

# 지중송전 및 배전계통에서 알루미늄 도체 선로운용의 실용성 평가

논 문
60-3-5

## Evaluation of Operation Practicality on Line with Aluminum Conductor in Underground T&D Systems

장 주 영\* · 이 종 범† · 김 용 갑\*\*  
(Ju-Yeong Jang · Jong-Beom Lee · Yong-Kap Kim)

**Abstract** - This paper describes that the evaluation on operation practicality of Al conductor cable will be used instead of Cu conductor cable. Analysis is divided into two kinds of cases as transmission and distribution. To evaluate that Al conductor line has the insulation strength indeed safely, various analysis and calculation such as single line-to-ground fault current, lightning surge and allowance current were carried. Model was established based on real combined transmission and distribution is being used in utility with EMTP. The analysis results on Al and Cu conductor line were compared each other. It was proved that Al conductor line can be operated instead of Cu conductor line without special insulation problem in transmission and distribution, in electrical view point such as overvoltage and allowance current.

**Key Words** : Cu conductor cable, Al conductor cable, Lightning surge, Fault current, Allowance current

### 1. 서 론

기존의 도심지에서 급증하는 전력 수요를 충족시키기 위하여 지중송전계통이 확대되고 있는데, 도심지의 환경 특성 등을 감안한다면 이러한 현상은 더욱 증대될 것이다. 뿐만 아니라 전국적으로 도시개발이 곳곳에서 이루어지고 있고 대단위 주택단지나 공업단지가 건설되고 있어 전력을 전송하고 있는 기존의 가공송전선로의 일부구간을 지중화 하는 이른바 혼합송전계통구간이 증가하고 있다[1]. 그러나 지중화의 장점에도 불구하고 고장발생시의 위치탐색, 긴 복구시간에 따른 정전시간의 증가, 화재의 위험성 등 여러 가지 단점들이 내포되어 있어 지중계통의 건설과 운용은 기술적, 환경적으로 매우 철저하게 계획 및 건설되어야 한다. 또한 지중선로인 전력케이블은 정상상태는 물론이고, 과도상태에서는 절연파괴로 인한 고장이 발생하므로 이에 대한 철저한 분석과 대책방안의 수립이 요구된다[1]-[3].

현재 전 세계의 지중송배전계통에서 선로로 사용되고 있는 전력케이블 도체의 재료는 구리(Cu)이다. 그러나 최근 경제성 등의 이유로 인하여 국내에서는 구리보다는 알루미늄(Al)으로 대체하여 제조한 전력케이블이 일부 사용되는 경향을 보이고 있다. 그러나 이미 검증된 Cu 도체로 이루어진 선로대신 Al 도체를 사용한다면 이러한 선로에 의해 운

용되는 지중계통에 대해서는 정상상태는 물론, 과도현상이 발생할 경우에 절연능력과 허용전류 측면에서 어느 정도의 수준을 지니고 있는가를 검토 한 후 운용에 임하여야 할 것이다. 그럼에도 불구하고 지중송전 및 배전계통의 현장에서는 이러한 선로의 건설 또는 운용에 앞서 정상상태는 물론 과도상태를 중심으로 한 보다 구체적인 전기적 특성해석과 이에 근거한 실용성을 제시하지 못한 채 계통 운용에 임하고 이에 대한 신뢰성 제시가 시급한 실정에 있다[1-4].

따라서 본 논문에서는 154kV 지중송전계통과 22.9kV 지중배전계통을 중심으로 전력케이블 도체의 재료가 기존의 Cu 대신 Al을 채용하였을 경우 각종 해석을 통하여 전기적 특성을 제시함으로써 양 도체 선로의 차이점과 이를 통한 Al 도체선로를 사용하여 운영하는 지중계통의 상대적 실용성을 평가하고자 한다.

평가 방법은 지중송전 및 배전계통에서 가장 중요하다고 할 수 있는 절연능력을 파악하기 위하여 우선 가공선로에 넘서지가 침입하였을 경우 지중송전 및 배전계통에서 발생하는 과전압을 해석하여 비교하고, 지중계통에 1선 지락 고장이 발생하였을 경우의 과전압을 해석하여 비교한다. 또한 상시 허용전류 및 고장순시 허용전류도 상호 비교함으로써 Al 도체를 선로로 사용한 지중송전 및 배전계통의 실용성을 상세하게 평가하고자 한다.

### 2. 본 론

#### 2.1 모델링

본 논문은 국내에서 현재 운용중인 지중계통을 대상으로 하였다. 송전계통은 154kV 가공과 지중이 혼합된 혼합송전계통이고, 배전계통은 22.9kV 가공 및 지중이 혼합된 혼합

\* 준 회 원 : 원광대 대학원 전기공학과 석사과정  
\*\* 정 회 원 : 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수 · 공박  
† 교신저자, 펠로우회원 : 원광대 공대 전기정보통신공학부  
교수 · 공박

E-mail : ipower@wonkwang.ac.kr

접수일자 : 2010년 11월 29일

최종완료 : 2011년 2월 23일

배전계통을 대상으로 하였다. 이 모두는 실제 계통의 데이터를 근거로 하여 뇌서지 해석, 1선 지락 고장해석 및 허용전류계산을 통하여 Al 도체선로로 이루어진 계통의 실효성을 평가하고자 한다. 이 경우 해석은 EMT/ATPDraw를 이용하였다.

모델링에서 뇌격점의 위치는 송전계통과 배전계통을 각각 달리하였는데 송전계통은 입상주로부터 600m 떨어진 앞단의 첩탑으로 설정하였고, 배전계통은 입상주로부터 100m 떨어진 앞단의 첩탑으로 설정하였다. 그리고 1선 지락고장은 가공에서 지중으로 인입하는 인입점으로부터 300m 떨어진 지점에서 발생 후 차단되도록 설정하였다.

### 2.1.1 뇌격전류

국내의 낙뢰 특성은 산간, 해안지역에서 주로 발생하고 낙뢰 발생 빈도는 연간 10만회 이상이고, 뇌격 전류의 크기는 60kA 이하가 98%이며, 이중 20~60kA가 대부분을 차지한다[5]. 따라서 본 논문에서는 송전계통의 경우, 직격되는 가공지선 침입시 100kA, 상도체 침입시 35kA로 설정하였고, 배전계통의 경우, 직격되는 가공지선 침입시 60kA, 상도체 침입시 20kA로 설정하였다. 한편 파두값과 파미값은 모두  $2 \times 70\mu s$ 로 선정하였고, 파형은 그림 1과 같은 램프파로 하였으며, 뇌도 임피던스는 400Ω로 선정하여 모의하였다[6].

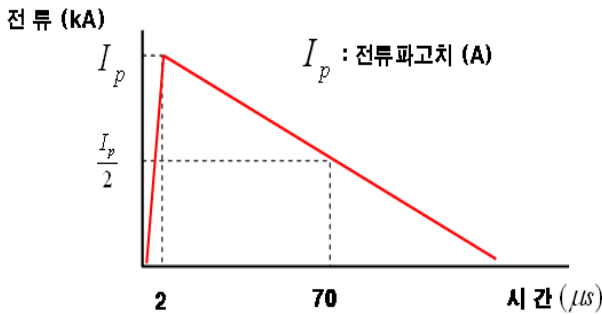


그림 1 뇌격전류파형  
Fig. 1 Lightning stroke current wave form

### 2.1.2 1선지락 고장

1선 지락고장은 지중선로의 말단에서 0도 고장과 90도 고장 발생 후 3 cycle 이후 제거되는 것으로 모의하였으며, 고장전류에 의한 영향 등은 고장순시 허용전류의 값을 근거로 하여 그 적정성을 평가하였다.

### 2.1.3 선로구성

혼합송전계통의 경우 우선 가공구간은 가공지선 ACSR 97mm<sup>2</sup>, 상도체 ACSR 480mm<sup>2</sup>를 적용하여 1회선을 모의하였고, 지중구간은 Cu 도체로 제조된 XLPE 케이블 1,200mm<sup>2</sup>과 2,000mm<sup>2</sup>, 그리고 Al 도체로 제조된 XLPE 케이블 1,200mm<sup>2</sup>와 2,000mm<sup>2</sup>를 전력구식 삼각 배열로 모의하였다[7],[8].

혼합배전계통의 경우 우선 가공구간은 가공지선 ACSR 32mm<sup>2</sup>, 상도체 ACSR 160mm<sup>2</sup>, 중성선은 ACSR 95mm<sup>2</sup>를 적용하

여 1회선을 모의하였고, 지중구간은 Cu 도체로 제조된 22.9kV CNCV-W 케이블 325mm<sup>2</sup>와 600mm<sup>2</sup>, 그리고 Al 도체로 제조된 CNCV-W 325mm<sup>2</sup>와 600mm<sup>2</sup>를 전력구식 삼각배열로 모의하였다[6],[9].

모델은 뇌서지 계산을 위해 선로 정수를 주파수 독립모델인 분포정수 선로 모델을 이용해 500kHz의 주파수로 계산하였으며, 선로정수 계산 프로그램인 ATP-LCC를 이용하여 계산하였다[6].

송전계통에서 1회선 가공선로 첩탑과 지중선로인 케이블의 구조는 그림 2와 같고 배전계통의 1회선 가공선로 장주도 및 지중선로인 케이블의 구조는 그림 3과 같다. 그리고 뇌서지의 투과현상을 방지하여 보다 정확한 서지 특성을 파악하기 위하여 가공선로의 말단은 정합 처리하였다.

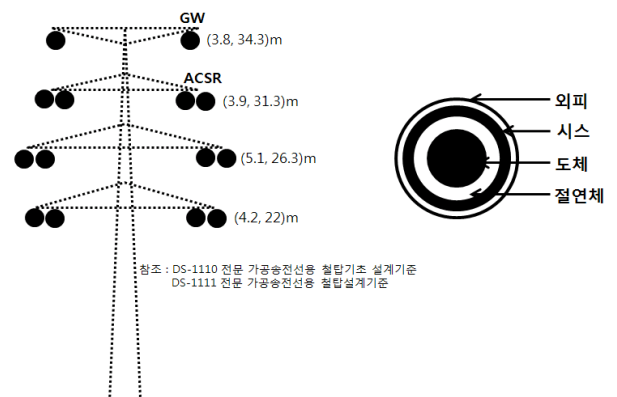


그림 2 혼합송전계통에서 첩탑 및 XLPE 케이블 구조  
Fig. 2 Tower and cable structure of transmission system

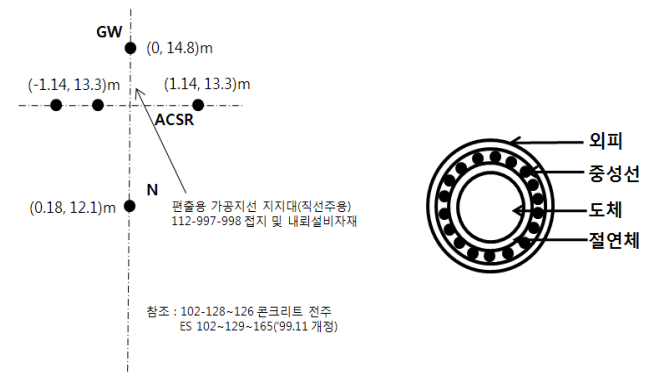


그림 3 배전계통 가공선로 장주도 및 케이블 구조  
Fig. 3 Pole and cable structure of distribution system

### 2.1.4 접지 및 피뢰기

#### 2.1.4.1 송전계통

송전계통에서의 접지저항은 15Ω, 피뢰기 설치 위치는 현행기준에 따라 선로 양단과 인입부분에 설치하였고, 본 논문에서 해석시 사용된 피뢰기의 V-I 특성곡선은 그림 4와 같으며, 정격전압이 144kV인 피뢰기를 모델링하여 사용하였다 [10].

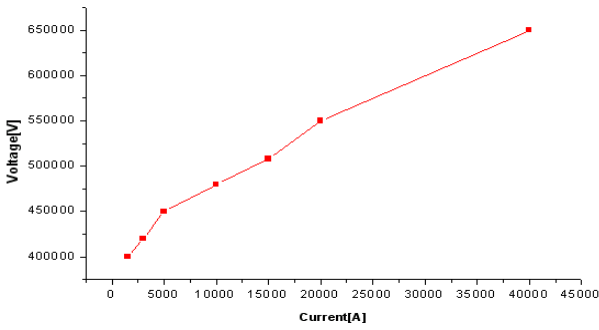


그림 4 154kV Gapless 피뢰기 V-I 특성곡선  
Fig. 4 V-I characteristic curve of 154kV Gapless arrester

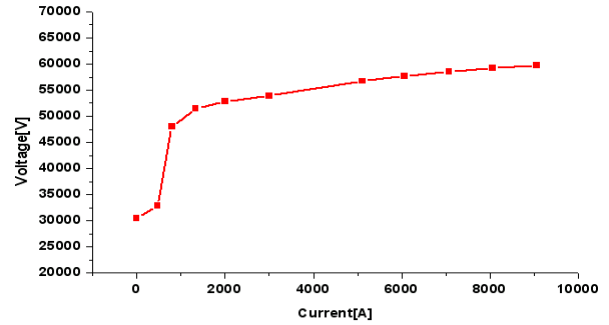


그림 6 22.9kV Gapless 피뢰기 V-I 특성곡선  
Fig. 6 V-I characteristic curve of 22.9kV Gapless arrester

2.1.4.1.1 시스 접지방식

지중송전계통의 접지방식은 일정구간마다 시스를 연가하여 연가점에서의 시스전압을 일정치 이하로 제한하는 크로스본딩(cross-bonding) 방식을 가장 많이 사용하고 있으며 접지방식은 그림 5와 같다[11].

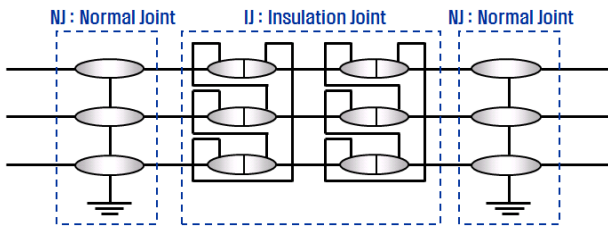


그림 5 크로스본딩 방식  
Fig. 5 Cross-bonding method

2.1.4.2 배전계통

전력구내 접지저항은 10Ω이하로 하고, 접지저항 값은 식 (1)에 의해 합성저항으로 계산하는데 합성저항은 현행 기준인 5Ω/km이하가 되도록 한다[7],[12],[13].

$$R = 1.2 \left\{ \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots + \frac{1}{r_n}} \right\} \quad (1)$$

여기서,  $R$  = 합성저항[Ω]

$r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$  = 매 접지의 단위접지저항[Ω]

여기서 피뢰기의 접지저항은 설계기준-3800[배전선 내뢰 기준]에 의해 10Ω을 사용하였다[13]. 현재 배전계통에 적용되는 피뢰기의 관련 규격으로는 KSC-4609 및 ESB-153등이 있으며, 정격전압이 18kV인 피뢰기가 22.9kV 다중접지방식 및 케이블 입상주에 사용되고 있다. 본 논문에서는 EMTP의 비선형 소자를 사용하여 피뢰기의 V-I 특성곡선 그림 6의 데이터를 가지고 정격전압이 18kV인 피뢰기를 모델링하여 사용하였다[12].

2.1.5 모델링

한편, 뇌서지의 특성해석을 위해 그림 7과 같이 혼합송전계통과 혼합배전계통을 구성하였고 가공구간으로부터 뇌격이 지중구간으로 침입하는 것을 모델링을 하였다.

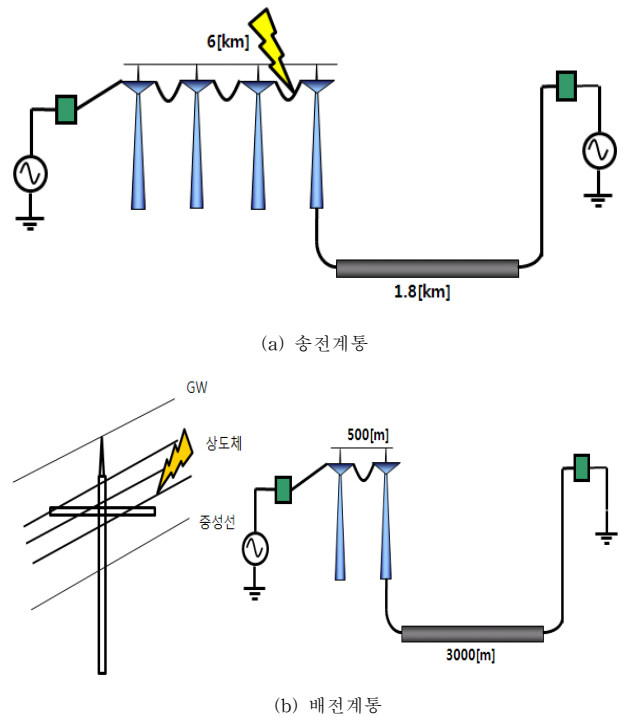


그림 7 혼합송전 및 배전계통의 모델링  
Fig. 7 Modeling of combined T&D system

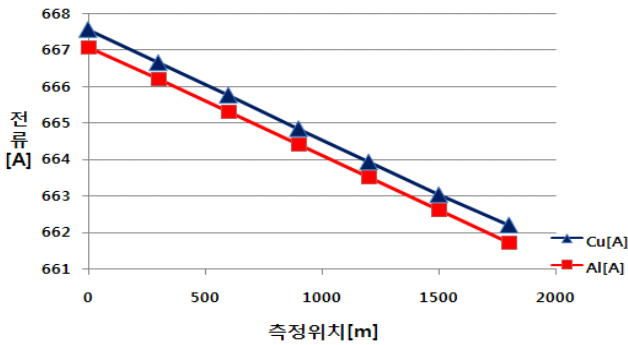
2.2 모델링 및 해석

2.2.1 측정 위치에 따른 해석

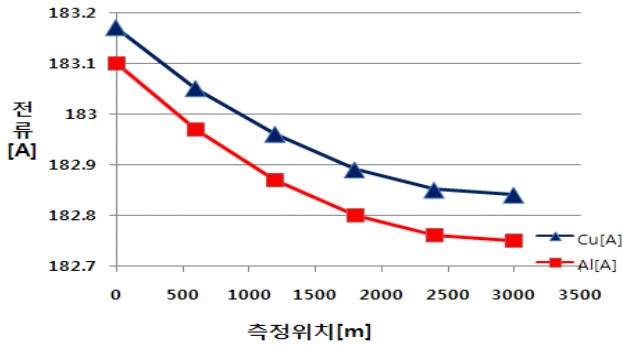
2.2.1.1 정상상태

지중구간에서 Al 도체와 Cu 도체 선로의 경우 전류의 차

이를 분석하기 위해 전류측정위치를 송전계통은 인입부분과 300m, 600m, 900m, 1,200m, 1,500m, 및 3000m(중단)으로 정하고 배전계통은 인입부분과 600m, 1,200m, 1,800m, 2,400m 및 중단으로 정하여 해석하였다. 각 측정 위치에서의 전류를 비교하면 그림 8과 같다.



(a) 지중송전계통



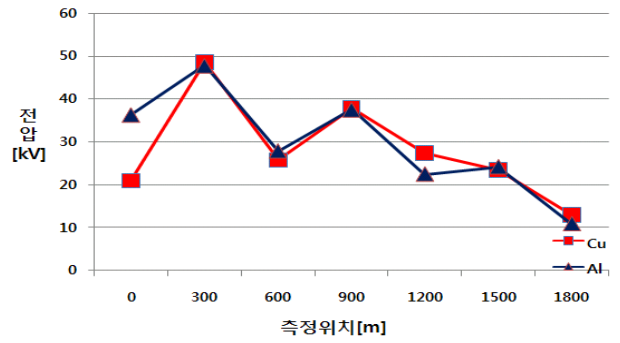
(b) 지중배전계통

그림 8 정상상태 전류  
Fig. 8 Steady state current

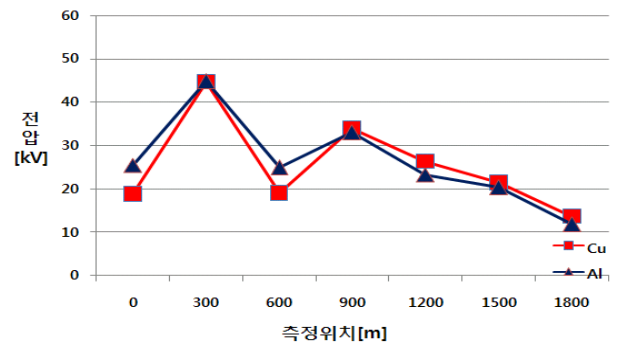
이 그림에서 볼 때 Al 도체로 구성된 선로의 전류 크기가 Cu 도체로 구성된 선로의 전류 크기와 정상상태에서는 차이가 미세함을 알 수 있다.

### 2.2.1.2 가공지선에 뇌서지 침입

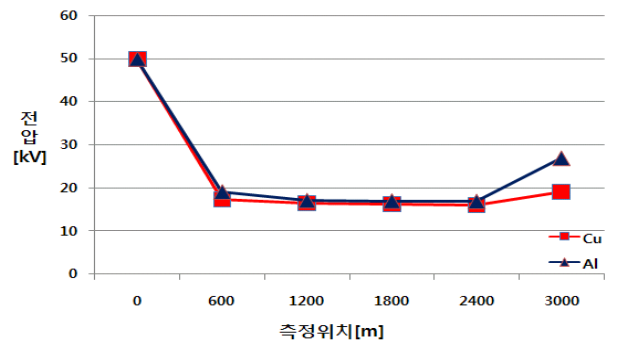
뇌서지가 가공지선에 침입하였을 경우 Al 도체와 Cu 도체선로로 이루어진 지중계통의 과전압을 분석하기 위해 전압측정위치를 송전계통은 인입부분과 300m, 600m, 900m, 1,200m, 1,500m, 1,800m(중단)으로 정하고 배전계통은 인입부분과 600m, 1,200m, 1,800m, 2,400m, 3,000m(중단)로 정하여 해석하였고, 각 위치별 최대 과전압을 측정하여 비교하였다. 그림 9는 선로의 종류별 과전압을 나타낸 것이며, 상세한 값은 표 1과 표 2에 각각 나타내었다.



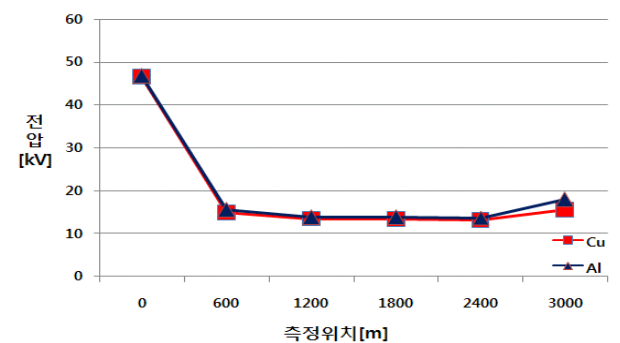
(a) 지중송전계통(1,200[mm]의 경우)



(b) 지중송전계통(2,000[mm]의 경우)



(c) 지중배전계통(325[mm]의 경우)



(d) 지중배전계통(600[mm]의 경우)

그림 9 지중계통의 과전압  
Fig. 9 Overvoltage in underground system

표 1 지중송전계통에서 위치별 선로의 과전압

Table 1 Overvoltage according to location of transmission line

도체 규격 [mm <sup>2</sup> ]	도체 종류	측정위치별 전압[kV]						
		인입	300	600	900	1200	1500	1800 (종단)
1200	Cu	21	48.6	25.8	38	27.4	23.5	13
	Al	36.3	47.8	27.9	37.5	22.5	24.2	10.9
2000	Cu	18.8	44.7	19	34	26.4	21.5	13.7
	Al	25.5	44.8	24.9	33	23.3	20.3	11.8

표 2 지중배전계통에서 위치별 선로의 과전압

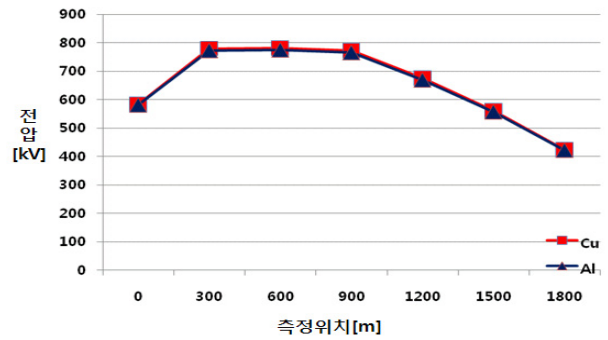
Table 2 Overvoltage according to location of distribution line

도체 규격 [mm <sup>2</sup> ]	도체 종류	측정위치별 전압[kV]					
		인입	600	1200	1800	2400	3000 (종단)
325	Cu	49.8	17.4	16.5	16.2	16	19
	Al	49.9	19.1	17.1	17	16.9	26.9
600	Cu	46.6	14.9	13.5	13.4	13.2	15.6
	Al	46.8	15.6	13.9	13.8	13.7	17.9

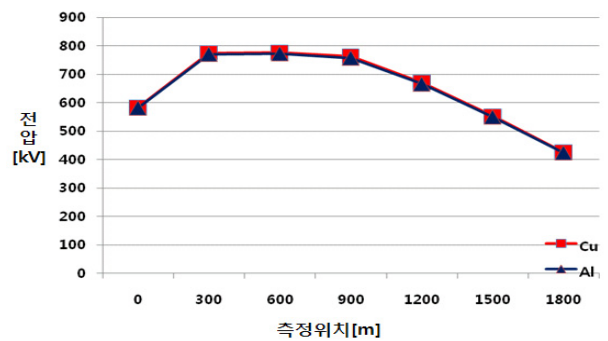
그림 9와 표 1, 2에서 비교하면 알 수 있듯이 가공지선에  
 넘어서지 침입하였을 경우 지중계통에서 발생된 과전압의  
 크기를 보면 지중송전계통의 경우 1,200mm<sup>2</sup> 케이블과 2,000mm<sup>2</sup>  
 케이블 그리고 배전계통의 경우 325mm<sup>2</sup> 케이블과 600mm<sup>2</sup> 케이  
 블에서 Cu 도체 선로와 Al 도체 선로의 차이가 미세함을  
 알 수 있다. 또한 선로 종단부분을 제외하고는 과전압의 크  
 기가 점점 작아지는 것을 확인할 수 있다. 아울러 혼합송전  
 계통과 혼합배전계통 모두 Cu 도체선로와 Al 도체 선로 모  
 두 BIL 값을 초과하지 않는 것을 알 수 있다.

2.2.1.3 상도체에 넘어서지 침입

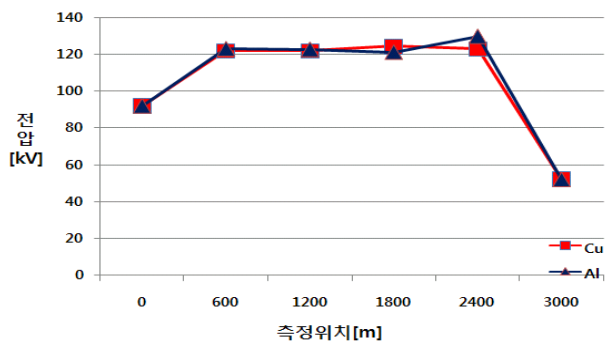
넘어서지 상도체에 침입하였을 경우 Al 도체와 Cu 도체  
 선로로 이루어진 지중계통의 과전압을 분석하기 위해 전압  
 측정위치를 송전계통은 인입부분과 300m, 600m, 900m,  
 1,200m, 1,500m, 1,800m(종단)로 정하고 배전계통은 인입부  
 분과 600m, 1,200m, 1,800m, 2,400m, 3,000m(종단)로 정하여  
 해석하였고, 각 위치별 최대 과전압을 측정하여 비교하였다.  
 그림 10은 선로 종류별 과전압을 나타낸 것이며, 상세한 값  
 은 표 3과 표 4에 각각 나타내었다.



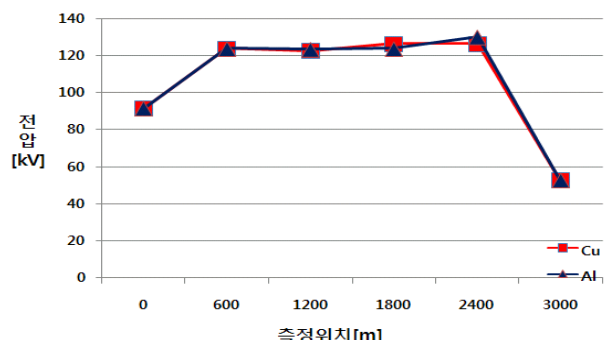
(a) 지중송전계통(1,200[mm<sup>2</sup>])의 경우



(b) 지중송전계통(2,000[mm<sup>2</sup>])의 경우



(c) 지중배전계통(325[mm<sup>2</sup>])의 경우



(d) 지중배전계통(600[mm<sup>2</sup>])의 경우

그림 10 지중계통의 과전압

Fig. 10 Overvoltage in underground system

표 3 지중송전계통에서 위치별 선로의 과전압

Table 3 Overvoltage according to location of transmission line

도체 규격 [mm <sup>2</sup> ]	도체 종류	측정위치별 전압[kV]						
		인입	300	600	900	1200	1500	3000 (종단)
1200	Cu	582	779	780	771	674	560	423
	Al	581	773	775	765	669	557	422
2000	Cu	583	776	777	763	670	553	425
	Al	582	771	773	758	666	550	424

표 4 지중배전계통에서 위치별 선로의 과전압

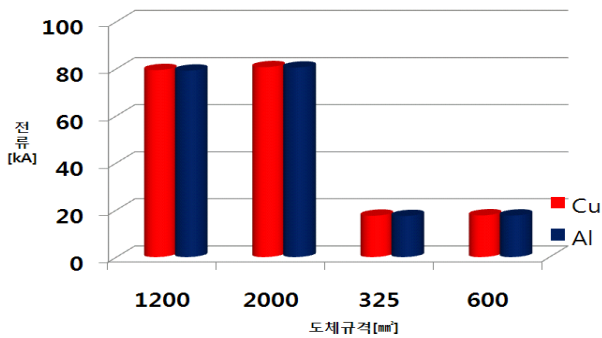
Table 4 Overvoltage according to location of distribution line

도체 규격 [mm <sup>2</sup> ]	도체 종류	측정위치별 전압[kV]					
		인입	600	1200	1800	2400	3000 (종단)
325	Cu	91.9	121.9	121.9	124.3	123	52.1
	Al	92	122.9	122.6	121.1	129.6	52.1
600	Cu	91.4	123.8	122.5	126.3	126.1	52.4
	Al	91.4	123.7	123.3	123.6	129.9	52.4

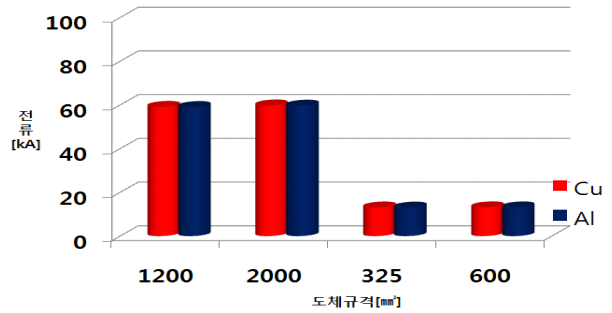
그림 10 표 3 및 4에서 알 수 있듯이 상도체에 너서지가 침입시하였을 경우 지중계통에서 발생된 과전압의 크기를 보면 지중송전계통의 경우 1,200mm<sup>2</sup> 케이블과 2,000mm<sup>2</sup> 케이블 그리고 배전계통의 경우 325mm<sup>2</sup> 케이블과 600mm<sup>2</sup> 케이블에서 Al 도체 선로의 과전압이 Cu 도체 선로보다 조금은 낮지만 그 크기는 미세함을 알 수 있다.

2.2.2 지락고장

1선 지락고장시 0도 고장과 90도 고장을 구분하여 해석하였다. 그림 11은 Cu 도체 선로와 Al 도체 선로의 고장전류를 비교한 것이며, 그림 12는 고장위상 변화에 따른 고장전류를 비교한 것이다. 그리고 상세한 고장전류 값은 표 5와 같다.



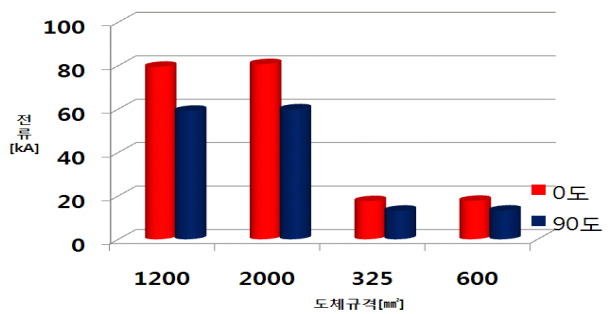
(a) 최대 고장전류(0도 고장의 경우)



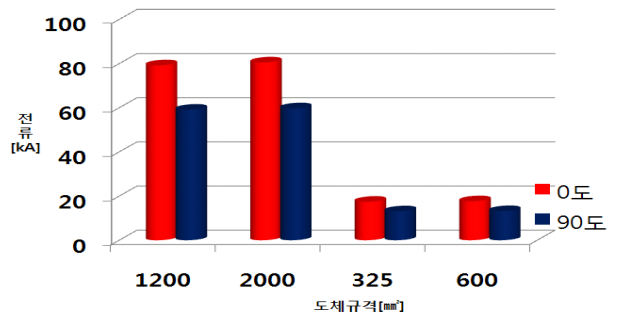
(b) 최대 고장전류(90도 고장의 경우)

그림 11 0도와 90도 고장시의 최대 고장전류

Fig. 11 Maximum fault current(Angle : 0, 90)



(a) Cu 도체 선로



(b) Al 도체 선로

그림 12 Cu도체와 Al도체의 고장위상에 따른 최대고장전류

Fig. 12 Maximum fault current(conductor : Cu, Al)

표 5 고장 전류의 최대값

Table 5 Maximum fault current

도체 규격 [mm <sup>2</sup> ]	최대 고장전류[kA]			
	Cu 도체 선로		Al 도체 선로	
	0도	90도	0도	90도
1,200	79.441	59.185	79.197	59.106
2,000	80.675	59.831	80.497	59.737
325	17.558	13.136	17.420	13.088
600	17.695	13.200	17.628	13.174

그림 11과 표 5에서 알 수 있듯이 고장이 같은 위상각 일 때에 Cu 도체 선로와 Al 도체 선로의 최대 고장전류 크기의 차이는 미세함을 알 수 있다. 또한, 그림 12에서 알 수 있듯이 Cu 도체 선로와 Al 도체 선로 모두 0도 고장이 90도 고장보다 고장전류의 크기가 더 큰 것을 알 수 있다. 또한, 모든 규격의 케이블에서 고장순시 허용전류의 값은 초과하지 않는 것을 알 수 있다.

**2.2.3 허용전류**

전력케이블 절연체의 절연성능을 감소시키지 않고, 절연체의 최고허용온도를 초과하지 않으면서 도체에 흘릴 수 있는 연속전류인 허용전류는 시간 변동에 대하여 케이블 내부에 저장되는 에너지 유무에 따라 상시 허용전류와 과도상태 허용전류로 구분할 수 있다.

**2.2.3.1 상시 허용전류**

정상상태 허용전류 즉 상시 허용전류는 식 (2)에 의해서 계산하였다[14].

$$I_p = \sqrt{\frac{\Delta\theta_p - W_d[\frac{1}{2}T_1 + n(T_2 + T_3 + T_4)]}{R[T_1 + n(1 + \lambda_1)T_2 + n(1 + \lambda_1 + \lambda_2)(T_3 + T_4)]}} \quad (2)$$

- 여기서,  $\Delta\theta_p$  = 도체온도 상승분
- $W_d$  = 유전체손실[W/m]
- $R$  = 교류도체 실효저항[Ω/m]
- $\lambda_1$  = 도체손실과 시스손실의 비( $W_s/W_c$ )
- $\lambda_2$  = 도체손실과 아모아 손실의 비( $W_a/W_c$ )
- $W_s$  = 시스손실(W/m)
- $W_a$  = 아모아손실(W/m)
- $W_c$  = 도체손실(W/m)
- $n$  = 심선수
- $T_1$  = 도체와 시스간의 열저항(°C-m/W)
- $T_2$  = 시스와 아모아간의 열저항(°C-m/W)
- $T_3$  = 케이블 외피의 열저항(°C-m/W)
- $T_4$  = 외부 열저항(°C-m/W)

상시 허용전류는 EMTP에서 모델링한 데이터를 동일하게 적용하여 계산하였으며, 그 계산 결과는 표 6과 같다.

**표 6** Cu 도체 선로와 Al 도체 선로의 상시 허용전류값  
**Table 6** Calculation of firm allowed current(Cu, Al)

도체 규격 [mm <sup>2</sup> ]	Cu 도체 선로 [A]	Al 도체선로 [A]
1200	1346	1117
2000	1630	1489
325	463	365
600	608	490

표 6에서 알 수 있듯이 Cu 도체 325mm<sup>2</sup>의 허용전류와 Al 도체 600mm<sup>2</sup>, Cu 도체 1,200mm<sup>2</sup>와 Al 도체 2,000mm<sup>2</sup>의 상시 허용전류는 그 크기가 비슷하여 상시 허용전류 측면에서 보았을 때 Cu 325mm<sup>2</sup> 전력케이블을 Al 600mm<sup>2</sup>로, Cu 1,200mm<sup>2</sup> 전력케이블을 Al 2,000mm<sup>2</sup>로 대체 할 수 있을 것으로 평가된다.

**2.2.3.2 고장순시 허용전류**

고장순시 허용전류는 식 (3)에 의하여 계산하였다[14].

$$I_1 = \varepsilon \times I_{AD} \quad (3)$$

여기서,  $I_1$  은 고장순시 허용전류,  $\varepsilon$  은 단열효과 계수,  $I_{AD}$  는 단열상태의 고장순시 허용전류로 계산 결과는 표 7과 같다.

**표 7** Cu 도체와 Al 도체의 고장순시 허용전류 계산 값  
**Table 7** Calculation of firm fault instantaneous allowed current(Cu, Al)

도체 규격 [mm <sup>2</sup> ]	Cu 도체 선로[kA]	Al 도체 선로[kA]
1,200	132.7113	132.7113
2,000	220.7991	220.7991
325	36.5534	36.5334
600	65.8443	65.8443

표 7에서 알 수 있듯이 고장순시 허용전류는 도체공칭 단면적, 고장순시 지속시간, 고장순시 초기온도 고장순시 최종 온도, 접촉 열저항 계수 등이 Cu 도체 케이블과 Al 도체 케이블이 동일하기 때문에 상호 동일한 결과 값을 얻었다.

**3. 결 론**

본 논문에서는 기존의 Cu 도체 선로와 Al 도체 선로로 구성된 지중송전 및 배전계통에 대해 상도체 및 가공지선 너서지, 지락고장, 정상상태 전류 및 순시 과도 허용전류 등을 해석하였으며 이를 통하여 Al 도체 선로가 기존의 Cu 도체선로를 대체하여 운용할 수 있는 실효성이 있는 가를 상세히 평가하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 정상상태의 경우 두 가지 선로의 계통에서 전류크기는 거의 차이가 없었다.
- (2) 너격이 상도체와 가공지선에 각각 침입시 계통에서 발생한 과전압의 크기는 차이는 있으나 미세하였다.
- (3) 1선 지락고장이 발생하였을 경우 계통에서 최대 고장전류를 비교한 결과 차이가 거의 없었다. 또한 모두 순시 과도 허용전류를 초과하지 않았다.
- (4) 고장순시 허용전류의 값은 같지만 같은 규격의 도체 사용시 상시 허용전류의 값이 Cu 325mm<sup>2</sup> 선로는 Al 600mm<sup>2</sup> 선로와 비슷하였고, Cu 1,200mm<sup>2</sup> 선로는 Al 2,000mm<sup>2</sup> 선로와 비슷한 용량을 갖고 있어 동일 용량 전송을 위하여서는 이를 잘 고려하여야 할 것이다.



본 논문에서는 전기적 특성의 측면에서 두 종류의 선로가 포설될 경우의 송전 및 배전계통의 정상 및 과도상태를 다양하게 해석하였다. 이 결과 기존의 Cu 도체 선로 대신 Al 도체 선로를 사용하는 것은 허용전류의 크기를 고려하여 도체의 규격을 선택한다면 특별한 이상 없이 운용할 수 있을 것으로 사료된다.

**참 고 문 헌**

- [1] KEPCO, "배전선 절연설계에 관한 연구[II]", 1992
- [2] KEPRI, "지중송전 케이블의 써어지 보호 대책에 관한 연구(최종보고서)", 1993
- [3] KEPCO, "배전계통 이상전압 측정 및 대책 연구", 2000
- [4] 전력연구원, "지중송전계통의 접지기술 정립에 관한 연구(최종보고서)", 1998
- [5] 우정욱, "송전선로 고장과 LPATS 낙뢰자료 DB와의 비교분석에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 1999
- [6] KEPCO, "배전계통 절연협조 기준 정립에 관한 연구(최종보고서)", 2003
- [7] KEPCO, "설계기준-DS-1101", 2006
- [8] KEPCO, "설계기준-DS-1210", 2003
- [9] KEPCO, "설계기준 - 5300(지중구조물)", 2000
- [10] KEPRI, "345kV 및 154kV Gapless형 피뢰기 정격 규격 및 기준 정립 연구(최종보고서)", 2000
- [11] KEPRI, "지중송전계통 최적 시스템 구성 방안 정립에 관한 연구(최종보고서)", 2009
- [12] KEPCO, "설계기준-3500(접지공사)", 1999
- [13] KEPCO, "설계기준-5001(총칙)", 1998
- [14] KEPCO, "설계기준-DS-5901", 2009

**저 자 소 개**



**장 주 영 (張 周 永)**

1983년 10월 18일생. 2010년 원광대 공대 전기공학과 졸업. 2010년~현재 동 대학원 전기공학과 석사과정  
 Tel : (063)850-6735  
 E-mail : changju83@nate.com



**이 종 범 (李 鍾 範)**

1955년 7월 12일생. 1981년 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1983년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1986년 동 대학원 전기공학과 졸업(공박). 1987~1990년 한국전기연구원 지중송전연구실 실장. 현재, 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수  
 Tel : (063)850-6735  
 E-mail : ipower@wonkwang.ac.kr



**김 용 갑 (金 鎔 甲)**

1962년 12월 15일생. 1988년 아주대 공대 전자공학과(학사). 1993년 미국 앨라버머주립대(석사). 2000년 미국 노스캐롤라이나주립대(공박). 현재, 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수  
 Tel : (063)850-6695  
 E-mail : ykim@wonkwang.ac.kr