

# 올림픽 경기장의 照明設備 개요

(The lighting facilities of the Olympic Venue)

강 태 근 (T. K. KANG)

Seoul Olympic Organizing Committee

기술사(Professional Engineer)

## 1. 서 언

금번 '88 서울올림픽대회에서 그 중요성이 더해진 조명은 경기모습과 함께 중계방송설비로써 전세계 구석구석까지 TV 영상을 통하여 방영된다. 또한 상당한 액수의 방영권 계약만 보더라도 조명이 얼마나 큰 비중을 차지하고 있는가를 직·간접적으로 보여주는 것이라 하겠다.

올림픽에 대비한 조명은 무엇보다도 스포츠조명의 조건과 올림픽 중계방송에 적합한 조명의 채택일 것이다. 더우기 경기에 따라 보는 대상물의 형태와 크기, 반사율 등이 모두 틀릴 뿐아니라 대상물을 보는 시야의 배경이 균일하지 않고 속변하기 때문에 고도의 기술을 요구하고 있다. 그러므로 경기자, 심판자, 관객, TV방송 등 각각에게 만족될 수 있는 조명설비로서 광원의 위치와 갯수, glare, 조도, 광원, 투광기, 혼광조명, 균제도, 조사각, 건축적 의장, 미적 효과 등의 충분한 입체적 검토가 필요하며, 보완시설은 임시시설 또는 정식시설로 할 것인지의 초기결정이 올림픽 이후에도 시설관리와 운영에 중요한 비중을 차지하게 될 것이다.

따라서, 본 고에서는 경기장 조명설비의 이해를 돕고자 올림픽에 관련된 조명설비에 관하여 살펴보고자 한다.

## 2. 올림픽대회시 적절한 조명조건

### 2.1 스포츠조명과 중계 조명의 조건

- 양질의 전력공급
- 적정한 조도

- 적정한 광원의 선정
- 적정한 조명기구의 배치 및 높이
- 적정한 배광곡선
- 적정한 색온도
- 수직조도
- 연색성
- 눈부심의 방지
- 조도의 얼룩방지
- 깜박거림의 방지

### 2.2 '86 대회와 '88 대회의 조명 측면의 차이

- 1) '86 아시안 게임
  - 스포츠조명 일부 만족
  - 방송조명 채택 미흡
  - 정전 가능성 유(有)
  - 조명설비용량 소(小)
  - 중계용 칼라TV 조명 미흡
  - 중계방송 조명기술의 난이도 소(小)
  - 소규모 방송인 참여
- 2) '88 서울올림픽 대회
  - 만족할만한 스포츠조명과 중계방송 조명 요구
  - 방송조명 필히 채택
  - 무정전 요구
  - 조명설비용량 대(大)(1,400Lux이상 유지)
  - 중계용 칼라TV 조명기술 최고
  - 중계방송 조명기술 난이도 대(大)
  - 대규모 방송인 참여

### 2.3 정전 대비

표 1. 각종 올림픽 경기장의 조명설비 현황

구분	일반형	순시형	평균조도 (Lux)	순시조도 (Lux)	변압기용량 (KVA)	조명용량 (KW)	전원분리조도 (Lux)
올림픽 사이클 경기장	MH 2KW × 318	할로젠 1KW × 28	수평 : 1,754 수직 : 1,054		200 × 5	일반 : 636 순시 : 28	송파 : 800이상 강동 : 800이상
올림픽 역도 경기장	MH 2KW × 16 MH 400W × 157	할로젠 500W × 8 할로젠 DC500W × 2 IL300W × 8	수직 : 1,900	수평 : 20	150 × 1 250 × 1	일반 : 94.8 순시 : 7.4	송파 : 900 강동 : 800
올림픽 펜싱 경기장	MH 2KW × 116	할로젠 500W × 20	수평 : 2,700 수직 : 1,500	수평 : 70	150 × 1 300 × 1	일반 : 232 순시 : 10	송파 : 1,600 강동 : 1,200
올림픽 체조 경기장	MH 2KW × 108	할로젠 1KW × 32	수평 : 2,887 수직 : 1,698	수평 : 30	400 × 1 150 × 1	일반 : 216 순시 : 32	송파 : 850 강동 : 1,600
올림픽 테니스 경기장	MH 2KW × 80	없 음	수직 : 1,320	없 음			강동 : 1,673
올림픽 실내수영장	MH 2KW × 184	할로젠 1KW × 30	수평 : 2,554 수직 : 1,266	수평 : 55	500 × 2	일반 : 368 순시 : 30	송파 : 1,343 강동 : 1,373
잠실 주경기장	MH 2KW × 612	MH 2KW × 156	1,500 이상	300	3,500	1,536	700 이상
잠실 체육관	MH 1KW × 108 MH 2KW × 23	백열등 1KW × 108	1,400 이상	450	3φ 400 × 2	262	700 이상 700 이상
잠실 야구장	MH 1KW × 558 MH 1KW × 198	백열등 1KW × 36	1,500 이상	15	3φ 250 × 6	792	700 이상
잠실 실내수영장	MH 1KW × 162 MH 2KW × 94	백열등 1KW × 82	1,400 이상	60	3φ 300 × 2 250	540	700 이상
잠실 하생체육관	MH 250W × 90 MH 400W × 140 MH 2KW × 38	백열등 60W × 30	1,300~1,800 5,500~6,000k	0	3φ 150	156	700 이상
상무 체육관	MH 400W × 176 MH 2KW × 28		수평 : 2,500 수직 : 1,800		3φ 350	126	700 이상
수원 실내체육관	MH 1KW × 88 MH 2KW × 56	백열등 1KW × 104 할로젠 2KW × 32	수평 : 2,700 수직 : 1,800	500	3φ 400 × 2	368	700 이상
서울 대학교 체육관	MH 175W × 14 MH 400W × 400 MH 1KW × 108	할로젠 1.5KW × 36 백열등 100W × 216(객석 등)	수평 : 3,700 수직 : 1,500 3,300~4,000 K	200	3φ 500 × 1 3φ 200 × 1	346	700 이상
동대문 운동장	MH 1KW × 14 MH 1.5KW × 367 MH 2KW × 60 MH 1KW × 20(보조)	할로젠 500W × 55	1,500 이상	15.5	1φ 50 × 15 1φ 75 × 2	760	700 이상
강 중 체육관	MH 1KW × 84 MH 2KW × 24 MH 400W × 8 (복싱용)	백열등 1KW × 62 할로젠 400W × 8 (복싱용)	1,500 이상	700	200 × 2 150 × 2	201	700 이상 700 이상
한양대 체육관	MH 2KW × 58	할로젠 1KW × 49	수평 : 2,500 수직 : 1,500	500~600	3φ 300 200(비싱용)	220	700 이상
새마을 체육관	MH 2KW × 58	할로젠 2KW × 48	수평 : 3,000 수직 : 1,500	수평 : 700 수직 : 400	3φ 500 비싱동력과공용	212	700 이상
광주 부동 경기장	MH 2KW × 432	MH 2KW × 12	수평 : 1,810 6,000~6,150k	101	3φ 250 × 4	880	700 이상
대전 공설 운동장	MH 2KW × 384		1,600	10	1,000	768	700 이상
부산 구덕 운동장	MH 1KW × 621	MH 2KW × 12	1,400 이상	30	300 × 3	820	700 이상
대구 시민 운동장	MH 2KW × 396	MH 2KW × 12	1,500~2,210 5,200~5,600 K	75	250 × 6	816	700 이상

정전 대책으로는 다음과 같은 방식들을 들 수 있다.

- 1) Spot Network 방식
- 2) 2회선 Spot Network 및 예비선 절체 병용 방식
- 3) 2전원 분리 조명 공급방식
- 4) 예비선 절체 방식
- 5) Loop Feeder 방식
- 6) 타변전소 공급 선로와의 Loop 운전방식
- 7) 발전기 병렬운전 방식
- 8) 순간 점등형 교체 방식
- 9) UPS 사용 방식
- 10) 상기 방식들의 절충 적용 방식

### 3. 올림픽 경기장 조명 현황

#### 3.1 올림픽 경기장 조명설비 현황 (표 1)

#### 3.2 올림픽 경기장 조명설비 검토현황

- 최신설비 보유
- 수평·수직조도의 불균일
- 주직조명의 미흡
- 조명관리기술의 부족
- 조명전력 부족
- 발주, 설계, 시공, 감리, 검사, 관리단계의 취약성 돌출
- IOC, NBC계약내용의 조도 미흡
- 시설주 상위 관리직의 조명설비 인식 부족
- 일부 경기장의 글레이 현상 발생
- 조명 전문가 부족, 구조적 문제 대두
- 요구조도 부족
- 균제도, 조사각의 불균일

### 4. 중계방송 측면의 조명 연구

실내경기장에서 창 및 외광에 의한 조명이 장내 조명에 영향을 미치는 경우의 검토, 시간경과에 따른 옥내조도와 색온도의 변화에 대한 대비 및 수평조도의 확보, TV 카메라에 필요한 수직조도의 부족에 대한 대비가 필요하다. 또한, 효율, 색온도 및 연색성이 개선된 조명용 광원으로의 교체에 의한 색온도를 일치와 연색성 개선 그리고 TV 화면

의 플리커 현상을 대비한다. 한편, 경기종목별 중계방송시의 보강조명, 인터뷰실 조명, 해설자석 및 참관자석 조명 등을 고려하여야 한다.

다음은 중계방송 조명에 대한 연구고찰 내용이다.

1) 카메라(전체상황 파악 카메라, 부분적 상황 및 개별동정 포착 카메라, 현장분위기 포착 카메라, 다목적 카메라 등)에 포착되는 등기구는 어쩔 수 없으나, TV 화면의 질에 결정적인 영향을 주는 등기구는 선별하여 위치 변경, 조사각 조정, Visor Louver 부착 등의 대책을 강구한다.

2) 창 및 외광에 의한 자연광이 장내 조명에 영향을 미치고 TV 영상에 결정적인 장애를 주므로 중계방송시 일시적인 차광시설 등의 대책을 강구한다.

3) 조명설비는 국내 중계방송 및 국제적 일급의 칼라사진전송에 적합하게 회로별 구성이 필요하며 국외 중계방송의 취약 부분에 대해서는 보조조명(HMI : Halogen Metal Incandescent)으로 보완이 필요하다.

4) Louver 또는 Filter와 혼합한 Visor의 사용 등으로 TV 영상을 개선한다.

5) 중계차 및 IBC에서 중계방송 송출화면의 선별송출 및 제작시에 지장이 없는 우수한 화면을 채택한다.

6) 임시시설의 성격을 띤 방송조명설비는 스트림 라이트, ARRI Lamp, 스카이 라이트, 사이드 라이트, 소오저 스포트, 렌즈 스포트, 선 스포트 등의 방송 및 특수조명시설을 혼합한 연구가 필요하다.

7) 중계용 칼라 TV의 제작기술 및 기기의 성능 등은 커다란 변혁과 급속한 발전을 가져왔으므로 파급효과가 있는 새롭게 개발된 중계방송 조명기구의 채택이 요망된다.

8) 칼라TV 화면의 질을 좌우하는 것은 광각투광, 유연한 빛, 조도분포와 균제도 등이며 필요에 따라 자연광 등의 차광이 임의로 가능해야 하므로 영상 효과를 제대로 얻기위해서 음영 외 콘트라스트를 부드럽게 하도록 하여 방송조명에 적정하도록 한다.

9) 칼라 TV의 조명에 사용되고 있는 카메라, 즉 3 이미지유시콘, 3 Plun BICOX, 4 프랭피클, 다이

오드콘 카메라의 성능 개선 및 명암 이외에 적정한 휘도와 색도를 유지하여 피사체의 반사율이 최대가 되도록 한다.

10) 중계용 칼라 TV에서는 조도, 색온도가 일정해야 하기 때문에 전원전압의 변동에 세심한 주의를 하여 전원에서 각 부하에 이르는 배선의 굵기, 안전전류, 선로의 전압강하를 충분히 고려해야 한다.

11) 경기장 주변의 홍보용 광고물, 의자, 경기장 바닥의 반사율, 색상 등 화면의 질에 영향을 주는 부분의 입체적인 검토가 필요하다.

### 5. 인공조명과 자연광에 의한 경기면 반사현상 연구

#### 5.1 반사현상 연구



그림 1. 잠실 실내 체육관  
(창측에서 입사되어 바닥에 반사되는 현상.)

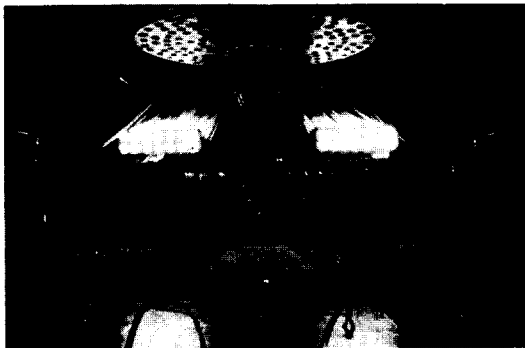


그림 2. 수원 실내 체육관  
(조명보완공사 후에도 점등 후 바닥에 반사현상 나타남. 설치높이와 위치 선정의 부적정이 최대 원인임.)

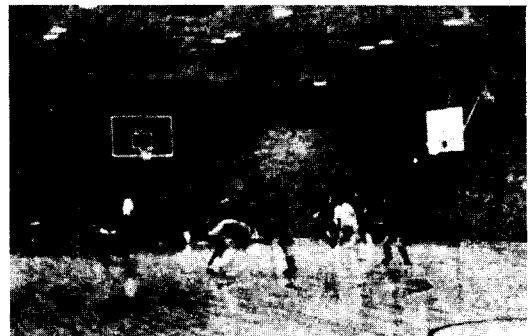
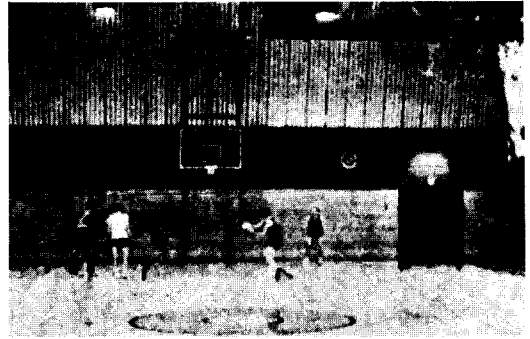


그림 3. ① 달아맨 HID 광원으로 조명된 경기장  
② 숨겨진 HID 광원으로 조명된 경기장

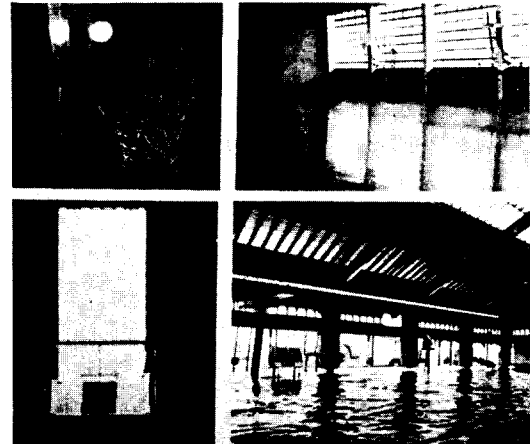


그림 4. ① 건물의 반사 glare를 피하기 위해 농구의 glass backboard 같은 임계 표면에 관련하여 광원을 보유하고 있는 예 ② 경기장 내 glass backboard 뒤에 있는 창으로 직접적인 glare가 발생할 수 있다. ③ 차폐물이 없는 창과 태양광은 직접적이고 반사적인 glare의 잠정적 source이다. ④ 창은 수영장 표면에 원하지 않는 veiling reflection을 발생시킬 수 있다.

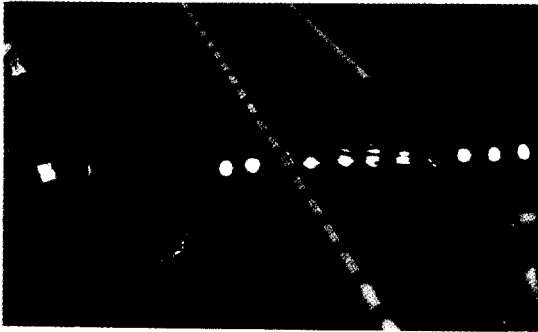


그림 5. 실내 수영장 수면에 반사된 glare

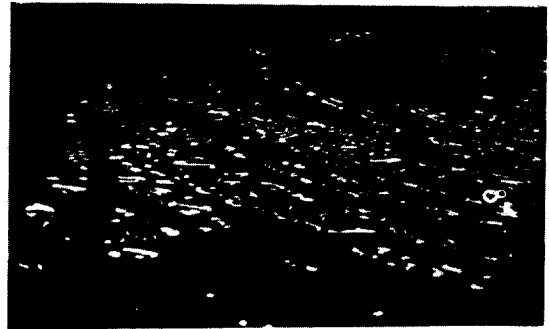


그림 6. 물이 흔들리면서 변화되는 반사 glare의 모습. (①→②→③→④)

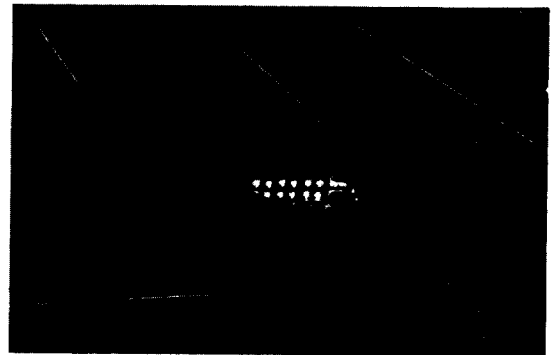
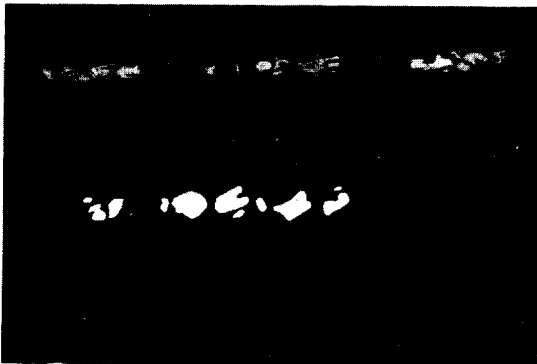
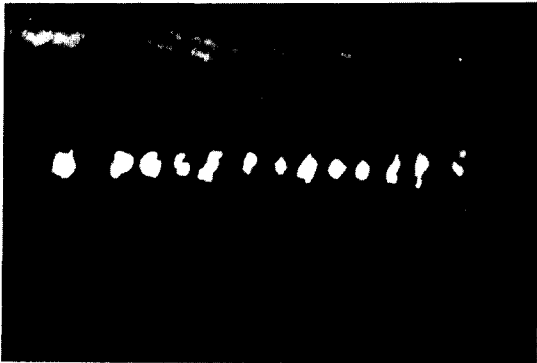


그림 7. 테니스 경기장 바닥에 고여 있는 물에 반사된 glare의 모습



## 6. 올림픽 경기장 조명의 Glare 경감 대책

### 6. 1 부적정한 설치높이와 위치로 인한 Glare의 경감 실험 사례

1) 실험 1. 그림 8과같이 조사각의 전면 재조정  
(결과) 약간의 감소효과는 있으나 효과가 미미하여 근본적인 위치변경등의 개선책이 요구됨.

2) 실험 2. 경기용 메트(일명 타나플렉스)시설 후에 생긴 glare의 경감 실험

(결과) 바닥에 비취지는 빛에 대한 반사 glare가 고루 분산되어 감소효과가 있으나 근본적인 개선은 되지 못함.

3) 실험 3. Visor 및 Louver 부착 검토

(결과) 균제도, 조도 경감 등 소기의 목적을 얻는데는 불리함.



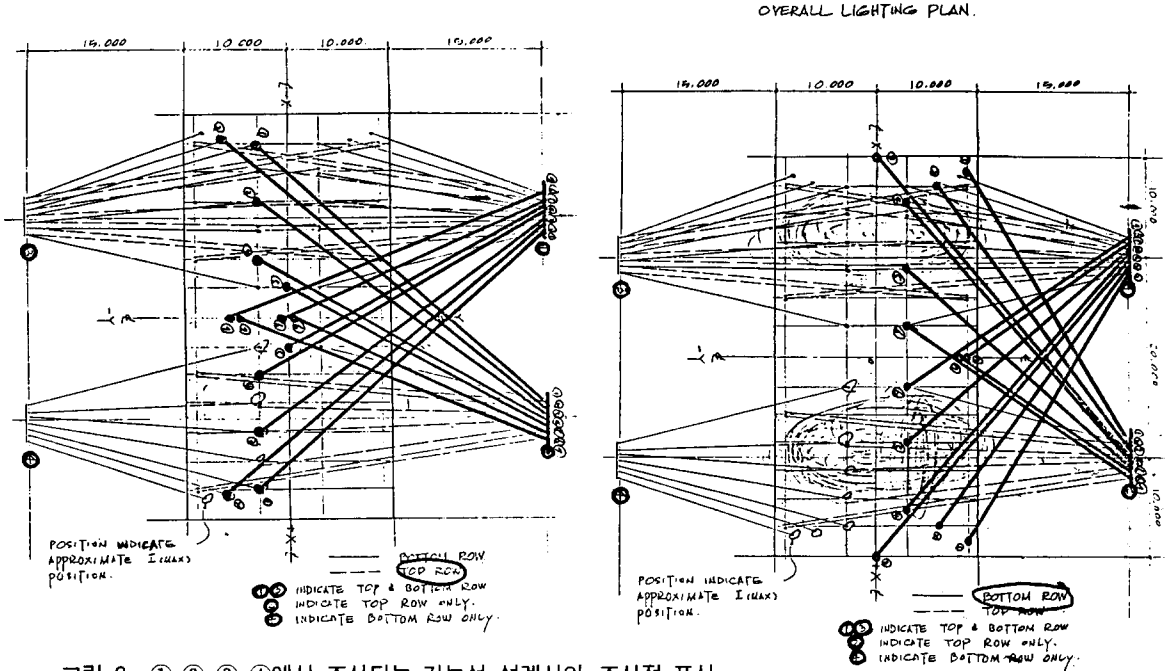


그림 8 ① ② ③ ④에서 조사되는 가늘선 설계시의 조사점 표시.  
(우측의 굵은선이 실험 1의 조사점 표시임)

4) 실험 4. 중계용 카메라의 정면 등기구를 상단으로 이동하여 설치

(결과) 상하 이동용 가설 등기구로 실험한 결과 상당히 개선의 효과가 있으므로 위치변경에 대한 검토 필요.

5) 실험 5. 기존 등기구의 회로별 점등 및 소등 실험(1/2점등, 소등, 차단등 이용)

(결과) i) TV 모니터 상의 화면 대조 결과 반사광 경감(규정조도 유지 곤란) ii) 선수, 관객, 중계방송 측면의 검토 결과 상당한 효과가 있음.

6. 2 투광기용 Accessories에 의한 Glare 감소

1) Visor : Louver 또는 Color Filter와 조합하여 사용하며 수직조도에 의한 눈부심과 광원이 직접 보이는 것을 방지함.

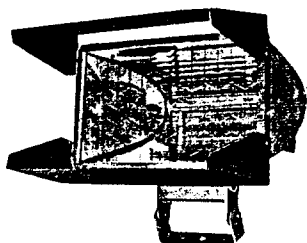


그림 9. Visor

2) Louver : 수평면에서의 눈부심을 감소시키고 광원의 직사를 조절함. Visor와 조합하여 사용하면 효과적임.

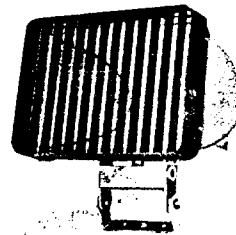


그림 10. Louver

3) Color-Filter : 붉은색, 노란색, 녹색, 청색을 이용할 수 있는 Filter. Visor와 조합하여 사용.

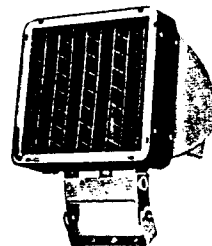


그림 11. Color-Filter

6.3 올림픽 경기장의 조명개선 후의 Glare 경감 대책 연구

1) 가동형 Louver 부착 glare

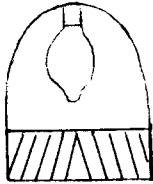


그림 12 Louver 부착

○장점

ㄱ. Narrow Beam형 투광기의 가운데 날개의 각도를 움직임으로써 빛을 집중적으로 감소시켜 Glare 감소에 상당한 효과 있음.

ㄴ. 정면에서 보았을 때 광원이 거의 보이지 않으므로 TV 카메라 바로 건너편에도 등기구를 설치할 수 있음.

ㄷ. 영구적으로 사용가능.

ㄹ. 날개의 움직임이 가능하므로 효과적임.

○단점

ㄱ. 조도를 너무 많이 감소시킴(시험결과 각도가 0일때는 약 1/60, 20~40일때는 40.2%까지 감소시킴)

ㄴ. 제작에 정밀을 요함.

ㄷ. 위치와 높이에 따라 날개의 폭과 각도를 계산해야 함.

2) 고정형 Louver 부착

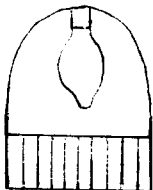


그림 13 Louver 부착

○장점

ㄱ. 조도를 많이 감소시키지 않고 눈부심을 다소 경감시킴.

ㄴ. 제작이 용이하고 여러 용도로 사용이 가능

(예 : 수구경기장, 다이빙 경기장 공용)

ㄷ. 영구적으로 사용가능.

○단점

ㄱ. 정면의 눈부심을 감소시킬 수 없어 투광기 조사각도를 좌·우로 변경해야 하기때문에 경기자에게 지장조래.

3) Visor 부착

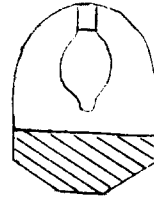


그림 14. Visor 부착

○장점

ㄱ. 측광의 산란방지에는 다소 효과.

ㄴ. 측면 glare의 방지 효과.

ㄷ. glare의 일부 감소효과.

ㄹ. 제작이 간단.

ㅁ. 취부용이 및 영구사용 가능.

○단점

ㄱ. 수면반사에 의한 Glare에는 큰 효과가 없음.

ㄴ. 경기자에게 glare 현상 유발.

4) 편광 Filter 부착

(ROSCO #104 또는 타사의 동형 filter)

○장점

ㄱ. 집중광의 확산에는 다소 효과 있음(비슷한 효과를 가져오는 유산지로 대체 가능)

ㄴ. 취부용이.

ㄷ. 필요시 루버와 등기구 사이에 끼워 사용할 수도 있음.

○단점

ㄱ. 루버와 같은 정도의 glare 감소효과는 없음.

ㄴ. 1회/1일 사용이기 때문에 자주 갈아 끼워야 하며 5회 사용분이 Louver 1개와 같은 단가이기 때문에 장기적으로 볼 때 훨씬 비경제적임.

5) 등기구 이설

○장점

ㄱ. 적절한 높이와 위치로 이설하므로 가장 근본적인 해결책임.

○단점

ㄱ. 수영경기장 구조상 중앙쪽으로 더 이동시키

## 특 집

는 것은 하중문제도 원래 구조상의 문제 및 이동에 필요한 시간과 경비문제로 현실적으로는 불가능.

### 6) Sanding(투광기 전면 유리)

○ 장점

ㄱ. 필터와 유사한 효과 기대.

ㄴ. 영구적인 방법이며 루버와 공용하면 효과가 클 것임.

○ 단점

ㄱ. 강화유리이므로 Sanding이 용이하지 않음.

### 7) 장식천 이용(용도에 맞게 제작)

○ 장점

ㄱ. 장식효과 있음.

○ 단점

ㄱ. 근본적인 문제가 있는 glare에는 효과 없음.

ㄴ. 일시적인 방법.

### 8) Louver, Visor, 장식천 등 혼합이용 방식

○ 장점

ㄱ. glare 감소에 상당한 효과.

ㄴ. 장식효과 기대.

○ 단점

ㄱ. 충분한 검토와 연구 필요.

ㄴ. 조도 감소.

ㄷ. 작업이 번거로움.

## 7. 협각 및 광각 등기구의 특성

### 1) 등기구의 Beam Diameter

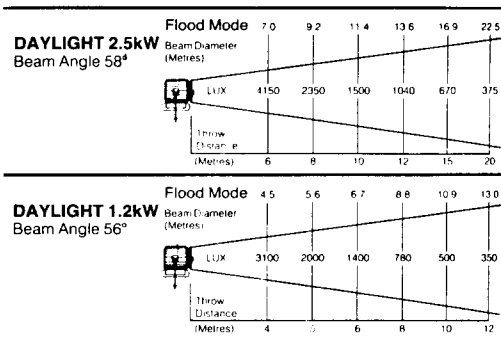


그림 15. 이동 및 가설용 등기구의 Beam Diameter

① 용량 : 6KW, 4KW, 25KW, 1.2KW

② 색온도 : 5,600~6,000 K

③ 특징 : 주광에 가까운 색광과 절전효과, 점화 전압 15~16KV

④ Beam Angle : 광각형

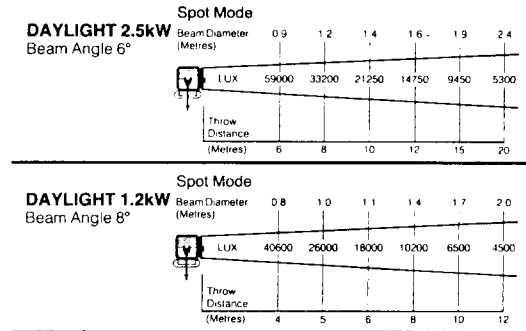


그림 16 Beam Angle

○ 용량 : 6KW, 4KW, 25KW, 1.2KW

○ Beam Angle : 협각형

### 2) Narrow Bem

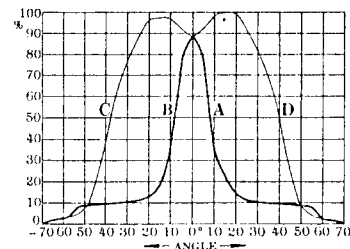


그림 17

Higppressureh Sodium Lamp 1,000W

I max : 1,351 cd

I max-v : 1,175 cd

Vertical : 2 · 5

Horizontal : 2 · 38

### 3) Wiod-Beam

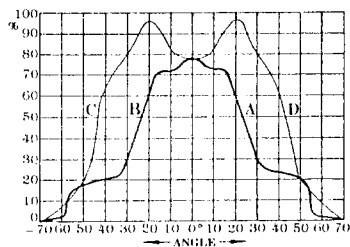


그림 18



Metal Halide Lamp 1,000W

I max : 492cd

I max-v : 383 cd

Vertical : 2×27

Horizontal : 2×44

4) Asymmetric Beam

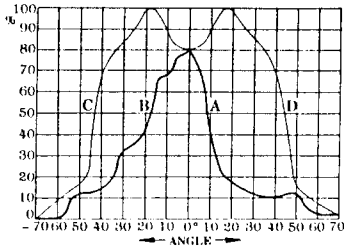


그림 19

Metal Halide Lamp 1,000W

I max : 760cd

I max-v : 615cd

Vertical : 1×90, 1×23

Horizontal : 2×44

### 8. 수직조도 개선을 위한 조명기구 연구

Small Aperture Wall Washer

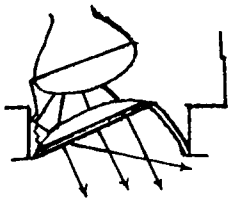


그림 20

빛의 광범위함을 주기위해서 넓은 렌즈를 사용한다. 렌즈는 부드럽고 균일해야 하며 요구되는 것을 얻기위해서 높은 천장면에 사용하는 것이 적절하다. 하향조명과 강조조명에 부합하는 마무리 조명에 유용하다.

2) Small Aperture Wall Washer (Lytcaster)

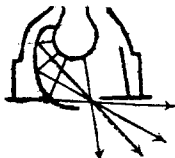


그림 21

이 기구는 낮은 조도의 측면 조명에 부드러운 모양을 주며 낮은 천장면에 적당하고 최소 조도의 광원이 요구되는 곳에 적당하다.

3) Multi-Groove Baffle Downlight

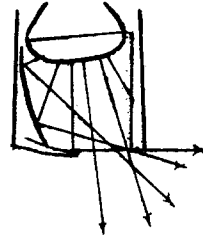


그림 22

광범위한 강도로 좁은 분포를 제공하며 천장이 높은 곳에서의 일반적인 조명 또는 선택된 장소를 강조하는 곳에 사용한다.

4) Surface Wall Washer

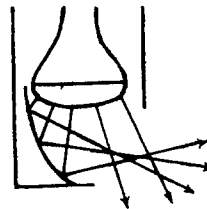


그림 23

이 기구는 높은 수준의 빛을 측면에 주며 중간 높이의 천장에 적당하다.

## 맺 음 말

서언에서 언급했듯이 올림픽에 있어서 조명설비는 상당한 비중을 차지하고 있다.

따라서, 초기의 계획, 설계, 사전조사단계에서 충분한 연구검토는 물론, 해당 전문가와의 충분한 협의 및 검토는 건물(경기장포함)의 합리적인 기능과 함께 건축예술을 더 한층 돋보이게 할 것이다. 또한, 보완 및 추가시설은 그 성격을 명확히 구분하여 임시 또는 정식으로 초기에 결정함이 중요하며 사전 모의실험을 거쳐 설계시공·보완되어야 할 것이다. 그리고 금번 올림픽을 계기로 무엇보다도 선진기술한국에 걸맞는 기술행정의 구조적인 개선이 시급하다 하겠다.