

전력설비용 접지시스템에서 공결점에 따른 과도응답특성

(Transient Response Characteristics Associated with the Common Connection Points in Grounding Systems for Electric Power Utilities)

이복희* · 이승철** · 임주홍*** · 심판섭****

(Bok-Hee Lee · Seung-Chil Lee · Ju-Hong Eom · Pan-Seob Shim)

요 약

본 논문은 임펄스전류에 대한 전력설비용 접지시스템의 과도응답특성에 대하여 기술하였으며, 피뢰기 접지도선을 통하여 임펄스전류가 유입될 때, 공결점과 다른 접지도선에 유도되는 전위상승을 측정·분석하였다. 낙뢰서지에 의한 피뢰기의 동작을 모의하기 위하여 뇌임펄스전류를 인가하였으며, 본 실험에서 얻은 임펄스 응답특성의 실험 결과는 다음과 같다.

접지전극에 유도되는 전위상승은 접지도선에 유도된 것과는 상당히 달랐으며, 다른 독립 접지전극에도 높은 전위유도가 발생하였다. 또한 임펄스전류에 의한 접지전극과 접지도선의 전위상승은 공결점의 위치에 따라 현저하게 변하였다. 근방공결한 경우 임펄스전류에 의한 공결점의 전위상승은 원방공결한 경우보다 낮게 나타났다. 피뢰기 접지도선의 전위상승은 근방공결한 경우가 원방공결한 것보다 높게 나타났다. 따라서 전위상승의 측면을 고려하면 근방공결하는 경우가 원방공결하는 것보다 효과적이고, 전력기기의 절연보호 측면에서는 원방공결하는 것이 보다 효과적임을 알았다.

Abstract

This paper describes the transient response characteristics of the grounding systems for electric power facilities against impulse currents. In this work, when the impulse current was injected through the grounding conductor for arrester, the investigations measuring and analyzing potential rises induced at the common connection point and other grounding conductors were conducted. The lightning impulse current was applied so as to simulate the on-set of arrester due to lightning surges. Measured results of impulse response characteristics from the present experiments are as follows:

* 정회원 : 인하대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수

** 정회원 : 인하대학교 대학원 전기공학과 박사과정

*** 정회원 : 인하대학교 대학원 전기공학과 석사과정

**** 정회원 : 인하대학교 산업대학원 전기공학과 석사과정

접수일자 : 1999년 6월 25일

The ground electrode potential rise was significantly different with that induced at the ground conductor and the higher potential rise is induced at the isolated ground electrode. Also the potential rises at the ground electrode and conductor due to the impulse current were markedly changed with common connection position. The potential rise of the common connection point due to impulse current for near common connection was lower than that for remote common connection. The potential rise of the ground conductor for arrester in near common connection was higher than that in remote common connection. Therefore it could be concluded that the near common connection from ground electrode is more effective than the remote common connection in viewpoint of the potential rise reduction of commonly connected other grounding and the remote common connection is more effective in the insulation protection of power equipments.

1. 서 론

현재 우리 나라의 수변전설비의 접지공사를 시공할 때 접지종별로 분류하여 시공하고 있는 각종 접지의 공결시 과도상태의 임펄스응답특성은 중요한 문제로 대두되고 있다. 특히 「전기사업법」에 규정되어 있는 (검사업무위탁)에 의한 '사용전 검사' 및 '정기검사'에 관련된 지침이나 내선규정 등에는 피뢰기 접지(E_{LA})와 제2종 접지(E_2), 제1종 접지(E_1), 제3종 접지(E_3), 발전기 접지 등을 시공하고 제1종 접지, 제2종 접지, 피뢰기 접지를 공통으로 접속 즉, 공통접지를 하도록 규정 또는 권장하고 있으나 공결점의 위치나 공결방법에 대한 규정이 명확하지 않으므로 이에 대한 검토가 필요하다[1],[2]. 전원 선로상에 뇌임펄스 또는 개폐임펄스가 유입되었을 때 피뢰기가 동작하게 되고 피뢰기 접지를 통하여 임펄스 전류가 대지로 방류된다. 이 과정에서 피뢰기 접지에는 접지도선의 인덕턴스와 저항 및 접지전극의 인덕턴스와 저항에 의하여 전위상승이 발생하게 되며, 공결되어 있는 다른 종별의 접지에도 전위상승이 발생하게 된다. 특히 전원선로에의 과도과전압의 발생 또는 입사에 의해서 피뢰기가 동작하게 되면 공결점의 전위변동에 의해서 예기치 못했던 사고가 발생하고 있는 실정이며, 이직도 명확하게 사고의 원인이 밝혀지지 않고 있다. 따라서 전력계통설비의 뇌해방지대책과 전자기기의 뇌임펄스 보호대책을 효과적으로 수립하며, 동시에 수용가측의 인명과 안전을 도모할 수 있도록 과도상태의 접지임피던스특성을 평가하는 것이 중요하다[3]~[6]. 각 종별 접지를 공결하는 경우가 가장 효과적인 공결점의 위치를 제안하여 전위파급영향의 최소화를 분석할 목적으로 피뢰기의 동작시 흐르는 임펄스전류에 대한 공결점의 전위변동에 대한 실험을 중점적으로 수행하였다. 연구의 수행에 있어서 전기

설비기술기준에 규정되어 있는 접지저항 및 시공기술 기준을 만족시키는 최소한의 범위에 가까운 조건으로 하였으며, 낙뢰가 침입한 때 피뢰기가 동작한 경우를 모의하는 실험전압과 임펄스전류 파형을 사용하였다. 피뢰기의 동작을 모의하여 피뢰기 접지도선에 임펄스 전류가 흐른 경우 피뢰기 접지도선을 비롯하여 공결되어 있는 다른 접지, 접지전극에 나타나는 전위상승과 인근에 설치되어 있는 독립접지에 유도되는 전위를 측정하고 고찰하였으며, 이론적 검토를 통하여 실험 방법 및 결과의 타당성을 검증하였다.

2. 측정계 및 방법

그림 1에 각 종별 접지전극의 배치도를 나타내었으며, 배치간격 및 조건은 전기설비기술기준에 규정되어 있는 최소한의 요건을 만족시키는 범위로 하였다. 뇌임펄스전압의 입사에 의한 피뢰기의 동작으로 피뢰기 접지도선에 인가되는 임펄스 전류와 접지전극에서의 전위상승은 전위강하법[7],[8]에 의한 접지저항의 측정방법을 적용하였다. 전위보조전극으로는 길이 1 [m]의 봉형 접지전극을 사용하였으며, 전류보조전극으로는 길이 1 [m]의 봉형 접지전극 2조를 병렬 연결하여 사용하였다. 시험대상의 각 종별 접지전극으로부터 전류 보조전극의 이격거리는 30 [m], 전위보조전극은 18 [m] 떨어진 위치에 일직선상으로 설치하였다. 이 때 각 종별 접지전극과 전류보조전극 사이에는 충분한 전위분포의 수평부가 존재하는 것을 확인하였으며, 측정에 있어서 보조전극의 영향에 따른 오차는 거의 없도록 하였다. 임펄스 전류는 전류보조전극과 각 종별 접지전극에 접속된 접지도선(GV전선)과의 사이에 인가하였으며, 공결점의 위치에 따라 임펄스 전류가 인가되어지는 접지도선 상단(접지전극 원방)의 전위와 접지도선 하단

(접지전극 근방)의 전위, 공결되어 있는 제1종과 제2종 접지의 접지도선 상부(접지전극 원방)의 전위 및 인가한 임펄스 전류를 측정하였다. 접지도선은 25 [m]길이를 하였으며, 접지전극에서 가까운 곳 즉, 근방공결하는 경우에는 피뢰기 접지의 접지도선을 통하여 임펄스 전류를 인가하였으며, 접지전극으로부터 떨어진 위치 즉, 원방공결하는 경우에는 공결된 접지도선에 인가하였다. 임펄스전류는 전류프로브와 변류기를 조합하여 측정하였다. 전류증폭기의 배율은 5 [A/div], 배율은 20:1이었다. 또한 전위의 측정은 고전압 프로브 2조를 사용하였다. 동일한 임펄스전류 파형에 대하여 5회 반복하여 측정하였으며, 이들 측정결과의 평균값으로 나타내었다.

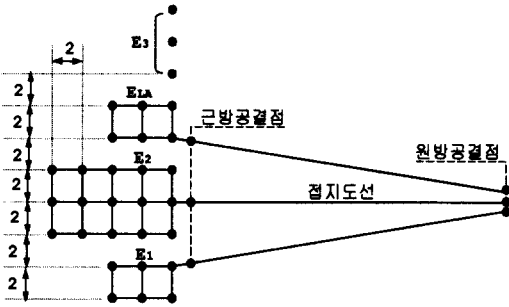


그림 1. 각종 접지전극의 배치도
Fig. 1. Arrangements of the various ground electrodes

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 실험조건

실험 대상으로 시설한 제1종, 제2종, 제3종, 피뢰기 접지의 독립접지 저항값 및 제1종, 제2종, 피뢰기 접지를 공결한 경우의 접지저항값을 표 1에 나타내었다. 즉, 제1종 접지저항은 9 [Ω], 제2종은 4.7 [Ω], 피뢰기 접지는 8.6 [Ω]이었으며, 전기설비기술기준에 정해진 제한범위의 상한 값에 가까운 값이 되도록 하였다. 실험에 사용된 전류보조전극의 접지저항은 18 [Ω]이다.

표 1. 각 종별 접지의 접지저항 [Ω]
Table 1. Steady-state resistance of each grounding [Ω]

$E_1 + E_2 + E_{LA}$	E_1	E_2	E_3	E_{LA}
3.4	9	4.7	30	8.6

본 실험은 인하대학교 교정의 부지에서 실시하였으며, 측정이 이루어진 장소의 대지저항률을 측정용 전극 간 거리에 대하여 2 [m]에서 12 [m]까지의 범위에서 측정하였다. 접지전극이 포설된 깊이를 고려할 때 가장 큰 영향을 미칠 것으로 예상되는 3 [m] 이하의 대지저항률은 약 50 [Ω·m]이었다.

3.2. 근방공결한 경우

접지를 하여야 할 대상의 수전설비 및 기기가 접지전극이 설치된 위치로부터 25 [m] 떨어진 경우를 가정하고, 근방공결하는 조건으로 실험하였다. 접지도선으로는 22 [mm] GV전선을 사용하였으며, 피측정용 접지전극과 전류보조전극 사이에는 임펄스전류가 흐르도록 하였다. 측정계에 인가된 임펄스전압과 전류의 파형을 그림 2에 나타내었으며, 인가전류 파형의 초기 상승부분에는 트리거에 의한 외란이 약간 포함되어 있다. 실험에 사용한 임펄스 전압·전류 발생장치로는 표준 뇌 임펄스전압·전류가 발생되지만 부하회로 즉, 피측정회로의 회로소자값에 따라 임펄스 전압·전류의 파형이 다소 변화하였다[9]. 인가전류의 최대값은 약 400 [A], 인가전압의 최대값은 약 8 [kV] 값을 가지며, 임펄스발생기의 충전량을 고정시킨 뒤 충전시간을 일정하게 유지하여, 거의 일정한 크기의 전압과 전류가 인가되도록 하였다.

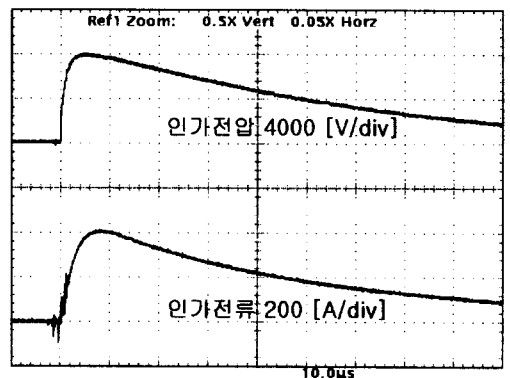


그림 2. 인가전압 및 전류의 파형
Fig. 2. Waveforms of the applied voltage and current

근방공결 즉, 건축물의 옥상에 수전설이 있는 경우 지하층 또는 1층에 접지단자함을 시설한 경우의 특성

을 나타내도록 측정계를 구성한 것이다. 건물에 포설되는 GV전선의 길이를 25 [m]으로 상정하였으며, 각종 접지선의 포설은 나란한 방향으로 하였다. 표 2에는 100 [A]당 피뢰기 접지도선에 나타난 전위상승과 공결된 제1종 접지도선에 유도된 전위를 피크치로 나타내었다.

근방공결한 경우 피뢰기 접지도선에 나타나는 전위상승과 공결된 접지도선에 유도된 전위파형과 크기를 그림 3과 표 2에 나타내었다. 피뢰기 접지도선에 나타난 전위파형과 공결된 접지도선에 유도된 전위파형은 상당히 다른 양상을 보이고 있다. 이들 전위상승 및 유도전압의 파형은 인가한 임펄스전류 파형과도 다르므로 단지 접지저항만이 아니라 인덕턴스의 영향이 포함되어 있는 임피던스특성을 보이고 있음을 알 수 있다. 특히 피뢰기 접지단자에는 접지저항보다 접지도선의 인덕턴스에 의한 영향이 현저함을 알 수 있으며, 공결된 제1종 또는 제2종 접지도선에 나타난 전위파형에도 공결점에서 접지전극의 길이에 상당하는 인덕턴스의 영향이 다소 포함되어 있음을 알 수 있다. 이들의 파형에 대한 전기적인 등가회로와 이론적 해석에 대해서는 3.5절에서 자세하게 기술하였다.

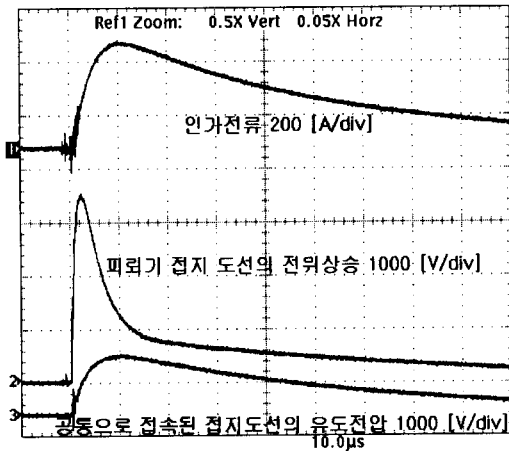


그림 3. 근방공결한 경우 피뢰기와 공결점의 유도전압파형

Fig. 3. Voltage waveforms induced at the grounding conductors of arrester and common connection point in the case of near common connection.

표 2. 근방공결의 경우 100 [A]당의 피뢰기 접지도선과 공결점에 유도된 전압
Table 2. Voltages induced at the grounding conductors of arrester and common connection point per 100 [A] in the case of near common connection.

피뢰기 접지도선의 전위상승 [V]	공결점에의 유도전압 [V]	$V_{\text{근E}}/V_{\text{근LA}} * 100$ [%]
905	290	32

- 주) ① $V_{\text{근E}}$: 근방공결시 접지도선에의 유도전압
- ② $V_{\text{근LA}}$: 근방공결시 피뢰기 접지도선의 전위상승

피뢰기의 접지도선에는 비교적 높은 전위상승이 발생하기 때문에 뇌임펄스전압이 입사한 경우 피뢰기 단자에는 높은 전위가 나타나므로 전력 기기의 절연보호 측면에서는 불리하다고 볼 수 있다. 공결된 접지도선에의 전위상승을 억제하기 위해서는 근방공결하는 방법이 효과적임을 알 수 있다.

3.3. 원방공결한 경우

25 [m]의 접지도선을 통하여 원방공결한 경우로 수전실이 건물의 옥상이나 중간층에 위치할 때 접지단자 반을 수전실에 설치하는 조건을 모의한 것이다. 그림 4에 인가전류, 공결점과 피뢰기 접지전극에 유도된 전

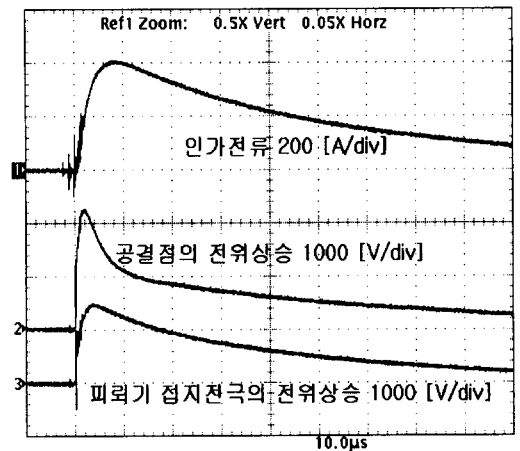


그림 4. 공결점과 피뢰기 접지전극의 전위상승
Fig. 4. Potential rises at the common connection point and the ground electrode for arrester

위의 파형을 나타내었다. 피뢰기 접지, 제2종 접지, 제1종 접지 모두를 접지전극으로부터 25 [m] 떨어진 지점에서 공결하였으므로 공결점에서의 전위상승은 모두 동일하다. 이때 피뢰기 접지전극의 전위라는 것은 접지도선에 의한 전위상승을 포함하지 않은 피뢰기 접지전극 자체의 전위상승이라고 볼 수 있다.

표 3에 인가전류의 파크값에 대하여 100 [A]당 규격화시킨 공결점의 전위상승 및 피뢰기 접지전극에서의 유도된 전위상승의 값을 나타내었다.

표 3. 100 [A]당의 공결점과 피뢰기 접지전극의 전위상승

Table 3. Measured data of the potential rise at the common connection point and the ground electrode for arrester per 100 [A]

$V_{원}$ [V]	$V_{원LA접}$ [V]	$V_{원}/V_{원LA}$ $\times 100$ [%]	$V_{원LA접}/V_{원LA}$ $\times 100$ [%]	$V_{원LA접}/V_{원}$ $\times 100$ [%]
538	365	61	41	68

- 주) ① $V_{원}$: 원방공결시 공결점의 전위상승
- ② $V_{원LA}$: 근방공결시 피뢰기 단자의 전위상승
- ③ $V_{원LA접}$: 원방공결시 피뢰기 접지전극의 유도전압

원방공결은 공결점에서의 전위상승 측면에서 보면 유리하다. 즉, 이상전압이 입사한 경우 피뢰기의 동작에 의하여 이상전압을 저감시키는 데는 유리한 공결방법이다. 임펄스전류가 피뢰기의 동작에 의하여 흐른 경우 제1종 및 제2종 접지에의 유도전압은 원방공결하였으므로 공결점의 전위상승값과 동일하다. 이는 접지전극 근방공결시 피뢰기 접지의 전위상승을 기준으로 할 때 약 60 [%] 정도의 값이다. 원방공결의 경우 제1종과 제2종 접지도선에 나타나는 전위는 공결점의 전위와 동일하기 때문에 근방공결한 때보다 제1종과 제2종 접지도선에 나타나는 전위보다 훨씬 높으므로 불리하다고 볼 수 있다. 즉, 원방공결하는 방법은 피뢰기 즉, 이상전압의 억제에는 효과적이지만 공결된 제1종 또는 제2종 접지도선에는 높은 전위상승을 일으키게 되므로 주의하여야 한다. 원방공결의 경우 근방공결의 경우에 비하여 공결점의 전위상승은 약 1.85배 높게 나타났다. 이러한 결과로부터 공결되어 있는 다른 접지계통에 미치는 전위상승의 영향을 고려해 보면 원방공결보다는 근방공결하는 방법이 유리함을 알 수 있다. 이상전압이 입사한 경우 피뢰기가 동작하였을 때 전위상승을

억제하는 것이 요구되는 경우는 수전설이나 배전반이 위치한 원방지점에 접지단자반(공결점)을 설치하는 것이 효과적이며, 절연보호 측면에서도 유리하다. 그러나 공결되어 있는 다른 종별의 접지도선에 높은 전위상승을 유발하게 되므로 근방공결한 경우에 비하여 저압전원계통의 보호측면에서는 불리하다. 따라서 공결점의 위치를 선정할 때에는 어떠한 관점을 중요시하느냐에 따라 근방공결 또는 원방공결의 방법을 선정하는 것이 합리적이다.

3.4. 인접된 독립접지에 유도된 전압

근방 또는 원방에서 공결한 경우 피뢰기 접지로부터 2, 4, 6 [m] 이격된 독립접지(제3종 접지)에 유도된 전위의 파형의 예를 그림 5에 나타내었다. 또한 독립된 제3종 접지에 유도되는 전압 파형의 분석을 위해 인가전류의 파형과 피뢰기 접지도선에 나타나는 전위상승 파형을 동시에 측정한 결과도 나타내었다.

피뢰기 접지와 제 3종 접지와 이격거리에 따라 제 3종 접지에 유도되는 전압 파형은 피뢰기 접지의 전위상승 파형과 비슷하며, 인가전류 파형과는 다른 양상을 보였다. 이는 인가전류에 의한 단순 전도성(저항성) 전위상승에 의하여 제3종 접지에 전압이 유도되는 것이 아님을 의미한다. 즉, 피뢰기 접지에 임펄스 전류가 입사한 경우 근접하여 설치되어 있는 다른 접지에는 단순한 접지저항에 의한 저항성 전위상승 뿐만 아니라 유도성 전압이 복합적으로 나타났다. 본 실험의 조건에서는 그림 5의 결과로 보아 피뢰기 접지에 임펄스 전류가 흐른 경우 제3종 접지에 유도되는 전압은 저항성 전위상승 보다는 유도성 전위상승이 현저히 큼을 알 수 있다.

표 4에는 근방 및 원방공결의 경우 피뢰기 접지에서 2, 4, 6 [m] 이격된 제 3종 접지에 흐르는 전류에 의하여 발생하는 전위상승이 근접된 다른 접지로 파급되는 영향을 나타내는 것으로서, 피뢰기 접지에서 25 [m] 길이의 접지도선을 포함하여 나타나는 전위상승의 값에 대하여 약 19~23 [%] 정도로 접지사이의 이격거리에 따라서 약간 감소하는 것으로 나타났다. 이는 저항성 전도에 의해 발생하는 성분보다 인가전류의 변화에 의해 발생하는 유도성 전위성분이 크게 나타났기 때문인 것으로 볼 수 있다. 이격거리에 따른 유도전압의 변동량은 크게 나타나지 않았으며, 100A당의 유도전압으로 환산하여 비교하면 원방공결의 경우 유도전압이 약간

전력설비용 접지시스템에서 공결점에 따른 과도응답특성

작게 나타났고, 이격거리에 따른 감소율은 작았다. 실제의 수변전설비 계통에서는 뇌임펄스 또는 과도이상 전압에 의해 피뢰기가 동작하여 대지로 전류를 방출시킬 때, 방출전류에 의하여 피뢰기 접지에 전위상승이

발생하는 것은 물론이고 근접된 다른 접지에도 전위상승이 발생됨을 의미한다. 따라서 접지설계에서 독립접지의 경우 접지전극의 상호 이격거리의 결정시에 고려하여야 할 중요한 사항으로 평가된다.

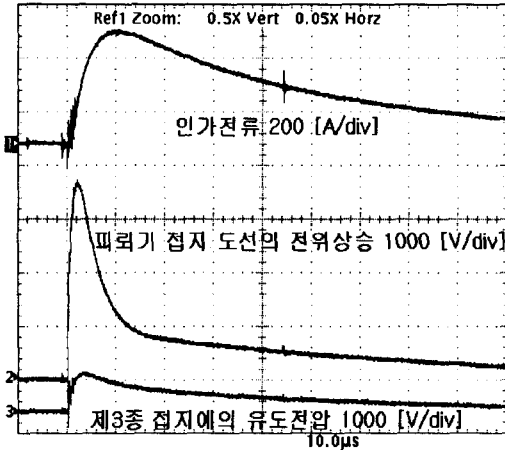


그림 5. 근방공결한 경우 피뢰기 접지(E_{LA})로부터 이격된 제3종 접지(E₃)에의 유도전압 파형의 예

Fig. 5. Typical induced voltage waveforms at E₃ separated from E_{LA} in the case of near common connection.

표 4. 근방 및 원방공결한 경우 100 [A]당 피뢰기 접지로부터 이격된 제3종 접지에의 유도전압 측정값

Table 4. Measured data for potential rises per 100 [A] at E₃ in the cases of the near and remote common connections.

이격거리 [m]	근방공결 [V]	원방공결 [V]	$V_{\text{근E3}}/V_{\text{근LA}} \times 100$ [%]	$V_{\text{원E3}}/V_{\text{원}} \times 100$ [%]	$V_{\text{원E3}}/V_{\text{근E3}} \times 100$ [%]
2	206	188	23	21	91
4	189	179	22	20	95
6	176	170	20	19	97

- 주) ① $V_{\text{근LA}}$: 근방공결시 피뢰기 접지도선의 전위상승
- ② $V_{\text{근E3}}$: 근방공결시 제 3종 접지에의 유도전압
- ③ $V_{\text{원LA}}$: 원방공결시 피뢰기 접지전극의 유도전압
- ④ $V_{\text{원E3}}$: 원방공결시 제 3종 접지의 유도전압

3.5. 이론적 검토

실험으로부터 얻은 결과의 정확성과 정성적인 분석 결과의 타당성을 검토하기 위해서 이론적 검토로서 Spice프로그램을 적용하여 이론적 시뮬레이션을 수행하였다. 즉, 25 [m] 접지도선을 통하여 근방공결한 경우 임펄스전류를 인가시킨 피뢰기 접지도선, 공결된 제 1종 접지와 제 2종 접지의 접지도선에 유도되는 전압을 이론적으로 검토하기 위하여 그림 6과 같이 실험계의 등가회로를 구성하였다. 접지전극은 R-L직렬형태의 등가회로를 적용하였으며, 대지중의 방전은 없는 것으로 가정하였다. 각각의 공결에 사용한 전선의 길이가 4 [m]이므로 공결용 전선의 인덕턴스도 고려하였다. 이러한 복잡한 회로의 임펄스전류에 대한 응답특성을 시뮬레이션하기 위한 각 회로요소의 값의 정확한 산출은 대단히 어려우므로 그림 7과 같이 간략화된 등가회로를 적용하였다.

제1종 접지전극의 인덕턴스 값은 피뢰기 접지도선과 제2종 접지를 병렬로 연결하는 전선 및 공결용 전선의 인덕턴스에 비하여 현저히 작은 값을 가지므로 무시하였다. 접지저항은 표 1에 기술한 측정값을 적용하였으며, 각각의 인덕턴스 값은 AWG #4, AWG #8의 특성 값을 참고로 하여 근사적으로 추정된 값을 적용하였다. AWG #4는 전선의 단면적이 21.1 [mm²]로서 접지도선의

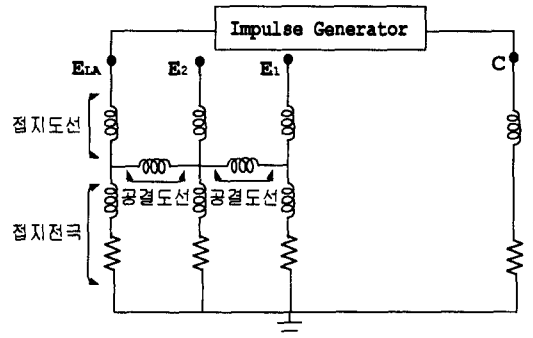


그림 6. 실험계의 등가회로
Fig. 6. Equivalent circuit of the experimental systems

굵기인 22 [mm] GV전선에 사용하였으며, AWG #8은 8.4 [mm]로서 병렬연결용 전선의 굵기인 8 [mm] IV전선에 적용하였다[10].

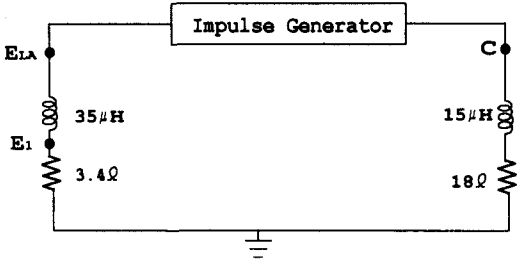


그림 7. 간략화시킨 등가회로
Fig. 7. Simplified equivalent circuit

이론적으로 해석한 결과, 피크치가 약 370 [A]인 임펄스전류를 인가하였을 때 피뢰기 접지도선의 원방에 나타난 전위상승은 약 3.7 [kV], 제1종 접지도선에는 약 1.25 [kV]의 전압이 유도되었으며, 시뮬레이션결과와 파형을 그림 8에 나타내었다. 그림 3에 나타낸 실측 파형과 비교할 때 인가전류, 피뢰기의 접지도선 및 공결점의 접지도선에 유도된 전압의 파형은 실험결과로 나타난 파형과 거의 동일하였다. 또한, 인가전류의 피크값과 피뢰기 접지도선에 나타난 전위상승과 제 1종 또는 제 2종 접지도선에 유도된 전압의 값에 있어서

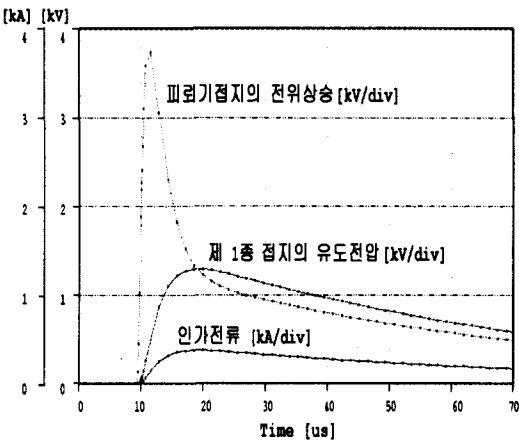


그림 8. 시뮬레이션 결과
Fig. 8. Simulation results

오차범위는 5 [%]이내이었다. 이러한 오차는 이론적 해석에 간이등가회로의 적용과 회로요소의 값의 결정에 관련된 것으로 판단되며, 본 연구에서 제안된 측정방법이 이론적 해석을 통하여 타당함을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 공결된 접지도선에 임펄스전류가 인가된 경우 접지전극과 접지도선의 전위상승, 공결된 다른 접지에의 유도전압 특성을 측정하고 분석하였다. 피뢰기 접지도선에 임펄스전류가 인가된 때 피뢰기의 접지도선, 접지전극, 공결되어 있는 다른 접지도선에 유도되는 전압을 공결점의 위치에 따라 측정하고, 이론적으로 검토한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 공결되어 있는 다른 접지도선에 유도되는 전위상승을 억제하는 데는 근방공결방법이 유리하다. 특히 저압 전원계통의 제2종 접지에 유도되는 전압의 저감을 위해서는 이 방법이 효과적이다.
- (2) 수변전설비에 이상전압이 입사하여 피뢰기가 동작한 경우 과도전압을 억제하여 계통 및 기기의 절연보호를 위해서는 수변전설비 가까운 위치에서 접지를 공결하는 방법이 훨씬 유효하다.
- (3) 전위상승을 100 [A]당의 값으로 나타내었으므로 실제의 접지시스템에 나타나는 전위상승은 접지전류를 측정하여 이에 대한 배수를 곱하여 산출하면 된다.
- (4) 이론적 해석을 통하여 실험방법의 타당성을 입증하였으며, 본 연구에서 얻어진 결과, 등가회로와 시뮬레이션방법, 측정방법은 간편하므로 현장에서 널리 활용될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 대한전기협회, 전기설비기술기준, 대한전기협회, 1999, pp.17~35.
- [2] 대한전기협회, 내선규정, 대한전기협회, 1997, pp.95~108, 497~498.
- [3] R. Kosztaluk, M. Loboda, "Experimental study of transient ground impedance", IEEE Trans., on PAS, Vol.PAS-100, No.11, pp.4653~4660, 1981.
- [4] S. Karaki, et al, "Transient Impedance of QS Grounding Grid", IEEE Trans., Vol.JD-10, No.2, pp.723~738, 1995.
- [5] T. Takahashi, "A Part of Grounding for Lightning

- Protection Technique", J. of the Institute of Electrical Installation Engineers of Japan, Vol.9, pp.671~676, 1989.9.
- [6] J. H. Bogensperger, J. Frei and S. Pack, "Resistance of Grounding Systems Stationary and Transient Behavior", Proc. 9th International Symposium on High Voltage Engineering, pp.6715-1~4, 1995.9.
- [7] IEEE Power Engineering society, "IEEE Guide for Safty in AC Substation Grounding", IEEE Standard Board, pp 277-284, 1985.
- [8] N. Fujimoto, E. P. Dick, S. A. Boggs and G. L. Ford, "Transient Ground Potential Rise in Gas-Insulated Substations-Experimental Studies", IEEE Trans., on PAS, Vol.PAS-101, No.10, pp.3603~3609, 1982.
- [9] 이복희, 박종순 외, "전력통신용 보안장치 적용기술연구", 기초전력공학 공동연구소, pp. 118~140, 1997. 9
- [10] Michael Mardiguian, "Grounding and Bonding", A Handbook on Electromagnetic Interference and Compatibility, Interference Control Technologies, Inc., 1988, pp.1.6~2.27.

◇ 저자소개 ◇

이 복 희 (李福熙)

1954년 6월 29일생. 1980년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1988~89년 동경대학 생산기술연구소 객원연구원. 1995년 호주 Queensland대학 방문교수. 현재 인하대 공대 전자전기컴퓨터공학부 교수.

이 승 칠 (李承七)

1943년 4월 1일생. 1971년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1997년 2월 서울산업대 산업대학원 안전공학과 졸업(공학석사). 현재 한진건설주식회사 근무. 인하대 대학원 전기공학과 박사과정.

엄 주 흥 (嚴柱弘)

1972년 9월 5일생. 1998년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 인하대 대학원 전기공학과 석사과정.

심 판 섭 (沈判燮)

1956년 4월 3일생. 1990년 2월 서울산업대 전기공학과 졸업. 인하대 산업대학원 전기공학과 석사과정.