

接地抵抗 低減策에 관한 一方案

김태훈, 백승도, 김양수, 배철환, 김종철, 성영권
고려대학교 전기공학과

A method for reducing grounding resistance

T.H. Kim, S.D Beak, Y.S. Kim, C.H. Bae, J.C. Kim, Y.K. Sung
Dept. of Electrical Engineering, Korea University

Abstract

In this paper, we investigate the grounding installation using grounding electrode into the earth in order to protect the power transmission line and transmission system and to improve the reliability of operations. Grounding electrode into the earth that has small grounding resistance is found to be very cost effective compare to other electrode systems by the ease of installation and making the earth damage small.

1. 서론

현대 산업사회 및 정보화 사회가 고도로 발전함에 따라 전력수요의 급증과 통신시설이 증가 일로에 있다. 그 예로, 전력수요의 증가로 인한 송전전압은 765kV로의 초고압화로, 정보통신망은 일반전화망을 비롯하여, 팩시밀리망, ISDN(Integrated Services Digital Network) 등과 같은 각종 통신시설들이 새로 놓여지고 있다.

이로 인해 송전선과 통신시설의 보호 및 동작의 신뢰성 향상을 위해 설치되는 접지 시공이 급증하고 있으나, 통상 대지의 접지저항은 규정치 보다 높아, 규정치 이하의 접지 저항을 얻기 위한 저감책에 대한 여러 연구가 활발하게 성행되어 그 결과 근래에 와서 주로 도전질계 접지 저항 저감제의 활용이 활발해 지고 있다.

최근 사용되는 도전질계 접지저항 저감제로는 카본을 비롯하여 아스콘(earthron), 유안, 벤토나이트(bentonite), 사닉겔, 도전성 콘크리트 등이 사용되고 있으나, 그 중에서 도전성 콘크리트가 다른 저감제에 비해 시공이 용이하다는 장점을 가지고 있어 최근 각광받고 있다. 그러나 도전성 콘크리트의 특성이 아직 명확하지 않아 시공상의 표준시공법이 확립되어 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 도전성 콘크리트를 적극 이용한 토양접지 전극 공법을 활용하여 배전계통에서 시행하는 접지공사의 효율화와 접지 저항치의 안정도 향상을 목적으로 아울러 도전성 콘크리트를 사용한 접지 시공 표준의 기초를 확립하고자 하였다.

2. 실험

본 연구에 활용한 토양 접지전극은 가장 경제적인 집지극을 기본으로 하여 집지극 주위에 흑연분을 위주한 도전성 콘크리트 분말을 부설하여, 매입되는 토양 내의 수분에 의해 콘크리트가 양생 과정을 거쳐 응고되어 집지전극을 형성시키는 것이다.

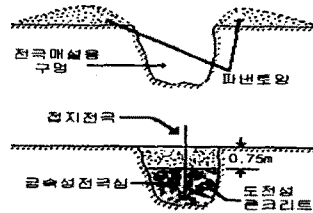


그림 1. 토양접지 전극의 개념도

그림 1은 본 연구에 사용한 토양접지 전극의 접지시공 예를 나타낸 것으로, 그림 1에 나타낸 바와 같이 공사현장에서 파올린 토양을 주체로 약간의 시멘트와 도전성 혼합제인 흑연분을 무기조성물로 균일하게 분산, 혼합시켜 이것에 물을 가하여 혼련 후, 소위 토양 도전성 콘크리트를 만들어 이것을 집지구멍에 금속성 전극제인 나동선을 와권형과 직선형의 두 종류의 심을 만들어 직접 흘려보내 접지 전극으로 삼았다. 이 때 사용한 토양 접지전극의 사양은 표 1과 같다.

표 1. 토양 접지전극의 사양

사용재료	전극심 형태	접지시공 형태
나동선 : 4.0mm × 4.0m (굵기) (길이) 시멘트 : 1kg 흑연분 : 1kg	 (a)	 (c)

도전성 콘크리트 시험체의 제작 및 측정

도양 접지전극 자체를 구성한 도전성 콘크리트의 대체적인 전기 저항율을 측정하기 위하여 도전성 콘크리트 시험체를 제작하였다. 우선 시멘트 1500g, 도전성 흑연분 15g, 물 0.4 l 를 혼합하여 형틀에 흘려서 붓고 가볍게 눌러서 그 상면을 평활하게 하였다. 다음에 이것을 상온(23℃), 습도 90% 이상의 항온항습기에서 24시간에 걸쳐 양생시킨 후, 형틀을 떼어내고 30분 이상 방치한 것을 시험체로 삼았다.

이와 같은 방법으로 제작된 시험체는 단면이 각각 4cm×4cm, 길이 16cm의 각주이다. 이러한 시험체의 단면(4cm×4cm)에 저항율이 $5 \times 10^{-5} (\Omega \cdot m)$ 이하인 도전성 페이스트를 바른 후, 양단간의 저항치의 측정을 통해 다음식에 의해 시험체의 전기저항율을 구했다.

$$\text{시험체의 전기저항율}(\Omega \cdot m) = \text{시험체의 측정저항}(\Omega) \times \frac{\text{시험체의 단면적}(m^2)}{\text{시험체의 길이}(m)}$$

전극심의 형태에 따른 접지저항 저감을 측정

표 1(a), (b)에 나타낸 두가지 종류의 금속성 전극심을 표 1(c)에서 나타낸 바와 같이 도전성 콘크리트를 사용하여 접지 시공후 접지저항을 측정하여 그 저감율을 계산하였다.

접지저항 측정

도양저항이 서로 다른 세 장소에서 도양접지 전극화 시킨 경우와 그렇지 않은 재래식의 접지방식에 대해 각각 접지저항치를 SAS 300C 측정기로 측정하여 비교해 보았다.

3. 실험결과

우선 제작한 시험체의 전기저항율은 대체로 시편마다 균일한 값인 7.4 ($\Omega \cdot cm$) 부근을 나타내었다.

표 2. 대지저항율이 각각 다른 지역에서 도전성 콘크리트 사용여부와 전극심의 형태에 따른 접지저항치의 비교

도전성 콘크리트	전극심의 형태	접지저항(Ω)		
		지역 A 대지고유저항 625 Ω	지역 B 대지고유저항 680 Ω	지역 C 대지고유저항 710 Ω
없는 경우	직선형	207 Ω	238 Ω	254 Ω
	와권형	153 Ω	157 Ω	169 Ω
있는 경우	직선형	98 Ω	103 Ω	104 Ω
	와권형	58 Ω	73 Ω	74 Ω

다음에 A, B, C 지역에서 실제 접지 시공을 통해 도전성 콘크리트를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우의 측정 결과는 표 2와 같다. 표 2에 알 수 있는 바와 같이 도전성 콘크리트를 사용하지 않은 경우 직선형의 전극심을 사용한 경우보다 와권형의 전극심을 사용하는 경우가 약 31% 정도 더 낮은 접지저항치를 나타내었으며, 도전성 콘크리트를 사용하는 경우에도 와권형의 전극심을 사용하는 것이 직선형의 전극심을 사용하는 것보다 약 33%의 낮은 접지저항치를 나타내었다. 이것으로부터 도전성 콘크리트의 사용여부에는 관계없이 와권형의 전극심이 직선형의 전극심보다 더 낮은 접지저항치를 나타냄을 알 수 있다.

아울러, 직선형의 전극심을 사용하는 경우 도전성 콘크리트를 사용하는 것이 사용하지 않는 것보다 약 56% 정도 더 낮은 접지저항치를 나타내었고, 와권형 전극심에 대해서도 도전성 콘크리트를 사용하면 약 58%의 접지저항 저감효과가 있음을 나타내고 있다.

따라서 와권형의 전극심과 도전성 콘크리트를 함께 사용하는 경우가 가장 낮은 접지저항치를 지님을 알 수 있다.

4. 도양 접지전극의 특징

이상의 시험을 통해 알 수 있는 도양접지 전극의 특징을 열거하면 아래와 같다.

- 1) 표면이 그림 1에 나타낸 바와 같이 풍부한凹凸면으로 되어 있기 때문에 주위의 토양과의 접촉면적이 크고 아울러 접지 구멍의 내벽 및 전극심과 대단히 잘 부합된다.
- 2) 콘크리트 특유의 다공질 때문에 수분을 유지하기 쉬워져 소위 도전성 콘크리트를 이루고, 또한 도전성이 좋다.
- 3) 도전성 혼합재를 포함시키고 있기 때문에 고유 전기저항이 대단히 작다.
- 4) 소위 도전성 콘크리트를 사용하기 때문에 자체 부식이 없으며 물에 전혀 용해되지 않으므로 경년변화가 적다.
- 5) 도전성 콘크리트를 이용, 접지시공을 하면, 전극심의 길이를 대폭 축소하여 토지훼손 면적을 축소시킬 수 있고, 전극심에 의한 절단현상을 방지할 수 있다.
- 6) 접지저항의 저감으로 인해 낙뢰사고에 대한 효과적인 예방이 가능하여 전력 공급 신뢰도를 향상시킬 수 있다.
- 7) 전극심과 도전성 콘크리트를 병용할 경우 전극심만으로 시공하는 것에 비해 시공비가 약간 추가되나, 도양 접지전극은 현장에서 채취한 토양과 물이 주재료로 되기 때문에 자재비와 운반비의 대폭적인 삭감이 가능함과 동시에 접지구멍의 크기나 형상에 좌우되지 않고 용이하게 매설시킬 수 있다(총공사비 대비 약 0.05%로 미비).

5. 결론

본 접지전극 실험을 통해, 시공성·신뢰성면에서 매우 우수하며 설비의 신뢰성을 감안한 접지저항 저감방안으로 접지과 함께 도전성 콘크리트를 병용하는 것이 유리한 것으로 판단되며 더불어 과도접지저항 저감으로 낙뢰사고를 예방할 수 있을 것으로 사료된다. 이와 관련하여 앞으로 더욱 성능향상에 필요한 데이터의 수집, 분석을 하면서 검토를 가하여 개선책을 모색하겠다.

참고문헌

- [1] 동서울전력소 송전부, "송전지저물 접지 설계 방안 검토서" 1995.
- [2] 김광식, "접지저항 저감제", 대한민국 특허 공보, 2393호 공고번호 91-5451.
- [3] 심건보, "최적 접지 설계를 위한 대지 파라미터의 측정 및 해석방법", 전기학회지 제45권, 11호, 1996. 11.
- [4] Hiroshi Yamane, "Stabilities against Temperature and Environment for Ground Resistance Reducing Material Using Water Absorbent Polymer", 전기정보통신학론지(JPN), (8), pp. 445-453, 1994.
- [5] 大島洋, "配電線の接地対策とその事例", 電氣評論(JPN), 80, (10), pp. 40-45, 1995.
- [6] 武部俊郎, "山岳地送電線の接地対策とその事例", 電氣評論(JPN), 80, (10), pp. 30-34, 1995.
- [7] 坂田弘, "봉상접지전극의 접지저항과 병렬접지", J.I.E.E.J., 82, (885), p 965, 1962.