

## 제주도 첨단교통시스템 구축에 있어서 접지 여건 분석

이 개 명\*

### Electrical Grounding in Constructing Intelligent Transport Systems in Cheju Island

Gae-Myoung Lee\*

#### ABSTRACT

Electrical equipments and systems must be grounded to be protect by surgy and lighting and not to cause electrical shock. The required grounding resistance to the respective electrical system is specified in the law. Many traffic electronic systems were established on the roads when ITS(intelligent transport system) was constructed at 2,002 year in the Cheju Island. The systems must be also grounded. In this paper, earth resistivities of the places which the traffic system were to be established, measured and analyzed. Grounding resistance and constructing method depend on earth resistivity of the place.

As the altitude of the place is higher, the earth resistivity is shown to become larger. And there are the place, exceptionally, to have low earth resistivity though to be in the vicinity of a high earth resistivity region.

**Key Words** : Electrical Grounding, ITS, Earth Resistivity

#### 1. 서 론

2001년 8월 1일부터 2002년 5월 30일에 걸쳐 제주도 인근에 첨단교통시스템이 구축되었다. 설치된 첨단 장비에는 차량검지기, 동영상수집기, 신호위반단속기, 도로전광표시기, 도형식 전광표지판, 기상정보수집기, 동영상전광판이 포함된다. 낙뇌, 유도뇌, 기타 서지들로부터 이들 장비를 보호하고 이들 장비에 접

촉하는 사람을 보호하기 위해서 이들 장비는 적절하게 접지되어야 한다[1-3]. 통신장비와 시스템 그리고 피뢰침을 포함한 전기설비와 시스템의 접지는 법으로 확보 접지저항값과 공사내역이 정해져 있다[4-7].

첨단교통시스템이 구축되는 범위가 제주도, 서부산 업도로, 5.16도로, 1,100도로를 포함한다. 제주도의 일부를 제외한 대부분의 지역이 해발이 높으며, 제주도 토질이 수분이 쉽게 빠져버리는 특성을 갖고 있어 대지저항률이 매우 높다. 또 일부 구간의 공사 여건이 접지봉을 평면적으로 시공하기 어렵다. 이러한 점들로 인해 제주도의 접지환경에 대한 보다 세심한 검토가 필요하다[8].

본 논문에서는 제주 첨단교통 모델 도시 건설과 관

\* 제주대학교 전기·전자공학부, 첨단기술연구소  
Faculty of Electrical & Electronic Eng., Cheju Nat'l Univ., Res. Inst. of Adv. Tech.

련되어 제주도의 접지환경을 재조명하고자 한다. 먼저 제주도 지역별로 대지저항률의 분포와 차이를 살펴보고 제주 첨단교통 모델도시 건설 사업 과정에서 장비들이 시설될 장소에서 측정된 대지저항률을 분석한다. 이러한 결과를 토대로 제주 첨단교통 시스템의 핵심 장비들의 건설한 운전과 유지 및 사고 방지에 필요한 기술 정보를 도출하고자 한다.

## II. 제주도의 접지환경

접지저항 문제를 중심으로 제주도의 접지 환경을 고찰한다.

접지저항은 환경적인 면에서 대지고유저항과 접지극과 토양과의 접촉저항에 의해 결정된다. 대지고유저항은 일반적으로 그 지역의 지질특성, 기후특성, 토질의 종류, 지하수의 깊이, 불순물의 함유에 크게 좌우되며, 이들 요인은 서로 복잡하게 관련되어 있다.

### 2.1. 제주도 지형적 특성

제주도는 화산지대로 지질 구조가 복잡하고 섬의 중심부에 한라산이 위치하고 있어 섬의 내륙 부분의 해발이 높다. 이러한 지형적 조건으로 인해 내륙일수록 대지고유저항이 높으며, 동일 해발의 지역에서도 위치에 따라 대지고유저항의 변화가 매우 심하다. 따라서 첨단교통 시스템의 장비들이 설치되는 개소마다 접지저항의 측정과 사후 관리가 필요하다.

### 2.2. 제주도 지하수 특성

토양의 함수량은 대지고유저항에 큰 영향을 미친다. 제주도에는 30여개의 하천이 있고 육지보다 월평균 강수량이 훨씬 많음에도 불구하고 연중 유수를 갖는 하천은 남부의 정방천, 천지연 등으로 지표수는 거의 무시할 정도이다. 용출수는 대부분 해안에서 용출되고 있고 첨단교통 시스템의 장비들이 설치되는 남북 횡단도로들이 지나는 표고 300~600 m의 중산간 지역에서는 용출 수량이 1% 미만이다. 따라서 우기를 제외하고는 중산간 지역 토양의 함수률이 매우

낮은 상태이다. 따라서 가뭄 시에는 접지저항이 높아질 가능성이 매우 높으며 비정규적인 점검이 필요하다[8].

## 2.3. 제주도 지역별 대지고유저항의 분포

제주도의 한라산을 중심으로 북부지역, 남부지역, 동부지역, 서부지역으로 나누어 대지고유저항을 검토한다[8].

### 2.3.1. 북부지역

제주시와 조천읍 일대로서 대지고유저항은 지질이 점토인 지역의 100~300 [ $\Omega$ -m]이며, 표토 이하 자갈로 구성된 지질의 경우에는 200~700 [ $\Omega$ -m]로 변동이 심하고 서쪽으로 갈수록 낮아진다. 해발이 높은 제주시 아라동의 경우에는 1,300 [ $\Omega$ -m]를 나타내는 곳도 있다.

### 2.3.2. 남부지역

서귀포시, 안덕면, 남원읍 일대로 굴밭이 많으며, 비교적 지하수가 잘 개발되어 있다. 또한 지하수가 지나가는 지층이 지표 가까이 분포하는 지역으로 암반보다는 점토질이나 점토가 많이 섞인 자갈로 이루어져 있다.

서귀포 평야지역은 대부분 200 [ $\Omega$ -m] 정도이며, 하효동, 도순농은 900~1,000 [ $\Omega$ -m]을 보이는 지역도 있다. 안덕면 및 남원읍 경우는 200~3,000 [ $\Omega$ -m]까지 해안에서 산지로 급격히 증가한다.

### 2.3.3. 동부지역

구좌읍, 성산읍, 표선면 지역으로 주로 암반과 자갈이 많은 지질로 이루어져 대지고유저항이 높고 장소에 따라 변화가 심하다. 평지대의 대지고유저항 값은 북부지역과 비슷하나 암반지역인 구좌읍 김령리 일대는 상당히 높아서 3,000 [ $\Omega$ -m]를 나타내는 곳도 있다. 산지에서는 대지고유저항이 1,400~3,000 [ $\Omega$ -m] 범위를 갖으나 120 [ $\Omega$ -m]의 낮은 지역도 있다.

### 2.3.4. 서부지역

애월읍, 한림읍, 한경면, 대정읍을 포함하는 지역이

Table 1. The comparison of earth resistivity in the Cheju and inland

접지 장소		내륙의 설계치 (단위 : $\Omega\cdot m$ )	제주도 측정치 (단위 : $\Omega\cdot m$ )	비고
지역	토질			
물논 및 습지	표토 이하 자갈	100	100	내륙과 동일
점토밭	점토 및 자갈 섞인 토사	150	200	내륙의 1.3배
자갈밭	표토 이하 자갈	500	650	내륙의 1.3배
산지	사질점토 및 표토 이하 암석	1,000	1,500	내륙의 1.5배

다. 해발이 낮은 평야지역은 대지고유저항이 200~300 [ $\Omega\cdot m$ ] 정도의 값을 보이고 있으나 한림읍 협재리의 암반지역과 중산간 지역에서는 대지고유저항이 1,000~2,000 [ $\Omega\cdot m$ ] 정도의 값을 나타낸다. 애월읍 남읍리는 3,000 [ $\Omega\cdot m$ ] 의 높은 값을 갖는 곳도 있다.

2.4. 내륙과 제주도의 대지고유저항의 비교

접지장소의 종류와 토질에 따른 내륙과 제주도 대지저항률의 비교를 표 1에 나타내었다[8].

내륙지역과 비교하여 제주지역의 대지고유저항이 훨씬 크므로 낮은 값의 접지저항을 얻기가 어렵다.

Table 2. The earth resistivity in the city of Cheju

측정 장소	저항률[ $\Omega\cdot m$ ]	비고
조천-삼양	147.9	국도12호 변
6호광장	60.5	국도12호 변
인제 4거리	45.7	국도12호 변
광양	41.0	국도12호 변
시청	60.4	국도12호 변
오라 5거리-1	71.9	국도12호 변
오라 5거리-2	62.0	국도12호 변
거로 4거리	52.9	연삼로 변
제주은행 4거리	77.4	연삼로 변
8호광장	60.1	연삼로 남쪽
중앙여고	75.6	연삼로 변
보건소 4거리	178.6	연삼로 변
이호해수욕장 입구	60.4	5.16도로 북쪽
공항입구	74.8	
신광 교차로-1	103.7	
신광 교차로-2	203.1	
남녕교	176.5	

III. 접지저항률의 측정과 분석

AEMC 4500 장비를 이용해 4점 Wenner 측정법으로 각종 장비가 설치될 지점의 대지저항률이 측정되었다. 측정된 값을 제주시권, 제주시권 지역, 제주도 서부관광도로 변 지역, 한라산 중턱 지역, 서귀포시권 지역으로 나누어 기술한다.

제주시권에서 조천-삼양, 신광 4거리-2, 보건소 4거리를 제외하고는 대지저항률이 100 [ $\Omega\cdot m$ ] 이하이며, 보건소 4거리는 해발이 상대적으로 높은 곳이다. 한라산 중턱 지역은 대지저항률이 58~1447 [ $\Omega\cdot m$ ] 범위이며, 성판악 휴게소-1과 성판악 휴게소-2 처럼

Table 3. The earth resistivity in the road side of West Tour Road in the Cheju

측정 장소	저항률[ $\Omega\cdot m$ ]	비고
무수천교차로	1,565.0	서부관광도로 변
금덕IC-경마장IC	850.7	서부관광도로 변
상가IC-남읍IC	1,339.7	서부관광도로 변
남읍IC-1	628.7	서부관광도로 변
어음IC-봉성IC	497.8	서부관광도로 변

Table 4. The earth resistivity in the mid-slope of the mountain Halla

측정 장소	저항률[ $\Omega\cdot m$ ]	비고
종합사격장	975.0	5.16도로 변
제주마 방목지	285.0	5.16도로 변
성판악 휴게소	1,447.0	5.16도로 변
성판악 휴게소	57.8	5.16도로 변
1,100고지	477.6	1,100도로 변

Table 5. The earth resistivity in the city of Sugwipo

측정 장소	저항률[ $\Omega\cdot m$ ]	비고
안덕상창	1,204.0	국도12호 변
서귀삼성농원	79.8	
월드컵경기장	150.1	
돈내교	255.0	5.16도로 변
탐라대학교	1,523.0	1,100도로 변

인접 지역이라도 대지저항률이 25배 가량 차이가 난다. 서부관광도로 변은 중산간 지역으로 대지저항률이 500~1570 ( $\Omega$ -m) 범위이다. 서귀포시권은 해안에 가까운 곳에서부터 먼 곳이 포함되어 대지저항률의 분포가 매우 넓으며 해안에서 멀어질수록 대지저항률이 높아진다.

#### IV. 종합 고찰

장비들의 견실한 운전과 안전사고의 방지를 위해선 접지 시스템의 체계적인 구성이 필요하고 특히 규정 이하의 접지저항을 유지하는 것이 필수적이다. 제주도의 지역적인 면에서의 특수성과 제주 첨단교통모델 도시 건설 사업의 기술적인 특수성으로 인한 접지 문제가 있다.

먼저 지역적인 문제를 검토한다. 제주도는 지형이 해안지역은 해발이 낮으며 내륙으로 들어올수록 해발이 높아진다. 또 토양의 배수특성이 좋아 토양의 함수율이 낮다. 이러한 이유로 인해 전체적으로 내륙에 비해 대지저항률이 크며, 내륙의 중산간 지대로 올라갈수록 대지저항률이 높아진다. 따라서 예상되는 문제는 가뭄시의 대지저항률의 상승으로 접지저항이 규정 이상으로 높아질 가능성이 있으며, 해발이 높은 곳에서는 구름 층이 낮게 지나는 경우에는 낙뢰가 장비의 피뢰침에 유도되지 않고 외함 등에 유도 될 수가 있다.

다음은 제주 첨단교통 모델 도시 건설 사업의 특수성을 살펴보자. 제주시가 제주도의 북쪽에 위치하고 있으며, 제주도의 2대 도시 서귀포와 중문관광단지가 남쪽에 위치하고 있다. 이 두 지역의 중간에 한라산이라는 남한 최고 높이의 산이 위치하고 있다. 첨단교통 모델 도시 건설 사업의 주요 구간이 제주시와 이 두 지역을 연결하는 서부산업도로, 516도로, 1100도로이므로 해발이 높은 곳에 장비들이 설치된다. 따라서 접지저항의 확보와 유지가 어려운 곳이 많다. 또 다른 문제는 도로를 따라 장비가 설치되는 관계로 접지봉의 매설이 직선적으로 이루어지므로 규정치 이하의 접지저항을 획득하는 것이 어렵다.

위 두 가지 면에서의 규정치 이하의 접지저항의 확

보와 유지가 다른 지역보다 어려우므로 첨단교통 모델 도시 건설이 완료된 후에도 접지저항의 상시 감시 상태가 견실하게 이루어져 장비의 고장 방지와 전기 안전이 보장되어야 한다.

#### V. 결 론

장비들의 견실한 운전과 안전사고의 방지를 위해선 접지 시스템의 체계적인 구성이 필요하고 특히 규정 이하의 접지저항을 유지하는 것이 필수적이다. 제주 첨단교통 모델 도시 건설에 있어서 지형적인, 토질적인, 기술적인 면에서 특수성으로 인해 접지저항의 확보가 어렵고 또한 기상에 의해 변동의 가능성 있으므로 교통 장비의 접지시스템의 관리 원칙을 세우고 상시 관리 시스템을 구축할 필요가 있다.

#### 참고문헌

- 1) 유상봉, 이기혁 역, 2001, 접지와 내방호, 동일출판사
- 2) 이복희, 이승철, 1999, 접지의 핵심 기초 기술, 도서출판 의제
- 3) 이종선역, 1998, 접지 기술과 접지 시스템, 성안당
- 4) 정보통신부령 제116호, 2001, 전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙
- 5) 정보통신부고시 제2001-98호, 2001, 접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공농구 등에 대한 기술기준
- 6) 한국통신, "한국통신 구내통신접지 표준안"
- 7) 노동부고시 제1993-21호, 1993, 피뢰침의 설치에 관한 기술상의 지침
- 8) 한국전력공사 제주지사, 1991, 제주지역 22.9kv-y 승압공사 설계 및 시공 내규