

# TRIZ를 활용한 수출용 공업화 건축 시스템 개발

## Development of Pre-fabricated Building System for Exporting Using TRIZ

오 세 리\*      조 봉 호\*\*      김 갑 득\*\*\*  
 Oh, Se-Ri      Cho, Bong-Ho      Kim, Kap-Deug

### Abstract

The construction industry is hard to apply to the statistical methodology of 6-sigma. For example, it is hard to verification of fraction defective through quantity production. So, in this research the proposed approach for effective process of technology development through establish of innovative methodology reflecting constructional characteristics. Few studies have progressed in construction industry, but there are so many examples using 6-sigma for applying to customer needs at the product development or process improvement in manufacturing business. So this research proposed the design methodology using QFD of 6-sigma and TRIZ.

키 워 드 : 트리즈, 품질기능전개, 공업화 건축 시스템  
 Keywords : TRIZ, QFD, Pre-fabricated building system

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적

6-시그마와 TRIZ 방법론은 제조분야에서 신제품 개발, 프로세스의 개선 등 다방면으로 매우 활발하게 사용되고 있으며, 그 활용을 통해 원가절감 또는 품질향상의 효과를 내고 있다. 또한 소품종대량생산의 특징은 6-시그마, TRIZ 등의 방법론 적용이 매우 용이하다. 그러나 건설 산업은 제조업과는 달리 그 규모가 매우 크며, 많은 프로세스들이 동시에 연계되어 진행되기 때문에 이를 활용하는데 많은 제약이 있다<sup>1)</sup>. 따라서 본 연구에서는 고객 중심이며 창의적인 건설기술 개발을 위하여 건설 기술 개발에 효율적인 6-시그마인 품질기능전개(QFD, Quality Function Deployment)와 TRIZ의 활용 방법론을 제안하고자 한다.

### 1.2 연구의 방법 및 범위

6-시그마는 1980년대 모토로라의 엔지니어 빌 스미스에 의해 정립되어 사용되었고, 1990년대 후반 이후 국내의 다수 제조업 분야의 대기업들이 생산성 향상과 프로세스 개선, 신제품 개발 등에 적용하고 있는 혁신 방법론이다<sup>2)</sup>.

본 연구는 6-시그마의 방법론 중 QFD를 적용하여 제품 개발 과정을 건설 산업의 특성에 맞추어 활용하였다.

그림 1은 DFSS의 제품 개발 프로세스이며, 본 논문은 2단계

(Measure) QFD와 3단계(Explore)의 기능분석실행에 중점을 맞추어 건설기술의 개발 방법론을 제시한다.

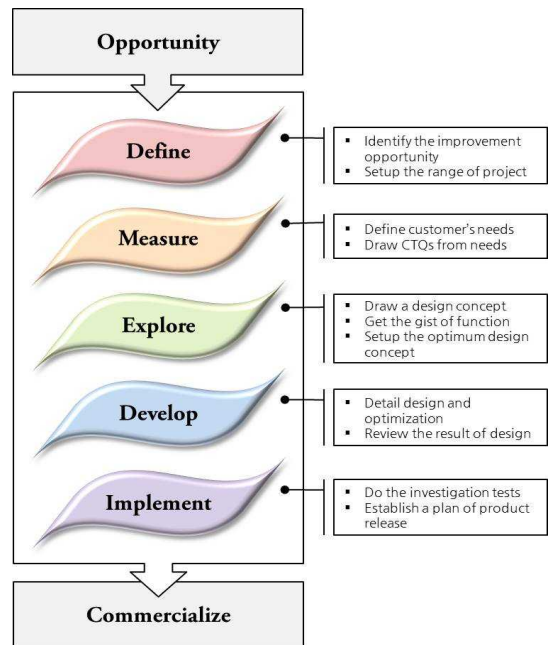


그림 1. DFSS방법론의 제품설계 프로세스

### 1.3 선행연구의 고찰

QFD 및 TRIZ를 활용한 창의적 제품 개발 및 디자인에 관한 연구들은 꾸준히 수행되어져 왔다. 그러나 기존 연구의 경우 6-시그마 방법론 전 과정을 활용한 제품 개발 프로세스의 제안<sup>3,4)</sup> 및 품질특성에서 도출한 기술적 모순에 대하여 별도의 과정을 추

\* 아주대학교 건축공학과 석사과정  
 \*\* 아주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사, 교신저자 (bhcho@ajou.ac.kr)  
 \*\*\* RIST 강구조연구소 수석연구원, 공학박사

가하여 TRIZ를 사용하여 해결하였을 뿐<sup>5,6)</sup>, 품질특성과 요구기능에 대한 상관관계 및 기능에 대한 기술적 모순은 고려되지 않았다. 그림 2는 6-시그마 방법론에서 사용되는 품질기능전개의 HOQ 구성이다.

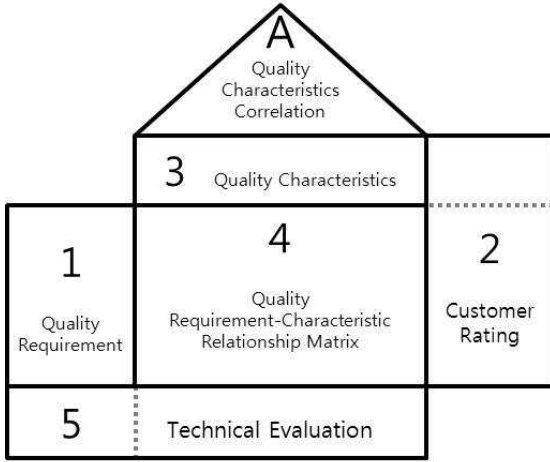


그림 2. 품질기능전개의 HOQ 구성

기존 연구에서 활용한 HOQ의 경우 고객의 요구품질에서 도출한 품질특성의 상관관계에서 우선순위를 도출, 우선적으로 고려해야 할 품질특성을 확인하는 과정이다. 그러나 제품 및 프로세스 설계에서 중요한 사항은 제품이 가져야 할 기능이다. 고객의 요구품질-품질특성-기능 3가지의 상관관계를 동시에 고려하지 못한다면 고객의 니즈를 충분히 반영하지 못한 결과물 도출의 우려가 있다.

품질기능전개와 기능분석을 효율적으로 통합하여 HOQ를 제안하는 연구는 산업공학 분야에서 꾸준히 이루어져왔다<sup>7)</sup>. 그러나 Matrix만을 통합하여 품질특성과 기능의 상관관계를 도출하는 것은 창의적인 제품 설계에 체계성이 부족하다.

따라서 본 연구에서 사용하는 HOQ(House Of Quality)는 기존 HOQ와 기능분석 실행을 통합한 Matrix를 사용하였으며, 이를 기능적 HOQ(F-HOQ, Functional HOQ)라 하였다. 또한 Room A, B에 위치한 각 품질특성과 기능의 상관관계에서 도출된 음의 상관관계를 기술적 모순으로 정의, TRIZ를 활용하여 해결하였다.

## 2. 품질기능전개

### 2.1 F-HOQ 작성

기존의 HOQ와 Room 1~5, 9는 동일하지만 기능분석의 내용을 통합함에 따라 F-HOQ에서는 Room 6~8, 10을 추가하였다. F-HOQ의 구성은 그림 2와 같다.

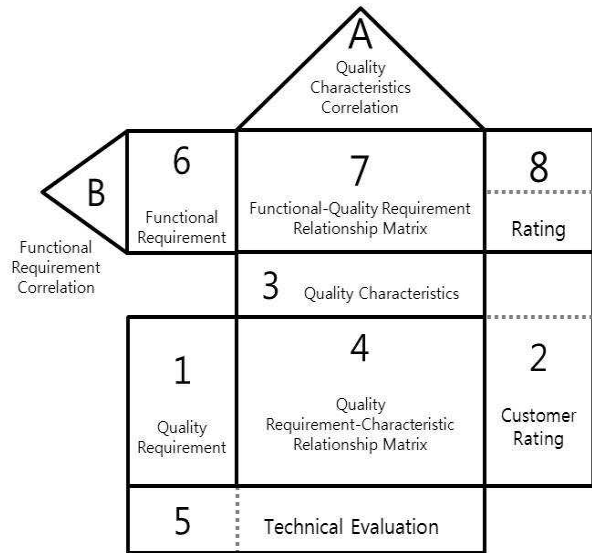


그림 3. 새로운 F-HOQ의 구성

### 2.2 기능분석 실행

요구품질 우선순위 중 수출용 공업화 건축 시스템에서 가장 중요한 품질특성은 운송 부피이다. 운송 부피는 운송비와 가장 밀접한 관계에 있으며, 운송 시 화물용 컨테이너선과 호환이 가능한 시스템일 경우 운송비가 최소로 소요됨을 고려하였다. 그림 3은 컨테이너와 호환 가능한 공업화 시스템을 목표로 잡고 기능분석을 실행한 것이다.

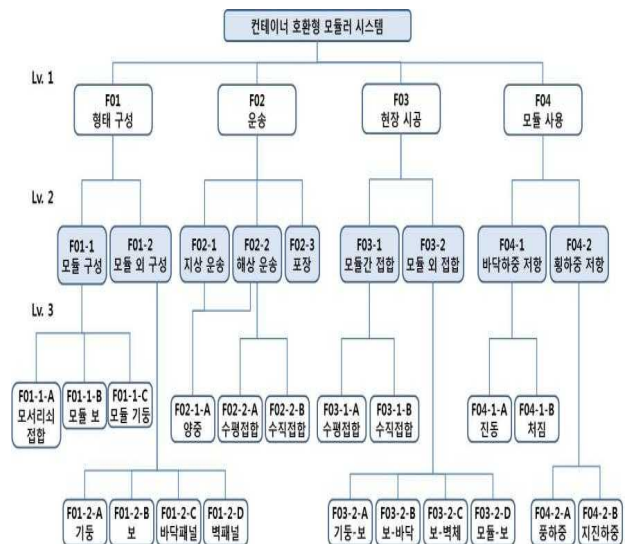


그림 4. 수출용 공업화 시스템의 Function-tree

F-HOQ Room6에 도출한 Level1과 2의 각 기능을 대입하여 총 4개의 F-HOQ를 작성하였다. 또한 각 F-HOQ의 Room 9, 10에서 도출한 음의 상관관계를 갖는 특성을 기술적 모순으로 정의하였다.

### 3. TRIZ를 이용한 기술적 모순의 해결

#### 3.1 기술적 모순 도출

그림 4는 Room 3, 6-7, 9-10의 상관관계표이다. 각 구성은 아래와 같다.

- 1) Room6 요구기능: 기능분석실행을 통한 요구기능
- 2) Room7 품질특성-기능 상호관계: ◎는 강한 상호관계를 나타내며, ○는 보통, △는 약함을 나타냄
- 3) Room9 상관관계: Room3의 품질특성 간 상관관계
- 4) Room10 상관관계: Room6의 요구기능 간 상관관계

Room 9,10에서 X는 약한 음의 상관관계이며, XX는 강한 음의 상관관계를 뜻한다. 음의 상관관계란 어느 한 특성을 개선하고자 할 때 그 시스템의 다른 특성은 악화되는 상황을 말한다. 이를 TRIZ에서는 기술적 모순(Technical Contradiction)이라 정의한다. 예를 들어, ①의 강한 음의 상관관계를 갖는 품질특성은 운송 부피와 면적 당 부품개수이다. 운송 부피 특성을 개선한다는 것은 현재 시스템에서 운송 부피를 줄인다는 뜻이다. 운송 부피를 줄이면 이와 동시에 면적 당 부품개수는 늘어나게 된다. ②두 가지 품질특성이 주요하게 작용하는 요구기능을 찾는다. ③Figure4에서 나타나는 주요 모순 기능은 F01-2 모듈 외 구성과 F02-3 포장이다. 따라서 F01-2에 대한 기능솔루션 도출 시 모순행렬표를 작성하여 TRIZ의 방법론에 따라 기술적 모순을 해결하였다.

F01-1	Consist of module	◎	△	○	○	○
F01-2	Consist of except module	◎	△	◎		○
F02-1	Land transport	○	○			
F02-2	Marine transport	◎	◎			△
F02-3	Packing	◎		◎	△	
F03-1	Connect between module		◎	◎	○	○
F03-2	Connect between Except module			◎	○	△
F04-1	Resistance of Vertical loads		◎	◎	◎	◎
F04-2	Resistance of Lateral loads		◎	◎	◎	◎
	Transportation Volume					
	Frame weight per area					
	Number of component Per area					
	Ceiling height					
	Maximum deflection Of beam					

그림 5. 품질특성-요구기능 간 기술적 모순 도출

#### 3.2 모순행렬표

모순행렬표는 TRIZ에서 기술적 모순을 해결하는 지식베이스로 무게, 길이, 부피 등의 공학 모수들로 구성된 39가지의 파라미터와 이를 해결하는 40가지 발명원리로 구성된다<sup>3)</sup>. 표 1은 TRIZ의 모순행렬표이다.

표 2. TRIZ의 모순행렬표

CHARACTERISTICS		Characteristics that is getting worse				
		1	...	36	...	39
Characteristics to be improved	1 Weight of a mobile object	-	...	26, 30 36, 34	...	35, 3 24, 37
	...	...	...	...	...	...
	8 Volume of a stationary object	-	...	1, 31	...	35, 37 10, 2
3	Capacity /Productivity	35, 26 24, 37	...	12, 17 28, 24	...	-

표의 Y축은 개선하려는 성질, X축은 악화되는 성질이 놓이게 된다. 설정한 파라미터의 교차항목은 이 모순을 해결하는 적절한 발명원리로 구성되어 있다.

표 3. 도출한 기술적 모순에 대한 모순행렬표 작성

CHARACTERISTICS		that is getting worse	
		36	Complexity of a device
To be improve	8 Volume of a stationary object	1	Segmentation
		31	Porous Materials

Table 2는 Figure 4에서 도출한 기술적 모순인 운송 부피와 면적 당 부품개수, 이 두 가지 품질특성을 TRIZ의 39가지 파라미터로 변환하여 모순행렬을 구성한 것이다. 운송 부피는 8정지된 물체의 부피, 면적 당 부품개수는 36장치의 복잡성으로 변환하였다.

#### 3.3 모순의 해결

기능 F01-2의 기술적 모순의 해결 원리는 1분할, 31다공성 재료이다. 각 원리에 따라 도출한 기능 솔루션의 컨셉은 그림 5와 같다. 분할의 원리를 이용하여 건물을 모듈과 패널의 조합으로 구성하고, 다공성재료의 원리를 응용하여 모듈 내부의 공간을 활용하는 방안을 도출하였다. 이 내부공간에 패널을 적재하여 운송하여 운송 부피를 최소화하는 방안이다.



그림 6. F-HOQ와 TRIZ를 이용한 F01-2 기능솔루션 도출

## 4. 결 론

본 논문에서는 기존 6-시그마의 HOQ에 기능분석을 결합시킨 F-HOQ를 제안하였다. F-HOQ는 기존 HOQ에서 간과되기 쉬운 품질특성과 기능의 관계를 부각시켰으며, F-HOQ의 2가지 상관관계를 이용하여 기술적 모순을 빠짐없이 도출할 수 있도록 하였다. 또한 위와 같이 품질특성과 기능에서 도출되는 음의 상관관계인 기술적 모순에 대하여 TRIZ의 모순행렬표를 이용하여 기능솔루션 및 설계 컨셉을 도출하여 전체적인 시스템의 설계에 활용하였다. 최종 시스템 설계의 결과, 기존 시스템 대비 제안 시스템 운송 부피는 최대 48%까지 절감 가능하게 설계되었다.

F-HOQ는 규모가 크며, 다양한 요소들이 복합적으로 작용하는 건설에 요구되는 많은 품질특성과 기능들이 고객의 요구사항과 부합할 수 있도록 할 것이다. 이러한 창의적 설계기법을 효율적으로 활용한다면 첨단 건설업의 혁신적 기술 개발의 지원 도구의 역할을 할 것이라 기대하는 바이다.

## 참 고 문 헌

1. 김세준, 임범준, 장영훈, 한태식, DFSS기법을 이용한 차량의 Shock & Jerk 최소화 연구, 한국자동차공학회 추계학술대회 논문집, pp.2139~2144, 2006
2. 박수동, 박영택, TRIZ와 QFD의 통합에 관한 연구, 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, pp.582~587, 1998.10
3. 임현수, 김태훈, 조훈희, 강경인, 품질기능전개와 트리즈를 이용한 초고층 거푸집 시스템 설계 프로세스, 대한건축학회 논문집, 제28권 제8호, pp.173~182, 2012.9
4. 정영일, 서용칠, 구교진, 현창택, 설계VE의 효율적인 아이디어발상을 위한 TRIZ의 활용방안, 대한건축학회 논문집, 제19권 제8호, pp.145~152, 2003.8
5. 조봉호, 김홍진, 이승준, 차희성, 식스-시그마를 이용한 모듈러 건축물용 보부재 개발 방법론, 대한건축학회 논문집, 제26권 제11호, pp.75~85, 2010.11
6. 조봉호, 이재승, 차희성, 식스-시그마를 이용한 군 독신자 숙소용 모듈러 건축 시스템 개발, 한국건설관리학회 논문집, 제11권 제6호, pp.89~99, 2010.11
7. Hajime Yamashina, Takaaki Ito, Hiroshi Kawada, Innovative product development process by integrating QFD and TRIZ, International Journal of Production Research, pp.1031~1050, 2010.11