

고속전철시설에 의한 전력유도현상의 중전압과 잡음전압의 관계 분석

최문환* · 이상무* · 조평동**

*한국전자통신연구원

Analysis on the Relation between Induced Longitudinal Voltage and Induced Noise
Voltage caused by Electrified Railway system

Mun-hwan Choi* · Snag-mu Lee* · Pyung-dong Cho*

*ETRI(Electronics and Telecommunications Research Institute)

E-mail : mhchoi@etri.re.kr

요 약

전력 유도 현상을 평가하는데는 통상 유도 잡음 전압과 중전압 수치를 측정하는데 이 두 잡음은 일반적으로 중전압 수치의 변화에 따라 잡음 전압이 종속적인 관계로 변화한다고 이해되고 있다. 하지만, 실제 전력유도를 평가하기 위한 현장에서 잡음전압이 중전압의 변화에 정확하게 종속적으로 변화되지 않는 현상이 발생하여 혼란을 야기하고 있다.

이에 도시 차폐 효과의 실증 분석을 위해 각각 30개 지역에서 측정된 도시와 시골 개소에서의 중전압 데이터와 잡음전압 데이터를 동기화 프로그램을 통하여 가장 근접한 시간에서 또는 동일한 시간에서 측정된 잡음 수치를 선별하고 이를 비교하여 중전압에 대한 잡음 전압의 변화 관계를 분석해본다.

ABSTRACT

Induced longitudinal voltage and induced noise voltage are used in the analysis on the power induction phenomenon and it is well known that these are in the subordinate relationship. But sometimes, there is a confusing situation that these voltages have not exact subordinate relationship in the actual measurement fields.

So, we have analyze the correlation between induced longitudinal voltage and induced noise voltage by using the actual measured data in the fields of 30 urban areas and 30 rural areas.

키워드

전력유도, 잡음전압, 중전압

I. 서 론

전력선 설비나 고속철도 시설에 의해 얼마만큼의 유도 장애가 발생하는지를 정량적으로 예측할 수 있는 산출방법을 정하여 표1과 같이 국가 기술기준으로서 고시하고 있다[1]. 하지만 이러한 전력 유도 전압의 산출 방법은 이론적으로나 실질적으로도 매우 복잡하기 때문에 실제 전력 유도 발생이 예상되는 지역에서의 적용이 상당히 어려워 보다 정확하고 구체적인 유도 전압의 산출 방법이 요구되고 있다. 이를 위해 현행 고시의 문제점들에 대한 정형화된 규명을 이루고 타당성 있는 검증을 통해 국내 현실에 맞는 합리적인 산

출 방법을 도출해내기 위한 노력이 진행 중에 있다[2].

이를 위해 경부선과 호남선 고속철도(KTX)의 선로를 중심으로 각각 30개의 시골 개소와 도시 개소를 선정하여 병행거리 1km의 통신선을 포설하고 전기철도로부터 통신선에 유도되는 유도 중전압(induced longitudinal voltage)과 유도 잡음전압(induced noise voltage)을 측정하여 분석하였다.

하지만, 일반적으로 잡음전압은 중전압 레벨의 변화에 따라 종속적인 관계로 변화되는 것으로 이해되고 있으나, 실제 유도 현상 분석을 위한 측정 현장에서는 두 전압 레벨들이 정확하게 종속적인 관계에 따라 변화되지 않는 양상이 간헐적으로 발생하고 있어 중전압과 잡음전압의 상관관

계의 정확한 분석이 필요한 실정이다. 하지만 두 전압들 간의 상관관계를 단순히 레벨 비교를 통해 분석하기에는 측정 장비의 특성에 따라 전압 레벨을 측정하는 시간 간격 등이 달라 정확한 비교가 어렵다.

이에 본 논문에서는 총 60개소 중에서 비교 분석이 용이한 환경을 갖는 23개(시골 9개소, 도시 14개소)의 개소에서 실제 측정된 종전압과 잡음전압 데이터를 동기화 프로그램을 통하여 가장 근접한 시간에 또는 동일한 시간에 측정된 데이터를 선별하고 종전압 데이터의 변화에 따른 잡음전압 데이터의 변화 양상을 분석해본다.

II. 유도전압 현장 측정

국립전파원과 한국전자통신연구원에서는 2008년부터 3년간 경부선과 호남선의 전철 선로 변을 따라 각각 30개의 시골 개소와 도시 개소를 선정하고 그림 1[3]과 같이 전철 선로와 병행하는 1km의 통신선을 포설하고 전철 시설로부터 야기되는 유도 현상을 분석하기 위해 유도 종전압과 잡음전압을 측정하고 분석하였다. 그림 2[3]는 종전압을 측정하기 위한 측정 회로 구성을 보이고 그림 3[3]은 잡음전압을 측정하기 위한 측정 회로의 구성을 보인다.



그림 1. 전력유도 현장 측정 환경 구성 예

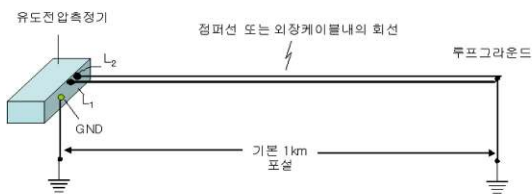


그림 2. 유도 종전압 측정 회로

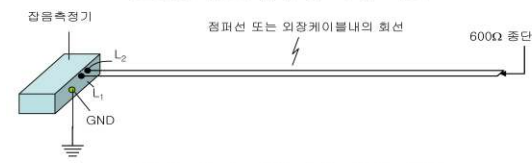


그림 3. 유도 잡음전압 측정 회로

통상 유도 종전압은 전력선이나 전철의 급전시설로부터 통신선을 따라 발생하는 유도 전압으로서 교환기기, 맥내 기기 및 전송기기의 오작동의 원인이 되고 있다. 또한 유도 잡음 전압은 전력선이나 전철로부터의 유도 작용에 의해 통신선 사이에서 발생하는 잡음전압으로 유도원의 고주파 함유율 및 통신 회선의 대지에 대한 불평형의 정도에 따라 크게 달라진다. 하지만 음성통화에 직

접적인 영향을 미치는 잡음 전압은 통신선의 평행도에 의한 종전압으로부터 전환된 2차 전압의 개념으로 순수한 유도성분 외의 다른 외적 요인들이 가미된 전압의 합성 양상을 보여 이를 정확하게 분석하기는 어렵다.

III. 종전압과 잡음전압 레벨 분석

현장 측정에서 종전압의 측정을 위해서 EPMS-T라는 장비를 사용하였으며, 잡음전압을 측정하기 위한 장비로는 PSM 장비를 사용하였다. EPMS-T는 1초 간격으로 종전압 데이터를 수집할 수 있으며 PSM은 통산 1초에 수 개의 잡음전압 데이터를 수집하기 때문에 종전압 데이터의 변화에 따른 잡음전압의 변화 양상을 보기 위해서는 동기 프로그램을 이용하여 종전압의 측정시간과 잡음전압의 측정 시간이 일치하거나 최대한 가까운 시간에 측정된 데이터를 선별해야 한다. 또한 종전압의 경우 [V]단위로 측정되는 반면 잡음전압은 [mV] 단위로 측정되어 가시적인 변화 양상 그래프 비교를 위해 측정 데이터의 특성에 따라 잡음전압에 일정 배수를 취하였다.

표 1은 본 논문에서 측정한 23개의 측정 개소별 상기의 과정을 통해 종전압과 잡음전압의 레벨이 종속적인 변화를 보이는 곳과 보이지 않는 곳을 나타낸다.

표 1. 도시 및 시골 측정 개소 및 종속 관계

순서	측정 개소	종속관계	구분
1	광주 임곡	X	시골 개소
2	김제 부용	0	
3	김제 부용 2	0	
4	김제역	0	
5	김천 교외	0	
6	장성 가스	0	
7	장성 임곡	0	
8	정읍 역후	0	
9	정읍 천원	0	
10	서울 남영	X	도시 개소
11	서울 노량	X	
12	서울 대방	X	
13	서울 구로	X	
14	서울 신도림	X	
15	서울 가산	X	
16	서울 독산	X	
17	김제 역전	0	
18	김천 시내	0	
19	부산 화명	X	
20	대구역 북	X	
21	목포 도심	X	
22	광주역 후	X	
23	대전역	X	

표 1에서 알 수 있듯이 시골 개소의 경우 전체

9개의 개소 중 광주 임곡 개소를 제외한 나머지 개소에서는 중전압의 변화에 따라 잡음전압이 중속적으로 변화하는 양상을 보이는 반면, 도시 개소에서는 전체 14개의 개소 중 김제 역전 개소와 김천 시내 개소를 제외한 12개의 개소에서 중전압의 변화와 잡음전압의 상관관계를 분석하기 어려 변화 양상을 보이고 있다.

그림 4에서 그림 6은 중전압과 잡음전압의 상관관계를 비교적 명확하게 비교할 수 있는 개소에서의 두 전압의 비교 그래프를 보이고 있으며 표 2에서 표 4는 해당 개소에 중전압의 피크 타임과 잡음전압의 피크타임을 비교하여 그 시차를 알아보기 위한 표를 보인다.

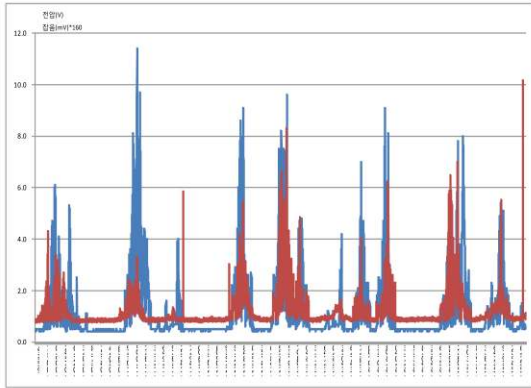


그림 4. 중전압과 유도잡음의 변화 그래프(김제역전)

표 2. 중전압과 유도잡음의 피크타임 비교(김제역전)

피크타임			전압	
중전압	잡음 전압	시차	중전압 [V]	잡음 [mV]
10:10:44	10:11:25	0:00:41	6.1	0.021
10:21:23	10:17:12	0:04:11	5.3	0.017
11:12:57	11:12:42	0:00:15	11.3	0.021
11:42:27	11:46:45	0:04:18	3.9	0.037
12:30:50	12:30:45	0:00:05	9.1	0.034
13:02:53	13:02:47	0:00:06	9.6	0.052
13:12:21	13:12:26	0:00:05	4.7	0.030
13:57:49	13:57:44	0:00:05	7	0.025
14:15:31	14:17:28	0:01:57	9.1	0.039
15:12:33	15:08:38	0:03:55	8	0.044
15:40:07	15:40:30	0:00:23	5.4	0.035

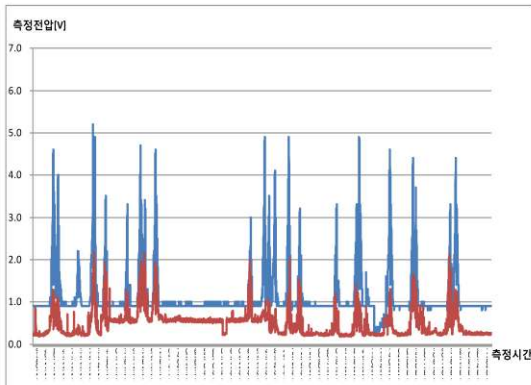


그림 5. 중전압과 유도잡음의 변화 그래프(김천시내)

표 3. 중전압과 유도잡음의 피크타임 비교(김천시내)

피크타임			전압	
중전압	잡음 전압	시차	중전압 [V]	잡음 [mV]
12:18:33	12:18:48	0:00:15	4.6	0.0128
12:21:18	12:20:50	0:00:28	4	0.0112
12:32:48	12:33:03	0:00:15	2.2	0.0044
12:41:30	12:42:07	0:00:37	5.2	0.0217
13:07:14	13:06:43	0:00:31	3.5	0.0191
13:19:48	13:19:09	0:00:39	3.3	0.0128
13:27:13	13:27:28	0:00:15	4.7	0.0197
13:29:51	13:29:22	0:00:29	3.4	0.0215
13:35:52	13:35:33	0:00:19	4.6	0.0192
14:30:56	14:30:05	0:00:51	3	0.0198
14:38:48	14:39:06	0:00:18	4.9	0.0101
14:41:22	14:40:47	0:00:35	3.5	0.0104
14:44:42	14:45:02	0:00:20	4.1	0.0083
14:52:52	14:53:25	0:00:33	4.9	0.0200
14:59:03	14:58:27	0:00:36	3.2	0.0153
15:20:16	15:19:46	0:00:30	3.3	0.0121
15:33:15	15:31:14	0:02:01	4.9	0.0140
15:52:56	15:53:15	0:00:19	4.6	0.0130
16:06:12	16:06:27	0:00:15	4.4	0.0163
16:27:42	16:27:14	0:00:28	3.3	0.0212
16:32:28	16:32:16	0:00:12	4.4	0.0127

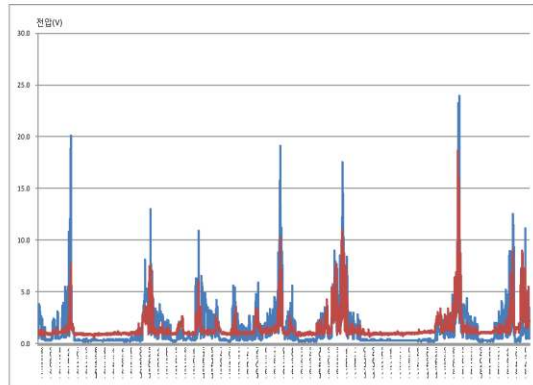


그림 6. 중전압과 유도잡음의 변화 그래프(김제부용2)

표 4. 중전압과 유도잡음의 피크타임 비교(김제부용2)

피크타임			전압	
중전압	잡음 전압	시차	중전압 [V]	잡음 [mV]
14:20:17	14:20:15	0:00:02	20.1	0.032
15:07:18	15:06:32	0:00:46	13	0.031
15:35:53	15:35:36	0:00:17	10.9	0.0254
15:56:17	15:57:48	0:01:31	5.5	0.0147
16:10:55	16:09:18	0:01:37	5.9	0.0138
16:24:00	16:23:55	0:00:05	19.1	0.0428
17:00:41	17:00:37	0:00:04	17.4	0.0457
18:10:15	18:09:35	0:00:40	23.9	0.0776
18:41:57	18:42:09	0:00:12	12.4	0.0376
18:49:22	18:47:35	0:01:47	11.1	0.0374

또한 그림 7과 그림 8은 중전압과 잡음전압의 상관관계를 분석하기 어려운 변화 양상을 보이는

개소의 변화 그래프를 보인다.

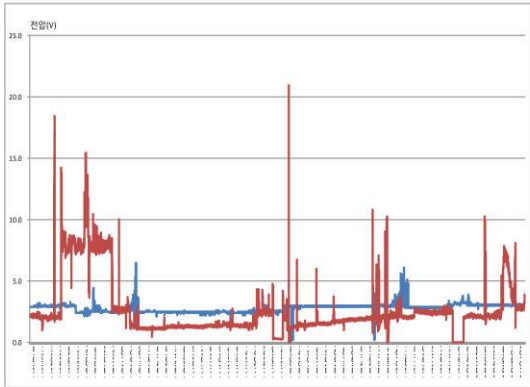


그림 7. 종전압과 유도잡음의 변화 그래프(광주역후)

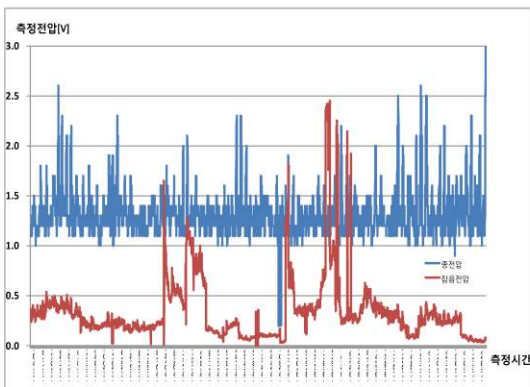


그림 8. 종전압과 유도잡음의 변화 그래프(서울 노량)

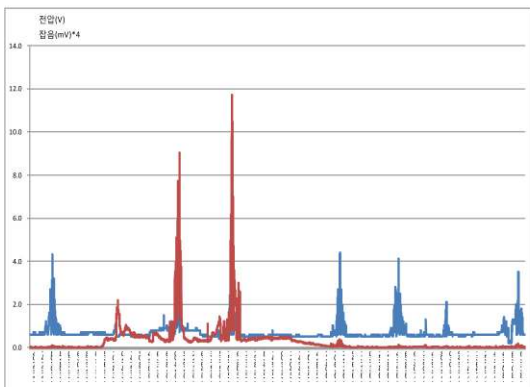


그림 9. 종전압과 유도잡음의 변화 그래프(목포 도심)

IV. 결론

본 논문에서는 2008년부터 3년 간 전국 60개소 (도시와 시골 각 30개소)의 측정 개소에서 측정된 종전압과 잡음전압 데이터를 이용하여 종전압의 변화에 따른 종전압의 변화 양상을 비교하고 이의 종속적 관계를 분석하고자 하였다.

각 개소의 종전압 데이터와 잡음전압 데이터를 동기화 프로그램을 통해 동일 시각 측정 데이터를 선별하고 그래프를 통하여 변화 양상을 비교

하한 결과 총 14개의 도시 개소 중 2개 개소에서만 그 변화양상을 비교적 명확하게 분석할 수 있었으며, 시골 개소에서는 9개의 개소 중 한 곳을 제외한 8개의 개소에서 명확한 변화 양상을 파악할 수가 있었다. 이는 시골개소보다는 도시개소의 환경적 특성 상 순수 유도 성분 이외의 외적 요인들이 가미될 수 있기 때문으로 지중 매설물이나 철골 구조물, 또는 인구수에 따른 전력 소비량의 변화 등이 원인이라 할 수 있겠다. 또한 비교적 명확한 종속적 변화 양상을 보이는 개소의 종전압과 잡음전압의 피크타임을 비교하여 두 전압의 피크 레벨의 시차를 비교한 결과 대부분 1분 이내에서 피크 레벨이 발생하여 측정 개소를 통과하는 열차의 통과 시간이 1분 이내인 점을 미루어 볼 때 종전압의 상승 또는 하강 레벨에 따라 잡음전압의 레벨이 따라서 변화하는 결과를 얻을 수 있었다.

향후 도시개소에서의 순수 유도 성분 외적인 영향에 대한 심도 있는 분석을 통하여 환경적인 영향 요인을 고려한 종전압과 잡음전압의 관계 설정이 필요하며, 단순 데이터의 변화 양상이 아닌 보다 과학적인 상관관계의 정립이 요구된다.

Acknowledgement

“본 연구는 방송통신위원회의 지원을 받는 방송통신표준기술력향상사업의 연구결과로 수행되었음”

참고문헌

- [1] 방송통신위원회, 방송통신설비의 기술기준에 관한 규정, 2011.1
- [2] 최문환, 이상무, 한만대, 조평동, 고속전철시설에 의한 전자유도의 자중매설물 차폐 실험 연구, 한국해양정보통신학회 종합학술대회, pp839-842, 2009.10.30
- [3] 국립전파연구원, 한국전자통신연구원, 도시시설물이 전력유도에 미치는 영향 연구 최종보고서, 2010. 11.