

배전자동화용 보호협조프로그램 개선

설일호*, 하복남*, 박신열*, 정영범*, 이상호**
*전력연구원, **한전중앙교육원

The upgrade of coordination program for distribution automation system

leelho Seol*, Boknam Ha*, Shinyeol Park*, Youngbeom Jung*, Sangho Lee**
*KEPRI, **KEPCO Central Education Institute

Abstract - The DASPRO (Protection Coordination Program for DAS) is one of the application programs for Distribution Automation System (DAS) of the KEPCO. Application programs developed by KEPCO provide optimal operation in distribution network. The DASPRO includes diverse functions to operate network as construction of database using existing information, creation of diagram for protection coordination, calculation of fault current, evaluation network, power quality monitoring, etc. The DASPRO can examine validity of setting values for protective devices by comparing to T-C curves. Unless the protection coordination is correct, the most suitable setting value for protection devices are displayed on the screen. In this paper, I will introduce the contents of the DASPRO

게되어 있지 않고 독립 프로그램으로 운영되고 있어 번거로움이 있었다. 배전계통이 변경될 때마다 수작업으로 단선도를 다시 작성하고 이에 따른 선종 및 길이를 수정하거나 입력하여야 하고 보호기기의 설정치 역시 모두 수작업으로 처리하여야 하므로 다소 불편한 점이 있었다. 이러한 수작업 입력은 DAS와 NDIS가 개발되면서 각 시스템의 내부에서 보유하고 있는 기초DB를 이용하여 획기적으로 줄일 수 있게 되었다.

전력연구원에서 2002년말에 개발하여 종합배전자동화시스템에 장착한 DASPRO는 KEDPRO의 잇점과 실시간 데이터의 잇점을 최대한 살려 개발되었다. 변전소 및 고객의 계전기 정보를 제외하고 모두 자체적으로 구축하고 있는 기본DB(계측하여 저장된 data를 포함하여)를 활용함으로써 수작업 입력항목을 최소화하여 사용자의 편리성을 도모하였다. 또한 보호협조 검토결과에 따라 설정치를 즉시 원격으로 설정하는 기능도 갖추었다.

1. 서 론

배전선로 보호협조는 변전소용 보호계전기와 배전선로에 설치되어 있는 재폐로차단기를 주요 보호기기로 활용하고 있다. 배전선로 보호협조를 위하여 관련DB구축, 고장전류 계산 및 정정을 배전자동화시스템에서 처리할 수 있도록 프로그램(DASPRO)을 개발하였으며 이미 소개한 바 있다. 그 동안 연구결과의 반영 및 배전사업소 운영자의 개선요구사항을 반영하여 프로그램 Upgrade를 완료하였다. 주요내용으로 디지털보호계전기 적용, OC(G)R과 R/C의 순시동작간 협조불가시 협조가능한 적정위치 제공 등이 있어 이를 소개하고자 한다.

2. 배전보호협조용 프로그램 개발

보호협조는 계통에서 발생하는 고장의 파급방지 즉, 고장점의 감소가 최우선 목표로 하고 있다. 배전계통에서 주로 변전소에 설치되어 있는 계전기와 재폐로차단기(Recloser)를 보호기기로 활용하고 있다.

이들 보호기기는 설치점의 부하에서 고장이 발생하면 주어진 동작제부에 따라 자동으로 고장구간을 분리하여 정전구간을 축소시킴으로써 정전으로 인한 피해를 최소화하도록 운영하는 것이 보호협조의 임무이다.

과거에는 고장전류 계산에 필요한 자료를 확보한 후 보호기기 설치점에서의 최대고장전류와 최소고장전류를 수작업 계산하고 이에 적절한 최소동작전류를 산정하여 보호협조를 검토하였다. 모든 검토과정이 수작업으로 계산하였기에 많은 시간이 소요되었으며 정형화되어 있지 않고 신뢰성이 부족하여 보호기간 최적운영을 위하여 보호협조용 프로그램을 개발하게 되었다.

과거에 수작업으로 사용했던 KEDPRO(Korea Electric Distribution Protection Program)는 Realtime data와 인

표 1. 보호협조용 프로그램의 특징비교

구 분	KEDPRO	DASPRO
회선별단선도	수작업	자동 생성
S/S 및 부하정보	-	제공
T-C커브	제공	제공
협조불가시	수동 정정	자동 정정
원격설정	-	제공

3. DASPRO DB자료

3.1 기본정보

배전자동화의 가장 큰 매력은 원격지에서 자동화개폐기를 제어하고 설치되어 있는 지점의 현황운영정보를 간단하게 취득하고 저장하여 활용한다는 점이다. 자동화개폐기를 통하여 부하선류의 크기나 선압강하의 크기를 취득 관리하기 때문에 고장발생여부를 판단하는 가장 적절한 최소동작선류 선정이 가능하다. 또 시스템 도입 초기에 구축한 DB와 현장 Data를 일치시키기 위해 노력하기 때문에 자체적으로 구축되어 있는 Data를 가지고 보호협조를 할 수 있다.

3.2 변전소 정보입력

변전소 계전기에 관한 정보는 TDAS의 DB구축작업에 포함되어 있지 않아 OC(G)RR의 형식과 Tap 및 Lever 정보를 별도로 입력해야 한다. 이를 편리하게 하기 위하여 전국 배전변전소의 계전기 정보를 DB화하여 상시로 등록할 수 있는 기능이 내장되어 있다.

입력화면은 등록된 계전기 정보를 읽어 와 표시된 데이터를 수정할 수 있는 화면이다. 계전기 사항이 변경되었을 경우 기초DB를 수정하거나 초기화면에서 직결한 계전기 형식과 설정치를 변경할 수 있다. 이전에는 DB로

구축되어 있지 않았던 Digital 계전기를 포함한 각종 계전기 데이터를 제공하도록 하였다.

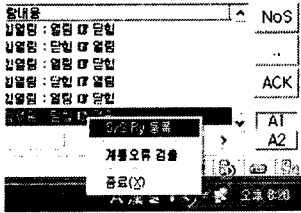


그림 1. 계전기 등록메뉴

3.3 배전선로 정보

보호기기가 설치된 위치에서의 고장전류를 계산하고자 DB에 입력된 배전선로의 선종과 길이를 이용하여 이미 정해진 선종별 단위임피던스[%Z/km]를 계산한다. 고장전류 계산방법은 보호기기 설치점으로부터 전원측으로 합산된 선로임피던스와 변전소 임피던스를 더한 다음에 이를 이용하여 3상단락전류 및 1선지락전류($R_{f(0.200)}$)를 계산한다. 따라서 사람이 별도로 입력하는 과정이 필요 없다

3.4 보호기기 정보

배전선로에 설치되어 있는 보호기기(R/C, S/E, ASS, Fuse)의 설정치는 시스템 내부의 DB에서 읽어오기 때문에 별도의 입력을 요하지 않는다. 다만, 다른 종류의 보호기기를 설치예정일 경우로써 검토하고자 할 경우 설정치를 변경하여 검토할 수도 있다.

4. 프로그램 실행

DASPRO를 실행하면 단선도가 생성되어 있는 해당선로의 보호협조를 위한 단선도가 생성된다. DASPRO의 도구들은 보호협조용 단선도의 좌측 상단에 있다. 검토과정은 이들 도구들에 의하여 [입력-검토-자동-설정-보고서] 5단계로 나누어 진다.

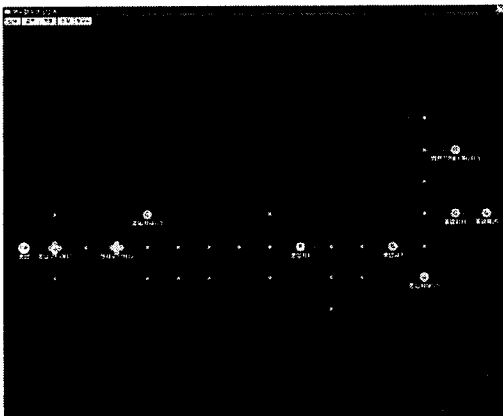


그림 2. 보호협조용 회선별단선도

4.1 입력

데이터 입력화면은 현재 배전선로는 보호기기가 운영중에 있으므로 현재의 보호기기 설정값으로 선로의 보호협조 여부를 검토하기 위해 각 보호기기별 현재 설정값을 입력하는 화면이다. 자동화 보호기기의 설정치는 DB에서 읽어 와 화면에 표현하고 있으며 내부 설정치를 변경하여 검토할 수 있다.

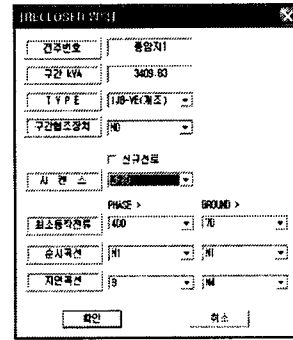


그림 3. RECLOSER 입력화면

4.2 검토

입력을 마친 다음 단계로써 현재 계통의 보호협조 가능 여부를 제공한다. 보호협조가 가능하면 보호기간 협조 관계 및 설정치를 확인할 수 있는 화면이 생성된다. 이 과정에서 고장전류 계산치와 T-C커브에서 최소동작전류에 의한 동작시간을 T-C커브로 확인할 수 있다. 보호협조가 가능하므로 다음 단계는 "설정"으로 이동하게 된다. 만약, 불가능할지라도 어떤 사유에 의하여 불가능하게 되었는지를 알 수 있다.

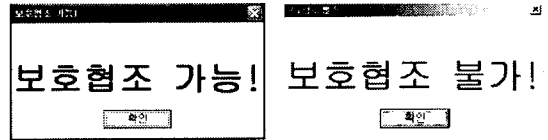


그림 4. 보호협조 가능여부

[계통:OCIR By - 모선지:R/C]		PHASE	GROUND
최소 동작 전류	400	70	
시퀀스	2F20	2F20	
정확 측정 시간	2-2-15	2-2-15	
X 계수	3	10	
최대 고장 전류(A)	5435	2119	
최소 고장 전류(A)	4707	407	
최대 동작 전류(A)	95	56	
최대 Rating (A)	480	90	
최소 Rating (A)	257	32	
후반 보호 장치			
T Y P E	E208-C	K248-C	
C T(%)	500	500	
T A P	4.0	0.8	
L E V E L	0.8	0.9	
백리시간(SEC)	4.5	5.1	
동작 시간			
순시(D/C)	3.5	3.9	
지연(D/C)	5.3	27.5	
■ 배(D/C)	34.3	95.3	
합계(D/C)	10	10	
강제(D/C)	28.9	57.8	

그림 5. 변전소와 R/C간 보호협조 검토결과

4.3 자동설정

"자동설정"은 보호기기의 설정가능한 범위에서 여러 보호기기의 최소동작전류와 T-C커브 종류를 자동으로 변경하여 협조가능한 최적의 해를 제공한다. 현재의 설정값에 대한 검토한 결과가 보호기간 협조가 이루어지지 않았다면 조정 가능한 범위내에서 전원 보호기기의 설정값을 변경하여 협조 가능한 설정값을 구할 수 있다. DASPRO에서는 보호기기(R/C)를 대상으로 커브와 최소동작전류를 자동으로 변경하면서 협조여부를 확인함으로써 협조 가능한 설정값을 구할 수 있다.

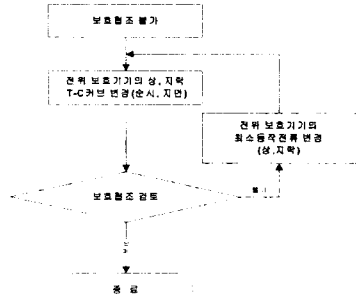


그림 6. 보호기기 자동설정 절차

4.4 Remote setting

배전자동화 시스템이 가지고 있는 배전자동화기기 원격 설정 기능을 이용하여 DASPRO에서는 보호기기별 설정 값을 원격으로 설정하는 기능을 제공한다.

4.5 보고서 작성

해당 회선에 대한 보호협조 검토 후 그 결과를 보고서 형태로 출력할 수 있으며, 출력 가능한 보고서 형태는 선로임피던스, 선종 및 구간, 회선별 단선도, 보호협조 검토서 등이 있다. 아래 그림은 보호협조 검토서의 출력 예이다.

ID	이름	종류	타프	레버	비율	정격전압 (kV)	정격전류 (A)
12	S-805	137	800	OCB	OCB-C	4.00	1 80 50 30.3 85.1

그림 7. 결과보고서의 일부

4.6 프로그램의 전체 흐름도

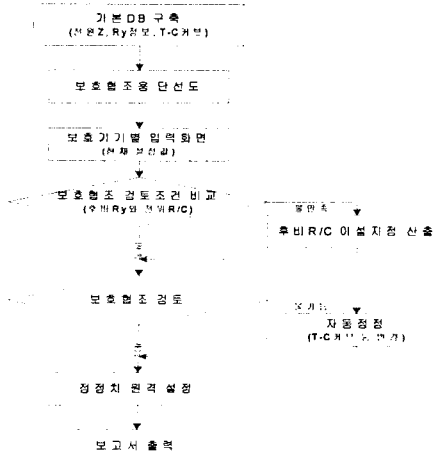


그림 8. 프로그램 흐름도

4.7 기능 보완

먼저, 배전변전소에 설치되어 있는 Analog형 OC(G)R의 순시Tap이 낮아 부하측 R/C의 순시동작(Fast)간 보호협조가 곤란하였다. 변전소 계전기의 순시동작 보호협조위가 넓기 때문에 R/C의 적절한 설치장소가 제한적으로 부하측으로 위치를 이동해야 했다.

변전소 Ry와 R/C간에 불가능한 경우, 부하측 R/C의 순시동작과 Ry의 순시동작이 동시에 동작하거나 Ry가 먼저 동작하게 되므로 보호협조를 위하여 부하측 R/C를 적정위치로 이설해야 한다. 이와 같은 경우 프로그램에서 먼저 검토하여 다음과 같이 사용자에게 알려 주고 협조가능한 R/C의 위치를 제공한다.

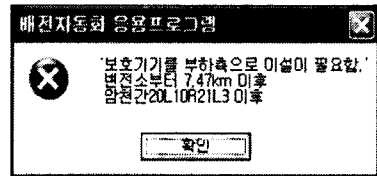


그림 9. Recloser 이설위치 제공

5. 결 론

본 논문에서 한전의 배전계통에서 사용중인 배전선로 보호협조 프로그램에 대하여 소개하였다. 기존의 수작업 방식에서 배전자동화시스템의 구축된 정보를 이용하여 보호기간 최적의 보호협조가 가능한 프로그램을 개발하여 사용함으로써 고장에 의한 정전구간 확대를 방지하고 계통운영자의 편리를 도모하게 되었다.

이 프로그램은 사용자 위주로 개발되었기에 보호협조에 전문지식이 없어도 대부분의 배전원이 손쉽게 작성하고 그 결과값을 각 메뉴와 T-C 특성곡선에서 확인할 수 있어 사용자들로부터 많은 호응을 얻었다.

[참 고 문 헌]

- [1] 하복남의, "배전자동화용 응용프로그램 개발 및 시스템간 연계에 관한 연구", KEPRI, 2002.10
- [2] 하복남의, "배전자동화 기반의 배전계통 최적운전 기법 개발", KEPRI, 2005.02
- [3] 한전서울지역본부, "배전선로 보호협조", KEPSCO, 2001.11