

다양한 고장조건에서 154kV 지중송전케이블 시스유기전압해석에 관한 연구

이준성** 이종범*
원광대학교 원광대학교

A Study on the Analysis of Induced Voltage of Sheath on 154kV Transmission Power Cable in Multi Fault Cases

Jun-Sung Lee** Jong-Beom Lee*
Wonkwang University Wonkwang University

Abstract - This paper describes the induced voltage of sheath on 154kV transmission power cable in multi fault states.

Simulation was carried out to obtain the induced voltage of sheath according to change of fault angle and grounding resistance using EMTP. Modeling of cable system is also established in EMTP to analyze.

The simulation results can be useful reference to design cable system in power system.

였다.

2. 모델 계통 및 시뮬레이션

2.1 모델계통

본 논문에서는 154kV CV케이블을 대상으로 직접저항의 변화에 따른 다양한 고장상태에서 발생하는 유기전압을 해석하기 위해서, 다음과 같은 모델 계통을 이용하여 해석을 하였다. 해석을 위한 기본 계통모델은 그림 2.1에 나타내었다.

1. 서론

최근의 산업경제 및 국민생활의 급격한 성장으로 전력수요는 해마다 증가하고 있으며, 인구집중현상에 따른 전력수요의 밀도가 급격히 높아짐에 따라 도심의 지중송전의 필요성이 날로 증대되고 있으며, 인구밀집 지역내의 가공송전이 갖고 있는 어려움 때문에 지중송전계통이 도입되고 있으며, 이러한 지중송전계통이 급속도로 확산되고 있다.

지중송전계통에서 고장이 발생하거나 각종 써어지가 케이블에 침입하면, 케이블 Sheath에 전압이 유기 되는데, 만일 이 전압의 크기가 방식층의 내충격 전압 이상이 되면 케이블의 방식층이 파괴될 위험성이 있다. 그리고, 이 방식층이 파괴되면 케이블 Sheath가 부식되어 마침내는 케이블의 절연이 파괴되어 대정전상태까지 유발되는 중대한 고장이 발생하게 된다.

이에 본 논문은 현재 154kV 지중송전계통에서 사용되고 있는 지중송전케이블을 대상으로 도체와 Sheath에 유기되는 유기전압을 분석하고자 하며, EMTP 시뮬레이션을 이용하여, 송전계통에서의 접지저항별(5Ω, 25Ω, 50Ω, 75Ω, 100Ω) 및 다양한 고장(0도, 45도, 90도)의 유기전압을 해석하

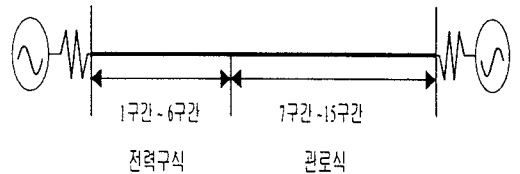


그림 2.1 154kV 지중송전케이블 선로모델

선로의 공장은 4,741(m)이며, 전력구 매설 길이는 2,052(m), 관로식 매설 길이는 2,689(m)를 차지한다. 포설형태는 두 개의 구간은 크로스본딩 하였고, 세 번째 구간은 직접접지한 형태로 구간별 선로길이 및 접지상태는 표 1과 같다.

표1. 구간별 선로길이 및 접지상태 (단위: m)

구간	1구간	2구간	3구간	4구간	5구간
선로길이	340	340	340	370	380
접지상태	△	△	○	△	△
구간	6구간	7구간	8구간	9구간	10구간
선로길이	282	263	308	347	318
접지상태	○	△	△	○	△
구간	11구간	12구간	13구간	14구간	15구간
선로길이	269	340	244	300	300
접지상태	△	○	△	△	○

[단, 크로스 본드: △, 직접접지: ○]

3. 해석 결과

고장에 따라서 0도 고장, 45도 고장, 90도 고장, 그리고 보통접속함의 접지저항을 5Ω , 25Ω , 50Ω , 75Ω , 100Ω 으로 변화시켜 고장형태별로 시스의 유기전압을 해석하였다.

다음 표 3.1과 그림 3.1은 0도 고장시의 경우 접지저항을 $5\Omega \sim 100\Omega$ 으로 변화 시켰을 때 고장형태에 따른 시스의 유기전압을 나타낸 것이다.

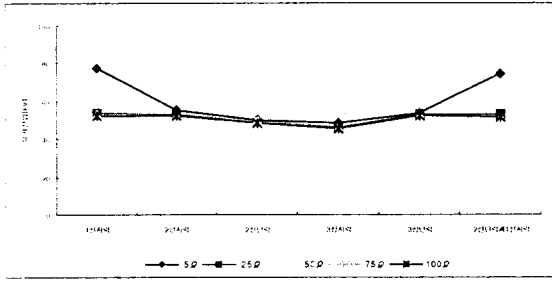


그림 3.1 접지저항별 0도 고장시 유기전압

표 3.1 0도 고장시 접지저항 및 고장형태별 유기전압

구분 형태	시이스 유기전압(0°고장시) [kV]				
	접지저항 (5Ω)	접지저항 (25Ω)	접지저항 (50Ω)	접지저항 (75Ω)	접지저항 (100Ω)
1선지락	77.037	53.549	52.653	52.376	52.267
2선지락	55.479	53.317	52.593	52.288	52.120
2선단락	50.084	49.263	48.987	48.871	48.807
3상지락	48.381	46.425	45.771	45.495	45.343
3상단락	53.867	52.786	52.424	52.271	52.117
2선단락 1선지락	74.144	53.317	51.867	51.491	51.284

그리고, 표 3.2와 그림 3.2는 45도 고장시의 경우 접지저항을 $5\Omega \sim 100\Omega$ 으로 변화 시켰을 때 고장형태에 따른 시스의 유기전압을 나타낸 것이다.

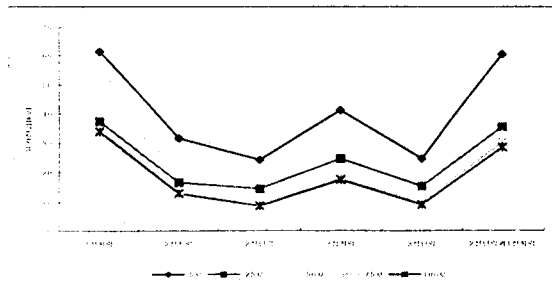


그림 3.2 접지저항별 45도 고장시 유기전압

표 3.2 45도 고장시 접지저항 및 고장형태별 유기전압

구분 형태	시이스 유기전압(45°고장시) [kV]				
	접지저항 (5Ω)	접지저항 (25Ω)	접지저항 (50Ω)	접지저항 (75Ω)	접지저항 (100Ω)
1선지락	61.266	37.287	34.848	34.271	33.826
2선지락	31.822	16.879	14.152	13.444	12.992
2선단락	24.267	14.712	11.047	9.479	8.609
3상지락	41.136	24.904	19.971	17.956	17.653
3상단락	25.033	15.285	11.227	9.915	9.185
2선단락 1선지락	60.388	35.687	33.113	30.427	28.966

또한, 표 3.3과 그림 3.3은 90도 고장시의 경우 접지저항을 $5\Omega \sim 100\Omega$ 으로 변화 시켰을 때 고장형태에 따른 시스의 유기전압을 나타낸 것이다.

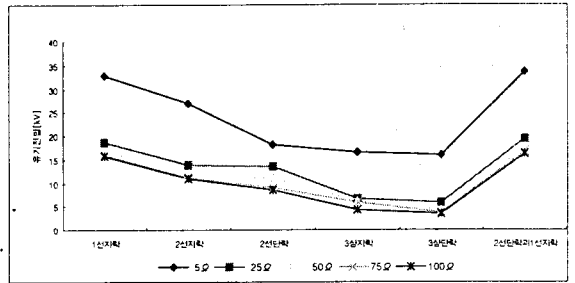


그림 3.3 접지저항별 90도 고장시 유기전압

표 3.3 90도 고장시 접지저항 및 고장형태별 유기전압

구분 형태	시이스 유기전압(90°고장시) [kV]				
	접지저항 (5Ω)	접지저항 (25Ω)	접지저항 (50Ω)	접지저항 (75Ω)	접지저항 (100Ω)
1선지락	32.861	18.632	16.680	16.030	15.707
2선지락	26.815	13.912	11.977	11.313	10.978
2선단락	18.141	13.674	10.898	9.086	8.439
3상지락	16.663	6.718	6.053	5.871	4.210
3상단락	16.043	5.858	4.306	3.792	3.537
2선단락 1선지락	33.629	19.370	17.376	16.713	16.380

접지 저항이 5Ω 일 경우에 있어서 0도 일선지락 고장시 시스전압은 77.037[kV]가 유기 되었으며, 45도 1선지락 고장시 시스전압은 61.266[kV], 90도 1선지락 고장시 시스전압은 32.861[kV]가 유기 되었다.

접지 저항 5Ω 일 경우 0도 일선지락 고장시 발생 되는 시스 유기전압은 그림 3.4에 나타내었다.

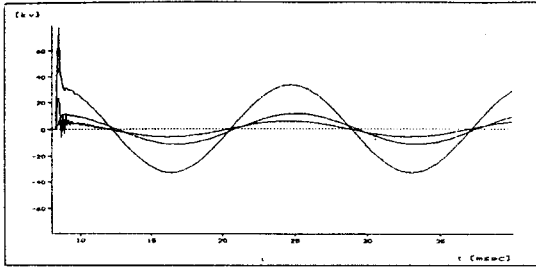


그림 3.4 접지저항 5Ω일 경우 0도 1선지락

접지 저항 5Ω일 경우 45도 1선지락 고장시 발생하는 시스 유기전압은 그림 3.5에 나타내었다.

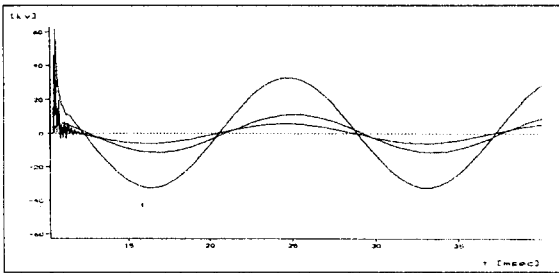


그림 3.5 접지저항 5Ω일 경우 45도 1선지락

접지 저항 5Ω일 경우 90도 1선지락 고장시 발생하는 시스 유기전압은 그림 3.6에 나타내었다.

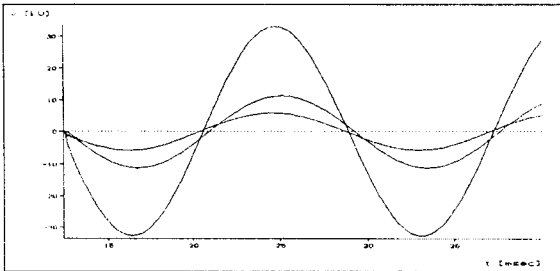


그림 3.6 접지저항 5Ω일 경우 90도 1선지락

3.1 결과분석

고장별, 접지저항, 각각의 고장형태에 따라 시스의 유기전압을 비교해 보았다.

첫째, 0도 고장시의 경우 1선지락에서 시스의 유기전압이 가장 높게 나타났으며, 3상지락의 경우에 가장 낮게 나타났다.

둘째, 45도 고장시의 경우 1선지락에서 시스의 유기전압이 가장 높게 나타났으며, 3상단락의 경우에 가장 낮게 나타났다.

셋째, 90도 고장시의 경우 2선단락과 1선지락이 동시에 발생했을 경우 가장 높게 나타났으며, 3상단락의 경우에 가장 낮게 나타났다.

4. 결 론

본 논문에서는 지중송전계통에서의 다양한 고장 상태에서 고장범위, 접지저항의 변화에 따른 시스의 유기전압을 비교하였고, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 각 고장에 따라서 유기전압은 0도 고장 일 때가 45도 고장 및 90도 고장 보다 높게 나타났다. 즉, 고장시 유기전압은 0도 고장, 45도 고장, 90도 고장 순으로 높게 나타난다.
- (2) 접지저항이 5Ω일 경우가 25Ω~100Ω으로 증가 시켰을 때 보다 시스의 유기전압이 높게 나타난 것을 볼 때 접지저항의 크기가 낮을수록 시스에 유기되는 유기전압의 크기가 높게 나타났다.
- (3) 각 고장을 살펴볼 때 1선지락시 시스에 유기되는 전압이 가장 높게 나타났으며, 0도 사고시에는 3상지락, 45도 고장시에는 3상단락, 90도 고장시에는 3상단락고장에 있어서 시스의 유기전압이 가장 낮게 나타났다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전력공사, "지중송전 케이블의 써어지 보호 대책에 관한 연구", 1993. 6.
- [2] 윤재영, 정동학, 황치우, 박중신 외, "154[kV] 계통 케이블 금속외장 유기전압 검토", EMTP Workshop, 6권, pp3-9, 1991.
- [3] EMTP Rule Book, BPA, 1986.
- [4] L.M.Wedepohl and D.J.Wilcox, "Estimation of transient sheath overvoltages in power-cable transmission system", Proc. IEE, vol. 120, no. 8, August 1973, pp. 877-882.