

신뢰성과 관련된 요구사항에 대하여 ISO 9000, QS-9000, ISO/TS 16949 시스템의 비교분석

Analysis of the Reliability Requirements in ISO 9000, QS-9000, ISO/TS 16949 system

박채원*, 김광섭*

Chae-Won Park*, Gwang-Sub Kim*

Many of companies all over the world have been certified ISO 9000 which is customer focused since last ten 10 years, and industrial sector specific certifications have been developed, such as QS-9000 and ISO/TS 16949 which are specific requirements added to ISO 9000 for the automotive industrial sector.

Requirements addressed in ISO 9000, QS-9000 and ISO/TS 16949 are considered to be significant.

And I think that requirements for reliability elements such as Design FMEA, Process FMEA and Gage R&R are very important.

I sincerely hope that my study for requirements for reliability elements to be helpful to individual, companies and related association.

There should be a lot of requirements in related with reliability in other industrial sectors and I am planning to study on it continuously.

최근 10여년 사이에 여러 국가의 많은 기업들이 ISO 9000 인증을 획득하였고 특정 분야에서는 ISO 9000에 고객에 의해 특별히 요구되는 내용을 추가하여 인증이 이루어지고 있는데 특히 자동차 분야의 QS 9000과 ISO/TS 16949가 그 예가 될 수 있겠다.

따라서 인증의 근간이 되는 규격인 ISO 9000을 비롯하여 QS 9000과 ISO/TS 16949에서 요구되는 내용이 매우 중요시 된다고 할 수 있으며 또한 그 중에서도 제품의 설계 및 제조과정에서 언급되고 있는 설계 FMEA나 공정 FMEA 및 게이지 R&R과 같은 신뢰성과 관련된 내용들은 특히 중요한 요소라고 할 수 있겠다.

이에 본 연구에서는 각 시스템에 있어 신뢰성 관련 내용을 검토, 분석함으로써 각 시스템에서 신뢰성 요구 사항들이 어떻게 규정되어 있는지를 비교, 분석하고 그 적용 사례를 통하여 합리적 적용 방법들을 제시하였다.

또한 자동차 분야 외에도 이와 같은 신뢰성과 관련하여 요구되는 사항들이 많이 있을 수 있겠으나 이에 대해서는 추후 연구, 검토를 계속해 나갈 예정이다.

* 아주대학교 산업정보시스템 공학부

1. 서론

1.1 품질(경영)시스템과 신뢰성

1987년 국제표준화기구(ISO)에서 ISO 9000 시리즈(9001, 9002, 9003)를 제정 보급 하면서부터 여러 국가에서 ISO 9000 인증 제도를 시작하였고 우리나라에서도 1994년부터 ISO 9000 인증제도를 도입하여 제조업을 중심으로 많은 기업 또는 조직이 인증을 취득하였으며 또한 특정 분야에서는 ISO 9000 에 그 분야의 특성을 반영한 품질(경영)시스템을 제정하여 보급하면서 인증이 활발하게 이루어지고 있는데 자동차 분야의 QS 9000 및 TS 16949 와 정보통신 분야의 TL 9000 이 그 예가 될 수 있겠다. 그런데 이들 시스템의 공통적인 특징은 한결 같이 고객의 요구사항을 매우 중시한다는 점이다. 따라서 인증을 획득하기 위해서는 무엇보다도 이러한 고객의 요구사항을 만족시키는 것이 필수적이라 할 수 있으며 요구사항 중에는 신뢰성과 관련된 사항들이 포함되어 있어 기업 또는 조직은 각각의 특성(업종, 규모 등)에 적절하게 신뢰성에 대한 요구사항을 만족시켜야 한다.

1.2 연구의 목적

품질(경영)시스템의 내용(요구사항) 중 신뢰성과 관련된 요구사항을 명확히 파악하고 여러 시스템을 상호 비교, 분석함으로써 이들 시스템을 도입, 적용하고자 하는 기업, 조직 또는 개인들이 실행 하는 데 도움이 됨과 동시에 신뢰성을 적용한 사례를 검토, 소개함으로써 보다 효과적으로 적용하여 결과적으로 시스템 운영의 실질적인 성과 향상에도 보탬이 되고자 한다.

2. 신뢰성 관련 ISO 9001, QS - 9000, ISO / TS 16949 비교

(표1)에 나타난 바와 같이 ISO 9001 : 2000 에서는 구체적으로 언급하고 있지 않고 있으며 QS-9000에서는 ISO 9001:1994 에 자동차 부문을 고려하여 여러 조항에서

신뢰성에 관련된 요구사항을 포함하고 있으며 ISO / TS 16949는 ISO 9001:2000에 역시 자동차 부문을 고려하여 여러 조항에서 신뢰성에 관련된 요구사항을 포함하고 있으나 ISO 9001의 개정(1994년판에서 2000년판으로)에 따라 조항번호의 변경과 더불어 'ISO 9001:1994 의 품질시스템- 품질보증 모델'에서 'ISO 9001:2000: 품질경영 시스템'으로의 요구사항의 차이(예를 들면 ISO 9001:2000에서는 Process Approach를 강조하고 있음)만큼이 고려되어 적용되어야 할 것이다.

3. FMEA 일반 사항

QS-9000 및 참조 매뉴얼에 포함되어 있는 FMEA와 관련하여 일반적인 내용들을 살펴 보면 다음과 같다.

3.1 정의

다음을 시도하기 위한 활동들의 하나의 체계화된 그룹 (a systemized group of activities intended to)이다.

- 어떤 제품/프로세스의 잠재적 고장과 고장의 영향을 인식 및 평가
- 잠재적 고장이 우연히 발생하지 않도록 하던지 또는 감소시킴
- 프로세스의 문서화
- FMEA는 고객만족을 위해 설계

3.2 실행

- 사후 실행이 아닌 사전 조치를 의미 ("before-the-event" action, not a "after-the-fact" exercise)
- 최대의 효과를 얻기 위해서는 어떠한 제품 또는 프로세스의 고장 형태가 모르는 사이에 제품 또는 프로세스에 반영되기 전에 실시

3.3 FMEA의 작성 범위

경우 1 : 새로운 설계, 새로운 기술 또는 새로운 프로세스

- FMEA의 범위는 설계, 기술 또는 프로세스 전체

경우 2 : 기존의 설계 또는 프로세스에 대한 변경(modification) (표2참조)

(기존의 설계 또는 프로세스에 대해 FMEA가 존재할 경우)

-FMEA의 범위는 설계 또는 프로세스의 변경, 변경으로 생길 수 있는 상호 작용 및 시장에서의 이력(Field history)

경우 3 : 새로운 환경, 장소 또는 적용에 기존의 설계 또는 프로세스의 사용

(기존의 설계 또는 프로세스에 대해 FMEA가 존재할 경우)

-FMEA의 범위는 기존의 설계 또는 프로세스에 대한 새로운 환경 또는 장소의 영향(impact)

3.4 후속 조치

1)충분히 깊이 생각하고 잘 개발된 FMEA라도 적극적이고 효과적인 예방/시정 조치 없이는 가치가 제한 될 수 있다.

2) FMEA는 살아 있는 문서이며 양산 이후에 발생하는 조치를 포함하여 항상 가장 최근의 관련된 조치뿐만 아니라 가장 최신의 수준(level)도 반영한다.

3) 책임 있는 엔지니어는 권고 조치사항들이 실행되었음을 보장하기 위해 다음과 같은 수단을 가질 수 있다.

- 권고 조치사항들이 실행되었다는 것을 보장하기 위한 설계, 프로세스 및 도면의 검토

- 설계/조립/제조 문서에 변경사항들이 반영(incorporation)되었음을 확인

- 설계/프로세스 FMEA, 특별 FMEA 적용 및 관리계획서(control plan) 검토

4. 설계 FMEA(DESIGN FMEA)

4.1 정의

잠재적 설계 FMEA(Design potential

FMEA)는 가능한 범위까지 잠재적 고장형태(potential failure mode)와 이에 연관된 원인/메카니즘이 고려되고 다루어진다는 것을 보장하는 수단으로 설계책임이 있는 엔지니어 또는 팀에 의해 주로 사용되는 분석적 기법(analytical technique)으로서 모든 연관된 시스템, 서브시스템, 구성품과 더불어 완제품이 평가되어야 한다. FMEA는 대부분 고정된 양식에 구성품, 서브시스템, 시스템이 설계될 때에 팀의 생각(경험 및 과거에 근거하여 아이템에 대한 잘못된 분석을 포함)을 종합한 것으로 이러한 시스템적 접근방법은 설계과정에서 엔지니어가 통상적으로 경험하는 지적인 원칙을 수평화하고 정형화하며 문서화하는 것이다.

4.2 역할

다음과 같이 설계프로세스에서의 고장의 위험(의도되지 않은 결과 포함)을 감소한다

- 기능 요구사항 및 설계대안을 포함한 설계의 객관적인 평가에 도움을 준다.

- 제조, 조립, 서비스 및 재활용 요구사항에 대한 초기 설계를 평가한다.

- 잠재적 고장형태와 시스템 및 차량운행에 있어 이들 고장형태의 영향이 설계/개발과정에서 고려되어질 가능성이 증가한다.

- 철저하고 효과적인 설계, 개발 및 타당성 확인 프로그램의 계획에 도움을 주는 추가 정보를 제공한다.

- 고객에게 영향을 미치는 정도에 따라 잠재적 고장형태에 등급을 부여한 리스트를 작성하여 설계 개선, 개발 및 타당성 확인 시험/분석을 위한 우선순위체계(priority system)를 수립한다.

- 위험감소 조치의 권고와 추적을 위한 위험 문제제기 양식을 제공한다.

- 고객 불만사항을 분석하고, 설계변경을 평가하고, 발전된 설계를 개발하는데 도움을 주기 위한 미래의 참고자료가 된다.

4.3 설계 FMEA의 작성

설계 FMEA의 작성시 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다

1) 설계 FMEA는 살아 있는 문서(living document)이므로

- 설계개념(design concept)의 마무리 시점이나 그 이전에 시작한다.

- 변경사항이 발생하거나 제품 개발단계를 통해 추가 정보가 얻어질 때 지속적으로 갱신한다.

- 제품 도면이 금형 및 치공구 준비를 위해 배포되기 전에 기본적으로 완료되어야 한다.

2) 제조/조립에 대한 요구(needs)가 포함됨을 고려하면서

- 설계 의도(design intent)를 반영한다.

- 설계 의도대로 제조/조립될 것이라고 가정한다.

- 제조나 조립 프로세스 중에 발생할 수 있는 잠재적 고장형태 및 /또는 원인/메카니즘(causes/mechanisms)은 요구되지 않지만 설계 FMEA에 포함될 수 있다. 포함되지 않을 경우, 그것들의 파악, 영향 및 관리는 프로세스 FMEA(Process FMEA)에 의해서 다루어진다.

3) 잠재적 취약성을 극복하기 위해 프로세스관리(process control)에 의존하지 않고 제조 및 조립 프로세스의 기술적/물리적 한계를 고려한다. 예를 들면

- 필요한 금형 초안(draft)

- 표면처리의 한계

- 치공구 사용을 위한 작업 공간 및 통로 확보

- 철판의 한계 강도

- 공차/공정능력/성능

4) 제품 유지보수(서비스) 및 재활용의 기술적, 물리적 한계를 고려한다. 예를 들면

- 공구 접근성

- 진단능력

- 자재 분류 기호(재활용을 위한)

5) 관련 문서를 활용할 수 있다

- 품질기능전개(QFD)

- 차량 요구사항과 관련된 문서

- 알려진 제품 요구사항 및 /또는 고객의 희망(wants)과 필요성(needs)을 판단 할 수 있는 제조/조립/서비스/재활용과 같은 정보(sources)

6) 분석되어야 할 시스템, 서브시스템 및 구성품에 대한 블록 다이어그램 (block diagram)으로부터 시작한다. 블록 다이어그램은 정보, 에너지, 힘, 유체 등의 흐름을 나타낼 수 있으며 블록에 투입되는 입력(inputs) 블록 내에서 수행되는 기능(function)과 블록으로 부터 산출되는 출력(outputs)을 이해하는 것이다

4.4 설계 FMEA의 구성 내용

설계 FMEA를 실제 작성할 때는 다음과 같은 내용이 포함된다. (표2 참조)

1) FMEA 번호

2) 시스템, 서브시스템 또는 구성품(component) 이름과 번호

3) 설계책임(Design Responsibility)

4) 작성자(Prepared by)

5) 모델년도/차종

6) 완료예정일(Key date)

7) FMEA 최초 작성일/최근 개정일

8) 핵심팀(Core Team)

9) 항목/기능(Item/Function)

10) 잠재적 고장형태(Potential Failure Mode)

11) 고장의 잠재적 영향(Potential Effects of Failure)

12) 심각도 (Severity: S) : 해당되는 고장 형태에 대한 가장 심각한 영향과 관련된 등급으로서 영향의 정도에 따라 10등급에서 1등급까지 구분

13) 분류(Classification)

14) 고장의 잠재적 원인/메카니즘

(Potential Cause(s) / Mechanism(s) of Failure)

15) 발생도 (Occurrence:O)

: 설계수명 동안에 특정한 원인/메카니즘이 발생할 가능성으로서 고장확률의 크기에 따라 10등급에서 1등급까지 구분

16)현 설계관리(Current Design Controls)

17) 검출도(Detection:D)

: 설계관리에 기술된 가장 좋은 검출관리와 관련된 등급이며 검출도는 개별 FMEA의 범위 내에서의 상대적인 등급으로서 확실성의 정도에 따라 10등급에서 1등급까지 구분

18)위험우선수 (Ri나 Priority Number: RPN) : $RPN = S \times O \times D$

19) 권고 조치사항

(Recommended Action(s))

20) 권고 조치사항에 대한 책임

(Responsibility for the Recommended Action))

21) 조치내용(Action Taken)

22) 조치결과(Action Results)

5. 공정 FMEA(PROCESS FMEA)

5.1 정의

잠재적 공정 FMEA(Process potential FMEA)는 가능한 범위까지 잠재적 고장형태(potential failure mode)와 이에 연관된 원인/ 메카니즘이 고려되고 다루어진다는 것을 보장하는 수단으로 제조/조립책임이 있는 엔지니어 또는 팀에 의해 주로 사용되는 분석적 기법 (analytical technique)으로서 FMEA는 대부분 고정된 양식에 공정이 개발될 때에 팀의 생각 (경험 및 과거에 근거하여 아이템에 대한 잘못된 분석을 포함)을 종합한 것으로 이러한 시스템적 접근 방법은 제조기획과정에서 엔지니어가 통상적으로 경험하는 지적인 원칙을 수평화하고 정형화하는 것이다.

5.2 역할

다음과 같이 설계프로세스에서의 고장의 위험(의도되지 않은 결과 포함)을 감소한다.

- 공정의 기능과 요구사항을 파악한다.
- 제품 및 공정과 관련된 잠재적 고장 형태를 파악한다.
- 고객에 대한 잠재적 고장의 영향을 평가한다.
- 제조 또는 조립공정의 잠재원인을 파악하고 고장조건 발생가능성을 감소 또는 검출하기위해 집중적으로 관리해야 할 공정변수(process variables)를 파악한다.
- 집중적으로 공정관리 해야 할 공정변수를 파악한다.
- 잠재적 고장형태에 등급을 부여한 리스트를 작성하고 예방/시정조치를 위한 우선순위체계(priority system)를 수립한다.
- 제조 또는 공정의 결과를 문서화 한다

5.3 공정 FMEA의 작성

1)공정 FMEA는 살아 있는 문서(living document)이므로 다음과 같이 시작하여야 할 것이다

- 실행가능성(feasibility) 이진 또는 그 단계

- 양산 금형 및 치공구 준비에 앞서
- 개별 구성품에서 부터 조립품까지 모든 제조 작업 (Operations)을 고려

2) 신 모델 및 구성품 프로그램의 제조공정기획 단계 동안 잠재적 공정 우려사항 (concern)의 예측, 해결, 모니터를 위해 신규 또는 개정된 초기에 검토 및 분석하는 것이 장려된다.

3) 설계된 제품이 설계의도를 충족시킴을 가정하며 설계 취약성 때문에 발생할 수 있는 잠재적 고장 형태는 공정 FMEA에 포함될 수 있다. 이들의 영향 및 발생방지 (avoidance)는 설계 FMEA에서 다루어진 다.

4) 공정에서의 취약성을 극복하기 위해 제품 설계변경에 의존하지 않는다. 그러나 가능한 범위까지, 제품결과가 고객의 요구 및 기대를 충족시킨다는 것을 보증하기 위한 계획된 제조 또는 조립공정에 관련된 제품의 설계특성을 고려한다.

5.4 공정 FMEA의 구성 내용

공정 FMEA를 실제 작성할 때는 다음과 같은 내용이 포함된다.

- 1) FMEA 번호
- 2) 항목(Item)
- 3) 공정 책임(Process Responsibility)
- 4) 작성자(Prepared by)
- 5) 모델년도/차종
- 6) 완료예정일(Key date)
- 7) FMEA 최초 작성일/최근 개정일
- 8) 핵심팀(Core Team)
- 9) 공정 기능 / 요구사항
(Process Function/Requirements)
- 10) 잠재적 고장형태(Potential Failure Mode)
- 11) 고장의 잠재적 영향(Potential Effects of Failure)
- 12) 심각도(Severity:S)
- 13) 분류(Classification)
- 14) 고장의 잠재적 원인/메카니즘
(Potential Cause(s) / Mechanism(s)of Failure)
- 15) 발생도(Occurence:O)
- 16) 현공정관리
(Current Process Controls)
- 17) 검출도(Detection:D)
- 18) 위험우선수
(Risk Priority Number:RPN)
- 19) 권고 조치사항
(Recommended Action(s))
- 20) 권고 조치사항에 대한 책임
(Responsibility (for the Recommended

Action))

21) 조치내용(Action Taken)

22) 조치결과(Action Results)

6. 측정시스템 일반

(Measurement System Analysis : MSA)

측정 데이터는 많은 방면에서 자주 사용되고 있다. 측정 데이터와 측정 데이터로부터 산출된 통계값(statistic)들은 공정의 통계적 관리한계 (statistical control limits)와 비교되고 비교 결과 통계적 관리상태를 벗어난다(out of statistical control)고 판단되면 모종의 조치를 취하게 된다. 통계적 관리상태에 있으면 공정은 아무런 조정 없이 운영될 것이다. 측정 데이터의 또 다른 용도는 둘 이상의 변수(variables) 간에 주요한 관계가 존재하는가를 결정하는 것이다. 이러한 가능성 있는 관계는 회귀분석(regression analysis)과 같은 통계적인 처리를 이용하여 연구할 수 있다. 이와 같은 관계를 탐구하는 연구는 W.E Deming 박사가 명명한 분석적 연구(analytic studies)의 예이다. 분석적 연구는 공정에 영향을 미치는 원인의 구조(system of causes)에 대한 지식을 증가시킨다.

6.1 측정 데이터의 품질

(Quality of Measurement Data)

측정 데이터의 품질은 안정된 상태(stable conditions)의 측정시스템으로부터 얻어진 다수의 측정값(multiple measurerables)의 통계적 성질로 정의된다. 예를 들면, 안정된 상태의 측정시스템에서 어떤 특성(certain characteristic)에 대해 일련의 측정값을 얻었을 때에 만약 측정값이 모두 특성의 마스터값(master value)에 근접(close)한다면 데이터의 품질은 “높다(high)”고 말하며 측정값의 전부 또는 일부가 마스터값으로 부터 멀어진다(far)면 데이터의 품질은 “낮다(low)”고 말한다. 데이

터의 품질을 나타내기 위해 가장 공통적으로 사용되는 통계적 성질 (statistical properties)은 치우침(bias)과 분산(variance)이다. 치우침은 마스터값과 비교한 상대적인 데이터 위치(location of the data)를 말하고 분산은 데이터의 퍼진 정도(spread of the data)를 말한다. 데이터의 품질이 나빠지는 가장 공통적인 이유의 하나는 데이터의 변동(variation in the data)이 너무 크다는 것이다. 일련의 측정값에서 대부분의 변동은 측정시스템과 주변 환경과의 교호작용(interaction)에 기인한다. 만약 교호작용으로 인해 변동이 지나치게 크게 되면 데이터의 품질이 낮아지게 되어 그 결과 데이터가 쓸모없게 된다. 예를 들면 측정시스템의 변동이 크면 그로 인해 제조공정의 변동이 가려지기 때문에 제조공정을 분석하는 데 적합하지 않게 된다. 측정시스템을 관리하는 대부분의 업무는 변동을 모니터링하고 관리하는(control) 것에 중점을 둔다. 그 중에서도 특히 측정시스템이 주변 환경과 어떻게 교호작용을 하는지 알아내어 적합한 품질의 데이터(data of acceptable quality)만 얻을 수 있도록 하는 것이 중요하다. 만약 데이터의 품질이 적합하지 않다면 개선되어야 한다. 이러한 개선은 보통 데이터 자체의 개선보다는 측정시스템의 개선에 의해 이루어진다.

6.2 주요 관련 용어

(1) 반복성(Repeatability)

- 동일 측정자가 동일한 측정기로 동일 부품의 동일 특성을 반복하여 측정할 때의 측정값 변동
- 보통 측정장비 변동 (Equipment Variation)이라 함
- 시스템 내 변동

(2) 재현성(Reproducibility)

- 각 측정자가 동일 부품의 동일 특성에 대해 동일 측정기를 사용하여 얻은 측정값

들의 평균의 변동

- 보통 측정자 변동(Appraiser Variation)이라 함
- 시스템(조건)간 변동

(3) GRR

- 게이지 반복성 및 재현성을 말하며, 측정시스템의 반복성 및 재현성의 합성 추정값이다

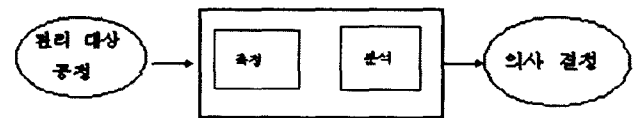
(4) 측정시스템 능력(Measurement System Capability)

- 측정시스템 변동의 단기 추정값(예: 그래픽을 포함한 "GRR")

6.3 측정 프로세스 (Measurement Process)

어떠한 프로세스도 그 변동을 효과적으로 관리하기 위해서는 다음을 필요로 한다. (그림1참조)

- 프로세스는 무엇을 하고 있어야 하는가
- 무엇이 잘못될 수 있는가
- 프로세스는 실제로 무엇을 하고 있는가



(그림 1. 측정프로세스)

측정 및 분석활동은 하나의 프로세스이다. 따라서 프로세스 관리의 어떤 관리기법, 통계기법 및 논리적 기법도 측정 프로세스에 적용할 수 있다. 이것은 고객 및 고객의 요구가 먼저 파악되어야 한다는 것을 의미한다. 측정 프로세스를 관리하기 위해서 경영자는 필요 충분한 측정장비를 제공해야 한다. 그러나 최고 또는 최신 측정기술을 구입하는 것이 항상 제조공정 관리의 올바른 의사결정을 보장하는 것은 아니다. 측정장비는 측정 프로세스의 일부일 뿐이다. 프로세스의 책임자는 이 측정장비를 올바르게 사용하는 방법과 결과를 분석하고 해석하

는 방법을 알아야 한다. 그러므로 경영자는 훈련과 지원뿐만 아니라 명확한 규정과 표준(standard)를 제공하여야 한다. 반면에 프로세스의 책임자는 게이지 연구, 절차, 사용자, 환경 즉, 정상 운영 조건을 포함하는 전체 측정 시스템 분석의 결과가 올바르게 안정되어 있음을 보장하기 위해 측정 프로세스를 감시하고 관리할 의무를 가진다.

7. 반복성 및 재현성 결정을 위한 방법

계량형 게이지 연구(Variable Gage Study)는 여러 가지 다른 기법을 이용하여 수행할 수 있다. 이 방법들은 다음과 같다.

- 1) 범위법 (Range method)
- 2) 평균과 범위법 (관리도 방법을 포함)
- 3) ANOVA 법
여기에서는 평균과 범위법에 대해서 살펴보기로 한다.

7.1 평균과 범위법 (X & R method)

측정시스템의 반복성 및 재현성에 대한 추정값을 제공하는 접근방법이다. 이 방법은 측정시스템의 변동을 반복성 및 재현성의 두 요소로 분리할 수 있도록 해준다.

(1) 분석의 실시

측정자, 측정횟수 및 측정 대상 부품의 수가 다를 수 있지만, 정확한 분석을 위해 다음과 같이 실시한다.

- 1) 실제 또는 예상되는 공정 변동의 범위를 대변하는 $n > 5$ 인 부품 샘플을 얻는다.
- 2) 측정자들을 구분하고 부품에 1부터 n 까지 번호를 매긴다.
- 3) 필요시 게이지를 교정한다.
- 4) 측정자 별로 랜덤한 순서로 부품을 측정하고 결과를 기록한다.
- 5) 또 다른 랜덤한 순서에 따라 측정 싸이클을 반복한다.

(2) 결과의 분석

1) 그래픽 도구의 사용

측정결과를 분석할 때에는 그래픽 도구(graphical tools)의 사용이 매우 중요하다. 사용할 그래픽 도구의 종류는 데이터 수집을 위한 실험 설계(experimental design)에 따른다. 그래픽 도구를 사용하여 데이터로부터 변동의 명백한 이상 원인을 가려내는 것은 어떤 통계해석 보다는 선행되어야 한다. 다음은 유용하다고 입증된 그래픽 도구의 예이다.

- 그래프 (graph)
- 관리도 (control chart)
- 산점도 (scatter diagram)
- 에러 도표 (error chart)
- 히스토그램 (histogram)
- 비교 X - Y도표 (comparison X - Y chart)

2) 수치 계산

게이지 반복성 및 재현성

(Gage Repeatability & Reproducibility)의 분석은 모든 분석결과 기록된 데이터 수집 시트 (표3)과 모든 확인 정보와 규정된 수식에 의해 계산된 결과가 기록된 보고서 시트(표4)를 사용할 수 있다. 이 분석은 측정기에 기인한 변동(Equipment Variation : EV)와 측정자에 기인한 변동(Appraiser Variation : AV), 측정 대상인 부품간의 변동(Part Variation : PV)와 반복성 및 재현성(GRR) 및 전체 측정시스템에 대한 총 변동(Total Variation : TV)을 추정해 준다.

8. 결론

최근의 여러 품질(경영)시스템들의 주된 공통점은 고객 중심의 요구사항들을 충족시키는 것을 무엇보다도 강조하고 있다는 점이며 어느 정도의 차이는 있겠으나 고객 요구사항들 중에서도 신뢰성에 대한 요구

사항들을 매우 중요시 하고 있음을 알 수 있었다. 또한 이러한 신뢰성과 관련된 요구 사항들은 그 특성 상 고객중심 또는 고객 만족이라는 목표를 달성하는 데에 가장 밀접한 것들이라고 할 수 있겠다. 그러므로 신뢰성에 대한 요구사항을 효과적으로 이행하는 것이 고객에 대한 기업 또는 조직의 의무임과 동시에 결과적으로는 기업 또는 조직이 시스템 운영의 좋은 성과를 얻을 수 있는 대단히 바람직한 방법이 될 수 있겠다. 따라서 신뢰성과 관련하여 더욱 효과적인 활용 및 성과의 향상을 위해 새로운 기법의 개발, 기존 기법의 적극적 활용 등 보다 적극적이며 창의적인 연구가 지속적으로 끊임없이 이루어져야 할 것이다. 또한 신뢰성에 대한 연구가 일부 부문에 치우치는 것 보다는 보다 다양한 부문(업종)에도 전파되어 더 많은 파급 효과를 얻을 수 있도록 노력함이 매우 의미 있는 일이라고 생각된다.

9. 참고문헌

- [1] ISO 9001: 2000 제 3판(품질경영시스템 - 요구사항), 국제표준화기구(ISO)
- [2] ISO 9004: 2000 제 2판(품질경영시스템 - 성과향상 지침), 국제표준화기구(ISO)
- [3] QS-9000: 1998 제 3판(품질시스템 요구사항), 국제표준화기구(ISO), Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation
- [4] Potential Failure Mode and Effects Analysis(FMEA) Reference Manual, 2001 제3판, Daimler Chrysler, Ford Motor Company, General Motors Corporation
- [5] Measurement Systems Analysis (MSA) Reference Manual, 2002 제3판, Daimler Chrysler, Ford Motor Company, General Motors Corporation
- [6] ISO/TS 16949: 2002 제 2판(품질경영시스템- 자동차 관련 조직의 ISO 9001 적용시 특별 요구사항, ISO/TC 176, IATF,

JAMA

- [7] 高木 昇, 信賴性管理, 日科技連, 197[
- [8] 塩見 弘, FMEA, FTA의 活用, 日科技連, 19872

(표1) 신뢰성 관련 ISO 9001, QS - 9000, ISO / TS 16949 비교표

	ISO 9001 : 2000 (제3판)	QS - 9000 : 1998 (제3판)	ISO / TS 16949 : 2002 (제2판)
규격명	품질경영 시스템 - 요구사항 Quality management systems -Requirements	품질시스템 요구사항 Quality systems requirements	품질경영 시스템 - 자동차 관련 조직의 ISO 9001 적용 시 특별 요구사항 Quality management systems - Particular requirements for the application of ISO 9001:2000 for automotive production and relevant service part organization
주요 신뢰성 관련 조항	특별히 구체으로 언급하지 않음 (포괄적으로 표현)	4.2.3 품질기획 (Quality Planning) 4.2.3.1 사전 제품 품질계획 (Advanced Product Quality Planning) 4.2.3.2 특별특성 (Special Characteristics) 4.2.3.5 공정 FMEAs (Process FMEAs) 4.4.2 설계 및 개발 계획 (Design and Development Planning) 4.4.2.1 요구되는 기법 (Required Skills) 4.11.4 측정시스템 분석 (Measuring System Analysis) 4.4.5.1 설계 출력 - 보충사항 (Design Output - Supplemental)	4.2.3 문서관리 (Control of documents) 4.2.3.1 엔지니어링 시방서 (Engineering specifications) 7.3 설계 및 개발 (Design and development) 7.3.1.1 전문분야 협력 접근법 (Multidisciplinary approach) 7.3.2.3 제품설계 출력 - 보충사항 (Product design outputs - Supplemental) 7.3.3.2 제조공정 설계 출력 (Manufacturing process output) 7.5.1.1 관리계획서 (Control plan)

(표 2) 설계 FMEA 예

시스템 Bumper system

잠재적 고장형태 및 영향분석

FMEA번호 : X253M

하위시스템 : Bumper A-pront

(설계 FMEA)

페이지 : 1 of 1

구성품 : Impact Beam, Side BRKT

설계책임 : X차 설계팀

작성자 : ○ ○ ○

모델년도/차종 : 2002 / X 3000

완료예정일 : 2002. 10.20

FMEA 최초 작성일 : 2001.5.1

핵심팀 : 자재개발팀, 차체시협팀, 안전실협팀

최근 개정일 : 2002.7.1

항목	잠재적 고장형태	고장의 잠재적 영향	심각도	분류	고장의 잠재적 원인/메카니즘	발생도	현 설계관리 예방	현 설계관리 검출	검출도	위험 우선 수	권고 조치사항	책입 및 목표 완료 예정일	조치결과			
													심각도	발생도	검출도	위험 우선 수
Bumper A-FRONT * Impact Beam * Energy Absorber *Side Bracket	충격성능 미달	-저속 충격시 차체 손상 - 범규 불이행 (자동차 안전기준)	10		Body 강성 부족	3	-충돌구조 해석 Simulation	- 실차 충돌시험	3	90	-Body Flange 강성 보강	○ ○ ○	10	2	2	40
			10		Lamp 강성 부족	7	-충돌구조 해석 Simulation	- 실차 충돌시험	2	140	-Lamp Flange 강성 보강	○ ○ ○	10	3	2	60
- 저속 충돌시 차체보호 - 외관	하단면 골목 및 처짐 발생	-길모양 품질저하	4		하단지지 support 부족	6	-내열 시험	-실차 내구 시험	3	72	-support 조정	○ ○ ○	4	3	3	36
			4		재질 강도 미달	5	-강도 시험	-실차 내구 시험	2	40	-재질 변경	○ ○ ○	4	3	2	24
	Fascia Line 발생	-길모양 품질저하	4		Center부의 Hole	9	-성형성 시험	-실차 시험	2	72	-Hole 위치변경	○ ○ ○	4	2	2	16

(표3) 표준 평균 및 범위법 게이지 반복성 및 재현성 데이터 수집 시트

측정자/시행	부품										평균	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A												
1	0.221	0.224	0.252	0.251	0.222	0.228	0.222	0.227	0.230	0.223		
2	0.222	0.223	0.251	0.252	0.222	0.230	0.223	0.227	0.231	0.223		
3	0.221	0.224	0.252	0.251	0.222	0.230	0.223	0.227	0.231	0.223		
평균	0.221	0.224	0.251	0.251	0.222	0.229	0.223	0.227	0.231	0.223	$\bar{X}_a = 0.2303$	
범위	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	$\bar{R}_a = 0.0012$	
B												
1	0.221	0.222	0.251	0.251	0.224	0.227	0.223	0.228	0.230	0.222		
2	0.221	0.224	0.252	0.252	0.224	0.228	0.224	0.227	0.229	0.224		
3	0.222	0.223	0.251	0.251	0.222	0.230	0.224	0.227	0.229	0.224		
평균	0.221	0.223	0.251	0.251	0.223	0.228	0.224	0.228	0.229	0.223	$\bar{X}_b = 0.2302$	
범위	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	$\bar{R}_b = 0.0015$	
C												
1	0.222	0.222	0.251	0.252	0.221	0.229	0.224	0.228	0.228	0.222		
2	0.221	0.221	0.252	0.251	0.223	0.228	0.224	0.228	0.229	0.224		
3	0.222	0.222	0.252	0.244	0.222	0.230	0.223	0.229	0.228	0.223		
평균	0.222	0.222	0.252	0.249	0.222	0.229	0.224	0.228	0.228	0.223	$\bar{X}_c = 0.2298$	
범위	0.001	0.001	0.001	0.008	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	$\bar{R}_c = 0.0020$	
부품 평균	0.221	0.223	0.251	0.251	0.223	0.229	0.223	0.228	0.229	0.223	$\bar{\bar{X}} = 0.2301$	$R_p = 0.030$
$\bar{\bar{R}} = [\bar{R}_a = 0.0012] + [\bar{R}_b = 0.0015] + [\bar{R}_c = 0.0020] / [\# \text{ OF APPRAISERS } = 3] = 0.0016$											$\bar{\bar{R}} = 0.0016$	
$[\text{Max } \bar{X} = 0.2303] - [\text{Min } \bar{X} = 0.2298] = \bar{X}_{DIFF} = 0.0005$												
$[\bar{R} = 0.0016] \times [D_4 = 2.574] = UCL_R = 0.004$												
$[\bar{R} = 0.0016] \times [D_3 = 0] = LCL_R = 0$												

(표4)

게이지 반복성 및 재현성 보고서										
부품 번호 & 공정명 : Housing	게이지 명 : 3차원 측정기	날짜 : 2003. 10. 1								
특성 : 동심도	게이지 번호: LM0012	분석자: ○○○								
규격 : 0.2 E	게이지 형태: 300 mm									
데이터 시트로부터 : R = 0.0016	$X_{DIFF} = 0.0005$	$R_p = 0.030$								
측정단위 분석										
반복성- 측정기 변동(EV)										
$EV = R \times K_1$ $= 0.0016 \times 3.05$ $= 0.00488$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>반복수</th> <th>K_1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>4.56</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3.05</td> </tr> </tbody> </table>	반복수	K_1	2	4.56	3	3.05	$\% EV = 100[EV/TV]$ $= 100[0.00488/0.0488]$ $= 10.0 \%$		
반복수	K_1									
2	4.56									
3	3.05									
재현성 - 측정자 변동(AV)										
$AV = \sqrt{[(X_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / (nr))]}$ $= \sqrt{[(0.0005 \times 2.7)^2 - (0.00488^2 / (10 \times 3))]}$ $= 0.001$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>평가자</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K_2</td> <td>3.65</td> <td>2.7</td> </tr> </tbody> </table>	평가자	2	3	K_2	3.65	2.7	$\% AV = 100[AV/TV]$ $= 100[0.001/0.0488]$ $= 2.05 \%$		
평가자	2	3								
K_2	3.65	2.7								
반복성 및 재현성 (R&R)										
$GRR = \sqrt{(EV^2 + AV^2)}$ $= \sqrt{0.0048^2 + 0.001^2}$ $= 0.0049$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>부품</th> <th>K_3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>3.65</td> </tr> </tbody> </table>	부품	K_3	2	3.65	$\% GRR = 100[GRR/TV]$ $= 100[0.0049/0.0488]$ $= 10.0 \%$				
부품	K_3									
2	3.65									
부품 변동(PV)										
$PV = R_p \times K_3$ $= 0.03 \times 1.62$ $= 0.0486$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2.3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1.93</td> </tr> </tbody> </table>	3	2.7	4	2.3	5	2.08	6	1.93	$\% PV = 100[PV/TV]$ $= 100[0.0486/0.0488]$ $= 99.59 \%$
3	2.7									
4	2.3									
5	2.08									
6	1.93									
총 변동(TV)										
$TV = \sqrt{(GRR^2 + PV^2)}$ $= \sqrt{(0.0049^2 + 0.0486^2)}$ $= 0.0488$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>1.82</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>1.74</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>1.67</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1.62</td> </tr> </tbody> </table>	7	1.82	8	1.74	9	1.67	10	1.62	
7	1.82									
8	1.74									
9	1.67									
10	1.62									
<p>% GRR 에 대한 평가 기준</p> <p>■ 10% 이하 오차 : 측정 시스템은 적합하다</p> <p>□ 10~30%의 오차 : 적용, 측정기 비용, 수리 비용 등의 중요도에 따라 수용 가능할 수 있다</p> <p>□ 30% 이상 오차 : 측정 시스템의 개선이 필요하다</p>										