

# HVDC $\pm 500$ kV 가공 송전선로의 최적 도체방식 선정을 위한 전기환경특성 평가

論 文

55C-11-3

## Assessment of the Electrical Environmental Characteristics to Decide Optimal Bundle Type for HVDC $\pm 500$ kV Overhead Transmission Lines

朱 玠 魯<sup>†</sup> · 吉 暲 碩<sup>\*</sup> · 梁 光 鎬<sup>\*\*</sup> · 李 性 斗<sup>\*\*\*</sup> · 黃 琪 鉉<sup>§</sup>  
(Munno Ju · Gyungsuk Kil · Kwangho Yang · Sungdoo Lee · Gihyun Hwang)

**Abstract** - Corona interferences, such as radio noise, audible noise and television noise, need to be taken into account in the design of HVDC transmission line conductor configuration. Therefore the line designer requires data from which to estimate the corona performance of any set of conductors. To get a sufficiently complete set of design data, it is necessary to examine the corona test of a large number of conductor geometries. This paper presents the results of corona cage test among three types of candidate conductors. It is quite clear from test results that the conductor geometries play an important role in establishing the magnitude of corona noise. Corona noise data from corona cage test are expressed as a statistical distribution of results obtained over long periods of time and various weather conditions. Therefore we can determine an environmentally-friendly conductor bundle for HVDC overhead transmission line. Based on this finding results, various simulations about HVDC line configurations, such as pole space and pole height, will be conducted. And then finally an optimal configuration for HVDC transmission line will be decided.

**Key Words** : Corona Cage, Radio Noise, Audible Noise, Corona Current, Environment and HVDC Transmission

### 1. 서 론

직류송전전압은 연계계통에 대한 기술성, 경제성 및 관련 국가의 중전기 산업 현황과 수준 등에 관한 정책적인 판단에 따른 종합 분석을 통하여 도출되어야 한다. 따라서 향후에 건설 예정인 직류 가공선로의 송전전압을 현 시점에서 정확하게 예측할 수는 없다. 국내에서 직류 가공송전이 적용될 가능성을 가진 분야는 두 가지로 구분할 수 있다. 첫째는 국가간 계통연계 분야로서 장기적인 관점에서 남북한, 일본, 러시아, 중국을 포함한 동북아 지역의 전력용통을 위한 연계선로 건설이며, 두 번째는 국내 교류계통에의 직류 변환송전 적용의 경우이다. 동북아 계통연계 또는 국내계통 적용 어느 경우이든 초기 논의 단계인 현시점에서 직류 송전전압의 크기를 확정적으로 단언할 수는 없다. 그러나 현재 기술적인 관점에서 동북아 계통연계를 가장 활발하게 검토하여 온 러시아 ESI, 미국 NI 연구소 등이 발표한 여러 동북아 계통연계 시나리오에서 “러시아~북한~남한” 연계계통의 전압을  $\pm 500$  kV로 예상하고 있다. 따라서 국내 계통의 직류송전방식 적용에 있어서도 송전용량 등을 고려할 때 송전전압은  $\pm 500 \sim \pm 600$  kV정도가 합리적일 것으로 판단된다. 한편 국민소득의 증가와 환경의식의 증대로 쾌적한 환경수요가 급

증하고 있으며, 에너지 서비스의 편의성 및 쾌적성 확보를 위한 친환경 대책기술이 요구되고 있다. 따라서 초고압 가공 직류 송전선로 건설의 시점에서 법률적, 사회적 요구에 부응하는 환경친화형 초고압 가공 송전선로설비의 설계, 건설 및 운용이 당면 과제로 부상할 것이기 때문에 친환경설계기술의 표준화와 종합적인 환경대책방안을 마련함으로써 향후에 필요한 직류송전 실용화 핵심기술을 개발하여야 한다.

상기 문제의 해결책으로써, 본 논문에서는 전기환경특성 면에서 HVDC  $\pm 500$  kV 가공 송전선로에 적합한 송전도체방식을 선정하기 위해서 직류 코로나 케이지(DC Corona Cage)를 활용한 전기환경 모의실험을 수행하고 그 주요 결과를 기술하였다.

### 2. 측정시스템 및 실험방법

#### 2.1 측정시스템

HVDC 가공 송전선로의 최적도체방식을 선정하기 위해 코로나 케이지를 이용하였다. 코로나 케이지는 후보도체를 용이하게 교체하면서 인가전압, 선로형상, 기상 등과 같은 조건에 따른 코로나 방전특성을 파악할 수 있는 실험 장치이다. 본 연구에 사용된 직류전원 발생장치, 코로나 케이지, 환경장해 측정용 DAS(Data Acquisition System)등은 참고문헌 [1]에 상세히 나타내었다[1].

#### 2.2 실험방법

##### 2.2.1 시험대상 후보도체방식 선정

송전용량의 여유를 고려하여 직류송전용량을 3~4 GW, 직류송전전압을  $\pm 500$  kV로 상정할 경우, 적용 가능한 송전도체방식은 아래와 같다. 1-Bipole 시스템이면 한 선로 당

† 교신처자, 正會員 : 韓國電氣研究院 電力研究團 先任研究員  
E-mail : mnju@keri.re.kr

\* 正會員 : 韓國海洋大學校 電氣電子工學部 副教授 · 工博

\*\* 正會員 : 韓國電氣研究院 電力研究團 責任研究員 · 工博

\*\*\* 正會員 : 韓國電力研究院 電力系統研究所 研究員

§ 正會員 : 東西大學校 地域技術革新센터 專任教授 · 工博

接受日字 : 2006年 6月 26日

最終完了 : 2006年 9月 6日

전류용량은 3~4 kA, 2-Bipole 시스템이면 한 선로 당 전류 용량은 1.5~2 kA 정도가 되어야 한다. DC ±500kV급에서 상정할 수 있는 송전도체는 Cardinal 483mm<sup>2</sup>, 810mm<sup>2</sup>이며, 기온 40 °C, 풍속 5 m/sec, 일사량 0.1 W/cm<sup>2</sup>, 방사량 0.9, 주파수 60 Hz일 때의 전선허용전류는 각각 0.917 kA와 1.231 kA이다. 위와 같은 송전용량, 도체별 허용전류 및 시스템 구성방식을 고려하면 케이스별로 2 ~ 5 Bundle 정도가 적합하다. 송전 용량 3 GW, 2-Bipole인 경우 810mm<sup>2</sup>×2B이면 전류용량은 만족하며, 4GW, 1-Bipole인 경우에 483mm<sup>2</sup>를 사용하고 5B 이상을 채용해야 한다. 만약 한 쪽 Bipole 혹은 한 개 Monopole 고장 시 타 회선의 용량을 다른 회선이 감당하는 (N-1) 기준을 고려한다면 전선의 굵기와 복도체 수는 적절한 여유도를 고려하여 설계해야 한다[2]. 따라서 본 논문에서는 송전용량 관점에서 조건을 만족하는 6\*480(C)mm<sup>2</sup>, 4\*810mm<sup>2</sup>, 6\*810mm<sup>2</sup> 방식들을 후보도체방식으로 선정하여 코로나 케이지에서 코로나 특성 실험을 수행하여 전기환경 면에서 가장 우수한 도체방식을 선정하였다.

표 1 케이스에서 공간전하 고려여부에 따른 도체표면전 계강도

Table 1 Conductor surface gradient according to consideration with space charge and without it at corona cage

도체방식	외경 [mm]	100kV 인가 시 도체표면 전계강도, kV/cm	
		공간전하 고려시	공간전하 미고려시
6*480(C) mm <sup>2</sup>	30.42	5.583	5.578
4*810 mm <sup>2</sup>	38.40	5.655	5.646
6*810 mm <sup>2</sup>	38.40	4.684	4.680

표 2 후보 도체방식별 코로나 케이지 인가 직류전압, kV  
Table 2 Applied voltage by candidate conductor bundle at corona cage

전계[kV/cm]	12	14	16	18	20
도체방식					
6*480(C) mm <sup>2</sup>	214.9	250.8	286.6	322.4	358.2
4*810 mm <sup>2</sup>	212.2	247.6	282.9	318.3	353.7
6*810 mm <sup>2</sup>	256.2	298.9	341.6	384.3	427.0
전계[kV/cm]	22	24	26	28	30
도체방식					
6*480(C) mm <sup>2</sup>	394.1	429.9	465.7	501.5	537.3
4*810 mm <sup>2</sup>	389.0	424.4	459.8	495.1	530.5
6*810 mm <sup>2</sup>	469.7	512.4	555.1	-	-

표 3 ±0500 kV 상용선로의 도체표면 전계강도를 모의하 기 위한 코로나 케이지 인가전압

Table 3 DC cage applied voltage to simulate the conductor surface gradient of commercial transmission line

도체방식	500kV 상용선로의 도체표면 전계강도[kV/cm]	코로나 케이지 인가전압 [kV]
6*480(C) mm <sup>2</sup>	16.83 kV/cm	301.5
4*810 mm <sup>2</sup>	17.77 kV/cm	314.2
6*810 mm <sup>2</sup>	13.77 kV/cm	293.9

### 2.2.2 직류전계계산

송전선로의 설계관점에서 코로나에 가장 많은 영향을 주는 요소는 도체표면 전계강도이다. 따라서 가공 직류 송전선 로의 도체방식을 결정하기 위해서는 최적의 도체표면 전계 강도를 예측하여 코로나 발생정도를 정확히 파악하는 것이 중요하다. 코로나 케이지에서 수행되는 실험은 실규모 송전 선로의 도체에서 발생하는 도체표면 전계강도를 낮은 전압 으로 동일한 도체표면 전계강도로 모의하는 것이다. 따라서 실규모 선로와 코로나 케이지 내부의 시험 도체주변의 전계 를 계산하여 동일한 도체표면 전계강도를 발생하는 시험전 압을 상정하여야 한다. 이러한 도체표면 전계강도를 계산하 는 방법에는 여러 가지 수치해석법이 있다. 또한 직류 가공 송전선로의 경우는 코로나 방전 시 발생하는 이온이 도체표 면전계강도에 영향을 주기 때문에 이온을 고려하여 계산하 여야 한다. 표 1에는 코로나 케이지에서 후보도체방식별로 이온을 무시한 경우와 고려한 경우의 시험전압별 도체표면 전계강도를 전기력선법으로 계산한 결과를 나타내었다. 그러 나 코로나 케이지에서는 공간전하를 고려한 경우와 고려하 지 않은 경우의 차이가 크지 않기 때문에 후보도체방식별 인가전압은 표 2와 같이 공간전하를 고려하지 않은 도체표 면전계강도로 하여 계산하였다. 시험전계강도는 해외의 ±500kV급 상용선로 모델의 도체표면전계강도를 참조하여 12kV/cm부터 30kV/cm까지로 결정하였다[3~6]. 도체방식에 한 전압을 인가하는 시간은 약 1분이며, 장해량을 2초마다 측정하고, 다음 시험전계에 해당하는 전압을 인가한다. 도체 표면 전계강도의 변화 외에 기상조건과 같은 요소가 측정값 에 미치는 영향을 최소화하기 위해 1개 도체방식의 코로나 특성시험의 1 Cycle 소요시간은 가능한 20분 미만으로 하였 다. 또한 ±500kV 상용선로 형상이 최저지상고 18m, 극간격 22m인 경우 도체방식의 장기간 코로나 특성을 모의하기 위 한 각 후보도체방식의 표면전계강도 계산결과를 표 3에 나 타내었고, 각 도체방식의 기상조건에 따른 특성도 평가하기 위해서 청명시와 강우시로 구분하여 실험하였다.

## 3. 실험 결과

### 3.1 실험조건

코로나 케이지 실험항목은 라디오 잡음, 텔레비전 잡음, 코로나 소음, 코로나 전류 및 기상요소 등이며, 각 후보 도 체방식별로, 실험을 5~10회 수행하여 얻은 결과를 통계적으 로 분석 후 평가하였다. 각 항목별 측정시스템 및 측정방법 은 참고문헌 [1]에 상세히 나타내었다.[1]

### 3.2 라디오 잡음

그림 1에는 4\*810mm<sup>2</sup>의 도체표면 전계강도 변화에 따른 라디오 잡음 발생특성을 나타내었다. 도체표면전계강도가 상 승할수록 라디오 잡음은 증가하였으며, 전계강도가 높은 경 우는 코로나 방전의 발생분포가 안정적으로 포화되어 최대 값과 최소값 간의 차이가 작게 나타났다. 그림 2에는 세 가 지 후보 도체방식의 코로나 케이지 인가전압별 라디오잡음 발생함수(Γ)를 나타내었다. 라디오 잡음을 평가하기 위한 라 디오잡음 발생함수(Γ)의 정의와 상세설명은 문헌 [1]에 나타 내었다[1]. 코로나 케이지 인가전압을 상승함에 따라 라디오

잡음 발생함수는 모두 증가하였으며, 라디오 잡음발생함수 크기가 4\*810mm<sup>2</sup>, 6\*480(C)mm<sup>2</sup>, 6\*810mm<sup>2</sup>순으로 나타나 6\*810mm<sup>2</sup> 방식이 라디오 잡음 관점에서 가장 친환경적인 도체방식으로 나타났다. 또한 표 3과 같이 각 후보 도체방식에 ±500kV 상용선로에 해당하는 도체표면 전계강도를 코로나 케이지에서 모의하여 약 3시간 이상 측정된 결과를 그림 3에 나타내었다. 장기적으로 측정된 결과 6\*480(C)mm<sup>2</sup>가 6\*810 mm<sup>2</sup>보다 약간 크게 나타났고, 4\*810mm<sup>2</sup> 방식의 잡음이 가장 크게 발생되어 6\*810mm<sup>2</sup> 도체방식이 전기환경 면에서 보다 적합한 것으로 재확인했다. 그림 4에는 기상조건별 라디오 잡음 발생특성을 나타내었다. 동일 도체표면 전계강도에서 청명시에 강우시보다 라디오 잡음발생이 약 10~12dB정도 크게 나타났다. 이러한 현상은 강우 시 도체에 부착되는 물방울(水滴) 주변에서의 이온발생 차이에 기인한 것으로 판단된다. 도체 상에 물방울이 부착되면 낮은 도체표면 전위경도에서도 코로나가 쉽게 발생된다. 일반적으로 DC 상용선로의 코로나 개시전계는 15~25kV/cm인데, 송전선로에 물방울이 부착되면 코로나 개시전계는 6~10kV/cm로 낮아진다. 강우 시 직류 도체의 표면 근방에서의 공기 이온화는 매우 활성화되어 상당한 양의 공간전하가 발생된다. 이 공간전하가 이온 발생을 증가시키고, 도체 주변에 상당히 균일한 이온층(ion cloud)을 형성한다. 따라서 이러한 이온층이 도체의 직경을 커지게 하는 효과를 나타내어, 물방울이 부착된 도체의 개시전계보다도 상대적으로 낮은 도체표면 전계강도 상태가 될 수 있다.[7] 이러한 조건에서의 코로나는 청명시의 코로나만큼 매우 강하고 시끄럽지 않기 때문에 그림 4와 같이 강우시의 라디오 잡음이 청명 시보다도 적게

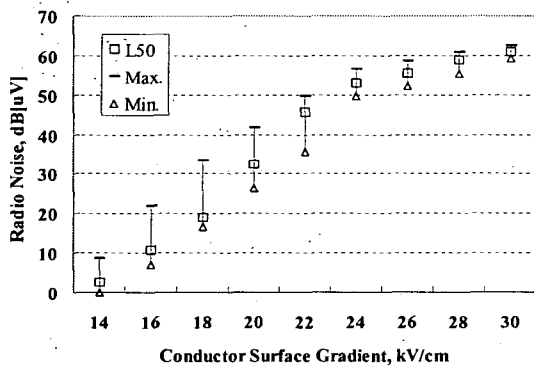


그림 1 도체표면 전계강도별 4\*810mm<sup>2</sup>의 라디오 잡음  
Fig. 1 RI level of 4\*810mm<sup>2</sup> versus conductor surface gradient

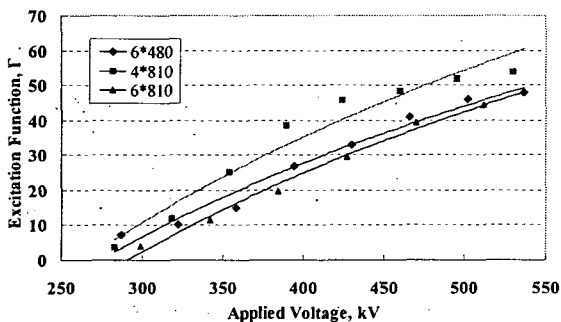


그림 2 코로나 케이지 인가전압별 라디오 잡음발생함수 Γ  
Fig. 2 Excitation function Γ versus applied voltage at cage

발생되는 것으로 판단된다.

그림 5에는 일정한 도체표면 전계강도인 조건에서 습도변화에 따른 라디오 잡음특성을 나타내었다. 코로나 케이지에서 수행한 단기간 실험에서는 도체의 기상조건이 변화해도 라디오 잡음량은 크게 변화하지 않아, 습도뿐만 아니라 온도, 풍속 등의 기상조건 변화가 라디오 잡음 발생량에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

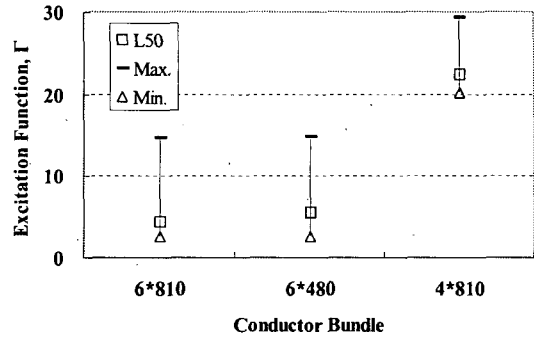


그림 3 후보 도체방식별 라디오 잡음전류 함수 Γ 비교  
Fig. 3 Comparison of excitation function Γ among candidate bundle types

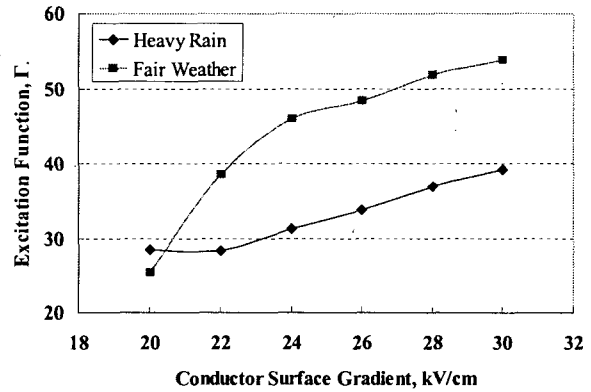


그림 4 기상조건별 라디오 잡음전류 함수 Γ 비교(4\*810mm<sup>2</sup>)  
Fig. 4 Comparison of excitation function Γ between fair weather and heavy rain(4\*810mm<sup>2</sup>)

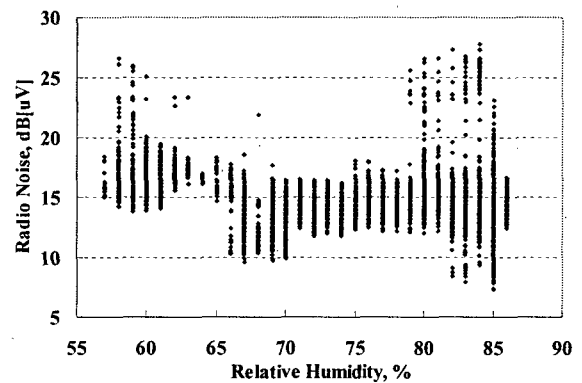


그림 5 상대습도별 라디오 잡음강도(6\*480mm<sup>2</sup>)  
Fig. 5 Relative humidity versus RI level(6\*480mm<sup>2</sup>)

### 3.2 텔레비전 잡음

그림 6에는 4\*810mm<sup>2</sup> 도체방식의 도체표면 전계강도 변화에 따른 텔레비전 잡음 발생특성을 나타내었다. 도체표면 전계강도가 상승할수록 텔레비전 잡음발생의 변화는 라디오 잡음보다 영향이 작은 것으로 나타났으며, 단 동일 조건에서의 최대값과 최소값의 편차가 크게 나타났다.

그림 7은 3개 후보 도체방식의 코로나 케이지 인가전압별 텔레비전 잡음을 비교한 것이다. 텔레비전 잡음 크기도 4\*810mm<sup>2</sup>, 6\*480(C)mm<sup>2</sup>, 6\*810mm<sup>2</sup> 순으로 나타나 6\*810mm<sup>2</sup>가 텔레비전 잡음 관점에서 가장 친환경적인 것으로 나타났다.

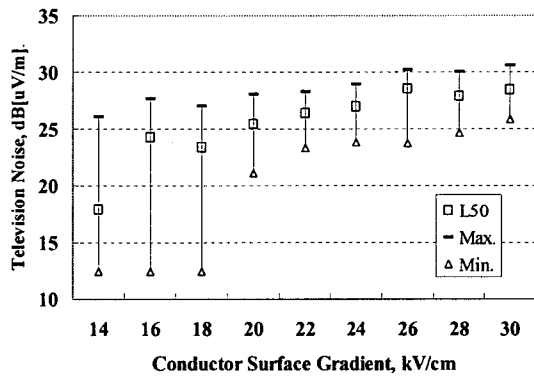


그림 6 도체표면 전계강도별 4\*810 mm<sup>2</sup>의 텔레비전 잡음  
Fig. 6 Television noise of 4\*810 mm<sup>2</sup> versus conductor surface gradient

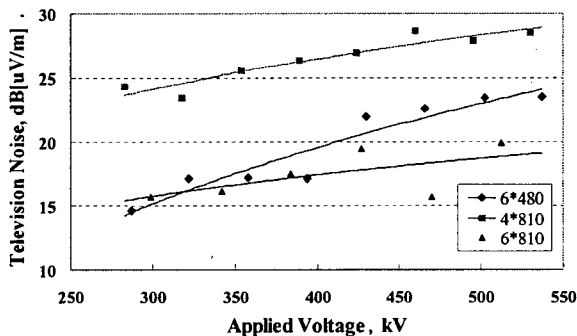


그림 7 코로나 케이지 인가전압별 텔레비전 잡음  
Fig. 7 Television noise versus applied voltage at corona cage

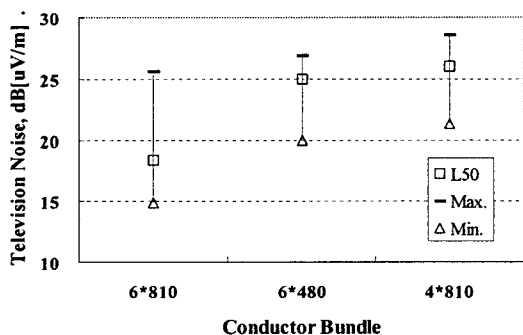


그림 8 후보 도체방식별 텔레비전 잡음 비교  
Fig. 8 Comparison of television noise among candidate bundle types

그림 8에는 각 후보도체방식에 ±500kV 상용선로에 해당되는 도체표면 전계강도를 코로나 케이지에서 모의하여 약 3시간 이상 측정된 결과이다. 장기적으로 측정된 결과 또한 4\*810mm<sup>2</sup>의 텔레비전 잡음이 가장 크게 발생되었으며, 세 가지 후보 도체방식 중에 6\*810mm<sup>2</sup>가 텔레비전 잡음 관점에서 보다 적합한 것으로 나타났다.

### 3.3 코로나 소음

가공 송전선로의 코로나 소음은 측정지점, 전선길이 등에 따라 다르기 때문에, 이런 요소들의 영향을 받지 않고 코로나 케이지에서의 측정치를 이용하여 실선로의 소음상태 정도를 평가하기 위해서는 발생량을 대표하는 기준치로 환산할 필요가 있다. 이 기준치로는 일반적으로 식 (1)의 코로나 소음 출력음압 P1을 사용하는데, 이는 코로나 케이지 시험전선의 길이인 유한장 전선에서의 측정치를 무한장 전선에서 1m 떨어진 지점의 코로나 소음량으로 환산한 것이다.

$$P1 [dB re. P_0] = P [dB re. P_0] + 10 \log R + 10 \log \left\{ \frac{\pi}{2 \tan^{-1}(\ell/2R)} \right\} - 0.02R \quad (1)$$

단, P : 코로나 케이지 측정 음압레벨, dB(A)  
ℓ : 코로나 케이지 시험전선의 길이, m  
R : 시험전선에서 마이크로폰간의 거리, m

그림 9에는 4\*810mm<sup>2</sup>의 도체표면 전계강도변화에 따른 코로나 소음 발생특성을 나타내었다. 도체표면 전계강도가 상승할수록 코로나 소음도 증가하는데, 전계강도가 14 ~ 16kV/cm 부근부터 라디오잡음, 텔레비전 잡음이 검출되는 것에 반해 코로나 소음은 22kV/cm 이상부터 검출되기 시작하였다.

그림 10에서는 세 가지 후보 송전도체방식의 코로나 케이지 인가전압별 코로나 소음량을 비교하였다. 인가전압이 낮은 경우는 배경잡음의 영향 때문에 인가전압의 변화에 대한 후보도체방식간의 소음 차이가 작아 상대 비교가 어렵지만, 인가전압이 높은 경우에는 4\*810mm<sup>2</sup>, 6\*480(C)mm<sup>2</sup>, 6\*810mm<sup>2</sup> 순으로 나타나 6\*810 mm<sup>2</sup> 방식이 코로나 소음 관점에서 보다 적합한 것으로 나타났다. 각 후보도체방식에 ±500kV 상용선로에 해당되는 도체표면 전계강도를 코로나 케이지에서 모의하여 약 3시간 이상 코로나 소음을 측정된 경우는 배경소음 42dBa보다 1 ~ 2dBa 높은 42~43dBa로 측정되었다. 따라서 ±500kV 상용선로에 해당되는 도체표면 전계강도에서 4\*810mm<sup>2</sup>, 6\*480(C)mm<sup>2</sup>, 6\*810mm<sup>2</sup> 후보도체방식들의 코로나 소음은 거의 발생하지 않고 배경소음의 수준을 보였다. 따라서 어느 도체방식이 코로나 소음 관점에서 보다 적합하다고 단정할 수 없는 결과를 얻었다.

### 3.4 코로나 전류

그림 11에는 4\*810mm<sup>2</sup>의 도체표면 전계강도 변화에 따른 코로나 전류 발생 특성을 나타내었다. 측정값은 측정일시의 기상조건에 따라 다른 장해항목보다 많은 영향을 받았으나 유사한 기상조건에서는 그림 11과 같이 코로나 케이지 인가전압을 상승함에 따라 코로나 전류도 증가하였다.

그림 12에는 세 가지 후보도체방식의 코로나 케이지 인가전압별 코로나 전류 발생량을 나타내었다. 코로나 케이지 인

가전압을 상승함에 따라 모든 후보도체방식의 코로나 전류 발생은 증가하였으며, 4\*810mm<sup>2</sup>와 6\*480(C)mm<sup>2</sup> 도체방식의 코로나 전류는 거의 유사한 발생량을 나타냈고, 6\*810mm<sup>2</sup>가 코로나 전류 발생관점에서 보다 적합한 것으로 나타났다. 그림 13에는 각 후보도체방식에 ±500kV 상용선로에 해당되는 도체표면 전계강도를 코로나 케이지에서 모의하여 약 3시간 이상 측정할 결과를 나타내었다. 장기적으로 측정된 결과, 6\*480mm<sup>2</sup>와 6\*810mm<sup>2</sup> 방식과의 차이값이 2μA/m 이하로서

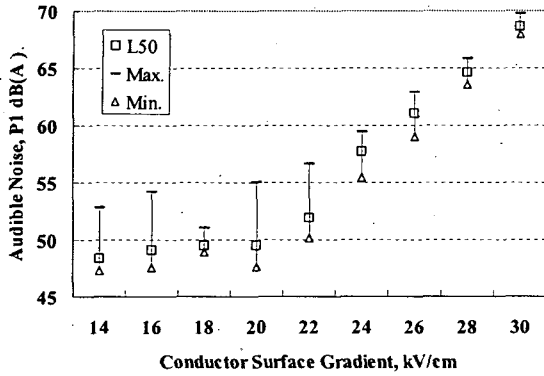


그림 9 도체표면 전계강도별 4\*810mm<sup>2</sup>의 코로나 소음  
Fig. 9 Corona noise of 4\*810mm<sup>2</sup> versus conductor surface gradient

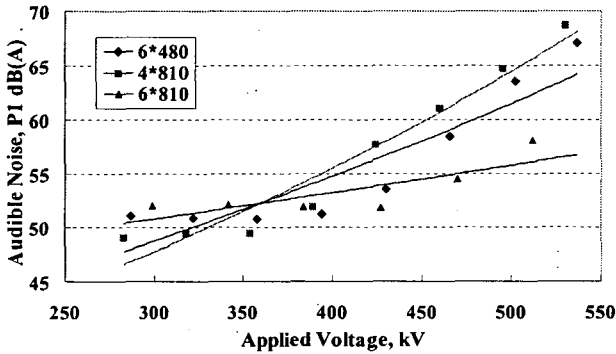


그림 10 코로나 케이지 인가전압별 코로나 소음  
Fig. 10 Corona noise versus applied voltage at corona cage

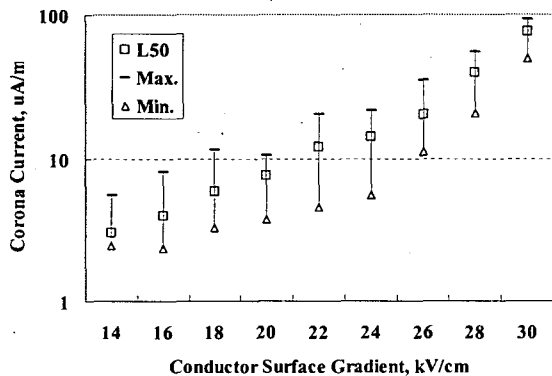


그림 11 도체표면 전계강도별 4\*810 mm<sup>2</sup>의 코로나 전류  
Fig. 11 Corona current of 4\*810mm<sup>2</sup> versus conductor surface gradient

±500kV 상용선로에 해당되는 도체표면 전계강도에서 코로나 전류는 거의 동일한 발생량을 보였지만, 6\*810mm<sup>2</sup> 도체방식의 코로나 전류가 가장 작게 발생되었다.

그림 14에는 기상조건별 코로나 전류 발생특성을 나타내었다. 동일 도체표면 전계강도에서 강우시가 청명시보다 코로나 전류 발생이 약 10~20배 크게 나타났다. 이는 강우시 도체에 부착되는 물방울(水滴)에 의해 코로나가 쉽게 발생하여 코로나 전류의 발생량이 증가 된 것으로 판단된다.[8]

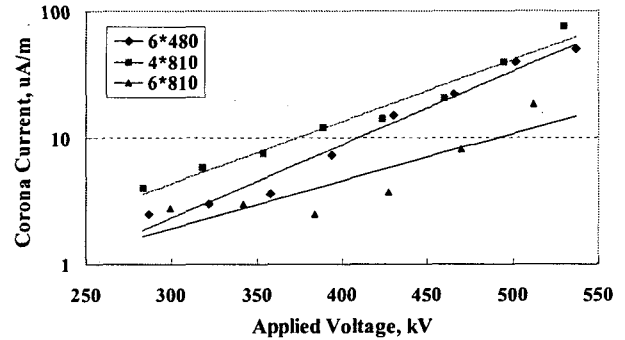


그림 12 코로나 케이지 인가전압별 코로나 전류 발생량  
Fig. 12 Corona current versus applied voltage at corona cage

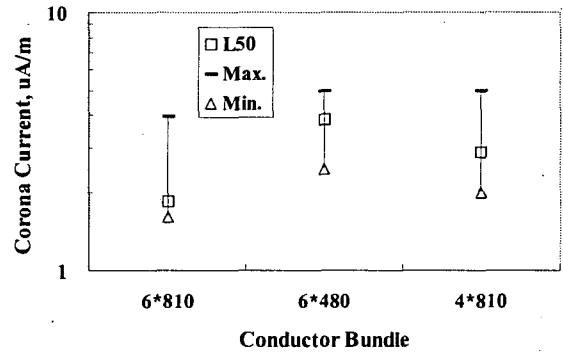


그림 13 후보 도체방식별 코로나 전류 비교  
Fig. 13 Comparison of corona current among candidate bundle types

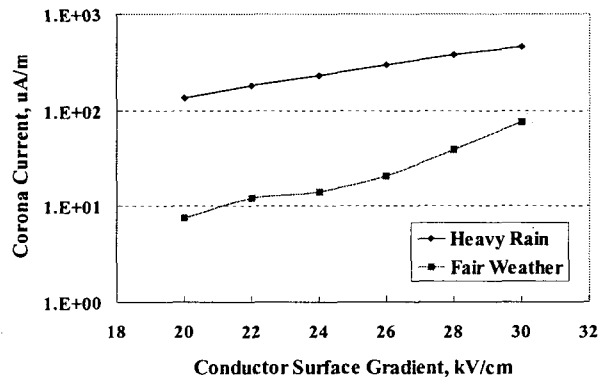


그림 14 기상조건별 코로나 전류 비교 (4\*810 mm<sup>2</sup>)  
Fig. 14 Comparison of corona current between fair weather and heavy rain(4\*810 mm<sup>2</sup>)

#### 4. 결 론

본 논문에서는 초고압 직류 가공 송전선로의 후보 송전도체 방식들 중에 전기환경 특성 면에서의 최적도체방식을 선정하기 위해 직류 코로나 케이지에서 인가전압, 기상조건 등의 변화에 따른 특성실험을 수행하였다. 이를 통해 얻은 데이터를 통계적으로 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 도체표면 전계강도가 약 14~16kV/cm부터 라디오 잡음 발생이 시작되었으며, ±500kV 상용선로에 해당되는 도체표면 전계강도를 코로나 케이지에서 모의한 장기 측정결과 라디오 잡음 발생함수 크기가 4\*810mm<sup>2</sup>, 6\*480(C)mm<sup>2</sup>, 6\*810mm<sup>2</sup> 순으로 나타나 라디오 잡음 관점에서 6\*810mm<sup>2</sup> 도체방식이 가장 친환경적인 것으로 나타났다.

2. 동일한 도체표면 전계강도에서 청명시가 강우시보다 라디오 잡음 발생이 많은 것으로 나타났으며, 상대습도가 증가할수록 라디오 잡음이 증가하지만 온도와 풍속에는 거의 영향 받지 않는 것으로 나타났다.

3. 동일한 도체표면 전계강도에서 텔레비전 잡음의 최대값과 최소값의 편차는 다른 장애항목보다 크게 나타났으며, 라디오 잡음과 같이 ±500kV 상용선로에 해당되는 도체표면 전계강도를 코로나 케이지에서 모의한 장기 측정 결과 텔레비전 잡음 관점에서도 6\*810mm<sup>2</sup> 도체방식이 전기환경 면에서 보다 적합한 것으로 나타났다.

4. 코로나 소음과 코로나 전류의 경우, 인가전압 증가에 따른 특성은 잘 나타났으나, ±500kV 상용선로에 해당되는 도체표면 전계강도를 코로나 케이지에서 모의한 장기 측정 결과는 3가지 후보 도체방식이 거의 유사한 것으로 나타났다. 특히 코로나 전류의 경우는 청명시보다 강우 시에 매우 크게 발생되었다.

5. 후보 도체방식별 각 환경장애항목들을 종합 평가한 결과, 전기환경 관점에서 6\*810mm<sup>2</sup>, 6\*480(C)mm<sup>2</sup>, 4\*810mm<sup>2</sup> 순으로 보다 적합한 것으로 나타났다. 따라서 향후 전기환경 측면에서 적합한 도체방식들을 중심으로 HVDC 실규모 시험선로에 가선하여 송전선로의 극 간격, 지상고 등을 변화시키면서 다양한 장기 실증시험을 수행하여 초고압 직류 가공 송전선로의 최적 형상을 결정할 예정이다.

#### 참 고 문 헌

[1] 주문노, 길경석, 양광호, 이성두, "HVDC 가공 송전선로 전기환경특성 모의시험용 코로나 케이지 계측시스템 개발", 대한전기학회 논문지, 55C-5-4, pp. 245~249, 2006. 5.

[2] 한국전력공사, 한국전기연구원, 초고압 직류 가공선로 설계기술 및 핵심요소 기술 개발, pp. 13~19, 2005. 7.

[3] Y. Nakano, Y. Sunaga, Corona Cage Study on Prediction of AN and RI generated from HVDC Transmission Line, 電力中央研究所報告 T86065, pp. 20~23, 1987. 7.

[4] Y. Nakano, Study on Predicting Audible Noise and Radio Noise Generated from HVDC Transmission Line, 電力中央研究所報告 T24, pp. 31~65, 1992

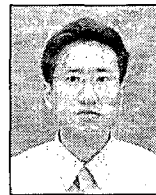
[5] P. Sarma Maruvada, R. Malewski and P. S. Wong, "Measurement of the Electromagnetic Environment of HVDC Converter Stations", IEEE Trans. on Power Del., Vol. 4, No. 2, pp 1129~1136 April 1989

[6] V. L. Chartier, L. D. Dickson, L. Y. Lee and R. D. Stearws, "Performance of a Long-Term Unattended station for Measuring DC Fields and Air Ions from an Operating HVDC Line", IEEE Trans. on Power Del., Vol. 4, No. 2, pp 1318~1327 April 1989

[7] EPRI, HVDC Transmission Line Reference Book, TR-102764, pp 3-14~3-26, 3-66~3-72 1993

[8] P. Sarma Maruvada, Corona Performance of High-Voltage Transmission Lines, Research Studies Press LTD, pp 200~204, 2000

### 지 자 소 개



#### 주 문 노(朱 玟 魯)

1968년 7월 7일생. 1994년 인하대 환경공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 한국해양대학교 박사과정. 1996년 ~ 현재 한국전기연구원 전력연구단 전기환경·송전연구그룹 선임연구원.  
Tel: 055-280-1324,  
E-mail: mnju@keri.re.kr



#### 길 경 석(吉 暉 碩)

1962년 6월 30일생. 1984년 인하대학교 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1996~현재 한국해양대학교 전기전자공학부 부교수  
Tel: 051-403-1127  
E-mail: kilgs@hhu.ac.kr



#### 양 광 호(梁 光 鎬)

1957년 11월 16일생. 1999년 부산대 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1986년~현재 한국전기연구원 전력연구단 전기환경송전연구그룹 책임연구원  
Tel: 055-280-1322,  
E-mail: khyang@keri.re.kr



**이성두(李性斗)**

1973년 10월 10일생. 1998년 부산대학교  
전기공학과 졸업(석사) 1999년~ 현재 한  
전전력연구원 전력계통연구소 연구원

Tel: 042-865-5856

E-mail: joyful@kepri.re.kr



**황기현(黃琪鉉)**

1968년 3월 1일생. 2000년 부산대 대학  
원 전기공학과 졸업(공학). 현재 동서대  
학교 유비쿼터스 컴퓨터그래픽스응용 지  
역기술혁신센터 전임교수

Tel: 051-320-1938

E-mail: hwanggh@gdsu.dongseo.ac.kr