

관리번호

사본번호

답십리골다리기하구조개선실시설계
보 고 서

(전기분야)

2009. 9

1.1 전기설계

1.1.1 시설목적

- 답십리 굴다리 기하구조개선 실시설계 중 지하차도구간 조명설비의 전기공사로서 제반규정에 적합한 설계로 효과적이고 원활한 교통소통을 도모하고 교통사고에 의한 인명과 재산피해를 최소화시킬 수 있도록 경제적이고 효율적인 설비 구성

1.1.2 기본방향

- 지역 특성을 고려한 안정성, 효율성, 경제성 고려
- 굴다리 지하차도를 이용하는 차량에 쾌적한 조명환경 제공
- 굴다리 지하차도내 보행로의 안전소통 도모
- 안정적이고 양질의 무정전 전력공급으로 지하차도내 무소등화 및 원활한 배수 도모

1.1.3 시설개요 및 시설물규모

구 분	시 설 명	형태 및 규모	형태 및 규모
지하차도	답십리 굴다리	상행선 (49m) 왕산로 방향 하행선 (49m) 배봉로 방향	왕복 4차로 설계속도 60km/h
도로조명	옥외 가로등	답십리 굴다리와 연계된 교차로의 조명	
신 호 등	교차로신호등	답십리굴다리 인근 교차로 2개소	LED 신호등
동력설비	굴다리 펌프장	답십리 굴다리 펌프장 배수 동력	
통신설비	CCTV	답십리 굴다리 내 CCTV 4개소	

1.1.4 시설범위

시설범위	1. 전원설비 3. 예비전원설비(비상발전기, UPS) 5. 접속도로 가로등 설비 7. 굴다리 펌프장 전원설비	2. 수변전설비 4. 지하차도 조명설비(BOX구간) 6. 교차로 신호등 설비 8. 굴다리 CCTV설비
------	---	---

1.1.5 적용 규정

- 전기설비 기술기준 및 시행규칙
- 전기사업법 동시행령 및 시행규칙
- 전기공사사업법 동시행령 및 시행규칙
- 전기용품 안전관리법
- 기타 관련법령
- 전기통신기본법 동시행령 및 시행규칙
- 한국산업규격 (K.S)
- 대한전기협회 제정 내선규정
- 한국전력공사 제정 전기공급 약관
- 서울시 관련규정 및 시방서

1.1.6 지하차도 전기설비

가. 수전방식 선정

1) 수전방식 검토

구 분	1회선 수전 + 발전기 설치	2회선 수전 + 발전기 설치	비 고
장 점	<ul style="list-style-type: none"> • 시설비가 저렴 • 설비가 단순함 	<ul style="list-style-type: none"> • 전력공급의 신뢰도가 우수함 • 무정전 수전이 가능 • 유지관리비 절감 	
단 점	<ul style="list-style-type: none"> • 정전 및 한전계통 사고시 발전기 가동 • 유지관리비 증감 • 전력공급의 신뢰도가 약함 	<ul style="list-style-type: none"> • ATS 설치공간 필요 • 시설비 증가 • 예비회선 시설에 따른 한전공사비 추가 필요 	
한전공급 약 관	<ul style="list-style-type: none"> • 저압 및 고압에 공급 • 150kW 이하 계약용량에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 고압수전의 경우 2회선 공급 	
적 용	◎		
검토의견	<ul style="list-style-type: none"> • 2회선 수전방식이 안정적인 전원공급 방식이나 고압이상에 공급이 가능한 방식임 • 지하차도의 전체 수전용량은 110kW로 저압 수전을 하여야 하므로 한전으로부터 2회선 수전을 할 수가 없어 1회선수전+비상발전기 시스템으로 선정(모자계량 방식) 		

2) 한전 수전 및 수전점 조사

구 분	전주번호	D/L	공급변전소	수전전력
1회선 수전	0226B / 756 / 3	역전간	휘경 변전소	3Ø4W 380/220V 110kW

3) 부하현황 및 한전수전용량



○ 지하차도 조명 부하현황 및 한전수전용량

전압 방식 : 3Ø4W 380/220V								
구 분	부하명	장비명	부하 계산 조건			부 하 합계 [VA]	수 용 부 하	
			상수	용량 [kW]	규약전류 [A]		%	부하 [VA]
1	차도측 조명		1	3.2	14.64	3,220	100	3,220
2	보도측 일반		1	2.2	9.82	2,160	100	2,160
3	보도측 간접		1	0.8	3.55	782	100	782
4	경관조명		1	0.8	3.46	761	100	761
	계				31.47	6,923		6,923
인입용량								10kW

○ 일반전력 부하현황 및 한전수전용량


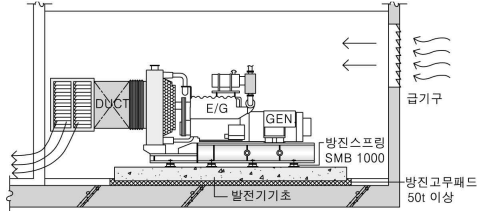
전압 방식 : 3φ4W 380/220V								
구 분	부하명	장비명	부하 계산 조건			부 하	수 용 부 하	
			상수	용량 [kW]	규약전류 [A]	합계 [VA]	%	부하 [VA]
1	배수펌프	P-1	3	37.0	84.21	55,425	70	38,798
2	배수펌프	P-1	3	37.0	84.21	55,425	70	38,798
3	샌드펌프	P-2	3	3.7	9.16	6,029	70	4,220
4	호이스트	H-1	3	5.5	13.68	9,004	0	0
5	배기팬	EF-1	1	0.4	2.53	556	30	167
6	분전반	LP-01	3	17.4	26.40	17,425	70	12,198
7	CCTV	UPS	3	5.0	7.59	5,000	50	2,500
	계				227.78	148,864		96,680
인입용량 선정								100kW

4) 차단기 형식

구 분	MCCB	ACB
외 형		
장 단 점	<ul style="list-style-type: none"> 회로 개폐 특성이 좋음 과부하 전류의 반복 차단 동작이 우수 내부고장시 접촉자의 교환이 불가능 	<ul style="list-style-type: none"> 원격제어가 가능 내부기기 구조가 간단 가격이 MCCB에 비해 고가
사 용 레	<ul style="list-style-type: none"> 배전반의 분기차단기로서 대중화 되어 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 고압용 배전반의 주차단기로서 대부분 사용되고 있음
선 정	◎	
검토의견	<ul style="list-style-type: none"> 답십리 굴다리 지하차도의 총부하가 약 115kW 이며 총부하전류는 약 167A 로 ACB의 설비는 과다하며 시설의 경제성 및 안전성을 고려할 때 MCCB의 선정이 합리적 	

나. 비상전원 설비

1) 비상 발전기 설비

구 분	비상발전기	설치 상세도
설 치 도		
발전기실 선 정	<ul style="list-style-type: none"> • 전기실에 인접하여 전력공급이 용이한 곳 • 기기 반출입이 용이한 곳 • 배기관, 배출구가 가깝게 설치되는 곳 	<ul style="list-style-type: none"> • 연료 보급이 용이한 곳 • 환기 및 배기가 용이한 곳
부하분단	• 배수펌프 동력부하, 배기팬, 급기팬, 관리사무소 전원	
비 고	<ul style="list-style-type: none"> • 답십리 굴다리 지하차도는 기존 112kW 비상발전기가 옥외에 설치 되어 있으나 배수펌프 용량증가로 인한 발전기 용량 계산 검토결과 115kW 비상발전기 실내 신설설치 • 한전 1회선 수전에 부가하여 동력설비 및 유지관리설비의 비상전원으로 적용 	

다. 전력간선 설비

1) 간선 포설 방식

구 분	포설방법		사용 케이블
	지하차도	옥 외	
인입간선	-	지중 매입배관	0.6/1kV F-CV
저압조명간선	지하차도내 점검 BOX 양측 TRAY	-	0.6/1kV F-CV
저압전등분기선	강제전선관	지중 매입배관	0.6/1kV F-CV (가로등)
접 지 선	TRAY 및 강제전선관	지중 매입배관	0.6/1kV F-GV

2) 지하차도 조명 배선방식

구 분	Cable Tray 사용	강제 전선관 사용
장 점	<ul style="list-style-type: none"> • 많은 회선을 일괄하여 배선가능 • 배선이 용이 • 유지보수가 용이 • 시공이 간편 • 전선관 사용보다 공사비 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> • 구부리기 및 취급이 용이 • Cable의 완전보호가 가능 • 매입배관시 미관이 좋다
단 점	<ul style="list-style-type: none"> • Cable의 완전보호가 어렵다 • 지지 철물이 필요 • 약전류 전선과 같이 사용할 때 별도의 차폐시설이 필요 • 미관이 좋지 않다 	<ul style="list-style-type: none"> • 분기마다 폴박스가 필요하다 • 많은 회선을 배선할 수 없다 • 배선 및 유지보수가 어렵다 • Tray 사용보다 공사비가 고가
결 론	<ul style="list-style-type: none"> • 지하차도내 점검 Box 간선 Cable Tray, 지하차도 조명설치 배선 강제전선관 	
사용장소	<ul style="list-style-type: none"> • 조명용 간선 	

3) 허용전압강하 적용

- 아래표에 의거하여 공급변압기 2차측부터 최종단까지 전압강하율 적용

구 분	용 도	적 용 기 준	계산법적용	비 고
지하차도조명	조 명	6% 이하	정 식	
배수펌프	일 반	6% 이하	정 식	
가로등	옥외조명	5% 이하	약 식	

라. 지하차도 조명설비

- 지하차도 조명설비는 일반도로와는 달리 주간 및 야간에 연속적으로 적정의 조명이 필요하고 특히 지하차도 외부 주변의 밝기에 따라 단계적인 조명제어가 적절히 이루어져야 경제성 및 차량 주행의 안전성을 기대 할 수 있으므로 설계속도, 교통량 및 지하차도내, 외부의 주위여건에 따라 설계한다.

1) 지하차도 현황

구 분		지 하 차 도	
		왕산로방향	배봉로방향
설 계 속 도		60 km/h	
야 외 휘 도		2,000 cd/m ²	
교 통 량		2,500 대/일 미만	
지하차도길이		49m	49m
구 배		±2.0% 이상	
통 행 방 식		편도3차로	편도4차로
조명등 배열 방식		벽면배열	
지하차도 내장재	천 정	콘크리트	
	벽 면	콘크리트	
	노 면	아스팔트	

2) 조도기준의 설정

- 조도기준은 한국산업규격 “터널조명기준(KSA 3703)”과 도로 터널 조명시설의 설계기준을 적용하여 다음과 같이 설계하였다.
 - 지하차도는 입구부(경계부, 이행부, 완화부), 기본부 및 출구부의 조명으로 배치, 답십리 굴다리의 경우 연장이 49m 로 경계부, 이행부, 완화부의 입구부 및 출구부 조명은 지하차도 연장내 들어가지 않으므로 기본부 조명으로 구성
 - 야간에는 터널 전 구간을 기본부 조도를 유지하도록 하고 심야에는 야간조명의 1/2이 되도록 하여 에너지 절감을 하도록 하였다.
 - 터널 입,출구 구간에 연속조명이 설치 되어 있으면 기본부구간의 조도는 연속 조명 조도의 2배이상으로 적용, 답십리 굴다리의 경우 도심지로 연속조명이 설치 되어있으며 연속조명의 조도는 30lx로 굴다리 지하차도의 조도 기준은 2 배인 60lx로 선정

3) 광원의 선정

구분	고압나트륨 NH 100W	세라믹메탈 70W	세라믹메탈 250W
광속	9,000 [lm]	6,300 [lm]	21,500 [lm]
효율	90 [lm/w]	80 [lm/w]	80 [lm/w]
수명	24,000 [hr]	약 10,000 [hr]	약 10,000 [hr]
장, 단점	1. 가격이 저렴하고 구입용이 2. 고용량의 램프로 초기투자비가 적다. 3. 조도의 균제도가 좋지 않다. 4. 전압변동에 따라 수시로 조도 변동 5. 점광원으로 잔상이 발생하여 눈부심이 심함	1. 램프 수명에 보수 유지비가 형광등에 비해 절감 2. 백색의 빛을 발산하여 높은 에너지 효율 3. 안정된 광속	1. 램프 수명에 보수 유지비가 형광등에 비해 절감 2. 백색의 빛을 발산하여 높은 에너지 효율 3. 안정된 광속
선정안	기본조명 선정		

4) 지하차도 등기구의 선정

○ 선정시 고려사항

- 배광특성 고려
- 유지보수 고려
- 방수, 방진 및 내구성 고려
- 경제성 고려

구분	스테인레스 터널등기구	합성수지 터널등기구	알루미늄 터널등기구
재질	스테인레스(SUS 316)	합성수지 (PBT)	알루미늄(AL)
불에대한연소	-불연소	-연소(화재 발생시 유독가스 발생)	-불연소
열변형	-변형없음	-변형있음	-변형없음
환경문제	-환경친화적이다 -재활용이 가능하다	-재활용이 불가능 -폐기시 별도 비용 발생	-환경친화적이다 -재활용이 가능하다
장점	* 내열성이 우수하다 * 내식성이 매우 강하다 * 내마모성이 강하다 * 방수, 방습, 방진에 양호하다 * 열에 의한 변형이 없고 반영구적이다	* 내식성이 강하다 * 방수, 방습, 방진에 양호하다 * 제작공정이 간편하다 * 내열성이 약하다	* 무게가 가볍다 * 제작공정이 간편하다 * 열방출 성능이 우수하다
단점	* 제작공정이 복잡하다	* 내마모성이 약하다 * 열전도가 좋지 않아 자연 냉각이 나쁘다 * 화재발생시 유독가스가 발생한다 * 램프 및 안정기의 열이 발산되지 않아 효율이 떨어진다(수명 등)	* 크롬에이트 처리를 하여도 볼트구멍 등에서부터 부식이 있음 * 공해에 따른 부식성으로 내구성이 떨어짐 * 제작 과정에서 균일성이 조금 결여됨
선정	◎		
검토의견	-불연소성이며 열에 의한 변형이 없고 환경친화적이며 재활용이 가능한 가벼운 알루미늄 제품으로 선정함		

5) 야외 휘도의 선정

- 상기의 지하차도 입구부근의 시야상황을 검토한 결과 하늘이 차지하는 비율이 10~5%이내이고 설계속도가 60km 이므로 다음과 같이 적용.

설정되는 야외휘도 계수(KSA 3703)								
설계속도 km/h	20도 시야(2) 내에 점하는 공간의 비율 (%)							
	20 이상		20~10		10~5		5 미만	
	주위의 상황(단위 : cd/m ²)							
	밝음	보통	밝음	보통	밝음	보통	밝음	보통
100	6,000	5,000	5,000	3,000	4,000	2,500	4,000	2,000
80								
60	5,000	4,000	5,000	2,500	3,000	2,000	3,000	1,500
40								
적용						◎		

야외 휘도에 곱하는 계수(KSA 3703)

설계속도 (km/h)	계 수
100	0.07
80	0.05
60	0.04
40	0.03

기본부 조명의 평균노면휘도(KSA 3703)

설계속도 (km/h)	평균 노면휘도 (cd/m ²)	적 용
100	9.0	
80	4.5	
60	2.3	◎
40	1.5	

6) 기본부 조도계산

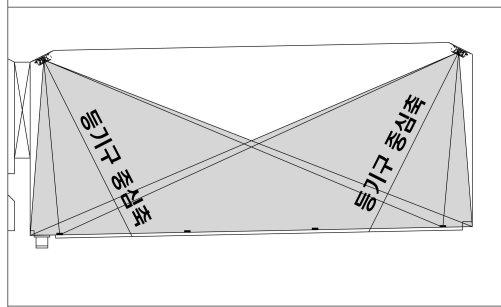
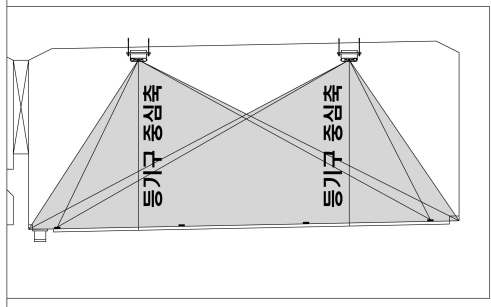
- 계 산 식 : 평균 노면휘도(cd/m²) × 환산계수(cd/m²/lx)
- 조도계산 : 2.3(cd/m²) × 15(cd/m²/lx) = 34.5lx
- 조도선정 : 60lx
- 선정사유 : 계산값은 34.5lx 이나 야간시 연속조명의 조도가 30lx 이므로 연속조명의 2배를 확보하기 위해 조도는 60lx 로 선정

7) 점멸방식

- 조명제어는 지하차도등 자동점멸기를 사용하여 자동제어토록 회로를 구성
- 제어방법 : A/B 2개회로로 구분하여 주간 및 야간시 모두점등, 심야시 격등 제어

8) 조명설치방식

- 본 지하차도는 천정고가 상대적으로 낮은 점을 감안하여 시설방식을 선정

구 분	벽면 배치	천장 배치
배치방식		
장 · 단점	<ul style="list-style-type: none"> • 조명이 다소 낮음 • 유지보수시 천장에 비해 유리 • 눈부심이 다소 발생 • 균제도가 좋다 	<ul style="list-style-type: none"> • 조명이 벽면 배치에 비해 높다. • 유지보수시 다소 어렵다. • 눈부심이 다소 적다. • 균제도가 나쁘다.
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> • 조명의 시설방식은 천정과 측벽형으로 분류할 수 있으며 차도의 폭과 차도고에 따라 영향을 받게 됨 • 지하차도는 차도고가 낮은 특성으로 천정식에서는 과적차량에 의한 기구의 훼손의 우려가 있고 전방에 기구와 배선등으로 시야가 낮게 보이며, 유지보수시에도 2개 차선을 통제해야하는 점 등으로 벽면시설이 합리적인 방식 	
선 정	◎	

9) 배선방식

- 조명회로의 배선은 시공성 및 경제성을 감안하여 Cable Tray를 지하차도내 점검 박스에 설치하여 배선하였으며, 지하차도 등기구까지는 간선에서 분기하여 강제 전선관 매입배선

마. 보행통로 조명설비

- 보행통로 조명설비는 형광램프를 적용하였으며 기준조도는 보행로를 이용하는 시민의 쾌적성 및 안전성을 고려하여 150lx로 선정 하였고 조명제어는 1/2격등 제어가 가능토록 적용

바. 비상벨 설비

- 지하차도 내 안전성 강화를 위해 보행로 중앙부위에 비상벨설치, 비상벨 작동시 관리사무소 주장치에서 경보음 발생 및 지하차도내 스피커에서 경보음 발생

사. CCTV 설비

- 지하차도 소통상황, 교통안전 상황, 보행통로의 안전을 위해 CCTV 4대를 지하차도 시점부에 설치

1.1.7 집수정 동력설비

가. 펌프 현황

구분	펌프용량	기동제어	비고
답십리 굴다리 지하차도	3상 380V 37kW x 3	37kW 2대 순차기동	예비1대 포함

나. 기동방식

구분	직입기동	Y-△ 기동	리액터 기동	Soft-Start 기동
개요	• 전동기 기동시에 정격 500~700% 정도의 기동전류가 흐른다	• 모터 고정자 권선을 기동시에는 Y결선, 1상 코일의 전압을 약 60%로 줄여 전류의 약 2배로 억제	• 전압을 낮추어 전류 및 토크를 제한하는 것으로 Reactor의 Tap에 의하여 그 값을 조정	• SCR를 사용 Micro Computer의 Digital 회로로 Motor의 기동토크로부터 정토크까지 서서히 증가
특징	• 가속토크가 최대이므로 기동쇼크 유의 • 기동전류가 가장 큼	• 기동토크의 증가가 매우 적고, 최대 토크가 적으므로 기동 토크에 문제가 없는 기기에 적용 • 전원선 6가닥 필요	• Tap 전환에 따라 최소 기동 토크 조정, 모터의 회전 속도 증가에 따라 가속 토크의 증가가 심함 • 최대기동 전류에 비해 최소기동 토크의 감소가 큼	• Soft Start/Stop • Slow Speed Energy Saver • Motor Protection 기능 내장 • Compact • By Pass 기능 내장
기동토크	TS × 100%	TS × 1/3%	TS × (1-a/100) ²	TS × 1/3%
기동전류	TS × 100%	TS × 1/3%	TS × (1-a/100) ²	TS × 1/3%
단자전압	• 잦은 기동으로 인한 마그넷트 접점 마모 등 잦은 교체 요구	• 전전압 기동보다 유지 관리 유리	• Y-△기동보다 유지 보수 유리	• 유지보수 측면에서 가장 유리
적용	• 소용량 모터에 적용 (15kW이하에적용)	• 농형 유도 전동기에 적용(15kW이상90kW 미만적용)	• 다승저강 토크 부하에 적용	• 전 토크모타에 사용 (15kW이상 펌프)
선정		◎		
검토의견	• 펌프 용량이 37KW이므로 경제성, 기동토크 및 유지관리를 고려하여 Y-△ 기동 선정			

라. 전동기 역률 개선

- 역률 개선용 콘덴서는 기동반 내에 내장하도록 하여 전력손실 및 간선의 굵기를 줄이도록 하였다.

마. 보호 계전기 및 표시계기

- 전동기의 과부하 보호를 위하여 전자식 과부하 계전기(EOCR)를 시설하여 전동기를 보호토록 한다.

1.1.8 접속도로 가로등설비

가. 조도기준

- 도로의 조도기준은 한국산업규격 KSA 3701(도로조명기준)에 준하여 시설
- 노면휘도에 대한 평균조도 환산계수는 아스팔트 기준인 15(lx/nt)를 적용한다.
- 접속 도로의 조도기준은 $15(lx/nt) \times 1.5(nt) = 22.5(Lx)$, 30Lx 선정
(참조 KS규격 (KS A 3701 - 2007) - 운전자에 대한 도로 조명의 기준)

나. 광원의 선정

- 도로조명에 있어서 주로 사용하는 광원은 수은램프, 세라믹 메탈할라이드램프, 고압 나트륨램프등이 있으며 광원의 제특성은 다음과 같다.

구 분	고 압 수 은 램 프	세라믹 메탈할라이드램프	고압나트륨램프
용 량(W)	HF 250	세라믹메탈 150	NH 250
광 속(lm)	10,500	12,700	25,000
효 율(lm/W)	42/50	82/85	100/115
수 명(h)	12,000	12,000	16,000
광 색	백 색	백 색	등 백 색
연 색 성	보 통	종 다	보 통
투 시 성	보 통	보 통	우 수
사 용 장 소	일 반	고궁, 상점가, 시가지	안개지역, 매연지역 강변, 터널, 기타시가지
선 정		◎	

- 접속도로는 연색성이 우수한 세라믹 메탈할라이드램프를 선정

다. 조명기구의 선정

- 도로의 종류에 따라 사용하는 조명기구의 배광은 커트오프(CUT-OFF)형, 세미커트오프(SEMI-CUT-OFF)형, 논커트오프(NON-CUT-OFF)형의 세가지로 분류되나 본 도로 는 시가부 도로로서 세미커트 오프형을 선정하였다.

라. 가로등주의 선정

- 본선 도로구간은 가로등주(10m-1등용)를 양측 마주보기배열 20m 간격 배치
- 교차로 도로구간은 가로등주(10m-2등용)를 교차로 4면에 배치
- 교차로 구간 신호등 및 가로등의 통합주 설치

마. 점멸방식

- 자동 점.소등 장치는 일괄 점소등이 되도록 무선수신기를 이용 도로조명과 같이 회로를 구성
 - A공급회로 : 균등부하의 1/2 (야간 상시조명)
 - B공급회로 : 균등부하의 1/2 (심야 소등회로)

바. 사용전선

- 전기설비의 기술기준령 지중선의 종류에 의한 0.6/1kV급 가교 폴리에틸렌 케이블 (F-CV Cable)을 색상 구분하여 시설한다.
- 전선의 굵기 선정은 등가거리 계산법에 의한 전압강하방식으로 계산하였다.

구분	1상2선 1회선	1상2선 2회선	3상4선 1회선
형태			
장·단점	<ul style="list-style-type: none"> • 단거리 배선에 가장 경제적이며 장거리인 경우 비경제적 회로 고장시 전부 소등 	<ul style="list-style-type: none"> • 배선비용 상승 • 1회로 차단시에도 격등 점등 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 장거리 배선에 경제적 • 단거리 배선에 비경제적 • 회로 고장시 전부 소등
선정		○	
검토의견	<ul style="list-style-type: none"> • 배선비용은 다소 상승하나, 안전에 대한 대책 수립이 용이하고 1회로 단전시에도 격등 점등이 가능하므로 1상2선 2회선이 신뢰성 양호 		

사. 전압강하의 최대허용율

- 공급변압기 2차측부터 최종단등구까지 최대 6%이하로 억제 하였다.

아. 사용배관

- 배관은 전선보호와 선로의 부식방지를 위해 폴리에틸렌 절연 전선관(CD-P)를 사용하였다.