

미국 Construction Industry Institute Benchmarking & Metrics 프로그램의 제 2세대 성과측정 지표 및 시스템 개발



황본강, (미)CII 책임연구원, 공학박사

1. 머리말

국내의 CM/PM 분야에서 상당히 많이 알려지고, 각종 논문 및 학술대회에서 자주 언급되는 미국의 Construction Industry Institute(이하 CII)는 1983년 텍사스 어스틴 소재의 The University of Texas at Austin을 기반으로 하여, 미국 건설 산업의 국제적인 경쟁력과 총체적인 질적 향상, 비용의 효율성 향상을 위해 설립되었다. 현재 미국 국내외의 약 110여개 건설관련 업체(발주자, 시공자, 설계자, 자재공급자 등)를 회원으로 보유하고 있으며, 회원들의 경쟁력 향상을 위하여 다양한 프로그램을 운영하고 있다. 그 중 가장 핵심적인 프로그램으로 Benchmarking & Metrics(이하 BM&M)를 들 수 있겠다.

건설관리 학회지의 CEM Info에서도 소개되었던 CII BM&M 프로그램은 회원사들로부터 실질 프로젝트 데이터를 수집, 신뢰성 높은 통계적 분석결과를 기반으로 하여 프로젝트 및 회사 수준에서의 성과 및 Best Practices의 각종 산업별 기준치(Norm)를 제공하고 있다. 또한, 1996년부터 현재까지 1562개의 프로젝트에서 축적된 데이터를 수록하고 있는 데이터베이스를 관리, 운영하고 있으며, 이를 통하여 측정된 성과 및 Best Practices 사용의 정도를 가장 유사한 프로젝트와 Benchmarking하여 그 결과를 제공하고 있다. CII BM&M 프로그램의 세부 목적은 (1)건설 산업성과의 기준치를 제공하고, (2)성과측정을 위한 지표 및 시스템을 개발, 실 산업에 적용하며, (3) Best Practice의 사용정도 및 성과를 측정, (4)통

계적 분석을 통한 회원사의 이익을 극대화하는 것이다. 이외에도 프로젝트의 성과를 높일 수 있는 회사 내부의 통계적 분석을 지원하며, 축적된 성과측정 및 측정 시스템 개발의 know-how를 제공한다.

2. CII BM&M의 1세대 성과측정 지표 및 Benchmarking 시스템

CII BM&M 프로그램은 건설 프로젝트의 비용, 공기, 변경, 재작업, 안전성과를 측정하기 위하여 표1에 열거된 지표들을 1996년 프로그램 설립당시에 개발, 현재까지 사용하고 있다.

표 1에서 소개된 성과측정치표들을 간략히 설명하자면, 이 지표들은 일명 "Relative Metrics"로 명명되어진다. 이들 지표들의 대부분들은 계획대비 실제성과의 비율로 제시되며, 몇몇에 있어 각 공정(Phase) 데이터 대비 전체 프로젝트의 데이터에 대한 비율로 계산된다. 이 지표들은 일반적으로 "Softer" 한 지표들로 간주되어지는데, 이것은 이 지표들이 그 근본적이 영향(bottom-line impacts)을 규명하기 위해서는 추가적인 정보들이 더 필요하기 때문이다.

비용성과측정을 위한 지표들 중 Project Cost Growth는 계획대비 실제 지출한 비용을 보여주는 것으로 "0"값은 "on budget"을 가리키며, "0"보다 크거나 작을 경우는 "over budget" 과 "under budget"을 순서대로 나타낸다. 이 지표의 절대 값인, Delta Cost Growth는 목표 예산과 실공사비의 차이를 절대 값으로 나타낸

표 1 CII BM&M의 1세대 성과측정 지표

Metric	Metric Definition
COST Project Cost Growth	$\frac{\text{Actual Total Project Cost} - \text{Initial Predicted Project Cost}}{\text{Initial Predicted Project Cost}}$
Delta Project Cost Growth	Cost Growth
Project Budget Factor	$\frac{\text{Actual Total Project Cost}}{\text{Initial Predicted Project Cost} + \text{Approved Changes}}$
Delta Budget Factor	1 - Budget Factor
Phase Cost Growth (Owner data only)	$\frac{\text{Actual Phase Cost} - \text{Initial Predicted Phase Cost}}{\text{Initial Predicted Phase Cost}}$
Phase Cost Factor (Owner data only)	$\frac{\text{Actual Phase Cost}}{\text{Actual Total Project Cost}}$
SCHEDULE Project Schedule Growth	$\frac{\text{Actual Total Project Duration} - \text{Initial Predicted Project Duration}}{\text{Initial Predicted Project Duration}}$
Delta Project Schedule Growth	Schedule Growth
Project Schedule Factor	$\frac{\text{Actual Total Project Duration}}{\text{Initial Predicted Project Duration} + \text{Approved Changes}}$
Delta Schedule Factor	1 - Schedule Factor
Phase Duration Factor (Owner data only)	$\frac{\text{Actual Phase Duration}}{\text{Actual Overall Project Duration}}$
SAFETY T.R.I.R	$\frac{\text{Total Number of Recordable Cases} \times 200,000}{\text{Total Site Work} - \text{Hours}}$
DART	$\frac{\text{Total Number of DART Cases} \times 200,000}{\text{Total Site Work} - \text{Hours}}$
CHANGES Change Cost Factor	$\frac{\text{Total Cost of Changes}}{\text{Actual Total Project Cost}}$
Change Schedule Factor	$\frac{\text{Total Schedule of Changes}}{\text{Actual Total Project Duration}}$
REWORK Rework Cost Factor	$\frac{\text{Total Direct Cost of Field Rework}}{\text{Actual Construction Phase Cost}}$
Rework Schedule Factor	$\frac{\text{Total Direct Schedule Impact of Field Rework}}{\text{Actual Construction Phase Duration}}$

출처: CII BM&M General Program

다. 두 가지의 지표를 사용함으로써, 결국 실제 지출된 비용과 계획비용의 관계를 밝혀 낼 수 있으며, 이 프로젝트의 비용성과를 Predictability 및 Management의 관점에서 측정할 수 있다. Phase Cost Growth 지표들은 Project Cost Growth와 비슷한 공식으로 계산되지만, 각각의 공정에 대한 비용성과를 측정한다는 것이 차이점이라고 할 수 있겠다. 각 공정과 관련된 또 하나의 지표로 Phase Cost Factor가 이용되며, 이 지표는 전체공사 비용 중 각 공정에 투입된 비용을 비율로서 보여주고 있으며, 각 공정지표의 합은 1이 된다.

비용성과를 위한 지표들과 유사하게 공정성과를 측정할 수 있는 지표들 또한 이용되어지고 있으며, 표1과 같이 변경, 재작업, 안전성과를 위한 지표들 또한 각 해당 성과를 측정하기 위한 지표로 사용된다. 이러한 상대지표들은 다음 장에서 소개되는 제 2세대의 지표들과 더불어 사용되어, 보다 다양한 각도에서 각 프로젝트의 성과를 측정, 분석할 수 있는 기회를 확대해 주고 있다.

제 1세대 초기의(1996 ~ 1999) CII BM&M 프로그램은 그 시대의 IT기술의 이용이 현재와 같이 활성화 되지 않았음을 반영하며, 페이퍼 버전 및 Manual Electronic 방식의 데이터 수집으로 진행되었다. 분석결과 또한 현재 사용하고 있는 진보된 통계 툴 및 방법들의 미비로 많

은 양의 분석을 기본연산 및 통계 기능에 의존하고 있었다. 1세대 후기에(2000 ~ 2003) 이르러 다소 진보적인 발전을 가져왔는데, 이것은 Web을 기반으로 한 Online Questionnaire의 개발로 인한 것이었다. 이는 24/7의 데이터 수집을 가능하게 하였으며, 현재 데이터베이스의 기본 틀을 갖추게 하였다. 초기 Benchmarking을 시작할 무렵의 Questionnaire는 현재의 그것과는 대조되는 짧은 양으로 Performance 데이터 수집위주로 표1에서 제시된 지표 값들을 생성할 수 있는 정도였다. 이후에 Best Practice들이 차츰 개발되어지면서 Questionnaire의 양 또한 증가하게 되었다. 이 기간 동안 축적된 데이터를 기반으로 CII BM&M 프로그램의 활동내용을 요약하는 “Benchmarking and Metrics Summary Report” 산업별 개발된 지표들의 평균, 중간 값, 표준편차 등의 기준을 보여주는 “Data Report” 등의 분석결과를 내놓았다. 또한, Annual Safety Survey를 개발하여 미국 건설안전의 기준이 되고 있는 OSHA와 CII 회원사들의 Safety Performance를 비교하는 “Safety Report”를 매해 출간하였다.

현재의 CII BM&M 프로그램과 대비해 제1세대에서의 연구 및 개발은 지금의 시각으로 시대적으로 오래되고 그다지 신선하지 않은 것일 수 있겠다. 하지만, 그 당시 Europe에 설립된 European Construction Industry와도 전략적 제휴를 체결하고, 1996년에서부터 Benchmarking의 비전을 생각하며, 프로젝트 데이터를 하나하나 축적하여 분석결과를 꾸준히 도출해 낸 것이 현재의 CII BM&M 프로그램의 위상과 제2세대로의 진화에 초석이 되었다고 할 수 있겠다.

3. CII BM&M의 2세대 성과측정 지표 및 Benchmarking System

1세대의 성과측정 지표의 사용이 무르익고 그 결과들이 하나 둘씩 쌓여갈 즈음, 회원사들로부터 상대지표들의 해석상의 문제점 및 부족한 부분들이 지적되어지기 시작했다. 한 예로 Project Cost Growth의 경우, 그 값이 작을수록 좋은 성과로 정의되나, 한편으로 예산에 대한 정확성이 그 지표로 측정할 때 나타나지 않는다는 것이다. 이는 유사 프로젝트에서 같은 금액의 실비용을 소

비하였을 경우, 그들의 예산이 얼마나 정확한가가 최종 문제점으로 부각될 수 있다는 것이다. 예를 들어 예산을 과대 책정한 경우 해당 성과가 우수한 것처럼 분석될 수 있다는 것이다. 이를 보완하는 것이 예산과의 절대적 편차를 보여주는 Delta Cost Growth라고 할 수 있겠지만, 그 성과 자체도 예산을 기준으로 한다는 상대성을 극복할 수 없는 것으로 인식되었다.

이러한 배경 속에 절대적 성과를 측정할 수 있는 지표들의 개발이 시급했고, 이는 필자가 세부책임자로 개발을 주도한 "Industry-Specific Metrics and Systems - Pharmaceutical Benchmarking" 프로젝트를 시작으로 본격적으로 착수하기에 이르렀다. 이 시점(2004)을 CII BM&M 프로그램 제2세대의 시작으로 간주할 수 있겠다. "절대지표 (Absolute Metric)"는 앞서 설명한 보편적인 "상대지표"와는 구분되어진다. 이 절대지표들은 미국 건설 산업의 실사용자들로부터 성과측면에 있어서 상대지표보다 더 많은 정보를 제공하는 것으로 알려져 있다. 이 지표들은 프로젝트의 성과를 단위비용, 공기, 공간의 측면에서 측정하는 것을 가능하게 한다. 예를 들어 단위면적 당 총시공비용(Total Installed Cost per Gross Square Footage)을 측정하는 절대비용지표는 예산의 정확성에 영향을 받는 Project Cost Growth보다 신뢰성 있는 정보를 제공하는 것으로 간주된다.

CII BM&M 프로그램에서도 이 절대지표를 개발하기 위한 노력은 있었다. 하지만 이것이 가시화 되었을 때, 절대지표의 특성상 각 회사의 성과를 절대비교 가능한 데이터를 제 3의 기관에 제공하는 것에 회원사의 반발이 있었던 것은 사실이다. 그러나 2004년 초반 보다 선각자적인 입장에서 상대지표의 성과측정결과를 한 층 더 가치 있게 하고, 상대지표로 측정되지 못하는 부족한 부분을 측정하기에 동의하는 특정 산업에 속한 회원사들이 CII BM&M 프로그램에 그들만을 위한 절대지표의 개발과 성과측정 및 분석, 보고 시스템의 개발을 의뢰하기에 이르렀다. 이 그룹은 미국 및 전 세계의 제약 산업을 이끌고 있는 GlaxoSmithKlein, Lilly, Merck, Amgen, Abbott 등이었고, 이로 인해 CII BM&M 프로그램 제 2세대의 시작을 선언하게 이르렀다.

개발에 참여한 회사들은 누가 보더라도 제약 산업 내에서 우위를 다투는 경쟁사들이었고, 이를 국내의 상황

으로 생각하자면, 빅5 건설 회사들의 집합과도 같았던 것이다. 여기서 주목할 점은 비록 전 세계 시장을 상대로 동일 산업내에서 치열하게 경쟁하고 있는 회사들이지만, 자신들의 건설프로젝트 성과를 그 경쟁자들과 비교하여, 결국 최고의 성과에 다다르겠다는 각 회사들의 신념을 보여주는 것이라고 할 수 있겠다. 아직 제1세대의 성과 측정 및 그러한 문화조차 정착하지 못한 우리나라의 실정을 고려하면, 경쟁적인 기업문화 속에서의 세계시장을 겨냥하는 공존, 공생을 위한 노력을 보여주는 좋은 예라고 할 수 있겠다. 개발된 절대지표들은 표 2와 같다.

제약 산업내의 건설프로젝트의 경우 생산라인의 건설이 전체 공사비에 미치는 영향이 막대하여, 그 성과를 측정하는 것이 무엇보다도 중요하다고 할 수 있겠다. 이에 표 2의 첨자 1로 된 비용, 공기, 공간효율성에 대한 절대

표2 CII BM&M의 2세대 성과측정 지표 (Pharmaceutical Benchmarking Metrics)

	Description
Cost Metrics	$\frac{S\text{Facility Const. Cost}}{S\text{Process Equipment Cost}^1}$
	$\frac{S\text{Hard Cost}}{S\text{Process Equipment Cost}^1}$
	$\frac{S\text{Process Const. Cost}}{S\text{Process Equipment Cost}^1}$
	$\frac{S\text{Facility Const. Cost}}{GSF}$
	$\frac{S\text{TIC}}{GSF}$
	$\frac{S\text{Soft Cost}}{S\text{TIC}}$
	$\frac{S\text{Soft Cost}}{S\text{Hard Cost}}$
	$\frac{S\text{Process Automation Cost}}{IO\text{Point Count}^1}$
	$\frac{(S\text{Design} \cdot S\text{Construction Mgmt.})}{S\text{TIC}}$
	$\frac{S\text{Facility Construction Cost}}{GC\%}$
	$\frac{S\text{TIC}}{GC\%}$
	$\frac{(S\text{Qualification} \cdot S\text{Validation Cost})}{S\text{TIC}}$
	$\frac{(S\text{Qualification} \cdot S\text{Validation Cost})}{S\text{Process Equipment Cost}^1}$
	$\frac{(S\text{Qualification} \cdot S\text{Validation})}{(+IQ \cdot OQ\text{ Protocols})^1}$
	$\frac{(S\text{Qualification} \cdot S\text{Validation})}{\text{Validated Equipment Piece Count}^1}$
	$\frac{S\text{TIC}}{\text{Total Equipment Piece Count}^1}$
	$\frac{S\text{Hard Cost}}{GSF}$
	$\frac{S\text{Process Equipment Cost}}{\text{Validated Equipment Piece Count}^1}$
	$\frac{S\text{Process Installation Cost}}{\text{Validated Equipment Piece Count}^1}$
	$\frac{S\text{Soft Cost}}{\text{Total Equipment Piece Count}^1}$
$\frac{S\text{Design \& Construction Management Cost}}{\text{Total Equipment Piece Count}^1}$	
$\frac{S\text{TIC}}{I\% \text{ Benchmark}^2}$	
$\frac{S\text{TIC}}{\text{Lab Population}^2}$	
$\frac{S\text{TIC}}{\text{Total Building Population}^2}$	
$\frac{S\text{Hard Cost}}{I\% \text{ Benchmark}^2}$	
$\frac{S\text{Hard Cost}}{I\% \text{ Hoods}^2}$	
$\frac{S\text{Hard Cost}}{(I\% \text{ Benchmark} \cdot I\% \text{ Hoods})^2}$	
$\frac{S\text{Hard Cost}}{\text{Lab Population}^2}$	
$\frac{S\text{Hard Cost}}{\text{Total Building Population}^2}$	
Schedule Metrics	Description
	$\frac{(I\% \text{ thru OQ Duration})}{(+IQ \cdot OQ\text{ Protocols})^1}$
	$\frac{(I\% \text{ thru OQ Duration})}{\text{Validated Equipment Piece Count}^1}$
	$\frac{(I\% \text{ Design thru OQ Duration})}{GSF}$
	$\frac{(I\% \text{ Design thru OQ Duration})}{GC\%}$
$\frac{(I\% \text{ Design thru OQ Duration})}{\text{Total Equipment Piece Count}^1}$	
Dimension Metrics	Description
	$\frac{(\text{Process Space SF} \cdot \text{Process Related Space SF})}{GSF}^1$
	$\frac{(\text{Process Space SF} \cdot \text{Process Support SF})}{GSF}^1$
	$\frac{\text{Mechanical SF}}{GSF}$
	$\frac{\text{Shell Space SF}}{GSF}$
	$\frac{(\text{Lab SF} \cdot \text{Lab Support SF})}{\text{Lab Population}^2}$
$\frac{(I\% \text{ Benchmark} \cdot I\% \text{ Hoods})}{\text{Lab Population}^2}$	
$\frac{GSF}{\text{Total Building Population}^2}$	

1. Metrics for Pharmaceutical Bulk or Secondary Manufacturing Projects Only
2. Metrics for Pharmaceutical Laboratory Projects Only

출처: CII BM&M Pharmaceutical Benchmarking Program

성과지표들이 개발되어졌다. 첨자 2로 표시된 지표들은 제약회사들의 실험실 건설 성과측정을 위해 개발되었다. 이 실험실들은 생산 프로세스 및 장비, 제조될 약품을 개발, 시험, 취급하기에 일반 실험실의 건설과는 다르게 제약회사의 건설공사에 있어서 큰 비중을 차지한다. 따라서 그 성과를 측정할 수 있는 지표의 개발이 요구되어졌다. 첨자가 없는 지표들은 생산라인 및 실험실 건설 프로젝트에 모두 적용된다.

지표를 개발하기 전 선행되어야 할 일은, 어떤 프로젝트를 Benchmarking 할 것인지를 결정하고, 특성에 따라 구별하여 그룹화 하는 작업이다. 각 그룹에 근거하여 프로젝트의 특성을 파악하고, 측정해야 하는 성과를 결정하는 것이 가장 중요하다고 할 수 있겠다. 지표를 개발한 이후에는 각 지표 값을 생성해 주는 데이터에 대한 정의가 내려져야 한다. 예를 들어 총시공비용(Total Installed Cost)에 포함 되는 비용과 제외되는 비용을 사전에 정의하여, 동일한 내용을 담고 있는 데이터를 수집하는 것이 무엇보다도 중요하다. 보다 자세한 Pharmaceutical Benchmarking 프로그램의 프로젝트 종류별 구분과 성과지표 개발과정과 해석, 각 데이터의 정의와 비용, 공기, 공간의 Breakdown Structure와 그 근간을 이루는 Background Information은 기회가 주어지면, 다른 지면을 통하여 보다 상세히 설명하도록 하겠다.

제 2세대의 개발 중 주목하여야 할 다른 한 가지는, 보다 정확한 비용성과 측정 및 비교, 분석을 위한 프로젝트 비용 데이터의 지역 및 시간에 따른 보정 procedure의 개발과 적용이다. 이는 전 세계의 다양한 장소에서 다른 시간대에 건설되는 프로젝트들의 비용성과를 동일한 장소와 시간대에서 건설되어질 때의 비용으로 보정하여 비용성과분석을 실시함으로써 그 정확도를 높였다고 할 수 있겠다.

결론적으로 제 2세대의 성과측정 및 Benchmarking 시스템은 제 1세대에서의 “다수의 모든 프로젝트 타입”을 목표로 하지 않고, “특정 산업 내에서의 특성”을 고려하여 산업별로 개별화 된 성과측정지표를 개발함으로써, 더욱더 정확한 비교, 분석을 가능하게 하여 성과향상의 효율성을 극대화하는 것을 목표로 했다. 이것이 Pharmaceutical Benchmarking 프로그램 개발을 제2세대의 시작 시점으로 정의하는 가장 큰 이유이다.

4. 맺는말

앞에서 살펴 본 바와 같이 CII BM&M 프로그램은 제1세대를 거치며 튼튼한 기반을 마련하였고, 현재 제 2세대의 성과측정지표 및 벤치마킹 시스템 개발로 미국 건설 산업에서의 요구를 충족하며 성공적으로 프로그램을 발전시켰다. 현재 CII는 제약 산업을 위하여 개발되어진 성과지표 및 시스템을 개발/수익모델로 삼아 Oil & Gas 산업내의 회사들을 위한 유사 시스템 개발에 착수 한 상태이고, 이어 Health Care Industry(병원 건설) 및 정부 건설관련(Public Buildings/Infrastructure) 발주자들과도 개발 계약을 추진 중이다. 이와 같이 일정 산업 내에서의 특성을 고려한 성과측정지표 및 분석, 보고 시스템 개발이 활발하게 진행되고 있으며, 이는 각 회사 내부에서의 Benchmarking(Internal Benchmarking)을 위한 지표 및 시스템 개발로 이어지고 있다.

제2세대의 개발로 인한 성과는 향후 5년 정도 보다 다양한 산업의 건설프로젝트를 위한 Benchmarking 시스템 개발에 적용, 확대 될 것으로 바라보고 있다. 5년 이후에는 또 다른 변신을 꾀하고 있는데, 여기서 주목할 점은 제 2세대가 한참인 지금 제 3세대를 계획하고 있다는 것이다. 현재까지 CII BM&M 프로그램은 프로젝트 계획단계(Front-End Planning)에서 발주자에게 완성된 시설물을 양도하는 시점(Startup and Commissioning)까지의 성과를 측정, 비교 분석해 왔다. 이는 시설물의 생애주기(Life Cycle)를 고려할 때, 그 절반에 못 미치는 부분에 대한 데이터의 수집 및 분석이라는 한계를 안고 있다. 따라서 CII BM&M의 제 3세대로의 비전은 시설물의 완성 이후(Post Construction)에 대한 성과 측정 및 벤치마킹이며, 이는 결국 Life Cycle Assessment와 시설물의 Sustainability를 측정하는 지표와 시스템 개발로 이어질 것이다. 제 3세대를 향한 노력은 현재 가능성 검토의 단계에 있다.

현재 다양한 원인으로 인해 데이터 수집의 어려움과 회사 및 정부차원의 광범위한 성과측정 및 비교가 활성화 되지 않은 국내 건설 산업에 CII BM&M의 세대 변화적 개발 사례가 하나의 자극으로 다가서게 되길 바라며 글을 마친다.