

碩士學位論文

골프장 夜間競技 照明모델 設計



濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

姜 榮 信

2 0 0 4

골프場 夜間競技 照明모델 設計

指導教授 吳 性 寶

이 論文을 工學碩士學位 論文으로 提出함.

2004年 6月 日

濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科 電氣工學專攻



姜榮信의 工學碩士學位 論文을 認准함.

2004年 6月 日

委員長 印

委 員 印

委 員 印

목 차

LIST OF FIGURES	iii
LIST OF TABLES	ii
SUMMARY	i
I. 서 론	1
II. 조명 설계기준	3
1. 조도기준	3
2. 광원의 선정	5
3. 등기구의 선정	7
4. 폴의 조건	9
III. 조명 계획	10
1. 티잉그라운드 조명기법	10
2. 페어웨이 조명기법	12
3. 퍼팅그린 조명기법	13

IV. 조명모델 설계 및 시뮬레이션	14
1. 조명모델설계	14
2. 시뮬레이션	17
2.1. 터닝그라운드	17
2.2. 페어웨이	20
2.3. 퍼팅그린	23
V. 결 과 및 검 토	25
VI. 결 론	28
참 고 문 헌	29



LIST OF FIGURES

Fig. 1	Lighting technics on teeing-ground	11
Fig. 2	Lighting technics on fairway	12
Fig. 3	Lighting technics on putting green	13
Fig. 4	Castlex Jeju Golf Club Map	15
Fig. 5	The plot plan of lighting pole in No.9 hall	15
Fig. 6	Simulation results of horizontal illumination on teeing-ground	18
Fig. 7	Distribution of horizontal illumination on teeing-ground ..	18
Fig. 8	Simulation results of vertical illumination on teeing-ground	19
Fig. 9	Distribution of vertical illumination on teeing-ground	19
Fig. 10	Simulation results of horizontal illumination on fairway ..	20
Fig. 11	Distribution of horizontal illumination on fairway	21
Fig. 12	Simulation results of vertical illumination on fairway	22
Fig. 13	Distribution of vertical illumination on fairway	22
Fig. 14	Simulation results of horizontal illumination on putting-green	23
Fig. 15	Distribution of horizontal illumination on putting-green ..	24

LIST OF TABLES

Table 1 KS Illumination standard	4
Table 2 IES Illumination standard	4
Table 3 Characteristic of lighting source	6
Table 4 Characteristic of the lighting fixture	8
Table 5 Dimension of lighting fixture and pole	17



Lighting Model Design of Night Game at the Golf Course

Young-Sin Kang

Department of Electronic and Electrical Engineering

Graduate School of Industry

Jeju National University

Supervised by professor Seong-Bo Oh



Summary

The goal of sports lighting is to provide an appropriate luminous environment by controlling the brightness of an object and its background so the object will appear clear and sharp to the players, spectators and television viewers. Based on illumination requirements, sports may be divided into two groups — aerial sports and ground level sports — and within these two groups, they can be further divided into multidirectional sports and unidirectional sports. Since golf is a unidirectional aerial sport, the playing object is viewed in the air from a fixed position on the

ground. General horizontal illumination is required at the starting end and vertical illumination at the finishing end. This paper presents the lighting design of night games in golf courses. We try to analyze horizontal illumination and vertical illumination at the teeing ground, fairway and green by computer simulation by aiming the degree that orients the floodlight by setting a horizontal and vertical protractor supplied with the floodlight. Design results show the good golf course in a visual environment which is based on KS and IES illumination standard sets.



I. 서 론

현대사회는 물질문명이 발달하고 그로 인한 인간생활의 여유로움과 더불어 삶의 질을 추구하고자 하는 웰빙의 욕구가 모든 분야에 있어서 증가하는 추세이다. 그에 따라 보다 윤택한 삶과 즐거움을 영유하기 위하여 레저 스포츠에 많은 관심을 갖게 되었다. 한편 산업기술이 발전함에 따라 조명기술이 발전하게 되고 스포츠의 활동 시간대도 주간에서 야간으로 확대되는 현실에 부응하여 야간 스포츠 활동을 가능하게 하는 각종 옥외 스포츠를 위한 조명기술이 개발되고 있다. 이러한 조명기술의 비약적인 발전은 선수들의 기록 향상을 가능하게 하였으며 관객에게는 TV 중계를 통해 보다 선명하고 명확하게 볼 수 있도록 하는데 많은 기여를 하고 있다(박기덕, 2004).

또한 선수들의 운동 기술이 발전과 더불어 속도와 정확도가 증가하게 되어 그에 따른 높은 조도의 경기장 야간조명환경이 요구되고 있다. 스포츠를 수행하는 환경에는 많은 요소들이 필요하게 되는데 인간은, 여러 가지 정보를 수집하며 자신의 몸을 움직이는 과정에서 자신에게 주어지는 정보를 수집하는 오감각인 시각, 청각, 미각, 촉각, 취각 중에서 시각에 의한 정보가 약 85%이며 이런 시각정보의 요구에 의해 운동 기능을 수행하게 된다(한국조명전기설비학회, 1999).

스포츠 종목의 특성에 따라 야간조명의 기법으로 스포츠를 구분하여 보면, 경기면 즉 수평면 조명을 강조하는 지상 스포츠와 경기면 위의 공간조명 즉, 연직면 조명을 강조하는 공간 스포츠로 나눌 수 있다. 이것은 다시 다 방향

스포츠와 일정한 경기진행 방향을 갖는 단 방향 스포츠로 나눌 수 있다. 다 방향 공간스포츠에서는 운동 기구인 볼의 추적을 위한 연직면조도의 확보가 절대적으로 필요하지만, 선수와 관객의 시야의 변화에 따른 조명광원의 직접 글레어를 방지하는 것 또한 중요한 과제라 할 수 있다. 한편, 골프, 사격, 스키점프 등은 정해진 목표지점으로 일정하게 진행하여 나아가는 대표적인 단 방향 공간스포츠로서 조명광원의 빛이 경기자의 시야에 직접 들어오지 않도록 에이밍의 방향과 경기진행 방향은 순방향으로 유지하여야 한다(박기덕, 2004).

골프경기의 특성을 보면 코스 전체길이 약 6,500[m]를 5시간에서 6시간 동안 이동하며 빠르게 날아가는 볼을 순간적으로 추적해야 하고, 샷을 위한 신체의 집중성이 요구되어지는 동적인 요소와 정적인 요소가 혼합된 특성을 갖고 있으므로 주요 낙하지점에 대한 집중적인 경기면조명방식과 비행하는 볼을 추적할 수 있는 확산 공간조명방식이 동시에 요구되어진다. 그러므로 골프장 야간조명의 목적은 운동 대상물과 그 배경의 밝기를 조절하여 경기자에게 선명하고 쾌적한 야간 조명환경을 제공하는 것이다. 이러한 목표를 이루기 위해서는 조명의 질적인 요소와 양적인 요소가 충분히 검토되어야 하며 또한, 코스를 구성하는 각종 수목, 수풀 등과의 조화를 이루면 전혀 새로운 경관 조명의 역할도 이룰 수 있을 것이다(오성보 등, 2003).

본 논문은 골프장 야간경기 조명 설계에 있어서 KS 조도기준과 IES 조도기준에 따른 적정한 수평면 조도와 연직면 조도를 얻기 위해 조명용 폴을 비롯한 광원의 선정, 등기구의 배치, 광원 조사각도 에이밍 등을 고려한 골프장 야간 경기 조명 설계의 모델을 제시하고자 한다.

II. 조명 설계기준

골프코스의 야간 경기를 위한 조명시설은 단순한 야간 조명이라는 한정된 역할보다는 스포츠에 필요한 환경 즉, 경기자가 경기행위를 하기에 적합하고 만족 할 수 있는 밝기를 제공하는 것이 가장 중요하다고 하겠다.

그러므로 골프코스의 야간 조명의 기능은 경기자의 집중력 확보와 더불어 동반 경기자의 의류 색상과 안색을 인식할 수 있는 연색성 확보와 보는 이 즉, 관객에게 보다 정확한 운동의 모습과 진행과정을 명확하게 확인 할 수 있도록 하는 쾌적한 조명 시스템이 요구되어 진다(강영신·오성보, 2004).

1. 조도기준



골프코스의 영역별 조도기준을 살펴보면 Table 1과 같이 KS에서는 그린 및 티잉그라운드 지면위의 수평면 조도범위를 30~60[lux]로 하였으며, 실외 연습장인 드라이빙레인지는 60~150[lux], 그리고 페어웨이에서는 15~30[lux]로 제시하고 있다, 한편 IES의 골프장 조도기준을 살펴보면 Table 2에서처럼 티잉그라운드의 수평면조도는 50[lux], 페어웨이의 수평면조도 10[lux]와 연직면조도 30[lux] 그리고 그린면 위의 수평면조도는 50[lux]로 제시하고 있다.

Table 1 KS Illumination standard

Area	Limitation of illumination (lux)	Maximum (lux)
Green, Teeing-ground	30~60	60
Driving-range	60~150	150
Driving-range 180M	60~150	150
Fairway	15~30	30


 제주대학교 중앙도서관
 Table 2 IES Illumination standard
 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Area		Illumination [lux]
Teeing-ground	horizontal	50
Fairway	horizontal	10
	vertical	30
Green	horizontal	50

2. 광원의 선정

골프코스 야간경기 조명에 필요한 광원의 선정은 녹색 잔디로 이루어진 지면에서 볼의 위치를 확인 할 수 있는 광원의 연색성이 우선적으로 고려되어야 할 사항이다.

녹색 잔디의 반사율은 태양광을 기준으로 하였을 때 22~26%를 나타내는데 잔디 위에 놓여있는 백색 볼을 명확히 나타내고, 또한 플레이어의 의상과 안색을 충분하게 인식 할 수 있게 하기 위해서는 연색지수 Ra-85 이상의 충실연색성을 보유한 광원을 선정하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

각 종 광원의 특징을 고려하여 IESNA에서는 스포츠 조명에 사용되는 각종 광원의 특성을 Table 3과 같이 평가하였다. 각 광원을 선택함에 있어 나트륨등, 수은등, 메탈할라이드램프 등 여러 가지 실외 스포츠용 광원들을 선정하여 광속, 효율, 수명, 연색성, 배광제어, 유지율 등의 평가항목을 비교하였을 때 충분한 광속량과 우수한 발광효율을 가졌으며 또한 야간 스포츠조명에 있어서 가장 중요한 평가항목인 연색성이 뛰어난 메탈할라이드 램프를 골프코스의 야간경기조명용 광원으로서 가장 적합한 광원으로 선정하였다.

Table 3 Characteristics of the lighting source

Lighting source	Luminous flux	Luminous efficacy	Life cycle	Color rendering	Control of luminous intensity distribution	Lumen maintenance
Incandescent lamp	★★	★	★	★★★★★	★★★★★	★★
High pressure fluorescent mercury lamp	★★★★	★★	★★★★★	★★★★★	★★	★★
Metal halide lamp	★★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
High pressure sodium lamp	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★	★★★★	★★★★★

3. 등기구의 선정

조명용 등기구는 배광 분포효율이 높고 방수능력 및 내구성이 우수한 IP지수 65이상인 투광기를 선정함이 바람직하다, 옥외용 투광기의 배광 특성에 따른 분류를 보면 협각형, 중각형, 광각형으로 나눌 수가 있는데 협각형 등기구는 페어웨이의 수평면조도 확보와 타구의 비행궤적을 추적하기에 적합하지만 조사각도를 하향으로 할수록 잔디면에 줄무늬가 발생하여 불쾌감을 유발할 수 있는 단점이 있으며, 중각형 투광기는 비교적 넓은 지역의 넓고 고른 조명으로 적합하고 줄무늬 발생이 미비하여 주로 페어웨이 조명용으로 채택되어지고 있다. 광각형 투광기는 중각형 투광기와 비슷한 특징을 갖고 있으나 비교적 면적이 작은 지역이라 할 수 있는 티잉그라운드와 그린의 조명용으로 적합하다. 골프장 조명시 각 영역에 있어서 플레이에 적합한 조도를 얻기 위해서는 Table 4에서처럼 티잉그라운드와 그린에서는 광각형 투광기를 선택하고 페어웨이에서는 중각형 투광기와 협각형 투광기를 적절하게 조합하여 효율적인 조명을 실시해야 한다(한국조명전기설비학회, 1997).

Table 4 Characteristics of the lighting fixture

Area	Type	Operating distance [m]	Characteristic
Teeing-ground	wide	10~30	adaptation for near by target area
Fairway	middle	30~60	profit to wide angle lighting
	narrow	60~90	adaptation for vertical illumination
Green	wide	10~30	adaptation for high horizontal illumination

4. 폴의 조건

조명 폴은 설치위치, 높이, 투광기 종류를 선정한 후 지형, 환경, 수목 등 관련 사항을 감안하여 골프코스의 구성요소로서 전체적인 균형과 조화에 유의하여야 한다. 또한, 코스내의 지형과 수목으로 인한 그림자 피해 예방을 위해 코스 양쪽의 지그재그식 배치가 이상적이지만 투자비에 대한 경제성을 고려하거나, 코스 경관 이미지, 인근 코스로 확산되는 빛에 인한 눈부심 발생을 감안하여 한쪽 배열도 무난하다고 할 수 있다.

폴의 간격은 80~100[m]정도의 간격을 두는 것이 좋으며 높이는 10~13[m] 정도의 높이를 선택하는 것이 바람직하다. 그 에 따른 조명 폴의 요구사항을 살펴보면 먼저, 폴 자체 강도와 구조적인 신뢰성이 확보되어야 한다. 또한, 상부에 설치된 등 기구에 대한 보수 점검 시 접근성이 용이하여야 하며, 돌출부에 대한 피뢰 설비가 첨가되어 산악지대에서 발생하기 쉬운 낙뢰 피해 예방을 위한 피뢰침의 역할도 동반 할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

Ⅲ. 조 명 계 획

본 논문에서는 조명영역을 주요 스포츠 활동영역이라 할 수 있는 티잉그라운드, 페어웨이, 퍼팅그린등 세 영역으로 분리하여 구분하였으며 수목, 수풀지역, 러프, 워터헤저드, 벙커 등의 조도치는 페어웨이 조도치에 포함하여 광역적으로 산출하고자 한다.

1. 티잉그라운드 조명기법

티잉그라운드에서의 조명은 Fig. 1에서처럼 티잉그라운드 좌우 옆면 혹은 티잉그라운드 끝 지점에서 2[m] 내외의 후면 지점에 설치하고 특히, 좌 우 옆면 설치 시에는 좌·우타 플레이어의 스탠스 경우를 감안하여 대칭방향의 보조 조명을 설치함으로써 그림자로 인한 플레이 장애 발생을 억제토록 해야 한다(Philips Lighting, 1999).

또한, 타구된 볼의 비행궤적을 추적하기 위한 티잉그라운드 전방 30~80[m] 지점의 높이 15[m]의 페어웨이에서 볼의 진행방향과 수직인 면인 공간 영역에 대한 연직면 조도 확보를 위해 티잉그라운드에서 비행하는 볼을 추적하는 에이밍이 필요하다.

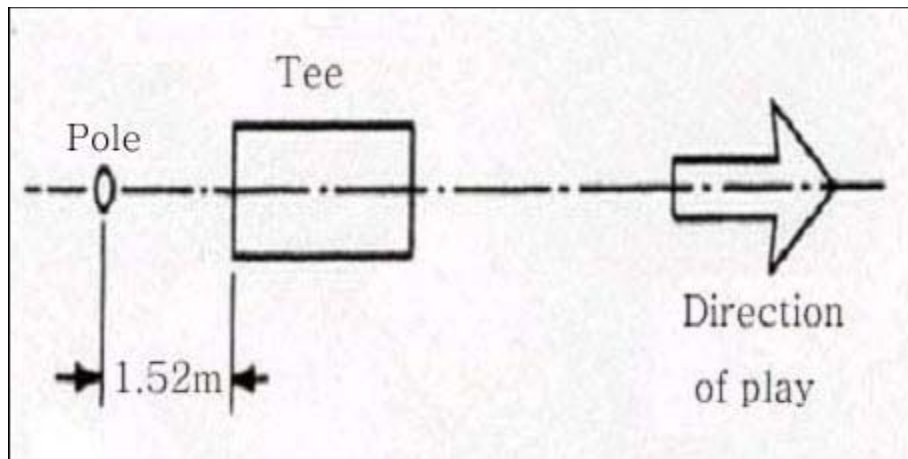


Fig. 1 Lighting technics on teeing-ground

2. 페어웨이 조명기법

페어웨이에서 지면에 낙하된 볼의 위치를 찾아내기는 주간에 있어서 보다 더욱 곤란함을 느낄 것이다. 그러므로 페어웨이 전 구역에 대한 광범위한 에이밍이 필요로 하며 각종 장애물과 러프, 벙커 등 모든 지형적 조건과 언듈레이션(undulation)으로 인한 음영지역의 조도 확보에 유의해야 하며 또한, Fig. 2에서처럼 페어웨이로 향하는 티샷이나 그린으로 접근하는 세컨샷의 비행궤적을 추적하기 위한 공간면의 조도확보를 위해 티잉그라운드 전방 30~80[m] 지점의 높이가 15[m]이고 진행방향과 수직면인 공간과 그린 앞 30[m] 지점의 높이가 15[m]인 수직공간면의 연직면 조도 확보를 위한 에이밍을 해야 한다(Phillips Lighting, 1999).

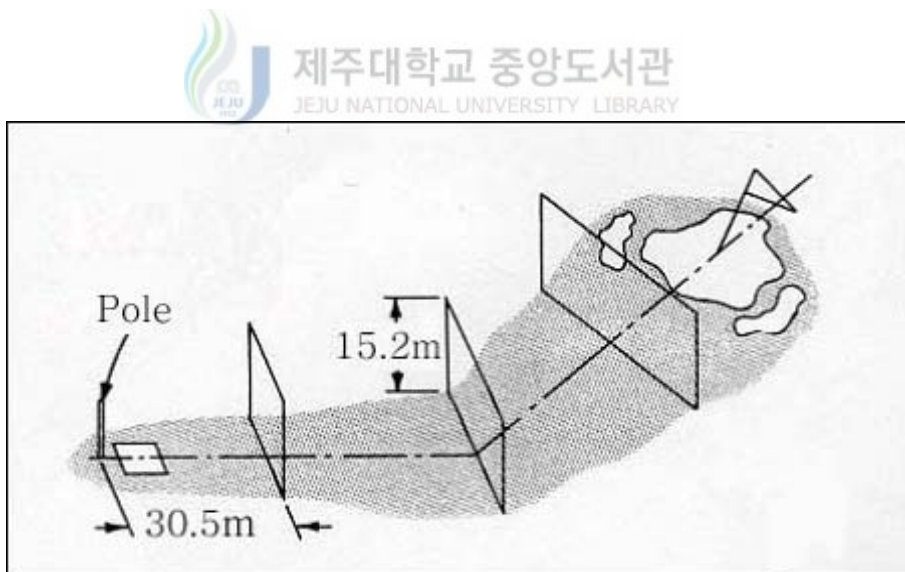


Fig. 2 Lighting technics on fairway

3. 퍼팅그린 조명기법

그린에서의 조명은 Fig. 3에서처럼 페어웨이에서 그린으로 향하는 경기자가 그린 조명용 폴에 설치된 광원으로부터의 직접적인 눈부심과 퍼팅 플레이 집중 시 바닥 반사 눈부심을 최대한 억제하기 위해 폴의 위치를 그린과 경기진행 방향을 수직으로 4등분하여 그 중심점을 기준으로 진행방향의 좌측의 폴은 15도 이상 40도 영역에서 가까운 쪽에, 우측의 폴의 위치는 15도 이상 40도 영역 내의 먼 곳에 설치하는 것이 근본적으로 눈부심을 방지할 수 있는 적절한 위치 선정이라 할 수 있다(Phillips Lighting, 1987).

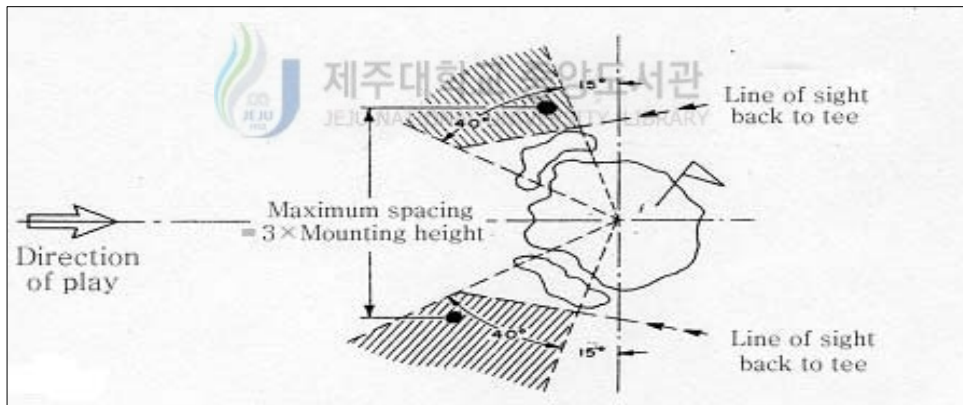


Fig. 3 Lighting technics on putting green

IV. 조명모델 설계 및 시뮬레이션

골프코스의 각 영역별 조도기준에 적합한 조도를 확보하기 위해 필요한 광원과 등기구, 폴로 이루어지는 조명 설비를 적절하게 설계 배치하여 조사 각도 에이밍 시뮬레이션을 실시하였다.

1. 조명모델설계

조명모델 설계의 대상을 Fig. 4에서처럼 그림 중앙에 위치한 클럽하우스를 중심으로 퍼블릭코스 9개의 홀이 포함된 전체 27홀로 이루어진 케슬렉스 제주 골프클럽을 선정 하였으며, 회원제코스인 18개의 홀 중에 플레이 진행 시 발생할 수 있는 모든 상황을 고려하여 Fig. 5와 같이 남 코스 9번 홀을 조명모델설계 대상 홀로 선정하여 설계하였다.



Fig. 4 Castlex Jeju Golf Club Map



Fig. 5 The plot plan of lighting pole in No.9 hall

위의 Fig. 5에 보여 지는 남 코스 9번 홀의 구성은 전체 길이 433[m], 티잉
 그라운드 면적 740[m^2], 페어웨이 면적 17,989[m^2], 그린 면적 713[m^2]로

구성된 PAR-5 룱홀이며 티샷 후 볼의 낙하 위치를 확인 할 수 없는 블라인드 홀로서 티샷 비행거리 약 200[m]지점이 주요 낙하 예상 지역인 Inter Point 지점으로 볼 수 있다. 대부분의 플레이어가 세컨샷으로 온그린을 시도하는 비교적 짧은 룱홀이라고 할 수 있어서 파5 룱홀의 특징과 파4 미들 홀의 특징을 감안한 조명 설계를 실시하였다.

본 설계에 사용된 각종 조명용 설비 기구의 배치는 Fig. 5에 나타낸 것처럼 티잉그라운드 영역에서는 높이 10[m]인 폴 2대(T1,T2)를 티잉그라운드의 중심을 기준으로 하여 좌 우측 45도 각도선상에서 티잉그라운드 외곽선 약 1.5[m] 후면지점에 배치하였으며, 지중 2[m] 이상 깊이에 콘크리트를 타설 함으로써 풍압에 견딜수 있는 단단한 기초구조를 갖춘 폴에 광각형 등기구 1000[w] 메탈할라이드 8개를 장착하였고, 페어웨이에서는 높이 11[m]인 폴4대(F1,F2,F3,F4)를 티잉그라운드 중심점을 기준으로 F1까지의 직선거리 70[m], F2까지의 직선거리 150[m], F3까지의 직선거리 230[m], F4까지의 직선거리 300[m]인 지점에 각각 지그재그식 배열로 배치하고 중각형 투광기와 협각형 투광기를 혼합하여 장착하였으며, 퍼팅그린에서는 높이 10[m]인 폴 2대(G1,G2)를 그린조명 기법에 따라 그린 좌우측에 배치하여 티잉그라운드의 수평면조도 60[lux], 연직면조도 30[lux]와 페어웨이 수평면조도 30[lux], 연직면조도 30[lux] 그리고 그린의 수평면조도 60[lux]를 각각 목표조도로 설정하여 설계하였다.

Table 5 Dimension of light fixture and pole

Area	Height of pole	Q'ty of pole	Type of fixture	Type of lamp & Q'ty	Target of illumination [lux]
Teeing-ground	10m	2	wide	MH-1000W×8	horizontal 60 vertical 30
Fairway	11m	4	middle narrow	MH-1000W×8	horizontal 30 vertical 30
Green	10m	2	wide	MH-1000W×4	horizontal 60

2. 시뮬레이션 제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

조명시뮬레이션은 티잉그라운드, 페어웨이, 퍼팅그린 등 세 영역으로 분리하여 구분하였고 각 영역별 그리드지점을 두었으며 설계프로그램은 lumen micro를 이용하여 시뮬레이션을 실시하였다.

2.1. 티잉그라운드

티잉그라운드의 조명기법에 의해 티잉그라운드 좌 우 후면에 높이 10[m]인 폴 2대를 설치하여 각 각 8개씩 총 16개의 1,000[w]급 메탈할라이드램프를 이용하여 시뮬레이션을 한 결과 티잉그라운드의 수평면 최대조도는 215.4[lux] 최소조도 24.58[lux] 평균조도는 약 62.99[lux]로 나타냈으며 시물

레이선에 의해 나타난 조도 분포도 및 해석은 Fig. 6 및 Fig. 7과 같다.

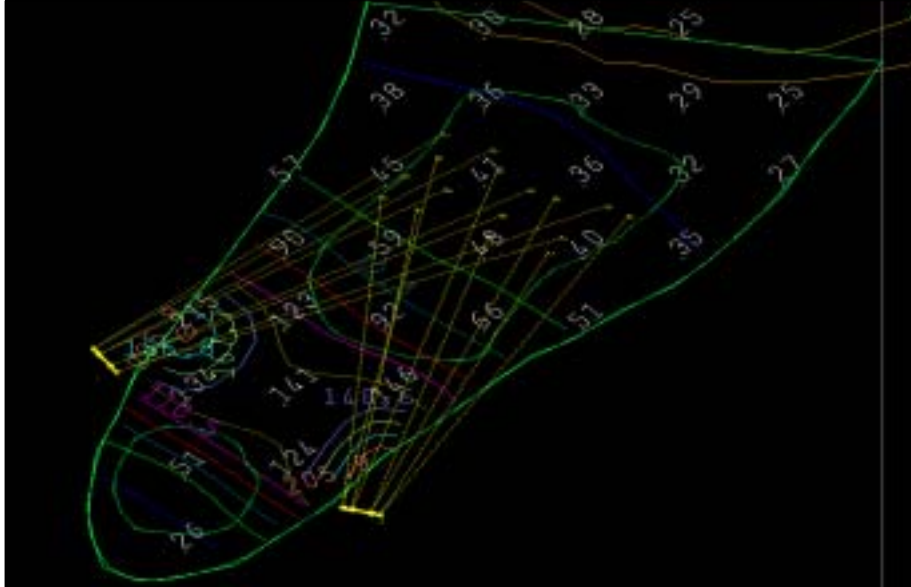


Fig. 6 Simulation results of horizontal illumination on teeing-ground



Fig. 7 Distribution of horizontal illumination on teeing-ground

한편, 티샷 볼의 비행궤적을 추적하기 위한 티잉그라운드 전방 70[m] 지점의 공간영역에 대한 연직면 조도는 최대조도 32.94[lux], 최소조도 27.96[lux], 평균조도 31.2[lux]를 나타냈으며 시뮬레이션에 의해 나타난 조도 분포도 및 해석은 Fig. 8 및 Fig. 9와 같다.

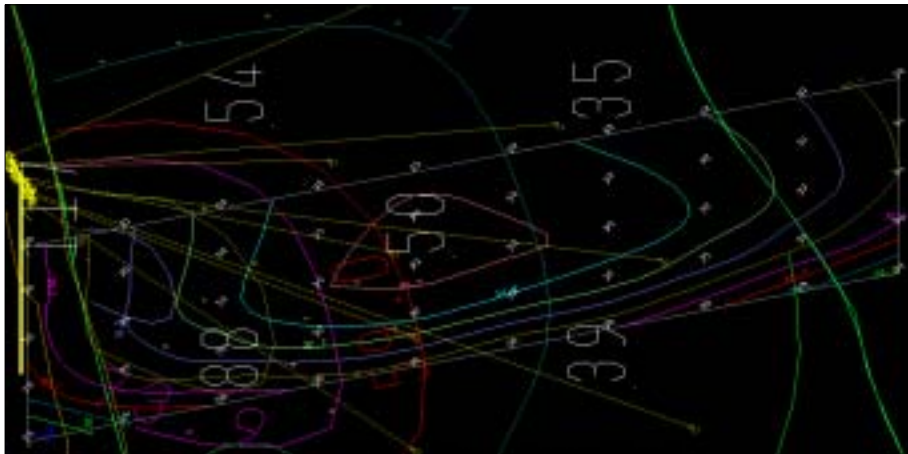


Fig. 8 Simulation results of vertical illumination on teeing-ground

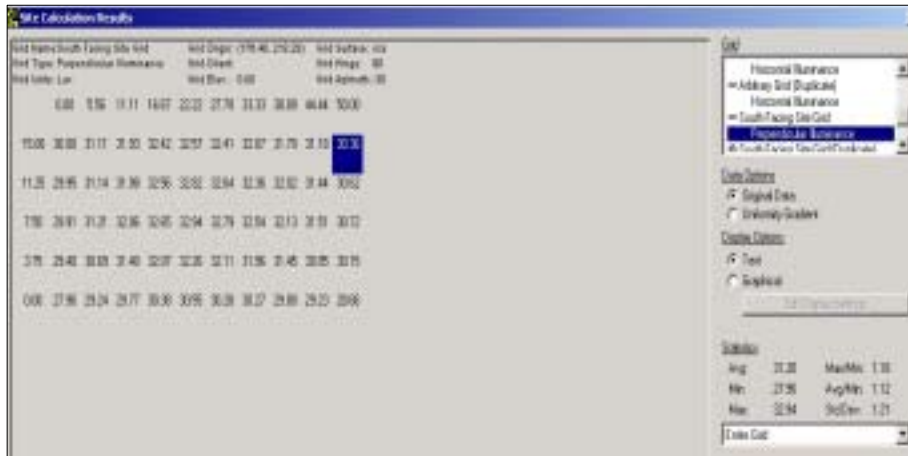


Fig. 9 Distribution of vertical illumination on teeing-ground

2.2. 페어웨이

페어웨이 조명폴의 설치는 지그재그식 배열로 티잉그라운드를 기준으로 70[m], 150[m], 230[m], 300[m]지점 좌 우측에 배치하였으며 페어웨이 조명방법에 따라 지형의 음영지역을 최소화하고 주요 예상낙하 지역을 중심으로 페어웨이 전면적에 조도가 분포 될 수 있도록 시뮬레이션을 실시한 결과 볼의 주요 낙하지점인 200[m] 지점의 수평면 조도를 포함한 페어웨이 전체 면적의 최대조도 155.95[lux], 최소조도 6.85[lux], 수평면평균조도 30.13[lux]가 되었으며 시뮬레이션에 의한 조도 분포도 및 해석은 Fig. 10 및 Fig. 11과 같다.



Fig. 10 Simulation results of horizontal illumination on fairway



Fig. 11 Distribution of horizontal illumination on fairway

한편, 그린으로 향하는 세컨 샷의 타구를 추적하기 위한 연직면 조도는 그린 앞 약 100[m]지점인 공간 영역에 높이 15[m]이고 그린으로 접근 방향과 수직인 공간 영역의 연직면 조도 그리드를 설정하여 시뮬레이션을 실시한 결과 연직면 최대조도 38.99[lux], 최소조도 22.41[lux], 연직면평균조도 30.33[lux]를 확보 하였으며 시뮬레이션에 의한 조도분포도 및 해석은 Fig.12 및 Fig.13와 같다.

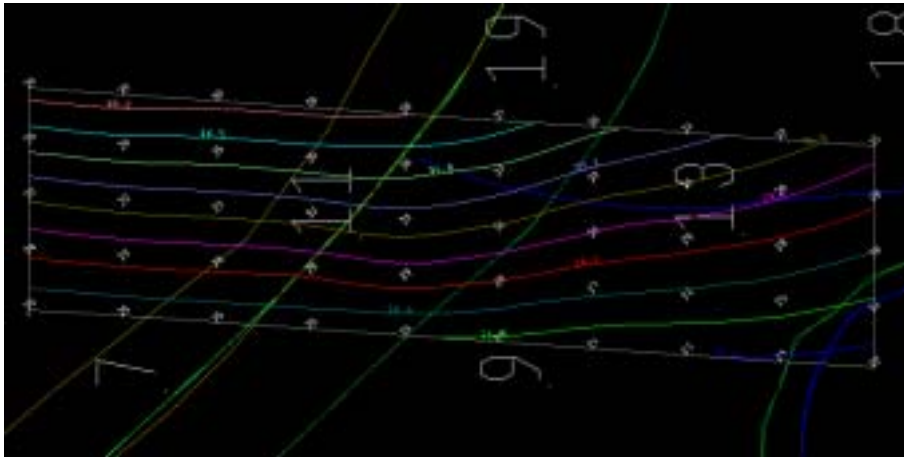


Fig. 12 Simulation results of vertical illumination on fairway

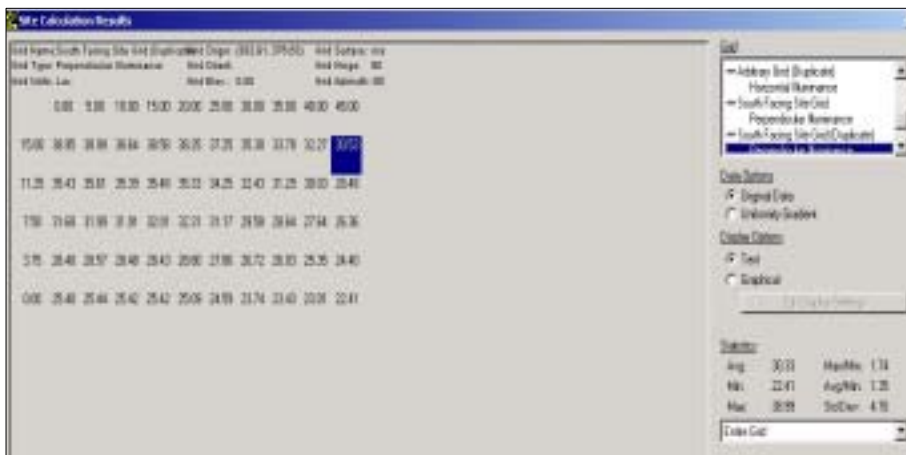


Fig. 13 Distribution of vertical illumination on fairway

2.3. 퍼팅그린

페어웨이에서 접근하는 경기자가 그린 조명용 광원으로부터 직접 눈부심을 받지 않도록 하는 퍼팅그린에서의 조명기법에 의거하여 Fig. 14와 같이 높이 10[m] 조명 폴 2대에 1,000[w] 메탈할라이드램프 4등씩 장착하여 각 각 진입 방향 좌측은 15도 가까운 곳에 설치하고, 진입방향 우측은 40도 가까운 곳에 설치하였으며, 그린 지면의 균일한 조도확보를 위한 에이밍을 실시한 결과 수평면최대조도 77.48[lux], 수평면최소조도 32.37[lux], 수평면평균조도 60.48[lux]를 확보하였고 시뮬레이션 결과에 의한 조도분포도 및 해석은 Fig. 14 및 Fig. 15와 같다.

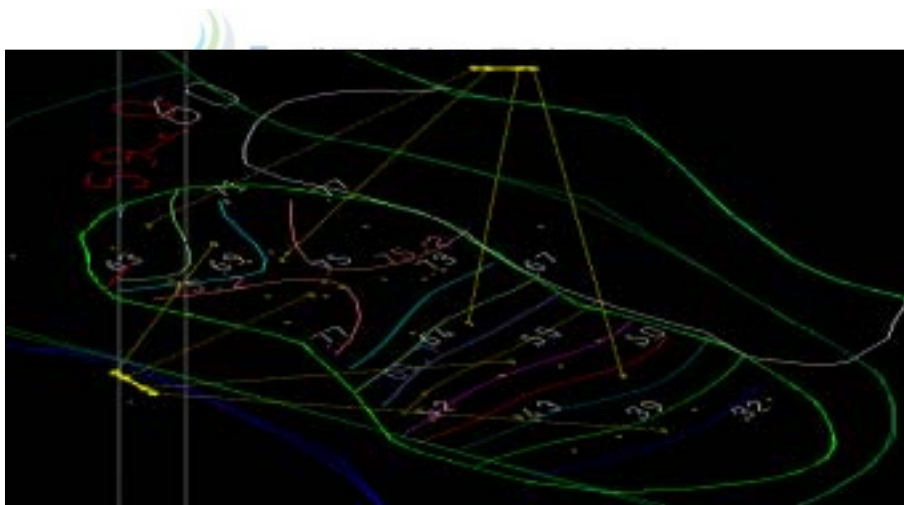


Fig. 14 Simulation results of horizontal illumination on putting-green

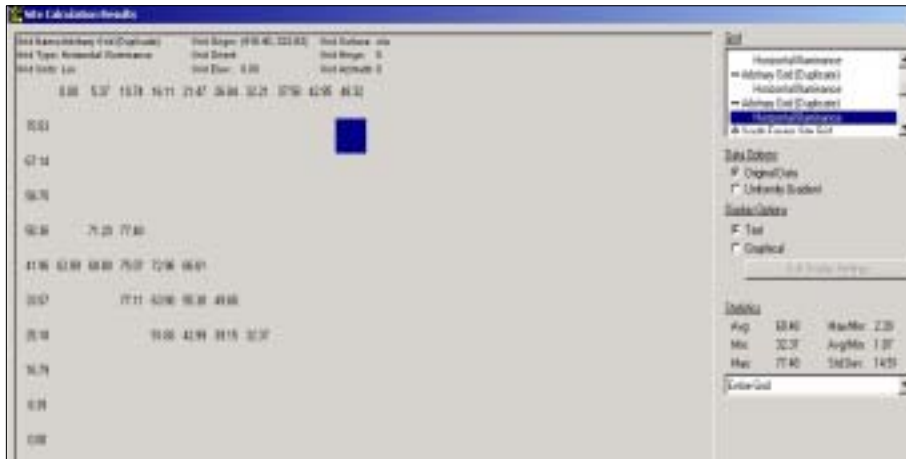


Fig. 15 Distribution of horizontal illumination on putting-green

V. 결 과 및 검 토

본 모델설계에서는 Fig. 4에 나와 있는 케슬렉스 제주 골프클럽의 효율적인 야간 경기조명설계를 하기 위하여 Fig. 5에 보여 지는 남코스 9번홀을 모델설계 대상으로 선정하였으며 조명설계영역을 티잉그라운드, 페어웨이, 그린 등 크게 세 영역으로 분리하여 구분하였고 각 각 Table 1의 KS 조도기준 및 Table 2의 IES 조도기준을 목표조도로 설정하여 시뮬레이션을 실시하였다.

시뮬레이션에 사용된 광원은 Table 3에서처럼 할로겐전구와 형광수은램프, 메탈할라이드램프 그리고 고압나트륨램프를 각 특성별로 비교 검토한 후 광속효율과 수명 그리고 연색성에서 높은 평가를 받는 메탈할라이드램프를 조명용 광원으로 선정하였으며, 투광기는 Table 5에 나와 있는 각 종 투광기들의 배광제어와 투사범위의 특성을 감안하여 티잉그라운드와 그린에서는 광각형 등기구를 채택하여 지면에 놓여있는 볼을 명확하게 확인할 수 있는 수평면조도의 확보와 함께 비행하는 타구의 추적을 위한 연직면조도의 확보에 중점을 두었으며, 페어웨이에서는 중각형 투광기와 협각형 투광기를 혼합 배치하여 페어웨이의 주요 낙하지점에 대한 집중조명과 그린으로 향하는 볼의 비행을 추적할 수 있는 공간면에 대한 확산조명에 중점을 두었다.

조명용 폴은 보수 점검시 등기구로의 접근성이 용이하고 구조적 강도에 의한 신뢰성이 우수하며 최상부에 피뢰설비가 첨가되어 있는 높이 10[m] 및 11[m]의 폴을 사용하였다.

티잉그라운드의 조명은 Fig. 1에서처럼 티잉그라운드 조명기법에 의해 티

잉그라운드 좌 우측 후면에 높이 10[m]인 폴 2대에 스포츠조명용으로 가장 적합한 광원인 1000[w] 메탈할라이드 램프를 광원으로 하여 Table 4의 영역 별 등기구의 선택조건에 따라 티잉그라운드 조명용 등기구인 광각형 등기구 8개를 장착하여 설계하였다. 티잉그라운드 지면에서의 수평면조도와 더불어 타구된 볼의 비행궤적을 추적하기에 용이하도록 Fig. 8에서처럼 티잉그라운드 전방 70[m]지점에 높이 15[m] 진행방향과 수직인 공간영역의 연직면기준 조도를 확보하기 위해 조사 각도 에이밍을 비롯한 조명시뮬레이션을 실시한 결과 Fig. 7과 Fig. 9에서처럼 수평면 평균조도 62.99[lux], 연직면 평균조도 31.20[lux]를 확보하였다.

페어웨이의 조명은 높이 11[m]인 조명 폴 4대에 각 각 1000[w] 메탈할라이드 램프를 광원으로 한 중각형 투광기와 협각형 투광기 8개를 적절하게 혼합하여 조명을 실시하였으며, Fig. 10에서처럼 티잉그라운드의 중심점을 기점으로 직선거리 각각 70[m], 150[m], 230[m], 300[m]인 지점에 지그재그식 배열로 폴을 배치하여 지형의 언들레이션과 마운드 등으로 인한 음영지역 발생이 최소화되도록 하였고 특히, 주요낙하지점인 200[m]지역을 중심으로 낙하된 볼의 위치를 확인하기에 용이하도록 집중 조명을 실시하여 Fig. 11에서처럼 수평면 평균조도 30.13[lux]를 확보하였다.

또한 세컨샷의 추적을 위한 그린전방 100[m]지점에 높이 15[m] 그린으로의 접근방향과 수직인 공간 영역에 대한 확산공간조명을 통해 Fig. 13에서처럼 연직면 평균조도 30.33[lux]를 확보하였다.

그린에서의 조명은 높이 10[m]인 조명 폴 2대에 각 각 1000[w] 메탈할라이드 램프를 광원으로 한 광각형 등기구 4개를 장착하여 Fig. 3에 나와있는 그린조명기법에 의해 그린중심에서 진행 방향과 수직인 면을 기준으로 하여 좌

측은 15도에서 40도 영역내의 15도 측 가까운 곳에, 우측은 15도에서 40도 영역내의 40도 측 가까운 곳에 설치하여 시뮬레이션을 실시한 결과 Fig. 15에서처럼 수평면 평균조도 60.48[lux]를 확보하였다.



VI. 결 론

골프장 야간경기를 위한 조명시설의 모델설계를 하기위하여 설계대상 골프장을 캐슬렉스 제주 골프클럽내의 27개 홀 중에 남 코스 9번 홀을 시범홀로 선정하였다.

KS 및 IES 조도기준치에 의거한 조도를 확보하기 위해 총 56개의 1000[W] 메탈할라이드 램프를 광원으로 하고, 각 영역별로 적정한 조명 효과를 위해 높이 11[m]인 조명용 폴을 티잉그라운드 2개, 페어웨이 4개, 그린 2개 등 총 8개를 배치하여 lumen micro 조명설계 프로그램을 이용한 모델설계를 제안하였다.

시뮬레이션을 실시한 결과 티잉그라운드의 수평면조도 62.99[lux] 연직면조도 31.20[lux]를 확보하여 기준수평면조도 60[lux], 기준연직면조도 30[lux]에 근접하였으며, 페어웨이에서의 모델설계 시뮬레이션 결과 수평면조도 30.13[lux] 연직면조도 30.33[lux]를 확보하여 각 각 기준조도 30[lux]와 일치하였다. 한편 그린에서의 모델설계 시뮬레이션결과 수평면조도 60.48[lux]를 확보하여 기준조도 60[lux]와 일치하는 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

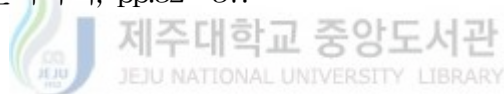
이러한 모델 설계과정을 통해 골프코스 야간 경기조명의 합리적인 설계기법을 제시할 수 있다고 사려된다. 그리고 야간경기 조명 설비를 운영하는 골프장의 사례를 보면 티잉그라운드, 페어웨이, 그린 등 코스 전구역의 조도를 150~200[lux] 정도의 고조도 조명환경을 경기자에게 제공하고 있는 현실이므로 골프장 야간경기 조도에 대한 KS기준의 재정립이 필요하다고 요구된다.

참 고 문 헌

강영신·오성보, 2004, "골프코스조명모델설계", 『춘계학술발표논문집』, 한국조명·전기설비학회, pp.178~183.

박기덕·김훈, 2004, "테니스장조명실태조사", 『춘계학술발표논문집』, 한국조명·전기설비학회, p.235.

오성보·강영신·김덕구, 2003, "골프장조명설계", 『제주지부학술발표논문집』, 대한전기학회, pp.32~37.



정용기, 1999, "기본적경기조명시스템", 『대형경기장조명최신설계기법』, 한국조명·전기설비학회, pp.23~25.

KSA한국표준협회, 2000, "K.S Hand Book", p.260.

Philips Lighting, 1999, "Lighting Manual", p.362.

Illuminating Engineering Society of North America, 1998, "Lighting Hand Book Vol II", pp.723~725.

IES, 1987, “IES Lighting Hand Book”, pp.13~17.

한국조명·전기설비학회, 1997, “New Edition Lighting Data Book”, pp.473~
490.

한국조명·전기설비학회, 2004, 조명·전기설비. 6 : 4~5.



감사의 글

지난 2년 반 동안 저의 논문이 완성되기까지 한결같이 부족한 저를 이끌어주시고 격려의 말씀과 용기를 주신 지도교수 오성보 교수님께 마음 깊이 감사드립니다.

본 논문에 대하여 심사해주시고 세심한 관심으로 충고와 조언을 아끼지 않고 해주신 좌종근교수님, 김일환교수님, 이개명교수님, 김세호교수님, 김호찬교수님께 깊은 감사의 마음을 드립니다.

또한 밤낮을 가리지 않고 논문정리에 애써준 고광협, 양재우, 이명건, 정종호 학부생들에게 감사의 마음을 전합니다. 그리고 지난 7년 동안 비가오나 눈이오나 동고동락을 같이했던 캐슬렉스 골프클럽 시설부 동료들을 비롯한 모든 회사동료들에게도 깊은 감사를 드립니다. 또한, 현재의 제가 있기까지 많은 교훈을 남겨주신 부모님, 형제, 자매에게 이 결실을 올립니다.

아울러 어려운 여건에서도 따뜻한 정성으로 보살펴주신 장모님과 처가 식구들에게 거듭 감사의 마음을 드리며, 특히 몸과 마음이 힘들어할 때 헌신적인 사랑으로 뒷바라지 해준 사랑하는 아내 김수연에게도 더할수 없는 고마움을 전하며 사랑하는 딸 혜원, 혜린과 함께 이 기쁨을 나눕니다.

앞으로 더욱더 열심히 노력할 것을 다짐합니다.