

신뢰구간상에서 EVMS 성과지수모델의 검정에 관한 연구

A Study for Verification of the Performance Index Model of EVMS in Credible Interval

강 병 옥*○ 이 영 대** 박 혁*** 천 용 현****
Kang, Byung-Wook Lee, Young-Dai Park, Hyuk Chun, Yong-Hyun

요 약

현재 국내 건설프로젝트에 EVMS가 도입되어 비용과 공정을 효과적으로 통합하여 관리하고 있으나 EVMS는 선진 외국의 건설환경에 적합한 방법으로서 이 EVMS를 국내에 적용하는 데에는 다소 어려운 점이 발견되고 있다. 본 논문에서는 EVMS에서 최종공사비(EAC)를 예측하는데 사용되고 있는 지수중의 하나인 합성지수(CI)의 가중치 n, m 에 대한 통계적 분석을 통하여 신뢰구간상에 나타나는 합성지수(CI)를 검정하여 최종공사비(EAC)를 예측하는데 효과적으로 사용하고자 한다.

키워드: EVMS, 최종공사비(EAC), 합성지수(CI)

1. 서 론

Earned Value Management System(EVMS)은 비용과 공정을 통합·관리하는 것으로서, 최근 국내 건설 프로젝트를 관리하는데 매우 유용한 도구로 인식되고 있으며, 정부에서도 적극적으로 도입한 선진기법이다. EVMS는 미국방성에 의해 1960년대부터 프로젝트의 효율적인 관리를 위해 개발된 C/SCSC에 기반을 두고 있다. EVMS기법은 단순히 일정과 비용을 통합한 공정관리기법에 그치는 것이 아니라 프로젝트의 상태를 파악하고, 장래 프로젝트의 일정과 비용의 상황을 예측하여 필요한 내부 정보를 제공함으로써 프로젝트의 효율적 수행을 가능하게 한다.

그리고 EVMS를 활용함으로써 프로젝트의 진도가 15~20% 정도 진행되었을 때부터 프로젝트의 최종 공사비(EAC)와 공정결과를 예측할 수 있다.

그러나 이 EAC는 추정을 통해 얻은 예측 값이므로 정확한 값이라고 생각할 수는 없다.

따라서, 본 연구에서는 EVMS 개념의 이해와 최종

공사비(EAC) 분석결과의 신뢰성을 높이기 위하여 통계적 기법을 이용하여 예측 값의 정확성을 검토하여 EVMS가 건설현장에서 보다 효과적으로 활용될 수 있도록 하고자 한다.

2. EVMS의 이론적 고찰

2.1 EVMS의 개념

2.1.1 EVM(Earned Value Management) 개념의 전개

EV개념은 일찍이 미국산업계의 산업공학자들에 의해 등장하게 된 것으로서, 프로젝트의 일정과 비용을 통합하여 수립한 계획(Planned Value)에 대하여 투입된 실제비용(Actual Cost)과 실적(Earned Value)을 비교함으로써 프로젝트의 진도를 측정·관리하는 방법을 의미한다. 1950년대 이르러 미해군에 의해 Flow Diagram형태의 네트워크 고정관리기법인 PERT가 등장하였고, 이후 1962년에 일정네트워크에 자원(Resource)을 배정한 PERT/Cost가 나오게 되었다. 이러한 경험을 바탕으로 미니트맨(Minuteman) 미사일개발 프로그램에 EV개념이 적용되었고, 1967년 12월 미국방성(DOD)에 의해 35개 조항으로 구성되어 있는 비용·일정관리체계(Cost/Schedule Control System Criteria ; C/SCSC)이 만들어졌다. 그후, 1998년 7월, 민간산업에 적합한 32개의 기준(Criteria)을 가진 EVMS가 「ANSI/EIA-748 규

* 학생회원, 부경대학교 토목공학과 대학원

** 종신회원, 부경대학교 토목공학과 교수, 공학박사

*** 학생회원, 부경대학교 건설관리협동과정 대학원

****학생회원, 부경대학교 토목공학과 대학원

정」이라는 이름으로 미국 표준협회(ANSI)와 전기 협회(EIA)에 공식적인 민간표준으로 승인을 얻게 되었다.

2.1.2 EVMS의 구성요소

프로젝트의 성과측정의 기준설정을 위한 계획요소와 성과측정을 위한 측정요소 및 경영분석을 위한 분석요소가 있다.

계획요소는 프로젝트 초기에 만들어지는 것으로서, 작업분류체계(WBS)에 의해 분류된 Work Package 들이 비용분류체계(CBS)와 조직분류체계(OBS)등과 연동되어 프로젝트의 일정·비용의 통합관리의 주 대상인 관리계정들(CAPs)을 형성하게 된다.

2.1.3 EVMS의 주요공식

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS}$$

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP}$$

$$SV = BCWP - BCWS$$

$$CV = BCWP - ACWP$$

$$EAC = \frac{(BAC - EV)}{n \times SPI + m \times CPI} + Actual\ Costs$$

- SPI : 공정성가지수
(Schedule Performance Index)
- CPI : 비용성가지수
(Cost Performance Index)
- SV : 공정편차
(Schedule Variance)
- CV : 비용편차
(Cost Variance)
- EAC : 최종공사비예측
(Estimate At Completion)
- BAC : 계약공사비
(Budget At Completion)

- EAC의 예측방법에 관한 공식은 누적 CPI에 의한 방법, 누적 SPI에 의한 방법, 누적CPI와 누적SPI의 곱에 의한 방법(비관적방법), 일정초과에 의한 방법이 있는데본 논문에서는 지수 CPI 와 SPI 에 가중치 n, m 을 부여하여 구하는 방법을 사용하였다.

2.2 신뢰구간의 추정

국내건설사업에 대한 EVMS의 최종공사비예측(EAC) 모델을 국내건설환경에 적합한지에 대한 여부와 신뢰정도를 검정하고자 EAC의 결정에 가장 중요한 인자

(factor)로 작용하고 있는 CPI, SPI, TCPI 지수에 대하여 통계(statics)분석값을 적용하여, 각 지수들을 아래의 식(1)에 대입하여 90%, 95%, 99%의 신뢰구간에 해당하는 평균값 μ 를 추정한다.

$$\bar{X} - C \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + C \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{식(1)}$$

C : 90%일 때= 1.645 , 95%일 때=1.96 , 99%일 때=2.58

3. 연구수행방법

3.1 연구대상자료와 방법

본 연구는 ○○프로젝트에서 시행하고 있는 “○○ 운영 준비 종합계획”안의 시행 24%시점에서 EVMS기법을 이용하여 CPI와 SPI 그리고, 신뢰도95%의 신뢰구간안에 들어가는 EAC를 추정하여 가중치 n, m을 검정한다.

3.2 CPI, SPI의 기술적 통계분석 및 신뢰구간 산정

6개의 모집단(통제관리영역)에서의 각각의 CPI, SPI, TCPI값의 평균, 표준오차, 중앙값, 표준편차, 분산, 첨도, 왜곡도, 범위, 최소값, 최대값, 합, 관측수의 신뢰구간을 신뢰도95%에서 분석한다.

3.3 CPI, SPI의 신뢰구간내의 여러 EAC값 산정

성가지수 CPI, SPI에 가중치를 부여함으로써 가장 적절한 성가지수 산출을 통한 EAC값을 추정하고자 한다. 다만, 가중치는 n+m=1 이 되도록 부여한다.

4. 사례분석

4.1 CPI, SPI, TCPI 지수분석

아래의 표 1은 CPI, SPI, TCPI 지수에 대해서 통계분석을 한 자료이며, 표 2는 CPI, SPI, TCPI 지수에 대하여 90%, 95%, 99%의 신뢰도에 따른 신뢰구간을 정한 것이다.

표 1. CPI, SPI, TCPI의 통계분석값

| | CPI | SPI | TCPI |
|-------------|-------|-------|-------|
| 평균 | 0.883 | 0.944 | 1.086 |
| 표준 오차 | 0.021 | 0.012 | 0.050 |
| 표준 편차 | 0.052 | 0.029 | 0.122 |
| 분산 | 0.003 | 0.001 | 0.015 |
| 최소값 | 0.826 | 0.917 | 1.017 |
| 최대값 | 0.952 | 0.989 | 1.333 |
| 합 | 5.300 | 5.664 | 6.515 |
| 관측수 | 6 | 6 | 6 |
| 신뢰수준(95.0%) | 0.054 | 0.031 | 0.128 |

표 2. CPI, SPI, TCPI의 신뢰구간 추정

| CPI | 90% | 95% | 99% |
|----------|-------|-------|-------|
| 평균 | 0.883 | 0.883 | 0.883 |
| 표준오차 | 0.021 | 0.021 | 0.021 |
| 하한계(LCL) | 0.849 | 0.842 | 0.829 |
| 상한계(UCL) | 0.918 | 0.925 | 0.938 |

| SPI | 90% | 95% | 99% |
|----------|-------|-------|-------|
| 평균 | 0.944 | 0.944 | 0.944 |
| 표준오차 | 0.012 | 0.012 | 0.012 |
| 하한계(LCL) | 0.924 | 0.921 | 0.913 |
| 상한계(UCL) | 0.964 | 0.967 | 0.975 |

| TCPI | 90% | 95% | 99% |
|----------|-------|-------|-------|
| 평균 | 1.086 | 1.086 | 1.086 |
| 표준오차 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| 하한계(LCL) | 1.004 | 0.938 | 0.957 |
| 상한계(UCL) | 1.168 | 1.184 | 1.214 |

4.2 CPI, SPI, TCPI의 신뢰수준에 따른 신뢰구간변동
 아래의 그림 2, 그림 3, 그림 4는 표 2에서 구한 신뢰수준에 따른 신뢰구간을 나타낸 그림이다.

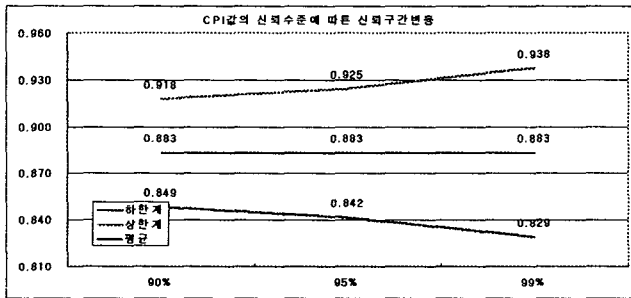


그림 2. CPI의 신뢰수준에 따른 신뢰구간변동

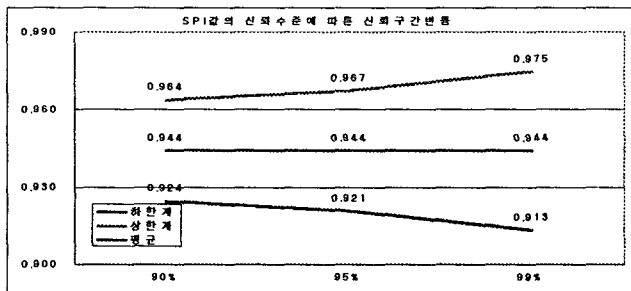


그림 3. SPI의 신뢰수준에 따른 신뢰구간변동

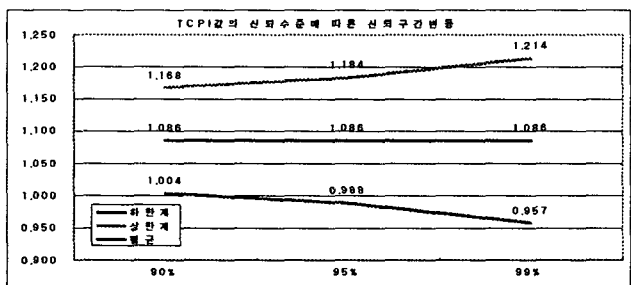


그림 4. TCPI의 신뢰수준에 따른 신뢰구간변동

CPI의 경우 95%의 신뢰수준에서 0.842~0.925의 분포를 나타내었으나, SPI의 경우 95%의 신뢰수준에서 0.921~0.967의 분포를 나타내어, 신뢰구간의 변동의 폭이 CPI 보다는 다소 적게 나타나는 것을 알 수 있다. TCPI의 경우 95%의 신뢰수준에서 0.938~1.184정도의 변동폭이 나타났는데, 95%시점부터는 누적CPI의 값이 TCPI의 값에 좀 더 민감한 영향을 미치게 된다는 것을 알 수 있다.

4.3 가중치 n,m에 대한 CPI×SPI 그래프

아래의 그림 5, 그림 6, 그림 7, 그림 8은 가중치 n, m을 CPI와 SPI에 적용하여 구한 EAC(최종공사비 예측)가 신뢰구간안에 들어가는지에 대한 검정을 나타낸 것이다.

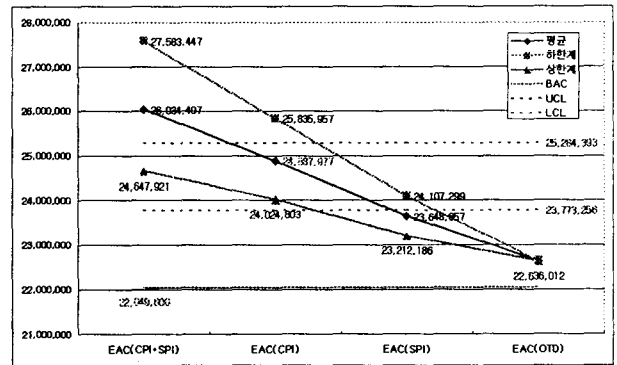


그림 5. 0.7CPI×0.3SPI 그래프

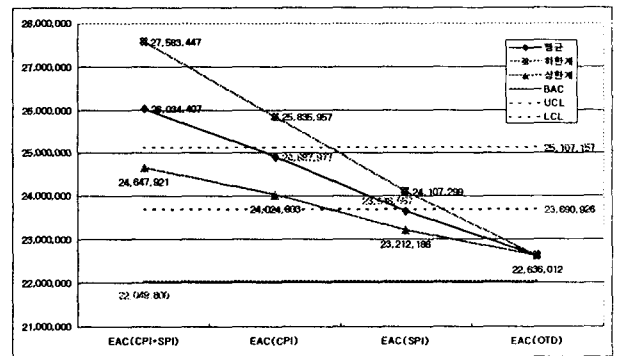


그림 6. 0.4CPI×0.6SPI 그래프

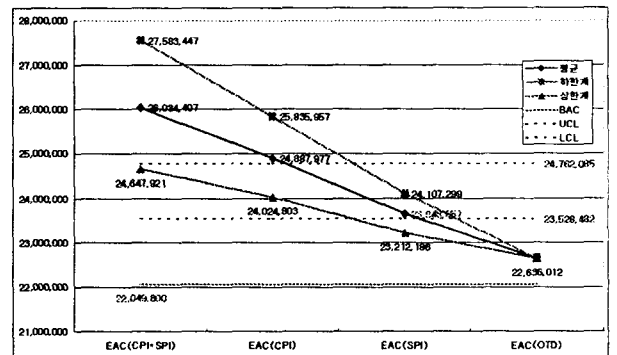


그림 7. 0.5CPI×0.5SPI 그래프

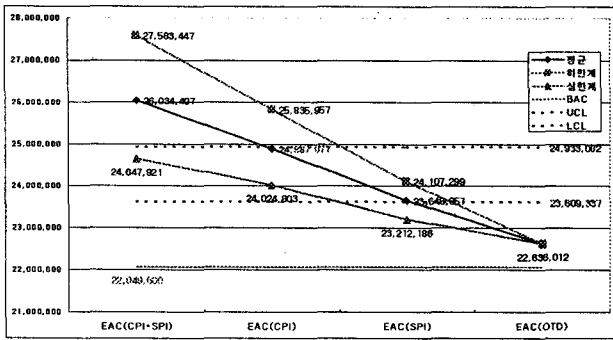


그림 8. 0.4CPI×0.6SPI 그래프

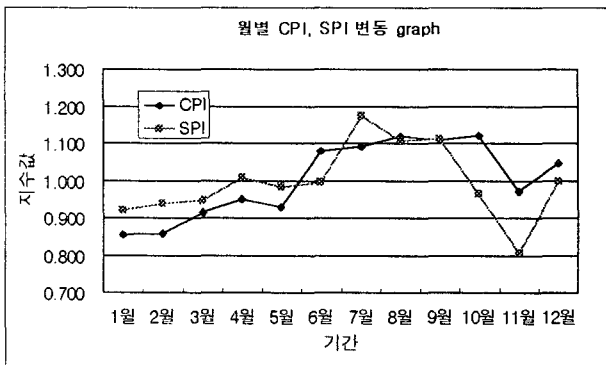


그림 9. 월별 CPI, SPI 변동 graph

위의 그림9는 본 프로젝트의 12개월동안의 CPI, SPI 지수값의 변동추이를 나타낸 그래프로써, 공사 초기에는 비용이 많이 소요되는 것으로 나타났으나 6월 이후부터는 실제투입비용보다 기성이 더 높게 나타났다.

5. 결론

본 연구에서는 EVMS를 도입한 공정상에 CPI, SPI의 신뢰구간내의 여러 EAC값의 산정을 통해서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 프로젝트상에 CPI에 의한 EAC 산정값이 SPI에 의한 값보다 크게 나타났으며, 이는 상대적으로 비용상 초과(OverRun)가 다소 크게 나타났다.
2. 가중치를 부여한 EAC산정시, 0.5CPI×0.5SPI에 의해 산정된 EAC값의 관리범위내에 CPI, SPI에 의한 EAC산정값이 포함되었으며, 이는 본 프로젝트가 CPI와 SPI에 모두 영향을 받고 있음을 알 수 있다.
3. 본 프로젝트는 향후 성과관리시에 가중치 0.5×0.5를 부여한 CPI, SPI를 사용하는 것이 타당한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Quentin W.Fleming, Joel M.Koppelman , "Earned Value Project Management", PMI, 2000, pp127-140
2. David S. Christensen, Ph.D. "Determining an Accurate Estimate At Completion", National Contract Management Journal, vol 25, 1993, pp17-25
3. 김선규 외1인, "EVMS 최종공사비 예측 모델 최적성과 지수에 대한 고찰", 건설관리학회논문집, 한국건설관리학회, 제1권 제3호, 2000, pp101-107
4. 조훈희 외2인, "건축공사비지수의 통계적 예측모델 개발 연구", 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 제18권 3호, 2002, pp125-132
5. 전재열, "실적자료 분석에 의한 건축공사비 산정 방법 적용에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 제18권 4호, 2002, pp121-128

Abstract

In these days, Cost and Scheduling was managed effectively because of introduction of EVMS to construction project. However the EVMS is appropriate methods to advanced country, so it is difficult to apply into domestic construction project. in this paper weighted value n, m was used of composite index(CI) to forecast Estimate At Completion (EAC) using statistical analysis in credible interval. the objective of this paper is to verify composite index(CI) and to forecast Estimate At Completion (EAC).

Keywords : EVMS, EAC, CI