
지중송배전선에 의한 통신선 유도전압 대책 규격범위 설정을 위한 시뮬레이션

이상무* · 조평동*

*한국전자통신연구원

Simulation for Preparation of Preventive Range Requirement against Induction
Effect by the Underground Transmission and Distribution Power Lines

Sangmu Lee* · Pyung-Dong Cho*

*Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : sangmu@etri.re.kr

요 약

유도전압이 발생하려면 전력선과 통신선의 적절한 병행거리와 이격거리가 형성되어야 한다. 유도 방지 대책을 수행함에 있어서 이러한 규격 범위를 가능한 최악 조건상에서 고려하여야 할 정량성을 미리 파악해 둘 필요가 있다. 본 논문에서는 특별히 전력선중에서도 실제로 효과가 미약한 것으로 추정되고 있는 지중송배전선에 대하여 이격거리와 병행거리에 따른 유도전압을 시뮬레이션하여 어느 정도 범위에서부터 유도 대책을 고려하여야 할 지를 추산하여 보았다. 이를 위하여는 전력시설의 파라미터를 조사하여 이격거리에 관하여는 갈슨식에 의하여 계산하고 병행거리에 대하여는 전파연구소고시 제2007-102호에 제시되어 있는 계산식을 기준으로 유도전압 유형별로 수행하였다. 이에 따르면 송전선 잡음전압에 있어서 이격거리 3m의 최악 조건으로서 병행거리 약 13km에서 법적 대책을 수행하여야 할 유도전압이 발생함을 알 수 있다.

ABSTRACT

It is necessary to know what a range is effective for induction to prepare protective measures. In this paper, a simulation is practised to find ranges appropriate to underground transmission and distribution power line. There are two elements for ranges. They are parallelized length and separate distance between a telecommunication line and power line. The legal law presents limited voltages of induction. Simulation means to find what specification range of above two elements the induced voltage is over the limited voltage at. It was simulated that induced voltage for the case of underground power lines was over at the length of about 13km when the separate distance was fixed at 3m.

키워드

전력유도, 유도전압, 지중송배전선, 병행거리, 이격거리

1. 서 론

전력선에 의한 전자파 유도에 의하여 인근 통신선에 유도전압을 야기하므로 통신서비스에 장애를 유발할 수 있다. 그러므로 유도전압에 대한

대책이 필요하여 '방송통신설비의 기술기준에 관한 규정'(이하 '규정')과 전파연구소고시 제 2007-102호(전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 기술기준, 이하 '고시')를 통하여 규정에서는 유도전압의 제한치를 두고 있고, 고시에서는 유도

전압의 계산방법을 제시하고 있다.

이러한 법적 근거에 의하여 유도대책을 시행함에 있어서 통신선로가 전력선에 대하여 어느 정도 범위에 있으면 대책을 하여야 하는지 미리 정량적으로 계산하여 알고 있으면 대책 수행의 효율을 기할 수 있다. 통신선과 전력선의 근접 범위에 필요한 두 가지 요소는 이들의 병행거리와 이격거리이다.

본 논문에서는 특히 지중송배전선의 경우에 있어서 어느 정도의 상기에서 언급한 두 가지 근접 범위에 있을 때부터 유도전압이 초과할 수 있는 지를 미리 알기 위하여 순차적인 병행거리와 이격거리 범위를 변화시켜 계산 시뮬레이션을 수행함으로써 기점이 되는 수치적 규격을 설정하고자 한 것이다. 이를 위하여 각 유도전압의 유형별로 지중 송전선과 배전선에 대한 계산 파라미터들을 적용, 매트랩을 이용한 시뮬레이션 수행 및 결과 내용을 설명한다.

II. 유도전압 계산 일반

1. 유도전압의 유형과 제한치

유도전압의 유형과 제한치는 표1과 같다[1].

표1. 유도전압의 유형과 제한치

유도전압 구분	법적 제한치		
	기준 제한치	변형 적용	
		조정 제한치	적용 조건
이상시 유도 위험전압	650V	430 V	고장전류 제거 시간이 0.1초 이상인 경우
상시 유도 위험중전압	60 V	없음	-
기기 오동작 유도중전압	15 V	기준 제한치 15V는 전기통신 회선이 대지귀로방식-통신선로의 두 개의 선중 1개의 선이 대지를 통과도록 구성되어 있는 경우-인 경우에만 적용한다. 전기통신설비의 통신선로가 왕복 2개의 선으로 구성되어 있는 경우에는 적용하지 않는다.	
잡음전압	0.5 mV	2.5 mV 이상 ^{주)}	전철시설에 의한 유도잡음에 있어서는 1분 동안의 연속적 경과 시간에 있어서 기준 제한치인 0.5 mV를 초과하더라도 2.5mV보다 작은 잡음전압(v_m)에 대하여는 그것이 지속되는 시간(t_{di})에 의한 적분 총량, 즉 각 v_m 와 t_{di} 의 곱의 합이 30 mV·s를 초과하는 경우

2. 지중송배전선 계산식과 파라미터

지중송배전선에 대한 유도전압 계산식은 표2와 같다.

표2. 지중송배전선의 유도전압 계산식

유형	산식				
지막고장	$V_f=2I$	$K_3 K_7$	$K_{31} K_{32}$	M	$j\omega / I_d$
상시유도중전압	$V_d = \sqrt{V_f^2 + V_{a'}^2 + V_{a''}^2}$				
-부하전류	$V_f=2I$	$K_3 K_7$	K_{31}	$M_f + a^2 M_G + a M_L$	$j\omega / I_d$
-외피전류	$V_f=2I$	$K_3 K_7$	K_{31}	M	$j\omega / I_d$
-영상전류	$V_f=2I$	$K_3 K_7$	K_{30}	M	$j\omega / I_d$
유도잡음전압	$V_n = \sqrt{V_{na}^2 + V_{na'}^2 + V_{na''}^2}$				
-부하전류	$V_n=2I$	K_{1a}	K_{3a}	$\lambda M_f + a^2 M_G + a M_L$	$j\omega_e / I_{da} 10^3$
-외피전류	$V_n=2I$		K_{3a}	λM_n	$j\omega_e / I_{da} 10^3$
-영상전류	$V_n=2I$		$K_{3a} K_{3a}$	λM_n	$j\omega_e / I_{da} 10^3$

상기 표2에서 사용되는 차폐계수등 파라미터의 유형에 관한 분류는 표3과 같다[2].

표3. 차폐계수의 분류 유형

No.	계수 유형	기호	계수명
1	차폐계수	K_1	전차차폐
2		K_3	전기통신선의 차폐계수
3		K_4	터널차폐계수
4		K_6	고가차폐계수
5		K_8	타케조효과
6		K_{0m}	800Hz 영상전류 차폐계수
7		K_{11}	송전선 가공지선
8		K_{1n}	지중전력선 차폐계수
9		K_{21}	중성선 차폐계수
10		K_{31}	지중송배전선의 차폐계수
11		K_{3n}	800Hz 전기통신선
12		K_{s0}	60Hz 영상전류 차폐계수
13		K_{nf}	기수고조파 차폐계수
14		저감계수	K_7
15	분류계수	K_{12}	가공송전선의 분류계수
16		K_{22}	가공배전선의 분류계수
17		K_{32}	지중송배전선의 분류계수
18	경감계수	a	유도잡음경감계수
19		K_A	유도경감계수
20	잡음계수	S_{nf}	평가잡음계수
21	평형도	λ	전기통신회선의 평형도
22		λ_{nf}	기수고조파 회선평형도
23	함유율	n	평가잡음함유율
24		I_{nf}	고조파함유율
25	웨조효과	$l-n$	60Hz 웨조효과
26		$(l-n)n$	800Hz 웨조효과
27	분류효과	K_5	분류효과
28	(증강계수)	μ	증계기 이득
29		G_{nf}	기수고조파 이득

III. 지중송배전선 특성 조건

1. 일반적 파라미터 설정 조건

- o 지중전력선과 통신선과의 이격거리(d)는 3m

- 로 놓고 계산
- o 대지저항률: $\rho=500\Omega\cdot\text{m}$ 로 사용
 - ※ 개정 고시에서의 지역 평균적인 값
- o 지중송배전선 외피의 분류계수(K_{32})는 '전과 상수' 계산의 비적합성과 곤란성으로 '1'로 놓고 계산 → 비적용/약조건

2. 지중송배전선 각 계수에 필요한 수치

- K_{31} (지중송배전선의 차폐계수)
 - 배전: 0.073
 - 송전: 0.011
- 지중 전력선의 상전류(I_c)
 - 배전: 500A
 - 송전: 1200A
- I_s ?
 - 배전: 부하전류 $\times 0.001 =$ (배전부하전류: 500A) = 0.5A
 - 송전: 부하전류 $\times 0.002 =$ (송전부하전류: 1200A) = 2.4A
- K_{s0} :
 - 배전: 0.07
 - 송전: 0.01
- I_0 :
 - 배전: 부하전류 $\times 6\%(0.06) =$ (배전부하전류: 500A) = 30A
 - 송전: 부하전류 $\times 6\% =$ (송전부하전류: 1200A) = 72A
- I_{en}
 - 배전: 3.8A
 - 송전: 1.9A
- K_{1n}
 - 배전: 0.008
 - 송전: 0.001
- K_{3n} : 0.6
- λ : 1/400(52dB)
- I_{sn} ?
 - 배전: 3.8A $\times I_s$ 의 계수 $\times 1.25 =$ (배전 I_s 의 계수: 0.001) = 4.75mA
 - 송전: 1.9A $\times I_s$ 의 계수 $\times 1.25 =$ (송전 I_s 의 계수: 0.002) = 4.75mA
- I_{0n} ?
 - 배전: 0.44A
 - 송전: 0.44A
- K_{0n}
 - 배전: 0.008
 - 송전: 0.001

IV. 시뮬레이션의 수행

1. 유도잡음전압에 대한 시뮬레이션

가. 송전선 유도잡음 전압과 병행거리의 관계

송전선에 의한 유도잡음전압과 병행거리에 따른 관계는 그림1과 같다.

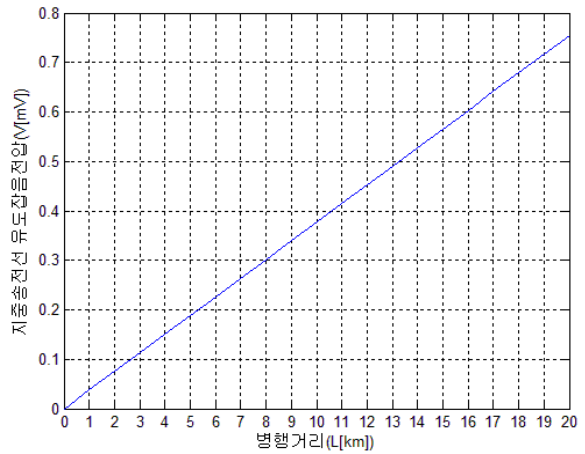


그림1. 송전선의 잡음전압과 병행거리

나. 배전선 유도잡음 전압과 병행거리의 관계

배전선에 의한 유도잡음전압과 병행거리에 따른 관계는 그림2와 같다.

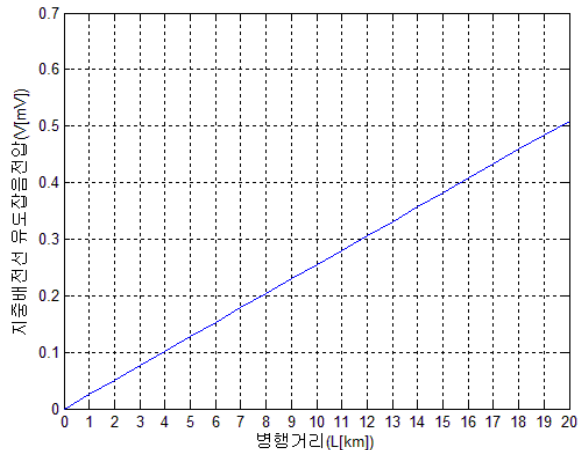


그림2. 배전선의 잡음전압과 병행거리

2. 상시유도중전압에 대한 시뮬레이션

가. 송전선 상시유도전압과 병행거리의 관계

송전선에 의한 상시유도전압과 병행거리에 따른 관계는 그림3과 같다.

나. 배전선 상시유도전압과 병행거리의 관계

배전선에 의한 상시유도전압과 병행거리에 따른 관계는 그림4와 같다.

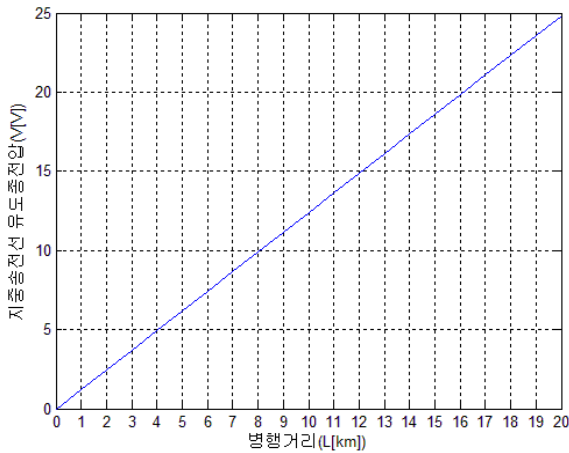


그림3. 송전선의 상시유도전압과 병행거리

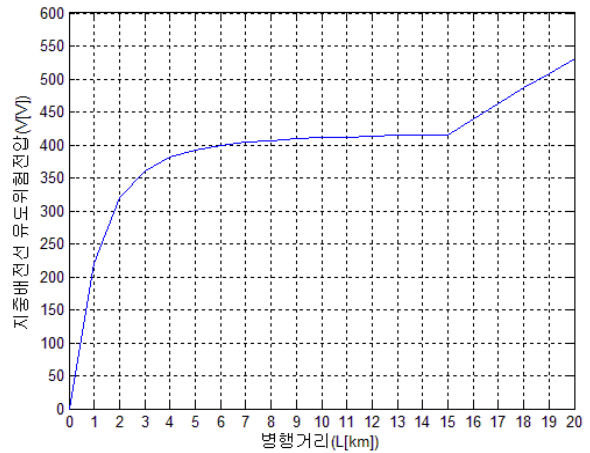


그림5. 배전선의 이상시 유도전압과 병행거리

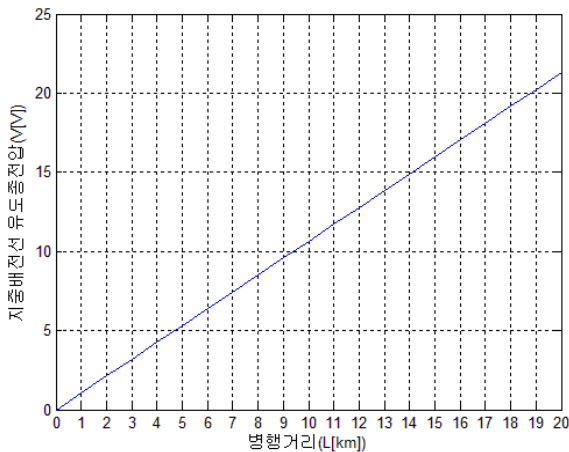


그림4. 송전선의 상시유도전압과 병행거리

표4. 기관측 시뮬레이션 비교 분석

비교 사항	KEPCO 결과	비교결과	차이값
송전선 잡음전압 초과 병행거리	14km	13km	-1km
배전선 잡음전압 초과 병행거리	12km	20km	+8km
상시유도중전압	초과 대상 안됨		
배전선 유도위험전압	17km	15km	-2km
송전선 유도위험전압	18km	-	

3. 이상시유도위험전압에 대한 시뮬레이션

가. 배전선 이상시유도위험전압과 병행거리의 관계

배전선에 의한 고장시 유도위험전압과 병행거리에 따른 관계는 그림5와 같다.

나. 송전선 이상시유도위험전압과 병행거리의 관계

송전선에 대하여는 고장전류 위치에 대한 전파상수와 지중선 분류계산 파라미터 수집의 곤란성으로 적용치 아니하였으므로 생략한다.

V. 데이터 비교 분석

이 건과 관련 지중 송배전선을 운영하는 입장에서 한국전력공사측에서 수행한 시뮬레이션 결과 데이터와 비교한 표4와 같다.

VI. 결 론

비교 시뮬레이션 파라미터에 있어서 한전측의 의존 데이터에 의한 것으로서 계산 결과는 유사하여 유도기관측 결과에 근접함을 알 수 있다. 따라서 검토 대상 병행거리의 조정 협의 가능성이 있는 것으로 판단된다. 이는 2007년 상기 고시 개정후의 평행도 및 상시유도중전압 제한치등 적용 파라미터 변화 연유에 기인한 것이다. 결과적으로 현재 고시의 병행거리 5km 이상을 약 10km까지로 조정할 수 있을 것으로 보인다.

Acknowledgement

"본 연구는 방송통신위원회의 지원을 받는 방송통신표준기술력향상사업의 연구결과로 수행되었음"

참고문헌

[1] 방송통신위원회, 방송통신설비의 기술기준에 관한 규정, 2011.1.
 [2] 국립전파연구원, 전력유도전압의 구체적 산출방법에 관한 기술기준, 전파연구소고시 제2007-102호, 2007.12.21.