

측정기의 효율적 운영에 관한 실증적 연구

Article

03

유 현 중 교수
인하대학교 산업공학과
중소기업연수원 경영품질연구소

정 수 일 교수
인하대학교 산업공학과

Abstract

Measurement is an essential part in all kinds of industry, especially in manufacturing. But until now, measurement hasn't been located to the core of manufacturing in domestic. This study suggests improvement guide line for the multilateral problems of measuring instrument operation based on the investigation of small and medium-sized enterprises. To use measuring instrument correctly, man who treat it must be accustomed with the structure, the performance, the method. The measuring instrument must be corrected periodically. The correcting-schedule is established with environments with considering accuracy, stability, purpose, condition, and frequency.

Keywords : Measurement Instrument, Error of Measurement, Method of Measurement

1. 서론

국내에서 TQM(TQC)가 실효를 거두지 못하는 이유중 한가지 간과할 수 없는 것이 측정기 운영에 관한 것이다. 즉, 「품질특성의 올바른 측정 → 품질특성의 올바른 데이터 → 품질특성에 대한 SQC/SPC의 올바른 결론 → 품질특성의 안정/향상에 대한 올바른 확인」이라는 연쇄고리가 제대로 작동하지 못하고 「품질특성의 잘못된 측정 → 품질특성의 잘못된 데이터 → 품질특성에 대한 SQC/SPC의 잘못된 결론 → 품질특성의 안정/향상에 대

한 잘못된 확인」으로 인한 SQC/SPC의 불신/기피를 초래하고, 이것이 종국적으로는 TQM(TQC)의 표류로 연결되고 있다고 하겠다.

「측정할 수 없는 것은 만들 수 없다」라는 말이 대변하듯 측정은 공업에서 더 나아가서는 모든 산업에서 필수 불가결한 요소이다. 1961년 9월 공업표준화법이 제정·공포되고, 1963년 11월 KS표시허가공장이 탄생되면서부터 줄곧 측정의 중요성은 강조되어 왔으나 측정은 국내의 제조현장 등에서 아직 확고하게 제자리를 잡지 못하고 있다.

따라서 본 연구는 중소기업체를 중심으로 측정기의 효율적 운영 방안을 모색코자 2007년 10월 163업체를 대상으로 실시한 조사결과를 토대로 측정기 운영에 있어서의 문제점을 다각적으로 찾아 개선 방향을 제시하여 중소기업체가 측정기를 효율적으로 운영할 수 있도록 하는 것이 본 연구의 목적이다.

본 연구는 중소기업업을 대상으로 각 기업의 측정기 운영 현황 및 효과성에 대해 설문문을 통하여 분석한 후 제반 문제점을 조사하여 측정기를 효율적으로 운영할 수 있도록 개선방안을 찾고자 하였다.

2. 측정기 운영에 관한 현황 조사

2.1 조사의 목적

최근 산업계의 동향을 보면, 제품의 품질규격이 까다로워짐에 따라 측정기의 능력에 대한 신중한 평가와 더불어 측정기의 관리가 더욱 중요시되고 있다. 이를 위해서는 측정작업절차의 표준화 및 문서화, 측정작업자에 대한 교육이 필요하며, 측정기의 구조, 성능, 측정방법 등을 충분히 익혀야 한다. 측정목적에 적합한 측정기를 선정해야 하며, 측정에 영향을 미치는 환경요인의 특성을 고려하여 측정기를 사용하고 관리해야 한다. 측정기는 시간이 경과함에 따라 측정오차가 발생하기 때문에 적절한 교정주기를 선정해서 주기적으로 교정되어야 한다.

측정과 관련한 국내외 변화는 1993년 ISO에서「측정불확도의 표현지침(Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement)」을 발행하였으며, 우리나라에서도 1998년 4월 「측정결과의 불확도 표현 및 평가 지침」과 「측정결과의 소급성유지를 위한 지침」을 고

시하였고 이 과정에서 용어의 의미변경, 불확도 성분의 분류변경, 교정성적서의 변경, 피교정 측정장비 등급/교정주기 폐지, 국가교정기관 지정제도 변경 등이 있었다. 중소기업업을 대상으로 측정기의 운영에 관한 문제점을 점검하고, 이러한 문제점들을 해결하기 위해 운영 실태를 파악하여 효율적으로 운영될 수 있도록 방안을 제시코자 한다.

2.2 조사결과 및 분석

본 연구는 우리나라의 중소기업업을 대상으로 2007년 10월에 조사를 실시하였다. 조사방법은 중소기업연수원의 품질 관련 과정에 참여한 연수생 중 측정기 담당자와 측정실무자, 검사자를 대상으로 설문지 300부를 배포하여 126부가 회수되었고, 200부를 우편으로 발송하여 그 중 37부가 분석 가능한 형태로 회수되어, 총 163개 업체에서 응답하였다.

〈표 1〉에서와 같이 이들 조사대상 기업의 업종별 현황을 살펴보면 기계업종이 63개 기업(38.7%)으로 가장 많은 분포를 나타냈고, 그 다음으로 전기전자 업종이 53개 기업(32.5%), 섬유화학 업종이 17개 기업(10.4%), 금속업종이 15개 기업(9.2%), 기타 업종이 15개 기업(9.2%)이 되는 것으로 나타났다.

〔표 1〕 업종별 현황

구분	기계	금속	전기전자	섬유화학	기타	계
업체수	63	15	53	17	15	163
구성비(%)	38.7	9.2	32.5	10.4	9.2	100.0

종업원수 현황을 살펴보면 〈표 2〉에서와 같이 50인 미만인 기업은 27개(16.6%), 50인 이상 100인 미만인 기

업이 68개(41.7%), 100인 이상 200인 미만인 기업이 36개(22.1%), 200인 이상인 기업이 32개(19.6%)가 된다.

[표 2] 종업원 분포현황

구분	50인 미만	50~100인	100~200인	200인 이상	계
업체수	27	68	36	32	163
구성비(%)	16.6	41.7	22.1	19.6	100.0

기업의 규격인증 사항 및 품질혁신운동의 유형별 추진 실태에 관한 조사에서는 <표 3>에서와 같이 ISO 9000 인증을 획득한 기업이 복수응답의 포함하여 조사대상기업의 82.2%로 대다수의 중소기업체에서 ISO 9000 인증을 획득한 것으로 나타났다. TS 16949 인증의 경우 32.5%, KS 표시 인증은 22.1%이며, 6시그마 운동은 27.6%, 싱글PPM 운동은 19.0%로 중소기업체에서의 품질에 관한 높은 관심도를 나타내 주고 있다.

[표 3] 규격인증 및 품질혁신운동 추진현황

구분	KS 표시	TS 16949	ISO 9000	6시그마	싱글PPM	비고
업체수	36	53	134	45	31	복수응답 포함
구성비(%)	22.1	32.5	82.2	27.6	19.0	

3. 측정기 운영시 중소제조기업의 문제점

3.1 애로사항 적출

측정기 운영에 관한 문제점은 관찰도수를 합산하여 분

[표 4] 측정기 운영시 문제점

구분	측정자	측정기	측정방법	측정환경	측정재료	무응답	계
누계값	34	41	26	28	19	15	163
%	20.9	25.2	16.0	17.2	11.7	9.2	100.0
문제점 순서	2	1	4	3	5		

석하였으며 <표 4>에서와 같이 측정기, 측정자, 측정환경, 측정방법, 측정재료 등의 순으로 나타나고 있다.

또한 세부항목별 문제점 분석은 기중치(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, 누적계산값(M)은 $M = \sum f \cdot W$ 로 하였으며 평균값은 무응답을 제외하고 산출하였다. 평균값이 낮을 수록 운영상의 문제점으로 지적되며 <표 5>와 같이 측정기 운영시 문제점은 불확도 표현에 대한 이해, 규정된 주기로 자체교정 실시, 정확도와 정밀도를 갖춘 측정기 사용, 측정기 관리자 및 측정자 교육, 측정실 환경조건 구비 관리 등의 순으로 나타나고 있다.

[표 5] 측정기 운영시 세부항목별 실행상태

구분	누적 계산값 ($\sum f \cdot W$)	평균	문제점 순서
불확도 표현에 대한 이해	441	2.79	1
규정된 주기로 자체교정 실시	460	2.93	2
평균치의 치우침을 고려하여 측정기 사용	521	3.34	8
측정기 임의 조정 방지	532	3.37	9
측정실 환경조건 구비 및 관리	488	3.11	5
측정기 보호 방안 마련	510	3.27	7
측정시스템 분석 및 관리에 관한 문서화	496	3.14	6
측정기 구입시 관련문서 기준 준수	535	3.41	10
정확도와 정밀도를 갖춘 측정기 사용	474	3.04	3
측정기 관리자 및 측정자 교육 실시	487	3.08	4

3.2 주요 애로사항 분석

3.2.1 불확도 표현에 대한 이해 부족

산업현장에서 교정을 실시해야 하는 이유는 수용할 수 있는 정확도를 유지하고 있는 측정기로 시험과 측정을

해야 하기 때문이다. 이때의 정확도는 시방에서 요구하는 허용 공차를 기준으로 검증될 수 있다. 이러한 정확도 검사는 상위 표준기를 활용하여 주기적으로 비교 교정함으로써 달성되어진다. 따라서 교정대상은 개개의 피 측정기기에서 요구되어지는 허용 공차 내에서 그 성능이 유지될 수 있는지의 신뢰성을 기초로 하여 설정되어야 한다.

국가교정기관지정제도운영요령 제42조에 따르면 “국가표준기본법 제14조 규정에 의한 국가측정표준과 국가사회의 모든 분야에서 사용하는 측정기간의 소급성 제고를 위하여 측정기를 보유 또는 사용한 자는 주기적으로 해당 측정기를 교정하여야 하며, 이를 위하여 교정대상 및 적용범위를 자체규정으로 정하여 운용할 수 있다”고 규정되어 있다.

본 연구를 위한 설문조사에서 정밀계측기기를 교정주기에 따라 국가교정기관으로부터 교정을 받고 있다는 응답이 122업체로 74.8%를 나타내고 있어 미흡한 상태이다.

교정성적서에도 변화가 있었는데 최근까지의 전통적인 교정성적서는 피교정 계측장비가 몇급 계측장비로서 「합격」, 「불합격」이라는 「판정」의 개념이 강했으나, 불확도로 표현되는 새로운 교정성적서는 측정장비의 「성능」이 어느정도라는 「해석」의 개념이라고 볼 수 있다.

아직도 문헌에 따라서는 불확실성으로도 불리우고 있는 불확도의 성분을 계통오차와 우연오차로 분류하던 관행이 통계적방법에 의해 평가하는 A형평가와 여타의 방법으로 평가하는 B형평가로 변경되었다.

본 연구를 위한 설문조사에서 ‘교정성적서의 불확도에 대한 표현을 귀 업체의 측정기 관리자가 이해하고 있습니까?’ 라는 질문에 ‘아주 그렇다’에 대한 응답이 163

업체 중 17업체로 10.4%에 불과하며 5점 척도에 2.79에 그치고 있다.

3.2.2 자체교정시 교정주기 설정의 문제

‘자체교정의 경우 규정된 주기로 교정을 하고 있습니까?’ 라는 질문에 ‘아주 그렇다’에 대한 응답이 163업체 중 22업체로 13.5%에 불과하며 5점 척도에 2.93에 그치고 있다.

국가교정기관지정제도운영요령 제42조 제2항에 “측정기를 보유 또는 사용하는 자는 자체적으로 교정주기를 설정하고자 할 때에는 측정기의 정밀정확도, 안정성, 사용목적, 환경 및 사용빈도 등을 감안하여 과학적이고 합리적으로 기준을 설정하여야 한다. 다만, 자체적인 교정주기를 과학적이고 합리적으로 정할 수 없을 경우에는 기술표준원장이 별도로 고시하는 교정주기를 준용한다”고 규정되어 있다. 그러나 운영세칙에서 정한 표준교정주기는 가장 보편적인 사항하에서 사용하였을 때 그 측정기의 정밀정확도가 유지될 수 있는 기간을 추정한 교정주기이다. 25개 측정분야 총 448종의 측정기에 대하여 표준교정주기를 정하고 있으나 각 산업체에 측정기를 사용하고 있거나 보유하고 있는 자는 측정기의 정확도, 안정성, 사용목적, 환경조건 및 사용빈도를 감안하여 주기를 조정토록 권고하고 있다. 이는 같은 사업장이라 할지라도 각 부서별로 측정기를 사용하는 작업환경과 측정범위 및 허용오차범위가 각기 다를 수 있으므로 일률적으로 교정주기를 설정하는 것은 불합리하다는 의미이며 이에 따라 적절한 교정주기를 설정하기 위해서는 일정기간 동안 각 부서별로 측정기 사용실태 및 측정값을 조사한 data를 기초로 하여 주기를 설정하는 것이 바람직하기 때문이다. 따라서 가장 기본적으로 고려

해야 할 사항은 주기조정의 근거가 되는 과거 축적된 측정데이터의 확보가 선행되어야 한다.

국내의 측정기 교정에 대한 제도적인 변화는 ISO 17025 시스템 요건에 의한 KOLAS 운영체제로 변환됨에 따라 종전의 교정에 대한 개념이 변하게 되었으며, 특히 교정주기 설정 및 적용 근거에 대하여 해당기관 및 사용자 스스로 정하여 사용할 수 있는 기틀은 마련되었으나, 실질적으로 기술적 해석을 통하여 합리적인 방법을 도출하는데 어려움이 있으며, 중소기업체의 측정기관리자가 교정주기 설정에 관하여 접근이 어려웠던 것이 사실이며, 국가표준기본법의 국가교정기관 지정제도 운영세칙에 제시된 국가교정기관에서 사용되는 측정설비의 교정대상 및 주기를 인용하여 사용하고 있는 실정이다.

3.2.3 측정기의 정확도와 정밀도 문제

'검사, 측정, 시험장비는 요구되는 정확도와 정밀도를 갖는 것으로 준비하고 있습니까?' 라는 질문에 '아주 그렇다'에 대한 응답이 163업체 중 36업체로 22.1%에 불과하며 5점 척도에 3.04에 그치고 있다. 또한 검사에 사용하는 측정기의 R&R(반복성 및 재현성)평가에 대해 실시하고 있다는 응답이 65업체로 39.9%이며 아직 미흡한 상태를 보이고 있다.

3.2.4 측정교육에 대한 참여 미흡

'측정기 관리자 및 측정자에 대한 교육이 적절히 실시되고 있습니까?' 라는 질문에 '아주 그렇다'에 대한 응답이 163업체 중 27업체로 16.6%에 불과하며 5점 척도에 3.08에 그치고 있다.

우리나라 측정기술인력은 전체인력의 1% 수준으로 업

체당 평균 1.9명 정도를 확보하고 있으며, 측정기술인력의 학력별 수준은 고졸이하의 단순 기능직 인력이 60.8%로서 매우 높은 수준이다. 측정기술인력의 근무연수 분포는 3년 미만이 25.7%, 3~5년 26.3%, 6~9년 21.1%, 10년 이상이 26.9%이며, 측정기술인력의 37% 정도만이 자체 또는 외부에서 교육훈련을 이수하고 있고, 교육의 93%가 1주 미만의 세미나식 교육이 주를 이루고 있다. 이는 교육에 대한 투자가 미흡한 실정을 나타내 주고 있으며, 전문기술인력의 확보 및 교육투자가 시급하다고 하겠다.

3.2.5 측정실의 환경조건 구비 및 관리의 문제

'측정실의 환경조건 구비 및 관리는 적절히 이루어지고 있습니까?' 라는 질문에 '아주 그렇다'에 대한 응답이 163업체 중 22업체로 13.5%에 불과하며 5점 척도에 3.11에 그치고 있다. 또한 '측정장비를 손상이나 열화로 부터 보호할 수 있는 취급, 유지 보전 및 보존에 관한 방법이 마련되어 있습니까?' 라는 질문에 '아주 그렇다'에 대한 응답이 163업체 중 32업체로 19.6%에 불과하며 5점 척도에 3.27에 그치고 있다.

측정치치 변동요인중 하나인 환경 요인에는 온도, 습도, 기압, 진동 등이 있으며 이 중에서 가장 중요한 요인인 온도에 대하여, Donaldson(1997)은 대부분의 공장이 냉방시설의 미비로 온도가 섭씨 30°C 이상까지 올라갈 수도 있는데, 이러한 온도의 변동은 측정기기의 정확성에 영향을 미치지만 그 영향 정도가 정확히 잘 알려지지 않아 무시되고 있다고 한다. 따라서 측정에 영향을 주는 환경요인의 특성을 파악하고 측정시 측정실의 환경조건을 구비하고 관리해야 한다.

4. 측정기의 효율적 운영을 위한 개선방안

4.1 측정기의 교정실시

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 한다.

측정기는 계속하여 사용하게 되면 각각의 원인에 따라 측정값의 절대값으로서의 정확도를 확보하기 위해 산업 현장에서 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 달성된다. 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; 표면특성, 비파괴 시험 분야 등)가 있어 현실적으로 교정이 불가능 할 수도 있다.

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

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

교정주기를 설정하는 데에는 여러 가지의 관리적 기법과 기술적인 방법을 검토해야하며, 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 매달리다 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/분석

이 이루어진다면 이에 따른 교정주기 설정을 위한 합리적인 기준을 자체적으로 확보할 수 있을 것이다.

4.3 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, 조사 대상의 78%가 R&R값을 사용하지 않는 것으로 보고되었다. 본 연구를 위한 조사에서도 60.1%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, 종국적으로는 품질개선(품질의 안정과 품질의 향상)에 더욱 크게 도움이 될 것으로 생각된다.

4.4 측정기 및 검사지그의 올바른 선택

측정기는 그 측정 목적에 따라 제품공차, 측정물 크

기·형상·재질, 측정능률 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. 측정기 선택시 측정대상, 측정환경, 측정수량, 측정방법, 측정기에 요구되는 성능, 경제적상황들을 고려해야 한다.

Meon은 측정기 구입시 고려해야 할 사항으로 정확성, 눈금, 안정성, 선형성 등을 언급하였으며, 그 중 최우선은 측정기의 반복성 및 재현성을 파악하는 것이었다.

검사 지그(Jig)란 기계기구 및 부품검사에 대한 측정 또는 작업을 능률적으로 하는 것을 목적으로 만들어진 측정기 이외의 보조장치 및 기기류를 의미한다. 검사지그는 현장에서 실제 기술적, 경제적으로 이용할 수 있어야 하며, 현재 기술의 진보에 따라 많은 측정기 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.

검사지그를 구성하는 3대 요소에는 위치결정, 체결, 안내가 있으며, 이들 구성 요소에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

- ① 위치결정 : 측정기와 지그와의 상대위치, 지그와 측정물과의 관계위치를 정확하고 안정되게 유지함과 동시에 위치결정의 용이함이 요구된다. 또 체결방법이나 칩의 배제 등에도 밀접한 관련을 가지며, 체결

함으로써 위치가 어긋난다든가, 측정 중의 진동에 의하여 위치결정이 불안정하게 되지 않는 구조로 하여야 한다.

② **체결** : 측정물을 지그에 체결하는 장치는 그 기구와 구조에 따라서 측정 정밀도와 측정시간에 큰 영향을 미치므로 설계시 충분한 고려해야 한다. 체결방법에 있어 캠방식은 체결시간이 신속하다는 장점이 있는 반면에 진동이 발생하는 경우에는 사용이 부적절하며, 토글방식은 작용력에 비하여 고정력이 큰 경우에 편리한 방법이라 하겠다.

③ **안내** : 지그를 사용하여 측정물의 치수를 측정할 때 측정기는 지그판에 마련된 안내판에 인도되어 측정을 하게 된다. 따라서 이 안내판은 마멸하기 쉬우므로, 담금질하여 경화시킨 부시를 끼워서 장시간 사용에 견디도록 해야 한다. 안내는 직선안내와 곡선안내로 나눌 수 있으며 어떠한 안내일지라도 운동할 때에는 상호위치를 결정된 정밀도 내에서 보증하기 위하여 어떤 끼워맞춤이 좋은가는 그 때마다 요구되는 정밀도를 고려하여 결정해야 한다

4.5 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. 측정기 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

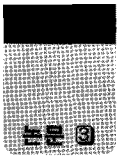
의해 배양 될 수 있다. 이러한 교육의 실천여부는 오로지 경영자의 의지에 달려있음을 깨닫고 종업원의 지속적인 참여를 유도해 나가야 한다.

정부에서는 국가교정기관 및 산업체의 교정실무자와 시험·검사기관, 연구기관 및 산업체 등의 측정실무자를 대상으로 국가교정제도 및 정부시책, 측정불확도표현 및 BMC(Best Measurement Capability ; 최고측정능력) 산출, 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 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.

4.6 측정표준실 설치 및 유지

산업제품의 정밀정확도 유지향상을 위해 측정에 영향을 미치는 환경요인의 특성을 고려하여 측정기를 관리해야 한다. 측정된 결과는 특정한 환경조건 하에서 유효하므로 적합한 측정환경을 갖추어 정확한 측정값을 얻



을 수 있도록 측정장비 보관 및 사용의 환경조건을 명시하고 이를 준수해야 하며, 측정표준실 설치에 대한 투자와 올바른 유지관리가 필요하다고 하겠다.

국가교정기관에 적용하는 표준실 환경기준에 의한 온도, 습도, 먼지, 진동, 소음, 조명, 실내압 등에 관한 평가 방법은 다음과 같다.

- ① 온도 : 표준실 전체의 온도 분포를 측정하기 위해서 온도측정의 높이는 실제 교정이 이루어지는 작업대 높이로 하며, 수평위치는 벽면에서 약 0.5m~1m 떨어진 점으로 이루어지는 사각형의 모서리와 그 사각형의 중앙점(총 5점)으로 선정하고 각 측정점의 온도를 (휴대용 디지털)온·습도계를 사용하여 1시간 간격으로 3회 측정한다. 표준실 온도의 대표값은 온도 측정의 평균값으로 산정한다.
- ② 습도 : 온도측정 위치와 동일한 위치에서 (휴대용 디지털)온·습도계를 사용하여 1시간 간격으로 3회 측정을 실시한다. 표준실 습도의 대표값은 습도측정의 평균값으로 산정한다.
- ③ 먼지 : 표준실 중앙위치에 입자계수기를 설치하여 측정한다.
- ④ 진동 : 진동으로부터 격리되도록 한 견고한 작업대 또는 석정반 등을 포함한 무 진동 작업대의 유무로 적합성을 평가한다.
- ⑤ 소음 : 측정점은 벽 등의 반사면에서 1m 이상 떨어진 지점의 바닥 위 1.2m~1.5m 높이로 한다. 측정조건은 항온·항습을 위한 시설 외에 교정설비의 전원은 모두 OFF한 상태에서 (휴대용 정밀)소음계를 사용하여 정상소음을 측정한다.
- ⑥ 조명 : 측정점의 높이는 작업대 윗면으로 하고, 측정점의 수는 표준실의 가로, 세로비를 고려하여 다음

예와 같이 측정점이 12점이 되도록 단위구역(사각형)을 설정하여 각 단위구역의 모서리 점의 조도를 조명도계를 이용하여 측정한다. 다만 표준실의 규모가 30㎡이하의 소규모의 경우는 단위구역 1개로 보고 4점으로 한다.

- ⑦ 실내압 : 교정실 출입문을 열었을 때 외부공기가 유입되지 않음을 연기 또는 얇은 종이 등을 이용하여 확인한다.

4.7 측정의 자동화 실시

측정한 결과로 얻어지는 것이 데이터이며, 기록이 수반되어야 한다. 검사를 위한 측정이라면 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 플롯트를, 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 측정기 운영이 가능해질 것이다.

측정에 있어서 자동화가 요구되는 것은 다음과 같은 경우이다.

- 생산의 자동화에 수반되어, 그것에 부수적인 측정 작업을 자동화 하지 않으면 안되는 경우
- 측정 작업의 고속화를 위해 자동화를 해야 하는 경우

- 측정 작업의 성질상(예를 들면 원격조작을 필요로 할 때) 또는 피측정물의 형상 치수(예를 들면 극히 작을 때) 등에서 자동화를 해야 하는 경우
- 기타(예를 들면 인건비의 절약상, 또 측정자의 피로와 그에 따른 오차를 고려할 때)

5. 결론

본 연구는 국가표준기본법, 동법 시행령 및 국가교정기관 지정제도 운영요령이 1999년 개정되는 과정에서 개념 및 체제의 변화가 있었으며, 8년이 경과한 현 시점에서 중소제조기업을 대상으로 측정기 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, 측정기 운영 시 문제점을 파악하여 경영자로 하여금 중점관리토록 하여 측정기의 효율적인 운영으로 품질개선 및 기업성공에 이바지 할 수 있도록 하였다.

두 번째, 파악된 문제점에 대한 개선방안을 제시하여 국내 중소제조기업에 측정기의 운영이 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 검사지그에 대해 충분히 익혀야 하며, 측정기 관리자 및 측정자는 교육을 통해 정밀측정분야에 대한 측정원리·구조·측정방법, 측정기의 교정방법과 절차 및 불확도를 포함한 측정결과의 관리기법 등을 습득해야 한다.

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 하며 같은 측정기라 하더라도 사용환경이나 사용기간 등에 따라 그 성능에 차이가 날 수 있으므로 측정기의 정확도, 안정성, 사용목적, 환경조건, 사용빈도를 감안하여 자체적으로 적절한 교정주기를 설정해야 한다.

측정기는 그 측정 목적에 적합한 것을 선정해야 하며, 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.

불확도에 대한 이해가 미흡하여 불확도 개념으로 표현되는 측정장비 교정성적서의 의미를 측정장비를 직접 사용하는 모든 실무자들이 이해하기가 어려운 상황이다. 이해하기 어려운 불확도의 개념보다는 상대적으로 이해하기 쉬운 R&R값의 개념을 교육·보급하여, 모든 측정에서 적절한 R&R값을 확보하는 것이 당장은 측정수준의 향상에, 궁극적으로는 품질개선(품질의 안정과 품질의 향상)에 더욱 크게 도움이 될 것으로 생각된다.

본 연구에서는 검사지그로 인한 측정오차가 발생하는 상황에서 문제점 및 개선방안을 상세히 제시하지 못한 한계점을 지니고 있다. 이들에 대한 구체적이고 실용성 있는 연구가 향후 계속하여 수행되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 기술표준원, "계측기기산업동향", 기술표준원, 2002. 3, pp.1-9
- [2] 산업기술시험원, "산업현장 측정기의 정확도 유지관 리를 위한 측정기술 기준 개발 연구", 기술표준원, 2001.10, pp.5-20, pp.155-156
- [3] 유재권, "ISO 9000 인증에 관한 실증적 연구", 인하 대학교 대학원 산업공학과 박사학위 논문, 2000.8, p.23
- [4] 이성웅, 김수동, 김정식, "계측기기의 효율적 운영을 위한 관리표준 개발", 품질경영학회지 제27권 제2호, 1999, pp.201-217
- [5] 이승훈, "6시그마와 QS-9000을 위한 측정시스템 분석", 청문각, 2002.2, p.3, p.35
- [6] 이정구, 이중대, "정밀측정공학", 기전연구사, 2006. 9, p.18, pp.593-594
- [7] 정수일, "6시그마와 측정시스템 개선", TECH TIMES 9월호, 중소기업진흥공단, 2001.9, pp.62-65
- [8] 중소기업진흥공단, "품질검사기법", 중소기업진흥공 단, 2007.3, p.12
- [9] 한국교정 시험기관인정기구, "측정결과의 불확도 산정 및 표현을 위한 지침", 2000, p.27
- [10] 한국표준과학연구원, "정밀측정표준 실태조사보고 서", 한국표준과학연구원, 2004
- [11] 한국품질재단 한국품질인증센터, "측정시스템분석 실무", 한국품질재단 한국품질인증센터, 2006.5, p.4
- [12] Donaldson, R., "Measurement is No Easy Matter When Temperature Changes", Manufacturing Engineering, 1997, p.14
- [13] McCarville, D. R. and D. C. Montgomery, "Optimizing Defect Level and Losses from Gage Errors", Statistical Applications in Process Control, 1996, pp.313-343