

KR E-02080

Rev.5, 15. February 2021

# 변전소 주회로 및 제어회로 배선

2021. 02. 15



국가철도공단



# **목 차**

1. 주회로 배선 .....	1
2. 제어회로 배선 .....	1
<b>해설 1. 배선 .....</b>	<b>2</b>
1. 주회로 배선 .....	3
1.1 사용전선 .....	3
1.2 최소 절연거리와 나모선 간격 .....	2
1.3 주회로의 배선 방법 .....	2
1.4 애자장치 .....	3
2. 제어회로 배선 .....	4
2.1 사용전선 .....	4
2.2 제어선의 포설 .....	4
2.3 전선관 .....	5
<b>해설 2. 모선설계 .....</b>	<b>8</b>
1. 적용범위 .....	8
2. 일반사항 .....	8
2.1 모선 종류 .....	8
2.2 모선별 도체종류 .....	8
3. 도체 선정 .....	8
3.1 도체 선정시 고려사항 .....	8
3.2 도체의 굵기 선정 .....	8
4. 모선설계 .....	9
4.1 전선 및 금구류 .....	9
4.2 알루미늄관 및 금구류 .....	10
4.3 예비모선 및 변압기 중성점 모선 .....	10
<b>RECORD HISTORY .....</b>	<b>11</b>

## 경 과 조 치

이 철도설계지침 및 편람(KR CODE) 이전에 이미 시행중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관 장이 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 우리공단 철도설계지침 및 편람을 그대로 사용할 수 있습니다.

## 일 러 두 기

- 사용자의 이용 편의를 위하여 책 단위로 구성된 철도설계지침 및 편람(KR CODE)을 국제적인 방식에 맞게 체계를 각 항목별(코드별)로 변경하였습니다. 또한, 모든 항목에 대한 해설 및 목차역할을 하는 KR CODE 2012, 각 항목별로 기준 변경사항을 파악할 수 있도록 Review Chart 및 Record History를 제정하였습니다.
- 이번 개정된 철도설계지침 및 편람(KR CODE)은 개정 소요가 발생할 때마다 각 항목별 수정되어 공단 EPMS, CPMS, 홈페이지 게시될 것이니 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.
- 철도설계지침 및 편람(KR CODE)에서 지침에 해당하는 본문은 설계 시 준수해야 하는 부분이고, 해설(편람) 부분은 설계용역 업무수행에 편의를 제공하기 위해 작성한 참고용 기술도서로 한다.

## 1. 주회로 배선

주회로의 배선은 기기 상호간을 직접 연결하며 사용전선은 다음 각 호에 의한다.

- (1) 주회로의 전선은 사고전류에 견딜 수 있으며 코로나의 발생이 없어야 한다.
- (2) 전선의 접속은 기기 단자에 무리한 힘이 가하여 지지 않도록 압착단자·접속관·볼트 조임 철물 등을 사용하고 접속지점은 부식이나 이완이 없어야 한다.
- (3) 케이블이나 절연전선을 사용할 때에는 절연열화를 일으키지 않도록 포설하고 케이블의 굽힘 반경은 다음 표에 의한다.

전압 종별 \ 구분		단심	3심(다심)	비고
특고압 [kV]	22	10D	10D	Ds : 케이블사이스의 평균 외경 D : 케이블 외경
	66	10D	10D	
	154	20Ds	15Ds	
고압		10D	8D	
저압		8D	6D	

## 2. 제어회로 배선

제어회로에 사용하는 전선의 접속은 단자를 사용하고 제어선명을 명시하며 사용전선은 다음 표와 공단이 따로 정하는 표준도에 의한다.

종별		주로 사용하는 설비	비고
제어용케이블(난연성 정전차폐부 성능)	25[mm <sup>2</sup> ]	제어용변압기의 2차회로 축전지 및 축전지제어반	1. 용량에 따라 선종을 택하고 다심케이블 로 할 것 2. 전선의 중간접속을 금할 것 3. 기계적 강도 등의 염려가 없을 경우 에는 1.5[mm <sup>2</sup> ]를 사 용할 수 있다
	6.0[mm <sup>2</sup> ]	CT의 2차회로	
	2.5[mm <sup>2</sup> ]이상	일반 제어회로	



## 해설 1. 배선

### 1. 주회로 배선

주회로의 배선은 GIS설비에 내장되는 것을 표준으로 한다. 재래식 옥내변전소의 경우는 특고, 고압케이블을 사용하고, 기기 사이는 버스다クト를 사용하여 가압 부분이 될 수 있는 한 노출되지 않도록 한다. 재래식 옥외변전소에는 기기 직결은 표준으로 하지만, 철구, 기기가대, 트로프 등을 사용하는 경우는 될 수 있는 한 경로를 짧게 한다.

#### 1.1 사용전선

##### 1.1.1 도체의 종류

도체의 종류는 나선을 표준으로 하며, 부식에 견디고, 경제적으로 설비에 적절한 것으로 선정한다.

##### 1.1.2 전선의 허용온도

전선은 부하전류를 연속 통전하여도 사용 온도가 도체의 허용 최고 온도이하로 유지 되도록 하여야 한다.

##### 1.1.3 전선의 굵기 및 선 가닥

전선은 최대연속 부하전류, 순시단락전류를 검토하여 결정한다.

급전용 변압기 모선 및 AT중성선 연결용 전선은 HDCC 240mm<sup>2</sup>, AT중성선에서 전차선까지의 귀선회로 전선은 F-GV 70mm<sup>2</sup>x4로 한다.

#### 1.2 최소 절연거리와 나모선 간격

##### 1.2.1 최소 절연거리

주회로 배선은 케이블을 사용하는 경우를 제외하고 전선상호 및 접지시에, 또한 단락시의 전자력 및 풍압 등에 의한 횡진 시에도 최소절연거리를 유지하도록 정한다.

#### 1.3 주회로의 배선 방법

##### (1) 전선의 접속

- ① 전선을 기기단자에 접속하는 경우는 압축단자에 의하여 접속하고 모선용 동대의 경우는 볼트조임으로 한다.
- ② 나전선을 도중 분기하는 경우는 압축접속관에 의하여 분기하고 모선용 동대의 경우는 볼트조임으로 한다.
- ③ 압축단자 및 압축접속관을 압축하는 경우는 전선을 똑바로 삽입하고 적절한 다이스를 사용하여 확실히 압축한다.
- ④ 접속에 사용하는 볼트류는 강볼트(용융아연도금) 혹은 스테인리스 볼트로 확실히 조이고 진동 등에 너트가 풀리지 않도록 풀림방지 너트 사용을 표준으로 한다.

- ⑤ 기기에 접속되는 주회로 전선은 지진시 기기상부의 변위를 고려하여 이도를 갖도록 배선한다.
- ⑥ 주 전류가 통하는 접속개소에는 가연성 혹은 비가연성의 온도 감지재를 붙인다.  
모션용 동대를 사용하는 경우는 열응력 등에 의해 부상애자에 과도한 응력이 가해 지지 않는 구조로 한다. 또한 접속개소에는 땀납도금을 하는 것으로 한다.

## (2) 가선

- ① 주 회로를 철구 등에 가설하는 경우는 조립볼트를 본조임 완료후 시공한다.
- ② 가선 공사 중 공구류 등의 낙하에 대비하여 아래에 있는 기기류는 적절한 방법으로 방호한다.
- ③ 가선 전에는 애자의 청소 및 절연저항 측정, 애자 금구의 설치 핀 등의 적절성 유무를 조사하여 가선공구의 점검을 한다.
- ④ 애자의 마크 및 연결용 코터핀이 동일한 방향으로 가지런히 되어 있고, 핀은 양측으로 열려있으며(60~90°) 한번 사용한 핀은 다시 사용하지 않는다.

## (3) 케이블류의 포설

- ① 케이블 및 절연전선은 애자, 경질 비닐 전선관, 밴드, 비닐 클리트, 목재 클리트 등을 사용하여 배선한다.
- ② 전선은 소선 및 피복 등에 상처를 주지 않도록 배선하고 외부로부터 상처를 받을 수 있는 개소에는 적절한 방법으로 방호한다.
- ③ 케이블의 도체는 연동 및 알루미늄선 등이므로 68.6N/mm<sup>2</sup>이상의 인장하중을 가하면 안 된다.

### ④ 케이블 단말처리

가. 고압전력케이블의 접속 및 단말처리 후 시공표시찰에 시공년월일, 시공회사명, 시공자 성명, 케이블종별, 케이블제조회사명, 처리재료제조회사명을 명기하여 설치한다.

나. 특고케이블 등 특수 케이블은 제조회사의 설명서 등을 숙지하여 시공한다.

- ⑤ 트로프 등에서 케이블을 건물 내에 인입하는 개소는 쥐 등의 작은 동물의 침입방지 대책을 강구한다.

- (4) 나전선을 옥내에 인입하는 경우 우수(雨水)가 전선을 따라서 침입하지 않도록 하고 또한 작은 동물의 침입도 방지하도록 한다.

## 1.4 애자장치

나전선을 지지하는 애자류에는 현수애자, 지지애자 및 벽관통부싱 등이 있다. 시공 시에는 청소를 하고 절연저항측정 등에 의해 이상 유무를 점검하여 손상을 주지 않도록 주의하여 설치한다.



## 2. 제어회로 배선

### 2.1 사용전선

#### 2.1.1 제어케이블의 종류

제어회로에 사용하는 전선은 KS C 3341에 의한 600V 가교폴리에틸렌 절연 저독성 난연 폴리올레핀 시스 제어용 케이블(600V HFCCO)을 표준으로 하고 사용회로를 면밀히 조사하여 가능한 한 다심선을 사용한다.

#### 2.1.2 제어케이블의 크기

제어케이블의 크기는 회로의 최대연속전류 및 전압강하를 고려하여 정한다. 허용 전압강하치는 표에 표시된 값 이하로 한다.

표 1. 허용 전압강하치

용 도 별	허용치 (%)	기 사
제 어 용 변 압 기 회 로	5	
기 기 제 어 회 로	10	
전 동 기 회 로		
연속정격전류에 대한	10	
기동전류에 대한	20	
일 반 전 원 회 로	10	

#### 2.1.2 제어케이블 허용길이 계산

제어회로에 사용하는 제어케이블의 허용길이는 한국전력 『DS-2411 제어케이블』의 준용 및 전기관련 기준을 검토하여 계산하며, 기기의 제어에 필요한 전류는 『KR E-02060 변전소 용량』에서 제시한 직류전원을 참고로 하여, 기기제어시 필요한 최대 전류를 기준으로 다음과 같이 계산한다.

- 정격전압 : 기기의 직류 정격전압
- 전압강하 : 정격전압의 10%
- 허용최소전압 : 정격전압-전압강하 전압
- 전류용량 : 기기제어시 소요되는 전류
- 저항 :  $\frac{\text{전압강하전압}}{\text{기기제어시소요되는최대전류}}$
- 전선 1km 당 최대허용 전압 : 표 2의 한국전력 저항치 준용



표 2. 한국전력 DS-2411 선심도체 굵기별 저항치(20℃ 기준)

선심굵기(mm <sup>2</sup> )	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95
저항치(Ω/km)	12.1	7.41	4.61	3.08	1.83	1.15	0.727	0.524	0.387	0.268	0.193

○ 왕복거리 :  $\frac{\text{저항}}{1\text{km당 허용저항}}$

○ 편도거리 :  $\frac{\text{왕복거리}}{2}$

○ 제어케이블 허용길이

제어케이블 허용길이										
수계산									한 전 기 준	오 차
정격 전압	허용 전압 최소 전압	허용전압 강하	전류	저항	전선 규격	전선1km당 최대 허용저항	왕복 거리 (km)	편도 거리 (m)		
125	12.5	112.5	1	12.50	1.5	12.1	1.03	517	516	1
125	12.5	112.5	5	2.50	1.5	12.1	0.21	103	103	0
125	12.5	112.5	10	1.25	1.5	12.1	0.10	52	51	1
125	12.5	112.5	20	0.63	1.5	12.1	0.05	26	25	1
125	12.5	112.5	1	12.50	2.5	7.41	1.69	843	843	0
125	12.5	112.5	5	2.50	2.5	7.41	0.34	169	168	1
125	12.5	112.5	10	1.25	2.5	7.41	0.17	84	84	0
125	12.5	112.5	20	0.63	2.5	7.41	0.08	42	42	0
125	12.5	112.5	30	0.42	2.5	7.41	0.06	28	28	0
125	12.5	112.5	5	2.50	4	4.61	0.54	271	271	0
125	12.5	112.5	10	1.25	4	4.61	0.27	136	135	1
125	12.5	112.5	20	0.63	4	4.61	0.14	68	67	1
125	12.5	112.5	30	0.42	4	4.61	0.09	45	45	0
125	12.5	112.5	50	0.25	4	4.61	0.05	27	27	0
110	11	99	1	11.00	1.5	12.1	0.91	455	-	-
110	11	99	5	2.20	1.5	12.1	0.18	91	-	-
110	11	99	10	1.10	1.5	12.1	0.09	45	-	-
110	11	99	20	0.55	1.5	12.1	0.05	23	-	-
110	11	99	1	11.00	2.5	7.41	1.48	742	-	-
110	11	99	5	2.20	2.5	7.41	0.30	148	-	-
110	11	99	10	1.10	2.5	7.41	0.15	74	-	-
110	11	99	20	0.55	2.5	7.41	0.07	37	-	-
110	11	99	30	0.37	2.5	7.41	0.05	25	-	-
110	11	99	5	2.20	4	4.61	0.48	239	-	-
110	11	99	10	1.10	4	4.61	0.24	119	-	-
110	11	99	20	0.55	4	4.61	0.12	60	-	-
110	11	99	30	0.37	4	4.61	0.08	40	-	-
110	11	99	50	0.22	4	4.61	0.05	24	-	-



### 2.1.3 계기용변성기 2차회로

변류기의 2차회로는 통상 전류계 등 낮은 임피던스에 의하여 단락되어 있어 유기전압도 수 볼트(V)이기 때문에 케이블의 크기는 변류기2차 부담 및 전압강하로 결정한다. 계기용변성기 2차측 제어케이블의 크기는 허용전압강하로 결정한다.

## 2.2 제어선의 포설

### 2.2.1 일반사항

- (1) 전선은 가능한 한 짧은 경로에 의해 배선한다.
- (2) 전선은 트로프 안에서 접속 또는 분기를 하지 않는다.
- (3) 제어계통 및 보호계통에 사용하는 제어케이블을 옥내에 사용하는 경우는 트로프 혹은 피트내의 배선으로 하고 지중매입배선을 해서는 안 된다.
- (4) 벽 및 기기로 올라가는 부분은 클리트 혹은 경질 비닐 전선관에 의한 것으로 하고 외상(外傷)을 주기 쉬운 개소는 방호시설을 한다.
- (5) 옥외에서 전선이 피트로부터 기기로 올라가는 경우는 방습처리를 하고 옥외와 옥내의 접속개소에는 작은 동물이 침입하지 않도록 방호시설을 한다.

### 2.2.2 배선

- (1) 관계도면을 상세히 조사하고, 배선루트를 검토하여 배선도를 작성하며 배선도 완성 후 보수담당 부서에 인계한다. 또한 계통별 최소한의 예비선을 고려한다.
- (2) 배선은 배선도에 따라서 하고, 사용전선이 제일 긴 구간에서 연선한다.
- (3) 배선작업은 전선의 소선피복 등을 손상하지 않도록 주의한다.
- (4) 액세스플로어내의 전선은 간결하게 묶어서 배선한다.

### 2.2.3 전선의 접속

- (1) 전선의 접속에 앞서 통전시험을 하고, 전선 심선을 확인한다.
- (2) 전선의 접속은 압착단자(KS C 2618)를 사용하고 절연커버가 있는 것을 표준으로 한다.
- (3) 압착공구는 년 1회사상의 정기검사를 하여 합격표시가 붙은 것을 사용한다.
- (4) 절연피복 단자용 압착공구는 로케이터를 떼어내고 사용해서는 안 된다.
- (5) 전선 심선의 단자부분에는 전선기호, 번호를 절연성 재료에 의해 명확히 기입한다.

## 2.3 전선관

- (1) 전선관에 배선하는 경우는 경질 비닐 전선관 및 부속품을 사용한다.
- (2) 관을 조영재에 붙일 경우는 새들로 고정하고 기기 등에 올라가는 경우는 랙을 사용하여 지지한다.
- (3) 경질 비닐관의 곡률반경은 관 내경의 6배 이상으로 한다.

- (4) 전선관내에 수용하는 전선본수는 동일 관내에 10본 이하로 하고, 전선의 피복물을 포함한 단면적의 총합이 전선관 내 단면적의 32%이하가 되도록 전선관의 굵기를 정한다.
- (5) 전선관 상호 접속은 커플링을 사용하여 삽입접속하고 삽입깊이는 관 외경의 1.2배 이상으로 한다.
- (6) 전선관을 콘크리트 내에 매입하는 경우는 콘크리트 타설 시 이동하지 않도록 철근에 고정한다. 2본 이상 병렬로 시설하는 경우는 충분한 간격을 주고 콘크리트가 전선관의 하부에도 들어가도록 한다. 또한 콘크리트가 관속으로 들어가지 않도록 보호물을 부착한다. 콘크리트 매입 배관의 크기는 콘크리트 슬래브 두께의 1/3이하로 한다.



## 해설 2. 모선설계

### 1. 적용범위

이 기준은 옥외 GIS형 변전소에 설치하는 모선도체, 애자장치, 금구류 선정에 대하여 적용한다.

### 2. 일반사항

#### 2.1 모선 종류

모선 종류는 모선의 지지방법에 따라 아래와 같이 분류한다.

- (1) 내장형 모선 : 장력이 가해지는 연선의 도체를 애자에 의해 지지하는 모선
- (2) 지지형 모선 : 모선 도체를 지지애자에 의해 지지하는 모선

#### 2.2 모선별 도체종류

- (1) 내장형 모선 : 강심알루미늄 연선(ACSR), 경동연선(HDCC) 등
- (2) 지지형 모선 : 동봉, 동대, 동관, 알루미늄관 등

### 3. 도체 선정

#### 3.1 도체 선정시 고려사항

- (1) 도체는 열적 과전류강도를 갖도록 적절한 종류 및 굵기의 도체를 선정하여야 한다.
- (2) 도체의 접속방법은 통전용량, 접속개소, 보수점검 등을 고려하여 선택하여야 한다.
- (3) 도체 지지금구는 모선에 가해지는 단락전자력 등의 기계적 하중을 충분히 견디도록 강도를 고려하여 선정하여야 한다.
- (4) 도체는 코로나 잡음에 의한 라디오 수신 장애를 미치지 않도록 선정하여야 한다.
- (5) 도체는 전류용량, 사용형태를 고려하여 선정하여야 한다.

#### 3.2 도체의 굵기 선정

도체의 굵기는 주위온도 40℃를 기준으로 하여 허용온도 90℃에서 연속허용전류 또는 허용온도 100℃에서 단시간 허용전류를 기준으로 표를 참조하여 선정한다.

- (1) 분기모선 : 도체의 단시간허용전류가 송전선의 단시간허용전류 이상이 되도록 선정
- (2) 변압기 1차 : 도체의 연속허용전류가 변압기 최저 탭전압에서의 전부하전류 보다 크게 선정
- (3) 변압기 2차(또는 3차) : 도체의 연속허용전류가 정격전류보다 크게 선정
- (4) 주모선 : 변압기 과부하운전, 변압기 고장 정지, 편모선 정지, 송전선 고장 정지, 전력

조류 등을 고려하여 전류분포를 구하여 도체의 단시간허용전류가 그 최대치보다 크도록 선정

표 4. 모선도체별 허용전류

모선구분	선 종	규 격	연속허용 전류	비 고
지지형	알루미늄관	200 $\phi$ × 5t	3,920A	
	알루미늄관	160 $\phi$ × 5.5t	3,230A	
	알루미늄관	114 $\phi$ × 6t	2,650A	
	알루미늄관	89 $\phi$ × 5.5t	1,995A	
	동대	100mm× 6t× 2	2,200A	수직설치
	동관	25 $\phi$	500A	
	동봉	20 $\phi$	540A	
내장형	ACSR	520mm <sup>2</sup>	957A	
	HDCC	500mm <sup>2</sup>	1,130A	
	HDCC	325mm <sup>2</sup>	880A	
전력케이블	FR CO-W	600mm <sup>2</sup>	1,030A	

#### 4. 모선설계

##### 4.1 전선 및 금구류

- (1) 송전전로 인출측 접퍼선은 송전선을 이용하므로 금구류 선정에 유의한다.
- (2) 전위변성기 또는 피뢰기로의 분기선은 송전선과 상이하므로 전선 분기용 PG 클램프 규격 선정에 유의하고, 분기방법은 표와 같다.

표 5. 도체 분기방법

주도체	분기도체	분기개소	분기방법
4도체	2도체	2	2개 주도체 연결 분기
2도체	2도체	2	도체별 분기
2도체	단도체	1	2개 주도체 연결 분기

- (3) GIS 및 주변압기 부상에 사용하는 단자는 인입하는 전선과 일치시킨다.
- (4) 소도체간 간격은 표와 같으며 2도체 이상의 전선 배선시에는 소도체간 간격을 유지할 수 있도록 스페이서를 배치한다.



표 6. 소도체간 간격

구 분	도 체 수	간 격 (mm)
154kV	2도체	200
23kV	2도체	100
중성점 모선	2도체	100

(5) 154kV 내장모선에서 분기할 경우에는 전선탈락 방지를 위해 이중분기 구조로 한다.

#### 4.2 알루미늄관 및 금구류

- (1) 알루미늄관 모선은 수평을 유지하도록 한다.
- (2) 알루미늄관의 지지점 간격은 모선의 진동, 신축 및 팽창, 단락전자력 등을 고려하여 설계한다.
- (3) 알루미늄관 설치에 사용하는 지지애자의 BCD(Bolt Circle Diameter)는 <표 4>와 같다.

표 7. 전압별 지지애자의 BCD

전 압	종 류	치 수 (mm)
154kV	Main	177.8
	Sub	127
23kV	TR 208	76.2

- (4) 알루미늄관의 분기는 주모선에서 V-콘넥타로 분기하고, 분기된 모선의 하단 2개소는 앵글 T 콘넥타로 접속한다.
- (5) 알루미늄관 설치 시 진동이 예상되는 개소에는 진동방지용 ACSR을 관내에 삽입한다.
- (6) Expansion 클램프 설치개소의 알루미늄관 절단부에 Closing Cap을 설치한다.
- (7) 알루미늄관 종단에는 코로나 방전을 방지하기 위하여 Corona Bell을 설치한다.

#### 4.3 예비모선 및 변압기 중성점 모선

- (1) 예비모선은 전압별(345kV, 154kV, 23kV)로 설치한다.

## RECORD HISTORY

Rev.3(12.12.5) 철도설계기준 철도설계지침, 철도설계편람으로 나누어져 있는 기준 체계를 국제적인 방법인 항목별(코드별)체계로 개정하여 사용자가 손쉽게 이용하는데 목적을 둔.

Rev.4(14.03.06) 원격감시 제어케이블 굵기 최적화(설계기준처-554, '14.03.06)

Rev.5(21.02.15) 철도건설기준 개정(안) 마련 전문가 워크숍 결과 반영(기준심사처-4495, '20.11.17)