

6시그마 기법의 적용을 통한 대형 할인점 공사의 시공성과 향상

Improving Construction Operations Through Applications of 6 Sigma Management Techniques for Superstore Projects

이 승 현* 이 항 복** 홍 성 호*** 박 찬 식****
 Lee, Seung-Hyun · Lee, Hang-Bok · Hong, Sung-Ho · Park, Chan-Sik

요 약

대형 할인점 공사는 반복적 프로세스에서 발생하는 다양한 성공 및 실패요소를 파악하여 이의 개선방안을 후속 대형 할인점 공사 프로세스에 적용하여 성과향상을 모색할 수 있는 기법의 적용이 절실히 요구된다. 따라서 본 연구는 6시그마 기법을 대형 할인점 공사의 프로세스 개선에 접목하여 시공성과 향상을 꾀할 수 있는 합리적 방안을 모색하기 위해 수행되었다. 우선 6시그마의 개념과 추진절차에 관한 문헌연구를 실시하였으며, 최소 5년 이상의 대형 할인점 공사 경력자로 이루어진 팀을 구성하여 대형 할인점 공사의 프로세스 개선을 위해 6시그마 기법을 적용하였다. 또한 프로세스 개선방안을 3개 대형 할인점 공사에 적용하여 시공성과를 분석하였다.

본 연구에서 제시된 6시그마 기법을 대형 할인점 공사에 적용해 본 결과, 동일유형 사례 적용률이 향상되었으며, 공사 현장 별로 10~20일의 공기단축 효과, 실패사례 예방으로 인한 재작업 감소와 품질 향상, 안전/품질 개선효과가 발생하였다. 따라서 6시그마 기법은 반복적인 프로세스를 지닌 대형 할인점 공사에 적용 가능할 뿐만 아니라, 시공성과를 향상시키는데도 유용함을 확인할 수 있었다.

키워드 : 6시그마, 대형 할인점, 반복적 프로젝트

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

대형 할인점은 대규모 아파트 단지, 고속도로, 철도와 같이 동일한 프로세스가 반복되는 프로젝트(이하, 반복적 프로젝트)이다. 이로 인해 대형 할인점 공사는 한번 발생한 동일 유형의 실패에 대해 적절한 조치를 취하지 않는다면, 같은 실패가 반복적으로 일어날 수밖에 없는 구조적 문제점을 가지고 있다. 동일 유형의 반복적 실패는 대형 할인점 공사의 비용과 시간의 손실을 가져올 뿐만 아니라, 발주자의 불신을 초래할 수 있다. 따라서 대형 할인점 공사는 반복적 프로세스에서 발생하는 다양한 실패요소와 개선방안을 발굴하고 이를 후속 대형 할인점 공사 프로

세스에 적용함으로써, 시공성과의 향상을 모색할 수 있는 기법이 필요하다.

제조업에서 많이 사용되고 있는 프로세스의 개선기법으로 6시그마 기법, 적시생산기법(Just-In-Time), 전사적 품질관리(Total Quality Management), 비즈니스리엔지니어링(Business Process Reengineering) 및 린생산(Lean Production) 등이 있다. 각기 다른 장·단점을 가지고 있어 기법간의 우월성을 논할 수 없지만, 최근 프로세스 개선목표 및 수준을 정량화하고 통계적 기법과 절차를 활용하여 프로세스를 개선하는 6시그마 기법이 각광을 받고 있다.

6시그마 기법에 관한 높은 관심은 건설산업도 예외는 아니다. 6시그마 기법을 건설산업에 접목하고자 하는 노력이 2000년대부터 시작되었다. Buggie(2000)은 프로세스 개선기법으로 6시그마 기법을 처음 소개한 바 있으며, Krodliid(2002)는 린생산 개념과 6시그마 기법의 연계를 통해 프로세스를 개선하는 방안을 제안하였다. Abdelhamid(2003)도 린생산 개념과 6시그마 기법의 연계를 통해 건설공사의 주요 변이를 정량적으로 관리할 수 있는 기본체계를 제시하였다. Pheng(2004)은 공공주택 프로젝트의 내부마감 품질을 향상시키기 위해 6시그마 기법을 적용

* 일반회원, 한국건설기술연구원, 선임연구원, 공학박사, slee413@kict.re.kr
 ** 일반회원, 삼성물산 건설부문, 부장, 공학석사, simonrhee@samsung.com
 *** 일반회원, 대한건설정책연구원, 책임연구원, 공학박사(교신저자), hsh3824@ricon.re.kr
 **** 종신회원, 중앙대학교 건축학부, 교수, 공학박사, cpark@cau.ac.kr

하였으며, Beary(2005)은 린생산의 Last Planner 개념과 6시그마 기법의 매트릭스를 접목하여 주택의 생산계획 프로세스를 개선하였다. 또한 한승헌(2006)은 6시그마 기법의 적용을 통해 건설공사의 생산성 지표 및 성과지표가 향상될 수 있음을 보여 주었다.

6시그마 기법이 건설산업에 폭넓게 활용되기 위해서는 앞으로 다양한 건설부문에 시범적용(Pilot Test)해 봄으로써 건설 생산 프로세스의 개선효과를 확인할 수 있어야 한다. 하지만 지금까지의 6시그마 기법에 관한 연구는 다양한 건설부문에 적용된 사례가 충분치 않으며, 실제적인 적용 방법론에 대한 연구도 아직까지 부족한 점이 있다.

따라서 본 연구는 대형 할인점 공사의 프로세스 개선기법으로 6시그마 기법을 적용하고 시공성과 향상효과를 분석하여 건설 산업에 관한 6시그마 기법의 적용성을 제고하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 6시그마 기법의 적용을 통해 대형 할인점 공사의 프로세스가 개선될 수 있을 뿐만 아니라, 시공성과도 향상될 수 있음을 보여주기 위해 다음과 같이 진행하였다. 첫째, 6시그마의 개념과 추진절차에 대한 이론적 고찰을 실시한다. 둘째, 최소 5년 이상의 대형 할인점 공사 경력자로 이루어진 팀을 구성하여 6 시그마 기법을 대형 할인점 공사의 프로세스 개선을 위해 적용한다¹⁾. 셋째, 프로세스 개선방안을 3개 대형 할인점 공사에 적용하여 시공성과 향상효과를 분석한다.

2. 6시그마 개념과 추진절차

2.1 개념

시그마(σ)란 통계학에서 변동을 나타내는 척도 가운데 하나인 표준편차를 의미한다. 품질수준을 가리킬 때, 6시그마 수준이라 하면 100만번의 경우 3, 4번 정도의 에러가 발생하는 수준을 말한다. 일반적으로 6시그마는 실제 업무상 실현될 수 있는 가장 낮은 수준의 에러로 인정되고 있다.

모토로라에 근무하던 미국 마이클 해리 박사에 의해 1987년 창안된 6시그마는 고객의 관점에서 품질에 결정적인 요소를 찾

고 과학적인 기법을 적용하여 100만개 중 3, 4개의 결점수준인 무결점 품질을 달성하는 것을 말한다. 이와 같이 6시그마를 기업경영이 도달해야 할 목표로 설정하는 것이 6시그마 운동의 출발점이며, 그 목표 달성을 위해 필요한 도구를 사용하여 기업 전체가 하나가 되어 추진하는 활동을 6시그마 활동이라 한다.

6시그마 운동은 기업경영의 혁신수단, 전략 및 패러다임으로 이용된다. 경영혁신 수단으로서의 6시그마 운동은 제품설계 제조 및 서비스의 품질범위가 6시그마 거리에 있도록 하여 기업이 품질향상을 위해 나아갈 방향을 알 수 있도록 한다. 경영전략으로서의 6시그마 운동은 프로세스의 질을 높여 원가를 절감함으로써 궁극적으로 기업의 경쟁력을 높인다. 또한 일하는 사고와 방법을 변화시켜 고객경영을 이룩할 수 있는 경영 패러다임으로 활용되기도 한다.

2.2 추진절차

6시그마 활동은 DMAIC(Define, Measure, Analysis, Improvement, Control)의 기본적인 추진절차를 통해 수행된다.(로렌드헤일러, 2006)

(1) 정의(Define)

사업목표와 필요에 근거하여 6시그마 활동의 개선대상 프로세스를 선정하고, 이에 가장 큰 영향을 주는 품질요소인 CTQ(Critical Total Quality)를 정의하는 단계이다. 6시그마 활동의 개선대상은 당해 사업 수행에 가장 큰 영향을 미치는 프로세스로 하는 것이 일반적이다. 그리고 CTQ는 설문조사를 통해 VOC(Voice of Customer; 고객의 소리)와 VOB(Voice of Business; 비즈니스의 소리)를 조사하여 KCI(Key Customer Issue; 고객의 이슈), KBI(Key Business Issue; 비즈니스의 이슈)를 파악하고, 최종적으로 CCR(Critical Customer Requirement; 고객의 핵심 요구사항)와 CBR(Critical Business Requirement; 비즈니스의 핵심 요구사항)을 도출하는 과정을 거쳐 정의된다.

(2) 측정(Measure)

CTQ의 현재 시그마 수준과 목표 시그마 수준을 파악하고 측정하는 단계이다. 6시그마 활동은 다른 품질활동에 비해 측정에 큰 비중을 두고 있다. 일반적으로 CTQ의 현재 및 목표 시그마 수준은 관련 정보의 수집을 통해 CTQ의 평균과 표준편차를 구하고 Zbench를 산출하여 측정한다.

1) 6시그마 팀은 Champion 1인, PO(Process Owner) 1인, MBB(Master Black Belt) 1인, BB(Black Belt) 1인으로 구성되었으며, Champion은 10년 이상의 대형 할인점 공사경력을 보유하고 있으며, 나머지 구성원도 최소 5년 이상의 경력을 갖고 있다.

(3) 분석(Analysis)

CTQ에 영향을 주는 잠재원인 변수(CTQ X's; Critical To Quality X's)들을 파악하는 단계이다. 일반적으로 6시그마 팀 구성원간의 브레인스토밍을 통해 CTQ에 영향을 주는 잠재원인 변수를 도출하며, 이들 변수들이 실제로 CTQ에 영향을 주는 지를 정량적·정성적 방법을 통해 분석한다. 이와 같은 방법에 의해 확인된 CTQ X's는 프로세스 개선을 위한 핵심요인 변수(Vital Few X)로 간주된다.

(4) 개선(Improvement)

핵심요인 변수(Vital Few X)를 개선하기 위한 최적대안을 찾아 프로세스를 개선하는 단계이다. 주로 6시그마 팀 구성원간의 브레인스토밍을 통해 이루어진다.

(5) 관리(Control)

프로세스 개선 후 의도한 결과가 나타나는 지를 지속적으로 모니터링하고 유지관리하는 단계이다. 이러한 분석결과에 따라 앞에서 실시한 DMAIC 사이클이 재실시 될 수 있다.

3. 대형 할인점 공사의 6시그마 기법 적용

3.1 정의

(1) 개선대상의 선정

6시그마 기법을 적용할 대상의 범위는 대형 할인점의 현장작공에서부터 준공까지이다. 6시그마 팀 구성원간의 브레인스토밍을 통해 도출된 현장 시공 프로세스에 영향을 미치는 Input 요인과 현장 시공의 결과로 나오는 Output 요인을 정리하면 그림 1과 같다. Input 요인에 영향을 주는 대상은 현장직원, 협력

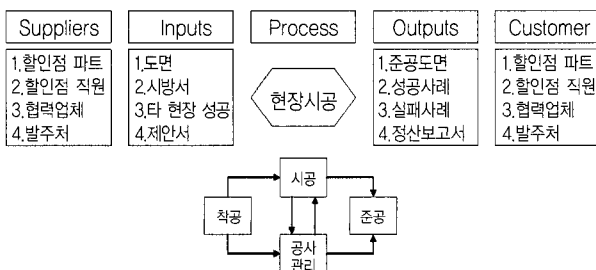


그림 1. SIPOC Diagram에 의한 프로세스 구성요소

업체, 발주처 등이 있으며, Output 요인을 활용하는 대상은 현장소장, 현장직원 및 발주처가 있다.

6시그마 팀 구성원간의 브레인스토밍과 10점 척도 평가방식을 통해 대형 할인점 공사 프로세스의 개선요인을 표 1과 같이 도출하였다. 표 1을 보면 다른 개선요인보다 성공 및 실패사례 분석을 통한 기회손실 비용절감 방안이 실행되었을 때 개선효과가 가장 큼을 알 수 있다. 따라서 이를 6시그마 활동의 개선대상으로 선정하였다.

표 1. 대형 할인점 공사의 개선요인에 관한 평가결과 (X_Y Matrix)

구분	측정 가능	프로세스	주요 이슈	재무 성과	자료 수집	실행 가능	계	순위	
안정적 손익 확보	성공/실패사례 분석을 통한 기회손실 비용 절감	9	9	10	8	8	9	53	1
	협력사 특화	7	7	8	8	8	8	46	6
	견적의 정확성	8	8	7	8	7	8	47	3
기술 경쟁력 확보	대형 할인점 공사 설계표준화 D/B구축	7	8	8	8	8	9	48	2
	대형 할인점 공사 관리Manual작성	7	8	8	7	7	8	45	8
	대안설계 Process개선	7	9	9	8	7	7	47	3
수주 기반 조성	경험인력 육성	8	8	8	7	8	8	47	3
	Turn-Key 수행능력 배양	7	7	10	7	7	8	46	7

주: 6시그마 팀 구성원이 대형 할인점 공사에서 개선되어야 할 항목을 10점 척도로 평가한 것임.

(2) CTQ의 정의

성공/실패사례 분석을 통한 기회손실 비용절감과 밀접한 관계가 있는 CTQ는 6시그마 팀 구성원간의 브레인스토밍을 통해 그림 2와 같이 파악하였다.

우선 VOC로는 재작업과 설계변경에 따른 비용과 공기의 증가가, VOB로는 동일 유형의 공사가 반복됨에도 불구하고 프로세스의 개선이 이루어지지 않는다는 점이 제시되었다. 이에 따르면 KCI와 KBI는 재작업과 설계변경 횟수를 줄이고, 대형 할인점 공사의 전문성을 키우는 것이 된다. 따라서 CCR은 재작업 비용의 절감이며, CBR은 성공 및 실패사례 데이터베이스의 구축과 적용이 된다. 최종적으로 6시그마 팀 구성원간의 토의를 통해 재작업 비용의 절감과 성공 및 실패사례 데이터베이스의 구축과 적용에 결정적인 영향을 주는 요소로 동일유형 사례 적용물이라는 CTQ를 도출하였다.

CTQ는 대형 할인점 공사의 성공 및 실패 사례 건수와 현장에 직접 적용하여 개선한 사례 건수와의 비율로 측정될 수 있다. 여기서 성공사례라 함은 건설프로젝트의 당초 기획안과 대비하여 현장에 원가, 공기, 품질, 안전사항이 개선된 사례를 말하며, 실패사례라 함은 이들이 저해된 사례를 의미한다.

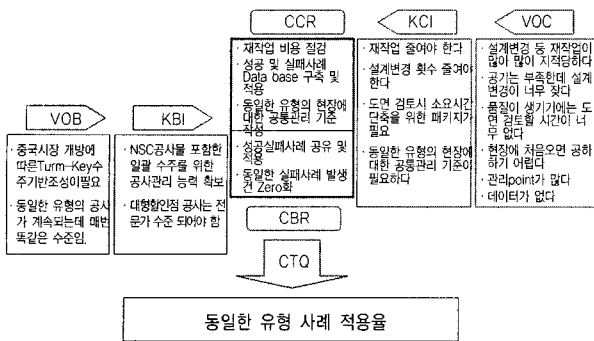


그림 2. CTQ의 정의과정

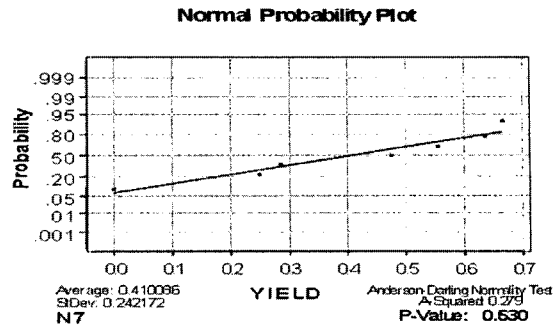


그림 3. 표본집단의 동일유형 사례 적용률 정규성 분석

3.2 측정

CTQ의 현재 수준을 확인하기 위하여 7개 현장으로부터 자료를 수집하였다. 수집된 자료는 최근 3년간 대형 할인점 공사의 원가, 품질, 안전 및 공기를 개선한 사례 중 현장에서 직접 적용한 건수이다. 이를 통해 파악된 각 현장별 동일유형 사례 적용률은 표 2와 같다. 표 2에서 보는 바와 같이 7개 현장의 동일유형 사례 적용률의 평균(μ)은 0.41이며, 표준편차(σ)는 0.252이다.

표 2. 현장별 동일유형 사례 적용률

현장명	적용가능 건수	적용건수	동일유형 사례 적용률
A 현장	2	--	0%
B 현장	4	1	25.0%
C 현장	11	7	63.6%
D 현장	21	6	28.6%
E 현장	9	5	55.6%
F 현장	21	10	47.6%
G 현장	15	10	66.7%

표본(7개 현장)집단의 동일유형 사례 적용률이 모집단과 같이 정규성을 띠고 있는 지는 검토하기 위해 유의수준 5%에서 정규성 테스트(Anderson-Darling Normality Test)를 그림 3과 같이 실시하였다. 그림 3에서 X축(Yield)은 표 2의 현장별 동일유형 사례 적용률이며, Y축은 동일유형 사례 적용률이 발생할 확률을 의미한다²⁾. 두 개의 축을 기준으로 도시하였을 때 선형성을 띠고 있으며 P-value도 0.05보다 크므로, 7개 현장의 표본에서 조사된 동일유형 사례 적용률도 정규분포를 따르는 것으로 결론지을 수 있다³⁾.

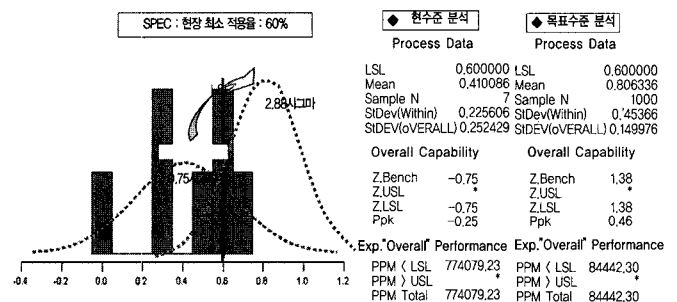


그림 4. CTQ의 현재 및 목표수준 분석

6시그마 팀 구성원간의 토의를 통해 CTQ의 목표수준으로 평균 동일유형 사례 적용률을 현재의 41%에서 80%로 상향 조정하였다. 이는 대형 할인점 공사 사례 건수의 80% 이상이 실제 적용되는 수준을 말한다. 평균 동일유형 사례 적용률의 변경에 따라 표준편차 값도 0.149로 변하게 된다. 이를 근거로 다시 Zbench 값을 산출하면 그림 4와 같이 1.38이 된다. 따라서 CTQ인 동일유형 사례 적용률의 목표 시그마 수준은 표 3과 같이 $2.88\sigma[Zbench(1.38)+1.5\sigma]$ 로 최종 결정되었다.

2) 확률은 표준화를 통해 다음과 같이 산출할 수 있다.
 $Z = \frac{\bar{X} - \mu_{\bar{X}}}{\sigma / \sqrt{n}}$, 여기서 Z(표준확률), 해당 현장의 동일유형 사례 적용률 (\bar{X}), 평균 동일유형 사례 적용률($\mu_{\bar{X}}$), 표준편차(σ), 표본수(n)이다. 통계적으로 표본집단의 평균과 모집단의 평균은 같으며, 표본집단의 표준편차는 모집단의 표준편차를 \sqrt{n} 으로 나눈 것과 같다.
 3) 귀무가설은 "모집단의 분포와 표본집단의 분포는 같다"이며 P-Value가 유의수준 0.05보다 작은 경우 귀무가설을 그대로 채택하게 된다. 따라서 모집단이 정규분포이므로, 표본집단도 정규분포가 된다.

4) Zbench는 프로세스 규격의 상한, 하한을 모두 벗어나는 불량률을 의미하며, 분석대상 프로세스가 고객의 요구사항을 충족시킬 수 있는 능력을 시그마의 수준으로 측정하는데 사용된다.
 5) CTQ의 시그마 수준을 산정함에 있어 기초가 된 데이터가 외부영향을 받는 장기 데이터의 성격을 가질 때, Zbench 값에 1.5 σ 를 가산한다.

표 3. 대형 할인점 공사의 CTQ 개선목표

구 격	현수준	개선목표	개선효과
시그마 수준	0.75σ	2.88σ	2.13σ
평균적용률(수율)	0.4101	0.80	0.3899

3.3 분석

(1) CTQ(X's)의 발굴

4인의 6시그마 팀 구성원과 2인의 대형 할인점 공사 경력자간의 브레인스토밍을 통해 CTQ(X's)를 표 4와 같이 도출하였다. 현장직원 투입시기의 지체, 도면검토 부족, 매뉴얼 부재, 사례적용에 대한 구속력 부족, 사례건수 부족, 공유 프로세스의 부재, 데이터베이스 미구축 등이 CTQ인 동일유형 사례 적용률을 저하시키는 영향요인으로 지적되었다.

표 4. 대형 할인점 공사의 CTQ(X's)

CTQ(X's)	브레인스토밍 결과					
	구성원1	구성원2	구성원3	구성원4	구성원5	구성원6
현장직원의 투입시기가 늦다. (착공시 인원이 없다.)	10	10	7	10	7	9
도면 검토 부족	7	9	3	7	6	8
사례적용에 대한 구속력 부족	9	6	2	3	10	6
예산비용 및 효과 산출 어려움	2	8	6	2	1	1
매뉴얼 부재	8	4	5	5	9	7
협력사 Incentive부재	1	1	4	4	8	2
사례 분석 건수 부족	4	7	1	8	3	10
공유 Process 미비	6	3	8	6	2	4
Data Base 미구축	3	2	9	1	4	3

주: 6시그마 팀 구성원과 2인의 대형 할인점 공사 경력자가 각 항목을 10점 척도로 평가한 것임.

(2) CTQ(X's)의 가설검증

표 4와 같이 CTQ(X's)에 대한 각각의 가설을 세우고, 그 가설에 대한 검증을 데이터 수집 및 분석을 통해 수행하였다. 현장직원의 투입시기, 사례분석 건수, 데이터베이스 건수에 관한 가설 검증은 회귀 및 분산분석을 통해 이루어졌으며, 기타 항목의 가설 검증은 필요성과 실시정도에 대한 6개 대형 할인점 공사 현장 직원들의 설문조사 결과를 바탕으로 하였다. 다만, 공유 프로세스가 동일유형 사례 적용률에 미치는 영향은 명확하므로, 별도의 가설검증을 실시하지 않았다(Quick Fix)⁶⁾.

현장직원의 투입시기, 사례분석 건수, 데이터베이스 건수에

관한 가설검증을 예를 들어 설명하면 다음과 같다. 사례 분석건수와 동일유형 사례 적용률간의 관계를 보기 위해서 “사례의 누적 분석건수에 따라 현장별 동일유형 사례 적용률이 변하지 않는다.”라고 귀무가설을 설정하였다. 이와 같은 가설을 검증하기 위해 분산분석을 실시한 결과, P-value가 0.026로 귀무가설을 기각할 수 있는 것으로 나타났다. 따라서 사례 누적 분석건수에 따라 현장별 동일유형 사례 적용률이 변함을 알 수 있다. 또한 그림 5와 같이 회귀분석을 실시한 결과, 선형을 띠고 있어 성공 및 실패사례 누적 분석건수와 동일유형 사례 적용률간에 정(+)의 관계가 존재하고 있음을 파악할 수 있다⁷⁾. 따라서 성공 및 실패사례의 누적 분석 건수가 많을수록 현장별 동일유형 사례 적용률이 증가한다고 결론지을 수 있다.

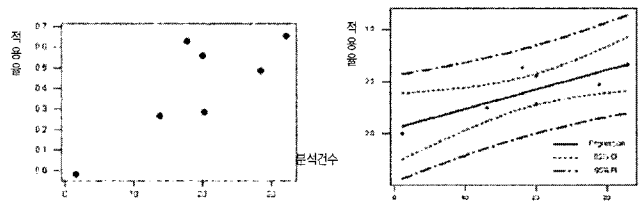


그림 5. 회귀분석 결과

한편 기타 항목의 가설검증 결과는 표 5와 같다. 협력사에 대한 인센티브와 사례적용 매뉴얼 작성은 동일유형 사례 적용률을 높이는데 매우 필요하나 실시정도가 부족한 것으로 나타났다. 따라서 동일유형 사례 적용률에 영향을 미치는 요인으로 선택되었다.

표 5. 동일유형 사례적용률과 관련된 CTQ(X's)의 설문조사

항목	필요성 평균점수	실시정도 평균점수
도면 검토 정도	4.77	3.93
사례 적용에 대한 구속력	3.33	2.7
예산비용 및 효과산출	3.15	3.32
협력사 인센티브	4.15	1.9
사례 적용 매뉴얼	4.6	2.17

주: 각 항목별 필요성과 실시정도는 5점 척도를 기준으로 측정되었음

이와 같은 절차를 거쳐 표 6과 같이 공무의 투입시기, 사례적용 매뉴얼, 협력사 인센티브, 사례 분석건수, 데이터베이스 건수 및 공유 프로세스가 동일유형 사례 적용률에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 선택되었다.

(3) 핵심원인 변수 Vital Few X의 선정

CTQ(X's)에 대한 가설검증 결과를 토대로 표 7과 같이 CTQ

6) CTQ에 주는 영향이 명확하여 별도의 가설검증이 필요하지 않은 CTQ X's를 Quick Fix라 한다.

7) 설명력(R2) 값이 66.2%이므로 총변동 중 66.2%가 회귀직선에 의해 설명된다.

표 6. CTQ(X's)의 기설검증결과

CTQ(X's)	기설	데이터 형태	검증방법	통계적 분석결과	결과
현장직원의 투입시기	소장의 투입시기에 따라 적용율이 변화한다.	연속형	분산분석 회귀분석	$P=0.371, R^2=20.2\%$	기각
	공무의 투입시기에 따라 적용율이 변화한다.	연속형	분산분석 회귀분석	$P=0.025, R^2=75.5\%$	Vital Few X 채택
도면검토 정도	도면검토 정도에 따라 적용율이 변화한다.	이산형	설문조사	-	기각
사례적용에 대한 구속력	사례적용 구속력에 따라 적용율이 변화한다.	이산형	설문조사	-	기각
예상비용/효과 산출 난이도	예상비용 및 효과 산출의 난이도에 따라 적용율이 변화한다.	이산형	설문조사	-	기각
매뉴얼 유무	사례 적용에 대한 업무 매뉴얼에 따라 적용율이 변화한다.	이산형	설문조사	유의함	Vital Few X 채택
협력사 인센티브 유무	협력사에 대한 인센티브의 존재에 따라 적용율이 변화한다.	이산형	설문조사	유의함	Vital Few X 채택
사례분석 건수	사례분석 건수에 따라 적용율이 변화한다.	연속형	분산분석 회귀분석	$P=0.026, R^2=66.2\%$	Vital Few X 채택
공유 Process	Quick Fix	-	-	-	-
데이터베이스 건수	사례 누적건수에 따라 적용율이 변화한다.	연속형	분산분석 회귀분석	$P=0.026, R^2=66.1\%$	Vital Few X 채택

의 변화에 크게 영향을 미치는 항목(실행이 유리하고 효과가 큰 항목)을 위주로 핵심요인인 Vital Few X를 도출하였다.

3.4 개선

(1) 최적대안의 도출

동일유형 사례 적용률에 대한 핵심요인 변수들로 도출된 Vital Few X들에 대한 개선계획은 표 7과 같이 요약될 수 있다.

표 7. Vital Few X의 개선계획 수립

Vital Few X's	인자구분	개선 계획
공무의 투입시기	대안인자	공무 투입 단축 방안 수립
사례 적용 매뉴얼	대안인자	사례적용 매뉴얼 제작
협력사 Incentive	대안인자	협력사 효율적 인센티브 제공방안 수립
사례 분석 건수	대안인자	현장별 사례 분석 확보 방안 수립
Data Base 건수	대안인자	성공/실패 사례 D/B 구축 방안 수립
공유Process	Quick Fix	현장별 사례 공유 Process 확립 방안

각각의 개선계획과 관련된 자료를 수집하였으며, 팀원간의 브레인스토밍을 통해 아이디어를 고안하였다. Vital Few X의 개선을 위한 아이디어를 정리한 것이 그림 6이다.

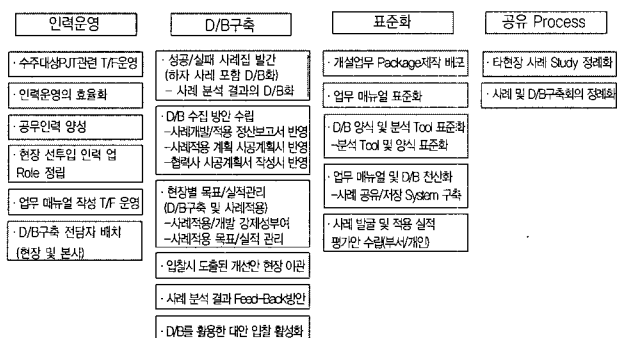


그림 6. Vital Few X의 개선을 위한 아이디어

이들 중에서 최적대안을 선정하기 위하여 긴급성(가중치: 5) 과 적용효과(가중치: 5)의 기준으로 그림7과 같이 5점 척도 방식으로 평가를 실시하였다.

이를 통해 성공/실패 사례집 발간, 인력 운용의 효율화, D/B 수집방안 수립, 업무 매뉴얼 표준화, 사례 및 데이터베이스 구축 회의 정례화, 현장 선투입 인력 업무 Role 정립이 최적대안으로 선정되었다.

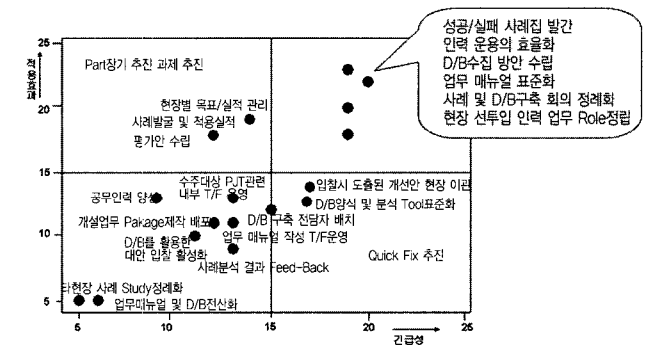


그림 7. Vital Few X의 개선방안에 관한 평가

(2) 최적대안의 검증

CTQ를 개선하기 위한 최적대안의 기대효과를 분석하기 위해 6시그마 팀 구성원간의 브레인스토밍 과정을 거쳐 다음과 같이 최적대안을 정의하였다. 성공/실패 사례집 발간은 기존에 제안된 성공/실패 사례집을 책자로 만들어 배포하는 것을 말하며, 인력운영의 효율화는 대형할인점 경험인력 우선 배치, 공사인력의 공무능력 배양, 직원의 현장 적기 투입 등 인력 운영 개선안을 의미한다. 또한 데이터베이스 구축방안은 양식의 표준화, 사례 취합 방안 등 수집관련 방안이며, 업무 매뉴얼의 표준화는 성공/실패 사례 발굴 및 적용에 대한 업무절차를 규정하는 것이다. 데이터베이스 구축을 위한 회의의 정례화는 현장 소장회의를 사례

발굴 및 적용에 대한 회의로 활용하는 방안이다. 현장 선 투입 인력의 업무 역할 정립은 공무원이 늦게 투입되더라도 현장소장이나 공사과장이 현장 적용가능 사례선정 및 적용에 관한 업무를 수행케 하는 방안을 말한다.

대형 할인점 공사의 현장소장 2인, 공무과장 3인, 할인점 운영 직원 2인을 대상으로 표 8과 같이 최적 대안의 적용여부에 따른 동일유형 사례 적용률을 -1에서 +1의 범위에서 예상하도록 하였다. 이와 같은 데이터를 바탕으로 각 최적대안이 동일유형 사례 적용률에 미치는 영향도를 분석하기 위해 부분요인 실험을 실시하였다.

부분요인 실험결과는 그림 8과 같다. 여기에서 보면 6개 인자 모두가 P-value가 0.05보다 작아 유의한 것으로 나타났다. 또한 사례집 발간, 인력운영효율화, 사례구축회의, 선 투입 인력업무 role, 업무 매뉴얼 표준화, DB 수집방안 순으로 동일유형 사례 적용률에 미치는 영향도가 큰 것으로 나타났다.

Fractional Factorial Fit: 적용률 versus 사례집 발간, 인력운영효율화, ...

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		0.67375	0.009934	67.83	0.000
사례집발간	0.13679	0.06839	0.009934	6.89	0.000
인력운영	0.11964	0.05982	0.009934	6.02	0.000
DB수집방안	0.04429	0.02214	0.009934	2.23	0.028
업무매뉴얼	0.05321	0.02661	0.009934	2.68	0.009
사례구축회의	0.07357	0.03679	0.009934	3.70	0.000
선투입인력Role	0.05357	0.02679	0.009934	2.70	0.008

그림 8. 부분요인 분석결과

6개 인자의 적용에 따른 동일유형 사례 적용률의 효과를 검토하기 위해 미니탭(Mini TAB)프로그램에서 제공되는 Cube Plot 테스트를 실시하였다. 그림 11과 같이 6개의 인자 모두 개선되었

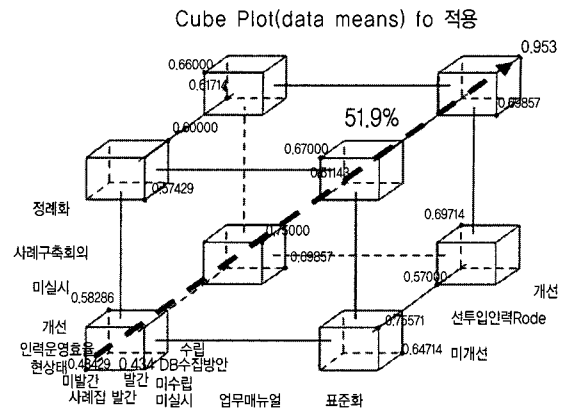


그림 9. Cube Plot Test 결과

을 경우, 동일유형 사례 적용률이 95%로 현재의 41% 수준에서 54% 증가할 것으로 나타났다.

(3) 최적대안의 세부방안 결정

6시그마 팀 구성원간의 브레인스토밍을 통해 대형 할인점 공사의 동일유형 사례 적용률을 높일 수 있는 최적대안의 세부방안을 표 9와 같이 구체화하였다.

3.5 관리

최적대안의 적용을 통해 대형 할인점 공사의 프로세스를 개선하는 것도 중요하지만, 이를 해당부서가 효율적이며 지속적으로 모니터링하고 유지관리 할 수 있도록 업무를 인수인계하는 것이 중요하다. 또한 동일 또는 유사 프로세스에 확대 적용토록 실행

표 8. 부분요인 실험 Data

성공/실패 사례집 발간	인력운영 효율화	DB수집 방안수립	업무매뉴얼 표준화	DB 구축회의 정례화	선 투입 인력업무 Role정립	개선 예상 성공/실패사례적용률						
						응답자1	응답자2	응답자3	응답자4	응답자5	응답자6	응답자7
발간	현상태	미수립	표준화	정례화	개선	0.88	0.75	0.9	0.80	0.01	0.85	0.70
미발간	개선	수립	표준화	미실시	개선	0.52	0.72	0.85	0.75	0.74	0.70	0.60
발간	현상태	미수립	미실시	정례화	미개선	0.82	0.66	0.7	0.65	0.64	0.65	0.60
발간	개선	수립	표준화	정례화	개선	0.94	0.9	0.95	1.00	0.98	1.00	0.90
발간	개선	미수립	표준화	미실시	미개선	0.76	0.85	0.8	0.80	0.78	0.70	0.60
발간	개선	미수립	미실시	미실시	개선	0.76	0.78	0.83	0.75	0.73	0.70	0.70
미발간	현상태	수립	미실시	정례화	개선	0.58	0.64	0.65	0.60	0.60	0.65	0.60
미발간	개선	미수립	표준화	정례화	미개선	0.58	0.72	0.7	0.75	0.74	0.60	0.60
발간	현상태	수립	미실시	미실시	개선	0.76	0.66	0.75	0.65	0.64	0.55	0.60
미발간	개선	수립	미실시	미실시	미개선	0.64	0.6	0.65	0.60	0.59	0.50	0.50
미발간	현상태	미수립	미실시	미실시	미개선	0.4	0.4	0.4	0.40	0.40	0.40	0.40
발간	현상태	수립	표준화	미실시	미개선	0.76	0.68	0.45	0.70	0.69	0.75	0.50
미발간	개선	미수립	미실시	정례화	개선	0.58	0.7	0.75	0.70	0.69	0.60	0.60
미발간	현상태	수립	표준화	정례화	미개선	0.58	0.65	0.6	0.65	0.65	0.65	0.50
미발간	현상태	미수립	표준화	미실시	개선	0.46	0.63	0.75	0.55	0.55	0.55	0.50
발간	개선	수립	미실시	정례화	미개선	0.88	0.82	0.72	0.85	0.83	0.80	0.70

표 9. 최적대안의 세부방안

개선안	실시 및 운영 세부방안
성공/실패 사례집 발간	- 현장보유사례(성공 및 실패사례/하자 사례 등) 구체화 및 취합 - 성공/실패 사례집 제작 및 현장 배포를 통한 분석자료집 활용
인력운영의 효율화	- 현장 개설시 유경험자(공무인력) 우선배치 - 공무 직무능력 배양 및 경험인력 활용방안
데이터베이스 수집방안 수립	- 성공/실패사례를 체계적으로 수집하기 위한 프로세스 정립 - 현장별 신규 사례 발굴 목표 부여 - 신규 성공/실패 사례 경진대회 실시
업무매뉴얼 표준화	- 성공/실패 사례 발굴 및 적용에 대한 업무 매뉴얼 작성 - 신규 사례 발굴 및 공유, 동일 유형사례 적용 업무, 업무분담 등 포함
사례 및 데이터베이스 구축의 정례화	- 정기적인 회의를 통한 신규 성공/실패 사례 발굴 및 공유 전파를 위한 장 마련 - 대형할인점 프로젝트 현장소장 회의를 통한 데이터베이스 구축 - 우수사례 발표대회 실시
선투입 인력업무 역할 정립	- 현장 선투입 인력에게 사례 적용에 대한 업무역할 부여로 현장 개설초부터 집중관리 - 기존의 사례적용 검토를 공무 투입후 공무 위주로 검토하였다면, 향후 현장소장 주관하에 선투입 인력이 검토하고 추후 공무는 금액 지원만 검토

방안을 명확히 전달하는 것도 6시그마 활동의 중요한 절차라 할 수 있다. 여기에는 향후 발생 가능한 문제점의 파악과 방지대책 마련 등이 포함된다.

4. 6시그마 활동의 적용성과

표 10과 같이 지방에 위치한 두 개의 대형 할인점공사(사례 A, B)와 수도권에 위치한 한 개의 대형 할인점 공사(사례 C)에 최적대안의 세부방안을 적용하고 시공성과를 분석하였다.

사례 A는 공사 수행여건이 잦은 설계변경과 입점업체 선정 지연, 토공사의 지연 등으로 공기가 부족하여 동절기에 골조공사를 수행해야 하는 여건이었다. 사례 B는 시공 중 민원이 2차례에 걸쳐 발생되어 공기지연이 발생하였으며, 자재비 상승 등으로 공사비 부담이 가중된 상태이었다. 사례 C는 주거단지가 현장에 접해 있으며, 야적장이 없고 지장물이 다수 존재해 있는 상황이었다. 또한 현장 진입로가 부족하고 지하층 골조의 품질 확보와 지하의 환기대책이 필요한 실정이다. 그리고 민원문제와 발주처의 예산부족으로 설계안의 변경이 어려운 상황이었다.

표 10. 사례적용 대상 프로젝트 개요

사례	연면적	구조	외벽 마감	주차대수
A	40,866.06 m ² (12,361.98 PY)	철골(LC Frame 구조), 철근 콘크리트	Metal Panel + Dry Vit + 칼라폭충유리	798대
B	41,937.23 m ² (12,686.01 PY)	철골 철근 콘크리트	단열판넬/압출성 형 시멘트 판	797대
C	33,068.91 m ² (10,003.34 PY)	철골(LC Frame 구조), 철근 콘크리트	외단열 마감	433대

표 11. 사례 A에 대한 기존 성공 사례 적용

현장	사례	공종	내용	성과	비고
B	1	Concrete	구조 설계변경	공기단축효과, 공사비절감(158,000,000원), 품질 및 안전관리 효율증대	기존성공 사례적용
	2	Thermal & Moisture Protection	합벽 방수 공법 변경	공사비 절감(18,088,000원)	기존성공 사례적용
	3	Thermal & Moisture Protection	기둥상부 콘크리트 타설 어려움 해소	체질개선, 품질향상, 현장관리 효율성 증대, 공사간섭 최소화, 공사비 절감 (4,906,000원)	기존성공 사례적용
	4	Genetal Data	민원처리	초과 비용 발생(168,000,000원)	신규 실패사례
	5	Metals	트렌치 변경	예상하자 방지	기존성공 사례적용
	6	Finishes	파고라 사양 변경	공사비 절감(9,000,000원)	기존성공 사례적용
	7	Concrete	주차장 누름 콘크리트 크 랙방지	보수비 절감(9,000,000원)	기존성공 사례적용

예를 들어 사례 B의 현장에 최적대안의 세부방안을 적용함으로써 표 11에서 보는 바와 같이 7건의 동일유형 사례를 적용할 수 있었다. 특히, 대형 할인점 구조에 관한 기존 성공사례를 적용하여 공기단축과 1억5천만원 정도의 공사비 절감효과를 얻었으며, 합벽방수 공법을 적용하여 1천8백만원의 공사비를 절감하였다. 또한 트렌치의 제품을 변경하여 하자를 사전에 방지할 수 있었다.

표 12와 같이 사례 A, B, C 현장에 최적대안의 세부방안을 실행하여 총 26건의 적용 가능한 동일유형 사례 중에서 12건의 사례를 적용하였다. 이를 통해 공사 현장별로 10~20일의 공기단축 효과, 실패사례 예방으로 인한 재작업 감소와 품질향상, 안전/품질 개선효과가 발생하였다.

표 12. 사례 A, B, C에 대한 개선 결과

효과	현장 A	현장 B	현장 C	계
품질개선건수	3	2	5	10
시공편의성 증대 건수	2	4	7	13
재무성과	6,800,000원 (2건)	30,994,000원 (5건의 비용절감) (1건의 비용상승)	14,000,000원 (5건)	51,794,000원

표 13에서 보는 바와 같이 동일유형 사례 적용률이 88%로 현재보다 47% 향상되었다. 또한 시그마 수준으로 환산해 본 결과, 기존의 0.75σ에서 2.67σ로 1.92σ가 향상되었다. 이는 동일유형 사례 적용률의 목표수준인 2.88σ보다 부족하지만 상당한 개선 효과가 있었음을 보여준다.

표 13. 개선 전·후 시그마 수준비교

구분	개 선 전		개 선 후		실재 개선효과	
	적용률	σ수준	적용률	σ수준	적용률	σ수준
동일 유형 사례 적용률	41%	0.75σ	88%	2.67 σ	47%	1.92σ

5. 결 론

본 연구는 6시그마 기법의 적용을 통해 대형 할인점 공사의 프로세스가 개선될 수 있을 뿐만 아니라 시공성과도 향상될 수 있음을 보여주기 위해 수행되었다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

- (1) 대형 할인점 공사에서 개선되어야 할 대상은 기회손실비용의 절감이며, 여기에 큰 영향을 미치는 CTQ는 동일유형 사례 적용률이다.
- (2) CTQ X's는 도면검토 정도, 사례적용에 관한 구속력, 예상 비용 및 효과산출, 협력사 인센티브, 업무 매뉴얼 작성 등이며, Vital Few X는 공무의 투입시기, 사례적용 매뉴얼, 협력사 인센티브, 데이터베이스 건수, 공유 프로세스이다.
- (3) CTQ의 수준을 높일 수 있는 최적대안은 성공/실패 사례집 발간, 인력운영의 효율화, 데이터베이스 수집방안 수립, 업무 매뉴얼 표준화, 데이터베이스 구축을 위한 회의 정례화, 선 투입인력의 업무정립 등이다.
- (4) 최적대안을 3개 대형 할인점 공사에 적용해본 결과, 동일유형 사례 적용률이 41%에서 88%로 향상되었으며, 시그마의 수준도 0.75에서 2.67로 증가하였다. 또한 공사 현장별로 10~20일의 공기단축 효과, 실패사례 예방으로 인한 재작업 감소와 품질향상, 안전/품질 개선효과가 발생하였다.
- (5) 6시그마 기법은 반복적 프로세스를 지닌 대형 할인점 공사에 적용 가능할 뿐만 아니라, 시공성과를 향상시키는데도 유용한 것으로 결론지을 수 있다.

2. 삼성물산 건설부문(2003), 유통판매시설 성공실패 사례집.
3. 삼성물산 건설부문(2002), 할인점 경쟁력 강화방안.
4. 한승현 외 3인(2006), 6시그마 개념을 도입한 건설공사 생산성 향상에 관한 연구, 대한토목학회논문집, 제 26권, 제4호, pp. 649-659.
5. Abdelhamid, Tariq A.(2003), "Six Sigma in Lean Construction Systems, Opportunities and Challenges", Proceedings of the 11th Annual Conference for Lean Construction, Blacksburg, Virginia, pp. 65-83.
6. Beary, Thanveer M., Abdelhamid, Tariq S.(2005), "Production Planning Process in Residential Construction Using Lean Construction and Six Sigma Principles", Construction Research Congress, ASCE.
7. Buggie, F. D.(2000), "Beyond Six Sigma, Journal of Management in Engineering, ASCE, Vol. 16, No. 4, pp. 28-31.
8. Pheng, Low Sui, Hui, Mok Sze(2004), "Implementing and Applying Six Sigma in Construction", Journal of Construction and Management, ASCE, Vol. 130, No. 4, pp. 482-489.
9. Krodliid, D(2002)., "Six Sigma and Lean Manufacturing-A Merger for Worldclass Performance, But is it Really Talking Place?, The Asian Journal on Quality, Vol. 2, No. 2, pp. 87-104.

참고문헌

1. 로렌드헤일러(2006), 혁신의 정점, 6시그마 프로세스 경영, 네모박스.

논문제출일: 2007.05.11

심사완료일: 2007.07.26

Abstract

In order to improve the performance of succeeding superstore construction projects, it is essential to find out an effective way for applying the opportunities of improvement on their repetitive construction process based upon the analysis of various success or failure cases occurred on previous similar projects. This research study suggests a way to improve their construction process through the applications of six sigma techniques on superstore construction projects. A literature review was implemented on the basic concept of six sigma and its general performance steps, and the step by step applications of six sigma techniques were accomplished regarding to the speciality of superstore construction projects. The opportunities of improvement for superstore projects were figured out, and the result of their applications on other superstore projects was analyzed. As a result, it was found that the adoption rate of identical success or failure cases was increased. Also, there were several improvement effects on the projects such as 10~20 days of time savings by projects, decrease of reworks by preventing failure cases, quality and safety improvement. These results indicate that the six sigma techniques are applicable and valuable for improving the repetitive process of superstore construction projects.

Keywords : six sigma, superstore, repetitive construction projects