

# 고속 신뢰성 경영시스템 Concurrent Dependability Management System 김 종 결

성균관대학교 시스템경영공학부 교수

Tel : 031)290-7593, 7613

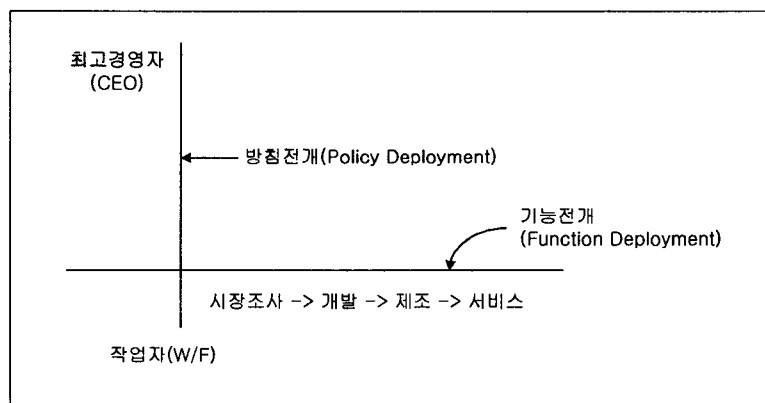
E-mail : jgkim@yurim.skku.ac.kr

URL : QRS.skku.ac.kr

Copyright © 2001 by Kim Jong Gurl, Q&D Lab., SSME., SungKyunKwan University

## I. 신뢰성 정책 전개

### 1. 종합 정책 전개(Total Policy Deployment)



## 2. 방침전개(Policy Deployment)

- 비전/목표 → 관리 → 기술  
    방침           절차   시방
- 최고 경영자 → 관리자 → 작업자/기술자
  - 시너지 효과
  - 언어통일 : QE
- 신뢰성 경영 : RP, RC, RI, RA
  - 신뢰성 계획 및 방침관리(RP)
  - 신뢰성 관리/통제(RC)
  - 신뢰성 개선(RI, 예:RGT)
  - 신뢰성 보증(RA)

## 3. 방침전개 예(신 QC기법)

목적 → 수단

||

목적 → 수단

||

목적 → 수단

## 4. 방침전개 기본도구

---

- 연관도법(RD)
- 계통도법(TD)
- 매트릭스 도법(MD)
- 친화도법(AD)
- PDPC법(공정 결정 프로그램도, 과정 결정 계획도)
- 애로우 도법(PERT, CPM)
- 매트릭스 자료 분석법 : 매트릭스도법의 자료 PCA화

## 5. 기능전개(Function Deployment)

---

- 시장조사 → 연구개발 → 생산 → 서비스
- 축차적(Sequential)접근 → 병행적(Parallel)접근
- QFD (CFD, TFD, RFD)
  - RM 

┌	비용 기능전개(CFD)
├	기술 기능전개(TFD)
└	신뢰성 기능전개(RFD)

## 6. 신뢰성 기능전개의 활동내용

내 용	담 당
요구품질 특성	영업
품질표의 작성	영업, 기획, 설계
기획 특성 작성	영업, 기획, 설계
서브 시스템 전개	설계
구성 유니트 품질특성	설계
및 부품전개	기술, 제조
QC 공정도	기술, 제조

## 7. 종합 기능 전개

### 1) 품질전개(Quality Deployment)

- (1) 요구품질과 품질특성 관계 파악
- (2) 요구품질에 대한 품질기획
  - 중요도
  - 타사와 비교
  - 향상률
  - 세일즈 포인트
  - 요구품질 가중치
- (3) 품질 특성치에 대한 품질설계
  - 타사와 비교
  - 설계품질
  - 품질특성 가중치
- (4) 기능전개
- (5) 단위 부품 전개

2) 기술전개(Technology Deployment)

사이트 전개와 기구전개

3) 비용전개(Cost Deployment)

- 대안별 비교
- 시장가격
- 판매량
- M/S
- 이익
- 목표원가
- 기능비용
- 기구비용
- 특성비용
- 부품비용 전개

4) 신뢰성 전개(Reliability Deployment)

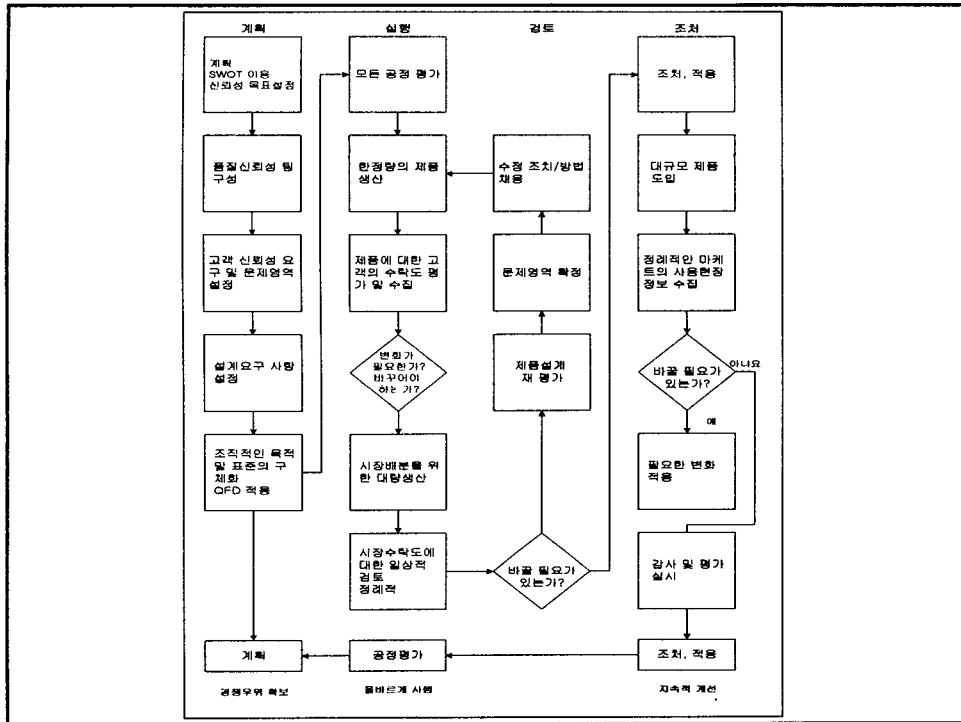
요구품질과 FT표  
기능전개  
특성전개  
부품 FM과 FMEA표

## II. 신뢰성 관리와 업무

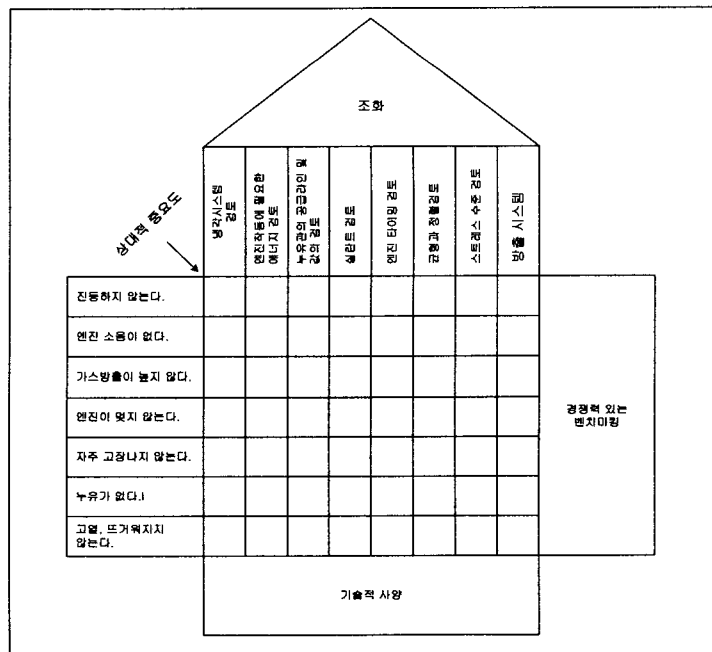
### 1. 신뢰성 관리 시스템

#### 1) 품질/신뢰성 통합 모형

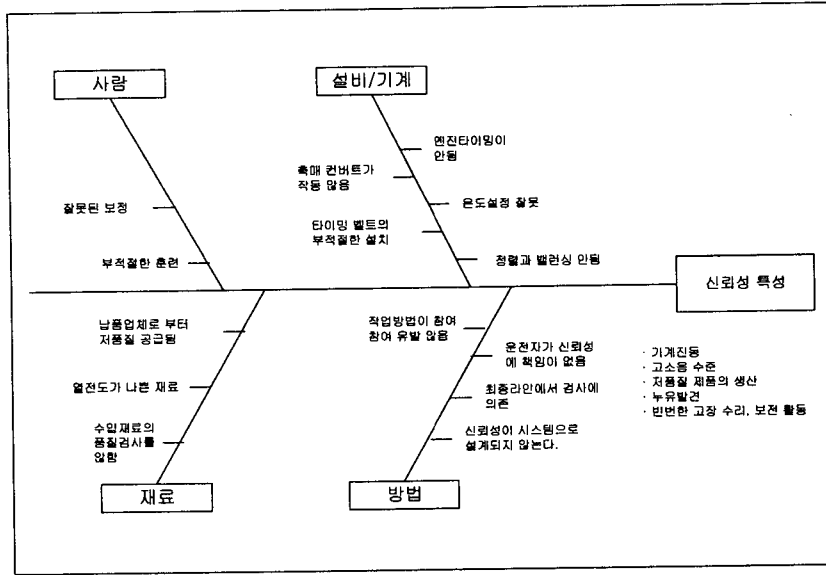
##### (1) 종합 신뢰성향상 절차



(2) 신뢰성 기능전개

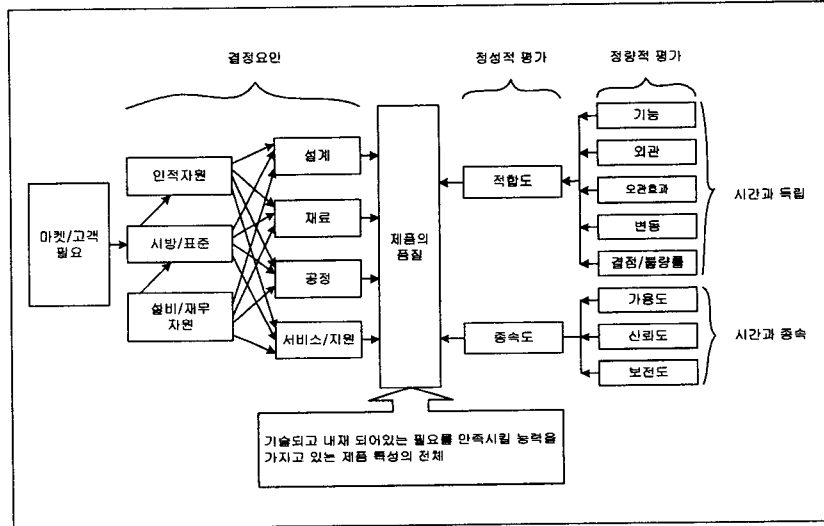


### (3) 신뢰성 특성요인도

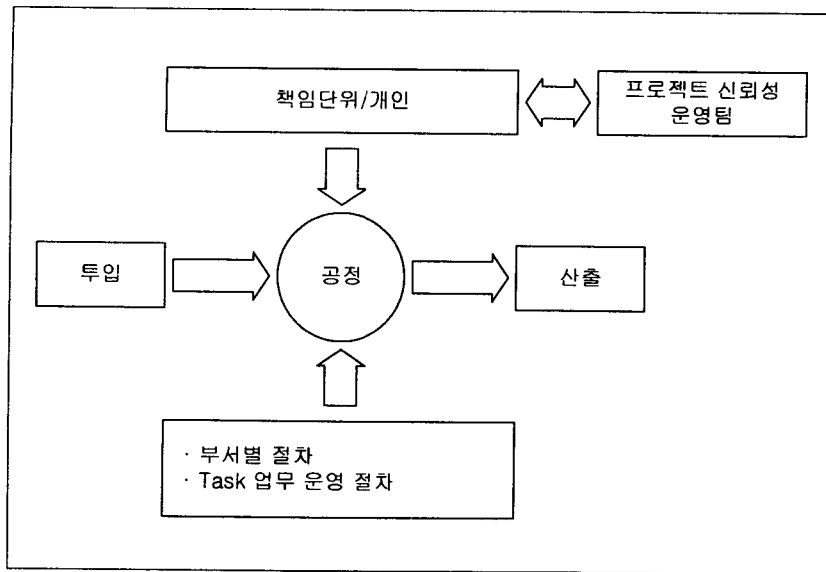


## 2) ISO 9000 기반 신뢰성 관리

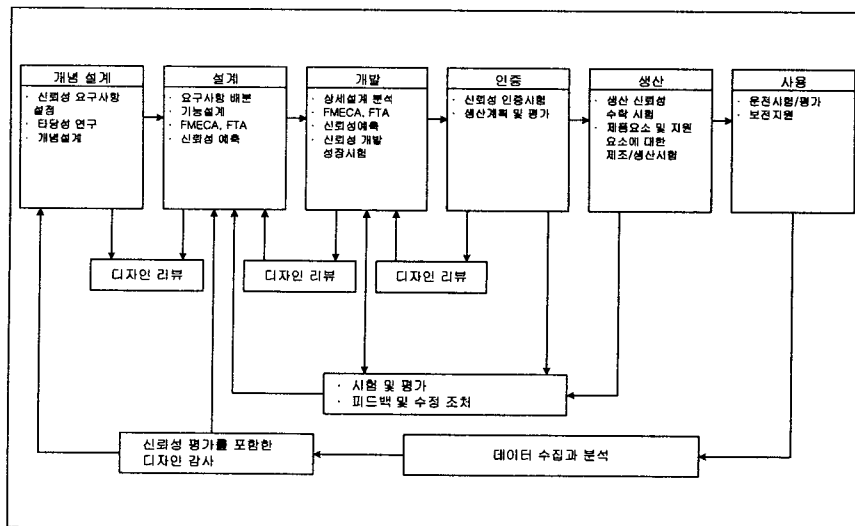
### (1) 제품 품질 평가



### (2) 개발공정 관리모델



### (3) 제품 개발 프로세스





## 2. 단계별 신뢰성 관리업무

### 가. 신뢰성 경영 전략/방침

1. 기업성장전략으로서 위치
2. 타전략과의 연계(QA, WP, CS, MS, PL)  
품질보증, 고객만족, 시장전략, 보상정책, 제조물 책임
3. 신뢰성 투자의 효용성 평가 시스템
4. 자원 (예산, 설비, 인력, 교육)의 적정성
5. 신뢰성 투자의 효용성 평가 시스템
6. 경쟁사 전략비교의 시점관리
7. 시장 경쟁력 수준 평가 시스템
8. 중장기 전략 및 사업부/본사 역할분담
9. 시장/실험실 정보 유용성 제고

### 나. 기획단계

1. 고객의 요구조건 분석
2. 개발력(기술, 인력, 설비)수준  
제한조건 분석
3. 제품 유효성 (비용 대 효과)분석
4. 신뢰도 척도, 목표치 설정

### 다. 연구개발 단계

1. 품질요구 조건의 심사
2. 부품의 선정과 적용기준 설정
3. 설계분석
4. 신뢰도 예측/평가
5. 설계심사
6. 규격서 및 도면의 심사 및 변경

#### 라. 생산단계

1. 부품의 수입검사/시점
2. burn-in/ Screening Test
3. 성능 확인시험
4. FMEA/FTA
5. 신뢰성 평가
6. 설계도면 및 부품 변경요구
7. 품질정보 작성(결정, 검사기록, 보고서)

#### 마. 판매 및 서비스 단계

1. 정비지침서 작성, 교육
2. 보전요원 확보 교육
3. 예비부품 확보 및 재고관리
4. 클레임 처리
5. 시장정보 수집 및 분석
6. 모니터 제도의 운영

### 3. 설계심사 (D-R) 체계

#### 가. 기능별 심사체계

1. 신뢰도
2. 비용 대 효용분석
3. 보전도
4. 생산의 용이성
5. 서비스도
6. 안전성
7. 성능
8. 사용환경 조건비교
9. 생산 스케줄
10. 가용도
11. 인간공학적 요소
12. 외관/형식/취급 등

나. 설계심사 자료 내용 : 생성, 절차, 도구, 양식, 관리

1. 신뢰도 예측자료
2. 부품/자재 리스트
3. 설계도면
4. 부품, 고장품 자료
5. 부하 해석
6. 시스템 구조
7. FMEA/FTA
8. 설계표준
9. 신뢰도 시험자료

다. 기본 설계 단계

가) 고객요구의 반영 : 체계, 도구, 품질특성(DFN)

1. 성능
2. 수명
3. 보전체계
4. 코스트
5. 표준부품의 조달
6. 기타

나) 비용기능전개(DFC)

1. 자재의 표준품목
2. 자재/공정의 경제성 평가
3. 설계구조의 낭비성
4. 설계 부품수의 적합성
5. 유사부품의 통합생산성
6. 자재 선정시 DFM 고려
7. 설계규격의 적합성/엄격성 검토

다) 유관자료의 활용체계

1. 시험을 통한 설계오류의 제거체계
2. 제조/시장에서 자료 활용도
3. 고객의불만/클레임 자료 분석체계

라) 신뢰성 기능전개(DFR)

1. 신뢰도 목표치 적합성
2. 부품자재 신뢰성 자료의 신뢰성
3. 신뢰도 배분
4. 용장성 연구
5. 중요부문의 신뢰도 향상 설계
6. 외부 스트레스 감소 방안
7. 부품 스트레스 감소 방안
8. 주요계통 자동고장 감지 및 교정장치 고려
9. 부품별 고장률 기준치 설정
10. 신뢰도 예측 방법 타당성
12. 특별조달 자재 리스트 준비

마) 시험단계의 고려(DFT)

1. 신뢰도 보증을 위한 수입검사, 평가 시험절차
2. 부품의 수명시험 조건 및 방법
3. 완제품에 대한 성능/신뢰도 시험 설비
4. 제반환경에 대한 시험 설계

바) 보전 및 서비스 단계 고려(DFS)

1. 보전도 목표치 설정
2. 보전성 고려할 설계
3. 서비스 용이도
4. 수리/조정 절차의 간편성
5. 부품의 획득 가능성
6. 보전·재고·출하과정에서 특수한 조건 줄임
7. 소모성 부품의 리스트, 교환주기, 점검방법
8. 신뢰도 약한 부품의 지정 및 대책
9. 서브시스템 특성·사용목적별 체크항목

### III. 고속 신뢰성 개발 (동시적 신뢰성 개발)

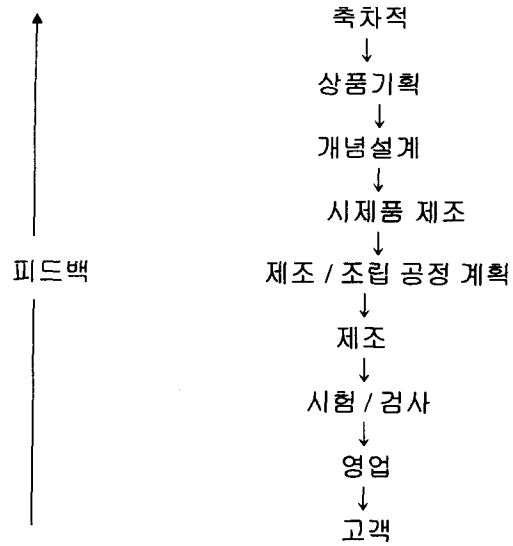
#### 1. 의의

- 1) 시스템 통합 중요성 : 컴퓨터 기술개발 가속화  
- 환경변화 :
  - ① 제품 수명주기의 단축
  - ② 국제 경쟁의 격화
  - ③ 소비자 요구의 고품질화
  - ④ 소비자 요구의 다양화
- 2) 제품 수명주기상의 독립적 단위 활동의 통합화
- 3) 시장 환경에 능동적으로 대처할수 있는 방안

#### 2. 기존 설계방식

- 1) 일반적 설계 : 제품의 요구되는 기능에 초점
- 2) 연관 체계 지식 부족 :
  - 부품 제조 공정
  - 완제품 조립과정
  - 시험·검사 방법
- 3) 부의 영향 :
  - 제조원가 상승
  - 조립공정의 어려움
  - 시험·검사·유지·보수 곤란
- 4) 설계변경 유발 :
  - 제품 개발기간 연장
  - 시장 진입 타이밍 상실
  - 원가 상승
  - 생산계획 차질
- 5) 기업 경쟁력 상실

6) 기존 제품 수명주기 :



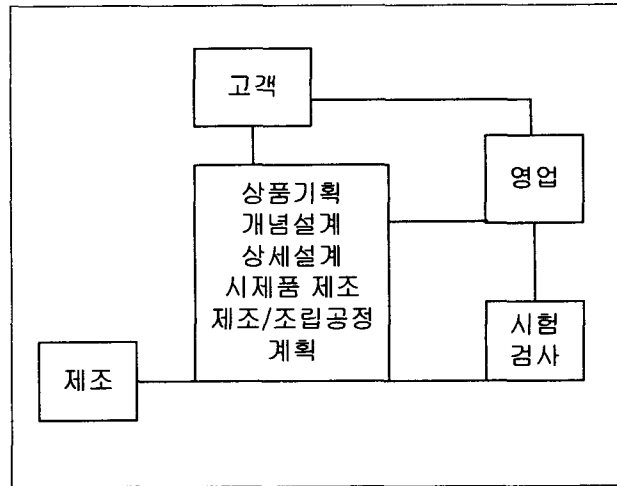
### 3. 동시공학

1) 초기설계 단계에서 설계와 관련된 제반요인 동시고려

2) 제반요인 :

- 부품제조 용이성
- 완제품 조립 용이성
- 검사의 편이성
- 서비스 우수성

### 3) 동시공학 기본개념 : 엔지니어링의 복합화



### 4) 정의

- (1) 미국의 DARPA(Defense Advanced Research Projects)  
DICE(Initiative in Concurrent Engineering)
- (2) 제조공정 및 관련 지원활동을 포함한 모든 프로세스와 설계활동을  
동시 통합하는 체계적인 접근법
- (3) 제품수명 주기상의 다양한 활동간의 커뮤니케이션과 상호작용을  
지원하는 전략적 접근법이자 설계 프로세스를 조직화 하는 방법론
- (4) 수명주기 스펙트럼의 여러 요소들을 통합하여 개발 기간을 단축시키  
고 비용을 줄이며 품질을 향상시키기 위한 제품개발활동의 개선책
- (5) 제품설계, 개발, 마케팅, 제조 판매에 있어서 회사의 모든지식, 자원,  
경험 등을 초기단계부터 가능한 통합하여 고품질, 저원가, 고객의 기  
대를 만족하는 신제품을 창조하는 것

(6) 동시공학

<=> 설계 초기 단계부터 제품의 고유기능 뿐만 아니라 제조, 조립, 검사, 서비스 용이성 등 제품 수명주기상의 여러 단계에서 설계와 관련된 엔지니어링 지식을 병렬적으로 통합함으로써 개발기간을 단축하고 개발비용을 절감하며, 품질과 생산성을 향상시키기 위한 제 활동을 일컫는다.

(7) 동시공학(Concurrent Engineering)

동시성 공학

동시병렬 설계

Simultaneous Engineering

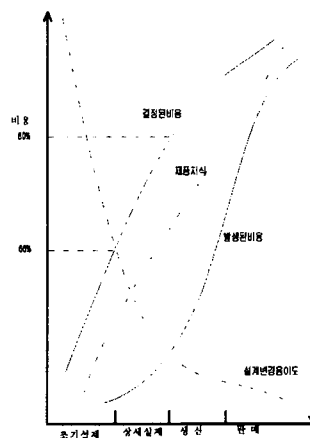
Life-cycle Engineering

Product Relialization Process

5) 중요성

측면 : 제품원가, 개발기간, 품질

(1)원가



<수명 주기 비용 그래프>

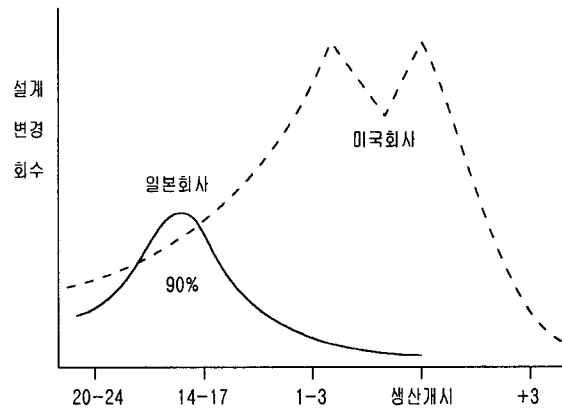
①NSF:설계단계에서 결정되는 비용이 전체의80%

②생산단계에서 개선활동 : 제한적

③문제의 해결(X)->문제의 예방 (O)



## (2) 개발기간

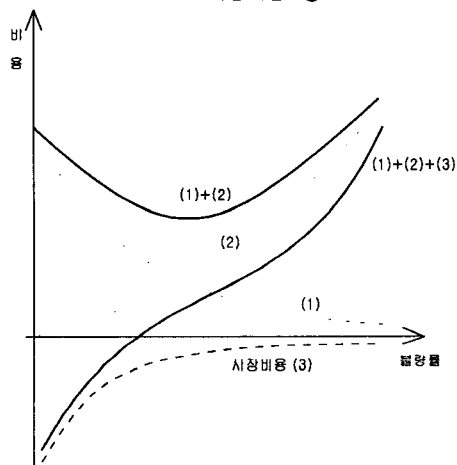


<미국과 일본의 설계변경>

- ① 일본 : 설계변경은 생산개시전
- ② 미국 : 생산개시 직전 최대  
생산개시 후에도 변경
- ③ 생산개시후의 변경:생산계획 수정  
설비 및 라인 변경  
부품조달 불안정 가동률저하  
개발기간 장기화등

## (3) 품질

품질 비용 요소 : 품질획득 비용 ①  
불량비용 ②  
시장비용 ③



<품질비용>

시장비용 요소 고려 : 고품질 제품에 높은 대가  
고객만족도 고려 : 개발 프로세스에 참여.

## 4. 동시공학적 접근법

### 1) 동시공학 자원 시스템 고려측면

- 조직환경
- 시스템 환경
- 접근 방법론
- 응용분야

#### (1) 조직 환경

- 기능분담에 의한 단계적 조직체계
- =>기능교차에 의한 매트릭스 조직
- 팀 활동 중심 조직

#### (2) 시스템 환경

- 원격화상 회의 시스템
- 컴퓨터 통신 네트워크
- 인공지능/전문가 시스템
- 조기 프로토타입 시스템

### (3) 접근 방법의 연구필요

- 엔지니어링 DB (객체지향 DB)
- 제품 데이터 모델 (STEP)
- 체계적 의사소통(QFP)
- 지식기반 접근법

### (4) 제품, 기업의 특성고려 특화한 응용시스템 개발

- DFM
- DFA
- DFT
- DFQ

## 2) 팀활동

### (1) 전략 -> 조직

조직 : 전략을 효과적으로 수행하기 위한 도구

### (2) 동시공학 : 제품수명 주기상의 모든 단계에서 발생할 수 있는 예상 문제점을 초기단계에서 고려하는 것

관련 부서들의 상호 관계적 정보를 원활하고도 체계적으로 통합하고 공유

### (3) 기존조직 특성 : 수평적 : 고도로 전문화 (부서간 벽)

수직적 : 세분화, 계승화

### (4) 문제점 : ①수평적 전문화

- 타분야의 지식부족
- 협력 활동의 부재
- 불필요한 피드백 사이클의 반복
- 개발기간 장기화

### ②수직적 세분화

- 기업활동 정체

### (5) 효과적 통합조직 구축 : 조직혁신

- 수직 조직의 저항극복
- 심화된 전문화 극복

### (6) 팀구축의 목적

- 원활한 커뮤니케이션 통한 정보, 지식의 공유

### (7) 기능교차적 복합 기능팀

Cross functional team

상품기획, 기술개발, 설계, 제조, 구매,  
생산기획, 판매·영업, 검사·시험, 고객등

### (8) 팀의 성공요인

- 명확한 비전 제시
- 의사결정 권한 위임
- 자기통제, 상호존중과 신뢰분위기
- 팀의 동기화 및 교육
- 최고 경영자의 적극적 이해와 지원

- (9) 동시공학팀 운영기간 :  
제품개발기간 수명과 동일
- (10) 지리적·조직적 제약시 :  
가상팀 운영  
Virtual team  
컴퓨터 통신 이용
- (11) 운영 문제점  
기존 조직과 문화적 차이  
팀구성 및 운영경비 부담  
적절한 팀평가 방법의 부재  
팀 문화의 부재  
개발제품 사후평가를 위해 운용

### 3) 기술적 접근법

분야 다른 전문가들이 팀워크가 핵심  
이를 위한 기술적 선결문제 해결

#### (1) 엔지니어링 DB

- ① 정보공유 실현 :DB
- ② 영역별로 DB가 개발 데이터 유형,구조,처리방식 차이 -> 통합 어려움
- ③ CAD 자료,제조자료, 관리자료 등의 통합
- ④ 제품설계, 해석, 평가, 공정통제,  
생산계획 프로그램 지원
- ⑤ 기존관계형 DB : 한계  
객체 지향적 DB :  
UniSQL  
Gemstone  
Vbase  
ODE
- ⑥ 정보처리 프로세스 모델링 :  
Depolymnt Flowchart IDEF

(2) 제품 데이터 모델

① 개별시스템 간의 정보교환이 필요

IGES : Initial Graphic Exchange Specification  
다른기종 CAD 시스템간의 CAD 데이터 교환

② ISO 의 STEP

Standard for the Exchange of Product model data

(가) Feature 기반으론 모델링 기법

(나) Feature : 제품수명 주기상의 각 단계에서 공학적 특성들을 추상화 한 것

(다)형상(form)특성



제조 특성(manufacturing feature)



조립 특성(assembly feature)



물성 특성(physical feature)

(3) 체계적 의사소통

① 고객요구 Needs ↔ 회사의 기술력



품질 기능 전개

② 1972년 일본 미쓰비시사 고베 조선소 처음사용

전자·가정용기기, 의류, 집적회로,  
건설장비 농업용기계등

③ DEC, HP, AT&T, GE, ITT, FORD, GM 등

④ 품질기능 전개 행렬표

성능 기능전개

신뢰성 기능전개

비용 기능전개 등

#### 4) 지식기반 접근법

##### (1) 응용분야별 전문가 시스템 개발

- 추론을 이용한 법(규칙사용)
- 객체지향 접근법
- 다양한 인공지능 기법

##### (2) \* 제약식 네트워크

###### ① 구성 : 변수간의 제약식

변수의 범위(DOMAIN)

###### ② 기능 : 일반적 수리적 제약

IF-THEN 규칙

DB 테이블, 수치·비수치적 제약식표현

제약식 만족하는 해를 구함

###### ③ 응용분야 :

시뮬레이션, 설비배치, 스케줄링,  
사용자 인터페이스, 디자인, 문서규격화,  
알고리즘 애니메이션, 기계장치, 설계분석지원  
전자회로 설계

## 5. 응용 시스템

### 1) DFA : 조립용이성 평가

Design for Assemblability

가장 연구가 많이된 분야

#### (1) 부품개수 최소화

모듈화 디자인

부품 결합 방식                  기준, 규칙 적용

부품 취급 방법

조립 방법에 따른 평가방법

#### (2) 체계적인 정량적 방법

##### ① Boothroyd & Dewhurst 법

##### ② Hitach 의 AEM법

Assemblability Evaluation Method

##### ③ Zorowski 의 PD 법

Product Design Merit

##### ④ Toshiba PEM

Productivity Estimation Method

2) DFM : 제조용이성 평가

Design for Manufacturability

(1) 제조 시스템 전체의 효율성을 고려한  
설계대안 찾음

(2)평가항목 : 제조원가  
생산성

제조방법 등

(3)제조형태에 따른 평가법 개발필요

Machining

Casting

Forming

Injection Molding 등

3) DFX : 기타 제품·공정특성 평가

(1)검사 용이성 평가 :DFT  
Design for Testability

(2)품질평가 : DFQ  
Design for Quality

(3)분해용이성 평가 : DFdisA  
Design for dis Assemblability

(4)분석용이성 평가 : Design for Analysis 등

## 6. 동시공학 지원시스템

---

### 지원 시스템 요구조건

- 많은 양의 데이터를 신속히 처리할수 있는 능력
- 여러가지 다양한 상황 또는 응용분야에 적용가능한 유연성
- 불완전,불확실한 데이터 처리능력
- 효과적인 사용자 중심의 인터페이스
- 부문간 상충해결 능력
- DB ,CAD 등 타 엔지니어링 시스템과의 연계
- 정량적 미치는 정성적 분석능력
- 분석 평가 결과의 설명능력
- 오류 발견 및 원인추적 기능
- 대안 도출기능
- 다양한 종류의 지식 표현력

## IV. 고속 신뢰성 보증

### 1. 로트 품질보증

---

- 형태 : 가속시험절차 + 로트판정절차
- 설계기준 : 통계적, 경제적
- 로트판정절차 : Two-pt system
  - Sequential Sp
  - Skip-lot Sp
  - Continuous Sp
- 설계모수 : 가속변수 수준, 배분률, 시료크기, 판정기준 동시 결정
- 통계적 기준
  - G-optimality
  - V-optimality
  - P-optimality
  - Without Constraint
  - Constraint for test time



## 2. 공정품질 보증방식

설계기준	가속시험절차	관측방법	공정판정절차
	Constant stress	Complete	$\bar{X} - R$
통계적	Step stress	Type I	CUSUM
	Progressive	Type II	EWMA
	Cyclic	Type II	EWMA
경제적	Random	Hybrid	p, np, c
	PALT	Random	Acc
	가속변수수준		시료크기
설계모수	배분률	관측시간	관리한계선
	추정통계량	관측개수	채취빈도

통합설계모수 : 가속변수수준, 배분률, 시료크기,  
판정기준의 동시결정

## 3. 보상정책 결정요소

- 최적 보상모형의 고려요소
  - 기술상황(수명분포, 제품형태)
  - 시장상황, 조직
  - 업무량, 자금운용
- 최적 보상 모형요소
  - 보증형태(무료, 할인, 혼합)
  - 보증기간
  - 제품가격
- 제품형태 및 고장형태
  - 수리 불가능, 수리가능
  - 한가지, 다수
- 최적화 기준
  - 이익 최대화
  - 보증비용 최소화