

論文

自光型避難誘導標識の設計・試作

小林丈士^{*1)} 五十嵐美穂子^{*1)} 宮島良一^{*2)}

A design and trial production of a self-lighting type refuge guidance sign

Takeshi Kobayashi^{*1)}, Mihoko Igarashi^{*1)}, Ryouichi Miyajima^{*2)}

A refuge guidance sign guides disaster victims at the time of the disaster, and wherever they may be they can necessarily take refuge quickly and exactly by seeing the sign.

However, many of the present refuge guidance signs do not emit light, there are many that emit light with an external power supply, and when the power supply is interrupted by disaster at night, they cannot function as a refuge guidance sign. Furthermore, although there is also a system using EL, there is a problem with the brightness of the EL, its lifetime, etc. Then, an experimental refuge guidance sign was made using LEDs, it had an independent power supply by solar cells and further with a battery. An experimental system which can emit light was designed which had a power supply which became independent even if it faced an earthquake at night. In addition, "LED lighting circuit for AC" (patent 3122870) is used for the LED panel. Hereafter, the contents are reported.

キーワード：避難誘導標識，LED

Keywords：Refuge guidance sign, LED

1. はじめに

避難誘導標識は災害発生時に被災者を誘導するもので、誰がどこにいてもその標識を見ることによって迅速・的確に避難できる必要がある。現在の避難誘導標識の多くは非発光もしくは外部電源で発光するものが多く、夜間の災害により、電源が遮断された場合、避難誘導標識として機能できない。さらに、ELを用いたシステムもあるが、ELの明るさ、寿命等に問題がある。そこで、LEDを用いて避難誘導標識を試作し、さらに太陽電池と蓄電池による独立電源を備え、夜間の地震に際しても独立した電源により、発光可能なシステムを設計・試作した。LEDパネルには「交流用LED点灯回路」(特許第3122870号)を用いている。以下、その内容について報告する。なお、この研究は産学公連携研究(委託研究)にて行なったものである。

2. 実験と結果

2.1 現状のパネルの評価 現在すでに設置を行なっているELパネルについて評価を行なった。その写真を図1に示す。(a)は避難誘導標識で、(b)はELパネルを点灯するための電源である。ELパネルは、4枚で、表裏各2枚で構成されている。

また、EL1枚当たりの電気的な特性を測定した結果、360Vp-p, 125Vrms, 700Hzであった。



図1 EL光源の避難誘導標識と電源

次に光学的な測定を行った。その結果、図1の「矢印」の白の部分は 94cd/m^2 、人の緑の部分は 10cd/m^2 であった。以上の評価結果等から次の点が問題点として挙げられた。

<問題点>

ELの寿命 (通常：～3年程度)

ELを用いているため、電圧100V以上、周波数500Hz以上の専用電源が必要。

暗い。輝度：緑 10cd/m^2 、白 94cd/m^2 (ELの特性)

これらの問題点を解決するために、今回、LEDを用いて試作を行なうこととした。ただしELと比べ消費電力が増えることが予想されたが、LEDを使った場合のメリットとしては次の点が考えられる。

寿命 LED：定格以内で使用していれば十年以上。

電源の小型化可能。

ELに比較し高輝度が可能。

^{*1)} 研究開発部第一部 エレクトロニクスグループ

^{*2)} 事業化支援部 製品化支援室

2.2 LED パネルの概要 EL パネルの測定結果及び委託元との協議の結果、LED パネルの発光部表示面輝度は、100cd/m²程度と決定した。

そこで、LED点灯方式について検討を行なった。直流点灯においては、抵抗器を用いる方式であると、個々に安定した点灯を実現できる。しかし、消費電力は多く、さらに2cm幅に10本以上の並列配線が必要となり、LED基板の配線が複雑となる。また、昇圧回路を用いた場合は、配線を少なくすることも可能であるが、高い電圧まで引き上げることのできるICや装置で、小型、安価なものが無かった。交流点灯方式では、DC-ACコンバータの変換効率による消費電力のロスがあるが、特許の回路を使用することで、LED基板の小型化が可能である。そこで、今回は交流点灯方式を採用し設計・試作することとした。

2.3 システムの概要 図2にシステム全体について示す。また、目標とする仕様を満たすためのシステムの概要について検討を行なった。

- 消費電力 概算 250Wh (20Ah)
 - 鉛蓄電池 20Ah 以上。
 - 太陽電池・4hで満充電させるためには、
250Wh÷4h÷0.9=70W 以上。
 - ・8hで満充電させるためには、
250Wh÷8h÷0.9=39W 以上
- (ただし、効率を0.9と仮定)



図2 避難誘導標識全体図

2.4 LED パネルの試作

(1) 点灯回路とLEDを用いた基礎実験

これまでの実験結果をもとに、採用するLEDの検討を行い、5Φ 砲弾型と決定した。次に、回路定数の検討・実験を行なった。回路定数と関連するのは以下の点である。

- 輝度を実現するための点灯波形
- 基礎データ波形の確認
- LED直列接続個数の最大数の確認
- 消費電力の確認

採用した回路は、LEDを点灯させるには直列で接続する個数が多いほど有利であるが、LEDの個数が多くなると点灯時間が短くなる特徴を有している。実験の結果から、R1、R3の定数を決め、LED個数は発熱テストから最大26~30個、消費電力の測定では、LED200個 8回路 約30Wであった。

(2) LED パネルの試作と評価

次に(1)の結果を元に、避難誘導標識板及び協賛板のLED数、点灯回路数等を決定し、第1次試作を行なった。さらに、電気的な評価及び光学的な評価を行なった。その結果、全体の消費電力が多く、避難誘導標識板は目標とする明るさの2倍以上得られた。そこで、導光板の工夫を行い、LEDの配置を両側から片側のみの照射へ変更し最終的な試作を行なった。その電気的特性を表1に示す。

表1 電気的特性

	LED数	点灯回路数	電流	消費電力
	個	個	Ap-p	W
避難誘導標識板	60	2	0.14	7.1
協賛板	76	3	0.22	11.6
合計	136	5	0.34	18.5

次に、光学的評価を行なった。避難誘導標識板及び協賛板について各4個ずつ測定を行った。その結果、全てのパネルで平均100cd/m²以上であった。測定結果の内、ばらつきが一番多いものを図3、4に示す。

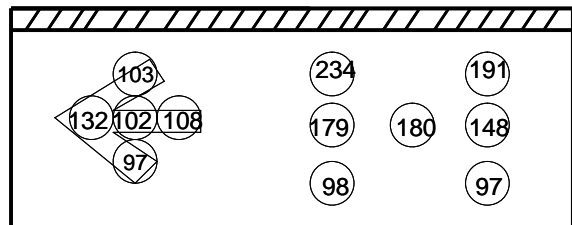


図3 避難誘導標識板の測定結果

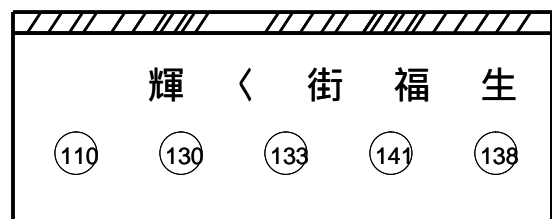


図4 協賛板の測定結果

2.5 システム全体の設計・試作 LED パネルの試作・評価を行い，委託元と検討した結果，以下の仕様とすることとし，システムの概要を図5に示す。

主な仕様

輝度 100cd/m²以上。

点灯時間と間隔

夜間（明るさが一定値より下回ったとき）から

6時間点灯 0.5秒点灯5秒 or8秒消灯

6時間点灯後，12時間は再度点灯しない。

夜間，振動センサが動作すると，30分間

0.5秒点灯，5秒消灯を繰り返す。

避難誘導標識板のみ点灯

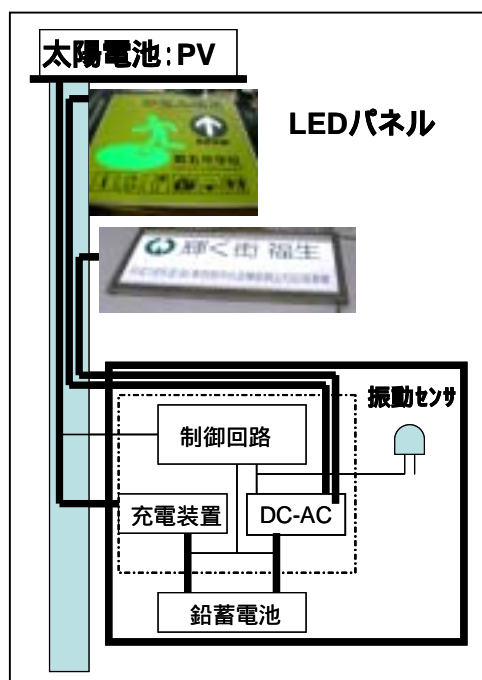


図5 システム概要

次にシステムに使用する装置について検討を行なった。

(1) 鉛蓄電池の検討

システムに使用する鉛蓄電池について検討を行なった。車載用等の安価な鉛蓄電池と密閉型の鉛蓄電池を充放電させ特性を比較した。その結果，車載用の安価な鉛蓄電池の場合，一定以上の充放電（ディープサイクル）を繰り返すと特性劣化を生じることがわかった。そのため，ディープサイクルに対応可能な密閉型鉛蓄電池(22Ah)を採用した。

(2)太陽電池の検討

2.3 で計算した結果では，4時間で満充電させるためには，70W以上が必要であり，また，8hで満充電させるためには，39W以上必要である。しかしながら，委託元との打ち合わせの結果，39Wでも大きさが535×666×35mm，重さが4.3kgとなり，ポールに設置するのは大きすぎるのではないかとのことから，今回は，383×449×25mm 18W（max1A）とした。ただし，満充電するためには，22Ah÷1A=22時間が必要である。

(3)充放電回路の検討

太陽電池から蓄電池へ充電するためのコントローラ（制御装置）については，今回は設計・試作するのではなくすでに市販されているものを組み込むこととした。確認のため，コントローラを用いて充電特性を測定し，必要な性能が得られたので採用した。

(4)DC-ACインバータ回路の検討

DC-ACインバータ回路についても充放電回路同様に市販されているものを組み込むこととした。市販されている装置のうち比較的入手しやすい3種類の装置について出力波形の測定を行った。その結果3種類中2種類は，方形波に近い波形となっており，今回のシステムには不向きなため，残る一つの正弦波波形に近い波形を出力する装置を使用することとした。そこで，鉛蓄電池，LED点灯回路，LED及びDC-ACインバータ装置を用いて放電実験を行なった。実験では，LED229個，点灯回路8回路を用いており，LEDを連続点灯させた。その結果，この条件であれば，4.5時間連続点灯可能であり，全ての装置を5秒に0.5秒動作させれば5倍の時間点灯が可能と思われ，4.5時間×5=22.5時間点灯できる。

(5)制御装置の設計・試作

(1)から(4)まで報告した装置を制御するための，ハードウェアを設計した。その概要を図6に示す。

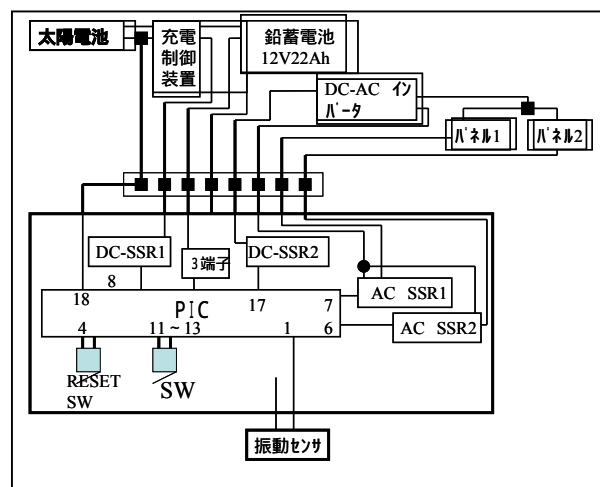


図6 制御装置のハードウェア概要

太線で囲ってあるところが，今回試作した制御基板である。CPUを用いて，太陽電池の電圧，振動センサからの入力信号をもとに，充放電制御回路，DC-ACインバータ，避難誘導標識板及び協賛板を制御している。

また制御の条件は，

日没後6時間点灯

5秒 or8秒間点灯 0.5秒間点灯

- ・日没は，太陽電池からの入力が5分間（1分間隔のサンプリング）5V以下の時。
- ・日没判定後，太陽電池からの入力が5分間（1分間隔のサンプリング）5V以上の時。

点灯停止（係数のリセット）

・6h 点灯後，12 時間は再度点灯しない。

振動センサからの出力があった場合

- a) 昼間 振動が起きてても 不点灯
- b) 夜間 点灯中 5 秒 0.5 秒点灯 強制 30 分点灯
通常動作
- c) 夜間，不点灯 強制 30 分点灯 通常動作

さらに，制御用ソフトウェアの全体の流れ図を図 7 に示す。
今回のソフトウェアでは，時間を正確に刻むのではなく，太
陽電池からの出力電圧で昼・夜の区別をしている。

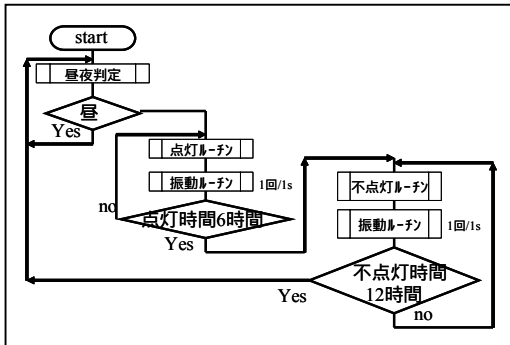


図 7 制御用ソフトウェアの全体の流れ図

なお，夜 6 時間点灯後，12 時間は再度点灯しない設定とし，
振動センサ動作時は 30 分 ON である。

また，設置時に動作を確認できるようにするため，鉛電
池が接続されると動作をするソフトウェアを追加した。

さらに，動作確認及びデモストレーションが可能なテス
トプログラムも作成した。

(6) システム全体の評価

システムを組み合わせる評価を行なった。システム全体
の評価時のデータを図 8 に示す。

この実験は，太陽電池に太陽が当たらないように設定す
ることで，6 時間点灯，12 時間消灯を繰り返し行なったも
のである。図から，満充電であれば，5 日間点灯すること
が確認できる。

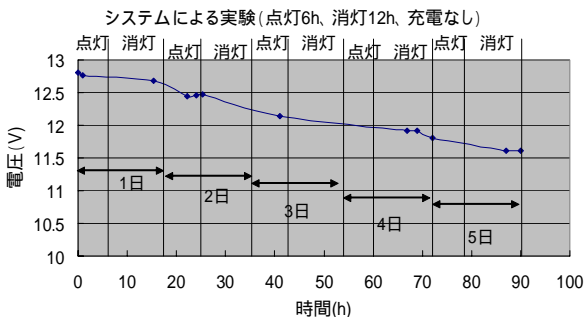


図 8 試作システムによる実験結果
(太陽電池不日照：点灯 6h，消灯 12h)

3. まとめ

本研究では，まず EL パネルの評価を行ない，問題点を把
握し，LED パネルの仕様を検討した。

その後，LED パネルの第一次試作・評価を行なった。
LED パネルは「交流用 LED 点灯回路」(特許第 3122870 号)
を用いて試作を行ない，評価した。その結果，当初予定し
ていた両方向からの照射で無く，片側からの照射で目的と
する明るさを達成することが確認でき，最終試作・評価を
行なった。その結果，LED パネルでは，当初 46W の消費電
力であったものを，18.5W まで低下させることができた。

また，この設計・試作では，できるだけ省電力化を目指
し，太陽電池及び鉛蓄電池を小さくする努力をした。

さらに，太陽電池，蓄電池等を組み合わせたシステムを
設計試作し，評価を行なった。当初予定していた太陽電池
より設置等の条件及び LED パネルの省電力化が実現した
ことから小型化できた。しかし，充電量が不足する可能性
があり，蓄電池がある一定電圧以下となった場合，協賛板
を点灯しない設定を組み込むことで，消費電力を減らす工
夫をした。

また，当初設計していた値より充放電制御装置が，夜
間蓄電池から電流(数十 mA)を消費することがわかった。
今後は，充放電制御装置の消費電力を少しでも抑える工夫
が必要と思われる。

DC-AC コンバータについても当初検討していた消費電
力より，待機時の消費電力が大きい。そこで，入力に DC-SSR
を用いて，消費電力を減らす工夫を取り入れ，点灯してい
る 6 時間，及び振動センサが動作したときのみ，動作する
回路とした。これにより，昼の消費電力は抑えることがで
きた。なお，夜間 6 時間は 8 秒間消灯に 0.5 秒間点灯を繰
り返しているが，この 8 秒間については，電源を切断してい
ない。

今後は更に消費電力を減らす工夫が必要と考えられ，フ
ィールドテストの結果から再度システムを見直す必要があ
るとと思われる。

(平成 19 年 6 月 29 日受付，平成 19 年 8 月 7 日再受付)

文 献

- (1) ミネベア株式会社：「下向きプリズムシートを用いた高効率 LED バックライトの開発」，信学技報，EID2004-36(2005-01)
- (2) ミネベア株式会社：「LED バックライト輝度ムラ改善効果」，信学技報，EID2004-36(2005-01)
- (3) 多摩電気工業：「バックライトの最適設計化と効率向上」，電子材料，(1995 年 12 月)
- (4) 上野武司，宮島良一，吉田裕道，佐藤正利：「交流 LED 点灯回路」，特許第 3122870 号(2000)
- (5) 上野武司，宮島良一，吉田裕道，佐藤正利：電気学会 論文誌 C，115 巻 1 号(1995)，166,65
- (6) 五十嵐美穂子，小林丈士，宮島良一，吉田正雄，窪田栄二，高田亜由美：「LED を用いた大型電飾ボードの開発」，東京都立産業技術研究センター 研究発表会要旨集平成 18 年 6 月 30 日