

외환위기 이후 국내건설회사의 효율성 분석

Analyzing the Technical Efficiency of Korean Engineering and Construction Firms after the Financial Crisis

김 건 식
Kim, KonShik

요 약

본 연구는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)을 이용하여 국내 건설회사를 대상으로 효율성을 측정하고 효율성의 연도별 추이를 파악하며 개별기업 및 산업차원에서 비효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. CCR모형 및 BCC모형을 적용하여 기술적 효율성 및 순수기술적 효율성을 측정하였고 Window분석을 통하여 연도별 효율성의 변화 추이를 파악하였다. 또한 비효율적인 기업을 대상으로 효율적인 기업이 되기 위한 목표치와 참조집합을 제시하였으며 수익성과 효율성의 시계열자료를 이용하여 효율성 측면에서의 선도기업을 도출하였다. 효율성에 영향을 미치는 요인으로 기업집단의 소속여부에 따른 효율성 차이를 검증하고, 매출액 중 건축비중, 토목비중, 외주비율 등과 효율성과의 상관관계를 식별하였다. 이와 같은 분석은 개별 기업의 효율성에 관한 벤치마킹 및 전략목표설정에도 기여하며, 산업경쟁력을 높이기 위한 바람직한 정책 수립에 활용될 수 있다.

키워드 : DEA, 자료포락분석, 기술적 효율성, CCR모형, BCC모형, Window분석

1 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

IMF를 전후하여 건설산업은 극심한 불황과 구조조정에 직면한 다음 1999년도를 저점으로 서서히 회복되기 시작하여 2003년에는 종합건설업의 총매출액 115조원이라는 사상최고의 실적을 기록하였다(표1 참조). 최근의 이러한 성장은 주로 주택분양을 포함한 민간건축의 급격한 증가에 의한 것이므로, 2003년 하반기 이후 부동산규제 강화와 전반적인 경기 침체로 인하여 민간건축은 크게 위축되고 건설산업은 또다시 저성장 또는 침체에 머무를 것으로 보인다. 또한 국내 건설관련 정책의 경쟁 및 개방 지향적인 변화와 시장 축소에 따라 개별 기업의 수익성 역시 상당히 하락할 것으로 예상된다. 한편, 1999년 이후 추진된 건설산업의 구조조정은 주로 부실 건설기업의 퇴출에 초점을 맞추어 소극적으로 이루어졌고 건설생산체계의 개편을 통한 체질개선, 사업관리 및 엔지니어링역량의 확보를 바탕으로 한 국제 경쟁력 강화, 기업 및 산업 차원의 디지털화 등과 같은 질적 구조조정은 적극적으로 추진되지 못하고 있다(신기덕 외, 2001). 이와 같은 사업 환경의 변화와 경쟁의 심화 속에서도 대규모 건설회사를 중심으로 투입최소화, 산출최대화, 이익극대화라는 관점에서 기

업의 효율성을 높이기 위한 경영개선활동이 이어지고 있다.

표 1. 종합건설업 매출액의 추이

(단위: 십억원)

	1999년	2000년	2001년	2002년	2003년
건설매출	74,073	83,887	94,964	94,787	114,786
국내공사	54,810	66,127	75,837	72,823	89,477
해외공사	6,749	7,313	6,677	6,073	6,504
주택분양	12,514	10,447	12,450	15,891	18,805

자료: 대한건설협회 (단, 2002년과 2003년은 외국계기업 제외)

이러한 개선활동 중에서 벤치마킹은 상대적으로 우월한 기업의 전략, 조직, 프로세스 등을 연구하여 개선의 방향과 내용을 설정하고 방안을 제시하는 방법이다. 그러나 정량적인 벤치마킹을 수행함에 있어 어느 지표 하나만으로는 기업의 전체적인 특성이나 성과를 파악할 수 없으므로 여러 가지 지표를 이용하여 종합적으로 판단하여야 한다. 이때 비교하려는 각종 지표의 선택, 정의, 측정, 분석 등에는 대부분 주관적이고 자의적인 기준과 판단이 크게 작용하므로 개별적인 지표를 이용하여 설정한 목표들 간에는 종합적이고 체계적인 관점이 결여된다는 한계를 가지고 있다.

본 연구는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)을 이용하여 국내 건설회사를 대상으로 효율성을 측정, 분석하고 개별기업의 비효율성과 개선방향 및 구체적인 목표치의

* 중신회원, 국민대학교 BIT대학원 겸임교수

도출을 예시한다. 또한 효율성의 연도별 추세를 분석하여 개별 기업 및 산업차원에서 변화의 방향을 파악하고 다양한 측면에서 비효율성의 정도와 영향요인을 분석한다. 이와 같은 효율성의 분석방법과 결과를 통해 현재 질적 구조조정에 직면하고 있는 건설산업의 지속 가능한 경쟁력을 확보하고 개별 기업의 효율성을 향상하기 위한 전략적 벤치마킹과 정책적 의사결정에 기여할 수 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

신고전학파의 생산함수이론을 바탕으로 한 생산성(productivity)의 측정과 분석은 경제성장률에서 노동 및 자본스톡 증가율의 기여를 제외한 부분을 총요소생산성(Total Factor Productivity, TFP)의 증가율(solow residual)으로 정의하고, TFP의 변화와 이에 영향을 미치는 요인들을 검증하는 소위 성장회계방법에 의한 연구가 주를 이루고 있다. 이러한 TFP의 증가율은 기술진보(technical change)를 포함한 포괄적인 생산성 개념이다. 그러나 이 방법은 규모에 대한 수확불변(constant returns to scale), 완전한 경쟁시장, 모든 경제주체의 효율적인 생산이라는 가정들을 필요로 한다. 이러한 가정들은 현실과 괴리를 가지게 되므로 효율적인 경제주체만으로 구성되는 생산프런티어(production frontier) 개념을 바탕으로 경제주체들의 비효율성을 명확히 고려함으로써 위의 가정을 완화시키고 생산성 또는 효율성(efficiency)에 관한 이해를 증진하려는 접근이 최근 들어 활발히 진행되고 있다. 이러한 접근은 생산프런티어를 구성하는 방법에 따라 모수적(parametric) 또는 확률적(stochastic)인 분석과 비모수적(non-parametric) 분석으로 대별할 수 있으며, 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)은 대표적인 비모수적 분석방법이다.

본 연구에서는 자료포락분석 중에서 CCR모형과 BCC모형을 이용하여 횡단적으로 국내 대형건설회사의 기술적 효율성, 규모의 효율성, 순수 기술적 효율성을 분석한다. 이러한 분석을 통하여 비효율적인 기업이 효율적이기 위해 달성해야 할 목표치를 제시하고 다양한 관점으로 벤치마킹 대상 기업을 식별한다. 또한 연도별 효율성의 변화를 파악하고 추세를 분석하기 위해 1999년부터 2003년까지의 5개년 패널자료를 바탕으로 Window분석을 실시하고, 분석 결과를 이용하여 지속적으로 효율성점수가 높은 기업을 식별한다. 한편, 개별 기업의 관점에서 규모에 대한 수확(returns to scale)이 체증, 불변, 또는 체감하는지를 파악하여 효율성의 향상을 위해 투입의 축소 또는 산출의 확대 중에서 어느 방향으로 개선하는 것이 바람직한가를 식별한다. 이러한 규모에 대한 수확 여부의 기간별 변동을 분석하여 산업 전체의 전반적인 추세를 파악한다. 효율성의 차이에 영

향을 미치는 요인을 분석하기 위해 경쟁이론의 관점에서 가설을 설정하고 비모수적 통계분석을 실시하여 기업집단의 소속여부나 매출구성의 특성 등에 따른 효율성의 차이를 분석하고 결론을 도출한다.

2. 이론적 배경

2.1 기술적 효율성(Technical Efficiency)

생산이론의 핵심적인 개념인 생산함수(Production Function)는 주어진 투입요소를 사용하여 생산 가능한 최대의 산출을 달성하는 '효율적인 경영자'를 가정한다. 이러한 효율적인 경영자의 가정 하에 수립된 생산함수를 보완하기 위해 Koopmans(1951)은 생산가능집합(Production Possibility Set)이라는 개념을 제시하였다. 생산가능집합이란 기술적으로 실행 가능한 모든 생산계획, 즉 생산가능성들의 집합이며, 생산가능집합을 T라고 할 때 임의의 점(x, y)에 대하여 $x' \leq x, y' = y$ 을 만족하는 점 (x', y')이 T에 존재하지 않으면 (x, y)를 효율적이라고 정의한다. 이 집합에서는 기존의 생산함수적 접근에서 다룰 수 없는 다수 투입(multiple outputs) 및 다수 산출의 상황을 나타낼 수 있으며 비효율적인 경영자의 존재가 가능하다. Koopmans의 효율성을 만족한다는 것은 어떤 산출량을 증가시키려면 다른 산출량을 줄이거나 적어도 하나 이상의 투입량을 증가시켜야 하거나, 어떤 투입량을 감소시키려면 다른 투입량을 증가시키거나 적어도 하나 이상의 산출량을 감소시켜야 함을 말한다. Farrell(1957)은 생산가능집합에서 효율적인 조직단위로 구성되는 집합을 가정하고 개별 조직단위의 효율성은 효율적인 조직단위의 집합으로부터 떨어진 거리로 측정하는 개념을 제시하였다. 그림1과 같이 2종류의 투입물로 1종류의 산출물을 생산하는 경우, SS'는 Koopmans효율성을 만족하는 효율적인 조직

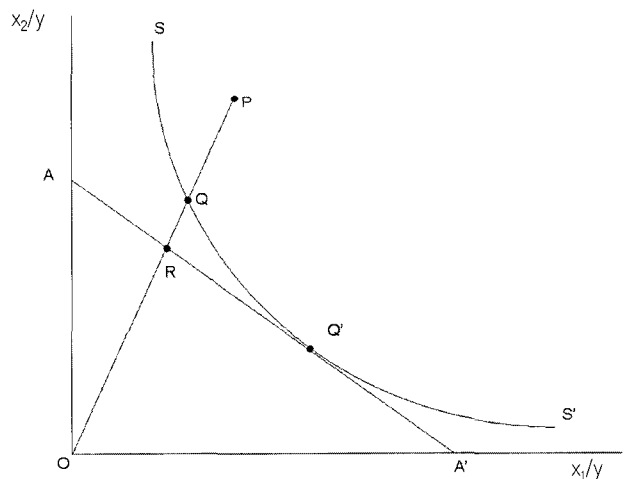


그림 1. Farrell의 기술적 효율성

단위의 집합으로 이루어진 등량선(isoquant line), 또는 생산프린티어(production frontier)이고 P점은 비효율적인 조직단위를 나타낸다.

기술적인 효율성(Technical Efficiency, TE)을 비율로 표현하면 $TE = OQ/OP$ 이며, 이는 $(1 - QP/OP)$ 와 같고 0에서1까지의 값을 가지게 된다. 그림1에서 Q점에 해당하는 조직단위는 효율적인 등량선 상에 있으므로 효율적인 조직단위를 나타낸다. 등량선 상에 있는 모든 조직단위는 기술적 효율성이 1이며, 점P와 같이 등량선의 우상향 영역 내에 있는 조직단위는 모두 비효율적이다. 이러한 조직단위의 비효율성은 QP/OP 의 비율로도 나타낼 수 있으며, 이와 같이 비율로 표현된 비효율성은 효율적인 생산을 위해 비례적으로 줄일 수 있는 투입량의 비율을 나타낸다. 기술적 효율성은 2종류 이상의 투입량과 산출량을 가지고 계산되므로 대수적으로 표현하면 $TE = [\text{산출량의 가중합(weighted sum)} / \text{투입량의 가중합}]$ 이 되고, 이 값의 최대치는 1이 된다. 한편, 기술적 효율성은 위와 같이 효율적인 생산프린티어 상에 위치하는 조직단위들에 대한 방사형(radial)의 상대적인 거리 개념이므로 이를 계산하기 위해서는 먼저 생산프린티어를 알아야 한다. 그러나 현실에서 생산프린티어의 함수 형태나 추정치가 실증적, 사전적으로 알려진 경우는 거의 없으므로 표본자료로부터 생산프린티어를 추정해야 한다. Charnes, Cooper와 Rhodes(1978, 이하 CCR)은 Farrell의 상대적 효율성 및 부분선형적 생산프린티어(piecewise linear production frontier) 개념을 바탕으로 실물자료를 이용하여 프린티어를 추정하는 모형을 제시하였다.

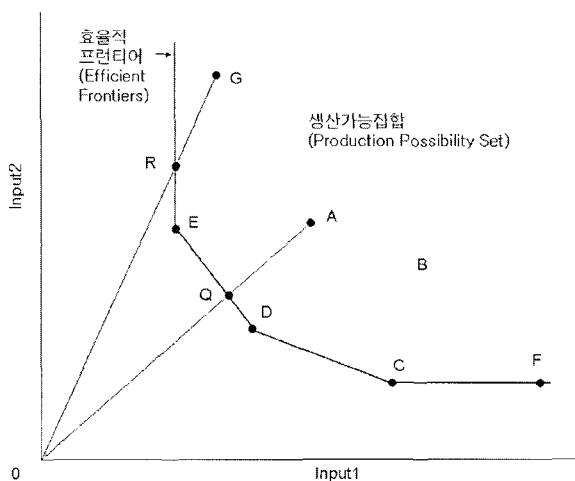


그림 2. CCR투입모형에 의한 기술적 효율성

2.2 Data Envelopment Analysis(DEA)

그림2는 2종류의 투입량과 1종류의 산출량을 가정하여 투입 기준(input-oriented)의 효율적 프린티어와 생산가능집합을 부

분적으로 도시한 것이다. 여기서 점C, D, E, F는 모두 효율적인 의사결정단위(Decision Making Unit, DMU)이다. DMU란 한 생산가능집합 내에서 같은 종류의 투입으로 산출하되 독자적인 의사결정 또는 경영하는 조직단위를 말한다. 효율적인 DMU들을 선형으로 연결하면 원점을 향해 볼록한(convex) 형태의 부분적(piecewise)인 선형(Linear) 결합으로 효율적인 프린티어를 구성할 수 있다. 이는 효율적인 DMU가 비효율적인 DMU를 밖에서 둘러싸고 있는 형태이므로 포락선(Data Envelopment)이라고도 한다. 모든 DMU는 동일한 산출량을 생산하므로 점A의 DMU를 원점과 연결하여 효율적인 프린티어와 만나는 점Q를 가상적으로 효율적인 DMU라고 할 수 있다. 따라서 점A의 DMU는 점Q의 가상적인 DMU에 비해 비효율적이며, 기술적 효율성은 OQ/OA 로 나타낼 수 있다.

각 DMU 별로 기술적 효율성을 대수적으로 계산할 때 투입량 및 산출량의 가중치를 각자에게 가장 유리하게 임의로 선택하여 가장 높은 효율치를 구하되 효율치의 최대값은 1이 되도록 하면, 제약조건 하에서 목적함수를 최대화하는 분수계획법(Fractional Programming)으로 해를 구할 수 있으며, 이를 CCR 비율모형(CCR Ratio Model)이라고 한다. 이러한 CCR 비율모형은 선형계획법(Linear Programming)으로 변환할 수 있으며, 변환된 모형을 CCR 승수모형(CCR Multiplier Model)이라고 한다. CCR 승수모형은 선형계획법 모형이므로 이를 원본 모형으로 한 쌍대모형(Dual Model)을 정의할 수 있고, 이를 CCR 포락모형(CCR Envelopment Model)으로 칭한다. CCR 모형을 바탕으로 많은 변형 또는 개선 모형이 잇달아 제시되었으며, 이와 같이 효율적 프린티어의 개념을 바탕으로 비모수적인 선형계획법 등을 이용하여 상대적 효율성을 분석하는 방법론을 최초 저자들의 표현에 따라 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)이라고 한다¹⁾.

그림2에서 점A인 DMU가 효율적인 DMU가 되기 위해서는 가상의 DMU인 점Q와 동일한 투입량을 사용할 수 있어야 한다. 따라서 현재의 투입량을 OQ/OA 의 비율로 줄이면 점Q의 투입량과 동일하므로 효율적인 DMU가 되기 위해 감소해야 할 투입량의 목표값을 구체적으로 산출할 수 있다. 그리고 점Q는 점E의 DMU와 점D의 DMU를 각각 QE 및 QD의 비율로 합성한 것이므로 E와 D는 A의 관점에서 효율성 개선을 위한 벤치마킹 대상으로 볼 수 있으며, 이러한 DMU의 집합을 참조집합(reference set, 또는 peer group)이라고 한다.

1) DEA의 수리적 모형과 기술적 효율성 등의 수식 및 산출과정에 관한 상세한 설명은 (Cooper, 2000) 참조.

CCR 모형들은 규모에 대한 수확불변(Constant Returns to Scale, CRS)을 가정하고 있다. Banker, Charnes와 Cooper(1984, 이하 BCC)는 규모에 대한 수확의 변동(Variable Returns to Scale, VRS)을 고려하여 기술적 효율성을 규모의 효율성(Scale Efficiency, SE)과 순수 기술적 효율성(Pure Technical Efficiency, PTE)으로 구분한 BCC모형을 제시하였다. 이에 따라 규모의 효과를 수확체증, 불변, 체감으로 판별할 수 있으며, 기술적 효율성(TE)은 $SE * PTE$ 가 된다. 한편, DEA는 투입량 및 산출량 등의 실물자료를 사용하므로 어떤 변수를 사용하는가에 따라 DMU의 상대적 효율성점수가 달라진다. DEA를 이용하여 충분하고도 다양한 분석을 하려면 모든 관련된 변수를 고려해야 하지만 분석대상변수가 많을수록 충분한 수의 표본 확보가 필요하다. 또한 상대적인 효율성의 측정이므로 분석대상의 집합에 따라 효율성점수가 다르게 산정되며, 따라서 이러한 효율성점수를 다른 DEA분석의 효율성점수와 직접 비교 분석하기가 어렵다는 한계가 있다.

2.3 기존연구의 고찰

CCR모형이 제시된 이후 산업, 기업 또는 하위조직 단위의 각 차원에서 효율성을 비교하고 선도기업을 식별하며 효율성의 영향 또는 결정요인을 분석하는 연구 등이 활발히 진행되고 있다(Cooper et al, 2004). DEA를 이용한 국내의 연구는 1990년대 중반 이후 은행, 증권, 보험 등의 금융권을 중심으로 활발히 수행되고 있으나 건설업을 대상으로 한 연구는 드물다. 오동일(2002)은 1997년부터 3년간 15개의 국내 상장건설회사에 대한 효율성을 분석하였다. 연구결과 기술적 효율성은 전반적으로 개선되고 있으며 대부분의 회사가 적정 규모 이하로 생산하고 있음을 파악하였으나, 자본금과 같은 재무지표와 효율성 지표간의 관계는 전반적으로 일관성을 보이지 않았다. 지홍민과 유태우(2003)는 DEA와 Malmquist생산성지수를 사용하여 1996년부터 5년간 37개의 국내 상장건설회사의 효율성과 생산성의 변화를 분석하였다. 분석결과 배분적 효율성 및 비용효율성의 관점에서 선도기업과 추격기업간의 차이는 확대되고 있으며, 효율성의 영향요인으로 기관지분율, 기업규모 및 미수금회전율을 파악하고 있다. 위의 연구들은 분석기간과 분석대상회사가 제한적이거나 비재무적 영향요인에 관한 분석이 포함되지 않았다. 본 연구는 건설산업의 경쟁구조 및 개별 기업의 상품구성과 같은 비재무적인 영향요인에 관한 분석을 포함하며, 효율성의 변화에 관해 단지 연도별로 횡단적으로 측정하고 해석하는 단순한 방법보다는 안정적인 Window분석을 통하여 종단적인 분석을 강화했다는 측면에서 위의 연구와 차별된다.

3 연구모형과 변수선정

3.1 분석대상과 방법

본 연구에서는 시공능력금액을 기준으로 상위 50개 기업과 상장건설회사의 합집합을 대상으로 하되, 매출 중에서 건설업 비중의 50% 이하인 기업, 매출액이 천억 원 미만인 기업, 감사보고서 등 자료가 미흡한 기업 등을 제외하고 최종적으로 38개 기업을 선정하였다. 이들 기업은 2003년의 경우 종합건설업 총매출액의 약 33%를 차지하고 있으며, 국내건설시장의 대표적인 공급자이고 비교적 유사한 투입과 산출을 보이고 있으므로 적절한 생산프런티어의 구성과 분석결과와 실질적인 기여라는 관점에서 적합하다고 판단된다. 본 연구는 외환위기 이후 효율성의 변화를 분석하기 위해 1999년부터 2003년까지 5년간을 대상으로 설정한다. 분석에 필요한 정보는 해당기업의 사업보고서 및 감사보고서에서 획득하였고, Coelli(1996)의 DEAP Version 2.1을 분석도구로 사용하였다. DEA효율성의 측정모형은 주어진 투입물 조합으로 최대의 산출물 조합을 구현하는 산출지향(output-oriented) 모형과, 주어진 산출물 조합을 생산하기 위한 최소의 투입물 조합을 구현하는 투입지향(input-oriented) 모형으로 대별된다. 본 연구에서는 수주산업인 건설산업의 특성상 산출물에 따라 투입물을 조정하는 방식을 주로 사용하는 건설회사의 속성을 고려하여 투입지향의 효율성점수를 구하는 방법을 사용한다.

3.2 변수의 선정

DEA를 이용한 효율성의 분석은 연구목적에 맞는 산출물과 투입물의 선정이 중요하며, 넓은 범위의 선정기준은 자본주의에서의 생산에 관한 기본적인 투입요소인 노동과 자본을 들 수 있다. 즉, 기업을 하나의 생산단위로 보면 노동과 자본으로 구성된 생산체계를 바탕으로 원재료 등 외부가치를 들여와서 제품을 생산, 판매하여 부가가치를 얻는 구조로 모형화할 수 있다. 위와 같은 기본적인 모형을 바탕으로 투입물은 상시종업원수, 경영자산, 투입비용으로 선정하였다. 상시종업원수는 노동에 관한 대리변수(Proxy)로서 기업을 대상으로 하는 대부분의 DEA 관련 연구에서 채택하고 있다. 자본에 대한 변수로는 경영자산(operating assets)을 선정하였다. 경영자산은 생산활동에 직접 투입, 활용되는 자산으로서 [총자산-(투자외 기타자산+건설중인 자산)]으로 산정한다. 투입비용은 원재료비, 외주비 등 외부에서 구입하여 생산에 사용한 중간투입물, 즉, [매출액-부가가치]로 산정한다.

산출물에 관한 대리변수로는 매출액, 계약잔액, 부가가치를 선정하였다. 매출액은 산출물에 관한 대표적인 대리변수로서 기

업을 대상으로 하는 대부분의 DEA 연구에서 사용된다. 계약잔액은 특정한 발주자와 계약에 따라 생산활동을 수행하며 대부분의 계약이 1년 이상인 수주산업으로서의 건설업 특성을 반영한 변수이다. 즉, 매출액 뿐만 아니라 수주액도 중요한 산출물이므로 차기 이후에 산출할 것이 거의 확실한 계약잔액으로 이를 반영한다. 계약잔액은 총 잔여계약금액 중에서 당기에 생산하여 매출로 인식한 부분을 제외한 차기에 생산할 잔여예상매출로 산출한다. 부가가치는 인건비, 복리후생비, 감가상각비, 임차료, 제세공과 및 영업이익 등을 합한 금액으로 산정한다. 투입물과 산출물 변수 중에서 단위가 금액인 경우에는 가격에 따른 오차를 통제하고 연도별 효율성의 비교가 가능하도록 2000년 기준의 GDP 디플레이터를 사용하여 불변가격으로 조정하였다. 한편, 종업원수와 경영자산은 저장(stock)개념이므로 연도별로 기초 및 기말자료의 평균을 구하여 적용하였다.

4. 실증분석 및 가설검정

4.1 투입물 및 산출물의 기술통계

표2는 본 연구에 사용된 투입물과 산출물 변수의 기술적 통계량을 요약한 것이다.

표 2. 투입물 및 산출물의 기술통계량 (단위: 십억원, 명)

	매출액	계약잔액	부가가치	종업원수	경영자산	투입비용
평균	871	2,120	148	1,048	767	724
중앙값	426	1,109	81	621	384	350
표준편차	1,053	2,892	165	1,072	1,034	904
N	190	190	190	190	190	190

표3은 변수 별로 연도별 합계와 1999년 대비 증가율을 나타내고 있다. 불변가격 기준으로 1999년 대비 2003년에는 평균적으로 종업원수를 13.1% 감축하고 경영자산도 28.7%를 줄이면서도 6.99%의 매출액 증가와 3.97%의 부가가치 증가를 달성하고 있다. 이는 인적, 재무적 구조조정과 경영혁신을 계속 시행하면서도 동시에 2000년 이후 민간건축의 확대라는 시장 및 수익확보의 기회를 살린 결과로 분석된다.

표 3. 투입물 및 산출물 변수의 연도별 합계 (단위: 십억원, 명)

	1999	2000	2001	2002	2003	99년대비
매출액	32,191	32,425	33,845	32,675	34,440	6.99%
계약잔액	61,096	66,486	78,186	93,993	103,146	68.83%
부가가치	5,721	5,588	5,364	5,434	5,948	3.97%
종업원수	42,961	41,519	39,354	37,993	37,332	-13.10%
경영자산	33,976	33,110	29,000	25,481	24,225	-28.70%
투입비용	26,469	26,837	28,481	27,241	28,492	7.64%

단, 금액은 2000년도 기준 불변가격임

4.2 DEA효율성의 횡단적 분석

DEA모형은 2.2에서 설명한 바와 같이 한 시점을 기준으로 복수의 DMU에 관한 상대적 효율성의 정태적, 횡단적 분석방법이다. 즉, 다수의 투입으로 다수의 산출을 생산하는 DMU들로부터 효율적인 생산프런티어를 구성하고 CCR모형에 의한 기술적 효율성(Technical Efficiency, TE) 또는 BCC모형에 의한 순수기술적 효율성(Pure Technical Efficiency, PTE)을 측정, 분석한다. 기술적 효율성은 측정단위가 서로 다른 투입물과 산출물의 실물자료를 사용하여 산출물의 가중합을 투입물의 가중합으로 나눈 상대적인 점수이며 투입물과 산출물에 관한 사전적인 가중치를 필요로 하지 않는다. 따라서 기술적 효율성은 투입을 산출로 변환하는 경영 및 생산관리기술의 총체적인 척도라고 할 수 있다. CCR모형에 의한 기술적 효율성(Technical Efficiency, TE)은 규모에 대한 수확불변(Constant Returns to Scale, CRS)을 가정하고 최소의 투입으로 최대의 산출을 생산하는 DMU의 효율성을 1로 하고 비효율적인 DMU의 효율성을 구한다. BCC모형에 의한 순수기술적 효율성(Pure Technical Efficiency, PTE)은 규모에 대한 수확의 변동(Variable Returns to Scale, VRS)하에서 구한 효율성점수이며, 규모의 경제효과를 통제한 효율성점수이므로 동일한 DMU의 PTE는 TE와 같거나 크다. 본 연구에서는 1999년부터 2003년까지 연도별로 38개 건설회사의 기술적 효율성(TE), BCC모형에 따른 순수기술적 효율성(PTE)을 투입물 기준으로 측정하였다. 2003년도의 경우 측정 결과를 요약하면 표4와 같다.

표 4. 2003년도의 효율성점수 기술통계량

통계량	TE	PTE
평균	0.9643	0.9771
표준편차	0.0428	0.0398
최대값	1	1
최소값	0.8052	0.8186
효율적DMU개수	15	22
비효율적 DMU개수	23	16

2003년도의 CCR모형에 의한 기술적 효율성(TE)은 평균 0.9643이므로 38개 DMU의 평균적인 비효율은 약 3.6%임을 알 수 있다. 효율성점수가 1인 효율적 DMU는 15개이며, 23개의 DMU가 최하 0.8052까지의 효율성점수로 분포하고 있다. BCC모형에 의한 순수기술적 효율성(PTE)의 평균은 0.9771이며, 효율적인 DMU는 22개이다. 본 연구에서는 투입물과 산출물의 선정에 있어서 노동, 자본, 매출, 부가가치와 같이 종합적인 성과를 나타내는 변수를 사용하고 있으므로 산출된 효율성은 각 DMU를 대표하는 중요한 성과지표가 될 수 있다.

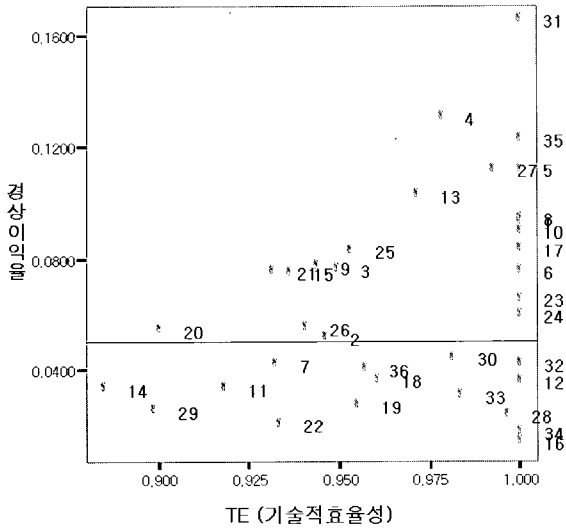


그림 3. 경상이익률과 기술적 효율성의 산점도

그러나 본 연구에서의 효율성이 DMU의 수익을 직접적으로 나타내지는 않으므로 효율성과 수익성을 2개의 축으로 하는 그래프를 이용하여 선도적 DMU를 명료하게 식별할 수 있다 (Athanasopoulos, 1995). 그림3은 2003년도의 자료를 바탕으로 경상이익률과 기술적 효율성(TE)을 2개의 축으로 산점도를 작성한 것이다. 2003년도의 건설대기업 평균 경상이익률인 5%를 상회하면서 기술적 효율성이 1인 DMU는 번호로 구별하여 1, 5, 6, 8, 10, 17, 18, 23, 24, 31, 35의 11개 기업이다.

4.3 비효율적인 DMU의 개선목표 설정

효율적인 프런티어 상에 있지 않은 비효율적인 DMU에 관해서는 효율성점수, 참조DMU의 집합, 그리고 참조DMU를 선형 조합할 경우 가중치로 활용할 수 있는 참조DMU별 밀도변수(λ), 여유값(Slack) 등을 이용하여 효율적인 DMU가 되기 위한 구체적인 목표값을 설정할 수 있다. 표5는 2003년의 경우 비효율적인 DMU32를 대상으로 효율적인 DMU가 되기 위한 목표값을 BCC모형에 따라 계산한 예이다.

표 5. DMU32의 비효율성 개선을 위한 목표값

투입/산출물	현재값 A	목표값 B	차이 B-A	%
직원수	887	797	-90	-10.11%
경영자산	690,888	621,034	-69,854	-10.11%
중간투입비용	868,509	780,696	-87,813	-10.11%
매출액	972,847	972,847	0	0.00%
계약잔액	2,699,195	2,699,195	0	0.00%
부가가치	104,338	192,150	87,812	84.16%

DMU32의 순수기술적 효율성(PTE) 점수는 0.8989이므로 효

율적인 프런티어에 속하기 위해서는 우선 현재의 투입물인 종업원수, 경영자산, 중간투입비용을 각각 89.89%로 줄이는 방법을 고려할 수 있다. 한편, 산출물 중에서 부가가치의 경우 여유값이 존재하므로 이를 84.16% 늘린다. 이와 같이 투입물과 산출물을 조정하면 효율적인 DMU와 같은 수준에 도달할 수 있다. 다시 말하면 이렇게 산출한 투입/산출물의 목표값을 가지는 가상의 효율적 DMU를 설정하고 이를 벤치마킹한 것과 같다.

표 6. DMU32에 관한 참조DMU와 밀도변수의 값

DMU	밀도변수(λ)의 값
DMU 5	0.2095
DMU 17	0.1537
DMU 24	0.1153
DMU 31	0.3839
DMU 35	0.1376

표6은 DMU32에 관한 참조집합, 즉 벤치마킹 대상이 될 수 있는 참조DMU와 각각의 밀도변수 값이다. 효율적인 DMU가 되기 위한 목표값을 산출할 때 참조DMU별로 각 투입물의 현재 값에 밀도변수 값을 곱하고 이를 투입물 별로 합하면 표5와 동일한 목표값을 얻을 수 있다. 즉, 표6의 참조DMU와 해당밀도변수는 표5의 목표값을 가지는 가상의 효율적인 DMU를 구성하는 요소라고 볼 수 있다.

4.4 DEA효율성의 종단적 분석

1999년부터 2003년까지 38개 건설회사의 기술적 효율성(TE) 및 순수기술적 효율성(PTE)을 투입물 기준으로 측정된 결과는 표7과 같다. TE는 1999년의 0.9438에서 2003년의 0.9643까지 2001년과 2002년을 제외하고는 증가를 보이고 있으며, PTE도 1999년의 0.9689에서 2003년의 0.9771까지 2002년을 제외하고는 지속적으로 증가하고 있으므로 전체적으로 국내 건설회사의 기술적 효율성은 점차 향상되고 있음을 알 수 있다.

표 7. 연도별 기술적 효율성의 기술통계량

효율성	년도	1999	2000	2001	2002	2003
		평균	0.9438	0.9569	0.9517	0.9440
TE	표준편차	0.0579	0.0504	0.0401	0.0444	0.0428
	최대값	1	1	1	1	1
	최소값	0.8183	0.8130	0.8461	0.8058	0.8052
	효율적 DMU개수	13	17	10	8	15
	평균	0.9689	0.9710	0.9746	0.9673	0.9771
PTE	표준편차	0.0539	0.0445	0.0328	0.0415	0.0398
	최대값	1	1	1	1	1
	최소값	0.8183	0.8438	0.8901	0.8250	0.8186
	효율적 DMU개수	25	22	17	18	22

표 8. Window분석에 의한 연도별 기술적 효율성의 추이

DMU	1999년	2000년	2001년	2002년	2003년	평균	표준편차	범위	구분
DMU 32	0.8968	0.9114	0.9073	0.8936	0.8875	0.9018	0.0107	0.0327	-
DMU 1	0.9663	0.9876	0.9923	0.9624	0.9707	0.9793	0.0141	0.0404	-
DMU 5	0.9795	0.9264	0.9991	1.0000	0.9848	0.9794	0.0310	0.0759	+
DMU 6	0.8751	0.9526	0.9037	1.0000	1.0000	0.9435	0.0545	0.1249	+
DMU 8	0.8901	0.9254	0.9248	0.9238	1.0000	0.9292	0.0311	0.1099	+
DMU 10	0.9576	0.9667	0.9992	1.0000	0.9847	0.9859	0.0195	0.0503	-
DMU 17	0.9404	0.9315	0.9787	1.0000	1.0000	0.9711	0.0308	0.0774	+
DMU 18	0.8897	0.9288	0.9042	0.9562	0.9797	0.9280	0.0313	0.0900	+
DMU 23	0.8812	0.9604	0.9038	0.9551	1.0000	0.9360	0.0556	0.1358	+
DMU 24	0.9131	0.8063	0.9965	0.8983	0.9830	0.9216	0.0779	0.2024	+
DMU 31	0.8179	0.8093	0.8638	0.8709	1.0000	0.8633	0.0579	0.1926	+
DMU 35	0.9026	0.8962	0.9315	0.9504	1.0000	0.9323	0.0337	0.1040	+
평균	0.9067	0.9251	0.9322	0.9301	0.9461	0.9286			

이는 동일한 산출물의 생산에 필요한 투입물을 점진적으로 줄여나간 그간의 경영혁신효과와, 민간건축의 시장 확대에 능동적으로 대응하여 상대적으로 산출물이 증가함에 따른 결과로 분석된다. 단, TE의 경우 2001년과 2002년은 효율성이 후퇴하고 있는데 이는 해당 연도마다 매출과 손익 면에서 매우 부진한 경영성과를 보인 기업이 일부 존재하는 것과, 2002년도의 경우 총매출액이 2001년도에 비해 전체적으로 하락한 것이 원인으로 판단된다. TE 및 PTE의 표준편차도 연도별로 점차 줄어들고 있으며, 이는 모방과 학습을 통해 선도 기업을 추격하는 노력의 결과로서 기업간의 효율성 차이가 수렴되고 있음을 말한다. 표7은 38개 DMU를 대상으로 각 연도별 효율성점수를 산출한 것이므로 특정 년도를 전후한 효율성의 변동은 체계적으로 고려되지 않았다. 이와 같은 효율성점수로도 전체적인 시계열 관점의 흐름을 파악할 수는 있으나 단위 DMU별로 특정 연도의 효율성점수를 다른 년도의 그것과 직접 비교하기에는 무리가 있다. 단위 DMU의 효율성상승 또는 하락과 같은 추이나 효율성 변동의 안정성을 비교하기 위한 방법으로 Window분석을 실시하였다. (Cooper, 2000) Window분석은 몇 개의 기간으로 구성된 Window의 폭을 설정하고 해당 Window에 속하는 자료를 모두 패널화하여 분석하는 방법이다. 따라서 여러 기간에 걸쳐 존재하는 동일한 DMU를 마치 서로 다른 DMU처럼 처리한다. 본 연구에서는 분석기간이 5개년이므로 3개년을 Window의 폭으로 설정하면 1개의 Window마다 38개 DMU x 3 인 114개의 DMU를 대상으로 효율성을 측정하게 된다. Window분석의 결과 중에서 2003년도의 선도적 기업으로 선정한 11개 DMU(그림3 참조)와 표 5에서 분석한 1개 DMU 등 12개 DMU를 발췌하여 표 8에 게재하였다. 표8의 '구분'에는 DMU별로 2003년의 효율성 점수가 시계열 평균보다 높은 경우, 즉 효율성이 높아지고 있는 경우에 '+'로 표시하고 반대의 경우는 '-'로 표시하였다. DMU32의 경우 1999년의 0.8968에서 2003년에는 0.8936으로 효율성

이 하락하고 있으며 시계열의 평균인 0.9018도 DMU 전체평균 0.9286에 미달하고 있다. 그리고 효율성의 표준편차와 범위가 상대적으로 매우 작으므로 사업모델 또는 전략의 조정, 경영혁신활동 등이 활발하지 않음을 알 수 있다. 따라서 사업모델, 경영전략, 관리시스템 등의 개선을 통한 효율성의 지속적인 향상이 시급하다고 볼 수 있다. 한편, 2003년의 경우 효율성과 수익성 측면에서 선도적이라고 할 수 있는 11개 DMU의 연도별 효율성 추이를 보면 시계열의 평균, 표준편차, 범위(Range), 효율성의 상승/하락 여부 등이 각각 다르므로 이와 같은 정보를 이용하여 선도적인 기업의 선택범위를 좁혀볼 수 있다. 연도별 효율성의 평균이 전체평균보다 높고, 표준편차와 범위가 평균보다 작아야 한다는 2가지 기준을 적용하면 DMU 1, 5, 10, 17, 23, 35가 해당된다. 단, 이들 중에서 DMU 1과 10은 2003년의 효율성 점수가 시계열의 평균보다 하락하고 있음을 유의할 필요가 있다. 한편 전체 DMU의 연도별 효율성 추이를 보면 1999년의 0.9067에서 2003년의 0.9461로 점차 향상되고 있으며, 이는 연도별로 각각 산출한 효율성점수의 추이(표7 참조)와 동일한 행태를 보이고 있다.

4.5 규모에 대한 수확>Returns to Scale

기술적 효율성(TE)은 규모에 대한 수확>Returns to Scale)이 불변임을 가정하고 산출한 효율성점수이므로 규모의 비효율, 즉 최적 규모보다 크거나 작은 상태로 생산함에 따른 비효율이 포함되어 있다. 밀도변수(λ)의 함을 이용하면 규모에 대한 수확의 효과를 판별할 수 있으며, 표9는 연도별로 규모에 대한 수확의 효과에 따른 DMU의 수를 집계한 것이다. 2003년의 경우 규모에 대한 수확 체증(Increasing Returns to Scale, IRS)하에 있는 DMU는 9개이고, 규모에 대한 수확 불변(Constant Returns to Scale, CRS)인 DMU는 22개, 규모에 대한 수확 체감(Decreasing Returns to Scale, DRS)인 DMU는 7개이다. 규

모에 대한 수확의 연도별 변화를 보면 전반적으로 CRS인 DMU는 증가하고 DRS인 DMU는 감소하고 있음을 보이고 있다.

표 9. 규모에 대한 수확에 따른 DMU의 수

	1999	2000	2001	2002	2003
IRS	7	8	9	12	9
CRS	16	29	13	17	22
DRS	15	1	16	9	7
합계	38	38	38	38	38

이는 99, 00, 01년의 경우 급격한 시장축소와 구조조정이 진행되고 있어 규모에 대한 수확체감 상태에 있는 DMU가 많았으나 점차적인 시장회복과 구조조정의 진척에 힘입어 수확체감 하의 DMU는 줄어들고 규모에 대한 수확불변의 상태에 있는 DMU가 늘어났음을 의미한다. 이러한 규모의 수확여부는 어떤 기업이 비효율적인 경우 투입의 축소 또는 산출의 증대 중에서 적절한 개선방향을 선택하는 기준이 될 수 있다.

4.6 효율성의 차이에 관한 분석

기업은 수요와 공급, 진입장벽, 제품차별화 등으로 구조화된 시장에서 경쟁하면서 연구개발, 상품 또는 서비스의 선택과 생산과 같은 경영활동을 수행하고 그 결과 효율성, 기술진보, 부가가치 등의 성과를 나타낸다. 기술적 효율성이라는 성과는 이와 같은 시장구조 하에서 최적의 행동을 통하여 얻어낸 것이므로 시장구조와 기업의 행동은 효율성과 상호 작용한다. 국내 건설시장의 공급자는 크게 기업집단 또는 그룹에 소속된 회사와 그렇지 않은 회사로 구분할 수 있다. 기업집단에 소속된 회사는 해당 그룹 내의 건설시장을 사실상 독점하면서 동시에 경영전반에 관해 그룹차원의 전략이나 경영환경에 영향을 받는다. 따라서 기업집단에 소속된 회사와 그렇지 않은 회사 간에 효율성의 차이가 있는지, 차이가 있다면 그것이 개별 기업의 경영외적인 해당 그룹의 소속 여부에 따른 차이, 소위 프로그램효율(program efficiency)에 의한 것인지 아니면 개별 기업의 경영능력에 의한 차이인지 분석한다(Brockett and Golany, 1996). 이에 따른 가설을 다음과 같이 설정하여 효율성의 차이를 검증한다.

H0: 기업집단 또는 그룹의 소속 여부에 따른 관리효율의 차이는 존재하지 않는다.

위의 가설을 검증하기 위해 우선 38개 기업의 최근 5년간 자료 전체를 패널 자료화하여 총190개의 DMU를 대상으로 효율성을 측정하고 기업집단 소속여부에 따른 효율성의 차이가 있는지 검증한다. 기업집단 소속 여부에 따른 기술통계량은 표 10과 같

으며, 기업집단에 소속된 회사가 그렇지 않은 회사보다 효율성 점수의 평균과 중위수가 높음을 확인하였다.

표 10. 그룹소속여부에 따른 DEA효율성의 기술통계량

효율성	기술통계량	그룹소속이 아닌 회사	그룹소속인 회사
TE	최소치	68.4800%	77.7900%
	최대치	100.0000%	100.0000%
	표준편차	6.0031%	5.0123%
	평균	91.0518%	92.6271%
	중위수	90.5950%	92.6300%
PTE	최소치	68.9200%	80.1400%
	최대치	100.0000%	100.0000%
	표준편차	6.0336%	4.7209%
	평균	93.2459%	95.6101%
	중위수	93.4550%	96.6700%

DEA에 의한 효율성점수는 1에서 0까지의 범위를 가지며 효율적 프런티어를 구성하는 DMU, 즉 효율성 점수가 1인 DMU가 다수이므로 정규분포를 가정한 모수적인 통계분석보다는 DEA의 특성에 맞는 비모수적인 분석이 적절하다. 따라서 본 연구에서는 두 집단간 효율성의 차이에 관한 비모수적 검정방법인 Mann-Whitney의 U-test를 사용한다. 그룹소속여부에 따른 검정 결과 표11과 같이 효율성의 차이가 없다는 가설은 TE의 경우 유의수준 5%, PTE의 경우 유의수준 1% 에서 기각되었다. 즉, 기업집단의 소속여부에 따라 효율성점수의 차이가 존재하며, 기업집단에 소속된 회사가 그렇지 않은 회사에 비해 효율성이 높다고 할 수 있다.

표 11. 그룹소속 여부에 따른 효율성 차이분석

구분	평균순위(Mean Rank)	그룹소속 아님 (N=90)	그룹소속 (N=100)	Z값
TE (기술적 효율성)		86.76	103.37	-2.081**
PTE (순수 기술적 효율성)		83.98	105.87	-2.758***

** p<0.05, *** p<0.01

이제 두 집단 별로 각각 DEA효율성점수를 계산한 후 각 집단 내부에서는 모든 DMU들이 효율적이 되도록 투입물과 산출물의 값을 모두 효율적 프런티어 상의 값으로 치환한다. 이렇게 함으로써 해당 집단 내부에서는 효율성점수의 차이가 없도록 통제한다. 그리고 치환된 자료를 모두 합하여 단일한 분석대상으로 설정하고 DEA효율성점수를 구한 후, 다시 두 집단간의 효율성차이를 검증한다. 그 결과 표12과 같이 TE의 경우 유의수준 5%, PTE의 경우 유의수준 1% 에서 역시 기각되었다. 따라서 두 집단간 효율성점수의 차이는 개별 기업의 경영관리 및 생산기술능력에 따른 차이가 아니라 기업집단에 소속된 경우 그에 따른 내부시장의 확보, 거래비용의 절감,

효과적인 자원배분, 안정적인 경영환경 등의 혜택을 얻게 되어 발생한 차이, 즉 기업집단의 소속여부에 따른 차이라고 할 수 있다.

표 12. 효율적 프리티어 상으로 치환한 후의 효율성 차이분석

구분	평균순위(Mean Rank)	그룹소속 아님 (N=90)	그룹소속 (N=100)	Z값
TE (기술적 효율성)		86.76	103.37	-2.017**
PTE (순수 기술적 효율성)		83.98	105.87	-2.859**

** p<0.05, *** p<0.01

4.7 효율성의 영향요인 분석

상품구성과 생산구조는 기업의 대표적인 시장행동이며 이에 따라 이익, 생산성, 효율성 등의 성과에 영향을 미친다. 또한 재무적 관점의 대표적인 성과지표인 부가가치율, 인당매출, 투자자본수익률, EBITDA율 등과 기술적 효율성 간의 관계를 분석하면 기업행동과 성과의 관계를 보다 심층적으로 이해할 수 있다. 따라서 건설산업의 대표적인 상품인 건축, 토목의 매출구성비, 생산구조의 특성으로서 외주비율, 위에서 언급한 재무지표들과 TE 및 PTE 간의 상관관계를 분석한 결과는 표13과 같다. 상관관계의 분석에서도 DEA효율성점수의 분포특성을 고려하여 비모수적 순위상관분석인 Spearman의 rho를 이용하여 검증하였다. 먼저 주택을 포함한 건축공사비중은 PTE와 상관계수 0.151로서 유의수준 5% 에서 약한 상관이 있음을 확인하였다. 이는 분석기간 동안 민간건축, 특히 주택부문의 급격한 증가가 효율성에 어느 정도 정의 영향을 주고 있음을 시사한다. 그러나 토목공사비중은 10% 유의수준에서 PTE와 약한 부(-)의 상관(상관계수 -0.12)이 있으며, 이는 토목공사가 주로 공공부문의 전형적인 입찰수주방식으로 진행되므로 자원동원과 배분 등의 측면에서 기업의 효율성에 약간의 부정적인 영향을 주고 있음을 시사한다. 공사원가 중 외주비의 비중은 10% 유의수준에서 TE와 정(+)의 약한 상관(상관계수 0.143)을 나타내고 있다. 이는 공

표 13. DEA효율성과 각종 영향요인 및 지표간의 상관분석결과(Spearman의 rho)

효율성 영향요인	TE	PTE	N
건축공사 / 총매출액 (%)	0.087	0.151**	190
토목공사 / 총매출액(%)	0.097	-0.120*	190
외주비 / 공사원가 (%)	0.143*	0.029	134
부가가치 / 총매출액비율 (%)	0.606***	0.439***	190
총매출액 / 상시종업원수	0.152**	0.200***	190
투자자본 수익률 (ROIC, %)	0.415***	0.360***	152
EBITDA / 총매출액(%)	0.368***	0.275***	152
시공능력금액	0.160*	0.184*	112

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

사업행방법의 측면에서 직접 시공하는 직영방식보다는 자원의 동원과 배분부담이 없는 외주방식이 기업의 효율성에 기여하고 있음을 시사한다.

기업의 대표적인 재무지표 중에서 부가가치율, 인당매출, 투자자본 수익률, EBITDA율 등과 TE 및 PTE 간의 상관관계를 분석한 결과 1% 및 5%의 수준에서 모두 유의하며, 0.152에서 0.606까지 비교적 강한 상관계수를 보이고 있다. 따라서 DEA에 의한 효율성점수는 위와 같은 지표가 개별적으로 나타내는 부분적인 효율성을 단일 차원으로 종합하여 DMU 전체를 표현하는 지표임을 확인할 수 있다. 한편 시공능력금액과 DEA효율성은 TE 및 PTE 모두 유의수준 10%에서 약한 상관관계를 확인하였다.

5. 결론

본 연구는 DEA를 이용하여 국내 건설회사를 대상으로 효율성을 측정, 분석하고 개별기업의 비효율성과 개선방향 및 구체적인 목표를 도출하였다. 이와 같은 분석은 개별 기업의 효율성에 관한 벤치마킹 및 전략목표설정에도 기여할 수 있다. 또한 효율성의 연도별 추세를 분석하고 효율성에 영향을 미치는 요인을 식별, 분석하였다. 이 분석결과는 산업과 경쟁구조를 이해하고 산업 전체의 경쟁력을 높이기 위한 바람직한 정책 수립에 활용될 수 있으며 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, 1999년부터 2003년까지 38개 건설회사의 기술적 효율성, 순수기술적 효율성을 투입물 기준으로 측정한 결과 전체적으로 국내 건설회사의 기술적 효율성은 점차 향상되고 있음을 확인하였다. 이는 동일한 산출물의 생산에 필요한 투입물을 점진적으로 줄여나간 그간의 경영혁신효과와, 민간건축의 시장확대에 능동적으로 대응하여 상대적으로 산출물이 증가함에 따른 결과로 분석된다. 한편, TE 및 PTE의 표준편차도 연도별로 점차 줄어들고 있으며, 이는 모방과 학습을 통해 선도 기업을 추격하는 노력의 결과로서 기업간의 효율성 차이가 수렴되고 있음을 말한다.

둘째, 효율성점수와 수익성 Matrix를 통하여 선도기업과 추격기업을 식별하고, 효율성점수의 시계열 통계를 이용하여 효율성 측면에서 최근 5년간 가장 우수한 기업을 식별하였다. 또한 특정 추격기업을 대상으로 효율성의 변동과정을 분석하고 효율성개선을 위한 주요경영변수의 목표값과 벤치마킹 대상이 될 수 있는 기업을 예시하였다.

셋째, 규모에 대한 수확은 전반적으로 CRS인 DMU는 증가하고 DRS인 DMU는 감소하고 있음을 확인하였다. 이는 99, 00, 01년의 경우 급격한 시장축소와 구조조정이 진행되고 있어 규모

에 대한 수확체감 상태에 있는 DMU가 많았으나 점차적인 시장 회복과 구조조정의 진척에 힘입어 수확체감의 DMU는 줄어들고 규모에 대한 수확불변의 상태에 있는 DMU가 늘어났음을 의미한다.

넷째, 그룹에 소속된 회사에 그렇지 않은 회사간에 효율성의 차이를 검정한 결과 효율성의 차이가 없다는 가설은 TE의 경우 유의수준 5%, PTE의 경우 유의수준 1% 에서 기각되었다. 즉, 기업집단의 소속여부에 따라 효율성점수의 차이가 존재하며, 기업집단에 소속된 회사가 그렇지 않은 회사에 비해 효율성이 높다고 할 수 있다. 또한 두 집단 별로 모든 DMU들이 효율적이 되도록 투입물과 산출물의 값을 모두 효율적 프런티어 상의 값으로 치환한 다음 두 집단간의 효율성차이를 검정한 결과 TE의 경우 유의수준 5%, PTE의 경우 유의수준 1% 에서 역시 기각되었다. 즉, 기업집단에 소속된 경우 그에 따른 전략, 시장, 자원 등의 혜택을 받게 되므로 두 집단간 효율성점수의 차이는 개별 기업의 경영능력에 따른 차이가 아니라 기업집단에 소속여부에 따른 차이라고 할 수 있다. 따라서 기업집단에 소속되지 않은 회사는 규모의 경제를 바탕으로 한 효율성전략보다는 제품차별화와 고객만족을 통한 효과성전략이 바람직하다고 판단된다.

다섯째, 효율성에 영향을 미치는 각종 요인과 TE 및 PTE 간의 상관관계를 분석한 결과, 주택을 포함한 건축공사비중은 PTE와 약한 상관이 있음을 확인하였다. 이는 분석기간 동안 민간건축, 특히 주택부문의 급격한 증가가 효율성에 어느 정도 정 영향을 주고 있음을 시사한다. 그러나 토목공사비중은 PTE와 약한 부(-)의 상관이 있으며, 이는 주로 공공부문의 전형적인 입찰수주방식으로 진행되므로 기업의 효율성에는 자원동원과 배분 등의 측면에서 약간의 부정적인 영향을 주고 있음을 시사한다. 공사원가 중 외주비의 비중은 TE와 정(+)의 약한 상관을 보이며, 이는 공사집행방법의 측면에서 직접 시공하는 방식보다는 외주방식이 기업의 효율성에 어느 정도 기여하고 있다고 볼 수 있다. 대표적인 재무지표 중에서 부가가치율, 인당매출, 투하자본수익률, EBITDA율 등과 TE 및 PTE 간의 상관관계를 분석한 결과, 0.152에서 0.606까지 비교적 강한 상관계수를 보이고 있다. 따라서 DEA에 의한 효율성점수는 위와 같은 지표가 개별적으로 나타내는 부분적인 성과를 단일 차원으로 종합하는 지표임을 확인할 수 있다. 한편 시공능력금액과 DEA효율성은 TE 및 PTE 모두 약한 상관관계를 확인하였다. 비효율적인 기업은 우선 본 연구와 같이 효율성에 관한 계량적 벤치마킹을 통하여 목표를 설정하고, 목표달성을 위한 전략 수립시 사업구조, 비용구조 등과 관련하여 본 연구결과를 참조할 수 있을 것이다.

본 연구는 국내 건설회사를 대상으로 최근 5년간의 효율성을 측정, 분석하였으나 효율성의 변화가 생산성의 변화와 동일한

의미는 아니므로 생산성의 변화를 동시에 측정하여 효율성과 비교함으로써 변화의 방향과 요인에 관한 심도 있는 분석이 가능하다. 또한 효율성분석에 사용한 변수 및 효율성에 영향을 미치는 결정요인에 관해 연구개발, 프로세스역량, 정보시스템, 인적자원의 질 등을 고려한 심층적인 분석이 앞으로 연구해야 할 과제라 할 수 있다.

참고문헌

1. Athanassopoulos, A. D. and E. Thanassoulis, "Separating market efficiency from profitability and its implications for planning", *Journal of the Operational Research Society*, 46, 1995, pp.20-34
2. Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W., "Some models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis", *Management Science*, 30, 1984, pp. 10781092
3. Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E., "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, 2, 1978, pp. 429-444
4. Brockett, P.L., Golany, B., "Using rank statistics for determining programmatic efficiency differences in data envelopment analysis", *Management Science*, 42, 1996; pp 466-472
5. Coelli, T.J., "A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Program", CEPA Working Paper 96/08, Department of Econometrics, University of New England, Armidale
6. Cooper, W.W., Seiford L., Tone K. *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. 2000, Boston: Kluwer
7. Cooper, W.W., Seiford L., Thanassoulis, E., Zanakis, S.H., "DEA and its uses in different countries", *European Journal of Operational Research*, 154, 2004, 337344
8. Farrell, M.J., "The measurement of productive efficiency" *Journal of the Royal Statistical Society*, A120(3), 1957, pp 253-281
9. 신기덕 외, "2001년 건설산업의 현안과제와 대책", *건설산업연구원*, 2001
10. 오동일, "DEA를 이용한 IMF체제하의 우리나라 우량 상장건

- 설업체의 경영효율성 평가와 관리적 시사점", 회계학연구, 제26권 제4호, 2001, pp. 27-57
11. 지홍민, 유태우, "외환위기를 전후한 상장건설회사의 효율성 및 생산성", 경영학연구, 한국경영학회, 제32권 제3호, 2003, pp. 809-833

Abstract

This paper analyzes the technical efficiencies of 38 Korean engineering and construction firms and the efficiency changes from 1999 to 2003 using data envelopment analysis (DEA). Best practice firms in terms of technical efficiency and profit are identified. For inefficient firms, performance targets to be efficient are suggested. Technical efficiencies had been increased over the five year period, and the efficiency difference between firms had been reduced during this period. The differences in efficiency due to the differences in cooperate governance structures are statistically significant. In addition, the technical efficiency is correlated with product portfolios, degree of subcontract, rates of value added, returns on invested capital, and EBITDA.

Keywords : Data Envelopment Analysis, Technical Efficiency, CCR Model, BCC Model, Window Analysis