

RADIANCE 프로그램에 의한 컨테이너 부두의 야간조명 현황 분석

Analyzing a Container Terminal Lighting
by RADIANCE Program

발 표 자 : 이 주 윤

지도교수 : 송 규 동

한양대학교 건축환경시스템연구실

<http://aesl.hanyang.ac.kr>

연구의 배경

- K 컨테이너 부두의 조명탑에 의한 주변 항로에 눈부심(glare) 영향
 - 고출력(1KW)의 광원이 한 조명탑에 밀집
 - 최대 작업공간 확보를 위한 조명탑 간격의 최대화
 - 주변항로에 영향
 - 바다에 정반사된 빛으로 항로에 설치된 등부표 식별이 어려움
 - 입출항 선박간의 충돌사고등 안전사고 우려

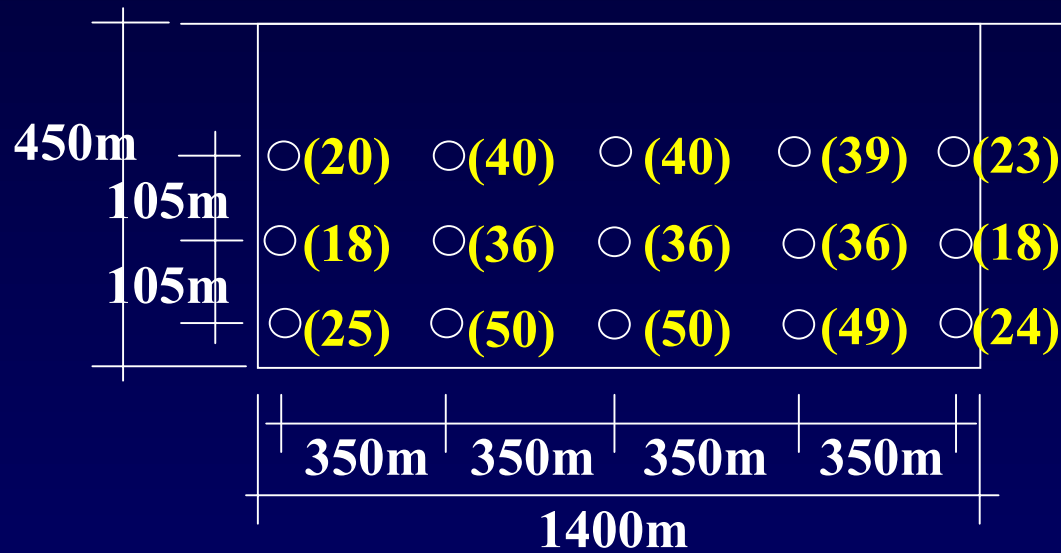
연구 목적

- 컨테이너 부두 야간조명의 눈부심(**glare**) 현상을 조명공학적으로 정확히 분석
- **RADIANCE** 프로그램의 정확성 검증을 통한 조명 설계 계획 및 분석
- 문제에 대한 해결방안을 도출하는데 필요한 자료와 향후 연구의 기본 방향제시

연구 범위 및 방법

- 대상지역 : 부산항 K 컨테이너 부두
- K 부두 내 작업면 상에서의 조도분포 분석
 - 컨테이너가 야적된 상태에서의 부두 바닥면 조도측정
 - 조명설계 기준과 비교 분석
- 항로를 운항하는 선박위치에서의 시야내 휘도분포 분석
 - 항로상 설정된 위치에서 휘도 및 사진촬영
- RADIANCE 프로그램을 이용한 K부두 야간조명 계산
 - 부두 작업면 조도분포와 항로상에서의 휘도분포 계산
 - 조도분포와 휘도분포에 따른 K부두 전경 가시화
- RADIANCE 프로그램의 정확성 검증
 - 측정값과 RADIANCE에 의한 계산값 비교
- K부두의 문제점 분석 및 문제점 해결 기본방향 제시

K컨테이너 부두의 평면 및 조명탑 위치



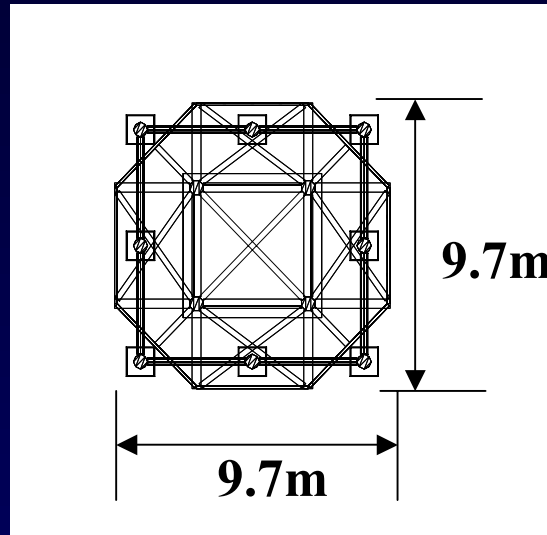
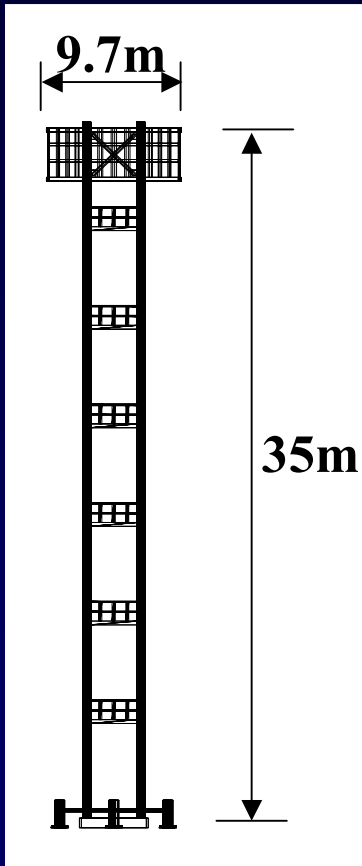
○ - 조명탑

() - 조명기구의 수

K컨테이너 부두 평면

상공에서 바라본 부두 전경

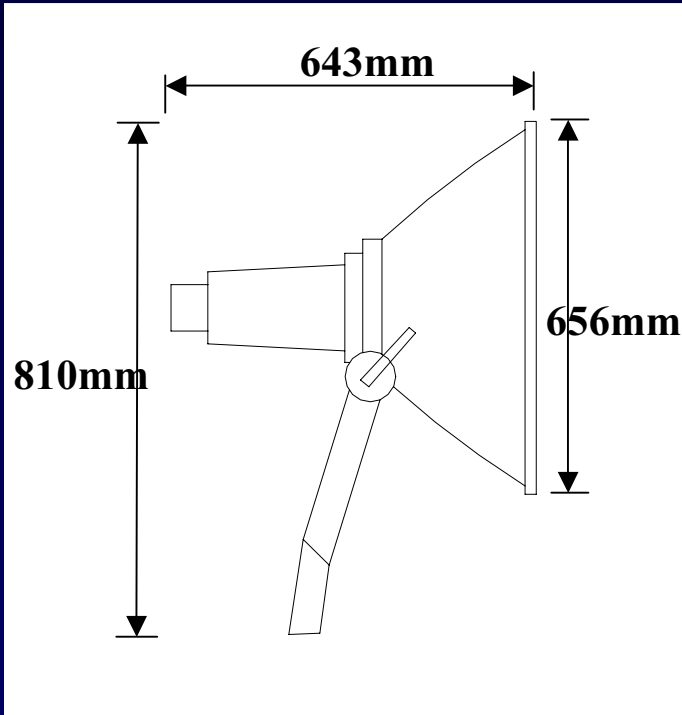
조명탑의 제원



조명탑에 조명등이 설치된 모습

조명탑의 높이 및 평면도

조명기구의 제원



조명기구의 형태 및 크기

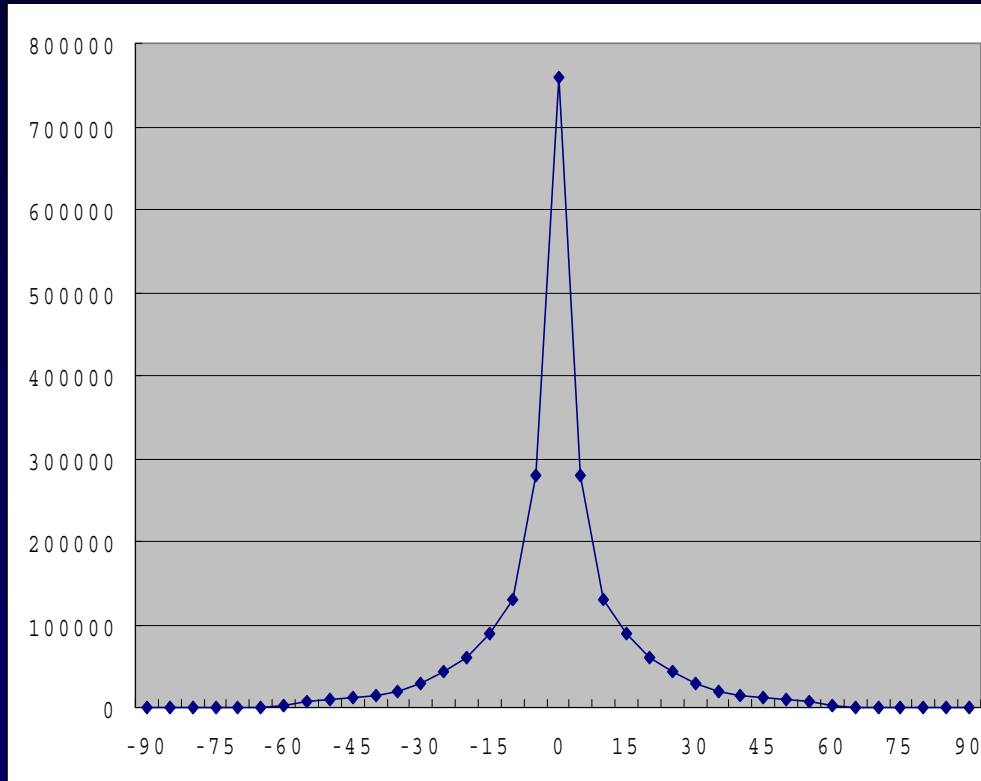


Tower Crane에서 바라본 조명기구

구 분	설치 개수	소비전력(W)
협 각	412	1000
광 각	82	1000

조명등 방사각의 분류와 설치 개수

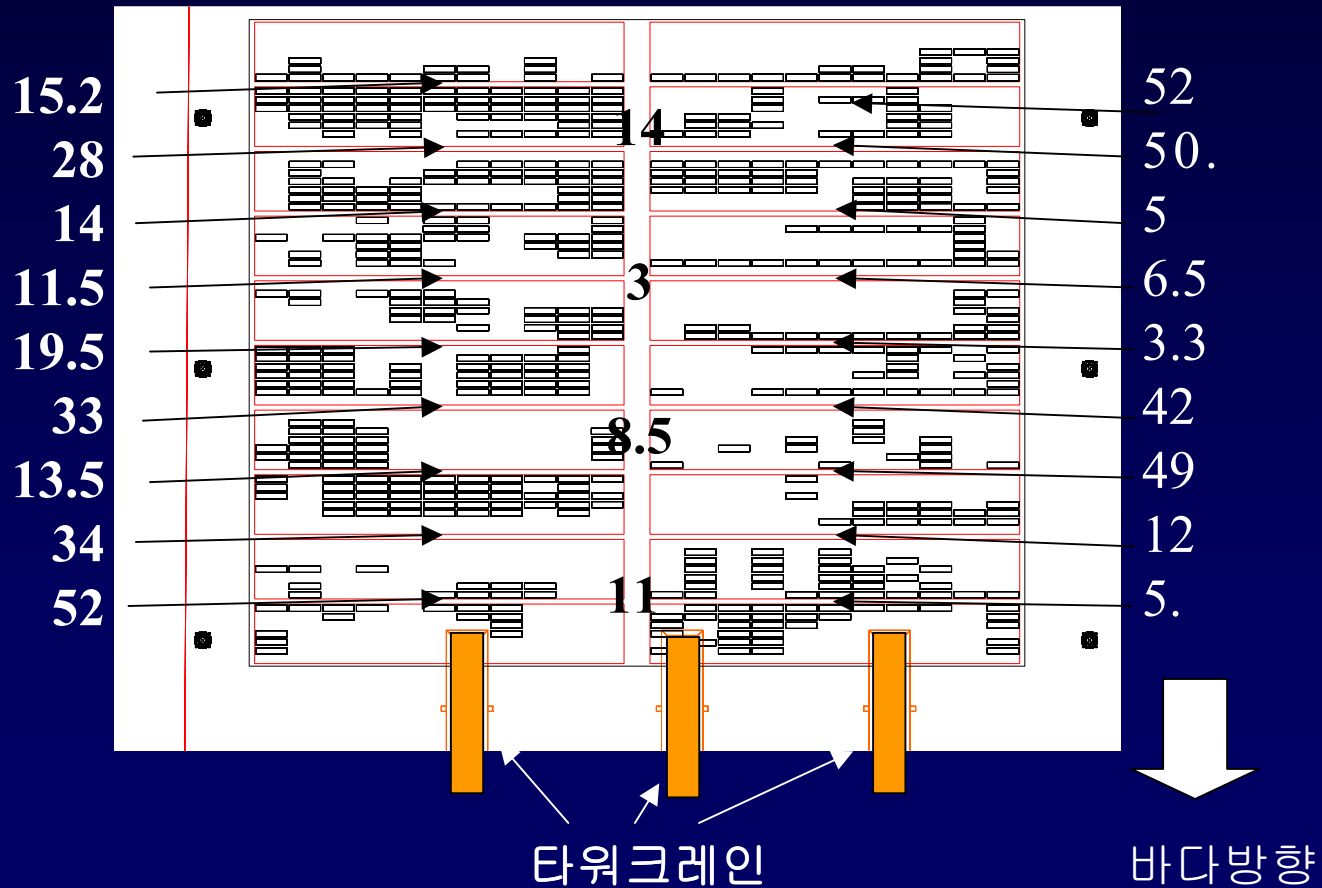
조명기구의 배광곡선



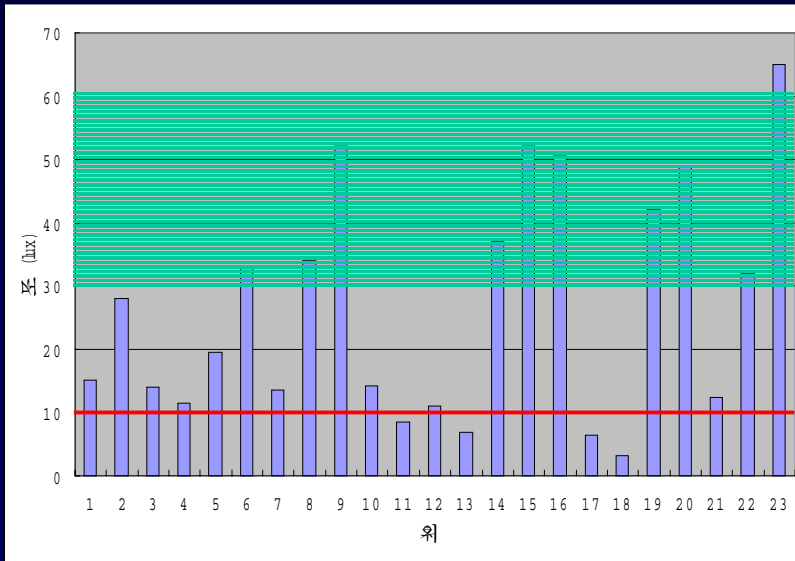
각도	Candle Power
90	200
85	400
80	400
75	600
70	800
65	1000
60	3400
55	6300
50	9500
45	12200
40	12800
35	15500
30	24500
25	36000
20	50000
15	78000
10	116000
5	255000
0	715000

조명기구(협각)의 배광곡선 및 각도별 배광 데이터

K컨테이너 부두 C상선구역 조도측정(lux)

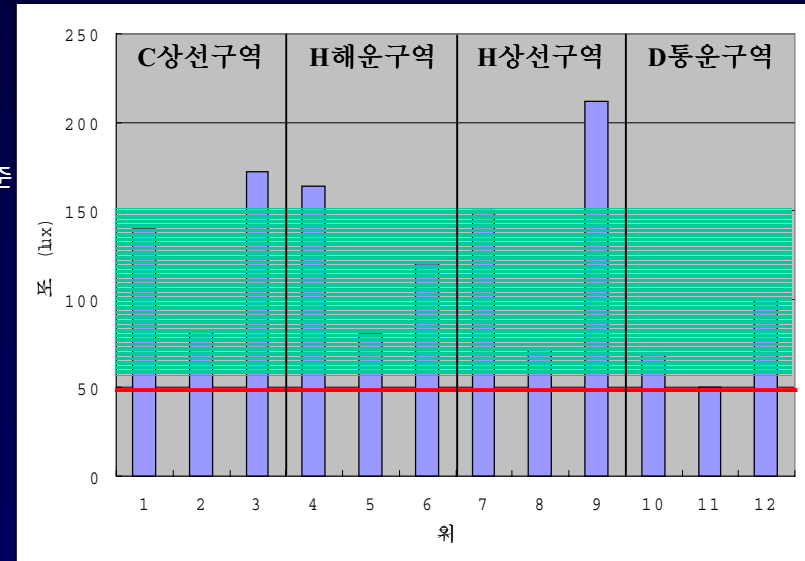


조도 분포 분석



KS 기준
분포

IESNA
기준



KS 기준
분포

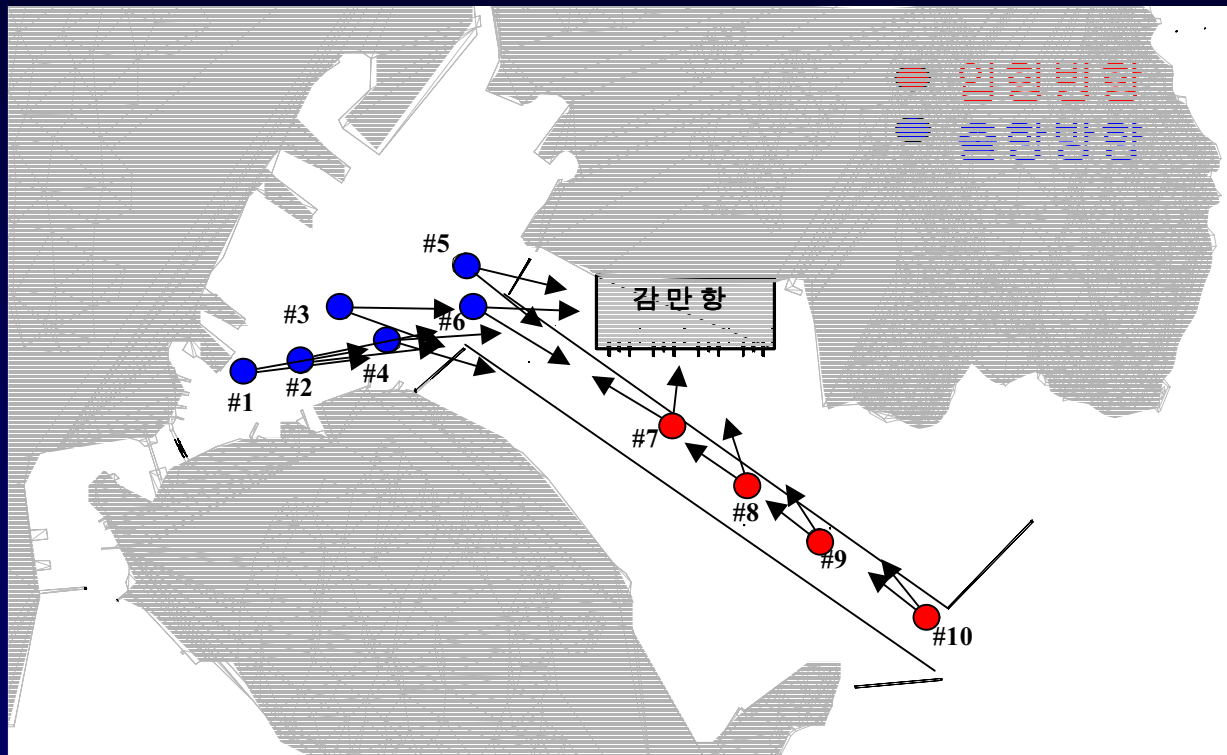
IESNA
기준

야적장 조도분포(C상선 구역)

하역지역 조도분포(K부두 전체)

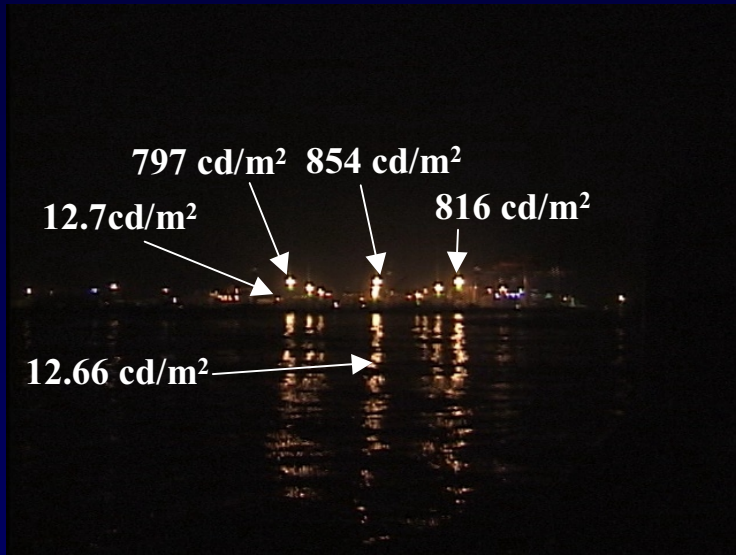
- 전반적으로 **KS** 조도 권장치와 북미조명공학회(**IESNA**)의 권장치를 만족하는 것으로 확인

항로에서의 휘도분포 측정

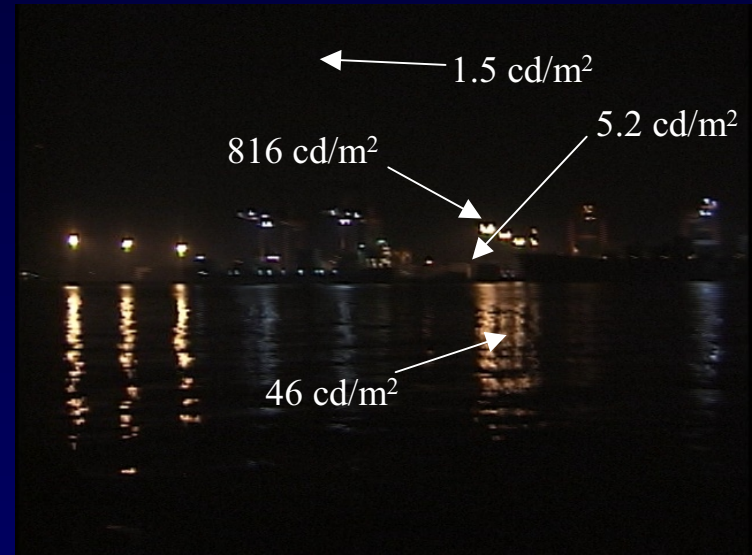


- 입항시 4개소, 출항시 6개소의 지점을 정한후 각 지점에서 바라본 K부두 조명시설의 휘도분포 측정

항로에서의 휘도측정 및 사진촬영

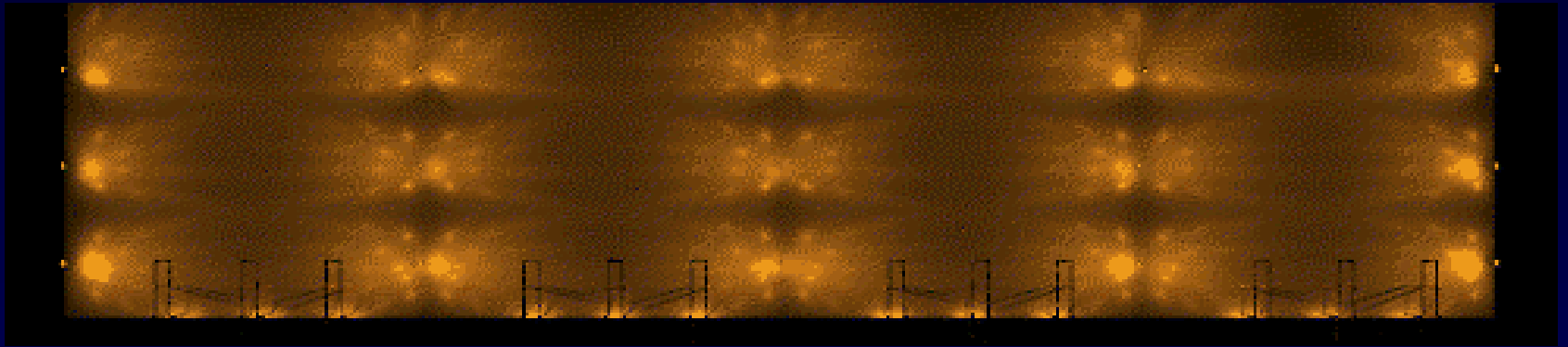


6번 위치에서의 전경(출항)

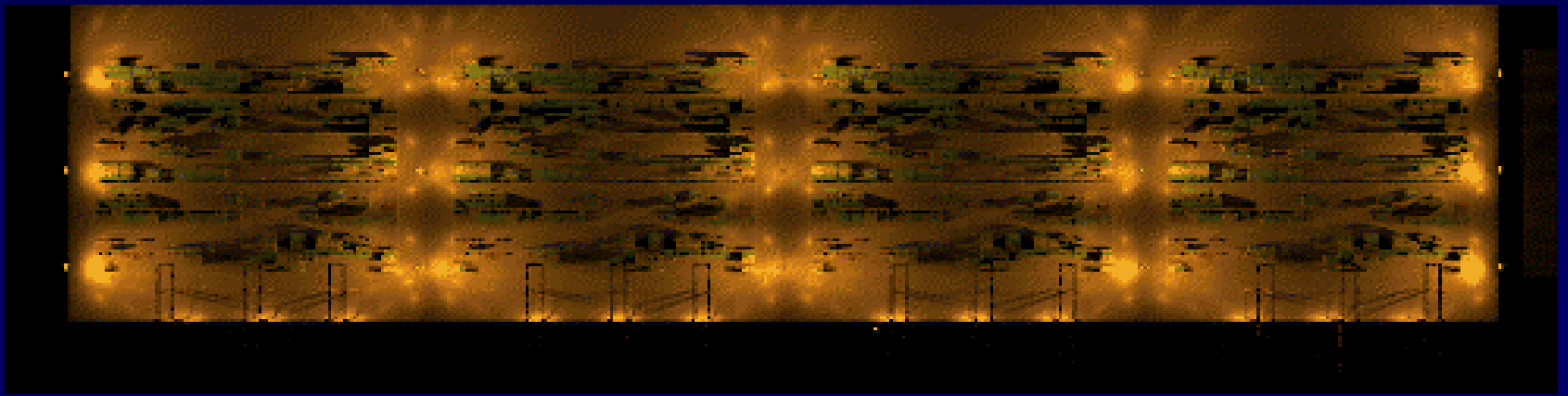


7번 위치에서의 전경(입항)

RADIANCE 프로그램에 의한 시뮬레이션

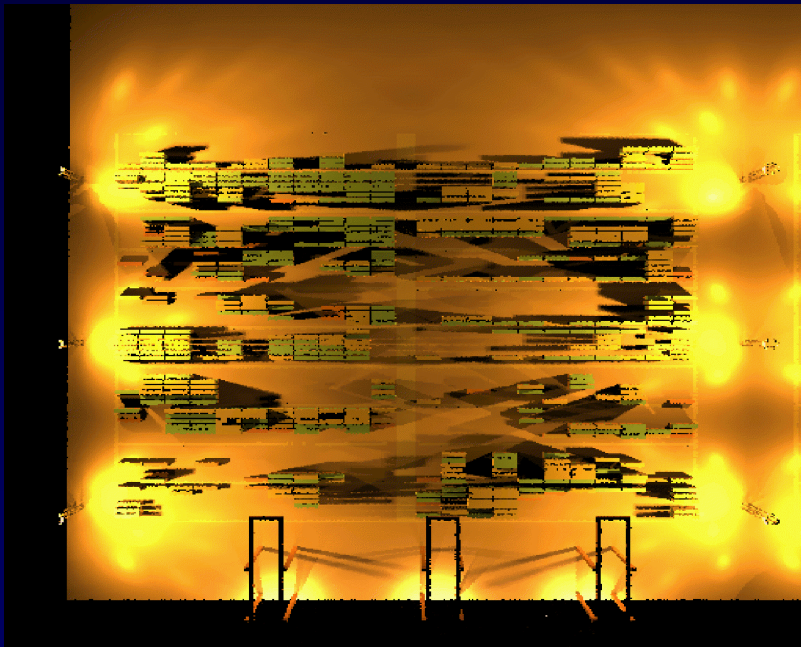


K부두 1.9km 상공에서 바라본 시뮬레이션 결과(컨테이너가 없는 경우)

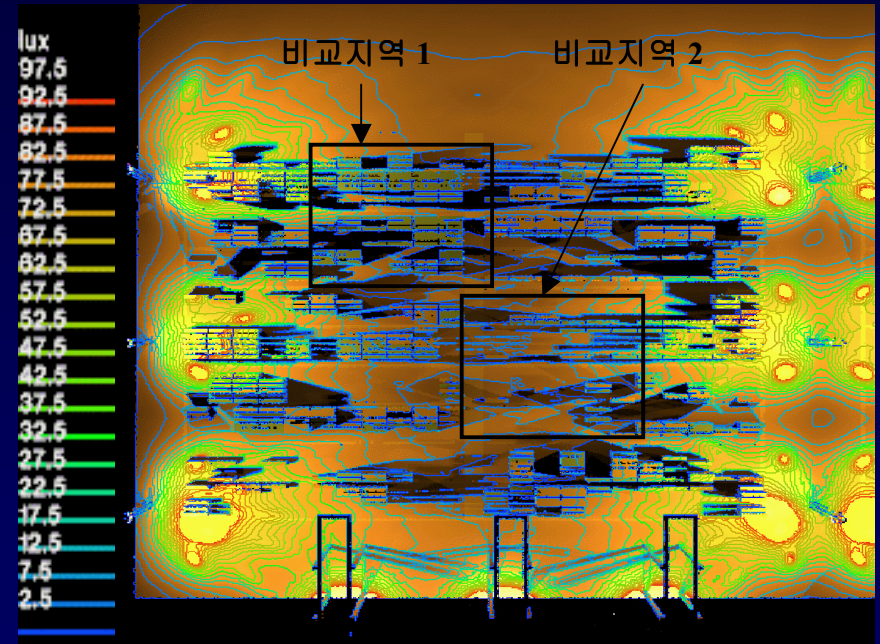


K부두 1.9km 상공에서 바라본 시뮬레이션 결과(컨테이너가 있는 경우)

- 조도분포 시뮬레이션



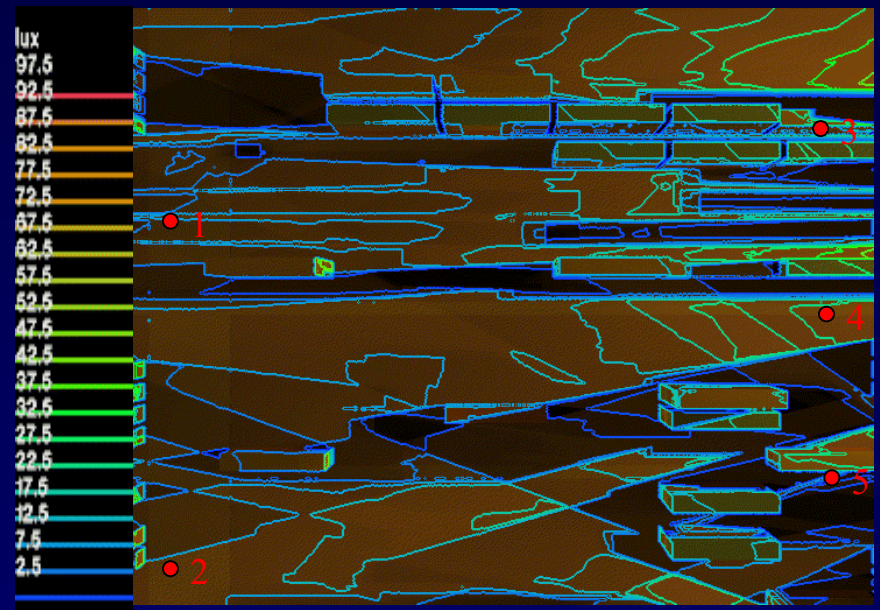
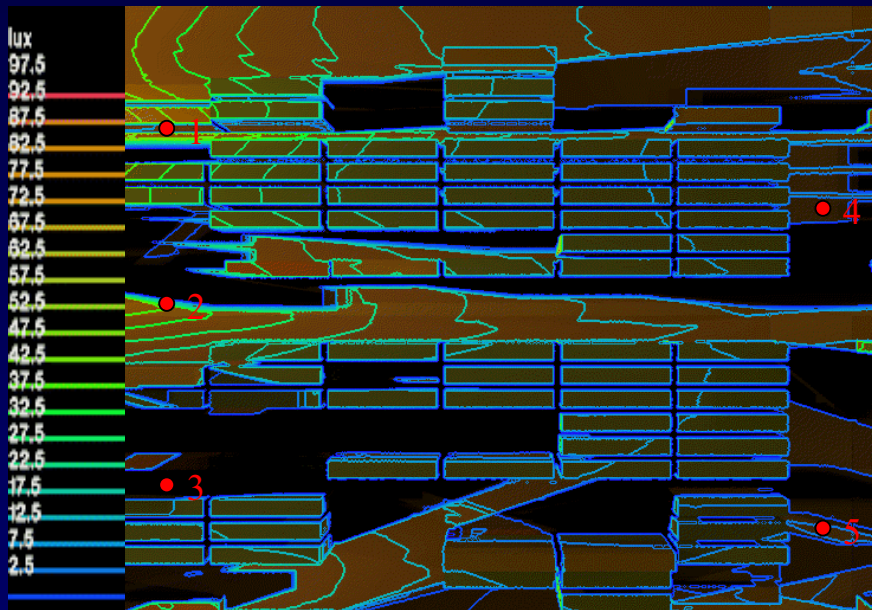
C 상선구역의 Radiance
시뮬레이션



C상선구역의 조도분포
시뮬레이션

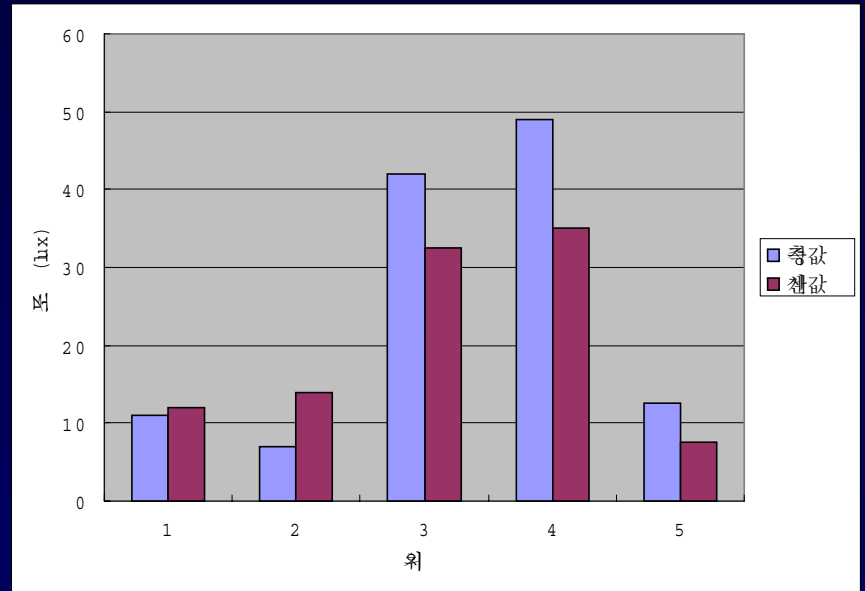
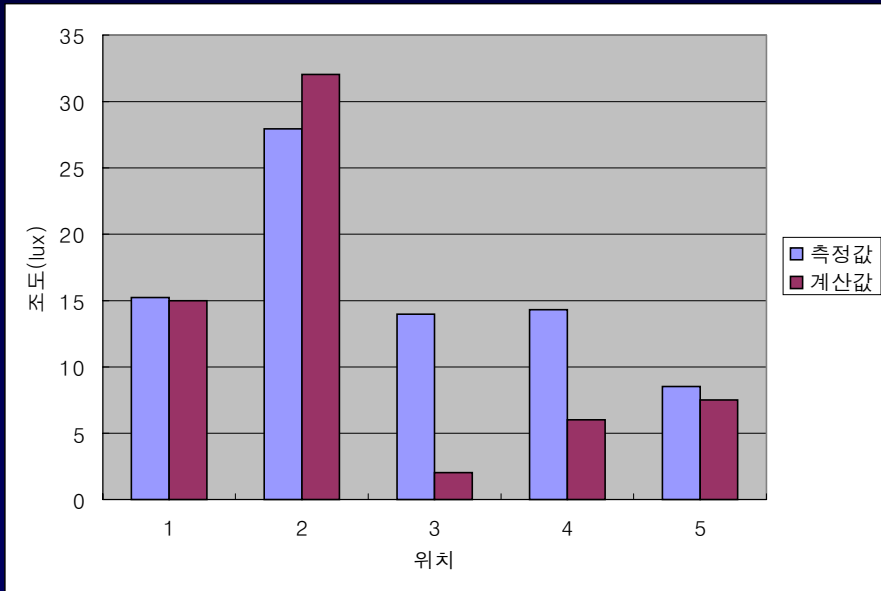
• 비교지역1,2의 조도분포

- 컨테이너가 야적된 상태에서의 C상선구역 조도분포 시뮬레이션 결과 확대



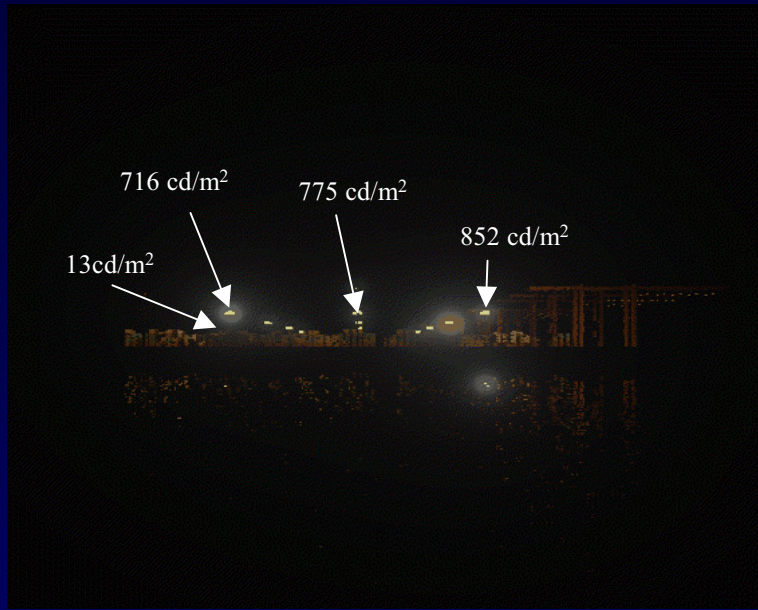
비교지역 1,2에 대한시뮬레이션 결과 조도분포

• 조도 분포에 의한 RADIANCE 검증

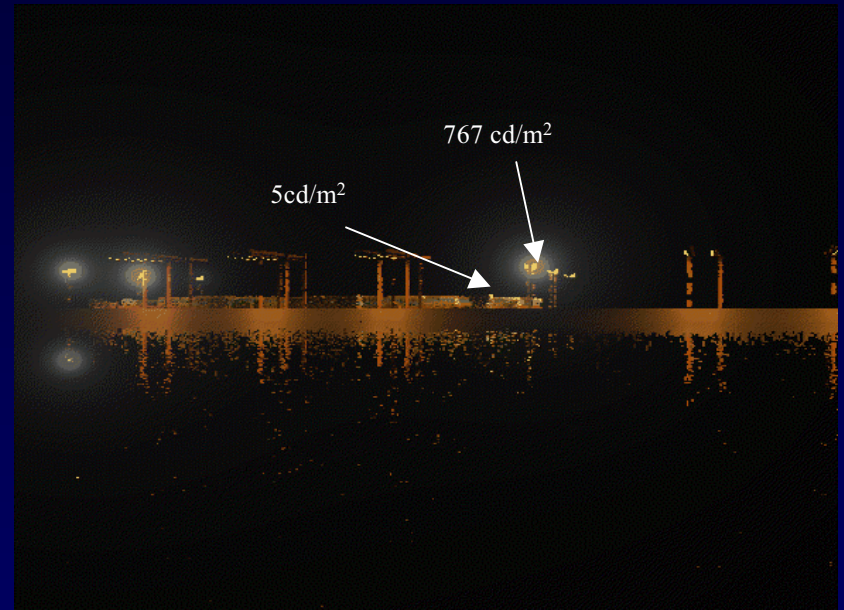


비교지역 1,2의 10개 지점에 대한 측정값과 계산값 비교

• 휘도분포 시뮬레이션



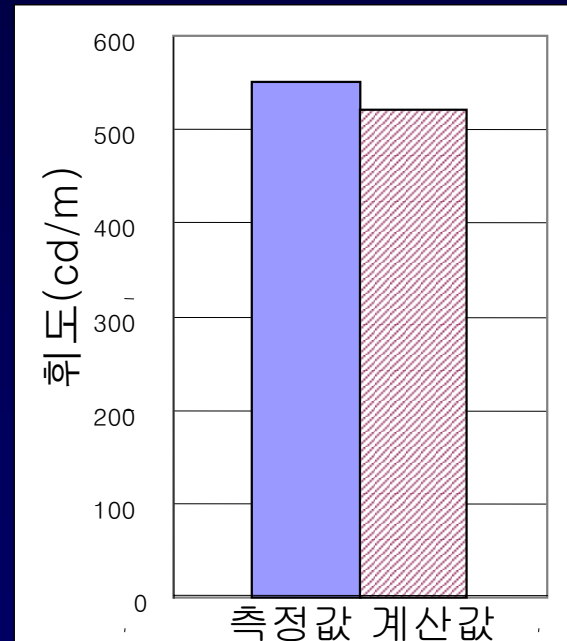
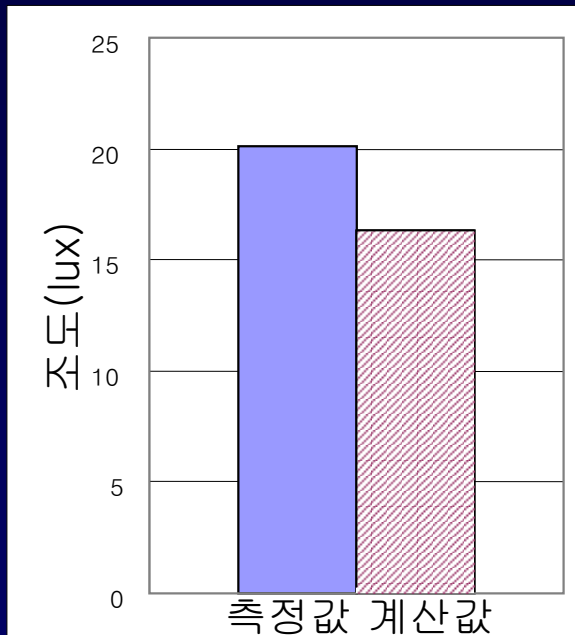
6번 위치에서의 시뮬레이션
화상 및 휘도값



7번 위치에서의 시뮬레이션
화상 및 휘도값

• 검증 결과

- 측정된 조도의 평균치와 **RADIANC**에 의해 계산된 조도의 평균치에 대한 상대오차 계산



측정값과 계산값 비교(조도)

측정값과 계산값 비교(휘도)

$$\text{상대오차} = \frac{|\text{측정값의 평균} - \text{계산값의 평균}|}{\text{측정값의 평균}}$$

- 조도값은 18.5%, 휘도값은 5.2%의 상대오차를 보임
- 시뮬레이션 결과의 오차
 - 측정시 부두내 TC(Transfer Crane)와 컨테이너 트럭의 자체조명을 무시
 - 컨테이너별 다양한 반사율을 적용하지 못함

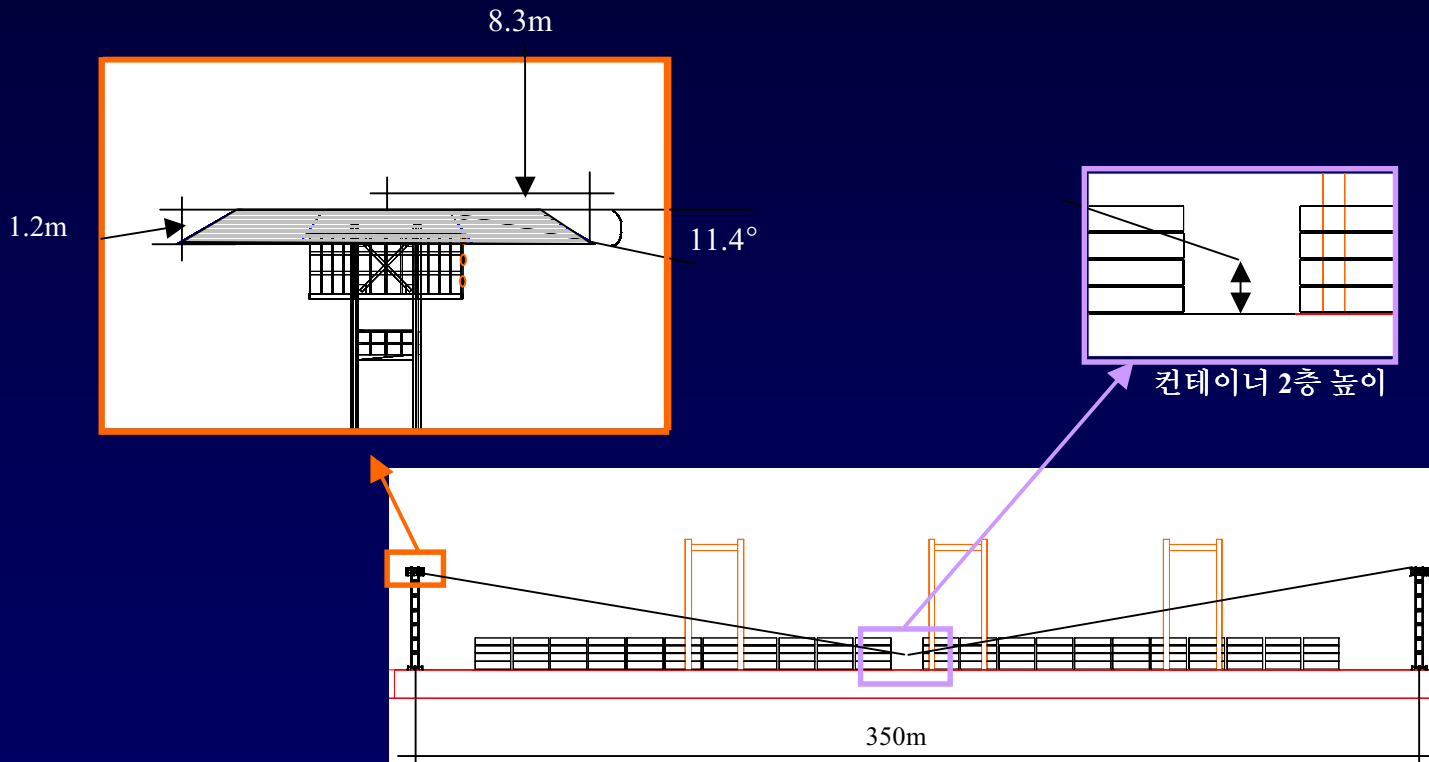
개선안의 제시 및 시뮬레이션 검증

- 이론적으로 타당한 여러가지 개선안 제안
- **RADIANCE**를 이용한 컴퓨터 시뮬레이션
- 기존상태와 개선 후 상황의 비교

개선방안	내 용	결과
조명탑에 조명갓 설치	기존의 조명탑과 조명갓을 설치한 조명탑의 각각 조도분포와 가시화된 모습을 비교	제1개선안
조명등에 개별 루버 설치	기존의 조명탑과 전체 조명기구에 개별 루버가 설치된 조명탑의 각각 조도분포와 가시화된 모습을 비교	제2개선안
조명갓과 개별루버의 복합설치	기존의 조명탑과 조명갓을 1단으로 설치하고, 하부 2단의 조명기구들은 개별루버를 설치한 조명탑의 각각 조도분포와 가시화된 모습을 비교	제3개선안

• 제1개선안

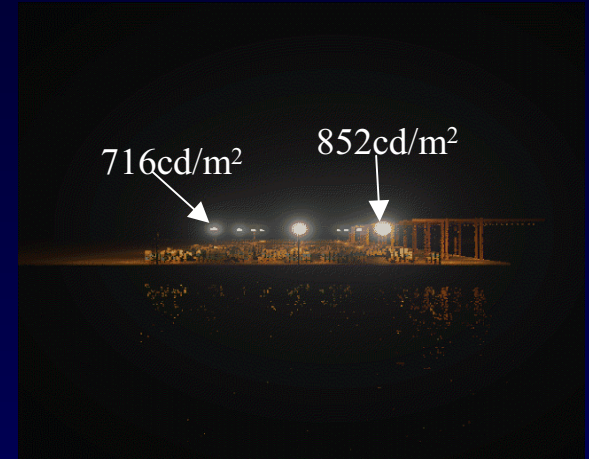
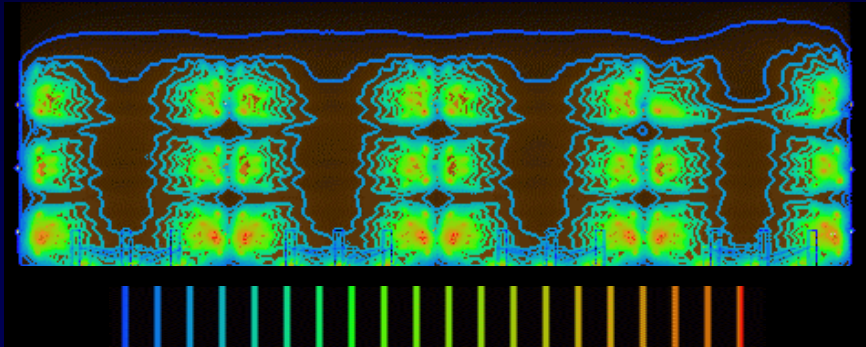
- 제1개선안 개념도



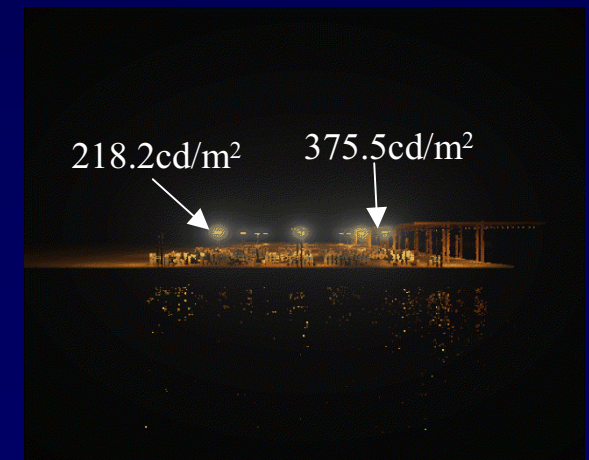
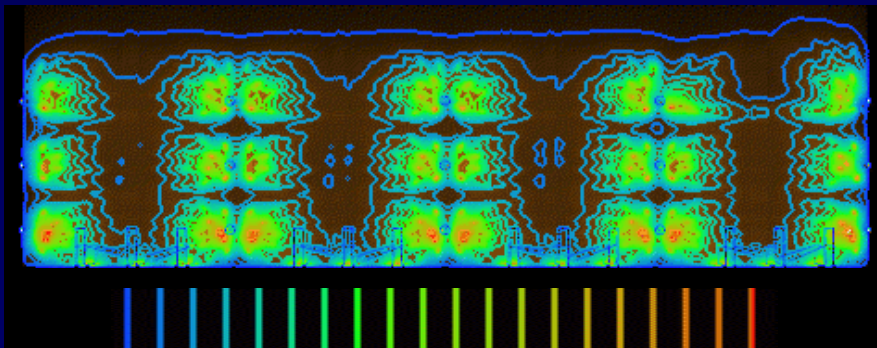
- 최상부에 설치된 조명등의 조사각 방향을 조명탑 사이 중심위치의 컨테이너 2층 높이에 맞추도록 조명갓을 설치

- 제1개선안 휘도 및 조도 분포

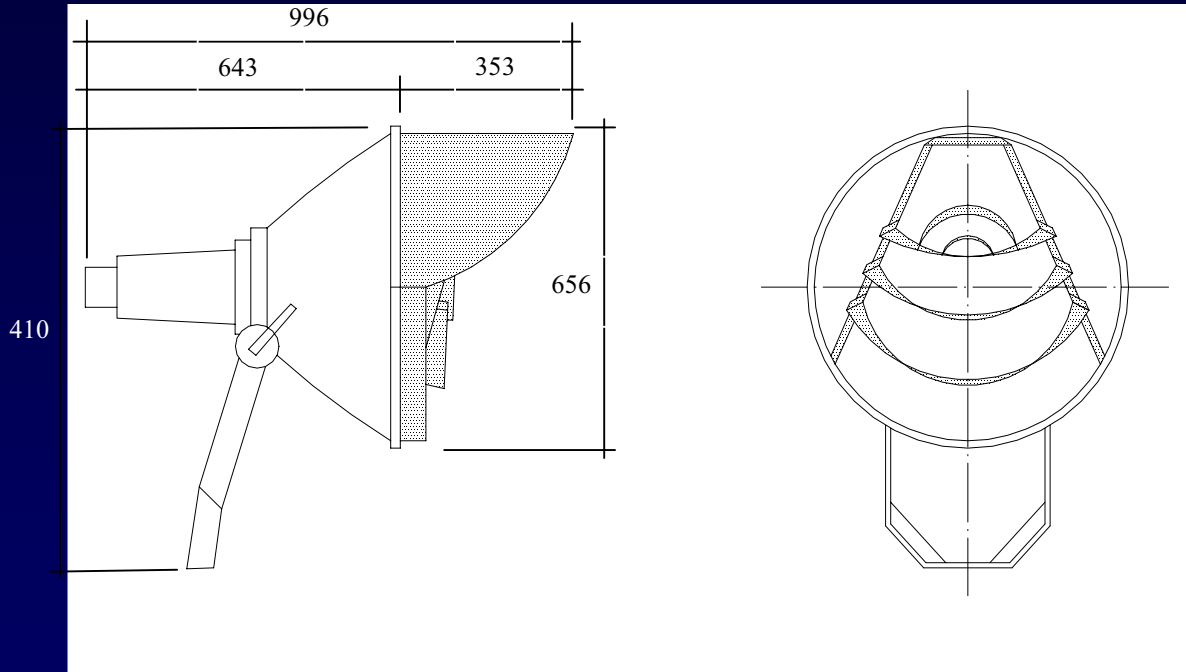
기존 상태의 조도 및 휘도 분포



제1개선안을 적용한 상태의
휘도 및 조도 분포

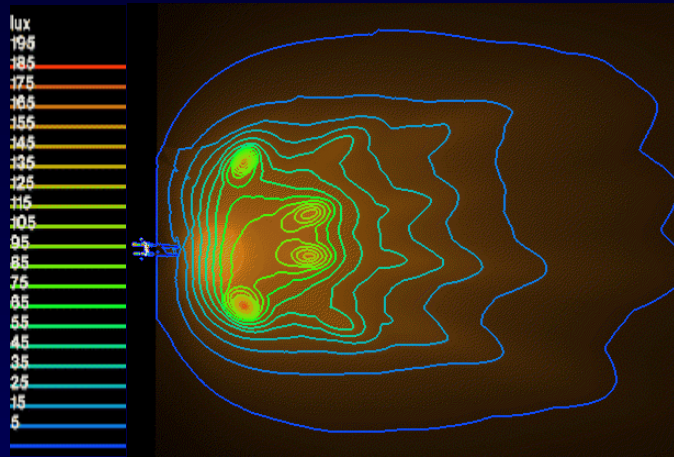


- 제2개선안
 - 제2개선안 개념도

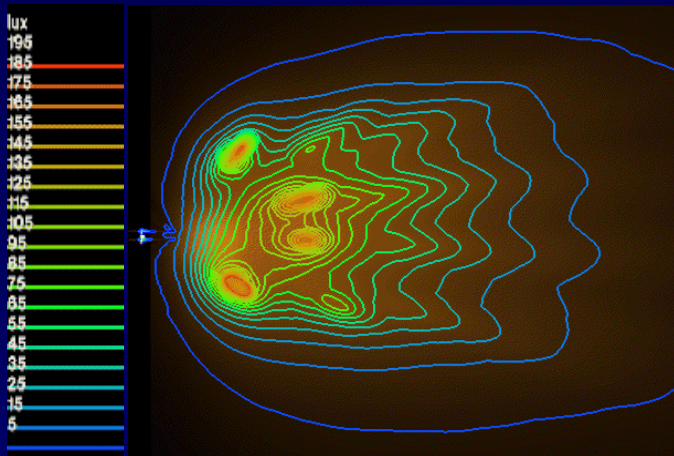
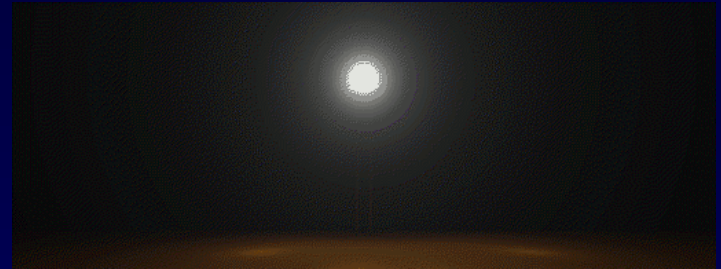


- 조명탑에 설치된 조명기구마다 개별루버를 설치

- 제2개선안 휘도 및 조도 분포



1개의 조명탑을 대상으로한
기존 K부두의 휘도 및 조도 분포

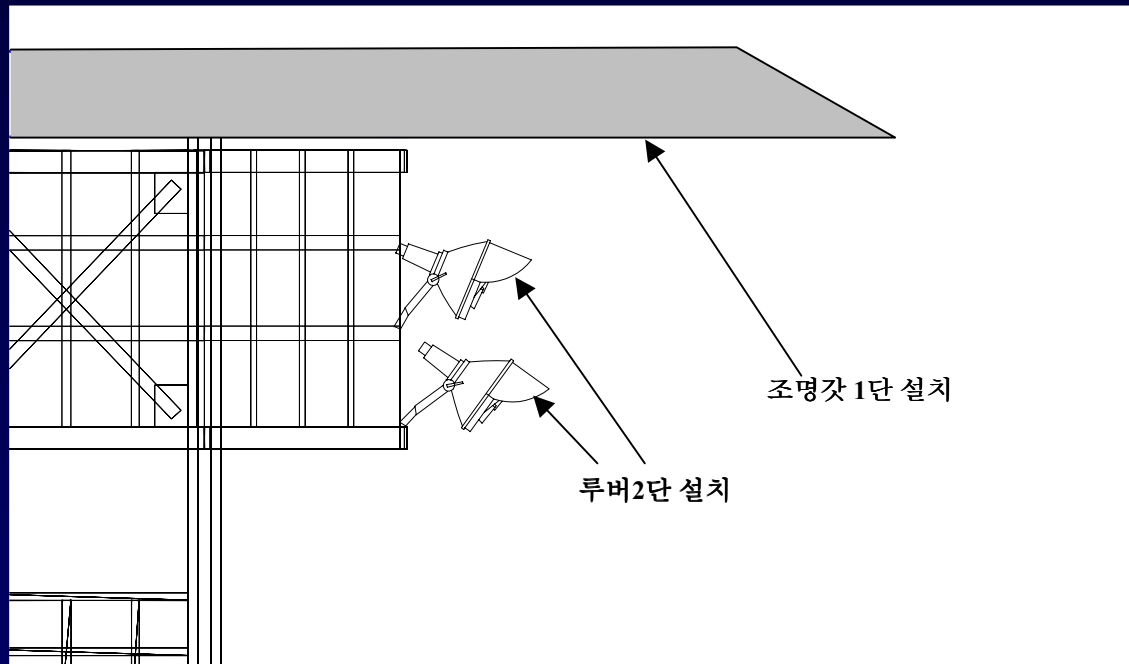


1개의 조명탑을 대상으로한
제2개선안의 휘도 및 조도 분포



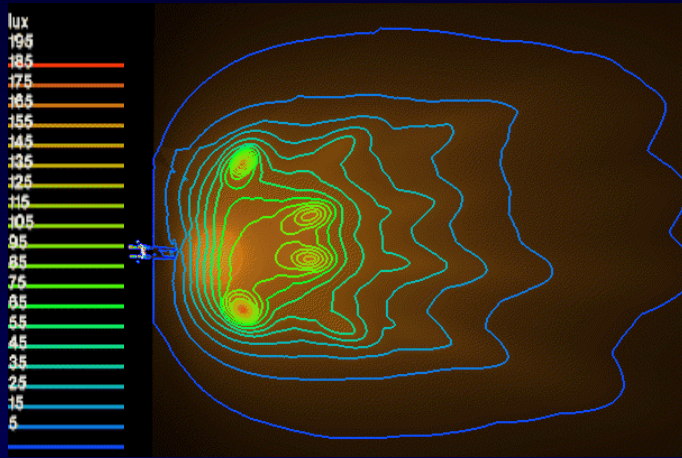
- 제3개선안

- 제3개선안 개념도

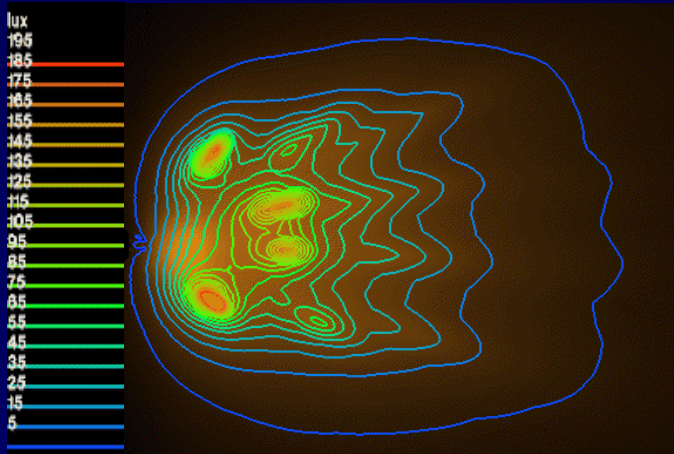
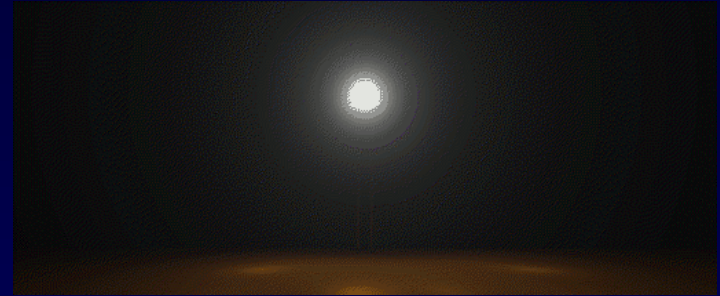


- 조명탑에 조명갓과 조명루버를 병행 설치

- 제3개선안 휘도 및 조도 분포



1개의 조명탑을 대상으로한
기존 K부두의 휘도 및 조도 분포



1개의 조명탑을 대상으로한
제3개선안의 휘도 및 조도 분포



결론

- K부두에 조도분포는 KS와 북미조명공학회(IESNA)의 권장 조도를 만족하고 있음
- 항로에서의 눈부심(glare)현상은 조명탑에 고광도의 조명기구가 집중배치되어 넓은 면적의 밝은 광원을 형성하는 것이 원인으로 판단
- K부두의 조도를 악화시키지 않는 범위에서의 눈부심 현상을 제거해야 함
- 측정된 조도와 휘도의 평균값과 RADIANCE 프로그램의 계산값을 비교한 결과 조도의 경우 18.9%, 휘도의 경우 5.2%의 상대오차를 보임
- 향후 RADIANCE 프로그램을 사용하여 다양한 해결방안에 대한 시뮬레이션을 통하여 효과적이고 경제적인 해결책을 제시할 수 있음