



We love electric motors

지식자산 나눔 : NAVER cafe "박태용의 전동기 사랑"
http://cafe.naver.com/motorpro

TEL No. : 032-571-0416 (대표전화)
E-mail : motor_pro@naver.com
Mobile : 010-5358-7211

2023.11.14



We love electric motors



일진엠텍서비스는 이러한 회사입니다.

우리는 **전동기의 정비업을 지식기반 업종**으로

자리 매김하기 위해 **실천적 기술력**을 가지고 다음과 같은 일을 하고 있습니다.

1. 인지 (씨앗업무) : 회전기 보전관련 요소기술의 교육

- 하나 : 전동기 선정의 기초
- 하나 : 회전기의 고장진단 및 대책과 사례
- 하나 : 윤활관리 및 전동기 윤활
- 하나 : SLIDE BEARING의 분해점검 및 고장대책과 사례
- 하나 : 회전기의 진동, 소음대책 및 사례
- 하나 : 전동기 열화 및 대책과 사례

● 정비 및 유지보수 인력들의 SKILL UP이 필요 하십니까?

전문가의 사내에서 요소기술 교육은 저 비용으로 많은 직원들에게

SKILL UP을 위한 학습기회를 부여할 수 있습니다.

2. 발견 (접점업무) : 회전기의 보전관리 지원사업

- 하나 : LMCS-L1 CARE (2회/年 : 운전상태) → 전문가에 의한 운전상태 점검 → 운전상태 진단
- 하나 : LMCS-L2 CARE (1회/年 : 간이점검) → L1 CARE + 정지상태 점검 → AGING FACTOR발굴제어로 수명연장
- 하나 : LMCS-L3 CARE (1회/2年 : BEARING INSPECTION) → L1 + L2 + BRG INSPECTION → 계속 운전여부 진단
- 하나 : HIGH VOLTAGE MOTOR기술자문 및 유지관리 CONSULTING → LMCS-L1,2,3점검지도 및 진단/교육

3. 소비 (시원업무) : 예방정비 및 OVERHAUL

- 하나 : LMCS-L4 CARE (반출점검) → L1 + L2 + L3 CARE 결과 반영 + 분해점검에 따른 SOLUTION제공 → 조치
- 하나 : VIBRATION DIAGNOSIS & SHOOTING
- 하나 : TROUBLE SHOOTING 및 문제점 개선
- 하나 : SLIDE BEARING RE-BABBITTING 및 기술지원/상태진단
- 하나 : H.V MOTOR 유지관리 기술자문 및 CONSULTING (직원 SKILL UP교육 및 유지보수 점검 지도)

● 30여년 지식자산 나눔 → ON LINE Naver Cafe "박태용의 전동기 사랑" → OFF LINE (교육, 컨설팅)



60% of rolling bearings can prevent failure

"BEARING 고장이 잦은 곳은 정비 SKILL이 높다고 할 수 없다"

36% **POOR LUBRICATION**

Poor lubrication
Although 'sealed-for-life' bearings can be fitted and forgotten, some 36% of premature bearing failures are caused by incorrect specification and inadequate application of the lubricant. Inevitably, any bearing deprived of proper lubrication will fail long before its normal service lifespan. Because bearings are usually the least accessible components of machinery, neglected lubrication frequently compounds the problem. Wherever manual maintenance is not feasible, fully automatic lubrication systems can be specified by SKF for optimum lubrication. Effective lubrication, using only recommended SKF greases, tools and techniques, helps to significantly reduce downtime.

14% **CONTAMINATION**

Contamination
A bearing is a precision component that will not operate efficiently unless both the bearing and its lubricants are isolated from contamination. And, since sealed-for-life bearings in ready-greased variants account for only a small proportion of all bearings in use, at least 14% of all premature bearing failures are attributed to contamination problems. SKF has an unrivalled bearing manufacturing and design capability and can tailor sealing solutions for the most arduous operating environments.

16% **POOR FITTING**

Poor fitting
Around 16% of all premature bearing failures are caused by poor fitting (usually brute force...) and being unaware of the availability of the correct fitting tools. Individual installations may require mechanical, hydraulic or heat application methods for correct and efficient mounting or dismounting. SKF offers a complete range of tools and equipment to make these tasks easier, quicker and more cost effective, backed up by a wealth of service engineering know-how. Professional fitting, using specialised tools and techniques, is another positive step towards achieving maximum machine uptime.

우리들의 최종목표는 고객님의 실현입니다.

ILJIN MOTOR TECHNOLOGY SERVICE CO.

Failure of bearing in induction motor failure

1. 전동기의 고장발생 부위는 BEARING 부위가 45%로 가장 높다.

그리고 BEARING 고장은 전동기의 전 수명구간에서 발생하며, 고장 원인은 ●**윤활관리 부적합** ●**설치부적합**

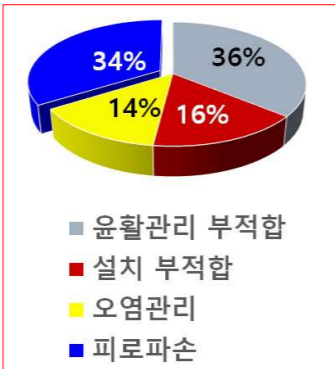
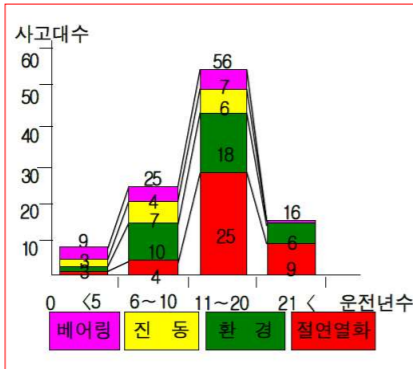
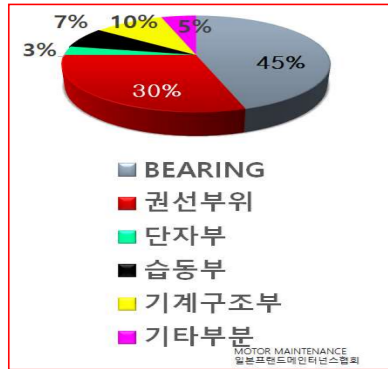
●**오염관리 부적합**이 주 원인이며, 제 수명을 다하는 ●**피로파손은 전체 BEARING의 34%에 불과하다.**

●**윤활관리 부적합과 오염관리 부적합**은 윤활제의 오용, GREASE의 혼용, 과잉주입 및 배출미흡, 보관관리 등의 문제로 발생하는 것으로 **"현장에서 알고 관리하면 제어 가능한 고장"**들이다.

●**설치 부적합**은 BEARING의 조립 부적합으로 대체적으로 조립 SKILL 부족에 기인하는 사례가 많다

BEARING은 μm 단위로 관리되는 정밀기계 부품이나 **취급관리에 있어서 정밀기계 부품에 준하는 관리가 요구**되나 실상은 그러하지 못하다.

☞ **조립작업장 환경, 사용TOOL, 등이 정밀기계부품에 준하는 관리 SYSTEM 구축이 요구된다.**



2. 전동기 고장부위의 45%의 높은 점유율을 차지하는 BEARING 고장은 권선사고와 같은 돌발고장이 아니라 예견된 징후가 있는 고장으로 사전예방 정비가 가능하다.

하지만 전동기 관리자가 대부분 전기를 전공한 기술진들로 한 걸음 물러나 있는 분위기다.

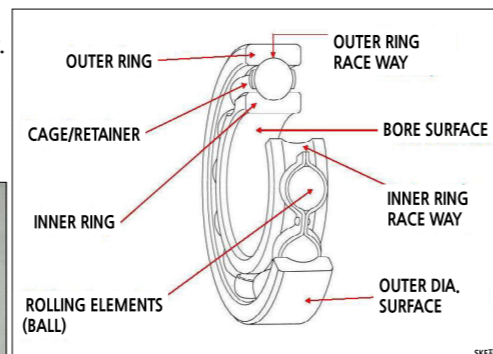
BEARING 고장은 "人災" 이다. "BEARING 고장이 잦은 정비조직은 조직원들의 SKILL이 낮다"고 평가하여도 대응하여 항변할 수 없는 사실이다.

3. 상태진단에 의한 예측정비의 중요성과 관심시간 대역 ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/4814>

Basics of rolling bearings for electric motors

1. BEARING COMPONENTS : BEARING은 일반적으로 다음 그림과 같이

- **케도륜(내,외륜), 전동체(BALL, ROLLER), RETAINER (CAGE)**로 구성되어 있다.
- **RETAINER의 재질**은 STEEL, BRONZE, POLYAMIDE 등이 있으며 각 특성을 잘 알고 선정하여야 한다.
 - **STEEL** : 강판 프레스성형품은 강성이 강하며 가볍고, 기계 가공품은 대형 BEARING, 내환경용에 사용.
 - **BRONZE** : 알카리 세척제를 사용하여 세척시 부식이 증가하고 특히 암모니아 가스지역 사용시는 건조균열 발생으로 사용불가.
 - **POLYAMIDE** : 유리섬유 몰딩품으로 윤활유 결핍조건에도 눌러 붙지 않고 저소음 특성은 있으나 고속시 검토를 요한다.
- **RETAINER의 종류와 특징** ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/5683>



● **BEARING COMPONENTS** ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/5596> & 156

Basics of rolling bearings for electric motors

2. 전동기용 구름베어링 종류와 특징.

횡형 전동기에는 DEEP GROOVE BALL BEARING, CYLINDRICAL ROLLER BEARING이 많이 사용되며 입형 전동기에는 소형의 경우는 DEEP GROOVE BALL BEARING이 사용되지만 용량이 증가하면서 SINGLE ANGULAR CONTACT BALL BEARING 혹은 조합 ANGULAR CONTACT BALL BEARING(DB, DF, DT)이 사용되며 대응량으로 증가하면 SPHERICAL ROLLER THRUST BEARING를 사용하며 부하기계의 THRUST를 전동기에서 부담하는 경우는 ROLLING BEARING으로 대응할 수 없으므로 SLIDE BEARING을 채택하기도 한다.

● 전동기에 많이 사용되는 BEARING종류와 특징 ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/38>

3. 전동기용 BEARING의 선정

3-1. BEARING의 INTERNAL CLEARANCE

BEARING의 내부 틈새는 경 방향 틈새와 축 방향 틈새가 있으며 우측 그림과 같이 설명할 수 있다. 일반적인 틈새는 CN급이며 C 다음의 첨자에 따라 다음과 같이 표기할 수 있다. 일반적인 전동기는 CN급, 고속기에는 C3급 BEARING를 사용한다.

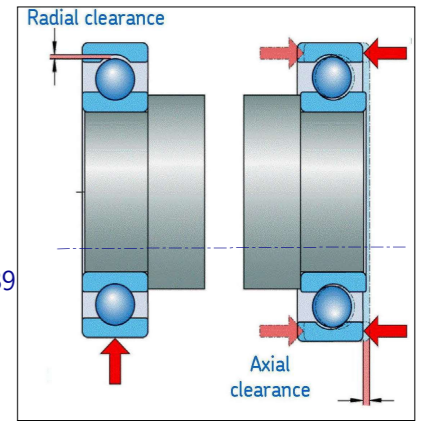
BEARING 내부틈새의 크기별 표시 C1 < C2 < CN < C3 < C4 < C5

● **BEARING INTERNAL CLEARANCE**는 ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/41> & 39

3-2. SHAFT와 HOUSING의 FITTING TOLERANCES

BEARING의 FITTING검토시는 다음과 같은 사항에 대해 검토하여야 한다.

- ① CREEPING현상 방지를 위해 하중이 증가할수록 INTERFERENCE FITTING량 증가.
- ② INTERFERENCE FITTING의 경우 BEARING INTERNAL CLEARANCE의 감소에 주의.
- ③ SHAFT와 HOUSING의 온도차는 BEARING INTERNAL CLEARANCE에 영향을 미친다.
- ④ 자유축에 비 분리형 BEARING을 채택시는 외륜이 축 방향으로 자유롭게 이동이 가능하여야 한다.



3-3. BEARING 배열의 선정 : 전동기의 BEARING배열을 검토할 경우 검토하여야 할 사항

- ① THERMAL STRESS에 의한 AXIAL방향 팽창과 수축.
- ② BEARING의 설치 및 분해 작업성.
- ③ 축의 힘이나 설치오차에 따른 축의 내, 외륜의 기울기.
- ④ BEARING을 포함한 회전계 전체의 강성과 예압법
- ⑤ 최적의 위치에서 하중을 받을것

● **일반적인 BEARING의 배열**은 ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/6839>

Lubrication management of rolling bearings for electric motors

1. GREASE 주도 (CONSISTENCY) : ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/5600>

GREASE의 굳음 정도를 주도라 하며 GREASE선정에 가장 중요한 요소이다.

미국의 그리스 협회(NATIONAL LUBRICATING GREASE INSTITUTE : NLGI)의 분류체계를 따른다.

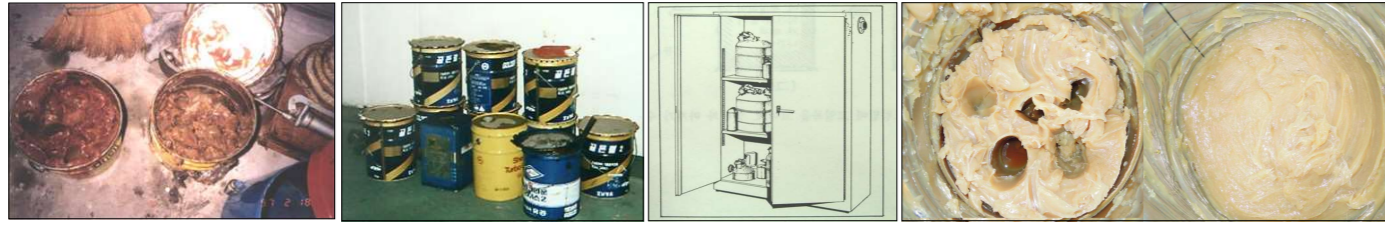
주도는 102g의 원뿔형 CONE를 25°C ± 0.5°C의 GREASE에 떨어뜨려 5초간에 들어간 깊이 * 10 수치를 가지고 분류하며 분류표는 다음과 같다 NO.가 작을 수록 SOFT(묽다)하며 클수록 HARD(굳다)하다.

● **MOTOR BEARING용**은 NLGI 1, 2, 3 정도이며, 범용은 NLGI NO. 2 이다. 예) SHELL GADUS S2 V100 2의 마지막 2

2. GREASE 보관관리 ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/3844> & 340 & 3451 & 2426 & 741

BEARING 고장이 잦은 사업장은 윤활관리에 대한 현장점검 및 진단에 따라 문제점을 개선하여야 한다.

윤활제의 보관장소는 공기의 흐름과 온도변화가 적은 청결한 장소에 유 분리 방지조치 후 보관하여야 한다.



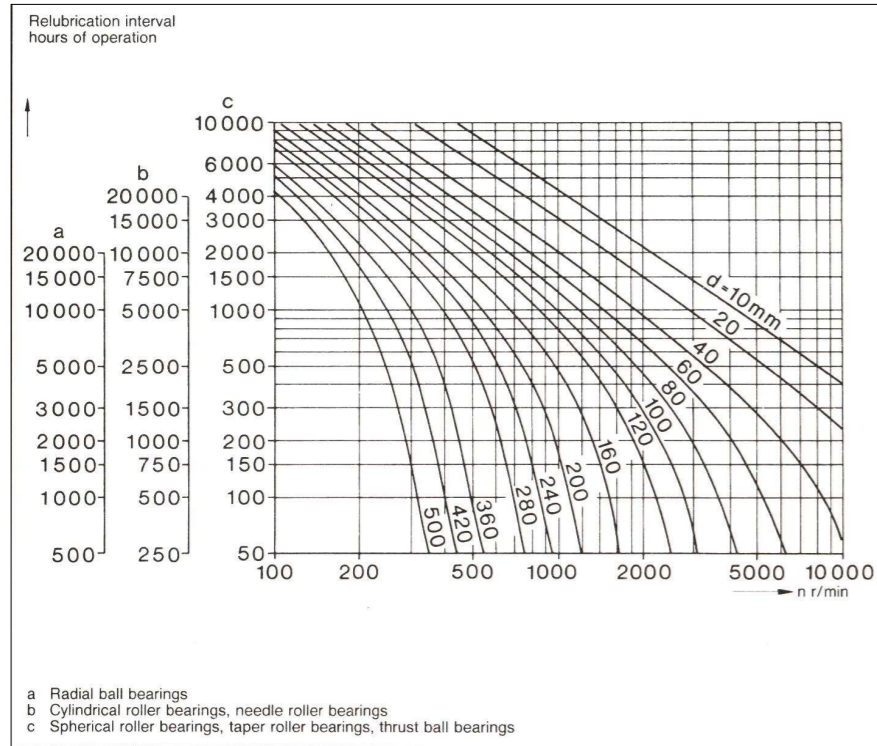
3. GREASE GUN으로 1회 급지시 GREASE 중량은 몇 g 일까요? ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/5588>

● GREASE GUN으로 1회 급지하면 GREASE중량은 1g입니다.

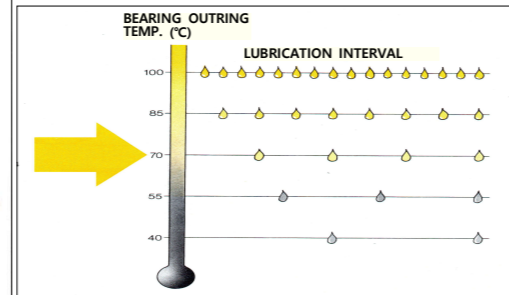
4. GREASE 주입량 및 주입 주기 ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/5601>

● 운전온도가 70°C기준이며, 70°C이상 15°C상승할 때 마다 주입주기를 반감, 오염된 분위기는 반감하여야 한다.

● GREASE 주입량 $G = 0.005 DB$ (g) $D = \text{BEARING 외경(mm)}$ $B = \text{BEARING 폭(mm)}$



→ GREASE 주입량



→ 운전 온도에 따른 주입주기 반감

● 운전 중 GREASE를 주입에 따른 BEARING TEMP. TREND ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/80>

운전 중 BEARING에 GREASE를 주입하면 교반 저항에 의해 BEARING TEMP.가 상승하였다가 일정시간 경과 후 주입 전 TEMP.로 회귀하게 된다.

5. 서로 다른 GREASE를 혼용하면 GREASE의 성상변화로 GREASE가 누출되어 BEARING고장의 원인이 될 수 있음 !!

● 견적단계에서 "GREASE는 SHELL GADUS S2 V100 2를 주입할 예정이며, 타 GREASE는 사급 조건"이라고 명기함.

● GREASE 혼용사례 ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/741> & 5168 & 284

6. GREASE 배출작업 미흡과 과잉 주입시 문제 ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/3466> & 5289 & 831 & 3018

● 기내로 유입되어 유증기가 권선표면에 부착되어 AGING FACTOR로 작용하게 되므로 과잉은 부족보다 못하다.

7. 장기간 보관품 (SPARE OR STANDBY MOTOR) 전동기의 관리 ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/5637>

● 2개월 이상 정지상태의 전동기의 BEARING에 주입된 GREASE는 고형화, 유 분리에 의한 성상변화

● 2회/월 HAND TURN권고

8. SHIELD TYPE BEARING (ZZ TYPE)의 수명은 BEARING에 주입된 GREASE의 수명이 BEARING수명입니다

● BEARING수명이 전동기 수명이 되지 않도록 2 ~ 3년 주기로 BEARING 교체작업을 권고함

● SHIELD BEARING 고장사례 ☞ <https://cafe.naver.com/motorpro/1748> & 3028 & 2636 & 3825

다음의 사례는 LMCS-L1(전동기 운전상태 점검), L2(정지상태 점검), L3(BEARING INSPECTION), L4(반출정비) CARE 과정과 H.V MOTOR유지관리 CONSULTING시 경험사례들을 유사사례 방지를 위해 공유 합니다.

1. 윤활관리 - GREASE의 혼용사례

<권고사항> GREASE는 주제, 증주제, 첨가제로 구성된 화학 제품이므로 이종의 GREASE를 혼용하며 화학반응에 따라 GREASE 성상이 변화에 따라 묽어져 누출 혹은 굳어지게 되어 BEARING고장의 원인이 될 수 있으므로 주의 바랍니다.



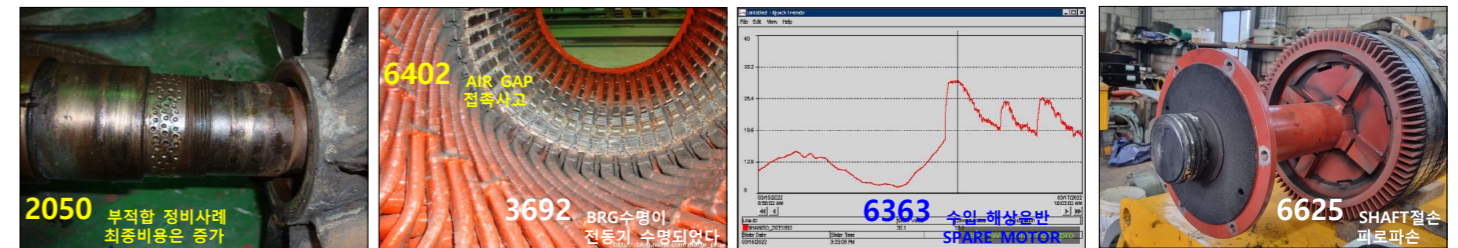
2. 윤활관리 - GREASE 배출작업 미흡 및 과잉주입 사례

<권고사항> 배출작업 후 적정량의 GREASE를 주입하여야 한다. 과잉 주입시는 전동기 내부로 GREASE가 유입되어 유증기화 되어 권선표면에 부착, 절연열화의 인자로 작용하게 되므로 정해진 GREASE를 정해진 시간마다 배출하고 주입요함



3. 관리 부적합에 따른 고장사례 - 알아야 관리할 수 있습니다.

<권고사항> 설비관리 기준에 따라 적기에 예방정비 실시 및 설비별 적유의 선정 및 윤활관리 기준에 따라 혼용방지, 설비관리 인력의 SKILL UP교육에 따라 설비관리 수준을 향상시켜, 안정적인 설비운영으로 회사경영상황을 실현.



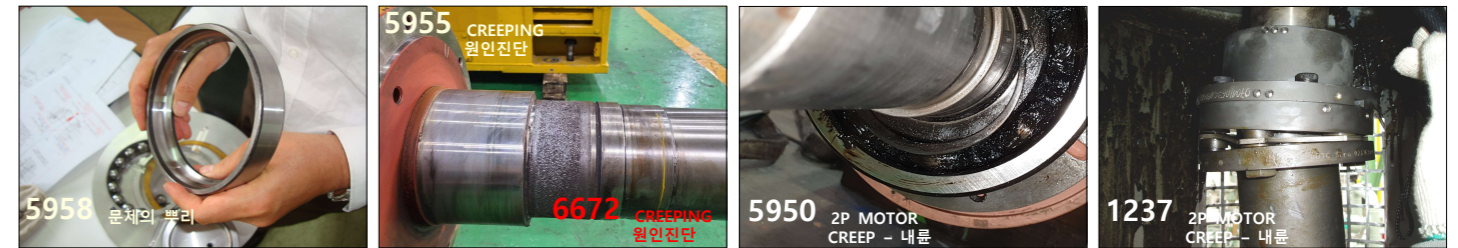
4. 정비 부적합 사례 - 학습하고 학습하여 이렇게 정비 하지 않습니다.

<권고사항> CLIENT는 정비업체 선정 혹은 정비업무는 해당제품에 대해 알아야 제대로 관리할 수 있으며, 정비업체도 전동기의 상태를 정도높은 진단에 따라 최적의 상태로 정비하기 위해서는 필요한 설계 및 제조기술을 확보되어 있어야 한다.



5. 설계 부적합 - 설계 부적합은 100% 부적합으로 응답되며, 반드시 높은 비용을 청구 합니다.

<권고사항> 제품 제작사의 제품설계 혹은 ENGINEERING사의 SYSTEM설계 부적합은 즉시 현상으로 나타나지 않으나 사용자가 유지관리시 많은 애로와 비용을 부담하게 된다. 확인되면 개선하고 재발방지를 위해 제작사에 FEED BACK한다.



★ 아무것도 하지 않으면 실패는 없으나, 경쟁사회에서 도태되므로 일상업무에서 개선과제를 정리하여 계획적으로 관계자 전원이 참석하는 "개선활동(재발방지 대책)"을 전개하여야 한다.