

최소자승법에 의한 초고압 가공 송전선로의 라디오 잡음장해 예측계산식 개발

論 文
48A-1-7

Development of Formulas for Predicting Radio Noise from Overhead HVAC Transmission Lines using Least Squares Optimization Method

梁光鎬* · 朱琬魯** · 明聖鎬*** · 申玖容§ · 李東一§§

(Kwang-Ho Yang · Mun-No Ju · Sung-Ho Myung · Koo-Yong Shin · Dong-Il Lee)

Abstract - The radio noise produced by corona discharge in high voltage transmission lines is one of the most important line design considerations. Therefore it is necessary for transmission line designers to pre-evaluate radio noise using prediction formulas or field test results. In this paper, more accurate and useful formulas for predicting radio noise during fair and foul weathers in high voltage AC transmission lines were proposed through comparison with the existing formulas. Also it was verified by comparing with the long-term measured data from operating lines that the proposed formulas are more accurate. The proposed prediction formulas are developed by the applications of nonlinear least squares optimization method to radio noise database collected from lines throughout the world.

Key Words : 초고압 송전선로 설계, 라디오 잡음장해, 비교법, 최적화 기법, 최소자승법, 예측계산식

1. 서 론

1950년대 후반부터 세계 각국마다 실용적인 400 ~ 500 kV 송전선로의 설계와 건설이 요구됨에 따라 송전선로 코로나에 의한 사회적인 환경영향이 중요한 문제로 되어 왔다. 초고압 송전선로의 코로나 방전에 의해서 발생하는 라디오 잡음(radio noise)은 중요한 선로설계요소의 하나이다. 따라서 선로 설계자는 실증시험 또는 계산식에 의존해서 모델 송전선로에 의한 라디오 수신장해의 정도를 사전에 평가하고 예측하기 위한 계산 Tool이 필요하게 되었다. 초기에는 라디오 장해 데이터의 부족과 단기간 실측에 의해 개발된 예측식이 불안정했으나, 시험선로 및 상용선로에서의 장기간의 데이터가 늘어짐에 따라 신뢰성 있는 라디오 수신장해 예측계산식을 완성할 수 있었다. 동시에 송전선로에서 발생하는 Noise와 잡음전파에 관한 이론적인 연구가 진행됨에 따라 해석적으로도 장해를 예측하는 것이 가능하게 되었다.

송전선로의 도체에서 발생하는 라디오 잡음 장해량 예측계산식은 일반적으로 해석법(analytical method)과 비교법(comparative method)에 의한 것으로 분류할 수 있다. 해석법은 선로의 정전용량에 의해서 결정되는 발생함수(excitation function)라는 라디오 장해 발생 특성량(characteristic quantity)을 이용한다. 이 발생함수는 강우시에 재현성이 높은 단상 시험선로인 코로나 케이지(Corona Cage)에서 기지의 도체표면조건 하에서

여러 도체방식 별로 측정되며, 이러한 케이지 측정과 기지의 선로정수를 이용하여 유사한 사양을 갖는 임의의 송전선로 상에서의 전체 잡음전류와 잡음전계강도를 계산한다[1].

비교법은 시험선로(test line) 및 상용선로에서 라디오 장해의 발생(generation)과 전파(propagation)특성이 결합된 라디오 잡음 전계강도 실측치를 기준값으로 이용하며, 여러 형태의 선로에서 발생하는 라디오 장해량을 예측하기 위해 코로나 발생, 측정 주파수, 방사거리(radial distance) 등 다양한 보정계수가 이용된다. 본 논문에서는 보다 정확하고 유용한 새로운 청명 및 강우시 라디오 잡음장해 예측계산식을 개발, 제안했다. 제안식들은 기존의 해외 계산식과의 비교와 여러 상용선로에서 얻은 장기 실측치와의 검증을 통하여 그 우수성을 확인했다.

2. 예측계산법의 종류

2.1 해석법

코로나 현상은 매우 복잡하기 때문에 현상을 정확하게 해석할 수 있는 완전한 해석법은 현존하고 있지는 않고, 해석법이라고 해도 실험적인 요소를 부분적으로 갖고 있다. 그러나 비교법보다는 해석적인 부분이 많이 포함되어 있기 때문에 비교법과는 다르게 명칭하고 있다. 해석법에 의한 대표적인 예측계산식으로는 미국의 GE(Project UHV)와 프랑스의 EDF에서 제안된 것이 있다. 두 방법 모두 전선과 복도체(bundle)의 특성상 나타나는 발생함수의 개념을 기초로 하고 있다. 코로나 케이지로부터 얻은 단위길이 당 발생함수를 입력으로 하여 선로에 주입된 잡음전류의 감쇠와 相間 상호결합(mutual coupling)을 고려한 Modal Propagation 이론을 적용하여 상정된 선로의 단면적을 흐르는 모우드 전류(modal current)를 구한

* 正 會 員 : 韓國電氣研究所 先任研究員 · 工博
** 正 會 員 : 韓國電氣研究所 研究員
*** 正 會 員 : 韓國電氣研究所 責任研究員 · 工博
§ 正 會 員 : 韓國電力公社 電力研究院 研究員
§§ 正 會 員 : 韓國電力公社 電力研究院 責任研究員 · 工博
接受日字 : 1999年 10月 18日
最終完了 : 1999年 11月 18日

다. 이 전류를 이용하여 선로 부근에서의 잡음전계강도를 계산한다. 해석법은 다상 선로의 형상이 변해도 단상에서 구한 단위길이 당 발생함수 데이터가 신뢰성이 높다면 선로 상에서의 전체 잡음전류와 전계강도를 작은 오차로 계산할 수 있다는 장점이 있지만, 단위길이 당 발생함수를 구하기 위해서는 코로나 케이지 또는 시험선로에서의 정확한 측정이 필요하다. 따라서 해석법은 케이지와 선로에서 정확히 측정된 단위길이 당 잡음전류를 해석적으로 분석하여 대상 모델선로의 형상에 따라 라디오 잡음에 의한 수신장해량을 예측하는 방법이다[2].

2.2 비교법

비교법은 어느 한 선로에서의 라디오 장애량을 기준치로 하고, 기준치에 여러 가지 보정항들을 고려하여 예측하고자 하는 모델 선로의 라디오 장애 크기를 예측하는 방법이다. 비교법은 간단하게 라디오 장애를 계산할 수 있으며 예측할 선로와 기준 선로의 형상이 유사할수록 정밀한 예측결과를 얻을 수 있다는 장점이 있는 반면, 대상선로와 기준선로의 형상이 크게 다르면 예측오차가 크기 때문에 적용범위가 한정될 수 있다는 단점이 있다. 그러나 여러 가지 선로 형상의 광범위한 데이터를 이용하여 최적화 시키면 어느 정도 오차를 감소시킬 수도 있다. 비교법에 의해 개발된 예측식의 일반형은 식(1)과 같다.

$$E = E_o + E_G + E_d + E_N + E_D + E_f + E_w \quad (1)$$

- 단, E : 모델선로의 라디오 장애 예측치
- E_o : 기준선로의 라디오 장애 실측치
- E_G : 도체표면전위경도 보정항
- E_d : 소도체 직경 보정항
- E_N : 소도체 수 보정항
- E_D : 선로로부터 계산점까지의 방사거리에 따른 보정항
- E_f : 주파수 보정항
- E_w : 기상조건 보정항

표 1 해외 각국의 주요 라디오 잡음장애 예측계산식

Table 1 Major radio Interference prediction formulas in foreign countries

Method	Ref. value	Gradient. G	Conductor diameter. d	No. of Subconductor. N	Distance. D	Frequency. f	For Foul Weather
E	E_o	E_G	E_d	E_N	E_D	E_f	E_{fw}
400kV-FG (Germany)	56.7 ± 5	$Kg(gm-16.95)$	$40\log(d/3.93)$	$E_n = -4, 1회선$ $E_n = 10\log(n/4)$ 단, $n > 1$	$K_D \log(20/D)$ $K_D = 32.2 \pm 2$ (0.5 ~ 1MHz)	$20\log\{(1+0.5^2)/(1+f^2)\}$	17 ± 3 (강우 L_5)
ENEL (Italy)	54	$3.8(ga-15.0)$	$40\log(d/5.0)$	$10\log n$	$30\log(20/D)$	$20\log\{(1+0.5^2)/(1+f^2)\}$	14 (강우 L_{50})
CRIEPI (Japan)	4	$(3.7ga-12.2)$	$40\log(d)$	-	$20\log(h/D^2)$	$-12(\log f)^2 - 17\log(f)$	bottom surface gradient G_p 이용
Westinghouse(USA)	46	$3.5(gm-17.5)$	$30\log(d/3.51)$	-	$20\log((20h/13D) \times x)$	$10(1-f)$	24 (강우 L_5)
BPA(USA)	46	$120\log(ga/17.56)$	$40\log(d/3.51)$	-	$q/300-C1+C2$	$10(1-(\log(10f))^2)$	17 (강우 L_{50}) 24 (강우 L_5)

3. 라디오 잡음장애 예측계산식의 정식화

3.1 해외 예측식 현황

해외 각국의 주요 예측식으로는 독일의 400 kV-FG식, 미국 GE의 Project UHV식, 일본 전력중앙연구소의 Shiobara 식, Canada의 Ontario Hydro식, 이태리의 ENEL식, 미국의 Westinghouse식, Czechoslovakia의 EGU식 및 미국의 BPA에서 제안한 예측식 등이 있으며, 현재까지 비교법에 의해 개발된 각국의 예측식들을 표 1에서 종합했다. 해외 예측식들의 기상조건과 척도(measure)는 맑은 날씨(fair weather)의 $L_{50\%}$ 치이며, 강우시(foul weather) 라디오 장애량은 청명시 계산치에 약 14 ~ 24 dB μ V/m를 더해서 예측하고 있다[3,4,5,6].

3.2 본 논문의 예측계산식 개발과정

3.2.1 동조용 실측 Database 구축

본 개발의 주요 특징은 기준선로의 라디오 장애 실측치인 E_o 를 사용하지 않은 비교법을 응용한 비선형 최적화 방법을 적용한 것과 적용범위가 넓고 다양한 선로 형상에 적용이 가능한 범용식 개발을 시도한 것 등을 들 수 있다. 따라서 최우선 과제는 각종 선로 형상과 다양한 조건에서의 실측치에 의한 최적화 동조용 라디오 잡음 Database를 작성하는 것이다. 본 논문에서는 수년간 전북 고창 765kV 시험선로에서 획득한 라디오 장애 실측 데이터뿐만 아니라 해외 각국의 시험선로 및 상용선로에서의 데이터들을 수집하여 실측 Database(DB)를 구축했다. 선로 형상 및 송전선로의 소도체 수와 직경, 도체표면전위경도, 도체와 계산점 간의 방사거리(radial distance), 측정 주파수 등에 관한 데이터가 광범위하게 분포된 자료를 이용해야 개발된 예측식의 오차를 감소시키면서 범용의 식을 개발할 수 있기 때문에 다양한 조건을 갖는 자료의 확보가 중요하다. 본 개발에 사용된 실측 Database는 청명시 데이터 34개와 강우시 데이터 25개로 구

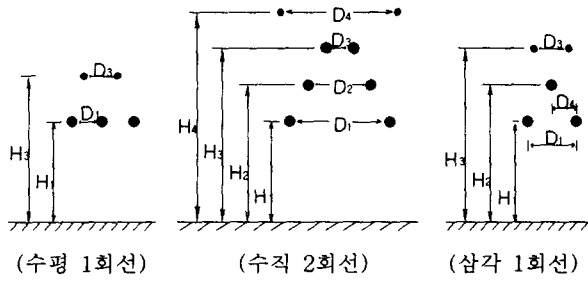


그림 1 예측식 개발에 사용된 선로 형상
Fig. 1 Line configurations used for developing prediction formulas

성되었다. 데이터베이스에 포함되어 있는 송전선로 형상들은 그림 1과 같다[7].

3.2.2 최소자승법에 의한 최적화 과정

최소자승법은 일정한 조건을 만족하는 함수들이 이루는 벡터 공간에서 정규 직교 기저를 잡고 이 공간의 한 함수를 이 기저의 일차 결합에 근사 시키고자 할 때에 이용된다. 따라서 주어진 연립방정식이 있을 때 이것을 만족하는 해가 존재하지 않아도 모든 방정식을 가장 근사하게 만족하는 근사해를 구할 수 있다.

A가 $m \times n$ 행렬이고, $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $B = (b_1, b_2, \dots, b_m)$, $|B| \neq 0$ 이라고 하면,

$$A \cdot X = B \tag{2}$$

식 (2)는 미지수가 n 개, 방정식이 m 개인 연립방정식이다. $m < n$ 이면 식 (2)는 방정식의 개수보다 미지수의 개수가 많게 되어 해를 구할 수 없으며, $m = n$ 이면 $|A| \neq 0$ 인 경우에 한하여 해가 존재한다. 본 논문에서의 예측계산식 최적화 문제는 실측 Database의 sample data 총 개수가 되는 m 이 예측식의 계수가 되는 n 보다 큰 $m > n$ 인 경우이다. $m > n$ 이면 x_1, x_2, \dots, x_n 들이 만족하여야 하는 조건이 m 개 즉, 방정식의 개수보다 더 많은 조건을 만족하여야 하므로 식 (2)는 해를 가지지 않는 경우가 많다. 따라서 이러한 경우 해는 가지지 않지만 오차를 최소로 하는 X 를 구하게 된다. 구하려는 라디오 장애 예측계산식의 일반형을 식 (3)과 같은 형태로 두고,

$$RI_i = k_1 + k_2 f_i(G) + k_3 f_i(N) + k_4 f_i(d) + k_5 f_i(D) + k_6 f_i(f) \tag{3}$$

단, RI_i : 모델선로의 라디오 잡음 계산치, dB μ V/m

k_1 : 보정 상수

$k_2 \sim k_6$: 각 함수의 계수

G : 도체표면전위경도, kV/cm

N : 소도체 수

d : 소도체 직경, cm

D : 도체에서 계산점까지의 방사거리, m

f : 계산주파수, MHz

f_i : 파라미터 G, N, d, D, f 의 함수

상수 및 계수 $k_1 \sim k_6$ 를 최적화 하기 위해 아래와 같은 방법을 적용했다. 먼저 식 (3)을 행렬식으로 나타내면 식 (4)와 같이 된다.

$$[A_{ij}][k_j] = [RI_i] \tag{4}$$

여기서 i 는 1~ m (데이터 수), j 는 1~ n (미지수, 6)이며, $[A_{ij}], [k_j], [RI_i]$ 는 각각 아래와 같다.

$$[A_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & \log G_1 & \log d_1 & \log N_1 & \log D_1 & \log f_1 \\ 1 & \log G_2 & \log d_2 & \log N_2 & \log D_2 & \log f_2 \\ 1 & \log G_3 & \log d_3 & \log N_3 & \log D_3 & \log f_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & \log G_m & \log d_m & \log N_m & \log D_m & \log f_m \end{bmatrix}$$

$$[RI_i] = \begin{bmatrix} RI(1)_{mea} \\ RI(2)_{mea} \\ RI(3)_{mea} \\ \vdots \\ RI(m)_{mea} \end{bmatrix} \quad [k_j] = \begin{bmatrix} k_1 \\ k_2 \\ k_3 \\ \vdots \\ k_n \end{bmatrix}$$

식 (4)에서 $[k_j]$ 를 구하기 위해서 양변에 $[A_{ij}]$ 의 전치행렬 $[A_{ij}]^T$ 를 취하면 식 (5)와 같이 된다.

$$[A_{ij}]^T[A_{ij}][k_j] = [A_{ij}]^T[RI_i] \tag{5}$$

$$[B_{ij}][k_j] = [A_{ij}]^T[RI_i]$$

따라서 $[B_{ij}]$ 는 정방행렬이 되므로, 식 (6)으로 예측계산식의 계수 $[k_j]$ 를 구할 수 있다.

$$[k_j] = [B_{ij}]^{-1} [A_{ij}]^T [RI_i] \tag{6}$$

3.3 예측계산식 개발 및 검증결과

최소자승법을 이용하여 예측계산식 각 항의 계수 및 보정 상수를 최적화하기 위한 과정은 전술한 바와 같고, 그림 2는 이 과정의 흐름도를 보이고 있다. 본 논문에서 예측식의 형태 중 parameter와 함수는 라디오 잡음 발생량과의 물리적인 관계를 고려하고, 해외 각 국 예측식의 형태를 참고하여 식 (1)과 같이 5개 파라미터와 선형대수함수를 취했다. 그림 2의 최적화 과정에서 동조(tuning)한 실측 데이터와의 절대오차가 가장 작은 식의 형태를 최종적인 결과식으로 하였다.

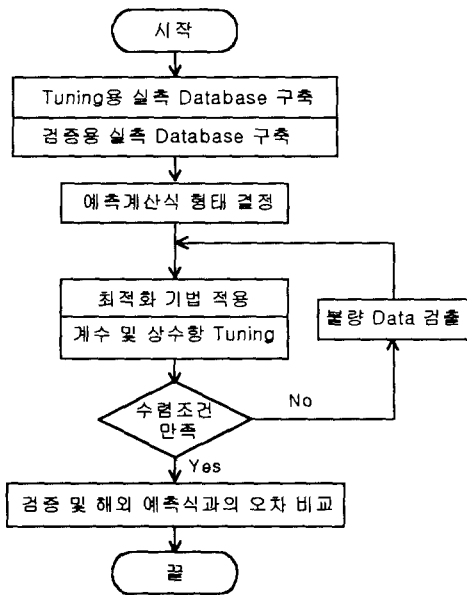


그림 2 비교법에 의한 라디오잡음 예측계산식 개발 흐름도
 Fig. 2 Flowchart for developing radio interference prediction formulas by the comparison method

3.3.1 청명시 라디오 잡음장해 예측계산식

34개 청명 데이터를 동조해서 얻은 청명시 3상 라디오 잡음 예측계산식은 식 (7)과 같고, 본 식의 유효한 적용범위는 아래와 같다.

$$RI_{fair} = -105.81 + 117.41 \log(G_a) + 40.38 \log d + 1.54 \log N - 10.22 \log D - 27.10 \log f \quad (7)$$

단, RI_{fair} : 모델선로의 청명시 라디오 장해 계산치, dB μ V/m

표 2 청명시 개발식 검증용 선로의 파라미터

Table 2 Line parameters to verify the developed formula in fair weather

No	공칭 전압 [kV]	전위경도 [kV/cm]			소도체 직경 [cm]	소도체 수	방사 거리 [m]	주파수 [MHz]	RI 측정치 [dB μ V/m]	선로 형상
		A상	B상	C상						
1	362	15.40	16.40	15.40	4.48	1	24.42	1.0	47.0	수평 1회선
2	522	14.92	15.93	14.92	4.63	2	28.45	1.0	44.0	수평 1회선
3	550	14.70	14.70	14.70	4.07	3	18.60	1.0	43.2	삼각 1회선
4	800	15.52	15.41	15.53	3.04	6	49.52	0.5	45.3	수직 2회선

G_a : 각상의 평균최대도체표면전위경도 합의 평균치, kV/cm

d : 소도체 직경, cm

N : 소도체 수

D : 도체에서 계산점까지의 방사거리, m

f : 계산주파수, MHz

- 적용 선로형상 : 모든 형상의 가공 송전선로
- 계산치 척도 : 청명시 L_{50%} Level
- 유효 적용범위 :
 - 230 ≤ 선로전압, kV_{L-L} ≤ 1200 kV
 - 1 ≤ 소도체 수, N ≤ 8
 - 2.24 ≤ 소도체 직경, d ≤ 6.35 cm
 - 0.475 ≤ 주파수, f ≤ 1.0 MHz

개발식의 검증을 위해 해외 주요 계산식과 함께 동조서 사

표 3 검증 선로에 대한 청명시 라디오 잡음 예측식과 해외 예측식의 계산절대오차 비교

Table 3 Deviations and absolute errors between calculated and measured levels for models in fair weather

각 국의 예측식		검증용 선로				절대오차
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	
400kV FG (독일)	계산치	44.1725	43.9872	-	-	1.4202
	오차	-2.8275	-0.0128			
ENEL (이태리)	계산치	48.1951	47.9761	50.9193	43.3455	3.7113
	오차	1.1951	3.9761	7.7193	-1.9545	
CRIEPI (일본)	계산치	42.4928	40.3465	42.7158	-	2.8816
	오차	-4.5072	-3.6535	-0.4842		
Westinghouse (미국)	계산치	49.2747	48.4308	45.4233	46.0258	2.4137
	오차	2.2747	4.4308	2.2233	0.7258	
BPA (미국)	계산치	44.5144	43.4832	39.3066	-	2.2986
	오차	-2.4856	-0.5168	-3.8934		
KEPCO (한국)	계산치	46.8319	45.6257	43.6257	46.0460	0.7414
	오차	-0.1681	1.6257	0.4257	0.7460	
실측치		47.0	44.0	43.2	45.3	

용하지 않은 표 2의 검증용 송전선로에 적용하여 계산오차를 비교함으로써 예측의 정확도를 확인했다. 검증용 송전선로의 모델은 예측식의 신뢰성을 높이기 위해 전압의 범위가 넓고 선로의 형상도 다양한 데이터를 이용했다. 표 3은 검증용 선로에 대한 식 (7)의 개발식과 해외 예측식에 의한 청명시 라디오 잡음 계산치와 실측치 간의 편차 및 절대오차를 나타낸 것이다.

표 3에서 '-' 부분은 해외 각국의 예측식들의 적용범위가 제한적이기 때문에 검증용 모델선로의 제 조건이 해당 식의 유효범위 내에 있지 않아 예측계산이 불가능한 경우를 의미한다. 전반적으로 본 논문에서 제안한 예측식에 의한 계산치들이 해외 각국의 예측식에 의한 계산결과보다 정확하다는 것을 알 수 있다. 또한 모든 선로형상에 적용이 가능하므로 각종 선로 형상(line geometry)을 갖는 국내외 송전선로의 라디오 잡음 발생량을 1.0 dBμV/m 미만의 오차로 예측할 수 있음을 보여주고 있다.

3.3.2 강우시 라디오 잡음장해 예측계산식

25개 강우 데이터를 동조해서 얻은 강우시 3상 라디오 잡음 예측계산식은 식 (8)과 같고, 유효한 적용범위는 아래와 같다.

표 4 강우시 개발식 검증용 선로의 파라미터

Table 4 Line parameters to verify the developed formula in foul weather

No	공칭 전압 [kV]	전위경도 [kV/cm]			소도체 직경 [cm]	소도체 수	방사 거리 [m]	주파수 [MHz]	RI 측정치 [dBμV/m]	선로 형상
		A상	B상	C상						
1	362	15.40	16.40	15.40	4.48	1	24.42	1.0	64.0	수평 1회선
2	550	14.70	14.70	14.70	4.07	3	18.60	1.0	60.2	삼각 1회선
3	502	15.86	17.20	15.86	4.19	2	27.77	1.0	66.0	수평 1회선
4	800	15.52	15.41	15.53	3.04	6	27.69	0.5	65.1	수직 2회선

표 5 검증 선로에 대한 강우시 라디오 잡음 예측식과 해외 예측식의 계산절대오차 비교

Table 5 Deviations and absolute errors between calculated and measured levels for models in foul weather

각국의 예측식		검증용 선로				절대오차
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	
ENEL(이태리)	계산치	62.1951	64.9193	64.5466	64.9192	2.0396
	오차	-1.8049	4.7193	-1.4534	-0.1808	
BPA(미국)	계산치	61.5144	56.3066	62.2172	-	3.3873
	오차	-2.4856	-3.8934	-3.7828		
KEPCO(한국)	계산치	63.0376	61.8394	63.7599	65.0303	1.2279
	오차	-0.9624	1.6394	-2.2401	-0.0697	
실측치		64.0	60.2	66.0	65.1	-

$$RI_{foul} = -81.98 + 119.56 \log(G_a) + 43.57 \log d + 3.97 \log N - 19.05 \log D - 25.07 \log f \quad (8)$$

단, RI_{foul} : 모델선로의 강우시 라디오장해계산치, dBμV/m

- 적용 선로형상: 모든 형상의 가공 송전선로
- 계산치 척도: 강우시 L50% Level
- 유효적용범위:
 - 230 ≤ 선로전압, kV_{L-L} ≤ 1200 kV
 - 1 ≤ 소도체 수, N ≤ 8
 - 2.72 ≤ 소도체 직경, d ≤ 6.35 cm
 - 0.475 ≤ 주파수, f ≤ 1.0 MHz

강우시 검증용 선로는 표 4와 같으며, 청명시와 같은 방법으로 강우시 라디오 잡음 계산식인 식 (8)의 예측오차를 검증한 결과는 표 5와 같다. 3상의 평균 최대 도체표면전위경도를 이용하여 계산한 라디오 잡음 예측식은 해외에서 이태리와 미국에서만 개발되어 있다. 따라서 표 5에 본 개발식과 두 나라의 강우시 예측식에 의한 계산결과 및 실측치와의 오차를 나타냈다. 절대오차 비교 결과 청명시 예측식과 마찬가지로 해외 예측식 보다 본 논문에서의 제안식이 우수함을 확인할 수 있으며, 약 1.2 dBμV/m의 오차로 계산유효범위의 사양을 갖는 가공 송전선로에 적용이 가능함을 보였다

4. 결론

본 논문에서 제안한 초고압 송전선로의 라디오 잡음장해 예측계산식은 기준선로의 라디오 장해 실측치인 E_0 를 사용하지 않고, 일반적인 비교법을 응용한 비선형 최적화 방법을 적용하여 청명 및 강우조건에서 라디오 수신장해 예측이 가능한 계산식을 정식화하였다. 또한 광범위의 적용범위를 갖는 예측계산식을 개발하기 위하여 선로형상 및 소도체 수, 소도체 직경, 도체표면전위경도, 계산 주파수 등의 선로 파라미터들이 다양하게 분포되어 있는 실측 Database를 이용하였다.

검증선로에 있어서 제안식과 기존의 주요 해외 예측계산식에 의한 계산치를 비교한 결과 제안식의 예측오차가 작아 해외 계산식보다 우수하다는 것을 확인했다. 즉, 유효 적용범위의 모든 가공선로 라디오 잡음을 청명시는 약 1.0 dB μ V/m, 강우시는 약 1.2 dB μ V/m 미만의 오차로 예측할 수 있음을 검증했다. 또한 개발과정에서 귀중한 송전선로 라디오 잡음 실측 Database도 얻을 수 있었다. 따라서 국내외 각종 형상의 송전선로에 의한 라디오 잡음 수신장해 발생량을 약 1 dB μ V/m 정도의 오차로 예측할 수 있게 되었다.

추가적인 과제로써는 예측의 정도를 보다 향상시킬 수 있는 지능적인 최적화 방법의 적용 연구와 추가 조사에 의한 실측 Database 확장 그리고 청명시 계산식과 강우시 계산식 간의 상관관계 규명 연구 등이 남아 있다.

참 고 문 헌

- [1] IEEE Radio Noise Subcommittee Report, "Comparison Of Radio Noise Prediction Methods with CIGRE/IEEE Survey Results", IEEE Trans. on PAS, Vol. PAS-92, No. 3, pp 1029-1042, May/June 1973.
- [2] Robert G. Olsen, Steven D. Schennum and Vernon L. Chartier, "Comparison of Several Methods for Calculating Power Line Electromagnetic Interference Level and Calibration with Long Term Data", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol 7, No. 2, pp 903-913, April 1992.
- [3] Transmission Line Reference Book - 345kV and Above, 2nd Edition, Electric Power Research Institute(EPRI), pp. 217-222, 1982.
- [4] CIGRE WG 36.01, Interferences Produced by Corona Effect of Electric Systems - Description of Phenomena and Practical Guide for Calculation, CIGRE, pp 45-49, 1974.
- [5] CIGRE WG 36.01, Addendum to CIGRE Document No. 20 (1974), Interferences Produced By Corona Effect Of Electric Systems, CIGRE, pp 43-60, 1996. 12.
- [6] Yoshitsugu Sawada, "Calculating Method of Radio Noise Level and Its Application to Design of AC Power Transmission Line", IEEE Trans. on PAS, Vol. PAS-89, No. 5, pp 844-853, May/June 1970.
- [7] J. B. Kim, D. I. Lee, K. Y. Shin, H. S. Ahn, K. H. Yang, "Electromagnetic Interference from a Three Phase Double Circuit 765-kV Test Line", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 14, No. 1, 1999. 1., pp. 266-271.

저 자 소 개



양 광 호(梁 光 鎬)

1957년 11월 16일생. 1981년 충북대 전기공학과 졸업. 1986년 성균관대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1999년 부산대 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1986년 ~ 현재 한국전기연구소 전력연구단 전기환경·송전연구그룹 선임연구원. KIEE, IEEE 정회원.

Tel : 0551 280-1322, Fax : 0551 280-1390

E-mail : khyang@keri.re.kr



주 문 노(朱 玟 魯)

1968년 7월 7일생. 1994년 인하대 환경공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 ~ 현재 한국전기연구소 전력연구단 전기환경·송전연구그룹 연구원. KIEE 정회원.

Tel : 0551-280-1324, Fax : 0551-280-1390

E-mail : mnju@keri.re.kr



명 성 호(明 聖 鎬)

1958년 3월 20일생. 1981년 서울대 전기공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1984년 ~ 현재 한국전기연구소 전력연구단 전기환경·송전연구그룹장, 책임연구원

Tel : 0551-280-1304, Fax : 0551-280-1390

E-mail : shmyung@keri.re.kr



신 구 옹(申 玖 容)

1967년 7월 8일생. 1993년 경남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1988년 한국전력공사 입사. 현재 한국전력공사 전력연구원 일반연구원

Tel : 042-865-5885, Fax : 042-865-5844

E-mail : kyshin@kepri.re.kr



이 동 일(李 東 一)

1958년 5월 15일생. 1996년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1978년 한국전력공사 입사. 현재 한국전력공사 전력연구원 책임연구원. KIEE 중신회원. CIGRE 정회원.

Tel : 042-865-5881, Fax : 042-865-5844

E-mail : dilee@kepri.re.kr