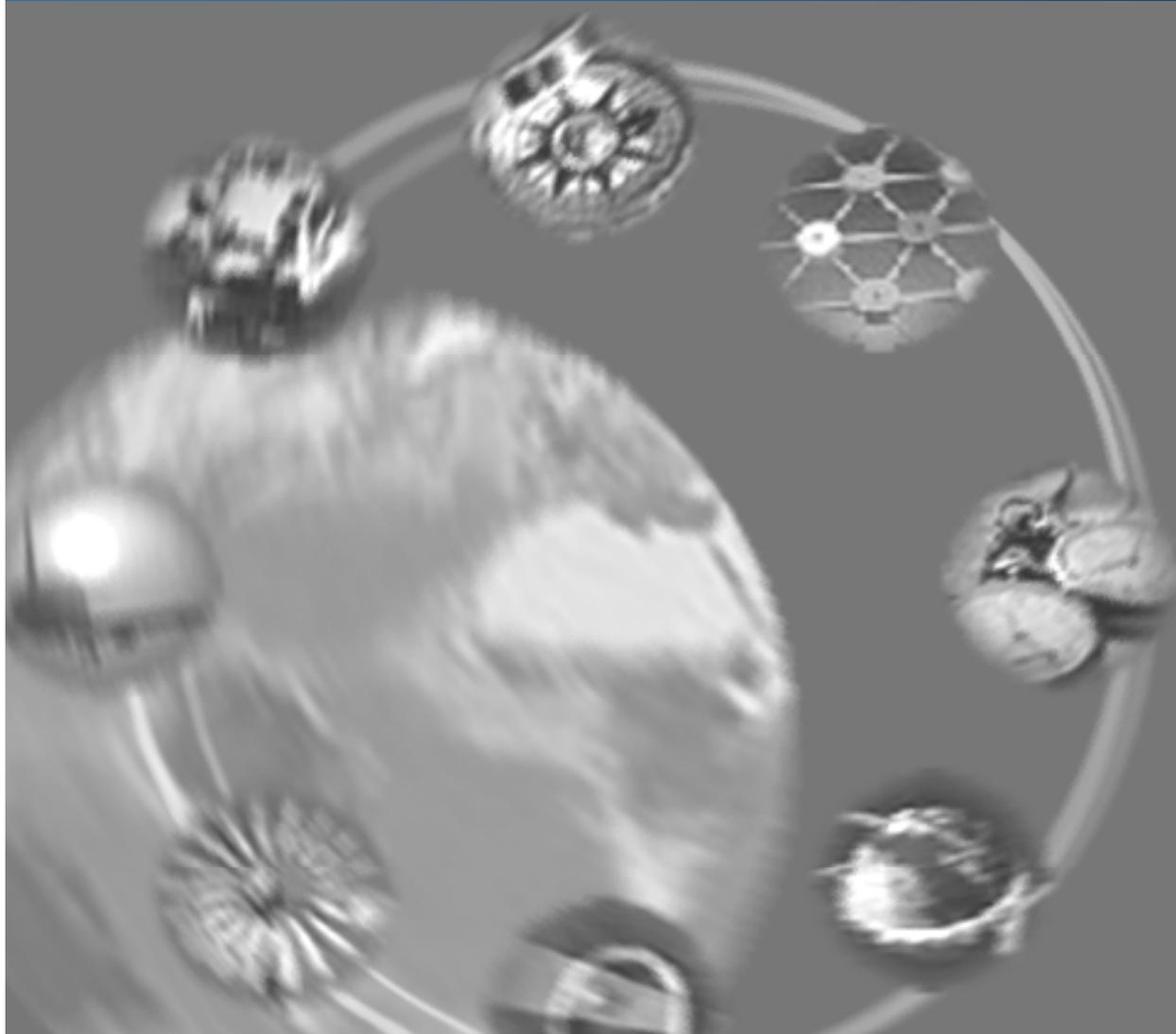


Six Sigma & Quality Management

4013.407 Construction Technology



Moonseo Park

Associate Professor, PhD

39동 433
Phone 880-5848, Fax 871-5518
E-mail: mspark@snu.ac.kr

Department of Architecture
College of Engineering
Seoul National University



서울대학교

건설기술연구실

다양한 품질경영 활동들

품질관리

QS 9000

무결점 운동

SQC

QM

Business Process Reengineering

6시그마

Six Sigma

100ppm 운동

TQM

TL 9000 What is It ?

ISO 9000

QC

품질경영

6σ

종합적 품질경영

SPC

TQC

Six Sigma

6σ

TPM

How to Deploy It ?

Six Sigma

Table of Contents

What is 6 Sigma?

1

2

Quality Management

Improvement method
of 6 Sigma

3

4

Effect of 6 Sigma

Application

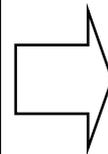
5

6 Sigma의 등장배경

6σ는 모토롤라의 고객중심 경영의 일환으로 마이클 해리의 주도하에 경영 기법을 체계적이고 과학적으로 발전 시켜왔음.

시작 : Motorola

- 80년대 초 일본 무선호출기 시장에 진입하면서, 일본 기업과의 품질격차로 인해 충격을 받음
- '81년 5년 내 10배의 품질개선 목표 수립 후 추진하여 이를 달성하였으나, 실제 목표와는 GAP이 큰 것으로 판명됨.
- 각 사업부문의 품질 평가순서를 나름대로 개발하여 사용하던 것을 통계지식을 사용하여 통일된 척도로 개발한 것이 6σ임.
- '87년 총체적 고객만족의 Key Initiative로 6σ 목표 설정



발전 : GE

- '95년에 많은 경영환경의 변화로 가장 도전적이고 기회가 될 수 있는 World Class Quality 달성을 Launching하게 되었음.
- World Class Quality는 향후의 가장 큰기회이며, 우리는 다음 세대를 위해서 6σ에 Focusing할 것임.

6sigma의 수리적 의미

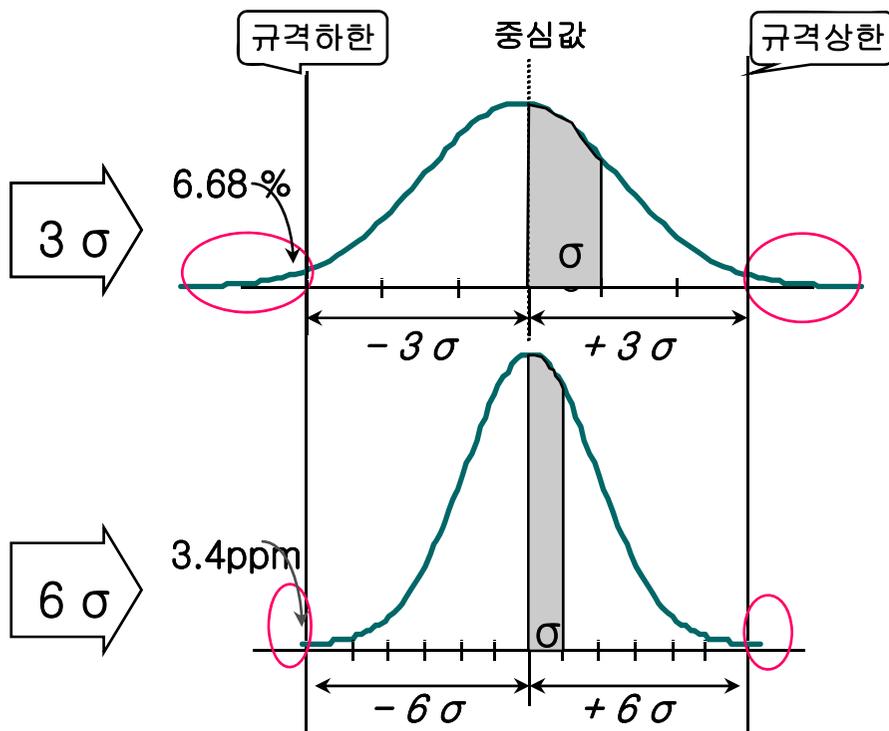
- 시그마 (σ)
 - ; 프로세스의 산포를 나타내는 척도. 통계적인 용어로 표준편차를 의미
즉, 데이터들이 '중심으로부터 전형적으로 떨어진 거리'
- 6시그마 (6σ)
 - ; 규격상한과 규격하한이 있는 경우 단기적으로 분포의 중심과 규격한계 사이의 거리가 표준편차의 6배나 될 정도로 불량률이 아주 낮은 상태
(100만개 중 0.002개의 불량품 수준)

Sigma	철자오류	돈	시간	DPMO
3 σ	한 책에서 한 페이지당 1.5개의 철자 오류	\$10억당 \$2.7백만의 부채	1 세기당 3 1/2개월	66,807
4 σ	한 책에서 30페이지당 1개의 철자 오류	\$10억당 \$63,000의 부채	1 세기당 2 1/2일	6,210
5 σ	사전 한 세트에서 1개의 철자 오류	\$10억당 \$570의 부채	1 세기당 30분	233
6 σ	소형 도서관의 모든 책에서 1개의 철자 오류	\$10억당 \$2의 부채	1 세기당 6초	3.4

*DPMO (Defect Per Million Opportunities)

6sigma의 수리적 의미

- 6시그마 (6 σ)



* DPMO (Defect Per Million Opportunities)

* PPM (Part Per Million)

- ▶ σ 는 산포를 나타내는 척도로서 산포(σ)가 작아져 주어진 규격 내에 6개의 σ 가 들어갈 수 있는 수준을 6 σ 라고 이야기 함.
- ▶ 비즈니스의 모든 결함을 「일백만회 Operation에서 오직 3.4회의 결함만이 발생되도록 시스템을 구축하는 것」 임.
- ▶ 3.4PPM은 3.4DPMO를 의미.

6sigma의 수리적 의미

- 6시그마 (6σ)

DPMO (Defect Per Million Opportunities)

σ	DPMO	수율
6σ	3.4	99.9997%
5σ	233	99.977%
4σ	6,210	99.379%
3σ	66,807	93.32%
2σ	308,537	69.2%

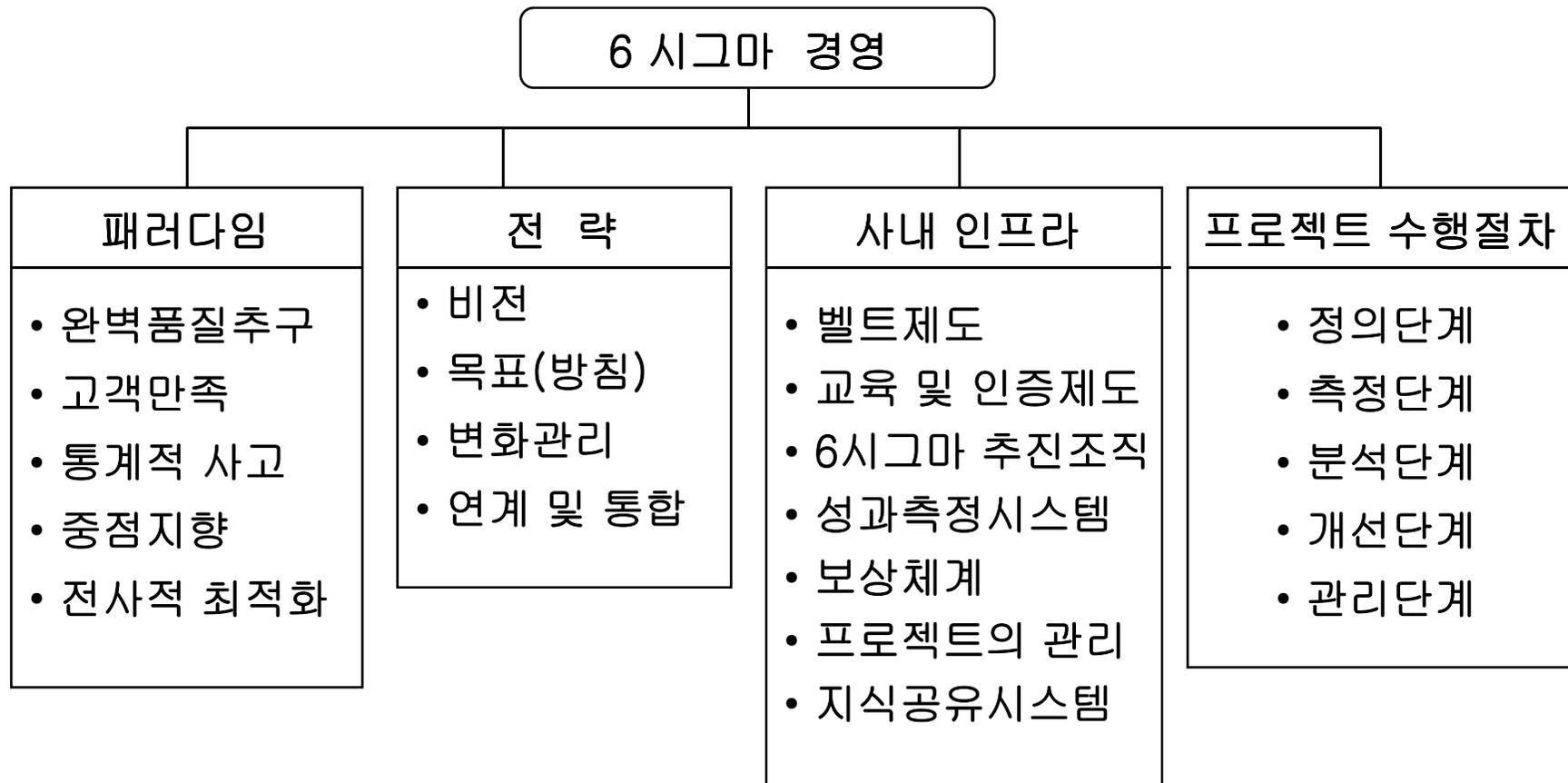


매년 100라운드의 골프를 할 때

- 2s 라운드 당 6회의 퍼팅 미스
- 3s 라운드 당 1회 정도의 퍼팅 미스
- 4s 9회의 라운드 당 1회의 퍼팅 미스
- 5s 2.33년에 1회의 퍼팅 미스
- 6s 163년에 1회의 퍼팅 미스

경영기법으로서의 6sigma

제품의 품질 및 판매, 구매, 회계 등 사내의 전 프로세스에 대한 경쟁력, 즉 **총체적 경쟁력 강화**를 위해 근래에 세계적인 기업들이 채택하고 있는 경영 기법 중 하나



경영기법으로서의 6sigma

전형적인 Top-Down 방식의 강력한 전개와 자발적인 종업원의 참여의식을 요구하는 쏘부문 참여의 총체적 경영혁신 활동의 실행구조를 가지고 있음

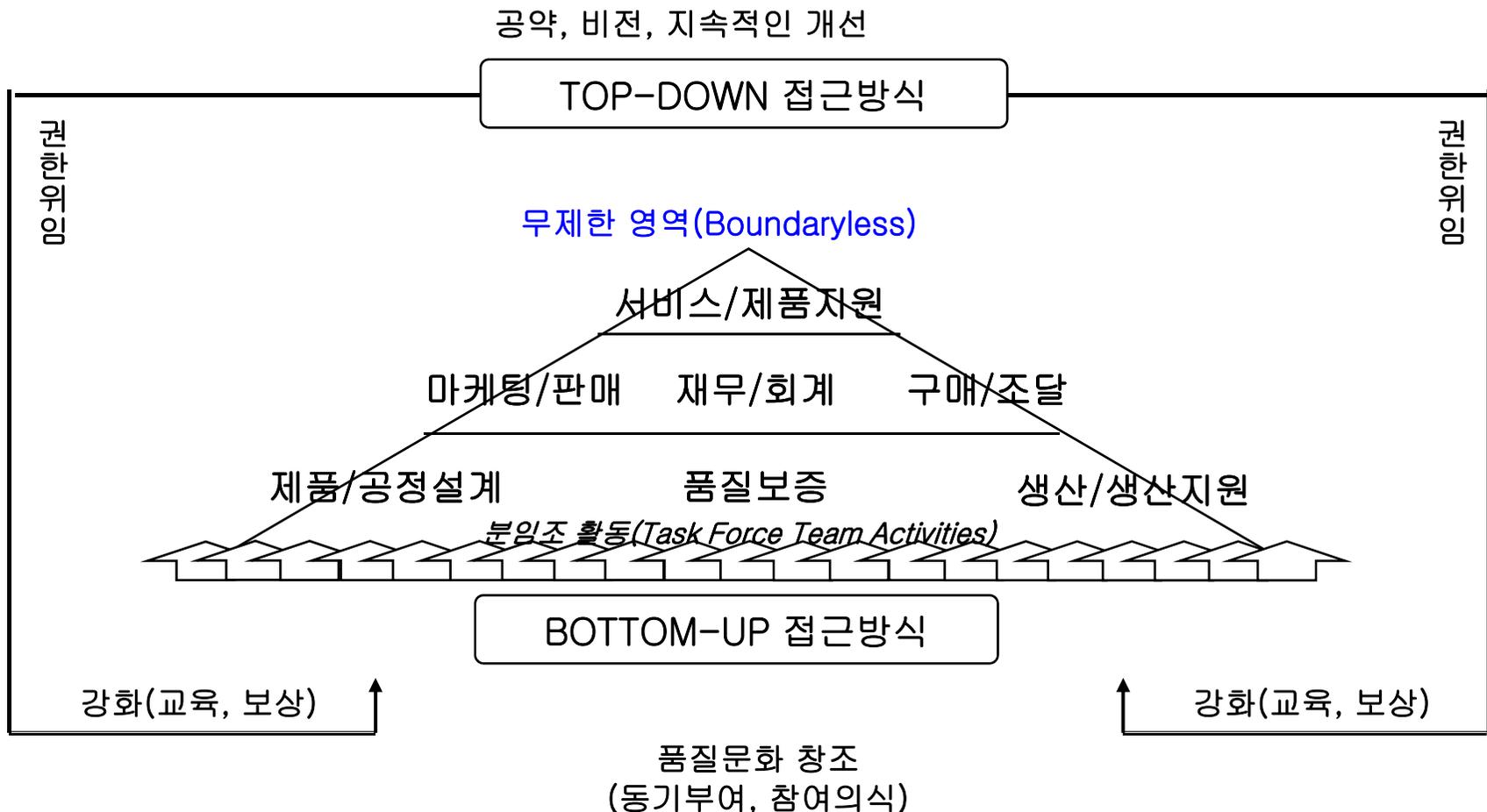


Table of Contents

What is 6 Sigma?

1

2

Quality Management

Improvement method
of 6 Sigma

3

4

Effect of 6 Sigma

Application

5

품질의 정의

Joseph M. Juran

품질의 주관적 측면에서의 의미로 사용의 적합성(Fitness for Use)

Philip Crosby

품질의 객관적 측면에서의 의미로 요구에 대한 일치(Conformance to Requirements)

W. Edwards Deming

현재 뿐만 아니라 미래의 고객의 필요(Needs)까지 품질에 포함

Genichi Taguchi

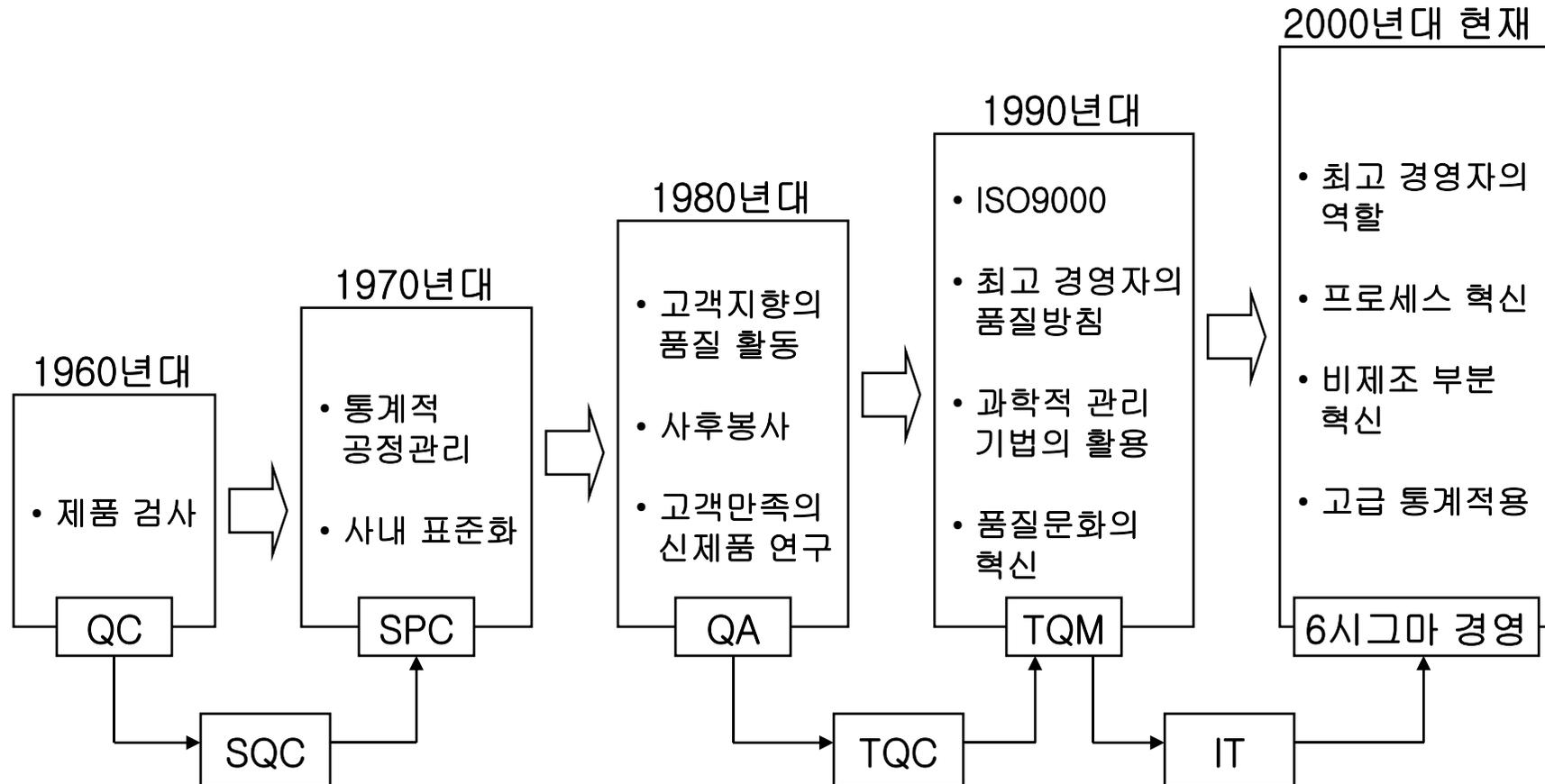
제품이 출하된 후에 발생하는 손실(기능의 산포+사용비용+폐해항목) 포함

How to Measure?

- Performance
- Reliability
- Accuracy
- Durability
- Perfection of Details
- Aesthetics
- Maintainability
- Environment Friendliness

Quality Management Methods

- 품질경영의 발전과정



Inspection

- Usually done by customer's representatives
- At the end of a process
- On a 'accept or reject' basis
- The parties are inherently in adversarial positions

Quality Control (QC)

- Usually done by appointed inspectors of the producer
- At the end of major phases during the production
- The parties are placed in adversarial positions by the management (although both QC division and production division belong to the same organization)
- The production people tend to cover and hide their mistakes by nature.

Quality Assurance (QA)

- Usually done by production people themselves (designated 'QA instructors'), in order to identify and correct quality related problems
- During the process
- QA instructors mainly provide guidance and leadership to the production people rather than criticizing their work

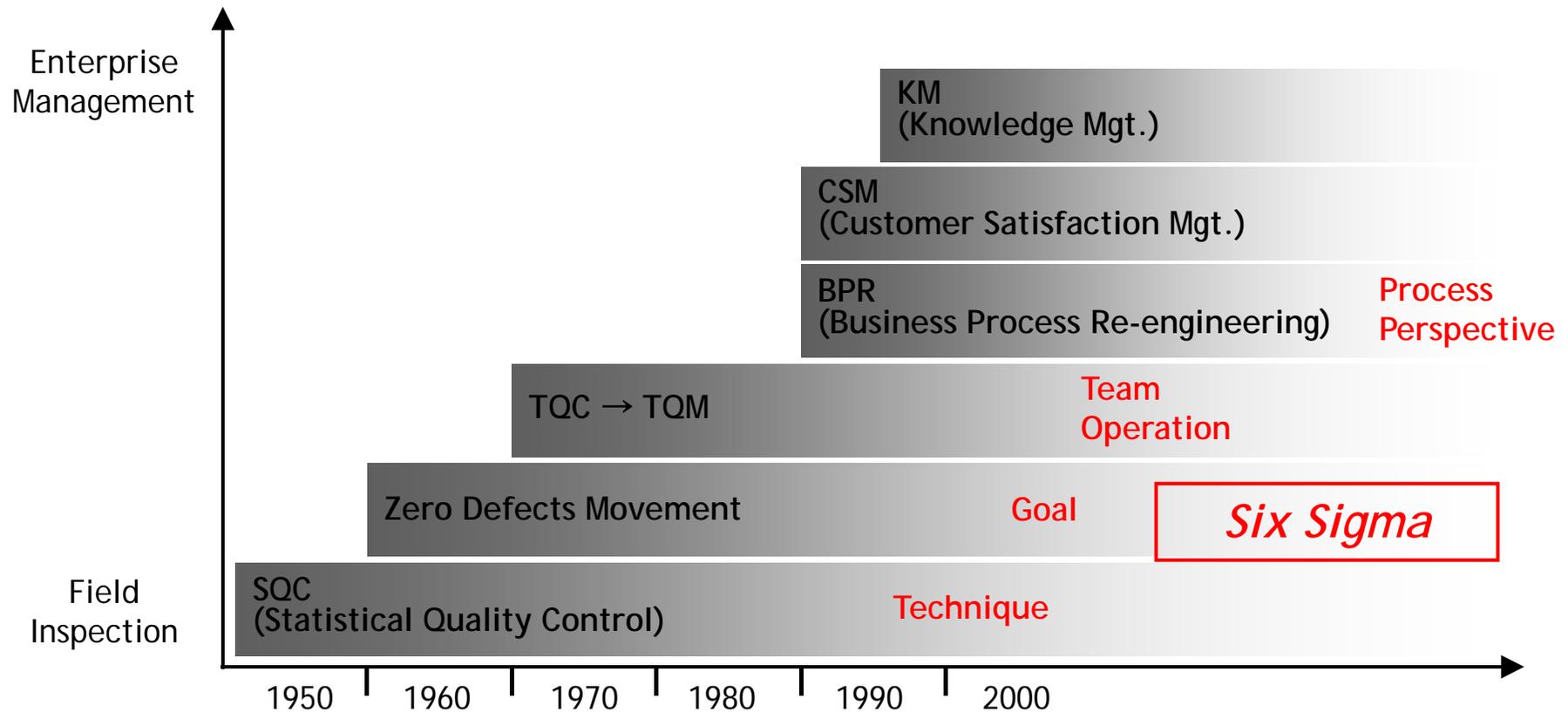
Quality Management

- Initiated and orchestrated by senior managers
- Involves all parts of the organization
- Through a systematic, comprehensive and well-documented QA process
- Aiming at 'Zero Defects'

Total Quality Management (TQM)

- A profound philosophy and 'a way of life' rather than a practical disciplinary
- Aimed at continuous improvement of the organization and personal growth of its individual members
- Quality is viewed in the broadest sense including:
 - Quality of Life (QOL)
 - Well-being and satisfaction of all people Involved
 - Long-lasting relationships with customers and suppliers etc.

Quality Management and Six Sigma



6시그마 경영과 과거 품질 경영과의 비교 (자료 : NCE 종합연구소)

	과거의 품질경영	6시그마 경영
방침결정	하의상달(Bottom-up)	상의하달(Top-down)
목표설정	추상적이면서 정성적	구체적이면서 정량적
문제의식	겉으로 드러난 문제중시	드러난 문제 및 잠재적 문제까지 포함
성공요인	감각과 경험	감각과 경험 및 객관적 데이터분석 중시
개혁대상	문제점이 발생한 곳	모든 프로세스
적용범위	부분 최적화	전체 최적화
활동기간	제약이 없음	제약이 있음 (일반적으로 6개월 이내)
담당자	자발적 참여 중시	전임 요원 및 의무적 수행
교육	자발적 참여 중시	체계적이고 의무적
기본수법	PDCA의 4단계	DMAIC
적용수법	QC 7가지 도구 및 통계적 기법	광범위한 기법 및 통계적 분석 방법
평가방법	노력을 중요시	가시화된 이익으로 평가

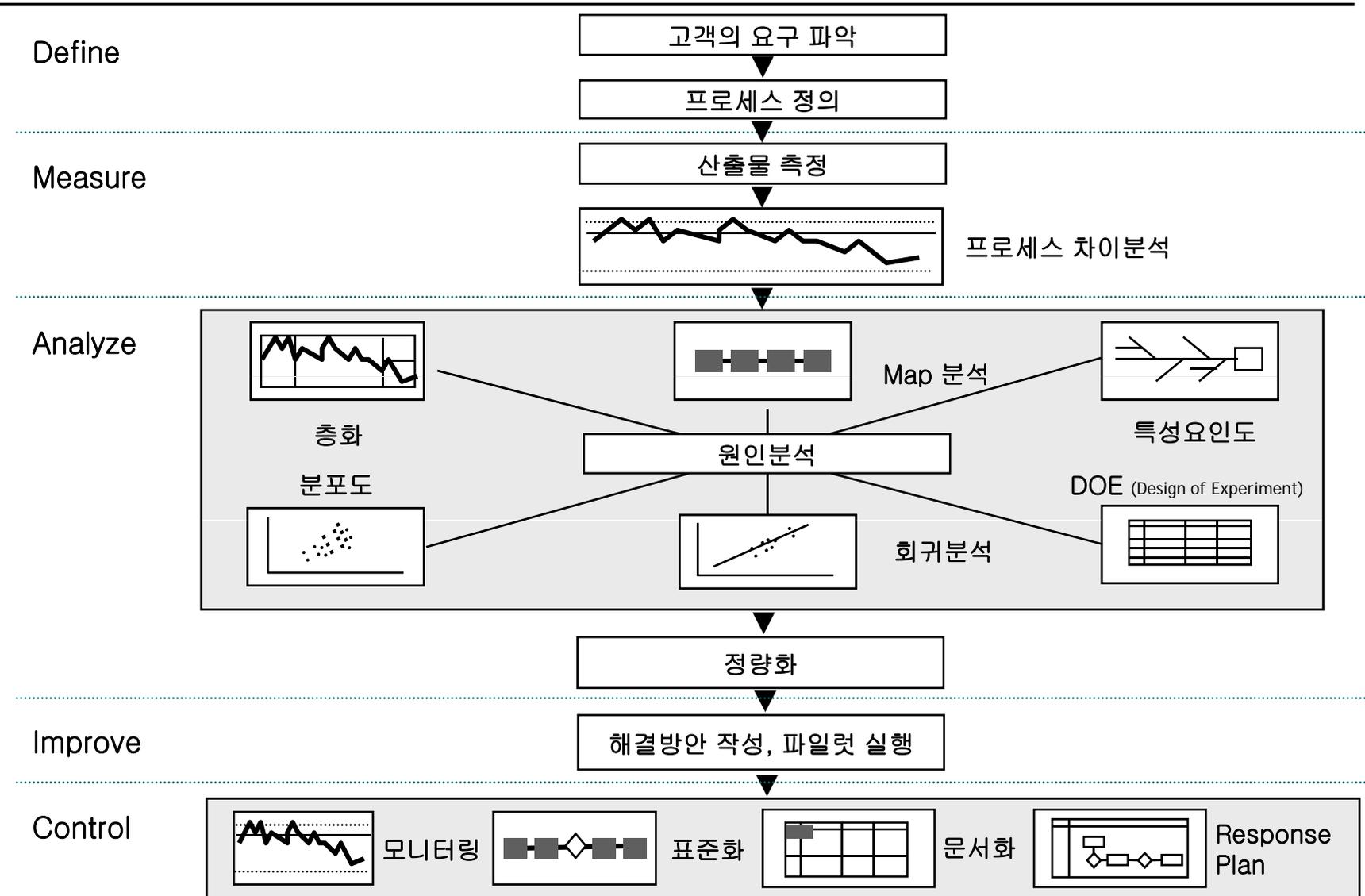
품질 코스트

	의 미
1.예방코스트 (P-Cost)	품질관리를 실시할 경우 최초부터 불량률이 일어나지 않도록 하기 위해 발생하는 코스트. 품질관리기술, 종업원의 품질관리교육, 공정관리, 품질계획 등의 요소를 포함하고 있음
2.평가코스트 (A-Cost)	시험·검사를 위한 코스트로 제품의 품질을 정식으로 평가하는 것에 의해, 회사의 품질수준을 유지해 가기 위한 경비를 포함. 이것에는 검사, 시험, 외부기관에 의한 보증과 품질 검사, 제품, 부품 및 구입 재료의 계측, 평가 등의 요소를 포함함
3.내부 실패 코스트 (IF-Cost)	사내 제품 사양에 일치되지 않는 불량률의 재료·제품에 의해 생긴 코스트 수집, 수정, 재생불능의 물건에 기인한 손실을 포함. 즉 품질요소에 합치하지 않고 제품 손실이 될 것 같은 것을 말함
4.외부 실패 코스트 (EF-Cost)	이미 고객의 손에 인도된 제품의 불량대책에 요구되었던 코스트 고객으로부터의クレ임 처리비용 및 보증기간중의 서비스 비용을 포함

Table of Contents

What is 6 Sigma?	1	
	2	Quality Management
Improvement method of 6 Sigma	3	
	4	Effect of 6 Sigma
Application	5	

DMAIC



GE의 12 + 2 Step

근래에 GE의 사업성과가 월등히 좋게 나타나면서 GE의 방식을 많이 따름

Cycle	단계	Step 추진내용
Define	0 Step	Project 범위 및 승인
Measure	1 Step	CTQ (Critical-To-Quality) 및 개선 Project 선정 Performance Standard 정의 측정시스템 분석
	2 Step	
	3 Step	
Analyze	4 Step	제품 / 서비스의 공정능력 분석 수행목표 정의 / 벤치 마킹 모든 변동요인 규명
	5 Step	
	6 Step	
Improve	7 Step	잠재원인의 선별 변수간의 인과관계 규명 조절변수에 대한 허용차 설정
	8 Step	
	9 Step	
Control	10 Step	측정시스템 확인 공정능력의 확인 공정관리 실시
	11 Step	
	12 Step	
	13 Step	유사제품 및 서비스 확산 적용

프로젝트 활동

목표달성을 위해 자율적으로 운영함을 기본으로 Project 난이도에 따라 A,B,C급으로 구분 개선 테마 활동 실시함.

CTQ	과 제 유형	과제도출	과제 해결팀 TYPE
A형	설정형 문제 - 이상적인 모습과 현재 모습과의 차이로 인한 문제	TOP DOWN형 문제	<ul style="list-style-type: none"> Black Belt & Consultant 본부단위 Cross Functional Theme
B형	탐색형 문제 - 현재의 모습보다 좀 더 잘 해보기 위한 문제	TOP DOWN + Bottom Up 형 문제	<ul style="list-style-type: none"> Green Belt 팀단위 Cross Functional Theme
C형	발생형 문제 - 이미 발생된 문제로 해결해야 할 문제	Bottom Up 형 문제	<ul style="list-style-type: none"> White Belt 하부조직 문제해결 Cross Functional Theme

Table of Contents

What is 6 Sigma?

1

2

Quality Management

Improvement method
of 6 Sigma

3

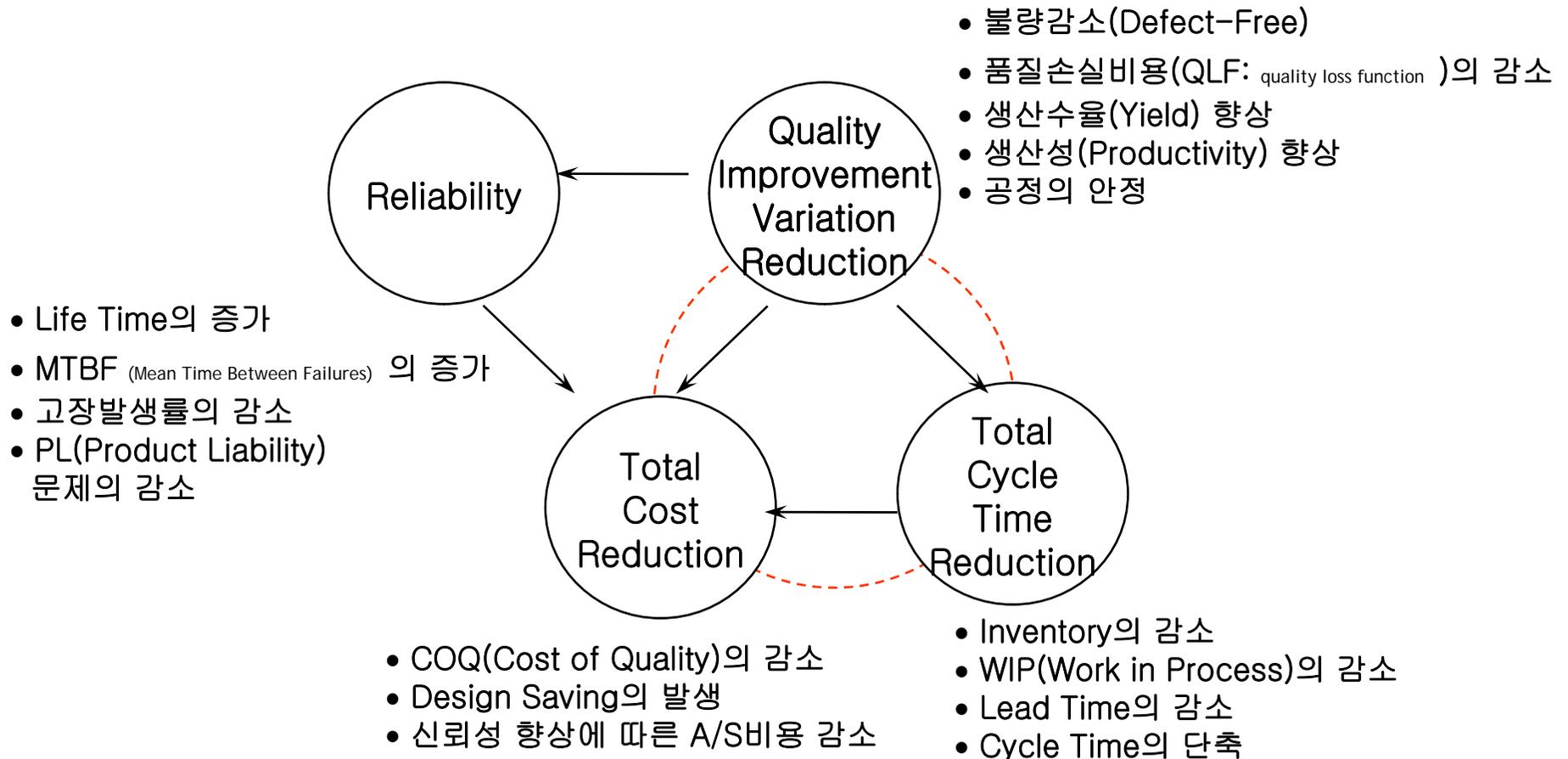
4

Effect of 6 Sigma

Application

5

6 Sigma의 경영효과



6 Sigma의 경영효과

- GE의 주식 가격이 Six Sigma를 시작한 이래 240% 상승
- Six Sigma가 시작되었을 때 Standard & Poor 500의 평균치 보다 약 1.5배 이상 가치가 향상



6 Sigma의 성공요인

1) 금전적 이득을 나타낼 수 있었으므로

- 얼라이드시그널사는 'Operational Excellence'(얼라이드 시그널에서 부르는 6시그마의 명칭)를 '95년부터 '97년 4분기 사이에 실시하여 800만 달러의 비용절감효과를 보았음.

2) 최고 경영자의 끊임없는 지원과 열의가 있었기 때문

- GE의 경우 사업체 경영자에 대해서도 6시그마 척도를 사용하여 평가

3) 품질향상을 위한 '정량적 접근방식' 및 훈련을 통한 품질향상정책을 썼기 때문

4) 고객의 요구를 이해하고 충족시키는 데 중점을 두었기 때문

- 고객의 요구 측정 및 만족도 등을 수량화하는 작업

5) 올바른 프로젝트를 올바른 사람이 올바른 도구를 사용하여 수행했기 때문에

- 과거의 통계학자들이 통계도구 자체에만 국한하여 생각한 반면, 6시그마는 올바른 사람 (블랙벨트와 같이 자격을 갖춘 사람) 이 올바른 프로젝트를 수행

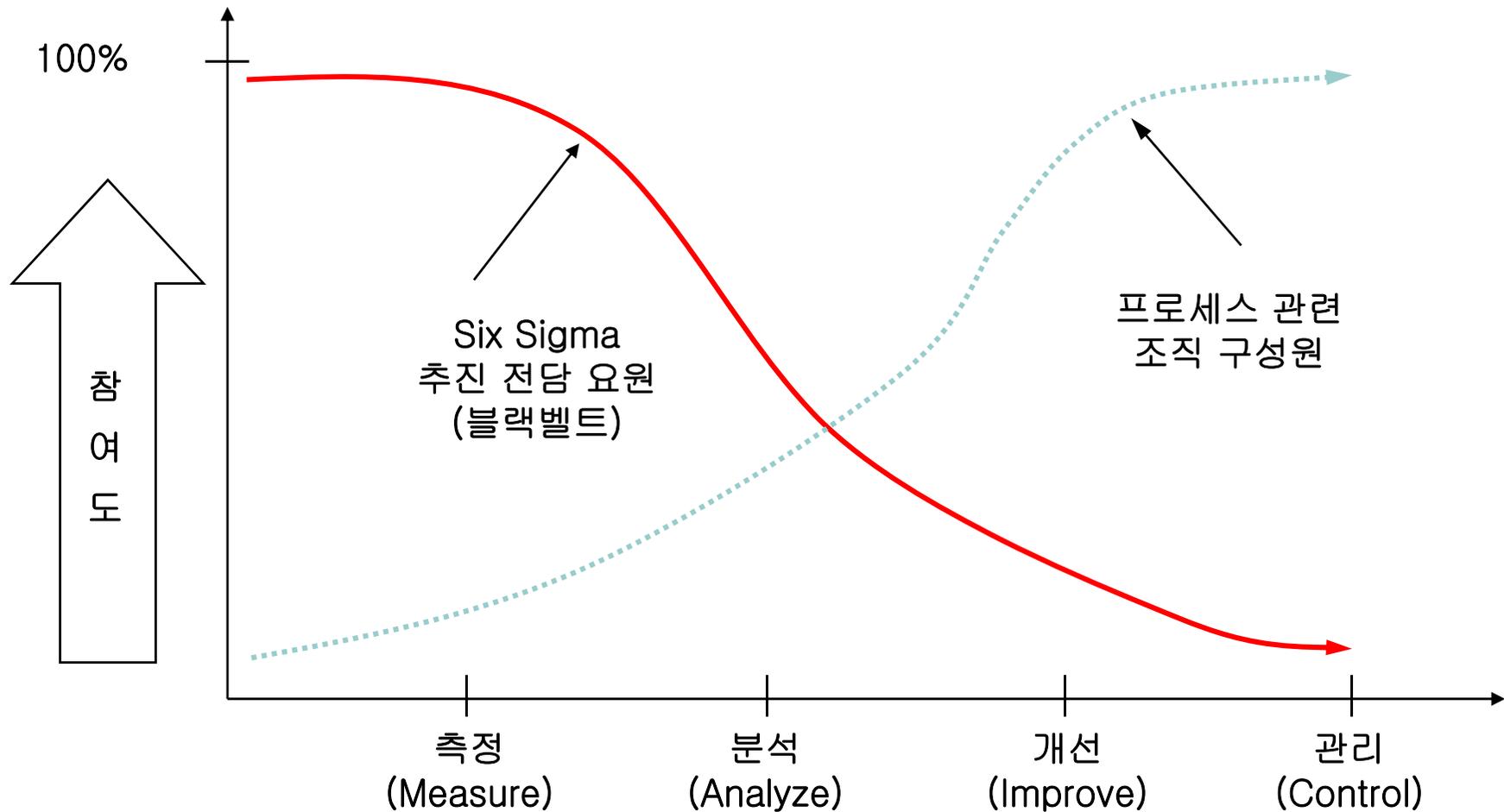
6) 6시그마를 일상적 경영활동에 적용했기 때문에 특별한 일 또는 가외의 일을 수행하는 것이 아니고 매일 식사하는 것과 같은 일상생활 중 하나라고 인식. 따라서 어떤 부서에서든 일을 할 때에는 DMAIC와 같은 과정을 밟아서 일을 했으며, 회의를 할 때에도 6시그마 용어를 사용

7) 그 외의 다른 성공요인

- 사내 데이터 시스템의 구축
- 협력업체의 도움 등

6 Sigma의 성공요인

성공적인 Six Sigma 프로젝트 수행을 위해 **주인의식**과 **프로세스의 참여**가 결정적



6 Sigma의 문제점

- 1) 6시그마는 고객이 무엇을 원하는지 명백하게 표현할 수 있어야 하고, 결점이 무엇인지 객관적으로 정의될 수 있어야 작동하는 것
 - 고객은 항상 믿을 수 있는 것이 아니다 (GE Capital, Fatton)
- 2) 고객의 주요한 요구사항을 파악하여 6시그마를 구현하는 데에는 엄청난 훈련과 비용이 필요
- 3) 회사내의 똑똑한 사람들이 모두 블랙벨트가 된다면 누가 회사의 일을 할 것인가의 문제 (미국에서 GE와 같은 회사에서의 문제)
 - 6시그마의 훈련경비와 비용절감과의 관계를 알 수 있는 대차대조표를 고려하여 6시그마를 채택할 것인지 말 것인지 결정해야 함
- 4) 프로세스 자체에 대해 측정하는 메커니즘을 고안하는 것이 어려움
 - ‘고객의 요구를 들어줄 정도로 매우 신축적이며 창조적인 회사’가 좋은 회사라는 사실은 알지만, 이런 신축성과 창조성을 쟁다는 것은 매우 어려움

Table of Contents

What is 6 Sigma?

1

2

Quality Management

Improvement method
of 6 Sigma

3

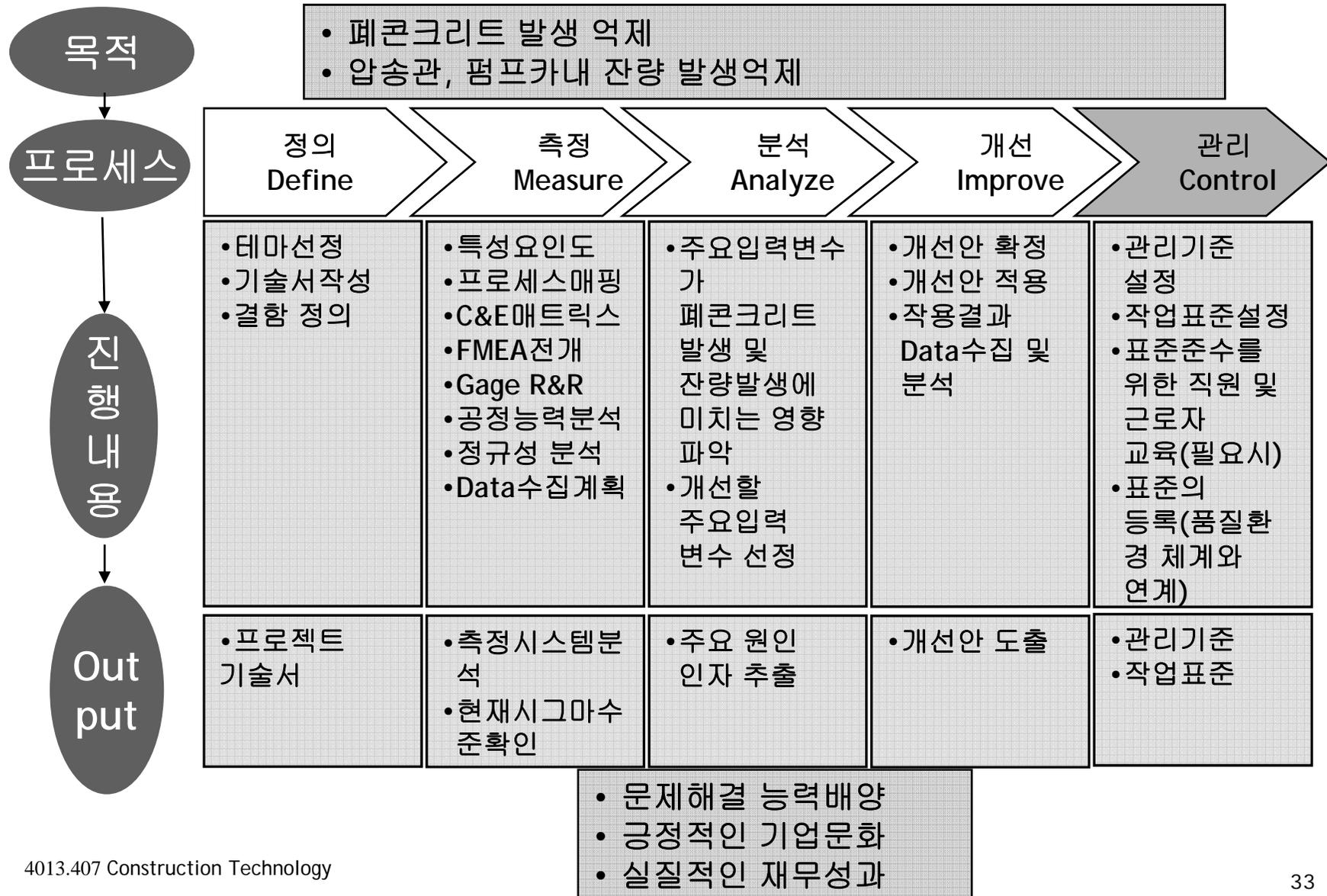
4

Effect of 6 Sigma

Application

5

6sigma 적용사례:폐콘크리트 발생 저감



결함의 정의

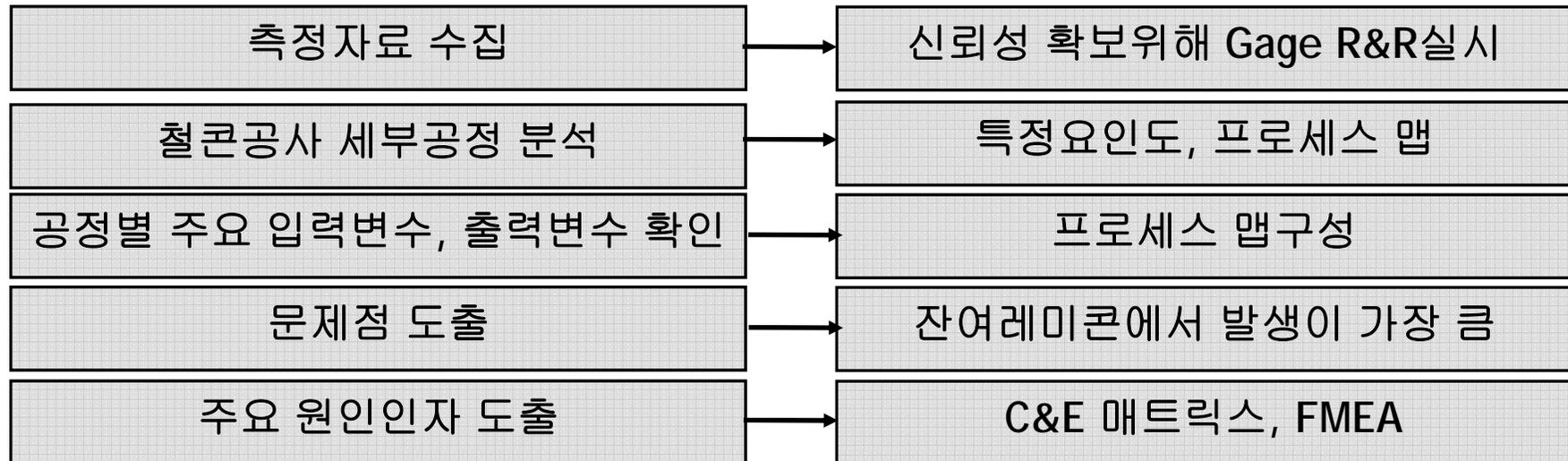
- 면적당 폐콘크리트 발생량 계산
 - 폐콘크리트가 담긴 자루중 1개를 랜덤하게 선택하고,무게를 측정해서 면적당 폐 콘크리트 발생량을 계산(Kg/m²)
- 결함- 폐콘크리트 발생량에 대한 규격치로서 과거 경험을 고려하여 평당 5Kg을 초과하는 것으로 정의

구분	현재수준	목표 수준
DPMO	207,601	66,800
시그마 수준	2.31	3.00

DPMO (Defect per million opportunity)

자료 측정

- 자료 측정 과정



FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)
 Gage R&R (Repeatability & Reproducibility)
 C&E 매트릭스 (cause and effect matrix)

주요원인인자 도출

구분	현재수준
폐콘크리트 발생	<ul style="list-style-type: none"> • 거푸집 긴결상태 불량 • 수직도 불량 • 콘크리트 타설시 바닥레벨불량 • 수평목과 바닥틈 부위를 밀실하게 처리하지 못함 • 틈새 나온 몰탈을 수거하여 슬라브에 타설하지 못함 • 양생전 틈새 몰탈을 물로 씻지 못함 • 타설 완료시각이 늦어 마감물량 일시 청구 • 타설 공법에 의한 압송관내 잔량
잔량	<ul style="list-style-type: none"> • 재활용 지정장소가 없다 • 재활용 거푸집이 준비되지 않았다. • 타설 완료시간이 늦어 마감불량 일시 청구

주요 원인 인자의 도출

잔량 발생 주요 원인 인자

	주요 원인 인자
잔량 발생	<ul style="list-style-type: none"> • 타설 후 압송관내 잔량이 남는다. • 타설 후 레미콘 믹서내 잔량이 남는다. • 타설후 펌프카 훔내에 잔량이 남는다.

폐콘크리트 발생 주요 원인 인자의 시점별 분류

대상	구분	기준시점	발생빈도(%)	비고
폐콘크리트	이음부위 몰탈	양생 전	약 90% (주관리대상)	이음부위 몰탈에 의한 폐콘크리트 발생량 측정이 어려움(액체)
	압송관내 잔량			
	수직도 불량	양생 후	약 10%	발생요인별 폐콘크리트 발생량의 측정이 용이
	개구부 size 불량			
	폼 불량			
	체결 철물 불량			
	기타			

개선안도출

폐콘크리트 및 잔량 발생에 대한 개선안

목적	발생요인	개선안
폐 콘크리트 발생 저감	•이음 부위 몰탈	물을 사용 씻어 내림
	•압송관내 잔량	
잔량 발생억제	<ul style="list-style-type: none"> •약 10%압송관내 잔량 •레이콘믹서 내 잔량 •펌프카 호퍼 내 잔량 	물차를 이용한 개량공법 적용

개량 공법

물차의 압력공로 필요한 콘크리트 양을 압송하는 방법

개량 공법에 의한 결과

동별	층별	타설 완료시각	차량잔량 (M3)	압송관내잔량 (M3)	호퍼내 잔량 (M3)
2	10	일몰후	2.00	0.05	0.5
6	10	일몰후	0.00	0.05	0.5
7	12	일몰후	3.00	0.05	0.5

관리 방안 & 결론

- 관리기준 설정
- 개량공법에 관한 지침서 개발 및 교육실시
- 표준화 실현
- 체계적인 일정계획 및 공정계획 시스템 구축 계획

결론

- 폐 콘크리트 발생은 초기 2.31시그마수준(4.01 kg/m²)에서 목표치인 3시그마 수준(3.5kg/m²)으로 향상되었다.
- 폐기물처리비용 및 인건비 등의 비용감소 뿐만 아니라 환경친화적 기업으로서의 이미지 창출의 기회 제공

6sigma 적용사례: Bechtel Cop.

DETAIL DESIGN

Information design by 600 Series Design

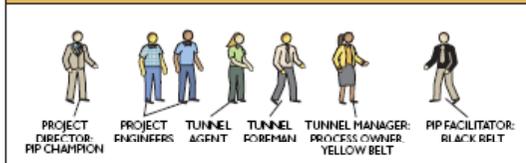
Six Sigma: Process Improvement in Action

The Channel Tunnel Rail Link project in the UK will complete a seamless, high-speed rail connection between London and Paris. The project includes more than a hundred kilometers of new track and many new bridges and tunnels.

On one of the tunneling jobs, work productivity was lagging. To solve this problem, the project director decided to use Six Sigma, a statistical approach to improving processes that Bechtel has rolled out throughout the

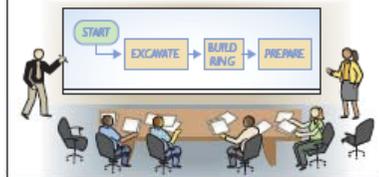
company. He formed a Six Sigma process improvement project (PIP) team from various departments working on the tunneling contract. To lead the PIP, he brought in a Six Sigma technical expert—called a black belt—to help facilitate the investigation. Using their combined experiences and perspectives, and following the five-step process of Six Sigma analysis and improvement depicted here, the team uncovered a way to save hundreds of job hours on the project.

Members of the PIP Team



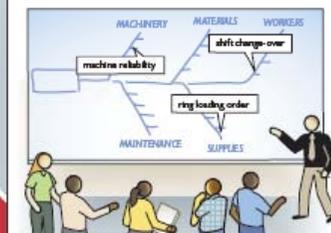
Step 1: Identify – Determining the Problem

The PIP team assembles and reviews the business case and the problem of worker productivity. Then they identify customer requirements and map the tunneling process they are going to study.



Step 2: Measure – Possible Causes

Drawing from their diverse project experiences, the team members brainstorm possible root causes of productivity loss, using visual mapping tools such as an Ishikawa "fishbone" chart [pictured]. The chart helps them focus on the likely causes.



The Six Sigma yellow belt and team collect data from the work site and probe beneath the surface to look for possible causes.

Step 3: Analyze – Probable Causes

The Six Sigma black belt analyzes the data, looking for patterns and correlations, and checking statistical assumptions. The PIP team reviews the data and identifies a key issue: Work teams are compensated after completing a build cycle, and aren't financially motivated to begin a cycle they cannot complete. So workers are leaving their shifts early.



Inset: statistical tools help eliminate nonfactors

Step 4: Improve – Gains in Productivity

The compensation structure is changed to allow partial payments for each stage completed. That gives workers a financial motivation, and productivity increases.

Before [near right]: Excavate, build, prepare ... get paid.

After [far right]: Excavate ... get paid, build ... get paid, prepare ... get paid.



Step 5: Control – Plan to Implement

The champion takes responsibility for ensuring that the improvements are implemented, and the PIP team members communicate the changes to those who are affected.



Inset: Presenting findings to the PIP champion at left; PIP team members carry the changes forward

Implementation

The yellow belt continues to measure the effects of the change, and the PIP becomes completely integrated into the project. The implementation is continually examined by PIP team members and by affected workers.

Bechtel Six Sigma Statistics as of August 2004: 4th year of implementation • 8,400 trained • 500 active PIPs • 57 major projects implementing Six Sigma • more info at www.bechtel.com/sixsigma.htm

REFERENCE

- 권재진, 이병희, 다이아몬드 사 6 시그마 연구회, 기업회생의 비밀 6 시그마, 새로운 사람들 2002
- 권혁무, 김정택, 최준호, 주택건설현장 폐콘크리트 발생저감 식스시그마 프로젝트 추진사례, 대한산업공학회/한국경영과학회 2000 춘계공동학술대회 논문집, 2000
- 나수천, 6 시그마 국부론, 길벗, 2005
- 아오키 야스히코 외, 한국능률협회 6시그마 추진센터, 6 시그마 도입전략, 21세기 북스, 1999
- 아오키 야스히코 외, 한국능률협회 6시그마 추진센터, 6 시그마 경영, 21세기 북스, 1999
- 안영진, 경영품질론 6 시그마와 TQM, 박영사, 2002