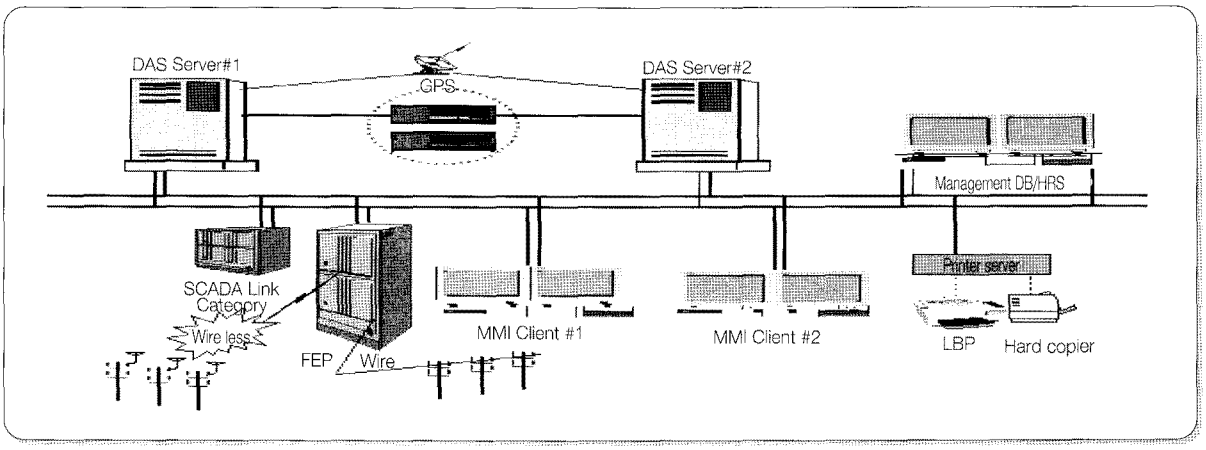
# 배전자동화시스템 구성 현황

서 동 권
한국전력공사 배전계획처
배전자동화팀 차장

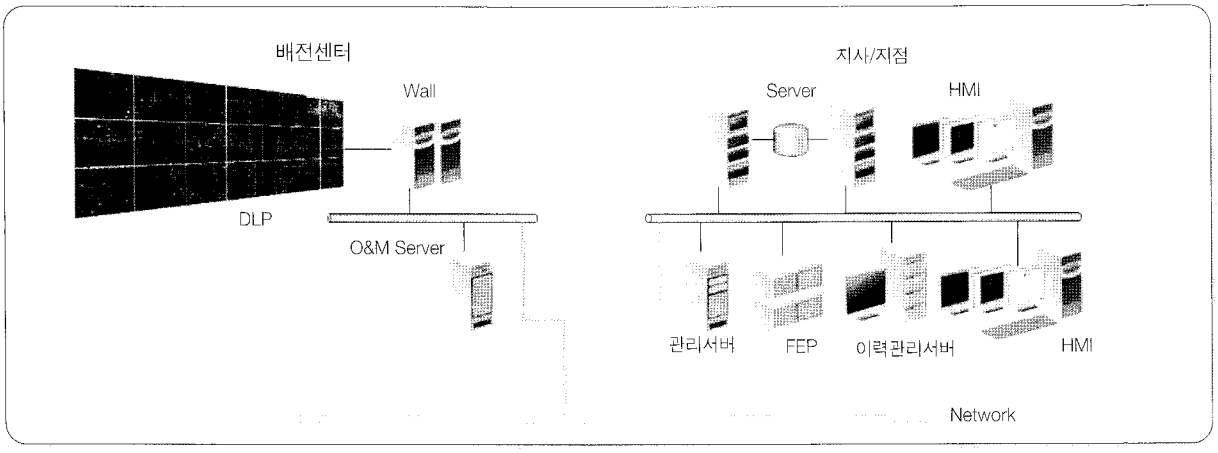
## 1. 하드웨어 구성

배전자동화시스템의 하드웨어 장치는 서버장치, 이중화용 저장장치, DB입력 및 수정과 자동화기기 원격 제어?감시용인 HMI, 유?무선 통신방식에 따라 구분되는 FEP, 서버와 각각의 장치(노드)들의 국제표준시간으로 동기화를 시키는 GPS와 안테나 등으로 구성되어 있다

서버장치는 두 대의 서버가 주 · 예비로 구성되어 어느 한쪽의 장치에 이상이 발생했을 시에는 Clustering 기능을 이용하여 절체가 가능하며, KeyLock을 사용하여 데이터베이스 등의 보안이 가능하다. 이중화용 저장장치는 Disk Array 장비로




〈그림 2〉 사업소 배전자동화시스템




〈그림 3〉 배전센터 배전자동화시스템

Raid5를 구성하여 시스템 가용성을 높였고 스토리지 용량증설에 유연하게 대응할 수 있도록 하였다.

배전센터에는 관할 사업소의 전체 배전계통 운영상황을 모니터링할 수 있는 DLP Viewer와 배전공사관리시스템의 DB와 공사현황을 관리하는 관리서버가 설치되어 있다.

## 2. 소프트웨어 구성

배전자동화시스템의 운영 프로그램은 크게 기본과 응용 프로그램으로 구분되는데 기본 프로그램은 데이터베이스, 통신, 감시 및 제어와 관련된 프로그램을 의미하며, 응용 프로그램은 고장발생시 최적의 복구방안과 보호장치간 최상의 파라메타 설정치를 제공하며 과부하발생시 해소방안을 제시하는 등 운영자에게 배전선로 운영에 관련된 최적의 솔루션을 제공하는 프로그램이다.

### (1) 기본 프로그램

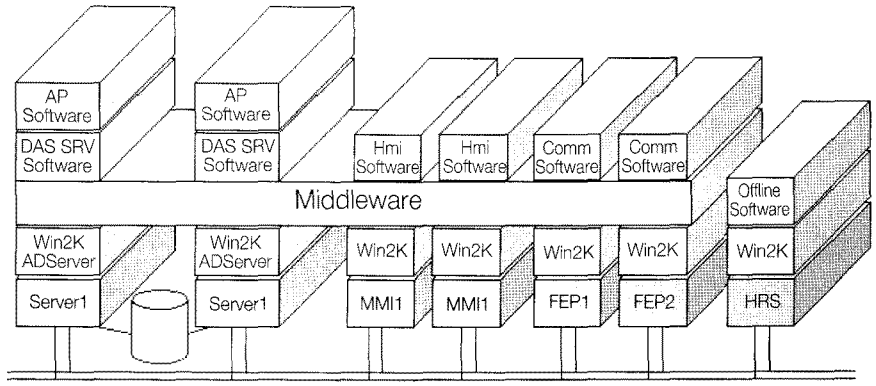
#### 1) 서버 프로그램

서버장치에 설치되는 MidHelper 프로그램은 미들웨어를 가동시키고 실시간 DB를 생성하며, Physical DB에서 데이터 로딩하는 과정을 자동으로 생성시켜 준다. 기동시 시스템운전에 필요한 실시간 DB를 생성하고 운전 중 변동분에 대한 변경/저장하는 기능을 수행하고 개폐기에 대한 통신성공률의 통계를 DB에 관리하며 통신프로토콜 방식별로 개폐기 목록을 확인할 수 있다.

#### 2) FEP 프로그램

FEP 장치는 미들웨어를 경유하는 수신되는 주장치 명령을 현장의 FRTU로 송신하고 반대로 FRTU에서 수신되는 정보를 미들웨어로 보내주는 역할을 담당한다.

FEP 프로그램은 유선, 무선방식에 따라 독립적으로 운전되는 형태이므로 각각의 관련 DB와 통신프로토콜 및 파라메타를 설정하여 사용한다. 또한 Hexa 형태로 표시되는 DNP 패킷 데이터를 포인트별로 한글로 표시할 수 있고 로그자동저장기능과 스케줄러로 주기적으로 계측하는 시간을 설정할 수 있다.




〈그림 4〉 종합배전자동화 소프트웨어 구성

### 3) 감시 · 제어 프로그램

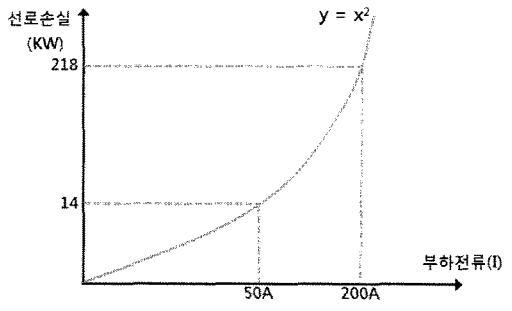
감시 · 제어 프로그램(Nzed)은 배전자동화시스템 운용을 위한 주 소프트웨어로서 계통데이터 파일을 로드하여 배전계통을 한눈에 보여주어 배전선로를 감시하고 대상 개폐기의 상태계측과 제어를 수행한다. 이벤트 발생시 알람과 함께 사고지역을 표시하며 동시에 운영자의 제어 수행결과를 데이터베이스에 기록한다.

## (2) 응용 프로그램

### 1) 상시 개방점 최적화 프로그램

#### 가) 도입 필요성

배전자동화시스템의 "상시 개방점 최적화 프로그램"은 배전선로에 설치된 상시 개방점 개폐기를 최적의 위치로 이동시켜 배전선로 간 부하를 균등하게 운영하여 선로의 여유 용량을 확보하고, 특고압 배전선로의 손실을 최소화하기 위하여 개발된



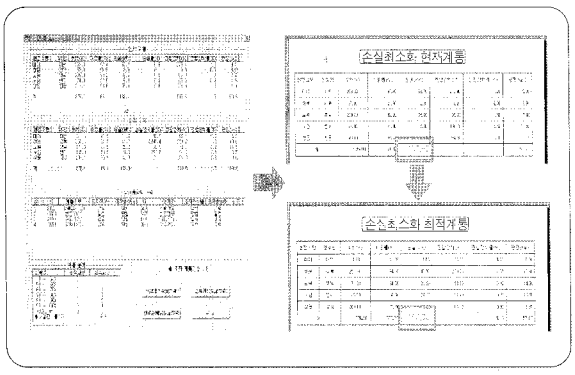

*배전선로의 **손실(I2*R)**은 선로에 흐르는 전류(I)의 제곱에 비례하여 증가하므로, 선로전류가 4배 증가시 선로손실은 16배로 급격히 증가함

I : 선로전류

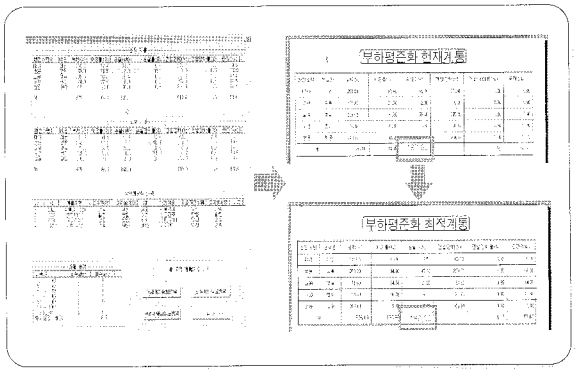
R : 선로저항(0.182Ω/Km)

(ACSR 160㎟ × 30kM로 가정)

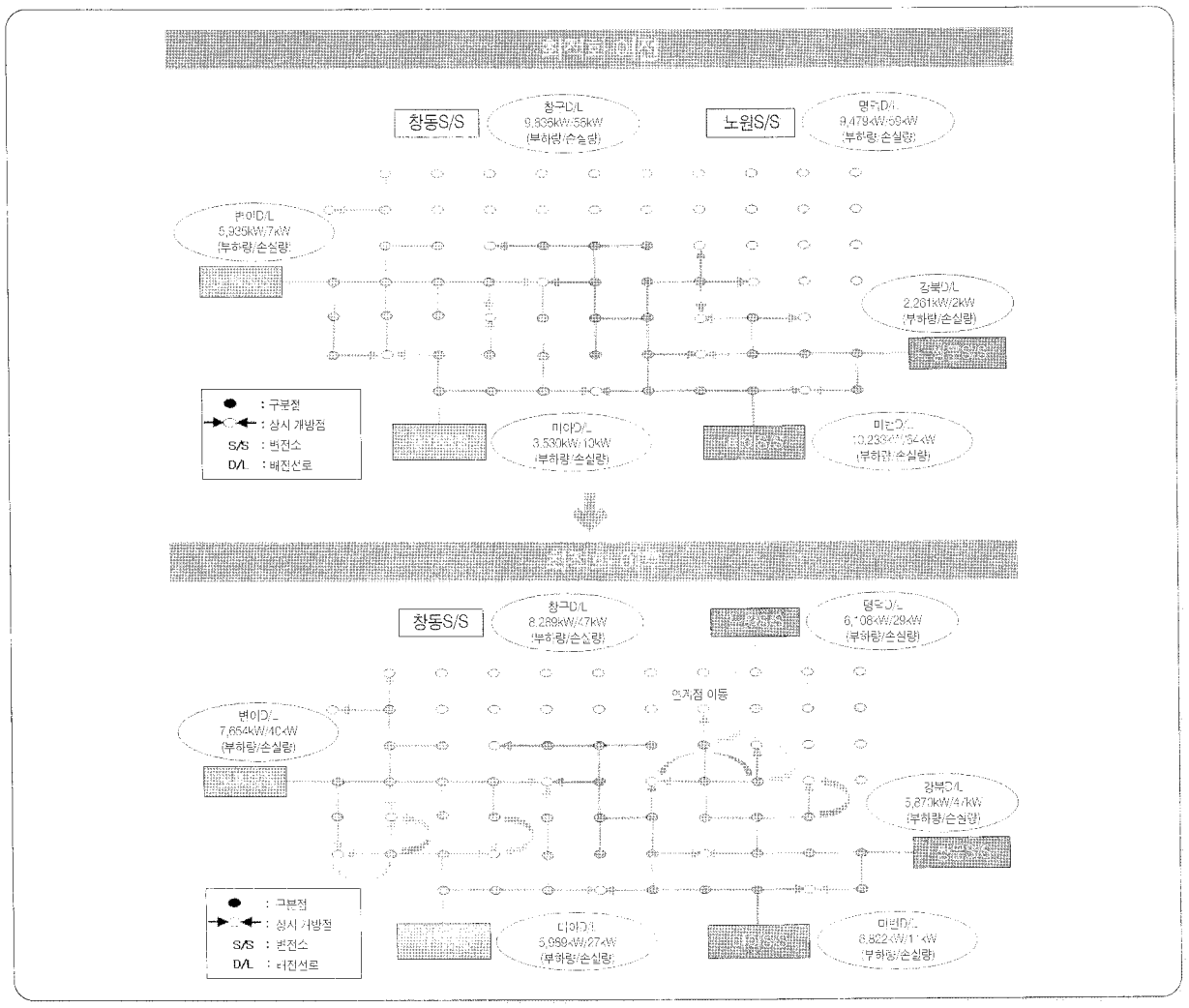
〈그림5〉 선로손실 곡선




〈그림 6〉 손실 최소화 기능 적용결과




〈그림 7〉 부하 균등화 기능 적용결과




〈그림 8〉 상시 개방점 최적운영 개념도

기능으로 현재 시범운영 중에 있다.

배전선로가 선로당 기준용량인 10,000kW에 근접하여 운전될 경우 연계된 他선로에 고장발생시 부하절체를 위한 여유용량 부족으로 배전선로의 신설이 필요하고, 선로에 많은 전류가 흘러 선로 손실이 급격히 증가한다. 따라서, 상시 개방점 최적화 프로그램은 방사상으로 연계되어 있는 배전선로의 상시 개방점 개폐기 위치를 적절히 이동시킴으로써 각 선로의 부하를 균등하게 배치하여 선로의 여유용량을 확보하고, 선로의 부하전류를 낮추어 손실이 최소화 되도록 한다.

나) 상시 개방점 최적화 프로그램 기능

○ 배전선로 손실 최소화

"상시 개방점 최적화 프로그램"을 이용한 손실 최소화 기능 수행시 상시 개방점 개폐기의 최적 위치 선정을 통해 현재 계통 대비 최적 계통의 손실량(kW)을 계산하고, 최적 계통으로의 상시 개방점 이동을 위한 개폐기 조작절차를 제시한다.

○ 배전선로 부하균등화 기능

"상시 개방점 최적화 프로그램"을 이용한 부하균등화 기능 수행시 상시 개방점 개폐기의 최적 위치 선정을 통해 현재 계통 대비 최적 계통의 부하량(kW)을 계산하고, 최적 계통으로의 상시 개방점 이동을 위한 개폐기 조작절차를 제시한다.

다) 상시 개방점 최적운영 기대효과

배전선로 상시 개방점 개폐기 최적화 운전을 통한 선로손실 감소로 연간 약 174억원의 비용 절감이 추정된다. 또한 배전선로 부하 균등화를 통한 여유용량 확보로 他선로 고장발생 등 비상시 부하절체 능력을 확보할 수 있으며, 대규모 신규수용 신청시 선로신설 없이 전력공급이 가능하여 회선 인출 비용을 절감할 수 있다.

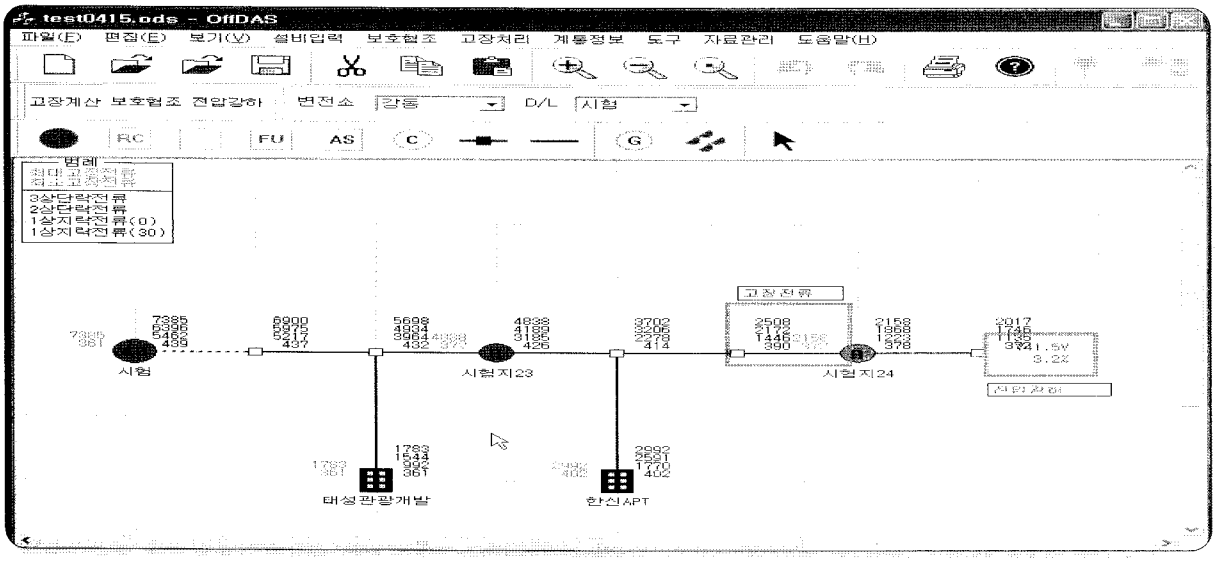
□선로손실 비용절감액

*손실감소 비용 =
총발전량 × 특고압선로 손실비율 × 판매단가 × 손실절감 비율
= 398,405GWh × 0.56% × 77.85원/kWh × 10%
= 약 174억원/년('07.12월 기준)

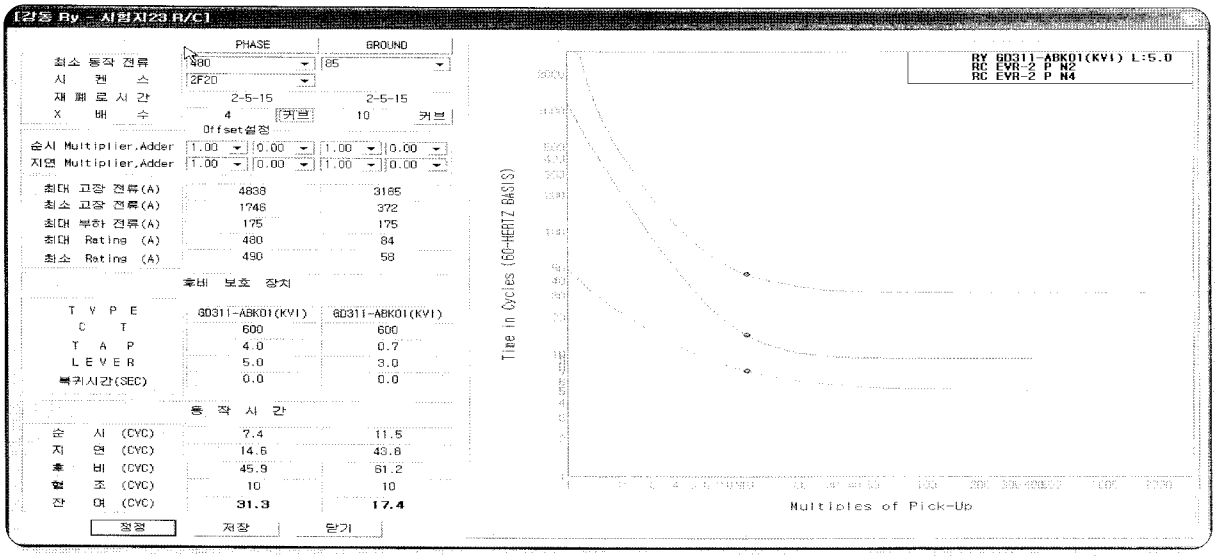
2) 보호협조 프로그램

일단 배전계통이 구성되면 사용자는 도구상자의 고장계산 및 전압강하 아이콘을 이용하여 고장전류 계산 및 전압강하를 계산할 수 있다. 〈그림 9〉는 고장전류 및 전압강하를 계산한 화면이다. 고장전류를 계산하면 3상단락전류, 2상단락전류, 1상단락전류를 계산하고, 이중 최대 및 최소고장전류를 별도로 표시하여 준다. 전압강하는 전압과 전압강하(%)를 표시한다. 이 기능을 통하여 사용자는 현재 계통의 고장전류 및 전압강하를 파악하여 보호협조 검토에서 이를 고려할 수 있다.

〈그림10〉는 변전소 OCR/OCGR과 선로 Recloser 사이의 보호협조 검토화면이다. Recloser의 최소동작전류의 변경에 따른 CB측 릴레이와의 협조여부를 검토할 수 있고 각각의 경우에 순시, 지연시간 및 잔여시간을 계산하여 사용자로 하여금 보호협조 여부를 판정할 수 있으며, 각각의 보호기기의 동작점을 확인할 수 있다. 이밖에 고객측 릴레이, 퓨즈 등의 보호협조 검토도 지원한다.



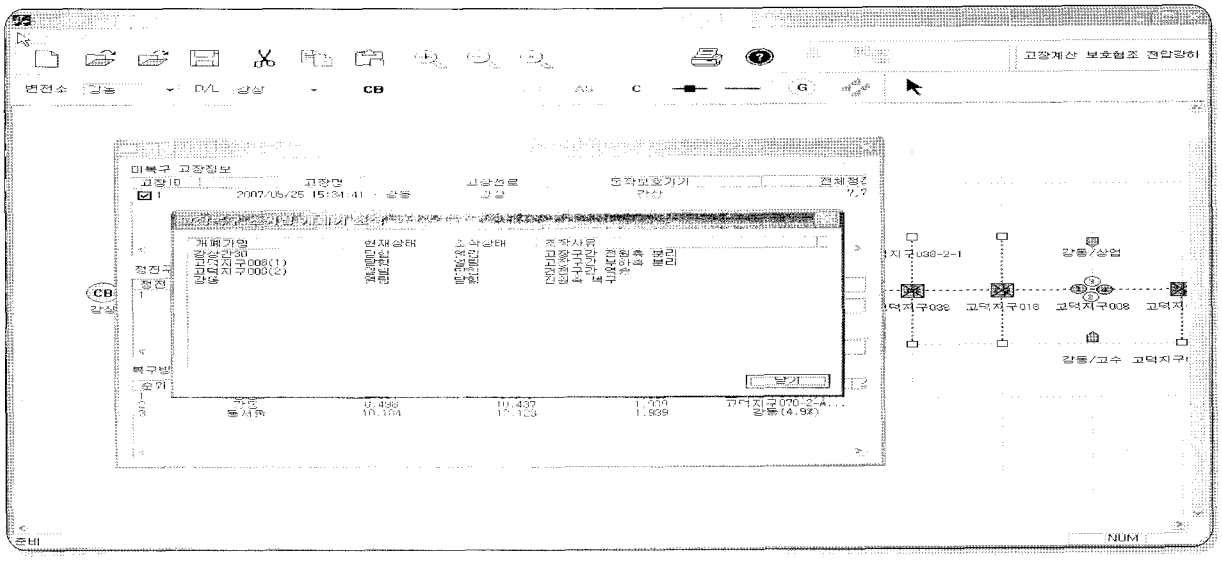

〈그림 9〉 고장전류 및 전압강하




〈그림 10〉 OCR relay -Reloser 보호협조 검토화면

보호협조 검토가 끝나면 검토사항에 대하여 보고서를 생성할 수 있다. 검토 보고서에는 보호협조 검토서, 단선도, 고장전류에 대한 보고서를 출력할 수 있다.

그리고, 별도의 메뉴로 신규 릴레이와 리클로져에 대한 등록기능이 있어서 사용자는 손쉽게 신규 보호기기에 대한 기기변수 및 TC 특성곡선을 입력할 수 있다.



〈그림 11〉 선로고장에 대한 고장처리화면

### 3) 배전선로 고장처리 프로그램

고장정보를 분석하여 고장구간, 정전부하량, 연계선로의 상태를 고려한 최상의 건전구간 복구방안 후보를 탐색한 후 평가절차를 거쳐 최적의 고장복구를 운영자에게 제공하는 프로그램으로, 조작절차서 작성 후 원격으로 일괄 조작기능과 변전소 Bank고장 또는 2회선 이상 동시 고장에 대한 고장처리 기능과 고장이력관리, 보고서 작성기능도 제공한다. 또한 SCADA 연계를 완료하고 배전자동화 시스템에서 C.B 제어를 수행할 수 있는 경우 시스템에 의한 고장복구를 자동 처리할 수 있다.

### 4) 데이터오류검출 프로그램

자료구축 또는 변경시에 발생할 수 있는 선로내 내부 루프, 연계선로간 루프, 구간고립, ID중복 등 오류를 자동으로 검출하고 최근의 개폐기 조작내역을 운용자에게 제공함으로서 오류수정에 도움을 준다.

### 5) 회선별 단선도 자동생성 프로그램

배전선로 운영에 필요한 회선별 단선도를 지리정보를 기반으로 자동 생성 및 운전정보와 설비의 위치를 제공하는 프로그램으로 고압 경과도와 회선별 단선도간에 상호 전환이 쉽도록 구성하였다.