

154kV 변전소 표준복구절차서의 개선방안에 대한 연구

입진혁, 김건중, 박철우, 양민욱, 소성민
충남대학교

The Research for Improved Standard Operation Procedure in 154kV Substation

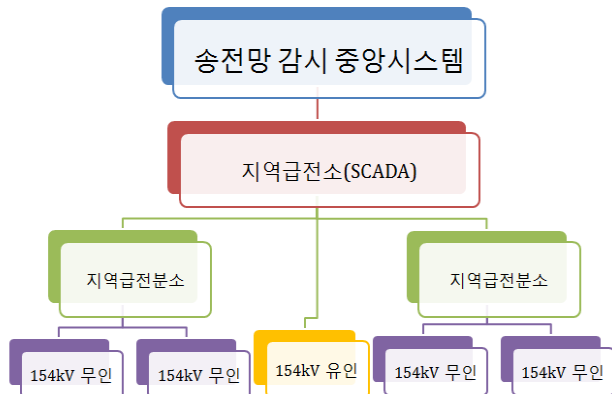
Jinhyeok Im, Kernjoong Kim, Cheolwoo Park, Minuk Yang, Sungmin So
Chungnam National University

Abstract - 국내의 변전소에서 가장 많은 비중을 차지하는 변전소가 154kV 변전소이다. 154kV 변전소는 전체가 통일된 표준복구절차서를 가지고 고장이 발생하였을 경우 복구를 하게 된다. 현재 154kV 변전소에서는 Relay에서 고장을 감지하여 차단기가 전원을 차단한 후 운전원이 판단해 복구를 하여 정상 운전 상태나 부하 전환 등의 방법으로 전원을 공급하도록 소개를 하고 있다. 현재 한국전력에서 만든 SOP(Standard Operation Procedure)는 15가지 기본적인 유형에 대해서 복구절차를 소개하고 있다. 하지만 현복구절차서에서는 유형의 부족이나 각 변전소의 상황 등을 모두 표현을 하지 못한다. 본 논문에서는 중요하고 필요한 유형과 변전소의 운전상황에 대한 표현, 앞으로의 개선방안 등에 대해서 제시하고자 한다.

1. 서 론

국내의 전력수요 증가와 설비증가에 따른 전력시스템은 점점 대형화가 되고 있다. 이로 인해 전력을 공급하는 변전소 내에서 고장이 일어나게 되면 고장의 파급이 정전 등으로 인하여 경제적, 사회적으로 막대한 피해를 발생시키게 된다. 이러한 피해를 줄이기 위해서 전력회사에서 765kV, 345kV, 154kV 변전소에 대한 표준고장복구절차서가 있다.

국내의 송전망 감시 시스템에서 154kV급의 변전소는 무인변전소가 많은 부분을 차지하고 있으며 이들 무인변전소를 지역급전소와 154kV 유인변전소가 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition)를 통하여 감시 및 제어를 하게 된다.



〈그림 1〉 전력시스템 감시·제어 계통

765kV와 345kV는 각 변전소별로 표준고장복구절차서를 작성하여 고장발생시 복구를 하게 되며 복구시에 한국전력거래소(Korea Power eXchange)의 지시에 따라서 고장복구를 수행하게 된다. 154kV 변전소의 경우에는 전체가 표준 단선도를 가지고 표준복구절차서를 만들어 154kV 변전소에 대해 고장이 발생시 표준복구절차서를 가지고 지역급전소, 지역급전분소, 유인변전소에서 고장복구를 수행하게 된다.

고장복구를 통하여 전력계통의 신뢰도와 원활한 전력공급을 하기 위해서는 고장 발생시 신속한 복구가 되어 과급고장을 미연에 방지하도록 해야 한다. 신속한 복구를 위해서는 운전원의 숙달된 고장복구훈련이 가장 중요하지만 정확한 복구가 사고의 파급을 줄일 수 있다. 현재 154kV 변전소는 표준화된 단선도만을 사용하여 복구훈련 및 복구조작을 숙달하고 있다. 또한 15가지의 한정되어 있는 유형에 대해서 만이 훈련을 하기 때문에 예외적인 사고에 대한 것을 추가하여서 배우고 숙달을 해야 한다.

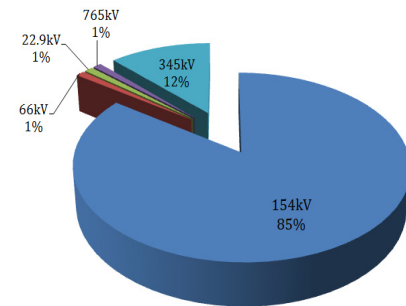
본 논문에서는 표준복구절차서에서 언급하지 않은 필요 유형과 각 변전소별 운전상황시의 고려되어야 할 점등을 제시하여 새로운 송전표준복구절차서를 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 154kV 변전소의 개요

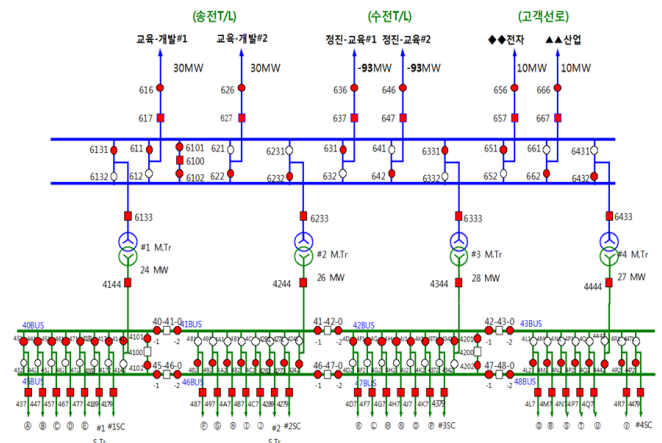
국내에서 비중이 가장 많은 변전소는 154kV 변전소이다. 국내의 배전에서는 22.9kV를 주로 사용하며 66kV 변전소를 줄여나가는 추세이다.

154kV 변전소는 대부분이 무인으로 운전하고 있으며 지역급전소와 지역급전분소, 유인변전소에서 무인변전소를 SCADA를 통하여 제어 감시하고 있는 형태이다.



〈그림 2〉 전압별 변전소 비율

현재는 거의 대부분이 GIS(Gas Insulator Switchgear)형태의 변전소가 약 90% 차지하고 있다. GIS 변전소는 옥외철구형 변전소에 비해 소요면적을 줄일 수 있으며 지하에 설비시설이 들어갈 수 있고 운전신뢰도가 매우 높은 설비이다. 하지만 내부의 상태를 육안으로 점검하기 힘들며 SF₆ GAS를 사용하여 GAS에 대한 기계적인 부분을 추가적으로 설치하여 고장시 이를 감안하여 고장검출을 해야 한다. 또한 고장시 과급범위가 크게 확대되는 단점을 가지고 있다.



〈그림 3〉 154kV 변전소 단선도

〈그림 3〉은 표준복구절차서에 나오는 단선도이다. 국내의 154kV의 변전소는 비슷한 형태를 가지고 있으나 변압기, CB, Relay, PT, CT 등은 제작사가 각각 상이하다. 이러한 이유에 의해서 고장복구절차에 대한 대표적이지 않아 필요하고 그것을 일반화 시킨 복구절차서가 필요로 하게 된다.

2.2 현재의 SOP의 문제점

2010년에 개정된 복구절차서는 옥외철구형의 변전소에서 GIS변전소 기준으로 바뀌었다. GIS로 바뀌면서 SF₆ GAS에 대한 복구절차가 추가 되었다. GIS기준으로 바뀐 뒤에도 여러 가지 필요한 부분이 있으며 문제는 다음과 같다.

(1) 현 SOP 유형의 다양성 부족

(2) 운전상황과 부하조건을 고려하지 않은 복구절차

(3) 표준복구절차서에 기본적인 형태

여기서 (3)의 기본적인 형태란 고장의 형태가 한쪽으로 치우쳐 있다는 것이다. 주로 #1 M.Tr에 대해 나타나 있으며 154kV BUS1으로 집중이 되어 있다는 것이다.

2.3 SOP에 추가되어야 할 유형

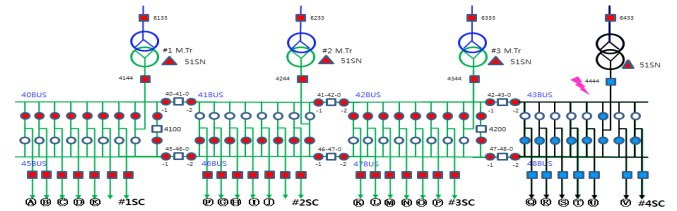
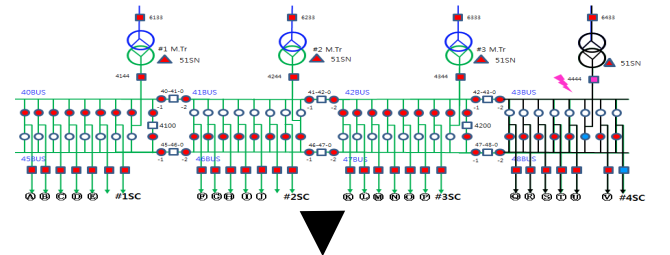
현 154kV에서 가장 큰 문제점은 유형의 부족이다. 변전소의 고장은 여러 가지 유형이 있지만 현 표준복구절차서는 15가지 유형에 대해서만 소개를 하고 있다. 운전원이나 훈련원들이 복구절차를 할 때 다른 유형에 대해서 복구를 할 때 속도가 부족하거나 하는 경우에 사고시 올바른 사고 판단을 하지 못하거나 복구절차를 숙지못하여 빠른 복구가 어렵게 된다. 이러한 이유에 의해 더 많은 유형이 필요하다. <표 1>은 각 유형에 대한 필요 대표적인 것을 나타낸 것이다.

<표 1> 제목을 적어주세요

유형	유형제목	추가되어야 할 유형
유형 1	T/L 주보호 단[지]락, 후비보호 단[지]락	수전 T/L에 대한 유형 필요
유형 2	T/L 송전선 단선	수전 T/L에 대한 유형 필요
유형 3	BUSPRO 87B1	운전조건이 다른 BUS2의 경우 필요
유형 4	M.Tr CB B/F, M.Tr 87, 98 Ry	다른 운전조건에 의한 변압기 유형 필요
유형 5	T/L CB B/F, T/L 87,21	다른 운전조건, 수전T/L에 대한 유형 필요
유형 6	BUSPRO 87B1, 87B2	현 복구절차 유지
유형 7	BUSPRO 87B1, 87B2 (양 DS)	현 복구절차 유지
유형 8	M.Tr 87, 96 Ry	다른 M.Tr의 유형 필요
유형 9	M.Tr 59GA	22.9kV BUS의 다른 운전조건에 대한 유형 필요
유형 10	M.Tr 59GT	다른 변압기의 부하 전환유형 필요
유형 11	M.Tr 51SN	다른 변압기의 부하 전환유형 필요
유형 12	M.Tr 51SN(51S, 51P), D/L OC(G)R	다른 D/L의 고장유형 필요
유형 13	#1 M.Tr 51SN(51S, 51P) 다중모선 운전	다른 BANK의 유형 또는 다른 다중모선 유형 필요
유형 14	#1,2 M.Tr 51SN(51S, 51P) 다중모선 운전	다른 BANK의 유형 필요
유형 15	UFR	없음

<표 1>의 추가되어야 할 유형에 언급된 유형들은 현 표준복구절차서에 있는 유형과 비슷한 유형이지만 복구절차에서는 다른 방식의 복구를 해야 하기 때문에 나타낸 것이다. 이 외에도 변전소의 사고유형은 여러 가지가 발생한다.

변전소에서 고장이 발생해 Relay가 감지해서 CB(Circuit Breakers)를 차단시키게 된다. 하지만 SCADA시스템에서 잘못된 정보가 올라와 운전원에게 혼란을 주어 발생하지 않은 사고에 대해서 더 큰 사고로 만들 수 있다. 반대로 정상적이지만 SCADA에서 잘못된 정보라 올라오는 경우도 존재한다. 이러한 경우에도 새로운 유형이 되어 실제의 복구절차나 SCADA시스템에 대한 확인을 하는 것과 동시에 복구절차를 진행하여 정상적인 Data를 받아들이지 않는 고장에 대해서도 유형도 필요하다.



<그림 4> 개선된 SOP에 대한 유형의 PPT표현

<그림 4>는 현재의 표준복구절차를 통해서 확장된 개념의 복구절차를 PPT로 표현한 것의 일부를 나타낸 것이다.

2.4 SOP 개선시 고려사항

현 표준복구절차서에서 고려해야 할 사항이 있다. 변전소의 개수가 많은데 각 변전소마다 고려해서 작성을 해야 한다. 표준이 있다해도 각 변전소의 운전상황이나 부하상황을 고려하여 작성을 하여 표준복구절차서에 들어가야 한다. 우선 개선이 필요한 점에서 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

(1) 부하상황이 각 변전소마다 다름

(2) 운전상황이 각 변전소마다 다름

(3) 각 변전소마다 기기의 제작사가 다르기 때문에 기기의 특성이 다르다.

(4) 각 CB나 DS(Disconnecting Switch)의 숫자의 일반화가 필요함

위의 상황등을 가지고 여러 가지 복합적으로 사용하여 각 변전소에 맞는 복구절차가 필요하다. 그 전에 표준복구절차서를 작성하여 일반화가 된 것을 가지고 복구절차에 나서면 서로간의 통신을 하거나 복구에 대한 작업이나 복구훈련에 대한 조차훈련을 할 때에 빠르게 습득을 할 수 있다.

3. 결 론

2010년도 송변전표준복구절차는 GIS를 기반으로 작성하였다. 2010년도 이전에는 옥외철구형으로 하여 현재의 GIS기반을 대면하지 못하였다. 그리고 GIS기반의 변전소는 154kV의 무인화로 연결되어 유인변전소에서 근무하는 운전원이 모니터링을 해야 하는 수가 증가하게 되었고 이로인해 잘못된 판단으로 인하여 변전소의 많은 사고가 발생하게 되었다. 그러므로 154kV 변전소의 고장복구절차서의 일반화가 필요하며 어떠한 부하상황에서도 CB나 DS를 쉽게 표현을 할 수 있는 방법이 필요하다. 본 논문과 연계하여 계속 연구를 진행하여 국내의 154kV 변전소의 일반화에 대한 작업과 개선이 필요한 현 송변전표준복구절차의 개선을 동시에 연구하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 박영문, 김대환, 이광호, 이홍재, 권태원, 윤용범, "변전소 소내 고장 진단 전문가 시스템에 대한 연구", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, A, pp128~130, 1993
- [2] 조필훈, 이봉희, 박내호 "154kV 변전소 모의고장 실습 시스템 개발", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp126~127, 2010
- [3] 이홍재, 정성진, 임찬호, 조경래, 신희승, "변전소 시뮬레이터의 온라인 고장진단 및 복구제어 전문가 시스템에 대한 연구", 대한전기학회 정기총회 및 추계학술 논문집, pp110~112, 1999
- [3] 이홍재, 정성진, 임찬호, 조경래, 신희승, "변전소 시뮬레이터의 온라인 고장진단 및 복구제어 전문가 시스템에 대한 연구", 대한전기학회 정기총회 및 추계학술 논문집, pp110~112, 1999
- [4] 조필훈, 김동철, 이봉희, "154kV 변전소 송변전표준복구절차(SOP)에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술 논문집, pp128~129, 2010
- [5] 한국전력공사, "154kV 송변전표준복구절차", 2010