

## 경부고속철도 주변의 60 Hz 전자계 분포 예측에 관한 연구경부고속철도

김용식<sup>\*</sup>, 명성호<sup>\*\*</sup>, 이병윤<sup>\*\*\*</sup>, 한인수<sup>+</sup>, 박종근<sup>+</sup>

\* 호서대학교 안전공학부, \*\*전기연구소, +서울대학교 전기공학부

### Calculation of Power Frequency Electromagnetic Field Around the Kyeongbu High Speed Railways

E.S.Kim<sup>\*</sup>, S.H.Myung<sup>\*\*</sup>, B.Y.Lee<sup>\*\*\*</sup>, I.S.Han<sup>+</sup>, J.K.Park<sup>+</sup>

\* School of Safety Engineering, Hoseo University, \*\*KERI

+ School of Electrical Engineering, Seoul National University

**Abstract** - The effects of power frequency electric and magnetic fields have been a source of concern for many years. Electromagnetic fields can pose a threat to both signal system of electrified railways and human body around railways. It is believed that, though the electromagnetic fields do no serious harm to human health, they do induce biological effects. This paper estimates the electromagnetic fields near Kyeongbu high speed railways with numerical data. The charge simulation method and surface charge method are used to calculate the electric field of 2 dimensional power distribution lines and rails and magnetic field is calculated on the base of Biot-Sarart's law.

#### 1. 서론

전기철도가 운행될 때 발생되는 전계와 자계는 다른 전기시스템이나 인체에 영향을 미치게 되는데 이중 특히 철도 내부 및 외부의 통신이나 제어기기에 영향은 큰 문제가 된다. 또한 우리나라 전력 계통의 건설이 요즈음 들어 많은 민원을 겪게 되는 것도 날로 증가하는 전자계 환경에 대한 민감한 관심 때문이라 하겠다. 이와 같이

전자계환경 평가는 기기의 운용적인 면에서 뿐만 아니라 사회적인 면에서도 중요성이 점점 더하여져 설계자는 정확한 수치적 데이터를 예측하거나 보유하고 있어야만 한다. 본 연구에서는 전기철도 시스템의 모델을 바탕으로 상용주파수 영역의 2차원 전계 및 자계의 환경평가를 수치적으로 행하였다. 전계 계산법으로는 전하증첩법을 자계 계산법으로는 비오사바르의 법칙을 이용하였다.

#### 2. 전자계 해석을 위한 고속전철의 모델링.

그림 1과 2는 복선 트랙에서의 Auto Transformer 급전계통 도체 배치를 나타낸다. 그림 1은 전계분포를 알기 위한 전극의 배치도이다. 전차선과 조가선의 간격은 조가선의 의도를 고려하여 등가적인 수치를 적용하였다. 그 이외에도 피이터, 가공보호선 등의 높이도 장소에 따라 다르지만 대표적인 값을 사용하여도 그에 따른 오차는 무시한 정도이다.

그림 2는 각 도선에 흐르는 전류의 양을 결정하는 그림으로 전차선으로는 3I/4의 전류가 흐르고 이와 반대방향의 전류가 레일과 피이터를 위로 각각 I/2과 I/4의 전류가 흐른다. 실제 레일 위로는 대지누설 성분으로 I/2보다 작은 전류가 흐른다

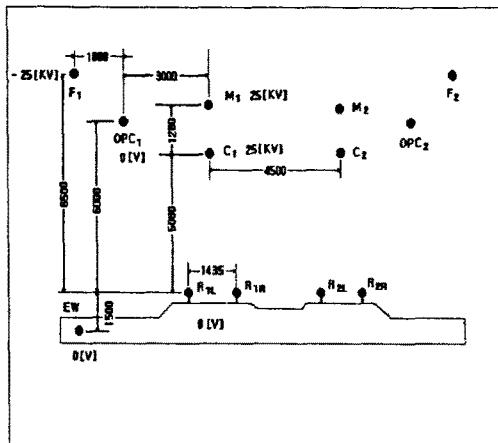


그림 1 2×25[kV] 계통의 도체배치

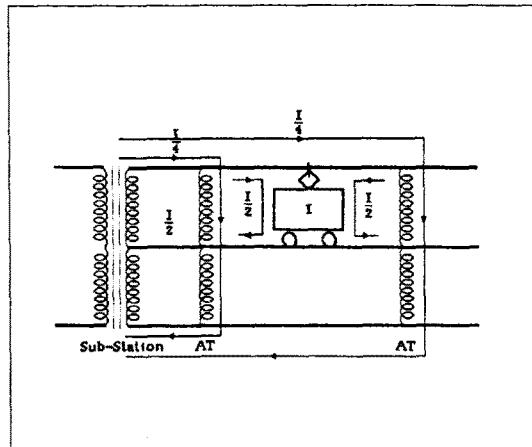


그림 2 AT 급전회로의 전류분포

표 1은 급전계통 도체별로 각각의 재료 및 크기등 계산에 필요한 입력자료를 나타

내었다. 레일에 대한 데이터는 실측한 자료를 그대로 사용하였다.

	contact wire	messenger wire	feeder	overhead protection conductor	earth cable	rail
재질	hard drawn copper	tin bronze	aluminum/ steel	aluminum/ steel	aluminum/ steel	steel
단면적 [mm <sup>2</sup> ]	150	65.49	288.35	93.3	93.3	60kg/m
직경 [mm]	13.60	10.50	22.05	12.50	12.50	

표 1 급전계통 도체별 사양

### 3. 2차원 전계계산식

전하밀도가  $\lambda$ 인 무한장 선전하에 의한 전위 및 전계는 아래식과 같이 구할 수 있다. 여기서  $(x,y)$ 는 계산점이고  $(X,Y)$ 는 선전하의 위치를 나타낸다.

$$\Phi = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln \frac{(x-X)^2 + (y+Y)^2}{(x-X)^2 + (y-Y)^2} \quad 1)$$

$$E_x = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} (x-X) \left\{ \frac{1}{(x-X)^2 + (y-Y)^2} - \right.$$

$$\left. \frac{1}{(x-X)^2 + (y+Y)^2} \right\} \quad 2)$$

$$E_y = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \left\{ \frac{y-Y}{(x-X)^2 + (y-Y)^2} - \frac{y+Y}{(x-X)^2 + (y+Y)^2} \right\} \quad 3)$$

면전하밀도가  $\sigma(j)$ 이고 x축에 평행인 무한 평판전하에 의한 전위는 식 4)와 같이 주어진다. 여기서  $(x,y)$ 는 계산점이고  $X_1$ 과

$X_2$  평판전하의 시작과 끝을 나타낸다. 그림 1에는 12개의 도체가 있는데 전하중첩법으로 이를 모의하기 위하여 40여개의 선전하를 사용하였다.

$$\mu_j = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \int_{X_1}^{X_2} \sigma(j) \cdot \ln \frac{(x-X)^2 + (y+Y)^2}{(x-X)^2 + (y-Y)^2} dX \quad 4)$$

#### 4. 자계계산식 [6]

본 논문에서는 Biot-Savart법칙을 사용하여 자계계산을 하였다. 임의의 점P에서 자계  $H$ 를 구하면 식 5)와 같이 표현되고 이를 바탕으로한 계산알고리즘을 자계계산에 사용하였다.

$$H = \frac{1}{4\pi} \oint_c \frac{ds \times R}{R^3} \quad 5)$$

#### 5. 계산결과

그림 3은 전위분포를 그림 4는 자계분포를 각각 나타낸다.

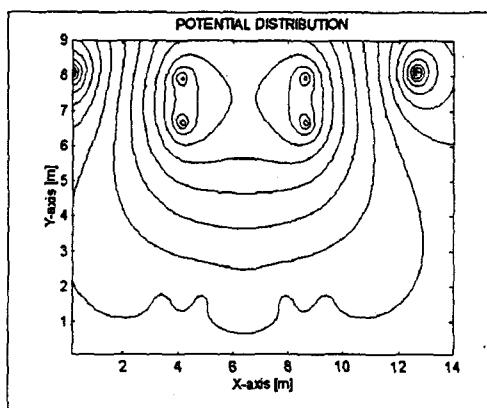


그림 3 전위분포

#### 6. 결론

본 논문은 경부고속전철 주변의 60Hz 전자계의 값을 수치적으로 예측하였다. 향

후 통신선에의 유도전압 계산, 생체 및 시스템에의 영향평가, 3차원 정밀계산 등의 분야에 계속되는 연구가 필요하다.

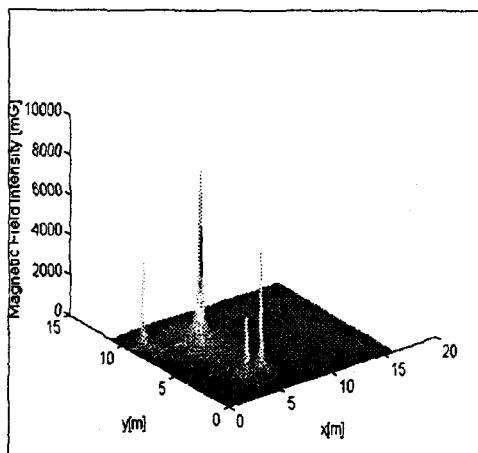


그림 4 자계분포

#### [참고문헌]

- [1] H. Singer, H. Steinbiger, P. Weiß, "A Charge Simulation Method for the Calculation of High Voltage Field," IEEE Trans. on PAS, Vol. PAS-93, pp. 1660-1667. 1974.
- [2] 河野照哉, 宅間, 數値電界計算法, コロナ社, 東京, 1980.
- [3] 이기철, 이홍식, "전자계의 생물학적 영향연구," 전기연구소 연구보고, 1987.
- [4] 민석원, 김웅식, "765 kV 교류 2회선 송전선 인근의 생체 및 물체에 유도되는 전압, 전류 계산 프로그램 개발," 한국 전력공사 보고서 93-52, 1994.
- [5] David K. Cheng, "Fundamental of Engineering Electromagnetics", Addison Wesley, 1993.
- [6] 한인수, 박종근, 명성호, 이병윤, 김웅식, 민석원, "송변전 설비 주변에서의 3차원 자계 해석" 대한전기학회 창립 50주년 학계학술대회 논문집 1997. 7.