

自動車交通用自動遮断機の開発

国土交通省 近畿地方整備局 福井河川国道事務所 工務課 河合源悟
国土交通省 近畿地方整備局 和歌山河川国道事務所 防災課 宇田康久
社団法人 日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 ○榎園正義、谷倉泉

1. はじめに

供用中の道路において、事故や大雨・雪・台風・地震等の災害時に、車やドライバーを危険から守るための通行止めは、現地に設置された遮断機を手動操作で開閉して行うのが一般的であり、複数箇所のI.Cを同時に閉鎖・解放する場合には、多くの人手と時間を要するため、迅速な対応に課題がある。さらに、緊急対応の面で、道路管理車両、警察・消防の緊急車両および災害対策用の建設機械等が、遮断機の閉鎖に関わらず安全に通過できるような構造・システムとすることができれば、保安要員や作業者が不要となり遮断機の機能は一段と向上する。

以上のことから、緊急時に迅速な交通遮断を行うて安全を確保するとともに、無人で緊急車両等の通過を可能とする次のような自動車交通用自動遮断機（以下、新遮断機と呼ぶ）の開発を行ったものである。

- ① 道路を管理する事務所等からの遠隔操作によって自動で開閉・収納し、交通規制の迅速化が図れる。（車両からのリモコン操作によっても同様の制御を可能とする。）
- ② 遮断状態においても、緊急車両や維持車両が約40km/h程度の走行速度でも、車両や遮断機を損傷せずに通過ができる。
- ③ 任意の箇所での迅速な交通規制を可能とするため、パトロール車のトランクに積載できるコンパクトで軽量の可搬型も合わせて開発する。

なお、この新遮断機は道路を管理する者が現地まで出向き、既設遮断機を機能させるまでの緊急対策として作動させることを前提としたものである。（写真-1参照）



(a) 常設型の遮断機 (b) 可搬型の遮断機

写真-1 試作した新遮断機

2. 開発機のコネプト

従来の既設遮断機と比較して、次のような機能を有することを新遮断機の開発コンセプトとした。また、新遮断機の全体システム構成イメージを図-1に、基本システム構成を図-2に示す。

- ① 新遮断機は、手動操作ではなく、事務所等のカメラでモニターしながら、遠隔操作で安全に自動伸縮（開閉）、収納できる制御システムとする。また同様に、車両からのリモコン操作も可能とする。
- ② 新遮断機は、従来の鋼製タイプに対して、エアで膨張させるバルーン方式とする。
- ③ 遮断機作動状態（閉鎖状態）においても、維持車両や緊急車両が40km/h程度で、安全に通行できる構造・材質とする。
- ④ 万一、車両が衝突した場合でも、車両への損傷・破損が生じにくい柔軟な構造とする。
- ⑤ 本体が劣化、破損した場合でも、交換を容易とする。
- ⑥ 昼間・夜間の視認性は、従来と同等以上とする。
- ⑦ 豪雨、強風等に対する耐候性を有している。
- ⑧ 新遮断機は常設型の他に、車両のトランク等に収納可能な軽量、コンパクトな可搬型も開発する。

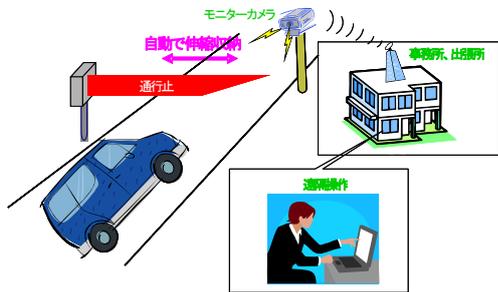


図-1 新遮断機の全体システム構成イメージ

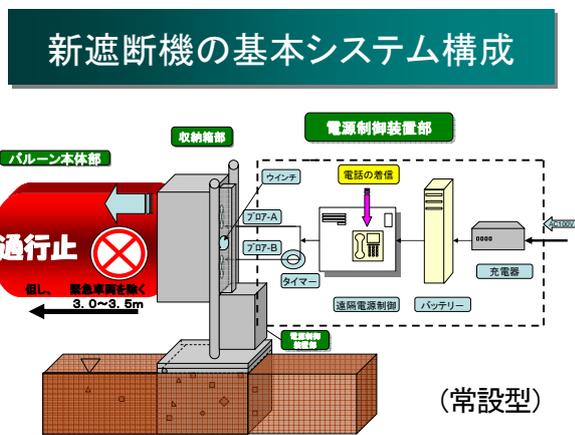


図-2 新遮断機の基本システム構成イメージ

3. 作動システムおよび使用材料

新遮断機の基本システムの実現に向けては、遮断機に求められる性能を明確にし、これを満足する本体の材料選定や作動システムの確立が最も重要となる。このため、要求性能を図-3のように分類して既往の要素技術や素材についての調査を行うとともに、予備実験等を通じて改良を重ね、バルーン式の試作機を製作した。また、新遮断機の開発イメージを図-4に示す。

なお、新遮断機を構成する本体の作動方法および使用材料は次のとおりとした。

(1) バルーン本体

- 素材は軽量、柔軟でテント地等に用いられている布材を選定し、視認性の良い蛍光色とした。

- 表面には撥水性を高めるための防水加工を施した。
- 本体はプロア（送風機）2台によって常時空気を送り続けることにより膨張し、長さ約4m、直径60cmでも形状を保持出来る構造とした。
- 夜間の視認性を確保するため、内部にはLED（発光ダイオード）を取付けて点滅するようにした。

(2) 巻き取り装置

- リモコン操作や手動操作による伸縮・収納時に、バルーン本体のスムーズな送り出しと巻き取りが出来るように、紐の強度やバルーン内部へのガイドの取付け方法を工夫し、自動制御でコンパクトに収納できる巻き取り装置を開発した。

(3) 収納箱

- 収納箱は丈夫で耐候性に優れたアルミ製とし、前面にはバルーンの延伸時に開閉するマグネット付きの蓋を取り付けた。
- 可搬式は道路パトロールカーの荷台に積載し、1人で運搬、設置できる程度の軽量でコンパクトなものとした。

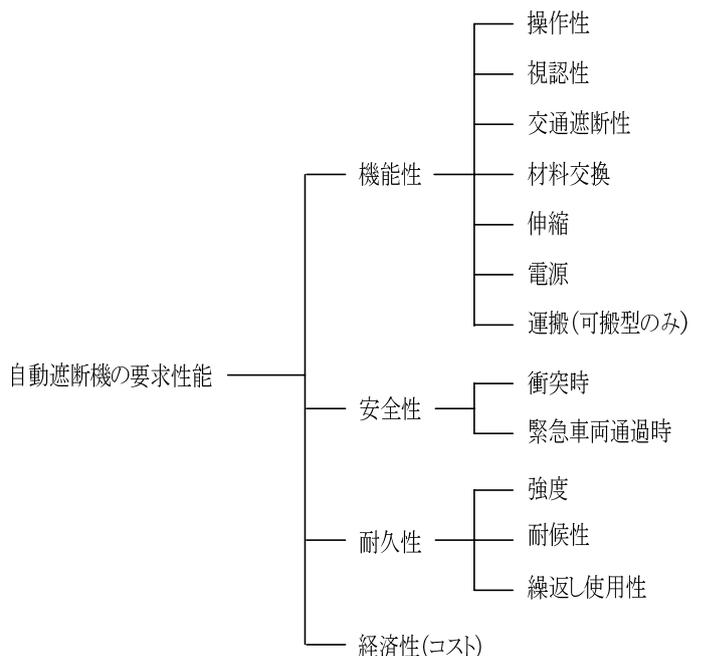


図-3 新遮断機に要求される性能

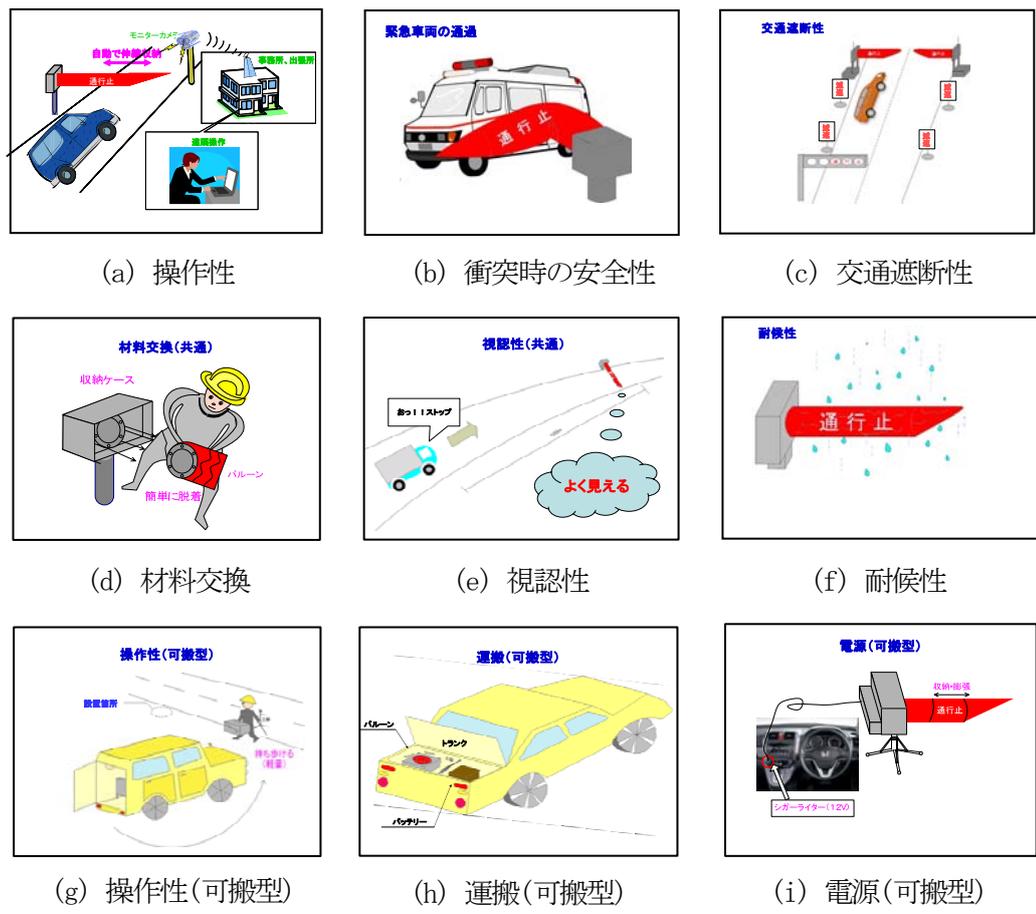


図-4 遮断機の開発イメージ

4. 試作機での実験結果

(1) 構内実験

自動遮断機に求められる性能は、前述したように機能性、安全性、耐久性に分類されるが、さらにこれを操作性や視認性などの具体的な性能に区分し、それぞれについての性能を各種実験で確認した(写真-2参照)。一連の構内実験の結果、表-1に示すように要求性能を満足する成果を得ることが出来た。また、衝突実験ではバルーン内の圧力および消費電力等の計測を併せて行った。

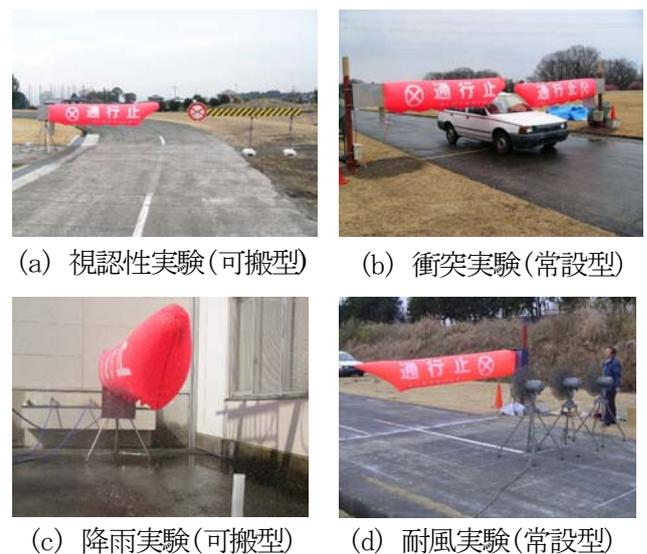


写真-2 構内での試作機を用いた性能確認実験状況

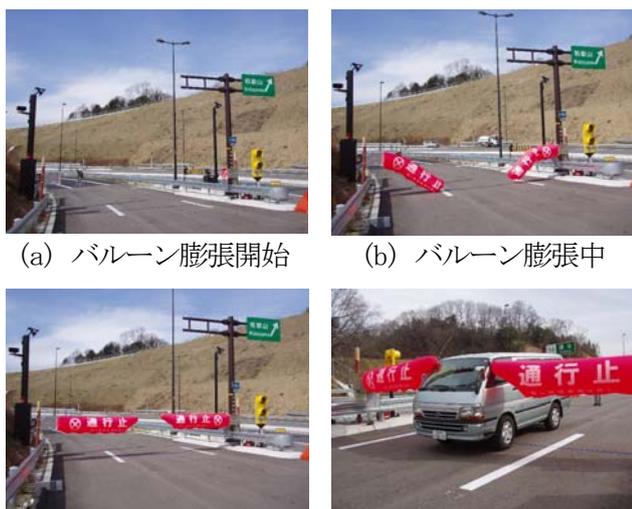
表一 1 自動遮断機に要求される性能と実験結果

要求性能	確認項目	装置の型式	試作機の目標性能	実験結果
機能性	操作性	常設型	リモコン操作での制御	リモコン操作で自動制御可能。
		可搬型	運搬、組立て、設置、撤去の簡便さ	運搬、組立て、設置、撤去が簡便。
	視認性	共通	様々な供用条件下での視認性(昼夜)	昼夜共に視認性が良好で、車両衝突後も視認性保持。
	交通遮断性	共通	一般車両の進入防止機能および緊急車両の進入機能	車両接触時の破損がなく、復元性を有し、形状保持が可能。
	材料交換	共通	劣化、破損時の交換の容易さ	バルーンの交換は容易(5分以内)。
	伸縮・収納	常設型	迅速な伸縮・収納性 自動での伸縮・収納	風速 10m/s 以下では、自動で伸縮・収納が可能。膨張 15 秒、収納 25 秒。
		可搬型	迅速な伸縮・収納性 三脚等を利用した設置	手動スイッチによるスムーズな作動性を有し、簡便に収納が可能。
	電源	常設型	停電時のバッテリー電源によるバックアップ	停電時に1時間程度バックアップ可能。
可搬型		小型かつ長時間の使用性 車のシガーライターの利用	バッテリー、車のシガーライターが利用可能。	
運搬	可搬型	コンパクトで運搬が容易 管理車両への積載と運搬	手で運び、車両に積んで運搬可能。 1人で持ち運べる軽量でコンパクト。	
安全性	衝突時	共通	衝突時の衝撃が少なく、バルーンや車に損傷が生じない(常時;約 0.38kPa)	時速 40 km/h 以下であれば、バルーンや車に損傷は生じない。
	緊急車両の通過	共通	救急車やパトロールカーの通過が可能	時速 40 km/h 以下では、接触しても損傷無く通過が可能。
耐久性	強度	共通	衝突、接触時に破損しない素材強度	時速 60 km/h で衝突してもバルーンは破損しない。
	耐候性	共通	風雨・降雪下での使用性	風速 10m/s でも使用可能、降雨 240mm/h でも直立。降雪は未確認。
	繰返し使用性	共通	想定する使用期間における耐久性	伸縮・収納 100 回の繰返し使用で支障なし。

(2) 現地実験

構内実験に引続き、実用化に向けた性能確認を行うため、自動車専用道路の I.C 入口 (未供用部分) に試作機を設置し、リモコンによる遠隔操作で作動状況を確認した。

その結果、可搬型、常設型いずれもスムーズな膨張・収納の繰返しが可能であった。現地での実験中は隣接する道路を一般車が走行していたが、ノイズ障害等による誤動作は生じなかった。その実験状況を写真-3 に示す。



(a) バルーン膨張開始

(b) バルーン膨張中

(c) バルーン稼働中

(d) 車両先端部通過中

写真-3 自動車専用道路の I.C 入口 (未供用部分) における作動状況の確認実験 (常設型)

5. VRシミュレーション

新遮断機の適用性、設置イメージ、車輛からの視認性および交通遮断性をより具体的に把握するため、

新遮断機の設置が想定されるケースについて、パソコン上で動画再生が可能な三次元バーチャルリアリティ (VR ; 仮想現実) によるドライブシミュレーションを行い、新遮断機を設置した道路状況を可視化した。

その結果、新遮断機の利用状況に応じて、バーチャルリアリティソフトを利用した 1 分程度の動画を 5 ケース作成し、これによって実際の利用状況と適用条件等がより現実に近い状況で確認できた。このような動画の利用は、遮断機のみならず、各種道路管理設備の開発、設置に向けて、その効果、印象、景観等の評価に非常に有効な手段になると考えられる。

今回作成した 5 ケースの設置箇所と想定した事故等の障害要因は、次のとおりとした。また、VRシミュレーション構成の主な内容は、図-5 に示すとおりである。

- ケース① ; 本線上の出口ランプ部 (常設型)
- ケース② ; 本線への入口 (ランプ部 ; 常設型)
- ケース③ ; 本線上のトンネル入口 (常設型)
- ケース④ ; 斜面崩壊等の災害発生箇所 (可搬型)
- ケース⑤ ; 降雨量制限箇所 (常設型)

(1) ケース①；ランプ部出口（交通事故、自然災害）

- ・道路延長「800m」
- ・標識手前 100m程度
- ・標識から遮断機 500m程度
- ・遮断機 100m程度
- ・ランプ 100m程度
- ・本線に遮断機を設置
- ・一般車両はオフランプより回避し、緊急車両は本線を走行



(a) ケース①；ランプ部出口での交通規制

(2) ケース②；ランプ部入口（交通事故、自然災害）

- ・道路延長「800m」
- ・一般道 300m程度
- ・本線 300m程度
- ・ランプ 200m程度
- ・オンランプ部に遮断機を設置
- ・一般車両は一般道を走行、緊急車両はオンランプより本線へ走行



(b) ケース②；ランプ部入口での交通規制

(3) ケース③；トンネル部（交通事故）

- ・道路延長「800m」
- ・標識手前 100m程度
- ・標識から遮断機（トンネル前） 500m程度
- ・トンネル 200m程度
- ・一般車両は停止、緊急車両はそのまま走行



(c) ケース③；トンネル部での交通規制

(4) ケース④；斜面崩壊部等の災害発生箇所

- ・道路延長「800m」
- ・本線 600m程度
- ・迂回路 200m程度
- ・本線に遮断機（可搬型）を設置
- ・一般車両は迂回路へ、緊急車両は土砂崩れ箇所へ走行
- ・崖崩れはモデルで表現



(d) ケース④；斜面崩壊部での交通規制

(5) ケース⑤；降雨量（積雪）制限箇所

- ・道路延長「800m」
- ・本線 600m程度
- ・迂回路 200m程度
- ・本線に遮断機を設置
- ・一般車両は迂回路を走行、緊急車両はそのまま走行



(e) ケース⑤；降雨量制限での交通規制

図-5 VRシミュレーションの例

6. まとめ

試作機を用いた各種実験やVRシミュレーションにより、交通規制（通行止め）の迅速化を図ることを主な目的として、既設の鋼製遮断機に代え、遠隔操作により自動で伸縮・収納するバルーン式遮断機を開発できた。この特徴は、以下に示すとおりである。

- ① 非常事態で遮断機が閉鎖状態であっても、緊急車両等は通常（40km/h）で遮断機を壊すことなく通過することが可能である。
- ② 車両のトランク等に格納して現地へ携行し、簡便、迅速に設置出来るコンパクトで軽量の可搬型の遮断機も開発した。この可搬型の遮断機を利用して、任意の箇所への交通規制が可能である。
- ③ 新遮断機の遠隔制御方式については、リモコン操作でのみ確認しているが、携帯電話や既設の光ファイバー等の配線を利用すれば、工事費もさほど必要なく、事務所からの遠隔操作でも支障は生じない。
- ④ 遮断機設置箇所を監視カメラでモニターしながら、道路情報板での表示と合わせて作動させれば、複数の I.C での同時通行止が必要な非常事態にも緊急対応が可能と思われる。事前に交通の危険を防止して、一般交通への支障を減少させるだけでなく、災害発生時の警戒体制、非常体制下での要員配置等に対する省人化、省力化にも寄与できると考えられる。

7. おわりに

今後、ここで説明した新遮断機を実用化する上では、実際の現場に配置した際の課題について検討するとともに、適宜改良も加えながら実用性を高めていく必要があると考えている。また、適用範囲に応じてバルーンの長さを変えたり、エアーの風量を変えるなどの構造改良は比較的簡単に行えるため、利便性は高いと思われる。

近年は地震をはじめとして、豪雨や洪水、土砂崩れ等の自然災害の発生頻度が増してきており、その

ような災害発生時に二次災害を生じさせないためにも、本遮断機のような自動遮断機の活用が望まれる。

なお、本遮断機は、国土交通省近畿地方整備局和歌山河川国道事務所からの受託研究により開発したものであり、平成19年度の近畿地方整備局研究発表会にて奨励賞を受賞したことを付記しておく。