

米國に於ける最近の工場照明

大阪大学 教授 竹 山 説 三

米國の工場照明は第2次世界戦中に“500乃至1,000ルクスえの道”を辿り、そしてその目的に達したと謂われている。米國照明学会の工場照明委員会での調査の報告が、近着の同学会雑誌 (Illum. Eng., 1951 May) に掲載されているのでその大意を紹介したいと思う。

良照明の條件

米國の工場照明委員会の報告には初めに良い照明とは如何なるものかを説明している。良照明とは量と質との両方面から考えねばならぬ。

1. 照明の量 照明の量とは即ち照度の大小である。米國の工場の照度は500乃至1,000ルクスを目標としているが、更に作業の難易によつて次の如き段階を設けている。

い。(後で示す日本の照明基準では平均と最低との照度差が50%に定めてある。) 照度を均一にするには燈数を多くし且つ廣い照明器具を用いればよい。

(ii) 輝度対比の小なること 最近米國では照明技術という言葉の代りに輝度技術といわれている程に輝度⁽¹⁾のことがきかましく吟味されている。見る物の輝度とその周囲の輝度との差を周囲の輝度で割つた値を対比輝度という。天井が暗い時はそれに吊下げられた光源の対比輝度は著しく大きくなる。また同一作業面上でも反射率のよいものと悪いものとの対比輝度は相当の大きさとなる。対比輝度が大きい時は次に述べる眩輝(まぶしさ)を起し、視力を著しく害するものである。対比輝度のことは照明工学で以前から問題にされていたが、唯定性的に論じられたに過ぎなかつたのが、米國では最近多くの

第1表 照度の段階

見え方の難易の別	照度 (ルクス) ※
最も困難な作業 (超精密作業、輝度対比の悪い物の作業、長時間見ることの必要な作業)	2,000~10,000
非常に困難な作業 (精密作業、細業、長時間の作業、細い仕上、速い作業)	1,000
困難な作業 (普通の坐作業、仕上作業、事務室)	500
普通の作業 (自動機械操作、粗検別、配電板会議室、荷造、積み出し)	300
時々見る場所 (階段、応接室、洗濯室、常に出入する倉庫)	100
見え方の粗な場所 (廊下、通路、余り出入しない倉庫)	50

※ 米國では照度は呔燭で表わしているがそれを10倍してルクスで示してある。

2. 照明の質

(i) 照度の均一 作業面の照度は出来るだけ均一がよい、最高と最低の照度差は30%以内にする事が望まし

心理学的、生理学的の研究の結果が定量的に論ぜられるようになった。そして一般に照明施設をする際には輝度の比を第2表に示す値以下にすべきであることが窺われている。

① 米國では光源の出すルーメン数を光源の面積で割つたものを輝度といっている。即ち日本でいわれている光束発散度のことである。例えば 100W 電球からは 1400 ルーメンの光束が出ているから、電球の直径7糎とすれば約 8,800 フットランペルトの輝度となり、直径1呎のグローブを用いれば 450 フットランペルトである。天井や壁や物の面もまた光を反射しているから輝度がある。面の照度のルクス数を10で割つて反射率を掛ければその面の輝度のフットランペルトが得られる。従つて物の輝度はその照度と反射率とによつて定まる。

第2表 輝度比の限界

見るものの輝度とその直ぐ周囲の輝度との比	5 : 1
見るものの輝度と少し遠方の輝度との比	20 : 1
照明器具の輝度とその周囲の輝度との比	40 : 1
見るものの輝度と視野中の最も暗い所の輝度との比	80 : 1

対比輝度を小さくするには照度を均一にすることと、視野内の物の反射率を成るべく一様にすることである。反射の悪い物や機械器具類には特別に明るい塗装をするといふ。天井や壁も明るい仕上げにすべきで、米国の工場では各部の反射率を天井は 80%、壁は 60%、機械器具類は 25~30%、床面は 15% に仕上げるのを理想としている。

(iii) 眩輝の防止 直接眩輝と反射眩輝とがある。光源から生ずるのが直接眩輝で、それは光源の輝度を小さくすること及び適当な照明器具を用いて直射光を遮蔽することによつて防げる。即ち深い反射笠とカルーバーを用い、その遮蔽角は 45° 以上にすることが望しい。反射眩輝は強い反射光によつて起るものであるから、視野内に見える色々の場所及び物の輝度差を出来るだけ少くすれば防げる。

(iv) 陰影 一般の工場では陰影は無い方が良いが、特殊な作業例えば彫刻等のように凹凸感を必要とする作業では適度の陰影が必要である。精密作業等では補助照明として局部照明を併用すべきであるが、その際手暗らがりを生じないように注意すべきである。また投光器による照明をする時なども陰影は特に気付かねばならぬ。

(v) 色彩 工場照明には色彩は一般には余りに重要でないが、着色の製品を取扱う時には注意を拂わねばならぬ。螢光灯では特にこの点を考慮せねばならぬ。また光の色は作業者に心理的影響を與えるものである。一般にクリーム色、象牙色、鈍黄色は溫暖な感覚を與え、また室を狭く感ぜしめる。これに反し緑色、青色は冷寒な感覚を與え、また室を廣く感ぜしめる。また二つ色の対比即ち二つの色を並べた時に目立つか否かは、黄地の上に黒色が最も見え易く、白地の上に緑、白地の上に赤、白地の上に青、青地の上に白、白地の上に黒の順で見えにくくなる。

工場の建物の塗装や製品の包装などの色彩に関して最

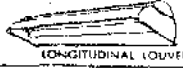

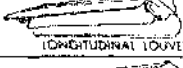

近“色彩調節論”が称えられている。

照明器具とその配置

工場照明は多く反射笠による直接照明方式が採用されて来たが、最近では 10% 内外の上向光束を有する反射笠が用いられ、天井も幾分明るくするようになった。自熱電燈や水銀燈には廣く深目の楕圓型の碗形の反射笠が用いられ、螢光灯には楕圓形のものを用いられる。鉄製で珠瑠引またはラツカ塗装仕上げである。またはアルミニウム製のものもあるがこの場合アルザツク仕上げとしたものが（電解研磨したもので日本でも商品名イルミナイトとして賣出されている）性能や保守の点で優れている。

螢光灯の場合には第 3 表に示す如き器具が用いられている。第 4 表には見え方の難易な作業の別によつて採用すべき器具の別が示されている。これらの器具の配置は列に配置するのが原則であるが、長く連続させる場合と数個ずつ連続したのを一定距離をおいて列に配置する場合とがある。また井字形に配置する方法もある。

第 3 表

W 数, 燈 数	40W, 2 燈			40W, 3 燈			85W, 2 燈			
	上向光束 (%)	0	3-5	10-15	0	3-5	10-15	0	3-5	10-15
 LOUVERED	I	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	
 LONGITUDINAL LOUVER	II	IIA	IIB	-	-	-	-	-	-	
 OPEN	III	IIIA	IIIB	IIIC	IIID	IIIE	IIIF	IIIG	IIH	
 LOUVERED	IV	IVA	IVB	IVC	IVD	IVE	IVF	IVG	IVH	
 LONGITUDINAL LOUVER	V	VA	VB	VC	VD	VE	VF	VG	VH	
 OPEN	VI	VIA	VIB	VIC	VID	VIE	VIF	VIG	VIH	

補助照明

作業の種類によつては全般照明の外に更にある限られた部分だけに特別の照明を要することがある。それは單に照度を増すのみならず、ある方向から照すと特殊な

第4表 照明器具の選擇

見え方の難易	照度	推奨される器具	満足される器具	是認される器具
最も困難な作業	2,000	眼より高く取付ける補助照明用		
	10,000 (ルクス)	I, IC, IF	IV, IVC, IVF	II, V
非常に困難な作業	1,000	眼より低く取付ける補助照明用		
		III, III C, III F	VI, VI G, VI F	
困難な作業	500	IB, IE, IH IVB, IV E, IVH	IA, ID, IC IVA, IV D, IVC	II B, VB
普通の作業	300	IB, IE, IH IVB, IV E, IVH	IA, ID, IC IVA, IV D, IVC II B, VB	I, IC, IF IV, IVC, IVF II A, VA
時々見る場所	100	III A, VI A	III	VI
見え方の粗な場所	50	III	VI	白熱電球

色光を用いるとかである。かかる場合には補助照明（局部照明）を施す。その方式としては固定式と可動式とがあるが、多くの場合に視線の近くに光源を置くので光の遮蔽を特に考慮せねばならぬ。器具としては

(i) 投光器 レンズを用いたものはもとより、集照型の反射笠もこれに属す。蛍光灯にも投光器具が用いられる。

(ii) 高輝度拡照型 白熱燈に用いる深い碗形の反射笠などの如く、4,000フートランペルト以上の輝度のものをいう。

(iii) 中輝度拡照型 4,000 フートランペルト以下のもので裸の蛍光灯などこれに属する。

(iv) 等輝度型 ボード式の器具で、碗形の器具の中に光源を配設して摺り椅子などで蔽つたものである。

そして作業の種類によつてこれらを使分けすべきことが詳しく表示されているが、余りに専門的になるので省く。

作業の種類と推奨照度

見え方の難易な作業と照度の段階は第1表に示したが、更に具体的に工場の種類と推奨照度、同一工場でも職場によつて照度を変えるべきことが非常に詳しく報告されているが、その重なるものを抜萃すると第5表に示す如くである。この表の照度は床面より30吋上の作業面上の値である。

實際の施設例

原報告には有名な工場の照明施設を写真入りで報告さ

れているが、その主なものを簡単に紹介しておく。

例 1. 機械工場：床の面積 20×60 呎、天井の高さ 12呎、天井の仕上げは白で壁は明、40W 冷白色蛍光灯 2 燈用の反射笠を 8 呎 6 吋の高さで連続した列に配置し、列と列との間隔を 7 呎として 600 ルクスの照度を得ている。

例 2. 機械組立工場：床の面積 100×150 呎、天井の高さ 14呎、3,500 度 40W 蛍光灯 4 燈用で幅 15 1/4 吋の反射笠を 12 呎の高さで間隔が 9 呎の連続した列に配置して 500 ルクスを得ている。

例 3. 製図室：床面積 25×80 呎、天井の高さ 10 呎、天井や壁の仕上げは明、冷白色 40W 蛍光灯 2 燈用の反射笠を高さ 10 呎、間隔 5 呎で連続した列に配置して机の上の照度 850 ルクスとなつている。

例 4. 印刷場：床面積 70×250 呎、屋根のトラスの最下部の高さ 35 呎、400W 水銀燈 (AH 1) に反射笠を用い 35 呎の高さ即ち屋根のトラスの最下部に 14×14 呎の間隔で取付けて平均照度 300 ルクスを得ている

例 5. 鋳物工場：床の面積 50×300 呎、天井の高さ 35 呎、3,000W の水銀燈を 35 呎の高さで 17×20 呎の間隔で配置して 1,100 ルクスを得ている。深目の反射笠の外に、白色仕上の深いトラスを利用して直射光の遮蔽を十分にしている。

日本の工場照明基準

最後に日本の工場照明の状況を参考までに示しておく。法文に現われた工場照明としては“労働安全衛生規

生産と技術

機械工場

粗作業(粗坐業、粗器械)	200
中作業(普通の自働機械、粗研磨)	500
精密作業(精密機械、精密仕上)	1,000
超精密作業	2,000*

組立工場

粗作業	200
中間作業	500
精密作業	1,000
超精密作業	3,000

裁縫工場

裁断、検査、裁縫	
明材料	300
中間材料	1,000
暗材料	3,000*
プレス	
明材料	300
中材料	500
暗材料	1,000

自動車工場

組立の線引	1,000
枠組立	300
車体製造	
部分製造	300
組立	300
塗装、検査	2,000*

製紙工場

叩解機、碎木機、艶出機	100
仕上、切断、刈込	200
手動計数、ウェットエンド	300
捲取機、検査室、試験室	500
捲換え機	1,000
倉庫	50

繊維工場(絹)

開綿、混綿、打綿、梳綿、練篠	100
始紡、練紡、精紡	200
管捲、整経(コーム上)	200
糊付(コーム上)	
生地	200
デニム	500
検査	
生地(手送り)	500
デニム(早送り)	1,000*
自働経織ぎ織機	1,000
手働経通し	1,000*
織機	500

繊維工場(絹、人絹)

製造工場	
下漬け、捺判別用染色、給濕擦止め	100
繰返し、加撚、捲返し、コーム捲、緯管捲	
糊付け	300
整経(綿或は絹方式)クリール上、走端	
上、枠上、ビーム上	500
経通し	
綜統	1,000
後	1,000
織機	
綜統と篠	100
綜統の後側	200
織前	300
繊維工場(紡毛、梳毛)	
開毛	150
撰毛(等級別け)	1,000*
混毛	150
ピッキング	150
カーディング	350
ユーマニング	350
再ユーマニング	350
製篠	350
前紡	
白生地	250
色物	500
精紡(フレーム)	
白生地	250
色物	500
精紡(走錘機)	
白生地	200
色物	400
撚糸	
白生地	250
色物	500
繰返し	
白生地	200
色物	400
整経機(白生地)	200
" " (篠)	750*
" (色物)	400
" " (篠)	750*
織機	
白生地	400
色物	800
生地寮	

節取	り	1,000*
補修		2,000*
折疊	み	400
濕仕	上	
縮絨		250
洗絨		250
煮絨		250
乾絨		250
反染	め	1,000*
乾仕	上	
起毛		400
剪毛		1,000*
蒸絨		400
圧絨		400
検査		3,000
折疊	み	400
洗濯工場		
調査、撰別		200
ドライ及濕クリーニング、蒸氣通し		100
汚点検査		2,000*
プレス		
機械プレス		300
手動プレス		500
荷受、荷出		100
修繕、更生		2,000*
製鉄工場		
平炉		
挿入床		100
材料置場		50
注流機		
鋼滓窪		200
操業床		200
鑄型置場		50
鋼塊上部		200
〃置場		100
調査場		50*
操業口及投入扉		200
鋼塊引拔場		100
スクラップ貯藏工場		100
混鉄炉建物		200
電器工場		
絶縁材料含浸場		300
コイル捲き		1,000
試験場		500
動力室		
汽罐室、石炭及灰操作、電池室		50
補助装置、変圧器、油遮断器		200
発動機、発電機、送風機、圧搾機		200
配電盤室		300

塗装工場	
浸漬、簡単な吹付	200
粗磨き、手塗り、型板吹付、特殊吹付	200
精密な手塗り、仕上	500
超精密塗り及仕上(自動車・ピアノ)	1,000*
板金工場	
難減操作、普通の坐業	200
プレス、シーヤ、スタンプスピニング	200
パンチ	250
図線画	1,000*
パン焼工場	
混粉室	200
原料成入口(鉛直照度)	100
混粉鉢の内部	500*
醱酵室	100
成形作業室	
パン	200
醱酵仕上室	300
ねかし室	100
窯室	200
充填及成分混入	300
裝飾及仕上	
機械的	200
手働的	500*
計測、驗温度	300
包装室	200
貯藏室	100
荷造室	200
事務室	500
応接室	100
皮革製造工場	
洗淨、タンニング槽、引張り	100
切断、裏打、加脂	200
仕上、脂と皮とを切離す	300
皮革加工工場	
プレス、捲付け、艶付け	
明材料	300
中〃〃	500
暗〃〃	1,000
等級付、品揃、裁断、接合、縫付	
明材料	300
中〃〃	1,000
暗〃〃	2,000*
木工工場	
鋸引(大引き)、坐業	300
型取、粗みがき、機械操作、膠付、ベニヤ板	500
精密な坐業、機械業、みがき及仕上	1,000

生産と技術

則”の中に

第195條 労働者を常時就業させる 場所の採光及び照明は

1. 窓面の有効採光面積は床面積の1/4以上とすること
2. 作業面の照度は左の基準によること

精密な作業	100ルクス以上
普通の作業	50ルクス以上
粗な作業	20ルクス以上

第195條 採光と照明は明暗の対象を著しくしないようにし、且つまぶしさを起させない方法で行わなければならない。

日本の照明学会では昭和15年(紀元2600)年に“照明基準”なるものを制定し、種々な作業に対する照度の標準を示したが、その中で工場照明部に関する分を抜書きすると第6表の如くである。(この表の数値は最近改訂される予定である。)

第 6 表 照 明 基 準 (2600年)

作 業 の 種 類		(1) 局部照明併用による場合			(2) 全般照明のみによる場合	
精 粗	作 業 の 例	局部照明による作業箇所の照度(ルクス)	全般照明による推奨照度(ルクス)	全般照明の最低限度(ルクス)	推奨照度(ルクス)	最低限度(ルクス)
超精密	機械(超精密機械操作及細工台上) 時計、精密彫刻、蒔絵 織物(刺繍に類する作業) 検査(超精密)	5,000~1,000	50	30		
精 密	機械(精密機械操作及作業台) 金属(板検査)印刷(植字、交換) 暗色布地(切断、検査、裁縫) 検査(精密)	1,000~ 300	40	20		
	塗装(精密手塗仕上) 飛行機(組立、修繕)紡織(暗色物)				150~75	40
普 通	機械(操作、削磨、研磨、普通加工) 鑄造(型造)熔接 明色布地(切断、検査、裁縫)	300~ 100	30	15		
	金属(熱処理)製菓、製紙 化学(濾過、蒸溜、結晶) 塗装(吹付塗)紡織(明色物)				100~50	25
粗	木工(荒切)	100~ 50	20	10		
	金属(炉) 化学(炉窑)鑄造(鑄込作業)				50~25	10

工場では作業及び建築の性質上均一な照度を施すことが困難であつて、明るい所と暗い所が生ずることは止むを得ない。そこで照明基準では最低照度を定めて、最も暗い所と雖この最低照度以上にすべきことを示している。

た米国の照度の標準の10分の1以上である。しかも日本の現状は筆者の知る範囲では新設の繊維工場を除いては殆んどすべての工場が照明基準の照度にすら達していないのではないかと思う。当事者の考慮を求める次第である。

この日本の照明基準で定められた照度は第5表に挙げ

伸線機・連続伸線機・有刺鉄線製造機・製釘機

谷 坂 鐵 工 所

尼崎市長洲平黒一六番地(省線尼崎南口下車)

電話 尼崎 2-93-2665