

# 전차선로의 회로정수 측정방안 연구

## Measurement Method for Catenary Line Constant

오광해\*                      이한민\*\*                      이장무\*\*\*                      이기원\*\*\*\*  
Oh, Kwanghae    Lee, Hanmin    Lee, Changmu    Lee, Kiwon

---

### ABSTRACT

This paper presents a method to obtain line constants for a catenary system. To find them, voltages, currents and power factors according to frequencies were measured in short circuit and open circuit respectively. And from the measured data, resistances, inductances and capacitances were also calculated.

---

### 1. 서 론

철도 시스템의 전차선로는 저항, 인덕턴스, 정전용량, 누설 콘덕턴스라는 4개의 정수로 이루어진 연속된 전기회로이다. 철도 시스템의 전기적 특성, 즉 전압 강하, 수전 전력, 손실 등을 계산하는데에는 이 4개의 선로정수를 알아야 한다.

통상의 상태에서는 도체에 반드시 저항이 있고, 도체에 전류가 흐르면 이것에 따라 자속이 생겨서 도체와 쇠교하게 된다. 도체의 권수와 자속과의 곱을 자속 쇠교수라고 하는데 이것이 변화하면 유기 기전력이 발생하게 된다. 이것은 전류 변화가 원인으로 된 것인데 이때 이 기전력과 전류의 시간적 변화와를 관계짓는 비례 정수로서 도체는 일정한 인덕턴스를 갖게 되는 것이다. 또 도체와 도체 사이에는 정전 용량이 존재한다. 이들 선로정수로부터 도체의 직렬임피던스와 도체 상호간의 상호임피던스, 선간 어드미턴스가 구성된다[1].

이들 임피던스와 어드미턴스를 구성하는 선로정수를 얻기 위한 여러 예측 계산 방법들이 있으며 가장 대표적인 방법으로 칼슨(Carson's formula) 계열의 공식들이 오랫동안 사용되어 왔다. 그러나 지금까지 예측 계산을 검증하기 위한 실측 데이터조차도 얻기가 힘들었다.

본 논문에서는 경부고속철도 신청주(S/S)-시목(PP)-회덕(SP) 21.8km 구간을 대상으로 하여 전차선로 도체들간의 전압, 전류를 측정하고, 그 측정된 데이터로부터 선로정수를 얻기 위한 방안을 제안하였으며 제안된 방안에 의해 얻은 선로정수 값들을 폭넓게 분석하였다.

---

\* 한국철도기술연구원, 선임연구원, 철도전력연구팀,    정회원  
\*\* 한국철도기술연구원, 연구원, 철도전력연구팀,        정회원  
\*\*\* 한국철도기술연구원, 주임연구원, 철도전력연구팀,    정회원  
\*\*\*\* 한국철도기술연구원, 주임연구원, 철도전력연구팀,    정회원

## 2. 회로 정수 도출 방안

본 절에서는 전차선로 도체들간의 전압, 전류를 측정하여 임피던스, 어드미턴스를 도출하는 방안을 다룬다. 이들 구체적인 과정은 다음과 같다.

### 2.1 자기 및 상호 임피던스

그림 1은 전철변전소와 병렬급전소 구간의 전차선로 회로 구성도를 나타낸 것이다. 병렬급전소에서 모든 도체군을 단락시킴으로서 폐회로를 구성하였다.

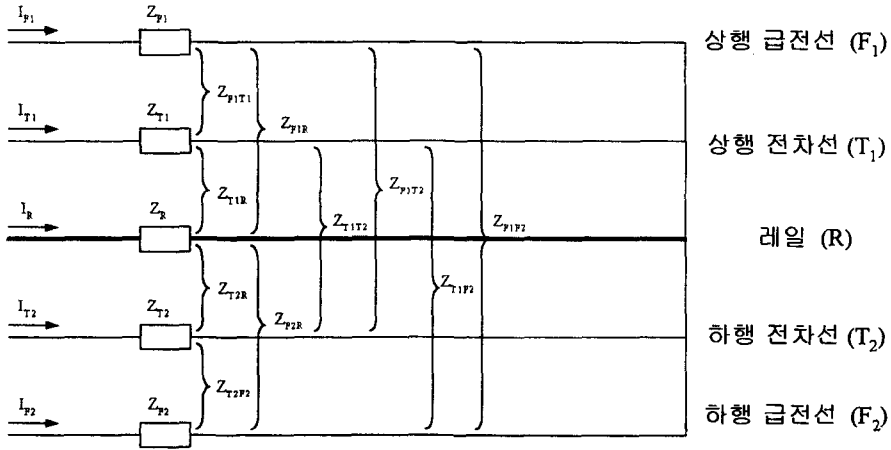


그림 1. 전차선로 회로도

전차선로 회로도의 전류, 전압강하 관계를 나타내면 식 (1)과 같은 25개의 임피던스 행렬 요소로 표현된다.

$$\begin{bmatrix} \Delta V_{F1} \\ \Delta V_{T1} \\ \Delta V_R \\ \Delta V_{T2} \\ \Delta V_{F2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{F1F1} & Z_{F1T1} & Z_{F1R} & Z_{F1T2} & Z_{F1F2} \\ Z_{T1F1} & Z_{T1T1} & Z_{T1R} & Z_{T1T2} & Z_{T1F2} \\ Z_{RF1} & Z_{RT1} & Z_{RR} & Z_{RT2} & Z_{RF2} \\ Z_{T2F1} & Z_{T2T1} & Z_{T2R} & Z_{T2T2} & Z_{T2F2} \\ Z_{F2F1} & Z_{F2T1} & Z_{F2R} & Z_{F2T2} & Z_{F2F2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{F1} \\ I_{T1} \\ I_R \\ I_{T2} \\ I_{F2} \end{bmatrix} \quad (1)$$

전차선로의 대칭구조에 의해 식 (1)에서 상호 임피던스는 대칭성을 나타내므로 필요한 행렬 요소는 9개가 된다. 이들 9개의 행렬 요소에 의해 식 (1)은 식 (2)와 같이 표현된다.

$$\begin{bmatrix} \Delta V_{F1} \\ \Delta V_{T1} \\ \Delta V_R \\ \Delta V_{T2} \\ \Delta V_{F2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega Z_F & \omega Z_{T1F1} & \omega Z_{FR} & \omega Z_{T1F2} & \omega Z_{FF} \\ & \omega Z_T & \omega Z_{TR} & \omega Z_{TT} & \omega Z_{T1F2} \\ & & \omega Z_R & \omega Z_{TR} & \omega Z_{FR} \\ & & & \omega Z_T & \omega Z_{T1F1} \\ & & & & \omega Z_F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{F1} \\ I_{T1} \\ I_R \\ I_{T2} \\ I_{F2} \end{bmatrix} \quad (2)$$

### 2.1.1 전차선로의 전압-전류 측정

각각의 임피던스 행렬 요소를 도출하기 위해 그림 1의 변전소단에서 도체 단자들의 서로 다른 총 6가지 조합에 대해 전압-전류를 측정하였다.

1) T1-T2단자에 전류(I)를 인가해서, 전압측정(V)

$$\begin{bmatrix} \Delta V_{F1} \\ \Delta V_{T1} \\ \Delta V_R \\ \Delta V_{T2} \\ \Delta V_{F2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_F & Z_{TIF1} & Z_{FR} & Z_{TIF2} & Z_{FF} \\ Z_{TIF1} & Z_T & Z_{TR} & Z_{TT} & Z_{TIF2} \\ Z_{FR} & Z_{TR} & Z_R & Z_{TR} & Z_{FR} \\ Z_{TIF2} & Z_{TT} & Z_{TR} & Z_T & Z_{TIF1} \\ Z_{FF} & Z_{TIF2} & Z_{FR} & Z_{TIF1} & Z_F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \\ I \\ \\ -I \\ \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$V = \Delta V_{T1} - \Delta V_{T2} = I \cdot (2Z_T - 2Z_{TT})$$

2) T1-R단자에 전류(I)를 인가해서, 전압측정(V)

$$\begin{bmatrix} \Delta V_{F1} \\ \Delta V_{T1} \\ \Delta V_R \\ \Delta V_{T2} \\ \Delta V_{F2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_F & Z_{TIF1} & Z_{FR} & Z_{TIF2} & Z_{FF} \\ Z_{TIF1} & Z_T & Z_{TR} & Z_{TT} & Z_{TIF2} \\ Z_{FR} & Z_{TR} & Z_R & Z_{TR} & Z_{FR} \\ Z_{TIF2} & Z_{TT} & Z_{TR} & Z_T & Z_{TIF1} \\ Z_{FF} & Z_{TIF2} & Z_{FR} & Z_{TIF1} & Z_F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \\ I \\ -I \\ \\ \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$V = \Delta V_{T1} - \Delta V_R = I \cdot (Z_T - 2Z_{TR} + Z_R)$$

3) T1-F1단자에 전류(I)를 인가해서, 전압측정(V)

$$\begin{bmatrix} \Delta V_{F1} \\ \Delta V_{T1} \\ \Delta V_R \\ \Delta V_{T2} \\ \Delta V_{F2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_F & Z_{TIF1} & Z_{FR} & Z_{TIF2} & Z_{FF} \\ Z_{TIF1} & Z_T & Z_{TR} & Z_{TT} & Z_{TIF2} \\ Z_{FR} & Z_{TR} & Z_R & Z_{TR} & Z_{FR} \\ Z_{TIF2} & Z_{TT} & Z_{TR} & Z_T & Z_{TIF1} \\ Z_{FF} & Z_{TIF2} & Z_{FR} & Z_{TIF1} & Z_F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -I \\ I \\ \\ \\ \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$V = \Delta V_{T1} - \Delta V_{F1} = I \cdot (Z_T - 2Z_{TIF1} + Z_F)$$

4) T1-F2단자에 전류(I)를 인가해서, 전압측정(V)

$$\begin{bmatrix} \Delta V_{F1} \\ \Delta V_{T1} \\ \Delta V_R \\ \Delta V_{T2} \\ \Delta V_{F2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_F & Z_{TIF1} & Z_{FR} & Z_{TIF2} & Z_{FF} \\ Z_{TIF1} & Z_T & Z_{TR} & Z_{TT} & Z_{TIF2} \\ Z_{FR} & Z_{TR} & Z_R & Z_{TR} & Z_{FR} \\ Z_{TIF2} & Z_{TT} & Z_{TR} & Z_T & Z_{TIF1} \\ Z_{FF} & Z_{TIF2} & Z_{FR} & Z_{TIF1} & Z_F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \\ I \\ \\ -I \\ \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$V = \Delta V_{T1} - \Delta V_{F2} = I \cdot (Z_T - 2Z_{TIF2} + Z_F)$$

(참고) T2-R, T2-F1, T2-F2 단자에서의 수식은 앞의 수식과 선형종속관계

5) R-F1단자에 전류(I)를 인가해서, 전압측정(V)

$$\begin{bmatrix} \Delta V_{F1} \\ \Delta V_{T1} \\ \Delta V_R \\ \Delta V_{T2} \\ \Delta V_{F2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_F & Z_{TIF1} & Z_{FR} & Z_{TIF2} & Z_{FF} \\ Z_{TIF1} & Z_T & Z_{TR} & Z_{TT} & Z_{TIF2} \\ Z_{FR} & Z_{TR} & Z_R & Z_{TR} & Z_{FR} \\ Z_{TIF2} & Z_{TT} & Z_{TR} & Z_T & Z_{TIF1} \\ Z_{FF} & Z_{TIF2} & Z_{FR} & Z_{TIF1} & Z_F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -I \\ \\ I \\ \\ \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$V = \Delta V_R - \Delta V_{F1} = I \cdot (Z_R - 2Z_{FR} + Z_F)$$

(참고) R-F2 단자에서의 수식은 위의 수식과 선형종속관계

6) F1-F2단자에 전류(I)를 인가해서, 전압측정(V)

$$\begin{bmatrix} \Delta V_{F1} \\ \Delta V_{T1} \\ \Delta V_R \\ \Delta V_{T2} \\ \Delta V_{F2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_F & Z_{T1F1} & Z_{FR} & Z_{T1F2} & Z_{FF} \\ Z_{T1F1} & Z_T & Z_{TR} & Z_{TT} & Z_{T1F2} \\ Z_{FR} & Z_{TR} & Z_R & Z_{TR} & Z_{FR} \\ Z_{T1F2} & Z_{TT} & Z_{TR} & Z_T & Z_{T1F1} \\ Z_{FF} & Z_{T1F2} & Z_{FR} & Z_{T1F1} & Z_F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I \\ \\ \\ \\ -I \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$V = \Delta V_{F1} - \Delta V_{F2} = I * (2Z_F - 2Z_{FF})$$

(참고) COMMON(T1,T2)-R, R-COMMON(F1,F2), COMMON(T1,T2)- COMMON(F1,F2) 단자에서의 수식은 위의 수식과 선형종속관계

### 2.1.2 임피던스 도출 방안

위의 2.1.1 절에서 측정된 전압-전류 관계를 종합, 정리하면 다음과 같다.

- ①  $(\Delta V_{T1} - \Delta V_{T2})/I = 2Z_T - 2Z_{TT}$
- ②  $(\Delta V_{T1} - \Delta V_R)/I = Z_T - 2Z_{TR} + Z_R$
- ③  $(\Delta V_{T1} - \Delta V_{F1})/I = Z_T - 2Z_{T1F1} + Z_F$
- ④  $(\Delta V_{T1} - \Delta V_{F2})/I = Z_T - 2Z_{T1F2} + Z_F$
- ⑤  $(\Delta V_R - \Delta V_{F1})/I = Z_R - 2Z_{FR} + Z_F$
- ⑥  $(\Delta V_{F1} - \Delta V_{F2})/I = 2Z_F - 2Z_{FF}$

위 식에서 변수는 9개가 되지만 행렬의 RANK가 6이 되므로 모든 임피던스를 구할 수가 없다. 따라서 몇 가지 사실적 근거를 바탕으로 변수의 개수를 줄이도록 하였다. 첫째, F1-F2 측정에서는 두 급전선 사이의 거리가 10m 이상이므로 상호 임피던스가 존재하지 않는다는 가정을 한다. 또한 T1-F2(T2-F1)의 경우도 거리가 8.6m 이상이므로 상호 임피던스가 존재하지 않는다는 가정을 한다. 이유는 상호 임피던스는 도체에 흐르는 전류에 의해 발생된 자계가 다른 도체에 쇄교하여 발생하는데 이 자계는 앙페르의 주회법칙에 따라 도체로부터 떨어진 거리에 반비례하므로 10m 이상의 급전선간 상호 임피던스와 8.6m 이상의 급전선과 전차선 간의 상호 임피던스를 무시할 수 있게 된다. 그리고 오랫동안 사용되었던 예측 계산의 경험에 의하면 나머지 상호 임피던스는 거의 동일한 값을 나타내는 것으로 알려져 있다[2,3,4,5,6]. 그러므로 나머지 상호 임피던스를 동일한 값 ( $Z_M$ )으로 가정한다. 이 관계들로부터 자기 임피던스와 상호 임피던스를 구하게 된다. 임피던스 요소를 미지수로 한 행렬관계식은 좌변이 되고 우변은 모두 측정값으로 식 (9)와 같은 행렬관계를 구성한다.

$$\begin{bmatrix} Z_T & Z_F & Z_R & Z_M \\ \textcircled{1} & 2 & & -2 \\ \textcircled{2} & 1 & 1 & -2 \\ \textcircled{3} & 1 & 1 & -2 \\ \textcircled{4} & 1 & 1 & -2 \\ \textcircled{5} & 1 & 1 & -2 \\ \textcircled{6} & 2 & & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_T \\ Z_F \\ Z_R \\ Z_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (\Delta V_{T1} - \Delta V_{T2})/I \\ (\Delta V_{T1} - \Delta V_R)/I \\ (\Delta V_{T1} - \Delta V_{F1})/I \\ (\Delta V_{T1} - \Delta V_{F2})/I \\ (\Delta V_R - \Delta V_{F1})/I \\ (\Delta V_{F1} - \Delta V_{F2})/I \end{bmatrix} \quad (9)$$

식 (9)의 행렬관계식에서 계수행렬의 역행렬을 취함으로써 임피던스요소를 계산하였다.



Δ결선을 Y결선으로 변환시켜 자기 어드미턴스를 구하기 위해 T형 등가회로 Δ결선을 Y결선으로 변환시키면 그림 4와 같다.

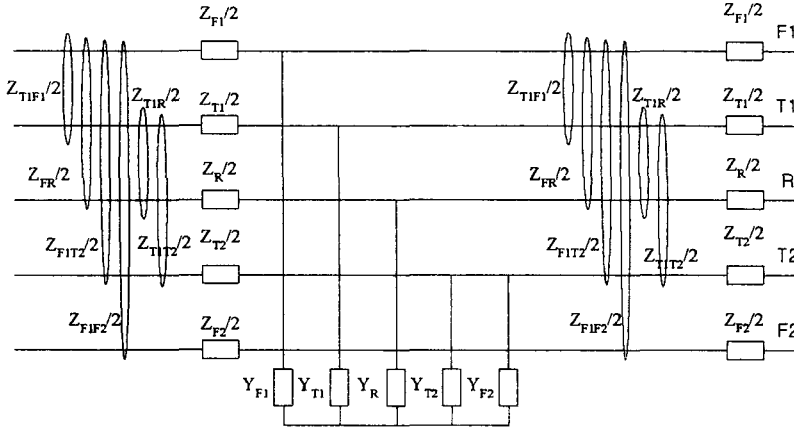


그림 4. T형 등가회로 Y결선

위 T형 등가회로 Y결선을 행렬관계로 나타내면 식 (11)과 같다.

$$\begin{bmatrix} \Delta V_{F1} \\ \Delta V_{T1} \\ \Delta V_R \\ \Delta V_{T2} \\ \Delta V_{F2} \end{bmatrix} = 1/2 * \begin{bmatrix} Z_F & Z_{TIF1} - (2/Y_{T1}) & Z_{FR} - (2/Y_R) & Z_{TIF2} - (2/Y_{T2}) & Z_{FF} - (2/Y_{F2}) \\ Z_{TIF1} - (2/Y_{F1}) & Z_T & Z_{TR} - (2/Y_R) & Z_{TT} - (2/Y_{T2}) & Z_{TIF2} - (2/Y_{F2}) \\ Z_{FR} - (2/Y_{F1}) & Z_{TR} - (2/Y_{T1}) & Z_R & Z_{TR} - (2/Y_{T2}) & Z_{FR} - (2/Y_{F2}) \\ Z_{TIF2} - (2/Y_{F1}) & Z_{TT} - (2/Y_{T1}) & Z_{TR} - (2/Y_R) & Z_T & Z_{TIF1} - (2/Y_{F2}) \\ Z_{FF} - (2/Y_{F1}) & Z_{TIF2} - (2/Y_{T1}) & Z_{FR} - (2/Y_R) & Z_{TIF1} - (2/Y_{T2}) & Z_F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{F1} \\ I_{T1} \\ I_R \\ I_{T2} \\ I_{F2} \end{bmatrix} \quad (11)$$

6개의 선간 어드미턴스를 도출하기 위한 전압, 전류 관계식은 2.1.1절의 식 (3)~(8)과 동일한 과정으로 유도하였다. 유도된 행렬관계는 다음 식(12)와 같다.

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{1}{Y_{T1}} \\ \frac{1}{Y_{T2}} \\ \frac{1}{Y_R} \\ \frac{1}{Y_{F1}} \\ \frac{1}{Y_{F2}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \left\{ \frac{V_{TT}}{I_{TT}} - (Z_T - Z_{TT}) \right\} \\ \left\{ \frac{V_{TR}}{I_{TR}} - \left( \frac{Z_T}{2} - Z_{TR} + \frac{Z_R}{2} \right) \right\} \\ \left\{ \frac{V_{TIF1}}{I_{TIF1}} - \left( \frac{Z_T}{2} - Z_{TIF1} + \frac{Z_F}{2} \right) \right\} \\ \left\{ \frac{V_{TIF2}}{I_{TIF2}} - \left( \frac{Z_T}{2} - Z_{TIF2} + \frac{Z_F}{2} \right) \right\} \\ \left\{ \frac{V_{FR}}{I_{FR}} - \left( \frac{Z_R}{2} - Z_{FR} + \frac{Z_F}{2} \right) \right\} \\ \left\{ \frac{V_{FF}}{I_{FF}} - (Z_F - Z_{FF}) \right\} \end{pmatrix} \quad (12)$$

위 식 (12)를  $X \cdot \frac{1}{Y} = Z$  나타내면 식 (13)에 의해 자기 어드미턴스를 구할 수 있다.

$$\frac{1}{Y} = \text{inv}(X^T * X) * X^T * Z \quad (13)$$

결국, 식 (13)의 자기 어드미턴스를 식 (10)에 대입하여 그림 2의 선간 어드미턴스를 구하도록 하였다.

### 3. 사례연구

본 논문에서 제안된 방법에 따라 경부고속철도 신청주(S/S)-시목(PP)-회덕(SP) 구간의 임피던스와 어드미턴스를 도출하였다. 표 1은 임피던스, 표 2는 커패시턴스 계산결과를 나타낸다.

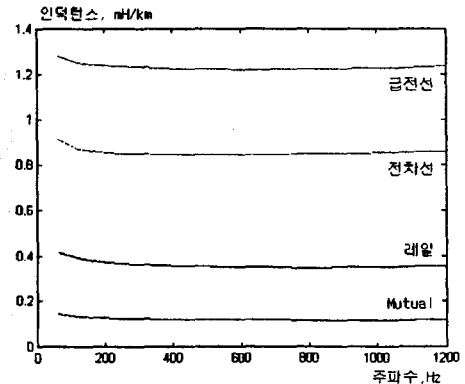
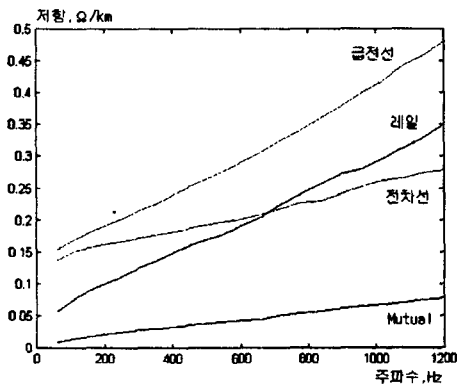
표 1. 임피던스 계산결과 ( $\Omega/\text{km}$ )

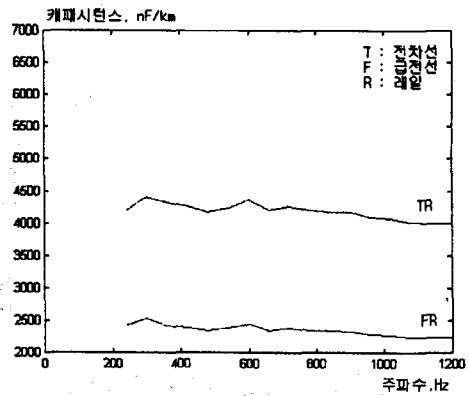
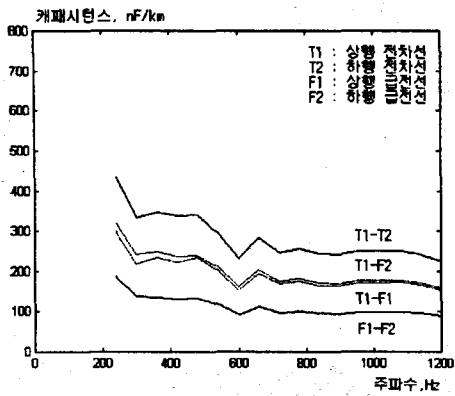
주파수	전차선		급전선		레일 도체군		상호 임피던스	
	R	X	R	X	R	X	R	X
60	0.1379	0.3435	0.1537	0.4822	0.0568	0.1568	0.0084	0.0535
120	0.1521	0.6553	0.1709	0.9440	0.0797	0.2935	0.0146	0.0982
180	0.1596	0.9703	0.1857	1.4027	0.0955	0.4236	0.0196	0.1422
240	0.1656	1.2846	0.1987	1.8618	0.1087	0.5523	0.0229	0.1858
300	0.1715	1.6001	0.2144	2.3185	0.1250	0.6801	0.0278	0.2289
360	0.1772	1.9176	0.2278	2.7742	0.1372	0.8088	0.0298	0.2722
420	0.1826	2.2336	0.2449	3.2311	0.1541	0.9341	0.0344	0.3150
480	0.1903	2.5519	0.2602	3.6880	0.1659	1.0600	0.0370	0.3584
540	0.1962	2.8699	0.2748	4.1451	0.1766	1.1848	0.0394	0.4003
600	0.2009	3.1897	0.2910	4.6033	0.1913	1.3132	0.0419	0.4437
660	0.2086	3.5111	0.3069	5.0639	0.2038	1.4413	0.0446	0.4870
720	0.2179	3.8338	0.3259	5.5259	0.2252	1.5701	0.0517	0.5307
780	0.2279	4.1564	0.3410	5.9871	0.2405	1.6978	0.0547	0.5722
840	0.2306	4.4816	0.3607	6.4535	0.2565	1.8294	0.0577	0.6164
900	0.2426	4.8079	0.3801	6.9237	0.2732	1.9634	0.0612	0.6616
960	0.2524	5.1387	0.4002	7.3929	0.2796	2.0936	0.0646	0.7048
1020	0.2630	5.4663	0.4177	7.8639	0.2955	2.2309	0.0679	0.7473
1080	0.2653	5.7993	0.4426	8.3414	0.3123	2.3640	0.0710	0.7881
1140	0.2749	6.1424	0.4596	8.8294	0.3287	2.5171	0.0747	0.8425
1200	0.2784	6.4805	0.4806	9.3137	0.3498	2.6629	0.0778	0.8877

표 2. 커패시턴스 계산결과 (nF/km)

주파수	T1-F1	T1-F2	T1-R	F1-F2	F1-R	T1-T2
240	296	319	4201	185	2426	433
300	218	242	4404	139	2521	332
360	235	249	4323	137	2416	348
420	222	238	4252	131	2377	337
480	234	240	4165	134	2338	340
540	201	210	4234	117	2384	294
600	153	163	4360	91	2440	232
660	194	203	4203	112	2338	283
720	168	175	4258	97	2377	247
780	175	182	4200	101	2341	255
840	164	172	4175	96	2336	244
900	164	170	4176	94	2318	241
960	172	179	4104	99	2276	251
1020	172	178	4061	99	2260	251
1080	173	178	4011	99	2238	251
1140	167	171	3993	96	2238	242
1200	154	160	3991	89	2236	226

급전선과 전차선은 상·하행선을 별개로 취급하였으나 레일과 가공 보호선, 접지선은 상·하행선이 병렬로 연결된 구성으로 취급하였으므로 표 1에 나타난 것처럼 레일 도체군의 자기 임피던스가 다른 도체군에 비해 작은 값을 가지는 경향을 볼 수 있다. 또한 표 2의 커패시턴스 경우에서는 단위 km 당 수백 nF정도의 값으로 나타나고 있으나 레일과 전차선, 레일과 급전선의 커패시턴스는 수천 nF값으로 나타나고 있다. 그것은 전차선로 시스템의 주변 구조물 즉, 전주나 작업 가대 등에 의해 그 값을 10%까지 증가시키고 역에 있는 차량들이 35~60%까지 증가시키므로 그 값이 수백에서 수천 nF/km의 값을 가지게 된다[9]. 그림 5, 6은 표 2, 그림 7, 8은 표 3을 주파수에 따른 임피던스와 커패시턴스 변화를 나타낸다.





#### 4. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 전차선로 도체들 사이에서 측정된 전압, 전류 데이터로부터 선로정수를 얻기 위한 방안을 제안하였다. 제안한 방법을 실제계에 적용하여 선로정수값을 도출하고 주파수에 따른 임피던스와 선간 어드미턴스 특성을 분석하였다.

제안한 선로정수 계산결과는 전차선로 시스템의 기본적인 자료가 될 것이며 향후 급전계통을 해석하는 경우에 있어서 초석이 될 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

1. 송길영, 신편 송배전공학, 동일 출판사, 1996
2. SYSTRA, 한국 TGV 기술 자료, K630-D-IHP01-GL+T003, 1996
3. 한국고속철도건설공단, 고속철도연구보고서(전기분야), 1996
4. 한국철도기술협회, 경부고속철도 서울차량기지변전소 급전구간 전력설비 일부 실시 설계 최종보고서, 1996
5. 철도청, 경부선 동대구-부산간 전철, 전력설비 기본설계 보고서, 1997
6. 철도청, 전류 MAP을 이용한 전차선로 관리시스템 구축 연구, 1998
7. 철도청, 고속전철 서울-대전구간 고조파 전압불평형, 역률 예측계산 및 대책설계, 1999
8. CCITT - Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines. Volume II. Geneva 1989.
9. CCITT - Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines. Volume IV. Geneva 1989.