

제 출 문

본 보고서를 「비교숙련도 시험시료 개발연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2012. 11.

연구책임자 : 김태용 (구미1대학)

연구 원 : 배장근 (구미1대학)

박태식 (구미1대학)

연구보조원 정재훈 (구미1대학)

김형섭 (구미1대학)

이미옥 ((주)지에스티엘)

요 약 문

1. 과제명: 비교숙련도 시험시료 개발연구
2. 연구 기간 : 2012. 03. 28. ~ 2012. 11. 23.
3. 연구책임자 : 구미1대학 김태용
4. 계획 대 진도

가. 월별 추진내용

세부내용	연구자	월별 추진계획										비고
		3	4	5	6	7	8	9	10	11		
가. 시험기관간 숙련도시험 국제동향 조사	김태용 배장근 박태식	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■				
나. 숙련도 프로그램 국제기구 인정방안 마련	김태용 배장근 박태식	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■				
다. EMC 및 유선분야 표준시험 시료 개발	김태용 배장근 박태식 정재훈 김형섭 이미옥	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■		
라. 시험시료 안정성시험 보고서 마련	김태용 박태식 정재훈 김형섭 이미옥						■ ■	■ ■	■ ■	■ ■		
마. 분야별 비교숙련도 수행지침서 마련	김태용 박태식 정재훈 김형섭 이미옥						■ ■	■ ■	■ ■	■ ■		
바. 시험결과 데이터 유형별 통계처리방법 분석	김태용 배장근 박태식							■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
사. 보고서 작성	김태용 배장근 박태식										■ ■	
분기별 수행진도(%)		10	30			30			30			

나. 세부 과제별 추진사항

1) 시험기관간 숙련도시험 국제동향 조사

ILAC 문서인 숙련도시험 참가에 대한 정책을 중점적으로 분석하였으며, 시험소간 비교시험의 정책과 절차를 수립하고 인정기구가 시험소간 비교시험을 조직하는데 관련된 APLAC 문서를 분석하였다. 또한 KOLAS를 비롯한 미국, 일본 및 유럽에서의 비교숙련도시험 사례를 조사 분석하였다.

2) 숙련도 프로그램 국제기구 인정방안 마련

ILAC, APLAC 및 KOLAS숙련도시험 정책 및 운영기법을 분석하여 전파연구원이 시행한 숙련도시험이 국제기구에서 인정될 수 있도록 하는 방안을 마련하였다.

3) EMC 및 유선분야 표준시험시료 개발

EMC분야와 유선분야 지정시험기관의 실무책임자와 전파연구소 담당자로 구성된 숙련도운영위원회를 통해 EMC분야 시험시료로서 Comparison Noise Emitter(CNE V+)를 선정하여 안정도시험을 수행하였고, 유선분야 시험시료로서는 위해전압, 직류저항, 호출신호 수신시 직류전류 및 교류임피던스 등을 시험할 수 있는 시료를 설계 제작하여 안정도평가를 수행하였다.

4) 시험시료 안정성시험

불확도를 고려한 시료의 안정성기법을 이용하여 EMC 분야의 경우 온도변화 및 공급전압 변화에 대한 안정성시험을 수행하였으며 이에 대한 안정성평가를 완료하였다. 또한, 유선분야에 대해서도 위해전압, 직류저항, 호출신호 수신시

직류전류 및 교류임피던스에 대해 안정도시험을 실행하고 안정성평가를 수행하였다.

5) 분야별 비교숙련도 수행지침서 마련

EMC분야 및 유선분야에 대해 시료의 안정성시험과 시험절차서 개발하고 숙련도시험운영위원회의 검토를 통해 최종적으로 수행지침서를 개발하였다.

6) 시험결과 데이터 유형별 통계처리방법 조사 분석

시험소간 비교에 의한 숙련도시험 통계기법의 국제기준인 ISO 13528에 대해 분석하였고, 시험기관의 성능을 평가하는 z -score를 계산하는 기법인 ISO 43(ISO 5725), 중위수(median)와 NIQR (Normalized Interquartile Range) 및 ISO 13528에 대해 상호 분석하였다.

5. 연구결과

1) 숙련도시험 국제동향 조사

우리나라 인정기구인 KOLAS와 MRA가 체결되어 있는 국제인정기구 협력체인 ILAC과 APLAC의 숙련도시험 관련 정책을 조사 분석하였다. 또한, KOLAS, 미국, 일본 및 유럽의 비교숙련도 시행사례를 조사 분석하였다.

2) 숙련도 프로그램 국제기구 인정방안 마련

전파연구원을 국제인정기구인 ILAC이나 APLAC의 인정기구로 등록하여 국제기구에서 정해진 절차에 따라 숙련도시험

을 실시하는 방법과 ILAC-G13에서 정의한 “숙련도시험 운영 기관 지정절차”에 따라 전파연구원 내 전담기관이나 지정시험 기관 협의체 등의 기관을 KOLAS의 숙련도시험 운영기관으로 등록하고 이들을 통하여 숙련도시험을 실시하는 방법 등을 제안하였다.

3) EMC 및 유선분야 표준시험시료 개발

숙련도시험 운영위원회 회의를 통해 국제기준에 부합되는 시료로서 EMC분야의 경우는 CNE V+를 선정하였고, 유선분야의 경우는 유선시험의 중요한 부분을 차지하고 비교가 가능한 시험항목(위해전압, 직류저항, 호출신호 수신시 직류전류 및 교류임피던스 등 4개 항목)을 선정하여 이를 시험할 수 있는 시료를 설계 제작하였다.

4) 시험시료 안정성시험

CNE V+에 대해 공급전압과 온도변화에 따른 안정성 시험을 위해 공급전압은 9.2 V ~ 6.8 V, 온도는 0 °C ~ 35 °C로 가변시켜 전압과 온도 변화에 따른 안정성시험을 수행한 결과, 온도편차가 25 °C 이상이고 측정주파수가 2.2 GHz 이상인 몇 개의 주파수를 제외하고는 시료가 안정함을 통계적으로 판정하였다. 또한, 유선시료에 대해서도 위해전압, 직류저항, 호출신호 수신시 직류전류 및 교류임피던스 등 4개 항목에 대해 안정성 시험을 수행한 결과 모든 항목에서 안정함을 보였다.

5) 비교숙련도 수행지침서 마련

EMC분야 및 유선분야에 대해 숙련도시험을 위해 국제기준에 적합한 수행지침서를 개발하였다. 또한, 시험지침서에서의

수행도 측정항목은 시험기관의 시험능력을 판정하는데 요구되는 기본항목만을 선정하였고, 측정 시 시험소간 측정편차를 최소화할 수 있도록 시험절차를 단순화하였다.

6) 시험결과 데이터 유형별 통계처리방법 분석

시험소간 비교에 의한 숙련도시험에 있어 국제기준 통계기법인 ISO 13528에 대해 숙련도시험에 대한 통계기법 사용절차와 설정값의 불확도 제한과 반복성 검증을 위한 지침을 분석하였다. 또한, 시험기관의 성능을 평가하는 z -score를 계산하는 기법인 ISO 43(ISO 5725), 중위수(median)과 NIQR (Normalized Interquartile Range) 및 ISO 13528를 분석하고 결과를 상호 비교하였다.

6. 기대효과

- 1) 국립전파연구원 지정시험기관을 대상으로 개발된 비교숙련도시험 프로그램을 활용하여 수행도를 평가하고 교정조치를 실행함으로써 시험기관 자체 시험능력의 상향평준화와 이를 통한 MRA(국가 간 상호인증)의 원활한 추진
- 2) 안정성이 확보된 시료를 사용함으로써 수행도 평가의 정확성 확보 및 객관화
- 3) 향후 무선 및 전자파흡수율(SAR)분야의 비교숙련도 시험 시료 개발 시 안정성 시험 및 수행지침서 개발에 활용

7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유현황	확보방안	비고
EMI Test Receiver	26.5 GHz	1set	RF 출력레벨 측정	유	-	EMC 분야 안정도 시험
Comparison Noise Emitter	150 kHz~3.5 GHz	1set	고조파신호발생기로서 EMC 측정원으로 사용	유	-	
항온조	-10~120 ℃	1set	항온조로서 EMC 측정원의 온도특성 시험	유	-	
전파압실	18 GHz	1기	EMC 시료 특성시험	유	-	
온·습도 시험기	-45~180 ℃, 10~98 %	1set	시료 항온 항습	유	-	
Power Meter	평균/CW	1set	공중선 송수신 전력 측정	유	-	
Power Sensor	10 MHz ~ 18 GHz	1set	전력 측정	유	-	
Counter	DC~3 GHz	1set	주파수허용편차 주파수 측정	유	-	
Spectrum Analyzer	3 Hz ~ 26.5 GHz	1set	항목별 주파수분석	유	-	
attenuator	DC~18 GHz, 30 dB	1set	신호감쇄	유	-	유선 시료 안정도 시험
Audio Analyzer	DC~250 kHz	1set	음성주파수대폭 음성신호분석	유	-	
Telephone unit tester	-24~0 dBm 0.1~70 M	1set	DP신호, PB신호, 직류저항, 정전용량 및 임피던스 측정	유	-	

Telephone line measuring set	0~40 dB, 0~-21 dBm	1set	Return loss, 불요방출 레벨, 누화 감쇄량측정	유	-	유선 시료 안정도 시험
Longitudinal balance test set	10~100 dB	1set	단/쌍 단자망의 평형도 측정	유	-	
Telephone analyzer	side tone, return loss	1set	송수신 및 side tone, 왜곡 측정	유	-	
Audio analyzer	10~200 kHz	1set	AC/DC레벨, 왜곡, SINAD, S/N 측정	유	-	
Telephone unit tester	-24~0 dBm 0.1~70 M	1set	DP신호, PB신호, 직류 저항, 정전용량 및 임피던스 측정	유	-	
Telephone line measuring set	0~40 dB, 0~-21 dBm	1set	Return loss, 불요방출 레벨, 누화 감쇄량측정	유	-	
Longitudinal balance test set	10~100 dB	1set	단/쌍 단자망의 평형도 측정	유	-	
Telephone analyzer	side tone, return loss	1set	송수신 및 side tone, 왜곡 측정	유	-	
Audio analyzer	10~200 kHz	1set	AC/DC레벨, 왜곡, SINAD, S/N 측정	유	-	

8. 기타사항

최종보고서 초록

국문초록		
<p>ISO/IEC 43-1기준에 적합한 EMC 분야와 유선분야의 비교속련도시험을 위해 잡음발생기(CNE V+)와 개발된 유선시료에 대해 안정성시험을 수행하고 참가시험기관이 사용하게 될 수행지침서 및 평가기법을 개발하였다. 또한, ISO5725-2를 포함하는 ISO 43-1과 ISO13528에 대해 설정값 결정, 표준편차 계산 및 성능평가 기법을 상호 분석하였다. 연구 결과를 지정시험기관 비교속련도시험에 적용하여 참가시험기관의 수행도를 평가함으로써 시험수행능력 향상과 시험결과에 대한 객관성 확보 및 신뢰성 향상을 기대할 수 있다.</p>		
영문초록		
<p>We have developed two test artifacts for proficiency testing by interlaboratory comparison based on ISO/IEC 43-1 in the area of EMI and telecommunications which include stability tests, detailed test procedures and formats of test reports.</p> <p>By the application of these proficiency testing program to the Designated Testing Laboratories of RRA of Korea, it can be expected to improve the performance of individual laboratory for tests, assess the adequacy of laboratory and identify problems in laboratories, and initiate remedial actions.</p>		
색인어	한글	비교속련도시험, ISO13528
	영문	Proficiency testing, ISO13528

SUMMARY

In this study, we have developed two test artifacts for proficiency testing by interlaboratory comparison based on ISO/IEC 43-1 in order to apply and assess the Designated Testing Laboratories of RRA(National Radio Research Agency) of Korea in the area of EMI(electromagnetic interference) and telecommunications. Proficiency testing is used to determine the performance of individual laboratories for specific tests and to monitor the continuing performance of laboratories.

At first to develop test artifacts we have analyzed the international interlaboratory proficiency programs such as USA, Japan and Europe and guidelines and policies of ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) and APLAC (Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation). From these results a method was suggested that the criteria of RRA as a provider of proficiency testing scheme meet the international criteria in order to be accredited as competent to provide proficiency testing schemes of EMI and communication devices.

As the test artifacts a comparison noise emitter ranging from 9 kHz to 3.5 MHz for EMI testing and modified telephone set for telecommunication testing were adopted to evaluate the proficiency testing for the laboratories. It is important that test artifacts for proficiency testing by

interlaboratory comparison should have uniformity for the purpose of the consistency of measurement results, and the uniformity characteristics of the test artifacts also should be guaranteed. By the analysis of measurement uncertainty based on the variance and means of outputs of the test artifact, we analyzed the stability characteristics for the variations of operating temperature and DC supply voltage for comparison noise emitter generating broadband noise for the EMI proficiency testing. Also, the stability characteristics of the modified telephone set for the telecommunication proficiency testing were analyzed and the testing results of stability tests of these test artifacts showed good stability characteristics.

Also, we analyzed ISO 13528 which includes statistical guidelines for the design and interpretation of proficiency testing, determination of the assigned value and its standard uncertainty and calculation of performance statistics. And we compared the statistical techniques between the ISO/IEC guide 43 including ISO 5725-2 and ISO 13528.

From the results of stability test and opinion of committee of proficiency testing working group, we have developed a proficiency testing program which includes test artifacts, general instructions for proficiency testing, test methods in relation to test artifacts, detailed test procedures and formats of test reports.

By the application of these proficiency testing program to the Designated Testing Laboratories, it can be expected to

improve the performance of individual laboratory for tests, assess the adequacy of laboratory and identify problems in laboratories, and initiate remedial actions.

목 차

표 목 차	15
그 립 목 차	17
제 I 장 서 론	19
제 II 장 시험기관간 숙련도시험에 대한 국제동향 분석	22
제 1절 국제 시험소 인정기구 협력체의 숙련도 시험	22
제 2절 국내외 숙련도시험 동향	42
제 3절 비교숙련도 프로그램의 국제기구 인정방안 마련	52
제 III 장 평가시료의 안정성 시험 및 분석	76
제 1절 평가시료의 선정 및 안정성 분석 기법	76
제 2절 EMC분야의 안정성 평가분석	79
제 3절 유선분야의 안정성평가분석	93
제 IV 장 시험결과 데이터 유형별 통계처리	106

제 1절 ISO 13528에 대한 기준 분석	106
제 2절 숙련도시험 수행도 평가를 위한 통계기법 비교	122
제 3절 데이터 규모에 따른 이상값 처리기법	127
제 4절 수행지침서 개발	129
 제 V장 결론	133
 참 고 문 헌	135
 부 록	137
부록 1. 공급전압 변화에 EMC분야(CNE V+) 안정성 분석결과	138
부록 2. 온도변화에 따른 EMC(CNE V+)분야 안정성	165
부록 3. 유선분야 기준시료의 안정성 분석결과	192
부록 4. 전자과장해분야 숙련도시험 수행 지침서	193
부록 5. 유선분야 숙련도시험 수행 지침서	215

표 목 차

표 2-1. VLAC의 비교속련도시험 현황	48
표 2-2. VLAC의 시료특성	48
표 3-1. CNE V+ (Comparison Noise Emitter)의 제원	80
표 3-2. 입력전압 변동에 따른 전계강도수신기 측정모드	84
표 3-3. 온도변화에 따른 전계강도수신기 측정모드	86
표 3-4. 시험시료와 연관된 인자와 불확도	87
표 3-5. Quasi-Peak 모드 불확도	90
표 3-6. Peak 모드 불확도	90
표 3-7. Average 모드 불확도(0.5MHz~29MHz)	91
표 3-8. Average 모드 불확도(1,200MHz~3,000MHz)	91
표 3-9. 기준시료의 전압변동에 대한 출력레벨의 안정성 평가	92
표 3-10. 기준시료의 온도변동에 대한 출력레벨의 안정성 평가	92
표 3-11. 유선시료의 특성	93
표 3-12. 위해전압 측정 불확도 총괄표	103
표 3-13. 직류저항 측정 불확도 총괄표	104

표 3-14. 호출신호 수신시 직류전류 측정 불확도	
총괄표	104
표 3-15. 호출신호 수신시 교류 전류 측정 불확도	
총괄표	105
표 3-16. 기준시료의 시험항목별 안정성 평가	105
표 4-1. 견실분석을 위한 요소	115
표 4-2. 비교속련도 통계기법 비교	126
표 4-3. EMC분야 비교속련도시험 비교	127
표 4-4. Dixon 시험에서의 표본 통계값	128

그 립 목 차

그림 2-1. 시험소 인정기구 협의체와 인정기구	22
그림 2-2. 숙련도시험 운영 인정기구의 역할과 숙련도시험 흐름도	39
그림 2-3. 숙련도시험 참여 인정기구의 역할과 숙련도시험 흐름도	40
그림 2-4. 숙련도시험 결과에 대한 시정조치를 위한 흐름도	41
그림 2-5. APLAC가입에 의한 숙련도시험 운영기관 등록	54
그림 2-6. KOLAS를 통한 숙련도시험 운영기관 등록	56
그림 3-1. 불확도를 고려한 안정도 평가기법	79
그림 3-2. 직접연결 시 출력특성	81
그림 3-3. 방사시험 1 GHz 이하 수평(1~3 m)	82
그림 3-4. 방사시험 1 GHz 이상 수평(1~2 m)	82
그림 3-5. 입력전압 변화에 대한 시료의 균일성시험 시험구성도	83

그림 3-6. 온도변화에 따른 시료의	
안정성시험 구성도	85
그림 3-7. 위해전압 시험회로도	94
그림 3-8. 직류 저항 회로도	94
그림 3-9. 호출신호 수신시 직류전류 회로도	95
그림 3-10. 호출신호 수신시 교류 임피던스 회로도	96
그림 3-11. 위해전압 시험회로도	97
그림 3-12. 직류저항 시험 회로도	98
그림 3-13. 호출신호수신시 직류전류 회로구성도	100
그림 3-14. 호출신호수신시 교류임피던스 회로구성도	102
그림 4-1. 숙련도시험기관의 수행도평가를 위한	
통계기법 적용순서	107
그림 4-2. 시험기관의 반복 시험 결과값	116
그림 4-3. 시험기관 측정값에 대한 오차의 구분	117

제 I 장 서 론

최근 급속한 기술 변화와 글로벌 경제체제로 인하여 제품에 대한 적합성평가는 국제적으로 중요한 이슈가 되고 있으며, 국제적으로 방송통신기자재를 포함한 전기·전자·통신 제품에 대한 제품의 적합성평가가 요구되고 있다. 주요 국가에서는 방송통신기자재를 포함한 전기·전자·통신기기에 대해 세계 표준화 기구들과 상호 연계하여 표준화 및 관리 제도를 제정하여 시행하고 있으며, 제품의 다양화, 국제화로 인해 제품 및 부분품을 이용하는 제조자, 소비자들은 제품이 국제 규정 및 요구된 글로벌 기준과 일치하는 지에 대한 보증을 요구하고 있다. 특히, 방송통신기자재의 개발 제품과 수입제품이 급격하게 증가되고 있으며, 인증되지 않은 불법제품과 부적합제품의 유통으로 인해 방송통신기기의 이용자 및 공공 안전에 대한 인식이 크게 증대되고 있다.

또한, 국가 간 상호인정협정(MRA) 및 자유무역협정(FTA) 등이 확대됨에 따라 국제기구에서 인정하는 숙련도시험 실시 방안에 대한 필요성 대두되고 있다. 국립전파연구원에서는 2008년부터 지정시험기관의 시험수행 능력 향상을 꾀할 목적으로 숙련도시험제도를 시행하고 있으며, 유선, 무선, 전자파적합성(EMC) 및 SAR분야에 대해 주기적으로 지정시험기관을 평가하고 있다. 하지만, 국가 간 상호인정협정 등 글로벌 경제체제에 대응하기 위해서는 지정시험기관의 시험결과에 대한 신뢰성 확보가 요구되며, 국제기구에서 인정할 수 있는 숙련도시험 방안이 마련될 필요가 있다.

지정분야별 숙련도시험의 원활한 운영을 위해서는 객관성과 안정성

이 확보된 표준시험시료 개발과 국제기구에서 인정하는 시험결과에 대한 통계처리방법 및 수행도 평가 기준이 필요하다. 또한, EMC (Electromagnetic Compatibility)분야의 경우 2012년부터 강제 적용되는 1 GHz 이상의 방사시험에 대한 숙련도 평가도 요구되고 있다.

본 연구에서는 ISO/IEC 43-1기준에 적합한 EMC 분야와 유선분야의 비교숙련도시험을 위해 요구되는 표준시료를 개발하고 시험기관의 숙련도 성능을 평가하기 위한 통계처리기법을 개발하고자 한다.

이를 위해 우리나라 인정기구인 KOLAS와 MRA가 체결되어 있는 국제인정기구 협력체인 ILAC과 APLAC의 숙련도시험 관련 정책을 조사 분석하고 KOLAS, 미국, 일본 및 유럽의 비교숙련도 시행사례를 조사 분석한다. 또한, 국립전파연구원에서 실시한 숙련도 프로그램이 국제기구에서 인정될 수 있는 방안을 마련하기 위해 국제인정기구인 ILAC이나 APLAC에 대한 기준을 분석한다.

또한, EMC 및 유선분야 표준시험시료 개발을 위해 숙련도시험 운영위원회 회의를 통해 국제기준에 부합되는 시료를 결정한다. EMC 경우는 숙련도시험에 적합한 안정된 시료를 구입하여 온도 및 공급전압 변화에 대해 시험해야 사항을 검토하고, 유선분야의 경우는 기존에 많이 사용되고 있는 전화기 세트를 변형시켜 숙련도시험에 적합한 시료를 설계 제작한다. 아울러 시험시료 안정성시험을 위해 EMC 분야의 경우는 공급전압과 온도변화에 따른 안정성 시험을 위해 공급전압과 온도를 가변시켜 전압과 온도 변화에 따른 안정성시험을 수행한다.

안정성시험 데이터로부터 안정도판정을 위해서 계측시스템의 안정성

과 측정자의 계측오차를 고려한 안정도평가기법인 측정불확도 기법을 적용하여 주어진 시료에 대한 불확도, 수신기 불확도, 측정시스템의 부정합에 의한 불확도 등을 포함하는 B형 불확도와 반복측정에 의한 A형 불확도 등을 고려하여 시료의 안정성을 평가한다. 안정성평가를 통해 안정성이 확보될 경우 EMC분야 및 유선분야에 대해 숙련도시험을 위해 국제기준에 적합한 수행지침서를 개발한다.

시험결과 데이터 유형별 통계처리방법 분석을 위해서 시험소간 비교에 의한 숙련도시험에 있어 국제기준 통계기법인 ISO 13528에 대해 숙련도시험에 대한 통계기법 사용절차와 설정값의 불확도 제한과 반복성 검증을 위한 지침을 분석한다. 또한, 시험기관의 성능을 평가하는 z -score를 계산하는 기법인 ISO 43(ISO 5725), 중위수(median)과 NIQR(Normalized Interquartile Range) 및 ISO 13528를 분석하고 결과를 상호 비교한다.

비교숙련도 시험시료 개발과 이의 적용을 통해 지정시험기관이 가지고 있는 자체 시험능력 검증과 교정조치를 수행함으로써 시험능력의 향상을 도모하고 국가 간 상호인증 등 국립전파연구원의 국제적인 위상 제고에 도움이 되게 한다.

제 II 장 시험기관간 숙련도시험에 대한 국제동향 분석

제 1절 국제 시험소 인정기구 협력체의 숙련도 시험

공인된 시험성적서의 상호 인정을 장려함으로서 국가 간 무역을 용이하게 하기 위한 목적으로 만들어진 국제시험기관 인정기구협의체들의 숙련도 시험에 대한 역할과 정책에 대하여 조사 분석한다.

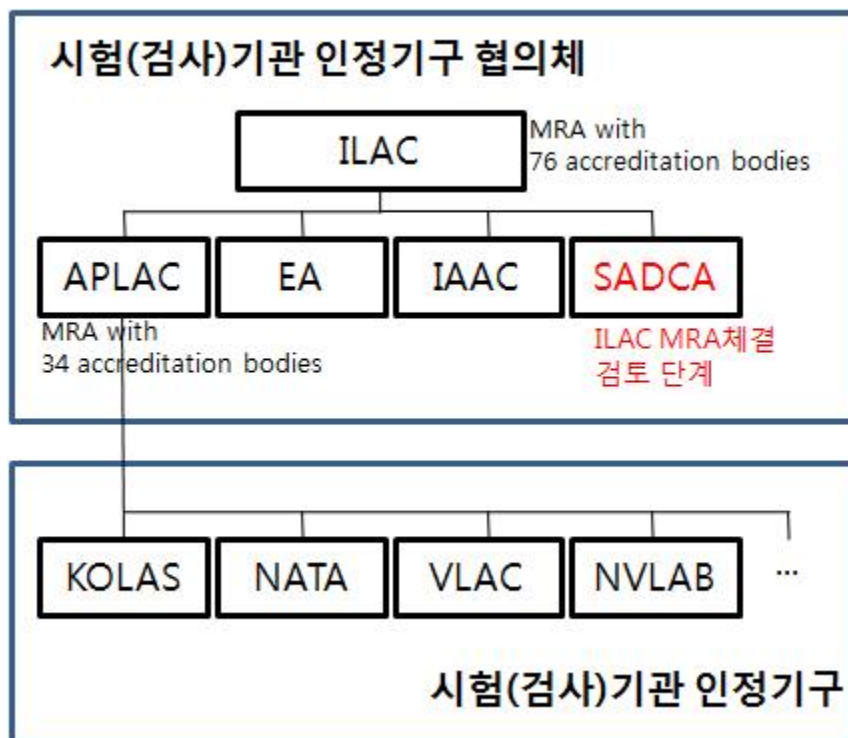


그림 2-1. 시험소 인정기구 협의체와 인정기구

현재 국제적으로 활동하고 있는 주요 인정기구 협의체는 다음과 같다.

- ILAC: International Laboratory Accreditation Cooperation
- APLAC: Asia-Pacific Laboratory Accreditation Cooperation
- EA: European Cooperation for Accreditation
- IAAC: Inter-American Accreditation Cooperation
- SADAC: Southern Africa Development Community in Accreditation

본 절에서는 우리나라 인정기구인 KOLAS와 MRA가 체결되어 있는 국제인정기구 협력체인 ILAC과 APLAC의 숙련도 시험 관련 정책을 조사 분석한다.

1. ILAC

ILAC은 1977년 공인시험 및 교정성적서의 상호인정을 장려하여 무역 용이성을 추구한다는 목적으로 출범하게 되었으며 1996년부터 이러한 목적을 위한 MRA 네트워크를 구축함으로써 공식적인 협력체로 발돋움하게 되었다.

현재 지역인정기구협력체인 APLAC, EA, IAAC와 MRA가 체결되었으며 SADAC와는 체결 검토 단계에 있다. 이러한 지역 협력체들은 4년 주기로 MRA 유지를 위한 평가를 하고 있다.

ISO/IEC 17011에 의거 한국의 KOLAS를 포함한 76개의 인정기구가 ILAC과 MRA가 체결되어 있으며 ISO/IEC 17025 또는 ISO 15189 (의료기기 시험기관)으로 적합성을 평가받은 35,000개의 공인시험기관과 6000개의 검사기관이 네트워크를 형성하고 있다.

ILAC에서 발행되는 문서는 G(Guidance), R(Rules), P(Procedural & Policy) 문서가 있는데 본 과제의 숙련도시험(Proficiency Testing)에 관련한 ILAC 공식 문서는 다음과 같다.

- ILAC G13: Guidelines for the Requirements for the Competence of Providers of Proficiency Testing Schemes
- ILAC G22: Use of Proficiency Testing as a Tool for Accreditation in Testing
- ILAC G23: Accreditation of Proficiency Testing Providers to ISO/IEC Guide 17043
- ILAC P9: ILAC Policy for Participation in Proficiency Testing Activities
- ILAC P13: Application of IEC/ISO 17011 for the accreditation of Proficiency Testing Provider

상기 문서 중 P Series 문서가 ILAC의 숙련도시험 관련 정책을 파악하는데 도움이 되리라 사료된다. P13은 숙련도시험 운영기관이 갖추어야 할 자격 및 지침에 대하여 언급되어 있으며 P9의 경우는 ILAC의 숙련도 시험 참가에 대한 정책이 기술되어 있다. 본 절에서는 ILAC의 숙련도 시험에 대한 정책을 파악하기 위하여 P9의 해석이 필요하다고 판단된다.

가. ILAC P9: 11/2010

본 문서는 ILAC 조직 중에서 숙련도 시험에 관련하여 활동하고 있는 PTCG(Proficiency Testing Consultative Group)에 의해 제정되었다.

(1) 문서의 목적

이 문서의 목적은 인정기구들이 시험기관과 검사기관들의 인정 평가단계에서의 숙련도시험에 활용하는 것이며 일관된 개념을 가지고 숙련도시험 정책을 적용함으로써 인정기구들 사이에 다변 또는 쌍방 협약을 지원하기 위함이며 지역 인정기구협력체에게는 숙련도시험 관련 문서발간에 도움을 줄 수 있을 것이다.

ISO/IEC 17025에 의하면 시험기관은 수행되는 시험 및 교정업무의 유효화를 감시하는 품질절차를 가져야 하며 이러한 절차에는 시험기관 간 비교(Interlaboratory comparison) 또는 숙련도 시험(Proficiency Testing)이 포함되며 이 외에 표준물질을 사용하는 방법, 동일하거나 다른 방법을 통한 반복시험 및 교정 등으로 모니터링을 할 수 있다. 이러한 메커니즘은 시험기관이 자신들의 시험능력을 고객이나 유관 단체 및 시험기관 인정기구에 제공할 수 있을 것이다.

*** 용어설명**

1) 숙련도 시험(PT, Proficiency Testing)

시험기관 간 비교를 통하여 미리 확립된 기준에 대해 참가하는 시험 기관들의 수행능력을 평가하는 것.

2) 시험기관간 비교(ILC, Interlaboratory comparision)

둘 또는 그 이상의 시험기관이 미리 설정된 조건에 따라 동일하거나 유사한 시험아이템에 대하여 시험을 구성, 수행 및 평가하는 것.

(2) ILAC 정책

(가) ILAC과 MRA 체결을 희망하거나 유지하고자하는 인정기구들은 소속된 공인 시험 및 교정기관들의 기술적인 능력을 증명하여야 한다.

기술적인 능력을 증명하는 하나의 요소는 시험기관들이 유효하고 적합한 숙련도 시험에 참여하고 만족한 결과를 얻는 것이다.

기술적인 능력은 숙련도시험(PT) 뿐만 아니라 엄격한 분별력을 가진 시험기관간 비교(ILC)의 성공적인 참여를 통하여 증명될 수 있다. ISO/IEC 17020의 절차에 의거한 검사기관의 품질보증 Guide는 IAF/ILAC-A4의 6.4(a-e)에 제시되어 있다.

(나) 시험, 검사기관들의 인정분야에 대한 최소 숙련도시험 참여는,

- 인정을 득하기 전 유효하고 적합한 숙련도 시험에 성공적인 참여를 증명하여야 하며,
- 공인된 시험기관들이 인정분야에 적합한 숙련도 시험 참여 계획을 수립하고 시험능력을 입증하기 위해 지속적인 참여 활동을 하여야 한다.

(다) 인정기구들은 인정평가 단계에서의 숙련도시험 활동에 대한 정책을 가져야 하며 그 정책에는 다음사항이 포함된다.

- 시험 및 검사기관 능력을 입증하고 이 기관들의 품질유지를 지원하는 도구로서 숙련도시험의 중요성에 대한 지침
- 인정기구들에 의해 공식화된 숙련도시험 참여에 대한 요구 및 공인 기관들의 인원, 시험방법, 계측기들의 변경에 따른 정례의 평가를 포함한 최소 레벨 및 참여 횟수에 대한 요구사항
- 시험기관 평가와 인정결정 단계에서 숙련도 시험의 참여결과와 시험 수행능력결과(특히, 지속적인 부적합 시험능력)가 어떻게 검토되고 활용되는지에 대한 내용이 포함되며 지속적으로 시험 수행능력이 적

합한 결과가 나올 경우 평가 주기의 조정이 가능하다는 내용이 포함될 수 있음

이 정책에는 아래사항에 대하여 고려하여 기준을 만들어야 한다.

- 시험 및 검사기관들이 숙련도시험에 부적합 시험결과에 대응하여 예상되는 시정조치 사항들과 인정기구에 이러한 부적합 결과에 대해 고지해야하는 요구사항들에 대한 내용
- 숙련도 시험 관련 요구사항들은 평가 실무자, 산업계와 전문가 섹터, 지역인증기구협력체와 관련 이해 조직들에 의해 제정됨

(라) 인정기구는 시험기관 인정에 있어서 숙련도시험의 활용에 대한 모든 정책과 절차에 대하여 문서화 되어야 한다.

특히, 인정기구는 시험기관 인정단계에서 시험기관이 참여한 유효한 숙련도시험의 시험능력 결과와 부적합 발생 시 조치된 시정사항들에 대하여 검토할 수 있어야 한다.

인정기구는 시험 및 검사기관이 인정분야에 적절한 숙련도시험 참여 계획을 가지고 있는지 검토하여야 한다.

만약 이러한 계획들이 적절하지 않다고 판단되는 경우 인정기구는 요구되는 숙련도시험 참여지침에 대한 가이드를 제공하여야 한다.

(마) 인정기구는 숙련도시험 참가에 대한 수요와 계획에 대해 정보를 제공하여 시험기관이 이를 인지하고 계획을 수립할 수 있도록 지원하여야 한다. 지원 사항은 다음과 같다.

- 적합한 숙련도시험 프로그램을 선택할 수 있도록 숙련도 시험 목록과 설명

● 시험, 검사 기관들의 숙련도시험의 요구에 대해 어떻게 해석하고 공식화 하는가의 안내로서 제공되는 안내에는 다음사항이 포함된다.

- 숙련도 시험의 시료와 수행지침서의 적합성에 대한 고려의 필요성이 포함되어야 한다. 시료는 시험소에서 근래 가장 보편적으로 취급되는 품목이어야 함

- 숙련도시험이 시험기관들의 교육과 위험관리 수단으로 사용될 수 있다는 점을 강조

- 평가 실무자, 산업계와 전문가 сек터, 지역인증기구협력체 등으로부터 인정을 받기 위해 시험기관은 강제화 된 해당분야 숙련도시험에 참여하여야 한다는 충고

- 표준물질의 특성화 작업, 검증 활동들의 방법으로 얻는 정보 등의 숙련도시험 이외의 다른 활동으로부터도 시험기관의 능력에 유용한 정보를 제공받는다는 충고

(사) 지역의 시험, 교정기관이 참여해야 할 해당 분야의 적합한 숙련도 시험이 존재하지 않거나 수행되고 있지 않을 경우, 인정기구와 시험기관은 시험기관의 능력을 평가하고 감독할 수 있는 적합한 대체 방법에 대하여 의논하고 합의하여야 한다. 이러한 상황에 대하여 시험 및 교정기관은 숙련도시험 및 관련 활동들의 계획 수립에 포함되고 고려되어야 한다.

2. APLAC

APLAC은 1992년 Asia-Pacific 지역의 인정기구들의 MRA를 추진하고 발전시키고 확장한다는 최초 목적을 가지고 하나의 포럼으로 출범하게 되었다.

APLAC은 1995년 Asia-Pacific 지역의 16개 경제기구들(Economies)의 MOU를 통해서 공식적인 협의체로 발전하게 되었으며 이후 10개의 경제기구가 APLAC에 합류하게 되었다. 또한, APLAC은 APEC(Asia Pacific Economy Cooperation)으로부터 5개의 SRBs(Specialist Regional Bodies) 중 하나로 인가를 받게 되었다.

APLAC은 최초로 1997년 11월 19일에 7개의 인정기구가 시험 및 교정 분야에 대하여 MRA를 체결하였으며 2003년 11월에는 인정분야도 추가하게 되었고 2007년 4월에는 ISO 15189 (Medical laboratory)분야도 포함 되었다. 2007년 12월에는 표준물질의 생산자(RPMs, Reference Producers Materials) 인정분야도 추가되었으며 현재는 34개의 인정기구들과 MRA가 체결되어 있다.

다음은 37개 APLAC 멤버들 중에 34개의 인정기구와 MRA 체결분야를 나타낸 것이다.

- **NATA** Australia - testing, calibration, inspection, RMP
- **SCC** Canada - testing, calibration, ISO 15189
- **CALA** Canada - testing (previously known as **CAEAL**)
- **CNAS** People's Republic of China - testing, calibration, inspection, ISO 15189, RMP
- **HKAS** Hong Kong China - testing, calibration, ISO 15189, inspection, RMP

- **NABL** India – testing, calibration, ISO 15189
- **KAN** Indonesia – testing, calibration, inspection
- **JAB** Japan – testing, calibration, ISO 15189, inspection
- **IAJapan** Japan – testing, calibration, RMP
- **VLAC** Japan – testing
- **KOLAS** Republic of Korea – testing, calibration
- **Standards Malaysia** Malaysia – testing, calibration, ISO 15189
- **ema** Mexico – testing, calibration, ISO 15189, inspection
- **MNAS** Mongolia – testing, calibration
- **IANZ** New Zealand – testing, calibration, ISO 15189, inspection
- **PNAC** Pakistan – testing, calibration
- **PNGLAS** Papua New Guinea – testing
- **PAO** Philippines – testing, calibration
- **AAC Analitica** Russian Federation – testing
- **SAC** Singapore – testing, calibration, ISO 15189, inspection
- **SLAB** Sri Lanka – testing, ISO 15189, calibration
- **TAF** Chinese Taipei – testing, calibration, ISO 15189, inspection
- **DMSc** Thailand – testing, ISO 15189
- **DSS** Thailand – testing
- **NSC-ONAC** Thailand – testing, calibration, inspection (previously known as **TLAS**)
- **A2LA** USA – testing, calibration, inspection, RMP, ISO 15189
- **ACLASS** USA – testing, calibration, RMP
- **IAS** USA – testing, calibration, inspection
- **LAB** USA – testing, calibration
- **NVLAP** USA – testing, calibration
- **PJLA** USA – testing, calibration
- **AIHA-LAP, LLC** – testing
- **BOA** Vietnam – testing, calibration, inspection
- **JAS-ANZ** Australasia – inspection

APLAC에서 발행되는 문서 중에 본과제의 숙련도 시험과 관련되는 문서는 PT Series 문서가 있다.

- APLAC PT 001: Calibration Interlaboratory Comparisons
- APLAC PT 002: Testing Interlaboratory Comparisons
- APLAC PT 003: Proficiency Testing Directory
- APLAC PT 004: Measurement Audits – Withdrawn
- APLAC PT 005: Artifacts for Measurement Audits
- APLAC PT 006: Proficiency Testing Frequency Benchmarks

상기 문서 중에 APLAC PT 002와 006의 해석은 APLAC의 숙련도 시험의 절차와 정책을 파악하는데 도움이 되리라 사료된다.

가. APLAC PT 002 Issue No. 6

이 문서는 APLAC의 시험소간 비교시험의 정책과 절차를 수립하고 인정기구가 시험소간 비교시험의 구성(構成, Organization)에 있어서의 책임사항을 설명하고 그들의 계획수립, 준비사항, 실행, 성적서 준비 등을 안내하기 위해 숙련도시험 위원회(PTC, Proficiency Testing Committee)에서 제정하였다.

주) APLAC 문서에서는 Testing interlaboratory comparisons(시험소간 비교시험) 과 Proficiency Testing(숙련도시험)을 같은 의미로 기술하고 있음. 이하 내용에서는 “숙련도 시험”으로 해석 함.

(1) 숙련도 시험 위원회(PTC)의 역할

- APLAC 멤버들과의 협의 후 숙련도 시험의 일정의 선택 및 승인
- 인정기구에 의해 제출되는 모든 숙련도 시험의 계획과 시행에 대한

승인

- 모든 숙련도 시험 프로그램의 상황별(종료, 진행, 계획) 목록을 관리
- 숙련도시험을 구성하는 인정기구의 승인
- 발행하기 전 숙련도 결과 초안의 검토
- 숙련도 시험 중에 야기된 문제점들의 검토
- 기술발전 동향, 훈련 요구, 사후 활동에 대한 확인
- 발행된 최종보고서를 간사로 하여금 Website에 올리게 하여 APLAC 멤버들에게 알림.

위원회는 APLAC 멤버들이 숙련도 시험에 대해 발의 제안을 권장하고 있으며 그 제안에는 최소한 아래의 내용이 포함되어야 한다.

- 숙련도 시험품명
- 수행되는 숙련도 시험
- 참여하는 시험기관수 와 종류
- 시험방법
- 성적서 정밀도와 단위

위원회는 구성되는 숙련도 시험의 시행이 APLAC 모든 멤버들의 이익에 부합되는지에 대한 결정의 최종 책임이 있다. 위원회는 숙련도 시험 관련 재정상의 책임은 없다.

(2) 숙련도시험 운영 인정기구 (Organizing Accreditation Body)의 역할

(가) 임무

- 적합 시료들과 포장의 제공
- 모든 연락을 조정하는 하는 조정자 지정
- 기술 고문의 지정
- 공동작업자와 위탁 계약자들의 역할과 책임의 확인

- 참가자들의 지침서 초안 작성
- APLAC 회원들의 참가 초청
- EA등의 타 인정기구협력체 회원과 필요에 따라 비회원의 참가 요청
- 참가 시험기관들의 비밀번호 부여
- 시료이동 문제의 최소화 (예, 세관 신고서 제공)
- 시료균질성 시험, 안정성 시험, 시험결과의 통계적 해석 운영
- 참가자들의 결과 수집 및 결과 성적서 작성

숙련도 운영인정기구들은 반드시 ISO/IEC Guide 43-1 의 요구사항에 적합하여야 한다. 해외 참가들에게 시료 이동시 발생하는 경비는 숙련도시험 운영기구가 부담한다.

(나) 프로그램 설계

이러한 프로그램들은 통상 참가 시험기관들의 숙련도 시험을 위하여 대량의 시료가 동시에 전달되기도 하고, 하나 또는 두 개의 일반적인 시료가 순환하면서 시험이 시행되는 경우도 있다.

하나 또는 여러 개의 시료가 각 참가 시험기관들에 전달되는 프로그램도 포함되며 각 시료들은 정해진 적합한 절차에 의거 한번 또는 여러 번 시험될 수 있다.

시료들은 일반적으로 동일한 특성(Blind duplicates)을 갖거나 약간 다른 레벨(Split level design)의 특성을 가질 수 있다. 숙련도시험에 사용되는 시료는 참가기관들이 일반적으로 시험하는 통상적인 시료이어야 한다. 시료는 제공하는 숙련도 시행지침서와 결과서에 표기되어 있는 정보(형식명, 모델명)와 동일하게 라벨을 부착되어야 한다. 참가자가 적절하게 시험을 수행할 수 있도록 충분한 양의 시료를 제공하여야 한다.

(다) 동질성 시험

숙련도 시험의 동질성 시험의 목적은 시료의 변이가 적고 충분히 동일하다는 것을 확인하는 데 있다.

최초시험은 시료준비 단계에서 행해질 수 있는데 동질성 시험을 위해 시료들은 한 번에 무작위로 적어도 10개는 선택되어져 준비되고 포장되어야 한다. 시료의 선택은 시료들에서 어떠한 중대한 차이를 가장 잘 나타내는지 고려되어야 한다. 모든 시험은 반복 재현성이 있는 조건(동일 시험기관, 동일 운영자, 동일 시험방법, 동일 사용 장비)하에서 가능한 짧은 시간안에 적어도 두 번은 수행되어야 한다.

(라) 참가자의 초청

프로그램의 상세한 설명과 함께 참가자 초청문서는 모든 참여 인정기구들에게 발송되어야 한다. 상세한 프로그램의 설명은 인정기구들이 그들의 시험기관의 참여 여부를 결정하는데 도움을 줄 것이다.

최신의 APLAC 숙련도시험 담당자의 정보는 APLAC 숙련도 위원회의 의장으로부터 받을 수 있다.

(마) 시료의 배송

- 시료는 이동 중에 충격을 받지 않도록 잘 포장되어야 한다.
- 시료의 발송과 시험기관들의 시료 접수까지의 시간이 1달 이내에 이루어져야 한다.
- 운영인정기구는 참가하는 인정기구가 지정한 시험기관으로 배송하여야 한다.
- 운영인정기구는 발송되는 시료의 세관통관 문서를 동봉하여야 한다.

(바) 지침서와 숙련도 시험 성적서

운영인정기구의 운영담당자(Coordinator, 또는 공동작업자, 위탁계약자)와 기술조언자들은 영어로 지침서 초안을 작성하여야 한다.

이 지침서에는 최소한 아래의 내용이 포함된다.

- 인정기구의 운영담당자의 이름, 주소, 이메일 어드레스
- 시료의 형명과 모델명
- 숙련도 시험 항목
- 숙련도 시험 방법
- 시험결과의 정밀도와 단위
- 제공되는 숙련도 시험성적서의 작성 안내
- 측정불확도 지침
- 결과 작성 가이드

숙련도 시험 숙련도시험 성적서에는 아래의 내용이 포함되어야 한다.

- 지정된 시험기관명
- 모든 숙련도들의 시험결과
- 모든 시험결과의 측정불확도
- 시험 방법
- 참가자 서명
- 참가자 서명 날짜

(사) 시험 결과 수령

운영인정기구의 운영담당자(Coordinator, 또는 공동작업자, 위탁계약자)는 참가 시험기관들의 시험결과를 정해진 기한까지 수령한다.

만약 시험기관들로부터 기한 내 수령을 못했을 경우 해당 인정기구에 통보한다. 모든 결과를 받았다면 인정기구는 데이터의 기록과 확인 및 중간보고서와 최종보고서 작성 준비의 책임이 있다

(아) 중간보고서

중간보고서는 선택사항이다. 만약 중간보고서가 작성되었다면 참가하는 인정기구와 APLAC PT 위원회의 의장에게 송부한다.

(자) Z-Scores

시험결과를 분석하는데 사용되는 통계적 기법은 편리하고 국제적으로나 지역적으로 인정된 Z-score를 사용한다. Z-score 기법은 결과 집합의 평균값과 표준편차에 근거한다. 평균값과 표준편차에 견실한 대책을 위해 중위수와 사분위값(IQR)을 사용하는 것이다.

(차) 비밀유지

운영인정기구는 참가하는 시험기관들의 이름을 항상 비밀로 취급하여야 한다. 코드는 무작위로 부여야 한다.

(카) 보고서 초안

모든 참가들로부터 결과를 받고 중간보고서가 발행되고 나면 운영인정기구는 최종보고서를 위한 초안을 참가자들의 무작위 코드로 작성하며 다음 사항이 포함 된다.

- 보고서 Cover에 APLAC Logo
- 지정된 값들 (합의된 평균값과 중위수)
- 참가하는 경제기구와 시험기관 수
- 코드로 부여된 참여 시험기관들의 시험결과
- 부적합결과(outlier result)의 확인
- Test Data의 그래픽화 (히스토그램, Youden 도표, Z-score 차트)

- 지침서와 시험 성적서 사본
- 기술적 견해 (에러의 근원, 수행방법의 영향 과 모든 수행능력)

보고서 초안은 참가하는 인정기구들에게는 정보 활용의 목적으로, APLAC 숙련도 위원회의 멤버들에게는 검토를 위하여 보내져야 한다.

(타) 최종보고서

운영인정기구는 APLAC 숙련도 위원회로부터의 견해를 받고 승인을 득한 후 숙련도 시험에 참여한 인정기구와 APLAC 숙련도 위원회의장에게 최종보고서를 발송한다.

(3) 숙련도시험 참여 인정기구 (Participating Accreditation Body)의 역할

(가) 임무

- 숙련도 시험에 참여 할 소속된 시험기관의 지정
- 필요할 경우, 숙련도수행 지침서의 번역작업
- 참여하는 소속 시험기관들에게 시료 발송의 조정 (이송에 대한 비용 처리 책임)
- 소속 참여기관들에게 시험결과를 기한 내에 발송할 수 있도록 독려
- 각 참여 기관들로부터 결과 Copy본 입수
- 인정기구의 정책의 근거하여 참여기관들의 시정조치 시행

(나) 참여 시험기관

숙련도시험에 참가하는 시험기관들은 통상 참여 인정기구의 공인 시험소이거나 공인 인정을 받고자하는 시험기관으로서 그들이 수행하고자 하는 시험에 해당하는 숙련도 시험에 참가한다.

시험기관들의 대표적인 시료를 시험하기 위하여 인정기구들은 가

능하면 동일 시료로 시행되었던 APLAC 비교숙련도 시험에 참여했던 시험소들을 배제한다.

APLAC 숙련도 위원회는 유용하고 실행 가능하다면 APLAC 회원 이외의 시험소 즉, EA, IAAC 와 ILAC 비회원 인정기구의 시험기관의 참여를 고려할 수 있다. 하지만, 우선권은 APLAC 회원에 있다. 참가하는 시험기관들은 그들의 인정기구로부터 시료, 지침서, 결과기록지를 받게 된다.

참가하는 시험기관들은 시험이 완료되면 결과기록지를 그들의 인정기구와 숙련도시험 운영 인정기구에 기한까지 송부하여야 한다.

(다) 시정 조치

시정조치가 필요할 경우, 참여한 시험기관과 그들의 인정기구는 가능한 빠른 시간 내에 조치하여야 한다.

시정조치가 부적절할 경우 수행 된 시험항목에 대하여 인정취소가 될 수 있다. 시정조치는 아래의 단계에서 시행될 수 있다.

- 증가보고서를 수령한 후
- 최종결과 보고서를 수령한 후

통상적인으로 시험소의 숙련도 결과의 Z-score가 ≥ 3 인 경우 시정 조치를 요구받게 된다.

운영 인정기구의 숙련도 시험 수행 흐름도

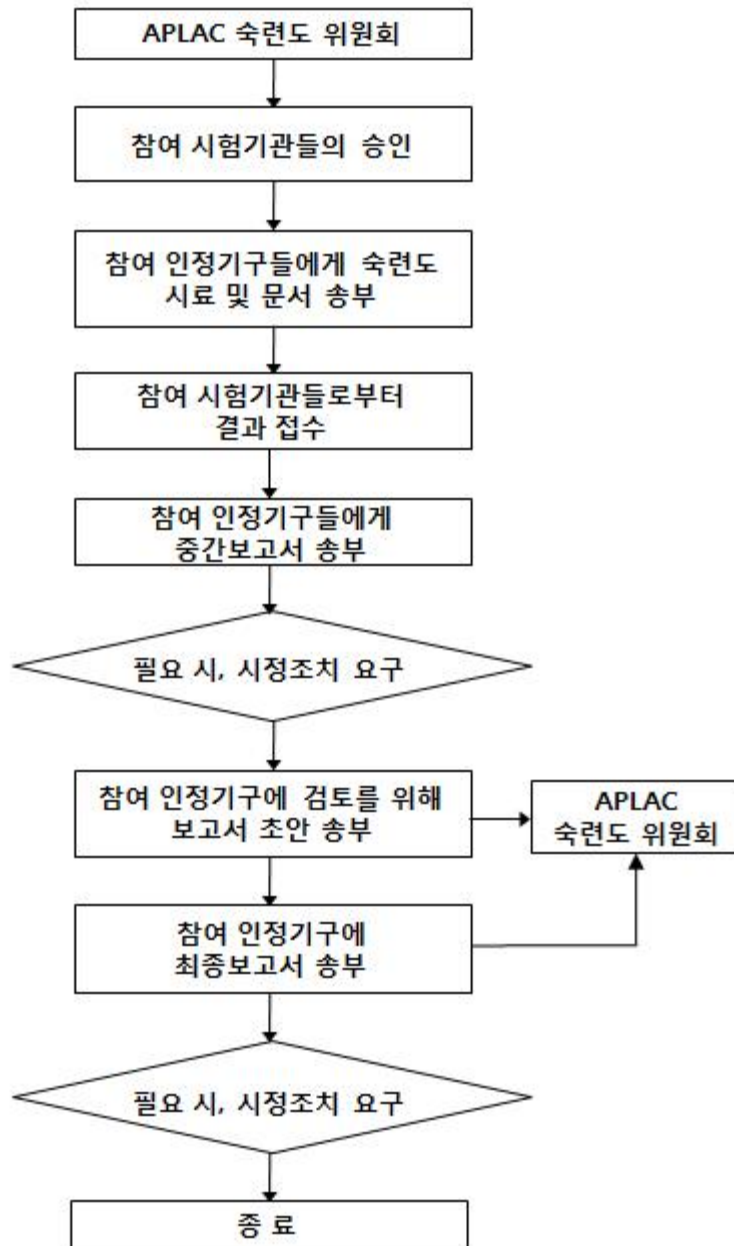


그림 2-2. 숙련도시험 운영 인정기구의 역할과 숙련도시험 흐름도

참여 인정기구의 숙련도 시험 수행 흐름도

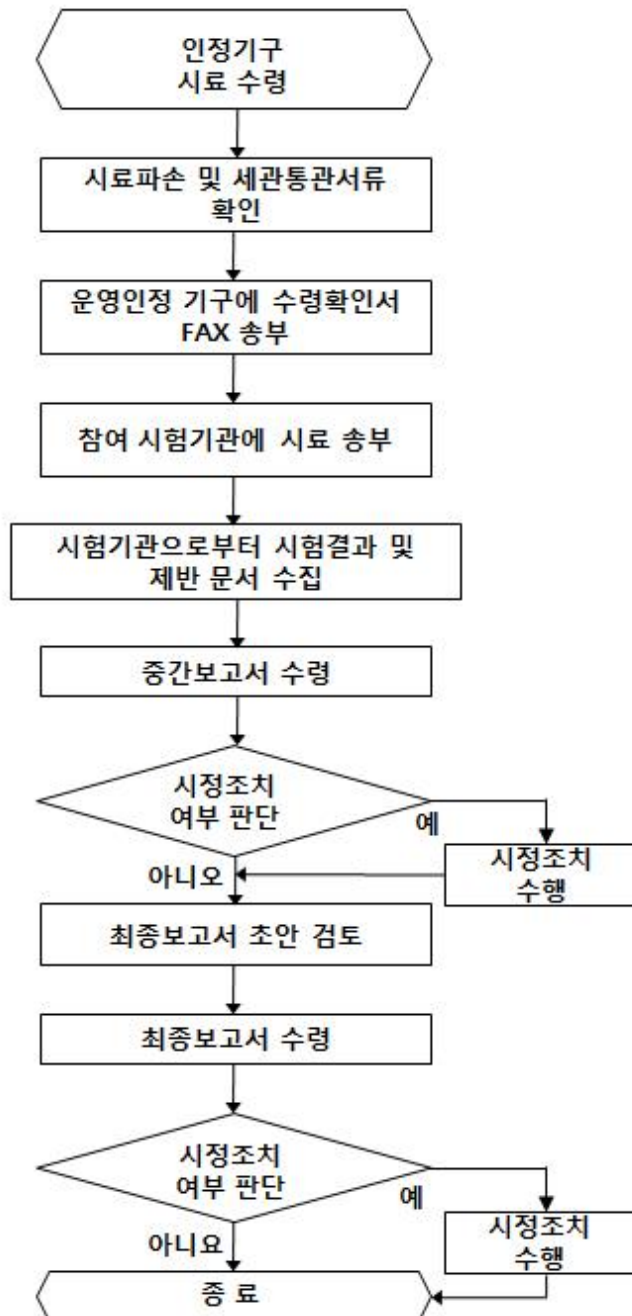


그림 2-3. 숙련도시험 참여 인정기구의 역할과 숙련도시험 흐름도

시정조치 수행 흐름도

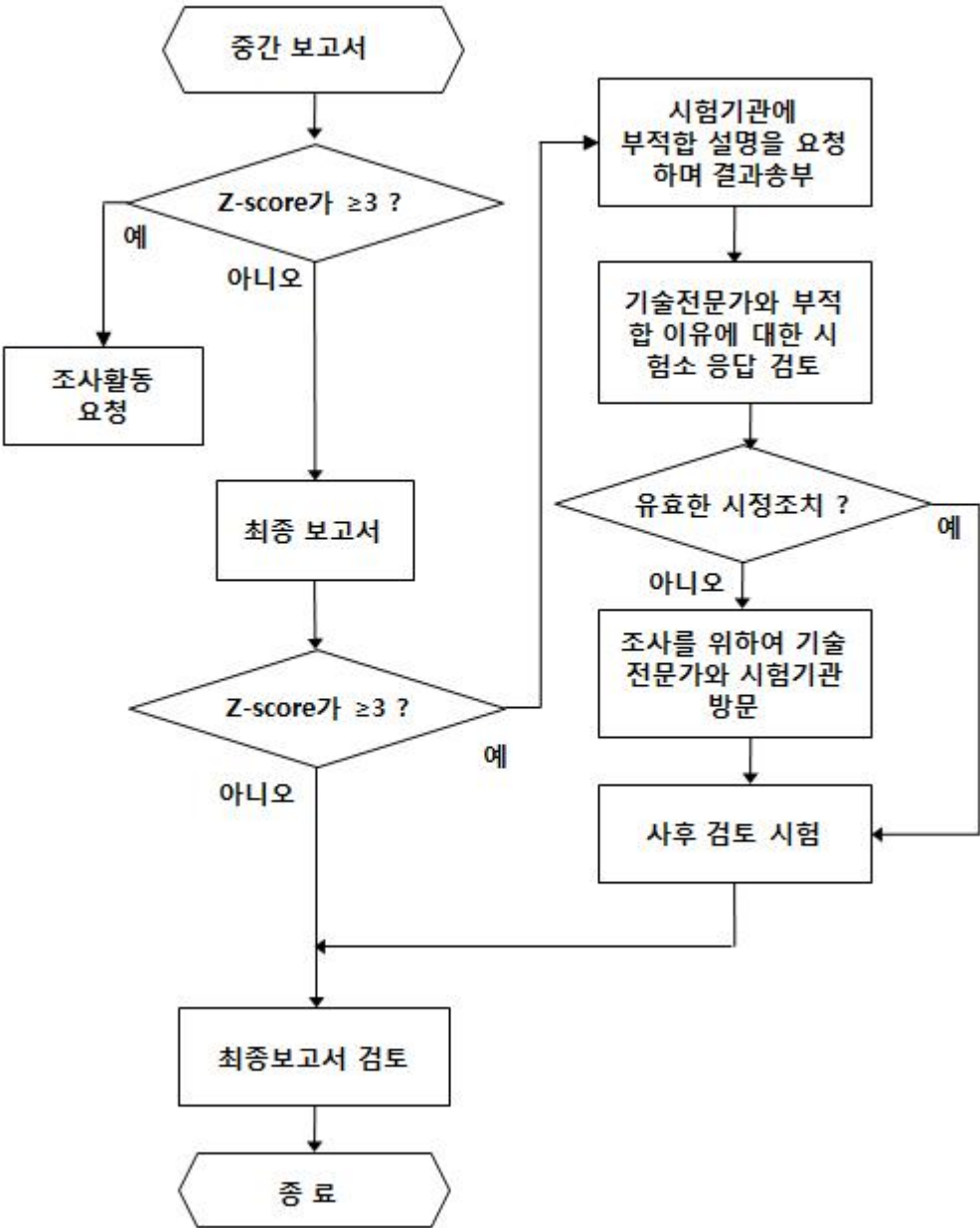


그림 2-4. 숙련도시험 결과에 대한 시정조치를 위한 흐름도

나. APLAC PT 006 Issue No. 2

이 문서는 시험, 교정 공인기관의 인정분야의 대분류별(Major sub-discipline)로서 숙련도 참가 횟수(Frequency)의 지표로 삼기 위함이다.

APLAC의 숙련도 참가 빈도는 ILAC-P9:2005에 근거를 두고 있으며 ILAC-P9의 최소 참가 횟수는 아래와 같다.

- 인정을 받기 전 1회 참가
- 인정분야별 대분류별 4년 내 1회

APLAC은 회원기구들의 정책에 따라 숙련도 참여 빈도의 기준이 달라질 수 있다는 것을 인식하고 있으며 이 문서는 시험기관들의 인정분야의 대분류별 일반적인 지침으로 활용하고 APLAC MRA 활동에 있어 인정기구와 평가사들에게 가이드를 주기 위함이다.

제 2절 국내외 숙련도시험 동향

1. 국내(KOLAS)의 숙련도시험

가. 시험 기준 및 시료

운영기준은 KOLAS-R-003 및 숙련도시험 운영기관 지정기준 및 지정절차(KOLAS-R-006)를 따른다. 2011년 실시한 전자파장해분야 숙련도시험에서는 33개의 KOLAS 공인시험기관이 참가하였으며, 시험방법 및 기술기준은 CISPR 16-2-1 및 CISPR 16-2-3에 따른다.

시험용 시료는 전도성방출의 경우 Comb generator(CGC-510)가 내장된 금속상자, 충전기 및 연결선으로 구성(스텝사이즈 100 kHz, 500 kHz 전환가능)되며, 복사성 방출의 경우 Comparison Noise Emitter(CNE V)로서 9 kHz~1 GHz 대역의 출력을 발생하며 금속상자, 안테나 및 9 V 전지 및 LISN adaptor로 구성된다. 시료의 안정성 평가를 위해 ISO 지침 35에 따른 회귀분석 방법에 의해 안정성 평가, 전도성방출 20개 측정 점과 복사성 방출 9개 측정 점에 대해 측정일 간에 유의성 있는 추세가 없는 것으로 확인하여 수행도 평가를 실시하였다.

나. 시험결과 평가를 위한 통계기법

측정결과의 통계분석을 위해 이상값의 영향을 최소화하는 설정값 산출방법인 KS Q ISO 13528의 로버스트 통계기법을 사용하였고, 숙련도시험 측정결과로부터 도출된 로버스트 표준편차는 상대적으로 작은 값이므로 참여기관의 피해를 최소화하기 위해 CISPR 16-4-2에서 제시한 측정 불확도를 활용하였다.

KS Q ISO 13528에 따라 시료의 안정성 불확도가 숙련도시험 표준편차의 0.3배 이상인 경우 시료의 안정성 불확도를 숙련도시험 표준편차에 합성하여 수행도평가에 반영하였다. z-score 산출은 설정값과 표준편차를 활용하였고, $z\text{-score}(z = \frac{x - X}{s})$ 로 수행도를 평가, 여기서 x 는 참여기관의 측정결과값, X 는 설정값(로버스트 평균) 및 s 는 숙련도시험 표준편차로서 CISPR 16-4-2의 표준불확도를 나타낸다.

2. 국외의 숙련도시험 동향

가. 미국(ACIL)

세계적으로 유일하게 전자과분야에 대한 숙련도시험은 미국의 ACIL((American Council of Independent Laboratories))에서만 시행되는 것으로 파악되고 있다. ACIL은 시험, 인증, 기술자문, 연구개발 등 독립적인 상용과학, 기술을 표방하는 기업들의 교류 협의체로서 1937년 ACCL(American Council of Commercial Laboratories)로 출범하여 현재 뉴욕에 사무실을 두고 ACIL로 법인화하였다.

ACIL은 EMC분야 숙련도시험을 위하여 ACE-PT INC.(ACIL CORPORATION FOR EMC PROFICIENCY TESTING INC.)라는 독립적인 법인을 설립하고 ILAC, APLAC에 MRA체결되어 있는 미국 인정기구인 A2LA(The American Association for Laboratory Accreditation)로부터 “ISO/IEC 17043: 2010”을 근거하여 숙련도시험 운영기관으로 인정받았다.

(1) ACE-PT 숙련도 프로그램

ACE-PT INC.에서 제공하는 숙련도프로그램은 IEC/ISO 17025와 ILAC-P9:11/2010의 요구사항을 만족하고 최신의 산업규격에 따라 시험이 실시되는 현재 세계 유일의 EMC분야 ISO/IEC 17043 인정 숙련도 프로그램을 운영하고 있다. 2012년 7월 2일 현재 ACE-PT INC.에서는 6가지의 EMC 관련 숙련도 시험 프로그램을 운영하고 있으며 조만간 군용규격인 MIL-STD-461F의 CE102 (10 kHz ~ 10 MHz), RE102 (10 kHz ~ 30 MHz) 숙련도 프로그램과 ANSI C63.10-2009의 Pulse Duty Cycle Correction Factor에 대한 숙련도 프로그램을 운영할 계획을 가지고 있다.

ACE-PT INC가 미국 내 시험기관들의 ISO 17025 인정을 위하여 현재 운영하고 있는 프로그램은 아래와 같다.

- ANSI C63.4-2003 (150 kHz ~ 1 GHz) Scheme
- ANSI C63.4-2003 (1 GHz ~ 18 GHz) Scheme

- ANSI C63.4-2009 (150 kHz ~ 1 GHz) Scheme
- ANSI C63.4-2009 (1 GHz ~ 18 GHz) Scheme
- CISPR 22:2008 / EN 55022: 2010 (150 kHz ~ 1 GHz) Scheme
- CISPR 22:2008 / EN 55022: 2010 (1 GHz ~ 6 GHz) Scheme

(가) CISPR 22:2008 / EN 55022: 2010 (150 kHz~1 GHz) Scheme

- 시험 항목
 - * Mains Terminal Conducted Disturbance (on the AC Neutral lead only) Quasi-peak 모드, 주파수 범위: 150 kHz to 30 MHz
 - * Radiated Disturbance Quasi-peak measurements at the 3 m distance, Horizontal Polarization, 주파수 범위: 30 MHz to 1000MHz.
 - * Radiated Disturbance Quasi-peak measurements at the 3 m distance, Vertical Polarization, 주파수 범위: 30 MHz to 1000 MHz.
 - * Radiated Disturbance Quasi-peak measurements at the 10 m distance, Horizontal Polarization, 주파수 범위: 30 MHz to 1000MHz
 - * Radiated Disturbance Quasi-peak measurements at the 10 m distance, Vertical Polarization, 주파수 범위: 30 MHz to 1000MHz.
- 측정 장비와 설비에 대한 요구사항
 - * 주요 요구사항
 - 시험장(OATS 또는 SAC)은 CISPR 22: 2008 / EN 55022: 2010의 10.4.2 절과 CISPR 16-1-4: 2007를 만족하는 NSA

Data.

- EPS(예, Styrofoam) Table 사용
- Standard (Non-Boresight Mast)사용
- ANSI C63.5: 2006으로 교정된 Antenna 사용

* 금지 사항

- Time Domain Receiver
- Foam Column 과 휴대폰 거치대
- ANSI C63.5: 1988 또는 1998 로 교정된 안테나
- Foresight Mast

- 숙련도시험 시료 (artefact)

YORK Comparison Noise Emitter CNE III (Broadband Noise source)

(나) CISPR 22:2008 / EN 55022: 2010 (1 - 6 GHz) Scheme

- 시험항목

- * Radiated Disturbance Peak measurements: 3m, Horizontal Pol.
- * Radiated Disturbance Average measurements: 3m, Horizontal Pol.
- * Radiated Disturbance Peak measurements: 3m, Vertical Pol.
- * Radiated Disturbance Average measurements: 3m, Vertical Pol.

- 측정 장비와 설비에 대한 요구사항

- * 주요 요구사항
 - 시험장(OATS 또는 SAC)은 CISPR 22: 2008 / EN 55022:

2010의 10.4.2 절과 CISPR 16-1-4: 2007를 만족하는 Svswr Data

- EPS(예, Styrofoam) Table 사용
- Standard (Non-Boresight Mast)사용
- ANSI C63.5: 2006으로 교정된 Antenna 사용

- 금지 사항

- Time Domain Receiver
- Wood table
- Foam Column 과 휴대폰 거치대
- ANSI C63.5: 1988 또는 1998 로 교정된 안테나
- Foresight Mast

- 숙련도시험 시료 (artefact)

WD Test Solutions Model EM-18(Spectrally-broadened comb generator)

나. 일본(VLAC)에서의 숙련도시험 프로그램

(1) 개요

시험기준은 ISO/IEC 17043(적합성 평가를 위한 숙련도시험에 대한 일반적인 요구사항)를 따르며 최근 6년간(2005. 7. ~ 2010. 3.) EMI 방사시험 및 전도시험에 총 165 개의 시험소가 참가하였다.

방사시험 측정에는 VHF-LISN을 통해 교류전압으로 동작하는 Comb Generator로부터 출력되는 전계강도를 3 m, 10 m에서 측정하였다. 또한, 시료의 안정성 검증을 위해 시료가 순환되기 전 후에 매월 출력레벨을 확인하고 순환 종료 시점에도 안정성 시험을 수행하였다. 전도시험 측정에는 의사전원네트워크를 통해 교류전압으로 동작하는 SMPS에서의 교란전압을 측정하였다.

표 2-1. VLAC의 비교속련도시험 현황

PT	기간	참가 시험소 수		방사시험 조건
		전도시험	방사시험	
1	2005. 7. ~ 2005. 12.	22	26	10 m
2	2006. 7. ~ 2006. 12.	31	31	3 m
3	2007. 7. ~ 2007. 12.	22	26	10 m
4	2007. 8. ~ 2008. 1.	15	16	10 m
5	2008. 7. ~ 2009. 3.	38	34	3 m
6	2009. 8. ~ 2010. 3.	38	32	10 m
합계		166	165	

표 2-2. VLAC의 시료특성

모델 번호	A	B
기본주파수	10 MHz	15.1 MHz
주파수 스텝	10 MHz	15.1 MHz
주파수 범위	10 MHz ~ 1 GHz	15 MHz ~ 1 GHz
동작전압	AC100 V ~ 240 V	AC100 V ~ 240 V

(2) 시험결과 평가 및 고려사항

특정한 10개의 주파수에 대해 수평 및 수직편파에 대한 방사시험 결과를 수합하여 평가기준인 ISO/IEC 17043와 APLAC PT-002에 의거한 Robust z-score를 산출하였다. 30 MHz ~ 300 MHz 주파수 범위에서 편차가 심한 6개의 주파수에 대한 표준 불확도와 확장 불확도를 추정하여 평가의 정확성을 기하였다.

다. 유럽의 극저주파 및 고주파 측정에 대한 시험소간 비교 숙련도시험

시험기준은 ILAC G13:2000 기준(숙련도시험기구의 제공자의 적합성 요구조건에 대한 지침)을 사용하였고 성능통계는 ISO 13528의 robust algorithm을 적용하였다. 시험기관의 결과값에 대한 설정값(robust mean, \hat{m})과 표준편차(robust standard deviation $\hat{\sigma}$)를 계산하여 $z = \frac{x - \hat{m}}{\hat{\sigma}}$ 로 수행도 평가를 실시하였다. 여기서 x 는 시험기관의 측정값, \hat{m} 은 robust mean, $\hat{\sigma}$ 는 robust standard deviation를 나타내며 $|z| \leq 2$: 만족, $2 < |z| < 3$: 경고, $|z| \geq 3$ 인 경우는 오류에 대한 시정 조치를 취하도록 하였다.

(1) 극저주파(ELF, Extremely Low Frequency)에 대한 비교 숙련도시험

(가) 개요

ICNIRP, 유럽연합 및 그리스 법령에 의하면 일반 거주지에서 동작주파수 50 Hz에 의해 발생된 전기 및 자계의 노출 기준 크기는 각각 5 kV/m 및 100 μ T이다. 이러한 기준을 만족하는 지를 확인하기 위해 전력계통의 여러 부분에서 ELF 측정이 요구, 관련 인증시험기관은 최소 4년마다 숙련도시험에 참가해야 하지만 ELF EMF 측정과 관련한 숙련도시험이 전무한 상태여서 ELF 비교숙련도 시험을 시도하였다.

(나) 측정절차

4개 참가기관(5개의 시험그룹)이 참여한 가운데 국립 아테네 기술 대학교 고전압시험실에서 두 단계로 시행하였다. 첫 번째 단계에서는 적정규모의 전력선(scale transmission line)에 5, 10, 15, 20 kV를 인가

하여 각 전압레벨에 의해 발생한 전계를 높이 $1.80 \text{ m} \pm 0.01$ 에서 broadband와 bandpass(50 Hz 주변) 대역에서 측정하였다. 두 번째 단계에서는 250, 500, 750, 1000 A가 흐르는 케이블에 의해 발생된 자계를 높이 $1.70 \pm 0.01 \text{ m}$ 에서 broadband와 bandpass(50 Hz 부근) 대역에서 측정하였다.

(다) 평가

평가 결과 모두 $|z| > 2$ 로 만족한 결과를 도출하였고 자계 측정의 경우 z-score의 부호가 변화되지 않는 일치성을 보였다. 전계의 경우 2개의 측정팀이 z-score의 부호가 변화하여 일치성에 차이를 보였으며 양호한 시험소는 z-score가 0 주변에서 약간 변화를 보였다. 반복적으로 동일한 부호의 z-score를 가지는 시험기관은 주파수 응답과 같은 측정장비의 기술적인 특성이나 교정 등 측정기법의 시스템적인 요소에 기인에 기인하는 것으로 분석되었다.

(2) 고주파(High Frequency)에 대한 비교속련도시험

(가) 개요

그리스 정부는 큰 복사전력으로 인해 발생할 수 있는 전자파 위해에 대해 일반 국민의 보호를 위한 이동전화 기지국과 방송용 안테나 시설지구 인근의 전자계 측정을 실시하였다. 관련 표준에서 정의되는 척도는 인체 노출 비율이며, 전자파에 대한 인체노출이 기준 레벨을 초과하는 지를 평가하기 위해서는 전체 노출비(total exposure ratio)를 사용

하였다. 노출비(ER, exposure ratio)
$$ER = \frac{E^2}{L_E^2} = \frac{H^2}{L_H^2}$$
로 주어지며 여

기서 $E(H)$ 는 주어진 주파수와 주어진 측정지점에서의 측정 전계(자계)의 평균값, $L_E(L_H)$ 는 해당 주파수에서의 전계(자계)에 대한 해당되는 기준레벨을 의미한다.

비교속련도시험은 그리스 원자에너지위원회가 주관하였으며 두 개의 지역에서 실시하였는데 인증 및 비인증 기관을 포함하여 전체 31개 기관이 참가하였다.

(나) 측정절차

첫 번째는 국가 과학기술센터단지 내에서 벤 차량에 설비된 이동통신기지국 주변 3곳의 전자계측정과 노출비의 계산(측정 시나리오1: GSM 주파수대역에서 송출되는 안테나, 측정 시나리오2: DCS 및 UMIT 주파수대역에서 송출되는 안테나) 하였다. 두 번째는 Ymittos산 안테나파크 지역에서 다수의 강력한 라디오 및 TV 안테나 부근 2곳의 전자계 측정과 노출비의 계산(측정 시나리오3)하였다. EN50492 등 표준에 따라 인체의 측정위치는 1.1 m, 1.5 m 및 1.7 m 높이에서 서있는 사람의 몸에 노출된 전자계를 측정하였다.

이러한 특별 프로그램의 실시 목적은 실제 상황을 고려하고 참가기관의 일상적 업무의 일환으로 사용한 장비 세팅과 조합 등 시험기관 전체 성능을 평가하기 위함이다.

(3) 평가

전체 측정 파라미터에 대해 $|z| > 2$ 로 평가된 측정 파라미터 수의 백 분율에 의한 집합 점수(aggregated score)로 평가하였다. 정규분포 $N(\mu, \sigma^2)$ 에 의한 변수는 $\mu \pm 2\sigma$ 구간에서 95%의 확률로 존재하고, $N(0, 1)$ 분포를 따르는 양호한 시험기관은 z-score가 ± 2 바깥에 놓일 확률이 5%이므로 백분율이 5%이하인 경우 만족한 것으로 평가되었다. 31개 참가시험기관 중에서 21개가 만족한 결과를 보였다.

제 3절 비교숙련도 프로그램의 국제기구 인정방안 마련

글로벌화가 가속화 되고 국가간 상호인정체제가 진행되면서 각 인정 기구들이 관리하는 기관들의 품질체계과 기술수준이 만족할 만한 위치에 있는지는 객관적으로 평가하는 대표적인 항목이 숙련도 시험이다. 전파연구원의 숙련도 시험이 국제기구의 인정을 받으려면 다음과 같은 2가지 방안이 있다.

첫 번째는 전파연구원의 주 시험분야인 방송통신기자재 등의 적합성평가부분에 대해 전파연구원을 국제인정기구인 ILAC이나 APLAC의 인정기구로 등록하여 국제기구에서 정해진 절차에 따라 숙련도시험을 실시하는 방법이다.

두 번째는 ILAC-G13에서 정의한 “숙련도시험 운영기관 지정절차”에 따라 전파연구원 내 전담기관이나 지정시험기관 협의체(예: 한국정보통신 시험기관협회: KOTTA) 등의 기관을 KOLAS의 숙련도시험 운영기관(Providers of Proficiency Testing Schemes)으로 등록하고 이를 통하여 숙련도시험을 실시하는 방법이다. 이 절에서는 위 2 가지 방법의 절차에 대해 기술하였다.

1. 전파연구원을 국제인정기구 등록

우리나라와 미국 정부사이에 체결된 자유무역협정(FTA) 중 제9장 “무역에 관한 기술장벽(TBT)”에서는 협정발효 후 대한민국 정부는 기 체결된 통신분야 상호인정협정 1단계를 2단계로 이행하기 위해 관련 법

령 개정안을 공표하도록 명기하고 있으며, 또한 전파법 제58조의 9는 전파법에 따른 적합성평가체계가 국제기준에 부합하도록 규정하고 있어 한-미 정부 간 자유무역협정의 차질 없는 이행과 법령에서 규정한 국제기준에 부합하는 적합성평가체계를 구축하여야 한다. 또 2012년 7월 1일부터 전기안전분야와 전자파분야에 대한 지식경제부와 방송통신위원회의 중복규제 분리가 시행됨에 따라 방송통신위원회가 관장하는 전자파분야 업무 전반에 대한 적합성평가체계 구축을 위해 방송통신기자재 등의 적합성평가기관 인정체계를 구축하여야 하며, 전파연구원에서는 현재 이 부분에 대한 고시를 제정하였다. 고시전문에는 KCAS 인정기관에 의해 적합성평가기관으로 인정하기 위한 공인인증기관, 공인시험기관, 공인교정검사기관에 대한 인증기준 및 절차를 기술하고 있다. 이 고시에 따르면 인정기구의 설치 및 운영에 대해 아래와 같은 절차로 진행하고 있다.

- 방송통신기자재등의 적합성평가기관에 대한 인정업무를 수행하는 한국방송통신인정기구(KCAS: Korea Communications Accreditation Scheme)를 국립전파연구원 내에 설치
- 국제기준에 따른 인정기구의 품질시스템을 갖추고 적합성평가기관 인정에 관한 인정기준을 마련
- 적합성평가 기관에 대한 공정하고 전문적인 인정업무 수행을 위해 산·학·연, 정부 전문가로 인정위원회를 구성 운영
- 인정기구의 인정심사 업무를 원활하게 수행하기 위해 전자파, 무선, 유선, 전자파흡수율 등의 전문분야에 지식과 경험을 갖춘 전문심사원 양성 및 등록

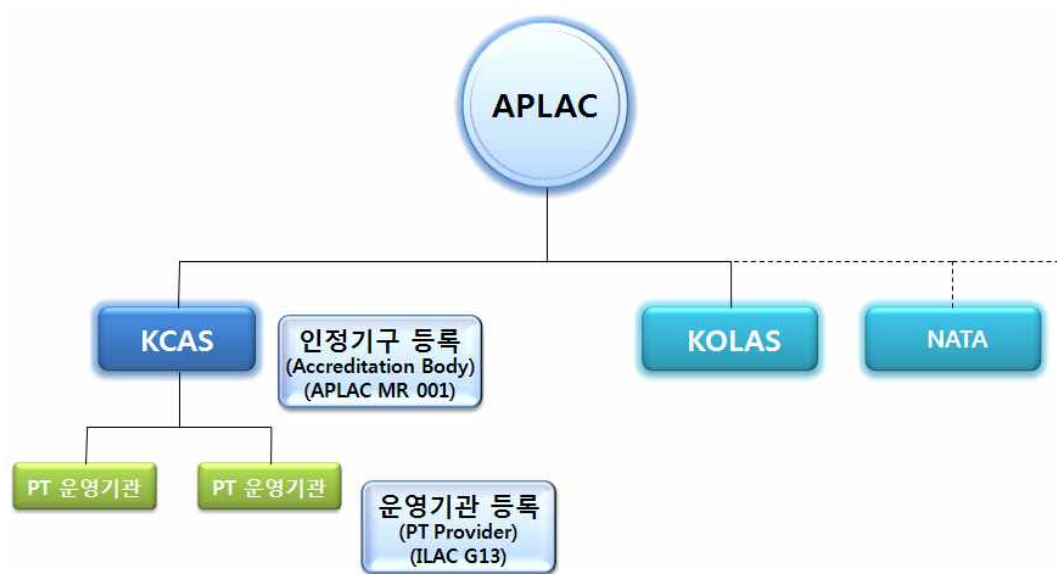


그림 2-5. APLAC가입에 의한 숙련도시험 운영기관 등록

이러한 내용으로 KCAS를 인정기구로 설치하고 국제적으로 시험 및 교정업무를 인정받기 위해서는 ILAC이나 APLAC에 등록하는 절차가 필요하며 이 절차는 APLAC MR 001(인정기구간 상호인정협정의 체결 및 유지를 위한 절차)에서 규정하고 있다. 이러한 절차는 전파연구소 연구보고서 2004-6 “MRA에 대비한 정보통신기기 인증제도 개선 방안 연구”와 RRL2007-PR14인 “지정시험기관 비교숙련도 수행지침 및 방법에 관한 연구”에 기술되어 있으며 이를 참조할 수 있다. KCAS가 인정기구로 등록할 경우 이의 공인기관들은 국제기준에 따라 숙련도시험을 의무적으로 실시하고 그 결과를 인정받을 수 있다.

2. KOLAS 숙련도 운영기관으로 등록

국제인정기구인 ILAC에서는 숙련도 시험을 운영하는 기구(Providers of Proficiency Testing Schemes)가 갖추어야 할 요구조건을

ILAC-G13에 규정하였다. 이 절차에는 일반사항을 비롯하여 경영요구사항, 기술적인 요구사항 등이 기술되어 있다. 이 요구서를 근간으로 한국 인정기구(KOLAS) 기술표준원 고시 문서인 “숙련도시험 운영기관 지정 기준 및 지정절차”(KOLAS-R-006: 2008)이 제정되었으며, 2012년 현재 “숙련도시험 운영기관 인정제도 운영요령”이 제정되어 있다.

일반사항에는 숙련도 시험 운영기관이 운영할 수 있는 범위에 대한 내용과 관련문서 및 용어에 대한 정의가 기술되어 있다. 숙련도 시험을 시행하는 범위와 마찬가지로 시험, 교정, 의료분야, 검사, 표준물질 생산 등에 대한 참고관련 문서들이 기술되어 있다.

경영요구사항에는 운영기관의 책임과 숙련도 시험에 영향을 미칠 수 있는 직원 및 책임자 등의 요구조건이 기술되어 있다. 이외에도 문서의 관리, 의뢰, 입찰 및 계약의 검토, 위탁계약 업무, 서비스 및 물품구매 등 숙련도 시험에 영향을 미칠 수 있는 업무처리절차에 대해서도 규정하고 있다. 숙련도 시험을 운영할 때 발생할 수 있는 고객에 대한 서비스, 불만사항, 부적합 활동의 관리, 개선 및 시정조치, 예방조치를 비롯하여 기록의 관리와 내부감사 경영검토에 대해서도 다루고 있다. 이러한 사항들은 인정기관 또는 인증기관들의 품질시스템과 유사한 체계를 유지한다.

기술적인 요구사항은 숙련도 시험을 운영하기 위한 방법 및 절차에 대해 기술하고 있는데, 이 부분은 향후 운영기관으로 등록하기 위해 상세히 알아야 하며, 전파연구원 자체적으로 숙련도 시험을 실시할 때도 참고해야 할 것으로 판단하여 KOLAS-R-006 : 2008을 참고하여 그 내용을 아래에 기술하였다.

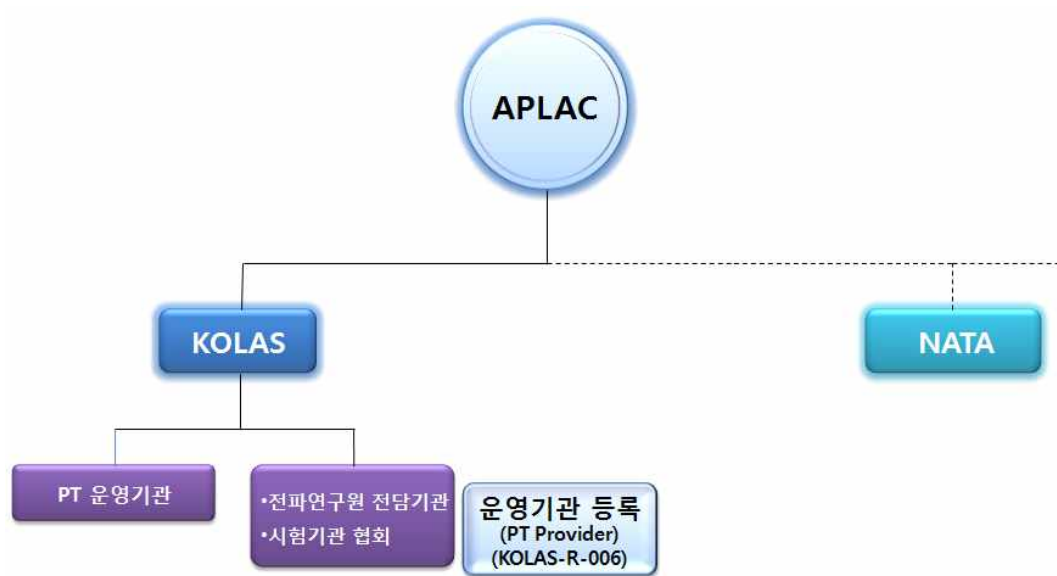


그림 2-6. KOLAS를 통한 숙련도시험 운영기관 등록

가. ILAC-G13의 기술적인 요구사항

원문과 비교하기 위하여 원문목차의 번호를 그대로 유지하였으며, 고시에서 국내 문서에 대한 부분은 원문에 나타난 것으로 수정하였다.

3.0 일반 사항

이 장은 운영기관 및 관련 위탁계약기관이 특정 유형의 숙련도시험 프로그램을 운영할 기술적 능력이 있음을 입증하기 위해 충족시켜야할 조건들을 규정한다.

3.1 직원

3.1.1 숙련도시험 프로그램의 주관 및 실시는 시험기관간 비교 그리

고 특정유형의 시험물에 대해 경험이 있는 운영기관만이 수행할 수 있다. 또한 운영기관 및 관련 위탁계약기관은, 예를 들어 특성값의 설정과 균질성 및 안정성 시험에서 결정되는 특성들에 대하여 측정능력을 보유해야 한다.

비고1 : 새로운 분야의 숙련도 시험의 경우, 어느 누구도 해당 분야에 대한 직접적인 숙련도 시험 경험이 없을 수 있다.

비고2 : 이러한 프로그램과 관련한 시험, 측정 또는 교정을 수행하는 운영기관의 시험소 또는 계약한 시험소에 대한 자격을 평가하는데 있어서, 적합한 시험, 교정 및/또는 측정에 대해 ISO/IEC 17025:2005 또는 ISO 15189:2003에 따른 시험소 인정을 이미 획득했으면 능력 입증에 위한 요건을 만족하게 될 것이다. 시험소가 인정을 획득하지 않은 경우, ISO/IEC 17025 또는 ISO 15189의 관련 요건에 적합하게 운영됨을 입증하여야 한다.

3.1.2 운영기관 및 위탁계약기관은 임무를 수행하는데 필요한 권한, 자원, 기술적 능력을 갖춘 경영 직원을 확보하여야 한다.

3.1.3 대상 특성의 측정(예를 들면, 숙련도 시험물의 균질성 및 안정성 결정과정에서) 및 참가자의 결과에 대한 통계적 처리는, 될 수 있으면 적합한 학력 자격과 관련 작업에 대한 경력 등 모든 측면에서 자격을 갖추고 기술적 능력이 있는 관리자가 수행하거나 동 관리자의 감독 하에서 이루어져야 한다.

3.1.4 운영기관의 관리자는 조직 내의 핵심위치에 필요한 최소한의 자격 및 경력 수준을 규정하여야 한다.

3.1.5 운영기관은 각자의 주어진 역할 수행에 필요한 교육, 훈련, 기술적 지식, 경험을 갖춘 직원을 충분히 보유하여야 한다.

3.1.6 운영기관은 측정, 장비 운영 및 기타 품질에 영향을 미치는 활동에 대한 적합한 작업 수행을 보장하기 위하여, 필요한 경우 직원이 추가 훈련을 받을 수 있도록 보장하여야 한다. 가능하면 객관적인 방법을 사용하여 훈련을 통한 능력의 획득을 평가하여야 한다.

비고 1 : 관련 세미나, 교육, 회의 및 컨퍼런스에의 참석을 포함한다.

비고 2 : 주기적인 직원의 재훈련 필요성을 고려하도록 한다. 직원의 훈련 및 재훈련 방침은 기술적인 변경사항을 고려하고, 지속적인 기능 향상에 목적을 두어야 한다.

3.1.7 운영기관은 각 직원이 받은 훈련의 최신 기록을 유지하여야 한다. 실시된 훈련의 효과성은 평가되어야 한다. 이러한 기록은 각 직원이 충분한 훈련을 받았고, 각각 부여된 업무에 대한 수행능력을 평가하였다는 증거를 제시하여야 한다.

3.2 시설 및 환경

3.2.1 운영기관은 시료수령, 취급, 숙련도시험물 제조, 보관, 배포 그리고 시료, 데이터, 의사소통 및 기록의 검색을 위한 시설을 포함한 숙련도시험의 구성을 위한 적절한 수용시설이 갖추어져 있음을 보장하여야 한다.

3.2.2 운영기관은 제공된 모든 시설이 안전하고, 보건안전요건에 적합하게 충족함을 보장하여야 한다. 적합한 경우, 장비와 작업장 시료 오염제거 관련 절차서가 있어야 한다.

비고 : 이러한 요건을 검사하기 위한 인정기관의 소관 밖이 될 수 있다 하더라도, 시설은 직원, 환경 그리고 조직과 관련한 모든 안전 요건(생물학적 안전성)을 충족해야 한다. 적절한 경우, 국가 또는 국제 요건이 적용되어야 한다.

3.2.3 각기 다른 활동이 똑같은 조건으로 실행되는 경우, 숙련도 시험물, 예를 들어 오염에 대한 잠재적인 역효과에 따른 활동을 적절하게 분리하는 것을 고려해야 한다.

3.2.4 잠정적으로 독성을 지니거나 위험한 모든 시료의 안전한 오염 제거와 폐기를 할 수 있는 시설을 보유해야 한다.

3.3 구성 및 설계 체계

3.3.1 기획

3.3.1.1 운영기관은 숙련도시험 프로그램의 품질에 직접적으로 영향을 미치는 프로세스를 파악하고 기획해야 하며, 프로그램을 규정된 절차에 따라 실시하여야 한다.

3.3.1.2 계획은 숙련도시험 프로그램을 시작하기 전에 합의되고 문서화되어야 하며, 통상 다음의 정보를 포함하여야 한다.

- 1) 숙련도시험 프로그램을 제공하는 기관의 명칭 및 주소
- 2) 프로그램의 설계와 운영에 관여하는 운영책임자 및 기타 인원의 이름, 주소 및 소속
- 3) 프로그램의 목표, 성격 및 목적
- 4) 해당되는 경우, 프로그램 참가자의 선정절차 또는 참가 이전에 충족시켜야 할 기준
- 5) 프로그램 제공에 참여하는 위탁계약기관(예를 들어, 시료채취, 시험물질 처리과정, 균질성 시험 및 특성값의 설정)들의 명칭 및 주소
- 6) 프로그램 참가 예상자의 수 및 유형
- 7) 설계시, 제공된 숙련도 시험분야와 관련하여 분석오류의 주요 원인을 고려한 숙련도시험물의 획득, 처리, 점검 및 배포 방식에

대한 기술

- 8) 참가자에게 미리 제공할 정보 내용 및 프로그램의 각 단계별 일정
- 9) 적합한 경우, 참가자가 시험을 실시하게 될 일자를 포함하여 프로그램의 예상 시작 및 목표일 또는 마감일
- 10) 진행 중인 프로그램의 경우, 숙련도시험물이 참가자에게 배포되는 주기 및 일자
- 11) 참가자가 시험이나 측정을 수행하는데 필요할 수 있는 방법이나 절차에 대한 정보(일반적으로는 그들의 일상적인 절차)
- 12) 설정값의 결정 및 이상값의 검색 기법을 포함하여, 사용될 통계분석의 개요
- 13) 참가자들에게 보내질 데이터 또는 정보에 대한 기술
- 14) 적합한 경우, 수행도 평가 기법의 원칙
- 15) 시험결과와 숙련도시험의 결과를 근거로 할 결론이 공개되는 정도에 대한 기술
- 16) 기준값의 출처 및 소급성

3.3.1.3 운영기관은 시험, 교정 또는 검사뿐만 아니라, 통계 관련 분야의 기술전문지식과 세부적인 경험에 대한 접근을 보장해야 한다. 예를 들어 이러한 사항은 명칭과는 상관없이 자문, 전문가 또는 운영위원회의 설립을 통해 진행될 수 있다.

3.3.1.4 타당하다면, 기술적인 전문의견은 다음과 같은 문제를 결정하기 위해 활용되어야 한다.

- 1) 숙련도시험물에 대하여 실시해야 할 가장 중요한 시험 또는 교정항목의 결정
- 2) 프로그램의 설계 (예를 들어, 숙련도시험물의 목적, 수, 배포빈도, 보고절차, 결과평가, 프로그램 유형)
- 3) 적합한 경우 선정 근거인 고려사항에 대한 간략한 기술과 함께,

- 숙련도시험물의 특성과 선정된 시험, 교정 또는 검사
- 4) 숙련도시험물에 대하여 예상되는 값의 범위
 - 5) 사용될 시험 또는 교정방법
 - 6) 적절한 숙련도시험재료 제공
 - 7) 균질한 숙련도시험재료의 준비 및 유지 또는 측정 가공물에 대한 안정적인 기준값의 제공에서 예상되는 어려움 해결
 - 8) 참가자를 위한 상세한 지시사항 작성
 - 9) 보고하여야 할 결과의 단위표기, 유효숫자 또는 소수자리를 포함한 참가자가 사용할 표준화된 보고양식 작성
 - 10) 참가자가 제기한 기술적 어려움 또는 기타 언급에 대한 의견
 - 11) 참가 시험기관의 기술적 능력 평가에 대한 자문 제공
 - 12) 참가자의 능력을 판정하기 위한 기준 확립
 - 13) 적절한 경우, 개별적인 참가자들의 수행도 및 참가자들의 전반적인 수행도에 관한 의견
 - 14) 요약보고서에 관한 기술적인 해설
 - 15) 개별적 또는 보고서 내에서 (기밀성의 한계 내에서의) 참여시험소를 위한 조례
 - 16) 참여 시험소로부터의 피드백 대응

3.3.2 숙련도시험물의 제조

3.3.2.1 운영기관은 숙련도시험물이 3.3.1항에서 기술된 계획과 일치함을 보장하기 위한 절차를 갖추고 자원을 제공하여야 한다.

비고 : 운영기관은 배포과정에서 손실 또는 손상되어 제공된 시료를 대체하기 위해, 또는 숙련도시험프로그램의 결과에 대한 평가가 끝난 이후의 사용을 목적으로 충분한 수의 숙련도시험물 제조를 고려해야 한다. 이는 참가자들을 위한 교육보조물질 또는 표준물질로의 사용을 포함한다.(표준물질생산기관의 자격요건은 ISO Guide 34에 세부적으로 기술되어 있다.)

3.3.2.2 운영기관은 적절한 습득, 취합, 취급, 보관 그리고 요구되는 경우, 모든 숙련도시험물의 폐기를 보장하기 위한 절차를 갖춰야 한다.

3.3.2.3 운영기관은 숙련도시험물이 특정 숙련도시험프로그램에 충분히 균질함을 입증할 수 있어야 한다.

비고1 : 상대적으로 비균질적인 시료가 잘 활용될 수 있고, 따라서 이를 고려한 특성값의 불확도가 제공된 숙련도시험시료를 여전히 활용 가능할 수 있다.

비고2 : 경우에 따라, 숙련도 시험물은 균질성과 안정성 시험에 적합하지 않다. 예를 들면, 숙련도시험물이 제한된 양의 활용 가능한 시료가 피시험자로부터 취급됨을 포함할 수 있다. 이러한 경우, 숙련도 시험운영기관은 숙련도 시험물을 취합, 포장, 배포하는데 적용되는 절차가 균질성과 안정성 또는 다른 형태의 정당성을 유지할 수 있는 것을 증명하기 위한 증거자료를 갖춰야 한다.

3.3.2.4 매트릭스 시험재료를 제조하는 경우에, 실행 가능한 경우, 동 시험재료는 측정프로세스를 가능한 한 근접하게 모사하기 위하여 일상적인 시험재료와 동일하거나 거의 동일한 매트릭스를 가지도록 한다.

비고 : 이러한 유사성을 확립하기 위한 규약의 예가 임상시험소표준 국가위원회 소관 CLSI/NCCLS EP-14A2에 주어져 있다.

3.3.2.5 숙련도 시험물을 제작하는데 사용되는 시료는 관련 법적/윤리 요건과 관련하여 확보되어야 한다.

비고 : 적용되는 경우에, 운영기관은 ISO 15189:2003의 부속서 C에서 언급되어 있는 것처럼 일반 윤리요건을 준수해야 한다. 일부 경우에 있어, 인체물질이 아닌 물질을 사용 하는 것이 가능할 수 있다; 예를 들어, 첨가 목적을 위한 재조합형 물질

3.3.3 균질성 및 안정성 시험

3.3.3.1 운영기관 또는 위탁계약기관은 시험재료의 균질성을 평가하기 위하여, 적합한 경우, 시험재료의 한 배치(batch)로부터 대표하는 수의 시료를 통계적으로 무작위 추출하여야 한다. 이 평가절차는 적용 가능한 경우, 수용가능한 통계적 설계에 따라 문서화되고, 실시되어야 한다.

3.3.3.2 균질성 평가는, 예를 들어 안정성 조사에서 덩어리 형태로 저장되어야 한다고 확인된 경우를 제외하고, 숙련도 시험물을 최종 형태로 포장한 후 참가자들에게 배포하기 전에 실시해야 한다. 어떤 경우에는 중간 균질성 점검이, 예를 들어 앰플에 봉입하기 전에, 필요할 수 있다.

비고 : 어떤 경우 균질성 시험을 실용적, 기술적, 또는 물류체계의 이유로 시료 배포 전에 실시하지 않을 수 있으나, 실시하지 않는 경우 혹은 시험 결과를 대조한 후 실시하는 경우에는 세심한 주의를 기울여야한다. 모든 경우에 있어서, 운영기관은 충분히 균질함을 보장하기 위한 절차를 문서화할 필요가 있다.

3.3.3.3 적절한 경우, 숙련도시험 프로그램에서 결정될 특성값은, 바람직하게 시료의 배포 전에 시료가 보관될 조건의 범위에 걸쳐, 주기적으로 측정하여야 한다.

3.3.3.4 숙련도 시험물은 보관 및 운송조건을 포함하여, 숙련도시험의 전 과정을 통하여 어떠한 중대한 변화도 일어나지 않을 것임을 확신할 수 있도록 충분히 안정함이 입증되어야 한다.

비고1 : 숙련도시험물이 장기간에 걸치는 숙련도시험프로그램에 사용될 경우에는, 시료의 성질에 따라 사용기간 중에 균질성 점검을 실시할 필요가 있을 수도 있다.

비고2 : 적당한 균질성과 안정성 기준은 이질성과 불안정성이 참가자의 결과 불확도와 그로 인한 참가자 결과에 대한 수락가능성 평가에 의거한 효과에 기초해야 한다.

3.3.4 통계적 설계

3.3.4.1 운영기관은 사용하는 통계적 모델 및 데이터 분석 기법을 그들을 선정한 사유의 기술과 함께 문서화하여야 하며, 규정된 절차에 따라 실시함을 보장하여야 한다.

비고 : 숙련도시험 데이터 처리에 일반적으로 사용되는 통계 절차의 세부사항이 별표 1에 주어져 있다.

3.3.4.2 숙련도시험 프로그램에 대한 적절한 통계적 설계는 필수적이다. 운영기관은 프로그램을 설계함에 있어서 다음사항을 신중히 검토하여야 한다.

- 1) 숙련도시험에서 각 측정량에 요구되거나 기대되는 정확도 또는 불확도(진도 및 정밀도)
- 2) 의미있는 평가를 진행하기 위한 프로그램 최소 참가기관 수
- 3) 시험되거나 측정될 숙련도시험물의 수와 각 숙련도시험물에 수행될 반복시험, 교정 또는 측정 수
- 4) 설정값 및 가능한 경우 각 측정량에 대한 불확도를 추정하는데 이용되는 절차
- 5) 통계적 이상값을 식별하고 취급하는데 사용되는 절차

- 6) 적절한 경우, 삭제(제거)값의 평가에 대한 통계절차
- 7) 적절한 경우, 숙련도시험재료의 균질성 및 안정성

비고1 : 1)에 대한 믿을만한 정보가 없을 경우, 정보를 획득하기 위하여 예비의 시험기관간 비교 시험을 실시할 필요가 있을 수 있다.

비고2 : 숙련도시험프로그램이 통계적으로 중요한 결과분석을 감안하기 위해 불충분한 수의 참여시험기관이 관여하는 경우, 프로그램 운영기관은 문서화해야 하고, 참가자에게 프로그램 데이터를 분석하는데 사용되는 세부적인 대안적 접근법을 제공해야 한다.

3.4 방법 또는 절차의 선정

3.4.1 일반적으로 프로그램 참가자들이 자체 시험기관에서 사용하는 일상적인 절차와 일관된 시험방법이나 교정, 측정절차를 사용하도록 허용하여야 한다. 어떤 상황에서는 프로그램 운영책임자는 참가자들이 지정된 방법을 사용하도록 지시할 수 있다.

3.4.2 참가자들에게 그들이 선택한 방법을 사용하도록 허용한 경우, 운영기관은 비교를 허용하여 다른 시험방법으로 확보된 결과에 대하여 코멘트 하는데 적용되는 절차와 관련된 방침을 갖춰야 한다. 운영책임자는 측정량에 대한 다른 시험방법이 기술적으로 동등하고, 따라서 이러한 방법을 적용한 참가자의 결과를 평가하기 위한 조치를 취하는지를 인지하여야 한다.

3.5 숙련도시험 프로그램의 실시

3.5.1 참가자들을 위한 지침서

3.5.1.1 운영기관은 샘플, 가공품 또는 기타 숙련도 시험물을 보내기

전에 샘플이 도착하거나 보낼 날짜를 제공하여 사전에 참가자에게 공지하여야 한다.

3.5.1.2 운영기관은 모든 참가자에게 문서화된 세부지침서를 제공하여야 한다. 그러한 지침에서는, 예를 들어 프로그램 프로토콜을 구성하는 일부분으로 포함될 수 있다.

3.5.1.3 참가자들을 위한 지침서에는 숙련도시험물의 시험 또는 교정에 영향을 미칠 수 있는 요인, 예를 들어 보관조건, 재료나 시험물의 특성, 선정된 시험방법이 프로그램을 제한하는지 여부, 시험 또는 측정시기 등에 대한 세부사항을 포함하여야 한다.

3.5.1.4 시험 또는 교정결과의 기록 및 보고 방식에 대한 세부지침은 측정단위, 유효숫자, 보고 원칙(예를 들어, ‘건조무게’ 또는 ‘접수상태’) 그리고 시험결과를 수령하는 마감일을 포함하여야 하나 이에 한정할 필요는 없다.

비고 : 시험결과 표현의 일관성과 통계처리의 용이함을 위하여, 때때로 표준화된 보고서 용지를 작성하여 참가지험기관에 배포하기도 한다. 그 보고서는 때때로 참가 시험기관의 일상적인 양식에 따른 시험 성적서도 제출하도록 요구하여, 보완되어지기도 한다.

3.5.1.5 프로그램 참가자들에게 숙련도 시험물을 대부분 일상적으로 시험된 시료와 같은 방식으로 취급하도록 지시하여야 한다.(이 원칙에서 벗어나도록 요구하는 숙련도시험의 특별요건이 없는 경우).

3.5.1.6 설정값은 결과를 대조해본 후까지 참가자에게 발표되어서는 안 된다. 분석과정을 용이하게 하기 위해 적절한 범위를 지침서에 포함할 수 있다.

부패하기 쉬운 재료가 포함된 것이거나, 숙련도 시험물이 참가자 사

이에 순환될 수 있는 일부 프로그램의 경우, 사전 또는 예상결과가 최종 결과가 발표되기 이전에 제공될 수도 있다.

비고 : 발생 가능한 오류에 대한 초기 검토가 가능하다.

3.5.2 시료 취급 및 보관

3.5.2.1 시험재료의 오염을 방지하기 위하여 운영기관 및 관련 위탁 계약기관은 제조시점으로부터 프로그램 참가자들에게 배포할 때까지, 오염 또는 분해를 야기하는 모든 화학물질이나 기타 재료로부터 모든 시험재료와 시험물을 식별·보존·격리하여야 한다.

3.5.2.2 운영기관 및 관련 위탁계약기관은 모든 숙련도 시험물의 적합한 포장을 보장하여야 하며, 제조에서 배포사이에 물품이나 재료의 손상이나 열화를 방지하기 위한 안전한 보관소 및/또는 저장실을 제공하여야 한다. 이러한 장소로의 반입이나 장소로부터의 반출을 승인하는 적절한 방법을 규정하여야 한다.

비고 : 균질한 시료에 불안정한 분석 대상물(예를 들어, 사료 속의 비타민)이 포함되거나, 안정한 분석 대상물(예를 들어, 다이옥신이나 PCB)이 저장 도중 분해되는 시료에 존재할 가능성이 있다.

3.5.2.3 적절한 경우, 열화 가능성을 탐지하기 위하여 보관 기간 중에 보관 또는 저장된 모든 숙련도 시험물 및 재료의 상태를 정해진 주기에 따라 평가하여야 한다.

3.5.3 포장, 라벨링 및 배포

3.5.3.1 운영기관은 해당 지역, 국가 및/또는 국제 안전 및 운반 규제에 대한 적합성을 보장하기 위하여 필요한 범위까지 포장 및 표시 프로세스를 관리하여야 한다.

비고 : 시료의 적당한 배포는 재료의 일부 유형, 예를 들어, 저온에서 계속 보관하여야 하는 시료 또는 X-선, 충격 또는 진동에 노출되어서는 안 되는 시료 등에서 심각한 문제를 나타낼 수 있다. 대부분의 화학 재료는 운반 중에 접할 수 있는 연료 증기 또는 엔진 배기가스와 같은 대기오염원에 의한 오염을 방지하기 위하여 밀폐 포장을 하는 것이 좋다.

3.5.3.2 참여 시험기관이 다른 참여자에게 숙련도시험물의 운송을 요구하는 프로그램의 경우, 참여 시험기관에게 운송을 위해 문서화된 지침서를 제공하여야 한다.

3.5.3.3 운영기관은 시료의 라벨이 개별단위의 숙련도 시험물 포장 위에 단단하게 부착되고, 숙련도시험라운드동안 읽을 수 있으며 본래대로 남아있도록 설계됨을 보장하여야 한다.

3.5.3.4 운영기관은 숙련도 시험물 전달확인을 하기 위한 절차를 갖추어야 한다.

3.6 데이터 분석 및 프로그램 결과의 해석

3.6.1 데이터 분석 및 기록

3.6.1.1 데이터 처리 장비는 모든 데이터의 입력 및 통계적 분석 요건에 적절하여야 하며, 시의 적절하고 유효한 결과를 제공할 수 있어야 한다.

3.6.1.2 운영기관은 데이터 처리 시스템의 효과적인 운영에 책임이 있는 직원을 임명하고, 숙련도시험 프로그램 운영에 대한 역할 및 책

임에 대하여 규정하여야 한다.

3.6.1.3 모든 데이터 처리 장비 및 시스템 소프트웨어는 적절히 유지되어야 하며, 사용 전에 문서화된 절차에 따라 유효성을 확인하여야 한다. 그러한 유지 및 작동상의 점검 결과는 기록되어야 한다. 소프트웨어 유지에는 백업제도 및 시스템복구계획을 포함시켜야 한다.

3.6.1.4 참가자로부터 받은 결과는 문서화된 적합한 통계절차에 따라 신속하게 기록하고 분석해야 한다. 데이터 기록의 유효성, 데이터 전송, 통계적 분석의 유효성을 확인할 수 있도록 절차를 수립하고 이행해야 한다. 데이터시트, 컴퓨터 백업파일, 출력물 및 그래프는 지정된 기간 동안 보관되어야 한다.

3.6.1.5 데이터 분석은 측정 및 수행도에 대한 요약 통계량과 숙련도시험의 통계모델과 목적에 일치되는 관련 정보를 산출하여야 한다.

3.6.1.6 통계적 이상값을 검색하기 위한 적절한 시험이나 로버스트 통계 기법을 사용하여, 요약 통계량에 대한 극단적인 결과의 영향을 최소화시켜야 한다.

3.6.1.7 운영기관은 통계적 평가에 적합하지 않을 수 있는 시험결과(예를 들어, 총계오류·실수·계산오류 및 치환)를 처리하기 위한 문서화된 기준 및 절차를 갖추어야 한다.

3.6.1.8 운영기관은 숙련도 시험물이, 예를 들어 탐지되지 않은 비균질성, 불안정성, 혹은 오염 등 때문에 배포되었거나 숙련도 평가에 부적절한 지를 판단하기 위한 문서화된 기준을 갖추어야 한다.
(3.3.2.3 참조)

3.6.2 수행도 평가

3.6.2.1 숙련도시험 프로그램 운영기관은 평가방법이 프로그램의 신뢰성 유지에 적합함을 보장할 책임이 있다. 그러한 방법은 모든 참가자에게 적용할 수 있게 또는 알려진 제한사항에 맞게 문서화되어야 하며, 평가가 이루어지는 근거에 대한 기술이 포함되어야 한다.

3.6.2.2 적합한 경우, 운영기관은 다음 사항과 관련한 참가자의 수행도에 대한 전문적인 의견을 제공하기 위하여, 통계학에 지식을 보유하고 있는 전문가를 포함할 수 있는 기술자문들의 협력을 얻어야 한다.

- 1) 적합한 경우, 측정불확도를 고려한 사전 기대값에 대한 총괄적 수행도
- 2) 시료 배포일정과 참여 시험기관에 의해 수행되는 측정 일정
- 3) 시험기관내 및 시험기관간 차이 그리고 이전의 유사한 프로그램 또는 발간된 정밀도 데이터와의 비교
- 4) 해당되는 경우, 방법 또는 절차사이의 변동
- 5) 가능한 오차의 원인(극단적인 결과에 대하여)과 수행도 향상을 위한 제안사항
- 6) 적합한 경우, 참여 시험소의 지속적인 개선절차의 일부로서 참가자에게 조언과 교육차원의 피드백
- 7) 일상적이지 않은 요인에 의해 결과의 평가와 수행도에 대한 의견이 불가능한 경우
- 8) 기타 제안사항, 권고사항 또는 일반적인 의견
- 9) 결론

비고1 : 특정 프로그램은 실시 도중 또는 완료 후에 주기적으로 참가자에게 개별 요약서를 제공하는 것이 유용할 수 있다. 여기에는

진행 중인 프로그램의 잇따른 단위 숙련도시험에 걸친 개별 시험기관의 수행도에 대한 최신 요약서가 포함될 수 있다. 필요하다면 이러한 요약서를 추가로 분석하여 경향을 강조할 수 있다.

비고2 : 다른 제조자의 장비 혹은 체외진단 프로그램의 경우, 결과는 똑같은 프로토콜에 따라 평가하여야 한다.

3.6.3 보고서

3.6.3.1 일반사항

숙련도시험 프로그램 보고서의 내용은 특정 프로그램의 목적에 따라 다양할 것이나, 각 보고서는 명확하고 종합적이어야 하며, 개별 참가자들의 수행도에 대한 지표와 함께 모든 참가자들이 제출한 결과 분포에 대한 데이터를 포함하여야 한다.

3.6.3.2 일반적으로 숙련도시험 프로그램 보고서에는 다음 정보가 포함되어야 한다:

- 1) 운영기관의 명칭 및 세부 연락처
 - 2) 프로그램 운영책임자의 이름 및 세부 연락처
- 비고 : 적합한 경우, 기타 이름과 세부 연락처는 위탁계약기관과 운영위원회 위원의 세부사항을 포함할 수 있다.
- 3) 보고서 발행 일자
 - 4) 페이지 번호 및 보고서 끝에 대한 명확한 표식
 - 5) 기밀유지에 대한 진술

- 6) 프로그램의 보고서 번호 및 명확한 식별
- 7) 사용된 시험물에 대한 명확한 설명, 적합한 경우, 숙련도 시험물 및 균질성시험과 안정성시험의 세부사항 포함
- 8) 시험기관의 참가코드 및 시험 결과
- 9) 설정값, 수용 가능한 결과의 범위 및 그래픽 표현을 포함한 통계 데이터와 요약
- 10) 설정값 수립 절차
- 11) 해당되는 경우, 설정값의 소급성 및 불확도에 대한 세부사항
- 12) 다른 참가자들(다른 참가자들이 서로 다른 방법을 사용한 경우)이 사용한 시험방법/절차에 대한 설정값 및 요약 통계량
- 13) 참가자의 수행도에 대한 운영기관과 기술자문의 의견(예를 들면, 프로그램 자문, 위원회 또는 전문가 그룹)
- 14) 프로그램의 설계 및 시행에 사용된 절차(프로그램 프로토콜의 현재 버전에 대한 참조를 포함할 수 있음)
- 15) 해당되는 경우, 데이터를 통계적으로 분석하는데 사용한 절차
- 16) 적합한 경우, 통계 분석의 해석에 대한 조언
- 17) 라운드 결과에 의거한 의견 혹은 권고사항

비고 : 정기적으로 운영되는 프로그램의 경우 좀더 간결한 보고서로도 충분할 수 있으며, 3.6.3.2에서 추천한 조항들의 많은 부분을 일상적인 보고서에서는 제외시킬 수 있으나, 프로그램의 프로토콜이나 주기적인 요약보고서에는 포함하며, 요청이 있을 경우 참가자에게 제공할 수 있다.

3.6.3.3 보고서는 정해진 기간 내에 참가자들이 활용할 수 있도록 하여야 한다. 장기적인 측정 비교 프로그램과 같은 프로그램에서는 기술적으로 가능하다면, 개별 참가자들에게 중간보고서를 발행하여야 한다.

비고 1 : 이상적으로는, 제공된 모든 원본 데이터를 모든 참가자들에게 제공하여야 하지만, 일부의 매우 광범위한 프로그램의 경우에는 이것이 불가능할 수 있다. 참가자는 적어도 모든 참가자들의 결과를 요약된 형식(예를 들어, 표 형식 또는 그래프 형식)으로 받을 수 있어야 한다.

비고2 : 운영기관은 발행시 프로그램 보고서의 어떤 데이터도 올바르게 활용되고 언급되기 위하여 발행된 모든 보고서의 저작권을 갖고 있어야 한다.

3.7 참가자들과의 의사소통

3.7.1 운영기관은 예상되는 참가자들에게 프로그램 참가 신청 방법에 대한 상세한 정보를, 예를 들어 프로그램의 프로토콜의 형식으로 제공하여야 한다. 여기에는 프로그램의 범위에 대한 세부사항, 참가비용, 참가 대상 시험기관에 대한 방침 등이 포함되어야 한다.

비고 : 참가자들과 차후의 의사소통은 주기적인 공개회의와 함께 편지, 소식지 및/또는 보고서 등을 통하여 이루어질 수 있다.

3.7.2 운영기관은 프로그램의 설계 또는 운영상의 변경사항에 대하여 참가자들에게 신속히 통보하여야 한다.

3.7.3 참가자들이 그들의 숙련도시험 프로그램에 대한 수행도 평가에 이의를 제기할 경우, 참가자가 운영기관에 문의를 할 수 있는 문서화된 절차를 갖추어야 한다. 이 절차에 대해 프로그램 참가자에게 전달해야 한다.

3.7.4 참가자들과 운영기관간의 모든 의사소통은 기밀이 보장되는 범위 내에서, 쉽게 접근할 수 있도록 기록되고, 파일링되어야 한다.

3.8 비밀 유지

3.8.1 일반적으로 숙련도시험 프로그램 참가자들의 신원은 비밀이 유지되어야 하며, 프로그램의 운영 및 평가에 참여하는 최소한의 수의 인원들에게만 공개하여야 한다.

3.8.2 참가자들이 운영기관에 제출하는 모든 정보는 비밀로 취급되어야 한다.

비고 : 참가자들은 수행도의 향상 등 토론 및 상호지원을 목적으로 프로그램 내에서 비밀 유지 원칙의 철회를 결정할 수 있다. 비밀유지는 규제 또는 인정의 목적으로 참가자들을 통해 철회될 수 있다. 대부분의 경우 숙련도시험 결과는 참가자들 자신이 직접 관련 당국

에 제시하여야 한다. 일부의 경우, 협의에 따라 관계 당국은 프로그램 운영책임자로 하여금 숙련도 결과를 직접 당국에 제출토록 요구할 수 있다. 후자의 경우에는 참가자들이 이 조치에 대해 알고 있어야 하며 이에 동의하여야 한다.

3.8.3 인정기구가 숙련도시험결과를 프로그램 운영책임자를 통해 직접 제공받을 것을 요구하면, 참가자들은 참가 이전에 합의됨을 인지하여야 한다.

3.8.4 예외적인 상황에서, 규제기관이 숙련도 시험결과를 프로그램 운영책임자를 통해 직접 제공받을 것을 요구하면, 참가자들은 서면으로 통보받아야 한다.

3.9 결과의 공모 및 위조

3.9.1 실행 가능한 경우, 숙련도시험 프로그램은 결과의 공모 및 위조 기회가 최소화될 수 있도록 설계되어야 한다.

비고 : 공모를 방지하기 위하여 운영기관은 합당한 모든 조치를 취하여야 하지만, 공모를 지양하는 것은 참가자들의 책임이라는 것을 인지해야 한다. 공모 및 위조는 비윤리적이고 전문적인 부정행위로 간주한다.

제 III장 평가시료의 안정성 시험 및 분석

이 장에서는 숙련도시험에서 고려되어야 할 시료의 안정성에 대해 기술한다. 즉, 주어진 시료가 주변온도와 공급전압에 대해 안정성을 가지는 지에 대해 분석하고, 안정성 분석기법에 대해 연구를 수행한다.

제 1절 평가시료의 선정 및 안정성 분석기법

1. 평가시료의 선정

숙련도시험에 사용될 시료의 선정기준은 ISO 지침 43 기준에 언급한 바와 같이 참가시험소에 의해 일상적으로 시험되는 품목과 유사한 것이어야 한다. 이는 시험절차 및 시스템 이해 등 접근이 용이한 품목을 선택함으로써 비교숙련도 시험성능의 향상을 꾀할 수 있다. 또한, 숙련도 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.

상기조건을 고려한 EMC분야 평가시료는 숙련도시험 운영위원회 회의에서 시료확보가 용이하고 시험결과의 변이성이 적은 시험항목으로 Comparison Noise Emitter(CNE V+)가 선정되었다. 또한, 유선분야 평가시료는 유선시험의 중요한 부분을 차지하고 비교가 가능한 시험항목인 호출신호 수신시 직류전류, 직류저항, 교류임피던스, 위해전압 등을 시험할 수 있는 시료를 설계 제작하였다.

2. 불확도를 고려한 시료의 안정성 평가기법

가. 개요

시료의 안정성 분석은 숙련도시험 전에 시료의 전기적인 특성과 시험 후의 전기적특성이 동일한 지를 검증하는 것으로 시험 전후에 시료의 모집단으로부터 구해진 각각의 분산과 평균값이 정해진 유의수준 내에 포함되는 지를 판단함으로써 이루어진다. 먼저 두 모집단의 분산이 동일한 지를 판단하기 위해서는 모집단의 분산비율에 해당하는 값을 사용하여 평가하는 F test가 사용되며 평균값이 동일한 지를 판단하기 위해서는 t test를 사용하여 평가한다.

이러한 기법은 측정값 모집단의 동일성 판정에 사용되는 분석기법으로서 사용되지만, 보다 정확한 안정도판정을 위해서는 계측시스템의 안정성과 측정자의 계측오차를 고려한 안정도평가기법의 도입이 필요하다. 이를 위해서는 전체적으로 측정불확도 기법을 도입하여 기준시료에 대한 불확도, 수신기 불확도, 측정시스템의 부정합에 의한 불확도 등을 포함하는 B형 불확도와 반복측정에 의한 A형 불확도 등을 고려하여 시료의 안정성을 평가하는 것이 타당한 것으로 판단된다.

나. 평가기법

측정불확도를 고려한 시료의 안정성(균일성) 판정절차는 다음과 같다.

(1) 두 모집단에 대해 각각 11개 이상의 표본값을 사용하여 귀무가설 (null hypothesis) $H_0: \mu_1 = \mu_2$ 를 설정한다. 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) 독립적으로 두 표본의 측정을 수행한다.

(3) 두 측정표본의 평균값 및 표준편차를 계산한다.

(4) 두 표본의 측정불확도(U_C)를 산출한다.

(5) t 시험값을 계산한다.

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{U_{C1}^2 + U_{C2}^2}}$$

(3-1)

여기서 \overline{X}_1 , \overline{X}_2 는 각 표본의 평균값을 의미하며, U_{C1} 은 첫 번째 표본의 합성불확도이고, U_{C2} 는 두 번째 표본의 합성불확도이다.

(6) 측정불확도를 적용함에 따라 합성표준불확도 U_C 는 자유도가 ∞ 인 정규화된 정규분포 $N(0, 1)$ 로 가정한다.

(7) 95%의 신뢰구간에서 정규분포인 경우 1.96이므로 (3-1)에서 계산한

t값이 $t \leq 1.96$ 인 경우 균일하다고 판정한다.

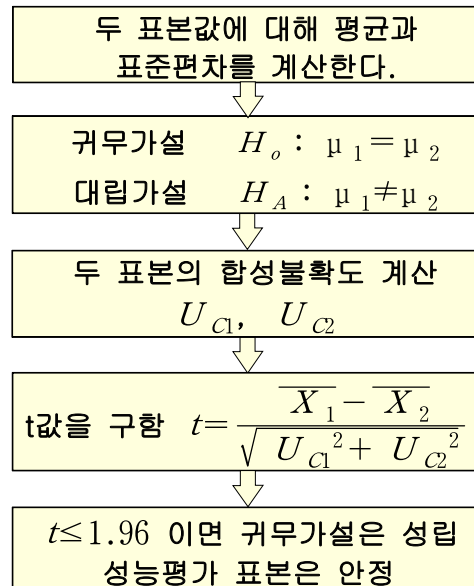


그림 3-1. 불확도를 고려한 안정도 평가기법

제 2절 EMC분야의 안정성 평가분석

EMC분야의 안정성평가는 숙련도 시험용 기준시료로 사용할 Comparison Noise Emitter(CNE V+)의 RF 출력레벨이 온도 및 공급전압 변화에 따라 안정한 지를 평가함으로써 시료의 안정성을 판단하고자 한다.

안정성 분석은 기준시료(CNE V+)에 공급되는 입력전압을 DC 9.2 V ~ 6.8 V로 가변시켜 입력전압 변동에 따른 출력레벨의 변화량과 항온조를 이용하여 0 ℃, 25 ℃ 및 35 ℃ 조건에서 온도변화에 따른 출력 레

벨의 변화량을 측정분석하고 측정불확도를 계산하여 안정도를 판정한다.

1. 시료의 제원

기준시료에 대한 제원을 표 3-1에 명시하였다.

표 3-1. CNE V+ (Comparison Noise Emitter)의 제원

구 분	내 용	비 고
모 델 명	CNE V+	120 mm × 120 mm × 41 mm, 0.53 kg(battery 제외)
제 조 자	York EMC Services Ltd.	
주파수 범위	9 kHz ~ 3.5 GHz	
사용전압	DC 9 V	1 × 9 V battery
안 테 나	Top loaded monopole (Broadband Noise)	o 30 MHz to 300 MHz(290 mm) o 200 MHz to 1 GHz(100 mm) o 1 GHz to 26.5 GHz(monocone)

2. 시료의 기본시험

가. 직접 연결 실험

온도 25℃ 공급전압 9 V에서 CNE V+가 정상적으로 동작하는 지를 확인하기 위해 CNE V+ 출력단자에 직접 연결하여 출력을 조사한 결과 150 kHz에서 약 -20 dBm, 1 GHz에서 -25 dBm, 3 GHz에서 -35 dBm 등 제조사 규격과 유사함을 확인하였다. 그림 3-2는 직접연결 시 출력특성을 나타낸다.

나. 방사시험

온도 25 ℃ 공급전압 9 V에서 CNE V+가 정상적으로 동작하는 지를 확인하기 위해 CNE V+의 방사시험을 수행하였다. 그림 3-4는 방사시험 결

과를 나타내는데 peak와 average 값이 제조사 규격과 유사함을 확인하였다.

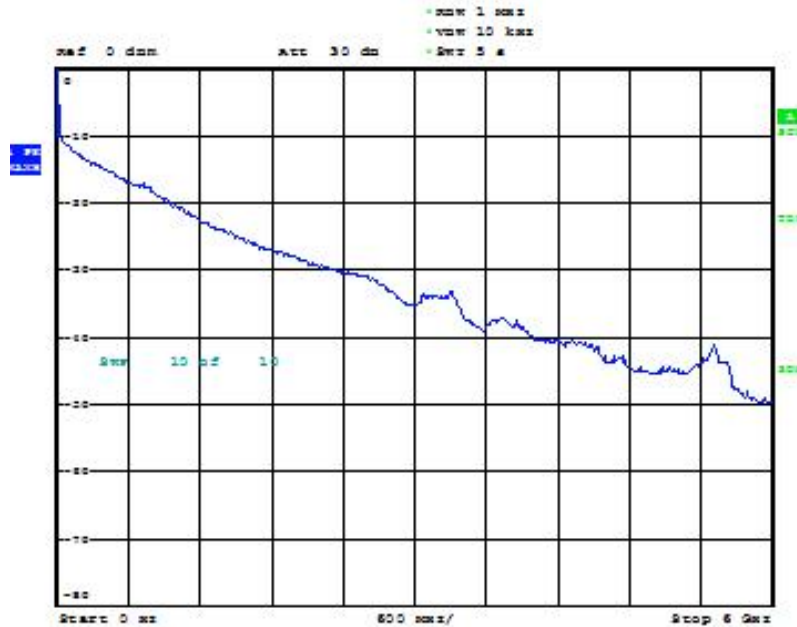


그림 3-2. 직접연결 시 출력특성

라. 동작 차단전압 확인 실험

CNE V+에 공급되는 전압을 9 V~6.7 V 까지 공급하여 출력을 확인한 결과, 6.7 V 이하는 전원 단락은 되지 않지만 노이즈 출력이 낮아짐을 알 수 있다.

숙련도시험에서는 CNE V+를 건전지를 전원으로 사용하기 때문에 시중에서 판매하는 3 가지 종류의 건전지를 사용하여 출력시험을 수행한 결과 부하를 걸지 않은 상태에서의 건전지 전압은 9.41 V~9.81 V, 부하를 연결한 경우는 7.51 V~9.22 V로 다양한 특성을 나타내었다.

이러한 결과로부터 CNE V+의 공급전압변동에 의한 출력특성을 시험하기 위해 공급전압을 9.2 V, 8.0 V 및 6.8 V로 선정하였다

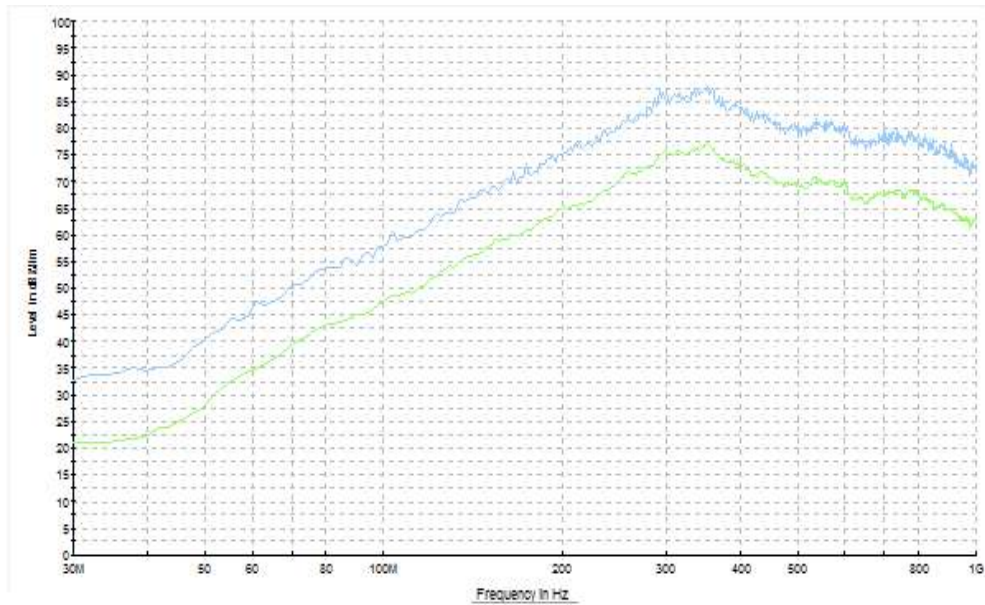


그림 3-3. 방사시험 1 GHz 이하 수평(1~3 m)

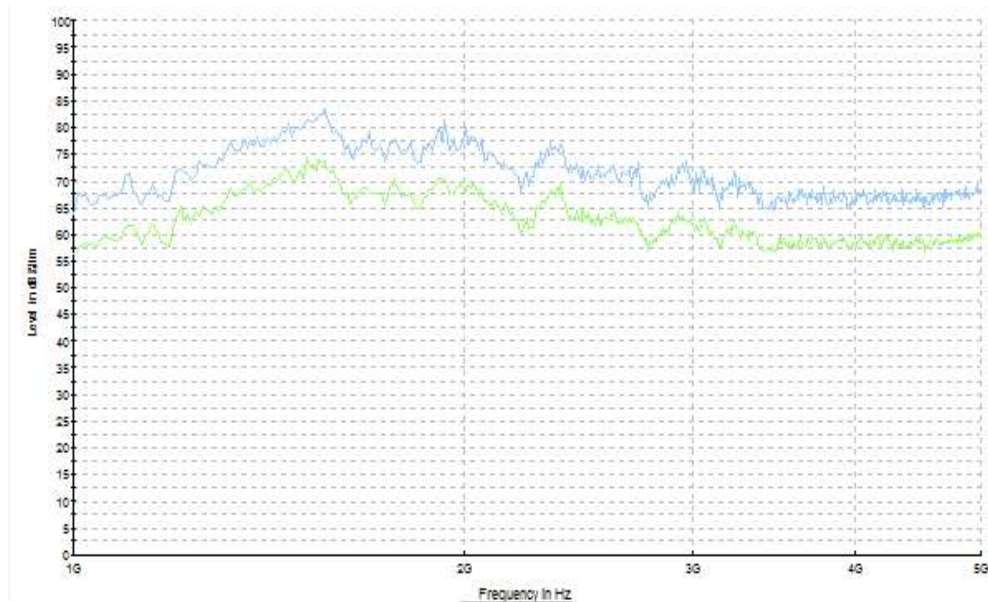


그림 3-4. 방사시험 1 GHz 이상 수평(1~2 m)

3. 입력전압 변화 및 온도변화에 따른 안정성시험

가. 입력전압 변화에 대한 안정성 시험수행절차

CNE V+의 공급전압에 따른 출력레벨의 균일성을 평가하기 위하여 공급전압을 9.2 V, 8.0 V 및 6.8 V로 변화시키면서 Quasi-peak 측정모드 및 Average 측정모드로 출력레벨을 측정하여 균일성 평가를 실시하였다. 세 가지 공급전압에 따른 상호 측정값이 동일한 특성을 보이는지를 평가하기 위해 9.2 V와 8.0 V, 9.2 V와 6.8 V 및 8.0 V와 6.8 V간에 출력레벨의 균일성을 평가하였다.

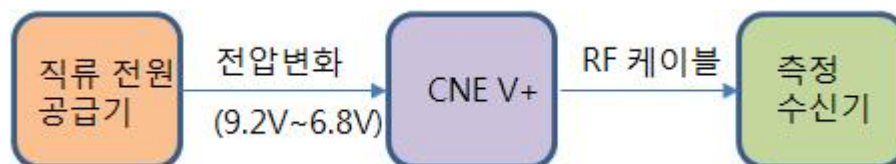


그림 3-5. 입력전압 변화에 대한 시료의 균일성시험 시험구성도

- (1) 그림 3-5와 같이 직류전원공급기를 CNE V+의 전원단자에 연결한다.
- (2) 1 m 동축케이블을 CNE V+의 RF출력단과 측정수신기의 입력 단에 연결한다.
- (3) CNE V+의 출력레벨을 고려하여 측정수신기의 Reference는 10 dBm (117 dB μ V) 이상으로 설정한다.
- (4) 과전압 입력으로 인한 CNE V+의 정전압회로 손상 방지를 위하여 CNE V+에 전원선을 연결하지 않은 상태에서 직류전원공급기를 측정하고자 하는 전압(9.2 V, 8.0 V, 6.8 V)에 세팅한다.
- (5) 직류전원공급기의 측정전압이 세팅되면 CNE V+에 전원선을 연결하고 CNE V+의 전원을 ON한다.
- (6) 각 입력전압에 대한 측정 주파수별 CNE V+의 출력레벨을 11 회 이상 측정하여 기록한다.
- (7) 측정주파수 및 전계강도 수신기 설정은 표 3-3과 같이 설정한다.

표 3-2. 입력전압 변동에 따른 전계강도수신기 측정모드

기준 시료	측정 주파수(MHz)		RBW	Measure Time	검파 모드	시험 전압 (V)
CNE V+	B대역	0.5, 3, 10, 15, 25, 29	9 kHz	1 sec	QP, Average	9.2 V, 8.0 V, 6.8 V
	C, D 대역	50, 120, 250, 400, 700, 900, 1000	120 kHz	1 sec	QP	
	1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400, 2600, 2800, 3000		1 MHz	1 sec	Peak, Average	

나. 온도변화에 따른 안정성 시험수행절차

CNE V+에 대해 온도변화에 따른 출력값의 안정성을 평가하기 위하여 항온조를 이용, 신호원의 주변 온도를 0 ℃, 25 ℃ 및 35 ℃로 변화시키면서 Peak, Quasi-peak 측정모드 및 Average 측정모드로 출력값을 측정하여 안정성평가를 실시하였다.

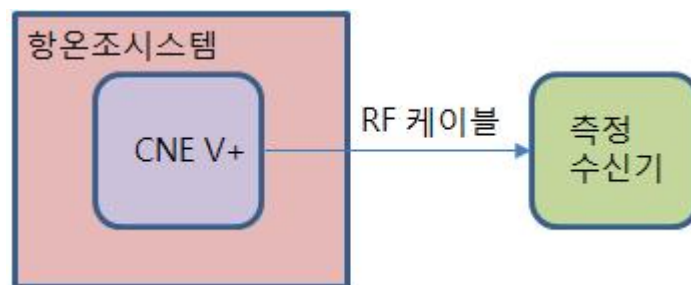


그림 3-6. 온도변화에 따른 시료의 안정성시험 구성도

- (1) 시험은 0 °C, 25 °C 및 35 °C 각각의 온도 조건에서 수행한다.
- (2) 정격전압 DC 9.2 V를 공급하여 CNE V+를 동작시킨 상태로 “(1)”항의 온도조건을 갖춘 항온항습 챔버에 넣고 1 시간동안 방치한다.
- (3) 1 m 동축케이블을 이용하여 CNE V+의 RF출력단과 측정수신기의 입력 단에 연결한다.
- (4) CNE V+ 출력 레벨을 고려하여 측정수신기의 Reference는 10 dBm(117 dB μ V) 이상으로 설정한다.
- (5) 각각의 온도조건에서 CNE V+ 출력 레벨을 11 회 이상 측정하여 기록한다.
- (6) 측정주파수 및 전계강도 수신기 설정은 표 3-4와 같이 설정한다.

표 3-3. 온도변화에 따른 전계강도수신기 측정모드

기준 시료	측정 주파수 (MHz)		RBW	Measure Time	검파모드
CNE V+	B대역	0.5, 3, 10, 15, 25, 29	9 kHz	1 sec	QP, Average
	C, D대역	50, 120, 250, 400, 700, 900, 1000	120 kHz	1 sec	QP
		1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400, 2600, 2800, 3000	1 MHz	1 sec	Peak, Average

3. 측정불확도 산출

기준시료와 입력전압 및 온도변화에 따른 출력레벨의 안정성 테스트 전 과정에 대한 수학적 모델을 선정하고, A type 및 B type의 측정 불확도를 산출한다.

가. 측정불확도 수학적 모델

측정시스템의 구성에 있어서 측정불확도 요인은 기준시료로 사용된 CNE V+ 불확도, 수신기 불확도, 측정시스템의 부정합에 의한 불확도 및 반복측정에 의한 A형 불확도가 존재하며, 측정전압 V 는 다음방정식 (3-2)과 같이 표현된다.

$$V = V_r + \Delta V_{RS} + \Delta V_{Receiver} + \Delta V_{Mis} \quad (3-2)$$

여기서, V_r 은 반복측정에 의한 측정평균값이고, ΔV_{RS} 는 기준시료

CNE V+ 안정성에 의한 보정값으로서 온도편차에 의한 전압 변동값 ΔV_T 및 입력전압편차에 의한 전압변동값 ΔV_V 의 합 $\Delta V_{RS} = \Delta V_T + \Delta V_V$ 이다.

$\Delta V_{Receiver}$ 는 EMI 측정용 수신기의 불확도에 의한 보정값으로서 정현파 전압 정확도 보정전압 ΔV_{RSW} , 펄스진폭반응 보정전압 ΔV_{RPA} 및 펄스반복률 보정전압 ΔV_{RPR} 의 합 $\Delta V_{Receiver} = \Delta V_{RSW} + \Delta V_{RPA} + \Delta V_{RPR}$ 이다. ΔV_{MS} 는 측정시스템의 부정합에 의한 전압 보정값이다.

나. 반복측정불확도(u_{vr})

그림 3-5와 같은 구성에서 25 °C, 9.2 V를 기준으로 11 회 측정한 데이터로 A형 불확도를 계산한다.

다. 기준시료 안정성 불확도($u_{\Delta VRS}$)

CNE V+의 온도와 전압에 대한 불확도는 "ETSI TR 100 028-1" 자료에 근거하여 계산한다.

표 3-4. 시험시료와 연관된 인자와 불확도

구분	평균	표준편차
온도 연관성	4.0 %/°C	1.2 % power/°C
공급전압 연관성	10 %/V	3 % power/V

주변 온도 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 에 대한 불확도는 다음 식으로부터 구한다. $u_{jconverted}$ 는 변환될 표준편차를 의미하고 A 와 u_{ja} 는 각각 영향 인자의 평균값과 표준편차를 나타낸다. power %를 dB 로 변환하기 위해서는 23으로 나누어야 한다.

$$u_{jconverted} = \sqrt{u_{j1}^2 (A^2 + u_{ja}^2)} \quad (3-3)$$

$$u_{jtemp\text{ uncert}} = \frac{\sqrt{\frac{(1\text{ }^{\circ}\text{C})^2}{3} \times ((4.0\%/^{\circ}\text{C})^2 + (1.2\%/^{\circ}\text{C})^2)}}{23} = 0.1dB \quad (3-4)$$

또한 공급전압 $V_{set} \pm 0.1V$ 에 대한 불확도는 다음 식으로부터 구한다.

$$u_{jply\text{ vol uncert}} = \frac{\sqrt{\frac{(0.1V)^2}{3} \times ((10.0\%/V)^2 + (3\%/V)^2)}}{23} = 0.026dB \quad (3-5)$$

라. 측정수신기 불확도($u_{\Delta V_{Receiver}}$)

측정수신기는 EMI 측정규격인 CISPR 16-1-1에 적합한 수신기로 측정하여야 하며 수신기의 불확도 요인은 CISPR 16-1-2에서 주어진 것처럼 정현파전압 정확도 $u_{\Delta V_{RSW}}$, 펄스진폭반응 불확도 $u_{\Delta V_{RPA}}$ 및 펄스 반복률 불확도 $u_{\Delta V_{RPR}}$ 의 RSS로 주어진다. 이 값들은 EMI 수신기의 교정 성적서에 주어진다.

마. 부정합에 의한 불확도($u_{\Delta VMis}$)

RF 시스템에서는 필연적으로 구성성분간의 부정합에 의한 반사가 일어나고 이에 의한 불확도 성분이 존재하게 된다. 부정합에 의한 불확도는 U자형 확률분포로 추정하고 dB단위로의 불확도 계산은 방정식 (3-6)에 의해 계산한다.

$$20\log_{10}(1 \pm |\Gamma_G||\Gamma_L|) \text{dB 또는 } 100\{(1 \pm |\Gamma_G||\Gamma_L|)^2 - 1\}\% \quad (3-6)$$

여기서, $|\Gamma_G|$, $|\Gamma_L|$ 는 각 구성장비 (여기서는 측정수신기, 기준시료 및 케이블)의 반사계수이며, 그림 3-2와 같은 구성에서는 부정합의 성분은 세 가지가 존재한다. 즉, 측정수신기-케이블, 측정수신기-기준시료 및 케이블-기준시료이다. 각 성분의 반사계수는 네트워크 분석기로 측정하거나, 장비의 매뉴얼 또는 교정 성적서를 이용할 수 있다.

바. 합성표준불확도(u_c) 및 확장불확도(U)

합성표준불확도 U_c 는 식 (3-2)에서 계산한 불확도를 RSS에 의하여 계산한다. 확장불확도는 $U = k u_c$ 이며 k 는 보상계수이며 95 %신뢰도에서 정규분포에 대해 2로 주어진다.

상기 식을 이용하여 온도변화 25℃에 대해 Quasi-Peak Mode, Average Mode 및 Peak 모드에 대해 불확도를 계산하여 표 3-5에서 표 3-8에 나타내었다.

표 3-5. Quasi-Peak 모드 불확도

QP Mode Uncertainty											
Freq. (MHz)	A Type	CNE		Mismatch(ΔV_{mis})			Receiver			Combined (dB) U_C	Expanded (dB) ($k=2$)
	V_r	ΔV_{CV}	ΔV_{CT}	CNE- Cable	Cable- Receiver	CNE- Receiver	Δ V_{RSW}	ΔV_{RPA}	ΔV_{RPR}		
0.5	0.063	0.13	0.157	-0.226	-0.010	-0.022	0.135	-0.719	0.670	0.610	1.22
3	0.027	0.13	0.157	-0.226	-0.005	-0.010	0.166	-0.711	0.670	0.606	1.21
10	0.026	0.13	0.157	-0.223	-0.005	-0.010	0.150	-0.540	0.670	0.542	1.08
15	0.019	0.13	0.157	-0.223	-0.008	-0.017	0.150	-0.517	0.670	0.534	1.07
25	0.016	0.13	0.157	-0.220	-0.015	-0.031	0.150	-0.472	0.670	0.520	1.04
29	0.019	0.13	0.157	-0.217	-0.018	-0.037	0.150	-0.454	0.670	0.514	1.03
50	0.015	0.13	0.157	-0.211	-0.020	-0.038	-0.093	-0.183	0.770	0.499	1.00
120	0.014	0.13	0.157	-0.192	-0.011	-0.019	-0.186	0.422	0.770	0.549	1.10
250	0.016	0.13	0.157	-0.172	-0.017	-0.026	-0.135	0.280	0.770	0.509	1.02
400	0.014	0.13	0.157	-0.162	-0.025	-0.037	-0.125	0.225	0.770	0.498	1.00
700	0.014	0.13	0.157	-0.100	-0.042	-0.039	-0.080	0.030	0.770	0.470	0.94
900	0.012	0.13	0.157	-0.189	-0.054	-0.094	-0.020	0.217	0.770	0.501	1.00
1000	0.016	0.13	0.157	-0.226	-0.059	-0.123	0.010	0.310	0.770	0.528	1.06

표 3-6. Peak 모드 불확도

PK Mode Uncertainty									
Freq. (MHz)	A Type	CNE		Mismatch(ΔV_{mis})			Receiver	Combined (dB) U_C	Expanded (dB) ($k=2$)
	V_r	ΔV_{CV}	ΔV_{CT}	CNE- Cable	Cable- Receiver	CNE- Receiver	ΔV_{RSW}		
1200	0.200	0.13	0.157	-0.298	-0.064	-0.176	-0.009	0.340	0.68
1400	0.099	0.13	0.157	-0.424	-0.069	-0.270	-0.008	0.390	0.78
1600	0.086	0.13	0.157	-0.429	-0.074	-0.293	-0.007	0.399	0.80
1800	0.099	0.13	0.157	-0.407	-0.079	-0.297	-0.006	0.392	0.78
2000	0.109	0.13	0.157	-0.316	-0.084	-0.246	-0.005	0.331	0.66
2200	0.113	0.13	0.157	-0.195	-0.084	-0.152	-0.004	0.247	0.49
2400	0.061	0.13	0.157	-0.280	-0.084	-0.218	-0.003	0.290	0.58
2600	0.139	0.13	0.157	-0.195	-0.084	-0.152	-0.002	0.259	0.52
2800	0.107	0.13	0.157	-0.195	-0.084	-0.152	-0.001	0.244	0.49
3000	0.107	0.13	0.157	-0.195	-0.068	-0.122	0.000	0.232	0.46

표 3-7. Average 모드 불확도(0.5MHz~29MHz)

AV Mode Uncertainty											
Freq. (MHz)	A Type	CNE		Mismatch(ΔV_{mis})			Receiver			Combined (dB) U_C	Expanded (dB) ($k=2$)
	V_r	ΔV_{CV}	ΔV_{CT}	CNE- Cable	Cable- Receiver	CNE- Receiver	Δ V_{RSW}	ΔV_{RPA}	ΔV_{RPR}		
0.5	0.041	0.13	0.157	-0.226	-0.010	-0.022	-0.027	-0.719	0.670	0.603	1.21
3	0.019	0.13	0.157	-0.226	-0.005	-0.010	0.016	-0.711	0.670	0.598	1.20
10	0.019	0.13	0.157	-0.223	-0.005	-0.010	0.000	-0.540	0.670	0.535	1.07
15	0.018	0.13	0.157	-0.223	-0.008	-0.017	-0.005	-0.517	0.670	0.527	1.05
25	0.016	0.13	0.157	-0.220	-0.015	-0.031	-0.015	-0.472	0.670	0.513	1.03
29	0.014	0.13	0.157	-0.217	-0.018	-0.037	-0.019	-0.454	0.670	0.507	1.01

표 3-8. Average 모드 불확도(1,200MHz~3,000MHz)

AV Mode Uncertainty									
Freq. (MHz)	A Type	CNE		Mismatch(ΔV_{mis})			Receiver	Combined (dB) U_C	Expanded (dB) ($k=2$)
	V_r	ΔV_{CV}	ΔV_{CT}	CNE- Cable	Cable- Receiver	CNE- Receiver	ΔV_{RSW}		
1200	0.014	0.13	0.157	-0.298	-0.064	-0.176	0.058	0.278	0.56
1400	0.009	0.13	0.157	-0.424	-0.069	-0.270	0.056	0.379	0.76
1600	0.009	0.13	0.157	-0.429	-0.074	-0.293	0.054	0.391	0.78
1800	0.012	0.13	0.157	-0.407	-0.079	-0.297	0.052	0.381	0.76
2000	0.012	0.13	0.157	-0.316	-0.084	-0.246	0.050	0.314	0.63
2200	0.009	0.13	0.157	-0.195	-0.084	-0.152	0.048	0.221	0.44
2400	0.009	0.13	0.157	-0.280	-0.084	-0.218	0.046	0.285	0.57
2600	0.009	0.13	0.157	-0.195	-0.084	-0.152	0.044	0.221	0.44
2800	0.000	0.13	0.157	-0.195	-0.084	-0.152	0.042	0.220	0.44
3000	0.014	0.13	0.157	-0.195	-0.068	-0.122	0.040	0.208	0.42

4. 안정도 판정

기준시료로 정한 CNE V+에 대해 입력전압 변경에 따른 출력레벨의 안정화 특성을 알아보기 위해 선정된 주파수에 대한 측정모드별 안정성 평가를 실시한 결과 표 3-9와 같이 균일한 것으로 판정되었다.

또한, 온도변화에 따른 출력레벨을 주어진 주파수에 대해 안정성 평가를 실시한 결과 표 3-10과 같이 2GHz이상의 Peak모드와 Average 모드에서 4개의 주파수에 대해 불안정성을 보였다. 이들 주파수는 1GHz의 방사시험에 해당하는 주파수로서 온도를 조절할 수 있는 챔버에서 측정되는 주파수이므로 실제 숙련도시험에서는 문제가 없다. 구체적인 분석결과는 부록 1과 2를 참조한다.

표 3-9. 기준시료의 전압변동에 대한 출력레벨의 안정성 평가

구분		안정성 판정	비고
공급전압 변화	Quasi-peak 측정모드	안정	
	Average 측정모드	안정	
	Peak 측정모드	안정	

표 3-10. 기준시료의 온도변동에 대한 출력레벨의 안정성 평가

구분		안정성 판정	비고
온도변화	Quasi-peak 측정모드	안정	
	Average 측정모드(MHz) [0.5, 3, 10, 15, 25, 29, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400]	안정	
	Average 측정모드(MHz) [2200, 2600, 2800, 3000]	불안정	
	Peak 측정모드(MHz) [1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 3000]	안정	
	Peak 측정모드(MHz) [2200, 2400, 2600, 2800]	불안정	

제 3절 유선분야의 안정성평가분석

유선분야 안정도시험은 전파연구소 고시 “단말장치 기술기준” 중에서 “전화용 설비에 접속되는 단말장치”를 시험기준으로 하여 온도 23℃~26℃, 습도는 39%~44%로 하여 위해전압, 직류저항, 호출신호 수신시 직류전류 및 호출신호 교류임피던스에 대해 안정성을 시험하였다.

1. 기준시료의 설계 및 제작

유선분야 숙련도시험에 대한 위해전압, 직류저항, 호출신호 수신시 직류전류, 호출신호 교류임피던스 시험항목을 측정하기 위한 시료를 설계 제작하였다.

표 3-11. 유선시료의 특성

시험항목	측정 범위	비 고
위해전압	10 V 이하	
직류저항	7 MΩ 이하	
호출신호 수신시 직류전류	1 mA 이하	
호출신호 교류임피던스	5 k 이상	

2. 시험항목별 안정성시험절차

위해전압, 직류저항, 호출신호 수신시 직류전류, 호출신호 교류임피던스의 시험항목에 대한 안정성 검증을 위해 기준시료를 이용 각 시험

항목별 1 일 11 회씩 시험을 수행하였다.

가. 위해전압

(1) 시험구성도

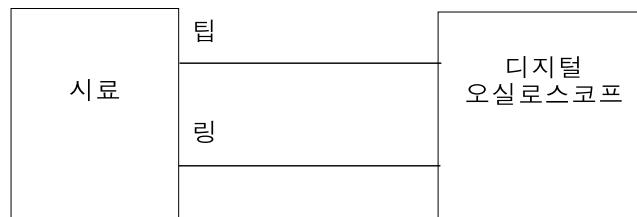


그림 3-7. 위해전압 시험회로도

(2) 시험절차

- (가) 그림 3-7의 오실로스코프를 팁과 링 단자에 연결한다.
- (나) 시료를 측정 상태로 한다.
- (다) 교류 전압을 관찰하여, 관찰된 전압이 첨두값 70 V를 초과하지 않을 경우, 최대 첨두값을 기록한다.

나. 직류저항

(1) 시험구성도

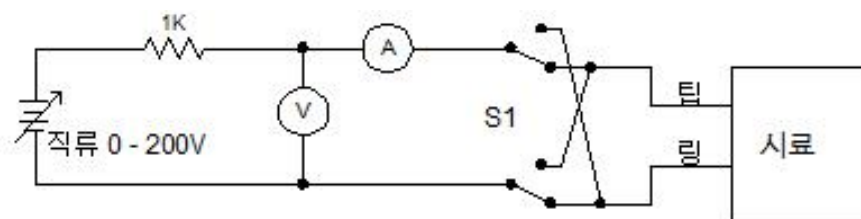


그림 3-8. 직류 저항 회로도

(2) 시험절차

시료는 정상상태 혹은 온 혹은 상태로 한다.

(가) 그림 3-8의 시험회로를 구성한다. 측정은 80 V만 측정한다.

(나) 전압을 1 Vdc로 하고 회로가 안정되게 한다.

(다) 전압을 천천히 80 V까지 증가시키며 그에 따른 전류를 관찰한다

(라) 만약, 위의 전압 범위에서 전류가 $0.2 \mu A$ 미만 이라면, 1V에서의 전류를 측정하고 기록한다.

(마) 과정(라)에서 기록된 어떠한 지점에 추가적으로 40 V에서의 전류를 측정하고 기록한다.

(바) 시험회로의 극성을 반대로 하여 과정(나)부터 (라)까지 반복한다.

(사) 전압인가 후 전류가 안정된 상태에서 측정 · 기록한다.

다. 호출 신호 수신시 직류전류

(1) 시험구성도

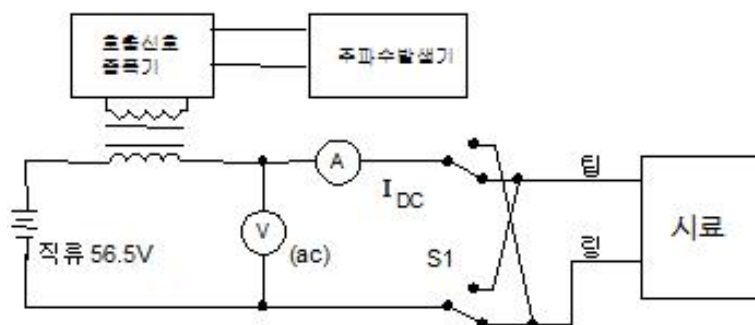


그림 3-9. 호출신호 수신시 직류전류 회로도

시료를 정상상태 혹은 온 혹 상태로 한다.

시료를 정상상태 혹은 온 혹 상태로 한다.

- 라. 호출신호 수신시 교류임피던스

그림 3-10. 호출신호 수신시 교류 임피던스 회로도

시료를 정상상태 혹은 온 혹 상태로 한다.

- 97 -

- (3) 80 V의 전압에서 교류 전류를 기록한다.
- (4) 시료의 교류 임피던스를 계산한다.
- (5) 전압인가 후 전류가 안정된 상태에서 측정·기록한다.

3. 측정 불확도 산출

기준시료의 안정성시험 전체 과정에 대한 수학적 모델을 선정하고, A Type 및 B Type의 측정불확도를 산출한다.

가. 위해전압

- (1) 측정 구성도

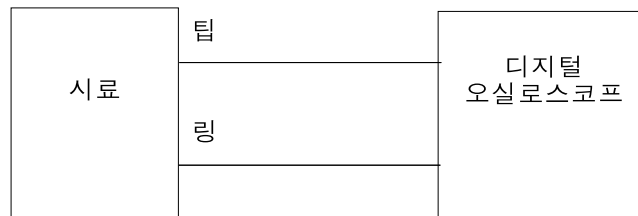


그림 3-11. 위해전압 시험회로도

- (2) 측정의 수학적 모델

$$V(x) = V_{io} + V_{iOC} \quad (3-7)$$

여기서, $V(x)$ 는 위해 전압, V_{io} 는 측정자 반복에 의한 불확도, V_{iOC} 는 오실로스코프 전압값의 불확도를 나타낸다.

(3) 측정불확도 요인

(가) 측정자 불확도

그림 3-11과 같은 구성에서 11 번 반복 측정하여 측정값을 다음과 같은 A형 불확도 산출 공식에 의하여 산출한다.

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N(N-1)}} \quad (3-8)$$

여기서, x_i 는 측정값, \bar{x} 는 측정 평균값, N은 측정 회수를 나타낸다.

(나) 오실로스코프 전압값에 대한 불확도

계측기의 전압에 대한 불확도는 교정 성적서에서 얻을 수 있으며, 직각분포로 추정한다.

나. 직류저항

(1) 측정 구성도

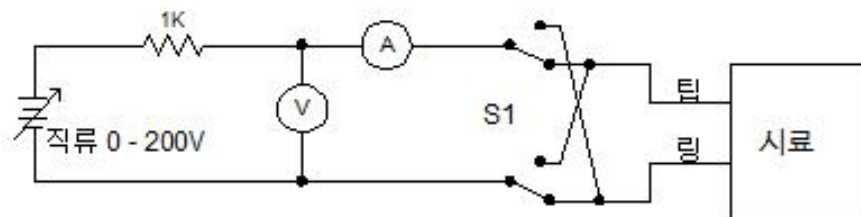


그림 3-12. 직류저항 시험 회로도

(2) 측정의 수학적 모델

$$I(x) = I_{io} + I_{iV} + I_{iM} + I_{iMR} \quad (3-9)$$

여기서, $I(x)$ 는 직류 전류, I_{io} 는 측정자 반복에 의한 불확도, I_{iV} 는 계측기 입력 공급 전원 변동에 따른 전류값의 불확도, I_{iM} 는 직류 전류 계측기의 전류에 대한 불확도, I_{iMR} 는 전류 계측기의 분해능에 따른 불확도를 나타낸다.

(3) 측정불확도 요인

(가) 측정자 불확도

그림 3-12와 같은 구성에서 11번 반복 측정하여 측정값을 식 (3-8)의 불확도 산출 공식에 의하여 산출한다.

(나) 계측기 입력 공급 전원 변동에 따른 전류값의 불확도

전원공급 계측기의 교정 성적서에서 얻을 수 있으며, 직각분포로 추정한다.

(다) 직류 전류 계측기의 전류에 대한 불확도

전류 계측기의 직류 전류에 대한 불확도는 교정 성적서에서 얻을 수 있으며, 직각분포로 추정한다.

(라) 전류 계측기의 분해능에 따른 불확도

전류 계측기의 분해능에 대한 불확도는 디지털 3자리이고, 이를 각 분포로 추정한다.

다. 호출신호 수신시 - 직류전류

(1) 측정 구성도

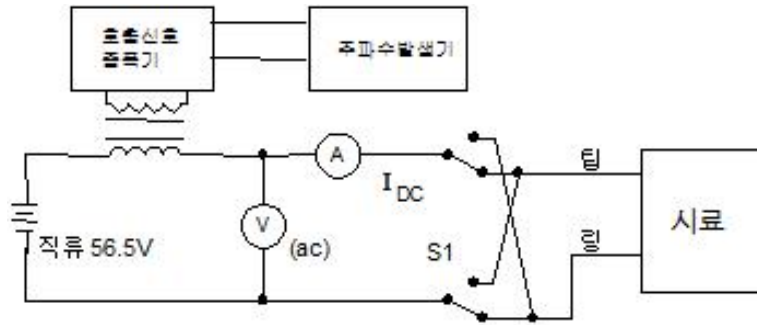


그림 3-13. 호출신호수신시 직류전류 회로구성도

(2) 측정의 수학적 모델

$$I(x) = I_{io} + I_{iDC} + I_{iAC} + I_{iF} + I_{iM} \quad (3-10)$$

여기서, $I(x)$ 는 직류 전류, I_{io} 는 측정자 반복에 의한 불확도, I_{iDC} 는 계측기 DC 전원 변동에 따른 전류값의 불확도, I_{iAC} 는 계측기 AC 전원 변동에 따른 전류값의 불확도, I_{iF} 는 계측기 주파수 변동에 따른 전류값의 불확도, I_{iM} 는 직류 전류 계측기의 전류에 대한 불확도, I_{iMR} 는 전류 계측기의 분해능에 따른 불확도를 나타낸다.

(3) 측정불확도 요인

(가) 측정자 반복에 의한 불확도

그림 3-13과 같은 구성에서 11번 반복 측정하여 측정값을 식 (3-8)의 불확도 산출 공식에 의하여 산출한다.

(나) 계측기 DC 전원 변동에 따른 전류값의 불확도

전원공급 계측기의 교정 성적서에서 얻을 수 있으며, 직각분포로 추정한다.

(다) 계측기 AC 전원 변동에 따른 전류값의 불확도

전류 계측기의 직류 전류에 대한 불확도는 교정 성적서에서 얻을 수 있으며, 직각분포로 추정한다.

(라) 계측기 주파수 변동에 따른 전류값의 불확도

전류 계측기의 분해능에 대한 불확도는 디지털 3자리이고, 이를 직각분포로 추정한다.

(마) 직류 전류 계측기의 전류에 대한 불확도

전류 계측기의 직류 전류에 대한 불확도는 교정 성적서에서 얻을 수 있으며, 직각분포로 추정한다.

(바) 전류 계측기의 분해능에 따른 불확도

전류 계측기의 분해능에 대한 불확도는 디지털 3자리이고, 이를 직각분포로 추정한다.

라. 호출 신호 수신시 - 교류 임피던스

(1) 측정 구성도

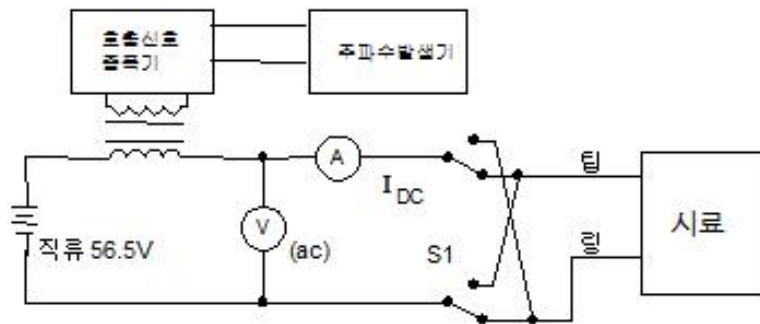


그림 3-14. 호출신호수신시 교류임피던스 회로구성도

(2) 측정의 수학적 모델

$$I(x) = I_{io} + I_{iAC} + I_{iF} + I_{iM} + I_{iMR} \quad (3-11)$$

여기서, $I(x)$ 는 직류 전류, I_{io} 는 측정자 반복에 의한 불확도, I_{iAC} 는 계측기 AC 전원 변동에 따른 전류값의 불확도, I_{iF} 는 계측기 주파수 변동에 따른 전류값의 불확도, I_{iM} 는 직류 전류 계측기의 전류에 대한 불확도, I_{iMR} 는 전류 계측기의 분해능에 따른 불확도를 나타낸다.

(3) 측정불확도 요인

(가) 측정자 반복에 의한 불확도

그림 3-14와 같은 구성에서 11 번 반복 측정하여 측정값을 식 (3-8)의 불확도 산출 공식에 의하여 산출한다.

(나) 계측기 AC 전원 변동에 따른 전류값의 불확도

전류 계측기의 직류 전류에 대한 불확도는 교정 성적서에서 얻을 수 있으며, 직각분포로 추정한다.

(다) 계측기 주파수 변동에 따른 전류값의 불확도

전류 계측기의 분해능에 대한 불확도는 디지털 3자리이고, 이를 직각분포로 추정한다.

(라) 직류 전류 계측기의 전류에 대한 불확도

전류 계측기의 직류 전류에 대한 불확도는 교정 성적서에서 얻을 수 있으며, 직각분포로 추정한다.

(마) 전류 계측기의 분해능에 따른 불확도

전류 계측기의 분해능에 대한 불확도는 디지털 3 자리이고, 이를 직각분포로 추정한다.

마. 측정불확도

(1) 위해전압

표 3-12. 위해전압 측정 불확도 총괄표

불확도 요인	불확도값	확률분포	표준불확도
측정자	0.075V	정규	0.00226V
오실로스코프 프로브 전압	0.200V	직각	0.11547V
오실로스코프 전압	0.020V	직각	0.01155V
합성불확도	0.1182V		
확장불확도	0.2365V		

(2) 직류저항

표 3-13. 직류저항 측정 불확도 총괄표

불확도 요인	불확도값	확률분포	표준불확도
측정자	0.04 μA	정규	0.012 μA
DC 입력 전압에 따른 전류	0.05 μA	직각	0.028 μA
전류 계측기의 전류	0.06 μA	직각	0.034 μA
전류 계측기의 분해능	0.05 μA	직각	0.028 μA
합성불확도	0.055 μA		
확장불확도	0.109 μA		

(3) 호출신호 수신시 - 직류전류

표 3-14. 호출신호 수신시 직류전류 측정 불확도 총괄표

불확도 요인	불확도값	확률분포	표준불확도
측정자	0.00040 mA	정규	0.0001 mA
DC 입력 전압에 따른 전류	0.00005 mA	직각	0.000029 mA
AC 입력 전압에 따른 전류	0.00005 mA	직각	0.000029 mA
주파수 변동에 따른 전류	0.00130 mA	직각	0.0007 mA
전류 계측기의 전류	0.00006 mA	직각	0.00003 mA
전류 계측기의 분해능	0.00005 mA	직각	0.000028 mA
합성불확도	0.0008 mA		
확장불확도	0.0015 mA		

(4) 호출신호 수신시 - 교류전류

표 3-15. 호출신호 수신시 교류 전류 측정불확도 총괄표

불확도 요인	불확도값	확률분포	표준불확도
측정자	0.0047 mA	정규	0.0014 mA
AC 입력 전압에 따른 전류	0.0185 mA	직각	0.010 mA
주파수 변동에 따른 전류	0.0405 mA	직각	0.023 mA
전류 계측기의 전류	0.014 mA	직각	0.008 mA
전류 계측기의 분해능	0.00005 mA	직각	0.000028 mA
합성불확도	0.027 mA		
확장불확도	0.054 mA		

4. 안정성 분석

설계 제작한 기준시료에 대해 위해전압, 직류저항, 호출신호 수신시 직류전류 및 호출신호 교류임피던스의 안정화 특성을 알아보기 위해 안정성평가를 실시한 결과 표 3-16과 같이 안정한 것으로 판정되었다. 구체적인 분석결과는 부록 4를 참조한다.

표 3-16. 기준시료의 시험항목별 안정성 평가

구분	안정성 판정	비고
위해전압	안정	o 적용 통계기법 - Student's two-sample t test + 측정불확도(Uncertainty)
직류저항	안정	
호출신호 수신시 직류전류	안정	
호출신호 교류임피던스	안정	

제 IV장 시험결과 데이터 유형별 통계처리 방법 분석 및 수행지침서 개발

이 장에서는 시험소간 비교에 의한 숙련도시험에 있어 국제적으로 사용되는 통계기법인 ISO 13528에 대해 분석하고, 시험기관의 성능을 평가하는 z -score를 계산하는 기법인 ISO 43(ISO 5725), 중위수(median)과 NIQR(Normalized Interquartile Range) 및 ISO 13528 기준을 상호 비교한다. 또한, EMC분야에 대한 숙련도 시험을 위해 국제기준을 만족하면서 시험능력을 판정하는데 요구되는 필수 시험항목만을 선택하였으며, 시험소별로 시험을 수행하였을 때 결과의 편차를 최소화할 수 있도록 시험절차를 단순화시켰다.

제 1절 ISO 13528에 대한 기준 분석

1. 숙련도시험에 대한 통계기법 사용절차

그림 4-1은 숙련도시험을 수행하여 시험기관의 수행도 평가를 위한 통계기법 적용 순서를 나타낸다.

먼저 안정도 및 균일성 판정기법을 사용하여 시료를 준비한다. 준비된 시료로부터 숙련도시험 전에 설정값과 불확도가 결정되는 지에 따라 적용하는 방법이 달라진다. 설정값과 불확도 두 값을 알고 있는 경우는 인증된 기준값이나 기준값을 적용하고, 모르는 경우는 참가시험기관이나 수준급에 있는 시험기관의 결과값을 적용한다. 설정값과 불확도를 모두 알고 있는 경우는 숙련도평가를 위해 숙련도시험 전에 표준편차를 결정하고, 모르는 경우 참가시험기관으로 얻어진 결과값을 이용하여 표준편차를 결정한다.

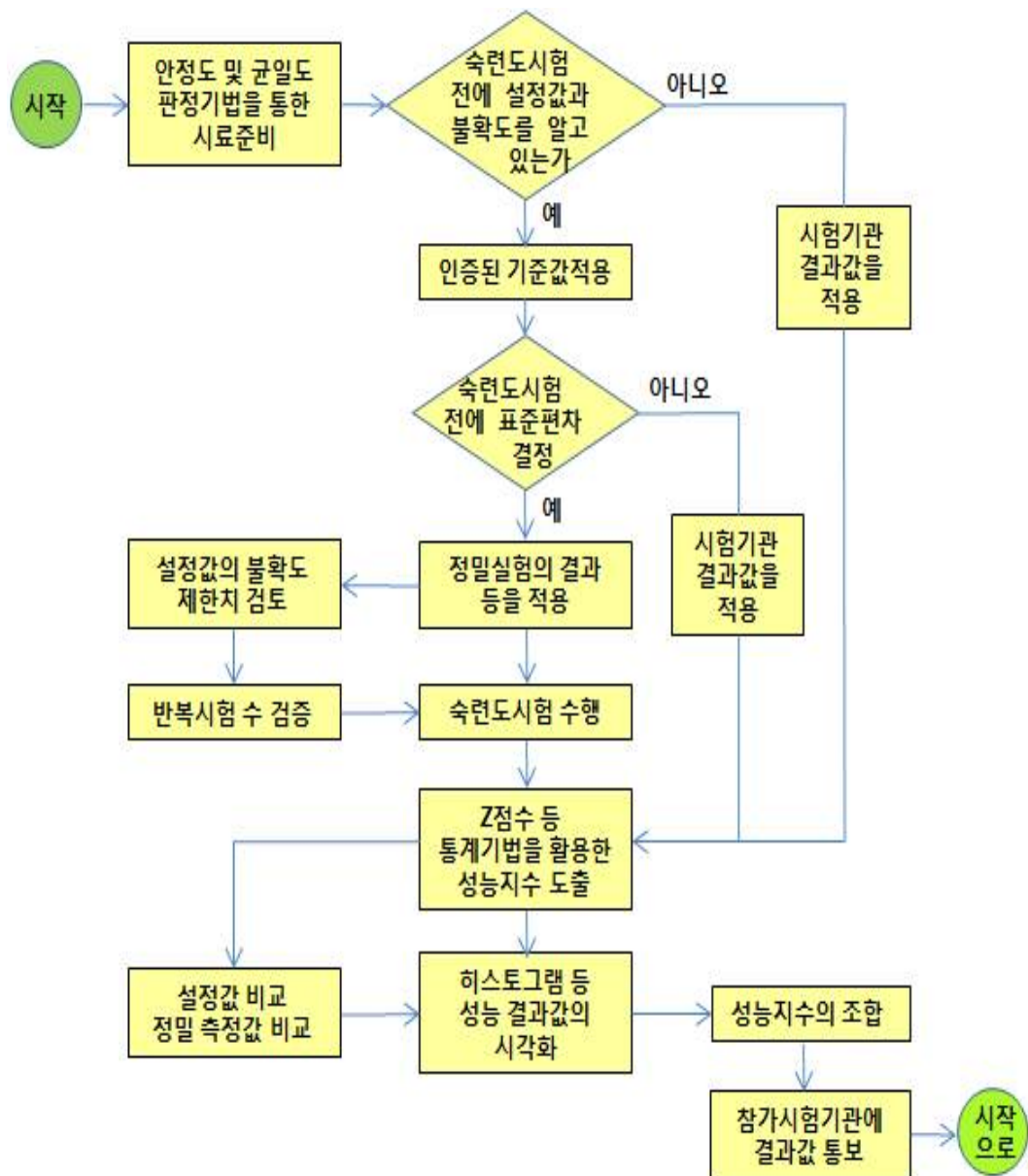


그림 4-1. 숙련도시험기관의 수행도평가를 위한 통계기법 적용순서

표준편차를 결정하기 위해 정밀실험 결과기법 등을 적용하여 $u_X \leq 0.3\hat{\sigma}$ 를 만족하는 지를 점검한다. 여기서 u_X 는 설정값 X 의 불확도, $\hat{\sigma}$ 는 참가기관의 결과값에 대한 표준편차를 나타낸다. 또한, 반복성 변이에 의한 영향을 줄이기 위한 반복 측정을 점검하여 $\frac{\sigma_r}{\sqrt{n}} \leq 0.3\hat{\sigma}$ 조건이 만족되는 지를 검토해야 한다. 여기서 σ_r 은 이전 시험소간 실험으로 확립된 반복성 표준편차이다.

다음은 숙련도시험 순회를 통해 참가시험기관으로부터 결과값을 받아 z 점수 등의 통계기법을 활용하여 수행도를 평가하고 성능점수를 시각화할 수 있는 히스토그램이나 bar-plot 등을 사용하여 표시하고 결과를 참가시험기관에 통보한다.

2. 설정값의 불확도 제한치와 반복시험 횟수 선택을 위한 지침

가. 설정값의 불확도 제한 지침

설정값(assigned value)을 결정하는 방법에는 인증된 기준값(certified reference value)이나 참가기관의 결과값으로 도출된 견실평균값(robust average)이 사용되어 질 수 있으며, 설정값의 불확도를 제한하는 지침은 설정값의 표준불확도 u_X 가 숙련도시험에서의 표준편차 $\hat{\sigma}$ 에 비해 너무 큰 값을 가지는 경우는 설정값의 부정확성 때문에 조치신호(action signal)나 경고신호(warning signal)를 참가시험기관에 통보하는데 무리가 있다. 이러한 이유로 인해 $u_X \leq 0.3\hat{\sigma}$ 인 경우 설정값의 불확도는 무시가능하고 숙련도시험의 분석에 포함시킬 필요가 없다. 여기서 u_X 는 설정값 X 의 불확도, $\hat{\sigma}$ 는 참가기관의 결과값에 대한 표준편

차를 나타낸다. 하지만 $u_X \leq 0.3\hat{\sigma}$ 조건을 만족하지 못하는 경우는 다음 조건을 고려해야 한다.

- (1) 설정값 결정방법에 대해 점검
- (2) 숙련도시험의 결과 해석(E_n 값이나 z' 점수)에 설정값의 불확도를 사용
- (3) 설정값의 불확도를 무시하지 못한다는 사실을 숙련도시험 참가기관에 알림

예를 들어, 설정값 X 가 11개 시험기관의 결과값들의 평균 \bar{x} 이고 표준편차 s 도 11개 기관의 결과값으로 결정되면 $\hat{\sigma}=s$ 이다. 첫 번째 근사화로서 설정값의 표준 불확도는 $u_X = \frac{s}{\sqrt{11}} = 0.3s$ 이므로 조건을 만족한다. 하지만, 참가시험기관이 11개 미만인 경우 이 조건을 만족하지 못하기 때문에 시료가 불안정하거나 균일하지 못하다는 결과를 초래한다.

나. 반복측정의 횟수를 선택하는 지침

숙련도시험에서 반복성(repeatability) 변이로 말미암아 시험소간의 바이어스(bias) 변이를 유발한다. 반복성 변이가 숙련도시험에 대한 표준편차와 비교해 너무 크면 숙련도시험 결과가 오차를 낼 여지가 있다. 이 경우 숙련도시험 순회과정에서 어느 한 시험기관은 큰 바이어스를 가질 수 있어서 이를 파악하는데 어려움을 가질 수 있다. 이러한 이유

로 $\frac{\sigma_r}{\sqrt{n}} \leq 0.3\hat{\sigma}$ 가 만족될 수 있도록 각 시험기관은 n 번의 반복 측정이 선택되어야 한다. 여기서 σ_r 은 이전 시험소간 실험으로 확립된 반복성 표준편차이다. 0.3으로 규정하는 것은 이러한 기준이 만족될 때 반복성 표준편차는 숙련도시험에 대한 표준편차의 약 10%를 넘지 않는다는 것이다. 또한, 모든 시험기관은 동일한 수의 반복측정을 수행해야 한다. 만약 기준조건을 만족시키지 못하면 반복 횟수를 증가시키고 결과 해석에 주의를 기울여야 한다.

이 접근법은 시험기관들이 일반적으로 유사한 반복성을 가진다는 사실인데, 이렇지 못한 경우도 생길 수 있다. 이 경우 숙련도시험 담당자는 전형적인 반복성 표준편차를 이용하여 반복측정 횟수 n 을 고정시켜야 한다. 그런 후에 각 시험기관은 자체 반복성 표준편차가 $\frac{\sigma_r}{\sqrt{n}} \leq 0.3\hat{\sigma}$ 를 만족하는 지를 점검해야 한다. 만약 이 조건을 만족하지 못하면 측정절차를 변경해야 한다.

3. 설정값과 설정값의 표준편차 결정

설정값을 결정하는 방법은 여러 가지가 있지만 참가시험기관의 수가 제한적인 경우는 결과값의 수가 적어서 설정값을 결정하는데 애로사항이 있을 수 있다. 여기서는 몇 가지 설정값을 결정하는 기법과 이들의 견실 평균값과 표준편차를 구하는 방법에 대해 언급한다.

가. 설정값의 결정

(1) 인증된 기준값(Certified reference values)

숙련도시험에 사용될 시료가 인증된(certified) 기준시료이면 인증된 기준시료는 설정값 X 로 사용될 수 있다. 인증된 기준시료가 시험시료로 사용될 때 설정값의 표준불확도는 인증서에 제공된 불확도 정보로부터 유도될 수 있다

(2) 기준값(Reference values)

시험기관에 지급될 기준시료들로 사용될 시료들을 준비하여 그 중 무작위로 몇 개의 샘플을 뽑아서 한 시험기관에서 인증된 기준시료와 비교 시험한다. 시험시료의 설정값은 인증된 기준시료 대비 교정으로 부터 유도된다. 이 경우 표준불확도는 시험결과값과 인증된 기준시료의 불확도로부터 유도된다. 이 기법은 인증된 기준시료의 소급성이 보장되는 모든 시험기관에게 인증된 기준시료를 배포할 필요가 없어서 비용면에서 유리하다.

(3) 전문시험기관으로부터의 합의값(Consensus values)

기준값을 활용한 설정값 선정 기법과 마찬가지로 시험기관에 지급될 기준시료로 사용될 시료들을 준비하여 그 중 무작위로 몇 개의 샘플을 뽑아서 몇 개의 전문시험기관에서 분석한다. 대안으로서는 몇 개의 전문시험기관들이 다른 시험기관과 같이 숙련도시험에 참가하고 전문시

험기관의 결과값으로부터 설정값과 불확도를 유도하는 방법이다. 설정값은 다음 항에서 언급될 견실 평균값이나 표준편차로부터 계산된다. 각 전문시험기관들이 결과값 x_i 와 표준불확도 u_i 를 나타낼 때 설정값 X 는 견실 평균값 기법에 의해 구해지고 설정값 X 의 표준 불확도는 다음 식으로 추정한다.

$$u_X = \frac{1.25}{p} \times \sqrt{\sum_{i=1}^p u_i^2} \quad (4-1)$$

전문시험기관들이 표준불확도를 보고하지 않거나 불확도가 독립적으로 유효하지 않게 되는 경우는 다음 항에서 기술하는 참가시험기관으로부터의 합의값에 의한 설정값 결정 기법으로 구하면 된다.

(4) 참가시험기관으로부터의 합의값(Consensus values)

숙련도시험에 참가한 모든 시험기관들로부터 보고된 결과값의 견실 평균값을 활용하여 설정값을 결정하는 기법이다. 이 경우 설정값의 표준불확도 u_X 는 다음 식으로 추정한다.

$$u_X = 1.25 \times \frac{s^*}{\sqrt{p}} \quad (4-2)$$

여기서 s^* 는 견실 평균값을 구하는 방법에 의해 산출된 결과의 표준편차, p 는 참가시험기관의 수를 의미한다.

나. 견실(robust) 평균값과 표준편차

(1) 견실 평균값의 계산

p 개의 측정값을 올림차순으로 식 (4-3)과 같이 정리한다.

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_p \quad (4-3)$$

x^* 와 s^* 를 각각 견실 평균값 및 표준 편차라고 하고 다음을 계산한다.

$$x^* = x_i \text{의 } median \quad (i = 1, 2, \dots, p) \quad (4-4)$$

$$s^* = 1.483 \times (|x_i - x^*| \text{의 } median) \quad (4-5)$$

x^* 와 s^* 를 다음과 같이 업데이트한다. 먼저 다음을 계산한다.

$$\delta = 1.5s^* \quad (4-6)$$

각 $x_i (i = 1, 2, \dots, p)$ 에 대해 다음 식을 계산한다.

$$x_i^* = \begin{pmatrix} x^* - \delta, & \text{if } x_i < x^* - \delta \\ x^* + \delta, & \text{if } x_i > x^* + \delta \\ x_i, & \text{otherwise} \end{pmatrix} \quad (4-7)$$

새로운 x^* 와 s^* 를 다음과 같이 계산한다.

$$x^* = \sum \frac{x_i^*}{p} \quad (4-8)$$

$$s^* = 1.134 \sqrt{\frac{(x_i^* - x^*)^2}{p-1}} \quad (4-9)$$

이러한 방식으로 수렴할 때 까지 반복 계산하여 견실 x^* 와 s^* 를 계산한다. 수렴정도는 소수점 3째 자리까지 값의 변화가 없으면 수렴한 것으로 본다.

(2) 견실 표준편차의 계산

p 개의 표준편차를 올림차순으로 식 (4-10)과 같이 정리한다.

$$w_1, w_2, w_3, \dots, w_i, \dots, w_p \quad (4-10)$$

w^* 를 견실 pooled 값이라 하고 각 w_i 의 자유도를 ν (w_i 가 n 번 시험결과의 표준편차일 때 $\nu = n - 1$)라고 한다. 아래의 표를 이용하여 ξ 와 η 를 값을 얻는다. w^* 의 초기값을 다음과 같이 계산한다.

$$w^* = w_i \text{의 median} \quad (i = 1, 2, \dots, p) \quad (4-11)$$

w^* 를 다음과 같이 업데이트한다. 먼저 다음을 계산한다.

$$\psi = \eta \times w^* \quad (4-12)$$

각 $w_i (i = 1, 2, \dots, p)$ 에 대해 다음 식을 계산한다.

$$w_i^* = \begin{cases} \psi, & \text{if } w_i > \psi \\ w_i & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4-13)$$

새로운 w^* 를 다음과 같이 계산한다.

$$w^* = \xi \times \sqrt{\frac{\sum (w_i^*)^2}{p}} \quad (4-14)$$

이러한 방식으로 수렴할 때 까지 반복 계산하여 견실 w^* 를 계산한다. 수렴정도는 소수점 3째 자리까지 값의 변화가 없으면 수렴한 것으로 본다.

표 4-1. 견실분석을 위한 요소

자유도 ν	제한값 η	조정값 ξ
1	1.645	1.097
2	1.517	1.054
3	1.444	1.039
4	1.395	1.032
5	1.359	1.027
6	1.332	1.024
7	1.310	1.021
8	1.292	1.019
9	1.277	1.018
10	1.264	1.017

4. 숙련도 평가를 위한 표준편차의 결정

가. 분산 해석

그림 4-2와 같이 시험기관간 비교프로그램에 있어서 시험기관들은 주어진 시료에 대해 여러 번의 반복 시험을 수행한다. 주어진 시료가 다른 시험기관에서 시험되어지는 경우 결과 변이 특성은 시험기관내의 변이(within-laboratory variation)와 시험기관간의 변이(between-laboratory variation)의 조합으로 이루어진다.

$$y = m + B + e \quad (4-15)$$

여기서 m 은 결과값의 평균을 의미하고 B 는 반복성조건하에서 시험기관의 바이어스 성분이며 e 는 측정 시 일어나는 무작위 변이를 의미한다.

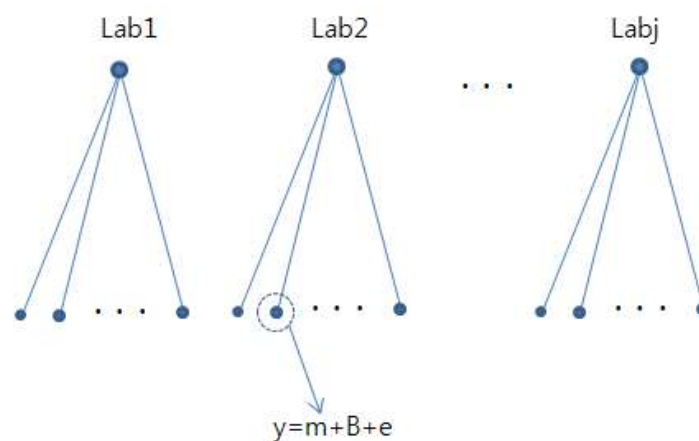


그림 4-2. 시험기관의 반복 시험 결과값

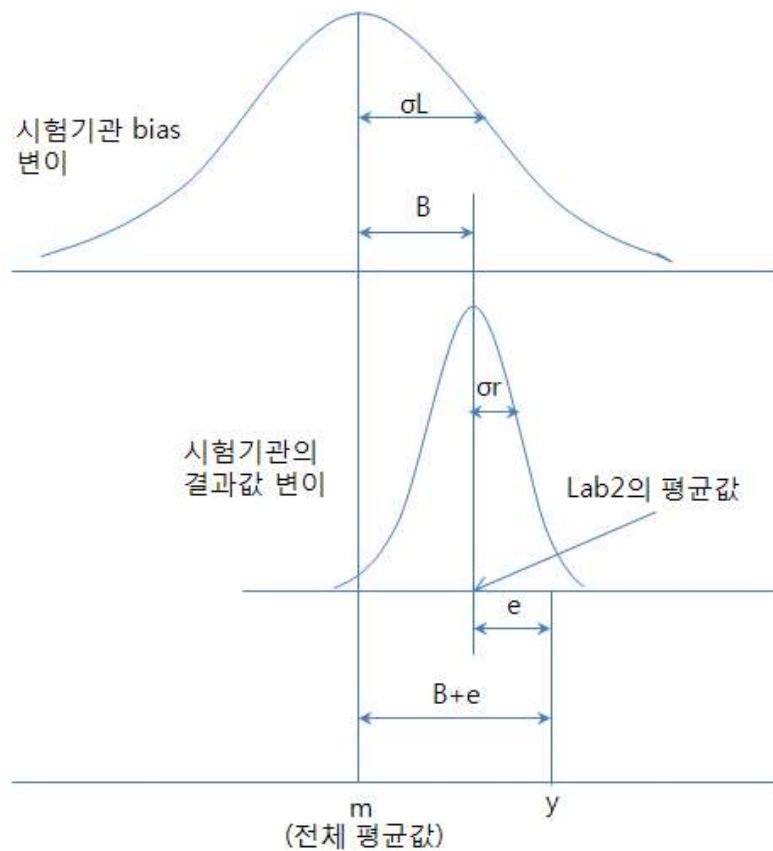


그림 4-3. 시험기관 측정값에 대한 오차의 구분

그림 4-3과 같이 전체 오차 $y - m$ 는 e 와 B 를 포함하는데 e 는 결과값들의 평균값으로부터 y 의 편차이고, B 는 개념적인 평균과 전체 평균간의 편차이다. e 의 분산 σ_r^2 는 시험기관내의 분산(within-laboratory variance)이고 B 의 분산 σ_L^2 는 시험기관간의 분산(between-laboratory variance)이다. 시험기관내의 분산 σ_r^2 와 시험기관간의 분산 σ_L^2 를 합한 $\sigma_R^2 = \sigma_L^2 + \sigma_r^2$ 을 재현성 분산(reproducibility variance)이라 한다.

나. 순회방식의 숙련도시험 결과값으로부터의 표준편차

이 방법으로 순회방식으로부터 숙련도 평가를 위한 표준편차 $\hat{\sigma}$ 는 참가 시험기관들의 결과값으로부터 유도된다. 건설 평균과 표준편차를 계산하는 방법을 활용하여 모든 참가기관에 의해 보고된 결과의 표준편차를 구하면 된다. 이 경우 한 시험기관에 의해 보고된 결과값은 n 번 시험한 결과의 평균값이다.

5. 성능분석을 위한 통계기법

아래의 통계기법은 숙련도시험 결과분석에 필요한 설정값과 불확도를 구한 방법에 따라 적용 가능한 통계기법을 소개한다.

가. 시험기관 바이어스의 추정

x 를 순회시험방법으로부터 시험시료의 특성 측정값으로 보고된 결과값(혹은 결과의 평균값)이라 하면 시험기관의 바이어스 D 는 다음과 같이 계산될 수 있다. 여기서 X 는 설정값이다.

$$D = x - X \quad (4-18)$$

나. z score

x 를 참가기관의 결과값, X 를 설정값, $\hat{\sigma}$ 를 표준편차라 할 때 z 점수는 식 (4-19)와 같다. 참가기관이 3이상이나 -3이하 값을 나타낼 때 조

치신호를 보내야 한다. 또한 2와 -2사이의 값이면 경고신호를 보내야 한다.

$$z = \frac{(x - X)}{\hat{\sigma}} \quad (4-19)$$

다. E_n number

X 를 기준시험소의 설정값, U_{ref} 를 X 의 확장불확도, U_{lab} 을 참가기관의 결과 x 의 확장불확도라 할 때 E_n 값은 식 (4-20)과 같다. z 점수와는 달리 임계값으로 1을 사용한다. 확장불확도의 coverage factor를 2로 한 경우 E_n 값으로 1은 z 점수 2에 해당된다.

$$E_n = \frac{x - X}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}} \quad (4-20)$$

라. z' score

x 를 참가기관의 결과값, X 를 설정값, u_X 를 설정값 X 의 표준불확도라 할 때 z' 점수는 식 (4-21)과 같다. z' 점수는 설정값이 참가기관에 의해 보고된 결과값으로 계산되지 않은 경우에 사용된다. z 점수와 z' 점수의 차이는 z' 점수가 z 점수보다 상수값 $\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{\sigma^2 + u_X^2}}$ 만큼 작아지게 된다.

$$z' = \frac{(x - X)}{\sqrt{\sigma^2 + u_X^2}} \quad (4-21)$$

설정값의 불확도를 제한하는 지침인 $u_X \leq 0.3\hat{\sigma}$ 를 만족하면 이 상수값은 아래 식(4-22)의 범위에 속한다.

$$0.96 \leq \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 + u_X^2}} \leq 1.00 \quad (4-22)$$

이 경우 z' 점수는 z 점수와 거의 동일하게 되므로 설정값의 불확도는 무시할 수 있다는 결론에 도달한다. 한편으로 $u_X \leq 0.3\hat{\sigma}$ 조건을 만족하지 못해서 임계 크기인 2.0 혹은 3.0을 나타내면 조치신호나 경고신호를 시험기관에 전달해야 한다. z' 점수와 z 점수 중 어느 것을 선택할 것인가는 다음 사항을 고려해서 결정해야 한다.

- (1) 설정값의 불확도가 $u_X \leq 0.3\hat{\sigma}$ 조건을 만족하는가? 그렇다면 z' 점수를 사용해도 어떤 혜택을 기대할 수 없다.
- (2) 설정값의 불확도가 $u_X \leq 0.3\hat{\sigma}$ 조건을 만족하지 못하면 z' 점수를 사용하는 것을 권장한다.
- (3) 참가시험기관의 결과값이 조치신호나 경고신호를 보낼 정도로 어느 정도의 심각성이 있는가? 일부 시험기관들이 측정을 수행하는데 문제가 있을 정도인가?

마. ζ (zeta) score

x 를 참가기관의 결과값, X 를 설정값, u_x 를 설정값 X 의 표준불확도, u_x 를 시험기관 자체의 표준불확도라고 할 때 ζ 점수는 식 (4-23)과 같다. ζ 점수는 설정값이 참가기관에 의해 보고된 결과값으로 계산되지 않은 경우에 사용된다. 시험기관들 자체의 표준 불확도를 추정할 수 있는 체계가 보장이 되면 ζ 점수는 z 점수를 대체하여 사용될 수 있다. 하지만 그러한 체계를 갖추지 못하는 경우는 ζ 점수는 z 점수와 연결시켜서만 사용할 수 있다. 만약 어떤 시험기관이 계속해서 임계 크기인 3.0의 z 점수를 나타낼 때 시험기관의 시험절차를 단계적으로 검토하고 불확도를 검토하는 것이다. 이렇게 불확도를 점검해 보면 어느 단계에서 불확도가 큰 값을 유발하는 하는지를 알 수가 있어 시험기관은 성능개선을 위해 어떤 노력을 해야 하는 지를 간파할 수가 있다. 이들 ζ 점수가 계속적으로 임계 크기 3.0을 초과하면 불확도의 중요한 부분을 간파하고 있다고 판단할 수 있다.

$$\zeta = \frac{(x - X)}{\sqrt{u_x^2 + u_X^2}} \quad (4-23)$$

바. E_z score

x 를 참가기관의 결과값, X 를 설정값, u_x 를 설정값 X 의 표준불확도, u_x 를 시험기관 자체의 표준불확도라고 할 때 E_z 점수는 식 (4-24)와 같다. E_z 점수를 이용하여 시험기관의 수행도를 평가하는 방법은 아래와 같다.

(1) E_{z-} 와 E_{z+} 모두가 -1.0과 1.0사이에 놓이면 시험기관의 성능은 만족

(2) E_{z-} 와 E_{z+} 중 하나가 -1.0과 1.0사이를 벗어나면 시험기관의 성능은 의심

(3) E_{z-} 와 E_{z+} 모두가 -1.0보다 낮거나 1.0보다 높으면 시험기관의 성능은 불만족

$$E_{z-} = \frac{x - (X - U_X)}{U_x}, E_{z+} = \frac{x - (X + U_X)}{U_x} \quad (4-24)$$

제 2절 숙련도시험 수행도 평가를 위한 통계기법 비교

숙련도시험 결과로부터 참가 시험기관의 수행도 평가를 위한 성능 평가기준인 z -score 값의 계산을 위해 필요한 설정값과 표준편차를 계산하는 방법을 국제기준별로 정리하고 비교하였다.

기준에 사용되고 있는 평가방법은 ISO 지침 43 기준(중위수와 정규화된 사분위 기준)인 이상값을 배제하지 않은 상태에서 숙련도시험에 참가한 시험기관의 결과값들의 중위수(median)와 정규화된 사분위(Normalized Interquartile Range: NIQR)를 이용한 견실(robust) z -score를 사용한다. 최근에는 ISO 13528기준에 의한 통계기법도 사용되고 있는데 이는 이상값을 배제하지 않은 상태에서 견실 평균값(robust average)과 견실 표준편차(robust standard deviation)를 이용하여 z -score를 계산하여 평가한다.

1. ISO 지침 43 및 ISO 5725-2 기준

이상값 검출기법을 활용하며 결과값의 일반적인 평균(mean)과 재현성(reproducibility) 표준편차를 이용하여 z -score를 계산한다.

가. 설정값

설정값은 Cochran과 Grubbs의 이상값 검출기법을 사용하여 이상값을 배제시킨 후 전체 시험기관의 결과에 대한 평균값을 이용한다.

나. 이상값 검출

이상값 검출은 한 시험기관에서 보고한 결과값의 표준편차와 평균값이 다른 시험기관에서 보고한 결과값과 확연히 차이가 나는지를 찾아내는 것인데, 표준편차에 대한 이상값 검출을 위해서는 Cochran 시험을 수행하고, 평균값에 대한 이상값을 검출하기 위해서는 Grubbs 시험을 수행한다.

(1) Cochran 시험

숙련도시험에 참가한 어느 시험기관이 예외적으로 큰 표준편차를 보일 경우 반복성 표준편차를 부풀릴 수가 있기 때문에 식 (4-25)의 값을 이용하여 검사한다. 여기서 p 는 표준편차의 전체 개수를 나타내며, S_i 는 각 시험기관의 표준편차, S_{\max} 는 모든 표준편차 중에서 가장 큰 값을 의미한다.

$$C = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{i=1}^p S_i^2} \quad (4-25)$$

(2) Grubbs 시험

숙련도시험에 참가한 시험기관의 결과값들의 하한 및 상한 평균이 이상값 인지를 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.

$$G_h = \frac{x_h - \bar{x}}{s}: \text{상한 이상값} \quad (4-26)$$

$$G_l = \frac{\bar{x} - x_l}{s}: \text{하한 이상값} \quad (4-27)$$

식에서 \bar{x} 는 표본평균을 나타내며, 통계표를 이용하여 G_h 나 G_l 값이 주어진 신뢰도에서 기각값보다 작으면 귀무가설을 기각할 수 없으므로 이상값이 아니다. 만약 T 값이 기각값보다 크면, 귀무가설은 기각되고 k 개의 이상값은 인정된다.

다. 판정

ISO 지침 43에 따르면 성능평가 지표에 대한 판정기준은 아래와 같다.

- $|z| \leq 2$ 만족(satisfactory)
- $|z| > 3$ 불만족(unsatisfactory)
- $2 < |z| < 3$ 의심(questionable)

2. ISO 지침 43 기준 : 중위수와 정규화된 사분위 기준

이상값을 배제하지 않은 상태에서 숙련도시험에 참가한 시험기관의 결과값들의 중위수(median)와 정규화된 사분위(Normalized Interquartile Range: NIQR)를 이용하여 z -score를 계산한다. 이를 견실(robust) z -score라 한다.

먼저 주어진 결과값에 대해 중위수와 정규화 IQR (사분위범위)를 구한다. 중위수는 표본 데이터를 올림차순하였을 때 중앙값이며, 정규화 IQR 은 IQR 에 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 normalized(정규화) IQR 은 다음과 같다.

$$normIQR = IQR \times 0.7413 \quad (4-28)$$

또한, 견실 통계에 근거한 z -score를 계산은 다음과 같다.

$$robust\ z-score = \frac{x - median(X)}{normIQR(X)} \quad (4-29)$$

3. ISO 13528기준

이상값을 배제하지 않은 상태에서 견실 평균값과 표준편차(robust

average, robust standard deviation)를 이용하여 z-score를 계산한다.

가. 설정값 및 표준편차

이상값을 배제시키지 않은 상태에서 앞 절에서 언급한 견실 평균값과 표준편차를 구한다.

나. 판정

성능평가 지표에 대한 판정기준은 아래와 같다.

- $|z| \leq 2$ 만족(satisfactory)
- $|z| > 3$ 조치(action signal)
- $2 < |z| < 3$ 경고(warning signal)

표 4-2는 국제적으로 사용되고 있는 비교속련도 통계기법을 상호 비교하였으며, 표4-3에는 EMC분야에 대해 ISO13528 기준과 전파연구원에서 사용한 통계기법 방법을 비교하였다.

표 4-2. 비교속련도 통계기법 비교

통계기법	설정값 결정	표준편차	이상값 검정	판정
ISO43-1 (ISO5725-2)	<ul style="list-style-type: none"> - 결과값의 평균 - 이상값 배제 	<ul style="list-style-type: none"> - 재현성 표준편차 	<ul style="list-style-type: none"> - Cochran : 표준편차 - Grubbs : 평균 	<ul style="list-style-type: none"> - 만족 $z \leq 2$ - 불만족 $z > 2$ - 의심 $2 < z < 3$
ISO43-1	<ul style="list-style-type: none"> - Median - 이상값 포함 	<ul style="list-style-type: none"> - NIQR 	-	<ul style="list-style-type: none"> - 만족 $z \leq 2$ - 불만족 $z > 2$ - 의심 $2 < z < 3$
ISO13528	<ul style="list-style-type: none"> - Robust 평균 - 이상값 포함 	<ul style="list-style-type: none"> - Robust 표준편차 	-	<ul style="list-style-type: none"> - 만족 $z \leq 2$ - 교정 $z > 2$ - 경고 $2 < z < 3$

표 4-3. EMC분야 비교속련도시험 비교

구분	ISO13528	RRA
z-score 산출을 위한 설정값(X)	- 참가시험기관 결과값의 로버스트 평균	- 참가시험기관 결과값의 중위수
z-score 산출을 위한 표준편차($\hat{\sigma}$)	- 참가시험기관 결과값의 로버스트 표준편차	- NIQR
설정값의 불확도(u_X) 제한	- $u_X \leq 0.3\hat{\sigma}$ - 수행도 평가에 반영	-
z-score 산출	- $z = \frac{x - X}{\hat{\sigma}}$	- $z = \frac{x - Median}{NIQR}$
판정	- 만족 $ z \leq 2$ - 교정 $ z > 3$ - 경고 $2 < z < 3$	- 만족 $ z \leq 2$ - 불만족 $ z > 3$ - 의심 $2 < z < 3$

제 3절 데이터 규모에 따른 이상값 처리기법

이상값은 표본 데이터들이 나머지에 비해 극히 크거나 작은 값을 의미하며, 이는 모집단의 특성을 잘못 나타낼 수 있는 오해할 수 있는 의심값으로 볼 수 있다. 통계적인 이상값 검정은 이상값들이 값들의 나머지가 나타내는 분포와 일치하지 않는 확률적인 증거를 제공하기 때문에 통계적인 이상값이다. 이들 검정은 보다 더 조사를 필요로 하는 값에 대한 확인을 하는데 사용될 뿐이다. 검정 자체로 통계적인 이상값을 버릴지 수정할 지를 결정할 수가 없다.

이상값을 처리하는 두 가지 방법은 시험소에서는 각 시험에 대한 양호한 기록을 유지하는 것이다. 모든 데이터는 가능한 설명과 부가적

인 정보로 기록되어야 한다. 데이터분석에서는 견실 통계기법이 권고되는데 이들 방법은 이상값에 영향을 최소로 받게 한다.

1. 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 4-4. 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
$\tau = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_n - x_3}$	$\tau = \frac{x_3 - x_1}{x_{n-2} - x_1}$	13	0.611	0.697
		14	0.586	0.670
		15	0.565	0.647

2. 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 R 을 구한다.

$$R_{i+1} = \frac{|x^{(i)} - \bar{x}|}{s^{(i)}} \quad (4-25)$$

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.

제 4절 수행지침서 개발

수행지침서는 정보통신기기 지정시험기관의 기본적인 시험수행능력을 평가하고 향상시키기 위해 시료의 특성 분석능력 및 숙련도시험의 기본사항을 평가할 수 있는 항목을 중심으로 개발되었다. 구체적인 내용은 부록 4와 5를 참조한다.

1. EMC분야(CNE V+) 수행지침서 개발

가. 시료의 기본특성

CNE V+는 9 kHz에서 3.5 GHz까지 광대역 잡음발생기로서 EMC 분야 측정 널리 사용되고 있다. CNE V+는 건전지로 동작되어 전자파 환경에 영향을 적게 미치며, 기본함체와 안테나 연결을 BNC커넥터로 연결하고 내부 케이블을 최적으로 배치함으로써 양호한 재현성을 가지도록 제작되었다. RF 출력 안정도는 12 개월 대비 1 dB 이하이며, 9 kHz ~ 3.5 GHz에 대해 온도특성은 15 °C ~ 30 °C에서 ± 1 dB 이하, 5 °C ~ 40 °C에서 ± 2 dB이하의 안정한 특성을 가진다.

나. 일반사항

수행지침서의 구성은 시료에 대한 특성, 측정방법과 절차, 측정 기록지와 인수인계서로 구성된다. 먼저 시료의 특성에 대해서는 시험용 시료의 제원과 특성, 작동방법, 시험구성품의 목록과 사진을 나타내었다. 시료에 공급되는 입력전압과 온도 변화에 따른 사항을 고려하기 위해 사용된 전원(충전건전지)에 대한 주의사항이 제시되었고, 시험을 마친 후 보관 및 이동 방법을 기술하였다. 또한, 측정방법결과 자료의 작성방법과 숙련도 운영기구예의 자료 제출 방법을 제시하였다.

특히, 2012년부터 강제로 적용되는 1 GHz 이상의 방사시험에 대한 숙련도평가를 위해 복사성방출에서 1 GHz 이상의 주파수에 대한 측정이 추가되었다.

다. 측정방법 및 순서

측정시험에서는 전자파장해항목 중에서 복사방출시험 (Radiated Emission)과 전도방출시험(Conducted Emission)에 대한 측정방법 및 순서, CNE V+의 동작확인 시험방법 등에 대해 사진을 포함한 구체적인 시험방법을 기술하여 측정에 대한 오류가 없도록 하였다. 특히, 복사방출시험의 경우 1 GHz 이상의 주파수가 포함된다.

먼저 시료가 정상적인 지를 확인하기 위해 시험 전과 시험 후에 각 측정 주파수에 대해 측정값을 기록하도록 하였고 결과의 기록은 시험장 온도와 측정불확도를 기록하게 하여 이러한 값을 보상함으로써 시험의 정확성을 기하도록 하고 참가시험기관의 불만을 해소하도록 하였다.

2. 유선분야 수행지침서 개발

가. 시료의 기본특성

유선분야에 사용되는 시료는 기존의 유선전화기의 경우 인증을 위한 기준 측정값이 너무 작기 때문에 측정에 어려움이 있어 비교적 안정된 값을 측정할 수 있을 뿐만 아니라 단말장치 기술기준 중에서 중요한 항목만을 측정할 수 있도록 설계 제작하였다. 제작된 시료는 온도나 습도 변화에도 안정성이 보장 될 수 있도록 정밀한 부품을 사용하여 제작되었다. 안정도시험은 “전화용 설비에 접속되는 단말장치”를 시험기준으

로 하여 위해전압, 직류저항, 호출신호 수신시 직류전류 및 호출신호 교류임피던스 항목에 대해 안정성을 시험한 결과 안정성이 보장된 시료다.

나. 일반사항

수행지침서의 구성은 개요, 측정방법과 절차, 기록지와 인수인계서로 구성된다. 개요에서는 시험시료에 대한 기본사항과 시험시료의 수령 및 확인, 시험시료의 구성 및 수량, 시험시료의 반송, 시험결과서 기입 요령 및 시험결과서 제출에 대한 내용이 기술되어 있다.

다. 측정방법 및 순서

측정시험에서는 위해전압, 직류저항, 호출신호 수신시 직류전류 및 호출신호 교류임피던스 항목에 대한 구체적인 측정방법을 기술함으로써 측정에 대한 오류가 없도록 하였다. 즉, 측정의 목적, 시험조건, 기술기준과 측정설비 및 시험구성도, 시료의 시험조건, 측정 절차, 시험결과 및 데이터 및 특기사항을 구체적으로 기술하여 정확한 측정을 수행할 수 있게 하였다.

제 V 장 결 론

본 연구에서는 ISO/IEC 43-1기준에 적합한 EMC분야와 유선분야의 비교숙련도시험을 위해 요구되는 표준시료를 개발하였다. 이를 위해 시험기관간 비교숙련도시험 국제동향을 조사하였고 전파연구원에서 수행한 비교숙련도 프로그램이 국제기구에서 인정받을 수 있도록 하는 방안을 마련하였다. 또한, 시험시료 안정성시험 보고서와 분야별 비교숙련도 수행지침서를 개발하였고, 시험결과 데이터 유형별 통계처리 방법을 개발하였다.

이를 위해 우리나라 인정기구인 KOLAS와 MRA가 체결되어 있는 국제인정기구 협력체인 ILAC과 APLAC의 숙련도시험 관련 정책을 조사 분석하였고 KOLAS, 미국, 일본 및 유럽의 비교숙련도 시행사례를 조사 분석하였다. 또한, 국립전파연구원에서 실시한 숙련도 프로그램이 국제기구에서 인정될 수 있는 방안을 마련하기 위해 국제인정기구인 ILAC이나 APLAC에 대한 기준 분석을 통해 인정방안을 마련하였다.

또한, EMC분야의 표준시험시료 개발을 위해 숙련도시험 운영위원회 회의를 통해 국제기준에 부합되는 시료로서 CNE V+로 결정하였고 2012년부터 강제 적용되는 1 GHz 이상의 방사시험에 대한 숙련도 평가도 요구되고 있다. 고 이에 대해 9.2 V ~ 6.8 V까지의 전압변동과 0 °C ~ 35 °C까지의 전압변동에 대해 안정성 시험을 수행하였다. 안정성 평가를 수행한 결과 공급전압 변동시험에서는 모든 주파수에서 안정성을 보였으나, 온도편차가 25 °C이상이고 Peak와 Average 측정모드에서 측정주파수가 2.2 GHz 이상인 4 개의 주파수에서 출력이 불안정한 것으로 판정되었다. 유선분야 시험시료는 기존의 유선전화기의 경우 인증을 위한 기준 측정값이 너무 작기 때문에 측정에 어려움이 있어

비교적 안정된 값을 측정할 수 있을 뿐만 아니라 단말장치 기술기준 중에서 중요한 항목만을 측정할 수 있도록 시료를 설계 제작하였다. 제작된 시료는 온도나 습도 변화에도 안정성이 보장 될 수 있도록 정밀한 부품을 사용하여 제작되었으며 위해전압, 직류저항, 호출신호 수신시 직류전류 및 호출신호 교류임피던스 항목에 대해 안정성을 시험한 결과 모든 항목에서 안정됨을 보였다.

시험결과 데이터 유형별 통계처리방법 분석을 위해서 시험소간 비교에 의한 숙련도시험에 있어 국제기준 통계기법인 ISO 13528에 대해 숙련도시험에 대한 통계기법 사용절차와 설정값의 불확도 제한과 반복성 검증을 위한 지침을 분석하였다. 또한, 시험기관의 성능을 평가하는 z -score를 계산하는 기법인 ISO 43(ISO 5725), 중위수(median)과 NIQR(Normalized Interquartile Range) 및 ISO 13528를 분석하고 결과를 상호 비교하였다.

본 연구를 통해 개발된 비교숙련도 시험시료와 수행절차, 통계처리 기법을 적용하여 국립전파연구원 지정시험기관을 대상으로 숙련도를 평가함으로써 시험수행능력에 대한 객관성 확보 및 신뢰성 향상을 기대할 수 있으며, 전파연구원 숙련도프로그램의 국제기구 인정 조건에 적합한 시스템을 구축하여 숙련도프로그램을 운영할 경우 지정시험기관이 유연성 있게 숙련도프로그램에 참여할 수 있다. 또한, 시험방법의 효율성과 상호 비교할 수 있는 체계를 확립함으로써 고객에 대한 신뢰성 확보가 가능할 뿐만 아니라 지정시험기관 관리 및 비교숙련도 제도개선과 대외 경쟁력 향상을 통해 국립전파연구원의 국제적인 위상 제고에 도움이 될 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] CNE V+ Handbook, York EMC Services Ltd
- [2] "Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons", ISO 13528, 2005.
- [3] "Accuracy of measurement methods and results- part2 Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of standard measurement method", ISO 5725-2, 1994.
- [4] "ILAC guidelines for the requirements for the competence of providers of proficiency testing schemes", ILAC-G13, 2007.
- [5] "ILAC Policy for Participation in Proficiency Testing Activities", ILAC P9,
- [6] "Testing Interlaboratory Comparisons", APLAC PT 002,
- [7] "Proficiency Testing Frequency Benchmarks", APLAC PT 006,
- [8] "숙련도시험 운영기관 지정기준 및 지정절차", KOLAS-R-006, 2008.
- [9] "Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters(ERM); Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics; part1, ETSI TR 100 028-1, 2012.

- [10] "Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters(ERM)
; Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment
characteristics; part2, ETSI TR 100 028-2, 2012.
- [11] "Specification for radio disturbance and immunity measuring
apparatus and methods - Part 4-2: Uncertainties, statistics and
limit modelling - Measurement, CISPR 16-1-2, 2011.
- [12] CISPR 16-1-4
- [13] 일반적인 방송통신 단말장치 시험방법(전파연구소 공고 제2011-2호)
- [14] K. Osabe, T. Kato, "Estimation of standards compliance
uncertainty for radiated emission measurement in the PT
program, IEEE EMC symposium, 2011, p994 ~ 998.
- [15] E. P. Nicolopoulou, 외 3인, " Two Interlaboratory comparison
programs on EMF measurements performed in Greece", IEEE
EMC magazine, Volume 1, No. 2, 2012, p. 50 ~ 59.
- [16] KOLAS PT-2011-08 숙련도시험 결과보고서(전자기적합성) 2011. 11.

부 록

1. 공급전압 변화에 따른 EMC분야 안정성 분석결과
2. 온도변화에 따른 EMC분야 안정성 분석결과
3. 유선분야 기준시료의 안정성 분석결과
4. 전자파장해분야 숙련도시험 수행 지침서
5. 유선분야 숙련도시험 수행 지침서

부록 1. 공급전압 변화에 EMC분야(CNE V+) 안정성 분석결과

가. 측정값

(1) Quasi-peak 측정모드

표 A-1. 시료 공급전압 9.2 V인 경우의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
0.5	85.90	86.00	86.30	85.60	86.00	86.10	86.10	86.00	86.00	86.10	85.60
3	79.30	79.10	79.00	79.20	79.10	79.10	79.20	79.20	79.00	79.10	79.10
10	78.50	78.30	78.30	78.40	78.30	78.40	78.50	78.50	78.40	78.30	78.30
15	78.30	78.40	78.40	78.30	78.20	78.40	78.30	78.30	78.40	78.30	78.30
25	77.90	78.00	77.90	78.00	77.90	78.00	78.00	77.90	77.90	77.90	78.00
29	78.10	77.90	77.90	78.00	78.00	78.00	77.90	78.00	77.90	78.00	78.00
50	90.30	90.20	90.20	90.20	90.20	90.20	90.30	90.20	90.20	90.30	90.30
120	89.50	89.40	89.50	89.40	89.40	89.40	89.40	89.50	89.40	89.40	89.40
250	87.40	87.40	87.30	87.40	87.30	87.40	87.30	87.40	87.30	87.40	87.30
400	86.40	86.30	86.40	86.30	86.40	86.40	86.40	86.40	86.40	86.40	86.30
700	83.70	83.60	83.70	83.70	83.70	83.70	83.60	83.70	83.70	83.60	83.70
900	81.20	81.30	81.30	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20
1000	80.60	80.50	80.50	80.50	80.50	80.60	80.50	80.50	80.50	80.40	80.50

표 A-2. 시료 공급전압 8.0 V인 경우의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
0.5	85.50	85.80	85.90	86.10	86.00	85.70	85.70	86.30	86.20	86.00	86.00
3	79.10	79.00	79.20	79.10	79.10	79.20	79.30	79.20	79.30	79.10	79.20
10	78.40	78.40	78.40	78.40	78.40	78.50	78.60	78.40	78.50	78.40	78.50
15	78.40	78.30	78.30	78.30	78.40	78.40	78.40	78.50	78.30	78.40	78.30
25	78.00	78.00	78.10	77.90	77.90	78.10	77.90	77.90	77.90	78.00	77.90
29	78.00	78.00	78.10	78.10	78.10	77.90	77.80	77.90	78.00	78.00	78.00
50	90.30	90.30	90.20	90.20	90.20	90.20	90.30	90.30	90.30	90.30	90.30
120	89.40	89.40	89.50	89.40	89.50	89.40	89.40	89.50	89.40	89.50	89.50
250	87.30	87.30	87.40	87.40	87.40	87.40	87.30	87.30	87.40	87.40	87.40
400	86.30	86.40	86.30	86.30	86.30	86.30	86.40	86.40	86.40	86.30	86.40
700	83.70	83.70	83.70	83.70	83.70	83.60	83.60	83.70	83.70	83.70	83.70
900	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.30
1000	80.40	80.50	80.50	80.50	80.40	80.50	80.40	80.50	80.50	80.50	80.50

표 A-3. 시료 공급전압 6.8 V인 경우의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
0.5	85.90	85.80	85.80	86.20	85.90	85.80	85.80	85.70	85.90	85.80	85.80
3	79.10	79.30	79.30	79.20	79.30	79.30	79.10	79.40	79.20	79.20	79.20
10	78.40	78.50	78.70	78.50	78.50	78.50	78.40	78.50	78.40	78.30	78.50
15	78.40	78.40	78.40	78.30	78.50	78.30	78.30	78.30	78.40	78.40	78.20
25	78.00	78.00	78.10	77.90	78.10	78.00	78.00	78.00	78.00	78.10	78.20
29	78.10	78.10	78.10	78.10	78.10	78.00	78.00	78.10	78.10	78.00	78.10
50	90.30	90.30	90.40	90.30	90.30	90.30	90.30	90.20	90.30	90.30	90.30
120	89.50	89.50	89.50	89.50	89.50	89.40	89.50	89.50	89.50	89.50	89.40
250	87.40	87.40	87.40	87.40	87.30	87.40	87.30	87.40	87.40	87.40	87.30
400	86.40	86.40	86.30	86.40	86.30	86.30	86.30	86.30	86.30	86.30	86.30
700	83.70	83.70	83.70	83.60	83.60	83.70	83.60	83.60	83.60	83.60	83.60
900	81.20	81.20	81.20	81.10	81.20	81.20	81.20	81.10	81.10	81.10	81.20
1000	80.40	80.40	80.40	80.50	80.50	80.40	80.40	80.40	80.40	80.40	80.50

(2) Peak 측정모드

표 A-4. 시료 공급전압 9.2 V인 경우의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
1200	93.10	94.00	93.90	94.50	94.40	94.40	92.70	93.60	93.00	93.70	92.80
1400	91.50	92.00	91.70	92.20	92.20	91.60	91.60	92.40	91.80	92.00	91.40
1600	90.80	90.20	90.20	89.90	90.20	90.30	90.40	90.10	89.80	89.80	90.20
1800	89.10	89.20	89.60	88.90	88.70	89.10	88.80	88.30	88.80	89.10	89.00
2000	87.90	88.20	87.60	87.80	87.30	88.00	87.70	87.70	88.00	88.30	88.60
2200	86.90	86.10	87.10	86.80	86.80	86.80	87.10	86.30	86.60	87.40	87.10
2400	85.70	85.60	85.60	85.70	85.60	85.40	85.20	85.20	85.30	85.40	85.20
2600	84.40	85.20	84.90	85.70	84.90	84.40	85.00	85.10	84.20	84.40	84.40
2800	82.50	82.30	82.20	82.60	82.20	81.80	82.30	82.80	82.70	81.90	82.90
3000	80.30	80.70	79.90	80.60	81.00	80.60	81.00	80.70	80.20	81.00	80.50

표 A-5. 시료 공급전압 8.0 V인 경우의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
1200	92.9	94.6	93.3	93.10	93.50	93.40	93.60	93.60	93.20	93.30	93.10
1400	92.5	92.1	92.0	92.00	91.90	92.00	91.60	91.80	91.80	92.00	92.70
1600	90.3	90.3	90.3	90.00	89.90	90.00	90.30	89.50	90.20	90.10	90.60
1800	89.7	89.2	88.7	89.30	88.90	89.00	88.50	88.90	88.50	88.80	89.40
2000	88.4	88.3	87.4	88.20	88.20	88.20	88.20	88.20	88.40	88.50	87.70
2200	86.6	86.6	86.3	86.40	86.90	86.80	86.60	87.00	87.20	87.10	86.40
2400	85.9	85.9	85.4	85.40	85.70	85.40	86.00	85.90	85.00	85.60	85.30
2600	84.5	84.8	85.6	84.60	84.90	84.70	85.20	84.60	84.90	85.40	84.30
2800	82.8	82.7	82.7	82.60	82.80	82.50	81.90	82.90	82.00	82.20	82.80
3000	80.1	80.7	80.2	80.50	80.30	80.10	80.00	79.90	80.60	80.20	80.10

표 A-6. 시료 공급전압 6.8 V인 경우의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
1200	92.70	93.80	93.00	93.10	93.40	92.70	93.20	93.60	92.60	93.50	93.50
1400	92.90	92.00	91.90	92.60	91.30	92.00	91.60	91.30	91.90	92.00	91.30
1600	90.10	90.60	89.50	89.70	91.00	89.70	89.50	90.20	89.90	89.90	90.30
1800	88.80	88.90	88.80	89.50	88.80	89.00	88.50	89.10	88.10	89.20	89.10
2000	87.80	87.40	87.70	87.80	87.40	87.60	88.00	87.50	87.60	88.40	88.20
2200	86.40	86.20	87.20	86.70	86.40	86.30	86.60	86.40	86.30	86.60	86.70
2400	85.70	85.90	85.40	86.40	85.50	86.50	85.20	85.40	85.30	85.30	85.60
2600	84.90	84.70	84.20	84.60	84.50	84.90	84.90	84.80	84.80	84.80	85.40
2800	82.70	82.60	83.20	81.90	83.00	82.30	82.40	82.70	82.20	82.80	82.40
3000	80.10	80.10	80.20	80.80	80.60	80.80	79.80	79.80	80.50	80.30	80.90

(3) Average 측정모드

표 A-7. 시료 공급전압 9.2 V인 경우의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
0.5	79.90	80.00	79.90	79.90	80.20	79.90	79.90	80.20	79.90	79.90	80.20
3	73.80	73.80	73.70	73.80	73.80	73.80	73.70	73.80	73.70	73.70	73.90
10	73.00	73.00	73.00	73.10	73.00	72.90	73.00	73.00	72.90	73.00	73.10
15	72.90	73.00	72.90	72.90	72.90	72.90	72.90	73.00	73.00	72.80	72.90
25	72.50	72.60	72.60	72.50	72.60	72.60	72.50	72.60	72.60	72.50	72.50
29	72.60	72.70	72.60	72.60	72.60	72.60	72.60	72.70	72.70	72.60	72.60
1200	80.10	80.10	80.10	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
1400	78.70	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60
1600	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	76.90
1800	75.40	75.30	75.40	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30
2000	74.80	74.80	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70
2200	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50	73.40
2400	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.40
2600	71.60	71.60	71.60	71.60	71.60	71.60	71.60	71.60	71.60	71.60	71.50
2800	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20
3000	67.40	67.40	67.40	67.30	67.30	67.30	67.30	67.30	67.30	67.30	67.30

표 A-8. 시료 공급전압 8.0 V인 경우의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
0.5	79.90	79.90	79.90	80.00	80.10	80.10	80.00	80.10	80.00	80.00	80.10
3	73.80	73.80	73.80	73.80	73.80	73.80	73.80	73.80	73.80	73.70	73.70
10	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00	73.10	73.00	73.00	73.00	73.00	73.10
15	72.90	73.00	73.00	72.90	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00	72.90	73.00
25	72.60	72.60	72.70	72.60	72.60	72.50	72.60	72.60	72.60	72.60	72.60
29	72.60	72.60	72.60	72.60	72.60	72.70	72.70	72.60	72.70	72.70	72.70
1200	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
1400	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60
1600	76.90	76.90	76.90	76.90	76.90	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00
1800	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30
2000	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70
2200	73.40	73.40	73.40	73.40	73.40	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50
2400	72.40	72.40	72.50	72.40	72.40	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50
2600	71.50	71.50	71.50	71.50	71.50	71.50	71.60	71.60	71.60	71.60	71.60
2800	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20
3000	67.30	67.30	67.30	67.30	67.30	67.40	67.30	67.40	67.40	67.40	67.40

표 A-9. 시료 공급전압 6.8 V인 경우의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
0.5	91.50	91.90	91.00	92.20	91.10	92.50	92.40	92.80	91.80	91.60	91.20
3	84.90	85.40	85.80	85.60	85.30	84.60	85.20	85.20	85.90	85.30	84.80
10	83.20	84.20	83.50	83.90	84.30	84.60	84.50	85.20	84.80	84.70	85.10
15	84.40	84.50	84.30	83.90	84.80	84.10	83.90	84.50	84.50	83.50	83.50
25	84.80	84.50	83.10	83.90	84.10	83.50	83.90	83.50	85.10	83.80	84.40
29	83.90	83.90	84.80	83.70	84.20	83.80	84.40	84.20	83.70	83.90	83.90
1200	92.70	93.80	93.00	93.10	93.40	92.70	93.20	93.60	92.60	93.50	93.50
1400	92.90	92.00	91.90	92.60	91.30	92.00	91.60	91.30	91.90	92.00	91.30
1600	90.10	90.60	89.50	89.70	91.00	89.70	89.50	90.20	89.90	89.90	90.30
1800	88.80	88.90	88.80	89.50	88.80	89.00	88.50	89.10	88.10	89.20	89.10
2000	87.80	87.40	87.70	87.80	87.40	87.60	88.00	87.50	87.60	88.40	88.20
2200	86.40	86.20	87.20	86.70	86.40	86.30	86.60	86.40	86.30	86.60	86.70
2400	85.70	85.90	85.40	86.40	85.50	86.50	85.20	85.40	85.30	85.30	85.60
2600	84.90	84.70	84.20	84.60	84.50	84.90	84.90	84.80	84.80	84.80	85.40
2800	82.70	82.60	83.20	81.90	83.00	82.30	82.40	82.70	82.20	82.80	82.40
3000	80.10	80.10	80.20	80.80	80.60	80.80	79.80	79.80	80.50	80.30	80.90

나. 안정도분석

불확도를 고려한 균일성 평가기법을 이용하여 CNE V+의 공급전압 변동에 따른 Quasi-Peak 모드, Peak 모드 및 Average 모드의 측정데이터에 대한 안정성 분석결과 모두 안정한 것으로 평가되었다.

표 A-10. CNE V+의 공급전압 변화에 따른 안정성 분석(Quasi-peak 측정모드)

주파수(MHz)	CNE V의 공급전압에 따른 안정도 분석			비고
	9.2 V~8.0 V	9.2 V~6.8 V	8.0 V~6.8 V	
0.5	안정	안정	안정	Quasi-Peak
3	안정	안정	안정	
10	안정	안정	안정	
15	안정	안정	안정	
25	안정	안정	안정	
29	안정	안정	안정	
50	안정	안정	안정	
120	안정	안정	안정	
250	안정	안정	안정	
400	안정	안정	안정	
700	안정	안정	안정	
900	안정	안정	안정	
1000	안정	안정	안정	

표 A-11. CNE V+의 공급전압 변화에 따른 안정성 분석(Peak 측정모드)

주파수(MHz)	CNE V의 공급전압에 따른 안정도 분석			비고
	9.2 V~8.0 V	9.2 V~6.8 V	8.0 V~6.8 V	
1200	안정	안정	안정	Peak
1400	안정	안정	안정	
1600	안정	안정	안정	
1800	안정	안정	안정	
2000	안정	안정	안정	
2200	안정	안정	안정	
2400	안정	안정	안정	
2600	안정	안정	안정	
2800	안정	안정	안정	
3000	안정	안정	안정	

표 A-12. CNE V+의 공급전압 변화에 따른 안정성 분석(Average 측정모드)

주파수(MHz)	CNE V의 공급전압에 따른 안정도 분석			비고
	9.2 V~8.0 V	9.2 V~6.8 V	8.0 V~6.8 V	
0.5	안정	안정	안정	Average
3	안정	안정	안정	
10	안정	안정	안정	
15	안정	안정	안정	
25	안정	안정	안정	
29	안정	안정	안정	
1200	안정	안정	안정	
1400	안정	안정	안정	
1600	안정	안정	안정	
1800	안정	안정	안정	
2000	안정	안정	안정	
2200	안정	안정	안정	
2400	안정	안정	안정	
2600	안정	안정	안정	
2800	안정	안정	안정	
3000	안정	안정	안정	

다. 통계분석표

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	85.90	85.50
V_QP_0.5MHz	86.00	85.80
	86.30	85.90
	85.60	86.10
	86.00	86.00
	86.10	85.70
	86.10	85.70
	86.00	86.30
	86.00	86.20
	86.10	86.00
	85.60	86.00
평균(ave)	85.97	85.93
표준편차(sd)	0.21	0.24
합성불확도(Uc)	0.61	0.61
t	0.05	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	85.90	85.90
V_QP_0.5MHz	86.00	85.80
	86.30	85.80
	85.60	86.20
	86.00	85.90
	86.10	85.80
	86.10	85.80
	86.00	85.70
	86.00	85.90
	86.10	85.80
	85.60	85.80
평균(ave)	85.97	85.85
표준편차(sd)	0.21	0.13
합성불확도(Uc)	0.61	0.61
t	0.14	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	85.50	85.90
V_QP_0.5MHz	85.80	85.80
	85.90	85.80
	86.10	86.20
	86.00	85.90
	85.70	85.80
	85.70	85.80
	86.30	85.70
	86.20	85.90
	86.00	85.80
	86.00	85.80
평균(ave)	85.93	85.85
표준편차(sd)	0.24	0.13
합성불확도(Uc)	0.61	0.61
t	0.08	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	79.30	79.10
V_QP_3MHz	79.10	79.00
	79.00	79.20
	79.20	79.10
	79.10	79.10
	79.10	79.20
	79.20	79.30
	79.20	79.20
	79.00	79.30
	79.10	79.10
	79.10	79.20
평균(ave)	79.13	79.16
표준편차(sd)	0.09	0.09
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.04	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	79.30	79.10
V_QP_3MHz	79.10	79.30
	79.00	79.30
	79.20	79.20
	79.10	79.30
	79.10	79.30
	79.20	79.10
	79.20	79.40
	79.00	79.20
	79.10	79.20
	79.10	79.20
평균(ave)	79.13	79.24
표준편차(sd)	0.09	0.09
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.13	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	79.10	79.10
V_QP_3MHz	79.00	79.30
	79.20	79.30
	79.10	79.20
	79.10	79.30
	79.20	79.30
	79.30	79.10
	79.20	79.40
	79.30	79.20
	79.10	79.20
	79.20	79.20
평균(ave)	79.16	79.24
표준편차(sd)	0.09	0.09
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.09	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_QP_10MHz	78.50	78.40
	78.30	78.40
	78.30	78.40
	78.40	78.40
	78.30	78.40
	78.40	78.50
	78.50	78.60
	78.50	78.40
	78.40	78.50
	78.30	78.40
	78.30	78.50
평균(ave)	78.38	78.45
표준편차(sd)	0.09	0.07
합성불확도(Uc)	0.54	0.54
t	0.08	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_10MHz	78.50	78.40
	78.30	78.50
	78.30	78.70
	78.40	78.50
	78.30	78.50
	78.40	78.50
	78.50	78.40
	78.50	78.50
	78.40	78.40
	78.30	78.30
	78.30	78.50
평균(ave)	78.38	78.47
표준편차(sd)	0.09	0.10
합성불확도(Uc)	0.54	0.54
t	0.12	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_10MHz	78.40	78.40
	78.40	78.50
	78.40	78.70
	78.40	78.50
	78.40	78.50
	78.50	78.50
	78.60	78.40
	78.40	78.50
	78.50	78.40
	78.40	78.30
	78.50	78.50
평균(ave)	78.45	78.47
표준편차(sd)	0.07	0.10
합성불확도(Uc)	0.54	0.54
t	0.04	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_QP_15MHz	78.30	78.40
	78.40	78.30
	78.40	78.30
	78.30	78.30
	78.20	78.40
	78.40	78.40
	78.30	78.40
	78.30	78.50
	78.40	78.30
	78.30	78.40
	78.30	78.30
평균(ave)	78.33	78.36
표준편차(sd)	0.06	0.07
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.05	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_15MHz	78.30	78.40
	78.40	78.40
	78.40	78.40
	78.30	78.30
	78.20	78.50
	78.40	78.30
	78.30	78.30
	78.30	78.30
	78.40	78.40
	78.30	78.40
	78.30	78.20
평균(ave)	78.33	78.35
표준편차(sd)	0.06	0.08
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.04	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_15MHz	78.40	78.40
	78.30	78.40
	78.30	78.40
	78.30	78.30
	78.40	78.50
	78.40	78.30
	78.40	78.30
	78.50	78.30
	78.30	78.40
	78.40	78.40
	78.30	78.20
평균(ave)	78.36	78.35
표준편차(sd)	0.07	0.08
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.01	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_QP_25MHz	77.90	78.00
	78.00	78.00
	77.90	78.10
	78.00	77.90
	77.90	77.90
	78.00	78.10
	78.00	77.90
	77.90	77.90
	77.90	78.00
	78.00	77.90
평균(ave)	77.95	77.96
표준편차(sd)	0.05	0.08
합성불확도(Uc)	0.52	0.52
t	0.02	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_25MHz	77.90	78.00
	78.00	78.00
	77.90	78.10
	78.00	77.90
	77.90	78.10
	78.00	78.00
	78.00	78.00
	77.90	78.00
	77.90	78.00
	77.90	78.10
평균(ave)	77.95	78.04
표준편차(sd)	0.05	0.08
합성불확도(Uc)	0.52	0.52
t	0.12	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_25MHz	78.00	78.00
	78.00	78.00
	78.10	78.10
	77.90	77.90
	77.90	78.10
	78.10	78.00
	77.90	78.00
	77.90	78.00
	77.90	78.00
	78.00	78.10
평균(ave)	77.96	78.04
표준편차(sd)	0.08	0.08
합성불확도(Uc)	0.52	0.52
t	0.10	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_QP_29MHz	78.10	78.00
	77.90	78.00
	77.90	78.10
	78.00	78.10
	78.00	78.10
	78.00	77.90
	77.90	77.80
	78.00	77.90
	77.90	78.00
	78.00	78.00
평균(ave)	77.97	77.99
표준편차(sd)	0.06	0.09
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.03	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_29MHz	78.10	78.10
	77.90	78.10
	77.90	78.10
	78.00	78.10
	78.00	78.10
	78.00	78.00
	77.90	78.00
	78.00	78.10
	77.90	78.10
	78.00	78.00
평균(ave)	77.97	78.07
표준편차(sd)	0.06	0.05
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.14	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_29MHz	78.00	78.10
	78.00	78.10
	78.10	78.10
	78.10	78.10
	77.90	78.00
	77.80	78.00
	77.90	78.10
	78.00	78.10
	78.00	78.00
	78.00	78.10
평균(ave)	77.99	78.07
표준편차(sd)	0.09	0.05
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.11	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_QP_50MHz	90.30	90.30
	90.20	90.30
	90.20	90.20
	90.20	90.20
	90.20	90.20
	90.20	90.20
	90.30	90.30
	90.20	90.30
	90.20	90.30
	90.30	90.30
	90.30	90.30
평균(ave)	90.24	90.26
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.04	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_50MHz	90.30	90.30
	90.20	90.30
	90.20	90.40
	90.20	90.30
	90.20	90.30
	90.20	90.30
	90.30	90.30
	90.20	90.20
	90.20	90.30
	90.30	90.30
	90.30	90.30
평균(ave)	90.24	90.30
표준편차(sd)	0.05	0.04
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.09	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_50MHz	90.30	90.30
	90.30	90.30
	90.20	90.40
	90.20	90.30
	90.20	90.30
	90.20	90.30
	90.30	90.30
	90.30	90.20
	90.30	90.30
	90.30	90.30
	90.30	90.30
평균(ave)	90.26	90.30
표준편차(sd)	0.05	0.04
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.05	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_QP_120MHz	89.50	89.40
	89.40	89.40
	89.50	89.50
	89.40	89.40
	89.40	89.50
	89.40	89.40
	89.40	89.40
	89.50	89.50
	89.40	89.40
	89.40	89.50
	89.40	89.50
평균(ave)	89.43	89.45
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.55	0.55
t	0.02	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_120MHz	89.50	89.50
	89.40	89.50
	89.50	89.50
	89.40	89.50
	89.40	89.50
	89.40	89.40
	89.40	89.50
	89.50	89.50
	89.40	89.50
	89.40	89.50
	89.40	89.40
평균(ave)	89.43	89.48
표준편차(sd)	0.05	0.04
합성불확도(Uc)	0.55	0.55
t	0.07	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_120MHz	89.40	89.50
	89.40	89.50
	89.50	89.50
	89.40	89.50
	89.50	89.50
	89.40	89.40
	89.40	89.50
	89.50	89.50
	89.40	89.50
	89.50	89.50
	89.50	89.40
평균(ave)	89.45	89.48
표준편차(sd)	0.05	0.04
합성불확도(Uc)	0.55	0.55
t	0.05	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_QP_250MHz	87.40	87.30
	87.40	87.30
	87.30	87.40
	87.40	87.40
	87.30	87.40
	87.40	87.40
	87.30	87.30
	87.40	87.30
	87.30	87.40
	87.40	87.40
	87.30	87.40
평균(ave)	87.35	87.36
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.01	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_250MHz	87.40	87.40
	87.40	87.40
	87.30	87.40
	87.40	87.40
	87.30	87.30
	87.40	87.40
	87.30	87.30
	87.40	87.40
	87.30	87.40
	87.40	87.40
	87.30	87.30
평균(ave)	87.35	87.37
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.03	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_250MHz	87.30	87.40
	87.30	87.40
	87.40	87.40
	87.40	87.40
	87.40	87.30
	87.40	87.40
	87.30	87.30
	87.30	87.40
	87.40	87.40
	87.40	87.40
평균(ave)	87.36	87.37
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.01	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_QP_400MHz	86.40	86.30
	86.30	86.40
	86.40	86.30
	86.30	86.30
	86.40	86.30
	86.40	86.30
	86.40	86.40
	86.40	86.40
	86.40	86.40
	86.40	86.30
	86.30	86.40
평균(ave)	86.37	86.35
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.04	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_400MHz	86.40	86.40
	86.30	86.40
	86.40	86.30
	86.30	86.40
	86.40	86.30
	86.40	86.30
	86.40	86.30
	86.40	86.30
	86.40	86.30
	86.30	86.30
평균(ave)	86.37	86.33
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_400MHz	86.30	86.40
	86.40	86.40
	86.30	86.30
	86.30	86.40
	86.30	86.30
	86.30	86.30
	86.40	86.30
	86.40	86.30
	86.30	86.30
	86.40	86.30
평균(ave)	86.35	86.33
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.03	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_QP_700MHz	83.70	83.70
	83.60	83.70
	83.70	83.70
	83.70	83.70
	83.70	83.70
	83.70	83.60
	83.60	83.60
	83.70	83.70
	83.70	83.70
	83.60	83.70
	83.70	83.70
평균(ave)	83.67	83.68
표준편차(sd)	0.05	0.04
합성불확도(Uc)	0.47	0.47
t	0.01	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_700MHz	83.70	83.70
	83.60	83.70
	83.70	83.70
	83.70	83.60
	83.70	83.60
	83.70	83.70
	83.60	83.60
	83.70	83.60
	83.70	83.60
	83.60	83.60
	83.70	83.60
평균(ave)	83.67	83.64
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.47	0.47
t	0.05	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_700MHz	83.70	83.70
	83.70	83.70
	83.70	83.70
	83.70	83.60
	83.70	83.60
	83.60	83.70
	83.60	83.60
	83.70	83.60
	83.70	83.60
	83.70	83.60
평균(ave)	83.68	83.64
표준편차(sd)	0.04	0.05
합성불확도(Uc)	0.47	0.47
t	0.07	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_QP_900MHz	81.20	81.20
	81.30	81.20
	81.30	81.20
	81.20	81.20
	81.20	81.20
	81.20	81.20
	81.20	81.20
	81.20	81.20
	81.20	81.20
	81.20	81.20
평균(ave)	81.22	81.21
표준편차(sd)	0.04	0.03
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.01	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_900MHz	81.20	81.20
	81.30	81.20
	81.30	81.20
	81.20	81.10
	81.20	81.20
	81.20	81.20
	81.20	81.20
	81.20	81.10
	81.20	81.10
	81.20	81.10
평균(ave)	81.22	81.16
표준편차(sd)	0.04	0.05
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.08	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_900MHz	81.20	81.20
	81.20	81.20
	81.20	81.20
	81.20	81.10
	81.20	81.20
	81.20	81.20
	81.20	81.20
	81.20	81.10
	81.20	81.10
	81.20	81.10
평균(ave)	81.21	81.16
표준편차(sd)	0.03	0.05
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_QP_1000MHz	80.60	80.40
	80.50	80.50
	80.50	80.50
	80.50	80.50
	80.50	80.40
	80.60	80.50
	80.50	80.40
	80.50	80.50
	80.50	80.50
	80.40	80.50
	80.50	80.50
평균(ave)	80.51	80.47
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.27	0.27
t	0.09	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_1000MHz	80.60	80.40
	80.50	80.40
	80.50	80.40
	80.50	80.50
	80.50	80.50
	80.60	80.40
	80.50	80.40
	80.50	80.40
	80.50	80.40
	80.40	80.40
	80.50	80.50
평균(ave)	80.51	80.43
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.27	0.27
t	0.21	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_1000MHz	80.40	80.40
	80.50	80.40
	80.50	80.40
	80.50	80.50
	80.40	80.50
	80.50	80.40
	80.40	80.40
	80.50	80.40
	80.50	80.40
	80.50	80.40
	80.50	80.50
평균(ave)	80.47	80.43
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.27	0.27
t	0.12	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_PK_1200MHz	93.10	92.9
	94.00	94.6
	93.90	93.3
	94.50	93.10
	94.40	93.50
	94.40	93.40
	92.70	93.60
	93.60	93.60
	93.00	93.20
	93.70	93.30
	92.80	93.10
평균(ave)	93.65	93.42
표준편차(sd)	0.66	0.45
합성불확도(Uc)	0.34	0.30
t	0.50	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_PK_1200MHz	93.10	92.70
	94.00	93.80
	93.90	93.00
	94.50	93.10
	94.40	93.40
	94.40	92.70
	92.70	93.20
	93.60	93.60
	93.00	92.60
	93.70	93.50
	92.80	93.50
평균(ave)	93.65	93.19
표준편차(sd)	0.66	0.41
합성불확도(Uc)	0.34	0.30
t	1.01	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_PK_1200MHz	92.9	92.70
	94.6	93.80
	93.3	93.00
	93.10	93.10
	93.50	93.40
	93.40	92.70
	93.60	93.20
	93.60	93.60
	93.20	92.60
	93.30	93.50
	93.10	93.50
평균(ave)	93.42	93.19
표준편차(sd)	0.45	0.41
합성불확도(Uc)	0.30	0.30
t	0.53	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_QP_1400MHz	91.50	92.5
	92.00	92.1
	91.70	92.0
	92.20	92.00
	92.20	91.90
	91.60	92.00
	91.60	91.60
	92.40	91.80
	91.80	91.80
	92.00	92.00
	91.40	92.70
평균(ave)	91.85	92.04
표준편차(sd)	0.33	0.31
합성불확도(Uc)	0.39	0.39
t	0.33	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_QP_1400MHz	91.50	92.90
	92.00	92.00
	91.70	91.90
	92.20	92.60
	92.20	91.30
	91.60	92.00
	91.60	91.60
	92.40	91.30
	91.80	91.90
	92.00	92.00
	91.40	91.30
평균(ave)	91.85	91.89
표준편차(sd)	0.33	0.52
합성불확도(Uc)	0.39	0.41
t	0.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_PK_1400MHz	92.5	92.90
	92.1	92.00
	92.0	91.90
	92.00	92.60
	91.90	91.30
	92.00	92.00
	91.60	91.60
	91.80	91.30
	91.80	91.90
	92.00	92.00
	92.70	91.30
평균(ave)	92.04	91.89
표준편차(sd)	0.31	0.52
합성불확도(Uc)	0.39	0.41
t	0.26	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_PK_1600MHz	90.80	90.3
	90.20	90.3
	90.20	90.3
	89.90	90.00
	90.20	89.90
	90.30	90.00
	90.40	90.30
	90.10	89.50
	89.80	90.20
	89.80	90.10
	90.20	90.60
평균(ave)	90.17	90.14
표준편차(sd)	0.29	0.29
합성불확도(Uc)	0.40	0.40
t	0.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_PK_1600MHz	90.80	90.10
	90.20	90.60
	90.20	89.50
	89.90	89.70
	90.20	91.00
	90.30	89.70
	90.40	89.50
	90.10	90.20
	89.80	89.90
	89.80	89.90
	90.20	90.30
평균(ave)	90.17	90.04
표준편차(sd)	0.29	0.47
합성불확도(Uc)	0.40	0.41
t	0.24	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_PK_1600MHz	90.3	90.10
	90.3	90.60
	90.3	89.50
	90.00	89.70
	89.90	91.00
	90.00	89.70
	90.30	89.50
	89.50	90.20
	90.20	89.90
	90.10	89.90
	90.60	90.30
평균(ave)	90.14	90.04
표준편차(sd)	0.29	0.47
합성불확도(Uc)	0.40	0.41
t	0.18	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	89.10	89.7
V_PK_1800MHz	89.20	89.2
	89.60	88.7
	88.90	89.30
	88.70	88.90
	89.10	89.00
	88.80	88.50
	88.30	88.90
	88.80	88.50
	89.10	88.80
	89.00	89.40
평균(ave)	88.96	88.99
표준편차(sd)	0.33	0.38
합성불확도(Uc)	0.39	0.39
t	0.05	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	89.10	88.80
V_PK_1800MHz	89.20	88.90
	89.60	88.80
	88.90	89.50
	88.70	88.80
	89.10	89.00
	88.80	88.50
	88.30	89.10
	88.80	88.10
	89.10	89.20
	89.00	89.10
평균(ave)	88.96	88.89
표준편차(sd)	0.33	0.37
합성불확도(Uc)	0.39	0.39
t	0.13	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	89.7	88.80
V_PK_1800MHz	89.2	88.90
	88.7	88.80
	89.30	89.50
	88.90	88.80
	89.00	89.00
	88.50	88.50
	88.90	89.10
	88.50	88.10
	88.80	89.20
	89.40	89.10
평균(ave)	88.99	88.89
표준편차(sd)	0.38	0.37
합성불확도(Uc)	0.39	0.39
t	0.18	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	87.90	88.4
V_PK_2000MHz	88.20	88.3
	87.60	87.4
	87.80	88.20
	87.30	88.20
	88.00	88.20
	87.70	88.20
	87.70	88.20
	88.00	88.40
	88.30	88.50
	88.60	87.70
평균(ave)	87.92	88.15
표준편차(sd)	0.36	0.32
합성불확도(Uc)	0.33	0.32
t	0.51	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	87.90	87.80
V_PK_2000MHz	88.20	87.40
	87.60	87.70
	87.80	87.80
	87.30	87.40
	88.00	87.60
	87.70	88.00
	87.70	87.50
	88.00	87.60
	88.30	88.40
	88.60	88.20
평균(ave)	87.92	87.76
표준편차(sd)	0.36	0.32
합성불확도(Uc)	0.33	0.32
t	0.34	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	88.4	87.80
V_PK_2000MHz	88.3	87.40
	87.4	87.70
	88.20	87.80
	88.20	87.40
	88.20	87.60
	88.20	88.00
	88.20	87.50
	88.40	87.60
	88.50	88.40
	87.70	88.20
평균(ave)	88.15	87.76
표준편차(sd)	0.32	0.32
합성불확도(Uc)	0.32	0.32
t	0.85	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	86.90	86.6
V_PK_2200MHz	86.10	86.6
	87.10	86.3
	86.80	86.40
	86.80	86.90
	86.80	86.80
	87.10	86.60
	86.30	87.00
	86.60	87.20
	87.40	87.10
	87.10	86.40
평균(ave)	86.82	86.72
표준편차(sd)	0.38	0.30
합성불확도(Uc)	0.24	0.23
t	0.30	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	86.90	86.40
V_PK_2200MHz	86.10	86.20
	87.10	87.20
	86.80	86.70
	86.80	86.40
	86.80	86.30
	87.10	86.60
	86.30	86.40
	86.60	86.30
	87.40	86.60
	87.10	86.70
평균(ave)	86.82	86.53
표준편차(sd)	0.38	0.28
합성불확도(Uc)	0.24	0.23
t	0.87	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	86.90	86.40
V_PK_2200MHz	86.10	86.20
	87.10	87.20
	86.80	86.70
	86.80	86.40
	86.80	86.30
	87.10	86.60
	86.30	86.40
	86.60	86.30
	87.40	86.60
	87.10	86.70
평균(ave)	86.82	86.53
표준편차(sd)	0.38	0.28
합성불확도(Uc)	0.23	0.23
t	0.89	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	85.70	85.9
V_PK_2400MHz	85.60	85.9
	85.60	85.4
	85.70	85.40
	85.60	85.70
	85.40	85.40
	85.20	86.00
	85.20	85.90
	85.30	85.00
	85.40	85.60
	85.20	85.30
평균(ave)	85.45	85.59
표준편차(sd)	0.20	0.32
합성불확도(Uc)	0.29	0.30
t	0.35	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	85.70	85.70
V_PK_2400MHz	85.60	85.90
	85.60	85.40
	85.70	86.40
	85.60	85.50
	85.40	86.50
	85.20	85.20
	85.20	85.40
	85.30	85.30
	85.40	85.30
	85.20	85.60
평균(ave)	85.45	85.65
표준편차(sd)	0.20	0.44
합성불확도(Uc)	0.29	0.31
t	0.50	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	85.9	85.70
V_PK_2400MHz	85.9	85.90
	85.4	85.40
	85.40	86.40
	85.70	85.50
	85.40	86.50
	86.00	85.20
	85.90	85.40
	85.00	85.30
	85.60	85.30
	85.30	85.60
평균(ave)	85.59	85.65
표준편차(sd)	0.32	0.44
합성불확도(Uc)	0.30	0.31
t	0.15	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	84.40	84.5
V_PK_2600MHz	85.20	84.8
	84.90	85.6
	85.70	84.60
	84.90	84.90
	84.40	84.70
	85.00	85.20
	85.10	84.60
	84.20	84.90
	84.40	85.40
	84.40	84.30
평균(ave)	84.78	84.86
표준편차(sd)	0.46	0.40
합성불확도(Uc)	0.26	0.25
t	0.23	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	84.40	84.90
V_PK_2600MHz	85.20	84.70
	84.90	84.20
	85.70	84.60
	84.90	84.50
	84.40	84.90
	85.00	84.90
	85.10	84.80
	84.20	84.80
	84.40	84.80
	84.40	85.40
평균(ave)	84.78	84.77
표준편차(sd)	0.46	0.30
합성불확도(Uc)	0.26	0.23
t	0.03	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	84.5	84.90
V_PK_2600MHz	84.8	84.70
	85.6	84.20
	84.60	84.60
	84.90	84.50
	84.70	84.90
	85.20	84.90
	84.60	84.80
	84.90	84.80
	85.40	84.80
	84.30	85.40
평균(ave)	84.86	84.77
표준편차(sd)	0.40	0.30
합성불확도(Uc)	0.25	0.23
t	0.27	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	82.50	82.8
V_PK_2800MHz	82.30	82.7
	82.20	82.7
	82.60	82.60
	82.20	82.80
	81.80	82.50
	82.30	81.90
	82.80	82.90
	82.70	82.00
	81.90	82.20
	82.90	82.80
평균(ave)	82.38	82.54
표준편차(sd)	0.35	0.35
합성불확도(Uc)	0.24	0.24
t	0.46	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	82.50	82.70
V_PK_2800MHz	82.30	82.60
	82.20	83.20
	82.60	81.90
	82.20	83.00
	81.80	82.30
	82.30	82.40
	82.80	82.70
	82.70	82.20
	81.90	82.80
	82.90	82.40
평균(ave)	82.38	82.56
표준편차(sd)	0.35	0.37
합성불확도(Uc)	0.24	0.24
t	0.53	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	82.8	82.70
V_PK_2800MHz	82.7	82.60
	82.7	83.20
	82.60	81.90
	82.80	83.00
	82.50	82.30
	81.90	82.40
	82.90	82.70
	82.00	82.20
	82.20	82.80
	82.80	82.40
평균(ave)	82.54	82.56
표준편차(sd)	0.35	0.37
합성불확도(Uc)	0.24	0.24
t	0.08	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	80.30	80.1
V_PK_3000MHz	80.70	80.7
	79.90	80.2
	80.60	80.50
	81.00	80.30
	80.60	80.10
	81.00	80.00
	80.70	79.90
	80.20	80.60
	81.00	80.20
	80.50	80.10
평균(ave)	80.59	80.25
표준편차(sd)	0.35	0.25
합성불확도(Uc)	0.23	0.22
t	1.10	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	80.30	80.10
V_PK_3000MHz	80.70	80.10
	79.90	80.20
	80.60	80.80
	81.00	80.60
	80.60	80.80
	81.00	79.80
	80.70	79.80
	80.20	80.50
	81.00	80.30
	80.50	80.90
평균(ave)	80.59	80.35
표준편차(sd)	0.35	0.39
합성불확도(Uc)	0.23	0.23
t	0.72	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	80.1	80.10
V_PK_3000MHz	80.7	80.10
	80.2	80.20
	80.50	80.80
	80.30	80.60
	80.10	80.80
	80.00	79.80
	79.90	79.80
	80.60	80.50
	80.20	80.30
	80.10	80.90
평균(ave)	80.25	80.35
표준편차(sd)	0.25	0.39
합성불확도(Uc)	0.22	0.23
t	0.34	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_AV_0.5MHz	79.90	79.90
	80.00	79.90
	79.90	79.90
	79.90	80.00
	80.20	80.10
	79.90	80.10
	79.90	80.00
	80.20	80.10
	79.90	80.00
	79.90	80.00
	80.20	80.10
평균(ave)	79.99	80.01
표준편차(sd)	0.14	0.08
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.02	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_AV_0.5MHz	79.90	79.90
	80.00	80.00
	79.90	79.70
	79.90	80.00
	80.20	79.80
	79.90	80.10
	79.90	80.00
	80.20	80.10
	79.90	80.10
	79.90	80.00
	80.20	79.90
평균(ave)	79.99	79.96
표준편차(sd)	0.14	0.13
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.03	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_AV_0.5MHz	79.90	79.90
	79.90	80.00
	79.90	79.70
	80.00	80.00
	80.10	79.80
	80.10	80.10
	80.00	80.00
	80.10	80.10
	80.00	80.10
	80.00	80.00
	80.10	79.90
평균(ave)	80.01	79.96
표준편차(sd)	0.08	0.13
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.05	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_AV_3MHz	73.80	73.80
	73.80	73.80
	73.70	73.80
	73.80	73.80
	73.80	73.80
	73.80	73.80
	73.70	73.80
	73.80	73.80
	73.70	73.80
	73.70	73.70
	73.90	73.70
평균(ave)	73.77	73.78
표준편차(sd)	0.06	0.04
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.01	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_AV_3MHz	73.80	73.90
	73.80	73.80
	73.70	73.80
	73.80	73.90
	73.80	73.80
	73.80	73.80
	73.70	73.80
	73.80	73.80
	73.70	73.80
	73.70	73.80
	73.90	73.80
평균(ave)	73.77	73.82
표준편차(sd)	0.06	0.04
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.05	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_AV_3MHz	73.80	73.90
	73.80	73.80
	73.80	73.80
	73.80	73.90
	73.80	73.80
	73.80	73.80
	73.80	73.80
	73.80	73.80
	73.80	73.80
	73.70	73.80
	73.70	73.80
평균(ave)	73.78	73.82
표준편차(sd)	0.04	0.04
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.04	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	73.00	73.00
V_AV_10MHz	73.00	73.00
	73.00	73.00
	73.10	73.00
	73.00	73.00
	72.90	73.10
	73.00	73.00
	73.00	73.00
	72.90	73.00
	73.00	73.00
	73.10	73.10
평균(ave)	73.00	73.02
표준편차(sd)	0.06	0.04
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.02	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	73.00	73.10
V_AV_10MHz	73.00	73.20
	73.00	73.10
	73.10	73.10
	73.00	73.10
	72.90	73.00
	73.00	73.10
	73.00	73.10
	72.90	73.00
	73.00	73.00
	73.10	73.10
평균(ave)	73.00	73.08
표준편차(sd)	0.06	0.06
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.11	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	73.00	73.10
V_AV_10MHz	73.00	73.20
	73.00	73.10
	73.00	73.10
	73.00	73.10
	73.10	73.00
	73.00	73.10
	73.00	73.10
	73.00	73.00
	73.00	73.00
	73.10	73.10
평균(ave)	73.02	73.08
표준편차(sd)	0.04	0.06
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.08	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	72.90	72.90
V_AV_15MHz	73.00	73.00
	72.90	73.00
	72.90	72.90
	72.90	73.00
	72.90	73.00
	72.90	73.00
	73.00	73.00
	73.00	73.00
	72.80	72.90
	72.90	73.00
평균(ave)	72.92	72.97
표준편차(sd)	0.06	0.05
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.07	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	72.90	73.00
V_AV_15MHz	73.00	73.10
	72.90	73.00
	72.90	73.00
	72.90	73.10
	72.90	73.10
	72.90	73.00
	73.00	73.00
	73.00	73.00
	72.80	73.00
	72.90	73.00
평균(ave)	72.92	73.03
표준편차(sd)	0.06	0.05
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.15	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	72.90	73.00
V_AV_15MHz	73.00	73.10
	73.00	73.00
	72.90	73.00
	73.00	73.10
	73.00	73.10
	73.00	73.00
	73.00	73.00
	73.00	73.00
	72.90	73.00
	73.00	73.00
평균(ave)	72.97	73.03
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.07	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_AV_25MHz	72.50	72.60
	72.60	72.60
	72.60	72.70
	72.50	72.60
	72.60	72.60
	72.60	72.50
	72.50	72.60
	72.60	72.60
	72.60	72.60
	72.50	72.60
	72.50	72.60
평균(ave)	72.55	72.60
표준편차(sd)	0.05	0.04
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_AV_25MHz	72.50	72.70
	72.60	72.70
	72.60	72.60
	72.50	72.70
	72.60	72.70
	72.60	72.60
	72.50	72.70
	72.60	72.60
	72.60	72.60
	72.50	72.60
	72.50	72.60
평균(ave)	72.55	72.65
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.13	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_AV_25MHz	72.60	72.70
	72.60	72.80
	72.60	72.70
	72.60	72.70
	72.60	72.70
	72.70	72.70
	72.70	72.60
	72.60	72.60
	72.70	72.70
	72.70	72.70
	72.70	72.70
평균(ave)	72.65	72.69
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_AV_29MHz	72.60	72.60
	72.70	72.60
	72.60	72.60
	72.60	72.60
	72.60	72.60
	72.60	72.70
	72.60	72.70
	72.70	72.60
	72.70	72.70
	72.60	72.70
	72.60	72.70
평균(ave)	72.63	72.65
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.03	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_AV_29MHz	72.60	72.70
	72.70	72.80
	72.60	72.70
	72.60	72.70
	72.60	72.70
	72.60	72.70
	72.60	72.60
	72.70	72.60
	72.70	72.70
	72.60	72.70
	72.60	72.70
평균(ave)	72.63	72.69
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.09	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_AV_29MHz	72.60	72.70
	72.60	72.80
	72.60	72.70
	72.60	72.70
	72.60	72.70
	72.70	72.70
	72.70	72.60
	72.60	72.60
	72.70	72.70
	72.70	72.70
	72.70	72.70
평균(ave)	72.65	72.69
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	80.10	80.00
V_AV_1200MHz	80.10	80.00
	80.10	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
평균(ave)	80.03	80.00
표준편차(sd)	0.05	0.00
합성불확도(Uc)	0.27	0.27
t	0.07	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	80.10	80.00
V_AV_1200MHz	80.10	80.00
	80.10	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
평균(ave)	80.03	80.00
표준편차(sd)	0.05	0.00
합성불확도(Uc)	0.27	0.27
t	0.07	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	80.00	80.00
V_AV_1200MHz	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
	80.00	80.00
평균(ave)	80.00	80.00
표준편차(sd)	0.00	0.00
합성불확도(Uc)	0.27	0.27
t	0.00	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	78.70	78.60
V_AV_1400MHz	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
평균(ave)	78.61	78.60
표준편차(sd)	0.03	0.00
합성불확도(Uc)	0.38	0.38
t	0.02	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	78.70	78.60
V_AV_1400MHz	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.50
	78.60	78.50
	78.60	78.50
	78.60	78.50
평균(ave)	78.61	78.56
표준편차(sd)	0.03	0.05
합성불확도(Uc)	0.38	0.38
t	0.09	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	78.60	78.60
V_AV_1400MHz	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.60
	78.60	78.50
	78.60	78.50
	78.60	78.50
	78.60	78.50
평균(ave)	78.60	78.56
표준편차(sd)	0.00	0.05
합성불확도(Uc)	0.38	0.38
t	0.07	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	77.00	76.90
V_AV_1600MHz	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	77.00
	77.00	77.00
	77.00	77.00
	77.00	77.00
	77.00	77.00
	76.90	77.00
평균(ave)	76.99	76.95
표준편차(sd)	0.03	0.05
합성불확도(Uc)	0.39	0.39
t	0.07	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	77.00	77.00
V_AV_1600MHz	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
	76.90	76.90
평균(ave)	76.99	76.91
표준편차(sd)	0.03	0.03
합성불확도(Uc)	0.39	0.39
t	0.15	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	76.90	77.00
V_AV_1600MHz	76.90	76.90
	76.90	76.90
	76.90	76.90
	76.90	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
	77.00	76.90
평균(ave)	76.95	76.91
표준편차(sd)	0.05	0.03
합성불확도(Uc)	0.39	0.39
t	0.08	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	75.40	75.30
V_AV_1800MHz	75.30	75.30
	75.40	75.30
	75.30	75.30
	75.30	75.30
	75.30	75.30
	75.30	75.30
	75.30	75.30
	75.30	75.30
	75.30	75.30
	75.30	75.30
평균(ave)	75.32	75.30
표준편차(sd)	0.04	0.00
합성불확도(Uc)	0.38	0.38
t	0.03	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	75.40	75.30
V_AV_1800MHz	75.30	75.30
	75.40	75.30
	75.30	75.30
	75.30	75.30
	75.30	75.20
	75.30	75.20
	75.30	75.20
	75.30	75.20
	75.30	75.20
	75.30	75.20
평균(ave)	75.32	75.25
표준편차(sd)	0.04	0.05
합성불확도(Uc)	0.38	0.38
t	0.14	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	75.30	75.30
V_AV_1800MHz	75.30	75.30
	75.30	75.30
	75.30	75.30
	75.30	75.30
	75.30	75.20
	75.30	75.20
	75.30	75.20
	75.30	75.20
	75.30	75.20
	75.30	75.20
평균(ave)	75.30	75.25
표준편차(sd)	0.00	0.05
합성불확도(Uc)	0.38	0.38
t	0.10	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	74.80	74.70
V_AV_2000MHz	74.80	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
평균(ave)	74.72	74.70
표준편차(sd)	0.04	0.00
합성불확도(Uc)	0.31	0.31
t	0.04	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	74.80	74.70
V_AV_2000MHz	74.80	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
평균(ave)	74.72	74.70
표준편차(sd)	0.04	0.00
합성불확도(Uc)	0.31	0.31
t	0.04	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	74.70	74.70
V_AV_2000MHz	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.70
평균(ave)	74.70	74.70
표준편차(sd)	0.00	0.00
합성불확도(Uc)	0.31	0.31
t	0.00	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	73.50	73.40
V_AV_2200MHz	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.50
	73.50	73.50
	73.50	73.50
	73.50	73.50
	73.40	73.50
평균(ave)	73.49	73.45
표준편차(sd)	0.03	0.05
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	0.12	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	73.50	73.50
V_AV_2200MHz	73.50	73.50
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.40	73.40
평균(ave)	73.49	73.42
표준편차(sd)	0.03	0.04
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	0.24	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	73.40	73.50
V_AV_2200MHz	73.40	73.50
	73.40	73.40
	73.40	73.40
	73.40	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
	73.50	73.40
평균(ave)	73.45	73.42
표준편차(sd)	0.05	0.04
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	0.12	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_AV_2400MHz	72.50	72.40
	72.50	72.40
	72.50	72.50
	72.50	72.40
	72.50	72.40
	72.50	72.50
	72.50	72.50
	72.50	72.50
	72.50	72.50
	72.40	72.50
평균(ave)	72.49	72.46
표준편차(sd)	0.03	0.05
합성불확도(Uc)	0.28	0.28
t	0.07	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_AV_2400MHz	72.50	72.50
	72.50	72.50
	72.50	72.40
	72.50	72.40
	72.50	72.40
	72.50	72.40
	72.50	72.40
	72.50	72.40
	72.50	72.40
	72.40	72.40
평균(ave)	72.49	72.42
표준편차(sd)	0.03	0.04
합성불확도(Uc)	0.28	0.28
t	0.18	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_AV_2400MHz	72.40	72.50
	72.40	72.50
	72.50	72.40
	72.40	72.40
	72.40	72.40
	72.50	72.40
	72.50	72.40
	72.50	72.40
	72.50	72.40
	72.50	72.40
평균(ave)	72.46	72.42
표준편차(sd)	0.05	0.04
합성불확도(Uc)	0.28	0.28
t	0.11	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV V_AV_2600MHz	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.60
	71.60	71.60
	71.60	71.60
	71.50	71.60
평균(ave)	71.59	71.55
표준편차(sd)	0.03	0.05
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	0.15	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV V_AV_2600MHz	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.50	71.50
평균(ave)	71.59	71.50
표준편차(sd)	0.03	0.00
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	0.30	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV V_AV_2600MHz	71.50	71.50
	71.50	71.50
	71.50	71.50
	71.50	71.50
	71.50	71.50
	71.50	71.50
	71.50	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.50
평균(ave)	71.55	71.50
표준편차(sd)	0.05	0.00
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	0.15	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	69.20	69.20
V_AV_2800MHz	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
평균(ave)	69.20	69.20
표준편차(sd)	0.00	0.00
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	0.00	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	69.20	69.20
V_AV_2800MHz	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.10
	69.20	69.10
	69.20	69.20
	69.20	69.20
평균(ave)	69.20	69.18
표준편차(sd)	0.00	0.04
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	0.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	69.20	69.20
V_AV_2800MHz	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.10
	69.20	69.10
	69.20	69.20
	69.20	69.20
평균(ave)	69.20	69.18
표준편차(sd)	0.00	0.04
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	0.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(8.0V)
CNEV	67.40	67.30
V_AV_3000MHz	67.40	67.30
	67.40	67.30
	67.30	67.30
	67.30	67.30
	67.30	67.40
	67.30	67.30
	67.30	67.40
	67.30	67.40
	67.30	67.40
	67.30	67.40
평균(ave)	67.33	67.35
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.20	0.20
t	0.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(9.2V)	X2(6.8V)
CNEV	67.40	67.40
V_AV_3000MHz	67.40	67.30
	67.40	67.30
	67.30	67.30
	67.30	67.30
	67.30	67.30
	67.30	67.30
	67.30	67.30
	67.30	67.30
	67.30	67.30
	67.30	67.30
평균(ave)	67.33	67.31
표준편차(sd)	0.05	0.03
합성불확도(Uc)	0.20	0.20
t	0.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(8.0V)	X2(6.8V)
CNEV	67.30	67.40
V_AV_3000MHz	67.30	67.30
	67.30	67.30
	67.30	67.30
	67.30	67.30
	67.40	67.30
	67.30	67.30
	67.40	67.30
	67.40	67.30
	67.40	67.30
	67.40	67.30
평균(ave)	67.35	67.31
표준편차(sd)	0.05	0.03
합성불확도(Uc)	0.20	0.20
t	0.13	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

부록 2. 온도변화에 따른 EMC(CNE V+)분야 안정성 분석결과

가. 측정값

(1) Quasi-peak 측정모드

표 B-1. 0 °C에서의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
0.5	86.70	86.60	86.40	86.60	86.50	86.60	86.80	86.50	86.40	86.50	86.40
3	80.00	80.00	79.80	79.80	80.00	80.00	79.90	79.90	80.00	79.90	79.80
10	79.20	79.20	79.20	79.20	79.20	79.30	79.20	79.20	79.10	79.10	79.20
15	79.10	79.20	79.20	79.10	79.10	79.20	79.00	79.20	79.20	79.10	79.10
25	78.60	78.60	78.60	78.80	78.70	78.90	78.70	78.70	78.70	78.60	78.70
29	78.90	78.80	78.80	78.70	78.90	78.80	78.90	78.80	78.80	78.70	78.70
50	91.10	91.00	91.00	91.00	91.00	91.00	91.00	91.00	91.00	91.10	91.10
120	90.10	90.00	90.00	90.00	90.10	90.00	90.00	90.10	90.00	90.10	90.10
250	87.70	87.70	87.70	87.70	87.70	87.70	87.70	87.80	87.80	87.80	87.70
400	86.60	86.60	86.60	86.60	86.60	86.60	86.70	86.60	86.60	86.60	86.60
700	83.70	83.70	83.70	83.70	83.70	83.70	83.70	83.70	83.70	83.70	83.60
900	81.40	81.30	81.30	81.30	81.30	81.30	81.30	81.40	81.30	81.30	81.30
1000	80.60	80.60	80.60	80.60	80.60	80.60	80.70	80.70	80.70	80.70	80.60

표 B-2. 25 °C에서의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
0.5	85.90	86.00	86.30	85.60	86.00	86.10	86.10	86.00	86.00	86.10	85.60
3	79.30	79.10	79.00	79.20	79.10	79.10	79.20	79.20	79.00	79.10	79.10
10	78.50	78.30	78.30	78.40	78.30	78.40	78.50	78.50	78.40	78.30	78.30
15	78.30	78.40	78.40	78.30	78.20	78.40	78.30	78.30	78.40	78.30	78.30
25	77.90	78.00	77.90	78.00	77.90	78.00	78.00	77.90	77.90	77.90	78.00
29	78.10	77.90	77.90	78.00	78.00	78.00	77.90	78.00	77.90	78.00	78.00
50	90.30	90.20	90.20	90.20	90.20	90.20	90.30	90.20	90.20	90.30	90.30
120	89.50	89.40	89.50	89.40	89.40	89.40	89.40	89.50	89.40	89.40	89.40
250	87.40	87.40	87.30	87.40	87.30	87.40	87.30	87.40	87.30	87.40	87.30
400	86.40	86.30	86.40	86.30	86.40	86.40	86.40	86.40	86.40	86.40	86.30
700	83.70	83.60	83.70	83.70	83.70	83.70	83.60	83.70	83.70	83.60	83.70
900	81.20	81.30	81.30	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20
1000	80.60	80.50	80.50	80.50	80.50	80.60	80.50	80.50	80.50	80.40	80.50

표 B-3. 35 ℃에서의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
0.5	86.40	86.20	86.40	86.50	86.50	86.50	86.30	86.30	86.60	86.70	86.80
3	78.90	79.00	78.90	79.00	79.00	79.30	79.00	79.10	79.00	79.00	79.00
10	78.20	78.30	78.10	78.20	78.30	78.20	78.20	78.30	78.30	78.30	78.30
15	78.10	78.10	78.10	78.10	78.10	78.20	78.30	78.30	78.30	78.20	78.20
25	77.60	77.90	77.90	77.90	77.90	78.00	77.80	77.90	78.00	77.80	78.00
29	77.90	77.80	77.80	77.90	77.80	78.00	77.90	78.00	77.90	77.80	77.90
50	90.10	90.10	90.10	90.10	90.20	90.20	90.20	90.20	90.20	90.30	90.20
120	89.30	89.30	89.40	89.40	89.40	89.40	89.50	89.50	89.50	89.40	89.40
250	87.40	87.30	87.40	87.40	87.40	87.40	87.50	87.50	87.50	87.40	87.50
400	86.30	86.30	86.40	86.40	86.50	86.50	86.50	86.50	86.40	86.50	86.40
700	83.70	83.70	83.80	83.80	83.90	83.90	83.90	83.90	83.90	83.90	83.80
900	81.20	81.20	81.20	81.30	81.30	81.30	81.40	81.40	81.40	81.40	81.30
1000	80.40	80.50	80.50	80.60	80.50	80.60	80.60	80.60	80.60	80.60	80.60

(2) Peak 측정모드

표 B-4. 0 ℃에서의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
1200	93.70	93.60	93.70	94.00	94.20	94.20	93.80	93.70	93.50	93.40	93.90
1400	92.20	92.20	92.50	92.10	92.60	92.10	92.10	92.10	92.50	92.90	92.20
1600	90.30	90.50	90.80	90.30	90.40	90.50	90.40	90.60	90.90	90.60	91.70
1800	88.80	89.60	89.20	89.50	89.10	89.00	90.20	89.50	89.30	89.10	89.10
2000	88.40	88.80	88.30	88.80	88.30	88.20	88.20	88.70	88.90	88.50	88.10
2200	87.90	87.70	87.60	87.40	87.30	87.60	87.50	87.60	88.00	87.50	88.00
2400	87.10	86.20	86.40	86.00	87.00	86.20	86.80	86.00	86.30	86.70	86.20
2600	85.70	85.00	85.70	85.90	85.90	86.20	85.30	85.40	85.80	85.70	86.20
2800	83.20	84.00	83.30	83.50	83.60	85.00	83.60	83.10	83.30	83.80	83.30
3000	81.20	80.70	81.20	80.80	81.00	81.20	80.70	80.80	81.30	81.00	80.60

표 B-5. 25 ℃에서의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
1200	93.10	94.00	93.90	94.50	94.40	94.40	92.70	93.60	93.00	93.70	92.80
1400	91.50	92.00	91.70	92.20	92.20	91.60	91.60	92.40	91.80	92.00	91.40
1600	90.80	90.20	90.20	89.90	90.20	90.30	90.40	90.10	89.80	89.80	90.20
1800	89.10	89.20	89.60	88.90	88.70	89.10	88.80	88.30	88.80	89.10	89.00
2000	87.90	88.20	87.60	87.80	87.30	88.00	87.70	87.70	88.00	88.30	88.60
2200	86.90	86.10	87.10	86.80	86.80	86.80	87.10	86.30	86.60	87.40	87.10
2400	85.70	85.60	85.60	85.70	85.60	85.40	85.20	85.20	85.30	85.40	85.20
2600	84.40	85.20	84.90	85.70	84.90	84.40	85.00	85.10	84.20	84.40	84.40
2800	82.50	82.30	82.20	82.60	82.20	81.80	82.30	82.80	82.70	81.90	82.90
3000	80.30	80.70	79.90	80.60	81.00	80.60	81.00	80.70	80.20	81.00	80.50

표 B-6. 35 ℃에서의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
1200	93.60	93.20	93.10	93.40	93.20	93.30	93.40	93.80	93.60	93.60	93.10
1400	91.70	91.90	91.60	92.30	92.30	91.90	92.00	91.90	92.00	92.10	91.70
1600	90.60	89.60	90.10	90.90	90.20	90.10	90.20	90.60	90.10	91.20	90.50
1800	88.40	89.10	88.30	88.90	89.50	89.20	89.30	89.30	89.00	89.00	88.70
2000	87.70	88.20	88.00	88.70	88.00	88.70	88.00	88.30	88.10	88.30	87.90
2200	86.70	86.20	86.70	86.80	87.30	87.00	87.10	87.10	86.80	87.50	86.50
2400	85.20	85.30	85.80	85.70	85.30	85.50	85.70	85.60	85.80	85.70	85.70
2600	84.00	84.40	84.70	85.20	84.00	84.30	85.70	84.50	86.00	84.40	85.20
2800	82.10	82.70	82.80	82.30	81.90	81.90	82.60	82.80	82.70	82.20	82.80
3000	80.80	80.50	80.90	79.90	80.50	80.50	80.60	80.50	80.10	80.50	80.20

(3) Average 측정모드

표 B-7. 0 °C에서의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
0.5	80.70	80.70	80.70	80.70	80.80	80.80	80.80	80.80	80.70	80.70	80.80
3	74.60	74.70	74.50	74.50	74.50	74.60	74.60	74.60	74.50	74.50	74.50
10	73.80	73.80	73.80	73.80	73.90	73.80	73.80	73.80	73.80	73.90	73.70
15	73.80	73.60	73.80	73.80	73.70	73.80	73.80	73.70	73.70	73.80	73.70
25	73.30	73.40	73.40	73.30	73.30	73.40	73.40	73.30	73.50	73.40	73.40
29	73.40	73.40	73.40	73.40	73.40	73.40	73.40	73.40	73.40	73.50	73.40
1200	80.30	80.30	80.30	80.30	80.40	80.40	80.40	80.40	80.40	80.30	80.30
1400	79.00	78.90	79.00	79.00	79.00	79.10	79.10	79.10	79.00	79.00	79.00
1600	77.40	77.40	77.40	77.40	77.50	77.50	77.50	77.50	77.50	77.40	77.40
1800	75.70	75.70	75.80	75.80	75.80	75.80	75.90	75.80	75.80	75.80	75.80
2000	75.20	75.20	75.20	75.20	75.20	75.30	75.30	75.30	75.20	75.20	75.20
2200	74.10	74.10	74.10	74.10	74.20	74.20	74.20	74.20	74.20	74.10	74.10
2400	73.20	73.10	73.20	73.20	73.20	73.20	73.30	73.30	73.20	73.20	73.20
2600	72.40	72.40	72.40	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.40	72.40
2800	70.20	70.10	70.10	70.20	70.20	70.20	70.20	70.20	70.20	70.20	70.10
3000	67.90	67.90	67.90	67.90	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	67.90	67.90

표 B-8. 25 °C에서의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
0.5	79.90	80.00	79.90	79.90	80.20	79.90	79.90	80.20	79.90	79.90	80.20
3	73.80	73.80	73.70	73.80	73.80	73.80	73.70	73.80	73.70	73.70	73.90
10	73.00	73.00	73.00	73.10	73.00	72.90	73.00	73.00	72.90	73.00	73.10
15	72.90	73.00	72.90	72.90	72.90	72.90	72.90	73.00	73.00	72.80	72.90
25	72.50	72.60	72.60	72.50	72.60	72.60	72.50	72.60	72.60	72.50	72.50
29	72.60	72.70	72.60	72.60	72.60	72.60	72.60	72.70	72.70	72.60	72.60
1200	80.10	80.10	80.10	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
1400	78.70	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60	78.60
1600	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	76.90
1800	75.40	75.30	75.40	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30	75.30
2000	74.80	74.80	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70	74.70
2200	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50	73.50	73.40
2400	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.40
2600	71.60	71.60	71.60	71.60	71.60	71.60	71.60	71.60	71.60	71.60	71.50
2800	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20
3000	67.40	67.40	67.40	67.30	67.30	67.30	67.30	67.30	67.30	67.30	67.30

표 B-9. 35 ℃에서의 측정값($dB_{\mu V}$)

주파수 (MHz)	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차
0.5	80.30	80.40	80.30	80.40	80.50	80.20	80.70	80.50	80.40	80.60	80.50
3	73.60	73.70	73.60	73.60	73.80	73.60	73.70	73.60	73.70	73.60	73.70
10	72.90	72.80	72.80	72.90	72.80	72.90	72.90	73.00	72.90	73.00	72.90
15	72.70	72.70	72.80	72.80	72.90	72.80	72.80	72.80	72.80	72.90	72.80
25	72.40	72.50	72.50	72.40	72.50	72.50	72.40	72.50	72.60	72.50	72.50
29	72.40	72.40	72.40	72.50	72.60	72.50	72.60	72.60	72.50	72.50	72.50
1200	80.00	80.00	80.10	80.20	80.20	80.20	80.30	80.30	80.30	80.20	80.20
1400	78.60	78.60	78.70	78.70	78.80	78.80	78.80	78.90	78.80	78.80	78.80
1600	76.90	77.00	77.10	77.10	77.20	77.20	77.20	77.20	77.20	77.20	77.20
1800	75.30	75.30	75.40	75.40	75.50	75.50	75.50	75.60	75.50	75.50	75.50
2000	74.60	74.70	74.70	74.80	74.80	74.90	74.90	74.90	74.90	74.90	74.80
2200	73.40	73.40	73.50	73.50	73.60	73.60	73.60	73.70	73.60	73.60	73.60
2400	72.30	72.30	72.40	72.50	72.50	72.50	72.60	72.60	72.60	72.50	72.50
2600	71.30	71.40	71.50	71.50	71.60	71.60	71.60	71.70	71.60	71.60	71.60
2800	69.00	69.10	69.10	69.20	69.20	69.30	69.30	69.30	69.30	69.30	69.30
3000	67.10	67.20	67.30	67.30	67.30	67.40	67.40	67.40	67.40	67.40	67.40

나. 안정도분석

불확도를 고려한 안정성 평가기법을 이용하여 CNE V+의 온도변화에 따른 안정성 평가를 수행한 결과 Quasi-Peak 모드에서는 모든 주파수에서 안정성을 보였으나, Peak 모드에서는 2,200 MHz, 2,400 MHz, 2,600 MHz, 2,800 MHz, Average 모드에서는 2,200 MHz, 2,600 MHz, 2,800 MHz, 3,000 MHz에서 불안정한 것으로 평가되었다.

표 B-10. CNE V+의 온도변화에 따른 안정성 분석(Quasi-peak 측정모드)

주파수 (MHz)	CNE V의 온도변화에 따른 안정성 분석			비고
	0℃/25℃	0℃/35℃	25℃/30℃	
0.5	안정	안정	안정	Quasi-peak
3	안정	안정	안정	
10	안정	안정	안정	
15	안정	안정	안정	
25	안정	안정	안정	
29	안정	안정	안정	
50	안정	안정	안정	
120	안정	안정	안정	
250	안정	안정	안정	
400	안정	안정	안정	
700	안정	안정	안정	
900	안정	안정	안정	
1000	안정	안정	안정	

표 B-11. CNE V+의 온도변화에 따른 안정성 분석(Peak 측정모드)

주파수 (MHz)	CNE V의 온도변화에 따른 안정성 분석			비고
	0 ℃/25 ℃	0 ℃/35 ℃	25 ℃/35 ℃	
1200	안정	안정	안정	Peak
1400	안정	안정	안정	
1600	안정	안정	안정	
1800	안정	안정	안정	
2000	안정	안정	안정	
2200	불안정	불안정	안정	
2400	불안정	불안정	안정	
2600	불안정	불안정	안정	
2800	불안정	불안정	안정	
3000	안정	안정	안정	

표 B-12. CNE V+의 온도변화에 따른 안정성 분석(Average 측정모드)

주파수 (MHz)	CNE V의 온도변화에 따른 안정성 분석			비고
	0 ℃/25 ℃	0 ℃/35 ℃	25 ℃/35 ℃	
0.5	안정	안정	안정	Average
3	안정	안정	안정	
10	안정	안정	안정	
15	안정	안정	안정	
25	안정	안정	안정	
29	안정	안정	안정	
1200	안정	안정	안정	
1400	안정	안정	안정	
1600	안정	안정	안정	
1800	안정	안정	안정	
2000	안정	안정	안정	
2200	불안정	안정	안정	
2400	안정	안정	안정	
2600	불안정	불안정	안정	
2800	불안정	불안정	안정	
3000	불안정	불안정	안정	

다. 통계분석표

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	86.70	85.90
T_QP_0.5MHz	86.60	86.00
	86.40	86.30
	86.60	85.60
	86.50	86.00
	86.60	86.10
	86.80	86.10
	86.50	86.00
	86.40	86.00
	86.50	86.10
	86.40	85.60
평균(ave)	86.55	85.97
표준편차(sd)	0.13	0.21
합성불확도(Uc)	0.61	0.61
t	0.67	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	85.90	86.40
T_QP_0.5MHz	86.00	86.20
	86.30	86.40
	85.60	86.50
	86.00	86.50
	86.10	86.50
	86.10	86.30
	86.00	86.30
	86.00	86.60
	86.10	86.70
	85.60	86.80
평균(ave)	85.97	86.47
표준편차(sd)	0.21	0.18
합성불확도(Uc)	0.61	0.61
t	0.58	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	80.00	78.90
T_QP_3MHz	80.00	79.00
	79.80	78.90
	79.80	79.00
	80.00	79.00
	80.00	79.30
	79.90	79.00
	79.90	79.10
	80.00	79.00
	79.90	79.00
	79.80	79.00
평균(ave)	79.92	79.02
표준편차(sd)	0.09	0.11
합성불확도(Uc)	0.60	0.61
t	1.05	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	85.90	86.40
T_QP_0.5MHz	86.00	86.20
	86.30	86.40
	85.60	86.50
	86.00	86.50
	86.10	86.50
	86.10	86.30
	86.00	86.30
	86.00	86.60
	86.10	86.70
	85.60	86.80
평균(ave)	85.97	86.47
표준편차(sd)	0.21	0.18
합성불확도(Uc)	0.61	0.61
t	0.58	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	80.00	79.30
T_QP_3MHz	80.00	79.10
	79.80	79.00
	79.80	79.20
	80.00	79.10
	79.90	79.20
	79.90	79.20
	80.00	79.00
	79.90	79.10
	79.80	79.10
평균(ave)	79.92	79.13
표준편차(sd)	0.09	0.09
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.93	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	79.30	78.90
T_QP_3MHz	79.10	79.00
	79.00	78.90
	79.20	79.00
	79.10	79.00
	79.10	79.30
	79.20	79.00
	79.20	79.10
	79.00	79.00
	79.10	79.00
	79.10	79.00
평균(ave)	79.13	79.02
표준편차(sd)	0.09	0.11
합성불확도(Uc)	0.60	0.61
t	0.13	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	79.20	78.50
T_QP_10MHz	79.20	78.30
	79.20	78.30
	79.20	78.40
	79.20	78.30
	79.30	78.40
	79.20	78.50
	79.20	78.50
	79.10	78.40
	79.10	78.30
	79.20	78.30
평균(ave)	79.19	78.38
표준편차(sd)	0.05	0.09
합성불확도(Uc)	0.54	0.54
t	1.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	79.20	78.20
T_QP_10MHz	79.20	78.30
	79.20	78.10
	79.20	78.20
	79.20	78.30
	79.30	78.20
	79.20	78.20
	79.20	78.30
	79.10	78.30
	79.10	78.30
	79.20	78.30
평균(ave)	79.19	78.25
표준편차(sd)	0.05	0.07
합성불확도(Uc)	0.54	0.54
t	1.24	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	78.50	78.20
T_QP_10MHz	78.30	78.30
	78.30	78.10
	78.40	78.20
	78.30	78.30
	78.40	78.20
	78.50	78.20
	78.50	78.30
	78.40	78.30
	78.30	78.30
	78.30	78.30
평균(ave)	78.38	78.25
표준편차(sd)	0.09	0.07
합성불확도(Uc)	0.54	0.54
t	0.18	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	79.10	78.30
T_QP_15MHz	79.20	78.40
	79.20	78.40
	79.10	78.30
	79.10	78.20
	79.20	78.40
	79.00	78.30
	79.20	78.30
	79.20	78.40
	79.10	78.30
	79.10	78.30
평균(ave)	79.14	78.33
표준편차(sd)	0.07	0.06
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	1.08	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	79.10	78.10
T_QP_15MHz	79.20	78.10
	79.20	78.10
	79.10	78.10
	79.10	78.10
	79.20	78.20
	79.00	78.30
	79.20	78.30
	79.20	78.30
	79.10	78.20
	79.10	78.20
평균(ave)	79.14	78.18
표준편차(sd)	0.07	0.09
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	1.27	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	78.30	78.10
T_QP_15MHz	78.40	78.10
	78.40	78.10
	78.30	78.10
	78.20	78.10
	78.40	78.20
	78.30	78.30
	78.30	78.30
	78.40	78.30
	78.30	78.20
	78.30	78.20
평균(ave)	78.33	78.18
표준편차(sd)	0.06	0.09
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.19	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	78.60	78.10
T_QP_25MHz	78.60	77.90
	78.60	77.90
	78.80	78.00
	78.70	78.00
	78.90	78.00
	78.70	77.90
	78.70	78.00
	78.70	77.90
	78.60	78.00
	78.70	78.00
평균(ave)	78.69	77.97
표준편차(sd)	0.09	0.06
합성불확도(Uc)	0.52	0.52
t	0.98	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	78.60	77.60
T_QP_25MHz	78.60	77.90
	78.60	77.90
	78.80	77.90
	78.70	77.90
	78.90	78.00
	78.70	77.80
	78.70	77.90
	78.70	78.00
	78.60	77.80
	78.70	78.00
평균(ave)	78.69	77.88
표준편차(sd)	0.09	0.12
합성불확도(Uc)	0.52	0.52
t	1.10	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	78.10	77.60
T_QP_25MHz	77.90	77.90
	77.90	77.90
	78.00	77.90
	78.00	77.90
	78.00	78.00
	77.90	77.80
	78.00	77.90
	77.90	78.00
	78.00	77.80
	78.00	78.00
평균(ave)	77.97	77.88
표준편차(sd)	0.06	0.12
합성불확도(Uc)	0.52	0.52
t	0.12	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	78.90	78.10
T_QP_29MHz	78.80	77.90
	78.80	77.90
	78.70	78.00
	78.90	78.00
	78.80	78.00
	78.90	77.90
	78.80	78.00
	78.80	77.90
	78.70	78.00
	78.70	78.00
평균(ave)	78.80	77.97
표준편차(sd)	0.08	0.06
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	1.14	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	78.90	77.90
T_QP_29MHz	78.80	77.80
	78.80	77.80
	78.70	77.90
	78.90	77.80
	78.80	78.00
	78.90	77.90
	78.80	78.00
	78.80	77.90
	78.70	77.80
	78.70	77.90
평균(ave)	78.80	77.88
표준편차(sd)	0.08	0.08
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	1.27	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	78.10	77.90
T_QP_29MHz	77.90	77.80
	77.90	77.80
	78.00	77.90
	78.00	77.80
	78.00	78.00
	77.90	77.90
	78.00	78.00
	77.90	77.90
	78.00	77.80
	78.00	77.90
평균(ave)	77.97	77.88
표준편차(sd)	0.06	0.08
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.13	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	91.10	90.30
T_QP_50MHz	91.00	90.20
	91.00	90.20
	91.00	90.20
	91.00	90.20
	91.00	90.20
	91.00	90.20
	91.00	90.30
	91.00	90.20
	91.00	90.20
	91.10	90.30
	91.10	90.30
평균(ave)	91.03	90.24
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	1.13	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	90.30	90.10
T_QP_50MHz	90.20	90.10
	90.20	90.10
	90.20	90.10
	90.20	90.20
	90.20	90.20
	90.30	90.20
	90.20	90.20
	90.20	90.20
	90.30	90.30
	90.30	90.20
평균(ave)	90.24	90.17
표준편차(sd)	0.05	0.06
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.09	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	90.10	89.30
T_QP_120MHz	90.00	89.30
	90.00	89.40
	90.00	89.40
	90.10	89.40
	90.00	89.40
	90.00	89.50
	90.10	89.50
	90.00	89.50
	90.10	89.40
	90.10	89.40
평균(ave)	90.05	89.41
표준편차(sd)	0.05	0.07
합성불확도(Uc)	0.55	0.55
t	0.82	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	91.10	90.10
T_QP_50MHz	91.00	90.10
	91.00	90.10
	91.00	90.10
	91.00	90.10
	91.00	90.20
	91.00	90.20
	91.00	90.20
	91.00	90.20
	91.10	90.30
	91.10	90.20
평균(ave)	91.03	90.17
표준편차(sd)	0.05	0.06
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	1.22	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	90.10	89.50
T_QP_120MHz	90.00	89.40
	90.00	89.50
	90.00	89.40
	90.10	89.40
	90.00	89.40
	90.00	89.40
	90.10	89.50
	90.00	89.40
	90.10	89.40
	90.10	89.40
평균(ave)	90.05	89.43
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.55	0.55
t	0.80	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	89.50	89.30
T_QP_120MHz	89.40	89.30
	89.50	89.40
	89.40	89.40
	89.40	89.40
	89.40	89.40
	89.40	89.50
	89.50	89.50
	89.40	89.50
	89.40	89.40
	89.40	89.40
평균(ave)	89.43	89.41
표준편차(sd)	0.05	0.07
합성불확도(Uc)	0.55	0.55
t	0.02	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_QP_250MHz	87.70	87.40
	87.70	87.40
	87.70	87.30
	87.70	87.40
	87.70	87.30
	87.70	87.40
	87.70	87.30
	87.80	87.40
	87.80	87.30
	87.80	87.40
	87.70	87.30
평균(ave)	87.73	87.35
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.52	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_QP_250MHz	87.70	87.40
	87.70	87.30
	87.70	87.40
	87.70	87.40
	87.70	87.40
	87.70	87.40
	87.70	87.50
	87.80	87.50
	87.80	87.50
	87.80	87.40
	87.70	87.50
평균(ave)	87.73	87.43
표준편차(sd)	0.05	0.06
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.42	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_QP_250MHz	87.40	87.40
	87.40	87.30
	87.30	87.40
	87.40	87.40
	87.30	87.40
	87.40	87.40
	87.30	87.50
	87.40	87.50
	87.30	87.50
	87.40	87.40
	87.30	87.50
평균(ave)	87.35	87.43
표준편차(sd)	0.05	0.06
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.10	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_QP_400MHz	86.60	86.40
	86.60	86.30
	86.60	86.40
	86.60	86.30
	86.60	86.40
	86.60	86.40
	86.70	86.40
	86.60	86.40
	86.60	86.40
	86.60	86.40
	86.60	86.30
평균(ave)	86.61	86.37
표준편차(sd)	0.03	0.05
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.34	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_QP_400MHz	86.60	86.30
	86.60	86.30
	86.60	86.40
	86.60	86.40
	86.60	86.50
	86.60	86.50
	86.70	86.50
	86.60	86.50
	86.60	86.40
	86.60	86.50
	86.60	86.40
평균(ave)	86.61	86.43
표준편차(sd)	0.03	0.08
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.26	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_QP_400MHz	86.40	86.30
	86.30	86.30
	86.40	86.40
	86.30	86.40
	86.40	86.50
	86.40	86.50
	86.40	86.50
	86.40	86.50
	86.40	86.40
	86.40	86.50
	86.30	86.40
평균(ave)	86.37	86.43
표준편차(sd)	0.05	0.08
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.50	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	83.70	83.70
T_QP_700MHz	83.70	83.60
	83.70	83.70
	83.70	83.70
	83.70	83.70
	83.70	83.70
	83.70	83.60
	83.70	83.70
	83.70	83.70
	83.70	83.60
	83.60	83.70
평균(ave)	83.69	83.67
표준편차(sd)	0.03	0.05
합성불확도(Uc)	0.47	0.47
t	0.03	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	83.70	83.70
T_QP_700MHz	83.70	83.70
	83.70	83.80
	83.70	83.80
	83.70	83.90
	83.70	83.90
	83.70	83.90
	83.70	83.90
	83.70	83.90
	83.70	83.90
	83.60	83.80
평균(ave)	83.69	83.84
표준편차(sd)	0.03	0.08
합성불확도(Uc)	0.47	0.47
t	0.22	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	83.70	83.70
T_QP_700MHz	83.60	83.70
	83.70	83.80
	83.70	83.80
	83.70	83.90
	83.70	83.90
	83.60	83.90
	83.70	83.90
	83.70	83.90
	83.60	83.90
	83.70	83.80
평균(ave)	83.67	83.84
표준편차(sd)	0.05	0.08
합성불확도(Uc)	0.47	0.47
t	0.25	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	81.40	81.20
T_QP_900MHz	81.30	81.30
	81.30	81.30
	81.30	81.20
	81.30	81.20
	81.30	81.20
	81.30	81.20
	81.40	81.20
	81.30	81.20
	81.30	81.20
	81.30	81.20
평균(ave)	81.32	81.22
표준편차(sd)	0.04	0.04
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.14	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	81.40	81.20
T_QP_900MHz	81.30	81.20
	81.30	81.20
	81.30	81.30
	81.30	81.30
	81.30	81.30
	81.30	81.40
	81.40	81.40
	81.30	81.40
	81.30	81.40
	81.30	81.30
평균(ave)	81.32	81.31
표준편차(sd)	0.04	0.08
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.01	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	81.20	81.20
T_QP_900MHz	81.30	81.20
	81.30	81.20
	81.20	81.30
	81.20	81.30
	81.20	81.30
	81.20	81.40
	81.20	81.40
	81.20	81.40
	81.20	81.40
	81.20	81.30
평균(ave)	81.22	81.31
표준편차(sd)	0.04	0.08
합성불확도(Uc)	0.50	0.50
t	0.13	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	80.60	80.60
T_QP_1000MHz	80.60	80.50
	80.60	80.50
	80.60	80.50
	80.60	80.50
	80.60	80.50
	80.60	80.60
	80.70	80.50
	80.70	80.50
	80.70	80.50
	80.70	80.40
	80.60	80.50
평균(ave)	80.64	80.51
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.17	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	80.60	80.40
T_QP_1000MHz	80.60	80.50
	80.60	80.50
	80.60	80.60
	80.60	80.50
	80.60	80.60
	80.70	80.60
	80.70	80.60
	80.70	80.60
	80.70	80.60
	80.60	80.60
평균(ave)	80.64	80.55
표준편차(sd)	0.05	0.07
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.11	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	80.60	80.40
T_QP_1000MHz	80.50	80.50
	80.50	80.50
	80.50	80.60
	80.50	80.50
	80.60	80.60
	80.50	80.60
	80.50	80.60
	80.50	80.60
	80.40	80.60
	80.50	80.60
평균(ave)	80.51	80.55
표준편차(sd)	0.05	0.07
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	93.70	93.10
T_PK_1200MHz	93.60	94.00
	93.70	93.90
	94.00	94.50
	94.20	94.40
	94.20	94.40
	93.80	92.70
	93.70	93.60
	93.50	93.00
	93.40	93.70
	93.90	92.80
평균(ave)	93.79	93.65
표준편차(sd)	0.26	0.66
합성불확도(Uc)	0.28	0.34
t	0.33	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	93.70	93.60
T_PK_1200MHz	93.60	93.20
	93.70	93.10
	94.00	93.40
	94.20	93.20
	94.20	93.30
	93.80	93.40
	93.70	93.80
	93.50	93.60
	93.40	93.60
	93.90	93.10
평균(ave)	93.79	93.39
표준편차(sd)	0.26	0.23
합성불확도(Uc)	0.28	0.28
t	1.00	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	93.10	93.60
T_PK_1200MHz	94.00	93.20
	93.90	93.10
	94.50	93.40
	94.40	93.20
	94.40	93.30
	92.70	93.40
	93.60	93.80
	93.00	93.60
	93.70	93.60
	92.80	93.10
평균(ave)	93.65	93.39
표준편차(sd)	0.66	0.23
합성불확도(Uc)	0.34	0.28
t	0.58	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_PK_1400MHz	92.20	91.50
	92.20	92.00
	92.50	91.70
	92.10	92.20
	92.60	92.20
	92.10	91.60
	92.10	91.60
	92.10	92.40
	92.50	91.80
	92.90	92.00
	92.20	91.40
평균(ave)	92.32	91.85
표준편차(sd)	0.27	0.33
합성불확도(Uc)	0.38	0.39
t	0.85	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_1400MHz	92.20	91.70
	92.20	91.90
	92.50	91.60
	92.10	92.30
	92.60	92.30
	92.10	91.90
	92.10	92.00
	92.10	91.90
	92.50	92.00
	92.90	92.10
	92.20	91.70
평균(ave)	92.32	91.95
표준편차(sd)	0.27	0.23
합성불확도(Uc)	0.38	0.38
t	0.69	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_1400MHz	91.50	91.70
	92.00	91.90
	91.70	91.60
	92.20	92.30
	92.20	92.30
	91.60	91.90
	91.60	92.00
	92.40	91.90
	91.80	92.00
	92.00	92.10
	91.40	91.70
평균(ave)	91.85	91.95
표준편차(sd)	0.33	0.23
합성불확도(Uc)	0.39	0.38
t	0.17	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_PK_1600MHz	90.30	90.80
	90.50	90.20
	90.80	90.20
	90.30	89.90
	90.40	90.20
	90.50	90.30
	90.40	90.40
	90.60	90.10
	90.90	89.80
	90.60	89.80
	91.70	90.20
평균(ave)	90.64	90.17
표준편차(sd)	0.40	0.29
합성불확도(Uc)	0.41	0.40
t	0.82	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_1600MHz	90.30	90.60
	90.50	89.60
	90.80	90.10
	90.30	90.90
	90.40	90.20
	90.50	90.10
	90.40	90.20
	90.60	90.60
	90.90	90.10
	90.60	91.20
	91.70	90.50
평균(ave)	90.64	90.37
표준편차(sd)	0.40	0.44
합성불확도(Uc)	0.41	0.41
t	0.46	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_1600MHz	90.80	90.60
	90.20	89.60
	90.20	90.10
	89.90	90.90
	90.20	90.20
	90.30	90.10
	90.40	90.20
	90.10	90.60
	89.80	90.10
	89.80	91.20
	90.20	90.50
평균(ave)	90.17	90.37
표준편차(sd)	0.29	0.44
합성불확도(Uc)	0.40	0.41
t	0.35	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_PK_1800MHz	88.80	89.10
	89.60	89.20
	89.20	89.60
	89.50	88.90
	89.10	88.70
	89.00	89.10
	90.20	88.80
	89.50	88.30
	89.30	88.80
	89.10	89.10
	89.10	89.00
평균(ave)	89.31	88.96
표준편차(sd)	0.38	0.33
합성불확도(Uc)	0.39	0.39
t	0.62	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_1800MHz	88.80	88.40
	89.60	89.10
	89.20	88.30
	89.50	88.90
	89.10	89.50
	89.00	89.20
	90.20	89.30
	89.50	89.30
	89.30	89.00
	89.10	89.00
	89.10	88.70
평균(ave)	89.31	88.97
표준편차(sd)	0.38	0.38
합성불확도(Uc)	0.39	0.39
t	0.60	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_1800MHz	89.10	88.40
	89.20	89.10
	89.60	88.30
	88.90	88.90
	88.70	89.50
	89.10	89.20
	88.80	89.30
	88.30	89.30
	88.80	89.00
	89.10	89.00
	89.00	88.70
평균(ave)	88.96	88.97
표준편차(sd)	0.33	0.38
합성불확도(Uc)	0.39	0.39
t	0.02	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_PK_2000MHz	88.40	87.90
	88.80	88.20
	88.30	87.60
	88.80	87.80
	88.30	87.30
	88.20	88.00
	88.20	87.70
	88.70	87.70
	88.90	88.00
	88.50	88.30
	88.10	88.60
평균(ave)	88.47	87.92
표준편차(sd)	0.28	0.36
합성불확도(Uc)	0.32	0.33
t	1.21	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_2000MHz	88.40	87.70
	88.80	88.20
	88.30	88.00
	88.80	88.70
	88.30	88.00
	88.20	88.70
	88.20	88.00
	88.70	88.30
	88.90	88.10
	88.50	88.30
	88.10	87.90
평균(ave)	88.47	88.17
표준편차(sd)	0.28	0.31
합성불확도(Uc)	0.32	0.32
t	0.66	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_2000MHz	87.90	87.70
	88.20	88.20
	87.60	88.00
	87.80	88.70
	87.30	88.00
	88.00	88.70
	87.70	88.00
	87.70	88.30
	88.00	88.10
	88.30	88.30
	88.60	87.90
평균(ave)	87.92	88.17
표준편차(sd)	0.36	0.31
합성불확도(Uc)	0.33	0.32
t	0.55	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_PK_2200MHz	87.90	86.90
	87.70	86.10
	87.60	87.10
	87.40	86.80
	87.30	86.80
	87.60	86.80
	87.50	87.10
	87.60	86.30
	88.00	86.60
	87.50	87.40
	88.00	87.10
평균(ave)	87.65	86.82
표준편차(sd)	0.23	0.38
합성불확도(Uc)	0.23	0.24
t	2.50	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_2200MHz	86.90	86.70
	86.10	86.20
	87.10	86.70
	86.80	86.80
	86.80	87.30
	86.80	87.00
	87.10	87.10
	86.30	87.10
	86.60	86.80
	87.40	87.50
	87.10	86.50
평균(ave)	86.82	86.88
표준편차(sd)	0.38	0.37
합성불확도(Uc)	0.24	0.24
t	0.19	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_2400MHz	87.10	85.20
	86.20	85.30
	86.40	85.80
	86.00	85.70
	87.00	85.30
	86.20	85.50
	86.80	85.70
	86.00	85.60
	86.30	85.80
	86.70	85.70
	86.20	85.70
평균(ave)	86.45	85.57
표준편차(sd)	0.39	0.21
합성불확도(Uc)	0.30	0.29
t	2.09	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_2200MHz	87.90	86.70
	87.70	86.20
	87.60	86.70
	87.40	86.80
	87.30	87.30
	87.60	87.00
	87.50	87.10
	87.60	87.10
	88.00	86.80
	87.50	87.50
	88.00	86.50
평균(ave)	87.65	86.88
표준편차(sd)	0.23	0.37
합성불확도(Uc)	0.23	0.24
t	2.32	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_PK_2400MHz	87.10	85.70
	86.20	85.60
	86.40	85.60
	86.00	85.70
	87.00	85.60
	86.20	85.40
	86.80	85.20
	86.00	85.20
	86.30	85.30
	86.70	85.40
	86.20	85.20
평균(ave)	86.45	85.45
표준편차(sd)	0.39	0.20
합성불확도(Uc)	0.30	0.29
t	2.40	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_2400MHz	85.70	85.20
	85.60	85.30
	85.60	85.80
	85.70	85.70
	85.60	85.30
	85.40	85.50
	85.20	85.70
	85.20	85.60
	85.30	85.80
	85.40	85.70
	85.20	85.70
평균(ave)	85.45	85.57
표준편차(sd)	0.20	0.21
합성불확도(Uc)	0.29	0.29
t	0.31	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_PK_2600MHz	85.70	84.40
	85.00	85.20
	85.70	84.90
	85.90	85.70
	85.90	84.90
	86.20	84.40
	85.30	85.00
	85.40	85.10
	85.80	84.20
	85.70	84.40
	86.20	84.40
평균(ave)	85.71	84.78
표준편차(sd)	0.36	0.46
합성불확도(Uc)	0.24	0.26
t	2.64	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_2600MHz	85.70	84.00
	85.00	84.40
	85.70	84.70
	85.90	85.20
	85.90	84.00
	86.20	84.30
	85.30	85.70
	85.40	84.50
	85.80	86.00
	85.70	84.40
	86.20	85.20
평균(ave)	85.71	84.76
표준편차(sd)	0.36	0.67
합성불확도(Uc)	0.24	0.30
t	2.48	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_2600MHz	84.40	84.00
	85.20	84.40
	84.90	84.70
	85.70	85.20
	84.90	84.00
	84.40	84.30
	85.00	85.70
	85.10	84.50
	84.20	86.00
	84.40	84.40
	84.40	85.20
평균(ave)	84.78	84.76
표준편차(sd)	0.46	0.67
합성불확도(Uc)	0.26	0.30
t	0.05	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_PK_2800MHz	83.20	82.50
	84.00	82.30
	83.30	82.20
	83.50	82.60
	83.60	82.20
	85.00	81.80
	83.60	82.30
	83.10	82.80
	83.30	82.70
	83.80	81.90
	83.30	82.90
평균(ave)	83.61	82.38
표준편차(sd)	0.53	0.35
합성불확도(Uc)	0.27	0.24
t	3.42	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_2800MHz	83.20	82.10
	84.00	82.70
	83.30	82.80
	83.50	82.30
	83.60	81.90
	85.00	81.90
	83.60	82.60
	83.10	82.80
	83.30	82.70
	83.80	82.20
	83.30	82.80
평균(ave)	83.61	82.44
표준편차(sd)	0.53	0.36
합성불확도(Uc)	0.27	0.24
t	3.25	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_2800MHz	82.50	82.10
	82.30	82.70
	82.20	82.80
	82.60	82.30
	82.20	81.90
	81.80	81.90
	82.30	82.60
	82.80	82.80
	82.70	82.70
	81.90	82.20
	82.90	82.80
평균(ave)	82.38	82.44
표준편차(sd)	0.35	0.36
합성불확도(Uc)	0.24	0.24
t	0.16	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_PK_3000MHz	81.20	80.30
	80.70	80.70
	81.20	79.90
	80.80	80.60
	81.00	81.00
	81.20	80.60
	80.70	81.00
	80.80	80.70
	81.30	80.20
	81.00	81.00
	80.60	80.50
평균(ave)	80.95	80.59
표준편차(sd)	0.25	0.35
합성불확도(Uc)	0.22	0.23
t	1.16	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_3000MHz	80.30	80.80
	80.70	80.50
	79.90	80.90
	80.60	79.90
	81.00	80.50
	80.60	80.50
	81.00	80.60
	80.70	80.50
	80.20	80.10
	81.00	80.50
	80.50	80.20
평균(ave)	80.59	80.45
표준편차(sd)	0.35	0.29
합성불확도(Uc)	0.23	0.22
t	0.43	
기각값(ta/2)	1.96	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_PK_3000MHz	81.20	80.80
	80.70	80.50
	81.20	80.90
	80.80	79.90
	81.00	80.50
	81.20	80.50
	80.70	80.60
	80.80	80.50
	81.30	80.10
	81.00	80.50
	80.60	80.20
평균(ave)	80.95	80.45
표준편차(sd)	0.25	0.29
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	1.63	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_AV_0.5MHz	80.70	79.90
	80.70	80.00
	80.70	79.90
	80.70	79.90
	80.80	80.20
	80.80	79.90
	80.80	79.90
	80.80	80.20
	80.70	79.90
	80.70	79.90
	80.80	80.20
평균(ave)	80.75	79.99
표준편차(sd)	0.05	0.14
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.89	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_0.5MHz	80.70	80.30
	80.70	80.40
	80.70	80.30
	80.70	80.40
	80.80	80.50
	80.80	80.20
	80.80	80.70
	80.80	80.50
	80.70	80.40
	80.70	80.60
	80.80	80.50
평균(ave)	80.75	80.44
표준편차(sd)	0.05	0.14
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.36	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_0.5MHz	79.90	80.30
	80.00	80.40
	79.90	80.30
	79.90	80.40
	80.20	80.50
	79.90	80.20
	79.90	80.70
	80.20	80.50
	79.90	80.40
	79.90	80.60
	80.20	80.50
평균(ave)	79.99	80.44
표준편차(sd)	0.14	0.14
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.52	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_AV_3MHz	74.60	73.80
	74.70	73.80
	74.50	73.70
	74.50	73.80
	74.50	73.80
	74.60	73.80
	74.60	73.70
	74.60	73.80
	74.50	73.70
	74.50	73.70
	74.50	73.90
평균(ave)	74.55	73.77
표준편차(sd)	0.07	0.06
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.93	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_3MHz	74.60	73.60
	74.70	73.70
	74.50	73.60
	74.50	73.60
	74.50	73.80
	74.60	73.60
	74.60	73.70
	74.60	73.60
	74.50	73.70
	74.50	73.60
	74.50	73.70
평균(ave)	74.55	73.65
표준편차(sd)	0.07	0.07
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	1.07	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_3MHz	73.80	73.60
	73.80	73.70
	73.70	73.60
	73.80	73.60
	73.80	73.80
	73.80	73.60
	73.70	73.70
	73.80	73.60
	73.70	73.70
	73.70	73.60
	73.90	73.70
평균(ave)	73.77	73.65
표준편차(sd)	0.06	0.07
합성불확도(Uc)	0.60	0.60
t	0.14	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	73.80	73.00
T_AV_10MHz	73.80	73.00
	73.80	73.00
	73.80	73.10
	73.90	73.00
	73.80	72.90
	73.80	73.00
	73.80	73.00
	73.80	72.90
	73.90	73.00
	73.70	73.10
평균(ave)	73.81	73.00
표준편차(sd)	0.05	0.06
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	1.07	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	73.80	72.90
T_AV_10MHz	73.80	72.80
	73.80	72.80
	73.80	72.90
	73.90	72.80
	73.80	72.90
	73.80	72.90
	73.80	73.00
	73.80	72.90
	73.90	73.00
	73.70	72.90
평균(ave)	73.81	72.89
표준편차(sd)	0.05	0.07
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	1.22	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	73.00	72.90
T_AV_10MHz	73.00	72.80
	73.00	72.80
	73.10	72.90
	73.00	72.80
	72.90	72.90
	73.00	72.90
	73.00	73.00
	72.90	72.90
	73.00	73.00
	73.10	72.90
평균(ave)	73.00	72.89
표준편차(sd)	0.06	0.07
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.14	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	73.80	72.90
T_AV_15MHz	73.60	73.00
	73.80	72.90
	73.80	72.90
	73.70	72.90
	73.80	72.90
	73.80	72.90
	73.70	73.00
	73.70	73.00
	73.80	72.80
	73.70	72.90
평균(ave)	73.75	72.92
표준편차(sd)	0.07	0.06
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	1.11	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	73.80	72.70
T_AV_15MHz	73.60	72.70
	73.80	72.80
	73.80	72.80
	73.70	72.90
	73.80	72.80
	73.80	72.80
	73.70	72.80
	73.70	72.80
	73.80	72.90
	73.70	72.80
평균(ave)	73.75	72.80
표준편차(sd)	0.07	0.06
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	1.27	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	72.90	72.70
T_AV_15MHz	73.00	72.70
	72.90	72.80
	72.90	72.80
	72.90	72.90
	72.90	72.80
	72.90	72.80
	73.00	72.80
	73.00	72.80
	72.80	72.90
	72.90	72.80
평균(ave)	72.92	72.80
표준편차(sd)	0.06	0.06
합성불확도(Uc)	0.53	0.53
t	0.16	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_AV_25MHz	73.30	72.50
	73.40	72.60
	73.40	72.60
	73.30	72.50
	73.30	72.60
	73.40	72.60
	73.40	72.50
	73.30	72.60
	73.50	72.60
	73.40	72.50
	73.40	72.50
평균(ave)	73.37	72.55
표준편차(sd)	0.06	0.05
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	1.13	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_25MHz	73.30	72.40
	73.40	72.50
	73.40	72.50
	73.30	72.40
	73.30	72.50
	73.40	72.50
	73.40	72.40
	73.30	72.50
	73.50	72.60
	73.40	72.50
	73.40	72.50
평균(ave)	73.37	72.48
표준편차(sd)	0.06	0.06
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	1.23	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_25MHz	72.50	72.40
	72.60	72.50
	72.60	72.50
	72.50	72.40
	72.60	72.50
	72.60	72.50
	72.50	72.40
	72.60	72.50
	72.60	72.60
	72.50	72.50
	72.50	72.50
평균(ave)	72.55	72.48
표준편차(sd)	0.05	0.06
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.10	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_AV_29MHz	73.40	72.60
	73.40	72.70
	73.40	72.60
	73.40	72.60
	73.40	72.60
	73.40	72.60
	73.40	72.60
	73.40	72.60
	73.40	72.70
	73.40	72.70
	73.50	72.60
	73.40	72.60
평균(ave)	73.41	72.63
표준편차(sd)	0.03	0.05
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	1.09	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_29MHz	73.40	72.40
	73.40	72.40
	73.40	72.40
	73.40	72.50
	73.40	72.60
	73.40	72.50
	73.40	72.60
	73.40	72.60
	73.40	72.50
	73.50	72.50
	73.40	72.50
평균(ave)	73.41	72.50
표준편차(sd)	0.03	0.08
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	1.27	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_29MHz	72.60	72.40
	72.70	72.40
	72.60	72.40
	72.60	72.50
	72.60	72.60
	72.60	72.50
	72.60	72.60
	72.70	72.60
	72.70	72.50
	72.60	72.50
	72.60	72.50
평균(ave)	72.63	72.50
표준편차(sd)	0.05	0.08
합성불확도(Uc)	0.51	0.51
t	0.18	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	80.30	80.10
T_AV_1200MHz	80.30	80.10
	80.30	80.10
	80.30	80.00
	80.40	80.00
	80.40	80.00
	80.40	80.00
	80.40	80.00
	80.40	80.00
	80.30	80.00
	80.30	80.00
평균(ave)	80.35	80.03
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.27	0.27
t	0.82	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	80.30	80.00
T_AV_1200MHz	80.30	80.00
	80.30	80.10
	80.30	80.20
	80.40	80.20
	80.40	80.20
	80.40	80.30
	80.40	80.30
	80.40	80.30
	80.30	80.20
	80.30	80.20
평균(ave)	80.35	80.18
표준편차(sd)	0.05	0.11
합성불확도(Uc)	0.27	0.28
t	0.42	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	80.10	80.00
T_AV_1200MHz	80.10	80.00
	80.10	80.10
	80.00	80.20
	80.00	80.20
	80.00	80.20
	80.00	80.30
	80.00	80.30
	80.00	80.30
	80.00	80.20
	80.00	80.20
평균(ave)	80.03	80.18
표준편차(sd)	0.05	0.11
합성불확도(Uc)	0.27	0.28
t	0.40	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	79.00	78.70
T_AV_1400MHz	78.90	78.60
	79.00	78.60
	79.00	78.60
	79.00	78.60
	79.10	78.60
	79.10	78.60
	79.10	78.60
	79.00	78.60
	79.00	78.60
	79.00	78.60
평균(ave)	79.02	78.61
표준편차(sd)	0.06	0.03
합성불확도(Uc)	0.38	0.38
t	0.77	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	79.00	78.60
T_AV_1400MHz	78.90	78.60
	79.00	78.70
	79.00	78.70
	79.00	78.80
	79.10	78.80
	79.10	78.80
	79.10	78.90
	79.00	78.80
	79.00	78.80
	79.00	78.80
평균(ave)	79.02	78.75
표준편차(sd)	0.06	0.09
합성불확도(Uc)	0.38	0.38
t	0.49	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	78.70	78.60
T_AV_1400MHz	78.60	78.60
	78.60	78.70
	78.60	78.70
	78.60	78.80
	78.60	78.80
	78.60	78.80
	78.60	78.90
	78.60	78.80
	78.60	78.80
	78.60	78.80
평균(ave)	78.61	78.75
표준편차(sd)	0.03	0.09
합성불확도(Uc)	0.38	0.38
t	0.27	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	77.40	77.00
T_AV_1600MHz	77.40	77.00
	77.40	77.00
	77.50	77.00
	77.50	77.00
	77.50	77.00
	77.50	77.00
	77.50	77.00
	77.40	77.00
	77.40	77.00
	80.30	76.90
평균(ave)	77.71	76.99
표준편차(sd)	0.86	0.03
합성불확도(Uc)	0.39	0.39
t	1.31	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	77.40	76.90
T_AV_1600MHz	77.40	77.00
	77.40	77.10
	77.40	77.10
	77.50	77.20
	77.50	77.20
	77.50	77.20
	77.50	77.20
	77.50	77.20
	77.40	77.20
	77.40	77.20
평균(ave)	77.45	77.14
표준편차(sd)	0.05	0.10
합성불확도(Uc)	0.39	0.39
t	0.56	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	77.00	76.90
T_AV_1600MHz	77.00	77.00
	77.00	77.10
	77.00	77.10
	77.00	77.20
	77.00	77.20
	77.00	77.20
	77.00	77.20
	77.00	77.20
	77.00	77.20
	76.90	77.20
평균(ave)	76.99	77.14
표준편차(sd)	0.03	0.10
합성불확도(Uc)	0.39	0.39
t	0.26	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	75.70	75.40
T_AV_1800MHz	75.70	75.30
	75.80	75.40
	75.80	75.30
	75.80	75.30
	75.80	75.30
	75.80	75.30
	75.90	75.30
	75.80	75.30
	75.80	75.30
	75.80	75.30
평균(ave)	75.79	75.32
표준편차(sd)	0.05	0.04
합성불확도(Uc)	0.38	0.38
t	0.88	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	75.70	75.30
T_AV_1800MHz	75.70	75.30
	75.80	75.40
	75.80	75.40
	75.80	75.50
	75.80	75.50
	75.90	75.50
	75.80	75.60
	75.80	75.50
	75.80	75.50
	75.80	75.50
평균(ave)	75.79	75.45
표준편차(sd)	0.05	0.09
합성불확도(Uc)	0.38	0.38
t	0.63	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	75.40	75.30
T_AV_1800MHz	75.30	75.30
	75.40	75.40
	75.30	75.40
	75.30	75.50
	75.30	75.50
	75.30	75.50
	75.30	75.60
	75.30	75.50
	75.30	75.50
	75.30	75.50
평균(ave)	75.32	75.45
표준편차(sd)	0.04	0.09
합성불확도(Uc)	0.38	0.38
t	0.25	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	75.20	74.80
T_AV_2000MHz	75.20	74.80
	75.20	74.70
	75.20	74.70
	75.20	74.70
	75.30	74.70
	75.30	74.70
	75.30	74.70
	75.20	74.70
	75.20	74.70
	75.20	74.70
평균(ave)	75.23	74.72
표준편차(sd)	0.05	0.04
합성불확도(Uc)	0.31	0.31
t	1.16	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	75.20	74.60
T_AV_2000MHz	75.20	74.70
	75.20	74.70
	75.20	74.80
	75.20	74.80
	75.30	74.90
	75.30	74.90
	75.30	74.90
	75.20	74.90
	75.20	74.90
	75.20	74.80
평균(ave)	75.23	74.81
표준편차(sd)	0.05	0.10
합성불확도(Uc)	0.31	0.31
t	0.95	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	74.80	74.60
T_AV_2000MHz	74.80	74.70
	74.70	74.70
	74.70	74.80
	74.70	74.80
	74.70	74.90
	74.70	74.90
	74.70	74.90
	74.70	74.90
	74.70	74.90
	74.70	74.80
평균(ave)	74.72	74.81
표준편차(sd)	0.04	0.10
합성불확도(Uc)	0.31	0.31
t	0.21	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV	74.10	73.50
T_AV_2200MHz	74.10	73.50
	74.10	73.50
	74.10	73.50
	74.20	73.50
	74.20	73.50
	74.20	73.50
	74.20	73.50
	74.20	73.50
	74.10	73.50
	74.10	73.40
평균(ave)	74.15	73.49
표준편차(sd)	0.05	0.03
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	2.14	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV	74.10	73.40
T_AV_2200MHz	74.10	73.40
	74.10	73.50
	74.10	73.50
	74.20	73.60
	74.20	73.60
	74.20	73.60
	74.20	73.70
	74.20	73.60
	74.10	73.60
	74.10	73.60
평균(ave)	74.15	73.55
표준편차(sd)	0.05	0.09
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	1.92	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV	73.50	73.40
T_AV_2200MHz	73.50	73.40
	73.50	73.50
	73.50	73.50
	73.50	73.50
	73.50	73.60
	73.50	73.60
	73.50	73.60
	73.50	73.70
	73.50	73.60
	73.50	73.60
평균(ave)	73.49	73.55
표준편차(sd)	0.03	0.09
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	0.21	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_AV_2400MHz	73.20	72.50
	73.10	72.50
	73.20	72.50
	73.20	72.50
	73.20	72.50
	73.20	72.50
	73.30	72.50
	73.30	72.50
	73.20	72.50
	73.20	72.50
	73.20	72.40
평균(ave)	73.21	72.49
표준편차(sd)	0.05	0.03
합성불확도(Uc)	0.28	0.28
t	1.80	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_2400MHz	73.20	72.30
	73.10	72.30
	73.20	72.40
	73.20	72.50
	73.20	72.50
	73.20	72.50
	73.30	72.60
	73.30	72.60
	73.20	72.60
	73.20	72.50
	73.20	72.50
평균(ave)	73.21	72.48
표준편차(sd)	0.05	0.11
합성불확도(Uc)	0.28	0.28
t	1.82	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_2400MHz	72.50	72.30
	72.50	72.30
	72.50	72.40
	72.50	72.50
	72.50	72.50
	72.50	72.50
	72.50	72.60
	72.50	72.60
	72.50	72.60
	72.50	72.50
	72.40	72.50
평균(ave)	72.49	72.48
표준편차(sd)	0.03	0.11
합성불확도(Uc)	0.28	0.28
t	0.02	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_AV_2600MHz	72.40	71.60
	72.40	71.60
	72.40	71.60
	72.50	71.60
	72.50	71.60
	72.50	71.60
	72.50	71.60
	72.50	71.60
	72.50	71.60
	72.40	71.60
	72.40	71.50
평균(ave)	72.45	71.59
표준편차(sd)	0.05	0.03
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	2.83	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_2600MHz	72.40	71.30
	72.40	71.40
	72.40	71.50
	72.50	71.50
	72.50	71.60
	72.50	71.60
	72.50	71.60
	72.50	71.70
	72.50	71.60
	72.40	71.60
	72.40	71.60
평균(ave)	72.45	71.55
표준편차(sd)	0.05	0.11
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	2.96	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_2600MHz	71.60	71.30
	71.60	71.40
	71.60	71.50
	71.60	71.50
	71.60	71.60
	71.60	71.60
	71.60	71.60
	71.60	71.70
	71.60	71.60
	71.60	71.60
	71.50	71.60
평균(ave)	71.59	71.55
표준편차(sd)	0.03	0.11
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	0.15	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_AV_2800MHz	70.20	69.20
	70.10	69.20
	70.10	69.20
	70.20	69.20
	70.20	69.20
	70.20	69.20
	70.20	69.20
	70.20	69.20
	70.20	69.20
	70.10	69.20
평균(ave)	70.17	69.20
표준편차(sd)	0.05	0.00
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	3.18	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_2800MHz	70.20	69.00
	70.10	69.10
	70.10	69.10
	70.20	69.20
	70.20	69.20
	70.20	69.30
	70.20	69.30
	70.20	69.30
	70.20	69.30
	70.10	69.30
평균(ave)	70.17	69.22
표준편차(sd)	0.05	0.11
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	3.11	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_2800MHz	69.20	69.00
	69.20	69.10
	69.20	69.10
	69.20	69.20
	69.20	69.20
	69.20	69.30
	69.20	69.30
	69.20	69.30
	69.20	69.30
	69.20	69.30
평균(ave)	69.20	69.22
표준편차(sd)	0.00	0.11
합성불확도(Uc)	0.22	0.22
t	0.06	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1(0°C)	X2(25°C)
CNEV T_AV_3000MHz	67.90	67.40
	67.90	67.40
	67.90	67.40
	67.90	67.30
	68.00	67.30
	68.00	67.30
	68.00	67.30
	68.00	67.30
	68.00	67.30
	67.90	67.30
평균(ave)	67.95	67.33
표준편차(sd)	0.05	0.05
합성불확도(Uc)	0.20	0.20
t	2.15	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(0°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_3000MHz	67.90	67.10
	67.90	67.20
	67.90	67.30
	67.90	67.30
	68.00	67.30
	68.00	67.40
	68.00	67.40
	68.00	67.40
	67.90	67.40
	67.90	67.40
평균(ave)	67.95	67.33
표준편차(sd)	0.05	0.10
합성불확도(Uc)	0.20	0.21
t	2.14	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 불안정	

시료	X1(25°C)	X2(35°C)
CNEV T_AV_3000MHz	67.40	67.10
	67.40	67.20
	67.40	67.30
	67.30	67.30
	67.30	67.30
	67.30	67.40
	67.30	67.40
	67.30	67.40
	67.30	67.40
	67.30	67.40
평균(ave)	67.33	67.33
표준편차(sd)	0.05	0.10
합성불확도(Uc)	0.20	0.21
t	0.00	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

부록 3. 유선분야 기준시료의 안정성 분석결과

시료	X1	X2
위해전압	0.80	0.80
	0.90	0.80
	0.70	0.80
	0.80	0.90
	0.90	0.80
	0.80	0.90
	0.70	0.80
	0.90	0.80
	0.80	0.90
	0.80	0.80
	0.90	0.90
평균(ave)	0.82	0.84
표준편차(sd)	0.08	0.05
합성불확도(Uc)	0.12	0.12
t	0.11	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1	X2
호출신호수신시 직류전류 (20Hz,80V)	0.0140	0.0130
	0.0140	0.0140
	0.0130	0.0140
	0.0130	0.0140
	0.0140	0.0130
	0.0140	0.0130
	0.0140	0.0140
	0.0140	0.0140
	0.0140	0.0140
	0.0140	0.0140
평균(ave)	0.0138	0.0137
표준편차(sd)	0.0004	0.0005
합성불확도(Uc)	0.0008	0.0008
t	0.0804	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1	X2
직류저항 (80V)	16.60	16.60
	16.50	16.60
	16.60	16.50
	16.60	16.60
	16.60	16.60
	16.60	16.60
	16.60	16.60
	16.60	16.60
	16.50	16.60
	16.60	16.60
평균(ave)	16.58	16.59
표준편차(sd)	0.04	0.03
합성불확도(Uc)	0.06	0.06
t	0.12	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

시료	X1	X2
호출신호수신시 교류임피던스 (20Hz,80V)	5.86	5.86
	5.86	5.85
	5.86	5.85
	5.86	5.86
	5.86	5.86
	5.86	5.85
	5.85	5.86
	5.86	5.85
	5.85	5.86
	5.86	5.86
평균(ave)	5.86	5.86
표준편차(sd)	0.00	0.01
합성불확도(Uc)	0.03	0.03
t	0.05	
기각값(ta/2)	1.96	
최종판정	시료 안정	

부록 4. 전자파장해분야 숙련도시험 수행 지침서

**『전자파장해분야』
비교숙련도시험 수행지침서(안)**

2012. 10.

목 차

제 1 장 개 요

1. 시험용 기준시료(CNE V+)
2. 기준시료의 수령 및 확인
3. 기준시료의 반송
4. 시험결과 데이터 시트의 기입 요령
5. 데이터 시트의 제출

제 2장 측정방법 및 순서

1. 시험 개요 및 주의사항
2. 숙련도 시험 순서
3. 시험방법

[별지 1]

[별지 2]

제 1 장 개 요

본 숙련도 시험은 국립전파연구원 지정시험기관의 시험수행능력 향상을 도모하기 위한 비교·평가 프로그램이오니 참가 시험기관은 시험 결과를 정확하게 분석할 수 있도록 아래 사항을 준수하여 주시기 바랍니다.

1. 시험용 기준시료(CNE V+)

1.1 본 숙련도 시험에 사용되는 기준시료는 노이즈발생기(CNE : Comparison Noise Emitter)로서 금속상자(120 mm×120 mm×41 mm) 안에 CNE V+와 송신 안테나들 및 9 V 배터리, LISN 어댑터로 구성되어 있습니다.

1.2 기준시료(CNE)는 안정성 확보를 위하여 공급전압변동 및 온도변화 영향에 대한 안정성 테스트를 마친 제품입니다.

1.3 기준시료(CNE)의 작동방법

1.3.1 전원 ON

- o CNE의 전원버튼을 눌러 LED(녹색)가 점등하며 정상적으로 동작하는지 확인 한다. (배터리는 약 4시간 정도 동작 가능)
- o 만약 Battery Low LED(적색)가 켜져 있거나, 아예 점등이 되지 않는 경우에는 9V 배터리를 새 것으로 교환하며, 이때 배터리 극성에 유의한다.

1.3.2 전원 OFF

CNE 전원을 OFF 하고자 할 경우에는 전원버튼을 다시 누른다.

[표 1] 기준시료(CNE V+)의 주요제원

구 분	내 용	비 고
제 조 자	York EMC Services Ltd.	
주파수 범위	9 kHz ~ 3.5 GHz	
사용전압	DC 9 V	1×9 V battery
안 테 나	Top loaded antenna (Broadband Noise)	o 200 MHz to 1 GHz (100 mm monopole) o 30 MHz to 300 MHz (270 mm monopole) o 1 GHz 이상 (45 mm monocone)

2. 기준시료의 수령 및 확인

참가 시험기관은 숙련도 시험용 기준시료를 수령하는 즉시 [표 2]에 기재된 품목과 수량이 일치하는 지 확인하여 주시고, 품목의 이상 유무에 대한 인수·인계서를 [별지 2]의 양식에 의거 작성, 제출하여 주십시오.

[표 2] 기준시료(CNE)의 수령확인

구	분	수 량
수송용 상자(450 mm x 380 mm x 150 mm)		1상자
비교속련도시험 수행 지침서		1부
Noise 발생기 : CNE V+ (Serial No.: 1149)		1대
광대역 안테나(30 MHz ~ 3000 MHz) o 100 mm 모노폴 : 200 MHz ~ 1000 MHz o 270 mm 모노폴 : 30 MHz ~ 300 MHz o 45 mm 모노콘 : 1000 MHz ~ 3000 MHz		3개
LISN Adaptor : LSA03(Conducted Emission용 Jig) (BNC ↔ 유사전원 회로망(LISN) 변환 커넥터) Serial No.: 1192		1개
Conducted Emission용 전원Cable (2.0m)		1개
CNE 동작 확인용 Cable (1.7m의 Coaxial Cable)		1개

변환 Connector o BNC ↔ N Type o SMA ↔ N Type	2개
<p>※ 주의사항</p> <p>o 시험 종료 후 모노폴 안테나를 상자 안에 수납할 때에는 파손되지 않도록 주의하십시오.</p> <p>o 절대로 CNE를 열거나 분해하지 마십시오.</p> <p>o 위 기자재가 부족하거나 어딘가 손상이 있는 경우 즉시 국립전파연구원 녹색인증제도와 속련도 담당자에게 연락하여 주십시오.</p>	

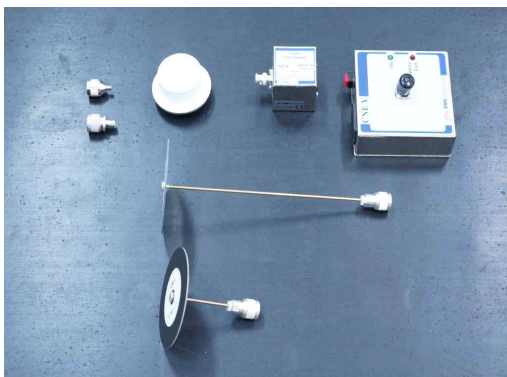
수송용 상자 외부



수송용 상자 내부



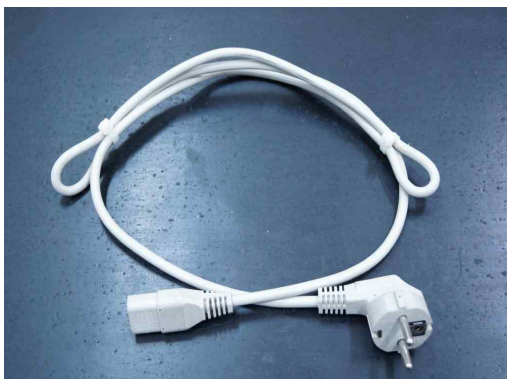
모노폴 안테나 및 CNE, LISN 아답터



CNE 동작 확인용 케이블



전도성 방사시험용 전원케이블



커넥터 (N-BNC, N-SMA)



[그림 1] 기준시료(CNE) 및 부속기자재 사진

3. 기준시료의 반송

- 3.1 시험이 끝나면 기준시료 및 부대품을 정리하여 수송용 상자의 지정된 위치에 수납하여 주십시오.
- 3.2 시험이 완료되면 순회계획에 따라 기준시료를 [별지 2]의 인계·인수서와 함께 다음 시험기관으로 직접 전달하여 주십시오. 만약, 전파연구원 숙련도 운영 담당자의 별도 지시가 있을 때에는 그 지시에 따라 주십시오.

4. 시험결과 데이터 시트의 기입 요령

- 4.1. 연필 이외의 쉽게 지워지지 않는 볼펜 등으로 기입하여 주십시오.
- 4.2 데이터의 수정이 필요한 경우에는 빨간색 두 줄 삭선을 긋고, 수정 후 기술책임자의 서명을 하십시오.
- 4.3 Horizontal/Vertical 등의 해당사항을 Check하여 주십시오.

5. 데이터 시트의 제출

시험이 끝나면, 시험 결과 데이터 시트는 측정결과 등의 필요사항을 기재한 후, 3일 이내에 아래의 주소로 제출해 주십시오.

주 소 : 서울시 용산구 원효로 3가 1
담 당 자 : 국립전파연구원 녹색인증제도과 홍 길 동
전화번호 : 02-710-6611
팩 스 : 02-710-6629
e-mail : kkk@kcc.go.kr

제 2장 측정방법 및 순서

1. 시험 개요 및 주의사항

1.1 숙련도시험에 사용하는 측정기기는 KN 16-1-1(2011)의 요구조건에 적합하여야 한다.

1.2 CNE 동작상태 확인시험

숙련도시험 시작 전 CNE의 동작상태 확인을 위하여 부속 케이블을 CNE와 수신기 입력 단에 직접 접속한 상태(그림 2 참조)에서 아래 주파수에 대한 수신레벨과 비교하여 정상동작 상태인지 확인한 후 숙련도시험 전, 후 시험 및 숙련도 본 시험을 수행한다.

[표 3] 수신기 설정

시험주파수	검파모드	측정 대역폭	측정시간	정상동작 범위(dBuV)
800 MHz	Quasi-Peak	120 kHz	1 s	82.5 ± 1.9

CNE 동작 확인시험에서 정상동작 범위를 벗어나는 경우에는 전파연구원 숙련도 운영 담당자에게 통보하고 지시에 따라 주십시오.

1.3 숙련도시험 항목에 따라 계측기는 다음과 같이 설정하십시오.

o Conducted Emission : IF 대역폭(9 kHz),

검파모드(Quasi-Peak, CISPR Average)

o Radiated Emission :

시험주파수 30MHz ~ 1GHz: IF 대역폭(120 kHz), 검파모드(Quasi-Peak)

시험주파수 1GHz ~ 3GHz: IF 대역폭(1 MHz), 검파모드(Peak, CISPR Average)

1.4 1 GHz 이상의 주파수에 대한 숙련도시험은 반드시 20 °C에서 30 °C의 온도범위에서 실시하여야 하며, 시험 시 기준시료(CNE)가 설치된 시험장 온도를 데이터 시트에 기록하여 주십시오.

1.5 숙련도시험 주파수(MHz)

o Radiated Emission : 50 /400/900/2500

o Conducted Emission : 3 /15/29

1.6 숙련도시험 전·후에는 CNE의 동작상태 점검을 위하여 부속 케이블을 CNE와 수신기 입력 단에 직접 접속한 상태에서 상기 주파수에 대한 수신레벨을 측정하여 [별지 1]의 CNE 동작 확인 Sheet에 기록한다.

1.7 물리적인 이유 등으로 위 방법과 다른 환경, 측정기를 사용하는 경우에는 데이터 시트 별지로(서식은 자유) 그 상황을 상세히 기록하시기 바랍니다.

1.8 시험결과는 소수점 1자리까지 기재하여 주십시오.

2. 숙련도 시험 순서

2.1 숙련도 시험 시작 전 CNE 동작 확인시험을 수행하고 그 결과를 [별지 1] 서식의 시험전 확인 Sheet에 기록한다.

2.2 Radiated Emission 시험을 수행하고 그 결과를 [별지 1] 서식에 기록한다.

2.3 Conducted Emission 시험을 수행하고 그 결과를 [별지 1] 서식에 기록한다.

2.4 모든 시험이 종료된 후 CNE 동작 확인시험을 수행하고 그 결과를 [별지 1] 서식의 시험후 확인 Sheet에 기록한다.

2.5 만일, 시험 시작 전과 시험 종료 후에 실시한 CNE 동작 확인시험 데이터값의 차가 ± 1.0 dB 이상일 경우 측정기기 및 CNE의 상태를 점검한 후 위 순서에 따라 처음부터 다시 시험을 수행하시기 바랍니다.

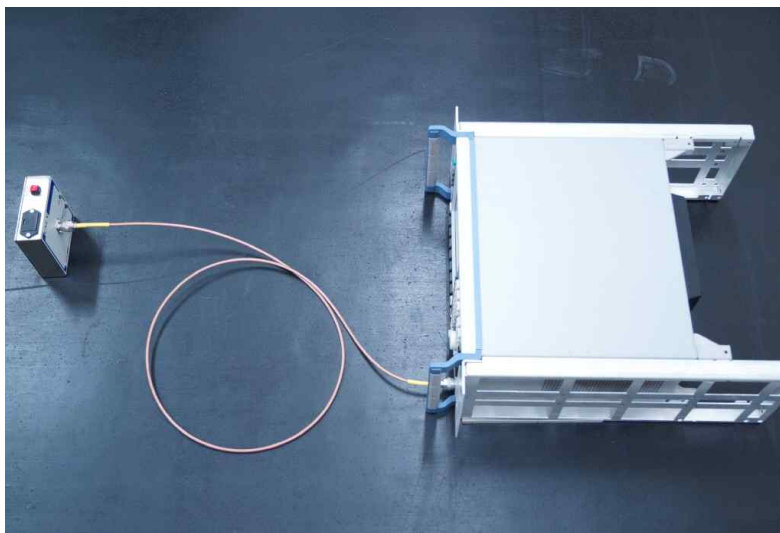
3. 시험방법

3.1 CNE 동작 확인시험

3.1.1 CNE와 EMI Receiver를 동작 확인용 Coaxial Cable과 부속 커넥터를 사용하여 직접 접속하여 주십시오. (그림 2 참조)

3.1.2 CNE의 전원을 ON하여 주십시오.

3.1.3 [별지 1] 서식에 명시된 주파수에 대해 제시한 측정모드 및 대역폭을 적용하여 확인시험을 수행하고 그 결과를 기록하십시오.



[그림 2] CNE 동작 확인용 시험 배치도

3.2 Radiated Emission 시험

3.2.1 수평편파(Horizontal) 시험

3.2.1.1 CNE 상부의 BNC 커넥터에 측정 주파수에 따라 아래의 송신 안테나를 장착한다.

- o 270mm 모노폴 : 30 MHz ~ 300 MHz
- o 100mm 모노폴 : 300 MHz ~ 1000 MHz
- o 45mm 모노콘 : 1000 MHz ~ 3000 MHz

3.2.1.2 수신안테나는 Biconical/Log-periodic/Horn 안테나를 사용하여 측정한다.

3.2.1.3 송신 안테나를 장착한 CNE는 80cm 높이의 비전도성 테이블 중앙 부근에 배치한다.

3.2.1.4 수신 안테나에서 CNE까지의 거리는 1 GHz 이하의 경우는 10 m, 1 GHz 이상의 주파수는 3 m로 한다.

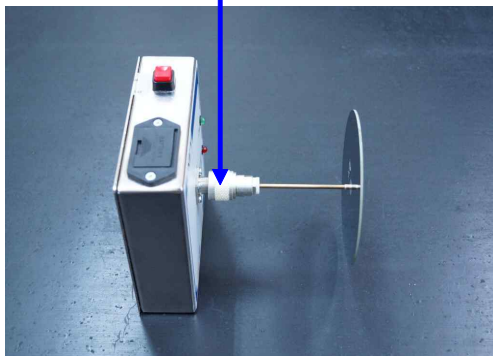
3.2.1.5 수신 안테나를 수평 편파로 배치한다.

3.2.1.6 [그림 3]과 같이 송신 안테나를 수평으로 배치하고, CNE 본체의 중심점을 턴테이블 중앙에 배치한다.

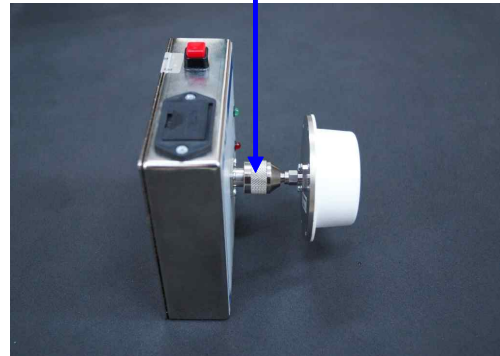
3.2.1.7 CNE의 전원 ON(적색 버튼)

3.2.1.8 프리앰프 등을 사용하는 경우, 포화 상태를 일으키지 않도록 조치하여야 한다.

거리 기준점 : 안테나의 급전점 부분



[1 GHz 이하]



[1 GHz 이상]

[그림 3] 송신 안테나의 수평장착 상태

3.2.1.9 숙련도 시험

- ① 시험 준비가 완료되면 아래 명시한 주파수에 대해 시험을 수행한다.

[표 4] 수신기 설정

시험주파수(MHz)	검파모드	시험 대역폭	측정시간
50/400/900	Quasi-Peak	120 kHz	1 s
2500	Peak, CISPR Average	1 MHz	1 s

- ② 수신안테나의 높이를 1 GHz 이하의 주파수를 시험 할 경우에는 1 m에서 4 m의 범위로 가변하며 1 GHz 이상의 주파수를 시험할 경우에는 바닥면으로부터 1 m 높이에 고정하여 시험한다.

- ③ Turn table을 0° ~ 360° 로 회전한다.
- ④ 최대 방사 Noise 수신값을 측정하여 [별지 1]의 측정값 Sheet에 기록한다.
- ⑤ Factor값(Cable Loss, Amplifier Gain, Antenna Factor 등)에 대한 정보를 각 Sheet에 기록한다.
- ⑥ 결과값 Sheet에는 측정값과 보정값을 합한 결과를 기록한다.
- ⑦ 측정 결과는 소수점 1자리까지 기재한다.
- ⑧ 최대 방사 Noise를 측정한 안테나 높이를 기록한다.

3.2.1.10 외부 Noise 등의 영향으로 CNE 출력레벨을 측정할 수 없는 경우에는 결과값 Sheet에 "N/A"라고 기록한다

3.2.1.11 CNE의 전원을 끄고, 각 측정 주파수별 주위잡음을 측정하여 주위잡음 Sheet에 기록한다. 이때, 안테나 높이는 결과값을 산출한 높이와 동일하게 설정한다.(대체시험장에서 측정한 경우 제외)

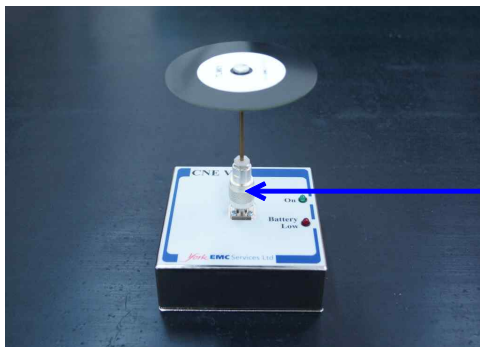
3.2.2 수직편파(Vertical) 시험

3.2.2.1 수평편파 시험 시와 동일하게 “1) ~ 5)번 항목”을 수행한다.

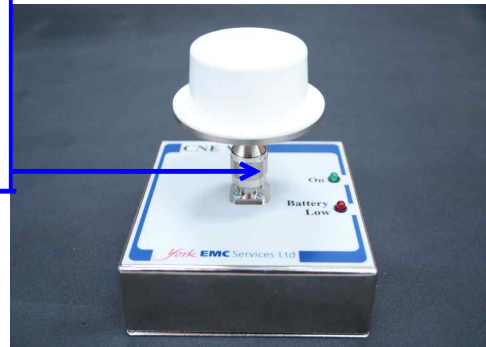
3.2.2.2 수신 안테나를 수직 편파로 배치한다.

3.2.2.3 [그림 4]와 같이 송신 안테나를 수직으로 배치하고, CNE 본체의 중심점을 턴테이블 중앙에 배치한다.

거리 기준점 : 안테나의 급전점 부분



[1 GHz 이하]



[1 GHz 이상]

[그림 4] 송신 안테나의 수직 장착 상태

3.2.2.4 수신 안테나의 수신 기준점으로부터 CNE에 장착한 안테나 급전점까지의 거리 10 m(1 GHz 이하) 또는 3 m(1 GHz 이상)를 정확히 유지한다.

3.2.2.5 수평편파와 마찬가지로 수직편파를 측정하여 그 결과값을 [별지 1]의 측정 데이터 Sheet에 기록한다.

3.3 Conducted Emission 시험

3.3.1 CNE의 송신 안테나를 분리하고, 그 자리에 [그림 5]와 같이 Conducted Emission용 Jig를 연결한다.



[그림 5] Conducted Test Jig 장착 상태

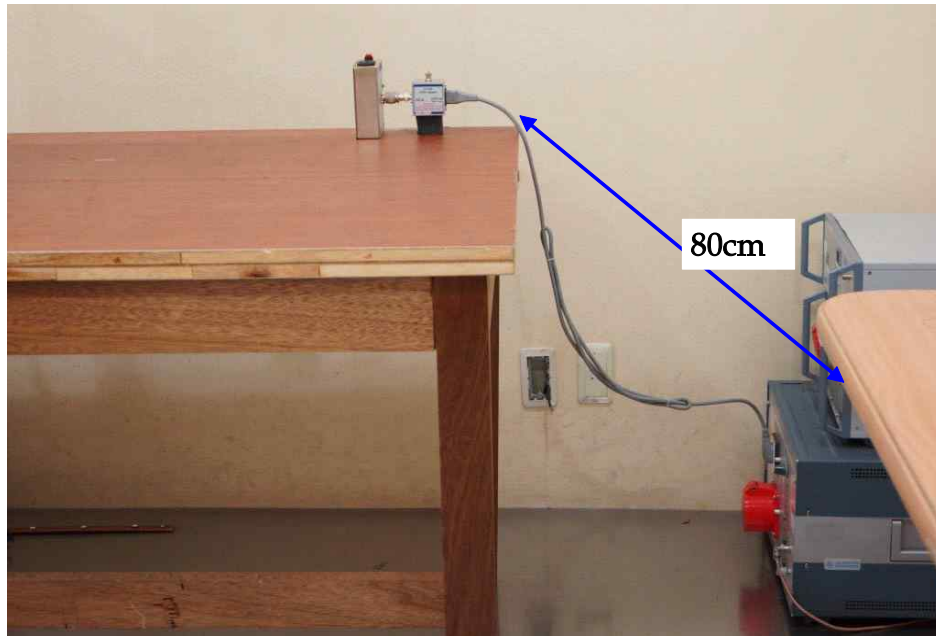
- 3.3.2 기준 접지 도체면 위로 80 cm 높이의 비전도성 테이블에 CNE를 배치한다.
- 3.3.3 CNE와 기타 접지 도체 면으로부터 80 cm의 거리를 유지하여야 한다.
- 3.3.4 위의 설치 상태 이외로 실시한 경우는 그 설치 상태를 상세히 기록하여야 한다.
- 3.3.5 50 Ω /50 μ H 임피던스의 LISN을 사용한다.

※ 주의사항

LISN에 AC 전원이 공급되지 않도록 LISN 전원 공급 측 케이블의 소켓을 뽑거나 단자에서 떼어 주십시오.

- 3.3.6 CNE의 끝 변과 LISN의 끝 변의 거리는 [그림 6]과 같이 80cm의

거리를 유지하여야 한다.



[그림 6] Conducted Emission 배치도

3.3.7 LISN은 절대로 AC 전원을 공급하지 않도록 하고, 부속 Conducted Emission용 케이블과 변환 커넥터를 사용하여 CNE의 BNC 단자와 LISN의EUT측 전원 단자를 접속한다.

3.3.8 CNE와 LISN을 접속하는 케이블의 여유 길이 부분은 30~40cm으로 묶는다.

3.3.9 CNE의 전원 ON(적색 버튼)

3.3.10 측정

① 측정준비가 완료되면 아래 명시한 주파수에 대해 측정을 수행한다.

[표 5] 수신기 설정

측정주파수(MHz)	검파모드	측정 대역폭	측정시간
3/15/29	Quasi-Peak, CISPR Average	9 kHz	1 s

② 측정결과는 [별지 1]의 Conducted Emission용 데이터 Sheet에 기록한다. 여기에는 측정값과 Factor값(Cable Loss, 삽입손실 등)을 모두 포함한 최종 결과값을 기록한다.

③ Line1과 Line2 각각에 대해 수행한다.

3.3.11 모든 측정이 완료되면 CNE의 전원을 OFF한다.

[별지 1]

전자파장해분야 비교숙련도 시험결과서

1. CNE 동작 확인 SHEET

시험 기관명	
전 화 번 호	
측정 담당자	
측 정 일 자	
시험장 환경	<input type="checkbox"/> 온도: ℃ <input type="checkbox"/> 습도: %
특 이 사 항	

시험 전 확인			시험 후 확인		
시험 주파수 (MHz)	Measured at CNE Port (dBuV)	측정 대역폭/검파모드	시험 주파수 (MHz)	Measured at CNE Port (dBuV)	측정 대역폭/검파모드
3		9 kHz /Q.P	3		9 kHz /Q.P
15			15		
29			29		
400		120 kHz /Q.P	400		120 kHz /Q.P
900			900		
2500		1 MHz /CISPR AV	2500		1 MHz /CISPR AV

2. 복사성 방출(Radiated Emission), 1GHz 이하

시험 기관명	
전 화 번 호	
측정 담당자	
측 정 일 자	
시험장 환경	<input type="checkbox"/> 온도: ℃ <input type="checkbox"/> 습도: %
측 정 장 소	<input type="checkbox"/> 야외시험장 <input type="checkbox"/> 대용시험장(Anechoic Chamber)
시험장 불확도	_____dB (불확도산출 근거자료를 첨부해 주십시오)
특 이 사 항	

☐ 수평편파 Quasi-Peak Detector (Bandwidth : 120 kHz)

주파수 (MHz)	측정값 (dBuV)	안테나높이 (m)	보정인자 (dB)	결과값 (dBuV/m)	배경 노이즈 (dBuV/m)
50					
400					
900					

☐ 수직편파 Quasi-Peak Detector (Bandwidth : 120 kHz)

주파수 (MHz)	측정값 (dBuV)	안테나높이 (m)	보정인자 (dB)	결과값 (dBuV/m)	배경 노이즈 (dBuV/m)
50					
400					
900					

3. 복사성 방출(Radiated Emission), 1GHz 이상

시험 기관명		
진 화 번 호		
측정 담당자		
측 정 일 자		
시험장 환경	<input type="checkbox"/> 온도: ℃ <input type="checkbox"/> 습도: %	
측 정 장 소	<input type="checkbox"/> 야외시험장 <input type="checkbox"/> 대용시험장(Anechoic Chamber)	
시험장 불확도	_____ dB (불확도산출 근거자료를 첨부해 주십시오)	
특 이 사 항		

□ 수평편파 PK: Peak detector, CAV: CISPR Average detector
(Bandwidth: 1 MHz)

주파수 (MHz)	측정값 (dBuV)		보정인자 (dB)	결과값 (dBuV/m)		배경노이즈 (dBuV/m)
	PK	CAV		PK	CAV	
2500						

□ 수직편파 PK: Peak detector, CAV: CISPR Average detector
(Bandwidth: 1 MHz)

주파수 (MHz)	측정값 (dBuV)		보정인자 (dB)	결과값 (dBuV/m)		배경노이즈 (dBuV/m)
	PK	CAV		PK	CAV	
2500						

4. 전도성 방출(Conducted Emission)

시험 기관명	
전 화 번 호	
측정 담당자	
측 정 일 자	
시험장 환경	<input type="checkbox"/> 온도: ℃ <input type="checkbox"/> 습도: %
측 정 장 소	<input type="checkbox"/> 야외시험장 <input type="checkbox"/> Anechoic Chamber <input type="checkbox"/> Shield Room
측정 불확도	_____dB (불확도산출 근거자료를 첨부해 주십시오)
특 이 사 항	

Line 1 (Bandwidth : 9 kHz)		
주파수 (MHz)	Quasi-Peak (dBuV)	CISPR Average (dBuV)
3		
15		
29		

Line 2 (Bandwidth : 9 kHz)		
주파수 (MHz)	Quasi-Peak (dBuV)	CISPR Average (dBuV)
3		
15		
29		

☞ 시험결과에 보정값이 반드시 포함되도록 할 것.

[별지 2]

인계 · 인수서

□ 인계·인수일자 : 년 월 일

☐ 인계기관 : 인계자 (인)

☐ 인수기관 : 인수자 (인)

순번	물 품 목 록	수 량	이상유무
①	수송용 상자(450 mm x 380 mm x 150 mm)	1상자	
②	비교속련도시험 수행 지침서	1부	
③	Noise 발생기 : CNE V+(Serial No.: 1149)	1대	
④	CNE 송신안테나(30 MHz ~ 3000 MHz) o 270mm 모노폴 : 측정대역 30 MHz~300 MHz o 100mm 모노폴 : 측정대역 200 MHz~1000 MHz o 45mm 모노콘 : 측정대역 1000 MHz~3000 MHz	3개	
⑤	LISN Adaptor : LSA03(Conducted Emission용 Jig) (BNC ↔ 유사전원 회로망(LISN) 변환 커넥터) Serial No.: 1192	1개	
⑥	Conducted Emission용 전원 Cable (2.0 m)	1개	
⑦	CNE 동작 확인용 Cable (1.7 m의 Coaxial Cable)	1개	
⑧	변환 Connector o BNC ↔ N Type o SMA ↔ N Type	2개	
<u>제공한 물품에 이상이 있을시 그 내용을 기록</u>			

※ 숙련도시험 프로그램의 원활한 진행을 위하여 인수기관은 시료를 수령하는 즉시 본 서식을 작성하여 국립전파연구원 녹색인증제도와 비교 숙련도 운영 담당자에게 FAX(02-710-6629)나 e-mail로 송부하여 주시기 바랍니다.

부록 5. 유선분야 숙련도시험 수행 지침서

**『유선분야』
비교숙련도시험 수행지침서(안)**

2012. 10.

목 차

제 1 장 개 요

1. 시험용 시험시료
2. 시험시료의 수령 및 확인
3. 시험시료의 반송
4. 시험결과서 기입 요령
5. 시험결과서 제출

제 2 장 측정절차 및 방법

1. 위해전압
2. 직류저항
3. 호출신호 수신시 직류전류
4. 호출신호 수신시 교류 임피던스

- 별지
1. 유선분야 비교속련도 시험결과서
 2. 인계 · 인수서

제 1 장 개 요

본 숙련도 시험은 방송통신기자재 지정시험기관의 시험수행능력 향상을 도모하기 위한 비교·평가 프로그램이오니 참가 시험기관은 시험결과를 정확하게 분석할 수 있도록 아래 사항을 준수하여 주시기 바랍니다.

1. 시험용 시험시료

1.1 본 숙련도 시험에 사용되는 시료의 모델은 G-2013 입니다.

1.2 시험시료(G-2013)는 균일(안정화) 특성을 확인하기 위하여 안정성 테스트를 마친 시료입니다.

2. 시험시료의 수령 및 확인

참가 시험기관은 숙련도 시험용 시험시료를 수령하는 즉시 [표 1]에 기재된 품목과 수량이 일치하는지 확인하여 주시고, 품목의 이상 유무에 대한 인계·인수서를 [별지 2] 양식에 의거 작성, 제출하여 주십시오.

[표 1] 시험시료의 구성 및 수량

연 번	구 분	수 량
1	수송용 가방	1개
2	비교숙련도시험 수행지침서	1부
3	시료 보호용 케이스	1개
4	시험 시료 본체	1개
5	전화 연결 케이블	1개
※ 주의사항 위 기자재가 부족하거나 손상이 있는 경우 즉시 국립전파연구원 녹색인 증제도와 비교숙련도 운영담당자에게 연락하여 주십시오.		



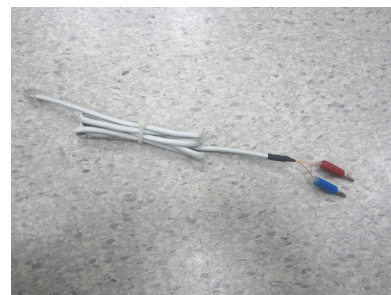
[그림 1-1] 수송용 가방



[그림 1-2] 시료 보호용 케이스



[그림 1-3] 시험시료 본체



[그림 1-4] 전화 연결 케이블

[그림 1] 시험시료 및 부속기자재 사진

3. 시험시료의 반송

- 3.1 시험이 끝나면 시험시료 및 부속기자재를 정리하여 수송용 상자의 지정된 위치에 수납하여 주십시오.
- 3.2 시험이 완료되면 순회계획에 따라 시험시료를 [별지 2]의 인계·인수서와 함께 다음 시험기관으로 직접 전달하여 주십시오. 만약, 국립전파연구원 비교숙련도 운영 담당자의 별도 지시가 있을 때에는 그 지시에 따라 주십시오.

4. 시험결과서 기입 요령

- 4.1 [별지 1]의 시험결과서에 연필 이외의 쉽게 지워지지 않는 볼펜 등으로 기입하여 주십시오.
- 4.2 데이터의 수정이 필요한 경우에는 빨간색 두 줄 삭선을 긋고, 수정 후 기술책임자의 서명을 하십시오.

5. 시험결과서 제출

시험이 끝나면, 시험결과서는 측정결과 등의 필요사항을 기재한 후, 3일 이내에 아래의 주소로 제출해 주십시오. 제출방법은 우편, FAX 또는 e-mail(PDF file로) 중 편한 방법을 이용하시면 됩니다.

주 소 : 서울시 용산구 원효로 41길 29
담 당 자 : 국립전파연구원 녹색인증제도과 홍 길 동
전화번호 : 02-710-6611
팩 스 : 02-710-6629
e-mail : kkk@kcc.go.kr

제 2 장 측정절차 및 방법

1. 위해전압

1.1 목적

정상적인 동작에서의 신호가 아닌 이상 전압이 팁 및 링에 인가되지 않음을 것을 입증하기 위함이다.

1.2 시험조건

이하 모든 시험항목은 온도 $25\pm 10^{\circ}\text{C}$, 습도 75 % 이하에서 시행한다.

1.3 기술기준 (제6조 제1항)

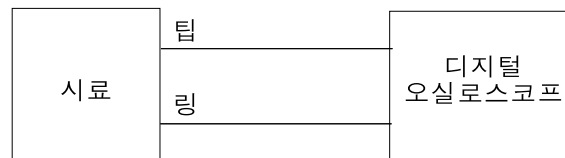
제6조(위해전압) ① 단말장치는 취급, 운용 또는 수리시에 발생할 수 있는 어떠한 고장 상태에서도 전화접속단자간의 개방회로 전압이 1초 이후에 70 V(침두값)이하이어야 하며, 전기 통신망 제어신호, 정보 및 감시용 신호등은 다음 각호의 조건에 적합하여야 한다.

1.4 측정설비 및 시험구성도

1.4.1 측정설비

- (1) 디지털 오실로스코프(최소 입력 임피던스: 10 M Ω)
- (2) 10 : 1 전압 프로브

1.4.2 시험 구성도



[그림 2] 위해전압

1.5 시료의 조건

시료를 온 혹 상태로 한다.

1.6 측정 절차

- (1) 시료의 팁, 링을 [그림 2]와 같이 디지털 오실로스코프에 연결한다.
- (2) 인가전압은 호출신호 AC 100, 20 Hz로 가정한다.
- (3) 인가전압 개방시 1초 이후의 전압이 70 V 침두값 이하인지, 확인한 후 측정결과를 기록한다.

1.7 시험결과 및 데이터

- (1) 측정결과를 <별지 1> 서식에 기록한다.
- (2) 측정결과는 소수점 첫째자리로 한다.

1.8 특기 사항

- (1) 오실로스코프의 설정값은 다음과 같이 한다.
전압(10 V), 시간(200 ms)

2. 직류 저항

2.1 목적

시료의 온 혹은 상태 동안 시료의 직류저항을 측정하기 위함이다.

2.2 기술기준 (제10조 제3항 제1호 및 제2호)

③ 루프스타트 전화접속회선용 개별 단말장치는 다음 각 호의 조건에 적합하여야 한다.

1. 팁과 링간의 온혹 직류저항은 100 V이하의 모든 직류전압에 대하여 5 M Ω 이상이어야 한다.

2.3 측정설비 및 시험구성도

2.3.1 측정설비

- (1) 직류 전류계

o 범위 : 20 μ A, 정확도 : ± 3 %

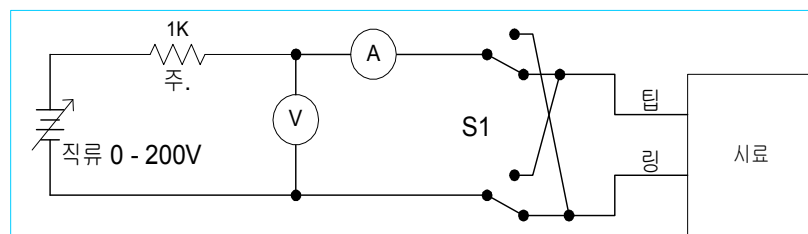
- (2) 직류 전원 공급기

o 출력범위 : 0 V~200 V, 최대출력전류 : 200 mA이상

- (3) 직류 전압계

o 입력임피던스 : 1 M Ω 이상, 범위 0 V~200 V, 정확도 ± 3 %

2.3.2 시험 구성도



주) 1 k Ω 저항은 전류 제한기로 사용된다.

[그림 3] 직류 저항 팁-링

2.4 시료의 조건

시료를 온 혹은 상태로 한다.

2.5 측정절차

- (1) 시료를 [그림 3]의 시험회로에 연결한다.
- (2) 직류전원공급기의 값을 80 V로 하여 측정을 진행한다.
- (3) 시험회로의 극성을 반대로 하여 과정(1)부터 (2)까지 반복한다.
- (4) 전압인가 후 전류가 안정된 상태에서 측정한다.
- (5) 측정된 직류 전류 값 중 높은 값을 이용하여 직류 저항 값을 기록한다.

2.6 시험결과 및 데이터

- (1) 직류 시험 전압
- (2) 측정된 직류 전류값
- (3) 계산된 직류저항(단위 : $M\Omega$)의 결과를 [별지 1]서식에 기록한다. 소수점 첫째 자리로 한다.

2.7 특기 사항

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

3. 호출 신호 수신시 직류전류

3.1 목적

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

3.2 기술기준 (제10조 제3항 제3호)

- ③ 루프스타트 전화접속회선용 개별 단말장치는 다음 각 호의 조건에 적합하여야 한다.
3. 제2항에서 규정한 의사호출신호를 인가할 경우 직류전류는 3 mA 이하이어야 한다.

3.3 측정설비 및 시험구성도

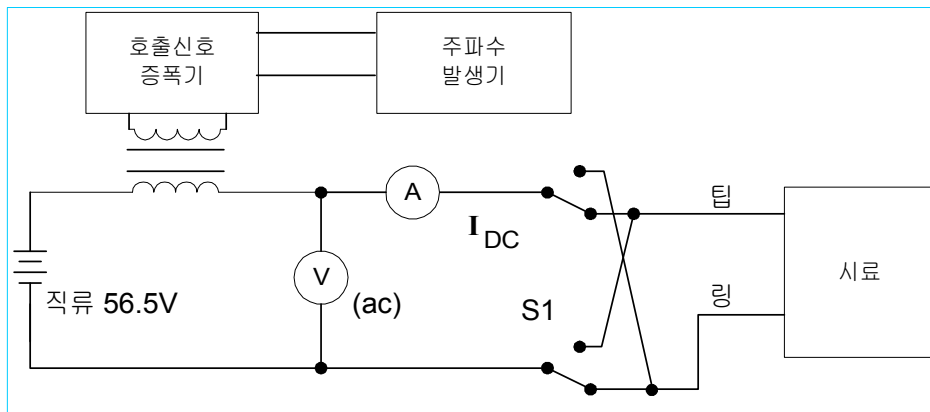
3.3.1 측정설비

- (1) 교류 전압계
 - o 입력임피던스 : 1 M Ω 이상, 정확도 : ± 3 %
 - o 전압범위 : 0 V ~ 150 Vrms, 15.3 Hz ~ 68 Hz
- (2) 직류 전류계
 - o 범위 : 0 mA ~ 200 mA
 - o 정확도 : ± 3 %
- (3) 직류전원 공급기
 - o 출력범위 : 0 V ~ 200 V
 - o 최대출력전류 : 200 mA 이상
- (4) 주파수발생기
 - o 출력 임피던스 : 600 Ω
 - o 주파수 범위 : 최소 4 kHz 까지
 - o 최대 출력레벨 : 40 dBm 이상, 정현파 출력

(5) 호출 신호 증폭기

- o 출력레벨 56.5 VDC에 중첩된 최소 150 Vrms
- o 주파수범위 : 15.3 Hz~68 Hz

3.3.2 시험 구성도



[그림 4] 호출신호수신시 직류전류 회로구성도

3.4 시료의 조건

시료를 온 혹은 상태로 한다.

3.5 측정 절차

- (1) 시료를 [그림 4] 시험회로에 연결한다.
- (2) 주파수 발생기와 호출신호 증폭기를 이용하여 만들어진 80 V, 20 Hz의 값을 가지는 호출신호를 5초간 인가하여 전류계에서 최대 직류전류를 측정·기록 한다.

3.6 시험결과 및 데이터

- (1) 각각의 교류전압 레벨과 주파수에서의 직류전류 단위는 mA로 측정한다.
- (2) 측정 결과를 [별지 1] 서식에 기록한다. 유효숫자 두 자리로 한다.

4. 호출신호 수신시 교류 임피던스

4.1 목적

호출신호를 인가하는 동안에 시료의 교류 임피던스를 측정하기 위함이다.

4.2 기술기준 (제10조 제2항과 제3항 제4호 및 제5호)

② 의사호출신호는 다음 표의 규격에 적합하여야 한다.

호출신호 의 종류	상응 호출신호 주파수(Hz)	직류 56.5볼트에 중첩된 의사 호출신호전압 (V, 실효값)	임피던스 (Ω)
A형	20	40이상 130이하	1,400이상
	30	40이상 130이하	1,000이상
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 각 호의 조건에 적합하여야 한다.

4. 제2항에서 규정한 의사호출신호를 인가할 경우 팁과 링간 임피던스(교류 인가전압을 실효 전류로 나눈 값)는 제2항에서 규정한 조건이상이어야 한다.

4.3 측정설비 및 시험구성도

4.3.1 측정설비

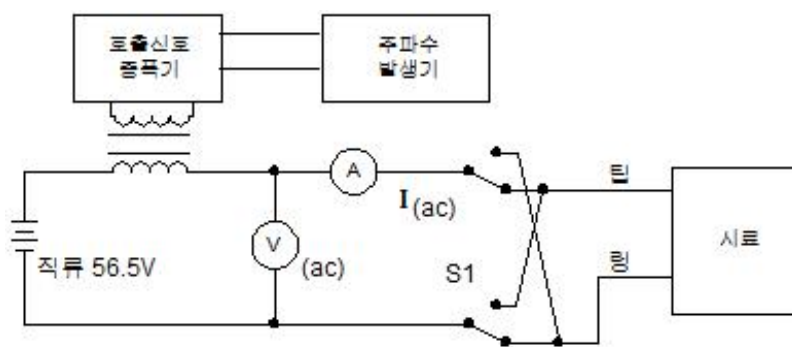
(1) 교류 전류계

o 전류범위 : 200 mA이상

o 최소 주파수 범위 : 15 Hz~68 Hz

- 정확도 : $\pm 3 \%$
- (2) 교류 전압계
 - 입력임피던스 : $1 \text{ M}\Omega$ 이상
 - 정확도 : $\pm 3 \%$
 - 전압범위 : $0 \text{ V} \sim 150 \text{ Vrms}$, $15.3 \text{ Hz} \sim 68 \text{ Hz}$
- (3) 직류전원 공급기
 - 출력범위 : $0 \text{ V} \sim 200 \text{ V}$
 - 최대출력전류 : 200 mA 이상
- (4) 주파수 발생기
 - 출력 임피던스 : 600Ω
 - 주파수 범위 : 최소 4 kHz 까지,
 - 최대 출력레벨 : 40 dBm 이상, 정현파 출력
- (5) 호출신호 증폭기
 - 출력레벨 56.5 VDC 에 중첩된 최소 150 Vrms ,
 - 주파수범위 : $15.3 \text{ Hz} \sim 68 \text{ Hz}$

4.3.2 시험 구성도



[그림 5] 호출신호 수신시 교류 임피던스, 탭-링

4.4 시료의 상태

시료를 온 혹은 냉 상태로 한다.

4.5 측정 절차

- (1) 시료를 [그림 5]의 시험회로에 연결한다.
- (2) 앞의 시험과 같이 호출신호 **80 V, 20 Hz**를 **5초간** 인가한 후 최대 교류전류를 측정한다.
- (3) 인가전압 값과 측정된 교류전류 값을 이용하여 시료의 교류임피던스 값을 구한다.
- (4) 시험회로의 극성을 반대로 하여 과정(1)부터 (3)까지 반복한다.
- (5) 측정된 교류 임피던스의 값 중 낮은 값을 기록한다.

4.6 시험결과 및 데이터

- (1) 교류전압 레벨과 주파수에서의 교류전류
- (2) 계산된 교류 임피던스, 단위는 Ω
- (3) 측정결과를 [별지 1] 서식에 기록한다.

[별지 1]

유선분야 비교속련도 시험결과서

시험기관명:

시험장 소재지		
전화번호		
시험 담당자		
시험 일자		
시험장 환경	온도: ℃	습도: %RH
시험 장소		
제 품 명		
형 명		
특기사항		

1. 위해 전압

시험조건	시험단자	시험결과(V)
100 V, 20 Hz	팁 - 링	

2. 직류 저항

시험조건	시험단자	시험결과(MΩ)
80 V	팁 - 링	

3. 호출신호 수신시 직류전류

호출신호 주파수	호출신호 전압	시험결과(mA)
20 Hz	80 V	

4. 호출신호 수신시 교류 임피던스

호출신호 주파수(팁-링)	호출신호 전압 (팁-링)	시험결과(Ω)
20 Hz	80 V	

[별지 2]

인 계 · 인 수 서

☐ 인계 · 인수일자 : 년 월 일

☐ 인계기관 : 인계자 (인)

☐ 인수기관 : 인수자 (인)

순번	구 분	수 량
1	수송용 가방	1개
2	비교숙련도시험 수행지침서	1부
3	시료 보호용 케이스	1개
4	시험 시료 본체	1개
5	전화 연결 케이블	1개
※ 주의사항 ○ 위 기자재가 부족하거나 손상이 있는 경우 즉시 국립전파연구원 녹색인증제도와 비교숙련도 운영 담당자에게 연락하여 주십시오.		

※ 숙련도시험 프로그램의 원활한 진행을 위하여 인수기관은 시료를 수령하는 즉시 본 서식을 작성하여 국립전파연구원 녹색인증제도와 비교숙련도 운영 담당자에게 FAX (02-710-6629) 또는 e-mail(kkk@kcc.go.kr)로 송부하여 주시기 바랍니다.