

非常用照明設備

Emergency Lighting Equipment

Quite a few cases of tragedies have been reported which took place in the fire of large buildings only because emergency exits were not clearly shown. This article deals with emergency lighting equipment which provides necessary light to refugees even when the mains supply has failed. Problems concerning this sort of lighting equipment such as official regulations on emergency lighting, design of emergency illumination, emergency lighting fittings, etc. are described.

小泉 実* Minoru Koizumi
辻十三夫* Tomio Tsuji
森山良一* Ryōichi Moriyama

1 緒 言

最近の建築物では、人工照明の重要性がますます高くなってきているが、同時に地震、火災、その他の災害あるいは事故などの場合にパニックによる混乱を防止し、秩序ある避難活動を可能にするための照明も不可欠のものとなってきた。このような非常用照明設備に関し、法律面では「建築基準法」によって非常用照明装置、「消防法」によって誘導灯の設置が義務づけられている。前者の非常用照明装置は、非常用電源の照明器具内蔵形と別置形とに大別され、一般的には中規模（約2,000 m²）以下の建築物には内蔵形が、大規模な建築物には別置形が経済的である。本稿では主として電源内蔵形の非常用照明設備に関して述べる。

2 関連法規

昭和45年12月2日付で「建築基準法施行令」が改正され、昭和46年1月1日以降着工する建築物は非常用の照明装置を設備することが義務づけられた。⁽¹⁾「建築基準法」のほかに関連する法規としては、「消防法」で規制される誘導灯がある。誘導灯は避難する場所、方向などを明示する標識灯的な役めをし、両法が一体となってより安全が確保される。「建築基準法」による非常用照明装置の概要は次のとおりである。⁽²⁾

2.1 設置基準

非常用照明器具の設置を義務づけられている建築物は次のとおりである。
(1) デパート、映画館など不特定多数の人が利用する建築物
(2) ある一定以上の面積を有する建築物など。

これらの建築物の避難経路を主体に、通常、照明を必要とする場所にはすべて非常用照明器具を設置しなければならない。

2.2 非常用照明器具

- (1) 蓄電池により非常時140℃の高温ふんい気中で30分間点灯を継続し、直接照明で1 lx以上の照度を維持する目的に適するものであること。
(2) 主要部分には不燃材を使用すること。
(3) 光源は速時点灯する性能を有すること。

2.3 電源および配線

電源は常用電源が断たれた場合、自動的に接続され非常用照明器具を30分間継続して点灯させることができるものであ

ること。また配線は600 V耐熱ビニル電線またはこれと同等以上の耐熱性を有する電線を使用し、耐火構造の主要構造部に埋設、またはこれと同等以上の防火措置を講じたものとしなければならない。

3 非常用照明器具

3.1 種 類

非常用照明器具は、その用途から各種の要求があり、大別すると表1のように分類することができる。すなわち、電源内蔵の有無、非常時に点灯する光源を平常時一般光源として使用するか否かによって分類することができる。また光源としても種々なものが考えられるが、速時点灯という規制があるため、現在実用化されているのはそのほとんどが白熱電球とラピッドスタート式回路に使用されるけい光ランプの2種類である。

3.2 非常用照明器具

汎用の照明器具と異なり、非常用照明器具として考慮しなければならない点は、配光特性と耐熱性である。

3.2.1 配光特性

非常用照明器具は、最低照度1 lx（けい光灯の場合は常温時2 lx）となるように設置されなければならないから、なるべく広い配光特性を有する照明器具が望ましい。しかし、常時、非常時ともに同一光源を点灯する非常用照明器具の場合、非常時の配光特性に重点をおいた設計とすると、常時点灯時に同一場所に使用される汎用の照明器具との配光特性の差が

表1 非常用照明器具の分類 非常用照明器具を電源内蔵の有無および非常時点灯する光源を平常時にも使用するか否かによって分類した。

Table 1 Classification of Emergency Lighting Fittings

非常用照明器具	種 別	適 用
非常用照明器具 (電池内蔵形 および電源 別置形)	専用形	非常時のみ点灯する器具
	併用形	非常時および平常時にも同一光源が点灯する器具
	組込形	一般器具に非常時のみ点灯する光源を組み込んだ器具

* 日立製作所 亀戸灯具工場

問題となり、さらに照明器具そのものの形状、寸法も異なるなどの問題も生ずる。そのためにこの場合、汎用の照明器具と同一の配光、形状の非常用照明器具としている。図1に示したのは、けい光灯20W 1灯用の併用形非常用照明器具の一例である。

非常用光源として白熱灯を用いた専用形非常用照明器具では前記併用形の場合と異なり、独自の配光特性とすることが可能である。図2に示したのは専用形の20W白熱灯ダウンライトであるが、この器具は反射板を比較的浅くし、狭照形配光としたものである。一般の照明においては、天井高さが高くなればより高出力の光源を使用するが、電源内蔵形非常用照明器具においては、電源容量に限界があるため天井高さに応じて配光特性を変えることになる。

図3は図1および図2に示した非常用照明器具の配光曲線ならびに各照明器具1灯あたり規定照度の得られる範囲を示したものであるが、この場合では天井高さが4m以下ではけい光灯が、4mを越える高さでは白熱灯のほうが有利であるといえる。

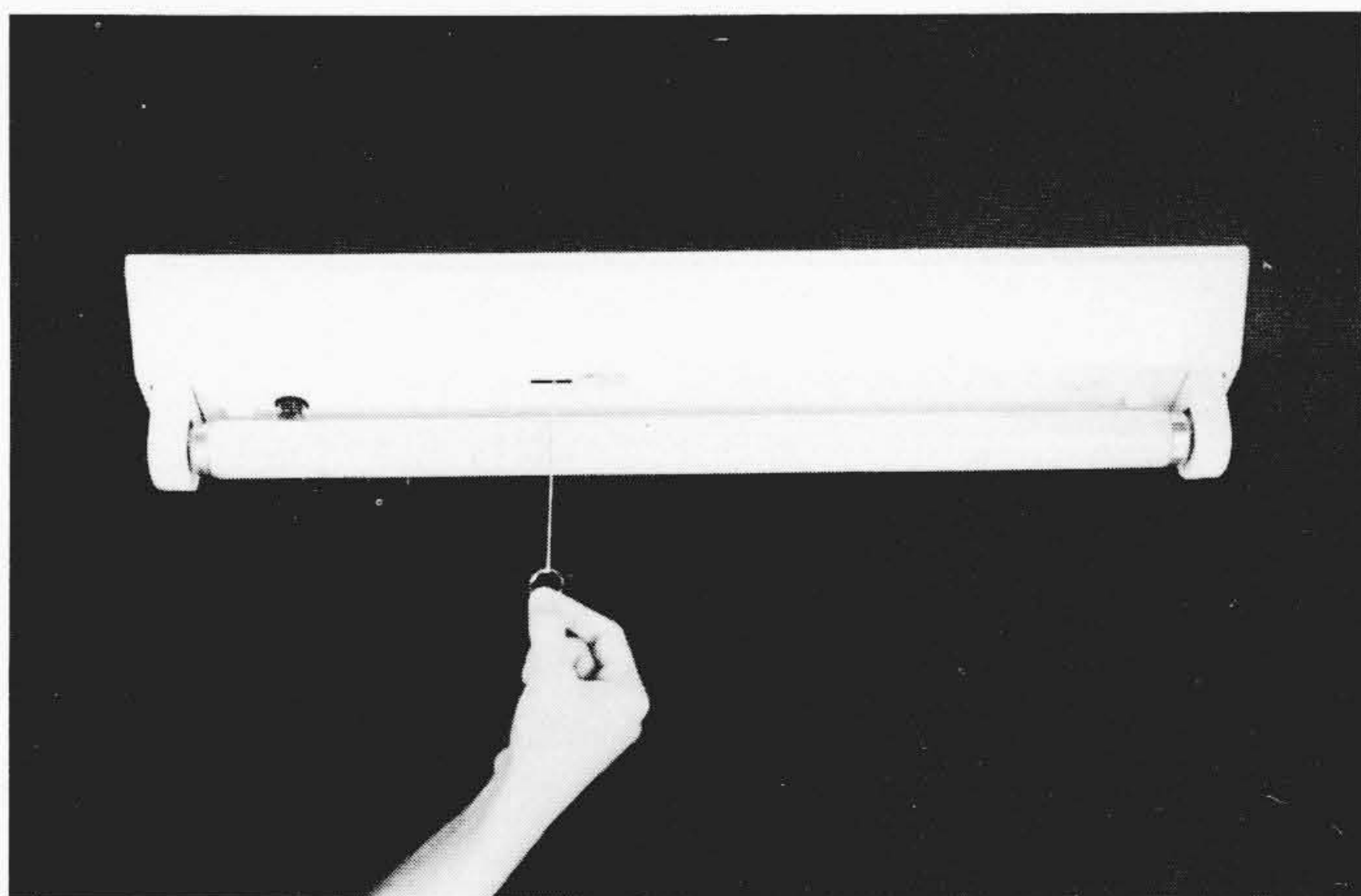


図1 けい光灯器具 20W 1灯用電池内蔵形けい光灯器具を示す。

Fig. 1 Fluorescent Lighting Fitting for Emergency

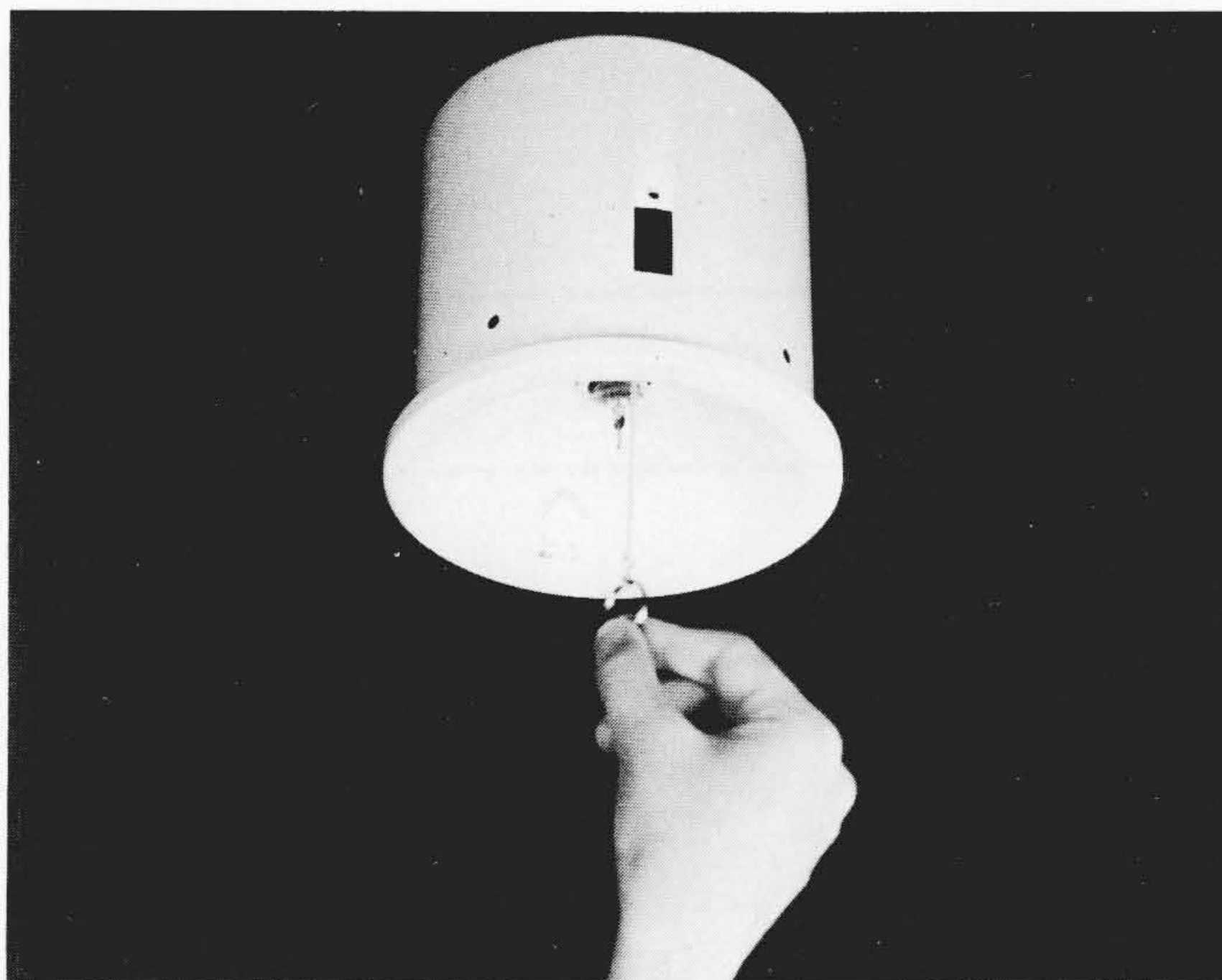
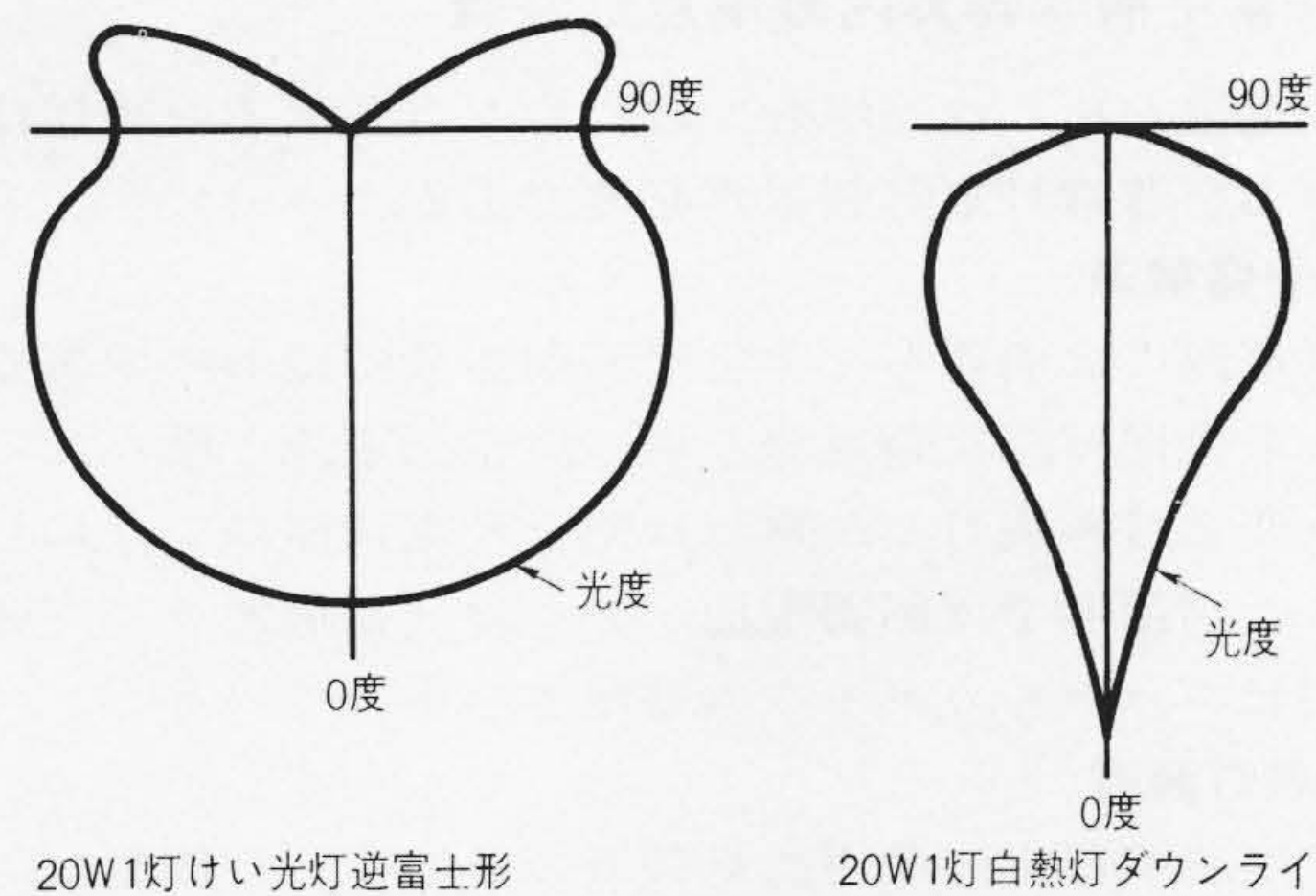


図2 白熱灯ダウンライト 20W 電池内蔵形白熱灯ダウンライトを示す。

Fig. 2 Down Light of Incandescent Lamp for Emergency



天井高さ (m)		2	3	4	5	6	最大取付 高さ
器具	けい光灯	9	10	8.5	4.3	—	5.8
	白熱灯	8.4	10	7.3	6.7	6.3	8.2

注：天井高さと規程照度範囲を示す。

図3 非常用照明器具の配光曲線 広照形配光と狭照形配光の器具を天井高さにより使い分ける。

Fig. 3 Curve of Intensity Distribution of Emergency Lighting Fittings

3.2.2 耐熱性

非常用照明器具は、火災発生時を考慮して140℃の高温ふんい気中で30分間点灯を継続する性能が要求されているため、照明器具を構成する材料について耐熱性を考慮し、主要材料としては次のものを使用している。

- (1) 灯体……鋼板
- (2) 電線……耐熱ビニル電線
- (3) ランプソケット……熱硬化性樹脂または磁器製
- (4) 絶縁材料……E種
- (5) 拡散性透光材……ガラスまたは金属製ルーバ

図4に示したのは、非常用照明器具の耐熱試験データであり、点灯時間30分に対し十分余裕がある。

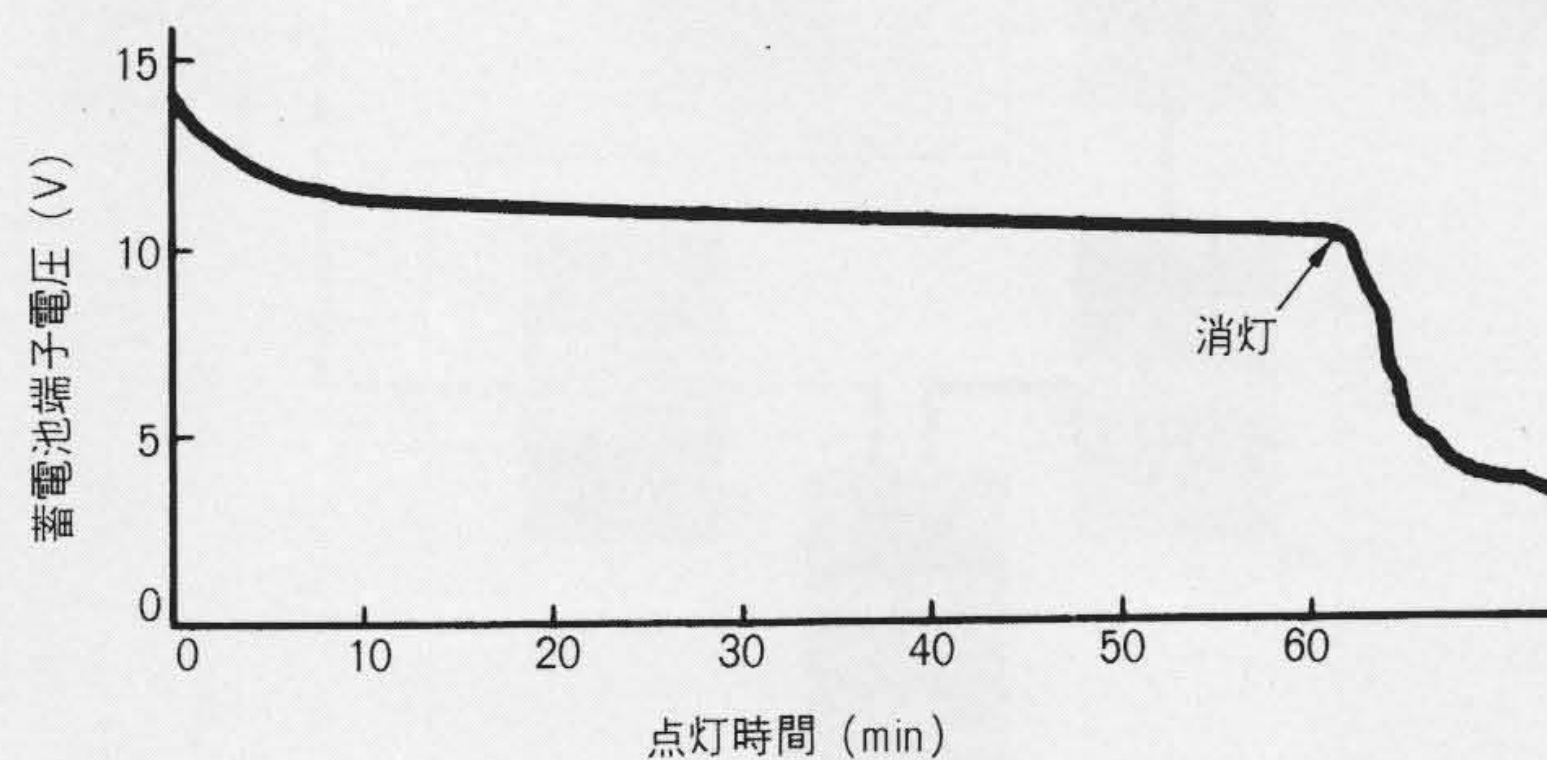


図4 耐熱試験 140℃の高温ふんい気中における点灯時間を示す。

Fig. 4 Heating Test

4 非常用照明器具内蔵用点灯装置

常用電源が断たれた場合、非常灯を点灯するためには予備電源および非常灯点灯装置が必要である。

4.1 予備電源

予備電源には別置形と非常用照明器具内蔵形とがあるが、いずれも充電可能な蓄電池を用い、常用電源が断たれたときにのみ非常灯を点灯し、常時は完全充電に保つようになっている。また別置形では鉛蓄電池、アルカリ蓄電池を、内蔵形では密閉形ニッケルカドミウム蓄電池を用いている。

4.2 点灯装置

非常用照明器具内蔵用点灯装置の具備すべき機能は、
 (1) 常時は予備電源である蓄電池を充電すると同時に必要に応じて常用電源での点灯回路に切り換える。
 (2) 非常時には予備電源に切り換えて、非常用光源を所定時間点灯させる。
 ことである。

この機能を有するためには、図5に示したように常用電源と予備電源である蓄電池との切換回路および蓄電池の充電回路ならびに非常用光源の点灯回路が必要となる。

4.2.1 切換回路

使用する非常用光源によって点灯回路が異なるため、切換えの必要な回路数は多いものでは4回路となる。同時に4回路の切換えを行なうため、切換素子(回路)として交流継電器を用いることとした。非常用照明器具では定期的に動作の確認を行なうとき継電器を動作させるのみであるから、一般の使い方に比較し動作頻(ひん)度は極端に少なく、たかだか2～3回/年である。さらに切り換わる回路の最低電圧は直流12V以下であるので、接点の変化、ほこりの付着など使用場所の影響を受けにくくするためにカバー付とし、接点材質および表面処理など考慮したものを使用することにした。なお、耐熱性を持たせるためカバー材質はナイロンとした。

4.2.2 充電回路

充電回路は絶縁形充電トランス、整流用ダイオードおよび充電用抵抗器から成り、常時は蓄電池の充電を継続する。す

なわち、トリクル充電であるため充電電流は蓄電池定格容量の約 $\frac{1}{10}$ である。

4.2.3 点灯回路

非常用光源が白熱灯の場合は特別に点灯回路を設ける必要がなく、蓄電池で点灯できるが、けい光ランプの場合には12V以下の直流電圧を点灯可能な電圧にまで昇圧しなければならない。昇圧、点灯するために、ブロッキング発振回路を用いたトランジスタインバータを採用しているが、⁽³⁾けい光ランプは点灯周波数を高めると発光効率が増加するという特性があるため、20kHz以上の周波数としている。

耐熱性に対しては使用電気部はいずれも材質を選択するとともに損失を極力減らすよう考慮している。

図6は、図1に示した非常用照明器具の非常点灯時の特性である。

5 配光特性と照明設計

非常用照明器具は、非常点灯時の照度が最低照度で規制されているため、照明設計にあたっては逐点法によって直射照度を求めなければならないので注意を要する。図7に従って計算手順を説明する。

①の配光曲線より②の高さをパラメータとする照度分布を次式により求める。配光が非対称な場合はA-A、B-B方向の照度曲線図を別々に作成する。

$$E_0 = \frac{I_\theta}{h^2} \cos^3 \theta$$

ここに、 E_0 ：初期水平面照度 (lx)

h ：床面から器具までの取付高さ (m)

I_θ ：鉛直角 θ 方向への光度 (cd)

θ ：鉛直角

得られた初期照度 E_0 に対して保守率などを考慮した必要照度 E (lx) を求めて、③の等照度分布を実際の取付け高さによって④の灯具間隔早見図を作成することにより、天井高さが決定すると器具配置の決定が簡略化される。

実際の照明設計ではカタログなどに掲載されている②、④などの特性図を用いて算出している。

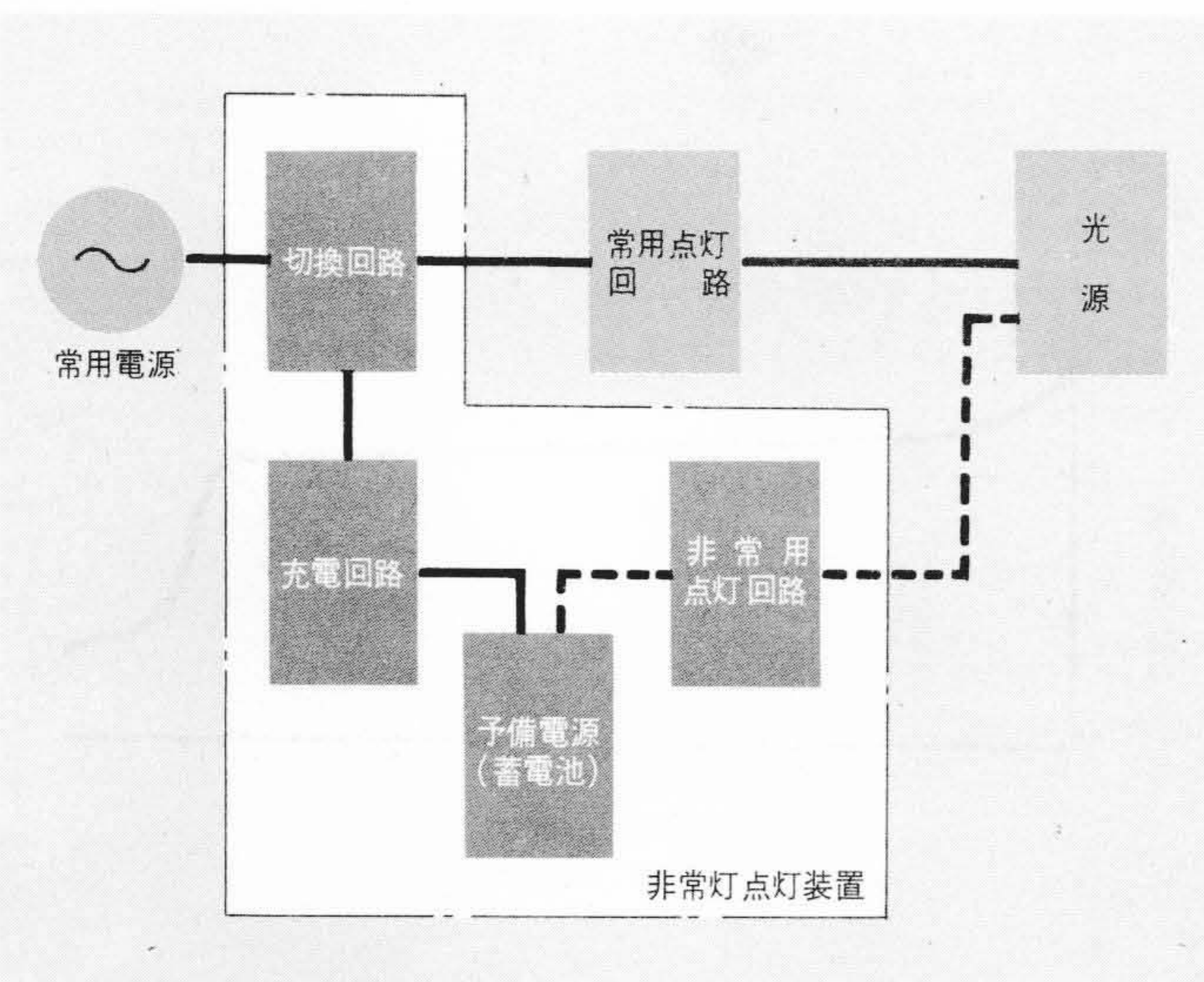


図5 非常灯点灯装置のブロック図 常時は予備電源(蓄電池)を充電し、非常時には予備電源にて点灯させる。

Fig. 5 Block Diagram of Emergency Lighting Equipment

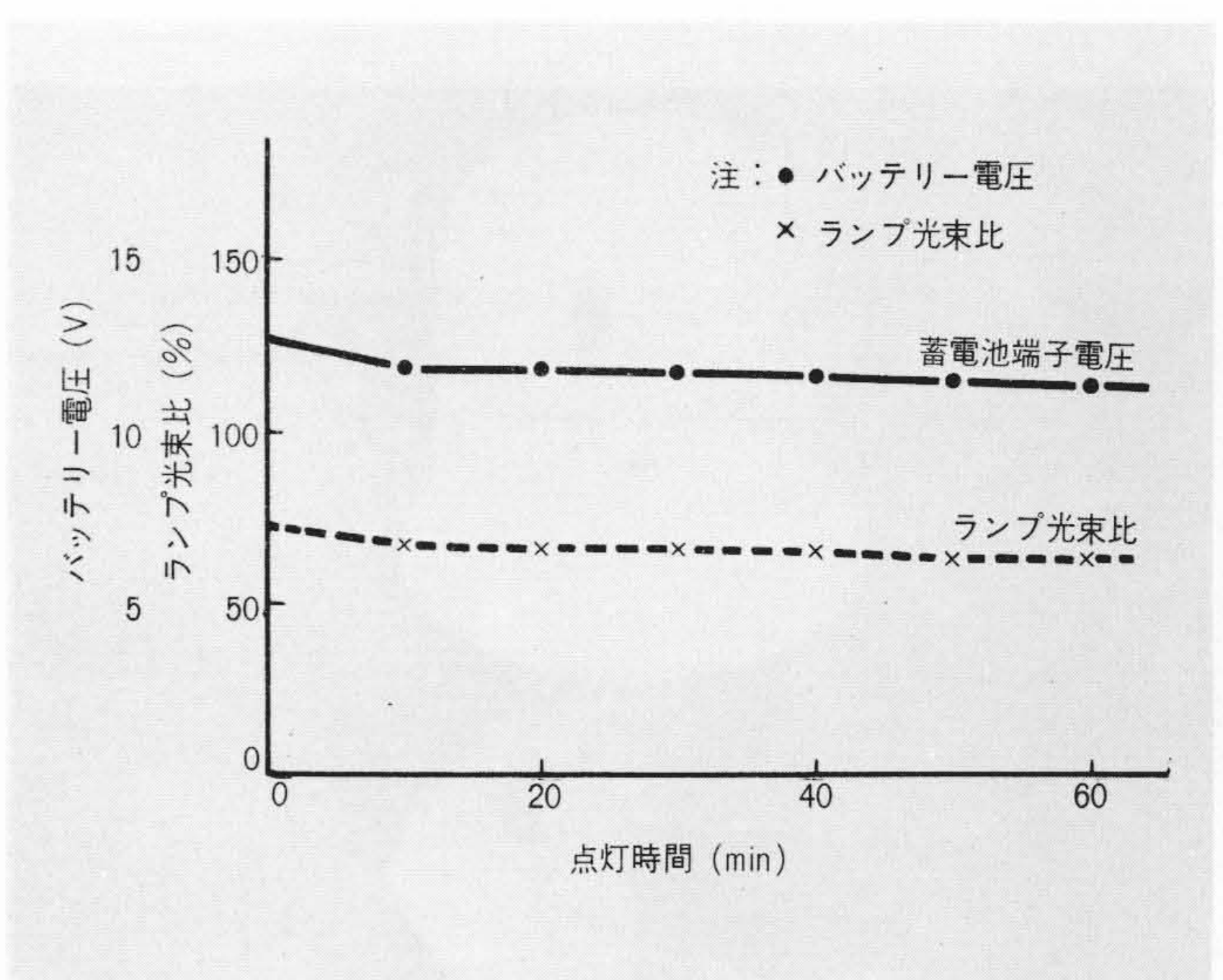


図6 20W非常用けい光灯点灯装置の特性 60分点灯後では蓄電池電圧は11V、ランプ光束比は50%以上と規格に対しては余裕がある。

Fig. 6 Characteristics of Emergency Lighting Equipment for 20W Fluorescent Lamp

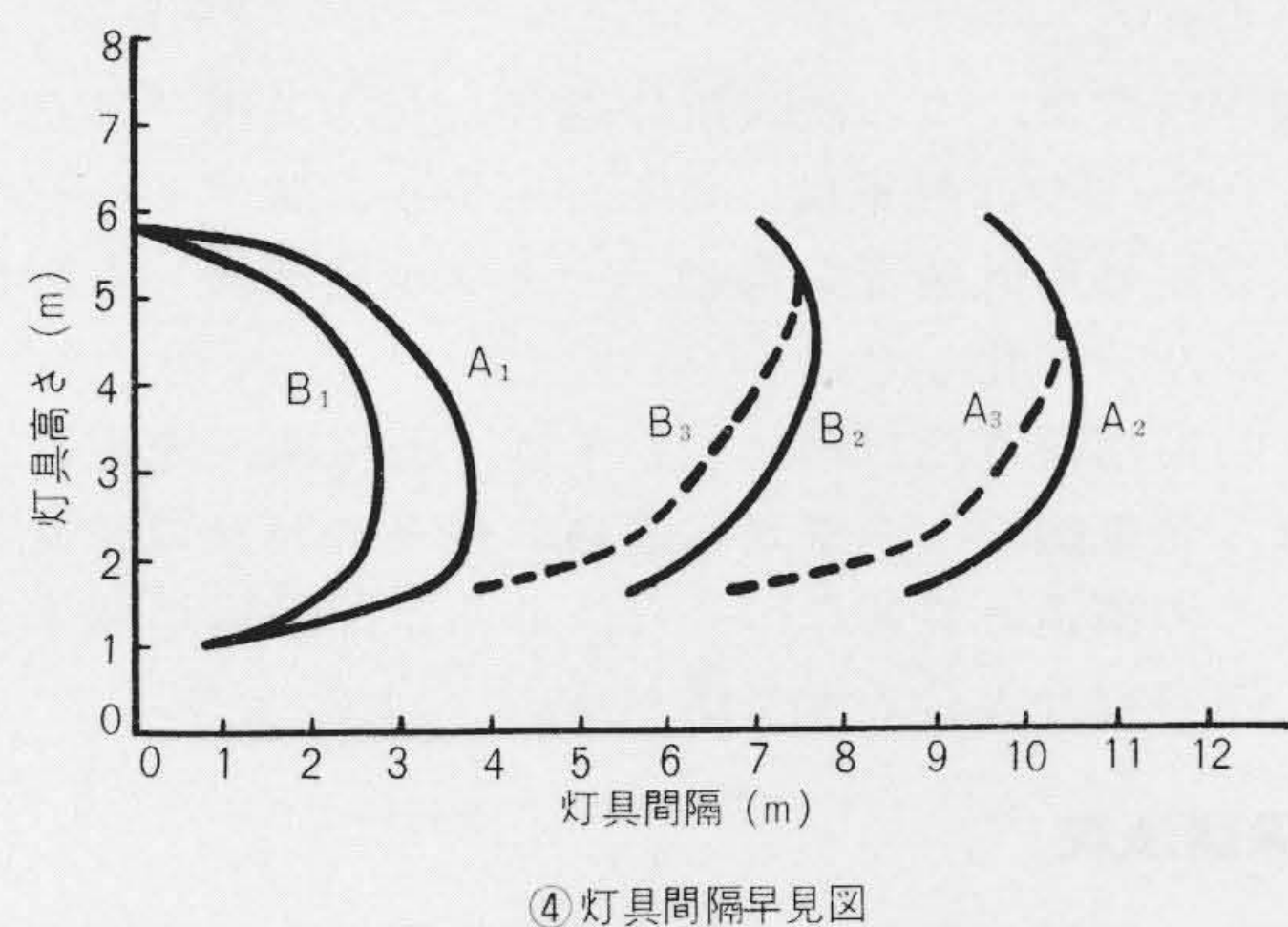
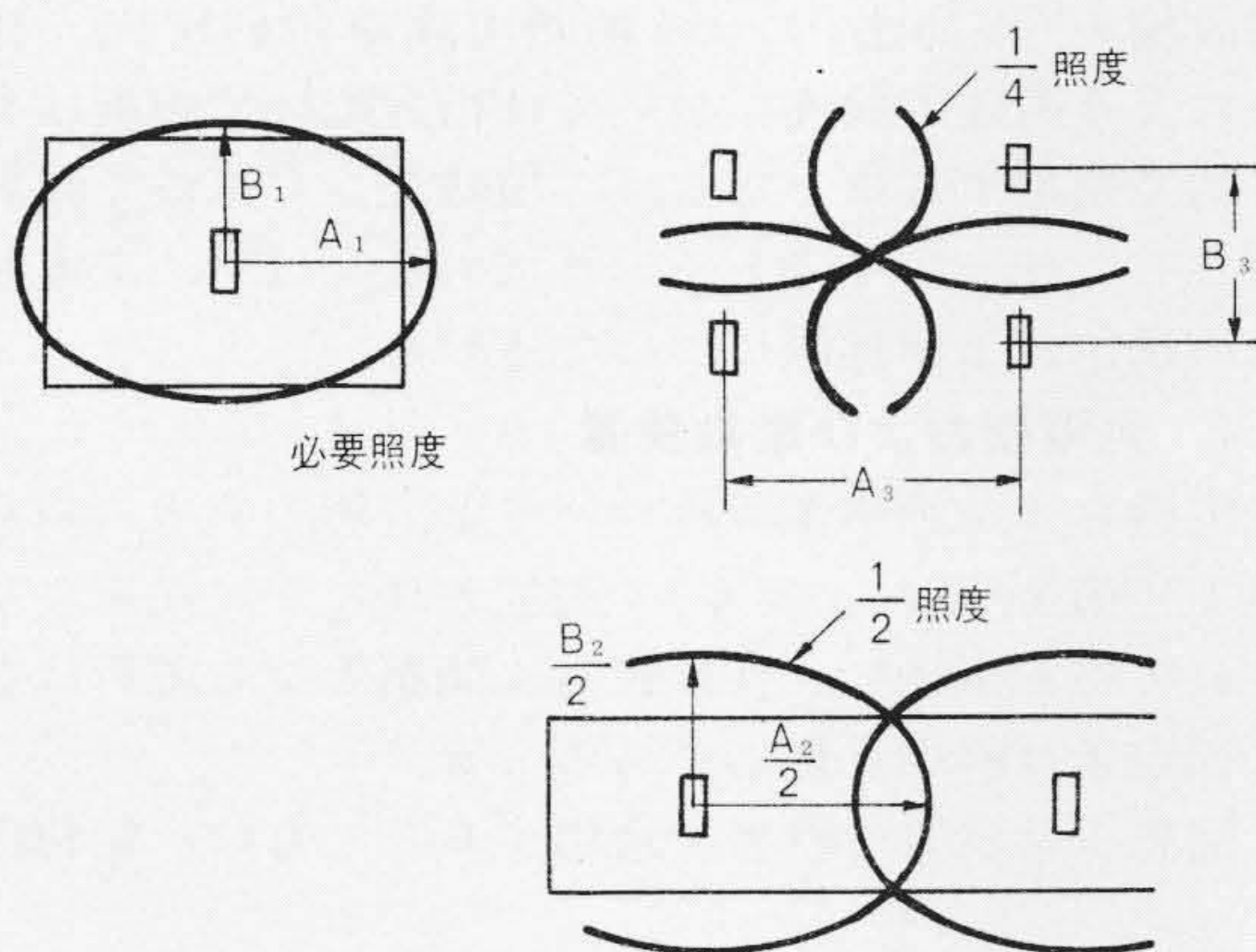
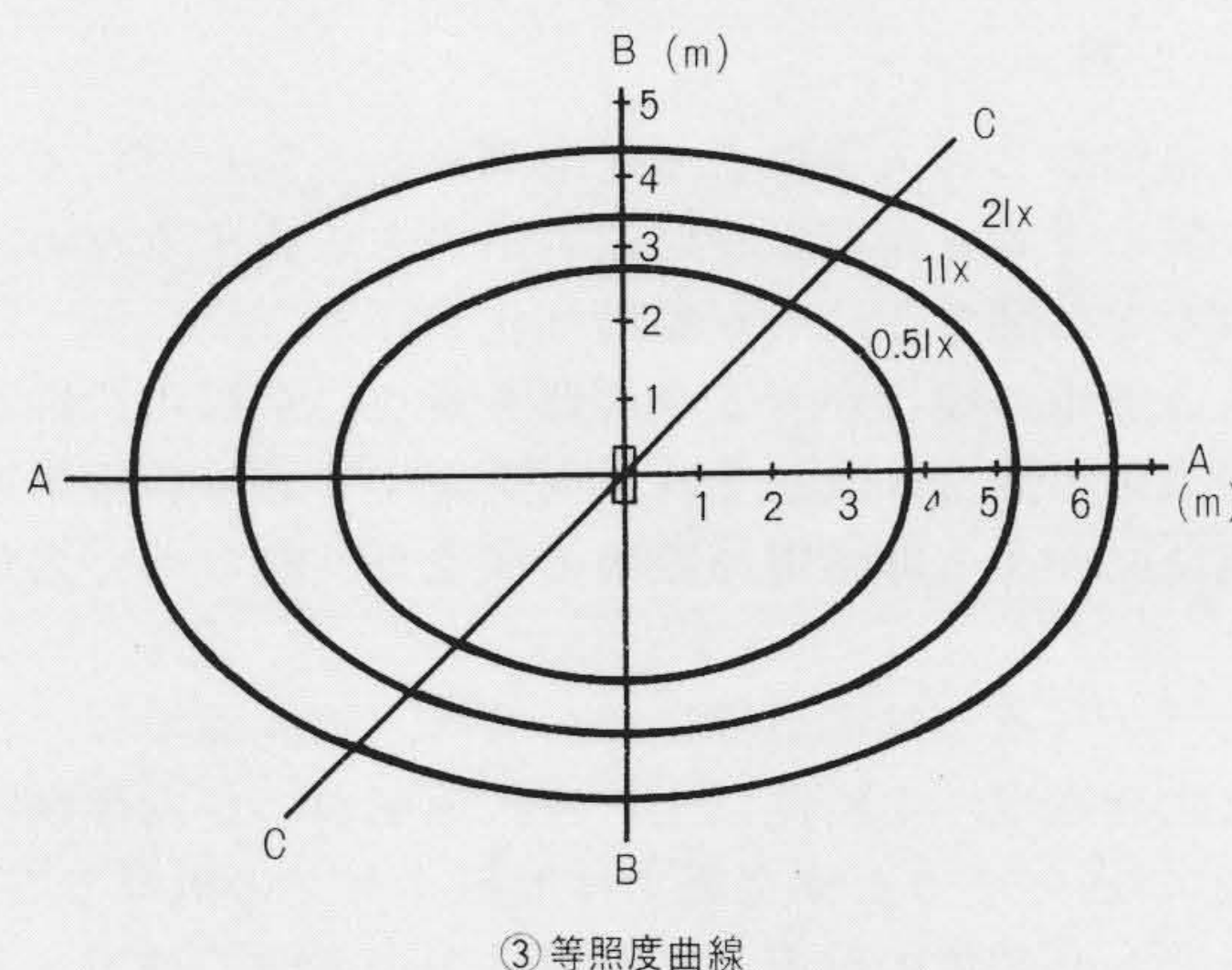
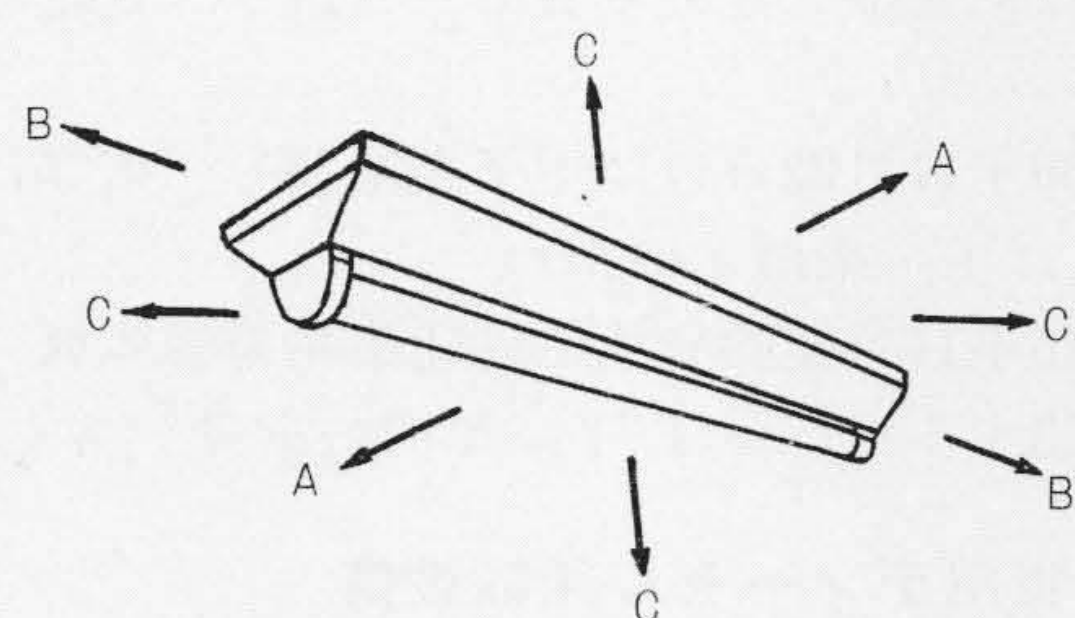
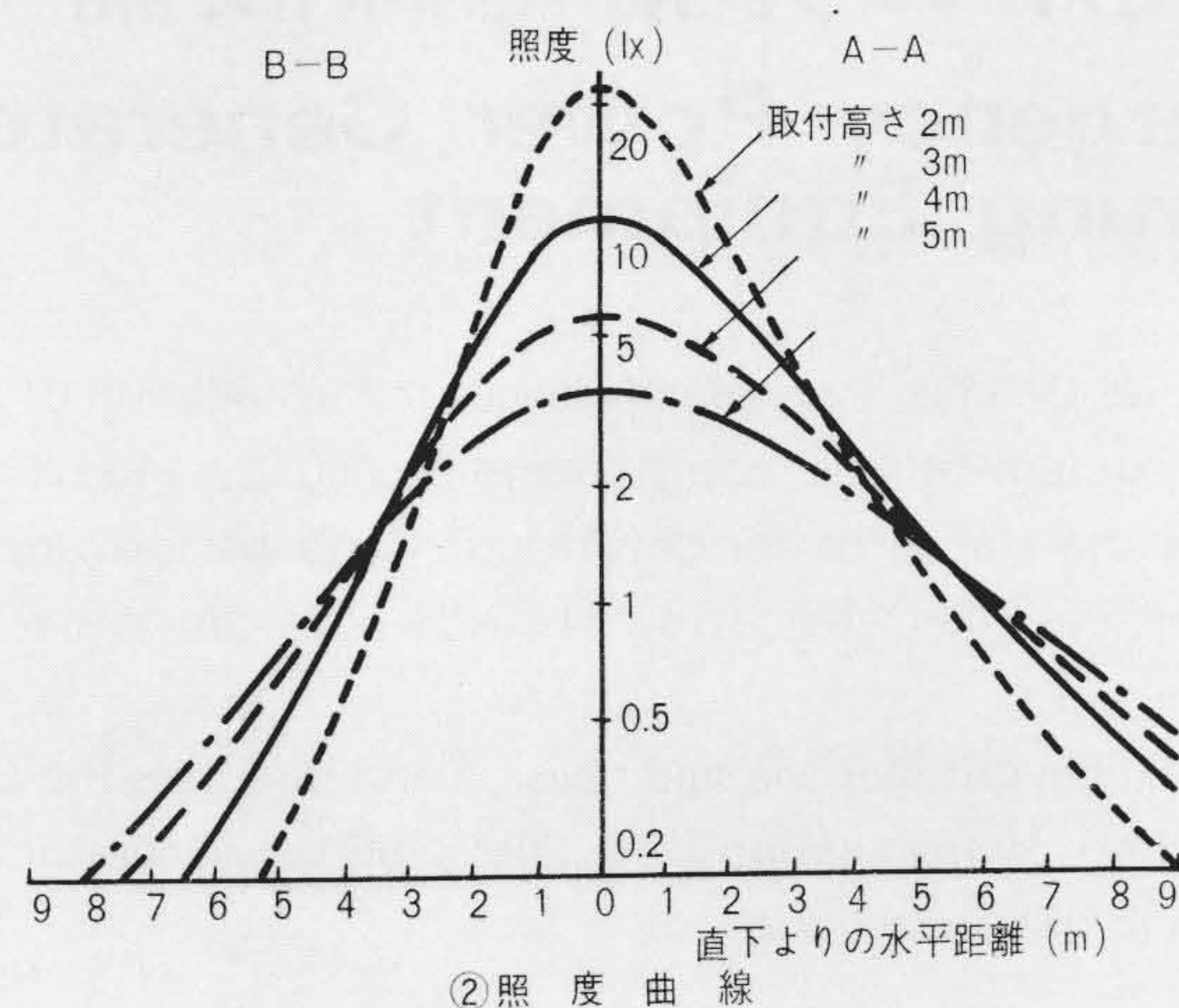
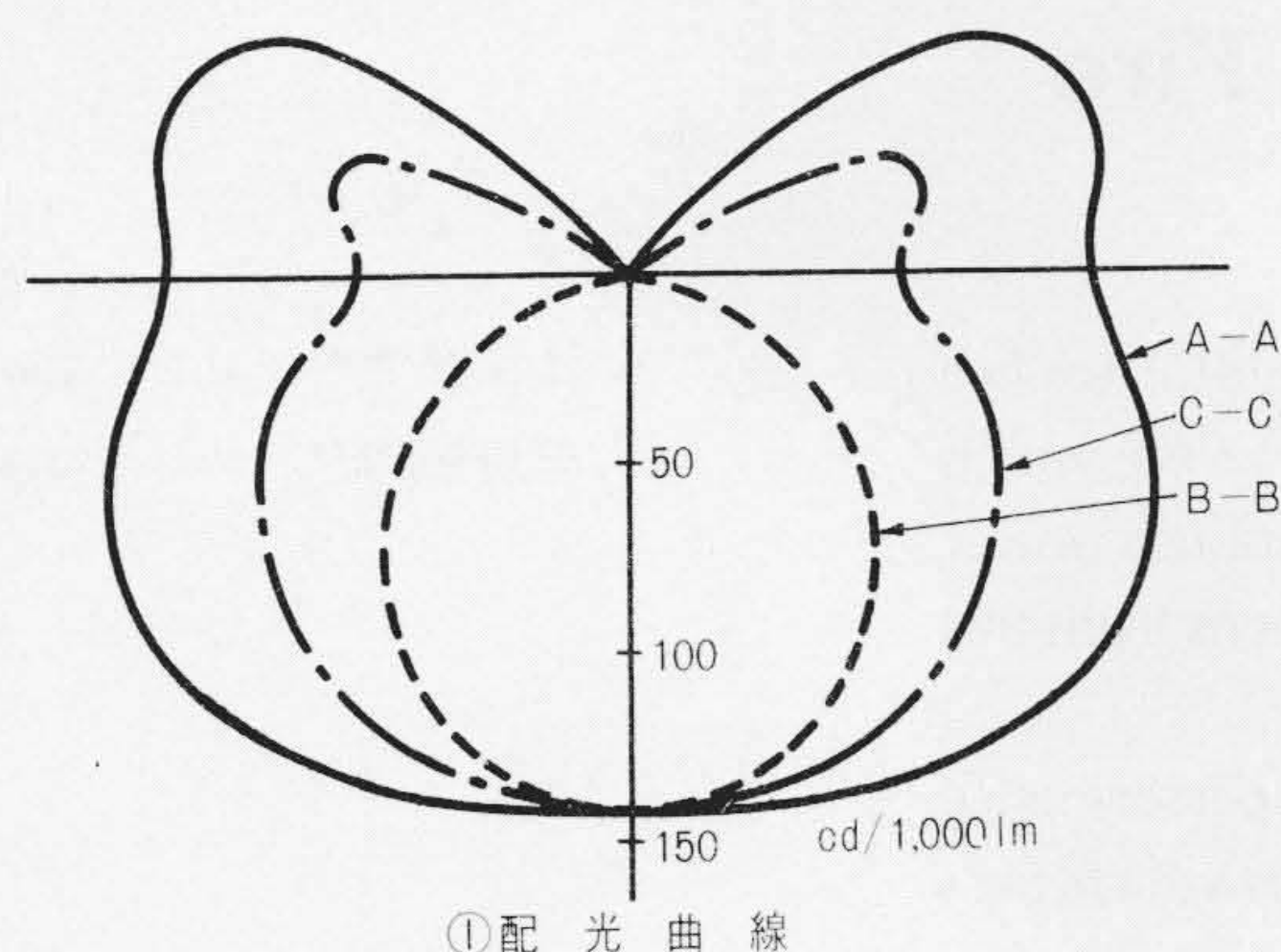


図7 非常用照明における配光特性と設計手順 20W I 灯用電池内蔵逆富士形器具の場合を示す。

Fig.7 Luminous Intensity Distribution and Design Process of Illuminating

6 結 言

非常用照明装置は、「建築基準法」によって設置を義務づけられてから約3年経過し、用途に応じて照明器具の種類もそろいつつある。

今後はけい光灯の場合には、インバータ回路の効率向上によって、より低容量蓄電池の使用を可能にして経済性を高めるとともに、多様化する一般用照明用器具に応じて、機種の実を図っていききたい。

参考文献

- (1) 建築省住宅局編：「建築基準法令集」，日本建築学会（昭46-7）
- (2) 「非常用の照明装置に関する指針」，（J E C A 1005）日本電設工業協会（昭47-1）
- (3) 遠藤，森山：「照明回路における半導体応用」，日立評論47，894（昭40-5）