

四国カルストにおける走行支援策の検討*

Considerations of Driving Support Countermeasures in Shikoku Karst*

片岡源宗*1・前田伸人*2・重山陽一郎*3・野村弘*4・熊谷靖彦*5・野村満雄*6

By Motomune KATAOKA*1・Nobuhito MAEDA*2・Yoichiro SHIGEYAMA*3

・Hiroshi NOMURA*4・Yasuhiko KUMAGAI*5・Mitsuo NOMURA*6

1. はじめに

高知県は急峻な地形と厳しい気象条件のため道路建設費用は高くなりがちで、県道の道路改良は図1に示す様に全国に比し大きく遅れている。特に中山間地域の道路整備の遅れは深刻であり、地域住民の道路整備に対するニーズは非常に高い。そのため高知県は地域住民のニーズに対し早期に応える方法として、新たな道路整備手法である1.5車線の道路整備¹⁾を行っている。同整備手法は、全国一律の規格である2車線歩道付の整備ではなく、図2に示す様に、2車線整備や1車線整備、局部改良を効率良く組合せ、安全で走行しやすい道路を整備する手法で、大幅な費用削減と地域が求めるサービスレベルの早期達成を可能にするものである。しかし、この整備手法においても、視距を確保するための突角剪除等の局部改良には多額の工事費が必要であり、高知県内では1.5車線の道路整備を予定している路線でも、予算の制約から整備未着手の路線も数多く残っている。そこで、1.5車線の道路整備を補完するシステムとして、道路幅員が狭くカーブが連続する中山間地域の未改良道路において、対向車の有無を情報提供し安全かつ円滑な行き違いを誘導する、安価で信頼性の高い「中山間道路走行支援システム」を平成16年度に高知県と高知工科大学が共同で開発²⁾した。

中山間道路走行支援システムは、平成17年度に高知県内で初めて実用化され、平成20年度末時点で愛媛県等7県52箇所³⁾に設置され、利用者から好評を得ている。また加藤ら³⁾・⁴⁾によってその効果も報告されている。なお

高知県や高知工科大学では、このような地域に根付いたITSを「草の根ITS」⁵⁾と称し、道路交通問題の解決方法の1つとして推進している。

一方、四国カルストは日本三大カルストの一つで、高知県と愛媛県がそれぞれ県立自然公園に指定している自然豊かな景勝地で、観光期には豊かな自然を求めて多くの観光客が訪れる観光地である。中でも県道383号四国カルスト公園縦断線は、愛媛県西予市城山町大野が原から愛媛県上浮穴郡久万高原町まで、高知県と愛媛県を何度も横断しながら四国カルストを縦断する路線で、高知県と愛媛県が管理協定を結び管理を行っているため、底地と道路管理者が異なる箇所がある少々珍しい道路である。また、自然と共存している路線と言っても過言ではない道路で、ドライブルートとして人気が高く、観光期には多くの人々が車で通行する特徴があるが、それ故の問題を抱えている。同路線は、道路改良が行われていないため自然と共存している長所があるが、一方で図3に示す様に対向車との行き違いが困難な箇所が存在し、円滑性に問題を抱えている。そのため、観光に訪れた人々に対し、道路交通面で不快さが四国カルスト全体の満足度の低下につながり、観光面でも道路交通問題の改善が求められている。問題の解決方法は、道路整備の実施が挙げられるが、同路線では円滑性及び安全性が向上する一方で、自然景観が損なわれるトレードオフの関係が成り立つため、最悪の場合、道路整備を行ったが故に自然が損なわれ、観光客が訪れなくなってしまうと言った本末転倒な結果が考えられるため、対策案には円滑性及び安全性の向上と、景観保護の両立が求められる。

本稿では、景観に配慮した同路線の対策案として、基本対策案について報告する。また天狗トンネルの対策案は、検討の結果中山間道路走行支援システムの導入が適当と判断したが、自己給電機能が求められ、また景観面での影響が懸念されたため、四国カルストの環境に順応するため行った同システムの高度化に関する取り組みについても報告する。

*キーワード：ITS、景観、情報提供

*1正員、修(工)、高知工科大学 地域連携機構

(高知県香美市土佐山田町宮ノ口185、TEL:0887-57-2790、

E-mail: kataoka.motomune@kochi-tech.ac.jp)

*2非会員、学(工)、高知工科大学大学院 工学研究科

*3正員、博(工)、高知工科大学 工学部社会システム工学科

*4非会員、博(工)、高知工業高等専門学校 電気情報工学科

*5正員、博(学)、高知工科大学 地域連携機構

*6非会員、高知県 土木部 道路課

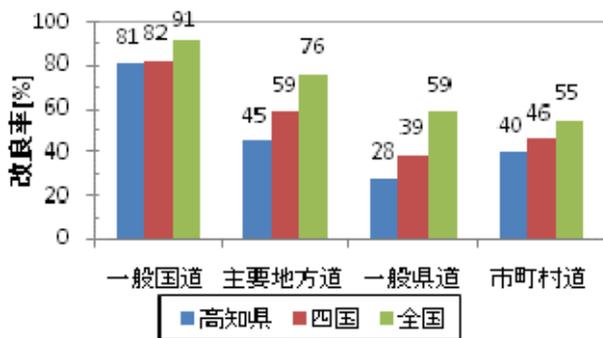


図1 道路改良率の状況（平成18年4月1日現在）



図2 1.5車線の道路整備のイメージ



図3 観光期の渋滞の様子

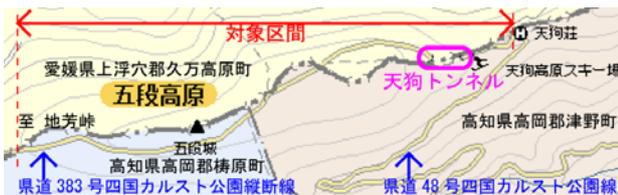


図4 対象区間の概要（地図引用：ライブドア HP）



図5 天狗トンネルの現状

2. 県道383号の問題

今回対象とした区間は、図4に示す様に、県道383号地芳峠～天狗荘間の内、高知県が管理する約2.7kmの区間である。対象区間内の道路幅員は3.0～12.0mと狭隘な区間では行き違いが不可能となっている。道路は地形に沿ったかたちで建設されているため、カーブや縦断勾配のある箇所では、対向車の有無や進行方向前方の待避所箇所を確認出来ない箇所が存在する。気象面では、高知県は太平洋に面した温暖な地域であるが、標高1,485mの四国カルストでは、標高と温暖な気候によりコンクリートの凍結融解が発生しやすい環境となっている。また山地故に天候は変わりやすく、濃霧の発生や相対湿度が100%を越す事もあり、厳しい環境も問題の1つである。

中でも天狗トンネルは、現在は高知県が管理者であるが、元々は四国農政局が1980年に完成させた延長140m、幅5.5mのトンネルであるが、その特徴は、図5に示す様にトンネル内部がカーブとなっており、更に縦断勾配があり、照明がないため、観光バス等の大型車や観光客等の不慣れたドライバにとっては、トンネル内での行き違いは非常に困難、場合によっては不可能であるため、多くの車両が通行する観光期を中心に、トンネル内で後退を強いられる状況が生じており、同路線において、最も早急な対策が望まれる箇所となっている。更に費用や自然・景観の保護等の理由から、商用電源の確保は不可能であるため、トンネル照明の設置が不可能である等、対策に少なからず制約を強いている。

最後に検討の前提条件として、高知県と愛媛県がそれぞれ県立自然公園に、また清流四万十川の源流域にあたるため高知県四万十川の保全と流域の振興に関する基本条例（以後「四万十川条例」とする。）に指定されていることから、これらの条例を準拠する必要がある。

3. 対策案の検討

対策案の検討では、対象路線が抱える道路交通問題や求められる景観保護を踏まえ、路線全体を対象とした基本整備方針と、唯一大きな構造物である天狗トンネルの2つに分け、対策案を検討することとした。なお自然公園条例及び四万十川条例については、指定区域内での準拠は当然であるが、指定区域外の場合でも可能な限り条例に適応した対策案とすることとした。

（1）基本整備方針の検討結果

まず改善が求められる道路交通問題の整理を行った。対象区間の道路幅員は、広い箇所では最大12.0mと大型車同士でも難なく行き違いが可能であるが、狭い箇所では3.0mと軽自動車同士でも行き違いは不可能である。行

き違いが不可能な狭幅員区間の長さは数10m～340m程度であるが、地形に沿って整備されているため、カーブや縦断勾配のため見通しが悪く、対向車の存在の有無は全てのドライバが把握出来ず、また観光者の多くは対象区間の走行経験が無いまたは少ないため、待避所の位置は走行してきた車両後方と視認出来る範囲に限られてしまう。そのため対向車との行き違いのため、減速や停止の必要性や、場合によっては一方の車両が後退する必要がある、円滑性が低下する。またドライバは「対向車が来るかもしれない」というストレス下での運転を強いられていることが問題点として挙げられる。このような問題に対し最も効果の大きな対策は2車線改良であるが、観光期等の特定の日には多くの車両が利用するが、交通量は道路交通センサによれば⁶⁾、表1に示す様に平日200台程度、休日750台程度と費用対効果及び景観保護の観点から適当ではない。そこで検討の結果、図6に示す様に、自然景観への影響及び費用を考慮しつつ、まず待避所設置や拡幅、見通しの改善と言ったハードを伴う対策の可能性を検討し、困難と考えられる場合はITS技術を用いた走行支援システム導入の可能性を検討することとした。また待避所の位置を示す距離標を整備することで、初めて訪れたドライバでも次の待避所の位置がわかる様にする。デザインした距離標を図7に示す。

次に、素材の仕上げを現存する標識や柵等と統一することで、道路景観全体をまとまりのあるものにするため、素材毎に仕上げを定めることとした。検討の結果、柱や梁等の金属部は亜鉛メッキ+リン酸処理とし、木材はその質感が残る様防腐処理を行うこととした。またコンクリートは擬木や擬石調の型枠仕上げは用いず、洗い出し仕上げやハツリ仕上げとした。また小規模な基礎等は打放し仕上げとした。そのほか、路面はアスファルトとし着色は行わない。切土や盛土法面は外来種の植栽は行わず現地の植生を尊重する。法面はラウンディング、

グレーディングにより人工的な雰囲気を低減する。岩盤を切った擁壁面はそのまま用いる。必要に応じてネットで落石防止を施すことを基本整備方針とした。

(2) 天狗トンネルの検討結果

天狗トンネルの対策案は、抜本的な対策として広幅員の新たなトンネル建設や現状トンネルの拡幅、トンネル照明の設置が挙げられるが、整備費用や観光期以外の交通量を考慮すると適当な対策ではない。更に県立自然公園に指定された景勝地であることから、大きな建設を伴う整備も望ましくないと考え、天狗トンネルにおける対策は中山間道路走行支援システムの導入が妥当と判断した。しかし、商用電源の確保も現実的には不可能なことで厳しい気象条件、更にはシステムが景観を損ねる恐れが予測されるため、四国カルストの環境に順応したシステムを導入することとした。

a) 四国カルストにおけるシステムのあり方検討

まず景観への配慮や自己給電機能による駆動の必要性と言った制約条件を整理し、四国カルストにおけるシステムのあり方を検討した。検討の結果、夜間はシステムを停止することとした。なぜなら、夜間は街灯等の人工光が無く、好天時は天体観測を楽しむことが出来る場所であるため、夜間システムが稼働することは景観上望ましくない。一方夜間は交通量が少なく、また人工光が無い場合ヘッドライトで対向車の存在が認識出来る。更に副次的な効果として、発電出来ない夜間の消費電力が削減出来、電力の安定性向上も図れる。

表1 交通量と大型車混入率[台(%)]

	12時間	24時間
平日	161(8.7)	203(8.9)
休日	579(1.4)	747(2.3)

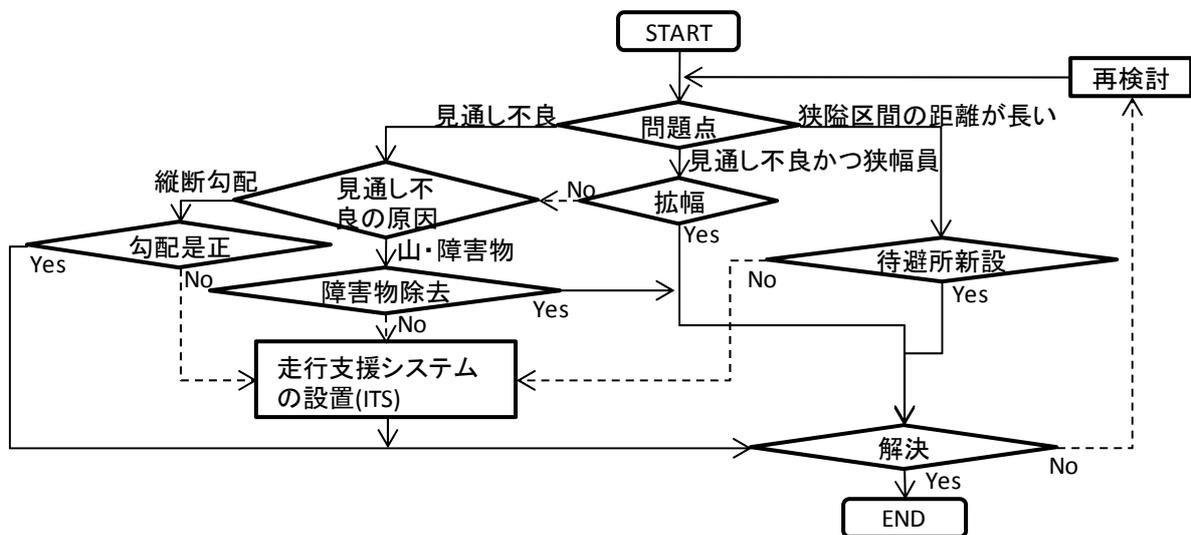


図6 対策案の決定のフロー

b) システムの再デザイン

四国カルストの景観に配慮したデザインとするため、表示部を再デザインした。再デザインの結果を図8に示す。本デザインは、板のエッジを見せることで普通の箱型よりも薄く見せることを意図している。またセンサを板の間に納めることによってセンサが目立たず、後ろから見ても美しく見える。一方近くで見ると、ある程度の存在感及び重量感が感じられる可能性がある。なお再デザインした筐体は、現存する標識や柵と同じ色合いとするため、鉄を亜鉛メッキ+リン酸処理することとした。デザインしたシステムの設置イメージを、距離標と合わせ、図9に示す。

c) 自己給電機能の開発

前述のとおり商用電源が確保出来ないため自己給電機能を有する必要がある。既存システムは太陽電池と鉛蓄電池による自己給電機能を有しているが、天狗トンネルへの適用には解決すべき問題があった。鉛蓄電池の短所は、放電し切るとサルフェーションを起こし、性能が著しく低下することや、充電効率が低いため雨天・曇天時

は安定性に不安がある。一方キャパシタは、充放電効率が90%以上と高いため雨天・曇天時でも日中は充電が行え、放電深度も深く取れ、更に寿命が長くメンテナンスフリーという長所がある。その反面、エネルギー密度が低いいため単位蓄電容量あたりの費用が高く、電圧が直線的に大きく変動するため電圧を制御する入出力変換器が必要な短所がある。しかしこれらの短所を考慮した場合でも、四国カルストの気象下での安定した電力供給やメンテナンス性を考慮すると、天狗トンネルではキャパシタを用いることが妥当と判断した。

そこで太陽電池の能力を最大に引き出し、効率良くキャパシタを充電する入力回路と、高効率な出力回路の開発を試み、試作装置を作成し実験を行い、開発した回路が十分な性能を有していることを確認した。なお本稿では開発した入出力回路の報告は省略する。

4. おわりに

本稿では、県道383号四国カルスト公園縦断線において、景観に配慮した道路整備方針を検討し、検討した整備方針や待避所の位置情報を提供する距離標のデザインについて報告した。また天狗トンネルにおいては、四国カルストの環境に順応するため中山間道路走行支援システムの高度化を図り、一部実施した設計及び開発結果を報告した。

今後は、本検討結果に基づき対策を実施していく予定である。

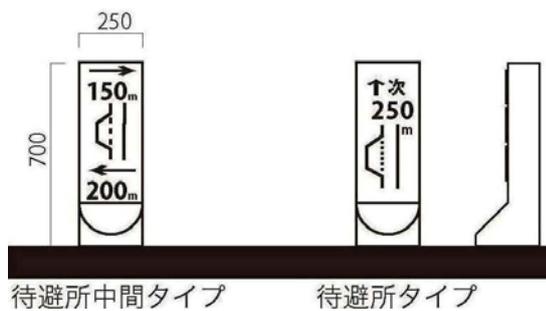


図7 距離標デザイン



図8 表示部デザイン



図9 システムの設置イメージ

参考文献

- 1) 高知県土木部道路課 1.5車線の道路整備 : http://www.pref.kochi.lg.jp/~douro/keikaku/seibi/1_5sha.pdf, 2009. 7/13参照
- 2) 北川尚ほか : 中山間道路走行支援システムの開発 : 第26回日本道路会議, 2005.
- 3) 加藤瑞穂ほか : 中山間部道路での対向車接近表示システム (中山間道路走行支援システム) の設置前後における運転行動と意識の変化 : 第6回ITSシンポジウム2007, CD-ROM, 2007.
- 4) 加藤瑞穂ほか : 中山間部道路での対向車接近表示システム (中山間道路走行支援システム) の効果計測 : 土木計画学研究・論文集 No. 25, 2008.
- 5) T. Itouほか : Grass-Roots ITS - In the case of Kochi Prefecture in Japan - : 第14回ITS世界会議北京2007, CD-ROM, 2007.
- 6) 平成17年度道路交通センサス, 2006.