

下水道マンホール内点検用カメラの開発

大畑 敏美* 浅見 樹生* 上野 章**

Development of Camera Used for Checking in Drainage Manhole

Toshimi Oohata*, Tatsuo Asami*, Akira Ueno**

キーワード: 発光ダイオード, 同期照明, カメラ

Keywords: Light emitting diode, Synchronous lighting, Camera

1. はじめに

都内には約47万個の下水道用マンホールが設置され、その機能維持のため定期的に点検調査・補修工事が行われている。マンホール内の点検は重い蓋を開け目視等により点検しているが転落や酸欠事故防止等の理由から、マンホールの蓋を開けずに内部を見ることが望まれている。

本開発研究では、マンホール蓋の鍵穴からカメラの先端を挿入し暗い内部を点検するカメラを開発したもので、開発の要件として以下の各項が求められる。

① 小型である

鍵穴(直径15mm)から照明機構を含むカメラ先端部分を挿入するため、その直径が鍵穴径以下であること。さらに、マンホールの内部直径はかなり広くまた、設置場所により深さは異なるが深い(図1マンホールの構造参照)。

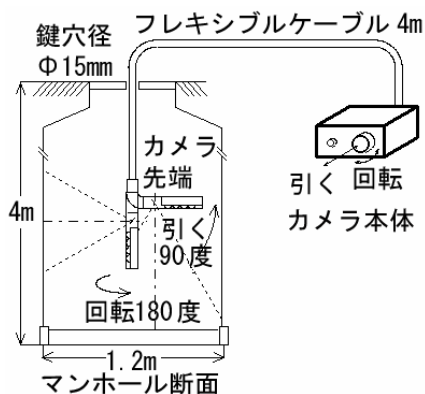


図1. マンホールの構造

② 撮影面の照明をする

暗いマンホール内部をカメラ撮影するために必要な照度を得られること。

③ マンホール内全壁面を点検する

カメラ先端部分に回転・首振り機構を設け、マンホール壁

面をくまなく撮影できること。

④ 省エネ設計である

本カメラシステムは、路上などで使用するため、電源は電池を使用することになるが、装置の消費電力は極力抑え小型で持ち運びやすくすること等

2. 検査用カメラの試作

2.1 設計方針 前記のとおり、使いやすい点検用カメラの試作について特に、以下の2点に注目し設計を行った。

① CCDカメラの撮影で、被写体からの光量が十分にある撮影の場合、露光時間(電子シャッターの開放時間)が極めて短くなる点(使用したCCDデバイスの場合最小1/12,000秒である)。

② LEDの点灯立ち上がり時間が極めて早い点(数百ナノ秒。一般の白熱電球等の光源では瞬時的に発光せず、明るさが一定となるまでに数百ミリ秒の時間が必要である)。

そこで、照明の光源として瞬時点灯するLEDを使用した。さらに、強力な照明が必要なことから、消費電力の大きい高輝度LEDを用いカメラの露光時間に同期し点灯をする方式を開発した。高輝度LEDは熱の発生が多くあり実装には放熱板をもちいる必要がある。また、直径15mmの鍵穴を通過するサイズにする必要がある。

そこで、通常ビデオ撮影に使用する照明は連続点灯で行われ、多くの電力を要している。露光時間以外のLED点灯は電力の浪費であるだけでなく発熱となり大きな放熱板を必要とするなど小型化を難しくしている。ここでは、強力な光で照明をすることでカメラの露光時間を短くし、短くなった露光時間に連動しLEDを同期点灯させることで、省エネ化と小型化をねらった。

LEDをカメラの露光時間に同期し点灯させるためLED駆動装置を試作した。なお、当所で開発した同期照明方式の開発例としては口腔内検査用カメラ⁽¹⁾の例がある。

2.2 同期照明 LEDをカメラの露光に同期し、点灯させるための照明装置を試作した。設計したLED駆動回路を図2に示す。2台の単安定マルチバイブレータ及びLEDの点灯を制御する電界効果トランジスタで構成している。

* ITグループ

** 株式会社 フジタ・ジャパン

同図の上部に示す単安定マルチバイブレータにカメラからの電荷排出パルス信号を受け取り、電荷排出パルス信号が無くなる露光期間 LED を点灯させる機構である。

下部の単安定マルチバイブレータは、カメラのレンズに蓋をかぶせた場合など暗い撮影画像でカメラの露光時間が延び LED の点灯が連続点灯状態に近い場合を想定し、LED の焼損を防ぐ目的で点灯時間に制限を設けた。制限時間は 5 ミリ秒とした (1 コマの撮影時間 16.6 ミリ秒であり、LED 点灯時間のデューティ比は最大約 0.3 である。)

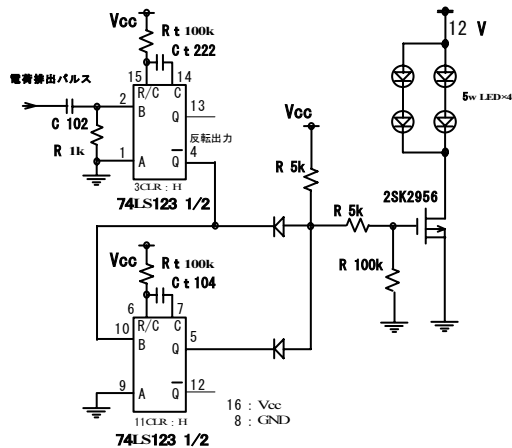


図 2. LED 照明装置回路図

2. 3 首振り・回転機構 マンホール内部を自在に撮影するためカメラ先端と本体をフレキシブルケーブルで結び、ケーブル内に先端部分を動かすためのワイヤーを挿入する構造とした。本体側のツマミを引くことによって先端部分が曲がり、また、ツマミを回転させると先端部分が回転する機構を作製した。

3. 結果及び考察

開発したマンホール点検用カメラシステムの全体を図 3 に示す。

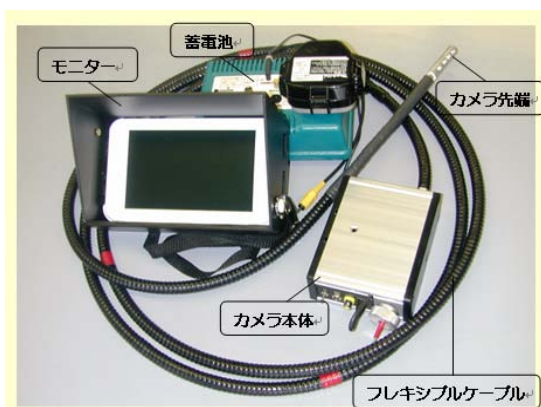


図 3. 開発したマンホールカメラシステム全体

カメラ本体、本体につながるフレキシブルケーブルと先端部分、モニター、蓄電池及び充電器で構成した。

開発した点検用カメラの LED 点灯方式を従来からの連続

点灯方式から同期点灯方式に改良した効果を次に示す。

3. 1 LED の温度上昇 室温 25℃の環境で試作機を動作させた状態で、カメラ先端部分に取付けた LED のダイ・ヒートシンク上面温度測定を行った。約 40℃の温度上昇が見られ、ダイ・ヒートシンク上面温度は 65℃となった。しかし、LED 標準仕様⁽²⁾では 85℃となっており、一応規格内に収まることが確認できた。

3. 2 消費電力 カメラに使用した電池の出力端子電圧を測定し、開発した同期点灯方式と連続点灯する従来方式の比較を行った (図 4 電池の端子電圧参照)。

CCD カメラの消費電力は約 1w、連続点灯した場合の LED の消費電力 20w であり、従来方式だと全体で約 21 w の電力を消費し、電池端子電圧が 9v になるまでの撮影可能時間は—×—×—記号で示す 47 分であった。開発した同期点灯方式では LED の消費電力は約 7w となり、撮影可能時間は—●—●—記号で示す 120 分で、2 倍強の撮影可能時間となり、省エネ効果が確認できた。

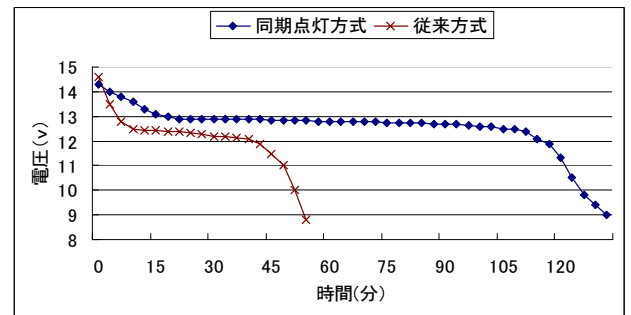


図 4. 電池の端子電圧
12v 2.2Ah, ニッケル水素電池を使用

4. まとめ

マンホール蓋の鍵穴からカメラ先端部分を挿入し、暗いマンホール内部を隈なく点検するカメラ装置を開発した。

カメラ先端部分に装着した高輝度 LED でマンホール内部を照明し、CCD カメラで撮影を行う。LED の点灯を CCD カメラの電子シャッターに同期させることで無駄のない照明を行い、LED の発熱を抑えると共に省エネを図り、電池の使用時間を 2 倍強に延ばすことができた。

また、カメラの先端部分に回転・首振り機構を設け、撮影方向を自由に変える機能を組み込んだ、特にマンホール内枝管接続部分などの詳細部分の撮影に効果を発揮するものと期待される。

(平成 18 年 10 月 25 日受付, 平成 18 年 12 月 1 日再受付)

文 献

- (1) 大畑敏美他: 東京都立産業技術研究所研究報告, 第 6 号 113-114(2003)
- (2) 日亜化学工業株式会社: LED 標準仕様書 白色チップ LED STSE-CC5017B 1 Cat.No 050909