

봉상접지극의 임펄스 전류에 대한 과도접지임피던스 특성

이복희, 박종순, 양정재, 이승철
인하대학교 공과대학 전기공학과

Characteristics of Transient Grounding Impedances of Rod Electrodes

B.H. Lee, J.S. Park, J.J. Yang and S.C. Lee

Dept. of Electrical Engineering, College of Engineering, Inha University

Abstract - Electronic circuits are becoming more vulnerable owing to the development of integrated circuit. Computer and info-communication facilities are very sensitive to surges caused by lightning, and they can suffer a malfunction and damage. Recent concern about damage and upset caused by transient overvoltages has focused on surge protection. The most important parameter in surge protection is the transient grounding impedance. In this paper, the transient grounding impedances of a rod electrode have been measured under impulse current waves. $Z-t$, $Z-i$ and $V-i$ characteristics of the grounding electrode in according to the length of the grounding lead wire were obtained and analyzed.

림 3과 같은 R_L, L 병렬의 유도성 회로부, R_0 만의 평단성 회로부, R_C, C 병렬의 용량성 회로부로 구성된 복합회로로 등가화시킬 수 있다.^{[4],[5]}

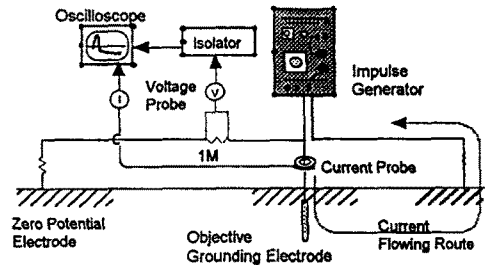


그림 1 측정계 회로도

Fig. 1 Circuit diagram of measuring system

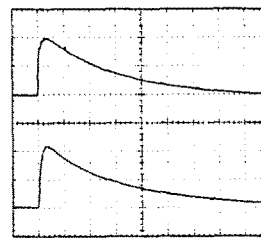
1. 서 론

전자기기의 효과적인 뇌보호대책을 위해서는 접지 저항의 과도성분을 정확히 측정하고 이에 대한 분석이 이루어져야 한다.^[1] 봉상접지는 대지에 대해 수평상의 접지형태보다 접지저항의 계절적 변동이 적고 시공이 용이하여 가장 많이 쓰이는 접지형태이다.^[2] 따라서, 본 논문에서는 봉상접지극을 대상으로 뇌서지 전류가 접지극에 유입하였을 경우 접지리이드선의 길이를 고려한 과도접지임피던스 특성에 대해서 실험적으로 고찰하였다.

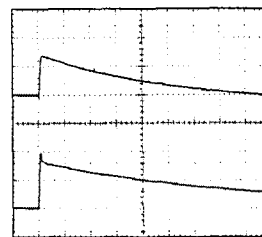
2. 과도접지임피던스의 측정

그림 1과 같은 측정계를 구성하여 임펄스 발생기로 서지 전류를 접지극에 인가하여 인가전류와 전위상승값의 비, 즉 $V(t)/I(t)$ 로써 접지저항의 과도성분을 산출하게 된다.^[3] 측정대상의 접지극은 길이 1.8 m의 봉상접지극이며, 정상상태 접지저항은 13.5 Ω이다. 파두장과 파미장이 각각 다른 임펄스 전류(8/60 μs, 20/300 μs)를 접지극에 인가하였으며, 측정된 인가전류, 전위상승 파형을 그림 2 (a), (b)에 나타내었다.

접지시스템의 정상상태 접지저항은 극저주파 영역에서의 저항으로서 고주파수 성분을 포함한 서지가 접지시스템에 유입하면 그 과도성분은 정상상태의 접지저항값과는 상당한 차이를 나타내게 되며, 이는 그



(a) 8/60 μs 응답파형



(b) 20/300 μs 응답파형

그림 2 봉상접지극의 임펄스 전류 응답파형의 예
Fig. 2 Typical response waveforms of rod grounding electrode under impulse current

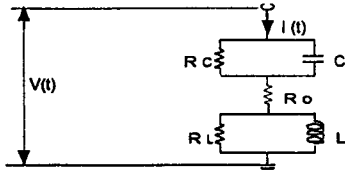
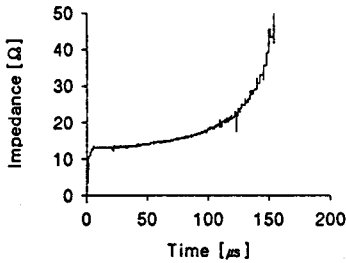


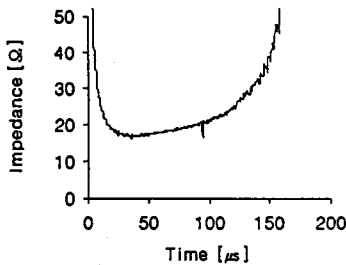
그림 3 접지시스템의 전기적 등가회로와 전위상승 개념도

Fig. 3 Equivalent circuit diagram of the grounding system and conception of the potential rise

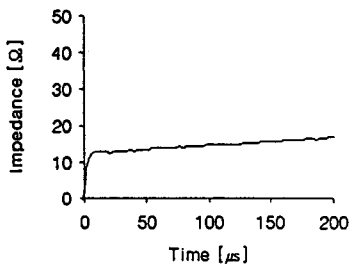
접지극의 리이드선 길이는 접지임피던스를 유도성화하는 지배적인 요인이 되며 그림 4는 그 길이에 따른 과도접지임피던스의 실측파형이다. 모든 경우에 인가전류의 파미부분에서 히스테리시스 효과에 의한 접지임피던스 상승이 나타나고 있으며, 리이드선 길이가 아주 짧은 경우에는 접지극 자체만의 특성, 즉 초기임피던스가 정상상태보다 낮은 용량성 특성을 보였다. 서지에 대한 보호대책에 있어서 가장 중요한 점은 접지임피던스의 최대값이 아니라 전위가 최대로 상승하는 부분에서인 접지임피던스가 되며 이를 식 (1)로 나타낸다.



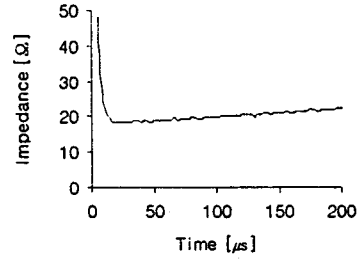
(a) 접지리이드선 길이 1 m (인가전류:8/60 μs)



(b) 접지리이드선 길이 140 m (인가전류:8/60 μs)



(c) 접지리이드선 길이 1 m (인가전류:20/300 μs)



(d) 접지리이드선 길이 140 m (인가전류:20/300 μs)

그림 4 임펄스 전류 인가시 과도접지임피던스 파형
Fig. 4 Waveforms of transient grounding impedances under impulse currents

$$Z_{eff} = \frac{I_{Vp}}{V_p} \quad [\Omega] \quad (1)$$

V_p : 최대전위상승값 [V]

I_{Vp} : 최대전위상승시의 전류값 [A]

이를 실효서지임피던스라 하며, 접지리이드선 길이가 길어짐에 따라 표 1과 같이 실효서지임피던스도 현저하게 증가함을 알 수 있다.

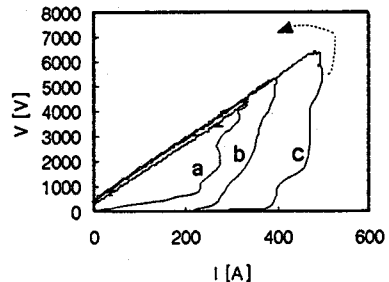
표 1 임펄스 전류 인가시 접지리이드선 길이에 따른 실효서지임피던스(Z_{eff})

Table 1 Effective surge impedances(Z_{eff}) for the length of the grounding lead wire under impulse currents

접지리드선의 길이 [m]		1	20	40	60	80	100	120	140
Z_{eff} [Ω]	8/60 μs 인가시	13	15	22	29	32	35	38	42
	20/300 μs 인가시	13	15	19	24	27	37	40	48

3. 과도접지임피던스의 특성 및 검토

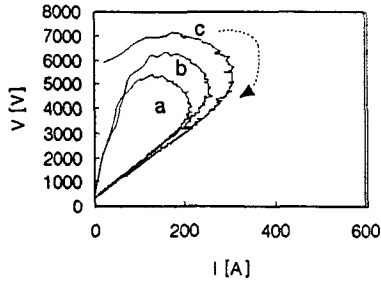
인가전류 크기에 대한 접지극의 전위상승과 접지임피던스의 변화특성은 각각 그림 5, 6과 같다.



전류 최대값

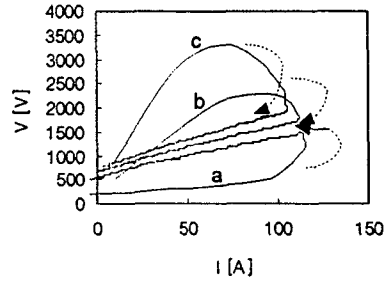
a: 334, b: 398, c: 499 [A]

(a) 접지리이드선 길이 1 m인 경우



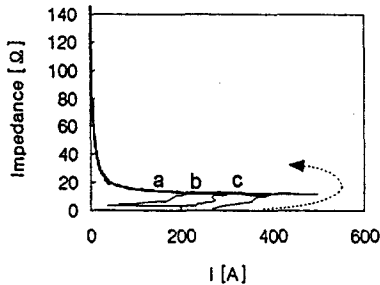
전류 최대값
a: 218, b: 259, c: 307 [A]
(b) 접지리이드선 길이 140 m인 경우

그림 5 8/60 μ s 임펄스 전류에 대한 V-i 특성
Fig. 5 V-i Characteristics in 8/60 μ s impulse current

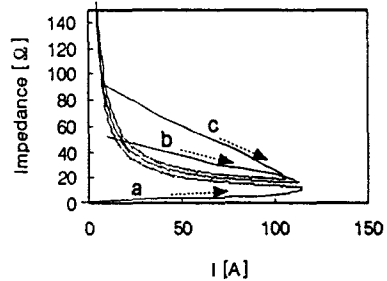


리이드선 길이
a: 1, b: 60, c: 140 [m]

그림 7 20/300 μ s 임펄스 전류에 대한 V-i 특성
Fig. 7 V-i Characteristics in 20/300 μ s impulse current

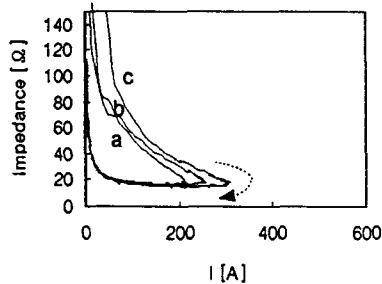


전류 최대값
a: 334, b: 398, c: 499 [A]
(a) 접지리이드선 길이 1 m인 경우



리이드선 길이
a: 1, b: 60, c: 140 [m]

그림 8 20/300 μ s 임펄스 전류에 대한 Z-i 특성
Fig. 8 Z-i Characteristics in 20/300 μ s impulse currents



전류 최대값
a: 218, b: 259, c: 307 [A]
(b) 접지리이드선 길이 140 m인 경우

그림 6 8/60 μ s 임펄스 전류에 대한 Z-i 특성
Fig. 6 Z-i Characteristics in 8/60 μ s impulse current

용량성 및 유도성인 경우 모두 인가전류에 따라 전위 및 임피던스가 전류 상승곡선부에서 차이를 나타낸 반면 후반부는 동일하게 포화되었으며, 인가전류가 클수록 곡선이 이루는 곡면내의 면적이 넓게 나타났다.

20/300 μ s 임펄스 전류를 인가하였을 때 접지리이드선의 길이에 따른 V-i, Z-i 특성은 그림 7, 8에 나타내었으며, 리이드선 길이에 따라 전류 감쇠부의 V, Z 곡선도

높아짐을 알 수 있다.

3. 결 론

임펄스 전류를 봉접지극에 인가하였을 때의 과도접지임피던스를 측정하고 그 특성을 분석한 결과, 접지리이드선의 영향으로 인해 Z-t, V-i, Z-i 특성이 크게 변화하였다. 따라서 서지보호장치의 설치시에는 과도접지저항과 접지리이드선의 길이의 영향을 고려해야만 효과적인 보호대책이 이루어질 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] R. Kosztaluk, "Experimental Study of Transient Ground Impedances", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol.PAS-100, No.11 November 1981
- [2] 高橋健彦, "接地設計入門", オーム社
- [3] J.H. Bogensperger, "Resistance of Grounding Systems Stationary and Transient Behavior"
- [4] Shohei Kato, "Surge Responce Analysis of Tower Grounding by Numerical Electromagnetic Field Analysis", T.IEE Japan, Vol.115-8, 1995
- [5] E.E. Oettle, "A New General Estimation Curve For Predicting the Impulse of Concentrated Earthing Electrodes", IEEE/PES, SM567-1, July 12-17, 1987