

고속 전철구간에서의 전력유도 환경 영향 분석

論 文

9-1-4

Environmental Effect Analysis of Electromagnetic Induction
in Express Electric Railway이 상 무*, 최 문 환*, 조 평 동*,
Sang Mu Lee, Mun Hwan Choi, Pyung Dong Cho

Abstract

The Electromagnetic Interference could occur due to power line on the telecommunication service. The Countermeasure is practised by legal law. Various affecting factors are described in the law. In this paper, an effect by pipeline especially in the ground, power feeding plant, and curved railway sector is analyzed as environmental factors which are not included in the law. By the practical measurement, it appears that the measured voltages on the spots with underground pipeline are grouped into lower voltage level, induced voltage tends to be high near power feeding plant, and also in the curved railway line. These analytical results can be meaningfully considered in the application of countermeasure.

Keywords : electromagnetic field, induced voltage, pipeline, power feeding plant, curved railway

I. 서 론

전력선으로부터 발생하는 전자계 커플링은 주변의 통신선에 영향을 주어 서비스에 장애를 유발할 수 있다. 따라서 이에 대한 대책이 법적 규정으로 되어 있다[1]. 이 규정에서는 유도전압 제한치를 두고 있으므로 유도 대책의 수행 여부는 제한치를 초과하는 지 계산하여 수행할 수 있다. 계산 방법은 전과연구소고시 제2007-102호(전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준, 이하 '고시')에 제시되어 있다[2].

유도는 전력선과 통신선의 상호인덕턴스에 의한 커플링에 의해 이루어진다. 유도의 영향력에 대한 조정은 유도원과 피유도원, 그리고 이들의 전자계에 의한 결속 관계인 커플링에 대하여 취해질 수 있다[3]. 전반적인 조정 시설류들을 고시에서 다루

고 있고 그 파라미터 수치가 부여되어 있다.

본 논문에서는 고시에서 부여되어 있지 않은 몇 가지 거시적 환경 요소의 영향력에 대하여 실증적 차원에서 분석하였다. 본 논문에서 다루는 요소는 유도 차폐 환경의 근간을 이룰 수 있는 수도관, 가스관 등 특히 매설된 강관류에 의한 영향력을 고속 전철에 대한 실측 데이터를 통하여 알아본다. 또한, 급전소에 의한 영향력을 관측할 수 있으며, 철도 시설의 커브 궤도에서 나타나는 현상을 짚어본다.

II. 유도 측정 현장

유도전압의 데이터 수합을 위하여 그림 1의 지도 상에 나타난 바와 같이 호남선 구간 13개소를 선정하여 고속전철 경과 시의 유도전압을 측정하였다. 유도전압 측정 현장 상황의 예는 그림 2와 같다. 그림 2에는 본 논문에서 다루 주요 영향 변수인 매설 관 표시와 급전소가 나타나 있다.

접수일자 : 2010년 2월 19일

최종완료 : 2010년 3월 26일

*한국전자통신연구원

교신저자, E-mail : sangmu@etri.re.kr

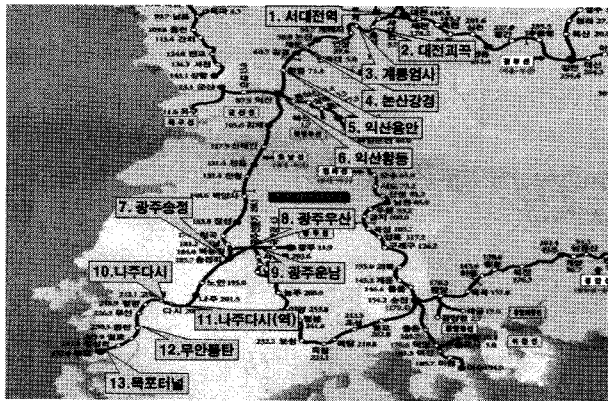


그림 1. 호남선 13개소 유도전압 측정 지역
Fig. 1. 13 Measurement places of Honam-Line

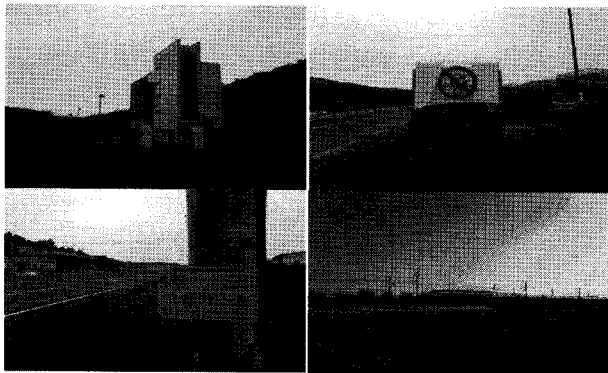


그림 2. 측정 현장 정황(사진)
Fig. 2. Photographed measurement site with affecting elements

III. 유도전압 측정 방식

유도전압 측정의 기본 구성은 그림 3과 같다. 이것은 고시 중인 표준시험방법에 의한 것이다 [4]. 측정 케이블의 포설은 고속전철 선로 바로 최 인접 가능 이격거리상에 병행거리는 1km를 10회 선의 케이블을 포설하고 유도전압측정기에 대지 귀로를 통한 폐회로가 구성되도록 연결하여 고속 전철 경과 시에 전압을 연속적으로 측정하여 자동 레코딩한다.

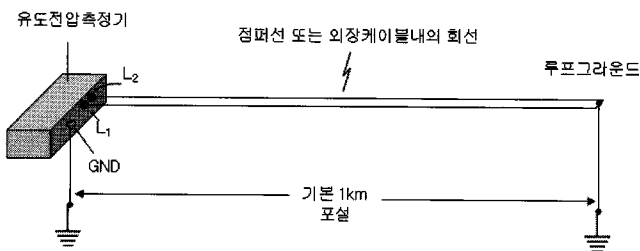


그림 3. 유도 측정 회로의 구성
Fig. 3. The circuit composition of induction measurement

표 1. 호남선 측정 13개소 유도전압 목록
Table 1. The induced voltage list of Honam-Line measurements

No	개소명	유도 전압 (V)	측정점 측정 결과 (V)									
			1	2	3	4	5	6	7			
1	서대전역	11.2		11.8	11.6	11.5	10.5	10.4				
2	대전괴곡	13.7		14.0	13.6	13.5						
3	계룡읍사	18.2	19.7	18.3	16.7							
4	논산강경	14.5	15.0	14.5	14.0							
5	익산용안	20.7			23.2	21.0	19.9	19.7	19.6			
6	익산황등	13.7		14.1	13.7	13.6	13.4					
7	광주송정	8.1	8.4	8.0	7.8							
8	광주우산	19.2		19.8	19.2	19.2	19.0	18.8				
9	광주운남	9.4	9.8	9.4	9.3	9.1						
10	다시역옆	11.6		12.0	11.6	11.3	11.3					
11	나주다시	5.4	5.7	5.5	5.4	5.0						
11-1	나주가스	2.7		2.7	2.7	2.7	2.7	2.6				
12	무안몽탄	10.5	11.5	10.1	10.0							
13	목포터널	16.0			16.3	16.2	15.8	15.7				

IV. 유도전압 분포 분석

전체적으로 측정된 호남선 13개소의 유도전압 분포는 표 1 및 그림 4와 같다. 표 1에서 고속전철 시설에 있어서 실제로 나타나는 전압이 회차별로 측정되었고 유도에 있어서는 최고 값(Peak Value)에 관심이 있으므로 이 값들 중 주로 주 편차가 큰 전압을 제외한 최고 값의 평균을 당해 개소에서 대표 값으로서 정리한 것이다.

나주 다시에서의 측정에 있어서는 측정 전압의 특이 상황-저전압으로 인하여 두 차례 측정을 실시하였다. 목포시의 터널이 의미하는 것은 전철이 지상에 노출되어 있는 것이 아니고 도로 밑에 터널이 구축되어 있는 특징을 나타낸 것이다.

그림 4에 나타낸 바와 같이 광주 이북에서는

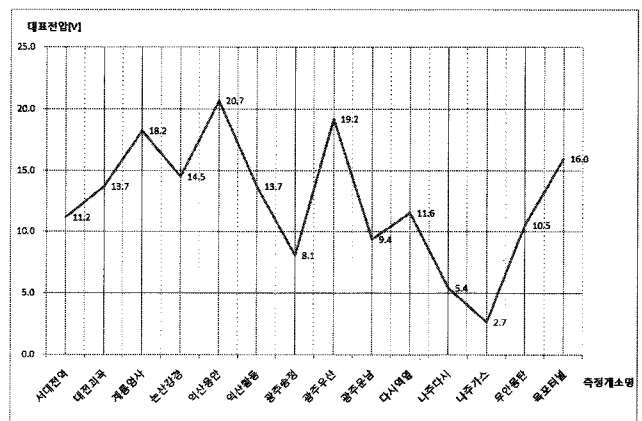


그림 4. 호남선 유도전압 분포
Fig. 4. The induced voltage level distribution of Honam-Line

표 2. 환경 영향 변수 분포 현황
Table 2. The distribution of environmental factors

No.	개소	급전소		매설관			구 거브
		유 무	거리 [km]	광역 상수관	일반 상수관	고압 스관	
1	서대전역	O	0.90		O		
2	대전괴곡						
3	계룡업사	O	3.00				O
4	논산강경	O	0.14				
5	익산용안	O	0.14				O
6	익산황등	O	0.15	O			
7	광주송정	O	1.12				
8	광주우산						O
9	광주운남				O		
10	나주다시	O	0.40	O		O	
11	다시역열	O	0.33				O
12	무안몽탄	O	1.90	O			
13	목포터널	O	0.27				

10V 이상의 높은 전압을 나타내고 있고 남부 지방에서는 평균적으로 그보다는 떨어지는 전압을 나타내고 있다. 크게는 익산 용안에서 20V를, 최저는 나주 지역 개소(나주가스: 가스관이 병행)에서 2.7V를 나타내었다. 전체 대표전압 평균은 12.5V이다.

V. 환경 변수에 관한 분류

본 논문에서 다루고자 하는 주된 요소인 지중 매설관의 분포, 급전소의 위치, 급커브길의 존재 여부에 관하여 현장 확인 및 관계 기관 방문에 의하여 조사된 바에 의하면 표 2와 같이 파악된다.

측정된 개소의 대부분에서 급전소를 인근에 두고 있다. 측정 위치로부터 급전소까지의 거리를 표기해 두었다. 급커브는 거의 90° 각도로 휘어지

표 3. 환경 영향 변수 분포 현황
Table 3. The distribution of environmental factors

No.	개소명	유형	분포 특성
1	서대전역	일반상수관	100m 인근 내외 주변 주철관류 분포
2	익산황등	광역상수관	광역상수관 도로 양면 병행
3	광주운남	일반상수관	1m 직경 주철 상수도관 통신선 7.5m 외치 병행
4	나주다시	광역상수관/ 고압가스관	- 광역상수관근접병행 - 도로 건너편 고압가스관 병행
5	다시역열	도시가스관	10m 측면 약 500m 도시가스관 병행
6	무안몽탄	광역상수관	약 8m 이격 광역상수관 병행

는 구간을 측정 위치에 두고 있는 경우이다. 특히 매설관의 구체적 분포 특성에 관하여는 아래의 표 3에 별도로 기술하였다.

총 13개소 중 매설관류를 포함하고 있는 개소는 6개소로 약 50%에 달한다. 나주 다시의 건물 동일 장소이나 광역 상수관과 함께 도로 건너편으로 도시가스관이 공존 병행하고 있는 코스이다. 따라서 표 1에 '나주가스'로 구분되어 있는 것은 광역상수관측에서 측정한 것과 고압가스관 편에 포설하여 측정한 것을 구분하여 나타낸 것이다.

VI. 환경 영향 특성 분석

표 2에 의한 분류에 대하여 측정된 전압 데이터를 추가하여 전압의 순위에 따라 정렬하면 표 4와 같이 된다.

표 4. 환경 영향 특성에 의한 전압 분포
Table 4. Grouping by Buried Material about induced voltage

No.	개소	대표 전압	급전소	강관류	커브길
1	익산 용안	20.7	140m 후방 보조급전소		'만/지 급커브' 종양 측정
2	광주 우산	19.2			90도 회전 급커브
3	계룡 업사	18.2	3km 후방(계룡변전사업소)		연속적 원형 회전 급커브
4	목포 터널	16.0	270m 후방		완만한 '르'형
5	논산 강경	14.5	140m 후방 급전구분소		
6	대전 괴곡	13.7			
7	익산 황등	13.7	150m 후방 급전소	광역상수관 도로 양면 병행	
8	다시 역열	11.6	330m 후방 보조급전소	-10m 측면 약500m 도시가스관 병행 -평균250m 인근 광역상수관/고압가스관 사선 병행	
9	서대 전역	11.2	0.9km 후방	100m 인근 내외 주변 주철관류 분포	
10	무안 몽탄	10.5	1.9km 후방 보조급전소	약 8m 이격 광역상수관 병행	
11	광주 운남	9.4		1m 직경 주철 상수도관 통신선 7.5m 외치 병행	
12	광주 송정	8.1	1.12km		
13	나주 다시	4.1	400m 후방 보조급전소	-광역상수관근접병행 -도로 건너편 고압가스관병행	

※ 「나주다시」에서의 전압은 표 2-나주다시/가스 두 개 대표전압의 평균을 취한 것임.

표 4의 분포 그룹 특성을 살펴보면, 매설 강관류를 포함하고 있는 측정 개소에서 전압들이 모두 상대적으로 낮은 전압 대에 분포하고 있는 것으로 나타남이 주목할만한 점이다. 광주 송정은 송정역사를 끼고 측정한 특성이 있다. 이것으로부터 지중 매설물에 의하여 유도전압에 대한 차폐효과가 있을 것으로 추정된다. 특히 나주 다시는 5V 미만의 매우 낮은 최저 전압을 나타내고 있는데, 도로 양면으로 광역상수관과 고압가스관이 같이 광주로부터 몽탄까지 약 30km를 병행하고 있고 케이블을 포설한 위치도 매설관의 직상부에 즈음하고 있다. 또한, 전압이 급커브 길에서 매우 높은 값으로 나타나고 있다. 급전선의 영향 변수에 관하여는 변수들이 복합적으로 얽혀 있기 때문에 독립적 영향 조건들로 분리되도록 재 그룹핑하여 나타내면 표 5와 같다. 최장 3km 이격까지 급전소를 끼고 있는 개소는 10개소이다. 변수의 독립적 그룹핑을 위해 매설관 유무에 따라 분리하면 5개씩 나누어진다. 매설관의 영향 하에 있지 않은 5개소 중에 있어서는 2개소가 급커브의 영향 변수에 의한 고전압권이므로 순수하게 급전소만의 거리에 의한 변수로 판별하기에는 부족하고 매설관을 모두 같이 끼고 있는 1~5번까지 평가를 하여 보면 아래 그림 5의 그래프와 같다.

나주다시에서의 매설관 및 측정 환경 특성이 다른 지역과는 달리 더 낮은 전압으로 나타난 특이성을 고려하여 본다면 전체적인 추세에 있어서는 점선으로 표시한 것과 같이 급전소로의 거리가 가까워질수록 유도전압이 증가하는 현상이 있음을 알 수 있다. 여기서는 실측된 이격거리 범위에 있어서 2V 정도까지의 전압 차이가 나고 있다.

표 5. 변수 분리에 의한 급전소 데이터 그룹
Table 5. Power feeding plants Effects by variable groups

No.	개소	전압(V)	급전소		매설관	급커브
			유무	거리(km)		
1	익산황동	13.7	○	0.15	○	
2	다시역열	11.6	○	0.33	○	
3	나주다시	4.1	○	0.40	○	
4	서대전역	11.2	○	0.90	○	
5	무안몽탄	10.5	○	1.90	○	
6	논산강경	14.5	○	0.14		
7	익산용안	20.7	○	0.14		○
8	목포터널	16.0	○	0.27		
9	광주송정	8.1	○	1.12		
10	계룡읍사	18.2	○	3.00		○
11	광주운남	9.4			○	
12	대전괴곡	13.7				
13	광주우산	19.2				○

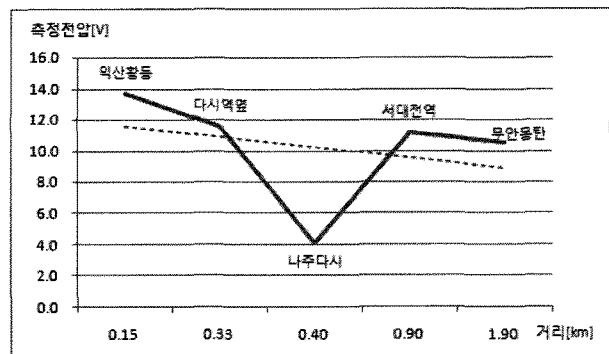


그림 5. 급전소 이격거리에 따른 변화 특성
Fig. 5. Characteristics away from Power-Feeding plant

VII. 결 론

전력선-본 논문에서는 고속전철의 급전선-에 의하여 근처 통신선에 미치는 유도 장애 현상과 관련 전파연구소고시 제2007-102호(전력유도전압의 구체적 산출방법에 관한 기술기준)에 제시되어 있지 못한 환경 영향 변수로서 특히 매설 강관류에 의한 것과 급전소에 의한 영향, 그리고 커브길에 의한 영향에 대하여 현장 실측 데이터 분석을 통하여 실증적으로 분석한 결과, 전반적으로 매설관류를 포함하고 있는 측정 개소들의 유도전압이 상대적으로 모두 낮은 전압 레벨로 그룹핑되었다. 또한, 급전소에 가까워질수록 유도전압이 증가하는 것으로 나타났다. 90°에 이르는 급커브 길에서 유도전압은 최고 레벨 범위에 분포하는 것으로 나타났다. 그러므로 유도 현장 대책을 수행함에 있어서 이러한 영향 변수들이 존재하는 경우, 그에 상응한 유도전압 특성을 감안하여 설계를 할 수 있겠다. 정량적인 유도전압 영향 평가에 관하여는 추가적인 현장 측정과 실험 데이터 취득/분석이 필요하다.

[참고 문헌]

- [1] 방송통신위원회, 전기통신설비의 기술기준에 관한 규정, 대통령령 제21098호, 2008.
- [2] 전파연구소, 전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준, 전파연구소고시 제2007-102호, 2007.
- [3] C. Christopoulos, 정연춘 외 역, 전자파 적합성의 원리와 기법, 진한엠엔비, p. 151, 2006.
- [4] 전파연구소, 전기통신설비의 기술기준에 관한 표준시험방법, 전파연구소고시 제2005-98호, 2005.

Biography



이 상 무

1989년 단국대학교 전자공학과 학사 졸업.
2000년 정보통신대학원대학교 (현KAIST-KCC)
정보공학과 석사 졸업.
2010년 충남대학교 정보통신공학과 박사수료.
<관심분야> 통신, 전자유도, 전자기 장애>

<e-mail> sangmu@etri.re.kr



조 평 동

1980년 연세대학교 전자공학사
1995년 충남대학교 컴퓨터과학 석사
2003년 충남대학교 컴퓨터과학 박사
1980년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원,
표준기반연구팀 팀장

<관심분야> 정보통신기술기준, 통신망, 광통신

<e-mail>pdcho@etri.re.kr



최 문 환

2002년 군산대학교 정보통신공학사
2004년 군산대학교 정보통신전파공학석사
2008년 군산대학교 정보통신전파공학박사
2008년 3월~현재 한국전자통신연구원 표준연구
센터 Post-Doc.

<관심분야> 정보통신기술기준, 표준화, 광통신

<e-mail>mhchoi@etri.re.kr