▨응용논문

계측기기의 효율적 운영을 위한 관리표준 개발*

이성웅 · 김수동
전남대학교 산업공학과
김정식
정인대학 산업경영과

A Development on the Management Standard for Effective Control of Measuring Instruments

Sung Woong Lee · Soo Dong Kim
Dept. of Industrial Engineering, Chonnam National University
Jung Sik Kim
Dept. of Industrial Management, Chongin College

Abstract

Industrial Measuring Instrument is a general name of equipments or tools for measuring and weighing. Inaccurate measuring instruments produce inferior goods in spite of excellent experts, good materials and wonderful equipments. Three characteristics are important for measuring instruments: choosing the proper instruments for measuring, using them properly and managing them to keep accuracy and precision. The purpose of this thesis is to develope the management standard for effective control of measuring instruments by analysing the problems and the management conditions of 100 PPM certified companies out of the domestic small and medium manufacturing industry, which steadily carry out quality control.

* 이 논문은 '97년도 전남대학교 학술연구지원에 의하여 연구되었음.

1. 서론

공산품의 생산과정에서 계량·계측에 필요한 설비나 도구를 총칭하여 공업 계측기기라고 한다. 그러나 본 연구과정에서는 내용을 간결하게 구성하기 위해 「계측기」라고 약칭한다.

계측기의 중요성을 거듭 역설한다해도 지나치지 않으리라 보며, 우수한 인력, 좋은 재료, 훌륭한 설비를 갖췄다 해도 제조과정에서 계량·계측·측정하는 계측기가 부정확하면 결과는 불량품일 수밖에 없다. 따라서 계측기는 계측에 적합한 기기 선정의 적합성, 사용방법의 적합성 그리고 정밀·정확도를 유지케 하는 관리활동이 매우 중요하다.

일찍이 정부에서는 계측기 관리의 중요성을 인식하고 '75년에 국가표준연구기관으로서 한국표준연구소를 설립하여 측정표준의 개발 유지 및 보급과 국가표준제도를 구축해 왔다. 최근에 와서는 표준화, 공정관리 등 품질관리에 대한 연구와 제품의 고급화를 위해서 제품의 정밀·정확도를 높이는 계측기술 수준평가에 관한 연구, 계측기에 대한 검·교정, 측정 표준실 설치에 대한 연구, 중소기업의 계측관리 실태 조사[7] 등 품질관리와 계측관리에 대해서 심도있는 연구를 진행하고 있다. 그리고 산하에 "(사)한국 측정기기 교정협회"를 발족하여 업무의 분담과 전문성을 살리고 있다.

계측기 관리가 이처럼 중요시되고 전문성을 요함에도 불구하고 실제 생산 현장에서 사용되고 있는 계측기의 정밀·정확도 유지는 매우 미흡하며, 심지어 ISO9000, 100PPM인증업체들 조차도 예외는 아니다.

따라서 본 연구의 목적은 현재 국내 중소 제조업체가운데 가장 상징적으로 품질관리 활동을 추진하고 있는 100PPM인증업체(대부분 ISO9000인증함께 받음)를 대상으로 계측기 관리 실태와 문제점을 분석해서 계측기의 효율적 운영을 위한 관리 표준을 설정하는데 있다.

2. 연구범위와 방법

2.1 연구배경

계측기 활용은 공산품 생산뿐만 아니라 과학기술 연구, 국방부문, 국제무역, 유통, 교통·통신 등 수많은 분야에서 개인이나 공공의 이익과 질서 그리고 신뢰성을 높이는데 있어서 필수 요소적 기술이라고 할 수 있다. 만약 계측기의 오류가 극단으로 작동하면 한 순간에 사회질서가 파괴되는 가공할 만한 사태를 유발할 수도 있다.

제조기업의 차원에서 보면 제품의 정밀·정확도수준을 향상시키고 보유 계측기에 대한 관리를 잘하는 것이 제품의 품질경쟁력을 향상시키고 제품의 불량율 감소 및 자원절약과 원가절감의 효과를 가져다 줄 것이다.

따라서 국내 계측기술에 대한 연구가 한국표준연구소, 국립기술품질원, (사)한국측

정기기교정협회, 한국계측기기연구조합등에서 계측기에 대한 실태조사, 교정주기 설정[6], 계량 및 측정기술[4], KS규격과 정부규격 통일화 조사[5], 계량계측기기 산업을 대상으로한 중소기업의 품질경쟁력 강화[3], 측정기술개발에 대한 우수사례집 등이 발표되고 있다.

이밖에 국내 연구실적은 "측정오차가 증가하는 자동계측기의 최적 교정시기 결정에 관한 연구"[1], "계측기능력분석과 실험계획법"[2] 등이 이루어지고 있으며, 국외 연구실적으로는 "A Calibration Interval Analysis System Case Study"[8], "Concept Analysis for Serial Number Based Calibration Intervals"[9], "Reliability Analysis Methods for Calibration Intervals"[10] 등이 중소기업을 중심으로 한 계측기의 실태조사나 교정검사의 주기설정과 같은 고유 기술적 연구는 이루어지고 있지만 실제로 업체의 현장에서 발생되고 있는 계측기의 운영을 위한 관리방안에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

2.2 연구범위

○ 계측기 운영실태 분석과 문제점 파악
100PPM인증업체를 대상으로 ISO10012(측정기기 품질보증여건)을 잘 준수하고 있는가의 여부를 조사하고 문제점을 파악한다.

○ 계측기의 효율적 운영을 위한 관리표준 개발
계측기의 선정, 구입의뢰, 사용부서, 관리부서, 교정주기 설정 등에 대해서 관리표준을 개발한다.

2.3 연구방법

○ 조사 대상 : 100PPM 품질혁신 추진본부에서 발표한 인증업체 380개 업체를 선정

○ 조사 기간 : 1998년 3월 1일부터 4월 30일까지 2개월간 실시

○ 응답 업체 : 총 110개 업체로서 회수율은 28.9%

○ 조사 방법 : 전국을 대상으로 했기 때문에 우편조사법을 이용하였으며, 조사의 신뢰성을 높이기 위해 작성자를 기명케하였다. 또한 회수율을 높이기 위해 일부 방문조사를 병행

○ 응답업체의 현황

(단위 : 업체수)

종원수 / 업 종	30인이하	31-50	51-100	101-150	151-200	200인이상	합계
전 자	7	8	18	9	5	3	50 (45.5)
자동차부품	2	4	14	4	5	16	45 (40.9)
기 타	1	4	5	1	1	3	15 (13.6)
합 계	10 (9.1)	16 (14.6)	37 (33.4)	14 (12.7)	11 (10.0)	22 (20.0)	110 (100)

* 괄호안은 비율(%)을 표시

3. 국내 계측기기 수준과 실태조사

본 장에서는 100PPM업체를 중심으로 계측기기의 수준, 계측기의 관리 실태, 교정검사 실태 등에 관한 동향에 대하여 살펴보고자 한다.

3.1 국내 계측기기 수준

'60년대 이후 중화학 공업의 발달과 과학기술의 진흥을 위하여 표준제도가 수립되어 국가표준기관은 킬로그램 원기와 미터 원기를 보관하고 있으며 최신의 길이, 질량, 시간, 온도 등 국가표준기관이 갖추어야 할 시설을 갖추고 있다.

<표 1>는 우리나라 산업체의 현장에서 사용하고 있는 계측기의 정밀도를 선진국의 산업체에서 사용하고 있는 같은 종류의 계측기의 정밀도와 비교한 것으로 선진국인 미국과 일본에 비교하여 보면 정밀도가 낮게 나타나며, 어떤 경우는 한 등급정도가 낮은 것들도 있다.

우리나라 국가표준의 길이분야의 정밀정확도 수준은 1m를 기준으로할 때 5×10^{-10}m의 오차가 발생한다. 이는 선진국 수준의 5배에 해당하는 오차로 정밀·정확도 수준은 선진국 수준과 비교하여 아직도 미흡한 부분들이 많다.

< 표 1 > 한국산업의 계측분야별 현장용 계측기기의 정밀도[3]

계측 분야	정밀도 수준			계측기명
	한국	미국	일본	
길이	10^{-6}	10^{-7}	5×10^{-7}	표준자
각도	30.0초	10.0초	10.0초	정밀직각 기준
부피	5×10^{-3}	3×10^{-3}	3×10^{-3}	부피계
밀도	5×10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	액체 비중계
진동	±5%	±4%	±4%	진동계
압력	±0.5%	±0.1%	±0.1%	부르돈관 압력계
유체유량	1×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	차압 유량계
시간주파수	1×10^{-9}	1×10^{-11}	1×10^{-11}	고주파주파수 계수기
전기	10^{-5}	10^{-4}	10^{-4}	계단식 저항기
광도	±1%	±1%	±1%	광도계
재료시험	±2.0%	±1.0%	±1.0%	만능재료시험기

3.2 국내 계측기 관리 실태

3.2.1 제조공정에서 계측분야의 중요도

정밀측정에 대한 관심도는 경영자와 관리자, 담당자로 나누어 살펴보면 하위직급으로 내려갈수록 관심도가 높게 나타나고 있다. 응답업체 110개사를 대상으로 주력제품 생산시 필요로 하는 계측분야의 중요도를 순위평가법과 가중산술평균법을 이용하여 계측분야로 살펴본 결과는 <표 2>와 같다.

여러 계측분야 중 가장 중요시 평가되는 분야는 길이 계측이고, 다음은 각도, 온도, 표면 거칠기, 재료물성, 힘 등 분야 순으로 중요한 것으로 나타났다.

< 표 2 > 산업의 계측분야별 중요도

(단위 : 업체수)

계측 분야	1순위	2순위	3순위	합계	평균	계측 분야	1순위	2순위	3순위	합계	평균
길 이	75	10	3	88	41.3	시간및주파수	1	5	1	7	2.3
각 도	3	22	6	31	9.8	속도및회전수	1	1	1	3	1.0
표면 거칠기	0	10	14	24	5.7	전 기	6	2	4	12	4.0
질량및무게	3	5	9	17	4.7	전자기파	1	1	3	5	1.3
힘	4	13	5	22	5.0	표면특성	0	0	2	2	0.3
진동및충격	2	6	11	19	4.8	화학분석	1	0	2	3	0.8
온 도	2	15	10	27	7.7	재료물성	2	7	18	27	5.2
습 도	0	1	5	6	1.2	비파괴시험	2	1	1	4	1.5

* 평균은 가중산술평균값 (순위가중치: 1순위(3), 2순위(2), 3순위(1))

3.2.2 계측분야의 품질수준

우리나라 제조업체의 평가 기술수준은 선진국 대비 85%정도의 수준에 머물고 있으며, 특히 정밀 · 정확도 수준과 계측기 기술수준은 타 기술수준보다 더 떨어진 것으로 나타났다. <표 3>은 제품의 품질수준이 낮은 이유를 열가지로 나누어 순위평가법과 가중산술평균법을 이용한 평가결과이다.

제품의 품질수준이 낮은 이유는 생산 기술수준의 낙후가 가장 큰 요인으로 보고 있으며, 다음으로 생산설비의 낙후, 제품 정밀 가공기술 부족 등으로 나타났다.

따라서 제품의 성능 수준을 높이기 위해서는 생산기술 수준 및 가공기술의 향상, 생산설비의 현대화 등을 지적할 수 있으며, 또한 정밀 · 정확도 수준과 계측기 기술수준을 높이기 위해서는 정밀 계측기의 확보와 이러한 계측기를 다룰 수 있는 전문 인력양성과 계측환경 개선을 서둘러야 할 것이다.

< 표 3 > 제품의 품질수준이 낮은 이유

업종 / 항목	전 체		전 자		자동차부품		기 타	
	합계	평균	합계	평균	합계	평균	합계	평균
생산 기술수준의 낙후	181	30.2	94	15.7	66	11.0	21	3.5
계측기기의 보유부족	28	4.7	11	1.8	9	1.5	8	1.3
계측인력의 기술 부족	48	8.0	23	3.8	24	4.0	1	0.2
계측기술의 미확보	40	6.7	11	1.8	25	4.2	4	0.7
계측 환경의 열악	32	5.3	14	2.3	17	2.8	1	0.2
제품 정밀 가공기술 부족	72	12.0	37	6.2	25	4.2	8	1.3
경영자의 인식 부족	57	9.5	23	3.8	26	4.3	8	1.3
품질관리부서 미확보	9	1.5	5	0.8	1	0.2	3	0.5
생산설비의 낙후	83	13.8	37	6.2	25	4.2	9	1.5
정부정책의 부재	24	4.0	5	0.8	18	3.0	1	0.2
기타	28	4.7	11	1.8	15	2.5	3	0.5

* 순위 가중치: 1순위(3), 2순위(2), 3순위(1), 합계는 응답업체수에 가중치를 부여함

산업체 현장에서 사용되고 있는 계측기의 관리실태를 항목별로 살펴보면 <표 4>와 같다. 자체 교정검사실 마련은 약 70%정도가 미확보 되어 있고, 계측기 성능은 약 54.1%정도가 미파악된 상태이다.

< 표 4 > 항목별 계측기의 관리실태

(단위 : 업체수)

업종 / 항목	전 체		전 자		자동차 부품		기 타	
	있다	없다	있다	없다	있다	없다	있다	없다
사내 교정검사 설계체계	56(50.9)	54(49.1)	20(40.0)	30(60.0)	29(64.4)	16(35.6)	7(46.7)	8(53.3)
자체 교정검사실 마련	33(30.0)	77(70.0)	7(14.0)	43(86.0)	22(48.9)	23(51.1)	4(26.7)	11(73.3)
정밀도에 따른 설비 구분	72(65.5)	39(34.5)	33(66.0)	17(34.0)	30(66.7)	15(33.3)	9(60.0)	6(40.0)
사용환경 고려 계측기범위 설정	67(60.9)	43(39.1)	33(66.0)	17(34.0)	27(60.0)	18(40.0)	7(46.7)	8(53.3)
사내 계측기 불확도 파악	68(61.8)	42(38.2)	33(66.0)	17(34.0)	25(55.5)	20(44.5)	10(66.7)	5(33.3)
계측기 성능 파악	50(45.5)	60(54.5)	19(38.0)	31(62.0)	28(62.2)	17(37.8)	3(20.0)	12(80.0)
공구류 마모 등 정확성 체크	71(64.5)	39(35.5)	34(68.0)	16(32.0)	29(64.4)	16(35.6)	8(53.3)	7(46.7)

* 괄호안은 비율(%)을 표시

따라서 현장에서 사용되고 있는 계측기를 관리하기 위해서 자체 교정검사실 마련이 요구되며, 또한 계측기의 불확도, 기능별 정확도 등 계측기의 성능을 파악하여 계측기 관리범위 (사용조건, 빈도, 환경 등)를 고려한 교정검사 설계체계 구축이 필요하다.

3.2.3 계측 기술인력

계측 및 교정담당자의 교육이수는 1년을 기준으로 하였을 경우, 년중 3일 교육받는 경우가 전체 34.3%로 제일 높으며, 또한 교육을 받지 않은 업체는 전체 27.6%로 높게 나타나 기업체에서의 계측기 교육이 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

계측 및 교정담당자의 교육이수와 관련하여 계측기 관리실태를 비교하여 보면 <표 5>와 같다. 계측담당자의 교육이수가 적은 경우는 자체 검사실 마련, 사내 교정검사 설계체계, 계측기 성능파악이 부족하며, 교육이수가 많은 경우는 정밀도에 따른 설비 구분이 잘 이루지고 있다.

계측담당자의 교육이수와 관련하여 적합도 검정결과는 사내 교정검사 설계체계, 공구류 마모의 정확성 체크, 계측기 성능파악 등은 유의성이 있는 것으로 나타났다.

그러나 자체 검사실 마련과 사내에서 계측기 불확도에 대한 파악은 적합도 검정결과 유의성이 없는 것으로 나타났는데, 자체 검사실 마련의 경우는 경영자의 투자 의지에 관한 것이지 계측담당의 교육이수와는 무관하며, 사내에서 계측기 불확도 파악은 계측 불확도에 대한 개념을 계측담당자가 정확히 파악하지 못한 것으로 판단된다.

< 표 5 > 계측 및 교정담당자의 교육이수와 계측기 관리 실태

(단위 : 업체수)

항 목 \ 교육이수(일)	1일 이하		3일		1주일 이상		적합도 검정
	있다	없다	있다	없다	있다	없다	
사내 교정검사 설계체계	12(11.9)	26(25.7)	22(21.8)	14(13.9)	19(18.8)	8 (7.9)	0.055
자체 교정검사실 마련	5 (5.0)	33(32.7)	15(14.9)	20(19.8)	12(11.9)	16(15.8)	0.175
정밀도에 따른 설비 구분	20(19.8)	18(17.8)	23(22.8)	12(11.9)	24(23.8)	4 (4.0)	0.062
사용환경 고려 계측기범위 설정	16(16.2)	20(20.2)	28(28.3)	7 (7.1)	18(18.2)	10(10.1)	0.035
사내 계측기 불확도 파악	21(20.8)	17(16.8)	24(23.8)	12(11.9)	19(18.8)	8 (7.9)	0.378
계측기 성능 파악	12(11.8)	26(25.5)	15(14.7)	21(20.6)	19(18.6)	9 (8.8)	0.062
공구류 마모 등 정확성 체크	17(17.0)	19(19.0)	30(30.0)	6(6.0)	19(19.0)	9 (9.0)	0.002

* 괄호안은 비율(%)을 표시

3.2.4 계측환경의 중요도와 만족도

정밀측정을 실시하는 장소의 계측환경에 대한 중요성과 만족도를 평가한 결과는 <표 6>과 같다.

제품품질에 영향을 주는 정도가 높은 계측환경은 습도, 먼지, 온도 순이며, 생산현장의 환경 만족도는 조명, 전압안정도, 전자기 차폐시설 등 순으로 만족하고 있다. 그러나 소음·진동, 습도, 온도 등은 생산현장의 환경이 만족스럽지 못한 것으로 나타났다.

업종별로는 전자업종의 경우 제품에 영향을 주는 정도는 먼지, 전자기 차폐시설 등이 높은 반면에 생산 현장의 환경 만족도는 먼지, 온도, 습도가 만족스럽게 나타났다. 자동차 부품업종의 경우 제품에 영향을 주는 정도는 조명, 전압안정 등이 높은 반면에 생산 현장의 환경 만족도는 습도, 먼지, 조명이 만족스럽게 나타났다.

계측환경에 대한 만족도와 제품에 영향을 주는 정도를 적합도 검정한 결과 온도는 유의성이 없는 것으로 나타났는데, 자동차부품 업종은 유의성이 있는데 반해서 전자업종의 경우 적합도 검정한 결과가 0.778로 유의성이 없는 것으로 나타났다. 이는 온도가 제품에 민감하기 때문에 품질에 미치는 영향의 중요도는 높은 반면에 생산현장은 품질의 중요도 만큼 환경조건은 만족하지 않은 것으로 나타났다.

< 표 6 > 생산공정에서 정밀계측기의 환경조건

(단위 : 업체수)

구 분	제품품질에 영향을 주는 정도			생산현장의 환경조건 만족도			적합도 검정
	높 음	보 통	낮 음	만 족	보 통	불만족	
온 도	31 (30.4)	52 (49.0)	19 (18.6)	17 (16.5)	59 (57.3)	27 (26.2)	0.390
습 도	32 (32.0)	49 (49.0)	19 (19.0)	11 (10.8)	57 (55.9)	34 (33.3)	0.002
소음·진동	12 (12.1)	51 (51.5)	36 (36.4)	9 (9.0)	47 (47.0)	44 (44.0)	0.050
먼 지	30 (31.3)	38 (39.6)	28 (29.1)	23 (23.0)	54 (54.0)	23 (23.0)	0.001
전자기 차폐	6 (7.5)	40 (50.0)	34 (42.5)	21 (25.9)	45 (55.6)	15 (18.5)	0.003
전압안정도	21 (23.6)	42 (47.2)	26 (29.2)	25 (27.8)	62 (68.9)	3 (3.3)	0.001
조 명	24 (25.5)	51 (54.3)	19 (20.2)	31 (32.3)	56 (58.3)	9 (9.4)	0.001

* 괄호안은 비율(%)을 표시

3.2.5 교정검사 소요기간

산업체에서 현행 국가교정검사제도에 대한 만족도에 있어서 업체의 약 70%이상이

불만족스럽거나 개선이 필요한 것으로 보고 있다.

불만족에 대한 것은 교정 검사기간의 장기화, 교정기술 수준의 미흡, 서비스의 불편, 교정검사 수수료 등이 불만 요인으로 평가가 되고 있다.

교정검사을 실시하는데 소요되는 기간은 <표 8>과 같다. 계측기 교정검사기간이 3주일이상 소요되는 경우는 약 40.1%정도 차지하고 있으며, 어떤 경우는 1개월이상 소요되는 것도 있어 산업체에서는 교정검사에 대해 큰 불만요소로 나타나고 있다.

< 표 8 > 교정검사 실시 소요기간

구 분	-	3일	1주일	2주일	3주일	1개월	1개월 이상
업체수	110	17	27	22	19	17	8
비 율(%)	100	15.5	24.3	20.0	17.3	15.5	7.3

<표 7>은 계측기 불용기기를 나타낸 것으로 계측기 평균 불용기기율는 13.3%이며, 1개 업체당 계측기 총보유대수는 평균 80.8개정도, 불용기기 대수는 평균 약 10개정도로 나타나 이는 고가의 계측장비의 불용으로 인한 생산비 가중의 원인이 되고 있다.

< 표 7 > 계측기의 불용기기율

(단위 : 업체수)

불용율(%) / 업 종	0.0 - 4.9	5.0 - 9.9	10.0 - 14.9	15.0 - 19.9	20.0- 24.9	25 이상	합계	평균 불용율	업체당 총보유수	업체당 불용기수
전 체	14	15	12	4	5	13	63	13.3	80.8	10.0
전 자	8	11	4	2	0	6	31	11.4	69.7	8.3
자동차부품	2	3	7	2	4	6	24	16.9	83.9	12.8
기 타	4	1	1	0	1	1	8	10.0	114.4	7.8

* 불용기기율은 불용기기 수/ 총보유건수

4. 계측기 관리시스템 분석과 관리표준

본 장에서는 3장에서 실시한 국내의 계측수준 및 계측기 관리실태를 기초로 100PPM, ISO9000 등 품질인증을 위한 계측기 요구사항을 분석하여 효율적인 계측기 관리의 업무절차와 교정검사 운영방안을 제안한다.

4.1 품질인증에 따른 계측기 관리

4.1.1 100PPM 품질혁신의 계측기 관리

제품 100만개 중 100개미만의 불량품 발생을 목표로 품질관리를 추진하고 있는 100PPM에 있어서는 계측관리에 따른 항목의 구체적 요구 사항은 다음과 같다.

가) 시험검사 설비의 성능유지 관리규정
1) 검사, 계측 및 시험장비에 대한 관리규정이 명시되어야 한다.
2) 검사 및 시험설비의 구입 및 승인 절차의 규정화가 되어야 한다.
3) 품질시스템 유지에 필요한 시험검사 설비를 갖추고 항시 사용 상태로 관리되어야 한다.

나) 검사설비의 정밀·정확도를 유지하기 위한 교정검사 관리규정
1) 정밀 정확도를 유지하기 위한 교정관리 절차의 규정이 명시되어야 한다.
2) 시험검사 설비에 대한 점검표준이 규정되어야 한다.
3) 사내/외 교정검사 주기설정 및 연도계획을 수립하여 실시하여야 한다.
4) 교정검사 대상 시험설비가 아닌 것은 시험결과의 유효성을 평가하고 이를 문서화해야 한다.
5) 교정검사 결과에 대한 증빙문서 및 기록이 유지되어야 한다.
6) 정밀·정확도를 요구한 계측은 교정성적서에 기재된 기차를 보정하여 측정값을 산출하여야 한다.

다) 시험 검사설비의 설치장소에 대한 요구사항
1) 환경조건에 따라 교정검사 및 시험이 실시되고 유지 관리가 적합해야 한다.
2) 시험검사 설비의 교정상태를 표시하는 식별표시와 식별표시를 기록해야 한다.
3) 설비관리 대장을 작성하여 비치하여야 한다.
4) 취급, 보관, 보존 등에 관한 관리절차를 명시해야 한다.

4.1.2 ISO9000 인증의 계측기 관리

ISO9000 품질시스템 보증규격은 품질보증을 위해 시장조사, 개발, 설계, 원자재 조달, 생산, 시험, 인도, 애프터서비스 등 기업 활동의 모든 단계와 관련되는 업무를 체계적으로 모델화한 것이다.

ISO9000 품질시스템에서 검사, 계측 및 시험장비의 관리에 대한 요건사항은 다음과 같다.

가) 행해져야 할 측정항목 및 요구되는 정확도를 결정하여야 하고 필요한 정확도 및 정밀도를 갖춘 적절한 검사, 측정 및 시험장비를 선택하여야 한다.

나) 제품품질에 영향을 끼칠 수 있는 모든 검사, 측정 및 시험장비를 파악하고 규정된 주기로 교정하고 조정하여야 한다.

다) 검사, 계측 및 시험장비에 대한 교정 기록을 유지하여야 한다.

라) 검사, 계측 및 시험장비가 교정기준을 벗어났을 때 앞서 실시한 검사 및 시험결

과의 유효성을 평가하여 문서화되도록 해야 한다.

마) 환경조건이 수행되는 교정, 검사, 측정 및 시험에 적절하다는 것을 보장되어야 한다.

바) 검사, 계측 및 시험장비의 취급, 보존 및 보관의 정확도와 사용 적합성을 유지해야 한다.

사) 시험 하드웨어와 시험 소프트웨어를 포함하여 검사, 측정 및 시험장비의 교정 세팅을 무효화 할 수 있는 조정으로부터 보호되어야 한다.

4.2 계측기 운영을 위한 관리표준

4.2.1 효율적 계측기 운영방법

품질인증제도에 있어서 계측관리는 정부의 주도하에 품질관리의 일환으로 실시되어 왔으나, 실제 산업 현장에서 사용되는 계측기의 정밀 · 정확도 관리는 허술하며 구체적인 시스템이 마련되고 있지 못한 실정이다.

가) 인증업체 문제점

1) 공통적 사항

① 계측기 관리담당자가 지정되어 있지 않고, 계측기관리에 대한 교육이 부족하다.

② 계측장비의 불확도, 기능별 정확도 및 분해능력, 재현성 등 계측기 성능이 파악되어 있지 않다.

③ 사용조건, 사용빈도, 사용환경 등에 따라 계측기 관리범위가 충분히 고려되어 있지 않다.

2) 100PPM 업체

① 계측기관리의 책임과 권한이 불투명하다.

② 계측장비의 교정실과 교정 절차서가 확보되어 있지 않다.

③ 교정장비의 취급 및 보관방법에 따른 규정이 미흡하다.

④ 국가, 국제규격에 부합되는 표준 설정이 않되어 있다.

⑤ 계측기의 정밀도에 따른 사용구분이 되어 있지 않다.

⑥ 계측기의 측정범위가 미설정되어 있고, 적절한 범위에 따라 시행되고 있지 않다.

3) ISO9000인증 업체

① 교정 담당자의 교육이 부족하다.

② 교정절차서의 구체적 문서작성 부족과 시행을 하고 있지 않다.

③ 측정 불확도에 개념파악 없이 현장에서 사용하고 있다.

④ 계측관리시스템이 업체 실정을 고려하지 않는다.

나) 계측업무별 문제점과 대책

인증업체에서 발생하고 있는 계측기관리에 대한 문제점을 업무별로 분석하면 <표 9>와 같다.

< 표 9 > 계측기 업무별 문제점 및 대책

업무명	문 제 점	대 책
신규 구입	사용 부서와 구매 부서의 상호 의견 대립 1) 사용빈도에 의한 타부서의 일시 차용 2) 사내 유휴 계측설비의 사용가능성 3) 계측기의 기능 4) 계측설비의 정밀·정확도 5) 설비의 계량표준, 사내 소급성 여부 등	사용 부서 및 구매 부서 그리고 계측설비 관련자가 설비의 문제점을 고려하여 계측기술평가위원회(가칭)의 설치가 바람직 함
수입검사	수입검사자의 계측 전문지식 부족 - 하드웨어부문, 소프트웨어부문	
계측의 검·교정	1) 환경유지가 안되고 있음 (표준 온·습도) 2) 교정방법의 미숙 (계측기의 기초이론 부족)	1) 계측환경 유지에 투자가 필요. 2) 한국측정협회나 표준과학 연구소의 전문교육 양성기관이 필요
교정주기	1) 품질에 영향을 미치는 계측기 교정이 교정주기표에 일괄 운영 2) 국내·외에서 교정주기의 연구, 운영사례 미흡	측정 관련전문가의 양성 및 연구로 사내표준기들의 시간적 변화를 연구, 교정주기 설정이 필요
교정검사 실시	1) 전문인력 부족 (양성기관: 생산기술원 뿐임) 2) 국가표준절차서 개발 부족 3) 기준기 또는 표준기 확보 미흡	1) 전문대학에 정밀계측기학과 신설 2) 한국표준과학원, 측정기기협회, 기업에서 연구개발. 3) 경영자의 투자의지가 필요
교정검사 완료	1) 계측기의 필요성 인식이 부족 2) 정도관리의 보정값등 불확도 개념 없이 사용	사용부서 책임자는 사용자들의 교육이 필요
교정불량 처리	교정 불량인 경우는 무조건 폐기하고 신규 구입 의뢰	계측기의 정도등급 운영의 현실화가 필요
교정설정 봉인	계측기의 기차를 임의로 조정할 경우는 봉인하여야 하나 현장에서 봉인되지 않고 조정 사용	봉인이 대부분 형식적이며, 현장에서 임의로 조정하지 못하는 봉인지로 봉인.
계측설비 관리	정기점검등이 형식적임	계측설비부문은 계측설비 관리자가 감시토록 규정
계측설비 이상조치	사용부서에서 계측기 이상이 있는 경우 관련 부서에 업무 협조전을 띄우나, 긴급한 경우는 현장에서 예비지식 없이 조치하는 경우	사내계측관리 규정의 구체적운영 필요. 예) 용광로에서 온도 이상이 있을 경우 긴급조치 필요
계측설비 수리	현장에서 업무의 복잡성 때문에 계측관리 부서에 통보 않고 자체수리 후 그대로 사용	검·교정실의 예비 계측기보유가 필요.
계측설비 보관	표준기, 기준기의 보관이 환경에 맞지 않음 (표준 온습도)	경영자의 인식 및 투자가 필요한 부분

4.2.2 계측기관리의 표준절차

인증업체에서 계측기를 관리하는데 여러 가지 문제점과 대책을 고려하여 품질관리에 있어서 계측기 관리업무를 계측기 관리절차, 교정검사 및 점검 그리고 기타 필요한 사항을 고려하여 계측기의 관리표준를 제안하였다.

가) 계측기 관리절차
1) 계측기 소요 및 요구능력 파악
2) 계측기 구입 등록
3) 교정검사 또는 점검과 이를 나타내는 표시
4) 교정검사 또는 점검의 기록 유지
5) 부적합 계측기 처리

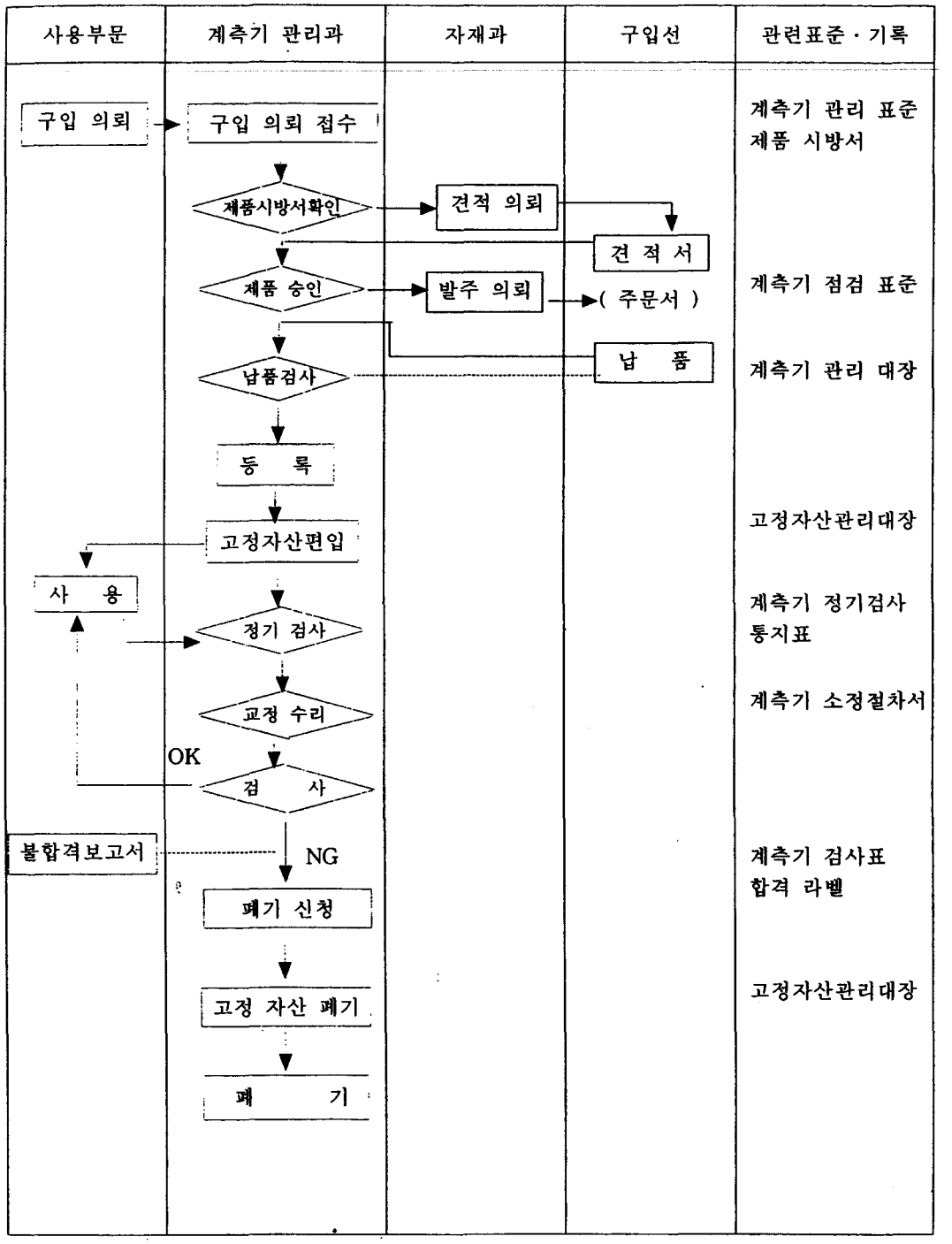
나) 계측기 사용 부서의 책임자 업무내용
1) 계측기 대장기록 보관 유지 및 설비의 정기점검을 실시
2) 설비의 신규구입, 폐기 개조에 대한 기준을 검토하고 추진
3) 설비의 외부점검 의뢰와 설비 점검기준 설정 및 관리
4) 설비의 수리 및 제작
5) 설비 사용방법 지도 등 기타 설비관리에 필요한 사항

다) 계측기 사용부서의 업무내용
1) 일일 사용전 · 후 점검
2) 설비의 운전, 사용 및 작업표준을 이행
3) 급유 계획에 따른 급유
4) 설비의 이상보고 및 점검기록표 작성
5) 설비 사용방법 습득 등 기타 설비의 사용에 관한 사항

라) 계측기 사용부서와 관리부서의 연관 업무내용
1) 설비의 정밀도 유지 및 유지국가 표준 소급성을 적응한다.
2) 검사설비의 검 · 교정 업무를 수행
3) 교정 검사실 운영 및 관리 유지
4) 사내 기준기 정도관리 유지
5) 교정검사주기 설정 및 관리
6) 계측설비의 정기점검 및 유지 보수
7) 계측설비 구매 및 폐기 등에 관한 사항

마) 교정검사 및 점검업무 내용
1) 교정검사 및 점검 절차서 준비
2) 주기에 따른 교정검사 및 점검의 실시
3) 교정검사, 점검 성적서의 작성
4) 표준기의 관리
5) 측정기 교정검사/점검기록의 유지 등에 관한 사항

이러한 업무는 계측기 관리부서의 주요 업무라고 할 수 있으며, <그림 1>은 계측기 관리의 업무절차를 흐름도로 나타내었다.



< 그림 1 > 계측기 관리 흐름도

4.2.3 교정주기 운영방안

효율적인 계측기의 운영에 있어서 가장 문제시되고 있는 것은 계측기의 교정검사로 계측기의 성능을 유지하기 위해서는 사용부서에서 교정주기에 따른 정기검사와 교정 수리 및 검사가 잘 이루어져야 할 것이다.

교정검사는 교정검사기관에 의뢰하거나 사내 교정검사실에서 자체적으로 실시하고 있다. 교정검사기관에 교정검사를 의뢰하면 교정수수료의 부담과 계측기 검사기간의 불가동시간이 길어지며, 사내 교정검사실에서 자체적으로 실시하면 자체 교정용 기준기를 구입하여야 하므로 계측기에 대한 설비투자 비용이 많아진다는 단점이 발생한다.

교정대상용 계측기는 독립형 계측기와 설비용 계측기로 크게 2가지 형태로 분류된다. 독립형 계측기는 산업현장에 비치하여 사용중인 계측기로 전체 사용 계측기의 20~30% 정도를 차지하며, 계측기의 특징은 원재료, 반제품, 제품의 품질을 확보하기 위한 수단과 신제품 개발, 제품 연구 및 설계에 사용된다. 설비용 계측기는 제품의 프로세스인 공정관리를 위한 계측으로 활용되며, 전체 사용 계측기의 70~80% 정도를 차지한다. 독립형 계측기보다 설비형 계측기가 차지하는 비율이 크기 때문에 설비형 계측기의 정확한 관리가 필요하다.

계측기들을 주기적으로 교정하는 이유는 1) 재료의 특성, 온도, 습도 등의 변화, 2) 기계적, 전기적, 화학적 등의 충격, 3) 반복 사용에 의한 노후나 마모 등으로 계측오차가 발생한다. 이러한 계측기의 오차와 계측 불확도는 시간이 경과함에 따라 지속적으로 증가하기 때문에 계측기들은 주기적으로 교정되어야 한다.

교정검사의 주기관리를 위한 기본적인 요구사항은 1) 주기의 조정 근거가 되는 교정검사 이력데이터의 확보, 2) 보유하고 있는 계측기의 교정검사는 주기에 따라 교정검사가 실시되어야 한다. 그러나 우리나라 산업체의 교정검사 대상기기에 대한 교정검사 실시율은 '94년도에 64.5%로서 당연히 교정검사를 받어야 할 계측기의 35.5%가 교정검사를 받지 않은 상태에서 그대로 사용하고 있어 교정검사 실시율이 극히 부진한 상태이다. 실제 현장에서 사용되고 있는 계측기는 15~20%정도가 표준치에서 어긋나고 있으며, 5~8%정도는 보관 및 취급의 잘못으로 인해서 교정기의 폐기 및 수리 대상이 되고 있다. 그 나머지 대상인 12~15%정도는 법정 교정주기보다 단축된 교정주기를 설정한다면 정밀 · 정확도의 계측이 가능할 수 있다.

실제적으로 계측기의 정확도에 대한 요건은 사용목적에 따른 허용공차로 정의될 수 있으며, 이러한 허용공차는 사용자가 제각기 다르게 설정하여야 하기 때문에 어떠한 계측기는 반드시 어떤 크기의 허용공차를 유지해야 한다고 할 수는 없기 때문에 교정검사 주기는 사용자의 목적에 따라 다르게 설정되고 관리해야 한다. 또한 생산조건이나 습도, 먼지, 진동 등 환경이 다양하고 열악함으로 사용빈도나 환경조건에 따라 실측에 의해서 교정주기를 설정해야 한다.

계측기 교정주기는 사용자의 목적에 따라 다르게 설정하고 관리되어야 하며, 특히 설비용계측기는 사용빈도나 환경조건에 따라 계측기의 허용오차가 크게 발생함으로 교정주기를 단축하여 실시하거나 실측에 의해서 교정주기를 설정해야 한다.

5. 결론

본 연구는 제품의 품질향상과 불량율 감소와 직결되는 계측기 관리의 실태를 분석하고, 이를 효율적으로 운영하기 위한 계측기 관리절차와 탄력적인 교정검사를 실시하기 위한 방안을 제시하였다.

대부분의 KS표시 획득업체, 100PPM인증업체, ISO9000 인증업체들의 공통의 문제점은 계측기 관리규정에 따른 관리가 이루어지지 않고 있다는 점이다. 품질경영의 기초는 계측기 관리라는 사실을 경영자들이 인식하지 못함에 따라 계측기 관리인력의 전문지식 부족, 계측기의 사용조건, 빈도, 환경 등이 고려되지 않은 상태에서 계측기 교정주기설정, 특히 자체수리 및 외부수리 후 검·교정없이 현장에서 직접 사용하는 등 계측기에 대한 관리가 충분히 이루어지지 않고 있다.

따라서 우리나라 기업의 계측기 관리수준은 매우 낮은 단계에 머무르고 있으며, 기업들이 양질의 제품을 생산하기 위해서는 규정에 따른 계측기 관리의 시행, 경영자의 계측기 관리에 대한 투자, 계측기 관리기술에 대한 전문인력 확보 및 교육, 사용빈도나 환경조건에 따라 교정주기설정, 계측기 관리에 대한 지속적인 연구개발로 질적 향상도모, 이밖에 계측기술의 향상에 필요한 노력을 끊임없이 경주하여야 할 것이다.

참고문헌

[1] 고종섭(1984), "측정오차가 증가하는 자동계측기의 최적 교정시기 결정에 관한 연구," 「 한국품질관리학회지」, 12권 2호, pp. 33-36.

[2] 김동진외(1995) "한국산업의 정밀측정기술 선진화 방안 연구," 「KRISS-95-142-IR」, pp. 95-135.

[3] 김동진외(1996), "한국 중소기업의 품질경쟁력 강화 방안 연구," 「KRISS-96-115-IR」, pp. 2-19.

[4] 김동진외(1996), "KS규격과 정부규격 통일화 조사," 「KRISS-96-122-IR」, pp. 9-15.

[5] 백재욱, 조남진(1996) "계측기능력분석과 실험계획법," 「한국품질경영학회지」, 24권, 3호, pp. 145-159.

[6] 안동찬, 암기철(1997), "ISO 9000시리즈와 측정시험 업무관리," 「KRISS-94-117」, pp. 8-21.

[7] 안종찬(1992), "중소기업 계측관리 실태조사 보고서," 「KRISS-92-132-SP」, pp. 166-173.

[8] Castrup H.(1988), "A Calibration Interval Analysis System Case Study," Proc. NCSL. Workshop & Symposium, pp. 14-18.

[9] Jackson D., Ferling J., Castrup H.(1986), "Concept Analysis for Serial Number

Based Calibration Intervals," Proc. Meas.Sic.Conf.(Irvine), pp. 23-24.

[10] Jackson D., Castrup H.(1987), "Reliability Analysis Methods for Calibration Intervals: Analysis of Type Ⅲ Censored Data," Proc. NCSL. Workshop & Symposium, pp. 12-16.