

A Study on Critical Success Factors for 6 Sigma Project in Construction Site using Factor Analysis

요인분석법을 이용한 건설시공 현장에서의 6시그마 개선활동 성공요인에 관한 연구

Chae-Soo Kim

김채수

동아대학교

Abstract : 6 sigma is a management innovation strategy which improves most of all managerial processes including transactional and project based operations such as marketing, purchasing, accounting, and construction. Even though 6 sigma is trying to solve problems from the customer's viewpoint in the scientific manner, project leader feels some difficulties in implementation because of several reasons. Especially the difficulties are prevalent in construction site. This paper investigates the cause of the difficulties through questionnaires, analyzes the investigation results, and verifies the critical success factors of 6 sigma implementation. Factor analysis has been usually employed in reducing quantity of data and summarizing information chaos. In this study, several variables from questionnaires are grouped into just only four factors by the process of factor analysis. The critical success factors are extracted as project management system, implementation mechanism, site condition, and project ownership. Some ideas for each individual success factor are suggested, which are expected to be useful in successful implementation of 6 Sigma in construction site.

Key words : 6 Sigma, Critical Success Factor, Factor Analysis, Construction Site

1. 서론

산업통상자원부에서는 2013년 3분기 국내 건설업의 노동 생산성이 전년 동기 대비 4.5% 상승했다고 발표했다(Oh *et al.*, 2013). 하지만 이는 건설업 종사자의 근로시간이 줄어들어 전체적인 노동투입량의 감소로 이어진데 기인한 것이며, 대외경제정책연구원의 발표에 의하면 국내 건설업의 노동생산성은 2005년 기준이지만 미국의 68% 수준에 불과하다(Song, 2006). 노동생산성 문

제뿐만 아니라, 국내 건설업은 건축물을 완성하기까지의 단계에는 인허가 기관, 발주자, 설계자, 시공자, 감리자, 전문공사업자(하도급자) 등의 여러 기관이 관련되어 있는 바, 각 이해관계자들은 자신의 관점에서의 이윤 최대화에 매진하고 있는 복잡한 구조이다. 또한 각 건설사는 사내의 규정에 의해 품질관리계획 및 개선 계획을 수립하고 있으나 세부적인 이행방안이 없거나, 현장특성이 반영되지 않아 실효성이 떨어진다. 그리고 품질관리계획서의 검토, 승인 이후에는 발주자 및 감리자의 지속적인 관리, 감독 소홀로 계획서가 착공을 위한 요건서류로만 인식되어 이행실적이 미

• Received 23 January 2014, revised 10 February 2014, accepted 13 February 2014.

* Corresponding author: Tel : +82-51-200-7690 Fax : +82-51-200-7697 E-mail : cskim@dau.ac.kr

미한 경우가 많다(Lee, 2005). 아울러 국내 건설업은 면허제도의 변화이후 경쟁이 더욱 치열해지고 고객들의 요구수준은 높아지고 있는 상황이어서 공사현장 및 건축물의 누수, 균열 등의 품질은 당연품질(natural quality)로 인식되고 있으며, 더 나아가서는 소음 및 친환경 소재 등의 감동품질(impressive quality)까지 요구하고 있는 단계이다. 이와 같이 국내 건설업은 업계문화, 인력구조, 업계의 특수성 등으로 인해 타 업종에 비해 업무표준화 수준이 낮으며, 특히 복잡한 하청구조에 따른 일품수주 형태로 공사가 진행되므로 품질수준이 작업에 투입되는 인력 수준에 따라 큰 편차가 발생하고 있는 실정인바, 운영의 효율화 등과 같은 고객 가치 창출을 위한 혁신활동이 지속적이고 필연적으로 요구된다. 이러한 경쟁력 강화를 위한 혁신활동의 방법론으로써, 국내의 많은 건설사들이 6시그마 경영을 도입하고 개선활동을 진행하고 있다.

6시그마는 통계적인 수단을 활용하여 경영 전략 차원에서의 인재양성과 개선활동을 조직적으로 수행하는 경영혁신 방법론으로써, 미국의 모토롤라사에서 개발되어 전파되었고, 6시그마 개선활동의 많은 성과가 알려지면서 Texas Instrument, Asea Brown Boveri, Allied Signal, GE, Pllaroid, Lockheed Martin, Lucent Technology, SONY, Nokia 등의 선진기업에서 도입하여 성공적으로 수행함으로써 6시그마는 품질과 경쟁력을 급격하게 향상시킬 수 있는 매우 효과적이고 강력한 수단으로 인식되었다(Hoerl, 1998). 식스시그마는 1990년대 후반에 국내에 소개된 이래 삼성전자, 삼성SDI, 삼성전기, LG전자, LG화학, 현대자동차, 두산중공업, 포스코 등 대기업을 중심으로 도입이 활발히 추진되었고, 그 이후 다양한 업종과 업체에서 많은 기업들이 도입하였다(Kwon *et al.*, 2000). 현재까지도 많은 기업들이 6시그마를 대표적인 혁신 방법론으로 활용하고 있는데, 초기에는 주로 제조현장 및 기술개발 부분에서 품질수준 향상, 불량 최소화, 생산성 향상, 그리

고 제조기간 단축 등을 목표로 추진되어 왔으나, 2000년 초반부터는 삼성에버랜드, LG건설, LG투자증권, LG유통, 현대카드, 현대자동차, KT, LG텔레콤, 신한은행, 농협 등의 서비스기업에서도 도입되었다. 공공기관으로서는 한국철도시설공단, 철도공사(Korail), 서울시철도공사, 서울지하철공사, 대구지하철공사 등과 우정사업본부, 관세청, 특허청, 환경부 등 정부부처에서도 도입하여 상당한 성과를 나타내었다.

건설업계에서는 세계적 건설회사인 Bechtel의 경우 2000년 11월 6시그마를 도입하여 2002년까지 300여 개의 6시그마 프로젝트를 수행하였고, 이를 통해 2억 달러 이상의 비용을 절감하였고(John, 2003), 국내의 경우도 2000년도부터 LG건설, 삼성건설, 삼성중공업 건설사업부, 벽산건설, 포스코건설, 롯데건설 등이 6시그마를 도입한 바 있는데, 이는 6시그마를 통해 환경변화 및 고객의 요구수준 향상에 적극적으로 대응하려는 건설사들의 전략적 시도였다. 하지만 건설사업의 특수성 때문에 6시그마 적용의 성공 사례가 많지 않다. 즉 주문 생산적 특성, 옥외적·분산적이라는 특성, 개별성, 생산의 장기간 소요, 다양한 공종의 집합체로 이루어진 복합공종 등의 특수성을 띄고 있어 만족할 수준의 성공 사례는 드물다(Hong *et al.*, 2011).

국내 건설업에서의 6시그마 적용 방법론에 관한 사례 연구는 미약한 수준이지만, 국내 주택공사 현장에서 페콘크리트 발생 저감 및 잔량 발생에 관한 주요 요인을 분석하고 개선안을 도출한 추진사례(Kim *et al.*, 2000)가 있었으며, 건설공사의 효율화를 목적으로 공사 프로세서 개선과 건설 생산성향상 방안에 관한 연구(Han *et al.*, 2006), 건설업에서의 6시그마 적용상의 문제점과 대응방안에 관한 연구(Jin *et al.*, 2003) 등이 있었다. 아울러 특정 건설사의 6시그마 추진체계와 성과분석에 관한 연구(Kim *et al.*, 2005)와 건설 사업관리(construction management) 분야의 6시그마 추진모델에 관한 연구(Kim *et al.*, 2006) 등이 있다.

본 연구에서는 저자가 6시그마 자문위원으로 도움을 주었던 A건설사에서의 경험과 연구를 위한 조사과정을 통하여 자료를 취합하였고, 요인 분석을 위한 통계기법을 활용하여 건설사에서의 6시그마 추진을 위한 핵심 성공요인을 도출하고 발전방향을 제시하고자 한다.

2장에서는 A건설사의 6시그마 추진현황과 문제점을 기술하고, 3장에서는 요인분석법을 활용하여 핵심 성공요인을 도출과정을 소개하며, 4장에서는 도출된 핵심 성공요인에 대한 개선방안을 제시하고, 마지막으로 결론을 맺는다.

2. 시공현장 6시그마 추진현황 및 문제점

2.1 추진현황

A건설사는 도급순위 국내 10위권 내의 대형 건설사이며, 2007년 혁신리더 양성을 시작으로 2008년 이후 연 평균 340건의 6시그마 개선활동을 추진하였다. 건설사의 특성을 고려하여 일반적인 DMAIC 5단계를 Fig. 1과 같이 정의(측정), 분석, 개선, 완료의 4단계로 단순화한 개선활동 추진절차(road map)를 표준화하고, 추진 사무국을 중심으로 시공현장을 포함한 전사적이고 체계적인 추진을 시도하였다.

본격적인 개선활동 기간인 2008년부터 2010

년까지 3년간의 개선과제 추진 성과를 정리해 보면 Table 3과 같이 과제해결건수와 과제당 개선 효과는 증가 추세이나 착수 과제수와 계획기간 내 완료 과제수의 비율인 과제완료율은 오히려 감소하고 있는 상황이었으며, 특히 시공 현장의 과제완료율이 현격히 줄어들고 있었다. 이는 개선활동의 절차나 도구 활용 방법에 대한 이해도가 높아지고 노하우가 축적되어 과제당 개선 효과는 다소 높게 산출되는 반면, 당초 계획한 기간 내에 과제를 완성하지 못하거나 중간에 포기하는 사례가 많아진다는 것이다.

2.2 시공현장 6시그마 활동의 문제점 파악

상기 시공현장의 과제완료율 저하 문제점에 착안하여 2011년도에 42곳 시공현장을 대상으로 시공현장의 6시그마 개선활동이 성공적으로 추진되지 못하는 요인에 관한 조사를 시작하였다. 조사 초기에는 설문을 통한 자료조사를 시범적으로 시도하였으나, 시공현장의 바쁜 일정을 이유로 설문 응답자의 지나치게 무성의한 답변이 도출되고, 설문지 회수율 또한 지극히 낮은 수준이어서 연구 자료로 활용하기에 어려움이 있었다. 따라서 좀 더 신뢰성 높은 자료를 확보하고 현장의 보다 실질적인 의견을 파악하기 위



Fig. 1 Road map for 6 Sigma project

Table 1. The status of improvement project

Year	No. of project	Project total earning (million won)	Earning by project (million won)	Completion ratio (Total organization)	Completion ratio (Site organization)
2008	158	17	0.108	91 %	94 %
2009	407	278	0.683	87 %	86 %
2010	456	339	0.743	83 %	76 %

Difficulties of 6 Sigma implementation in Construction site

Site name	The name of 6 sigma project	Name	Title
-----------	-----------------------------	------	-------

1. Expertise
 - 1-1. Are there difficulties regarding implementation methodologies including statistics?
 - 1) Absolutely not 2) No 3) Does not care 4) Yes 5) Absolutely yes
 - 1-2. Are there difficulties regarding getting machineries for 6 Sigma?
 - 1) Absolutely not 2) No 3) Does not care 4) Yes 5) Absolutely yes
2. Organization
 - 2-1. There is not enough consideration of Higher officer including site manager
 - 1) Absolutely not 2) No 3) Does not care 4) Yes 5) Absolutely yes
 - 2-2. There is not enough assistance of colleagues
 - 1) Absolutely not 2) No 3) Does not care 4) Yes 5) Absolutely yes
3. Environment
 - 3-1. There is not enough leadership of project leader.
 - 1) Absolutely not 2) No 3) Does not care 4) Yes 5) Absolutely yes
 - 3-2. There is not enough expertise for the business process to be improved.
 - 1) Absolutely not 2) No 3) Does not care 4) Yes 5) Absolutely yes
4. Theme selection
 - 4-1. There is some difficulty in selection of new project.
 - 1) Absolutely not 2) No 3) Does not care 4) Yes 5) Absolutely yes
 - 4-2. There is some difficulty in proceeding consistently because of site transfer.
 - 1) Absolutely not 2) No 3) Does not care 4) Yes 5) Absolutely yes
5. Evaluation
 - 5-1. It is a severe problem to evaluate 6 Sigma project on the focus of the number of projects instead of effect
 - 1) Absolutely not 2) No 3) Does not care 4) Yes 5) Absolutely yes
 - 5-2. Absence of critical plan make the improvement activities to be some negative.
 - 1) Absolutely not 2) No 3) Does not care 4) Yes 5) Absolutely yes

Fig. 2. Questionnaires

하여 현장 지도 방문 시 과제를 실제로 수행하는 과제리더나 혁신리더, 혹은 담당 MBB(Master Black Belt)와의 일대일 면담을 통하여 시공현장 6시그마 추진상의 문제점에 관한 조사를 실시하였다. 면담 시 활용한 설문지는 Fig. 2의 그림과 같이 총 10문항으로 구성하고 리커드 5점 척도를 사용하였으며, 이를 통한 설문 결과는 Table 2와 같다.

3. 요인분석

3.1 이론적 배경

요인분석(factor analysis)란 변수들이 어떻게 연결되어 있는가를 분석하고, 변수들 사이의 간계를 공통요인을 이용하여 설명하는 다변량 분석기법이며, 이는 상관성이 높은 일부 변수들끼리 서로 같은 분산구조를 가지는 지를 검토하여 이들을 동일 요인으로 분류하는 통계기법이다.

Table 2. The result of questionnaires

No.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	No.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	5	4	2	2	3	2	4	4	5	5	22	5	4	2	2	2	1	4	5	3	5
2	4	4	1	2	3	2	5	5	5	5	23	5	4	2	2	2	1	4	5	5	5
3	5	4	2	3	3	1	5	5	5	5	24	4	5	3	3	1	2	4	5	4	5
4	5	5	2	3	3	3	4	4	4	4	25	5	4	2	3	2	2	5	4	3	5
5	4	5	2	2	2	2	5	5	4	5	26	5	5	2	3	1	2	5	4	5	5
6	4	5	1	2	1	2	4	5	5	4	27	5	4	1	2	1	2	4	4	5	4
7	5	4	2	2	1	2	5	5	3	5	28	5	4	3	3	2	2	5	5	5	5
8	5	5	1	2	2	2	4	5	5	4	29	5	4	3	3	1	2	5	4	5	5
9	5	4	2	3	2	2	5	5	5	5	30	4	4	3	3	1	3	5	5	5	5
10	5	5	2	3	2	2	5	5	5	5	31	4	5	4	2	2	1	5	5	5	5
11	4	5	3	2	1	2	5	5	5	4	32	5	5	1	2	1	2	4	5	5	5
12	5	4	2	1	1	1	5	5	5	4	33	5	5	2	3	1	1	4	4	5	5
13	5	4	3	1	1	2	5	4	5	5	34	5	4	2	4	2	2	5	4	4	4
14	4	4	2	2	2	1	5	4	5	5	35	5	5	3	1	2	1	4	4	4	4
15	4	5	1	2	1	1	4	4	5	4	36	5	5	3	2	1	2	4	4	5	4
16	4	5	3	2	2	2	5	4	5	4	37	4	5	3	3	1	2	5	5	5	5
17	5	5	3	2	2	2	4	3	5	4	38	4	4	2	2	1	1	5	5	5	4
18	5	5	4	3	2	2	5	4	5	5	39	4	5	3	2	2	1	5	4	5	5
19	4	5	3	2	2	2	4	4	4	5	40	4	5	3	2	1	1	5	5	5	4
20	5	4	3	1	1	2	4	3	5	5	41	5	5	2	3	2	2	4	5	5	4
21	5	5	2	2	1	1	5	5	5	5	42	5	4	2	2	1	1	5	4	5	5

다 (Lee *et al.*, 2002). 요인분석에선 다음과 같은 기본가정을 전제로 한다. 첫째, 공통요인(f_m)은 서로 독립이고 평균이 0이며 분산이 1인 정규분포를 나타낸다. 둘째, 특수요인(u_p)은 서로 독립이고 평균이 0이며 분산은 ψ_p 이다. 셋째, 공통요인(f_m)들과 특수요인(u_p)은 서로 독립적이다. 요인분석은 주로 데이터의 양을 줄여 정보를 요약하는데 사용되면 변수들 내부에 존재하는 구조를 발견하고자 할 경우, 많은 변수들을 몇 개의 요인으로 묶어 중요도가 낮은 변수를 제거하는 경우, 같은 개념을 측정하는 변수들이 동일한 요인으로 묶이는가를 확인하고자 하는 경우, 분석을 통하여 얻어진 요인들을 회귀분석이나 판별분석에서 설명변수로 사용하고자 하는 경우에 사용된다(Kang *et al.*, 2007).

본 연구에서도 일반적인 요인분석 과정인 적합성 검토, 요인수의 결정, 요인 부하량 추정, 요인의 회전, 결과해석 등의 순서로 진행한다.

3.2 적합성 검토

설문조사를 통하여 획득한 Table 2이 데이터가 본 연구에서 진행할 요인분석에 적합한 지를 판정하기 위하여 상관계수 행렬을 점검하였다.

Fig. 3에서와 같이 일부 변수들 사이에서는 상관관계가 높으며, 이들을 제외한 다른 변수들

사이에서는 상관관계가 낮은 현상을 나타내고 있는데, 상관분석 결과(correlation matrix)에서 위에 표기된 값은 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)이고 아래에 표기된 숫자는 계산된 유의확률(P-Value)이며, P-Value를 기준으로 유의수준 10 %에서는 0.1이하이면 상관성이 있으며, 유의수준 5 %에서는 0.05이하이면 상관성이 있다고 본다. 상기 분석 결과는 변수들이 몇 개의 요인들로 분류될 수 있음을 나타내는 것으로써, 본 자료가 요인분석에 적합함을 의미한다.

3.3 요인수 결정

적합성 검토를 거친 후, 요인분석을 위한 첫 순서는 변수와 요인의 상관관계를 나타내 주는 최초 요인행렬을 추출하는 것이다. 즉, 최초 요인을 추출한 뒤 회전시키지 않은 요인행렬로부터 추출할 요인수를 결정하게 되는데, Fig. 4은 건설 시공현장에서의 6시그마 개선활동에 영향을 미치는 변수들에 의한 주성분 분석을 한 결과이다. 최소 고유값이 1.0 이상인 요인은 4개 요인이며, 이들 4개 요인의 누적 요인공통분산의 총분산에 대한 비율은 61 %로써 일반적 기준인 60 %를 상회하는 값이다. 따라서 요인분석에 활용할 적정 요인수는 4개로 판별하였다.

Correlations:

	Method	Coaching	Manager	Colleague	Leadership	Knowledge	Theme	Leader	Evaluation	
Coaching		-0.278 0.075								
Manager		-0.152 0.337	0.179 0.257							
Colleague		0.096 0.545	0.031 0.846	0.013 0.934						
Leadership		0.098 0.538	-0.091 0.568	-0.050 0.755	0.196 0.214					
Knowledge		0.065 0.683	0.050 0.753	0.040 0.800	0.355 0.021	0.095 0.549				
Theme		-0.210 0.183	-0.262 0.093	0.268 0.086	0.208 0.185	-0.035 0.824	-0.076 0.632			
Leader		-0.242 0.123	0.004 0.981	-0.220 0.161	0.139 0.379	-0.024 0.882	-0.095 0.548	0.256 0.102		
Evaluation		-0.108 0.494	0.128 0.421	0.037 0.814	-0.096 0.547	-0.159 0.314	-0.106 0.506	0.094 0.553	-0.020 0.902	
Control		0.067 0.675	-0.278 0.075	0.170 0.281	0.171 0.279	0.098 0.538	-0.026 0.870	0.296 0.057	0.097 0.542	-0.108 0.494

Fig. 3. Correlation coefficient and p-value

Principal Component Analysis: Method, Coaching, Manager, Colleague, Leadership, Knowledge, Theme, Leader, Evaluation, Control

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	1.7862	1.6499	1.3862	1.2546	0.9548	0.8525	0.7049	0.6153	0.4738	0.3218
Proportion	0.179	0.165	0.139	0.125	0.095	0.085	0.070	0.062	0.047	0.032
Cumulative	0.179	0.344	0.482	0.608	0.703	0.788	0.859	0.920	0.968	1.000
Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10
Method	0.112	-0.533	0.218	0.217	-0.328	-0.006	-0.389	0.334	-0.439	0.213
Coaching	-0.388	0.152	-0.528	-0.126	0.183	0.061	-0.488	0.050	-0.031	0.503
Manager	0.084	0.301	-0.360	0.609	0.208	-0.030	-0.039	0.190	-0.394	-0.405
Colleagu	0.430	-0.104	-0.443	-0.223	-0.276	0.043	-0.263	0.335	0.442	-0.323
Leadersh	0.263	-0.293	-0.114	-0.097	0.415	0.774	0.166	-0.027	-0.142	0.058
Knowledg	0.161	-0.279	-0.551	-0.059	-0.288	-0.257	0.387	-0.425	-0.297	0.151
Theme	0.446	0.469	0.046	0.086	-0.153	0.031	0.299	0.349	0.005	0.580
Leader	0.202	0.318	0.110	-0.658	0.041	-0.087	-0.184	-0.000	-0.572	-0.208
Evaluati	-0.223	0.309	0.004	0.085	-0.669	0.564	-0.070	-0.244	-0.074	-0.113
Control	0.510	0.109	0.133	0.235	0.111	-0.046	-0.484	-0.613	0.122	0.124

Fig. 4. Principal component analysis

3.4 요인의 회전

요인분석에서는 요인 부하량(factor loading)을 이용하여 각 변수들이 어떠한 요인들에 의해 설명되는 지를 파악할 수 있다. 즉, 요인 부하량은 특정 요인이 어떤 변수들과 높은 관계를 갖는지를 알 수 있는 지표이며, 이를 제공하여 백분율로 나타내면 요인에 의해 설명되는 변수의 분산비율이 된다. 그러나 실제로 변수들이 여러 요인들에 대하여 유사한 요인 부하량을 나타낼 경우에는 특정 변수가 어떤 요인에 속하는지를 파악하기가 어렵다(Kang *et al.*, 2007). 따라서 변수의 요인 부하량을 계산하여 부하량이 특정 요인에는 최대가 되고 다른 요인에는 최소가 되도록 요인을 회전하게 되는데, 본 연구에서는 회전축이 직각이 되도록 구성하는 Varimax 법을 사용하였다. Fig. 5는 선정된 변수들의 요인에 대한 비회전 상태의 요인 부하량을 나타내고, Fig. 6는 회전상태의 요인부하량과 요인점수(score)를 나타내는데, 회전상태에서의 요인 부하량으로 부터 각 요인에 포함되는 변수를 보다 명확히 파악할 수 있다.

회전상태의 회전 부하량으로부터 요인1에는 과제선정방식(theme)과 유지관리(control)가 포함되며, 요인2에는 추진방법론(method)과 지도체계(coaching), 요인3에는 팀원의 협조(colleague)와 개선업무 관련지식(knowledge), 그리고 요인4에서는 상사의 관심(man-

Factor Analysis: Principal Component Factor Analysis of the Correlation Matrix

Unrotated Factor Loadings and Communalities

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Communality
Method	0.150	-0.684	0.257	0.243	0.616
Coaching	-0.519	0.195	-0.621	-0.141	0.714
Manager	0.113	0.387	-0.424	0.683	0.808
Colleagu	0.575	-0.134	-0.521	-0.250	0.682
Leadersh	0.351	-0.376	-0.134	-0.109	0.295
Knowledg	0.215	-0.358	-0.648	-0.066	0.599
Theme	0.596	0.603	0.054	0.096	0.731
Leader	0.270	0.408	0.130	-0.737	0.799
Evaluati	-0.299	0.396	0.005	0.095	0.255
Control	0.681	0.140	0.156	0.263	0.578
Variance	1.7862	1.6499	1.3862	1.2546	6.0769
% Var	0.179	0.165	0.139	0.125	0.608

Fig. 5. Unrotated factor loadings

Factor Analysis: Principal Component Factor Analysis of the Correlation Matrix

Rotated Factor Loadings and Communalities
Varimax Rotation

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Communality
Method	-0.142	-0.736	-0.099	0.212	0.616
Coaching	-0.435	0.695	-0.154	0.134	0.714
Manager	0.420	0.384	-0.043	0.695	0.808
Colleagu	0.234	0.047	-0.781	-0.125	0.682
Leadersh	0.025	-0.299	-0.449	-0.056	0.295
Knowledg	-0.137	0.049	-0.739	0.176	0.599
Theme	0.825	0.196	0.008	-0.112	0.731
Leader	0.247	0.247	-0.059	-0.821	0.799
Evaluati	0.004	0.372	0.333	0.075	0.255
Control	0.706	-0.256	-0.103	0.061	0.578
Variance	1.6983	1.5690	1.5184	1.2912	6.0769
% Var	0.170	0.157	0.152	0.129	0.608

Factor Score Coefficients

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factc
Method	-0.074	-0.468	-0.024	0.162
Coaching	-0.263	0.458	-0.164	0.077
Manager	0.279	0.243	-0.027	0.558
Colleagu	0.099	0.079	-0.516	-0.095
Leadersh	-0.006	-0.164	-0.280	-0.045
Knowledg	-0.106	0.078	-0.501	0.122
Theme	0.484	0.121	0.027	-0.049
Leader	0.103	0.167	-0.053	-0.630
Evaluati	0.018	0.218	0.200	0.060
Control	0.419	-0.163	-0.021	0.082

Fig. 6. Rotated factor loadings and factor score coefficients

ager)과 과제리더의 추진력(leader) 변수가 포함됨을 알 수 있다.

요인점수(factor score)란 추출되는 공통요인에 대한 추정값으로서, 추가적인 통계분석을 위한 입력자료로 이용될 뿐만 아니라 주어진 자료에 대한 정규성 가정의 진단 목적으로도 사용된다. 예를 들어 Fig. 7은 요인2와 요인3의 요인점수를 산점도로 표현한 것인데, 전체적인 모양이 대략 타원이므로 주어진 자료는 근사적으로 정규분포를 따른다고 볼 수 있다.

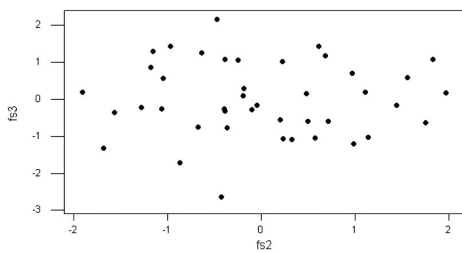


Fig. 7. Plot of factor scores for factor 2 and 3

3.5 성공요인 도출

상기 회전된 요인 부하량을 토대로 건설현장 6시그마활동 성공요인을 4가지로 구분하기로 하고, 각 요인의 명칭은 포함된 변수들의 의미를 고려하여 Table 4와 같이 결정하였는데, 요인1은 과제관리시스템, 요인2는 추진체계, 요인3은 현장여건, 그리고 요인4는 과제의 오너쉽(책임성)으로 명명하였다.

4. 핵심 성공요인별 개선방안

요인분석을 통하여 도출된 핵심 성공요인에 대한 최적의 개선방안은 또 다른 측면에서의 객

관적이고 과학적인 해결방안을 강구할 필요가 있겠으나, 본 연구에서는 저자의 6시그마 개선 활동 경험과 건설현장이 갖는 특수성만을 감안한 직관적 개선방안을 제시하기로 하며, 그 결과는 Table 5와 같다.

4.1 참고 빈도지수를 활용한 과제관리 전산시스템 구축

견수 중심의 ‘흉내 내기 식’ 과제 수행의 유형을 근절하고 유사과제의 중복 수행을 최소화하며, 신규과제 도출을 용이하게 하기 위한 과제은행(theme bank) 운영을 목적으로 한 과제관리 전산시스템(PMS, Project Management System)을 도입하고, 그 세부 운영 방식으로 참고 빈도지수(impact factor)를 활용한다.

이는 일반적인 PMS 기능 외에 과제 완료보고서를 등록할 경우에는 주 참고(main reference) 과제보고서나 논문, 서적 등의 참고자료를 등록하도록 하는 시스템이며, PMS에서는 일정 기간 별로 참고 빈도지수(impact factor)를 집계하여 지수의 크기에 따라 개인 및 집단을 포상하는 제도이다. 이 시스템의 도입은 과제리더로 하여금 본인의 개선사례가 타 직원의 참고자료가 된다는 자긍심과 부담감을 갖도록 하고, 작품을 제작하는 장인정신의 애정으로 개선활동을 하게 되는 긍정적 계기가 되며, 성공사례(best practice)의 확산, 과제 수행기간의 단축, 과제 완성도 향상, 그리고 지식경영(knowledge management) 체계의 확산에도 크게 기여할 것으로 기대된다.

Table 4. Name of the extracted factor

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Variable	· Theme · Control	· Method · Coaching	· Colleague · Knowledge	· Manager · Leadership
Factor name	PJT management system	Implementation mechanism	Site condition	PJT ownership

Table 5. Improvement Idea

Factor	PJT management system	Implementation mechanism	Site condition	PJT ownership
Idea	Impact factor system	Online assistance system	Activation of Kaizen circle	Workshop based theme selection

4.2 온라인 개선활동 지원

건설 현장에서의 개선활동 특성은 개선활동 단위가 산재되어 있으며, 현장의 위치 또한 오지인 경우가 많으므로 개선활동 중에 지원을 받으러 본사를 방문하거나, 본사에서 현장을 방문 지도한다는 것은 현실적으로 매우 어려운 일이다. 따라서 예제 중심의 명료한 추진단계로 구성된 이해하기 쉽고, 활용성이 높은 온라인강좌를 개발하여 인터넷을 통한 학습과 조회 기능을 부여한다. 또한 단계별 예제는 유형별로 수요자가 직종별 혹은 직무별로 선택할 수 있게 구성하고, 필요한 부분은 선택적으로 반복 시청 가능하도록 개발한다. 이러한 온라인 개선지원 시스템은 시간과 공간적 제약사항 없으므로 건설현장의 특징적 어려움에 대한 적극적 방안이 되며, 일반적으로는 콘텐츠 개발비용을 고려하더라도 오프라인 지원활동에 비하여 비용을 줄일 수 있는 방안이 된다. 물론 온라인 시스템이므로 수강자의 수준에 맞춘 강의진행은 다소의 한계가 있는 바, 선수과목을 명확히 하고 단계별 수료평가 및 수강자 이력관리 등의 체계적인 교과 관리 시스템도 보완되어야 한다.

4.3 분임조 활동 활성화

6 시그마 개선활동은 개인 제안 중심의 국소적(local) 소 개선보다는 전체 최적화를 추구하는 팀활동이 근간이 되어야 한다. 간섭이 자주 발생하는 공중/공정 간의 연계(interface) 문제를 중심으로 분임조를 구성한다. 건설현장의 특성을 고려하여 사내외의 온라인 매체를 활용하는 것이 바람직하며, 특히 온라인 자료실을 활용하는 자료의 공유와, 분임조 활동 계획 등을 공유하기 위한 온라인 게시판의 활용 등은 매우 효과적인 방법이다. 또한 분임조 활동에 대한 종합 계획(master plan) 작성은 분임조 활동을 보다 구체적으로 규명하는 효과가 있으며, 이는 분임조 활동의 성과와 직결된다. 아울러서 분임조 활동 자랑대회의 주기적 개최는 분임조간 경쟁의

식 고취와 소속감 향상, 분임조 활동의 중간점검, 협력업체에 대한 혁신활동 전파 등의 효과로 연동 될 수 있다.

4.4 과제 책임제 실시

건설현장 뿐 아니라 일반적으로 많은 개선활동 현장에서 개선활동의 리더를 선정하거나 활동 주제를 선정하는 일을 순환 당번(roulette wheel) 방식으로 진행한다. 즉, 일정한 순환 순서를 정하거나 혹은 일정 기간마다의 순번제로 과제활동의 책임을 맡게 된다. 이런 경우에는 과제활동이 피동적으로 될 가능성이 많으며, 참여 팀원들도 본인의 순서가 아니라는 인식을 하게 되어 팀원으로서의 역할을 소홀히 할 가능성이 많다. 특히 과제리더가 전출을 가거나 특별한 긴급 업무가 부여된 경우는 과제 수행이 중단되는 어려움에 봉착한다. 따라서 과제 선정을 현장 조직원 대다수가 참석하는 워크샵의 형태로 진행하여, 현장 목표 달성에 직접적 도움이 되는 과제를 선정하고, 그 과제의 수행에 가장 적합한 인물을 중심으로 과제리더와 팀원을 구성하는 방식이 바람직하다. 과제의 성공여부는 개선리더 한 개인의 책임이 아니라 팀 전체의 책임으로 평가되는 팀별 과제책임제를 도입하면 과제책임의식(project ownership)이 높아지는 장점이 있으며, 현장소장은 현장의 모든 과제에 대해 공동 과제 책임자가 된다. 워크샵 중심의 현장 개선과제 도출 과정은 Fig. 8과 같이 현장별 리스크를 평가한 후, 리스크를 줄이거나 만회하기 위한 활동들을 도출하면 개선 주제가 되며, 이러한 활동이 현장별 성과지표(KPI, Key Performance Index)에 기여하는 지를 검토하여 소장의 승인을 받는 과정을 거친다.



Fig. 8. Workshop based project pick-up

5. 결론

본 연구에서는 국내 건설 시공현장에서의 6시그마 수행상의 현황과 문제점을 살펴보고, 문제점의 발생 요인을 객관적이고 정량적인 방법으로 발견하기 위하여 다수의 현장을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 설문 결과를 요인분석 방법으로 통계처리 하여 건설현장 6시그마 개선활동의 4가지 핵심 성공요인을 도출하였다. 도출된 성공요인은 과제 관리시스템과 추진체계, 현장여건, 그리고 과제의 책임성이며, 저자의 경험과 건설 현장의 특수성을 고려한 각 요인별 해결방안도 제시하였는데, 첫째는 참고 빈도 지수를 활용한 과제관리 전산시스템 구축, 둘째는 온라인 개선활동 지원, 셋째는 분임조 활동 활성화, 그리로 마지막으로 과제 책임제 실시로 요약된다.

본 연구를 위한 조사과정에서 대부분의 응답자들은 6시그마 개선활동의 필요성에는 공감하고 있으며, 비용절감, 품질향상 등에 도움이 된다는 긍정적 반응이었다. 그러나 건설 현장이 갖는 특수한 여건을 고려하지 못한 상태에서의 일률적 시행은 보여주지 못하며, 과제수행, 일반화된 개선사례의 중복수행, 제안 수준의 개선활동 등의 바람직하지 못한 활동 결과를 양산하게 되는 바, 핵심 성공요인에 대한 대안의 구체적 적용이 필요한 실정이다.

본 연구는 특정 건설사를 대상으로 진행되었기에 각 건설업체별 차이가 반영되지 못하였다. 따라서 본 연구 결과를 일반화하기에는 다소 한계점이 있으며, 향후 연구에서는 이런 한계점을 극복할 수 있는 추가적인 사례분석이 필요할 것이다.

사 사

본 연구는 동아대학교의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- Han S.H., Ryu H.D., Chae M.J., Lim G.S. (2006), Six-sigma Based Approach to Improve Productivity for Construction Processes and Operations, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 26(4), pp. 649-659
- Hoerl, R.W. (1999), "Six Sigma and the future of the Quality Profession", *Quality Progress*, 31(6), pp. 35-42
- Hong S.H., Jung S.B (2011), Efficient Application Way of Six Sigma at Railway Construction Project, *Proceedings of KSR(Korean Society of Railway) Conference*, pp. 1251-1262
- John E. (2003), In pursuit of perfection, *Bechtel Brief*
- Kang M.G., Lee K.M., Cha H.S. (2007), Evaluation of Effects of Real Joint-Operation of Multi-purpose Dams, *Journal of Korea Water Resources Association*, 40(2), pp. 101-112
- Kim C.G., Lee J.S., Chun J.Y. (2006), Process Model for 6 Sigma in Construction Management, *Proceedings of KICEM(Korea Institute of Construction Engineering and Management) Conference*, pp. 478 - 482
- Kim J.T., Kwon H.M., Choi J.H. (2000), Case Study in a Six Sigma Project for Decreasing Waste Concrete in a Housing Construction Site, *Proceedings of KIIE(Korea Institute of Industrial Engineers) Conference*, pp. 345-348
- Kim S.W., Hwang U.S., Kim S.K., Kim Y.S. (2005), A Case Study on the Performance Analysis for Applying 6 Sigma to a Construction Company, *Korean journal of construction engineering and management*, 6(4), pp. 133-141
- Kwon, H.M., Kim, J.T. Choi, J.M.(1999), Case Study : A Six Sigma Project for Decreasing Waste Concrete in a Housing Construction Site, *Quality Innovation*, 1(1), pp. 4-9, 1999.
- Lee G.S. (2005), Establishment and development of Construction Quality management system, *Construction Technical Information*, No.237

- Lee Y.I. (2002), Understanding of factor analysis, *Sukjung publishing*
- Oh S.C., Cho S.W., Lee K.H., Yu G.S. (2013), Trends in labor productivity index, *Press release of MOTIE(Ministry of trade, industry & energy) and Korea productivity center*, pp. 1-4
- Ryu H.D., Jin K.H., Han S.H. (2003), Exploratory Study on the method to improve performance in construction process by applying Six-Sigma Principle, *Proceedings of KICEM(Korea Institute of Construction Engineering and Management) Conference*, pp. 353-358
- Song Y.G. (2006), U.S. service trade barriers, *Report of Korea Institute for International Economic Policy(KIEP)*