

무주리조트 스키장 조명 및 전기설비 개요

秋 承 永

동아전관주식회사 이사
(前 쌍방울개발건설본부 전기담당)

1. 머리말

경제의 고도성장에 따른 생활수준의 향상은 여가활동의 수요를 창출하게 되어 관광, 휴양, 스포츠등 각종 레저에 대한 새로운 이용시설의 개발과 확충을 요구하게 되었고, 장차 동계 아시안게임과 동계올림픽등 각종 국제동계스포츠대회를 유치할 전망이나 현재 우리나라는 국제동계스포츠대회를 진행할 수 있는 충분한 시설이 마련되어있지 않아 쌍방울 개발 주식회사에서 전라북도 무주구천동 일대 7,330,000㎡(2,217,000PY)에 1989년부터 2001년까지 동계스포츠 시설, 고원 골프장, 가족 휴양단지 및 유희 시설과 각종 부대시설을 구축, 4 계절 종합 휴양지로 개발하여 사회 체육시설로서의 활용과 국민생활복지 시설로서의 기능을 충족하고자 1989년 착공하여 1990년 12월 1차 년도에 국내용 스키장, 가족호텔 및 부대 시설을 완공하였고, 스키장 조명 설비는 설계에서부터 운전까지 컴퓨터를 동원한 최신 설비로 시설하여 안전하고 쾌적한 상태에서 스키를 즐길 수 있도록 하였다.

2. 세계 스키장 조명 시설 및 설계 업체 현황

가. 스키장 조명 시설 현황

1) 유럽지역에는 스키장이 많고 여가 시간이 많아 야간 스키수요가 적어서인지 스키장 조명

설비를 한 곳이 거의 없다

2) 미주 지역도 유럽지역과 마찬가지로 스키장 조명설비를 한 곳이 얼마 안된다.

3) 일본의 경우 대형 스키장은 거의 다 스키장 조명설비를 시설하였다

나. 스키장 조명 설계 업체 현황 및 선정

1) 세계에서 잘 알려진 종합 조명 관련 업체인 유럽지역의 Philips, Osram, Sylvania와 미주지역의 General Electric, Westing House 그리고 일본지역의 National, Toshiba Iwasaki사와 접촉하였으나

2) 스키장 조명 설계는 특수한 분야이고 유럽의 경우 야간 스키장이 없어 실적이 거의 없고 Philips사가 캐나다 캘거리 경기장과 일본 삿포로 경기장을 설계하였으며 미주지역은 조명 설계전문업체에서 몇군데 하였고 일본지역도 설계업체가 많지 않고 Iwasaki사가 그중 많은 곳을 설계, 제작하였다.

3) 설계업체선정은 설계사양을 정하여 Philips Lighting, Iwasaki Electric, Athletic Lighting, Abeyta Engineering, Architectural Lighting, Sayers Associates, Alber Engineering, JD-21 Engineering, Grenard Associates 등으로 국제 입찰을 하여 Iwasaki Electric사가 선정되었다.

4) 설계용역 범위는 기본설계, 세부설계, 시공자문 및 조도측정등으로 구분하였으며 그내용은 다음과 같다.

가) 기본설계

- A. 조명주 위치 선정
- B. 광원의 선정
- C. 램프의 수량 및 소모 전력
- D. 등기구 Type 별 선정
- E. Lamp 및 Ballasts의 Type별 선정
- F. 조명주, 조명 지지대 세부 설계
- G. Cable 및 신호선 포설, 외형도
- H. 원격 제어장치 외형도

나) 세부설계

- A. 조도 및 배광곡선도
- B. 등기구 배열도/등주당
- C. 조사 각도/등기구 개당
- D. 원격제어장치/결선도, 세부도면

다) 시공자문 및 조도 측정

- A. 등기구 배열
- B. 등기구 조사 방향 자문 및 시공 감독
- C. 조도 측정 및 시험
- D. 원격 제어 장치 결선 및 Monitor 시험

3. 스키장 조명 설계

가. 스포츠 시설 조명 및 스키장 시설 조명 요구 조건

1) 스포츠 시설의 조명은 책상위에서 하는 작업을 위한 평면적인 조명이 아니고 공간의 조명이다. 즉, 움직이면서 움직이는 視 대상을 보고 순간 순간에 정확한 판단을 내릴수 있는 것이 요구된다.

2) 그러므로, 스포츠 조명설계는 경기 종목에 의해 다른 視 대상의 크기, 동작(효과), 경기범위등을 충분히 파악할 수 있도록 하여야 하고 경기명, 경기 공간 그밖의 배경에 적절한 밝기는 분해하는 것과 함께 경기자 등의 시선 방향을 고려해서, 조명 빛에 신경을 쓰지 않고 경기에 집중할 수 있는 환경이 되도록 하는 것이 최고로 요구된다.

3) 특히 스키장은 다른 경기장과는 달리 스키슬로프면의 경사가 일정하지 않고 경사면 자체가 불규칙(요철이 심함)이며 스피드가 높고 초보자와 중·상급자 구별없이 스키를 타므로

안전사고의 위험이 많아 스키어가 슬로프상태를 잘 관찰할 수 있도록 적절한 배광곡선(Light Distribution Curve)과 밝기를 선정하여야 하고 조도편차를 줄일 수 있도록 지형상태에 따른 Illuminance Curve설계에 최대의 신경을 써야 한다.

4. 조도

1) 조도는 일반적으로 경기면상의 수평면 조도로 추장되어지지만 스포츠는 경기자등과의 통상시선이 수평에 가까운것에서 연직면 조도가 중요하다.

2) 그러나 연직면 조도는 임의의 1점이라도 동서남북과 같은 다른것이기 때문에 조명계산이 복잡해지게 되고 실용적인 방법이 안 되므로 계산과 측정이 용이하고 규정하기 쉬운 수평면 조도를 사용하게 된다.

3) 양호한 연직면 조도(공간의 밝기)를 얻기 위해서는 적절한 조명기구를 적절한 위치와 높이에 취부하여야 하고 그 조사방향을 충분히 검토하는 것이 필요하며 이러한 면들에 대한 배려를 소홀히하면 경기면상에 아무리 양호한 조도 분포를 얻어 냈다고는 할 수 없기 때문에 조명기구의 선정과 사용방법에 충분한 배려가 필요하게 된다.

4) 스키장의 조도기준은 Gelande가 IES Lighting Hand Book(2-17)에는 10[lx]이고 JIS(z9110)에는 15-30[lx]로 되어 있으며, Lift, Ropeway는 JIS의 경우 70-150[lx]로 규정되어 있으나 외국에서의 실제 설계 기준조도는 70-100[lx]이며 무주리조트 설계기준조도는 70[lx]로 정하였다.

5. 조명설계

가. 조명기구 선정

1) 조명기구는 Slope가 불규칙하고 조명타워에서의 거리에 따른 배광을 고려하여 배광곡선이 각각 다른 Flood Light기구 3종류와 Multi-Focus 1종류, Multi-Space 1종류등 총 5가지

를 사용하였다.

2) 반사판은 설계의도를 충분히 반영하고 설계치를 보증하기 위하여 반사율을 70[%]이상으로 규정하고 침부된 기구 배광곡선에 맞는 외제를 사용하도록 하였으며 기타부품은 국산을 사용토록 하였다.

3) 조명기구에 대한 상세한 내용은 제작 시방서에 명시 하였다.

나. 램프의 선정

1) 스포츠 조명은 분위기를 연출하는 것도 중요하지만 기본적으로 경기에 집중가능한 환경을 만드는 것이 중요하다.

2) 스포츠에서는 활동적인 느낌을 생각하는 의미에서 따뜻한 감이 있는 광색을 즐기며 일반적으로 색온도 범위가 3000-4000[K]정도이나 무주리조트에서는 색온도가 3800-4200[K]인 Metal Halide Lamp와 2000-2200[K]인 Sodium Lamp를 사용하였으며,

3) 특정색이 강하면 경기에 많은 지장을 초래하므로 일반적으로 피사체의 색상이 극단적으로 부자연스럽게 보이지 않는 범위가 Ra 40-70이나 무주리조트에서는 연색성과 조도를 최대한 고려하여 Ra 65이상인 Metal Halide Lamp 1000[W] Clear형과 Fluorescent형을 사용하고 Ra 25이상인 Sodium Lamp 660[W]를 Clear형과 Fluorscent형으로 혼용하였다.

4) 그리고 순간정전등 일때는 재점등시 소요시간이 많이 걸려 위험하기 때문에 비상 조명으로 Halogen Lamp 500[W]를 사용하였다.

다. 조명등주 선정

1) 조명등주는 슬로프 넓이와 길이에 따라 높이가 18[m]의 철제 타워와 높이 16[m]의 콘크리트폴로 하였으며 철제타워의 경우 1등주에 조명 기구 12개용과 16개용으로, 콘크리트폴의 경우 8개용과 10개용으로 하고 배광곡선에 의하여 조사각도를 조정할 수 있도록 하였다.

라. 제어방식

1) 점등 방식은 에너지절약 차원과 쾌적한

스키환경을 위하여 낮시간의 경우 구름이 많이 끼거나 눈이와서 어두울 때 늦은 오후시간에 어두울 때 등에 대하여 상황에 따라 25[%]점등, 50[%]점등, 100[%]점등이 되도록 하였다.

2) 제어방식은 중앙통제실에 있는 주제어장치에서 6개 그룹으로 분류된 중간 제어장치를 통하여 각등주에 있는 단말기를 제어할 수 있도록 하였으며, 신호 전달 방식은 주파수 분할 변조 방식을 채택하였다.

3) 단말기에는 고장시나 기타 필요시 개별조정이 되도록 자동/수동 스위치를 부착 하였다.

마. 전원 공급 방식

1) 스키장 면적이 넓어 전압강하를 보상하기 위한 투자비를 절감하기 위하여 2개 그룹으로 분할, 3상 6,600[V]로 공급 한 후 각 등주까지는 3상 4선식 380/220[V]배선방식을 채택하였다

2) 그리고 2차로 발생하는 전압강하를 고려하여 주배전반(380/220[V])에서 가까운 곳의 안정기 전압은 230[V]로 하고 먼 곳의 안정기 전압은 200[V]로 하였다.

바. 제작 시방서는 다음과 같다.

1) 투광 등기구

본 등기구는 메탈 할라이드 램프 1,000[W] 및 나트륨 램프 660[W]를 사용 스키장 조명을 효율적으로 조명하기 위한 부광기로서 램프 교체시 등기구를 철거함이 없이 모갈 몸체에 부착된 크립을 조작 반사판과 분리작업 할 수 있는 구조로 되어야 하며 다음과 같은 규격의 각 부품을 사용 조립한다.

(1) 반사판

가) 순도 99.7[%]이상의 알미늄재료 특수급형에 의하여 유압 성형된 반사판 표면에 고순도 Silica Glass를 화학적으로 2중 Coating하고 반사효율이 70[%]이상이어야 한다(이상 기준)

나) 반사판의 크기는 $\phi 586$ 내외 이어야 한다.

다) Beam Intensity (cd/1,000(lm)) (별도 배광 곡선도 참조)

라) 반사판의 형태 및 특성은 그림 1~5 참조

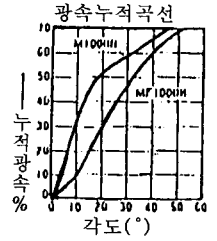
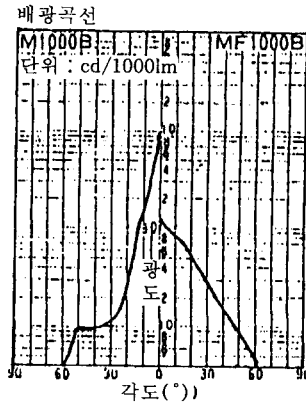
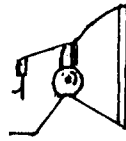
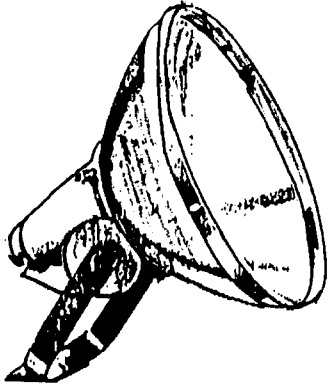


그림 1. Flood Lighting Fixture—FFC567BB

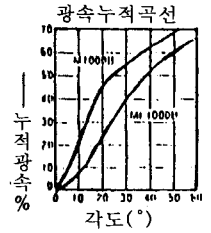
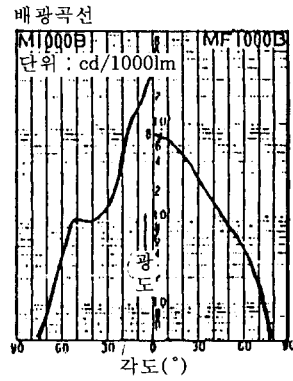
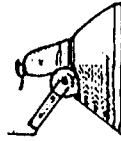
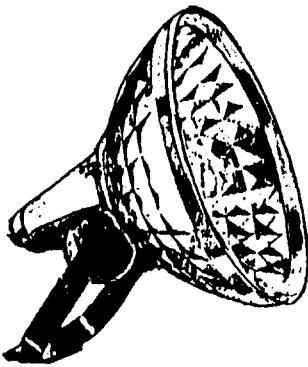


그림 2. Flood Lighting Fixture, FFD567BA

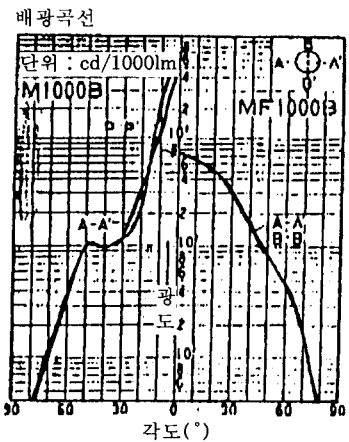
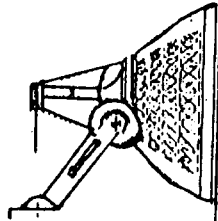


그림 3. Flood Lighting Fixture, FED567BB

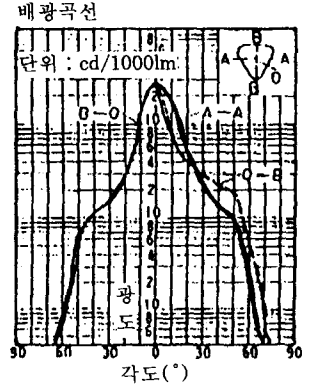
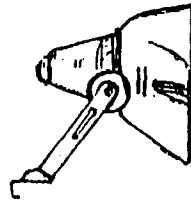
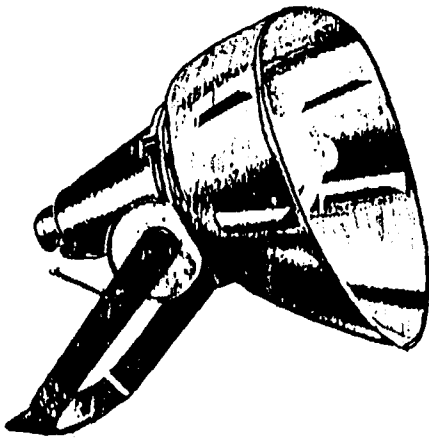


그림 4. Flood Lighting Fixture, FFC570BD

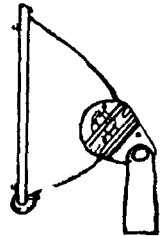
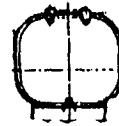
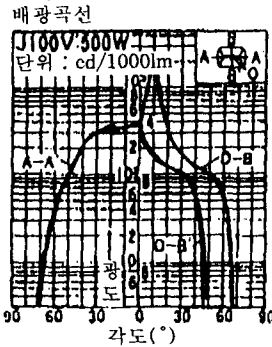
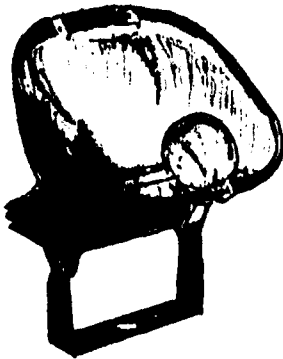


그림 5. Flood Lighting Fixture, FHC500BC

(2) 유리

가) 두께 4.0t의 강화 안전 유리를 사용하고 방수 방진 방식에 안전을 기한다.

나) 유리의 반사갓판의 접화면에 실리콘 고무패킹의 테를 유리 끝면에 씌워 반사판에 부착시킨다.

다) 유리의 이동이 없도록 스텐레스 링의 테를 사용하여 반사판 면과 유리면을 감싸도록 하며 풀림이 없도록 한다.

(3) Packing

가) 고온에 견딜수 있는 실리콘 패킹을 사용한다.

나) 몸체와 견고하게 고정 결합되도록 하며 결합 부위에는 방수 방습 방진을 위해 실리콘 패킹을 사용한다.

(4) 마운팅 프레임

가) 다리는 6.0t의 재질을 사용하여 별첨 도면과 같이 절곡 제작한다.

나) 반사판 몸체에 볼트 조임으로 결합 및 각도판을 사용 등기구 상하 이동 조작이 가능하게 한다.

다) 등기구를 전주에 고정시킬 수 있는 Mounting Hole의 크기는 10φ으로 한다.

(5) 회전기

가) 회전기 재질은 스텐레스 27장 이상을 사용하여 장기 사용시 회전각도 조절에 문제가 없도록 해야 한다.

나) 방향조정 각도는 좌우 45°, 하향 60°, 상향 80°이내이어야 한다.

(6) 모갈

가) 사기재질의 KS표시품의 E39규격의 스프링 내장형 모갈을 사용한다.

나) 사용전선의 종단을 모갈 접속면에 볼트로 견고하게 고정시키고 실란트 처리한다.

(7) 전선

가) 전선은 고압에 견딜 수 있는 실리콘 전선을 사용한다.

나) 부품

모든 부속품의 볼트너트는 스테인레스 27종을 사용한다.

2) 램프

(1) 메탈 할라이드 램프

스키장 조명의 품질을 높이기 위하여 고휘도 자연광의 연색성 및 최량의 스펙트럼 분포를 발휘할 수 있는 제품으로서 다음 규격을 보유하는 것으로 한다.

가) 외구-내염강화 투명유리로써 BT형으로

나) 고압 메탈 할라이드 램프로써 Arc Tube 내 소듐, 스칸듐, 인듐의 Metal이 함유되어 방전에 의해 발광한다.

다) 램프의 점등자세는 상하 105°의 각도내에서 점등할 수 있다.

라) 사용베이스는 스크류 형태의 E39로 한다.

마) 특성 : 표 1 참조

(2) 나트륨 램프

SKI장의 여건의 변화에 따른 환타지아 조명을 연출하기 위한 Sodium에서 Metal Lamp로 교체하여 사용이 가능한 겸용 Type의 Ballasts

에 사용할 수 있는 Type이어야 한다.

가) 외구-내염강화 무명 유리로써 BT형으로 370×φ150

나) 고압 나트륨 램프로써 Arc Tube내에 크세논, 수은, 인듐, 소듐에 의한 방전으로 발광한다.

다) 램프의 점등자세는 전 방향으로도 점등이 가능하여야 한다.

라) 사용베이스는 스크류형으로 E39로 한다.

마) 특성 : 표1참조

3) 안정기

사용램프 점등 특성에 장시간 효율을 유지시킬 수 있도록 하기 위하여 진상형 안정기를 사용함에 있어 다음과 같은 규격을 보유하여야 한다.

(1) 사용되는 모든 자재 부품은 KS표시품으로 하며 표시품이 없는 부품은 최고의 양질을 사용한다.

(2) 구조 및 재질

가) 철심코어

규소강판의 재질을 RM 12사용하여 0.35%의 두께가 일정한 제품을 사용 E형의 금형에 의거 미려하게 절단한다.

나) 케이스

압연강판 0.8t 이상의 평활 강판을 금형으로 미려하게 절곡 제작하고, 불순물을 제거후 KSC 5315, 5321에 준한 도료를 사용 도장한다

표 1. 램프 사양

DESCRIPTION	UNIT	NHL66C	NHL66F	MHL100C	MHL100F
종 류		나 트 립	나 트 립	메탈 할라이드	메탈 할라이드
형 식		투 명 형	확 산 형	투 명 형	확 산 형
정 격 전 력	W	660	660	1,000	1,000
정 격 전 압	V	130	130	250	250
정 격 전 류	A	5.0~5.9	5.0~5.9	4.3~4.5	4.3~4.5
전 광 속	Lm	100,000	95,000	115,000	110,000
정 격 효 율	Lm/W	150내외	140내외	110내외	105내외
정 격 수 명	HR	12,000	12,000	9,000이상	9,000이상
치 수	mm	150×370	150×370	180×390	180×390
전 등 방 향 범 위	"			210°	210°

다.

다) 꼬임 및 전선

- KSC 3180에 준한 KS품을 사용한다.
- 충분한 굵기의 동선을 자동 권선기로 꼬임없이 균일하게 권선한다.

라) 콘덴서

내전압 300[V]용 진상을 위한 콘덴서를 사용 역율 85[%]이상을 유지하도록 한다.

마) 절연니스

철심과 전선의 습기를 완전 제거하기 위하여 예비 건조작업을 하고 절연 바니쉬를 진공함침 기속에 함침시켜 전선 철심간에 100[MΩ]이상의 절연성을 유지한다.

바) 인출선

전원 인입 및 출력선은 KSC 3302에 준한 KS품으로 사용한다.

사) 충전물

안정기함 밑에 절연성, 내열성을 갖춘 KSC 2209에 준한 양질의 염경화성 수지로 1차 충전시켜 안정기를 절연지에 감싼후 함 중심부에 놓고 전기 충전물을 삽입 응고시킨다.

아) 코아 조립

- E코아를 유압 프레스 방식으로 압출시킨 후 알곤 용접기로 접합면을 용접한다.
- 사용램프에 일정한 단락전류를 정할 수 있도록 공극의 갭을 정하고 중첩에 돌출

PIN이 없도록 한다.

자) 특성 : 표2 참조

4) 할로겐 램프 및 등기구

비상용 조명 등기구로써 별도 도면에 첨부된 사양에 의거하여 제작하여야 하며 도장, 포장, 운반에 특히 주의하여야 한다.

가) 램프 규격 : HG 500[W]

나) " 전원 : AC 220[V]/60[Hz]

다) " 수명 : 2,000 시간이상

라) " 광속 : 9,500[Lm]이상

마) " 소비전력 : 500[W]

5) 등기구 지지대

도면에 의거하여 투광등기구 20Sets이상의 무게, 용적을 충분히 지지할 수 있는 철구조물 K.S급 이상의 재질로써 아연 도금을 하여야 하며 볼트, 너트등의 부속품 일체를 납품하여야 하고 등기구 지지대의 형태 및 수량은 그림 6참조.

6) 원격 제어장치(MACLS W 200BG)

모든 조명의 중앙제어 및 이상유무를 감지 및 제어할 수 있으며 다음의 기능을 갖는다.

(1) 기능

가) ON, OFF 기능 : 24Group and 280 Unit S

표 2. 안정기 사양

DESCRIPTION	UNIT	NHR66RL	NHB66RL	MBB100RL	MHB100RL
램 프 종 류		NHL66C	NHL66F	MHL100C	MHL100F
종 류		정 전 력 형	정 전 력 형	정 전 력 형	정 전 력 형
형 식		저 시 동 전 류	저 시 동 전 류	저 시 동 전 류	저 시 동 전 류
정 격 전 력	W	700내외	700내외	1,100내외	1,100내외
정 격 전 압	V	200	200	200	200
정 격 주 파 수	Hz	60	60	60	60
시 동 전 류	A	4.7~6.3	4.7~6.3	5.2~5.6	5.2~5.6
안 정 전 류	A	3.7~3.9	3.7~3.9	3.5~5.6	3.1~5.6
역 율	%	90~95	90~95	90~95	90~95
2 차 전 압	V			300~400	300~400
2 차 단 락 전 류	A	10.0	10.0	5.1	5.1
치 수	mm	150×320	150×320	170×440	170×440

/W로써의 개별 제어

나) 고장감지 기능 : Alarm 및 표시(LED) 기능

다) Monitor 기능 : ON-OFF상태를 Graphic Panel에서 LED로 표시

라) 정전보상 기능 : 200시간 이상

(2) 제어형식 : 주파수 분할 변조

(3) 사용전원 : AC 220[V]± 10[%] 60[Hz] 4[VA]이하

(4) 신호선 : CVV-S 2mm×2C

(5) 적합단말기 : W432/15A(3A)W431/15A

(3A)

(6) 조작 변환 방법 : Auto-Manual

(7) 단말기제어능력 : 70개 이상(Sub Control Panel)

(8) 분체와의 접속가능기능 :

가) 일광 Sensor Swith

나) Timer Program Swith

다) 분체와 별개의 장소에서도 조작 가능한 부조작판

라) 가로등 및 조경 조명 제어 기능

7) 단말기(Sub Control : W432/15A)

Main System에서의 주파수 분할 변조신호를 받아서 1/2, 1/4 및 전체 점등이 가능한 기능을 말하며 분전반 Box를 포함한다.

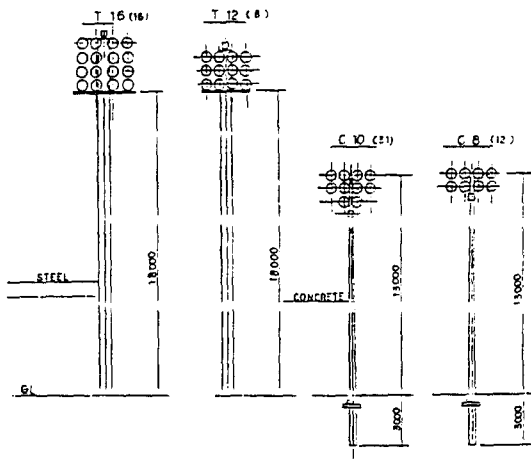


그림 6. 조명등주정면도

- (1) 점등기능 : 1/2, 1/4, All Lighting 제어
- (2) 제어방법 : Main System에서 주파수 선택 사양에 의하여 Address지정하여 S/W 동작
- (3) 사용전원 : 220[V]/60[Hz]
- (4) 제어 회로수 : 양단 8회로
- (5) 접속 신호선 : CVV-S 2mm×2C
- (6) Monitor : 현장에서 수동으로 ON-OFF 조작

8) 조명등주정면도 및 배치도는 그림 6 과 그림 7 과 같다.

사. 설비 수량

1) 조명기구

FFC 567S : 193 SET

FFD 567D : 462 SET

FED 567M : 165 SET

FFC 570D : 24 SET

FHC 500B : 33 SET

계 : 877 SET

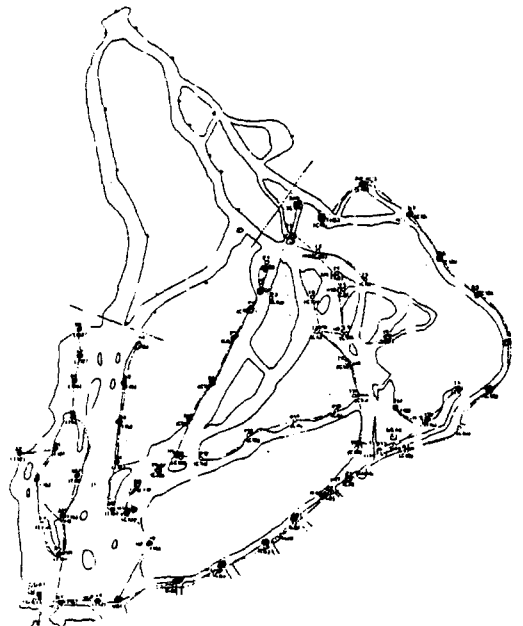


그림 7. 조명등주배치도

2) 램프

MHL 100C : 350EA(메탈할라이드 투명, 1,000W)

MHL 100F : 50EA(메탈할라이드 형광, 1,000W)

NHL 66C : 405EA(고압 나트륨 투명, 660W)

NHL 66F : 39EA(고압 나트륨 형광, 660W)

HGL 50C : 33EA(할로젠, 500W)

계 : 877EA

3) 조명등주

T12 : 8 SET(철제 타워, 12개용)

T16 : 16 SET(철제 타워, 16개용)

CB : 12 SET(콘크리트폴, 8개용)

C10 : 39 SET(콘크리트폴, 10개용)

계 : 75 SET

4) 제어장치

중앙제어장치 : 1 SET

중간제어장치 : 6 SET

단 말 장 치 : 75 SET

아. 투자비

국내용 스키장의 경우 1차년도와 2차년도 사업으로 구분하여 1차년도 분만 시설하였으며 이에 대한 총 투자비는 설계 및 조명 기구 : 3

억원, 철제타워 및 콘크리트폴 : 2억원, 배관배선 : 3억원, 설치 및 시운전비 3억원등 약 11억원이 투자 되었다.

6. 맺음말

무주리조트 Project를 담당하여 여러 가지면 에 어려움이 있었지만 특히 스키장 조명은 더 더욱 그러하였다. 왜냐하면 국내에는 정상적인 절차에 의한 스키 조명시설을 한 곳이 없고, 설계자체도 스키장의 등고선 상태에 따라 컴퓨터로 배광곡선을 그려야 하는데 국내에 설계 업체도 없으며, 일반 스포츠 조명은 자료가 조금 있지만 스키장 조명설비 설계자료는 거의 없었다. 특히나 3년 이상 소요되어야하는 공사를 설계에서 부터 시공까지 약 18개월만에 끝내야 했기 때문에 시간에 쫓겨서, 아직도 미비한점이 많으며 보다 더 좋은 조명 시설을 할 수 있었으리라고 생각하면 많은 아쉬움이 남는다.

끝으로 어려운 여건 속에서 이 Project를 원만히 마칠 수 있도록 채찍질 하여주신 쌍방을 개발 이의철 부회장님 이하 임직원과 설계 및 기구 제작을 한 Iwasaki, 난지 상사, 설계에 조언을 하여주신 보우기술공사 이성현 소장님, 시공을 맡아주신 삼환기업, 한일기전 여러분께 감사를 드린다.