

측정시스템의 효율적 운영에 관한 실증적 연구

- 中小製造企業을 中心으로 -

유현종* · 전현정** · 유재권***

A Study on Effective Management for Measurement System

Hyun-Jong Yoo Hyun-Jung Jun Jae-Kwon Yoo

Abstract

「All things possibly could be measured.」, measurement is a essential part in all kinds of industry, especially in manufacturing. Korean Industrial Standard has been established and announced in September, 1961. Measurement has been emphasized. But until now, measurement hasn't been located to the core of manufacturing in domestic.

So, this study suggests improvement guide line for the multilateral problems of measurement system based on the investigation of 146 small and medium-sized enterprises in April, 2002.

I. 서론

측정시스템의 수준은 그 나라의 공업 및 기술의 수준, 더 나아가서는 국력의 수준과 직결된다고 할 수 있기 때문에 측정시스템이 제품이나 공정을 정확히 평가하여야 한다. 잘못된 측정시스템으로 인하여 공정을 정확히 판단할 수 없게 된다면 이로 인해 품질비용은 상승하게 되고 지속적으로 제품의 품질을 개선시킨다는 것은 매우 어려운 일이다.

따라서 본 연구는 중소기업체를 중심으로 측정시스템의 효율적 운영 방안을 모색코자 2002년 4월 146업체를 대상으로 실시한 조사결과를 토대로 측정시스템 운영에 있어서의 문제점을 다각적으로 찾아 개선 방향을 제시하여 중소기업체가 측정시스템을 효율적으로 운영할 수 있도록 하는 것이 본 연구의 목적이다.

연구의 목적을 달성하기 위하여 문헌 및 해외 각종 자료를 통해 여러 이론들을 종합,

* 중소기업연수원 품질연수실 교수

** 명지대학교 산업공학과 박사과정

*** 중소기업연수원 품질연수실 실장

분석한 다음 중소기업업을 대상으로 한 실증분석 통해 측정시스템의 효율적 운영방안을 제시하였다.

실증분석을 위해 중소기업업 146개를 대상으로 설문지를 작성·배포하여 얻은 자료를 이용하였다. 본 연구를 위한 분석자료는 중소기업연수원의 품질 관련 과정에 참여한 연수생 중 계측기 담당자와 측정실무자, 검사자를 대상으로 설문조사 하였으며, 우편 발송에 의해 추가 설문 조사를 실시하여 수집하였다.

Ⅱ. 측정시스템 운영에 대한 현황 조사

1. 분석표본

본 연구는 우리나라의 중소기업업을 대상으로 2002년 4월에 조사를 실시하였다. 조사 방법은 중소기업연수원의 품질 관련 과정에 참여한 연수생 중 계측기 담당자와 측정실무자, 검사자를 대상으로 설문지 300부를 배포하여 117부가 회수되었고, 200부를 우편으로 발송하여 그 중 29부가 분석 가능한 형태로 회수되어, 총 146개 업체에서 응답하였다. 조사자료는 SPSS 10.0을 이용하여 분석하였다.

〈표 1〉 업종별 현황

| 구분 | 기계 | 금속 | 전기전자 | 섬유화학 | 기타 | 계 |
|--------|------|-----|------|------|-----|-------|
| 업체수 | 59 | 12 | 49 | 14 | 12 | 146 |
| 구성비(%) | 40.4 | 8.2 | 33.6 | 9.6 | 8.2 | 100.0 |

〈표 2〉 종업원 분포현황

| 구분 | 50인 미만 | 50~100인 | 100~200인 | 200인 이상 | 계 |
|--------|--------|---------|----------|---------|-------|
| 업체수 | 25 | 56 | 31 | 34 | 146 |
| 구성비(%) | 17.1 | 38.4 | 21.2 | 23.3 | 100.0 |

<표 1>에서와 같이 이들 조사대상 기업의 업종별 현황을 살펴보면 기계업종이 59개 기업(40.4%)으로 가장 많은 분포를 나타냈고, 그 다음으로 전기전자 업종이 49개 기업(33.6%), 섬유화학 업종이 14개 기업(9.6%), 금속업종이 12개 기업(8.2%), 기타업종이 12개 기업(8.2%)이 되는 것으로 나타났다. <표 2>에서와 같이 종업원수 현황을 살펴보면 50인 미만인 기업은 25개(17.1%), 50인 이상 100인 미만인 기업이 56개(38.4%), 100인 이상 200

인 미만인 기업이 31개(21.2%), 200인 이상인 기업이 34개(23.3%)가 된다. 기업의 규격인증 사항 및 품질혁신운동의 유형별 추진실태에 관한 조사에서는 <표 3>에서와 같이 ISO 9000 인증을 획득한 기업이 복수응답을 포함하여 조사대상기업의 80.8%로 대다수의 중소기업체에서 ISO 9000 인증을 획득한 것으로 나타났다. QS 9000 인증의 경우 32.2%, KS 표시 인증은 24.7%이며, 6시그마 운동은 28.1%, 싱글PPM 운동은 19.9%로 중소기업체에서의 품질에 관한 높은 관심도를 나타내 주고 있다.

<표 3> 규격인증 및 품질혁신운동 추진현황

| 구분 | KS 표시 | QS 9000 | ISO 9000 | 6시그마 | 싱글PPM | 비고 |
|--------|-------|---------|----------|------|-------|---------|
| 업체수 | 36 | 47 | 118 | 41 | 29 | 복수응답 포함 |
| 구성비(%) | 24.7 | 32.2 | 80.8 | 28.1 | 19.9 | |

2. 실증조사를 위한 문항간 분석

1) 측정시스템 정착에 영향을 미치는 요인분석

측정시스템 정착과 측정시스템의 필요성 및 중요성 인식/강조에 대하여 t-test를 실시하고 t-value(t0)가 1.645이상일 경우 유의하다고 판정하였다. 유의성을 검토한 결과 <표 4>에서와 같이 측정시스템 중요성 강조가 유의한 것으로 나타났으며, <표 5>에서와 같이 QS 9000 인증 및 6시그마 품질혁신운동 추진이 유의한 요인으로 나타났다. 이는 KS표시, ISO9000 인증에 비해 QS 9000 인증에서는 측정시스템에 관한 요구사항이 더욱 강조된 결과라 여겨지며, 6시그마운동에서도 측정시스템에 관한 강조가 6시그마 품질개선의 시발점으로 매우 중요하게 다루고 있어 측정시스템 정착에 영향을 미치고 있다고 하겠다.

<표 4> 측정시스템 정착과 중요성 강조에 대한 t-test

| 구분 | 평균 | t-value |
|--------------|----|---------|
| 측정시스템 중요성 강조 | 높음 | 1.83* |
| | 낮음 | |

〈표 5〉 측정시스템 정확과 규격인증간의 요인분석

| 종속변수 | 독립변수 | | 평균 | t-value |
|----------|-------------|---|------|---------|
| 측정시스템 정확 | KS 표시 인증 | 유 | 2.90 | 0.31 |
| | | 무 | 2.63 | |
| | QS 9000 인증 | 유 | 3.13 | 1.76* |
| | | 무 | 2.39 | |
| | ISO 9000 인증 | 유 | 3.08 | 0.83 |
| | | 무 | 2.61 | |
| | 6시그마 추진 | 유 | 3.17 | 1.68* |
| | | 무 | 2.46 | |
| | 싱글PPM 추진 | 유 | 3.06 | 0.96 |
| | | 무 | 2.48 | |

〈표 6〉 측정시스템 정확과 측정시스템 구성요소 간의 요인분석

| 종속변수 | 독립변수 | | 평균 | t-value |
|----------|---------|----|------|---------|
| 측정시스템 정확 | 측정자 문제 | 많음 | 3.12 | 1.79* |
| | | 적음 | 2.37 | |
| | 측정기 문제 | 많음 | 3.16 | 1.86* |
| | | 적음 | 2.35 | |
| | 측정방법 문제 | 많음 | 3.10 | 1.02 |
| | | 적음 | 2.59 | |
| | 측정환경 문제 | 많음 | 3.16 | 1.67* |
| | | 적음 | 2.47 | |
| | 측정재료 문제 | 많음 | 2.94 | 0.42 |
| | | 적음 | 2.60 | |

또한 <표 6>에서와 같이 측정자, 측정기, 측정환경이 유의한 요인으로 나타났으며, 측정 방법 및 측정재료에 대한 문제점의 많고 적음이 측정시스템 정확에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

2) 품질개선에 영향을 미치는 요인분석

품질개선과 측정시스템의 운용에 관한 유의성을 검토한 결과 <표 7>에서와 같이 유의한 것으로 나타났으며, 측정시스템 관리항목에 대한 품질개선에 영향을 미치는 효과 분석에 대해 <표 8>에서 보는 바와 같이 계측기 교정, 측정시스템에 관한 문서화, 측정실 환경조건 구비, 측정자 교육, R&R 평가 등 모두가 품질개선에 영향을 미치는 것으로 나타

났다. 분석결과에서 보듯이 현장에서 사용되고 있는 계측기를 관리하기 위해서는 자체 교정검사실을 마련해야 하며, 또한 계측기의 성능을 파악하여 계측기 관리범위(사용조건, 빈도, 환경 등)를 고려한 교정검사 체계 구축이 요구된다. 또한 교육을 통해 측정방법, 측정기의 교정방법과 절차, 측정결과의 관리기법 등을 습득해 하며, 정밀도와 재현성 등과 같은 얻어진 데이터를 분석하여 측정오차의 주요원인이 무엇이며, 어느 분야의 개선을 필요로 하는가에 대한 검토가 필요하다.

〈표 7〉 품질개선과 측정시스템 운용에 대한 t-test

| 구 분 | | 평균 | t-value |
|----------|---|------|---------|
| 측정시스템 정착 | 유 | 3.46 | 1.89* |
| | 무 | 2.74 | |

〈표 8〉 품질개선과 측정시스템 관리항목 간의 요인분석

| 종속변수 | 독립변수 | | 평균 | t-value |
|------|---------------|---|------|---------|
| 품질개선 | 계측기 교정 | 유 | 3.25 | 1.84* |
| | | 무 | 2.55 | |
| | 측정시스템에 관한 문서화 | 유 | 3.33 | 1.66* |
| | | 무 | 2.68 | |
| | 측정실 환경조건 구비 | 유 | 3.24 | 1.74* |
| | | 무 | 2.57 | |
| | 측정자 교육 | 유 | 3.39 | 1.79* |
| | | 무 | 2.71 | |
| | R&R 평가 | 유 | 3.31 | 1.87* |
| | | 무 | 2.60 | |

Ⅲ. 측정시스템 운영시 문제점 및 개선방안

1. 문제점

측정시스템 운영시 시스템 구성요소에 관한 문제점은 관찰도수를 합산하여 분석하였으며 <표 9>에서와 같이 측정기, 측정자, 측정환경, 측정방법, 측정재료 등의 순으로 나타나고 있다. 또한 세부항목별 문제점 분석은 가중치(W)를 주고 하였다. 항목에 대한 질문에

‘아주 그렇다’는 5, ‘전혀 그렇지 않다’는 1로 관찰도수(f)를 곱하여 이들을 각 섹션(section)별로 합산하여 평균값을 산출하였다. 즉, 누적 계산값(M)은 $M = \sum f \cdot W$ 로 하였으며 평균값은 무응답을 제외하고 산출하였다. 평균값이 낮을 수록 운영상의 문제점으로 지적되며 <표 10>과 같이 측정시스템 운영시 문제점은 불확도 표현에 대한 이해, 측정시스템 관리자 및 측정자 교육, 정확도와 정밀도를 갖춘 계측기 사용, 규정된 주기로 자체교정 실시, 측정실 환경조건 구비 관리 등의 순으로 나타나고 있다.

<표 9> 측정시스템 구성요소별 문제점

| 구분 | 측정자 | 측정기 | 측정방법 | 측정환경 | 측정재료 | 무응답 | 계 |
|--------|------|------|------|------|------|-----|-------|
| 누계값 | 30 | 35 | 24 | 25 | 18 | 14 | 146 |
| % | 20.5 | 24.0 | 16.4 | 17.1 | 12.3 | 9.6 | 100.0 |
| 문제점 순서 | 2 | 1 | 4 | 3 | 5 | | |

<표 10> 측정시스템 운영시 세부항목별 실행상태

| 구분 | 누적 계산값 ($\sum f \cdot W$) | 평균 | 문제점 순서 |
|-----------------------|--------------------------------|------|--------|
| 불확도 표현에 대한 이해 | 396 | 2.83 | 1 |
| 규정된 주기로 자체교정 실시 | 441 | 3.06 | 4 |
| 평균치의 치우침을 고려하여 계측기 사용 | 468 | 3.30 | 8 |
| 계측기 임의 조정 방지 | 489 | 3.40 | 10 |
| 측정실 환경조건 구비 및 관리 | 443 | 3.10 | 5 |
| 측정장비 보호 방안 마련 | 451 | 3.13 | 6 |
| 측정시스템 분석 및 관리에 관한 문서화 | 463 | 3.24 | 7 |
| 측정장비 구입시 관련문서 기준 준수 | 476 | 3.33 | 9 |
| 정확도와 정밀도를 갖춘 계측기 사용 | 433 | 3.03 | 3 |
| 측정시스템 관리자 및 측정자 교육 실시 | 414 | 2.92 | 2 |

2. 개선방안

1) R&R값 활용

불확도에 대한 이해가 미흡하여 불확도 개념으로 표현되는 측정장비 교정성적서의 의미를 측정장비관리부서 요원이 이해하고 활용할 것을 기대하는 것조차도 힘들며, 측정장비를 직접 사용하는 모든 실무자들에게 이를 기대한다는 것은 거의 불가능하다. 측정장비 사용실무자들에게는 이해하기 쉽지 않은 불확도의 개념보다는 상대적으로 이해하기 쉬운 R&R값의 개념을 교육·보급하여, 모든 측정에서 적절한 R&R값을 확보하는 것이 시급하다고 하겠다.

정밀한 측정이 필요한 경우에는 좋은(작은) R&R값이 요구되나, 정밀한 측정이 필요하지 않은 경우에 너무 좋은 R&R값을 확보/유지한다는 것은 오히려 비경제적이기 때문에 확보한 R&R값을 유용하게 활용해야 한다.

ISO 인증에 관한 연구결과에서는 R&R값 실행여부가 사내 불량률 및 불량건수에 영향을 미치고 있으며, 조사대상의 78%가 R&R값을 사용하지 않는 것으로 보고되었다. 본 연구를 위한 조사에서도 67.1%가 R&R값 사용하지 않고 있으며, 이는 국내기업에서의 측정장비 수준 및 관리상태가 매우 열악하다는 것을 여실히 나타내 주고 있는 증거라고 하겠다.

따라서 R&R값의 확보가 당장은 측정수준의 향상에, 중국적으로는 품질개선(품질의 안정과 품질의 향상)에 더욱 크게 도움이 될 것으로 생각된다.

2) 측정기술 인력에 대한 교육

측정작업자로 인한 변동을 줄이려면, 측정작업절차의 표준화 및 문서화와, 측정작업자 교육에 철저를 기해야 하며, 측정기를 올바르게 사용하기 위해서는 측정기의 구조, 성능, 측정방법 등을 충분히 익혀야 한다. 측정시스템 관리자 및 측정자는 교육을 통해 정밀측정분야에 대한 측정원리·구조·측정방법, 측정기의 교정방법과 절차 및 불확도를 포함한 측정결과의 관리기법 등을 습득해야 한다. 기업의 능력은 그 조직에 종사하는 사람의 능력에 궁극적으로 좌우되며 사람의 능력은 교육과 훈련에 의해 배양 될 수 있다. 이러한 교육의 실천여부는 오로지 경영자의 의지에 달려있음을 깨닫고 종업원의 지속적인 참여를 유도해 나가야 한다.

정부에서는 국가교정기관 및 산업체의 교정실무자와 시험·검사기관, 연구기관 및 산업체 등의 측정실무자를 대상으로 국가교정제도 및 정부시책, 정밀측정분야에 대한 측정원리, 구조, 교정 및 측정방법, ISO/IEC 17025 요건 해설 등에 대한 교육을 실시코자 국가교정기관 지정제도 운영요령 제39조(교육기관의 지정)규정, KOLAS 교육기관 지정기준 및 교육과정 운용요건에 따라 2002년 현재(5월) 11개 기관에 대해 KOLAS 정밀측정 교육기관으로 지정하여 운영하고 있다.

교육기관은 정밀측정 및 측정불확도산출에 대한 실습 위주의 교육을 강화 해야하며, 국제기준에 의한 국가교정기관 인정제도 및 운영방법을 산업계에 전파해야 한다. 또한 완벽한 교육수행 및 합리적인 체제 운영으로 국가측정표준에 소급성을 유지할 수 있는 최고수준의 기량을 확보한 측정기술 전문인력을 양성할 수 있도록 교수진의 전문성 확보에 많은 노력을 기울여야 한다. 다양한 프로그램과 전문성을 가진 교수진에 의거 보다 알찬 교육이 될 수 있도록 교수진에 대해 주기적인 특별 교육을 실시하여 나날이 발전하는 측정기술 및 관련정보를 습득케 해야 한다.

3) 측정기의 교정실시

측정기는 재료의 특성, 온도, 습도 등의 변화, 기계적·전기적·화학적인 충격, 반복사용에 의한 노후나 마모 등으로 측정오차가 발생하며 시간이 경과함에 따라 지속적으로 증가하기 때문에 주기적으로 교정되어야 한다.

측정기는 계속하여 사용하게 되면 각각의 원인에 따라 측정값의 절대값으로서의 정확도를 확보하기 위해 산업현장에서 교정을 실시해야 하며 수용할 수 있는 정확도를 유지하고 있는 측정기기로 시험과 측정을 해야 한다. 이때의 정확도는 시방에서 요구하는 허용 공차를 기준으로 검증될 수 있다. 이러한 정확도 검사는 상위 표준기를 활용하여 주기적으로 비교 교정함으로써 달성되어진다. 따라서 교정대상은 개개의 피 측정기에서 요구되어지는 허용 공차 내에서 그 성능이 유지될 수 있는지의 신뢰성을 기초로 하여 설정되어야 한다. 그러나 측정기의 성능이나 구조상 교정이 필요 없는 경우도 있을 수 있으며 국가측정표준이 확립되어 있지 않거나 적절한 교정방법이 개발되지 않은 경우(예시; 표면 특성, 비파괴시험 분야 등)가 있어 현실적으로 교정이 불가능 할 수도 있다.

계측기로 인한 측정변동을 줄이려면, 요구되는 정확도 및 직선성을 가지고 있는지를 파악하여야 하고, 측정평균값(혹은 편의)에 변화가 있는지를 주기적으로 검·교정을 해야 하며, 산포 변화를 파악하기 위하여 반복성을 나아가 장기적인 대책으로 안정성을 평가하여야 한다.

4) 자체 교정주기 설정 및 활용

산업현장에서 사용되는 각종 측정기 및 설비는 생산제품의 품질관리측면에서 기술적으로 체계적인 관리방식에 의한 프로그램을 가지고 운영되어야 하며, 특히, 측정기 및 설비의 신뢰성을 유지하기 위하여 시간 경과에 따른 불확도 증대에 대하여 주기적인 교정 및 점검이 필수적으로 이루어져야 한다.

같은 계측기라 하더라도 사용환경이나 사용기간 등에 따라 그 성능에 차이가 날 수 있으므로 계측기의 정확도, 안정성, 사용목적, 환경조건, 사용빈도를 감안하여 자체적으로 적절한 교정주기를 설정해서 교정을 실시하여야 한다.

교정주기를 설정하는 데에는 여러 가지의 관리적 기법과 기술적인 방법을 검토해야 하며, 이에 필요한 절차는 중소기업체의 현실과 여건에 적합하도록 개발하여야 한다. 산업현장에서 관리하기 위해서는 측정장비의 관리요소, 교정의 소급성 유지, 측정장비의 이력관리 등이 요구된다.

교정주기에 관한 많은 접근방법들이 쉽게 실행하기 어렵다하여 산업현장 또는 각 교정기관 등에서 인용주기 형식에 매달리나 보면 이에 따른 불필요한 교정비용은 물론 인력 및 시간의 소비에 의한 경제적 손실을 감수할 수밖에 없을 것이다. 교정주기관리의 올바른 방향의 접근에는 많은 시간을 요하는 만큼 현재의 미흡한 부분이 있을지라도 시작이

될 수 있도록 교정주기에 관한 제도적인 뒷받침이나 교육 및 홍보 등을 통하여 사용자들이 매일하고 있는 측정에 있어서, 그들의 확신을 증가시키게 될 것이다. 또한, 목표 신뢰도를 보증하는 것도 가능하게 할 것이다. 현장에서의 산업체와 교정기관에 대한 교정주기 설정을 위한 관련 인원에 대한 교육이 제도적으로 활성화되고 경험적인 충분한 데이터의 수집/분석이 이루어진다면 이에 따른 교정주기 설정을 위한 합리적인 기준을 자체적으로 확보할 수 있을 것이다.

5) 측정기 및 지그의 올바른 선택

(1) 측정기의 선택

측정기는 그 측정 목적에 따라 제품공차, 측정물 크기·형상·재질, 측정능력 등을 고려하여 적절한 측정기를 사용하여야 한다. 선정이 적절하지 않으면, 요구되는 측정값을 얻을 수 없게 되거나, 시간, 노력, 비용 등이 보람없이 쓰이게 되므로 측정기 선택시 신중을 기해야 한다. 계측기의 부정확성으로 인하여 양품을 불량으로 판정하는 측정기 오류와 불량품이 측정기로 검출되지 않고 고객에게 전달되어 나타나는 손실을 최소화하는 측정기의 적합수준을 파악해야 한다.

(2) 검사 지그의 선택

검사 지그(Jig)란 기계기구 및 부품검사에 대한 계측 또는 작업을 능률적으로 하는 것을 목적으로 만들어진 계측기 이외의 보조장치 및 기기류를 의미한다. 검사지그는 현장에서 실제 기술적, 경제적으로 이용할 수 있어야 하며, 현재 계측기술의 진보에 따라 많은 계측기 및 지그 종류가 개발되었으므로 이것을 우선 경제적으로 활용하는 것은 당연하나 시판제품을 활용하거나 또는 실제로 검사지그를 설계할 때는 검사목적 및 용도, 품질특성의 선정, 특성의 성질, 사용조건, 검사결과의 처리, 원리기구, 지그의 성능, 가격, 관리의 난이도 등을 고려하여야 한다. 이러한 확인사항이 지그설계를 할 때에 경제성이나 실제로 사용할 때의 작업성을 크게 좌우한다.

6) 측정의 자동화 실시

측정한 결과로 얻어지는 것이 데이터이며, 기록이 수반되어야 한다. 검사를 위한 측정이 라면 판정이라는 작업이 뒤를 잇게 되는데 규격에 대해 양품, 불량품의 판정을 한다든지 재손질을 할 수 있는가의 여부를 판단한다. 선택 조합을 할 때에는 합격품을 다시 세분화된 치수구분별로 몇가지 클래스로 나누는 선별을 측정 직후에 한다. 또 측정결과를 기록할 필요가 있을 때도 있다. 시간의 경과에 따라 어떻게 추이변동 했는가 아날로그식으로 기록할 때는 연속된 선 혹은 점의 플로트를, 정확한 수치 그 자체를 디지털식으로 필요할 때는 숫자로 기록한다. 이와 같은 작업은 측정에 부속되어 직결된 것이므로 측정기와 연동시키거나 또는 일체화시켜 자동화가 필요하다. 이는 측정한다는 개념에서 측정되어지는

개념으로 바뀌어 보다 정확하고 효율적인 측정시스템 운영이 가능해 질 것이다.

IV. 결 론

본 연구는 국가표준기본법, 동법 시행령 및 국가교정기관 지정제도 운영요령이 1999년 개정되는 과정에서 개념 및 체제의 변화가 있었으며, 4년이 경과한 현 시점에서 중소제조 기업을 대상으로 측정시스템 운영에 관한 문제점을 점검하고, 효율적으로 운영될 수 있도록 방안을 제시하는데 의의가 있다고 하겠다. 이를 위하여 설문조사를 실시하였고 분석을 통하여 개선 방안을 찾았다.

본 연구의 분석결과를 요약하면,

첫 번째, 측정시스템의 정착과 규격인증 및 품질혁신운동간의 유효성 검증을 통해 측정시스템의 실행상태를 점검하였다.

두 번째, 측정시스템 운영 시 문제점을 파악하여 경영자로 하여금 중점관리토록 하여 측정시스템의 효율적인 운영으로 품질개선 및 기업성과에 이바지 할 수 있도록 하였다.

세 번째, 파악된 문제점에 대한 개선방안을 제시하여 측정시스템이 국내 중소제조기업에 효율적으로 정착될 수 있도록 하였다.

측정시 변동을 줄이려면, 측정작업절차의 표준화 및 문서화와, 측정작업자 교육에 철저를 기해야 한다. 측정기를 올바르게 사용하기 위해서는 측정기의 구조, 성능, 측정방법 및 검사시그에 대해 충분히 익혀야 하며, 측정시스템 관리자 및 측정지는 교육을 통해 정밀 측정분야에 대한 측정원리·구조·측정방법, 측정기의 교정방법과 절차 및 불확도를 포함한 측정결과의 관리기법 등을 습득해야 한다.

측정기는 재료의 특성, 온도, 습도 등의 변화, 기계적·전기적·화학적 충격, 반복사용에 의한 노후나 마모 등으로 측정오차가 발생하며 시간이 경과함에 따라 지속적으로 증가하기 때문에 주기적으로 교정되어야 하며 같은 계측기라 하더라도 사용환경이나 사용기간 등에 따라 그 성능에 차이가 날 수 있으므로 계측기의 정확도, 안정성, 사용목적, 환경조건, 사용빈도를 감안하여 자체적으로 적절한 교정주기를 설정해야 한다.

측정기는 그 측정 목적에 적합한 것을 선정해야 하며 선정이 적절하지 않으면, 요구되는 측정값을 얻을 수 없게 되거나, 시간, 노력, 비용 등이 보람없이 쓰이게 되므로 측정기 선택시 제품공차, 측정물 크기·형상·재질, 측정능력 등을 고려하여야 한다. 산업제품의 정밀정확도 유지향상을 위해 측정에 영향을 미치는 환경요인의 특성을 고려하여 측정기를 관리해야 한다. 측정된 결과는 특정한 환경조건 하에서 유효하므로 적합한 측정환경을 갖추어 정확한 측정값을 얻을 수 있도록 측정장비 보관 및 사용의 환경조건을 명시하고 이를 준수해야 하며, 측정표준실 설치에 대한 투자와 올바른 유지관리가 필요하다.

참고문헌

[1] 국내문헌

- 1) 산업기술시험원, 산업현장 측정기의 정확도 유지관리를 위한 측정기술 기준 개발 연구, 기술표준원, 2001.10, pp. 5~20, pp. 155~156
- 2) 유재권, ISO 9000 인증에 관한 실증적 연구, 인하대학교 대학원 산업공학과 박사학위 논문, 2000. 8, p. 23.
- 3) 정수일, 6시그마와 측정시스템 개선, TECH TIMES 9월호, 중소기업진흥공단, 2001. 9, pp. 62~65.
- 4) 한국표준과학연구원, 정밀계량측정표준 실태조사, 한국표준과학연구원, 2000.
- 5) 副島吉雄, 米持政忠, 精密測定, 共立出版株式會社, 1981. 2, p. 14.
- 6) 浜本達保, 測定技術, 日刊工業新聞社, 1981.3, pp. 2~3.

[2] 외국문헌

- 1) Anthis, U. L., R. J. Stanula and R. F. Hart, "The Measurement Process : Roadblock to Product Improvement?", *Quality Engineering*, Vol. 3, No. 4, 1991, pp. 461~470.
- 2) Automobile Industry Action Group(AIAG), Measurement System Analysis Reference Manual, 2nd ed., ASQS Quality Press, 1995. 2.
- 3) Dedhia, N. S., "Measurement Without Results", *Quality World*, Vol. 15, No. 2, 1997, pp. 8~9
- 4) Donaldson, R., "Measurement is No Easy Matter When Temperature Changes", *Manufacturing Engineering*, 1997, p. 14
- 5) Floyd, D. A. and C. J. Laurent, "Gauging : An Underestimated Consideration in the Application of Statistical Process Controls", *Quality Engineering*, Vol. 8, No. 1, 1995, pp. 13~29
- 6) ISO, Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, 1993, p. 6.
- 7) McCarville, D. R. and D. C. Montgomery, Optimizing Defect Level and Losses from Gage Errors, *Statistical Applications in Process Control*, 1996, pp. 313~343.
- 8) Meon, H. G., TQM in New Product Manufacturing, 1992, pp. 79~96.
- 9) Roth, G., "Why is My Measurement Different from Yours?", *Quality Engineering*, Vol. 5, No. 1, 1992, pp. 55~65.
- 10) Schall, R. C. and D. G. German, "The Impact of Tolerancing on Gage Repeatability and Reproducibility Studies", *International Forum on Dimensional Tolerancing and Metrology*, CRTD-Vol. 27, 1993, pp. 113~117.