

방 화 대 교 남 단 접 속 도 로 보 완 실 시 설 계
계 산 서

2005. 7

서울특별시건설안전본부

목 차

1. 계산개요
2. 단락전류 및 지락전류 계산서
3. 변압기 용량 계산서
4. 전압강하 및 간선 계산서
5. UPS 용량 계산서
6. 라디오재방송 전계강도 계산서
7. 조도 계산서
8. TRAY 계산서
9. 역률 개선용 콘덴서 용량 계산서

제 1 장 계 산 개 요

1.1 전기설 설비

1.1.1 기준 및 계산방법

가. 단락용량 및 단락전류

1) 전원측 Impedance

계산대상이 시점부 변전실, 종점부 변전실에 특고압으로 전력을 공급하는 KEPCO 배전용 변압기를 전원측 Impedance로 산정

2) 고장점

차단기의 선정에 반영하고자 차단기 설치위치를 고장점으로 선정 (각 계통 및 전압별 모선)

3) 계 산 법

Percent Impedance법 (전기설비 기술계산 핸드북 1-43)

4) 단락용량에 대한 주요기기의 정격 검토

- VCB, ACB : 정격 차단용량 (대칭치)
- CT : 정격 과전류 강도 (대칭치)
- Cable : 단시간 내전류, 하한치 규격 (대칭치)
- Power Fuse : 정격 차단용량 (비 대칭치)
- MCCB : 정격 차단용량 (비 대칭치)
- 기 타 : 단락시 허용 내 전류, 강도등 고려 선정

나. 저압 케이블

1) 케이블 종별

일반간선 F-CV, 소방간선 F-FR8, 원격제어 CVW-S, 접지선 F-GV

2) 허용전류

전선관 / 변전실내 Pit 포설 주위온도 40℃

3) 단락전류

시공시 포설 및 이동을 감안하여 최대 Size를 400 Sq이하로 적용

다. 기기 용량선정

1) DS, CB, ATS의 Frame 전류

과전류 내량 및 기계적강도를 고려한 Factor적용

2) CT

정격 전부하 전류시 보호계전기 보호협조 및 계기 지침범위, 과전류강도 등을 고려한 규격 선정

3) TR

조명 - 터널전등 부하 증설 고려 여유율 적용 110%

1.1.2 적용 기본공식

가. 단락용량 및 단락전류

- Z(Ω)으로 주어진 경우

$$\%Z = \frac{KVA(\text{기준용량}) \times Z(\Omega)}{10 \times kV(\text{전압})^2}$$

- P_A (MVA)의 $Z_A\%$ 로 주어진 경우

$$\%Z = Z_A \times \frac{MVA(\text{기준용량})}{P_A}$$

나. 축전지 용량 및 충전기 규격

$$C = \frac{1}{L} (K_1 \cdot I_1 + K_2(I_2 - I_1) + \dots) [AH]$$

C : 축전지 용량

L : 보수율

K : 용량 환산시간

I : 방전 전류

$$P_{AC} = \frac{(I_L + I_C) \times V_D}{\cos\theta \times Z \times 1000}$$

단, I_L : 정류기 직류측 부하 전류

I_C : 정류기 직류측 축전지 충전 전류

Z : 정류기 효율

$\cos\theta$: 정류기 직류측 전압

다. Tr. 용량

$$P_t = (P_i \times 110\% + P) / \eta$$

단 P_t : Tr. 용량 (KVA)

P_i : 수요율이 감안된 조명부하 (KVA)

P : 수요율이 감안된 동력부하 (KVA)

η : Tr. 효율 (98%)

1.2 간선설비

1.2.1 기준 및 계산방법

가. 전압강하

정격전압의 7% 이내 (내선규정 120, 설계지침)-6%이하 적용

나. 전선 허용전류

- 등(Lamp)수 $N = (A \times E) / (L \times U \times M)$ (EA)

단 N : 등(Lamp)의 갯수

A : 작업면(실)의 면적 (㎡)

E : 요구조도 (lx)

L : 등 1개의 광속(lm)

U : 조명률 (“실지수법” Data 적용)

M : 보수율

- 실지수 $K = (X \times Y) / \{H (X + Y)\}$

단 X : 실의 가로 (m)

Y : 실의 세로 (m)

H : 작업면에서 조명기구까지의 높이 (m)

나. 터널내 조도계산

- $E = \frac{N \times F \times U \times M}{W \times S}$ (Lux)

E : 기준조도

F : 광원의 광속

M : 보수율

U : 조명

W : 노면유효폭

S : 조명기구 취부 간격

M : 배열계수 (양측배열 2적용)

* 조도계산서 참조

1.4 동력설비

1.1.4 기준 및 계산방법

가. 전동기 특성 (규약전류, 역률, 효율 등)

* 내선규정 305-1참조

나. 전동기별 MCC(기동기) 기기선정

1) MCCB (차단기) : 정격전류 x 2~3

2) M/C (접촉기) : MAKER 권장 규격

3) CT (변류기) : 정격전류 x 1.5

4) AM (전류계) : 300% Over Scale

5) Condenser : 내선규정 340-1참조

다. Main MCCB

- 1) 전동기 연속운전 전부하전류 및 분기회로 중 최대용량의 전동기가 최후 기동시의 Peak 부하시를 감안 선정
- 2) 규격선정
 - 225AF Trip (125, 150, 175, 200, 225A)
 - 100AF Trip (60, 75, 100A)
 - 50AF Trip (20, 30, 40, 50A)

라. MCC(기동기) 2차측 전선

- 1) 전압강하 : 2% 이내
- 2) 허용전류 : 주위온도 40℃, 전선관내 포설조건(내선규정 130) 부하전류별
- 3) 승률 Factor 적용 (내선규정 305-4)
- 4) Y-△ 기동기 : 기동기 1차측 전류의 60% 적용
- 5) 최소규격 : 4mm²

1.4.2 공식

가. 전동기용 MCCB 및 CT

$I_b = I \times K \text{ (A)}$

I_b : MCCB Trip 전류 및 CT 1차측 전류

I : 전동기 정격(규약) 전류

K : 승률계수 (2 ~ 3)

* 내선규정 305-3 참조

나. Main MCCB(순차기동)

* Peak 전류

$I_p = (\Sigma P - P_m + P_m \times K) / (\sqrt{3} \times E) \text{ (A): Peak 전류}$

I_p : Main MCCB Peak 부하전류 (A)

Σp : 분기회로 입력용량 합계 (kVA)

P_m : 분기회로중 최대 전동기 기동 입력용량 (kVA)

OK : 기동전류 산정 계수 (직입기동 : 6, Y-△ 기동 : 2.5)

E : 정격전압 (V)

제2장 단락전류 및 지락전류 계산서

2.1 설계기준 및 조건

2.1.1 기준용량 BASE로의 임피던스 환산식

가. $Z(\Omega)$ 으로 주어진 경우

$$\%Z = \frac{kVA(\text{기준용량}) \times Z(\Omega)}{10 \times kV(\text{전압})^2}$$

나. P_A (MVA)의 $Z_A\%$ 로 주어진 경우

$$\%Z = Z_A \times \frac{MVA(\text{기준용량})}{P_A}$$

다. $\%Z = I_g = \frac{3 E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3 Z_n + 3 Z_F}$

Z_1 : 정상 임피던스 [Ω]

Z_1 : 정상 임피던스 [Ω]

Z_1 : 정상 임피던스 [Ω]

Z_1 : 정상 임피던스 [Ω]

Z_1 : 정상 임피던스 [Ω]

$$Z = \frac{Z_m \times 100}{P}$$

2.1.2 각 장비별 입력 DATA

- 전동기의 X/R값은 ANSI/IEEE 141-1986을 기준으로 작성하였다.
 - 전동기의 초기과도리액턴스 X''_d 는 0.17로 가정하였다
 - 전동기의 기여전류는 MCC별로 전동기 부하를 합산한 후, 그 용량과 동일한 용량의 대형전동기가 회전하고 있는 것으로 가정하였다.
- 그 밖의 장비는 Computer Input Data를 기준으로 작성하였다.

2.2 단락용량 및 지락전류 계산서

- 단락전류는 EDSA(Electrical Distribution System Analysis)를 사용하여 계산하였다.
- 전원측 단락용량(기준용량 BASE 100MVA)

2.3 차단기 선정

<표 1.1> 차단시간을 1/2-CYC 기준

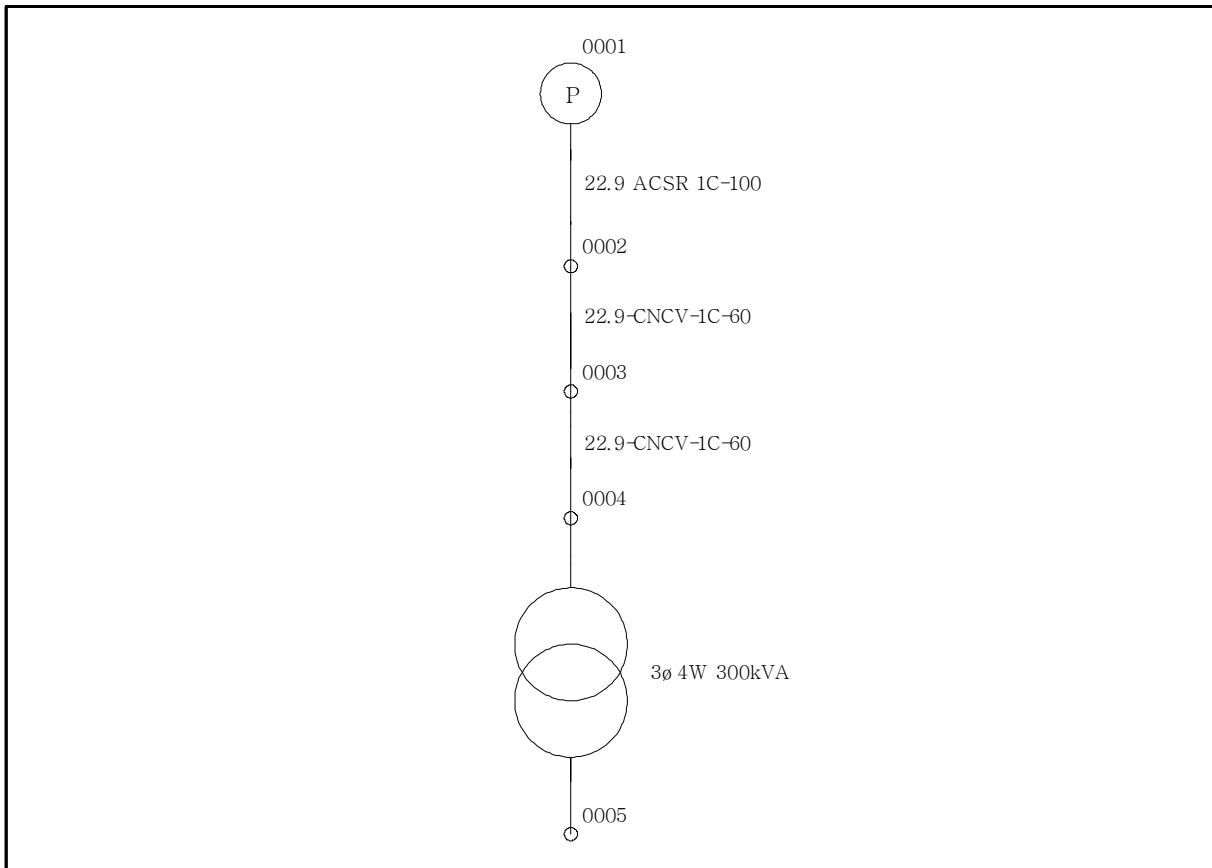
BUS	모선(BUS)	차 단 기		비고
	정격차단전류(계산값:kA)	차 단 기	정격차단전류(kA)	
0002	7.012	VCB (22.9kV)	12.5	
0003	6.813	VCB (22.9kV)	12.5	
0004	6.774	VCB (22.9kV)	12.5	
0005	9.924	ACB (380V)	22	

2.4 지락전류

<표 1.2> 차단시간을 1/2-CYC 기준

모 선 BUS	지 락 전 류 (kA)		비 고
	1/2-Cycl	Steady-state	
0002	5.194	5.194	
0003	5.025	5.025	
0004	4.992	4.992	
0005	14.872	14.872	

2.5 단선결선도



2.6 단락용량 및 지락전류 계산서

EDSA-Micro Corporation Copyright 1983-1997 3-Phase Short Circuit v2.50.00

C:\WINDOWS\WEDSAWIN\JOBS\WBANGHWAWB

Base KVA: 100000 Cyc/Sec: 60 Date: 5/ 3/05 Time: 4: 8:56pm Page 1

Checked by: Date:

방화대교 남단 접속도로 건설공사 보완설계 (가칭 방화터널)

Project Number :

Three Phase Bolted Fault

SC Current (Amps) at the following Times

Bus Ident	Pre-Flt Voltage	X/R @1/2c	1/2-Cyc AC-Comp	1/2-Cyc Asym	X/R	Steady StdSt	Steady State	Asym
0001	22900	19.70	1480753	2319582	19.70	1480753	1480753	1480753
0002	22900	1.23	7012	7054	1.23	7012	7012	7012
0003	22900	1.19	6813	6848	1.19	6813	6813	6813
0004	22900	1.19	6774	6808	1.19	6774	6774	6774
0005	380	2.75	9924	10884	2.75	9924	9924	9924

Line to Ground Fault

SC Current (Amps) at the following Times

Bus Ident	Pre-Flt Voltage	X/R @1/2c	1/2-Cyc AC-Comp	1/2-Cyc Asym	X/R	Steady StdSt	Steady State	Asym
0001	22900	11.94	265767	392527	11.94	265767	265767	265767
0002	22900	1.25	5194	5228	1.25	5194	5194	5194
0003	22900	1.20	5025	5052	1.20	5025	5025	5025
0004	22900	1.19	4992	5018	1.19	4992	4992	4992
0005	380	2.65	14872	16204	2.65	14872	14872	14872

제6장 라디오재방송 전계강도 계산서

6.1 측정목적

- 본 전계강도는 방화대교 남단 접속도로 (가칭 방화터널)의 AM/FM 라디오 시스템 설계 및 ANTENNA설치 위치를 선정하기 위하여 실시하였다.

6.2 측정장비

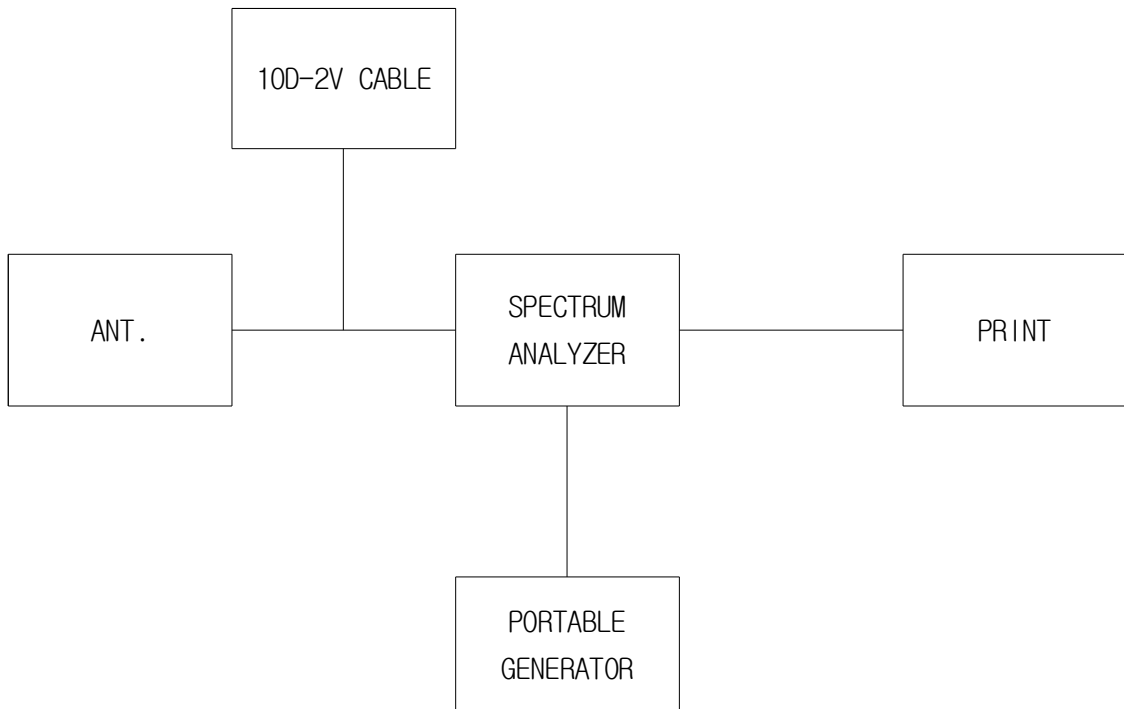
6.2.1 SPECTRUM ANALYZER(1식)

- 가. MODEL NAME : SA-7270A
- 나. 제 조 사 : LG 이노텍
- 다. SERIAL NO. : 8100017
- 라. PRINTER : HP-840C

6.2.2 ANTENNA

- 품명(제조사) : AM ANTENNA, FM ANTENNA (GP-2) (선우)

6.2.3 측정 구성 방법



6.3 측정범위

- AM RADIO : 530~1650KHZ
- FM RADIO : 88~108MHZ

6.4 AM 라디오 전계강도 측정 DATA

주파수 (KHZ)	방송국명	레벨(dBm)	수신품질등급	전계구역적용	비고
603	KBS 2라디오	-65	4	A	
639	KBS 사랑의소리방송	-77	3	A	
711	KBS 1라디오	-74	3	A	
792	SBS 라디오	-61	4	A	
837	CBS 라디오	-81	1	A	
900	MBC 라디오	-57	5	A	
972	KBS 사회교육방송1	-59	5	A	
1170	KBS 사회교육방송2	-61	4	A	
1188	극동방송	-67	4	A	

※ 수신품질 등급 기준

등 급	수신상태	S/N비	비 고
5(우수)	완전하게 청취가능	38dB 이상	
4(양호)	양호하게 청취가능	26~37dB	
3(보통)	약간의 잡음을 느낌	20~25dB	
2(불량)	많은 잡음을 느낌	15~19dB	
1(매우불량)	청취불량	14dB이하	

※ 방송국 개설 기준

전계구역구분	기준전계전압범위	환산전계강도	환산수신전력	비고
(A)대도시	3~10(mV/m)	70~80(dBuV/m)	-43~-33(dBm)	
(B)중소도시	1~3(mV/m)	60~70(dBuV/m)	-53~-43(dBm)	
(C)교외	0.25~1(mV/m)	40~60(dBuV/m)	-65~-53(dBm)	

※ 통상적인 AM표준레벨 :-37dBm 기준

6.5 FM 라디오 전계강도 측정 DATA (터널 종점부)

주파수 (MHZ)	방송국명	레벨(dBm)	수신품질등급	전계구역적용	비 고
89.1	KBS 2FM	-65	3	A	
91.9	MBC FM	-73	2	A	
93.1	KBS 1FM	-61	4	A	
95.1	교통방송	-48	5	A	
98.1	CBS 라디오	-49	5	A	
101.9	불교방송	-63	3	A	
103.5	SBS 라디오	-53	4	A	
106.1	KBS 제2라디오	-71	2	A	
106.9	극동방송	-70	2	A	
107.7	SBS POWER FM	-62		A	

※ 수신품질 등급 기준

등급	수신상태	S/N비	비 고
5(우수)	완전하게 청취가능	38dB 이상	
4(양호)	양호하게 청취가능	26~37dB	
3(보통)	약간의 잡음을 느낌	20~25dB	
2(불량)	많은 잡음을 느낌	15~19dB	
1(매우불량)	청취불량	14dB이하	

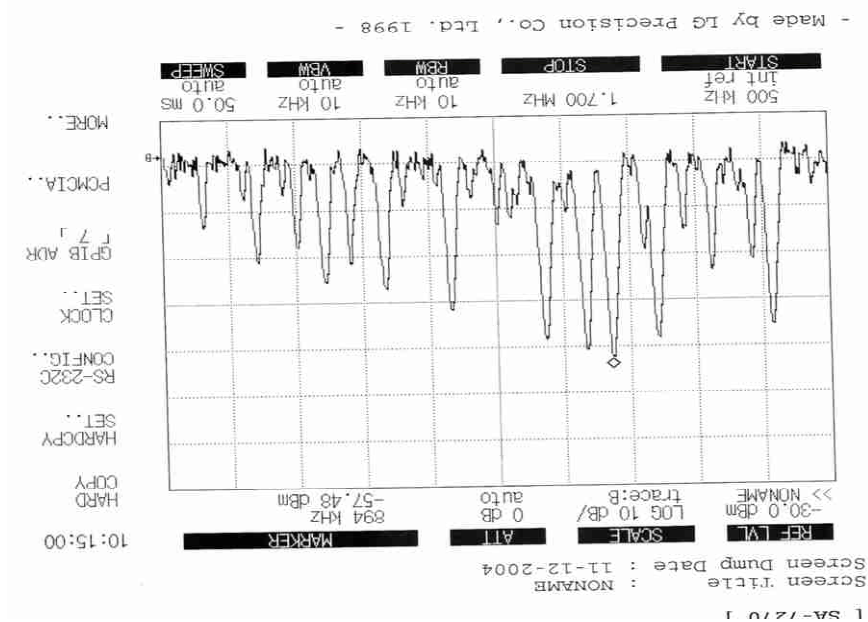
※ 방송국 개설 기준

전계구역구분	기준전계전압범위	환산전계강도	환산수신전력	비 고
(A)대도시	3~10(mV/m)	70~80(dBuV/m)	-43~-33(dBm)	
(B)중소도시	1~3(mV/m)	60~70(dBuV/m)	-53~-43(dBm)	
(C)교외	0.25~1(mV/m)	40~60(dBuV/m)	-65~-53(dBm)	

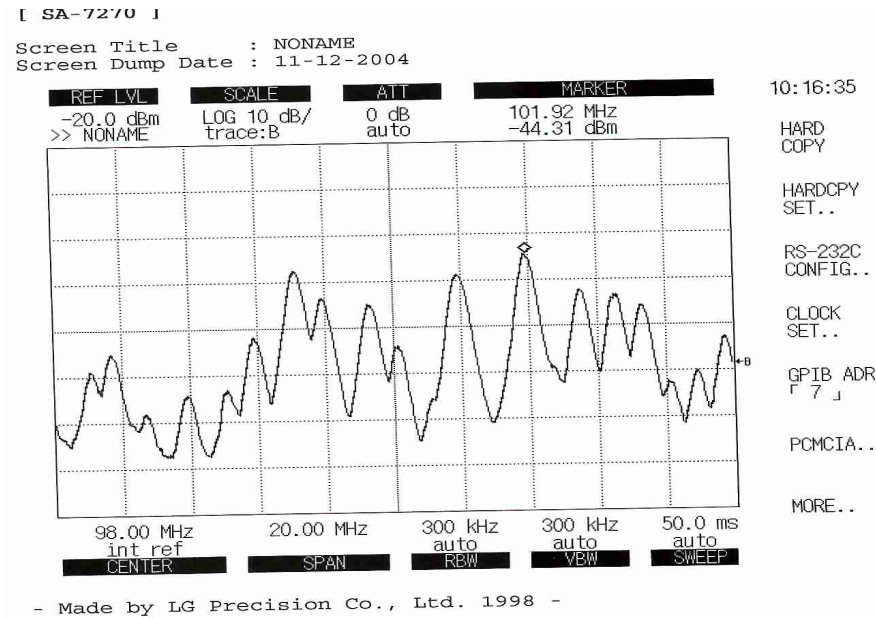
※ 통상적인 FM표준레벨 :-47dBm 기준

6.6 AM/ FM 전계강도

6.6.1 AM 전계강도



6.6.2 FM 전계강도



6.7 측정결과 및 제안

- 전계강도 측정 SPECTRUM에서 FM 라디오 신호, AM 라디오 신호의 채널별 레벨차가 많이 나므로 약한 신호는 중간주파수로 변환 후 증폭하는 헤테로다인 증폭방식으로 채널별 레벨을 일정히 맞추는 후 광대역 증폭처리 하는 복합방식을 채택하는 것이 이상적으로 판단됩니다.

7.3 RAMP A 및 입출구 램프 구간 등기구 설치 간격

7.3.1 RAMP A 구간 S(조명기구 간격)

가. 곡률반경 (R=265) 적용시 조명기구 간격

- $S \leq 30$

나. 지그재그 배열-세미 컷오프형 적용시 조명기구 간격

- $H \geq 0.8W = 0.8 \times 7 = 5.6 \Rightarrow H = 10$ (m) 적용
- $S \leq 3.5H = 3.5 \times 10 = 35$
- 39(m) 간격 설치시 평균노면조도 10(lx)
- ∴ 가, 나, 다 항목 가항 $S \leq 30$ 반영

7.3.2 터널 입출구(방화동방향) 램프구간 S(조명기구 간격)

가. 곡률반경 (R=1100)

- $S \leq 40$

나. 마주보기 배열-세미 컷오프형 적용시 조명기구 간격

- $H \geq 0.6W = 0.6 \times 15.5 = 9.3 \Rightarrow H = 12$ (m) 적용
- $S \leq 3.5H = 3.5 \times 12 = 42$

다. 65(m) 간격 설치시 평균노면조도 20(lx)

- ∴ 가, 나, 다 항목 가항 $S \leq 40$ 반영

제9장 역률개선용 콘덴서 용량 계산서

9.1 역률개선용 콘덴서 용량 선정

9.1.1 운전조건

- 흐림 및 일출일몰 역률개선(1 STEP)
- 야간, 심야 및 변압기 역률개선(2 STEP)

가. 개 요

- 가) 터널 부하의 다수를 고압나트륨 등기구가 차지하며 고압나트륨 등기구의 개선전 역률은 0.9 (가로등 설비 설계지침-서울시 건설안전본부(2002)) 이며 개선후 역률은 0.95로 하고자 함
- 나) 변압기 역률개선용 콘덴서는 변압기 용량의 5%(변압기용량 500kVA 이하) 로 선정

나. 1STEP 역률개선용 콘덴서 용량

- 가) 흐림 및 일출일몰시 부하용량

$$\begin{aligned} 152.959[\text{kVA}] &= 137.663[\text{kW}](1/0.9^2 - 1/0.95^2) \\ &= 17.4192[\text{kVA}] \\ &\therefore 20[\text{kVA}] \text{ 선정} \end{aligned}$$

다. 2STEP 역률개선용 콘덴서 용량

- 가) · 야간, 심야시 부하용량

$$17.890[\text{kVA}] = 16.101[\text{kW}]$$

- 나) 콘덴서 용량 ,Q = 16.101 (1/0.9² - 1/0.95²)
= 2.037[kVA]

- 다) 변압기용량 300[kVA]

- 라) 콘덴서용량 Q= 300 × 0.05 =15[kVA]

- 마) 콘덴서용량 Q= 2.037+15 = 17.037[kVA]

$$\therefore 20[\text{kVA}]$$