

軍需品 品質設計

閔 晟 基 (工學博士)

머 리 말

우리나라의 防衛産業은 70年代에 주로 先進諸國의 模倣生産에서 점차 탈피하여 80年代에는 이를 바탕으로 既存 防産裝備의 性能改良 및 改造는 물론 新規製品을 獨自의으로 개발하여 國防技術의 土着化를 이루어 나가야 하겠다.

이를 위하여 주변국가에 대한 地形學的, 人間工學的, 經濟的인 면을 고려함은 물론 傳統的文化要因과 戰術的 運用概念에 맞추어 研究開發하여야만 한다.

20世紀에 들어와서 과거의 傳統的인 방법으로 개발되어 온 傳統製品과는 달리 더욱 高度化되고 精密化된 現代製品들로서의 軍需製品, 航空機, 컴퓨터 製品등은 그 方法에 있어서 보다 體系化된 새로운 技術適用을 불러 일으켜 연구개발 段階에서 品質管理의 중요성을 더욱 강조하게 되었다.

따라서 新規製品은 그 設計初期에 信賴性, 整備性, 安全性 및 耐久性을 미리 計劃, 設定함으로써 生産, 運用段階에 미치는 영향을 分析하고 豫測할 수 있을 뿐만 아니라 製品 品質에 관한 연속적인 品質管理體系를 이루어야만 品質向上 및 製品循期費用을 最適化할 수 있다.

이와 같은 品質革新은 防衛産業의 土着化를 이룰 수 있으며, 새로운 技術의 적용을 통한 既存 防産裝備의 改良과 아울러 獨自의인 新規製品 개발에 防衛産業에 종사하는 모든 사람들은 共同的으로 참여하고 지속적인 軍需品 品質向上에 기여하기를 바란다.

1. 概 要

新規製品을 개발하기 위하여는 製品의 市場性, 價格競爭 등에 대한 經濟性, 會社人力運用, 生産, 販賣 등에 대한 經營分析 및 技術的인 면에서의 生産可能性, 현재의 技術水準 등에 대한 技術分析을 포함한 여러가지 分析과 판단이 複合的으로 이루어져야 하는데 本稿에서는 주로 經營的인 면과 技術的인 면에서의 分析과 판단을 論議하고자 한다.

끊임없는 人間의 創造性은 人間歷史를 통하여 新規製品의 연속으로 설명될 수 있으며, 특히 20世紀에 들어와 과거의 傳統商品과 高度로 발달된 現代商品을 구별하는 製品形態를 나타내게 되었다.

이에 따른 여러가지 차이점이 製品에 革新을 가져옴은 물론 關聯工程 또한 革新이 이루어져 오고 있다. 이와 같은 革新은 실제 과거의 經驗的 요소와는 달리 成長해 왔고 복잡한 現代製品으로서는 軍需시스템, 航空 및 컴퓨터 시스템들로 발전되어져 왔다.

現代製品들을 開發함에 있어 과거 傳統的인 방법으로 推進하려던 노력은 多方面에서 실패하였으므로 革新의 필요성이 增加되기 시작하였다.

이러한 革新의 내용에는 크게 두가지 면이 있는데 그 하나는 新規設計를 위한 經營的인 면에서의 方法으로서 事前 問題點을 발견하는 早期 警報體系처럼 製品開發에 대한 段階別 시스템에 관한 經營的 개념이며, 다른 하나는 信賴性, 整備性, 安全性 등을 技術적으로 數量化하는 技術

的인 면에서의 概念과 관련되어진다.

여기에서 한가지 유의하여야 할것은 現代製品은 傳統製品을 대신함에 있는것이 아니라 부가되어진 것이므로 現代製品을 만드는 데에는 傳統的인 工程도 필요하게 되나 現代製品을 만드는 革新的인 方法이 傳統製品에도 사용되어야만 한다는 의미는 아니다.

또한 많은 傳統製品에 대해서는 傳統的인 方法이 適當한 것이지만 現代的인 方法의 적용은 經濟的인 면에서 損失을 가져오게 된다.

新規製品들은 그 開發方法에 있어서 가장 적합한 設計가 이루어지도록 信賴性, 整備維持性, 安全性, 費用對 效果등에 대한 分析을 더욱 분명하게 하는 새로운 經營 및 技術的인 方法들을 적용하여야만 한다.

따라서 다음에서 新規製品을 開發하는데 사용될 주요 道具들로서 信賴性, 整備性 및 安全性에 대하여 그 概念과 이를 數量化하고 分析 및 豫測하여 그 資料를 體系의으로 관리하고 製品을 향상시키는 方法들을 論議하고자 한다.

이러한 方法은 그 製品이 傳統的이나 現代의 이나를 막론하고 技術的인 면과 經營的인 면에서 다루어져야만 한다는 것을 附言해 둔다.

2. 信賴性(Reliability)

가. 信賴性的 定義

數量化의 시발점은 用語定義인데 信賴性的의 의미는 다음과 같이 表現된다.

“信賴性이란 주어진 기간에, 주어진 條件 아래에서 特定한 기능을 瑕疵없이 遂行할 수 있는 製品의 確率이다.” 이 定義는 기초적이지만 그 概念을 특징짓기 위한 하나의 方法이며, 일반적으로 信賴性은 주어진 임무나 사용에 대한 成功 確率, 고장율, 고장주기, 가용성 등으로 특징지어질 수 있다.

나. 數量化

信賴性을 數量化시키는 운동은 20世紀의 現象인데 이의 必要性은 다음과 같은 사항을 내포하고 있는 가장 高度化된 現代製品 狀態의 論理的인 결과였다.

(1) 複雜性的의 增加: 보다 複雜한 시스템들이 보다 增加된 信賴性을 要求하고 동시에 性能을 만족시켜야 한다.

(2) 極限環境 적용: 미사일, 有人飛行船 등과 相關된 信賴性 要求는 보다 極限的인 環境에 견디어 내기 위하여 數量化되는 것이 要求된다.

(3) 短縮된 製品開發 사이클: 軍需開發은 특별히 短縮되어진 製品開發 要求시기에 따르게 되는데 이는 정상적인 段階를 빠져나 축소시키지 않고는 어렵고 여기에 危險이 따르게 되며 이런 危險減少를 위해 設計段階에서 信賴性을 調整하여야만 한다. 다음에는 信賴性을 數量化시키는 過程을 살펴 보자.

信賴性을 數量化시키는 것이 모든 信賴性 活動의 根本이 되기 때문에 이 過程의 필수요건을 設計 및 企劃者들에게 理解시키는 것이 필요하다.

表 1은 어떻게 그 過程이 적용되어지는가를 보여주고 있다.

表 1의 上부분은 미사일 시스템이 6가지 中間 시스템으로 構成되어 있음을 보여주고 있는데 過去 經驗과 國防力의 필요성에 입각하여 미사일 시스템의 全體 信賴度目標은 0.95로 주어졌다.

이 目標은 또다시 經驗과 工學的인 판단에 의하여 中間시스템으로 분할시키는데 爆破시스템에 대한 信賴度目標은 0.995로 나타났나.

表 1의 中間部分은 爆破시스템의 세부분할을 나타내고 있는데 퓨즈에 대한 信賴度目標이 0.998로 설정되고 주어진 1.45시간의 任務期間中 이 0.998의 目標은 동일한 目標로서 725시간의 故障發生·평균시간(MTBF)으로 나타난다.

이제까지의 數量化 과정은 주로 質的인 判斷에 의하여 設定되었으나 表 1의 마지막 부분은 部品自體의 데이터에 의존하므로 그 狀態가 다르다.

퓨즈裝置가 基礎部品 單位인 트랜지스터, 다이오드 등으로 나누어지고, 실제 서어비스에 使用되어질 때 그러한 部品の 故障率 데이터와 回路에 이용된 部品の 총 數字로 부터 故障率 計算方法을 이용하여 퓨즈裝置의 총 故障率에 대한 추측을 나타낼 수 있다.

〈표 1〉

신뢰성 수량화

◇ 시스템

중간 시스템	작동형태	신뢰도*	비신뢰도	시간당 하자발생률	신뢰목표**
기 체	계 속	0.997	0.003	0.0021	483시간
로케트모타	1 회	0.995	0.005	—	1/200 작동
트랜스미터	계 속	0.982	0.018	0.0126	80.5시간
리시이버	"	0.988	0.012	0.0084	121시간
콘트롤시스템	"	0.993	0.007	0.0049	207시간
폭파시스템	1 회	0.995	0.005	—	1/200 작동
시스템		0.95	0.05		

◇ 폭과시스템

단 위	작동형태	신뢰도	비신뢰도	신뢰목표
부즈	계 속	0.998	0.002	725시간
안전및무장장치	1 회	0.999	0.001	1/1,000 작동
탄두	"	0.998	0.002	2/1,000 작동
폭과시스템		0.995	0.005	

◇ 부품단위

부품단위	사용개수	부품당 하자율(λ) (%/1,000시간)	총부품당 하자율(nλ) (%/1,000시간)
트랜지스터	93	0.30	27.90
다이오드	87	0.15	13.05
필름 레지스터	112	0.04	4.48
와이어 레지스터	29	0.20	5.80
케이퍼 케파시타	63	0.04	2.52
탄탈롬 케파시타	17	0.50	8.50
트랜스 코머	13	0.20	2.60
인덕터	11	0.14	1.54
연결 와이어 및 납땜	512	0.01	5.12
			71.51

$$◎ \text{MTBF} = \frac{1}{\text{고장률}} = \frac{\sum n\lambda}{1} = \frac{1}{0.0007151} = 1,398 \text{시간}$$

* 주어진 기간내 성공확률

** 145시간의 임무기간 중

다. 分析 및 豫測

여기서 故障率의 合計는 費用을 합하거나 그 費用을 豫測하기 위한 基礎 平均時間, 또는 總 製造工程時間을 합한 것과 동일함을 주목하여야 한다.

이와 같이 推定된 故障率이 MTBF 推定으로 환산되어질 때 725時間의 目標보다 安全한 1,398 시간이 나타난 것을 볼수 있다. 때때로 信賴度 目標는 分配過程이 財政豫算에 사용되는 것과 동일하기 때문에 信賴度 豫算이라고 불리워진다.

信賴度 要求設定에 포함되어 있는 것은 그 製品을 製造하기 전에 信賴度를 推定할 必要가 있다는 것이며, 이 推定은 設計로부터 사용에 이르기까지 계속적인 段階에서 일어나는 過程인데 결과적으로 推定量은 設計情報와 과거 故障率 경험을 통하여 얻어지며, 마지막 段階에서 그 推定은 製品의 消費者 사용으로부터 얻은 資料에 입각한 測定量이 된다.

여기에서 推定方法은 이 方法에 의한 결과적인 數字만큼 重要한데 다음과 같은 段階는 信賴

량에 도달함과 함께 設計를 分析하는 信賴度 推定方法을 이루고 있다.

(1) 製品의 定義: 시스템, 中間시스템 및 部品들은 機能的인 형상과 주위 여건들에 의하여 분명하게 定義되어야 하는데 이렇게 함으로써 이들 相互關係를 정확히 파악할 수 있다.

(2) 信賴度 블록다이어그램 형성: 이것은 機能的 블록다이어그램과 흡사하지만 信賴性에 영향을 주는 점들을 強調하여 修正된 것으로서 각 部品單位가 成功的인 作動이 되도록 유지되어야만 하는 要素들을 나타내야 한다.

(3) 信賴度에 상응하는 要素들을 目錄化: 主要部品에 대하여는 信賴度에 상응하는 모든 要素들을 目錄化하는 것이 필요한데 이 要素들로서는 部品機能, 等級, 內外的 環境 및 응력, 外部싸이클 등이 있다.

(4) 部品 信賴度 資料를 選定: 요구되어진 部品데이터는 지변적인 고장과 作動 및 環境條件으로 달려진 시간에 따른 公差변화에 관한 情報로 構成되어져 있는데 設計者는 여러가지 근원으로부터 信賴性데이터를 획득하기 위한 그 자신의 데이터 은행을 만들어야 한다.

(5) 각 部品 또는 製品모듈에 대한 적당한 信賴性 關係를 決定: 上記 (4) 단계에서 얻어진 것과 같은 基礎 信賴性 資料를 이용하여 信賴性關係를 曲線形態로 나타낼 수 있는데 이러한 曲線의 適用은 (6) 단계의 故障率을 합산하는 기초를 나타내는 信賴度를 提供하여 준다.

(6) 블록 및 단위 故障率 決定: (5) 단계의 故障데이터는 더 높은 수준의 製品單位에 대한 故障率을 위하여 합산되는데 整備維持性의 效果를 고려하고 있는 것과 같이 영구적인 中間시스템이나 앳셈블리의 고정요소는 여기에서 응용되어질 수 있으며, 블록 및 단위율은 中間시스템과 시스템 故障率을 주기 위하여 차례로 연결되어져 있다.

(7) 適正한 信賴性 測定單位 決定: 이것은 곧 MTBF, 故障率 등 信賴性 표시방법의 選擇을 뜻한다.

(8) 結果推定을 適用: 推定은 그 製品의 기대 信賴度를 가지고 있을 뿐만 아니라 脆弱點 必要 向上範圍, 향상을 위한 機會같은 내용을 提示해

준다.

이와 같은 初期警告나 豫防活動은 設計者에게 설계가 最終承認되기 전에 고장의 原因과 效果를 검토하는 方法論을 提示하여 주고 있다.

한 製品은 故障이 일어날 수 있는 모든 方法에서 試驗되는데 이에 대한 檢討, 分析은 고장의 效果를 줄이고 고장확률을 最小化시키기 위하여 計劃된 활동이다. 따라서 分析은 安全, 遊休時間 效果, 接近方法, 修理計劃 등을 포함하여야 한다.

한편, 表 1은 어떻게 시스템 信賴度가 部品の 信賴性에 의존하고 있는가를 나타내고 있는데 예로서 高信賴性 部品の 개발을 통한 電子回路 信賴性 향상이 제시되어 있다. 1960年代에 이러한 部品の 故障率은 다음과 같이 平均을 잡을 수 있었다.

회로 부품 형태	백만시간 당 고장률
1960년전 전자튜브	48.0
1965 반도체	4.4
고신뢰성 반도체	0.23
종합 회로	0.085

部品 信賴度에 따른 치명적인 역할은 部品の 選擇, 評價 및 調整을 통한 프로그램에 기인하는데 이러한 프로그램은 주로 다음의 내용을 포함하고 있다.

(1) 部品適用 研究: 部品 製造業者에 의하여 공급된 仕様書와 設計內容은 일반적인 適用의 指針書가 된다. 過去로부터 適用된 것이 아닌 새로운 適用은 安全度를 고려한 과도응력을 포함하여 적절한 試驗에 적용되어야 한다.

(2) 承認部品 目錄: 사전 部品目錄은 設計段階 初期에 검토되어 選定되어야 한다.

(3) 致命部品 目錄: 장비에 많이 사용되거나 供給源이 單一이거나, 試驗데이터가 없든지 信賴性 標準이 없는 部品은 致命狀態라고 하는데 致命的인 部品目錄은 최초 6개월에서 1年 이내에 設計效果로서 준비되어야 한다.

(4) 規格緩和 演習: 規格緩和란 정상수준 이하의 응력수준에서 作動possible 제품의 處理過程인데 많은 部品에 대하여 應力水準의 함수로서 故障率을 나타내는 것이 가능하다. 이런 目的을

위하여 몇몇 會社들은 規格緩和에 관한 內部規定을 만들고, 이 規格緩和는 安全度를 數量化하는 形態이므로 사용되어질 規格에 관한 指針을 만들게 된다. 관련기술로서는 平均응력을 넘어서 주어진 숫자에서 “信賴性 範圍”를 만들어 應력변화량을 계산하는것 등이다.

라. 實物試驗計劃

實物試驗은 한 製品이 주어진 시간에 대하여 作動條件아래 運用될 것이라는 것을 檢證하기 위하여 수행된다. 使用者 입장에서 가장 중요한 信賴性 試驗은 시스템이나 最終製品에 적용하는 것인데 모든 裝備水準에서 중요한 試驗을 수행한다는 것은 내용 및 시간제약 관계가 있으므로 일반적으로 중요한 것만이 部品水準 및 完전시스템 水準에서 이루어지는 것이다.

實物試驗은 Agree 信賴性 定義에 따르고 性能要求, 使用期間중 環境條件 및 時間要求의 세가지 요소에 중점을 두고있다.

(1) 要求性能은 각 製品에 유일하게 定義되어지며 性能試驗은 여러 環境에서 행해진다. 따라서 應력이나 強度등은 여러 製品單位에 걸쳐서 分布圖로 나타내야 하는데 分布圖를 만든다는 것은 너무 비싸기 때문에 편이한 方法으로서 使用者 代表에 의하여 實質製品을 발체하여 처리해 오고있다. 또한 중요한 것은 試驗은 그 製品이 일정기간 동안 기대되는 應力水準을 유지할 수 있는가를 檢證하기 위하여 遂行되어야 한다는 것이다.

(2) 環境條件은 많은 製品에 致命的인 요인인데 여기에서도 문제는 기대되는 環境水準을 발견해 내고, 그 製品이 이를 만족시킬 수 있는가를 檢證하는 試驗등의 두가지로 集約될 수 있는데 試驗計劃의 技術的 設計로서 이러한 必要性을 만족시키는 것이 바람직하다.

(3) 時間要求는 信賴性 試驗의 세번째 요소인데 한 製品을 고장시키기까지 試驗하고 이를 修理하여 다시 故障 발생시기 까지 試驗하여 여러번의 싸이클을 따라가는 것이 좋은 情報를 提供할 것이다. 짧은 기간내에 많은 製品을 試驗하는 것은 部品과 製品의 多樣性에 대한 많은 效果를 나타내는 試驗資料와 고장자료를 提供할 것이다.

한편, 이러한 試驗資料의 해석은 資料分析의 Weibull표를 사용함으로써 많은 도움을 받아 왔는데 이러한 것은 직선을 개략적으로 사용하여 연장시키는 과정을 단순화시킨다.

또 이것은 加速試驗과 正常作動 條件下에서의 試驗結果를 비교해 보는데 유용한데 이러한 도구는 設計者에게 반드시 요구되는 것이다.

加速試驗은 감소된 試驗費用에서 信賴性 資料를 찾아내는 일반적인 형태인데 이러한 시험형태에서 製品은 故障를 더 빨리 發生시키기 위하여 비정상적인 높은 應력수준과 環境에서 수행되도록 만들어진다.

즉, 빠른 故障는 시험장비의 소요를 줄이고 낮은 試驗費用과 더 빠른 해결방법을 얻게되며 더 중요한 문제는 加速試驗이 정상적인 製品 使用期間동안 일어나지 않는 새로운 고장형태를 발견할 수 있다는 점이다.

그러나 加速試驗을 함으로써 利得이 있는 반면에 심각한 위험요소도 있는데 信賴性 實物試驗計劃에 있어서 試驗持續時間, 시험의 심각도 샘플크기 등의 요소를 정확히 고려하여야 한다.

마. 資料管理體系

信賴性 資料는 다음과 같은 몇 가지 중요한 목적을 달성케 한다.

(1) 현재의 信賴性 문제를 추적하고 그 解決策을 가능하게 한다.

(2) 경영자에게 製品의 遂行能力과 문제의 상태에 대한 數量化된 情報를 제공한다.

(3) 信賴性 向上計劃을 設定하게 한다.

(4) 製品의 變化와 장래의 製品에 있어서, 缺陷의 歷史와 기타 참고자료를 사용 가능하게 한다. 이것은 곧 “資料銀行” 概念으로서 信賴性에 대한 必要性을 제공해 준다.

資料銀行이란 資料의 蒐集, 分類, 分析, 綜合 및 修正에 대한 組織化된 接近方法을 의미하며 可用한 데이터는 여러 源泉으로부터 獲得하게 된다.

그러나 데이터를 얻는다는 것은 資料銀行을 설치하는 첫번째 段階에 불과하고 이 資料들을 分析하여 原因과 그에 대한 對策을 찾아내야 한다.

일반적으로 대부분의 製品의 信賴性을 좌우하

는 요소로는 設計, 部品 및 原資材의 質, 細工, 使用 및 整備 등의 4가지가 있는데 資料體系는 이러한 요소들에 기여할 수 있어야 價値가 있게 되고 이와같이 여러 사항과 이에 따른 部署들이 관계하게 되므로 信賴性 資料體系는 방대하고 복잡하게 된다.

바. 向上方法

品質向上에 대한 일반적 接近方法이 經營的인 면과 經濟的 分析面에 있어서는 信賴性 향상에 도 대부분 그대로 적용되나 진단과 교정을 위한 技術的인 道具에는 몇가지 차이가 있다.

(1) 向上을 위한 事業: 이는 주로 파레토 分析을 통하여 이루어지는데 파레토 分析에 대해서는 이미 기고한바 있는 “品質向上”에서 자세히 論議하였으므로 여기에서는 생략한다.

(2) 事業의 解決: 예측했던 信賴性이 실제로 目標과 부합되지 못할 때는 設計者는 다음의 몇가지 方法을 사용할 수 있다.

(가) 信賴할 수 없는 部品の 機能이 실제로 消費者에게 필요한 것인가를 알아보기 위해 消費者 要求를 再檢討해 보는 것.

(나) 다른 變數들에 대한 信賴性 變數의 相互關係를 고려해 보는 것.

(다) 部品 및 結合體를 중복하여 使用하는 것: 設計者가 部品 및 結合體를 重複하여 사용할 때는 重複된 여러 部品 및 結合體가 모두 고장나지 않고서는 製品시스템 전체가 고장나지 않도록 하는 것.

이 외에도 信賴性이 낮은 部品の 대체, 選別試驗 등 몇가지 방법이 더 있으나 여기에서 자세한 論議는 생략한다.

이와같이 故障率을 줄이려는 계속적인 노력은 꾸준한 信賴性 向上을 가져오고 있는데 이 現象이 “信賴性 成長”이라고 알려져 있으며 이는 대부분 試驗結果에 대한 設計의 再檢討와 使用性能 資料를 통한 改善 및 向上에 의해 이루어져 왔다. 또한 信賴性 成長은 測定될 수 있어 여러가지 方法으로 目標에 대한 實績을 測定하고 있다.

3. 整備性(Maintainability)

製品의 整備性이란 問題(특히 건물, 의류, 선

박등)는 오래전부터 대두되어 왔지만 지난 20世紀에 다음과 같이 그 範圍와 重要性이 刮目할만큼 成長해 왔다.

◇ 産業社會에 필수적인 電氣, 電話 등의 주요 서어비스 分野.

◇ 整備性이 生産性을 達成하는데 중요 關鍵이 되는 自動化된 諸工場.

◇ 自動車, 電子製品 등의 새로운 消費者 製品으로서 이런 것들은 總 使用期間에 걸친 整備費用이 최초의 販賣價格을 훨씬 초과해 왔다.

◇ 新規 軍用裝備 및 시스템 分野로서 이런 것들에 대한 整備費用은 엄청난 숫자에 달하였다.

이렇게 漸增하는 추세에 따라 企業體들은 整備業務의 効率性 증대를 위하여 整備部署를 설치하고 部品 製作者들은 피드-백 資料를 提供하였으며, 消費者 욕구충족을 위한 많은 서어비스 공장들이 생겨났다. 또한 研究 및 設計者들은 整備할 필요가 없는 素材와 部품을 고안하게 되었다.

整備性에 대한 세밀하고도 組織的인 接近方法은 1950年代에 설립된 “美軍事 서어비스”에 의하여 더욱 더 발전되었는데 그 첫단계는 用語를 定義하고 事業에 대한 規格을 준비하는 것이었으며, 다음 단계는 整備性에 대한 要求事項들을 特殊契約 조건으로 設定하는 것이었다.

이와같이 整備性에 대한 최초의 자극을 하나의 分野로서 이룩한 것은 美國防省의 공헌이었지만 一般産業體도 동일한 原理를 포함한 조치를 취하게 되어 一般的인 개념과 用語의 定立을 촉진하게 하였으며, 長期壽命 製品 및 시스템의 量的 膨脹과 複雜化로 인하여 장래 예측을 위한 整備性에 대한 필요성이 增加하게 되었다.

가. 概念 및 定義

整備性이란 製品의 可用性에 기여하는 하나의 變數인데 製品이 고장이 났을때 다시 그 機能을 復舊할 수 있는 容易度로서 定義되며, 가장 보편적인 平均修理時間(MTTR; Mean Time To Repair)으로 표현된다.

整備에 관련된 用語 및 야전정비를 遂行하는데 있어서의 問題點에 대해서는 다른 機會에 자세히 論하기로 하고 여기에서는 整備性 事業要

素와 整備性을 위한 設計問題를 重點적으로 다루고자 한다.

整備工學分野는 製品缺陷을 유발하는 모든 영향과 이러한 영향을 最小化시키는 方法論을 포함하는 것으로 간주되며, 信賴性 工學分野는 製品缺陷 原因과 그 原因의 제거에 관련된 것으로 간주되고 있다.

整備性 概念을 하나의 독립된 分野로 채택한 조직기구는 整備性 技術者라는 하나의 범주를 나타냈으며 이 技術者들은 製品設計面에서 임무를 부여받고 앞으로 論議될 사항과 관련된 專門家로서의 역할을 하게 된다.

整備性이란 生産能力 및 信賴性등의 變數와 마찬가지로 計劃된다는 前提하에서 시작되며 다음의 4가지 段階로 구성된다.

(1) 事業計劃 : 整備性 計劃은 “무엇이 달성되어야 하고, 누가 그것을 하며, 또 언제 그것이 달성되어야 하는가”라는 것등을 말하는데 이에 대한 구체적인 사항으로서는 整備性 要求條件의 設定 및 그 成功與否 豫測, 整備性 試驗資料의 蒐集 및 分析, 설계의 目的達成을 증명하는 整備性 과시등이 있다.

이러한 事業計劃은 製品의 全 使用期間에 걸친 使用과 整備를 통해서 製品設計 개념에서 부터 널리 확산된다.

(2) 要求條件 設定 : 전반적인 整備性에 대한 목표는 製品에 대하여 設定되며 이는 製品의 여러 部品에 劃當된다. 정비성은 設計段階에서 예측될 수 있으며, 實製品의 어떤 整備活動에 필요한 時間을 재어 봄으로써 最終적으로 測定될 수 있다.

(3) 測定 : 要求條件을 측정하는데 사용되는 用語로서는 製品 使用時間對 平均整備時間, 平均修理時間, 가동시간 대 비가동시간, 單位時間當 정비비용 및 총 支援費用등이 있다.

예컨데 整備를 위한 비가동시간에 어떤 限界가 設定되면 可用한 作業時間이 規格化되고, 使用者는 최대의 作業時間을 設定하거나 모든 作業에 대한 平均時間을 설정할 수 있다.

(4) 評價 : 어떤 測定方法을 기준으로 하든 이러한 요구조건을 만족시키기 위해서는 部品 設計變數가 全體製品의 요구조건을 만족시키는 수

準에서 設定되어야 하고, 적어도 裝備에 대한 信賴性 豫測을 고려하여야 하며, 이 設計過程을 評價하기 위해서는 몇가지 반복되는 整備作業分析이 행해진다. 또 使用者는 장비가 使用可能하여야 하는 比率를 規格化할 수 있는데 이때 사용되는 用語로는 設計自體의 特性에만 기초를 둔 本來의 可用性, 兵站支援 體系의 能力에 의해 보완된 設計特性에 기초를 둔 使用可用性 등이 있다.

그런데 可用性이란 하나의 體系變數이며, 可用性에 영향을 미치는 요소들(정비시간, 정비주기)은 推定되며 이러한 推定은 사전의 整備作業時間과 可用性 分析을 하는 동안에 이루어진다.

또한 信賴性 分析과 缺陷率 豫測은 현실적인 要求條件을 設定하는데 필수적인 요소가 되는데 製品이 계속적으로 使用될 수 있도록 고려되어야 하고, 使用者와 製作者間에 이러한 要求條件이 어떻게 措置되어야 하는가에 대해서는 根本적인 規則이 정해져야 한다.

나. 設計 고려사항

整備性에 대한 새로운 認識으로 整備性이란 것이 製品設計 計劃의 고유한 부분이라는 것이 확실하게 되었고, 만일 設計段階에서 整備性을 고려하지 않으면 그 결과는 製品 使用期間동안 整備費用이 엄청나게 들어가거나 추후 製品向上을 위한 設計變更에서도 많은 費用이 들어간다는 것이 명백해졌다.

따라서 整備성과 다른 요소들 사이에 적당한 均衡을 취하기 위해서는 設計者는 다음과 같은 여러가지 代替方法 및 相互關係를 고려하여야만 한다.

(1) 信賴性對 整備性 : 例를들어 주어진 可用性 條件下에서 그 反應은 信賴性이나 整備性에 있어서 向上要素가 되어야 하는가?

(2) 標準構造對 非標準構造 : 標準設計는 더 많은 노력이 들지만 使用中 고장을 診斷하고 고치는 데 드는 시간을 줄일 수 있으며 缺陷을 어떤 한 標準에만 局限시켜 제거하거나 대치할 수 있다.

(3) 修理對 廢棄 : 使用中 整備費用이 製品을 새로 만드는 費用보다 더 많은 경우에는 製品을

한번 쓰고 廢棄하도록 設計하는 것이 더 經濟的
이다.

(4) 既存 試驗裝備對 外部 試驗裝備: 既存 試驗裝備는 診斷에 필요한 시간을 줄일 수 있으나 보통은 追加投資가 필요하게 된다.

(5) 사람對 機械: 예를들어 整備技能이 특별한 器具와 修理裝備로서 고도로 技術化되어야 하는가 아니면 一般裝備를 사용하는 熟練工에 맡겨져야 하는가?

이렇게 널리 認識된 사항 외에도 整備性を 改善하는데 도움이 되는 수많은 設計事項이 있다.

다. 分析 및 豫測

分析 및 豫測에 대한 方法論은 아직도 발전하는 추세에 있는데 여기에는 다음의 몇가지 接近方法이 있다.

(1) 類似裝備에 대한 과거의 經驗資料를 확보하고 새로운 設計豫測에 확장시켜 適用하는방법.

(2) 整備作業을 여러가지 製品水準에서 整備를 遂行하는데 필요한 要素作業으로 분류하여 이러한 작업을 달성하는 標準時間을 대표하는 資料를 얻는 방법.

(3) 몇가지 類似한 裝備들을 圖表, 圖面 및 이전의 設計基準에서 보는 바와 같은 設計形象分析을 통하여 實驗室의 대표적인 使用環境下에서 研究, 檢討해 보는 方法.

이 方法은 典型的인 整備싸이클을 구성하는 일련의 일반적인 작업을 나타내 주며 整備時間은 다음 세가지의 주요 獨立變數에 依存하고 있다는 전제하에서 이루어지고 있다.

A: 製品 設計形態

B: 整備者를 위한 設計要素

C: 整備支援 裝備를 위한 設計要素

이에 따른 整備時間 T는

$T=f(A,B,C)$ 로 주어지며 실제 整備資料의 回歸分析을 통하여 예를 들면 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

$T=Antilog(3.54651-0.02512A-0.03055B-0.01093C)$

여기에서 일단 回歸方程式에 대한 常數들이 계산되면 자 部品에 대한 獨立變數 A,B,C의 영향을 評價하게 되고 이는 자 獨立變數에 적합하도록

로 작성된 체크리스트를 사용함으로써 가능하게 된다.

여기에서 分析하는 사람은 設計資料(圖面 및 相關 技術資料)를 이용, 자 체크리스트의 모든 형태에 대한 研究를 통하여 部品의 등급을 매김으로써 위에서 말한 체크리스트를 適用하게 된다.

그리고 이 等級의 종합이 그 部品에 대한 세 가지 變數 A,B,C의 값이 되며, 이 값은 回歸方程式에서 계산되거나 이에 상응하는 노모그래프를 이용하여 整備時間으로 환산될 수 있다.

라. 實物試驗 計劃

整備성에 대한 實物試驗은 逆機能을 찾아내고 그것을 修理하는데 드는 시간 또는 選定된 整備作業을 수행하는데 드는 시간을 測定하는 것으로 이루어지며 아직 使用되고 있지 않은 製品에 대해서는 이러한 逆機能과 整備作業을 시뮬레이션해 보아야 한다.

整備性 檢證에 대한 또 하나의 중요한 측면은 그 逆機能과 整備作業을 시뮬레이션할 수 있는 것을 선택하는 것이며, 檢證을 위한 주위의 여건은 試驗結果에 영향을 미치지 않도록 조심스럽게 管理되어야 하며 部品調達, 試驗裝備의 설치 및 고장으로 인한 시간은 보통 제외된다.

어떤 設計에 있어서 整備성을 檢證한다는 것은 製作者에게는 중요한 의미가 있는데 비록 檢證費用이 많이 必要하기는 하나 많은 비가동시간과 整備로 인하여 製品이 使用者들에게 받아들여지지 않을 경우에는 훨씬 더 많은 費用이 들어가기 때문이다.

이때 不合格한 부품의 整備性 變數를 개선하기 위한 再設計 및 그에 대한 보완도 그 일이 技術水準의 向上을 요구하기 때문에 하나의 중요한 사업이 된다.

따라서 整備性 檢證을 위한 費用이 많이 들어가는 하지만 새로운 設計概念을 계속적으로 받아들인다는 의미에서 有用하다 할 것이다.

마. 整備性 資料體系

整備性 豫測을 위한 資料의 원천은 실제 整備作業의 記錄인데 이 記錄物은 설정된 目標가 실

제로 달성될 수 있도록, 豫測資料로서 뿐만 아니라 製品使用중 整備作業을 관리하는 資料로서도 필요하다.

整備資料 體系에 대한 고유한 기초자료 원천 으로서는 서어비스 報告書, 使用者 不滿分析, 工程日誌등이 있는데 消費者 製品의 경우에는 製作者와 使用者가 분리됨으로써 資料體系가 복잡해 지지만 國防과 같은 體系에 있어서는 相互關聯된 規格과 文書의 統一의인 사용이 가능하며 또한 이것이 현재의 추세이다.

4. 安全性(Safety)

製品의 安全性에 미치는 영향은 여러가지가 있지만 여기에서는 주로 設計面을 다루고자 한다.

가. 數量化

絶對的인 安全을 달성할 길은 아직 없으며, 따라서 設計上의 문제는 이 危險을 安全水準까지 줄이는 것이고 또 이것을 豫測可能하도록 數量化하는 것이다.

일반적으로 安全性의 數量化는 시간과 관계가 있어 왔는데 製品 設計者들은 이것을 다음 두가지 방법으로 數量化해 왔다.

(1) 危險의 頻度: 이것은 不安全的 사건의 發生度數, 또는 單位時間 즉 百萬時間當의 傷害頻度數의 형태를 취한다.

(2) 危險의 심각도: 여기에는 무시할 만한 것(1종), 사람이나 製品에 損傷을 입히지 않고 해결될 수 있는 限界의인 것(2종), 사람이나 製品에 損傷을 입히는 것으로서 즉각적인 교정을 필요로 하는 決定的인 것(3종) 및 사람을 죽게 하거나 製品損失을 크게 유발시키는 致命的인 것(4종)등 네가지가 있다.

따라서 受諾할 만한 數量化된 目標이 없을 때에는 製品의 信賴性에도 문제가 되지만 사람의 목숨이 걸려있기 때문에 이런 目標을 受諾하는데에는 커다란 문제가 뒤따르게 된다.

따라서 許容 危險水準의 受諾에 있어서는 理論的 根據가 정확해야 한다.

安全性에 대한 하나의 提案은 許容, 不許容의 境界선을 國家의 平均安全度로 사용하자는 것인

데 이의 原則은 어떤 製品을 사용할 때나 使用하지 않을 때에나 마찬가지로 人間生活은 安全해야 한다는 것이다.

따라서 어떤 製品의 安全度가 國家의 平均安全度보다 높다면 이 製品의 向上分野는 다른 측면에 있다고 하겠지만 만일 이보다 낮다면 製品의 向上事業은 우선적으로 安全度에 力點을 두어야 할 것이다.

그러나 이 國家의 平均安全度の 적용에 대해서는 여러가지 反論이 많은데 여기에서 그 論議는 생략하기로 한다.

나. 分析 및 豫測

이에 대해 現在까지 잘 알려진 일반적인 接近方法에는 다음의 다섯가지가 있다.

(1) 이전의 類似한 製品의 安全性에 관한 이용가능한 歷史的인 資料를 검토하는 것.

(2) 실제로 製品이 適合, 不適合하게 사용된 方法을 연구하는 것.

(3) 실제로 損傷이 일어날 수 있는 가능성을 評價해 보는 것.

(4) 危險한 條件에 노출된 製品과 使用者의 時間, 주기등을 數量化하는 것.

(5) 製品이나 使用者에 대한 危險의 정도를 算定해 보는 것.

위에서 보는 바와 같이 安全性 分析은 오랫동안 經驗的인 것이었지만 과거의 質的인 接近方法이 발전되어 좀더 定型化된 分析方法을 提供하게 되었다.

우선 製品의 安全性에 대한 여러 會社의 組織化된 接近方法은 다음 두가지 중의 하나를 취해 왔는데, 그 하나는 會社의 모든 部署活動을 調整하기 위한 製品安全委員會를 운영하는 것이며, 다른 하나는 製品 設計部署에 기초를 둔 製品安全에 대한 엔지니어링 및 經營의 概念을 채택하는 것이었다.

그런데 이 後者の 방법은 주로 軍需物資機關에 의하여 발전되었는데 이에 대해서 좀더 자세히 論議하기로 하자

(1) 安全計劃의 目的: 例로서 軍需物資 接近方法에 대한 하나의 例는 MIL-STD-882에 자세히 나타나 있는데, 이것은 흔히 政府契約事項에

規格化되며 여러가지 사항을 포함하게 된다.

(2) 安全性을 위한 作業: 組織化된 安全計劃은 新規製品 개발의 여러 過程이 진행되는 동안 遂行되어야 할 특별한 일들을 명시해 주고 있는데 여기에는 다음의 내용들이 있다.

(가) 概念形成 段階: 安全研究에 대한 概念誘導, 事前危險 分析遂行, 製品安全의 定義等

(나) 契約形成 段階(A): 安全計劃 基準, 規格상에 安全要求 條件의 明示 등

(다) 契約形成 段階(B): 승인된 契約安全計劃의 移行등 안전작업 分析을 포함한 開發段階를 위한 會社 安全計劃의 수립

(라) 開發段階: 契約形成 段階에서 승인된 計劃의 移行, 設計基準의 제공 및 危險分析과 安全研究를 통한 제품 設計檢討

(마) 後續段階: 技術變化 評價를 포함한 安全豫防策의 維持

다음에는 안전분석 道具에 대해서 알아보자.

安全分析에 대한 道具로서는 여러가지 技法이 있는데 단지 세부적인 사항——製品관계를 포함하는 製品만이 여러 技法의 使用을 필요로 하고 보통은 몇가지 넓게 쓰이는 技法으로서 필요한 分析의 대부분을 提供받을 수 있다.

가장 基礎的인 것은 危險分析의 例인데, 이것은 앞에서 論議한바 있는 缺陷形態 및 缺陷結果分析, 기타 다른 措置와 흡사하다. 이 技法을 適用하는데 있어서는 縱欄에는 研究, 檢討되어야 할 危險의 條件, 部品, 기타 사항등과 原因, 結果 및 마지막으로 豫防, 교정조치를 記錄한다.

두번째 技法으로서 Fault-tree 分析이 있는데, 이 接近方法은 사고는 일어난다는 假定下에서 事故를 유발시킬 수 있는 가능한 직접적인 原因을 고려한 다음 이 原因의 근원을 찾아내고 마지막으로 이 근원적인 原因을 피할 수 있는 방법을 찾아내는 것인데 근원적인 原因으로부터 나무가지식으로 뻗어나간다고 하여 이 技法을 Fault-tree 分析方法이라고 부르는 것이다.

이 接近方法은 缺陷形態 및 結果分析과는 반대되는 것인데 缺陷形態 및 結果分析은 근원적인 原因으로부터 유발되는 나쁜 결과를 찾아내는 것이기 때문이다. (복잡한 製品에 대해서는 缺

陷形態 및 結果分析이 하나의 巨大한 事項이 된다.)

다. 向上方法

數量化된 安全分析은 여러 方法에 대한 比較 評價를 하는데 有用한 道具가 된다.

그러나 設計者의 기본적인 일은 중요한 危險度를 제거하거나 최소화시킬 수 있는 設計變更과 새로운 것을 創造하기 위한 技術的인 訓練과 經驗을 사용함에 있다. 이러한 經驗的인 부분은 잠재적인 危險이 무엇인가를 아는 것이며, 더욱 더 필요한 것은 여러 危險으로부터 기인하는 傷害의 종류를 이해하는 것이다.

다음은 製品의 危險정도를 감소시키기 위하여 設計者들이 주로 使用하여 온 수단들이다.

(1) 危險除去 및 정도제한: 例로서 전기 시스템이 화재, 폭발, 충격 등의 요인이 있는 경우 이것 대신에 氣壓, 油壓式 시스템을 사용하거나 낮은 動力水準에서도 작동하는 半導體를 사용하여 위험요소를 제거하는 것 등이다. 시스템에 있어서 필수적인 것이지만 낮은 動力水準에서 작동하는 半導體의 使用은 화재, 충격, 과열 등의 가능성을 제거할 수 있다.

(2) 相互分離 및 連結: 例를들어 地下室에 있는 分離型 트랜스포머는 人命을 손상시킬 수 있는 가능성을 줄일 수 있고 특별한 순서에 의해서 作動되어야만 하는 놀림단추식 스위치는 서로 連結되어져 있어야만 한다.

(3) 危險—安全設計: 모든 事故는 재료나 人間の 실수에 基因될 수 있는 반면에, 또 하나의 사실은 製品內部에 포함되어 있는 危險結果인테 예를 들면 칼라 텔레비전 세트는 훌륭한 그림과 소리를 發生시키지만 역시 危險한 輻射熱을 발생시키고 있다.

이와같은 內部的인 危險을 최소화시키는 것은 設計者에게 可用한 方法에 대한 추가적인 目錄을 내포하고 있다.

(4) 監視裝置 및 警告: 이들은 사고 發生前에 是正措置되어질 수 있도록 危險한 條件이나 잠재적인 과실요인을 찾아내고 그것을 미리 警告해 주는 裝置이다.

(5) 輕微한 損失 容納: 製品損傷의 어느정도

제한량은 중요한 損失을 피할 수 있는것이 보장되는 경우 받아들여져도 좋다.

(6) 逃避 및 救助: 事故發生 現場으로부터 새로운 地域으로 도피하여 傷害를 피할 수 있도록 하고 구조장비 및 道具를 준비해 두어야 한다.

5. 品質設計要領 및 管理

新規製品 事業은 연구개발로부터 運用, 廢棄에 이르기까지 여러 段階에 걸쳐 있는데 이러한 事業의 管理는 이러한 각 段階와 共存시켜야만 하고 따라서 다음의 討議內容은 新規製品 事業과 관련하여 특수한 管理問題를 다루어야 한다.

가 製品 및 信賴性 計劃수립

新規設計는 하나의 프로젝트로서 企劃하여야만 하는데 조그마한 設計變更도 標準方法을 사용하여 정상사업으로 다루어야 하며, 각 部署間 협조는 委員會, 事業工學者 또는 事業責任者와 같은 기구의 使用를 통하여 이루어진다.

한편, 이에 따른 信賴性 計劃은 앞에서 論議한 바와 같이, 現代 製品에 있어 높은 信賴性을 달성하기 위해서는 상당한 資金과 經營의 고려가 있어야 한다.

그러나 이에 대한 認識의 부족으로 인하여 信賴性 事業은 많은 저항을 받아 왔는데 이러한 저항을 극복하기 위해서 몇가지 方法이 발전되었다

(1) 信賴性 向上을 위하여 필요한 費用이 이로 인하여 감소된 缺陷率에 의해서 보상될 수 있다는 것을 보이기 위하여 缺陷費用 資料를 數量化하는 것.

(2) 여러가지 信賴性 水準下에서 循期費을 推定하는 것.

(3) 높은 信賴性으로 인한 收入이 信賴性 計劃에 필요한 費用을 충분히 보상할 수 있다는 信賴性 誘引契約을 제시하는 것.

그런데 信賴性誘引契約이란 契約上에 信賴性 달성에 대한 誘引事項을 첨부하여 信賴性 目標達成 여하에 따라서 契約者의 利益은 달라질 수 있다는 조항을 契約事項에 明記하는 것이다

나. 技術人力の 專門化

新規製品 設計에 있어서 組織上의 문제는 信賴性 工學, 整備維持 工學 및 安全工學 등과 같은 새로운 分野를 이용하는 것이다. 만일 새로운 專門部署가 설치되고 그 專門部署의 우두머리가 그 역할을 잘 認識하고 있다면 새로운 分野의 설치에 소요되는 時間은 단축될 수 있다.

그런데 이 役割이란 새로운 專門道具를 이용하여 事業을 分析하고 이 分析結果를 라인部署에서 利用可能하도록 하는 것이다.

그러나 여기에서의 問題는 특별한 任務와 行動을 라인部署와 專門參謀部署와의 사이에 어떻게 配分할 것인가 하는 것인데 이 문제는 다음의 方法으로 잘 해결될 수 있다.

◇遂行되어야 할 作業을 目錄化 하는것

◇使用된 用語가 뜻하는 바에 대해서 정확한 合意를 하는것.

◇누구에게 委任할 것인가를 明確히 하는것.

다. 製品 規格化

原始社會와는 달리 오늘날 產業社會에서는 商來의 확장과 더불어 文書化된 規格이 필요불가결한 것이 되었는데 原資材나 製品規格의 내용들은 高度로 標準化된 여러가지 內容들을 포함하고 있다.

그 중에서도 가장 重要한 부분은 필수특성의 目次와 그들의 公差인데 이들 목적은 信賴性, 有用性, 整備維持性, 安全性등 새로운 類形의 특성을 점차 더 포함하게 되었다. 더구나 公差의 형태는 그 성질상 점점 統計的인 것이 되었다

(1) 機能 및 非機能的인 特性: 이에대한 理論的인 구분은 明確히 될수 있으나 실제 產業에 있어서는 複雜하게 된다.

兩者의 特性이 같은 文書로 發刊될 때에는 어느것이 어느것인지를 明確히 하지 않으면 혼란이 오게 되는데 정확한 指針이 필요한 主要原因은 產品이 規格上에 일치하지 않은 경우 Waiver 여부에 대한 判斷에 차이가 생기기 때문이다. 따라서 요즈음 어떤 特性들이 機能的인 것인가를 明確히 하려는 趨勢에 있는데 이것은 다음의 몇가지 方法에 의해 이루어지고 있다.

◇機能的 要求事項을 담은 文書를 分離, 使用하는것.

◇特殊한 코드를 使用하여 機能的 要求事項을 지칭해 두는것.

◇各 特性들의 심각성 分類.

(2) 規格의 標準化: 規格作業은 原資材, 部品 工程, 試驗 및 製品에 대한 標準化 作業의 成長으로 매우 간단하게 되었다. 더구나 設計者가 চিত수 및 公差를 정하는데 이러한 標準이 有用하게 되었으며 選擇上에 유용성을 부여하게 되었다.

(3) 公差: 公差의 選擇은 品質의 經濟性에 미치는 이중효과를 가지고 있는데 理論的으로 設計者는 科學的인 研究에 의하여 價値와 費用間의 均衡을 設定하여야 하나 너무나 많은 品質特性이 있기 때문에 이런 일을 전부 할수는 없고 일부의 公差만이 科學的으로 設定되는데 여기에는 다음의 방법이 있다.

(가) 回歸分析: 어떤 製品에 대한 많은 試驗資料로서 分布圖를 만들어 回歸方程式을 계산하면 試驗된 것들에 대하여 有意限界內에서 部品の 公差를 設定하는데 도움을 얻을 수 있다.

(나) 相互作用 চিত수에 대한 公差: 일반적으로 대부분의 設計가 가지는 것은 여러 要素 및 চিত수 사이의 相互作用의 存在인데 各 要素나 চিত수는 그 자체의 公差를 가지고 있다. 그러나 結合體의 偏差는 확률의 法則에 따라 各 要素들의 偏差와 관계가 있을 것이다.

즉, 모든 극단적인 事項들이 동시에 일어나지는 않을 것이다. 따라서 상당한 정도로 不一致性을 증가시키지 않고도 各 要素에 대한 公差를 넓게 設定할 수 있을 것이다. 이렇듯이 대부분의 公差는 以前의 公差를 사용한다든지, 제시된 公差를 지키기 위해서는 너무 많은 費用이 들어가기 때문에 협상에 의해서 公差를 정한다든지, 기타 制度化된 公差規程에 의해 정하는것 등의 덜 科學的인 方法으로 設定된다.

다음으로 하나의 特別한 것으로서 막연히 要求된 非現實的인 公差가 있는데 대부분의 會社에서는 누적된 規格이 부적당하게 타이트한 公差를 광범위하게 포함하고 있다. 이러한 公差는 使用適合性을 달성하는데 必要하지가 않으며,

이러한 축적은 設計部署가 갖기쉬운 몇가지 歷史的 產物의 결과였다.

이 타이트한 公差는 設計部署와 製作部署間의 오랜 論爭과 相互不信任의 원인이 되어 왔는데 이러한 不信은 상호관련된 것으로 알려졌다.

이러한 非現實的인 公差의 實質的인 公差에로의 전환은 工學的인 조사, 技術變化 명령등의 合法的인 절차로 이루어질 수 없는데 왜냐하면 調査해야 할 事項들이 너무 많고 技術 변화 壽命은 매우 어려운 事項이며, 이에 수반되는 費用도 큰 문제가 되기 때문이다.

그러나 일단 의심난 公差의 目錄이 작성되면 전환에 필요한 努力을 최소로 하는 몇가지 方法이 있을 수 있다.

첫째, 絶對로 중요한 몇가지의 優先順位를 정하여 正常的인 技術變化 過程을 통해 다루는 方法이 있다.

둘째, 絶對로 중요하지는 않은 것에 대해서는 變化를 위한 "Short-loop"를 설치하는 방법인데 이것은 팀을 만들어 局部圖面 정도만 고치는 방법 등이다.

셋째, 대체적인 方法으로서 公差가 너무 타이트하다는 것이 발견되면, 規格을 고치지 말고 좀더 넓은 公差로 제작된 製品도 받아들일도록 製作計劃을 修正하는 방법이다.

넷째, 同一缺陷에 대하여 MRB가 세번 Waiver 처리를 하였을 때는 그 缺陷은 항구적인 Waiver 事項이 된다는 規則을 채택하는 방법이 있다.

이러한 方法 외에도 아직은 實例로 전면적인 試驗이 이루어지지 않고 있는 좀더 광범위한 解決策이 있는데 이것은 公差시스템과 모든 새로운 製品라인의 施行을 궁리하여 확실히 要求되는 현실적인 公差위에 기반을 두도록 하는 방법이다.

라 規格判斷의 客觀化

전통적으로 設計者들은 製品規格에 대한 意思決定을 할때 거의 獨占的인 위치를 차지해 왔는데 이러한 사항은 現代商品의 特性面에 비추어 볼때 再檢討되지 않으면 안된다.

(1) 變數의 數量化: 設計者들은 몇가지 變數 즉 應力 해석, 소재의 특성 및 構造的 完全등에

대해서는 가장 잘 數量化할 수 있으나 信賴性, 製造費用, 整備維持性, 循期費用, 安全 등의 變數를 數量化하는 데는 最適이 아니다. 따라서 會社의 모든 유능한 專門家들이 製造設計에 참여할 수 있는 規程을 만들어야 한다.

(2) 創造的 設計: 서로 競爭的인 變數들의 特性이 일단 명확하게 되면 이들을 最適으로 設計하는 일이 남게 되는데 設計者는 이런 일을 할수 있는 最適의 사람이며 또 이에 대해서는 명확한 책임을 갖게되는 것이다.

(3) 發刊: 設計가 끝나면 發刊에 대해서는 獨占이 있게 되는데 設計部署는 전통적으로 機能的인 事項에 대해서는 獨占的인 위치를 차지해왔고 또한 같은 文書에 非機能的인 事項을 같이 수록할 때에도 設計部署에 의해 獨占的으로 發刊되어 왔다.

그리고 이러한 措置는 잘 遂行되어 왔기 때문에 變化시켜야 할 理由가 현재로선 없다. 만일 非機能的인 사항이 分離된 文書로 發刊된다면 그 事項을 담당하는 部署가 이 發刊業務를 遂行하게 될 것이며 이때는 設計部署가 관여할 필요가 없다.

(4) 設計者의 文化的 抵抗: 文化樣式이란 信仰, 習慣, 態度, 慣習등의 집합을 말하는데 이것은 관습의 安定裝置와 같은 역할을 하며 慣習變化에 대한 外部抵抗을 포함하고 있다.

그런데 이러한 文化樣式이 設計問題에 적용되면 設計者의 文化樣式은, 規格화된 모든 事項에 대한 獨占意識과 실제 하드웨어의 試驗資料로부터 信賴度를 數量化해야지 다른 方法으로는 안 된다는 意識으로 나타난다.

따라서 이러한 設計者들의 獨占意識을 줄이고 効率性を 증대시킬 수 있는 方法을 강구해야 한다. 短期的으로는, 設計者의 전통적인 技術은 現代製品 設計의 要求條件을 충족시키기 위해서 信賴度 技士와 다른 專門家들의 技術에 의해서 보충될 수 있다.

그러나 長期的으로는, 다른 專門家들의 참여 없이도 設計者가 獨自的으로 처리할 수 있는 位置를 확보하게 되는데 이렇게될 수 있는 原因에는 設計經驗의 保有와 그에 따른 訓練등이 있다.

(1) 設計經驗 保有: 모든 設計者들은 經驗이

設計에 필수적인 要件이 된다는 것을 알고 있으며, 어떤 設計者의 經驗을 보완해 주기 위해서 다른 設計者의 경험도 利用되는 것이 보통이다.

그런데 이러한 設計經驗의 축적, 보유는 設計標準 매뉴얼, 체크리스트, 사용 및 결함자료은행, 經濟的 分析道具등에 의해서 가능하게 된다.

(2) 設計者의 訓練: 자기 축적을 달성하기 위해서 設計者도 訓練이 필요하게 되는데 이것은 한편으로는 設計經驗을 어떻게 사용할 것인가 하는 것이며 다른 한편으로는 다른 分野에서 發展된 道具들을 어떻게 有效적절하게 使用할 것인가 하는 方法을 訓練하는 것이다.

그런데 他分野에서 발전된 道具들에는 信賴度의 數量化 概念, 整備維持性 및 安全性의 數量化 概念, 實驗을 위한 設計등이 있음은 앞에서 본바와 같다.

맺 음 말

지금까지 新規製品 設計 초기에 品質管理 면에서 基本的으로 고려하여야 할 信賴性, 整備性, 安全性에 관한 개념과 이를 數量化하고 分析豫測하여 경험적인 資料를 維持, 管理함으로써 品質運用 단계에서의 향상을 도모할 수 있는 方向을 소개하였고, 마지막으로 이에 接近하는 要領으로서 製品 및 信賴性 計劃樹立, 關聯技術人力の 專門化, 제품의 規格화 및 規格判斷에 있어서 客觀化를 제시하였다.

이를 適用함으로써 新規製品 設計에 있어서 創造性和 獨自성을 살릴 수 있고 費用面에서 全循期에 걸쳐 最適化를 도모할 수 있음은 물론 現在 사용하고 있는 既存裝備에 관한 信賴性, 整備性 및 安全性을 재고할 수 있도록 改良하는 事業도 동시에 추진하여야겠다.

이를 바탕으로 軍需品 品質向上과 原價節減을 도모하고 獨自的 設計에 따른 新規裝備 輸出産業化를 통한 國際競爭力 강화를 이루어 나갈 수 있을 것이다.

또한 앞에서 소개한 信賴性, 整備性, 安全性에 관한 좀더 상세한 研究와 그 適用이 이루어지도록 防衛産業에 종사하는 모든 사람들의 더욱 더 많은 關心이 있기를 바라마지 않는다.

참고 문헌

- 1) 閔晟基: 品質管理 技術, 洪陵機械工業會社, 1978, 12.
- 2) Beaton, G.N.: "Putting the R&D Reliability Dollar to Work," Proceedings of the fifth National Symposium on Reliability & Quality Control, 1959, IEEE, Inc.
- 3) "Reliability Theory & Practice" ARINC Research Corporation, Washington D.C. 1962.
- 4) MIL-HDBK-217 A, "Reliability Stress and Failure

- Data for Electronic Equipment" Dec. 1965.
- 5) MIL-STD-781B "Reliability Tests, Exponential Distribution," Nov. 1967.
- 6) Blanchard, B.S. & E.E. Lowery, "Maintainability Principles & Practices." McGraw Hill Book Co. New York, 1969.
- 7) Haring, Michael C. and Lyle R Greenman, "Maintainability Engineering." Martin-Marietta Co. Orlando, Florida, 1965.
- 8) MIL-STD-882, "Requirements for System Safety Programs for Systems & Associated Subsystems and Equipment." July, 1969, DDDC, Washington D.C

◇ 兵器短信 ◇

◇ M113 速度記錄을 내다 ◇

軌道式 車輛速度記錄이 개조형 M113 APC에 의하여 세워졌는데, 試驗은 美國 미시시피州 Vicksburg에 있는 美陸軍 工兵 WES(Waterways Experiment Station)가 맡았다.

M113은 표준 새시와 차체지지 裝置內에 2개의 크라이슬러 엔진을 사용해서, 3번의 走行試驗結果, 평균속도 75.76mph을 얻게 되었다.

그 試驗들은 裝甲戰鬪車輛 技術프로그램의 일부분이었으며, 戰鬪時에 地上車輛의 잔존성을 증가시키기 위하여, 美陸軍教育敎理司令部, 기동장비 연구개발사령부(Tank-Automotive R&D Command) 및 WES가 지도를 맡았다.

최근의 M113 APC의 모델, M113 A₂型은 선택형 외부 연료탱크들 뿐만아니라, 냉각시스템과 차체지지 시스템도 개량하였다.

改良된 냉각시스템은 라디에이터를 통하여, 차가운 주변공기를 吸收하여, 효율을 증가시키고, 油膜을 감소시켜, 먼지가 라디에이터 코어에 모이게 한다. 이러한 變化는 엔진 수

명을 크게 증가시킨다.

차체지지장치는 9인치의 車輪垂直移動距離를 가져왔는데, 이것은 50%증가 된것이다. 改良된 완충기들은 여러곳에 設備되어 있는데 추가의 완충기들은 양쪽의 두번째 車輪에 설치되어 있다.

더 견고한 후미 遊動공치는 후미유동륜을 2인치 들어올려서, 地面에서의 전체높이는 17인치로 증가하게 되었다.

이러한 改良들은 쾌적한 乘車感과 野地橫斷 능력을 향상시켰는데, 野地 횡단속도는 地形나름이겠지만, 10mph當 3mph가 증가되었다.

後方に 설치된 두개의 선택형 燃料탱크는 乘務員에게 사격의 위험을 감소시키는 반면, 95갤론의 燃料를 보유해야 한다.

그 燃料탱크들은 동일하고, 교체가능하며, 内部탱크들 처럼 같은 수준의 탄도防護를 갖고있다. 内部탱크의 제거는 저장공간을 16ft³ 만큼 증가시킨다.

중요한 의미를 갖는 최초의 M113 A₂가 美國 조지아州의 Fort Stewart에 있는 第24歩兵師團으로 引渡될 것이다.

(Armor Nov-Dec, 1979 p 42)