

## EMTDC를 이용한 AT 급전시스템 단락사고시 과도특성 분석

이 환\*, 배종일\*\*, 김양수\*, 이기식\*\*\*, 김재운\*  
 한국교통대\*, 부경대\*\*, 단국대\*\*\*

### The Analysis Transient Characteristic at Short-Circuit in AT Feeder System using EMTDC

Hwan Lee\*, Jong-Il Bae\*\*, Yang-Su Kim\*, Gi-Sik Lee\*\*\*, Jae-Moon Kim\*  
 Korean National University of Transportation\*, Pukyung National University\*\*, Dankook University\*\*\*

**Abstract** - 최근 철도차량의 고속화와 전력회생을 하는 전기차로 인하여 부하전류와 고장전류 간의 큰 차이가 없으므로 이를 구분할 수 있는 고성능 보호시스템의 중요성이 날로 증대되고 있다. 본 논문은 실제통에서의 전차선로 임피던스를 이용하여 AT급전시스템을 모델링하였으며 변전소와 보조급전구분소사이 단락사고의 과도특성을 분석하였다.

#### 1. 서 론

전철전력계통은 변전소, 부하설비 등등 수많은 전력설비들이 서로 복잡하게 연계되어 있으므로 전철전력계통의 어느 한 지점에서 고장이 발생시 이 고장 구간이 계통으로부터 분리 되지 않으면 상당히 큰 고장전류가 흐르고 이상전압이 발생 또는 위상 변동으로 전력설비가 크게 손상되며 고장전류가 인접구간으로 파급되어 사고가 확대된다. 교류 전기철도 급전계통의 고장에는 크게 변전소 내 및 급전회로의 단락 및 지락이 있다. AT급전방식의 경우 큰 특고압이기 때문에 고장전류를 순시에 검출하여 고장을 제거해야 한다. 보호계전기의 적절한 정정을 통하여 고장검출이 필요하다.

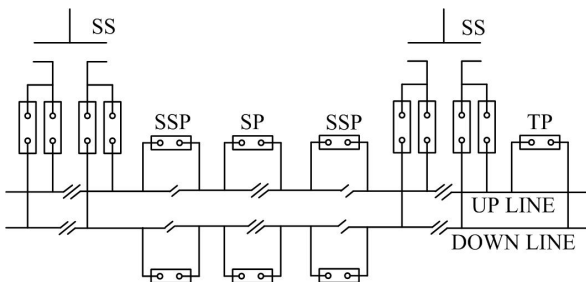
본 논문은 실제통에서 고장전류를 분석하기 위해 적용된 전차선로 임피던스를 이용하여 AT급전시스템을 모델링하였으며 변전소와 보조급전구분소사이의 단락사고의 과도특성을 분석하였다.

#### 2. 본 론

최근 부하전류의 급증으로 대전력, 장거리 급전 전압강하 및 선로 손실을 최소화하고 유도장해 측면에서 장점이 있는 AT급전방식이 많이 사용되고 있다. 본론에서는 AT 급전계통의 구성을 분석하였으며 전력 해석 프로그램을 통해 AT 교류급전계통 모델링과 단락전류를 분석하였다.

##### 2.1 교류AT급전계통 구성

일반적으로 국내 교류 AT급전계통은 단상전력을 전차선로를 통하여 철도차량에 공급하기 위해서 그림 1과 같이 구성된다.



<그림 1> 교류급전회로 구성도

전력회사로부터 3상 전력을 수신받고 스코트 변압기로 단상으로 변환하는 급전용 전철변전소(SubStation)와 급전구간의 연장과 구분을 위해 개폐장치를 설치한 급전구분소 (Sectioning Post), 작업 또는 사고시에 단전·정전구간을 구분하기 위한 보조 급전구분소(SubSectioning Post) 등으로 구성되어 있다. 그리고 급전타이포스트(Tie Post)는 전차선로의 말단 거리가 짧은 경우 건넌선 섹션의 아크대책으로 설치 운용되고 있다. 단권변압기(AT)는 급전선과 전차선 사이에 10[km]간격으로 병렬로 설치 접속되며 상하행선을 연결하는 개폐기가 설치된다.

##### 2.2 고장전류 임피던스 데이터

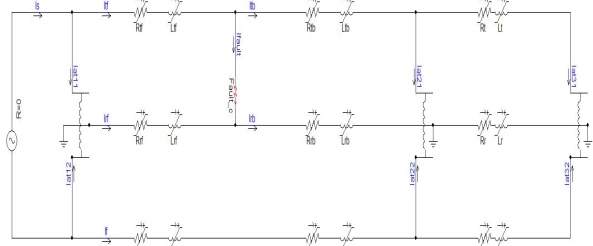
단락, 지락 등 사고가 발생하였을 때 사고전류를 분석하기 위해 EMTDC를 사용하였으며, 실제통에서 고장전류를 분석하기 위해 적용된 전차선로 임피던스는 원주~강릉간 데이터는 표1과 같다.

<표 1> 모델계통 파라미터

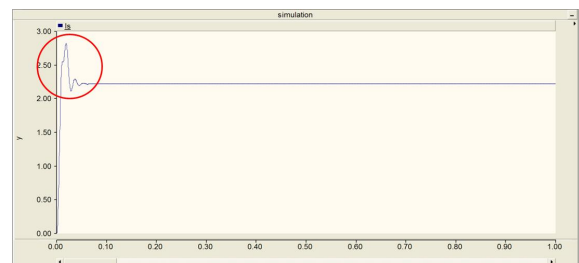
파라미터		데이터
자기 임피던스 [Ω/km]	전차선	0.1960+j0.7353
	레일	0.1851+j0.6219
	급전선	0.1782+j0.8672
Scott 변압기 2차측 전압		55[kV]
단권변압기 2차측 전압		27.5[kV]

##### 2.3 시뮬레이션

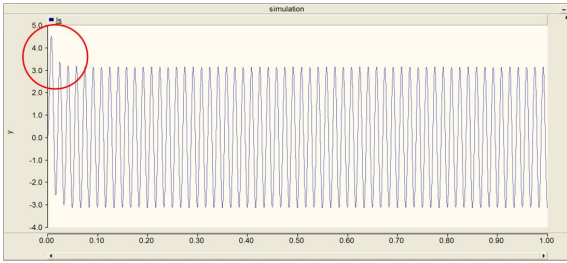
시뮬레이션은 전차선로 모델링으로 전차선과 급전선, 레일의 선로별 저항과 리액턴스 성분을 적용할 수 있도록 PSCAD/EMTDC를 이용하여 구성하였다. 교류급전계통은 한국전력공사(이하 한전)으로부터 수신받은 3상 154kV를 철도변전소에서 Scott 변압기와 단권변압기를 통해 단상 27.5[kV]를 공급하고 전차선로는 변전소, 보조급전구분소, 급전구분소 순으로 구성하였고 각 간격은 10[km]로 모델링하였다.



<그림 2> 교류전기철도 AT급전시스템 모델링



<그림 3> 5[km] 단락사고시 RMS전류의 예



〈그림 4〉 5[km] 단락사고시 순시전류의 예

〈표 2〉 정상상태와 과도상태의 단락사고전류 비교

거리	단락전류[kA]		과도상태/ 정상상태
	과도상태	정상상태	
2[km]	7.066	5.561	1.2706
4[km]	4.288	3.370	1.2724
6[km]	3.584	2.808	1.2763
8[km]	3.586	2.793	1.2839
10[km]	4.297	3.306	1.2997
평균	4.564	3.567	1.2806

사고 시물레이션은 EMTDC/PSCAD를 이용하여 1~10[km] 구간에서 2[km] 간격으로 단락사고 발생을 모의했으며 그림3 과 그림4는 5[km] 지점에서의 사고발생 일례를 (a)순시값과 (b)RMS 전류값으로 나타내었다. 표2는 단락사고시 정상상태와 과도상태의 전류값을 비교한 표이다. 단락사고 발생시 과도상태의 돌입전류 평균값이 정상상태의 전류 평균값에 비해 1.28배 더 큰 것을 확인하였다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 교류 AT급전계통을 분석하고 EMTDC/PSCAD를 이용하여 이를 모델링하였고 과도상태의 전류값과 정상상태의 전류값을 비교 분석한 결과 약 1.28배 큰 것으로 확인하였으며 실제통에서의 보호 계전기 정정에 반영이 필요할 것으로 사료된다. 향후 교류 전기철도와 관련 보호시스템의 개선을 위한 동작특성을 연구하고자 한다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 정호성, “변전소와 차량간의 동기화를 통한 실시간 전차선로 임피던스 예측 기법 연구”, KIEE, Vol 62, No. 10, pp. 1458~1464, 2013
- [2] 정노건, 정호성, 구경환, 김계문 “전기철도 AT급전계통 전력해석을 통한 실제통 단락전류 분석”, KIEE, Vol 63, No. 11, pp 1582~1587, 2014
- [3] 박병배, “교류전철 급전보호계전 시스템 비교 연구”, 석사학위논문, 2010