

방식층 보호장치의 설치에 따른 지중송전케이블 시스 유기전압 해석

論 文
49A-1-4

Analysis of Sheath Induced Voltage in Transmission Power Cable Connected with CCPU

李 俊 晟* · 李 鍾 範** · 金 瑛***
(Jun-Sung Lee · Jong-Beom Lee · Young Kim)

Abstract - This paper describes the sheath induced voltage in underground transmission cable system which will be operated with cable cover protection unit(CCPU). Simulation was carried out to analyze the sheath induced voltage in the real cable system which was installed by 154kV CV cable in the case with and without CCPU. The sheath induced voltage will be also analyzed according to the change of grounding method, fault resistance and fault angle. Simulation was performed using EMTP and ATP Draw, the simulation results show whether the CCPU is necessary or not in underground transmission power cable system.

Key Words : Sheath Induced Voltage, CCPU, Cross-Bond Grounding, Grounding Method, EMTP, ATP Draw

1. 서 론

최근 산업경제 및 국민생활의 급격한 성장으로 전력수요는 해마다 증가하고 있으며 인구집중현상에 따른 대도시의 전력수요 밀도가 급격히 높아짐에 따라 도심지의 가공송전선로가 갖고 있는 한계성을 극복하기 위해 지중송전 건설은 해마다 증대되고 있다. 따라서 전국의 주요 대도시에는 지중송전선로가 포설되어 운전되고 있으며 이러한 현상은 계속 증대되리라 전망된다. 지중송전 케이블은 도체, 시스 및 절연체로 구성되어 있는데 이러한 시스에는 손실이 발생하며 이를 방지하기 위하여 케이블 시스에 크로스본드 접지를 하여 운전하고 있다[1]-[3]. 그러나 이 크로스본드 접속점은 변이점으로 복잡한 투과와 반사가 생기고, 또 도체와 시스 사이의 전압으로 인하여 시스와 대지간의 전압이 발생한다.

그런데 이 전압과 전류의 크기와 파형을 엄밀하게 구하는 것도 매우 어렵다. 그 이유로서는 전파해 오는 전압과 전류는 감쇄하며, 특히 시스와 대지사이의 진행파는 대지의 영향을 크게 받기 때문에 정확한 예측이 곤란하기 때문이다.

또한 지중송전계통에서 고장이 발생하거나 각종 서어지(surge)가 케이블에 침입하면 시스에 전압이 유기되는데, 만일 이 전압의 크기가 방식층의 내충격 전압 이상이 되면 케이블의 방식층이 파괴될 위험성이 있다. 그리고 이 방식층이 파괴되면 케이블 시스가 부식되어 마침내는 케이블의 절연이 파괴되어 대정전 사태까지 유발되는 중대한 고장이 발생하게 된다. 따라서 현재 포설되어 운전중인 지중송전 케이블에서는 시스 유기전압을 제한할 목적

으로 시스를 크로스본드 접속하고 여기에 방식층 보호장치를 별도로 설치하여 운전하고 있다. 이러한 방식층 보호장치는 형태에 따라 대지간 접지방식, 교락 비접지방식 및 교락 접지방식으로 구분되고 있다[4]-[7]. 또한, 현재 포설되고 있는 실계통에서는 방식층 보호장치 뿐만 아니라 전원(source)측 두 구간과 부하측 두 구간에 더욱 효과적으로 시스 유기전압을 제한할 목적으로 방식층 보호장치를 설치하여 운전예정이다.

기존에 발표된 시스 유기전압 관련 논문들을 보면 주로 크로스본드된 지점에서 발생하는 시스 유기전압을 단상고장과 3상고장의 경우에서만 단순히 해석하였다[5]. 따라서 케이블에서 발생할 수 있는 다양한 고장 조건을 고려하여 케이블 시스의 유기전압을 해석하여 정확한 케이블 보호대책을 수립할 필요가 있다. 또한 전원(source)측 두 구간과 부하측 두 구간에 설치한 방식층 보호장치가 계통 특성상 반드시 설치해야 할 필요성이 있는 것인지에 대해서는 과잉 및 중복 투자의 측면에서 면밀히 검토해 볼 필요가 있다.

따라서 본 논문에서는 곧 운전예정인 154kV 지중송전 계통에 포설 되어있는 CV케이블의 금속 시스에 유기되는 유기전압을 EMTP와 ATP Draw로 상세히 시뮬레이션하였다. 특히 여기서는 지중송전 계통에서 전원(source)측 두 구간과 부하측 두 구간에 설치한 방식층 보호장치에 따라 발생하는 시스 유기전압을 다양한 고장조건 즉 케이블에서 발생할 수 있는 고장각과 접지저항의 변화에 따른 시스 유기전압 및 과전압을 해석하였고, 이 결과를 바탕으로 방식층 보호장치 설치효과를 분석하여 설치 필요성 유무를 제시하였다.

* 準 會 員 : 圓 光 大 學 院 電 氣 工 學 科 碩 士 課 程

** 正 會 員 : 圓 光 大 工 大 電 氣 · 電 子 工 學 科 教 授 · 工 博

*** 正 會 員 : 大 韓 電 線(주) 시스 시스템 엔지니어링 팀장

接受日字 : 1999年 7月 30日

最終完了 : 1999年 12月 14日

2. 시스 및 방식층 보호장치

2.1 시스 접지 방식

지중송전케이블은 전류가 흐르는 도체와 외부도체인 시스

사이에 절연체가 삽입된 구조로 되어 있는데, 이 시스에는 도체전류에 의한 전자유도현상이 나타나 유기전압이 발생된다. 따라서 시스 유기전압을 감소시킬 목적으로 시스를 접지 시키는데 접지방식에는 보통 양단 접지방식, 편단 접지방식, 직접 접지방식 및 크로스본드 접지방식이 있다. 그리고 실제 케이블 접지는 이 방식들을 다양하게 조합하여 실시하고 있다. 이 가운데 크로스본드 접지는 다음과 같은 방식으로 되어 있다.

2.1.1 크로스본드 접지방식

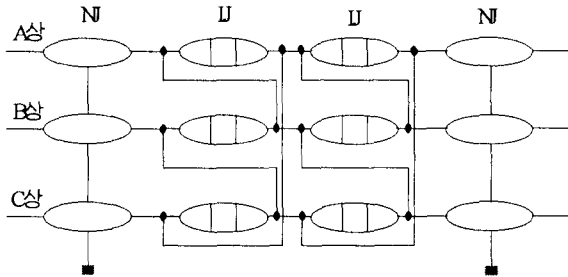


그림 1 크로스본드 접지방식
Fig. 1 Cross-bond grounding method

이 방식은 시스를 일정구간 마다 연가함으로써 연가점의 시스 유기전압을 일정치 이하로 제한하고 크로스본드 시작점과 끝나는 점의 시스를 직접 접지하여 시스 접지점에서의 유기전압을 제로로 유지시키는 방법이다.

2.2 방식층 보호장치

최근의 케이블 방식층 보호장치는 ZnO 방식층 보호장치로 구성되어 있는데 이는 방식층에 과도한 서어지(surge) 전압을 방지할 목적인 것이다. 케이블에 뇌 서어지(surge), 개폐 서어지(surge)등과 같은 고주파 서어지(surge)가 케이블 도체에 침입하여 케이블 도체-시스간과 시스-대지간의 서어지(surge) 임피던스 비에 따라 케이블 시스에도 서어지(surge)가 발생한다. 시스 유기전압은 심선-대지간 전압의 약 15% 정도이지만 서어지(surge) 전압이 방식층의 내충격 전압치를 초과할 경우에는 방식층을 보호하기 위한 대책이 필요하다. 방식층 보호장치는 결선방식에 따라 대지간 접지방식, 교락 비접지방식, 교락 접지방식과 그 이외에 CIGRE 방식과 동판방식 등이 사용되고 있다. 그러나 케이블 계통에서는 실제로 대지간 접지방식과 교락 비접지방식 및 교락 접지방식의 세가지 방식이 주로 사용되고 있다. 본 논문에서 제시한 모델계통에서는 대지간 접지방식과 교락 비접지방식이 혼용되어 있다.

3. 모델계통 및 시뮬레이션

3.1 모델계통 1

본 논문에서 사용된 모델계통은 편단 전원에서 154kV 전압이 인가되는 실계통으로서 전력구와 관로가 병행되어 있다. 시뮬레이션에서 사용된 케이블은 단면적 2000mm² 154kV CV케이블이다.

그림 2는 편단전원을 갖는 계통(모델계통1)으로서 선로의 공장은 5,681m이며, 전체선로 18구간중 T S/S 및 1~6, 16구간은 전력구 매설로 매설길이는 2,642m이고, D S/S 및 7~15구간은 관로식 매설로 매설길이는 3,039m로 포설되어 있으며, 포설 형태는 선로를 세 구간으로 나누어 두 개의 구간은크로스본드하였고, 세 번째 구간은 직접 접지한 형태로 서 구간별 선로길이 및 접지상태는 표 1에 나타내었다.

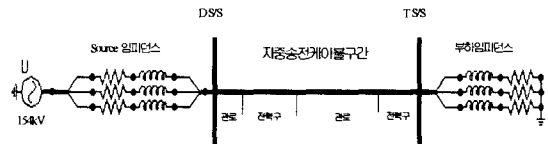


그림 2 D ~ T 변전소 구간(모델 계통1)
Fig. 2 D S/S ~ T S/S (model system 1)

표 1 선로길이 및 접지상태

Table 1 Line distance and grounding state

구간	D S/S	1구간	2구간	3구간	4구간	5구간
선로길이[m]	350	340	340	340	380	282
접지상태	○	△	△	○	△	△
구간	6구간	7구간	8구간	9구간	10구간	11구간
선로길이[m]	282	263	308	347	318	269
접지상태	○	△	△	○	△	△
구간	12구간	13구간	14구간	15구간	16구간	T S/S
선로길이[m]	340	244	300	300	260	330
접지상태	○	△	△	○	△	○

[직접접지:○ 크로스본드 접지: △]

3.2 모델계통 2

그림 3은 본 논문에서 고려된 방식층 보호장치 A, B, C, D를 적용했을 경우(모델계통 2)로서 이 방식층 보호장치는 전원(source)측 두 구간과 부하측 두 구간에 설치되어 있으며 대지간 접지방식을 이용하여 접지되었다, 또한 방식층 보호를 위해 교락 비접지방식으로 다시 방식층 보호장치가 설치되었다. 전원(source)측 두 구간과 부하측 두 구간에 설치된 방식층 보호장치 상황하에서 고장형태는 1선 지락고장을

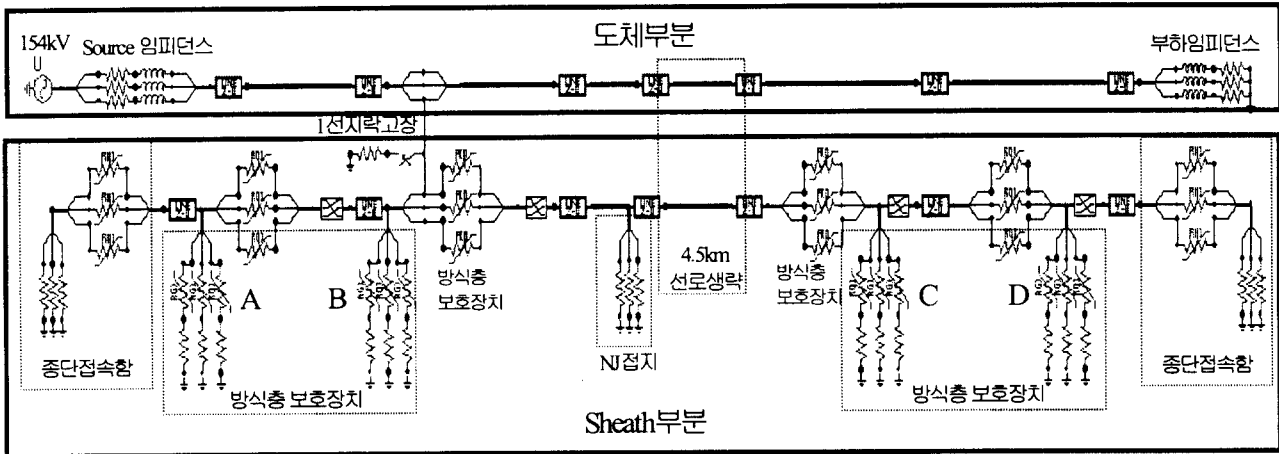


그림 3 방식층 보호장치 A, B, C, D를 적용한 케이블 계통 (모델계통2)

Fig. 3 Cable system connected with CCPU A, B, C, D (model system 2)

모의하였으며 보통접속함의 접지저항을 5Ω, 25Ω으로 변화시키고 고장각도 0도, 45도 및 90도의 경우에서 다양하게 해석하였다.

3.3 입력자료

3.3.1 Source 임피던스

전원(source) 임피던스는 정확한 데이터를 확보하기 위해 전력계통 해석용 프로그램인 PSS/E와 PSS/U를 이용하여 계산하였다. 표 3은 해석을 위해 사용된 전원(source) 임피던스이다.

표 3 Source 임피던스
Table 3 Source impedance

변전소	임피던스	Z[Ω]
D	영상	0.01142+j0.07251
	정상	0.00634+j0.04605
	역상	0.00632+j0.04577

3.3.2 부하 임피던스

부하모델에는 직렬모델, 병렬모델 및 일정전력 모델이 사용되고 있으나, 본문에서는 부하 모델을 수립하기 위하여 직렬모델을 사용하였고 D S/S ~ T S/S에서의 역률, 모선전압 및 부하전력을 이용하여 부하 임피던스를 계산하였다.

$$S_L = P_L + jQ_L = V^2 \cdot Y^*_P = \frac{V^2}{Z^*_L} \quad (1)$$

$$Z_L = \frac{V^2}{S^*} = \frac{V^2}{P_L - jQ_L} = \frac{V^2}{S_L (\cos \theta - j \sin \theta)} \quad (2)$$

$$= \frac{V^2}{S_L} (\cos \theta + j \sin \theta) = R_L + jX_L \quad (3)$$

$$\text{단, } \theta = \tan^{-1} \frac{X_L}{R_L}$$

여기서 V는 모선전압, S_L은 부하전력이며, θ는 역률이다. 식 (1), (3)은 부하전력과 모선전압으로부터 부하의 R, X값을 계산하기 위한 과정으로서 모델계통의 부하모델 수립결과는 표 4에 나타내었고, EMTP 및 ATP Draw에서 사용할 수 있도록 X[Ω]를 L[H]로 변환시켰다.

표 4 부하 임피던스
Table 4 load impedance

변전소	R _L [Ω]	L[H]
T	143.8801	0.1740

4. 시뮬레이션 및 결과

4.1 방식층 보호장치 결선방식에 따른 시스 유기전압

모델계통 2와 비교하기 위해서 방식층 보호장치의 결선방식을 대지간 접지방식, 교락 비접지방식 및 교락 접지방식으로 바꾸면서 시뮬레이션하였다.

그림 4에서 그림 9는 방식층 보호장치의 결선방식의 변경에 따라서 발생하는 시스 유기전압의 해석 결과이다.

4.1.1 대지간 접지방식

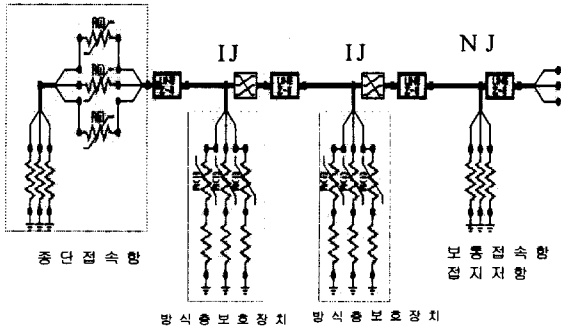


그림 4 대지간 접지방식
Fig. 4 Grounding method of earth

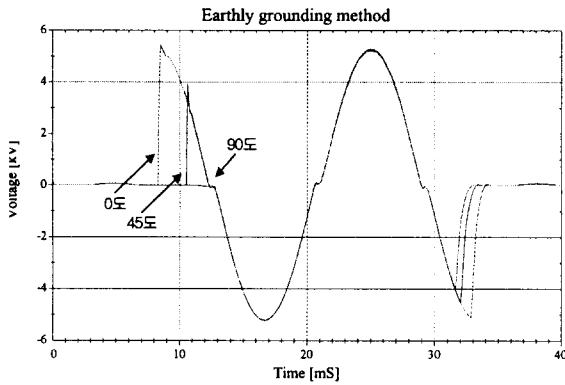


그림 5 대지간 접지방식인 경우의 시스유기전압
Fig. 5 Sheath induced voltage in the case of earthly grounding method

그림 4는 방식층 보호장치의 결선방법중 대지간 접지방식을 나타낸 모델이며 3상 일괄형 또는 단상형 보호장치를 설치하고, 리드선을 사용하여 절연접속함의 접지단자에 연결하는 방식으로서 그림 5에서와 같이 시스 유기전압은 고장각이 0도, 접속함 접지저항이 5Ω일 경우 최대 5.447kV로 시스 유기전압이 발생하였으며, 90도 25Ω일 경우에는 1.418kV로 가장 낮게 나타났다.

4.1.2 교락 비접지 방식

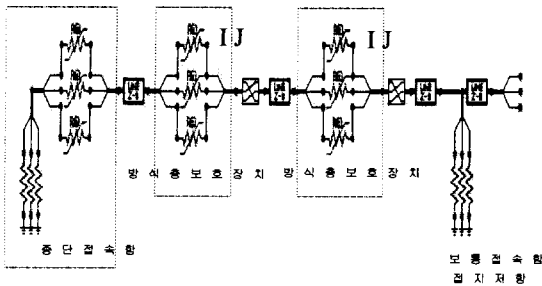


그림 6 교락 비접지방식
Fig. 6 Non-grounding method with cross

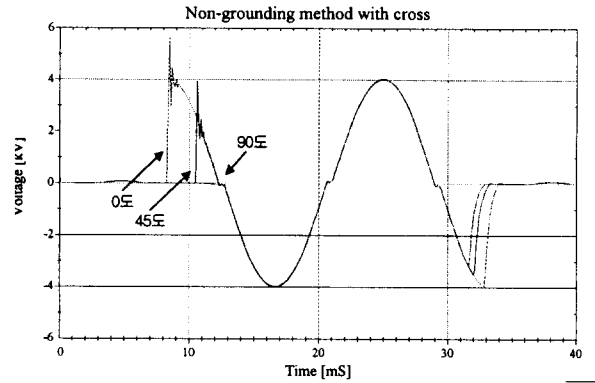


그림 7 교락 비접지방식인 경우의 시스 유기전압
Fig. 7 Sheath induced voltage in the case of non-grounding method with cross

그림 6은 교락 비접지방식의 모델을 보여주고 있다 이것은 절연접속함 양단에 한 개씩의 보호장치, 즉 방식층 보호장치를 설치하는 방식으로 본 논문에서의 연구대상인 모델 계통 2도 교락 비접지방식으로 포설되어 있다. 그림 6은 교락 비접지시의 경우에서 0도, 45도, 90도 및 보통접속함의 접지저항 5Ω일 경우에 대한 해석결과로서 0도에서는 5.633kV, 45도에서는 4.038kV, 90도에서는 가장 낮은 4.030kV의 시스 유기전압이 발생하였다. 보통 접속함의 접지저항을 25Ω로 변경시킨 후에 시스 유기전압을 해석해 보면 위의 결과와 비슷하게 해석되었다. 그리고 고장각이 증가할 수록 시스 유기전압은 감소하였으며 접지 저항이 적을수록 시스 유기전압은 증가하는 현상을 보였다.

4.1.3 교락 접지방식

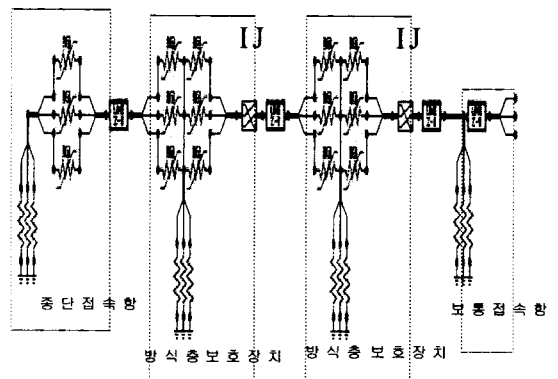


그림 8 교락 접지방식
Fig. 8 Grounding method with cross

그림 8은 교락 접지방식으로 ZnO 피뢰기 두 개를 이용하여 직렬로 연결하고 그 중간점에 접지를 시키는 방식으로 시스 유기전압은 그림 9와 같다. 대지간 접지방식 및 교락 비접지방식에서와 같이 여기서도 시스 유기전압은 0도에서 5.214kV로 가장 높게 발생하였고, 90도에서 가장 낮게 나타났다.

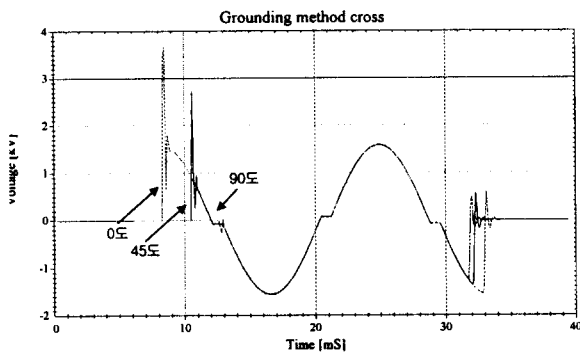


그림 9 교락 접지방식인 경우의 시스 유기전압
Fig. 9 Sheath induced voltage in the case of grounding method with cross

방식층 결선방식에 따른 시스 유기전압 해석 결과는 표 5와 같다. 방식층 보호장치의 결선방식에 따라서 해석한 시스 유기전압을 살펴보면 교락 비접지방식 0도 및 보통 접속함 접지저항이 5Ω일 경우 고장시에 시스 유기전압이 5.633kV로 가장 높게 나타났다. 세 가지 경우 모두에서 알 수 있듯이 결선방식에 따른 시스 유기전압은 고장각 및 접지저항이 증가할 때 더욱더 높게 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 본 연구에서 기본적으로 해석해야 할 모델계통 2와 비교해 볼 때 표 6과 같은 결과를 얻을 수 있다.

표 5 방식층 보호장치 결선방식에 따른 시스 유기전압해석 결과

Table 5 The result of sheath induced voltage according to connecting method of CCPU

고장종류	0도 고장		45도 고장		90도 고장	
	시스 유기전압[kV]		시스 유기전압[kV]		시스 유기전압[kV]	
보통접속함 접지저항	5Ω	25Ω	5Ω	25Ω	5Ω	25Ω
대지간 접지	5.447	3.607	5.270	2.988	5.200	1.418
교락비접지	5.633	4.037	4.038	2.908	4.030	0.995
교락접지	5.214	3.669	5.144	2.726	5.029	1.585

표 6 방식층 보호장치 적용에 따른 시스 유기전압 해석

Table 6 Analysis of sheath induced voltage according to connecting with CCPU

고장종류	0도 고장		45도 고장		90도 고장		
	시스 유기전압[kV]		시스 유기전압[kV]		시스 유기전압[kV]		
보통접속함 접지저항	5Ω	25Ω	5Ω	25Ω	5Ω	25Ω	
피뢰기 설치 상태	A, B, C, D 접지	5.633	4.037	4.038	2.908	4.030	0.995
	A, B 접지	5.633	4.037	4.038	2.908	4.030	0.995
	A 접지	5.633	4.037	4.038	2.908	4.030	0.995
	C, D 접지	5.633	4.037	4.038	2.908	4.030	0.995
	D 접지	5.633	4.037	4.038	2.908	4.030	0.995
	A, B, C 접지	5.633	4.037	4.038	2.908	4.030	0.995
	A, C, D 접지	5.633	4.037	4.038	2.908	4.030	0.995
	A, D 접지	5.633	4.037	4.038	2.908	4.030	0.995
설치하지 않을 경우	5.633	4.037	4.038	2.908	4.030	0.995	

표 6은 각각의 방식층 보호장치 설치 상태에서 3개의 고장조건 및 보통접속함의 접지저항을 5Ω, 25Ω으로 변경하였을 경우의 결과이다.

4.2 모델계통 2에서의 해석

본 연구의 연구대상인 모델계통 2에서의 전원(source)측 두 구간과 부하측 두 구간에 설치된 방식층 보호장치에 따라서 시스 유기전압을 해석하였다.

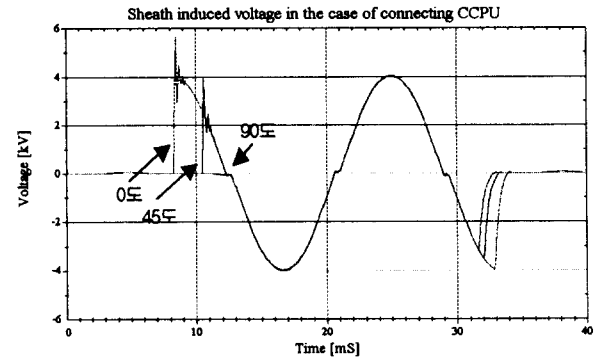


그림 10 방식층 보호장치 A, B, C, D를 설치했을 경우의 시스 유기 전압 (R=5Ω, 0도, 45도, 90도)

Fig. 10 Sheath induced voltage in the case of connecting CCPU A, B, C, D

그림 10은 전원(source)측 두 구간과 부하측 두 구간에 방식층 보호장치가 설치된 경우 보통 접속함의 접지저항을 5Ω , 고장각 도를 0도, 45도, 90도에서 해석한 시스 유기전압이다. 그림 10의 결과에서 볼 수 있듯이 방식층 보호장치 설치시 시스 유기전압은 고장각의 증가에 따라서 유기전압 또한 증가하였고, 보통접속함의 접지저항을 25Ω 으로 변경시켰을 경우에도 동일한 결과가 나타났다.

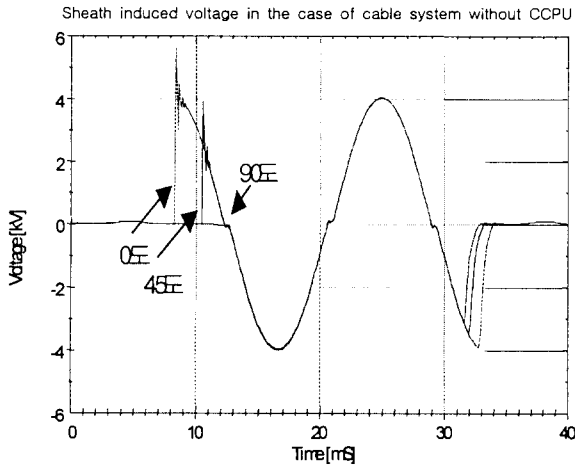


그림 11 방식층 보호장치 A, B, C, D를 제거하였을 경우 시스 유기전압 ($R=5\Omega$, 0도, 45도, 90도)

Fig. 11 Sheath induced voltage in the case of cable system without CCPU A, B, C, D

그림 11은 전원(source)측 두 구간과 부하측 두 구간에 방식층 보호장치를 제거 시켰을 경우에 보통 접속함의 접지저항을 5Ω 으로 하여 그림 10과 동일한 조건하에서 해석한 결과이다. 그림 10의 결과에서처럼 고장각을 0도, 45도, 90도로 변경하여 해석한 결과 그림 11 또한 그림 10과 같이 동일한 결과를 얻을 수 있었다.

표 7 접지방식에 따른 모델계통

Table 7 Model system with grounding method

Type	방식층 보호장치의 결선방식
E	대지간 접지방식
F	교락비접지 방식
G	교락접지 방식
H	모델계통 2의 방식층 보호장치 A, B, C, D 적용시

표 7은 방식층 보호장치의 결선방식을 나타낸 것이며, 그림 12는 시스 유기전압을 방식층 보호장치의 접지방식에 따라서 해석한 것으로 E Type은 그림 4에 나타낸 것처럼 대지간 접지방식만을 모델계통 2에 이용하여 해석한 시스 유기전압이며, F Type은 그림 6에서 보인 것처럼 교락 비접지 방식만을 이용하여 해석한 시스 유기전압이다, 그리고 G Type은 그림 8에서 제시한 모델과 같이 교락 접지방식을

채택하여 해석한 시스 유기전압의 결과이다. 또한 H Type은 방식층 보호장치 A, B, C, D를 고려한 모델계통 2를 이용하여 해석한 시스 유기전압으로서 B Type과 D Type의 시스 유기전압은 일정하게 얻어졌다

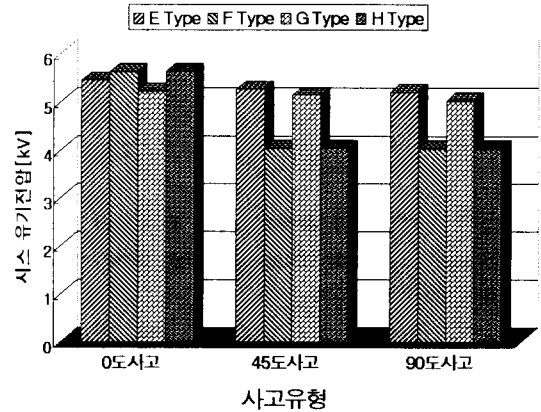


그림 12 형태에 따른 시스 유기전압(E, F, G, H)

Fig. 12 Sheath induced voltage in the case of several types

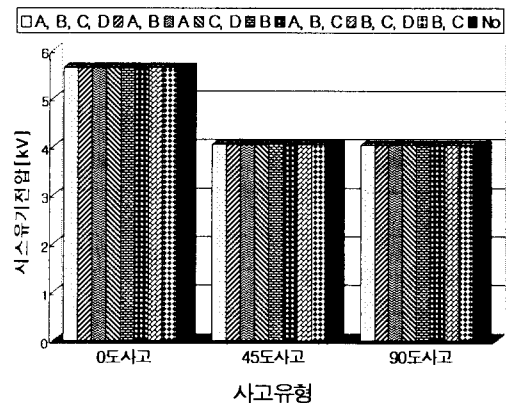


그림 13 방식층 보호장치 적용에 따른 시스 유기전압

Fig. 13 Sheath induced voltage according to the change of CCPU

그림 13은 그림 3에서처럼 방식층 보호장치 A, B, C, D의 설치상태에 따라서 각각의 시스 유기전압을 해석하여 나타낸 것으로서 방식층 보호장치 설치시와 제거시의 시스 유기전압은 같은 고장상태에서 일정하게 발생하였다. 그러므로 그림 12와 13에서 보는 바와 같이 방식층 보호장치 A, B, C, D의 설치 전과 및 설치 후의 시스 유기전압은 일정하게 발생하고, 방식층 보호장치의 결선방식인 교락 비접지방식과 방식층 보호장치 A, B, C, D를 제거했을 경우가 결선방식이 일치하기 때문에 해석한 시스 유기전압 또한 동일하게 발생하였다. 또한 개폐 서어지(surge)에 관해서도 모델계통 2를 이용하여 시뮬레이션을 여러번 수행하였다. 그러나 개폐 서어지(surge)시 시스 유기전압은 4kV이내의 값을 가지고 있었다. 따라서 CCPU 동작전압인 14kV에 미치지 못하기 때문에 본 논문에서는 개폐 서어지(surge)에 관한 내

용은 생략하였다.

따라서 본 논문에서 해석한 결과에 따르면 전원(source) 측 두 구간과 부하측 두 구간에 설치된 방식층 보호장치 A, B, C, D는 사실상 설치할 필요성이 없는 것으로 사료된다.

5. 결 과

본 논문에서는 각종 접지방식으로 이루어져 있는 방식층 보호장치와 함께 운전되는 지중송전케이블 계통에서 시스의 유기전압을 EMTP 및 ATP draw를 이용하여 상세히 해석하였다. 연구를 통해 얻어진 결과를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 각각의 방식층 보호장치 A, B, C, D의 설치 전후에 따른 시스 유기전압의 해석결과는 일정하였다. 따라서 크로스본드 접지구간에서 방식층 보호장치 A, B, C, D를 설치할 필요성은 없는 것으로 사료된다.
- 2) 교락 비접지방식과 모델계통 2의 방식층 보호장치 A, B, C, D를 제거한 경우에도 동일한 시스 유기전압이 발생하였다.
- 3) 방식층 보호장치 결선방식에 따른 시스 유기전압을 해석해 본 결과 교락 접지방식일 경우 시스 유기전압이 가장 낮게 발생하였으며, 접지저항이 낮을 수록 시스 유기전압도 낮게 나타났다.
- 4) 지중송전케이블 계통 구성시에 방식층 보호장치인 파괴기는 중복 과잉 투자를 할 필요성이 없는 것으로 판단된다. 따라서 교락 비접지방식만으로 계통을 구성하는 것이 더욱더 효과적이라 할 수 있다. 다만 이의 확인을 위해서는 좀더 다각적인 실제통 시험이 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 한국전력공사, "지중송전 케이블의 써어지 보호 대책에 관한 연구", 1993. 6.
- [2] 이종범, 박대회, "지중송전 케이블 시스템의 Surge현상과 대책 및 과제", 대한전기학회지, 41권 7호, 1992. 7.
- [3] N. Nagaoka, A. Ametani,, "Transient Calculations on Crossbonded Cables", IEEE. Trans. PAS. No. 4, pp.779-787 April 1983.
- [4] B. Gustavsen, J. Sletbak, "Transient Sheath Overvoltage in Armoured Power Cable", IEEE Trans. Power Delivery, Vol. 11, No. 3, pp 1594-1600 July 1996.
- [5] 최석영, 유명호 배두한, 오정환, 임성정, 김재철, "154kV 지중케이블에서 유기전압 해석", 대한전기학회 하계 학술대회, pp. 1184-1186, 1997. 7.
- [6] 이종범, 김점식, 김대경, 정성환, "지중송전계통의 방식층 보호장치 결선방식에 대한 써어지 해석", 대한전기학회 하계학술대회 pp. 1018-1020, 1997. 7.
- [7] 이준성, 이종범, "다양한 고장조건에서 154kV 지중송전 케이블 시스 유기전압해석에 관한 연구", 대한전기학회 하계 학술대회 pp. 1179-1181, 1998. 7.

저 자 소 개



이 준 성(李俊晟)

1973년 11월 2일생. 1998년 원광대 공대 전기공학과 졸업. 1998년~현재 동 대학교 전기공학과 석사과정
Tel : 0653-850-6735
Fax : 0653-850-6735
E-mail : ees@shinbiro.com



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 한국 전기연구소 지중송전 연구실 실장. 1997~1998년 미국 Texas A&M University 객원교수, 현재 원광대 공대 전기·전자공학부 교수
Tel : 0653-850-6735, Fax : 0653-850-6735
E-mail : ipower@wonms.wonkwang.ac.kr



김 영(金瑛)

1961년 4월 5일생. 1983년 중앙대 공대 전기공학과 졸업. 1986년 대한전선(주) 입사. 1986년~현재 대한전선(주) 시스템 엔지니어링 팀장
Tel : (02)316-9291, Fax : (02)752-9008
E-mail : tec97@nuri.net