

전 기 설 계

제1장 사업개요

제2장 설계현황

제3장 전련인입 자료조사

제4장 수변전설비

제5장 케이블 및 전기안전 설비

제6장 터널 조명설비

제7장 접속도로 및 Ramp 조명

제8장 방승청취 설비

제1장 사업개요

1.1 개요

| | |
|------------|---|
| 공 사 명 | • 방화대교 남단 접속도로 건설공사 실시설계 |
| 발주기관 | • 서울특별시 건설안전본부 |
| 위 치 | • 서울특별시 강서구 방화3동 - 방화대교 남단 일원 |
| 시 설 규 모 | <ul style="list-style-type: none"> • 접속도로 : B=5.75 ~ 9.00m, L=3,355m - 램프 A : B=9.00m, L=1,029m (터널 454.29m) - 램프 B : B=9.00m, L=1,115m (터널 495.00m) - 램프 C : B=5.75m, L=660m (교량 239.00m) - 램프 D : B=5.75m, L=541m (교량 446.56m) - 램프 E : B=5.75m, L=354m |

1.2 수전방식

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 터널조명 : 3상 4선식 60Hz 22900V-Y 터널 출구부에서 일반회선으로 1회선 수전 • Ramp 조명 : 3상 4선식 60Hz, 터널 입구부에서 일반회선으로 1회선 수전 • 신공항 선로에서 수전 • 전압강하 및 손실을 최소화 • 정전에 대비 UPS에 의한 전원공급 |
|---|

1.3 터널 및 도로현황

| 항 목 | 내 용 | 비 고 |
|---------|-------------------------------|--------|
| 위 치 | 방화대교남단-강서구 방화3동 | |
| 터널의 길이 | 454.29m, 495.0m | 터널 2개소 |
| 구 배 | 1.4664% | |
| 설 계 속 도 | 60km | |
| 통 행 방 식 | 편도 2차로 | |
| 도로의 길이 | 3,345m | |
| 교 통 량 | 5,051대/시 | |
| 포 장 종 류 | 도로/터널 : 아스팔트 콘크리트, 교량부 : 아스팔트 | |

제2장 설계현황

2.1 설계기준

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 입찰안내서 • 전기공사업법, 동시행령, 동시행규칙 • 전기설비기술기준 • 한국전력공사 전기공급규정 • 전기통신법, 동시행령, 동시행규칙 • 내선규정 | <ul style="list-style-type: none"> • 전기사업법, 동시행령, 동시행규칙 • 전력기술관리법, 동시행령, 동시행규칙 • 한국산업규격(KS) • 소방법, 동시행령, 동시행규칙 • 서울특별시 도로기전시설물 유지관리요령 |
|---|--|

2.2 공급범위

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 수전설비 • 전력간선 및 직류전원공급 설비 • 라디오재방송설비 | <ul style="list-style-type: none"> • 터널조명설비 • 접속도로 및 Ramp 가로등설비 |
|--|---|

2.3 소방법규 및 도로공사, 서울시 기준 검토

2.3.1 비상전원

가. 설치 기준

| 방재시설 \ 터널연장(m) | | 4,000 이상 | 2,000 이상 | 1,000 이상 | 500 이상 | 200 이상 | 200 미만 | 비 고 |
|----------------|---------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|----------|
| 비상전원 | 도로공사기준 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | 수배전반에 설치 |
| | 소방법 | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| | 서울시 기준 | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| | 건설교통부기준 | ● | ● | ● | ● | ● | | |

나. 설계추진방향

| | |
|----------------|---|
| 비상전원 설비 | <ul style="list-style-type: none"> • 정전시 조명등설비에 전력을 공급하는 설비 • 한전 정전에 대비하여 터널 비상조명, 방재설비에 무정전전원 장치에 의한 전원을 공급 • 방화3동 방향 출구부에 무정전전원 공급장치 설치 • 비상발전기 전원에 의한 비상조명은 서울시 검토결과 미반영 |
|----------------|---|

2.3.2 피난설비

가. 설치 기준

| 방재시설 | | 터널연장(m) | 4,000 | 2,000 | 1,000 | 500 | 200 | 200 | 비 고 |
|------------|---------|---------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|------------------|
| | | | 이상 | 이상 | 이상 | 이상 | 이상 | 미만 | |
| 비상조명등 | 도로공사기준 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | 야간 점등회로를 이용하여 설비 |
| | 소방법 | | ● | ● | ● | ● | | | |
| | 서울시 기준 | | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| | 건설교통부기준 | | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| 비상구 유도 표시등 | 도로공사기준 | | ○ | ○ | ○ | | | | 200m 간격으로 설치 |
| | 소방법 | | | | | | | | |
| | 서울시 기준 | | | | | | | | |
| | 건설교통부기준 | | ● | ● | ● | ● | ● | | |

나. 설계추진방향

| | |
|-------|---|
| 비상조명등 | <ul style="list-style-type: none"> 화재로 인한 정전시 외부 전원 없이 자체전원으로 터널내 조명을 할 수 있는 설비 정전에 대비하여 주간 기본조명의 1/8 이상에 무정전전원장치 전원 공급 |
| 유도표시등 | <ul style="list-style-type: none"> 연락갱 진입부 적용 |

2.3.3 경보설비

가. 설치 기준

| 방재시설 | | 터널연장(m) | 4,000 | 2,000 | 1,000 | 500 | 200 | 200 | 비 고 |
|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|--------------------------|
| | | | 이상 | 이상 | 이상 | 이상 | 이상 | 미만 | |
| 비상경보 설비 | 도로공사기준 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | 소화기 또는 소화전함에 병설 (비상벨 설비) |
| | 소방법 | | ● | ● | ● | ● | | | |
| | 서울시 기준 | | ● | ● | ● | ● | | | |
| | 건설교통부기준 | | ● | ● | ● | ● | | | |
| 화재 감지기 | 도로공사기준 | | ○ | ○ | ○ | | | | 터널천장 - 선형감지기 케이블 |
| | 소방법 | | ○ | ○ | ○ | | | | |
| | 서울시 기준 | | | | | | | | |
| | 건설교통부기준 | | ● | ● | ● | | | | |
| 비상방송 | 도로공사기준 | | ○ | ○ | ○ | | | | 50m 간격으로 설치 (스피커) |
| | 소방법 | | | | | | | | |
| | 서울시 기준 | | | | | | | | |
| | 건설교통부기준 | | ● | ● | ● | | | | |

나. 설계추진방향

| | |
|---------|------------|
| 비상경보 설비 | • 적용하지 않음. |
| 화재감지기 | • 적용하지 않음 |
| 비상방송 설비 | • 적용하지 않음 |

2.3.4 도로전광표시

가. 설치 기준

| 방재시설 | | 터널연장(m) | | | | | | | 비 고 |
|-------------|---------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|--------------------|-----|
| | | 4,000 이상 | 2,000 이상 | 1,000 이상 | 500 이상 | 200 이상 | 200 미만 | | |
| 도 로 전광표지 | 도로공사기준 | ○ | ○ | ○ | | | | 터널입구 500m 전방 설치 | |
| | 소방법 | | | | | | | | |
| | 서울시 기준 | | | | | | | | |
| | 건설교통부기준 | ● | ● | ● | | | | | |

나. 설계추진방향

| | |
|--------|-----------|
| 도로전광표지 | • 적용하지 않음 |
|--------|-----------|

2.3.5 소화활동설비

가. 설치 기준

| 방재시설 | | 터널연장(m) | | | | | | | 비 고 |
|---------------------|---------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|---------------------------------|-----|
| | | 4,000 이상 | 2,000 이상 | 1,000 이상 | 500 이상 | 200 이상 | 200 미만 | | |
| 소방무선 통신보조 설 비 | 도로공사기준 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | 라디오 재방송 설비와 병설 | |
| | 소방법 | ● | ● | ● | ● | | | | |
| | 서울시 기준 | ● | ● | ● | ● | | | | |
| | 건설교통부기준 | ● | ● | ● | ● | ● | | | |
| 비상콘센트 | 도로공사기준 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | 100m 간격으로 소화기 또는 소화전함에 설치 | |
| | 소방법 | ● | ● | ● | ● | | | | |
| | 서울시 기준 | ● | ● | ● | ● | | | | |
| | 건설교통부기준 | ● | ● | ● | ● | | | | |

나. 설계추진방향

| | |
|--------------|----------------------|
| 소방무선통신 보조 설비 | • 라디오 재방송설비와 병용하여 적용 |
| 비상콘센트 | • 적용하지 않음 |

2.3.6 CCTV 설비

가. 설치 기준

| 방재시설 | | 터널연장(m) | | | | | | | 비 고 |
|------|---------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|--|-----|
| | | 4,000 이상 | 2,000 이상 | 1,000 이상 | 500 이상 | 200 이상 | 200 미만 | | |
| CCTV | 도로공사기준 | ○ | ○ | ○ | | | | 터널구내, 선형, CCTV 품질 등을 고려하여 가시거리가 확보되도록 200m 간격으로 설치 | |
| | 소방법 | | | | | | | | |
| | 서울시기준 | | | | | | | | |
| | 건설교통부기준 | ● | ● | ● | | | | | |

나. 설계추진방향

| | |
|------|-----------|
| CCTV | • 적용하지 않음 |
|------|-----------|

2.3.7 통신설비

가. 설치 기준

| 방재시설 | | 터널연장(m) | | | | | | | 설치 기준 |
|-------------|---------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|--------------------------|-------|
| | | 4,000 이상 | 2,000 이상 | 1,000 이상 | 500 이상 | 200 이상 | 200 미만 | | |
| 비상전화 | 도로공사기준 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | 200m 간격으로 설치 | |
| | 소방법 | | | | | | | | |
| | 서울시기준 | ● | ● | ● | ● | | | | |
| | 건설교통부기준 | ● | ● | ● | ● | | | | |
| 라 디 오 재 방 송 | 도로공사기준 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | 터널천정에 송신 케이블 설치 (AM, FM) | |
| | 소방법 | | | | | | | | |
| | 서울시기준 | ● | ● | ● | ● | ● | | | |
| | 건설교통부기준 | ● | ● | ● | ● | ● | | | |

나. 설계추진방향

| | |
|------------|---|
| 비상전화 | • 적용하지 않음 |
| 라디오 재방송 설비 | • 터널로 진입, 통과하는 사람에게 라디오를 수신할 수 있도록 하는 설비 (AM, FM) |

2.3.8 소화설비

가. 설치 기준

| 방재시설 | | 터널연장(m) | 4,000 이상 | 2,000 이상 | 1,000 이상 | 500 이상 | 200 이상 | 200 미만 | 설치 기준 |
|-------|---------|------------|----------|----------|----------|--------|--------|---------------------|---------------------------------|
| | | 도로공사기준 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 소화기구 | 소방법 | 터널 연면적 33㎡ | | | | | | | 35m 간격 (서울시 기준에 35m로 표시됨) |
| | 건설교통부기준 | ● | ● | ● | ● | ● | | | |
| | 도로공사기준 | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| 옥내소화전 | 소방법 | | | | | | | 50m 간격 | |
| | 건설교통부기준 | ● | ● | ● | | | | | |
| | 도로공사기준 | ○ | | | | | | | |
| 물분무설비 | 소방법 | | | | | | | 일제 방수구역은 50m로 한다 | |
| | 건설교통부기준 | ● | | | | | | | |
| | 도로공사기준 | ○ | | | | | | | |

나. 설계추진방향

| | |
|----------|--|
| 소화기구 | <ul style="list-style-type: none"> • 사람이 직접 조작하여 소화약제를 방출하는 기구 • 소화기 : A, B, C 축압식 소화기(소화기 1세트당 소화기 2개 내장) |
| 옥내소화전 설비 | <ul style="list-style-type: none"> • 적용하지 않음 |
| 물분무 설비 | <ul style="list-style-type: none"> • 적용하지 않음 |

제3장 전력인입 자료조사

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 터널 출구부 : 공항간선 H40-R10H-L2선로에서 380/220V, 3상4선 일반상용 1회선 (일반 터널 운전용 전원) • 터널 입구부 : 공항간선 H40-R33 선로에서 380/220V, 3상4선 일반상용 1회선 (Ramp 조명 및 공사중 터널 시공용 동력 수전) |
|---|

제4장 수변전설비

- 본 터널 및 가로등 설비는 최대한 무정전 상태로 운전이 되어야 하며 최소의 전압변동 및 양질의 전력공급이 되도록 한전전원의 정전에 대비한 전원의 효과적인 전력공급 방안 등을 검토하여 선정.

4.1 설계방안

| 구 분 | 설 계 방 안 | 비 고 |
|------|---|---------------------|
| 수전전압 | 터널:3상4선식 22900V-Y, Ramp:3상4선식 380V | 한전공급규정 |
| 수전용량 | 약 300kVA(터널조명 : 231kVA, 일반부하 : 4.5kVA) | |
| 배전전압 | 3상4선식 380/220V 60Hz | |
| 수전방안 | 터널조명 : 특별고압 22,900-380/220V Ramp 조명 : 380/220V 저압 수전 | 터널비상조명용 UPS 별도설치 |

4.2 수전방식 검토

| 구 분 | 2회선 수전 | 1회선 수전 | 비고 |
|------------|--|--|----|
| 개 요 | 한전의 변전소에서 계통이 다른 배전선로를 이용하여 상용 1회선 수전 및 예비회선 1회선을 수전하여 상용회선 고장시 건전한 예비회선을 통하여 전력을 공급하는 방식임. | 한전의 변전소에서 일반 상용선로로써 1회선을 수전하여 전력을 공급하는 방식임 | |
| 장 점 | <ul style="list-style-type: none"> • 전력공급의 신뢰도가 우수함 • 무정전수전이 가능함 • 한전의 정전사고가 거의 없으므로 설비운전이 안정적임. | <ul style="list-style-type: none"> • 시설비가 저렴하고 설비가 단순 • 유지관리비가 저렴함. • 전력손실이 최소 • 예비 1회선에 대한 전기요금 부담이 없음. | |
| 단 점 | <ul style="list-style-type: none"> • 예비회선에 대한 한전공사비를 추가로 부담해야 하며 전기요금도 예비전원의 기본요금에 대하여 10%를 매월 부담해야 함. • 시설비 및 유지관리비가 다소 증가함. | <ul style="list-style-type: none"> • 한전선로 고장시 순간적인 정전이 불가피함. • 한전선로 고장시 조명부하를 감축하여 운전 | |
| 선 정 | | ● | |
| 검 토 결 과 | <ul style="list-style-type: none"> • 최근의 한전전원 공급 신뢰도가 매우 양호한 상태를 유지하여 1년간의 평균정전 시간은 약 30분 이하로 확인되고 있음. • 터널내 정전사고시 UPS가 기동하여 60분간 비상전원을 연속적으로 공급하여 비상조도 이상을 유지하도록 설계하였음. • 본 시설에는 한전전원 정전에 대비하여 서울시 시설기준에 따라 비상발전기를 설치하므로 1회선 수전이 유지관리비 및 전기요금 절감면에서 유리함. | | |

4.3 수배전소 위치 검토

| 구 분 | 입구부(방화대교 측) 설치안 | 출구부(방화3동 측) 설치안 |
|---------|---|--|
| 장 점 | <ul style="list-style-type: none"> 주거지역과 떨어져 있어 민원 발생 우려가 별로 없음. 공사시점이므로 공사용 동력 사용이 유리 | <ul style="list-style-type: none"> 터널 주위에 수변전 설비를 설치할 적절한 위치가 많으므로 공간 활용이 용이 접근성이 유리하여 보수 유지가 편리함. 터널로 전력 케이블을 인입하기가 편리하여 공사비 저렴. 수변전실 주위를 조경으로 보완할 경우 미관성이 양호 |
| 단 점 | <ul style="list-style-type: none"> 터널 입구 주위가 경사면이 심하여 수변전설비를 설치할 적당한 위치가 없음. 지대가 낮아 한강홍수시 수변전설비가 물에 잠길 우려가 있음. 접근성이 불편하여 보수 유지가 불리함. | <ul style="list-style-type: none"> 주거지역과 가까워 민원 발생소지. |
| 검 토 의 견 | 수변전설비를 설치할 적절한 위치가 있고 공사비가 저렴하고 보수유지가 편리한 출구부 설치안을 채택 | |
| 선 정 안 | | ● |

4.4 수배전반 형태의 선정

| 구 분 | 옥내 큐비클식 | 옥외식 |
|---------|--|--|
| 개 요 | <ul style="list-style-type: none"> 모든 수배전반 설비를 큐비클에 내장하여 옥내 설치 | <ul style="list-style-type: none"> 금속함에 내장하여 옥외에 설치 |
| 면 적 비 | <ul style="list-style-type: none"> 100% | <ul style="list-style-type: none"> 130% |
| 내 구 성 | <ul style="list-style-type: none"> 옥내에 설치되므로 수명이 길다. | <ul style="list-style-type: none"> 모든 기기를 함에 내장하여 옥외에 설치되어 대기에 노출되어 수명이 옥내형 보다는 짧다. |
| 유 보 수 성 | <ul style="list-style-type: none"> 고장의 빈도가 낮음. 고장시 야간이나 우천시에도 수리가 쉬움. | <ul style="list-style-type: none"> 야간, 우천시, 겨울철 등에는 보수 유지가 어렵다. |
| 검 토 의 견 | <ul style="list-style-type: none"> 옥내식이 내구성이나 유지보수성 측면에서는 유리하나 본 터널은 약 500m 정도의 단터널로 운전요원을 둘 정도의 장대터널이 아님. 본 터널의 대부분의 부하는 터널 조명등 회로이며 수배전반 설비의 고장이 흔한 것은 아니므로 경제적인 옥외형으로 설치함. | |
| 선 정 | | ● |

4.5 수전설비

| 주요 기기 | 구분 | 사양 |
|------------------|------------|--|
| 22.9kV 스위치 기어 | 차단기형식 | • 고장구간 자동개폐기 : 200A 자동 |
| | 형식 | • 옥내 폐쇄자립형(KEMC 1106) |
| | 정격전압 | • 24kV |
| | 모선 | • 단락사고시 발생하는 전자력 및 열적강도에 충분히 견딜 수 있는 용량 (12.5kA) |
| | 구조 | • 각각의 Cubicle 구조로 설계하여 다른 격실로 사고가 파급되는 것을 최소화 |
| 수전 변압기 | 형식 | • 3상, 옥외형 몰드변압기 |
| | 탭 전환 형식 | • NLTC (1차측 : F23.9-R22.9-21.9-20.9-19.9kV) |
| | | • 2차측 : 380/220V |
| | 냉각 방식 | • 자냉식(AA) |
| | 사용정격 | • 연속 |
| | 권선절연 | • 1차 권선 B종, 2차 권선 B종 |
| | 정격전압 | • 1차 22,900V, 2차 380/220V |
| | 상용 주파수 내전압 | • 50kV |
| | 뇌충격내전압 | • 110kV |
| | 결선방식 | • Δ -Y |
| | 정격용량 | • 도면참조 |
| | % 임피던스 | • 도면참조 |
| 계기용 변성기 (MOF) | 형식 | • 유입식 |
| | 오차계급 | • 1.0급 |
| | 뇌충격 내전압 | • 170kV |
| | 상선식 | • 3상 4선식 |
| | 결선방식 | • Y-Y |

4.6 변전설비

| 주요기기 | 구분 | 사양 |
|-----------------|---------|---|
| 저압 배전반 | 차단기 형식 | • 메인피더 : ACB • 분기회로용 : MCCB |
| | 형식 | • 옥외 폐쇄자립형 |
| | 계통전압 | • 380/220V, 3상 4선식, 60Hz, 직접 접지식 |
| | 모선 | • 정격전류 및 단락전류에 견딜 수 있는 용량 • 부식방지를 위해 주석도금하고 접속부는 은도금 |
| | 구조 | • 외함 구조재 및 철판의 두께는 Door 3.2t, 기타 2.3t로 제작 |
| 조명 분전반 | 형식 | • 저압배전반내에 조명분전반을 설치 |
| | 구성 | • AC 회로를 한 판넬에 구성 |
| | 예비회로 | • 전체 회로의 20% 이상 확보 |
| | 재질 | • Door 3.2t, 기타 2.3t |
| 기중 차단기 (ACB) | 형식 | • 4극, 개방 인출형 |
| | 정격전압 | • 600V |
| | 정격차단용량 | • 10kA 이상 |
| | 투입방식 | • 전동기에 의한 스프링 조작 |
| | 트립방식 | • 트립코일에 의한 스프링 조작 |
| | 조작전원 | • DC 110V |
| | 정격차단 시간 | • 0.04초 이하 |

4.7 한전전원 정전에 대비한 UPS 설비


4.7.1 설계기준

- 최대한 무정전상태의 전원공급
- 한전 정전에 대비한 필수조명부하 전원 공급
- 한전 정전에 대비한 주간 기본조명 1/8이상 전원 공급
- 60분간 BACK UP 전원확보

4.7.2 설계기본방향

- 터널내 정전은 대형사고로 이어질 가능성이 많으므로 최대한 무정전상태의 전원공급이 가능토록 설계
- 최소 기본조명 설비에 비상전원 공급

4.7.3 UPS 용량

| | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 용량 : 3Φ4W 15kVA • 출력 : 3Φ4W 380/220V | <ul style="list-style-type: none"> • 입력 : 3Φ4W 380/220V • BACK UP TIME : 60분 |  |
|---|--|---|

제5장 케이블 및 전기안전 설비

5.1 케이블 허용전압 강하 기준

| 대 상 | | 전압강하율 | 비 고 |
|-------------------|---------|--------|---------------------------------|
| 전등분기선 및 전열분기 | | 2% | • 내선규정, 한전전력공급 규정 등 제반 규정 기준 |
| 일반동력 및 방재용 전등선 | 60m 까지 | 3% 이하 | |
| | 120m 이하 | 5% 이하 | |
| | 200m 이하 | 6% 이하 | |
| | 200m 초과 | 7% 이하 | |
| 특고압계통(공급점에서 말단까지) | | 10% 이하 | |

5.2 전압 강하계산

| |
|--|
| $V_o = \sqrt{3} I (R \cos\theta + X \sin\theta) \times \frac{L}{1000}$ |
| <p>V_o = 전압강하 [V] I = 전부하전류 [A] (기동시 전류 $I = 6.5 \times$ 전부하 전류) R, X = 1,000m 당 저항 및 리액턴스 [Ω/km] L = 케이블 공장 [m] $\cos\theta$ = 부하역율</p> |

5.3 케이블 최소 굵기

| 종 류 | 기 호 | 최 소 굵 기 | 비 고 |
|-----------------|----------------------|--|--|
| 22,900V 전력용 케이블 | CNCV | 60mm ² | |
| 600V 전력용 케이블 | CV(옥외) F-CV(트레이내) | 말 단 : 6.0mm ² 주 내 선 : 4.0mm ² | 60mm ² 초과는 단심 60mm ² 이하는 단심, 다심 |
| 600V 조명용 케이블 | HIV | 4.0mm ² | 단심 |
| 600V 제어용 케이블 | CW, CWS | 2.5mm ² | 다심 |

5.4 케이블 포설방법 및 사용 Cable

| 구 분 | 포설방법 | | 사용케이블 |
|---------|----------------|-----------|--------------------|
| | 터널내 | 터널외 | |
| 저압조명간선 | 터널내 상부 양측 Tray | 직매(ELP) | CV(조명), F-CV(조명) |
| 저압전등분기선 | 노출 가요전선관 (터널등) | 매입배관(가로등) | CV(가로등), F-CV(터널등) |
| 접지선 | Tray | 매입배관 | F-GV, GV, HIV |

5.5 배전전압 선정

기기의 용량을 감안하여 선로손실, 전압강하, 케이블의 적정 굵기 등을 고려

| 회 로 | 전 압 | 비 고 |
|---------|--|-----|
| 저압 배전전압 | • AC 3상 4선식 60Hz 380/220V | |
| 조 명 회 로 | <ul style="list-style-type: none"> • 간 선 : AC 3상 4선식 60Hz 380/220V • 상시조명 : AC 3상 4선식 60Hz 380/220V • 비상조명 : AC 3상 4선식 60Hz 380/220V • 가로등조명 : AC 단상 2선식 60Hz 220V | |

5.6 접지설비

5.6.1 설계기준

- 접지 및 피뢰설비는 지락사고로부터 전력설비를 안전하게 보호
- 국내 관련규정, 한전 설계기준2602, 전기설비 기술기준

| 구 분 | 항 목 | 주 요 내 용 |
|---------|-----|---|
| 접 지 설 비 | 구 분 | <ul style="list-style-type: none"> • 전력계통 : 제1종 또는 제2종 (접지망) • 전력계통 외항 : 제1종 또는 제3종 (접지망) • 계측계통 : 프레임 다점접지, 시그널 다점접지 |
| | 방 식 | <ul style="list-style-type: none"> • 모든 주요기기 및 탱크류는 2개소(양방향접지), 전동기 프레임, 스위치기어, 전동기제어반, 판넬류, 조명분전반, 전선관, 케이블 트레이 등의 금속 구조물과 기기들은 모두 접지망에 연결하여 하나의 공동 접지망을 구성 |

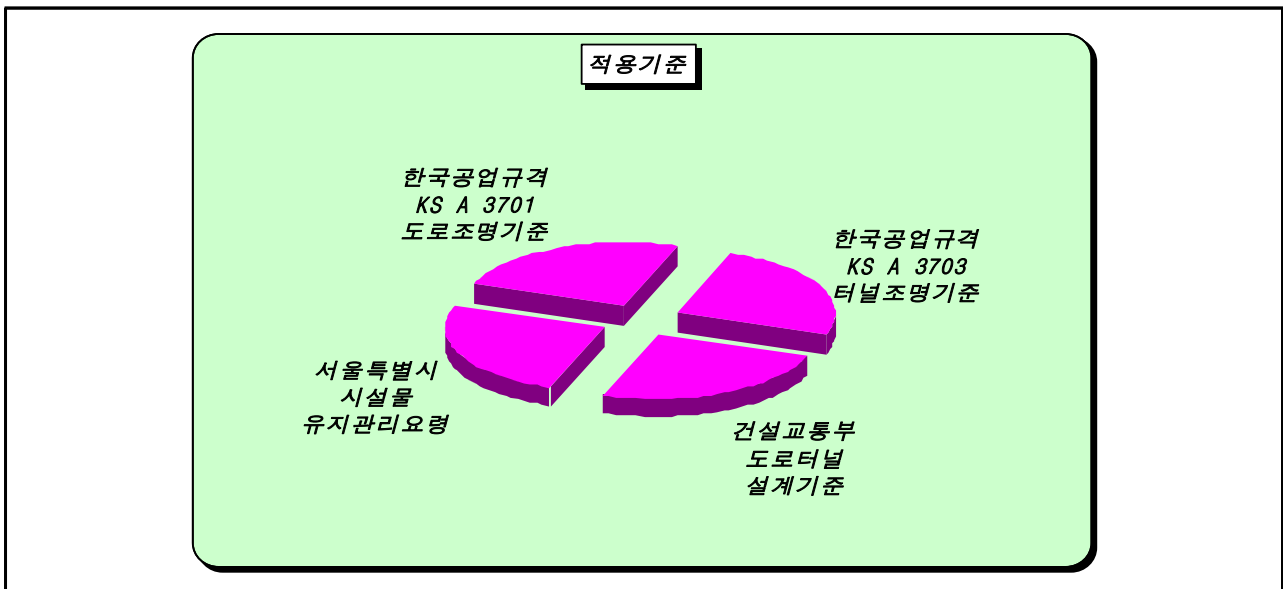
제6장 터널 조명설비

6.1 터널 조명설계 개요

터널조명은 일반도로의 조명과는 달리 주간에도 필요하며 터널내부에는 측벽으로 둘러싸여 있으므로 주행상 주의를 필요로 한다. 터널내의 조명시설은 설계속도, 교통량, 야외 휘도, 선형등에 의하여 적절한 조명설계를 함으로써 운전자에 편안하고 안전한 운전을 할 수 있도록 설계하여야 하며 터널 내외부의 밝기가 다르므로 운전자의 시각이 순응할 수 있도록 효과적으로 설계하여 교통사고를 방지할 수 있도록 하여야 함.

6.2 설계기준 및 주안점

6.2.1 설계기준



6.2.2 설계주안점

가. 신뢰성

- 정전시 터널기본 조명의 1/8 이상에 UPS 전원공급

나. 에너지 절감

- 입/출구부 주간시 절전회로 구성을 5단계로 세분화하여 에너지 절감을 극대화
- 가로등 격등화로 구성으로 에너지 절감

다. 경제성

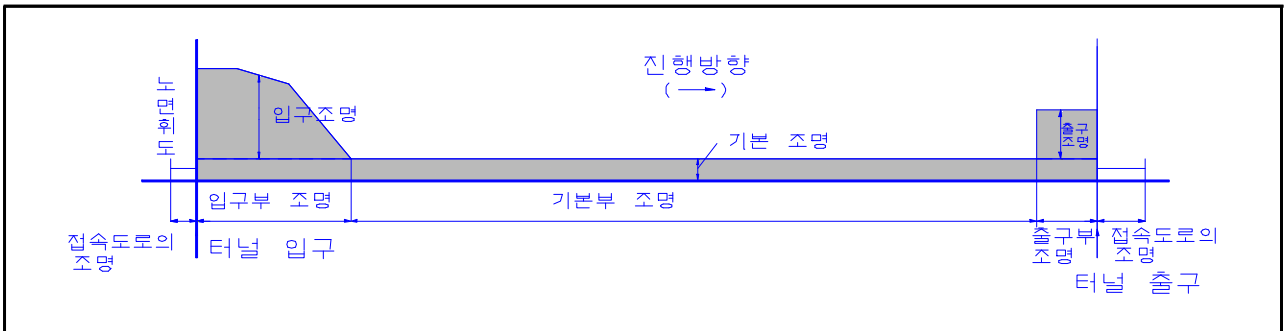
- 내구성, 내식성 및 방열성이 우수한 스테인레스 등기구 선정
- 수명이 길고 국내수급이 용이한 고압나트륨등 선정

6.3 터널 조명설비 구성

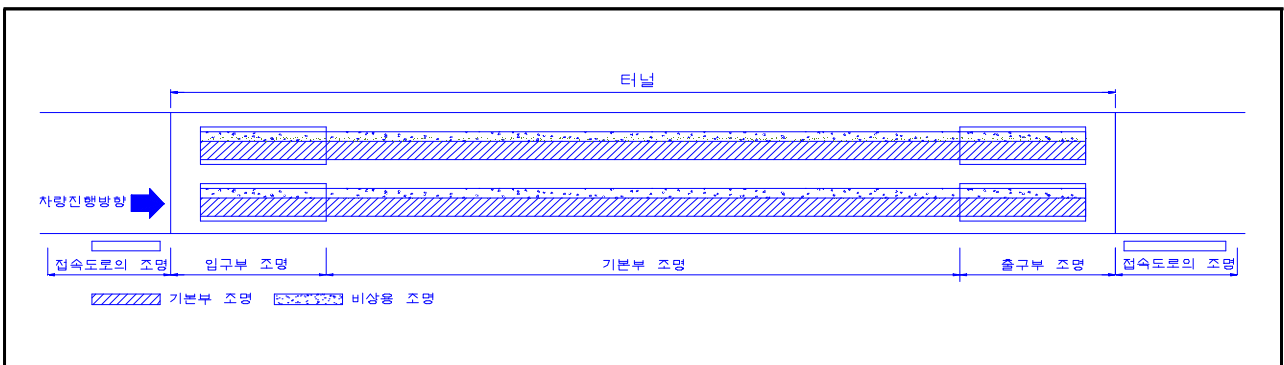
| | |
|---|---|
| 기본부조명 | 입구부조명 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 입구부 및 출구부를 제외한 터널 전체에 걸쳐 안전운전을 위하여 일정간격으로 설치하는 조명 | <ul style="list-style-type: none"> • 터널 진입 후 운전자가 갑작스런 휘도변화에 순응하기 위하여 입구부에 설치하는 조명 • 조도순응 조명 • 주간맑음, 주간흐림, 기본부조명등으로 구성하여 야외휘도 변화에 따른 절전회로 구성 |
| 출구부 조명 | 비상조명 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 주간에 터널내부에서 밝은 출구를 보았을 때 시각적 장애를 일으키므로 이러한 현상을 방지하고 야외휘도에 순응하기 위한 조명 • 설정조도는 출구부 야외휘도의 1/10로 하고 조명구간은 70[m]를 기준으로 한다. | <ul style="list-style-type: none"> • 정전시 발생할 수 있는 위험한 상황을 방지하기 위하여 최소한의 조도를 유지하기 위한 조명 • 계통 정전시 USP에 의한 전원공급 |

6.4 터널 조명기구의 배열



6.4.1 유지관리의 용이성



6.4.2 일반통행 터널 조명의 구성 평면도



6.4.3 유지관리의 용이성

| 구 분 | 벽면설치 | 천정설치 |
|-------|--|---|
| 설 치 도 |  |  |
| 차로차단 | 1차로 차단 | 1차로 차단 |
| 작업조건 | <ul style="list-style-type: none"> • 기계화 세척작업시 작업용이 • 램프교체시 차로측면에서 작업 • 벽면을 보며 작업하므로 용이 | <ul style="list-style-type: none"> • 기계화 세척작업시 작업용이 • 램프교체시 차로 중앙에서 작업 • 천정을 보며 작업하므로 어려움 • 추월선측 보수시 차량의 이용차로는 확폭구간까지 확보하여야 함 |
| 선 정 | | ◎ |

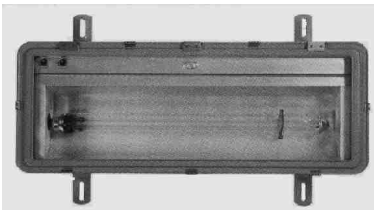


6.4.4 시선유도기능 및 조명환경

| 구 분 | 벽면설치 | 천정설치 |
|-------|---|---|
| 설 치 도 |  |  |
| 작업조건 | <ul style="list-style-type: none"> • 운전자의 차선 유도기능 유리 • 등기구의 눈부심 현상이 다소 발생 • 광원의 빛이 벽면에서 사각으로 조사되므로 진행차량의 인지도가 다소 떨어짐 | <ul style="list-style-type: none"> • 주행선 운전자의 차선유도기능이 다소 떨어짐 • 등기구의 눈부심 현상이 발생하지 않아 조명환경 우수 • 광원의 빛이 천정에서 조사되므로 앞선 진행차량의 인지도가 좋음 |
| 선 정 | | ◎ |

6.5 광원별 특성비교

| 구 분 | | 저압나트륨등 | | 고효율형광등(3파장) | 고압나트륨등 |
|------|----------|--|--------|--|---|
| | | 36W | 91W | 32W×2등 | 100W/250W |
| 특 성 | 광속(Lm) | 5,900 | 17,000 | 6,200 | 9,000/25,000 |
| | 전력(W) | 51 | 120 | 64 | 110/275 |
| | 효율(lm/W) | 116 | 141 | 112 | 91 |
| | 평균수명(H) | 12,000 | 12,000 | 8,000 | 24,000 |
| 장·단점 | | <ul style="list-style-type: none"> • 효율이 가장 높음 • 광색이 등황색으로 색상시인성은 나쁘나 매년 투과율이 높음 • 외산자재로 긴급필요시 수급 곤란 | | <ul style="list-style-type: none"> • 국산품으로 구입 용이 • 황녹색광원으로 색상시인성은 나트륨등보다 우수 • 효율이 다소 낮음 | <ul style="list-style-type: none"> • 국산품으로 구입용이 • 평균수명이 가장 우수 • 효율이 낮음 |
| 선 정 | | | | | ● |
| 검토의견 | | <ul style="list-style-type: none"> • 고효율 3파장 형광등과 고압나트륨등을 혼용 사용할 경우 저압나트륨에 비하여 전기료는 다소 더 소요되나 램프의 수명 및 점등율 등이 좋으며 색상의 시인성이 우수 | | | |

6.6 등기구 형식검토

| 구 분 | PBT 터널 등기구 | 스테인레스 등기구 | 알루미늄 등기구 |
|-----|---|--|--|
| 형 태 |  |  |  |
| 장 점 | <ul style="list-style-type: none"> • 내부식성 우수 • 내구성 우수 • 등기구 절연우수 • 등기구 형태가 미려 • 고압 살수세척 가능 | <ul style="list-style-type: none"> • 내부식성 및 내구성 우수 • 재활용 가능 • 등기구 형태가 미려 • 고압 살수 세척 가능 • 열방출이 가장 우수 | <ul style="list-style-type: none"> • 등기구가 가볍다 • 열방출 우수 • 가격이 저렴 |
| 단 점 | <ul style="list-style-type: none"> • 등기구가 크다 • 열방출이 나쁘다 | <ul style="list-style-type: none"> • 등기구가 무겁다 | <ul style="list-style-type: none"> • 절연이 나쁘다 • 부식이 쉽다 • 도장처리의 불편함 |
| 선 정 | | | ● |

6.7 자동 조광제어 및 에너지절감

6.7.1 자동 조광제어 절전단계

| 조 명 회 로 | 맑은날 | 흐린날 | 일몰후 | 야간 | 심야 | 비 고 |
|----------------|-----|-----|-----|----|----|-------------|
| 입/출구부 주간맑음 점등 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 점등회로 (○) |
| 입/출구부 주간흐림시 점등 | | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 기본조명(주/야 상시점등) | | | ○ | ○ | ○ | |
| 기본조명(야간 상시 점등) | | | | ○ | ○ | |
| 기본조명(상시점등) | | | | | ○ | |

6.7.2 구간별 터널조명 조도선정

가. RAMP-A

| 구 분 | 경계부 | 이행부 | | | | 완화부 | | | | 기본부 | 출구부 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1단계 | 2단계 | 3단계 | 4단계 | 1단계 | 2단계 | 3단계 | 4단계 | | |
| 기준조도 [lx] | 1,440 | 1,377 | 1,251 | 1,125 | 999 | 828 | 612 | 396 | 180 | 60 | 72 |
| 기준거리 [m] | 25 | 16.25 | | | | 33.75 | | | | - | 70 |
| 계산조도 [lx] | 1,494 | 1,418 | 1,283 | 1,148 | 1,013 | 861 | 650 | 439 | 228 | 76 | 439 |
| 계산거리 [m] | 32 | 24 | | | | 40 | | | | 64 | 72 |

※ 이행부, 완화부 조도는 구간 종점 기준임

나. RAMP-B

| 구 분 | 경계부 | 이행부 | | | | 완화부 | | | | 기본부 | 출구부 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|------|-----|
| | | 1단계 | 2단계 | 3단계 | 4단계 | 1단계 | 2단계 | 3단계 | 4단계 | | |
| 기준조도 [lx] | 1,440 | 1,377 | 1,251 | 1,125 | 999 | 828 | 612 | 396 | 180 | 60 | 400 |
| 기준거리 [m] | 25 | 16.25 | | | | 33.75 | | | | - | 70 |
| 계산조도 [lx] | 1,486 | 1,429 | 1,300 | 1,171 | 1,042 | 897 | 623 | 422 | 221 | 72.5 | 422 |
| 계산거리 [m] | 32 | 24 | | | | 40 | | | | 104 | 72 |

※ 이행부, 완화부 조도는 구간 종점 기준임

6.8 터널에서 발생하는 현상

6.8.1 블랙홀 효과와 블랙 프레임 현상

- 주간에 조명이 불완전한 터널의 입구부분에 자동차가 근접하면 터널이 검은 굴 혹은 검은 테두리로 보이며 터널내부의 노면이 상세히 보이지 않게 되는 현상을 말하며 언제나 터널 입구를 향하고 있는 운전자의 휘원순응 레벨에 대하여 터널 내부의 휘도가 극단적으로 낮기 때문에 발생함.

6.8.2 휘도 순응의 지연

- 자동차가 터널에 진입한 직후 운전자가 어두운 터널안에 있는 장애물을 식별할 수 있을 때까지 약간의 시간적인 경과가 필요함.

6.8.3 자동차의 배기가스에 의한 관찰자의 시계 저하

- 터널이 장대터널인 경우 교통량이 많을 경우 환기가 잘 되지 않을 경우 차량의 배기가스가 축적되어 공기의 투과율이 저하하여 시계를 방해하는 현상이 발생함.

6.8.4 반짝임

- 터널내의 조명기구가 일정한 간격을 두고 설치되어 있으면 터널안을 진행하는 자동차의 트렁크, 전면유리, 본넷, 혹은 시야 내에 있는 다른 자동차의 차체의 명도가 차의 진행과 함께 주기적으로 변동하여 반짝임을 일으킴. 반짝임의 변화가 급격하거나 주파수가 특정영역이 되면 불쾌감을 줌.

6.8.5 출구의 화이트홀 효과

- 주간에 자동차가 터널의 출구에 접근하면 출개구부에 보이는 야외풍경의 휘도가 상당히 높기 때문에 터널 출구가 흰 굴과 같이 보일 때가 있다. 이 경우 전방에 있는 장애물은 밝은 출구를 배경으로 한 검은 실루엣으로 보임으로 전방에 2개 이상의 장애물이 겹쳐있으며 바로 앞의 장애물이 어둡게 융합되어 그 존재와 거리를 분간하지 못할 수 있음. 이것이 화이트홀 효과에 의한 시계저하임.

6.8.6 출구 블랙홀 효과

- 야간에 자동차가 터널의 출구에 접근하면 주간과는 반대로 터널 출구가 검은 굴로 보이고 터널 바로 뒤 도로의 선형이나 장애물의 존재를 알 수 없게 되는 현상

제7장 접속도로 및 Ramp 조명

7.1 개요

- 도로조명은 도로 이용자의 시환경을 개선하여 안전하고 원활한 도로교통 흐름을 확보하는 것을 목적으로 한다. 차량의 운전자에게 도로의 모양, 진행방향, 주위환경을 잘 볼 수 있도록 하여 장애물을 확실하게 판별하고 진행방향을 용이하게 예측할 수 있도록 한다. 야간에 터널내부에만 조명이 있고 접속도로에 조명이 없을 경우 접근하는 운전자가 도로 폭 및 선형을 파악하기 곤란하고 자동차가 출구에 도달했을 때 출구가 어두운 구멍(Black Hole)으로 보여 접속도로의 선형 및 장애물의 존재 등을 알 수 없어 위험하므로 입출구부의 접속도로 및 Ramp에 조명시설을 설계하였다.

KS A 3701-1991

| ◆ 운전자에 대한 도로조명의 기준 | | |
|-------------------------------|-----------------|------------------------------|
| 도로의 종류 | 교통의 종류와 자동차 교통량 | 평균노면 휘도 [cd/m ²] |
| 자동차 전용도로 (도시부 및 지방부의 일반도로) | 교통량이 많은 고속화도로 | 2 |

서울특별시 도로기전시설물 유지관리 요령

| ◆ 평균조도 환산계수 | | |
|-------------|-------------------|---------------|
| 노면재질 | 평균조도 환산계수 [lx/nt] | 검토 결과 |
| 아스팔트 | 30 | 터널 및 접속도로 가로등 |

7.2 가로등 설계

- 도로조명에 사용되는 광원은 고압나트륨, 저압나트륨, 메탈할라이드, 수은등 등이 있으나 광원의 효율, 수명, 광색, 연색성, 주위환경 등을 고려하여 선정한다.

7.2.1 조명기구의 배열 및 배치

- 1) 조명기구의 설치높이 : 원칙적으로 10m 이상으로 함.
- 2) 조명기구의 배열 : 도로의 단면구조, 차도부분 노폭, 조명기구의 배광특성에 따라 한쪽배열, 지그재그 배열, 마주보기 배열중에서 선정함.
- 3) 조명기구의 경사각도 : 0도 이상 5도 이하
- 4) 조명기구의 간격 : 조도계산 결과에 따른 종합균제도, 차선측 균제도를 만족함.

7.2.2 광원의 선정

| 구 분 | 고압 나트륨등 | 저압 나트륨등 | 메탈할라이드등 |
|--------------|---|---|---|
| 광 원 의 형 태 |  |  |  |
| 평균수명 | 16,000 시간 | 9,000 시간 | 12,000 시간 |
| 효 율 | 60-115 [lm/W] | 131-175 [lm/W] | 64 [lm/W] |
| 광 색 | 등 백 색 | 등 황 색 | 자 연 색 |
| 연 색 성 | 보 통 | 나 뵈 | 줄 음 |
| 생산규격(W) | 50-1,000 | 18-180 | 175-1,500 |
| 사용장소 | 안개지역, 매연지역, 시가지, 터널 | 안개지역, 매연지역, 시가지, 터널 | 고궁, 상점가, 공원 |
| 가 격 | 150W / 18,000원 | 180W / 78,000원 | 175W / 24,700원 |
| 장 단 점 | <ul style="list-style-type: none"> • 효율이 높다 • 순시 재점 불가능 • 조도균일도가 우수 • 배광제어가 쉽다 • 수명이 길다 • 국내생산이 가능 • 동적특성과 연색성이 개선되었음. | <ul style="list-style-type: none"> • 효율이 높다 • 주위 온도 변화에 안전하다 • 눈부심이 적다 • 국내에서 생산하고 있지 않음 • 수명이 짧다 • 연색성이 나쁘다. • 순새 재점등 불가능 | <ul style="list-style-type: none"> • 효율이 보통 • 배광제어가 용이 • 점등 시간이 짧다 • 고휘도 • 연색성이 좋다 • 수명이 길다 • 광속 유지율이 좋다 |
| 검토결과 | 고압나트륨 등이 <ul style="list-style-type: none"> • 안개 및 매연에 강하고 • 수명과 교체 주기가 길고 | <ul style="list-style-type: none"> • 효율이 가장 우수하며 • 안정기의 호환성이 우수 | |
| 선 정 | | | ◎ |

7.2.3 등주 선정

| 종류 비교항목 | 8각 테파폴 | 원형 테파폴 | 주철제 Pole | 스테인레스 Pole |
|-------------|--------------------|------------|--------------|-----------------|
| 생산규격(m) | 7-12 | 7-12 | 최대 8 | 7-12 |
| 등기구 취부방식 | 1 Arm, 2 Arm 가능 | 좌동 | 좌동 | 자동 |
| 경제성(10m 기준) | 272,830원/개 | 262,020원/개 | 1,814,000원/개 | 760,000원/개 |
| 용 도 | 시가지 가로등 | 시가지 가로등 | 고궁 또는 관광지 | 시가지 가로등, 관광지 |
| 선 정 | ◎ | | | |

7.3 가로등 점소등 수신기

7.3.1 개요

- 가로등 수신기는 제어기내에 설치하며 중계기에서 보내온 무선신호를 받아 가로등을 점소등 시키는 장치임.

7.3.2 동작설명

- 수신기는 수신부, 전원부, 제어부로 구성
- 수신부는 중계기에서 보내온 무선제어신호를 수신하여 점등 또는 소등신호를 판별
- 전원부는 각부에 전원을 공급
- 제어부는 수신부에서 판별한 제어신호를 받아 내장된 계전기를 구동하고 릴레이는 교류전원을 개폐하여 개폐기를 동작

7.4 Ramp 점검용 조명

7.4.1 기본목적

- 교량기능의 이상시 교량 이용자의 안전을 확보하기 위하여 미리 Ramp Box 점검을 통하여 위험을 방지하기 위하여 Box 내에 최소한의 조도를 유지함.

7.4.2 설계방향

- 적정 기준조도 선정
- 적정 등기구 및 광원의 선정으로 균조도 향상
- 조도에 맞는 등기구 수량 선정
- 충격이나 진동에 의한 등기구 방지 대책

7.4.3 조도선정 기준

- 점검구의 목적 및 환경을 감안하여 한국산업규격(KS A 3011-1993)에 의하여 조도 선정
- 점검시 불편함이 없는 최소한의 조도유지 및 등기구 설치후 등기구 고장에 의한 조도감소 감안한 설계
- 점검구의 어두운 분위기를 감안하여 적정조도 유지

7.4.4 조도선정 결과

- 점검구는 어두운 분위기의 점검장소에 해당되며 시간이 경과하면서 등기구 고장에 의한 조도감소를 감안하여 20Lx로 선정함.

| 구 분 | 최 저 | 표 준 | 최 고 |
|-----------------|-----|-----|-----|
| 어두운 분위기의 점검장소 | 12 | 20 | 30 |
| 잠시동안의 단순 작업장 | 30 | 40 | 60 |
| 작업이 빈번하지 않은 작업장 | 60 | 100 | 150 |

7.5 등기구 선정

- Box형 Ramp의 점검구이므로 습기나 분진에 의하여 등기구 수명, 조명율 및 광속의 저하를 방지할 수 있는 등기구 선정
- 자동차의 빈번한 왕래로 인한 등기구에 가해지는 진동과 충격을 방지할 수 있도록 진동 방지 기구를 설치
- 수명이 길어 유지보수 기간이 연장되고 W당 광속이 크므로 밝은 조도를 유지하고 전기 소모량이 적어 절전효과가 우수한 형광식 백열램프(23W) 선정

제8장 방송청취 설비

8.1 설치목적

- 터널내부에서 라디오 방송(AM/FM)을 청취할 수 있도록 구성

8.2 설비구성 및 기능

- 수신장치, 중계장치, 송신장치로 구성
- 9개방송국 17채널(AM : 5개방송국 6개채널, FM : 8개방송국 11개채널)이 양호하게 수신되도록 함.
 - 교류 및 입력전원 : 단상 AC 110/220V
 - 주위온도 : -5℃ ~ +35℃
 - 정전 및 사고대비 : 비상전원(축전지)는 3시간 이상 무정전으로 사용가능
 - 유선통화회로 : 정전감지, On-Off Change 기능, 작업시 유선통화회로
 - 구내선로 및 MDF(한국통신 인입선로) 설치
 - 수신용 안테나 지지대는 스테인레스 재질 사용
 - 문(미닫이 전파차단시설) : 강한 진동과 분진에 견디고 열지 않은 상태에서 내부기기 동작상태 확인 가능

8.3 설비 방식

- 서울시 기준에 따라 스트레이트 다채널 무선중계방식 선정