

低コストで導入できる自動式車輻消毒装置の開発

河村翔一郎 安富政治

Development of an Automatic Disinfection Apparatus for vehicle available at lowcost

Masaharu Yasutomi, Shoichiro Kawamura

要 約

車輻を介した家畜伝染病の侵入を防ぐため、市販素材を用いて比較的安価に製作でき、農場による自力製作が容易な構造を持つ、自動式車輻消毒装置を開発・試作した。試作装置を当センターへの入構車輻の消毒に 1 年間使用し、悪天候によるセンサの誤検知抑止、車輻検知の確実性向上および車体への消毒液散布能力向上のための改良を行なった。また、車体底面構造物への消毒液散布能力を目的とした検証を行ったところ、一定の基準の下に算出した消毒有効面積率（6 方向平均）が改良の前後で 39%から 76%へと上昇した。本装置を自力施工主体で製作した際の設置費用は約 16 万円であり、一般的な逆性石けん消毒薬を 1000 倍希釈で使用した場合の消毒薬コストは大型車一台当たり 20 円であった。

キーワード：車輻消毒、消毒装置、消毒ゲート、光電センサ、水中ポンプ

結 言

車輻による家畜伝染病の伝播を防止するためには、車体表面、特に路面から巻き上げた家畜糞が付着しやすいタイヤ周辺や車体底面の消毒徹底が不可欠であり、大規模農場等において入構車輻に対して自動で消毒液散布を行う消毒装置が以前から使用されている。しかし、現在市販されている自動式車輻消毒装置は、消毒液の噴霧に必要な高圧を発生する高出力の動力ポンプと、それに耐える配水系で構成されるため、付随する施設・建屋を含めると高額（100～2000 万円）となる。

本研究では、農場等の入口に設置して入構車輻の消毒を行い、特定家畜伝染病発生時には発生農場や周辺道路に緊急的に設置して通行車輻の消

毒を行うという運用コンセプトのもと、すべての部材に工業用規格材、汎用電機製品を用いることで市販品よりも大幅に安価で導入できる自動式車輻消毒装置の開発を行った。

1. 自動式車輻消毒装置の試作とその構造

2016 年 2 月、自動式車輻消毒装置の試作品を当センターにて製作した（写真 1）。本装置は消毒ゲート・電動ポンプ・貯留タンクからなる装置本体部分と、車輻検知センサおよび制御盤からなる制御機器部分で構成される。電動ポンプには汎用水中ポンプ（電源 AC 100 V、消費電力 250 W）、検知用センサには産業機器用光電センサ（拡散反射型、リレー出力方式、最大検出距離 2 m）を使用しており、一般家庭用 AC 100 V コンセントからの給電で作動する。



写真 1 試作した自動式車輻消毒装置の全景



写真 2 消毒液散布の様子

消毒液噴射のメカニズムを図1に示す。タンクに貯留された希釈消毒液をポンプによって加圧し、消毒ゲートへと送水する。消毒ゲートの送水管部分にはドリル孔(5~8mm径)を通行車輛に向けて開口しており(写真3)、これを噴射孔として消毒液を噴射する。噴射ゲートの送水管は配管用炭素鋼管(JIS G3452、呼び径32)とその継手類によって構成され、車輛が踏み越える横管が車輛底面への消毒を、横管から継手を介して立ち上げた左右2本の立管が高さ1.2mまでの車輛側面への消毒を担う。

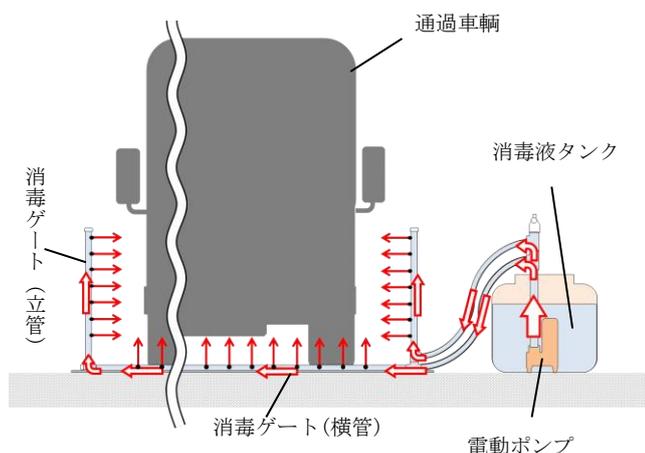


図1 消毒液噴射メカニズムの模式図
(は送水経路を、 は細孔噴射を示す)



写真3 消毒ゲートの噴射孔



写真4 光電センサと制御盤のユニット

また、進入車輛を検知する光電センサ(拡散反射型)を消毒液噴射ゲートの前後にそれぞれ1または2ヶ所ずつ通過車両を側方から検知するよう設置する。全てのセンサは並列接続されており、最低1箇所以上の検知によってポンプに電源が供給される。各センサおよび制御盤ボックスは型枠コンクリートを垂とする柱台に固定されたユ

ニットとしている(写真4)。

本装置は装置本体、制御機器ユニットともに自立するため、平坦な舗装路面上へ固定作業を要することなく設置して、車輛を通行させることができる。AC100V電源と消毒薬希釈用の水が確保できる条件があれば、遠隔地へ運搬して運用することが可能である。

2. 装置の運用と改良

試作装置は2016年3月から2017年3月にかけて当センター敷地内にて入構車輛(大型貨物車輛も含む)に対する消毒に連日使用し、運転状況を踏まえ必要と考えられた対策・改良を加えた。うち、主要なものを以下に示す。

(1) センサ信号平滑化回路の設置

運用中、荒天時に雨粒や雪結晶をセンサが検知して、ポンプ電源制御用の電磁開閉器が短い間隔で頻繁に開閉を繰り返し、ポンプが誤作動する事象が観察された。この対策としてセンサ信号を遅延させる回路を制御盤内に設置した。これはセンサ信号回路の途中で動作時間0.05秒のリレーを1基設置して信号の回路変換を行うもので、リレー動作時間以下で開閉を繰り返す信号を閉状態に平滑化することを目的としている。この方式を採用以後の2017年1~2月にかけて当センター付近は数度の豪雪に見舞われたが、牡丹雪が激しく降る状態であってもポンプ電源制御用の電磁開閉器が誤作動する事態は観察されなかった。

(2) センサ数・配置の変更

試作当初、装置の光電センサは消毒ゲートの前後に1ヶ所ずつ、同じ高さ(地上約60cm)に設置していたが、軽乗用車から大型貨物車まで多様な車輛を通過させるに当たり、車種によっては通過途中にセンサが車体を検知しなくなり、噴射が停止する事態が多く観察された。これは光電センサの特性として、黒などの暗色系の色や無塗装プラスチックを検出しにくいこと、センサ対して傾斜している平面を検出しにくいことが影響していると考えられた。この対策としてセンサ個数はそのままに設置間隔・高さ・角度を様々に変更して実証を行ったが、いずれも完全な解決を見なかったため、センサ個数を片側2ヶ所ずつとし、それぞれ30~50cm程度異なる高さに配置した(写真4)。この異なる位置を視野とするセンサ同士の相互補完により、車輛通過中の検知不良が大幅に減少した。

(3) 噴射孔の口径、配置の変更

試作装置の完成当初の噴射孔は 8 mm 径のドリル孔を用いており、これを 40~50 cm 間隔で横管・両立管合わせ 10ヶ所に設置していた。これは一つの噴射孔当たりの噴射水量は多いものの、噴射孔同士の間隔が広いために消毒液の噴射ムラが生じやすく、特に車体底面構造物に挟まれた部分やタイヤハウス内側への消毒吹きつけが不十分な傾向にあった。そこで、噴射孔の口径を 5 mm まで小さくし、配置間隔を 15~25 cm へと狭める対策を行った。

また、孔の開口方向についても、当初、鋼管表面上の車体底面・側面に対して垂直方向に開口していたが、車輛の前後方向に面した部分に対しての消毒液散布が不十分な傾向にあった。そこで、開口位置を、垂直線上から鋼管断面上を前後いずれかの方向に 10° 傾けた方向とし、交互に配置することで、車輛の通過に合わせて前後方向に向いた面にも消毒液が散布されやすいようにした (図 2)。

3. 消毒液散布能力の検証

車輛底面に対する消毒液散布能力を確認するための検証を試作装置の運用開始直後 (2016 年 5 月) および一連の改良終了後 (2017 年 3 月) にそれぞれ行った。検証には車体底部の構造物に見立てた「ベクトル被写体」を用いた。これはケント紙製の一辺 70 mm の立方体に、14 mm 四方の正方マスを描いたものであり、消毒液が散布されたマスの個数によって散布状況を検証するものである。

これを検証車輛 (1.5 トン積低床トラック) 車体底面の右前方から左後方にかけての対角線上 5ヶ所に方向を揃えて装着し、消毒液の代わりに染色液を噴射するようにした消毒装置を通過させ、染色されたマスを計数することで消毒液の散布状況を 6 方向 (前後上下左右) のベクトル平面ごとに分解して検証した (図 3)。

マスの計数は目視において面積の 2分の1以上が明らかに染色されているものを有効とし、染色

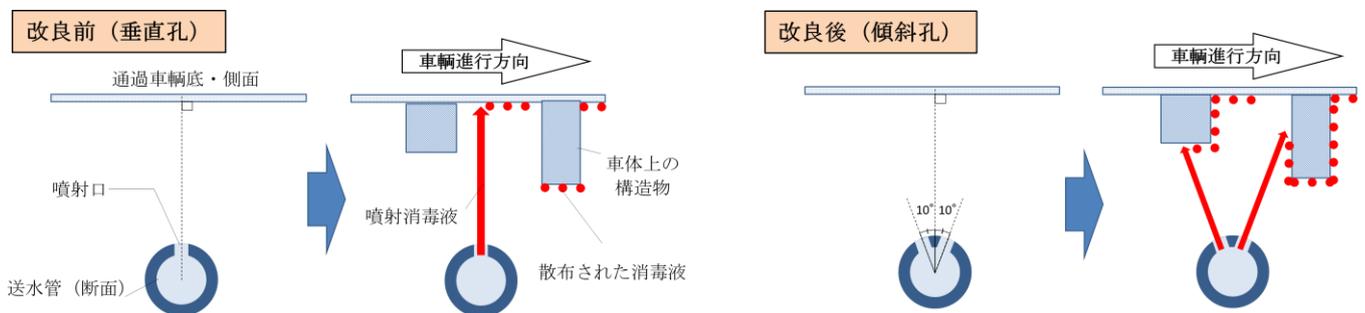


図 2 噴射孔の開口方向による消毒液散布状況の変化

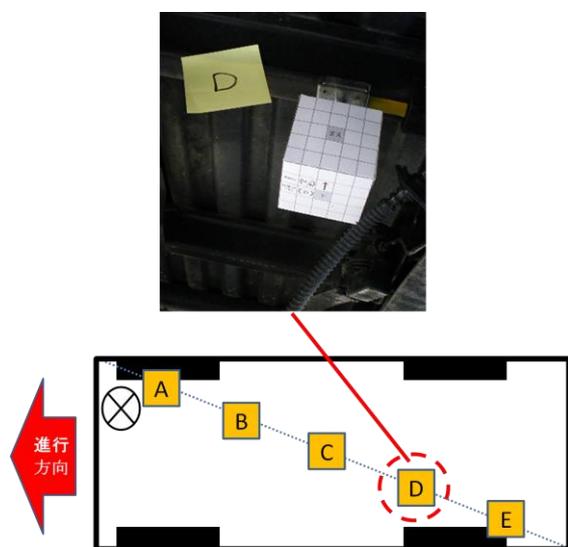


図 3 ベクトル被写体と検証車輛への設置状況

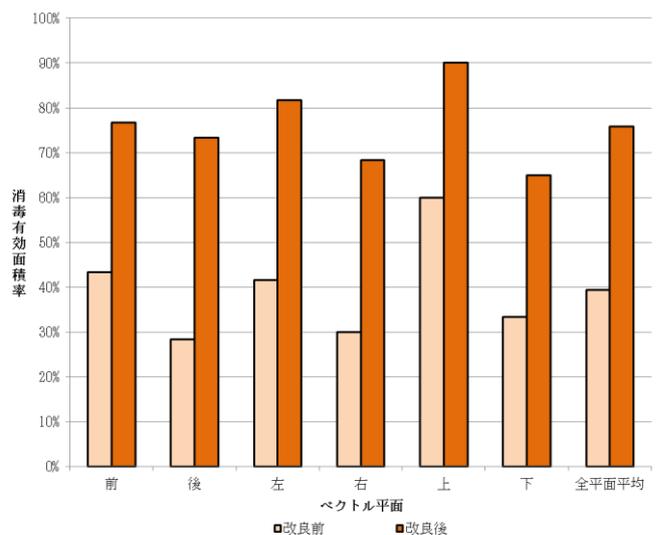


図 4 改良前後の消毒液散布能力の比較

が面積の2分の1未満あるいは極度に斑状の場合は除外した。この有効マスの点数を、1被写体1平面ごとに総マス数24に対する百分率で表し、平面方向（前後上下左右）ごとに5被写体の数値を平均したものを、各ベクトル平面の消毒有効面積率とした。

改良前と改良後の消毒有効率を図4に示す。全てのベクトル平面で消毒有効率が上昇しているが、特に改良前に有効率が30~40%程度と低かった、後方および左右方向においても改良後は70%程度まで上昇しており、各ベクトル平面の有効面積率を平均した値は改良前の39%に対し、改良後は76%であった。以上より、噴射孔の数・開口方向の変更が有効に機能し、消毒液散布能力が向上したと考えられた。

4. 導入コストおよび運用時の消毒薬コスト

当センターでは本装置の製作にあたり、管材の組立や制御機器配線作業等を自力施工し、消毒ゲートの送水管と底板を溶接する作業のみ地元鉄鋼業者に委託する方式で行った。改良後の装置1台を製作するための資材費用は総額152,620円（税込）であり、溶接作業の委託工賃は約8,000円（税込）であった。以上より、自力施工を主体とした場合、1台あたりの20万円以下の費用で導入が可能であると考えられた。

次に本装置の運用時に必要な消毒薬コストについて試算を行った。試算条件として、消毒液の噴射量を改良後の消毒液消費量実測値2.9L/s、通過車両1台あたりの噴射時間を普通車5秒、大型車10秒とした。使用消毒液には当センターで使用する2種類の製品について、当センターでの使用条件・購入価格をもとに算出を行った。その結果を表1に示す。当センターでの通常時の消毒条件である、逆性石鹼製剤（消毒薬A）を1000倍希釈で用いる場合は、大型車一台当たり20円であり、口蹄疫発生時を想定した、グルタルアルデヒド製剤（消毒薬B）を400倍希釈して用いる場合は、大型車一台当たり171円であった（表1）。

表1 車両1台あたりに必要な消毒薬コストの試算

使用消毒薬				消毒薬コスト（円/台）	
名称	成分	薬価（※）	使用希釈倍率	普通車	大型車
消毒薬A	塩化トリメチルアンモニウム メチレン系逆性石鹼製剤	689円/L	1000	10	20
消毒薬B	グルタルアルデヒド製剤	2359円/kg	400	86	171

※当センターでの購入価格

5. 普及と今後の改良

当センターでは現在本装置の普及を行っており、設置農家における自力施工が可能なように製作マニュアルの作成を進めている。また、普及農家からの要望をもとに、車両屋根も含めた全周消毒が可能な消毒ゲート（写真5）の開発を行っており、今年度中の普及移行を目指している。



写真5 開発中の全周型消毒ゲート