

## Neutral Current Calculation of Pole-Top Overhead Distribution Line

徐 熏 徹<sup>†</sup> · 權 五 相<sup>\*</sup> · 金 喆 煥<sup>\*\*</sup> · 鄭 昌 守<sup>\*\*\*</sup> · 柳 然 杓<sup>§</sup>

(Hun-Chul Seo · O-Sang Kwon · Chul-Hwan Kim · Chang-Soo Jung · Yeon-Pyo Yoo)

**Abstract** - If the three phases are not balanced, the current in neutral wire is not zero. Then, the induced voltage can be generated in communication line. The KEPCO's rule about unbalanced current for one step type in distribution pole is a twenty percent of phase current. But the unbalanced current for two step type in distribution pole can't decide the rule because there are many different views.

This paper presents the calculation and analysis technique of neutral current in distribution poles using equivalent circuit analysis and EMTP simulation.

**Key Words** : Neutral Current, One Step Type Pole, Two Step Type Pole, Equivalent Circuit, EMTP

### 1. 서 론

만약 배전선로에서 3상이 평형을 이루지 못한다면 중성선에 불평형 전류가 흐를 수 있다. 한국전력공사에서 가공배전선 유도전압(상시 유도 종 전압 및 유도 잠음전압) 계산 시 배전선 중성선에 흐르는 불평형 전류는 상전류의 20%를 적용하고 있다. 그러나 1단 장주를 2단 장주로 변경 시 공용 중성선에서의 불평형 전류가 증가 또는 상쇄 하는지에 대해 상호 이견이 발생하고 있다.

그러므로, 본 논문에서는 등가회로 해석 및 EMTP 모의를 통해 1단 장주 및 2단 장주의 중성선 전류 계산 및 해석을 수행하였다. 또한, 배전장주 형태에 따른 중성선 전류를 비교 분석하기 위해 여러 가지 모의 조건을 구성하여 EMTP를 이용하여 시뮬레이션 하였다. 따라서, 본 논문에서는 배전장주 형태에 따른 등가회로 해석 및 다양한 모의조건에 따른 EMTP 모의 결과를 제시하였다.

### 2. 배전장주의 중성선 전류 계산

#### 2.1 불평형의 원인

정상상태에서 3상은 각 상의 크기가 동일하며, 위상차가 120°이다. 이러한 상태를 3상 평형 상태라 하며, 중성선 전

류는 0이다. 그러나, 각 상의 크기가 동일하지 않거나 위상차가 다른 경우 및 각 상의 선로 임피던스 또는 부하 임피던스가 동일하지 않은 경우를 불평형 상태라 하며, 중성선 전류는 0이 아니다. 이외에 유도전압에 의하여 중성선 전류가 흐를 수 있다. 그렇지만, 배전선로의 유도전압은 매우 작은 값으로 그 값을 무시할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 유도전압에 의한 영향은 고려하지 않았다.

#### 2.2 등가회로 해석에 의한 배전장주 중성선 전류의 계산

##### 2.2.1 1단 장주의 중성선 전류 계산

1단 장주가 Y결선이고, 부하 측과 Y결선으로 연결되어 있다면 그 등가회로는 다음 그림 1과 같다[1].

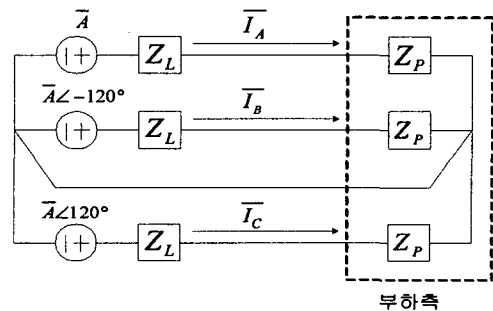


그림 1 Y-Y계통의 등가회로

Fig. 1 The equivalent circuit of Y-Y system

그림 1에서  $Z_L$ 은 선로 임피던스이고,  $Z_P$ 는 부하 임피던스이다. 여기서, 각 상에 흐르는 전류  $\bar{I}_A, \bar{I}_B, \bar{I}_C$ 는 다음 식 (1)~(3)과 같다.

<sup>†</sup> 교신저자, 正會員 : 成均館大 大學院 電子電氣工學科 博士課程  
E-mail : hunchull2@skku.edu

<sup>\*</sup> 正會員 : 成均館大 大學院 電子電氣工學科

<sup>\*\*</sup> 正會員 : 成均館大 情報通信工學部 教授 · 工博

<sup>\*\*\*</sup> 正會員 : 한국전력공사 전자통신처

<sup>§</sup> 正會員 : 한국전력공사 전자통신처

接受日字 : 2006年 3月 27日

最終完了 : 2006年 6月 11日

$$\bar{I}_A = \frac{\bar{A} \angle 0^\circ}{Z_L + Z_P} \quad (1)$$

$$\bar{I}_B = \frac{\bar{A} \angle -120^\circ}{Z_L + Z_P} \quad (2)$$

$$\bar{I}_C = \frac{\bar{A} \angle 120^\circ}{Z_L + Z_P} \quad (3)$$

이 경우 중성선 전류는 다음 식 (4)와 같이 구할 수 있다.

$$\bar{I}_N = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C \quad (4)$$

### 2.2.2 2단 장주의 중성선 전류 계산

2단 장주는 상단과 하단이 중성선을 공유하고 있는 형태이다. 따라서, 2단 장주가 Y-Y 결선이라면 그 등가회로는 다음 그림 2와 같다[1].

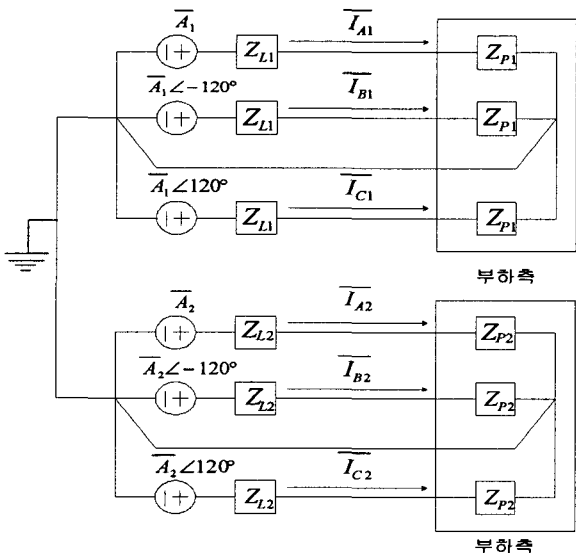


그림 2 2단장주의 등가회로  
Fig. 2 The equivalent circuit of two step distribution pole

2단 장주의 중성선 전류는 중첩의 원리를 이용하여 구할 수 있다. 따라서 구하는 식은 다음 식 (5)와 같다.

$$\bar{I}_N = \bar{I}_{N1} + \bar{I}_{N2} = \bar{I}_{A1} + \bar{I}_{B1} + \bar{I}_{C1} + \bar{I}_{A2} + \bar{I}_{B2} + \bar{I}_{C2} \quad (5)$$

### 2.3 EMTP를 이용한 배전장주 중성선 전류 계산

배전장주 형태에 따른 중성선 전류 계산 모의를 위해 EMTP 프로그램을 사용하였다. EMTP를 이용하여 1단 장주 및 2단 장주에서 불평형 조건을 발생시켰을 때, 중성선 전류 값을 계산하여 배전장주 형태별 중성선 전류 값을 비교 분석하였다.

### 2.3.1 1단 장주의 중성선 전류 계산

시뮬레이션에 사용된 모델 계통의 구성은 다음 그림 3과 같다. 실제 EMTP를 이용하여 시뮬레이션 수행 시, 전주의 구성을 branch card로 생성한다. 이렇게 생성된 branch card를 이용하여 그림 3과 같은 계통을 구성하고 중성선에 흐르는 전류를 계산한다. 3상 전원  $E_S$ 에 평형 3상 380[V]를 인가하고 P2에 부하를 연결한 뒤 중성선을 부하의 하단에 연결하고 N1의 전류를 측정하였다[2].

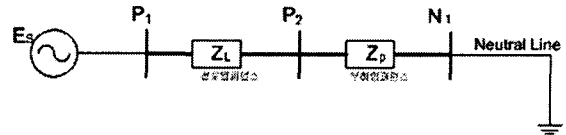


그림 3 1단장주의 모델 계통  
Fig. 3 The model system of one step distribution pole

### 2.3.2 2단 장주의 중성선 전류 계산

2단 장주는 중성선을 공유하고 있는 형태이므로 시뮬레이션에 사용된 모델 계통의 구성은 다음 그림 4와 같다. 실제 EMTP를 이용하여 시뮬레이션 수행 시, 전주의 구성을 branch card로 생성한다. 이렇게 생성된 branch card를 이용하여 그림 4와 같은 계통을 구성하고 중성선에 흐르는 전류를 계산한다. 3상 전원  $E_{S1}$  및  $E_{S2}$ 에 평형 3상 380[V]를 인가하고 P12와 P22에 부하를 연결한 뒤 중성선은 부하의 하단에 연결하고 중성선(neutral line)의 전류를 측정하였다[2].

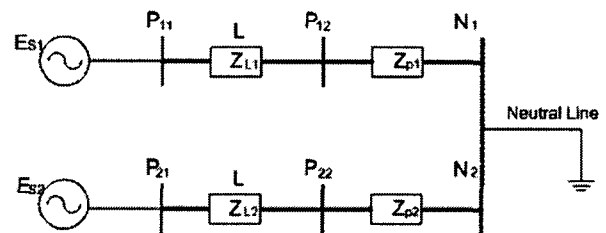


그림 4 2단장주의 모델 계통  
Fig. 4 The model system of two step distribution pole

### 2.3.3 EMTP를 이용한 배전장주별 중성선 전류 모의 및 분석 결과

불평형 상태를 모의시키기 위하여, 선로 임피던스 및 부하 임피던스 변경에 따른 1단장주 및 2단장주의 중성선 전류의 실효치 계산을 EMTP를 이용하여 수행하였다.

#### 2.3.3.1 1단 장주의 경우

1단 장주에서 선로 임피던스 및 부하 임피던스를 변화시킬 경우 시뮬레이션 조건은 다음 표 1 및 2와 같다.

표 1 1단장주의 시물레이션 조건 표(A-1 ~ A-3)

Table 1 The simulation condition of one step distribution pole (A-1 ~ A-3)

Case	상	선로 임피던스 비율	Case	상	선로 임피던스 비율
A-1	A상	1.5배	A-2	A상	1.5배
	B상	1.5배		B상	1배
	C상	1배		C상	1.5배
A-3	A상	1배			
	B상	1.5배			
	C상	1.5배			

표 2 1단장주의 시물레이션 조건 표(B-1 ~ B-12)

Table 2 The simulation condition of one step distribution pole (B-1 ~ B-12)

Case	상	부하용량의 비율	Case	상	부하용량의 비율
B-1	A상	1.2	B-2	A상	1.5
	B상	1.5		B상	1.2
	C상	1		C상	1
B-3	A상	1.5	B-4	A상	1.2
	B상	1		B상	1
	C상	1.2		C상	1.5
B-5	A상	1	B-6	A상	1
	B상	1.5		B상	1.2
	C상	1.2		C상	1.5
B-7	A상	1.2	B-8	A상	1.2
	B상	1.2		B상	1
	C상	1		C상	1.2
B-9	A상	1	B-10	A상	1.2
	B상	1.2		B상	1
	C상	1.2		C상	1
B-11	A상	1	B-12	A상	1
	B상	1.2		B상	1
	C상	1		C상	1.2

다음 그림 5는 1단 장주에서 선로 임피던스의 변화에 따른 중성선 전류의 크기를 비교한 것이다. 그림 5에서 알 수 있듯이 Case A-1은 0.57618[A], A-2는 0.57618[A], A-3는 0.577681[A]이다. 그래프상으로는 3가지 경우가 다소 차이가 있는 것으로 보이지만, 실제적으로 각 중성선 전류의 값은 유사함을 알 수 있다. 이 세가지 경우는 3상 중 다른 두 상의(즉, AB상, BC상, CA상) 선로 임피던스가 2배가 된 경우이다. 따라서, 어느 상에서 선로 임피던스가 변하는지에 무관하게 중성선 전류는 거의 일정하다고 할 수 있다.

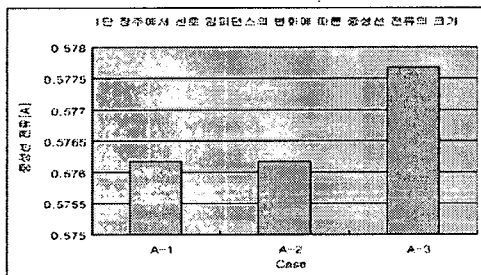


그림 5 선로임피던스의 변화에 따른 중성선 전류의 크기  
Fig. 5 The magnitude of neutral current by line impedance variation

표 2에서 알 수 있듯이 Case B-1 ~ B-6은 A, B, C상이 서로 다른 비율로 변화하는 경우이고, B-7 ~ B-9는 3상 중 다른 2상의 비율은 동일하게 변화하는 경우이다. 따라서, 3상의 부하 중 A, B, C상이 서로 다른 비율로 변화하는(예:

1.2 : 1.5 : 1) 경우가 3상중 어느 2상의 부하 비율이 동일한 경우에 비하여 중성선 전류가 더 많이 흐름을 알 수 있다. 또한, B-10 ~ B-12는 부하 비율이 1:1.2:1로 변화되는 경우이며, 이 경우 중성선 전류의 크기는 가장 작다. 이를 통하여 부하의 불평형의 정도가 중성선의 전류 크기에 비례함을 알 수 있다.

2.3.3.2 2단 장주의 경우

2단 장주에서 선로 임피던스 및 부하 임피던스를 변화시킬 경우 시물레이션 조건은 다음 표 3 및 4와 같다.

표 3 2단장주의 시물레이션 조건 표(C-1 ~ C-7)

Table 3 The simulation condition of two step distribution pole (C-1 ~ C-7)

Case	상	선로 임피던스 비율	Case	상	선로 임피던스 비율		
C-1	상단	A상	1.5배	C-2	상단	A상	1배
		B상	1.5배			B상	1.5배
		C상	1배			C상	1.5배
	하단	A상	1.5배		하단	A상	1.5배
		B상	1.5배			B상	1.5배
		C상	1배			C상	1배
C-3	상단	A상	1.5배	C-4	상단	A상	1.5배
		B상	1배			B상	1.5배
		C상	1.5배			C상	1배
	하단	A상	1.5배		하단	A상	1.5배
		B상	1.5배			B상	1배
		C상	1배			C상	1.5배
C-5	상단	A상	1.5배	C-6	상단	A상	1.5배
		B상	1.5배			B상	1배
		C상	1배			C상	1.5배
	하단	A상	1배		하단	A상	1.5배
		B상	1.5배			B상	1배
		C상	1.5배			C상	1.5배
C-7	상단	A상	1.5배	C-7	상단	A상	1.5배
		B상	1배			B상	1.5배
		C상	1.5배			C상	1.5배
	하단	A상	1.5배		하단	A상	1.5배
		B상	1.5배			B상	1.5배
		C상	1배			C상	1.5배

표 4 2단장주의 시물레이션 조건 표 (D-1 ~ D-6, E-1 ~ E-8)

Table 4 The simulation condition of two step distribution pole (D-1 ~ D-6, E-1 ~ E-8)

Case	상	부하용량의 비율	Case	상	부하용량의 비율		
D-1	상단	A상	1.2	D-2	상단	A상	1.2
		B상	1.2			B상	1.2
		C상	1			C상	1
	하단	A상	1.2		하단	A상	1.2
		B상	1.5			B상	1
		C상	1			C상	1.5
D-3	상단	A상	1.2	D-4	상단	A상	1.2
		B상	1.2			B상	1.2
		C상	1			C상	1
	하단	A상	1		하단	A상	1.5
		B상	1.2			B상	1.2
		C상	1.5			C상	1
D-5	상단	A상	1.2	D-6	상단	A상	1.2
		B상	1.2			B상	1.2
		C상	1			C상	1
	하단	A상	1.5		하단	A상	1
		B상	1			B상	1.5
		C상	1.2			C상	1.2
D-7	상단	A상	1.5	D-8	상단	A상	1.2
		B상	1.2			B상	1.5
		C상	1			C상	1

D-9	상단	A상	1.2	D-10	상단	A상	1.2
		B상	1.2			B상	1.2
		C상	1			C상	1
D-11	상단	A상	1	D-12	상단	A상	1.5
		B상	1.2			B상	1
		C상	1.5			C상	1.2
D-13	상단	A상	1.2	D-14	상단	A상	1.2
		B상	1			B상	1
		C상	1.2			C상	1.2
D-15	상단	A상	1.2	D-16	상단	A상	1.2
		B상	1			B상	1
		C상	1.2			C상	1.2
D-17	상단	A상	1.2	D-18	상단	A상	1.2
		B상	1			B상	1
		C상	1.2			C상	1.2
D-19	상단	A상	1	D-20	상단	A상	1
		B상	1.2			B상	1.2
		C상	1.2			C상	1.2
D-21	상단	A상	1	D-22	상단	A상	1.5
		B상	1.2			B상	1.2
		C상	1.2			C상	1.2
D-23	상단	A상	1	D-24	상단	A상	1
		B상	1.2			B상	1.2
		C상	1.2			C상	1.2
D-25	상단	A상	1.5	D-26	상단	A상	1.2
		B상	1.2			B상	1.5
		C상	1			C상	1
D-27	상단	A상	1	D-28	상단	A상	1.5
		B상	1.2			B상	1
		C상	1.5			C상	1.2
D-29	상단	A상	1.2	D-30	상단	A상	1
		B상	1			B상	1.5
		C상	1.5			C상	1.2
D-31	상단	A상	1.2	D-32	상단	A상	1.2
		B상	1			B상	1.5
		C상	1			C상	1
D-33	상단	A상	1	D-34	상단	A상	1.5
		B상	1.2			B상	1
		C상	1.5			C상	1.2

D-35	상단	C상	1.2	D-36	상단	C상	1.2
		A상	1.2			A상	1
		B상	1			B상	1.5
E-1	상단	A상	1.5	E-2	상단	A상	1.5
		B상	1			B상	1
		C상	1			C상	1
E-3	상단	A상	1.5	E-4	상단	A상	1.2
		B상	1			B상	1
		C상	1			C상	1
E-5	상단	A상	1.2	E-6	상단	A상	1.2
		B상	1			B상	1
		C상	1			C상	1
E-7	상단	A상	1	E-8	상단	A상	1
		B상	1.5			B상	1
		C상	1			C상	1.5

다음 그림 6은 2단 장주에서 선로 임피던스의 변화에 따른 중성선 전류의 크기를 비교한 것이다. 표 3에서 알 수 있듯이 Case C-1과 C-6는 상, 하단에서 동일 상(즉, 상단 AB상, 하단 AB상, 상단 BC상, 하단 BC상 등)의 선로 임피던스가 변화한 경우이다. 그 외의 경우(C-2 ~ C-5 및 C-7)는 상, 하단에서 각각 다른 상의 선로 임피던스가 변화한 경우이다. 따라서, 그림 6에서 알 수 있듯이, 2단 장주에서 상, 하단 모두 같은 상의 선로 임피던스가 변화할 경우 중성선 전류가 2배되고, 그 외의 경우는 유사한 것을 알 수 있다. 이것은 3상의 불평형의 정도는 동일하나, 2단장주의 경우는 동일상의 불평형의 정도가 클수록, 중첩의 정리에 의해 합해지거나 벡터해석에 의해 합성 벡터가 커질 수 있으므로 중성선의 전류가 증가함을 알 수 있다. 환언하면, 2단 장주의 경우는 3상의 불평형의 정도가 동일한 경우 상단 및 하단의 불평형의 합이 큰 경우가 많을수록 중성선의 전류가 증가함을 알 수 있다.

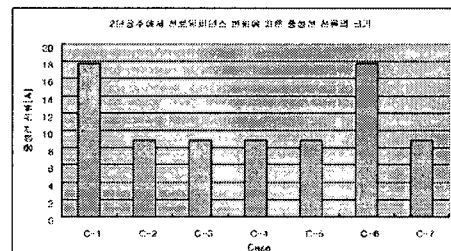


그림 6 선로 임피던스의 변화에 따른 중성선 전류의 크기  
 Fig. 6 The magnitude of neutral current by line impedance variation

다음 그림 7은 2단 장주에서 부하 임피던스의 변화에 따른 중성선 전류의 크기를 비교한 것이다. Case D(D-1 ~

D-36)와 E(E-1 ~ E-11) 모두 부하가 변화하는 경우이다. 그렇지만, D는 상단 또는 하단의 3상 중 2상이 비율이 다른 경우이다. 그렇지만, E는 상, 하단 모두에서 3상 중 1상만 비율이 다른 경우이다. 따라서, Case D와 E를 구분하여 별도로 분석해 보고자 한다.

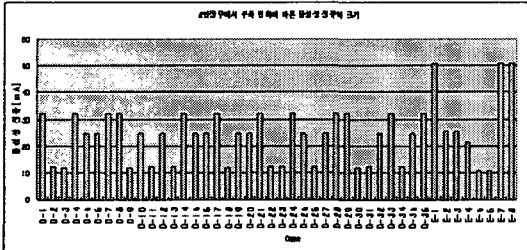


그림 7 부하 임피던스의 변화에 따른 중성선 전류의 크기  
Fig. 7 The magnitude of neutral current by load impedance variation

Case D의 경우, 3가지 형태의 중성선 전류 값을 보여주고 있다. 중성선 전류 값이 첫 번째로 큰 경우는 D-1, D-4, D-7, D-8, D-14, D-17, D-21, D-24, D-28, D-29, D-33, D-36으로서, 이들의 중성선 전류 값이 D Case들의 다른 경우에 비하여 큰 값을 보이고 있다. 이 Case들은 3상의 부하 용량 비율 중 3상 중 큰 부하용량 비율을 갖는 2상이 상, 하단에서 동일한 경우(즉, 상단 AB 상 및 하단 AB 상, 상단 BC 상 및 하단 BC 상 등)이다. 이 경우 최대 부하용량 조합의 합은 2.7 및 2.4를 동시에 나타내므로 가장 큰 중성선 전류가 흐른다. 그 다음으로 값이 큰 경우는 D-5, D-6, D-10, D-12, D-15, D-16, D-19, D-20, D-25, D-27, D-32, D-35 이다. 모두 상단 혹은 하단이 부하 용량 비율이 1.2:1.2:1, 1.2:1:1.2 및 1:1.2:1.2 로 고정되어 있고, 다른 단은 부하 용량 비율이 1.2:1.5:1 로 다양하게 가변 되는 경우이며, 최대 부하용량의 합이 특정 1상에서 2.7(1.2+1.5의 조합)을 나타내는 경우이었다. 이는 한 단의 전류는 어느 경우나 동일한 중성선 전류를 나타내지만, 1상의 부하용량이 가장 큰 조합의 경우인 2.7을 나타내는 경우 큰 중성선 전류가 흐르게 됨에 기인한 것이다. D Case 중에서 중성선 전류가 가장 작은 경우는 D-2, D-3, D-9, D-11, D-13, D-18, D-22, D-23, D-26, D-30, D-31, D-34이다. 이 경우는 앞에 기술한 중성선 전류 값이 두 번째로 큰 경우와 상단 및 하단의 부하용량 비율이 동일하나, 최대 부하용량의 합이 특정 1상에서 2.4(1.2+1.2의 조합)를 나타내는 경우이다. 이는 한 단의 전류는 어느 경우나 동일한 중성선 전류를 나타내지만, 특정 1상의 최대 부하용량의 조합이 2.4을 나타내므로, 세 번째 크기의 중성선 전류가 흐르게 됨을 알 수 있다.

Case E의 경우, 4가지 형태의 중성선 전류 값을 나타내었다. 중성선 전류 값이 첫 번째로 큰 경우는 E-1, E-7, E-8의 경우로, 최대 부하용량이 1.5배이며 특정 1상에서 상단 및 하단 동일 상에 최대 부하용량의 조합인 3.0(1.5+1.5)을 나타내는 경우이다. 중성선 전류 값이 두 번째로 큰 경우는 E-2, E-3의 경우로, 최대 부하용량이 1.5배이며 상단 및 하단의 동일 상에서 최대 부하용량의 조합을 나타내지

않는다. 최대 부하용량의 합은 2.5(1+1.5)를 나타내는 경우이다. 중성선 전류 값이 세 번째로 큰 경우는 E-4의 경우로, 최대 부하용량이 1.2배이며 특정 1상에서 상단 및 하단 동일 상에 최대 부하용량의 조합인 2.4(1.2+1.2)를 나타내는 경우이다. 중성선 전류 값이 가장 작은 경우는 E-5, E-6의 경우로, 최대 부하용량이 1.2배이며 상단 및 하단의 동일 상에서 최대 부하용량의 조합을 나타내지 않는다. 최대 부하용량의 합은 2.2(1+1.2)를 나타내는 경우이다. 이러한 분석결과는 부하 불평형의 크기 및 상하단 동일상 일치여부가 중성선 전류 값에 크게 영향을 미침을 알 수 있었다.

2.3.3.3 1단 장주와 2단 장주의 비교

다음 그림 8은 1단 장주와 2단 장주에서 선로 임피던스가 변화한 경우를 직접적으로 비교한 것이다. 그림 8에서 C-1, C-6의 경우 다른 Case에 비하여 2배 정도 큰 것을 알 수 있다. 이는 2단 장주에서 상, 하단에서 같은 상의 선로 임피던스가 변한 경우이다. 2단 장주에서 그 외의 경우는 1단 장주와 비교하여 큰 차이는 없는 것을 알 수 있다. 따라서, 2단 장주일 경우 상, 하단의 같은 상의 선로 임피던스가 변할 경우 1단 장주에 비하여 중성선 전류가 2배가 된다. 반면에 상, 하단에서 서로 다른 상에서 선로 임피던스가 2배가 될 경우 2단장주의 중성선 전류의 크기는 1단 장주에 비하여 2배가 되지 않고 1단 장주의 중성선 전류의 크기와 유사함을 확인할 수 있다. 한편, 실제적인 측면에서 선로 임피던스가 변화하는 경우가 발생할 확률은 극히 적다.

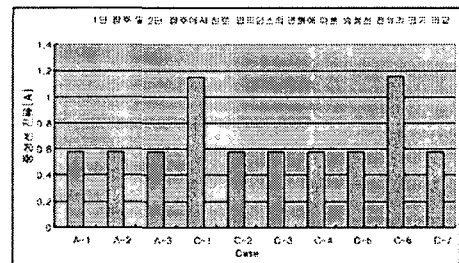


그림 8 1단 장주 및 2단 장주에서 선로 임피던스의 변화에 따른 중성선 전류의 크기  
Fig. 8 The magnitude of neutral current by line impedance variation in distribution poles

다음 그림 9는 1단 장주와 2단 장주에서 부하 임피던스가 변화한 경우를 직접적으로 비교한 것이다. 그림 9에서 E-4의 경우 다른 Case에 비하여 2배 정도 큰 것을 알 수 있다. 이는 2단 장주에서 상, 하단에서 같은 상의 부하 임피던스가 변한 경우이다. 따라서, 2단 장주일 경우 상, 하단의 같은 상의 부하 임피던스가 변할 경우 1단 장주에 비하여 중성선 전류가 2배가 된다고 할 수 있다. 반면에 E-5 및 E-6에서 알 수 있는 바와 같이 상, 하단에서 서로 다른 상에서 부하 임피던스가 2배가 될 경우가 2단장주의 중성선 전류의 크기는 1단 장주에 비하여 2배가 되지 않고 1단 장주의 경우와 중성선 전류의 크기가 유사함을 확인할 수 있다. 한편, 부하

의 불평형은 다양하게 변화하므로 상단 및 하단의 불평형상이 일치하는 경우는 극히 적고, 실제 현장에서는 상단에서는 부하를 연결하지 않고, 하단에만 부하를 연결하고 있다.

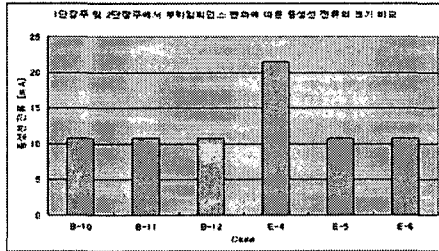


그림 9 1단 장주 및 2단 장주 에서 부하 임피던스의 변화에 따른 중성선 전류의 크기

Fig. 9 The magnitude of neutral current by load impedance variation in distribution poles

### 2.3.3.4 EMTP 시뮬레이션 결과 검토

선로 임피던스 및 부하 임피던스 변경에 따른 1단장주 및 2단장주의 중성선 전류의 실효치 계산을 EMTP를 이용하여 수행하였으며, 배전장주별 중성선 전류 계산 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 2단 장주의 경우, 다른 상의 선로 임피던스 혹은 부하 임피던스가 변화할 경우 2단 장주의 중성선 전류는 1 단 장주의 경우와 유사하다. 그러나 동일 상의 상, 하단 부하 임피던스가 변화한다면, 상, 하단에서 다른 상의 부하 임피던스가 변화할 경우에 비하여 중성선 전류는 2배가 될 수도 있으나, 이런 가능성은 거의 없다.
- 장주 형태에 무관하게 중성선 전류는 선로 임피던스가 변화한 경우가 부하 임피던스가 변화한 경우보다 더 많이 흐른다.
- 2단 장주의 경우, 상, 하단에서 같은 상의 선로 임피던스 혹은 부하 임피던스가 변화할 경우 보다 큰 중성선 전류가 흐른다.
- 1단 장주의 경우, 3상 중 임의의 두 상에서 선로 임피던스가 변화할 경우, 어느 상에서 선로 임피던스가 변하는지에 무관하게 중성선 전류는 거의 일정하다.
- 1단 장주의 경우, 부하의 불평형의 정도가 클수록 중성선 전류의 크기는 증가한다.
- 2단 장주의 경우, 3상의 불평형의 정도가 동일한 경우 상단 및 하단의 불평형의 합이 큰 경우가 많을수록 중성선의 전류가 증가함을 확인하였다.
- 2단 장주의 경우, 3상의 부하 용량 비율 중 최대 부하 용량의 합이 클수록, 최대 부하용량의 합을 나타내는 상이 많을수록 보다 큰 중성선 전류가 흐른다.

## 3. 결 론

본 논문에서는 등가회로 해석 및 벡터해석에 의해 1단 장주, 2단 장주의 중성선 전류를 계산하였으며 이러한 이론적 해석 결과를 입증하기 위해 EMTP 모의를 통하여 타당성을

입증하였다. 또한, EMTP 모의를 기반으로 1단 장주 및 2단 장주의 중성선 전류에 대하여 여러 가지 경우를 시뮬레이션 하였으며 그 결과를 검토하였다. 가공 배전선의 유도전압 계산 시 적용하고 있는 배전선 중성선 전류의 장주 형태에 따른 영향을 비교 분석한 결과, 2단 장주의 경우 1단 장주에 비하여 중성선 전류가 반드시 2배가 되지 않으며, 오히려 적은 경우도 있음을 확인하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] David E. Johnson, John L. Hilburn, Johnny R. Johnson, Peter D. Scott, "ELECTRIC CIRCUIT ANALYSIS", PRENTICE HALL.
- [2] "Alternative Transients Program ATP Rule Book", EEUG, Canadian/American EMTP User Group.

## 저 자 소 개



### 서 훈 철 (徐 熏 徹)

1982년 1월 19일생. 2004년 성균관대 정보통신공학부 졸업. 현재 동 대학원 전자전기 및 컴퓨터공학과 박사과정  
Tel : 031-290-7166  
Fax : 031-290-7955  
E-mail : hunchull2@skku.edu



### 권 오 상 (權 五 相)

1978년 1월 13일생. 2003년 성균관대 정보통신공학부 졸업. 현재 동 대학원 전자전기공학과 석사과정, 차세대전력기술연구센터  
Tel : 031-290-7166  
Fax : 031-290-7955  
E-mail : dinosur@hanmail.net



### 김 철 환 (金 喆 煥)

1961년 1월 10일생. 1982년 성균관대 전기공학과 졸업. 1990년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 현재 성균관대 정보통신공학부 교수, 차세대전력기술연구센터  
Tel : 031-290-7124  
Fax : 031-290-7179  
E-mail : chkim@skku.edu

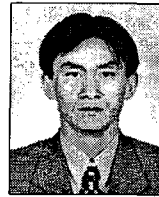


**정창수 (鄭昌守)**

1958년 2월 25일생. 1982년 조선대 전기공학과 졸업. 1994년 조선대 산업대학원 전기공학과 졸업(석사), 2000년 조선대대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 한국전력공사 전자통신처 전력유도팀장

Tel : 02-3456-5340

E-mail : jung1164@kepco.co.kr



**유연표 (柳然杓)**

1959년 1월 4일생. 1986년 광운대 전기공학과 졸업. 1987년 한국전력공사 입사. 2005년 ~현재 한국전력공사 전자통신처 전력유도팀 과장

Tel : 02-3456-5341

E-mail : youyp@kepco.co.kr