

# 전동기 제어와 응용 (8)

역/박 한 중(당협회 출판위원)

## 제3장 전동기 제어장치

### 3.6 개폐기 제어장치

개폐제어장치를 설명하기 전에 우선 이것과 밀접한 관계에 있는 배전반에 대해서 생각해 보자. 배전반은 전기를 나누는 반이라는 이름과 같이 최초에는 절연관상에 스위치를 설치하여 전기를 입·절하는 것으로부터 시작된다.

그러나 제어기술의 진보에 따라 종래의 개폐기능을 주체로 하는 것 외에 정보처리, 각종 제어 등 신경계의 것으로 그 범위가 크게 확대되었다. 따라서 현재는 배전반이라고 하는 말만 가지고는 내용이 방대하여 정확한 파악이 힘든 형편에 있다.

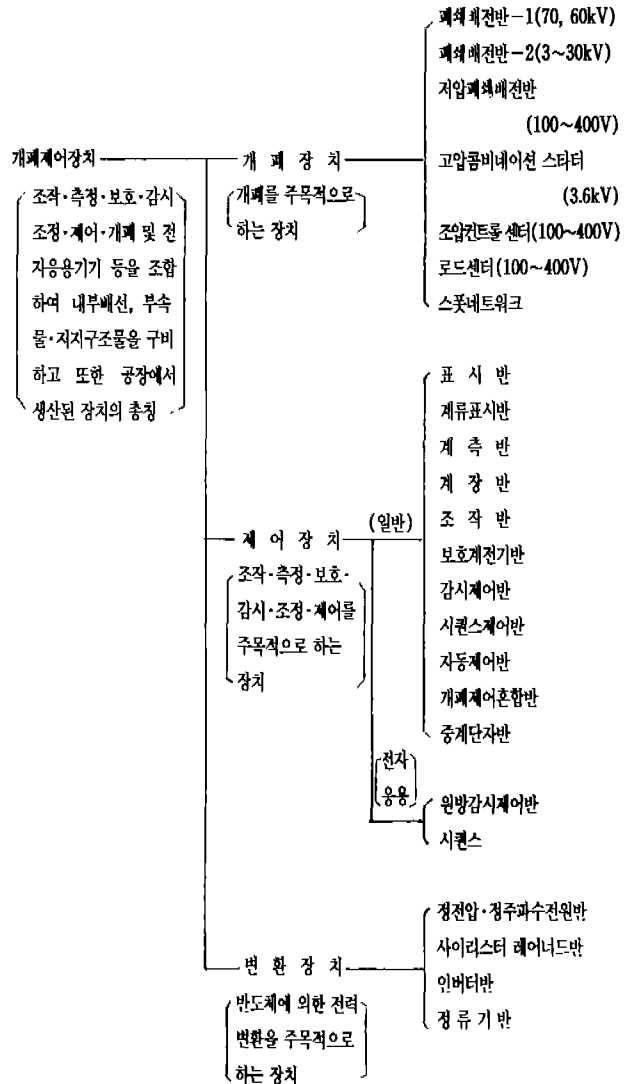
그래서 보다 기능적인 분류를 하는 경향이 있으며 배전반 대신 개폐제어장치라고 하는 호칭을 채용하기로 하였다. 개폐제어장치를 크게 나누면 개폐장치, 제어장치, 변환장치의 세가지로 분류된다(우측 표 참조).

#### [1] 제어장치

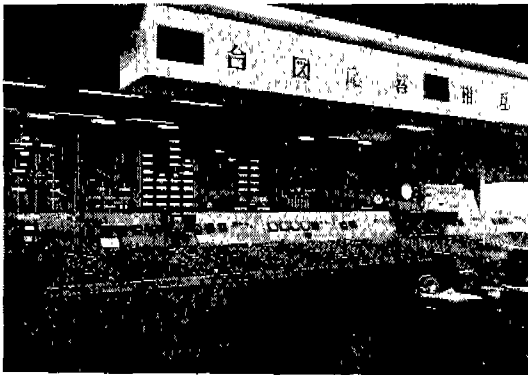
제어장치는 사람과 계통을 연결하는 그룹과 부여된 조건을 충족시키도록 동작하는 그룹의 두가지로 분류된다.

전자로는 표시반, 계통표시반, 계측반 등이 있다. 그림 3-47은 제철소 원료수송설비용에 사용되고 있는 조광식 계통표시반과 책상형 조작반을 표시한 것이다.

조광반에는 수송계의 흐름을 나타내는 조광식의 심볼이 배치되어 책상반에 설치된 공업용 텔레비전



에 의한 감시와 함께 설비 전체의 운전상황을 파악하고 필요에 따라 적절한 조작을 할 수 있게 되어 있다.



<그림 3-47> 원료수송용 조광식 계류표시반

후자로는 시퀀스 제어반, 자동제어반, 개폐제어 혼합반 등이 있다.

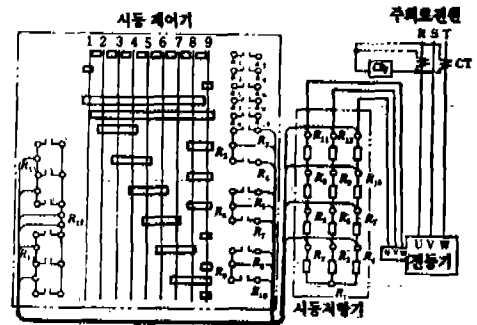
시퀀스가 복잡해지면 릴레이 요소를 하나 하나 겹쳐서 설계하는 종래의 시퀀스 제어반으로는 설계에 시간이 걸리고 제작도 요소간의 다수의 배선을 착오 없이 하지 않으면 안되는 등 일이 커진다. 또 사용에 막대한 노력이 필요해진다.

이것을 간단히 처리하는 방법으로 최근 여러가지의 시퀀서(일반 시퀀스 제어장치)가 나오고 있다. 간단한 것으로서는 기계 드럼에 핀을 삽입해서 하는 프로그램식, 고정 시퀀스를 조립해 넣은 블록 시퀀서, 그리고 중급의 것으로는 전자자석으로 핀보드에 다이오드 핀을 삽입함으로써 로직 시퀀스를 설정하는 타입, 그리고 또 마이크로 컴퓨터를 사용하여 프로그램을 기억시킨 고급 시퀀서 등 다양한 방법이 있다. 앞으로 더욱 더 신뢰성이 높은 편리한 것이 개발되어 이용되게 될 것이다.

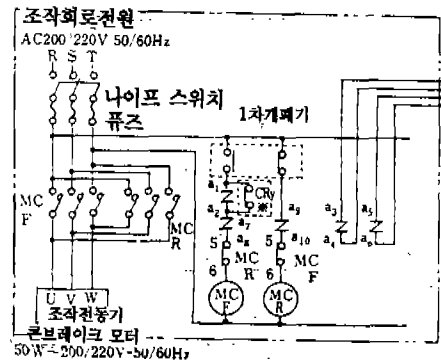
[2] 컨트롤 센터

컨트롤 센터는 유도전동기의 집중제어를 하는 것으로서 대상의 각 전동기에 대응하는 제어 유닛을 용량·기능에 입각해서 선정하여 그것들의 유닛을 표준 캐비닛에 조립해 넣은 것이다.

유닛은 보통 인출형으로 되어 있어 호환성이 있고



시동제어기 전동조작회로 전계별속도



<그림 3-48> 전동조작 캐시

안정성이 높으며 또 장치가 콤팩트하게 만들어지므로 설치면적이 작아도 된다고 하는 이점이 있다. 전원용량의 증대, 440V전원의 증가 등에 의해 많이



<그림 3-49> 시퀀서

**환경기술Ⅱ**

사용되기 시작하였다. 그림 3-50에 그 외관을, 표 3-6, 표 3-7에 형식과 분류를 든다.

**<표 3-6> 컨트롤 센터의 분류**

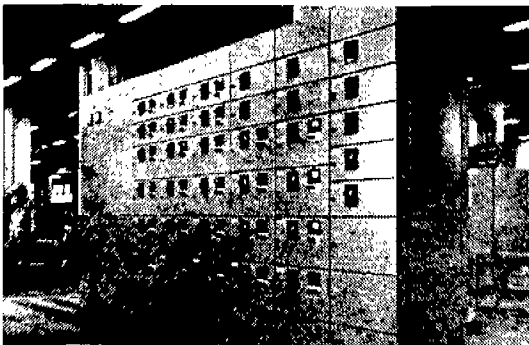
| 기호순 | 항 목               | 표 시 기 호 | 분 류 내 용                                     |   |  |                                    |  |              |  |
|-----|-------------------|---------|---|---|--|------------------------------------|--|--------------|--|
| 1   | 보 호               | B       | 단위회로의 단락보호로서 차단기를 설치한다.                     |   |  |                                    |  |              |  |
|     |                   | F       | 단위회로의 단락보호로서 퓨즈를 설치한다.                      |   |  |                                    |  |              |  |
|     |                   | C       | 단위회로의 단락보호로서 차단기 <sup>(1)</sup> 와 퓨즈를 설치한다. |   |  |                                    |  |              |  |
| 2   | 구조 <sup>(2)</sup> |         | 주회로전원측                                      | 주회로부하측  | 제 어 회 로                                |                                    |  |              |  |
|     |                   |         | 나사조임  | 자동결합  | 나사조임                                   | 자동결합                               | 나사조임   | 자동결합 또는 수동결합 |  |
|     |                   |         | 1   | ○   |  | ○                                  |  | ○            |  |
|     |                   |         | 2   | ○   |  | ○                                  |  | ○            |  |
|     |                   |         | 3   |   | ○                                      | ○                                  |  | ○            |  |
|     |                   |         | 4   |   | ○                                      | ○                                  |  | ○            |  |
|     |                   | 5       |   | ○   |  | ○                                  | ○  |              |  |
|     |                   | 6       |   | ○   |  | ○                                  | ○  |              |  |
|     |                   | 조 건     |   |   |  |                                    |  |              |  |
|     |                   |         | a   | b   | c                                      | d                                  | e  |              |  |
|     |                   |         | 단위회로 구분마다 정차기수납되어 있다.                       | 문책표면에서 차단기 <sup>(1)</sup> 또는 개폐기 <sup>(1)</sup> 를 조작할 수 있다. | 단위위치의 문책은 폐로상대기에서는 열리지 않는 기계적 동을 설치한다. | 문책표면에서 계전기를 간접적으로 확인하는 조 작부를 설치한다. | 주회로의 모선 및 접속도체는 접속부 를 제외하 고 절연피복 또는 차폐가 시설되어 있다. |              |  |
|     |                   | 1       | ○   |   |  |                                    |  |              |  |
| 2   | ○                 | ○       |   |   |  |                                    |  |              |  |
| 3   | ○                 | ○       | ○   |   |  |                                    |  |              |  |
| 4   | ○                 | ○       | ○   | ○   |  |                                    |  |              |  |
| 5   | ○                 | ○       | ○   | ○   | ○                                      |                                    |  |              |  |
| 3   | 감시 제어 용 품         | A       | 감시·제어용품(스위치, 신호등 또는 고장표시등, 계 등 등)을 설치한다.    |   |  |                                    |  |              |  |
|     |                   | B       | 단위장치에 조작용편압기를 설치한다.                         |   |  |                                    |  |              |  |
|     |                   | C       | 위의 A와 B를 설치한다.                              |   |  |                                    |  |              |  |

※ [주] p.53 좌상단 참조

**<표 3-7> 컨트롤 센터의 형식**

| 기호순 | 항 목              | 표 시 기 호 | 형 식 내 용  | 비 고                                  |
|-----|------------------|---------|--|--------------------------------------|
| 1   | 형                | S       | 단위장치가 컨트롤 센터 편면에만 있는 것.  | (편면형)                                |
|     |                  | D       | 단위장치가 컨트롤 센터 양면에 있는 것.   | (양면형)                                |
| 2   | 종 류              | 1       | 주회로 개폐기나 제어용 품 등의 단순한 집합체 로서 단위장치 상호 또는 외부장치와의 연동은 하지 않는 것.                  | 컨트롤 센터의 치 수도 및 단위장치 만의 접속도를 붙인다.     |
|     |                  | 2       | 제어계통을 고려해서 설 계되며 단위장치 상호 또는 외부장치와 전기적 으로 연동하는 것.                             | 상기 외에 제어계 통의 동작을 설명 하는 적당한 도면 을 붙인다. |
| 3   | 주 회 로 외부접속 방 식   | A       | 부하접속용의 단자대는 특별히 설치하지 않고 외부와의 연락은 직접 각 기구의 단자와 접속 하는 방식의 것.                   |                                      |
|     |                  | B       | 부하접속용 단자대는 단 위치 또는 그 가까이 에 두고 외부와의 연락 은 직접 그 단자대와 접속하는 방식의 것.                |                                      |
|     |                  | C       | 부하접속용 단자대는 일 팔 집합된 총괄단자실을 설치하고 단위장치와 접속해 두며 외부와의 연락은 총괄단자실에서 하는 방식의 것.       | 단위장치와 총괄단 자실간의 접속도를 붙인다.             |
| 4   | 제 어 회 로 외부접속 방 식 | A       | 제어접속용 단자대는 특별히 설치하지 않고 외 부와의 연락은 직접 각 기구의 단자와 접속하는 방식의 것.                    |                                      |
|     |                  | B       | 제어접속용 단자대는 단 위치 또는 그 가까이 에 두고 외부와의 연락 은 직접 그 단자대와 접속하는 방식의 것.                |                                      |
|     |                  | C       | 제어접속용 단자대는 일 팔 집합된 총괄단자실을 설치, 단위장치와의 접속을 하여 두고 외부와 의 연락은 총괄단자실 에 서 하는 방식의 것. |                                      |

- [주] (1) 여기서 말하는 차단기란 배선차단기 등과 같은 단락보호를 하는 장치를 말한다.  
 (2) 구조란의 O표는 a, b, c, d, e 각 조건마다 그 사항을 만족하는 것을 나타낸다.  
 (3) 여기서 말하는 개폐기는 단로기를 포함해서 넓은 의미에서의 개로, 폐로를 하는 장치를 나타낸다.

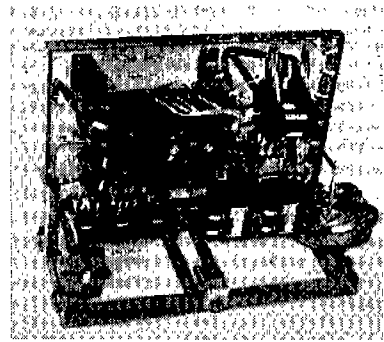


<그림 3-50> 컨트롤 센터 외관도

<그림 3-51>은 유닛의 일례로서 강판제의 인출형 구조로 되어 있으며, 내부에 배선용 차단기, 전자접촉기, 열동계전기, 푸시버튼 스위치, 신호등, 전류기 등이 들어 있다. 주회로는 플러그에 의해 모선에 자동연결되고 제어회로도 수동 또는 자동연결 플러그에 의해 접속된다.

배선용 차단기의 조작 핸들, 푸시버튼 스위치, 계전기 복귀버튼은 표면에서 조작할 수 있는데 위험방지

를 위해 차단기가 「입」상태에서는 문짝을 열 수 없게 인터록되어 있다.

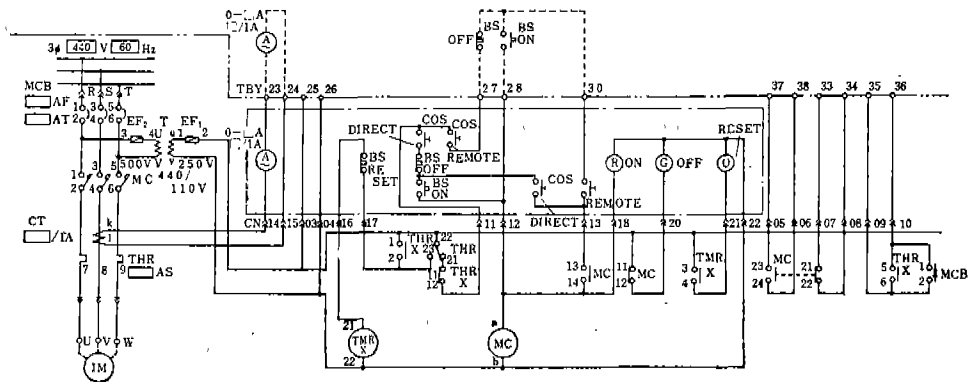


<그림 3-51> 컨트롤 센터 유닛

유닛은 운전방식이 비가역식인가 가역식인가에 따라, 그리고 제어전원을 밖에서 공급하는가의 여부에 따라서도 변화한다. 그림 3-52에 유닛내의 접속예를 든다.

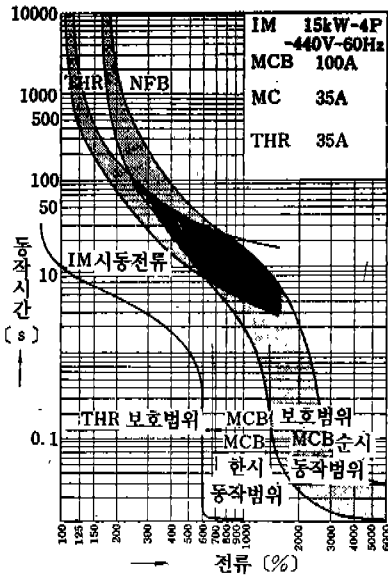
고장전류는 배선용차단기에 의해, 전동기의 과부하는 열동형 과전류계전기와 전자접촉기에 의해 보호하도록 되어 있다. 그림 3-53에 배선용차단기와 열동계전기의 조합에 의한 보호특성을 든다.

유닛에 대해서는 전동기의 운전방법, 제어방법 등 여러가지 적용에 대응되는 광범위한 표준시방에 완비되어 있다. 따라서 다수의 전동기를 제어하는 컨트롤 센터의 계획도 희망하는 유닛을 표준시방중에서

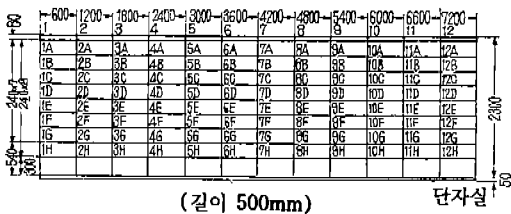


<그림 3-52> 유닛접속의 일례

선택, 조합하기만 하면 되므로 컨트롤 센터의 계획을 단시간에 완성시킬 수가 있다. 세부는 제작 메이커에 따라 다소 다르지만 반의 크기 결정은 표 3-8에 의해 사용 유닛의 형식, 수량, 단수를 결정하고



<그림 3-53> 조합보호의 특성



(a)

| 유닛번호 | 용도명칭 | 전 동 기 |      | 유닛형식, 단수 |
|------|------|-------|------|----------|
|      |      | [V]   | [kW] |          |
|      |      |       |      |          |
|      |      |       |      |          |
|      |      |       |      |          |
|      |      |       |      |          |
|      |      |       |      |          |
|      |      |       |      |          |
|      |      |       |      |          |

(b)

<그림 3-54> 컨트롤 센터 계획용지

그림 3-54(b)와 같은 형식의 용지에 기입한다.

이 용지의 유닛 번호에는 그림(a)에 의한 유닛의 위치번호를 기입한다. 어느 전동기의 유닛을 어느 위치에 넣는가를 결정하여 순차 결정해 나가고 전부 기입이 끝나면 그것으로 소요되는 반의 면수가 결정된다. 그리고 약간의 공 스페이스가 보통 남음으로 그곳에 적당히 예비 유닛을 설치해 두는 것이 바람직하다. 또한 더 콤팩트한 10~12단 쌓기의 것도 나와 있다.

<표 3-8>

| 종별                    | 단수    | 치 수 | 최대적용전동기  |          | MCB | MC  | 차단용량[kA]<br>(대칭설치치)     |
|-----------------------|-------|-----|----------|----------|-----|-----|-------------------------|
|                       |       |     | 200/220V | 400/440V |     |     |                         |
| 비<br>가<br>역<br>유<br>닛 | 1     | 200 | 2.2      | 3.7      | 100 | 20  | 50kA 220V<br>30 kA 440V |
|                       |       |     | 3.7      | 7.5      | "   | 30  |                         |
|                       |       |     | 5.5      | 11       | "   | 35  |                         |
|                       | 1.5   | 300 | 7.5      | 15       | "   | 75  |                         |
|                       |       |     | 15       | 30       | "   | 80  |                         |
|                       | 2     | 400 | 18.5     | 37       | 225 | 130 |                         |
|                       |       |     | 22       | 45       | "   | "   |                         |
|                       | 3     | 600 | 37       | 75       | "   | 240 |                         |
|                       |       |     | 45       | 90       | "   | 270 |                         |
|                       |       |     | 55       | 110      | 400 | "   |                         |
| 5                     | 1,000 | 75  | 150      | "        | 370 |     |                         |
|                       |       |     |          |          |     |     |                         |
| 가<br>역<br>유<br>닛      | 1     | 200 | 2.2      | 3.7      | 100 | 20  | 50kA 220V<br>30 kA 440V |
|                       |       |     | 3.7      | 7.5      | "   | 30  |                         |
|                       | 1.5   | 300 | 5.5      | 11       | "   | 35  |                         |
|                       |       |     | 7.5      | 15       | "   | 75  |                         |
|                       | 2     | 400 | 15       | 30       | "   | 80  |                         |
|                       |       |     | 18.5     | 37       | 225 | 130 |                         |
|                       | 3     | 600 | 22       | 45       | "   | "   |                         |
|                       |       |     | 37       | 75       | "   | 240 |                         |
|                       | 4     | 800 | 45       | 90       | "   | 270 |                         |
|                       |       |     | 55       | 110      | 400 | "   |                         |
|                       |       |     | 75       | 150      | "   | 370 |                         |

[3] 고압 콤비네이션 스타터

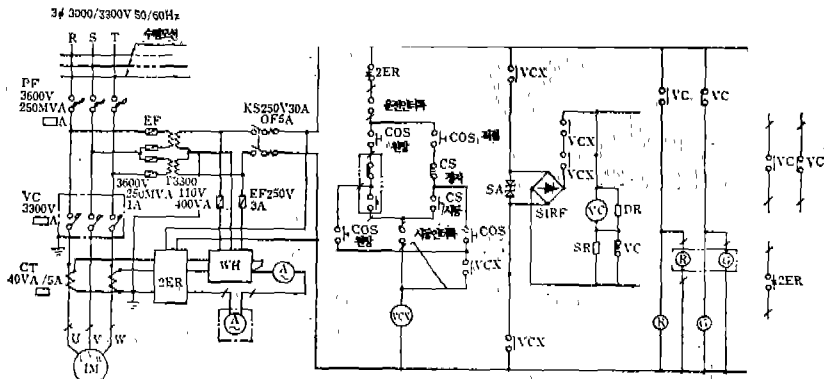
변전설비가 더욱 대용화되어 나감에 따라 각종 전 동기용 개폐장치도 차단용량이 큰 것이 필요하게 되었다. 또 설비·기계의 대형화로 고압전동기의 사용

<표 3-9> 고압 콤비네이션 스타터의 클래스별

| 급 | 별 |   |   |   |   | 조건<br>분류                             | 조건<br>기호 | 구비해야 할 조건  |
|---|---|---|---|---|---|--------------------------------------|----------|--|
|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |                                      |          |  |
| 0 |   |   |   |   |   | 격<br>벽<br>과<br>절<br>연<br>의<br>정<br>도 | a        | 정치가 일괄해서 접지급속함내에 수납되어 있을 것.  |
|   |   | 0 | 0 |   |   |                                      | b        | 감시제어반 이면 및 인입단자대 등 보수를 필요로 하는 저압제어회로를 안전하게 점검할 수 있을 것.<br>또한 다단방기의 것은 다시 더 상하 전력퓨즈 및 고압교류전자접속기를 수납하는 부분의 단 상호간에는 접지급속 또는 절연 바리어를 설치할 것.<br>그리고 열반설치되는 것은 다시 더 인접하는 수직단위면의 전력퓨즈 및 고압교류전자접속기를 수납하는 부분 상호간에는 접지급속 또는 절연 바리어를 설치할 것. |
|   |   |   |   | 0 |   |                                      | c        | 감시제어반을 개방했을 때 주회로 충전부에 잘못해서 접촉되는 위험이 없도록 고려되고 또 전력퓨즈 및 고압교류전자접속기는 전원 충전부와 접지급속 또는 절연격벽에 의해 이격되어 있으며 전원측 단로부는 무의식적으로 사람이 접촉되는 일이 없도록 충분히 보호된 구조일 것.<br>그리고 또 다단방기의 것은 다시 더 전력퓨즈 및 고압교류전자접속기는 전원충전부 및 터개전선 인출도체와 접지급속 또는 절연격       |

| 급 | 별 |   |   |   |   | 조건<br>분류   | 조건<br>기호 | 구비해야 할 조건  |  |
|---|---|---|---|---|---|--|----------|--|--|
|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |          |  |  |
|   |   |   |   |   |   | 전<br>력<br>퓨<br>즈<br>의<br>및<br>고<br>압<br>교<br>류<br>전<br>자<br>접<br>속<br>기<br>의<br>구<br>조 | y<br>z   | 벽에 의해 이격되어 있을 것. 또 열반설치되는 것은 인접하는 수직단위면 상호간은 모선의 권동부를 제외하고 접지급속 또는 절연격벽에 의해 이격되어 있을 것. |  |
|   |   |   |   |   | 0 |  |          | d  | 모선을 포함하는 전원충전부는 개전선의 인출도체와 접지급속 또는 절연격벽으로 이격하거나 또는 충전부가 노출되지 않도록 절연피복되어 있을 것.    |
| 0 | 0 |   |   |   |   |  |          | y  | 전력퓨즈 및 고압교류전자접속기가 고정형이고 전력퓨즈는 단로형 또는 단로기가 달린 것일 것.                               |
|   |   |   | 0 | 0 | 0 |  |          | z  | 전력퓨즈 및 고압교류전자접속기가 동일가대에 조립되어 있고 그 주회로에는 자동연결식 단로부가, 제어회로에는 수동연결식 단로부가 있는 인출형일 것. |
|   | 0 | 0 | 0 | 0 |   | 인<br>터<br>록  | -        | 단로부에서 그 개폐능력 이상의 전류를 개폐하는 일이 없도록 인터록을 구비하고 있을 것.                                       |  |

이 증가하고 있으며 이것에 사용하는 개폐장치로서 빈번한 개폐에 견디며 또 보수가 용이한 것이 필요해지고 있다. 이 때문에 차단용량이 큰 한류 퓨즈와 고빈도 개폐에 가장 적합한 고압 기중전자접속기의 조합으로 된 고압 콤비네이션 스타터가 널리 채용되



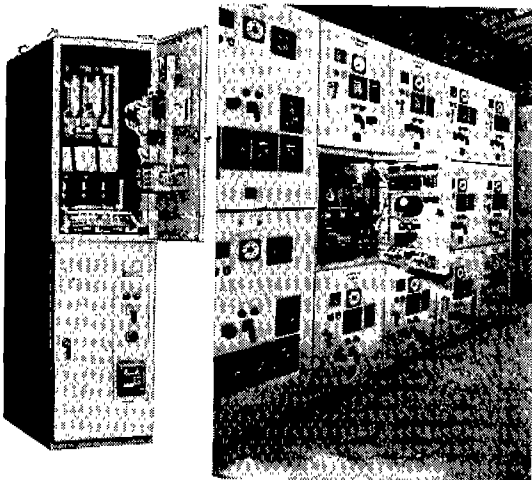
<그림 3-55> 고압 콤비네이션 스타터의 접속예

고 있다.

표 3-9는 고압 콤비네이션 스타터의 클래스를 표시한 것이다.

- ① 내장하는 스위치의 종류에 따라  
고압기중전자접촉기형, 고압진공전자접촉기형
- ② 시동방식에 따라  
직입시동식, 리액터 시동식
- ③ 주회로부 구조에 따라  
조정형, 인출형  
등으로 분류된다.

그림 3-55는 진공접촉기 사용의 접속도, 그림 3-56, 그림 3-57은 진공접촉기 사용예의 외관도이다. 진공접촉기형은 기중접촉기형 보다 콤팩트하게 할 수 있고 가격도 저렴해지며 또 개폐서지의 문제도 기술적으로 해결되므로 수요가 신장하여 현재는 반이 진공접촉기형으로 대체되고 있다.



<그림 3-56> 2단적 진공고압 콤비네이션 스타터(고정형)

<그림 3-57> 3단적 고압진공 콤비네이션 스타터(인출형)

단쌓기는 3단 이상 쌓는 경우에는 보수점검상 자동연결 인출구조채용이 많고 전동기가 많은 경우에는 가격도 고정형의 것과 거의 같기 때문에 많이 사용된다.

표 3-10에 전동기 용량에 대한 고압 콤비네이션

스타터의 적용예를 든다.

<표 3-10> 고압콤비네이션 스타터 적용표

| 적용전동기<br>출력[kW] | 정 격             |             |                   |                     |                   | 사용기구의 정 격         |                   |                                |
|-----------------|-----------------|-------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
|                 | 전 압<br>[V]      | 주파수<br>[Hz] | 프레임<br>전 류<br>[A] | 차 단<br>용 량<br>[MVA] | 수평모<br>선용량<br>[A] | 전 자<br>접촉기<br>[A] | 전 력<br>퓨 즈<br>[A] | 변 류 기<br>전 류 계<br>전 력량계<br>[A] |
| 37              | 3,000/<br>3,300 | 50/60       | 100               | 250                 | 600               | 100               | 20                | 20/5                           |
| 40              |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 45              |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 50              |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 55              |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 60              |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 75              |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 90              |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 100             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 110             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 125             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 132             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 150             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 160             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 200             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 250             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 300             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 370             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 450             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 550             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 650             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
| 750             |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
|                 |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   |                                |
|                 |                 |             | 200               |                     |                   | 200               | 150               | 100/5                          |
|                 |                 |             |                   |                     |                   |                   | 200               | 200/5                          |
|                 |                 |             |                   |                     |                   |                   |                   | 300/5                          |

<다음호에 계속.....>

웃으며 삼시다.

☑ 근무 시간 중

「자네, 한 시간 동안이나 어디 가 있었나?」

사장이 직원에게 따졌다.

「이발소에 가서 머리 깎았네요.」

「근무 시간 중인데, 이발소엘 가다니! 난 봉급을 지불하고 있잖나!」

「왜 안되죠? 머리는 근무 시간 중에 자랐는데요.」