

구내통신설비 및 전력유도대책 기술기준에 관한 연구

2014. 12.

제 출 문

본 보고서를 「구내통신설비 및 전력유도대책 기술기준에 관한 연구」과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2014. 12. 31.

연구책임자 : 이상덕(기술기준과 네트워크기준담당)

연구원 : 고흥남(기술기준과 네트워크기준담당)

김봉석(기술기준과 네트워크기준담당)

이상영(기술기준과 네트워크기준담당)

김희원(기술기준과 네트워크기준담당)

요 약 문

본 보고서는 행복주택 세대단자함 설치 면제 기준 개선, 구내 통신선 배관의 기계적 강도 규정 마련, 플라스틱광섬유케이블의 기술기준 방안 마련 및 전력유도 관련 기술기준 터널 차폐계수 개정을 위한 실험측정, 고가 차폐계수 개정을 위한 검토 등에 대한 연구내용을 포함하고 있으며, 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, 소형주택 건설의 증가 추세를 반영하여 하나의 공간으로 구성되고 세대 내에서 분기가 없는 300세대 이상의 행복주택에서도 세대단자함 설치 면제가 확대 적용될 수 있도록 개선하고, 건물 구내에 매설되는 통신배관의 기계적 강도 및 케이블 트레이에 대한 명확한 규정 마련을 위한 기초자료를 조사하고 검토하였다.

또한, 세대단자함에서 최종 사용자 단말까지 광 네트워크 구성에 적용될 수 있는 플라스틱광섬유케이블의 기술기준 방안 마련을 위한 손실, 전송거리 등 기본적인 성능검증과 주택, 사무실 등 구내통신선로의 현장 적용 가능성을 확인하였다.

둘째, 전력유도전압의 예측계산식에 이용되는 터널·고가 차폐계수를 개정하기 위해 터널 차폐계수를 고려한 실측실험을 진행하고 그 결과를 분석하였으며, 호남선 고속철도 익산 ~ 광주 구간의 터널 및 고가의 구조물 현황 등을 파악하여 고가 차폐계수의 개정 영향도 함께 검토하였다.

목 차

제1장 서 론	1
제2장 구내통신설비 기술기준 개정	3
제1절 연구의 배경	3
제2절 기술기준 검토	4
1. 구내통신설비 기술기준 연구반	4
가. 연구반 구성	4
나. 연구반 운영	5
2. 기술기준 제·개정 검토 내용	5
가. 제3조 용어의 정의	6
나. 제29조 국선수용 및 국선단자함	8
다. 제30조 중간단자함 및 세대단자함 등	10
라. [별표 4] 국선단자함 등의 요건	15
마. 용어 순화 및 개선사항 등	17
3. 플라스틱광섬유케이블 기술기준 도입방안	24
가. 배경	24
나. 검토 내용	24
제3절 결론 및 향후계획	40
제3장 전력유도 기술기준 개정	41
제1절 연구의 배경	41
제2절 전력유도 기술기준 개요	42
제3절 터널 차폐계수 실험측정	46
1. 측정개요	46
가. 세부 측정절차	46
나. 검증방안	48
2. 측정대상 선정	48

3. 결과 분석	50
가. 복안터널 측정결과	50
나. 계상터널 측정결과	53
다. 유도전압 측정 대표값	57
제4절 고가 차폐계수	58
제5절 결론	61
 제4장 결 론	 64
 참고문헌	 65
 [부록 2-1] POF 케이블 채널손실 시험 절차(안)	 67
[부록 2-2] POF케이블 채널손실 3차 세부시험 결과	68
[부록 3-1] 유도전압 예측계산서	70
[부록 3-2]유도전압 피크값 측정데이터	85
[부록 3-3] 영천 오길분기국사 인근 한전 전력선 현황	87

표 목 차

[표 2-1] 2014년 기술기준 개정 검토 대상 및 추진 결과	5
[표 2-2] 제3조(용어의 정의) 개정안	8
[표 2-3] 제29조(국선수용 및 국선단자함 등) 개정안	9
[표 2-4] 세대단자함 설치 품셈	13
[표 2-5] 제30조(중간단자함 및 세대단자함 등) 개정안	15
[표 2-6] 별표 4 국선단자함의 요건 개정안	17
[표 2-7] 용어 개선 및 순화 대상 개정안	18
[표 2-8] KS C 8454 주요 항목별 성능	21
[표 2-9] KS C 8455 주요 항목별 성능	21
[표 2-10] KS C 8454와 KS C 8455의 공통 제시 성능	22
[표 2-11] 한국산업표준 KS C 8454 및 8455 관련 개정 검토안	23
[표 2-12] POF 채널손실 측정값	26
[표 2-13] POF 케이블 길이별 측정값	27
[표 2-14] POF 케이블 길이별 손실값	28
[표 2-15] Reference 구간 이용 시 측정값	29
[표 2-16] 직접 연결 시 측정값	29
[표 2-17] 한국광기술원에서 측정된 길이별 POF 케이블 손실값	34
[표 2-18] 50m POF 케이블 연동시험 결과	35
[표 2-19] 30m POF 케이블 연동시험 결과	36
[표 2-20] 15m 및 10m POF 케이블 연동시험 결과	37
[표 2-21] 50m POF 케이블 연동시험 결과	37
[표 2-22] 30m POF 케이블 연동시험 결과	38
[표 2-23] 15m 및 10m POF 케이블 연동시험 결과	38
[표 2-24] 전광변환장치 사용에 따른 연동시험 결과	39
[표 3-1] 터널 및 고가 차폐계수 개정 요청(안)	41
[표 3-2] 유도전압 예측계산식	43

[표 3-3] 터널 차폐계수(K4)	44
[표 3-4] 고가 차폐계수(K6)	44
[표 3-5] 기관별 수행역할	47
[표 3-6] 측정장비 목록	47
[표 3-7] 경부 2단계 구간 주변 터널·고가 현황	48
[표 3-8] 선정된 측정대상 구조물 및 회선	49
[표 3-9] 예측값과 실측값의 비교	58
[표 3-10] 터널 차폐계수 최종 도출안	58
[표 3-11] 개정전 고시기준 및 철도공단 제안 비교	59
[표 3-12] 호남선, 경부2단계 구간 구조물 현황 비교	60
[표 3-13] 고가 차폐계수 최종 도출안	61
[표 3-14] 전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준 개정안 신구조문대비표	63

그 립 목 차

[그림 2-1] 일반적인 세대단자함 구성의 예	13
[그림 2-2] 세대 내 통신 배선 설계 개선 방안 <출처 : LH 공사>	14
[그림 2-3] 국선단자함 내부 절연보조판 설치 예(도면)	16
[그림 2-4] 통신케이블 트레이 설치 현황	17
[그림 2-5] 광파워미터(Newport 1930-IS)	24
[그림 2-6] POF 채널손실 시험 구성도	25
[그림 2-7] POF 채널 손실 시험 사진	26
[그림 2-8] 케이블 길이에 따른 채널손실 측정값	27
[그림 2-9] POF 케이블 길이에 따른 채널손실	28
[그림 2-10] Reference 구간을 이용한 손실 시험 구성도	28
[그림 2-11] POF 케이블을 직접 연결한 손실 시험 구성도	28
[그림 2-12] 광섬유케이블의 내인성 손실	31
[그림 2-13] 광섬유케이블의 외인성 손실	31
[그림 2-14] 광커넥터의 기본구조 및 어댑터 종류	32
[그림 2-15] 연동시험 구성도	33
[그림 2-16] 어댑터 접속을 통한 길이별 시험	33
[그림 2-17] POF 케이블 직결 시험 및 어댑터 접속 시험 사진	34
[그림 2-18] POF 케이블을 통한 연동 시험 사진	36
[그림 3-1] 유도전압 종별 체계도	42
[그림 3-2] 유도전압 측정 개황도(언양 국사)	50
[그림 3-3] 급전소(울산SS) 위치	50
[그림 3-4] 동일시간(12일 ~ 13일) 유도전압 데이터 비교	51
[그림 3-5] 새벽시간 유도전압	51
[그림 3-6] 단일열차에 의한 영향 분석(상행 첫차)	52
[그림 3-7] 단일열차에 의한 영향 분석(하행 막차)	52
[그림 3-8] 선대지잡음전압 그래프	52

[그림 3-9] 계상터널(5.58km) 통신시설 루트도(a)	53
[그림 3-10] 계상터널(5.58km) 통신시설 루트도(b)	53
[그림 3-11] 계상터널 통신선로 루트도(c)	54
[그림 3-12] 종전압(V), 적색(유도중화코일 미대책), 청색(유도중화코일 대책)	55
[그림 3-13] 선대지잡음전압(mV), 적색(유도중화코일 미대책), 청색(유도중화코일 대책)	55
[그림 3-14] 고속열차 운행중 전압 파형 및 주파수 스펙트럼(a)	56
[그림 3-15] 고속열차 운행전 전압 파형 및 주파수 스펙트럼(2)	56
[그림 3-16] 유도전압 피크값 분포 그래프	57
[그림 3-17] 호남고속철도 고가 길이별 분포	60

제1장 서론

ICT 기술발전에 따라 무선통신보급이 활발히 진행되어 유선통신의 중요성이 과거에 비해 줄어들었고 유선통신설비의 인프라 투자가 과거에 비해 활발히 진행되지 않은 것 또한 사실이다. 그러나 무선통신의 기본 인프라는 유선 네트워크로 구성되어 있으며 무선통신의 품질 및 안전성은 유선통신품질에 영향을 미치기 때문에 그 중요성을 간과할 수 없다. 따라서 경제적인 규제성격이 강한 유선 기술기준에 대해 개선사항을 검토하여 사업자와 이용자의 편의가 증진되는 부분에 대해서는 규제를 완화하여 관련 산업의 활성화를 도모하고, 각종 통신장애 및 재난 발생에 대비하여 통신서비스 안전성을 높이는 것에 주안점을 두고 구내통신설비 및 전력유도 관련 고시의 개정을 검토하였다.

구내통신설비에 대한 기술기준은 건축물 구내에서 초고속 정보통신서비스를 편리하게 이용할 수 있도록 통신실 및 배관시설, 통신케이블 등 구내통신 인프라의 설치에 관한 세부 기술기준을 다루고 있으며, 이러한 인프라는 한번 설치되면 20년 이상 장기간 사용될 뿐만 아니라 건축물에 구축된 시설로 이에 대한 개선이 어려울 뿐만 아니라, 많은 비용과 노력이 요구되기 때문에 최초 설계에서부터 실효성 있는 인프라 구축이 이루어지도록 유도하는 것이 필요하다.

따라서 제2장에서는 최근 소형주택 건설의 증가 추세를 반영하여 하나의 공간으로 구성되고 세대 내에서 분기가 없는 300세대 이상의 행복주택에서도 세대단자함 설치면제가 확대 적용될 수 있도록 이를 개선하였으며, 건물 구내에 매설되는 통신배관의 기계적 강도 및 케이블 트레이에 대한 명확한 규정 마련을 위한 기초자료를 조사하여 검토하였고, 그 외에 외래어 표기법에 따른 문구의 수정, 통신선로로 트레이 사용을 추가한 개정안을 마련하여 규제검토 및 고시심의 등 행정절차를 거쳐 개정·고시하였다.

또한, 세대단자함에서 최종 사용자 단말까지 광 네트워크 구성에 적용될 수 있는 플라스틱광섬유케이블의 기술기준 방안 마련을 위한 손실, 전송거리

등 기본적인 성능검증과 주택, 사무실 등 구내통신선로의 현장 적용 가능성을 확인하기 위한 연동시험을 실시하였으며, 플라스틱광섬유케이블의 연동시험 결과로는 가정 및 사무실 등 구내통신 구간은 최대 50m 이내에서 접속이 허용되는 최대 손실값은 15.12dB 정도이며, POF 케이블 인출구에 해당되는 어댑터 1개를 접속하여 사용하는 경우에는 구내통신 케이블로의 사용에 별다른 문제가 없을 것으로 판단되었고, 상용화된 전광변환장치 두 종류 모두 12dB 이하의 손실값에서 원활한 통신이 이루어 질 수 있었음을 확인하였다. 현재까지 전용 측정기 및 POF 연계 커넥터 등을 확보하지 못하여 과학적인 측정이 곤란하였으나 차후에는 계측기를 이용한 보다 과학적인 손실 측정이 요구된다.

아울러, 전력유도대책 관련 기술기준은 동케이블을 이용한 유선전화가 전력 시설물(송·배전선 또는 고속철도)에 의한 통신장애를 발생시키는 것을 방지하기 위한 기술기준으로 통화품질 및 통신시설 보호에 대해 규정하고 있으며, 전력시설물이 새로 건설되는 곳에서 통신장애 정도를 예측하는 계산식에 적용될 터널 및 고가 차폐계수 개정으로 예측계산식의 정확성 제고 및 합리적인 대책비용 산출 기준을 마련하기 위한 연구내용을 제3장에 수록하였다.

제2장 구내통신설비 기술기준 개정

제1절 연구의 배경

국립전파연구원 고시인 「접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준」은 방송통신서비스의 원활한 제공 등을 위하여 대통령령인 「방송통신설비의 기술기준에 관한 규정」에서 위임된 방송통신 설비를 보호하기 위한 보호기 및 접지설비, 이용자가 건축물 구내에 설치하는 통신설비, 사업자가 설치하는 선로설비 및 통신공동구 등에 대한 세부적인 기술기준을 정하고 있다.

이 기술기준은 통신사업자가 제공하는 보편적인 방송통신서비스를 이용자가 불편 없이 사용할 수 있도록 이용자의 대지 또는 건축물에 설치하여야 하는 통신설비에 대한 성능 및 설치방법을 규정하고 있으며, 건축물 구내에서 초고속 정보통신서비스를 편리하게 이용할 수 있도록 통신실, 배관시설, 케이블 등의 구내통신 인프라의 설치에 관한 세부 기술기준을 다루고 있다. 특히 구내통신선로는 초고속 방송통신서비스의 전달 구간으로서 새로운 서비스를 원활히 제공받기 위해서 이용자의 구내통신선로도 새로운 기술의 발전에 맞추어 지속적으로 개선되어야 하며, 관련 설비 등의 고도화를 통해 방송통신서비스의 품질향상을 도모하여야 한다.

국내의 유선통신선로는 최초 1999년 4월 초고속 인터넷 등장으로 10Mbps의 ADSL, 2002년 50Mbps의 VDSL, 2006년 최대 100Mbps의 광LAN 등 인터넷 트래픽의 속도는 점차 빨라졌으며, 최근에는 기가 인터넷의 상용화를 계기로 그 동안 정체되어 있던 초고속 인터넷 시장이 부활하고, 모바일 트래픽의 급증과 더불어 인터넷 데이터 트래픽도 2000년에 비해 약 554배 증가하는 등 유선통신설비의 중요성이 부각되고 있다.

이러한 유선통신설비의 중요성의 증가와 더불어 해마다 구내통신선로설비의 기술기준에 대하여 다양한 이슈가 제기되어 매년 지속적으로 제·개정에

대한 논의가 이루어지고 있으며, 구내통신선로 인프라는 이용자의 시설로서 한번 설치되면 20년 이상 장기간 사용할 뿐만 아니라 건축물에 구축된 시설임으로 개선이 어렵고, 구내통신선로의 개선에 많은 비용과 노력이 요구되기 때문에 사전에 타당하고 합리적인 기술기준을 운용하면서 실효성 있는 인프라 구축이 이루어지도록 유도하는 것이 필요하다.

금번 기술기준 연구에서는 세대단자함에서 최종 사용자 단말까지 광통신 네트워크 구성에 적용될 수 있는 플라스틱광섬유케이블의 기술기준 방안 마련을 위한 손실, 전송거리 등 기본적인 성능검증이 요구되어 이를 검토하였으며, 건물 구내에 매설되는 통신배관의 기계적 강도 및 케이블 트레이에 대한 명확한 규정 마련과 최근 1~2인 거주의 소형주택 건설의 증가 추세에 따라 하나의 공간으로 구성된 300세대 이상의 행복주택에서도 세대단자함 설치면제가 확대 적용될 수 있도록 이에 대한 개선 요구가 있어 이를 검토하게 되었다.

제2절 기술기준 검토

기술기준 개정 안건은 주로 현장에서 관련 업무를 수행하는 지방자치단체의 사용전 검사 관련자, 정보통신 관련 공사협회 및 사업자 등으로부터 개정 의견을 받은 내용과 제기된 민원 중에서 개정이 필요하다고 판단된 사안에 대하여 학계 및 연구소, 지자체, 관련 협회, 사업자, 건설사 등으로 구성된 구내통신설비 기술기준 연구반에서 논의를 통해 검토하였다.

1. 구내통신설비 기술기준 연구반

가. 연구반 구성

미래창조과학부, 국립전파연구원, 달성군청, 화성시청, 정보통신기능대학, 한국전자통신연구원, KT, SKT, LGU+, LH공사, SK건설, 한우리네트웍스, 한국케이블TV방송협회, 한국정보통신공사협회, 한국정보통신진흥협회, 한국통신사업자연합회 등 각 분야의 전문가들로 구내통신설비 기술기준 연구반을 구성하였다.

나. 연구반 운영

- 1) 연구반 Kick-off Meeting 및 2013년도 미반영 사항, 2014년도 제·개정
수요항목 검토(2014.2.13., 국립전파연구원)
- 2) 옥내통신선 이격거리, 세대단자함 설치 면제 조항, 트레이 설치 관련
규격 등 기술기준 개정 사항 논의 및 초안 검토(2014.3.18., 국립전파연
구원)
- 3) 옥내통신선 이격거리, 구내 배관으로 트레이를 추가, 세대단자함 설치
면제, 용어 순화 등 기술 기술기준 개정안 검토(2014.4.24., 국립전파연
구원)
- 4) 최종 개정안에 대한 의견 수렴(2014.4.29.~5.9., e-mail)

2. 기술기준 제·개정 검토 내용

2014년도 기술기준 제·개정 연구의 추진을 위하여 2013년 기술기준 개정
시 반영하지 못했던 사항과 2014년도에 제·개정이 추진되어야 할 사항을 검
토하여 [표 2-1]과 같이 2014년도 기술기준 제·개정 추진 대상에 대한 논의
를 진행하였으며, 연구반의 논의 결과 검토가 완료된 일부 대상 항목에 대
해서는 금번 기술기준 개정에 반영하고, 보다 장기적인 관점에서 논의가 필
요한 사항에 대해서는 지속적으로 검토를 하기로 하였고, 개정안에 반영된
항목에 대한 검토 내용 및 결과는 다음과 같다.

[표 2-1] 2014년 기술기준 개정 검토 대상 및 추진 결과

대상 조항	개정 사유	추진 검토 결과
제3조(용어의 정의)	‘장치함’에 대한 용어 정의 삭제	개정안 반영
제5조(접지저항 등)	건물 옥상 설치 통신 설비의 접지저항 기준 완화	현 기술기준 체계의 예외 조 건 적용 가능으로 원안 유지
제23조(옥내 통신선 이격 거리)	옥내 통신선 이격 거리 준수 예외 조건의 명확화	중장기 과제로 검토

대상 조항	개정 사유	추진 검토 결과
제26조(국선의 인입)	종합유선방송설비 배관 규정 (제26조제5항) 삭제 5회선 미만 국선의 지하 인입 기준 개정	‘방송공동수신설비 설치 기준’ 미반영으로 향후 재검토 기술기준 규정 개정 연구반 검토 결과에 따른 추진
제28조(구내배관 등)	제5항 구내 설치 옥내외 배관 요건 중 KS C 8454 동등 규 격 이상 조건의 동등 규격에 대한 명확한 기준 마련과 통 신케이블 설치용 트레이 규정 신설	표준번호 삭제 및 비교 가능 한 성능 항목을 신설하는 방 향으로 검토하고, 일부 조항에 서 트레이를 추가하는 수준의 개정안 마련 및 구체적인 설 치 규격 등은 지속 검토 추진
제29조(국선수용 및 국선단자함 등)	보호기 설치 대상 국선 및 설 치 방법 명확화	개정안 반영
제30조(중간단자함 및 세대단자함 등)	세대단자함 설치 예외 조건의 확대	개정안 반영
제32조(구내통신선의 배선)	구내/옥내/옥외 등 주거 영역 구분에 대한 용어의 명확화	원안 유지
제33조의1(폐쇄회로텔 레비전장치 등의 설치)	CCTV 성능 기준 개정	원안 유지
제47조(관로 등의 매 설기준)	통신 배관의 매설 깊이 기준 개선	기술기준 규정 개정 연구반 검토 결과에 따른 추진
[별표 4] 국선단자함 등의 요건	국선단자함 내 절연보조장치 설치 요청	개정안 반영
[별표 6] 링크 성능 기준	POF 링크성능 추가	별도 검토
기술기준 용어 개선 사항	오탈자 및 용어 개선 검토	개정안 반영

가. 제3조 용어의 정의

1) 배경

기술기준 제3조(용어의 정의) 제1호에서는 ‘장치함’에 대하여 다음과 같이 규정하고 있다.

제3조(용어의 정의)

1. “장치함”이라 함은 증폭기, 분배기, 분기기 및 보호기를 수용하며, 동축케이블 또는 광섬유케이블을 종단하여 상호 연결하는 함을 말한다.

또한, 장치함은 지상파 TV, 위성방송, CATV 신호의 분배 등을 위한 장치 및 장비를 수용하는 분배함으로 「방송공동수신설비의 설치기준에 관한 고시」제2조(정의) 제11호 및 제6조(장치함)에서 다음과 같이 규정하고 있다.

제2조(정의)

- ① 이 기준에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1.~10. (생략)

11. “장치함”이란 지상파텔레비전방송, 위성방송, 에프엠라디오방송 및 종합유선방송의 신호를 각 세대별로 분배하기 위하여 증폭기와 분배기 등을 설치한 분배함을 말한다.

제6조(장치함) ① 장치함은 다음 각 호에 해당하는 곳에 설치하여야 한다.

1. 방송 공동수신설비와 최초로 접속되는 곳
2. 케이블의 분배·분기 또는 접속을 위하여 필요한 곳
- ② 제1항에 따른 장치함은 다음 각 호의 기준에 맞도록 설치하여야 한다.
 1. 장치함의 내부에는 절연 보조 장치, 잠금장치 및 통풍구 등을 설치할 것
 2. 장치함은 계단이나 복도 등 실내의 공용부분에 설치할 것
 3. 장치함의 크기는 증폭기, 분배기, 분기기, 보호기 및 케이블 등 필요한 설비를 수용할 수 있는 충분한 공간을 확보할 것
 4. 증폭기·분배기 등간에 신호의 간섭이 없도록 할 것

하지만 상기와 같이 장치함에 대한 용어 정의에서 보호기를 수용하는 것으로 기술되어 있으나, 기술기준 제29조(국선수용 및 국선단자함 등) 제3항 제2호에서는 국선을 수용하기 위한 단자 및 보호기를 국선단자함에 설치하도록 규정하고 있어 보호기의 설치 위치 기준이 상충한다고 할 수 있다.

2) 검토 결과

‘장치함’과 관련된 세부 규격 기준인 제41조(장치함)는 2012년에 삭제되어 현재 기술기준에서는 장치함에 대한 세부적인 규격 등을 다루고 있지 않기 때문에 필요할 경우 「방송공동수신설비의 설치기준에 관한 고시」 제2조의

정의를 인용하거나 현재의 용어 정의에서 보호기의 설치 위치에 대한 명확한 정의가 필요함에 따라 이에 기술기준 제3조의 1호 ‘장치함’에 대한 용어 정의를 삭제하고 아래의 [표 2-2]와 같이 개정하였다.

[표 2-2] 제3조(용어의 정의) 개정안

현행	개정(안)
제3조(용어의 정의) ①이 고시에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다. 1. “장치함”이라 함은 증폭기, 분배기, 분기기 및 보호기를 수용하며, 동축케이블 또는 광섬유케이블을 종단하여 상호 연결하는 함을 말한다.	제3조(용어의 정의) ①이 고시에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다. 1. (삭제, 2014.xx.xx)

나. 제29조 국선수용 및 국선단자함

1) 배경

2013년 보호기의 성능기준 개정 시 함께 검토된 사항으로 국선의 수용 시 보호기를 통하여 인입되도록 기준을 명확히 하고, 광섬유케이블을 국선으로 하는 경우 보호기를 설치하지 않을 수 있도록 개정하고자 하였으나 일단 보호기의 성능 기준만을 개정한 후 중장기적인 관점에서 검토하기로 한 바 있었다.

하지만, 기술기준 [별표 4] ‘국선단자함 등의 요건’에서는 광섬유케이블을 수용하는 주배선반 또는 주단자함의 보호 장치로서 피뢰기능을 제외하고 있으나 기술기준 본문에서 광섬유케이블에 대한 예외 조건을 명기하지 않고 있어 현장 적용상의 혼란이 야기되고 있으며, 또한 광케이블의 경우 이상전류 등의 유입 가능성이 없어 보호기가 필요하지 않으나 사용전 검사 시 광섬유케이블을 국선으로 하는 경우에 대해서도 보호기의 설치를 요구하고 있어 이에 대한 민원이 빈번히 발생하고 있는 바 이에 대한 개선이 필요하게 되었다.

2) 검토 결과

국선이 광케이블인 경우 원칙적으로 보호기를 설치하지 않아도 무방하나 사용전 검사 시 지방자치단체별로 서로 다른 유권해석을 내리고 있어 현장 적용에 혼란이 야기되었으며, 또한 데이터 통신 시 보호기에 의한 속도 저하 등의 문제로 인하여 사용전 검사 후 보호기를 경유하지 않고 국선과 구내 케이블을 직접 연결하는 등의 문제가 간헐적으로 발생하고 있었다.

또한, 관련된 규정에서는 이상전류 또는 이상전압이 유입될 우려가 있는 경우에 한하여 보호기를 설치하도록 하고 있어 개정 필요성이 없다는 검토 의견이 있었으나, 상기한 바와 같이 현장 적용상의 혼란을 방지하고 명확한 보호기의 설치 기준 마련을 위하여 개정안을 마련하기로 결정하게 되었다.

한편, 보호기는 원칙적으로 사업자가 설치하도록 되어 있으나 현재 사용전 검사를 위하여 이용자 또는 건축주가 설치하고 있는 현실을 고려할 때 사용전 검사 시 보호기의 설치 유무가 아닌 보호기의 설치 위치 확보 유무를 검사하도록 이에 대한 명확한 가이드라인의 마련과 함께 사용전 검사기관을 대상으로 지속적인 교육이 필요할 것으로 예상된다.

또한, 보호기의 설치 의무 대상을 현재 사업자에서 이용자 또는 건축주로 변경하거나, 관련 기준을 전기통신사업법으로 이관하는 방안 마련 제안이 있었으나, 낙뢰 등에 의한 이상전류 또는 이상전압은 사업자 설비를 통해 유입되는 것으로 이에 대한 보호 대책으로서의 보호기 역시 사업자가 설치하는 것이 타당한 것으로 판단되어 [표 2-3]과 같이 개정하였다.

[표 2-3] 제29조(국선수용 및 국선단자함 등) 개정안

현행	개정(안)
제29조(국선수용 및 국선단자함 등) ①~② (생략) ③국선단자함은 다음 각 호와 같이 설치 및 관리를 하여야 한다. 1. (생략)	제29조(국선수용 및 국선단자함 등) ①~② (현행과 같음) ③국선단자함은 다음 각 호와 같이 설치 및 관리를 하여야 한다. 1. (현행과 같음)

현행	개정(안)
2. 사업자는 국선을 수용하기 위한 단자 및 보호기를 국선단자함에 설치하여야 한다.	2. 사업자는 국선을 수용하기 위한 단자 및 보호기를 국선단자함에 설치하여야 한다. <u>다만, 국선이 광케이블인 경우는 보호기를 설치하지 아니할 수 있다.</u>
3. 사업자는 <u>국선단자함에서</u> 국선과 이용자 구내케이블간의 회선접속을 하여야 하며, 이용자가 회선접속 정보를 요구할 경우에는 관련 정보를 제공하여야 한다.	3. 사업자는 <u>보호기를 설치하는 경우 국선단자함에서 보호기를 통하여</u> 국선과 이용자 구내케이블간의 회선접속을 하여야 하며, 이용자가 회선접속 정보를 요구할 경우에는 관련 정보를 제공하여야 한다.
④~⑤ (생략)	④~⑤ (현행과 같음)

다. 제30조 중간단자함 및 세대단자함 등

1) 배경

기술기준 제30조에서는 선로의 수용을 위한 접속함 또는 중간단자함의 적절한 설치 위치를 규정하고 있으며, 또한 공동 주택의 세대단자함 설치 요건과 예외 조건, 그리고 세대단자함의 규격을 정의하고 있다. 제2항과 관련하여 공동 주택의 세대별 배선의 인입 및 분기가 용이하도록 세대단자함을 설치하도록 하고 있으나, 세대내 분기가 없는 기숙사 및 주택법 시행령에 따른 원룸형 주택은 예외 대상으로 하고 있다.

다만, 상기한 바와 같이 주택법 시행령에 해당하는 세대 내 분기 없는 원룸형 주택은 세대단자함을 설치하지 않아도 되나 현재 주거 공간 구성이 유사한 건축법 시행령에 따른 소형 행복주택 등은 세대단자함을 반드시 설치하도록 하고 있어 형평성 문제가 제기되는 바 이에 대한 검토가 필요하게 되었다.

제30조(중간단자함 및 세대단자함 등) ①선로를 용이하게 수용하기 위한 접속함(선로 간을 직접 연결하기 위한 함) 또는 중간단자함(국선단자함과 세대단자함의 사이에 설치하는 단자함) 등은 국선단자함으로부터 세대단자함까지의 구간 중에서 다음 각 호의 1에 해당하는 장소에 설치되어야 한다.

1. 제28조제5항제4호의 규정에 부적합한 배관의 굴곡점
2. 선로의 분기 및 접속을 위하여 필요한 곳
- ② 주거용건축물 중 공동주택의 경우에는 세대별로 배선의 인입 및 분기가 용이하도록 세대단자함을 설치하여야 한다. 단, 세대내에서 분기가 없는 기숙사 및 주택법시행령 제3조제1항제2호에 해당하는 원룸형 주택은 제외한다.
- ③ 제1항 및 제2항의 규정에 의한 중간단자함 및 세대단자함의 요건은 별표 5와 같다.

2) 검토 결과

현행 기술기준에서 세대단자함 설치 예외 대상인 원룸형 주택은 주택법 제2조 및 동법 시행령 제3조제1항제2호, 건축법 시행령 별표 1의 제2호에 따라 다음과 같이 규정할 수 있다.

- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따라 도시 지역에 건설된 300세대 미만의 아파트, 연립주택 또는 다세대 주택과 같은 공동 주택으로 다음 요건을 갖춘 원룸형 주택
 - 가. 세대별 독립 주거 가능(욕실 및 부엌 설치)
 - 나. 욕실 및 보일러실 이외 부분은 단일 공간 구성(단, 주거전용면적 30m² 이상은 두 개 공간 가능)
 - 다. 주거전용면적 14m²~50m²
 - 라. 지하층 설치 금지

하지만 원룸형 주택과 같은 소형 주택의 건설규모가 증가하고 있으나, 도시 지역 이외의 지역에 건설되거나 300세대 이상의 규모를 갖는 원룸형 주택의 경우 세대단자함 설치 예외 대상에 포함되고 있지 않아 형평성 문제 해결 방안 마련이 필요하게 되었다.

[주택법]

제2조(정의)

4. “도시형 생활주택”이란 300세대 미만의 국민주택규모에 해당하는 주택으로서 대통령령으로 정하는 주택을 말한다.

[주택법 시행령]

제3조(도시형 생활주택)

- ① 법 제2조제4호에서 “대통령령으로 정하는 주택”이란 「국토의 계획 및 이용에 관

한 법률」에 따른 도시지역[제2호의 경우에는 도시관리 또는 주거환경에 지장을 주지 아니하기 위하여 특별시·광역시·도 또는 특별자치도(이하 “시·도”라 한다) 또는 시·군의 조례로 정하는 구역은 제외한다]에 건설하는 다음 각 호의 주택을 말한다.

2. 원룸형 주택: 「건축법 시행령」 별표1 제2호 가목부터 다목까지의 어느 하나에 해당하는 주택으로서 다음 각 목의 요건을 모두 갖춘 주택

가. 세대별로 독립된 주거가 가능하도록 욕실, 부엌을 설치할 것

나. 욕실 및 보일러실을 제외한 부분을 하나의 공간으로 구성할 것. 다만, 주거전용면적이 30제곱미터 이상인 경우 두 개의 공간으로 구성할 수 있다.

다. 세대별 주거전용면적은 14제곱미터 이상 50제곱미터 이하일 것

라. 각 세대는 지하층에 설치하지 아니할 것

[건축법 시행령 별표 1(용도별 건축물의 종류)]

2. 공동주택[공동주택의 형태를 갖춘 가정어린이집·공동생활가정·지역아동센터·노인 복지시설(노인복지주택은 제외한다) 및 「주택법 시행령」 제3조제1항에 따른 원룸형 주택을 포함한다].

가. 아파트: 주택으로 쓰는 층수가 5개 층 이상인 주택

나. 연립주택: 주택으로 쓰는 1개 동의 바닥면적(2개 이상의 동을 지하주차장으로 연결하는 경우에는 각각의 동으로 본다) 합계가 660제곱미터를 초과하고, 층수가 4개 층 이하인 주택

다. 다세대주택: 주택으로 쓰는 1개 동의 바닥면적 합계가 660제곱미터 이하이고, 층수가 4개 층 이하인 주택(2개 이상의 동을 지하주차장으로 연결하는 경우에는 각각의 동으로 본다)

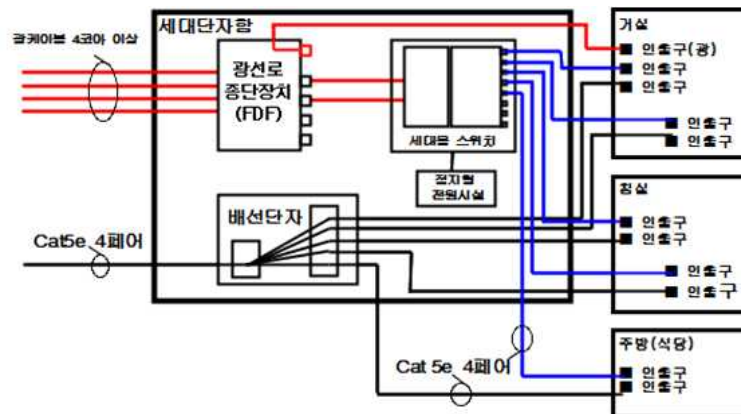
라. 기숙사: (생략)

이에 따라서 소형 원룸형 주택의 세대단자함 설치 면제에 따른 기초자료를 확보하기 위해 세대내 분기가 없는 원룸형 공동주택을 조사대상으로 선정하여, 지자체 사용전검사 공무원 및 지역 통신사업자 등과 동행하여 세대단자함 설치가 면제된 원룸형 주택에서 구내통신서비스 이용 현황 및 사용전검사 시험항목, 문제점 등을 조사하였으며, 세대단자함 설치면제에 따른 경제적 편익비용은 일반적으로 사용되는 세대단자함 표준 규격인 300mm×300mm×100mm로 설치 품셈은 [표 2-4]와 같이 계산되었으며, 세대단자함의 설치비용을 146,582원으로 가정하였을 때, 행복주택 5년간 공급물량 20만호를 감안하면 약 293억원의 비용이 절감될 것으로 예상된다.

[표 2-4] 세대단자함 설치 품셈



명 칭	단위	수량	단 가				비고
			계	재료비	노무비	경비	
세대단자외함 (300X300X100)	개	1.00	12,000.0	12,000	0	0	
모듈러단자대 (12Port)	개	1.00	17,500.0	17,500	0	0	
패치코드	개	2.00	3,400.0	1,700	0	0	
통신내선공	인	0.49	70,212.1	0	143,290	0	
보통인부	인	0.49	41,241.3	0	84,166	0	
기구손료 (인건비의2%)	식	0.02	2,229.0	0	0	2,229	
합 계			146,582	32,900	111,453	2,229	

또한 아파트와 같은 일반적인 공동주택의 세대단자함 구성은 [그림 2-1]과 같이 배선이 구성되기 때문에 세대단자함이 필요하였으나,



[그림 2-1] 일반적인 세대단자함 구성의 예

원룸형 주택은 하나의 공간 구성으로 세대내 분기가 없고 세대단자함의 설치 공간이 어려울 뿐만 아니라 주거 공간의 통신서비스 사용 환경을 고려하지 않아 시설물의 과다 설비로 인한 경제적 부담의 원인이 되고 있으며, 이에 따라 건설사에서는 [그림 2-2]와 같은 설계 개선 방안을 제시하고 세대단자함 설치 예외 대상을 확대할 것을 제안하게 되었다.

현 행	개 선
	
① : UTP 0.5 Cat E x 3EA, 동축케이블 5C-FB x 2EA (CD 16)x1 (CD 22)x1	① : UTP 0.5 Cat E x 5EA, 동축케이블 5C-FB x 1EA (CD 28)x1
② : UTP 0.5 Cat E x 2EA, 동축케이블 5C-FB x 1EA (CD 22)x1	② : UTP 0.5 Cat E x 2EA (CD 16)x1
③ : UTP 0.5 Cat E x 2EA (CD 16)x1	③ : UTP 0.5 Cat E x 1EA (CD 16)x1
④ : UTP 0.5 Cat E x 1EA (CD 16)x1	

[그림 2-2] 세대 내 통신 배선 설계 개선 방안 <출처 : LH 공사>

[그림 2-2]에서와 같이 세대 내 수구의 개수만큼 통신 케이블이 세대 내로 인입되어 각 수구로 접속되는 형태로서 이러한 경우 하나의 배관을 공유하고 있어 설계상 배관의 굴곡 각도 기준 등을 준수 가능 여부와 이에 따른 케이블의 굴곡 각도의 증가로 인한 통신 서비스의 품질 저하 여부를 검토하였으며, 원룸형 주택 설계 시 세대 내 수구의 수를 1개 내지 2개를 고려하고 있어 실질적인 설계 및 공사에서 이러한 문제는 없을 것으로 판단할 수 있었다.

세대단자함 설치 면제의 확대 적용은 기존에 없던 예외 기준을 새롭게 마련하는 차원이 아닌 기존의 예외 조건 기준에 대한 명확화 적용 방안으로서 주택법 시행령과 건축법 시행령에서 근거 법령을 상호 참조하고 있으며 원룸형 주택에 대한 명확한 정의가 마련되어 있지 않아 연구반에서 제안된

다양한 개정안의 해석상의 혼란을 방지하기 위하여 LH 공사에서는 사내 법률가의 조언을 받아 개정안을 제안하고 연구반에서 이를 수용하게 되었다.

[표 2-5]와 같이 개정안에서는 주택법 시행령 제3조제1항제2호에서 제시하고 있는 원룸형 주택의 모든 요건을 갖춘 주택으로 그 대상을 확대하였으며, 이전의 300세대 미만의 도시형생활주택¹⁾에 한정되는 건설 지역이나 세대 수에 제한을 받지 않고 관련 규정에서 정하고 있는 해당 요건을 갖춘 모든 원룸형 주택 건물에 이를 적용하도록 개정하게 되어 주택법 시행령 제3조제1항제2호의 정의에 따라 원룸형 도시형생활주택에서만 세대단자합 설치 면제를 300세대 이상의 원룸형 행복주택²⁾까지 확대되게 하였으며, 미래창조과학부의 핵심 규제개선과제의 일환으로 선정되어 추진되었다.

[표 2-5] 제30조(중간단자합 및 세대단자합 등) 개정안

현행	개정(안)
30조(중간단자합 및 세대단자합 등) ①(생략) ②주거용건축물 중 공동주택의 경우에는 세대별로 배선의 인입 및 분기가 용이하도록 세대단자함을 설치하여야 한다. 단, 세대내에서 분기가 없는 기숙사 및 <u>주택법시행령 제3조 제1항 제2호에 해당하는 원룸형 주택</u> 은 제외한다.	30조(중간단자합 및 세대단자합 등) ①(현행과 같음) ②주거용건축물 중 공동주택의 경우에는 세대별로 배선의 인입 및 분기가 용이하도록 세대단자함을 설치하여야 한다. 단, 세대내에서 분기가 없는 기숙사 및 <u>주택법시행령 제3조제1항제2호에서 규정하는 원룸형 주택의 모든 요건을 갖춘 주택</u> 은 제외한다.

라. [별표 4] 국선단자합 등의 요건

1) 배경

기술기준 제29조(국선수용 및 국선단자합) 관련하여 [별표 4]에서는 국선단자합의 요건을 규정하고 있으며, 2013년 기술기준 개정 시 국선단자합의

- 1) 도시형 생활주택은 300세대 미만의 국민주택규모에 해당하는 주택으로서 대통령령으로 정하는 주택
- 2) 행복주택은 기존의 도시형 생활주택과 같은 1~2인 주거공간인 300세대 이상의 원룸형 주택으로 도시재생 및 주거환경 개선 등을 위한 주요 국정과제로 5년간 약 20만호를 건설계획

[표 2-6] 별표 4 국선단자함의 요건 개정안

현행	개정(안)
[별표 4](제29조제5항 관련) 국선단자함 등의 요건 (표 생략) 주) 1. ~ 5. (생략) 6. (삭제, 2013.11.xx) 7. (생략) 8. (신설)	[별표 4](제29조제5항 관련) 국선단자함 등의 요건 (표 현행과 같음) 주) 1. ~ 5. (현행과 같음) 6. (삭제, 2013.11.18) 7. (현행과 같음) 8. 국선단자함 내부에는 절연 보조 장치를 설치할 것

마. 용어 순화 및 개선사항 등

1) 배경

기술기준의 규정 전반에 대한 잘못된 외래어 표기법 또는 일본식 표기법 등에 대한 용어의 개선 및 순화 방안에 대한 검토와 일부 건축 현장에서는 구내통신 케이블의 수용을 위한 배관, 덕트 이외에 [그림 2-4]와 같이 트레이의 사용이 증가하고 있었으나, 기술기준에서는 트레이에 대한 명확한 기준이 마련되어 있지 않아 이를 검토하여 일부 조항에 한하여 트레이를 추가하고, 구체적인 설치 규격 및 적용 범위 등에 대해서는 차기에 추진하기로 하였다.



< 천장설치 >



< 바닥설치 >



< 수직설치 >

[그림 2-4] 통신케이블 트레이 설치 현황

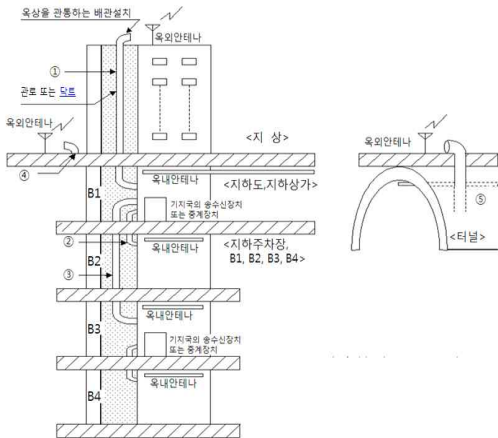
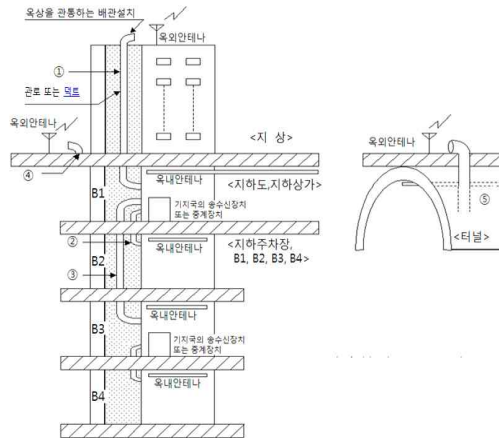
2) 검토 내용

덕트(Duct)의 용어는 기술기준 제23조제3항, 제28조제1항, 제2항, 제4항, 제35조, 별표 7에서 기술되어 있으며, 국립국어원의 외래어 표기법에 따라 ‘덕트’를 ‘덕트’로 개정하고, 휘더(Feeder)는 외래어 표기법에 따라 ‘휘더’를 ‘피더’로 개정하게 되었으며, 또한 혼촉이라는 용어에 대해서도 접촉 등으로 개정할 것을 검토하였으나 ‘혼촉’과 ‘접촉’의 의미상 미묘한 차이를 고려하여 원안을 유지하기로 하였으며, 용어 순화 및 개선안 마련을 위한 개정안은 [표 2-7]과 같이 마련하게 되었다.

[표 2-7] 용어 개선 및 순화 대상 개정안

현행	개정(안)												
<p>제23조(옥내통신선 이격거리)</p> <p>①~② (생략)</p> <p>③옥내통신선과 전선을 동일한 관·<u>덕트</u>·함 또는 인출구(이하 “관등”이라 한다)에 수용할 경우에는 그 관등의 내부에 옥내통신선과 전선을 분리하기 위하여 견고한 격벽(난연성을 갖춘 것)을 설치하여야 하고, 그 관등의 금속제의 부분에는 제5조 규정에 준하여 접지를 한다.</p>	<p>제23조(옥내통신선 이격거리)</p> <p>①~② (현행과 같음)</p> <p>③옥내통신선과 전선을 동일한 관·<u>덕트</u>·트레이·함 또는 인출구(이하 “관등”이라 한다)에 수용할 경우에는 그 관등의 내부에 옥내통신선과 전선을 분리하기 위하여 견고한 격벽(난연성을 갖춘 것)을 설치하여야 하고, 그 관등의 금속제의 부분에는 제5조 규정에 준하여 접지를 한다.</p>												
<p>제24조(지하관로 공수)①~② (생략)</p> <p>1. 계획케이블 조수</p> <table><tr><th>종류</th><th>조수산출 (단위 : 조)</th><th>비고</th></tr><tr><td>시내 케이블</td><td>1. 종국용량 1,000회선 이하 국소 = 1 2. 종국용량 10,000회선 미만 국소 = 종국용량×<u>휘더</u>케이블공급배율÷1,200 3. 종국용량 10,000회선 이상 국소가. 특별시,광역시,인구과밀지역 =종국용량×<u>휘더</u>케이블공급배율÷2,700 나. 인구과밀지역을 제외한 중소도시 =종국용량×<u>휘더</u>케이블공급배율÷2,400 다. 군이하 지역 =종국용량×<u>휘더</u>케이블공급배율÷1,500</td><td>1.~2. (생략) 3. <u>휘더</u>케이블공급배율은 일반적으로 1.43을 적용한다.</td></tr></table>	종류	조수산출 (단위 : 조)	비고	시내 케이블	1. 종국용량 1,000회선 이하 국소 = 1 2. 종국용량 10,000회선 미만 국소 = 종국용량× <u>휘더</u> 케이블공급배율÷1,200 3. 종국용량 10,000회선 이상 국소가. 특별시,광역시,인구과밀지역 =종국용량× <u>휘더</u> 케이블공급배율÷2,700 나. 인구과밀지역을 제외한 중소도시 =종국용량× <u>휘더</u> 케이블공급배율÷2,400 다. 군이하 지역 =종국용량× <u>휘더</u> 케이블공급배율÷1,500	1.~2. (생략) 3. <u>휘더</u> 케이블공급배율은 일반적으로 1.43을 적용한다.	<p>제24조(지하관로 공수)①~② (생략)</p> <p>1. 계획케이블 조수</p> <table><tr><th>종류</th><th>조수산출 (단위 : 조)</th><th>비고</th></tr><tr><td>시내 케이블</td><td>1. 종국용량 1,000회선 이하 국소 = 1 2. 종국용량 10,000회선 미만 국소 = 종국용량×<u>피더</u>케이블공급배율÷1,200 3. 종국용량 10,000회선 이상 국소가. 특별시,광역시,인구과밀지역 =종국용량×<u>피더</u>케이블공급배율÷2,700 나. 인구과밀지역을 제외한 중소도시 =종국용량×<u>피더</u>케이블공급배율÷2,400 다. 군이하 지역 =종국용량×<u>피더</u>케이블공급배율÷1,500</td><td>1.~2. (생략) 3. <u>피더</u>케이블공급배율은 일반적으로 1.43을 적용한다.</td></tr></table>	종류	조수산출 (단위 : 조)	비고	시내 케이블	1. 종국용량 1,000회선 이하 국소 = 1 2. 종국용량 10,000회선 미만 국소 = 종국용량× <u>피더</u> 케이블공급배율÷1,200 3. 종국용량 10,000회선 이상 국소가. 특별시,광역시,인구과밀지역 =종국용량× <u>피더</u> 케이블공급배율÷2,700 나. 인구과밀지역을 제외한 중소도시 =종국용량× <u>피더</u> 케이블공급배율÷2,400 다. 군이하 지역 =종국용량× <u>피더</u> 케이블공급배율÷1,500	1.~2. (생략) 3. <u>피더</u> 케이블공급배율은 일반적으로 1.43을 적용한다.
종류	조수산출 (단위 : 조)	비고											
시내 케이블	1. 종국용량 1,000회선 이하 국소 = 1 2. 종국용량 10,000회선 미만 국소 = 종국용량× <u>휘더</u> 케이블공급배율÷1,200 3. 종국용량 10,000회선 이상 국소가. 특별시,광역시,인구과밀지역 =종국용량× <u>휘더</u> 케이블공급배율÷2,700 나. 인구과밀지역을 제외한 중소도시 =종국용량× <u>휘더</u> 케이블공급배율÷2,400 다. 군이하 지역 =종국용량× <u>휘더</u> 케이블공급배율÷1,500	1.~2. (생략) 3. <u>휘더</u> 케이블공급배율은 일반적으로 1.43을 적용한다.											
종류	조수산출 (단위 : 조)	비고											
시내 케이블	1. 종국용량 1,000회선 이하 국소 = 1 2. 종국용량 10,000회선 미만 국소 = 종국용량× <u>피더</u> 케이블공급배율÷1,200 3. 종국용량 10,000회선 이상 국소가. 특별시,광역시,인구과밀지역 =종국용량× <u>피더</u> 케이블공급배율÷2,700 나. 인구과밀지역을 제외한 중소도시 =종국용량× <u>피더</u> 케이블공급배율÷2,400 다. 군이하 지역 =종국용량× <u>피더</u> 케이블공급배율÷1,500	1.~2. (생략) 3. <u>피더</u> 케이블공급배율은 일반적으로 1.43을 적용한다.											
제28조(구내배관 등) ①구내에 설치되는	제28조(구내배관 등) ①구내에 설치되는												

현행	개정(안)
<p>건물의 옥내·외에는 선로를 용이하게 설치하거나 철거할 수 있도록 <u>배관 또는 닥트</u> 등의 시설을 설치하여야 하고 (후략).</p> <p>②구내간선계 및 건물간선계의 배관 공수는 동등 이상 내경을 가진 예비공 1공 이상을 포함하여 2공 이상을 설치하여야 한다. 다만, 트레이 및 <u>닥트</u> 등을 설치할 경우에는 향후 증설을 고려하여 여유 공간을 확보한다.</p> <p>③(생략)</p> <p>④업무용건축물로서 구내선이 7.5m를 넘는 실내(고정된 벽 등으로 반영구적으로 구분된 장소)에는 다음 각호와 같이 바닥 <u>닥트</u> 또는 배관을 설치하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 바닥 <u>닥트</u> 또는 배관은 실내의 용도와 규모를 고려하여 성형 또는 망형 등으로 설치하여야 한다. 2. 바닥 <u>닥트</u> 또는 배관의 매구간 교차점 또는 완곡부에는 각 1개씩의 실내 접속함을 설치하여야 하며 실내 접속함의 간격은 7.5m 이내가 되도록 하여야 한다. 다만, 직선관로로서 선로작업에 지장이 없는 경우에는 간격을 12.5m 이내로 할 수 있다. <p>3.(생략)</p> <p>⑤(생략)</p> <p>⑥옥내에 설치하는 <u>닥트</u>의 요건은 다음 각호와 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>닥트</u>는 선로를 용이하게 수용할 수 있는 구조와 유지·보수를 위한 충분한 공간을 갖추어야 하며, 수직으로 설치된 <u>닥트</u>의 주변에는 선로의 포설, 유지 및 보수의 작업을 용이하게 할 수 있는 디딤대 등을 설치하여야 한다. 2. <u>닥트</u>의 내부에는 선로의 포설에 필요한 선로 받침대를 60cm 내지 150cm의 간격으로 설치하여야 한다. 다만, 선로 	<p>건물의 옥내·외에는 선로를 용이하게 설치하거나 철거할 수 있도록 <u>한국산업표준</u> 규격의 배관, <u>덕트</u> 또는 <u>트레이</u> 등의 시설을 설치하여야 하고 (후략)</p> <p>②구내간선계 및 건물간선계의 배관 공수는 동등 이상 내경을 가진 예비공 1공 이상을 포함하여 2공 이상을 설치하여야 한다. 다만, 트레이 및 <u>덕트</u> 등을 설치할 경우에는 향후 증설을 고려하여 여유 공간을 확보한다.</p> <p>③(현행과 같음)</p> <p>④업무용건축물로서 구내선이 7.5m를 넘는 실내(고정된 벽 등으로 반영구적으로 구분된 장소)에는 다음 각호와 같이 바닥 <u>덕트</u> 또는 배관을 설치하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 바닥 <u>덕트</u> 또는 배관은 실내의 용도와 규모를 고려하여 성형 또는 망형 등으로 설치하여야 한다. 2. 바닥 <u>덕트</u> 또는 배관의 매구간 교차점 또는 완곡부에는 각 1개씩의 실내 접속함을 설치하여야 하며 실내 접속함의 간격은 7.5m 이내가 되도록 하여야 한다. 다만, 직선관로로서 선로작업에 지장이 없는 경우에는 간격을 12.5m 이내로 할 수 있다. <p>3.(현행과 같음)</p> <p>⑤(현행과 같음)</p> <p>⑥옥내에 설치하는 <u>덕트</u>의 요건은 다음 각호와 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>덕트</u>는 선로를 용이하게 수용할 수 있는 구조와 유지·보수를 위한 충분한 공간을 갖추어야 하며, 수직으로 설치된 <u>덕트</u>의 주변에는 선로의 포설, 유지 및 보수의 작업을 용이하게 할 수 있는 디딤대 등을 설치하여야 한다. 2. <u>덕트</u>의 내부에는 선로의 포설에 필요한 선로 받침대를 60cm 내지 150cm의 간격으로 설치하여야 한다. 다만, 선로

현행	개정(안)
<p>용 배관을 따로 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <p>3. 덕트의 내부에는 유지·보수 작업용 조명 또는 전기콘센트가 설치되어야 한다. 다만, 바닥 덕트의 경우에는 그러하지 아니하다.</p>	<p>용 배관을 따로 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <p>3. 덕트의 내부에는 유지·보수 작업용 조명 또는 전기콘센트가 설치되어야 한다. 다만, 바닥 덕트의 경우에는 그러하지 아니하다.</p>
<p>[별표 7](제35조 관련)</p> <p>1. 급전선 인입표준도</p>  <p>주) 1. 지하 1층만의 지하도, 지하상가, 지하주차장 또는 건축물일 경우는 그림 ①과 같이 안테나 설치장소에서부터 기지국의 송수신장치 또는 중계장치 설치 장소까지 관로 또는 덕트를 구성한다.</p> <p>2.~5.(생략)</p>	<p>[별표 7](제35조 관련)</p> <p>1. 급전선 인입표준도</p>  <p>주) 1. 지하 1층만의 지하도, 지하상가, 지하주차장 또는 건축물일 경우는 그림 ①과 같이 안테나 설치장소에서부터 기지국의 송수신장치 또는 중계장치 설치 장소까지 관로 또는 덕트를 구성한다.</p> <p>2.~5.(현행과 같음)</p>

추가적으로 구내통신선로 옥내의 배관의 명확한 기준 마련을 위해 기술기준에서 언급하고 있는 한국산업표준 KS C 8454 또는 8455과의 동등규격 이상의 합성수지제 전선관을 사용하여야 하는 규격을 검토하였으며, 동등규격 이상의 의미는 KS C 8454(8455)에서 규정한 "구조, 치수, 휨(가요)성, 압축 복원성, 충격 강도, 내굴곡 변형성, 내열 변형성, 내연성(자기 소화성), 절연 내력, 절연 저항, 인장" 등의 기준치를 만족하거나 초과하는 제품을 사용하도록 정하고 있다.

그러나, 현장에서 사용되는 각종 배관이 한국산업표준 KS C 8454 또는

8455과의 동등규격 이상인지 여부에 대한 잣은 문의로 규격 제시를 위한 성능 분석을 실시하게 되었으며, KS C 8454는 전기 배선에서 전선을 보호하기 위해 사용하는 합성수지제 휼(가요 전선관인 PF, Plastic Flexible)관 또는 CD, Combine Duct)관으로 주요 항목별 성능은 [표 2-8]과 같고, KS C 8455는 지중 매설하는 전력용 및 통신케이블 보호용의 파상형 경질 폴리에틸렌 전선관(Corrugated Hard Polyethylene Pipe)으로 특수처리 유무와 상관없이 기계적 보조 장치에 의해서만 구부릴 수 있으며 세로방향의 단면이 주름진 폴리에틸렌 전선관(예: ELP관)을 의미하고 있었다.

[표 2-8] KS C 8454 주요 항목별 성능

항 목	성 능
휼(가요)성	잔금 또는 갈라짐이 생기지 않고, 또한 그림1에 표시하는 게이지가 시료 내를 쉽게 통과할 것
충격 강도	9개 이상이 잔금 또는 갈라짐이 생기지 않을 것
압축 복원성	잔금 또는 갈라짐이 생기지 않고 또한 시료의 바깥지름 감소율이 10이하까지 복원될 것
내굴곡 변형성	그림 1에 표시한 게이지가 시료 내를 쉽게 통과할 것
내열 변형성	그림 1에 표시한 게이지가 시료 내를 쉽게 통과할 것
내연성(자기소화성)	KS C IEC 61386-22의 13.에 적합하여야 한다.
절연 내력	2000V에서 15분간 견딜 것
절연 저항	절연 저항이 100M 이상일 것
인장	잔금 또는 갈라짐이 생기지 않을 것

또한, KS C 8455 파상형 경질 폴리에틸렌 전선관의 성능에서 구조 및 치수 시험은 치수, 구조에 적합해야 하며, 통신케이블을 보호하는 배관은 외부의 압축 또는 충격 등 기계적 강도인 내약품 시험, 내전압 및 내약품성 시험, 인장 강도 등을 고려한 것으로 주요 항목별 성능은 [표 2-9]와 같다.

[표 2-9] KS C 8455 주요 항목별 성능

항 목	성 능
압축	갈라짐 또는 깨짐이 생기지 않고 시료 바깥지름 변형률이 3.5% 이하
인장 강도	2000N/cm ² 이상

항 목	성 능	
내전압 시험	교류 전압 10 000V에 1분간 견딜 것	
충격 시험	갈라짐 또는 깨짐이 생기지 않을 것	
내약품성 시험	염화나트륨 용액에 의한 무게 변화(g/m ²)	±0.5 이내
	황산 용액에 의한 무게 변화(g/m ²)	±0.5 이내
	질산 용액에 의한 무게 변화(g/m ²)	±1.0 이내
	수산화나트륨 용액에 의한 무게 변화(g/m ²)	±0.5 이내
	에틸알코올 용액에 의한 무게 변화(g/m ²)	±4.0 이내
화재 위험	KS C IEC 61386-21의 13절 규정에 적합할 것	

상기 각각의 표에서와 같이 KS C 8454 및 8455 기계적 강도에 대한 주요 규격이 구체적으로 제시되지 않아 동등규격에 대한 정량적인 수치 산출이 곤란하였으며, 두 규격 간의 일치할 수 있는 공통 항목별 성능은 [표 2-10]과 같이 제시할 수 있었다.

[표 2-10] KS C 8454와 KS C 8455의 공통 제시 성능

KS C 8454		KS C 8455	
항 목	성 능	성 능	항 목
압축 복원성	잔금 또는 갈라짐이 생기지 않고 또한 시료의 바깥지름 감소율이 10이하까지 복원될 것	갈라짐 또는 깨짐이 생기지 않고 시료 바깥지름 변형률이 3.5% 이하	압축
충격 강도	9개 이상이 잔금 또는 갈라짐이 생기지 않을 것	갈라짐 또는 깨짐이 생기지 않을 것	충격 시험
절연 내력	2000V에서 15분간 견딜 것	교류 전압 10000V에 1분간 견딜 것	내전압 시험
인장	잔금 또는 갈라짐이 생기지 않을 것	2000N/cm ² 이상	인장 강도

그러나, 한국산업표준의 특정 규격번호 기술을 지양하고 한국산업표준 규격을 만족하는 모든 배관의 사용을 허용하는 기술기준 개정방안(제1안)과 별도의 성능 기준을 마련하는 방안(제2안)에 대한 검토를 [표 2-11]과 같이 제시하였으나 기술기준의 동등규격 이상의 의미를 명확하게 제시하는 것으로는 다소 미흡하여 차후에 검토하기로 하였다.

[표 2-11] 한국산업표준 KS C 8454 및 8455 관련 개정 검토안

현 행	개정 검토안											
	(제 1 안)	(제 2 안)										
제28조(구내배관 등) ①~④(생략) ⑤구내에 설치되는 옥내·외 배관의 요건은 다음 각 호와 같다. 1. 배관은 외부의 압력 또는 충격 등으로부터 선로를 보호할 수 있는 기계적 강도를 가진 내부식성 금속관 또는 <u>한국산업표준 KS C 8454(지하에 매설되는 배관의 경우에는 KS C 8455) 동등규격 이상의 합성수지제 전선관</u> 을 사용하여야 한다.	제28조(구내배관 등) ①~④(현행과 같음) ⑤구내에 설치되는 옥내·외 배관의 요건은 다음 각 호와 같다. 1. 배관은 외부의 압력 또는 충격 등으로부터 선로를 보호할 수 있는 기계적 강도를 가진 내부식성 금속관 또는 <u>한국산업표준 규격의 합성수지제 전선관</u> 을 사용하여야 한다.	제28조(구내배관 등) ①~④(현행과 같음) ⑤구내에 설치되는 옥내·외 배관의 요건은 다음 각 호와 같다. 1. 배관은 외부의 압력 또는 충격 등으로부터 선로를 보호할 수 있는 기계적 강도를 가진 내부식성 금속관 또는 <u>별표의 성능요건을 갖춘 합성수지제 전선관</u> 을 사용하여야 한다.										
		<div>[별표](제28조 관련) 옥내·외 배관의 성능 요건</div> <table><tr><th>항목</th><th>성능 요건</th></tr><tr><td>압축 복원성</td><td>3.5% 이하의 변형률</td></tr><tr><td>인장 강도</td><td>2000N/cm² 이상에 견딜 것</td></tr><tr><td>충격 강도</td><td>갈라짐 또는 깨짐이 생기지 않을 것</td></tr><tr><td>절연 내력</td><td>AC 10,000V에서 1분 이상 견딜 것</td></tr></table>	항목	성능 요건	압축 복원성	3.5% 이하의 변형률	인장 강도	2000N/cm ² 이상에 견딜 것	충격 강도	갈라짐 또는 깨짐이 생기지 않을 것	절연 내력	AC 10,000V에서 1분 이상 견딜 것
항목	성능 요건											
압축 복원성	3.5% 이하의 변형률											
인장 강도	2000N/cm ² 이상에 견딜 것											
충격 강도	갈라짐 또는 깨짐이 생기지 않을 것											
절연 내력	AC 10,000V에서 1분 이상 견딜 것											

3. 플라스틱광섬유케이블 기술기준 도입방안

가. 배경

국내 중소기업에서 제조한 POF(Plastic Optical Fiber) 케이블을 건물 구내 통신선로에 적용할 수 있도록 기술기준의 광섬유케이블의 링크 성능 및 채널 손실 등을 공인된 성능시험기관인 한국광기술원에서 과학적인 검증시험을 실시하여 제시된 POF케이블의 채널 손실에 대한 신뢰성 및 재현성을 검증하고, 현장 적용에 있어 POF 케이블 및 미디어 변환장치 등 관련 제품과 UTP 케이블간의 연동시험을 통한 구내통신선로로의 문제점을 도출하기 위한 금번 기술기준 연구에서는 세대단자함에서 최종 사용자 단말까지 광 네트워크 구성에 적용될 수 있는 플라스틱광섬유케이블의 기술기준 방안 마련을 위한 손실, 전송거리 등 기본적인 성능검증이 요구되었다.

나. 검토 내용

플라스틱광섬유케이블의 성능시험을 위하여 국립전파연구원이 보유하고 있는 시험시료는 650nm 파장의 POF 케이블 100m, 광 미디어 컨버터, USB 타입 동글 등을 확보하고, 한국광기술원은 [그림 2-5]와 같은 광파워미터(Newport 1930-IS)를 보유하고 있었다.



[그림 2-5] 광파워미터(Newport 1930-IS)

광케이블 절단면을 광 파워미터에 밀착하여 시험하는 것은 재현성 및 신뢰성 문제로 가능한 케이블을 고정 후 시험할 수 있는 방안이 필요하였으며, 650nm 광원과 광 Power Meter에 POF 케이블의 접속커넥터가 확보되

어 있지 않아 POF 케이블과 접속방법이 곤란하여 계측기 제조업체에 POF 케이블을 접속하기 위한 Fiber Adapter의 보유여부를 계측기 렌탈 업체 및 4Science사 등 판매업체에 확인 결과 Newport 1930-IS는 단종 제품으로 확보가 곤란하여 별도의 접속커넥터를 제작하기로 하였다.

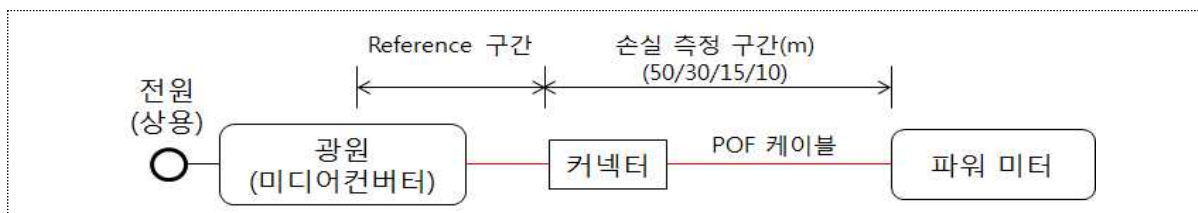
채널손실 시험은 Cutback Method인 650nm POF 케이블을 100m, 50m, 30m, 20m, 10m 길이로 절단하여 시험하고, POF 케이블 채널손실 등 성능 시험을 실시함에 있어 측정의 신뢰성 및 재현성을 확보하기 위하여 구체적인 시험방법은 [붙임 2-1]과 같이 POF 케이블 채널손실 시험절차(안)을 작성하여 상호 검토 후 결정하고, 광원은 ETRI 호남센터에서 2년 전 시험했던 업체에 관련 Transceiver를 확보 추진하고, 확보가 불가능한 경우에는 현 보유중인 POF 미디어 변환기를 사용하기로 하였다.

1) POF 케이블 채널손실 시험

POF 케이블의 채널손실 시험을 위하여 2월18일 협의된 사항을 기반으로 한국광기술원 시험인증센터 광시험실에서 한국광기술원 및 ETRI, RRA이 참여하여 사전 시험과 채널손실 시험을 수행하였다.

가) 시험장비 및 시료

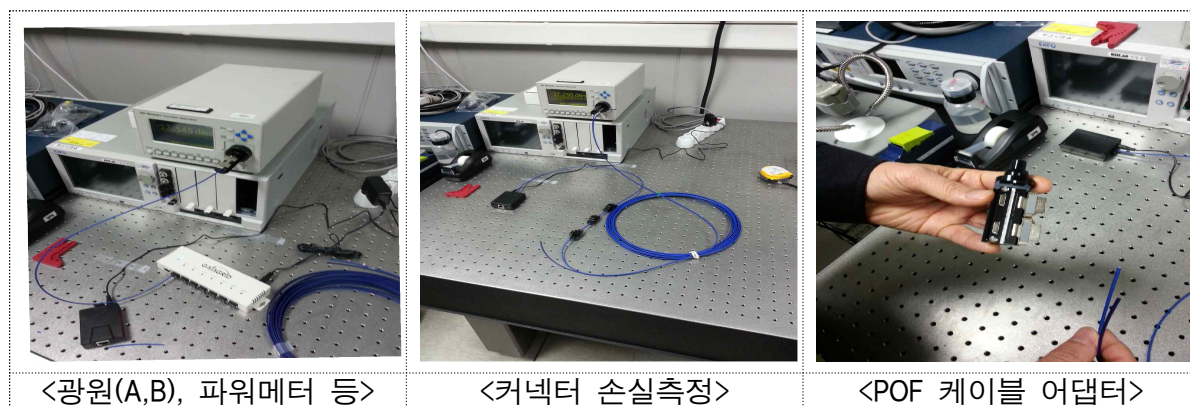
POF 광원으로는 미디어 컨버터(A) 및 스위칭 허브(B)를 사용하고, 광파워미터는 1930-IS(Newport), POF 케이블은 GAIAGRID DE-100, 100m와 광기술원에서 별도 제작한 POF용 Bear-Fiber Adapter와 POF 케이블 접속 커넥터 3개, 케이블 절단기가 사용되었으며, 시험구성은 [그림 2-6]과 같다.



[그림 2-6] POF 채널손실 시험 구성도

나) 시험내용 및 결과

POF 채널 손실 시험은 [그림 2-7]과 같이 광원과 POF 케이블을 직접 광 파워미터에 연결하고, 광원과 커넥터 전단까지의 구간에 대한 손실값을 측정하고 이를 기준 손실값으로 기록하였으며, 커넥터에 대한 손실값을 측정하기 위하여 POF 케이블(10m) 구간과 Reference 구간 간 커넥터 1개를 연결하여 측정하고, 커넥터 수량을 1~3개로 점차 늘려가면서 측정된 손실값을 기록하였다.



[그림 2-7] POF 채널 손실 시험 사진

POF용 커넥터의 평균 손실값을 얻기 위하여 [표 2-12]와 같이 광원이 미디어 컨버터(A)인 경우와 스위칭 허브(B)인 경우에 대한 각각의 채널손실 측정값을 통하여 커넥터 1개에 대한 평균 손실값은 $\{(b-a)+(c-b)\}/2$ 를 통하여 광원(A)에서는 6.07dBm, 광원(B)에서는 6.26dBm로 산출되었다.

[표 2-12] POF 채널손실 측정값

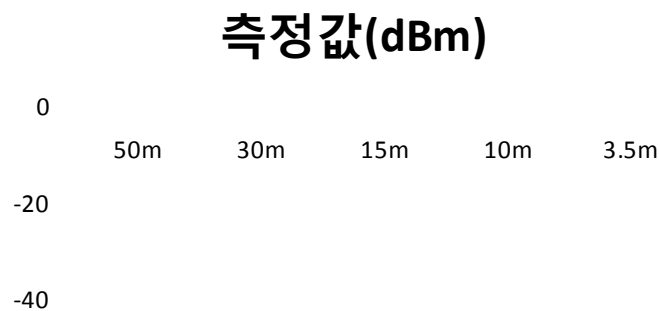
케이블 길이	커넥터 수량	측정값(dBm)		비 고
		광원(A)	광원(B)	
40cm		-14.22	-12.52	
40cm + 10m	1개(a)	-25.19	-22.17	커넥터간 연결시 POF 5cm 사용
	2개(b)	-30.72	-28.33	
	3개(c)	-37.32	-34.68	

광원(A) 및 커넥터 1개를 이용하여 케이블별 50m, 30m, 15m, 10m POF 케이블을 연결하고 길이별 손실값은 [표 2-13]과 같이 나타났다.

[표 2-13] POF 케이블 길이별 측정값

케이블 길이	측정값(dBm)				비 고
	1차	2차	3차	4차	
50m	-31.25				
30m	-26.07				
15m	-23.08	-22.32	-22.74	-23.12	광원(B) -21.10
10m	-25.29	-24.13			광원(B) -22.45
3.5m	-20.41				

특히, POF 케이블 15m 및 10m에서의 측정값이 [그림 2-8]과 같이 도출되어 이에 대한 검토 분석이 필요하였으며, 이는 광원(A, B) 출력이 미약하여 채널손실 이외의 반사손실 등 발생 및 영향 여부 검토를 위해 고출력의 별도 광원을 확보할 필요성이 제기되었다.

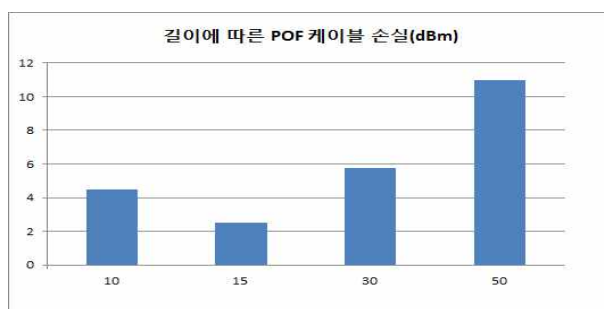


[그림 2-8] 케이블 길이에 따른 채널손실 측정값

1차 시험에서 POF 케이블의 길이에 따른 손실 측정에 대한 시험결과(광원 A인 경우)는 [표 2-14]와 같으며, 시험에 사용된 POF 케이블 규격 상 200dB/km의 감쇠 손실을 제시하고 있어 이를 환산하면 0.2dB/m로 [그림 2-9]와 같이 10m 케이블에 대한 시험 결과를 제외하고는 규격 손실과 유사한 측정값을 나타남을 알 수 있었다.

[표 2-14] POF 케이블 길이별 손실값

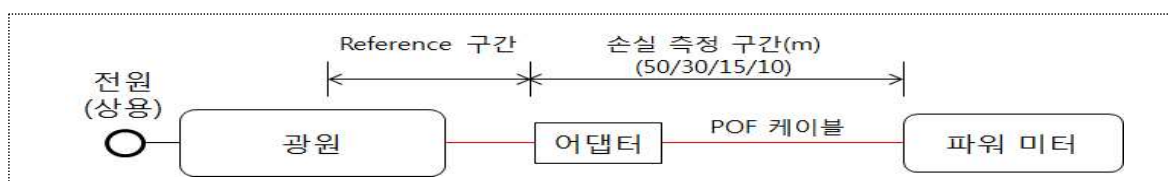
기준 손실(dBm) (A)	커넥터 손실(dBm) (B)	길이별 손실 측정값		케이블 손실(dBm) C-(A+B)
		케이블 길이 (m)	측정 손실 (dBm), (C)	
14.22	6.07	50	31.25	10.96
		30	26.07	5.78
		15	22.82	2.53
		10	24.76	4.47



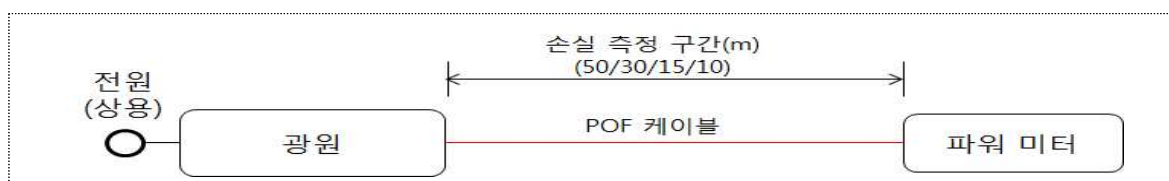
[그림 2-9] POF 케이블 길이에 따른 채널손실

2) POF 케이블 손실증가 원인 분석

한국광기술원에서 시험한 POF 어댑터이용 측정 및 직결 측정 방법간의 채널손실값 상이에 대한 원인 분석을 위하여 지금까지 측정한 방법인 [그림 2-10]과 같이 Reference 구간을 이용한 시험과 [그림 2-11] POF 케이블을 직접 광원과 파워미터 측정기 사이에 접속하여 측정하였다.



[그림 2-10] Reference 구간을 이용한 손실 시험 구성도



[그림 2-11] POF 케이블을 직접 연결한 손실 시험 구성도

앞에서의 그림과 같이 각각 Reference 구간을 이용하는 경우와 직접 연결한 경우에 대한 2차와 3차 시험결과를 비교한 결과는 [표 2-15] 및 [표 2-16]과 같이 나타났으며, 2차 시험에서는 표준 손실값과 유사한 손실값을 보였으나 3차 시험에서는 다소 큰 손실값을 보였다.

[표 2-15] Reference 구간 이용 시 측정값

차 수	광 원	POF 케이블 길이(m)에 따른 순수 손실값(dBm)			
		10	15	30	50
2차 시험	제작광원(a)	1.46	2.42	5.29	9.63
	제작광원(b)	2.38	3.41	7.42	11.43
	미디어컨버터	2.09	3.80	7.73	10.64
3차 시험	제작 광원	6.23	7.41	11.17	14.10
	미디어컨버터	5.05	6.74	10.46	13.64
표준 손실(200dB/km)		2	3	6	10

[표 2-16] 직접 연결 시 측정값

차 수	광 원	POF 케이블 길이(m)에 따른 순수 평균 손실값(dBm)			
		10	15	30	50
2차 시험	제작광원(a)	7.80	8.80	14.20	17.27
	미디어컨버터	11.31	12.65	18.38	21.08
3차 시험	제작 광원	3.59	5.53	9.63	13.30
	미디어컨버터	3.39	5.57	9.49	13.79
표준손실(200dB/km)		2	3	6	10

또한, [표 2-16]과 같이 2차 시험결과는 직접 연결한 POF케이블의 손실값이 아닌 광원의 파워크기만을 측정한 것으로 전체 POF 케이블 길이에 따른 손실값에서 광원만의 출력값을 빼야 하는 것이 누락되어, 직접 연결 시의 2차 시험 결과값이 다소 높게 나타남에 따라 측정 신뢰성에 의문이 제기되어 3차 시험은 한국광기술원에서 자체 실시하였으며, Reference 구간을 이용했을 경우보다 작은 손실값으로 나타났으나, 표준 손실값보다 다소 큰 값을 보이고 있었다.

앞에서 언급한 사항과 같이 2차 시험과 3차 시험에서 시험 측정값이 다르게 측정되는 현상은 POF 케이블의 특성 상 GOF 케이블과 같이 용착 접속 등의 정교한 작업이 아닌 어댑터를 이용한 연결이 되고 있으며, 또한 커팅(Cutting)이나 연마, 커넥팅 방식에 의한 편차가 발생할 수 있다고 판단된다.

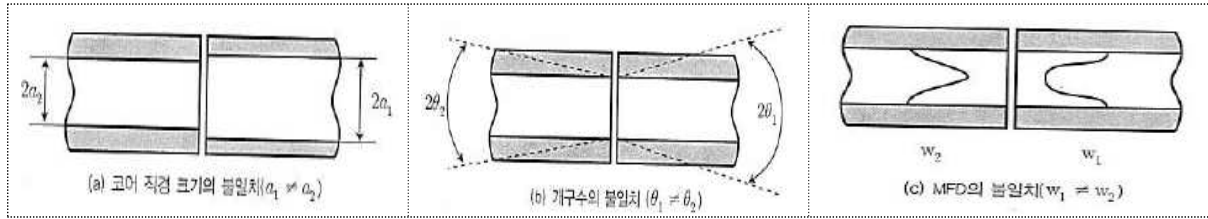
커팅의 경우에는 아주 정교한 커팅 작업이 요구되며 그러지 못할 경우 비스듬한 경사면 형태로 커팅되어, 그 손실값이 커질 수 있으며, 연마의 경우에도 커팅된 광케이블의 코어 단면 등을 연마함으로서 커팅에 의한 손실을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 불순물에 의한 측정 오류도 감소시킬 수 있음을 알 수 있었다.

따라서, 어댑터를 이용하여 광케이블을 상호 연결할 때 어댑터 내부에서 케이블을 고정시키게 되는데 이는 광 용착 접속과 같이 정교하고 고정된 형태의 접속이 아닌 단순히 물고 있는 형태로서 접속 시 마다 동일한 조건이 되지 못하고 외피까지 같이 물리면서 일어나는 틀어짐 등에 의하여 손실값이 정확하지 않을 수 있다.

이러한 상황을 고려하여 3차 시험은 2차 시험에서 일부 소홀하였던 커팅 및 연마, 어댑터 접속에 대한 정확성 등을 고려하여 시험한 것으로 시험결과는 [붙임 2-2]와 같으며, 표준 손실값과 다소 차이가 있지만 시험결과의 신뢰성은 문제가 없다고 판단할 수 있다.

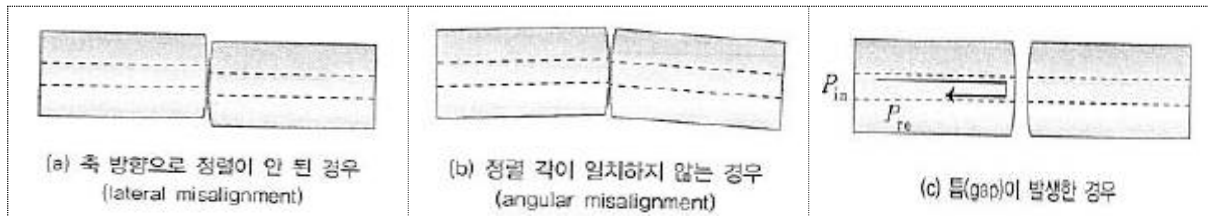
3) 광섬유케이블의 주된 손실원인 검토

광섬유케이블의 연결손실은 광신호가 연결부위를 통과하면서 전력일부가 손실되는 것을 말하며, 손실을 발생시키는 원인은 크게 내인성 손실(Intrinsic Loss)과 외인성 손실(Extrinsic Loss)로 구분되며, 내인성 손실은 연결된 두 광섬유의 본질적인 특성이 서로 달라서 발생하는 손실로 발생원인은 [그림 2-12]와 같이 코어 직경크기, 개구수, 모드필드직경이 서로 일치하지 않은 경우에 나타난다.



[그림 2-12] 광섬유케이블의 내인성 손실

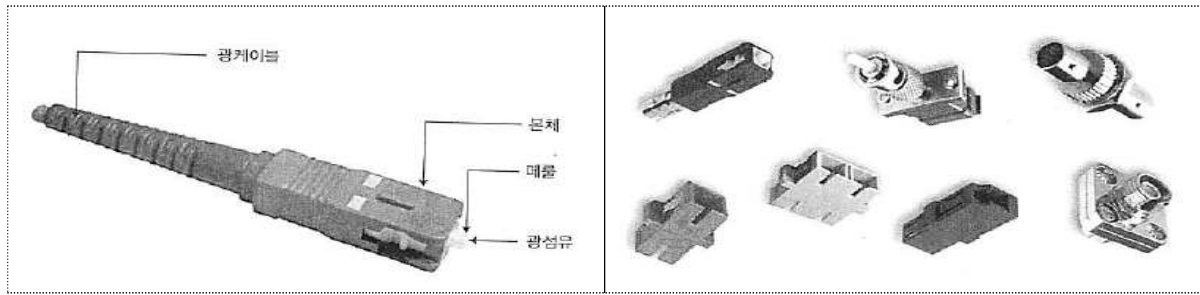
또한, 외인성 손실은 연결방법이 불안전하여 발생하는 손실로 주로 두 광섬유를 정렬하지 못했을 때 나타나며, 주된 발생의 경우는 [그림 2-13]과 같이 축방향 미 정렬, 정렬각의 불일치, 틈의 발생 등에서 나타난다.



[그림 2-13] 광섬유케이블의 외인성 손실

광섬유커넥터는 광섬유를 수시로 연결하고 분리할 수 있는 구조이며, 일반적으로 약 500번 정도 탈부착을 반복할 수 있도록 설계되어 있으며, 가장 흔히 발생하는 손실의 증가 원인은 커넥터 및 어댑터에서 발생한다.

광커넥터의 기본 구조는 [그림 2-14]와 같이 페룰(Ferrule), 광섬유, 본체로 페룰은 광섬유를 정렬하는 구조물로 페룰 중심에 광섬유가 있으며, 광케넥터 및 어댑터의 연결부위는 반사잡음과 모드잡음의 원인이 되며, 광케넥터 및 어댑터의 접속수량이 많을수록 손실과 잡음의 원인으로 성능저하를 가져올 수 있다. 특히, 광커넥터는 광섬유 끝부분의 연마 상태와 청결 상태에 따라 연결손실의 변화가 발생하기 때문에 광커넥터를 연결할 때 마다 세정액으로 끝부분을 닦아 주고 덮개로 보호해야 할 필요가 있다.



[그림 2-14] 광커넥터의 기본구조 및 어댑터 종류

유리광섬유 케이블(GOF)의 일반적인 사항을 검토한 바와 같이 POF에서는 내인성 손실보다는 외인성 손실, 즉 POF의 컷팅과 연마, 그리고 POF를 연결하는 커넥터 방식에 따라 손실의 오차는 크게 변화할 수 있으며, 컷팅에 주의하지 않으면 비스듬하게 잘라져서 손실이 커지고, 연마를 통하여 컷팅에 의한 손실을 가능한 줄일 수 있으며, 커넥터 접속방식은 POF를 연결할 때 안쪽에서 POF를 고정하기 위해 누르는 방식으로 접속할 때 마다 항상 같은 조건일 수 없어 외부피복이 눌리면서 광섬유 중심축 정렬이 일치하지 않을 수 있다.

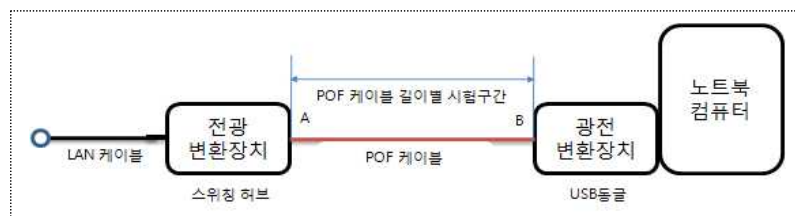
따라서, POF 케이블의 특성 상 시험 환경과 수행자의 특성에 따라 그 측정값의 차이가 발생되어 순수 케이블의 손실값을 얻기가 어려움이 있었으며 가급적 정교한 시험 환경구성을 위하여 케이블 컷팅과 연마 작업을 수행하고, 어댑터 이용시 케이블의 흔들림 등에 의한 손실 오차를 줄이기 위한 노력이 요구된다. 따라서, POF 시험결과 값의 불일치는 이러한 외인성 손실에 기인한 것으로 판단할 수 있으며, POF케이블의 현장에서 사용을 감안하여 특별 제작광원 보다는 시제품의 광원과 어댑터를 이용한 측정값 활용을 선택하게 되었으며, 또한, 어떠한 조건에서도 POF케이블에 대한 국제 표준규격의 손실값보다 큰 손실값이 측정되어 국내 구내통신을 위하여 POF 케이블을 사용하기에는 다소 어려움이 예상되며, 보다 합리적인 도입 방안을 마련하기 위해서는 단순한 채널 손실뿐만 아니라 실제 데이터의 전송 특성에 대한 시험이 필요할 것으로 판단되어 연동시험을 실시하게 되었다.

4) 플라스틱광섬유케이블 연동시험

POF 케이블 및 미디어 변환장치 등 관련 제품과 UTP 케이블간의 연동시험을 통한 주택, 사무실 등 구내통신선로로의 현장 적용 가능성을 확인하기 위하여 기술기준과 사무실에서 약 1개월간 연동시험을 실시하였다.

연동시험 장비 및 재료로는 길이별(50m, 30m, 15m, 10m) POF 케이블과 덕내 인출구 및 케이블 연장 등을 감안하여 POF 어댑터 3개, 전광변환장치인 멀티 스위칭 허브와 미디어 컨버터, 광전변환장치인 노트북용 USB 동글, 노트북컴퓨터, LAN 케이블은 기술기준과에 배정된 고정 IP(10.34.35.43)를 이용하였다.

연동시험 회선은 사무실의 LAN 이용하여 [그림 2-15]와 같이 구성하여 시험하고, POF 케이블 접속 어댑터를 통한 길이별 연동시험은 [그림 2-16]과 같이 시험을 실시하였으며, A와 B구간에서 POF 케이블 직결 시험 및 어댑터 접속 시험은 [그림 2-17]과 같다.



[그림 2-15] 연동시험 구성도



[그림 2-16] 어댑터 접속을 통한 길이별 시험



[그림 2-17] POF 케이블 직결 시험 및 어댑터 접속 시험 사진

POF 연동 시험방법으로는 LAN 케이블에 전광변환 미디어장치를 연결하고 노트북에는 광전변환을 위한 USB 동글을 장착하여 POF 케이블 길이별 통신 가능성 및 관련 장비들의 범용성을 검증하기 위하여 사무실에 배정된 고정 IP의 LAN 케이블은 이용하여 인터넷 연동시험을 실시하였다.

POF 케이블과 LAN 케이블과의 연동시험은 시험구성과도 같이 전광변환 장치의 A 지점과 광전변환장치 B 지점 구간 사이에 길이별 POF 케이블을 접속하여 미디어 컨버터와 멀티 스위칭 허브를 이용하여 인터넷 동영상 중계 및 교육과정의 진행 상태를 육안으로 확인하고, 그 결과 값을 정량적으로 표시하기 위해 [표 2-17]과 같이 직결 시 길이별 측정값과 어댑터 손실값(1.32dB)을 활용하였다.

[표 2-17] 한국광기술원에서 측정된 길이별 POF 케이블 손실값

구 분	길이별 손실값(dB)			
	10m	15m	30m	50m
직결시 측정값(A)	3.39	5.57	9.49	13.79
표준 손실값(B)	2.00	3.00	6.00	10.00
손실 편차값(A-B)	1.39	2.57	3.49	3.79

※ POF 케이블 표준 손실값 : 200dB/km, 어댑터 손실값 : 1.32dB

가) 미디어 컨버터를 이용한 연동시험

① 50m POF 케이블과 연동시험

POF 50m 케이블을 A-B지점 구간에 직결하여 인터넷 영상데이터 송수신 상태를 관찰하고, 추가적으로 어댑터와 POF 케이블(80cm, 5cm)을 연결하여 인터넷 상태를 확인하였으며, 그 결과는 [표 2-18]과 같이 나타났으며, 50m POF 케이블의 직결에서는 별다른 문제없이 국회의사중계시스템의 생중계 방송을 청취할 수 있었으나, 50m POF 케이블에 어댑터를 이용하여 80cm를 연장하였을 때는 인터넷 접속이 불가능하였으며, 어댑터 자체 손실값 및 80cm 케이블 손실값의 영향으로 판단되어 케이블의 길이를 5cm 케이블로 변경하였을 때는 인터넷 접속이 가능하였다.

[표 2-18] 50m POF 케이블 연동시험 결과

케이블 연결 사항	손실값(dB)	결과
50m 직결시	13.79=13.79	가능
50m + 어댑터 + 5cm	$15.12=13.79+1.32+0.01[(13.79\div50)\times0.05]$	가능
50m + 어댑터 + 80cm	$15.33=13.79+1.32+0.22[(13.79\div50)\times0.8]$	불가능
50m + 어댑터(2) + 5cm(2)	$16.45=13.79+[1.32+0.01]\times2$	불가능

또한, 50m POF 케이블과 2개의 어댑터 및 2개의 5cm POF 케이블을 추가하였을 때는 인터넷 접속이 불가능함에 따라 50m POF 케이블의 통신가능 손실값은 약 15.12dB 이하로 추정할 수 있었으며, 어댑터 상태를 확인하기 위해 동일사의 다른 어댑터를 사용하여 50m에 80cm 케이블 접속인 경우에도 인터넷 접속이 불가능함을 확인할 수 있었다.

② 30m POF 케이블과 연동시험

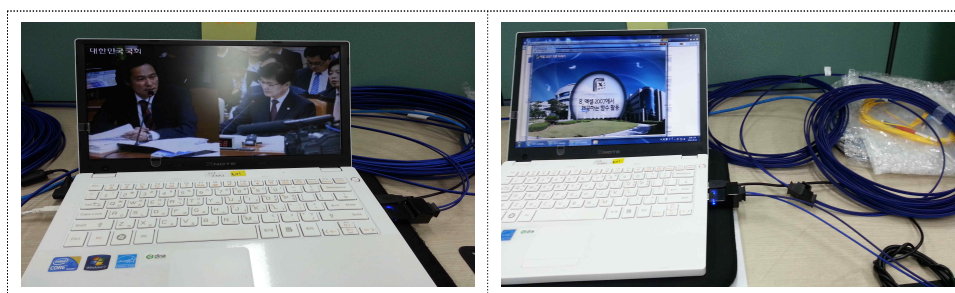
POF 30m 케이블과 15m, 10m 케이블을 각각 연장하여 인터넷 영상데이터 송수신 상태를 관찰하고, 30m 케이블에 어댑터를 3개까지 순차적으로 추가하여 상태를 확인하였으며, 그 결과는 [표 2-19]와 같이 나타났으며, 30m 케

이블과 어댑터 1개 및 2개를 연결에서는 어떤 문제점 없이 인터넷 접속이 이루어 졌으며, 어댑터 3개를 사용하였을 때는 인터넷 접속이 불가능하였다.

[표 2-19] 30m POF 케이블 연동시험 결과

케이블 연결 사항	손실값(dB)	결과
30m 직결시	9.49=9.49	가능
30m + 어댑터 + 5cm	10.82=9.49+1.32+0.01	가능
30m + 어댑터(2) + 5cm(2)	12.15=9.49+[1.32+0.01]×2]	가능
30m + 어댑터(3) + 5cm(3)	13.48=9.49+[1.32+0.01]×3]	불가능
30m + 어댑터 + 15m	16.38=9.49+1.32+5.57	불가능
30m + 어댑터 + 10m	14.20=9.49+1.32+3.39	불가능

[그림 2-18]과 같이 30m 케이블과 15m를 어댑터로 연결한 접속에서는 총 길이 45m로 50m 케이블 보다 길이는 짧으나 통신은 불가능하였으며, 또한 30m POF 케이블과 10m POF 케이블의 연결에서 손실값은 14.20dB로 50m 케이블과 어댑터의 통신가능 손실값 15.12dB 이하보다 작은 값이었으나 통신은 불가능하였다.



< POF 케이블을 통한 생중계 >

< 30m+15m 케이블 접속 시험 >

[그림 2-18] POF 케이블을 통한 연동 시험 사진

③ 15m 및 10m POF 케이블과 연동시험

POF 15m 케이블에 10m를 연장하고, 어댑터를 3개까지 순차적으로 추가 하여 인터넷 영상데이터 송수신 상태를 관찰하고 상태를 확인하고 그 결과는 [표 2-20]과 같이 나타났으며, 30m에서 어댑터 2개를 연결한 손실값

12.15dB까지 통신이 가능하였으나, 15m에서 어댑터 3개를 연결한 손실값은 9.56dB로 2.59dB 낮았으나 통신이 불가능하였고, 10m에서 어댑터 3개 연결 손실값은 7.38dB로 통신이 가능하였다.

[표 2-20] 15m 및 10m POF 케이블 연동시험 결과

케이블 연결 사항	손실값(dB)	결과
15m 직결시	5.57=5.57	가능
15m + 어댑터 + 5cm	6.90=5.57+1.32+0.01	가능
15m + 어댑터(2) + 5cm(2)	8.23=5.57+[1.32+0.01]×2	가능
15m + 어댑터(3) + 5cm(3)	9.56=5.57+[1.32+0.01]×3	불가능
15m + 어댑터 + 10m	10.28=5.57+1.32+3.39	불가능
10m + 어댑터(3) + 5cm(3)	7.38=3.39+[1.32+0.01]×3	가능

나) 멀티 스위칭 허브를 이용한 연동시험

① 50m POF 케이블과 연동시험

POF용 전광변환장치를 멀티 스위칭 허브(GAIAGRID)를 이용하여 미디어 컨버터를 이용한 시험과 동일하게 어댑터 및 POF 케이블을 연결하여 인터넷 상태를 확인하였으며, 그 결과는 [표 2-21]과 같이 나타났으며, 미디어 컨버터를 이용한 어댑터와 80cm 추가에서 인터넷 연결이 불가능하였으나, 멀티 스위칭 허브를 이용한 연동시험에서는 가능하였고, 10m 케이블 연결에서는 불가능하였으며, 멀티 스위칭 허브에서 어댑터 2개의 연결에서는 접속이 불가능하여 연동시험은 15.33dB까지 가능함을 확인할 수 있었다.

[표 2-21] 50m POF 케이블 연동시험 결과

케이블 연결 사항	손실값(dB)	결과
50m + 어댑터 + 5cm	15.12=13.79+1.32+0.01[(13.79÷50)×0.05]	가능
50m + 어댑터 + 80cm	15.33=13.79+1.32+0.22[(13.79÷50)×0.8]	가능
50m + 어댑터(2) + 5cm(2)	16.45=13.79+[1.32+0.01]×2	불가능
50m + 어댑터 + 10m	18.50=13.79+1.32+3.39	불가능

② 30m POF 케이블과 연동시험

30m 케이블과 50m, 15m, 10m 케이블을 각각 연장하여 인터넷 영상데이터 송수신 상태를 관찰하고, 30m 케이블에 어댑터를 2~3개까지 순차적으로 추가하여 상태를 확인하였으며, 그 결과는 [표 2-22]와 같이 나타났으며, 미디어 컨버터를 이용한 30m와 10m 연결에서는 인터넷 접속이 불가능하였으나, 멀티 스위칭 허브를 이용한 연동시험에서는 가능하였고, 15m, 50m 연결과 어댑터 3개의 연결에서는 불가능하였다.

[표 2-22] 30m POF 케이블 연동시험 결과

케이블 연결 사항	손실값(dB)	결과
30m + 어댑터(2) + 5cm(2)	$12.15=9.49+[1.32+0.01]\times 2$	가능
30m + 어댑터(3) + 5cm(3)	$13.48=9.49+[1.32+0.01]\times 3$	불가능
30m + 어댑터 + 50m	$24.60=9.49+1.32+13.79$	불가능
30m + 어댑터 + 15m	$16.38=9.49+1.32+5.57$	불가능
30m + 어댑터 + 10m	$14.20=9.49+1.32+3.39$	가능

③ 15m 및 10m POF 케이블과 연동시험

15m 케이블에 10m를 연장하고, 어댑터를 3개까지 순차적으로 추가하여 인터넷 영상데이터 송수신 상태를 관찰하고 상태를 확인하고, 그 결과는 [표 2-23]과 같이 나타났으며, 미디어 컨버터를 이용한 15m와 10m에서는 인터넷 연결이 불가능하였으나, 멀티 스위칭 허브를 이용한 연동시험에서는 가능함을 확인하였다.

[표 2-23] 15m 및 10m POF 케이블 연동시험 결과

케이블 연결 사항	손실값(dB)	결과
15m + 어댑터 + 10m	$10.28=5.57+1.32+3.39$	가능
15m + 어댑터(3) + 5cm(3)	$9.56=5.57+[1.32+0.01]\times 3$	불가능
10m + 어댑터(3) + 5cm(3)	$7.38=3.39+[1.32+0.01]\times 3$	가능

다) 연동시험 결과 검토

가정, 사무실 등 구내통신 구간 50m 이내에서 접속 허용 최대 손실값은 15.12dB이며, 케이블 인출구에 해당되는 어댑터 1개 사용에서는 문제가 없을 것으로 판단되었으며, [표 2-24]와 같이 전광변환장치 사용에 따른 연동시험 결과와 같이 POF 케이블 연결에 사용된 어댑터의 손실값이 한국광기술원에서 측정되었던 값보다 더 크거나, 어댑터 접속의 불안정으로 인한 광원의 손실이 많은 것으로 판단되었다.

[표 2-24] 전광변환장치 사용에 따른 연동시험 결과

구분	연결 구성	전광변환장치		손실값 (dB)	비고
		미디어 컨버터	멀티 스위칭 허브		
50m	직결	○	○	13.79	
	어댑터 + 5cm	○	○	15.12	
	어댑터 + 80cm	X	○	15.33	광원 요인
	어댑터(2) + 5cm(2)	X	X	16.45	
	어댑터 + 10m	-	X	18.50	
30m	직결	○	○	9.49	
	어댑터 + 5cm	○	○	10.82	
	어댑터(2) + 5cm(2)	○	○	12.15	
	어댑터(3) + 5cm(3)	X	X	13.48	
	어댑터 + 15m	X	X	16.38	
	어댑터 + 10m	X	○	14.20	광원 요인
	어댑터 + 50m	-	X	24.60	
15m	직결	○	○	5.57	
	어댑터 + 5cm	○	○	6.90	
	어댑터(2) + 5cm(2)	○	○	8.23	
	어댑터(3) + 5cm(3)	X	X	9.56	
	어댑터 + 10m	X	○	10.28	
10m	어댑터(3) + 5cm(3)	○	○	7.38	

현재까지 전용 측정기 및 POF 연계 커넥터 등을 확보하기 못하여 측정이 곤란하였으나, 차후에는 계측기를 이용한 과학적인 손실값 측정이 요구되며, 상기 연동시험 분석결과와 같이 전광변환장치 두 종류 모두 12dB 이하의 손실값에서 원활한 통신이 이루어 질 수 있었음을 확인하였다.

제3절 결론 및 향후계획

금번 기술기준 연구에서는 최근 소형주택 건설의 증가 추세를 반영하여 하나의 공간으로 구성되고 세대 내에서 분기가 없는 300세대 이상의 행복주택에서도 세대단자함 설치면제가 확대 적용될 수 있도록 이를 개선하였으며, 건물 구내에 매설되는 통신배관 및 케이블 트레이에 대한 명확한 규정 마련을 위한 기초자료를 조사하여 검토하였고, 그 외에 문구 수정, 구내 통신선로로 트레이를 추가한 개정안을 마련하여 개정·고시하였다.

또한, 구내통신선로의 광 네트워크 구성에 적용될 수 있는 650nm 파장의 플라스틱광섬유케이블의 채널손실에 대한 성능검증과 현장 적용 가능성을 확인하기 위한 연동시험을 실시하였으며, 플라스틱광섬유케이블의 연동시험 결과로는 가정 및 사무실 등 구내통신 구간은 최대 50m 이내에서 접속이 허용되는 최대 손실값은 15.12dB 정도이며, POF 케이블 인출구에 해당되는 어댑터 1개를 접속하여 사용하는 경우에는 구내통신 케이블로의 사용에 별다른 문제가 없을 것으로 판단되었다.

현재까지 POF 케이블에 대한 전용 측정기 및 POF 연계 커넥터 등을 확보하기 못하여 과학적인 측정이 곤란하였으며, POF 케이블과의 많은 탈부착 접속 및 건축물 구내에서의 발생 먼지 등 열악한 구내통신선로 현장에서 사용을 감안하고, POF 케이블에 대한 사용전 검사 방안 마련 및 POF 케이블의 보다 합리적인 제도권 도입 방안을 마련하기 위해서 단순한 채널 손실뿐만 아니라 계측기를 이용한 보다 과학적인 손실 측정과 POF 케이블의 BER 시험 등을 통한 실제 데이터의 전송특성 시험의 추진이 필요할 것으로 판단되었다.

제3장 전력유도 기술기준 개정

제1절 연구의 배경

『전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준』에는 터널 및 고가에 의한 유도전압 차폐효과를 나타내는 차폐계수가 명시되어 있다. 이는 터널·고가의 철골 구조물에 의해 유도전압이 저감되는 효과를 나타낸 것이다.

본 연구는 고속철도 선로에 시공되어 있는 터널 및 고가(교량)의 차폐효과를 검증하여 이해관계자 간 적정 유도대책을 수립하도록 하여 대책비용의 적정성을 제고하고 정확한 유도전압 예측치의 산출에 필요한 터널·차폐계수를 재검토 하는데 그 목적이 있다.

한국철도시설공단(이하 “철도공단”)에서 터널의 차폐계수를 아래 표와 같이 개정 요청하였으며, 제안한 터널 차폐계수 개정(안)을 실험측정을 통하여 검증하기로 기술기준 연구반에서 관계기관과 협의하였다. 철도공단 및 KT, ETRI와 공동 측정을 진행하였으며, 길이 1Km이상 터널의 차폐효과 확인을 위해 검증 대상을 선정하여 터널 주변 KT 운용회선에 유도되는 전압을 측정하고 그 결과를 분석하였다.

[표 3-1] 터널 및 고가 차폐계수 개정 요청(안)

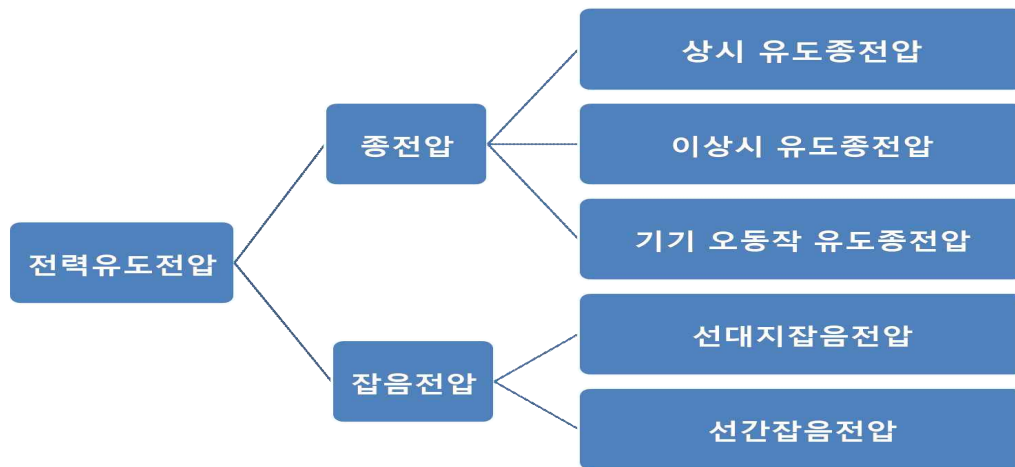
터널의 길이 (m) 대지저항률 ($\Omega \cdot m$)	200~1,000 이하	1,000 초과	
		양단 1,000 까지	기 타
$500 \leq \rho$	0.590	0.529	0.212
$500 \geq \rho > 30$	0.591	0.531	0.215
$30 > \rho$	0.594	0.539	0.226

고가의 길이 (m) 대지저항률 ($\Omega \cdot m$)	200 ~ 1,000이하	1,000초과	
		양단 500 까지	기 타
$500 \leq \rho$	0.630	0.600	0.508
$500 \geq \rho > 30$	0.633	0.606	0.519
$30 > \rho$	0.641	0.621	0.543

제2절 전력유도 기술기준 개요

『전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준』은 『방송통신설비의 기술기준에 관한 규정』에서 규정하고 있는 유도전압 제한치에 대한 예측계산에 필요한 세부적인 사항을 규정하고 있다.

『방송통신설비의 기술기준에 관한 규정』에서 제한하고 있는 전압은 상시 유도종전압(60V), 이상시 유도종전압(650V), 기기 오동작 유도종전압(15V)과 선간 잡음전압(0.5m~2.5mV)이 있으며 국내에서는 선대지 잡음전압에 대한 제한치는 별도로 규정하고 있지 않다.



[그림 3-1] 유도전압 종별 체계도

- 1) 선대지 잡음전압 : 전력선으로 인해 통신선과 대지사이에 발생된 전압
- 2) 선간 잡음전압 : 통신선(Tip, Ring) 사이에 나타나는 전압차이
- 3) 이상시, 상시 유도전압 : 60V 이상의 전압이 유도되는 경우 인체에 감전 등의 상해를 유발할 수 있음
- 4) 기기 오동작 전압 : 15V 이상 유도시 기기 오동작을 일으킬 수 있음
- 5) 차폐계수 : 전자파의 전달을 방해하는 물질이 있는 경우와 없는 경우의 비를 말하며 계수가 낮을수록 유도전압이 많이 경감됨

전력유도는 송·배전선 및 고속철도 등으로 인해 통신선(구리선)에 전압이 유기되는 현상을 말한다. 전력유도전압은 주파수 성분에 따라 종전압과 잡음

전압으로 나누어지고, 종전압은 모든 대역의 주파수를 포함하여 측정되는 전압이며, 잡음전압은 60~20000Hz 사이의 전압에 대해 잡음평가 필터를 이용하여 통신 이용자가 유선전화의 잡음으로 인식할 수 있는 주파수 대역에 대해 가중치를 부여하여 측정된 전압이다.

이번 연구의 대상은 고속철도로 인해 유기되는 전압을 예측하는데 이용되는 터널·고가 차폐계수에 대한 것으로 한정한다. 유도전압 예측계산식은 일반적으로 유도를 발생시키는 전류(I)의 크기와 전력선과 통신선 간의 상호 인덕턴스(M) 및 각종 차폐계수(K)와 통신선과 전력선의 병행길이(L)에 비례하는 형태로 구성되며, 구체적인 식의 예시는 아래와 같다.

[표 3-2] 유도전압 예측계산식

유도전압 예측계산식 (예시)

$$V_L = \sum (j\omega \cdot \frac{\text{Amp} \cdot \text{km}}{D}) \cdot I_L \cdot M \cdot L \cdot K_3 \cdot \underline{K_4} \cdot \underline{K_6} \cdot K_7 \cdot K_8 \} \times 10^{-6}$$

(주) ω : 60Hz에 대한 각속도

Amp·km : 유도전압 예측구간의 전차선 부하전류 1[A]에 대한 평균 기유도전류 × 당해구간 길이

D : 유도전압 예측구간의 기유도전류를 계산하기 위한 거리(km)

I_L : 전차선의 최대부하전류(A)

M : 60Hz에 대한 전차선과 전기통신선의 상호 인덕턴스($\mu\text{H}/\text{km}$)

L : 전차선과 전기통신선과의 병행거리(km)

K_3 : 전기통신선의 차폐계수

K_4 : 터널의 차폐계수

K_6 : 고가의 차폐계수

K_7 : 통신케이블 조수에 의한 유도저감계수

K_8 : 타케도에 의한 차폐계수

통신선과 전기선이 병행하는 길이가 길수록, 이격거리가 가까울수록, 전기선에서 흐르는 전류가 클수록 전력유도는 커지는 것이 일반적이며, 주변의 금속 또는 전기전도성 시설물(터널·고가 철골 구조물)은 전력유도전압을 감소시키는 차폐효과를 가지게 된다.

고속전철로 인한 전력유도대책 수립 절차는 고속철도 공사 예정지역에 대해 검토대상(고속전철 철로부터 1Km 이격거리 이내, 500m 이상 병행) 통신선에 유기되는 전압을 예측하도록 되어 있으며 『방송통신설비의 기술기준에

관한 규정』에 정한 제한치 기준을 초과할 경우 광케이블화, 차폐케이블 교체, 유도중화 코일 설치 및 차폐선 설치 등의 대책을 하고 있다.

고속철도로 인한 유도전압 예측값은 실측보다 높게 예측되는 경향이 있으며 이는 송배전선과 다르게 운행중인 열차의 속도, 위치 환경적 요인에 의해 값이 일시적으로 높아지는 현상 등 복합적인 요인에 기인한 것이나, 정확한 예측이 어려움에도 불구하고 예측값의 정확도를 제고하기 위해 터널·고가 차폐계수에 대한 기술적 검토가 필요하다고 할 수 있다.

개정 전 『전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준』 [별표7] “다”항 터널의 차폐계수 및 “바”항 고가의 차폐계수는 다음과 같다.

[표 3-3] 터널 차폐계수(K_4)

터널의 길이(m) 대지고유저항($\Omega \cdot M$)	500 내지 1,000	1,000이상	
		양단 500까지	기 타
$\rho \geq 250$	0.775	0.775	0.550
$17 \leq \rho < 250$	0.785	0.785	0.570
$17 > \rho$	0.800	0.800	0.600

[표 3-4] 고가 차폐계수(K_6)

고가의 길이(m) 대지고유저항($\Omega \cdot M$)	500 내지 1,000	1,000이상	
		양단 500까지	기 타
$\rho \geq 250$	0.650	0.650	0.300
$17 \leq \rho < 250$	0.665	0.665	0.330
$17 > \rho$	0.685	0.685	0.370

터널·고가 차폐계수 모두 대지고유저항과 구조물의 길이에 따라 계수를 다르게 적용하며, 구조물의 길이가 1km 이상인 경우는 입구효과(End effect)를 고려하여 구조물의 중심부와 양쪽 입구에 적용하는 계수를 다르게 규정하고 있다.

고시개정 전에는 상기 터널·고가 차폐계수는 고속철도의 급전방식에 관계 없이 모두 같은 값을 적용하였으며, (다만 AT급전방식에 사용되는 경우 구조물의 길이를 500⇒200으로 조정하여 적용하였다.) '14년 7월 전력유도 산출 방법 관련 기술기준 개정 이후에는 흡상변압기와 단권변압기에 각각에 대해 해당하는 차폐계수를 사용하고 있다.

개정전의 기술기준의 터널·고가 차폐계수는 일본의 차폐계수를 준용한 것으로 보이며, 일본의 일부 과거 자료 외에는 타 국가 및 국제표준에서도 터널 및 고가 차폐계수에 대해 별도로 명문화된 값을 규정하지 않고 있기 때문에 국내 정부, 학계, 산업계 등의 공동으로 연구 및 검증을 추진하였다.

국내에 건설된 터널·고가에 적용 가능한 차폐계수 값 도출을 위해 철도시설공단에서는 2011년 7월 4일 ~ 2012년 12월 31일까지 연구를 수행하여 그 결과를 토대로 국립전파연구원에 관련 고시 개정을 요청하였다.

철도시설공단에서는 전력유도 기초이론, 시뮬레이션, 실험측정 등 다양한 검토를 통해 토공구간 대비 터널·고가가 가지는 차폐효과, 환경변수를 고려하여 도출하여 낸 것이므로 이것을 전면 재검증을 하기 보다는 도출된 차폐계수의 타당성 검증에 초점을 맞추고 개정전의 차폐계수와 공단이 제안한 값의 비교·분석 등을 수행하여 검증하였다.

철도시설공단의 연구 과정은

- 1) 터널·고가의 철골 구조의 기하학적인 분포를 기반으로 하여 이론적인 값으로 도출하는 방식
- 2) Test Bed를 구축하여 실측검증을 통해 보정 값을 산출해내는 방식

두 가지로 방식으로 진행되었으며, 각각 제안된 차폐계수들의 현실적으로 적용가능성을 고려하여 최종적으로 아래와 같이 제안하였다.

이에 연구결과에 대한 실험 검증을 통해 고시 개정여부를 판단하고자 KT 및 철도시설공단과 공동으로 전력유도전압 측정을 위한 실험을 수행하고 그 결과에 대해 분석하였다.

제3절 터널 차폐계수 실험측정

1. 측정개요

가. 세부 측정절차

1) 선정 회선 점검

가) 루프 저항, 절연저항 확인 측정

2) 종단 처리

가) 선대지 전압을 측정하기 위한 단말 접지 시설

※ 국사측의 종단은 국사의 접지에 연결하고 반대쪽 종단은 전주 주변에 별도 접지봉을 이용하여 접지하고 측정

나) 선간잡음전압을 측정하기 위한 회선에 대한 600Ω 종단

3) 측정 데이터 수합

가) EPIMS-T로 종전압과 PIF 측정

나) 미티게이터로 선간 잡음전압 측정

이번 연구는 국립전파연구원, ETRI, KT, 철도시설공단, 한전 등이 실험에 참여하였으며, 철도시설공단은 실험에 필요한 유도전압 예측계산을 수행하였고, KT는 측정장소 검토 및 측정장비 지원, 한전은 주변 배전선의 부하전류량 등을 모니터링 하였다.

[표 3-5] 기관별 수행역할

기관명	수행 역할	비고
ETRI	<p>측정 세부지침 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기초 파라미터 및 유도전압 측정 장비 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 미티게이터, EPIMS-T 등 ○ 터널 차폐계수 정량 평가 방안 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 계산값과 실측값을 비교하여 판정 - 계산값은 현장 여건 변수를 모두 반영 <ul style="list-style-type: none"> ※ 유도중화코일 대책의 경우 계수 값 요구 - 계산값에 대한 실측값의 비가 현행 고시 계수값에 대한 보정 요구 요율이 됨. ○ 측정 데이터 분석 	
KT	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실험측정 대상 운용회선 검토 ○ 통신시설 정보 및 측정장비 제공 <ul style="list-style-type: none"> - PSM 및 PSM과 연동한 노트북 ○ 측정 대상 운용회선 중단처리 및 접지 관련 협조 등 ○ 유도중화코일 설치정보 제공 	
철도공단	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고속열차 운행 시간 및 시설조건 정보제공 <ul style="list-style-type: none"> - 절연구분장치 설치 현황, 열차운행 정보 및 해당 급전구간에 열차가 진입하는 시각 등 ○ 대상 터널 반경 1km 이내 통신회선에 유도되는 전압에 대한 예측 계산 수행 	
한전	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실험장소 주변 송배전선 변전소 및 부하전류 데이터 제공 	

[표 3-6] 측정장비 목록

용도	품명	수량	비고
유도전압	EPIMS-T	1	상시유도종전압, 선대지 잡음전압
	미티게이터	1	잡음전압(선간, 선대지) 잡음평형도
	PSM	1	잡음전압(선간) 잡음평형도
접지저항	MEGGER DET/2	1	
절연저항	MEGGER	1	
정전용량	965-DSP	1	

나. 검증방안

개정전 고시기준으로 예측한 값과 공단에서 제시한 계수를 적용한 값을 각각 산출하여, 실측 데이터의 피크값의 평균값을 비교하고, 개정에 필요한 보정요율을 산출하는 방식으로 검증을 진행하였다.

※ 실측 대상구간이 유도중화코일(INT)로 대책되어 있어 이를 고려하여 예측계산식에 반영

2. 측정대상 선정

측정 장소는 경부 2단계 구간 중 터널 및 고가 구간이 있는 곳을 검토하였으며 아래와 같은 장소를 검토하였다. 개정전 차폐계수를 살펴보면 구조물의 길이가 1km 이상인 경우에 중심부에서 높은 차폐효과를 보이는 것으로 나타나 1km 이상 터널을 중심으로 검토하였으며 상대적으로 개정 효과가 큰 것으로 판단한 터널 차폐계수(0.600 \Rightarrow 0.226)을 시험하였다.

측정 장소 선정을 위해 아래 표와 같은 구조물이 있음을 확인한 결과, 복안터널, 계상터널을 측정하기로 하여 해당 구조물근처 통신선의 예측계산을 실시하였으며 자세한 값은 부록에 수록하였다.

[표 3-7] 경부 2단계 구간 주변 터널·고가 현황

지역	명칭	길이	지사
대구	당리터널	6.620	안심,건천
	계상터널	5.580	영천
	방내터널	2.470	경주
	송선터널	2.020	안심,건천
	화천터널	1.910	경주
	가야고가	1.795	경산,하양
	현안터널	1.750	하양
	성동고가	1.544	경산
	오목고가	1.176	경산
	신음고가	1.070	경주
	덕천고가	1.040	경주
	화실터널	0.890	경주
	대곡1터널	0.760	영천

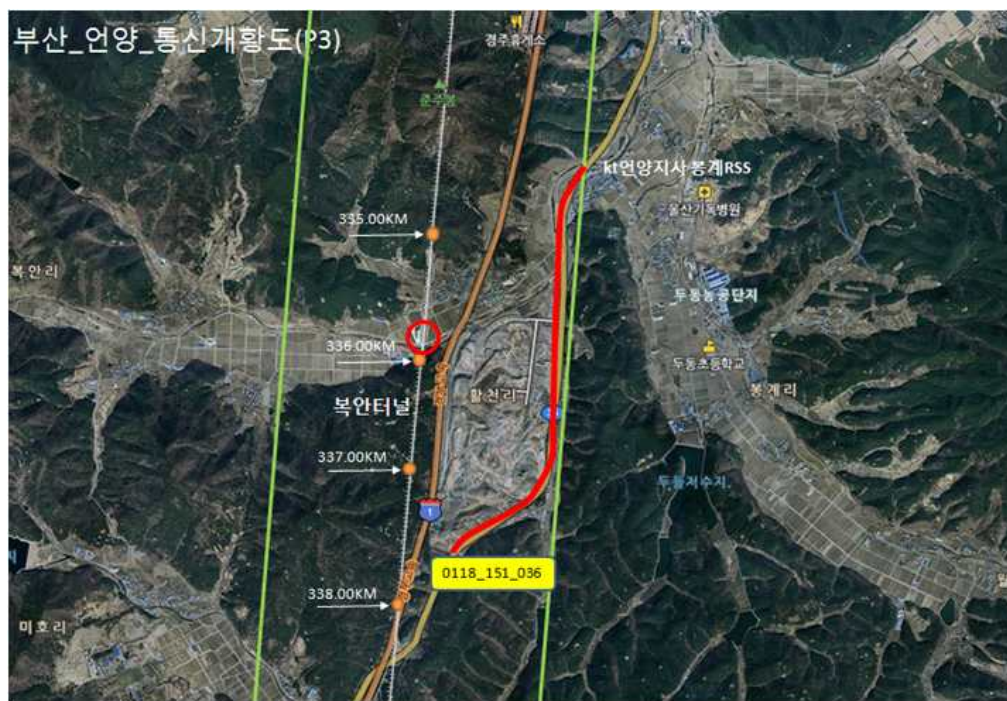
지역	명칭	길이	지사
	대곡2터널	0.760	영천
	덕천터널	0.710	경주
부산	금정터널	19.884	남부산 등
	원효터널	13.280	언양,양산
	복안터널	3.320	언양
	평산터널	2.680	양산,청룡
	월산제2터널	2.281	언양
	언양터널	1.133	언양
	송정고가	1.091	양산,청룡
	언양고가	0.787	언양
	두동제2터널	0.780	언양
	범기고가	0.721	양산,청룡
	두동제1터널	0.720	언양
	쌍수터널	0.719	언양
	보은터널	0.583	언양
	반곡고가	0.577	언양
	중괘고가	0.532	언양
	외양고가	0.516	언양
	노포터널	0.455	청룡
	인동터널	0.398	언양
	삼정제1터널	0.365	언양
	외골터널	0.365	언양
	삼정제3터널	0.280	언양
	천전터널	0.260	언양
	전읍터널	0.260	언양
	상동터널	0.235	언양

[표 3-8] 선정된 측정대상 구조물 및 회선

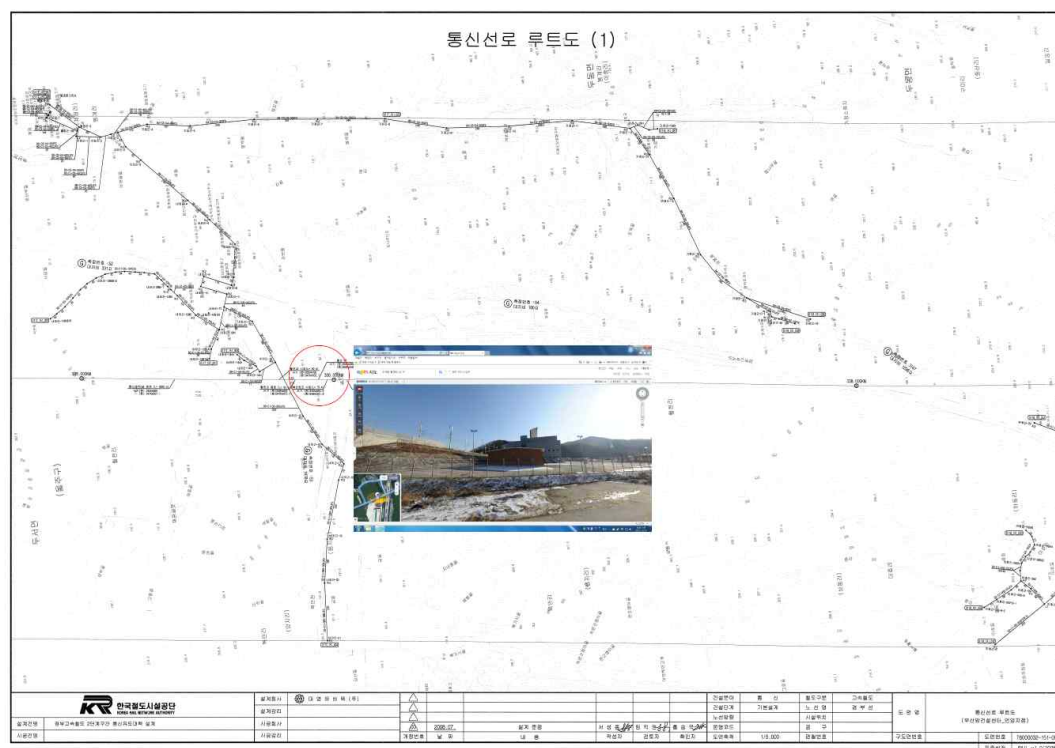
구 분	터널명	측정기간	터널길이 (km)	국 소	대상선로	선 종
부 산	복안터널	3월 12일 ~13일	3.32	언 양	0117-151-005 0118-151-036	04-300F S
대 구	계상터널	3월 13일	5.58	영 천 (오길RSS)	0116-137-023	065-200 JFSS-

가. 복안터널 측정결과

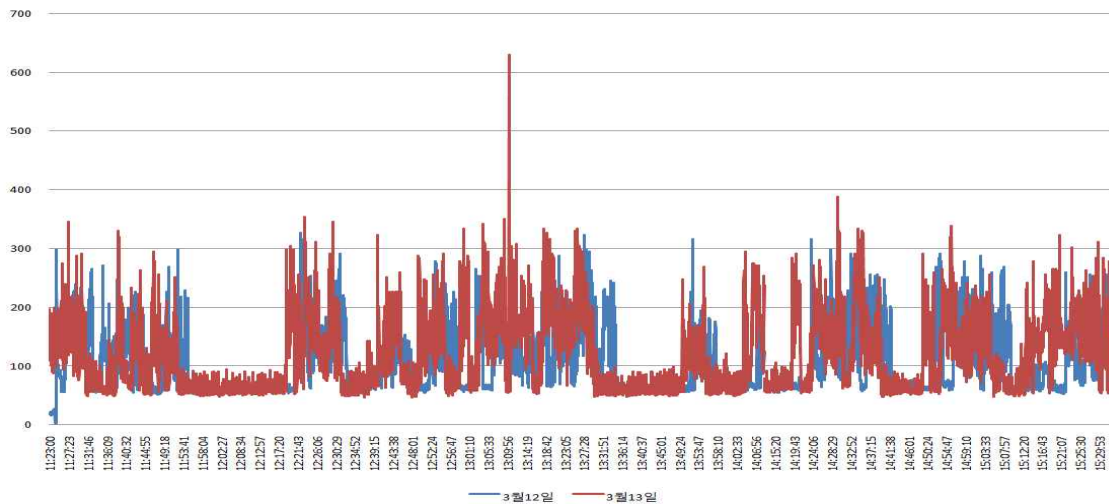
가. 복안터널 측정결과



[그림 3-2] 유도전압 측정 개황도(언양 국사)



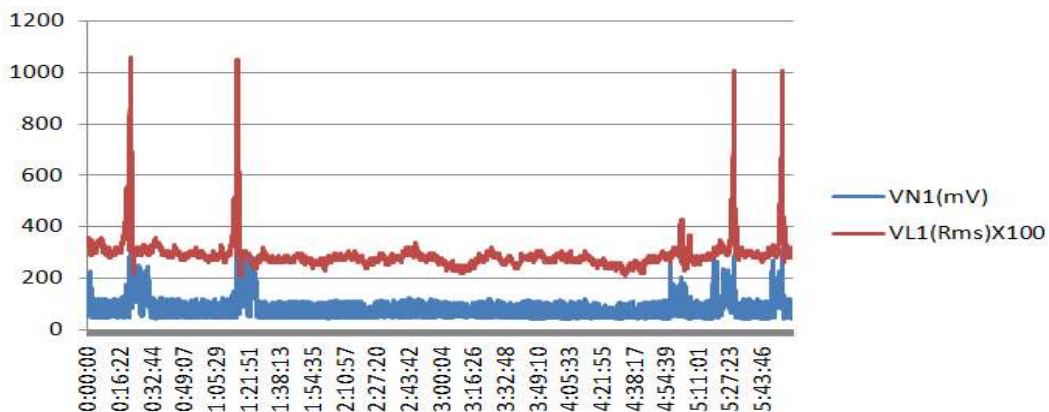
[그림 3-3] 급전소(울산SS) 위치



[그림 3-4] 동일시간(12일 ~ 13일) 유도전압 데이터 비교

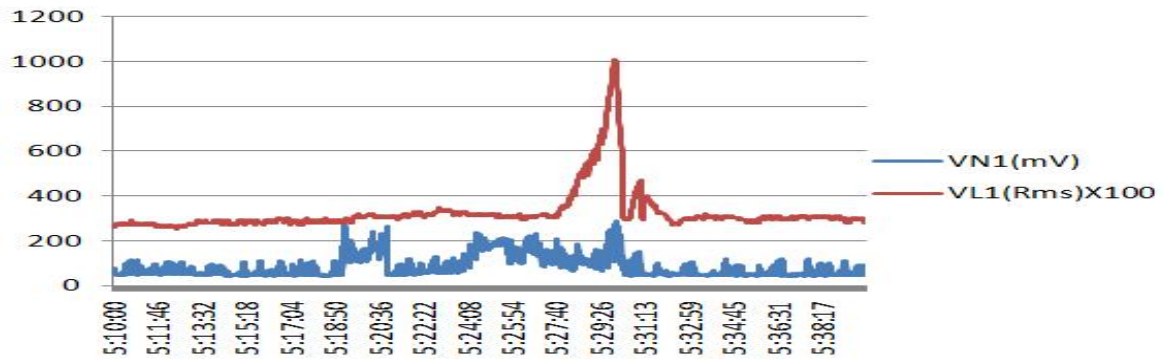
열차가 다니지 않는 새벽시간에는 종전압 및 선대지 잡음전압이 나타나지 않는 것으로 보아 고속열차에 의한 유도영향이 상당부분 차지하는 것을 확인 가능하였다.

동일한 시간에 측정된 스케일이 다른 종전압과 선대지 잡음전압의 관계를 알아보기 위해 잡음전압에 100의 가중치를 주어 동일한 시간축 상에서 비교 가능하도록 구성하여 확인한 결과 종전압의 경우 높은 전압이 유기되지만 지속시간은 선대지 잡음전압에 비해 짧게 지속되고, 선대지 잡음전압의 경우 상대적으로 긴 시간 동안 지속되는 것을 확인 할 수 있었다. 선간 잡음전압의 경우 측정기가 측정 할수 있는 레벨 이하로 나타나 선간 잡음전압은 측정 할 수 없었다.



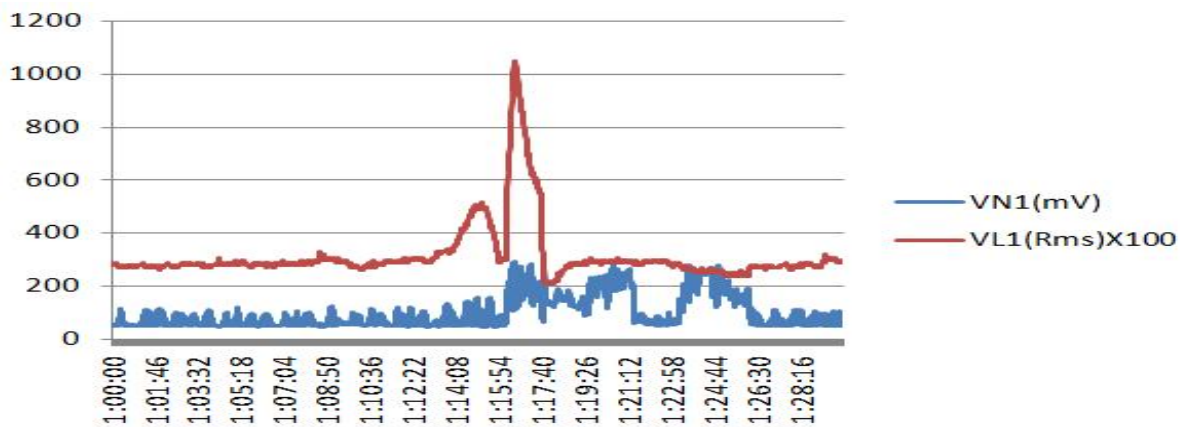
[그림 3-5] 새벽시간 유도전압

0:00:00 ~ 6:00:00 종전압(적색, 100배 확대) 및 선대지잡음전압(청색)



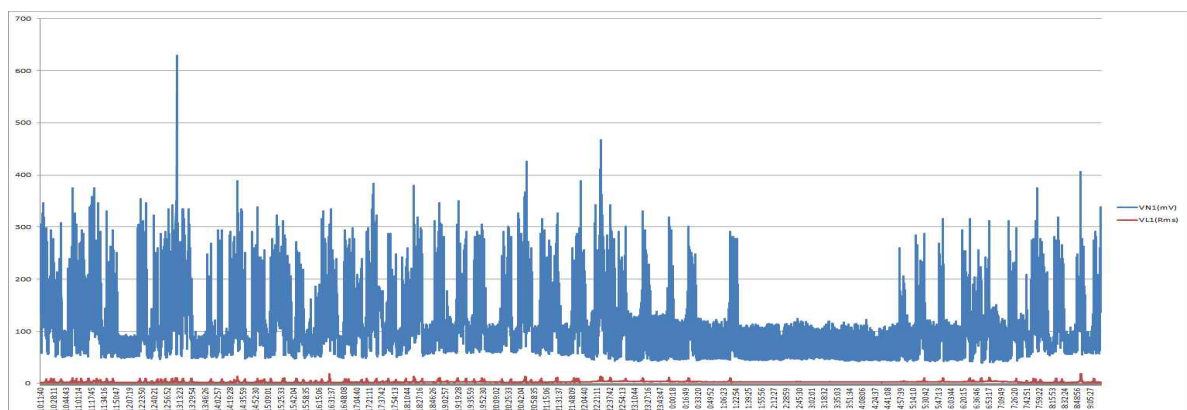
[그림 3-6] 단일열차에 의한 영향 분석(상행 첫차)

상행 첫차



[그림 3-7] 단일열차에 의한 영향 분석(하행 막차)

하행 막차



[그림 3-8] 선대지잡음전압 그래프

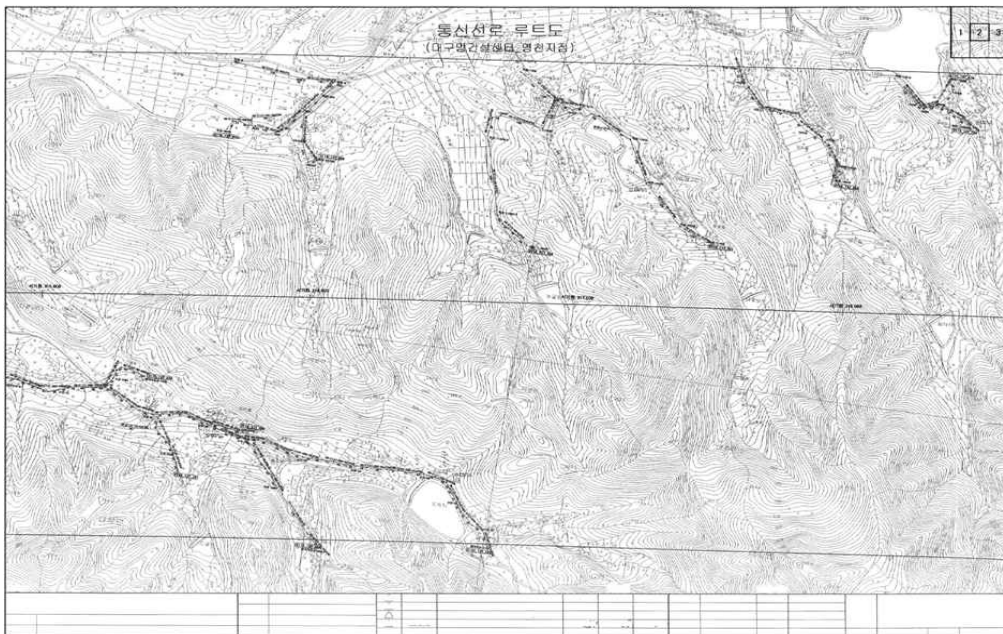
선대지잡음전압(청색, mV) 및 종전압(적색, V)

상행과 하행의 유도전압 그래프 패턴이 대칭을 이루고 있는 것으로 보아 선로특성에 따라 유도전압의 크기가 결정되는 것이며, 본 측정 이후 측정구간 근처에 급전소가 있어 유도전압이 상대적으로 높게 측정될 가능성이 있음을 감안하여야 할 것으로 사료된다. 유도전압예측은 급전구간을 기준으로 계산되므로 급전구간을 기준으로 두 구간에 대한 전체 유도전압임을 고려하였다.

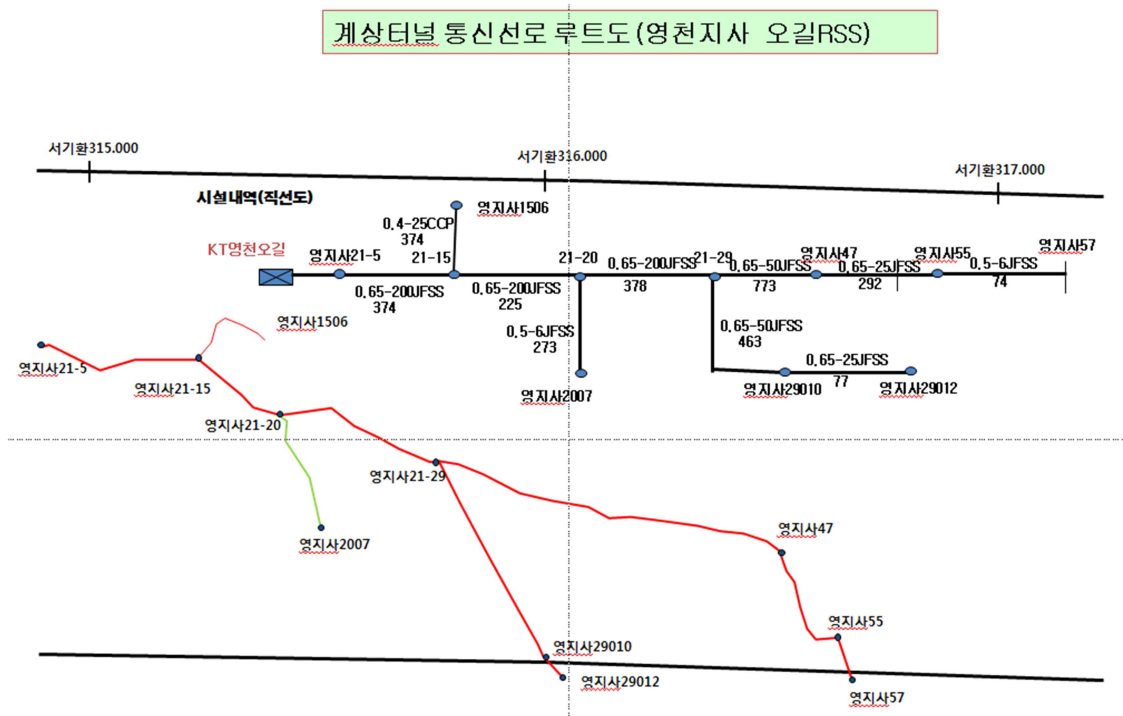
나. 계상터널 측정결과



[그림 3-9] 계상터널(5.58km) 통신시설 루트도(a)



[그림 3-10] 계상터널(5.58km) 통신시설 루트도(b)



[그림 3-11] 계상터널 통신선로 루트도(c)

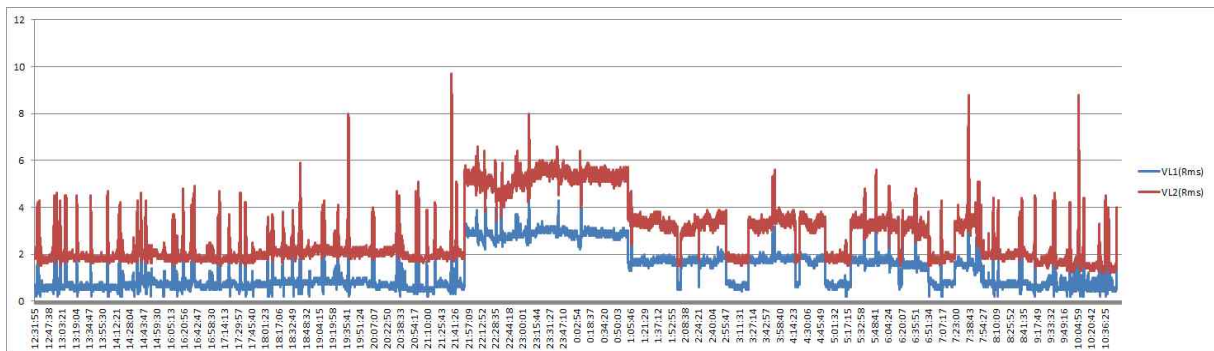
유도중화코일로 대책을 한 회선1과 대책을 하지 않은 회선2를 비교한 결과 약 70%의 유도전압 경감효과가 있는 것으로 확인되며, 고속철도에 의한 영향으로 나타나는 유도전압 패턴뿐만 아니라 열차가 운행되지 않는 시간에도 기본적인 전압이 있는 것으로 보아 배전선구간의 유도전압과 유사한 패턴을 보이고 있다. 복안과 마찬가지로 유의미한 선간잡음전압은 측정되지 않았다.

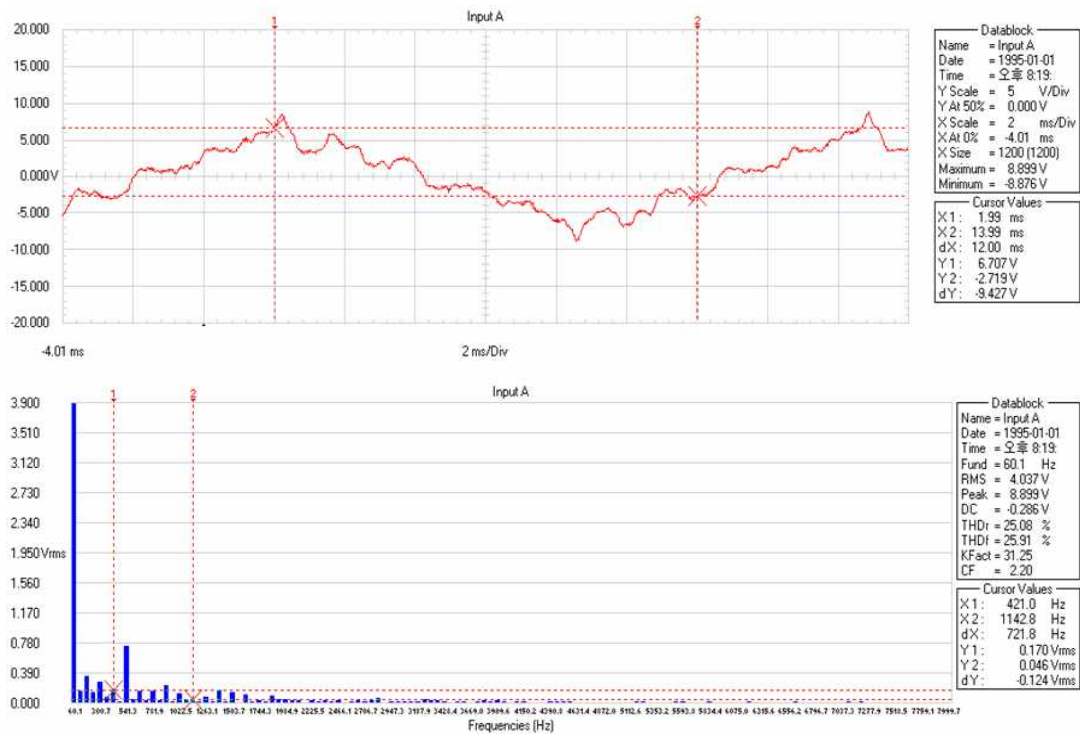
측정당시에는 측정 구간 주변 배전선에 의한 영향이 고속철도에 의한 영향을 상회하여 정확한 분석이 어려웠다. 우선 해당 구간 내에 고속철도 급전소 위치를 파악하여 보았으나, 고속철도 급전소는 없는 것으로 확인, 한전에 주변 송·배전선 루트 및 시간당 부하전류를 확인하여 시간에 따라 달라 나타나는 부하전류량을 확인하였으나, 특이점을 찾지 못하였다.

그러나 고속철도에 의한 영향으로 인해 종전압이 상승하는 것은 확인 가능하였으며, 예상과 달리 선대지 잡음전압의 경우 오히려 배경잡음과 상쇄되어 오히려 측정값이 낮게 나타났다. 따라서 측정된 전압의 주파수특성을 분석하기 위하여 고조파별로 분석한 그래프를 나타내어 보았다.

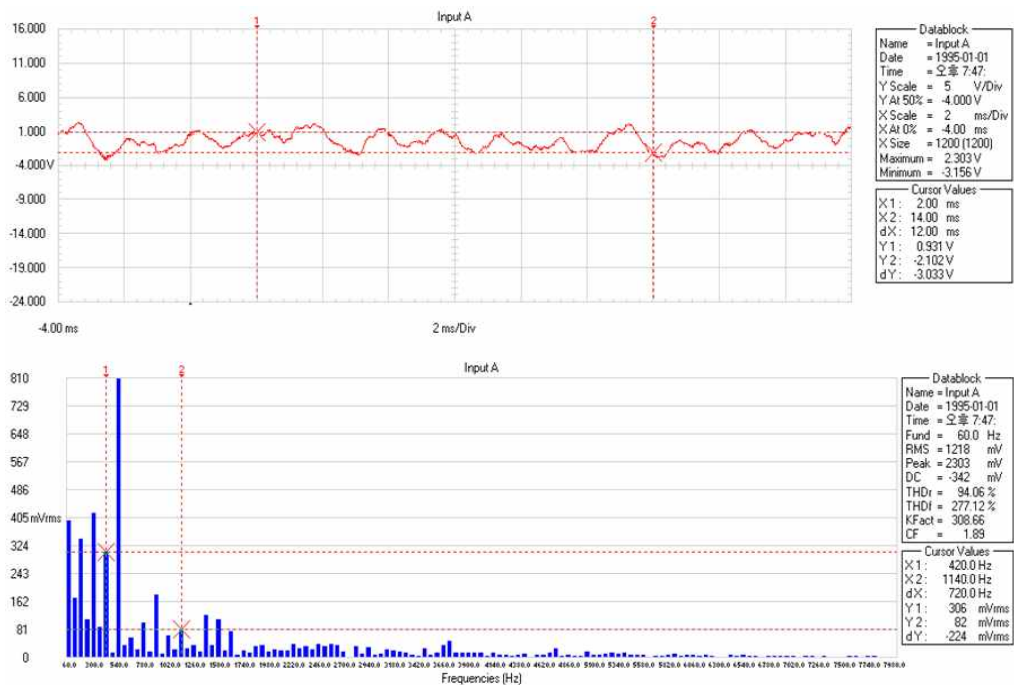
열차가 지나가는 순간의 파형과 이에 해당하는 주파수 스펙트럼 분석 결과 열차 운행중 종전압 상승은 1고조파(60Hz)가 우세한 영향을 미치며 다음으로 높은 고조파는 9고조파로(540Hz)로 나타났다. 1고조파 성분에 의한 잡음 평가 필터 가중치는 0.00167로 9고조파의 가중치(0.48889)보다 작아 선대지 잡음전압에는 영향을 미치지 않는 것을 확인하였으나, 일반적인 유도전압 패턴과는 상이하였다.

열차가 지나가는 것으로 추정되는 시각에 1고조파 상승은 종전압 상승에 기인하며, 미운행 시각에 측정된 주파수는 9고조파가 우세한 것으로 보아 고속철도 이외의 환경요인으로 사료된다. 그 원인은 배전선에 의한 간섭, 유도중화코일간의 간섭, 유도측정 루트에 의한 영향 등이 고려되나 정확한 원인은 파악할 수 없어 해당 측정(계상터널)의 데이터는 유효하지 않은 것으로 결론을 내렸다.





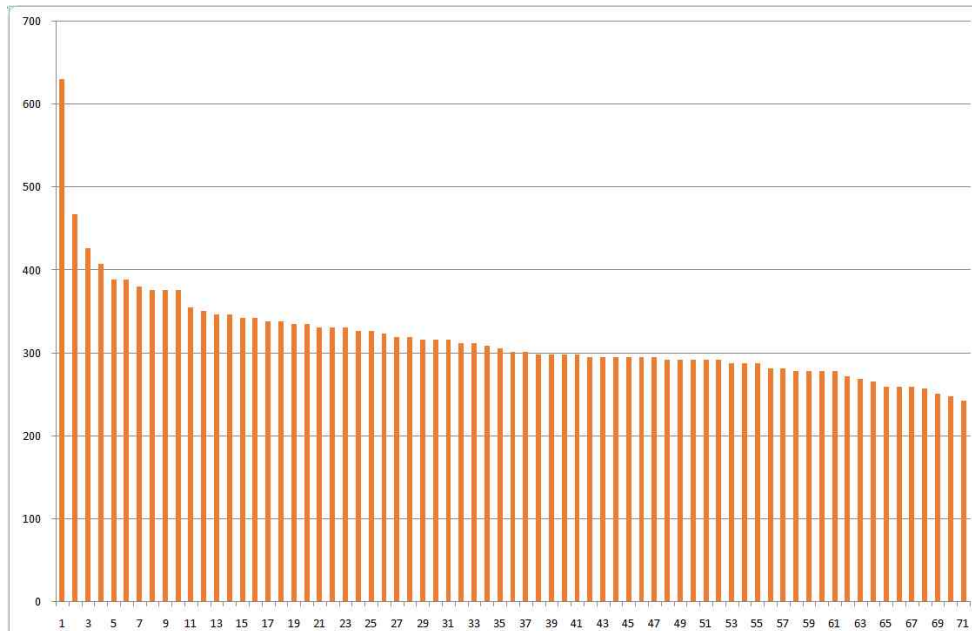
[그림 3-14] 고속열차 운행중 전압 파형 및 주파수 스펙트럼(a)



[그림 3-15] 고속열차 운행전 전압 파형 및 주파수 스펙트럼(2)

다. 유도전압 측정 대표값

북안터널에서 측정한 자료를 바탕으로 선대지 잡음전압(PIF)의 피크값을 크기순으로 정리하여 평균값을 산출하여 해당 장소에서의 선대지 잡음전압 피크값의 대표값을 선정하였다. 그 결과 317.9mV로 나타났다.



[그림 3-16] 유도전압 피크값 분포 그래프

공단기본설계(0.4 도시경감계수 보정 포함, 대책후) 선대지 잡음전압 예측값은 고시 회선평형도(1/400)를 적용하여 계산된 값이며, 아래 표에서 확인할 수 있듯이 개정전 차폐계수를 적용하여 산출한 전압은 426mV이며, 공단이 제안한 계수를 적용시 약 302mV로 측정되었다. 북안터널에서 측정한 데이터의 피크값(71개)을 기준으로 실측 대표값 산출결과 318mV이므로, 공단이 제안한 계수가 타당성이 있는 것으로 나타났다.

ETRI에서 산출한 보정 요구율은 0.541으로 나타나며 이번 실험으로 측정된 값과 유사한 레벨을 나타내고 있어 공단이 제안한 터널차폐계수가 타당하다는 결과를 뒷받침하였다.

[표 3-9] 예측값과 실측값의 비교

선로번호	선대지 잡음전압(mV)			선로구성 현황
	개정전 차폐계수 적용	공단 제안값 적용	실측 대표값	
0118-151-036	280	144.55	-	터널(1.611m)
0117-151-005	146.4	157.23		토공(587m)+ 터널(480m)
계	426.4	301.78	317.9	2678m

측정 이후 관련 전문가 및 관계자 회의에서 나온 의견을 반영하여 공단이 제안한 수치로 전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준을 다음 표와 같이 개정 고시(2014.7.2.) 하였다.

[표 3-10] 터널 차폐계수 최종 도출안

대지저항률 ($\Omega \cdot m$) \backslash 터널의 길이 (m)	200 부터 1,000 까지	1,000 이상	
		입·출구 부터 1,000 까지	기 타
$\rho < 30$	0.594	0.539	0.226
$30 \leq \rho < 500$	0.591	0.531	0.215
$\rho \geq 500$	0.590	0.529	0.212

제4절 고가 차폐계수

개정전 고시에서는 터널과 같이 고가의 차폐계수도 대지저항 및 고가의 길이 별로 제시되어 있다. 개정전의 고가 차폐계수의 기술적 근거가 미약하고 80년대에 제정된 고시임을 감안할 때 현재 고가의 구조물에 의한 차폐효과 개선이 예상되어 공단의 제안을 터널과 같이 검토하기로 하였다.

호남선 개통기간이 얼마 남지 않은 시점에서 추가적으로 고가에 의한 차폐계수를 검증하는데 어려움이 있어 2009년 ETRI에서 오송역 인근 고가에서 측정한

데이터를 기반으로 검토하는 것으로 대체하였다.

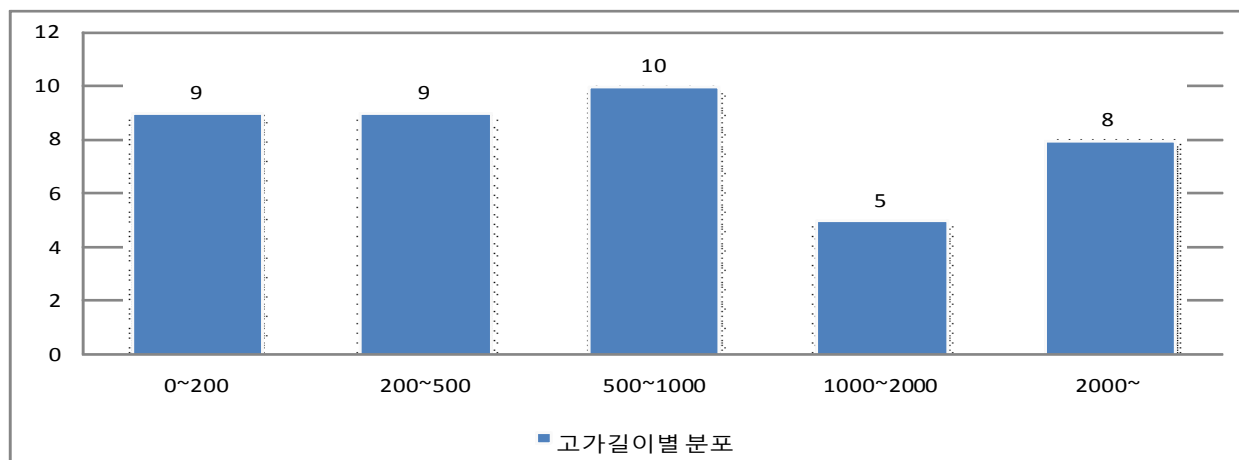
앞서도 언급했지만, 고속철도에 의한 유도전압을 높게 예측하는 경향이 있는 상황에서 터널과 다르게 고가의 제안값은 차폐계수가 다소 높아지기 때문에 이로 인한 영향 분석도 동시에 병행하여 전체적으로 고시 개정의 필요성을 검토하였다.

[표 3-11] 개정전 고시기준 및 철도공단 제안 비교

개정전 고시				철도시설공단 제안			
고가의 길이(m) 대지 고유저항 (Ω m)	500 내지 1,000	1,000이상		고가의 길이(m) 대지 고유저항 (Ω m)	200 내지 1,000	1,000이상	
		양단 500까지	기 타			양단 1000까지	기 타
$\rho \geq 250$	0.650	0.650	0.300	$\rho \geq 500$	0.630	0.600	0.508
$17 \leq \rho < 250$	0.665	0.665	0.330	$30 \leq \rho < 500$	0.633	0.606	0.519
$17 > \rho$	0.685	0.685	0.370	$30 > \rho$	0.641	0.621	0.543

전자통신연구원에서 과거 고가 근처에서 유도전압을 측정한 결과를 분석한 결과에 따르면, PIF(선대지잡음전압) 실험검증에 의한 고가 차폐계수 값이 개정전 고가길이 분류 중 '기타'에 해당하는 계수와 유사한 레벨을 나타내고 있어 고시 개정전의 계수가 타당하다는 검토의견을 제출하였다.

그러나 개정(안)의 경우 고가 길이에 대한 검토범위 변경(500m이상 → 200m이상)되어 고가 차폐계수 개정시, 2Km 이상 고가 8개가 변경된 계수값을 적용받아 예측계산값이 높아질수 있으나, 200 ~ 500m 길이의 고가 9개가 검토대상으로 추가되어 200 ~ 500m 길이의 고가 차폐계수 감소(약 1.0 → 0.6), 2km 이상 고가 "기타"에 해당하는 차폐계수가 증가(약 0.3 → 0.5)하여 대책하여야 하는 통신선 수의 변화는 적을 것으로 예상된다.



[그림 3-17] 호남고속철도 고가 길이별 분포

경부선 2단계 구간과 호남선 익산~광주/송정 구간의 고속철도 구조물 현황을 파악하여 비교한 결과 호남고속철도 익산 ~ 광주/송정 구간의 경우 토공 구간 37.7%, 고가(교량)구간 40.6%, 터널구간 18.1%로 고가가 상당부분 차지하였다.

[표 3-12] 호남선, 경부2단계 구간 구조물 현황 비교

구 분	호남선(익산~광주)		경부2단계	
	연장(비율)	개소	연장(비율)	개소
토 공	36,043m (37.7%)	—	37,710m (25.8%)	—
고 가	38,793m (40.6%)	41	25,544m (17.5%)	—
터 널	17,332m (18.1%)	17	82,993m (56.7%)	—
기 타	3,401m (3.6%)	2		—
계	95,569m		146,260 m	

고가의 경우 통신선과의 높이 관계에 따라 차폐효과의 차이가 있으며 대지고유저항과 고가의 길이 및 높이를 고려하여 실측검증을 할 경우 검증대상 고가 개소가 증가하여 현실적으로 검증이 어려운 측면이 있다.

이해 관계자(KT, 철도시설공단)간에 고가 차폐계수 개정(안)에 대한 이견이 없고, 터널 차폐계수와 같은 연구용역과제의 결과물로서 터널과 함께 대지

고유저항에 따른 분류의 변화($17 \rightarrow 30$, $250 \rightarrow 500$)가 있으므로 고시내의 대지저항 기준 일원화를 위해 철도공단의 연구결과 수용하여 함께 개정하는 것이 합리적이라고 판단하여 아래와 같이 개정안을 도출하였다.

[표 3-13] 고가 차폐계수 최종 도출안

고가의 길이 (m) 대지저항률 ($\Omega \cdot m$)	200 부터 1,000 까지	1,000 이상	
		입·출구부터 1,000 까지	기 타
$\rho < 30$	0.641	0.621	0.543
$30 \leq \rho < 500$	0.633	0.606	0.519
$\rho \geq 500$	0.630	0.600	0.508

제5절 결론

호남선 구간(익산~광주송정)에서 터널이 차지하는 비율은 약 18%, 고가(교량)이 차지하는 비율은 약 40%로 향후 호남선 구간에 개정된 차폐계수를 적용할 경우 약 10% 이상의 비용절감 효과(철도공단 추정 30%)가 발생할 것으로 추측된다. 또한, 익산~광주 구간 개통과 더불어 수서~평택 구간 등 향후에도 시행되는 유도대책에도 적용되는 점을 감안하면 효율적인 유도대책에 많은 부분을 기여할 것으로 기대된다.

계상터널에서의 측정은 단일 유도원(고속철도)에 의한 영향을 측정하기에 적절하지 않은 장소였다. 열차가 통과하지 않는 시간에도 측정되는 기본적인 전압이 존재하는 것으로 보아 주변 배전선 또는 급전선에 의한 영향일 가능성이 있는 것으로 보인다. 현행 고시기준은 배전선에 의한 영향과 고속철도에 의한 영향을 복합적으로 고려하지 못하는 문제가 상존해 있음을 알 수 있었다. 향후 측정에서는 이러한 배전선 및 급전소 등을 실험에 영향을 미칠 수 있는 장소에서의 측정은 각별한 주의가 필요하며 불가피하다면 근처

에 배전선과 고속철도에 의한 영향을 동시에 분석할 수 있도록 배전선에 의한 예측계산도 고려하여 측정결과와 비교하여야 할 것이다.

위에서 언급한대로 고시에 명시된 모든 범위의 대지 저항률을 반영하여 구조물의 길이별로 검증을 하지는 못했지만, 철도공단이 제안한 차폐계수는 관련기관과의 협의, 자체적인 이론검증 및 실험이 선행되어 있으므로, 본 측정으로 필요조건이 만족되는 수준에서 타당성이 있다는 결론을 내렸다.

개정안 대비표

[표 3-14] 전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준 개정안 신구조문 대비표

현행	개정안																																				
<p>[별표 7] 전철시설에 의한 유도전압 산출계수 적용방법(제5조제2항 관련)</p> <p>4. 단권 변압기 급전방식에서 적용되는 차폐계수 및 자료는 다음 각호와 같이 한다.</p> <p>가. "Amp·Km"는 ~ <중략> ~ 다도체계산법에 의한다.</p> <p>나. 타케도효과(K8)는 ~ <이하 생략></p> <p>다. 터널의 차폐계수(K₄)는 제3호 "라"목의 표의 내용중 터널의 길이 부분에서 수치 "500"을 "200"으로 조정하고 제시된 표의 값을 사용한다.</p> <p>< 신설 ></p> <p>라. 상기“가”목 내지“다”목 이외의 계수 및 자료에 대하여는 제1호 내지 제3호의 해당 항목을 적용한다.</p>	<p><현행과 같음></p> <p>다. 터널 차폐계수(K₄)</p> <table><tr><th rowspan="2">터널의 길이 (m) 대지저항률 (Ω·m)</th><th rowspan="2">200부터 1,000 까지</th><th colspan="2">1,000이상</th></tr><tr><th>입구부터 1,000 까지</th><th>기 타</th></tr><tr><td>ρ < 30</td><td>0.594</td><td>0.539</td><td>0.226</td></tr><tr><td>30 ≤ ρ < 500</td><td>0.591</td><td>0.531</td><td>0.215</td></tr><tr><td>ρ ≥ 500</td><td>0.590</td><td>0.529</td><td>0.212</td></tr></table> <p>라. 고가 차폐효과(K₆)</p> <table><tr><th rowspan="2">고가의 길이 (m) 대지저항률 (Ω·m)</th><th rowspan="2">200부터 1,000 까지</th><th colspan="2">1,000 이상</th></tr><tr><th>입구부터 1,000 까지</th><th>기 타</th></tr><tr><td>ρ < 30</td><td>0.641</td><td>0.621</td><td>0.543</td></tr><tr><td>30 ≤ ρ < 500</td><td>0.633</td><td>0.606</td><td>0.519</td></tr><tr><td>ρ ≥ 500</td><td>0.630</td><td>0.600</td><td>0.508</td></tr></table> <p>만. <현행과 같음></p>	터널의 길이 (m) 대지저항률 (Ω·m)	200부터 1,000 까지	1,000이상		입구부터 1,000 까지	기 타	ρ < 30	0.594	0.539	0.226	30 ≤ ρ < 500	0.591	0.531	0.215	ρ ≥ 500	0.590	0.529	0.212	고가의 길이 (m) 대지저항률 (Ω·m)	200부터 1,000 까지	1,000 이상		입구부터 1,000 까지	기 타	ρ < 30	0.641	0.621	0.543	30 ≤ ρ < 500	0.633	0.606	0.519	ρ ≥ 500	0.630	0.600	0.508
터널의 길이 (m) 대지저항률 (Ω·m)	200부터 1,000 까지			1,000이상																																	
		입구부터 1,000 까지	기 타																																		
ρ < 30	0.594	0.539	0.226																																		
30 ≤ ρ < 500	0.591	0.531	0.215																																		
ρ ≥ 500	0.590	0.529	0.212																																		
고가의 길이 (m) 대지저항률 (Ω·m)	200부터 1,000 까지	1,000 이상																																			
		입구부터 1,000 까지	기 타																																		
ρ < 30	0.641	0.621	0.543																																		
30 ≤ ρ < 500	0.633	0.606	0.519																																		
ρ ≥ 500	0.630	0.600	0.508																																		

제4장 결 론

금번 기술기준 연구를 토대로 『접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신 공동구등에 대한 기술기준』, 『전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술 기준』을 2014년 7월 2일 개정 고시하였다.

본 연구가 목표한 바에 따라, 구내통신설비 기술기준 개정으로 분기가 없는 모든 원룸형 주택까지 설치면제 적용 대상을 확대하여 5년간 20만호 공급에 소요되는 세대단자함 설치비용 약 293억이 절감될 것으로 예상되며, 전력유도 기술기준은 과거 일본의 기준 준용에서 벗어나 우리나라 환경에 맞는 터널 및 고가 차폐계수를 개정함으로써 기존 대비 약 10% 이상의 공사비 절감 효과가 있을 것으로 예상된다.

향후, POF 케이블 링크성능을 정확하게 측정하기 위한 연계 커넥터 및 사용전 검사를 위한 계측기 확보 문제를 해결하고, POF 케이블의 BER 시험 등을 통한 실제 데이터의 전송특성 시험의 추진이 필요한 것으로 보인다. 또한 터널·고가 차폐계수 외에도 전력유도전압 예측을 위한 다양한 파라미터의 준치 및 타당성에 대한 검토가 필요하며, 전력유도 관련 기술기준에서 충분히 고려하지 못하는 기유도전류 산출방법 등 민간(국가)표준과의 연계를 강화하여 보다 효율적인 전력유도대책이 시행될 수 있도록 지속적으로 노력해야 할 것으로 판단된다.

[참고문헌]

- [1] 미래창조과학부, <http://www.msip.go.kr>
- [2] 국립전파연구원, <http://www.rra.go.kr>
- [3] 국립국어원, <http://www.korean.go.kr>
- [4] 미래창조과학부, 『방송통신설비의 기술기준에 관한 규정』
- [5] 국토교통부, 『주택법』
- [6] 국토교통부, 『주택법 시행령』
- [7] 미래창조과학부고시, 『방송공동수신설비의 설치기준에 관한 고시』
- [8] 국립전파연구원고시, 『접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구등에 대한 기술기준』
- [9] 국립전파연구원고시, 『전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준』
- [10] KS C 8454, 합성수지제 휨(가요) 전선관
- [11] KS C 8455, 파상형 경질 폴리에틸렌 전선관
- [12] LH공사, 세대내 통신 배선 설계 방안 자료
- [13] 일본 전기통신협회, 유도 상·하권,
- [14] 전기철도 터널 및 고가구간 전력유도 예측계산 적용계수 개선 방안 연구, 한국철도시설공단, 2012.12.
- [15] ITU-T K.10, Low frequency interference due to unbalance about earth of telecommunication equipment 1996. 10
- [16] ITU-T K.68, Operator responsibilities in the management of electromagnetic interference by power systems on telecommunication systems, 2008. 4.
- [17] ITU-T, DIRETIVES concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from eletric power and electriified railway lines VOLUME IV INDUCING-CURRENTS AND VOLTAGES IN ELECTRIFED RAILWAY SYSTEMS, 1989

- [18] ITU-T, DIRETIVES concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from eletric power and electriified railway lines VOLUME II CALCULATING INDUCED VOLTAGES AND CURRENTS IN PRACTICAL CASES, 1999
- [19] IEEE Std 776-1992, Inductive coordination of eletric supply and commummunication lines, 1992

[부록 2-1]

POF 케이블 채널손실 시험 절차(안)

□ 개 요

- POF 케이블 채널손실 등 성능시험을 실시함에 있어 측정의 신뢰성 및 재현성을 확보하기 위함

□ 채널손실(Cutback Method) 시험절차(안)

- ① 케이블을 100m, 50m, 30m, 10m 단위로 절단하여 각각의 케이블 입사단에서 단위구간 손실시험을 3회 반복 측정한다.
- ② 측정기는 전원을 켜고 10분이상 안정화 상태에서 측정하고, 광섬유의 허용 곡률반경을 감안하여 가능한 일정한 곡률을 유지하고, 충격이나 진동 등 움직임이 없도록 한다.
- ③ 케이블과 광원 및 광파워미터를 상호 연결하고 매 측정 시 케이블을 장비에 접속하기 전에 양단 패들 단면에 이물질이 묻지 않도록 클리너 등으로 이물질을 제거한다.
- ④ 케이블 100m에 대한 채널손실 값을 측정하고 기록한다.
- ⑤ 케이블의 중간 길이 지점인 50m로 절단한 후 커넥터를 이용하여 두 케이블을 접속하고, ④번의 100m의 채널손실 값과 ⑤번의 접속된 100m의 채널손실 값의 차를 계산하고 이를 커넥터 접속손실로 기록한다.
- ⑥ 50m 지점의 접속 커넥터를 제거하고, 한 쪽 방향의 50m 케이블을 분리하고 나머지 50m 케이블을 이용하여 측정한다.
- ⑦ 케이블 50m에 대한 채널 손실 값을 측정하고 기록한다.
- ⑧ 케이블의 한 쪽 끝에서 30m 지점을 절단한 후 30m 및 20m 케이블에 대한 각각의 채널손실을 측정하고 기록한다.
- ⑨ 20m 케이블에 대하여 10m 지점을 절단한 후 10m 케이블에 대한 채널손실을 측정하고 기록한다.

[부록 2-2]

POF케이블 채널손실 3차 세부시험 결과

□ Reference 구간 이용 측정

Reference 구간 이용 시험		미디어컨버터		제작 광원	
		광원 광파워 [P, dBm]	-7.59	광원 광파워 [P, dBm]	-8.142
		어댑터 삽입 후 [P1, dBm]	-8.91	어댑터 삽입 후 [P1, dBm]	-9.467
		어댑터 손실 [P-P1, dB]	1.32	어댑터 손실 [P-P1, dB]	1.325
POF Cable 길이	측정횟수	측정값 [P2, dBm]	광 손실 (P1 - P2)	측정값 [P2, dBm]	광 손실 (P1 - P2)
10 m	1	-13.95	5.04	-15.75	6.29
	2		5.08		6.29
	3		5.01		6.29
	4		5.02		6.12
	5		5.08		6.14
	평균	-13.95	5.05	-15.69	6.23
15 m	1	-15.53	6.63	-16.86	7.39
	2		6.79		7.44
	3		6.86		7.43
	4		6.65		7.40
	5		6.77		7.39
	평균	-15.64	6.74	-16.88	7.41
30 m	1	-19.11	10.21	-20.34	10.87
	2		10.64		11.40
	3		10.26		11.42
	4		10.59		10.81
	5		10.60		11.33
	평균	-19.36	10.46	-20.63	11.17
50 m	1	-22.82	13.92	-23.75	14.28
	2		13.54		13.67
	3		13.52		14.13
	4		13.69		14.06
	5		13.52		14.36
	평균	-22.54	13.64	-23.57	14.10

□ 직접 연결 측정

Reference 구간 이용 시험		미디어컨버터		제작 광원	
		광원 광파워 [P, dBm]	-7.65	광원 광파워 [P, dBm]	-9.233
POF Cable 길이	측정횟수	측정값 [P2, dBm]	광 손실 (P - P2)	측정값 [P2, dBm]	광 손실 (P - P2)
10 m	1	-10.97	3.32	-12.67	3.44
	2	-11.02	3.37	-12.93	3.70
	3	-11.10	3.45	-12.75	3.52
	4	-10.94	3.29	-13.00	3.76
	5	-11.15	3.50	-12.75	3.51
	평균	-11.04	3.39	-12.82	3.59
15 m	1	-13.26	5.61	-14.85	5.62
	2	-13.18	5.53	-14.88	5.65
	3	-13.30	5.65	-14.71	5.48
	4	-13.06	5.41	-14.67	5.44
	5	-13.31	5.66	-14.68	5.45
	평균	-13.22	5.57	-14.76	5.53
30 m	1	-17.31	9.66	-19.11	9.88
	2	-17.02	9.37	-18.97	9.74
	3	-16.99	9.34	-18.64	9.41
	4	-17.18	9.53	-18.59	9.35
	5	-17.21	9.56	-19.00	9.77
	평균	-17.14	9.49	-18.86	9.63
50 m	1	-21.23	13.58	-22.74	13.51
	2	-21.20	13.55	-22.78	13.55
	3	-21.63	13.98	-22.36	13.13
	4	-21.52	13.87	-22.40	13.17
	5	-21.63	13.98	-22.40	13.17
	평균	-21.44	13.79	-22.54	13.30

[부록3-1]

유도전압 예측계산서

유도전압 예측 계산서(총괄)

통신선로 관리번호: 0118_151_036

금 전 구간 번호: 18

관련 이력도 번호: 0118_151_036

회선 평행도(λ): 52.00 [dB]

시설 관리 기관: KT

통신 선로 명: C3

잡음 경감률: 0.40

Page: 1/11

대지 고유 지장 p Ωm	A 구간 번호	단위 계산 구간 번호	병행 거리 ℓ (Km)	수평 이격거리 (m)		상호 인덕티스 (μH/Km)		M · ℓ (μH)		K								M · ℓ · K (μH)		지락시유도위험전압						상시유도불전압				유도잡음전압				비 고
				b1	b2	M	Mn	M · ℓ	Mn · ℓ	K3	K3n	K4	K6	K7	K8	부하 위치	Aassu (mV/μH)	Vassu (V)	부하 위치	Aids (mV/μH)	Vids (V)	부하 위치	Ands (mV/μH)	Vnds (mV)										
700.000	2	1	0.141	996.000	975.000	220.356	49.965	31.070	7.037	0.100	0.060	0.775	1.000	1.000	1.000	0.922	2.220	0.209	0.209	5	714.599	1.506	7 U	114.971	0.255	6 U	190.422	0.040						
700.000	3	2	0.095	975.000	962.000	223.215	51.400	21.205	4.883	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.922	1.075	0.103	0.103		896.897	0.964	7 D	144.416	0.155	6 D	222.555	0.023						
700.000	3	3	0.237	962.000	970.000	223.640	51.623	53.003	12.235	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.922	2.688	0.268	0.268		896.897	2.411		144.416	0.388		222.555	0.058						
700.000	3	4	0.240	970.000	982.000	221.108	50.297	53.066	12.071	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.922	2.691	0.255	0.255		896.897	2.414		144.416	0.389		222.555	0.057						
700.000	3	5	0.221	982.000	963.000	221.688	50.606	48.995	11.184	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.922	2.485	0.236	0.236		896.897	2.228		144.416	0.359		222.555	0.053						
700.000	3	6	0.076	963.000	877.000	231.782	55.033	17.615	4.256	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.922	0.893	0.090	0.090		896.897	0.901		144.416	0.129		222.555	0.020						
700.000	3	7	0.062	877.000	700.000	258.085	71.459	23.745	6.574	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.922	1.204	0.139	0.139		896.897	1.080		144.416	0.174		222.555	0.031						
700.000	3	8	0.012	700.000	674.000	281.511	86.352	3.378	1.096	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.922	0.171	0.022	0.022		895.897	0.154		144.416	0.025		222.555	0.005						
700.000	4	9	0.090	674.000	483.000	312.600	108.070	28.134	9.726	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.922	1.427	0.205	0.205		949.083	1.354		145.200	0.207		224.072	0.046						
700.000	4	10	0.177	483.000	319.000	379.457	159.381	67.164	28.212	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.922	3.406	0.595	0.595		949.083	3.232		145.200	0.495		224.072	0.134						
700.000	4	11	0.230	319.000	244.000	444.547	213.936	102.245	49.205	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.922	5.185	1.038	1.038		949.083	4.921		145.200	0.753		224.072	0.234						
ΣV																						21.146				3.328			0.700					

* 이 출력값은 한국철도시설공단 소유의 KHRCAL-U PLUS 프로그램에 의한 것임

유도전압 예측 계산서(총괄)

통신선로 관리번호: 0116_137_023

급전 구간 번호: 16

시설 관리 기관: KT

관련 이격도 번호: 0116_137_023

통신 선로 명: C121

회선 평행도(λ): 52.00 [dB]

잡음 경감률: 0.40 Page: 5/55

대지 고유 지향 p Qm	A 구간 번호	단위 계산 구간 번호	병행 거리 f (Km)	수평 이격거리 (m)		상호 인덕턴스 ($\mu\text{H}/\text{Km}$)		M · f (μH)		K						M · f · K (μH)	Mn · f · Kn (μH)	지락시유도위험전압			상시유도품질전압			유도잡음전압			비 고				
				b1	b2	M	Mn	M · f	Mn · f	K3	K3n	K4	K6	K7	K8	부하 위치	Aassu (mV/ μH)	Vassu (V)	부하 위치	Aids (mV/ μH)	Vids (V)	부하 위치	Ands (mV/ μH)	Vnds (mV)							
300.000	39	73	0.022	900.000	965.000	162.403	24.722	3.573	0.544	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	1.000	0.197	0.018	269.302	0.053		42.373	0.008		93.848	0.002					
																	ΣV		19.558					4.478				1.915			

* 이 출력물은 한국철도시설공단 소유의 KHRCAL-U PLUS 프로그램에 의한 것임

유도전압 예측 계산서(총괄)

통신선로 관리번호: 0116_137_023

급전 구간 번호: 16

관련 이력도 번호: 0116_137_023

회선 평행도(λ): 52.00 [dB]

시설관리기관: KT

통신 선로명: C121

잡음 경감률: 0.40

Page: 4/55

대지 고유 지형 도 Qm	A 구간 번호	단위 계산 구간 번호	병행 거리 L (Km)	수평 이격거리 (m)		상호 인덕턴스 (μH/Km)		M · L (μH)		K								M · L · K (μH)	지락시유도위험전압				상시유도종전압				유도점음전압		비 고																					
				b1	b2	M	Mn	M · L · Mn · L	K3n	K4	K6	K7	K8	부하 위치	Aassu (mV/μH)	Vassu (V)	부하 위치	Aids (mV/μH)	Vids (V)	부하 위치	Ards (mV/μH)	Vnds (mV)																												
300.000	38	55	0.040	640.000	644.000	221.163	50.324	8.847	2.013	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.487	0.066	269.302	0.131			42.373	0.021		93.848	0.006																								
300.000	39	56	0.066	644.000	644.000	220.654	50.063	1.324	0.300	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.073	0.010	269.302	0.020			42.373	0.003		93.848	0.001																								
300.000	39	57	0.040	644.000	656.000	219.132	49.272	8.765	1.971	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.482	0.065	269.302	0.130			42.373	0.020		93.848	0.006																								
300.000	39	58	0.043	656.000	660.000	217.127	49.244	9.336	2.074	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.514	0.068	269.302	0.139			42.373	0.022		93.848	0.006																								
300.000	39	59	0.042	660.000	664.000	216.137	47.740	9.078	2.005	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.499	0.066	269.302	0.134			42.373	0.021		93.848	0.006																								
300.000	39	60	0.074	664.000	668.000	215.153	47.243	15.921	3.496	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.876	0.115	269.302	0.236			42.373	0.037		93.848	0.011																								
300.000	39	61	0.043	668.000	670.000	214.420	45.874	9.220	2.016	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.507	0.067	269.302	0.137			42.373	0.021		93.848	0.006																								
300.000	39	62	0.050	670.000	676.000	213.450	46.388	10.673	2.319	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.587	0.077	269.302	0.158			42.373	0.025		93.848	0.007																								
300.000	39	63	0.044	676.000	679.000	212.366	45.848	9.344	2.017	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.514	0.067	269.302	0.138			42.373	0.022		93.848	0.006																								
300.000	39	64	0.043	679.000	681.000	210.580	44.966	9.055	1.934	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.488	0.064	269.302	0.134			42.373	0.021		93.848	0.006																								
300.000	39	65	0.042	691.000	710.000	206.964	43.209	8.692	1.815	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.478	0.060	269.302	0.129			42.373	0.020		93.848	0.006																								
300.000	39	66	0.017	710.000	736.000	201.894	40.804	3.432	0.684	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.189	0.023	269.302	0.051			42.373	0.008		93.848	0.002																								
300.000	39	67	0.009	736.000	755.000	196.986	38.552	1.773	0.347	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.098	0.011	269.302	0.026			42.373	0.004		93.848	0.001																								
300.000	39	68	0.018	755.000	789.000	191.460	36.103	3.446	0.650	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.190	0.021	269.302	0.051			42.373	0.008		93.848	0.002																								
300.000	39	69	0.018	769.000	829.000	184.119	32.985	3.314	0.594	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.182	0.020	269.302	0.049			42.373	0.008		93.848	0.002																								
300.000	39	70	0.023	829.000	852.000	178.180	30.575	4.098	0.703	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.225	0.023	269.302	0.061			42.373	0.010		93.848	0.002																								
300.000	39	71	0.021	852.000	881.000	173.499	28.756	3.643	0.604	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.200	0.020	269.302	0.054			42.373	0.008		93.848	0.002																								
300.000	39	72	0.041	881.000	900.000	169.327	27.188	6.942	1.115	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.392	0.037	269.302	0.103			42.373	0.016		93.848	0.003																								
ΣV																																																		

* 이 출력물은 한국철도시설공단 소유의 KIRCAL-U PLUS 프로그램에 의한 것임

유도전압 예측 계산서(총괄)

통신선로 관리번호: 0116_137_023

급전 구간 번호: 16

관련 이력도 번호: 0116_137_023

회선 평행도(λ): 52.00 [dB]

시설 관리 기관: KT

통신 선로 명: C121

잡음 경감률: 0.40

Page: 3/55

다지 고유 저항 p Ωm	A 구간 번호	단위 계산 구간 번호	병행 거리 ℓ (km)	수평 이격거리 (m)		상호 인덕턴스 (μH/km)		M · ℓ (μH)		K						M · ℓ · K (μH)	Mn · ℓ · Kn (μH)	지락시유도위험전압				상시유도전압				유도점음전압				비 고
				b1	b2	M	Mn	M · ℓ	Mn · ℓ	K3	K3n	K4	K6	K7	K8	부하 위치	Aasu (mV/μH)	Vasu (V)	부하 위치	Aids (mV/μH)	Vids (V)	부하 위치	Ands (mV/μH)	Vnds (mV)						
300.000	38	37	0.039	467.000	465.000	275.337	82.282	10.738	3.209	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.591	0.108		433.924	0.256		92.464	0.055		173.490	0.018				
300.000	38	38	0.037	465.000	464.000	275.710	82.538	10.201	3.054	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.561	0.101		433.924	0.243		92.464	0.052		173.490	0.018				
300.000	38	39	0.050	464.000	460.000	276.833	83.261	13.842	4.163	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.761	0.137		433.924	0.330		92.464	0.070		173.490	0.024				
300.000	38	40	0.021	460.000	475.000	274.787	81.925	5.771	1.720	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.317	0.057		433.924	0.138		92.464	0.029		173.490	0.010				
300.000	38	41	0.019	475.000	483.000	270.577	79.200	5.141	1.505	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.283	0.050		433.924	0.123		92.464	0.026		173.450	0.009				
300.000	38	42	0.038	483.000	502.000	265.796	76.155	10.100	2.894	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.556	0.095		433.924	0.241		92.464	0.051		173.490	0.017				
300.000	38	43	0.059	502.000	530.000	257.817	71.185	15.211	4.200	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.837	0.139		433.924	0.363		92.464	0.077		173.490	0.024				
300.000	38	44	0.063	530.000	547.000	250.538	66.772	8.789	2.337	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.482	0.077		433.924	0.209		92.464	0.045		173.490	0.013				
300.000	38	45	0.049	547.000	562.000	245.531	63.843	12.033	3.128	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.662	0.103		433.924	0.287		92.464	0.061		173.490	0.018				
300.000	38	46	0.010	562.000	558.000	243.911	62.868	2.439	0.629	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.134	0.021		433.924	0.058		92.464	0.012		173.490	0.004				
300.000	38	47	0.040	559.000	563.000	243.761	62.781	9.750	2.511	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.536	0.083		433.924	0.233		92.464	0.050		173.490	0.014				
300.000	38	48	0.048	563.000	579.000	240.644	60.985	11.551	2.927	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.635	0.097		433.924	0.276		92.464	0.059		173.490	0.017				
300.000	38	49	0.048	579.000	602.000	235.028	57.811	11.281	2.775	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.620	0.092		433.924	0.269		92.464	0.057		173.490	0.016				
300.000	38	50	0.033	602.000	617.000	229.747	54.899	7.582	1.812	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.417	0.060		433.924	0.181		92.464	0.039		173.490	0.010				
300.000	38	51	0.038	617.000	631.000	225.852	52.799	8.582	2.006	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.472	0.066		433.924	0.205		92.464	0.044		173.490	0.012				
300.000	38	52	0.034	631.000	634.000	223.616	51.610	7.603	1.755	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.418	0.059		433.924	0.181		92.464	0.039		173.490	0.010				
300.000	38	53	0.025	634.000	637.000	222.836	51.200	5.571	1.280	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.306	0.042		433.924	0.133		92.464	0.028		173.490	0.007				
300.000	39	54	0.026	637.000	640.000	222.061	50.793	6.218	1.422	0.100	0.060	0.550	1.000	1.000	1.000	0.342	0.047		269.302	0.092		42.373	0.014		93.848	0.004				
ΣV																														

* 이 출력물은 한국철도시설공단 소유의 KHRCAL-U PLUS 프로그램에 의한 것임

유도전압 예측 계산서(총괄)

통신선로 관리번호: 0116_137_023

급전 구간 번호: 16

시설 관리 기관: KT

관련 이격도 번호: 0116_137_023

통신 선로 명: C121

회선 평행도(λ): 52.00 [dB]

잡음 경감률: 0.40

Page: 2/55

매지 고유 지향 ρ Ωm	A 구간 번호	단위 계산 구간 번호	병행 거리 l (Km)	수평 이격거리 (m)		상호 인덕턴스 (μH/Km)		M · l (μH)		K						M · l · K (μH)	Mn · l · Kn (μH)	지락시유도위험전압				상시유도중전압				유도점음전압				비 고
				b1	b2	M	Mn	M · l	Mn · l	K3	K3n	K4	K6	K7	K8	부하 위치	Aassu (mV/μH)	Vassu (V)	부하 위치	Aids (mV/μH)	Vids (V)	부하 위치	Ands (mV/μH)	Vrds (mV)						
300,000	37	19	0.001	329,000	330,000	337,011	126,007	0.337	0.126	0.100	0.060	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	0.026	0.006	460,857	0.012		115,067	0.003		210,995	0.001				
300,000	37	20	0.039	330,000	335,000	335,103	124,555	13,069	4,858	0.100	0.060	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	1.013	0.226	460,857	0.467		115,067	0.117		210,995	0.048				
300,000	37	21	0.041	335,000	354,000	328,742	119,782	13,478	4,911	0.100	0.060	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	1.045	0.228	460,857	0.481		115,067	0.120		210,995	0.048				
300,000	37	22	0.036	354,000	368,000	320,342	113,566	11,532	4,088	0.100	0.060	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	0.894	0.190	460,857	0.412		115,067	0.103		210,995	0.040				
300,000	37	23	0.016	368,000	375,000	315,213	109,824	5,043	1,757	0.100	0.060	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	0.391	0.082	460,857	0.180		115,067	0.045		210,995	0.017				
300,000	38	24	0.022	375,000	383,000	311,654	107,252	6,856	2,360	0.100	0.060	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	0.377	0.078	433,924	0.164		92,464	0.035		173,490	0.014				
300,000	38	25	0.037	383,000	375,000	311,654	107,252	11,531	3,968	0.100	0.060	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	0.634	0.131	433,924	0.275		92,464	0.059		173,490	0.023				
300,000	38	26	0.009	375,000	373,000	314,015	108,955	2,826	0,981	0.100	0.060	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	0.155	0.032	433,924	0.067		92,464	0.014		173,490	0.006				
300,000	38	27	0.027	373,000	365,000	316,418	110,699	8,543	2,969	0.100	0.060	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	0.470	0.099	433,924	0.204		92,464	0.043		173,490	0.017				
300,000	38	28	0.034	365,000	360,000	319,591	113,014	10,866	3,842	0.100	0.060	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	0.598	0.127	433,924	0.259		92,464	0.055		173,490	0.022				
300,000	38	29	0.042	360,000	362,000	320,331	113,557	13,454	4,769	0.100	0.060	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	0.740	0.157	433,924	0.321		92,464	0.068		173,490	0.027				
300,000	38	30	0.030	362,000	361,000	319,836	113,205	9,595	3,396	0.100	0.060	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	0.528	0.112	433,924	0.228		92,464	0.049		173,490	0.020				
300,000	38	31	0.032	361,000	358,000	321,076	114,104	10,274	3,651	0.100	0.060	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	0.565	0.120	433,924	0.245		92,464	0.052		173,490	0.021				
300,000	38	32	0.023	358,000	372,000	318,372	112,124	7,323	2,579	0.100	0.060	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	0.403	0.085	433,924	0.175		92,464	0.037		173,490	0.015				
300,000	38	33	0.030	372,000	396,000	309,350	105,602	9,280	3,168	0.100	0.060	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	0.510	0.105	433,924	0.221		92,464	0.047		173,490	0.018				
300,000	38	34	0.028	396,000	416,000	299,473	98,612	8,385	2,761	0.100	0.060	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	0.461	0.091	433,924	0.200		92,464	0.043		173,490	0.016				
300,000	38	35	0.048	416,000	452,000	287,782	90,572	13,814	4,347	0.100	0.060	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	0.760	0.143	433,924	0.330		92,464	0.070		173,490	0.025				
300,000	38	36	0.051	452,000	467,000	277,782	83,896	14,167	4,278	0.100	0.060	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	0.779	0.141	433,924	0.338		92,464	0.072		173,490	0.025				
ΣV																														

* 이 출력물은 한국철도시설공단 소유의 KHRCAL-U PLUS 프로그램에 의한 것임

유도전압 예측 계산서(총괄)

통신선로 관리번호: 0116_137_023

급 전 구간 번호: 16

시설 관리 기관: KT

관련 이력도 번호: 0116_137_023

통신 선로 명: C121

회선 평행도(λ): 52.00 [dB]

잡 음 경 감 률: 0.40

Page: 1/55

대지 고유 지향 P Ωm	A 구간 번호	단위 계산 구간 번호	병행 거리 l (km)	수평 이격거리 (m)		상호 인덕턴스 (μH/Km)		M · l (μH)		K								M · l · K (μH)	Mn · l · Kn (μH)	지각시유도위험전압				상시유도중전압				유도점음전압				비 고	
				b1	b2	M	Mn	M · l	Mn · l	K3	K3n	K4	K6	K7	K8	Aesu (mV/μH)	Vesu (V)	부하 위치	Aids (mV/μH)	Vids (V)	부하 위치	Ands (mV/μH)	Vnds (mV)										
300,000	36	1	0.006	985,000	870,000	163,277	25,061	0.990	0.150	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	0.098	488,673	0.046	40 U	118,650	0.012	39 U	215,396	0.002									
300,000	36	2	-0.008	870,000	736,000	185,452	33,620	1.113	0.202	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	0.111	488,673	-0.052	40 D	118,650	-0.013	39 D	215,396	-0.003									
300,000	36	3	0.008	736,000	620,000	212,445	45,972	1.700	0.368	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	0.170	488,673	0.080		118,650	0.020		215,396	0.005									
300,000	36	4	0.023	620,000	526,000	240,234	60,815	5.525	1.399	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	0.553	488,673	0.259		118,650	0.066		215,396	0.018									
300,000	36	5	0.020	526,000	460,000	265,725	76,143	5.315	1.523	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	0.531	488,673	0.249		118,650	0.063		215,396	0.020									
300,000	36	6	0.050	460,000	379,000	293,947	94,830	14.697	4.742	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	1.470	488,673	0.689		118,650	0.174		215,396	0.062									
300,000	36	7	0.069	379,000	253,000	345,486	132,605	23.839	9.150	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	2.384	488,673	1.117		118,650	0.283		215,396	0.119									
300,000	36	8	-0.029	253,000	108,000	453,102	221,533	13,140	6.424	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	1.314	488,673	-0.616		118,650	-0.156		215,396	-0.083									
300,000	36	9	0.095	108,000	76,000	576,894	333,644	54.805	31.666	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	5.480	488,673	2.569		118,650	0.650		215,396	0.412									
300,000	36	10	0.094	76,000	138,000	549,725	308,409	51.674	28.990	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	5.167	488,673	2.422		118,650	0.619		215,396	0.376									
300,000	36	11	-0.004	138,000	233,000	444,756	214,172	1.779	0.857	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	0.178	488,673	-0.083		118,650	-0.021		215,396	-0.011									
300,000	36	12	0.003	233,000	318,000	369,666	151,489	1.109	0.454	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	0.111	488,673	0.052		118,650	0.013		215,396	0.006									
300,000	36	13	0.035	318,000	339,000	337,000	125,992	11.795	4.410	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	1.179	488,673	0.553		118,650	0.140		215,396	0.057									
300,000	36	14	0.031	339,000	322,000	336,210	125,394	10.423	3.887	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	1.042	488,673	0.488		118,650	0.124		215,396	0.050									
300,000	36	15	0.024	322,000	312,000	343,738	131,127	8.250	3.147	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	0.825	488,673	0.387		118,650	0.098		215,396	0.041									
300,000	36	16	0.016	312,000	319,000	344,594	131,783	5.514	2.109	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	0.551	488,673	0.258		118,650	0.085		215,396	0.027									
300,000	37	17	0.027	319,000	330,000	398,508	127,885	9.167	3.453	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	0.710	488,673	0.327		115,067	0.082		210,995	0.034									
300,000	37	18	0.040	330,000	328,000	336,463	125,592	13.459	5.024	0.100	0.060	1,000	1,000	1,000	1,000	1.043	488,673	0.481		115,067	0.120		210,995	0.050									
ΣV																																	

* 이 출력물은 한국철도시설공단 소유의 KHRCAL-U PLUS 프로그램에 의한 것임

대책후 예측계산서

유도전압 예측 계산서(총괄)

통신선로 관리번호: 0117_151_005

급전 구간 번호: 17

관련 이격도 번호: 0117_151_005

회선 평행도(λ): 52.00 [dB]

시설 관리 기관: KT

통신 선로 명: C3

잡음 경관률: 0.40

Page: 1/11

대지 고유 지형 P Ωm	A 구간 번호	단위 계산 구간 번호	병행 거리 ℓ (km)	수평 이격거리 (m)		상호 인덕턴스 (μH/km)		M · ℓ (μH)		K								M · ℓ · K (μH)	Mn · ℓ · Kn (μH)	지락시유도위험전압				상시유도중전압				유도잡음전압				비 고						
				b1	b2	M	Mn	M · ℓ	Mn · ℓ	K3	K3n	K4	K6	K7	K8	부하 위치	Aasu (mV/μH)	Vasu (V)	부하 위치	Aids (mV/μH)	Vids (V)	부하 위치	Ands (mV/μH)	Vnds (mV)														
260.000	3	1	-0.007	1013.000	1003.000	140.514	17.858	0.984	0.125	1.000	0.600	0.550	1.000	0.850	1.000	0.460	0.035	6	1604.009	-0.738	10 U	253.321	-0.116	2 U	128.959	-0.005												
260.000	3	2	-0.005	1003.000	994.000	141.866	18.236	0.709	0.091	1.000	0.600	0.550	1.000	0.750	1.000	0.293	0.023		1604.009	-0.469	10 D	253.321	-0.074	2 D	128.959	-0.003												
260.000	3	3	0.115	994.000	945.000	146.120	19.473	16.804	2.239	1.000	0.600	0.550	1.000	0.750	1.000	6.932	0.554		1604.009	11.116		253.321	1.756		128.959	0.072												
260.000	3	4	-0.003	945.000	923.000	151.533	21.116	0.455	0.063	1.000	0.600	0.550	1.000	1.000	1.000	0.250	0.021		1604.009	-0.401		253.321	-0.063		128.959	-0.003												
260.000	3	5	0.095	923.000	922.000	153.274	21.538	14.561	2.046	1.000	0.600	0.550	1.000	1.000	1.000	8.009	0.675		1604.009	12.846		253.321	2.029		128.959	0.087												
260.000	3	6	0.038	922.000	932.000	152.633	21.461	5.900	0.816	1.000	0.600	0.550	1.000	0.850	1.000	2.712	0.229		1604.009	4.349		253.321	0.687		128.959	0.030												
260.000	3	7	0.026	932.000	940.000	151.217	21.016	3.932	0.546	1.000	0.600	0.550	1.000	0.850	1.000	1.838	0.153		1604.009	2.948		253.321	0.466		128.959	0.020												
260.000	3	8	0.026	940.000	947.000	150.051	20.654	3.901	0.537	1.000	0.600	0.550	1.000	1.000	1.000	2.146	0.177		1604.009	3.442		253.321	0.544		128.959	0.023												
260.000	2	9	0.086	947.000	971.000	147.684	19.934	12.701	1.714	1.000	0.600	0.775	1.000	1.000	1.000	9.843	0.797		2637.657	25.963		408.529	4.021		140.791	0.113												
260.000	2	10	0.114	971.000	966.000	146.252	19.505	16.673	2.224	1.000	0.600	0.775	1.000	1.000	1.000	12.921	1.034		2637.657	34.082		408.529	5.279		140.791	0.146												
700.000	1	11	0.049	966.000	965.000	223.641	51.629	10.958	2.530	1.000	0.600	1.000	1.000	1.000	1.000	10.958	1.518		2881.740	31.579		444.759	4.874		297.861	0.454												
700.000	1	12	0.243	965.000	992.000	221.528	50.517	53.831	12.276	1.000	0.600	1.000	1.000	1.000	1.000	53.831	7.365		2881.740	155.128		444.759	23.942		297.861	2.204												
700.000	1	13	0.242	992.000	993.000	219.276	49.348	53.065	11.942	1.000	0.600	1.000	1.000	1.000	1.000	53.065	7.165		2881.740	152.919		444.759	23.601		297.861	2.144												
700.000	1	14	0.048	993.000	993.000	219.111	49.263	10.517	2.365	1.000	0.600	1.000	1.000	1.000	1.000	10.517	1.419		2881.740	30.308		444.759	4.678		297.861	0.425												
ΣV																			463.074			71.621			5.708													

* 이 출력값은 한국철도시설공단 소유의 KHRCAL-U PLUS 프로그램에 의한 것임

유도전압 예측 계산서(총괄)

통신선로 관리번호: 0118_151_036

급전 구간 번호: 18

관련 이력도 번호: 0118_151_036

회선 평행도(λ): 52.00 [dB]

시설관리기관: KT

통신선로명: C3

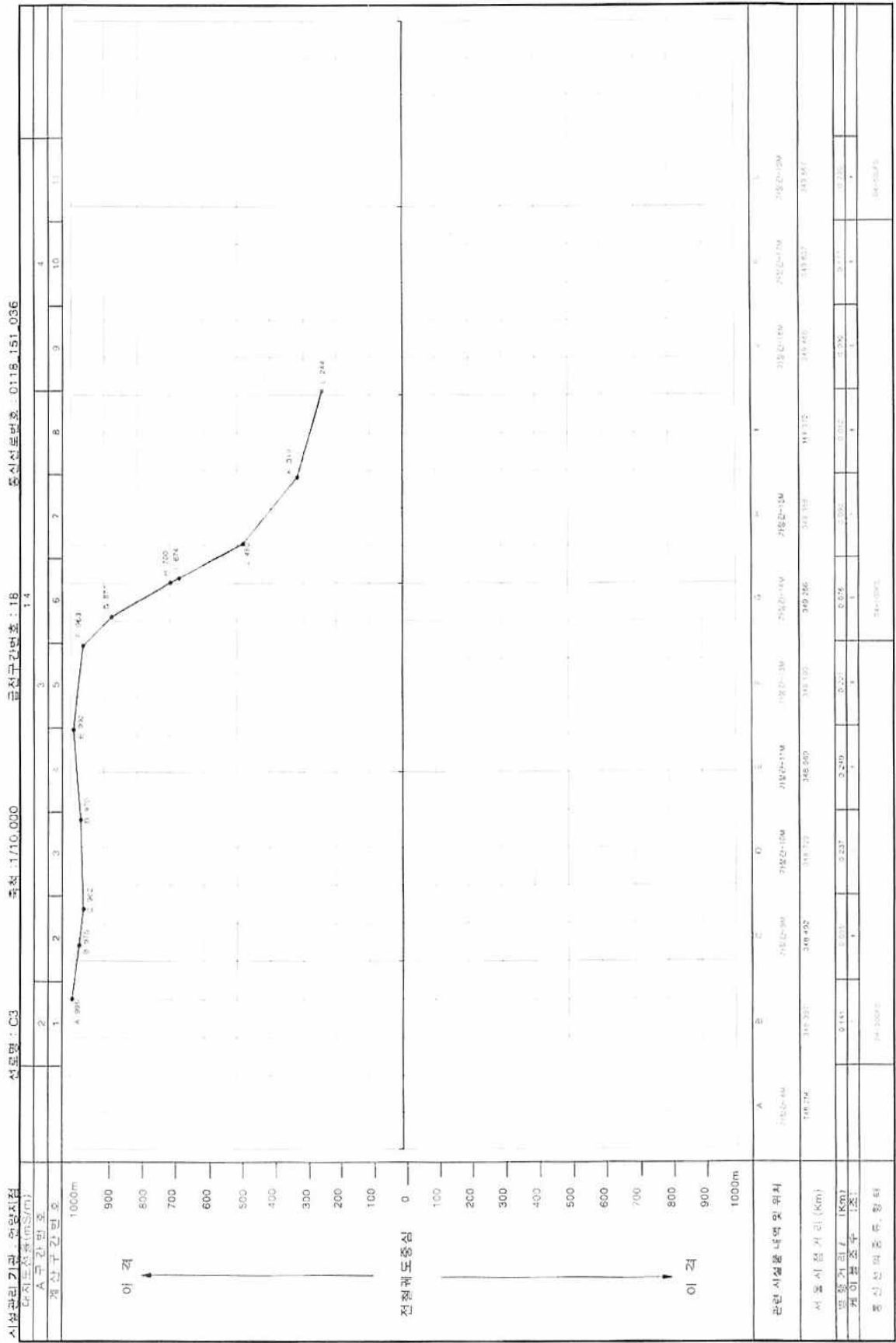
장음 경감률: 0.40

Page: 1/11

대지 고유 지형 p Ωm	A 구간 번호	단위 계산 구간 번호	병행 거리 ℓ (Km)	수평 이격거리 (m)		심호 인덕턴스 (μH/Km)	M · ℓ (μH)		K								M · ℓ · K (μH)		Mn · ℓ · Kn (μH)	지각시유도위험전압						상시유도중전압						유도잡음전압				비 고																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				b1	b2		M	Mn	M · ℓ	Mn · ℓ	K3	K3n	K4	K6	K7	K8	부하 위치	Aassu (mV/μH)		Vassu (V)	부하 위치	Ads (mV/μH)	Vids (V)	부하 위치	Ands (mV/μH)	Vnds (mV)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
700.000	2	1	0.141	986.000	975.000	220.356	49.905	31.070	7.037	1.000	0.600	0.775	1.000	1.000	1.000	24.079	3.272	5	714.599	17.207	7 U	114.971	2.768	6 U	196.422	0.626																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
700.000	3	2	0.095	975.000	962.000	223.215	51.400	21.205	4.893	1.000	0.600	0.550	1.000	1.000	1.000	11.663	1.611		896.897	10.461	7 D	144.416	1.684	6 D	222.555	0.360																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
700.000	3	3	0.237	962.000	970.000	223.640	51.623	53.003	12.235	1.000	0.600	0.550	1.000	1.000	1.000	29.151	4.037		896.897	26.146		144.416	4.210		222.555	0.903																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
700.000	3	4	0.240	970.000	982.000	221.108	50.297	53.066	12.071	1.000	0.600	0.550	1.000	1.000	1.000	29.186	3.983		896.897	26.177		144.416	4.215		222.555	0.891																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
700.000	3	5	0.221	982.000	963.000	221.698	50.606	46.995	11.164	1.000	0.600	0.550	1.000	1.000	1.000	26.947	3.691		896.897	24.169		144.416	3.892		222.555	0.825																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
700.000	3	6	0.076	963.000	877.000	231.782	56.033	17.615	4.259	1.000	0.600	0.550	1.000	1.000	1.000	9.688	1.405		896.897	8.690		144.416	1.399		222.555	0.314																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
700.000	3	7	0.092	877.000	700.000	258.095	71.459	23.745	6.574	1.000	0.600	0.550	1.000	1.000	1.000	13.060	2.169		896.897	11.713		144.416	1.885		222.555	0.485																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
700.000	3	8	0.012	700.000	674.000	281.511	86.352	3.378	1.036	1.000	0.600	0.550	1.000	1.000	1.000	1.859	0.342		896.897	1.666		144.416	0.268		222.555	0.076																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
700.000	4	9	0.090	674.000	483.000	312.600	108.070	26.134	9.726	1.000	0.600	0.550	1.000	1.000	1.000	15.474	3.210		949.083	14.686		145.200	2.247		224.072	0.723																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
700.000	4	10	0.177	483.000	319.000	379.457	159.391	67.164	28.212	1.000	0.600	0.550	1.000	1.000	1.000	36.940	9.310		949.083	35.059		145.200	5.364		224.072	2.096																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
700.000	4	11	0.230	319.000	244.000	444.547	213.936	102.246	49.205	1.000	0.600	0.550	1.000	1.000	1.000	56.235	16.238		949.083	53.372		145.200	8.165		224.072	3.655																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		ΣV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

* 이 출력물은 한국철도시설공단 소유의 KHRCAL-U PLUS 프로그램에 의한 것임

이 격 도 (경부고속철도 2단계 구간 통신유도대책 예측계산용)



유도전압 예측 계산서(총괄)

통신선로 관리번호: 0116_137_023

급전구간번호: 16

시설관리기관: KT

관련이력도번호: 0116_137_023

회선평행도(λ): 52.00 [dB]

통신선로명: C121

잡음경감률: 0.40

Page: 5/55

대지 고유 저항 ρ Ωm	A 구간 번호	단위 계산 구간 번호	병행 거리 l (Km)	수평 이격거리 (m)		상호 인덕턴스 (μH/Km)		M · l (μH)		K						M · l · K (μH)	Mn · l · Kn (μH)	지락시 유도 위험 전압			상시 유도 중 전압			유도 잡음 전압			비 고																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				b1	b2	M	Mn	M · l	Mn · l	K3	K3n	K4	K6	K7	K8	부하 위치	Aassu (mV/μH)	Vassu (V)	부하 위치	Aids (mV/μH)	Vids (V)	부하 위치	Aids (mV/μH)	Vids (mV)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
300,000	39	73	0.022	800,000	965,000	162,403	24,722	3,573	0.544	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	1,965	0.179			269,302	0.529		42.373	0.053		93,848	0.017																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
																				195,580																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

* 이 출력물은 한국철도시설공단 소유의 KHRCAL-U PLUS 프로그램에 의한 것임

유도전압 예측 계산서(총괄)

통신선로 관리번호: 0116_137_023

금 전 구간 번호: 16

시설 관리 기관: KT

관련 이격도 번호: 0116_137_023

통신 선로 명: C121

회선 평행도(λ): 52.00 [dB]

잡음 경감률: 0.40

Page: 4/55

대지 고유 지향 P Ωm	A 구간 번호	단위 계산 구간 번호	병행 거리 l (Km)	수평 이격거리 (m)		상호 인덕턴스 (μH/Km)		M · L (μH)		K								M · L · K (μH)		Mn · L · Kn (μH)		지락시유도위험전압				상시유도잡전압				유도잡음전압			비 고
				b1	b2	M	Mn	M · L	Mn · L	K3	K3n	K4	K6	K7	K8	부하 위치	Vasu (V)	부하 위치	Als (mV/μH)	Vds (V)	부하 위치	Ands (mV/μH)	Vnds (mV)										
300,000	39	55	0.040	640,000	644,000	221,163	50,324	8,847	2,013	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	1,310	42,373	0.206	93,848	0.063											
300,000	39	56	0.008	644,000	644,000	220,654	50,063	1,324	0.300	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	0.196	42,373	0.031	93,848	0.009											
300,000	39	57	0.040	644,000	656,000	219,132	49,272	8,765	1,971	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	1,298	42,373	0.204	93,848	0.061											
300,000	39	58	0.043	656,000	660,000	217,127	49,244	9,336	2,074	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	1,393	42,373	0.218	93,848	0.065											
300,000	39	59	0.042	660,000	664,000	216,137	47,740	9,078	2,005	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	1,345	42,373	0.212	93,848	0.062											
300,000	39	60	0.074	664,000	668,000	215,153	47,243	15,921	3,466	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	2,358	42,373	0.371	93,848	0.109											
300,000	39	61	0.043	668,000	670,000	214,420	46,874	9,220	2,016	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	1,366	42,373	0.215	93,848	0.063											
300,000	39	62	0.050	670,000	676,000	213,450	46,388	10,673	2,319	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	1,581	42,373	0.249	93,848	0.072											
300,000	39	63	0.044	676,000	679,000	212,366	45,848	9,344	2,017	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	1,384	42,373	0.218	93,848	0.063											
300,000	39	64	0.043	679,000	691,000	210,580	44,966	9,055	1,934	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	1,341	42,373	0.211	93,848	0.060											
300,000	39	65	0.042	691,000	710,000	206,964	43,209	8,692	1,815	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	1,287	42,373	0.203	93,848	0.056											
300,000	39	66	0.017	710,000	736,000	201,884	40,804	3,432	0,694	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	0,508	42,373	0.090	93,848	0.022											
300,000	39	67	0.009	736,000	755,000	196,986	38,552	1,773	0.347	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	0,263	42,373	0.041	93,848	0.011											
300,000	39	68	0.018	755,000	789,000	191,460	36,103	3,446	0.650	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	0,510	42,373	0.090	93,848	0.020											
300,000	39	69	0.018	789,000	829,000	184,119	32,985	3,314	0.594	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	0,491	42,373	0.077	93,848	0.018											
300,000	39	70	0.023	829,000	852,000	178,180	30,575	4,098	0.703	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	0,607	42,373	0.096	93,848	0.022											
300,000	39	71	0.021	852,000	881,000	173,499	28,756	3,643	0.604	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	0,540	42,373	0.085	93,848	0.019											
300,000	39	72	0.041	881,000	900,000	169,327	27,188	6,842	1,115	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	269,302	1,028	42,373	0.162	93,848	0.035											
ΣV																																	

* 이 출력물은 한국철도시설공단 소유의 KHRCAL-U PLUS 프로그램에 의한 것임

유도전압 예측 계산서(총괄)

통신선로 관리번호: 0116_137_023 관련 이력도 번호: 0116_137_023 회선 평행도(λ): 52.00 [dB] Page: 3/55
 급 전 구 간 변 호: 16 통신 선 로 명: C121 잡 음 경 감 률: 0.40

대지 고유 지형 P Ωm	단위 계산 구간 번호	병행 거리 l (km)	수평 이격거리 (m)		상호 인덕턴스 (μH/km)		M · l (μH)		K				M · l · K (μH)		Mn · l · Kn (μH)		지락시 유도위험전압		상시 유도전압		유도전압전압		비 고
			b1	b2	M	Mn	M · l	Mn · l	K3	K3n	K4	K6	K7	K8			Aansu (mV/μH)	Vasu (V)	Alds (mV/μH)	Vds (V)	Ands (mV/μH)	Vnds (mV)	
300,000	38	0.039	467,000	465,000	275,337	82,282	10,738	3,209	1,000	0.500	0.550	1,000	1,000	1,000	5,906	1,059	433,924	2,583	92,464	0.546	173,490	0.185	
300,000	38	0.037	465,000	464,000	275,710	82,538	10,201	3,054	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	5,611	1,008	433,924	2,435	92,464	0.519	173,490	0.176	
300,000	38	0.050	464,000	460,000	276,833	83,261	13,842	4,163	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	7,613	1,374	433,924	3,303	92,464	0.704	173,490	0.239	
300,000	38	0.021	460,000	475,000	274,787	81,925	5,771	1,720	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	3,174	0.568	433,924	1,377	92,464	0.293	173,490	0.099	
300,000	38	0.019	475,000	483,000	270,577	79,200	5,141	1,505	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	2,828	0.487	433,924	1,227	92,464	0.261	173,490	0.087	
300,000	38	0.038	483,000	502,000	265,796	76,155	10,100	2,894	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	5,555	0.955	433,924	2,411	92,464	0.514	173,490	0.166	
300,000	38	0.059	502,000	530,000	257,817	71,185	15,211	4,200	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	8,366	1,388	433,924	3,630	92,464	0.774	173,490	0.242	
300,000	38	0.035	530,000	547,000	250,538	66,772	8,769	2,337	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	4,823	0.771	433,924	2,093	92,464	0.446	173,490	0.134	
300,000	38	0.049	547,000	562,000	245,581	63,843	12,033	3,126	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	6,618	1,032	433,924	2,872	92,464	0.612	173,490	0.180	
300,000	38	0.010	562,000	558,000	243,911	62,868	2,439	0.626	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,342	0.207	433,924	0.592	92,464	0.124	173,490	0.036	
300,000	38	0.040	558,000	563,000	243,761	62,781	9,750	2,511	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	5,363	0.829	433,924	2,327	92,464	0.496	173,490	0.144	
300,000	38	0.048	563,000	579,000	240,644	60,985	11,551	2,927	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	6,353	0.966	433,924	2,757	92,464	0.587	173,490	0.166	
300,000	38	0.048	579,000	602,000	235,026	57,811	11,281	2,775	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	6,205	0.916	433,924	2,692	92,464	0.574	173,490	0.160	
300,000	38	0.033	602,000	617,000	229,747	54,999	7,582	1,812	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	4,170	0.598	433,924	1,809	92,464	0.386	173,490	0.104	
300,000	38	0.038	617,000	631,000	225,852	52,799	8,582	2,006	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	4,720	0.662	433,924	2,048	92,464	0.436	173,490	0.115	
300,000	38	0.034	631,000	634,000	223,616	51,810	7,603	1,755	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	4,182	0.579	433,924	1,815	92,464	0.387	173,490	0.101	
300,000	38	0.025	634,000	637,000	222,836	51,200	5,571	1,280	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	3,064	0.422	433,924	1,390	92,464	0.283	173,490	0.074	
300,000	39	0.028	637,000	640,000	222,061	50,793	6,218	1,422	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	3,420	0.469	269,302	0.921	42,373	0.145	93,848	0.044	
ΣV																							

* 이 출력물은 한국철도시설공단 소유의 KHRCAL-U PLUS 프로그램에 의한 것임

유도전압 예측 계산서(총괄)

통신선로 관리번호: 0116_137_023

금 전 구 간 번 호: 16

시 설 관 리 기 관: KT

관련 이력도 번호: 0116_137_023

통신 선 로 명: C121

회선 평행도(λ): 52.00 [dB]

잡 음 경 감 률: 0.40 Page: 2/55

대지 고유 지형 ρ Ωm	A 구간 번호	단위 계산 구간 번호	병행 거리 ℓ (km)	수평 이격거리 (m)		상호 인덕턴스 (μH/km)		M · ℓ (μH)		K								M · ℓ · K (μH)		Mn · ℓ · Kn (μH)		지각시유도위험전압				상시유도중전압				유도잡음전압				비 고																														
				b1	b2	M	Mn	M · ℓ	Mn · ℓ	K3	K3n	K4	K6	K7	K8	부하 무치	Aassu (mV/μH)	Vassu (V)	부하 무치	Aids (mV/μH)	Vids (V)	부하 무치	Aeds (mV/μH)	Veds (mV)																																								
300,000	37	19	0.001	329,000	330,000	337,011	126,007	0.337	0.128	1,000	0.600	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	0.261	0.059	0.059	460,857	0.120		115,067	0.030		210,995	0.012																																					
300,000	37	20	0.039	330,000	335,000	335,103	124,555	13,069	4,858	1,000	0.600	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	10.129	2.259	2.259	460,857	4.668		115,067	1.165		210,995	0.479																																					
300,000	37	21	0.041	335,000	354,000	328,742	119,782	13,478	4,911	1,000	0.600	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	10.446	2.284	2.284	460,857	4.814		115,067	1.202		210,995	0.484																																					
300,000	37	22	0.036	354,000	368,000	320,342	113,566	11,532	4,088	1,000	0.600	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	8.938	1.901	1.901	460,857	4.119		115,067	1.028		210,995	0.400																																					
300,000	37	23	0.016	368,000	375,000	315,213	109,824	5,043	1,757	1,000	0.600	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	3.909	0.817	0.817	460,857	1.801		115,067	0.450		210,995	0.173																																					
300,000	38	24	0.022	375,000	383,000	311,654	107,252	6,856	2,360	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	3.771	0.779	0.779	433,924	1.696		92,464	0.349		173,490	0.196																																					
300,000	38	25	0.037	383,000	375,000	311,654	107,252	11,531	3,868	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	6.342	1.310	1.310	433,924	2.752		92,464	0.586		173,490	0.228																																					
300,000	38	26	0.009	375,000	373,000	314,015	108,955	2,826	0.981	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	1.554	0.324	0.324	433,924	0.674		92,464	0.144		173,490	0.056																																					
300,000	38	27	0.027	373,000	365,000	316,418	110,699	8,543	2,989	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	4.699	0.996	0.996	433,924	2.039		92,464	0.434		173,490	0.172																																					
300,000	38	28	0.034	365,000	360,000	319,591	113,014	10,868	3,842	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	5.976	1.258	1.258	433,924	2.593		92,464	0.553		173,490	0.221																																					
300,000	38	29	0.042	360,000	362,000	320,331	113,557	13,454	4,769	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	7.400	1.574	1.574	433,924	3.211		92,464	0.694		173,490	0.274																																					
300,000	38	30	0.030	362,000	361,000	319,896	113,205	9,595	3,396	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	5.277	1.121	1.121	433,924	2.290		92,464	0.488		173,490	0.195																																					
300,000	38	31	0.032	361,000	359,000	321,076	114,104	10,274	3,651	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	5.651	1.205	1.205	433,924	2.452		92,464	0.523		173,490	0.210																																					
300,000	38	32	0.023	359,000	372,000	318,372	112,124	7,323	2,579	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	4.027	0.851	0.851	433,924	1.748		92,464	0.372		173,490	0.148																																					
300,000	38	33	0.030	372,000	396,000	309,350	105,602	9,280	3,169	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	5.104	1.045	1.045	433,924	2.215		92,464	0.472		173,490	0.182																																					
300,000	38	34	0.028	396,000	416,000	299,473	98,612	8,385	2,761	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	4.612	0.911	0.911	433,924	2.001		92,464	0.426		173,490	0.159																																					
300,000	38	35	0.048	416,000	452,000	287,762	90,572	13,814	4,347	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	7.597	1.435	1.435	433,924	3.297		92,464	0.702		173,490	0.250																																					
300,000	38	36	0.051	452,000	467,000	277,782	83,896	14,167	4,278	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	7.792	1.412	1.412	433,924	3.381		92,464	0.720		173,490	0.246																																					
ΣV																																																																

* 이 출력물은 한국철도시설공단 소유의 KHRCAL-U PLUS 프로그램에 의한 것임

유도전압 예측 계산서(총괄)

통신선로 관리번호: 0116_137_023

급 전 구간 번호: 16

관련 이격도 번호: 0116_137_023

회선 평행도(λ): 52.00 [dB]

시 설 관리 기 관: KT

통신 선 로 명: C121

장 음 경 감 른: 0.40

Page: 2/55

대지 고유 지향 ρ Qm	A 구간 번호	단위 계산 구간 번호	병행 거리 ℓ (Km)	수평 이격거리 (m)		상호 인덕턴스 (μH/Km)		M · ℓ (μH)		K								M · ℓ · K (μH)		Mn · ℓ · Kn (μH)		지락시유도위험전압				상시유도중전압				유도점음전압				비 고
				b1	b2	M	Mn	M · ℓ	Mn · ℓ	K3	K3n	K4	K6	K7	K8	부하 위치	Aissu (mV/μH)	Vissu (V)	부하 위치	Aids (mV/μH)	Vids (V)	부하 위치	Ands (mV/μH)	Vnds (mV)										
300,000	37	19	0.001	329,000	330,000	337.011	125.007	0.337	0.128	1,000	0.600	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	0.261	0.059		460.857	0.120		115.067	0.030		210.995	0.012							
300,000	37	20	0.039	330,000	335,000	335.103	124.555	13.069	4.858	1,000	0.600	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	10.129	2.259		460.857	4.668		115.067	1.165		210.995	0.479							
300,000	37	21	0.041	335,000	354,000	328.742	119.792	13.478	4.911	1,000	0.600	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	10.446	2.284		460.857	4.814		115.067	1.202		210.995	0.484							
300,000	37	22	0.036	354,000	368,000	320.342	113.568	11.532	4.088	1,000	0.600	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	8.938	1.901		460.857	4.119		115.067	1.028		210.995	0.403							
300,000	37	23	0.016	368,000	375,000	315.213	109.824	5.043	1.757	1,000	0.600	0.775	1,000	1,000	1,000	1,000	3.909	0.817		460.857	1.801		115.067	0.450		210.995	0.173							
300,000	38	24	0.022	375,000	383,000	311.654	107.252	6.856	2.360	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	3.771	0.779		433.924	1.636		92.464	0.349		173.490	0.136							
300,000	38	25	0.037	383,000	375,000	311.654	107.252	11.531	3.968	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	6.342	1.310		433.924	2.732		92.464	0.596		173.490	0.228							
300,000	38	26	0.009	375,000	373,000	314.015	108.955	2.826	0.981	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	1.554	0.324		433.924	0.674		92.464	0.144		173.490	0.056							
300,000	38	27	0.027	373,000	365,000	316.418	110.699	8.543	2.989	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	4.699	0.986		433.924	2.039		92.464	0.434		173.490	0.172							
300,000	38	28	0.034	365,000	360,000	319.591	113.014	10.866	3.842	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	5.976	1.268		433.924	2.593		92.464	0.553		173.490	0.221							
300,000	38	29	0.042	360,000	362,000	320.331	113.557	13.454	4.789	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	7.400	1.574		433.924	3.211		92.464	0.694		173.490	0.274							
300,000	38	30	0.030	362,000	361,000	319.836	113.205	9.595	3.396	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	5.277	1.121		433.924	2.290		92.464	0.488		173.490	0.195							
300,000	38	31	0.032	361,000	358,000	321.076	114.104	10.274	3.651	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	5.651	1.205		433.924	2.452		92.464	0.523		173.490	0.210							
300,000	38	32	0.023	358,000	372,000	318.372	112.124	7.323	2.579	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	4.027	0.851		433.924	1.748		92.464	0.372		173.490	0.148							
300,000	38	33	0.030	372,000	396,000	309.350	105.602	9.280	3.168	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	5.104	1.045		433.924	2.215		92.464	0.472		173.490	0.182							
300,000	38	34	0.028	396,000	416,000	299.473	98.612	8.885	2.761	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	4.612	0.911		433.924	2.001		92.464	0.426		173.490	0.159							
300,000	38	35	0.048	416,000	452,000	287.762	90.572	13.814	4.947	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	7.597	1.455		433.924	3.297		92.464	0.702		173.490	0.250							
300,000	38	36	0.051	452,000	467,000	277.762	83.886	14.167	4.278	1,000	0.600	0.550	1,000	1,000	1,000	1,000	7.792	1.412		433.924	3.381		92.464	0.720		173.490	0.246							
ΣV																																		

* 이 출력물은 한국철도시설공단 소유의 KHRCAL-U PLUS 프로그램에 의한 것임

[부록 3-2]

유도전압 피크값 측정데이터

No.	종전압 피크시각	종전압 피크	종전압 변화구간	PIF최대값 시각	PIF 피크
1	10:20:06	8.9	10:17:52 ~ 10:20:25	10:19:57	298.1
2	10:25:46	9.9	10:22:56 ~ 10:26:53	10:25:44	294.6
3	10:29:32	9.0	10:27:23 ~ 10:31:50	10:29:04	278.2
4	10:39:31	8.7	10:37:27 ~ 10:41:44	10:39:28	308.5
5	10:54:04	10.2	10:51:31 ~ 10:55:10	10:54:05	375.2
6	10:59:14	9.1	10:56:55 ~ 11:01:36	10:57:34	326.8
7	11:05:21	9.1	11:02:34 ~ 11:06:48	11:06:44	294.6
8	11:15:08	9.7	11:12:01 ~ 11:16:33	11:16:32	338.3
9	11:25:48	9.6	11:19:44 ~ 11:27:37	11:22:07	375.2
10	11:38:45	9.6	11:35:46 ~ 11:40:11	11:38:52	330.6
11	11:46:52	9.2	11:43:39 ~ 11:48:06	11:46:55	294.6
12	12:22:02	9.5	12:19:24 ~ 12:24:17	12:23:22	354.2
13	12:29:46	9.4	12:27:31 ~ 12:32:12	12:29:53	346.2
14	12:45:17	8.8	12:43:10 ~ 12:45:59	12:45:20	259.6
15	12:49:49	9.0	12:46:33 ~ 12:51:15	12:49:32	287.9
16	12:55:22	9.4	12:52:31 ~ 12:57:33	12:55:09	291.3
17	13:04:18	10.0	13:01:25 ~ 13:05:38	13:04:19	342.2
18	13:09:14	10.6	13:06:54 ~ 13:12:10	13:10:16	629.9
19	13:18:23	9.2	13:14:00 ~ 13:20:39	13:18:21	334.4
20	13:29:28	9.2	13:27:07 ~ 13:31:34	13:27:14	294.6
21	13:55:07	8.4	13:52:42 ~ 13:56:53	13:55:07	268.7
22	14:09:32	9.0	14:06:08 ~ 14:11:42	14:09:25	294.6
23	14:29:53	13.4	14:27:35 ~ 14:31:50	14:29:52	388.4
24	14:39:28	8.4	14:37:06 ~ 14:39:48	14:39:27	250.8
25	14:55:40	9.8	14:52:52 ~ 14:57:08	14:55:59	338.3
26	15:04:37	8.5	15:02:19 ~ 15:05:01	15:04:38	256.6
27	15:13:22	9.1	15:11:11 ~ 15:14:44	15:14:42	278.2
28	15:30:50	10.1	15:27:18 ~ 15:32:16	15:29:35	312.1
29	15:46:54	9.1	15:44:12 ~ 15:48:26	15:46:49	271.8
30	16:19:48	8.3	16:16:37 ~ 16:21:41	16:21:28	330.6
31	16:30:02	18.5	16:27:22 ~ 16:32:27	16:31:25	334.4
32	16:50:40	8.9	16:47:40 ~ 16:52:07	16:49:40	294.6
33	16:54:50	8.3	16:52:40 ~ 16:57:04	16:55:43	278.2
34	17:18:39	9.2	17:15:23 ~ 17:22:03	17:20:05	298.1
35	17:31:12	9.3	17:28:45 ~ 17:33:32	17:31:05	323.1
36	17:46:33	9.6	17:42:14 ~ 17:48:18	17:46:35	287.9
37	17:56:57	8.0	17:54:14 ~ 17:59:00	17:56:53	247.9
38	18:09:51	9.8	18:07:36 ~ 18:13:12	18:11:51	259.6
39	18:20:12	13.3	18:15:22 ~ 18:26:20	18:20:09	379.6
40	18:31:06	9.4	18:27:29 ~ 18:36:21	18:29:09	298.1

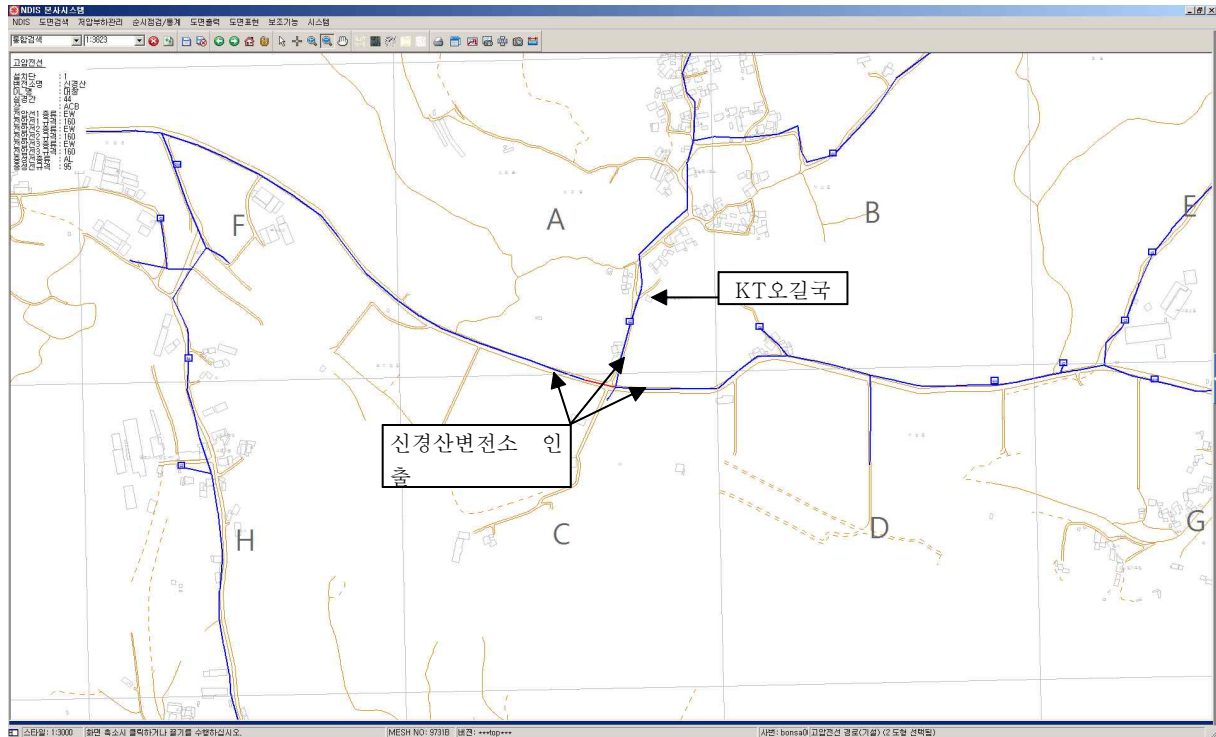
No.	종전압 피크시각	종전압 피크	종전압 변화구간	PIF최대값 시각	PIF 피크
41	18:56:32	10.8	18:52:42 ~ 18:58:35	18:56:24	346.2
42	19:19:56	10.2	19:16:59 ~ 19:21:39	19:21:28	350.2
43	19:30:59	9.2	19:28:22 ~ 19:31:19	19:30:59	291.3
44	19:41:27	8.4	19:38:26 ~ 19:43:08	19:43:00	281.4
45	19:51:40	10.4	19:48:53 ~ 19:53:13	19:51:38	305.0
46	19:54:52	8.9	19:53:16 ~ 19:56:50	19:54:59	278.2
47	20:17:53	8.1	20:15:12 ~ 20:21:19	20:19:59	291.3
48	20:29:49	9.0	20:27:30 ~ 20:30:09	20:29:46	281.4
49	20:48:01	13.0	20:43:13 ~ 20:52:36	20:50:26	425.9
50	21:09:09	9.7	21:05:05 ~ 21:10:28	21:10:24	315.7
51	21:30:29	11.5	21:25:22 ~ 21:32:31	21:30:17	326.8
52	21:51:52	10.1	21:48:40 ~ 21:53:18	21:50:15	259.6
53	21:57:43	10.0	21:53:23 ~ 22:00:52	22:00:44	388.4
54	22:26:55	13.8	22:22:27 ~ 22:32:36	22:26:56	467.0
55	22:39:37	11.9	22:34:25 ~ 22:41:05	22:39:42	342.2
56	22:59:54	9.9	22:57:19 ~ 23:01:52	22:59:49	301.5
57	23:21:58	10.8	23:19:15 ~ 23:27:13	23:22:04	330.6
58	23:56:12	11.0	23:53:25 ~ 23:59:08	23:56:11	319.4
59	0:21:55	10.6	00:19:12 ~ 00:27:01	0:21:56	301.5
60	1:16:31	10.5	01:13:11 ~ 01:21:23	1:16:33	291.3
61	5:29:56	10.1	05:27:39 ~ 05:32:07	5:30:00	287.9
62	5:54:32	10.1	05:52:19 ~ 05:56:39	5:54:18	315.7
63	6:29:16	10.7	06:26:41 ~ 06:34:44	6:29:10	315.7
64	6:44:17	10.6	06:42:03 ~ 06:50:30	6:50:02	242.3
65	6:55:12	11.3	06:52:30 ~ 06:57:16	6:54:47	312.1
66	7:30:25	9.2	07:27:24 ~ 07:30:41	7:30:19	298.1
67	7:52:49	9.2	07:49:51 ~ 07:58:20	7:57:17	375.2
68	8:22:09	9.5	08:19:43 ~ 08:26:55	8:25:11	319.4
69	8:29:49	8.7	08:27:45 ~ 08:32:01	8:29:38	265.6
70	8:54:43	18.2	08:52:06 ~ 08:58:01	8:54:23	406.7
71	9:11:33	9.3	09:08:58 ~ 09:13:10	9:13:00	291.3
피크평균		10.0			317.9

[부록 3-3]

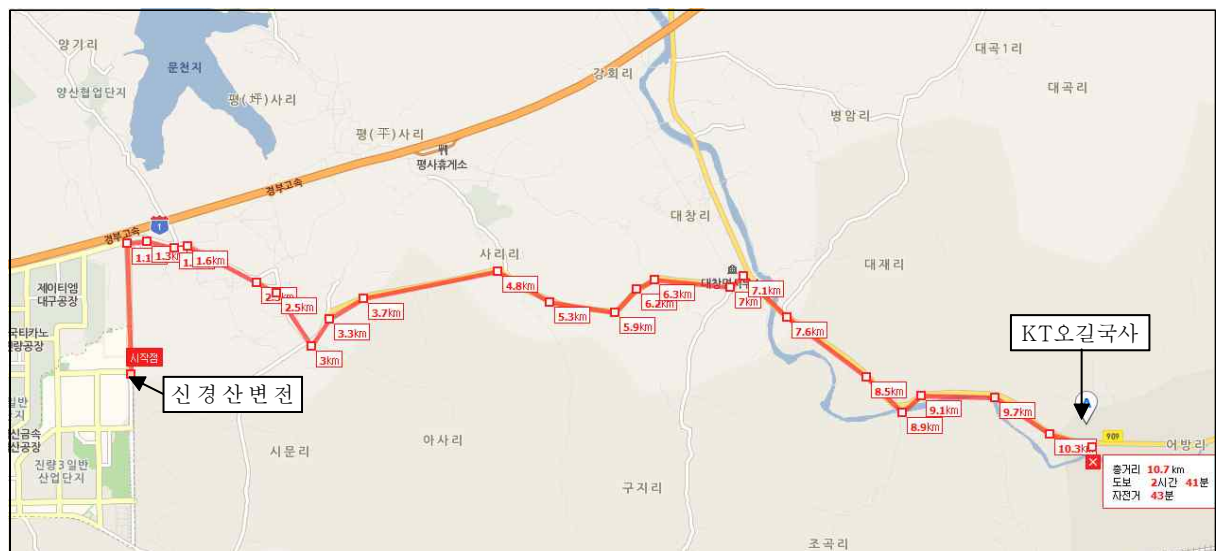
영천 오길분기국사 인근 한전 전력선 현황

1. 배전선로

가. 선로명 : 22.9kV 대창배전선로(신경산변전소 인출)



나. 변전소부터 측정지점까지의 거리 : 약 10km



다. 유도전압 측정기간 배전선로 부하실적

단위 : MW

2014년 3월 13일 / 선로명 : 신경산변전소 대창D/L																							
1시	2시	3시	4시	5시	6시	7시	8시	9시	10시	11시	12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시	24시
3.6	3.7	3.6	3.8	4	4.2	4.3	4.4	5.9	5.7	5.6	5.8	4.8	6	6.1	6	5.7	5.4	4.5	4.2	4.1	4	4.3	4.3

단위 : MW

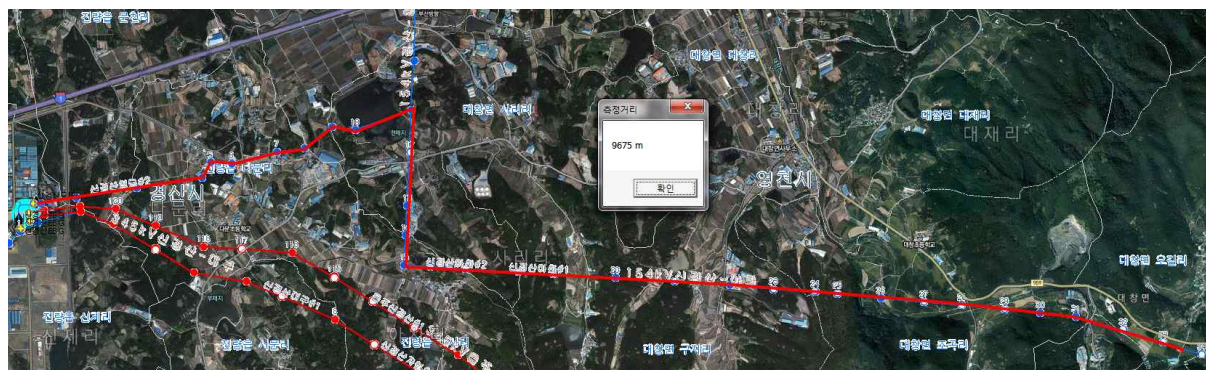
2014년 3월 14일 / 선로명 : 신경산변전소 대창D/L																							
1시	2시	3시	4시	5시	6시	7시	8시	9시	10시	11시	12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시	24시
4.1	3.9	3.6	3.8	4.2	4.5	4.6	4.7	6.2	6.2	6.1	5.3	6	5.2	5.9	6.1	6.1	5.8	4.9	4.4	4.2	4.2	4.3	4.2

2. 송전선로

가. 선로명 : 154kV 신경산-야화 #1,
2송전선로(신경산변전소-야화변전소간 2회선)



나. 변전소부터 측정지점까지의 선로공장 : 약 9.6km



구내통신설비 및 전력유도대책 기술기준에 관한 연구



520-350 전남 나주시 빛가람로 767

발 행 일 : 2014. 12.

발 행 인 : 최 영 진

발 행 처 : 미래창조과학부 국립전파연구원

전 화 : 061) 338-4416

인 쇄 : 리드릭

Tel. 02) 2269-1919

<비매품>

ISBN : 979-11-5820-002-2

주 의

1. 이 연구보고서는 국립전파연구원에서 수행한 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 국립전파연구원 연구결과임을 밝혀야 합니다.