

AI オートマチック信号制御を活用した 片側交互通行規制の交通状況評価

武島 正佳¹・吉田 幸男¹・永江 浩一郎²・三浦 淳²・野中 康弘³・
深井 靖史³・石田 貴志³・柳沼 秀樹⁴

¹ 非会員 国土交通省関東地方整備局
(〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心 2-1 さいたま新都心合同庁舎 2 号館)
E-mail: takeshima-m8310@mlit.go.jp yoshida-y8310@mlit.go.jp

² 非会員 国土交通省関東地方整備局 長野国道事務所 (〒380-0902 長野市鶴賀字中堰 145)
E-mail: nagac-k8310@mlit.go.jp miura-j8311@mlit.go.jp

³ 正会員 株式会社道路計画 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋 2-13-14 マルヤス機械ビル 5F)
E-mail: y_nonaka@doro.co.jp y_fukai@doro.co.jp t_ishida@doro.co.jp

⁴ 正会員 東京理科大学准教授 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641)
E-mail: yaginuma@rs.tus.ac.jp

長野市篠ノ井における地すべり被害により、国道 19 号では令和 3 年 7 月 6 日から全面通行止めによる応急復旧工事が行なわれた。7 月 14 日には片側交互通行規制による復旧工事に移行し、翌年 2 月 1 日までの約半年間で規制が続いた。規制による朝夕の渋滞は深刻であり、復旧工事が長期間に渡ると想定されたため、交通状況の改善が急務であった。

本論では、災害復旧工事時の交通円滑化を念頭に、AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御手法を検討し現地へ実装するとともに、この際の交通状況の評価した。具体的には、「可搬型ライブカメラと AI 画像解析によるリアルタイム渋滞末尾判定」と、「これを活用した規制信号の最適パターン自動選択」を行うシステムを構築した。この結果、システム導入後は規制区間の両方向に延びる渋滞をバランスさせることができた。

Key Words: congestion measure, AI analysis, signal control

1. はじめに

長野市篠ノ井における地すべり被害により、国道 19 号では令和 3 年 7 月 6 日 (火) より全面通行止めによる応急復旧工事が行なわれた。同年 7 月 14 日 (水) には片側交互通行規制による復旧工事に移行し、令和 4 年 2 月 1 日 (火) までの約半年間で規制が続いた。規制による朝夕の渋滞は深刻であり、復旧工事が長期間に渡ると想定されたため、交通状況の改善が急務であった。これを解決するため、災害復旧工事時の交通円滑化を念頭に、AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御手法を検討し、現地へ実装した。具体的には、「可搬型ライブカメラと AI 画像解析によるリアルタイム渋滞末尾判定」と、「これを活用した規制信号の最適パターン自動選択」を行うシステムを構築した。

本論では、発生した事象と交通開放までの状況、AI

画像解析を用いたオートマチック信号制御システム導入までの経緯を概説したうえで、当該システムの検討結果と現地導入状況を示し、交通状況からシステムの評価を行うことを目的とする。なお、AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御システムについては、筆者らの先行研究¹⁾によりその可能性を示していたが、本稿はそのシステムが確立したことを示すものである。

2. 発生した事象と交通開放までの状況

発生した事象と交通開放までの状況は、筆者らの先行研究¹⁾に詳しい。ここでは、重要な情報であることからその一部を再掲するとともに、それ以降の状況も加えて整理する。災害に伴う交通規制の変遷を表-1に示す。

(1) 発生した事象

令和 3 年 7 月 6 日（火），長野県長野市篠ノ井小松原地先の国道 19 号に隣接する箇所において，地すべりが発生した（図-1）．地すべりによる国道 19 号への土砂流出は確認されなかったが，さらなる動きによる土砂流出の可能性，一般交通への影響が懸念されたことから，同日 14 時 20 分に国道 19 号を通行止めとする措置をとった．

(2) 交通開放までの状況

国道 19 号は重要な幹線道路で，日交通量は 20,277 台（平成 27 年道路交通情勢調査）である．当該箇所は山間部に位置するため，迂回路は山間の幅員狭小や急勾配箇所もある道路となり，国道 19 号の通行止めは地域の生活に大きな影響を与えた．

これらを解消すべく，発災直後から図-2 に示すような H 型鋼製防護柵設置等，応急復旧工事を進め，発災から 8 日後の 7 月 14 日（水）6 時，暫定的に昼間（6～21 時）のみ片側交互通行規制に移行，通行止めを解消した．その後，11 月 19 日（金）21 時に終日 24 時間片側交互通行とし，夜間の通行止めを解除した．令和 4 年 2 月 1 日（火）6 時には全面交通開放として 24 時間対面通行可となった．片側交互通行規制が約半年継続したことになる．

表-1 災害に伴う交通規制の変遷

年	月日	曜日	交通規制
令和3年	7月6日	火	国道19号 長野市篠ノ井小松原犬戻トンネル隣接地で地滑り発生 ⇒国道19号通行止め
	7月14日	水	昼間のみ(6時～21時)片側交互通行で開放
	8月14日 ～	土	8月14日(土)9:20～8月16日(月)16:00 全面通行止め ※降雨量が規定を超えたため
	8月16日	月	
	11月19日	金	夜間から終日24時間片側交互通行で開放
令和4年	2月1日	火	全面交通開放(24時間対面通行)

3. AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御システム導入までの経緯

片側交互通行規制位置図を図-3 に示す．規制当初は，片側交互通行規制に際して 1 日 2 万台という交通への影響を最小限とするため，トンネル内に規制区間の片端を設け，規制延長を 300m と可能な限り短縮した．なお，令和 3 年 10 月 9 日（土）には，下り線（松本→長野方面）の規制位置を 60～70m 長野側へ短縮し，青 1 時間あたりの捌け交通量の増加を実現している．

それでも，交通需要が多い国道 19 号にあって，片側交互通行規制での処理可能台数は実測で約 1,300 台/時であり，朝夕のピーク時には上下線とも渋滞が発生する状態であった．当該区間の交通需要では，片側交互通行規制時に渋滞を発生させないような交通処理を行うことが難しいと判明したため，信号制御の最適化により滞留車両をいかにバランスよく流すかが最重要と考えた．

このような目的意識の中，規制当初は「規制保安員等，人手による交通状況監視と信号制御」を行い，次いで「ライブカメラを活用した人手による交通状況監視と信号制御（予め設定した制御パターンから選択）」，「AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御システムの導



図-2 H型鋼製防護柵設置等の応急復旧状況



図-1 地すべり被害状況



図-3 片側交互通行規制位置図

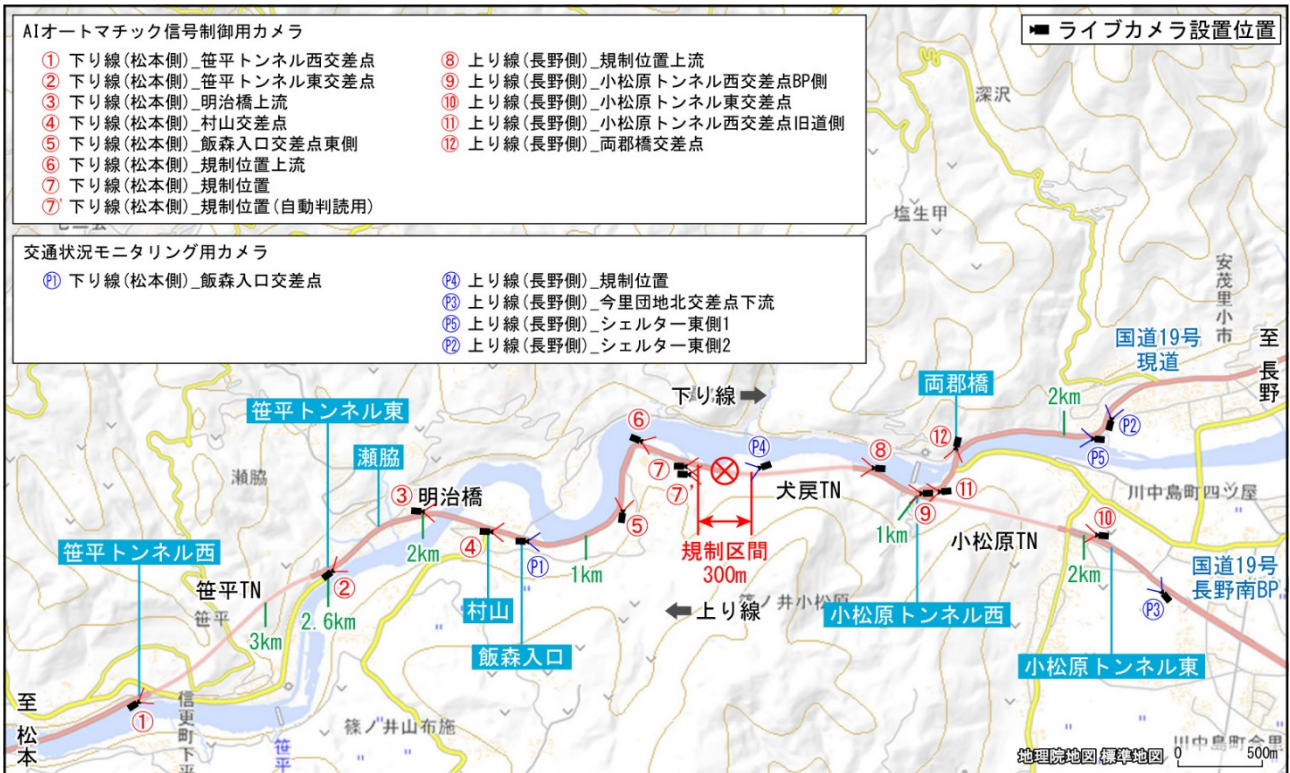


図4 ライブカメラ設置位置図

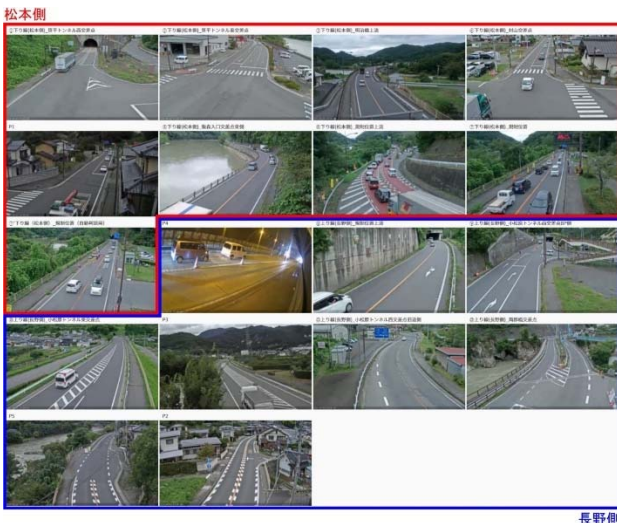


図5 ライブカメラ映像の確認画面

入」と、3つのステップを踏んで交通状況の改善を図った。以降では、この信号制御方法を概説する。

(1) 人手による交通状況監視と信号制御

人手による交通状況監視と信号制御は、片側交互通行規制直後の令和3年7月14日(火)～7月19日(月)の6日間で実施した。

交通開放直後は、上下線の渋滞長の把握のため、国道19号の上下線各方向(3方向：下り線1方向・上り線2方向)における車列の最後尾に監視員を配置し、渋滞長に関する情報を電話やインターネットで規制保安員に集

約した。その情報をもとに、現地の判断で上下線の規制信号のサイクル長や各方向の青時間を調整した。規制保安員、渋滞長確認の監視員等、多数の人員を配置するという対応をとっており、人員を動員しての対応の継続性が大きな課題であった。

実際に監視員のみで時々刻々と変動する渋滞末尾位置を把握することは難しく、片方向のみ渋滞長が長くなるなど、両方向の渋滞長をコントロールすることはほぼ不可能であった。また、発進と停止を繰り返す車列の最後尾を監視して渋滞末尾を判定することの労力はもとより、人手による判定や伝達では、人為的ミスも危惧された。

(2) ライブカメラを活用した人手による交通状況監視と信号制御

ライブカメラを活用した人手による交通状況監視と信号制御は、7月19日(月)～7月24日(金)にライブカメラを設置し、それ以降9月19日(日)まで約2ヶ月実施した。

ライブカメラは、図4に示すよう渋滞状況を適切に把握できる位置に設置した。図中の赤丸のうち⑦を除く12台である。また、図5のライブカメラ映像の確認画面より目視で渋滞末尾を把握し、予め設定した制御パターンから選択することで信号制御を行った。この利点は2つある。1つ目は目視といえども渋滞状況把握を一元化でき規制保安員の負担軽減を図れること、2つ目はAI画像解析を用いたオートマチック信号制御システムの導入

に向けた事前データを取得できることである。なお、ライブカメラ設置方法と予め設定した制御パターンは、先行研究⁹⁾を参照されたい。

(3) AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御システムの導入

AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御システムの導入は、令和 3 年 9 月 19 日（日）からのセミオートマチック信号制御システムによる試行期間を経て、令和 3 年 11 月 17 日(水)～令和 4 年 1 月 31 日（月）まで実施した。

オートマチック信号制御システムでは、12 台のライブカメラ映像をすべて AI 画像解析し渋滞末尾位置を把握できるようにすることで、予め設定した複数の信号制御パターンから渋滞状況に応じて自動的にパターンを選択する仕組みを構築した。これに先立つ、9 月 19 日（日）からのセミオートマチック信号制御システムでは、システムで提示された信号制御パターンを参考として、最後に信号制御を行う作業のみ人手に委ねるものとし、試行期間の約 2 ヶ月間で、AI 画像解析の精度向上、解析された渋滞判定状況（時間占有率等のパラメータ）と信号制御パターンの妥当性検証を行った。以降では、当該システムの検討結果と現地導入状況を述べる。

4. AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御システムの検討結果と現地導入状況

AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御システムは、12 台のライブカメラ映像をすべて AI 画像解析することで渋滞末尾を判定し、その判定結果に基づき予め設定した複数の信号制御パターンから自動的にパターンを選択するものである。以降ではシステムの検討結果、信号機等ハードの整備、渋滞末尾判定ロジックの設定、信号制御パターンの設定について述べ、現地導入状況を説明する。

(1) システムの検討

AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御システム導入に向けては、ライブカメラによる映像から、AI 画像解析により自動的に 10 分周期で時間占有率を算出する。時間占有率による渋滞末尾判定を行い、予め設定しておいた渋滞末尾位置と信号制御パターンの関係表からパターンを選択できるようにしている。また、現地司令室に設置してあるパソコンへ信号制御パターンを送信し、これを道路の反対側にある信号機へ送信して自動的に信号が運用されるというものである。

システム構成は図-6 のとおりであり、カメラ映像→

(インターネット) → 動画解析サーバーにより動画解析と信号制御パターン選択 → (インターネット) → 現地のパソコンに表示 → (Wi-Fi) → 信号制御パターンをセットまでを自動化している。なお、緊急車両走行時や異常事象発生時は、規制保安員による介入を行うことで瞬時にリモコンによる「親青」、「子青」、「全赤」の表示切り替えを可能とし、事象に対処できるようにしている。

入力インターフェースを図-7 に示す。オートマチック信号制御システムでは、現在の信号制御パターンの確認と、規制保安員による介入、全赤の打ち切り等に使用するものである。上段の親青、全赤、子青ボタンは、無線リモコンと同様手動での切り替えが可能なボタンである。現在のパターン（図中黄色枠内）は、現在動作している状況を示している。全赤 1 分 20 秒、親青 2 分、全赤 1 分 20 秒、子青 2 分のパターンで、現在の状況が着色され経

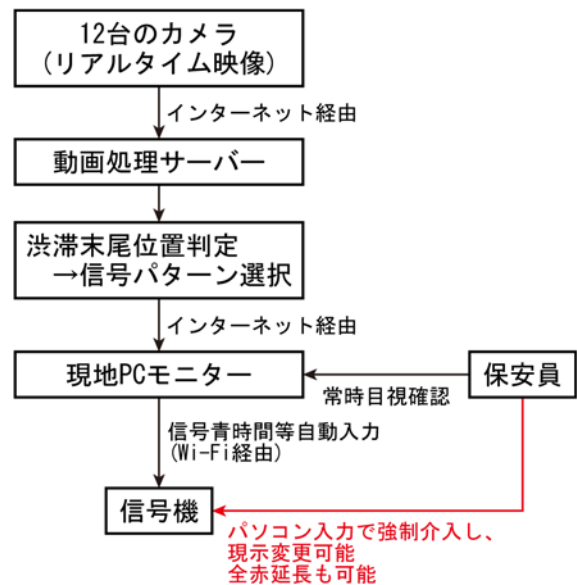


図-6 AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御システムフロー



図-7 入力インターフェース

過時間を示している。

なお、全赤時間は、当初規制区間が 300m であることから、30km/h (8m/s) で走行すれば 36 秒となる。しかし、赤現示で規制区間に進入する車両（信号無視する車両）の存在により、実態としては 40～60 秒を要することがわかってきた。また、規制箇所西側には、民間の工場、犬戻トンネル西坑口付近には災害復旧対応車両の出入口等があり、それらの車両を通行させるために、全赤時間を大幅に延長せざるを得ない事象も発生していた。一方、システム運用時においても、交通管理者からは、すべての車両が通過し規制区間内が安全であることを確認してから青現示にすることを求められていた。そのため、確実に安全確認を実施し、最後に規制保安員が全赤を終了させる作業は、どうしても自動にならない。そこで、設定する全赤時間を予め長め（1 サイクルあたり 1 分 20 秒）に設定し、規制保安員が安全確認後に全赤の打ち切りボタンを押すという方法を採用している。

(2) 信号機等ハードの整備

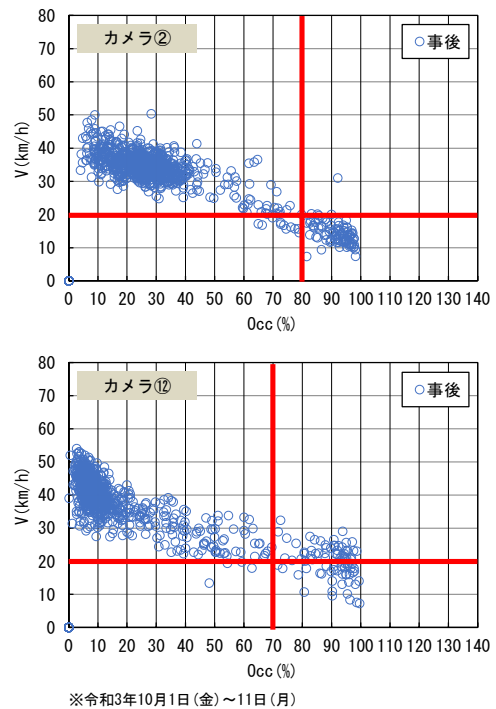
本システムには、プログラムで動作する片側交互通行規制用の信号機、司令室のパソコンと規制信号機をつなぐ Wi-Fi および Wi-Fi 受信機、外部インターネットを接続する LTE ルータが必要となる。

規制信号機については、(株) ヨシミエレクトロニクスがレンタルしている「スムーズ君」を用いる。本信号機は、外部との出入力が RS232C 経由で可能であり、かつ内部に信号制御パターンを保持するようにカスタマイズも可能であることから、採用するに至った。司令室と信号機を結ぶ Wi-Fi は、Wi-Fi ルータを用いることとし、LTE 回線との接続およびパソコンと信号機の接続も本機器を用いた。信号機への指令中継には、産業用ラズベリー Pi を用いて、USB 接続にて信号機の RS232C と接続を行い、ラズベリー Pi に Wi-Fi 受信機をつけることで Wi-Fi 経由でパソコンと信号機を接続し、データの出入力を可能としている。なお、信号機は親機と子機で構成されており、親機は下り線（松本→長野方面）、子機は上り線（長野→松本方面）である。両者は信号現示を連動させることができる。

(3) 渋滞末尾判定ロジックの設定

ライブカメラを活用した人手による交通状況監視と信号制御では、規制保安員がカメラ映像を確認し、渋滞末尾の判定を行っていた。一方、オートマチック信号制御システムでは、AI 画像解析により自動判定を行うことに特徴がある。

AI 画像解析では、個別車両を車種別に検知してトラッキングしている。そのため、交通量、速度、時間占有率 (Occ) 等が算出可能である。一般道の片側交互通行



※令和3年10月1日(金)～11日(月)

図-8 カメラ別にみた V-OCC 相関図

の場合、長時間停止することも多く、発進と停止を繰り返す。このような交通状態において交通量や速度を計測すると、単位時間あたりの交通量が 0 台、速度が 0km/h となり、車両が存在していない状況と区分できないという問題が生じる。これに対応するため、一般道で渋滞末尾を判定する場合、時間占有率が用いられることが多いことからこれを採用し、判定閾値を設定することで、閾値未満を非渋滞、閾値以上を渋滞とする。具体的には、映像の中に検知エリアを設定し、ある単位時間内に物体が占めていた時間の割合を時間占有率として算出することとしている。

時間占有率を算出するにあたり、まず集計単位時間を検討する。当初は、集計時間単位について 1 分を最小として短時間にするのを考えた。短時間の交通需要や渋滞長の変動に対応するためである。ただし、実際に急激に交通需要が変動することは少なく、上下各方向の青時間が朝夕ピーク時で 4～5 分、1 サイクルが 10～12 分（全赤時間を含む）となっていることから、時間占有率の集計時間単位を 10 分とし、1 時間に 6 回青時間を更新・設定することとする。

図-8 は、AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御システムを導入するにあたり、事前に 10 日程度の期間を対象に取得した時間占有率 (Occ) と速度 (V) の関係をプロットしたものの一例である。時間占有率が高くなるほど速度が低下していることがわかる。各カメラともに交差点流出部を撮影しているが、地点特性として渋滞発生状況が異なるため、両者の関係も異なる。カメラ②は速度 20km/h 以下になる時間占有率は 80%、カメ

表-2 信号制御自動化に向けた信号制御パターン

方向別	上り線 長野←松本 (子機側)						
	青時間	60	120	180	240	300	360
下り線 松本→長野 (親機側)	60	2 (超閑散時)			青枠: 方向2優先		
	120		1 (閑散時 基本)	3	4	5	18 (松本側 渋滞悪化)
	180		6	7	8	9	20
	240	赤枠: 方向1優先	10	11	12	13	21
	300		14	15	16	17 (両方向 渋滞max)	22
	360		19 (長野側 渋滞悪化)	24	25	26	23

※白枠内の数字はパターン番号



図-9 現地信号制御状況

表-3 渋滞末尾カメラ位置と信号制御パターンの関係

ライブカメラによる渋滞末尾位置		信号制御 パターン
下り線(親機側) 松本→長野	上り線(子機側) 松本←長野	
渋滞なし	渋滞なし	1
渋滞なし	⑧	3
渋滞なし	⑨	4
渋滞なし	⑫	5
渋滞なし	⑩	18
⑥	渋滞なし	1
⑥	⑧	3
⑥	⑨	4
⑥	⑫	5
⑥	⑩	18
⑤	渋滞なし	6
⑤	⑧	7
⑤	⑨	8
⑤	⑫	9
⑤	⑩	24
④	渋滞なし	10
④	⑧	11
④	⑨	12
④	⑫	13
④	⑩	25
②or③	渋滞なし	14
②or③	⑧	15
②or③	⑨	16
②or③	⑫	17
②or③	⑩	26
①	渋滞なし	19
①	⑧	20
①	⑨	21
①	⑫	22
①	⑩	23

ラ⑫は70%である。よって、渋滞判定すべき時間占有率の閾値も地点によって設定することとし、50~80%としている。

(4) 信号制御パターンの設定

ライブカメラを活用した人手による交通状況監視と信号制御では、朝昼夕でそれぞれ4つの信号制御パターンを設定し、ライブカメラより目視で渋滞末尾を判定する

ことで運用していた。オートマチック信号制御システムでは、これを参考としながら自動化ならではの複雑な状況にも対応できるように、表-2 に示す 26 パターンを設定する。具体的には、1分から最大5分まで1分刻みの組合せとし、特異事象用として片側6分までのパターンを設定する。システムでは、カメラ①~⑫のすべてを用いて、渋滞末尾の位置毎に表-3 に示す信号制御パターン選択を行う。

ここで、サイクル長および青時間について述べる。サイクル長は、一般的な交差点であれば90~180秒程度で処理していることが多い²⁾。サイクル長を短くすることで渋滞長延伸させないことが基本思想であるが、短くするほどクリアランス(全赤時間に相当)が長くなる。特に、ここで対象としているような片側交互通行規制の場合、ある1方向に対して青現示から赤現示に変更された後、当該方向の車両が規制区間を通過し終えるまでのクリアランス時間が必要である³⁾。当然、規制区間長が長くなるほど、クリアランス時間も長くなる。同様に反対方向のクリアランス時間も必要であり、1サイクルあたり2回のクリアランス時間を設定しなければならない。一般的な信号交差点と比べて極めて長いクリアランス時間を要することから、サイクル長を短くすることにはデメリットがある。当該規制地点では1分で約160m捌けることがわかっており、後述するとおり上り線(長野→松本方面)のコントロールポイントである小松原トンネル西交差点まで1,000mであることから、青時間は長くても5分まで、渋滞長が短い時には2分を基本とする。渋滞長が短い時にあたる閑散時(非混雑時)の2分については、1分であると発進遅れの影響により交通流率が上昇しないうちに赤現示になることから設定している。ただし、さらに交通量が少ない時間帯でもなるべく自動化が可能によう、青時間1分というパターンも設定する。

次に、本システム構築の目的の1つである渋滞長をバランスさせる方針を述べる。現地踏査やライブカメラを活用した人手による交通状況監視と信号制御の段階で、下り線（松本→長野方面）が笹平トンネル東交差点（カメラ②地点）、上り線（長野→松本方面）が現道と長野南バイパスが合流する小松原トンネル西交差点（カメラ⑨地点）を渋滞列が超えると、速度が大幅に低下することがわかっていた。いずれも三叉路であり、合流交通量が多い。よって、渋滞長が当該交差点を超えた場合は、当該方向の青時間を多くする方針とし、そのような信号制御パターンが選択されるようにする。

(5) 現地導入状況

現地信号制御状況を図-9 に示す。システムは、現地司令室に設置し、道路の反対側にある信号機を運用している。規制箇所の交通状況や特異事象も即座に把握可能である。

5. AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御システムの交通状況評価

(1) 代表日における渋滞長の評価

AI 運用前として、片側交互通行規制直後の人手による交通状況監視と信号制御時における時間帯別（30分ごと）渋滞長を図-10 に示す。当該図は、令和3年7月14日（水）に片側交互通行規制となって3日目にあたる7月16日（金）の渋滞長をETC2.0プローブ情報で算出したものである。上り線（長野→松本方面）が2方向あるのは、小松原トンネル西交差点から上流に2又に分かれるため、方向1が長野南バイパス側、方向2が現道側である。また、灰色の網掛けは、夜間通行止めの時間帯である。渋滞長をみると、朝は上り線（長野→松本方面）、夕方は下り線（松本→長野方面）が長く、両方向のバランスが取れていないことがわかる。監視員が渋滞末尾を追跡しながら規制信号を制御しており、渋滞末尾を適切に判断できていなかったことが要因であることが想像できる。

次に AI 運用後として、AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御システム導入後における渋滞長を図-11 に示す。当該図は、令和3年11月17日（水）にシステムを導入して1ヶ月後にあたる12月17日（金）の渋滞長をETC2.0プローブ情報で算出したものである。AI 運用前と同じ金曜日である。朝も夕方も渋滞長のバランスが取れており、システムが目指すべき状況が実現している。7時台では、当初下り線（松本→長野方面）の青時間を4分、上り線（長野→松本方面）を5分で運用しており、上り線が優先されている。

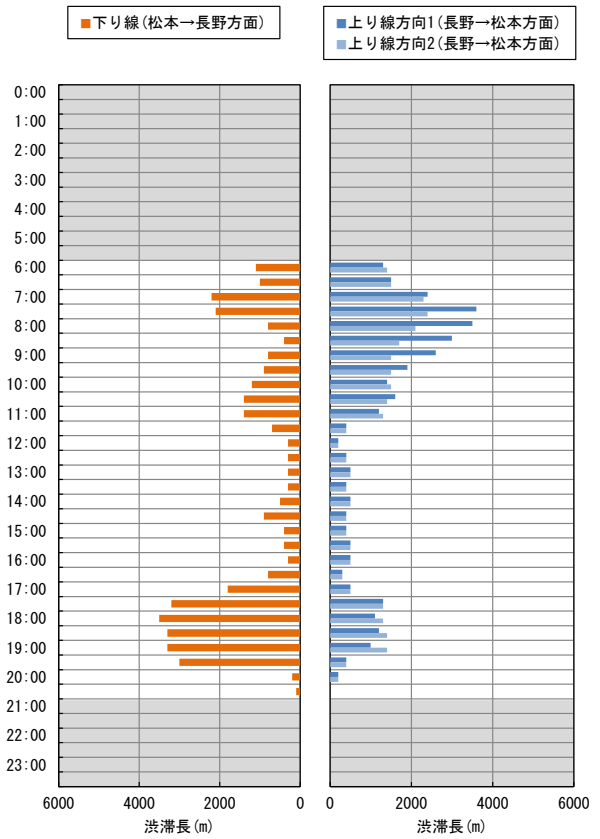


図-10 AI運用前：令和3年7月16日（金）における時間帯別渋滞長（ETC2.0プローブ情報）

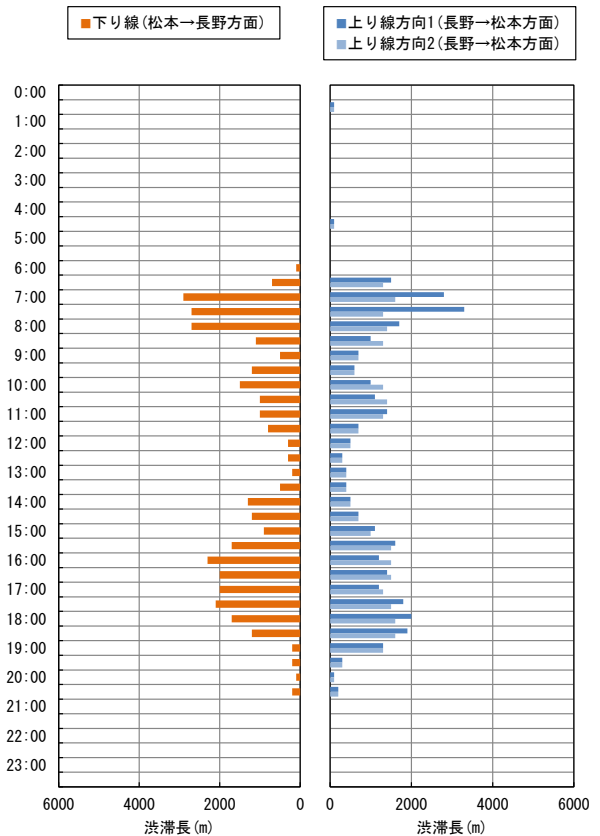


図-11 AI運用後：令和3年12月17日（金）における時間帯別渋滞長（ETC2.0プローブ情報）

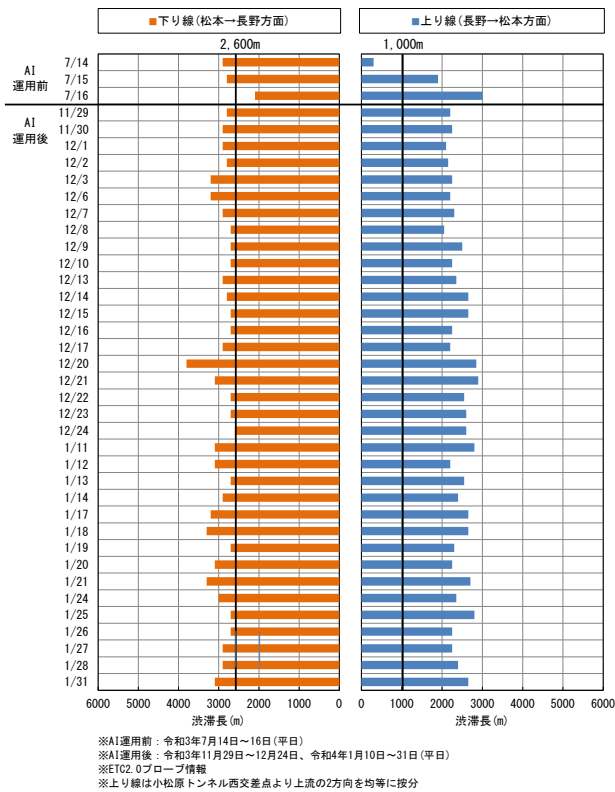


図-12 ピーク時（7時台）における AI 運用前後の渋滞長比較結果（ETC2.0 プローブ情報）

表-4 ピーク時（7時台）における AI 運用前後の渋滞長バランス精査結果（ETC2.0 プローブ情報）

単位：日

渋滞長		AI 運用前	AI 運用後
下り線	上り線		
2,600m 超	1,000m 超	1	34
2,600m 以下	1,000m 超	1	1
2,600m 超	1,000m 以下	1	0
2,600m 以下	1,000m 以下	0	0
計		3	35

(2) ピーク時における渋滞長の評価

ピーク時における AI 運用前後の渋滞長比較結果を図-12に示す。片側交互通行規制区間は、平日において7時台の交通需要が最も多く、渋滞も延伸する。そのため、平日の7時台を対象に上下線の渋滞長を日別に比較する。また、7時台では ETC2.0 プローブ情報より7時と7時30分の2時点の渋滞長を算出しているが、そのうち上下線合計の渋滞長が長い方の時間帯を対象として描画している。なお、上り線における2方向の渋滞は、両方向に均等に按分することで比較を容易にしている。図中の縦の太黒線は、渋滞長のバランスを取るためにコントロールポイントとして設定したもので、下り線（松本→長野方面）が笹平トンネル東交差点で規制端から2,600m、上り線（長野→松本方面）が小松原トンネル西交差点で1,000mである。

AI 運用前の令和3年7月14日（水）は、片側交互通行規制となった初日である。前日まで通行止めであったためか、交通需要が少なく、渋滞長の合計も短い。それでも下り線の渋滞長は2,900mであるのに対し、上り線は300mにとどまりバランスが取れていない。7月16日（金）は、前述で代表日として掲載したものであるが、下り線が2,100mであるのに対し、上り線は3,000mであり、上り線のみコントロールポイントを超えている。一方、AI 運用後は大半で両方向ともコントロールポイントを超えており、また、各方向の渋滞長に著しい差がなく、バランスが取れている。

ここで、表-4 に示すピーク時である7時台における AI 運用前後の渋滞長バランス精査結果をみると、AI 運用前は、下り線がコントロールポイントである2,600m以下であるにもかかわらず、上り線がコントロールポイントである1,000mを超えているという日が1日、その逆が1日となっている。対象とした3日のうち2日で渋滞長のバランスが取れていない。一方、AI 運用後は35日のうち、34日で上下線ともコントロールポイントを超えている状態であり、バランスが取れている。なお、下り線がコントロールポイントである2,600m以下であるにもかかわらず、上り線がコントロールポイントである1,000mを超えているという日が1日あったが、上下線とも渋滞長が2,600mであり、バランスが取れていないという状況ではなかった。ここで確認した渋滞長は検証用として ETC2.0 プローブ情報で算出したものであるが、ライブカメラを用いた AI 判定においても渋滞長が2,600mを超えていたため、問題ないと判断できる。

6. まとめと今後の課題

7月下旬にライブカメラを設置し、規制保安員の監視による信号制御を行うことで、渋滞末尾を監視員のみで把握していたときよりも、省力化かつ正確に把握することが可能になり、コントロールポイントに従い上下線の渋滞長をバランスよく制御してきた。8月から AI 画像解析を用いたオートマチック信号制御システムの導入検討を進め、12台のライブカメラ映像から、AI 画像解析が可能な仕組みを構築し、11月下旬に現地に導入した。システムでは、リアルタイム時間占有率を用いた渋滞末尾位置の把握を可能とし、渋滞末尾位置から信号パターン選択する仕組みを採用した。その他、画像解析サーバーから現地パソコン、現地パソコンから信号機へ出入力できるシステムを構築し、ライブカメラ映像からオートマチックに信号制御することを可能とした。このようなシステムを導入した結果、片側交互規制時に上下方向に延びる渋滞のバランスを取ることを実現した。

ただし、渋滞長のバランスが取れていることが最も望ましい状況ではなく、同一時刻の所要時間が均等になることや、1日の損失時間が最小になる状態を最適解として考えるということは十分にあり得る。今回得られたデータをもとに、交通シミュレーションで最適解を探ることが考えられる。

今後も、集中豪雨等の災害により片側交互通行規制になる場所が増加する可能性がある。本研究で導入したシステムをさらに高度化させることが望まれる。また、規制区間内の安全を目視で把握し、全赤時間を打ち切る作業だけは人手で実施した。この部分も、規制区間内の安全が何らかのセンサー、カメラにより自動的に把握できるように開発を進める必要がある。

参考文献

- 1) 三浦淳, 吉田幸男, 武島正佳, 永江浩一郎, 野中康弘, 深井靖史, 石田貴志, 柳沼秀樹: AIオートマチック信号制御を活用した工事渋滞緩和の検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.64, 2021.
- 2) (一社)交通工学研究会: 平面交差の計画と設計 基礎編, 2018.
- 3) 下川澄雄, 芦田義則, 山口英樹, 大谷江二: 工事による渋滞損失額を算出するための簡易な方法の提案, 土木学会論文集 F4 (建設マネジメント)特集号, Vol.66, No.1, pp.91-100, 2010.

(2022.3.6 受付)

EVALUATION OF TRAFFIC CONDITIONS FOR ALTERNATING ONE-WAY TRAFFIC CONTROLLED USING AI AUTOMATIC TRAFFIC SIGNAL CONTROL

Jun MIURA, Yukio YOSHIDA, Masayoshi TAKESHIMA, Koichiro NAGAE, Yasuhiro NONAKA, Yasushi FUKAI, Takashi ISHIDA and Hideki YAGINUMA

Because of the landslides in Shinonoi, Nagano-City, there had been the emergency repair of Route 19 with road blocked since July 6th 2021. On July 14, restoration work was started with alternating one-way traffic controlled, which continued for about six months until February 1 of the following year. The traffic congestion in the early morning and the night was serious, and since the restoration work was expected to take a long time, it was urgent to improve such traffic condition.

In this paper, AI Automatic Traffic Signal Control Method was studied and implemented in the field, and the traffic conditions were evaluated in order to facilitate the traffic management during disaster recovery work. Specifically, we developed a system for "real-time determination of the tail end of traffic congestion using a portable live camera and AI image analysis" and "automatic selection of the optimal pattern of control signals using this system". As a result, the system was able to balance the congestion extending in both directions of the restricted section.