

## 전기사고 사례와

## 이에 대한 대책

(2)

### 8. 해월철탑 첨가 배전선로에 접지선 연결중 갑전

#### 가. 사고 줄거리

남해안에 도서지역의 전기공급을 위한 해월철탑이 가장 많은 전력소로서 66kV ○○T/L 항공장애 표시등 보수를 위하여 3일간 6명의 송전전기원이 동원되었다.

작업내용은 PT 1대교체, 전구 및 COS 교체 등으로서, '87. 12. 8 오전까지 5개섬의 6개 철탑의 작업을 완료하고 무안군에서 신안군 고이도를 연결하는 ○○T/L 164호와 165호에 각 2명씩 동시에 승주하여 배전선로의 공급방식이 1상 2선식에서 3상 4선식으로 변경된 것을 모르고 전력선을 중성선으로 오인 접촉하여 2명이 현장 사망하고 1명은 중상을 입은 사고이다.

#### 나. 사고 발생 경위

(1) 전력소 승전과 소속 노○○과 한○○의 선로순시(보통) 보고서에 의하여 보수 계획수립

(가) 선로순시 보고내용 요약

- '87. 4. 7 ○○T/L 202호의 4개소 항공장애등 고장

- '87. 10. 21 ○○T/L 202호 항공장애등 고장

및 중성선 접지 탈락

\* '87. 9. 1 ○○T/L 164-202호 기별점점시 중성선 단선으로 보고

- 순시 담당자 변경 (관련선로)

· '87. 9. 30까지 노○○

· '87. 12. 31까지 한○○

(나) 설계서 작성

'87. 11. 26 송배전원 이○○는 선로순시원이 임의로 산출한 자재물량을 근거로 사무실에서 설계서 작성

(다) 공사내용

○공사명 : 66kV ○○T/L 항공장애 등 보수공사

○공사기간 : '87. 12. 7 ~ 12. 9 (3일간)

○작업자 : 보수주임 배○○ (작업책임자)

· 송전활선원 오○○, 김○○, 임○○ (중상), 박○○ (사망)

· 송전전기원 오○○ (사망)

· 작업구간 : 8개 철탑 (No. 202-201, 175-174, 172, -171, 165-164)

(2) 작업책임자의 5명이 작업에 착수, 임대선박으로 장소를 이동하면서 마지막 철탑에 도착

○ '87. 12. 7 '87. 12. 8 (12:00)

6개 철탑 작업완료 (202, 201, 175, 174,

· 172, 171)

○'87. 12. 8 (14:30) 임대선박편으로 171호에서 육지쪽의 164호에 도착하여 박○○와 임○○를 배치

(15:00) 고이도측의 165호에 오○○와 김○○을 배치

(15:20) 작업책임자 백○○과 오○○은 선박에서 장비정리 후 165호쪽으로 진행

(15:30) 165호 철탑에 올라가서 전력선을 중성선으로 오인 접지선 접속을 하려고 애자련을 밟고 내려서는 순간 감전되어 54미터 아래 지상으로 추락하여 현장 사망

※ 변전소 OCR Cφ 1회 재폐로 성공

(15:35) 뒤따라 올라가던 김○○은 즉시 내려와 사망 사실을 확인하고 반대편 철탑 164호에도 165호와 거의 동시에 감전되어 철탑암에 매달린 박○○와 임○○를 구출하려고 작업책임자와 함께 선박으로 164호에 도착

(15:50) 작업자중 1명은 인근부락으로 가서 유선으로 22.9kV ○○D/L 무가압조치 요청

(16:20) 164호 철탑(높이:80미터)에서 재해자 2명을 구출했으나 박○○은 사망하였으며, 임○○은 중상을 입었음.

#### 다. 사고경위에 대한 종합

(1) 중상자 임○○의 진술이 불가능하여 사고경위가 정확하지 않으나, 주변상황과 목격자 진술을 종합하면

(2) 사망자중 박○○은 애자련 2단에 발을 딛고 안전허리띠를 걸어서 도체와 대지간에 절연을 유지하였기 때문에 22.9kV 배전선로에 서비스 콘벡터로 접지선을 연결할 수 있었고

(3) 접지선 연결후 철탑 Arm으로 올라오는 도중에 대지전압에 감전되면서 유도전압으로 잘못 알고 동료작업자 임○○에 구조를 요청

(4) 재해자 임○○은 박○○의 어깨에 걸쳐 있는 접지선을 전력선에서 분리 시도하려다가 (발일하던 농부의 목격담) 재해자와 접촉했거나 접

지선에 접촉되어 감전된 것으로 추정할 수 있음.

#### 라. 문제점

##### (1) 설비의 안전화를 위한 조치의 태만

○66kV ○○T/L은 '78. 10. 4 당초 준공시 2회선 철탑으로 설계했으나 배전부서의 요청으로 1회선은 1상 2선식의 22.9kV D/L로 공급해 오다가

○'85. 5. 24 지사 배전부의 배전선로 부하 분리공사시 3상 4선식으로 변경했음.

-공급방식 변경하고 설비 주관부서에 미통보

-송전철탑에 배전선로를 첨가하고 D/L 표시 또는 상표시동이 안됨.

-첨가구간이 여러 개소인데도 안내표지판 또는 위험 주의 표시판 미부착

##### (2) 현장책임자의 감독 능력부족

○송전 보수주임이 관내 계통 파악 소홀

○접지선이 원인불명으로 수 개소가 단선됐는데도 확인소홀 (의문시하고 배전부서에 확인했어야 함)

○점전기를 선박에 두고 불사용

##### (3) 관리감독자의 안이한 업무자세

○담당과장은 부하 관리공사시 관여하고도 공급방식 변경사실을 몰랐다고 주장

○선로순시 보고서에 접지선 단선이 (수개소) 보고 되었는데도 확인조치 소홀

○설계자가 현장 확인 않고 물량 산출사실(탁상설계) 묵인

○설비유지 관리상의 문제점이 한번도 제기된 사실이 없음.

##### (4) 작업전 안전검토 생략

○충전부에 근접작업을 하면서 변전소 미통보 (재폐로 방지)

○타부서의 설비와 관련된 작업을 하면서 협의없이 작업

○통신수단(무전기 휴대 등) 준비 소홀

**(5) 비능률적인 업무 답습**

○지표상 약 50미터 이상에 변압기 설치 운영 (인근에 22.9kV 배전선 위치)

○해월철탑 첨가선로에 대한 배전선 유지보수 한계모호 (송·배전부서 상호 책임회피)

**(6) 선로순시원의 안전의식 부족**

○ 163호 철탑에서 3상 4선식으로 공급됨을 알 수 있음.

**(7) 설계원의 자질 부족**

○작업지시서 발행요령 미숙지

-검전, 접지장소, 송휴전 연락책임자 미기재

-뒷면에 관련도면 및 참고사항 기록 부실

○ 3상 4선식 공급방식 변경사실을 알고도 전력선에 접지선 연결토록 설계

**마. 문제점에 관련된 대책**

(1) 송·배전 선로 유지보수 및 운영절차

○계통변경이 수반되는 모든 작업은 문서에 의하여 변경전후 해당부서 통보

\*송·배전설비 계통도의 수정 (휴전업무 처리 지침 제24조)

○작업전 도면 제출 : 설비계통의 변경이 수반되는 휴전작업은 휴전심의 의뢰서 변경 전후의 도면을 첨부하여 제출

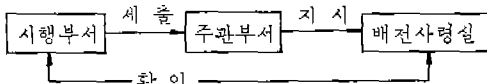
○계통도 수정책임자 및 절차

- 송·변전 계통 : 송·휴전지시 담당부서는 계통변경시 지령용 관내 계통도를 즉시 수정하여야 한다.

- 계통도 수정책임자 : 휴전업무 주관부서 담당과장

- 수정절차

**흐름도**



※계통변경 계획의 통보 및 보고는 반드시 문서로 시행한다.



-관리부서가 상이한 설비를 동일 지지물에 설치시 구분표시 (예 : 상 표시판, 중성선과 가공 지선 공용 사실 등)

(2) 작업책임자의 적격성 유무 확인으로 자질 향상

○관리감독자가 관심을 갖고 현장 관리 능력 추시 확인

**바. 작업책임자의 조치**

(1) 안전작업수칙 제 126항

○내포된 위험성을 완전히 이해와 사고 발생 가능성 검토 제지

○공구, 재료, 안전공구 및 자연조건의 적합성 검토

(2) 안전확보를 위한 관리감독자의 적극적인 자세 견지

○순시원의 업무능력 향상을 위한 간부순시 시행

○설비유지보수상 비능률적인 부분은 근원적 해결

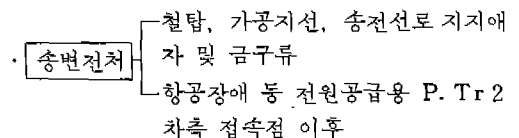
**사. 설비 관리구분 변경 조치**

(1) 해월철탑 첨가 선로 유지보수 책임

업무지침상 배전선로 첨가부분은 송변전 부서에서 보수토록한 불합리한 점 개선 조치

○'88. 1. 7 본사 관련부서 관계자 회의

○조치결과 (설비 관리책임 한계)



**배전지** { 배전선로(전선, 애자, 금구류 포함)  
항공장애 등 전원공급용 P. Tr

(2) 서울연수원 통보(송배전 실무교재)지침 변경조치-송변전처

(3) 관련설비 해당 배전사업소에 인계 : 송단송(운)720. 06-1625(88. 2. 9)

○안전검토 능력 배양

-타 부서 또는 타 사업소 관련 작업시 반드시 통보

-충전부 작업시는 재폐로 방지 조치 요청(변전소)

-원거리 작업시 통신수단 강구(무전기, 유선통신장구)

#### 위험예지훈련의 현장 대응 요령

라운드	요령
1	작업원 전원이 현장 도면과 모형을 준비하여 위해 요인을 도출해 내고 위해요인이 과급되는 현상을 가상하여 생각한다.
2	발견된 위해요인을 비중이 큰 것부터 ○표를 하고 정리해서 별지에 기록한다.
3	위해요인별로 해결방안을 생각하여 대책을 요인별로 기록하여 실행방안을 수립한다.
4	실천을 하기위한 작업원별로 업무를 분담하고 지원부서에 협조를 문서로 요청하여 실행으로 들어간다.

## 9. 위규(違規)설비 방치로 인한 감전

### 가. 사고 줄거리

3인 출장소에 근무중인 재해자는 인근부락주민이 수목벌채중 수목이 전력선에 접촉된 사고를 수리키 위해 ○○지선 87호수에 있는 선로개폐용 COS를 개방한다는 것이 착각으로 변압기용 COS를 개방한 후 사고전주인 ○○지선 104호의 넘어진 완금을 보수키 위해 승주하여 안전히리며 로프를 전주 뒷쪽으로 둘러다가 로프 훅크가 전력선에 접촉 감전되면서 높이 6m에서 추락한 사고임.

### 나. 사고발생 경위

○'87. 12. 15

- 15 : 40경 지역주민이 묘주위의 수목벌채중 전력선에 수목 접촉 사실을 신고받고, 출장소장이 재해자 이○○에게 조치토록 지시

- 15 : 40경 재해자가 현장에 도착, 완금이 넘어진 상태를 확인

- 15 : 50경 선로 휴전을 위해 ○○지선 87호에 있는 변압기용 COS를 조작(이때 변압기용 COS를 선로 개폐용 COS로 착각)

- 16 : 15경 ○○지선 104호에 넘어진 완금을 보수키 위해 승주(활선접근 경보기가 경보음을 발하였으나 재해자는 고장난 것으로 판단, 무시) 안전히리며 로프를 매기 위해 훅크를 전주위로 돌리는 순간 전주와 약 30cm 이격된 전력선에 훅크가 접촉, 감전되면서 추락함.

### 다. 문제점

(1) 설계기준에 위배되는 설비시설

- 동일 전주에 선로개폐용 개폐기와 변압기용 개폐기를 설치

(2) 작업준비 소홀

- 출동전 안전장구(검전기, 접지용구 등) 미휴대

(3) 안전조치 및 안전장구 사용을 생략

- 접지 미시행

(4) 출장소장이 단독 작업지시

(5) 형식적인 선로순시

- ○○지선은 재해자가 선로순시 담당자임에도 위규설비 미적출

(6) 출장소 안내 작업시 관리, 감독기능 미흡

(7) 안전장구 사용법 교육 미흡

- 활선접근경보기 사용전 미점검

- 경보음을 발하였음에도 고장으로 판단, 경보음 무시

### 라. 문제점에 관한 대책

(1) 위규설비 적출 조기 해소

(2) 작업 출동전 작업에 적절한 안전장구 휴대 및 상태 점검 (안전장구 착용상태, 검전기, 접지용구 휴대여부 등)

- (3) 안전장구 사용법 교육 시행
- (4) 경미한 작업 이외는 2인 이상 작업
- (5) 선로순시 철저
- (6) 일선출장소 안전지도 및 관리감독 강화

## 10. 개폐기 오조작으로 인한 감전

### 가. 사고 줄거리

염해로 인한 선로사고 복구를 위해 22.9kV 선로용 COS를 개방한다는 것이 착각하여 수용가 선로의 분기 COS를 개방후 작업하려다 감전

### 나. 사고 발생경위

(1) '87. 10. 17

- 19:00~23:00 출장소 관내 해변가 선로에서 염해로 AD/L 1호 R/L 동작으로 정전 (AD/L 69 R53 외 3개소 변대 COS사고 복구)

- 23:40 AD/L 69R 112호 COS가 염해사고로 개방되자 69R 127호의 잠바선을 분리한 다음 COS를 투입하여 임시복구 후 귀소

(2) '87. 10. 18

- 01:30~08:20 AD/L 135호 외 5개소

변대 COS사고복구

- 08:20 AD/L 69R 127호 잠바선 연결을 위해 AD/L 69R 119호 COS를 출장소장이 차단하면 AD/L 69R 127호 잠바선 연결을 재해자가 하기로 합의 (이때 AD/L 69R 119호 COS가 선방 선로용인 것을 선로용 COS로 착각)

- 08:25 출장소장이 AD/L 69R 호 분기COS 차단후 재해자에게 연락

- 08:30 재해자가 AD/L 69R 127호에 승주 잠바선을 연결하다 감전됨.

### 다. 문제점

(1) 작업준비 소홀

- 출동전 안전장구 착용상태 및 계통도 활용 미이행

(2) 계통 미숙지

- 개폐기 조작시 계통 확인 소홀

(3) 지급된 활선접근경보기 미착용

(4) 검전기 미휴대

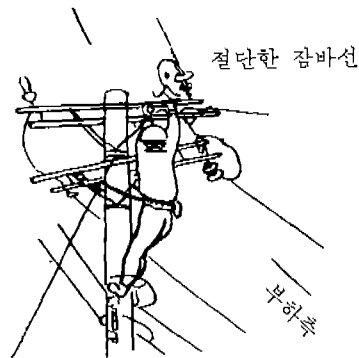
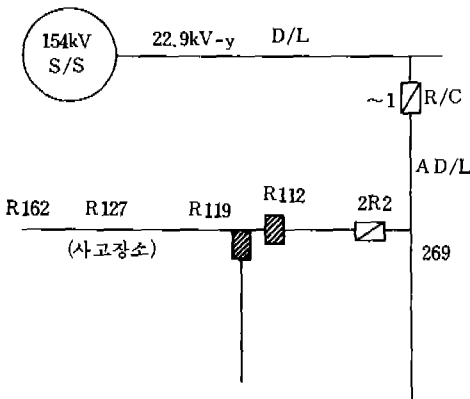
(5) 출장소 관내 작업시 관리, 감독기능 미흡

### 라. 문제점에 대한 예방대책

(1) 작업출동전 안전확보를 위한 준비 철저 이행

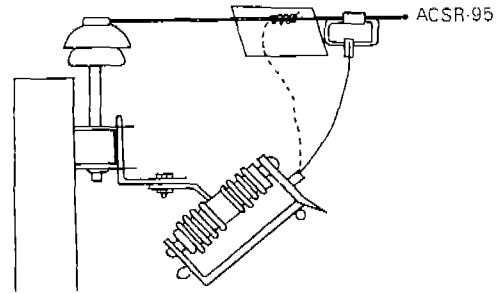
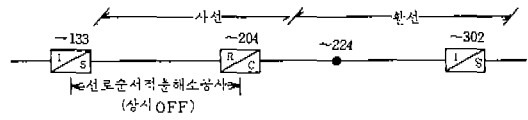
- 계통도를 통한 계통파악

- 안전장구 착용 상태



※ 개방하여야 할 개폐기: R112호  
 ※ 개방한 개폐기: R119호

- 검전기, 활선접근 경보기 휴대 여부 등
- (2) 활선접근경보기, 검전기휴대 및 사용 철저
- (3) 도상훈련 실시
  - 선로사고를 가정하여 모의훈련
- (4) 일선출장소 안전지도 및 관리감독 강화



## 11. 계통파악 소홀로 인한 사고 사례(1)

### 가. 일반사항

- (1) 일 시 : '87. 9. 23(수) 11:59
- (2) 장 소 : 22.9kV 배전설비 (경북 경산군 남천면)
- (3) 재해자 : 전공 (남 27세, 사망)

### 나. 사고내용

- (1) 선로순시 위해적출 지정공사를 위해 133호 개폐기를 개방하고 휴전작업을 시행

#### 작업내용

- 전주 바로세우기 : 1분
- 장주 변경 : 2개소
- 활입주 신설 : 1분

#### 휴전작업

- 휴전계획 시간 : 11:00~13:00
- 동원인원 : 전공 - 6명  
인부 - 4명

(2) 작업도중 신규공사와 관련하여 변압기용 COS리드선 임시 활선접속개소를 휴전시간을 이용하여 분기고리 압축 시공키 위해 송배전원 (신규공사 감독)이 작업현장에 도착함.

#### 신규공사 감독자 현장 도착 경위

위해적출분 해소공사 휴전작업을 위한 휴전작업 관계자 회의를 시행된 것을 인지하고, 휴전시간을 이용하여 임시 연결해 놓은 리드선을 분기고리 압축코자 신규공사한 업체와 동일한 작업현장에 도착함

신규공사 감독자는 현장대리인과 협의한 후 작업자 2명을 동원하여 휴전구간 내의 202호 COS 1차 리드선 분기고리를 압축 시공한 후 202과 1 작업을 위해 재해자에게 작업차를 돌려 오도록 함.

재해자는 302호까지 휴전되는 것으로 오판하고 작업차로 휴전구간 밖인 224호까지 운행하여 224호의 분기고리를 압축코자 임의 승주하여 전력선에 접근하는 순간 감전됨.

### 다. 문제점

- (1) 검전 미시행
- (2) 임의판단 작업시행
- (3) 활선접근경보기 미착용
- (4) 작업자에게 활선접근경보기 미배분(업체측)
- (5) 임시활선 연결 후 분기고리 압축시공 지연
- (6) 위해적출 해소공사 휴전작업시 휴전구간 미숙지

### 라. 예방대책

- (1) 도급업체 종사자 안전지도
  - 사고사례 전파
  - 검전, 접지 필요성 인식
- (2) 활선접근 경보기 착용 적극 유도
  - 활선접근경보기 작업자 전원에게 지급 (산업안전보건법)

- (3) 작업전 사·활구간 속지토록 교육
- (4) 휴전작업관계자 회의결과 작업원에게 전파

## 12. 계통파악 소홀로 인한 사고사례(2)

### 가. 일반사항

- (1) 일 시 : '87. 12. 23(수) 09:30경
- (2) 장 소 : 22.9kV-Y 배전설비(경북 영주시)
- (3) 재해자 : 전공(남22세, 중상)

### 나. 사고내용

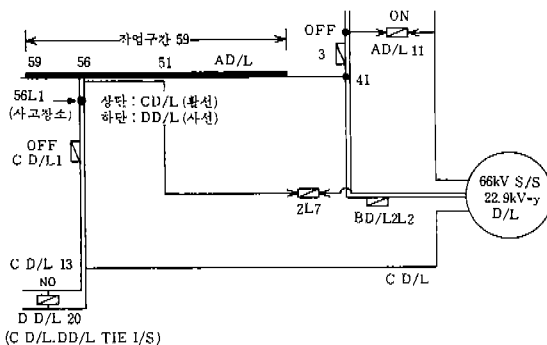
(1) 22.9kV-Y OOD/L 단축전주 교체공사 휴전작업을 위하여 개폐기 조작을 완료하고

조작내용	
AD/L : 11 I/S ON	C D/L : 20 I/S ON
AD/L : 39 I/S OFF	C D/L : 1 I/S OFF
BD/L : 2 좌 2 I/S OFF	

(2) 재해자가 42호주에 접지용구를 배분한 다음 차량으로 59호로 이동, 접지시공을 완료한 후 AD/L51-56호간 상단선로가 사선인 것으로 오인하고 분기선로로부터 역가압에 대비코자 56 좌 1 호주에 승주하여 상단선로에 접지를 하려다 활선상태인 전력선에 감전됨.

### 다. 문제점

- (1) 접지 시공장소가 아닌 전주에 임의 승주하



### 여 접지 시행

- (2) 접지시행전 시행
- (3) 활선접근경보기 미착용
- (4) 작업자에 활선접근경보기 미배분(업체측)
- (5) 사·활 공존개소 활선접근금지 표시물 미설치
- (6) 작업자에게 사·활 구간을 충분히 주지시키지 않은 점

### 라. 예방대책

- (1) 도급업체 종사자 안전지도
  - 사고사례 전파
  - 접전, 접지 필요성 인식
- (2) 활선접근경보기 작업자 전원에게 지급 (산업안전보건법)
- (3) 안전표지물 부착
  - 사·활 공존개소에 활선접근금지 표시물 부착
- (4) 작업전 안전회의 시행
  - 작업구간 사·활 개소 속지토록 교육
- (5) 공사현장 안전관리 철저
  - 작업전 접전, 접지 확인 후 작업시행
- (6) 휴전작업관계자 회의결과 전 작업원에게 전파

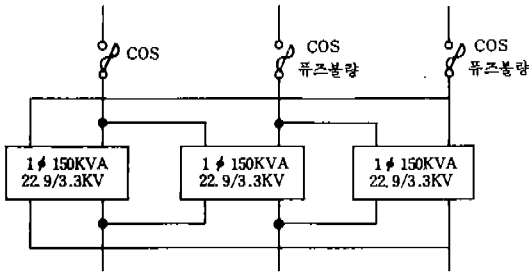
## 13. 변압기 극성에 의한 오결선 발견으로 사고 예방

### 가. 예방 전 전기공작물 상태

전북 군산시 소재 22,900V/450kW인 수산물 가공처리 공장에서의 일이다.

1Ω 150kVA (22,900V/3,300V) 변압기 3대로 Δ-Δ결선 사용중 과부하에 의해 1대가 소손되자 부하사용을 조정하여 V-V결선으로 임시 사용토록 조치하고 소손된 변압기를 수리 의뢰하도록 하였다.

며칠 후 수용가로부터 수리업체에서 변압기를 설치하였는데 수전용 개폐기만 투입하면 COS가 용단된다며 원인 규명을 요청하여 현장을 방문한 결과 그림 1과 같은 상태였다.



〈그림 1〉

### 나. 예방활동 내용

수리업체측에서는 변압기 수리후 시험을 실시한 결과 이상이 없었는데 운송 도중에 이상이 생긴 모양이라며 수리변압기 이상으로 단정하고 있었다.

그러나 확실한 점검으로 고장 원인을 규명하여야 한다는 생각으로 우선 각 변압기의 이상 여부를 알아보기로 하고 변압기 내부확인 및 비파괴 절연진단장치를 이용, 절연과파 여부를 확인하였으나 모두 양호한 상태였다.

또한 권선간 단락 여부를 확실하게 파악하기 위하여 평소 사용하는 변압기와 수리 변압기를 직렬 결선하여 22,900V를 가압하고 2차측 전압을 확인하니 각각 1,150V로서 정상 상태임을 확인하였다.

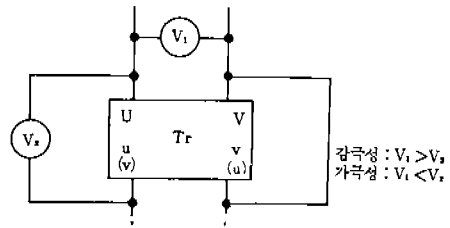
정상적인 변압기를 3상 결선하여 COS 퓨즈가 용단됨은 변압기 극성에 문제가 있지 않나 하고 각 변압기에 대하여 그림 2와 같이 극성시험을 실시하였다.

역시 기존변압기 2대는 감극성이었으나 수리 변압기는 가극성으로 판명되었다.

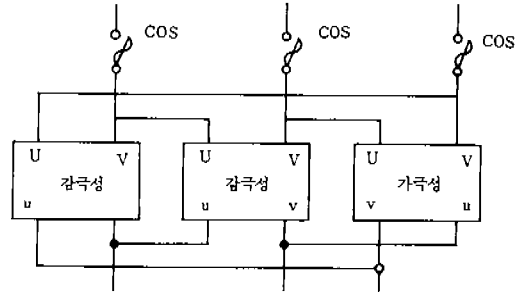
이로써 가극성변압기를 감극성 방향으로 오결선하여 변압기 권선내에 단락전류가 흘러 COS 퓨즈가 용단되었음을 알 수 있었다.

즉시 변압기를 그림 3과 같이 재결선한 후 수전을 받음으로써 수용가 설비를 정상 가동하도록 하였다.

참고로 3상 결선시에 2차 1상의 극성을 반



〈그림 2〉



〈그림 3〉

대로 결선한 경우의 현상에 대하여 알아보도록 하자.

①  $\Delta-\Delta$ 결선시 : 권선내에 단락전류가 흘러 변압기가 소손된다.

②  $Y-\Delta$ 결선시 : 2차 전압이 비대칭으로 되며 과대한 여자전류가 권선내를 순환하여 변압기가 소손될 염려가 있다.

③  $\Delta-Y$ 결선시 : 2차 전압이 비대칭으로 된다.

④  $Y-Y$ 결선시 : 결선이 잘못된 상의 부하전류가 0으로 된다.

### 다. 예방후 효과

변압기 극성을 판단하지 못하고 통상 사용하는 감극성으로 알고 변압기를 결선하여 변압기 권선에 과대한 단락전류가 흘러 변압기가 소손될 위험을 예방하였으며 신속하게 사고개소를 찾아 시정함으로써 수용가의 생산장애 및 경제적 손실을 경감시켰다.

〈다음 호에 계속〉