

생산성달성율을 이용한 생산성 관리 방안

Productivity Management Methodology using Productivity Achievement Ratio

○ 김 태 완* 유 정 호** 이 현 수***
Kim, Tae-Wan Yu, Jung-Ho Lee, Hyun-Soo

Abstract

It is generally accepted that we should figure out the items which have room for improvement to manage productivity. However, the items with low productivity do not always mean problem items when evaluating the productivity. That is the reason why we need the new evaluation indicator for managing the productivity. Firstly this study suggests ideal productivity, obtainable productivity and actual productivity. And secondly based upon those concepts, this paper proposes the new evaluation indicator, productivity achievement ratio(PAR). PAR is the ratio of actual productivity to obtainable productivity and we can find that as PAR goes to 1, the productivity management goes to the success. We should pay attention to low PAR items to implement successful projects.

키워드 : 생산성, 생산성달성율, 이상적생산성, 획득가능생산성, 현재생산성, 제한요인

Keywords : Productivity, Productivity Achievement Ratio, Ideal Productivity, Obtainable Productivity, Actual Productivity, Reduction Factor

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

일반적으로 생산성 관리를 위한 생산성주기(Productivity Cycle)는 측정(Measurement), 평가(Evaluation), 계획(Planning), 향상(Improvement)의 네 단계로 설명이 된다. 이러한 모델에 따라 지금까지 생산성을 측정하고, 생산성의 변화량으로 생산성의 향상 여부를 평가하였다. 하지만 생산성이 낮은 공종이 반드시 개선의 여지가 큰 공종을 의미하지는 않는다. 이는 산출량(Output)과 투입량(Input)의 비로 측정되는 생산성이 공종들 각각의 특성을 반영하고 있지 못하기 때문이다. 따라서 단순히 생산성 측정치를 평가하여 주요관리공종을 선정하는 것은 옳지 않다.

따라서 이 연구의 목적은 생산성 관리를 위한 주요관리공종을 선택하기 위한 평가지표를 개발하는 것으로서 본 연구에서는 그 지표로 생산성달성율을 제안하고 있다. 이를 통해 어떠한 공종을 중점적으로 관리해야 하는지 알 수 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

생산성은 투입과 산출을 어떻게 선정하느냐에 따라 부분생산성, 총요소생산성, 종합생산성으로 구분할 수 있다.

본 연구에서의 생산성은 실질적으로 측정이 가능하고 공종별로 산출이 가능한 부분생산성을 의미한다.

본 연구의 진행 방법은 다음과 같다.

(1) 기존연구를 통해 생산성 관리의 개념 및 방법을 고찰한다.

(2) 기존연구의 문제점을 지적하고 이를 위한 해결방안으로 새로운 생산성 개념을 제안한다.

(3) 제안된 개념을 바탕으로 주요관리공종 도출을 위한 생산성 관리지표를 제안한다.

(3) 새로운 생산성 관리지표를 사용 예를 통해 가능성을 검토한다.

2. 예비적 고찰

2.1 생산성 관리의 개념 및 방법

생산성이란 생산시스템으로부터 생산된 산출과 그 산출을 생산하기 위해 생산시스템에 제공된 투입의 관례로 정의될 수 있다. 또한 Sumanth(1984)는 생산성관리(Productivity Management)를 생산성의 측정, 평가, 계획, 향상이라는 4단계의 생산성주기를 통하여, 관리조직 및 피고용자 모두가 참여하여 제품이나 서비스의 제조, 분배, 그리고 판매와 관련한 비용을 절감하고자 하는 궁극적인 목적을 달성하기 위한 공식적인 관리 프로세스로 정의하였다.

하지만 어떠한 공종은 공종의 특성상 생산성 지표로 표현할 때 생산성이 낮게 나타날 수 있고, 다른 공종은 개선의 여지가 많지만 생산성이 높게 측정될 수 있다. 따라서 평가를 위한 새로운 지표가 요구된다.

* 서울대 대학원 석사과정

** 서울대 대학원 박사과정

*** 서울대 건축학과 교수, 공학박사

본 연구는 2001년도 과학기술부의 국가지정 연구실 사업에 의하여 지원되었음.

(과제번호: M10104000274-01J000012100)

2.2 생산성에 영향을 미치는 요인

Borcherding(1986)은 현장에서 생산성이 저해되는 형태를 Traveling, Waiting or Idle, Working slowly, Doing ineffective work, Doing rework 등 5가지 형태로 구분하였다. 그리고 각 형태의 요인들을 인과모형으로 표현하였다. 하지만 여기에서 언급된 요인들은 정량화할 수 없으며, 생산성 저해에 대한 근본적인 이유를 제공하는 요인(Factor)이라기 보다는 단편적인 사건(Event)에 가깝다고 판단된다.

김예상(1994)은 생산성에 영향을 미치는 요인을 항상요인과 저해요인으로 나누어 설명하였다. 그러나 항상요인과 저해요인의 성질이 모호하고, 정량화할 수 없다는 단점이 있다.

2.3 생산성 관리지표

Business Roundtable(1987)은 건설산업에서 생산성 지표가 갖추고 있어야 할 구체적인 기능을 다음과 같이 제시하고 있다.

- (1) 건설현장에서 전반적인 공사의 진행이 얼마나 효율적으로 이루어지고 있는가를 보여줄 수 있을 것.
- (2) 현장에서 공사진행을 저해하고 있는 문제가 무엇인지를 신속히 파악 가능케 하는 자료일 것.
- (3) 시공방법과 건설여건이 전체공정에 미치는 영향을 평가할 수 있는 자료일 것.
- (4) 현장간 동일공종의 생산성에 대한 비교평가가 가능한 것.
- (5) 회사간의 시공 및 공사운영 능력에 대한 비교평가가 가능한 것.

따라서 본 연구의 산출물인 생산성 관리지표도 위의 기준에 의해 평가될 수 있다.

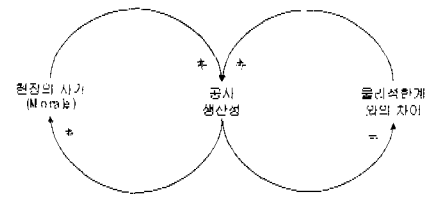
Thomas(1999)는 생산성 관리지표로서 기준생산성(Baseline productivity)을 제시하고 있다. 기준생산성이란 한 프로젝트에서 어떤 방해도 받지 않고 시공자가 얻을 수 있는 최대의 생산성값을 의미한다. 부분생산성 산출원리에 의존하여 기준생산성 값을 도출할 수 있으며 기준생산성에 이르지 못한 경우 어떤 방해를 받았는지를 검토한다. Herbsman과 Ellis(1990) 또한 비슷한 개념으로 부분생산성에 여러 요인들이 얼마나 영향을 미치는지 중회귀분석에 의한 함수를 제시하고 있다. 이러한 연구들은 각 공종별 생산성 예측에 활용되고 있다.

3. 생산성 관리에 대한 새로운 개념

3.1 세 가지 생산성의 정의

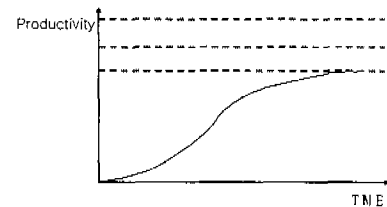
본 연구에서는 인식된 모든 상황이 최상일 경우에 나올 수 있는 생산성이 존재한다고 가정하고 이것을 이상적생산성(Ideal Productivity, 이하 IP)이라고 한다. 이러한 생산성은 실제로 구할 수 없으며 어떠한 경우에도 도달할 수 없다. 즉 어떠한 방식으로든 여러 가지 상황들이 IP가 산출되는 것을 막고 있기 때문에 우리는 실제로 현재생산성(Actual Productivity, 이하 AP)을 얻는다.

생산성 흐름을 간략한 시스템 사고(System Thinking)¹⁾를 통해 살펴보면 그림 1과 같다.



[그림 1] 현장에서의 생산성 흐름

각 화살표 끝의 +부호는 A가 증가하면(혹은 감소하면) B가 증가한다(혹은 감소한다)는 뜻이며, -부호는 A가 증가하면(혹은 감소하면) B가 감소한다(혹은 증가한다)는 뜻이다. 여기에서 공사생산성 제한요인(Reduction Factor, 이하 RF)으로 물리적 한계와의 차이를 선택하였다. 이외에도 제한요인은 많겠지만 다른 억제요인을 포괄하는 대표적인 부정적 영향으로 물리적 한계와의 차이를 설정하였다. 이렇게 두 가지 루프(Loop)에 의해 시간에 따른 공사생산성은 필연적으로 그림 2와 같이 움직인다.



[그림 2] 시간에 따른 생산성의 변화양상

그림 2에는 IP와 AP 외에 또 하나의 생산성으로서 획득가능생산성(Obtainable Productivity, 이하 OP)이 존재한다. 이것은 우리가 제어할 수 없는 부분(예를 들면 토지 크기에서 오는 물리적 제약)을 제외한, 실제로 얻을 수 있는 최대생산성을 의미한다. 이를 Thomas의 기준생산성과 비교해보면 표 1과 같은 차이점을 얻을 수 있다.

[표 1] 기준생산성과 OP와의 비교

기준생산성(Baseline productivity)	획득가능생산성(OP)
동종의 프로젝트에서 시공자가 얻을 수 있었던 최대의 (또는 상위 10%의) 생산성	제어할 수 있는 모든 상황이 최상일 경우 시공자가 얻을 수 있는 생산성
예를 들어 Steel erection의 Baseline은 1.25wh/pc	관념적인 개념이므로 알 수 없고, 프로젝트마다 다르다
각 사건(event)과 1:1 대응함	여러 가지 요인(factor)들이 수를 이룬다
	복합적 함수를 이룬다

1) System thinking: 시스템 사고는 어떤 현상에 대해 포괄적으로 이해할 수 있고 설명할 수 있도록 개념화하는데 유용한 방법으로 동태적 사고(Dynamic Thinking), 사실적 사고(Operational Thinking), 피드백 사고(Feedback Thinking)를 그 축으로 한다 (김도훈, 1999)

3.2 AP와 OP의 산출

IP는 실제로 도달할 수 없는 개념이므로 실제 생산성 관리를 위해서는 AP와 OP의 산출방안을 정의하는 것이 필요하다.

AP는 부분생산성의 산출원리에 근거하여 식 1과 같이 측정할 수 있다.

$$Productivity = \frac{\text{공종산출량(예를들면 } m^3 \text{)}}{\text{투입도량(예를들면 } MTH \text{)}} \quad (1)$$

OP는 관념적인 개념이므로 계산에 의해 그 값을 산출할 수는 없다. 하지만 제한요인을 정의하고 회귀분석을 통해 OP의 근사값을 구할 수 있고, 이를 OP로 가정한다. 이를 구하는 것은 다음 절차를 따른다.

(1) 구하고자 하는 공종에 영향을 미치는 요인(제한요인)들을 나열하고 정의한다. 이러한 작업은 전문가의 의견과 경험, 각종 문헌의 도움을 받는다.

(2) 각 요인들의 정량화 방법을 결정한다. 정량화 방법에는 쉽게 측정이 가능한 것도 있지만, '감독 소홀'처럼 직접적인 측정이 불가능한 것도 있다. 이러한 경우에는 리커트 척도와 같은 스케일(Scale)을 사용한다.

(3) 정량화된 데이터를 수집한다. 이러한 데이터는 분석을 위해 나열된 요인들의 3배 이상이 필요하다.

(4) 중회귀분석을 통해 공종의 생산성과 각 요인간의 관계를 도출해 내며, 신뢰도 검정(Significance Test)을 통해 통계학적으로 유의하지 않은 요인들은 배제된다.

이러한 과정을 거치게 되면 식 2와 같은 회귀식이 도출되는 데, 이 식의 절편값(Intercept)을 OP로 정의한다. 이는 모든 제한요인 A, B 등의 값이 0일때의 공종생산성 값을 의미한다.

$$\text{공종생산성} = \text{절편값} + a \times \text{요인A} + b \times \text{요인B} \dots \quad (2)$$

OP는 현장데이터가 축적되어감에 따라 더욱더 정확한 값을 얻을 수 있다. 이렇게 OP를 산출할 때 주의할 점은 각 영향요인은 서로 독립이어야 한다는 것이다. 그렇지 않으면 Ripple effect²⁾가 생기게 된다.

4. 생산성달성률

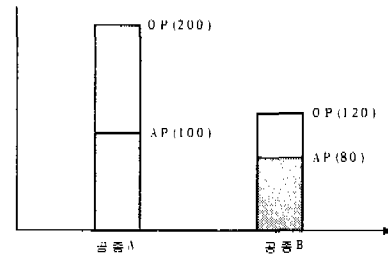
4.1 생산성달성률의 정의

생산성달성률(Productivity Achievement Ratio, 이하 PAR)은 AP와 OP의 비로 정의된다. 이 값은 생산성 관리 위한 주요관리공종을 결정하기 위한 생산성 평가지표로 활용될 수 있다. 이는 식 3과 같이 표현될 수 있다.

$$PAR = \frac{AP}{OP} \times 100 = \frac{AP}{\text{회귀식의절편값}} \times 100 (\text{단}, 0 \leq PAR \leq 1) \quad (3)$$

PAR이 높을수록(1에 가까울 수록) 그 공종의 생산성

이 잘 관리되고 있음을 보여주며, 성공적인 공사 수행을 위해서 PAR이 낮은 공종을 중점적으로 관리해야 할 것이다.

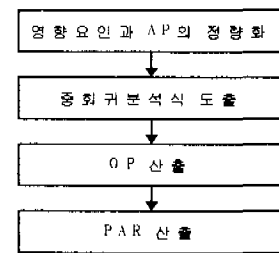


[그림 3] 생산성달성률과 생산성

그림 3에서 공종A의 생산성(AP)이 공종B의 생산성보다 더 높지만, 우리는 공종A를 주요관리공종으로 선택하는 것이 옳다. 왜냐하면 공종A의 PAR값은 50%인데 반해 공종 B의 PAR값은 67%가 되기 때문이다. 같은 원리는 서로 다른 현장간의 동일 공종 비교에도 활용될 수 있다.

4.2 PAR 산출 과정

PAR은 현장의 축적된 생산성 관련 데이터의 분석을 통해 산출이 가능하며, 그 과정은 그림 4와 같다.



[그림 4] 생산성달성률 산출과정

표 2는 PAR을 구하는 방법을 보여주기 위한 예시이다. 여기에서 RF1, RF2, RF3, RF4 등은 공종의 생산성을 방해하는 제한요인들 중 유의성 검정, R²검정에 의해 유의한 것으로 판명된 것이다. 또한, 그 값이 0이 되면 그 요인으로 인한 아무런 생산성 제약이 생겨나지 않는다는 것을 의미한다.

이 데이터를 바탕으로 회귀분석³⁾을 실시하면 다음 회귀식을 얻을 수 있다.

$$Productivity = 3.932 - (0.00722 \times Reduction1) - (0.128 \times Reduction2) - (0.0646 \times Reduction3) - (0.0118 \times Reduction4)$$

이를 통해 20주째의 AP는 2.86, OP는 3.93으로 측정할 수 있으며 PAR은 아래와 같이 72.8%임을 알 수 있다.

$$PAR = \frac{2.86}{3.93} \times 100 = 72.8\%$$

2) Ripple Effect: 생산성 저해요인이 많은 곳에서 예측한 것보다 훨씬 낮은 생산성이 산출되는 현상을 의미한다(Thomas, 1999).

3) SPSS Ver 10.0을 활용하였으며 표 5에서 제시한 요인들은 유의성 검정, R²값이 유의한 것만을 보여주고 있다.

[표 2] 생산성달성율 산출예

Record no. (Weekly)	Productivity (m ² /MH)	RF1	RF2	RF3	RF4
1	1.82	88	9	1	14
2	1.85	80	7	2	18
3	1.85	88	8	3	18
4	2.22	56	8	2	14
5	2.22	88	8	3	0.5
6	2.22	32	7	4	14.5
7	1.92	80	7	2	14
8	2.00	56	8	4	0.5
9	2.13	80	8	1	18
10	2.22	24	9	1	18
11	2.22	45	9	2	16
12	2.38	45	9	2	16
13	2.44	56	8	3	14
14	2.44	56	8	3	Missing
15	2.44	56	5	4	18
16	2.56	24	Missing	3	14
17	2.50	24	5	3	14
18	2.63	56	6	1	16
19	2.78	32	7	2	0.5
20	2.86	56	4	4	16

동일한 방법으로 다른 공종에 대해서 PAR을 구하여 서로 비교함으로써, 생산성 관리를 위한 주요공종을 결정할 수 있다.

4.3 PAR 기능성 검토

앞에서 언급한 바와 같이, PAR의 기능성은 Business Roundtable에서 주장하는 내용을 기준으로 검토될 수 있으며 그 결과는 다음 표 3과 같다. 이를 통해 생산성 평가지표로서의 PAR은 기능성 검토기준을 잘 만족시키고 있음을 알 수 있다.

[표 3] 생산성달성율의 기능성 검토

기능성 검토기준	결과
전반적인 공사의 진행이 얼마나 효율적으로 이루어지고 있는가를 보여줄 수 있을 것	생산성 달성율이 높을수록 효율적인 공사가 이루어짐을 알 수 있다. (○)
현장에서 공사진행을 저해하고 있는 문제가 무엇인가를 신속히 파악 가능케 하는 자료일 것	공사진행을 저해하고 있는 공종을 확인할 수 있다. (○)
시공방법과 건설여건이 전체공정에 미치는 영향을 평가할 수 있는 자료일 것	이는 OP를 구하는 과정에서 영향요인의 크기를 분석할 수 있다. (△)
현장간 동일공종의 생산성에 대한 비교평가가 가능할 것	PAR은 단위가 없으므로 유사한 공사일 경우 가능하다. (△)
회사간의 시공 및 공시운영 능력에 대한 비교평가가 가능할 것	같은 공종의 PAR을 비교함으로써 각 회사간의 능력을 비교할 수 있다. (○)

○ : 기능성 검토기준에 적합하다.

△ : 개념적으로 가능하지만 강제한 기능을 제공하지 않는다.

x : 기능성 검토기준을 만족시키지 못한다.

5. 결론

본 연구에서는 생산성 관리를 위한 주요 관리대상 공종을 선정하기 위하여 생산성달성율을 새로운 생산성 관리지표로 제안하였으며, 이를 도출하는 과정을 제시하였다.

본 연구의 결과 및 의의를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 생산성을 바라보는 새로운 관점을 제안하였다.
- (2) 생산성 측정을 위한 새로운 관리지표인 PAR을 제안하였다.
- (3) 관리자로 하여금 각 공종의 성과를 평가할 수 있는 도구를 제안하였다.
- (4) 각 공종의 평균 PAR을 비교함으로써, 어떠한 공종에 생산성 향상을 위한 보다 많은 노력이 경주되어야 할지에 대한 가이드라인을 제시할 수 있다.

향후, OP 산출의 정확성 제고와 더불어 정보시스템을 적용한 분석과정의 자동화를 위하여 유정호(2002)의 연구에서 제안된 생산성 관리시스템과의 연계방안에 대한 추가연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김도훈 외, 시스템 다이내믹스, 대영문화사, 1999
2. 김우철 외, 현대통계학, 영지문화사, 1980
3. 김예상, "건설 생산성에 영향을 미치는 요인 분석에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 10권 10호, 1994
4. 유정호 외, "건설 프로젝트의 생산성관리 시스템", 대한건축학회논문집 구조계, 18권 7호, 2002
5. Adrian, J.J., Construction Productivity Improvement, 1987
6. Alarcon, L., Lean Construction, A.A.Balkema, 1997
7. Alfeld, L.E., Construction Productivity, McGraw-Hill Book Company, 1988
8. Brosh, I., Quantitative Techniques for Managerial Decision Making, Reston Publishing Company, Inc., 1985
9. The Business Roundtable, "Measuring Productivity in Construction", 1987
10. Heap, A., Improving Site Productivity in the Construction Industry, International Labour Office, 1987
11. Herbsman, Z. et al, "Research of factors influencing construction productivity", Construction Management and Economics, 1990
12. Thomas, H.R. et al, "Construction Baseline Productivity: Theory and Practices", Journal of Construction engineering and management, 1999