

제 출 문

본 보고서를 「유선 및 무선분야 지정시험기관 비교속련도 도입 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003. 12. 29.

연구책임자 : 김태용 (구미1대학)

연 구 원 : 배장근 (구미1대학)

박태식 (구미1대학)

허봉재 ((주) HCT)

서동환 (경북대학교)

조규보 (경북대학교)

연구보조원 : 윤경호 (경북대학교)

요 약 문

1. 과제명: 유선 및 무선분야 지정시험기관 비교숙련도 도입연구
2. 연구 기간 : 2003. 2. 1. ~ 2003. 12. 31.
3. 연구책임자 : 구미1대학 김태용
4. 계획 대 진도

가. 월별 추진내용

세부연구내용	연구자	월별 추진일정												비 고
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
주요국가의 숙련도 운영프로그램 조사 및 분석	김태용 배장근 박태식 허봉재	—	—	—	—	—								
숙련도 운영의 전문화 및 객관성 유지를 위한 숙련도 운영위원회 구성 및 운영	김태용 배장근 박태식 허봉재		.....			.....			.....		.....
유·무선분야 비교숙련도 수행방법 및 절차서 개발	김태용 배장근 박태식	.....	.....	.....	.....	.....			
시험기관 대상 모의시험 실시 및 분석	배장근 박태식 허봉재 대학원생					.....	.....	.....			
유·무선기기에 대한 비교숙련도시험 운영요령안개발	김태용 배장근 박태식								.....	.....	.....	.....
국내실정에 적합한 시험기관 현장평가서 개발	김태용 배장근 박태식								.....	.....	.....	.....
국내 정보통신지정시험기관 관련규정 영문화	배장근 박태식 대학원생			.....				.....				.....
분기별 수행진도 (%)		100%		100%		100%		100%		100%		100%		

나. 세부 과제별 추진사항

1) 주요국가의 숙련도 운영프로그램 조사 및 분석

국제적인 시험기구에서 수행하고 있는 숙련도시험기구의 기준 및 실행사례에 대한 자료조사를 수행하였으며, 이를 위해 해외 출장을 통해 관련 자료를 입수 분석하여 숙련도시험 운영도입 연구를 위한 기초내용을 도출하였다.

2) 숙련도 운영위원회 구성 및 운영

유선 및 무선분야 지정시험기관의 실무책임자로 구성된 운영위원회를 구성하여, 분기별 주제발표와 질의를 통해 시험시료 선정, 모의시험 실시방법 및 시험결과를 분석하였다.

3) 유선 및 무선분야 비교숙련도 수행방법 및 절차서 개발

숙련도시험 운영회의에서 선택된 시료에 대해 비교숙련도 수행기법에 대해 분석하였고, 시료의 안정성시험과 성능평가 기법을 조사 분석하였다. 또한, 숙련도시험에 사용하게 될 시험절차서를 개발하였다.

4) 지정시험기관 모의시험 실시 및 분석

정보통신부 전파연구소와 숙련도 운영위원회의 협조 하에 유선 및 무선 분야 지정시험기관을 대상으로 각각 비교숙련도 시험을 실시하였다. 시험결과를 수령하여 통계 처리를 하여 참가시험소에 결과를 통보하고 성능기준에 미치지 못하는 시험소에 대해 원인 분석을 실시하였다.

5) 숙련도시험 운영안 및 현장평가서 개발

각 시험소에서 시험결과를 분석하고 그 문제점을 보완하여 국내실정에 적합한 지정시험기관 비교숙련도 시험 운영안을 개발하였다. 또한, 외국의 시험기관 평가서 분석하여 국내 실정

에 맞는 현장평가서를 개발 제안하였다

- 6) 국내 정보통신 지정시험기관 관련규정 영문화
NIST에서 발간된 NVLAP의 “Electromagnetic Compatibility and Telecommunications” 내용 및 유럽통신표준연구소(ETSI)의 EN 300 328 V1.4.1(2003-04)을 번역하였다.

5. 연구결과

1) 숙련도 운영프로그램 분석

숙련도시험을 실행하고 있는 대부분의 국가에서 표준안으로 채택하고 있는 ISO/IEC Guide 43의 1부 “숙련도 시험기구의 개발 및 운용”과 관련하여 참가시험소의 결정, 시료의 선택과 발송, 시험결과 수령, 통계처리 및 개선조치 등에 관한 기법을 분석하였다. 또한, Guide 43의 2부 “시험소 인정기구에 의한 숙련도 시험기구의 선택 및 사용”에서는 전파연구소에서 숙련도 시험기구를 운용하는 경우 고려해야 할 정책사항을 연구 분석하였다. 또한, APLAC, 호주, 캐나다, 일본 및 싱가포르에서 운용하고 있는 비교숙련도 시험 사례를 비교분석하였다.

2) 유선 및 무선 분야 시료선정

국제 기준에서 정한 바와 같이 지정시험기관에서 일상적으로 시험되는 품목으로서 시험절차 및 시스템 이해 등 접근이 용이하고 숙련도 시험을 수행하는 전 과정에 대해 성능저하나 변화가 적다고 판단한, 유선전화기와 외장형 무선 LAN 시스템이 시험시료로 선정하였다.

3) 시료의 안정성 시험 및 성능평가 기준마련

선정된 시료에 대해 안정성시험을 수행하는 기법을 제시하였으며, 유선분야의 시험항목인 음성대역 신호전력, 횡전압평형도, 온혹 임피던스 및 온혹 신호요구조건과, 무선분야의 시험항목인 주파수허용편차, 전력밀도허용편차, 점유주파수 대폭, 불요발사 및 수신시 발사되는 부차적 전파의 세기에 대해 안정도를 분석하여 모의시험 결과 평가에 적용하였다.

또한, 시험소 성능평가에 사용되는 기법을 분석한 결과 전실 z 점수 통계기법이 적합하며 이에 대한 분석을 수행하였다.

4) 시험절차서 개발

유선전화기에 대한 시험절차는 정보통신부 고시 “단말장치 기술기준”을 시험기준으로 하였으며, 무선분야의 시험절차는 전파통신 기술협회의 “2,400~2,483.5MHz 및 5,725~5,825MHz 주파수대의 Direct sequence spread spectrum 방식을 사용하는 무선통신장비의 RF측정방법의 권고안”을 시험기준으로 시험절차서를 개발하였다.

5) 지정시험기관 모의시험 실시 및 분석

정보통신부 전파연구소와 숙련도 운영위원회의 협조 하에 유선 및 무선 분야 지정시험기관을 대상으로 각각 비교숙련도 시험을 실시하였다. 유선분야의 경우 5개 기관이 참여하여 4개 기관이 이상값을 산출하였으며, 무선분야의 경우 9개 기관이 참여하였으나 이상값은 도출되지 않았다. 또한, 이상값을 산출한 시험기관에 대해 원인을 분석하였으며, 이를 바탕으로 숙련도시험 대상항목을 조정하였다.

6) 숙련도시험 운영안 및 현장평가서 개발

유선 및 무선분야 숙련도시험운영안을 MRA를 대비하여 ISO/IEC Guide 43과 모의시험 결과분석 및 숙련도운영위원회의 의견을 참조하여 개발하였다.

또한, 유선 및 무선분야 시험기관의 지정을 위해 현장평가를 할 경우 객관적이고 기술적인 평가기준을 마련하기 위해 국제 기준을 분석하여 현장평가서를 제시하였다. 유선 분야는 NVLAP 핸드북 150-11을 기준으로 하였으며, 무선 분야는 국내기술기준 및 유럽통신표준연구소(ETSI)의 EN 300 328 V1.4.1(2003-04)을 기준으로 개발하였다.

6. 기대효과

- 비교숙련도시험을 국내 지정시험기관의 지정 및 관리에 도입함으로써 자체 시험능력의 상향 평준화를 유도하고, 국가 간 상호인정(MRA)의 대비 및 원활한 추진
- 지정시험기관의 내부 품질관리시스템의 정착화로 대외적인 신뢰도 향상으로 국가 위상 제고

7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유 현황	확보 방안	비고
Telephone unit tester	-24~0dBm 0.1~70M	1set	DP신호, PB신호, 직류 저항, 정전용량 및 임피던스 측정	유	-	유선 전화기 안정도 시험
Telephone line measuring set	0~40dB, 0~-21dBm	1set	Return loss, 불요방출 레벨, 누화 감쇄량측정	유	-	

Longitudinal balance test set	10~100dB	1set	단/쌍 단자망의 평형도 측정	유	-	유선 전화기 안정도 시험
Telephone analyzer	side tone, return loss	1set	송수신 및 side tone, 왜곡 측정	유	-	
A u d i o analyzer	10~200kHz	1set	AC/DC레벨, 왜곡, SINAD, S/N 측정	유	-	
Telephone unit tester	-24~0dBm 0.1~70M	1set	DP신호, PB신호, 직류 저항, 정전용량 및 임피던스 측정	유	-	
Telephone line measuring set	0~40dB, 0~-21dBm	1set	Return loss, 불요방출 레벨, 누화 감쇄량 측정	유	-	
Longitudinal balance test set	10~100dB	1set	단/쌍 단자망의 평형도 측정	유	-	
Telephone analyzer	side tone, return loss	1set	송수신 및 side tone, 왜곡 측정	유	-	
A u d i o analyzer	10~200kHz	1set	AC/DC레벨, 왜곡, SINAD, S/N 측정	유	-	
A c t i v e Filter	3Hz~2MHz	1set	정해진 주파수 신호 선택	유	-	유선 전화기 안정도 시험
Digital service longitudinal balance	FCC 68.310	1set	디지털 서비스를 사용하는 단말 장치의 평형도 분석	유	-	
주파수 및 변조 분석기	100Hz ~ 26.5GHz	1set	채널 및 전체 전력 측정, 인접 채널 누설 전력 측정, 의사 방출 측정	유	-	무선 L A N system 안정도 시험
다기능 전원 공급기	AC 300V, DC 428V	1set	안정된 직류 및 교류 전원 공급	유	-	

8. 기타사항

본 연구결과는 국내의 유선 및 무선분야 지정시험기관을 대상으로 시행하게 될 숙련도시험 운영안의 개발을 목적으로 하는 연구로서, 시험에 사용될 시료의 선택, 모의시험의 수행, 결과의 평가와 미비점 보완 등 지정시험기관의 적극적인 참여와 전파연구소의 협조로 이루어졌다. 또한, 지정시험기관들은 숙련도향상을 위해 기존 시험방법에 대한 합동시험 및 새로운 시험방법에 대한 세미나 실시 등 지정시험기관 “기술운영위원회”의 구성을 제안하였다.

SUMMARY

In this study, we have developed a proficiency testing program based on ISO/IEC 43-1 in order to apply and assess the radio and telecommunication Designated Testing Laboratories of Korea. This program includes test procedure, the evaluation techniques of test samples, and performance evaluation criteria of laboratories.

Our selected test items which are generally similar to those routinely tested by Designated Testing Laboratories were a telephone set and a wireless LAN system. The stability test of these items was performed by the analysis of equality for the variance and means using F test and two sample t of test values, which are obtained from the samples at the beginning and end of the proficiency test period.

To analyze test data reported from participant laboratories, and evaluate validity of proficiency testing schemes, robust statistical techniques were used in accordance with ISO/IEC guide 43-1 by the calculation of robust z-score.

Four laboratories of the five Designated Testing Laboratories of telecommunication division reported the unsatisfactory results of outlier($|z| \geq 3$), stemming from the misunderstanding of test procedure, measurement method, and test condition. These facts can be removed by suggesting accurate test method and

procedure. When the application of robust z-score due to the small sample size has constraint, it can be solved by ISO guide 5725-2 techniques such as Grubb's test. Also two laboratories of nine Designated Testing Laboratories of radio division indicated questionable results($2 < |z| < 3$). The reason is result of statistical characteristics of the small variance of test data. By applying both measurement uncertainty of the test item and robust z-score, this problem can be eliminated.

From the results of simulation test and opinion of committee of proficiency test working group, we have suggested a proficiency test program and on-site assessment checklist to evaluate radio and telecommunication Designated Testing Laboratory referring to NIST handbook 150-11 of electromagnetic compatibility and telecommunications and ETSI EN 300 328 of electromagnetic compatibility and radio spectrum matters.

By the application of this proficiency test program to the Designated Testing Laboratory, it can be expected to improve the performance of individual laboratory for tests, identify problems in laboratories, and initiate remedial actions.

목 차

표 목 차	13
그림목차	13
제 I 장 서 론	14
제 II 장 주요국가의 숙련도 운영프로그램	16
제 1절 시험소인정기구에 의한 숙련도 시험기구의 선택과 사용	16
제 2절 숙련도 시험기구의 개발 및 운용	22
제 3절 숙련도 시험기구	29
제 III 장 숙련도시험 평가 절차	42
제 1절 할당값과 불확도의 결정	42
제 2절 통계 설계	44
제 IV 장 시료의 안정성 시험기법과 시험절차서	59
제 1절 시료의 선정	59
제 2절 안정성 시험기법	60
제 3절 시험절차서	69
제 V 장 모의시험 및 결과분석	70
제 1절 안정도 시험	70

제 2절 모의시험 및 결과	72
제 3절 원인분석 및 대책	75
제 VI장 현장평가서	82
제 1절 유선분야 현장평가서	82
제 2절 무선분야 현장평가서	97
제 VII장 숙련도시험 프로그램 운영(안)	112
제 VIII장 결론	123
참 고 문 헌	125
부 록	127
1. 통계표	128
2. 유선분야 비교숙련도 수행프로그램	134
3. 무선분야 비교숙련도 수행프로그램	162
4. 숙련도시험 예비보고서 양식	185
5. 유선분야 시료 안정도 평가	187
6. 무선분야 시료 안정도 평가	213
7. 유선분야 모의시험 통계분석 결과	215
8. 무선분야 모의시험 통계분석 결과	268

표 목 차

표 3-1 Dixon 시험에서의 표본 통계값	56
표 5-1 유선분야 안정도 시험결과	71
표 5-2 유선분야 이상값 산출기관	73
표 5-3 유선분야 의심값 산출기관	73
표 5-4 무선분야 의심값 산출기관	75
표 5-5 무선분야 불확도	80
표 6-1 스푸리어스 발사측정주파수범위	102

그 림 목 차

그림 2-1 숙련도 시험 절차	16
------------------------	----

제 I 장 서 론

최근 정보통신기술의 급속한 발전과 글로벌 경제체제로 인한 국제 통상환경에 효율적으로 대처하기 위해 각 국에서는 정보통신기기에 대해 세계 표준화 기구들과 상호 연계하여 표준화 및 관리 제도를 제정하여 시행하고 있다. 정보통신부 전파연구소에서는 유선, 무선 및 전자파 적합성(EMC)에 대한 정보통신기기 시험기관 지정 및 사후관리에 대한 제도를 통해 시험기관의 효율적인 지정 및 관리업무를 수행하고 있다.

대부분의 국가에서는 개개의 인정시험기관의 시험성능을 결정하기 위해 특정한 시험품에 대해 시험소간 비교숙련도시험을 정기적으로 실시하고 있으며, 비교숙련도시험의 참가를 의무화하고 있다. 이 경우 숙련도시험의 기준은 ISO/IEC 지침 43에 의거하여 시험소의 시험능력의 전체적인 평가의 한 부분으로서 숙련도시험을 사용하고 있으며, 인정의 한 부분으로 요구되는 곳에서는 숙련도시험은 기술전문가에 의한 시험소 현장평가를 보충하며 인정 결정과정을 지원하는 정보를 제공한다. 또한, 인정된 시험소들이 발행한 인증서의 동일성과 인정기구들의 운용의 동일성에 기초하여 상호인증의 상태에 도달하고 국가의 시험서비스 간에 상호신뢰를 유지하고 구축하기 위해 아시아태평양시험소인정기구(APLAC), 유럽인정기구협력체(EA), 국제시험소인정기구(ILAC) 등에서는 시험소간 비교 시험을 시행하고 있다. 이는 지역 내에서 공통의 고수준의 시험성능을 확립하는데 도움을 주며 시험 인정기구들 간에 노하우를 제공한다.

국내에서도 비교숙련도시험의 추진을 위해 2001년에서 2002년까지 전파연구소 이천 분소에서 EMI에 대해 국내 지정시험기관을 대상으로 EMI에 대한 시험 절차서를 마련하여 숙련도시험을 실시하였으며 세부 운영 안을 마련하였다. 그러나 유선 및 무선분야의 경우 숙련도시험 절차서, 통계처리방법 등 세부운영기준이 마련되지 않아 전면시행에는 한계가 있다.

본 연구에서는 국내의 유선 및 무선분야 지정시험기관을 대상으로 비교숙련도 시험을 실시하기 위해 국제기준에 적합한 비교숙련도 운영 방안을 개발하고자 한다.

이를 위해 먼저 숙련도시험과 관련된 국제기준과 각국의 숙련도 시험사례를 분석하고 국제 표준인 ISO/IEC Guide 43의 규정을 중심으로 숙련도 시험기구의 개발 및 운용과 관련된 사항을 조사 분석한다. 다음으로는 비교숙련도 시험기구에 적용되는 평가절차에 관한 분석을 위해 ISO/IEC 지침서43과 NATA(호주) 숙련도비교시험 평가절차를 중심으로 분석한다.

또한, 숙련도시험에 사용될 유선 및 무선분야에 대한 시료선정과 시료의 안정성시험 및 지정시험기관을 대상으로 시행하게 될 시험절차서를 개발하여 지정시험기관을 대상으로 모의시험을 수행하고 그 결과를 분석함으로써 선정된 숙련도시험에 대한 적합성을 검정하고 문제점을 도출하고자 한다. 이의 원활한 추진을 위해 유선 및 무선분야 지정시험기관의 실무책임자로 구성된 운영위원회를 구성하여, 분기별 주제발표와 질의를 통해 지정시험기관의 측정기술의 향상 및 상호협력 확립에 기여할 수 있게 한다.

끝으로 유선 및 무선분야의 비교숙련도 시험기구의 도입을 위해 국제기준을 만족하면서 한국 실정에 적합한 숙련도시험 운영안과 현장 평가서를 개발하여 시험소간의 측정수행 능력 및 측정의 정확성여부를 평가함으로써 자체 시험능력의 상향 평준화를 유도하고, 국가 간에 상호인정의 원활한 추진을 꾀하고자 한다.

제 II 장 주요국가의 숙련도 운영프로그램

숙련도 시험기구(Proficiency testing scheme)를 운영하고 있는 주요 국가의 대부분은 ISO/IEC 17025에 근거하여 교정 및 시험을 시행하고 있다. 또한, 이들 국가에서는 숙련도 시험기구를 제공하는 자의 자격 요건을 ISO/IEC Guide 43의 규정을 표준으로 채택하고 있다. 따라서 이 장에서는 ISO/IEC Guide 43의 1부 숙련도 시험기구의 개발 및 운용 (Development and operation of proficiency testing schemes)과 2부 시험소 인정기구에 의한 숙련도 시험기구의 선택 및 사용 (Selection and use of proficiency testing schemes by laboratory accreditation bodies)과 호주, 캐나다, 일본 등이 운영하고 있는 비교숙련도 시험 사례를 중심으로 요약 분석한다.

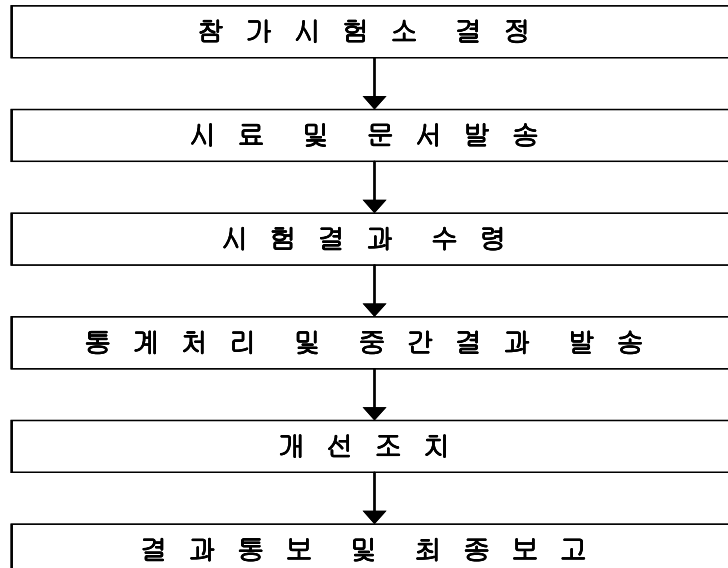


그림 2-1. 숙련도 시험 절차

일반적으로 숙련도 시험 절차는 그림 2-1과 같은데, 먼저 참가 시험소

를 결정하여 수행될 숙련도 시험의 의도, 시료형태, 일정 및 참가비를 포함하는 의향서와 시험절차서를 비롯한 지시서와 함께 시료를 참가시험소에 발송한다. 시험소는 정해진 절차에 의해 시험을 수행한 후 정해진 형식의 결과보고를 숙련도 시험기구에 제출한다. 숙련도 시험기구는 수집된 결과를 바탕으로 통계처리를 통한 합의값(consensus value)을 기초로 중간보고서를 작성하여 각 참가시험소에 결과를 발송하여 합의값과 일치하는 지를 점검하게 한다. 이 때 이상값(outlier)을 낸 시험소는 원인분석과 성능 개선과 관련된 조치를 하여야 한다. 개선조치에 대한 회신을 검토하여 최종적인 결과를 통보하고, 조치가 미흡한 시험소에 대해서는 추가적인 조치를 실시한다.

제 1절 시험소인정기구에 의한 숙련도 시험기구의 선택과 사용

이 절에서는 시험소인정기구가 국제 기준에 적합한 숙련도 시험기구를 조직하여 참가시험소를 대상으로 숙련도시험을 시행하여 성능평가 및 조치사항에 관한 정책적인 내용을 포함한다. 이를 위해 국제기준인 ISO/IEC Guide43 part II를 중심으로 분석한다.

1. 범위

ISO/IEC Guide 43의 “숙련도 시험기구의 선택과 사용”의 목적은 시험소인정 프로그램(laboratory accreditation program)에의 사용을 위한 숙련도 시험기구의 선택을 위한 방침을 확립하고, 시험소인정기구에 의한 숙련도 시험기구의 결과사용을 조화롭게 하는데 도움을 주기 위한 것이다. 여기에서는 시험소들이 기술적으로 적합한 지를 평가하는 시험소 인정기구들이 숙련도 시험 기구를 어떻게 선택하고 사용해야 할 것인가를 기술하고 있다.

숙련도 시험기구로부터의 결과가 인정(creditation)결정에 이용될

수 있는 만큼 인정기구와 참가시험소들은 기구의 설계와 실행에 신뢰를 가지게 하는 것이 중요하다. 참가시험소들과 시험소인정 평가자들은 그러한 기구 참가에 대해 인정기구의 정책, 숙련도 시험기구의 성공적인 성능을 판정하는데 사용하는 기준과 숙련도 시험으로부터의 불만족한 결과의 시정조치와 정책을 명백하게 이해하는 것이 중요하다.

하지만, 시험소 인정기구와 평가자들은 숙련도 시험기구와 다른 활동으로부터 산출된 시험결과의 적합성을 고려할 수 있다는 점을 인식해야 한다. 이는 시험소 자체 품질관리절차의 결과, 다른 시험소들로부터 분리-시료(split-sample) 데이터 및 비교, 인증된 기준물질에 의한 감사 시험 성능 등을 포함한다. 시험소 인정기구에 의한 이들 자료로부터의 데이터 사용은 ISO/IEC Guide 43의 이 부분에 기술되어 있지 않다. 하지만, 만족스럽지 못한 성능의 개선에 대한 지침은 ISO/IEC Guide 43에 있으며 이들 활동에 적용할 수 있다.

2. 숙련도 시험기구의 선택

가. 일반사항

시험소인정을 목적으로 시험소의 자질을 평가하는데 도움을 주기 위해, 인정기구는 ISO/IEC Guide 43-1에 기술된 지침서를 따라 숙련도 시험기구를 사용해야 한다. 숙련도 시험기구가 시험소 인정기구에 의해 운용되면, ISO/IEC Guide 43-1을 따라 주기적으로 자체 기구를 검토하고 감사해야 한다. 또한, 시험소 인정기구에 의해 사용된 숙련도 시험기구가 다른 조직에 의해 운용되면, 시험소인정기구는 도급된 기구가 ISO/IEC Guide 43-1을 따르는 지에 대한 문서상의 증거를 확보해야 한다.

나. 숙련도 시험기구 선택시 고려사항

숙련도 시험기구를 선택함에 있어, 다음 요소들이 시험소인정기구에 의해 고려되어 져야 한다. 또한, 시험소 인정기구에 의한 특정한 숙

련도 시험기구의 선택은 인정기구의 자격이 있는 사람에 의해 감독되고 공인되어 져야 한다.

- (1) 관련 시험, 측정 및 조정은 참가를 제안한 인정시험소들이나 신청자에 의해 수행된 시험, 측정 혹은 조정의 형태와 필적해야 한다.
- (2) 인정된 시험소와 합의하여, 인정기구는 기구설계의 상세한 사항, 할당값의 확립 절차, 참가자들에 대한 지시서, 데이터의 통계처리와 각 선택된 숙련도 시험으로부터의 최종보고서와 더불어 인정된 참가자들의 결과를 다루어야 한다.
- (3) 기구의 실행 빈도
- (4) 기구 제안과 관련된 인정시험소들의 그룹과 관련하여 시기, 위치, 시료의 안정성고려, 배분조정과 같은 기구의 조직적인 병참(logistics)의 적합성
- (5) 참가시험소의 성능 합격기준의 효용성
- (6) 선택된 기구의 비용
- (7) 참가시험소의 보안유지에 관한 기구의 정책
- (8) 결과 보고에 대한 일정표
- (9) 균일성, 안정성 및 국가나 국제 표준에의 소급성과 같은 특성에 대해 기구에 의해 사용된 시험물질 및 측정물질의 안정성에 있어서의 신뢰성

3. 숙련도 시험기구에 있어 참가 방침

가. 일반사항

시험소인정기구들은 인정 및 신청 시험소들의 숙련도 시험 참가에 관한 방침을 문서화해야 한다. 그러한 문서화된 방침은 시험소나 다른 관심 있는 집단이 공개적으로 이용할 수 있도록 해야 한다.

나. 참가방침

참가 방침과 관련한 사항은 다음을 포함한다.

- (1) 특정 숙련도 시험기구의 참가가 의무적인지 자발적인 지에 관한 사항
- (2) 시험소들이 숙련도 시험기구에 참가하게 될 빈도
- (3) 특정한 기구에서의 시험소 인정기구가 사용한 성능 합격 기준
- (4) 특정기구에서 성능이 불합격한 경우, 사후검토키구에의 참가 여부
- (5) 숙련도 시험결과가 인정 결정에 어떻게 사용될 것인지에 관한 사항
- (6) 참가자들의 기밀유지와 관련된 시험소 인정기구의 방침에 관한 세부사항

4. 시험소인정기구에 의한 시험결과의 사용

가. 일반

숙련도 시험기구로부터의 결과는 참가시험소와 인정기구 모두에게 유용하다. 하지만, 시험능력을 결정하기 위해 그러한 결과를 사용하는 데는 제약이 있다. 특정한 기구에서 성공적인 성능을 보인다는 것은 시험능력이 있다는 증거이지만, 현재의 능력을 반영하지는 않는다. 마찬가지로 특정기구에서 성공적이지 못한 결과를 나타내는 것은 시험소의 정상적인 능력으로부터 무작위적인 이탈일 수도 있다. 이러한 이유로 시험소인정기관은 숙련도 시험 자체만으로 인정을 판단할 수 없다.

나. 교정

시험소가 특정기구에 대해 수용기준 밖의 결과를 제시하면, 시험소 인정기구는 그러한 결과에 영향을 미친 절차에 대한 조사연구를 수행해야 한다.

그러한 절차는 결과의 초기 보고시 시험소에 권유하여 성능에 관한 의견과 조사보고를 하는 행위가 포함한다. 어떤 시험기구의 경우는 끝내는데 까지 많은 시간이 걸릴 수 있는데 특히, 동일한 시험품목을 순차적으로 제공받아 시행하는 시험이나 측정 혹은 조정인 경우가 그러하다. 이 경우 보고된 결과가 만족스럽지 못한 시험소들에게는 성능에 관

해 중간보고서를 제공하는 것이 바람직하다. 이는 기구로부터 최종보고서를 발행할 때까지 기다림이 없이 조사 및 종속적인 교정행위가 신속하게 처리될 수 있기 때문이다.

다. 결과에 대한 방침

시험소의 결과보고가 만족스럽지 못한 경우에 대해서는 시험소인정 기구는 다음 방침을 가지고 있어야 한다.

- (1) 합의 시간 내에 성능에 관한 의견과 조사
- (2) 필요시, 시험소에 의해 취해진 교정행위가 유효하다는 사실을 확인하기 위해 시험소는 차후의 숙련도 시험을 수행
- (3) 필요시, 교정행위가 유효한 지를 확인하기 위해 적절한 기술적인 평가자에 의해 시험소의 현장평가를 시행

라. 조치

시험소인정기구는 숙련도 시험기구에서 만족스럽지 못한 성능을 제시한 시험소에게 조치를 취해야 한다. 이는 합의된 시간 내에 성공적인 교정으로 계속적인 인정을 유지하는 것에서부터 관련시험의 일시적인 중지, 관련시험에 대한 인정 철회까지 포함될 수 있다. 정상적으로, 시험소인정기구가 취할 수 있는 선택권은 시험소의 정해진 기간에 걸친 성능 이력과 최근의 현장평가에 의지한다.

마. 결과보존

시험소인정기구는 숙련도 시험기구에서 참가시험소에 대한 시험소의 성능에 관한 기록을 보존하고 기술적인 평가자에 의한 현장평가에 이용할 수 있도록 하는 절차를 가지고 있어야 한다.

또한, 시험소인정기구는 특히 만족스럽지 못한 성능을 낸 시험소에 대해 숙련도 시험기구의 결과로부터 취해진 행위에 대한 회신에 관한 방침을 가지고 있어야 한다.

5. 시험소의 조치 및 회신

인정시험소는 숙련도 시험에서 만족스럽지 못한 결과로부터 취해진 행위에 대한 조사결과와 후속 조치 및 예방 행위를 포함한 자신의 성능에 관한 기록을 보존할 필요가 있다.

가. 고려사항

시험소들은 숙련도 시험의 설계와 구성의 평가로부터 자신의 성능에 관한 결론을 이끌어 내야한다. 고려해야 할 내용은 다음과 같다.

- (1) 시험 시료의 출처와 성격
- (2) 사용된 시험방법, 특정한 방법에서의 결과 열거
- (3) 숙련도 시험의 구성(예를 들면, 통계모델, 반복실험의 수, 측정해야 할 파라미터, 실행 방법)
- (4) 참가시험소의 성능을 평가하기 위해 조직기구가 사용한 기준

제 2절 숙련도 시험기구의 개발 및 운용

이 절에서는 숙련도 시험기구를 개발하여 운용하는데 필요한 구체적인 사항을 국제기준인 ISO/IEC Guide43 part I를 중심으로 분석한다. 여기에는 운용을 위한 조직과 참가시험소의 선정, 시료의 선택, 시험결과의 수집, 성능평가를 위한 통계기법, 성능평가와 관련된 조치에 관한 구체적인 사항이 포함된다.

1. 범위

ISO/IEC Guide 43의 1부는 이들 방침을 정의하고 숙련도 시험기구의 조직과 수행에 고려하여야 할 요소들을 기술한다. 여기에서는 참가시험소들, 인정기구들, 규정을 제정하는 당국, 시험소 서비스를 받는 고객 등 숙련도 시험의 운영자 및 사용자에 의해 사용되도록 하였다. 특히, 자체 평가를 하려는 시험소들에게 유용하지만, 숙련도 시험은 다른

시험소들의 사용자들 간에 상호신뢰의 확립에 기여할 수 있는 유일한 하나의 기법임을 인식해야 한다.

시험소들이 숙련도 시험기구들에 정기적으로 참가하는 것이 어떤 인정기구들에서는 기본 조항이며, 적합 기준으로 되어 있다. 따라서 그러한 기구들의 운영자들은 기술적인 요구조건, 통계절차, 품질관리 등 전문적으로 운용된 숙련도 기구의 조처에 대한 방침을 따르는 것이 필수적이다. 서로 다른 숙련도 시험 조직기구들 내에서의 운용 방법들은 동일할 것으로 기대할 수 없으며, 이 지침서는 시험소간 비교시험에 대한 운용사의 구체적인 사항을 제시하지는 아니한다. 이 지침서의 내용들은 참가시험소의 규모 등을 포함하여 적절하게 변경하여 사용할 수 있도록 기본적인 토대만을 제공한다.

2. 숙련도 시험의 형태

가. 일반

숙련도 시험기법은 시험품목의 성격, 사용기법 및 참가시험소의 수에 따라 다양하다. 대부분의 숙련도 시험은 한 개 이상의 여러 시험소에서 얻은 결과들과 한 시험소에서 얻은 결과를 비교하는 공통된 특징을 가진다. 어떤 시험에서는 참가 시험소들 중의 하나가 통제, 조정 및 기준기능을 가지게 할 수도 있다.

나. 시험소간 비교시험 기구(Interlaboratory testing schemes)

시험소간 비교시험기구는 원천 물질로부터 무작위로 선택된 일부시료를 동시 시험을 위해 참가시험소에 동시에 배분하는 것을 수반한다. 가끔 이러한 기법은 시험소간 측정기구를 위해서도 사용된다. 시험완료 후 결과들은 조정기구에 회신되고 개개의 시험소와 전체로서의 그룹의 성능을 나타내기 위해 할당값과 비교된다.

이러한 형태의 숙련도 시험에 사용되는 시료는 음식물, 체액, 물, 흙 및 환경물질이 포함된다. 어떤 경우에는 사전에 검증된 기준물질의 일

부를 순환하여 시험한다. 시험품목의 한 벌(batch)을 각 회(round)에 참가자에게 배분하여 시료의 동질성(homogeneous)을 확보하여 후에 극단값(extreme)으로 판명된 결과가 시료의 변이성에 기인하지 않도록 한다. 시험소간 비교시험 형태의 기구는 인정기구들, 규정기구들 및 다른 조직기구에서 시험분야로 이용될 때 보통 사용된다.

다른 형태의 시험소간 비교시험기구에서는 유사한 레벨의 측정물이 두개의 분리된 시험품목으로 포함되는 경우 분리레벨(split-level)설계가 사용된다. 이러한 설계는 측정물의 기준레벨에서 시험소 정밀성을 추정하는데 사용된다. 이는 동일한 시험품목에 대한 반복측정과 관계된 문제, 동일 숙련도 시험 회(round)에 두개의 동일한 시험품목을 포함하는 것과 관계된 문제를 피한다.

다. 분리 시료에 의한 시험기구(Split-sample testing scheme)

어떤 규정기구를 포함하여 시험소의 고객들에 의해 종종 사용되는 숙련도 시험의 특별한 형태는 분리시료시험 기법을 사용하는 것이다. 일반적으로 분리시료시험은 시험소의 소그룹(보통 두개의 시험소)에 의해 산출된 데이터의 비교를 수반하는데, 이는 시험서비스의 예비 혹은 계속적인 공급자로서의 자질을 평가하는데 사용된다. 유사한 상호비교 형태는 상업적인 거래에 있어 거래 품목을 대표하는 시료가 공급자를 대표하는 시험소와 구매자를 대표하는 시험소간에 분리되어 시험되는 경우이다. 추가 시료는 보통 제 3자 시험소가 가지는데, 이는 공급자 측의 결과와 구매자 측의 결과가 상당히 차이가 날 때 중재가 필요하기 때문이다.

분리시료 시험기구는 제품이나 물질 시료를 두 개 이상의 부분으로 나누어 각 시료의 일부를 시험하는 각 참가 시험소에 배분하는 것을 포함한다. 이러한 형태의 기구는 정밀도확인, 일관된 바이어스, 개선조치의 효율성을 확인하고 검정하는데 사용된다. 그러한 기구들은 충분한 양의 물질을 가지고 있을 필요가 있는데, 이는 추가 시험소들에 의한 추가분석과 관련된 제한된 수의 시험소들 간에 어떠한 인지된 차이를

해결하기 위함이다.

라. 기지값에 의한 시험기구(Known-value schemes)

다른 특별한 형태의 숙련도 시험기구는 시험품의 특성이 이미 알려져 있는 시험품목을 준비하여 시험하는 것이다. 품목을 시험하는 개별 시험소의 능력을 평가할 수 있으며, 할당값과의 비교를 위한 수치적인 결과를 제공할 수 있다. 실시가 될 경우 다수의 시험소가 참가할 필요는 없다.

마. 부분처리 시험기구(Partial-process schemes)

다른 특별한 형태의 숙련도 시험은 시험이나 측정의 전체과정의 일부를 수행하는 시험소의 능력을 평가할 수 있다. 예를 들면, 현재 시행되고 있는 기구 중에는 주어진 데이터 세트를 작성하고 변환시키는 능력을 평가하는 시험(실제 측정하거나 시험하는 것이 아니고)이 있으며, 주어진 규격에 따라 시료 및 표본을 선택하고 준비하는 능력을 평가하는 시험이 있다.

3. 조직과 설계

가. 구조

숙련도 시험기구의 설계단계는 원만한 운용과 성공을 확신하기 위해서 기술전문가, 통계전문가, 기구 조정담당자의 투입이 요구된다. 이들 외의 자문을 받아 조정담당자는 특정한 숙련도 시험에 적합한 기구를 개발하여야 한다. 또한, 숙련도 시험기구는 그 목적에 혼동이 생기지 않게 설계되어야 한다. 기구가 시작되기 전에 계획된 내용은 동의를 받아야하고 문서화되어야 하며 보통 다음 사항을 포함 한다:

- (1) 숙련도 기구를 수행하는 조직의 이름 주소
- (2) 숙련도 기구설계와 운용과 관련된 조정담당자 및 그 외의 이름과

주소

- (3) 숙련도 기구의 목적과 성격
- (4) 참가자 선택 방법과 참가 승인이전에 만족해야 하는 기준 등의 절차
- (5) 기구나 기구의 일부(예를 들면, 표본, 표본처리, 동질성시험, 할당값)를 수행하는 시험소나 시험소들의 이름과 주소
- (6) 선택된 시험이나 시험품목의 성격, 또한 이러한 선택과 관련되는 고려사항의 기술
- (7) 시험 품목들의 입수, 처리, 점검 및 수송방법에 대한 기술
- (8) 숙련도 참가 통지시 참가자에게 제공된 정보의 기술 및 숙련도 시험의 다양한 국면에서의 시간일정에 대한 기술
- (9) 참가자들이 시험을 완성해야하는 일자를 포함하여 숙련도 기구의 예상 초기일 및 목표일과 마감일
- (10) 수행중인 기구에 대해, 시험품목들이 배분되는 횟수
- (11) 참가자들이 시험이나 측정을 수행할 때 사용될 필요가 있을 수 있는 절차나 기법에 대한 정보
- (12) 이상값 검출기법과 할당값의 결정을 포함하여 사용될 통계 분석의 개요
- (13) 참가자들에게 회신될 정보나 데이터의 기술
- (14) 성능 평가기법에 대한 기준
- (15) 숙련도 시험의 결과물에 근거가 될 결론과 공표하게 될 결과의 범위에 대한 기술

나. 스태프

시험기구를 제공하는 스태프는 시험소간 비교와 관련된 설계, 실행 및 보고에 있어 적절한 자격과 경험을 소유한 자들을 보유하거나 이들과 공동작업을 해야 한다. 이들은 기술적, 통계적 및 행정적인 기술을 포함해야 한다.

또한, 특정한 시험소간 비교시험에는 관련된 시험기법과 절차의 상

제한 기술적인 지식과 경험을 가진 사람들의 지도를 필요로 한다. 이런 목적을 달성하기 위해 조정담당자는 고문그룹으로 활동할 전문가기구, 도급 시험소, 기구참가자 혹은 데이터의 최종사용자로부터 뽑은 한 명 이상의 사람에 대한 명단을 작성할 수 있다. 고문그룹의 기능은 다음과 같다:

- (1) 숙련도 시험기구의 계획, 실행, 분석, 보고 및 효율성에 대한 절차를 검토하고 개발
- (2) 다른 기구들에 의해 조직된 시험소간 비교시험의 평가와 확인
- (3) 참가시험소들의 성능에 대해 숙련도 시험결과의 평가
- (4) 참가시험소들의 기술적인 적합성을 평가하는 다른 기구에 자문 제공(숙련도 시험기구 활동기간동안 획득한 결과와 이들 결과를 시험소평가의 다른 곳에 어떻게 사용할 것인지에 대해)
- (5) 경험한 문제에 대해 참가자에게 자문 제공
- (6) 조정담당자와 참가시험소들 간에 생긴 논쟁 해결

다. 데이터 처리 장비

어떠한 장비가 사용되었던지 간에 모든 필요한 데이터 입력과 통계 처리 수행에 적합해야하고 적기에 유효한 결과를 제공해야 한다. 데이터입력에 대한 점검절차가 마련되어져야 하며 모든 소프트웨어는 검증되어야 하고 백업되어 저야 한다. 데이터파일의 저장과 보안은 통제되어야 한다.

라. 통계 설계

사용될 통계모델과 데이터 분석기법은 이들을 선택한 배경에 대한 짚막한 언급과 함께 문서화되어야 하며, 숙련도 시험기구의 적절한 통계 설계가 필수적이다. 다음 문제와 이들 상호관계에 대해 사려 깊은 주의가 고려되어야 한다.

- (1) 관련 시험의 정밀도와 정확성
- (2) 원하는 신뢰레벨에서 참가시험소들 간에 검출될 수 있는 가장 작은

차이값

- (3) 참가시험소들의 수
- (4) 시험될 시료의 수 및 각 시료에 대해 수행되어질 반복적인 시험이
나 측정 횟수
- (5) 할당값을 추정하는데 사용될 절차
- (6) 이상값을 확인하는데 사용된 절차

상기 (1)의 사항과 관련하여 신뢰할 만한 정보가 없으면, 정밀도와
정확성에 관한 사항을 얻기 위해 어떤 경우에는 파일럿시험소간 비교를
조직하는 것도 필요할 수 있다.

마. 시험 품목의 준비

시험 품목의 준비는 조정담당자가 떠맡거나 도급 계약으로 이루어
질 수 있으며, 시험 품목을 준비하는 조직은 증명할 수 있는 적합성을
가져야 한다. 또한, 동질성, 표본, 안정성, 운송 중에 일어날 손상, 주변
조건의 영향 등 시험소간 비교시험의 완벽한 수행에 영향을 미치는 시
험품목과 관계된 어떠한 조건들도 고려해야 한다.

기구에서 배분되어질 시험 품목이나 물질은 참가시험소에 의해 일
상적으로 시험되는 것과 유사한 것이어야 한다. 배분될 시험 품목의 수
는 성분범위를 커버할 필요성이 있는지에 달려있다. 할당값은 시험소에
서의 결과들이 다 모아지기 전 까지는 노출되면 안된다. 하지만 어떤
경우는 시험 전에 목표범위를 자문하는 것도 적절할 수 있다.

한편, 숙련도 시험기구에 필요한 시험품목 이상의 추가적인 시험품
목의 준비가 고려되어야 한다. 여유분의 시험품목은 참가시험소로부터
결과평가 후에 참조물질, 품질관리물질이나 시험소들의 훈련용으로도
사용될 수 있다.

바. 시험 품목의 관리

시험품목의 표본, 무작위, 수송, 접수, 확인, 레이블링, 저장에 관한

절차는 문서화되어야 한다. 숙련도 시험을 위해 많은 양의 물질준비가 요구되는 곳에서는, 모든 시험소에서 측정될 파라미터가 크게 차이가 나지 않는 시험품목이 수령되도록 각 시험 파라미터에 대해 충분히 동질성을 가지게 해야 한다. 가능하다면 동질성시험은 참가시험소에 시험품목이 보내지기 전에 이루어 져야 한다. 동질성의 정도는 시험품목간의 차이가 참가시험소의 결과평가에 크게 영향을 미치지 않게 해야 한다. 가능하다면 조정담당자는 시험품목들이 충분히 안정화가 되어 있어서 숙련도 시험을 수행하는 전 과정에서 크게 변화하지 않는다는 사실을 확인할 수 있는 증거를 제공해야 한다. 불안정한 측정물을 평가할 필요가 있을 때 조정기구는 특별히 요구된 사전시험 절차와 시험이 완료될 일자를 명기할 필요가 있다.

조정담당자는 시험품목이 처할 어떠한 위험요소를 고려해야 하며, 관련된 예상위험이 있을 것은 당사자들에 자문을 위한 적절한 대책을 취해야 한다.

사. 기법/절차의 선택

참가자들은 그들의 시험소에서 일상적으로 수행하는 것과 같은 기법을 사용할 수 있게 한다. 하지만, 어떤 경우에 있어서는 조정담당자는 참가자들에게 특정한 기법을 가르쳐 줄 수 있다. 그러한 기법들은 국가적으로나 국제적으로 수용되는 표준기법이며, 적절한 절차에 의해 합법화되어 진다.

교정과정에서 사용되는 경우, 할당값은 잘 정의되고 수용된 절차를 사용하는 높은 체계의 교정시험소(국가표준시험소)에 의해 얻은 측정값으로부터 얻은 기준값이 된다. 참가시험소들은 동일하거나 유사한 절차를 사용하는 것이 바람직하나 이는 교정시험소들에게는 항상 적용되지는 못한다.

참가자들의 자신들이 방법선택에 자유롭다면, 조정담당자는 참가자들의 결과를 비교하고 결과를 사용하는 것을 허용하기 위해서 사용된 상세한 기법을 필요로 한다.

아. 숙련도 시험기구의 발전

숙련도 시험기구들이 기술적발전과 과학발전에 적합하게 되려면, 새로운 형태의 시료나 새로운 기법이나 절차가 요구된다. 개별 시험소들의 성능에 있어 그러한 기구들로부터의 조기 결론은 신중히 도출되어야 한다.

4. 운용 및 보고

가. 조정과 문서화

기구의 나날의 운용은 조정담당자의 책임이다. 모든 실무 및 절차들은 문서화되어 저야 한다. 이들은 품질문서에 포함될 수 있다.

나. 지시서

참가시험소가 따라야 하는 기구의 전체모습을 망라하는 상세한 지시서가 제공되어 저야 한다. 이들은 기구 프로토콜의 통합적인 부분으로서 제공되어 질 수 있다. 지시서는 제공된 시험 품목이나 물질의 시험에 영향을 줄 수 있는 사항에 관한 상세 정보를 포함할 수 있다. 그러한 요소들은 시험시기, 시험절차의 선택, 장비상태, 품목이나 물질의 성격, 조작자가 포함될 수 있다.

시험 및 교정결과에 대한 기록과 보고와 관련된 특정한 지시서도 함께 제공되어 질 수 있다(예를 들면, 단위, 중요지수의 수, 보고기초, 마감일). 참가들에게 일상적인 시험을 수행하는 것처럼 숙련도 시험 품목을 취급하도록 자문한다.

다. 포장 및 운송

기구의 조정담당자는 시험이나 측정 품목을 배분함에 있어 다음 사항을 고려해야 한다. 포장 및 운송법은 적절하여야 하며 시험품목의 특성과 안정성을 보호할 수 있어야 한다. 위험품 규정이나 관세 등과 같은 운송에 제한이 있을 수 있다. 어떤 경우는 특히 순차적인 측정비교

기구에서는 시험소들 자체가 품목운송에 대한 책임을 져야 한다.

모든 적절한 관세 신고서는 통관절차의 지연을 최소화하기 위해 조정담당자가 작성하여야 한다. 기구는 시험품목 운송에 적용할 수 있는 국가 및 국제규정을 따를 필요가 있다.

라. 데이터 분석 및 기록

참가시험소로부터 수령한 결과들은 실행 가능한 한 입력되고 분석되어 회신되어야 한다. 데이터 입력의 유효성, 전달 및 이후의 통계분석을 점검하기 위한 절차가 있어야 한다. 데이터 기록서, 컴퓨터 백업 파일, 프린터출력, 그래프가 특정한 기간 동안 보유되어 져야 한다.

기구의 목적과 기구의 통계적인 모델과 잘 일치하는 요약측정결과, 성능통계 및 관련 정보를 산출하는 데이터 분석이 이루어 져야 한다. 이상값 검출기법을 사용하여 이상값을 확인하고 이들을 제외시키거나 견실 통계기법을 사용하여 요약 통계상의 극단값의 영향을 최소화하여야 한다.

기구 조정담당자들은 숙련도 평가에 적절하지 못할 수 있는 시험결과를 다루는 기준을 문서화하여야 한다. 예를 들면, 숙련도 시험을 목적으로 시험 물질이 충분한 동질성이나 안정성을 보장하지 못하는 측정물에 대해서는 어떠한 점수나 등급이 매겨져서는 안 된다.

마. 기구 보고서

기구보고서의 내용은 특정한 기구의 목적에 따라 다를 수 있지만, 분명하고 이해할 수 있어야 하며 개개의 참가시험소의 성능과 함께 모든 시험소로부터의 결과 분포에 관한 자료를 포함하여야 한다. 숙련도 기구의 보고서에 다음 사항이 포함되어야 한다:

- (1) 기구를 조정하거나 집행하는 조직의 이름과 주소
- (2) 기구의 집행과 설계에 관련된 사람의 이름과 연맹
- (3) 보고서 발행일
- (4) 보고서 번호 및 기구의 분명한 표시

- (5) 시료 준비와 동질성 시험의 상세정보를 포함하는 사용된 품목이나 재료를 명백하게 기술
- (6) 시험소 참가 고유번호 및 시험결과
- (7) 할당값과 결과의 수용범위를 포함하는 통계 데이터와 요약
- (7) 할당값을 도출하기 위해 사용된 절차
- (8) 할당값의 소급성과 불확도에 관한 상세 사항
- (9) 다른 참가시험소들에 의해 사용되어진 시험방법/절차에 대한 할당값 및 요약 통계
- (10) 조정담당자와 기술 자문가에 의한 시험소 성능에 대한 코멘트
- (11) 기구를 설계하고 실행하는데 사용된 절차
- (12) 데이터를 통계적으로 분석하는데 사용된 절차
- (13) 적절한 곳에서 통계분석의 해석에 있어서 자문

정규적으로 수행된 기구에 대해서는 위에서 언급한 사항들이 일상적인 보고서로부터 배제시켜 보다 간단한 보고서가 되게 할 수 있지만, 정기적인 요약보고서 및 참가자요구인 경우는 포함시켜야 한다.

보고서들은 특정한 일정표 내에서 빠르게 작성되어 져야 한다. 이상적으로 제공된 모든 원본 데이터가 참가자들에게 보고 되어져야 하지만, 어떤 매우 광범한 기구에서는 이렇게 되기는 힘들다. 참가자들은 적어도 모든 시험소들에 대한 요약형태(예를 들면, 그래프)의 결과를 받아야 한다. 긴 시간을 요하는 측정비교기구와 같은 기구에서는 중간보고서가 각 참가자들에게 발행되어 져야 한다.

바. 성능 평가

성능평가가 요구되는 곳에서는 조정담당자는 평가방법이 기구의 신뢰성을 유지하는데 적절하다는 사실을 확인할 책임이 있다.

조정담당자는 다음 사항에 대한 성능에 대한 전문가 코멘트를 제공하기 위해 기술 자문가의 도움을 얻을 수 있다:

- (1) 전체성능 대 사전 기대치(불확도를 고려)

- (2) 시험소 내 및 시험소간의 변이(이전 기구나 공표된 정밀데이터와의 비교)
- (3) 방법이나 절차간의 변이
- (4) 가능한 오차 발생원 및 성능개선을 위한 제안
- (5) 제안, 권고나 일반적인 코멘트
- (6) 결론

특정한 기구를 수행하는 기간동안이나 수행 후 주기적으로 참가자들에 대한 개개의 요약서를 제공할 필요가 있다. 이는 진행 중인 기구의 여러 회(rounds)에 대해 개개의 시험소들의 최신 성능에 대한 요약 포함한다. 그러한 요약된 내용들은 보다 더 분석될 수 있으며 필요시 경향(trends)을 부각시킬 수 있다.

진행 중인 기구의 연속적인 회(rounds)가 끝난 후나 끝난 기구에 대해, 참가자들의 수행을 돕기 위해 다양한 절차가 있다. 숙련도 시험에서는 참가시험소에 따른 표로 시험소의 성능 순위를 보고하는 것은 권장하지 않는다. 따라서 순위를 잘못 사용하면 오해와 해석을 잘못할 수 있는 소지가 있기 때문에 상당한 주의가 요구된다.

사. 참가시험소와의 통신

참가시험소에게는 정식적인 기구 프로토콜과 같은 숙련도 시험기구의 참가와 관련된 상세한 정보를 제공해야 한다. 참가자들과의 후속통신은 서신, 소식지, 보고서 및 정기적인 공개 모임으로 이루어진다. 참가자들에게는 기구설계나 운용에 있어 어떤 변경이 생길 경우 즉각적으로 알려져야 한다.

참가시험소들은 숙련도 시험의 성능평가에 오류가 있을 시는 조정 담당자와 협의 할 수 있어야 하며, 참가시험소들이 능동적으로 기구의 활동에 참여하도록 시험소로부터의 회신은 권장되어야 한다. 참가자들에 의해 취해진 교정 행위와 관련된 절차는 ISO/IEC Guide43의 2부에 설명되어 있다.

5. 기밀/도덕적인 고려사항

가. 기록의 기밀

일반적으로 개개의 참가자들의 신원에 대한 기밀을 유지하는 것이 대부분의 기구가 취하는 정책이다. 참가자들의 신원은 프로그램의 조정과 관련된 소수의 사람만이 알 수 있고, 이는 낮은 성능을 나타내는 시험소에 적용된 후속 수정 자문이나 조치에 적용된다. 어떤 경우에는 조정기구는 특정기관에 낮은 성능을 보고할 수도 있지만, 기구에 참가하는데 동의할 때는 참가자에게 이런 가능성이 공시되어 져야 한다.

참가자들 중의 어떤 집단은 성능개선을 위한 상호협조와 의견교환을 위해 집단 내에서 기밀을 포기할 수도 있다.

나. 결과의 공모 및 조작

숙련도 시험 기구가 참가자들의 성능 향상을 목적으로 시도될지라도 참가자들 가운데는 거짓으로 자기 능력을 과시하려는 경향이 있을 수 있다. 예를 들면, 진솔한 개개의 데이터가 제시되지 않도록 시험소간에 공모가 일어 날 수 있다. 숙련도 시험기구는 어떠한 공모와 조작이 일어나지 않도록 설계되어 져야 한다. 공모를 방지하기 위해 모든 논리적인 수단이 조정담당자에 의해 취해질지 라도, 공모를 피하기 위한 참가시험소들의 책임임을 주지해야 한다.

제 3절 숙련도 시험기구

1. APLAC

가. 개요

APLAC(Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation)의 설립목적은 인정(accredited)된 시험소들이 발행한 인증서(certificate)의 동일성과 인정기구들의 운용의 동일성에 기초하여 상호인증의 상태에 도달하기 위해 국가의 교정과 시험 서비스 간에 상호 신뢰를 유지하고 구축하는 것이다. APLAC 시험소간 비교 시험은 지역 내에서 공통의 고수준의 시험성능을 확립하는데 도움을 주며 시험 인정기구들간에 노하우를 제공한다.

나. 참가

프로그램의 세부사항과 시험소에 대한 참가초대에 대한 서신을 모든 참가 인정기구에 먼저 발송한다. 세부사항은 참가 인정기구가 그들이 관장하는 시험소들이 참가할 수 있는 지를 판단하는 데 도움을 준다. 참가에 대한 수신된 응답으로부터 조직기구는 충분한 양의 시료를 준비한다.

APLAC 숙련도 위원회의 의장으로부터 APLAC 숙련도 담당자(접속처)에 관한 최신의 리스트를 얻을 수 있다. 또한, 다른 관심 있는 기구, 예를 들면 유럽인정 협력기구(EA)와 APLAC 회원규정을 적용하는 기구들이 참가에 초대될 수 있다.

위원회는 상호비교를 고려하여 APLAC 구성원들 대부분에게 가장 이익이 될 시험소간 비교시험을 구성하는데 대한 책임을 가지고 있다. 또한, 위원회는 시험소간 비교시험과 관련한 비용에 대한 재정적인 책임은 없다.

다. 시료

각 시료는 특정한 시험방법에 적합하게 한번, 두 번, 세 번 혹은 여러 차례 시험될 수 있다. 시료들은 명목적으로 동일(blind duplicates)한 특성을 가질 수 있거나, 약간 다른 레벨(split level)일 수 있다. 시험소 간 비교시험에 사용될 시료들은 참가시험소에서 일상적으로 시험되는 전형적인 시료이어야 한다.

시험소 간 비교속련도 시험에 대해 시료의 동질성 시험의 목적은 시료의 변이성이 적다는 것을 확립하는 것이며, 시료들은 충분히 동질이어야 한다. 초기 시험은 시료준비단계에서 행해질 수 있는데, 동질성 시험을 위해 시료들은 무작위로 적어도 10개는 선택되어져 준비되고 포장되어야 한다. 선택된 동질성 시험은 시료들에서 어떤 중대한 차이를 잘 나타내도록 고려되어야 한다. 모든 시험은 재현성 조건(동일 시험소, 동일 조작자, 동일 방법, 동일 장비)하에서 가능한 한 짧은 시간 내에 적어도 두 번은 수행해야 한다.

라. 결과평가

조직기구는 작성 만기일까지 참가시험소로부터 전체 결과서를 수령한다. 어떠한 결과가 만기이내에 수령되지 못하면 조직기구는 참가 인정기구와 접촉하여야 한다. 모든 결과가 접수되면 조직기구는 데이터를 입력하고 중간보고서 및 최종보고서 준비를 위한 점검을 해야 한다.

(1) 통계기법

시험결과를 분석하는데 사용되는 통계적 기법은 편리하고 국제적으로나 지역적으로 인정된 z-score를 사용한다. z 점수기법은 결과 집합의 평균값과 표준편차에 근거하는데, 이 고전적인 통계기법은 데이터집합에서 극단값(너무 높거나, 낮은 값)이 존재하면 통계값이 상당히 달라질 수 있다. 평균값과 표준편차에 견실한 대책이 중간값과 사분위(IQR) 값을 사용하는 것이다.

(2) 개선조치

개선이 필요한 경우 시험소 및 그들의 인정기구가 책임을 져야하며

가능한 빨리 수행되어 져야 한다. 개선조치는 시험소와의 의견교환을 비롯하여 관련 시험에 대한 인정철회 등 다양하다. 개선조치는 * 중간 보고서 수령 후나 최종보고서 수령 후에 취해 질 수 있다.

일반적으로 어떤 시험소의 z 점수가 -3에서 3의 범위를 벗어나면 개선조치가 요구된다.

2. 호주

가. 개요

NATA가 인정(credited)한 시험소 및 지원신청 시험소를 대상으로 숙련도 프로그램을 수행한다. NATA가 인정(credited)한 시험소의 적합성 평가 방법은 NATA 시험원과 ISO/IEC 17025의 조건을 만족하는 기술지원 평가사에 의한 현장평가와 시험소간 비교를 통한 비교 숙련도시험에 의한 평가로 이루어진다. 숙련도시험은 명예기술자문단에 의해 제공된 기술적인 사항을 바탕으로 NATA의 숙련도 시험그룹(Proficiency Testing Group: PTG)에 의해 행해지며, 숙련도 시험 자문위원회(Proficiency Testing Advisory Committee: PTAC)는 숙련도시험과 관련하여 경험 있는 통계학자와 과학자로 구성되는 외부 그룹이다.

나. 참가

NATA가 인증(credited)한 시험소 및 지원신청 시험소는 인증분야와 관련된 NATA 숙련도 프로그램에 참가해야 한다. NATA가 인증(credited)한 시험소 및 지원신청 시험소는 인증을 원하거나 인증을 받고 있는 NATA가 아닌 외부 숙련도프로그램에 참여할 것을 권장한다. 또한, 외부 숙련도 프로그램이 ILAC-G13:2000("Guidelines for the requirements for the competence of proficiency testing schemes)의 요구조건을 만족하는 프로그램이고 참가하여 만족한 결과를 얻었으면 NATA 프로그램에 참가한 것으로 간주한다.

또한, 숙련도 프로그램 수행과 관련된 제 비용은 각 참가자들로부터 징수하며, 참가비용은 프로그램에 따라 다르며, 프로그램 시작 전에 통지한다.

다. 시료

시료 준비 과정은 사용된 시료가 가능한 한 동질(homogeneous)이고 안정되며 시험소에서 일상적으로 시험되는 것과 유사한 시료로서 설계되어야 한다. 각 형태의 다수의 시료를 무작위로 선택하여 시험해서 숙련도시험에 사용될 수 있을 만큼 시료가 충분히 동질임을 확인해야 한다.

이러한 절차는 참가시험소에 시료가 배포되기 전에 수행되어 져야 한다. 이들 동질성 시험에 대한 결과는 통계적으로 분석되어 최종보고서에 포함되어야 한다.

라. 결과평가

NATA의 숙련도시험 프로그램에 대한 참가시험소로부터의 결과는 시드니에 있는 NATA 본부에 보내지도록 요청된다. 결과 회신에 대한 만기일은 프로그램별로 정해지며, 보통 시험소가 2~3 주에 걸쳐 시료를 시험하도록 허용된다.

(1)통계기법

결과는 전체 그룹에 대해 합의값을 도출하기 위해 함께 분석된다. 참가시험소로부터 수신된 결과는 입력되고 분석되어, 결과 제출기일의 2~4 주 내에 “사전정보 서한(early information letter)”이 참가시험소에 발행되어 가능한 한 쓸모 있도록 한다. 이 사전정보 서한은 각 시험/샘플에 대한 합의값과 프로그램 설계의 특징들을 포함하는 예비 회신을 포함한다. 합의값과는 현저하게 차이나는 한 개 이상의 결과를 보고하는 참가시험소에게는 최종보고서를 내기 전에 조사/교정활동을 수행하도록 권장한다. 결과의 평가는 robust z-score의 계산에 의하며, 이는 어떤 이상값(outlier)을 확인하는데 사용된다. 결과의 해석을 돕기 위해 데이

터의 요약 통계 및 차트도 발행한다.

(2) 성능평가

참가시험소에게 성과와 관계되는 신속한 회답을 제공하며, 시험소 성능이 NATA 숙련도 프로그램의 성능에 못 미치는 경우 성능 개선을 위한 요청과 취해진 행위에 대한 의견을 제시한다. NATA는 아래와 같이 각 시험소로부터 회신을 받아 문제가 해결된 것으로 판단하여 더 이상의 조치가 필요 없는 것으로 간주하거나 다른 조치가 요구되는 것으로 판단하는 것에 대한 검토를 수행한다.

- 추가적인 별도의 숙련도 시험 제공
- 시험소의 부분적 혹은 전체적인 재평가 수행
- 시험소 인증분야의 부분적 혹은 전체적인 보류
- 시험소 인증분야의 부분적 혹은 전체적인 취소

마. 기타

숙련도시험 프로그램과 관련하여 시험소에서 제공된 모든 정보는 비밀이 보장된다. 필요한 경우 이 정보는 시험소의 평가자들이나 외부 인증기관으로부터의 기술자문가나 인증 자문위원회 및 국제 평가자에게 이용할 수 있게 될 수 있다.

3. 캐나다

캐나다 표준협회(SCC)는 ISO/IEC 17025에 근거하여 교정 및 시험소를 인정한다. 많은 인정 시험소들은 다양한 ‘프로그램 전문 분야(Program Specialty Area: PSA)’를 지원하기 위해 개발된 숙련도시험 기구에 참가하여야 한다. PSA-PT 프로그램은 숙련도 시험기구(요강)를 제공하는 자의 자격요건을 ISO/IEC Guide43과 ILAC의 전체 요구조건에 근거하고 있다.

SCC와 같은 인정기구는 시험소의 시험능력의 전체적인 평가의 한 부분으로서 숙련도시험을 사용한다. 인정프로그램의 한 부분으로 요구되는 곳에서는, 숙련도시험은 기술전문가에 의한 시험소 현장평가를 보

충하며 인정 결정과정을 지원하는 정보를 제공한다.

기구의 참가, 결과평가 등에 관한 자세한 앞 절에서 언급한 ISO/IEC Guide 43-1과 ISO/IEC Guide 43-2를 참조하기 바란다.

4. 일본

일본적합성인정협회(JAB)는 일본의 시험소에서 측정된 시험결과가 세계적인 시험소에서 통용될 것인가에 대한 평가를 위해 비교숙련도시험을 시행하고 있다. 시험소인정과 관련하여 ISO/IEC17025의 품질관리 시스템을 따르고 있으며, 시험소간 비교시험을 포함시키고 있다. 또한 숙련도시험 규격과 관련된 내용은 ISO/IEC Guide 43의 1부 “숙련도 시험기구의 개발 및 운용”를 JIS Q 0043-1로 채택하고 2부 내용인 “시험소 인정기구에 의한 숙련도 시험기구의 선택 및 사용”을 JIS Q 0043-2 규격으로 채택하고 있다.

현재 매년 실시하고 있는 EMC 시험을 기준으로 살펴보면 아래와 같다. 시험일정은 매년 2월에 공고를 하여 3~4월에 시험준비를 거쳐 5~10월까지 각 참가시험소에서 시험을 실시하고 11월과 12월에 결과를 평가한다. 측정 시험값은 3회기준이며, 약 7일~10일간의 측정기간을 배정한다. 숙련도시험 참가비용은 8만엔이다.

5. 싱가포르

숙련도시험 참가는 인정(creditation)의 한 부분으로 의무적인 사항이며, 인정받은 모든 시험소는 인증유효기간 내에 분야별로 한번이상 참가해야 한다. 참가시험 프로그램이 없거나 이미 인정된 숙련도시험기구에 참가사실이 있는 시험소는 숙련도시험 참가가 면제된다. 이유없이 숙련도시험에 참가하지 않을 경우 시험소의 인정 상태가 위험에 처하게 되며, 시험소인정이 일시중지상태로 될 수 있다. APLAC과 EA(European Cooperation for Accreditation)가 주관하는 시험기구에도 참가할 수 있다.

숙련도시험 프로그램이나 기구(schemes)의 설계는 ISO/IEC 지침 43의 요구조건에 근거한다. 시험소는 숙련도시험기구에 참가한 결과를

보유하여, SAC-SINGLAS의 연례적인 현장평가 방문시 평가의 일부분으로 사용된다. 성능기준은 z-score가 3이하인 경우이다. 만족하지 못한 결과를 낸 시험소는 원인 분석과 시정조치를 해서 1개월 내에 결과보고를 해야 한다. 이 결과로부터 인정의 계속유지 등을 판정한다. 시험소 인정의 일시 혹은 전체 중지 명령은 시험소의 원인분석을 한 경우 중요한 문제가 들어 날 경우에만 취해진다. 각 이상값을 도출한 항목에 대해, 시험소는 다음 비교숙련도시험기구에 참가하여 교정 조치가 올바른지를 검정 받는다.

6. 미국

숙련도시험은 NVLAP 인정절차의 종합적인 부분이다. 숙련도시험 성능이 시험소의 전체적인 유용성을 결정하는데 도움을 준다. 숙련도시험으로 얻은 정보로부터 시험소가 가지고 있는 전반적인 문제를 파악할 수 있다. 숙련도시험 프로그램이나 기구(schemes)의 설계는 ISO/IEC 지침 43의 요구조건에 근거하며, NVLAP에 의해 숙련도 시험기구가 조직되거나 다른 공인기구에 의뢰할 수 있다.

NVLAP에 기술된 성능요구조건에 미달하거나 정기적인 숙련도시험에 참가하지 않은 경우, 요구된 시험소 결과 제출 미비 및 NIST의 표준물질이나 특징이 잘 알려진 시료에 대해 만족할 만한 시험결과를 내지 못한 경우 해당 시험소는 초기 인정이나 계속적인 인정을 유지하기 위해 성능개선 조치를 하여야 한다.

제 III장 숙련도시험 평가절차

이 장은 숙련도비교시험 프로그램에 적용되는 평가절차에 관한 것으로, 참가시험소들의 결과를 평가할 때, 모든 숙련도 시험에 공통인 세 가지 절차는 할당값의 결정, 성능을 평가하기 위한 통계 설계, 및 성능 평가이다. 이 장에서는 ISO/IEC 지침서43과 NATA(호주) 숙련도비교시험 평가절차를 중심으로 분석한다. 대부분의 경우 결과의 평가는 참가시험소가 제출한 결과로부터 도출된 합의값에 근거하여 처리되고 평가된다. 숙련도 시험결과는 통계분포와 넓은 범위의 데이터 형태에 걸쳐 다양한 형태로 나타나므로 결과를 분석하기 위해 사용된 통계기법은 각 경우에 적합하여야 한다.

또한, 숙련도비교시험 결과 평가에서 고려해야 할 중요한 사항은 통계분석의 결과는 결과평가의 한 부분이라는 점이다. 어떤 결과가 이상값으로 판정되면, 이는 통계적으로 그룹에서 다른 것과 상당히 차이가 난다는 것을 의미하는 것이며, 이 결과(이상값)가 틀린 것은 아니다. 이런 이유로 결과의 평가는 기술 자문가의 견해와 통계 분석값의 조합으로 이루어져야 하며, 대부분의 경우 기술 자문가의 평가와 통계평가는 일치한다.

제 1절 할당값과 불확도의 결정

1. 할당값의 결정

가. 기법

할당값 확정을 위한 다양한 기법이 있다. 가장 일반적인 절차는 할당값에 대해 불확도를 증가시키는 순서로 아래에 표시되어 있다.

- (1) 기지의 값(Known values) - 특정 시험품목의 공식화에 의해 결정된 결과

- (2) 인증된 기준값(Certified reference values) - 명확한 기법에 의해 결정(정량시험)
- (3) 기준값(Reference values) - 국가나 국제표준에 소급 가능한 기준물질이나 표준으로 시험품목의 비교나 분석, 측정에 의해 결정
- (4) 전문 시험소들로부터 합의값(Consensus values) - 전문시험소들은 높은 정밀도와 정확하고 일반적으로 사용하는 기법에 필적한 것으로 알려진 검정된 기법을 사용하여 시험 측정의 결정에 있어서 입증가능한 적합성을 가져야 함
- (5) 참가 시험소들로부터의 합의값 - 극단값의 영향을 고려한 아래에 기술된 통계를 사용

할당값은 참가자들을 잘 평가하고, 시험소간뿐만 아니라 시험기법 간에도 잘 일치하도록 결정되어야 한다. 이는 공통비교그룹을 선택하거나 공통 할당값을 사용함으로써 이루어진다. 다음 통계는 할당값들이 합의 기법에 의해 결정될 때 적절하다.

- (1) 정성적인 값 - 미리 결정된 대수의 퍼센트를 나타내는 합의
- (2) 정량적인 값 - 적절한 비교 그룹에 대한 평균
 - 가중치를 두거나 변환되어진 평균값
 - 중간값

할당값의 불확도는 "Guide to the expression of uncertainty in measurement"에 기술된 절차를 사용하여 결정된다.

2. 극단값의 처리

극단값들은 아래와 같이 처리한다.

- (1) 참가자들의 결과값을 이용하여 할당값을 결정할 때, 극단값들의 영향을 최소화하는 기법이 있어야 한다. 이는 견실 통계기법이나 계산하기 전에 이상값을 배제시킴으로써 이루어진다.(ISO 5725-2 참조)

기구가 크거나 일상적인 경우는 자동화된 이상값 제거가 가능할 수 있다.

- (2) 이상값으로 판명된 결과들이 제거되면, 이들은 요약 통계의 계산을 위해서만 제외되어야만 한다. 이들 결과들은 숙련도기구내에 평가되어야 하고 적절한 성능에 대한 순위가 주어져야 한다.

다른 고려사항은 아래와 같다.

- (1) 이상적으로 할당값이 기준 혹은 참가자 합의에 의해 결정되면, 조정담당자는 할당값의 진위를 보장하고 데이터의 분포를 검토할 절차를 마련해야 한다.
- (2) 조정담당자는 불확도에 의해 할당값의 수용기준을 마련해야 한다.

제 2절 통계 설계

1. 데이터 준비

통계적인 분석을 시작하기 전에 수집된 자료가 분석을 위해 정확하고 적절한지에 대한 다각적인 절차가 이루어져야 한다. 결과들이 제출되면 모든 결과들이 올바르게 입력되었는지를 확인한다. 모든 결과들이 수신되어졌다면 입력된 결과들은 이중으로 점검(double-checked)된다.

어떤 경우는 효율적인 결과처리를 위해 대수(log)를 취하여 변환되어 사용되며, 모든 결과들이 입력되고 점검되어 지면 결과가 정규분포를 나타내는 지를 확인하기 위해 히스토그램을 작성한다. 이들 결과가 연속적이고 대칭적인 지를 보기 위해 히스토그램을 분석한다. 그렇지 않으면 통계분석은 유효하지 않다. 발생가능한 문제점은 히스토그램 상에 현저하게 두 그룹으로 나뉘는 bi-modal 분포인 경우이다. 이는 두 가지 시험방법에 기인하여 다른 결과를 주는 것으로 두 가지 방법에 대한 결과를 분리하고 각 그룹에 대해 통계적인 해석을 수행하는 것이다.

2. 통계설계

시험 프로그램의 결과에 대한 변이성(variability)은 두 가지로 볼 수 있는데, 시험소들간(between-laboratories)의 변이(방법간의 변이를 포함)와 시험소내(within-laboratory)의 변이이다. 이들 모두의 변이를 피드백하고 평가하는 것이 바람직하다. 시험소들간의 변이와 시험소내의 변이 모두를 평가하기 위하여 참가자들은 한 번 이상의 동일한 시험을 수행하여야 한다. 따라서 가능하다면 쌍의 결과가 얻어질 수 있도록 프로그램이 설계되어야 한다. 이는 연관된 시료 쌍을 사용하면 되고, 그렇지 못하면 한 시료에 대해 두 번의 시험을 하여 결과를 얻으면 된다. 쌍으로 이루어진 시료들이 사용되면, 이들은 동일한 것(blind duplicates)이거나 약간 차이 나는(시험될 성질이 다른 것) 것일 수 있다. 이렇게 얻은 쌍의 결과는 두 범주로 나누어지는데, 결과들이 동일한 것으로 기대되는(시료들이 동일하거나 동일한 시료를 두 번 시험한 경우) 일정한 쌍(uniform pair) 및 결과들이 약간 차이 나는 분리쌍(split pair)으로 나뉘어진다.

결과들의 통계적인 분석은 양쪽의 경우(uniform 혹은 split) 동일하지만 해석은 약간 다르다. 어떤 프로그램의 경우는 쌍의 결과를 얻기가 불가능할 수 있는데, 예를 들면 하나의 시료에 대한 하나의 결과가 얻어진 경우이다. 이 경우 통계적인 해석은 보다 간단하지만, 두 형태의 변이를 차이 나게 하는 것은 불가능하다.

프로그램 계획 시에 고려해야 할 다른 통계적인 고려사항은 결과들이 근사적인 정규분포를 이룰 것이 인지에 대한 가정을 하여 분석을 한 것이냐 라는 점이다. 정규분포는 종 모양으로 연속적이고 대칭적인 분포로서, 분포되는 값들의 약 68%가 평균값의 1배의 표준편차 내에 놓이고, 표준편차의 2배내에는 95%, 표준편차의 3배내에는 99%가 분포한다. 프로그램에 대한 결과들이 정규분포가 되도록 하기 위해 프로그램의 담당자들, 특히 기술자문가는 시료들이 사용됨으로써 얻을 수 있는 결과들에 관해 주의 깊게 생각해야 한다.

가. 단일 시험품목의 성능

숙련도 시험결과는 정해진 목적달성을 위한 비교와 해석의 도움을 주기위해 성능통계로 변환될 필요가 있다. 성능기준과의 비교를 위해 할당값과의 편차를 측정할 필요가 있다. 처리가 필요 없는 것부터 복잡한 통계변환이 요구되는 기술이 있을 수 있다.

성능측도(Performance measures)는 기구 참가자들에게 의미가 있어야 한다. 따라서 측도(measures)는 시험에 대한 응용 요구도와 관계가 있어야 하며, 특정한 분야에서 기준에 사용하는 것이거나 잘 이해되는 것이어야 한다.

변이 측도(Variability measures)는 성능 통계의 계산과 숙련도시험 기구의 요약 보고서에 이용된다. 그러한 변이 측도의 일반적인 사례는 아래와 같다.

- (1) 표준편차(SD)
- (2) 변화계수(Coefficient of variation, CV) 혹은 상대 표준편차(RSD)
- (3) 퍼센트, 중간 절대편차(Median absolute deviation) 혹은 견실 측도(Robust measures)

정성적인 결과에 대해서는 계산이 필요 없다. 정량적인 결과분석을 위해 사용되는 통계를 아래에 복잡도 순으로 나타내었다.

- (1) 차이 ($x - X$), 여기서 x 는 참가자 결과, X 는 할당값
- (2) 퍼센트 차이(percent difference) :

$$\frac{(x - X)}{X} \times 100 \quad (3-1)$$

- (3) 퍼센트 혹은 순위(rank)
- (4) z 점수(z scores) :

$$z = \frac{(x - X)}{s} \quad (3-2)$$

여기서 s 는 기구의 요구를 만족시키도록 선택된 변이도를 나타내는 추정값이나 측정값이다.

단일시험품목의 성능을 위해 통계처리를 할 경우 다음 사항이 고려되어야 한다.

- (1) 참가자의 결과값과 할당값과의 단순한 차이(difference)가 성능을 결정짓는데 적합할 수 있으며 참가자들이 쉽게 이해할 수 있다.

($x - X$)를 ISO5725-4에서는 시험소바이어스의 추정치라고 부른다.

- (2) 퍼센트 차이는 응집을 위해 조정되며, 참가자들에게 잘 이해된다.
- (3) 퍼센트 혹은 순위는 값이 퍼져있거나 비대칭인 경우에 유용하지만 주의를 요한다.
- (4) 시험 성격에 따라 변환된 결과가 더 나올 수 있다. 예를 들면, 회석과 관련된 결과는 로그로 변환된 기하학적인 눈금의 형태다.
- (5) 통계기준이 사용되면(예를 들면 z 점수), 변이도의 추정이 신뢰할 수 있어야 한다. 즉, 극단값의 영향을 줄이고 낮은 불확도를 얻기 위해 충분한 측정에 근거하여야 한다.

나. 조합 성능점수(Combined performance scores)

단일 숙련도 시험의 회(round)에 한개 이상의 결과에 근거하여 성능을 평가할 수 있다. 이는 특정한 하나의 측정량이나 관련된 여러 측정량에 대해 한개 이상의 시험품목이 있을 때 발생한다. 이는 보다 포괄적인 성능평가를 제공한다. Youden plot이나 Mandel의 h-statistics와 같은 그래프 방법도 성능해석을 위해 유효한 기법이다(ISO 5725-2 참조).

다음에 그 예를 나타내었다.

- (1) 측정량이 동일한 경우 복합 점수
 - 만족한 결과들의 수

- 평균 혹은 합산된 z 점수(average or summed z score)
 - 평균 절대 차이(average absolute difference)
 - 합산된 절대 차이(summed absolute difference) 혹은 (제공차이)
- (2) 측정량이 다른 경우 복합 점수
- 만족한 결과들의 수
 - 평균 절대 z 점수(average absolute z score)
 - 평가 한계치에 대한 평균 절대 차이

조합성능점수를 처리할 경우 고려 사항은 다음과 같다.

- (1) 점수들은 동일한 가정된 분포(z점수의 경우 가우시안 분포, 제공차이인 경우 카이 제곱(chi square)분포)가 되도록 변환될 수 있다.
- (2) 정량적인 복합 점수에 크게 영향을 미칠 수 있는 극단값에 대한 점검이 있어야 한다.

다. 견실 z 점수(Robust z scores) 및 이상값(Outlier)

국제기준으로 제시되는 통계기법은 참가자들의 결과값에 이상값이 존재해도 영향을 받지 않는 견실통계기법이다. 이는 중간값과 정규화 IQR로 계산되는데, 데이터 중앙 및 분포를 나타내는 측도이며 평균값과 표준편차와 유사하다. 중간값과 정규화 IQR은 된다.

중간값은 그룹의 중앙값인데, 결과의 절반은 중간값보다 높고 나머지 절반은 낮다. N이 홀수이면 중간값은 한 개의 중앙값, $X[(N+1)/2]$ 이다. N이 짝수이면 두 개의 중앙값의 평균값, $(X[N/2] + X[(N/2)+1])/2$ 이다.

정규화 IQR은 결과의 변이성에 대한 측도이다. 이 값은 IQR에 0.7413을 곱한 값으로써 표준편차와 상응하게 만든다. 사분위 범위는 하위 사분위와 상위 사분위 사이의 차이를 말한다. 하위 사분위(Q1)는 이 값 아래쪽에 결과들의 1/4이 놓이는 값이고, 상위 사분위(Q3)는 이 값 위쪽에 결과들의 1/4이 놓이는 값을 말한다. $IQR = Q3 - Q1$ 이며 정규

화 IQR은 다음과 같다.

$$\text{정규화 IQR} = \text{IQR} \times 0.7413 \quad (3-3)$$

견실 CV는 정규화 IQR을 중간값으로 나눈 값으로 다음식과 같다.

$$\text{견실 CV} = \frac{\text{IQR}}{\text{중간값}} \quad (3-4)$$

견실 통계에 근거한 z-score를 계산은 다음과 같다. 쌍의 결과가 얻어지면, 시험소들 간(between-laboratories)과 시험소 내(within-laboratory) z-score가 각각 계산된다. 이들은 결과 쌍의 합과 차로 구한다.

시료 A 및 B, 두 개로부터의 쌍의 결과 값이 있다고 가정하면, 모든 시료 A의 결과들의 중간값과 정규화 IQR을 중간값(A) 및 normIQR(A)로 표시하자. 한 시험소의 시료 A로부터의 Robust z-score는 $Z = \frac{A - \text{median}(A)}{\text{normIQR}(A)}$ 이다. 쌍의 결과에 대한 표준화된 합(sum)과 표준화된 차(difference)는 아래 식으로 표시된다.

$$S = \frac{(A+B)}{\sqrt{2}} \quad (3-5)$$

$$D = \begin{cases} \frac{(B-A)}{\sqrt{2}} & \text{if } \text{median}(A) < \text{median}(B) \\ \frac{(A-B)}{\sqrt{2}} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3-6)$$

각 시험소에 대해 표준화된 sum(S)과 difference(D)를 계산하고, 이들(S 값들과 D 값들)에 대한 중간값과 정규화 IQR인 median(S)와

normIQR(D) 등을 구한다.

시험소들간(between-laboratories) z-score(ZB)는 S에 대한 robust z-score로 계산되며 시험소내(within-laboratory) z-score(ZW)는 D에 대한 robust z-score로 계산된다.

$$ZB = \frac{S - \text{median}(S)}{\text{normIQR}(S)} \quad (3-7)$$

$$ZW = \frac{D - \text{median}(D)}{\text{normIQR}(D)} \quad (3-8)$$

대응되는 결과와 나란하게 계산된 z-scores를 표로 만들어 프로그램 보고서에 넣고 z-score에 근거하여 결과값을 평가한다.

3. 성능 평가

가. 초기 성능

성능측도가 어떠한 특징을 포함하는 지를 고려한 후에 성능평가에 대한 기준이 확립되어야 한다. 이들 특징은 아래와 같다.

- (1) 전문가 합의 : 자문 그룹이나 자격이 있는 전문가들은 보고된 결과들이 목적에 적합한지를 결정한다. 전문가 합의는 정성적인 시험 결과를 평가하는데 전형적인 방법이다.
- (2) 목적에 대한 적합성: 기법 성능 규격과 실행의 참가자들의 인지도
- (3) 견실 z 점수에 대한 통계적인 결정: 기준이 각 점수에 대해 적합해야 한다. 점수를 적용하는 일반적인 사례는 다음과 같다.

i) 견실 z 점수에 대해

$|z| \leq 2$ 만족

$2 < |z| < 3$ 의심

$|z| \geq 3$ 불만족

(4) 참가자들의 합의 : 기준그룹이나 참가자들의 퍼센트에 의해 사용된 점수나 결과의 범위, 예를 들면

- 중심 퍼센트(central percentage)(80%, 90% 혹은 95%) 만족
혹은

- one-sided percentage(lowest 90%) 만족

국제기준으로 널리 사용되는 건실 z 점수와 이상값에 대한 의미를 살펴보면 다음과 같다. 이상값이란 어떤 결과나 쌍의 결과의 z-score가 절대값이 3보다 큰 경우($Z > 3$ 혹은 $Z < -3$)로 정의된다. 이상값 기준인 $|Z| > 3$ 는 99%의 신뢰도(정규분포와 관련하여)를 가지는데, 이는 결과(들)가 모집단의 진짜 멤버일 확률이 1%이하라는 의미이며, 이 결과 혹은 쌍의 결과는 정말로 문제가 있을 것 같다는 것이다. z-score가 2이하이면 약 95%의 신뢰도를 가지며 $2 < |Z| < 3$ 를 가지는 시험소는 이들 결과들이 의심(take a close look at) 수준으로 평가한다.

이상값으로 확인된 결과들을 처리할 때는 z-score의 부호와 프로그램의 설계가 고려되어야 한다. uniform 및 split pairs 둘 다에 대해, 양(+)의 시험소들간(between-laboratories) 이상값($ZB > 3$)의 의미는 그 쌍에 대한 양쪽결과가 너무 높다는 것이다. 마찬가지로 음(-)의 시험소들간(between-laboratories) 이상값($ZB < -3$)의 의미는 그 쌍에 대한 양쪽결과가 너무 낮다는 것이다.

동일한 시료에 대한 결과들인 uniform pair에 대해서는 시험소내(within-laboratory) 이상값($|ZW| > 3$)의 의미는 결과들 간의 차가 너무 크다는 것이다. 두 가지 시료에서 분석이 다른 경우인 split pair에 대해서는 양(+)의 시험소내(within-laboratory) 이상값($ZW > 3$)의 의미는 두 결과간의 차가 너무 크다는 것이며, 음(-)의 시험소내(within-laboratory) 이상값($ZW < -3$)의 의미는 두 결과간의 차가 너무 작거나 중간값들과는 반대쪽에 있다는 것이다.

시험 프로그램이 한 가지 시료(X)에 대해 한 개의 결과만으로 통

계 처리할 때는 robust z-score $Z = \frac{X - \text{median}(X)}{\text{normIQR}(X)}$ 를 계산하고 이상값을 위에서 언급한 방법대로 분류한다. 이상값으로 확인될 경우 z-score의 부호가 양(+)이면 결과가 너무 높다는 의미이고, 음(-)이면 결과가 너무 낮다는 의미이지만, 시험소내(within-laboratory)변이인지, 시험소들간(between-laboratories) 변이인지 혹은 둘 다 인지는 알 수 없다.

분리 시료 설계에 대해서는, 주어진 목적은 결과에서 무작위적인 커다란 변동과 부적절한 조정을 확인하는 것이다. 이 경우 결과의 적절한 수와 넓은 범위의 집중에 근거하여 평가가 이루어져야 한다. 그래프를 사용한 기법은 이들 문제를 기술하고 확인하는데 유용하며 특히, 대응하는 평균값에 대해 시험소들의 차이를 나타내는 그래프가 그러하다. 결과들은 적절한 파라미터나 non-parametric 기법과 관련된 유수(residuals)분석과 회귀분석을 사용하여 비교될 수 있다.

성능 표시가 가능한 곳에 그래프가 사용되어야 한다(예를 들면, 히스토그램, 오차 막대차트, 순서로 된 z점수 차트). 이들 차트는 아래의 사항을 표시하기 위해 사용된다.

- (1) 참가자들의 값의 분포
- (2) 여러 시험 품목에 대한 결과사이의 관계
- (3) 다른 기법들에 대한 비교 분포

나. 성능의 그래프 표시

성능평가를 일목요연하게 표시할 수 있는 방법이 성능데이터를 다수의 그래프로 나타내는 것이다. 가장 많이 사용되는 그래프가 배열된(ordered) z-score, 막대표(bar-chart) 및 Youden 다이어그램이다. 이들 차트는 프로그램 담당자 및 기술자문가 결과를 해석하는데 도움을 주며 참가시험소에게도 매우 유용하다. 특히, 이상값을 낸 시험소는 그들의 결과가 다른 시험소의 결과와 얼마나 차이 나는 지를 판단하는데 도움을 준다.

(1) Ordered z-score bar-chart

이 차트는 z-score를 크기순서로 배열하고 참가시험소의 고유번호를 표시한다. 이로써 각 시험소는 다른 시험소들과 상대적인 성능비교가 가능하다. z-score가 +3 및 -3 되는 곳에 굵은 선을 그어 이 선을 넘어서는 시험소가 이상값을 낸 시험소라는 것을 쉽게 구분 가능할 수 있게 한다. 세로축은 -5에서 +5까지로 제한한다.

(2) Youden diagram

이 차트는 가로, 세로축에 대응하는 쌍의 결과값을 점으로 표시하며, 이항변이해석에 대해 약 95%의 신뢰를 나타내는 타원을 만들며 점선은 시료에 대한 중간값을 나타낸다. 타원은 이항변이 z-score 영역에서 약 95%신뢰영역(원으로 표시)을 크기 재조정을 통해 추정된다. 타원 바깥에 있는 모든 점은 해당시험소의 고유번호가 매겨진다. 하지만 이들 점은 이상값으로 확인된 값들과 일치하지 않을 수 있다. 이는 이상값 기준($|Z| > 3$)은 약 99%의 신뢰도 수준을 가지지만 타원은 약 95%의 신뢰도 영역을 가지기 때문이다. 이의 의미는 데이터에 이상값이 없으면, 결과의 약 5%는 타원 바깥에 놓인다고 기대할 수 있다. 하지만 숙련도 시험 데이터는 보통 이상값을 포함하기 때문에 대부분의 경우 5% 이상이 타원 바깥에 놓인다. Youden diagram의 타원 밖의 점들은 대체적으로 z-score가 -2에서 2사이의 값에 해당된다. 통계처리 결과가 Youden diagram의 타원형 밖에 존재하지만 이상값으로는 판정되지 않은 ($2 < |Z| < 3$) 시험소는 그들의 결과를 점검하도록 권장된다. Youden diagram의 장점은 이들 데이터의 구성이 실제 데이터에 근거하기 때문에 타원밖에 존재하는 결과를 가진 시험소는 다른 시험소의 결과들과 얼마나 차이가 나는지를 살필 수 있으며, z-score의 절대값이 2가 넘는 결과를 가진 시험소들이 강조되어 표시된다는 점이다.

Youden diagram의 해석 지침은

- i) 상당한 시스템적인 오차요소(시험소간 변이)를 가진 시험소는 타원형 밖에 존재할 것이며, 중간값 배열을 기준으로 오른쪽 상단 사분면과

왼쪽 하단 사분면에 놓인다. 즉, 양쪽 시료에 대해 너무 높거나 낮은 결과값을 의미한다.

ii) 다른 시험소에 비해 상당히 큰 무작위 오차요소(시험소내 편이)를 가진 시험소는 타원형박에 놓일 것이고 대체적으로 왼쪽 상단 사분면이나 오른쪽 하단 사분면에 놓인다. 즉, 한 시료에 대해서는 높은 값이고 다른 시료에 대해서는 낮은 값을 가짐을 의미한다.

Youden diagram은 단지 데이터의 표시일 뿐 결과들을 평가하는 데는 사용되지 않으며 z-score가 평가에 사용됨을 주목하여야 한다.

다. 시간경과에 따른 성능 감시

숙련도시험기구는 시간경과에 따른 성능을 감시하기 위한 기법도 포함할 수 있다. 통계적인 기법에는 참가자들이 그들의 성능에 있어 일반적인 경향과 불일치, 성능이 무작위적으로 변하는지 등에 대한 변화성을 볼 수 있도록 허용해야 한다.

그래프기법은 다양한 사람에 의해 해석을 할 경우 편이성을 제공하기 위해 사용된다. 특히 자체 개선 목적을 위해서, “Shewhart” 제어차트가 유용하다. 데이터 목록과 요약 통계는 상세 검토에 도움이 된다. 성능평가에 사용된 통계는 그래프와 표를 위해 사용되어 져야 한다.

4. 이상값 검정

이상값은 표본 데이터들의 나머지에 비해 극히 크거나 작은 데이터를 의미하며, 이는 모 집단의 성격을 오해할 수 있는 의심값이다. 통계적인 이상값 검정은 이상값들은 데이터의 나머지가 나타내는 분포와 일치하지 않는 확률적인 증거를 제공하기 때문에 통계적인 이상값이다. 이들 검정은 보다 더 조사를 필요로 하는 데이터에 대한 확인을 하는데 사용될 뿐이다. 검정 자체로 통계적인 이상값을 버릴지 수정할 지를 결정할 수가 없다.

이상값을 다루는 두 가지 방법은 시험소에서는 각 시험에 대한 양

호한 기록을 유지하는 것이다. 모든 데이터는 가능한 설명과 부가적인 정보로 기록되어야 한다. 데이터분석에서는 견실 통계기법이 권고되는데 이들 방법은 이상값에 영향을 최소로 받게 한다.

이상값 처리를 위한 데이터분석에서의 첫 단계는 보다 더 관측을 위해 의심되는 이상값을 표시하는 것이다. 이를 위해서는 z-score 혹은 견실 z-score 등을 이용하여 판정한다.

의심되는 이상값을 판정하는 방법은 Grubbs 시험, Dixon 시험, Rosner 시험 및 Box plot rule이 있다.

가. Grubbs 시험

하한 및 상한 표본에 대한 이상값을 검정하는 Grubbs 시험 기법은 아래와 같다. 먼저 주어진 표본 값을 크기순서로 올림차순으로 배열한 경우가 x_i , $i=1,2,3,\dots,n$ 이면, 이상값이 다른 표본값들과 얼마나 떨어져 있는지를 다음 식으로 계량화한다.

$$T = \frac{x_n - \bar{x}}{s} : \text{상한 이상값} \quad (3-9)$$

$$T = \frac{\bar{x} - x_1}{s} : \text{하한 이상값} \quad (3-10)$$

식에서 \bar{x} 는 표본평균을 나타내며, 부록 1에서의 통계표와 같이 T 값이 주어진 신뢰도에서 기각값보다 작으면, 귀무가설을 기각할 수 없으므로 이상값이 아니다. 만약 T 값이 기각값보다 크면, 귀무가설은 기각되고 k 개의 이상값은 인정된다.

나. Dixon 시험

Dixon 시험은 표본 데이터 수가 3~25개인 경우 사용할 수 있다. 이 시험의 검정기법은 먼저 표본 데이터를 올림차순으로 배열한 후 아래 표의 표본 수에 따라 상한(높은 쪽)과 하한(낮은 쪽)으로 의심되는 값에 대해 τ 통계를 계산한다. 주어진 표본을 크기 순으로 올림차순 배열한 경우가 x_i , $i=1,2,3,\dots,n$ 이면 다음 표에 의해 시험 통계값을 계산한다.

τ 값이 주어진 신뢰도에서 기각값(critical value)보다 작으면, 귀무가설(null hypothesis)을 기각할 수 없으므로 이상값이 아니다. 만약 τ 값이 기각값보다 크면, 귀무가설은 기각되고 상한 혹은 하한 이상값은 인정된다. 다른 이상값에 대해 점검을 하려면 Dixon 시험을 반복하면 된다.

표 3-1 Dixon 시험에서의 표본 통계값

상한 의심값	하한 의심값	표본 수	기각값	
			신뢰도 5%	신뢰도 1%
$\tau = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_n - x_1}$	$\tau = \frac{x_2 - x_1}{x_n - x_1}$	3	0.970	0.994
		4	0.829	0.926
		5	0.710	0.821
		6	0.628	0.740
		7	0.569	0.680
$\tau = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_n - x_2}$	$\tau = \frac{x_2 - x_1}{x_{n-1} - x_1}$	8	0.608	0.717
		9	0.504	0.672
		10	0.530	0.635
		11	0.502	0.605
		12	0.479	0.579
$\tau = \frac{x_n - x_{n-2}}{x_n - x_3}$	$\tau = \frac{x_3 - x_1}{x_{n-2} - x_1}$	13	0.611	0.697
		14	0.586	0.670
		15	0.565	0.647

다. Rosner 시험

k개의 이상값을 찾기 위한 Rosner 시험은 표본 데이터 수가 25개 이상인 경우 사용할 수 있다. 이 시험은 높은 쪽으로 의심되는 값과 낮은 쪽으로 의심되는 값 모두를 검증할 수 있다.

검정기법은 먼저 표본 데이터를 올림차순으로 배열한 후 평균과 표준편차를 구한다. 평균으로부터 가장 멀리 떨어진 값을 제거하고, 다음의 시험 통계 R을 구한다.

$$R_{i+1} = \frac{|(x^{(i)} - \bar{x}^{(i)})|}{s^{(i)}}$$

R 값이 기각값(critical value)보다 작으면, 귀무가설(null hypothesis)을 기각할 수 없으므로 이상값이 아니다. 만약 R 값이 기각값(critical value)보다 크면, 귀무가설은 기각되고 k 개의 이상값은 인정된다.

라. 예제

표본 값	70.2	70.9	70.6	70.0	70.0	70.0	70.0	67.5	67.3	67.3	71.0	71.0	71.0	78.4	74.2	78.6
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

주어진 15개의 표본값에 대해 견실 z-score, Dixon 시험 및 Grubbs 시험을 수행하면 다음과 같다.

먼저 견실 z-score를 구하기 위해 중간값과 정규화 IQR(사분위범위)를 구하면 다음과 같다. 중간값은 표본 데이터를 올림차순하였을 때 중앙값이며, 정규화 IQR은 IQR에 0.7413을 곱한 값으로써 표준편차와 상응하게 만든다. 사분위 범위는 하위 사분위와 상위 사분위 사이의 차이를 말한다. 하위 사분위(Q1)는 이 값 아래쪽에 결과들의 1/4이 놓이는 값이고, 상위 사분위(Q3)는 이 값 위쪽에 결과들의 1/4이 놓이는 값을 말한다. $IQR = Q3 - Q1$ 이며 정규화 IQR은 다음과 같다.

$$\text{정규화 } IQR = IQR \times 0.7413 \quad (3-11)$$

또한, 견실 통계에 근거한 z-score를 계산은 다음과 같다.

$$Z = \frac{A - \text{median}(A)}{\text{normIQR}(A)}$$

중간값	하위 사분위	상위 사분위	사분위 범위	정규화 사분위 범위	최소값	최대값	범위
70.6	70.0	71.0	1.0	0.7	67.3	78.6	11.3

표본 값	70.2	70.9	70.6	70.0	70.0	70.0	67.5	67.3	67.3	71.0	71.0	71.0	78.4	74.2	78.6
z-score	-0.5	0.4	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	-4.2	-4.4	-4.4	0.6	0.6	0.6	10.5	4.9	10.8
판정	-	-	-	-	-	-	이상값	이상값	이상값	-	-	-	이상값	이상값	이상값

상기 견실 z-score로부터 이상값으로 판정값에 대해 Grubbs 시험을 통해 검정을 수행한다. 상한 및 하한 이상값(의심값)에 대한 τ 통계값과 95% 신뢰도에서의 기각값을 구하면 다음과 같다.

	τ 통계값	기각값	판정
상한 의심값	2.152	2.409	이상값 아님
하한 의심값	1.133	2.409	이상값 아님

또한, Dixon 시험을 통한 상한 및 하한 의심값에 대한 판정값은 다음과 같다.

	τ 통계값	기각값	판정
상한 의심값	0.396	0.565	이상값 아님
하한 의심값	0.029	0.565	이상값 아님

제 IV장 시료의 안정성시험과 시험절차서

이 장은 유선 및 무선분야의 비교속련도 시험기구의 도입을 위해 국제기준을 만족하면서 한국 실정에 적합한 시료의 결정 및 시험에 사용될 절차서에 대한 내용을 기술한다.

APLAC에서는 2002년에 대만의 CNLA가 주축이 되어 유선분야에 대해 ISDN Phones, Key Telephone systems 및 Modem, 무선분야에 대해서는 Mobile Phones과 Pager에 대해 비교속련도를 실시하려고 했으나 연기된 상태다. 시료의 선정 이유와 시료가 안정성을 나타내는 지에 대한 안정도시험에 기법에 대해 기술한다.

또한 시험절차서는 시료의 특성을 분석하는데 요구되는 필수 시험항목만을 선택하였으며, 시험소별로 시험을 수행하였을 때 결과의 편차를 최소화 할 수 있도록 시험절차를 단순화시켰다.

제 1절 시료의 선정

1. 선정기준

비교속련도 시험에 사용될 시료의 선정기준은 2장 2절에서 언급한 바와 같이 참가시험소에 의해 일상적으로 시험되는 품목과 유사한 것이어야 한다. 이는 시험절차 및 시스템 이해 등 접근이 용이한 품목을 선택함으로써 비교속련도 시험성능의 향상을 꾀할 수 있다. 또한, 속련도 시험을 수행하는 전 과정에 대해 성능저하나 변화가 적은 시료를 선택함으로써 안정화를 기해야 한다. 그 외에 고려할 사항은 시험의 횟수 및 운송 중에 일어날 손상과 주변조건의 영향 등의 조건을 고려하여야 한다.

2. 선정결과

유선 및 무선분야 지정시험기관 비교속련도 도입연구와 관련하여

결성된 운영회의에서 상기 기준을 고려한 결과, 시료확보가 용이하고 시험결과의 변이성이 적은 시험항목으로 유선분야는 유선전화기, 무선 분야에서는 외장형 무선 LAN 시스템을 선정하였다. 또한, 시험등록 시험의 경우 환경시험 전/후 시험이 실시되나 숙련도 평가시험에서는 환경요인에 의한 오차를 없애기 위하여 환경시험 후 시험은 배제하기로 한다.

가. 유선분야

유선분야의 시료선정 사유는 아래와 같다.

- (1) 유선분야의 대표적인 품목으로써 시료 구하기가 용이
- (2) 정보통신부에서 제정한 표준화된 시험방법이 있음

나. 무선분야

무선 분야의 시료 선정사유는 아래와 같다.

- (1) 대부분의 무선 지정시험기관에서 시험 경험이 있는 제품이며, 최근에 가장 많이 승인을 진행하고 있는 제품 중의 한 품목
- (2) 정보통신 단체표준에서 권장하는 표준화된 시험방법이 있음
- (3) 외장형을 선택함으로써 주위 환경에 영향을 덜 받고, 외장형의 공통된 커넥터를 사용함으로써 납땜, Jig 연결작업 시 발생할 수 있는 불확도 요인을 제거 가능
- (4) 상대적으로 시료 구입비용이 저렴

제 2절 안정성 시험기법

1. 시험방법

가. 시험형태

성능평가 시료의 안정도를 시험하기 위해서 두 가지의 기법이 사용된다.

안정도가 낮고 holding 시간이 짧은 특성을 가지는 성능평가 표본인 경우에는 다음 절차를 적용한다.

- (1) 숙련도시험을 하기 전에 시험한 적어도 5개의 표본값과 숙련도시험을 수행한 후에 시험한 적어도 5개 이상의 표본값으로부터 동일한 분석을 수행한다.
- (2) 두 모집단 평균값의 분산값이 동등(equality)한지를 점검하기 위해 적절한 통계시험(F test, Bartlett's test, Levin's test)을 수행한다.
- (3) 두 모집단의 분산값이 근사적으로 동일하면, 기본적인 two-sample t test를 사용하여 숙련도시험 전후의 시험결과를 비교한다. 평균값은 유의수준(significance level) $\alpha = 0.05$ 레벨에서 통계적으로 다르지 않다.
- (4) 두 모집단이 다른 값의 분산을 가지면, Scatterthwaite의 two-sample t test를 수행한다.

안정도가 높고 holding 시간이 긴 특성을 가지는 성능평가 표본인 경우에는 경향시험(trend test)을 적용한다.

나. F test

두 모집단의 분산값이 동일한지를 결정하기 위해 F test를 이용하는데, 이는 두 모집단의 평균값이 동등함을 검증하기 위한 two-sample t test를 시행하기 전에 수행한다. F test에 기초하는 가정은 두 표본들은 독립적이고 정규분포를 가지는 무작위 표본이라는 점이다. 다음 방법에 의해 이들 가정을 확인한다.

- (1) 표본들이 독립적이고 무작위한 지를 결정하기 위해 표본 절차를 검토한다.
- (2) 정규(normality)인지를 결정하기 위해 표본 크기를 고려한다. 양쪽 표본 모집단의 크기가 큰 경우는 증명 없이 정규라 가정한다. 작은 표본 모집단인 경우 분포시험 절차에 따라 정규인지를 시험한다.
- (3) 그럼에도 불구하고 two-sample t test는 분산이 동등하지 않고 약

간이 편차가 있거나 표본이 정규적이지 않고 편차가 있어도 견실(robust)한 특성을 보인다. 또한, 안정도 시험은 보통 한 시험소에서 수행되기 때문에 두 표본 집단의 분산값은 보통 동일하다.

F 시험 수행절차는 다음과 같다.

- (1) 표본 분산값 SD_1^2 SD_2^2 를 계산하고 F ratio를 구하라. 여기서 SD_A^2 는 두 분산값 중에서 큰 값을 의미한다.

$$F = \frac{SD_A^2}{SD_B^2} \quad (4-1)$$

- (2) 부록에서 분자 $df=(n_A-1)$ 와 분모 $df=(n_B-1)$ 에서 기각값(critical value) $F_{1-\alpha/2}$ 값과 F를 비교하라.
- (3) 만약 $F < F_{1-\alpha/2}$ 이면 신뢰도 95%에서 두 모집단은 분산값은 동일하다.

다. Student's two-sample t test

Student's two-sample t test는 두 모집단의 분산값이 일정할 때 두 모집단의 평균을 비교하는데 사용된다. Two-sample t test의 기본적인 두 가지의 가정은 독립적이며 무작위 표본이고 정규분포를 가지는 데이터이다. Two-sample t test는 분산값의 동일(equality)함과 정규(normality)라는 가정을 위반하더라도(분산값이 틀리고 정규적인 특성을 가지지 못하는 경우도) 견실한 특성을 가진다. 하지만, 분산값의 동일(equality)함과 정규(normality)라는 가정을 시험했는데 결과가 실패로 나타나면 Wilcoxon Rank Sum Test와 같은 방법을 사용한다. 이 시험에서는 표본 평균과 표준편차를 사용하기 때문에 two-sample t test는 이상값에 견실하지 못하다.

Two-sample t test의 시험 절차는 아래와 같다.

- (1) 숙련도시험을 하기 전에 시험한 적어도 5개의 표본값과 숙련도시험

을 수행한 후에 시험한 적어도 5개 이상의 표본값을 사용한다. 귀무가설(null hypothesis)은 $H_o: \mu_1 = \mu_2$ 이다. 여기서 μ_1 와 μ_2 는 시간 1(T_0)과 시간 2(T_x)에서의 표본 평균값이다. 대립가설(alternative hypothesis)은 $H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ 이다. 귀무가설의 two-sample t test는 보통 유의수준 $\alpha = 0.05$ 로 실행된다.

(2) 무작위, 독립적으로 각 표본을 분석한다.

(3) 다음 예제와 같이 두 결과의 평균값과 표준편차를 계산한다.

표본	$X_1(\text{Time } T_0)$	$X_2(\text{Time } T_x)$
	84.0	85.5
	87.0	84.5
	82.0	83.5
	89.5	79.5
	86.5	83.0
n_i	5	5
평균($\overline{X_i}$)	85.8	83.2
SD_i	2.89	2.28

(4) 두 표본의 분산이 동일한 지를 확인한다.

(5) Pooled 표준편차(를 다음과 같이 계산한다.

$$SD_P = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)SD_1^2 + (n_2 - 1)SD_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} = 2.60 \quad (4-2)$$

여기서 n_i 는 표본 크기이며, SD_i 는 각 표본의 표준편차이다.

(6) t 시험값과 자유도를 계산한다.

$$t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{SD_P \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = 1.58 \quad (4-3)$$

$$df = (n_1 + n_2 - 2) = 8 \quad (4-4)$$

- (7) 부록의 F-3를 이용하여 $df = (n_1 + n_2 - 2) = 8$ 이고 기각값 $t_{0.025}$ 는 2.036이고 t 값보다 크지 않기 때문에 H_0 는 유용하다고 판단한다: H_0 는 기각되지 않고 성능평가 표본이 불안정하다고 주장할 충분한 근거가 없다는 결론을 내린다.

라. Satterthwaite's test

두 모집단의 분산값이 동일하지 않을 때 두 모집단의 평균값을 비교하기 위해 Satterthwaite's test를 사용한다. 표1에 대해 예제를 통해 알아본다.

- (1) 숙련도시험을 하기 전에 시험한 적어도 5개의 표본값과 숙련도시험을 수행한 후에 시험한 적어도 5개 이상의 표본값을 사용한다. 귀무가설은 $H_0: \mu_1 = \mu_2$ 이다. 여기서 μ_1 와 μ_2 는 시간 1(T_0)과 시간 2(T_x)에서의 표본 평균값이다. 대립가설은 $H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ 이다. $\alpha = 0.05$ 로 Satterthwaite's test가 귀무가설을 검정하기 위해 사용된다.
- (2) 무작위, 독립적으로 각 표본을 분석한다.
- (3) 두 결과의 평균값과 표준편차를 계산한다.

표본	X ₁ (Time T ₀)	X ₂ (Time T _x)
	84.0	85.5
	87.0	84.5
	82.0	83.5
	89.5	79.5
	86.5	83.0
n_i	5	5
평균(\overline{X}_i)	85.8	83.2
SD_i	2.89	2.28
SE_i	1.29	1.02

평균표준오차(standard error of the mean) SE_i 는 다음과 같다.

$$SE_i = \frac{SD_i}{\sqrt{n_i}} \quad (4-5)$$

(4) 다음 식을 이용하여 두 표본 평균값 간의 차이(difference)에 대한 표준오차(standard error)를 구한다.

$$SE_{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2)} = \sqrt{SE_1^2 + SE_2^2} = \sqrt{\frac{SD_1^2}{n_1} + \frac{SD_2^2}{n_2}} = 1.65 \quad (4-6)$$

(5) 다음 식을 이용하여 Satterthwaite's test에 대한 시험통계를 계산한다. (앞에서 구한 SE를 이용하고 자유도(degree of freedom)을 계산)

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{SE_{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2)}} = 1.58 \quad (4-7)$$

$$df = \frac{(SE_1^2 + SE_2^2)^2}{\frac{SE_1^4}{(n_1 - 1)} + \frac{SE_2^4}{(n_2 - 1)}} = 7.56 \quad (4-8)$$

- (6) $(n_1 - 1)$ 와 $(n_2 - 1)$ 중에서 작은값 혹은 $(n_1 + n_2 - 2)$ 로 df 를 결정하여 부록값을 이용하여 t분포의 $t_{0.025}$ (two-tailed 5% 기각값)을 결정한다. $df = (n_1 + n_2 - 2) = 8$ 이면 기각값 $t_{0.025}$ 는 2.036이고 이는 구한 t 값인 1.58보다 크다. 데이터의 유의수준이 $\alpha = 0.05$ 보다 크기 때문에 데이터는 H_0 로 유용하다고 판단한다: H_0 는 기각되지 않고 성능평가 표본이 불안정하다고 주장할 충분한 근거가 없다는 결론을 내린다.

마. 경향 시험(Trend test)

일상생활에서의 성능평가 표본과 같이 높은 안정도와 긴 holding 시간을 가지는 성능평가 표본에 대해서는 성능평가 표본품의 안정도시험을 위해 아래의 방법을 사용한다.

- (1) 무작위로 선정된 적어도 다섯 가지의 표본에 대해 동일한 분석을 수행한다.
- (2) 숙련도 시험이 시작되기 전과 후에 분석을 수행한다.
- (3) 양쪽 결과를 비교한다. 기존의 t test를 사용하여 유의수준 $\alpha = 0.05$ 레벨에서의 평균값은 통계적으로 다르지 않을 것이다.
- (4) 성능보장 시간동안, 시간의 연장선상에서 정기적으로 표본을 시험한다.
- (5) ISO 7870(Control Charts- General Guide and Introduction)), ISO 8258(Shewhart Control Charts)를 참조하여 안정도를 결정하고 모니터한다.

Mann-Kendall test가 경향분석에 유용한데, 이는 시간적인 순서로 표본을 배열하고 삼각형의 표를 이용해 각 데이터를 이전값과 비교하는 기법이다. 표에서 상승(upward)이나 하강(downward)경향을 나타내면, 이들 차이값들은 상승이나 하강의 경향을 제시할 만한 충분한 경향을 가진다. zero 차이값은 이 통계시험에는 포함하지 않으므로 제외시켜야 한다. 기본적인 Mann-Kendall test는 표본크기가 10개 미만인 경우에 적용된다. 표본크기가 큰 경우에 대해서는 Mann-Kendall test의 근사화된 기법이 사용된다.

Mann-Kendall 계산절차는 아래와 같다.

- (1) 삼각형 표에서 전체 “+” 부호의 수와 전체 “-” 부호의 수를 계산한다.
- (2) 부록을 이용하여 확률 p , 표본 크기 n 및 Mann-Kendall statistic S 를 결정한다.
- (3) 결과를 해석 한다: 양(positive)의 S 는 잠재적으로 상승 경향을 나타내고, 음(negative)의 S 는 잠재적으로 하강경향을 보인다. 상승경향에 대해서는 $S > 0$ 이고 $p < \alpha$ 이면 H_0 를 기각(경향이 없음)한다. 하강경향에 대해서는 $S < 0$ 이고 $p < \alpha$ 이면 H_0 를 기각한다.

다음의 5개의 안정도 시험 데이터를 통해 경향시험을 알아본다. 시험을 행한 시간 순서대로 데이터 80, 64, 88, 48, 50을 배열한다. 귀무가설(H_0 : 경향 없음) 및 대립가설(H_A : $\alpha = 0.05$ 유의수준에서 상승 혹은 하강 경향 있음)이 표본의 안정도의 경향시험에 사용된다. 표 2를 보면 살펴보면 분명히 하강경향을 나타낼 것 같은 의심이 든다.

시간 데이터	1	2	3	4	5	“+”부호의 수	“-”부호의 수
80		-	+	-	-	1	3
64			+	-	-	1	2
88				-	-	0	2
48					+	1	0
						3	7

Mann-Kendall statistic $S = (\text{“+”부호의 수}) - (\text{“-”부호의 수}) = 3 - 7 = -4$ 이다. 부록을 참조하면 $n=5$ 및 $|S|=4$ 이므로 p 는 0.242이다. $S=-4 < 0$ 이고 $p=0.242 < \alpha(0.05)$ 이므로 귀무가설은 기각되지 않으며 0.05 유의수준에서 성능평가 표본이 불안정하거나 하강경향이 있다고 결론내릴 만한 충분한 증거가 없다.

2. 시험항목

가. 유선분야

각 시험소에서의 측정시험 편차가 클 것으로 예상되는 항목은 제외하고 음성대역 신호전력, 횡전압평형도, 온혹 임피던스 및 온혹 신호 요구조건 만을 시험항목으로 하였다.. 구체적인 시험내용은 아래와 같다.

(1) 음성대역 신호전력 (200Hz ~ 3,995Hz)

- 보류음
- 통신망제어신호(Digital 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, #, *)

(2) 횡전압평형도

- 200Hz, 1,000Hz, 2,000Hz, 4,000Hz

(3) 온혹 임피던스

- 직류저항 (시험조건 : 10 ~ 100V)
- 호출신호 수신시 직류전류 (시험조건 : 40 ~ 100V)
- 호출신호 수신시 교류 임피던스(시험조건 : 40 ~ 100V)

(4) 온혹 신호 요구조건

나. 무선분야

시험항목은 주파수허용편차, 전력밀도허용편차, 점유주파수 대폭, 불요발사 및 수신시 발사되는 부차적 전파의 세기로 하였다.

제 3절 시험절차서

시험절차서는 시료의 특성을 분석하는데 요구되는 필수 시험항목만을 선택하였으며, 구체적인 내용은 부록을 참조한다.

1. 유선분야

유선전화기에 대한 시험절차는 정보통신부 고시 “단말장치 기술기준” 중에서 “전화용설비에 접속되는 단말장치”를 시험기준으로 하였다. 각 시험소에서의 측정시험 편차가 클 것으로 예상되는 항목은 제외하고 음성대역 신호전력, 횡전압평형도, 온혹 임피던스 및 온혹 신호요구조건만을 시험항목으로 하고 이에 관한 절차를 기술하였다..

2. 무선분야

외장형 무선 LAN 시스템에 대한 시험절차는 전파통신 기술협회의 “2400~2483.5Mhz 및 5725~5825MHz 주파수대의 Direct sequence spread spectrum 방식을 사용하는 무선통신장비의 RF측정방법의 권고안”을 시험기준으로 하였다. 절차서 내용은 주파수허용편차, 전력밀도허용편차, 점유주파수 대폭, 불요발사 및 수신시 발사되는 부차적 전파의 세기에 관한 시험절차를 기술하였다.

제 V 장 모의시험 및 결과분석

이 장은 유선 및 무선분야에 대한 비교숙련도 시험기구의 도입을 위해, 선정된 시료와 시험절차서를 이용하여 지정시험기관을 대상으로 모의시험을 수행하고 그 결과를 분석함으로써 선정된 숙련도시험에 대한 적합성을 검정하고 문제점을 도출하여 숙련도시험 시 고려해야 할 사항에 대해 기술한다.

모의시험의 실시 및 평가는 크게 세부분으로 구성되는데, 시료의 안정성 평가, 모의시험 시행 및 결과분석으로 이루어진다. 먼저 시료의 안정성은 시료의 각 시험항목에 대해 모의시험을 실시하기전의 특성과 실시를 한 후의 특성에 대해 통계분석을 하였을 경우, 모의시험 전·후의 시료 특성이 유사한지를 평가한다. 모의시험은 한 시험기관에 대해 주어진 측정조건과 동일한 상태에서 각 시험항목에 대해 시험을 실시하고 즉시 그 결과를 보고하도록 하였다. 각 지정시험기관의 시험결과가 모두 수집되면 견실 z 점수에 따라 결과를 도출한다. 이 경우 안정성 시험에서 불안정하다고 판정된 시험항목은 제외한다. 결과에 대한 예비 보고서를 작성하여 각 시험기관에게 통보하고 이상값이나 의심값을 산출한 기관에 대해서는 원인분석을 수행하도록 하였다.

원인분석을 통해 선택한 시료, 시험절차서 및 시험항목이 적합한지를 평가하여, 시험결과의 편차를 최소화하는 방향으로 시험절차 및 시험항목에 대한 수정과 조정을 하였다.

제 1절 안정도 시험

1. 개요

선정된 시료가 안정한 지를 검정하기 위하여 안정도 시험을 수행하였다. 지정시험기관에서 시험을 실시하기 전·후에 1일 5회, 3일 간격으로 각각 15회를 측정하여 각 시험항목의 평균과 분산을 구하여 F test

를 통해 두 표본의 분산이 동등한 지를 점검하였다. 분산이 동등한 경우는 Student's two sample t test, 동등하지 않는 경우 Satterthwaite's t test를 수행하여 시료의 안정성을 최종 판정하였다.

2. 결과

가. 유선분야 안정도

유선분야의 경우 선정된 유선전화기에 대해 음성대역 신호전력, 음성대역 신호전력(통신망제어), 횡전압평형도, 직류저항, 호출신호 수신시 직류전류, 호출신호 교류임피던스, On hook 신호요구조건 등 7개 항목에 대해 안정도 시험을 수행하였다. 세부 내용은 부록을 참조한다.

표5-1과 같이 안정도 시험결과 52개의 항목에 대해 25개의 항목을 합격하였다.

표 5-1 유선분야 안정도 시험결과

시험내용	시험항목 수	안정도 합격 항목수	안정도 불합격 항목수	합격 항목	비고
음성대역 신호전력	1	1	0	—	
음성대역 신호전력 (통신망제어)	12 (0-9, #, *)	4	8	2, 3, 8, 9	
횡전압 평형도	12 (200-4000Hz, On, Off Hook)	7	5	200Hz on/off, 500Hz on/off, 1kHz on hook, 3kHz on hook, 4kHz on hook	
직류저항	10 (10-100V)	2	8	10V, 20V	
호출신호 수신시 직류전류	8 (20-30Hz, 40-100V)	4	4	20Hz 80V, 30Hz 40V, 30Hz, 80V 30hz 100V	
호출신호 교류임피던스	8 (20-30Hz, 40- 100V)	6	2	20Hz 60V, 20Hz 80V, 20Hz 100V, 30Hz 60V, 30Hz, 80V 30hz, 100V	
On Hook 신호요구조건	1	1	0	On hook	
항목별 합계	52	25	27	—	

나. 무선분야 안정도

무선분야의 경우 선정된 무선 LAN 시스템에 대해 주파수 허용편차, 공중선전력, 점유주파수 대폭, 불요발사강도, 부차적 전파발사 강도 등 5개 항목에 대해 안정도 시험을 수행하였다.

안정도 분석 결과 부록과 같이 공중선전력을 제외한 4개 항목이 합격기준을 통과하였다.

제 2절 모의시험 및 결과

1. 유선분야

유선 전화기에 대해 정보통신부고시 단말장치 기술기준(전화용 설비에 접속되는 단말장치)을 적용하여 음성대역 신호전력 등 7개 항목에 대해 숙련도시험을 실시하였다. 5개 지정시험기관이 참여하였으며, 기관별 시험기간은 7일로 한정하였으며, 통계분석을 위해 기관별로 3회씩 측정하도록 하였다. 분석을 위한 통계기법은 중간값(median)에 근거한 견실 z 점수(Robust z-score)를 사용하였다.

시험기관의 의견을 살펴보면 첫째로 측정할 값이 아주 낮은 레벨인 경우는 측정기의 성능이나 기타 접지의 상태에 따라서 측정 오차가 발생할 가능성이 크다. 따라서 초기 비교숙련도 평가에서는 이러한 항목은 배제를 하는 것이 바람직하며 측정할 값이 일정수준 이상의 값이 나올 수 있는 항목 위주로 비교숙련도 평가를 실시하는 것이 바람직하다. 두 번째는 통계분석을 위해 3회 반복시험을 했으나 시험기관마다 자신의 측정결과에 차이를 없어 무의미하였으며, 일부 시험항목에서 숙련도

시험전·후에 따른 안정도 시험결과, 부적합 되었는데 이에 대한 원인규명이 요구된다. 또한 참여한 시험기관의 수가 5개 기관으로 숙련도 시험 분석에 어려움이 있었다.

통계분석결과 이상값 및 의심값을 도출한 시험기관은 표 5-2 및 표 5-3과 같다. 통계분석결과를 각 지정시험기관에 배포하여 의심값 및 이

표 5-2 유선분야 이상값 산출기관

기관 ID 시험내용 및 항목 수		T1	T2	T3	T4	T5	이상값 항목 합계
음성대역 신호전력	1	1	—	—	—	—	1
음성대역 신호전력 (통신망제어)	4 (2,3,8,9)	—	—	—	—	—	0
횡전압 평형도	7 (200-4000Hz, On, Off Hook)	—	—	3	3	6	12
직류저항	2 (10V, 20V)	6	—	—	1	—	7
호출신호 직류전류	4 (20-30Hz, 40-100V)	—	—	—	—	6	6
호출신호 교류임피던스	6 (20-30Hz, 40-100V)	—	—	—	6	—	6
On Hook 신호요구조건	1	—	—	—	—	3	3
기관별 이상값 합계 (총 25개 시험항목)		7	0	3	10	15	35

표 5-3 유선분야 의심값 산출기관

기관 ID 시험내용 및 항목 수		T1	T2	T3	T4	T5	의심값 항목 합계
음성대역 신호전력	1	2	—	—	—	2	4
음성대역 신호전력 (통신망제어)	4 (2,3,8,9)	—	—	—	—	—	0
횡전압 평형도	7 (200-4000Hz, On, Off Hook)	—	—	—	—	—	0
직류저항	2 (10V, 20V)	—	—	—	3	—	3
호출신호 직류전류	4 (20-30Hz, 40-100V)	—	—	—	—	4	4
호출신호 교류임피던스	6 (20-30Hz, 40-100V)	3	1	—	—	—	4
On Hook 신호요구조건	1	—	—	—	—	—	0
기관별 의심값 합계 (총 25개 시험항목)		5	1	0	3	6	15

상값을 도출한 기관에 대해 원인 분석의견을 제출받아 이를 분석하였고, 숙련도운영위원회에서 그 결과를 종합 분석하였다. 부록에 예비결과 보고서의 표본을 제시하였다.

2. 무선분야

무선 LAN 시스템에 대해 전파통신기술협회 기준(2,400MHz~2,483.5MHz 주파수대의 Direct spread spectrum 방식을 사용하는 무선 통신장비의 RF 측정방법 권고안)을 적용하여 주파수허용편차 등 5개 항목에 대해 모의시험을 실시하였다. 9개 기관이 참가하였으며 기관별로 시험기간은 5일로 한정하였고, 통계분석을 위해 기관별로 시험항목 당 3회씩 측정하도록 하였다. 사용된 통계기법은 중간값(median)에 근거한 견실 z 점수를 사용하였다.

참가시험기관의 의견을 살펴보면 현 모의시험에서 적용한 견실 z 점수에 ETSI 규격에 명기된 불확도 값을 적용하여 이상값을 판정한다. 즉, 의심값 이상값이 도출된 경우 ETSI 규격의 불확도 값 내에 있을 경우 성능평가기준을 통과한 것으로 본다. 또한, 숙련도시험 결과 제출 후 결과평가를 위해 숙련도운영위원회에서 선정시료, 시험조건 및 측정 결과 등의 기술적인 분석을 통하여 성능평가 적용기준에 대한 검토가 요구된다.

통계분석결과 이상값은 발생되지 않았고 의심값을 도출한 시험기관은 표 5-4와 같다.

통계분석결과를 각 지정시험기관에 예비결과보고서를 배포하였고, 숙련도운영위원회에서 그 결과를 종합 분석하였다. 부록에 예비결과보고서의 표본을 제시하였다.

표 5-4 무선분야 의심값 산출기관

기관 ID 시험내용	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	의심값 항목 합 계
주파수 허용편차 (kHz)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
공중선 전력 (mW)	평가제외 항목									
점유주파수 대역폭 (MHz)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
불요발사 강도 (dBm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
부차적 전파발사 강도 (dBm)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
기관별 의심값 합계	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2

제 3절 원인분석 및 대책

1. 유선분야 이상값 및 의심값 원인분석

가. 음성대역 신호전력

3개 기관에서 이상값 및 의심값이 발생하였으며, 발생원인은 시험 소간 측정방법의 차이 즉, Off hook 상태에서 수화기를 막은 상태로 측정한 경우와 그렇지 않은 경우에 따라 측정값이 다르게 나타났다. 다음 이유는 교류 평균값을 적용하여 높게 산출되었는데 실효값 적용시 정상 범위를 나타냈다. 또한, 측정시 AUTO와 MANUAL의 경우 측정값이 낮으면 낮을 수록 에서 두 측정값의 차이가 크게 나타났다.

이 측정항목의 경우 기준값이 -9dBm인데 실제 측정값은 -60dBm 부근의 낮은 값이다. 차기 시험 시에는 팩시밀리를 사용하면 팩스 전송

시 사용되는 톤을 인위적으로 발생시킬 수 있는 시험모드를 가지고 있기 때문에 측정값의 오차가 작을 것으로 사료된다.

시험항목	세부항목	시험결과	중간값	정규화 IQR	최소값	최대값	Z-score	비고
음성대역 신호전력 (dBm)	신호전력	-56.4	-61.5	1.8	-65.8	-56.1	2.8	의심값
		-56.9					2.5	의심값
		-56.1					3.0	이상값

나. 횡전압평형도

3개 기관에서 이상값이 발생하였으며, 발생원인은 시험소의 측정장비에 의한 오차와 시험조건(측정장비와 금속접지판 및 기준접지면 간의 접지방식, Off hook 시험 경우 루프전류 가변시 Loop 전류값 설정 차이)의 차이에 기인하였다.

이 측정항목의 경우 차기 시험의 경우 팩시밀리와 같은 접지가 있는 시료로 교체하는 것이 측정편차를 줄일 수 있는 것으로 사료된다.

세부항목	시험결과	중간값	정규화IQR	최소값	최대값	Z-score	비고
200Hz on Hook	92.0	75.0	5.7	70.5	93.0	3.0	이상값
	92.0					3.0	
	93.0					3.2	
200Hz off Hook	78.9	70.8	0.6	70.0	78.9	13.2	
	78.9					13.2	
	78.7					12.9	
500Hz off Hook	67.5	70.6	0.7	67.3	78.6	-4.2	
	67.3					-4.4	
	67.3					-4.4	
500Hz off Hook	78.4	70.6	0.7	67.3	78.6	10.5	
	74.2					4.9	
	78.6					10.8	

다. 직류저항

3개 기관에서 이상값 및 의심값이 발생하였으며, 발생원인은 정확한 전류측정을 위해 전류안정화시간이 요구되며, 전류와 전압값에 의한 저항값 계산시 소수점 자리수 적용에 의한 따른 편차 및 시험소의 측정장비의 오차에 기인한다.

이 측정항목의 경우 인증기준값은 5M Ω 이상으로서, 전류안정화를 위해 setting 후 1분(유럽의 예) 뒤에 측정하고, 모의시험의 경우 10V~100V까지를 시험하였으나 인가전압이 높을수록 오차가 줄어들 여지가 있기 때문에 차기 시험의 경우 80V 및 100V 두개의 값만 적용하고 소수점 셋째자리에서 반올림한 값을 사용하는 것이 오차를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

세부항목	시험결과	중간값	정규화 IQR	최소값	최대값	Z-score	비고
10V 팁-링	16.95	9.72	0.89	7.70	16.95	8.1	이상값
	16.39					7.5	이상값
	14.92					5.8	이상값
20V 팁-링	9.95	8.00	0.25	7.10	9.95	7.7	이상값
	9.31					5.2	이상값
	9.09					4.3	이상값
20V 팁-링	7.10	8.00	0.25	7.10	9.95	-3.6	이상값
	7.40					-2.4	의심값
	7.40					-2.4	의심값

라. 호출신호 수신시 직류전류

1개 기관에서 이상값이 발생하였으며, 발생원인은 장비의 분해능으로 인해 자동화된 장비로 측정한 경우가 수동측정 방법에 비해 오차가 큰 것으로 나타났다.

이 측정항목의 경우 인증기준값은 3mA 이하로서 모의시험의 경우 40V~100V까지를 시험하였으나 오차를 줄이기 위해 차기 시험의 경우 80V 및 100V 두개의 값만 적용하기로 한다.

세부항목	시험결과	중간값	정규화 IQR	최소값	최대값	Z-score	비고
30Hz \pm 3Hz, 80V	0.140	0.011	0.037	0.002	0.150	3.4	이상값
	0.140					3.4	이상값
	0.150					3.7	이상값
30Hz \pm 3Hz, 100V	0.180	0.018	0.040	0.003	0.190	4.0	이상값
	0.190					4.3	이상값
	0.190					4.3	이상값

마. 호출신호 교류임피던스

2개 기관에서 이상값 및 의심값이 발생하였으며, 발생원인은 측정 장비 및 시험방법에 의한 오차로써 이상값 발생기관은 Impedance analyzer로 측정하였으나, 나머지 기관은 Multimeter로 측정하였다.

이 측정항목의 경우도 차기 시험의 경우 측정오차를 줄이기 위해 국내에 적용되는 20Hz, 80V 및 100V 두개의 값만 적용하기로 한다.

세 부 항 목	시 험 결 과	중 간 값	정 규 화 IQ R	최 소 값	최 대 값	Z-score	비 고
20Hz± 3Hz, 60V	12.20	13.31	0.23	12.20	13.99	-4.7	이 상 값
	12.20					-4.7	이 상 값
	12.20					-4.7	이 상 값
30Hz± 3Hz, 60V	9.10	9.87	0.19	9.10	10.15	-4.0	이 상 값
	9.10					-4.0	이 상 값
	9.10					-4.0	이 상 값

바. 호출신호 교류임피던스

1개 기관에서 이상값이 발생하였으며, 발생원인은 시험설비의 분해능 및 필터문제, 측정장비 자체의 기본값이 높은 것으로 예상된다.

이 측정항목의 경우 인증 기준값은 -55dBm이하의 낮은 값으로서 차기 시험의 경우 측정오차를 줄이기 위해 -48V 20mA에서 측정하기로 한다.

세부항목	시험결과	중간값	정규화 IQR	최소값	최대값	Z-score	비고
신호전력	-88.6	-57.9	5.0	-89.1	-56	-6.1	이상값
	-88.9					-6.2	
	-89.1					-6.3	

2. 무선분야 의심값 발생원인 분석

무선분야의 경우 2개 기관에서 점유주파수 대역폭 및 부차적 전파발사 강도 각각의 시험항목에 대해 의심값을 산출하였다.

가. 부차적 전파발사 강도

이 시험항목의 경우 측정방법이 상이하여 도출된 의심값으로서, 다른 시험기관에서는 적용하지 않은 필터를 적용했기 때문에 발생한 경우이다. 차기 숙련도시험의 경우 측정기준을 보다 정확히 할 경우 의심값은 배제될 것으로 본다.

시험항목	시험결과	중간값	정규화 IQR	최소값	최대값	Z-score	비고
부차적 전파발사 강도	-65.5	-67.6	1.4	-69.8	-64.5	1.5	의심값
	-64.5					2.2	
	-65.2					1.7	

나. 점유주파수 대역폭

이 시험항목의 경우 시험기관의 측정값들이 낮은 분산값을 가지는 경우로서 중간값으로부터 조금만 벗어나도 의심값으로 처리된 경우로 볼 수 있다. 즉, 대부분의 측정값이 중간값인 15.3MHz 부근에 존재하는 경우, 15.2MHz나 15.4MHz는 의심값으로 판정된다.

이 경우 불확도 값을 적용하여, 적용된 불확도 값 내에 있을 경우 성능평가기준을 통과한 것으로 본다.

시험항목	시험결과	중간값	정규화 IQR	최소값	최대값	Z-score	비고
점유주파수 대역폭	15.3	15.3	0.1	15.2	15.4	-0.5	의심값
	15.3					-0.5	
	15.2					-2.2	

예를 들면, 중간값과 해당 시험기관의 측정값과의 편차는 0.1MHz (100kHz) 인 경우 규정된 불확도가 100kHz보다 큰값인 경우 점유주파수 대역폭의 불확도 성능평가기준을 만족한 것으로 판단한다. ETSI의 경우 동작주파수에 따라 측정불확도를 다르게 적용하는데, 표 5-5는 ETSI EN 300 328에 명기된 측정 불확도를 나타내었다.

표 5-5 무선분야 불확도(ETSI EN 300 328)

파라미터	불확도
무선주파수	$\pm 1 \times 10^{-5}$
전체 RF 전력, 전도	$\pm 1.5\text{dB}$
RF 전력밀도, 전도	$\pm 3\text{dB}$
불요방사, 전도	$\pm 3\text{dB}$
전체 방출, 복사	$\pm 6\text{dB}$
온도	$\pm 1^\circ\text{C}$
습도	$\pm 5\%$
직류 및 저주파 전압	$\pm 3\%$

3. 결과 검토

숙련도시험 프로그램을 지정시험기관을 대상으로 실제로 적용할 경우, 유선분야인 경우 지정시험기관의 수가 작아서 성능평가기준으로 사용된 견실 z 점수의 적용은 적합하지 않기 때문에 ISO 지침서 5725-2에서의 Grubbs 시험 등의 기법으로 이상값을 검지해야 할 것으로 생각된다. 이는 2001년 KOLAS에서 실시한 전자기적합성 숙련도의 경우 3m법으로 측정한 시험결과의 데이터 수가 5개 밖에 되지 않아 Grubbs 시험 및 Dixon 시험기법을 적용하여 이상값을 판정하였다.

또한 무선분야의 모의 숙련도시험결과 측정항목 중의 하나가 측정값들이 낮은 분산값을 가짐으로써 중간값으로부터 조금만 벗어나도 의심값으로 처리된 경우가 발생되어 견실 z 점수만으로 이상값 및 의심값을 판정하는데 무리가 있다. 따라서 숙련도시험 평가를 해당 시험항목의 불확도와 통계분석에 의한 z 값을 동시에 적용하는 것이 합리적이다. 즉, 중간값(설정값)을 기준으로 산출한 참가시험기관의 측정 결과값의 편차에 해당 시험 항목의 불확도와 견실 z 점수를 동시에 적용하여 숙련도시험의 수행도 평가를 다음의 기준을 적용하는 것이 합리적인 성능평가 기준으로 사료된다.

- 설정값을 기준으로 측정 결과값의 편차가 해당 시험항목에서 규정한 불확도를 초과하고 $|z| \geq 3$ 인 경우 이상값으로 분류

- 규정된 불확도 이내이고 $2 < |z| < 3$ 및 $|z| \geq 3$ 인 경우는 의심값으로 평가
- 규정된 불확도 이내이고 $|z| \leq 2$ 인 경우는 만족값으로 평가

제 VI장 현장평가서

유선 및 무선분야 시험기관의 지정을 위해 현장평가를 할 경우 객관적이고 기술적인 평가기준을 마련하기 위해 국제기준을 분석하여 현장평가서를 제시한다. 유선 분야는 NVLAP 핸드북 150-11를 기준으로 하였으며, 무선 분야는 국내 기술 기준과 유럽통신표준연구소(ETSI)의 EN 300 328 V1.4.1(2003-04)을 기준으로 작성하였다.

제 1절 유선분야 현장평가서

1. 목적

본 현장평가서는 정보통신기기 지정시험기관 지정을 위해 유선분야에 대한 인정의 시작 혹은 갱신을 위한 전파연구소 기술 평가사들이 현장 평가를 위해 설계되었으며, 시험기관의 평가에 쓰이는 시험기관 현장 평가보고서의 일부분이 된다. 이 평가 목록에 기록된 결함은 전파연구소 절차에 따라 해결되어야만 한다. 결함으로 규정되지 않은 의견은 기술 전문가들에 의해서 시험소에서 전달될 수도 있다.

2. 환경 모의실험

가. 진동

(1) 진동테이블에 대한 제조자 규격이 정해진 시험성능을 나타내고 있는가?; 즉, EUT가 장착된 상태에서 각각 0.1 및 0.25 octaves/min의 스위프율로 5Hz에서 100Hz까지 0.5g peak, 100Hz-500Hz까지 1.5g peak의 가속도.

(2) 진동시험은 EUT가 부속품과 매뉴얼 등을 포함하는 정상적인 선적을 위한 포장상태로 이루어졌는가?

나. 온도와 습도

(1) 항온조와 항습조에 대한 제조자 규격이 정해진 시험 능력을 나타내고 있는가; 즉, 정확도 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 와 $\pm 10\%$ 의 상대습도에서 온도범위가 -40°C 에서 65.6°C , 습도 범위는 95% 상대습도까지.

다. 기계적 충격

(1) 아스팔트 타일은 충격시험을 위한 콘크리트 면으로 덮여져 있는가?

(2) 포장되지 않은 상태에서 충격시험이 행해졌는가?

(3) 휴대용 EUT 보다 무거운 것을 낙하시키기 위해 기계적인 낙하장비의 사용이 가능한가?

(4) EUT의 요구되는 각 방향에 대해 낙하시험이 수행되는가?

(5) 시험자는 요구된 EUT 무게 대 낙하시험높이간의 관계를 인지하고 있는가?

라. 서지 시험

주의 : 다음 점검목록 품목은 아래의 마, 바 및 사 항에 다른 모든 세 가지 경우에 적용한다.

(1) 전류 파형의 사진이 파일되어(철해져) 있는가?

(2) 전류파형 표시 날짜가 일년보다 더 최근 날짜인가?

(3) 서지발생기는 800, 1500 및 2500V 세 가지 모두에 대해 양쪽 극성

의 서지를 발생할 수 있는가?

(4) 서지발생기의 동작상태가 각 사용전이나 적어도 각 시험일의 시작에서 점검되는가?

마. 선간(metallic) 전압 서지(800V)

(1) 펄스 특성이 다음과 같은가: 개방회로의 전압 800V peak ; 최대값에 대한 최대 상승시간 10 μ s; 최대의 절반에 대해 최소 감소 시간 560 μ s; simplexed pairs를 제외한 모든 경우에 대해 peak 전류용량 100A; simplexed pairs에 대해 최소 200A.

바. 종(Longitudinal) 전압 서지(1500V)

(1) 펄스 특성이 다음과 같은가: 개방회로의 전압 1500V peak; 최대값에 대한 최대 상승시간 10 μ s; 최대의 절반에 대해 최소 감소 시간 160 μ s; peak 전류용량 최소 200A

사. 종(Longitudinal) 전압 서지(2500V)

(1) 펄스 특성이 다음과 같은가: 최대값에 대한 최대 상승시간 2 μ s; 최대의 절반에 대해 최소 감소 시간 10 μ s; peak 전류용량 최소 1000A

3. 누설 전류 제한

(1) 60Hz의 전원이 1000V, 1500V의 전압과 최소 10mA_{peak}의 전류를 생성할 수 있는가?

(2) 전압이 30초 주기로 올라갈(ramp up) 수 있으며 추가 60초에 대해

최대 전압에 머물 수 있는가?

(3) EUT가 유전체 장벽의 네트워크 측에서 전원 릴레이 접점을 가지고 있을 때, 전류통로에 영향을 미치지 않고 인위적으로 이들 접점 가까이 에 설비가 만들어져 있는가?

(4) 전력선 장벽 시험에서 1500V EUT에 대해 EUT의 전원스위치는 켜지는가?

4. 위해 전압 제한(hazardous voltage limitations)

가. 적용

: 메시지 레지스터 리드, 자동확인 외부다이얼링 리드, 과도전압, E&M 리드, DPS 전압, LADC 전류 및 전압, 링다운/메탈릭 private 라인 시험에 다음 항목이 적용.

(1) 직류전압계가 입력임피던스 $>1\text{M}\Omega$, 0~200V 범위, $\pm 3\%$ 의 정확도를 가지는가?

(2) 입력 저항 $>100\text{ k}\Omega$, 1~1MHz 주파수 범위, 최소 35mV의 입력감도 또는 그 이상(135 Ω 에 관계하여); 첨두 전압과 rms전압을 지시, $\pm 3\%$ 의 정확도를 가지는 rms 교류 전압계를 가지고 있는가?

(3) 입력 저항 $>1\text{M}\Omega$, 주파수 범위 $>6\text{MHz}$, 3mV나 그이상의 입력감도; 최소 10mV나 그 이상의 trigger감도; $\pm 3\%$ 의 정확도를 가지는 디지털 샘플링 스토리지 오실로스코프를 가지고 있는가?

나. 리드의 물리적인 분리(Physical separation of leads)

(1) 시험자는 네트워크 인터페이스 및 전력의 물리적인 분리 및 위해

전압 리드(선)의 요구조건을 충분히 알고 있는가?

다. 위험전압 보호

(1) 출력전류가 20A 연속정격, 1분에 50A가 가능한 $120V_{rms}$ 60Hz를 갖는 전원이 유효한가?

(2) 출력전류가 20A로 연속정격, 1분에 50A가 가능한 $300V_{rms}$ 60Hz를 갖는 전원이 유효한가?

(3) 그들의 적당한 전압분배기 구성에서 750, 1000 및 1500Ω 의 종단저항이 유효한가?

5. 신호 전력 제한

가. 음성대역 신호전력

(1) 평균 용량이 3초인 true rms 교류 전압계가 사용되고 있는가?

(2) 입력저항 $>100k\Omega$, 통과대역 200~4kHz(3dB point); 대역바깥 감쇄 $>24dB/octave$ 의 대역통과필터를 사용하고 있는가?

나. 음성 대역 신호전력 제한회로

(1) 출력신호는 음성 대역 내에서 최소 5개 주파수에서 측정되고 있는가?

다. 음성대역 신호전력- 망 제어 신호

(1) 신호전력 측정이 최소 및 최대 루프전류에서 이루어지는가?

다. Through transmission에 대한 DC 조건

(1) 시험소의 루프 시뮬레이터 회로가 접지 스타트를 적용할 경우 400~2,450Ω, 루프 스타트를 적용할 경우 400~1,740Ω까지 연속 가변저항을 가지고 있는지를 시험 할 수 있는가?

라. 음성대역 신호전력-데이터

(1) 프로그램된 데이터 설비에서, 신호전력 측정이 프로그래밍 저항의 각 값(0, 150, 336, 569, 866, 1,240, 1,780, 2,520, 3,610, 5,490, 9,200, 19,800Ω 및 개방회로)으로 이루어지는가?

마. 음성대역 신호전력 - 데이터보호회로

(1) 프로그램 가능한 잭 구성의 EUT의 설비에 대해 측정은 프로그램 저항의 모든 값에 대해 이루어지는가?

바. return 손실 - 2선

(1) 기준 회로망이 2μF 콘덴서로 직렬 연결된 600ohm 저항을 포함하는가?

사. 3,995Hz부터 4,005Hz까지의 신호전력

(1) 다음 특성을 가지는 10Hz 대역통과 필터는 유효한가?

입력 임피던스 >100kΩ, 통과대역 1,995Hz~4,005Hz, 3dB 점에서의 차단주파수, 대역바깥 감쇄율 >24dB/octave

아. 음성대역 중 전압 0.1kHz~4kHz

- (1) 이 측정을 위해 적절한 가중필터가 사용되는가?
- (2) 이 측정을 위해 600Ω 선간/ 500Ω 종(longitudinal) 종단은 유효한가?
- (3) 이 측정을 위해 평균이 0.1s 이상의 true rms 전압계가 사용되는가?
- (4) $\pm 3.1\text{dB}$ 전압 분배기 효과 교정(effect correction)이 신청서가 제출되기 전에 원(raw) 측정에 적용되었는가?

자. Non-LADC 선간(metallic) 전압 4kHz~6MHz

- (1) 이 측정에서 300과 135Ω 의 저항 종단이 유효한가?

차. Non-LADC 종 전압 4kHz~6MHz

- (1) 이 측정을 위해 300Ω 선간/ 500Ω longitudinal 및 135Ω 선간/ 90Ω longitudinal에 대한 저항 종단이 유효한가?
- (2) (4kHz ~ 12kHz) 신청서를 제출하기 전에 원 데이터에 대해 전압 분배기 효과에 대한 +1.4dB 교정이 이루어지는가?
- (3) (12kHz ~ 6MHz) 신청서를 제출하기 전에 원 데이터에 대해 전압 분배기 효과에 대한 +4dB 교정이 이루어지는가?

6. 종전압 평형(Longitudinal balance)

가. 아날로그 EUT

주의 : (1), (2), (3), (4) 및 (7) 항목은 디지털 부분에 적용 할 수 있다.

(1) EUT는 적절하게 구성되는가, 즉 모든 정상적인 접지경로는 접지면(교류전력접지, 수관접지, 금속 노출 표면, 다른 설비의 접속으로 접지가 이루어질 수 있는 장비)연결되었나?

(2) 예를 들면 전지 공급장치(만약, 요구시), 전선 연결, 600Ω 또는 다른 종단 등의 모든 시험 장비는 브리지 교정 절차에 포함되어 있는가?

(3) 모든 평형 측정은 T&R normal과 T&R transposed로 이루어지는가?

(4) 비접지된 EUT가 위치할 수 있도록 충분한 영역(EUT"footprint"보다 50%보다 더 큰)의 접지면이 가능한가?

(5) Off-hook 측정이 하나 이상 크기의 루프전류로 이루어지는가?

(6) 음성대역에서, 브리지는 200~1,000Hz에 대해 80dB 그리고 1,000~4,000Hz에 대해 60dB에 평형될 수 있는가?

(7) 만약 IEEE(L-M)기법의 브리지가 사용되면, 신청서를 제출하기 전에 측정에 가해질 수 있는 교정값의 적절한 크기를 결정하기 위해 EUT 임피던스가 측정되는가?

(8) 음성대역(600Ω)에 대한 -3dB의 교정 요소가 적용되는가?

나. 디지털 EUT

(1) M-L(FCC) 기법 디지털 L.B 브리지는 55dB 평형에 교정될 수 있

는가?

(2) 만약 IEEE(L-M)기법의 브리지가 사용되면, 요구된 큰 변환값에 충분하도록 브리지는 55dB를 초과하도록 교정되어 질 수 있는가?

(3) 양쪽 쌍에서 평형측정이 이루어지는가?

7. On hook 임피던스 제한치

가. DC 저항

(1) 만약 EUT가 외부적으로 전원공급이 되면, 직류저항측정은 전원공급 상태 및 전원공급제거 상태 모두에서 이루어지는가?

(2) 측정은 10, 20, 50, 100 그리고 200V에서 이루어지는가?

(3) 이 측정은 양쪽 극성에서 이루어지는가?

(4) 측정은 몇 개의 전압과 양쪽 극성에 대해 접지에 대한 TIP과 접지에 대한 ring으로부터 이루어지는가?

(5) 측정장비의 내부 저항이 고려되는가?

나. Ringing중의 DC전류

(1) 직류 전압은 56.5V인가?

(2) 특정한 ringing형태에 대해 최저, 최고 및 중간 ringing 주파수에서

측정이 이루어지는가(“b”형태의 ringer에 대해 3가지 중간 주파수) ?

(3) 특정한 ringing 형태에 대해 각 주파수에서 최고, 최저 교류 전압에서 측정이 이루어지는가?

(4) 10.2.1과 10.2.2에서의 측정은 Tip과 Ring transposed로 이루어지는가?

다. Ringing중 교류 임피던스

(1) 직류 전압은 56.5V인가?

(2) 특정한 ringing 형태에 대해 최저, 최고 및 중간 ringing 주파수에서 측정이 이루어지는가(“b”형태의 ringer에 대해 3가지 중간 주파수) ?

(3) 특정한 ringing 형태에 대해 각 주파수에서 최고, 최저 교류 전압에서 측정이 이루어지는가?

(4) (1)과 (2)에서의 측정은 Tip과 Ring transposed로 이루어지는가?

라. REN계산

(1) 직류 REN계산에서 직류저항 측정(교류가 없는)으로부터의 데이터가 사용되었나?

마. DID signaling and OPS Ringing

(1) PBX생산자에 의해 규정된 같이 PBX의 최대 수의 stations을 시물레이션하기 위해 ringing load가 선택되었는가?

바. 메시지 등록

(1) 저항측정은 양쪽 극성에 대해 접지에 대한 TIP과 접지에 대한 ring 으로부터 이루어지는가?

사. 음성대역 private lines

(1) 측정은 10V ~ 200V에서 최소한 5개의 전압에서 이루어지는가?

(2) 측정은 양쪽 극성에서 이루어지는가?

아. Make Busy(통화중 상태 만들기)

(1) 전화를 받거나 초기화하는 목적이 아닌 것에 대해 off-hook을 하지 않는다는 것을 결정을 위해 EUT가 평가되는가?

8. 과금 보호(Billing protection)

가. 데이터 응용에 대한 등록 단말장치의 call duration

(1) 디지털 샘플링 오실로스코프를 사용하여 이들 측정을 시현할 수 있는가?

(2) 2초의 off-hook전에 나타나는 어떤 허용신호의 확인을 시현할 수 있는가?

나. On-hook 신호 요구조건

(1) 출력 신호 전력을 측정할 때, EUT는 다양한 housekeeping(관리) 루틴과 같은 정상적인 비활성화 상태로 모두 위치해 있는가?

다. signaling interference

(1) 800Hz~2,450Hz 및 2,450Hz~2,750Hz 대역통과 필터는 다음 특성을 가지는가: 입력 저항 $\geq 100\Omega$; 3dB 감쇄점에서의 차단 주파수, 대역바깥 감쇄율 $\geq 24\text{dB/octave}$

9. 보청기 적합성(HEARING AID COMPATIBILITY)

(1) 프루브 코일 중 Helmholtz 코일의 교정 증거가 있는가?

(2) 교정으로부터 발생한 보정값이 측정에 적용되는가?

(3) HAC 시험설비는 정해진 기술기준에 기술된 바와 같이 측정을 하기 위한 EUT 수신기의 방향과 적절한 결합을 허용하는가?

10. 디지털 종단 설비

가. substrate pulse 반복 비율

(1) EUT가 동작할 수 있는 각 데이터율에 대해 시험이 실행되는가?

나. substrate pulse template

(1) 이 시험에서 EUT가 하나의 펄스 포착을 허용하는 신호를 전송하도

록 하는 데이터발생기가 사용되는가? 즉 , 최소 하나는 상승(leading) 0
와 하강(trailing) 0을 가진다.

(2) 시험소는 이 측정의 결과를 증명하기 위한 적절한 template을 가지고 있는가?

다. subrate 평균전력

(1) 측정은 모든 전송률에서 이루어지는가?

(2) 측정이 135Ω 종단으로 이루어지는가, 그렇지 않다면 결과에 교정값이 적용되는가?

(3) 적어도 3초 이상에서 평균이 이루어지는가?

라. subrate analog content

(1) 전력은 600Ω 종단을 이용하여 측정되는가?

(2) 전력은 3초 이상에서 평균되는가?

마. Subrate signaling interference

(1) EUT가 발생한 신호의 각각에 대해 시험이 수행되는가?

바. Subrate on-hook level

(1) 값의 판독은 600Ω에 대해 dBm으로 읽는가?

사. 1.544Mb/s 펄스 반복률

(1) 송신 및 수신 쌍은 모두 100Ω 으로 종단되는가?

아. 1.544 Mb/s pulse template

(1) 이 시험에서 EUT가 하나의 펄스 포착을 허용하는 신호를 전송하도록 하는 데이터발생기가 사용되는가? 즉 , 최소 하나는 상승(leading) 0와 하강(trailing) 0을 가진다.

(2) 시험소는 이 측정의 결과를 증명하기 위한 적절한 template을 가지고 있는가?

자. 1.544 Mb/s 출력전력

(1) 세 개의 펄스 옵션 모두에 대해 출력전력 측정이 이루어지는가? ; 즉 772kHz에서 0, 7.5 및 15dB의 손실?

(2) 만약 “all ones”신호가 가능하지 않다면, 사용된 pulse density에 근거한 데이터에 필요한 교정이 이루어지는가?

차. 1.544 Mb/s Encoded analog content

(1) 전력은 600Ω 종단을 사용하여 측정되는가?

(2) 전력은 3초 이상에서 평균되는가?

카. 1.544 Mb/s signaling 간섭

(1) EUT에서 발생된 신호의 각각에 대해 시험이 실행되는가?

타. 1.544Mb/s on-hook level

(1) 값의 판독은 600Ω에 대해 dBm으로 읽는가?

파. 신호 존속기간(signaling duration)

(1) 추정되는 것과는 반대로 최소 5초 간격으로 측정되는가?

11. 기타(Miscellaneous)

가. 자동 재 다이얼링의 제한

(1) 몇 번의 재다이얼을 허락하는 지, 어떤 형태의 장비가 이러한 요구로부터 면제 되는가 등의 제한 사항의 세부사항에 대해 시험책임자가 정통한가 ?

12. 실패분석(Failure analysis)

가. 실패분석 프로그램

(1) 시험소는 실패분석 프로그램을 가지고 있나?

(2) 통계적인 연구에 대한 실험실패기록을 유지하고 있나? 통계적인 연구가 수행되었나?

(3) 시험소의 실패분석과 기록은 적절한가?

제 2절 무선분야 현장평가서

1. 목적

본 현장평가서는 정보통신기기 지정시험기관 지정을 위해 무선분야에 대한 인정의 시작 혹은 갱신을 위한 전파연구소 기술 평가사들이 현장 평가를 위해 설계되었으며, 시험기관의 평가에 쓰이는 시험기관 현장 평가보고서의 일부분이 된다. 이 평가 목록에 기록된 결함은 전파연구소 절차에 따라 해결되어야만 한다. 결함으로 규정되지 않은 의견은 기술 전문가들에 의해서 시험소에서 전달될 수도 있다.

2. 시험환경

가. 정상 시험조건

(1) 정상시험조건을 위해 정상 온도 및 습도 조건이 다음 범위 내에서 이루어지고 있는가?

- 상 온: $+15^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$
- 상 습: 45% ~75%

(2) 이러한 조건에서 시험을 하는 것이 어려우면, 시험을 수행하는 동안 주변 온도와 상대 습도에 대한 기록을 하고 있는가?

(3) 상온·상습 상태에서 정격전압을 인가하여 송신설비, 수신설비 및 부가장치의 전기적 기술기준 항목에 대하여 기술기준에 적합함을 확인하고 있는가?

나. 환경 시험조건

(1) 대상기기별 환경적 조건에 대한 규정을 숙지 또는 열람이 가능할 수 있도록 보유하고 있는가?

(2) 대상기기별 환경적 조건에서 전기적시험이 이루어지고 있는가?

(3) 대상기기별 환경적 조건을 적용 후 다음 사항을 확인하고 있는가?

(가) 기계적으로 지장 없이 동작하고 파손, 열화 및 발연 등의 이상이 없는지 여부

(나) 방송 또는 통신용 송신설비의 경우 주파수편차, 주파수대폭, 스퓨리어스발사, 전력 및 변조특성 등이 기술기준고시 규정예의 적합 여부

(다) 수신설비의 경우 당해 설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기와 감도 등이 기술기준고시 규정예의 적합 여부

(4) 전기적조건 시험을 위한 환경적 조건의 구분에 대하여 숙지 또는 열람이 가능할 수 있도록 보유하고 있는가?

(5) 진동시험기의 규격이 전파연구소 고시 제 2002-237호 별표 2의 1항(진동시험 조건의 구분)에 기술된 환경적 조건을 수행할 수 있는 충분한 성능을 나타내고 있는가?

(6) 시험자는 진동시험기의 조작에 있어 숙련되어 있으며 대상기기별로 규정된 조건으로 시험하고 있는가?

(7) 충격시험기의 규격이 전파연구소 고시 제 2002-237호 별표 2의 2항

(충격시험 조건의 구분)에 기술된 환경적 조건을 수행할 수 있는 충분한 성능을 나타내고 있는가?

(8) 시험자는 충격시험기의 조작에 있어 숙련되어 있으며 대상기기별로 규정된 조건으로 시험하고 있는가?

(9) 온도/습도 챔버의 규격이 전파연구소 고시 제 2002-237호 별표 2의 4.5항(온도, 습도시험 조건의 구분)에 기술된 환경적 조건을 수행할 수 있는 충분한 성능을 나타내고 있는가?

(10) 시험자는 온도/습도 챔버의 조작에 있어 숙련되어 있으며 대상기기별로 규정된 조건으로 시험하고 있는가?

(11) 낙하시험기의 규격이 전파연구소 고시 제 2002-237호 별표 2의 6항(낙하시험 조건의 구분)에 기술된 환경적 조건을 수행할 수 있는 충분한 성능을 나타내고 있는가?

(12) 시험자는 낙하시험기의 조작에 있어 숙련되어 있으며 대상기기별로 규정된 조건으로 시험하고 있는가?

(13) 수밀시험기의 규격이 전파연구소 고시 제 2002-237호 별표 2의 7항(수밀시험 조건의 구분)에 기술된 환경적 조건을 수행할 수 있는 충분한 성능을 나타내고 있는가?

(14) 시험자는 수밀시험기의 조작에 있어 숙련되어 있으며 대상기기별로 규정된 조건으로 시험하고 있는가?

(15) 시험을 수행하는 동안 사용된 온습도 기타 환경적 조건을 기록하고 사용자 매뉴얼에 언급하는가?

(16) 진동시험은 EUT가 부속품과 매뉴얼 등을 포함하는 정상적인 선적을 위한 포장상태로 이루어졌는가?

다. 전원

(1) 무선설비의 운용을 위한 전원은 전압변동율이 정격전압의 $\pm 10\%$ 이내로 유지할 수 있는가?

(2) 교류전원에 대응하는 전원공급기의 주파수는 허용 가능한 오차범위 (59Hz ~ 61Hz) 내에 있는가?

(3) 무선장비가 차량 등 운송용 교류발전기로 충전되는 납축전지로부터 전원이 공급되는 경우 시험전압을 축전지 공칭전원의 1.1배로 시험하고 있는가?

(4) 기타의 전원공급기나 다른 형태의 축전지로 동작하는 경우, 정상사용전압은 장비제작자가 표시한 값이 되는데 이 값을 기록하고 있는가?

3. 측정기기 및 설비

가. 수신기와 스펙트럼분석기

(1) 측정용 수신기와 스펙트럼 분석기는 교정되었는가?

(2) 교정주기는 1년으로 되어있는가?

(3) 최고치 검출 기능을 가지고 있는가?

(4) 평균치 검출 기능을 가지고 있는가?

(5) 의사 최고치 검출 기능을 가지고 있는가?

(6) 어떤 비디오 필터링 또는 검출 필터링이 사용되었는가? 만약 그렇다면 대역폭은 최고치 검출기가 읽는데 영향을 주지 않을 만큼 충분히 넓어야 한다.

(7) 9 kHz ~ 150 kHz 사이의 주파수 영역에 대해 최소 대역폭이 있는가? ;100Hz인가?

(8) 150 kHz ~ 30MHz 사이의 주파수 영역에 대해 최소 대역폭이 있는가? ;9kHz인가?

(9) 30 MHz ~ 1000 MHz 사이의 주파수 영역에 대해 최소 대역폭이 있는가? ;100kHz인가?

(10) 1GHz ~ 40GHz사이의 주파수 영역에 대해 최소 대역폭이 있는가?; 1MHz인가?

(11) 세 가지 검출 기능중의 어느 하나를 사용하는 측정기기는 선형 응답을 가지는가?

(12) 수신주파수의 범위가 적정한가?

아래의 스퓨리어스 발사측정주파수 범위를 만족할 수 있는 수신기를 구비하고 있는가?

표 6-1 스퓨리어스 발사측정 주파수범위(정보통신부 기술기준)

발사 기본주파수	스푼리어스 발사측정 범위	
	낮은쪽 경계	높은쪽 경계
9kHz ~ 100MHz	9kHz	1GHz
100MHz ~ 300MHz	9kHz	10번째 고조파
300MHz ~ 600MHz	30MHz	3GHz
600MHz ~ 5.2GHz	30MHz	5번째 고조파
5.2GHz ~ 13GHz	30MHz	26GHz
13GHz ~ 150GHz	30MHz	2번째 고조파
150GHz ~ 300GHz	30MHz	300GHz

(13) 내부잡음 레벨이 충분히 작은가?

나. 공중선계

(1) 최종승인용의 모든 안테나는 교정되었는가?

(2) 안테나는 적어도 1년에 1회 교정되고 있으며 교정스티커를 부착하고 있는가?

(3) 동조 다이폴 안테나는 30MHz ~ 1000MHz의 주파수 영역에서 사용되는가?

(4) 표준 이득 혼 안테나는 1GHz ~ 40GHz의 주파수 영역에서 사용되는가?

(5) 주파수 대역별로 사용되어지는 안테나는 시험에 문제가 없도록 충분히 이득이 높고 능률이 좋은가?

(6) 안테나와 RF케이블 간 또는 수신기와의 정합이 충분한가?

(7) 만족스러운 지향성을 얻을 수 있는가?

다. 시험설비 및 기타사항

(1) 전도방사시험 항목은 잡음레벨이 -60dBm 이하인 장소에서 실시하고 있는가?

(2) 전도시험의 경우 EUT와 수신기 또는 스펙트럼분석기로 연결하는 RF케이블의 감쇄특성을 시험 전에 확보하여 그 값이 보상되도록 설정하고 있는가?

(3) 복사방사시험은 주위잡음레벨이 규정한계치보다 6dB 아래에서 실시하고 있는가?

(4) 복사방사 시험을 위한 360° 방위각으로 EUT를 회전하기 위한 회전대가 있는가?

(5) 복사방사 시험은 EUT와 안테나간 규정된 거리에서 시험이 시행되고 있는가? 규정된 거리에서 측정이 불가능할 경우 신호대 잡음비가 6dB이상으로 안정적인 측정이 가능한 거리에서 시험하고 있는가? 이 경우 실측값에 대한 보상값을 바르게 적용하고 있는가?

(6) 안테나는 어느 측정거리에서도 높이가 1~ 4m로 변하는가?

(7) 안테나의 높이는 수평 또는 수직방향의 편파 양쪽에 대하여 조정이 가능한가?

- (8) 복사방사 시험장에 대한 유효한 시험장 감쇄량 데이터가 있는가?
- (9) 복사방사 시험장은 CISPR 16-1의 시험장의 요건을 준수하고 있는가?
- (10) 복사방사 시험에서 사용되는 안테나와 수신기 또는 스펙트럼분석기로 연결하는 RF케이블의 감쇄특성을 시험 전에 확보하여 그 값이 보상되도록 설정하고 있는가?
- (11) 안테나와 RF케이블 간 또는 수신기와의 정합을 위하여 적당한 RF 감쇄기를 사용하고 있는가?

4. 일반 사항

가. 제품정보

- (1) 주어진 장비에 대해 시험을 수행하기 위해 다음 사항을 숙지하고 있는가?
- 사용된 변조 형태
 - 장비의 동작주파수 범위
 - 장비의 형태: 독립장비, 주장비 내에서 혹은 주장비와 함께 사용되는(플러그 인)장비, 결합장비(무선이 아닌 장비와)
 - 환경적 조건의 구분 및 동작조건

- 무선장비의 전력조정, 한 개 이상의 공중선 결합 및 대응 e.i.r.p(등가의 등방성 방사전력) 레벨의 의도적인 조합
- 독립장비의 공칭전압, 플러그인 장비의 경우 주 장비나 조합 장비의 사용전압

(2) 대상기기의 실체와 제출 서류의 일치 여부를 확인하고 있는가?

(3) 대상기기의 용도, 주파수, 기구적, 기능적 조건에 대하여 전파법에 규정에 의한 주파수 분배고시와 정보통신부 장관이 고시한 기술기준에 적합함을 확인하고 있는가?

나. 측정 일반

(1) 수검기기의 시험주파수는 대상기기의 주파수 대역의 최저, 중간, 최고 3개의 주파수에서 시험하고 있는가?

(2) 대상기기가 다수의 분리된 주파수 대역을 구비하고 있는 경우에는 각각의 주파수에 대하여 시험하는 지침이 있는가?

(3) 동일항목의 기술기준이 규칙과 고시 등에 함께 규정되어 있을 경우 기술기준 적용의 우선순위는 가지고 있는가?

(4) 동일항목의 기술기준이 규칙과 고시 등에 함께 규정되어 있을 경우 두 기준값 중 더 강한 기준값을 적용하고 있는가?

(5) 스퓨리어스 발사 허용치는 절대값에 의한 기준값과 상대값에 의한 기준값 중 어느 것을 적용하는가? 더 강한 값을 적용하고 있는가?

(6) 출력가변형의 무선기기에 대한 공중선전력허용편차에 대한 시험 지침을 가지고 있는가?

연속적인 출력 가변형일 경우 상한 및 하한출력에서 시험하고 있는가?

단계적 출력 가변형일 경우 각 단계별 공중선전력의 출력을 모두 시험하고 있는가?

5. 시험 절차

이 장에서 기술된 점검목록은 여러 무선기기 중 2,400~2,483.5MHz 및 5,725~5,825MHz 주파수대에서 직접 확산방식의 스펙트럼확산방식을 사용하는 무선기기의 RF 표준측정법을 위주로 작성하였다.

가. 공중선의 절대 이득

(1) 공중선의 절대이득은 신청자의 신청서류에 근거하여 확인하고 있는가?

공중선의 제작자 또는 신청인이 시험하여 작성한 성적서, 이득패턴도,

공중선 카탈로그를 이용하여 확인하고 있는가?

나. 주파수 허용편차

(1) 수험기기는 무변조 반송파 최대출력으로 시험하고 있는가?

(2) 계측기의 정확도는 규정된 허용오차보다 10배 이상인가?

(3) 주파수카운터를 사용하여 측정하는 경우 시험가능 레벨에 맞게 적

절한 감쇠기 또는 증폭기를 추가하여 시험하고 있는가?

(4) 스펙트럼 분석기를 이용하여 시험하는 경우 다음과 같이 설정하고 시험하고 있는가?

- Ref Level: +30dBm
- 중심주파수: 시험하고자 하는 중심주파수
- 소인주파수폭(SPAN): 300kHz
- 분해대역폭(RBW): 5kHz
- 비디오대역폭(VBW): 5kHz
- 소인시간(Sweep Time): Auto
- 소인방법(Sweep Mode): Continue

다. 공중선 전력(허용편차)

(1) 수험기기는 최대출력상태로 시험하고 있는가?

(2) 수험기기는 가장 빠른 데이터 전송률을 이용하는 변조모드 상태로 시험하고 있는가?

(3) 시험 전에 수검기기의 RF종단에서 측정기까지 경로에 존재하는 부품의

총손실값을 미리 확보 해 두고 있는가?

(4) 스펙트럼 분석기를 이용하여 시험하는 경우 다음과 같이 설정하고 시험하고 있는가?

- Ref Level: +20dBm (100mW)
- 중심주파수: 시험하고자 하는 중심주파수
- 소인주파수폭(SPAN): 발사점유주파수 대역폭의 2배

- 분해대역폭(RBW): 1 MHz
- 비디오대역폭(VBW): 1 MHz
- 소인시간(Sweep Time): 1 Sec.
- 소인횟수: 10회 이상
- Trace Mode: Max. Hold
- 소인방법(Sweep Mode): Single

라. 점유 주파수 대역폭

(1) 수험기기는 최대출력상태로 시험하고 있는가?

(2) 수험기기는 가장 빠른 데이터 전송률을 이용하는 변조모드 상태로 시험하고 있는가?

(3) 스펙트럼 분석기를 다음과 같이 설정하고 시험하고 있는가?

- Ref Level: +20dBm (100mW)
- 중심주파수: 시험하고자 하는 중심주파수
- 소인주파수폭(SPAN): 발사점유주파수 대역폭의 2.5배
- 분해대역폭(RBW): 10 KHz
- 비디오대역폭(VBW): 10 KHz
- 검파방식 : 첨두치
- 소인시간(Sweep Time): 1 Sec.
- 소인횟수: 10회 이상
- Trace Mode: Max. Hold
- 소인방법(Sweep Mode): Single

(4) 스펙트럼분석기로 99%의 RF에너지가 분포된 대역을 측정하고 있는가?

(5) 스펙트럼분석기가 점유주파수대역폭 측정기능이 있는가? 있다면 이 기능을 이용하여 시험하고 있는가?

마. 송신기 불요발사

(1) 수험기기는 최대출력상태로 시험하고 있는가?

(2) 수험기기는 가장 빠른 데이터 전송률을 이용하는 변조모드 상태로 시험하고 있는가?

(3) 전체 사용 대역중 시험은 최저 최고 주파수에서 시험하고 있는가?

(4) 불요발사는 대역외 발사 스퓨리어스 발사로 나누어지는데 그 의미를 인지하고 있는가?

(5) 불요발사의 측정범위에 대해서 인지하고 있는가?

30MHz에서 사용주파수 대역의 5번째 고조파까지 측정하고 있는가?

(6) 시험방법은 전도시험 및 방사시험으로 구분되는데 인지하고 있는가?

(방사시험방법은 국내 전파법 인증규칙에는 채택되지 않으며 ETSI EN300 328에 언급되어 있음.)

(7) 스펙트럼 분석기를 다음과 같이 설정하고 시험하고 있는가?

- Ref Level: +20dBm (100mW)
- 소인주파수폭(SPAN): 임의설정
- 분해대역폭(RBW): 100 KHz
- 비디오대역폭(VBW): 100 KHz

- 검파방식 : 첨두치
- 소인시간(Sweep Time): 1 Sec.
- 소인횟수: 10회 이상
- Trace Mode: Max. Hold
- 소인방법(Sweep Mode): Single

(8) 송신을 하지 않을 경우 스펙트럼분석기의 잡음레벨이 -40dBm 이하가 되도록 설정되어 있는가?

(ETSI EN 300 328 기준인용)

(9) 방사시험을 위한 시험장은 야외시험장 또는 전파암실을 이용하고 있는가?

(10) 수검기와 안테나와의 거리는 30MHz ~ 1GHz까지의 시험은 3m 거리에서 시험하고 있는가?

(11) 1GHz 이상의 주파수에서 신호대 잡음비가 6dB이상으로 안정적인 측정이 불가능할 경우 시험방법을 인지하고 있는가?
가능한 거리에서 시험하고 거리에 대한 보상값을 적용하는 방법을 인지하고 있는가?

(12) 전파암실은 충분한 차폐특성과 반사손실을 가지고 있는가?
(EN300 328 부록 B 참조)

(13) 수검기기 및 송신안테나는 접지면으로부터 1.5m 높이에 위치하고 있는가?

바. 수신시 발사되는 부차적 전파의 세기

(1) 수검기기는 송신부가 작동하지 않는 대기상태에서 시험하고 있는가?

(2) 내부의 잡음레벨이 -60dBm 이하의 장소에서 시험되고 있는가? 차폐실에서 시험하고 있는가?

(3) 불요발사의 측정범위에 대해서 인지하고 있는가?

30MHz에서 사용주파수 대역의 5번째 고조파까지 측정하고 있는가?

(4) 시험방법은 전도시험 및 방사시험으로 구분되는데 인지하고 있는가?

(방사시험방법은 국내 전파법 인증규칙에는 채택되지 않으며 ETSI EN300 328에 언급되어 있음.)

(3) 스펙트럼 분석기를 다음과 같이 설정하고 시험하고 있는가?

- Ref Level: - 20dBm (87dBuV)
- 소인주파수폭(SPAN): 임의설정
- 분해대역폭(RBW): 100 KHz
- 비디오대역폭(VBW): 100 KHz
- 검파방식 : 첨두치
- 소인시간(Sweep Time): 1 Sec.
- 소인횟수: 10회 이상
- Trace Mode: Max. Hold
- 소인방법(Sweep Mode): Single

제 VII장 숙련도시험 프로그램 운영(안)

1. 목적 및 범위

가. 목적

이 운영안은 정보통신기기 시험기관의 인정과 관리를 위하여 숙련도시험 프로그램 운영에 대한 세부사항을 정하고 다음의 목적을 달성하기 위하여 운영된다.

- (1) 개별 시험기관의 시험능력을 확인하고 모니터함으로써 고유의 시험능력을 유지
- (2) 시험기관의 문제점을 확인하고 개선함으로써 국내 정보통신기기 지정시험기관의 시험능력 상향평준화 유도를 통한 신뢰성 제고
- (3) 새로운 측정방법의 유효성 및 양립성을 확인하고 특정 시험이나 절차의 적합성을 평가

나. 범위

각각의 참가시험기관은 숙련도시험의 결과가 인정여부를 결정하거나 정기적인 평가시 활용될 수 있으므로 전파연구소와 참가시험기관들은 숙련도시험 프로그램의 설계와 실행에 신뢰를 가지는 것이 중요하다.

참가시험기관들과 시험기관 평가사들은 전파연구소의 정책, 숙련도시험프로그램의 성공적인 성능을 판정하는데 사용하는 기준과 숙련도시험으로부터의 불만족한 결과의 시정조치와 정책을 명확하게 이해하는 것이 중요하다.

하지만, 전파연구소와 평가사들은 숙련도시험이 아닌 다른 활동으로부터 얻은 시험결과의 적합성도 고려할 수 있다는 점을 인식해야 한다. 이는 시험기관 자체 품질관리절차의 결과, 다른 시험기관들로부터 분리 시료 데이터 및 비교, 인증된 기준물질에 의한 감사시험 성능 등을 포함한다.

2. 숙련도시험 프로그램의 선정

가. 프로그램 선정

(1) 본 프로그램은 ISO/IEC 지침 43-1 및 43-2, ISO/IEC 지침 58 및 ISO/IEC 17025에 기술된 기준에 적합하도록 운영한다.

(2) 숙련도시험 프로그램이 전파연구소에 의해 운용되면, ISO/IEC Guide 43-1을 따라 주기적으로 자체 기구를 검토하고 감사해야 한다.

(3) 전파연구소에 의해 사용된 숙련도시험 프로그램이 다른 기관에 위탁되어 운용되면, 전파연구소는 위탁기관이 ISO/IEC Guide 43-1을 따르는 지에 대한 문서상의 증거를 확보해야 한다.

(4) 숙련도시험 프로그램을 선정할 경우 다음 사항을 고려한다.

(가) 관련 시험이나 측정은 참가를 신청한 인정시험기관들이나 신청자의 지정분야와 일치여부

(나) 인정시험기관과 합의하여, 전파연구소는 프로그램의 상세한 사항, 설정값의 확립 절차, 참가자들에 대한 지시서, 데이터의 통계처리와 각 선택된 숙련도시험으로부터의 최종보고서와 더불어 인정시험기관들의 결과를 확보

(다) 프로그램의 시행시기 및 실시 주기

(라) 인정시험기관들의 그룹과 관련하여 시기, 위치, 시료의 안정성고려, 배포 등과 같은 프로그램의 조직적인 기획의 적합성

(마) 참가시험기관의 성능 합격기준의 효용성

(바) 선정된 프로그램의 참가비용

(사) 참가시험기관의 보안유지에 관한 프로그램의 정책

(아) 결과 보고에 대한 시간표

(자) 균일성, 안정성 및 국가나 국제 표준에의 소급성과 같은 특성에 대

해 프로그램에 의해 사용된 시험 및 측정물질의 안정성에 있어서의 신뢰성

(5) 전파연구소는 필요한 경우, 숙련도시험 프로그램의 원활한 운영 및 신뢰성제고를 위하여 해당분야 전문가로 구성된 숙련도시험 운영위원회를 둘 수 있으며, 프로그램의 선정, 실시 및 평가와 관련된 업무를 수행한다.

3. 숙련도시험 프로그램의 운영

가. 운영

(1) 지정시험기관은 지정된 시험분야의 측정수행능력을 지속적으로 유지하고 이를 입증하기 위하여 지정분야별로 전파연구소가 주관하거나 인정한 숙련도시험에 2년에 1회 이상 참여하여야 한다.

(2) 신규 지정을 받고자하는 시험기관나 시험항목을 추가하여 지정을 받고자 하는 시험기관은 지정 신청 전 당해 신청분야에 대한 숙련도시험에 참여한 실적이 있어야 하며, 적절한 프로그램이 없어 참여할 수 없는 시험기관에서는 다른 시험기관간 비교시험을 실시 할 수 있다.

(3) 시험항목이 추가되거나 인정대상의 확대로 국가표준이 되는 시험방법을 마련하고 이에 대한 유효성을 검증하기 위하여 숙련도시험 프로그램을 활용할 수 있다.

(4) 3.1 및 3.2에서 규정하는 전파연구소가 인정하는 숙련도시험 프로그램은 다음과 같다.

(가) 아시아태평양시험소인정기구(APLAC), 유럽인정기구협력체(EA), 국제시험소인정기구(ILAC) 등 인정기구가 실시하거나 인정한 숙련도시험

(나) 기타 전파연구소장이 인정하는 시험기관간 비교시험

(5) 시험기관간 비교시험의 방법은 다음과 같다.

(가) 비교시험에 참여하고자 하는 시험기관은 적합한 시료를 확보한 후 시료의 균일성과 안정성을 입증하는 기술 자료를 시료와 함께 첨부하여 전파연구소장에게 비교시험 실시를 요청해야 하며, 전파연구소장은 요청된 결과를 바탕으로 관련 전문가의 자문을 얻어 해당 프로그램에 적합한 시험기관을 선정하여 비교시험을 실시한다.

(나) 비교시험 결과의 적부판정은 ISO 5725-2에 규정된 통계방법을 활용할 수 있으며, 통계적 설계는 프로그램 시행 전에 결정하도록 한다.

(다) 비교시험의 시료제작에 소요되는 비용은 신청시험기관이 부담하는 것을 원칙으로 한다. 다만 3.3에 의한 시험방법의 유효성 검증을 위한 비교시험의 경우 전파연구소에서 비용의 일부 혹은 전부를 부담할 수 있다.

나. 참여

(1) 정보통신기기 지정시험기관으로 지정받은 시험기관은 3.1.1에서 정한 참여기간을 경과한 시험기관은 숙련도시험에 참여해야 한다.

(2) 특별한 사유로 참여가 불가능한 시험기관은 전파연구소와 협의하여 해당분야에 대한 숙련도시험 면제를 요청할 수 있다.

(3) 숙련도시험 프로그램에는 모든 지정시험기관이 참여해야 하지만 시험시료가 제한되거나, 시험방법 유효성 검증 등 특정한 목적에 의해 시행되는 경우 참여자를 제한할 수 있다.

(4) 시험결과의 공모, 위조 등 행정처분이 진행 중인 시험기관은 참여를 제한한다.

다. 시행

(1) 전파연구소는 숙련도시험 프로그램 시행 60일전까지 숙련도시험 세부시행계획을 수립하여 공고한다.

(2) 모든 참여 시험기관에게는 참가비 등을 포함하는 참여 요강, 시료 및 시료의 취급설명서, 시험항목 및 시험방법을 포함하는 시험절차서를 제공해야 한다.

(3) 참여 시험기관은 시료의 균일성, 포장, 운송 등 시험결과에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 충분한 조치를 취해야 한다.

(4) 숙련도시험에 참여하는 시험기관은 통보된 참가요강을 준수하여 시험을 실시해야 하며 정해진 기간 내에 시험결과를 전파연구소에 제출해야 한다.

(5) 숙련도시험에 참여하는 시험기관은 시험결과에 대해 공모하거나 위조해서는 아니 되며 이를 위반할 경우 참여를 무효화하고 향후 시행되는 숙련도시험의 참여를 제한할 수 있다.

라. 결과 평가

(1) 숙련도시험 평가는 해당 시험항목의 불확도와 통계분석에 의한 z 값에 기초 한다

(가) 설정값을 기준으로 산출한 참가시험기관의 측정 결과값의 편차에 해당 시험 항목의 불확도를 적용한다.

(나) 통계분석에 의한 z 값은 다음과 같다.

$$z = \frac{x - X}{s}$$

여기서 x 는 참가 시험기관의 측정값, X 는 설정값(평균값 혹은 중간값), s 는 모든 결과의 분산(표준편차 혹은 정규화된 사분위 범위)이다.

(2) 숙련도시험의 수행도 평가는 다음의 기준을 적용한다.

(가) 설정값을 기준으로 측정 결과값의 편차가 해당 시험항목에서 규정한 불확도를 초과하고 $|z| \geq 3$ 인 경우 이상값으로 분류한다.

(나) 규정된 불확도 이내이고 $2 < |z| < 3$ 및 $|z| \geq 3$ 인 경우는 의심값으로 평가한다.

(다) 규정된 불확도 이내이고 $|z| \leq 2$ 인 경우는 만족값으로 평가한다.

(3) 3.4.1의 경우 참가시험기관의 수가 작아서 z 값 적용이 어려운 경우, ISO 5725-2에 규정된 통계방법을 활용할 수 있으며, 이는 숙련도시험 프로그램 시행 전에 결정하도록 한다.

마. 시정조치

(1) 이상값을 산출한 시험기관은 즉시 불만족 결과에 대한 원인을 4주 이내에 자체적으로 조사·분석하여 적절한 시정조치를 취하고, 다음 사항이 포함되는 시정조치 결과보고서를 전파연구소에 제출하여야 한다.

(가) 파악된 원인 및 분석결과

(나) 시정조치 내용

(다) 재시험결과 또는 비교시험결과 등 시험기관이 취한 시정조치의 유효성 증빙자료

(2) 4주 이내에 유효성 검증결과를 제출할 수 없는 경우 검증계획을 수립하여 연장을 요청할 수 있다.

(3) 전파연구소는 필요한 경우 시정조치가 적절하였음을 확인하기 위해 기술전문가의 자문을 얻거나 적합한 기술평가사와 함께 현장평가를 할 수 있다.

(4) 시정조치가 완료된 시험기관은 이미 발급된 시험성적서에 미치는

영향을 조사하고 조치한 결과를 전파연구소에 보고하여야 한다.

(5) 전파연구소는 연속적으로 이상값을 산출한 시험기관의 경우, 현장평가를 실시하고 결과에 따라 적절한 행정조치를 명할 수 있다.

바. 비밀유지

(1) 전파연구소는 숙련도시험 평가 활동을 수행하는 동안 시험기관이 제출하는 모든 정보는 비밀에 준하여 취급되어야 하며 관련 자료의 처리를 위한 컴퓨터 파일 등도 이에 준하여 관리해야 한다. 다만, 평가사, 운영위원들은 이용할 수 있어야 하며 필요시 시험기관의 명칭을 밝히지 않고 시험결과를 활용하거나 공개할 수 있다.

(2) 참가자의 신원은 프로그램을 운영하는데 관여하는 최소한의 인원들만이 알도록 해야 하며, 이는 불만족한 수행도를 보인 시험기관에 적용하는 추후조치에도 적용된다.

(3) 참가 시험기관은 문제점을 개선하기 위한 논의 및 상호 정보교환을 위해 비밀유지의 포기를 선언할 수 있다.

4. 숙련도시험 프로그램 결과의 활용

가. 결과 활용

(1) 전파연구소는 숙련도시험 결과가 해당 시험기관의 지속적인 시험능력을 판단하는 절대기준이 아님을 알고 지정과정 및 지정자격의 유지를 판단하는데 있어서 숙련도시험 결과 자체만으로 결정할 수 없다.

(2) 전파연구소는 숙련도시험 결과를 신속하게 배포하여 불만족한 결과를 산출한 시험기관이 원인을 조사하고 시정조치를 취할 수 있도록 시간적, 기술적 기회를 제공하여야 한다.

(3) 전파연구소는 숙련도시험결과 불만족한 결과를 산출한 시험기관에 대해 그 동안의 수행기록, 최근의 현장평가결과 등을 고려하여 합의된

시간 안에 성공적인 시행조치를 취한다는 조건으로 인정을 지속시킬 수 있다. 다만, 문제점을 개선하고자 하는 의지가 없거나 개선계획을 제출하지 않는 등 불성실한 경우에는 지정범위의 일시적인 정지, 폐지 등의 행정조치를 취할 수 있다.

(4) 일시적인 인정의 정지 또는 인정의 취소처분을 받은 시험기관은 시험업무 재개이전에 해당항목에 대한 숙련도시험에 참가하여 수용할 수 있는 수행도를 입증하여야 한다.

(5) 전파연구소는 시험기관의 숙련도시험 프로그램 수행기록을 유지하고, 현장평가 시 기술평가사가 이용할 수 있도록 보장해야 한다.

5. 시험기관의 조치 및 피드백

가. 조치

(1) 인정시험기관은 숙련도시험에서 불만족한 결과로부터 취해진 행위에 대한 조사결과와 후속 조치 및 예방 행위를 포함한 자체 성능에 관한 기록을 유지·관리해야 한다.

(2) 시험기관들은 숙련도시험의 설계와 구성에 대해 평가하여 자체적으로 수행도에 대한 결론을 다음사항을 고려하여 도출해야 한다.

(가) 시험 시료의 출처와 특성

(나) 사용된 시험방법과 특정한 방법에 따른 결과의 설정

(다) 숙련도시험의 구성(통계모델, 반복횟수, 측정항목, 수행방법)

(라) 수행도 평가기준

(3) 참가 시험기관은 차후의 숙련도시험 프로그램 설계에 반영시킬 수 있는 기술적 내용이나 운영전반에 관련된 사항을 전파연구소에 제시할 수 있다.

6. 숙련도시험 프로그램의 위탁운영

가. 위탁운영

- (1) 전파연구소는 필요한 경우, 보다 다양한 숙련도시험 프로그램의 계획과 운영을 위하여 별도의 운영기관을 지정하여 숙련도시험 프로그램을 운영하도록 할 수 있다.
- (2) 숙련도시험 프로그램의 위탁 운영기관의 자격요건은 국제시험소인 정기구(ILAC) ILAC-G13(2000)에서 정한 자격요건을 충족해야 한다.
- (3) 위탁 운영기관의 숙련도시험 시행방법 및 절차는 본 운영안에 의하며, 세부시행방법은 전파연구소와 협의하여 결정한다.

7. 용어의 정의

본 운영안에 사용되는 용어의 정의는 ISO/IEC Guide 43-1에 따라 다음과 같으며, 여기서 정의하지 않은 내용은 ISO 지침서와 국제규격에 따른다.

시험(test)

주어진 제품, 공정 또는 서비스의 하나 또는 여러 특성을 특정 절차에 따라 결정하기 위한 일련의 조작

시험기관(testing laboratory)

시험을 수행하는 시험기관

시료(test item)

숙련도시험을 목적으로 참가시험기관에 제공된 재료 또는 가공품

시험방법(test method)

시험수행을 위해 정해진 기술적 절차

시험결과(test result)

정해진 측정방법을 완전히 수행하여 얻어진 특성값

(시험기관) 숙련도시험((laboratory) proficiency testing)

시험기관간 비교방법을 통하여 시험기관의 시험수행도를 판정하는 것

시험기관간 비교(interlaboratory comparison)

미리 설정된 조건에 따라 두 개 또는 그 이상의 시험기관이 같은 또는 비슷한 시험품을 대상으로 시험을 구성, 수행 및 평가

표준물질(reference material: RM)

측정기기의 교정, 측정방법의 평가 또는 물질의 값을 결정하는데 사용하도록, 한 개 또는 그 이상의 특성값이 충분히 균질하고 확정된 소재 또는 물질

인증표준물질(certified reference material: CRM)

특성값을 표현하는 단위의 정확한 실현을 위하여 소급성이 확립된 방법에 따라 하나 또는 그 이상의 특성값을 인증한 인증서가 첨부되어 있는 표준물질로서 각 인증값에는 정해진 신뢰도 수준에서 불확도를 표시

기준시험기관(reference laboratory)

시험품에 기준값을 부여하는 시험기관

설정값(assigned value)

특정량에 귀속된 값으로서, 주어진 목적에 적절한 정도로 적은 불확도를 가진 것으로 때로는 합의에 의해 인정된 값

소급성(traceability)

명시된 불확도를 가지고 끊어지지 않는 비교사슬을 통하여 통상, 국가 또는 국제표준으로 규정한 표준과 연관되어질 수 있게 하는 측정결과 또는 표준값의 특성

조정기관(coordinator)

숙련도 시험계획의 운영과 관련된 모든 활동을 조정하는 책임을 가지는 기관(또는 사람)

진도(trueness)

수많은 특성결과로부터 얻어지는 평균값과 인정된 기준값(accepted reference value) 사이의 일치하는 근접정도

정밀도(precision)

규정된 조건하에서 얻어진 독립된 시험결과간의 일치하는 근접정도

이상값(outlier)

다른 일련의 값들과 일치하지 않는 값

극결과(extreme results)

다른 일련의 데이터들과 크게 일치하지 않는 다른 값 및 이상값

견실 통계기법(robust statistical techniques)

극결과가 평균이나 표준편차의 추정값에 미치는 영향을 최소화하기 위한 기법

측정의 불확도(uncertainty of measurement)

측정량(measurand)에 nl속된 값의 산포를 특성짓는 측정결과와 관련된 모수(parameter)

제 VIII장 결론

국내의 유선 및 무선분야 지정시험기관을 대상으로 비교숙련도 시험을 실시하기 위해 시험절차서, 시료의 안정도평가, 성능평가기준 등 국제기준에 적합한 비교숙련도 운영기법을 개발하였다. 제안된 기법은 지정시험기관을 대상으로 모의시험을 통해 평가하였으며, 시험항목, 시험방법 및 성능평가기준에 대한 문제점을 보완하였다.

이를 위해 비교숙련도시험을 실행하고 있는 대부분의 국가에서 표준안으로 채택하고 있는 ISO/IEC 지침서 43의 1부 “숙련도 시험기구의 개발 및 운용”의 분석을 통해 참가시험소의 결정, 시료의 선택과 발송, 시험결과 수령, 통계처리 및 개선조치 등에 관한 기법을 연구하였다. 또한, 지침서 43의 2부 “시험소 인정기구에 의한 숙련도 시험기구의 선택 및 사용”의 분석을 통해 전파연구소에서 숙련도 시험기구를 운용할 경우 고려해야 할 정책사항을 연구 검토하였다.

분석된 결과를 바탕으로 숙련도시험에 사용하게 될 시료, 시료의 안정성, 시험절차서 및 성능평가기준을 개발하였다. 시료는 지정시험기관에서 일상적으로 시험되는 품목으로서 시험절차 및 시스템 이해 등 접근이 용이하고 숙련도 시험을 수행하는 전 과정에 대해 성능저하나 변화가 적다고 판단한 유선전화기와 외장형 무선 LAN 시스템이 시험시료로 선정되었으며, 유선전화기의 경우 정보통신부의 기술기준, 무선분야의 경우 전파통신기술협회의 시험기준을 바탕으로 시험절차서를 개발하였고 시험항목에 대한 안정도평가를 수행하였다.

숙련도시험의 적합성 평가를 위해 정보통신부 전파연구소와 숙련도 운영위원회의 협조 하에 유선 및 무선 분야 지정시험기관을 대상으로 각각 비교숙련도 시험을 실시하였다. 국제기준으로 사용되는 견실 z 점수를 이용한 성능평가에서 유선분야의 경우 5개 기관이 참여하여 4개 기관이 이상값을 산출하였으며, 무선분야의 경우 9개 기관이 참여하였으나 2개 기관에서 의심값만 발생하였다.

이상값을 산출한 유선분야 시험기관에 대해 원인을 분석한 결과 시험소간 측정방법의 차이, 접지조건 및 측정 장비에 의한 경우로서 정확한 시험기준과 방법을 제시하면 이러한 문제는 해소될 것으로 예상된다. 또한, 실제로 숙련도시험이 적용될 경우 참가시험기관의 수(표본수)가 작아서 성능평가기준인 견실 z 점수를 적용하기 어려운 경우 ISO 5725-2에 기술한 성능평가기준을 적용하여야 할 것으로 사료된다. 한편 무선분야에 나타난 결과에서와 같이 시험기관의 측정값들이 낮은 분산값을 가지는 경우 중간값으로부터 조금만 벗어나도 의심값으로 처리된 경우의 문제를 해결하기 위해 해당 시험항목의 불확도와 견실 z 점수를 동시에 적용한 성능평가기준이 합리적인 성능평가기준으로 판단된다.

마지막으로 국가간 상호인정(MRA)을 대비하여 ISO/IEC Guide 43과 모의시험 결과분석 및 숙련도운영위원회의 의견을 참조하여 유선 및 무선분야 숙련도시험 운영안을 제시하였다. 또한, 유선 및 무선분야 시험기관의 지정을 위해 현장평가를 할 경우 객관적이고 기술적인 평가기준을 마련하기 위해 정보통신부 기술기준과 ETSI의 국제기준을 분석하여 현장평가서를 제시하였다.

본 연구를 통해 도출된 유선 및 무선분야 비교숙련도 도입연구를 통한 결과를 국내 지정시험기관의 지정 및 관리에 도입함으로써 자체 시험능력의 상향 평준화를 유도하고, MRA의 대비 및 원활한 추진이 예상되며, 지정시험기관의 내부 품질관리시스템의 정착화로 대외적인 신뢰도 향상으로 국가 위상 제고를 기대한다. 향후 보완된 숙련도시험 프로그램을 이용하여 일정기간동안 시험기관과 전파연구소가 협력하여 1~2회 정도 숙련도시험을 수행하여 기술적인 향상을 보인 후 실제로 적용하는 것이 시험기관별 오차도 줄일 수 있고 상호신뢰에 바탕한 비교숙련도평가가 이루어 질 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] "Proficiency testing by interlaboratory comparisons", Standards council of Canada, Nov. 2001.
- [2] "Testing interlaboratory comparisons, APLAC PT002", APLAC,
- [3] "Proficiency testing by interlaboratory comparisons -- Part 1: Development and operation of proficiency testing schemes", ISO/IEC Guide 43-1, 1997.
- [4] "Proficiency testing by interlaboratory comparisons -- Part 2: Selection and use of proficiency testing schemes by laboratory accreditation bodies", ISO/IEC Guide 43-2, 1997.
- [5] "Procedures and General Requirements", NIST handbook 150, NVLAP, 2001.
- [6] "Guidelines for the requirements for the competence of providers of proficiency testing schemes, ILAC-G13:2000", ILAC, 2000.
- [7] "Guide to NATA proficiency testing", NATA, 2002.
- [8] "SAC-SINGLAS Policies on proficiency testing", SAC-SINGLAS, April 2001.
- [9] "Proficiency test program, JAB/PTP", JAB, 2003.
- [10] NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical methods
- [11] "Environmental Quality - Performance Evaluation(PE) Program Proponent: CEMP-RT/CECW-E", EM 200-1-7.
- [12] "단말장치 기술기준", 정보통신부 고시 제 2003-4호, 2003.
- [13] "2400~2483.5Mhz 및 5725~5825MHz 주파수대에서 직접확산방식의 스펙트럼확산방식을 사용하는 무선기기의 RF 표준측정법", 전파통신기술협회, 2002.
- [14] "전자기적합성 숙련도시험결과보고서", KOLAS, PT2001-9, 2002.
- [15] "Electromagnetic compatibility and radio spectrum

matters(ERM); Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2.4GHz ISM band and using spread spectrum modulation techniques; Harmonized EN covering essential requirements under article 3.2 of the R&TTE directive”, ETSI EN 300 328 V1.4.1, 2003.

- [16] “Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters(ERM); Wireless video links(WVL) operating in the 1.3GHz to 50GHz frequency band; Part1: Technical characteristics and methods of measurement”, ETSI EN 302 064 V1.1.1, 2003.
- [17] “Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters(ERM); Land mobile service; Radio equipment with an internal or external RF connector intended primarily for analogue speechtrum modulation techniques; Part1: Technical characteristics and methods of measurement”, ETSI EN 300 086 V1.2.1, 2001.
- [18] “Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method”, ISO/IEC Guide 5725-2, 1994.

부 록

1. 통계표
 - Critical value of Grubbs test
 - Percentiles of the F Distribution
 - Critical Values of Student's t Distribution
 - Probabilities for the Small-Sample Mann-Kendall Test for Trend
2. 유선분야 비교속련도 수행프로그램(시험 절차서)
3. 무선분야 비교속련도 수행프로그램(시험 절차서)
4. 속련도시험 예비보고서 양식
5. 유선분야 시료 안정도 평가
6. 무선분야 시료 안정도 평가
7. 유선분야 모의시험 통계분석 결과
8. 무선분야 모의시험 통계분석 결과

부록 1. 통계표

Table F-1. Critical Values for Grubbs' Test

Significance Level, α			Significance Level, α		
n	0.01	0.05	n	0.01	0.05
			31	3.119	2.759
			32	3.135	2.773
3	1.155	1.153	33	3.150	2.786
4	1.492	1.463	34	3.164	2.799
5	1.749	1.672	35	3.178	2.811
6	1.944	1.822	36	3.191	2.823
7	2.097	1.938	37	3.204	2.835
8	2.221	2.032	38	3.216	2.846
9	2.323	2.110	39	3.228	2.857
10	2.410	2.176	40	3.240	2.866
11	2.485	2.234	41	3.251	2.877
12	2.550	2.285	42	3.261	2.887
13	2.607	2.331	43	3.271	2.896
14	2.659	2.371	44	3.282	2.905
15	2.705	2.409	45	3.292	2.914
16	2.747	2.443	46	3.302	2.923
17	2.785	2.475	47	3.310	2.931
18	2.821	2.504	48	3.319	2.940
19	2.854	2.532	49	3.329	2.948
20	2.884	2.557	50	3.336	2.956
21	2.912	2.580			
22	2.939	2.603			
23	2.963	2.624			
24	2.987	2.644			
25	3.009	2.663			
26	3.029	2.681			
27	3.049	2.698			
28	3.068	2.714			
29	3.085	2.730			
30	3.103	2.745			

Table F-2. Percentiles of the F Distribution

Denominator		Numerator <i>df</i>															
<i>df</i>	1- α	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	60	120	∞
1	0.90	39.9	49.5	53.6	55.8	57.2	58.2	58.9	59.4	59.9	60.2	61.2	61.7	62.3	62.8	63.1	63.3
	0.95	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	246	248	250	252	253	254
	0.975	648	800	864	900	922	937	948	957	963	969	985	993	1001	1010	1014	1018
	0.99	4052	5000	5403	5625	5764	5859	5928	5981	6022	6056	6157	6209	6261	6313	6339	6366
2	0.90	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39	9.42	9.44	9.46	9.47	9.48	9.49
	0.95	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5
	0.975	38.5	39.0	39.2	39.2	39.3	39.3	39.4	39.4	39.4	39.4	39.4	39.4	39.5	39.5	39.5	39.5
	0.99	98.5	99.0	99.2	99.2	99.3	99.3	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4	99.5	99.5	99.5	99.5
3	0.90	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23	5.20	5.18	5.17	5.15	5.14	5.13
	0.95	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.70	8.66	8.62	8.57	8.55	8.53
	0.975	17.4	16.0	15.4	15.1	14.9	14.7	14.6	14.5	14.5	14.4	14.3	14.2	14.1	14.0	13.9	13.9
	0.99	34.1	30.8	29.5	28.7	28.2	27.9	27.7	27.5	27.3	27.2	26.9	26.7	26.5	26.3	26.2	26.1
4	0.90	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92	3.87	3.84	3.82	3.79	3.78	3.76
	0.95	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.86	5.80	5.75	5.69	5.66	5.63
	0.975	12.2	10.6	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90	8.84	8.66	8.56	8.46	8.36	8.31	8.26
	0.99	21.2	18.0	16.7	16.0	15.5	15.2	15.0	14.8	14.7	14.5	14.2	14.0	13.8	13.7	13.6	13.5
5	0.90	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.39	3.24	3.21	3.17	3.14	3.12	3.11
	0.95	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.62	4.56	4.50	4.43	4.40	4.37
	0.975	10.0	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68	6.62	6.43	6.33	6.23	6.12	6.07	6.02
	0.99	16.3	13.3	12.1	11.4	11.0	10.7	10.5	10.3	10.2	10.1	9.72	9.55	9.38	9.20	9.11	9.02
6	0.90	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94	2.87	2.84	2.80	2.76	2.74	2.72
	0.95	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.94	3.87	3.81	3.74	3.70	3.67
	0.975	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52	5.46	5.27	5.17	5.07	4.96	4.90	4.85
	0.99	22.8	10.9	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.56	7.40	7.23	7.06	6.97	6.88

Table F-2. (continued) Percentiles of the F Distribution

Denominator df	$1-\alpha$	Numerator df															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	60	120	∞
7	0.90	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70	2.63	2.59	2.56	2.51	2.49	2.47
	0.95	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.51	3.44	3.38	3.30	3.27	3.23
	0.975	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82	4.76	4.57	4.47	4.36	4.25	4.20	4.14
	0.99	12.2	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.31	6.16	5.99	5.82	5.74	5.65
8	0.90	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54	2.46	2.42	2.38	2.34	2.32	2.29
	0.95	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.22	3.15	3.08	3.01	2.97	2.93
	0.975	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36	4.30	4.10	4.00	3.89	3.78	3.73	3.67
	0.99	11.3	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.52	5.36	5.20	5.03	4.95	4.86
9	0.90	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.34	2.30	2.25	2.21	2.18	2.16
	0.95	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.01	2.94	2.86	2.79	2.75	2.71
	0.975	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03	3.96	3.77	3.67	3.56	3.45	3.39	3.33
	0.99	10.6	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	4.96	4.81	4.65	4.48	4.40	4.31
10	0.90	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	2.24	2.20	2.16	2.11	2.08	2.06
	0.95	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.84	2.77	2.70	2.62	2.58	2.54
	0.975	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78	3.72	3.52	3.42	3.31	3.20	3.14	3.08
	0.99	10.0	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.56	4.41	4.25	4.08	4.00	3.91
12	0.90	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.10	2.06	2.01	1.96	1.93	1.90
	0.95	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.62	2.54	2.47	2.38	2.34	2.30
	0.975	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44	3.37	3.18	3.07	2.96	2.85	2.79	2.72
	0.99	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.01	3.86	3.70	3.54	3.45	3.36
15	0.90	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	1.97	1.92	1.87	1.82	1.79	1.76
	0.95	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.40	2.33	2.25	2.16	2.11	2.07
	0.975	6.20	4.77	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12	3.06	2.86	2.76	2.64	2.52	2.46	2.40
	0.99	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.52	3.37	3.21	3.05	2.96	2.87

Table F-2. (continued) Percentiles of the F Distribution

Denominator <i>df</i>	1- α	Numerator <i>df</i>																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	60	120	∞	
20	0.90	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94	1.84	1.79	1.74	1.68	1.64	1.61	
	0.95	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.20	2.12	2.04	1.95	1.90	1.84	
	0.975	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84	2.77	2.57	2.46	2.35	2.22	2.16	2.09	
	0.99	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.09	2.94	2.78	2.61	2.52	2.42	
24	0.90	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.78	1.73	1.67	1.61	1.57	1.53	
	0.95	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.11	2.03	1.94	1.84	1.79	1.73	
	0.975	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70	2.64	2.44	2.33	2.21	2.08	2.01	1.94	
	0.99	7.82	6.66	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	2.89	2.74	2.58	2.40	2.31	2.21	
30	0.90	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.72	1.67	1.61	1.54	1.50	1.46	
	0.95	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.01	1.93	1.84	1.74	1.68	1.62	
	0.975	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57	2.51	2.31	2.20	2.07	1.94	1.87	1.79	
	0.99	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.70	2.55	2.39	2.21	2.11	2.01	
60	0.90	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.60	1.54	1.48	1.40	1.35	1.29	
	0.95	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.84	1.75	1.65	1.53	1.47	1.39	
	0.975	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33	2.27	2.06	1.94	1.82	1.67	1.58	1.48	
	0.99	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.35	2.20	2.03	1.84	1.73	1.60	
120	0.90	2.75	2.35	2.13	1.99	1.90	1.82	1.77	1.72	1.68	1.65	1.55	1.48	1.41	1.32	1.26	1.19	
	0.95	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.75	1.66	1.55	1.43	1.35	1.25	
	0.975	5.15	3.80	3.23	2.89	2.67	2.52	2.39	2.30	2.22	2.16	1.95	1.82	1.69	1.53	1.43	1.31	
	0.99	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.47	2.19	2.03	1.86	1.66	1.53	1.38	
∞	0.90	2.71	2.30	2.08	1.94	1.85	1.77	1.72	1.67	1.63	1.60	1.49	1.42	1.34	1.24	1.17	1.00	
	0.95	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.67	1.57	1.46	1.32	1.22	1.00	
	0.975	5.02	3.69	3.12	2.79	2.57	2.41	2.29	2.19	2.11	2.05	1.83	1.71	1.57	1.39	1.27	1.00	
	0.99	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.04	1.88	1.70	1.47	1.32	1.00	

Table F-3. Critical Values of Student t Distribution

df	$1 - \alpha$								
	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	0.727	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.617	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.584	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.451	5.841
4	0.569	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.559	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.553	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.549	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.546	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.543	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.542	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.540	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.539	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.538	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.537	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.536	0.691	0.866	1.074	1.340	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.535	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.534	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.534	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.533	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.533	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.532	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.532	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.532	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.531	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.531	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.531	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.531	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.530	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.530	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.530	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.529	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.527	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.526	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.524	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Table F-4. Probabilities for the Small-Sample Mann-Kendall Test for Trend

S	<i>n</i>				S	<i>n</i>		
	4	5	8	9		6	7	10
0	0.625	0.592	0.548	0.540	1	0.500	0.500	0.500
2	0.375	0.408	0.452	0.460	3	0.360	0.386	0.431
4	0.167	0.242	0.360	0.381	5	0.235	0.281	0.364
6	0.042	0.117	0.274	0.306	7	0.136	0.191	0.300
8		0.042	0.199	0.238	9	0.068	0.199	0.242
10		0.0083	0.138	0.179	11	0.028	0.068	0.190
12			0.089	0.130	13	0.0083	0.035	0.146
14			0.054	0.090	15	0.0014	0.015	0.108
16			0.031	0.060	17		0.0054	0.078
18			0.016	0.038	19		0.0014	0.054
20			0.0071	0.022	21		0.00020	0.036
22			0.0028	0.012	23			0.023
24			0.00087	0.0063	25			0.014
26			0.00019	0.0029	27			0.0083
28			0.000025	0.0012	29			0.0046
30				0.00043	31			0.0023
32				0.00012	33			0.0011
34				0.000025	35			0.00047
36				0.0000028	37			0.00018
					39			0.0000458
					41			0.0000415
					43			0.0000028
					45			0.00000028

부록 2. 유선분야 비교숙련도 수행프로그램

유선 분야
비교숙련도 수행 프로그램

2003.

전파연구소
구미1대학

시료 인수서

□ 인계 . 인수일자 : 2003년 09월 11일

☐ 인수기관 : 인수자: (인)

물품 목록	수량	이상 유.무
① 수송용 상자	1 상자	
② 송.수화기	1 개	
③ 전화선 (모듈러형 or 4 단자형)	1 개	
④ 사용 설명서	1 부	
⑤ 비교속련도 수행프로그램	1 부	

※ 숙련도시험 프로그램의 원활한 진행을 위하여 인수기관은
시료를 수령하는 즉시 본 서식을 작성하여 구미1대학의
숙련도 시험운영 담당자(김태용교수: FAX 054-440-1219)
에게 FAX로송부하여 주시기 바랍니다.

－ 시험절차서 －

제 1장 개 요

본 비교속련도 시험은 전파연구소(RRL) 유선분야 지정시험기관의 시험 수행 능력을 비교, 평가하여 시험수행능력이 미흡한 기관에 대해서는 그 원인을 조사하고 이를 개선시킴으로써 국내 지정시험기관의 시험수행 능력을 향상시키기 위한 프로그램이오니 시험 결과를 정확하게 분석할 수 있도록 참가 시험기관은 아래사항을 준수하여 주시기 바랍니다.

1-1 본 프로그램에서 사용하는 시료는 일반 전화기로 LG 전자에서 제조한 LG 월드폰 / GS-477입니다.

1-2 시료의 수령 확인

참가 지정시험기관은 시료를 수령하는 즉시 아래의 품목이 모두 갖추어져 있고, 기자재가 모두 양호한 상태에 있는지 확인하여 주시고 품목의 이상 유무에 대한 인수·인계서를 붙임 양식에 의거 작성, 제출하여 주십시오.

① 수송용 상자	1 상자
② 송 수화기	1 개
③ 본체	1 개
④ 전화선 (모듈러형 or 4 단자형)	1 개
⑤ 사용 설명서	1 부
⑥ 비교속련도 수행프로그램	1 부

위 시료의 기자재가 부족하거나 어딘가 손상이 있는 경우는 즉시 구미 1 대학 비교 숙련도 시험 담당자에게 연락하여 주십시오.

1-3 시험이 끝나면 시료의 기자재는 수송용 상자에 수납하여, 다음 시험기관으로 택배발송바라며 시험지정일까지 도착되도록 협조바랍니다.

1-4 시험결과 데이터 시트의 기입 요령

(1) 첨부 excel file에 시험결과를 기입하여 주십시오.

1-5 데이터 시트의 제출

시험이 끝나면, 시험 결과 데이터 파일을 1주 이내에 아래의 e-mail 주소로 보내 주십시오.

김태용교수(tykim@kumi.ac.kr)

구미 1 대학

경상북도 구미시 부곡동 407번지 전자파센터

우편번호: 730-711

전화번호: 054-440-1211 팩스번호: 054-440-1219

1-6 시료(전화기) 사진



제 2장 시험방법

1 음성대역 신호 전력

1.1 목적

육성신호와 망 제어 신호와 데이터신호가 아닌 내부로부터의 음성대역 신호전력이 적절한 범위에 있는지 입증하기 위함이다.

1.2 기술기준 (제8조 제2항 제1호)

② 200Hz이상 3,995Hz이하의 주파수대역에서 전화접속 신호전력은 단말장치별로 다음 각호의 조건에 적합하여야 한다.

1. 전기통신망 제어신호를 목적으로 하지 아니하는 내부 신호원의 신호전력

가. 데이터통신용 단말장치이외의 단말장치의 경우 200Hz이상 3,995Hz이하의 주파수대역에서 의사회로에 가해지는 모든 신호전력은 임의의 3초간을 평균할 때 -9dBm이하이어야 한다.

1.3 측정 설비

- (1) 루프 의사회로 (4)
- (2) 대역통과 필터 (5)
- (3) 대역통과 필터 (7)
- (4) 직류 전류계 (18)
- (5) 교류 실효 전압계 (41)

주)

- 1. 시료와 인터페이스하기 위한 적절한 루프 의사회로
- 2. 루프 의사회로의 저항 R1에 대역통과 필터를 연결, 기술기준의

별표 1 루프 의사회로 참조

3. 루프전류는 루프 의사회로의 R2와 직렬로 전류계를 연결하여 측정, 기술기준의 별표 1 루프 의사회로 참조



(그림 1.3-1) 음성신호 전력, 2선

1.4 시료의 조건

통신망제어신호 이외의 신호를 통신망에 전송하는 오프훅 상태로 한다. 통신망 인터페이스 쪽으로 신호를 주지 않았을 때에는 정상상태(비 전송상태)에 대해서 시험한다. 시료의 정상상태가 시험되어야 한다.

1.5 측정 절차

- (1) 시료를 그림 1.3-1 의 해당 시험회로에 200Hz에서 3,995Hz의 대역 통과 필터를 사용해서 연결한다.
- (2) 시료를 원하는 상태에 두고 최대전력에서 신호를 송출한다.
- (3) 해당 루프 의사회로의 최소 및 최대 루프전류에서 최대 신호 전력레벨을 dBm으로 측정한다.
- (4) 전화기의 경우 송화기의 MIC를 제거한 상태에서 시험한다.

1.6 시험결과 및 데이터

- (1) dBm단위의 신호전력
- (2) Data 는 소수점 첫째 자리로 한다.

1.7 특기 사항

- (1) dBm은 600Ω을 기준으로 한 것이다.
- (2) 사용된 대역통과 필터의 삽입손실이 고려되어야 한다.

2. 음성대역 신호전력- 통신망 제어신호

2.1 목적

통신망 제어신호의 레벨이 적절히 제한되는 것을 입증하기 위함이다.

2.2 기술기준 (제8조 제2항 제2호)

2. 음성 및 데이터통신용 단말장치에 내장된 전기통신망 제어용 내부신호의 신호전력

가. 의사회로에 가해지는 3,995Hz이하의 신호전력은 단말장치의 모든 동작조건에서 임의의 3초간을 평균할 때 다음과 같아야 한다.

- (1) 전기통신망 제어신호(복합주파수신호:DTMF)의 경우에는 0dBm이하
- (2) 복합주파수신호가 수동입력에 의해 단대단 신호로 사용될 경우에는 0dBm이하이어야 하고, 수동키를 조작할 때마다 발생하는 복합주파수신호 디지털의 수는 40개 이하이어야 한다.
- (3) 기타의 모든 경우에는 -9dBm이하

2.3 측정 설비

- (1) 루프 의사회로 (4)

- (2) 대역통과 필터 (5)
- (3) 직류 전류계 (18)
- (4) 교류 실효 전압계 (41)

주)

1. 시료와 인터페이스하기 위한 적절한 루프 의사회로
2. 루프 의사회로의 저항 R1에 대역통과 필터를 연결, 기술기준의 별표 1 루프 의사회로 참조
3. 루프전류는 루프 의사회로의 R2와 직렬로 전류계를 연결하여 측정, 기술기준의 별표 1 루프 의사회로 참조



(그림 2.3-1) 통신망제어 신호전력, 2선식

2.4 시료의 조건

통신망 제어를 위해 요구되는 신호를 통신망에 송출하는 오프훅 상태

2.5 측정 절차

- (1) 시료를 그림 2.3-1 의 시험회로에 연결한다.
- (2) 신호레벨을 측정하기 위해 전압계는 dBm으로 설정한다.
- (3) 시료를 오프훅 상태에 두고 원하는 신호를 송출한다.
- (4) 전압계를 이용해서 대역통과 필터의 출력단에서 신호전력을 관찰하고 루프전류를 변화시킨다.
- (5) 필요시 루프 의사회로의 최소 및 최대 루프전류에서 dBm 단위로 최대 신호 전력레벨을 측정하고 기록한다.
- (6) 다른 동작상태에 대하여도 (4)와 (5)를 반복한다.

2.6 시험결과 및 데이터

- (1) 신호전력레벨(dBm)
- (2) Data 는 소수점 첫째 자리로 한다.

2.7 특기 사항

- (1) dBm은 600Ω을 기준으로 한 것이다.
- (2) 수동 DTMF 신호를 사용하는 시료에 대하여, 신호레벨은 각 디지털을 측정하고, 최대 전력이 발생하는 디지털을 성적서에 기록한다.
- (3) 평균측정시간 3초 이하인 전압계가 사용될 수 있다. 이러한 경우에 보정계수가 듀티사이클에 근거한 보정계수가 측정된 신호전력에 적용되어야 한다.
- (4) 대역통과 필터의 삽입손실이 고려되어야 한다.

3. 횡전압 평형도 (아날로그)

3.1 목적

시료의 다양한 동작모드에서 횡전압 평형도를 결정하기 위함이다.

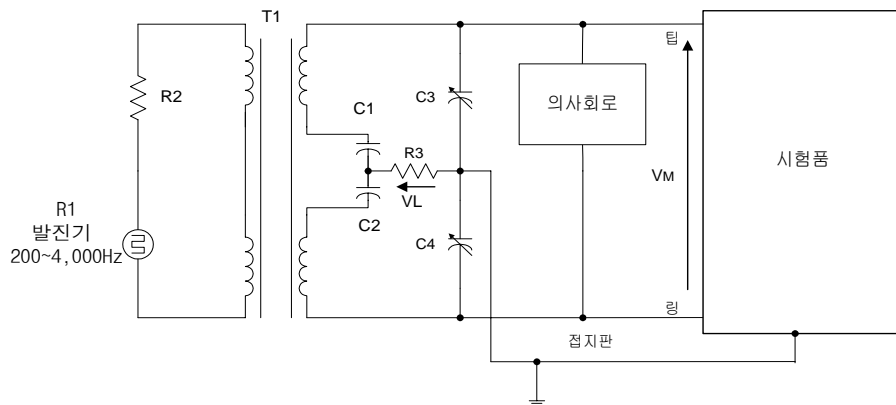
3.2 기술기준 (제9조 제2항)

② 200Hz이상 3,995Hz이하의 주파수대역에서의 아날로그 단말장치의
 횡전압 평형도는 다음 각호의 조건에 적합하여야 한다.

1. 200Hz이상 3,995Hz이하의 주파수대역에서 장치의 횡전압 평형도는 오프훅에서 시험하여 제1항 제1호에서 규정한 주파수 범위에서 40dB이상이어야 한다.
2. 제3항에서 규정한 인터페이스별 온훅 및 오프훅 조건에 따른 횡전압 평형도는 다음과 같다.

조건	주파수(f)	평형도
오프훅시	$200\text{Hz} \leq f \leq 4,000\text{Hz}$	40dB 이상
온훅시	$200\text{Hz} \leq f \leq 1,000\text{Hz}$	60dB 이상
온훅시	$1,000\text{Hz} \leq f \leq 4,000\text{Hz}$	40dB 이상

[별표 5] 횡전압 평형도 (제9조 관련)



C1 , C2 : $8\mu\text{F}$, 400WVDC, 0.1%, C3 , C4 : $100\mu\text{F}$ 이상 $500\mu\text{F}$ 이하

R2 : $R1 + R2 = 600\Omega$ 이 되도록 설정, R3 = 500Ω

(그림 3.2-1) 아날로그 횡평형 시험회로도

3.3 측정 설비

- (1) 루프 의사회로 (4) (특기사항 (6)참조)
- (2) 주파수 발생기 (26)
- (3) 주파수 선택 전압계 (27)
- (4) 횡전압평형도 브릿지 (29)

3.4 시료의 조건

모든 동작 (온 혹, 오프 혹) 상태

3.5 측정절차

- (1) 기술기준 별표 5의 그림 1과 같이 600Ω 저항을 기술기준 별표 1의 그림 1 시험회로에 연결한다.
- (2) 주파수 발생기를 200Hz에 맞춘다.
- (3) 600Ω 교정저항 양단간에 10Hz 대역폭과 평형입력을 가진 주파수 선택 전압계로 측정시 0.775Vrms의 출력레벨이 되도록 주파수 발생기를 조정한다. (특기사항 (8)참조).
- (4) 500Ω 종중단저항 양단에 주파수 선택 전압계를 연결한다.
- (5) 500Ω 저항 양단에 최소레벨이 되도록 가변콘덴서 C3와 C4를 조정한다. 이러한 조정결과는 (3)에서 맞춰진 레벨을 기준으로 할 때 측정 주파수에서 브리지의 최대 평형상태를 의미한다. 시험회로는 각 측정주파수에 대하여 시료의 평형도 요구사항값보다 적어도 20dB이상 커야한다. (기술기준 별표 1의 그림 1의 주2를 참조)
- (6) 600Ω 저항 대신에 시료를 연결한다. 다중포트 시료에 대해서는 특기사항(1)을 참조한다.
- (7) 오프혹 상태에서 루프전류를 가능한 범위에서 변화시키면서 최악의 평행 상태를 관찰한다. (500Ω 저항에 걸리는 최대전압).
- (8) 루프 의사회로를 (7)의 최악의 평형 상태 조건으로 설정한다.
- (9) 시료의 팁과 링 양단에 걸리는 전압을 측정한다. 이것은 실선 기준전압(V_M)이다.

(10) 500Ω 저항에 걸리는 전압을 측정한다. 이것은 종전압(V_L)이다.

(11) 다음 공식으로 평형도를 계산한다.

$$\text{평형도 (dB)} = 20\log\frac{V_M}{V_L}$$

주) 만약 측정값들이 dBV 단위이면 위 식은 다음과 같이 간략화 된다.

$$\text{평형도 (dB)} = V_M(\text{dBV}) - V_L(\text{dBV})$$

(12) 팁과 링의 연결을 반대로 하여 (9)에서 (11)까지 반복한다. 두 값중 작은 값이 200Hz에서의 횡전압 평형도이다.

(13) 최소한 500, 1000, 2000, 3000 및 4000Hz에 대해 각각 (3)에서 (12)까지 반복한다. 여기서 500Hz 측정에 대한 분해능 대역폭은 10Hz로 하고 다른 주파수에 대해서는 30Hz로 한다(특기사항 (3)과 (8)참조).

(14) 단말장치의 가능한 모든 상태에 대해 (2)에서 (13)까지 반복한다.

3.6 시험결과 및 데이터

- (1) 시험 주파수
- (2) 시험 주파수에서 측정된 평형도
- (3) 각 측정에 대한 시료와 루프 의사회로 조건
- (4) Data 는 소수점 첫째 자리로 한다.

3.7 특기 사항

- (1) 다중포트 시료에서 시험되지 않는 입력단자는 기술기준 별표 5 그림 3의 종단망을 연결함으로써 적절히 종단되어야 한다. 접속하기 전에 이 종단망을 평형도 시험장치에 연결하고 전위차계를 조정하여 최대 평형도가 되도록 조정한다. 루프 의사회로

의 직류성분은 교정과정 동안 고려되어야 한다.

- (2) 일반적으로 접지되지 않은 시료는 일반적인 상태로 도체판에 올려놓는다. 도체면의 크기는 시료의 밑면보다 적어도 50% 이상 커야 한다. 이것은 시료를 대지에 접지시키는 가장 근접시키는 방법이다.
- (3) 어떤 경우에는 시료가 내부적으로 발생된 신호를 시험 장비에 제공할 수 있다. 이러한 신호는 횡평형도 시험의 부분으로 해석해서는 안 된다.
- (4) 주파수 선택 전압계를 사용할 수 없더라도 다음과 같은 경우 횡평형도 측정이 가능하다.
 - (a) 음성대역에서 전자기적 간섭이 없고
 - (b) 시료가 매우 낮은 대역내 잡음을 발생할 경우평행입력을 갖고, 차단주파수 위, 아래에서 충분한 감쇠를 가지는 대역통과 필터와 평행입력을 갖는 높은 임피던스 전압계가 사용될 수 있다.
- (5) 수용할 수 있는 정도의 평형도 교정을 얻기 위하여, 루프 의사 회로에 밧데리의 사용이 권장된다.
- (6) 루프 조건을 관찰하기 위하여 직류 전류계가 루프 의사회로의 일부로써 포함될 수 있다.
- (7) 저주파수에 대하여, 전원주파수 고조파로부터 발생하는 간섭을 피하기 위해 험대역(즉, 10Hz)이 사용된다. 고주파수에 대하여, 측정안정도를 높이기 위해 광대역이 사용된다.

4. 직류 저항

4.1 목적

시료의 정상상태 및 온후 상태 동안 시료의 직류저항을 측정하기 위함이다.

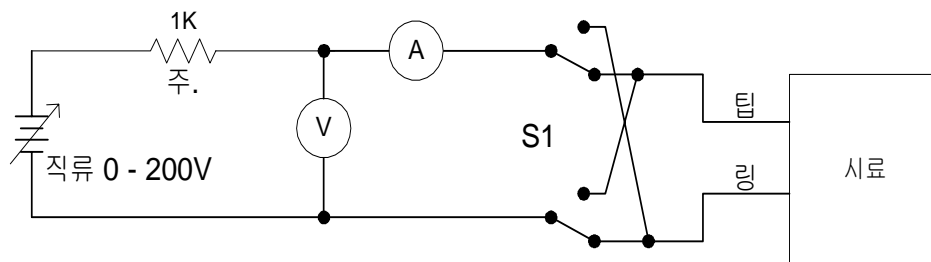
4.2 기술기준 (제10조 제3항 제1호 및 제2호)

③ 루프스타트 전화접속회선용 개별 단말장치는 다음 각호의 조건에 적합하여야 한다.

1. 팁과 링간의 온혹 직류저항은 100V이하의 모든 직류전압에 대하여 5MΩ이상이어야 한다.
2. 팁과 링간의 온혹 직류저항은 100V이상 200V이하의 모든 직류전압에 대하여 30kΩ이상이어야 한다.

4.3 측정 설비

- (1) 직류 전류계 (19)
- (2) 직류 전원 공급기 (20)
- (3) 직류 전압계 (21)



주) 1kΩ 저항은 전류 제한기로 사용된다.

(그림 4.3-1) 직류 저항 팁-링

4.4 시료의 조건

시료는 정상상태 혹은 온혹 상태로 한다.

4.5 측정절차

- (1) 시료를 그림 4.3-1의 시험회로에 연결한다. 측정은 80V 및 100V만 측정한다.

- (2) 전압을 1Vdc로 하고 회로가 안정되게 한다.
- (3) 전압을 천천히 100V까지 증가시키며 그에 따른 전류를 관찰한다
- (4) 만약, 위의 전압 범위에서 전류가 $0.2\mu\text{A}$ 미만 이라면, 1V에서의 전류를 측정하고 기록한다. 1V에서 100V범위에 대한 최소 직류 저항을 계산하기 위해 이 값을 사용하라.
- (5) 과정(4)에서 기록된 어떠한 지점에 추가적으로 80V 및 100V에서의 전류를 측정하고 기록한다.
- (6) 시험회로의 극성을 반대로 하여 과정(2)부터 (4)까지 반복한다.
- (7) 전압인가 후 전류가 안정된 상태에서 측정 · 기록한다.

4.6 시험결과 및 데이터

- (1) 직류 시험 전압
- (2) 계산된 직류저항, 단위는 $\text{M}\Omega$, 소수점 셋째 자리에서 반올림한다.

4.7 특기 사항

- (1) 직류 전류 측정에 영향을 주는 전자기적 간섭을 방지하기 위해 주의해야 한다.

5. 호출신호 수신시 직류전류

5.1 목적

호출신호를 인가하는 동안에 시료의 비선형 특성으로부터 야기되는 직류 전류를 측정하기 위함이다.

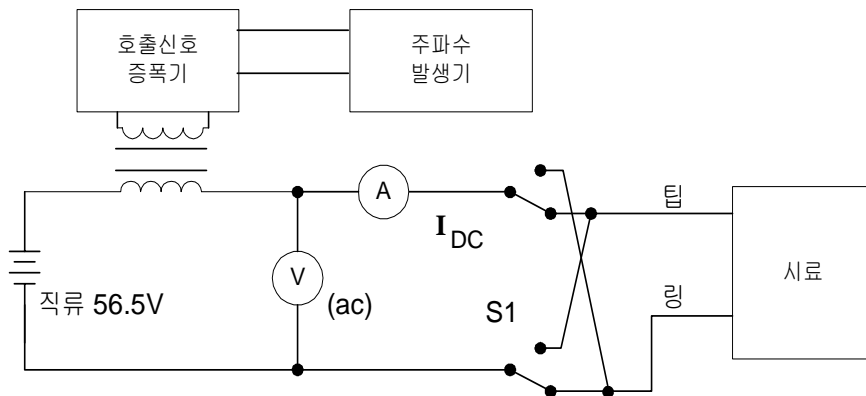
5.2 기술기준 (제10조 제3항 제3호)

- ③ 루프스타트 전화접속회선용 개별 단말장치는 다음 각호의 조건에 적합하여야 한다.

3. 제2항에서 규정한 의사호출신호를 인가할 경우 직류전류는 3mA 이하이어야 한다.

5.3 측정 설비

- (1) 교류 전압계 (3)
- (2) 직류 전류계 (18)
- (3) 직류전원 공급기 (20)
- (4) 주파수발생기 (26)
- (5) 호출신호 증폭기 (32)



(그림 5.3-1) 호출신호수신시 직류전류

5.4 시료의 조건

시료를 정상상태 혹은 온후 상태로 한다.

5.5 측정 절차

- (1) 시료를 그림 5.3-1의 시험회로에 연결한다. 측정은 20Hz, 80V 및 100V만 측정한다.

- (2) 시험될 호출 형태에 대하여 시험장비가 기술기준 제10조제2항의 표의 가장 낮은 주파수와 전압을 공급하도록 한다.
- (3) 직류 전류를 기록한다.
- (4) 기술기준 제10조제2항의 표에서 선택된 호출 형태에 대해 최대한 호출신호 전압까지 증가시킨다.
- (5) 직류 전류를 기록한다.
- (6) 다른 주파수에 대해 (3)에서 (5)까지를 반복한다. (특기사항 (1) 참조)
- (7) 시험 회로에서 시료의 연결을 반대로 하고 (2)에서 (6)까지 반복한다.

5.6 시험결과 및 데이터

- (1) 각각의 교류전압 레벨과 주파수에서의 직류전류
- (2) 단위는 mA, 소수점 셋째자리에서 반올림한다.

5.7 특기 사항

- (1) "A"형 호출신호에 대해서 20Hz에서 측정한다.

6. 호출신호 수신시 교류 임피던스

6.1 목적

호출신호를 인가하는 동안에 시료의 교류 임피던스를 측정하기 위함이다.

6.2 기술기준 (제10조 제2항과 제3항 제4호 및 제5호)

②의사호출신호는 다음 표의 규격에 적합하여야 한다.

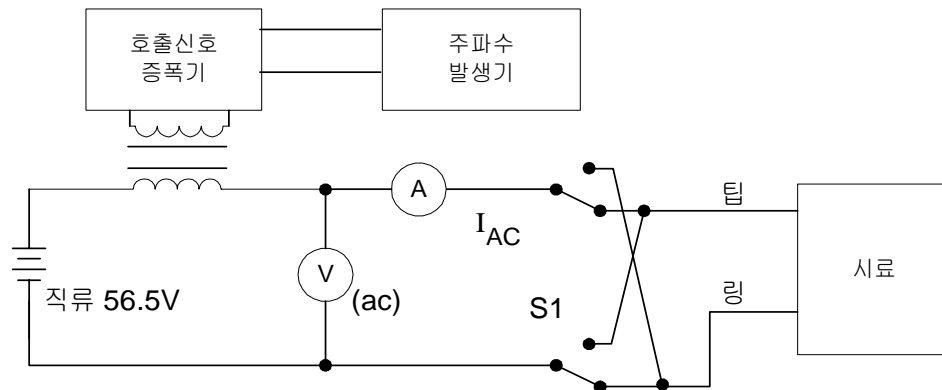
호출신호의 종류	상응 호출신호 주파수(Hz)	직류 56.5볼트에 중첩된 의사 호출신호전압(V, 실효값)	임피던스 (Ω)
A형	20 \pm 3	40이상 130이하	1,400이상
B형	15.3이상 34이하	40이상 130이하	1,600이상
	34초과 49이하	62이상 130이하	1,600이상
	49초과 68이하	62이상 150이하	1,600이상

③ 루프스타트 전화접속회선용 개별 단말장치는 다음 각호의 조건에 적합하여야 한다.

4. 제2항에서 규정한 의사호출신호를 인가할 경우 팁과 링간 임피던스(교류 인가전압을 실효 전류로 나눈 값)는 제2항에서 규정한 조건이상이어야 한다.
5. 제2항에서 규정한 의사호출신호를 인가할 경우 호출주파수 임피던스(접지간)는 팁과 접지간 및 링과 접지간 임피던스가 100k Ω 이상이어야 한다.

6.3 측정 설비

- (1) 교류 전류계 (1)
- (2) 교류 전압계 (3)
- (3) 직류전원 공급기 (20)
- (4) 주파수 발생기 (26)
- (5) 호출신호 증폭기 (32)



(그림 6.3-1) 호출신호 수신시 교류 임피던스, 팁-링

6.4 시료의 상태

시료를 정상상태 혹은 온후 상태로 한다.

6.5 측정 절차

- (1) 시료를 그림 6.3-1의 시험회로에 연결한다. 측정은 20Hz, 80V 및 100V만 측정한다.
- (2) 시험될 호출신호 형태에 대하여 시험장비가 기술기준 제10조 제2항의 표의 가장 낮은 주파수와 전압을 공급하도록 한다.
- (3) 교류 전류를 기록한다.
- (4) 시료의 교류 임피던스를 계산한다.
- (5) 기술기준 제10조 제2항의 표에서 선택된 호출신호 형태에 대해 최대 호출신호 전압까지 증가시킨다.
- (6) 교류 전류를 기록한다.
- (7) 시료의 교류 임피던스를 계산한다.
- (8) 다른 주파수에 대해 (2)에서 (7)까지를 반복한다. (특기사항 (1)참조)
- (9) 시험 회로에서 시료의 연결을 반대로 하고 (2)에서 (8)까지 반복한다.
- (10) 전압인가 후 전류가 안정된 상태에서 측정·기록한다.

6.6 시험결과 및 데이터

- (1) 각각의 교류전압 레벨과 주파수에서의 교류전류
- (2) 계산된 교류 저항, 단위는 $k\Omega$, 소수점 셋째자리에서 반올림한다.

6.7 특기 사항

- (1) "A"형 호출신호에 대해서 20Hz에서 측정한다.

7. 온혹 신호 요구조건

7.1 목적

시료가 온혹상태일 때 통신망에 신호가 가해지지 않음을 확인하기 위함이다.

7.2 기술기준 (제11조 제2항)

- ② 공중교환망, 타이트링크 또는 공중교환망에 접속하는 전용회선 등에 접속하는 단말장치에 대한 음성 및 데이터통신용 단말장치의 온혹시 신호전력은 다음 각호의 조건에 적합하여야 한다.
 - 1. 루프스타트 신호방식에서 온혹 단말장치에 의하여 2선식 또는 4선식 의사회로의 송신 및 수신 단자쌍 또는 600Ω 종단에 송출되는 신호전력은 200Hz이상 3,995Hz이하의 주파수대역에서 -55dBm이하이어야 한다.

7.3 측정 설비

- (1) 루프 의사회로 (4)
- (2) 대역통과 필터 (5)
- (3) 교류 실효 전압계 (41)
- (4) 주파수 발생기 (26)

주)

1. 시료의 상호접속을 위한 해당 루프 의사회로.
2. 루프 의사회로의 R1에 대역통과 필터를 연결, 기술기준 별표 1 참조.
3. 루프전류는 루프 의사회로의 R2와 직렬로 연결된 전류계로 측정, 기술기준 별표 1 참조.



(그림 7.3-1) 온혹 신호 전력, 단말장치

7.4 시료의 조건

온혹 상태

7.5 측정 절차

- (1) 시료를 그림 7.3-1 의 해당 시험회로에 200Hz에서 3,995Hz의 대역통과 필터를 사용해서 연결한다.
- (2) 루프의사회로의 공급전압은 -48V, 20mA로 한다.
- (3) 시료를 온혹상태로 한다.
- (4) 최대 전력 레벨(dBm)을 측정하여 기록한다.

(5) 신호 레벨이 제한값 이하임을 확인한다.

7.6 시험결과 및 데이터

(1) 단말장치 : 온후 신호 전력 레벨(dBm)

(2) Data 는 소수점 첫째 자리로 한다.

7.7 특기 사항

시료에서는 신호원이 활성상태이지만 통신망에서는 격리된 상태도 온후 상태로 포함한다.

유선분야 비교속련도 시험결과서

시험기관명:

시험장 소재지		
전화번호		
시험 담당자		
시험 일자		
시험장 환경	온도: ℃	습도: %RH
시험 장소		
제품 명		
형명		
특기사항		

1. 음성대역 신호전력

시험항목	시험결과(dBm)
데이터통신용 이외의 단말장치	

2. 음성대역 신호전력 - 통신망제어 신호

시험항목		시험결과(dBm)
전기통신망 제어신호	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	0	
	#	
	*	

3. 횡전압 평형도

시험주파수	시험조건	시험결과(dB)
200Hz	온혹시	
	오프혹시	
500Hz	온혹시	
	오프혹시	
1,000Hz	온혹시	
	오프혹시	
2,000Hz	온혹시	
	오프혹시	
3,000Hz	온혹시	
	오프혹시	
4,000Hz	온혹시	
	오프혹시	

4. 직류 저항

시험조건	시험단자	시험결과(MΩ)
80V	팁 - 링	
100V	팁 - 링	

5. 호출신호 수신시 직류전류

호출신호 주파수	호출신호 전압	시험결과(mA)
20Hz ± 3Hz	80V	
	100V	

6. 호출신호 수신시 교류 임피던스

호출신호 주파수(팁-링)	호출신호 전압 (팁-링)	시험결과(kΩ)
20Hz ± 3Hz	80V	
	100V	

7. 온혹 신호 요구조건

시험항목 시험기준	시험결과(dBm)
루프스타트 방식 (200Hz ~ 3,995Hz)	

부록 3. 무선분야 비교속련도 수행프로그램

무선 분야
비교속련도 수행 프로그램

2003.

전파연구소
구미1대학

시료 인수서

☐ 인계 . 인수일자 : 2003년 월 일

☐ 인수기관 : 인수자: (인)

물품 목록	수량	이상 유·무
① 수송용 상자	1 상자	
② 시험방법 안내서류	1 부	
③ 무선분야 비교속련도 수행프로그램	1 부	
④ 시험품 포장배치도	1 부	
⑤ 무선 LAN AC cable	1 개	
⑥ 노트북 컴퓨터(LG IBM) Model Name : 2640-8K Serial No. : 97-292XN	1 개	
⑦ PC AC cable	1 개	
⑧ Cross Cable	1 부	
⑨ PC Adaptor	1 개	
⑩ 마우스	1 개	
⑪ 무선 LAN Model Name : SWL-6100AP Serial No. : ADKRJB-318002996	1 개	
⑫ 6핀 모듈러형 커넥터(RJ 11)	1 개	
⑬ 다이폴 안테나	1 부	
⑭ 무선 LAN AC Adaptor	1 개	
⑮ 8핀 모듈러형 커넥터(RJ 45)	1 개	
(16) 계측기 연결용 측정 케이블	1 개	

※ 숙련도시험 프로그램의 원활한 진행을 위하여 인수기관은 시료를 수령하는 즉시, 본 서식을 작성하여 구미1대학의 숙련도 시험운영 담당자(김태용교수: FAX 054-440-1219)에게 FAX로 송부하여 주시기 바랍니다.

- 시험절차서 -

제 1장 개 요

본 비교속련도 시험은 전파연구소(RRL) 형식등록 지정시험기관의 시험 수행 능력을 비교·평가하여 시험수행 능력이 미흡한 기관에 대해서는 그 원인을 조사하고 이를 개선시킴으로써 국내 지정시험기관의 시험수행 능력을 향상시키기 위한 프로그램이오니 시험 결과를 정확하게 분석할 수 있도록 참가 시험기관은 아래사항을 준수하여 주시기 바랍니다.

1-1 본 프로그램에서 사용하는 시료는 무선데이터통신시스템용 및 무선LAN용 특정 소출력 무선설비의 기기(이하, 무선LAN 이라고 부른다.)로 삼성전기(주)에서 제작한 것입니다.

1-2 시료의 수령 확인

참가 지정시험기간은 시료를 수령하는 즉시 아래의 품목이 모두 갖추어져 있고, 기자재가 모두 양호한 상태에 있는지 확인하여 주시고(다음장의 그림으로 확인) 품목의 이상 유무에 대한 인수·인계서를 붙임 양식에 의거 작성 제출하여 주시기 바랍니다.

① 수송용 상자	1 상자
② 시험방법 안내서류	1 부
③ 무선분야 비교속련도 수행프로그램	1 부
④ 시험품 포장배치도	1 부
⑤ 무선 LAN AC cable	1 개
⑥ 노트북 컴퓨터(LG IBM) Model Name : 2640-8K Serial No. : 97-292XN	1 개
⑦ PC AC cable	1 개

⑧ Cross Cable	1 부
⑨ PC Adaptor	1 개
⑩ 마우스	1 개
⑪ 무선 LAN Model Name : SWL-6100AP Serial No.: ADKRJB-318002996	1 개
⑫ 6핀 모듈러형 커넥터(RJ 11)	1 개
⑬ 다이폴 안테나	1 부
⑭ 무선 LAN AC Adaptor	1 개
⑮ 8핀 모듈러형 커넥터(RJ 45)	1 개

1-3 시료의 반송

- (1) 시험이 끝나면 시료 및 시험용 주변기기 등의 기자재를 정리하여 수송용 상자의 지정된 위치에 수납하여 주십시오.
- (2) 시험이 끝나면 시료 및 기자재는 수송용 상자에 수납하여, 다음 시험기관으로 택배발송바라며 시험지정일까지 도착되도록 협조바랍니다.

1-4 시험결과의 데이터시트의 기입요령

- (1) 첨부 Excel file에 시험결과를 기입하여 주십시오.

1-5 데이터시트의 제출

시험이 끝나면, 시험 결과 데이터 파일을 1주 이내에 아래의 e-mail 주소로 보내 주십시오.

김태용 교수(tykim@kumi.ac.kr)

구미 1 대학

경상북도 구미시 부곡동 407번지 전자파센터

우편번호: 730-711

전화번호: 054-440-1211 팩스번호: 054-440-1219

1-6 무선LAN및주변기기사진

(1) 수송용 상자 외관



(2) 수송용 상자 내부



(3) 무선LAN



(4) 다이폴안테나



(5) CrossCable



(6) 4단자형 커넥터



(7) 6핀 모듈러형 커넥터(RJ11)



(8) 8핀 모듈러형 커넥터(RJ45)



(9) 전원 아답터



(10) 노트북 컴퓨터 및 주변기기



제 2장 측정 전 주의사항 및 순서

2.1 측정 전 주의사항

- (1) 측정 전 반드시 약 30분간 시료와 측정기를 예열 시켜 주십시오.
- (2) 측정의 환경은 상온(25℃), 상습(50%이내) 상태를 유지하여 주십시오.
- (3) 측정 주파수는 2,442MHz(7번 채널) 입니다.
- (4) 노트북 컴퓨터의 부팅 패스워드는 PLAN01입니다.
- (6) 물리적인 이유 등으로 이 순서와 다른 방법, 환경, 측정기를 사용하는 경우는 데이터시트 별지로(서식은 자유) 그 상황을 상세히 기록하시기 바랍니다.

2.2 Hyperterminal 및 Test Mode 설정

- (1) 첨부 SWL-6100AP 의 1페이지를 참조하여 노트북과 무선 LAN을 연결한 후, 노트북 바탕화면의 11.ht를 실행하여 hyperterminal을 설정하세요. 측정 스펙트럼분석기는 무선LAN의 ANT1에 연결합니다.
- (2) SWL-6100AP 의 3~6페이지를 참조하여 각 시험항목을 측정 하되, 해당시험 항목의 명령과 설정값은 아래 표와 같이 설정하세요.

시험 항목	주파수 허용편차	공중선 전력	점유주파 수 대역폭	불요발사 강도	부차적전파 발사강도
사용명령 및 설정값	car 7 ant 1	ctx 7 pow 42	ctx 7 pow 42	ctx 7 pow 42	rx 7 ant 1

2.3 시험순서

제 3장의 측정절차 및 방법을 참조하여 아래 항목(1) ~ (5)를 시험하데, 제3장에서의 각 측정항목(3.1~3.4)에서의 (2) 수험기기의 설정 및 측정기의 조건의 가) “최대출력상태”는 위에서 언급한 설정값으로 설정하세요. 아래 값을 측정하여 소수점 셋째자리까지 표시하세요.

- (1) 주파수 허용편차를 측정 하십시오.
- (2) 전력밀도 허용편차를 측정 하십시오.
- (3) 점유주파수대폭을 측정하십시오.
- (4) 불요발사를 측정하십시오.
- (5) 수신시 발사되는 부차적 전파의 세기를 측정하십시오.

제 3장 측정절차 및 방법

3.1 주파수 허용편차

(1) 시험 구성도

제어용 프로그램을 이용 시험조건상태로 설정한다.

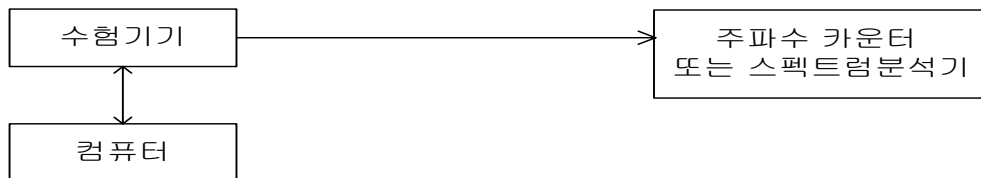


그림 3-1 주파수 허용편차 시험 구성도

(2) 수험기기의 설정 및 측정기의 조건

가) 무변조 반송파 최대출력 상태

나) 전체 사용대역 중 최저, 중간, 최대 주파수에 대해서 시험을 한다.

다) 주파수허용편차를 측정하는 계측기의 정확도는 규정된 허용오차보다 10배 이상이어야 한다.

(3) 시험절차

방법 I : 주파수카운터를 이용하는 경우

1. 주파수카운터를 사용하여 시험하는 경우는 주파수 카운터의 시험가능 레벨범위가 어느 정도인지를 미리 파악하여 필요하면 적절한 감쇠기 또는 증폭기를 추가하여 시험하여야 한다.
2. 수험기기를 시험조건으로 설정상태로 하고 시험하고자 하는 주파수로 송신 시킨다.

3. 주파수 카운터의 분해능을 규정된 허용오차보다 10배 이하로 설정 후 측정하여 기준 값과 비교한다. 높은 정확도를 위해서 분해능을 줄여 시험할 수 있다.

방법 II: 스펙트럼분석기를 이용하는 경우

1. 측정기를 스펙트럼분석기로 연결하고 다음과 같이 설정한다.
 - A. Ref Level : +30dBm
(신호의 세기에 따라 적절하게 조절가능)
 - B. 중심주파수 (Center Frequency)
: 시험하고자 하는 기준주파수
 - C. 소인주파수폭(SPAN) : 600kHz
 - D. 분해대역폭(RBW) : 5kHz
 - E. 비디오대역폭(VBW) : 분해대역폭과 같은 값
 - F. 소인시간(Sweep Time) : Auto
 - G. 소인방법(Sweep Mode) : Continue
2. 수험기기를 시험조건의 설정상태로 하고 시험하고자 하는 주파수로 송신 시킨다.
3. Marker를 이용하여 최대 값을 찾아 기록한다.
4. 보다 정확한 측정값을 얻기 위해서 SPAN값을 줄여서 시험할 수 있다.

3.2 전력밀도(허용편차)

(1) 시험 구성도

제어용 프로그램을 이용 시험조건상태로 설정한다.



그림 3-2 전력밀도(허용편차) 시험 구성도

수험기기와 스펙트럼분석기로 연결하는 RF케이블의 주파수별 (30MHz~12.75GHz 또는 25GHz) 감쇠특성을 반드시 시험 전에 확보 하여 그 값이 보상되도록 설정한다.

(2) 수험기기의 설정 및 측정기의 조건

가) 최대출력상태

나) 가장 빠른 데이터 전송률을 이용하는 변조모드 상태

다) 전송데이터는 의사랜덤 순차열을 사용할 것

라) 전체 사용대역 중 최저, 중간, 최고주파수에서 시험한다.

마) 출력 가변형

- 연속적인 가변형의 경우 : 상한 및 하한 출력에서 시험
- 단계적인 가변형의 경우 : 각 단계별 출력에서 시험

(3) 시험절차

가) 스펙트럼분석기를 다음과 같이 설정한다.

- 1) Ref Level : +20dBm (신호의 세기에 따라 적절하게 조절가능)
- 2) 중심주파수 (Center Frequency) : 시험하고자 하는 기준 주파수
- 3) 소인주파수폭(SPAN) : 발사 점유주파수대역폭의 2배
- 4) 분해대역폭(RBW) : 1MHz
- 5) 비디오대역폭(VBW) : 분해대역폭과 같은 값

- 6) 검파방식: 첨두치(Max Peak 또는 Positive Peak)
- 7) 소인시간(Sweep Time) : 1sec
- 8) 소인횟수: 10회 이상
- 9) Trace Mode : Maxhold
- 10) 소인방법(Sweep Mode) : Single
- 나) 수험기기를 시험조건의 설정상태로 하고 시험하고자 하는 주파수로 송신 시킨다.
- 다) 스펙트럼분석기의 10회 이상 소인이 끝난 다음 마커를 이용하여 측정된 파형의 최대점의 주파수를 찾는다.

3.3 점유주파수대폭

- (1) 시험구성도
 - 전력밀도(허용편차) 시험상태와 동일하게 구성한다.
- (2) 수험기기의 설정 및 측정기의 조건
 - 가) 최대출력상태
 - 나) 가장 빠른 데이터 전송률을 이용하는 변조모드 상태
 - 다) 전송데이터는 의사 랜덤순차열을 사용할 것
 - 라) 전체 사용대역 중 최저, 중간, 최고주파수에서 시험
- (3) 시험절차
 - 가) 수험기기를 시험조건의 설정상태로 하고 시험하고자 하는 주파수로 송신 시킨다.
 - 나) 측정기를 스펙트럼분석기로 연결하고 다음과 같이 설정한다.
 - 1) Ref Level : +20dBm (신호의 세기에 따라 적절하게 조절가능)
 - 2) 중심주파수(Center Frequency) : 시험하고자 하는 기준 주파수
 - 3) 소인 주파수폭(SPAN) : 발사 점유주파수대역폭의 2.5배 이상

- 4) 분해대역폭(RBW) : 100kHz(점유주파수대역폭의 1%이내)
- 5) 비디오대역폭(VBW) : 분해대역폭과 같은 값
- 6) 검파방식 : 첨두치(Positive-Peak 또는 Max Peak)
- 7) 소인시간(Sweep Time) : 1초
- 8) 소인횟수 : 10회 이상
- 9) Trace Mode : Maxhold
- 10) 소인방법(Sweep Mode) : Single
- 다) 위의 설정상태에서 스펙트럼분석기로 99%의 RF에너지가 분포된 대역을 측정한다.

3.4 불요발사

- (1) 시험 구성도
 - 가) 전력밀도(허용편차) 시험상태와 동일하게 구성한다.
 - 나) 수험기기와 스펙트럼분석기로 연결하는 RF케이블의 주파수별(30MHz~12.75GHz 또는 25GHz) 감쇠특성을 반드시 시험 전에 확보하여 그 값이 보상되도록 설정한다.
- (2) 수험기기의 설정 및 측정기의 조건
 - 가) 최대출력상태
 - 나) 가장 빠른 데이터 전송률을 이용하는 변조모드 상태
 - 다) 전송데이터는 의사랜덤 순차열을 사용할 것.
 - 라) 전체 사용대역 중 최저, 최고주파수에서 시험한다.
 - 마) 불요발사는 "대역외발사" 와 "스푸리어스발사"로 나누어지며 2400~2483.5MHz (2.4GHz대역 사용설비의 경우) 또는 5725~5825MHz(5.8GHz대역 이용설비의 경우) 주파수 이외의 주파수영역으로 발사되는 주파수를 말한다.
 - 바) 불요발사의 측정범위
 - 1) 2.4GHz 대역을 사용하는 설비 : 30MHz~12.75GHz
 - 2) 대역외발사의 주파수 범위는 발사의 중심주파수로부터

필요대역폭 $\pm 250\%$ 범위이내의 주파수를 말한다.

(3) 시험절차

가) 측정기를 스펙트럼분석기로 연결하고 다음과 같이 설정한다.

- 1) Ref Level : +20dBm (신호의 세기에 따라 적절하게 조절가능)
- 2) 소인주파수폭(SPAN) : 불요발사 측정범위에서 임의설정
- 3) 분해대역폭(RBW) : 100kHz
- 4) 비디오대역폭(VBW) : 분해대역폭과 같은 값
- 5) 소인시간(Sweep Time) : 1초
- 6) 소인횟수 : 10회 이상
- 7) 소인방법(Sweep Mode) : Single
- 8) 검파방식 : 첨두치(Positive-Peak 또는 Max Peak)

나) Maxhold 기능을 이용하여 시험한다.

다) 수험기기를 송신 시키지 않는 상태에서 스펙트럼분석기의 잡음레벨이 -40dBm이하가 되도록 설정한다.

라) 수험기기를 시험조건의 설정상태로 하고 시험하고자 하는 주파수로 송신 시킨다.

마) 전체대역의 범위에서 불요발사가 존재하는지 탐색한 후 탐색된 주파수에 대하여 정밀측정을 한다. (스푸리어스 발사 시험)

바) 스펙트럼분석기의 SPAN범위를 대역외 발사 시험 대역으로 설정하여 시험한다.

사) 사용주파수대역 바로 바깥쪽 근처에 존재하는 불요파를 시험하는 것이므로 보다 정밀 측정을 위해서 SPAN값을 줄여서 측정하여야 한다.

3.5 수신시 발사되는 부차적 전파의 세기

(1) 시험 구성도

- 가) 전력밀도(허용편차) 시험상태와 동일하게 구성한다.
- 나) 수험기기와 스펙트럼분석기로 연결하는 RF케이블의 주파수
별(30MHz~12.75GHz 또는 26GHz) 감쇠특성을 반드시 시험 전에
확보하여 그 값이 보상되도록 설정한다.

(2) 수험기기의 설정 및 측정기의 조건

- 가) 송신부가 작동되지 않는 대기상태
- 나) 측정주파수 대역은 30MHz~12.75GHz이다
- 다) 분해대역폭은 100kHz로 측정한다.
- 라) 내부의 잡음레벨이 -60dBm이하 일 것.
(차폐실에서 시험할 것을 권고함)

(3) 시험절차

- 가) 스펙트럼분석기의 설정상태를 다음과 같이한다.
 - 1) Ref Level : -20dBm (기술기준이 -54dBm이므로 잡음
레벨을 낮추기 위함)
 - 2) 소인주파수폭(SPAN) : 불요발사 측정범위에서 임의설
정
 - 3) 분해대역폭(RBW) : 100kHz
 - 4) 비디오대역폭(VBW) : 분해대역폭과 같은 값
 - 5) 소인시간(Sweep Time) : 1초
 - 6) 소인회수 : 10회 이상
 - 7) 검파방식 : 첨두치(Positive-Peak 또는 Max Peak)
 - 8) Display 또는 Trace Mode : Maxhold
 - 9) 소인방법(Sweep Mode) : Single
- 나) 수험기기와 스펙트럼분석기를 연결하지 않는 상태로 측정
하여 잡음 레벨이 전 대역에 걸쳐 -60dBm이하로 측정되
도록 설정해야 한다.

다) 수험기기를 스펙트럼분석기에 연결하고 송신을 하지 않는
정상적인 동작상태로 설정하여 측정주파수대역에서 부차
적 전파발사가 존재하는지 탐색하고 탐색 된 주파수에 대
하여 정밀측정을 한다.

(4) 보충설명

전체대역에 걸쳐 탐색하지 않고 몇 개의 주파수 대역으로 나
누어서 시험할 수 있다.

무선분야 비교속련도 시험결과서

시험기관명:

시험장 소재지		
전화번호		
시험 담당자		
시험 일자		
시험장 환경	온도: ℃	습도: %RH
시험 장소		
제품 명		
형명		
특기사항		

1. 시험 데이터

시험항목	시험결과
주파수허용편차(kHz)	
공중선 전력(mW)	
점유주파수 대역폭(MHz)	
불요발사강도(dBm)	
부차적전파발사강도(dBm)	

부록 4. 숙련도시험 예비보고서 양식

무선분야 비교숙련도 시험결과 예비보고서							
시험기관명							
시험장소재지							
전화번호							
시험기관 코드번호	R						
시료명	무선 LAN						
시험항목	총 5개 항목 (주파수 허용편차, 공중선 전력, 점유주파수 대역폭, 불요발사 강도, 부차적 전파발사 강도)						
안정도 평가	숙련도 시험전후에 측정한 시험항목 결과값들로부터 분산과 평균값이 동일한지를 F Test와 T Test를 통해 검정						
	안정도 평가 결과 공중선전력항목을 제외한 4개 항목이 안정도 평가 기준을 통과						
평가 대상항목	안정도 평가 기준을 통과한 4개 항목						
시험항목 통계처리기법	안정도 평가기준을 통과한 4개 항목에 대해 중간값과 정규화 IQR로부터 Robust z-score를 산출하여 $|z| \leq 2$ 만족값, $2 < |z| < 3$ 의심값, $|z| \geq 3$ 이상값으로 판정						
시험결과	점유주파수 대역폭 항목이 의심값으로 산출						
비고	의심값 산출에 대한 원인분석을 수행한 결과를 송부바랍니다.						

R 기관 시험결과 분석 요약표							
시험항목	시험 결과	중간값	정규화 IQR	최소값	최대값	Z-score	비고
주파수 허용편차 (kHz)	39.3	41.8	2.9	37.2	45.1	-0.9	
	39.6					-0.8	
	39.3					-0.9	
공중선 전력 (mW)	8.3	7.9	0.6	6.3	8.9	0.7	평가제외 항목
	8.3					0.7	
	8.2					0.5	
점유주파수 대역폭 (MHz)	15.3	15.3	0.1	15.2	15.4	-0.5	
	15.3					-0.5	
	15.2					-2.2	의심값
불요발사 강도 (dBm)	-49.8	-50.5	3.4	-56.5	-47.1	0.2	
	-49.5					0.3	
	-49.6					0.3	
부차적 전파발사 강도 (dBm)	-69.4	-67.6	1.4	-69.8	-64.5	-1.3	
	-69.5					-1.4	
	-69.8					-1.6	

부록 5. 유선분야 시료 안정도 평가

1. 음성 대역 신호 전력			
시료	X 1 (시험 전)	X 2 (시험 후)	
	- 62.3	- 60.5	
	- 62.9	- 60.5	
	- 62.0	- 60.5	
	- 61.8	- 61.5	
	- 61.8	- 62.0	
	- 60.8	- 62.0	
	- 59.5	- 60.0	
	- 60.5	- 60.5	
	- 60.0	- 60.5	
	- 59.0	- 60.5	
	- 61.0	- 60.5	
	- 60.0	- 60.5	
	- 60.5	- 61.0	
	- 60.5	- 61.0	
	- 60.0	- 61.0	
평균 값	- 60.84	- 60.83	
표준 편 차	1.11	0.59	
분 산	1.23	0.35	
F 값	3.566		
기 각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판 정	시험 전후 시료 분산 값 다름		
t	0.021		
기 각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판 정	시험 전후 시료 평균 값 다르지 않음		
최 종 판 정	시 료 안 정		

2. 음성 대역 신호 전력 - 통신 망 신호 ("1")			
시료	X 1 (시험 전)	X 2 (시험 후)	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.4	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
평균 값	- 6.553	- 6.500	
표준 편 차	0.064	0.038	
분 산	0.004	0.001	
F 값	2.867		
기 각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판 정	시험 전후 시료 분산 값 다르지 않음		
t 값	2.780		
기 각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판 정	시험 전후 시료 평균 값 다름		
최 종 판 정	시 료 불 안 정		

2. 음성대역 신호전력 - 통신망 신호 ("2")			
시료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.4	- 6.4	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.6	- 6.4	
평균 값	- 6.520	- 6.487	
표준편차	0.056	0.035	
분산	0.003	0.001	
F 값	2.538		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	1.951		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

2. 음성대역 신호전력 - 통신망 신호 ("3")			
시료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.7	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.7	- 6.7	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
평균 값	- 6.647	- 6.607	
표준편차	0.064	0.046	
분산	0.004	0.002	
F 값	1.955		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	1.969		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

2. 음성대역 신호전력 - 통신망 신호 ("4")			
시료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.6	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.4	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
평균 값	- 6.553	- 6.507	
표준편차	0.052	0.046	
분산	0.003	0.002	
F 값	1.273		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	2.620		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

2. 음성대역 신호전력 - 통신망 신호 ("5")			
시료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.4	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
평균 값	- 6.540	- 6.493	
표준편차	0.051	0.026	
분산	0.003	0.001	
F 값	3.857		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다름		
t	3.176		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

2. 음성대역 신호전력 - 통신망 신호 ("6")			
시료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
평균 값	- 6.647	- 6.593	
표준편차	0.052	0.026	
분산	0.003	0.001	
F 값	4.000		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다름		
t	3.578		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

2. 음성대역 신호전력 - 통신망 신호 ("7")			
시료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.4	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.6	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.4	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
평균 값	- 6.540	- 6.500	
표준편차	0.063	0.038	
분산	0.004	0.001	
F 값	2.800		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	2.103		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

2. 음성대역 신호전력 - 통신망 신호 ("8")			
시료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.4	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.4	- 6.4	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
평균 값	- 6.527	- 6.493	
표준편차	0.070	0.026	
분산	0.005	0.001	
F 값	7.429		
기각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다름		
t	1.722		
기각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

2. 음성대역 신호전력 - 통신망 신호 ("9")			
시료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	- 6.7	- 5.4	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.8	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
평균 값	- 6.660	- 6.513	
표준편차	0.063	0.309	
분산	0.004	0.096	
F 값	23.881		
기각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다름		
t	1.801		
기각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

2. 음성대역 신호전력 - 통신망 신호 ("0")			
시료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	- 6.6	- 6.4	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.4	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.4	- 6.4	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.4	
	- 6.6	- 6.4	
평균 값	- 6.527	- 6.473	
표준편차	0.070	0.046	
분산	0.005	0.002	
F 값	2.364		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	2.461		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

2. 음성대역 신호전력 - 통신망 신호 (" # ")			
시료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.7	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.5	- 6.6	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.6	
	- 6.7	- 6.5	
	- 6.7	- 6.5	
평균 값	- 6.627	- 6.573	
표준편차	0.059	0.046	
분산	0.004	0.002	
F 값	1.682		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	2.756		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

2. 음성대역 신호전력 - 통신망신호 ("*")			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	- 6.5	- 6.4	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.4	- 6.5	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.5	- 6.4	
	- 6.5	- 6.5	
	- 6.6	- 6.5	
	- 6.6	- 6.4	
평균값	- 6.540	- 6.480	
표준편차	0.063	0.041	
분산	0.004	0.002	
F 값	2.333		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	3.074		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

3. 횡전압평형도 (200Hz, On Hook)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	91.0	92	
	90.0	91	
	90.0	92	
	90.0	92	
	90.0	94	
	93.0	90	
	95.0	90	
	90.0	90	
	88.0	92	
	97.0	90	
	91.0	93	
	90.0	90	
	91.0	93	
	91.0	92	
	92.0	90	
평균값	91.267	91.400	
표준편차	2.251	1.352	
분산	5.067	1.829	
F 값	2.771		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	0.197		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

3. 횡전압평형도 (200Hz, Off Hook)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	74.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
평균값	71.200	71.000	
표준편차	0.775	0.000	
분산	0.600	0.000	
F값	#DIV/0!		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t값	1.000		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다르지 않음		
최종판정	시료 안정		

3. 횡전압평형도 (500Hz, On Hook)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	83.0	86.0	
	84.0	84.0	
	83.0	83.0	
	83.0	84.0	
	84.0	84.0	
	85.0	84.0	
	87.0	82.0	
	82.0	82.0	
	82.0	82.0	
	90.0	82.0	
	83.0	82.0	
	83.0	82.0	
	83.0	82.0	
	83.0	84.0	
	84.0	83.0	
평균값	83.933	83.067	
표준편차	2.086	1.223	
분산	4.352	1.495	
F값	2.911		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t값	1.388		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다르지 않음		
최종판정	시료 안정		

3. 횡전압평형도 (500Hz, Off Hook)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	70.0	72.0	
	70.0	71.0	
	70.0	71.0	
	70.0	71.0	
	70.0	71.0	
	70.0	71.0	
	70.0	72.0	
	71.0	71.0	
	74.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	72.0	71.0	
	72.0	71.0	
평균값	70.867	71.133	
표준편차	1.125	0.352	
분산	1.267	0.124	
F값	10.231		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다름		
t	0.876		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다르지 않음		
최종판정	시료 안정		

3. 횡전압평형도 (1kHz, On Hook)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	78.0	80.0	
	78.0	77.0	
	78.0	77.0	
	78.0	77.0	
	78.0	78.0	
	80.0	76.0	
	81.0	77.0	
	76.0	76.0	
	76.0	76.0	
	83.0	76.0	
	77.0	77.0	
	77.0	77.0	
	78.0	78.0	
	77.0	77.0	
	79.0	78.0	
평균값	78.267	77.133	
표준편차	1.870	1.060	
분산	3.495	1.124	
F값	3.110		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다름		
t	2.042		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다르지 않음		
최종판정	시료 안정		

3. 횡전압평형도 (1kHz, Off Hook)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	66.0	71.0	
	65.0	71.0	
	66.0	71.0	
	67.0	71.0	
	68.0	71.0	
	67.0	71.0	
	69.0	71.0	
	69.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
	71.0	71.0	
평균값	68.933	71.000	
표준편차	2.251	0.000	
분산	5.067	0.000	
F값	#DIV/0!		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	처리 불능		
t			
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	처리 불능		
최종판정	처리 불능		

3. 횡전압평형도 (2kHz, On Hook)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	71.0	73.0	
	71.0	71.0	
	71.0	70.0	
	71.0	70.0	
	71.0	70.0	
	73.0	72.0	
	76.0	70.0	
	70.0	70.0	
	70.0	70.0	
	78.0	70.0	
	71.0	70.0	
	71.0	70.0	
	72.0	71.0	
	71.0	70.0	
	71.0	70.0	
평균값	71.867	70.467	
표준편차	2.232	0.915	
분산	4.981	0.838	
F값	5.943		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다름		
t	2.248		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종판정	시료 불안정		

3. 횡전압평형도 (2kHz, Off Hook)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	61.0	71.0	
	61.0	71.0	
	61.0	71.0	
	62.0	71.0	
	64.0	71.0	
	62.0	71.0	
	64.0	71.0	
	67.0	71.0	
	65.0	71.0	
	67.0	71.0	
	61.0	71.0	
	61.0	71.0	
	60.0	71.0	
	61.0	71.0	
평균값	62.533	71.000	
표준편차	2.295	0.000	
분산	5.267	0.000	
F값	#DIV/0!		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	처리 불능		
t			
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	처리 불능		
최종판정	처리 불능		

3. 횡전압평형도 (3kHz, On Hook)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	68.0	69.0	
	68.0	69.0	
	68.0	68.0	
	68.0	70.0	
	69.0	68.0	
	70.0	68.0	
	71.0	67.0	
	68.0	67.0	
	66.0	67.0	
	74.0	70.0	
	69.0	68.0	
	68.0	68.0	
	70.0	67.0	
	68.0	67.0	
	69.0	68.0	
평균값	68.933	68.067	
표준편차	1.831	1.033	
분산	3.352	1.067	
F값	3.143		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다름		
t	1.597		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다르지 않음		
최종판정	시료 안정		

3. 횡전압평형도 (3kHz, Off Hook)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	60.0	70.0	
	60.0	71.0	
	60.0	71.0	
	60.0	70.0	
	60.0	70.0	
	60.0	71.0	
	62.0	71.0	
	65.0	71.0	
	62.0	71.0	
	66.0	71.0	
	60.0	70.0	
	61.0	70.0	
	60.0	70.0	
	61.0	71.0	
	67.0	70.0	
평균값	61.600	70.533	
표준편차	2.414	0.516	
분산	5.829	0.267	
F값	21.857		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다름		
t	14.014		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종판정	시료 불안정		

3. 횡전압평형도 (4kHz, On Hook)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	66.0	68.0	
	66.0	66.0	
	65.0	67.0	
	66.0	66.0	
	66.0	65.0	
	68.0	69.0	
	69.0	65.0	
	65.0	68.0	
	64.0	67.0	
	72.0	69.0	
	66.0	65.0	
	66.0	68.0	
	67.0	67.0	
	66.0	66.0	
	66.0	65.0	
평균값	66.533	66.733	
표준편차	1.922	1.438	
분산	3.695	2.067	
F값	1.788		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t값	0.323		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다르지 않음		
최종판정	시료 안정		

3. 횡전압평형도 (4kHz, Off Hook)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	60.0	70.0	
	60.0	70.0	
	59.0	71.0	
	60.0	70.0	
	60.0	70.0	
	59.0	71.0	
	61.0	70.0	
	64.0	70.0	
	59.0	70.0	
	65.0	70.0	
	61.0	70.0	
	61.0	70.0	
	60.0	70.0	
	60.0	70.0	
	60.0	70.0	
평균값	60.600	70.133	
표준편차	1.724	0.352	
분산	2.971	0.124	
F값	24.000		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다름		
t	20.987		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종판정	시료 불안정		

4. 직류저항 (10V)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	9.1	12.5	
	8.3	12.5	
	9.1	8.3	
	11.1	8.3	
	10.0	9.1	
	11.1	12.5	
	12.5	12.5	
	12.5	9.1	
	11.1	11.1	
	11.1	11.1	
	11.3	11.1	
	9.1	11.1	
	9.1	11.1	
	8.3	8.3	
	11.1	9.1	
평균값	10.320	10.513	
표준편차	1.407	1.652	
분산	1.980	2.728	
F ratio	1.378		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	0.345		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다르지 않음		
최종판정	시료 안정		

4. 직류저항 (20V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	8.0	8.7	
	7.4	8.7	
	8.0	7.4	
	8.7	7.1	
	8.0	7.4	
	8.3	8.3	
	8.3	8.7	
	8.7	7.7	
	8.7	8.0	
	8.0	8.3	
	8.7	7.7	
	7.4	8.0	
	7.7	8.3	
	7.7	7.4	
	8.3	7.7	
평균값	8.127	7.960	
표준편차	0.454	0.526	
분산	0.206	0.277	
F ratio	1.341		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 분산값 다르지 않음		
t 값	0.929		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

4. 직류저항 (30V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	7.9	7.9	
	7.9	7.5	
	7.7	7.1	
	7.9	6.8	
	7.9	7.0	
	7.9	7.5	
	7.1	7.7	
	7.1	7.0	
	7.1	7.3	
	7.5	7.3	
	7.5	7.1	
	7.0	7.3	
	7.7	7.5	
	7.9	7.0	
	7.5	7.0	
평균값	7.573	7.267	
표준편차	0.347	0.306	
분산	0.121	0.094	
F ratio	0.777		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 분산값 다르지 않음		
t 값	2.565		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

4. 직류저항 (40V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	7.3	7.5	
	7.0	7.1	
	7.3	6.9	
	7.5	6.7	
	7.3	6.8	
	7.4	7.1	
	7.5	7.4	
	7.5	6.9	
	7.4	7.0	
	7.5	7.1	
	7.7	7.1	
	7.1	7.0	
	7.0	7.0	
	6.9	6.8	
	7.3	6.9	
평균값	7.313	7.020	
표준편차	0.226	0.214	
분산	0.051	0.046	
F ratio	1.114		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	3.644		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

4. 직류저항 (50V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	7.1	7.2	
	6.8	7.1	
	7.1	6.8	
	7.4	6.7	
	7.1	6.8	
	7.2	7.0	
	7.5	7.1	
	7.4	6.8	
	7.1	6.8	
	7.1	6.9	
	7.4	6.9	
	6.9	6.9	
	6.8	6.9	
	6.8	6.8	
	7.2	6.8	
평균값	7.127	6.900	
표준편차	0.231	0.141	
분산	0.054	0.020	
F ratio	2.676		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	3.238		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

4. 직류저항 (60V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	7.1	7.1	
	6.8	7.0	
	7.0	6.7	
	7.1	6.6	
	7.0	6.7	
	7.1	6.8	
	7.2	6.9	
	7.1	6.7	
	8.3	6.8	
	7.1	6.7	
	7.2	6.9	
	6.9	6.8	
	6.7	6.8	
	6.7	6.7	
	7.1	6.6	
평균값	7.093	6.787	
표준편차	0.371	0.141	
분산	0.138	0.020	
F ratio	6.957		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다름		
t	2.992		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

4. 직류저항 (70V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	7.0	7.0	
	6.7	6.8	
	6.9	6.6	
	7.1	6.5	
	6.9	6.5	
	6.9	6.7	
	7.1	6.8	
	7.1	6.6	
	7.0	6.7	
	7.0	6.8	
	7.1	6.8	
	6.7	6.8	
	6.7	6.8	
	6.7	6.6	
	6.9	6.6	
평균값	6.920	6.707	
표준편차	0.157	0.139	
분산	0.025	0.019	
F ratio	1.277		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	3.948		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

4. 직류저항 (80V)			
시료	X 1 (시험 전)	X 2 (시험 후)	
	6.9	7.0	
	6.7	6.7	
	6.8	6.5	
	7.0	6.5	
	6.8	6.6	
	6.8	6.7	
	7.0	6.7	
	7.0	6.6	
	7.0	6.6	
	6.9	6.7	
	7.0	6.6	
	6.7	6.7	
	6.7	6.7	
	6.7	6.5	
	6.8	6.6	
평균값	6.853	6.647	
표준편차	0.125	0.125	
분산	0.016	0.016	
F ratio	1.000		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	4.543		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

4. 직류저항 (90V)			
시료	X 1 (시험 전)	X 2 (시험 후)	
	6.8	6.9	
	6.6	6.7	
	6.8	6.5	
	6.9	6.5	
	6.7	6.5	
	6.8	6.6	
	6.9	6.6	
	6.9	6.5	
	6.8	6.6	
	6.8	6.6	
	6.9	6.6	
	6.7	6.6	
	6.6	6.6	
	6.6	6.5	
	6.7	6.5	
평균값	6.767	6.587	
표준편차	0.111	0.106	
분산	0.012	0.011	
F ratio	1.102		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	4.537		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

4. 직류저항 (100V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	6.8	6.8	
	6.6	6.5	
	6.7	6.4	
	6.8	6.4	
	6.7	6.5	
	6.7	6.5	
	6.9	6.6	
	6.8	6.4	
	6.7	6.5	
	6.8	6.5	
	6.7	6.5	
	6.6	6.5	
	6.6	6.5	
	6.6	6.4	
	6.7	6.4	
평균값	6.713	6.493	
표준편차	0.092	0.103	
분산	0.008	0.011	
F ratio	0.786		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 분산값 다르지 않음		
t 값	6.175		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

5. 호출신호수신시 직류전류 (20Hz, 40V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	0.24	0.20	
	0.24	0.17	
	0.24	0.20	
	0.24	0.20	
	0.24	0.20	
	0.22	0.21	
	0.23	0.20	
	0.22	0.19	
	0.17	0.20	
	0.20	0.19	
	0.21	0.21	
	0.21	0.19	
	0.23	0.19	
	0.24	0.19	
	0.19	0.21	
평균값	0.221	0.197	
표준편차	0.02167	0.01047	
분산	0.00047	0.00011	
F ratio	4.287		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 시료 분산값 다름		
t	3.970		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 시료 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

5. 호출 신호 수신 시 직류 전류 (20Hz, 60V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	0.35	0.29	
	0.33	0.24	
	0.35	0.28	
	0.35	0.24	
	0.36	0.27	
	0.34	0.25	
	0.34	0.28	
	0.30	0.27	
	0.35	0.32	
	0.32	0.30	
	0.29	0.24	
	0.33	0.27	
	0.34	0.26	
	0.35	0.26	
	0.21	0.28	
평균 값	0.327	0.270	
표준 편차	0.03788	0.02299	
분산	0.00144	0.00053	
F ratio	2.715		
기각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 시료 분산 값 다르지 않음		
t 값	5.011		
기각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 시료 평균 값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

5. 호출 신호 수신 시 직류 전류 (20Hz, 80V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	0.43	0.45	
	0.44	0.38	
	0.42	0.40	
	0.42	0.39	
	0.45	0.34	
	0.41	0.40	
	0.38	0.48	
	0.40	0.43	
	0.43	0.43	
	0.38	0.41	
	0.39	0.36	
	0.45	0.32	
	0.27	0.42	
	0.30	0.42	
	0.42	0.42	
평균 값	0.399	0.403	
표준 편차	0.05175	0.04135	
분산	0.00268	0.00171	
F ratio	1.567		
기각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 시료 분산 값 다르지 않음		
t 값	0.234		
기각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 시료 평균 값 다름		
최종 판정	시료 안정		

5. 호출신호수신시 직류전류 (20Hz, 100V)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	0.53	0.70	
	0.56	0.66	
	0.52	0.78	
	0.53	0.57	
	0.56	0.55	
	0.47	0.55	
	0.45	0.65	
	0.59	0.59	
	0.45	0.58	
	0.63	0.62	
	0.56	0.52	
	0.56	0.60	
	0.39	0.58	
	0.47	0.59	
	0.56	0.54	
평균값	0.522	0.605	
표준편차	0.06372	0.06833	
분산	0.00406	0.00467	
F ratio	1.150		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 시료 분산값 다르지 않음		
t 값	3.455		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 시료 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

5. 호출신호수신시 직류전류 (30Hz, 40V)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	0.04	0.03	
	0.04	0.03	
	0.04	0.04	
	0.04	0.02	
	0.03	0.03	
	0.02	0.03	
	0.02	0.03	
	0.02	0.03	
	0.03	0.03	
	0.03	0.02	
	0.02	0.02	
	0.01	0.02	
	0.01	0.02	
	0.01	0.02	
	0.03	0.02	
평균값	0.026	0.026	
표준편차	0.01121	0.00632	
분산	0.00013	0.00004	
F ratio	3.143		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 시료 분산값 다름		
t	0.000		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 시료 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

5. 호출신호수신시 직류전류 (30Hz, 60V)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	0.05	0.04	
	0.13	0.05	
	0.06	0.04	
	0.09	0.04	
	0.05	0.04	
	0.03	0.04	
	0.04	0.05	
	0.06	0.04	
	0.05	0.04	
	0.07	0.05	
	0.04	0.04	
	0.09	0.04	
	0.03	0.03	
	0.04	0.05	
	0.04	0.04	
평균값	0.058	0.042	
표준편차	0.02731	0.00561	
분산	0.00075	0.00003	
F ratio	23.727		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 시료 분산값 다름		
t	2.223		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 시료 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

5. 호출신호수신시 직류전류 (30Hz, 80V)			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	0.05	0.10	
	0.14	0.09	
	0.09	0.12	
	0.07	0.15	
	0.06	0.11	
	0.05	0.12	
	0.04	0.10	
	0.19	0.14	
	0.20	0.16	
	0.18	0.15	
	0.23	0.09	
	0.18	0.13	
	0.12	0.13	
	0.20	0.13	
	0.14	0.14	
평균값	0.129	0.124	
표준편차	0.06530	0.02230	
분산	0.00426	0.00050	
F ratio	8.577		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험전후 시료 분산값 다름		
t	0.299		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 시료 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

5. 호출 신호 수신 시 직류 전류 (30Hz, 100V)			
시료	X 1 (시험 전)	X 2 (시험 후)	
	0.16	0.07	
	0.20	0.06	
	0.29	0.06	
	0.16	0.06	
	0.07	0.08	
	0.06	0.07	
	0.05	0.06	
	0.06	0.07	
	0.07	0.07	
	0.06	0.07	
	0.06	0.07	
	0.07	0.07	
	0.08	0.07	
	0.08	0.07	
	0.07	0.07	
평균 값	0.103	0.068	
표준 편차	0.06892	0.00561	
분산	0.00475	0.00003	
F ratio	151.121		
기각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 시료 분산 값 다름		
t	1.942		
기각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 시료 평균 값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

6. 호출 신호 수신 시 교류 임피던스 (20Hz, 40V)			
시료	X 1 (시험 전)	X 2 (시험 후)	
	10.6	11.0	
	10.6	11.5	
	11.0	11.5	
	11.0	10.6	
	11.0	11.5	
	11.0	11.5	
	11.0	11.5	
	11.0	11.0	
	10.2	10.6	
	11.0	10.6	
	9.8	11.9	
	11.0	11.5	
	10.2	11.5	
	11.0	11.5	
	10.6	11.5	
평균 값	10.733	11.280	
표준 편차	0.39036	0.41092	
분산	0.15238	0.16886	
F ratio	1.108		
기각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 시료 분산 값 다르지 않음		
t 값	3.736		
기각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 시료 평균 값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

6. 호출 신호 수신 시 교류 임피던스 (20Hz, 60V)			
시료	X1(시험 전)	X2(시험 후)	
	10.6	10.3	
	10.3	10.6	
	10.6	10.3	
	10.6	10.0	
	10.6	10.3	
	11.5	11.2	
	11.2	10.6	
	10.6	10.3	
	9.8	10.3	
	11.5	10.3	
	10.0	11.8	
	10.3	11.8	
	10.3	10.6	
	10.6	11.5	
	10.3	10.6	
평균값	10.587	10.700	
표준편차	0.48824	0.58554	
분산	0.23838	0.34286	
F ratio	1.438		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 시료 분산값 다르지 않음		
t 값	0.576		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 시료 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

6. 호출 신호 수신 시 교류 임피던스 (20Hz, 80V)			
시료	X1(시험 전)	X2(시험 후)	
	10.2	10.2	
	10.2	10.2	
	10.4	10.2	
	10.2	10.0	
	10.4	10.2	
	11.0	10.6	
	11.2	10.4	
	10.4	10.2	
	10.0	10.2	
	11.0	10.2	
	9.8	11.0	
	10.0	11.0	
	10.0	10.4	
	10.2	10.8	
	10.0	10.4	
평균값	10.333	10.400	
표준편차	0.41861	0.31168	
분산	0.17524	0.09714	
F ratio	1.804		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 시료 분산값 다르지 않음		
t 값	0.495		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 시료 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

6. 호출 신호 수신 시 교류 임피던스 (20Hz, 100V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	10.1	9.6	
	9.9	9.6	
	10.1	9.6	
	10.1	9.8	
	10.2	10.1	
	10.7	10.4	
	10.7	10.2	
	10.2	10.1	
	9.8	10.1	
	10.7	10.1	
	9.8	10.6	
	9.8	10.7	
	9.9	10.2	
	9.9	10.6	
	9.9	10.2	
평균값	10.120	10.127	
표준편차	0.32994	0.35950	
분산	0.10886	0.12924	
F ratio	1.187		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 시료 분산값 다르지 않음		
t 값	0.053		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 시료 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

6. 호출 신호 수신 시 교류 임피던스 (30Hz, 40V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	9.0	8.0	
	9.0	7.7	
	8.7	7.7	
	9.0	9.0	
	8.7	8.3	
	8.7	8.3	
	8.7	8.0	
	8.0	8.3	
	9.0	8.3	
	9.0	8.3	
	9.0	8.7	
	7.7	8.7	
	8.7	8.0	
	8.0	8.7	
	8.0	8.0	
평균값	8.613	8.267	
표준편차	0.45492	0.38110	
분산	0.20695	0.14524	
F ratio	1.425		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 시료 분산값 다르지 않음		
t 값	2.263		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 시료 평균값 다름		
최종 판정	시료 불안정		

6. 호출 신호 수신 시 교류 임피던스 (30Hz, 60V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	7.9	7.7	
	8.3	7.7	
	7.9	7.7	
	7.9	8.8	
	7.9	8.1	
	8.6	7.9	
	8.6	7.7	
	7.9	8.3	
	8.6	8.3	
	8.6	8.1	
	8.3	8.1	
	7.7	8.1	
	8.6	7.9	
	7.7	7.9	
	7.7	7.9	
평균 값	8.147	8.013	
표준 편차	0.37582	0.29968	
분산	0.14124	0.08981	
F ratio	1.573		
기각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 시료 분산 값 다르지 않음		
t 값	1.074		
기각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 시료 평균 값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

6. 호출 신호 수신 시 교류 임피던스 (30Hz, 80V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	7.7	7.7	
	8.0	7.6	
	7.9	7.6	
	7.7	8.8	
	7.7	8.0	
	8.2	7.7	
	8.0	7.6	
	7.9	8.2	
	8.3	8.2	
	8.2	8.0	
	8.3	8.0	
	7.6	8.0	
	8.2	7.7	
	7.7	7.7	
	7.6	7.7	
평균 값	7.933	7.900	
표준 편차	0.25820	0.32733	
분산	0.06667	0.10714	
F ratio	1.607		
기각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 시료 분산 값 다르지 않음		
t 값	0.310		
기각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 시료 평균 값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

6. 호출 신호 수신 시 교류 임피던스 (30Hz, 100V)			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	7.6	7.6	
	8.0	7.6	
	7.6	7.6	
	7.6	8.9	
	7.6	8.1	
	8.0	7.7	
	7.8	7.6	
	7.6	8.2	
	8.3	8.2	
	7.8	8.0	
	8.3	7.8	
	7.5	7.8	
	8.2	7.7	
	7.5	7.7	
	7.5	7.7	
평균값	7.793	7.880	
표준편차	0.29391	0.35496	
분산	0.08638	0.12600	
F ratio	1.459		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 시료 분산값 다르지 않음		
t 값	0.728		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 시료 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

7. On Hook 신호 요구 조건			
시료	X1 (시험 전)	X2 (시험 후)	
	- 56.5	- 54.5	
	- 58.6	- 56.0	
	- 57.4	- 56.0	
	- 56.5	- 56.5	
	- 56.0	- 56.0	
	- 57.1	- 56.0	
	- 58.6	- 57.0	
	- 58.1	- 57.5	
	- 54.0	- 57.5	
	- 54.0	- 57.5	
	- 55.0	- 56.0	
	- 55.0	- 56.5	
	- 56.0	- 57.0	
	- 55.5	- 57.0	
	- 55.5	- 57.5	
평균값	- 56.253	- 56.567	
표준편차	1.49134	0.84233	
분산	2.22410	0.70952	
F ratio	3.135		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.979		
판정	시험 전후 시료 분산값 다름		
t	0.709		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험 전후 시료 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

부록 6. 무선분야 시료 안정도 평가

1.공중선 전력			
시 료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	8.3	8.6	
	8.3	8.3	
	8.5	8.3	
	8.5	8.4	
	8.5	8.0	
	8.5	8.0	
	8.5	7.9	
	8.5	8.2	
	8.7	8.8	
	8.7	8.5	
	8.7	8.5	
	8.7	8.7	
	8.7	7.9	
	8.7	8.0	
	8.9	8.4	
평균 값	8.580	8.300	
표준 편 차	0.166	0.293	
분 산	0.027	0.086	
F ratio	3.125		
기 각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.980		
판 정	시험 전후 시료 분산 값 다름		
t	3.224		
기 각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판 정	시험 전후 시료 평균 값 다름		
최 종 판 정	시료 불안정		

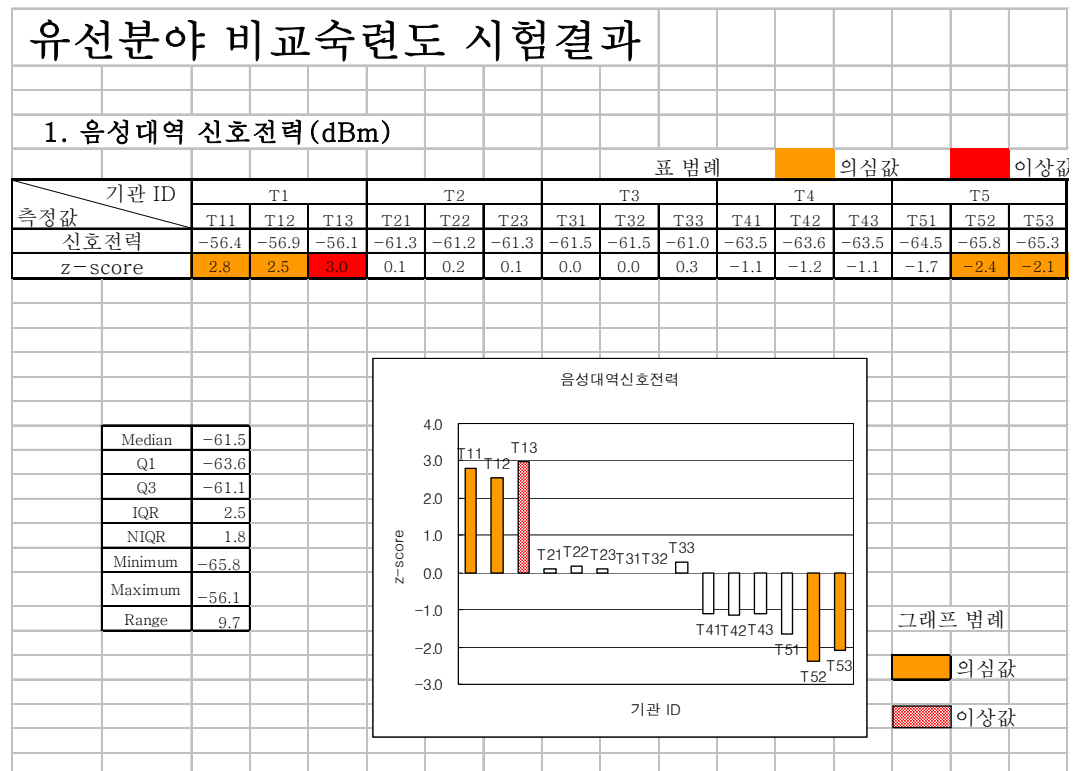
2.주파수 허용 편차			
시 료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	- 37.5	- 38.5	
	- 37.5	- 39.0	
	- 38.0	- 39.5	
	- 38.5	- 38.0	
	- 38.5	- 38.5	
	- 38.5	- 39.0	
	- 38.5	- 38.5	
	- 38.5	- 37.5	
	- 38.5	- 39.0	
	- 39.0	- 40.0	
	- 39.0	- 39.0	
	- 39.0	- 38.5	
	- 39.0	- 38.5	
	- 39.0	- 38.0	
	- 39.5	- 39.5	
평균 값	- 38.567	- 38.733	
표준 편 차	0.563	0.651	
분 산	0.317	0.424	
F ratio	1.338		
기 각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.980		
판 정	시험 전후 시료 분산 값 다르지 않음		
t 값	0.750		
기 각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판 정	시험 전후 시료 평균 값 다르지 않음		
최 종 판 정	시료 안정		

3.점 유 주 파 수 대 역 폭			
시 료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	15.2	15.1	
	15.2	15.2	
	15.1	15.2	
	15.1	15.2	
	15.2	15.1	
	15.1	15.1	
	15.2	15.1	
	15.1	15.2	
	15.2	15.2	
	15.1	15.1	
	15.2	15.1	
	15.2	15.1	
	15.2	15.1	
	15.1	15.2	
	15.1	15.1	
	15.1	15.2	
평 균 값	15.147	15.147	
표 준 편 차	0.052	0.052	
분 산	0.003	0.003	
F ratio	1.000		
기 각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.980		
판 정	시 험 전 후 시 료 분 산 값 다 르 지 않 음		
t 값	0.000		
기 각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판 정	시 험 전 후 시 료 평 균 값 다 르 지 않 음		
최 중 판 정	시 료 안 정		

4. 불 요 발 사 강 도			
시 료	X 1 (시 험 전)	X 2 (시 험 후)	
	- 50.6	- 49.0	
	- 50.6	- 49.5	
	- 51.1	- 49.7	
	- 51.0	- 49.3	
	- 51.0	- 49.4	
	- 48.3	- 49.2	
	- 51.6	- 49.9	
	- 49.3	- 49.7	
	- 50.1	- 49.5	
	- 48.8	- 50.2	
	- 48.8	- 49.1	
	- 48.7	- 49.2	
	- 48.9	- 50.3	
	- 49.5	- 49.7	
	- 48.7	- 49.6	
평 균 값	- 49.800	- 49.553	
표 준 편 차	1.102	0.380	
분 산	1.214	0.144	
F ratio	8.427		
기 각 값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.980		
판 정	시 험 전 후 시 료 분 산 값 다 름		
t	0.820		
기 각 값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판 정	시 험 전 후 시 료 평 균 값 다 르 지 않 음		
최 중 판 정	시 료 안 정		

5. 부차적 전과발사강도			
시료	X1(시험전)	X2(시험후)	
	- 69.3	- 67.8	
	- 69.3	- 68.4	
	- 68.6	- 69.5	
	- 69.0	- 69.6	
	- 68.6	- 68.8	
	- 69.6	- 68.2	
	- 70.6	- 70.6	
	- 69.8	- 68.9	
	- 67.6	- 68.4	
	- 68.3	- 67.9	
	- 67.8	- 68.4	
	- 67.8	- 67.3	
	- 67.6	- 67.9	
	- 68.3	- 68.7	
	- 67.6	- 68.9	
평균값	- 68.653	- 68.620	
표준편차	0.926	0.829	
분산	0.857	0.687	
F ratio	1.247		
기각값 ($F_{1-\alpha/2}$)	2.980		
판정	시험전후 시료 분산값 다르지 않음		
t 값	0.104		
기각값 ($t_{\alpha/2}$)	2.048		
판정	시험전후 시료 평균값 다르지 않음		
최종 판정	시료 안정		

7. 유선분야 모의시험 통계분석 결과

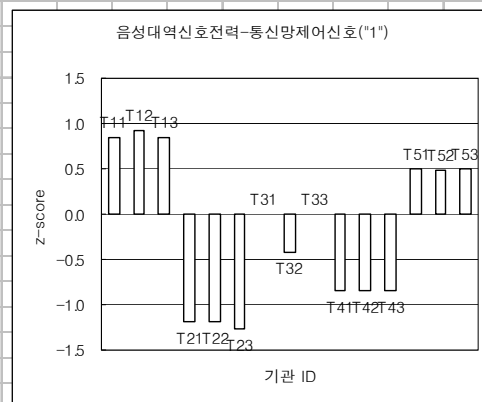


2. 음성대역 신호전력-통신망 제어신호(dBm)

2.1 전기통신망 신호 "1"

기관 ID 항목	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	-4.5	-4.4	-4.5	-6.9	-6.9	-7.0	-5.5	-6.0	-5.5	-6.5	-6.5	-6.5	-4.9	-4.9	-4.9
z-score	0.8	0.9	0.8	-1.2	-1.2	-1.3	0.0	-0.4	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	0.5	0.5	0.5

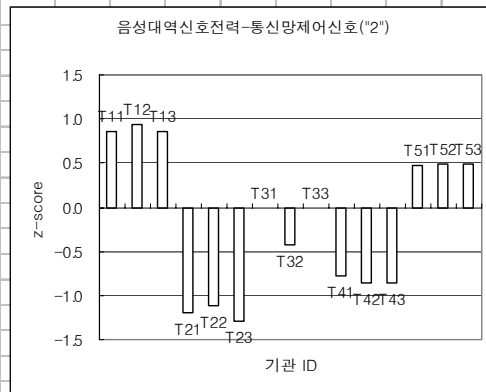
Median	-5.5
Q1	-6.5
Q3	-4.9
IQR	1.6
NIQR	1.2
Minimum	-7.0
Maximum	-4.4
Range	2.6



2.2 전기통신망 신호 "2"

기관 ID 항목	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	-4.5	-4.4	-4.5	-6.9	-6.8	-7.0	-5.5	-6.0	-5.5	-6.4	-6.5	-6.5	-4.9	-4.9	-4.9
z-score	0.9	0.9	0.9	-1.2	-1.1	-1.3	0.0	-0.4	0.0	-0.8	-0.9	-0.9	0.5	0.5	0.5

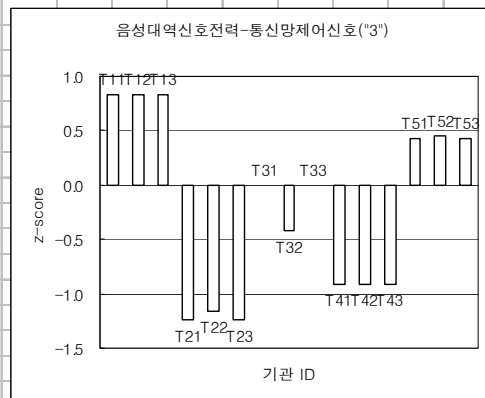
Median	-5.5
Q1	-6.5
Q3	-4.9
IQR	1.6
NIQR	1.2
Minimum	-7.0
Maximum	-4.4
Range	2.6



2.3 전기통신망 신호 "3"

기관 ID 항목	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	-4.5	-4.5	-4.5	-7.0	-6.9	-7.0	-5.5	-6.0	-5.5	-6.6	-6.6	-6.6	-5.0	-5.0	-5.0
z-score	0.8	0.8	0.8	-1.2	-1.2	-1.2	0.0	-0.4	0.0	-0.9	-0.9	-0.9	0.4	0.4	0.4

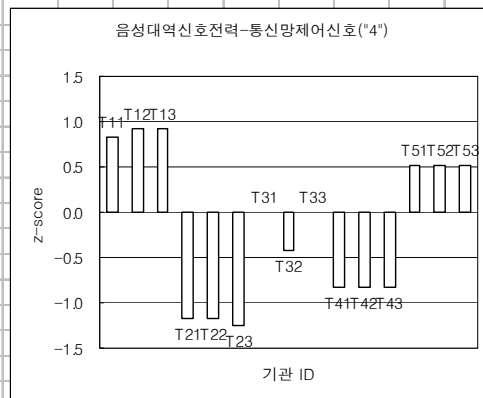
Median	-5.5
Q1	-6.6
Q3	-5.0
IQR	1.6
NIQR	1.2
Minimum	-7.0
Maximum	-4.5
Range	2.5



2.4 전기통신망 신호 "4"

기관 ID 항목	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	-4.5	-4.4	-4.4	-6.9	-6.9	-7.0	-5.5	-6.0	-5.5	-6.5	-6.5	-6.5	-4.9	-4.9	-4.9
z-score	0.8	0.9	0.9	-1.2	-1.2	-1.3	0.0	-0.4	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	0.5	0.5	0.5

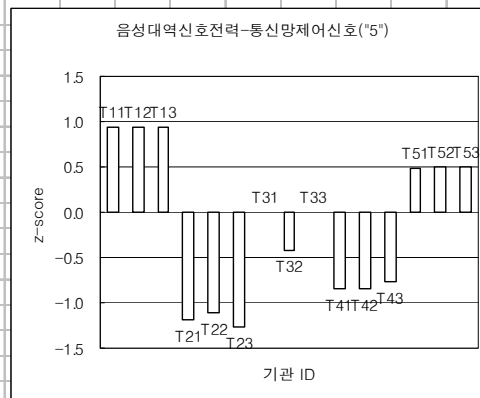
Median	-5.5
Q1	-6.5
Q3	-4.9
IQR	1.6
NIQR	1.2
Minimum	-7.0
Maximum	-4.4
Range	2.6



2.5 전기통신망 신호 "5"

기관 ID 항목	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	-4.4	-4.4	-4.4	-6.9	-6.8	-7.0	-5.5	-6.0	-5.5	-6.5	-6.5	-6.4	-4.9	-4.9	-4.9
z-score	0.9	0.9	0.9	-1.2	-1.1	-1.3	0.0	-0.4	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	0.5	0.5	0.5

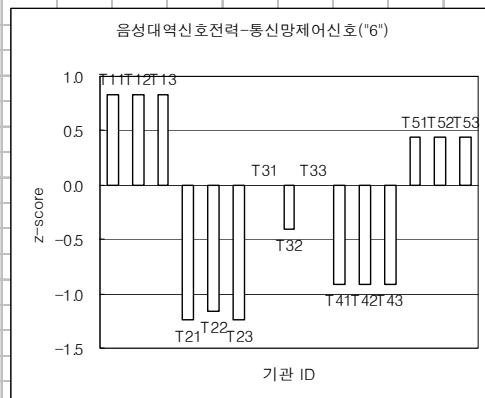
Median	-5.5
Q1	-6.5
Q3	-4.9
IQR	1.6
NIQR	1.2
Minimum	-7.0
Maximum	-4.4
Range	2.6



2.6 전기통신망 신호 "6"

기관 ID 항목	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	-4.5	-4.5	-4.5	-7.0	-6.9	-7.0	-5.5	-6.0	-5.5	-6.6	-6.6	-6.6	-5.0	-5.0	-5.0
z-score	0.8	0.8	0.8	-1.2	-1.2	-1.2	0.0	-0.4	0.0	-0.9	-0.9	-0.9	0.4	0.4	0.4

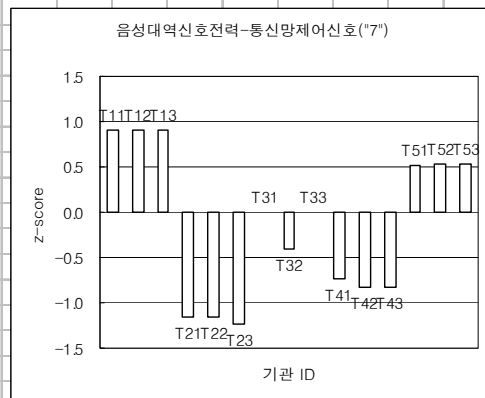
Median	-5.5
Q1	-6.6
Q3	-5.0
IQR	1.6
NIQR	1.2
Minimum	-7.0
Maximum	-4.5
Range	2.5



2.7 전기통신망 신호 "7"

기관 ID 항목	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	-4.4	-4.4	-4.4	-6.9	-6.9	-7.0	-5.5	-6.0	-5.5	-6.4	-6.5	-6.5	-4.9	-4.9	-4.9
z-score	0.9	0.9	0.9	-1.2	-1.2	-1.2	0.0	-0.4	0.0	-0.7	-0.8	-0.8	0.5	0.5	0.5

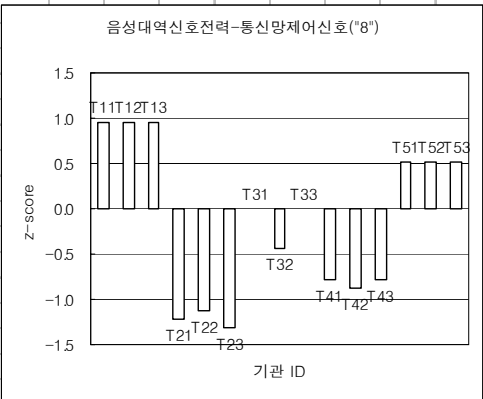
Median	-5.5
Q1	-6.5
Q3	-4.9
IQR	1.6
NIQR	1.2
Minimum	-7.0
Maximum	-4.4
Range	2.6



2.8 전기통신망 신호 "8"

기관 ID 항목	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	-4.4	-4.4	-4.4	-6.9	-6.8	-7.0	-5.5	-6.0	-5.5	-6.4	-6.5	-6.4	-4.9	-4.9	-4.9
z-score	1.0	1.0	1.0	-1.2	-1.1	-1.3	0.0	-0.4	0.0	-0.8	-0.9	-0.8	0.5	0.5	0.5

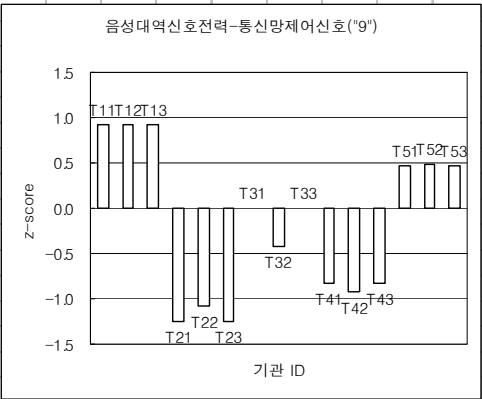
Median	-5.5
Q1	-6.5
Q3	-4.9
IQR	1.6
NIQR	1.1
Minimum	-7.0
Maximum	-4.4
Range	2.6



2.9 전기통신망 신호 "9"

기관 ID 항목	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	-4.4	-4.4	-4.4	-7.0	-6.8	-7.0	-5.5	-6.0	-5.5	-6.5	-6.6	-6.5	-4.9	-4.9	-4.9
z-score	0.9	0.9	0.9	-1.2	-1.1	-1.2	0.0	-0.4	0.0	-0.8	-0.9	-0.8	0.5	0.5	0.5

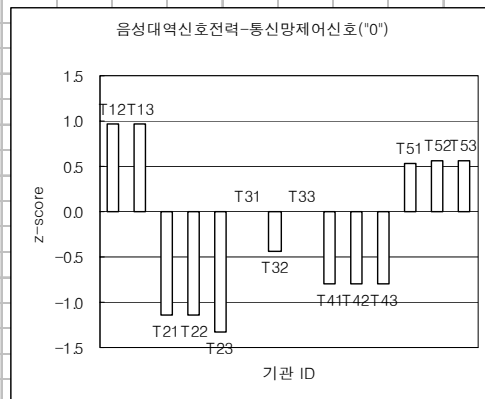
Median	-5.5
Q1	-6.6
Q3	-4.9
IQR	1.6
NIQR	1.2
Minimum	-7.0
Maximum	-4.4
Range	2.6



2.10 전기통신망 신호 "0"

기관 ID 항목	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	-4.4	-4.4	-4.4	-6.8	-6.8	-7.0	-5.5	-6.0	-5.5	-6.4	-6.4	-6.4	-4.9	-4.9	-4.9
z-score	1.0	1.0	1.0	-1.1	-1.1	-1.3	0.0	-0.4	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	0.5	0.6	0.6

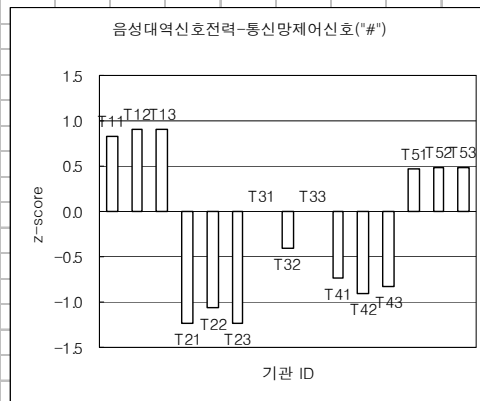
Median	-5.5
Q1	-6.4
Q3	-4.9
IQR	1.5
NIQR	1.1
Minimum	-7.0
Maximum	-4.4
Range	2.6



2.11 전기통신망 신호 "#"

기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
항목	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	-4.5	-4.4	-4.4	-7.0	-6.8	-7.0	-5.5	-6.0	-5.5	-6.4	-6.6	-6.5	-4.9	-4.9	-4.9
z-score	0.8	0.9	0.9	-1.2	-1.1	-1.2	0.0	-0.4	0.0	-0.7	-0.9	-0.8	0.5	0.5	0.5

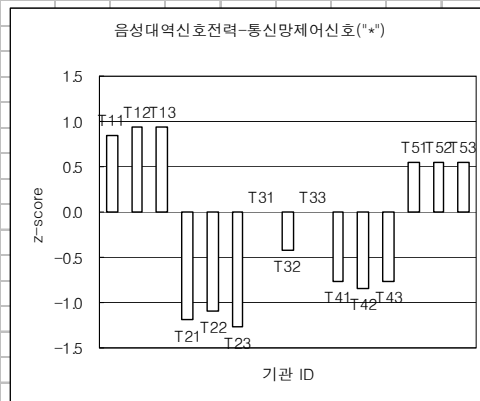
Median	-5.5
Q1	-6.6
Q3	-4.9
IQR	1.6
NIQR	1.2
Minimum	-7.0
Maximum	-4.4
Range	2.6



2.12 전기통신망 신호 "*"

기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
항목	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	-4.5	-4.4	-4.4	-6.9	-6.8	-7.0	-5.5	-6.0	-5.5	-6.4	-6.5	-6.4	-4.9	-4.9	-4.9
z-score	0.8	0.9	0.9	-1.2	-1.1	-1.3	0.0	-0.4	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	0.5	0.5	0.5

Median	-5.5
Q1	-6.5
Q3	-4.9
IQR	1.6
NIQR	1.2
Minimum	-7.0
Maximum	-4.4
Range	2.6

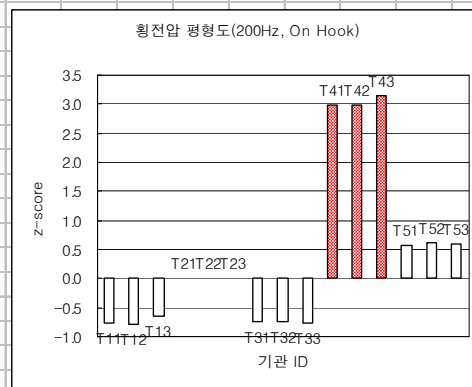


3. 횡전압평형도(dB)

3.1 200Hz On Hook

기관 ID 항목	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	70.7	70.5	71.3	75.0	75.0	75.0	70.8	70.7	70.6	92.0	92.0	93.0	78.2	78.5	78.4
z-score	-0.8	-0.8	-0.7	0.0	0.0	0.0	-0.7	-0.8	-0.8	3.0	3.0	3.2	0.6	0.6	0.6

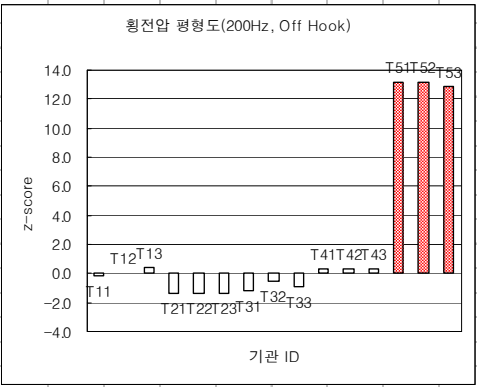
Median	75.0
Q1	70.8
Q3	78.5
IQR	7.7
NIQR	5.7
Minimum	70.5
Maximum	93.0
Range	22.5



3.2 200Hz Off Hook

항목 \ 기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	70.7	70.8	71.1	70.0	70.0	70.0	70.1	70.5	70.3	71.0	71.0	71.0	78.9	78.9	78.7
z-score	-0.2	0.0	0.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.2	-0.5	-0.9	0.3	0.3	0.3	13.2	13.2	12.9

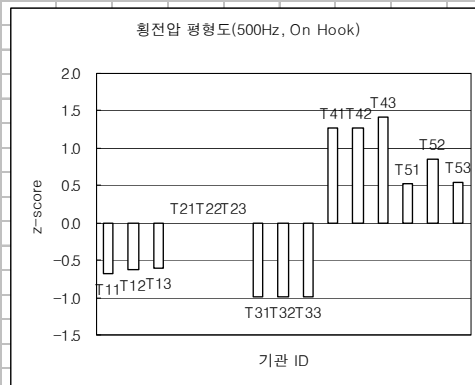
Median	70.8
Q1	70.2
Q3	71.0
IQR	0.8
NIQR	0.6
Minimum	70.0
Maximum	78.9
Range	8.9



3.3 500Hz On Hook

항목 \ 기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	70.2	70.6	70.7	75.0	75.0	75.0	68.0	68.1	68.0	84.0	84.0	85.0	78.7	81.0	78.8
z-score	-0.7	-0.6	-0.6	0.0	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-1.0	1.3	1.3	1.4	0.5	0.9	0.5

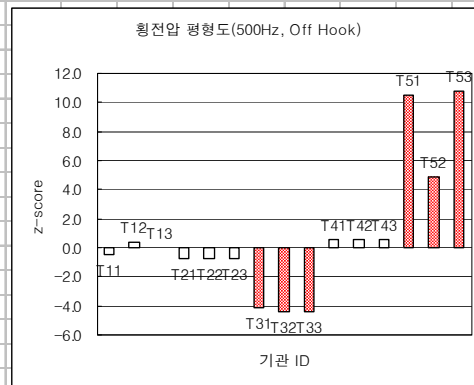
Median	75.0
Q1	70.4
Q3	79.9
IQR	9.5
NIQR	7.0
Minimum	68.0
Maximum	85.0
Range	17.0



3.4 500Hz Off Hook

항목 \ 기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	70.2	70.9	70.6	70.0	70.0	70.0	67.5	67.3	67.3	71.0	71.0	71.0	78.4	74.2	78.6
z-score	-0.5	0.4	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	-4.2	-4.4	-4.4	0.6	0.6	0.6	10.5	4.9	10.8

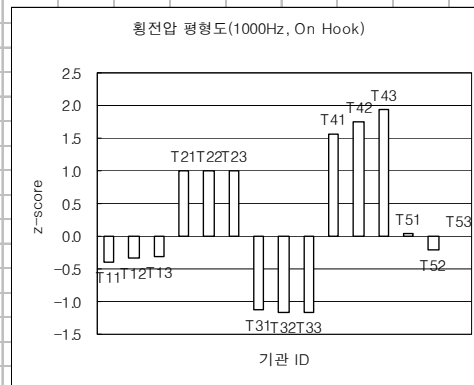
Median	70.6
Q1	70.0
Q3	71.0
IQR	1.0
NIQR	0.7
Minimum	67.3
Maximum	78.6
Range	11.3



3.5 1000Hz On Hook

항목 \ 기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	67.7	68.1	68.2	75.0	75.0	75.0	63.9	63.7	63.7	78.0	79.0	80.0	70.0	68.7	69.8
z-score	-0.4	-0.3	-0.3	1.0	1.0	1.0	-1.1	-1.2	-1.2	1.6	1.8	1.9	0.0	-0.2	0.0

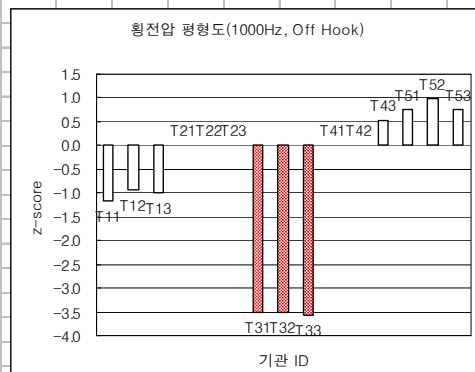
Median	69.8
Q1	67.9
Q3	75.0
IQR	7.1
NIQR	5.3
Minimum	63.7
Maximum	80.0
Range	16.3



3.6 1000Hz Off Hook

항목 \ 기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	67.8	68.3	68.2	70.0	70.0	70.0	63.5	63.5	63.4	70.0	70.0	71.0	71.4	71.8	71.4
z-score	-1.2	-0.9	-1.0	0.0	0.0	0.0	-3.5	-3.5	-3.6	0.0	0.0	0.5	0.8	1.0	0.8

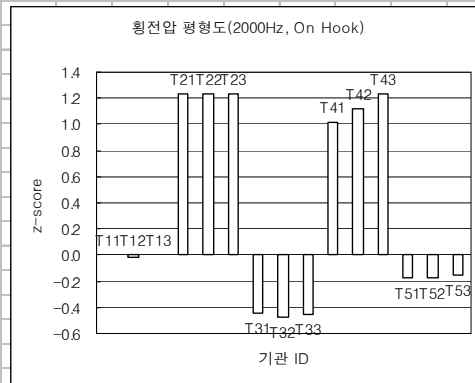
Median	70.0
Q1	68.0
Q3	70.5
IQR	2.5
NIQR	1.9
Minimum	63.4
Maximum	71.8
Range	8.4



3.7 2000Hz On Hook

항목 \ 기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	62.9	62.8	63.0	74.0	74.0	74.0	58.9	58.7	58.8	72.0	73.0	74.0	61.4	61.4	61.6
z-score	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2	1.2	-0.4	-0.5	-0.5	1.0	1.1	1.2	-0.2	-0.2	-0.1

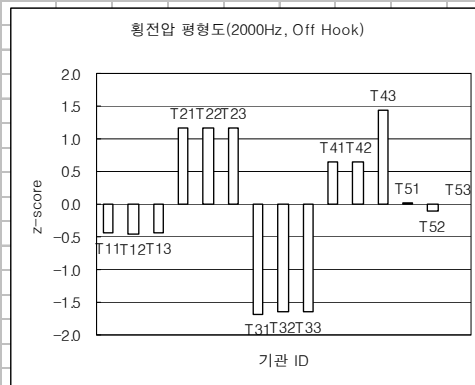
Median	62.9
Q1	61.4
Q3	73.5
IQR	12.1
NIQR	9.0
Minimum	58.7
Maximum	74.0
Range	15.3



3.8 2000Hz Off Hook

항목 \ 기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	63.0	62.9	62.9	69.0	69.0	69.0	58.2	58.4	58.4	67.0	67.0	70.0	64.7	64.2	64.6
z-score	-0.4	-0.5	-0.4	1.2	1.2	1.2	-1.7	-1.6	-1.6	0.6	0.6	1.4	0.0	-0.1	0.0

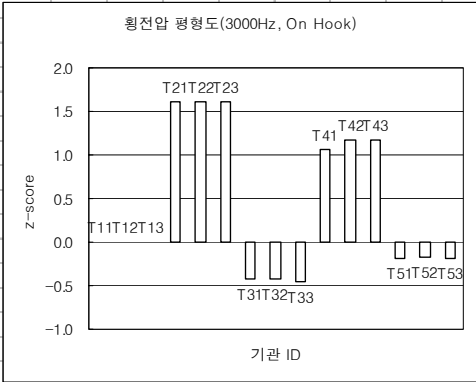
Median	64.6
Q1	62.9
Q3	68.0
IQR	5.1
NIQR	3.8
Minimum	58.2
Maximum	70.0
Range	11.8



3.9 3000Hz On Hook

항목 \ 기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	59.4	59.3	59.3	74.0	74.0	74.0	55.5	55.5	55.2	69.0	70.0	70.0	57.7	57.8	57.7
z-score	0.0	0.0	0.0	1.6	1.6	1.6	-0.4	-0.4	-0.5	1.1	1.2	1.2	-0.2	-0.2	-0.2

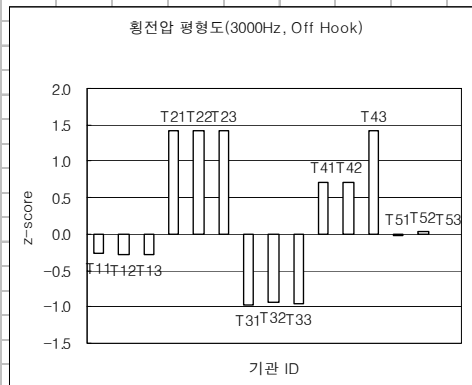
Median	59.3
Q1	57.7
Q3	70.0
IQR	12.3
NIQR	9.1
Minimum	55.2
Maximum	74.0
Range	18.8



3.10 3000Hz Off Hook

항목 \ 기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	59.4	59.3	59.3	69.0	69.0	69.0	55.3	55.5	55.4	65.0	65.0	69.0	60.8	61.1	60.9
z-score	-0.3	-0.3	-0.3	1.4	1.4	1.4	-1.0	-0.9	-1.0	0.7	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0

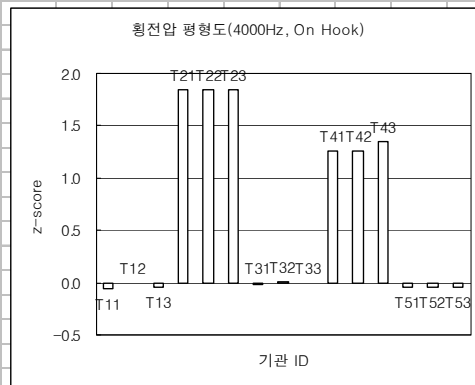
Median	60.9
Q1	59.3
Q3	67.0
IQR	7.7
NIQR	5.7
Minimum	55.3
Maximum	69.0
Range	13.7



3.11 4000Hz On Hook

항목 \ 기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	53.5	53.9	53.5	73.0	73.0	73.0	53.8	54.1	54.0	67.0	67.0	68.0	53.5	53.6	53.5
z-score	-0.1	0.0	0.0	1.8	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3	1.4	0.0	0.0	0.0

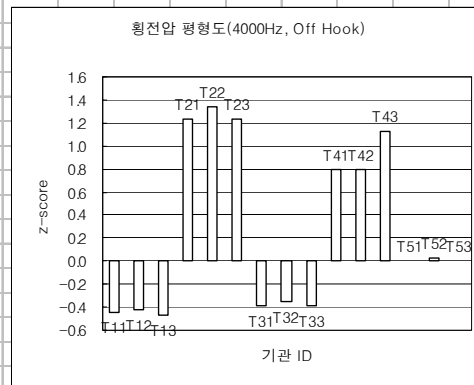
Median	54.0
Q1	53.6
Q3	67.5
IQR	13.9
NIQR	10.3
Minimum	53.5
Maximum	73.0
Range	19.5

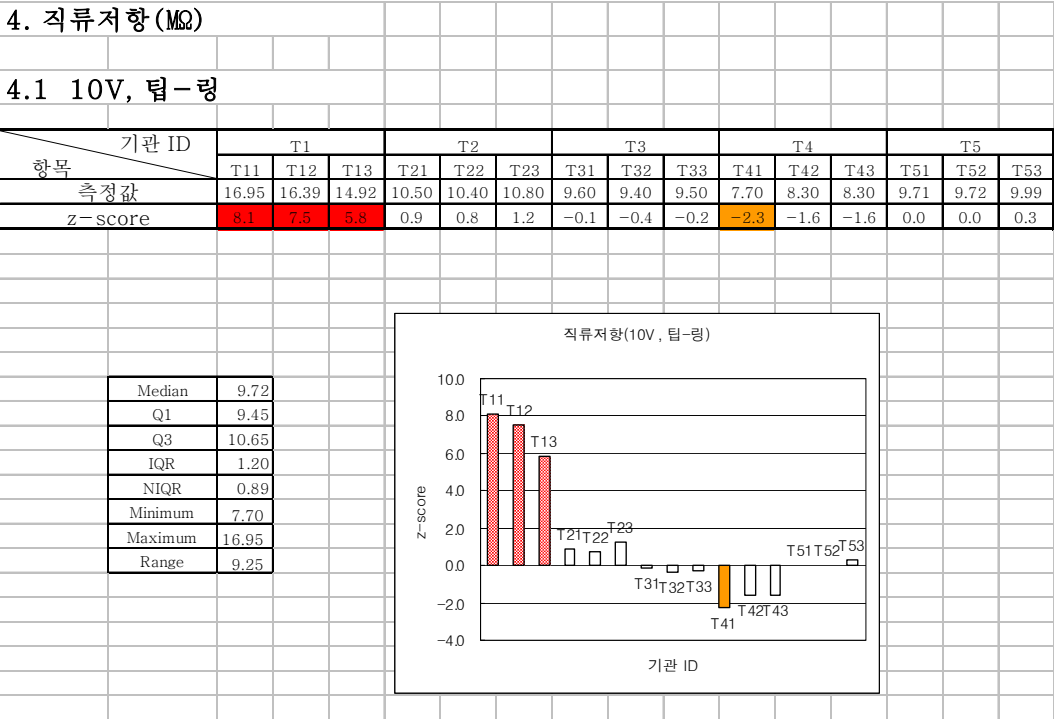


3.12 4000Hz Off Hook

항목 \ 기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	53.4	53.6	53.3	69.0	70.0	69.0	54.0	54.3	54.0	65.0	65.0	68.0	57.6	57.8	57.6
z-score	-0.5	-0.4	-0.5	1.2	1.3	1.2	-0.4	-0.4	-0.4	0.8	0.8	1.1	0.0	0.0	0.0

Median	57.6
Q1	54.0
Q3	66.5
IQR	12.5
NIQR	9.3
Minimum	53.3
Maximum	70.0
Range	16.7

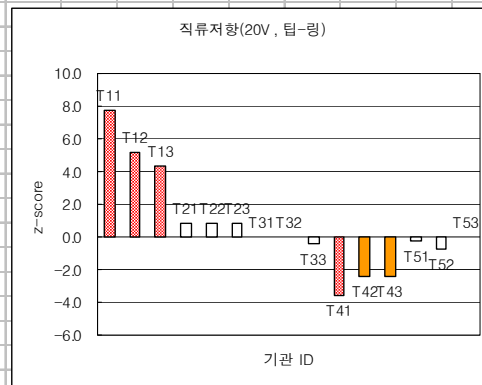




4.2 20V, 텀-링

항목 \ 기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	9.95	9.31	9.09	8.20	8.20	8.20	8.00	8.00	7.90	7.10	7.40	7.40	7.94	7.82	7.99
z-score	7.7	5.2	4.3	0.8	0.8	0.8	0.0	0.0	-0.4	-3.6	-2.4	-2.4	-0.2	-0.7	0.0

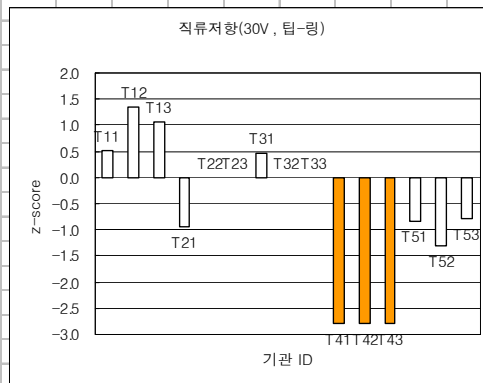
Median	8.00
Q1	7.86
Q3	8.20
IQR	0.34
NIQR	0.25
Minimum	7.10
Maximum	9.95
Range	2.85



4.3 30V, 텡-링

기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	7.71	7.89	7.83	7.40	7.60	7.60	7.70	7.60	7.60	7.00	7.00	7.00	7.42	7.32	7.43
z-score	0.5	1.3	1.1	-0.9	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	-2.8	-2.8	-2.8	-0.8	-1.3	-0.8

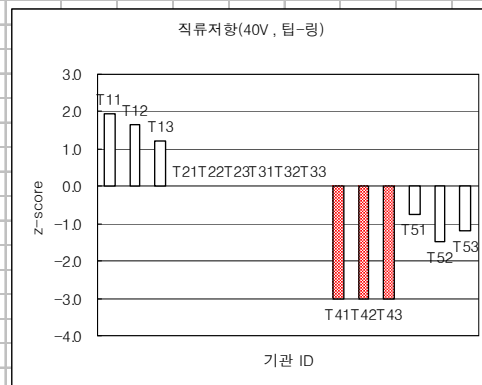
Median	7.60
Q1	7.36
Q3	7.65
IQR	0.29
NIQR	0.21
Minimum	7.00
Maximum	7.89
Range	0.89



4.4 40V, 팀-링

기관 ID 항목	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	7.56	7.52	7.46	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	6.90	6.90	6.90	7.20	7.10	7.14
z-score	1.9	1.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.0	-3.0	-3.0	-0.7	-1.5	-1.2

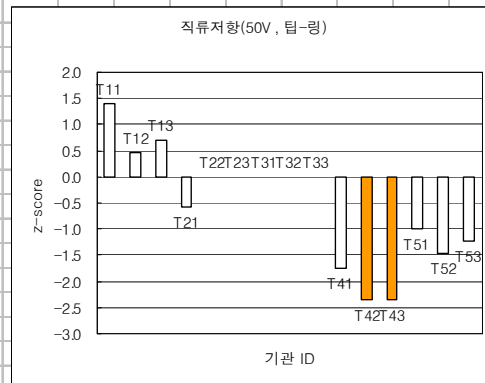
Median	7.30
Q1	7.12
Q3	7.30
IQR	0.18
NIQR	0.13
Minimum	6.90
Maximum	7.56
Range	0.66



4.5 50V, 텡-링

기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	7.44	7.28	7.32	7.10	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.90	6.80	6.80	7.03	6.95	6.99
z-score	1.4	0.5	0.7	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.8	-2.3	-2.3	-1.0	-1.5	-1.2

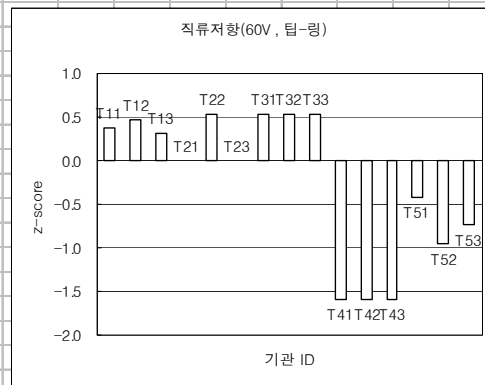
Median	7.20
Q1	6.97
Q3	7.20
IQR	0.23
NIQR	0.17
Minimum	6.80
Maximum	7.44
Range	0.64



4.6 60V, 텡-링

기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	7.07	7.09	7.06	7.00	7.10	7.00	7.10	7.10	7.10	6.70	6.70	6.70	6.92	6.82	6.86
z-score	0.4	0.5	0.3	0.0	0.5	0.0	0.5	0.5	0.5	-1.6	-1.6	-1.6	-0.4	-1.0	-0.7

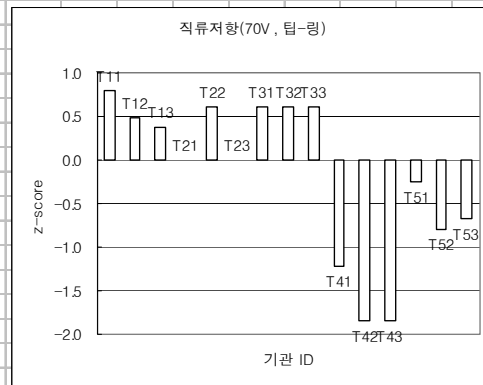
Median	7.00
Q1	6.84
Q3	7.10
IQR	0.26
NIQR	0.19
Minimum	6.70
Maximum	7.10
Range	0.40



4.7 70V, 텡-링

기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	7.03	6.98	6.96	6.90	7.00	6.90	7.00	7.00	7.00	6.70	6.60	6.60	6.86	6.77	6.79
z-score	0.8	0.5	0.4	0.0	0.6	0.0	0.6	0.6	0.6	-1.2	-1.8	-1.8	-0.2	-0.8	-0.7

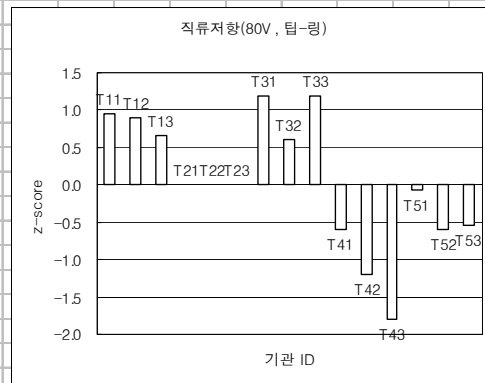
Median	6.90
Q1	6.78
Q3	7.00
IQR	0.22
NIQR	0.16
Minimum	6.60
Maximum	7.03
Range	0.43



4.8 80V, 텀-링

기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	6.96	6.95	6.91	6.80	6.80	6.80	7.00	6.90	7.00	6.70	6.60	6.50	6.79	6.70	6.71
z-score	1.0	0.9	0.7	0.0	0.0	0.0	1.2	0.6	1.2	-0.6	-1.2	-1.8	-0.1	-0.6	-0.5

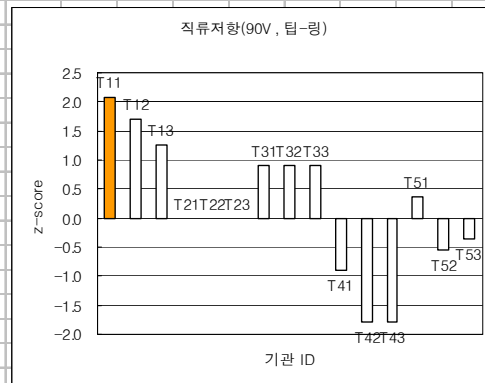
Median	6.80
Q1	6.71
Q3	6.93
IQR	0.23
NIQR	0.17
Minimum	6.50
Maximum	7.00
Range	0.50



4.9 90V, 팁-링

기관 ID 항목	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	6.93	6.89	6.84	6.70	6.70	6.70	6.80	6.80	6.80	6.60	6.50	6.50	6.74	6.64	6.66
z-score	2.1	1.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	0.9	-0.9	-1.8	-1.8	0.4	-0.5	-0.4

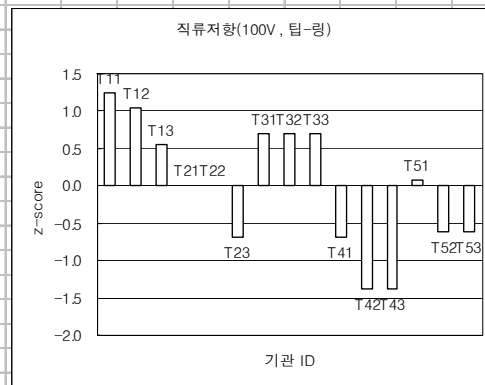
Median	6.70
Q1	6.65
Q3	6.80
IQR	0.15
NIQR	0.11
Minimum	6.50
Maximum	6.93
Range	0.43

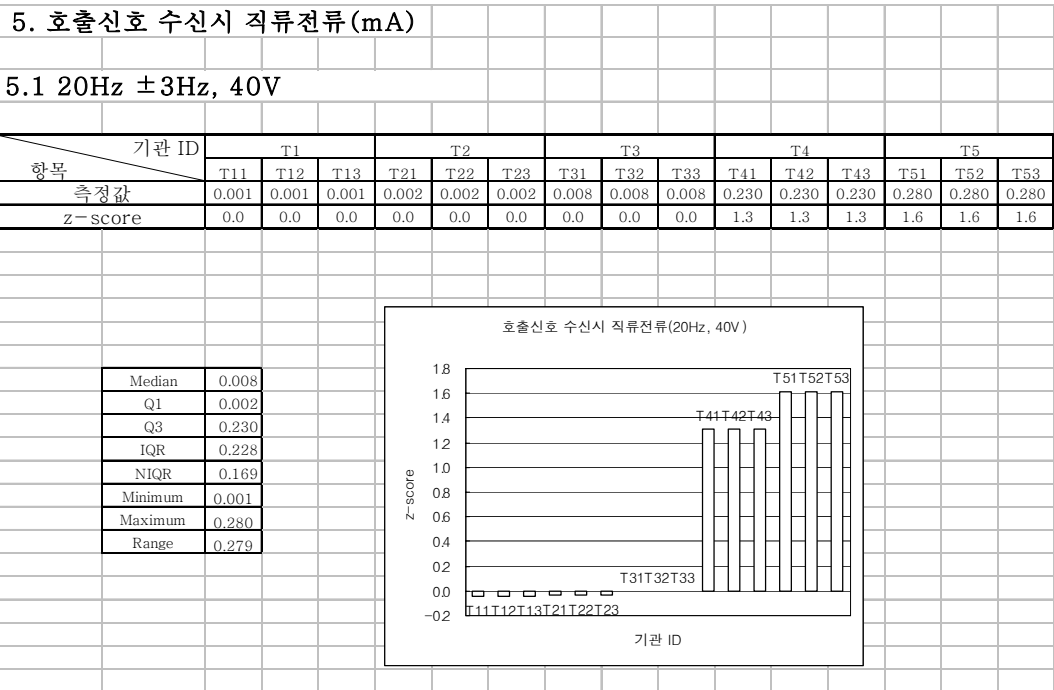


4.10 100V, 텀-링

기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	6.88	6.85	6.78	6.70	6.70	6.60	6.80	6.80	6.80	6.60	6.50	6.50	6.71	6.61	6.61
z-score	1.2	1.0	0.6	0.0	0.0	-0.7	0.7	0.7	0.7	-0.7	-1.4	-1.4	0.1	-0.6	-0.6

Median	6.70
Q1	6.61
Q3	6.80
IQR	0.19
NIQR	0.14
Minimum	6.50
Maximum	6.88
Range	0.38

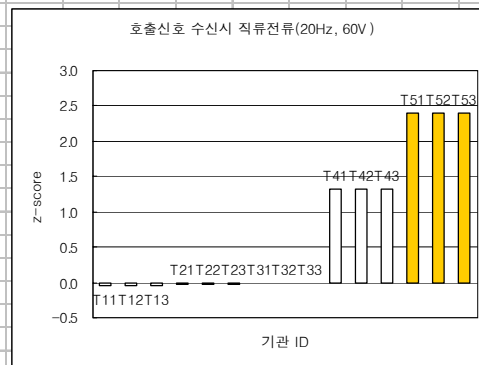


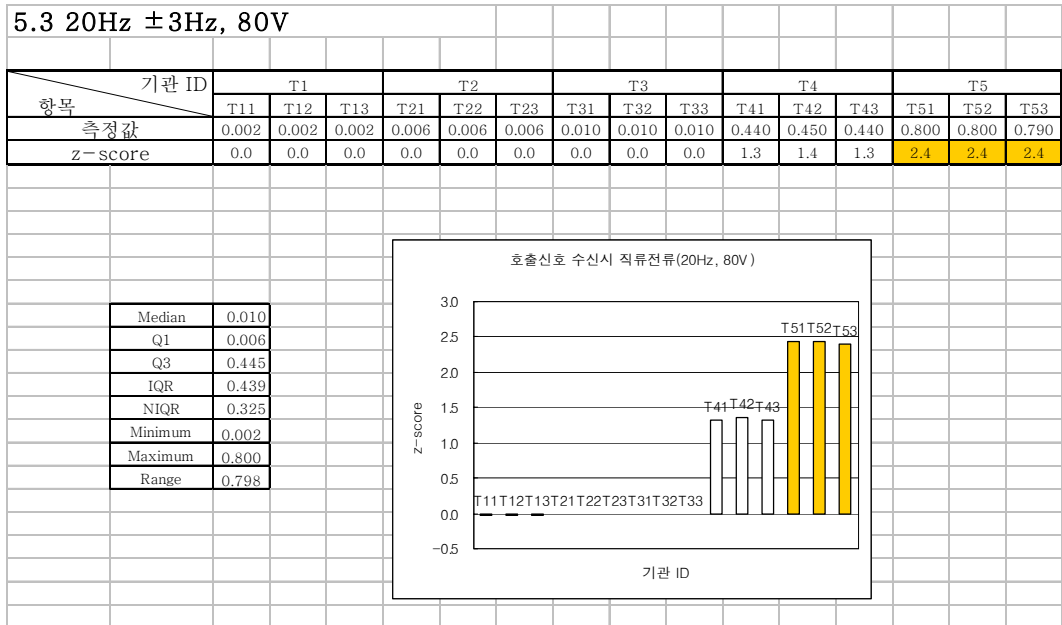


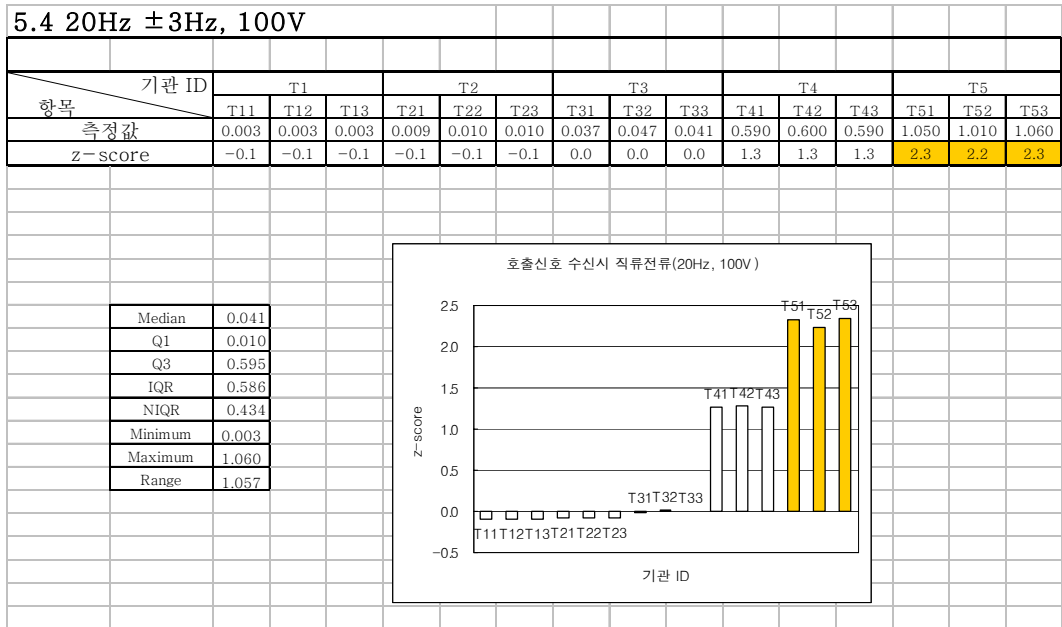
5.2 20Hz \pm 3Hz, 60V

항목	기관 ID			T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53			
측정값	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.008	0.009	0.009	0.290	0.290	0.290	0.520	0.520	0.520			
z-score	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3	1.3	2.4	2.4	2.4			

Median	0.009
Q1	0.003
Q3	0.290
IQR	0.287
NIQR	0.213
Minimum	0.001
Maximum	0.520
Range	0.519



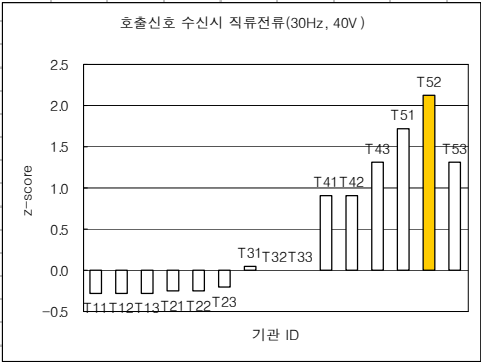




5.5 30Hz \pm 3Hz, 40V

항목	기관 ID			T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53			
측정값	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.009	0.008	0.008	0.030	0.030	0.040	0.050	0.060	0.040			
z-score	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	1.3	1.7	2.1	1.3			

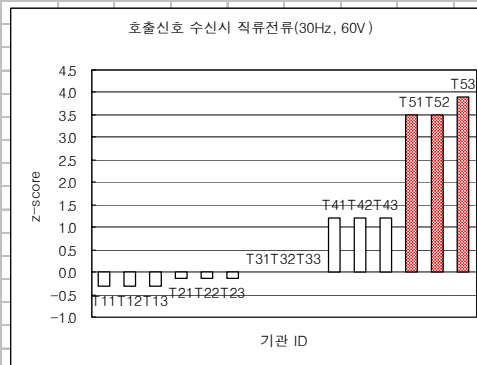
Median	0.008
Q1	0.002
Q3	0.035
IQR	0.033
NIQR	0.024
Minimum	0.001
Maximum	0.060
Range	0.059



5.6 30Hz \pm 3Hz, 60V

항목	기관 ID			T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53			
측정값	0.001	0.001	0.001	0.005	0.005	0.005	0.009	0.009	0.009	0.040	0.040	0.040	0.100	0.100	0.110			
z-score	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2	1.2	3.5	3.5	3.9			

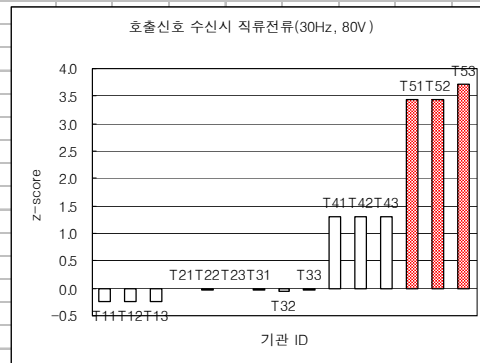
Median	0.009
Q1	0.005
Q3	0.040
IQR	0.035
NIQR	0.026
Minimum	0.001
Maximum	0.110
Range	0.109



5.7 30Hz ±3Hz, 80V

항목	기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
		T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값		0.002	0.002	0.002	0.011	0.010	0.011	0.010	0.009	0.010	0.060	0.060	0.060	0.140	0.140	0.150
z-score		-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	1.3	1.3	1.3	3.4	3.4	3.7

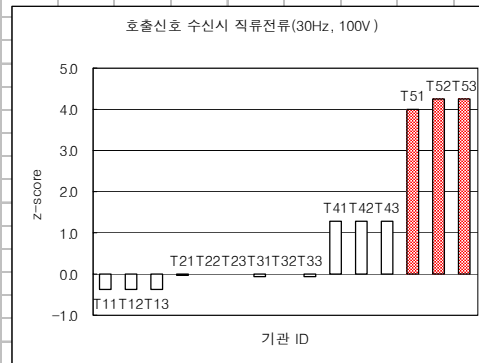
Median	0.011
Q1	0.010
Q3	0.060
IQR	0.051
NIQR	0.037
Minimum	0.002
Maximum	0.150
Range	0.148



5.8 30Hz \pm 3Hz, 100V

항목	기관 ID			T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53	T51	T52	T53
측정값	0.003	0.003	0.003	0.017	0.018	0.018	0.015	0.018	0.016	0.070	0.070	0.070	0.180	0.190	0.190	0.180	0.190	0.190
z-score	-0.4	-0.4	-0.4	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	1.3	1.3	1.3	4.0	4.3	4.3	4.0	4.3	4.3

Median	0.018
Q1	0.016
Q3	0.070
IQR	0.055
NIQR	0.040
Minimum	0.003
Maximum	0.190
Range	0.187

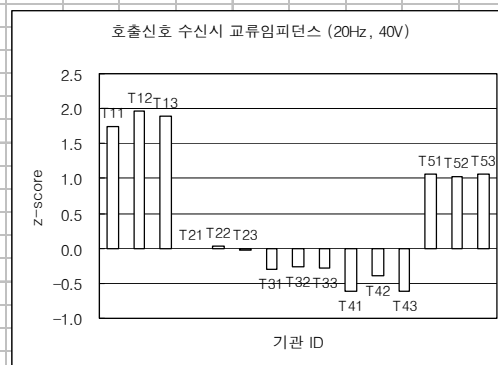


6. 호출신호 수신시 교류임피던스 (kΩ)

6-1. 20Hz ±3Hz, 40V

기관 ID	T1			T2			T3			T4			T5		
항목	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53
측정값	16.85	17.28	17.16	13.56	13.61	13.51	12.99	13.07	13.03	12.40	12.80	12.40	15.57	15.52	15.56
Z-score	1.7	2.0	1.9	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.6	-0.4	-0.6	1.1	1.0	1.1

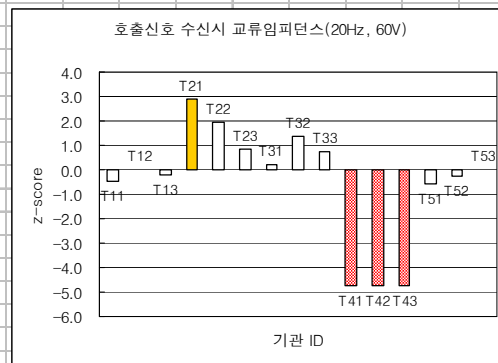
Median	13.56
Q1	13.01
Q3	15.57
IQR	2.56
NIQR	1.90
Minimum	12.40
Maximum	17.28
Range	4.88



6-2. 20Hz \pm 3Hz, 60V

항목	기관 ID			T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53			
측정값	13.20	13.31	13.27	13.99	13.76	13.51	13.36	13.64	13.48	12.20	12.20	12.20	13.17	13.25	13.31			
Z-score	-0.5	0.0	-0.2	2.9	1.9	0.9	0.2	1.4	0.7	-4.7	-4.7	-4.7	-0.6	-0.3	0.0			

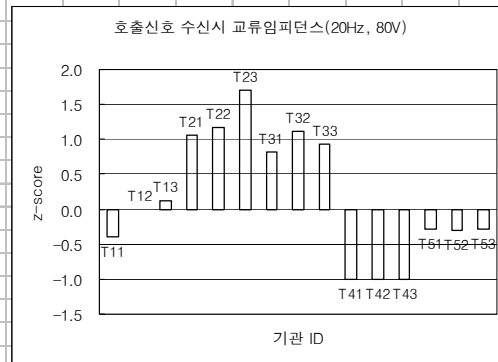
Median	13.31
Q1	13.18
Q3	13.50
IQR	0.32
NIQR	0.23
Minimum	12.20
Maximum	13.99
Range	1.79



6-3. 20Hz \pm 3Hz, 80V

항목	기관 ID			T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53	T51	T52	T53
측정값	11.90	12.03	12.07	12.38	12.42	12.60	12.31	12.40	12.35	11.7	11.7	11.7	11.94	11.93	11.94	11.94	11.93	11.94
Z-score	-0.4	0.0	0.1	1.1	1.2	1.7	0.8	1.1	0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3

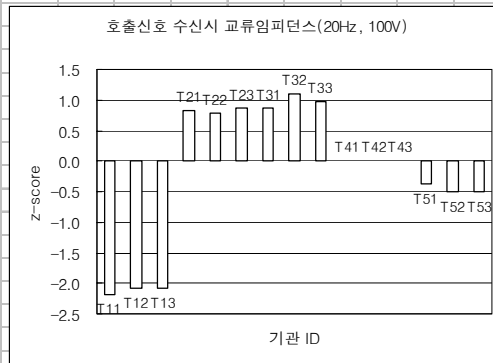
Median	12.03
Q1	11.91
Q3	12.36
IQR	0.45
NIQR	0.33
Minimum	11.70
Maximum	12.60
Range	0.90



6-4. 20Hz \pm 3Hz, 100V

항목	기관 ID			T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53	T51	T52	T53
측정값	10.84	10.87	10.87	11.75	11.74	11.76	11.76	11.83	11.79	11.50	11.50	11.50	11.39	11.35	11.35			
Z-score	-2.2	-2.1	-2.1	0.8	0.8	0.9	0.9	1.1	1.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	-0.5	-0.5			

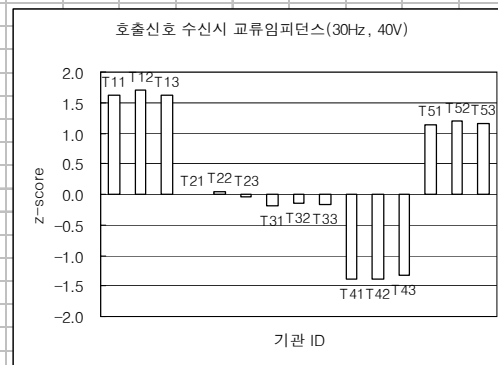
Median	11.50
Q1	11.35
Q3	11.76
IQR	0.41
NIQR	0.30
Minimum	10.84
Maximum	11.83
Range	1.00



6-5. 30Hz \pm 3Hz, 40V

항목	기관 ID			T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53			
측정값	13.59	13.72	13.62	11.17	11.24	11.11	10.90	10.96	10.93	9.10	9.10	9.20	12.89	12.96	12.91			
Z-score	1.6	1.7	1.6	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	-1.4	-1.4	-1.3	1.1	1.2	1.2			

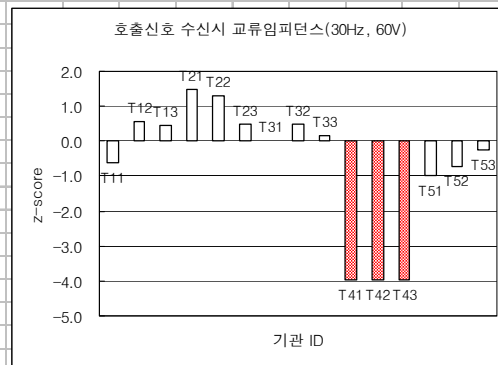
Median	11.17
Q1	10.91
Q3	12.94
IQR	2.02
NIQR	1.50
Minimum	9.10
Maximum	13.72
Range	4.62



6-6. 30Hz \pm 3Hz, 60V

항목	기관 ID			T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53			
측정값	9.75	9.98	9.96	10.15	10.12	9.97	9.87	9.97	9.90	9.10	9.10	9.10	9.68	9.73	9.82			
Z-score	-0.6	0.6	0.4	1.5	1.3	0.5	0.0	0.5	0.2	-4.0	-4.6	-4.0	-1.0	-0.7	-0.2			

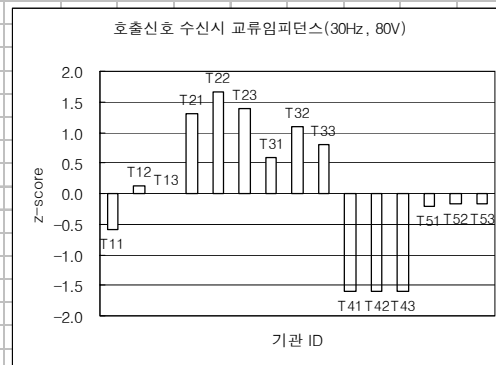
Median	9.87
Q1	9.71
Q3	9.97
IQR	0.26
NIQR	0.19
Minimum	9.10
Maximum	10.15
Range	1.05



6-7. 30Hz \pm 3Hz, 80V

항목	기관 ID			T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53			
측정값	8.60	8.74	8.71	8.97	9.04	8.99	8.83	8.93	8.87	8.40	8.40	8.40	8.67	8.68	8.68			
Z-score	-0.6	0.1	0.0	1.3	1.7	1.4	0.6	1.1	0.8	-1.6	-1.6	-1.6	-0.2	-0.2	-0.2			

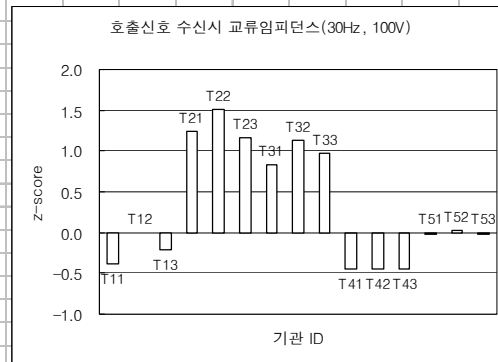
Median	8.71
Q1	8.63
Q3	8.90
IQR	0.27
NIQR	0.20
Minimum	8.40
Maximum	9.04
Range	0.64

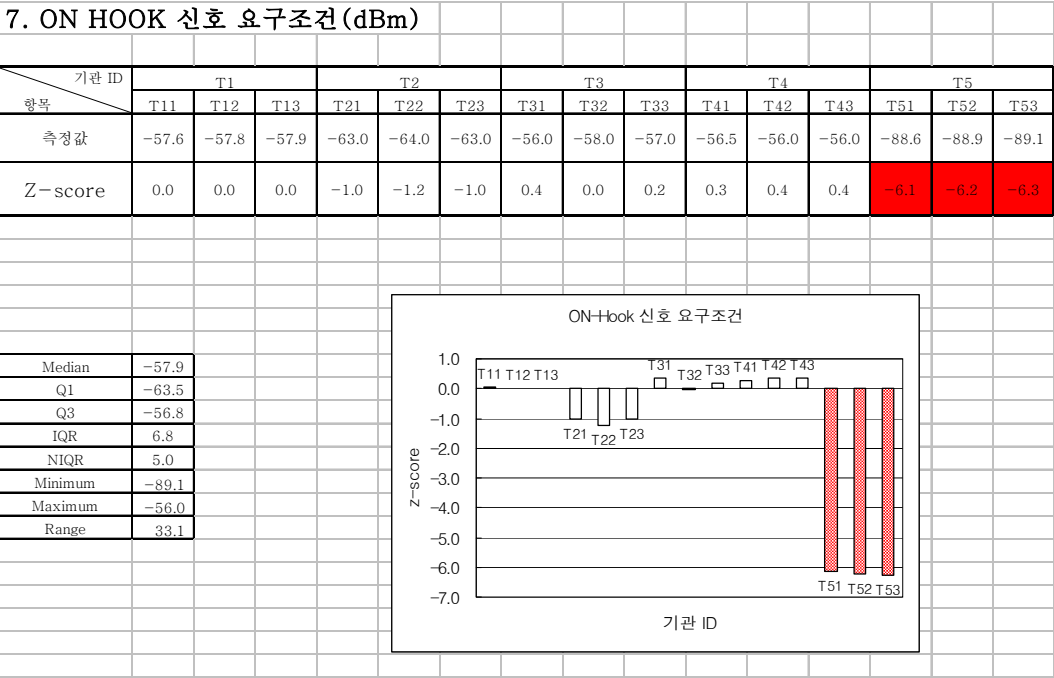


6-8. 30Hz \pm 3Hz, 100V

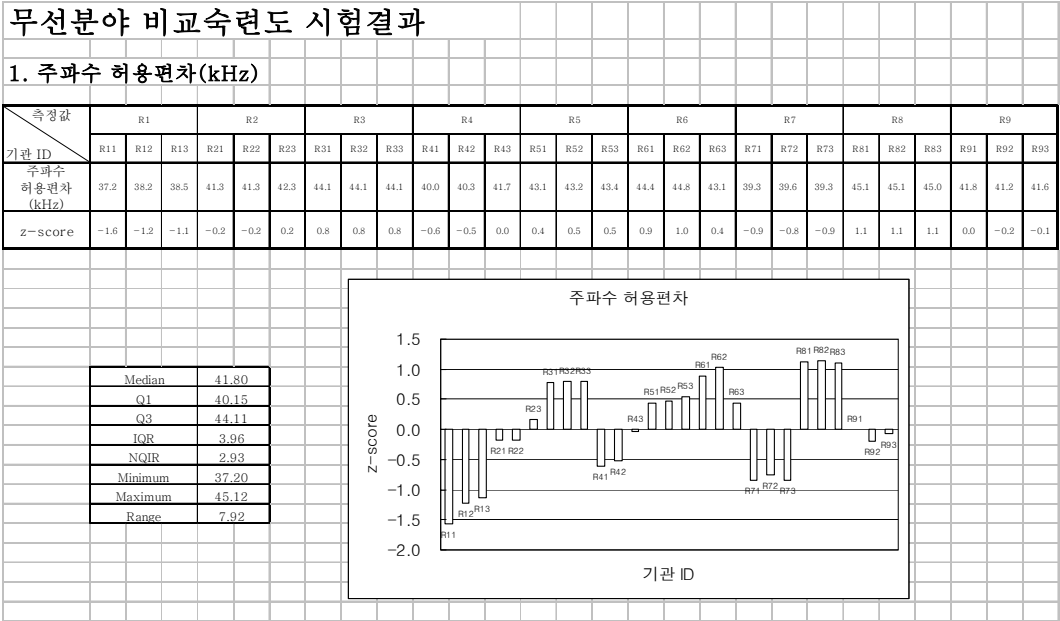
항목	기관 ID			T1			T2			T3			T4			T5		
	T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32	T33	T41	T42	T43	T51	T52	T53			
측정값	8.11	8.19	8.15	8.42	8.47	8.40	8.34	8.40	8.37	8.10	8.10	8.10	8.18	8.19	8.18			
Z-score	-0.4	0.0	-0.2	1.2	1.5	1.2	0.8	1.1	1.0	-0.5	-0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0			

Median	8.19
Q1	8.13
Q3	8.38
IQR	0.25
NIQR	0.19
Minimum	8.10
Maximum	8.47
Range	0.37



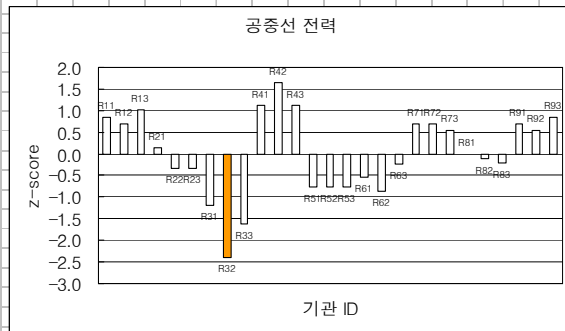


8. 무선분야 모의시험 통계분석 결과



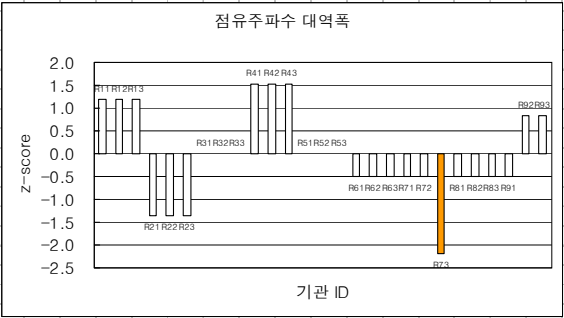
2. 공중선 전력(mW)																											
측정값	R1			R2			R3			R4			R5			R6			R7			R8			R9		
	R11	R12	R13	R21	R22	R23	R31	R32	R33	R41	R42	R43	R51	R52	R53	R61	R62	R63	R71	R72	R73	R81	R82	R83	R91	R92	R93
기관 ID																											
공중선전력 (mW)	8.4	8.3	8.5	7.9	7.6	7.6	7.1	6.3	6.8	8.6	8.9	8.6	7.4	7.4	7.4	7.5	7.3	7.7	8.3	8.3	8.2	7.9	7.8	7.7	8.3	8.2	8.4
z-score	0.9	0.7	1.0	0.1	-0.3	-0.3	-1.2	-2.4	-1.6	1.1	1.7	1.1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.5	-0.9	-0.2	0.7	0.7	0.5	0.0	-0.1	-0.2	0.7	0.5	0.9

Median	7.85
Q1	7.43
Q3	8.30
IQR	0.87
NIQR	0.64
Minimum	6.31
Maximum	8.91
Range	2.60



3. 점유주파수 대역폭(MHz)																											
측정값	R1			R2			R3			R4			R5			R6			R7			R8			R9		
	R11	R12	R13	R21	R22	R23	R31	R32	R33	R41	R42	R43	R51	R52	R53	R61	R62	R63	R71	R72	R73	R81	R82	R83	R91	R92	R93
기관 ID																											
점유주파수 대역폭(MHz)	15.4	15.4	15.4	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.4	15.4	15.4	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.4	15.4
z-score	1.2	1.2	1.2	-1.3	-1.3	-1.3	0.0	0.0	0.0	1.5	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-2.2	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.8	0.8

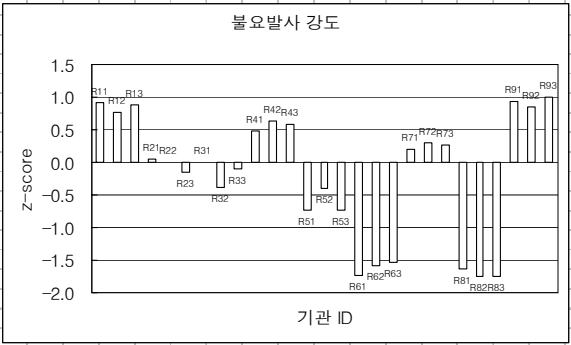
Median	15.33
Q1	15.30
Q3	15.38
IQR	0.08
NQIR	0.06
Minimum	15.20
Maximum	15.42
Range	0.22



4. 불요발사 강도 (dBm)

측정값 기관 ID	R1			R2			R3			R4			R5			R6			R7			R8			R9		
	R11	R12	R13	R21	R22	R23	R31	R32	R33	R41	R42	R43	R51	R52	R53	R61	R62	R63	R71	R72	R73	R81	R82	R83	R91	R92	R93
불요발사 강도 (dBm)	-47.4	-47.9	-47.5	-50.3	-50.5	-51.0	-50.5	-51.8	-50.8	-48.8	-48.3	-48.5	-53.0	-51.8	-53.0	-56.4	-55.9	-55.7	-49.8	-49.5	-49.6	-56.0	-56.5	-56.4	-47.3	-47.6	-47.1
z-score	0.9	0.8	0.9	0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.4	-0.1	0.5	0.6	0.6	-0.7	-0.4	-0.7	-1.7	-1.6	-1.5	0.2	0.3	0.3	-1.6	-1.8	-1.7	0.9	0.9	1.0

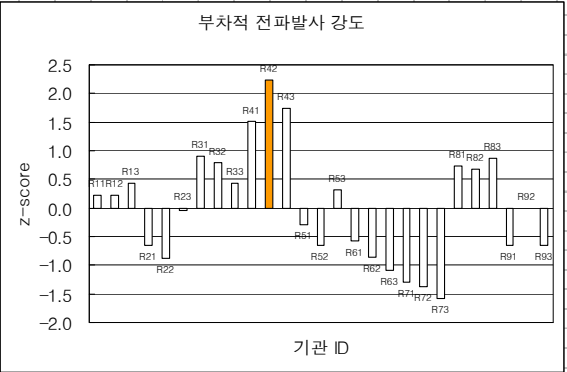
Median	-50.50
Q1	-53.00
Q3	-48.42
IQR	4.59
NQIR	3.40
Minimum	-56.47
Maximum	-47.10
Range	9.37



5. 부차적 전파발사 강도(dBm)

측정값	R1			R2			R3			R4			R5			R6			R7			R8			R9		
기관 ID	R11	R12	R13	R21	R22	R23	R31	R32	R33	R41	R42	R43	R51	R52	R53	R61	R62	R63	R71	R72	R73	R81	R82	R83	R91	R92	R93
부차적 전파 발사강도 (dBm)	-67.3	-67.3	-67.0	-68.5	-68.8	-67.7	-66.3	-66.5	-67.0	-65.5	-64.5	-65.2	-68.0	-68.5	-67.2	-68.4	-68.8	-69.1	-69.4	-69.5	-69.8	-66.6	-66.7	-66.4	-68.5	-67.6	-68.5
z-score	0.2	0.2	0.4	-0.6	-0.9	-0.1	0.9	0.8	0.4	1.5	2.2	1.7	-0.3	-0.6	0.3	-0.6	-0.9	-1.1	-1.3	-1.4	-1.6	0.7	0.7	0.9	-0.6	0.0	-0.6

Median	-67.6
Q1	-68.5
Q3	-66.6
IQR	1.9
NQIR	1.4
Minimum	-69.8
Maximum	-64.5
Range	5.3



주 의

1. 이 연구보고서는 전파연구소의 연구개발사업비 재정 지원으로 이루어진 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 전파연구소 연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다