

---

# 통신설비를 위한 접지저항 기준 연구

함형일\* · 양준규\* · 강영홍\*

## Study on the Regulation of Earth Resistance for Communications Facilities

Hyung-Il, Ham\* · Jun-Gyu, Yang\* · Young-Houng Kang\*

### 요 약

접지저항은 접지의 성능을 결정하는 기초요소이다. 접지는 낙뢰, 원치 않는 과도전류 및 과도전압의 유입, 그리고 전기적 잡음으로부터 시스템을 안정적으로 동작하게 할뿐만 아니라 전기적 충격으로부터 인명을 보호하는 것을 접지의 목적으로 하고 있다. 국내의 경우 이러한 접지기술에 대한 기술기준으로 정해진 고시가 있으나 내용이 매우 제한되어 있기 때문에 현실성이 결여되어 있다. 따라서 통신설비를 시설 하는데 있어 많은 문제점을 초래한다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위한 방법으로 접지저항에 대한 실측을 통해서 나온 결과치를 참고자료로 제공하고자 한다.

### ABSTRACT

The earth resistance is an essential basic factor of the performance of the earth. The earth enables system to be operated in a stable way not only against thunderbolts, unexpected transitional currents, the inflow of voltages and electric noises but also protect human life from electric shocks. In a domestic case, there is a technique criterion about earth technique but it falls short of reality since the content is very limited, which causes a lot of problems to establish communications facilities. This paper gives the results through actual measurement of the earth resistance as referred date in a way to improve these problems.

### 키워드

접지저항, 봉 접지, 동판 접지, 배워 접지

### I. 서 론

접지는 긴 역사에도 불구하고 몇 년 전까지만 해도 우리의 실정상 접지에 대한 인식 및 이해가 미비한 상태에 있다. 한 예로 통신설비에서의 접지는 안정적인 통신서비스를 지원하기 위한 필수적인 사안으로서 그 필요성과 중요성을 알면서도 실제 시설을 하는데 있어서 시설의 안정적인 측면보다는 빠른 공정 마무리에 급급하여 도외시키고 있으며, 시설 시방과 같은 기술 기준으로 정해진 고시

가 있으나 그 체계가 제대로 정립 되어 있지 않기 때문에 업체가 시설하는데 있어 많은 혼선을 초래 하고 있다[1].

외국의 경우에는 접지와 관련하여 IEEE (Institute of Electrical Generalization)을 중심으로 국제 표준으로 정해진 내용들도 있지만 아직까지 측정기술에 영향을 미치는 접지시설 규격 또는 환경 조건상으로부터 야기되는 많은 변수와 그와 같은 것에 대한 물리적인 해석이 정립되지 않은 관계로 일반화되고 정형화된 모델링이 이루어졌다고는 볼 수가 없다[2].

또한 국내의 경우에도 현행 기술기준 내용의 모순으로 기술들이 적용되지 못하고 있으며 국내 자체적으로 정리된 기술표준도 없는 상태이다.

따라서 본 논문에서는 현행 통신 부문 접지시설 관련 기준의 미흡점을 분석하고 이를 해결하기 위하여 실시한 접지 시험 결과를 토대로 실제 수용기술에 맞는 새로운 기술을 적용하는데 있어 참고 자료로 제공하고자 한다.

## II. 본 론

접지의 목적을 한마디로 말한다면 불필요한 에너지를 지구라는 무한도체로 유도하여 시스템을 보호하는 것이라 할 수 있다[3].

접지를 하는 이유는 크게 다섯 가지로 정리할 수 있는데 첫째 낙뢰 및 과도전력으로 인한 위험으로부터 인명 및 장비의 보호, 두 번째 전력 공급시 발생하는 단전 사고로부터 인명의 보호, 세 번째는 설비에 정전기 전하가 쌓이는 것을 방지하고 네 번째로는 설비 내부에서 발생한 과전류를 방전시키기 위한 경로를 제공하는데 있다. 그리고 마지막으로 설비에 기준전위를 공급하여 설비를 안정화를 유지하는데 있다. 잘 설계된 접지 시스템은 과도한 에너지가 시스템 내에 균등히 퍼지고 동시에 접지로 빠져나가도록 하는 경로를 제공함으로써 항상 같은 값의 전위가 설비의 허용 범위 내에 있도록 하여 설비를 유지시킨다. 접지 시스템을 잘 설계하기 위해서는 어떠한 사항들을 우선적으로 고려해야 할 것인가가 가장 중요한 문제이다. 접지 설비를 설계하기 위하여 고려해야 할 사항들은 다음과 같다.

### · 토양(땅)의 조건

토양 조건은 땅의 성분, 수분 함유량 등을 전기적으로 측정하여 토양의 전기적 특성, 즉 전도성의 정도를 파악하여 접지 설비의 설계에 기본 데이터로 적극적으로 활용하게 된다. 토양 조건을 전기적으로 측정할 것을 대지저항이라고 하며 이것을 이용하면 대지의 층 구조까지도 예상할 수가 있다. 그리고 토양조건에 따라 접지저항의 설계시 가장 어려운 분야이므로 신중한 검토가 필요하다.

### · 접지와 토양의 접합 방법

대지의 조건을 고려하여 접지극 형상을 어떻게 결정하느냐에 대한 문제로 봉 접지, 매설지선 접지, 메쉬 접지 등의 접지극을 토양의 구조에 맞게 적절히 선택해야만 한다.

### · 대상이 되는 신호의 세기 및 성질

보호할 설비에 내적으로 혹은 외적으로 악영향을 미치는 과도에너지의 특징을 정확하게 파악하는 것인데 이것은 접지 설비의 적절한 저항치와 방식을 결정하는데 반드시 필요한 정보가 된다.

### · 장기적 접지 설비의 효율성

설계된 접지 시스템을 장기적으로 평가하여 접지의 성능을 지속적으로 발휘할 수 있는가에 대한 것으로 접지 시스템의 설계시 사용된 재료를 조사하거나 오랜 시간을 두고 접지 저항치를 측정하여 분설할 필요성을 가진다.

## III. 접지저항의 정의 및 종류

### 3.1 접지 저항의 정의

접지저항은 일반 저항체에 비해 매우 복잡한 성질을 가지고 있는데, 그 이유는 토양의 비저항은 매우 불확실하므로 접지저항을 명확하게 정량화하는 것이 어렵기 때문이다. 그 예로 동일 부지 내에 존재하는 같은 형상의 2개의 접지전극을 서로 이웃하게 시공할 경우에도 측정된 접지 저항값은 다르게 나타나게 된다[4].

접지저항의 크기에 영향을 끼치는 요소들을 살펴보면 다음과 같다.

- 접지선, 접지전극의 도체저항
- 접지전극의 표면과 이것에 접하는 토양 상이의 접촉저항
- 접지전극 주위에 분포한 토양의 저항률

### 3.2 각종 접지전극의 접지저항

접지전극의 접지 저항을 낮추는 방법은 대지와 접촉하는 부분을 최대한 크게 하는 것인데 그 이유는 접지전류가 대지로 퍼져나가는 통로를 크게 할수록 많은 전류가 한 번에 대지로 퍼져나가게 할 수 있기 때문이다.

이러한 원리는 접지저항 저감제에서도 적용된다. 즉, 접지전극의 크기를 증가시켜 대지와 접촉하는 표면적을 무한정 크게 하면 경제적으로 부담이 된다. 그런데 저감제를 사용하여 접지전극 주위에 시공하면 접지전극과 저감제로 이루어진 유사 전극을 형성하게 되어 표면적이 증가한 효과를 보이게 되므로 유사전극과 동일 크기의 접지전극을 사용하는 것보다 경제적으로 많은 이득을 보게 된다.

여러 가지 형상을 가진 접지전극의 특성은 다음과 같

다.[5][6]

3.2.1 봉 접지전극

봉(rod) 접지는 시공이 간단하고 여러 개의 봉 접지를 다중으로 연결하여 목표 저항치를 얻을 수가 있기 때문에 도심지에 설치된 기지국과 같이 사용 공간이 제한된 지역에서 접지저항을 확보하기 위해 가장 널리 사용되는 방식이다.

(1) 단일 봉

단일 봉 접지의 접지저항은 접지전극으로 사용되는 봉의 반지름과 길이뿐만 아니라 대지비저항에 의해 주로 결정되며 구조와 이론식은 다음과 같다.

(가) 구조

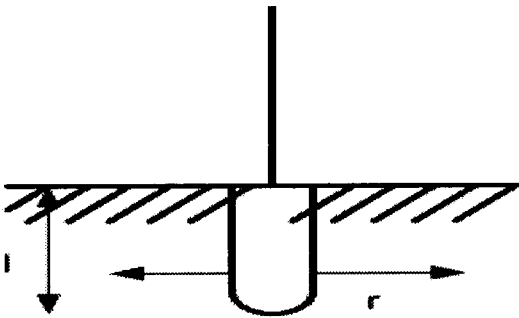


그림 1. 단일 봉 접지전극  
Fig. 1 Simple rod type ground electrode

(나) 이론식

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{4l}{r} - 1 \right) \Omega$$

$r$ : 봉의 반지름(m)

$l$ : 봉의 길이 (m)

$\rho$ : 대지비저항의 평균치( $\Omega \cdot m$ )

(2) 다중 봉 전극

여러 개의 단일 봉 접지를 병렬로 연결하여 목표 저항치를 구현하려고 할 때 고려되어야 할 사항은 가능한 한 봉 사이의 거리를 크게 하여 전자기적인 간섭을 줄여야 한다는 것이다. 식은 두 봉 접지 사이의 거리에 따라 병렬 접지 저항의 변화를 수식적으로 나타낸 것이고 그림은 다중 봉 전극의 구조를 나타낸 것이다.

(가) 구조

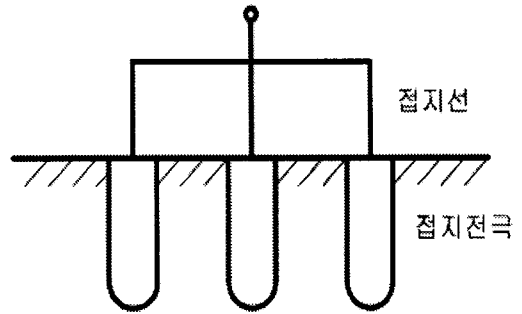


그림 2. 다중 봉 접지전극  
Fig. 2 Multi rod type ground electrode

(나) 이론식

$$R = \eta \frac{\rho}{2\pi n l} \left( \ln \frac{4l}{r} - 1 \right) \Omega$$

$\eta$ : 집합계수

$n$ : 전극수

3.2.2 동판 접지전극

지표면에 동판을 묻어서 접지를 수행하는 방법을 말한다. 동판 접지전극은 땅속에 묻히는 동판의 면적, 굵기, 대지비저항 뿐만 아니라 동판이 묻히는 길이에 따라서 접지 저항의 값이 영향을 받는데 식과 구조는 다음과 같다.

(가) 구조

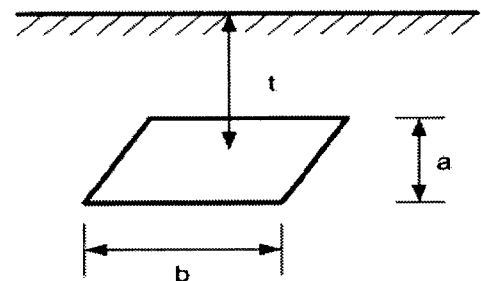


그림 3. 동판 접지전극  
Fig. 3 A copperplate type ground electrode

단,  $r = \sqrt{a \times b / 2\pi}$

(나) 이론식

$$R = \frac{\rho}{2\pi t} \ln \frac{r+t}{r} \Omega$$

t: 매설 깊이

### 3.2.3 망상(MESH)접지전극

매쉬 접지전극은 다수의 매설지선을 서로 격자형으로 접속하여 낮은 접지저항을 필요로 하는 곳에 시설한다. 구조와 일반 계산식은 다음과 같다.

(가) 구조

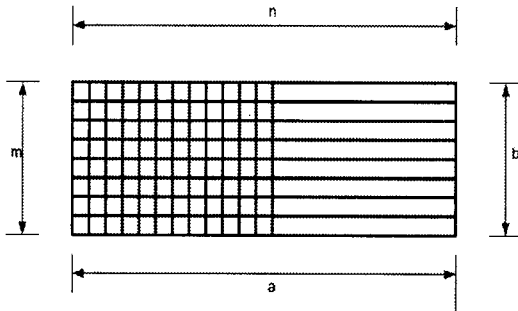


그림 4. 메쉬 접지전극  
Fig. 4 Mesh type ground electrode

단,  $r = \sqrt{a \times b / \pi}$

$L = b(n + 1) + a(m + 1) \text{ (cm)}$

(나) 이론식

① Niemann의 식

$R = \rho(1/4r + 1/L) \text{ (}\Omega\text{)}$

단, R: 매쉬 지선의 접지저항( $\Omega$ )

r: 등가반경 (cm)

L: 매쉬의 전장 (cm)

$\rho$ : 대지의 고유저항 ( $\Omega \cdot m$ )

② Sunde의 식

$R = \rho/4r(1 - 4t/\pi) \text{ (}\Omega\text{)}$

단, r: 매쉬 부설면적(A)의 등가반경

$r = \sqrt{A} / \pi \text{ (cm)}$

t: 매설깊이 (cm)

## IV. 접지저항 시공 및 측정방법

본 장에서는 III장에서 제시한 접지저항의 종류를 참고로 하여 테스트 베드를 구축하여 접지저항을 측정하였다. 테스트 베드를 구축한 곳은 진흙땅으로 이루어진 운동장

으로써 지표 10cm는 모래로 덮여있는 특성이다.

### 4.1 접지봉 전극 시공 및 측정방법

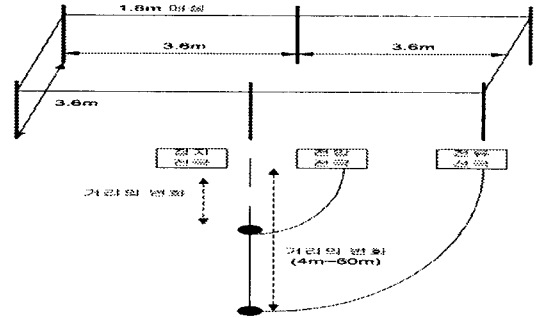


그림 5. 봉 접지전극 구축도  
Fig. 5 Rob type ground electrode construction

그림 5에 테스트 베드에 구축된 봉 접지전극의 측정방법을 나타내었다. 측정에서 접지봉 전극의 길이는 1.8m, 각각의 접지봉 전극의 간격은 3.6m로 하였으며, 접지봉 전극 1개, 3개, 6개를 구축하여 거리의 변화를 주면서 각각의 접지저항을 측정하였다.

### 4.2 동판전극 시공 및 측정방법

그림 6은 동판 접지전극 시공 및 측정방법을 나타내었다. 측정에서 동판은 가로, 세로 30cm, 각각의 거리는 60cm 그리고 1m 깊이로 매설을 하였으며, 측정방법은 전압전극 및 전류 전극의 거리에 변화를 주면서 각각의 접지저항을 측정 하였다.

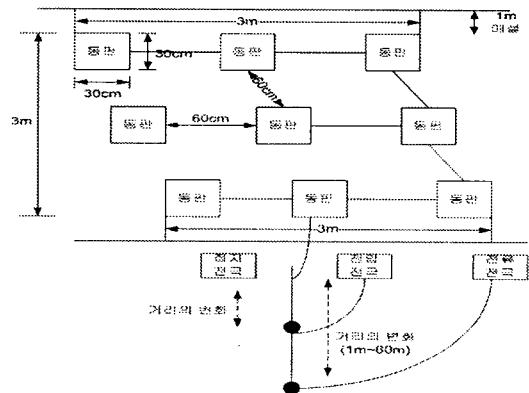


그림 6. 동판 접지전극 구축도  
Fig. 6 A copperplate type ground electrode construction

4.3 메쉬 접지전극 시공 및 측정방법

그림 7은 테스트 베드에 구축된 메쉬 접지전극의 측정 방법을 나타내었다. 측정에서 메쉬는 1m × 1m 과 2m × 2m의 크기를 갖는 메쉬 접지전극을 1m 깊이로 매설하여 각각의 크기에 따라서 거리에 변화를 주면서 각각의 접지저항을 측정 하였다.

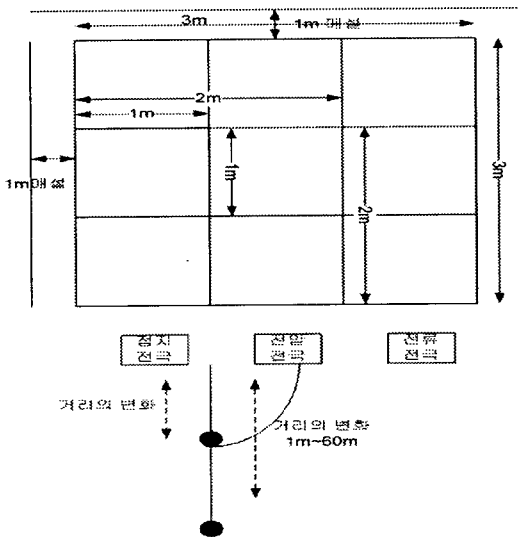


그림 7. 메쉬 접지전극 구축도  
Fig. 7 Mesh type ground electrode construction

V. 접지저항 측정 결과

IV장에서 구축한 시험 방법을 토대로 실시한 접지저항 측정 결과는 다음과 같다.

5.1 접지봉 전극 측정

그림 8과 9는 각각 접지봉이 1개와 6개 일 때의 측정된 접지저항의 변화를 나타낸 것이다. 시험 결과 그림에 나타난 것처럼 접지저항은 접지봉이 1개인 경우 35Ω, 6개인 경우 10Ω 정도로 봉의 개수가 증가할수록 작아지는 것을 알 수 있으며, 접지봉의 연결 개수가 증가하면 할수록 변곡점이 형성되어 40%~60%에서의 평탄곡선이 만들어지는 거리도 증가하는 것을 알 수가 있다. 그리고 접지저항의 변곡점은 접지봉 1개인 경우 약 8m, 3개 20m, 6개 40m 정도에서부터 평탄곡선이 만들어 지고 있다는 것을 확인할 수 있다.

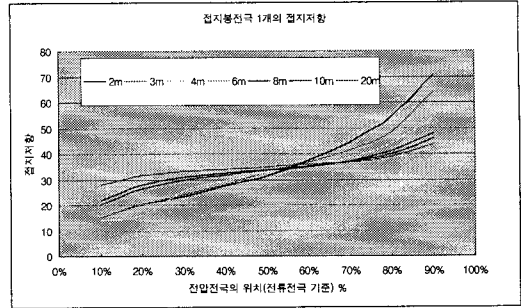


그림 8. 접지봉 1개인 경우 접지저항의 변화 곡선  
Fig. 8 Ground resistance curve (case of 1 grounding rod)

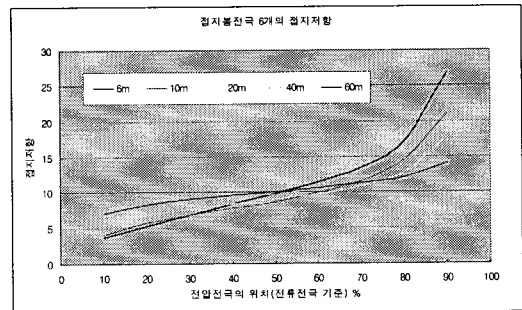


그림 9. 접지봉 6개 인 경우 접지저항의 변화 곡선  
Fig. 9 Ground resistance curve (case of 6 grounding rods)

5.2 동판전극 변화 측정

그림 10과 11은 동판 전극이 각각 1개와 9개 일 때의 접지저항을 측정된 변화를 나타낸 것이다. 시험 결과 그림에서 나타난 것처럼 동판전극의 접지저항은 1개인 경우 25.5Ω, 9개인 경우 17.5Ω 정도로 측정되어 동판이 증가

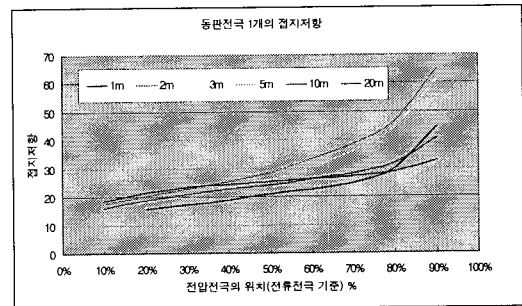


그림 10. 동판 접지극 1개인 경우 접지저항의 변화 곡선  
Fig. 10 Ground resistance curve (case of 1 copperplate type ground electrode)

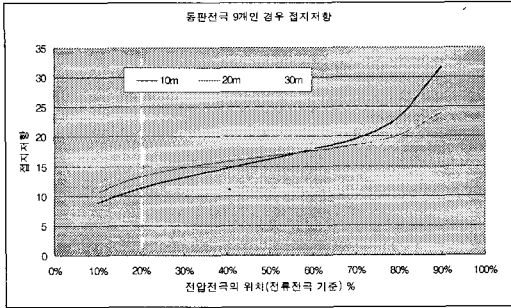


그림 11. 동판 접지극 9개 인 경우 접지저항의 변화 곡선  
 Fig. 11 Ground resistance curve (case of 6 copperplate type ground electrodes)

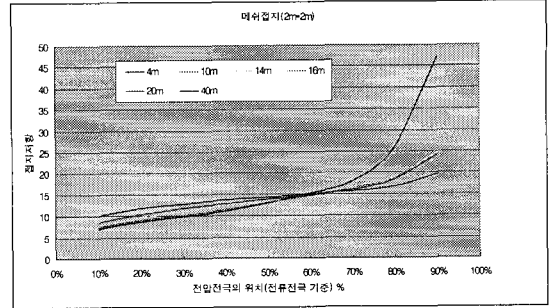


그림 13. 메쉬접지 2m x 2m 인 경우 접지저항의 변화 곡선  
 Fig 12. Ground resistance curve (case of 2m x 2m mesh type ground)

할수록 접지저항이 작아지는 것을 알 수가 있다. 또한 접지저항의 변곡점을 갖는 전류전극의 거리는 1개의 경우 10m, 2개, 3개의 경우는 약 20m 부근임을 알 수 있다.

### 5.3 메쉬 접지

그림 12와 13은 1m x 1m 과 2m x 2m인 메쉬 접지극을 설치하여 접지저항을 측정하였을 때 접지저항의 변화를 나타낸 것이다. 시험 결과 그림에 나타난 것처럼 메쉬전극의 접지저항은 1m x 1m 인 경우는 26.5Ω, 2m x 2m 인 경우에는 14.5Ω 정도 측정되어 메쉬가 증가할수록 접지저항이 작아지는 것을 알 수 있으며, 또한 접지저항의 변곡점을 갖는 전류전극의 거리는 1m x 1m인 경우 약 20m, 2m x 2m인 경우 약 40m 부근임을 알 수 있다.

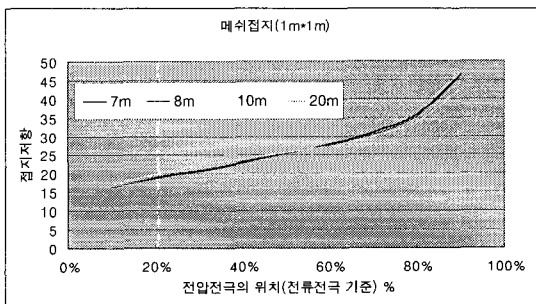


그림 12. 메쉬접지 1m x 1m 인 경우 접지저항의 변화 곡선  
 Fig 12. Ground resistance curve (case of 1m x 1m mesh type ground)

## VI. 결 론

국내에 정보통신 시설분야의 접지기술과 관련하여 아직까지 일률적이고 체계적으로 정해진 단체 표준이 수립되어 있지 않다. 접지시설은 직접 눈에 잘 띄이지 않는 기술 분야이지만 시설 피해 방지와 안정된 서비스 유지, 그리고 인명 보호 차원에서 매우 중요한 의미를 가지고 있는 기술로서 앞으로 개발해 나아가야 할 많은 표준화 부문이 존재하고 있다.

따라서 본 논문에서는 접지시설의 성능을 결정하는 기본 요소인 접지저항에 대해서 실시한 시험 결과를 제공하여 향후 기술기준을 정하는데 있어 참고 자료로 제공하고 자 한다.

## 참고문헌

- [1] 최세하, 알기쉬운 접지실무기술, 진한도서, pp.143, 1999.
- [2] IEEE, IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding, ANSI/IEEE STD 80-1986, pp.63-70, 1986
- [3] Earthing Handbook, ITU-T, 1992
- [4] 한국통신사업자연합회, 통신용 접지의 이론과 실무, 1998.
- [5] TTA, 접지저항 측정기술표준, 2004.
- [6] 한국통신, 접지기술, 전력유도 방지대책 가이드 북, 2000.8, pp.381-468

저자소개



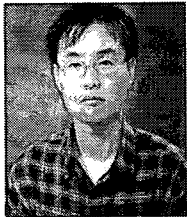
**함 형 일 (Hyung-II Ham)**

1998년 2월 호원대학교 정보통신공  
학과 공학사

2003년 2월 군산대학교 전자정보공  
학부 공학석사

2003년 8월~현재: 군산대학교 전자정보공학부 박사과정

※ 관심분야: 성층권 통신망, 홈 네트워크, FTTH



**양 준 규 (Jun-Gyu Yang)**

1995년 2월 군산대학교 정보통신공  
학과 공학사

1997년 2월 군산대학교 정보통신공  
학석사

2005년 3월~현재: 군산대학교 전자정보공학부 박사과정

1997년 12월~현재: 전파연구소 연구사

※ 관심분야: 기술기준, 홈 네트워크, FTTH



**강 영 흥 (Young-Houng Kang)**

1984년 항공대학교 통신 공학사

1986년 항공대학교 전자공학석사

1993년 항공대학교 전자공학박사

1995년 8월~1996년 8월 일본 오사카대학 객원교수

2000년 1월~현재 한국 ITU-R 위원

2003년 8월~2005년 2월 영국 York대학 방문교수

1990년 4월~현재: 군산대학교 전자정보공학부 교수

※ 관심분야: 성층권 통신망, 이동통신, 위성통신, 표준화