

지중배전시스템의 개선된 중성점 접지방식 제안과 실효성에 대한 해석적 평가

논 문
60-3-3

Proposition of Improved Neutral Grounding Method and Analytical Evaluation on Practicality in Underground Distribution System

정 석 산* · 이 종 범** · 장 성 환† · 김 용 갑*** · 권 신 남§

(Seok-San Jeong · Jong-Beom Lee · Seong-Whan Jang · Yong-Kap Kim · Shin-Nam Kwon)

Abstract - In 22.9kV underground distribution system, power cables are provided with multiple-point ground in which each neutral line of the distribution cable(A, B, C phases) and three-wire common grounded at every connecting section. But in such grounding methods, circulating current flows between the neutral wire and grounding wire. And power loss due to circulating current also occurs in all conductors. Therefore it is getting necessary reducing circulating current in underground distribution system. This paper presents improved grounding method to overcome such problems. The proposed grounding method eliminates circulating current in the neutral line effectively and is verified that there is no electrical problem or any ineffectiveness of operating protection systems. These analyses are carried out by EMTP/ATPDraw to compare each grounding methods in steady and transient state. This grounding method suggested in this paper can be applied on real distribution system after field tests considering elimination of circulating current was implemented.

Key Words : Circulating current, Underground cable, Neutral wire, Combined distribution system, Grounding method, EMTP

1. 서 론

국내에서 운용되는 22.9kV 배전 방식은 변전소로부터 지상 및 지하에 매설된 배전 선로를 통해 공장, 빌딩 등 비교적 규모가 큰 수용가에게 직접 전력을 공급하거나 2차 변압기를 통해 소규모 공장 내지는 일반 가정에 전력을 공급하는 주요 간선로의 역할을 담당하고 있다. 배전선로는 일반적으로는 가공선 형태로, 대도시나 신도시 지역 등에서는 도시 미관과 안전을 고려하여 지중으로 전력을 공급하고 있으며, 선로 운영상 배전 선로의 중성선을 일정 구간마다 중성선의 3상을 일괄 접지하는 3상 일괄 다중 접지방식을 채택하고 있다. 이러한 접지방식은 동심 중성선을 대지에 직접 접지하기 때문에 지락 고장시 전전상의 전압 상승이 적어 절연 및 고장전류의 검출이 용이하고 보호 계전기 등이 신속하게 동작한다[1]-[6].

그러나 지중배전선로는 각 상의 부하가 불평형일 경우는 물론, 평형일 경우에도 동심 중성선에는 부하 전류에 비례하는 동심 중성선 순환 전류가 발생하고 있기 때문에 온도상

승에 따른 불필요한 손실전력이 발생하며 케이블의 전송용량을 감소시키는 결과를 초래하기도 한다. 따라서 그 동안 일부 상에 있는 중성선만을 연결시키고 다른 상의 중성선은 개방시키는 방식 등을 통해 순환전류를 제거함으로써 전송용량저하를 방지시키는 연구들이 있었다[7]. 하지만 이 방식도 일부 효과적이기는 하나 모든 상에 있는 중성선의 순환전류를 제거할 수가 없어 전체적으로는 전송용량 저하를 방지할 수 없어 접지방식의 변경을 통한 보다 효율적인 순환전류 제거방식이 필요하다고 할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 배전계통의 과전압, 절연, 고장전류 검출 등에 문제가 없는 상태에서 순환전류의 문제점을 해결하여 순환전류로 인한 전송용량저하를 방지하고자 하는 방식을 제안하고자 한다. 그리고 이 방식의 실효성을 입증하기 위하여 가공선로와 지중선로가 혼합된 배전계통의 모델을 수립하고, 기존의 접지방식, 일부 접지변경 방식과 제안한 방식과의 비교를 통하여 해석을 통하여 순환전류를 비롯한 각종 전기적 특성을 비교함으로써 제안된 중성점 접지방식의 실효성을 평가하고자 한다[8]-[10]. 본 논문에서 해석은 EMTP/ATPDraw를 사용하였다[11],[12].

2. 본 론

2.1 해석모델

현재 국내에서 운용중인 22.9kV 3상 일괄 다중접지계통에서 사용되는 CN/CV 케이블은 그림 1과 같이 케이블 연결점 또는 분기점마다 동심 중성선을 A, B, C상의 3선 모두 일괄 접지시키고 있다. 그러나 각 상의 불평형으로 말미암

* 준 회 원 : 원광대 대학원 전기공학과 석사과정

** 펠로우회원 : 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수 · 공박

*** 정 회 원 : 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수 · 공박

§ 정 회 원 : (주)현대이앤아이 상무

† 교신저자, 정회원 : 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수 · 공박

E-mail : swhjang@wonkwang.ac.kr

접수일자 : 2010년 12월 15일

최종완료 : 2011년 2월 15일

아 발생하는 불평형 전류가 중성선에 흐러 순환전류의 역할을 하며, 도체에 부하전류가 흐르게 되면 전자유도작용에 의해 동심 중성선에 전압이 유기되고, 이 유기전압으로 인하여 순환전류로서 동심중성선의 접지회로 내에 흐르게 된다 [1-6].

국내 배전계통에서의 접지방식은 그림 1과 같은 방식을 대부분 채택하여 운영하고 있으나, 순환전류를 감소시키기 위한 해결방안으로 그림 2와 같이 케이블 중성선의 시작점은 3선 일괄 접지 하고 다음 접속점에서는 중성선을 한 상만 사용하면서 접지하고, 나머지 두 상은 개방하여 비접지하는 방안을 제안하여 새롭게 준설되는 계통에 있어서는 이러한 중성선 한 상 접지, 두 상은 비접지 하는 3상 비일괄 접지방식을 이용하고 있다. 하지만 이러한 한 상만을 접지하는 방식도 결국에는 어느 한 상의 중성선에 순환전류가 흐르게 되어 전력손실이 불가피하다고 할 수 있다.

따라서 중성선의 순환회로의 완전한 제거를 목적으로 그림 3과 같이 케이블 중성선의 시작점은 3선 일괄 접지하고 종단점에서는 3상을 모두 개방하여 비접지 하는 방안을 제안하고자 한다. 본 논문에서 제안된 3상 비접지 선로 모델은 각 상에 있는 모든 중성선에 흐르는 순환회로의 완전한 제거와 동시에 기존의 다중 접지계통 측면에서는 전기적 영향이 변화가 없으므로 평상시 불평형 전류 및 지락 고장전류 귀환에는 영향을 끼치지 않을 것으로 사료된다.

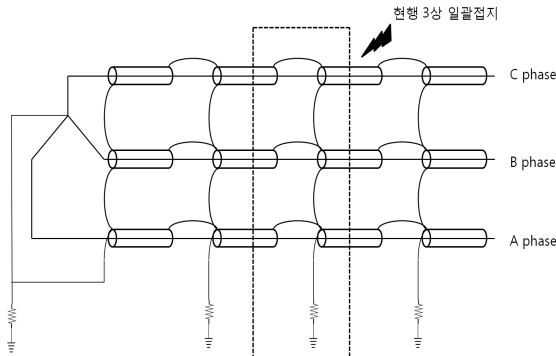


그림 1 현행 접지방식
Fig. 1 Current ground method

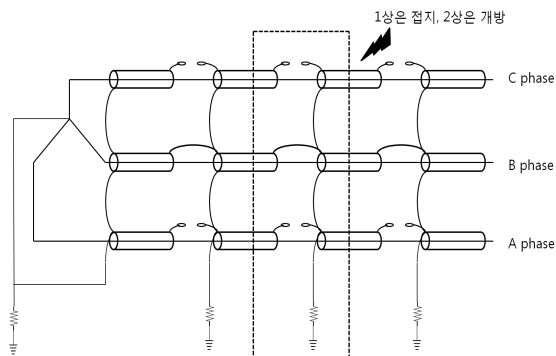


그림 2 3상 비일괄 접지방식
Fig. 2 Three phase ununified common grounding method

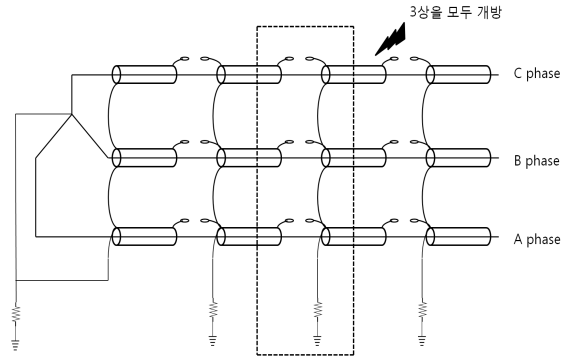


그림 3 3상 비접지 방식
Fig. 3 Suggested three phase non-grounding method

본 논문에서 검토한 선로모델은 가공선로 1km, 지중선로는 총 길이 2km 이며, 표준경간은 250m로 모델링 하였다.

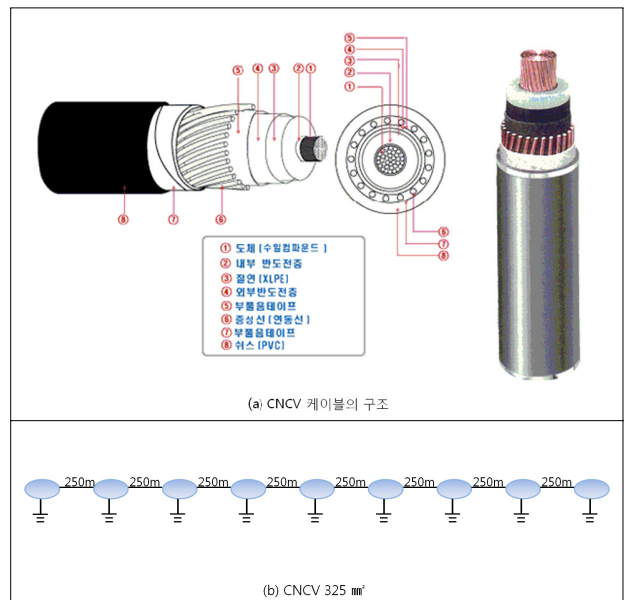


그림 4 지중 배전시스템의 구조
Fig. 4 Structure of underground distribution system

그림 4는 본 논문에서 검토한 CN/CV 케이블과 계통의 구조를 나타낸 것이다. 지금까지 국내 지중배전계통에 폭넓게 사용되고 있는 이 CN/CV 325mm²의 경우 동심 중성선에 흐르는 순환전류로 인해 전력손실의 발생, 케이블 이용률 감소, 케이블의 온도상승 등의 문제점을 유발한다고 보고되고 있다[7]. 따라서 기존에 운용되고 있는 지중배전계통의 순환전류를 효과적으로 제거할 수 있는 방안을 제안하는 동시에, 다른 한편으로는 현장의 운용상 과도상태에서 전기적 문제점은 발생하지 않는가 등에 대한 검토를 해석적 방법을 통하여 분석하였다. 즉 현행 접지방식, 3상 비일괄 접지방식 그리고 제안된 3상 비접지 방식에서 발생하는 순환전류의 차이와 지락 고장, 뇌격 침입 등과 같은 과도현상에서 3가지 케이스에 대해 전기적 특성을 상세히 비교, 검토하였다.

2.2 혼합배전계통 모델링

일반적으로 배전계통의 불평형부하로 인하여 가공선로의 중성선에 전류가 흐르게 되며, 이 전류는 지중케이블에서는 각 상에 있는 중성선에 각각 분류되어 흐르게 된다. 따라서 본 논문에서는 우선 실제 배전계통에서 흐르는 크기의 불평형 전류를 얻기 위하여 이에 맞는 불평형 부하를 구성하고 각 접속점의 접지저항을 불평형으로 구성하여 모델링 한 후 이 때의 중성선 전류를 구하였다. 이때의 접지저항은 식 (1)을 통해 합성저항 값 5Ω/km 이하를 유지하는 범위 내에서 각 접속점의 접지저항을 구성하였다[5].

$$R = 1.2 \times \frac{1}{\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots + \frac{1}{r_n}\right)} \quad [Ω] \quad (1)$$

그림 5는 지중배전계통에서 첫 번째 접속점인 250m 지점에서 각 상에 흐르는 케이블의 불평형 전류이다. 또한 그림 6은 이때의 각 상에 있는 중성선에 흐르는 전류를 나타낸 것이다.

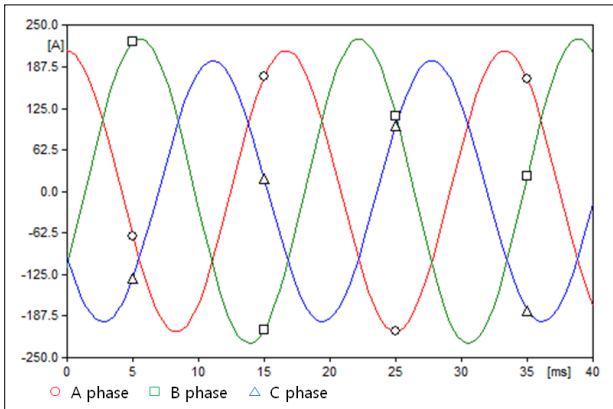


그림 5 각 상의 불평형 전류
Fig. 5 Unbalanced current of each phase

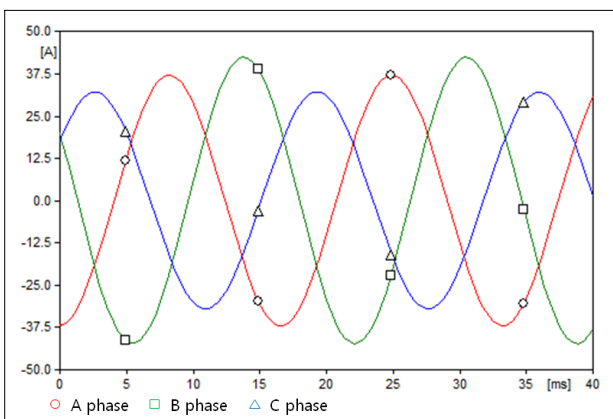


그림 6 각 상의 중성선 전류
Fig. 6 Neutral wire current of each phase

표 1은 불평형 상태를 모델링 한 경우에서 현행방식, 3상 비일괄 접지방식 그리고 3상 비접지 방식의 경우 얻어진 불

평형 부하전류와 중성선 전류를 나타낸 것이다.

표 1 접지방식에 따른 부하전류와 중성선 전류

Table 1 Current of cable and neutral wire according to grounding method

현행	Phase	불평형 부하전류 [A]	중성선 전류 [A]
	A	151.94	25.63
B	164.61	30.11	
C	141.12	23.24	
3상 비일괄	Phase	불평형 부하전류 [A]	중성선 전류 [A]
	A	152.04	0
	B	164.97	56.64
	C	141.18	0
3상 비접지	Phase	불평형 부하전류 [A]	중성선 전류 [A]
	A	152.18	0
	B	164.83	0
	C	141.36	0

부하전류의 크기는 검토한 3가지 케이스에서 모두 거의 같은 값을 갖고 있음에도 접지방식의 차이에 따라 중성선 전류의 값은 차이를 보이고 있다. 3상 비일괄 접지방식의 중성선 전류는 현행 접지방식의 값보다 전체적으로 약 28% 감소하였지만 각 상의 값을 서로 비교해 볼 때 3상 비일괄 접지방식은 A상과 C상의 중성선에는 전류가 흐르지 않고 B상에서는 중성선 전류값이 오히려 기존 30A에서 56A로 증가하였는데 이는 기존에 A, B, C 상으로 분산되어 흐르던 전류가 B상으로만 흐르기 때문이라고 판단된다. 마지막으로 본 논문에서 제안한 방식이 3상 비접지 방식에서는 당연히 중성선 전류에는 전류가 흐르지 않음을 알 수 있다.

2.2.1 해석 조건

혼합배전계통에서 가공구간의 상도체에 뇌서지가 침입하였을 경우의 뇌서지 해석과 케이블에서 1선 지락고장 발생 시 고장전류의 해석을 중점적으로 하여 이러한 과도상태에서 과전압의 크기로 인한 절연문제, 고장전류 검출 문제를 검토하였다. 뇌서지 해석에서 사용된 뇌격 전류의 크기, 파형 등 해석에 필요한 조건은 보다 일반적인 경우와 가혹한 경우를 고려하였으며, 상세한 내용은 표 2과 같다[5],[6]. 그리고 뇌격전류 파형은 그림 7의 Ramp 파형을 이용하여 모의하였다.

표 2 뇌서지 해석 조건

Table 2 Condition of lightning surge analysis

뇌격전류 및 파형	2/70μs, RAMP파
뇌도 임피던스	400Ω
뇌격전류 파고치	15kA, 20kA
가공지선 접지간격	매 100m 마다 접지
피뢰기 설치	가공선로 매 200m 간격으로 설치, 지중선로와 연결되는 입상주에 피뢰기 설치

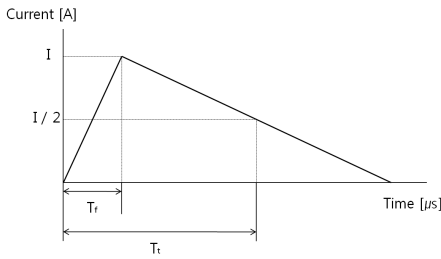


그림 7 뇌격전류 파형
Fig. 7 Lightning current wave for analysis

2.3 해석 및 평가

본 연구에서는 정상상태와 과도상태인 두 가지 Case로 나누어 현행 3상 일괄 접지방식, 일부 운용중인 3상 비일괄 접지방식 그리고 본 논문에서 제안하는 3상 비접지 방식에 대해 해석하였고, 이때의 해석결과를 토대로 각각의 차이점을 비교, 분석하여 평가하였다. 이 때 Case A는 정상상태이고, Case B 및 Case C는 다양한 과도상황에서 실계통 적용 가능 여부를 판단하기 위한 과도상태를 대상으로 하여 각각의 차이점을 비교 검토하였다. 각각의 Case는 표 3에 정리하였다.

표 3 해석의 종류

Table 3 Analysis cases

해석종류	상태	평가주안점
Case A	정상상태	순환전류 비교
Case B	과도상태 (뇌격 침입)	케이블 과전압
Case C	과도상태 (케이블 고장)	고장전류

2.3.1 Case A

정상상태일 경우, 제안된 접지방식의 효용성을 평가하기 위하여 모든 조건이 동일한 3개의 배전계통을 모델링한 후, 접지방식을 3가지 형태로 다르게 한 뒤 정상상태에서의 순환전류를 측정하였다. 주요 검토 대상은 순환전류의 차이를 검토하기 위한 것이 목적이므로 중성선을 지나 접지선으로 흘러 순환하는 전류를 집중적으로 검토하였다. 그림 8은 같은 지점에서의 접지방식에 따른 순환전류의 차이를 나타낸 것이다.

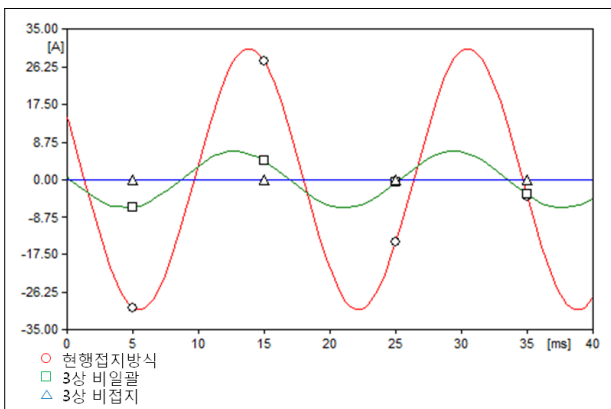


그림 8 접지방식에 따른 순환전류
Fig. 8 Circulating current for each grounding method

그림 8에서 현행 접지방식의 경우 중심 중성선에 흐르는 순환전류가 가장 높게 측정되었고, 두 번째 접지방식인 3상 비일괄 접지방식에서는 현행보다 낮은 순환전류값이 측정되었다. 그리고 본 논문에서 제안한 3상 비접지 방식에서는 중성선에 순환전류가 흐르지 않았다.

표 4는 케이블 구간 250m, 500m, 750m, 1,000m의 접속점에서 측정된 순환전류의 값을 나타낸 것이다. 3가지 접지방식 각각을 모의하고 해석을 통해 현행 접지방식에서는 위치에 별 상관없이 순환전류가 약 30A의 순환전류가 측정되었고 3상 비일괄 접지방식은 약 7A의 순환전류가 측정되었다. 마지막으로 3상 비접지 방식에서 측정된 결과 순환전류는 존재하지 않았다. 따라서 순환전류의 제거 또는 케이블의 순환회로의 제거라는 측면에서 볼 때 제안된 3상 비접지 방식이 기존의 두 가지 방식과 비교했을 때 효과적임을 알 수 있다.

표 4 접지방식에 따른 순환전류의 차이

Table 4 Circulating current according to each grounding method

접지방식	위치			
	250m	500m	750m	1000m
현행	30.414A	30.213A	30.112A	30.026A
3상 비일괄	6.623A	6.551A	6.411A	6.213A
3상 비접지	0	0	0	0

2.3.2 Case B

본 Case에서는 각각 3가지 접지방식을 이용하여 가공 배전계통과 지중배전계통을 이용한 혼합계통을 구성하고 가공선로에 뇌격이 침입하였을 경우에 접지방식에 따른 과도현상의 차이를 분석하였다[8]-[10],[13],[14]. 뇌격은 가공선로의 상도체에 침입하는 것을 모의하였고 뇌격에 의한 과도현상은 케이블의 첫 번째 접속점인 250m 지점에서 측정하였다.

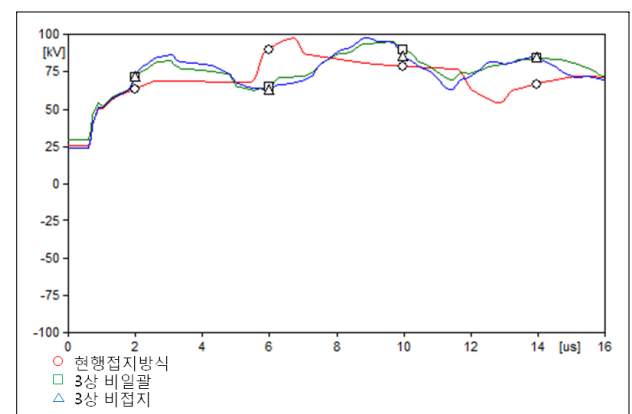


그림 9 케이블의 과전압
Fig. 9 Overvoltage of cable

그림 9는 15kA의 뇌격전류가 가공선로의 상도체에 침입하였을 경우의 케이블에 발생된 과전압의 차이를 나타낸 것이다. 우선 현행 접지방식인 3상 일괄 접지방식의 과전압은

약 95kV 측정되었고, 3상 비일괄 접지방식은 약 100kV, 그리고 3상 비접지방식은 약 102kV가 얻어졌다. 그러나 이 방식의 경우는 현행 접지방식에 비해 각각 5%, 7%가 증가했으나 국내 지중 배전시스템의 BIL 범위인 150kV 이내에 있음을 확인할 수 있다[10].

그리고 그림 10에서 알 수 있듯이 총 선로길이 2km인 케이블 전 구간을 검토하였을 경우에도 접지방식의 변경으로 인한 과전압은 배전시스템의 BIL 범위 내에 존재하였고 가공선로와의 거리가 멀어질수록 과전압의 크기는 점차 감소하였음을 알 수 있다[10].

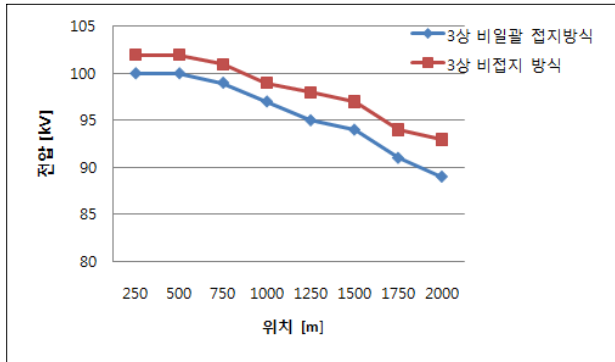


그림 10 뇌격 침입 시 거리별 과전압
Fig. 10 Overvoltage of cable according to distance

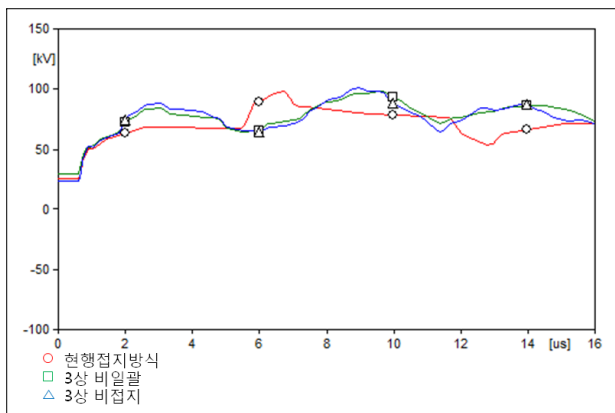


그림 11 케이블의 과전압
Fig. 11 Overvoltage of cable

마찬가지로 그림 11은 20kA의 뇌격전류가 가공선로의 상도체에 침입하였을 경우의 케이블 과전압 차이를 비교하여 나타낸 것이다. 우선 현행 접지방식인 3상 일괄 접지방식의 과전압은 약 96kV 측정되었고, 3상 비일괄 접지방식은 약 111kV 그리고 3상 비접지방식은 약 116kV가 측정되었다. 이는 현행 접지방식에 비해 각각 15%, 21%가 증가했지만 20kA의 뇌격전류가 침입했을 경우에도 국내 지중 배전시스템의 BIL 범위인 150kV 내에 있음을 확인하였고 따라서 가혹한 20kA의 뇌격전류와 상도체 침입을 고려한 뇌격으로 인해 지중배전시스템의 케이블에서 발생하는 과전압이 상승하는 것은 사실이지만 이 과전압은 국내 배전시스템의 BIL의 범위 내에 존재하므로 제안한 접지방식에서 뇌격전류로

인한 지중케이블의 절연강도 측면에서는 크게 무리가 없음을 알 수 있다[10].

또한 20kA의 뇌격의 경우에도 그림 12와 같이 총 선로 2km 구간인 케이블 전체 구간을 검토하였을 경우에도 접지방식의 변경으로 인한 과전압은 국내 배전시스템의 BIL의 범위 내에 존재하였으며 마찬가지로 길이가 멀어짐에 따라 과전압의 크기는 점차 작아졌음을 알 수 있었다.

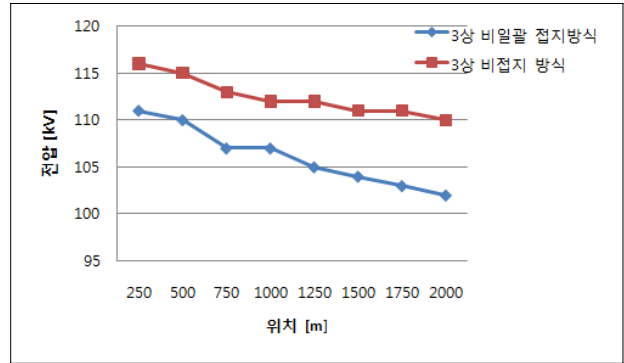


그림 12 뇌격 침입 시 거리별 과전압
Fig. 12 Overvoltage of cable according to distance

한편 뇌격침입에 의한 중성선의 과도현상을 알아보기 위하여 중성선의 과전압을 측정하여 접지방식의 차이에 따라 비교 검토하였으며 그 결과는 표 5에 요약하였다.

표 5 뇌격 침입 시 중성선 과전압
Table 5 Overvoltage of neutral wire

뇌격전류	15kA	거리별 과전압 [kV]	
		250m	500m
현행		23	2
3상 비일괄		23	3
3상 비접지		22	14
뇌격전류	20kA	거리별 과전압 [kV]	
		250m	500m
현행		28	3
3상 비일괄		28	4
3상 비접지		24	12

혼합배전선로에서 케이블 인입점으로부터 250m, 500m 지점에서 측정된 중성선 과전압은 15kA, 20kA 뇌격이 침입했을 때 접지방식에 따른 과전압의 차이는 존재했지만 3가지 경우 모두 중성선의 뇌서지 BIL의 범위인 40kV 내에 있음을 확인하였다.

이 결과들을 통해 알 수 있듯이 가공배전계통에서의 뇌격 침입이 접지방식에 따른 지중배전계통에 영향을 미치지만 그 영향은 보호 가능한 범위 내에 있음을 알 수 있다[10].

2.3.2 Case C

Case C는 지중배전계통에서 지락고장이 발생하였을 경우이다. Case B와 동일 규모의 혼합배전계통을 모델링하고 케이블 1선 지락고장 상황을 해석하였다. 각각 3가지 경우의

접지방식에서 고장전류를 검토하고 특히 본 논문에서 제안한 3상 비접지 방식에서와 같이 순환회로가 존재하지 않을 경우에 고장전류의 순환에 대해 검토하였다.

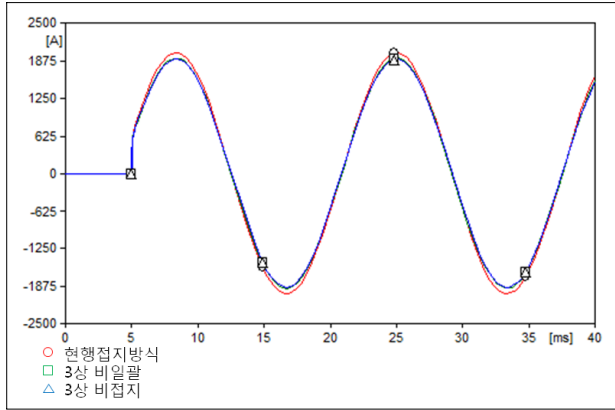


그림 13 접지선으로 흐르는 고장전류(250m)
Fig. 13 Fault current flowing to grounding wire(250m)

그림 13은 케이블에 1선 지락고장이 발생하였을 경우 첫 번째 접속점인 250m 지점의 접지선으로 흐르는 고장전류를 측정된 값이다. 현행 접지방식인 3상 일괄형 접지방식에서는 약 2,071A, 3상 비일괄 접지방식에서는 약 1,961A 그리고 3상 비접지 방식에서는 1,954A의 고장전류가 접지선으로 흐르고 있음을 알 수 있다. 이 결과 값으로 미루어보면 현행 접지방식과 다른없이 제안한 방식도 유사한 고장전류의 현상을 보이고 있어 보호계전에 문제가 발생되지 않음을 알 수 있다. 그림 13에 나타나듯이 가장 첫 번째 접속점인 250m 지점에서 3상 비접지 방식은 현행 접지방식과 약 200A의 차이를 보였지만 3상 비일괄 접지방식과 3상 비접지 방식은 각각 1,961A, 1,954A로서 약 7A 정도밖에 차이를 보이지 않았으므로 제안된 3상 비접지 방식의 고장전류의 처리에서도 3상 비접지 방식과 큰 차이는 없는 것으로 판단된다.

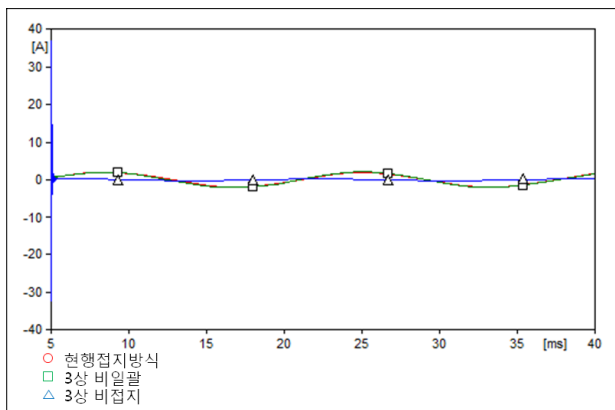


그림 14 접지선으로 흐르는 고장전류(500m)
Fig. 14 Fault Current flowing to grounding wire(500m)

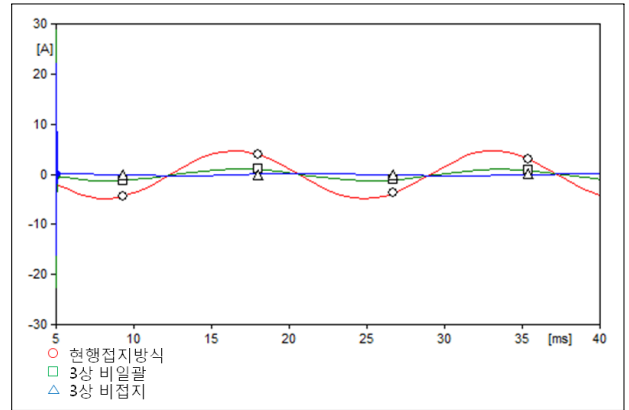


그림 15 접지선으로 흐르는 고장전류(750m)
Fig. 15 Fault Current flowing to grounding wire(750m)

그리고 그림 14와 그림 15는 각각 두 번째와 세 번째 접속점인 500m와 750m에서 접지선으로 유출되는 고장 전류값을 나타낸 것이다. 마찬가지로 그림 14의 500m, 그림 15의 750m 지점에서도 3상 비일괄 접지방식과 3상 비접지 방식의 고장전류 처리는 유사한 결과값을 보인다. 표 6은 3가지 접지방식의 각 접속점에서 접지선으로 유출되는 고장전류의 값을 정리하였다.

표 6 접지선으로 흐르는 고장전류
Table 6 Fault current flowing to grounding wire

접지방식	위치			
	250m	500m	750m	1,000m
현행	2071A	121A	2A	6A
3상 비일괄	1961A	112A	24A	28A
3상 일괄	1954A	66A	39A	21A

위의 결과들을 종합하여 볼 때 본 논문에서 제안한 3상 비접지 방식은 고장전류의 신속한 대지로의 유출이라는 측면에서 볼 때 대체적으로 현행접지방식 또는 3상 비일괄 접지방식과 유사함을 알 수 있다. 이는 지중케이블의 중성선의 순환회로를 제거함으로써 동심중성선에 흐르는 순환전류가 제거될과 동시에 지락고장전류 검출에 따른 OCR 등 보호계전 시스템 운용에도 문제가 없음을 확인하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 지중배전계통의 CN/CV 케이블에서 중성선에 흐르는 순환전류를 감소시키기 위한 접지방식을 제안하였다. 그리고 기존의 일반적이 방식, 최근 채택된 3상 비일괄 접지방식 그리고 제안한 3상 비접지 방식을 정상상태, 과도상태에서 각각 해석하여 상호 결과를 비교함으로써 실계통 운전 실효성을 평가하였다. 다음은 본 논문에서 얻은 결론이다.

- (1) 정상상태에서 세 가지 접지방식을 각각 모델링하고 순환전류는 제안한 3상 비접지 방식에서는 순환회로를 근본적으로 제거시켰으므로 순환전류가 흐르지 않는다.

(2) 15kA, 20kA의 너적이 혼합배전계통의 가공선로에 침입하였을 때 지중케이블과 중성선에서 발생한 과전압은 세 가지 접지방식 모두 국내 배전계통의 BIL 범위 내에 존재하였으므로 제안한 접지방식이 절연문제에 영향을 주지 않음을 확인하였다.

(3) 케이블에 1선 지락고장이 발생하였을 경우 고장전류도 세 가지 방식 모두 유사함을 볼 때 보호계전 방식에도 영향을 주지 않음을 확인하였다.

이와 같은 결과를 볼 때 본 논문에서 제안한 중성선 순환전류를 제거하기 위해 제안한 3상 비접지 방식은 최소한 너서지와 고장의 경우를 고려하여 볼 때에 실계통 운전 실효성이 있다고 사료된다. 한편, 추후 3상 비접지 방식의 실계통 적용여부를 판단하기 위해서는 다양한 실계통 모델에 대한 보다 상세한 검토가 요망되며 이 부분에 대하여 지속적으로 연구할 예정이다.

감사의 글

이 논문은 2010학년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 수행 됨.

참 고 문 헌

- [1] 한국전력공사, “지중편설계기준 1650”, 2004
- [2] 한국전력공사, “배전지중설계기준 5900 부록”, 2003
- [3] 한국전력공사, “22.9kV 동심중성선 전력케이블”, 2001
- [4] 대한전기협회 배전규정전문위원회, “배전규정”, 1997
- [5] 한국전력공사, “설계기준 - 3500(접지공사)”, 1999
- [6] 한국전력공사, “설계기준 - 5001(총칙)”, 1998
- [7] 전명수, 송중호, “22.9kV 지중배전계통케이블의 동심중성선에 흐르는 순환전류 제거방안 및 효과
- [8] IEEE Std 1299/C62.22.1-1996 “IEEE Guide for the Connection of Surge Arresters to Protect Insulated, Shielded Electric Power Cable Systems”, 1996
- [9] IEEE Std. C62.22-1997 “IEEE Guide for the Application of Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating Current Systems”, 1997
- [10] 한국전력공사, “배전계통 절연협조 기준정립에 관한 연구”, 2003
- [11] EEUG, “ATPDraw version 5.6 Rule Book”, 2010
- [12] Lszl Prikler, “ATPDraw version 5.6 user manual”, Preliminary Release No. 1.0, 2009
- [13] 임광식, 이종범, “지중송배전계통에서 과도상태시 공동 접지의 영향 분석”, 2007
- [14] 정채균, 이종범, “퍼지추론시스템 기반 지중송전계통 보호용 거리계전 알고리즘 개발”, 2007

저 자 소 개



정 석 산 (鄭 奭 山)

1981년 12월 21일생. 2010년 원광대 공대 전기공학과 졸업. 2010년~현재 동 대학원 전기공학과 석사과정
Tel : (063)850-6735
E-mail : seoksans@hanmail.net



이 종 범 (李 鍾 範)

1955년 7월 12일생. 1981년 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1983년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1986년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1987~1990년 한국전기연구원 지중송전연구실 실장. 현재, 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수
Tel : (063)850-6735
E-mail : ipower@wonkwang.ac.kr



장 성 환 (張 成 煥)

1950년 6월 5일생. 1974년 홍익대 공대 전기공학과 졸업. 1978년 연세대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1982년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1985년~1986년 미국 노스웨스턴대학 방문교수. 현재 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수
Tel : (063)850-6734
E-mail : swhjang@wonkwang.ac.kr



김 용 갑 (金 鎔 甲)

1962년 12월 15일생. 1988년 아주대 공대 전자공학과 졸업. 1993년 미국 앨라버머주립대(석사). 2000년 미국 노스캐롤라이나주립대(공학). 현재, 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수
Tel : (063)850-6695
E-mail : ykim@wonkwang.ac.kr



권 신 남 (權 信 男)

1949년 4월 15일생. 1973년 조선대 공대 전기공학과 졸업. 1980년 연세대 경영대학원 경제 학과 수료. 1975년~2001년 회성전선(주) 공사팀장. 1994년~2001년 CIGRE 전력연구회 운영위원. 2002년~현재 (주)현대이앤아이 상무
Tel : (031)399-2650
E-mail : snkwon@hanmail.net