

# VDT作業空間의 適正輝度分布 抽出에 관한 研究

(A Study on the Extraction of the Preferable Luminance  
Distribution In VDT Workspaces)

鄭鎮玄\* · 李眞淑\*\*

(Jin-Hyun Jung · Jin-Sook Lee)

## 요 약

본 연구에서는 VDT작업공간에서 발생하는 시각장애 원인을 해결하기 위하여 조명조건을 변화시킨 실험을 실시하여, 1) CRT화면상 문자의 적정휘도치와 적정휘도비, 2) CRT화면과 그 주변면의 적정휘도비를 추출하였다. 다음은 만족도를 기준으로 추출된 조명조건과 휘도비에 대하여 작업수행도 및 눈의 피로도를 평가기준으로 적정여부를 재검토하여 최종적으로 VDT작업공간의 적정휘도분포를 추출하는 것으로 하였다.

## Abstract

In this study through a series of the experiments, 1)the preferable luminance values of the CRT screens, 2)the preferable luminance ratios between the CRT screens and its surrounding surfaces are determined. The results are evaluated by the level of satisfaction, and re-examined by the work performance (number of types, rate of errors) and the level of eye fatigue(number of blinks, near point distance.)

## 1. 서 론

사무작업의 자동화에 따라 일반적인 사무작업 공간에도 VDT(Visual Display Terminal)사용이 급격히 증가하고 있다. VDT의 사용증가에 따라 「VDT 症候群」이라는 직업병이 발생하고 있는데, 그 중에서도 視覺負擔에 의한 건강장애가 가장 심각한 문제로 대두되고 있다. 이러한 視覺負擔은 VDT작업에 적합하지 못한 조명환경에 그 원인을 들 수 있다.

各國의 VDT작업공간에 대한 조명제한은 주로 CRT(Cathode Ray Tube)화면, 서류면, 수평면의 조도수준을 언급하고 있으며, 이들 지침에는 CRT화면과 그 주변면의 휘도와 휘도비에 대한 기준치를 제시하지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 VDT작업공간에서 발생하는 시각장애 원인을 해결하기 위하여 조명조건을 변화시킨 실험을 실시하여, CRT화면상 문자의 적정휘도치와 적정휘도비, CRT화면과 그 주변면의 적정휘도비를 추출하였다.

본 연구에서는 2단계로 나누어 실험을 실시한다. 먼저, 1단계에서는 CRT화면과 그 주변면의 적정휘도분포를 추출하기 위한 조명실험을 실시

\*正會員：大邱教育大學校 實科教育科 專任講師, 工博

\*\*正會員：忠南大學校 建築工學科 副教授, 工博

接受口字：1995年 2月 8日

하고, 2단계에서는 1단계에서 추출된 조명조건과 휘도비에 대하여 작업수행도 및 눈의 피로도를 평가기준으로 적정여부를 재검토하여 최종적으로 VDT작업공간의 적정휘도분포를 추출하는 것으로 하였다. 실험은 실제모형(Mock-up)을 이용한 실험실 실험을 실시하였다.

## 2. CRT화면과 그 주변면의 적정휘도분포 추출

여기서는 2회로 나누어 실험(실험1, 실험2)을 실시하였다. 먼저, 실험 1에서는 CRT화면의 적정 휘도치와 휘도비를 구하고, 실험2에서는 CRT화면과 그 주변면의 적정휘도비를 추출하였다.

### 2.1 실험 1: CRT화면상 문자의 적정휘도와 문자/배경의 적정휘도비

#### 2.1.1 실험개요 및 방법

照明光源의 發光輝도레벨을 변화시켜, 각 단계별로 CRT화면상에 있어서의 문자와 배경의 適正輝도와 문자/배경의 適正輝도比의 범위를 구하였다.

1) CRT화면은 반사방지처리가 되지않은 14inch(흑백:mono)이며, 表示文字는 녹색이다.

CRT화면의 조건:

(1) 스크린 필터(screen filter)無, 陰畫(Negative Image, 문자: 밝음, 배경: 어두움)

(2) 스크린 필터 裝着(편광보안기, Champ社), 陰畫

(3) 스크린 필터 無, 陽畫(Positive Image, 문자: 어두움, 배경: 밝음)

(4) 스크린 필터 裝着(편광보안기, Champ社), 陽畫

2) 조명방식은 埋入下面開放型 천정전반조명이며, 조명기구는 FL40(W)(白色램프)2등 × 4이며, 調光裝置(dimmer)를 부착하여 調光可能하다. 실험장치 개요를 그림1에 나타내고 있다.

3) CRT화면의 임사조도는 100[lx], 200[lx], 300[lx], 450[lx]의 4단계로 정하였다. 따라서 총 實驗刺戟數는 CRT화면의 入射照度 4단계 × CRT화면의 조건 4단계=16의 단계이다.

4) 각 조도단계별, 화면조건별로 피험자에게 『문자의 밝기가 적정하다고 판단되는 밝기(適正輝度)』를 CRT화면의 밝기조절레버를 이용하여 조절하도록 하였다.

5) 휘도의 측정점은 CRT화면 중앙지점의 문자와 배경으로 하였으며, 측정점의 크기는  $\phi 1.5$  [mm]로 하였다. CRT화면과의 視距離는 0.5[m]이다. CRT화면상의 문자는 임의로 한글문자로 정하였으며, 문자의 배열은 35列 × 15行으로 하였다. 문자의 크기는 가로·세로 5[mm]이다. 피험자는 총20명이, 연령은 21~32세로 분포되었다.

#### 2.1.2 結果 및 分析

먼저 각 조도단계별로 얻어진 문자와 배경의 적정휘도를 回歸直線으로 그림 2에 나타내고 있다.

CRT화면의 임사조도수준이 높아질 수록 문자(陰畫)와 배경(陽畫)의 適正輝도가 높아지고 있음을 알 수 있다. 또한 CRT화면의 조건이 스크린 필터 無, 陰畫일 때 適正文字輝도가 23~58 [ $cd/m^2$ ]의 범위로 가장 큰 폭의 變化推移를 보이고 있고, 반면에 스크린 필터 裝着, 陽畫일 때 적정문자휘도가 15~24 [ $cd/m^2$ ]의 범위로 가장 작은 폭의 변화추이를 보이고 있다. 또한 일반적으로 VDT작업장에서 사용빈도가 높은 스크린 필터 裝着, 陰畫인 경우를 보면 <sup>1)</sup>, 적정문자휘도가 임사조도 200[lx] 일때 17 [ $cd/m^2$ ], 450[lx]일때 24 [ $cd/m^2$ ]으로 나타났음을 알 수 있다.

또한 문자/배경(陰畫), 배경/문자(陽畫)의 適

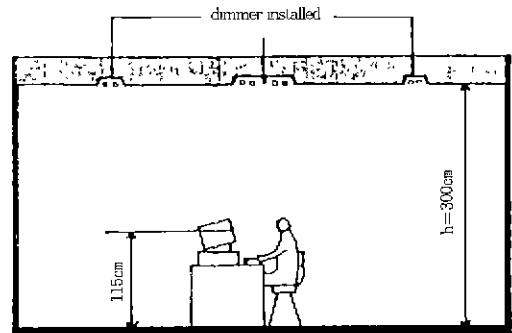


그림 1 실험장치의 개요  
Fig. 1 Layout of the laboratory

正輝度를 回歸直線으로 그림 3에 나타내고 있다.

CRT화면의 입사조도수준이 높아질 수록 문자/배경, 배경/문자의 적정휘도비가 낮아지고 있다. 또한 스크린 필터 無, 陰畫일때 적정휘도비가 7~13.5, 스크린 필터 装着, 陰畫일때 11~24, 스크린 필터 無, 陽畫일때 5~11, 스크린 필터 装着, 陽畫일때 8~16의 범위로 나타내고 있다. 화면의 조건중에서 스크린 필터 装着, 陰畫일때 적정휘도비가 11~24의 분포로 변화주기가 가장 큰 폭으로 낮아졌다.

2.2 실험 2 : CRT화면과 그 주변면의 적정휘도 분포

2.2.1 실험개요 및 방법

CRT화면의 주변환경을 구성하는 周邊面(서류면, 책상면, 키보드면, 벽면, 칸막이면, 천정면, 바닥면)의 反射率을 변화시킨 CRT화면상 문자와 그 주변면의 적정휘도비를 구하였다.

1) CRT화면의 조건은 스크린 필터 装着, 陰畫이며<sup>1)</sup>, CRT화면상 문자의 배열 및 종류와 크기,

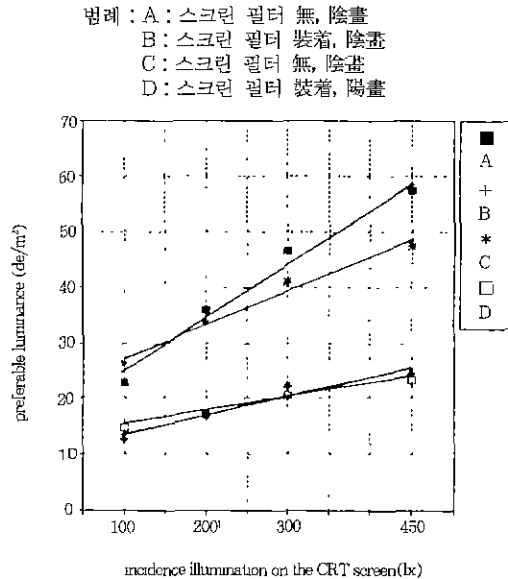


그림 2 문자(陰畫)와 배경(陽畫)의 적정휘도  
 Fig. 2 Preferable luminance of the characters and the background.

CRT화면과의 視距離, 피험자의 구성은 실험 1과 동일하며, CRT화면상 문자휘도는 실험 1의 결과를 근거로 하여 CRT화면상 입사조도 200[lx]일때 17[cd/m²], 450[lx]일때 24[cd/m²]으로 하였다.

2) 조명방식은 全般조명방식과 TAL(Task & Ambient Lighting : 作業照明과 周邊照明併用)방식을 채택하였다. 이들 모든 조명기구에 調光裝置(dimmer)를 부착하여 調光可能하도록 하였다. 실험장치개요를 그림 4에 나타내고 있다.

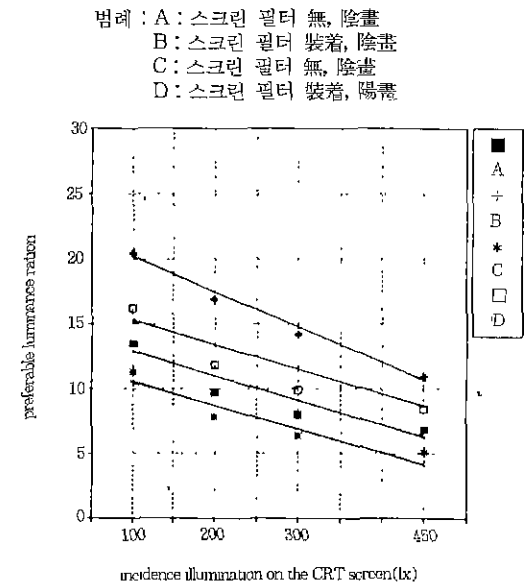


그림 3 문자의 적정휘도비  
 Fig. 3 Preferable luminance ratios of the characters

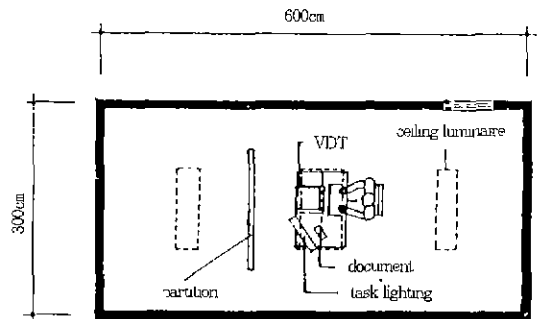


그림 4 실험장치의 개요  
 Fig. 4 Layout of the laboratory

또한 실험조건을 표 1에 나타내고 있다.

3) 책상면 조도는 500[lx]를 유지하도록 하였다.

4) 각 실험조건별 被驗者가 『CRT화면상 문자의 밝기와 그 주변면 밝기의 均衡(balance)정도』를 평가하도록 하였다. 각 실험조건별 실험시간은 15분으로 하였다.

### 2.2.2 결과 및 분석

실험결과 얻어진 CRT화면의 문자/그 주변면의 輝度比의 관계를 回歸直線으로 그림 5에 나타내고 있다.

CRT화면의 入射照度 200[lx], 450[lx]에서의 결과가 거의 유사함을 알 수 있다. 따라서 2가지 入射條件에 따른 결과를 종합해서 볼 때, CRT화면의 문자 : 그 주변면의 휘도의 비가 키보드면

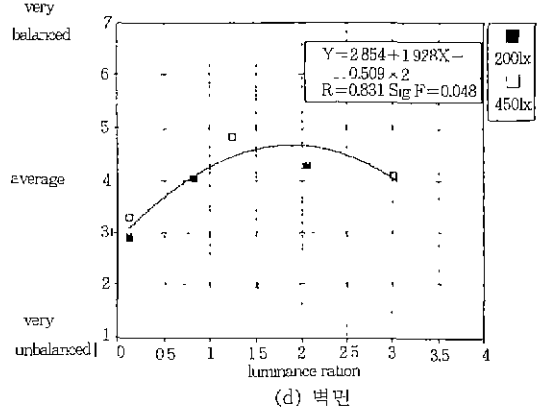
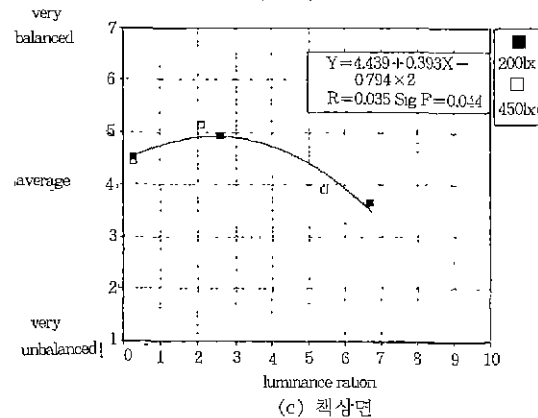
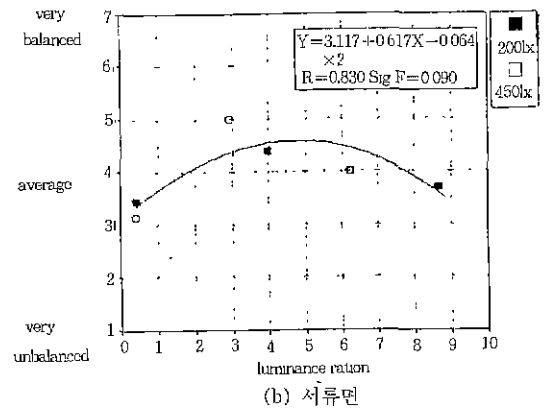
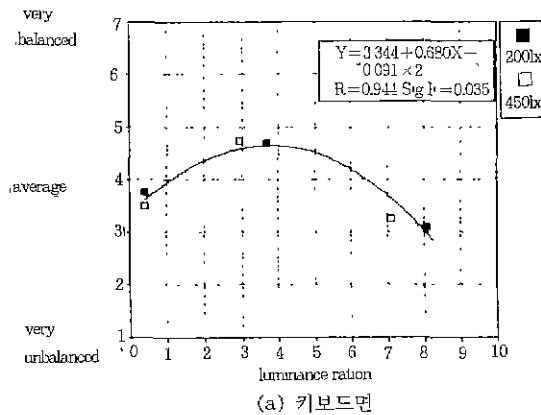
2.9~3.8, 서류면 2.9~4.1, 책상면 2.1~2.7, 벽면 1.3~2.1, 칸막이면 0.9~1.2, 천정면 1.1~1.3, 바닥면 1.2~1.7의 범위일 때 CRT화면의 문자밝기와 각 주변면 밝기의 균형정도가 가장 좋은 것으로 나타났다.

따라서 CRT畫面 文字와 그 周邊面의 適正輝度比는 CRT畫面 文字휘도 : 키보드면 : 서류면 :

표 1. 실험조건

Table 1. The experiment conditions

CRT화면의 입사조도	450lx (직반조명방식)	200lx (TAL방식)
CRT화면의 주변면	반사율	
키보드면, 서류면, 책상면, 벽면, 칸막이면 천정면, 바닥면	$\rho=0.8, 0.4, 0.1$	



여기서, X : CRT화면의 문자/그 주변면의 휘도비 Y : 평가치

그림 5 CRT화면의 문자/그 주변면의 휘도비와 평가치

Fig. 5 The subjective evaluated values and the luminance ratios between character on the CRT screen and its surrounding surfaces

책상면 : 벽면 : 칸막이면 : 천정면 : 바닥면 = 1 : 2.9 ~ 3.8 : 2.9 ~ 4.1 : 2.1 ~ 2.7 : 1.3 ~ 2.1 : 0.9 ~ 1.2 : 1.1 ~ 1.3 : 1.2 ~ 1.7의 범위로 이루어져 있음을 알 수 있다. 또한 CRT화면과 근거리에서 있는 키보드면, 서류면은 휘도비가 1 : 3 ~ 4, 中거리에서 있는 책상면은 1 : 2 ~ 3, 遠거리에서 있는 벽면, 칸막이면, 천정면, 바닥면은 1 : 1 ~ 2의 범위로 나타나고 있어, CRT화면을 중심으로 近接한 작업면의 경우 그 밝기를 밝게 하여야 하며, 작업자의 視線으로부터 멀어질수록 그 밝기가 점차 낮아지는 것이 적정한 것으로 나타났다.

### 3. 눈의 피로도 및 작업수행도를 근거로 한 CRT화면과 그 주변면의 적정휘도분포 재검토

여기에서는 이상에서 추출된 휘도분포에 대하여 작업수행도 및 눈의 피로도를 평가기준으로 적정여부를 재검토하였다.

#### 3.1 실험개요 및 방법

이상의 실험 2의 결과, VDT작업시 CRT화면과 CRT화면에 가장 近거리인 키보드면, 서류면의 휘도분포가 작업자에게 큰 영향을 미친다고 볼 수 있다. 따라서 여기에서는 실험 2에 의해 얻어진 CRT화면과 그 주변면의 적정휘도비를 기준으로 CRT화면과 近거리인 키보드면, 서류면에 대한 휘도비를 재검토하기 위해 실험을 실시하였다. 측정항목은 作業成績(打字數, 正確率), 瞬目數, 近點距離를 측정하였고, 視覺負擔에 의한 自覺症狀調査를 실시하였다. 실험개요는 다음과 같다.

1) CRT화면의 조건은 스크린필터 裝着, 陰畫로 하였으며, CRT화면상 문자의 휘도, 문자의 배열 및 종류와 크기, CRT화면과의 시거리는 1단계의 실험 2와 동일하다.

2) 조명장치는 TAL(Task & Ambient Lighting : 作業照明과 周邊照明併用)방식이다. 이들 모든 조명기구에 調光裝置(dimmer)를 부착하여 調光可能하도록 하였다. 실험장치의 개요는 그림 6에 나타내고 있다.

실험방법은 다음과 같다.

- 1) 실험조건을 표 2에 나타내고 있다.
- 2) 책상면 조도는 500(lx)를 유지하도록 하였고, 책상면 반사율은 0.4로 하였다.
- 3) 각 실험조건별 피험자가 서류면에 표시된 문자를 키보드로 조작하여 CRT화면상에 나타내는 VDT작업을 수행한다. 피험자는 VDT작업실험 시작전에 충분한 휴식을 취한 후 실험에 임하도록 하였다. 각 실험조건별로 작업시간은 120분이며, 각 작업전에 실험조건별 近點距離를 측정하고, 각 실험조건별 瞬目數, 近點距離, 作業成績을 10분마다 작업을 중단하여 측정하였다. 자각증상 조사에는 작업시작 60분마다 평가하도록 하였다.
- 4) 피험자는 총 10명이며, 피험자의 시력(교정시력 포함)은 좌, 우 1.0이상으로 하였다. 연령은 21 ~ 32세에 분포되었다. 각 피험자는 1일 1회 1 실험조건으로 총 3회로 3일간 실험을 실시하였다.

### 3.2 결과 및 분석

실험결과 얻어진 作業成績(打字數, 正確率), 瞬

표 2 실험조건

Table 2 The experiment conditions

CRT화면의 입사조도와 : 200(lx)		
조명방식 (TAL방식)		
반사율	휘도비	
키보드면, 서류면 $\rho=0.1$	키보드면, 서류면 0.6	0.6(조건 A)
0.4	3.8	4.1(조건 B)
0.8	8.3	8.8(조건 C)

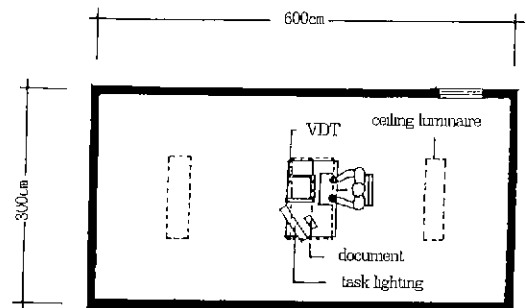


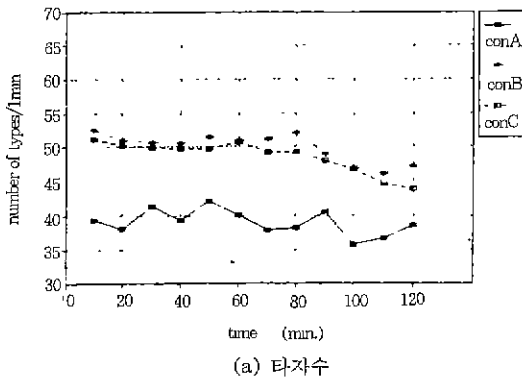
그림 6. 실험장치의 개요  
Fig. 6. Layout of the laboratory

目數, 近點距離의 측정과 눈의 피로와 작업수행도에 관한 주관적 평가에 대해 정리하면 이하와 같다. 또한 각 실험조건별 실험결과 데이터를 분산분석하여 실험조건별 차이를 비교·검토하였다.

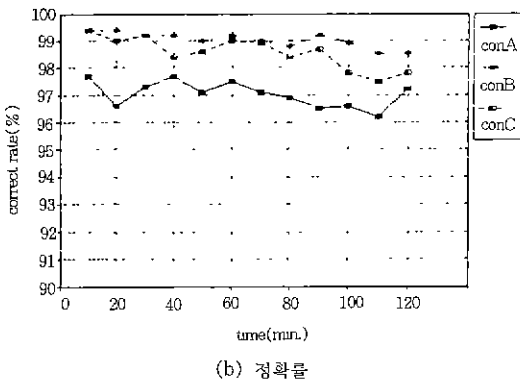
### 1) 작업성적

각 실험조건별 작업시간이 경과함에 따라 타자수와 타자수에 대한 정확률의 變化推移를 그림 7에 나타내고 있다.

각 실험조건별 타자수를 보면(그림.(a)), 조건 A(조건 C<조건 B의 크기순으로, 이들 실험조건중 조건 B인 경우가 타자수가 가장 많아 작업성적이 가장 우수하다는 것을 알 수 있다. 또한 조건 B와 조건 C인 경우 작업시간이 경과함에 따라 타자수가 감소하는 경향을 보이고 있다. 또한



(a) 타자수



(b) 정확률

그림 7 작업성적  
Fig. 7. Performance score

각 실험조건별 타자수에 대한 정확률(그림.(b))은 모두 98[%]이상의 높은 정확률을 보이고 있고, 조건 A(조건 C<조건 B의 크기순으로, 이들 실험조건중 조건 B인 경우 정확률이 가장 높아 작업성적이 가장 우수하다는 것을 알 수 있다. 분산분석 결과, 작업성적은 작업시간이 경과함에 따라 3 실험조건간에 유의한 차이를 보이고 있다. ( $P=0.00<0.05$ )

### 2) 순목수

각 실험조건별 작업시간이 경과함에 따라 瞬目數의 변화추이를 그림 8에 나타내고 있다.

여기서 각 실험조건 모두 작업시간이 경과함에 따라 瞬目數가 증가하는 경향으로 나타났음을 알 수 있다. 또한 瞬目數는 조건 B(조건 A<조건C의 크기순으로, 이들 실험조건중 조건 B인 경우가 가장 적게 나타나고, 반면에 조건 C인 경우가 가장 많이 나타나고 있음을 알 수 있다. 또한 분산분석 결과, 瞬目數는 작업시간이 경과함에 따라 3실험조건간에 유의한 차이를 보이고 있다. ( $P=0.00<0.05$ )

### 3) 근점거리

각 실험조건별 작업시간이 경과함에 따라 近點距離의 변화추이를 그림 9에 나타내고 있다.

여기서 각 실험조건 모두 작업시간이 경과함에 따라 近點距離가 연장되는 것을 알 수 있다. 각 실험조건별 작업시작전과 작업종료후 측정된 近點距離를 비교하면, 조건 A는 \*6.1[mm], 조건 B는 \*3.3[mm], 조건 C는 \*8.3[mm]로, 이들 실험조건중 조건 C인 경우가 가장 길게 연장되는 것을

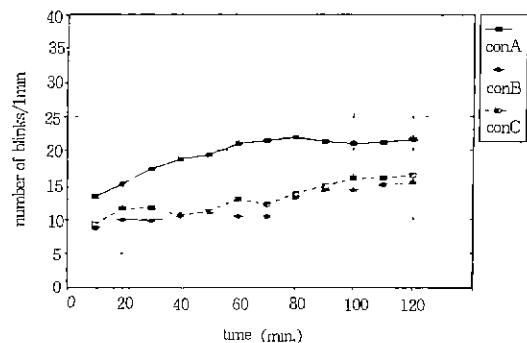


그림 8 순목수  
Fig. 8 Number of blinks

알 수 있다. 또한 분산분석결과, 近點距離는 작업 시간이 경과함에 따라 3 실험조건간에 유의한 차이를 보이지 않았다.( $P=0.0001$ )/0.05)

4) 자각증상

작업시작 60분과 120분이 경과한 직후, 視覺負擔에 따른 自覺症狀의 결과를 그림 10에 나타내고 있다.

여기서 각 실험조건 모두 작업시간이 경과함에 따라 자각증상의 호소율이 증가하고 있다는 것을 알 수 있다. 각 실험조건별 작업시작 60분후 자각증상의 호소율을 보면, 조건 A인 경우 25(%), 조건 B인 경우 16(%), 조건C인 경우 21(% )이고, 또한 작업시작 120분후 자각증상의 호소율을 보면, 조건 A인 경우 39(%), 조건 B인 경우 26

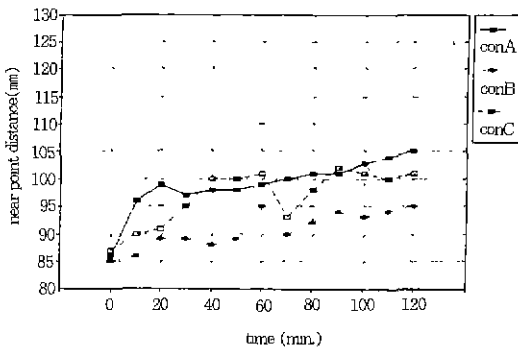


그림 9. 근점거리  
Fig 9 Near point distance

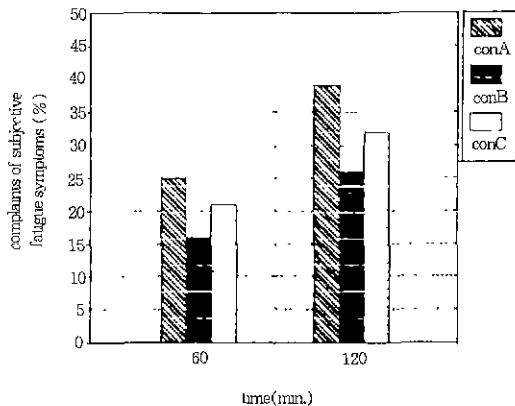


그림 10 자각증상  
Fig 10 Complains of the subjective fatigue symptoms

(%), 조건 C인 경우 32(% )로, 이들 실험조건중 조건 B인 경우가 자각증상의 호소율이 가장 작고, 조건 A인 경우가 가장 크다는 것을 알 수 있다.

3.3 고찰

이상에서, 본실험에서 얻어진 측정항목과 주관 평가 결과를 보면 다음과 같다.

1) 作業成績(打字數, 正確率)은 실험조건중 조건 B(키보드면, 서류면 반사율 0.4)인 경우가 가장 우수하게 나타나, 시각부담이 가장 작다는 것을 알 수 있다. 2) 瞬目數는 시각부담이 클수록 증가하는 경향을 보이는 것으로, 실험조건중 조건 B인 경우에 그 수가 제일 적게 나타나 시각부담이 가장 작다는 것을 알 수 있다. 3) 近點距離는 시각부담이 크면 클수록 길게 연장되는 것으로, 실험조건중 조건 B인 경우에 近點距離가 가장 짧아 시각부담이 가장 작다는 것을 알 수 있다. 4) 시각부담에 따른 자각증상조사 결과에서도, 실험조건중 조건 B인 경우가 자각증상 호소율이 가장 낮은 것으로 나타났다.

이상의 결과는 실험 2에서 얻어진 CRT화면 문자와 키보드면, 서류면의 휘도분포에 대한 밝기의 만족도 결과와도 일치하고 있어(그림 5참조), CRT화면상 문자와 그 주변면의 적정휘도비는 CRT화면상 문자 : 키보드면 : 서류면=1 : 3.8 : 4.1인 것으로 다시 한번 확인되었다.

4. 결 론

이상, 본 실험연구는 2단계에 걸쳐 진행되었으며, 1단계에서는 CRT화면과 그 주변면의 적정휘도분포를 추출하기 위한 조명실험을 실시하고, 2단계에서는 2단계에서 추출된 조명조건과 휘도비에 대하여 작업수행도 및 눈의 피로도를 평가 기준으로 적정여부를 재검토하여 최종적으로 VDT작업공간의 적정휘도분포를 추출하기 위한 실험을 실시하였다. 이들 실험을 실시하여 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) CRT화면의 入射照度水準이 높아질 수록 문자(陰畫)와 배경(陽畫)의 적정휘도는 높아지고

있다. CRT화면의 조건이 스크린 필터 無, 陰畫일 때 適正文字輝도가 23~58(cd/m<sup>2</sup>), 스크린 필터 装着, 陽畫일 때 適正文字輝도가 15~24(cd/m<sup>2</sup>)의 범위를 보이고 있다. 또한 CRT화면에의 입사 조도 수준이 높아질 수록 문자/배경, 배경/문자의 적정휘도비가 낮아지고 있다. 스크린 필터 無, 陰畫일 때 적정휘도비가 7~13.5, 스크린 필터 装着, 陰畫일 때 11~24의 범위로 나타내고 있다.

2) CRT畫面上 文字와 그 周邊面의 適正輝도比는 CRT화면 문자휘도(1) : 키보드면(2.9~3.8) : 서류면(2.9~4.1) : 책상면(2.1~2.7) : 벽면(1.3~2.1) : 칸막이면(0.9~1.2) : 천정면(1.1~1.3) : 바닥면(1.2~1.7)의 분포로 나타났다.

3) CRT화면상 문자와 그 주변면의 적정휘도 분포에 대하여 작업수행도 및 눈의 피로도를 평가기준으로 실험을 실시하여, CRT화면상 문자와 그 주변면의 적정휘도비가 CRT화면상 문자 : 키보드면 : 서류면 = 1 : 3.8 : 4.1인 것으로 확인되었다.

주) 전반적으로 VDT작업장에서의 사용빈도가 높고, 기존실험결과 4가지 CRT화면 조건중 만족

도가 가장 낮은 것으로 나타난 스크린 필터가 装着된 陰畫를 기준으로 하였다. 鄭鎮玄, "VDT(Visual Display Terminal)作業空間의 照明設計指針 設定에 關한 研究", 忠南大學校 大學院, 博士學位論文, 1994. 2.

#### 參考文獻

- 1) 栗本晋二, "VDT作業が視機能に與える影響", 人間工學, Vol.19 No 2, 1983
- 2) 三澤哲夫 外 2人, "VDT作業の一連續作業時間に關する實驗的研究", 産業醫學, Vol.26, 1984.
- 3) 池田 勇, "VDT作業における視覺條件と生理的負擔—中照度領域の場合—", 日本照明學會誌, Vol.74, No 6 1990
- 4) H.J.Hentshel, "Office-lighting for balanced Perception and VDU-work", 日本照明學會國際심포지움講演集, 1988
- 5) Ooyen, MH et al, "Preferred Luminances in Offices", JOURNAL of Illumination Engineering Society, Summer 1987.
- 6) Brabson, G.K, 'The Effect of Lighting System on Video Display Terminal Contrast', Lighting Design and Application, 1986 2
- 7) Tregenza, P.R. et al, "Consistency and Variation in preferences for office lighting", Lighting Res and Tech 1974 6.

#### ◇ 著者紹介 ◇



정진현(鄭鎮玄)

1961年 8月 15日生. 1985年 忠南大 建築工學教育科 卒. 1988年 同大學 大學院 卒(碩士). 1994年 同大學 大學院 卒(博士). 現在 大邱教育大學 校 實科教育科 專任講師.



이진숙(李眞淑)

1960年 6月 17日生. 1982年 忠南大 建築工學科 卒. 1984年 同大學 大學院 卒(碩士). 1989年 日本 東京工業大學 大學院(博士). 現在 忠南大 建築工學科 副教授.