1960년대 경제개발 계획과 1970년대의 중동지역 건설 붐을 계기로 급속히 성장해 왔다. 하지만, 최근의 금융위기, 주택경기 침체 장기화, 공공공사 발주량 감소, 중동사태와 일본 대지진에서 비롯된 대외 환경 악화 등으로 다중고에 시달리는 건설 기업들은 경영상의

어려움을 겪고 있으며 대한건설협회에 의하면 2010년에만 종합건설사 306개사가 문을 닫은 것으로 나타났다. 건설기업들이 이러한 건설 경기의 침체 속에서 살아남기 위해서는 효율적인 운영과 경쟁력 강화를 위한 경영 효율성의 분석이 필요하다. 이에 본 연구에서는 국내 상장 건설기업을 대상으로 효율성 분석을 실시하고자 한다. 기업이나 조직의 효율성 분석을 위한 DEA(Data

*교신저자 : 서광규(kwangkyu@smu.ac.kr)

접수일 11년 06월 30일

수정일 (1차 11년 09월 16일, 2차 11년 10월 04일)

계재확정일 11년 10월 06일

Envelopment Analysis) 적용 연구는 다양한 분야에서 수행되어 왔다. 본 연구에서는 본 연구의 대상인 건설 분야에 적용한 최근의 DEA 연구에 대하여 살펴보기로 한다. 지홍민과 유태우[7]는 외환위기를 전후한 상장건설회사의 효율성과 생산성을 분석하였으며, 김건식[1]은 외환위기 이후의 국내건설회사의 효율성을 분석하였다. 이형록 외 4인[6]의 DEA기법을 이용한 시공능력평가 순위 100위 기업을 대상으로 순위와 건설업체 운영 효율성과의 상관관계를 분석한 연구가 수행하였고, 이한수와 이현기[5]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 건설기업을 대상으로 매출액과 당기순이익에 따른 효율성을 DEA 모형을 이용해 분석을 수행하였다.

본 연구의 목적은 현재 효율성 평가에 널리 사용되는 DEA의 다양한 모형을 국내 상장 건설기업에 적용하는 것으로 기존의 DEA 모형 적용연구와는 달리, 본 연구에서는 DEA를 도입하는데 있어서 가장 중요한 요소인 투입 및 산출변수의 선정에 대해 ANP(Antalytical Network Process) 기법을 통해 전문가의 의견을 반영한 투입 및 산출변수를 결정하고자 하는데, 투입 및 산출변수의 선정이 중요한 이유는 투입 및 산출요소의 수가 증가하게 되면 효율적으로 평가되는 의사결정단위의 수가 증가함으로써 인해 비효율적인 의사결정단위들의 판별이 어렵고 투입 및 산출변수의 선택에 따라 도출되는 효율성 점수가 크게 달라질 수 있기 때문이다[4].

2. 이론적 배경

2.1 ANP(Antalytical Network Process)

ANP는 요인들간 상호 종속관계와 피드백을 포함하는 의사결정모델로 AHP를 확장한 모델이다. AHP는 문제의 구조화 및 체계화, 포괄적인 의사결정의 틀 제공, 논리적 일관성 제공, 정보 및 상황의 변화에 따른 민감도 분석 등의 특징과 편리하고 용이한 의사 결정과정 때문에 다수의 사람들이 이 기법을 선호하고 있다[2]. 그러나 의사결정 과정상의 연관된 요소들이 많고 요소간의 의존관계가 클수록 이를 구조화하여 계층화하기 쉽지 않으며, 각 계층 및 계층간의 요소들이 독립이라는 가정은 현실 세계에 나타나는 각 요소간의 의존성을 제대로 반영하기 못한다는 한계를 갖고 있다. ANP는 AHP의 각 수준에 존재하는 각 의사결정 요소들이 상호 독립적이라고 가정함

으로써 발생하는 문제점을 해결하고자, 의사결정 요소 간의 의존과 피드백을 내포하는 다른 문제로 확장시킨다[10].

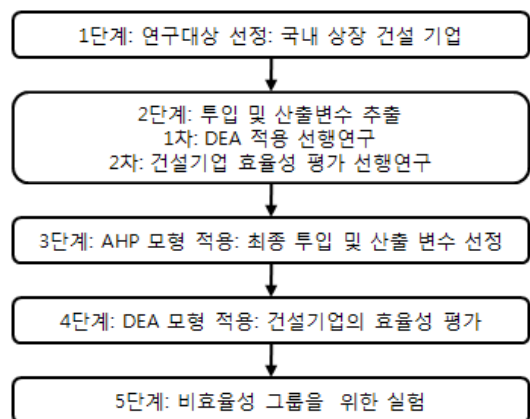
2.2 DEA(Data Envelopment Analysis)

DEA는 Charnes, Cooper와 Rhodes에 의해 제안되어 복수투입과 복수산출에 관한 비율모형으로 의사결정 대안에 대한 효율성 정도를 파악하는데 매우 유용하다[9]. 이 기법은 투입요소와 산출요소를 사용하여 동일하거나 매우 유사한 기능을 수행하는 의사결정단위(DMU) 또는 조직단위의 상대적 효율성을 측정하고 평가하는데 사용할 수 있는 방법론이다. DEA는 CCR 모형, BCC 모형, 승수모형, 부가적 모형으로 구분되는데, CCR 모형은 보수불변이라는 다수의 산출물을 단일 척도로 전환하는 기법의 선형분수계획모형을 가정으로 한다. 그러나 규모의 효율성과 순수한 기술적 효율성을 구분하지 못하는 단점을 보완하고자 BCC 모형의 보수 가변을 가정한 순수한 기술적 효율성을 추가로 이용한다[8].

3. 국내 상장 건설기업의 효율성 분석

3.1 제안 연구모형

본 연구는 ANP와 DEA 결합모델을 이용하여 국내 상장 건설기업의 효율성을 분석하는 것이다. 이를 위한 연구절차 그림 1과 같은데 이를 간략하게 설명하면 다음과 같다.



[그림 1] 제안 연구모형의 적용 절차
[Fig. 1] Application procedures of the proposed model

먼저, 연구 대상에 대한 기준을 세우고 산업군을 선정하는데 본 연구에서는 상장건설기업군을 그 대상으로 하

였다. 그리고 DEA 적용 모델의 선행연구와 본 논문과 관련된 건설기업 선행 연구를 통하여 투입 및 산출요소를 추출하는 1차와 2차 단계를 거친다. 이를 통하여 추출된 투입 및 산출요소는 ANP 모형을 이용하여 최종 투입 및 산출 변수로 결정된다. ANP 모형의 적용 방법은 설문에 응답한 전문가의 의견에 따라 일정한 가중치 이상의 점수를 받은 요인들이 투입 및 산출 변수로 선정되며 DEA 효율성 평가에 사용하게 된다.

분석에 필요한 데이터는 '이데일리 MARKET POINT'를 통해 수집하였고, ANP 모형의 분석은 'Expert Choice 11.5'와 'EXCEL'을 이용하여 최종 초행렬의 값을 구하였고 DEA 모델의 분석 도구는 'Frontier Analysis 4'를 사용하였다.

3.2 연구대상 기업선정

본 연구의 대상은 한국거래소(KRX)에서 선정한 주업종을 '건설'로 하는 KOSPI와 KOSDAQ 상장 건설기업으로 2009년도 말 기준이다. 다음의 표 1은 연구 대상이 되는 KOSPI 상장기업 36개사와 KOSDAQ 상장기업 21개사로 총 57개의 건설기업이다.

[표 1] 국내상장건설기업
[Table 1] Korean listed construction firms

상장시장	기업명
KOSPI	현대건설, GS건설, 대림산업, 대우건설, 한진KPS, 현대산업, 금호산업, 태영건설, 두산건설, 한라건설, 진흥기업, 동아지질, 동부건설, 경남기업, 계룡건설, 삼부토건, 남광토건, 삼환기업, 한신공영, 코오롱건설, 고려개발, 삼호개발, 신한, 화성산업, 신세계건설, 범양건설, 삼호, 벽산건설, 한일건설, 동양건설, 동림산업, 일성건설, 신일건설, 삼환까무, 중앙건설, 성지건설
KOSDAQ	쌍용건설, KCC건설, 서희건설, 이테크건설, 한양이엔지, 이화공영, KT서브마린, 특수건설, 금화피에스시, 동신건설, 동원개발, 서한, 성도이엔지, 울트라건설, 세보엠이씨, 창해엔지니어링, 승화엘엠씨, 삼일기업공사, 신원종합개발, 르네코, 유신
총	57개 (KOSPI: 36개 / KOSDAQ: 21개)

3.3 ANP를 이용한 투입 및 산출변수 선정

DEA 모형에 필요한 투입 및 산출 요소의 선정을 위해 1차적으로 국내·외에서 DEA를 적용한 선행 연구로부터 투입 및 산출 변수를 추출하였는데, 1, 2차를 거쳐 선

정된 투입변수는 총자산, 판매비와 관리비, 총부채, 종업원 수, 고정자산, 자본금이며 산출변수는 매출액, 당기순이익, 영업이익, 법인세차감전순이익, 영업외 수익이다. 이 변수들은 ANP 분석을 통해 DEA 분석 대상이 되는 최종 변수로 선정된다.

ANP 모형 분석을 위하여 건설 산업 및 기업분석 전문가 그룹에서 전문가 5인을 선정하여 설문조사를 실시하여 분석하였다. ANP 모형의 최종 분석결과는 표 2와 같은데, 본 논문에서는 가중치의 높은 요인들을 우선순위로 하여 최종 투입 및 산출 요소가 선정되었다.

[표 2] 최종 투입 및 산출변수
[Table 2] Final input and output variables

투입요인	총자산, 총부채, 종업원수
산출요인	매출액, 영업이익, 당기순이익

3.4 자료 수집

본 연구의 분석을 위한 자료는 '이데일리 MARKETPOINT'를 통해 수집하였다. 2009년 말을 기준으로 코스피·코스닥의 상장된 건설 기업 57개의 자료를 수집하였는데, 수집된 총자산, 판매비, 총부채 및 영업이익에 대한 기술 통계량은 표 3과 같다.

[표 3] 투입 및 산출변수의 기술통계
[Table 3] Statistics of input and output variables

구분	최대값	최소값	평균	표준편차	
투입요소	총자산	89462.6	333.2	14285.1	22827.9
	총부채	75456.7	79.2	9711.2	16159.7
	종업원수	5680.0	106.0	1210.6	1986.9
산출요소	매출액	92785.8	195.5	11720.7	18973.0
	영업이익	5679.3	-824.9	508.8	1117.0
	당기순이익	4566.3	-23400.8	-123.6	3277.3

3.5 DEA를 이용한 효율성 분석

DEA 모형을 이용한 효율성은 CCR, BCC, 규모의 수익으로 분석하며, 분석 도구는 'Frontier Analysis 4'를 이용하였다. 분석 결과는 표 4와 같은데, CCR 모형에서 코스닥 상장 10개와 코스피 상장 1개로 총 11개의 기업이 효율성을 가지고 있었다. BCC 모형에서 효율적으로 선정된 기업은 총 14개로 코스피 상장 5개 기업과 코스닥 상장 9기업이었다. 추가적으로 규모의 효율성이 1인 기업은 19개 기업이었다.

[표 4] 국내 상장 건설기업의 효율성 분석결과
[Table 4] Efficiency analysis results of the domestic listed construction firms

DMU	CCR	BCC	SB	DMU	CCR	BCC	SB
경남기업	63.86	100	0.64	정지건설	21.88	24.46	0.89
계룡건설	60.03	60.24	1.00	세우엔지니어링	30.12	51	0.99
그리건설	29.49	29.71	0.99	삼희엔지니어링	100	100	1.00
금호건설	24.85	36.89	0.67	인제건설	46.77	49.64	0.94
금리피에스	100	100	1.00	진원종합개발	46.46	50.05	0.93
남광토건	37.01	40.8	0.91	인빌건설	34.82	34.87	1.00
대림산업	46.74	95.18	0.49	인한	53.77	73.98	0.73
대우건설	48.33	68.47	0.71	영봉건설	65.53	80.57	0.81
동부건설	59.57	75.61	0.79	홀트리건설	59.38	75.29	0.79
동원건설	75.84	76.42	0.99	휴신	100	100	1.00
동아지질	100	100	1.00	이테크건설	100	100	1.00
동원건설	69.62	73.08	0.95	이화건설	100	100	1.00
동원개발	34.29	35.47	0.97	일성건설	42.83	42.85	1.00
두산건설	41.75	55.64	0.75	영진건설	45.72	46.72	0.98
르네오	72.13	73.01	0.99	한미건설	32.73	32.96	0.99
령남건설	68.68	68.68	1.00	한해엔지니어링	100	100	1.00
백산건설	42.13	42.7	0.99	코오롱건설	42.99	46.94	0.92
백부토건	49.74	50.05	0.99	태원건설	41.38	50.54	0.82
삼일기업공사	100	100	1.00	백수건설	74.96	75.24	1.00
삼영	34.42	41.07	0.84	공진건설	50.55	59.15	0.85
삼우개발	90.86	91.6	0.99	한진건설	63.36	87.14	0.73
삼환기업	37.54	51.32	0.73	한신개발	62.35	64.18	0.97
삼환개발	50.52	50.68	1.00	한양이앤씨	58.56	62.48	0.94
지한	69.98	70.33	1.00	한일건설	45.73	46.04	0.99
시원건설	65.83	65.89	1.00	한신엔지니어링	100	100	1.00
성도이앤씨	100	100	1.00	한대산업	70.18	100	0.70
				파성산업	30.81	33.15	0.93
				해연건설	50.26	100	0.50
				8002산업	100	100	1.00
				KT서브마린	76.88	80.86	0.95

3.6 비효율 그룹을 위한 실험

본 연구에서는 비효율성을 갖는 그룹으로 분류된 기업들에 대해서는 효율성을 갖는 그룹으로 이동하기 위하여 개선해야할 효율성 수치를 제시하였는데, CCR 모형에서 효율성 값이 1이 되지 못한 비효율 그룹의 기업 중 효율성 순위 상위 3개 기업인 대림산업, 삼호개발, 세보엠이씨의 투자값은 표 5와 같다.

[표 5] CCR 모형의 비효율그룹을 위한 개선율
[Table 5] Improvement ratio for non-efficient group of CCR model

variable	actual	투사	차이	개선율
대림산업 95.18%	당기순이익	3431.9	3431.9	0
	매출액	62749	65257.91	2508.91
	부채총계	45486	43294.59	-2191.41
	영업이익	5132	5132	0
	자산총계	83427	69596.43	-13830.6
삼호개발 90.86%	당기순이익	130.4	130.4	0
	매출액	1704	1704	0
	부채총계	461	391.87	-69.13
	영업이익	943	943	0
	자산총계	1259	1143.87	-115.13
세보엠이씨 90.12%	당기순이익	45	86.66	41.66
	매출액	1003	1003	0
	부채총계	208	187.45	-20.55
	영업이익	871	871	0
	자산총계	845	761.5	-83.5
판관비	51.2	46.14	-5.06	

BCC 모형에서 효율성 값이 1이 되지 못한 비효율 그룹의 기업 중 효율성 순위 상위 3개 기업인 삼호개발, 세보엠이씨, KT서브마린이 효율적 그룹이 되기 위한 투자값은 표 6과 같다

[표 6] BCC 모형의 비효율그룹을 위한 개선율
[Table 6] Improvement ratio for non-efficient group of BCC model

variable	actual	투사	차이	개선율
삼호개발 91.60%	당기순이익	130.4	130.4	0
	매출액	1704	1704	0
	부채총계	461	396.66	-64.34
	영업이익	943	943	0
	자산총계	1259	1153.19	-105.81
세보엠이씨 91.00%	판관비	78.1	71.54	-6.56
	당기순이익	45	84.44	39.44
	매출액	1003	1003	0
	부채총계	208	189.27	-18.73
	영업이익	871	920.04	49.04
KT서브마린 76.88%	자산총계	845	768.91	-76.09
	판관비	51.2	46.59	-4.61
	당기순이익	85	85	0
	매출액	586	854.68	268.68
	부채총계	357	226.6	-130.4
영업이익	897	897	0	
자산총계	1017	781.84	-235.16	
판관비	31.9	24.52	-7.38	

4. 결론

본 연구에서는 ANP와 DEA 결합 모형을 이용하여 국내 상장 건설기업을 대상으로 기업의 효율성을 분석하였다. DEA 분석에 쓰이는 투입 및 산출변수를 선정하기 위해 ANP 모형을 이용하여 변수 선정함으로써 신뢰도를 더하였는데, ANP 모형을 적용한 결과 최종 투입요소로는 총자산, 판관비, 총부채가 선정되었으며, 최종 산출요소로는 매출액, 영업이익이 선정되었다. DEA 분석은 CCR 모형과 BCC 모형 그리고 규모의 효율을 분석하였다. BCC 모형에서 효율성이 1로 선정된 기업은 총 14개 기업이었으며, 그 중 11개 기업은 CCR 모형과 규모의 효율성에서도 효율적 기업으로 선정되었다. 특히, 비효율 그룹으로 나타난 집단에 대해서는 각 투입 및 산출 변수별 투자값과 개선율을 제공함으로써 비효율적인 기업이 효율적인 기업이 되기 위한 목표값을 제공하였다.

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 ANP 기법을 이용해 해결하였는데, 본 연구에서 제안한 결합모델은 기존의 DEA 모형을 적용하여 효율성을 평가한 선행연구들과의 차별점이 될 수 있으며, 본 연구의 대상인 건설기업뿐만 아니라 다양한 산업 분야에서도 도입되어 사용될 수 있으리라 기대된다.

References

[1] K.S. Kim, "Analyzing the Technical Efficiency of

- Korean Engineering and Construction Firms after the Financial Crisis”, *Journal of Korea Construction Engineering and Management*, Vol. 6(1), pp. 151-161, 2005.
- [2] M. K. Kim, H. Y. Kim, S. Y. Lee, “The Study on Determination of Benefit Factor as Constructing Traffic Facilities Using ANP”, *Journal of Civil Engineering D*, Vol. 26(1), pp. 41-47, 2006.
- [3] J. K. Kim, D. Y. Kang, “Measuring Efficiency of Korean Apartment Construction Firms using DEA”, *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 8(7), pp. 201-207, 2008.
- [4] S. M. Im, “A Method for Selection of Input-Output Factors in DEA”, *IE Interface*, Vol. 22(1), pp. 44-55, 2009.
- [5] H. S. Lee, H. K. Lee, “Analysis of Construction Contractors' Profit Level”, *Journal of Korea Construction Engineering and Management*, Vol. 9(1), pp. 167-175, 2008.
- [6] H. R. Lee, S. K. Kim, S. K. Kim, K. H. Kim, J. J. Kim, “A Correlation Analysis between the Capability of Construction Firms and Efficiency of Construction Company Using DEA”, *Journal of Architectural Institute of Korea*, Vol. 26(5), pp. 125-132, 2010.
- [7] H. M. Ji, T. W. Yoo, “Analyzing Efficiency and Productivity in the Construction Industry Before and After the Korean Financial Crisis”, *Korean Management Review*, Vol. 32(3), pp. 809-833, 2003.
- [8] R. D. Banker, A. Charnes, W. W. Cooper, “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, *Management Sciences*, Vol. 30(9), pp.1078-1092, 1984.
- [9] A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes, “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 2(6), pp. 29-444, 1978.
- [10] X. -D., Feng, J. J. Jiang, "Study on the ANP and DEAs Quantitative Evaluation Method for the Product Innovation Supplier in Supply Chain", *Proceeding of WRI World Congress on Computer Science and Information Engineering*, pp. 468-472, 2009.

서 광 규(Kwang-Kyu Seo)

[정회원]



- 2002년 8월 : 고려대학교 산업공학과 공학박사
- 1997년 9월 ~ 2003년 2월 : 한국과학기술연구원(KIST) 선임연구원
- 2003년 3월 ~ 현재 : 상명대학교 경영공학과 부교수

<관심분야>

생산관리, 데이터마이닝과 CRM, 정보시스템, 인공지능