

화장로 동력간선(중설) 공사  
**설 계 보 고 서**  
( 전 기 )

2008. 11

**서울시설공단 장묘문화센터**

# 목 차

제1장	개 요	.....	2
제2장	기 존 설 비 현 황	.....	4
제3장	변 압 기 용 량 검 토	.....	6
제4장	설 계 기 준	.....	9

## 제1장 개요

본 설계는 승화원 화장로 공해방지설비로 백연방지설비를 추가 설치함에 따른 전기설비 용량 증가로 인하여, 보다 안정적인 전력공급을 위한 전기설비 설계로서 전기계통 보호를 위한 단락용량을 계산하여 차단기 선정을 하고, 용량 증설, 배전반 교체, 전력간선 교체 등의 부하 설비에 대한 신뢰성·안전성·경제성·운전 조작성 용이성 등을 고려하여 설계에 적용한다.

### 1.1 설계의 기본방향

전기설비는 승화원 운영 가동에 중추적인 역할을 담당하고 있으므로 양질의 전력 공급과 신뢰성을 향상하기 위하여 다음과 같은 점에 유의하여 계획한다.

- 1) 전력 수배전 계통과 전력 기기의 선정에 신뢰도가 높은 System과 기기를 선정한다.
- 2) 회로의 단순화, 기기의 단순화로 상시운전이나 보수가 용이하도록 한다.
- 3) 전기적으로 안전한 설비가 되도록 한다.
- 4) 전기설비에서 요구되는 제반 기능을 갖추면서 건설비, 유지보수비, 운전경비, 에너지 절감 등 경제적인 설비가 되도록 한다.
- 5) 가능한 소형화된 기기를 선정하여 설치면적을 적게 한다.
- 6) 기존 시설과 조화되도록 한다.
- 7) 관련 제반 법류, 법령 및 규칙 등을 준수한다.

### 1.2 과업내용

- 1) 화장로 동력간선설비 검토 및 선정 (저압배전반 ~ 화장로제어반 1차측)
- 2) 전기설 배전반 (화장로 관련) 부분 교체 및 신설
- 3) 전기 계통 보호를 위한 단락용량 계산 및 차단기 선정
- 4) 배전반내 BUS BAR 교체
- 5) 백연방지시설 전원

### 1.3 적용규격

- 1) 전기사업법, 전기공사업법 및 관계령 규칙, 전기설비기술기준
- 2) 대한전기협회 발행 내선규정
- 3) 전기통신기본법, 전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙

- 4) 산업안전보건법 및 관계령 규칙
- 5) 한국전력공사의 전기공급약관

#### 1.4 공사범위

본 시설은 기존 시설되어 현재 가동중에 있는 관계로 인해 모든 기존시설에 대한 변경 및 보수에 관련한 시설은 무정전 운전으로 계획하며 모든 시공은 승화원 시설의 특성을 감안한 업무시간을 피하여 야간시간대를 이용하여 시공토록 계획하며 본 과업에서는 일부 동력설비 증설 및 배전반 교체등 시설 개선을 주목적으로 계획하였다.

<표 1.4.1> 공사 업무 구분

구 분	기존시설	금회변경	작업	비 고
전력인입설비	○	×		
수, 변전설비	○	△	야간작업	간선 차단기 부분변경 BUS BAR 교체 배전반 정비 (LV-1-3)
예비전원설비	○	×		
전력감시제어설비	○	×		
전력간선설비	○	△	부분야간	부분증설 및 기존 재사용
동력설비	○	△	부분야간	부분 증설
조명 및 전열설비	○	×		
접지 및 낙뢰보호설비	○	×		
정보통신설비	○	×		
방재설비(CCTV,소방)	○	×		

※ 가급적 주간 공사로 설계하도록 하였으나 365일 가동되는 승화원임을 고려하여 화장로의 전원 차단됨을 없애고, 유가족의 편의를 고려 소음이 발생되거나 장례예식에 방해가 되는 부분은 야간작업으로 설계함.

## 제2장 기존설비 현황

### 2.1 수·변전설비

〈표 2.1.1〉 기존 수전설비 현황

구 분		기 존	금 회	비 고
수전방식		상용/예비 2회선 수전, 상용	기존사용	
수전전압		3Φ4W 22.9kV 60Hz	기존사용	
수전용량		2,000kVA	기존사용	
주 변압기	TR#1	22.9kV/380~220V 1,000kVA-1대 (전등, 전열, 동력용)	기존사용	
	TR#2	22.9kV/380~220V 1,000kVA-1대 (전등, 전열, 동력용)	기존사용	
예비전원설비		디젤발전기 3상 1000KW(1,250KVA) 라디에터공냉방식	기존사용	

### 2.2 기존설비 검토 및 활용방안

#### 가. 기존시설 재사용 적용기준

- 훼손이 심한 설비는 내구년한과 관계 없이 교체하는 것으로 계획하였다.
- 기존 설비중 지속적인 유지관리가 이루어져 상태가 양호한 기자재는 재사용하는 것으로 계획하였다.
- 금회 계획시설과 기능 및 용량이 적합한 기자재는 검토 후 재사용 여부를 판단한다.

## 나. 특고압(22.9kV) 및 저압배전반

&lt;표 2.2.1&gt; 기존 수. 배전반 설비 활용방안

기기번호	설비명	형식	수량	활용방안				비고
				재사용	교체	개선(신설)	철거	
HV-1	ALTS	옥내폐쇄형 배전반	1	○				
HT-2	LBS	옥내폐쇄형 배전반	1	○				
HT-3	MOF	옥내폐쇄형 배전반	1	○				
HT-4	PT, PF	옥내폐쇄형 배전반	1	○				
HT-5	VCB	옥내폐쇄형 배전반	1	○				
VCB-1	VCB	옥내폐쇄형 배전반	1	○				
VCB-2	VCB	옥내폐쇄형 배전반	1	○				
TR-1	Main TR-1	옥내폐쇄형 배전반	1	○				
TR-2	Main TR-2	옥내폐쇄형 배전반	1	○				
LV-1	ACB	옥내폐쇄형 배전반	1	○				BUS BAR 교체
LV-2	ACB	옥내폐쇄형 배전반	1	○				BUS BAR 교체
LV-1-1	ATS	옥내폐쇄형 배전반	1	○				BUS BAR 교체 ZCT 교체
	MCCB					○		
LV-1-2	MCCB	옥내폐쇄형 배전반	1			○		BUS BAR 교체
LV-1-3	ACB	옥내폐쇄형 배전반	1			(○)		배전반 교체
LV-2-1	ACB	옥내폐쇄형 배전반	1			○		BUS BAR 교체 CT 교체 각종계기 교체
LV-2-2	MCCB	옥내폐쇄형 배전반	1	○				
LV-2-3	ACB	옥내폐쇄형 배전반	1		○			BUS BAR 교체 CT 교체
	MCCB			○				
LV-R	정류기	옥내폐쇄형 배전반	1	○				
발전기	예비전원	3P 1000KW, 디젤발전기	1	○				

&lt;표 2.2.2&gt; 현장동력반 활용방안

기기번호	설비명	형식	수량	활용방안				비고
				재사용	교체	개선	철거	
신관동력반	MCCB	옥내폐쇄형 배전반	1		○			1~7호기
구관동력반	ACB	옥내폐쇄형 배전반	1			○		8~23호기

## 제3장 변압기 용량 검토

## 3.1 최대사용전력량

월별 전력사용량 조사 : 전력사용량은 최근 1년간 월 전력사용량을 참고로 조사하였으며 월별 사용전력량은 다음과 같다

## 1) 월별 최대 전력 사용량

&lt;표 3.1.1&gt; 월별 최대사용전력량

&lt;단위:kVA&gt;

년도		2007년도											
월별		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
사용전력량	MAIN	888	855	844	800	755	944	944	922	911	877	788	866
	TR#1	433	422	400	300	300	355	366	388	366	344	366	366
	TR#2	533	511	522	533	533	544	522	566	511	522	477	455

년도		2008년도										최대
월별		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	PEAK치
사용전력량	MAIN	877	888	888	788	777	922	944	933	888	711	944
	TR#1	422	400	377	288	277	383	366	366	355	250	422
	TR#2	522	466	455	433	433	461	500	500	477	455	566

(kVA 용량은 역률90%로 환산한 수치임)

◎최대 사용전력량 - MAIN : 944kVA, TR#1 : 422kVA, TR#2 : 566kVA

## 가. 수전용량

월별 전력사용량 조사결과는 다음과 같다.

- 계약전력 : 2,000kVA
- 요금 적용전력 : 944kVA
- 최대사용전력량 : 944kVA(2008년도 7월)
- 설비 이용률 : 47.1%

※ 상기 조사결과와 같이 최대 사용전력량은 2008년도 07월로서 944kVA 정도이며, 대부분 전력이 6,7,8,9월에 전력사용이 많은 것으로 조사되었으며, 약 1,056kVA 정도 여유율이 있다.

## 나. TR#1 변압기 전력사용량 조사결과

- 변압기 용량 : 1,000kVA
- 최대사용전력량 : 422kVA (2008년도 1월 - 설비 이용률 : 42.2%)

※ 상기 조사결과와 같이 최대 사용전력량은 2007년도 1월로서 422kVA 정도이며, 변압기 여유용량은 약 578kVA 정도 여유가 있다.

다. TR#2 변압기 전력사용량 조사결과

- 변압기 용량 : 1,000kVA

- 최대사용전력량 : 566kVA (2007년도 8월 - 설비 이용률 : 56.6%)

※ 상기 조사결과와 같이 최대 사용전력량은 2007년도 8월로서 566kVA 정도이며, 변압기 여유용량은 약 434kVA 정도 여유가 있다.

라. 변압기 용량 검토

본 승화원 전기실에는 주변압기 2대의 변압기가 상용으로 운전되고 있으며, 기존 변압기의 이용률은 약 45~60% 정도의 부하율로 운전되고 있으며 금회 증설부하는 약 344kVA이다.

※ 금회 증설될 시설부하를 포함한 변압기 용량검토는 기존 경부하로 운전되는 주변압기 TR#1, TR#2 변압기의 부하를 분산하여 용량을 검토하였다.

### 3.2 변압기 용량 검토

가. TR#1 변압기 1000kVA(22.9kV/380~220V)

<표 3.2.1> TR#1 변압기 용량 검토

구 분	시설부하(kVA)	수용률(%)	수용부하(kVA)	비 고
기존시설부하	422		422	TR#1 월별 최대사용전력 기준
증설부하	166	100%	166	
합 계	588	100%	588	
예비율 (20%)	705.6kVA			
변압기 용량 선정	1,000kVA (기존 재사용)			
검토결과	금회 증설용량을 포함한 주변압기 TR#1의 계산 용량이 예비율을 포함하여 약 705.6[KVA]이므로 기존 변압기 용량 변경 없이 재사용한다.			



나. TR#2 변압기 1000kVA(22.9kV/380~220V)

<표 3.2.2> TR#2 변압기 용량 검토

구 분	시설부하(kVA)	수용률(%)	수용부하(kVA)	비 고
기존시설부하	566		566	TR#2 월별 최대사용전력 기준
증설부하	178	100%	178	
합 계	744	100%	744	
예비율 (20%)	892.8kVA			
변압기 용량 선정	1,000kVA(기존재사용)			
검토결과	금회 증설용량을 포함한 주변압기 <b>TR#2</b> 의 계산 용량이 예비율을 포함하여 약 <b>892.8[KVA]</b> 이므로 기존 변압기 용량 변경 없이 재사용한다.			

### 3.3 검토 결과

금회 신설부하 외 추가로 다른 부하증설이 없는 것으로 하여 현재까지의 최대 **PEAK**치와 증설 부하로 계산한 결과 변압기(**#1**, **#2**)의 용량 증설없이 기존의 변압기를 사용 가능하다고 판단되었으나, 차후 부하의 증설 및 변동에 주의가 요하고 계절별 **PEAK**관리 및 부하의 증설 또는 변압기의 노후 정도가 심화될 경우 변압기의 용량증설이 필요함.

## 제4장 설계기준

### 4.1 전력간선설비

#### 4.1.1. 설계 유의사항

- 1) 건물의 사용목적을 감안하여 설비의 강도가 적합해야 한다.
- 2) 부하설비에 대한 수용률을 고려하고, 보다 경제적이 되도록 한다.
- 3) 보수에 편리하고 장애의 증설, 변경이 용이하여야 한다.

#### 4.1.2. 전원공급방식

##### 1) 간선

- (1) 전기실 ~ 배전반 : 0.6/1kV F-CV CABLE
- (2) 배전반 ~ 화장로제어반 : 0.6/1kV F-CV CABLE

##### 2) 분기선

- (1) 화장로제어반 ~ 동력제어반 : 0.6/1kV F-CV CABLE

##### 3) 접지선 : F-GV WIRE

#### 4.1.3. 전선의 굵기 선정

##### 1) 전압강하에 의한 굵기에 허용전류에 의한 전선 굵기중 큰 값 선정

##### (1) 허용전류 적용

(전기설비기술기준 제196조 분기회로의 시설 ①항 6절, 7절 다 참조)

(내선규정 305-6 전동기용 간선의 굵기)

- 정격전류( $I_n$ )의 합계가 50A이하시 : 간선허용전류  $> \sum I_n \times 1.25$  적용
- 정격전류( $I_n$ )의 합계가 50A초과시 : 간선허용전류  $> \sum I_n \times 1.1$  적용

##### (2) 전압강하의 범위는 다음과 같이 적용한다. 단, 60M를 초과하는 선로에 대해서는 아래와 같이 적용한다.

- 일반동력회로 : 공장 120M 이하 ~ 5%이하  
: 공장 200M 이하 ~ 6%이하  
: 공장 200M 초과 ~ 7%이하

##### 2) 전선의 단면적

- (1) 회로에 중성선이 있는 경우 그 단면적은 다음 경우는 상전선과 같아야 한다.

(내선규정 530-6 전선의 단면적 참조)

- 단상2선식 회로의 모든 부분
- 다상 및 단상 3선식 회로에서 상전선이 동선 16mm<sup>2</sup> 또는 알루미늄선 25mm<sup>2</sup>이하인 경우

(2) 다상회로의 각 상전선이 동선 16mm<sup>2</sup> 또는 알루미늄선 25mm<sup>2</sup>를 초과하는 다음의 모든 조건에 적합한 경우는 그 중성선의 단면적을 상전선 보다 작게 해도 된다.

- 통상적인 공급시 중성선에 고조파 전류가 있는 경우는 그것을 포함한 예상 최대 전류가 작은 단면적의 중성선 허용전류를 초과하지 않아야 한다.
- 중성선은 제5210절 5210-5.2(중성선의 보호) 규정에 따라 과전류에 대한 보호가 이루어져야 한다.
- 중성선의 굵기는 동선 16mm<sup>2</sup> 또는 알루미늄선 25mm<sup>2</sup> 이상여야 한다.

(3) 고조파전류가 증가되는 추세를 감안하여 상도체와 동일 굵기로 적용한다.

### 3) 접지선 굵기 선정

<KS C IEC 60364-5543.1.2에 의한 단면적>

설비의 상도체의 단면적(mm <sup>2</sup> )	보호도체의 최소 단면적(mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

## 4.2 동력설비

### 4.2.1. 설비의 대상

전동기에 의해 가동되는 기기 등에 전원을 공급하는 설비로서 각종 관련 규정에서 준하여 시설하되 유지관리가 용이하고 경제적인 설비가 되도록 하였으며, 동력설비는 다음과 같다.

가. 백연방지설비 제어반

나. 유인 배풍기

## 4.2.2. 설비의 기준.

전동기 기동방식은 내선규정에 따라 정의하며 사용되는 전동기는 장비별 명판을 조사해야 하나 현실상 불가능하므로 아래와 같이 구분 적용한다.

- 단상 전동기 : 1HP 미만 (기동계급 표시없는 농형 유도 전동기)
- 삼상 전동기 : 1HP 이상 (기동계급 표시없는 특수 농형 유도 전동기)

## 가. 전동기의 기동방법

- 1) 정격출력 11kW 미만은 직입 기동방식으로 하고 그 이상은 Y- $\Delta$  기동방식으로 하였다.
- 2) 배풍기 및 송풍기용 전동기는 인버터 STRAT-STOP 및 속도제어 기능의 회로를 구성하여 인버터 기동방식으로 하였다.(설비에서 방식선정)

## 나. 입력부하 산정

각 전동기의 적용 전류치는 내선규정 305-1(부록3-3)의 규약전류를 기준으로 하여 다음과 같이 산정 및 적용하였다.

출 력 (kW)	규 약 전 류 (A)		
	200V용	380V용	현대(380V용)
0.2	1.8	0.95	
.04	3.2	1.68	
0.75	4.8	2.53	
1.5	8.0	4.21	
2.2	11.1	5.84	4.7
3.7	17.4	9.16	
5.5	26	13.68	
7.5	34	17.89	15.3
11	48	25.26	21.8
15	65	34.21	29.2
18.5	79	41.58	
22	93	48.95	
30	124	65.26	58
37	152	80	
45	190	100	
55	230	121	
75	310	163	
90	360	189.5	
110	440	231.6	
132	500	263	

#### 다. 간선구성

- 1) 동력간선 구성은 부하설비의 기능별 및 집합상태에 따라서 합리적인 방향으로 구성하였다.
- 2) 다상회로의 각 상전선이 동선 16mm<sup>2</sup> 또는 알루미늄선 25mm<sup>2</sup>를 초과하는 다음의 모든 조건에 적합한 경우는 그 중성선의 단면적을 상전선보다 작게 해도 된다.
  - 통상적인 공급시 중성선에 고조파 전류가 있는 경우는 그것을 포함한 예상 최대전류가 작은 단면적의 중성선 허용전류를 초과하지 않아야 한다.
  - 중성선은 제5210절 5210-5.2(중성선의 보호) 규정에 따라 과전류에 대한 보호가 이루어져야 한다.
  - 중성선의 굵기는 동선 16mm<sup>2</sup> 또는 알루미늄선 25mm<sup>2</sup> 이상이어야 한다.
- 3) 고조파전류가 증가되는 추세를 감안하여 상도체와 동일 굵기로 적용한다.

### 4.3 간선 시공 방법

#### 4.3.1. 전선관의 배관 시공 방법

- 1) 전기설비기술기준 제204조 금속관공사, 내선규정 제410절 금속관 배선을 준용한다.
- 2) 이중천정이 되지 않는 부분 및 측벽이 이중벽이 아닌 장소에서는 후강 전선관 C 채널을 사용하여 노출 배관 배선한다.
- 3) 동력배관시 각 전동기별로 분리 배관한다.
- 4) 이중천정이 되는 부분은 후강금속전선관을 사용하여 노출배관으로 배선한다.
- 5) 구조물을 관통할 때는 OPEN HOLE 사용을 원칙으로 하고, 부득이한 경우 Core Drill을 사용하여 Hole을 신설한다.
- 6) 후강 전선관을 조영재에 따라서 시설하는 경우에는 PIPE CLAMP로 견고하게 지지하고 그 간격을 2M 이하가 되도록 한다.
- 7) 전선관은 전선의 인입이나 교환이 용이하도록 충분한 내경을 갖도록 하며, 내선 규정에 준하여 전선관의 굵기는 전선의 피복 절연물을 포함한 단면적의 총 합계

가 관내 단면적의 32%이하가 되도록 선정한다.

8) 전선의 인입을 원활하게 하기 위하여 다음과 같이 폴박스를 설치한다.

- (1) 도중에 굴곡개소가 없이 관의 길이가 30M를 초과하는 개소
- (2) 도중에 굴곡개소가 2개이하를 지닌 관의 길이가 15M를 초과하는 개소
- (3) 도중에 굴곡개소가 3개이하를 지닌 관의 길이가 10M를 초과하는 개소
- (4) 도중에 분기회로가 있는 배선

#### 4.3.2. 전선관의 굵기 선정

1) 후강전선관 배관

(1) 선정방법

- ① 여러개의 전선을 동일 관내에 넣어 공사하는 경우 전선의 피복 절연물을 포함한 완성 단면적의 총 합계는 전선관 내부 단면적의 32% 이내가 되도록 하며, <표4.3.1>을 참조한다. 다만, 공사시 전선관의 굴곡이 적어 쉽게 전선을 인출할 수 있는 경우에는 전선의 피복절연물을 포함한 완성 단면적의 총 합계는 전선관 내부 단면적의 48%이내가 되도록 할 수 있다.
- ② 전선의 완성 단면적은 <부표1>에 의하고, 동일 관내에 넣는 전선의 도체의 굵기가 가는(10mm<sup>2</sup>이하) 경우에는 <부표1>에 의한 보정계수를 곱한 전선 단면적으로 계산한다.

<표4.3.1> 후강전선관의 내단면적 기준

전선관의 굵기(mm)	내단면적의 32%(mm <sup>2</sup> )	내단면적의 48%(mm <sup>2</sup> )	전선관의 굵기(mm)	내단면적의 32%(mm <sup>2</sup> )	내단면적의 48%(mm <sup>2</sup> )
16	67	101	54	732	1,098
22	120	180	70	1,216	1,825
28	201	301	82	1,701	2,552
36	342	513	92	2,205	3,308
42	460	690	104	2,843	4,265

③ 동일굵기의 전선을 동일한 전선관에 넣는 경우의 굵기

- 동일 전선관내에 같은 굵기의 전선을 넣는 경우에는 ① “선정방법”에 따라 계산하면 다음 <표4.3.2>와 같다.
- 전선의 수량이 10보다 큰 경우도 같은 방법으로 계산한다.

&lt;표4.3.2&gt; 후강전선관 굵기

전선 굵기		전선수(본)									
단선 (mm)	연선 (mm <sup>2</sup> )	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		전선관의 최소 굵기(mm)									
1.5	1.5	16	16	16	16	22	22	22	28	28	28
2.5	2.5	16	16	16	16	22	22	22	28	28	28
4	4	16	16	16	22	22	22	28	28	28	36
6	6	16	16	22	22	22	28	28	28	36	36
	10	16	22	22	28	28	36	36	36	42	42
	16	16	22	28	28	36	36	36	42	42	54
	25	22	28	36	36	42	42	54	54	54	54
	35	22	28	36	42	54	54	54	70	70	70
	50	28	36	42	54	54	70	70	70	70	82
	70	28	42	54	54	70	70	70	82	82	82
	95	36	54	54	70	70	82	82	92	92	104
	120	36	54	70	70	82	82	92	104		
	150	36	70	70	82	92	92	104	104		
	185	42	70	82	92	92	104				
	240	54	82	82	104	104					

비고 : 1. 전선 수량의 값은 접지선도 포함된다.  
2. 단선은 원형이 아닌 경우를 상징하여 단면적(mm<sup>2</sup>)으로 표시함.

## 4.3.2. CABLE TRAY

## (1) 선정방법

가. 동일 케이블트레이에 시설할 수 있는 다심케이블의 수는 다음 중 하나에 의 하여야 한다.

① 사다리형 또는 통풍트러프형 케이블트레이내에 전력용 또는 전등용 다심케이블을 시설하는 경우 혹은 전력용, 전등용, 신호용의 다심케이블을 함께 시설하는 경우의 케이블의 최대수는 다음 중 하나에 적합하여야 한다.

(가) 모든 케이블이 단면적(공칭단면적을 말한다. 이하 이 조에서 같다) 100mm<sup>2</sup> 이상의 케이블인 경우에는 이들 케이블의 지름(케이블의 완성품의 바깥지름을 말한다. 이하 이 조에서 같다)의 합계는 케이블트레이의 내측폭 이하로 하고 단층으로 시설하여야 한다.

(나) 모든 케이블이 단면적 100mm<sup>2</sup> 미만의 케이블인 경우에는 이들 케이블의 단면적의 합계(케이블의 완성품의 단면적의 합계를 말한다. 이하 이 조에서 같

다)는 <표4.3.3>에 표시하는 최대허용 케이블 점유면적 이하로 할 것.

<표4.3.3> 최대허용 케이블 점유면적

트레이 내측폭 (mm)	150	300	450	600	750	900
점유면적 (mm <sup>2</sup> )	4,500	9,000	13,500	18,000	22,500	27,000

(다) 단면적 100mm<sup>2</sup> 이상의 케이블 단면적 100mm<sup>2</sup> 미만의 케이블과 함께 동일 케이블트레이 안에 시설하는 경우에는 단면적 100mm<sup>2</sup> 미만의 케이블들의 단면적의 합계는 <표4.3.4>에 표시하는 계산식에 의하여 구한 최대허용 케이블 점유면적 이하로 하여야 하며 단면적 100mm<sup>2</sup> 이상의 케이블은 단층으로 시설하고 그 위에 다른 케이블을 얹지 말아야 한다.

<표4.3.4> 최대허용 케이블 점유면적

트레이 내측폭 (mm)	150	300	450	600	750	900
점유면적 (mm <sup>2</sup> )	4,500-30 × sd	9,000-30 × sd	13,500-30 × sd	18,000-30 × sd	22,500-30 × sd	27,000-30 × sd

※ 여기서 sd는 100mm<sup>2</sup> 이상인 다심케이블의 바깥지름의 합계치를 말한다.

- ② 내부깊이 150mm 이하의 사다리형 또는 통풍트러프형 케이블트레이 안에 다심 제어용 케이블 또는 다심 신호용 케이블만을 넣는 경우 혹은 이들 케이블을 함께 넣는 경우에는 모든 케이블의 단면적의 합계는 케이블트레이의 내부 단면적의 50% 이하로 하여야 한다. 이 경우 내부깊이가 150mm 초과하는 케이블트레이의 경우에는 트레이의 내부단면적의 계산에는 깊이를 150mm로 하여 계산하여야 한다.
- ③ 바닥밀폐형 케이블트레이 안에 전력용 또는 전등용의 다심케이블을 시설하는 경우 또는 전력용, 전등용, 제어용 및 신호용의 다심케이블을 함께 시설하는 경우에는 케이블의 최대수는 다음중 하나에 적합하여야 한다.
- (가) 모든 케이블이 단면적 100mm<sup>2</sup> 이상의 케이블인 경우에는 케이블들의 지름의 합계는 케이블트레이의 내폭측의 90% 이하로 하고 케이블을 단층으로 시설할 것.



- (나) 모든 케이블이 단면적  $100\text{mm}^2$  미만인 경우에는 케이블들의 단면적의 합계는 <표4.3.5>에 표시하는 최대 허용 케이블 점유면적 이하로 하여야 한다.

&lt;표4.3.5&gt; 최대허용 케이블 점유면적

트레이 내측폭 (mm)	150	300	450	600	750	900
점유면적 ( $\text{mm}^2$ )	3,500	7,100	10,600	14,200	17,700	21,300

- (다) 단면적  $100\text{mm}^2$  이상의 케이블 단면적  $100\text{mm}^2$  미만의 케이블과 함께 동일 케이블 트레이 안에 시설하는 경우에는 단면적  $100\text{mm}^2$  미만의 케이블들의 단면적의 합계는 <표4.3.6>에 표시하는 계산식에 의하여 구한 최대허용 케이블 점유면적 이하로 하여야 하며 단면적  $100\text{mm}^2$  이상의 케이블은 단층으로 시설하고 그 위에 다른 케이블을 얹지 말아야 한다.

&lt;표4.3.6&gt; 최대허용 케이블 점유면적

트레이 내측폭 (mm)	150	300	450	600	750	900
점유면적 ( $\text{mm}^2$ )	3,500-25 × sd	7,100-25 × sd	10,600-25 × sd	14,200-25 × sd	17,700-25 × sd	21,300-25 × sd

※ 여기서 sd는  $100\text{mm}^2$  이상인 다심케이블의 바깥지름의 합계치를 말한다.

- ④ 내부깊이  $150\text{mm}$  이하의 바닥밀폐형 케이블트레이에 제어용 또는 다심 신호용 케이블만을 넣는 경우 혹은 이들 케이블을 함께 넣는 경우에는 모든 케이블의 단면적의 합계는 케이블트레이의 내부 단면적의 40% 이하로 하여야 한다. 이 경우 내부깊이가  $150\text{mm}$  초과하는 케이블트레이의 경우에는 트레이의 내부단면적의 계산에는 깊이를  $150\text{mm}$ 로 하여 계산하여야 한다.
- ⑤ 통풍채널형 케이블트레이 안에 다심케이블을 시설하는 경우에는 모든 케이블의 단면적의 합계는 케이블트레이의 내폭측이  $75\text{mm}$ 는  $850\text{mm}^2$  이하,  $100\text{mm}$ 는  $1,600\text{mm}^2$  이하,  $150\text{mm}$ 는  $2,450\text{mm}^2$  이하로 하여야 한다. 다만, 다심케이블 1조만을 시설하는 경우에는 케이블트레이의 내폭측이  $75\text{mm}$ 는  $1,500\text{mm}^2$  이하,  $100\text{mm}$ 는  $2,900\text{mm}^2$  이하,  $150\text{mm}$ 는  $4,500\text{mm}^2$  이하로 할 수 있다.

나. 동일 케이블트레이내에 시설할 수 있는 단심케이블의 수는 다음 중 하나에

의하여야 한다. 단심 케이블 또는 단심케이블을 조합한 것은 케이블트레이 내에 평탄하게 횡단되도록 배치하여야 한다.

- ① 사다리형 또는 통풍트리프형 케이블트레이내에 단심케이블을 시설하는 경우 단심케이블의 최대수는 다음 중 하나에 적합하여야 한다.
- (가) 모든 케이블이 단면적  $500\text{mm}^2$  이상의 케이블인 경우에는 이들 단심케이블의 지름의 합계는 케이블트레이의 내측폭 이하가 되도록 하여야 한다.
- (나) 모든 케이블이 단면적  $100\text{mm}^2$  초과  $500\text{mm}^2$ 미만의 케이블인 경우에는 단심케이블의 단면적의 합계는 <표4.3.7>에 표시하는 최대허용 케이블 점유면적 이하로 하여야 한다.

<표4.3.7> 최대허용 케이블 점유면적

트레이 내측폭 (mm)	150	300	450	600	750	900
점유면적 (mm <sup>2</sup> )	4,200	8,400	12,600	16,800	21,000	25,200

- (다) 단면적  $500\text{mm}^2$  이상의 단심케이블 단면적  $500\text{mm}^2$  미만의 단심케이블과 함께 동일 케이블트레이 안에 시설하는 경우에는 단면적  $500\text{mm}^2$  미만의 단심케이블들의 단면적의 합계는 <표4.3.8>에 표시하는 계산식에 의하여 구한 최대허용 케이블 점유면적 이하로 하여야 한다.

<표4.3.8> 최대허용 케이블 점유면적

트레이 내측폭 (mm)	150	300	450	600	750	900
점유면적 (mm <sup>2</sup> )	4,200-28 × sd	8,400-28 × sd	12,600-28 × sd	16,800-28 × sd	21,000-28 × sd	25,200-28 × sd

※ 여기서 sd는  $500\text{mm}^2$  이상인 다심케이블의 바깥지름의 합계치를 말한다.

- (라) 단면적  $50\text{mm}^2$  이상  $100\text{mm}^2$  이하의 케이블인 경우에는 이들 단심케이블의 지름의 합계는 케이블트레이의 지름 합계는 그 채널의 내폭측 이하로 할 것.
- ②  $75\text{mm}$ ,  $100\text{mm}$  또는  $150\text{mm}$  폭의 통풍채널형 케이블트레이 안에 단심케이블을 시설하는 경우에는 단심케이블들의 내폭측 이하로 하여야 한다.

## 4.4 간선 케이블 선정

## 4.4.1. 사용 케이블 선정

## 1) 허용전류 기준

(1) 내열성 PVC절연(HIV)전선 및 XLPE절연전선(CV CABLE)을 전선관에 넣어 노출공사 또는 콘크리트에 매입하는 경우의 허용전류를 계산하면 <표4.4.1> 과 같다.

&lt;표4.4.1&gt; 허용전류 계산 기준표

단면적 (㎟)	절연체의 종류와 부하 도체의 수							
	단 상 (절연전선)		3 상 (절연전선)		단 상 (케이블)		3 상 (케이블)	
	30℃	40℃	30℃	40℃	30℃	40℃	30℃	40℃
1.5	23	21	19.5	17	23	21	19.5	17
2.5	31	28	27	24	31	28	27	24
4	42	38	36	32	42	38	36	32
6	54	49	46	41	54	49	46	41
10	75	68	63	56	75	68	63	56
16	100	91	85	76	100	91	85	76
25	127	115	110	99	127	115	110	99
35	158	143	137	123	158	143	137	123
50	192	174	167	150	192	174	167	150
70	246	223	213	191	246	223	213	191
95	298	271	258	232	298	271	258	232
120	346	314	299	269	346	314	299	269

비고 : 도체온도는 90℃ 주위온도 30℃, 40℃ 기준 값임

(2) KS C 3328(MOD KS C IEC 60227-3) "450/750V 내열비닐절연전선"

중 &lt;부표.1&gt;

&lt;부표.1&gt; 450/750V 내열 비닐 절연 전선

공칭단 면적 (mm <sup>2</sup> )	도체등급 (KS CI EC 60228)	절연체 두께 기준값 (mm)	완성 바깥지름		전선 단면적 (mm <sup>2</sup> )	도체저항 (20℃) (Ω/km)	절연저항 (90℃) (MΩ-km)	보정계수
			하 한 값 (mm)	상 한 값 (mm)				
1.5	1	0.7	2.6	3.2	8.03	12.1	0.011	2
1.5	2	0.7	2.7	3.3	8.54	12.1	0.010	2
2.5	1	0.8	3.2	3.9	11.93	7.41	0.009	2
2.5	2	0.8	3.3	4.0	12.56	7.41	0.009	2
4	1	0.8	3.6	4.4	15.19	4.61	0.0085	1.2
4	2	0.8	3.8	4.6	16.61	4.61	0.0077	2
6	1	0.8	4.1	5.1	19.62	3.08	0.0070	1.2
6	2	0.8	4.3	5.2	21.22	3.08	0.0065	1.2
10	1	1.0	5.3	6.4	32.15	1.83	0.0070	1
10	2	1.0	5.6	6.7	35.23	1.83	0.0065	1
16	2	1.0	6.4	7.8	47.75	1.15	0.0050	-
25	2	1.2	8.1	9.7	73.86	0.727	0.0050	-
35	2	1.2	9.1	10.9	93.26	0.524	0.0043	-
50	2	1.4	10.6	12.8	128.61	0.387	0.0043	-
70	2	1.4	12.1	14.6	167.33	0.268	0.0035	-
95	2	1.6	14.1	17.1	229.54	0.193	0.0035	-
120	2	1.6	15.6	18.8	277.45	0.153	0.0032	-
150	2	1.8	17.3	20.9	342.89	0.124	0.0032	-
185	2	2.0	19.3	23.3	426.16	0.0991	0.0032	-
240	2	2.2	22.0	26.6	555.43	0.0754	0.0032	-
300	2	2.4	24.5	29.6	687.78	0.061	0.0030	-
400	2	2.6	27.5	33.2	865.25	0.0470	0.0028	-

(3) KS C 3611(MOD KS C IEC 60502-1) "0.6/1kV 가교폴리에틸렌케이블

“ 중 &lt;부표.2&gt;

&lt;부표.2&gt; 단심 케이블

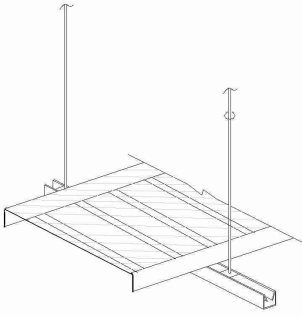
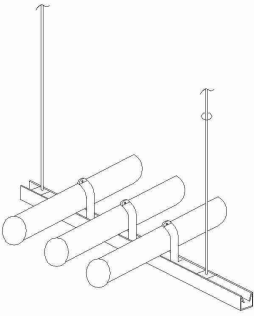
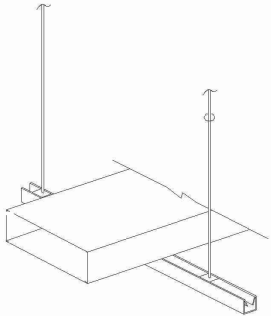
도 체			절연체 두께 (mm)	시스 두께 (mm)	완성품 바깥지름 (mm)	케이블 단면적 (mm <sup>2</sup> )	도체 저항 (20℃) (Ω/km)	시험 전압 (V)	참고 표준가닥 길이 (m)						
공칭단 면적 (mm <sup>2</sup> )	구성 (소선수/소선 지름) (mm) 또는 모양	바깥지름 (약) (mm)													
1.5	7/0.53	1.59	0.7	1.4	6.3	33.16	12.1	3500	300						
2.5	7/0.67	2.01			6.7	38.46	7.41								
4	7/0.85	2.55			7.2	44.15	4.61								
6	7/1.04	3.12			7.8	50.24	3.08								
10	7/1.35	4.05			9.4	63.58	1.83								
16	원형 압축 연선	4.7			10.0	70.84	1.15								
25	원형 압축 연선	5.9	0.9	12.0	94.98	0.727	3500			300					
35	원형 압축 연선	6.9		13.0	113.04	0.524									
50	원형 압축 연선	8.1	1.0	14.5	143.06	0.387					3500	300			
70	원형 압축 연선	9.8	1.1	16.0	188.59	0.268									
95	원형 압축 연선	11.4		18.5	226.86	0.193									
120	원형 압축 연선	12.9	1.2	1.5	20	283.38		0.153	3500				300		
150	원형 압축 연선	14.4	1.4		22	346.18		0.124							
185	원형 압축 연선	15.9	1.6	1.6	24	415.26		0.0991						3500	200
240	원형 압축 연선	18.3	1.7		27	530.66		0.0754							
300	원형 압축 연선	20.5	1.8	1.8	30	637.61		0.0601							
400	원형 압축 연선	23.2	2.0	1.9	34	803.84	0.0470								
500	원형 압축 연선	26.4	2.2	2.0	37	1017.36	0.0366								
630	원형 압축 연선	30.2	2.4	2.2	42	1287.59	0.0283								

## 4.5 배관 방식 선정

### 4.5.1. 간선 ROUTE의 선정

- 1) 기존 간선을 따라 ROUTE를 선정하여 타 시설물과의 간섭을 최소화 한다.
- 2) 가능한 간선을 은폐하도록 하며 외부 노출시 승객의 안전에 저해가 되지 않도록 한다.

### 4.5.2. 간선 배관 방식 선정

구 분	트레이(TRAY)	전선관 배관	덕트(DUCT)
장 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>•전력간선의 증설이 용이하다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•설치 면적이 적다.</li> <li>•유지보수시 천장을 손상시키지 않고 보수가 가능하다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•전력간선의 증설이 용이하다.</li> </ul>
단 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>•설치 면적이 커진다.</li> <li>•유지보수시 중천정을 제거하여야 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•전력간선의 증설이 어렵다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•설치 면적이 커진다.</li> <li>•유지보수시 이중천정을 제거하여야 한다.</li> </ul>
설 치			
선 정	<ul style="list-style-type: none"> <li>•기존 간선배관 방식과 동일하게 CABLE TRAY(용융아연도금, W/COVER)로 설치하고. 그 외 동력배관은 전선관으로 배관한다.</li> </ul>		

## 4.6 고장전류 계산

### 4.6.1. 고장전류 계산의 필요성

- 1) 전력계동에 고장이 발생하면, 기기손상 및 이상전압 발생.
- 2) 차단기 설치를 설치하여 신속하게 차단.
- 3) 차단기의 차단용량 결정, 전력기기의 기계적 강도 결정, 보호계전기 정정, 통신 유도장해 검토, 유효접지 검토, 효율적인 계통구성을 목적으로 한다.

### 4.6.2. 고장전류의 계산법

- 1) 대칭좌표법 : 비대칭선의 불평형 전압이나 전류를 대칭선의 3성분으로 분해하여 해석하는 방법.
- 2) 클라크 좌표법 : 거의 사용하지 않는다.
- 3) 임피던스법 : 옴법(Ohm Law), 퍼센트 임피던스(%Z), 퍼 유닛(Per Unit)법으로 구분된다.
- 4) 본 공사는 퍼 유닛법(%Z 를 환산)으로 고장전류를 계산하였다.

### 4.6.3 고장전류 계산

- 1) “고장전류 계산서 참조”
- 2) 단락전류 비교

	계산값 [A]	기존값 [KA]	적정여부	비고
차단기 MAIN 1차측	7.564	20	○	
차단기 MAIN 2차측	7.548	25	○	
변압기 MAIN 1차측	7.541	12.5	○	
변압기 MAIN 2차측	23.986	65	○	
저압차단기 2차측	19.020	35	○	

## NO. 1~7로 추가 동력집계표

단위:[kW]

구 분	공기혼합 (VVVF)	가스냉각 (VVVF)	연소용 송풍기	여 과 집진기	유인배풍기 (VVVF)	단열문	로내대차	화장문	냉각팬	집진기히터	SUB TOTAL
1로	0	7.5	7.5	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2.1	6	108.8
2로	0	7.5	7.5	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2.1	6	
3로	0	7.5	7.5	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2.1	6	108.8
4로	0	7.5	7.5	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2.1	6	
5로	0	7.5	7.5	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2.1	6	108.8
6로	0	7.5	7.5	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2.1	6	
7로	0	7.5	7.5	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2.1	6	54.4
SUB TOTAL	0	52.5	52.5	2.8	210	2.8	2.8	0.7	14.7	42	380.8
백연방지 제어반	15kWx2대, 0.2kWx2대										30.4
콤프레샤	11kWx4대										44
잔회 처리시설	30kW										30
TOTAL	485.2										



## NO. 8~23로 추가 동력집계표

단위:[kW]

구 분	냉각팬	연소용 송풍기	가스냉각 송풍기	히터	여과 집진기	유인배풍기 (VVVF)	단열문	로내대차	화장문	예비	SUB TOTAL
8로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	112.8
9로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
10로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	112.8
11로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
12로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	112.8
13로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
14로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	112.8
15로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
16로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	112.8
17로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
18로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	112.8
19로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
20로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	112.8
21로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
22로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	112.8
23로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
백연방지 제어반	BLOWER	PUMP									45.4 (3P4W)
	15kWx3	0.2kWx2									
비산재 설비 PNL	BLOWER	ROTARY	콤프레샤								32.95
	30	0.75	2.2								(3P4W)
콤프레샤	20kWx4대										80 (3P4W)
급,배기 PANEL	배기팬	배기팬	급기팬	급기팬	급기팬	급기팬					48.5 (3P4W)
	15	15	3.7	3.7	3.7	3.7					
보수용 전원 및 예비 차단기 설치 2P100Ax2EA											10 (2P)
TOTAL	1119.25										

## NO. 1~7로 기존 동력집계표

단위:[kW]

구 분	공기혼합 (VVVF)	가스냉각 (VVVF)	연소용 송풍기	여 과 집진기	유인배풍기 (VVVF)	단열문	로내대차	화장문	냉각팬	집진기히터	SUB TOTAL
1로	3.7	5.5	7.5	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2.1	6	75.8
2로	3.7	5.5	7.5			0.4	0.4	0.1	2.1		
3로	3.7	5.5	7.5	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2.1	6	75.8
4로	3.7	5.5	7.5			0.4	0.4	0.1	2.1		
5로	3.7	5.5	7.5	0.4	30	0.4	0.4	0.1	2.1	6	75.8
6로	3.7	5.5	7.5			0.4	0.4	0.1	2.1		
7로	3.7	5.5	7.5	0.4	19	0.4	0.4	0.1	2.1	6	45.1
SUB TOTAL	25.9	38.5	52.5	1.6	109	2.8	2.8	0.7	14.7	24	272.5
컴프레샤	11kWx4대										44
잔회 처리시설	30kW										30
TOTAL	346.5										

## NO. 8~23로 기존 동력집계표

단위:[kW]

구 분	냉각팬	연소용 송풍기	가스냉각 송풍기	히터	여과 집진기	유인배풍기 (VVVF)	단열문	로내대차	화장문	예비	SUB TOTAL
8로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	96.8
9로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
10로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	96.8
11로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
12로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	96.8
13로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
14로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	96.8
15로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
16로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	96.8
17로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
18로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	96.8
19로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
20로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	96.8
21로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
22로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	96.8
23로	2.1	7.5	7.5	6	0.4	22	0.4	0.4	0.1	2	(3P4W)
비산재 설비 PNL	BLOWER	ROTARY	콤프레샤								32.95
	30	0.75	2.2								(3P4W)
콤프레샤	20kWx4대										80 (3P4W)
급,배기 PANEL	배기팬	배기팬	급기팬	급기팬	급기팬	급기팬					48.5 (3P4W)
	15	15	3.7	3.7	3.7	3.7					
보수용 전원 및 예비 차단기 설치 2P100Ax2EA											10 (2P)
TOTAL	945.85										