

EVMS 최종공사비 예측 모델 최적성과지수에 대한 고찰

A Study of the Best Performance Index for Estimate at Completion Forecasting Model on the Earned Value Management System(EVMS)

김 선 규* · 김 재 준**

Kim, Seon-Gyoo · Kim, Jae-Jun

요 약

2000년 7월 1일 건설교통부는 EVMS를 공공부문에 도입하는 것을 입법예고 하였다. 그러나 EVMS에 대한 논란은 계속되고 있고, 일부 전문가들은 정부에 의해 제안된 또 하나의 실패사례가 될 것이라는 강한 의문을 제기하고 있다. EVMS는 미국 국방성에 의해 1967년부터 많은 프로젝트에 적용되어 강력하고 효율적인 프로젝트관리 도구로 검증된 C/SCSC에 기반을 두고 있다. 그러나 그것이 아무리 훌륭한 도구라 할지라도 한국과 미국 건설사업 환경 및 제도의 차이로 인해 미국의 건설체계 도입 적용의 많은 실패 경험을 무시할 수 없다. 본 논문은 그 동안 국내에 적용된 일부 EV자료를 통해 EVMS의 가장 중요한 기능중 하나인 최종사업비예측(EAC) 모델에 대한 국내환경 적합성 및 신뢰성을 검증하여 EVMS의 성공적인 국내 도입에 일조 하고자 한다.

키워드 : EVMS, 최종사업비예측(EAC), 비용성과지수(CPI), 공정성과지수(SPI)

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설산업기본법에 공공부분 공사의 효율적 관리를 목적으로 EVMS(Earned Value Management System)가 도입이 입법예고 됨으로서 Earned Value(EV)에 대한 관심이 높아지고 있다. EV는 단순하지만 매우 실용적인 개념으로, 1967년 이후 미국 국방성(DOD)에 의해 비용증가위험이 높은 주요 사업에 적용되어온 Cost/Schedule Control Systems Criteria(C/SCSC)에 기반을 두고 있으며(Singh 1991, Niemann 1991), C/SCSC의 다양한 관리기준을 민간사업에 맞도록 단순화한 개념이 EVMS이다(김건식 2000, Fleming and Koppelman 1996).

EV개념이 국내에 적용된 사례는 많지 않지만, 1986년 영광원자력 3,4호기 건설사업을 시작으로 한국전력공사가 발주하는 대부분의 원자력, 화력, 열병합발전소 건설사업의 설계단계부터 EV에 의한 프로젝트관리가 수행되어 왔다. 민간부문에서는 L건설의 공사관리시스템인 PMS에 의해 1997년부터 EV개념이 도입되어 적용된 것을 기점으로 점차 확산되고 있는 추세이다(박찬정

1999).

그러나, 국내에 도입된 많은 외국의 건설관련 제도 및 관리체계들이, 국내의 준비소홀 또는 이론에 대한 집착 등으로 결국 용두사미의 전처를 밟았음을 직시할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 EVMS의 본격적인 적용을 앞두고, 국내에서 적용된 일부 사례들을 중심으로 EV적용 결과를 외국의 사례 또는 검증된 이론과 비교 분석함으로써 국내 EVMS 적용성을 검증하고 새로운 접근 방법을 제안하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 EVMS의 여러 기능중 국내 적용 EV자료를 활용하여 통계적으로 준공시점의 최종 공사비를 추정하는 다양한 성과지수(Performance Index)¹⁾ 별 EAC(Estimate at Completion, EAC)²⁾ 모델들의 신뢰성을 검증하는 것으로 연구의 범위를 한정하였다.

본 연구를 위한 국내사례는 L건설의 PMS가 적용된 5개 현장

1) 성과지수(Performance Index)는 비용지수(Cost Performance Index, CPI), 공정성과지수(Schedule Performance Index, SPI), 공정과 비용을 조합한 지수로 구분된다.

2) EV자료를 이용한 최종공사비 예측기법은 상세적방법과 공식을 이용한 통계적 예측방법으로 구분된다.

* 정회원, 대불대학교 건축공학과 전임강사

** 정회원, 한양대학교 건축공학부 부교수

의 EV자료이다. 본 연구에서 적용되는 EAC예측 모델에 대한 신뢰성 검증 방법은 각 모델에 적용되는 성과지수들을 검증된 지수들로 세분화 한 후, 각 성과지수별 EAC 추정비용과 최종 실적공사비와의 오차를 사업진도에 따라 비교 분석함으로써, 성과지수에 따른 EAC 모델별 신뢰성 및 국내 공사현실에 적합한 EAC 예측 모델을 제안하고자 한다. 국내 여건상 연구대상사례가 매우 제한적이므로 연구결과를 일반화하기에 무리는 있지만 국내 건설환경의 특수성을 시사하는 충분한 의미가 있다.

2. EAC에 대한 예비적 고찰

2.1 이론적 고찰

미국 국방성이 발주하는 주요 사업에 적용된 C/SCSC는 실비보상(Cost Reimbursable) 또는 동기부여(Incentive)형태의 계약에서 비용위험(Cost Risk)의 대부분을 발주자가 갖게 되는 경우 완벽한 프로젝트관리 도구로서 매우 성공적인 것으로 증명되었다.

그러나 이러한 조건을 만족하는 프로젝트는 세계적으로 전체 사업의 1%미만인 불과하고, C/SCSC의 용어의 난해함, 35가지에 이르는 적용기준은 확정사업비(Firm Fixed)형태 계약에 C/SCSC를 적용하는데 많은 문제점이 노출되었다. 이러한 문제점을 해소하기 위해 C/SCSC를 간략화 하여 가능한 모든 사업에 EV개념을 적용하고자 하는 것이 EVMS이다(Fleming and Koppelman 1996).

모든 프로젝트에 EV개념을 적용해야 하는 이유는 많다. 그러나 그 중에서도 가장 중요한 것은 사업진도를 15% 경과시점부터 프로젝트의 EAC와 공정결과를 통계적으로 예측할 수 있다는 점이다(Christensen 1993). EV자료를 활용하여 EAC를 조기 예측하는 방법은 두가지가 있다. 첫째는 모든 잔여 작업들을 모든 조건을 감안하여 재검토했 후 재견적하는 Bottom-Up방식이고, 둘째는 사업요약 EV값과 성과지수를 이용하여 통계적으로 EAC를 추정하는 Top-Down방식이다(Fleming and Koppelman 1996). 일반적으로 Bottom-Up방식에 의한 EAC 추정을 가장 신뢰성 있는 예측기법으로 평가한다. 그러나 상세한 Bottom-Up방식의 가장 큰 문제점은 예측자료를 준비하고 재견적하기 위한 시간과 노력이 과다하다는 점이다. 그러나 Top-Down방식에 의한 통계적 예측이 사업진도를 20% 이후부터 오차범위 10%이내에서 매우 정확하다는 것이 증명됨에 따라(Singh 1991, Christensen 1993), 많은 사업책임자들이 Top-Down방식에 의한 통계적 EAC 예측을 선호하게 되었다.

모든 통계적 EAC 예측 모델은 계획기성(BCWS)³⁾, 실적기성

(BCWP)⁴⁾, 투입원가(ACWP)⁵⁾로 표현되는 다양한 자료의 결합에 기초하고 있으며, EAC 예측모델의 기본공식은 다음과 같다.

$$EAC = ACWPC + (BAC - BCWPC)/index \quad (1)$$

아래첨자 'C'는 누적자료를 나타내며, index는 잔여작업의 공사비를 조정하기 위한 과거 비용 또는 공정성과지수를 나타낸다. 지수에 의한 조정이 내포하는 가정은 수급자의 과거 비용 또는 공정성과가 미래의 성과에 반영된다는 것이며, 연구는 이러한 가정이 이유 있음을 확인하고 있다(Christensen, 1992).

이러한 성과지수는 다음의 네 그룹으로 나뉘어 진다.

1) 비용성과지수(CPI)

$$CPI = BCWP/ACWP$$

2) 공정성과지수(SPI)

$$SPI = BCWP/BCWS$$

3) 공정비용지수(SCI)

$$SCI = SPI \times CPI$$

4) 합성지수(Composite Index)

$$CI = w1 \times SPI + w2 \times CPI, (w1 + w2 = 1)$$

이상 4 그룹에 대한 EAC 예측 연구결과와 본 연구를 위한 성과지수 선정 전제사항을 요약하면 다음과 같다.

첫째, CPI에 의한 EAC 예측이다. CPI에 의한 EAC 예측시 강조되는 것은 기간(월) 또는 증가분이 아닌 오직 누적 CPI만을 사용하라는 것이다. 기간 성과자료는 특정 기간에 종속되고 불규칙적일 뿐아니라 가끔 정확한 자료가 잘못된 시간틀(Time Frame)에 나타나기도 한다. 반면 누적 CPI는 사업진도가 15% 또는 20%시점부터 매우 안정적이어서 관찰하기에 매우 신뢰성 있는 지수임이 증명되었다(Fleming and Koppelman 1996). 따라서 본 연구에서는 기간별, 누적 CPI를 각각 당월 CPI(CPI1), 3개월 평균 CPI(CPI3), 누적 CPI(CPIC)로 나누어 비교 분석함으로써 국내사례에서도 누적CPI의 신뢰성이 기간별 CPI보다 상대적으로 높은 것인지 중점 검토한다.

둘째, SPI에 의한 EAC 예측이다. 일반적으로 SPI는 공정성과를 판단하는 기준으로 공정지연 예측에 활용되는 지수로서 실비보상계약에서는 그 중요성을 인정받지 못하고 있다. 그러나 확정계약에서는 공정성과가 잔여 공사의 효율에 깊은 관련이 있다는 가정하에 SPI와 EAC간의 상관관계를 검증할 필요가 있으며, 본 연구에서는 SPI를 누적 SPI(SPIC), 당월 SPI(SPI1)로 구분하여 신뢰성을 검토한다.

셋째, SCI에 의한 EAC 예측이다. EAC 예측시 폭넓게 인정되는 또 하나의 지수가 누적CPI와 SPI를 결합한 공정비용지수이

4) BCWP : Budget Cost of Work Performed

5) ACWP : Actual Cost of Work Performed

3) BCWS : Budget Cost of Work Scheduled

다. 인간은 계획지연시 계획된 업무의 동일한 양을 성취하기 위하여 비용효과에 단순히 또는 영원히 회복할 수 없는 피해를 가할 지라도 시간외근무, 추가자원을 투입한다는 논리에 기초를 두고 있다. 일부는 이것을 최악의 경우(Worst Case) 공식이라 하며, 또 다른 일부는 가장 적합한(Most Likely) 모델이라 주장하고 있다(Fleming and Koppelman 1996). 따라서 본 연구에서도 SCI에 의한 예측의 신뢰성을 검토한다.

네 번째는 합성성과지수(CI)에 의한 EAC 예측이다. SPI와 CPI를 일정비율로 합성한 지수로서, 최종 공사비가 비용효율과 공정효율의 적절한 조합에 의해 영향을 받는다는 가정을 전제로 한다. CI에 의한 EAC 예측 또한 어떤 사업이든 통계적 EAC 예측기법으로 폭넓게 사용된 검증된 방법이다.

본 연구에서는 EAC예측 모델에 적용되는 성과지수를 4 그룹 모두 포함하도록 각각 당월 CPI(CPI₁), 3개월 평균 CPI(CPI₃), 누적 CPI(CPI_c), 공정비용지수(SCI), 합성지수(Composite Index, CI), 누적 SPI(SPI_c), 당월 SPI(SPI₁)로 구분하여 성과지수별 EAC 예측을 실시하고, 각각의 신뢰성 및 국내 현실에 대한 적합성을 검증한다.

2.2 실무적 고찰

국내 원자력발전소 건설 및 일부 민간부문에서 활용한 EV자료 기반의 통계적 EAC예측이 관심을 끌지 못하고 있다. 그 이유는 다음과 같이 요약될 수 있다. 첫째 EVMS에 대한 이해가 부족하다는 것이다. 즉 발주자 또는 수급자 모두 사업진도관리는 공통적으로 단순히 계획(Plan)과 실시(Actual) 비교로 만족한다. 둘째 공사비 예측은 세부 항목까지 검토한 상세견적을 통해 이루어져야 한다는 고정관념이다. 셋째 통계나 수학적 공식에 대한 막연한 불신이다.

영광 원자력발전소 3,4호기 건설사업의 경우 설계단계에서 통계적 EAC에 의한 최종설계비 예측이 설계성과보고서에 반영되었지만(김선규 1991), 시공단계에서 최종 시공비 예측에는 적용되지 않았다. 통계적 EAC 예측에서 가장 중요한 요소는 ACWP이다. 즉 수급자가 발주자에서 정확한 실적정보를 제공해야 하는 전제가 필수적인데, 수급자가 정확한 실적자료의 공개를 꺼리고, 발주자는 그러한 수급자의 태도로 인해, 수급자가 제공하는 ACWP를 불신하게 되므로, 신뢰성이 결여된 자료를 이용한 통계적 EAC 또한 신뢰성을 상실할 수 밖에 없는 것이다.

국내 현실에서 발주자와 수급자의 관계, 계약형태의 관행으로 볼 때 발주자측면의 EVMS 성공여부는 수급자의 정확한 ACWP 자료 제공에 영향을 받으므로 불확실하지만, 수급자 입장에서 내부 공사관리 목적의 EVMS 성공 가능성은 매우 높다. 그 이유는 수급자 입장에서 BCWS, BCWP, ACWP 정보를 자체적으로 매우 정확하게 입수할 수 있기 때문이다. 그러나 이러한 유리한 입

장에도 불구하고 국내 공사에서 EVMS를 통한 관리 효율성이 검증되지 않는 한, EVMS의 국내 정착은 한계에 부딪힐 가능성이 높다. 따라서 EVMS의 핵심인 통계적 EAC 예측의 신뢰성 및 적합성을 국내사례를 통해 검증함으로써, EVMS에 대한 이해를 높이는 동시에 막연한 통계적 예측에 대한 불신을 불식시킬 필요가 있다.

3. 성과지수별 EAC 예측

3.1 조사대상 프로젝트 개요

본 연구를 위한 EAC 예측 조사 대상 프로젝트는 L건설의 PMS를 통해 EV자료가 정상적으로 축적된 10개 프로젝트를 대상으로 하였으나, 프로젝트가 정상적으로 종료되지 않았거나, 특정 월의 자료가 누락된 5개소는 제외하고, 자료가 체계적으로 축적된 일반건축 3개소, 토목 1개소, 주택 1개소 등 총 5개 프로젝트로 제한하였다.

5개 프로젝트 모두 확정금액계약이며, 일반건축과 아파트 프로젝트는 민간공사이고, 토목 프로젝트는 발주자가 공공기관이다(표1 참조).

표 1. 조사대상 프로젝트 개요

프로젝트 명	공종	계약금액(원)	공사기간	발주자
A	건축	7,312,820,000	97.9~99.12	민간
B	건축	29,025,200,000	98.1~2000.3	민간
C	건축	33,637,200,000	98.3~2000.5	민간
D	토목	26,618,700,000	98.3~99.12	공공
E	아파트	85,101,900,000	97.6~2000.6	민간

3.2 성과지수별 EAC 예측 결과

프로젝트별 성과지수에 따른 월별 EAC 예측 그래프는 각각 그림1에서 그림5와 같다. 월별 EAC 예측에 적용된 공식은 식(1)이며, 식(1)에서 ACWPC는 월별 누적투입공사원가, BAC는 계약금액, BCWPC는 월별 누적실적기성을 기준하였으며, Index는 본 연구가 신뢰성 검증을 위해 선정한 성과지수의 조합인 CPI₁, CPI₃, CPI_c, SCI, CI, SPI_c, SPI₁이다. 성과지수중 합성지수인 CI는 CPI와 SPI의 가중치를 w₁=0.5, w₂=0.5로 하여 CPI_c,

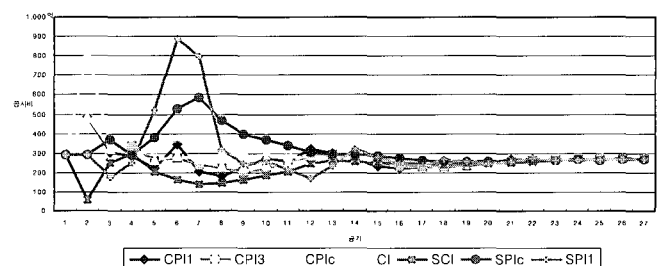


그림 1. 건축A 성과지수별 EAC예측

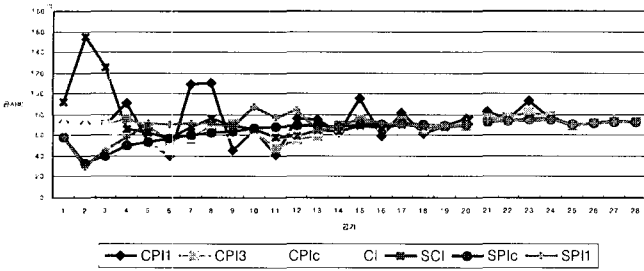


그림 2. 건축B 성과지수별 EAC예측

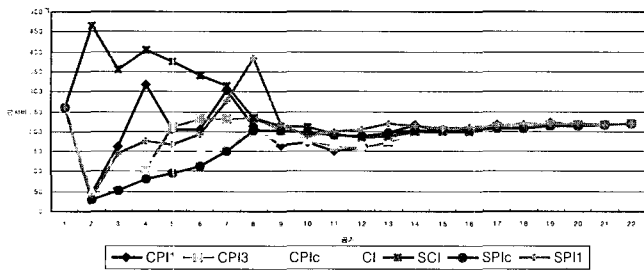


그림 3. 건축C 성과지수별 EAC예측

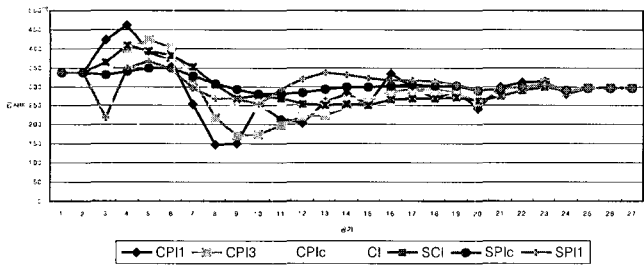


그림 4. 토목D 성과지수별 EAC예측

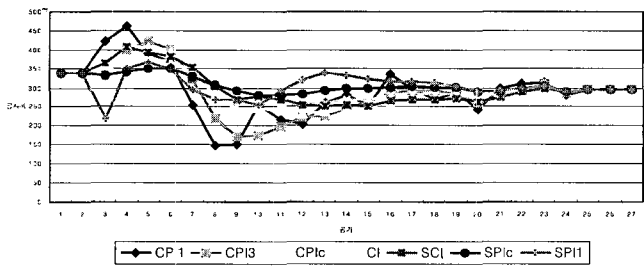


그림 5. 주택E 성과지수별 EAC예측

SPIc의 중간 값을 선택하였다. 비용성과지수는 당월, 3개월 평균, 누적의 3가지를 모두 적용한 반면 일반적으로 EAC예측에 적용하지 않는 공정지수는 당월과 누적 2가지로 한정하였다.

EAC예측 모델의 월별 EAC 예측 공사비와 준공시점의 최종실적공사비간 오차범위는 그림1에서 그림5까지의 성과지수별 EAC 예측에서 보는 바와 같이 사업진도에 따라 현격한 차이가 난다. 그러므로 EAC 예측모델에 적용되는 성과지수별 월별오차율은 신뢰성을 판단하는 중요한 기준이 된다. 월별오차율을 U_m , 최종실적공사비를 $ACWPF$ 라 하면 월별오차율 산정공식은 다음과 같다.

$$U_m(\%) = (EAC - ACWPF) / ACWPF \times 100 \quad (2)$$

식(2)를 적용하여 성과지수별 EAC 오차율을 사업진도에 따라 전체(0~100%), 25%이상, 50%이상으로 구분하고, 각각의 평균오차율과 표준편차를 프로젝트별로 계산하면 표2에서 표6과 같다.

표 2. 건축A 성과지수별 EAC 오차율 (단위:%)

오 차 율	CPI1	CPI3	CPIc	CI	SCI	SP1c	SPI1
평균오차(전체)	-0.68	-13.48	-10.49	-11.66	1.45	-11.31	-5.82
표준편차(전체)	23.56	27.27	11.86	11.92	28.03	14.37	15.24
평균오차(>25)	2.12	-3.37	-5.12	-3.92	-4.99	-2.54	-1.39
표준편차(>25)	13.56	9.53	6.31	4.65	6.21	2.96	5.62
평균오차(>50)	2.16	-0.02	-1.92	-1.71	-1.86	-1.48	-1.86
표준편차(>50)	11.21	6.84	3.79	3.31	3.78	2.83	2.62

표 3. 건축B 성과지수별 EAC 오차율 (단위:%)

오 차 율	CPI1	CPI3	CPIc	CI	SCI	SP1c	SPI1
평균오차(전체)	-0.94	-16.23	-0.29	12.30	-16.03	18.95	14.89
표준편차(전체)	21.26	32.53	18.01	40.17	20.37	32.02	62.02
평균오차(>25)	-3.94	-4.52	-5.10	-2.03	-7.25	1.89	-6.29
표준편차(>25)	9.56	7.77	3.81	4.18	5.73	7.99	12.16
평균오차(>50)	-6.36	-7.21	-5.82	-4.32	-6.07	-2.56	-4.58
표준편차(>50)	7.34	6.78	3.63	2.69	3.78	2.15	4.82

표 4. 건축C 성과지수별 EAC 오차율 (단위:%)

오 차 율	CPI1	CPI3	CPIc	CI	SCI	SP1c	SPI1
평균오차(전체)	-1.92	-16.51	-1.10	0.69	0.91	3.49	3.18
표준편차(전체)	24.28	37.08	17.84	12.26	15.54	7.01	10.80
평균오차(>25)	-2.99	-5.87	-8.27	-4.52	-7.48	0.25	3.73
표준편차(>25)	8.31	7.63	6.59	3.83	5.48	1.60	5.24
평균오차(>50)	-2.74	-2.89	-4.61	-2.58	-4.63	-0.07	0.50
표준편차(>50)	7.13	4.56	4.37	2.65	4.38	1.61	2.67

표 5. 토목D 성과지수별 EAC 오차율 (단위:%)

오 차 율	CPI1	CPI3	CPIc	CI	SCI	SP1c	SPI1
평균오차(전체)	-8.04	-23.15	-20.24	-21.51	16.50	-21.62	-5.11
표준편차(전체)	25.04	34.91	21.83	25.16	37.72	27.92	27.87
평균오차(>25)	-11.28	-11.08	-11.95	-10.03	-7.75	-7.66	-4.03
표준편차(>25)	11.24	9.41	7.65	6.00	4.89	4.03	4.23
평균오차(>50)	-6.85	-9.12	-9.71	-8.41	-8.11	-6.76	-2.67
표준편차(>50)	8.22	8.77	7.22	5.80	5.02	3.99	2.22

표 6. 주택E 성과지수별 EAC 오차율 (단위:%)

오 차 율	CPI1	CPI3	CPIc	CI	SCI	SP1c	SPI1
평균오차(전체)	7.79	-5.62	-1.04	0.79	-1.05	4.11	4.11
표준편차(전체)	21.49	31.07	13.95	10.70	13.95	2.22	2.22
평균오차(>25)	7.01	4.29	3.59	3.86	3.58	4.15	4.14
표준편차(>25)	15.23	8.63	2.77	2.67	2.76	2.61	2.61
평균오차(>50)	4.23	1.83	2.33	2.59	2.33	2.86	2.84
표준편차(>50)	13.37	7.30	2.96	2.90	2.96	2.87	2.85

4. 성과지수별 EAC 예측 비교분석

4.1 프로젝트별 비교분석

건축A 프로젝트의 성과지수별 EAC 예측 오차율은 사업진도에 따라 각각 다르게 나타난다(그림1, 표2 참조). 사업초기(진도율 25%이하) EAC 변동폭은 CI, SPI_i, SPI_c가 높으나, 사업진도가 25%를 경과하는 시점부터 EAC변동폭은 CPI_i를 제외하고 매우 안정적인 모습을 보여준다. 사업진도별 성과지수의 신뢰성을 나타내는 최소 평균오차율과 표준편차를 사업진도별로 상위 3개를 선택하면 다음과 같다. 전체 사업기간동안 CPI_c, CI, SPI_c가 가장 안정적인 지수로 나타나는 반면, 사업진도 25%, 50% 경과시점부터는 SPI_c, CI, SPI_i로 가장 최적의 성과지수로 나타나고 있다.(표7 참조) 즉 사업 전체적으로 공정지수에 의한 EAC예측의 신뢰성이 비용지수에 의한 것보다 높음을 알 수 있다. 오차율이 10% 이내로 안정되는 시점은 SPI_c가 진도율 19.17%시점부터, SCI, SPI_i이 32.58% 시점부터로 파악 되었다.

표 7. 건축A 사업진도별 최적성과지수

사업진도율	최적성과지수(상위 3)
0-100%	CPI _c , CI, SPI _c
25-100%	SPI _c , CI, SPI _i
50-100%	SPI _c , CI, SPI _i

건축B 프로젝트의 경우, 사업초기 EAC 예측 변동율은 SPI_c, CI, SPI_i, SPI 순서로 높다(그림2, 표3 참조). 사업 전체진도율의 경우 CPI_c, CPI_i, CI 순서로, 사업진도율 25%시점부터는 CPI_c, CI, SPI_c 순서로 평균오차율과 표준편차가 가장 낮은 것으로 나타나고 있어, 비용지수를 기준한 예측이 좀 더 신뢰성 있음을 보여준다. 그러나 진도율 50%이상 이 되면 SPI_c, CI, CPI_c 순서로 오차율이 작게 나타나, 전반적으로 공정지수에 의한 EAC 예측 정확도가 높은 것으로 나타나고 있다(표 8 참조). 오차율이 10% 이내로 안정되는 시점은 SCI가 진도율 17.91%시점부터, CPI_c, CI가 32.44% 시점부터로 파악 되었다.

표 8. 건축B 사업진도별 최적성과지수

사업진도율	최적성과지수(상위 3)
0-100%	CPI _c , CPI _i , CI
25-100%	CPI _c , CI, SPI _c
50-100%	SPI _c , CI, CPI _c

건축C 프로젝트의 경우, 사업초기 EAC 예측 변동율은 CPI_i, SPI_i, CPI_c 순서로 높게 나타나고 있다(그림3, 표4 참조). 그러나 사업전체진도율은 SPI_c, SPI_i, CI 순서로, 사업진도율 25%시점부터는 SPI_c, CI, SPI_i의 평균오차율과 표준편차가 가장 낮으며, 진도율 50%이상에서도 SPI_c, SPI_i, CI 순서로 오차율이 낮아, 전반적으로 공정지수에 의한 EAC 예측 신뢰성이 상대적으로 높은 것으로 나타나고 있다(표 9 참조). 오차율이 10% 이내로 안정되는 시점은 SPI_c가 진도율 7.62%시점부터, SCI, SPI_i이 각각 29.61%, 35.45% 시점부터로 파악 되었다.

표 9. 건축C 사업진도별 최적성과지수

사업진도율	최적성과지수(상위 3)
0-100%	SPI _c , SPI _i , CI
25-100%	SPI _c , CI, SPI _i
50-100%	SPI _c , SPI _i , CI

토목D 프로젝트의 경우, 사업초기 EAC 예측 변동율이 거의 모든 성과지수에서 높아 사업초기 신뢰성이 극히 낮은 것으로 나타났다(그림4, 표5 참조). 사업진도율별 최적 성과지수는 사업전체진도율에서 SPI_i, CPI_i, CI 순서로, 사업진도율 25%, 50% 이상부터 SPI_i, SPI_c, SCI 순서로 동일하였다(표10 참조). 오차율이 10% 이내로 안정되는 시점은 SPI_i이 진도율 49.72%시점부터, SPI_c가 77% 시점부터이며 SPI_i에 의한 예측 신뢰성이 사업전반에 걸쳐 매우 높은 것으로 나타났다.

표 10. 토목D 사업진도별 최적성과지수

사업진도율	최적성과지수(상위 3)
0-100%	SPI _i , CPI _i , CI
25-100%	SPI _i , SPI _c , SCI
50-100%	SPI _i , SPI _c , SCI

주택E 프로젝트의 경우, 사업초기 EAC 예측 변동율은 CPI_i, CPI_c, CI가 높은 것으로 나타났다(그림5, 표6). 사업진도율별 최적 성과지수는 사업전체진도율은 SPI_c, SPI_i, SCI 순서로, 사업진도율 25%, 50% 이상부터는 CPI_c, SCI, CI 순서로 동일하였다(표11 참조). 오차율이 10% 이내로 안정되는 시점은 CPI_c, CI가 진도율 20.97%시점부터로 파악 되었다.

표 11. 주택E 사업진도별 최적성과지수

사업진도율	최적성과지수(상위 3)
0-100%	SPI _c , SPI _i , CI
25-100%	CPI _c , SCI, CI
50-100%	CPI _c , SCI, CI

4.2 최적성과지수 빈도분석

EAC 예측 결과를 종합하기 위하여, 프로젝트별 최적성과지수 빈도를 사업진도 0-100%, 25%이상, 50%이상으로 집계하여 분석하였다. 사업진도 0-100%에서는 CI가 조사대상 프로젝트 전 부에서 가장 신뢰성 높은 예측 성과지수로 나타났다. 이는 CI가 폭넓게 검증된 지수라는 이론과 일치하는 결과라 할 수 있다. 그리고 CPI_c, SPI_c, SPI_i이 각각 2, 3개 프로젝트에서 최적성과지수로 선택되어 비용지수 보다 공정지수에 의한 EAC 예측의 신뢰성이 약간 높은 것으로 분석되었다(그림6 참조).

그러나 사업진도 25%, 50%이상은 CI, SPI_c가 조사대상 4개, SPI_i이 3개 프로젝트에서 최적의 성과지수로 나타나고 있어, 합성지수와 공정지수에 의한 예측의 신뢰도가 월등히 높음을 알 수 있다(그림7, 그림8 참조).

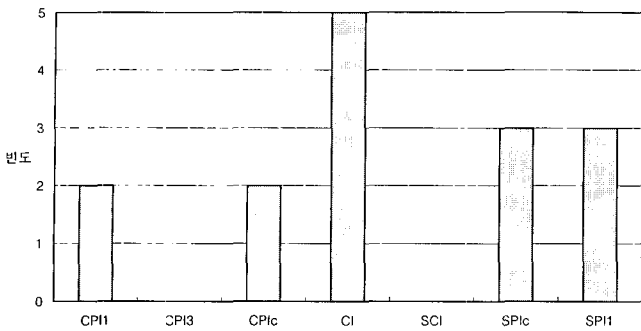


그림 6. 사업진도(0-100%) 최적성과지수 빈도

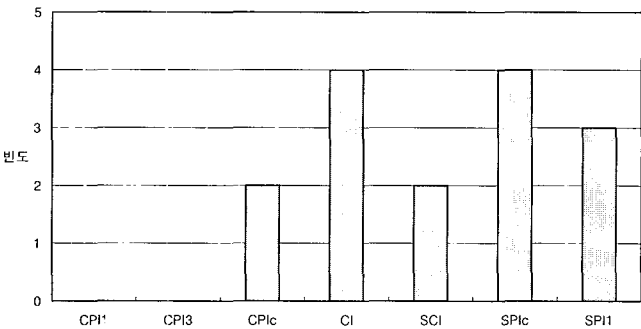


그림 7. 사업진도(25-100%) 최적성과지수 빈도

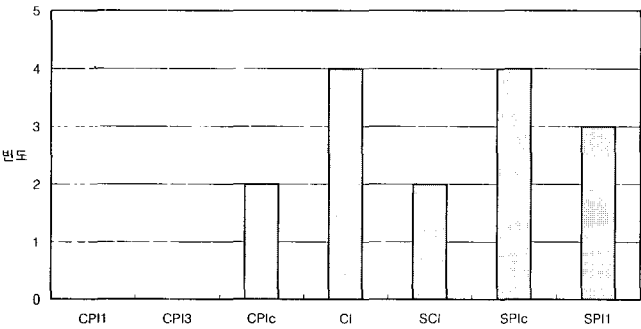


그림 8. 사업진도(50-100%) 최적성과지수 빈도

일반적으로 C/SCSC 또는 EVMS에서 EAC예측 모델의 기준은 누적CPI에 의한 것이며, 많은 프로젝트에서 검증된 성과지수이다. 그러나 본 연구에서는 누적CPI보다 누적SPI에 의한 EAC 예측 모델의 신뢰성이 높은 것으로 분석되었다.

미국의 C/SCSC는 주로 최종사업비가 준공시점에 확정되는 실비정산계약 프로젝트를 대상으로 하고 있다. 향후 투입될 사업비를 기 투입된 비용효율로 잔여공사의 효율성을 추정하는 것으로 그러한 예측의 정확성은 증명되었다. 물론 C/SCSC에서 공정지수에 의한 예측이 무시되지 않는다(Christensen 1993). 그러나 국내공사의 경우 계약금액의 변동이 극히 작은 확정계약이 대부분이다. 따라서 실비정산계약과는 달리 확정계약에서는 비용의 효율성보다 공정의 효율성이 잔여작업의 효율성에 더 큰 영향을 미치는 것으로 추정 가능하다. 그러나 프로젝트별 최적성과지수의 선택은 사업의 규모, 종류, 계약형태에 따라 차이가 있으므로 일반적으로 공정성과지수만을 제안하는 것은 무리가 있다.

그리고 EV자료를 통한 EAC 예측 오차율이 10%이내가 되는 시점은 프로젝트별로 차이가 있으나, 사업진도에 따라 오차율 10% 이내로 안정되는 최적성과지수의 분포를 분석하면, 사업진도율 15%이내에 오차율이 안정되는 경우가 8%, 진도율 15%-25%사이에서 오차율이 안정되는 경우가 42%, 진도율 25%-35%에서 안정되는 경우가 33%, 진도율 35%이상에서는 17%로 나타나, 진도율 20%전후에서 오차율이 전체 75%가 안정되는 것으로 분석되었다. 이는 외국의 사례에서 증명된 바와 같이, 통계적 EAC 예측이 진도율 20% 전후에서 오차율이 10% 이내로 안정된다는 것과 일치하는 것이라 하겠다. 특히 대부분 프로젝트에서 사업진도 50%이상에서는 오차율이 5% 이내로 감소하고 있어, 통계적 EAC 예측의 신뢰성은 사업 후반기에 한층 높아지는 것을 알 수 있다.

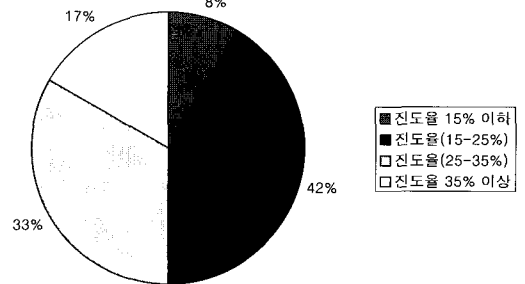


그림 9. 사업진도에 따른 오차율 10%내 최적성과지수 분포

이러한 분석결과를 종합해 보면 국내 프로젝트에 EVMS 기반의 통계적 EAC모델을 적용할 경우 최종사업비 예측의 신뢰성은 외국의 사례와 같이 상당히 높지만, 최적성과지수는 공정지수가 비용지수보다 상대적으로 신뢰성이 높은 것으로 나타나, EVMS적용 전반에 대한 체계적인 연구와 신중한 접근의 필요성을 시사하고 있다.

4.3 향후 연구과제 및 방향

본 연구는 국내 프로젝트의 EV자료를 활용한 통계적 EAC 예측결과와 외국의 검증된 이론을 비교분석하여 외국의 EVMS가 국내환경에 적합한 것인지 검증을 시도하였다. 그러나 현시점은 아직 국내에 본격적으로 EVMS가 도입되기 이전단계로서 국내 EVMS 실적사례는 매우 제한적인 실정이다. 따라서 본 연구의 결과로 국내 전체 EVMS에 대한 향후 적용성을 일반화하기에는 부족한 점이 없지 않다. 그러나 그 동안 도입된 많은 외국의 건설 제도들이 검증없이 국내에 적용되어 실패한 사례가 많으므로, 도입되는 제도나 시스템에 대한 조기 검증은 절대적으로 필요하다. EVMS는 매우 효율적인 프로젝트관리도구이다. 본 연구는 이러한 훌륭한 도구가 용두사미의 전철을 밟지 않고 국내 건설환경의 발전에 이바지할 수 있도록 조기 검증차원에서 수행되었다. 따라서 향후 좀더 많은 EVMS사례가 축적되면서 더욱 정확한 자료를 기준으로 EVMS 전반에 대한 국내 적용성 및 응용방법에 대한 연구가 계속되어야 할 것이다.

5. 결론

국내에서 EVMS가 적용된 사례는 매우 드물다. 그러나 EVMS 실시를 앞두고 EVMS 적용에 대한 논란은 계속되고 있다.

EVMS는 미국 정부공사에서 매우 성공적인 프로젝트관리도구로 증명되었으나, 국내실정에도 적합한지 충분히 검증되지 않고 도입을 서두르고 있다.

본 연구는 EVMS의 중요 기능중 하나인 EAC를 통한 최종사업비 예측에 초점을 맞추어, 외국과 국내현실을 비교함으로써 EVMS의 적용시 국내현실 반영요소를 발견하고자 하였다. 연구결과 EAC 모델에서 비용지수보다 공정지수에 의한 EAC예측 신뢰성이 상대적으로 높게 나타나고 있다. EAC예측시 적용하는 성과지수는 사업의 규모, 종류, 계약형태에 따라 달라지므로 공정지수중심의 EAC예측을 주장하는 것은 매우 위험하다. 다만 이러한 결과는 국내 건설환경의 특수성을 감안할 경우 시사하는 바가 매우 크므로, 향후 좀더 많은 EV자료가 축적되면서 재검증될 필요가 있다. 그리고 통계적 EAC예측 오차율도 사업진도 20%전후 시점부터 10%이내임이 검증되었다. 이는 외국의 연구결과와 일치하고 있어, 국내 프로젝트에서도 EVMS에 의한 최종사업비 예측기능이 충분히 활용될 수 있음을 알 수 있다.

본 연구결과는 EVMS 도입을 통한 국내 프로젝트관리 능력향상 가능성을 강력히 제시하고 있으나, 국내 환경에 적합한 EVMS 응용방법에 대한 추가적이며 심도 있는 연구의 필요성도 동시에 제기하고 있다.

참고문헌

1. Fleming, Q. W., Koppleman, J. M, "Earned Value Project Management", Project Management Institute, 1996
2. Christensen, D. S., "The Estimate at Completion Problem:A Review of Three Studies", Project Management Journal, PMI, Vol. XXIV, No. 1, 1993, pp. 37-42

3. Christensen, D. S., Payne, K., "Cost Performance Index Stability-Fact or Fiction?", Journal of Parametrics, 1992, pp. 27-40
4. Hayden, J. J., Reither, O. R., "Methods of Estimating Contract Cost at Completion", ManTech International Corporation, 1982.
5. Singh, A., "Knowledge Bases of C/SCSC", Cost Engineering, AACE, Vol. 33, No. 6, 1991, pp. 39-49
7. 박찬정, 일정과 원가를 통합한 건설공사관리시스템 구축에 관한 연구, 명지대학교 박사학위 논문, 1999
8. Diekman, J. E., "Knowledge-based approach to construction project control", International Journal of Project Management, Vol. 10, No. 1, 1992, pp. 23-30
9. Rahbar, F. F., Yates, J. K., Spencer, G. R., "Project Management Engineering System", Cost Engineering, AACE, Vol. 33, No. 7, 1991, pp. 15-24
10. Niemann, W. J., "Improving the Usefulness of the Cost/Schedule Control Systems Criteria", Project Management Institute Seminar/Symposium, PMI, 1991, pp. 318-323
11. U.S. Department of Defense, "Cost/Schedule Control Systems Criteria", Joint Implementation Guide, 1987
12. Kulkarni, D. V., "CM:CSCSC Integration - The Key to Success of Major Public Sector Programs", Project Management Institute Seminar/Symposium, PMI, 1991, pp. 280-286
13. Yu, K., "Project Controls: Cost/Schedule/Progress Management on the NASA Wind Tunnel Restoration Project", Cost Engineering, AACE, Vol. 38, No. 4, 1996, pp. 25-32
14. 김건식, "Earned Value Management System의 개요", 건설관리학회지, 한국건설관리학회, 제1권 제2호, 2000, pp. 3-7
15. 김선규, "공정관리 전문가시스템 활용전망", 전력기술지, 한국전력기술, 제2권 제3집4, 1991, pp. 53-59

Abstract

On 1 July, 2000, the Ministry of Construction and Transportation announced the Earned Value Management System(EVMS) will be applied in public sector soon. However the arguments over the EVMS applied to our unique construction environment still exist and create strong concerns and worries among some experts it would be another mistakes proposed by the government. We do know the EVMS comes from C/SCSC which was first released by the United States Department of Defense in December 1967, and proved very powerful and efficient project management tool from a lot of practices. Although it is an excellent tool, we can not ignore our many experienced failures applying foreign system due to the differences of construction culture and law between the Korean and US construction industries. The purpose of the EVMS's success in Korea, therefore, this paper tests and proves the EVMS's adaptability and credibility to our construction environment by EAC model, that is one of the most important functions in the EVMS, using very scare EV data of the Korean construction projects.

Keywords : EVMS, EAC, CPI, SPI