

발 간 등 록 번 호

11-1570180-000075-01

# 도시시설물이 전력유도에 미치는 영향 연구

2010. 11. 19

전파연구소  
한국전자통신연구원



## 제 출 문

본 보고서를 「도시시설물이 전력유도에 미치는  
영향 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2010 . 11 . 19 .

연구책임자 : 조 평 동 ( 한국전자통신연구원 )

연구 원 : 이 상 무 ( 한국전자통신연구원 )

최 문 환 ( 한국전자통신연구원 )

연구보조원 : 김 광 섭 ( 한국전자통신연구원 )





# 요약문

1. 과제명 : 도시시설물이 전력유도에 미치는 영향 연구
2. 연구 기간 : 2010. 4. 1. ~ 11. 19.
3. 연구책임자 : 조 평 동
4. 계획 대 진도  
가. 월별 추진내용

세부내용	연구자	월별 추진교일정												비 고																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																														
<input type="checkbox"/> 도시지역 개소 선정 및 순회 측정 수행 - 종전압 및 잡음전압 측정 데이터 수합 <input type="checkbox"/> 유도전압 측정 데이터에 대한 통계분석 <input type="checkbox"/> 예측계산 수행  <input type="checkbox"/> 기유도전류에 대한 정규화 보정 방식 연구 <input type="checkbox"/> 정규화 특정 파라미터 시뮬레이션 실증 parameterization <input type="checkbox"/> 실측 잡음전압 데이터 비교 분석 <input type="checkbox"/> 도시차폐 정량 도출 <input type="checkbox"/> 기술검토위원회 협의	이상무 최문환					■			■																																		
						■	■	■		■																																	
							■	■	■	■																																	
								■	■	■																																	
									■	■	■																																
										■	■	■																															
											■	■	■																														
												■	■	■																													
													■	■	■																												
														■	■	■																											
															■	■	■																										
																■	■	■																									
																	■	■	■																								
																		■	■	■																							
																			■	■	■																						
																				■	■	■																					
																					■	■	■																				
																						■	■	■																			
																							■	■	■																		
																								■	■	■																	
																									■	■	■																
																										■	■	■															
																											■	■	■														
																												■	■	■													
																													■	■	■												
																														■	■	■											
																															■	■	■										
																																■	■	■									
																																	■	■	■								
																																		■	■	■							
																																			■	■	■						
																																				■	■	■					
																																					■	■	■				
																																					■	■	■				
																																						■	■	■			
																																						■	■	■			
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		
																																							■	■	■		

#### 나. 세부 과제별 추진사항

- 1) 고속전철에 의한 전력유도 현장 순회 측정 수행
  - 개소 선정 현장 답사 포함
- 2) 유도전압 분포 데이터 분석
  - 상시유도 종전압
  - 잠음전압
  - 시골개소 대비 도시개소의 계수분포
  - 지중매설물 관련 유도 환경 특성
    - 고압가스관 영향성
- 3) 측정개소 전분포 예측계산 수행에 의한 도시차폐계수 비교 분석
- 4) 실측기반 비교분석 파라미터 정규화 연구
  - 대지저항률, 이격거리
  - 부하전류/기유도전류
- 5) 잠음전압의 종전압 상관 관계성 분석
- 6) 도시차폐계수 계상을 위한 통계분석
- 7) 도시차폐계수 적용 방안 기술검토위원회 협의 및 기술기준 개정 방안 수립

### 5. 연구결과

- 1) 유도전압 현장 측정 비교분석 기반에 의한 정량 도출
  - o 측정 현장 개소 선정 답사
    - 2008년 경부선, 2009년 호남선, 2010년 60개소 부합
  - o 유도전압(상시유도종전압/잠음전압) 현장 측정 수행
    - 도시 30개소, 시골 30개소
  - o 각 유도전압 분포 그래프 분석 및 시골개소 대비 도시개소

### 특성 검토

- 유도환경 특성 검토를 위한 지중매설물 자료조사
  - 가스관 도시 지역 분포 자료 조사/기관 방문
- 2) 측정개소 전분포 예측계산 수행에 의한 도시차폐계수 비교 분석
  - 예측계산 수행 대상 목록 작성
    - 2008년도~ 유도 측정 수행 전물량 분류 정리
      - 경부선/호남선 하행 지역순 분류
      - 도시 및 시골개소 구분 특성 분류
  - 예측계산 수행 대상 기관 선정 및 수행 기술 내역 협의 및 의뢰
- 3) 실측기반 비교분석 파라미터 정규화 연구
  - 예측계산 수행에 따른 기유도전류(부하전류) 산정 파라미터의 연계 활용
  - 이격거리 실증 가용 현장 개소 검토/확보
  - 대지저항률 시뮬레이션
- 4) 실측기반 비교분석 데이터의 통계분석
  - 통계분석 전문기관 업체 조사 협의
  - 통계분석 방식에 대한 기술전략 검토
- 5) 도시차폐계수 적용 방안 기술검토위원회 협의 및 기술기준 개정 방안 수립
  - 유도기술검토위원회 전문가 풀 구축 및 협의 활용 : 학계, 연구소, 유도기관/피유도기관 등의 산학연 연계 협의회 구성
  - 유도기술 검토위원회 개최/논의/진행방향 검토

## 6. 기대효과

- 1) 국내 유도 현상의 측면에서 도시 시설물 영향 연구 최초 수행 의미
- 2) 도시 차폐효과에 대한 실증 기반 자료 구축
- 3) 제한된 적용 범위에서의 차폐성 통계 분석
- 4) 유도대책 설계상에서의 합리적 고려 방안 제공
- 5) 유도전압 평가 레벨의 기술적 타당성 절충

## 7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유현황	확보방안	비고
PSM		1	잡음전압측정	미보유	임차	KT제 공
EPIMS-T	연속기록	1	유도전압기록기	보유		
DET2/2	150Hz	1	접지저항측정기	보유		
인버터	220V	1	야외 전원 공급	보유		
디지털카메라	700만화소	1	현장 영상 보존 기록	보유		
네비게이터		1	현장 탐색/선정	보유		
MEGAR	10GΩ	1	절연저항 측정	보유		
PS-2	10 <sup>-5</sup> pF	1	정전용량측정	보유		
멀티테스터	디지털	1	파라미터 측정	보유		

## 8. 기타사항

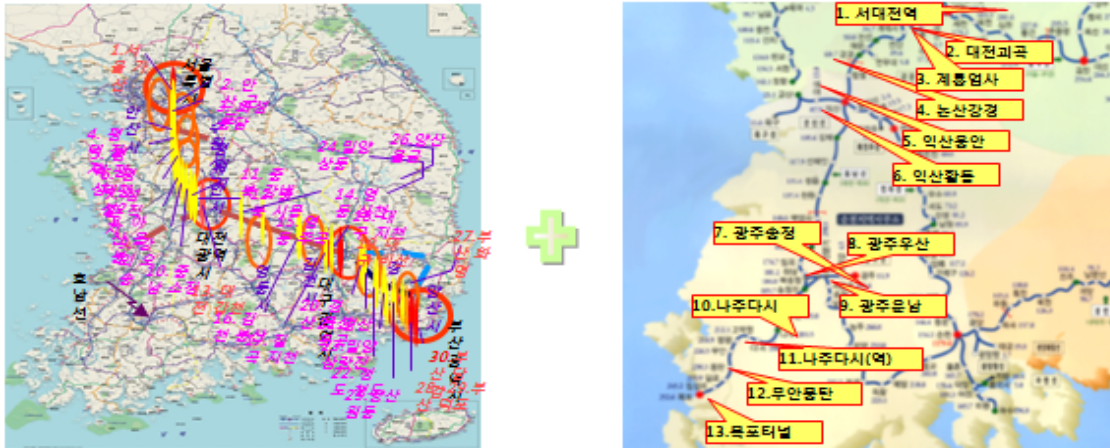
“없음”

## 최종보고서 초록

국문 초록		
<p>도시에서의 전력유도전압에 대한 경감효과가 있는지에 대하여 2008년부터 2010년까지 실측기반 비교방식에 의한 연구가 수행되었다. 전국 고속전철 노선을 추적하여 60개소의 측정 구간이 선정되었으며 측정된 유도전압을 도시와 시골로 분류, 고속전철이 경과할 때의 피크전압들에 대한 통계적 비교 분석을 수행하였다. 실측기반 비교방식에 주어진 유도 영향 요소들에 대하여는 동일 조건으로의 승화를 위한 정규화 과정을 거친다. 정규화 요소들중 가장 어려운 것은 기유도전류로서 산술적으로는 정규화가 불가능하고 이면 영향 변수들에 대하여는 별도의 검토가 소요되는 사항이다.</p> <p>통계분석 결과에 의하면 정규분포 함수 변형 95% 신뢰도 구간에서 시골전압에 대한 도시전압의 상대적 계수 분포는 0.275~0.847로 결과되었다.</p>		
영문 초록		
<p>The study on whether the reduction effect exists in the urban area against the power induction has been carried out from 2008 to 2010. The methodology for study is as selected a comparative analysis based on the field measurement near the KTX power feeding system. The measurement data has been finally arranged from 60 places for an analysis. This methodology needs a normalization process because the measurement field conditions of parameters are different at each place. A normalization process for the inducing current is most difficult so that it would need a more study period why this report can not include it.</p> <p>As a result of analysis by applying a statistical method, the comparative ratio of induced voltages between rural area and urban areas appears from 0.275 to 0.847 as a probability density function in the range of 95% reliability.</p>		
색 인 어	한글	전력유도, 유도전압, 도시차폐효과
	영문	power induction, induced voltage, urban effect

# SUMMARY

고속전철 인접 케이블 포설 유도전압 측정  
에 의한 데이터 수합



경부선(42개소)

통합 60개소 - 시골/도시 각 30개소

호남선(18개소)

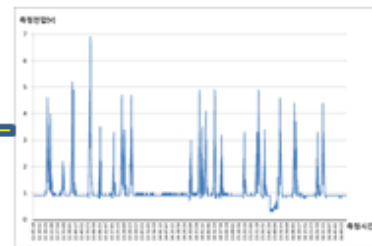
데이터 정규화 수행

---- 유도전압의 동일 시설 조건화

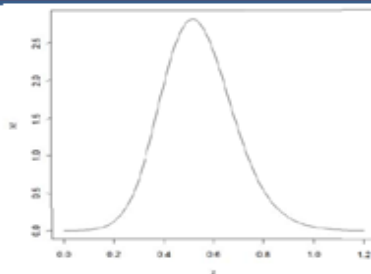
정규화 대상 요소	정규화 기준 내용
케이블 포설 병행 거리( $\ell$ )	1km로 정규화
고가효과	고가 없는 것으로 정규화
궤도효과	복선궤도로 정규화
이격거리	10m로 정규화
대지저항률	250 $\Omega \cdot m$ 로 정규화

통계분석 적용

정규화된 60개소  
유도전압의 피크  
치와 대표 평균



도시차폐 확률 분석



범위구간  
설정

최소

0.275

최대

0.847

# 목 차

표 목 차 .....	9
그림목차 .....	11
제 1 장 서론 .....	17
제 1 절 연구 배경 .....	19
제 2 절 연구 목적 .....	20
제 3 절 수행 방법 .....	20
제 4 절 적용 범위 .....	26
제 2 장 전력유도 대책 연관 기술 .....	33
제 1 절 국내외 기술 현황 .....	35
제 2 절 유도전압의 산출 .....	38
제 3 절 관련 측정 기술 .....	40
제 3 장 차폐 실제 효과 분석 .....	43
제 1 절 매설관 영향 분석 .....	45
제 2 절 강관 차폐효과 실험 .....	72
제 4 장 거시적 분포 분석 .....	83
제 1 절 유도전압의 측정 .....	85
제 2 절 데이터 정규화 .....	142
제 3 절 통계분석 .....	150
제 4 절 잡음전압의 적용 영향 분석 .....	155
제 5 장 결 론 .....	157
부록 도시지역 구분 정의 방법론 .....	161

## 표 목 차

표 1-1	도시차폐를 위한 4대 방법론 .....	21
표 1-2	연구의 적용 범위 요소 .....	32
표 2-1	ITU-T K.68에서의 도시차폐계수 범위치 .....	36
표 2-2	독일에서의 차폐계수 .....	37
표 3-1	2008년도 측정현장 표식 발견 매설물 개소현황 .....	46
표 3-2	오송개소 1차 면밀측정 수행 일정 현황 .....	48
표 3-3	오송측정 1차 시행에서의 기초 파라미터 .....	49
표 3-4	오송개소 1차 측정에서의 비교전압 피크레벨 분포 .....	53
표 3-5	오송 개소 터털측 위치에서의 피크전압 .....	55
표 3-6	고시에 제시된 고가차폐효과 .....	58
표 3-7	전파연구소고시의 타궤도효과 .....	60
표 3-8	양산원동 배전병행 비교 피크전압 통계 .....	69
표 3-9	유도환경 영향 요소 그룹별 유도전압 분포 특성 .....	71
표 3-10	인터페이스기점 동일성 기반의 정규화 요율 .....	78
표 3-11	단일 강관재 병행에 의한 차폐계수 .....	80
표 3-12	제2강관 병행에 의한 차폐효과 .....	81
표 4-1	전체 측정 개소 현황(계속) .....	85



## 그 립 목 차

그림 1-1	예측계산 보정비율에 의한 도시차폐성 요율 .....	23
그림 1-2	유도연구의 공동적 범위 .....	26
그림 2-1	유도전압 계산 대상 유형분류 .....	39
그림 2-2	차폐계수의 포괄적 종류 .....	40
그림 2-3	상시유도중전압 측정회로 .....	40
그림 2-4	유도잡음전압 측정회로 .....	41
그림 2-5	대지저항률 측정의 기본구성 .....	41
그림 3-1	2008년도 수행 전체 정규전압 루트 분포 .....	45
그림 3-2	경부고속철 병행거리 정규화 유도전압 분포 .....	46
그림 3-3	충청권역 광역상수관 매설 개황 지도 .....	47
그림 3-4	오송 1차 면밀측정 루트 개황도 .....	48
그림 3-5	오송 원루트 개소 유도중전압 레벨분포 .....	50
그림 3-6	2008년도 측정 당시 오송개소 유도전압 분포 .....	50
그림 3-7	오송개소 터널측 위치 이동 전압 특성 .....	51
그림 3-8	오송개소 2km 연장 각 구간 비교전압 특성 .....	52
그림 3-9	오송 1km 이탈측 유도전압 분포 .....	52
그림 3-10	오송 원래개소와 이탈개소와의 피크전압 분포도 .....	54
그림 3-11	오송개소 동일 시각대에 있어서의 원래 위치와 이탈개소 비교 ...	54
그림 3-12	터널 위치에서와 이탈개소에서의 전압분포도 .....	55
그림 3-13	오송개소 2차 면밀측정 수행 개황도 .....	56
그림 3-14	오송 광역상수관 이격기점 비교전압 .....	57
그림 3-15	노반구간과 교량 구간의 비교 전압 그래프 .....	58
그림 3-16	오송역 광역상수관 병행 기점 인터페이스 비교 그래 .....	59
그림 3-17	오송 광역상수관 병행기점 비교전압 그래프 .....	60
그림 3-18	소정 면밀측정 개황도 .....	61
그림 3-19	소정 광역상수관 병행 및 이탈기점 비교전압 그래프 .....	62
그림 3-20	궤도정규에 의한 소정 광역상수관 기점 개소의 전압비교 특성 ...	63
그림 3-21	소정 광역상수관 비병행 기점 인터페이스 측정 전압 비교 .....	63

그림 3-22	경산시에서의 차폐성 상수관 병행기점 비교 인터페이스	64
그림 3-23	경산 메쉬 형태 상수관 병행 기점 비교 측정 전압	65
그림 3-24	경산 단일 상수관 병행 기점 비교전압	66
그림 3-25	2008년 양산원동 개소에서 유도전압	67
그림 3-26	양산원동 배전선 병행 특성 비교전압	67
그림 3-27	양산원동 배전선 병행측 유도전압	68
그림 3-28	양산원동 배전선 비병행측 유도전압	69
그림 3-29	양산원동 배전선 병행과 비병행 전압비교분석	70
그림 3-30	양산원동 배전선 병행과 비병행 전압비교분석-2	70
그림 3-31	양산원동 배전선 비교측정 수행 포설 및 환경 이격도	71
그림 3-31	강관재료를 이용한 차폐효과 실험 구성도	73
그림 3-32	강관재료 연결 실험 설치 현장(사진)	73
그림 3-33	강관재료 포설에 의한 차폐효과 실험 그래프	74
그림 3-34	풍세 현장 실험측정 강관재 포설 사진	75
그림 3-35	300m 강관재 포설에 의한 실험측정 선로구성	75
그림 3-36	풍세 실험측정 포설 이격도	76
그림 3-37	강관 비포설 측방향 300m 유도종전압	77
그림 3-38	강관 병행 포설 대상 300m 루트의 유도전압 레벨	78
그림 3-39	제1강관 병행에 의한 비교 차폐	79
그림 3-40	제1강관 차폐에 의한 피크전압 비교	79
그림 3-41	제2강관 동시 병행에 의한 비교 전압	81
그림 4-1	강내 지역 유도전압 변화 특성	87
그림 4-2	아산 음봉 유도전압 변화 특성	88
그림 4-3	성환 직지 유도전압 변화 특성	89
그림 4-4	영동 심천 유도전압 변화 특성	89
그림 4-5	영동 주곡 유도전압 변화 특성	90
그림 4-6	김천 봉산 유도전압 변화 특성	90
그림 4-7	양산 원동 유도전압 변화 특성	91
그림 4-8	서울 독산 유도전압 변화 특성	91

그림 4-9 부산 화명 유도전압 변화 특성 .....	92
그림 4-10 대구 비산 유도전압 변화 특성 .....	93
그림 4-11 부산 당감 유도전압 변화 특성 .....	93
그림 4-12 밀양 삼랑진 유도전압 변화 특성 .....	94
그림 4-13 경산 옥산 유도전압 변화 특성 .....	94
그림 4-14 경산 옥곡 유도전압 변화 특성 .....	95
그림 4-15 평택 정자 유도전압 변화 특성 .....	95
그림 4-16 화성 봉담 유도전압 변화 특성 .....	96
그림 4-17 대구 지천 유도전압 변화 특성 .....	96
그림 4-18 청도 청도 유도전압 변화 특성 .....	97
그림 4-19 양산 물금 유도전압 변화 특성 .....	97
그림 4-20 안산 군포 유도전압 변화 특성 .....	98
그림 4-21 화성 기지 유도전압 변화 특성 .....	98
그림 4-22 익산 용안 측정 개소에서의 이격도 .....	99
그림 4-23 익산 용안 측정 개소에서의 유도종전압 특성 .....	100
그림 4-24 논산강경 측정 개소에서의 이격도 .....	100
그림 4-25 논산 강경 측정 개소에서의 유도종전압 특성 .....	101
그림 4-26 서대전역 측정 개소에서의 이격도 .....	102
그림 4-27 서대전역 측정 개소에서의 유도종전압 특성 .....	102
그림 4-28 대전 괴곡 측정 개소에서의 이격도 .....	103
그림 4-29 대전 괴곡 측정 개소에서의 유도종전압 특성 .....	103
그림 4-30 계룡 엄사 측정 개소에서의 이격도 .....	104
그림 4-31 계룡 엄사 측정 개소에서의 유도종전압 특성 .....	104
그림 4-32 광주 송정 측정 개소에서의 이격도 .....	105
그림 4-33 광주 송정 측정 개소에서의 유도종전압 특성 .....	105
그림 4-34 광주 우산 측정 개소에서의 이격도 .....	106
그림 4-35 광주 우산 측정 개소에서의 유도종전압 특성 .....	107
그림 4-36 광주 운남 측정 개소에서의 이격도 .....	107
그림 4-37 광주 운남 측정 개소에서의 유도종전압 특성 .....	108

그림 4-38 목포 터널 측정 개소에서의 이격도 .....	108
그림 4-39 목포 터널 측정 개소에서의 유도중전압 특성 .....	109
그림 4-40 오송 이탈 지역 측정 이격도 .....	110
그림 4-41 오송 이탈 측 유도 전압 분포 .....	110
그림 4-42 오송 역후 유도 전압 분포오송 역후 유도 전압 분류 .....	111
그림 4-43 용정 급전 유도 전압 분포 .....	112
그림 4-44 부산 구포 측정 개소에서의 이격도 .....	112
그림 4-45 부산 구포 측정 개소에서의 유도중전압 특성 .....	113
그림 4-46 부산덕포 측정 개소에서의 이격도 .....	114
그림 4-47 부산 덕포 측정 개소에서의 유도중전압 특성 .....	114
그림 4-48 양산 원동2 측정 개소에서의 유도중전압 특성 .....	115
그림 4-49 남영역 인근 개소 위성 사진 .....	115
그림 4-50 남영역 개소 유도중전압 .....	116
그림 4-51 노량진역 개소 위성 사진 .....	117
그림 4-52 노량진 개소 유도중전압 .....	117
그림 4-53 대방역 개소 위성 사진 .....	118
그림 4-54 대방역 개소 유도중전압 .....	119
그림 4-55 구로역 개소 위성 사진 .....	120
그림 4-56 구로역 개소 유도중전압 .....	120
그림 4-57 서울 도림 개소 위성 사진 .....	121
그림 4-58 서울 도림 개소 유도중전압 .....	122
그림 4-59 가산역 개소 위성 사진 .....	122
그림 4-60 가산역 개소 유도중전압 .....	123
그림 4-61 시흥 개소 위성 사진 .....	124
그림 4-62 시흥 개소 유도중전압 .....	124
그림 4-63 김제시 부용읍에서의 측정 환경 위성사진 .....	125
그림 4-64 김제 부용에서의 유도중전압 .....	125
그림 4-65 김제역전 측정 환경 위성사진 .....	126
그림 4-66 김제역전에서의 유도중전압 .....	126

그림 4-67 정읍역후에 있어서의 환경 위성사진 .....	127
그림 4-68 정읍역후에서의 유도전압 .....	127
그림 4-69 김제부용 2차 측정 개소에서 위성사진 .....	128
그림 4-70 김제 부용 2차 측정에서의 유도전압 분포 .....	129
그림 4-71 광주 임곡읍의 측정 현장 위성사진 .....	129
그림 4-72 광주 임곡에서의 유도종전압 .....	130
그림 4-73 장성으로부터 임곡으로 넘어가는 국도 구간 위성도 .....	130
그림 4-74 장성-임곡 방향 국도변 유도전압 .....	131
그림 4-75 장성 황룡에서의 유도전압 .....	131
그림 4-76 김천 시내의 위성 사진 .....	132
그림 4-77 김천 시내의 유도전압 .....	132
그림 4-78 부산 화명의 위성 사진 .....	133
그림 4-79 부산 화명의 유도전압 .....	133
그림 4-80 대구 성내의 위성 사진 .....	134
그림 4-81 대구 성내의 유도전압 .....	134
그림 4-82 대구역전 개소 인근의 위성 사진 .....	135
그림 4-83 대구역전에서의 유도전압 .....	135
그림 4-84 목포노출에 있어서의 환경 위성사진 .....	136
그림 4-85 목포노출에서의 유도전압 .....	136
그림 4-86 광주역전에서의 환경 위성사진 .....	137
그림 4-87 광주역전에서의 유도전압 .....	137
그림 4-88 광주역전2에서의 환경 위성사진 .....	138
그림 4-89 광주역전2에서의 유도전압 .....	138
그림 4-90 대전역전 개소의 위성 사진 .....	139
그림 4-91 대전역전 개소에서 유도전압 .....	139
그림 4-92 대전 신탄진 개소의 위성 사진 .....	140
그림 4-93 대전 신탄진 개소에서 유도전압 .....	140
그림 4-94 김천시 이전 개소의 위성 사진 .....	141
그림 4-95 김천시전 개소의 유도전압 .....	141



# 제 1 장 서 론





# 제 1 장 서 론

## 제1절 연구 배경

전력선에 의한 통신선으로의 전자 유도 현상에 의한 통신서비스의 장애를 극복하기 위하여 유도 대책을 시행하고 있다. 유도 대책은 현 「전기통신설비의 기술기준에 관한 규정」 제9조(전력유도의 방지) 규정에 의한 것이며 여기에서 정하고 있는 유도전압의 제한치의 초과 여부를 판단할 수 있도록 유도전압을 계산하는 방법이 전파연구소 고시 제 2007-102호(전력유도전압의 구체적 산출방법에 관한 기술기준)에서 제시되어 있다.

유도의 영향 평가에 있어서 유도원이 되는 전력선과 피유도원 시설인 통신선 이외의 다른 유도를 받을 수 있는 성분 재료들이 유도원과 피유도원과의 규격 관계 내의 영향 범위안에 위치할 때 같이 유도를 받음으로 인한 통신선측으로의 유도전압에 대한 경감 효과를 가져올 수 있는데 이를 차폐효과라고 하고 정량적으로는 차폐계수로 나타낸다. 이러한 독립적 차폐 유형은 여러가지 요소들이 있고 그러한 것들에 대하여 유도전압을 계산하는 규격 및 법적 고시상에서 다루고 있다. 차폐 규격 요소로써는 유도원측에 시설 되는 것, 피유도원인 통신케이블측에 시설되는 것으로서 차폐케이블류가 있고, 케이블에 대하여 위치되는 차폐선조류가 있다. 그 외의 구조물류로서 터널에 의한 것과 고가에 의한 것(고속전철에만 한정됨), 전기철도 궤도에 의한 것 등이 대표적인 것이다. 이외에 가스관이나 수도관등 지중매설물 강관류에 의하여도 차폐효과가 있을 것으로 예상하고 있으나 구체적인 적용 방법에 대하여는 대지 접촉에 의한 영향 관계와 전파상수의 적용 관점등에서 정립되어 있다 볼 수 없고 개념적인 측면에서만 언급되어 있으며 국내 고시에서는 다루지 않고 있다.

본 연구에서는 주로 매설 관류에 의한 영향 요소의 측면에서 이것들의 독립적 영향성과 이러한 시설이 집중되어 있다 볼 수 있는 도시에서의 차폐성에 대하여 실재성 규명 차원과 정량성 개발 차원에서 순수하게 실측 기반에 의한 데이터 분석으로써 수행되었다. 이러한 매설관류에 대한 세부적 조사를 수행하는 것은 별도 과업의 성격이 되기 때문에 본 연구에서는 유도전압의 현장 측정 데이터에 의하여 도시 지역에서 유도전압에 대한 차폐효과가 있는 지 거시적 측면에서 연구한 것이며, 매설 관류에 의한 저전압 특성에 대하여는 직접 그러한 현장에서의 분포적 전압의 상대적 비교 관점에서 면밀 측정을 통하여 실증적 연구를 수행하였다.

## 제2절 연구 목적

본 연구는 주로 차폐 실체의 요소로서 인구 밀도 및 건물의 밀집 분포의 특성에 의하여 지중 매설관류가 집중되어 있다고 볼 수 있는 도시 지역에서 유도전압에 대한 차폐 효과가 있는 지를 평가해 보기 위한 것이다. 측정된 유도전압들의 분포를 통하여 도시 지역에서의 유도전압 차폐의 실재성을 규명해보고자 한다. 그리고 도시 지역에서의 차폐 효과가 있다면 얼마만한 규모의 것인지 그 정량성을 개발해보고자 하는 것이다. 이와 같은 것의 합리적, 과학적 근거 방안이 이루어진다면 유도 대책상에서 도시차폐계수를 적용함으로써 유도 대책 설계상의 비용 절감 차원의 경제적 효과를 이루는 측면이 있게 된다.

도시차폐계수에 관하여는 전세계적으로도 가장 다루기 어려운 계수에 해당하는 것으로서 일정한 계수치 선정에 어려움이 있다. 도시 자체가 차폐체가 되는 것이 아니라 그 안에 차폐 시설물들이 포괄되어 있는 전제로서의 의미를 갖는 것이기 때문에 앞에서 언급한 바와 같이 이것은 매우 거시적 측면의 효과 영향을 선별하는 것으로 볼 수 있고 어떤 특정한 환경조건의 구체적 시설 현황에 대한 부분에 대하여는 세부적 관점에서의 분석이 필요할 수 있다.

더불어서 원래 도시에서의 차폐 시설 근간이라 할 수 있는 지중 매설물에 의하여 실제의 차폐효과가 있는지를 현장 측정을 통하여 알아보기 위하여 매설 강판이 있는 개소에서 전압 비교분석을 통하여 효과를 분석하여 보았다. 유도전압 분포상의 상대적 비교 분석 관점에서 매설관류에 의한 차폐효과가 있다면 그러한 시설들이 집중되어 있는 도시에서도 차폐효과가 존재할 수 있음을 유추할 수 있는 근거가 될 수 있다.

## 제3절 수행 방법

### 1. 차폐계수 평가의 기본

차폐효과에 의한 계수란 어떤 차폐를 주는 당해 시설물이 없을 때의 유도전압에 대한 그 시설물이 있을 때의 전압의 비이다. 단순히 아래의 식(1)에 의한 전압 관계식에 의하여 산출된다.

$$K = \frac{V_k}{V_o} \quad (1)$$

$K$  : 차폐계수

$V_o$  : 당해 차폐시설물이 없을 때의 유도전압[V]

$V_k$  : 당해 차폐시설물이 있을 때의 유도전압[V]

이 차폐계수의 기본 개념은 이후의 내용 이해 차원에서 매우 중요하다.

## 2. 도시차폐 평가를 위한 4대 방법론중의 선별

### 가. 4대 방법론

도시차폐효과를 판별을 위하여 아래의 <표1-1>과 같은 4 가지 방법론을 생각할 수 있다.

<표1-1> 도시차폐효과 평가를 위한 4대 방법론

분 석 방법론	계산 정량	특징	문제점	Solution	적용 선정
<b>직접측 정방식</b>	$K_x = V' / V$ $V'$ : 효과전압 $V$ : 유도전압	<ul style="list-style-type: none"> <li>●원초적 실측 방</li> <li>●법</li> <li>●차폐계수 원론식</li> <li>●해석 불요(단순)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●지역 의존성</li> <li>●특정 계수치</li> <li>●시설 제약</li> <li>●기간 의존성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●일반화 요율</li> <li>●원인 해석요법</li> <li>●건설 지역 초기 선정 공정 진행</li> </ul>	장기 소요
<b>직접 산 출방식</b>	$K_x = V_m / V_c$ $V_m$ : 측정전압 $V_c$ : 계산전압	<ul style="list-style-type: none"> <li>●직접산출 (Straight-forward)</li> <li>●장소 독립성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●<math>V_c</math>의 정밀성</li> <li>●<math>V_m</math>의 정밀성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 예측계산시스템 개선</li> <li>▪ 측정기술 개발</li> </ul>	보완 연구
<b>실측기 반비교 방식</b>	$K_x = V_{Be} / V_{Bo}$ $V_{Be}$ : 매설전압 $V_{Bo}$ : 토지전압	<ul style="list-style-type: none"> <li>●매설 영향</li> <li>●장소 의존성</li> <li>●시골/도시 측정 비교</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●유도조건 다양</li> <li>●기유도전류 해석의 곤란성</li> <li>●매설물 맹점</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●파라미터 보정 (정규화)</li> <li>●매설물 조사</li> <li>●전자장 해석</li> </ul>	실측 수행 적용
<b>예측계 산상대 성요율</b>	$K_x = K'_u / K'_o$ $K'_u$ : 도시오차 $K'_o$ : 시골오차	<ul style="list-style-type: none"> <li>●지역별 예측계산과 실측을 비교</li> <li>●계산오차 무관</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●예측계산 자원의 한계성/신뢰성</li> <li>●계산요소의 실측성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●예측계산시스템 검산</li> <li>●실측요소 보정</li> <li>●매설물 특성 부여</li> </ul>	시간 예산 소요

### (1) 직접 측정 방식

앞의 식(1)의 개념에 의하여 도시 차폐효과의 요인으로 볼 수 있는 시설물 -예를 들어 지중매설물로서 가스관이나 수도관- 또는 도시 계획 근거에 의한 전반적 도시 구획 건

설물들이 들어서기 전의 유도전압에 대한 도시 건설물들이 건립된 환경하의 유도전압을 비교하여 본다면 바로 도시시설물에 의한 차폐효과가 있는 지 없는 지를 판단해 볼 수 있을 것이다.

이것은 가장 직접적인 판별 방법으로서의 강점을 가지고 있다. 반면, 하나의 평가를 위하여 시설물이 들어서기 전·후의 기점 기간 선정 자체가 수년간의 일이 될 수 있기 때문에 장기간이 소요된다는 단점이 있다. 또한, 그러한 측정 테스트베드 구축을 위하여는 각 기관의 공동 협력 방안이 필요하다.

## (2) 직접 산출 방식

이 방법은 ITU-T Directives(concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railwaylines)에서 언급하고 있는 것으로서 식(1)의  $V_0$ 에 대해서 계산된 값을 사용한다는 것이다.

당해 개소에서 도시차폐계수를 적용치 않고 계산한 전압( $V_0$ )에 대하여 측정된 전압이 낮다고 한다면 그 만큼의 도시차폐효과가 있는 것으로 볼 수 있다는 것이다. 이렇게 하는 것은 앞의 (1)절에서 언급하였듯이 실제 도시 지역에서의 시설물의 유·무에 대한 구분 측정이 매우 어렵기 때문에 당시 계산된 전압으로 가름하는 것이다.

그러나 이 방법은 예측 계산하는 유도전압이 100% 정확할 때 정확한 도시차폐계수가 산출될 수 있다는 어려운 점이 있다. 현재의 유도전압 계산식은 최악 조건으로 계산되기 때문에 당시 현장의 전압보다는 훨씬 높은 값으로 산정될 수 있기 때문에 그에 따른 오차가 포함되게 된다는 것이므로 사전에 매우 정확한 계산 방법을 개발하여야 하는 것이 과제가 된다.

계산이 정확하다면 이것은 매우 단순하고 간편하게 적용할 수 있는 방법으로서의 강점이 있다.

## (3) 실측 기반 비교 방식

도시 당해 연장에서의 도시 시설물 형성 전·후의 값을 비교할 수 없기 때문에 도시 시설물이 밀집되어 있지 않은 시골을 차폐 시설물이 없는 환경의 전압으로서 수합하여 상대적인 유도 전압 레벨을 비교 처리하는 것이다. 이 방법은 앞의 두 가지 방법의 단점을 극복하고 순수하게 직접 실증적으로 나타는 전압을 판별

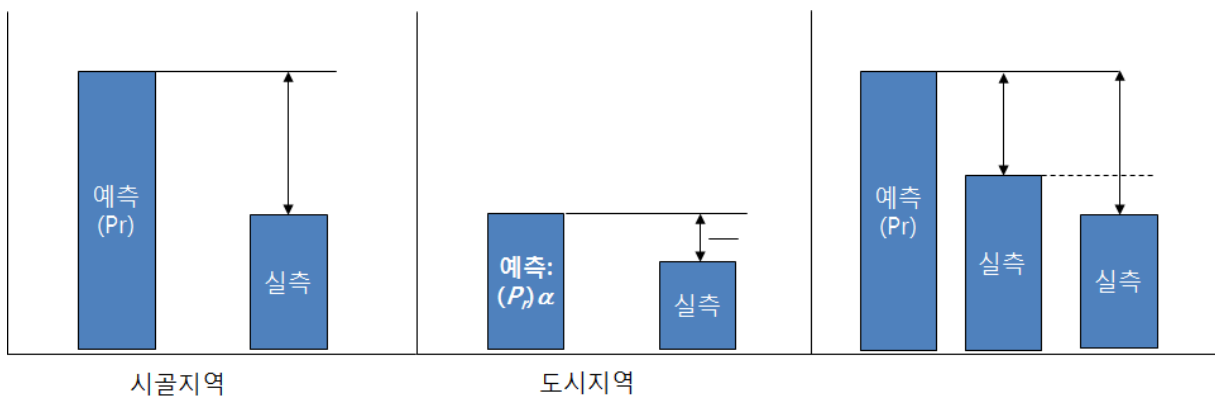
할 수 있는 장점이 있다.

이 방법에 있어서의 기술적으로 극복하여야 하는 과제는 여러 지역 분산 환경상에서의 유도 전압에 영향을 미칠 수 있는 도시와 시골외의 다른 영향 요소 환경상의 차이가 있기 때문에 이들을 동일한 환경 조건으로 승화시킨 상태에서의 유도전압으로 맞추어 주어야하는 정규화 과정을 거쳐야 한다는 것이다.

#### (4) 예측계산 상대성 효율에 의한 비교 평가 방식

예측계산식 자체로서는 오차가 있기 때문에 (2)번 방식의 적용이 곤란하나 계산상의 오차 자체는 정해진 계산 시스템상의 일정한 적용 산출 방식에 의하여 일관된 오차 효율을 갖는 것으로 볼 때, 도시에서의 실측값에 대한 계산상의 오차와 시골에서의 실측값에 대한 계산상의 오차를 상대적으로 비교하여 나타나는 오차간의 괴리 부분의 효율을 도시 차폐에 의한 영향성으로 해석할 수 있다.

이것의 정량적 평가 해석에 대한 기술 부분은 아래의 (그림1-1)에서와 같이 나타낼 수 있다.



(그림1-1) 예측계산 보정 비율에 의한 도시차폐성 효율

#### o 계산 오차 관계의 산술적 의미

- 도시에서 주어진 계산값에 대한 측정값의 직접비를 겹보기 차폐계수로서 다음의 식으로 정의

$$K_x^a = \frac{V_m}{V_c}$$

$V_c$  : 계산된 전압[V]  $\rightarrow V_c = V_o$

$V_m$  : 측정된 전압[V]

- 도시차폐성이 없는 현장의 실측전압에 대하여 계산된 전압이 보정율( $\gamma$ )을 아래의 식과 같이 수반할 때,

$$V_c = \gamma V_o \quad V_o = \frac{V_c}{\gamma}$$

- 정확한  $K_x$  는  $V_c = V_o$  인 경우이므로

$$K_x = \frac{V_m}{V_o} = \frac{V_m}{\frac{V_c}{\gamma}} = \gamma \frac{V_m}{V_c} = \gamma K_x^a$$

- 즉 직접 산출된 계수에 오차 보정율로서 을 곱해주어야 함.

- o 각 지역 예측과 실측간의 상대적 평가이므로 동일시설조건 불요
- o 고속전철에 대하여는 동일 측정 조건 요구
- o 의 일정성에 대한 측정 검토가 요구됨

#### 나. 적용 방법

위의 4대 방법론의 장단점을 놓고 보아서 현실적으로 직접 현장에서의 유도전압을 체감 평가한다는 측면에서 제3의 방법, 실측기반 비교 방식에 의하여 연구를 수행하였다.

제1의 방법(직접 측정 방식)은 연구 기관 협력의 문제와 연구 기간 산정의 비현실성, 적용 조건의 한정성등이 있기 때문에 적용하기가 곤란하였다. 제2의 방법(직접 산출방식)은 예측계산시스템 자체의 괴리가 크기 때문에 적용이 곤란하다. 제4의 방법은 적용성의 편리성이 있으나 이전 시행에 따른 결과 적요로 놓고 볼 때 여전히 예측계산시스템상의 불안정성으로 인하여 오차 범위의 일관성에 대한 신뢰성의 합리적 근거 확보가 곤란하여 직접 대배치는 못하였다. 다만, 이 방법은 제3의 방법의 적용에 있어서 기유도전류의 정규화 적용 문제 평가를 위하여는 예측계산 수행이 필요하기 때문에 부가적 참고 수행이 가능하다.

제3의 방법(실측기반 비교 방식)은 전 유도원(본 연구에 있어서는 고속전철) 노선을 따라 가면서 발생하는 전국적인 유도전압의 분포를 조관하여 지역 개소의 특성을 살펴볼 수 있다.

### 3. 매설관 확인 분포를 위한 면밀측정의 수행

측정을 시행하는 과정에서 유도전압의 분포 특성의 감지에 의하여 다소간의 저전압 구간에 대한 지하 매설관류를 조사를 이루고 이에 따른 매설관 병행 기점에서의 비교 측정을 수행하는 방식을 취함으로써 소위 도시 차폐를 줄 것으로 예상하는 시서물로서의 근간이라 할 수 있는 매설관에 의한 차폐성이 있는 지에 대한 측정 기반 비교분석을 수행하였다.

### 4. 연차별 수행 전략

연차별	연구기간	연구예산 [만원]	핵심 내용
2008년	7. 8. ~ 11. 28. (4개월)	4,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 경 부 선 고 속 전 철 에 의 한 상시유도중전압 순회 측정 및 분포 분석</li> <li>- 서울~부산총350km 구간중 접근 개소 30개 루트 포설 측정</li> </ul>
2009년	3. 24. ~ 11. 20. (8개월)	4,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 호남선 고속전철 유도중전압 분포 측정 및 유도 특성 분석</li> <li>◆ 저전압 특성 구간에 대한 면밀측정</li> <li>- 지중매설물(광역상수관) 영향 관계 데이터 확보 및 차폐 성향 분석</li> <li>◆ 인위적 시설에 의한 실험측정</li> </ul>
2010년	4.1 ~ 11.19 (7개월)	5,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 각 구간 주요 개소 추가 측정</li> <li>◆ 차폐성 구간 면밀측정</li> <li>◆ 시설물 모사 확대 실험측정</li> <li>◆ 도입 결론적 정량성 도출</li> </ul>

### 5. 통계분석 기법의 적용

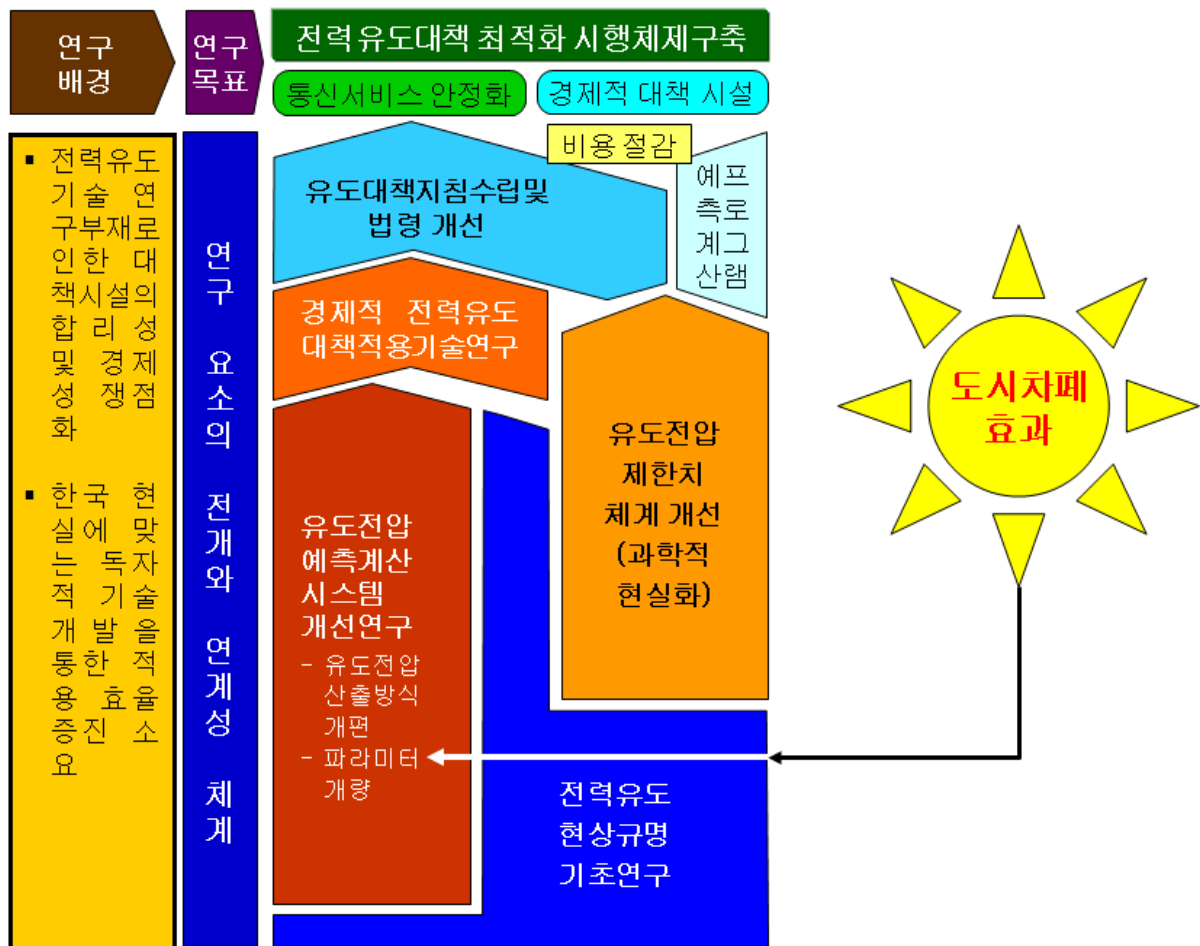
실측 기반 비교 방식에 의해서는 대단히 많은 측정 데이터가 수합이 되므로 이들 데이터 분포 분석에 관하여는 신뢰도를 높일 수 있도록 통계 기법을 적용하여 시골 전압들에 대한 도시 전압의 상대적 계수 위치 평가를 통하여 도시 차폐성이 있는 지를 계상하도록 하였다.

## 제4절 적용 범위

### 1. 연구의 제약성

#### 가. 공동적 연구 현안

원안의 유도 연구는 아래의 (그림1-2)에서 보는 바와 같이 유관 협력 공동연구 차원의 시스템적 범위의 유기적 연관성을 가지고 이루어져야 한다.



(그림1-2) 유도연구의 공동적 범위

본 연구는 이러한 총체적 유도연구의 범위중에 있어서의 위치를 놓고 볼 때에 있어서는 ‘유도전압 예측계산시스템 개선연구’의 항목중 파라미터 개량 요소의 하나에 해당하는 것이다. 그러나 도시차폐효과의 부문은 그것이 그 안에 차폐 시설물의 집합적 의미를 가



지고 있어서 원안의 연구 성향에 있어서는 전반적 의미를 포괄하는 반작용을 내포하고 있는 특징을 가지고 있다.

#### 나. 연구 제원의 한계

일본의 경우 1960년대로부터 하여 10여년의 연구기간을 통하여 유도대책기술에 대한 정립을 이루어 왔다[1]. 독일에서의 도시차폐효과 설정에 관하여서는 도이치텔레콤 기관 방문시 조사한 바에 따르면 약 5년여간의 측정 데이터 분석을 통한 경험치로서 ITU 국제 규격에 반영되어 있다. 이러한 정황에 비추어 볼 때 우리나라에서의 3년간의 독립 기관연구에 의한 역량 범위는 상당히 제약적인 것이라 할 수 있다.

유도 연구는 유도기관과 피유도기관 종속적 정보 범위의 연합이 이루어질 때 면밀한 파라미터 규격 제원 분석이 이루어질 수 있는 바 이러한 연구 차원의 협력이 미흡한 상황 가운데에 이루어진 바로서는 규격 제원 설정 깊이의 한계성을 안고 있다 하겠다. 연구 수행 인력의 소수성 측면에서도 다양한 유도 영향 파라미터에 대한 분석을 골고루 수행하기에는 역부족이다. 따라서 본 연구에 있어서는 어느 하나의 분석 아이템의 결론으로 집중시켜 처리하는 방향으로 귀결시키도록 하고 있다.

## 2. 유도원 시설의 문제

### 가. 전기철도 시설에 의한 유도원의 평가

통상의 전력유도원 시설은 크게 두 가지로 나누어진다. 상용 전원 공급을 위한 일반 전력선에 의한 것과 전기철도 시설에 공급되는 전력선-이를 특별히 급전선이라 한다-에 의한 것이다.

본 연구의 실측 기반 비교분석 방식에 있어서 유도전압 데이터 수합을 위한 현장 유도원의 접근은 전기철도 급전선에 의한 것으로 한정된다. 전기철도의 시설도 지배적인 유도원의 공급은 고속전철에 의한 것이다. 이와 같이 선정된 것은 몇 가지 연유가 있는데, 일반 전력선의 접근 선정은 유도전압의 레벨의 현시성 측면에서 용이치 않고 유도기관과의 협력이 이루어져야 하는 절차상의 번거로움이 뒤따른다. 전력선중에 있어서 배전선에 의한 유도 현상은 공급 방향의 합성 전압 위상의 문제를 파악하여야 하기 때문에 평가가 까다로워진다. 반면 고속전철 시설은 유도전압 측정을 위한 접근이 시설 경계 지역 근접 외측에 구차한 특성 조사없이

도 손쉽게 측정 환경을 구축할 수 있는 편리성이 있다.

연초에 배전선에 대한 측정 협동을 감안하였으나 연구 제원의 한계로 고속전철 시설에 대한 유도전압 데이터만으로 연구하는 것으로 선정되었다.

#### 나. 전력선에 의한 유도 적용성에 대한 기술 특성

유도원의 특성이 전력 소모 시스템이 완전히 다르기 때문에 별개의 실험 분야로서 보고 독립적 연구의 적용과 연계를 이루도록 할 수 있다면 원안적 의미를 살릴 수 있을 것이다. 현실적으로 유도 전압으로 나타나는 양상에 있어서도 상용 전력선에 의한 것과 열차 경과에 의하여 나타나는 급전선에 의한 것은 확연히 다른 양상이다.

그러나 단지 유도를 받아 유도전압이 발생하는 원리적 측면으로 고려할 때 유도원이 다르다고 하더라도 본 연구 대상 범위는 차폐 기술에 관한 것이므로 그 효과 해석에 있어서는 특별히 다를 이유는 없을 것으로 사료된다. 다시 말하여 어떠한 유도원이라 하더라도 도시에서의 차폐효과가 있다고 한다면 다른 유도원 시설이라고 하더라도 기술적으로 발생하는 유도전압에 대한 경감 영향이 달라지리라 고는 여겨지지 않는다는 것이다.

그럼에도 불구하고 실증적 차원에서는 다른 유도원에 대한 유도전압 차폐성 평가 실측 및 분석이 이루어진다면 더욱 양호한 결과 효과를 얻을 수 있을 것이다.

### 3. 유도전압 구분의 문제

#### 가. 종전압 기반 분석

본 연구에서의 주된 측정 유도전압 범주는 상시유도종전압에 대한 것이다. 이상 전압은 어떠한 고장 발생에 의한 것이기 때문에 일상적으로 측정할 수 있는 전압이 되지 못한다. 음성 통화에 직접 영향을 미치는 유도잡음전압이 대책상 더 현실적 관심의 대상이 되기는 하나 이는 유도에 있어서는 우선 종전압이 기초이므로 이에 대한 측정은 필수적이라 할 수 있는 반면 유도잡음전압의 원천은 바로 이 종전압에 근본 기인한 것으로서 잡음전압의 케이블의 평형도와 결부된 2차 전압이라는 복잡성의 문제가 있다. 순수한 유도 성분외에 다른 외적 요인들이 가미된 전압의 합성 양상을 갖는 임의적 측면의 발생 특성이 있어 분석하기가 난해한 어

려움이 있다. 잡음전압의 측정 또한, 수행 현장과 제원 조달의 여건상 충분한 데이터 확보가 곤란하였다.

#### 나. 잡음전압의 적용 방안

##### (1) 종전압 전환 기술 감안

잡음전압은 평형도에 의한 종전압으로부터의 전환된 2차 전압이기 때문에 이 원리에 의하여 종전압 기반 분석에 의한 결과를 전환 모드 메카니즘 형성 도입에 의하여 적용 해석하는 기법을 연구해 볼 수 있을 것으로 생각하고 있다. 이는 기술적으로 또 다른 연구 범위의 성격을 가지고 있다.

종전압에 대한 도시차폐효과를 적용한다고 할 때 2차 전압인 잡음전압에 대하여는 고려치 않아도 원천 전압의 저감 자체가 곧 잡음전압 경감으로 연결될 수 있다는 의미이다.

##### (2) 일부 실측데이터 활용 분석에 의한 결과 연구

실측기반 연구 수행상 수합된 잡음전압 측정 데이터를 비교분석하여 검토하여 보도록 한다. 잡음전압의 발생 양상은 상당히 임의적이므로 일관된 양상의 도출이 곤란한 제약성이 있다. 잡음의 원천적 소스에 대한 추가적 연구 작업이 필요할 수 있다.

도시효과의 적용 측면 해석을 위하여서도 60Hz 상용 전력주파수에 의한 잡음 투과의 차폐에 대한 실증적 요소 효과들에 대하여도 사실상의 실증적 검토가 필요한 난제로 여겨진다.

## 4. 지역 구분 정의의 문제

#### 가. 도시 구분 방안

실측 기반 적용의 방법에서 도시와 시골을 어떻게 구분할 것인가 하는 것에 대한 규격적 정의가 필요하다. 기본적으로 행정 구획상의 도시를 파악할 수 있으나 실제 유도 환경의 측면에서 도시라고 해서 차폐를 줄 수 있는 환경이 안되는 시

골과 같은 여건이 있는 반면, 시골이라고 하더라도 실제 도시 차폐의 근간 시설로서 차폐를 줄 수 있는 시설물, 즉 매설관류가 병행할 수 있기 때문에 이에 대한 독립적 고려가 소요된다. 도시 환경으로서의 규격적 구분 방안에 대하여 고안된 내용에 대하여는 부록에 수록하였다. 이에 대하여는 실제 적용 지침상의 세분화가 필요할 수 있다.

#### 나. 실제 적용상의 이중 시나리오 특성

시골이라고 하더라도 실제 차폐 실체의 가용 자원 대상이 되는 매설관류가 존재하는 경우 독립적인 차폐 해석이 소요되기 때문에 역으로 도시라고 하더라도 이러한 차폐 실체의 현존성에 따라 해석을 달리할 수 있다. 도시차폐 가정의 이면으로 들어가서 이러한 실제 분석의 소요에 의하면 비의존적 계수효과 파악이 요구되는 유도대책 적용상의 시나리오를 가정해 볼 수 있다.

### 5. 도시시설물의 분류 적용 범위

이 연구의 제명에 있어서의 도시시설물이라 함은 크게 다음과 같은 네가지 유형으로 분류하여 볼 수 있다.

- 지중매설 강관류 : 가스관, 수도관 등
- 장거리 철재 시설 : 와이어류, 철재 또는 그물형 펜스
- 철골 건축 구조물류 : 교량, 지하 공동구 유형(지하철 연결 터널)
- 도시 밀집되어 있는 아파트나 건축물 자체들에 의한 영향성

이와 같은 것들은 그 하나하나가 연구의 주체로서의 실험 의미들을 갖고 있기 때문에 본 연구의 제약 범위에서 다룰 수 있는 사안들이 되지 못한다. 그러나 무엇보다 주된 차폐 가능 시설로서 가장 일반적 차폐체로서의 구성에 부합된 장거리 도체로 볼 수 있는 매설관류가 유력한 것으로 대표할 수 있다고 본다.

따라서 본 연구의 범위에 있어서는 도시차폐 시설의 근간으로서 지중매설관류에 집중하여 실제 요소로 다룬다.

### 6. 동일 조건(정규화) 적용 해석의 한계

## 가. 일반 정규화 요소의 소화

본 연구에서 선정된 실측기반 비교방식에 의하면 유도 환경 개소 조건들에 대한 정규화를 시켜주어야 한다. 기본 파라미터로서 유도 병행거리, 케이블 포설 이격거리, 대지저항률이 있고 고속전철 측정에 따른 정규화 대상 적용 차폐계수로서는 고가차폐효과와 타케도효과가 있다.

## 나. 기유도전류의 실측 한계 처리

### (1) 기유도전류 정규화의 의미

기유도전류를 정규화한다는 것의 의미는 전 측정 개소에서의 기유도전류가 모두 동일하다고 하더라도 그것에 의한 유도 영향력에 대한 도시와 시골에서의 차폐성 차이에 의한 유도전압의 차이가 있다면 그것을 순수하게 도시에서의 차폐 영향으로서 볼 수 있겠다는 근본적 관점에서부터 발원된 것이다.

### (2) 부하전류 정량 파악의 한계

기유도전류의 이면에는 열차에 공급되는 부하전류가 원천이 되고 유도를 일으키는 전류로의 전환 메카니즘상에 작용하는 인자는 대지저항률과 선로/선조들의 상호임피던스 상관 관계 해석이 적용된 ITU-T Directives에서 제시하고 있는 다도체계산법에 의한 소위 'Amp·km' 적용 변수가 또한 포괄되어 있다.

우선 부하전류의 흐름의 양태는 인위적으로는 설정하기 곤란한 승객의 수, 운전자의 가속 특성, 운행 시격의 변화등 임의적 변수가 내재되어 있어 정량적 변수 모델링하기가 매우 어려운 문제가 있다. 부하전류 자체에 대한 전력시설 공급량의 저장 기록에 대한 확인도 상당히 복잡한 문제이다.

### (3) 기유도전류 심층 연구 소요

기유도전류 안에 내포된 유도 원천 파라미터들의 복합적 구성 요소 분석과 이것들의 함수적 관계 설정, 기유도전류 발생 메카니즘에 의한 영향 관계의 해석 소요 등 이 기유도전류에 대한 정규화 작업 연구는 매우 어려운 사안으로서 급변의

연구 제원료씨는 포괄하는데 한계가 있다.

부하전류로부터 실제의 기유도전류 전환의 다도체 해석법에 의한 ‘Amp·km’ 특성 분석 기반의 정량적 관계 설정을 위하여는 좀더 깊이 있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서의 유효 데이터 정규화 분석은 상기 ‘가’목의 소화 요소인 병행거리, 이격거리, 대지저항률, 차폐효과(고가효과, 궤도효과)까지의 정규화분에 대한 것이다.

## 7. 연구 적용 범위 요소 선정의 구성 체계

이상에서 언급한 적용 범위 요소를 하나의 표로 정리하면 <표1-2>와 같다.

<표1-2> 연구의 적용 범위 요소

유도원	유도전압	도시시설물	분석방법	동일조건
전력선	이상전압	매설물 근간	직접측정	병행거리
급전선	상시전압	철재류	직접산출	이격거리
직류리플	잡음전압	골조류	실측기반	대지저항
발전기		건물류	오차비교	차폐효과
합성유도				부하전류

## 제 2 장    전력유도 대책 연관 기술





## 제 2 장 전력유도 대책 연관 기술

### 제1절 국내외 기술 현황

주요 국가별 도시차폐계수의 적용 현황은 다음과 같다.

#### 1. ITU에 의한 국제 규격

##### 가. Recommendation

2006년 ITU-T의 권고 표준 2006년 2월에 제정되고 2008년 4월 개정된 K.68(Operator responsibilities in the management of electromagnetic interference by power systems on telecommunication systems)에서는 5.2절 유도 영향 범위의 적용(Reference Influence Distance: RID)을 평가하는 구체적 산식을 그 부속서(Annex) A에서 아래의 식(2)과 같이 표현하고 있는데 이 식의 평가 파라미터로서 매설물 영향에 의한 도시차폐효과(urban factor,  $k_u$ )가 가미되어 있고 이 구체적 수치 적용에 대하여는 'Appendix'(부록) II.1.2.3에서 아래의 <표 2-1>과 같이 제시하고 있다.

$$u_m = \frac{U_m}{l_m} \frac{1}{k_t} \frac{1}{k_u} \frac{1}{k_p} \frac{1}{I_p} \left[ \frac{V}{km \cdot kA} \right] \quad (2)$$

$u_m$  : 상호임피던스/단위 길이당 [ $\Omega \cdot m/km$ ]

$U_m$  : 유도전압의 제한 기준치[V]

$l_m$  : 최고 병행 거리[km]

$k_t$  : 통신측 차폐계수

$k_p$  : 유도원측 시설 차폐계수

$k_u$  : 도시차폐계수/매설물 근간

$I_p$  : 기유도전류[kA]

<표2-1> ITU-T K.68에서의 도시차폐계수 범위치

	Environment	
	Urban area	Rural area
Urban factor $k_u$	0.1-0.4-0.7 (Note)	1.0
NOTE – 0.1 for large cities with high soil resistivity.		

나아가 부록 II.2에서는 RID의 계산 적용상  $k_u$ 값을 대지저항률별로  $0.45/50\Omega\cdot m$ ,  $0.35/500\Omega\cdot m$ ,  $0.25/5000\Omega\cdot m$ 를 제시하고 있다.

#### 나. Directives

현 ITU-T Directives 또는 이전의 CCITT Directives(concerning the protection of telecommunication line against harmful effects from electric power or electrified railway lines)의 Vol.VII 3.8절에서 도시차폐계수  $k_x$ 로서 다음과 같은 지역 경계별 수치 범위를 제시하고 있다.

- 도심(downtown cities) : 0.1 ~ 0.2
- 교외(suburban areas) : 0.4 ~ 0.6
- 시골(countryside) : 0.8 ~ 1.0

## 2. 독일

ITU 표준에서 도시차폐효과에 대하여 언급하고 있는 다음의 <표2-2>와 같이 매우 세부적으로 구분하여 사용하고 있는 독일의 경험치로부터 비롯된 것이다.

## 3. 헝가리

2006년 11월 ITU-T SG5 스위스 제네바 회의시 헝가리텔레콤의 György Varju에게 직접 문의한 바에 의하면 헝가리에서는 유도 대책시 지중 매설관등의 영향에 의한 도시차폐효과로서 약 0.67 정도의 값을 사용하고 있다고 한다. 단, 일률적으로 적용하는 것은 아니며 유도전압을 계산하였을 때 유도전압이 제한치를 초과한 경우에 적용하는 방식을 취하고 있다고 하였다.

<표2-2> 독일에서의 도시차폐계수

구간 영역의 지형 전개			감쇠계수( $r_x$ )
도시 지역 (city range)	지하터널 구간(undergrounds in tunnelled routes)		$\leq 0.05$
	중심가(town center)		$\leq 0.15$
	중심 인근(closer city)		$\leq 0.25$
	중간 영역(further city)		$\leq 0.35$
	외곽 지대(교외, suburbs)		$\leq 0.40$
	최외곽 지역 (outskirts)	반개발지(half-open land development)	$\leq 0.50$
		개발지(open land development)	$\leq 0.60$
시골 지역	도로가 있는 경우 (free area with roads)		$\leq 0.80$
	도로가 없는 경우 (free area without roads)		$\leq 1.00$

#### 4. 도시차폐효과를 적용하고 있지 않는 나라들

##### 가. 프랑스

2007년 4월 프랑스텔레콤을 방문하여 조사한 바에 의하면 도시차폐계수는 ‘1’, 즉 적용하고 있지 않다고 하였다.

##### 나. 일본

유도연구의 깊은 역사를 가지고 있는 일본에서는 환경 차폐 효과로서 도시 시설에 의한 영향성 연구를 수행하여 실측 차원에서 검토/분석한 바 있으나 정확한 판별을 하기가 곤란하고 실체의 파악이 어려운 연유등으로 인하여 인정은 하나 유도대책상에 적용치는 않고 있다[2]. 일본에서는 도시 시설물 근간인 매설관류의 차폐계수 산출을 직접 계산하는 방식을 연구한 바 있으나 실측과의 오차 부분이 있어 미완성 상태로 연구의 필요성만을 제시한 상태이다[3].

## 제2절 유도전압의 산출

### 1. 기본식

$$V = j\omega M \ell KI$$

$V$  : 유도전압 [V]

$\omega$  : 각주파수( $2\pi f$ )

$M$  : 상호인덕턴스[H/km]

$\ell$  : 병행 거리[km]

$K$  : 차폐계수

$I$  : 기유도전류[A]

### 2. 상호인덕턴스의 계산

$$M = \left[ 4.6 \log_{10} \frac{2}{kd} - j \frac{\pi}{2} \right] \times 10^{-4} (H/km)$$

$$k = 2\pi \sqrt{2f/\rho}$$

$d$  : 이격거리[cm]

$\rho$  : 대지저항률[CGS emu]

### 3. 유도 계산 전압의 종류

전파연구소고시 제2007-102호에서 다루고 있는 유도전압 계산 대상 유형의 분류는 (그림2-1)과 같다.

### 4. 차폐계수의 종류

가. 법적 적용 계수류

전파연구소고시 제2007-102호에서 다루고 있는 각종 차폐계수류의 분류는 <표 2-2>와 같다.



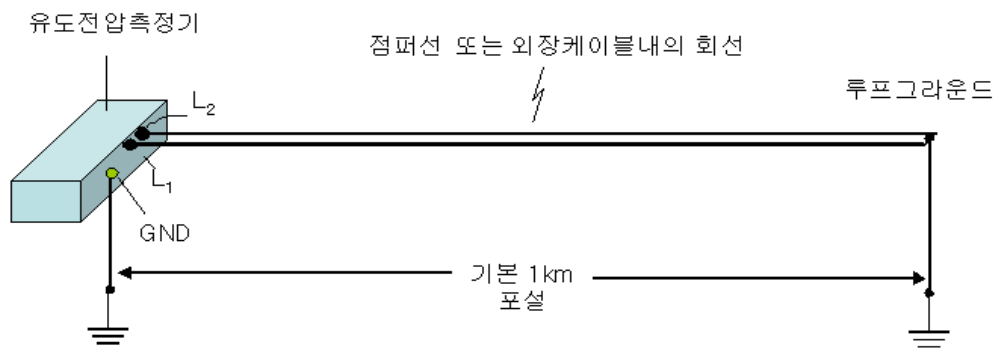
<그림2-2> 차폐계수의 포괄적 종류

No.	계수분류	계수표기	계수명	특성/해설
1	차폐계수	$K_1$	전차차폐	
2		$K_3$	전기통신선의 차폐계수	
3		$K_4$	터널차폐계수	
4		$K_6$	고가차폐계수	
5		$K_8$	타케조효과	
6		$K_{0n}$	800Hz 영상전류 차폐계수	800Hz에서의 영상전류에 대한 지중전력선의 차폐계수
7		$K_{11}$	송전선 가공지선	
8		$K_{1n}$	지중전력선 차폐계수	800Hz
9		$K_{21}$	중성선 차폐계수	배전선의 중성선
10		$K_{31}$	지중송배전선의 차폐계수	
11		$K_{3n}$	800Hz 전기통신선	
12		$K_{60}$	60Hz 영상전류 차폐계수	60Hz에서의 영상전류에 대한 지중전력선의 차폐계수
13		$K_{nf}$	기수고조파 차폐계수	흡상변압기 전철시설에서의 기수고조파 차수에 대한 각종 차폐계수
14	저감계수	$K_7$	유도저감계수	통신케이블 조수에 의한 유도 저감계수
15	분류계수	$K_{12}$	가공송전선의 분류계수	
16		$K_{22}$	가공배전선의 분류계수	
17		$K_{32}$	지중송배전선의 분류계수	
18	경감계수	$\alpha$	유도잡음경감계수	전력선 가공배전선의 유도 잡음 경감계수
19		$K_A$	유도경감계수	단·복선 전철에 있어서 흡상변압기 유도에 대한 경감계수
20	잡음계수	$S_{nf}$	평가잡음계수	
21	평 형 도	$\lambda$	전기통신회선의 평형도	
22		$\lambda_{nf}$	기수고조파 회선평형도	
23	함 유 율	$\eta$	평가잡음함유율	전력선 가공배전선
24		$I_{nf}$	고조파함유율	전철시설 흡상변압기
25	계조효과	1-n	60Hz 계조효과	
26		(1-n)n	800Hz 계조효과	
27	분류효과	$K_5$	분류효과	
28	(증강계수)	$\mu$	중계기 이득	
29		$G_{nf}$	기수고조파 이득	기수고조파에 의한 중계기의 이득

## 제3절 관련 측정 기술

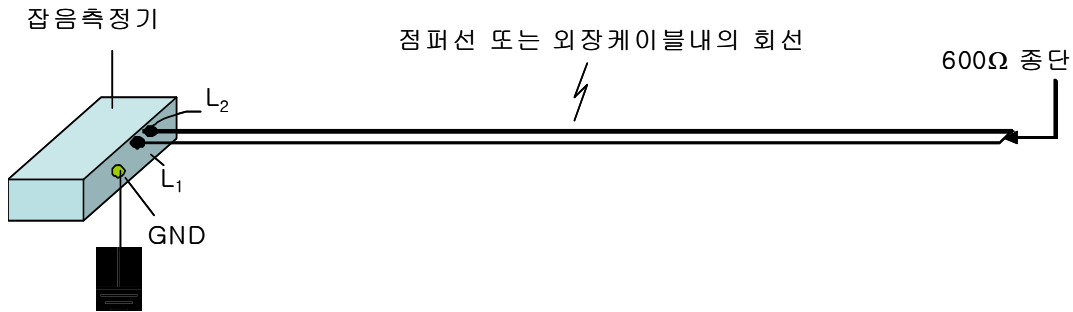
### 1. 측정회로의 구성

#### 가. 상시유도종전압 측정



(그림2-3) 상시유도종전압 측정 회로

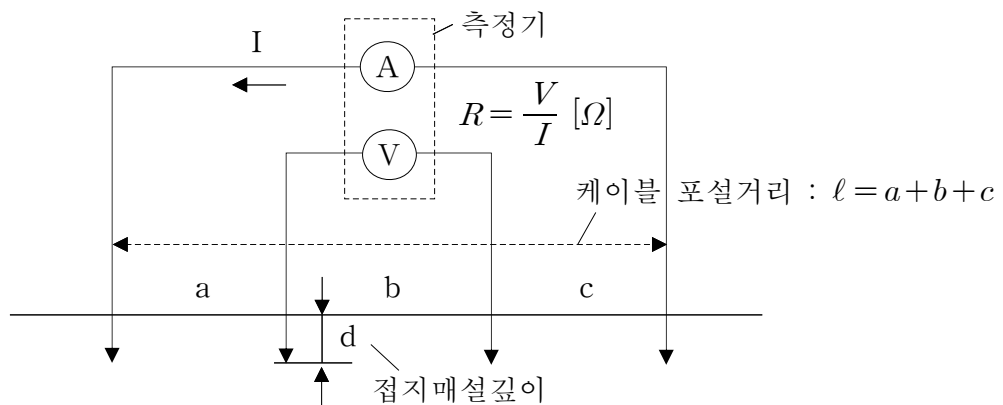
## 나. 잡음전압



(그림2-4) 유도잡음전압 측정 회로

## 2. 대지저항률 측정

케이블 포설 구간 길이 전량에 대한 측정을 기본으로 한다. 즉 1km 구간 포설을 한 거리에 대하여 중간 2개소 접지 분할하고 대지저항률을 측정한다. 분할된 거리 등분 상태에 따라 (그림2-5) 대지저항률 측정 회로상에서의 분할거리 a, b, c의 관계에 따라 다음과 같은 특성으로 대지저항률을 측정(산출)한다.



(그림2-5) 대지저항률 측정의 기본 구성

대지저항률 산출 기본식은 식(4)와 같고 이 식의 성분중 ‘E’ 는 포설거리의 분할 간격 관계에 따라 다음 항목과 같이 정해진다.

$$\rho = \frac{2\pi R}{E} \quad [\Omega \cdot m] \quad (4)$$

$$\text{i) } a \neq b \neq c \text{ (일반적 경우) : } E = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} - \frac{1}{a+c} - \frac{1}{b+c}$$

$$\text{ii) } a=c \neq b \text{ (Schlumberger) : } E = \frac{2b}{a(a+b)}$$

$$\text{iii) } a=b=c \text{ (Wenner) : } E = a^{-1}$$

Wenner의 경우(iii), 보조전극 매설 깊이(d)를 감안하여  $E = 0.5a^{-1}D$  로 하고 D는 식(5)로 계산하여 적용할 수 있다.

$$D = 1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4d^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + d^2}} \quad (5)$$



## 제 3 장 차폐 실체 효과 분석



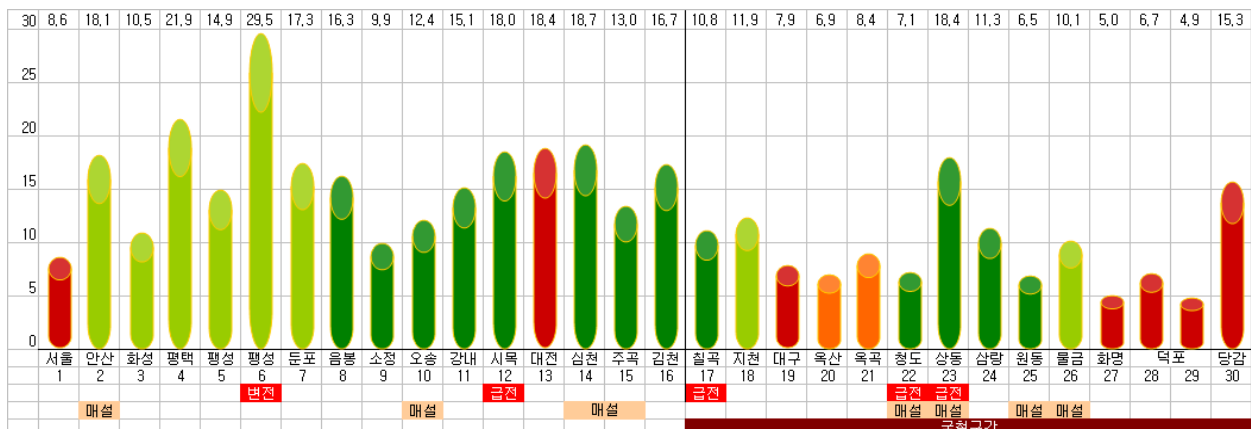
## 제 3 장 차폐 실제 효과 분석

### 제1절 매설관 영향 분석

#### 1. 면밀측정 수행 개소의 선정과 매설물 조사

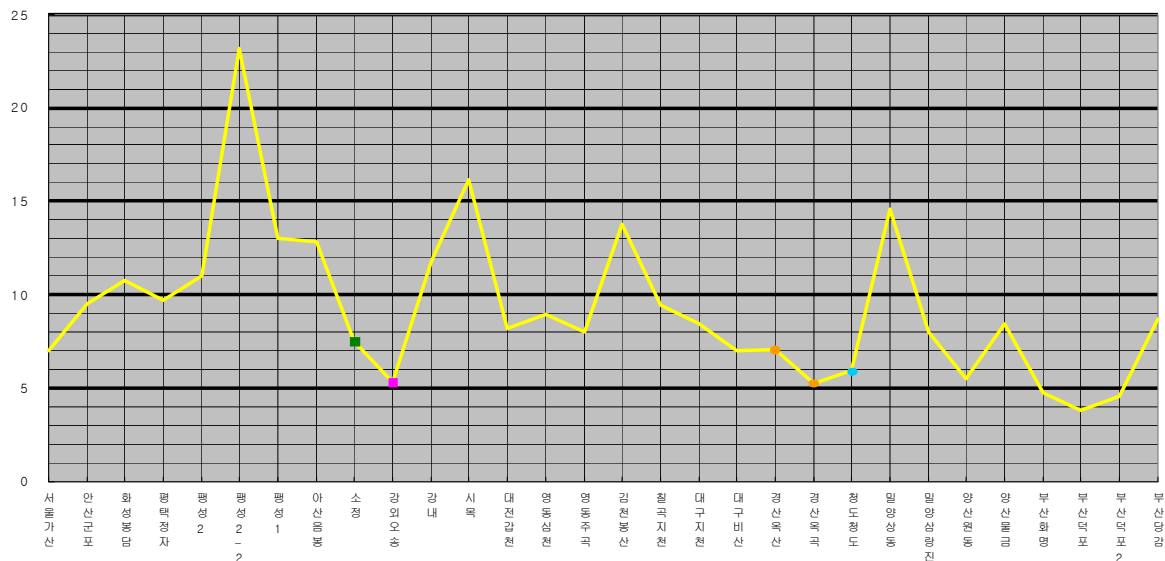
가. 2008년도 측정 수행 이상 저전압 구간

작년(2008년) 경부고속전철 루트를 따라 측정한 대표 유도전압의 분포를 살펴보면 (그림3-1)과 같다. 이것은 측정된 전압을 가능한 차폐변수들 중심으로 동일한 조건으로 정규화한 분포도이다. 포설한 통신케이블을 병행거리에 대하여만 모두 1km로 정규화한 유도전압 분포는 (그림3-2)와 같다.



(그림3-1) 2008년도 수행 전체 정규전압 루트 분포

측정된 유도전압의 정규화에 있어 가장 명확하게 적용되는 것은 케이블 포설 병행거리에 대한 것이다. 측정을 위하여 케이블을 포설할 때 측정 개소의 환경 여건에 의하여 1km로 동일하게 포설하지 못하고 모자르거나 초과해서 포설되는 경우들이 있다. 유도전압은 병행거리에 직접 비례하므로 이 경우 측정된 전압을 포설 거리로 나누어서 모두 1km에 상당한 전압으로 정규화한다. 이외의 적용된 정규화 요소들은 항상 일률적이라 할 수 없는 특성과 그 정확성의 신뢰도 측면에서 명확하지 못한 측면이 있고 영향력이 큰 것은 아니기 때문에 일단 큰 전압 변화의 분포를 단시간에 살펴보는 데에 있어서는 병행거리만에 대한 정규화로써 가름하여 볼 수 있다.



(그림3-2)에서 보면 같은 대전 이북권의 중부 지역을 거슬러 올라가는 고속전철 루트상에 있어서의 유도전압 분포를 보면 10V 기준 정도의 전압 레벨로 감지할 수 있다. 그런데 이에 비하면 유독 강원 오송 개소가 거의 반밖에 안되는 전압 레벨을 나타내고 있다. 한편, 국철 구간에 있어서는 대도시인 부산을 제외하고 경산 옥곡과 청도, 양산 원동 개소가 낮은 전압 분포를 보이고 있다.

현장에서 확인되었던 매설물 관련 현황은 아래의 <표3-1>과 같다. 여기서 1차적으로 특별히 관심이 되는 개소는 오송개소에 광역상수관이 매설되어 있다는 것이다.

〈표3-1〉 2008년도 측정현장 표식 발견 매설물 개소현황

No.	해당개소	공유관	가스관	광케이블 (사업자)	광통신케이블 (철도청)	특고알케이블 (철도청)	광역상수도	하수관
1	영동심천	O						
2	영동주곡	O						
3	양산원동			O(DACOM)				
4	강외오송						O	
5	청도청도				O			O
6	양산물금			O(SKT)				
7	안산균포					O		
8	밀양상동		O		O			

## 나. 매설물 조사

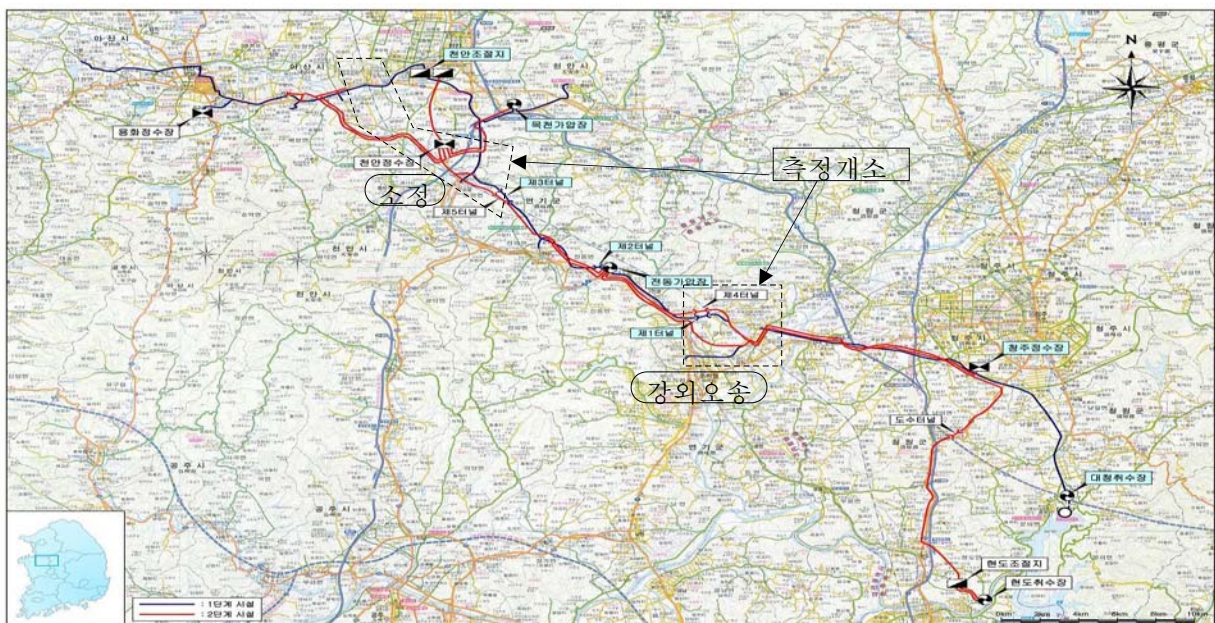
### (1) 오송개소

앞에서 파악한 바에 따라 일차적으로 강의 오송 개소 광역상수관의 실제 배치 자료에 대한 조사를 수행하였다. 이를 위하여 대전에 소재한 충청권역 관할 수자원 공사에 문의하여 보니 청주 지역관할 사무소에 직접 자료 문의하라는 안내를 받고 4월 28일 기관 방문하여 관계 도면 자료를 입수하여 보니 2008년 측정하였던 오송 개소 케이블 포설 루트 바로 옆으로 광역상수관이 병행하고 있음을 알게 되었다.

조사한 도식 자료에 의한 충청권역 광역상수관 매설 루트 현황은 (그림3-3)과 같다. 그림에서 굵은 적색과 청색으로 표기되어진 관로가 광역상수관이며 대략 중간쯤 인근에 긴 점선으로 연결되어 나타나진 루트가 경부고속전철 선로이다. 제4터널로 표시된 위치가 실제 고속전철이 통과하는 터널의 위치에 해당된다. 이 제4터널 진입 직전 전단의 광역상수관과 경부고속전철 루트의 근접 병행 구간이 정확히 2008년도 수행한 오송 측정 개소의 위치에 부합된다.

### (2) 소정 개소

(그림3-3) 지도에서 연기군 소정면 소정 지역의 제5터널로 명기된 위치가 실제 고속전철 터널(고등터널)에서 빠져나오는 위치에 상당하여 그 이북으로 병행된 구간이 기측정한 개소와 정확히 일치한다.



(그림3-3) 충청권역 광역상수관 매설 개황 지도

### (3) 경산 개소

2008년도 경산에서 측정하였던 옥산과 옥곡 개소 위치의 인근에 상수도관이 병행 매설되어 있음이 조사되었다. 옥산 측정 개소로는 단일 상수관이 인접 병행하고 있고 옥곡 개소로는 상수관이 그물 형태로 병행 배치되어 있다. 단, 약 300m 이남으로 병행되어 있지 않다.

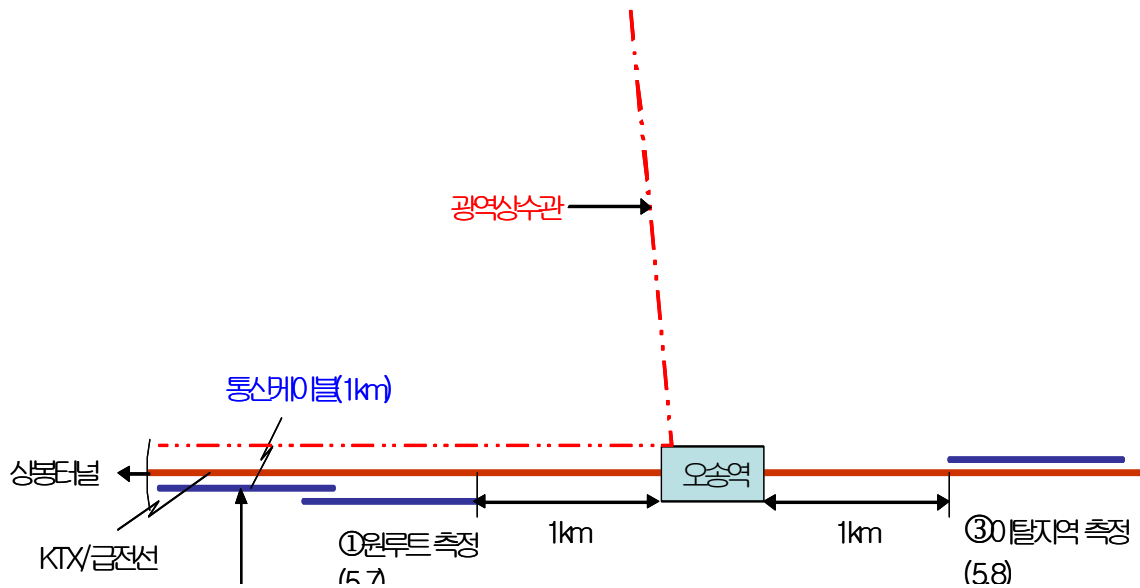
## 2. 오송 개소 면밀 측정 수행

### 가. 1차 측정

(1) 측정기간 : 2009. 5. 7. ~ 5. 8.

(2) 측정루트 개황 :

광역상수관이 매설 병행하고 있는 오송 측정 개소에서의 1차 루트 개황은 (그림 3-4)와 같다. 일자별 측정 루트 현황은 <표3-2>와 같다.



(그림3-4) 오송 1차 면밀측정 루트 개황도

<표3-2> 오송개소 1차 면밀측정 수행 일정 현황

No.	측정일자	시간대	측정 구간	포설거리[km]
1	2009. 5. 7.(목)	오전	① 원루트 측정	1
2		오후	② 연속구간 확장 측정	1
3	2009. 5. 8.(금)	오후	③ 이탈지역 측정	1

①번 원루트 측정은 2008년도에 측정되었던 전압 레벨의 변화 확인을 위하여 2008년 당시 동일 포설 병행 지점에 대하여 재측정을 수행한 것이다.

②번 연속구간 확장 측정은 원루트 측정 기점으로부터 상봉터널까지 포설 가능 거리가 약 2km에 상달하므로 터널 방향으로 바로 직속 확장된 1km 구간 병행거리 에 대한 유도전압의 변화는 어떠한 지를 알고자 측정한 것이다.

③번 이탈지역 측정은 광역상수관이 병행하는 범위를 벗어나 1km 후방 지역에 서의 유도전압을 비교하고자 측정한 것이다.

### (3) 기초 파라미터 현황

각 측정 개소에서의 접지저항과 대지저항률은 <표3-3>과 같다.

<표3-3> 오송측정 1차 시행에서의 기초 파라미터

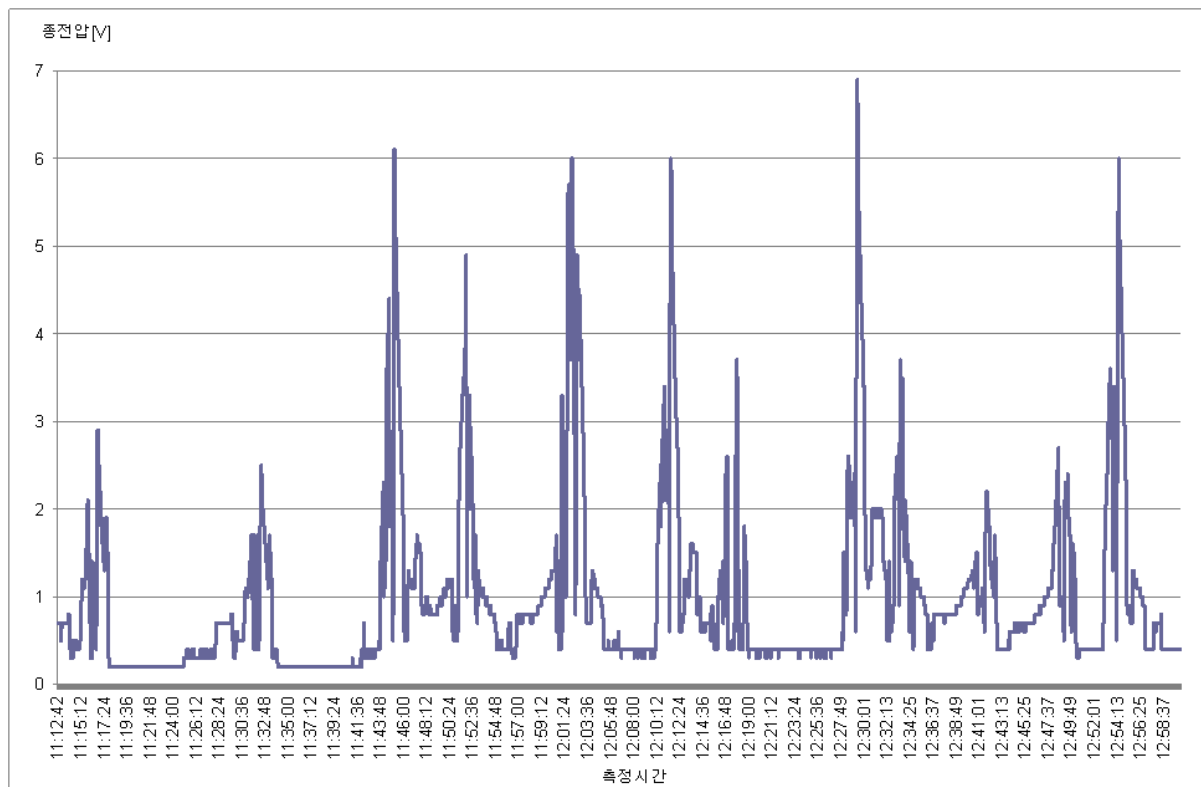
개소		일자	접지저항[Ω]			대지저항률[단위: 미터]					
지역	세분		측정단	종단	위치	d	M	C	T	R	$\rho[\Omega \cdot m]$
오송 1차	원위치	2009-05-07	측정 누락			0.5	300	400	300	5.590	9219.8
	이북연속	2009-05-07				0.5	300	400	300	7.020	11578.3
	이탈개소	2009-05-08	230.0	226.0	하천전단	0.7	300	300	400	0.688	1578.8

### (4) 측정 유도전압 현황

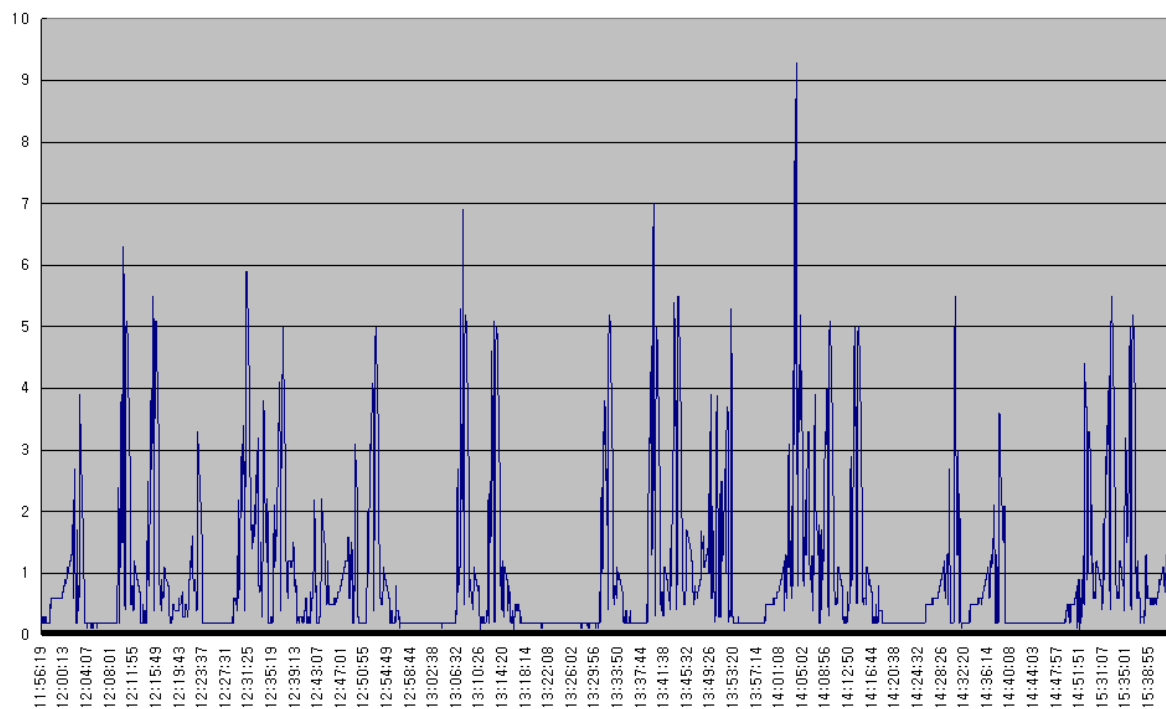
#### (가) 원루트 측정 확인 전압

2008년도 측정 당시 개소의 재확인 측정된 전압은 (그림3-5)와 같다. 이에 대하여 원래 2008년에 측정되었던 전압 분포를 다시 나타내면 (그림3-6)과 같다.

2008년도의 전형적인 값은 5V대에 머물러 있다고 할 수 있다. 반면, 금번 측정에 있어서는 측정 시간대는 완전히 일치하지 않지만 6V 수준으로 육박하여 약간 높아진 경향이 있는 것으로 보여진다.



(그림3-5) 오송 원루트 개소 유도중전압 레벨분포



(그림3-6) 2008년도 측정 당시 오송개소 유도전압 분포



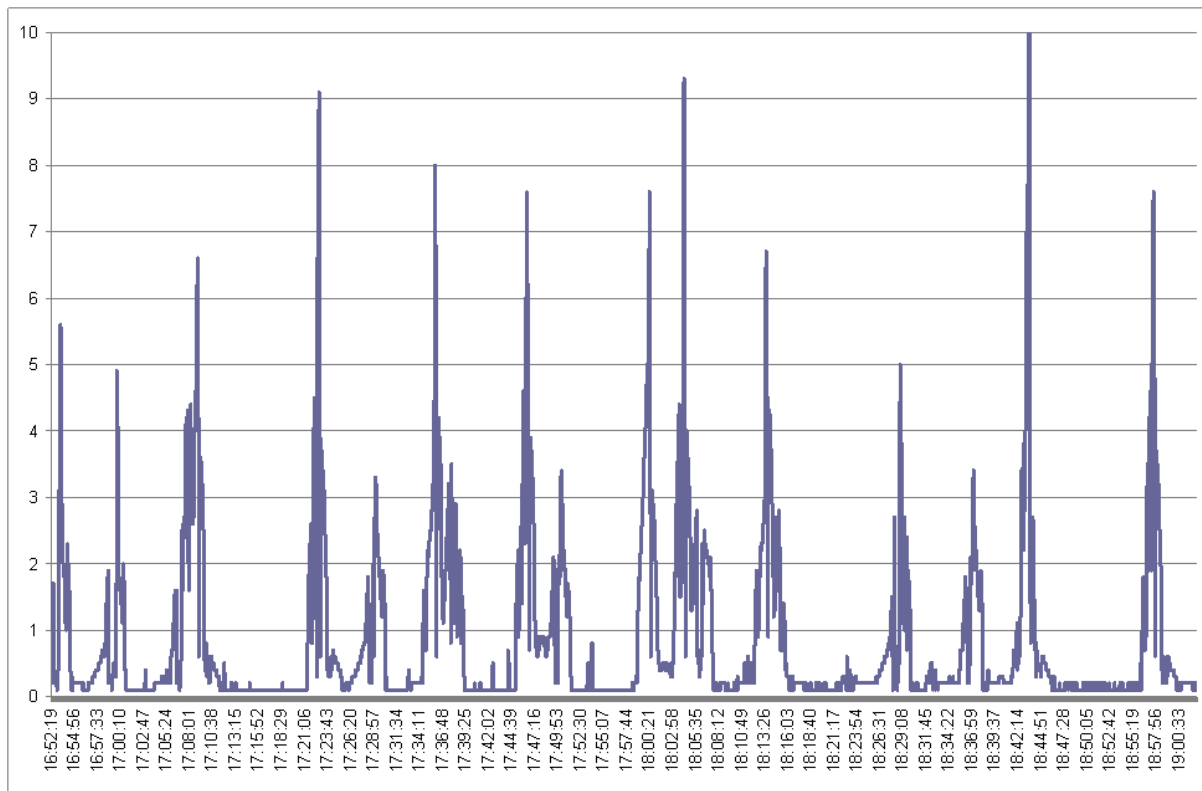
#### (나) 연속구간 확장 측정

원래 측정하였던 개소 위치로부터 북편 터널측으로 연속 이동하여 1km를 측정한 결과 그래프는 (그림3-7)과 같다. 이 위치에서의 전압 피크 특성은 높게 치는 전압 대역의 분포를 놓고 볼 때 8V에 육박하는 수준이 됨으로 원개소 위치에서보다 2V가 더 높게 측정되었다. 바로 연속된 구간인 동일 개소의 각 1km 구간에서의 유도전압 특성에 차이가 있으므로 이에 대한 면밀 측정이 추가로 요구되었다. 이에 대하여 2차 측정 현황에서 다시 비교 분석하여 설명한다.

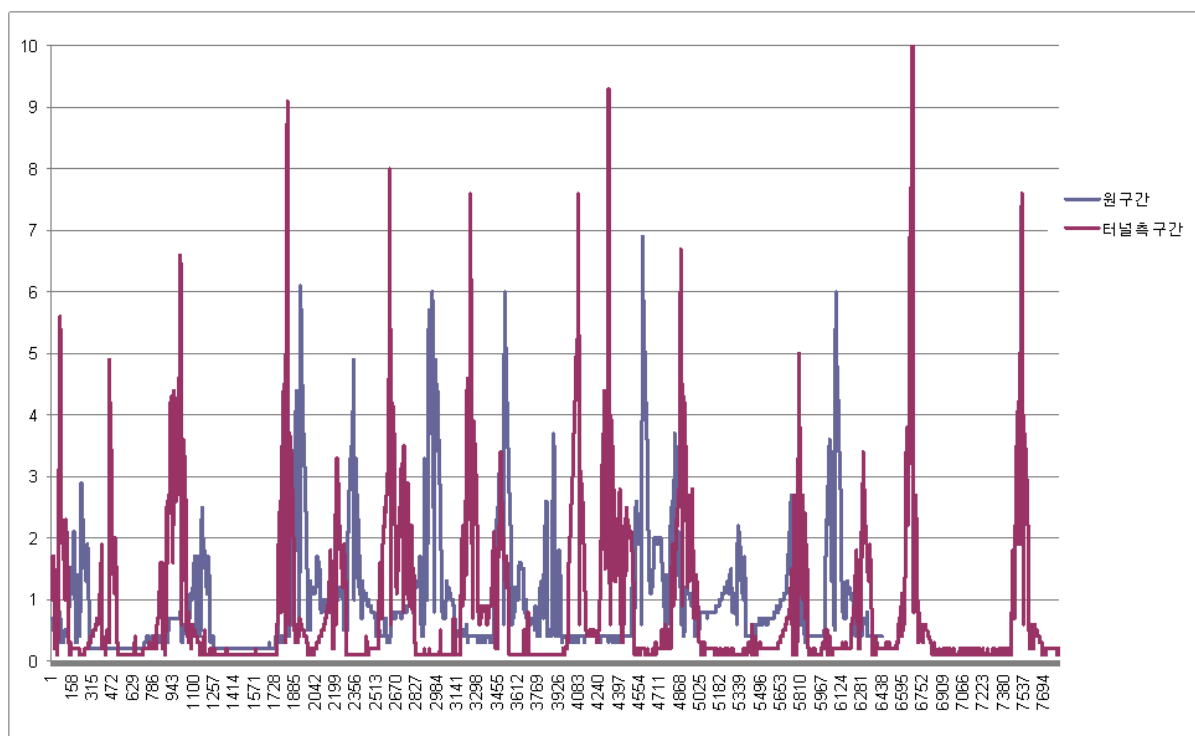
이들의 시간대가 맞지 않다는 문제점이 있지만 일련순으로 두 위치의 전압을 비교하면 (그림3-8)과 같다.

#### (다) 이탈 지역 측정

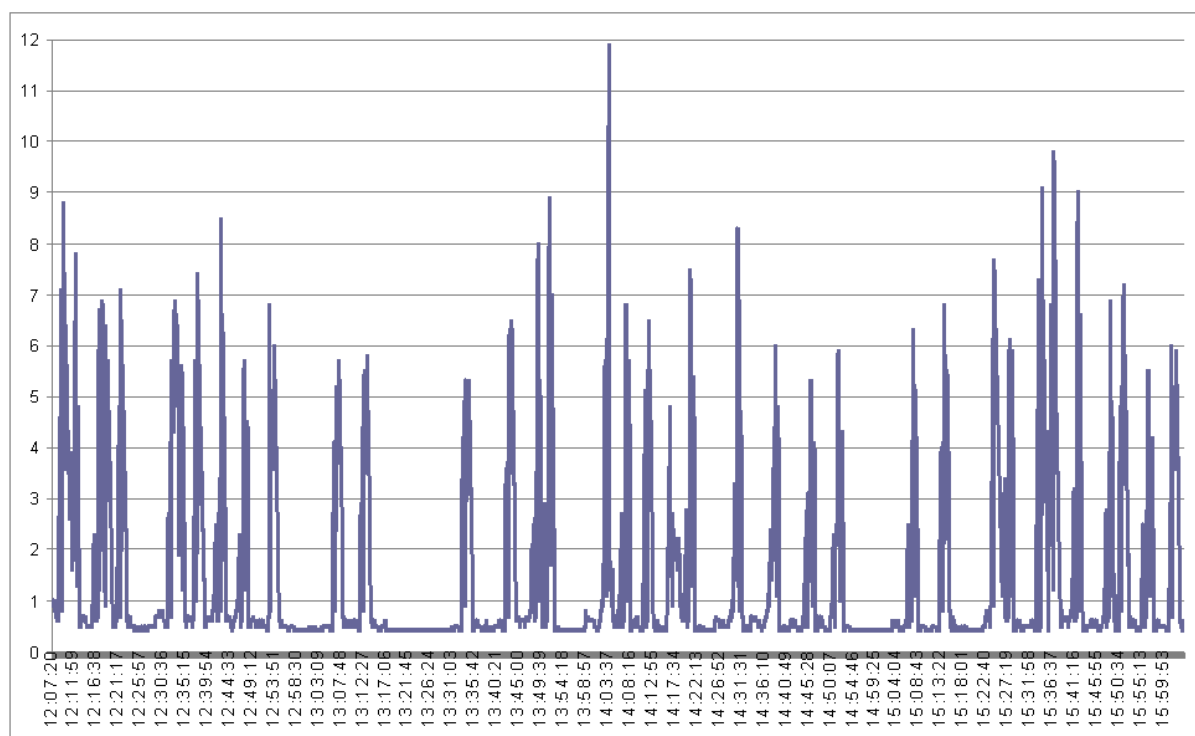
<표32-2>에서 제시하였던 ③번 영역, 즉 광역상수관 비병행 구간인 이탈영역에서 측정된 유도중전압 레벨 특성은 (그림3-9)와 같다. 이 경우 피크레벨이 일률적인 값의 전형성을 보이기보다 밑에서부터 올라왔다 다시 내려가는 변곡적인 특성을 보이기는 하나 최소 피크레벨이 7V대를 오르내리고 있고 8V대를 초과하여 9V대를 육박하는 전압들도 나타나고 있다.



(그림3-7) 오송개소 터널측 위치 이동 전압 특성



(그림3-8) 오송개소 2km 연장 각 구간 비교전압 특성



(그림3-9) 오송 1km 이탈측 유도전압 분포

이는 광역상수관이 병행하는 원래 개소의 전형 전압 6V에 비하면 대략 평균 2V 높은 전압으로 나타나고 있는 것이다. 이에 대하여 좀더 피크레벨 전압들의 통계성 분포를 통하여 정량적으로 분석하면 아래와 같다.

원래 2008년도에 측정하였던 전압 분포와 금년에 재확인 측정한 전압, 그리고 광역상수관 이탈개소에서 전압분포상 고속전철 통과시의 최고치 전압들의 집합을 표로 정리하여 나타내면 <표3-4>와 같다.

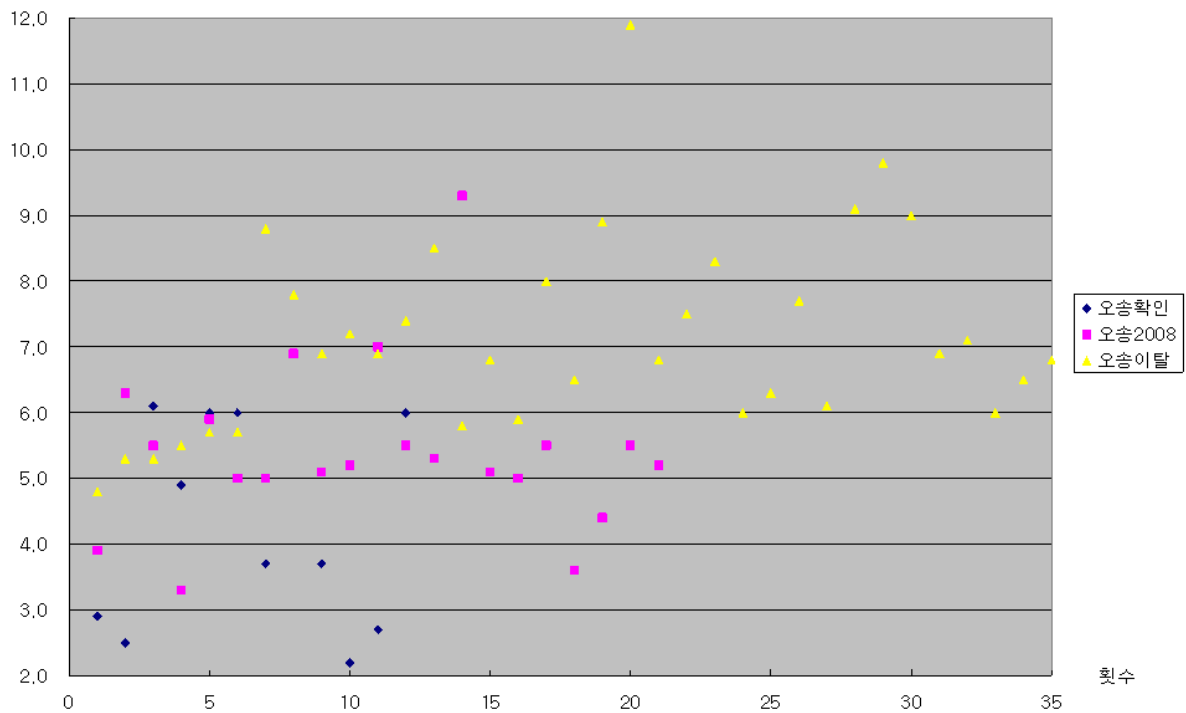
이를 보면 오송 광역상수관이 병행하는 원래 개소에서 최대 전압분포는 주로 6V대임을 알 수 있는 반면, 이탈 개소에서 피크전압 분포는 7V에서도 6V대와 유사한 규모로 나타나면서도 8V대에서도 많은 분포를 보이고 있고 9V대 수준에도 다소 이르고 있으므로 약 2V 정도가 더 높은 수준으로 나타나고 있다고 할 수 있겠다.

이를 다시 그래프로 분포를 나타낸 것은 (그림3-10)이다.

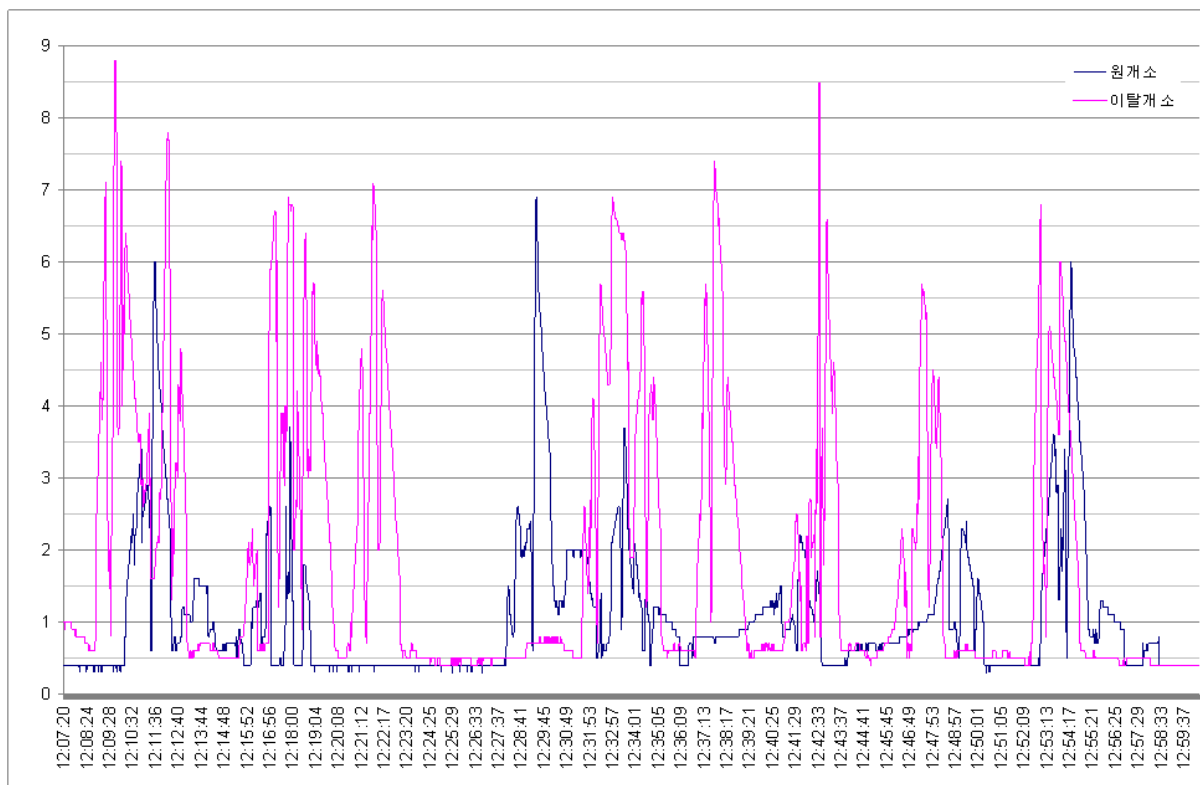
시간대가 다르다는 점의 배제를 위하여 동일 시각대의 원래의 개소 위치 전압과 이탈개소에서 전압을 비교한 그래프는 (그림3-11)과 같다. 여기에서도 피크 전압 레벨의 특성이 많게는 2V까지 차이가 남을 볼 수 있다.

<표3-4> 오송개소 1차 측정에서의 비교전압 피크레벨 분포

범위[V] 개소	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	평균 값
오송2008		3.3 3.6 3.9	4.4	5.0 5.1 5.2 5.3 5.5 5.9	6.3 6.9	7.0		9.3			5.4
오송확인	2.2 2.5 2.7 2.9	3.7	4.9		6.0 6.1 6.9						4.5
오송이탈			4.8	5.3 5.5 5.7 5.8 5.9	6.0 6.1 6.3 6.5 6.8 6.9	7.1 7.2 7.4 7.5 7.7 7.8	8.0 8.3 8.5 8.8 8.9	9.0 9.1 9.8		11.0	7.1



(그림3-10) 오송 원래개소와 이탈개소와의 피크전압 분포도

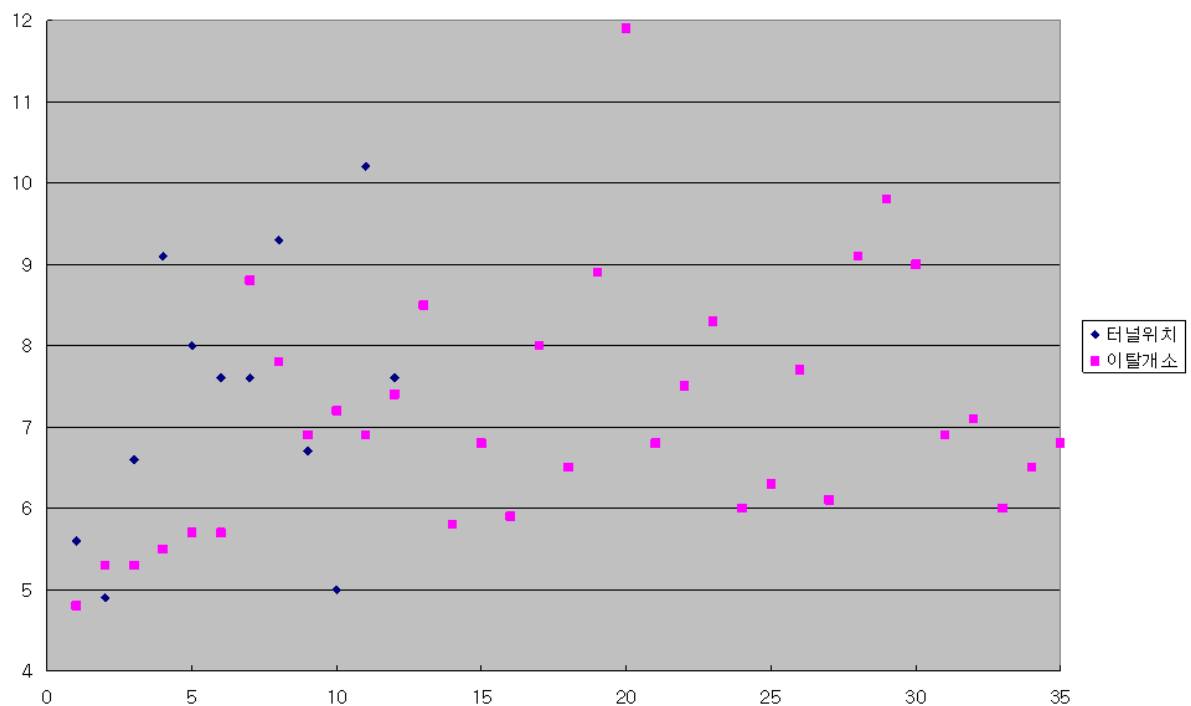


(그림3-11) 오송개소 동일 시각대에 있어서의 원래 위치와 이탈개소 비교

원래 개소 터널측 위치에서의 측정 전압 레벨과 이탈개소에서서의 전압 레벨은 최초 개소 전압 레벨에 비하여 각각 약 2V 정도가 높으로 유사한 전압 레벨로 볼 수 있다. 이 둘의 비교를 위하여 산포도를 피크전압 레벨에 의하여 나타내면 (그림3-12)와 같다. 이들은 평균값으로서는 터널위치에서는 7.4V, 이탈개소는 이미 <표3-4>에 나타낸 바와 같이 7.1V로서 비슷한 수준임을 알 수 있다. 터널위치에서의 피크전압 데이터는 <표3-5>와 같다.

<표3-5> 오송 개소 터널측 위치에서의 피크전압

횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균값
피크전압[V]	5.6	4.9	6.6	9.1	8.0	7.6	7.6	9.3	6.7	5.0	10.2	7.6	7.4



(그림3-12) 터널 위치에서와 이탈개소에서 전압분포도

## 나. 2차 측정

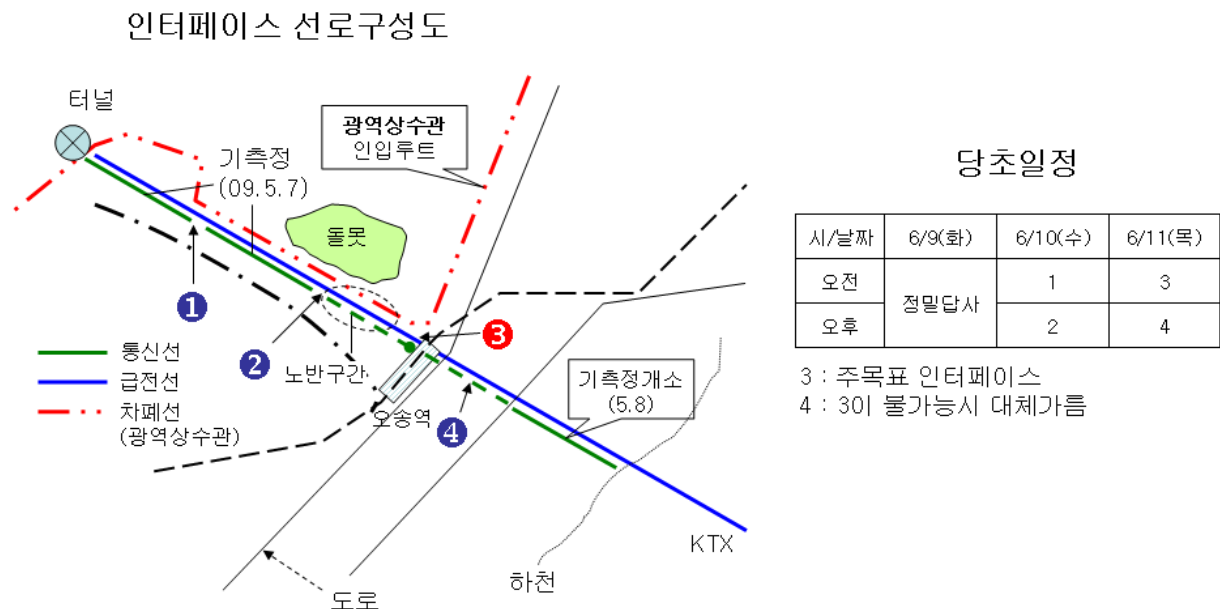
오송 1차 측정 때에 있어서는 (그림3-4)에 나타낸 ①번과 ②번의 측정 전압 특성에 있어서 동일하게 연속적으로 광역상수관이 병행하고 있는 구간 루트인데도

①구간에서의 대표전압이 6V인데 반하여 ②번 구간에서의 대표전압이 8V로서 2V 더 높게 뜨는 의문점을 야기하여 다시 광역상수관 병행 상태의 굴절 특성등을 감안, 재면밀측정을 수행하였다. 2차 면밀측정의 포설 환경 구성 개황은 (그림 3-13)과 같다.

#### 1) 광역상수관 이격거리 병행기점 비교 측정

이 그림의 ①번 인터페이스 구간 측정에 있어서는 광역상수관 병행 상태의 면밀한 조사 결과 그 지점으로부터 북편 터널쪽으로는 광역상수관이 100m 이격하여 병행한다는 사실을 알게 되어 이와 같이 이격된 부분과 이 ①번 기점으로부터 근접 병행된 오송역 방향의 대칭 구간에 대하여 동시 비교 측정을 수행하는 것이다. ①번 북편으로 이격 병행된 길이는 약 600m이다. 따라서 ①번 기점 좌·우 600m 구간 측정에 의한 전압 레벨을 동일 시간대에 대하여 비교하는 것이다. 이 측정 결과에 의한 유도전압 비교 그래프는 (그림3-14)이다.

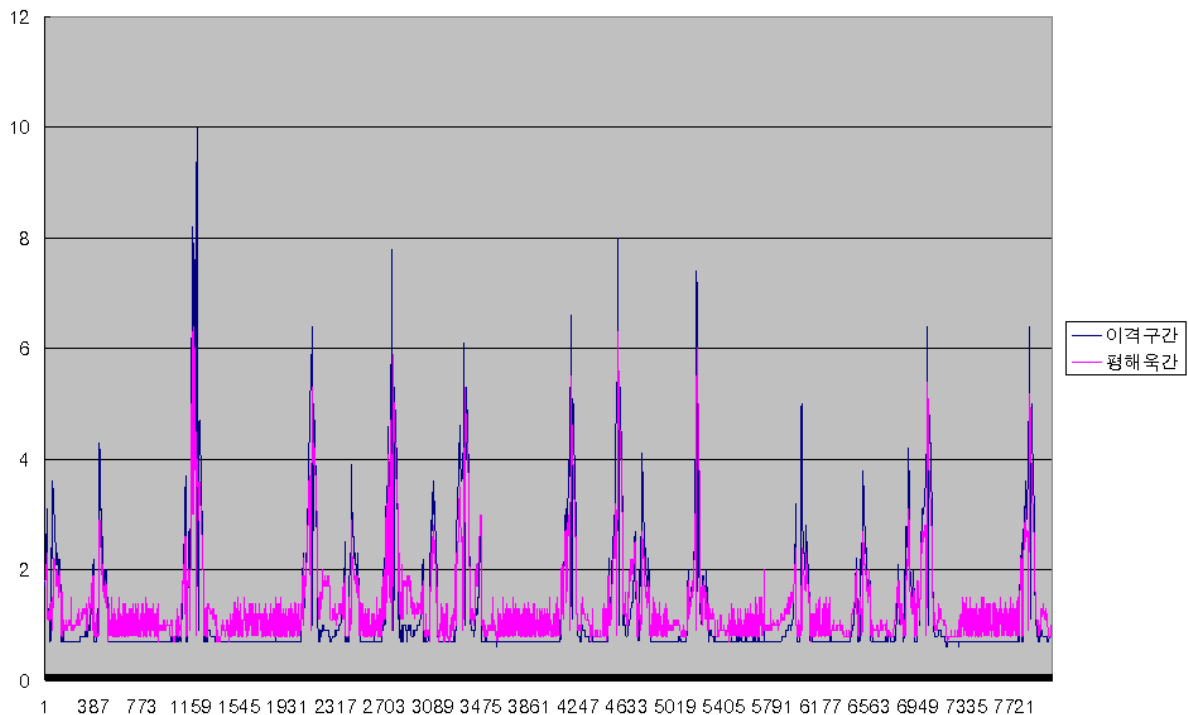
#### ➤ 2차 측정(5.7~5.8) 오송 제2차 측정전략 프로세스 (2009.6.9.(화)~6.11.(목))



(그림3-13) 오송개소 2차 면밀측정 수행 개황도

이 그림에서 보면 전체적으로 파란색으로 표시된 이격구간에서의 전압이 분홍색으로 표시된 근접 병행구간에서보다 전체적으로 높게 나타나고 있다. 전압의 대략 차이는 약 2V 가까이 된다고 볼 수 있다. 이것으로 볼 때 같은 광역상수관 병행 구간이지만 광역상수관이 100m 이격된 범위에서의 전압이 더 높게 나타남을 알 수 있다.

### ① 상수관 이격거리 변화 측정



(그림3-14) 오송 광역상수관 이격기점 비교전압

#### 2) 노반 구간에 의한 비교 차폐

(그림2-13)에서 ②번 인터페이스 기점 측정의 의미는 오송역으로부터 이어지는 터널까지의 루트중 일부(500m)가 노반 구간으로써 연결되어 있음으로 인한 종전압 변화 변수를 점검하기 위한 것이다. 유도 대책 수행과 관련된 전파연구소고시 제2007-102호(전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준, 이하 전파연구소고시)에서 고속전철 통과 루트상의 교량 시설에 대하여 적용할 수 있는 고가차폐 효과가 <표3-6>과 같이 제시되어 있다.

이 표에 보면 대지저항률의 범위에 따라, 또 고가의 길이, 즉 병행 대상 거리에

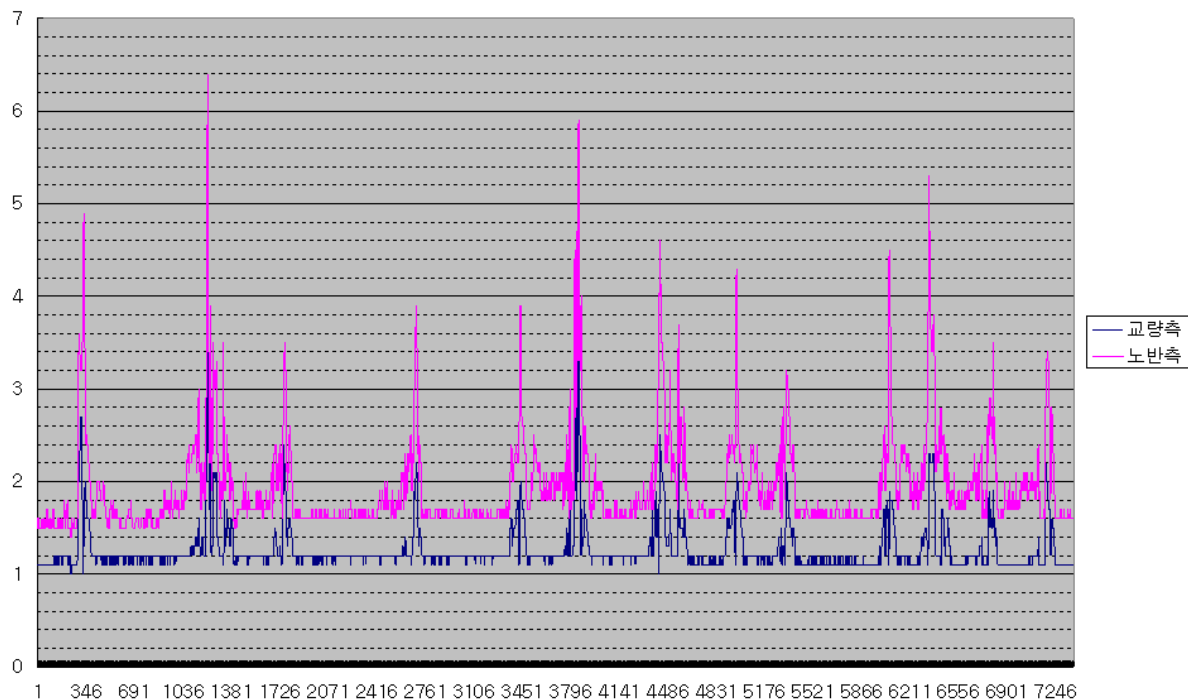
따라 구분되어 있는데 지금의 측정 개소에 있어서는 항상 기본 1km의 단위 측정을 수행하고 있으므로 500 내지 1,000m에 해당되는 컬럼의 계수치를 당해 개소의 대지저항률 범주에 따라 적용하면 된다.

②번 인터페이스 기점 측정에 의한 노반구간과 교량구간의 비교 전압 레벨 그래프는 (그림3-15)와 같이 나타나서 교량측에서의 전압(파란색 선)이 노반측에서의 전압(분홍색선)보다 훨씬 적게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이 전압차에 대하여 평균적으로 계산하여 보면 이미 고시에서 제시하고 있는 통상값 정도의 0.65의 차폐계수가 산출된다. 즉 고시의 값이 현실적으로 근접되어 있다는 것을 알 수 있다.

<표3-6> 고시에 제시된 고가차폐효과

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

## ② 노반구간 비교차폐



(그림3-15) 노반구간과 교량 구간의 비교 전압 그래프

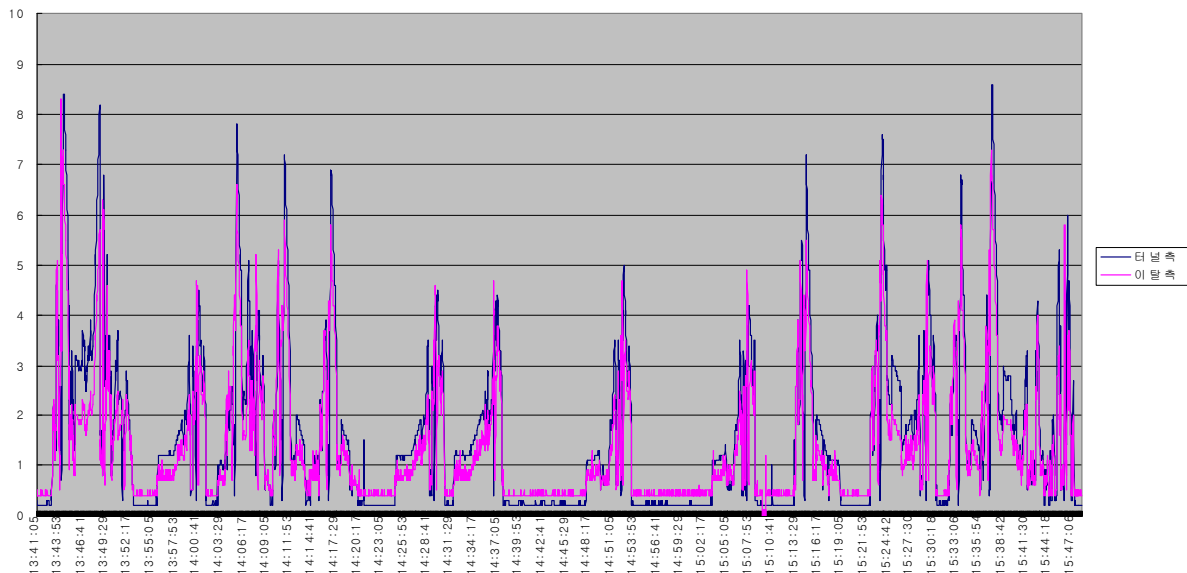


### 3) 병행 기점 비교 측정

병행 기점 비교 측정은 ③번 인터페이스로서 광역상수관이 오송역 분단 동북으로부터 진입하여 병행하는 기점이 되는 위치로서 이 기점의 남동측, 즉 (그림 3-13)에서 오송역 우편측에서는 광역상수관이 병행치 않고 있으므로 이 구간들을 동시에 비교 측정해 보는 의미를 가지고 있다.

직접 측정된 상태에서의 비교 전압 그래프는 (그림3-16)과 같다. 여기서 보면 터널측의 전압(파란색선)이 약 1V 가량 광역상수관이 병행치 않는 이탈측(분홍색)의 전압보다 피크치 레벨에서 높게 나타나고 있다.

③ 병행기점 비교 측정 - 생비교

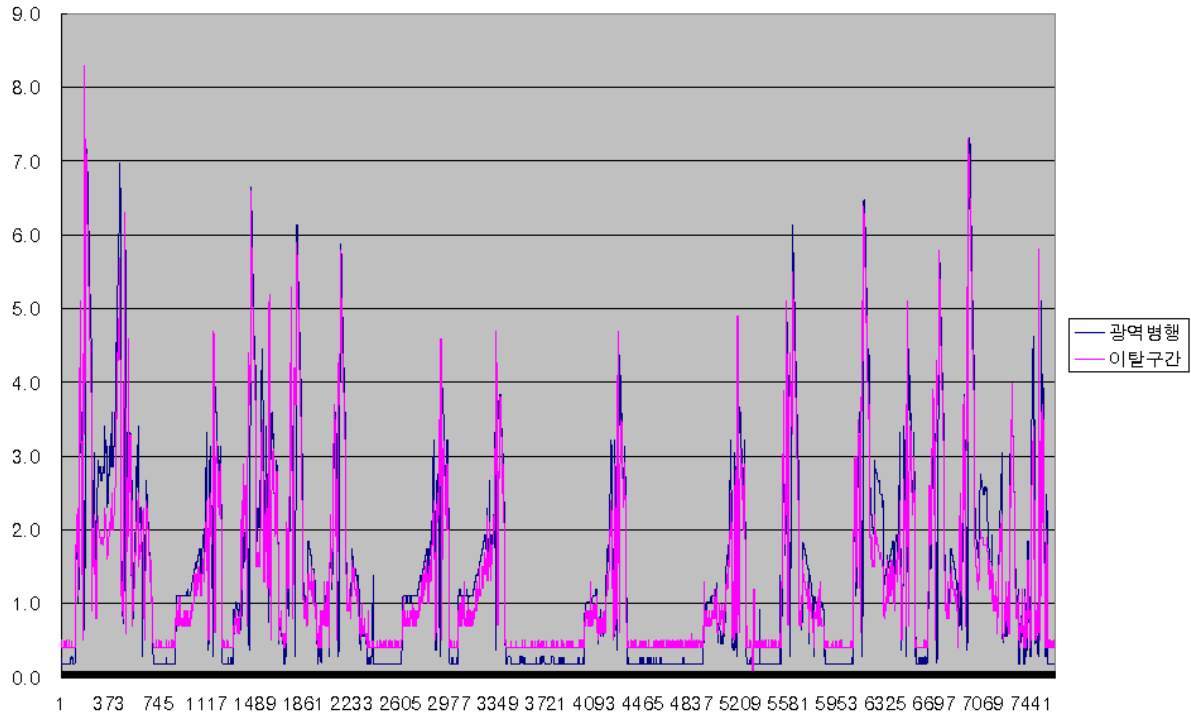


(그림3-16) 오송역 광역상수관 병행 기점 인터페이스 비교 그래프

그러나 이것들의 오송역 분편 구간에 대한 노반의 전압 상승과 ①, ②번 인터페이스가 존재하는 원구간에 있어서는 철도 차량 보수기지에 의한 다량의 궤도가 존재함으로 전파연구소고시에 제시되어 있는 궤도효과(표2-7)을 감안, 정규화를 하여 비교하면 (그림3-17)과 같이 나타난다.

(그림3-17)에서 보면 광역상수관이 병행하지 않는 이탈구간(분홍색)의 전압이 광역 병행 구간에서의 전압(파란색)보다 항상 그렇지는 않으나 전반적으로는 거의 같거나 다소간 높게 나타나는 것으로 보인다.

### ③ 병행기점 비교 측정 - 노반 및 궤도정규



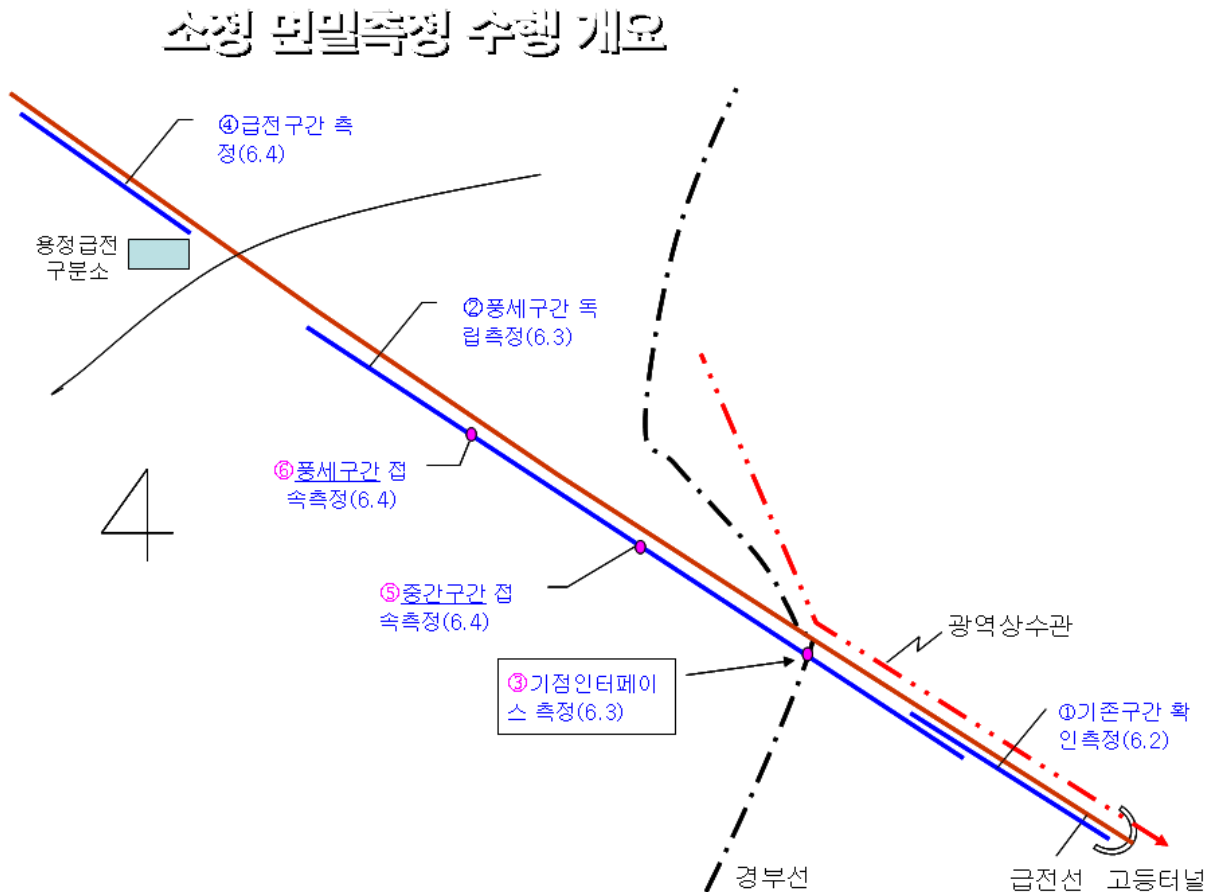
(그림3-17) 오송 광역상수관 병행기점 비교전압 그래프

<표3-7> 전파연구소고시의 타케도효과

흡상변압기와 흡상선간의 거리(m)		500 내지 1,000	1,000 내지 1,500	1,500 내지 3,000
타케도 위치 타케도수				
타케도가 통신회선과 전차선간에있을때(전기 통신 회선 과 전 차 선 의 이격거리가 300m이내)	1. 단 선	0.93	0.87	0.81
	2. 복 선	0.87	0.76	0.67
	3. 복복선	0.80	0.65	0.54
타케도가 통신회선과 전차선 외측에 있을 때 (타케도와 가장 먼쪽의 시설과의 이격거리가 300m이내)	1. 단 선	0.97	0.95	0.92
	2. 복 선	0.95	0.90	0.86
	3. 복복선	0.92	0.86	0.82

### 3. 소정 개소 면밀 측정 수행

소정 개소에서 조사하여 보니 광역상수관이 기존 측정 루트에 대하여 병행하고 있다. 소정개소에서 연속적 루트 면밀측정 개황도는 (그림3-18)과 같다.



(그림3-18) 소정 면밀측정 개황도

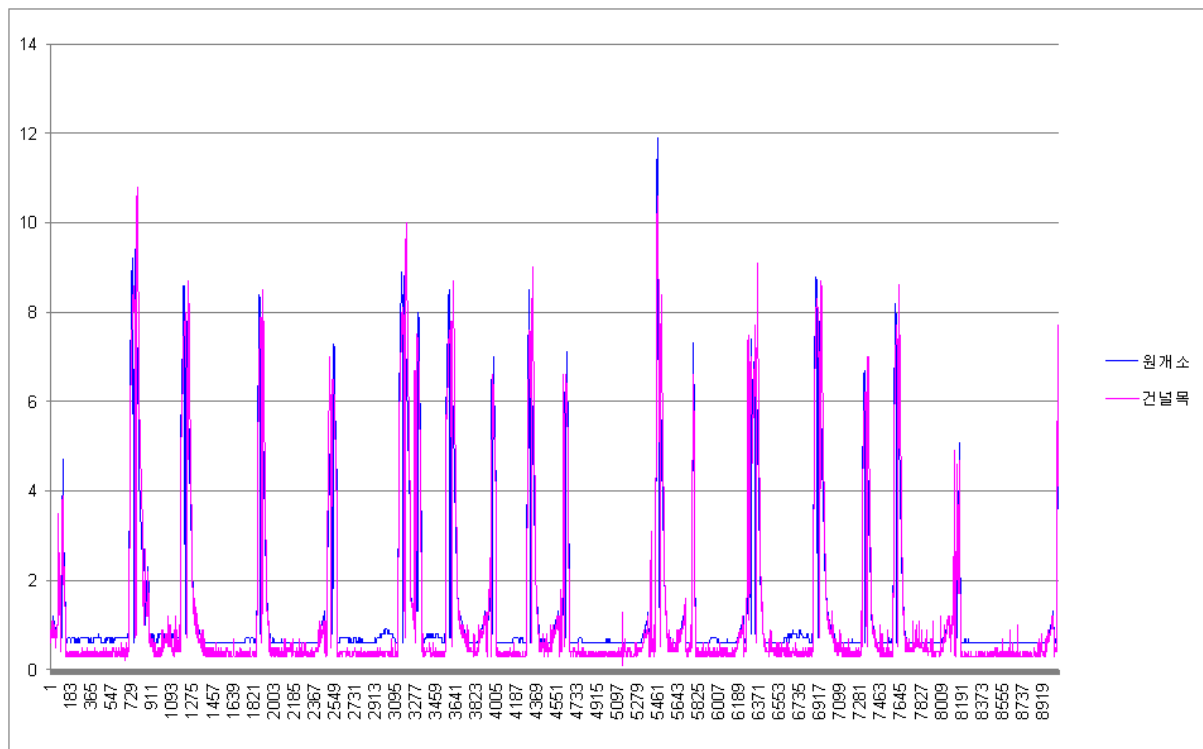
#### 가. 병행 및 이탈 기점 인터페이스 측정

(그림3-18)에서 ③번 기점 인터페이스에 있어서의 차폐성 환경 특징은 기점을 지난 북편에 있어서도 완전히 광역상수관으로부터 벗어난 것은 아니며 사선으로 병행하여 멀어진다는 점과 경부선 국철 궤도가 역시 기점 이북으로 사선 병행하고 있기 때문에 이 점을 감안할 필요가 있다. 이 기점 측정에서 바로 나타난 정규화 전의 전압 레벨 비교 그래프는 (그림3-19)와 같다.

이 그림에서 보면 건널목측(상수관 이탈 사선 병행 구간임)의 전압 레벨(분홍

색)이 평행 병행 구간 -원측정 개소-의 전압(파란색)과 거의 유사하거나 다소간에 높게 뜨고 있다.

### 소정 기점 ③ - 생비교



(그림3-19) 소정 광역상수관 병행 및 이탈기점 비교전압 그래프

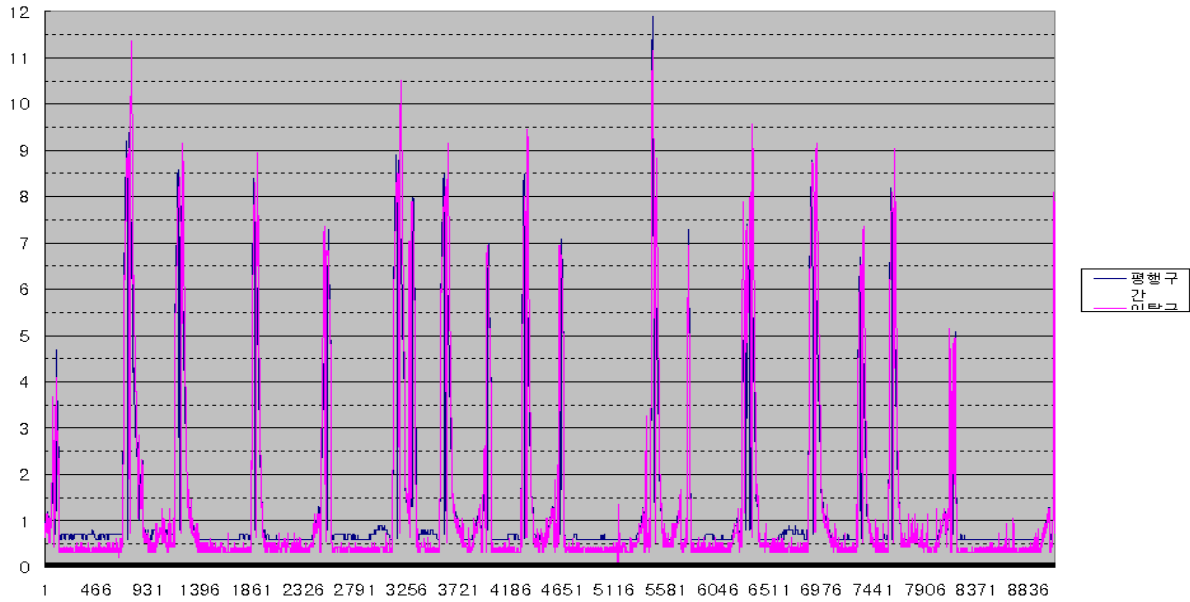
다시 이에 대하여 순수하게 광역상수관만의 병행 특성으로 알아보기 위하여 일부 사선 병행된 궤도효과를 <표3-7>에 제시된 병행거리 1km 이내에 있어서의 300m 외치 복선 차폐계수 0.95로 정규화를 하여 비교한 그래프는 (그림3-20)과 같다.

이것에 의하면 전반적으로 광역상수관 이탈 사선 병행 구간에서의 전압이 전반적으로 다소 높게 나타남을 볼 수 있다.

#### 나. 중간 이탈 구간에서의 비교 측정

광역상수관이 사선 이탈된 상부측으로서 더 이상 병행 끝나는 기점이라 할 수 있는 ⑤번 인터페이스 지점에서 좌·우 1km 유도전압을 비교 측정하였다. 결과 그래프는 (그림3-21)에 나타내었다.

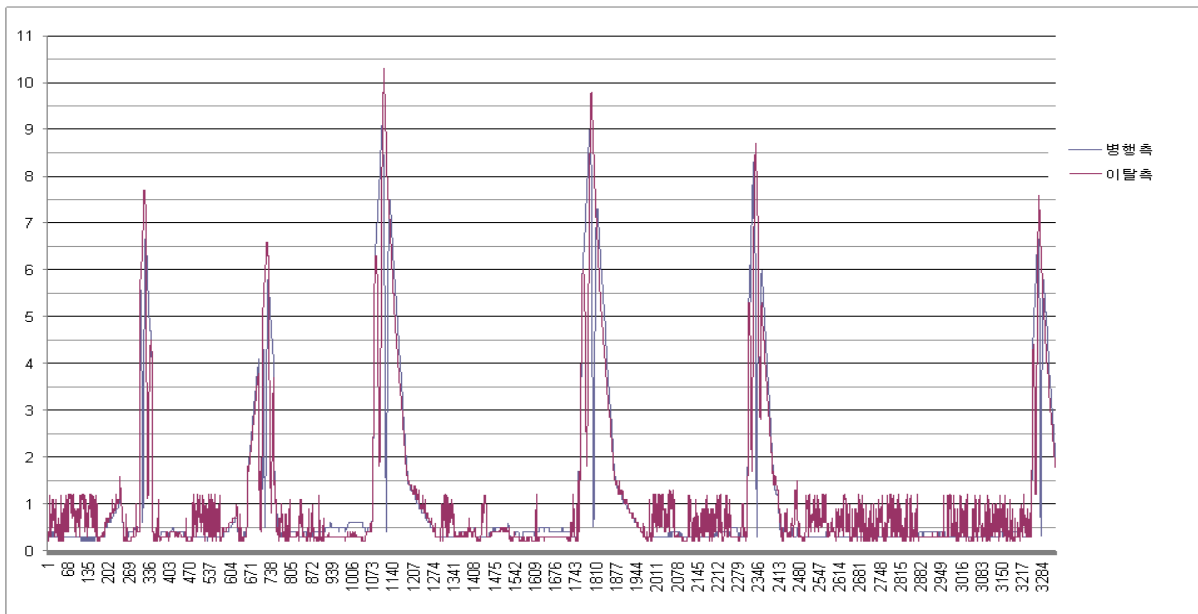
### 소정 기점 ㉓ - 궤도정규



(그림3-20) 궤도정규에 의한 소정 광역상수관 기점 개소의 전압비교 특성

(그림3-21)의 비교 그래프를 보면 비병행 이탈측에서의 전압(자주색)이 사선구간 병행 루트의 전압(병행측)보다 높게 나타나고 있다.

### 중간 구간 ㉔ - 생비교



(그림3-21) 소정 광역상수관 비병행 기점 인터페이스 측정 전압 비교

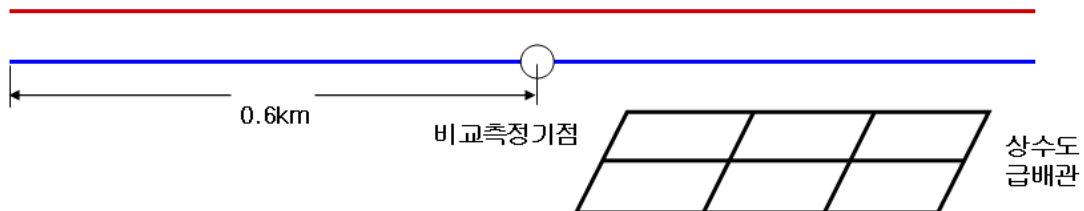
#### 4. 경산 개소 면밀 측정 수행

##### 가. 메쉬 형태 상수도배관 병행 기점 측정

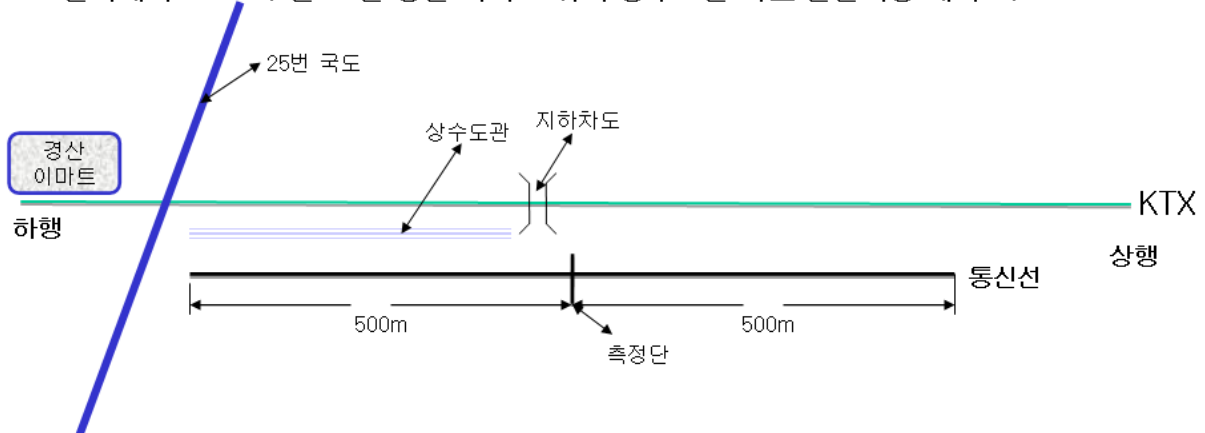
(그림3-22)에서 ①번 인터페이스에 해당하는 것으로서 기점 우편으로 -하행 방향- 약 600m 정도 인근 아파트 단지의 상수 배관이 메쉬 형태로 배치되어 있는 상황에서의 비교 측정이다. 비교 측정 결과 그래프는 (그림3-23)에 나타난 바와 같이 메쉬 형태의 상수관이 병행하고 있는 측의 전압(청색/병행측)이 병행하고 있지 않는 않는 구간(이탈측/자주색)보다 낮게 나타나고 있음을 보이고 있다. 그런데 여기서 비병행측 전압이 11:25경에서부터 급작히 더 상승하여 나타난 것의 부분에 대하여는 당시 현장 상황에서의 어떠한 다른 영향 변화가 있었는 지의 여부에 대한 재확인 측정이 소요된다 하겠다.

### 경산 면밀측정 수행

인터페이스 ㉠ : <6월 23일 경산역 남부 상수도관 비교 면밀측정 개략도>



인터페이스 ㉡ : <6월 24일 경산 이마트 위쪽 상수도관 비교 면밀측정 개략도>



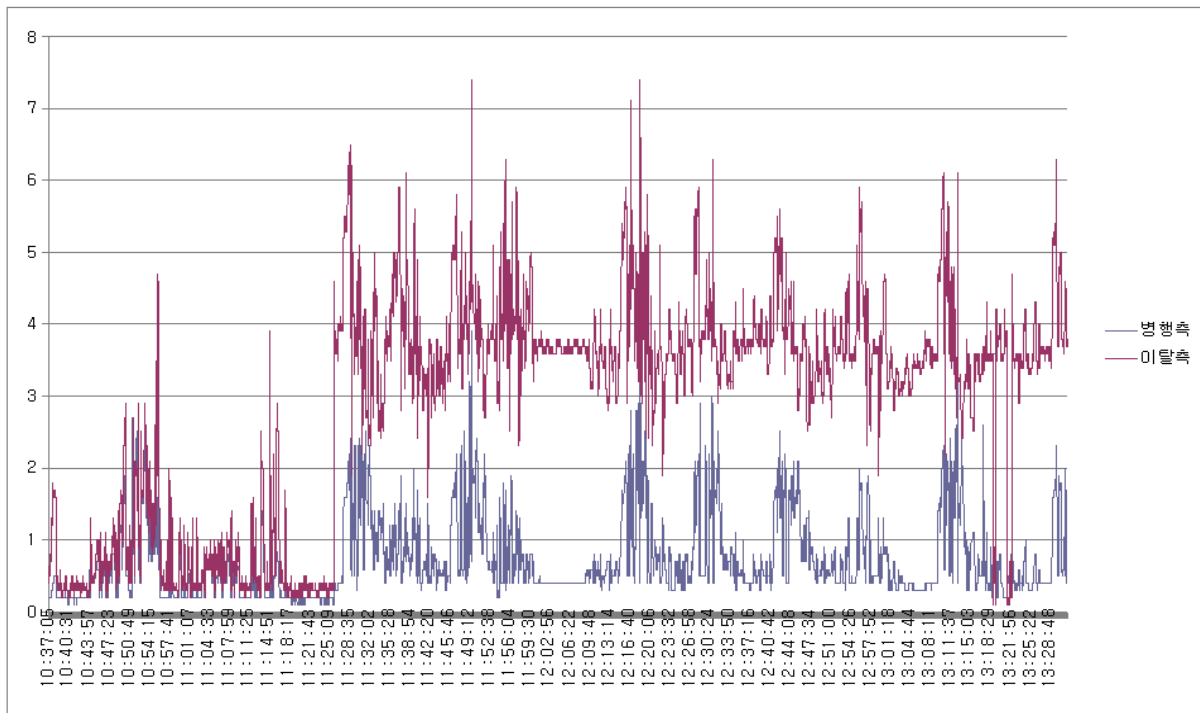
(그림3-22) 경산시에서의 차폐성 상수관 병행기점 비교 인터페이스

#### 나. 단일 상수관 병행 기점 비교 측정

이것은 (그림3-22)에서 인터페이스 ②번에 대한 비교 측정 수행 부분이다. 이 경우는 단지 약 500m 병행 기점으로 하여 하행측 단일 주철 상수관만이 매설되어 있는 상황과의 비교 측정이다. 전압의 비교 결과 그래프는 (그림3-23)에 나타내어 있다.

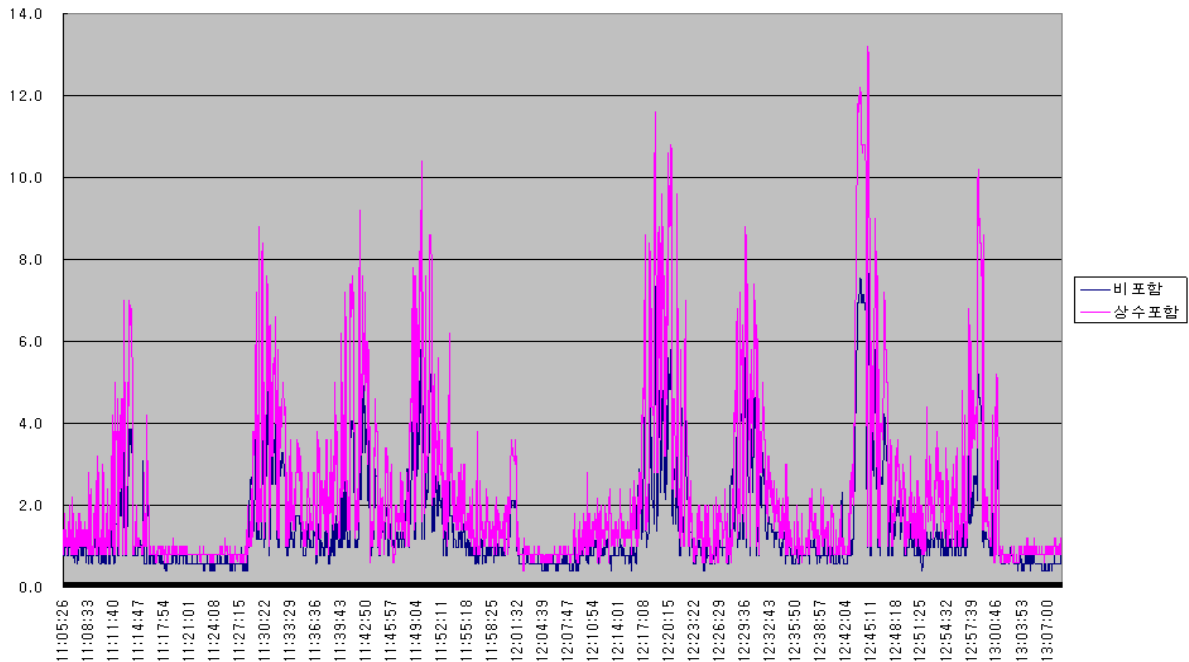
이 경우에 있어서는 상수관이 포함되어 있는 루트의 전압(분홍색)이 상수관을 포함하고 있지 않는 부분의 전압(청색선)보다 오히려 높게 나타나고 있어 이 단일 상수관 매설 영역에 의한 차폐성을 없는 것으로 나타나고 있다.

측정 인터페이스 1



(그림3-23) 경산 매쉬 형태 상수관 병행 기점 비교 측정 전압

## 측정 인터페이스 2



(그림3-24) 경산 단일 상수관 병행 기점 비교전압

### 5. 양산 원동 배전선 병합 비교 측정

작년도 수행 개소중 경산남도 양산시 원동면에서의 환경 특성이 배전선이 병행하는 1km 구간과 병행하지 않는 1km 구간이 연속선상에 존재하여 이들을 동시에 측정 비교하여 배전선 병행에 의한 유도전압 영향 특성이 있는지를 확인하여 보았다. 우선 이 개소의 작년도 측정 유도전압 특성은 (그림3-25)와 같다.

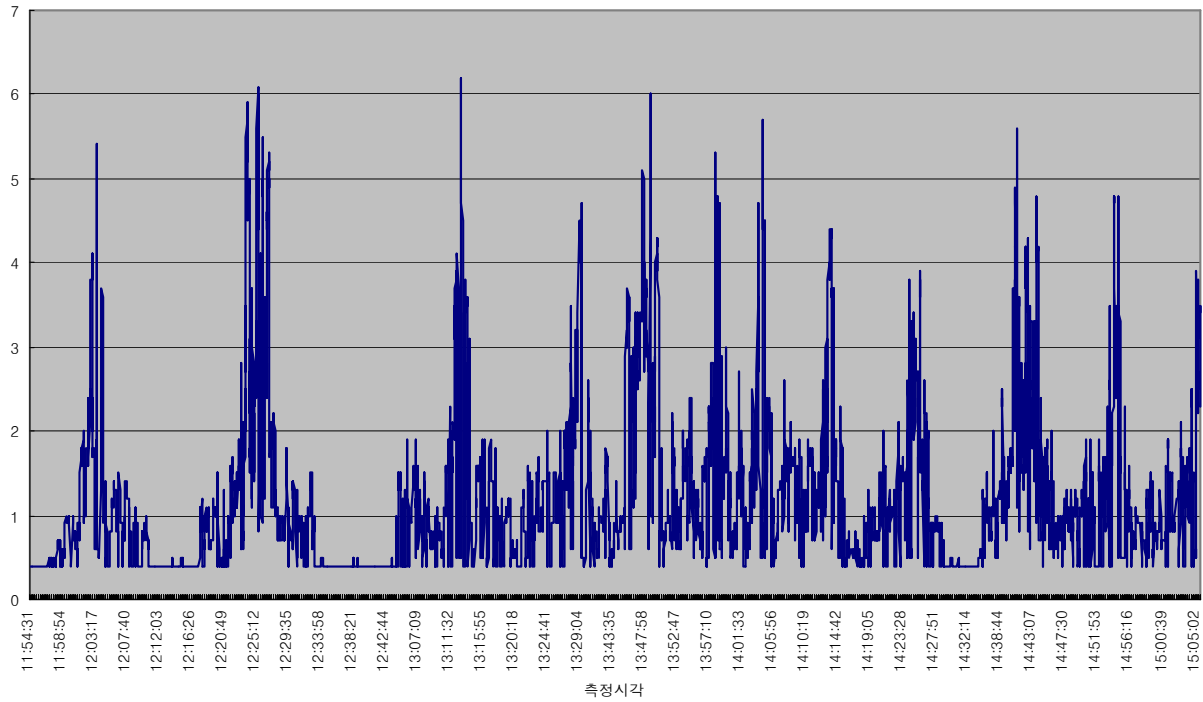
(그림3-25)의 2008년도에 측정한 양산 원동 개소에는 배전선이 병행하고 있다. 유도전압의 특성을 보면 6V 정도로 낮은 편이고 기저전압(default voltage)은 1V 미만의 0.4V 정도 수준으로서 의미를 둘 만한 것은 아니다.

여기서 배전선이 병행하지 않는 쪽과 비교 측정을 수행한 것은 배전선에 의한 합성전압 영향은 있지 않지만 이 개소의 전압이 6V 정도로 낮은 편이어서 배전선이 병행함으로 인한 영향이 있는지를 검토해보고자 하는 의도를 가지고 있다.

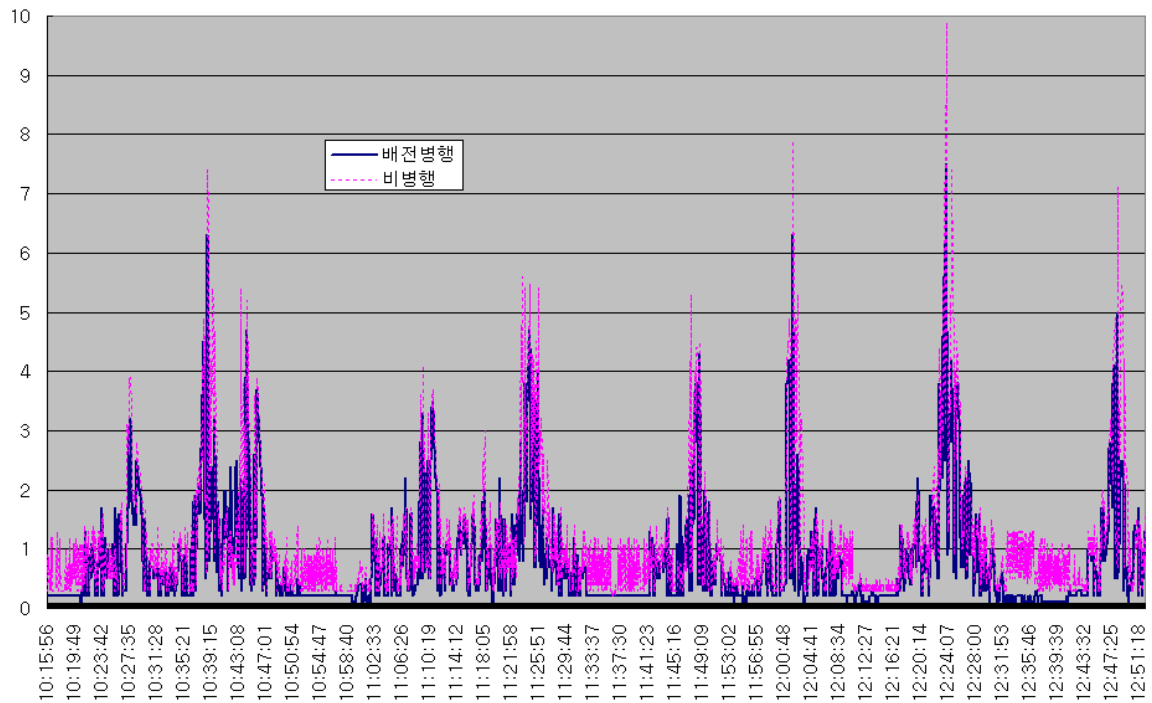
배전선이 병행하지 않는 측과의 비교 측정을 수행한 결과 그래프는 (그림3-26)과 같다.



유도전압[V]



(그림3-25) 2008년 양산원동 개소에서 유도전압



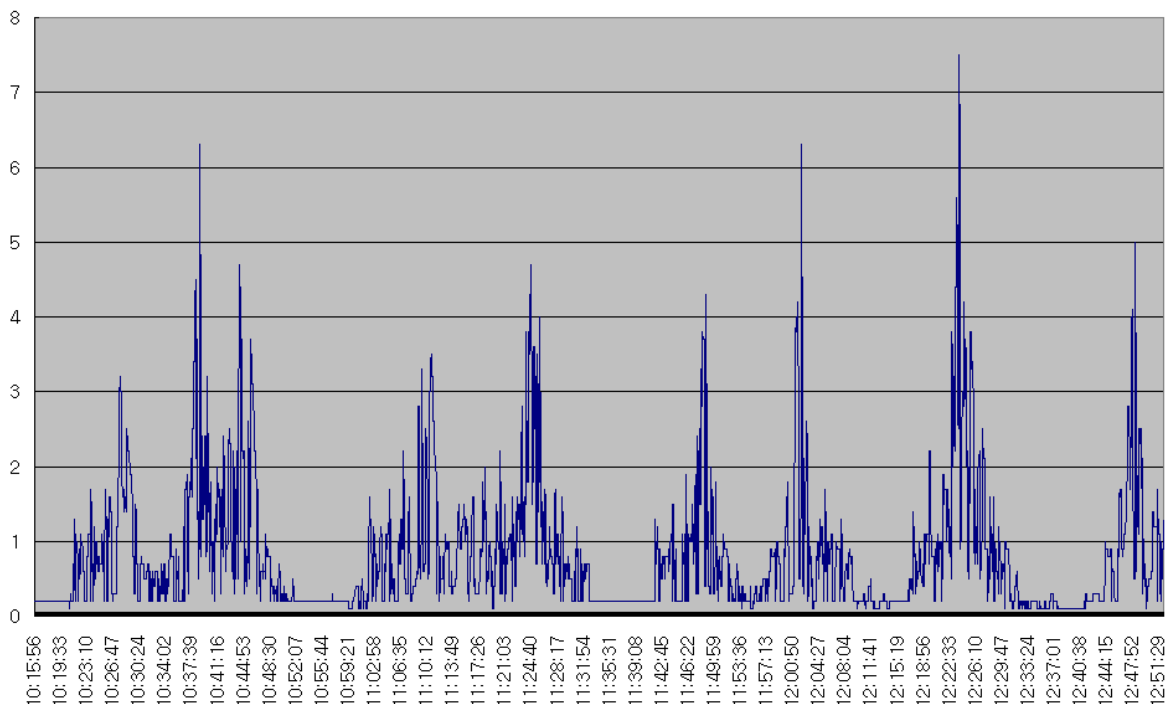
(그림3-26) 양산원동 배전선 병행 특성 비교전압

(그림3-26)에서 흐린 점선으로 표시된 전압이 배전선이 병행하지 않는 측의 전압이고 굵은 색 실선으로 표시된 전압은 배전선이 병행하고 있는 측의 전압이다. 배전선이 병행하지 않는 측의 전압이 더 높게 나타나고 있다. 이를 정량적으로 살펴보기 위하여 각 계열 전압의 피크치를 선별하여 비교하여 보면 배전선이 병행하는 측만의 전압 레벨은 (그림3-27)과 같고 병행하지 않는 측의 전압은 (그림3-28)과 같다.

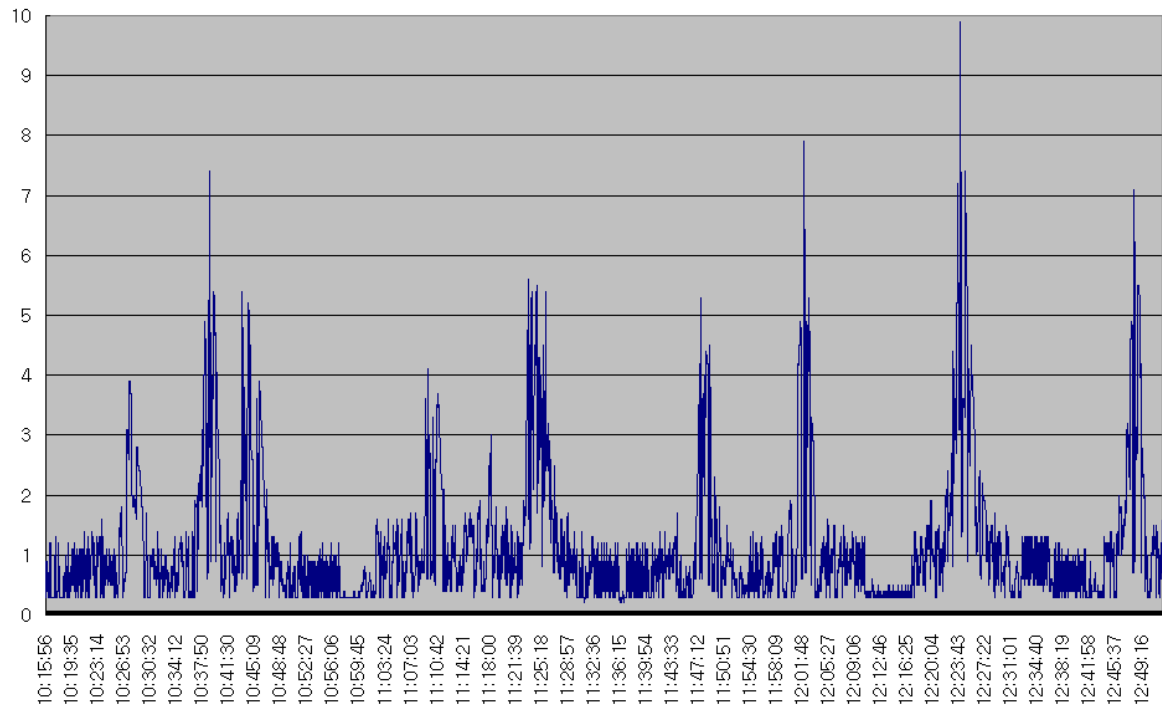
(그림3-27)과 (그림3-28)을 육안적으로 살펴보면 배전선이 병행하고 있는 측의 전압은 4V선을 주로 해서 5V 평균 정도로 여겨지고 배전선이 병행하지 않는 측의 전압은 5V선을 주로 해서 6V 정도의 평균으로 배전선이 병행하는 측보다 1V 정도 높은 것으로 보인다.

양측 피크전압만을 선별하여 통계적으로 정리하면 <표3-8>과 같이 된다.

<표3-8>에서 각 전압은 오름차순으로 정리되어 있고 평균적으로 비병행측이 병행측보다 1.2V 높은 전압을 나타내고 있다. 이 차이에 관한 도식은 (그림3-29)와 (그림3-30)과 같다. (그림3-29)에서 보면 모든 피크 회차에 있어서 배전선 비병행 루트가 병행하는 측의 전압보다 높게 나타나고 있다.



(그림3-27) 양산원동 배전선 병행측 유도전압

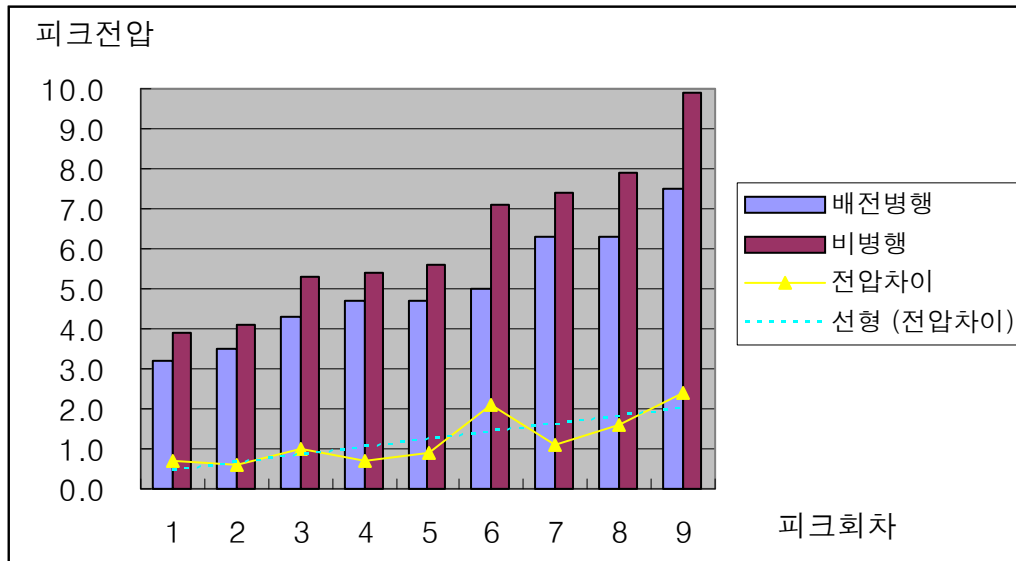


(그림3-28) 양산원동 배전선 비병행측 유도전압

<표3-8> 양산원동 배전병행 비교 피크전압 통계

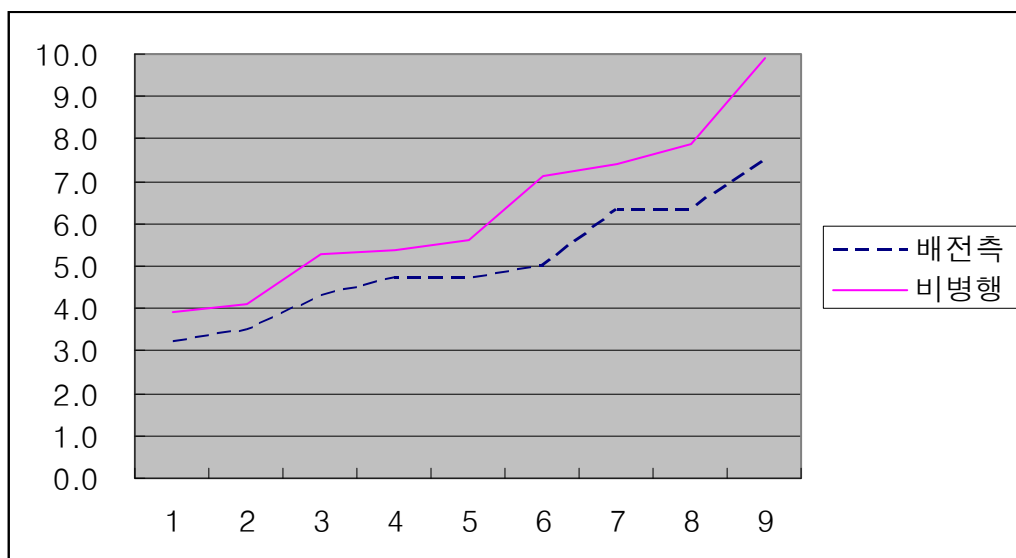
피크횟수	순서	배전측	비병행	차이
1	1	3.2	3.9	0.7
2	4	3.5	4.1	0.6
3	6	4.3	5.3	1.0
4	3	4.7	5.4	0.7
5	5	4.7	5.6	0.9
6	9	5.0	7.1	2.1
7	2	6.3	7.4	1.1
8	7	6.3	7.9	1.6
9	8	7.5	9.9	2.4
통계	평균	5.1	6.3	1.2
	대표	6.3	7.5	1.2

또한, (그림3-29)에서 차이값의 변화는 피크치가 커질수록 전압의 차이값도 커지는 경향이 있다. (그림3-30)은 선형적 변화 그래프로서 비교한 것인데 옅은 실선으로 나타낸 비병행측 전압이 역시 계속 더 높게 나타나고 있음을 보여주고 있다.

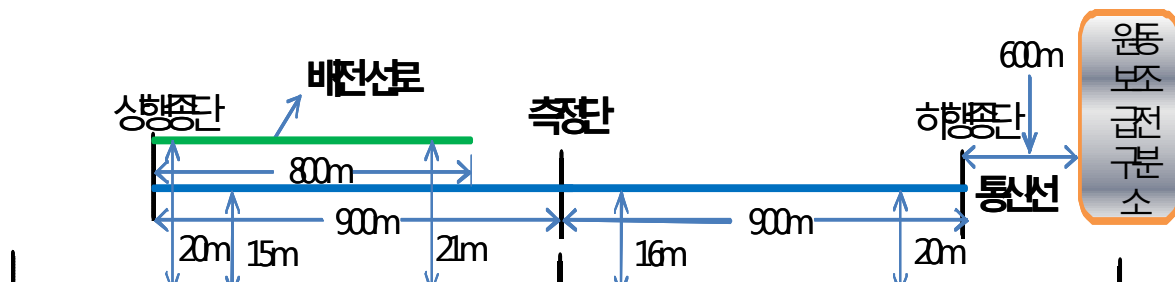


(그림3-29) 양산원동 배전선 병행과 비병행 전압비교분석

그러나 또 다른 영향 변수로서 (그림3-31)에 나타난 측정 이격도에서 하행 중단측 600m 후방에 원동 보조급전구분소가 위치해 있다. 급전소는 전력 공급이 전철측으로 이루어지고 귀로전류의 집결이 이루어지는 위치로서 유도전압을 증진시키는 특성을 나타낸다[3]. 특히 이것은 급전소 인근 1km 반경안에서 더 유효하다 볼 수 있으므로 이 양산 원동에서의 비교 측정 수행 결과에 대하여 배전선 병행 여부에 의한 영향인 지에 대하여는 추가적인 실측 연구가 필요하다 하겠다.



(그림3-30) 양산원동 배전선 병행과 비병행 전압비교분석-2



(그림3-31) 양산원동 배전선 비교측정 수행 포설 및 환경 이격도

## 6. 유도 환경 영향 요인에 의한 변수 분석

각 지역별 분포 전압들의 평균치상의 정량 분석으로는 도시 지역이 다소 낮은 결과값을 가지고 있다. 이번에는 유도전압의 가장 높은 수치로부터 낮은 전압까지 정렬하여 각 지역이 어떻게 분포하고 있는가를 살펴보았다. 유도 특성 환경에 영향을 미치는 큰 변수로서 급전소의 인근 위치, 지하 매설물의 병행 여부, 커브길에 의한 제동 부하의 3요소가 작용하고 있다.

<표3-9> 유도환경 영향 요소 그룹별 유도전압 분포 특성

No.	구분	개소명	대표전압	급전소	강관류	커브길	기타 특이사항
1	시골(용안)	익산용안	23.3	140m 후방 보조급전소		≈ '자' 급커브 중앙 측정	
2	교외(계룡)	계룡염사	19.8	3km 후방(계룡변전사업소)		연속적 원형 회전 급커브	
3	도시(우산)	광주우산	19.2			90도 회전 급커브	
4	도시(목포)	목포터널	16.0	270m 후방		완만한 '≈'형	도로하부 터널개도
5	교외(강경)	논산강경	14.8	140m 후방 급전구분소			
6	교외(황등)	익산황등	13.9	150m 후방 급전소	광역상수관 도로 양면 병행		
7	시골(괴곡)	대전괴곡	13.7				
8	도시(대전)	서대전역	12.3	0.9km 후방	100m 인근 내외 주변 주철관류 분포		
9	읍내(다시)	다시역옆	11.6	330m 후방 보조급전소	- 10m 측면 약 500m 도시가스관 병행 - 평균250m 인근 광역상수관/고압가스관 사선 병행		
10	시골(무안)	무안몽탄	10.5	1.9km 후방 보조급전소	약 8m 이격 광역상수관 병행		
11	도시(운남)	광주운남	9.4		1m 직경 주철 상수도관 통신선 7.5m 외치 병행		
12	도시(송정)	광주송정	9.2	1.12km			
13	시골(나주)	나주다시	5.4	400m 후방 보조급전소	- 광역상수관 근접 병행 - 도로 건너편 고압가스관 병행		

이를 정리한 <표3-9>에서 보면 일단 도시지역이 모두 낮은 전압에 분포하고 있지는 않으며 시골지역에서도 낮은 전압값이 분포하고 있음을 알 수 있다. 급전소 변수의 경우는 전 전압대에 걸친 공통적 요소로서 분포되어 있다. 특히 급커브길에서 매우 높은 전압에 분포되어 있음이 나타나고 있다. 재미있는 것은 지중 매설물의 그룹이 모두 낮은 전압 레벨에 해당된다는 것이다. 이것으로 보아 매설물에 의한 통계적 차폐 영향성을 감지할 수 있겠다. 그리고 그것은 시골이나 지역의 구분성과는 독립적 의미를 갖는다.

다른 한 가지 특이한 것으로서 목포의 측정 개소의 경우 도로상에서 측정함으로써 일종의 도시성 구조물을 사이에 두고 유도전압이 측정되었으나 평균적으로 높은 전압 수위에 해당이 됨으로 도시 구조물이라고 해서 차폐성이 있는 것은 아닌 것으로 사료된다.

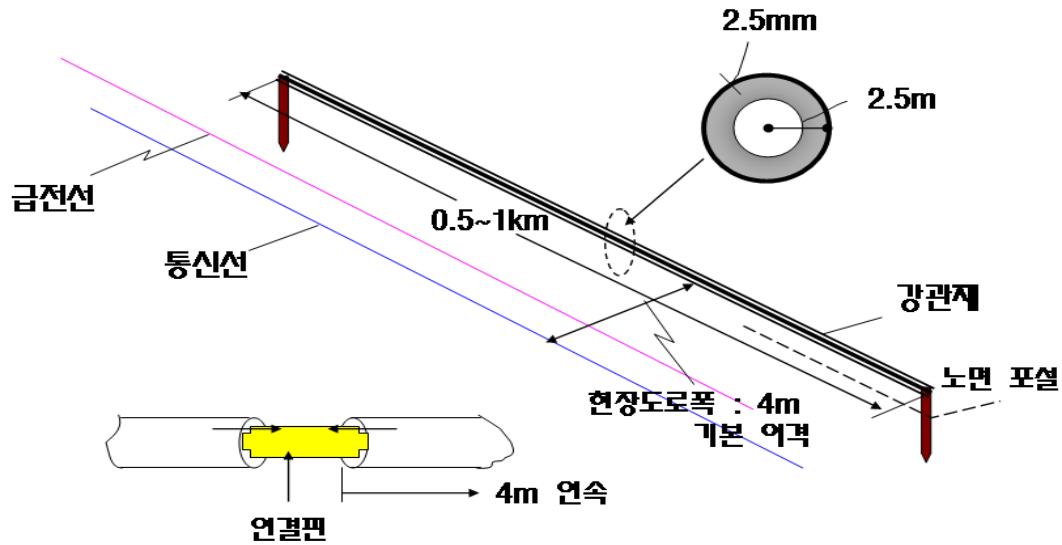
## 제2절 강관 차폐효과 실험

### 1. 1km 강관 포설 실험 측정

제1절에서와 같이 어떠한 유도를 받는 도체 사이드에 다른 도체가 존재하여 유도전류가 흐를 수 있는 회로가 구성되었을 시 차폐효과가 있을 수 있다는 것을 알았으므로 이를 근거로 실제의 도시차폐효과를 이를 수 있는 시설물의 유형으로서 상수관이나 가스관등 지중 매설물을 모사할 수 있는 강관 재료를 도입 설치하여 차폐효과 유무 여부를 실험하여 보았다.

이를 위한 기본적인 강관 재료의 설치 구성 방법은 (그림3-31)에 제시되어 있다. 강관재료는 건축 자재 시설로서 현장 용어로서는 ‘아시바’라고 하여 4m 또는 6m 길이의 도관 파이프가 있는데 직경 5cm, 외곽 두께 약 2.5mm의 규격으로 되어 있다. 현장 실험에서는 6m짜리를 1km로 연장하여 설치하였다. 각 6m 강관끼리는 약 25cm 정도의 접속핀이 있어서 이것으로 양 사이드를 연결하고 접속 인터페이스에 대해서는 (그림3-32) 사진에서 보는 바와 같이 클램프로 조임쇠의 역할을 하도록 하고 이것의 물리적 구조상 연결 강관들이 차량 통행등에 의하여 밀리지 않도록 지면에 받쳐 주는 기능성을 갖도록 하고 있다.

## □ 강관재료 포설 이격 실험

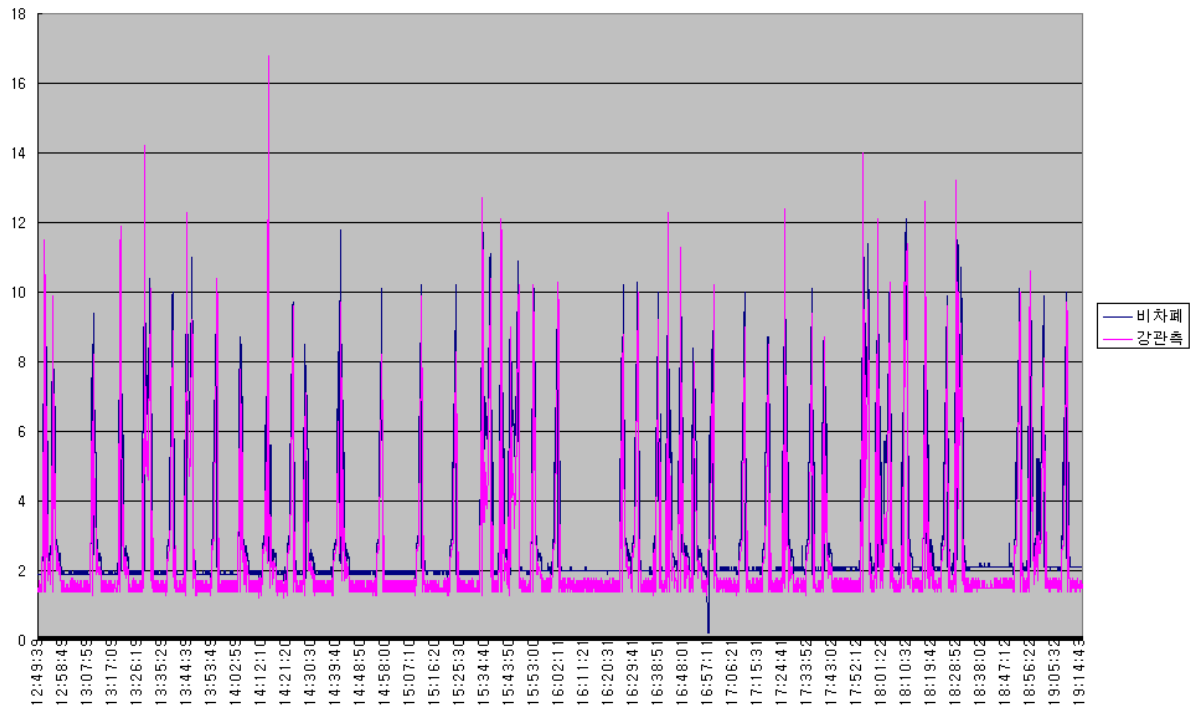


(그림3-31) 강관재료를 이용한 차폐효과 실험 구성도

이것의 측정 실험 결과에 의한 그래프는 아래 (그림3-33)과 같다. 분홍색 그래프가 강관이 병행하고 있는 구간이고 파란색선은 아무런 차폐 요소가 없는 상태의 전압이다. 이것들의 레벨을 비교하여 보면 어떠한 경우에는 비차폐측이 높게 뜨기도 하나 더 높은 피크치에서는 오히려 강관측이 높게 뜬므로 이 상태로는 강관 병행이 있음으로 인한 차폐효과가 있다고 할 수 없다. 이 문제에 관하여는 정확한 시설 방법과 관련하여 더욱 세밀한 실험을 수행해 볼 필요가 있겠다.



(그림3-32) 강관재료 연결 실험 설치 현장(사진)



(그림3-33) 강관재로 포설에 의한 차폐효과 실험 그래프

## 2. 300m 강관 포설 2차 실험 측정

### 가. 포설 현장 여건

1km를 포설하고 실험한 1차 측정에 있어서는 그것이 비록 길이가 길찌라도 대 지면에 직접 노출된 상태로서 유도전류의 누설에 의하여 효과가 나타나지 못한 것으로 추측되어 2차 실험에 있어서는 1km 장거리 포설의 부담을 줄이고 병행 강관의 추가적 실험을 용이하게 하도록 최소 300m의 거리를 두도록 설치하였다. 강관재 포설 상태 현장 사진은 아래 (그림3-34)의 시리즈와 같다.

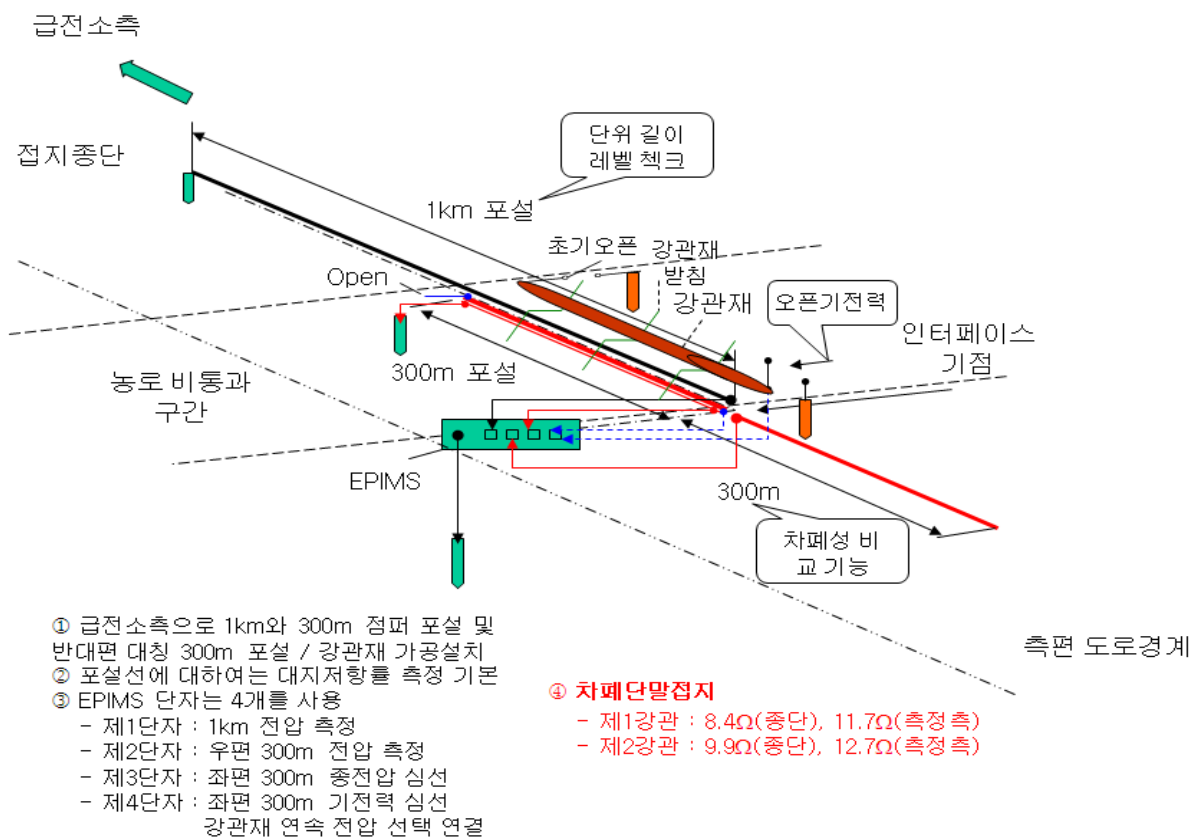
### 나. 실험선로의 구성

강관재가 병행하고 있는 선로와 병행하지 않는 선로의 유도전압을 비교 측정할 수 있도록 (그림3-35)의 인터페이스 기점을 중심으로 좌우로 대칭형의 300m 회선 케이블을 각각 포설하고 그림에서 좌측 방향의 300m 회선에는 강관재가 병행하도록 한다.





(그림3-34) 풍세 현장 실험측정 강관재 포설 사진

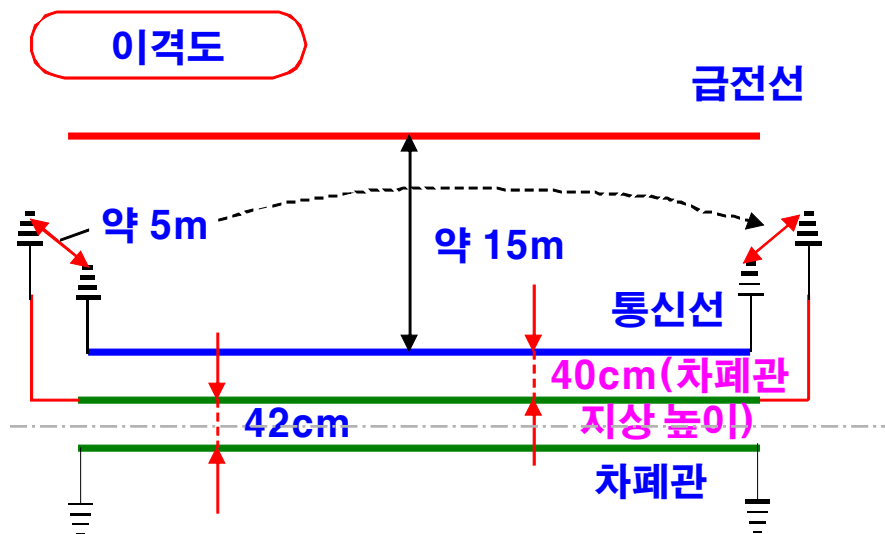


(그림3-35) 300m 강관재 포설에 의한 실험측정 선로구성

#### 다. 요소 선로의 배치 관계

유도원이 되는 급전선과 피유도원 통신선, 그리고 차폐체로서의 강관재, 접지시설의 위치 관계를 (그림3-36)에 도시하였다. 통상의 급전선으로부터 통신케이블까지의 이격거리는 약 15m이다. 통신선과 차폐 강관까지의 이격거리는 야외용 의자 위에 강관을 올려 놓았고 통신선은 땅 바닥에 놓여 있으므로 의자의 높이에 해당하는 40cm이고 병행 강관간의 이격거리는 의자 손잡이간의 거리에 상당한 42cm이다.

차폐를 줄 수 있는 강관 단말의 접지시설 위치가 중요하여 측정측 제1강관의 양 끝 접지는 통신케이블 및 측정기 접지와 약 5m의 이격거리를 갖도록 설치하였다. 반대편측 제2강관의 단말 접지는 측정편의 건너편 논측으로 접지 시설되었다. 차폐 성능을 주어야 할 강관재의 단말 접지저항이 중요하여 (그림3-35)에 표시한 바와 같이 제1강관의 접지저항은 측정단측이 11.7Ω, 종단측이 8.4Ω, 제2강관의 접지저항은 측정측이 12.7Ω, 종단측이 9.9Ω으로 시설되었다.



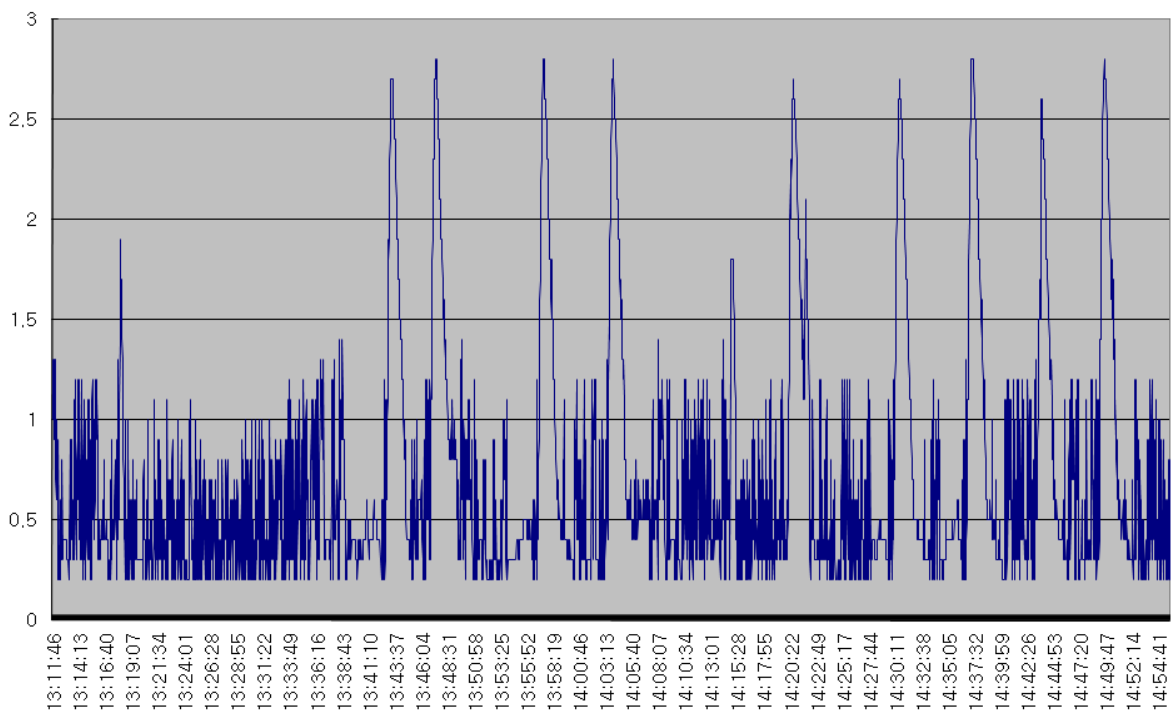
(그림3-36) 풍세 실험측정 포설 이격도

#### 라. 측정 데이터 결과 분석

강관재에 의한 차폐성 실험 측정은 제1강관을 먼저 포설한 상태에서 차폐성을 측정하고 제2강관을 병행 포설하여 차폐성을 측정하였다.

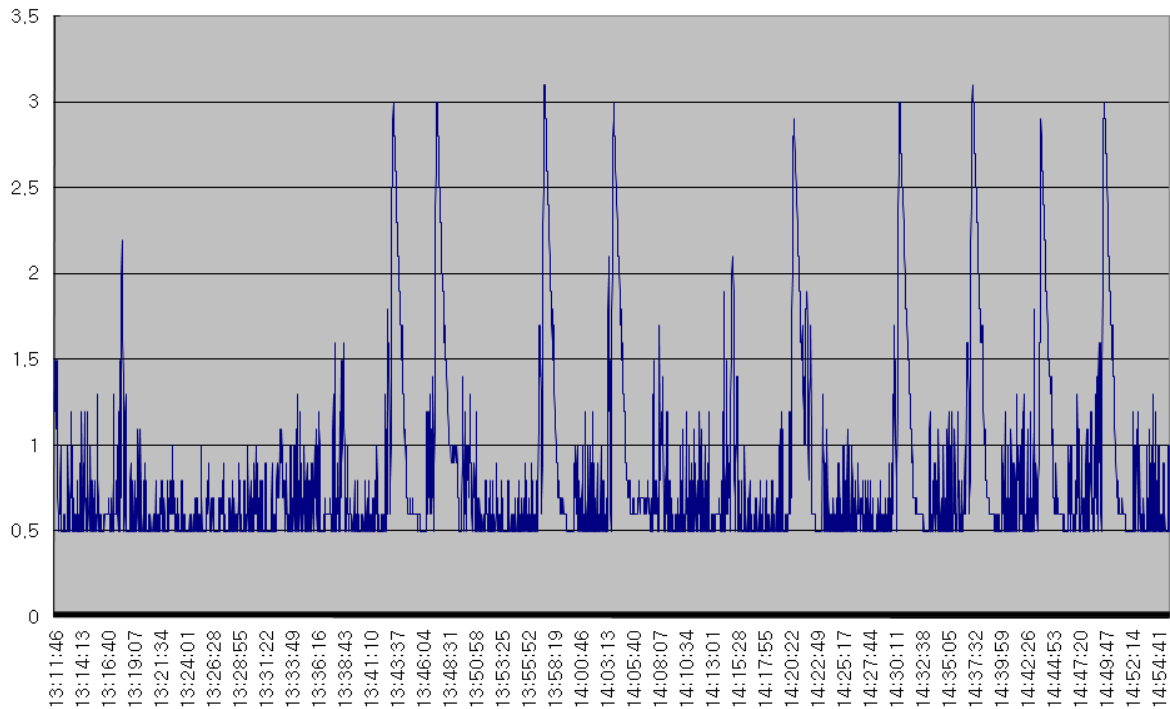
### 1) 인터페이스 기점에서의 동일성 분석 및 보정 요율

인터페이스 기점으로부터 좌/우 300m 케이블 포설에 대한 유도전압을 비교하는 것이므로 같은 거리로서의 다른 위치에서 동일한 전압이 유도되는 지에 대한 확인-요율 산정이 필요하다. 이의 비교를 위하여 9월 11일 13:11경으로부터 15시까지 두 개의 300m 루트에 대한 유도전압을 동시에 측정하여 보았다. 이 때의 동일성 비교 유도전압에 관하여 먼저 강관재를 병행 설치하지 않는 측 300m의 측정된 유도전압 레벨은 (그림3-37)과 같다. 그리고 강관을 포설할 측의 300m 케이블에 대한 유도중전압은 (그림3-38)과 같다. 이 두 그림을 육안적으로 비교하여 살펴보면 강관 병행 포설 대상 300m 루트의 경우 3V에 달하고 있으나 강관을 포설하지 않을 300m 루트의 유도전압은 3V에 다소 못미치는 정도여서 완전히 전압레벨이 같지가 않기 때문에 오히려 상대적으로 강관 비포설 대상 루트의 전압을 올려주거나 또는 강관 포설 대상 루트의 전압을 낮추어 주는 정규화 보정이 필요하다. 여기서는 강관 포설 대상 루트의 전압이 3V이므로 수치적으로 놓고 볼 때 강관 비포설 대상 루트의 전압을 3V 선으로 높여주는 보정 요율을 적용하여 비교 분석토록 한다.



(그림3-37) 강관 비포설 측방향 300m 유도중전압

그렇게 하기 위하여 각각의 피크치 전압으로써 정량 비교하고 정규화 보정 요율을 산정하면 <표3-10>과 같이 된다. 이것에 의하면 강관 비병행측의 측정 전압에 대하여 평균 보정율 '1.09'를 곱해 주어야 한다.



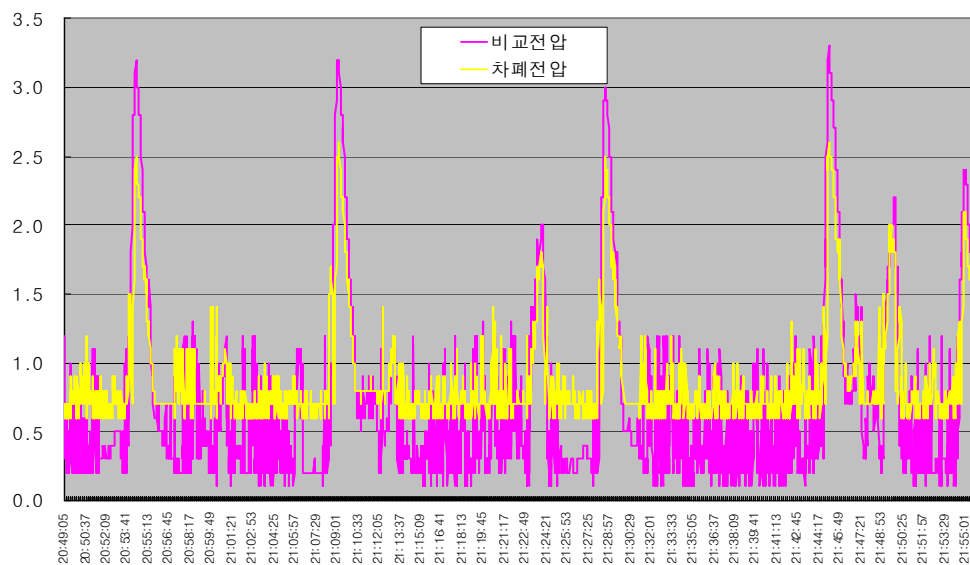
(그림3-38) 강관 병행 포설 대상 300m 루트의 유도전압 레벨

<표3-10> 인터페이스기점 동일성 기반의 정규화 요율

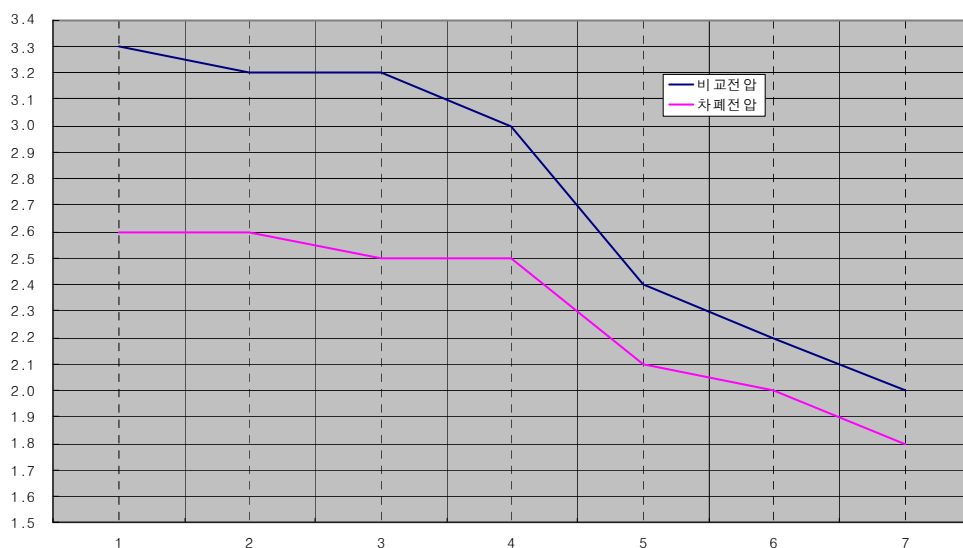
피크회차	비병행측	병행측	차이	계수
1	2.7	3.0	0.3	1.11
2	2.8	3.0	0.2	1.07
3	2.8	3.1	0.3	1.11
4	2.8	3.0	0.2	1.07
5	2.7	2.9	0.2	1.07
6	2.7	3.0	0.3	1.11
7	2.8	3.1	0.3	1.11
8	2.6	2.9	0.3	1.12
9	2.8	3.0	0.2	1.07
평균	2.7	3.0	0.3	1.09

## 2) 제1강관에 의한 차폐성

제1강관만에 의한 인터페이스 기점 비교 측정된 그래프는 (그림3-39)와 같다. 이를 상대적 비교를 용이하게 하도록 각 비교 대상 선로에 유도된 피크전압 값들만의 내림차순에 의하여 나타내 보면 (그림3-40)과 같다. 그래프에서 위쪽의 곡선이 전압 비교를 위하여 포설된 인터페이스 기점상 우측 편의 강관재가 병행하지 않는 통신케이블의 유도전압이며 아래쪽의 것은 강관재가 병행하고 있는 측의 피크전압 곡선이다.



(그림3-39) 제1강관 병행에 의한 비교 차폐



(그림3-40) 제1강관 차폐에 의한 피크전압 비교

‘비교전압’은 강관재가 병행하고 있는 측의 전압이 차폐된 량인지를 비교하기 위하여 포설된 강관재가 병행하지 않는 측의 전압을 말하여 ‘차폐전압’은 강관재가 병행하고 있는 측의 전압을 말한다. 이들의 피크치에 대하여 비교전압의 경우 1)항에서 동일성 비교분석된 바에 의한 보정 요율 ‘1.09’를 곱하여 차폐계수를 산출하고 평균하면 <표3-11>과 같은 결과가 나온다.

<표3-11> 단일 강관재 병행에 의한 차폐계수

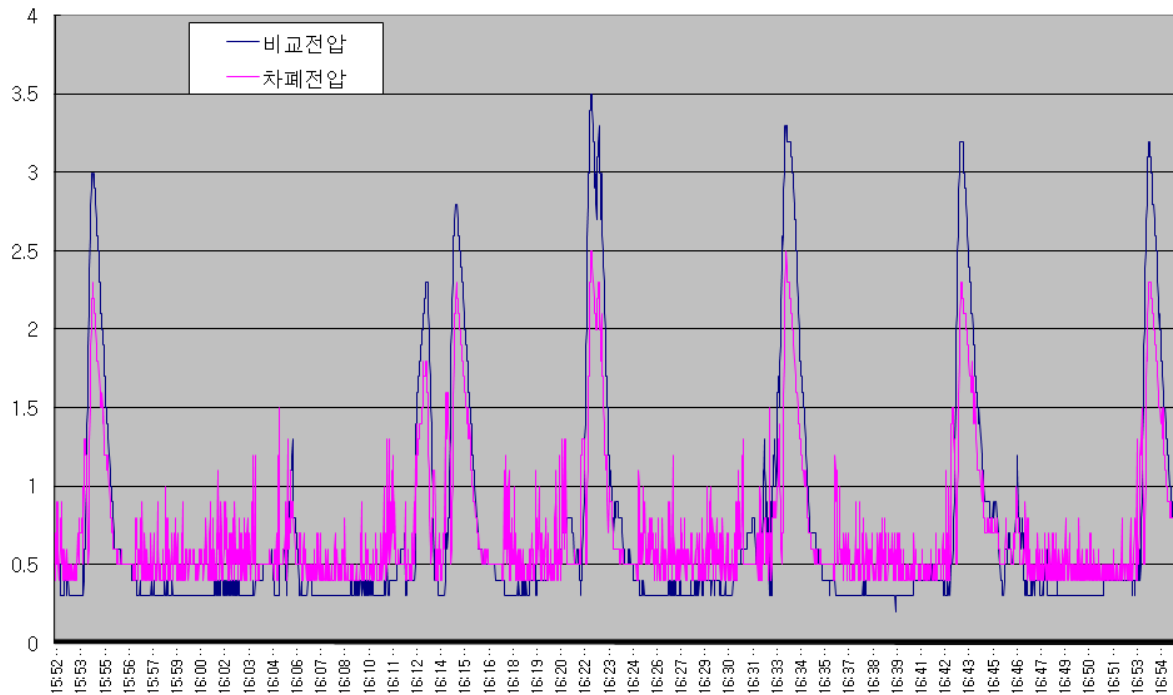
비교횟수	비교피크	보정비교	차폐피크	차폐계수	
1	3.3	3.6	2.6	0.72	
2	3.2	3.5	2.6	0.75	
3	3.2	3.5	2.5	0.72	
4	3.0	3.3	2.5	0.76	
5	2.4	2.6	2.1	0.80	
6	2.2	2.4	2.0	0.83	
7	2.0	2.2	1.8	0.83	차폐율
평균				0.77	22.7%
	2.8	3.0	2.3	0.77	23.5%
대표	3.2	3.4	2.5	0.74	25.8%

7회의 피크 비교들의 차폐계수를 평균하면 0.77이 나온다. 비교피크는 강관재가 병행하지 않는 측의 전압이며 보정 비교는 이에 대하여 보정계수 1.09를 곱한 값이다. 차폐계수는 보정비교에 대한 차폐피크 전압의 비이다. 보정비교 전압들에 대한 평균값과 차폐피크 전압들의 평균값을 취하여 차폐계수를 계산한 것도 같은 0.77로 나온다. 대표값에 의한 것은 인터페이스 기점상 좌/우측 케이블의 측정 전압들에 대한 각각의 전형적인 값을 정하여 정량 비교하는 것인데 이는 앞서 정한 호남선 측정 데이터 비교분석상의 물에 의한 것이다. 대표전압 관계에 의하면 차폐계수는 0.74로 나온다. 대표값의 관점에서 차폐율로는 25.8%이다.

### 3) 제2강관 복합에 의한 차폐성

제2강관을 병행 추가 포설하고 전압을 측정한 결과 그래프는 (그림3-41)과 같다.

이들 전압의 피크치를 발췌하여 정량적으로 비교분석하면 <표3-12>와 같은 차폐효과가 나온다.



(그림3-41) 제2강관 동시 병행에 의한 비교 전압

<표3-12> 제2강관 병행에 의한 차폐효과

횟수	비교전압	보정비교	차폐전압	차폐계수	
1	3.5	3.8	2.5	0.66	
2	3.3	3.6	2.5	0.70	
3	3.2	3.5	2.3	0.66	
4	3.2	3.5	2.3	0.66	
5	3.0	3.3	2.3	0.70	
6	2.8	3.1	2.3	0.75	
7	2.3	2.5	1.8	0.72	차폐율
평균				0.69	30.8%
	3.0	3.3	2.3	0.69	31.1%
대표	3.2	3.5	2.3	0.66	34.3%

<표3-12>의 결과에 의하면 평균값에 의한 차폐계수 0.69, 대표값에 의한 0.66 이 되고 차폐율로서는 중간 30%이고 대표값으로써는 34.3%가 된다. 단일 강관재 포설에 의한 차폐율에 대하여 산술적 차이로 8.5% 증가(차폐 증가율로는 33%, 계 수 감소율로는 11%)한 것이다.





## 제 4 장 거시적 분포 분석



## 제 4 장 거시적 분포 분석

### 제1절 유도전압의 측정

<표4-1> 전체 측정 개소 현황

No.	지역구 분	측정 연도	노선 구분	개소명	개소 약호	$\rho$ [ $\Omega \cdot m$ ]	병행 [km]	이격 [m]	측정대표 [V]
1	도시	2008	경부선	서울독산	독산	60	1.00	20.0	7.0
2	도시	2008	경부선	대구비산	비산	300	1.00	9.9	7.0
3	도시	2008	경부선	경산옥산	옥산	220	0.85	7.0	6.0
4	도시	2008	경부선	경산옥곡	옥곡	220	0.95	7.0	5.0
5	도시	2008	경부선	부산화명	화명	650	0.95	10.0	4.5
6	도시	2008	경부선	부산당감	당감	230	0.92	10.0	8.0
7	도시	2009	경부선	부산구포	구포	650	1.00	10.0	7.5
8	도시	2009	경부선	부산덕포	덕포	340	1.00	10.0	4.0
9	도시	2010	경부선	서울남영	남영	50	0.60	15.0	3.5
10	도시	2010	경부선	서울노량	노량	50	1.00	18.0	2.3
11	도시	2010	경부선	서울대방	대방	50	0.70	20.0	1.0
12	도시	2010	경부선	서울도림	도림	60	1.00	15.0	6.0
13	도시	2010	경부선	서울구로	구로	60	1.00	23.3	3.0
14	도시	2010	경부선	서울가산	가산	60	1.00	25.0	6.2
15	도시	2010	경부선	서울시흥	시흥	60	1.00	7.0	3.6
16	도시	2010	경부선	대전신탄	신탄	220	0.50	15.0	7.0
17	도시	2010	경부선	김천시내	김천	250	0.60	15.0	5.0
18	도시	2010	경부선	대구성내	성내	320	1.05	10.0	11.0
19	도시	2010	경부선	대구역전	대구	350	1.00	10.0	8.0
20	도시	2010	경부선	부산화명2	화2	650	1.00	11.7	4.0
21	도시	2010	경부선	대전역전	대전	280	1.00	10.0	25.0
22	도시	2009	호남선	서대전역	서전	247	1.00	10.6	15.0
23	도시	2009	호남선	광주운남	운남	175	1.00	7.0	8.2
24	도시	2009	호남선	광주우산	우산	175	1.00	7.0	19.6
25	도시	2009	호남선	광주송정	송정	175	1.00	10.0	7.2
26	도시	2009	호남선	목포터널	목터	175	1.00	5.0	17.9
27	도시	2010	호남선	광주역전2	광2	175	0.70	14.8	6.0
28	도시	2010	호남선	김제역전	김제	198	1.00	10.0	8.2
29	도시	2010	호남선	광주역전	광주	175	0.70	10.0	5.0
30	도시	2010	호남선	목포노출	목노	175	0.70	7.0	4.0

<표4-1> 전체 측정 개소 현황(계속)

No.	지역구 분	측정 연도	노선 구분	개소명	개소 약호	$\rho$ [ $\Omega \cdot m$ ]	병행 [km]	이격 [m]	측정대표 [V]
31	시골	2006	경부선	화성기지	화성	280	1.07	6.0	13.6
32	시골	2008	경부선	화성봉담	봉담	120	0.51	10.0	5.5
33	시골	2008	경부선	안산군포	안산	280	1.00	12.0	9.2
34	시골	2008	경부선	평택정자	정자	90	1.00	15.0	9.7
35	시골	2008	경부선	성환직지	성환	130	1.00	8.0	13.0
36	시골	2008	경부선	아산음봉	음봉	220	0.70	8.0	9.0
37	시골	2008	경부선	충북강내	강내	28	0.68	20.0	8.0
38	시골	2008	경부선	영동심천	심천	150	0.67	22.6	6.0
39	시골	2008	경부선	영동주곡	주곡	150	1.00	15.3	8.0
40	시골	2008	경부선	김천봉산	봉산	680	0.80	8.6	11.0
41	시골	2008	경부선	대구지천	지천	300	0.95	10.0	8.0
42	시골	2008	경부선	청도청도	청도	340	1.10	26.0	6.5
43	시골	2008	경부선	밀양삼랑	밀양	750	1.00	8.0	8.0
44	시골	2008	경부선	양산원동	양산	650	1.00	18.0	5.5
45	시골	2008	경부선	양산물금	물금	340	0.95	20.3	8.0
46	시골	2009	경부선	용정급전	용정	270	0.80	15.0	10.2
47	시골	2009	경부선	오송이탈	오송	240	1.00	12.0	7.0
48	시골	2009	경부선	오송역후	오역	240	1.00	12.0	6.0
49	시골	2010	경부선	양산원동2	원동	503	0.90	17.5	5.0
50	시골	2010	경부선	김천시전	천교	250	1.00	10.0	7.0
51	시골	2009	호남선	대전괴곡	괴곡	274	1.00	20.0	11.0
52	시골	2009	호남선	계룡엄사	계룡	231	1.00	25.0	16.0
53	시골	2009	호남선	논산강경	연무	132	1.00	11.2	13.0
54	시골	2009	호남선	익산용안	익산	172	1.00	7.0	21.0
55	시골	2010	호남선	김제부용	부용	198	1.00	8.0	11.0
56	시골	2010	호남선	김제부용2	부2	198	1.00	8.0	15.0
57	시골	2010	호남선	정읍역후	정읍	301	1.00	8.0	9.0
58	시골	2010	호남선	장성황룡	황룡	330	1.00	8.0	8.0
59	시골	2010	호남선	장성광주	장성	270	1.00	8.0	9.0
60	시골	2010	호남선	광주임곡	임곡	270	1.00	14.1	12.0
평균						253	0.92	12.5	8.6
최빈						175	1.00	10.0	8.0
최대						750	1.10	26.0	25.0
최소						28	0.50	5.0	1.0

## 1. 2008년도 유도 전압 측정

가. 측정 개소별 수행 내역

### (1) 충북 강내

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 0.68km

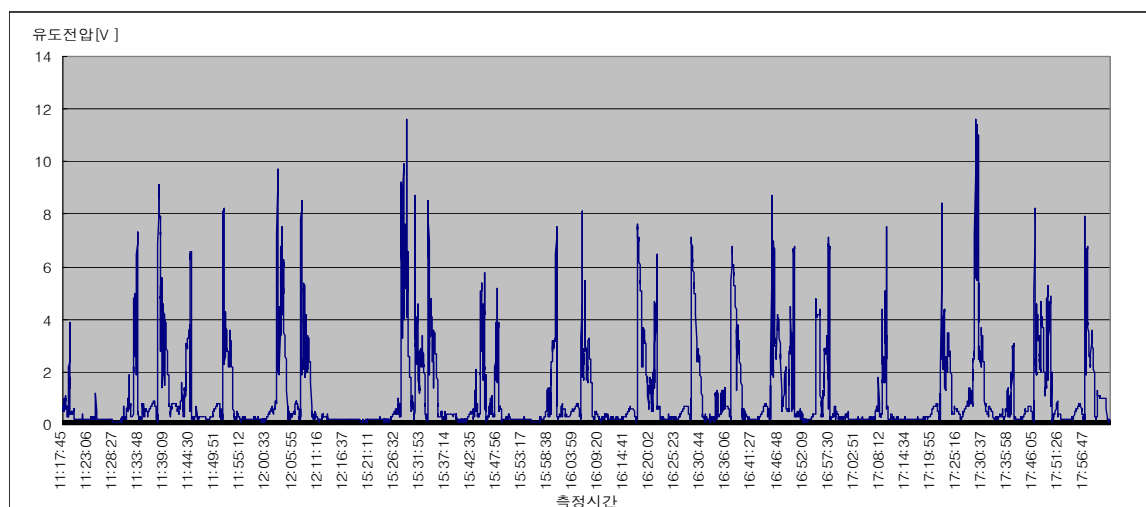
(나) 구간 특성

충북 강내의 측정 구간은 교량 구간으로 이어지는 포설 경로를 선택하였으며 총 병행거리는 680m에 이른다. 포설 경로 좌우로는 전형적인 시골 지역으로 논/밭 지형이었으며 측정단 인근 좌우로 조그만 공장들이 들어서 있어 종단방향으로 송배전선이 병행하는 특징을 보이고 있어 KTX 전력선으로부터 야기되는 유도 전압에 이러한 송배전선에 의한 유도 전압이 갖는 의미에 대한 분석 작업의 필요성이 제기되었으나 이를 위해 필요한 송배전 시설에 대한 제반 정보 획득의 어려움으로 기본적인 추정을 통한 반영 작업만이 이루어졌다.

측정단과 종단의 연장선상을 보면 측정 구간이 교량지역이었던 것에 반해 그 이후로는 측정단 방향으로는 야산의 노반구간으로 이어졌으며 종단방향으로는 마을을 통과하는 노반구간의 KTX 선로가 이어졌다.

(다) 유도전압 변화 특성

충북 강내 지역에서 측정된 종전압은 통상 8V를 보였으며 최대 12V의 종전압이 측정되었다.



(그림 4-1) 강내 지역 유도전압 변화 특성

## (2) 아산 음봉

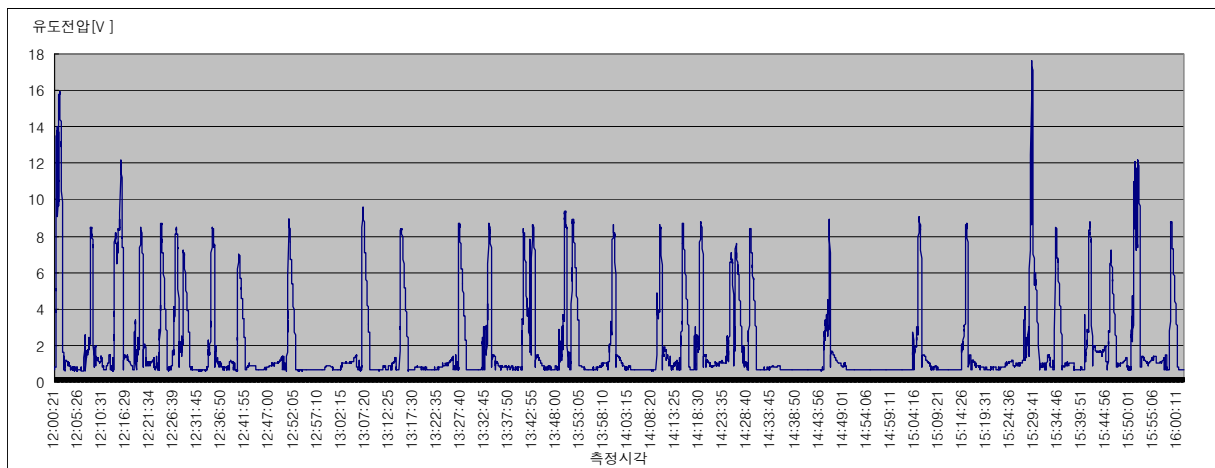
(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 0.7km

(나) 구간 특성

충남 아산에 위치한 음봉 지역의 측정 개소는 전형적인 시골지역으로서 노반 구간의 KTX 선로에 이어지는 약 700m의 교량구간의 KTX 선로의 교량 하단 지 면상에 25pair 통신 케이블을 인접하여 포설하였으며, 포설 경로 좌우는 대규모의 과수원과 논/밭 지역으로 과수원의 관리 및 산재한 민가의 전원 공급을 목적을 갖는 송배전 시설이 펼쳐져 있었다. 종단 지점 이후로는 넓은 저수지로 인하여 추가적인 포설에 어려움이 있었으며, 측정단과 종단의 중간 지점에 가로놓인 소도로 를 이용하는 차량의 통행량 예상 외로 많아 통신 케이블의 보호를 위해 다리를 건너는 약 10m 정도를 매립하여 포설하였다.

아산 음봉 지역에서 측정된 종전압은 통상 8V를 상회하는 것으로 나타났으며 KTX 상행과 하행의 교차 통과 시에는 최대 16V까지 측정되었다. 측정단과 종단 에 시설한 접지의 저항은 각각 82Ω과 37Ω으로 나타났으며 통신케이블 포설 지역 의 대지저항률은 20.4Ω·m로 측정되었다.

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-2) 아산 음봉 유도전압 변화 특성

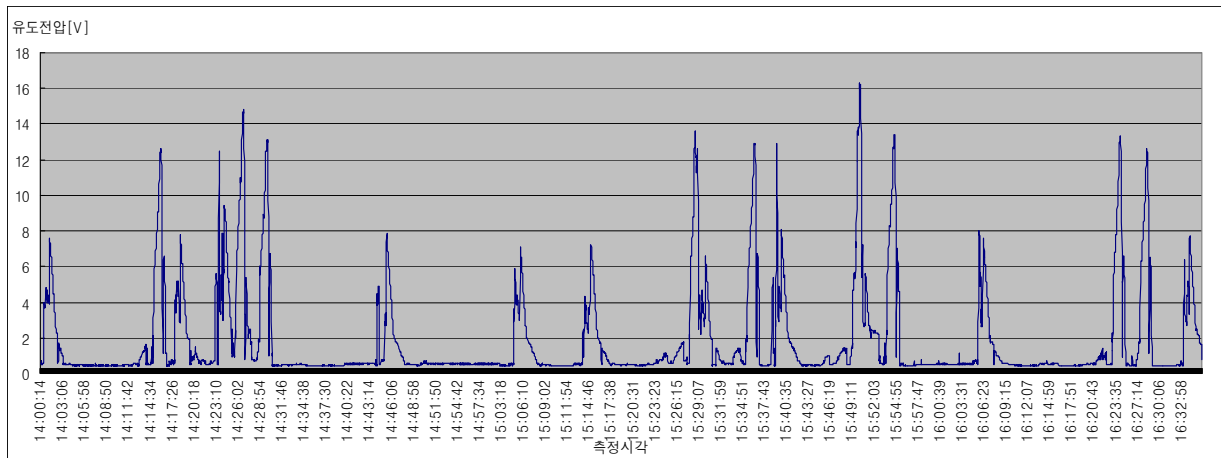
## (3) 성환 직지

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 1km

(나) 구간 특성

- 교량 직선 구간
- 논/밭, 평야 및 인근 약 2km 공단 지역

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-3) 성환 직지 유도전압 변화 특성

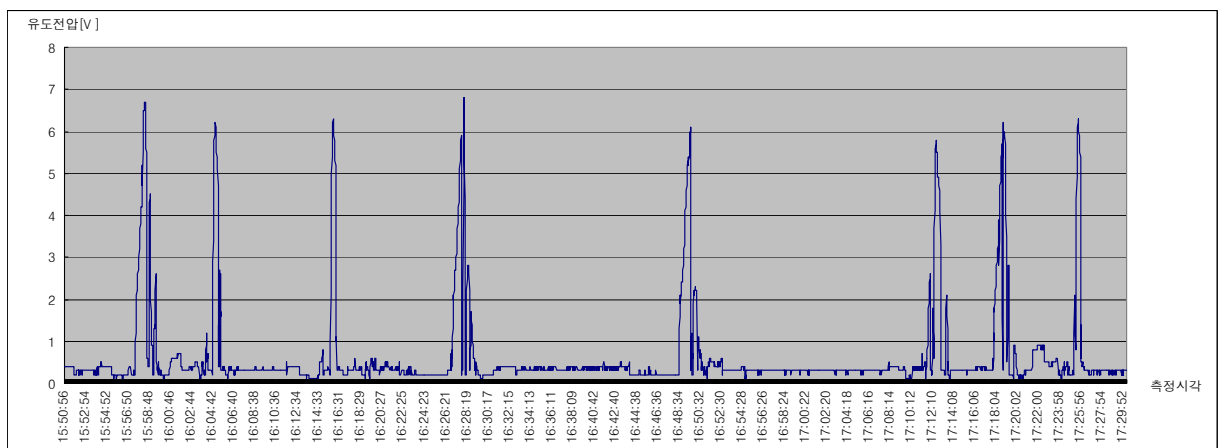
(4) 영동 심천

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 0.67km

(나) 구간 특성

- 교량구간
- 중간 하천 분리(약 100m), 하천 구간 190m 이격; 120m 병행
- 비닐하우스/밭 지역 및 인근 저산악 지대
- 송유관 매설 경고 표지판 있음.

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-4) 영동 심천 유도전압 변화 특성

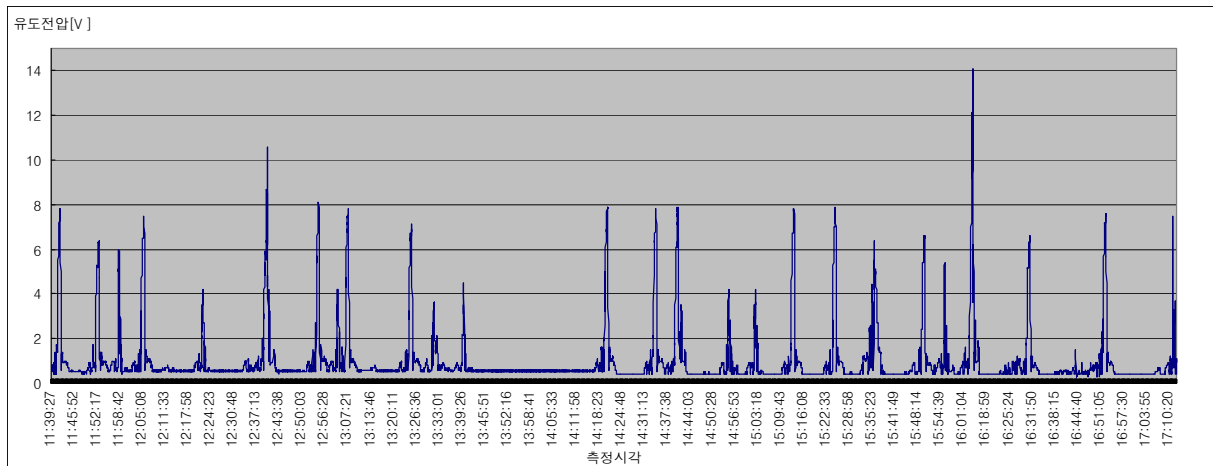
(5) 영동 주곡

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 1km

(나) 구간 특성

- 교량구간
- 중간 좁은 하천 분리 포설 난제로 사이드 도로 우회 약 100m, 수평 이격 약 50m
- 도로변 500m 인근 국철 병행

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-5) 영동 주곡 유도전압 변화 특성

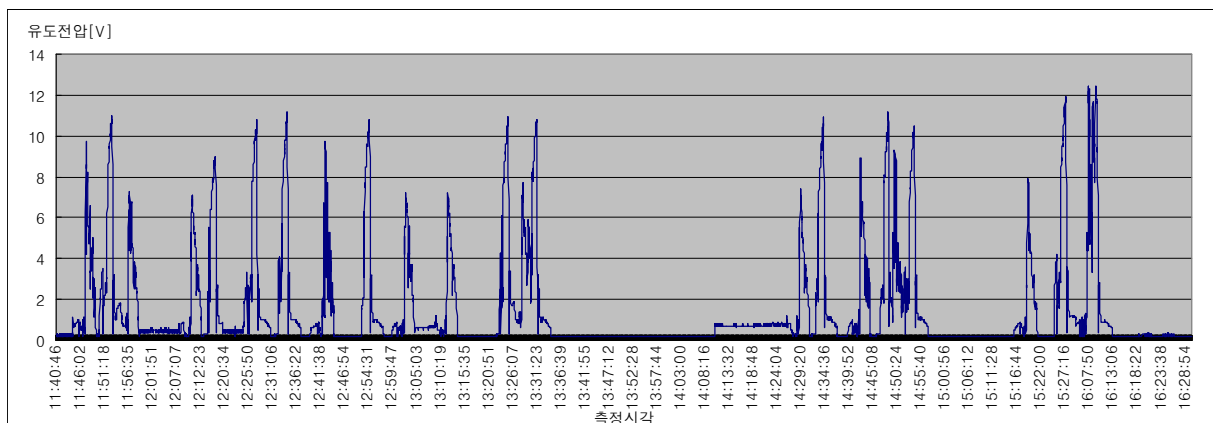
(6) 김천 봉산

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 0.8km

(나) 구간 특성

- 전 노반 구간, 측정단 근접 거리 이격거리 사선 확대; 사선구간 : 약 350m, 약 30°
- 김천 포도밭 생산지 일대

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-6) 김천 봉산 유도전압 변화 특성



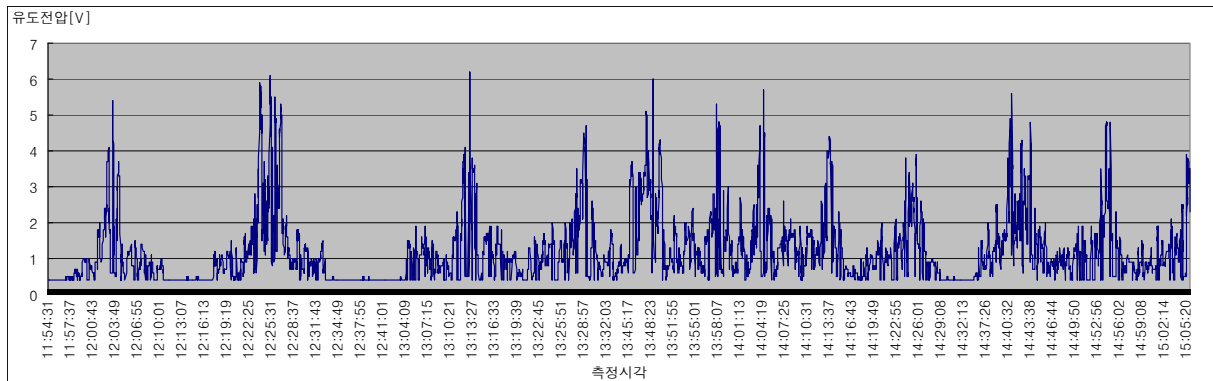
(7) 양산 원동

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 1km

(나) 구간 특성

- 국철 완전 병행, KTX 속도가 느림
- 종단쪽으로 1km 후반경 급전소가 있음

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-7) 양산 원동 유도전압 변화 특성

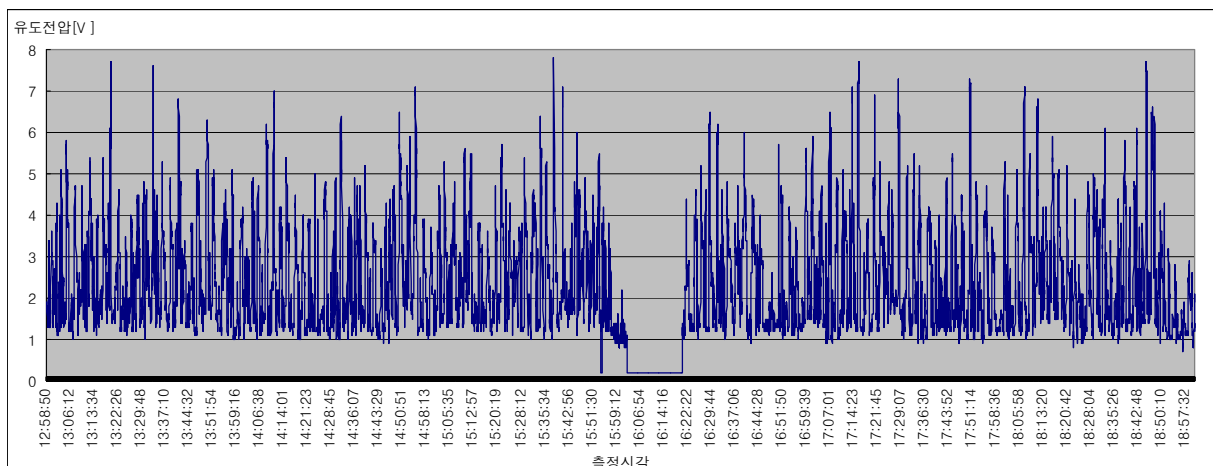
(8) 서울 독산

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 1km

(나) 구간 특성

- 국철구간
- 상가 건물 좌우 도열, 우측 가산역 지점까지 400m
- 주변에 배전선은 없음. 좌측 약120m 독산역

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-8) 서울 독산 유도전압 변화 특성

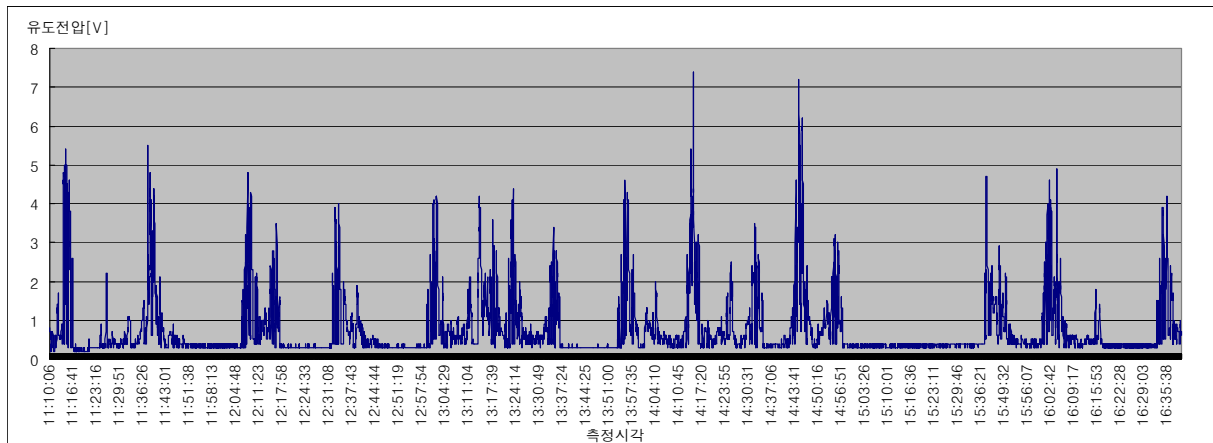
(9) 부산 화명

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 1(0.95)km

(나) 구간 특성

- 국철구간
- 국철 화명역까지 우측 도로에서부터 도로 병행, 지하철은 1km(도보 10분 거리) 인근
- 선로 복복선(4개 선로) 궤도
- 종단쪽 300m 이후 구간 외곽도로
- 선로 건너편은 미개발 지역 구분선
- 인근 아파트 단지 및 대형 상가 밀집

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-9) 부산 화명 유도전압 변화 특성

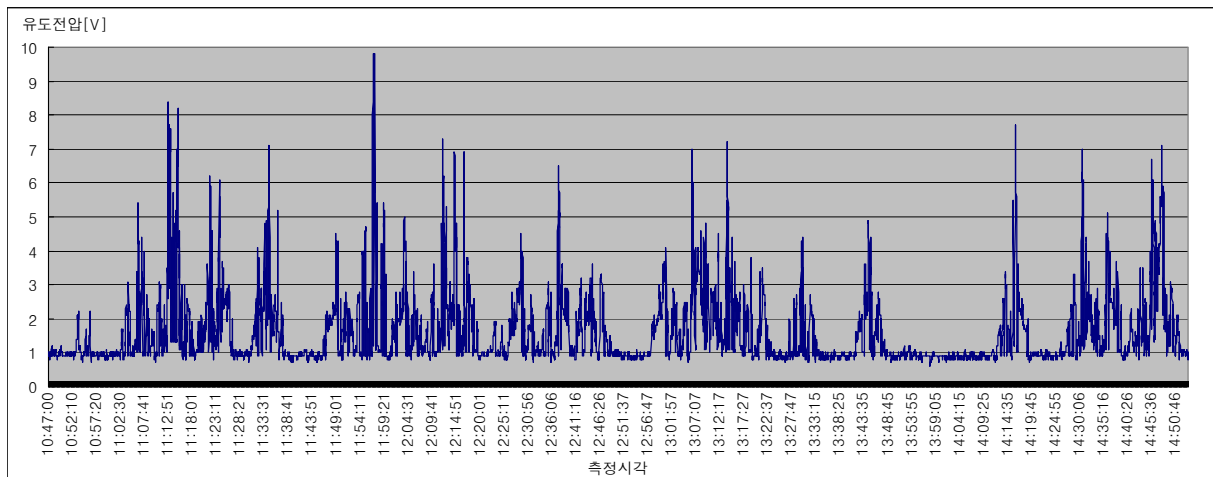
(10) 대구 비산

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 1km

(나) 구간 특성

- 국철구간
- 마을과 선로 샛길 산책로상 포설
- 좌측 지하도, 우측 종단 육교- 종단쪽 300m 이후 구간 외곽도로

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-10) 대구 비산 유도전압 변화 특성

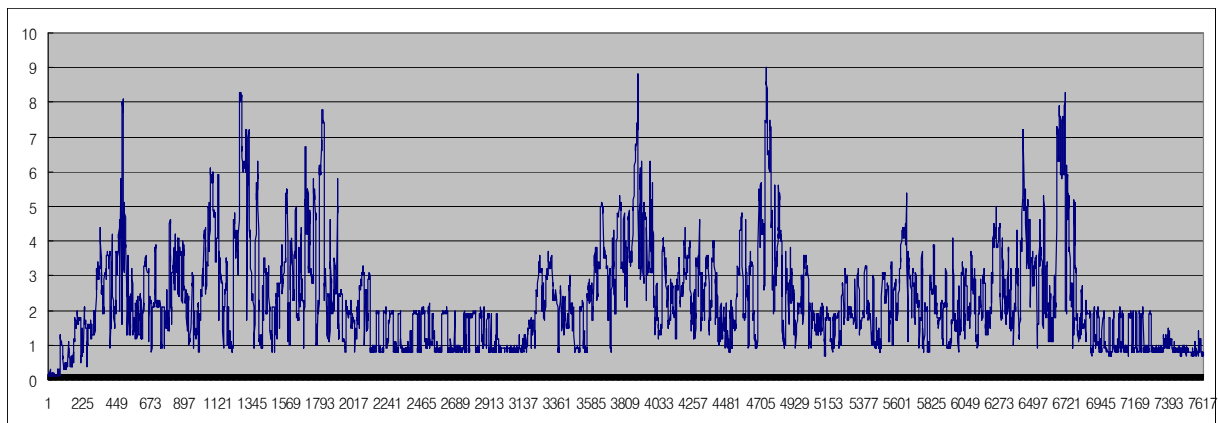
#### (11) 부산 당감

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 0.92km

(나) 구간 특성

- 국철구간
- 주택가와 선로 사이 도로변 포설
- 송배전 병행 구간
- 측정단으로부터 720m 이후 선로 건너편 공장 지역 병행

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-11) 부산 당감 유도전압 변화 특성

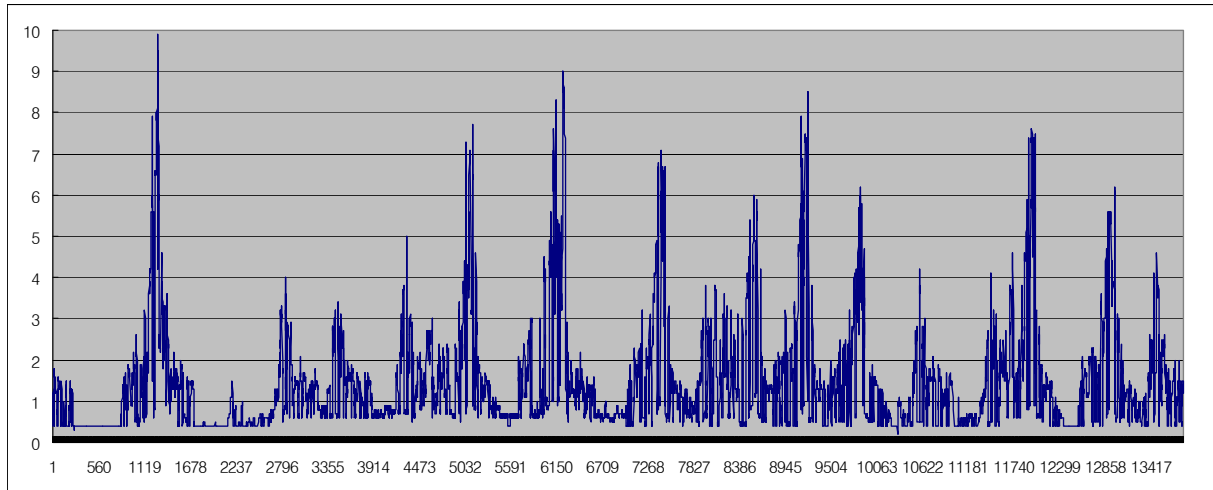
#### (12) 밀양 삼랑진

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 1km

(나) 구간 특성

- 야산 인접한 논/밭 지역
- 심한 곡선 경로 구간, KTX 속도 느림

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-12) 밀양 삼랑진 유도전압 변화 특성

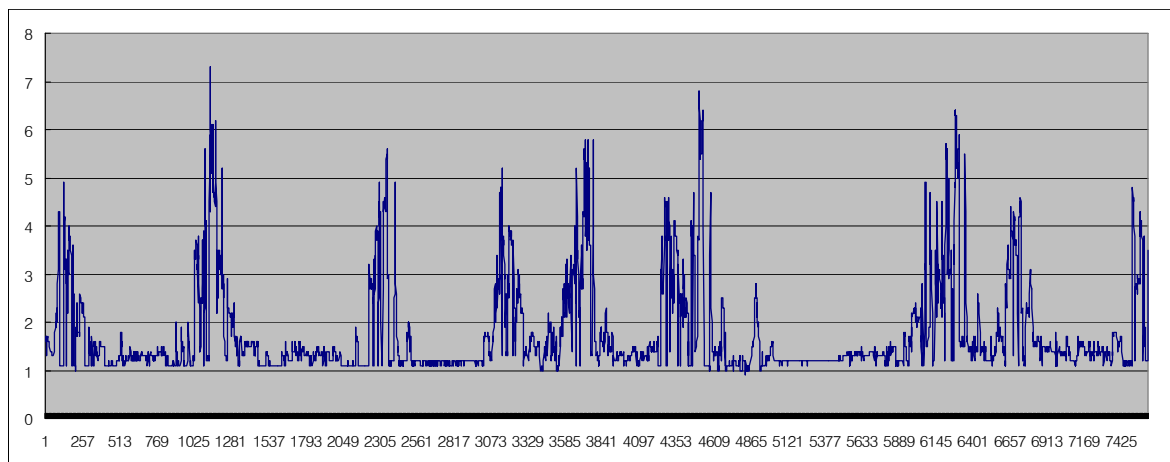
(13) 경산 옥산

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 0.85km

(나) 구간 특성

- 경산역 인근 공사현장 일부(200m) 포함
- 송배전선 인접 병행하는 주택가 변두리

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-13) 경산 옥산 유도전압 변화 특성

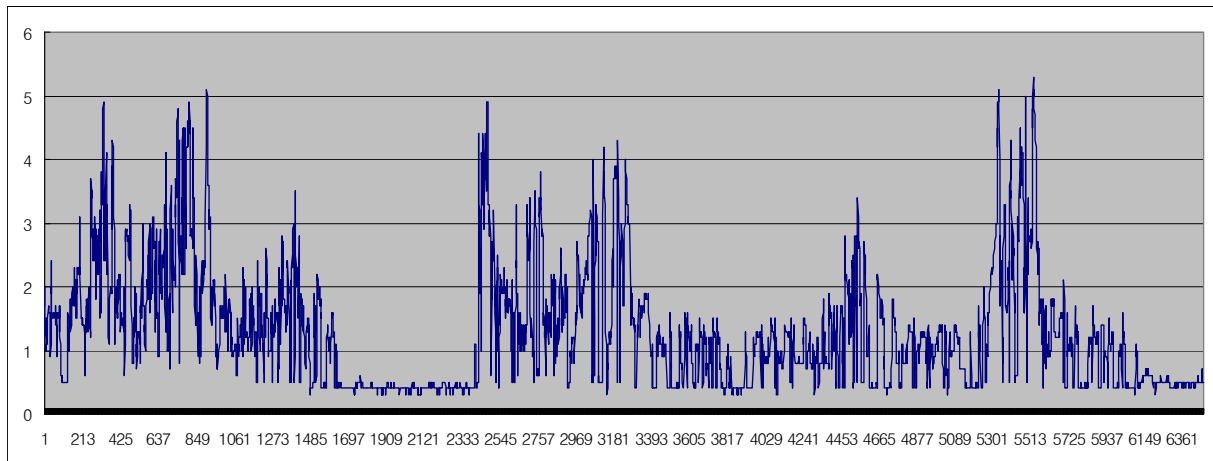
(14) 경산 옥곡

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 0.95km

(나) 구간 특성

- 주택가 뒤편 좁은 진입로와 나대지 인근 선로 병행
- 교통 교차로 인근으로 차량 통행 빈번(측정단축)

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-14) 경산 옥곡 유도전압 변화 특성

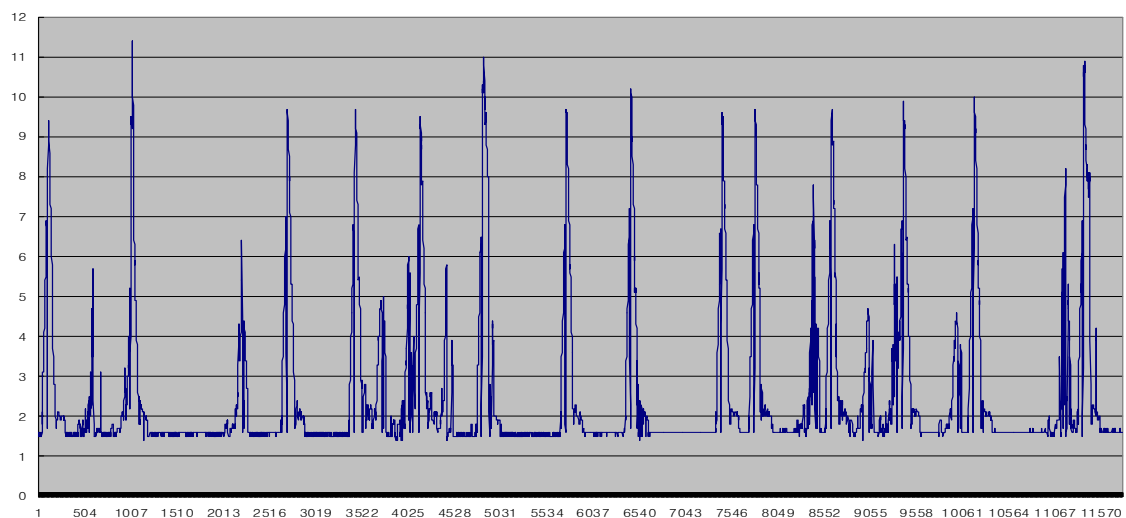
(15) 평택 정자

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 1km

(나) 구간 특성

- 직선 교량 구간의 논/밭, 전원 민가 인근

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-15) 평택 정자 유도전압 변화 특성

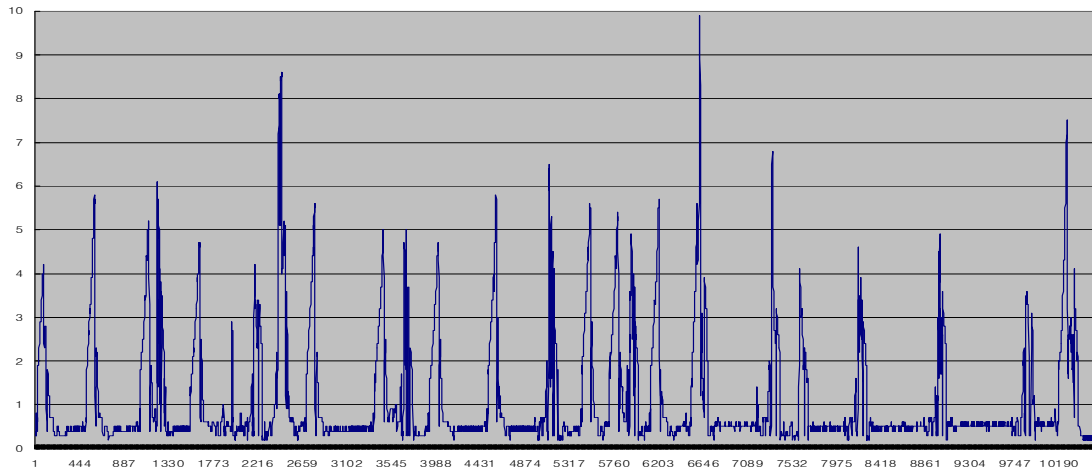
(16) 화성 봉담

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 0.51km

(나) 구간 특성

- 직선 교량 구간
- 고속국도와 국도 교차로 인접한 논/밭, 조정지역

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-16) 화성 봉담 유도전압 변화 특성

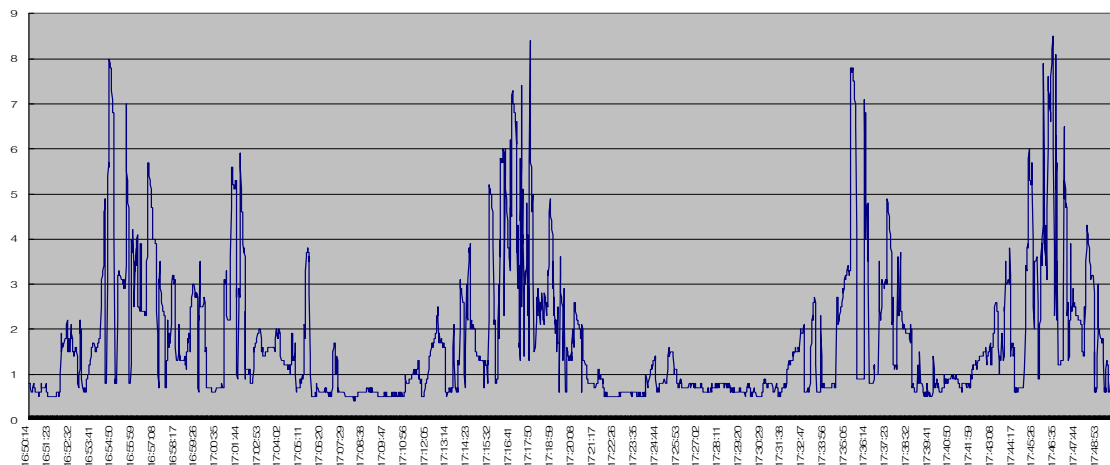
(17) 대구 지천

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 0.95km

(나) 구간 특성

- 선로 옆 갓길을 병행하는 700m 구간 이후 15° 선로의 곡선 구간
- 곡선 구간 이후 250m 구간의 열악한 포설 환경으로 배수로 병행 포설
- 측정단 측 공업사 밀집 지역은 KTX 선로면보다 낮은 지대 위치

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-17) 대구 지천 유도전압 변화 특성

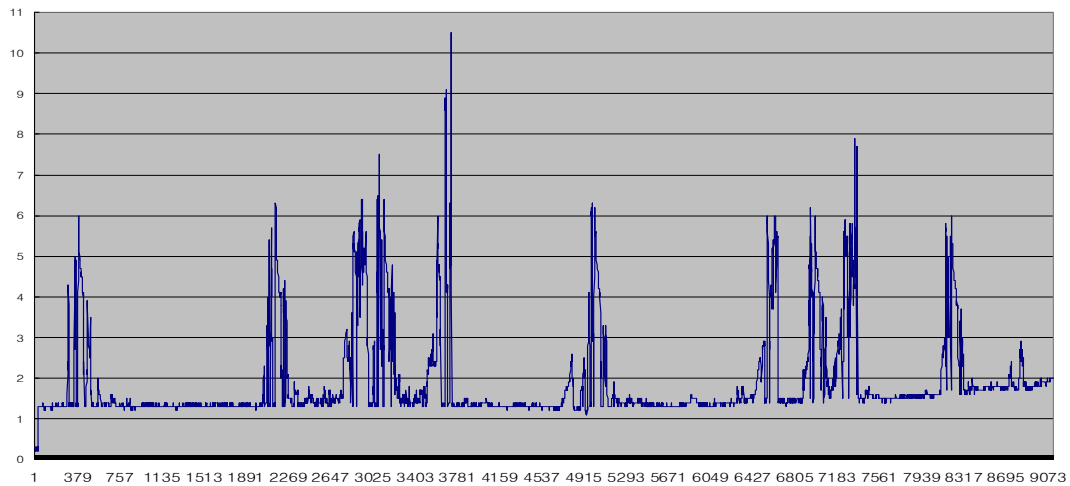
(18) 청도 청도

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 1.1km

(나) 구간 특성

- 노변을 따라 노반 구간 선로 병행 민가 및 상점 인접, 차량 통행 번잡

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-18) 청도 청도 유도전압 변화 특성

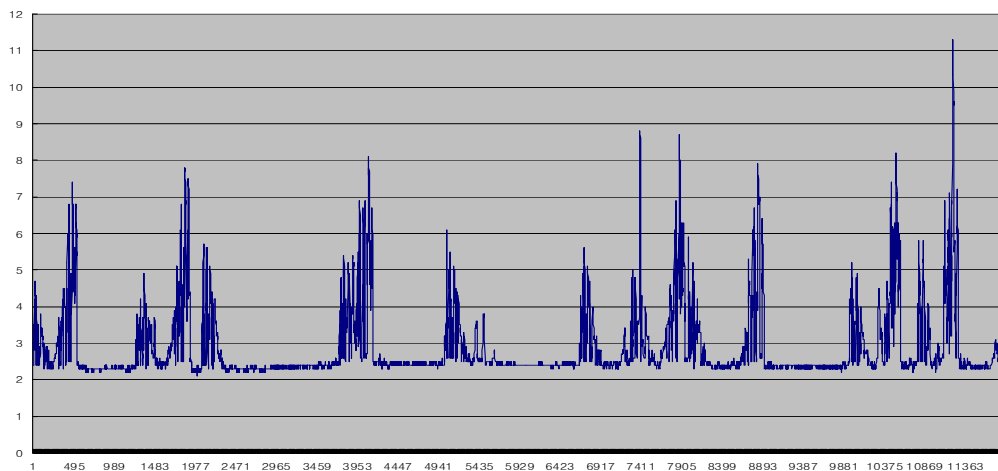
(19) 양산 물금

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 0.95km

(나) 구간 특성

- 물금역 이후 급전소(미운용) 인접
- 도로면보다 낮은 KTX 곡선 선로 구간
- 인근에서 KTX 선로 신설 공사 중

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-19) 양산 물금 유도전압 변화 특성

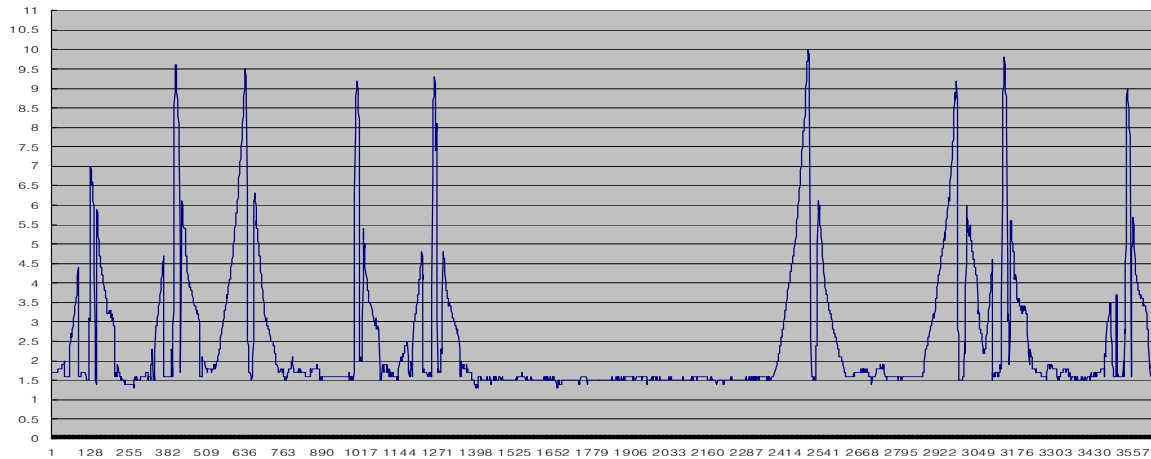
(20) 안산 군포

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 1km

(나) 구간 특성

- 도심을 벗어나 교외로 접어드는 교량 구간
- 논/밭, 하우스 인접, 병행 중간 구간에 야산을 넘는 노반 구간 포함

(다) 유도전압 변화 특성



(그림 4-20) 안산 군포 유도전압 변화 특성

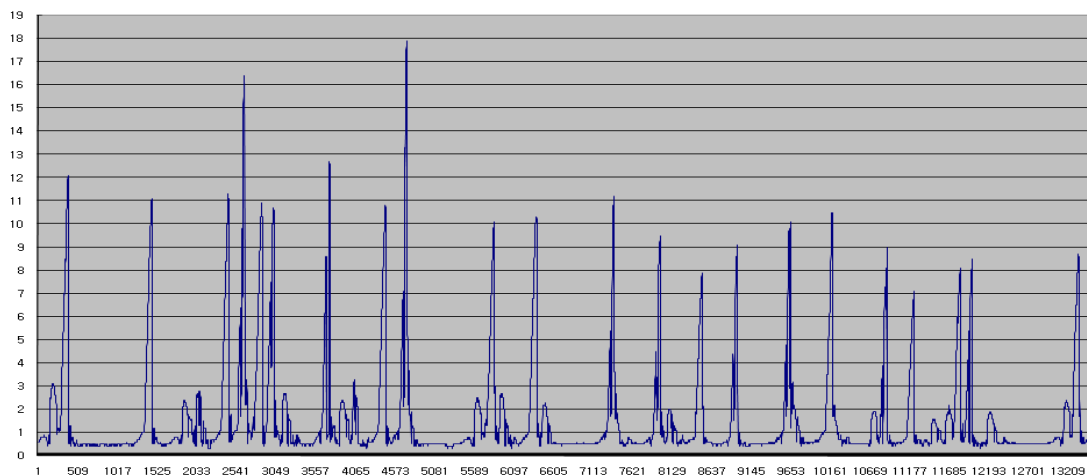
(21) 화성 기지

(가) 통신케이블 포설 병행 길이 : 1km

(나) 구간 특성

- 화성시 외곽의 경부고속철도 보수궤도기지 인접 지역
- 터널 진출 후 하행 방향 선로 인접하여 병행 포설

(다) 유도 전압 변화 특성



(그림 4-21) 화성 기지 유도전압 변화 특성



## 2. 2009년도 유도 전압 측정

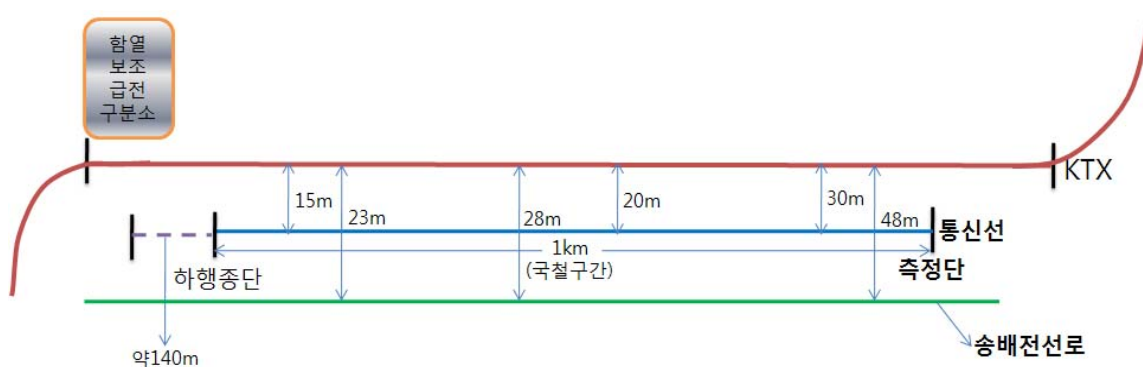
가. 측정 개소별 수행 내역

### (1) 익산 용안

#### (가) 포설 이격도 및 유도 환경

급전선으로부터 포설된 통신선까지의 이격 거리  $d$ 를 구하기 위한 급전선간 중심으로부터의 수평 이격 거리는 약 21m이다. 따라서 이격 거리  $d$ 는  $d = \sqrt{v^2 + h^2} = \sqrt{21^2 + 6^2} \doteq 21.84m$ 가 된다.

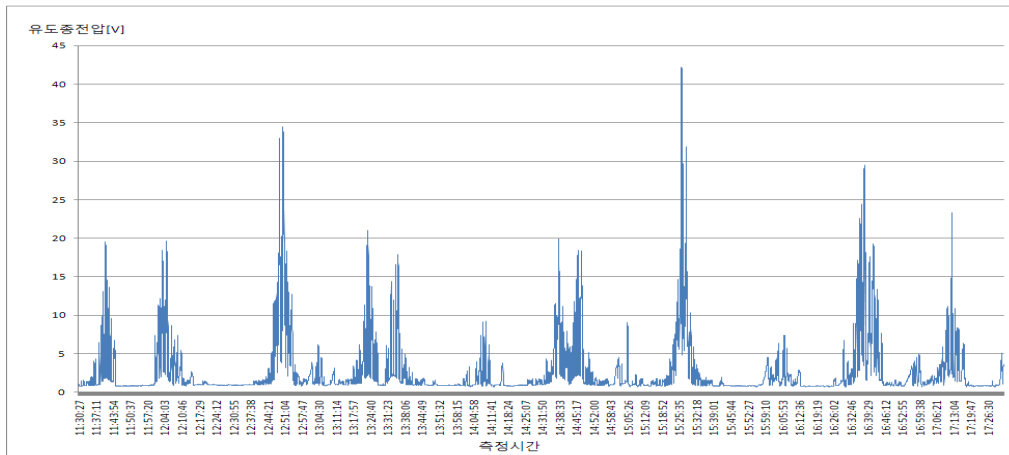
이 현장 개소에서 커플링 요소 간 배치 특성은 측정단 상/하행측으로 “ㄴ”자 형급커브 구간으로 급정거와 급가속 구간이 존재하여 유도종전압이 높게 측정되었으며 송배전선로가 호남선선로와 1km 이상 약 26m의 간격으로 병행한다. 종단측으로 급전소를 약 140m 전방에 바라보고 있다.



(그림 4-22) 익산 용안 측정 개소에서의 이격도

#### (나) 유도 전압 특성

측정된 유도 전압은 그림 4-23과 같다. 종전압 최고치는 42.2V에 이르지만 피크 레벨의 통상적인 값은 약 21V 정도로 볼 수 있다.



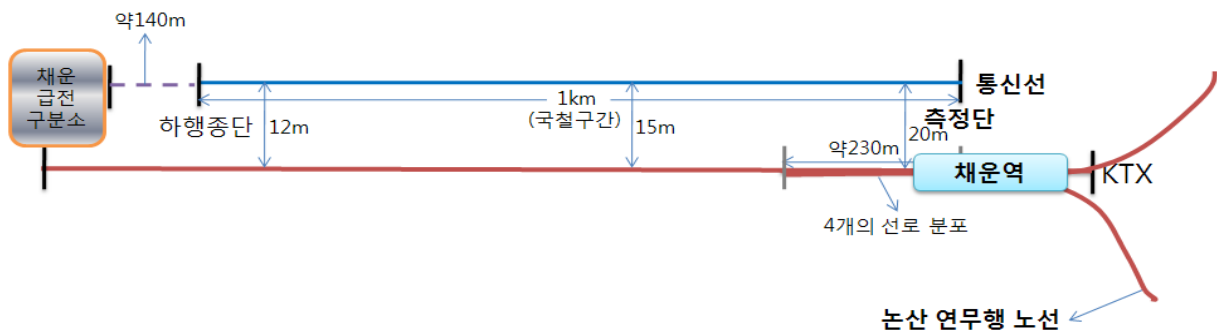
(그림 4-23) 익산 용안 측정 개소에서의 유도중전압 특성

## (2) 논산 강경

### (가) 포설 이격도 및 유도 환경

급전선으로부터 포설된 통신선까지의 이격 거리  $d$ 를 구하기 위한 급전선간 중심으로부터의 수평 이격 거리는 약 15m이다. 따라서 이격 거리  $d$ 는  $d = \sqrt{v^2 + h^2} = \sqrt{15^2 + 6^2} \doteq 16.16m$ 가 된다.

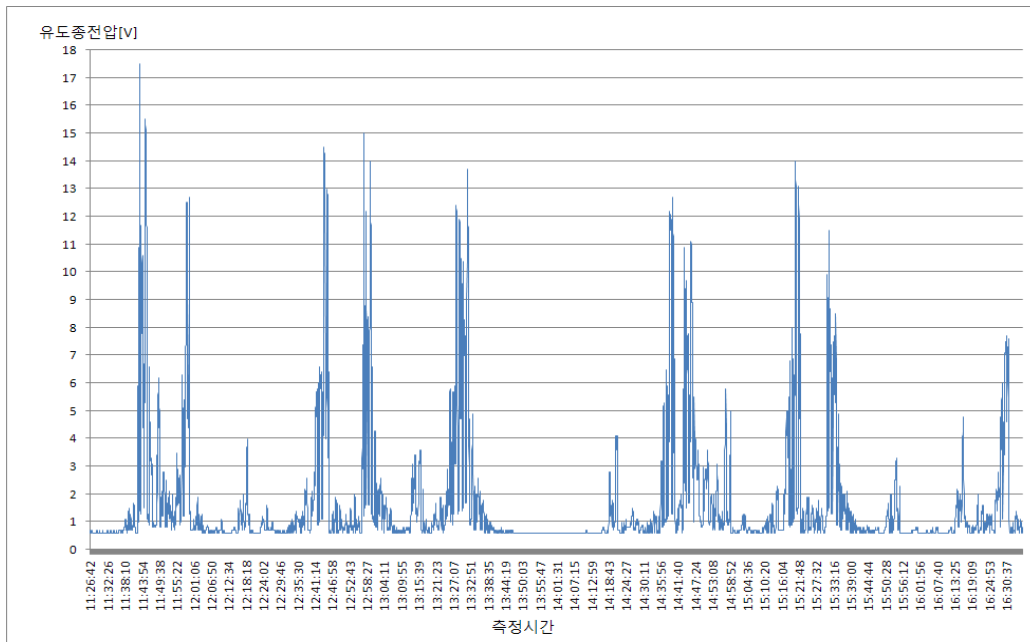
이 현장 개소에서의 커플링 요소 간 배치 특성은 측정단 쪽에 채운역이 위치하고 있어 약 230m 복복선 구간이며 측정단에서 상행 쪽은 약간의 커브길 이다. 하행중단 140m 지점에 채운 급전구분소가 위치해 있다.



(그림 4-24) 논산강경 측정 개소에서의 이격도

### (나) 유도 전압 특성

측정된 유도 전압은 그림 4-25와 같다. 중전압 최고치는 17.5V에 이르지만 피크 레벨의 통상적인 값은 약 14.5V 정도로 볼 수 있겠다.



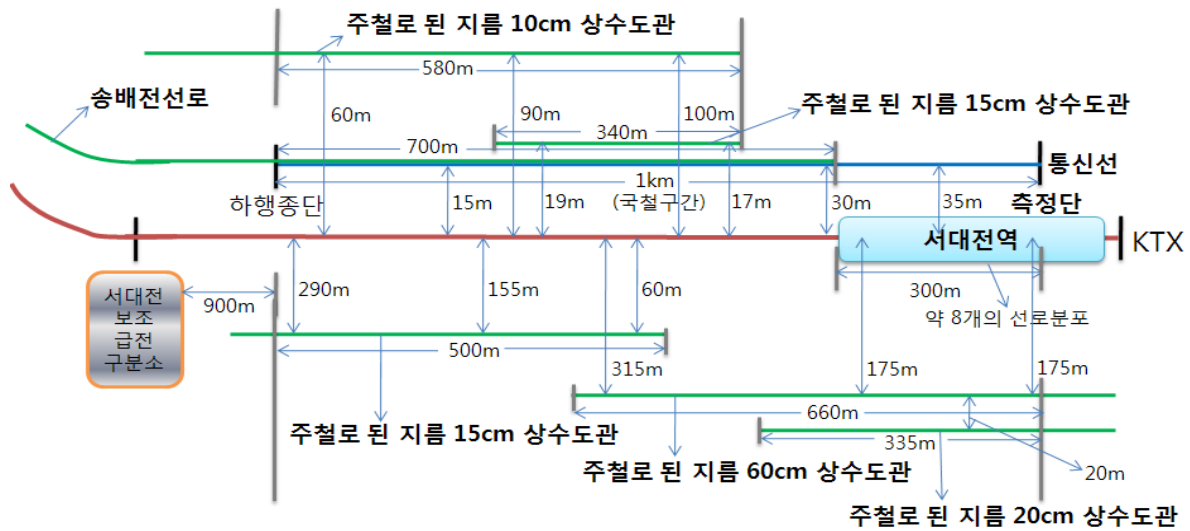
(그림 4-25) 논산 강경 측정 개소에서 유도종전압 특성

### (3) 서대전역

#### (가) 포설 이격도 및 유도 환경

급전선으로부터 포설된 통신선까지의 이격 거리  $d$ 를 구하기 위한 급전선간 중심으로부터의 수평 이격 거리는 약 26m이다. 따라서 이격 거리  $d$ 는  $d = \sqrt{v^2 + h^2} = \sqrt{26^2 + 6^2} \doteq 26.68m$ 가 된다.

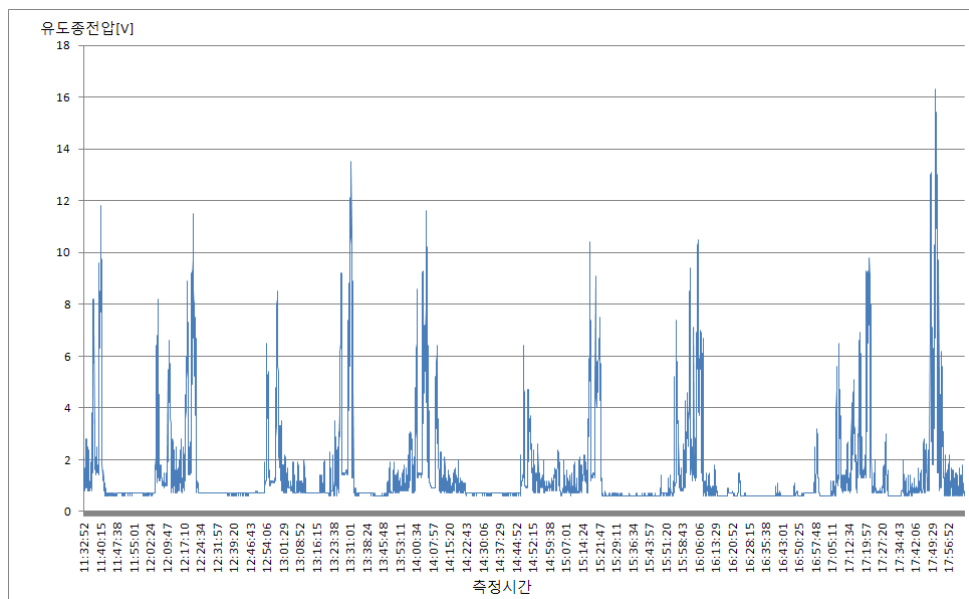
이 현장 개소에서의 커플링 요소 간 배치 특성은 서대전역 옆에서 측정하였기 때문에 측정단에서 약 300m정도 약 8개의 선로로 복복선이고 완전 도심구간이다. 또한 서대전역에 정차하기 위해 고속전철이 탄력으로만 역에 진입하고 출발을 위한 가속을 하는 구간이다. 측정 장소 좌우로는 지름이 10~60cm 되는 상수도관이 Mash형태로 매설되어 있으며, 약 700m 송배전선로가 병행하고 있다. 급전소의 위치는 종단 쪽 900m 지점에 서대전 보조급전구분소가 위치해 있다.



(그림 4-26) 서대전역 측정 개소에서의 이격도

#### (나) 유도 전압 특성

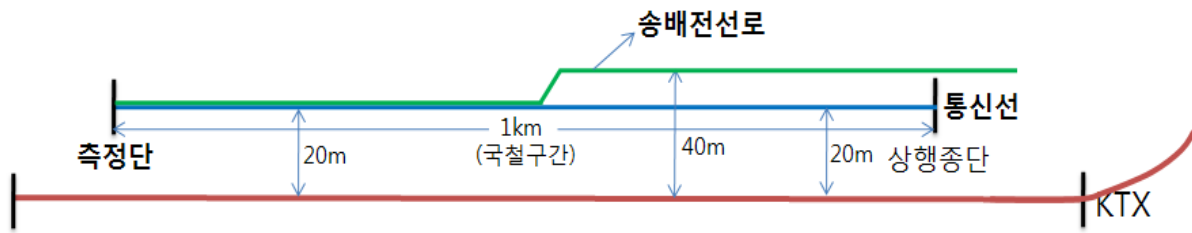
측정된 유도 전압은 그림 4-27과 같다. 종전압 최고치는 16.3V에 이르지만 피크 레벨의 통상적인 값은 약 11.2V 정도로 볼 수 있겠다.



(그림 4-27) 서대전역 측정 개소에서의 유도종전압 특성

#### (4) 대전 피곡

##### (가) 포설 이격도 및 유도 환경

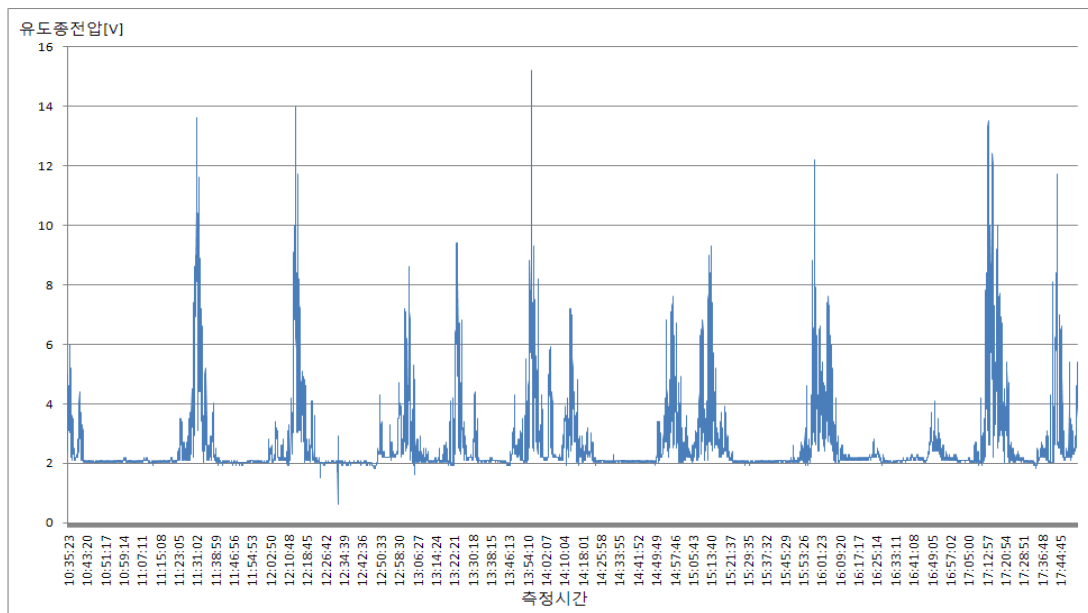


(그림 4-28) 대전 괴곡 측정 개소에서의 이격도

급전선으로부터 포설된 통신선까지의 이격 거리  $d$ 를 구하기 위한 급전선간 중심으로부터의 수평 이격 거리는 약 20m이다. 따라서 이격 거리  $d$ 는  $d = \sqrt{v^2 + h^2} = \sqrt{20^2 + 6^2} \doteq 20.88m$ 가 된다. 이 현장 개소에서의 커플링 요소 간 배치 특성은 대전 도심 지역을 빠져나온 부도심지역이다.

#### (나) 유도 전압 특성

측정된 유도 전압은 그림 4-29와 같다. 종전압 최고치는 15.2V에 이르지만 피크 레벨의 통상적인 값은 약 13.7V 정도로 볼 수 있겠다.



(그림 4-29) 대전 괴곡 측정 개소에서의 유도종전압 특성

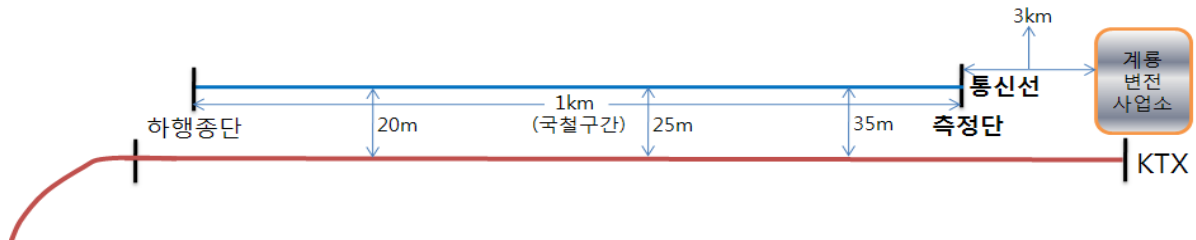
#### (5) 계통 염사 개소

##### (가) 포설 이격도 및 유도 환경

급전선으로부터 포설된 통신선까지의 이격 거리  $d$ 를 구하기 위한 급전선간 중심으로부터의 수평 이격 거리는 약 26m이다. 따라서 이격 거리  $d$ 는

$$d = \sqrt{v^2 + h^2} = \sqrt{26^2 + 6^2} \doteq 26.68m \text{가 된다.}$$

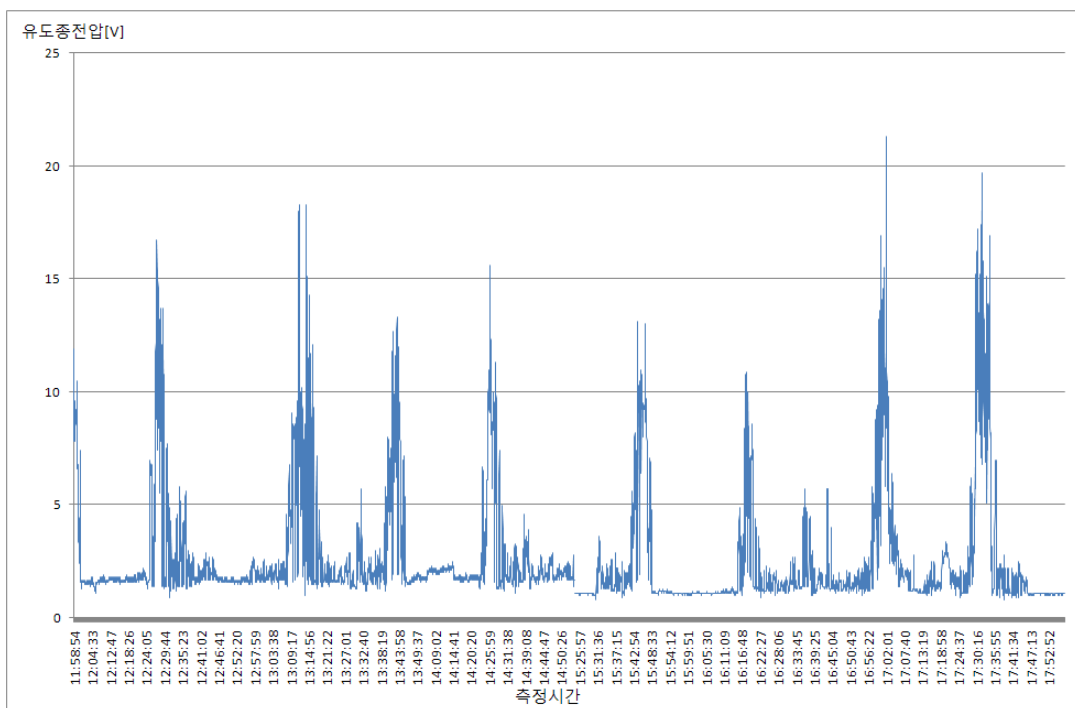
이 현장 개소에서의 커플링 요소 간 배치 특성은 계룡시를 빠져나온 부도심지역이다. 측정단 상행 3km 지점에 계룡변전소가 있어 유도 전압이 다소 높게 측정되었다.



(그림 4-30) 계룡 임시 측정 개소에서의 이격도

#### (나) 유도 전압 특성

측정된 유도 전압은 그림 4-31과 같다. 종전압 최고치는 21.3V에 이르지만 피크 레벨의 통상적인 값은 약 18.2V 정도로 볼 수 있겠다.



(그림 4-31) 계룡 임시 측정 개소에서의 유도종전압 특성

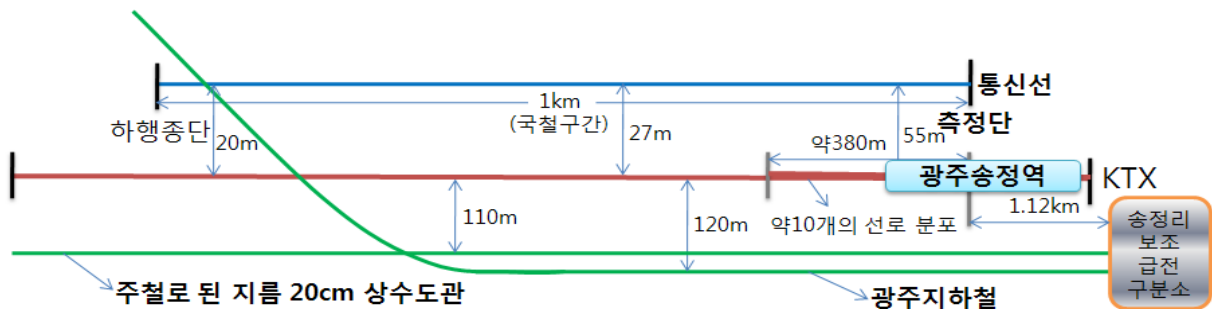
### (6) 광주 송정

#### (가) 포설 이격도 및 유도 환경

급전선으로부터 포설된 통신선까지의 이격 거리  $d$ 를 구하기 위한 급전선간 중

심으로부터의 수평 이격 거리는 약 34m이다. 따라서 이격 거리  $d$ 는  $d = \sqrt{v^2 + h^2} = \sqrt{34^2 + 6^2} \doteq 34.53m$  이 된다.

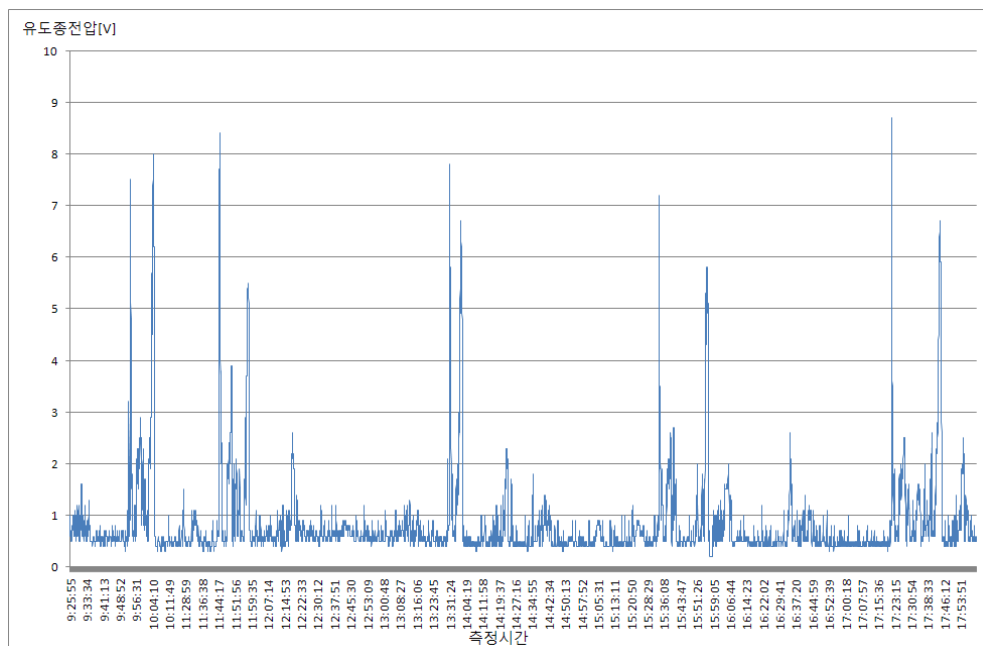
이 현장 개소에서 커플링 요소 간 배치 특성은 광주송정역 안에 측정단이 위치하며 완전 도심구간이다. 차폐를 줄 수 있는 요소로는 약 120m 정도에 광주 지하철 노선과 주철로 된 지름 20cm 상수도관이 호남선선로와 병행한다. 광주송정역의 영향으로 측정단에서 약 380m 정도 10개의 선로가 복복선을 이루고 있다. 급전소는 측정단 상행측 1.12km 지점에 송정리 보조급전구분소가 위치해 있다.



(그림 4-32) 광주 송정 측정 개소에서의 이격도

#### (나) 유도 전압 특성

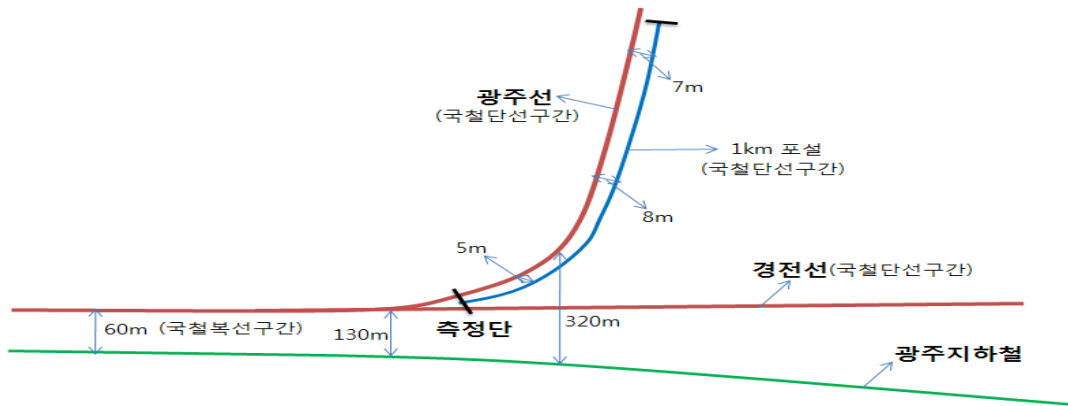
측정된 유도 전압은 그림 4-33와 같다. 종전압 최고치는 8.7V에 이르지만 피크 레벨의 통상적인 값은 약 8.1V 정도로 볼 수 있다.



(그림 4-33) 광주 송정 측정 개소에서의 유도종전압 특성

## (7) 광주 우산 개소

### (가) 포설 이격도 및 유도 환경



(그림 4-34) 광주 우산 측정 개소에서의 이격도

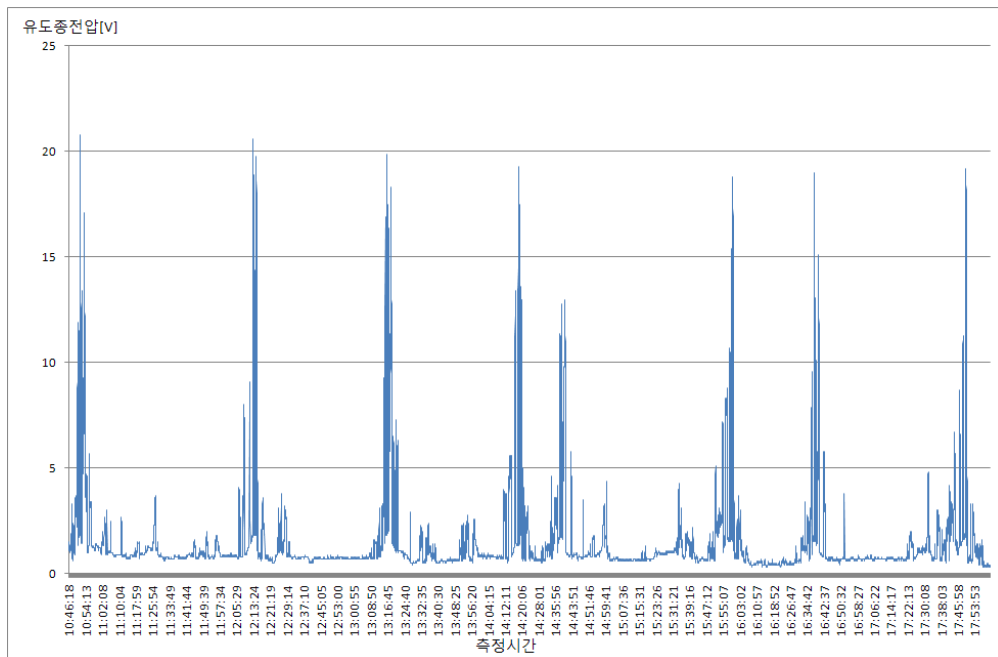
급전선으로부터 포설된 통신선까지의 이격 거리  $d$ 를 구하기 위한 급전선간 중심으로부터의 수평 이격 거리는 약 6m이다. 따라서 이격 거리  $d$ 는  $d = \sqrt{v^2 + h^2} = \sqrt{6^2 + 6^2} \doteq 8.49m$ 이 된다.

이 현장 개소에서의 커플링 요소 간 배치 특성은 광주송정역 가기 전 호남선에서 갈라진 광주선 선로가 다시 경전선과 갈라지는 지점에서 측정 하였다. 선로는 단선 구간이며 도심구간이다. 측정 개소는 급커브 길에 위치해 있다. 측정단 쪽에 광주 지하철이 약간 병행하나 곧 광주선 선로와 300m 이상 이탈된다.

### (나) 유도 전압 특성

측정된 유도 전압은 그림 4-35와 같다. 종전압 최고치는 20.8V에 이르지만 피크 레벨의 통상적인 값은 약 18.6V 정도로 볼 수 있겠다.

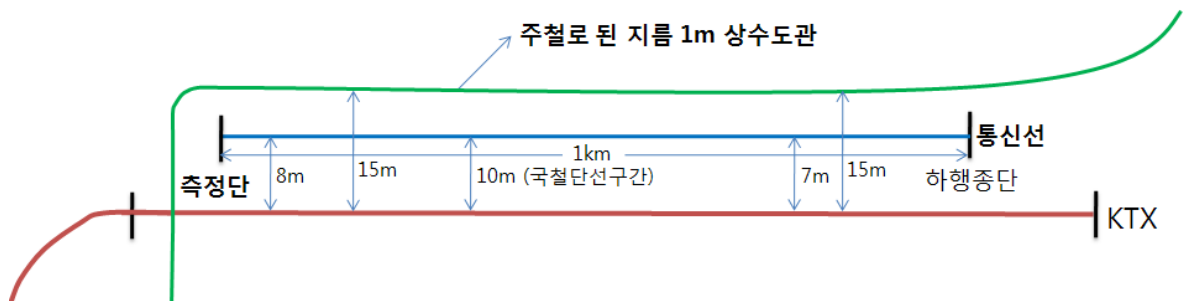




(그림 4-35) 광주 우산 측정 개소에서의 유도종전압 특성

#### (8) 광주 운남

##### (가) 포설 이격도 및 유도 환경



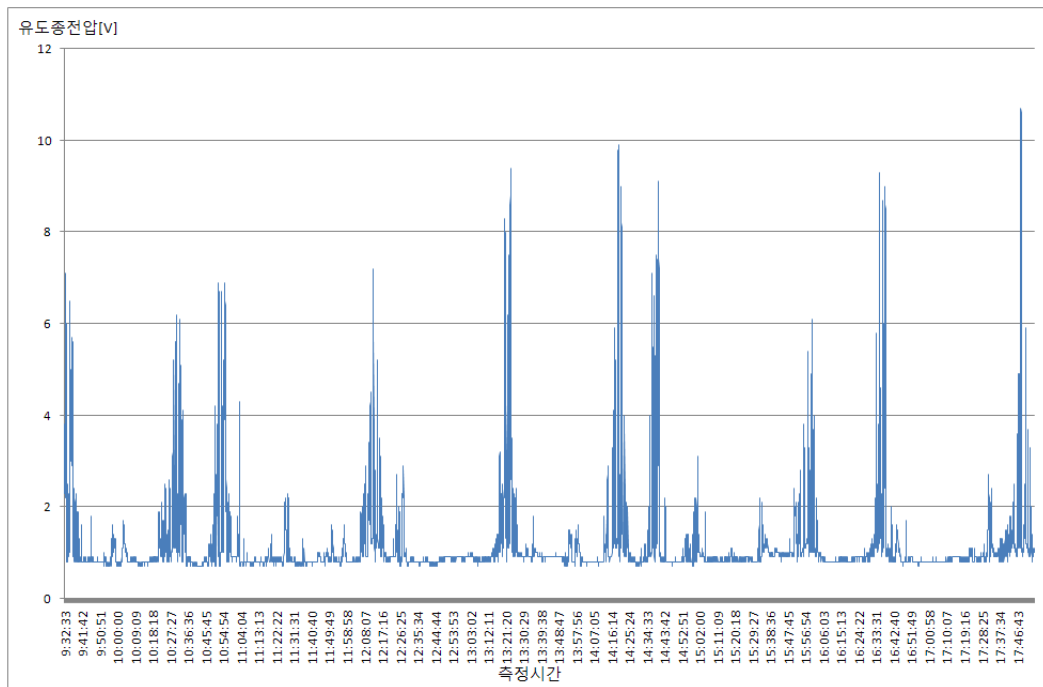
(그림 4-36) 광주 운남 측정 개소에서의 이격도

급전선으로부터 포설된 통신선까지의 이격 거리  $d$ 를 구하기 위한 급전선간 중심으로부터의 수평 이격 거리는 약 8m이다. 따라서 이격 거리  $d$ 는  $d = \sqrt{v^2 + h^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} \doteq 6.63m$ 이 된다.

이 현장 개소에서의 커플링 요소 간 배치 특성은 광주역으로 진입하기 전 구간으로 단선구간이며 완전 도심구간이다. 측정 개소에 지름 1m 상수관이 매설 되어 있다. 측정단에서 상행 쪽으로 커브길이다.

##### (나) 유도 전압 특성

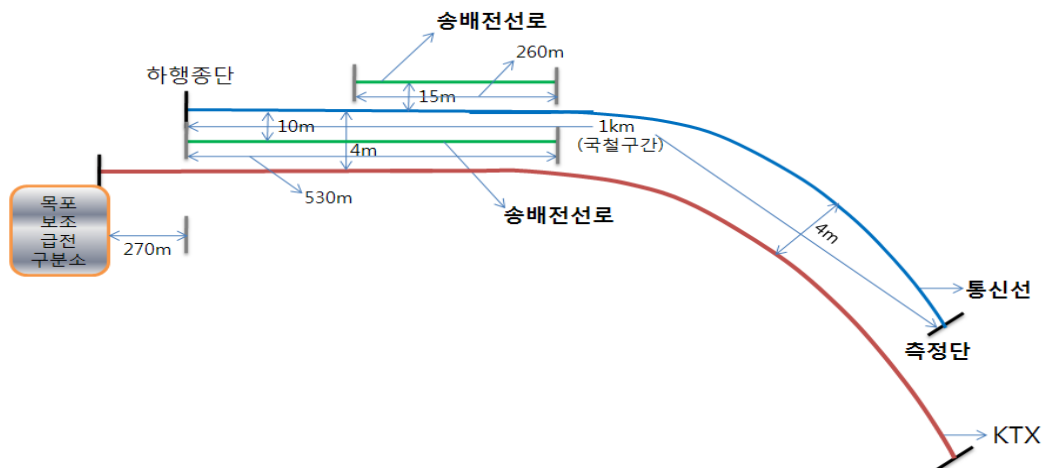
측정된 유도 전압은 그림 4-37과 같다. 종전압 최고치는 9.9V에 이르지만 피크 레벨의 통상적인 값은 약 9.1V 정도로 볼 수 있겠다.



(그림 4-37) 광주 운남 측정 개소에서 유도종전압 특성

#### (9) 목포 터널

##### (가) 포설 이격도 및 유도 환경



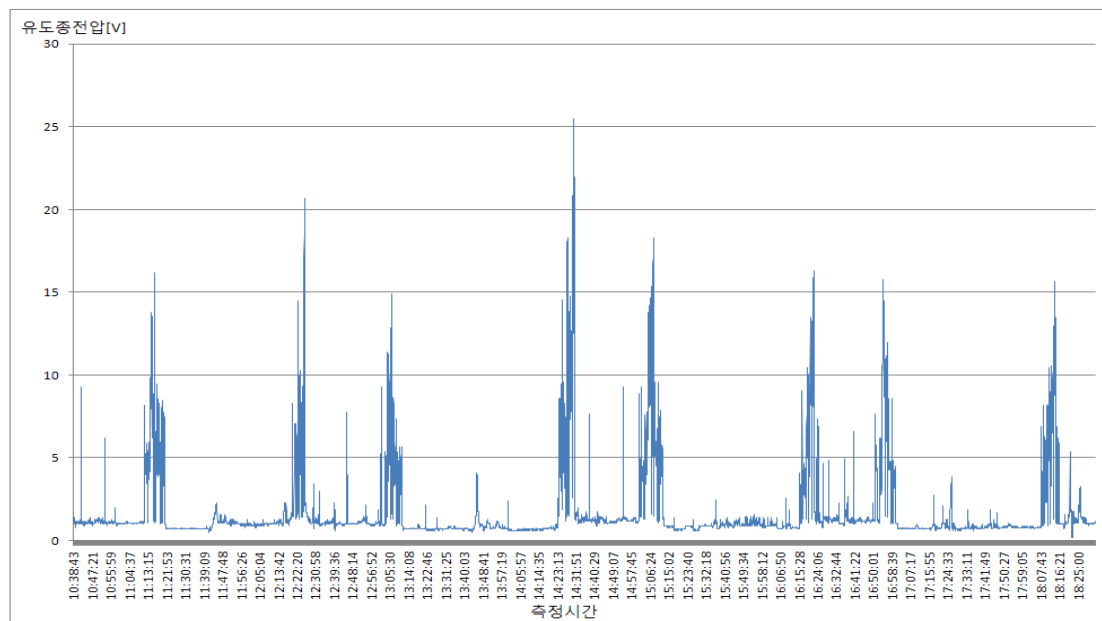
(그림 4-38) 목포 터널 측정 개소에서 이격도

급전선으로부터 포설된 통신선까지의 이격 거리  $d$ 를 구하기 위한 급전선간 중심으로부터의 수직 이격 거리는 약 4m이다. 따라서 이격 거리  $d$ 는 4m가 된다.

이 현장 개소에서의 커플링 요소 간 배치 특성은 측정 개소는 완만한 커브구간이며 완전 도심구간이다. 호남선선로가 터널구간이며, 터널 위 지상에는 송배전선로가

각각 약 530m, 260m 병행한다. 급전소는 하행종단 270m 지점에 목포 보조급전구 분소가 위치해 있다.

#### (나) 유도 전압 특성



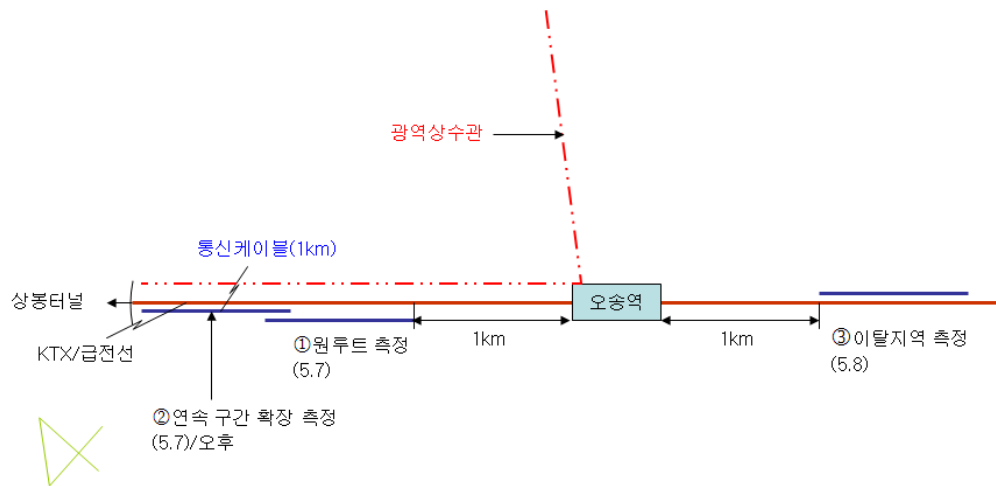
(그림 4-39) 목포 터널 측정 개소에서의 유도종전압 특성

측정된 유도 전압은 (그림4-39)과 같다. 종전압 최고치는 25.5V에 이르지만 피크 레벨의 통상적인 값은 약 16V 정도로 볼 수 있겠다.

#### (10) 오송 이탈

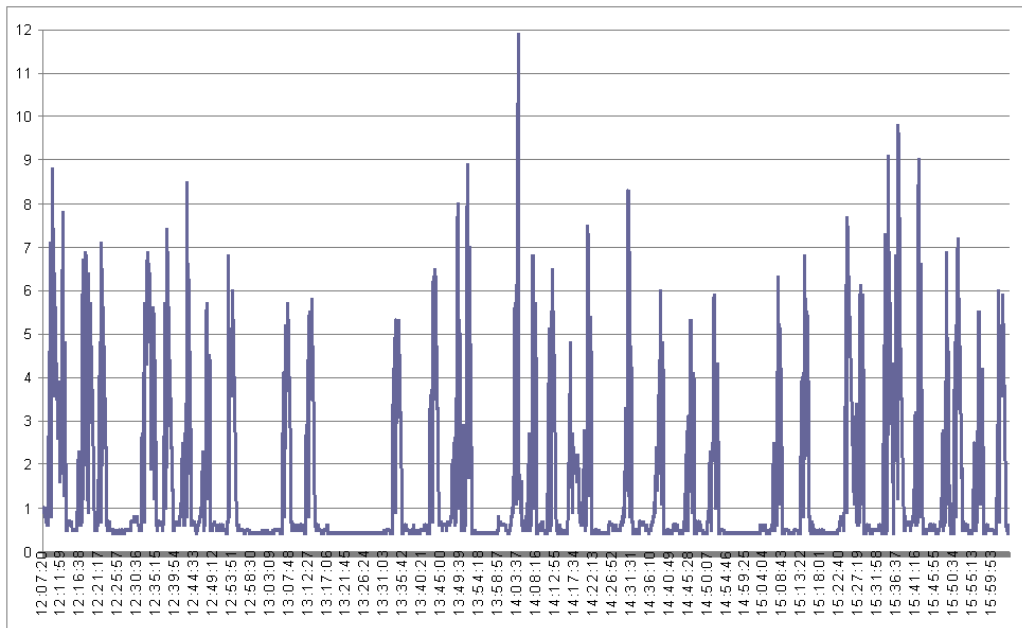
##### (가) 포설 이격도 및 유도 환경

오송 이탈 지역은 오송역을 기점으로 하행 방향으로 1km 떨어진 지역으로 이는 오송 지역에서의 면밀 측정의 일환으로 측정된 곳으로 (그림4-40)에서 오른쪽의 이탈지역 측정이라 기록된 곳을 말한다.



(그림 4-40) 오송 이탈 지역 측정 이격도

#### (나) 유도 전압 특성



(그림 4-41) 오송 이탈 측 유도 전압 분포

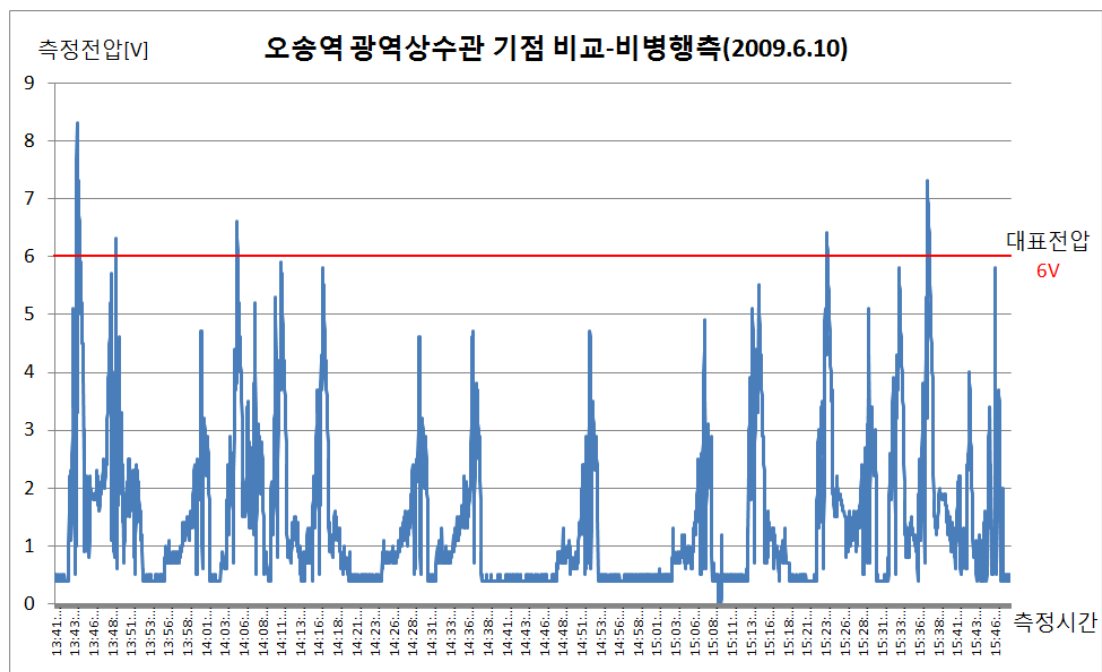
오송 이탈 지역에서 측정된 유도종전압 레벨 특성은 그림 4-41과 같다. 이 경우 피크레벨이 일률적인 값의 전형성을 보이기보다 밑에서부터 올라왔다 다시 내려가는 변곡적인 특성을 보이기는 하나 최소 피크레벨이 7V대를 오르내리고 있고 8V대를 초과하여 9V대를 육박하는 전압들도 나타나고 있다.

## (11) 오송 역후

### (가) 포설 이격도 및 유도 환경

오송 역을 기점으로 상행방향으로는 광역상수관이 병행하고 있으며 하행방향으로는 광역상수관이 병행하고 있지 않는데 오송 역후 측정 개소는 병행하지 않는 개소의 측정 결과를 말한다.

### (나) 유도 전압 특성



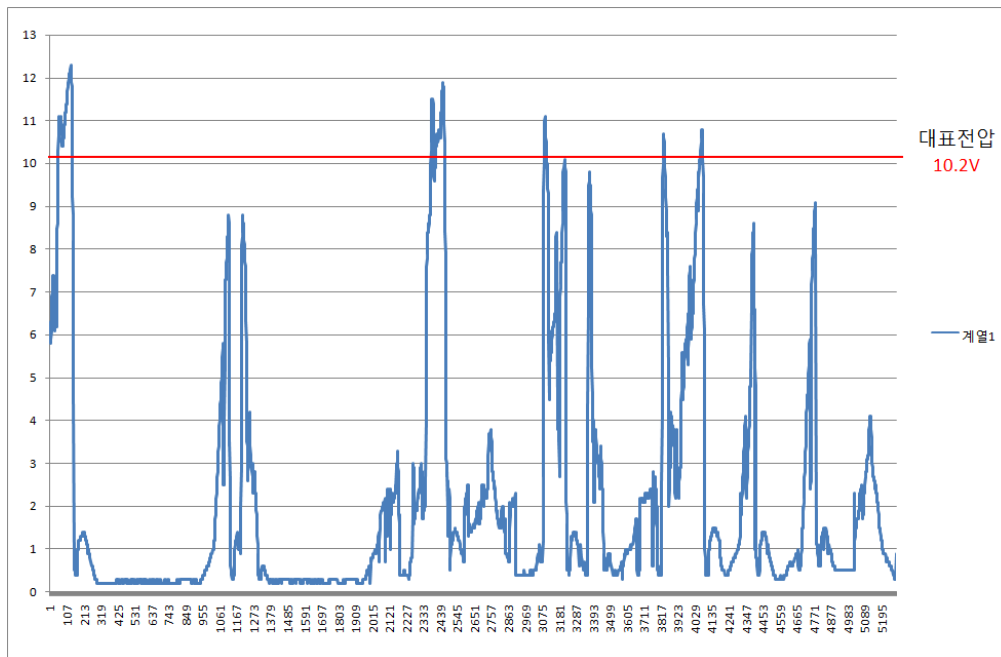
(그림 4-42) 오송 역후 유도 전압 분포

## (12) 용정 급전

### (가) 포설 이격도 및 유도 환경

기 측정된 소정 지역에 대한 지하 매설물 조사 결과 광역 상수관이 매설되어 있는 것이 확인되었으며 이에 광역 상수관에 대한 영향 실험을 수행하기 위한 방법의 일환으로 용정 급전소와 바로 인접하여 1km의 케이블을 포설하고 유도 전압을 측정하였다.

(나) 유도 전압 특성

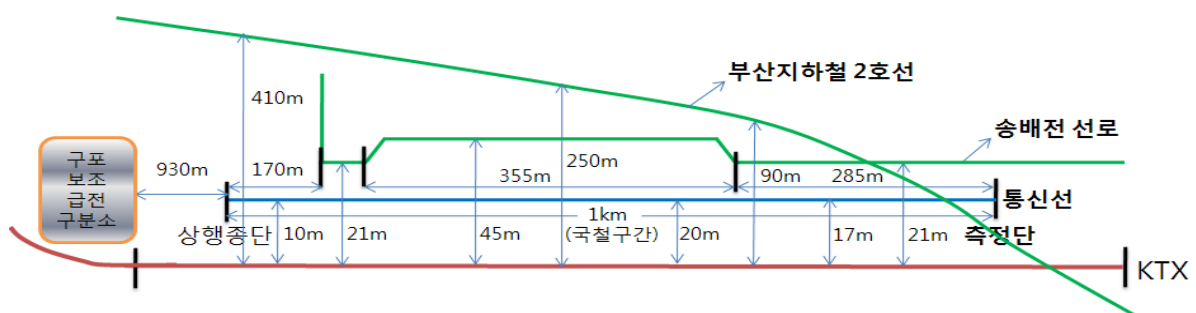


(그림 4-43) 용정 급전 유도 전압 분포

(13) 부산 구포

(가) 포설 이격도 및 유도 환경

측정하기 위한 통신케이블을 포설한 상태의 급전선으로부터의 이격 거리와 차폐성 시설의 배치 관계 거리는 그림 4-44과 같다.



(그림 4-44) 부산 구포 측정 개소에서의 이격도

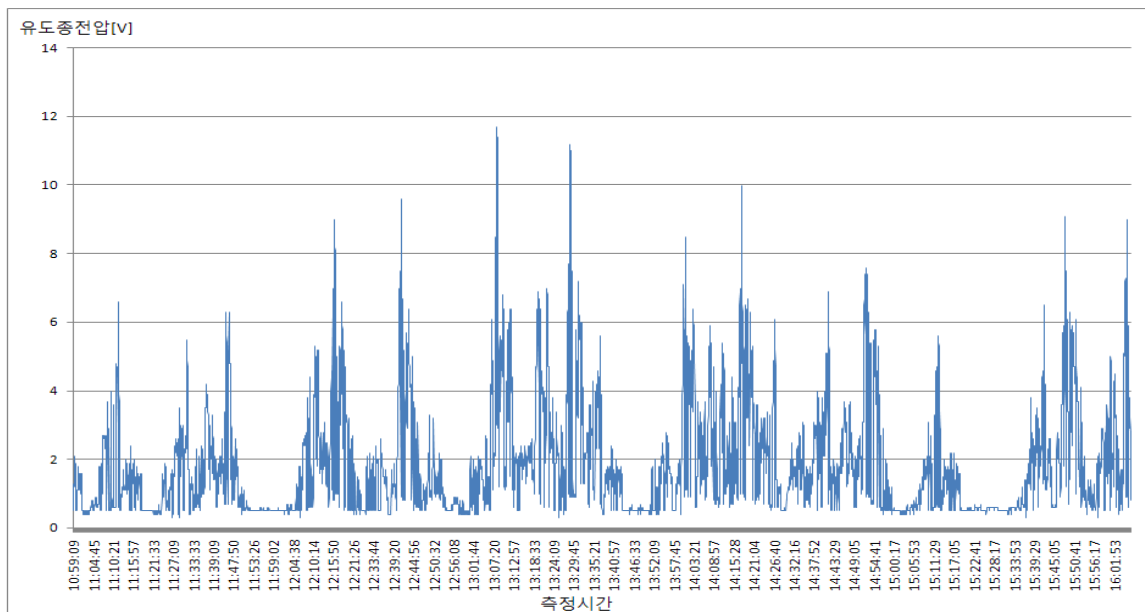
급전선으로부터 포설된 통신선까지의 이격 거리  $d$ 를 구하기 위한 급전선간 중심으로부터의 수평 이격 거리는 약 15m이다. 따라서 이격 거리  $d$ 는  $d = \sqrt{v^2 + h^2} = \sqrt{15^2 + 6^2} \doteq 16.16m$ 가 된다.

이 개소에서의 커플링 요소 간 배치 특성은 완전 도심구간으로 송배전선로가

경부선 선로와 약 830m 병행하고 부산 지하철 2호선이 최대 400m 이상의 거리에서 측정단 쪽으로 가까워질수록 가까워지며 결국 경부선 선로를 가로지르는 특징이 있다. 상행 종단측으로 약 930m 전방에 구포 보조급전구분소가 위치해 있다.

#### (나) 유도 전압 특성

측정된 유도 전압은 그림 4-45와 같다. 종전압 최고치는 11.7V에 이르지만 피크 레벨의 통상적인 값은 약 8V 정도로 볼 수 있겠다.



(그림 4-45) 부산 구포 측정 개소에서의 유도종전압 특성

### (14) 부산 덕포 면밀 측정

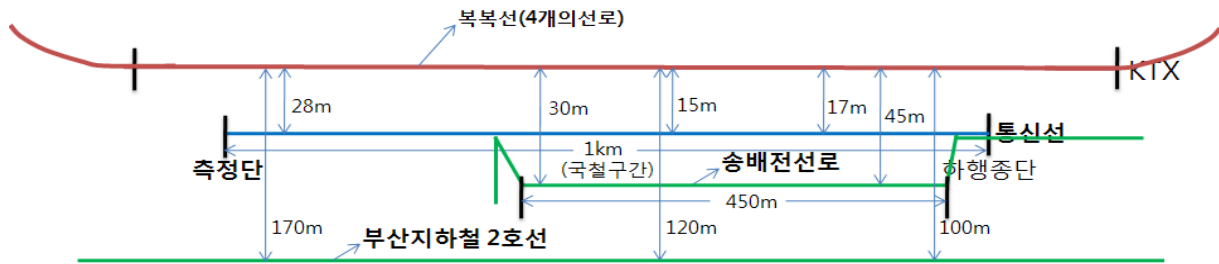
#### (가) 포설 이격도 및 유도 환경

측정하기 위한 통신케이블을 포설한 상태의 급전선으로부터의 이격 거리와 차폐 성 시설의 배치 관계 거리는 그림 4-46과 같다.

급전선으로부터 포설된 통신선까지의 이격 거리  $d$ 를 구하기 위한 급전선간 중심으로부터의 수평 이격 거리는 약 20m이다. 따라서 이격 거리  $d$ 는  $d = \sqrt{v^2 + h^2} = \sqrt{20^2 + 6^2} \doteq 20.88m$ 가 된다.

이 현장 개소에서의 커플링 요소 간 배치 특성은 완전 도심구간으로 송배전선로가 경부선 선로와 약 700m 병행하고 부산 지하철 2호선이 측정 단에서는 170m 정도 이격되어 있고 하행 종단 쪽에는 약 100m 정도 이격되어 경부선 선로와 병행된다. 경부선의 선로는 복복선으로 4개의 선로가 분포되어 있다. 또한 그림

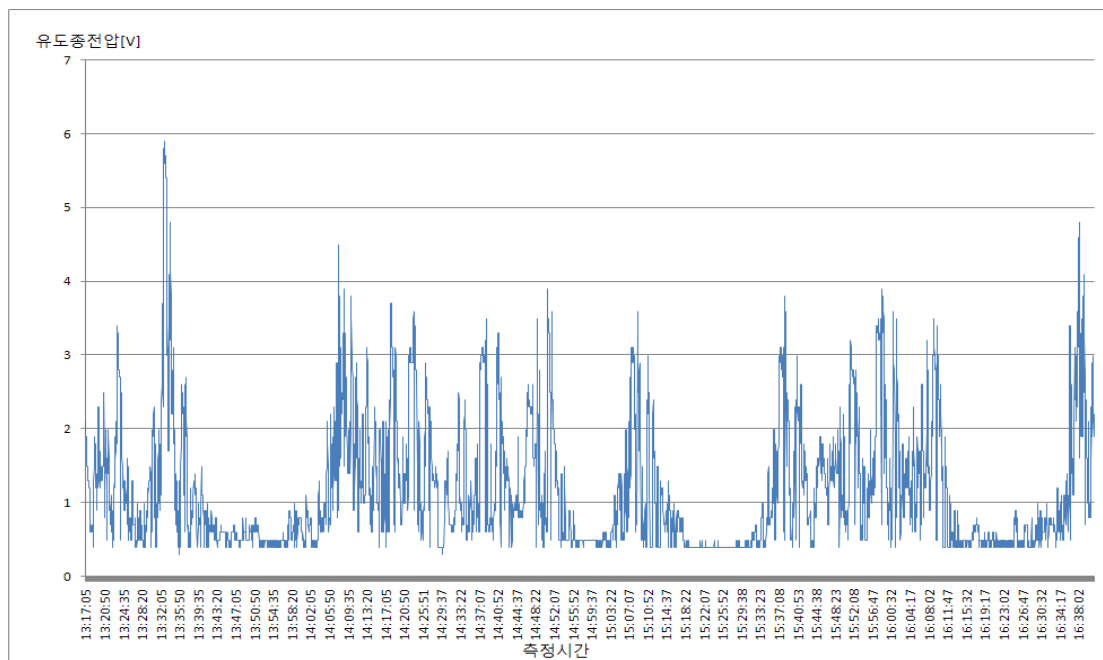
2-38과 같이 상/하행측에 약간의 커브 특성을 가지고 있다.



(그림 4-46) 부산덕포 측정 개소에서의 이격도

#### (나) 유도 전압 특성

측정된 유도 전압은 그림 4-47과 같다. 종전압 최고치는 6V에 이르지만 피크 레벨의 통상적인 값은 약 3.7V 정도로 볼 수 있다.



(그림 4-47) 부산 덕포 측정 개소에서의 유도종전압 특성

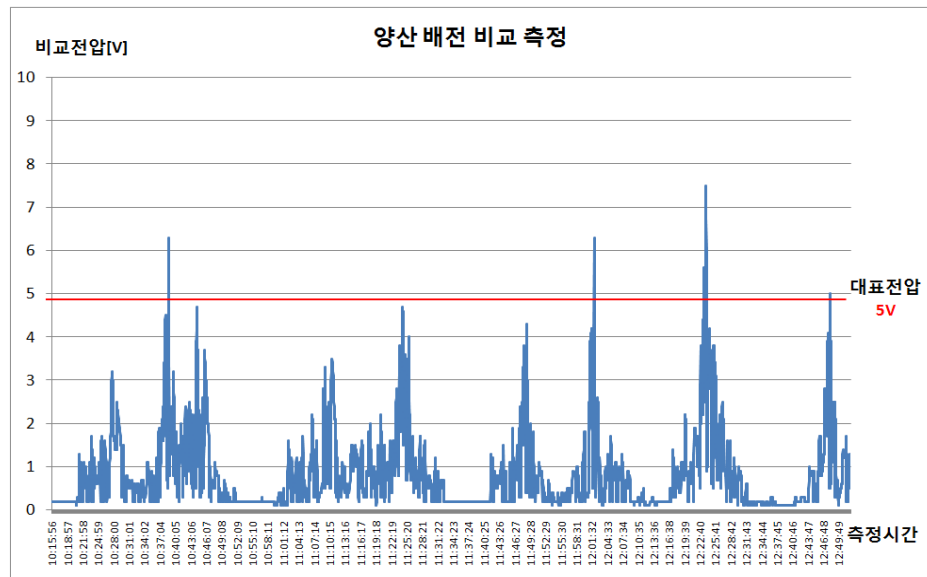
#### (15) 양산 원동2

##### (가) 포설 이격도 및 유도 환경

2008년 측정된 양산 원동1에서 기 측정된 구간 이남으로 배전선이 병행하는 구간이 있어 배전선의 병행과 비병행 특성에 따른 유도 전압 비교를 위한 실험을 수행하였다.



(나) 유도 전압 특성



(그림 4-48) 양산 원동2 측정 개소에서의 유도종전압 특성

### 3. 2010년도 유도 전압 측정

가. 측정 개소별 수행 내역

(1) 서울 남영

(가) 측정 환경

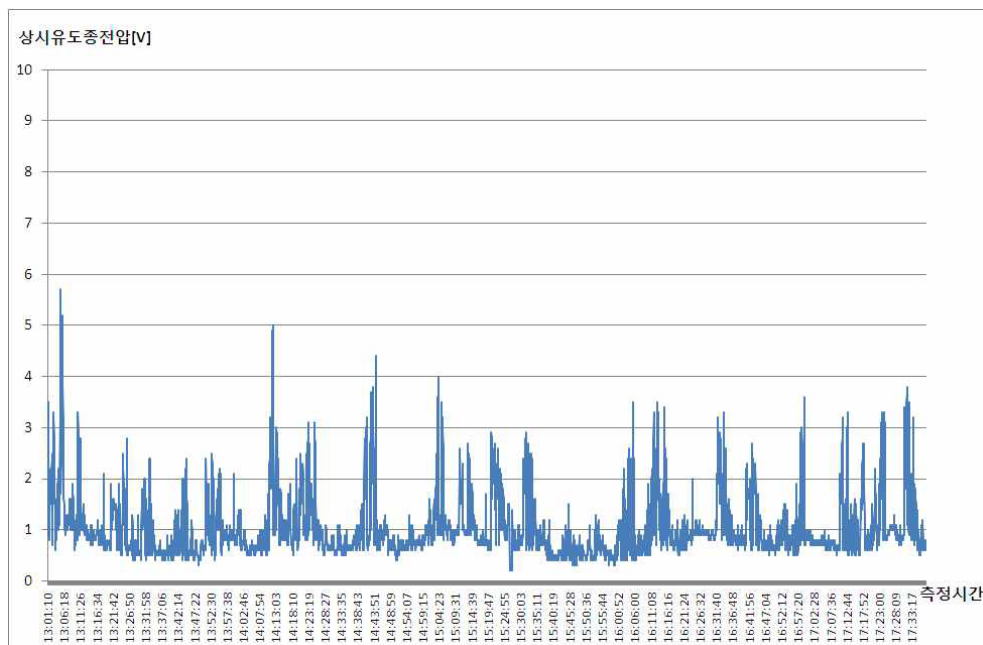


(그림 4-49) 남영역 인근 개소 위성 사진

그림 4-49는 서울 남영역 인근 개소의 위성사진이며 이 개소에서는 측정단으로부터 종단 방향 650m 지점 고속전철 선로 하부로 교차하는 차량 진입로의 폭이 넓고 또한 차량의 통행이 빈번하여 전체 통신케이블 포설 길이를 650m로 하여 종단 처리 하였다.

#### (나) 측정 결과

남영역 인근 개소의 대지저항률은  $41.1\Omega \cdot m (R_p=0.028\Omega)$ 이고 측정단과 종단의 접지저항은 각각  $92.2\Omega$ ,  $252\Omega$ 으로 측정되었다.



(그림 4-50) 남영역 개소 유도종전압

또한 상시유도종전압의 측정은 13시부터 17시 30분까지 총 4시간 30분에 걸쳐 측정하였으며 그림 4-50에서 보는 바와 같이 전반적으로 3-4V의 종전압이 측정되었으며 타 측정 개소와의 비교 분석을 위해 케이블 포설 길이를 1km로 정규화하는 경우 약 6V 정도의 종전압이 측정되었다.

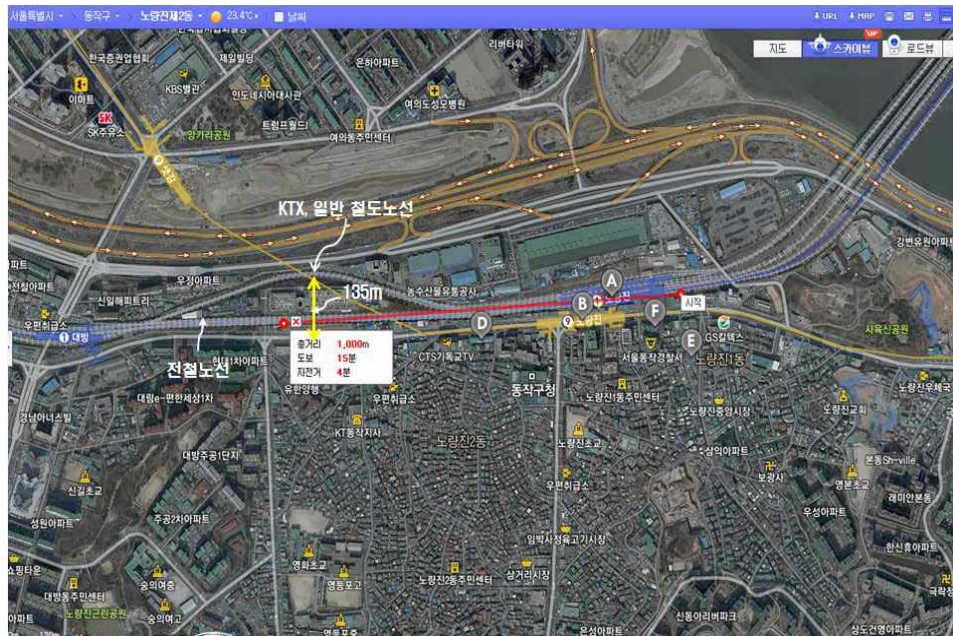
잡음 전압 역시 동일한 시간에 걸쳐 병행 측정되었으며 평균 100mV의 잡음이 측정되어 약  $-18dBm(72dBn/C)$ 를 보인다.

## (2) 서울 노량진

### (가) 측정 환경

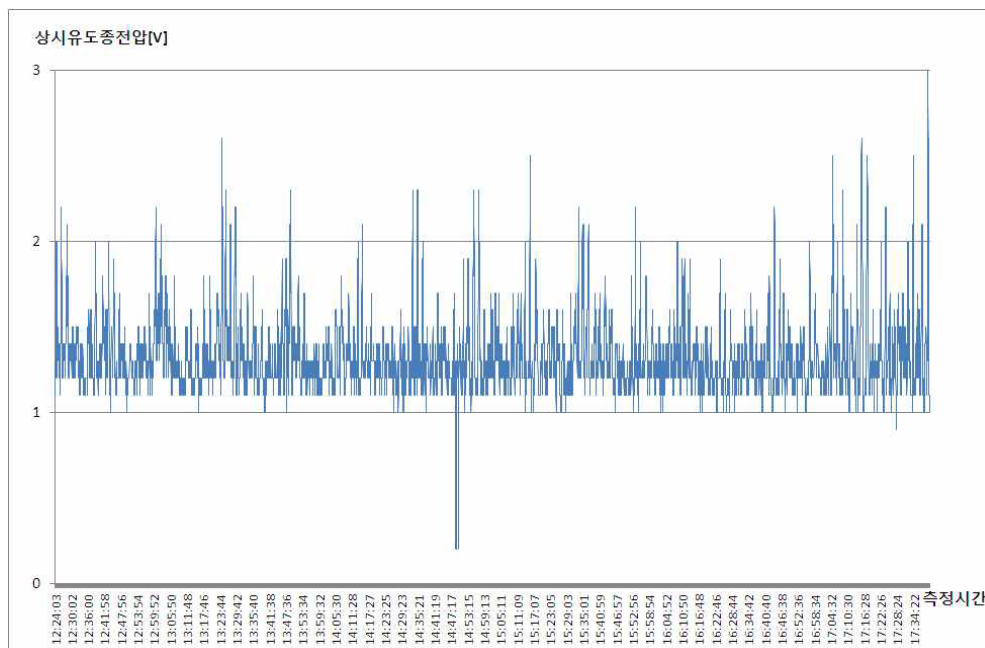
노량진역 개소에서는 노량진역을 통과하는 전체 1km의 통신 케이블을 포설하

여 상시유도종전압 및 유도잡음을 측정하였으며 본 개소에서는 그림 4-51에서와 같이 측정단 인근에서 고속전철 선로가 일반 전철 노선과 분리되어 곡선을 그리며 우회하는 것을 알 수 있다. 본 개소에서의 대지저항률은  $133.6\Omega\cdot m$ 이고, 접지저항은 측정단에서  $128\Omega$ , 종단에서  $190\Omega$ 을 보인다.



(그림 4-51) 노량진역 개소 위성 사진

(나) 측정 결과



(그림 4-52) 노량진 개소 유도종전압



노량진역에서는 오후 12시 30분부터 17시 30분까지 5시간에 걸쳐 측정이 이루어졌으며 보통 2.5V 수준의 유도 종전압과 평균 1mV의 잡음 전압이 측정되었으나 이때 잡음 전압은 통상 0.5mV 수준을 가장 많이 보였으며 최대 2.5mV까지 측정되기도 하였다.

노량진역 개소의 경우 대방역 개소와 함께 1-2V 정도의 상당히 낮은 전압 분포를 많이 보이고 있는데 이는 상기한 바와 같이 대방역과 노량진역 사이에서 고속전철이 곡선을 그리며 우회하는 구간(최대 130m 정도의 이격거리)이 존재하여 피유도원과의 이격거리가 멀어져 유도종전압에 영향을 미친 것으로 판단된다.

### (3) 서울 대방

#### (가) 측정 환경

대방역 인근 측정 개소는 노량진역 측정 개소와 인접한 구간으로 노량진역 개소의 측정단에서 선로 교차 지하 도로를 건넌 지점에 대방역 개소의 측정단을 두고 이후 대방역 방향 700m의 구간에 케이블을 포설하고 측정을 수행하였으며, 본 개소에서의 대저저항률은  $157\Omega \cdot m(R_p=0.15\Omega)$ 이고 측정단의 접지저항은  $131.4\Omega$ , 중단의 접지저항은  $665.5\Omega$ 을 보인다.

대방역 개소의 경우 노량진역 개소에서와 마찬가지로 측정 구간의 고속전철 선로가 곡선을 그리며 우회하고 있어 이에 대한 영향을 고려해야 하며 또한 케이블 포설 경로를 따라 지중 배전선로, 도시가스, 상하수도 등의 지중매설물이 다수 매설되어 있는 특징을 갖는다.

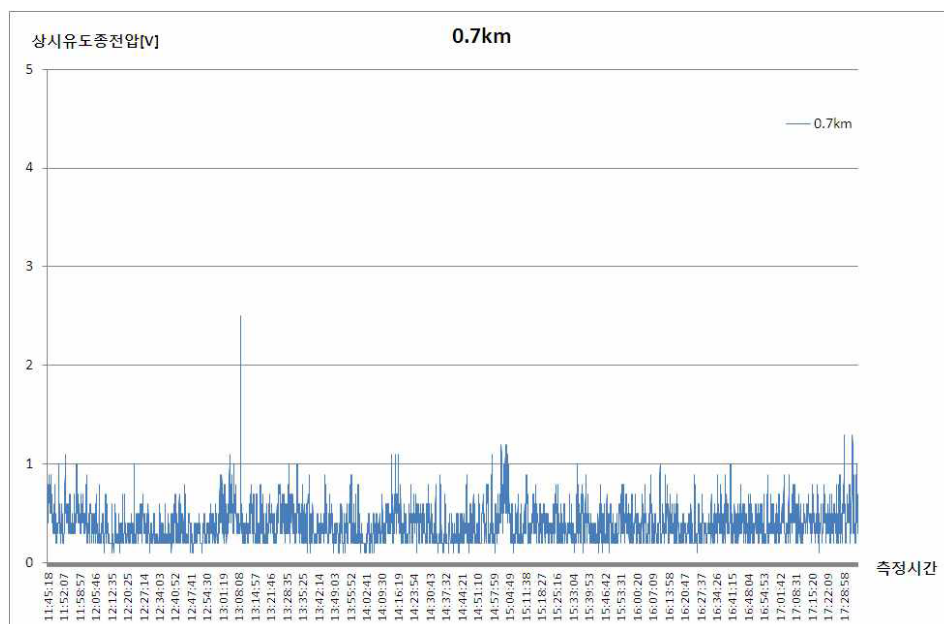


(그림 4-53) 대방역 개소 위성 사진

#### (나) 측정 결과

대방역 개소 측정 결과 보통 1V 정도의 수준에서 유도종전압이 측정되었으며 이를 1km로 정규화하면 1.5V정도로 나타나 남영역 개소나 노량진역 개소보다 상당히 낮은 수준을 보인다. 잡음 전압의 경우 0.0xmV 레벨을 보이는 등 상당히 낮은 수치를 보이다가도 특정 구간에서 상대적으로 높은 수치를 보이기도 하는 것을 알 수 있다.

대방역 측정 결과 남영역 개소와 노량진역 개소보다 상대적으로 낮은 수준을 보이는 것은 상기한 바와 같이 측정단 인근 고속전철 선로가 일반 전철 선로와 분리되어 최대 130m의 이격거리를 갖는 우회로를 통과하여 유도 전압의 영향이 약해진 것으로 판단되며 또한 대방역 개소의 케이블 포설 구간에서는 지중배전선로, 도시가스관로 및 상수도 등의 금속 재질의 지중 매설물이 다수 매설되어 유도 전압에 대한 차폐 효과가 나타난 것으로 보이나 이에 대해서는 향후 보다 면밀한 측정 결과 분석을 통한 종합적인 판단이 필요하다.



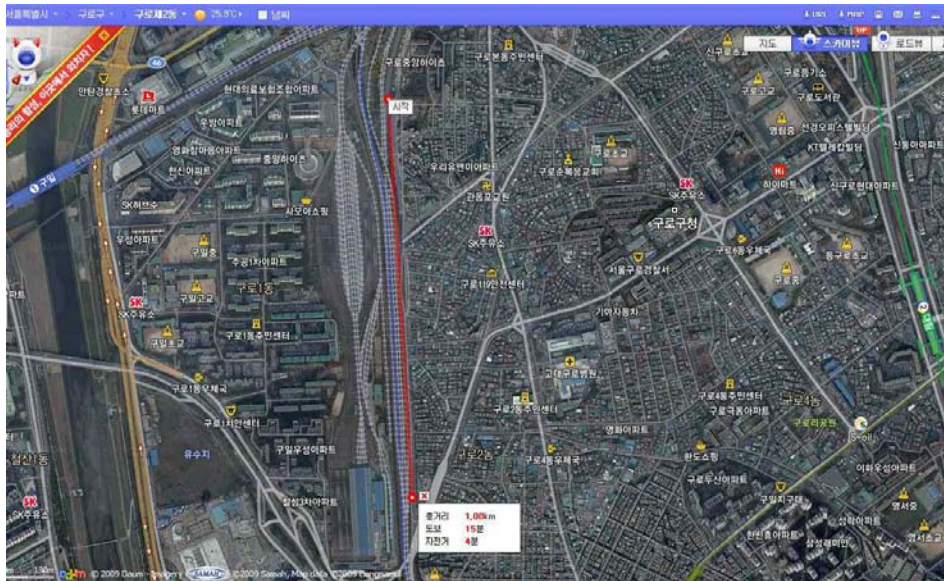
(그림 4-54) 대방역 개소 유도종전압

#### (4) 서울 구로

##### (가) 측정 환경

서울의 구로역 인근 측정 개소에서는 구로역에서 상행 방향으로 1km의 통신선로를 구성하여 종전압 및 잡음 전압을 측정하였으며 이때 대지저항률은 46.2

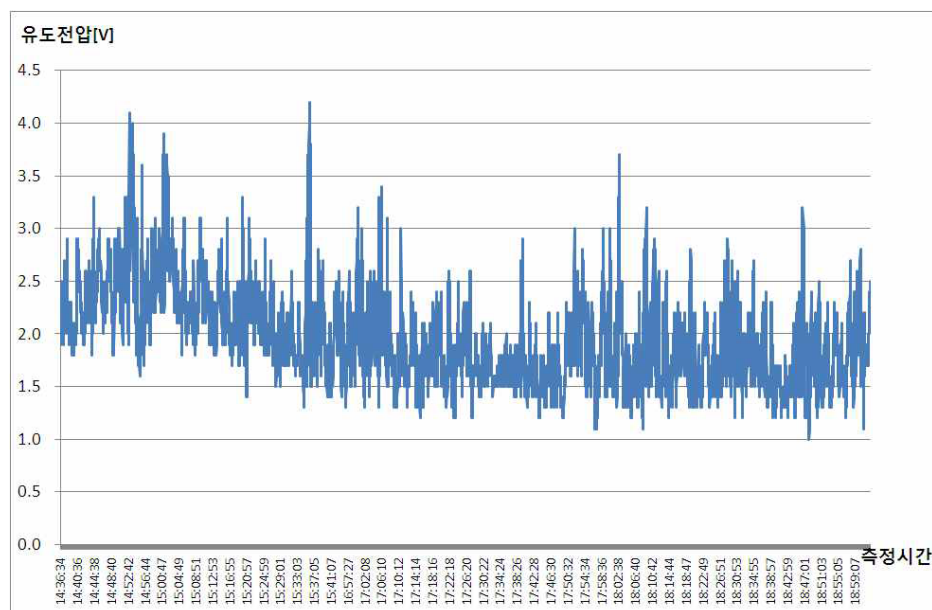
$\Omega \cdot m (R_p = 0.028\Omega)$ , 측정단과 종단의 접지저항은 각각 103.1 $\Omega$ 과 68.4 $\Omega$ 으로 측정되었다.



(그림 4-55) 구로역 개소 위성 사진

#### (나) 측정 결과

고속 전철 선로와 인접한 주차장 및 교차로 등으로 인한 측정 환경 구성의 어려움으로 인하여 14시 30분에 시작한 측정은 저녁 19시까지 이어졌으며 대략 3V 수준의 상시유도중전압이 분포하였으며 특이한 점은 약 1.5V의 기저전압(default voltage)이 존재하였으며 이러한 기저전압 수준의 분포에 의한 흐름을 포함하고 있는 결과이다.



(그림 4-56) 구로역 개소 유도중전압



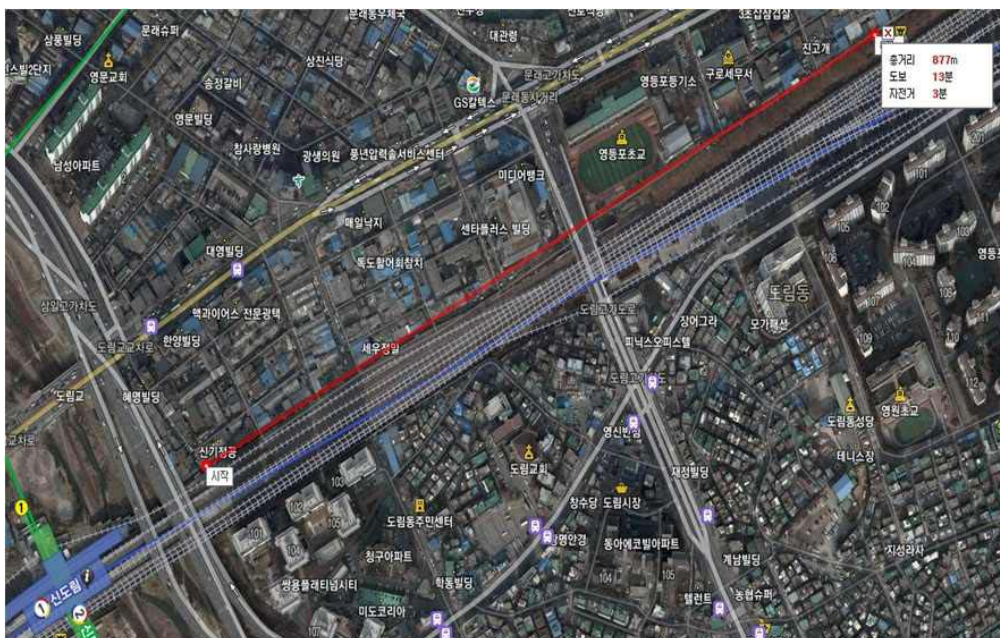
잡음전압 역시 측정 환경 구성의 어려움으로 15시에 시작하여 19시에 종료되었고 측정 초반 3mV의 높은 전압 분포를 보이다가 이후 안정화되어 0.5mV 정도의 레벨을 유지하였다. 이는 측정 환경 구성의 어려움 등으로 인한 환경적 영향 또는 측정 정확도에 의한 것으로 판단되나 추후 보다 면밀한 환경 영향 평가와 측정 결과의 분석을 통한 종합적인 판단이 필요하다.

## (5) 서울 도림

### (가) 측정 환경

서울 도림 개소는 영등포역을 시점으로 하여 이후 하행 방향의 신도림역 사이 1km의 구간에 통신 선로를 구성하여 측정을 수행하였으며, 대지저항률은  $66 \Omega \cdot m (R_p = 0.04 \Omega)$ , 측정단의 접지저항은  $266 \Omega$ , 종단의 접지저항은  $39.1 \Omega$ 으로 측정되었다.

본 개소는 고속 전철 선로와 인접한 골목길로 이어진 구간으로 건재사, 철공소 및 공업사 등이 밀집하여 측정 환경 구성에 어려움이 많았으며 특히 상수도관 등의 지중매설물이 측정 구간에 걸쳐 매설되어 있어 측정 결과에 대한 세밀한 분석이 필요하다.

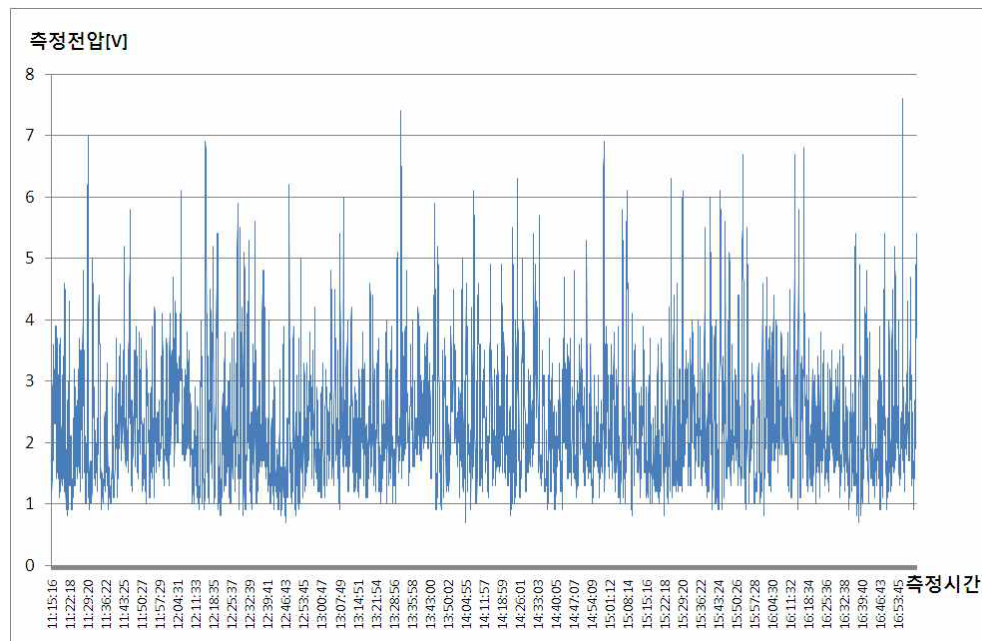


(그림 4-57) 서울 도림 개소 위성 사진

### (나) 측정 결과

11시에 시작하여 17시에 종료된 유도종전압은 평균 최고값이 6V 정도로 비교적 높은 수치를 보였으며 잡음전압의 경우 측정 초반에 다소 불규칙한 분포를 보이

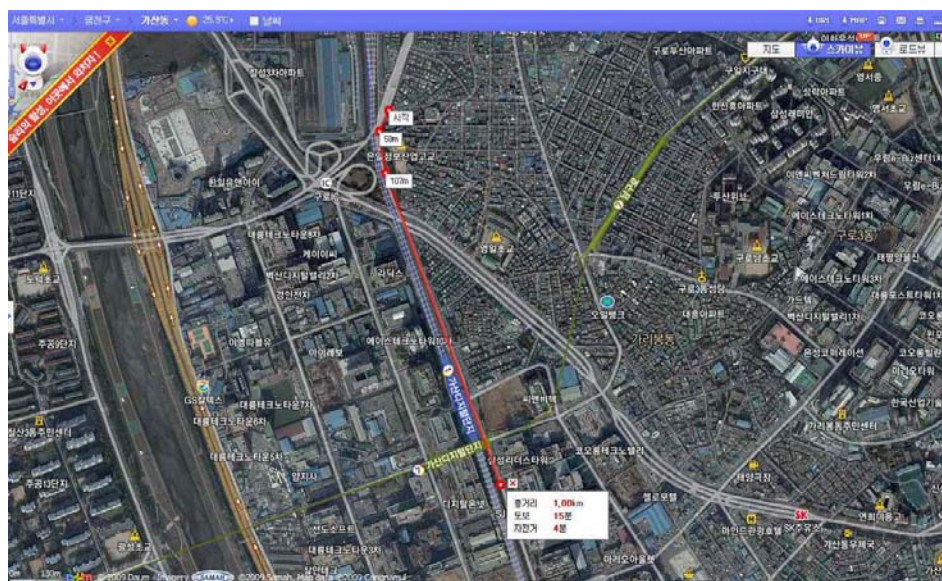
다가 이후 0.5mV 이하의 낮은 분포로 유지되었다. 잡음전압 측정에 있어서 측정 초반에 1.8mV의 높은 분포를 보였는데 이는 측정 개소 인근 주민들에 의한 통신 선로의 절체 및 훼손 또는 사람의 보행이나 차량의 이동 등으로 인한 선로의 혼 축 등에 의한 것으로 판단된다.



(그림 4-58) 서울 도림 개소 유도종전압

## (6) 서울 가산

### (가) 측정 환경



(그림 4-59) 가산역 개소 위성 사진

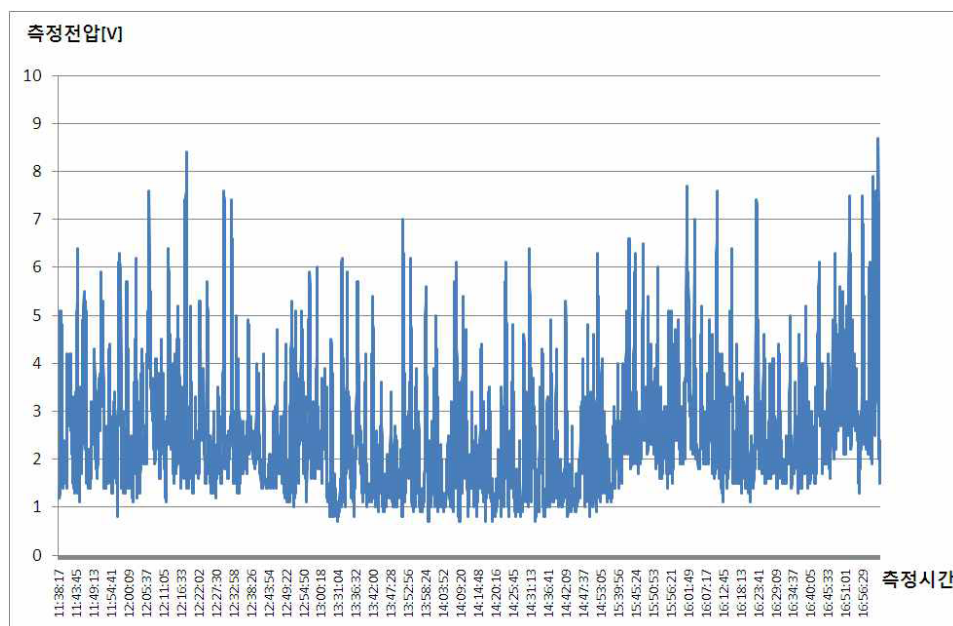


가산역 측정 개소에서는 가산역을 통과하는 구간으로 가산역 전후 1km의 통신 선로를 구성하여 측정을 수행하였으며  $33.3\Omega\cdot m(R_p=0.03\Omega)$ 의 대저저항률을 보이고 측정단의 접지저항은  $272\Omega$ , 종단의 접지저항은  $71.3\Omega$ 으로 측정되었다.

가산역 개소에서는 도심 지역에 흔히 매설되어 있는 지중 상수도관 이외에도 도시가스관이 병행 매설되어 있음을 확인할 수가 있었다.

#### (나) 측정 결과

가산역 개소의 측정 결과 유도종전압의 분포는 평균 7V의 높은 수준을 보였으며 통상 기저전압으로 1V 이상의 peak값을 보이고 있음을 알 수 있다. 잡음전압의 경우 측정 중반에 3mV 이상의 높은 전압이 측정되는 양상을 보인다.



(그림 4-60) 가산역 개소 유도종전압

### (7) 서울 시흥

#### (1) 측정 환경

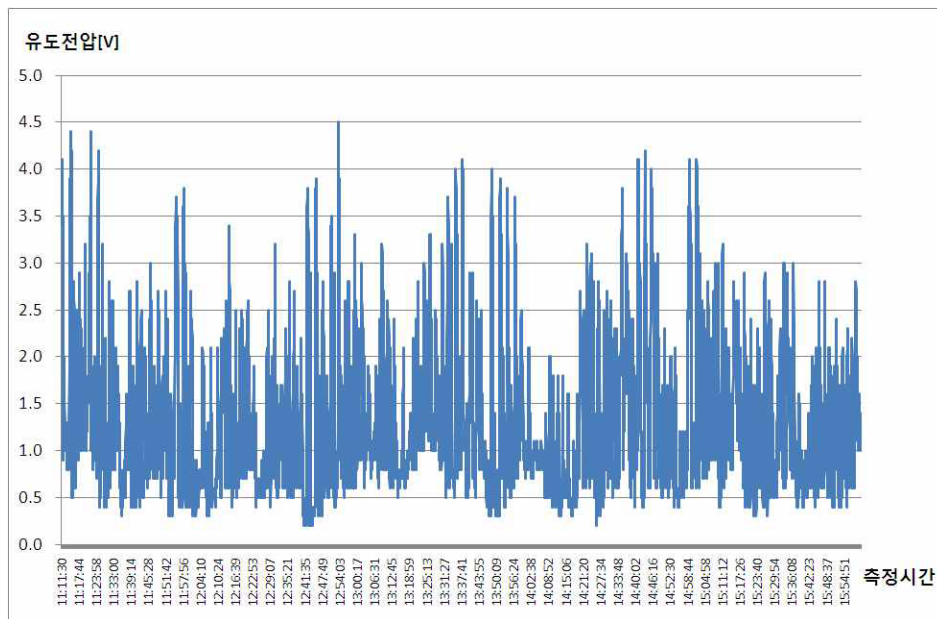
시흥 개소의 경우 독산역 후 시흥역 전까지 1km의 통신 선로를 구성하여 측정하였으며  $89.1\Omega\cdot m(R_p=0.054\Omega)$ 의 대저저항률과  $42.3\Omega$ 의 측정단 접지저항 및  $69.9\Omega$ 의 종단 접지저항값을 보이고 있다. 또한 시흥 개소 역시 도시가스관이 측정 구간에 걸쳐 병행 매설된 곳으로 향후 관할 가스공사 등에 문의하여 지중 매설된 가스관의 규격 및 선로와의 정확한 이격 거리 등의 자료를 협조 받아 정확한 측정 결과의 분석에 활용할 것이다.



(그림 4-61) 시흥 개소 위성 사진

#### (나) 측정 결과

시흥 개소에서는 통 5시간에 걸쳐 측정이 수행되었으며 유도중전압의 경우 4V 정도까지의 분포를 보이고 있으며, 잡음 전압의 경우 서지성의 측정 결과가 보이곤 했으나 이는 고속전철의 통과로 인한 peak값으로 판단되며 전반적으로 0.1mV 미만의 매우 낮은 분포값을 보이고 있다.

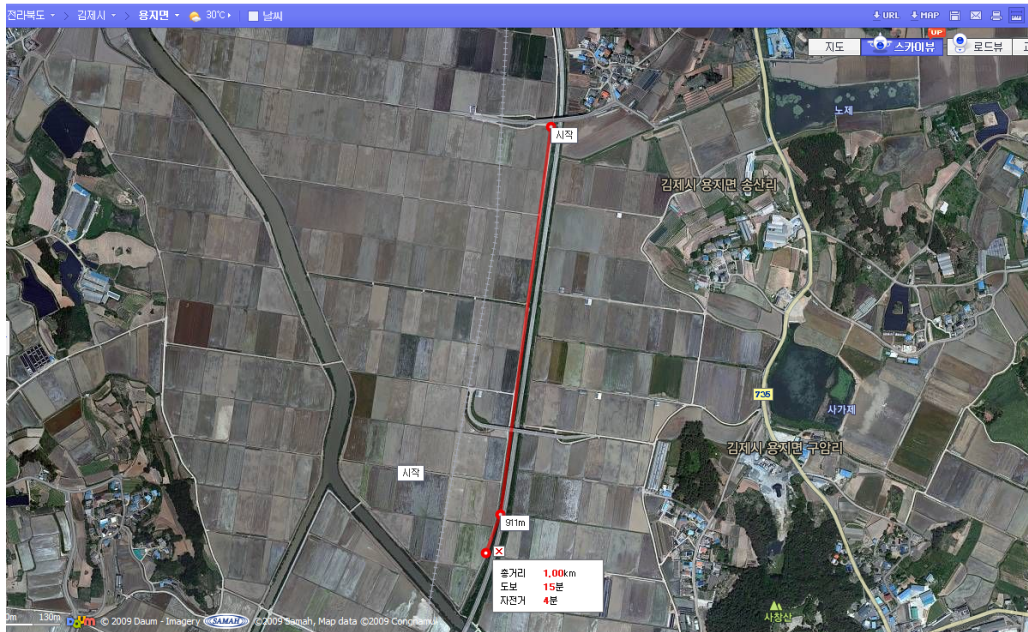


(그림 4-62) 시흥 개소 유도중전압

#### (8) 김제 부용

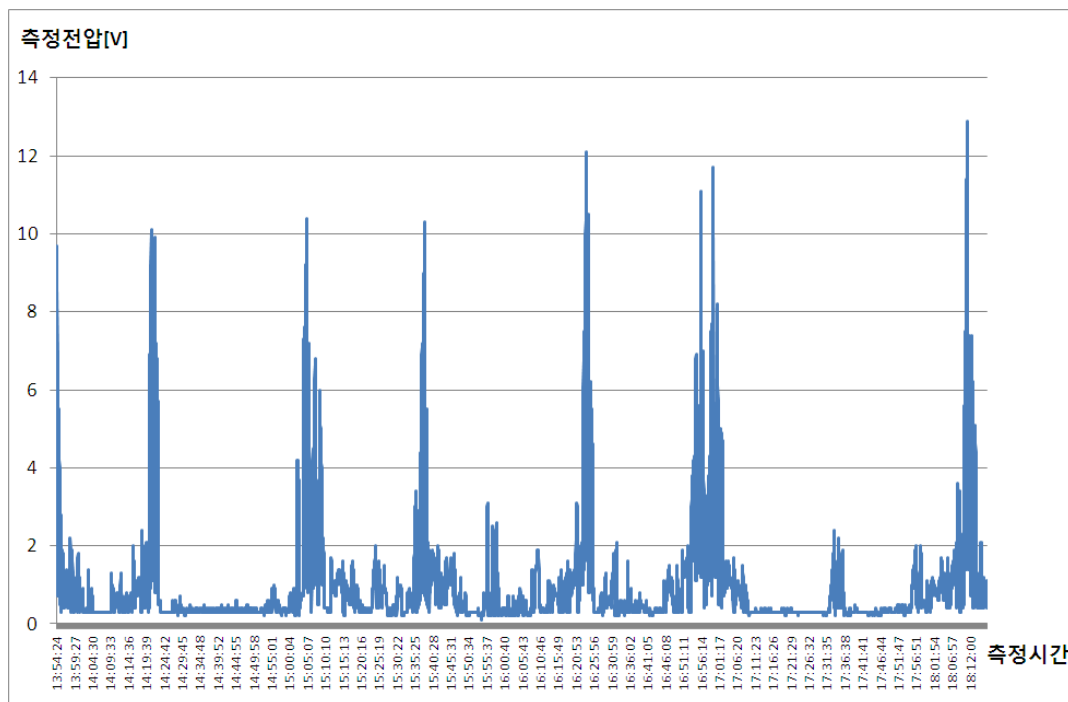
##### (1) 측정 환경

전라북도 김제시의 부용읍 호남선에서의 고속전철에 의한 유도전압과 잡음전압을 측정하였다. 측정 개소 환경 및 위치에 관한 위성 사진은 그림 4-63과 같다.



(그림 4-63) 김제시 부용읍에서의 측정 환경 위성사진

#### (나) 측정 결과



(그림 4-64) 김제 부용에서의 유도중전압

그림 4-64에서 보면 이곳에서의 유도전압은 피크레벨상에서 10V와 12V를 경유 하므로 약 11V 정도의 수위로 볼 수 있다.



(9) 김제 역전

(1) 측정 환경

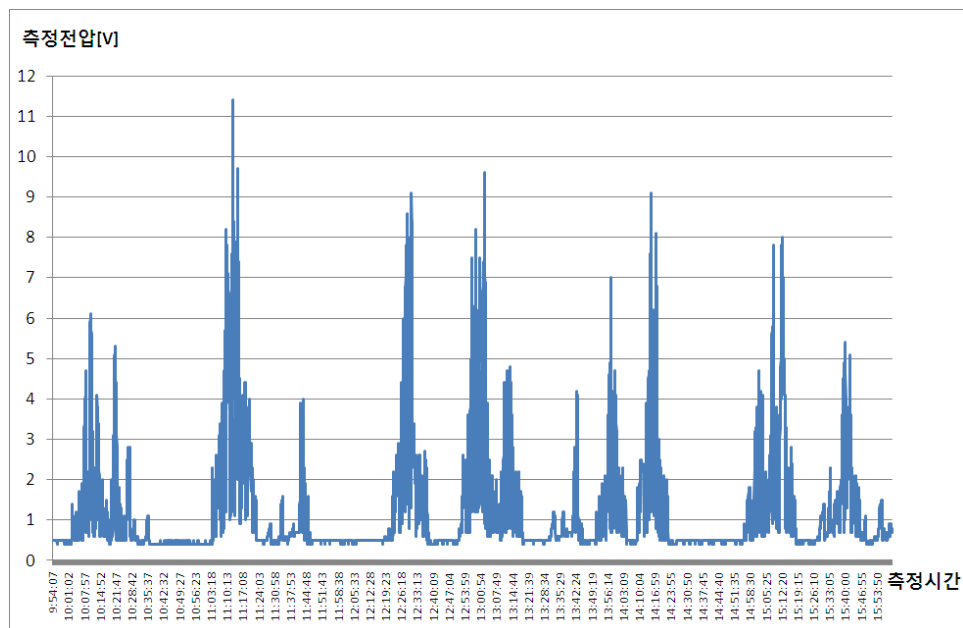
김제역 상행 방향 직후에 약간의 역사를 걸쳐 포설하여 측정하였다. 현장 위성 사진은 그림 4-65와 같다.



(그림 4-65) 김제역전 측정 환경 위성사진

(나) 측정 결과

유도종전압은 그림 4-66와 같다.



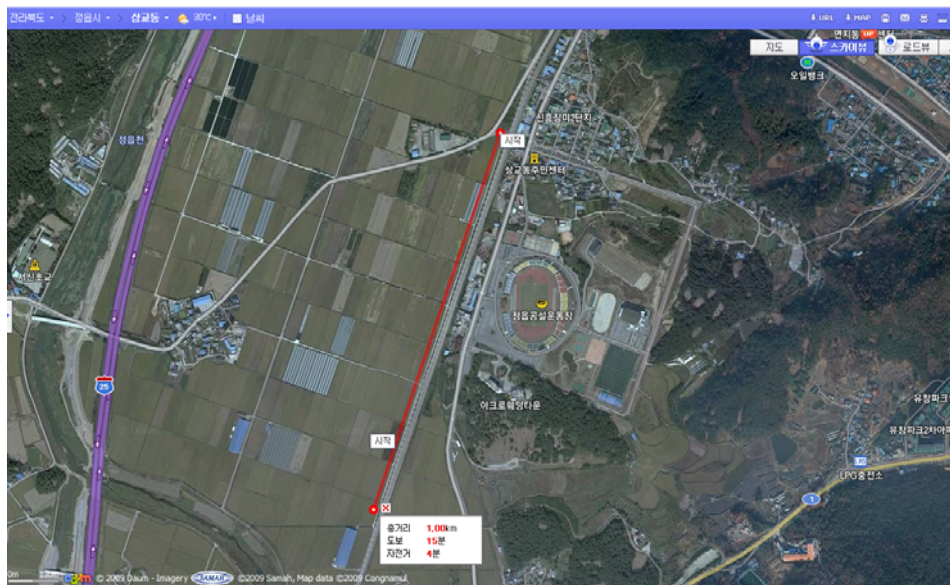
(그림 4-66) 김제역전에서의 유도종전압

이 곳에서의 유도전압은 최고 11.5V, 통상 약 9V를 치는 레벨로서 대략 9V 정도로 보여진다.

#### (10) 정읍역후

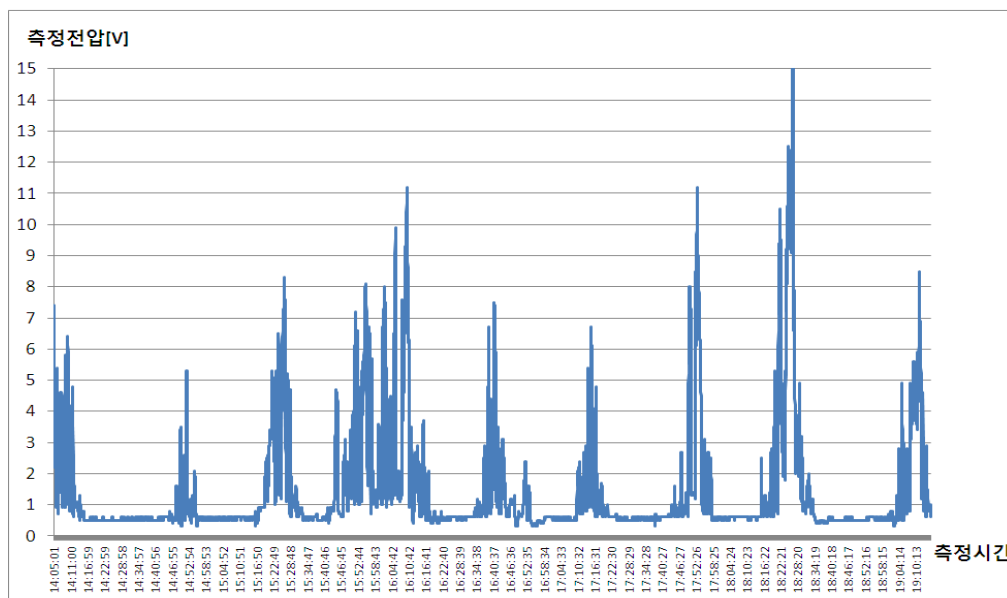
##### (가) 측정 환경

정읍역을 하행 방향으로 약 2~3km 지나서 궤도에 병행 포설하였으며 측정 환경은 그림 4-67의 위성사진과 같다.



(그림 4-67) 정읍역후에 있어서의 환경 위성사진

##### (나) 측정 결과



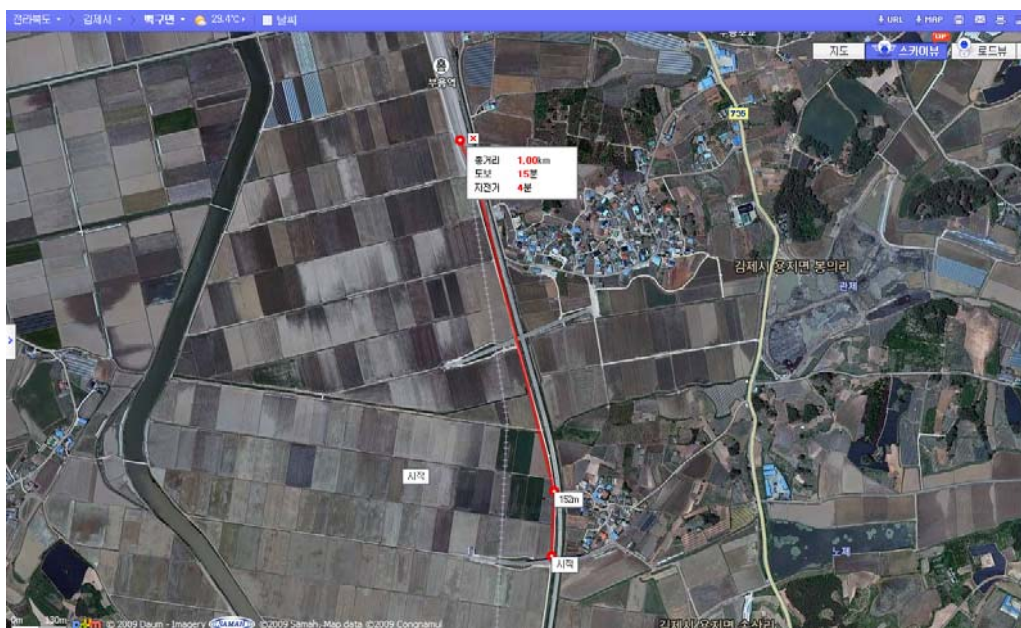
(그림 4-68) 정읍역후에서의 유도전압

그림 4-68을 보면 정읍역후에서의 유도종전압은 고르지 않는 분포 특성을 가지고 있는데 최고를 친 것은 15V가 있고 그 다음으로는 11V가 있으며 이하의 부분에서는 약 6~8V로서 평균적 7V 정도의 선으로 보여진다. 따라서 다소 높은 전압이 분포하고 있음을 감안할 때 약 8V 정도의 분포 수위로 간주한다.

## (11) 김제 부용 2

### (가) 측정 환경

김제 부용의 측정 구간에 있어서는 연속된 2km의 추가 구간이 있다. 이 구간에 대한 유도 데이터 확보를 위하여 시골 구간으로서 측정을 수행하였다. 김제부용 재차 측정 구간에서의 현장 위성 환경은 그림 4-69과 같다.

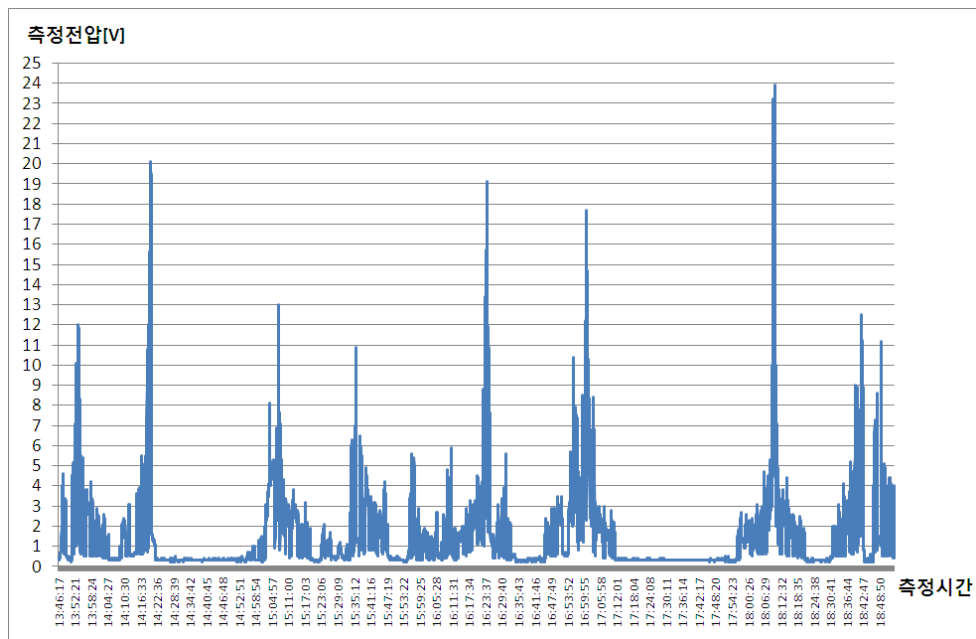


(그림 4-69) 김제부용 2차 측정 개소에서의 위성사진

### (나) 측정 결과

유도종전압은 그림 4-70과 같이 분포되었다. 그림 4-70을 보면 이전의 부용 구간에서의 전압에 대하여 보다 훨씬 높은 전압을 치는 경우들이 발생하였다. 그러한 전압들의 레벨은 최고 24V와 18V 정도의 수위에 달한다. 그러나 하위 레벨의 통상적 분포상으로는 이전 구간에서와 유사하게 11V 정도의 수준으로 보여진다.





(그림 4-70) 김제 부용 2차 측정에서의 유도전압 분포

## (12) 광주 임곡

### (가) 측정 환경

측정 구간의 위치는 광주시내 이지만 북방 임곡읍으로부터 뺏어 나가는 병행 1km 도로 포설 구간에 대한 것이다. 광주 임곡 측정지의 현장 위성사진은 그림 4-71과 같다.

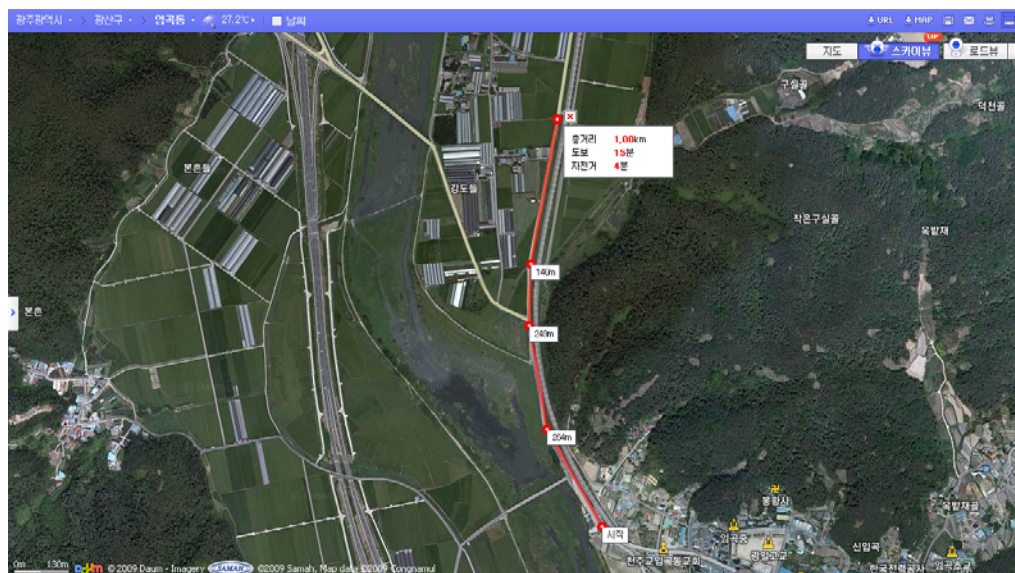
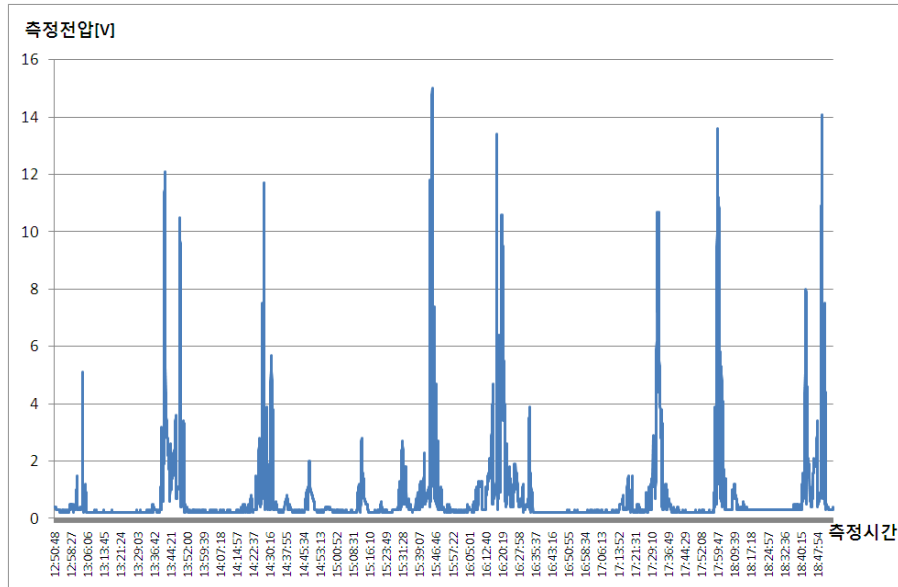


그림 4-71 광주 임곡읍의 측정 현장 위성사진

## (나) 측정 결과

광주 임곡 개소에서의 측정 유도중전압은 그림 4-72와 같다. 전압의 특성을 살펴보면, 12V 정도의 전압 레벨로 볼 수 있겠다.

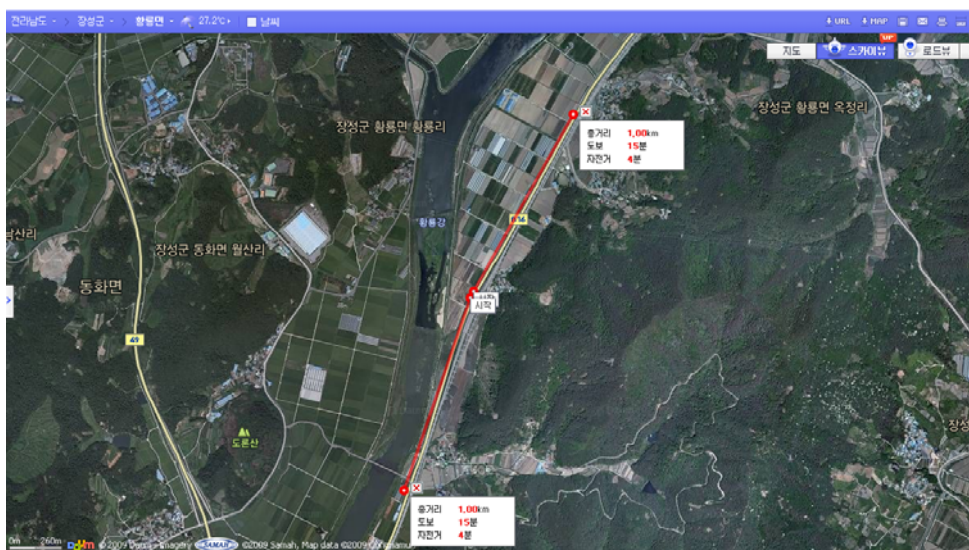


(그림 4-72) 광주 임곡에서의 유도중전압

## (13) 장성 광주

### (가) 측정 환경

장성 광주 개소 인근 환경적 특징은 장성 황룡면으로부터 광주시 경계로 넘어가는 약 10km에 달하는 도로 병행 구간이 있으며 본 개소는 황룡읍전소와 임곡읍 전소간의 대략 중간 지점에서의 측정 루트이다.

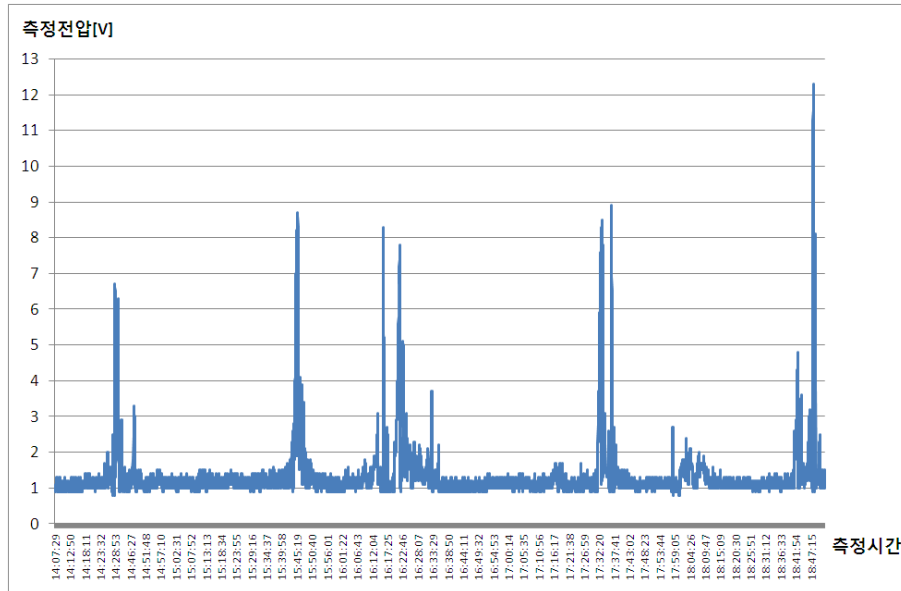


(그림 4-73) 장성으로부터 임곡으로 넘어가는 국도 구간 위성도



(나) 측정 결과

이 곳 개소에서의 유도전압 특성은 그림 4-74와 같으며 유도전압 레벨은 9V 레벨을 보인다.



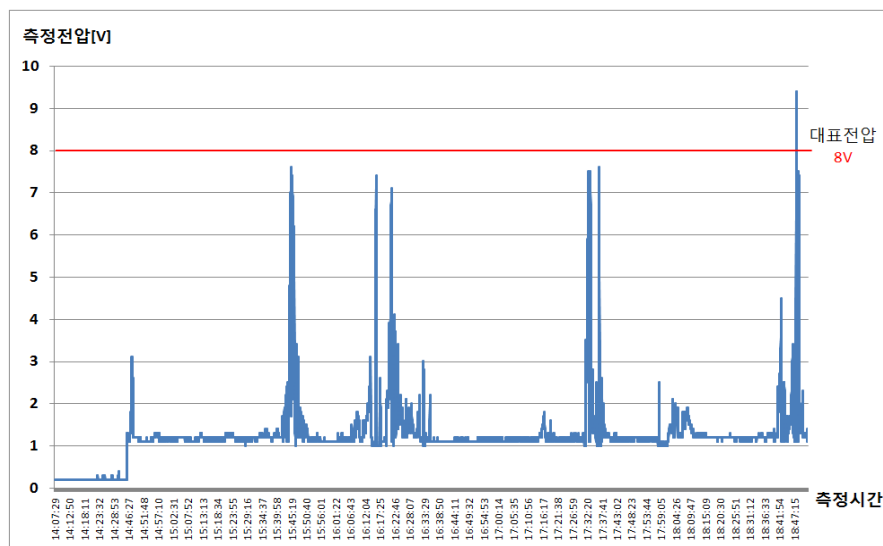
(그림 4-74) 장성-임곡 방향 국도변 유도전압

(14) 장성 황룡

(가) 측정 환경

장성 황룡 개소는 그림 4-73에서와 같이 장성 광주 개소와 연결되어 하행 방향으로 1km를 병행하는 구간이다.

(나) 측정 결과



(그림 4-75) 장성 황룡에서의 유도전압

(15) 김천 시내

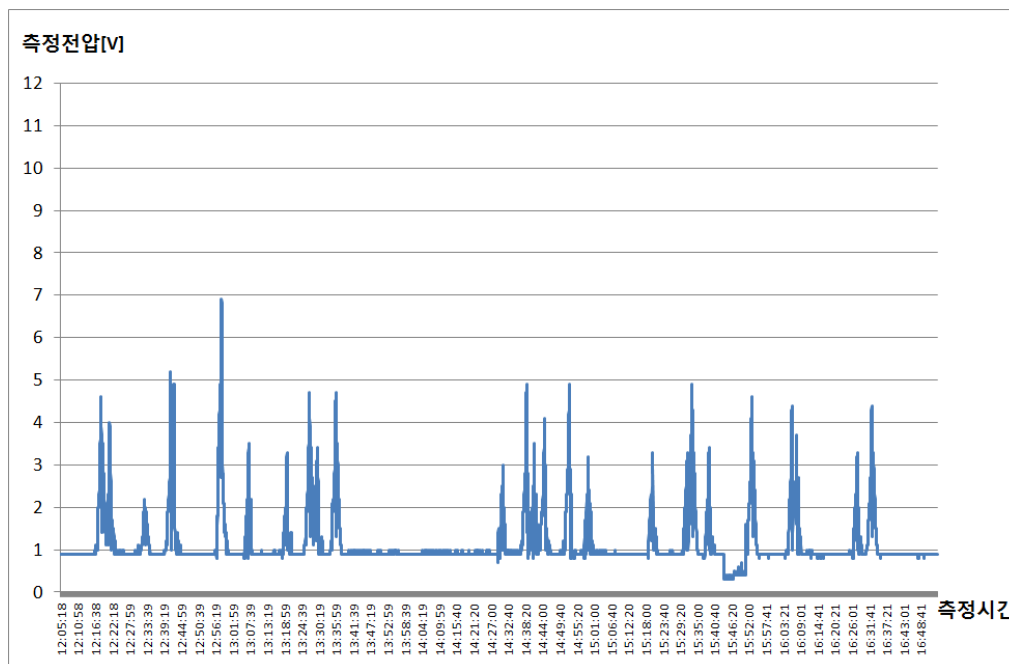
(가) 측정 환경

김천에서는 김천 IC를 벗어나 시내로 진입하는 방향으로 1km의 교량 구간에 병행 포설하여 측정하였다. 위성으로 본 측정 환경 구성은 그림 4-76와 같다.



(그림 4-76) 김천 시내의 위성사진

(나) 측정 결과

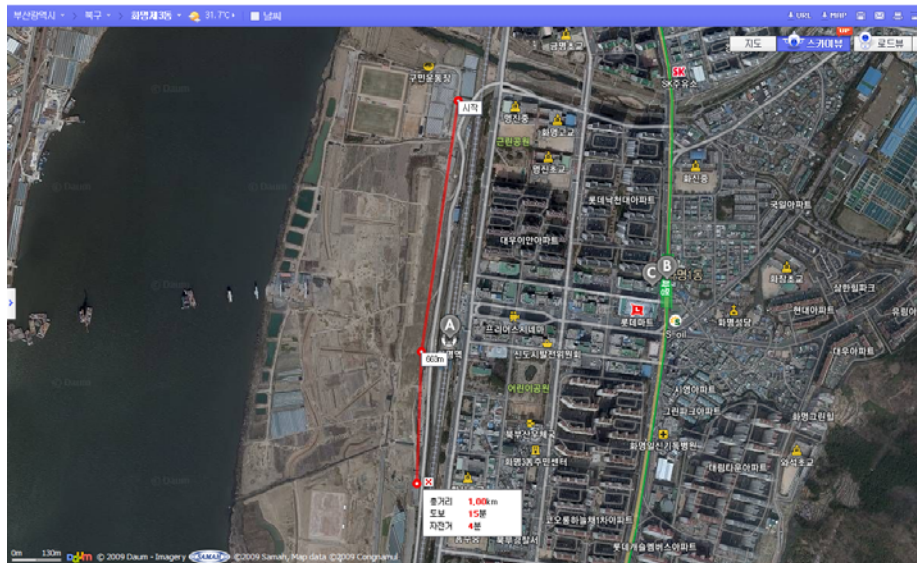


(그림 4-77) 김천 시내의 유도전압

## (16) 부산 화명 2

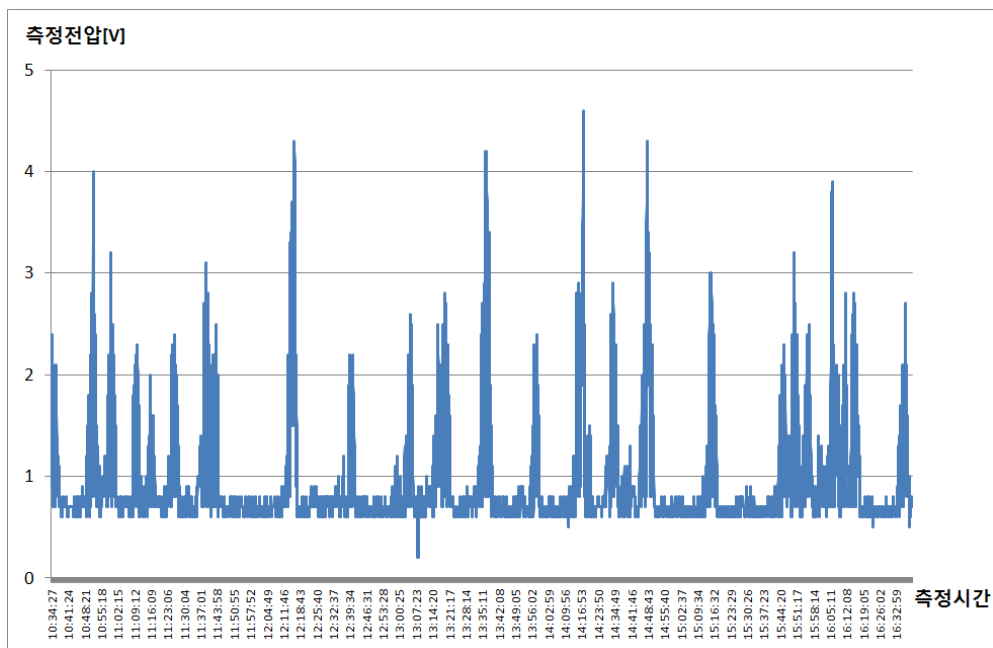
### (가) 측정 환경

부산 화명 개소는 2008년 기 측정한 개소와 인접한 개소로 당시 고속전철선로 하행방향의 왼편의 대로 및 상가지역에서 측정을 수행한 반면 2010년에는 고속전철선로의 하행방향 오른편 강변에 1km를 병행 포설하였으며, 본 개소에서는 전 구간에 걸쳐 도시가스관이 지중 매설되어 있음을 알 수 있다.



(그림 4-78) 부산 화명의 위성 사진

### (나) 측정 결과

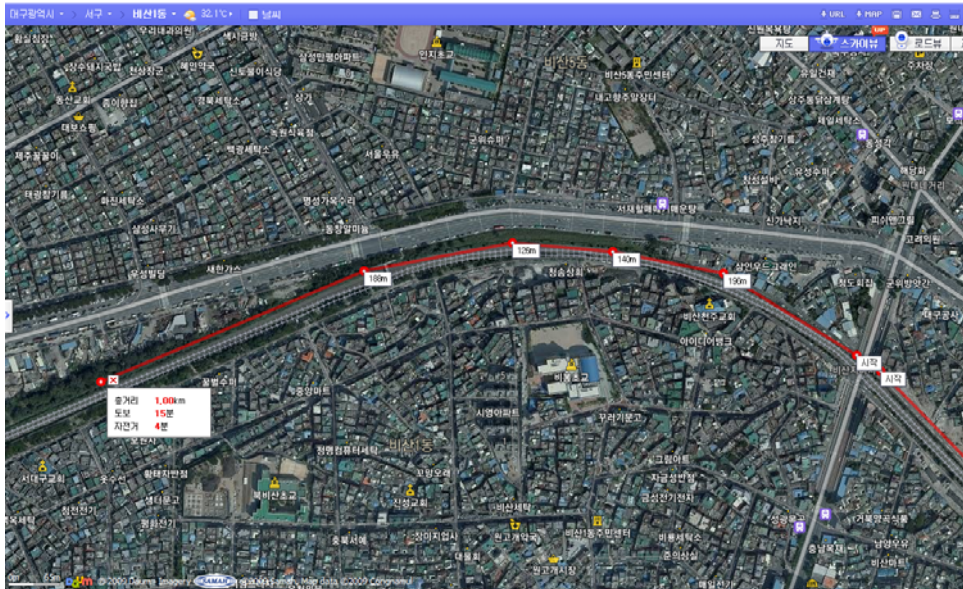


(그림 4-79) 부산 화명의 유도전압

(17) 대구 성내

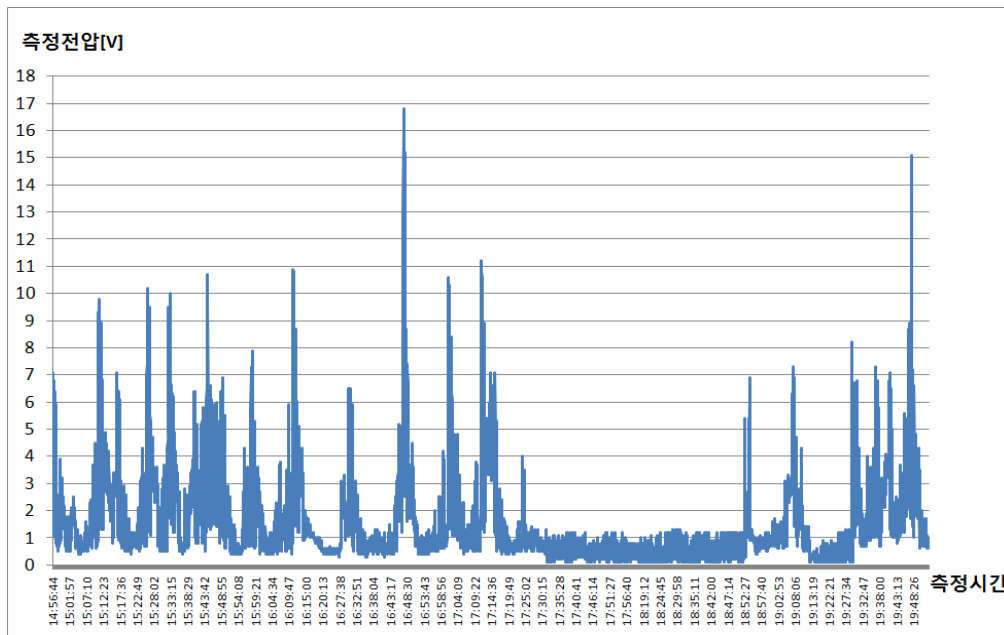
(가) 측정 환경

대구 성내는 2008년 기 측정한 대구 비산 개소 인근으로 대구역 방향으로 곡선을 그리며 진입하고 있으며 밀집된 주택가와 공원 등을 따라 1km 병행 포설하였다. 위성사진은 그림 4-80과 같다.



(그림 4-80) 대구 성내의 위성 사진

(나) 측정 결과



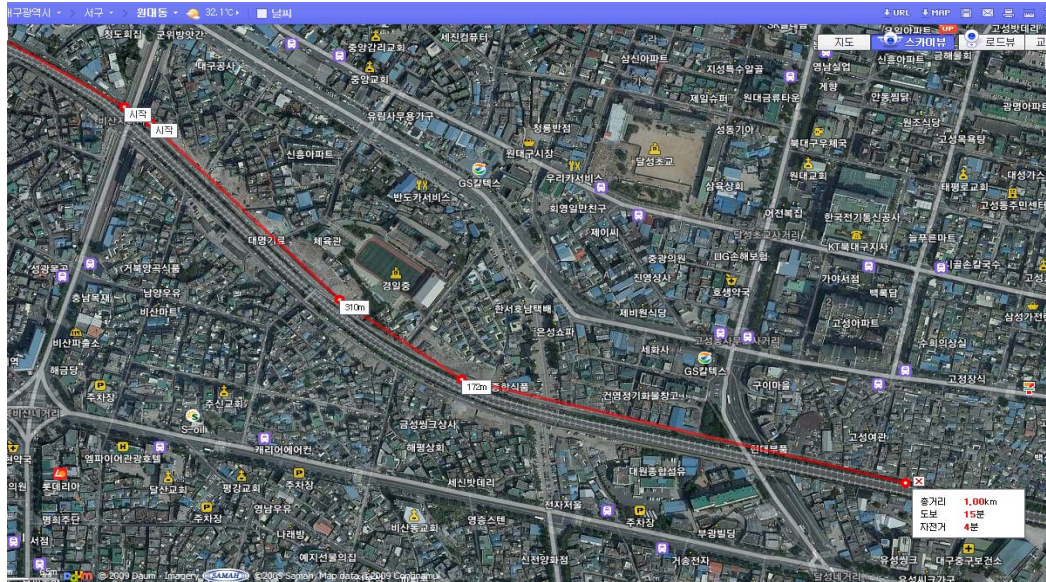
(그림 4-81) 대구 성내의 유도전압



## (18) 대구 역전

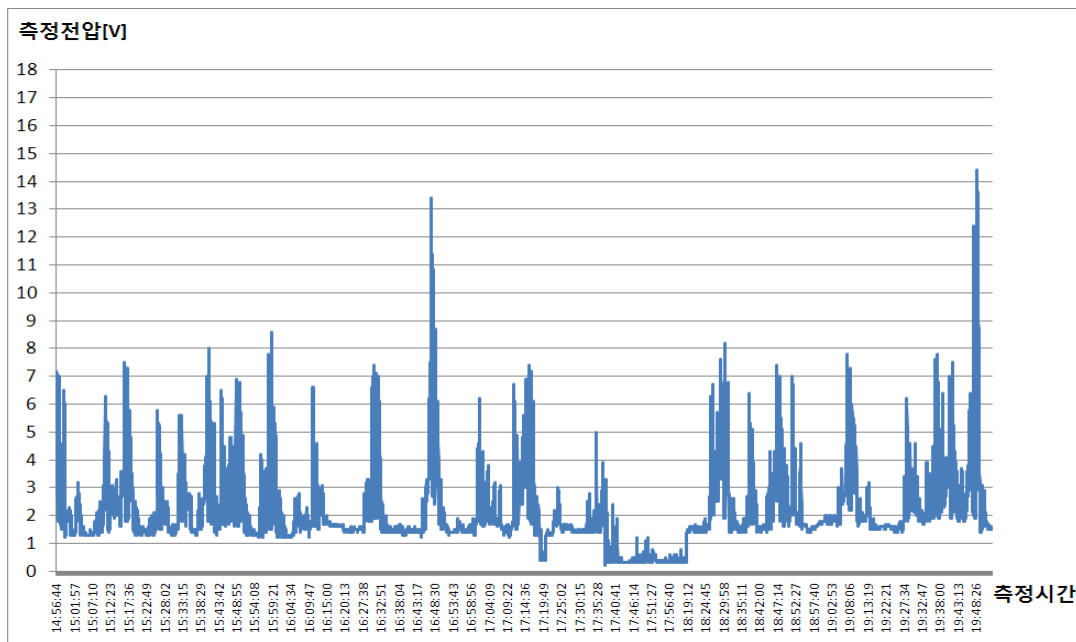
### (가) 측정 환경

대구역 직전 상행방향으로 1km를 포설하였다. 환경은 그림 4-82의 위성 사진과 같다.



(그림 4-82) 대구 역전 개소 인근의 위성 사진

### (나) 측정 결과

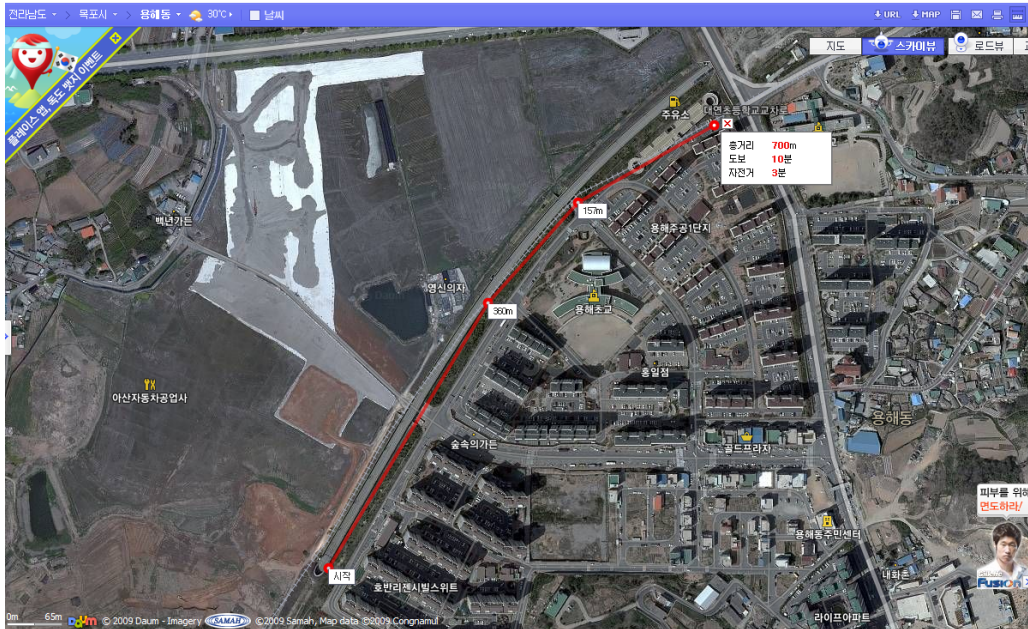


(그림 4-83) 대구 역전에서의 유도전압

## (19) 목포 노출

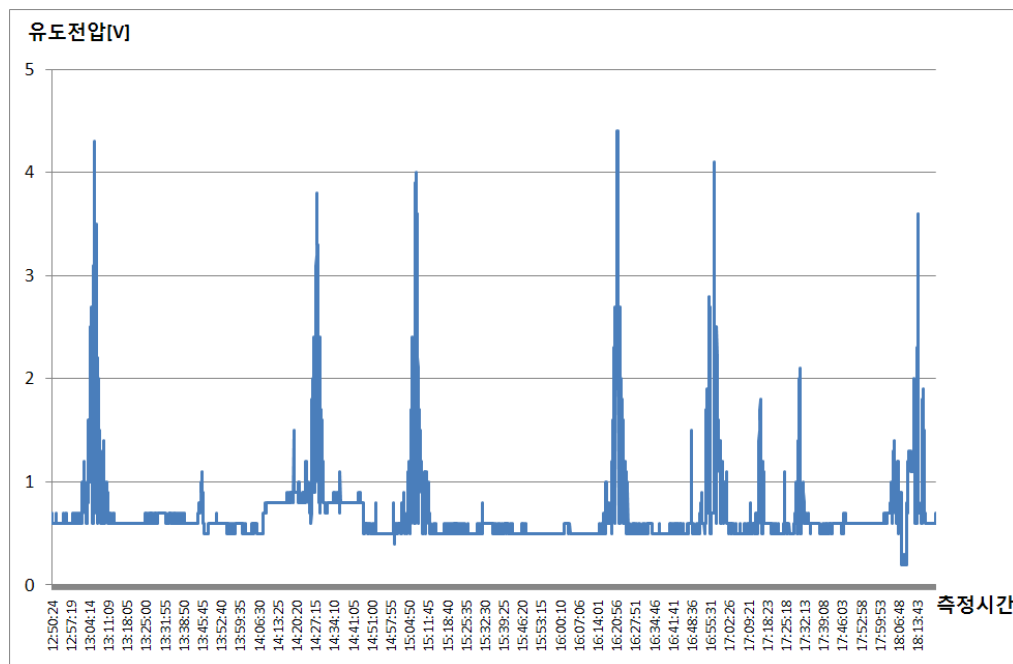
### (가) 측정 환경

전남 목포시 용해동에서 700m 포설을 하고 유도 종전압과 잠음전압을 측정하였다. 측정지역은 아래 그림 4-84의 위성사진과 같다.



(그림 4-84) 목포 노출에 있어서의 환경 위성사진

### (나) 측정 결과



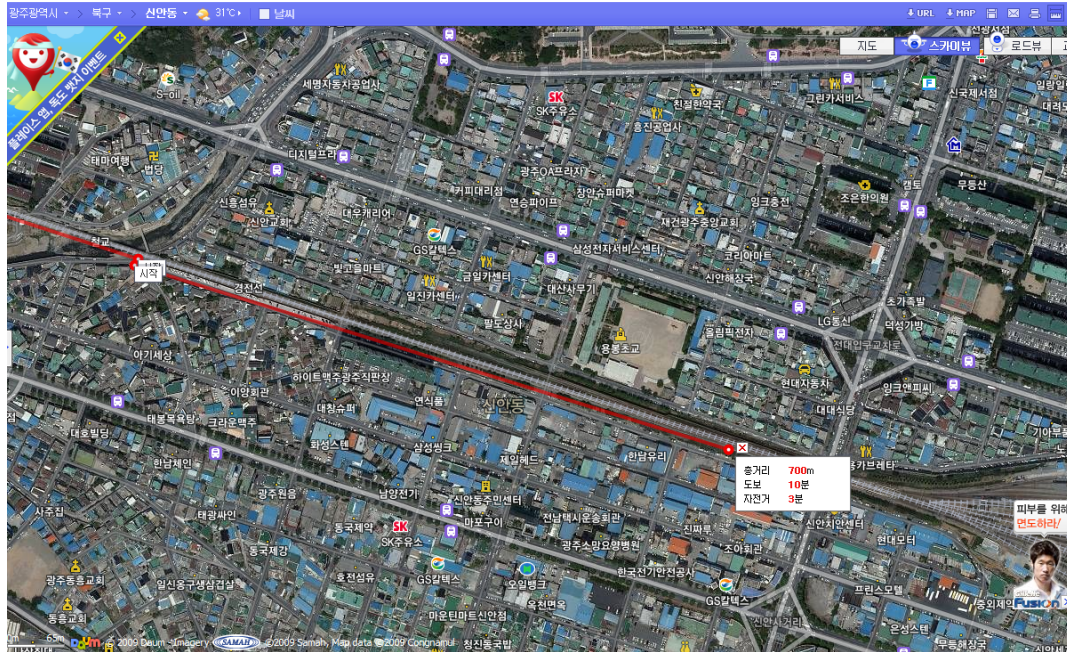
(그림 4-85) 목포 노출 에서의 유도전압



## (20) 광주 역전

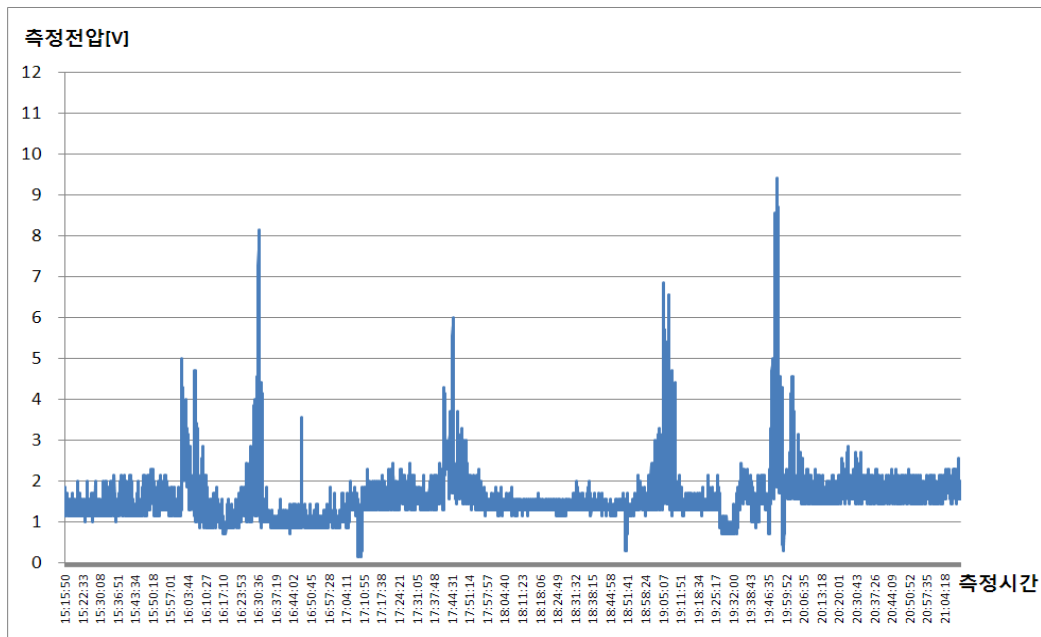
### (가) 측정 환경

광주역 바로 직전에서 송정 방향으로 700m를 포설하였다. 측정지역은 아래 그림 4-86의 위성사진과 같다.



(그림 4-86) 광주역전에서의 환경 위성사진

### (나) 측정 결과



(그림 4-87) 광주 역전에서의 유도전압

## (21) 광주 역전 2

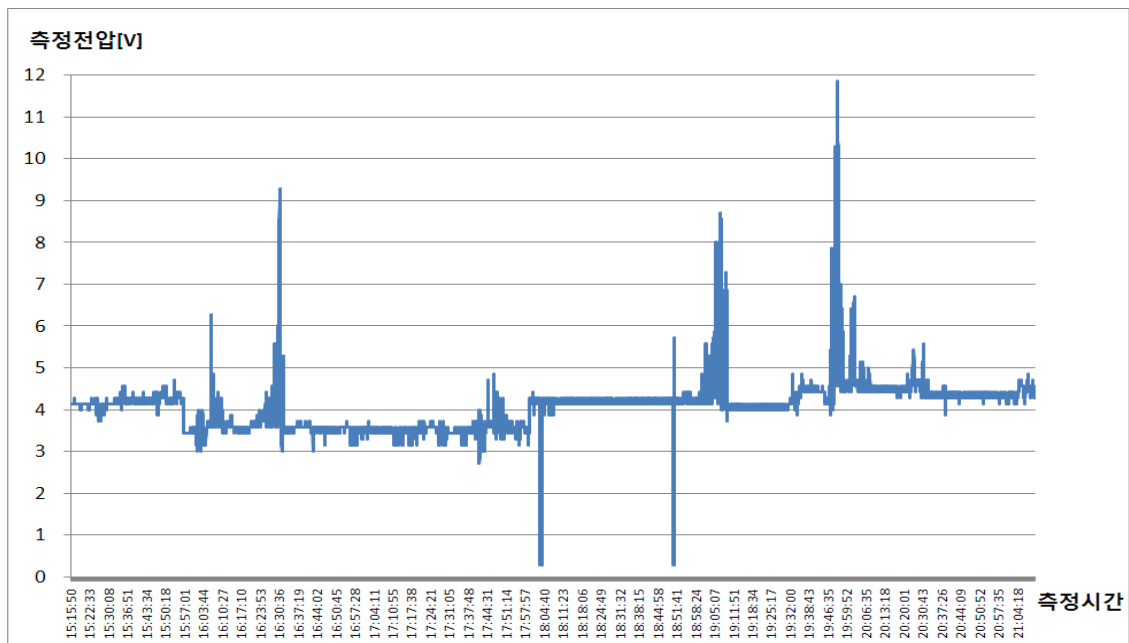
### (가) 측정 환경

광주역에서 1~2 km 떨어진 지점에서 연속병행 코스로 이 곳 역시 송정 방향으로 700m를 포설하였다. 측정지역은 아래 그림 4-88의 위성사진과 같다.



(그림 4-88) 광주 역전 2에서의 환경 위성사진

### (나) 측정 결과



(그림 4-89) 광주 역전 2에서의 유도전압



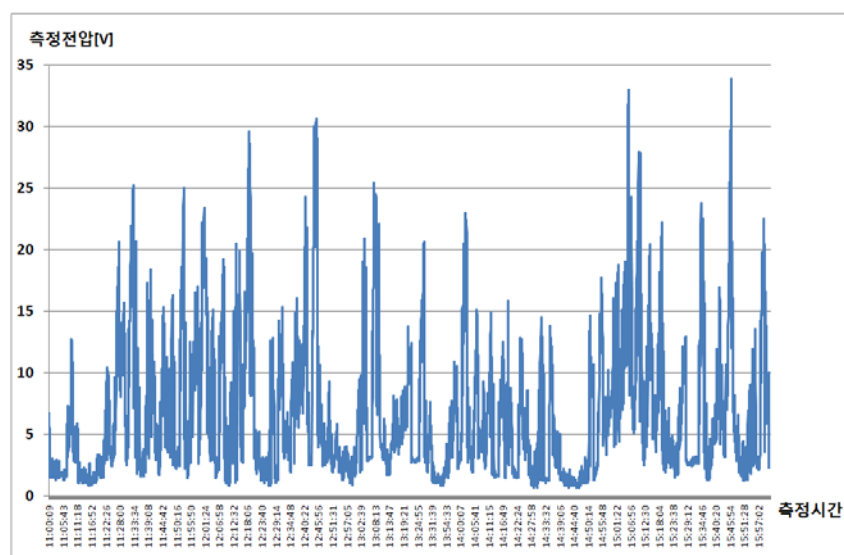
(가) 측정 환경

[illegible]

(그림 4-90) 대전 역전 개소의 위성 사진

### (나) 측정 결과

대전 역전 개소에서 측정된 유도 종전압 분포는 그림 4-90과 같다.



(그림 4-91) 대전 역전 개소에서의 유도 전압

### (23) 대전 신탄진

#### (가) 측정 환경

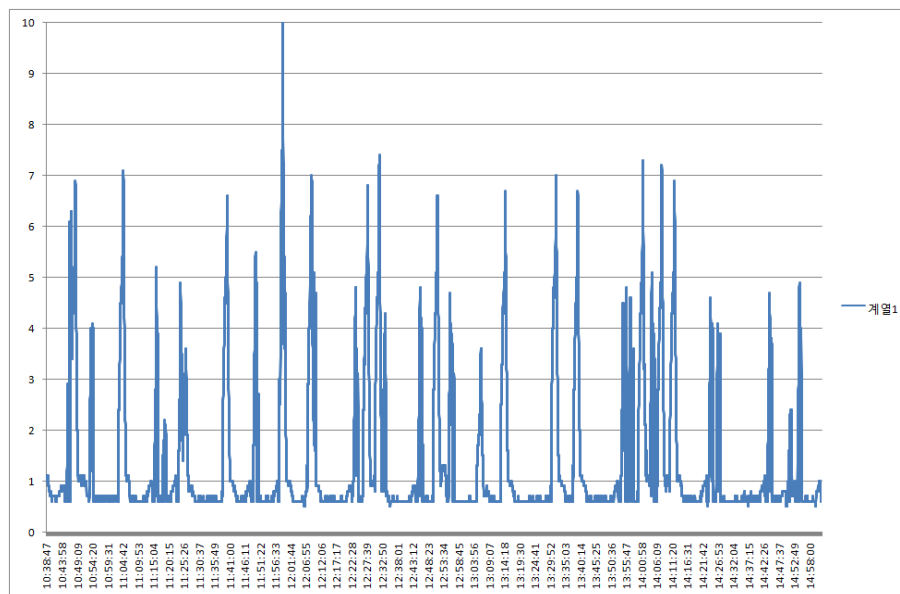
대전 신탄진 개소는 경부고속도로와 병행하여 대전으로 진입하는 고속 전철 선로를 따라 통신 케이블 500m를 포설하여 측정을 수행한 곳으로 측정 개소의 위성 사진은 그림 4-92와 같다.



(그림 4-92) 대전 신탄진 개소의 위성 사진

#### (나) 측정 결과

대전 신탄진 개소에서 측정된 유도 종전압은 그림 4-93과 같다.



(그림 4-93) 대전 신탄진 개소에서 유도 전압

## (24) 김천시전

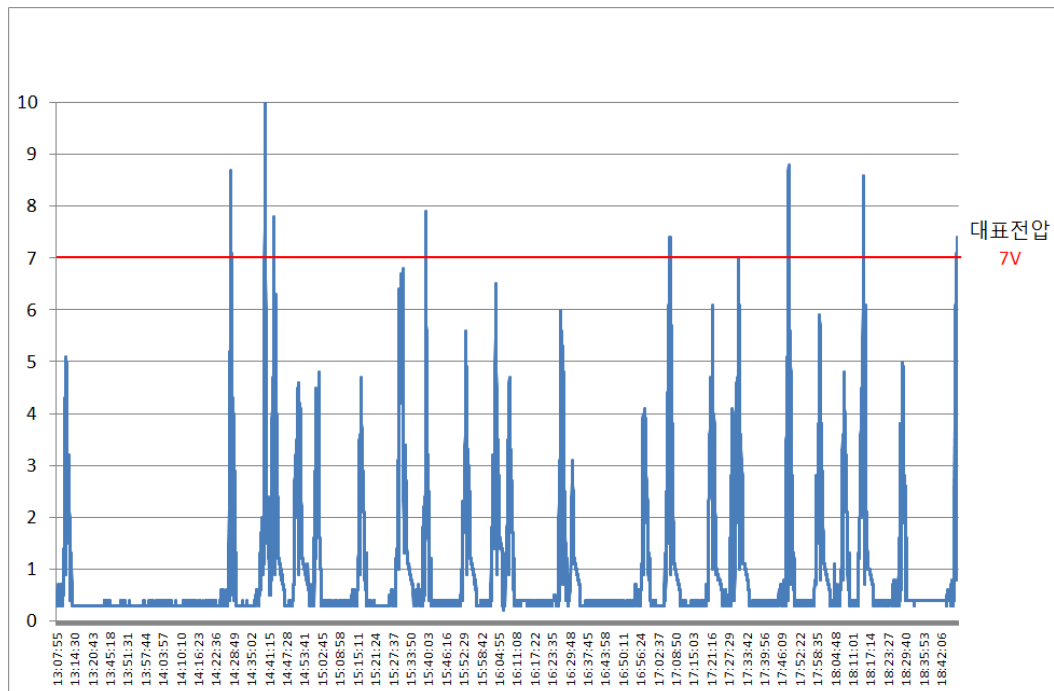
### (가) 측정 환경

김천시전 개소는 김천시로 진입하기 이전의 교외 지역으로 경부고속도로와 병행하는 고속 전철 선로를 따라 1km의 병행 포설하여 측정하였다.



(그림 4-94) 김천시 이전 개소의 위성 사진

### (나) 측정 결과



(그림 4-95) 김천시전 개소의 유도 전압



## 제2절 데이터 정규화

### 데이터 정규화 수행

---- 유도전압의 동일 시설 조건화

정규화 대상 요소	정규화 기준 내용
케이블 포설 병행 거리( $\ell$ )	1km로 정규화
고가효과	고가가 없는 것으로 정규화
궤도효과	복선궤도로 정규화
이격거리	10m로 정규화
대지저항률	250 $\Omega \cdot m$ 로 정규화

#### o 주요 차폐계수의 유형

차폐 종류	차폐 시설	계수 범위
통신케이블의 차폐 계수	강대 외장/알루미늄 쉬스 차폐	0.6 ~ 0.9
고가차폐효과	고속전철의 교량 시설에 의한 차폐효과	0.65/0.665/0.685 (17 $\sim$ p $\sim$ 250)
궤도효과	인근 선로에 의한 차폐효과	0.92(복복선)/0.95(복선)/0.97(단선)
터널차폐효과	고속전철 터널에 의한 차폐효과	0.775/0.785/0.8 (17 $\sim$ p $\sim$ 250)

#### - 병행거리( $\ell$ ) :

- 기본 1km로 포설하나 완전히 동일하지 않은 경우, 예를 들어 0.5km나 0.6km 또는 초과하는 경우등에 대하여 모두 1km인 경우의 전압 레벨로 조정
- 병행거리는 유도전압에 직접 비례하기 때문에 당해 병행거리로 측정된 전압을 나누어주면 단위 거리인 1km의 병행거리에 해당하는 전압으로 환산

$$\overline{V}_{\ell} = \frac{V_m}{\ell} \quad [V]$$

$\overline{V}_{\ell}$  : 병행거리( $\ell$ )에 대하여 정규화된 전압[V]

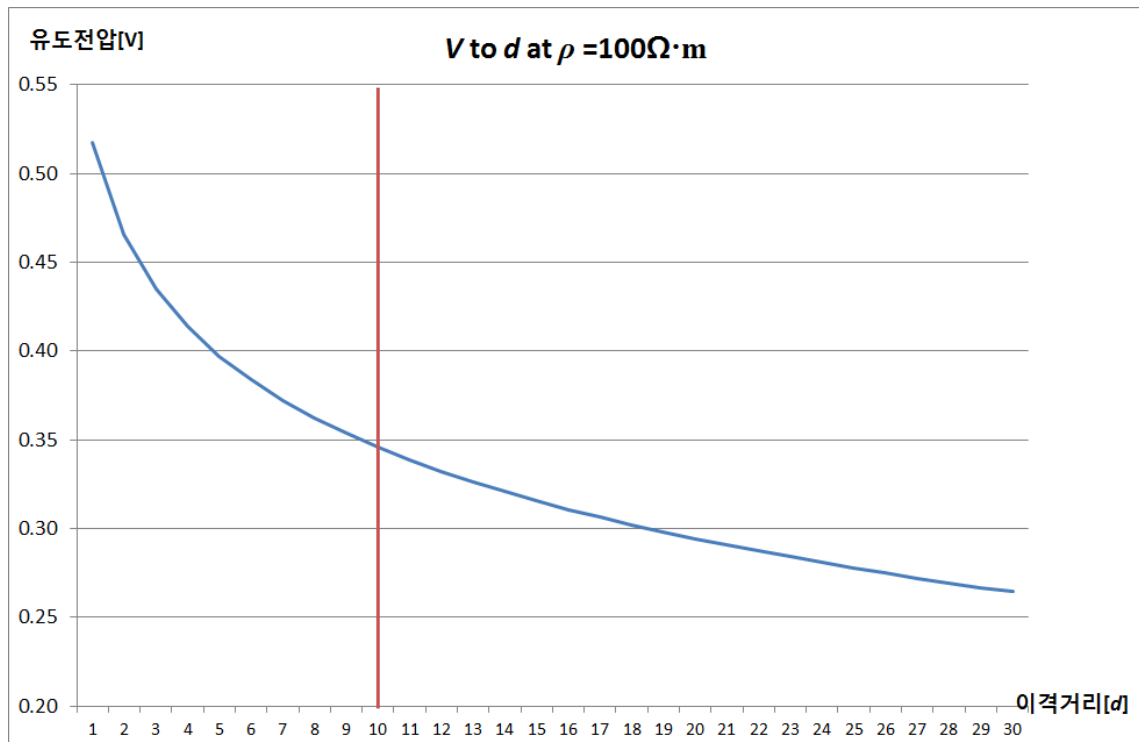
$V_m$  : 실측전압[V]

$\ell$  : 병행거리[km]

#### - 이격거리( $d$ ) :

- 이격거리  $d$ 는 상호인덕턴스  $M$ 에서 작용하는 파라미터이기 때문에  $d$ 에 따른  $M$ 값을 계산 시물레이션하여 정규화 요율을 정하여야 한다.

- 이 때 유도전압 계산 기본식(1)상의 직접 비례 파라미터-K, I,  $\ell$ -들은 단지 비례 관계에 있기 때문에 모두 1로 정규화하여 적용하면 결국 유도전압을 바로 상호인덕턴스값이 된다. 여기에 주파수 성분을 곱하여 유도전압까지 계산한다.
- 정규화 방법의 적용 :
  - ✓ 예를 들어 대지저항률( $\rho$ )이  $100\Omega\cdot m$ 인 경우에 이와 같이하여 이격거리 (1~30m)에 따른 유도전압의 변화를 그래프로 나타내면 그림과 같다.



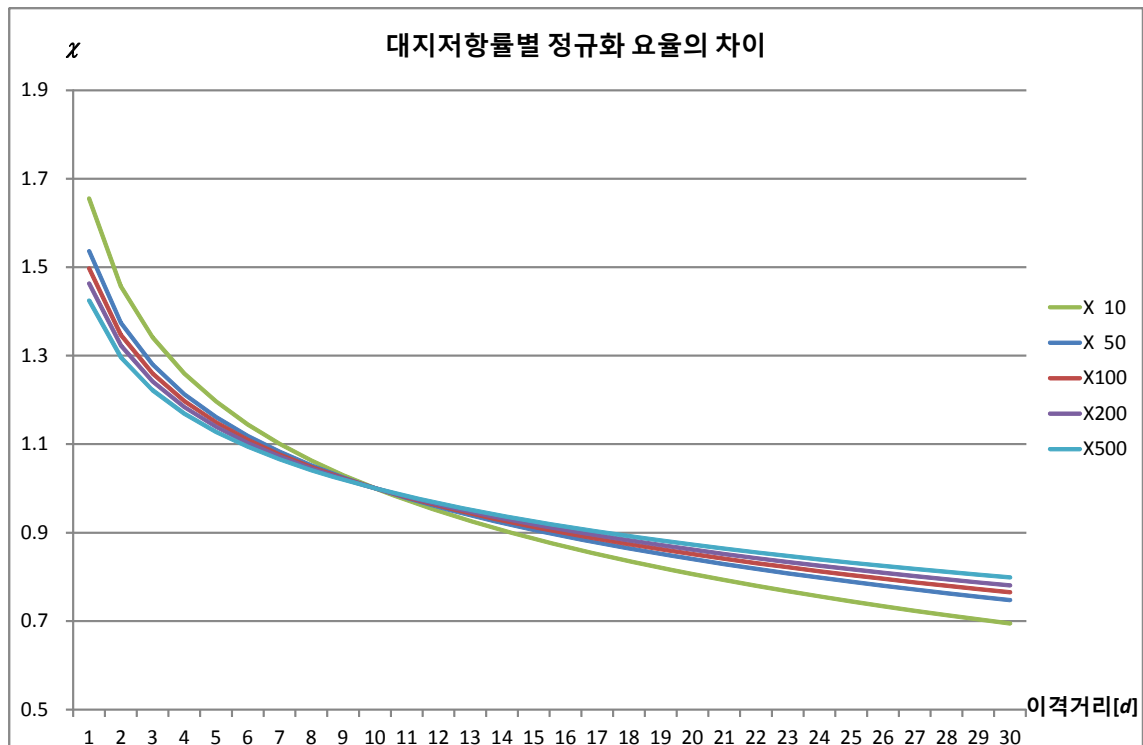
- ✓ 기준 이격거리의 선정
  - 기준 이격거리는 가장 평균적으로 많은 위치가 되는 10m로 한다.
  - 그림에서 이격거리 10m를 기점으로 하여 더 먼 이격거리의 전압은 이격거리 10m에서의 전압에 대하여 낮으므로 높여주어야 하고, 이격거리 10m보다 가까운 경우의 전압은 높으므로 낮추어 주어야 한다.
- ✓ 정규화 효율의 산정
  - 이격거리 10m 이외의 이격거리에서의 전압들을 이격거리 10m에서의 전압으로 나누어 정규화 효율을 산정
  - 측정 이격거리 분포는 최소 5m에서 최대 26m까지이므로 1m~30m까지의 이격거리 분포에 대한 정규화 효율을 계산하여 당개 개소에 해당하는 이

격거리에 대한 정규화 효율을 사용하여 측정된 유도전압을 정규화한다.  
 →  $\rho=100[\Omega \cdot \text{m}]$ 에서의 정규화 효율은 아래의 표와 같이 산출된다.

$d[\text{m}]$	$d[\text{cm}]$	$\rho[\text{MKS}]$	$\sigma[\text{CGSemu}]$	k	[M]	[V]	$X$
1	100	100	1E-13	2.177E-05	0.001372	0.52	1.50
2	200	100	1E-13	2.177E-05	0.001235	0.47	1.35
3	300	100	1E-13	2.177E-05	0.001154	0.44	1.26
4	400	100	1E-13	2.177E-05	0.001097	0.41	1.20
5	500	100	1E-13	2.177E-05	0.001053	0.40	1.15
6	600	100	1E-13	2.177E-05	0.001017	0.38	1.11
7	700	100	1E-13	2.177E-05	0.000987	0.37	1.08
8	800	100	1E-13	2.177E-05	0.000961	0.36	1.05
9	900	100	1E-13	2.177E-05	0.000937	0.35	1.02
10	1000	100	1E-13	2.177E-05	0.000917	0.35	1.00
11	1100	100	1E-13	2.177E-05	0.000898	0.34	0.98
12	1200	100	1E-13	2.177E-05	0.000881	0.33	0.96
13	1300	100	1E-13	2.177E-05	0.000865	0.33	0.94
14	1400	100	1E-13	2.177E-05	0.000851	0.32	0.93
15	1500	100	1E-13	2.177E-05	0.000837	0.32	0.91
16	1600	100	1E-13	2.177E-05	0.000824	0.31	0.90
17	1700	100	1E-13	2.177E-05	0.000812	0.31	0.89
18	1800	100	1E-13	2.177E-05	0.000801	0.30	0.87
19	1900	100	1E-13	2.177E-05	0.000791	0.30	0.86
20	2000	100	1E-13	2.177E-05	0.000781	0.29	0.85
21	2100	100	1E-13	2.177E-05	0.000771	0.29	0.84
22	2200	100	1E-13	2.177E-05	0.000762	0.29	0.83
23	2300	100	1E-13	2.177E-05	0.000753	0.28	0.82
24	2400	100	1E-13	2.177E-05	0.000745	0.28	0.81
25	2500	100	1E-13	2.177E-05	0.000737	0.28	0.80
26	2600	100	1E-13	2.177E-05	0.000729	0.27	0.80
27	2700	100	1E-13	2.177E-05	0.000722	0.27	0.79
28	2800	100	1E-13	2.177E-05	0.000715	0.27	0.78
29	2900	100	1E-13	2.177E-05	0.000708	0.27	0.77
30	3000	100	1E-13	2.177E-05	0.000701	0.26	0.77
						평균치	0.96

### ✓ 대지저항률별 적용

→ 상호인덕턴스의 계산식에서 대지저항률이 'kd' factor의 로그함수에 내포되어 있기 때문에 계산상 이격거리만의 독립적인 값으로 산출되지 않기 때문에 각 대지저항률별로 다른 정규화 효율이 나오게 된다. 따라서 당해 측정 개소에 해당하는 대지저항률 환경에서의 이격거리에 대한 정규화로써 계산하여 적용. 그와 같은 차이를 예를 들어 몇 개의 다른 대지저항률에 대하여 나타내면 그림과 같다.

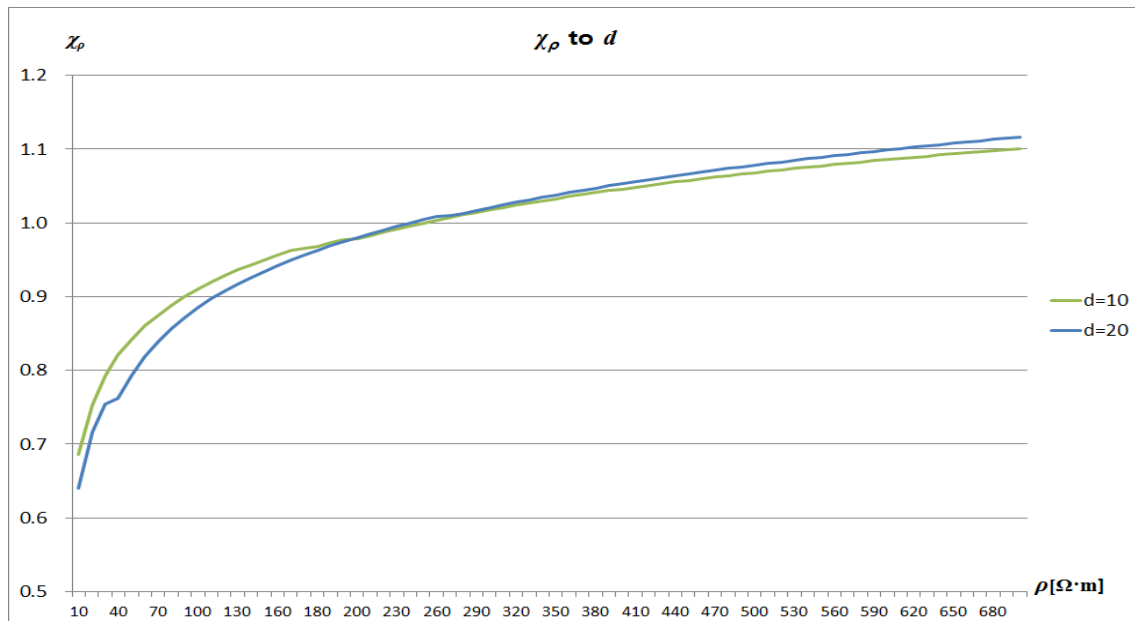


– 대지저항률( $\rho$ ) :

- 적용 방식의 원리에 있어서 이격거리와 *vice versa*이다.
- 대지저항률의 평균 기점은 평균값에 근접된  $250\Omega \cdot m$
- k factor와의 마찬가지로 산출 관계에 의해서 이격거리별로 효율을 산정
- 이격거리 10m에서  $\rho=250\Omega \cdot m$ 중심의 대지저항률 분포에 대한 정규화 효율 표는 아래와 같다.

$\rho$ [MKS]	$\sigma$ [CGS emu]	$d$ [m]	$k$	$ M $	$ V $	$\chi$
10	1.00E-12	10	6.88E-05	0.000691	0.261	0.686
20	5.00E-13	10	4.87E-05	0.000759	0.286	0.754
30	3.33E-13	10	3.97E-05	0.000798	0.301	0.793
40	2.50E-13	10	3.44E-05	0.000827	0.312	0.821
50	2.00E-13	10	3.08E-05	0.000849	0.320	0.843
60	1.67E-13	10	2.81E-05	0.000866	0.327	0.860
70	1.43E-13	10	2.60E-05	0.000882	0.332	0.875
80	1.25E-13	10	2.43E-05	0.000895	0.337	0.889
90	1.11E-13	10	2.29E-05	0.000906	0.342	0.900
100	1.00E-13	10	2.18E-05	0.000917	0.346	0.910
110	9.09E-14	10	2.08E-05	0.000926	0.349	0.920
120	8.33E-14	10	1.99E-05	0.000935	0.352	0.928
130	7.69E-14	10	1.91E-05	0.000942	0.355	0.936
140	7.14E-14	10	1.84E-05	0.000950	0.358	0.943
150	6.67E-14	10	1.78E-05	0.000957	0.361	0.950
160	6.25E-14	10	1.72E-05	0.000963	0.363	0.956
170	5.88E-14	10	1.67E-05	0.000969	0.365	0.962
175	5.71E-14	10	1.65E-05	0.000972	0.366	0.965
180	5.56E-14	10	1.62E-05	0.000975	0.367	0.968
190	5.26E-14	10	1.58E-05	0.000980	0.369	0.973
198	5.05E-14	10	1.55E-05	0.000984	0.371	0.977
200	5.00E-14	10	1.54E-05	0.000985	0.371	0.978
210	4.76E-14	10	1.50E-05	0.000990	0.373	0.983
220	4.55E-14	10	1.47E-05	0.000994	0.375	0.987
230	4.35E-14	10	1.44E-05	0.000999	0.377	0.992
240	4.17E-14	10	1.40E-05	0.001003	0.378	0.996
250	4.00E-14	10	1.38E-05	0.001007	0.380	1.000
260	3.85E-14	10	1.35E-05	0.001011	0.381	1.004
270	3.70E-14	10	1.32E-05	0.001015	0.382	1.008
280	3.57E-14	10	1.30E-05	0.001018	0.384	1.011
290	3.45E-14	10	1.28E-05	0.001022	0.385	1.015
300	3.33E-14	10	1.26E-05	0.001025	0.386	1.018
310	3.23E-14	10	1.24E-05	0.001028	0.388	1.021
320	3.13E-14	10	1.22E-05	0.001031	0.389	1.024
330	3.03E-14	10	1.20E-05	0.001034	0.390	1.027
340	2.94E-14	10	1.18E-05	0.001037	0.391	1.030
350	2.86E-14	10	1.16E-05	0.001040	0.392	1.033
360	2.78E-14	10	1.15E-05	0.001043	0.393	1.036
370	2.70E-14	10	1.13E-05	0.001046	0.394	1.038
380	2.63E-14	10	1.12E-05	0.001048	0.395	1.041
390	2.56E-14	10	1.10E-05	0.001051	0.396	1.044
400	2.50E-14	10	1.09E-05	0.001053	0.397	1.046
410	2.44E-14	10	1.07E-05	0.001056	0.398	1.049
420	2.38E-14	10	1.06E-05	0.001058	0.399	1.051
430	2.33E-14	10	1.05E-05	0.001060	0.400	1.053
440	2.27E-14	10	1.04E-05	0.001063	0.401	1.055
450	2.22E-14	10	1.03E-05	0.001065	0.401	1.058
460	2.17E-14	10	1.01E-05	0.001067	0.402	1.060
470	2.13E-14	10	1.00E-05	0.001069	0.403	1.062
480	2.08E-14	10	9.93E-06	0.001071	0.404	1.064
490	2.04E-14	10	9.83E-06	0.001073	0.405	1.066
500	2.00E-14	10	9.73E-06	0.001075	0.405	1.068
510	1.96E-14	10	9.64E-06	0.001077	0.406	1.070
520	1.92E-14	10	9.54E-06	0.001079	0.407	1.072
530	1.89E-14	10	9.45E-06	0.001081	0.408	1.074
540	1.85E-14	10	9.37E-06	0.001083	0.408	1.076
550	1.82E-14	10	9.28E-06	0.001085	0.409	1.077
560	1.79E-14	10	9.20E-06	0.001087	0.410	1.079
570	1.75E-14	10	9.12E-06	0.001088	0.410	1.081
580	1.72E-14	10	9.04E-06	0.001090	0.411	1.083
590	1.69E-14	10	8.96E-06	0.001092	0.412	1.084
600	1.67E-14	10	8.89E-06	0.001093	0.412	1.086
610	1.64E-14	10	8.81E-06	0.001095	0.413	1.087
620	1.61E-14	10	8.74E-06	0.001097	0.413	1.089
630	1.59E-14	10	8.67E-06	0.001098	0.414	1.091
640	1.56E-14	10	8.60E-06	0.001100	0.415	1.092
650	1.54E-14	10	8.54E-06	0.001101	0.415	1.094
660	1.52E-14	10	8.47E-06	0.001103	0.416	1.095
670	1.49E-14	10	8.41E-06	0.001104	0.416	1.097
680	1.47E-14	10	8.35E-06	0.001106	0.417	1.098
690	1.45E-14	10	8.29E-06	0.001107	0.417	1.100





#### - 차폐계수 정규화

##### · 고가 차폐효과 :

- ✓ 전체 개소 분포에 있어서는 고가가 없는 구간이 더 많다.
  - 경부고속철 광명으로부터 신동까지 전용 가속 구간이 대부분 교량 구간인데 이중 측정된 개소수로는 전체 60개소에 대하여 14개소로 23% 정도이다.
- ✓ 고가효과가 없는 것으로 정규화하기 위해서는 주어진 개소 대지저항 분류에 맞는 계수치로 실측전압을 나누어 주면 된다.
- ✓ 고가 적용 계수 현황은 아래의 표와 같다.

##### · 궤도효과 :

- ✓ 선로 궤도는 상/하행 복선이 주류이다. 따라서 복선을 기준으로 주변의 선로량에 따라 차폐를 줄 수 있는 궤도분류를 이룬다.
  - 주로 역사 접근 선로상에는 복복선 주변 궤도의 효과로 보게되며, 기유도 당해 선로까지 포함하여 복복선이면 주변 궤도는 복선으로서의 궤도효과의 의미를 갖는다.
  - 광주 노선에는 단선 궤도가 있어서 이에 대하여는 역으로 주변에 복선 기준으로 놓고 볼 때, 다른 단선이 있는 것으로 정규화를 해주어야 한다.
- ✓ 즉 복선 초과 선로에 있어서는 그 효과가 없도록 전압을 높여 주어

야 하고, 단선만의 궤도에 대하여는 다른 단선이 있는 복선궤도가 되도록 전압을 낮추어 주어야 한다.

✓ 궤도 적용 계수 현황은 아래의 표와 같다.

→ 단선 궤도인 경우의 정규화 요율 적용은 다른 단선이 있는 것으로 전압을 낮추어 주어야 하기 때문에 당해 계수(0.097)의 역수를 취한 값을 사용한다.

✓ 궤도효과 적용에 있어서는 통신선과의 배치 관계에서 포설 측정에 의한 것은 케이블을 궤도 외곽 측근에 배치하므로 유도원과 피유도간에 위치된 구성의 값을 적용

No.	지역구 분	노선구분	개소명	개소 약호	궤도효과	
					적용	계수
1	도시	호남선	광주운남	운남	단선	1.03
2	도시	호남선	광주우산	우산	단선	1.03
3	도시	경부선	서울도림	도림	복복	0.92
4	도시	경부선	서울구로	구로	복복	0.92
5	도시	경부선	서울남영	남영	복선	0.95
6	도시	경부선	서울노량	노량	복선	0.95
7	도시	경부선	서울대방	대방	복선	0.95
8	도시	경부선	서울가산	가산	복선	0.95
9	도시	경부선	서울독산	독산	복선	0.95
10	도시	경부선	서울시흥	시흥	복선	0.95
11	도시	경부선	대구역전	대구	복선	0.95
12	도시	경부선	부산화명	화명	복선	0.95
13	도시	경부선	부산화명2	화2	복선	0.95
14	도시	경부선	대전역전	대전	복선	0.95
15	도시	호남선	서대전역	서전	복선	0.95
16	도시	호남선	김제역전	김제	복선	0.95
17	도시	호남선	광주송정	송정	복선	0.95
18	시골	경부선	화성기지	화성	복선	0.95

#### - 기유도전류(I) 정규화의 한계성 분석

· 유도전압 산식의 마지막 파라미터인 기유도전류를 산술적으로 정규화 하여서는 모든 전압값이 동일해지기 때문에 적용의 의미가 없다.

· 예측계산값을 통한 기유도전류 정규화 프로세스

✓ 실측값의 기유도전류로써는 계산을 할 수 있으나 산술적 정량의 비례 관계이므로 어느 특정값으로 정규화를 시키면 계산상 모두 동일한 전압이 됨.

✓ 프로세스

→ 예측계산에 대하여도 실측에서의 정규화 과정을 통한 기유도전

류를 계산하는 원리와 마찬가지로이다.

→ 동일한 환경 조건에 의한 유도전압에 대한 기유도전류이어야 하므로 예측 계산된 전압값들에 대하여도 다른 파라미터들에 대하여 모두 정규화한 다음 기유도전류를 계산한다.

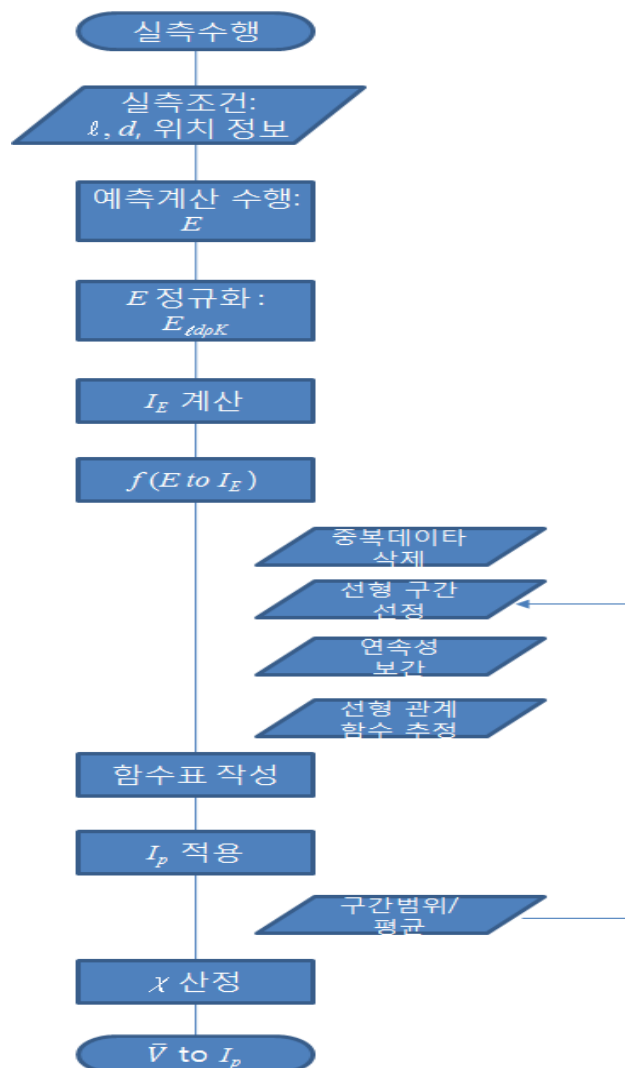
$$\overline{I_E} = \frac{\overline{E}}{j\omega M \ell K}$$

$\overline{I_E}$  : 예측계산상의 기유도전류[A]

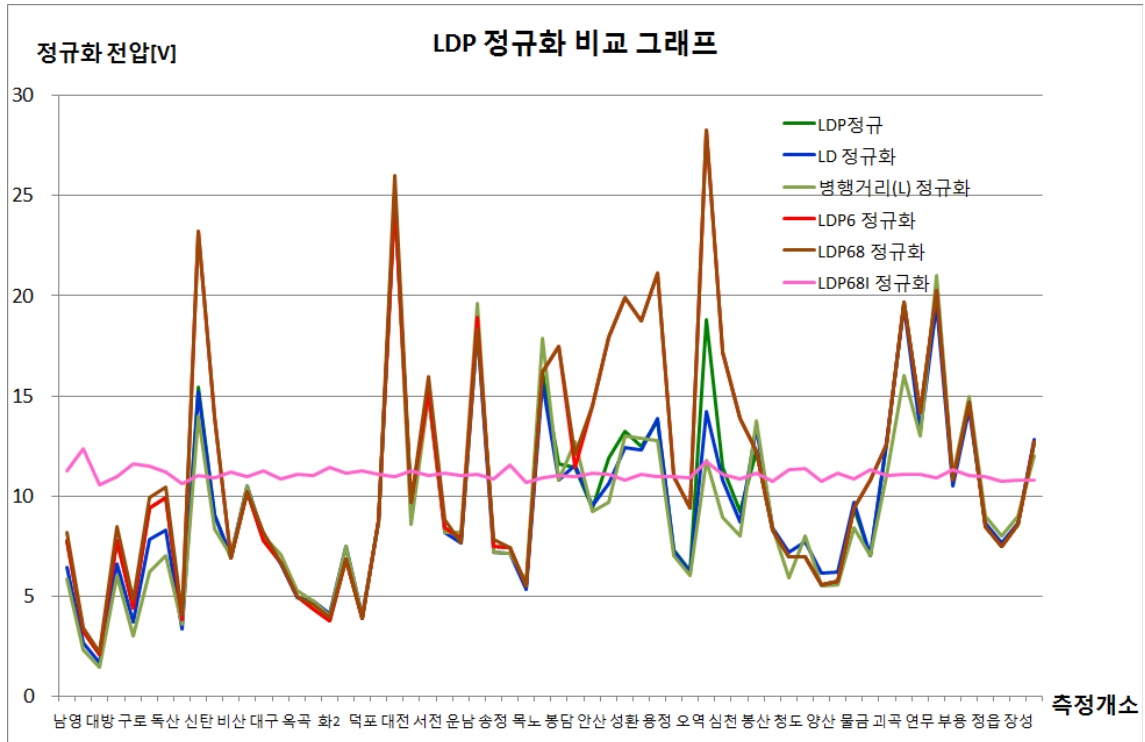
$\overline{E}$  : 예측계산된 유도전압[V]

✓ **예측계산**의 수행에 의한 기유도전류 함수 관계 정량 요율 산정의 적용 결과

→ 예측계산값과 정량산정 목록



## ■ 정규화 결과 비교



## 제3절 통계분석

### 1. 통계분석기법

#### □ 기술통계학 (Descriptive statistics)

- Statistics is about DATA.
- 모집단의 관심 특성(characteristic)에 대한 기술 도구관련 통계
- Exploratory Data Analysis: Tukey의 탐색적 분석 도구, Data Mining

#### □ 추론 통계학 (Inferential statistics)

- Statistics is a guide to the unknown.
- 표본 데이터로부터 얻은 정보를 활용하여 모집단에 대한 추정과 가설검정을 하는데 관련된 통계학
- Confirmatory Data Analysis

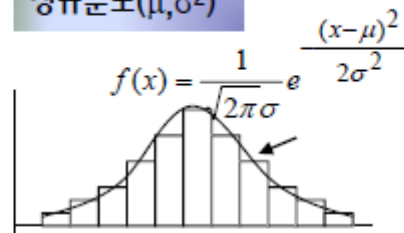
#### □ 확증적 분석 Confirmatory Data Analysis

□ 과학철학자 Popper(1955): “이론은 직관에 의해서만 얻어질 수 있다”

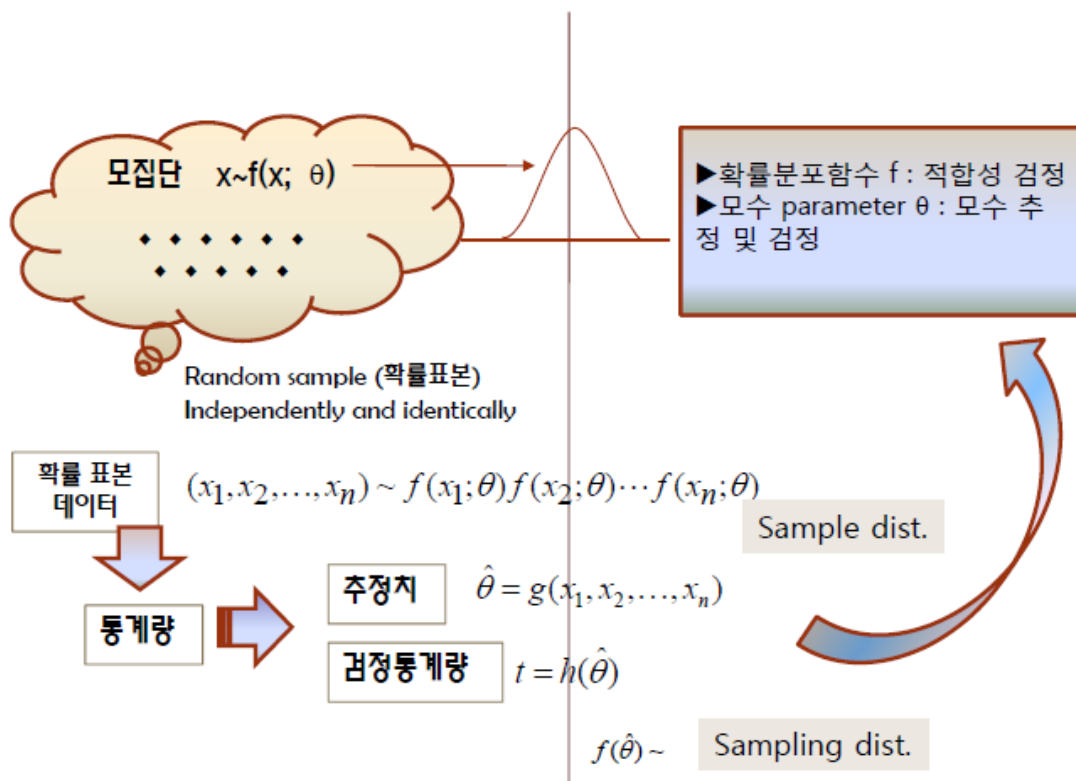
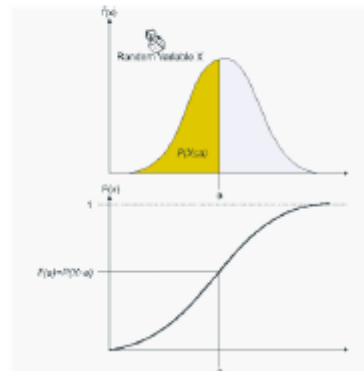
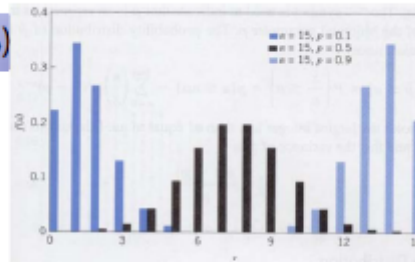
□ 연역적 (deduction) 연구방법

- 1) 통계적 가설(statistical hypothesis), 모형을 설정하고
  - 2) 적절한 데이터 수집하여
  - 3)가설 혹은 모형의 유의성(significance)을 검정
- ☐ 탐색적 데이터 분석 Exploratory Data Analysis
  - ☐ 사회학자 Merton(1967): “경험적 연구는 단순히 이론을 검정하기 위한 수동적 역할만 하는 것이 아니라 이론을 이끌어가기도 하고 수정 또는 재구성하기도 한다.”
  - ☐ 귀납적 (induction) 연구방법
    - 1) 수집된 데이터를 숫자 요약, 그래프로 표현하고
    - 2) 데이터에 내재된 정보나 이론을 도출
    - 3) 이론이나 모형은 CDA 방법에 의해 검정
  - ☐ 확률실험 random experiment
    - 표본공간 sample space
    - $S=\{w_1, w_2, \dots\}$
  - ☐ 확률변수 Random Variable
  - ☐  $X(w)=x$
  - ☐ 확률밀도함수 가짐
  - ☐ Continuous 연속형 vs. Discrete 이산형
  - ☐ 확률분포함수 (Probability Density Function)  $f(x)$
  - ☐ 확률변수가 가질 수 있는 값에 확률을 대응시킨 함수, 그래프 혹은 상대 빈도표
  - ☐ 누적분포함수 (Cumulative Probability Density Function)  $F(x)$
  - ☐ 임의의 값  $x$ 까지의 확률누적
  - ☐  $F(x)=P(X \leq x)$
  - ☐ Population and PDF Parameter

### 정규분포( $\mu, \sigma^2$ )



### 이항분포( $n, p$ )

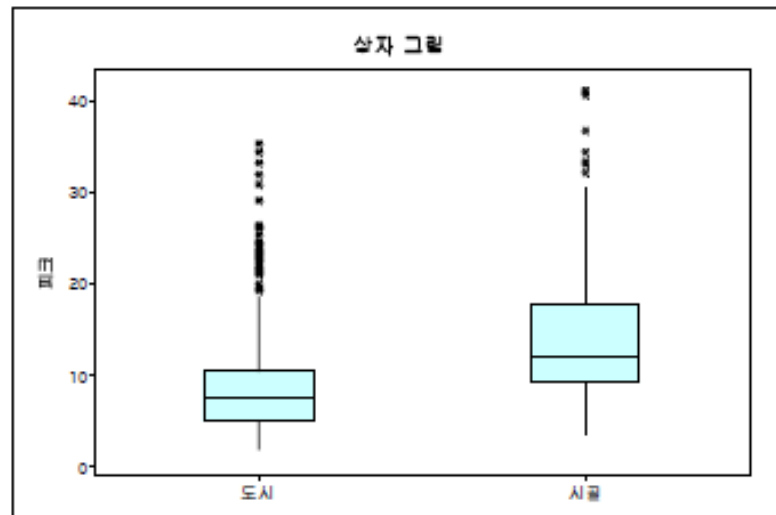


## 2. 통계처리 절차와 수행 내역

데이터 (Peak 개별 데이터) n=794 (도시 429, 시골 365)

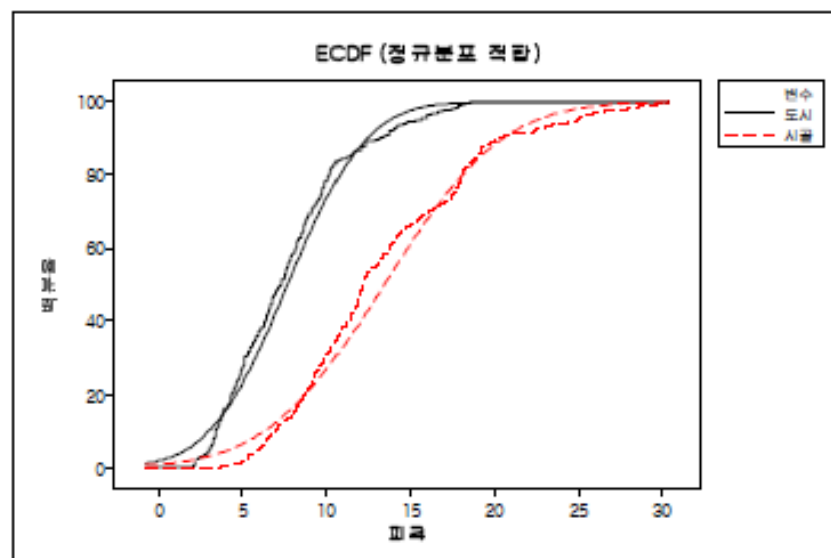
---

### 나무상자 그림



도시 19 이상, 시골 32 이상 피크 데이터는 이상치(outlier)로 판단하여 제외하였음.

### 누적분포함수 (정규분포 적합)



## 정규분포화

도시, 시골 피크평균 데이터는 우로 치우친 경향을 보이므로 도시의 경우는 우로 치우친 정도가 시골에 비해 심하지 않아 자연대수 변환 대신 SQRT 변환을 사용하였다.

## 대표치 (평균)

도시: 6.84 (표준편차=1.636)

시골: 12.86 (표준편차=1.548)

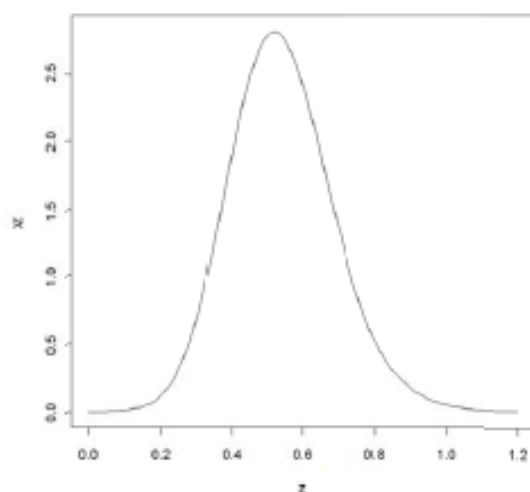
## 범위 Range

도시: 2.0 ~ 18.5

시골: 3.7 ~ 30.4

## 대표치 비율에 대한 신뢰구간 계산

(시골)/(도시) 비율에 대한 95% 신뢰구간 (0.275, 0.847)



(비율 확률분포함수)



#### 제4절 잡음전압의 적용 영향 분석

측정된 잡음전압 데이터를 도시개소와 시골개소로 나눠서 분석한 결과

도시개소의 평균 잡음전압은 1.069

시골개소의 평균 잡음전압은 0.434 [단위: mV]

의 데이터를 얻을 수 있었다. 결과에서 알 수 있듯이 도시에서의 잡음전압이 시골에서의 잡음전압 수치보다 2.5배 가량 높은 것을 알 수 있다.

지역구분	개소명	잡음전압(mV)	지역구분	개소명	잡음전압(mV)
도 시	서울노량	1.499	시 골	김제부용	0.061
	서울대방	0.801		김제역후	0.415
	서울구로	1.712		정읍역후	0.117
	서울도림	0.769		정읍천원	0.135
	서울가산	3.226		김제부용2	0.042
	서울독산	0.065		광주임곡	0.610
	김제역전	0.036		장성역전	0.198
	김천시내	0.106		장성임곡	1.507
	부산화명	1.155		김천교외	0.822
	대구역전	0.116		평균	0.434
	목포노출	1.036			
	광주역전	2.306			
	평균	1.069			



## 제 5 장 결 론



## 제 5 장 결 론

「전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙」과 ‘전파연구소고시 제2007-102호 (전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준)’에 의한 전력유도 대책을 시행함에 있어서 유도전압의 경감 효과들을 반영하고 있다. 차폐의 원리에 따라 유도원 시설측과 피유도원 시설측의 인위적 차폐 선조들에 대한 차폐계수가 사용된다. 그리고 다른 시설 구조물류나 선조류로서 고가차폐효과와 터널효과, 궤도효과가 적용되고 있다.

도시에는 전력유도에 대하여 차폐를 줄 것으로 예상되는 많은 건물과 골조 시설류들과 가스관이나 수도관등의 지중 매설 강관이 집중되어 있다. 이러한 것들의 개별적인 차폐계수는 전세계적으로 연구되어 적용된 바는 없고 도시의 집합적 구성의 특성상 분포적 의미의 환경 차폐 효과를 ITU에서 범위로 제시하고 있다. 이것의 근간은 독일의 5년여간 측정한 경험치의 제공에 의하여 반영된 것으로 조사된 바 있다.

이러한 도시차폐효과의 실증적 차원의 규명과 그 실재성에 따른 적용 계수 범위 산정을 위하여 본 연구가 2008년부터 2010까지 3개년도 진행되었다. 도시차폐효과의 거시적 분포 분석을 위한 방법으로는 ‘직접 측정 방식’, ‘직접 산출 방식’, ‘실측 기반 비교 방식’, ‘오차율 비교방식’의 네가지가 있는데 본 연구에서는 현장에서의 유도전압을 실증적으로 체감 연구한다는 장점에서 「실측 기반 비교방식」에 의하여 수행하였다.

‘실측기반비교방식’에 의하여서는 직접 현장의 유도전압을 취득하는 장점이 있지만 유도 환경을 동일화시켜주기 위한 정규화 과정을 실행 주어야 하는 번거로움이 있다. 유도전압의 측정은 고속전철 측근에 기본적으로 1km 통신케이블을 포설하여 이루어졌는데 정규화 요소로서는 병행거리, 이격거리, 대지저항률, 차폐효과(고가효과, 궤도효과), 끝으로 기유도전류를 보고 있다. 기유도전류를 제외한 정규화 요소들에 대하여는 기지의 파라미터와 수식을 위한 정량 분석을 통하여 정규화가 가능하다. 그러나 기유도전류에 대하여는 산술적인 정규화가 불가능하고 그 이면의 부하전류와 그 영향 변수, 그리고 다도체계산법에 의한 ‘Amp·km’ 내부의 유도 발생 메커니즘 분석에 의한 정량성 추출등의 과업 부담이 있기 때문에 금번 연구 범위에서는 완성되지 못하였다. 이에 대하여는 별도의 독립적 연구 수행이 필요한 것으로 사료된다.

이상의 정규화 과정을 통한 유도전압 측정 데이터들에 대하여 시골과 도

시 지역으로 나누어 통계분석을 수행하면 95% 신뢰도 구간 범위상에서 도시 전압에 대한 시골전압의 상대적 우위에 의한 계수치 범위는 대략 0.275에서 0.847로 분포되는 것으로 결과되었다. 이러한 결과는 고속전철 시설에 의한 상시유도중전압에 대한 유도대책시에 참고할 수 있을 것으로 사료된다.

또한, 본 연구에 의한 통계분석상의 계수 범위는 거시적 분포로서의 의미이며 당해 현장에서 실제로 차폐를 줄 수 있는 실체에 의한 영향에 관하여는 별도의 조사 분석이 소요될 수 있다. 아직 반영되지 않는 그러한 차폐 실체 요소들에 대하여는 독립적인 계수 적용 연구가 필요하다.

## 부록 도시지역 구분정의 방법론





## 부록 도시지역 구분정의 방법론

### ■ 지역 구분

- 도시와 시골로 구분함.
  - 세분 구분 요소는 두지 않음.

### ■ 정의 기술

- 「도시」라 함은 행정 구획상 ‘시’ 경계내의 지역을 말한다. 단, 당해 유도대책 구간 설정 범위내<sup>1)</sup>에서 ‘건물밀집도’가 30% 이하인 경우는 시골로 간주한다.

### ■ 규격 설정 기술근거

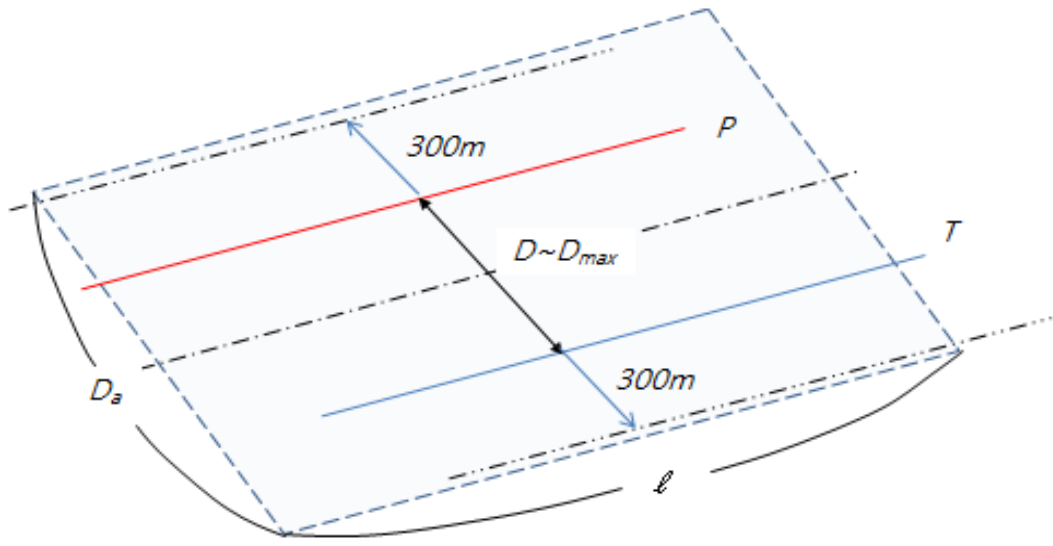
- 유도원 시설별 검토 규격 범위

유도원 시설		이격거리( $D_{max}$ )	병행거리	비고
전력 시설	가공송전선	5km	500m	
	특고압배전선	100m	500m	가공지선이 설치되어 있는 경우 병행거리는 1km 이상
	지중 송·배전선	50m	5km	
전철 시설	고속전철	1km	500m	고속전철외 500m 이내 이격거리
기타	발전소/변전소 접지체	500m		배제 시설

- 차폐도체 시설물
  - 타케도효과

1) 전파연구소고시 제2007-102호(전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준)의 제3조(전력유도 검토대상시설)에서 정하고 있는 유도원 시설별 규격 범위를 근간으로 함.





(그림1) 지역 구분 평가 설정 범위 평면

- $D_a$  : 도시성 평가 설정 반경[m]

$$D_a = V_d(D \sim D_{\max}) + 600 \quad [\text{m}] \quad (1)$$

- 건물밀집도 평가 대상 범위( $A_B$ ) :

$$A_B = D_a \times \ell \quad [\text{m}^2] \quad (2)$$

## ■ 건물밀집도 평가 방안

- 건물밀집도의 기본 정의

$$M_u = S_B / A_B$$

$M_u$  : 건물밀집도

$A_B$  : 도시 평가 대상 부지 면적[m<sup>2</sup>]

$S_B$  : 건물의 토지 점유 면적[m<sup>2</sup>]

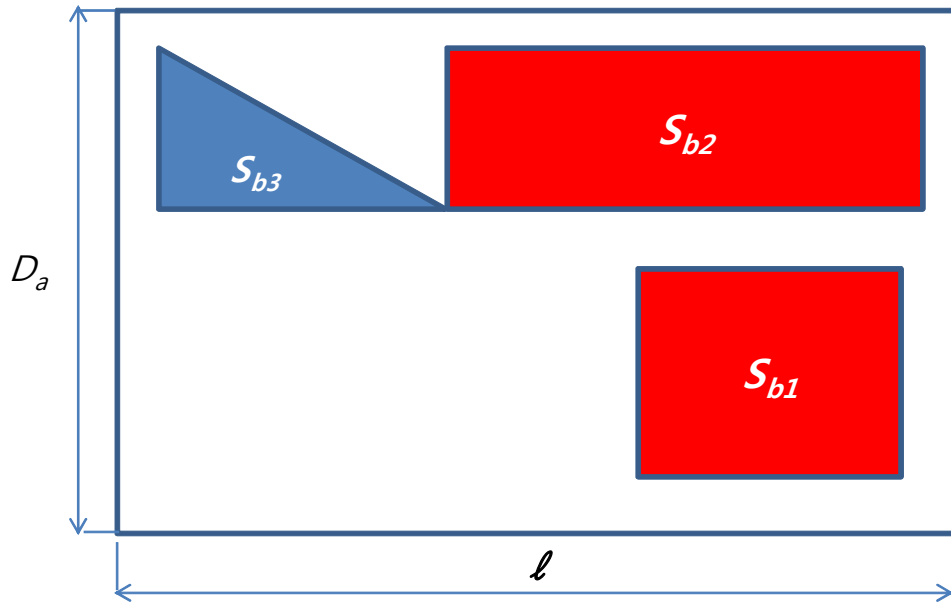
$$S_B = \sum S_{bi} = S_{b1} + S_{b2} + \dots$$

- 평가 기본 지침

- 행정적 원안 방식을 원칙으로 할 수 있으나 이는 조사의 복잡성과 난이성이 있으므로 간략화된 방식을 도안

- 위성 평면을 이용한 가름 방식

- 기본 평면 구성의 예 :



$$D_a l \rightarrow A_B$$

$$\text{건물점유면적} : S_B = S_{b1} + S_{b2} + S_{b3}$$

$$\text{건물밀집도} : M_u = \frac{S_B}{A_B} [\%]$$

- 위성 사진을 이용한 계산 시나리오(실예) :

· 대상 부지 평면 : 신탄진 실측 500m 병행 구간

$$\begin{aligned} \cdot D_a &= V_d(D \sim D_{\max}) + 600 \\ &= 10 + 600 \\ &= 610 \text{ m} \end{aligned}$$

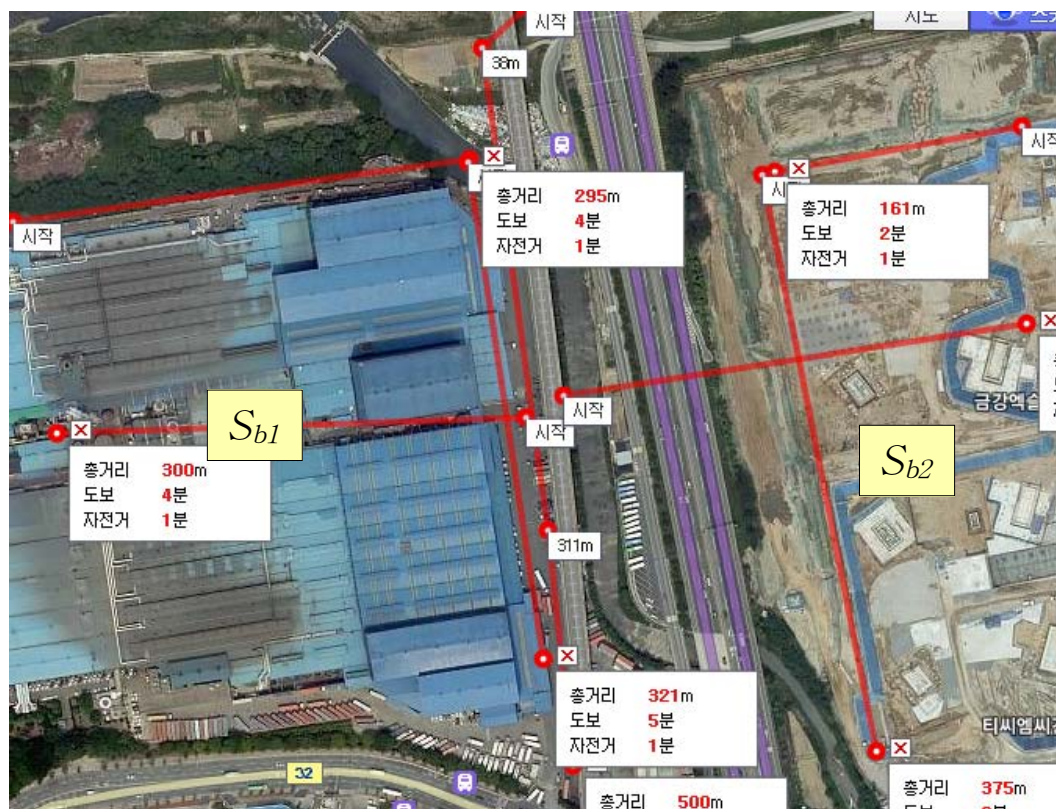
$$\begin{aligned} \cdot A_B &= D_a l = 610 \times 500 \\ &= 305,000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cdot S_B &= S_{b1} + S_{b2} \\ &= 295 \times 321 + 150 \times 375 \\ &= 150,945 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\cdot M_u = \frac{S_B}{A_B} = \frac{150,945}{305,000} \doteq 0.495 \approx 50\%$$



· 계산 평면의 구성 분할 :





- 계산 적용 예(2) : 경산시 옥곡 측정 개소 규격 분석



$$\begin{aligned}
 \cdot D_a &= V_d(D \sim D_{\max}) + 600 \\
 &= 15 + 600 \\
 &= 615 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \cdot A_B &= D_a \ell = 615 \times 1000 \\
 &= 615,000 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\cdot S_B &= S_{b1} + S_{b2} \\
&= 92 \times 462 + 564 \times 169 \times \frac{1}{2} \\
&= 90,162 m^2 \\
\cdot M_u &= \frac{S_B}{A_B} = \frac{90,162}{615,000} \doteq 0.147 \approx 15\% < 30\% \\
&\rightarrow \text{시골 환경 전환/도시로서 볼 수 없음.}
\end{aligned}$$





---

## 도시시설물이 전력유도에 미치는 영향 연구

---



140-848 서울시 용산구 원효로 군자감길 46

발 행 일 : 2010. 11

발 행 인 : 임 차 식

발 행 처 : 방송통신위원회 전파연구소

전 화 : 02) 710-6664

인 쇄 : 홍길동인쇄소

Tel. 02) 123-1234

---

ISBN : 978-89-93720-53-2 92560 < 비 매 품 >

### 주 의

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