

都市間高速道路における対面通行規制時の交通容量と
戦略的な工事計画に関する研究

2025 年

山 本 隆

目 次

1. 序論	1
1.1 研究の背景	1
1.2 リニューアルプロジェクトの概要	4
1.3 研究の目的	6
2. 既往研究のレビューと本研究の位置づけ	7
2.1 はじめに	7
2.2 工事規制時の交通影響分析に関わる技術指針類のレビュー	7
2.3 工事規制時の交通影響分析に関連する基礎研究のレビュー	9
2.3.1 工事規制時の渋滞現象に関する研究	9
2.3.2 工事規制時の交通容量に関する研究	9
2.3.3 交通容量推定モデルに関する研究	10
2.3.4 工事規制時の交通需要及び渋滞発生傾向に関する研究	13
2.4 工事規制時の交通事故分析に関わる研究のレビュー	14
2.5 本研究の位置づけ	15
3. 分析対象工事規制と渋滞発生状況	19
3.1 はじめに	19
3.2 工事規制状況	19
3.2.1 対象とする工事規制	20
3.2.2 工事規制形態	23
3.3 渋滞先頭地点分析	34
3.3.1 分析概要	34
3.3.2 分析方法	35
3.3.3 渋滞先頭地点のパターン分類	37
3.3.4 渋滞先頭地点の特定	39
3.4 渋滞先頭地点の特徴分析	48
3.4.1 渋滞先頭地点のパターン別構成	48
3.4.2 渋滞先頭地点と規制区間延長の関係	50
3.4.3 渋滞先頭地点別の特徴分析	51
3.5 3章のまとめ	58

4. 工事規制時の交通容量と変動要因分析	59
4.1 はじめに	59
4.2 交通容量分析	59
4.2.1 分析概要	59
4.2.2 交通容量の判読方法	60
4.2.3 車両感知器の選定	63
4.2.4 交通容量の算出	65
4.3 交通容量変動要因分析	75
4.3.1 分析概要	75
4.3.2 気象条件・交通条件と交通容量の関係	75
4.3.3 規制条件と交通容量の関係	79
4.4 4章のまとめ	90
 5. 交通容量推定モデルの検討	 91
5.1 はじめに	91
5.2 交通容量推定モデルの推定方法	91
5.3 交通容量推定モデルの推定結果	94
5.3.1 全渋滞先頭地点	94
5.3.2 渋滞先頭地点別	97
5.4 交通容量推定モデルの適用	99
5.4.1 渋滞先頭地点を特定・想定できる場合	99
5.4.2 渋滞先頭地点を特定・想定できない場合	101
5.5 5章のまとめ	103
 6. 工事規制の交通への影響と安全性に関する検討	 104
6.1 はじめに	104
6.2 リニューアルプロジェクトによる工事規制にともなう交通への影響 に関するケーススタディ	104
6.2.1 分析概要	104
6.2.2 分析データおよび分析方法	104
6.2.3 渋滞発生傾向に関する分析	105
6.2.4 交通需要変動に関する分析	109
6.2.5 ケーススタディを通じた実務上の課題	110

6.3 高速道路の工事規制材に対する先進運転支援システムの反応確認	111
6.3.1 ADAS 機能と工事規制材に対する反応の想定	111
6.3.2 実験概要	111
6.3.3 実験結果	115
6.3.4 ADAS 実験のまとめと道路側での今後の方向性	117
6.4 6章のまとめ	118
7. 結論	119
7.1 本研究のまとめと戦略的な工事計画	119
7.2 今後の課題	122
参考文献	123
謝辞	126
付録	127
1. 対象工事規制図	127
2. 速度プロファイル図	161

1. 序論

1.1 研究の背景

わが国の高速道路は、開通後 30 年以上経過した道路が約 60%、50 年以上経過した道路が約 25%を占め、その割合は年々増加傾向にあり、構造体の老朽化に伴う保全工事が最盛期を迎えようとしている。中日本高速道路(株)(以下、NEXCO 中日本)においては、これらの大規模更新・修繕事業を、高速道路リニューアルプロジェクトと称して鋭意推進中である。

NEXCO 中日本管内における工事に伴う渋滞件数は、リニューアル工事を進めてきていることもあり、図 1-1 に示すとおり増加傾向にある。渋滞量の推移も、図 1-2 に示すとおり増加傾向にあり、工事渋滞 1 件あたりの渋滞量は少ないものの、最近ではリニューアル工事が都市圏でも行われてきたことを受け、工事渋滞 1 件あたりの渋滞量も増加している。ただし、2020 年から 2021 年は、新型コロナウイルス感染拡大に伴う移動自粛の影響で、交通量が減少していることにも留意が必要である。

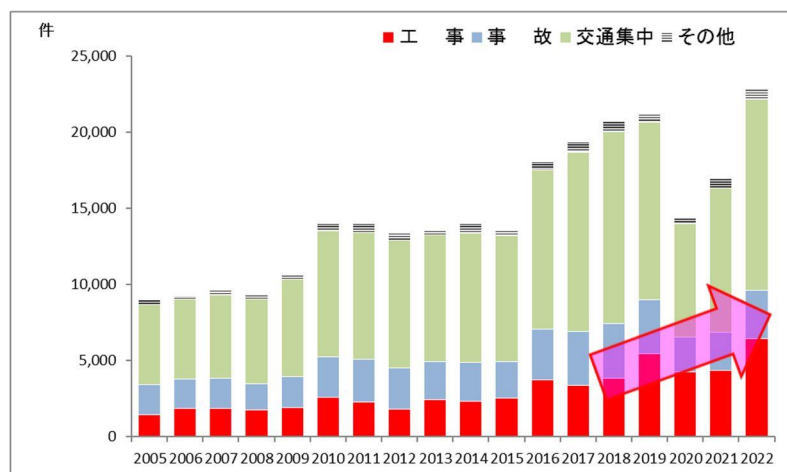


図 1-1 NEXCO中日本管内の渋滞件数の推移

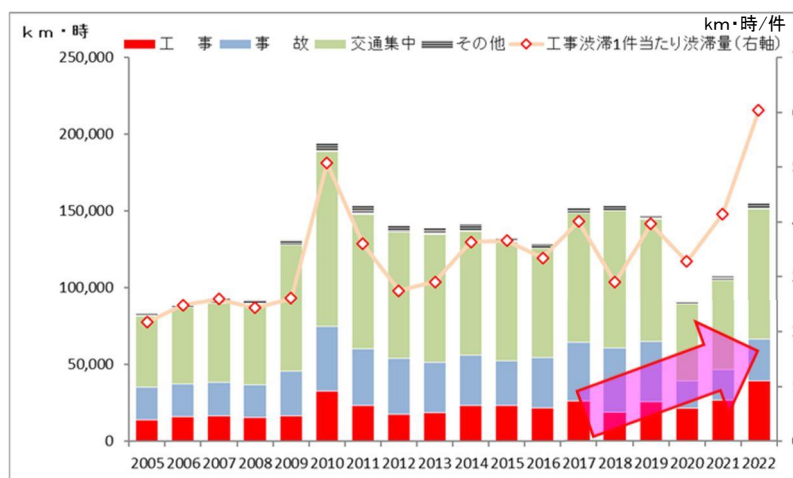


図 1-2 NEXCO中日本管内の渋滞量の推移

リニューアルプロジェクトは今後も増加する見込みである。高速道路会社が継続的に老朽化した構造物の修繕や更新をしていくためには、戦略的に工事計画を立て、プロジェクトを進めていくことが重要である。修繕や更新が必要な箇所は多数あるため、優先順位をつけた工事対象箇所の選定や全体を見渡した工程など、事前検討なども含めると工事計画には複数年を要する。工事計画の内容も、施工計画やスケジューリング、安全管理や人的資源管理など多岐に渡るが、本研究では、交通への影響及び社会的影響を考慮した工事の計画を主眼とする。一般に、道路の修繕や更新にあたっては、工事の効率的実施と渋滞などによる社会的コストの削減に努める必要がある。リニューアルプロジェクトは大規模で工事期間が数ヶ月に及ぶため、周辺交通はもとより社会経済への影響も多大となる。

本研究の対象とする工事計画は、**図 1-3** に示すサイクルで検討を進める計画をいう。そして、本研究における「戦略的な工事計画」とは、リニューアルプロジェクトの工事計画にあたり、対面通行規制時の「渋滞発生の可能性を把握し、渋滞を確度高く予測して、社会的影響を評価した上で、交通安全性を含めた対策のもと策定される社会的な影響が少ない工事の計画」と定義する。

リニューアルプロジェクトにおける工事規制時の交通現象とその特徴を知っておくことは、工事規制時の渋滞の可能性を把握することや、渋滞を確度高く予測する上で非常に重要な要素となる。工事規制時の渋滞予測は、工事予定箇所と同様な工事事例がある場合は、その際の渋滞発生状況を参考とするが、参考となる事例がない場合においては、交通需要と工事規制時の交通容量から推定する。渋滞予測に用いる交通容量の変数等については、異なる会社や現地組織で算出したものでも整合性があることが、高速道路会社が説明責任を果たしていく上でも望まれる。そして社会的影響を評価した上で対策を検討し、通行機能の確保を図るべく新たな技術や施工方法の導入、工事期間や迂回路などの周知とともに工事に対して理解いただくための各種広報活動、利用者の行動選択の一助とそれによる渋滞の軽減などを目的とした予測を含む各種交通情報の提供を行う。渋滞予測の目的でもある渋滞を少なく抑える対策のためには、渋滞発生傾向や交通需要変動を把握しておくことが必要であり、渋滞に伴う交通事故防止の観点でも重要である。しかし、現時点ではリニューアルプロジェクトの本格実施は途についたばかりであり、知見の蓄積は十分ではなく、分析方法も確立されたものはない。リニューアルプロジェクトにおいては、橋梁の床板を取り替えることから、工事箇所と反対側の車線で対面通行を行い、工事を進めることが主流となっているが、このような取り組みはこれまで事例としても少なく、交通現象に関する知見はまとめられていない。また、工事規制時の交通容量についても知見が少なく、統一的な分析がされていない。

工事規制に伴う交通安全性の観点で、渋滞中事故以外の最近の傾向として、**図 1-4** に示すとおり工事規制に伴う事故件数、及び規制量あたりの事故件数が増加していることが課題となっている。**図 1-5** は 2021 年度の工事規制材への接触事故を場所別に集計したものである。工事規制始端部へ接触する事故だけで約半数を占めているが、工事規制平行部での接触に比べ、工事用車両や作業員との衝突リスクが高く、重大事故となりやすい。NEXCO 中日本では、これらの事故を少なくしようと、工事規制材や標識類の大型化による視認性向上、導流レーンマーク設置や簡易情報板を活用した速度抑制対策及び注意喚起対策などを進めているが、工事規制材に接触する事故

が多い状況であり、工事規制内で作業を行う作業員の安全確保の面でも喫緊の課題となっている。これらの事故は、主に前方不注視等の漫然運転が要因と考えられる。近年普及してきた先進運転支援システム(以下「ADAS」)は、その普及により事故を減少させるものであるが、高速道路の工事規制材へ接触する事故が増加している背景として、ドライバーが当該技術に頼り、または過信して漫然運転が誘発される一方で、ADASで工事規制材を検知できていないことが想定される。



図 1-3 工事計画の流れ

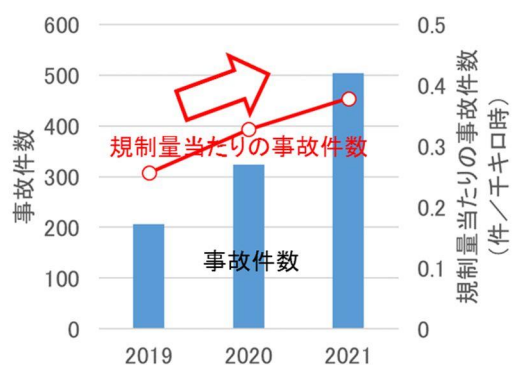


図 1-4 工事規制に伴う事故件数と規制量当たりの事故件数の推移

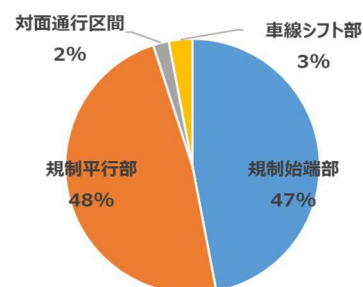


図 1-5 工事規制材への接触場所内訳 (2021 年度実績)

1.2 リニューアルプロジェクトの概要

高速道路上では、舗装補修やガードレールの取替といった単独工事や、点検等の作業などが、それぞれ交通規制をかけた上で、日々行われている。また、これらの工事を 2～3 週間といった短期間に集約し、かつ長距離にわたって複数の工事や作業を実施することで、年間の工事規制量を少なくする取り組みを「集中工事」と称して行っている。

本研究の対象とするリニューアルプロジェクトは、橋梁やトンネルなどの構造物を日常的なメンテナンスや更新では、建設当初あるいはそれ以上に性能を回復させることが技術的に困難であることを背景としており、最新の技術を用いながら大規模に補修や補強をすることで高速道路をこれからも長く健全に保つものである。このリニューアルプロジェクトは、中長期的な工事頻度を少なくするものであり、模式的に示すと図 1-5 となる。リニューアルプロジェクトの工事規制区間は短・中距離であるものの、工事期間は数ヶ月にわたり、かつ片側車線の通行ができなくなることから、反対車線を対面運用するなどして交通確保することに特徴を有する。

図 1-6 に中央自動車道(以下、「中央道」という)での実施事例を示す。工事の進め方としては、対面通行を行うため標識設置や路肩部分の舗装工事等を行ったうえで、対面通行規制を行うための車線切り替えや区画線を引き直すなどの準備工事、橋梁の床板を取り替えるなどの本工事(多くは対面通行)、本工事終了後再び車線を切り替えて通常的車線運用に戻す復旧工事に区分される。また最近では、車線切り替え時間を短縮するため、図 1-7 に示すロードジッパーシステムを採用する場合もある。

これらの工事を進めるにあたって高速道路会社では、リニューアルプロジェクトの必要性とともに、具体的な工事規制箇所および時期などを、様々な広報媒体を通して広く周知している。また、所要時間情報の提供およびクーポン券配布や料金調整などのプライシングにより、迂回路の利用を促し、工事規制箇所への交通流入を抑制することで、渋滞を極力抑える取り組みを行っている。

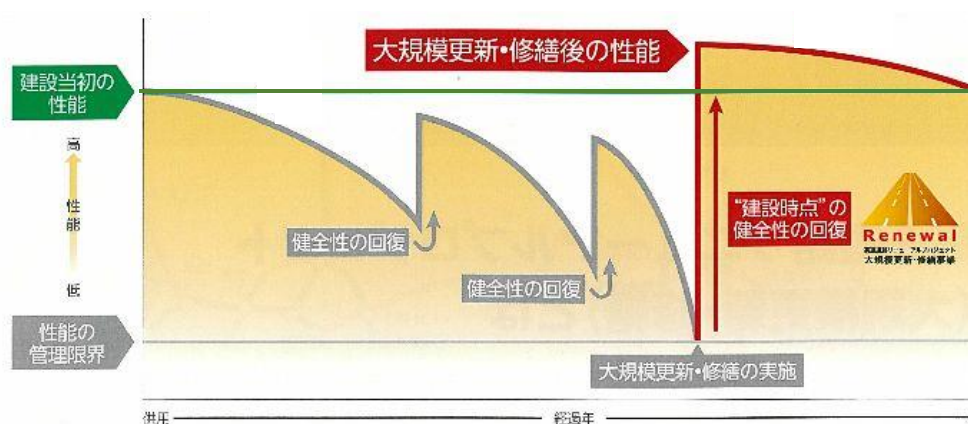
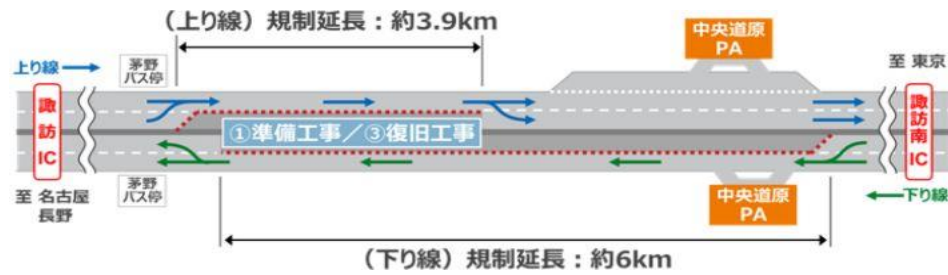


図 1-5 構造物の経過年数と性能の関係と工事の位置づけ

① 準備工事（車線規制）・③ 復旧工事（車線規制）



② 本工事（対面通行規制）

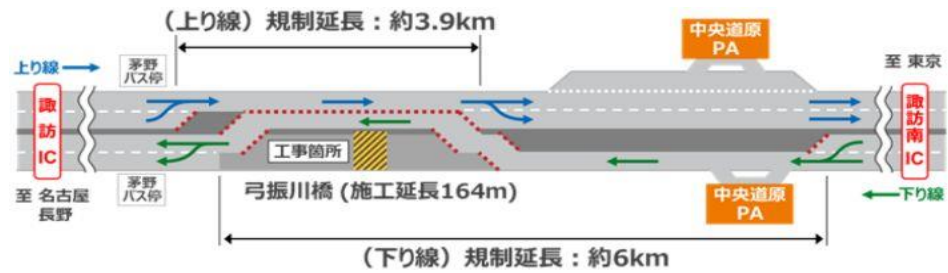


図 1-6 リニューアル工事の各工事ステップでの車線運用



図 1-7 ロードジッパーシステム

利用者の安全性向上の観点では、対面通行時の正面衝突事故防止に加え、交通事故が発生すると車線閉塞による通行止めとなる可能性が高いこともあり、規制延長が長い場合や車線シフト部には安全性の高い剛性防護柵を採用するとともに、視線誘導に加え速度低下の抑制も狙った走光型視線誘導灯を用いた対策なども行っている。

1.3 研究の目的

リニューアルプロジェクトにあたっては、戦略的な工事計画が必要である。

本研究では、これまで行ったリニューアルプロジェクトのデータから、渋滞発生の可能性を把握するため、対面通行規制において発生する渋滞の先頭地点や、渋滞が発生・定着する条件を明らかにする。また、渋滞予測へ活用するため、交通容量の値とともに、気象条件や交通条件、規制条件など、交通容量の変動要因を明らかにする。そして、交通容量が明確でない場合においても渋滞の予測に資する交通容量推定モデルを作成する。更に、社会的影響を少なくする対策のため、交通需要の変動や渋滞発生傾向など、ケーススタディを通じた工事規制の交通への影響分析結果から、工事計画に必要な実務上の課題を明らかにする。

工事規制に伴う交通事故は、図 1-8 のとおり、渋滞要因と渋滞以外の要因に分けられる。渋滞要因については、渋滞予測をみたドライバーによる迂回効果や渋滞を極力少なく抑える工夫が、交通事故対策にもつながる。一方で、渋滞以外の要因については、漫然運転防止が主な対策となるが、ADAS の普及に伴う漫然運転の増加が、事故増加要因の一つとなっている可能性が想定される。本研究では、今後の工事計画にあたって事故防止に有効な規制方法や工事計画の検討、工事規制材の開発に発展させることを目的に、ADAS を搭載した車両の工事規制材に対する反応（警報の有無、及び車両の停止など）の有無を明らかにする。

本研究は、リニューアルプロジェクトにおいて、PDCAを回しつつ、蓄積データ及びその分析結果に基づき、より適切な工事計画を立案できる状況を整えることを目指すものである。

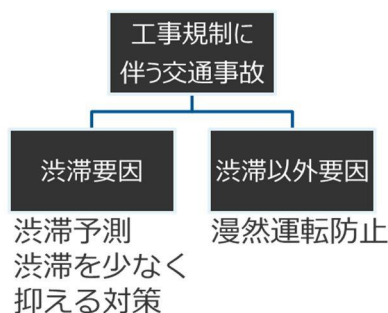


図 1-8 工事規制に伴う交通事故の要因と対策

2. 既往研究のレビューと本研究の位置づけ

2.1 はじめに

本章では、本研究に関連する既往研究をレビューし、本研究の位置付けを明確化する。

既往研究としては、工事規制時の交通影響分析に関わる技術指針類、及び関連する基礎研究についてレビューする。この関連する基礎研究については、工事規制時の交通現象、工事規制時の交通容量、交通容量推定モデル、工事規制時の交通需要及び渋滞発生傾向に関する研究についてまとめる。更に、工事規制時の交通事故分析に関してレビューする。

2.2 工事規制時の交通影響分析に関わる技術指針類のレビュー

各種道路技術指針類における工事規制時の交通容量の記載状況を時系列にまとめて表 2-1 に示す^{1)~10)}。表 2-1 に示す 10 編の資料の中で工事規制時の交通容量に関する記載があるのは、No. 1:道路維持修繕要綱, No. 3:道路の交通容量 1985, No. 5:路上工事の交通運用検討資料, No. 6:交通容量データブック 2006 の 4 編のみである。この 4 編について、工事規制時の交通容量の記載内容を以下に整理する。

最も古い技術指針は、1978 年に発行された No. 1:道路維持修繕要綱である。本指針では、工事規制時の交通容量について「1 車線 1 時間当りの交通容量は、大型車混入率 15%, 側方余裕 75cm, 車線幅 2.75~3.5m とした場合、1,100~1,400 台程度と考えられる。」(原文のまま)と記載されている。この値の根拠は明示されていないため、如何なる道路を対象としたものかは不明である。

表 2-1 道路技術指針類における工事規制時の交通容量の記載状況

No.	資料名	交通容量に関する主な記述内容	発行元, 発行年
1	道路維持修繕要綱	大型車混入率や道路幅等の条件付きで、一般的な値として1,100~1,400台/時(1車線規制時)を記載	社団法人日本道路協会, 1978.
2	道路の交通容量	該当する記載は見当たらない	社団法人日本道路協会, 1984.
3	道路の交通容量 1985	工事規制時の観測結果として、通常車線・規制車線別に交通容量の範囲と平均値を記載	社団法人交通工学研究会, 1987.
4	道路保全要領(路上作業編)	規制や案内方法に関する記載のみ	日本道路公団, 1989.
5	路上工事の交通運用検討資料	HCM1985の再掲と「道路の交通容量」の可能交通容量の補正結果を記載	社団法人交通工学研究会, 1997.
6	交通容量データブック 2006	HCM他 既往資料の収集結果を記載	社団法人交通工学研究会, 2006.
7	交通工学ハンドブック	第25章 交通規制に若干の記載のみ	社団法人交通工学研究会, 2008.
8	設計要領	該当する記載は見当たらない	東中西高速道路株式会社, 2012.
9	道路交通技術必携	第7章 路上工事に若干の記載のみ	一般社団法人交通工学研究会, 2018.
10	道路構造令の解説と運用	該当する記載は見当たらない	公益社団法人日本道路協会, 2021.

No. 3:道路の交通容量 1985(米国の Highway Capacity Manual 1985 の翻訳版)では, Texas 州における工事規制時の交通容量を調査し, 図 2-1 に示すとおり車線数別に観測値の範囲と平均値を整理している. 通常時片側2車線運用の区間で 1 車線規制した場合を例にみると, 調査件数は 8 サンプル, 交通容量の範囲は 1,260~1,450 台/時で, 平均値は 1,340 台/時とされている(注:交通容量の範囲はダイアグラムのみで数表は記載されていないため, 筆者らが目視で判読した結果である). ただし, それぞれの調査結果において, 大型車混入率や側方余裕, 車線幅といった道路交通要件は不明である.

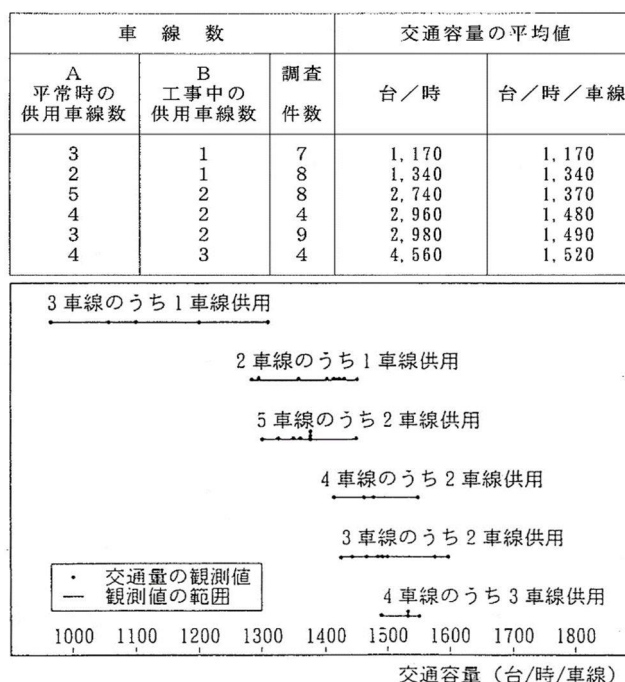


図 2-1 工事規制時の交通容量の調査結果 (No. 3)

No. 5:路上工事の交通運用検討資料
では, No. 3:道路の交通容量 1985 の調査結果を掲載するとともに, No. 1:道路維持修繕要綱に記載されている交通容量 1,100~1,400 台/時について, 「この値は, 実測によるものかどうかは明確でないが, (以下略)」(原文のまま)と言及した上で, 次のように考察している. わが国で唯一の道路交通容量の指針である「道路の交通容量」に示される基本交通容量から, 本指針に記載のある道路交通要因による補正計算を行って可能交通容量を算定し, 1,100~1,400 台程度の妥当性を考察している. その結果, 「この計算結果は, おおよそ 1,200 台/時~1,300 台/時でありほぼ道路維持修繕要綱で示されている値の範囲内と同じであることがわかる」(原文のまま)と結論付けている. その上で, 「多車線道路で工事を行う場合, 実測によって交通容量が求められない時には, 通行帯 1 車線当たりの交通容量は 1,100~1,400 台/時の中で, 選択すればよいと考えられる. 」(原文のまま)と締めくくっている. しかしながら, 交通容量の分布範囲は広く, 計画段階における交通影響予測において, 確固たる根拠をもって交通容量を設定できる状況にないことがわかる.

最後に, No. 6:交通容量データブック 2006 では, 「交通工学」, 「高速道路と自動車」などの機関誌や, 「道路会議論文集」, 「交通工学研究発表会論文集」, 「土木計画学研究発表会講演集(後の「土木計画学研究・講演集」及び「土木計画学研究・論文集(現 土木学会論文集 D3(土木計画学)特集号)」)」などの文献調査を行っている. その結果, 工事に関する論文 16 編を抽出し, そのうち高速道路に関するものが 12 編, 一般道路に関するものが 4 編存在したこと, そのほとんどが工事のための規制方法や車両挙動, 工事用車両に関するものであり, 交通容量を扱うものは存在しなかったことが報告されている. さらに, No. 5:路上工事の交通運用検討資料の記載内容を再掲したうえで, 2006 年時点で工事規制時の交通容量に関するデータはほとんど存在していないこと

が指摘されている。

以上のように、工事規制時の交通容量に関する技術指針類は、極めて脆弱なものであると言わざるを得ない。今後、更新工事に加えて様々な維持修繕工事も増加する背景を踏まえると、様々な工事規制時における交通容量に関する知見を蓄積し、技術指針類へ反映していくことが必要と考える。

2.3 工事規制時の交通影響分析に関連する基礎研究のレビュー

2.2 で整理したとおり、道路技術指針類に工事規制時の交通容量に関する記述は乏しく、また比較的古い時代のものが多い。本節では、関連テーマにおける基礎研究の動向について整理する。ここでは、交通容量に加え、渋滞現象や交通容量推定モデル、交通需要及び渋滞発生傾向について分けてレビューする。

2.3.1 工事規制時の渋滞現象に関する研究

渋滞現象を分析するためには、渋滞先頭地点を把握することが必要であることは言うまでもない。2.2 で整理した技術指針類では、工事規制時の交通容量に関してまとめたが、幾つかの既往研究には工事規制時の渋滞発生地点あるいは渋滞先頭地点が点在することが指摘されている。

都市高速道路では、菅野ら¹¹⁾と古賀ら¹²⁾が首都高速 4 号新宿線と首都高速 3 号渋谷線の集中工事期間における渋滞発生状況を分析しており、両路線ともに渋滞先頭地点が規制始端部であったことを示している。

都市間高速道路について、高橋ら¹³⁾は東名高速道路(以降、「東名」という)の集中工事を対象に渋滞先頭地点に着目し、主な渋滞先頭地点が規制始端部、規制区間内の合流部(IC および SA)とサグ部に分類されることを示している。

以上のように、一概に工事規制時の渋滞現象といっても渋滞先頭地点は道路構造や規制方法などによって変化する可能性が示唆される。しかしながら、これらの研究成果には、渋滞先頭地点が発生・定着する要件は明示されていない。

2.3.2 工事規制時の交通容量に関する研究

工事規制時の交通容量に関する知見として、都市高速道路をみると、前述の古賀ら¹²⁾は片側 2 車線区間の 1 車線規制時における渋滞中交通流率が 1,200～1,500pcu/時であり、規制車線別では追越車線規制よりも走行車線規制の方が高くなる傾向を示している。山下ら¹⁴⁾は渋滞中交通流率とその影響要因(規制方法や幾何構造、走行環境、交通特性)の関係を分析し、渋滞中交通流率が 960～1,860 台/時の範囲にあること、夜間と規制車線、最大縦断上り勾配の 3 つの影響が大きいことを述べている。

都市間高速道路について、土方・大蔵¹⁵⁾は、片側 2 車線区間の 1 車線規制時を対象として、渋滞中交通流率が 1,500～2,050pcu/時であること、規制区間延長が長くなるほど渋滞中交通流率が低くなることを示している。高橋ら¹³⁾は、渋滞先頭地点と規制車線に着目し、片側 2 車線区間の 1

車線規制時では、渋滞中交通流率が 1,085～1,304pcu/時であることを示したうえで、渋滞先頭地点別では規制始端部と合流部が同程度であり、サグ部が最も低い傾向であること、規制車線別では走行車線規制よりも追越車線規制の方が高くなる傾向にあることを指摘している。近田ら¹⁶⁾は、工事規制区間を極力短縮し、規制始端部からボトルネックまでの距離を短くすることで、渋滞中交通流率が増加することを示唆している。

片側 1 車線区間の交通容量からの傍証として、暫定 2 車線区間における交通容量の分析結果について補足する。吉川ら¹⁷⁾は、全国の暫定 2 車線区間のボトルネック地点 16 箇所について交通容量を分析し、渋滞発生時交通流率の平均値は 1,140 台/時、渋滞中交通流率の平均値は 950 台/時であることを示している。これらの値は工事規制時の単路部における交通容量よりも概して小さく、片側 1 車線の単路部よりも 1 車線工事規制時のほうが、交通容量が高い可能性を示唆するものであると考える。

さらに、近年では交通容量の経年的な低下が報告されていることから^{18)、19)}、最新の交通容量を把握することが重要であると考ええる。

2.3.3 交通容量推定モデルに関する研究

交通集中渋滞を対象とした交通容量推定モデルに関し、吉川ら¹⁷⁾は、暫定 2 車線(片側 1 車線)区間での渋滞発生時交通流率と渋滞中交通流率を分析し、縦断勾配や付加車線延長等、トンネルを示すダミー変数を説明変数としてモデルを作成している。米川ら²²⁾は、道路構造のみならず交通条件としてトリップ長を変数として導入していること、小林ら²⁵⁾は渋滞発生確率の分布形状に関するパラメータを推定するモデルを作成していることが特徴である。また、福島ら²³⁾は東名等の重交通路線を対象に、片側 2 車線及び 3 車線区間の渋滞発生時交通量と渋滞発生後捌け交通量の推定モデルを作成し、フローティング調査により潜在的ボトルネックを特定するなどしている。村重ら²⁴⁾は、都市間高速道路の単路部を対象として、道路幾何構造を説明変数として渋滞発生時交通量及び渋滞発生後捌け交通量を推定するモデルを作成し、平井ら²⁶⁾は、交通量シミュレーションモデルの中で、道路構造と平休日区分を説明変数とした交通容量推定モデルを作成している。

このように、既往文献モデルの説明変数をみると、縦断勾配や縦断勾配長、縦断曲率半径など、縦断線形に関する説明変数が多く用いられており、その特徴を表 2-2、表 2-3 に整理する。

しかし、これらの既往研究はいずれも通常的高速道路状況における交通容量を推定するモデルであり、工事規制時の交通容量ではない。そのため、工事規制時の渋滞予測にあたり、交通容量を推定することができないことが実務上の課題となっている。

表 2-2 交通集中渋滞を対象とした交通容量推定モデルに関する既往文献一覧

No	文献名	片側車線数			交通容量		特徴
		1車線	2車線	3車線	渋滞発生時 交通流率	渋滞中 交通流率	
1	暫定2車線高速道路のボトルネック交通容量に関する研究 【吉川ら(2008)】	○			○	○	・ 暫定2車線を対象 ・ 渋滞発生時交通流率と渋滞中交通流率を対象
2	高速道路における渋滞中交通容量の算定式構築に関する実証的研究 【米川ら(2001)】		○	○		○	・ 車線数を変数に導入 ・ 交通条件(トリップ長や平休)を変数に導入
3	潜在的ボトルネック交通容量の推定及び交通容量の確率分布を用いた年間の渋滞予測検討 【福島ら(2008)】		○	○	○	○	・ 渋滞発生時交通流率と渋滞中交通流率を対象 ・ 交通条件(平休)を変数に導入
4	都市間高速道路単路部を対象とした交通容量推定モデルの構築 【村重ら(2010)】		○		○	○	・ 渋滞発生時交通流率と渋滞中交通流率を対象 ・ 交通条件(平休)を変数に導入
5	都市間高速道路におけるボトルネック交通容量の確率的特性分析 【小林ら(2011)】		○		○		・ 渋滞発生確率の分布型にワイブル分布を仮定し、そのパラメータを推定
6	都市間高速道路ネットワークを対象とした交通流シミュレーションの開発 【平井ら(2014)】		○	○	○	○	・ 渋滞発生時交通流率と渋滞中交通流率を対象 ・ 交通条件(平休)を変数に導入

※全て車両感知器より交通容量を算出して交通容量推定モデルを推定

表 2-3 既往文献モデルの説明変数一覧

No.	項目		文献No.					
			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
			吉川論文	米川論文	福島論文	村重論文	小林論文	平井論文
1	縦断 関連	縦断勾配 (%)	—	○	—	—	—	○
2		上流側 縦断勾配 (%)	—	—	—	○	—	—
3		上流側 縦断勾配長 (km)	○	—	○	—	—	○
4		下流側 縦断勾配 (%)	○	—	—	○	—	○
5		下流側 縦断勾配長 (km)	○	—	○	○	—	○
6		縦断勾配差 (%)	—	—	○	—	○	○
7		上流ICからの 当該地点サグ順位	—	—	○	—	—	—
8		縦断曲率半径 (m)	○	—	○	—	—	○
9		下流側標高差 (m)	—	—	—	—	○	—
10	平面 関連	車線数	—	○	—	—	—	—
11		平面曲率 (1/m)	—	—	—	○	—	—
12		直上流 平面曲率 (1/m)	—	—	—	○	—	—
13	その他	渋滞要因 (サグ=0, TN=1)	○	—	—	○	—	—
14		平休区分 (平日=0, 休日=1)	—	○	—	○	—	○
15		太陽光有無 (昼=0, 明夜/TN=1)	—	○	—	—	—	—
16		渋滞発生時間帯 (他=0, 夕夜=1)	—	—	○	—	—	—
17		大型車混入率 (%)	—	○	—	—	—	—
18		トリップ長 [25%マイル] (km)	—	○	—	—	—	—
19		側方余裕 (右路肩幅員) (m)	—	○	—	—	—	—
20		付加車線延長 (km)	○	—	—	—	—	—
21		上流側 単路区間長 (km)	○	—	—	—	—	—

2.3.4 工事規制時の交通需要及び渋滞発生傾向に関する研究

工事規制時の渋滞状況を予測するにあたり、前述の渋滞現象、交通容量等に加え、交通需要の変動について把握することが重要である。都市間高速道路の交通需要推計は、山本²⁷⁾による推計手法を採用しており、本手法を用いての感度分析は可能であると考ええる。しかし、工事規制に伴う非日常的な交通状態が生起する場合の交通需要推計の妥当性に関する検証は行われていない。

都市内高速道路であれば、例えば、藤田ら²⁸⁾は、集中工事時の交通実態分析などから交通需要を推計するモデルを作成している。しかし、これらはいずれも交通需要推計モデルを作成することを目的としており、工事規制時の交通需要そのものを研究したものではない。

また、リニューアル工事のように、中長期に渡る工事規制において、渋滞日や渋滞長などの発生傾向に関して、巨視的視点で分析した研究事例は見られない。

このように、工事規制時の交通需要や渋滞発生傾向に関する研究事例は少ないものの、各高速道路会社では、過去の工事実績などを元に、経験的に交通需要量を推定し、過去の渋滞発生傾向との違いなどを確認しながら、渋滞を予測しているものと考えられる。

2.4 工事規制時の交通事故分析に関わる研究のレビュー

高速道路の工事規制区間における事故について、高橋ら²⁹⁾は、東名高速道路における集中工事の分析で、工事規制区間の事故発生確率が工事規制区間外より 1.7 倍高いことを示している。上畑ら³⁰⁾は、注意喚起のための発光体と事象発生時の録画機能を併せ持つ資機材の録画データを用いて、車線規制方法別や車種別等の事故形態の分類を試みている。これらは、工事規制時の事故発生状況を分析したものであるが、これだけでは事故件数が経年的に増加している要因を説明できない。

鎌田ら³¹⁾は、対面通行規制における規制材の種類や位置による注視率の違いに加え、走行速度と規制材の注視率に相関があることを示している。また飯田ら³²⁾は、規制始端部に衝突する事故に着目し、運転手が現認しやすく指示が伝わりやすい規制情報デザインを考案し、ドライビングシミュレーターによる被験者実験から、事故リスクが低減できる規制情報デザインを評価している。これらは、工事規制にあたって効果的な規制材の開発や設置位置の提案を念頭に置いたものとなっている。

また、工事規制内での事故発生要因分析として、飯田ら^{33),34)}は工事規制始端部における規制材の配置と車両の挙動の関係について、PICUD を用いて分析している。赤羽ら³⁵⁾は、3 台以上が関係し、かつ車線減少により特定地点で隣接車線への合流が強制される場合の衝突危険性の評価手法となる、多角形錯綜指標 PIC を提案し、その適用性を評価している。いずれもドライバーの運転挙動に着目した分析となっており、車両の持つ機能に着目した研究とはなっていない。

飯田ら³⁶⁾は、ドライビングシミュレーターを用いた実験により、アダプティブクルーズコントロール（以下「ACC」）のついた車両が混在する状況下において、漫然運転状態を誘発している可能性を示している。これは、ADAS の普及に伴い漫然運転が増加し、漫然運転によりドライバーが前方確認を怠ること、更に ADAS 機能では工事規制材が検知できない場合には、工事規制材に接触することになるため、工事規制材に接触する事故が増加しているとの仮説を持っている筆者の問題意識と共通したものである。

2.5 本研究の位置づけ

本研究の構成を図 2-2 に示し、先に述べた高速道路会社が行うリニューアルプロジェクトの工事計画の流れ(図 1-3)と、本研究の骨格となる各章の位置づけを、図 2-3 として整理する。本研究の新規性は、以下の点にある。

3 章の分析対象工事規制と渋滞発生状況に関しては、

- ・ETC2.0 プローブデータにより渋滞先頭地点とその特徴を明らかにすること
- ・渋滞先頭地点別に渋滞が発生・定着する条件を示すこと

4 章の工事規制時の交通容量と変動要因分析に関しては、

- ・渋滞先頭地点のパターン別の交通容量の値と、その変動要因を明らかにすること

5 章の交通容量推定モデルの検討に関しては、

- ・対面通行規制時の交通容量推定モデルを作成すること

6 章の工事規制の交通への影響と安全性に関する検討に関しては、

- ・交通需要の変動や渋滞発生の傾向に関し知見が不足している実務上の課題を明らかにすること
- ・ADAS 機能による工事規制材への反応の有無を明らかにすること

既往の技術指針類や研究成果を俯瞰してみると、工事規制時の交通影響分析に資する知見は存外に少ない。2021 年にまとめられた「道路の交通容量とサービスの質に関する研究成果報告書(交通容量編)」²⁰⁾においても、工事規制時を含む車線絞り込み部の交通容量に関する知見の不足が指摘されている。近年では交通容量の経年的な低下が報告^{18)・19)}されていることから、最新の交通容量を把握することが重要であると考えられる。更に、リニューアルプロジェクトは全国で着々と進められており、それに合わせて渋滞予測や渋滞を抑える取り組みも進められているが、筆者は、これらの取り組みが、少ない過去の知見を頼りに行われていることに課題意識を持っている。

既往文献は、分析時点においてプローブデータが普及していないことから、渋滞先頭地点の特定にあたっては車両感知器の速度データを使用していたものと考えられ、車両挙動データを用いて渋滞先頭地点を精緻に分析した事例はない。更に、既往文献で対象とした工事規制は、通常の短期的な工事や集中工事等の車線規制時を対象としており、大規模更新工事のような上下線同時の工事で、車線シフトが伴う対面通行規制時を対象とした文献は見当たらない。具体的な分析結果をみても、車線規制時の渋滞先頭地点で挙げられている箇所は同様であるが、渋滞先頭地点が発生・定着する条件は明示されていない。また、交通容量の変動要因も幾つか示されており、規制区間延長が影響していることに言及しているものの、渋滞先頭地点別には明確になっていない。更に、交通集中渋滞を対象とした交通容量推定モデルはあるものの、工事規制時の交通容量を推定するモデルは見当たらない。

本研究では、NEXCO 中日本管内で 2017 年～2021 年に実施したリニューアルプロジェクトの工事規制を対象に、3 章では、渋滞可能性把握のため、渋滞先頭地点とその特徴を分析し、渋滞先頭地点の位置や渋滞先頭が発生・定着する条件を明らかにする。4 章では、渋滞予測のため、渋滞先頭地点における交通容量を求め、気象条件や交通条件、規制条件などの交通容量が変動する要因を分析する。また、5 章では、交通容量推定モデルを作成し、交通容量が明確でない場合

における交通容量推定モデルの適用方法を提示する。これらは、ETC2.0 プローブデータを用いた渋滞発生状況分析により、渋滞先頭地点とその特徴を明らかにすること、及び渋滞先頭地点別に渋滞が発生・定着する条件を示すこと、交通容量(渋滞中交通流率)を算出し、渋滞先頭地点のパターン別の値と交通容量変動要因を明らかにすること、更に対面通行規制時の交通容量推定モデルを作成することに新規性を有する。

交通容量に加えて、交通需要及び渋滞発生頻度や規模、発生地点といった渋滞発生傾向について明らかになっていないことも課題であり、既往研究も少ない。一般的に、ピーク需要を少しでも減らすことで渋滞規模は格段に小さくなる。そのため、並行路線への迂回や他の交通機関も含めた行動変容を促すための情報提供、プライシング手法等を含めた並行路線への迂回誘導を進めていく必要がある。リニューアルプロジェクトによる交通への影響は、より多くの事例を蓄積し種々の視点から分析が必要であるが、6 章では、いくつかのリニューアルプロジェクトにおける工事規制をケーススタディとして分析し、交通需要の変動や渋滞発生傾向に関し知見が不足している実務上の課題を明らかにすることに新規性を有する。

また、リニューアルプロジェクトをより良く進めていくためには、円滑性はもちろんであるが、安全性についても十分配慮する必要がある。リニューアル工事において発生する渋滞は、漫然運転に伴う車両同士の追突等の交通事故を誘発する恐れがある。これに加えて、要因は渋滞中の交通事故と同じく漫然運転と考えられるが、工事規制材に接触するといった工事規制始端部における交通事故が多いことが指摘されており^{30),37)}、事故件数が増加傾向であることは前述のとおりである。ADAS 機能により漫然運転を誘発するという前提で考えると、漫然運転によりドライバーが前方確認を怠り、更に ADAS 機能では工事規制材が検知できない場合には、工事規制材に接触することになる。このように ADAS の普及に伴う漫然運転の増加が、工事規制に伴う事故件数増加の要因の一つと想定されるが、近年の普及に伴うものであるため、ADAS 機能による工事規制材の反応の有無については明らかになっていない。6 章では、ADAS 機能による工事規制材の反応の有無について、実際に工事規制材を試験走路に設置し、その反応を実証し、今後行うべき取り組みについて考察する。車両そのものの機能、特に近年急速に搭載が進む ADAS 機能に着目し、工事規制材への反応の有無を明らかにすることに新規性を有する。実験結果を踏まえ、必要な対策を検討することは、道路を管理する立場、かつ、工事規制中の作業員の安全を確保する上でも、極めて重要と考える。

6 章においては、主に工事計画や対策に必要な検討であるが、3 章から 5 章で述べた渋滞可能性把握や社会的影響評価にも関わるものと位置づけられる。

7 章ではまとめとして、本研究全体を俯瞰し、戦略的な工事計画に関して考察を行う。

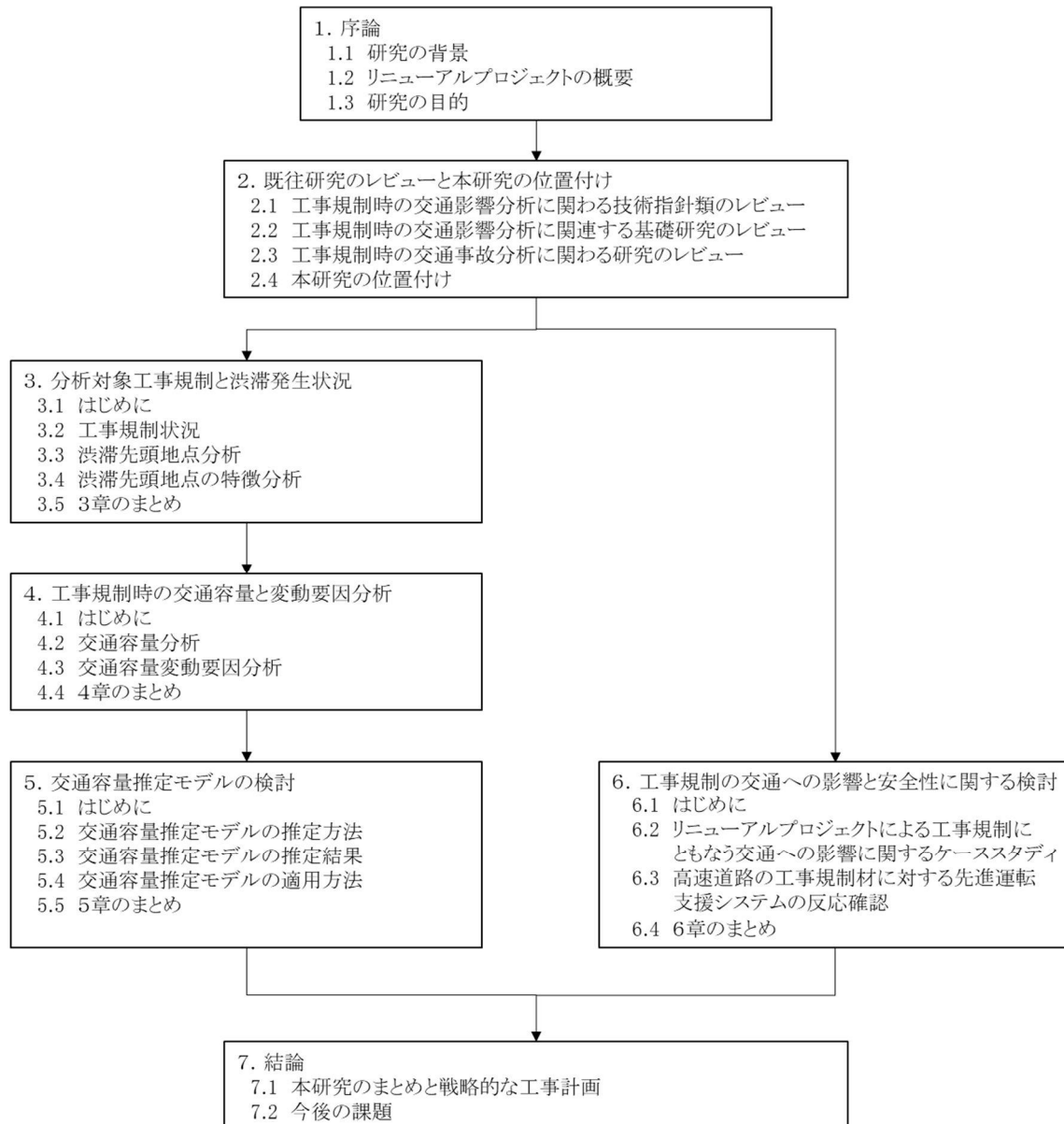


図 2-2 本研究の構成

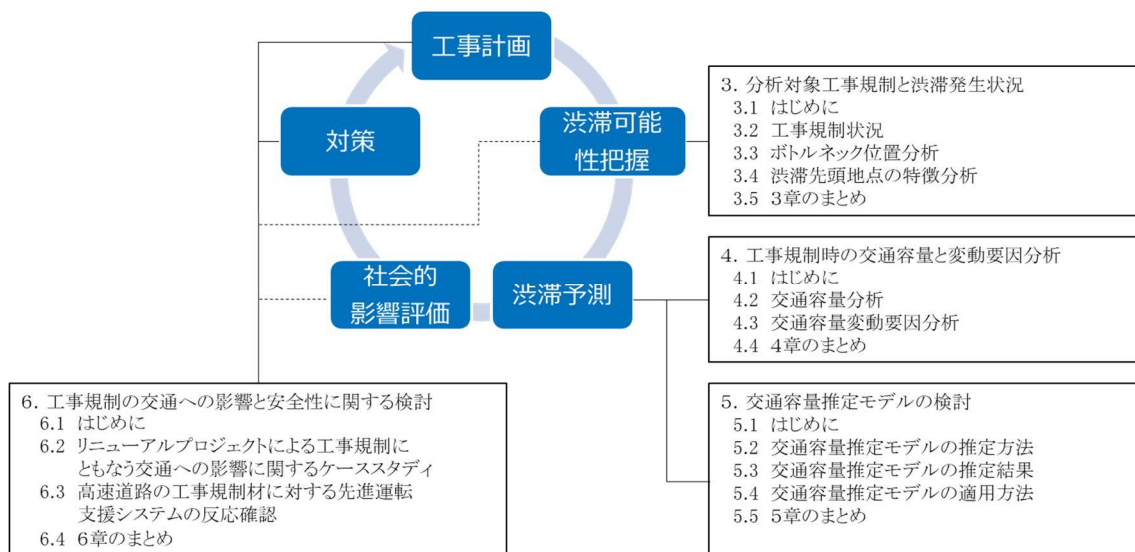


図 2-3 工事計画の流れと各章の位置付け

3. 分析対象工事規制と渋滞発生状況

3.1 はじめに

本研究は、2017年～2021年(5年間)に実施したリニューアルプロジェクトの工事規制を対象とする。本章では、工事規制状況を整理して分析対象とする工事規制を選定した上で、ETC2.0 プローブデータを用いて渋滞の先頭(ボトルネック)となる地点を分析する。そして、規制方法や道路条件等より渋滞が定着する箇所の特徴を明らかにする。

3.2 工事規制状況

基礎データ作成のため、図 3-1 に示すフローをもとに、工事基礎情報や規制条件等を整理する。

なお、本章以降で扱う渋滞先頭地点分析や交通容量分析、交通容量推定モデルの検討に関する基礎データとするため、2017～2021 年のリニューアルプロジェクトの工事規制のうち、工事規制区間を判読可能な規制図を収集でき、同一規制日数が 30 日以上である工事規制を対象として、工事基礎情報(区間や期間)や規制条件等を整理した。

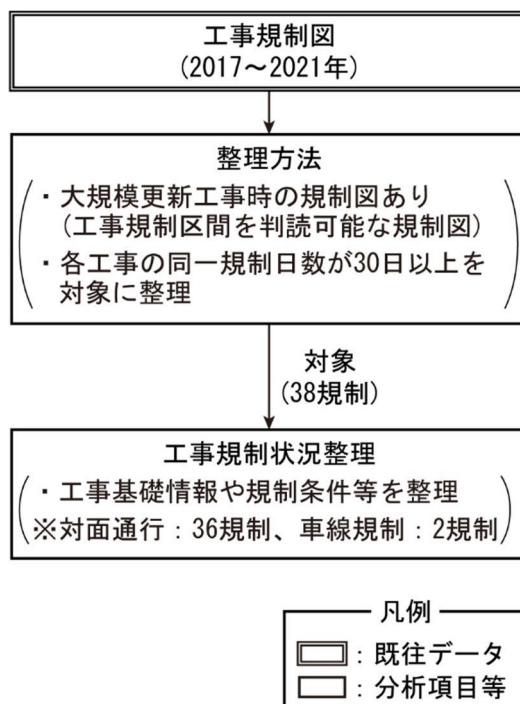


図 3-1 工事規制状況の整理フロー

3.2.1 対象とする工事規制

対象工事規制区間を図 3-2 に示し、対象工事の基礎情報を表 3-1 に示す。

対象とした工事規制は、2017 年～2021 年の大規模更新工事規制のうち、規制区間を判読可能な規制図が収集でき、同一規制日数が 30 日以上である 38 規制とした。また、規制方法は、対面通行規制と車線規制の 2 種類があり、その内訳として対面通行規制が 36 規制、車線規制が 2 規制となる。

主な規制区間として、対面通行規制は中央道 岡谷 JCT～伊那 IC(No.1～4)、東名 裾野 IC～清水 JCT(No.5～18)、東名 名古屋 IC～春日井 IC(No.19～22)、中央道 園原 IC～中津川 IC(No.23～36)の4区間であり、車線規制は東名 秦野中井 IC～足柄スマート IC(No.37～38)の 1 区間(2 ルート区間の左ルート閉鎖)である。

なお、リニューアルプロジェクトの工事規制は、数時間から数日の簡易的な車線規制と異なり、同一規制日数が 40～90 日(1～3 ヶ月程度)と長期間にわたるという特徴がある。また、中央分離帯として、図 3-3 に示すような剛性防護柵等を原則設置し、往復分離している。剛性防護柵として主なものは、コンクリート製の防護柵で、可搬式のもの(図 3-3 左)や、ロードジッパーシステムを用いて設置するもの(図 3-3 右)などがある。

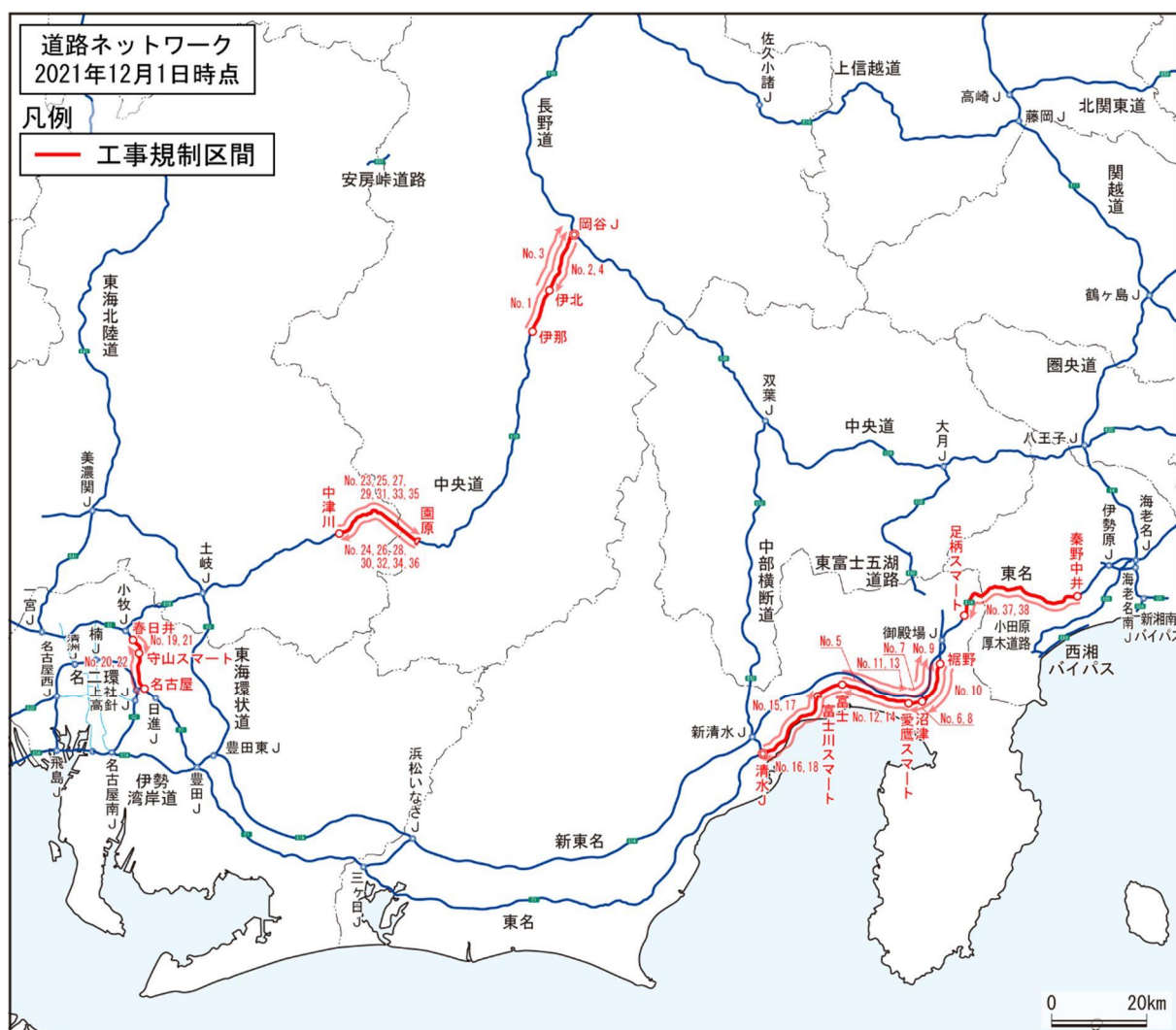


図 3-2 対象工事規制区間

表 3-1 対象工事の基礎情報

No.	工事基礎情報								規制方法
	路線	方向	工事規制区間		管轄 支社	工事規制期間		同一 規制 日数	
1	中央道	上	伊那	→ 岡谷JCT	八王子	2017/06/01	～ 2017/07/10	40	対面通行
2	中央道	下	岡谷JCT	→ 伊北	八王子	2017/06/01	～ 2017/07/10	40	対面通行
3	中央道	上	伊北	→ 岡谷JCT	八王子	2017/10/19	～ 2017/11/29	42	対面通行
4	中央道	下	岡谷JCT	→ 伊北	八王子	2017/10/19	～ 2017/11/29	42	対面通行
5	東名	上	富士	→ 裾野	東京	2019/01/19	～ 2019/03/10	51	対面通行
6	東名	下	裾野	→ 愛鷹スマート	東京	2019/01/19	～ 2019/03/10	51	対面通行
7	東名	上	愛鷹スマート	→ 裾野	東京	2020/01/19	～ 2020/03/08	50	対面通行
8	東名	下	裾野	→ 愛鷹スマート	東京	2020/01/19	～ 2020/03/08	50	対面通行
9	東名	上	沼津	→ 裾野	東京	2020/10/02	～ 2020/12/16	76	対面通行
10	東名	下	裾野	→ 沼津	東京	2020/10/02	～ 2020/12/16	76	対面通行
11	東名	上	富士	→ 愛鷹スマート	東京	2019/10/01	～ 2019/12/05	66	対面通行
12	東名	下	愛鷹スマート	→ 富士	東京	2019/10/01	～ 2019/12/05	66	対面通行
13	東名	上	富士	→ 愛鷹スマート	東京	2020/09/26	～ 2020/12/05	71	対面通行
14	東名	下	愛鷹スマート	→ 富士	東京	2020/09/26	～ 2020/12/05	71	対面通行
15	東名	上	清水JCT	→ 富士川スマート	東京	2019/10/08	～ 2019/12/08	62	対面通行
16	東名	下	富士	→ 清水JCT	東京	2019/10/08	～ 2019/12/08	62	対面通行
17	東名	上	清水JCT	→ 富士川スマート	東京	2020/09/30	～ 2020/12/07	69	対面通行
18	東名	下	富士	→ 清水JCT	東京	2020/09/30	～ 2020/12/07	69	対面通行
19	東名	上	春日井	→ 守山スマート	名古屋	2020/01/26	～ 2020/03/12	47	対面通行
20	東名	下	名古屋	→ 春日井	名古屋	2020/01/26	～ 2020/03/12	47	対面通行
21	東名	上	春日井	→ 名古屋	名古屋	2020/05/19	～ 2020/07/12	55	対面通行
22	東名	下	名古屋	→ 春日井	名古屋	2020/05/19	～ 2020/07/12	55	対面通行
23	中央道	上	中津川	→ 園原	名古屋	2018/05/16	～ 2018/07/04	50	対面通行
24	中央道	下	園原	→ 中津川	名古屋	2018/05/16	～ 2018/07/04	50	対面通行
25	中央道	上	中津川	→ 園原	名古屋	2018/10/09	～ 2018/12/11	64	対面通行
26	中央道	下	園原	→ 中津川	名古屋	2018/10/09	～ 2018/12/11	64	対面通行
27	中央道	上	中津川	→ 園原	名古屋	2019/05/13	～ 2019/07/04	53	対面通行
28	中央道	下	園原	→ 中津川	名古屋	2019/05/13	～ 2019/07/04	53	対面通行
29	中央道	上	中津川	→ 園原	名古屋	2019/10/19	～ 2019/12/13	56	対面通行
30	中央道	下	園原	→ 中津川	名古屋	2019/10/19	～ 2019/12/13	56	対面通行
31	中央道	上	中津川	→ 園原	名古屋	2020/09/27	～ 2020/12/25	90	対面通行
32	中央道	下	園原	→ 中津川	名古屋	2020/09/27	～ 2020/12/25	90	対面通行
33	中央道	上	中津川	→ 園原	名古屋	2021/05/10	～ 2021/08/06	89	対面通行
34	中央道	下	園原	→ 中津川	名古屋	2021/05/10	～ 2021/08/06	89	対面通行
35	中央道	上	中津川	→ 園原	名古屋	2021/05/10	～ 2021/08/06	89	対面通行
36	中央道	下	園原	→ 中津川	名古屋	2021/05/10	～ 2021/08/06	89	対面通行
37	東名	下	秦野中井	→ 足柄スマート	東京	2019/09/30	～ 2019/12/20	82	車線規制
38	東名	下	秦野中井	→ 足柄スマート	東京	2020/09/23	～ 2020/12/18	87	車線規制



図 3-3 剛性防護柵の設置例

3.2.2 工事規制形態

上り線で工事を実施した場合の工事規制形態の例を図 3-4 に示す. この例のように, 上り線で工事を実施した際には, 下り線を利用することとなる. 下り線のように進行方向の車線をそのまま利用する方向を順向, 上り線のように対面通行規制による車線シフトを経て反対方向の車線を利用する方向を対向と定義する. 順向は, 通常的車線規制と似たような規制状況であり, 対向と比べて規制区間の延長が短くなることが大半である.

分析対象とした工事規制を図 3-5 に示し, 詳細を付録 1 に示す. 工事規制の形態を諸元として表 3-2 に示す.

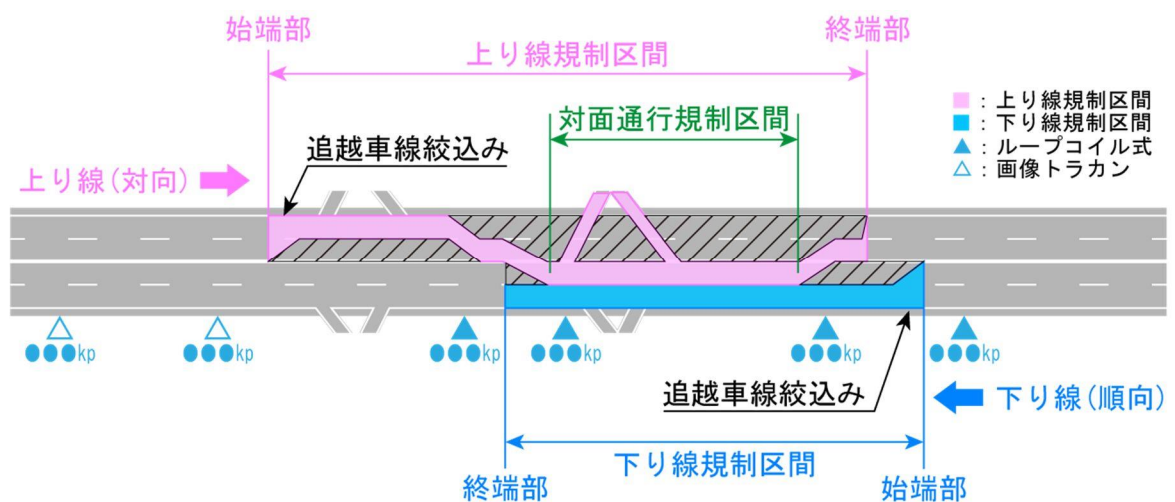


図 3-4 工事規制形態の整理例(対面通行規制)

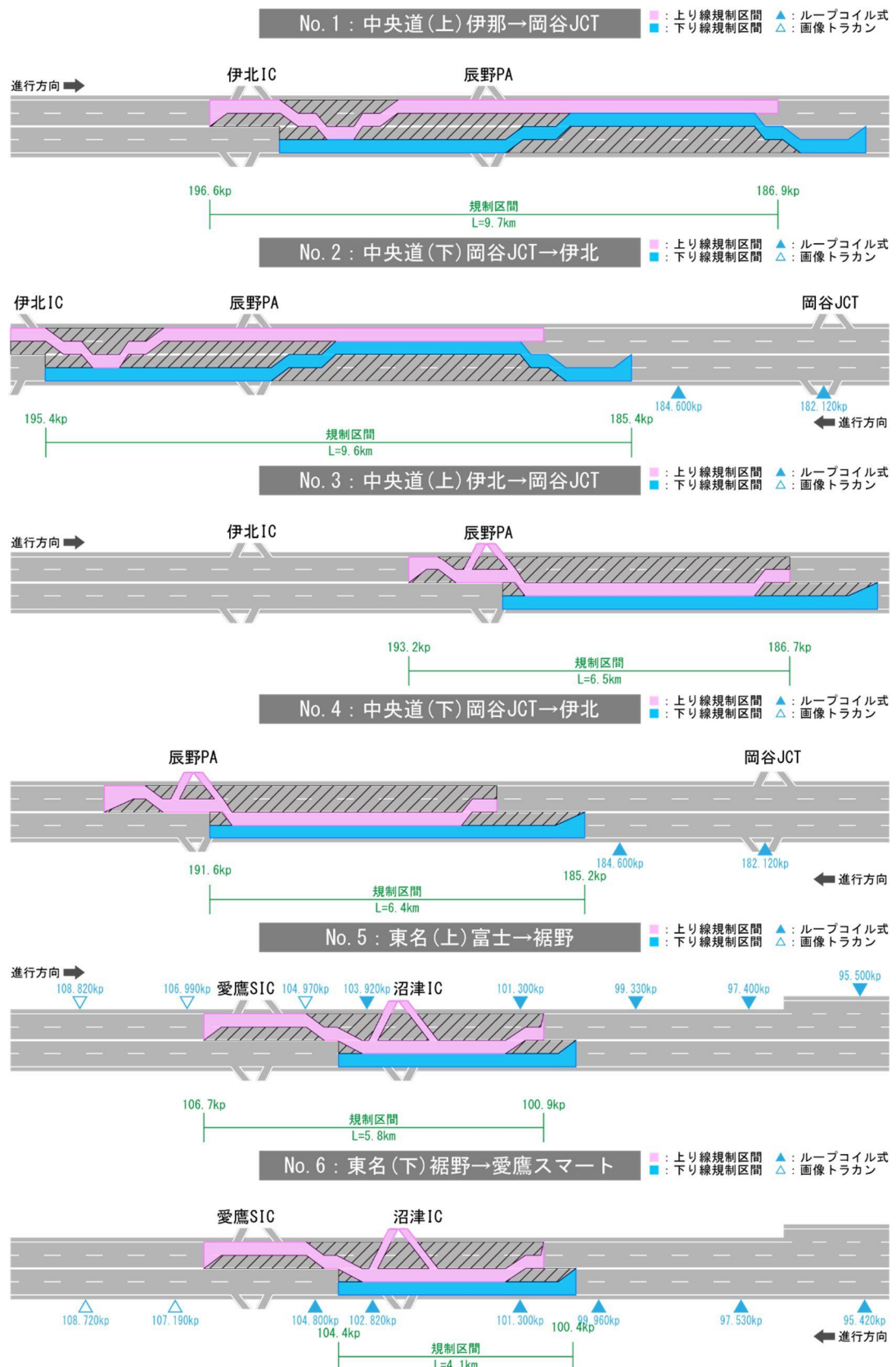


図 3-5(a) 工事規制状況の整理結果

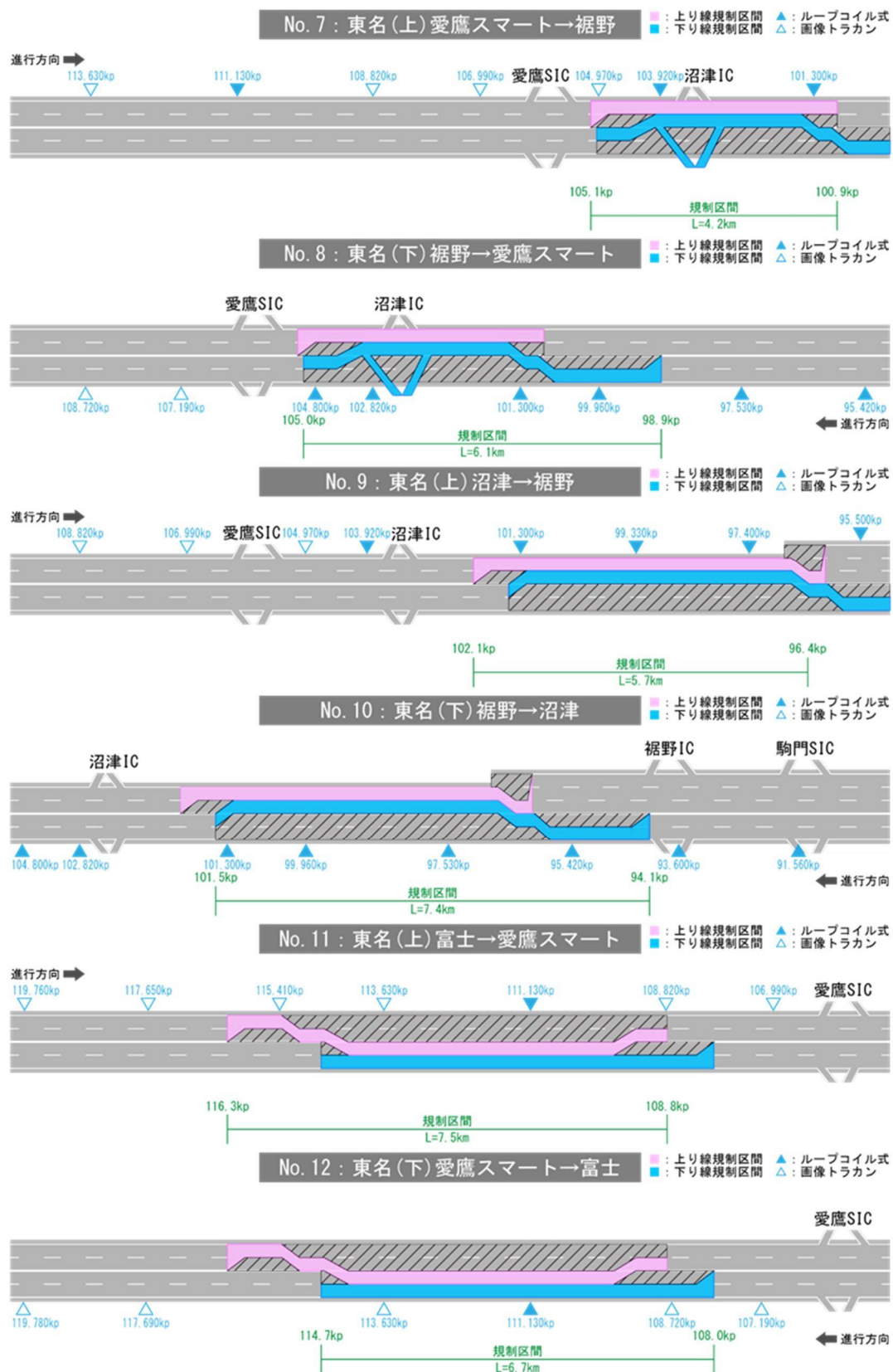


図 3-5(b) 工事規制状況の整理結果

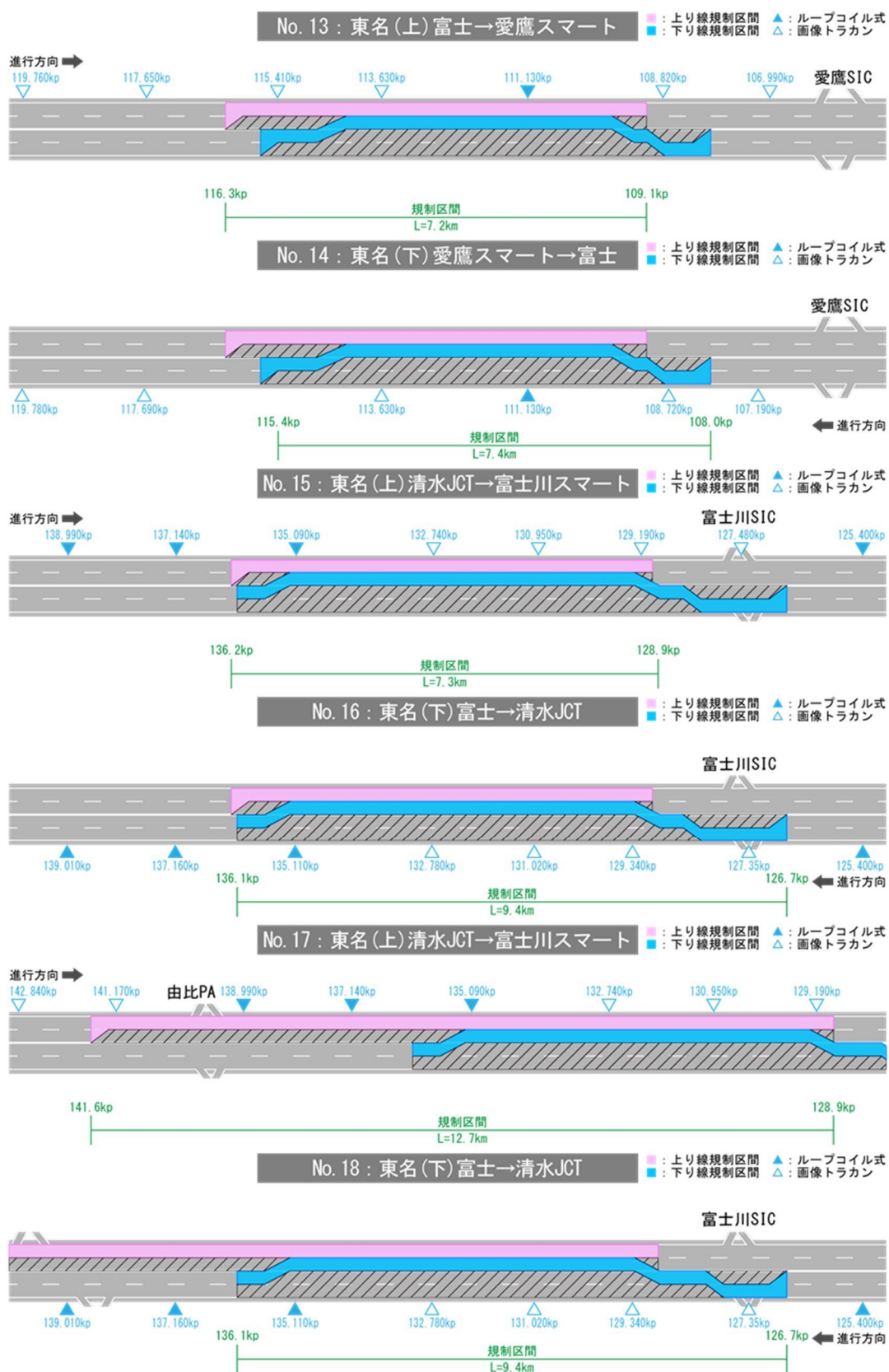


図 3-5(c) 工事規制状況の整理結果

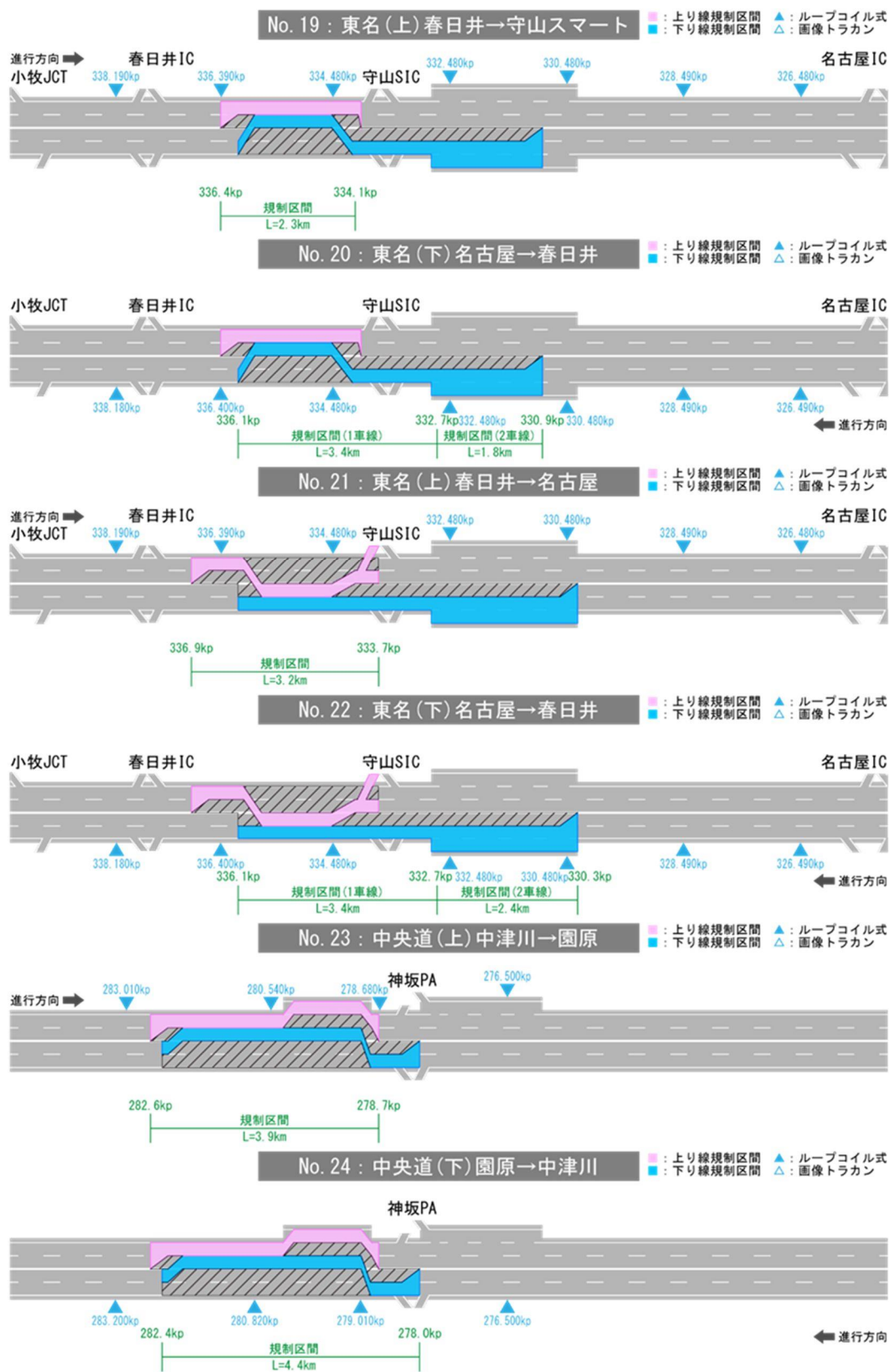


図 3-5(d) 工事規制状況の整理結果

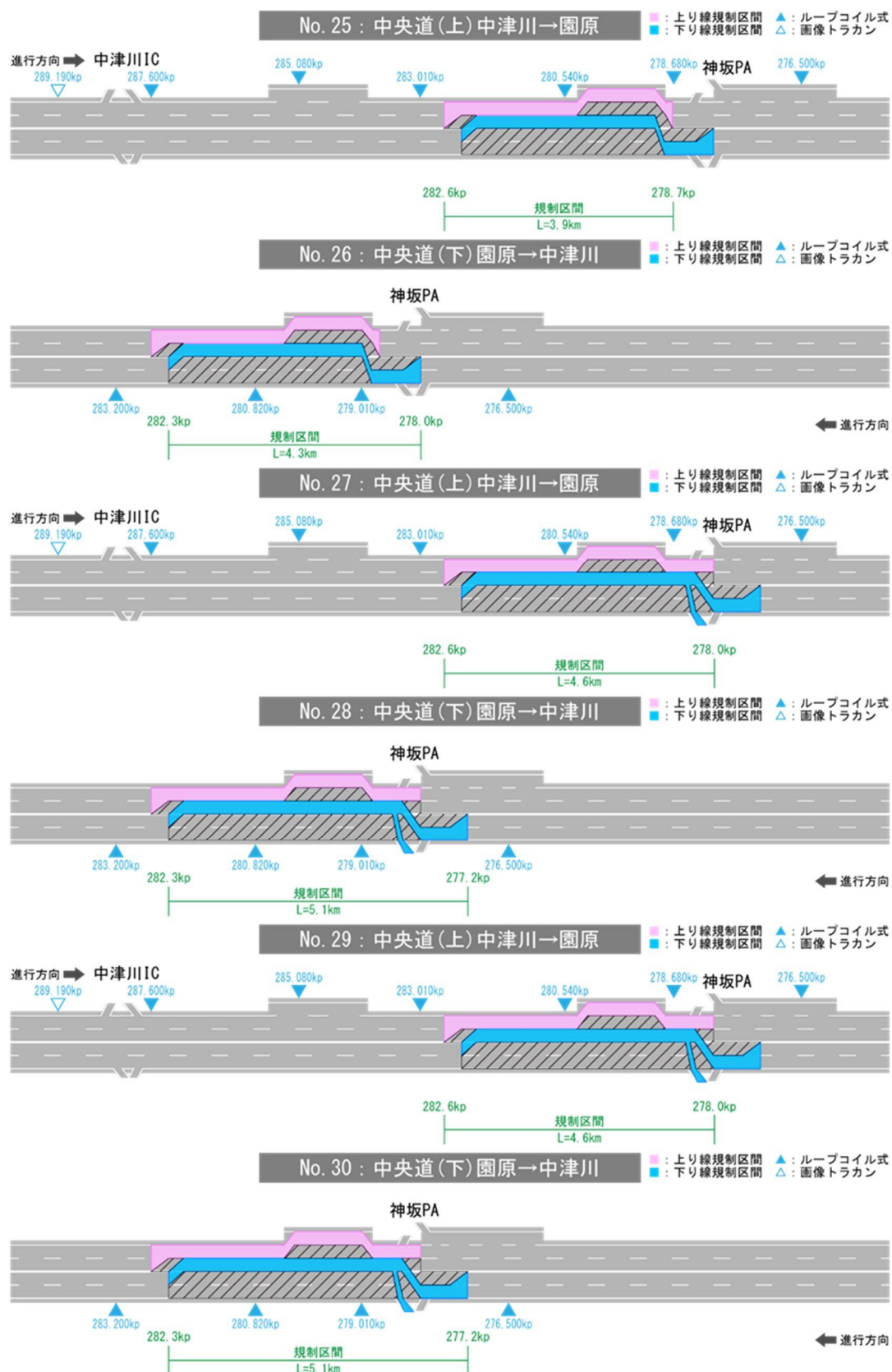


図 3-5(e) 工事規制状況の整理結果

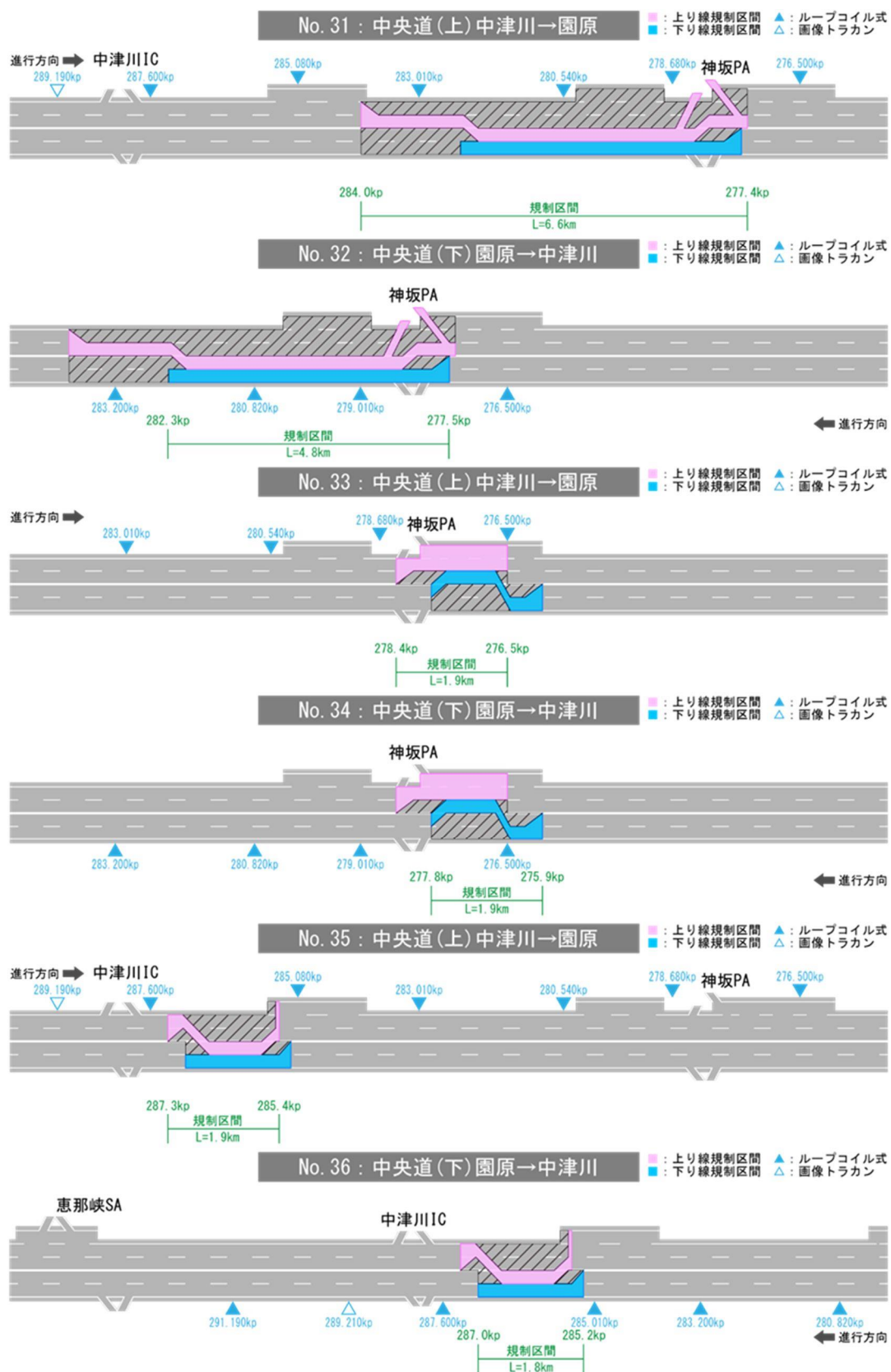


図 3-5(f) 工事規制状況の整理結果

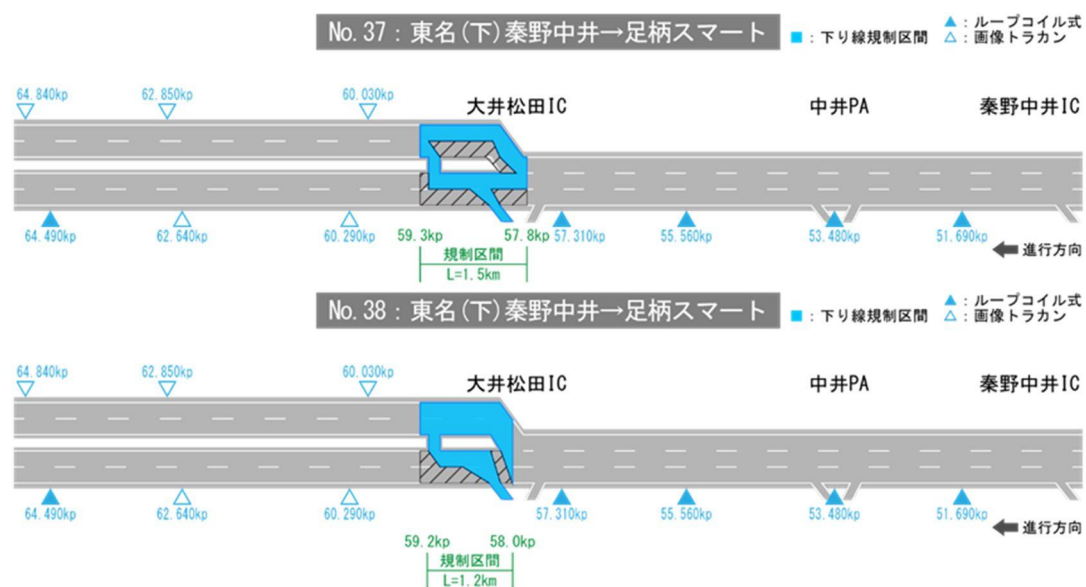


図 3-5(g) 工事規制状況の整理結果

表 3-2(a) 工事規制形態の整理結果

No.	工事基礎情報					規制条件										備考
	路線	方向	工事規制区間	管轄 支社	工事規制期間	同一 規制 日数	規制方法	規制区間 (km)	規制区間 延長 (km)	規制時 の片側 車線数	規制始端部 の絞り込み 車線	対面通行の規制形態				
												利用方向	利用車線	対面通行区間 (km)	対面通行 区間延長 (km)	
1	中央道	上	伊那 → 岡谷JCT	八王子	2017/06/01 ~ 2017/07/10	40	対面通行	196.6 → 186.9	9.7	1	追越車線	下り線	追越車線	194.6 → 194.1	0.4	
2	中央道	下	岡谷JCT → 伊北	八王子	2017/06/01 ~ 2017/07/10	40	対面通行	185.4 → 195.4	10.0	1	追越車線	上り線	走行車線	190.5 → 187.3	3.2	
												上り線	追越車線	187.3 → 190.5	3.2	
3	中央道	上	伊北 → 岡谷JCT	八王子	2017/10/19 ~ 2017/11/29	42	対面通行	193.2 → 186.7	6.5	1	追越車線	下り線	走行車線	194.1 → 194.6	0.4	
												下り線	追越車線	191.2 → 186.7	3.9	
4	中央道	下	岡谷JCT → 伊北	八王子	2017/10/19 ~ 2017/11/29	42	対面通行	185.2 → 191.6	6.4	1	追越車線	下り線	走行車線	186.7 → 191.2	3.9	
5	東名	上	富士 → 裾野	東京	2019/01/19 ~ 2019/03/10	51	対面通行	106.7 → 100.9	5.8	1	追越車線	下り線	追越車線	104.0 → 101.5	2.5	
6	東名	下	裾野 → 愛鷹スマート	東京	2019/01/19 ~ 2019/03/10	51	対面通行	100.4 → 104.4	4.1	1	追越車線	下り線	走行車線	101.5 → 104.0	2.5	
7	東名	上	愛鷹スマート → 裾野	東京	2020/01/19 ~ 2020/03/08	50	対面通行	105.1 → 100.9	4.2	1	追越車線	上り線	走行車線	104.0 → 101.5	2.5	
8	東名	下	裾野 → 愛鷹スマート	東京	2020/01/19 ~ 2020/03/08	50	対面通行	98.9 → 105.0	6.1	1	追越車線	上り線	追越車線	101.5 → 104.0	2.5	
9	東名	上	沼津 → 裾野	東京	2020/10/02 ~ 2020/12/16	76	対面通行	102.1 → 96.4	5.7	1	追越車線	上り線	走行車線	101.2 → 96.7	4.5	
10	東名	下	裾野 → 沼津	東京	2020/10/02 ~ 2020/12/16	76	対面通行	94.1 → 101.5	7.4	1	追越車線	上り線	追越車線	96.7 → 101.2	4.5	
11	東名	上	富士 → 愛鷹スマート	東京	2019/10/01 ~ 2019/12/05	66	対面通行	116.3 → 108.8	7.5	1	追越車線	下り線	追越車線	114.2 → 109.7	4.6	
12	東名	下	愛鷹スマート → 富士	東京	2019/10/01 ~ 2019/12/05	66	対面通行	108.0 → 114.7	6.7	1	追越車線	下り線	走行車線	109.7 → 114.2	4.6	
13	東名	上	富士 → 愛鷹スマート	東京	2020/09/26 ~ 2020/12/05	71	対面通行	116.3 → 109.1	7.2	1	追越車線	上り線	走行車線	114.2 → 109.7	4.6	
14	東名	下	愛鷹スマート → 富士	東京	2020/09/26 ~ 2020/12/05	71	対面通行	108.0 → 115.4	7.4	1	追越車線	上り線	追越車線	109.7 → 114.2	4.6	
15	東名	上	清水JCT → 富士川スマート	東京	2019/10/08 ~ 2019/12/08	62	対面通行	136.2 → 128.9	7.3	1	追越車線	上り線	走行車線	135.2 → 129.3	5.9	
16	東名	下	富士 → 清水JCT	東京	2019/10/08 ~ 2019/12/08	62	対面通行	126.7 → 136.1	9.4	1	追越車線	上り線	追越車線	129.3 → 135.2	5.9	
17	東名	上	清水JCT → 富士川スマート	東京	2020/09/30 ~ 2020/12/07	69	対面通行	141.6 → 128.9	12.7	1	追越車線	上り線	走行車線	135.2 → 129.3	5.9	
18	東名	下	富士 → 清水JCT	東京	2020/09/30 ~ 2020/12/07	69	対面通行	126.7 → 136.1	9.4	1	追越車線	上り線	追越車線	129.3 → 135.2	5.9	

表 3-2(b) 工事規制形態の整理結果

No.	工事基礎情報					規制条件										備考
	路線	方向	工事規制区間	管轄 支社	工事規制期間	同一 規制 日数	規制方法	規制区間 (kp)	規制区間 延長 (km)	規制時 の片側 車線数	規制始端部 の絞り込み 車線	対面通行の規制形態				
												利用方向	利用車線	対面通行区間 (kp)	対面通行 区間延長 (km)	
19	東名	上	春日井 → 守山スマート	名古屋	2020/01/26 ～ 2020/03/12	47	対面通行	336.4 → 334.1	2.3	1	追越車線	上り線	走行車線	335.7 → 334.5	1.2	
20	東名	下	名古屋 → 春日井	名古屋	2020/01/26 ～ 2020/03/12	47	対面通行	330.9 → 332.7 332.7 → 336.1	1.8 3.4	2 1	追越車線 付加車線	上り線	追越車線	334.5 → 335.7	1.2	
21	東名	上	春日井 → 守山スマート	名古屋	2020/05/19 ～ 2020/07/12	55	対面通行	336.9 → 333.7	3.2	1	追越車線	下り線	追越車線	335.7 → 334.5	1.2	
22	東名	下	名古屋 → 春日井	名古屋	2020/05/19 ～ 2020/07/12	55	対面通行	330.3 → 332.7 332.7 → 336.1	2.4 3.4	2 1	追越車線 付加車線	下り線	走行車線	334.5 → 335.7	1.2	
23	中央道	上	中津川 → 園原	名古屋	2018/05/16 ～ 2018/07/04	50	対面通行	282.6 → 278.7	3.9	1	追越車線	上り線	走行車線	282.0 → 279.0	3.0	
24	中央道	下	園原 → 中津川	名古屋	2018/05/16 ～ 2018/07/04	50	対面通行	278.0 → 282.4	4.4	1	追越車線	上り線	追越車線	279.0 → 282.0	3.0	
25	中央道	上	中津川 → 園原	名古屋	2018/10/09 ～ 2018/12/11	64	対面通行	282.6 → 278.7	3.9	1	追越車線	上り線	走行車線	282.0 → 279.0	3.0	
26	中央道	下	園原 → 中津川	名古屋	2018/10/09 ～ 2018/12/11	64	対面通行	278.0 → 282.3	4.3	1	追越車線	上り線	追越車線	279.0 → 282.0	3.0	
27	中央道	上	中津川 → 園原	名古屋	2019/05/13 ～ 2019/07/04	53	対面通行	282.6 → 278.0	4.6	1	追越車線	上り線	走行車線	282.0 → 278.3	3.7	
28	中央道	下	園原 → 中津川	名古屋	2019/05/13 ～ 2019/07/04	53	対面通行	277.2 → 282.3	5.1	1	追越車線	上り線	追越車線	278.3 → 282.0	3.7	
29	中央道	上	中津川 → 園原	名古屋	2019/10/19 ～ 2019/12/13	56	対面通行	282.6 → 278.0	4.6	1	追越車線	上り線	走行車線	282.0 → 278.3	3.7	
30	中央道	下	園原 → 中津川	名古屋	2019/10/19 ～ 2019/12/13	56	対面通行	277.2 → 282.3	5.1	1	追越車線	上り線	追越車線	278.3 → 282.0	3.7	
31	中央道	上	中津川 → 園原	名古屋	2020/09/27 ～ 2020/12/25	90	対面通行	284.0 → 277.4	6.6	1	走行車線	下り線	追越車線	282.0 → 278.3	3.7	
32	中央道	下	園原 → 中津川	名古屋	2020/09/27 ～ 2020/12/25	90	対面通行	277.5 → 282.3	4.8	1	追越車線	下り線	走行車線	278.3 → 282.0	3.7	
33	中央道	上	中津川 → 園原	名古屋	2021/05/10 ～ 2021/08/06	89	対面通行	278.4 → 276.5	1.9	1	追越車線	上り線	走行車線	277.6 → 276.7	0.9	
34	中央道	下	園原 → 中津川	名古屋	2021/05/10 ～ 2021/08/06	89	対面通行	275.9 → 277.8	1.9	1	追越車線	上り線	追越車線	276.7 → 277.6	0.9	
35	中央道	上	中津川 → 園原	名古屋	2021/05/10 ～ 2021/08/06	89	対面通行	287.3 → 285.4	1.9	1	追越車線	下り線	追越車線	286.6 → 285.8	0.8	
36	中央道	下	園原 → 中津川	名古屋	2021/05/10 ～ 2021/08/06	89	対面通行	285.2 → 287.0	1.8	1	追越車線	下り線	走行車線	285.8 → 286.6	0.8	
37	東名	下	秦野中井 → 足柄スマート	東京	2019/09/30 ～ 2019/12/20	82	車線規制	57.8 → 59.3	1.5	2	第1走行車線	－				左ルート閉鎖
38	東名	下	秦野中井 → 足柄スマート	東京	2020/09/23 ～ 2020/12/18	87	車線規制	58.0 → 59.2	1.2	2	第1走行車線	－				左ルート閉鎖

表 3-2 に示した工事規制(全 38 規制)のうち、図 3-5(g)及び表 3-2(b)に示した規制方法が車線規制である NO.37,38 を除いた、対面通行規制(36 規制)の規制区間延長別と対面通行区間延長別の規制数(サンプル数)を図 3-6 に示す。対象とした対面通行規制である 36 規制の規制区間延長は、1.8~12.7km であるが、このうち、23 箇所(64%)が 4~8km の範囲にある。また、対面通行区間延長は、0.9~5.9km であり、この延長が長くなるほど規制区間延長も長くなる。

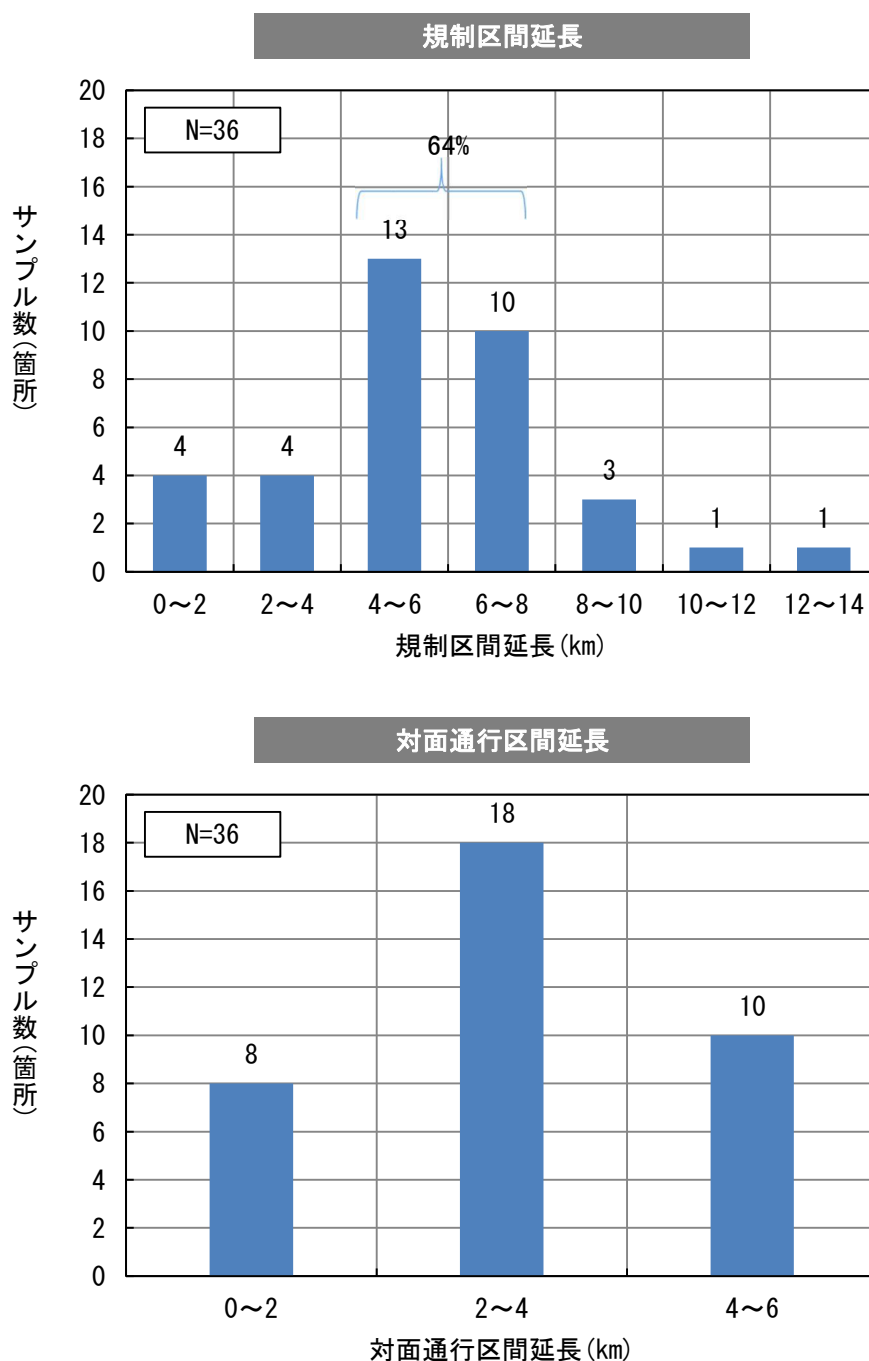


図 3-6 対面通行規制時における規制区間延長と対面通行区間延長のサンプル数

絞り込み後の片側車線数は図 3-5(d)及び表 3-2(b)に示した No.20 と No.22 の東名(下)名古屋 IC→春日井 IC における規制始端部付近が 2 車線(始端部から 2km 下流で 1 車線となる)であるものの、それ以外は 1 車線である。規制始端部の絞り込み車線は、一部で、付加車線を通行できない規制(付加車線規制)や走行車線を規制して追越車線を走行させる規制(走行車線規制)があるものの、大半が追越車線を規制して走行車線を走行させる規制(追越車線規制)である。

3.3 渋滞先頭地点分析

3.3.1 分析概要

3.2 に示した 38 規制を対象に渋滞先頭地点を分析する。分析フローを図 3-7 に示すが、渋滞実績がなかった工事規制を除く 36 規制を対象とした。

渋滞統計データと ETC2.0 プローブデータより作成した渋滞中の速度プロファイル図を用いて、渋滞先頭地点を特定する。また、規制条件や道路条件等の違いによる渋滞先頭地点の特徴を分析する。

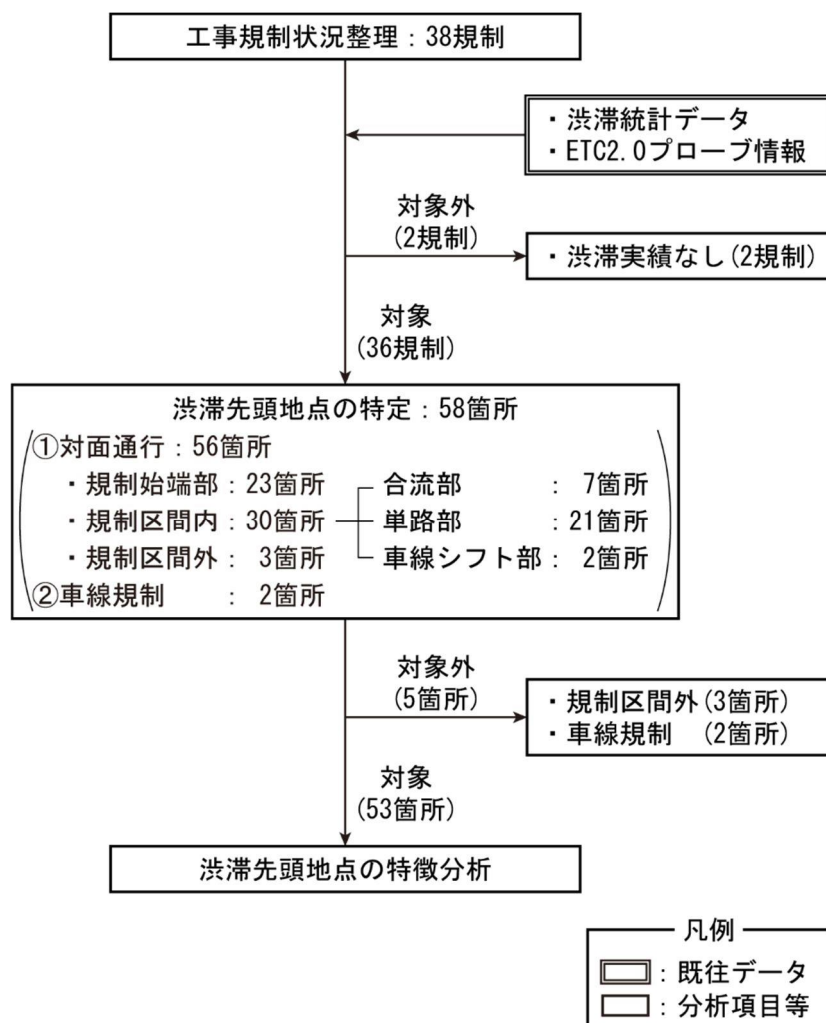


図 3-7 渋滞先頭地点の分析フロー

3.3.2 分析方法

図 3-8 は、渋滞先頭地点の特定手順を示している。具体的には、NEXCO 中日本で整理している渋滞統計データ(各渋滞の渋滞開始・終了時刻や最大渋滞長等を日々蓄積しているデータ)を用いて、渋滞を通過する ETC2.0 プローブ情報(プローブ車両)を抽出したうえで、日別の速度プロファイル図を描画する。この日別速度プロファイル図の平均速度を、同じ渋滞先頭地点で集約したものが、全対象日の速度プロファイル図であり、これが各渋滞先頭地点(ボトルネック)を特定した結果となる。渋滞先頭地点は、全対象日の速度プロファイル図において、対象区間の速度最下点ではなく、渋滞領域を抜けて速度が回復し始める地点(速度回復始点)とした。渋滞先頭地点の特定は、車線数や合流の有無など道路の条件によって渋滞時の速度が異なり、定量的な評価が難しいため、目視で判読することとした。

速度プロファイル図から渋滞先頭地点の特定結果の事例を図 3-9 に示し、全ての速度プロファイル図を付録 2 に示す。

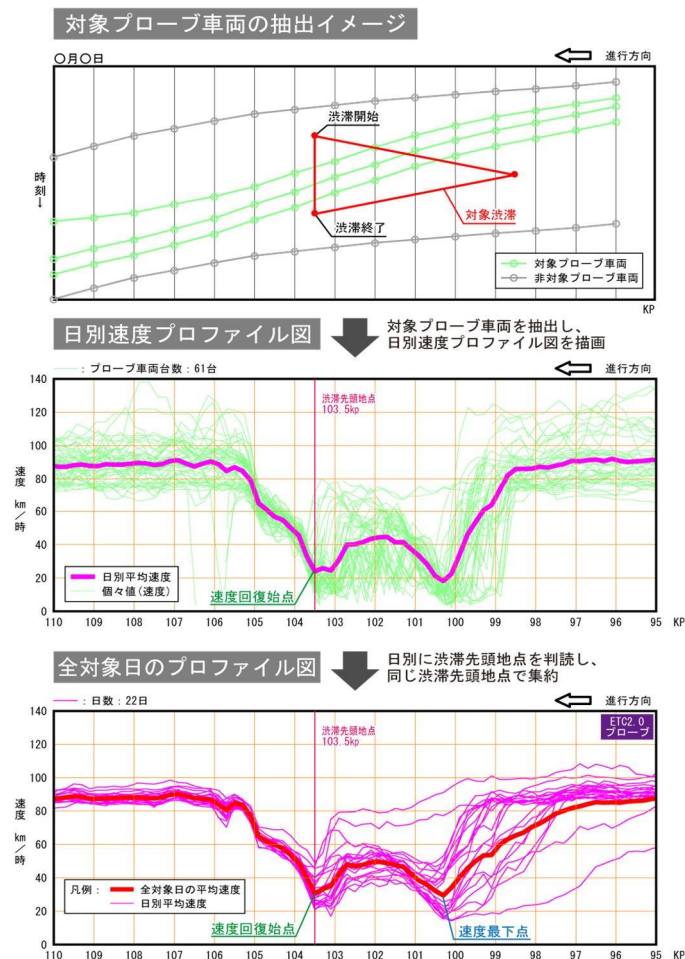


図 3-8 渋滞先頭地点の特定手順

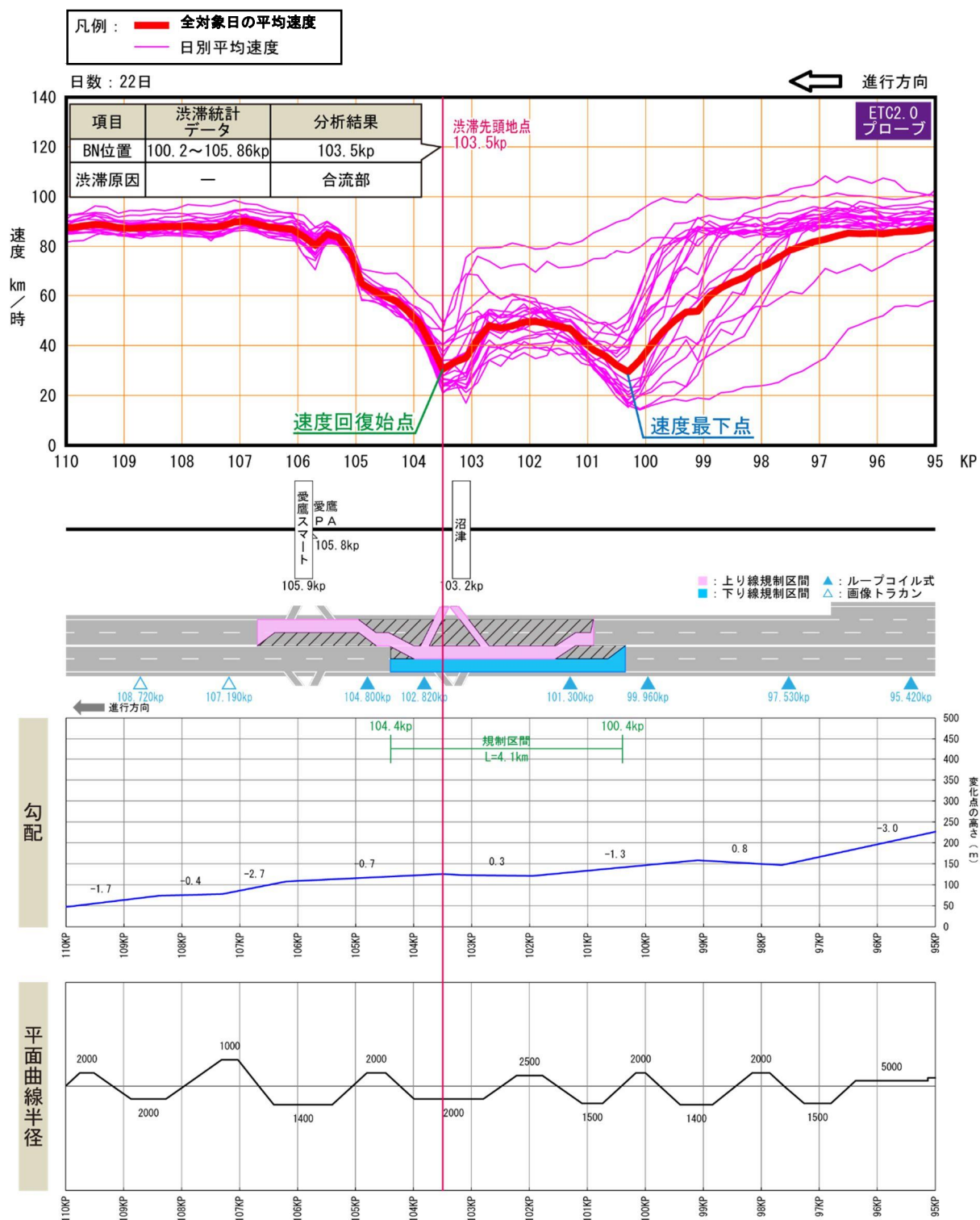


図 3-9 渋滞先頭地点の特定結果例(No.6-2)

3.3.3 渋滞先頭地点のパターン分類

以降の分析より得られた渋滞先頭地点の種類は、図 3-10 に示すとおり、4 パターンに分類される。具体には、渋滞先頭地点は規制始端部と規制区間内があり、さらに規制区間内は合流部、単路部(サグ・TN)、車線シフト部の 3 パターンに区分できる。なお、車線シフト部は対向にのみ存在するものである。渋滞先頭地点別の速度プロファイル図例を図 3-11 に示す。

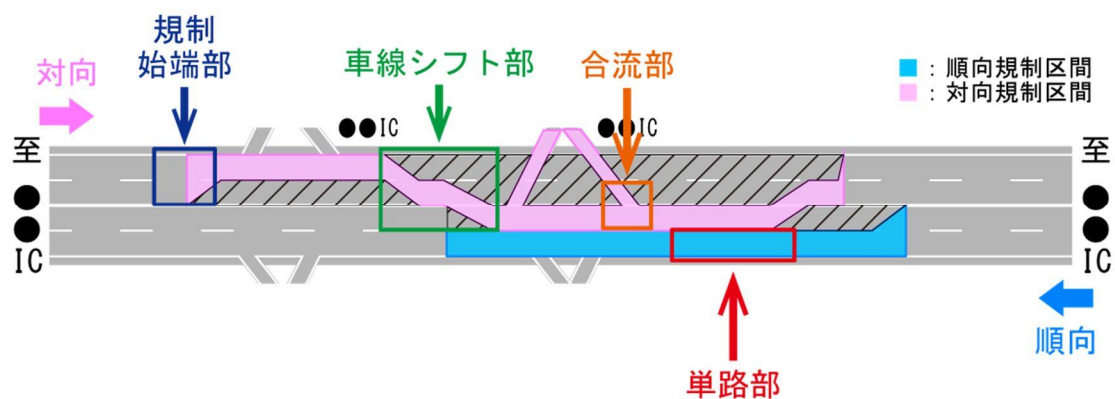


図 3-10 渋滞先頭地点のパターン分類

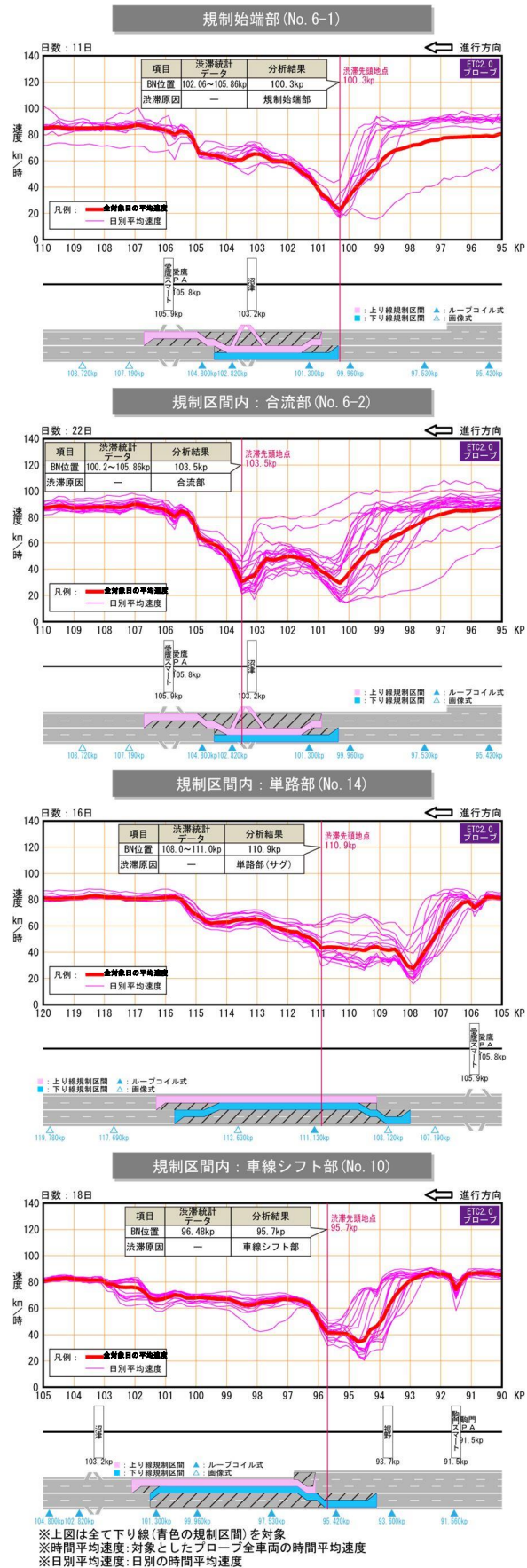


図 3-11 渋滞先頭地点別の速度プロフィール図例

3.3.4 渋滞先頭地点の特定

速度プロファイル図から特定される渋滞先頭地点と工事規制状況の関係を図 3-12 に、各工事規制の渋滞先頭地点一覧を表 3-3 に示す。

大規模更新工事が行われた 38 規制のうち渋滞が発生していなかった 2 規制(No.23 と No.33)を除く 36 規制を対象に、ETC2.0 プローブ情報より渋滞中の速度プロファイルを描画し渋滞先頭地点を分析した結果、58 箇所の渋滞先頭地点(ボトルネック)を抽出した。1 つの工事規制区間(規制期間内)に対して、渋滞先頭地点が 1 箇所である単独ボトルネックは 20 規制区間であるのに対して、渋滞先頭地点が 2 箇所以上の複数ボトルネックは 16 規制区間である。複数ボトルネックの場合は、規制区間番号の末尾に枝番号を付けて整理している。3.4 以降の分析では、渋滞先頭のうち対面通行規制の規制区間外である 3 箇所(図 3-12 及び表 3-3 における No.8-1, No.18-4, No.20-1)と車線規制である 2 箇所(図 3-12 及び表 3-3 における No.37, No.38)を対象外とした、計 53 箇所を対象として渋滞発生地点の特徴を分析した。

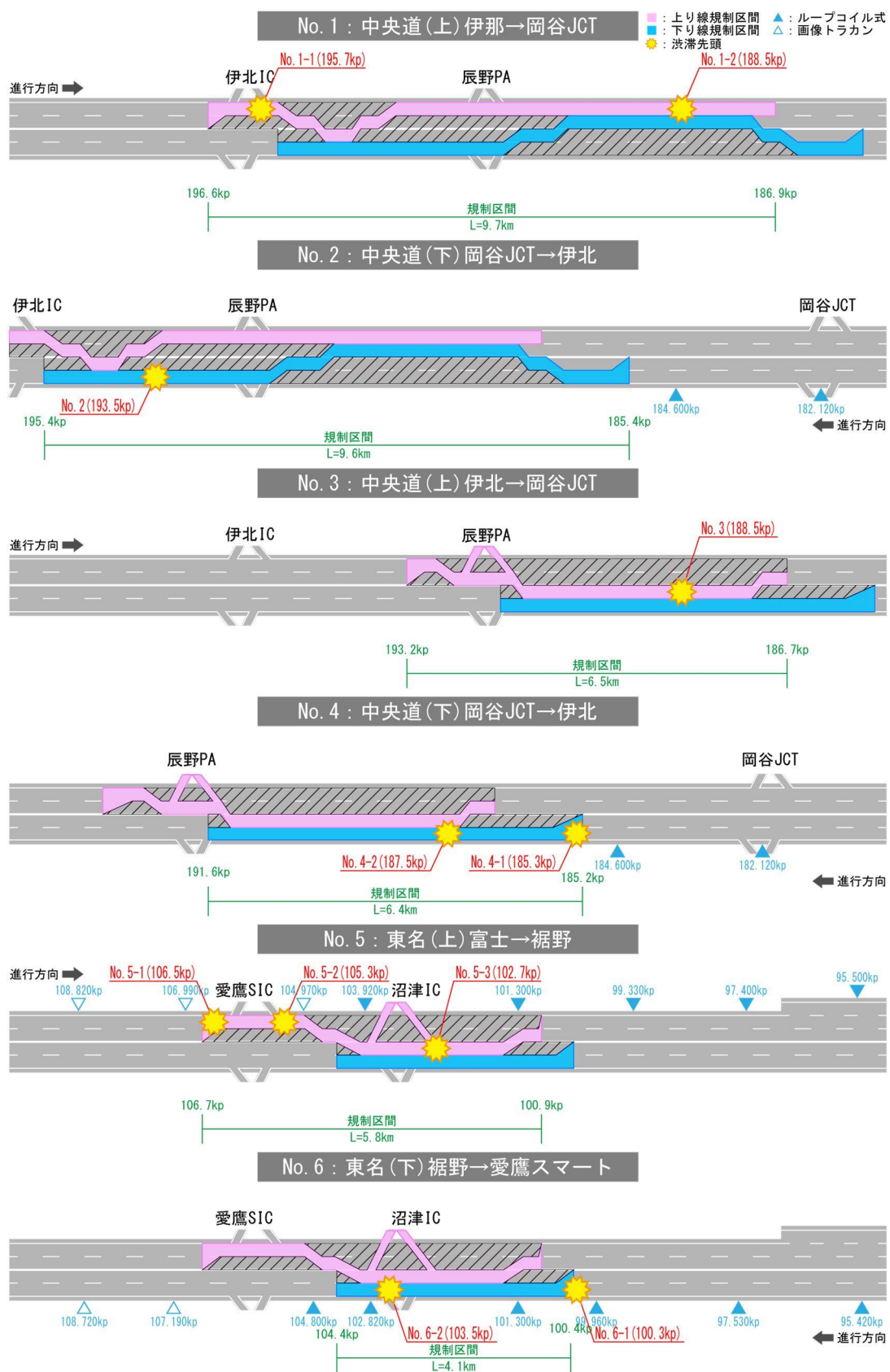
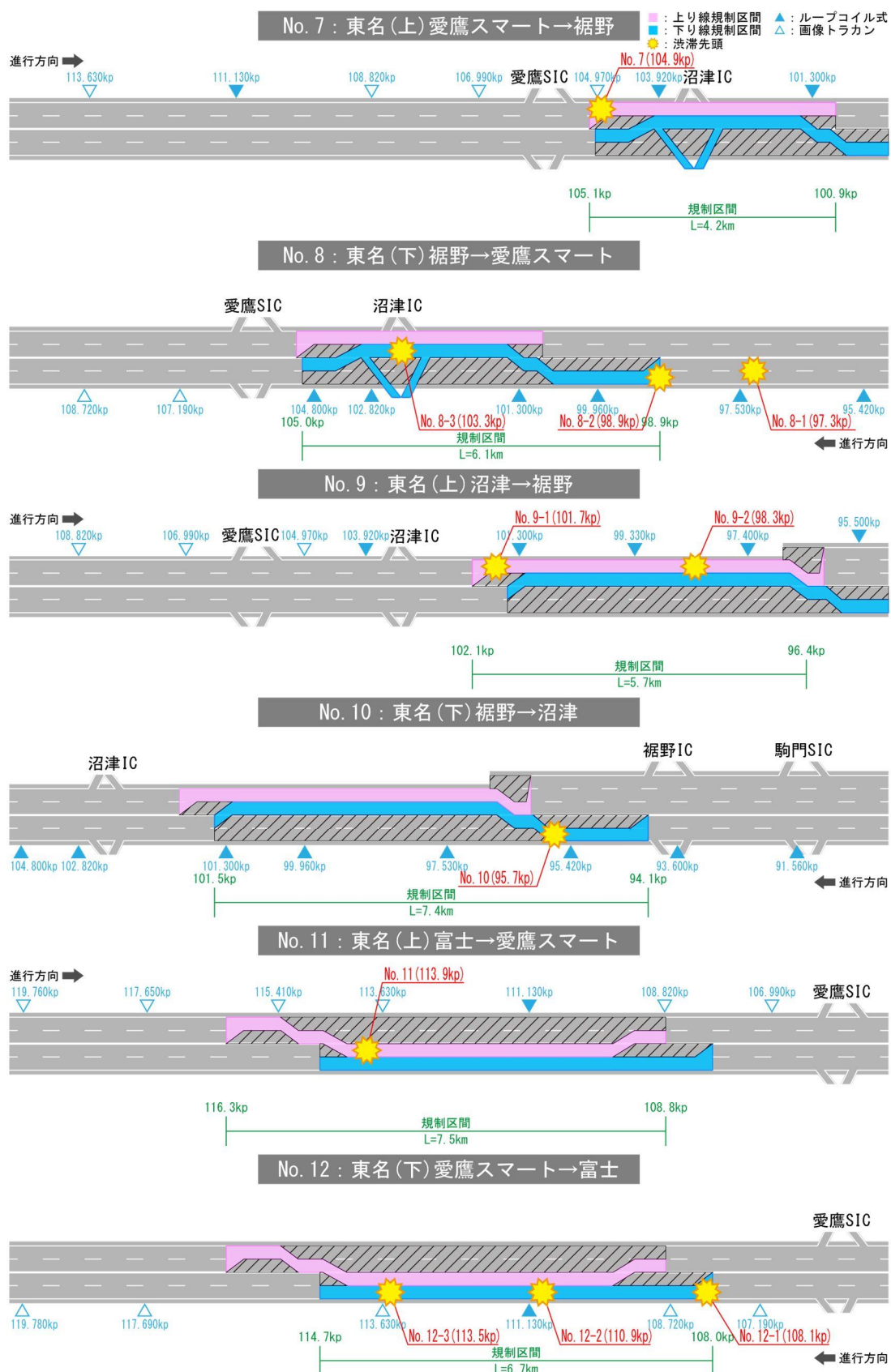


図 3-12(a) 工事規制状況と渋滞先頭地点の関係



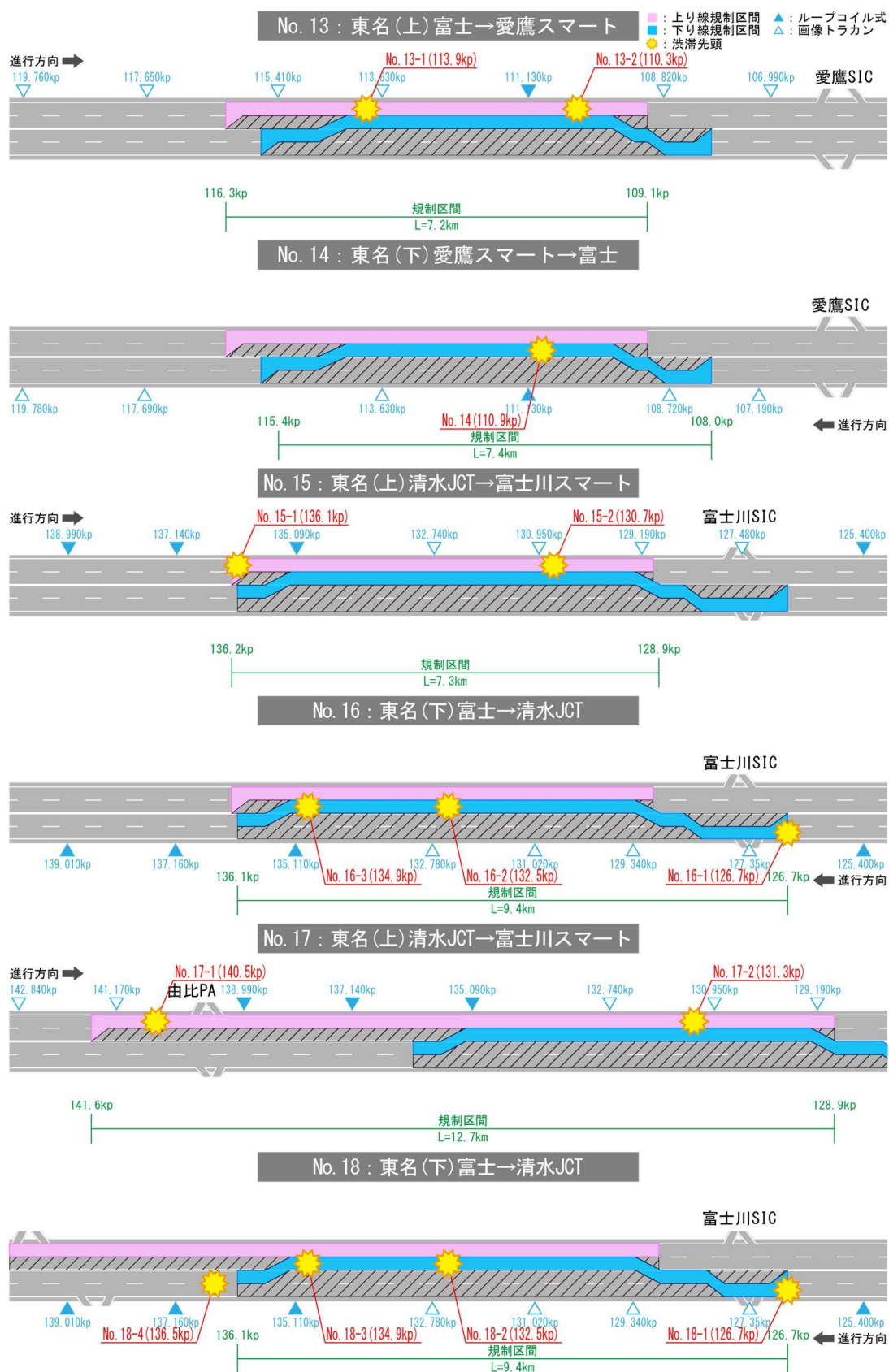


図 3-12(c) 工事規制状況と渋滞先頭地点の関係

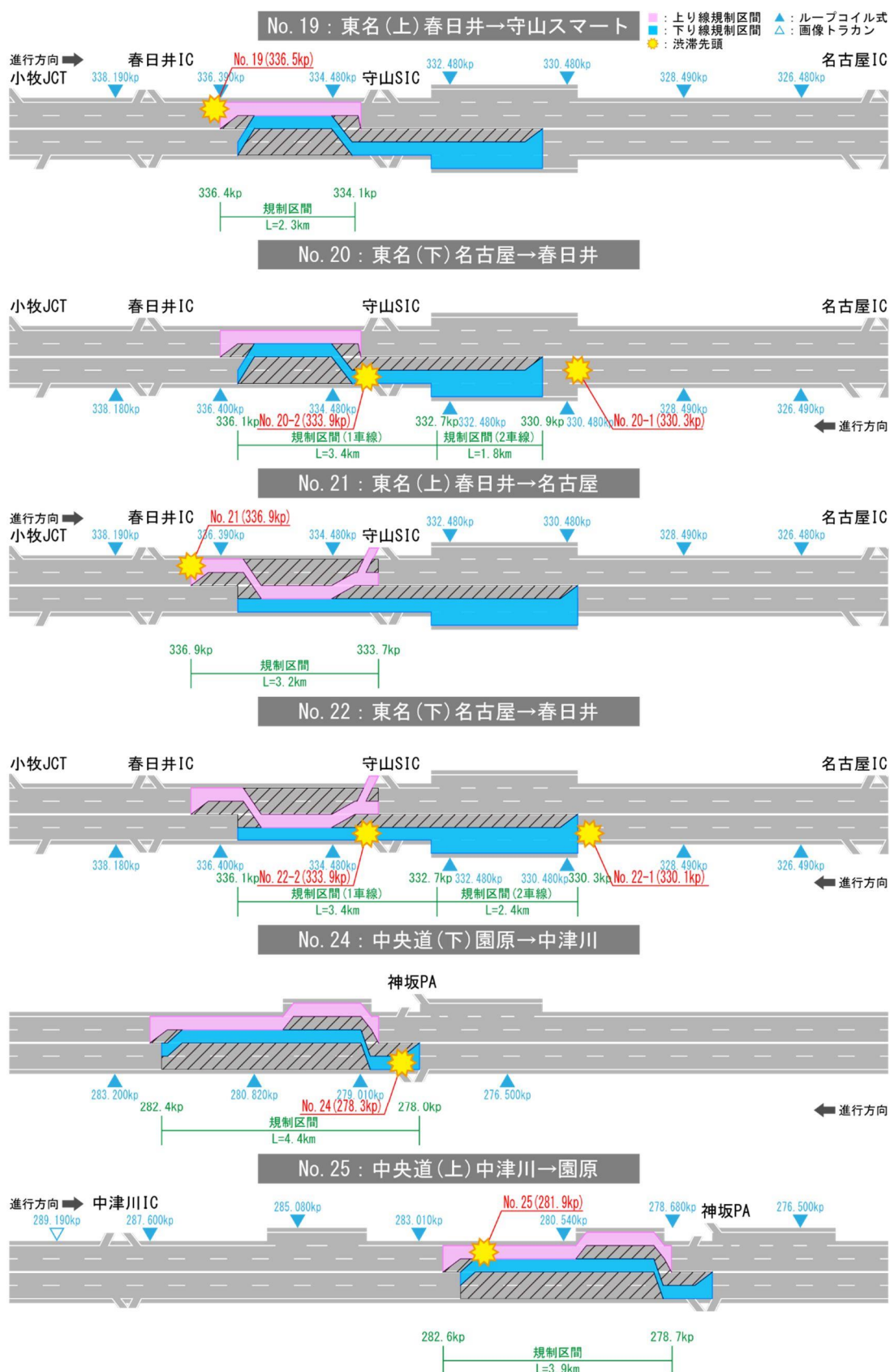


図 3-12(d) 工事規制状況と渋滞先頭地点の関係

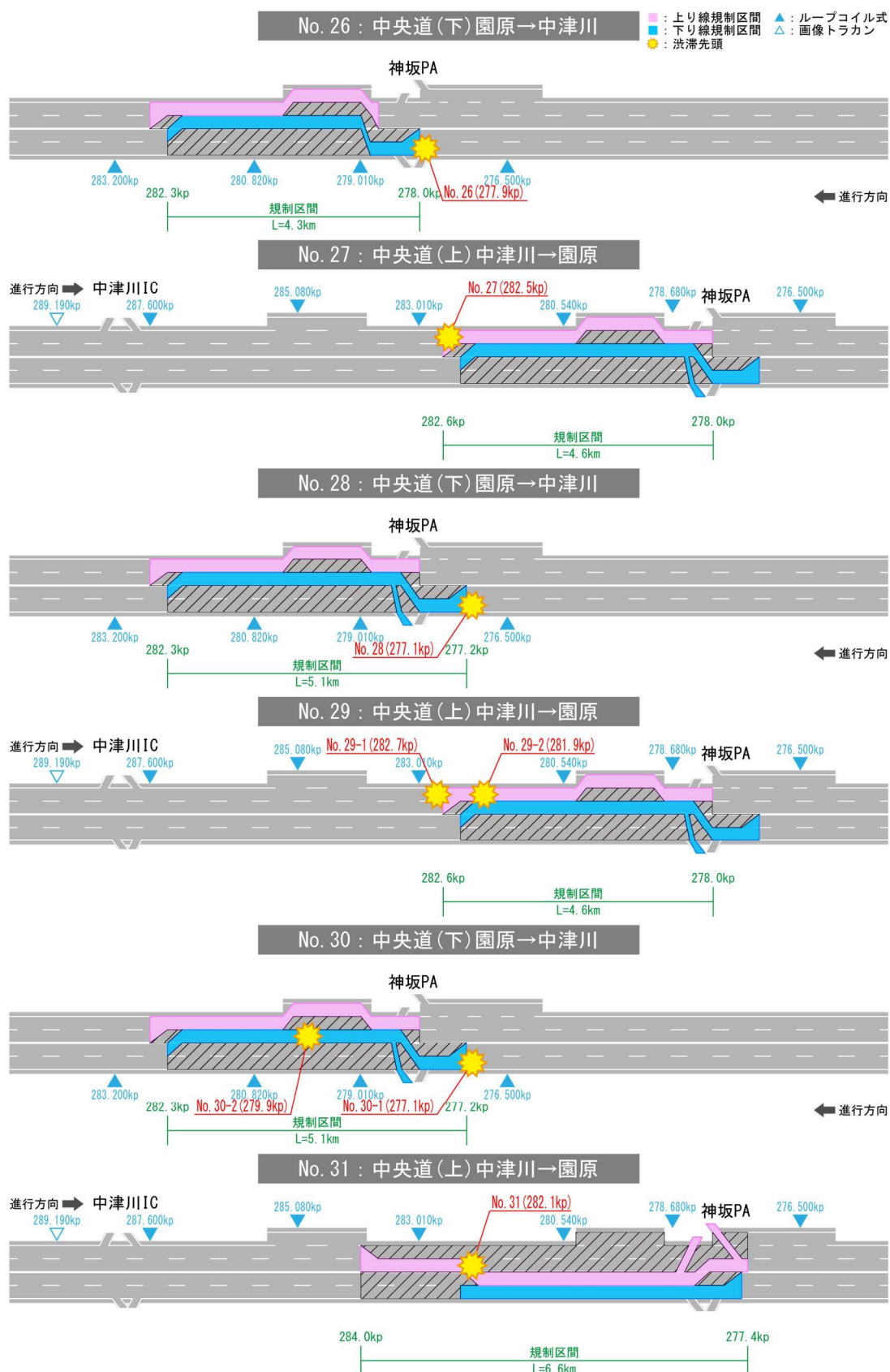


図 3-12(e) 工事規制状況と渋滞先頭地点の関係

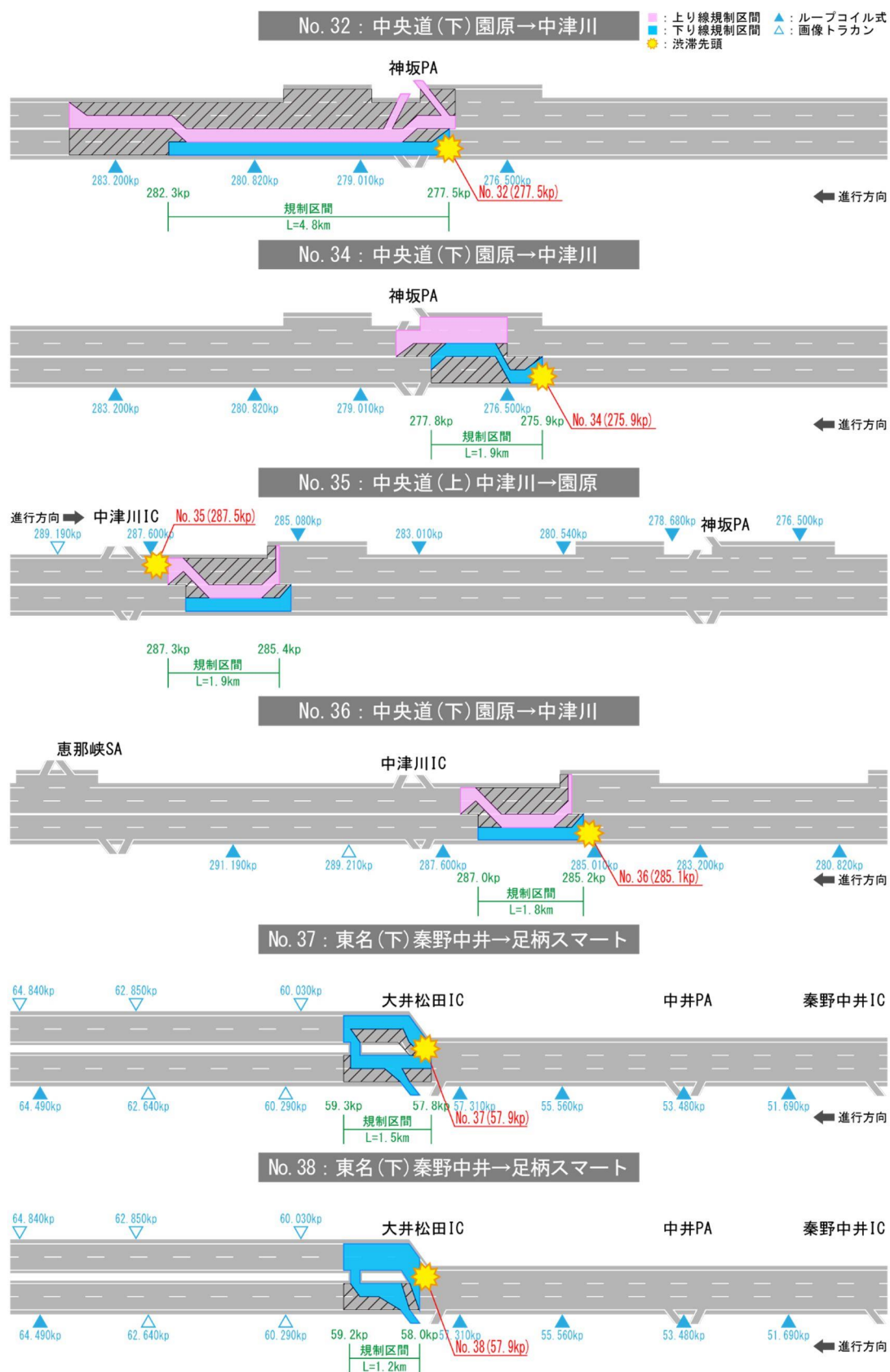


図 3-12(f) 工事規制状況と渋滞先頭地点の関係

表 3-3(a) 各工事規制の渋滞先頭地点一覧

工事基礎情報				規制条件				対面通行規制形態					渋滞先頭位置情報	
No.	路線	方向	工事規制区間	規制方法	規制区間 (km)	片側 車線数	規制始端部 の収り込み 車線	利用方向	利用車線	対面通行区間 (km)	対面通行 区間延長 (km)	対向対り方向 の分類	渋滞先頭 地点 (km)	渋滞要因
1-1	中央道	上	伊那 → 岡谷JCT	対面通行	196.6 → 186.9	9.7	1	追越車線	下り線	追越車線	194.6 → 194.1	0.4	対向	合流部
									上り線	走行車線	190.5 → 187.3	3.2	順向	
1-2	中央道	上	伊那 → 岡谷JCT	対面通行	196.6 → 186.9	9.7	1	追越車線	下り線	追越車線	194.6 → 194.1	0.4	対向	単路部
									上り線	走行車線	190.5 → 187.3	3.2	順向	
2	中央道	下	岡谷JCT → 伊北	対面通行	185.4 → 195.4	10.0	1	追越車線	上り線	追越車線	187.3 → 190.5	3.2	対向	単路部
									下り線	走行車線	194.1 → 194.6	0.4	順向	
3	中央道	上	伊北 → 岡谷JCT	対面通行	193.2 → 186.7	6.5	1	追越車線	下り線	追越車線	191.2 → 186.7	3.9	対向	単路部
4-1	中央道	下	岡谷JCT → 伊北	対面通行	185.2 → 191.6	6.4	1	追越車線	下り線	走行車線	186.7 → 191.2	3.9	順向	—
4-2	中央道	下	岡谷JCT → 伊北	対面通行	185.2 → 191.6	6.4	1	追越車線	下り線	走行車線	186.7 → 191.2	3.9	順向	単路部
5-1	東名	上	富士 → 裾野	対面通行	106.7 → 100.9	5.8	1	追越車線	下り線	追越車線	104.0 → 101.5	2.5	対向	—
5-2	東名	上	富士 → 裾野	対面通行	106.7 → 100.9	5.8	1	追越車線	下り線	追越車線	104.0 → 101.5	2.5	対向	合流部
5-3	東名	上	富士 → 裾野	対面通行	106.7 → 100.9	5.8	1	追越車線	下り線	追越車線	104.0 → 101.5	2.5	対向	合流部
6-1	東名	下	裾野 → 愛鷹スマート	対面通行	100.4 → 104.4	4.1	1	追越車線	下り線	走行車線	101.5 → 104.0	2.5	順向	—
6-2	東名	下	裾野 → 愛鷹スマート	対面通行	100.4 → 104.4	4.1	1	追越車線	下り線	走行車線	101.5 → 104.0	2.5	順向	合流部
7	東名	上	愛鷹スマート → 裾野	対面通行	105.1 → 100.9	4.2	1	追越車線	上り線	走行車線	104.0 → 101.5	2.5	順向	—
8-1	東名	下	裾野 → 愛鷹スマート	対面通行	98.9 → 105.0	6.1	1	追越車線	上り線	追越車線	101.5 → 104.0	2.5	対向	—
8-2	東名	下	裾野 → 愛鷹スマート	対面通行	98.9 → 105.0	6.1	1	追越車線	上り線	追越車線	101.5 → 104.0	2.5	対向	—
8-3	東名	下	裾野 → 愛鷹スマート	対面通行	98.9 → 105.0	6.1	1	追越車線	上り線	追越車線	101.5 → 104.0	2.5	対向	合流部
9-1	東名	上	沼津 → 裾野	対面通行	102.1 → 96.4	5.7	1	追越車線	上り線	走行車線	101.2 → 96.7	4.5	順向	—
9-2	東名	上	沼津 → 裾野	対面通行	102.1 → 96.4	5.7	1	追越車線	上り線	走行車線	101.2 → 96.7	4.5	順向	単路部
10	東名	下	裾野 → 沼津	対面通行	94.1 → 101.5	7.4	1	追越車線	上り線	追越車線	96.7 → 101.2	4.5	対向	車線シフト部
11	東名	上	富士 → 愛鷹スマート	対面通行	116.3 → 108.8	7.5	1	追越車線	下り線	追越車線	114.2 → 109.7	4.6	対向	単路部
12-1	東名	下	愛鷹スマート → 富士	対面通行	108.0 → 114.7	6.7	1	追越車線	下り線	走行車線	109.7 → 114.2	4.6	順向	—
12-2	東名	下	愛鷹スマート → 富士	対面通行	108.0 → 114.7	6.7	1	追越車線	下り線	走行車線	109.7 → 114.2	4.6	順向	単路部
12-3	東名	下	愛鷹スマート → 富士	対面通行	108.0 → 114.7	6.7	1	追越車線	下り線	走行車線	109.7 → 114.2	4.6	順向	単路部
13-1	東名	上	富士 → 愛鷹スマート	対面通行	116.3 → 109.1	7.2	1	追越車線	上り線	走行車線	114.2 → 109.7	4.6	順向	単路部
13-2	東名	上	富士 → 愛鷹スマート	対面通行	116.3 → 109.1	7.2	1	追越車線	上り線	走行車線	114.2 → 109.7	4.6	順向	単路部
14	東名	下	愛鷹スマート → 富士	対面通行	108.0 → 115.4	7.4	1	追越車線	上り線	追越車線	109.7 → 114.2	4.6	対向	単路部
15-1	東名	上	清水JCT → 富士川スマート	対面通行	136.2 → 128.9	7.3	1	追越車線	上り線	走行車線	135.2 → 129.3	5.9	順向	—
15-2	東名	上	清水JCT → 富士川スマート	対面通行	136.2 → 128.9	7.3	1	追越車線	上り線	走行車線	135.2 → 129.3	5.9	順向	単路部
16-1	東名	下	富士 → 清水JCT	対面通行	126.7 → 136.1	9.4	1	追越車線	上り線	追越車線	129.3 → 135.2	5.9	対向	—
16-2	東名	下	富士 → 清水JCT	対面通行	126.7 → 136.1	9.4	1	追越車線	上り線	追越車線	129.3 → 135.2	5.9	対向	単路部
16-3	東名	下	富士 → 清水JCT	対面通行	126.7 → 136.1	9.4	1	追越車線	上り線	追越車線	129.3 → 135.2	5.9	対向	単路部

表 3-3(b) 各工事規制の渋滞先頭地点一覧

工事基礎情報				規制条件				対面通行規制形態				渋滞先頭位置情報			
No.	路線	方向	工事規制区間	規制方法	規制区間 (kp)	規制区間 延長 (km)	片側 車線数	規制始端部 の絞り込み 車線	利用方向	利用車線	対面通行区間		渋滞 先頭 地点 (kp)	渋滞要因	
											対面通行区間 (kp)	対面通行区間 延長 (km)			通行対行 の分類
17-1	東名	上	清水JCT → 富士川スマート	対面通行	141.6 → 128.9	12.7	1	追越車線	上り線	走行車線	135.2 → 129.3	5.9	順向	140.5	規制区間内 単路部
17-2	東名	上	清水JCT → 富士川スマート	対面通行	141.6 → 128.9	12.7	1	追越車線	上り線	走行車線	135.2 → 129.3	5.9	順向	131.3	規制区間内 単路部
18-1	東名	下	富士 → 清水JCT	対面通行	126.7 → 136.1	9.4	1	追越車線	上り線	追越車線	129.3 → 135.2	5.9	対向	126.7	規制始端部 —
18-2	東名	下	富士 → 清水JCT	対面通行	126.7 → 136.1	9.4	1	追越車線	上り線	追越車線	129.3 → 135.2	5.9	対向	132.5	規制区間内 単路部
18-3	東名	下	富士 → 清水JCT	対面通行	126.7 → 136.1	9.4	1	追越車線	上り線	追越車線	129.3 → 135.2	5.9	対向	134.9	規制区間内 単路部
18-4	東名	下	富士 → 清水JCT	対面通行	126.7 → 136.1	9.4	1	追越車線	上り線	追越車線	129.3 → 135.2	5.9	対向	136.5	規制区間外 —
19	東名	上	春日井 → 守山スマート	対面通行	336.4 → 334.1	2.3	1	追越車線	上り線	走行車線	335.7 → 334.5	1.2	順向	336.5	規制始端部 —
20-1	東名	下	名古屋 → 春日井	対面通行	330.9 → 332.7	1.8	2	追越車線	上り線	追越車線	334.5 → 335.7	1.2	対向	330.3	規制区間外 —
					332.7 → 336.1	3.4	1	付加車線							
20-2	東名	下	名古屋 → 春日井	対面通行	330.9 → 332.7	1.8	2	追越車線	上り線	追越車線	334.5 → 335.7	1.2	対向	333.9	規制区間内 合流部
					332.7 → 336.1	3.4	1	付加車線							
21	東名	上	春日井 → 守山スマート	対面通行	336.9 → 333.7	3.2	1	追越車線	下り線	追越車線	335.7 → 334.5	1.2	対向	336.9	規制始端部 —
22-1	東名	下	名古屋 → 春日井	対面通行	330.3 → 332.7	2.4	2	追越車線	下り線	走行車線	334.5 → 335.7	1.2	順向	330.1	規制始端部 —
					332.7 → 336.1	3.4	1	付加車線							
22-2	東名	下	名古屋 → 春日井	対面通行	330.3 → 332.7	2.4	2	追越車線	下り線	走行車線	334.5 → 335.7	1.2	順向	333.9	規制区間内 合流部
24	中央道	下	國原 → 中津川	対面通行	278.0 → 282.4	4.4	1	追越車線	上り線	追越車線	279.0 → 282.0	3.0	対向	278.3	規制始端部 —
					282.6 → 278.7	3.9	1	追越車線	上り線	走行車線	282.0 → 279.0	3.0	順向	281.9	規制区間内 単路部
26	中央道	下	國原 → 中津川	対面通行	278.0 → 282.3	4.3	1	追越車線	上り線	追越車線	279.0 → 282.0	3.0	対向	277.9	規制始端部 —
27	中央道	上	中津川 → 國原	対面通行	282.6 → 278.0	4.6	1	追越車線	上り線	走行車線	282.0 → 278.3	3.7	順向	282.5	規制始端部 —
28	中央道	下	國原 → 中津川	対面通行	277.2 → 282.3	5.1	1	追越車線	上り線	追越車線	278.3 → 282.0	3.7	対向	277.1	規制始端部 —
29-1	中央道	上	中津川 → 國原	対面通行	282.6 → 278.0	4.6	1	追越車線	上り線	走行車線	282.0 → 278.3	3.7	順向	282.7	規制始端部 —
29-2	中央道	上	中津川 → 國原	対面通行	282.6 → 278.0	4.6	1	追越車線	上り線	走行車線	282.0 → 278.3	3.7	順向	281.9	規制区間内 単路部
30-1	中央道	下	國原 → 中津川	対面通行	277.2 → 282.3	5.1	1	追越車線	上り線	追越車線	278.3 → 282.0	3.7	対向	277.1	規制始端部 —
30-2	中央道	下	國原 → 中津川	対面通行	277.2 → 282.3	5.1	1	追越車線	上り線	追越車線	278.3 → 282.0	3.7	対向	279.9	規制区間内 単路部
31	中央道	上	中津川 → 國原	対面通行	284.0 → 277.4	6.6	1	走行車線	下り線	追越車線	282.0 → 278.3	3.7	対向	282.1	規制区間内 車線シフト部
32	中央道	下	國原 → 中津川	対面通行	277.5 → 282.3	4.8	1	追越車線	下り線	走行車線	278.3 → 282.0	3.7	順向	277.5	規制始端部 —
34	中央道	下	國原 → 中津川	対面通行	275.9 → 277.8	1.9	1	追越車線	上り線	追越車線	276.7 → 277.6	0.9	対向	275.9	規制始端部 —
35	中央道	上	中津川 → 國原	対面通行	287.3 → 285.4	1.9	1	追越車線	下り線	追越車線	286.6 → 285.8	0.8	対向	287.5	規制始端部 —
36	中央道	下	國原 → 中津川	対面通行	285.2 → 287.0	1.8	1	追越車線	下り線	走行車線	285.8 → 286.6	0.8	順向	285.1	規制始端部 —
37	東名	下	桑野中井 → 足柄スマート	車線規制	57.8 → 59.3	1.5	2	第1走行車線					57.9	規制始端部 —	
38	東名	下	桑野中井 → 足柄スマート	車線規制	58.0 → 59.2	1.2	2	第1走行車線					57.9	規制始端部 —	

3.4 渋滞先頭地点の特徴分析

3.4.1 渋滞先頭地点のパターン別構成

渋滞先頭地点の方向別箇所数と構成率を表 3-4 に示す。

規制始端部が 23 箇所(43%), 規制区間内が 30 箇所(57%)であり, 規制区間内に渋滞先頭地点があることの方がやや多い。規制区間内を渋滞先頭地点で分類すると, 合流部が 7 箇所(13%), 単路部が 21 箇所(40%), 車線シフト部が 2 箇所(4%)である。なお, 規制始端部と規制区間内の合流部, 単路部では, 順向と対向別で構成率に特筆すべき傾向はみられない。規制区間内の車線シフト部は, 対面通行の規制形態により対向のみに存在する。

表 3-4 渋滞先頭地点の方向別箇所数と構成率

渋滞先頭地点		箇所数				構成率(%)						
規制 始端部		順向	12	23		順向	23	43				
		対向	11			対向	21					
規制 区間内	合流部	順向	2	7	30	順向	4	13	57			
		対向	5			対向	9					
	単路部	順向	11	21		順向	21	40				
		対向	10			対向	19					
	車線 シフト部	順向	0	2		順向	0	4				
		対向	2			対向	4					
	計		53				100					

全 36 規制のうち, 同一規制内で異なる渋滞先頭地点があるのは, 15 規制であった。渋滞先頭地点の組み合わせとしては, 表 3-5 に示すとおり, 規制始端部と単路部の組み合わせパターンが 9 規制と最も多かった。表 3-6 には, 規制別渋滞発生パターン別の渋滞発生地点数を示す。

表 3-5 渋滞発生地点の組み合わせパターン別規制数

渋滞先頭地点の組み合わせパターン	規制数
規制始端部＋単路部	9
規制始端部＋合流部	3
合流部＋単路部	1
複数の単路部	2

表 3-6 規制別渋滞発生パターン別の渋滞発生地点数

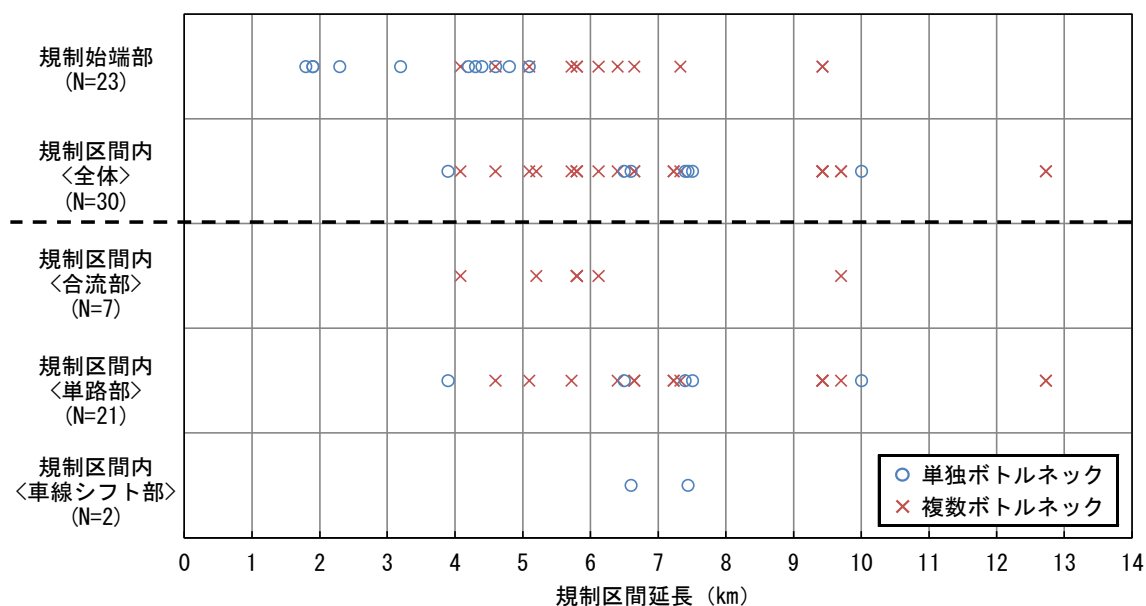
No.	規制始端部	規制区間内			計
		合流部	単路部	車線シフト部	
1		1	1		2
4	1		1		2
5	1	2			3
6	1	1			2
8	1		1		2
9	1		1		2
12	1		2		3
13			2		2
15	1		1		2
16	1		2		3
17			2		2
18	1		2		3
22	1	1			2
29	1		1		2
30	1		1		2
計	12	5	17	0	34

3.4.2 渋滞先頭地点と規制区間延長の関係

渋滞先頭地点と規制区間延長の関係を図 3-13 に示す。

渋滞先頭地点別の平均規制区間延長をみると、規制始端部が 5.0km、規制区間内(全体)が 7.4km であり、規制区間内に渋滞先頭地点がある場合、規制区間延長が長い。規制区間内を渋滞要因で分類すると、合流部が 6.1km、単路部が 7.9km、車線シフト部が 7.0km であり、規制区間延長が影響すると考えられる単路部、影響が小さいと考えられる合流部では差がみられる。

また、同一規制時における単独と複数ボトルネックの違いに着目すると、単独ボトルネックの場合は、規制区間延長が短い場合に渋滞先頭が規制始端部である。一方で、複数ボトルネックの場合は、比較的長い規制区間であることが多く、組合せとしては、規制始端部と規制区間内の単路部が最も多いことを確認している。



※単独ボトルネック：同一規制時に1つのボトルネックのみ
複数ボトルネック：同一規制時に複数のボトルネックあり

単位：km

諸元	規制始端部	規制区間内			
			合流部	単路部	車線シフト部
最小値	1.8	3.9	4.1	3.9	6.6
15%タイル値	2.6	5.4	5.1	5.7	6.7
平均値	5.0	7.4	6.1	7.9	7.0
85%タイル値	6.6	9.6	6.5	9.7	7.3
最大値	9.4	12.7	9.7	12.7	7.4
標準偏差	2.1	2.3	1.7	2.4	0.6
サンプル数	23	30	7	21	2

図 3-13 渋滞先頭地点と規制区間延長の関係

3.4.3 渋滞先頭地点別の特徴分析

(1)規制区間内(合流部)

渋滞先頭地点が規制区間内の合流部となる地点の特徴を把握するため、規制区間内に合流部がある箇所の本線交通量と合流交通量の関係を、図 3-14 に整理する。この図の傾きが合流割合となる。本線交通量と合流交通量は、大規模更新工事実施日における渋滞発生時間中の平均時間交通量(5 分間フローレート値)としている。本線交通量は車両感知器データ、合流交通量は ETC 明細データより整理している(ETC 利用率で全車交通量に補正)。なお、休憩施設とスマート IC が併設している場合、スマート IC からの交通量はわかるものの休憩施設への立寄りを含む真の合流交通量が把握できないことから対象外とした。その結果、規制区間内に合流部がある箇所のうち、合流部で渋滞が定着する 3 箇所と、合流部では定着しない 4 箇所を対象とした。

規制区間内に合流部がある箇所のうち、渋滞先頭地点が合流部となる箇所は、本線交通量が 1,002~1,227 台/時、合流交通量が 157~530 台/時である。多くの箇所は、本線交通量が 1,000 台/時以上、合流交通量が 400 台/時以上となっている。これらより、同等の合流交通量に対して、本線交通量が多い場合に渋滞が発生しやすいことが分かる。また、合流割合(傾き)は、合流部で渋滞が定着する箇所が 16~43%であり、合流部で渋滞が定着しない箇所の 15~44%と比べて同程度かやや高い傾向にある。なお、規制始端部と合流部までの距離は、短いほど渋滞先頭地点が合流部になると想定していたが、図 3-15 に示すとおり、そのような傾向は確認できなかった。

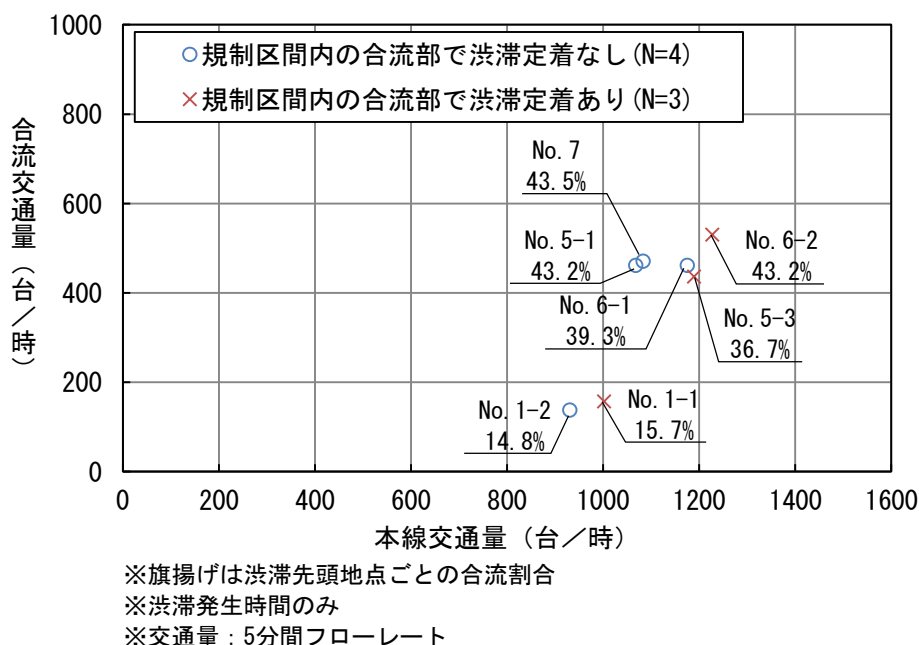
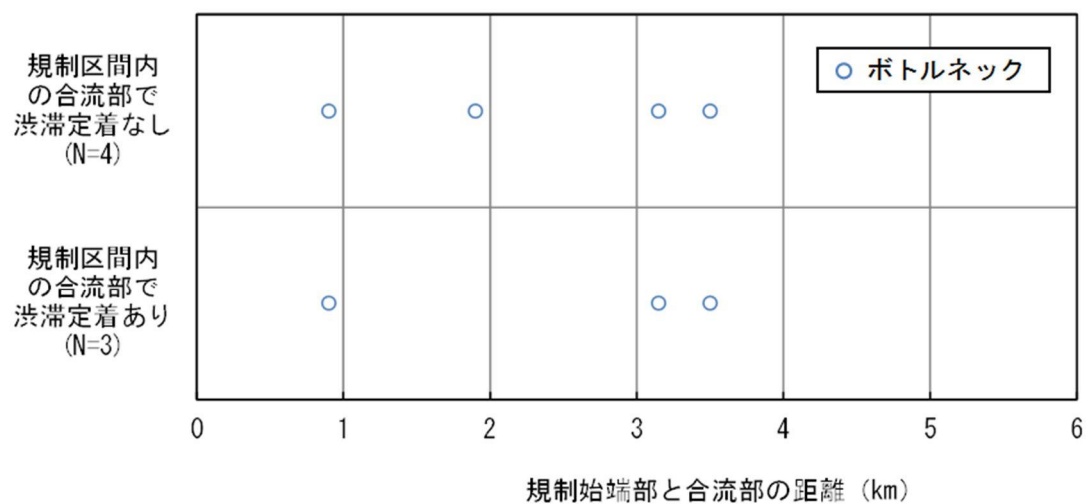


図 3-14 規制区間内に合流部がある箇所の本線交通量と合流交通量の関係



単位：km

諸元	規制区間内の合流部で渋滞定着なし	規制区間内の合流部で渋滞定着あり
最小値	0.9	0.9
15%タイル値	1.4	1.6
平均値	2.4	2.5
85%タイル値	3.3	3.4
最大値	3.5	3.5
標準偏差	1.2	1.4
サンプル数	4	3

図 3-15 規制区間内に合流部がある箇所の規制始端部と合流部の距離

(2)規制区間内(単路部)

渋滞先頭地点が規制区間内(単路部)のサグとなる地点は、前述のとおり規制区間長が長いという特徴がある。その他の特徴を知るために、規制区間内のサグの個数と渋滞先頭地点となるサグの上流からの順位を図 3-16 に示す。また、サグ順位別の上下流勾配と勾配差を表 3-7 に示す。サグは、下り坂から上り坂、下り坂から下り坂、上り坂から上り坂への勾配変化点とし、具体には、上り勾配および下り勾配を各々正および負の値とした場合に、以下の条件を満足する箇所を本研究ではサグと定義する。

$$(\text{下流側勾配}(\%)) - (\text{上流側勾配}(\%)) > 0 (\%)$$

このとき、規制始端部のサグはその個数として計上していない。単路部で渋滞が定着する箇所では、規制区間内にサグが 3 箇所以上存在する場合、上流から 2 番目以降のサグで渋滞が定着する傾向にある。つまり、規制区間長が長い場合に単路部で渋滞するという結果と整合している。これは、より多くのサグを通過することで渋滞の発生確率が高まることによるものと考えられる。一般に、単調な道路線形の場合、漫然運転となりやすいことから、工事規制が長く続くことにより、漫然となることで速度低下し、渋滞が発生しやすくなるものと推察される。縦断勾配や縦断勾配差については、特段の特徴はみられなかった。一般に、サグによる渋滞は、緩やかな下り勾配が一定程度継続することで、勾配変化に対する認識に錯覚が生じて上り勾配での加速の遅れにより発生するとされている。表 3-8 でサグ前後の各勾配の継続延長との関係も確認したが、明確な傾向は見えず、むしろ、各規制は概ね同一箇所である一方、工事実施時期や規制範囲が異なる場合を含んでおり、同じサグが渋滞先頭地点となっている傾向が伺えた。そのため、サグが連続する箇所での工事規制延長やサグ前後での上り勾配等の継続延長との関係など、渋滞の定着メカニズムについては更なる検証が必要と考える。

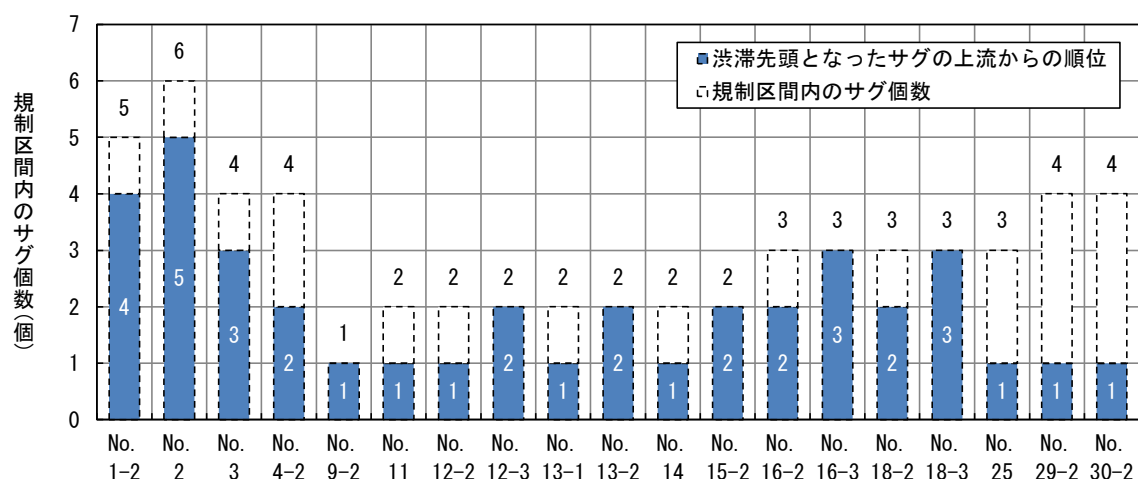


図 3-16 規制区間内(単路部)の箇所におけるサグの個数と
渋滞先頭地点サグの上流からの順位

表 3-7 規制区間内(単路部)の箇所におけるサグ順位別の上下流勾配と勾配差

No.	規制区間内におけるサグの順位																	
	1			2			3			4			5			6		
	上流 勾配 (%)	下流 勾配 (%)	勾配 差	上流 勾配 (%)	下流 勾配 (%)	勾配 差	上流 勾配 (%)	下流 勾配 (%)	勾配 差	上流 勾配 (%)	下流 勾配 (%)	勾配 差	上流 勾配 (%)	下流 勾配 (%)	勾配 差	上流 勾配 (%)	下流 勾配 (%)	勾配 差
1-2	-2.2	2.9	5.1	0.4	3.1	2.7	-2.3	2.8	5.1	-3.0	2.4	5.4	-0.8	1.8	2.6	-	-	-
2	-1.8	0.8	2.6	-3.6	-2.2	1.4	-2.2	3.0	5.2	-2.8	2.3	5.1	-3.1	-0.4	2.7	-2.9	2.2	5.1
3	0.4	3.1	2.7	-2.3	2.8	5.1	-3.0	2.4	5.4	-0.8	1.8	2.6	-	-	-	-	-	-
4-2	-1.8	0.8	2.6	-3.6	-2.2	1.4	-2.2	3.0	5.2	-2.8	2.3	5.1	-	-	-	-	-	-
9-2	-0.8	3.0	3.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-1.6	1.9	3.5	-0.5	1.7	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12-2	-1.7	0.5	2.2	-1.9	1.6	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12-3	-1.7	0.5	2.2	-1.9	1.6	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-1	-1.6	1.9	3.5	-0.5	1.7	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-2	-1.6	1.9	3.5	-0.5	1.7	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-1.7	0.5	2.2	-1.9	1.6	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15-2	0.0	2.0	2.0	-0.5	2.6	3.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16-2	-2.6	0.5	3.1	-0.9	-0.4	0.5	-2.0	0.0	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16-3	-2.6	0.5	3.1	-0.9	-0.4	0.5	-2.0	0.0	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18-2	-2.6	0.5	3.1	-0.9	-0.4	0.5	-2.0	0.0	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18-3	-2.6	0.5	3.1	-0.9	-0.4	0.5	-2.0	0.0	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-1.0	4.1	5.1	4.1	5.0	0.9	1.3	6.0	4.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29-2	-1.0	4.1	5.1	4.1	5.0	0.9	1.3	6.0	4.7	0.0	5.0	5.0	-	-	-	-	-	-
30-2	-5.0	0.0	5.0	-5.9	-2.0	3.9	-5.0	-4.1	0.9	-4.1	1.0	5.1	-	-	-	-	-	-

※□：渋滞先頭となったサグ
※赤字：渋滞先頭となった勾配
※■：規制区間内におけるサグの最大勾配差

表 3-8 サグ前後の各勾配延長と渋滞発生箇所数

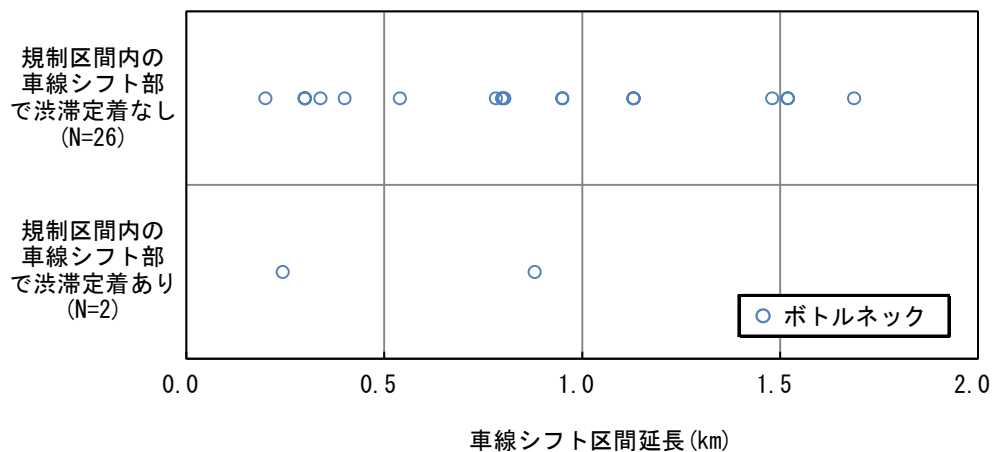
[illegible]

(3)規制区間内(車線シフト部)

後述するとおり、渋滞先頭地点が車線シフト部にある場合、交通容量が低い。そのため、渋滞先頭地点が規制区間内の車線シフト部となる地点の特徴を把握することは重要である。規制区間内に車線シフト部がある箇所の車線シフト区間延長を図 3-17 に、車線シフト量(横断方向の距離)を図 3-18 に、車線シフト角を図 3-19 に示す。

規制区間内に車線シフト部がある箇所のうち、車線シフト部で渋滞が定着する箇所は、車線シフト区間延長が相対的に短い傾向にある。ただし、車線シフト部で渋滞が定着しない場合でも延長が短い地点も多い。また、車線シフト部で渋滞が定着する箇所は、車線シフト量が短い傾向にある。渋滞が定着する箇所の車線シフト角は 1.9 度以下であり、渋滞が定着しない箇所との違いは明確でないが、車線シフト角は大きくはない。車線シフト部での渋滞発生箇所数は限られるが、車線シフト部で渋滞が定着する地点は、短い車線シフト区間延長で短い車線シフト量の変化がある地点であり、車線シフト角も大きくない地点と推察される。

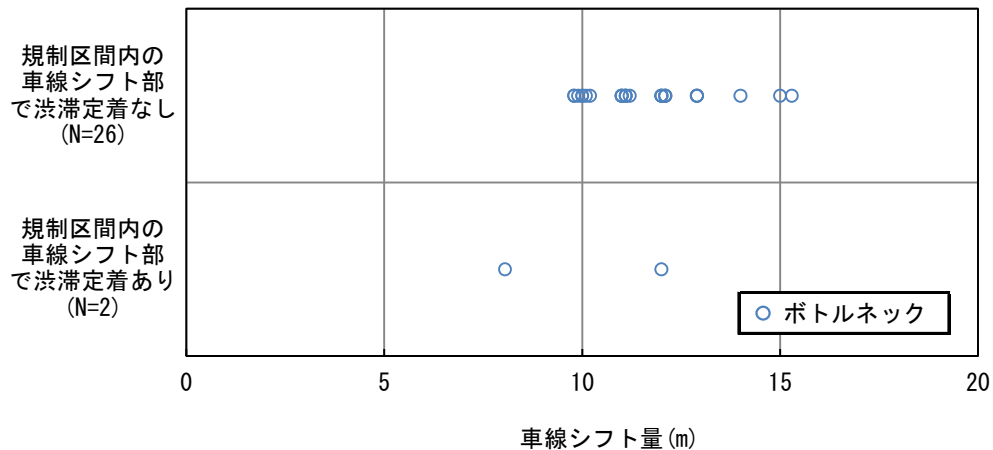
なお、車線シフトでの渋滞定着についてはサンプル数が少ないことから、今後も継続してサンプル数を増やして検討していくことが必要である。



単位：km

諸元	規制区間内の車線シフト部で渋滞定着なし	規制区間内の車線シフト部で渋滞定着あり
最小値	0.2	0.2
15%タイル値	0.3	0.3
平均値	0.8	0.6
85%タイル値	1.5	0.8
最大値	1.7	0.9
標準偏差	0.5	0.4
サンプル数	26	2

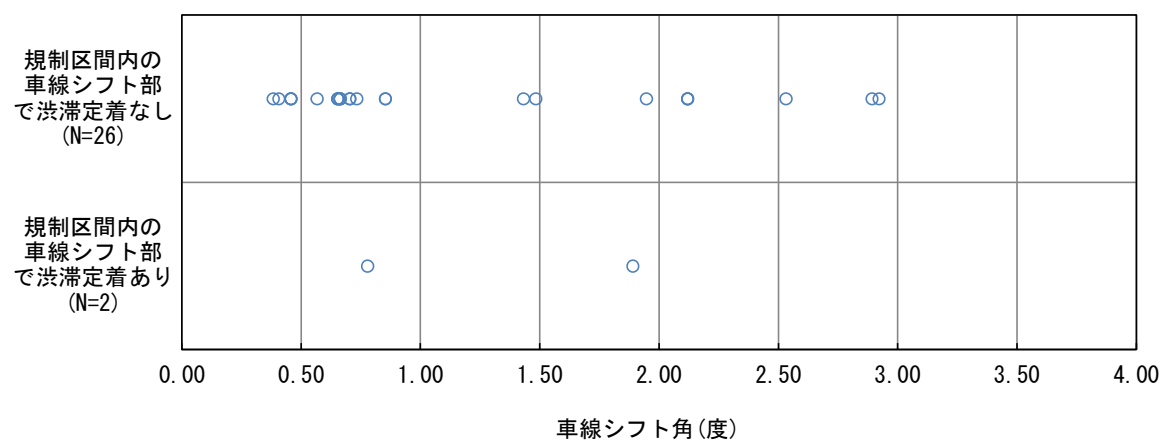
図 3-17 規制区間内に車線シフト部がある箇所の車線シフト区間延長



単位：m

諸元	規制区間内の車線シフト部で渋滞定着なし	規制区間内の車線シフト部で渋滞定着あり
最小値	9.8	8.1
15%タイル値	10.0	8.6
平均値	11.6	10.0
85%タイル値	12.9	11.4
最大値	15.3	12.0
標準偏差	1.5	2.8
サンプル数	26	2

図 3-18 規制区間内に車線シフト部がある箇所の車線シフト量



単位：度

諸元	規制区間内の車線シフト部 で渋滞定着なし	規制区間内の車線シフト部 で渋滞定着あり
最小値	0.4	0.8
15%タイル値	0.5	0.9
平均値	1.2	1.3
85%タイル値	2.1	1.7
最大値	2.9	1.9
標準偏差	0.8	0.8
サンプル数	26	2

図 3-19 規制区間内に車線シフト部がある箇所の車線シフト角

3.5 3章のまとめ

本章では、2017年から2021年に実施したリニューアルプロジェクトの工事規制を対象に、分析対象として38規制を抽出し、ETC2.0プローブデータを用いて渋滞先頭地点を分析した。

渋滞先頭地点とその特徴を明らかにした。

- ・ 渋滞先頭地点は53箇所あったが、工事規制時の渋滞先頭地点が規制始端部と規制区間内（合流部、単路部、車線シフト部）の4つに区分できることを示した。そのうち規制始端部は23箇所（43%）に対し、規制区間内は30箇所（57%）と、規制区間内の方が渋滞先頭になりやすいことを明らかにした。規制区間内では、単路部が21箇所（40%）で最も多く、合流部が7箇所（13%）、車線シフト部が2箇所（4%）であった。
- ・ 同一規制内で異なる渋滞先頭地点が規制のうち、規制始端部と単路部の組合せが最も多いことを示した。
- ・ 規制区間延長が短い場合は規制始端部、長い場合は規制区間内が渋滞先頭地点になりやすい傾向であることを明らかにした。複数ボトルネックの場合、規制区間延長が長いことを示した。

渋滞先頭地点別に渋滞が発生・定着する条件を示した。

- ・ 合流部では、同等の合流交通量に対し、本線交通量が多いと渋滞が発生しやすく、渋滞発生時の合流割合は15～44%であることを示した。
- ・ 単路部では、規制区間内にサグが3箇所以上存在する場合、2番目以降のサグで渋滞が定着する傾向があり、より多くのサグを通過することで、渋滞の発生確率が高まることを示した。一般に、単調な道路線形の場合、漫然運転となりやすいことから、工事規制が長く続くことにより、速度低下し渋滞が発生しやすくなるものと考察した。ただし、工事実施時期や規制範囲が異なる場合を含んでおり、同じサグが渋滞先頭地点となっている傾向が伺えたため、サグが連続する箇所での渋滞の定着メカニズムについては更なる検証が必要と考える。
- ・ 車線シフト部では、車線シフト区間長及びシフト量が相対的に短い傾向であることを示した。車線シフトでの渋滞定着についてはサンプル数が少ないことから、今後も継続してサンプル数を増やして検討していく必要がある。
- ・ 同一の規制内で渋滞先頭地点が異なる場合や、規制形態として似ていても渋滞発生の有無や渋滞先頭地点が異なる場合について、低速で走る車の有無や合流車両、車線変更など、個車の挙動が影響してくると思われるが、本研究ではその影響までは分析に至っていない。個車の挙動の影響については、ビデオ観測などによる調査と組み合わせることで分析できるものとするが、今後の課題としたい。

4. 工事規制時の交通容量と変動要因分析

4.1 はじめに

本章では, 3 章の渋滞先頭地点分析から得られた渋滞先頭地点 53 箇所を対象に, 車両感知器データより作成した交通量速度変動図より, 渋滞 1 件ごとの渋滞発生時間を判読し, 交通容量(渋滞中交通流率)を算出する. そして, 交通容量(渋滞中交通流率)の算出結果をもとに, 交通容量が変動する要因を明らかにする.

4.2 交通容量分析

4.2.1 分析概要

交通容量の算出にあたり, 車両感知器の精度検証と交通量速度変動図より渋滞流を検知する車両感知器の有無を確認したうえで, 対象箇所における交通容量を算出した. 特定された渋滞先頭地点の箇所数(全 53 箇所)から, 交通容量算出を行う箇所(全 27 箇所)の選定過程をフローとして図 4-1 に示す.

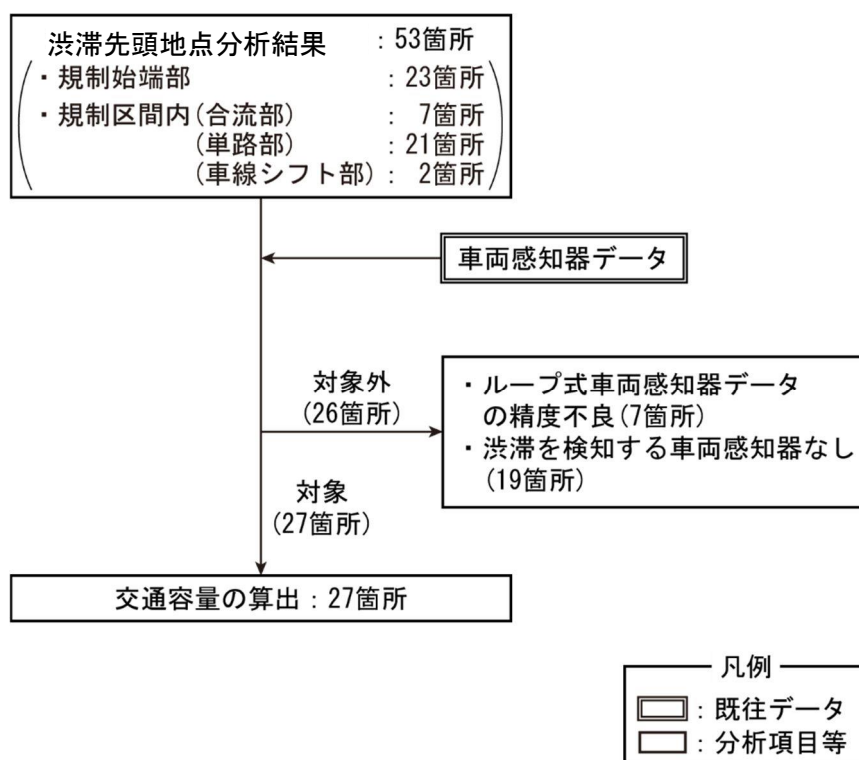


図 4-1 渋滞先頭地点の特定と交通容量の算出

4.2.2 交通容量の判読方法

交通容量(渋滞発生時交通流率と渋滞中交通流率)の判読方法を図 4-2 に示す.

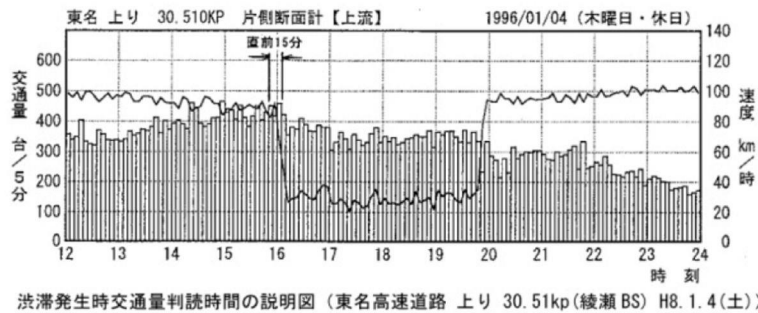
高速道路における交通集中渋滞の交通容量は,「渋滞発生時交通流率」と「渋滞中交通流率」に区分して分析する.この交通容量は,一般社団法人 交通工学会が公表している「平成 30 年～令和 2 年度 基幹研究課題 道路の交通容量とサービスの質に関する研究成果報告書(交通容量編):令和 3 年 8 月」に,渋滞発生時交通流率は渋滞発生直前の 15 分間フローレート(または 5 分間フローレート),渋滞中交通流率は渋滞流中のフローレートと定義されており,本研究ではこの定義に従った.

工事による車線規制時は,交通集中渋滞とは異なり,交通容量に対して交通需要が上回った場合,瞬間的に交通容量に達して渋滞となり,渋滞発生時交通流率は渋滞中交通流率と似たような値となる.そのため,以降では渋滞中交通流率に着目して分析を行った.

具体的に,工事による車線規制時の交通容量は,車両感知器データより交通量速度変動図を描画し,交通量と速度の変動より渋滞開始・終了時刻を判読することで,渋滞 1 件ごとの値として得た.本研究の対象とした工事規制における工事規制時の交通量変動図の一例を図 4-3 に示す.

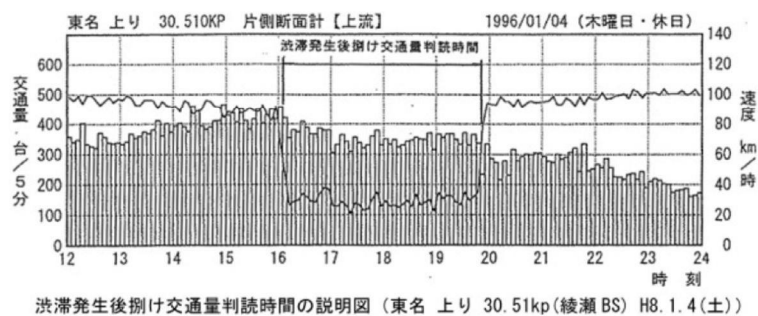
渋滞発生時交通量の求め方

渋滞発生時交通量は、5 分間平均速度が 40 km/h 以下に低下した最初の 5 分間を除いたその直前 15 分間のフローレートをいう。



渋滞発生後捌け交通量の求め方

渋滞発生後捌け交通量は渋滞（都市間高速道路ではおおむね 40km/h 以下）が発生した後、解消（速度上昇）するまでの全時間の平均フローレートとする。ただし、これを要因別に求めるとさらに正確である。



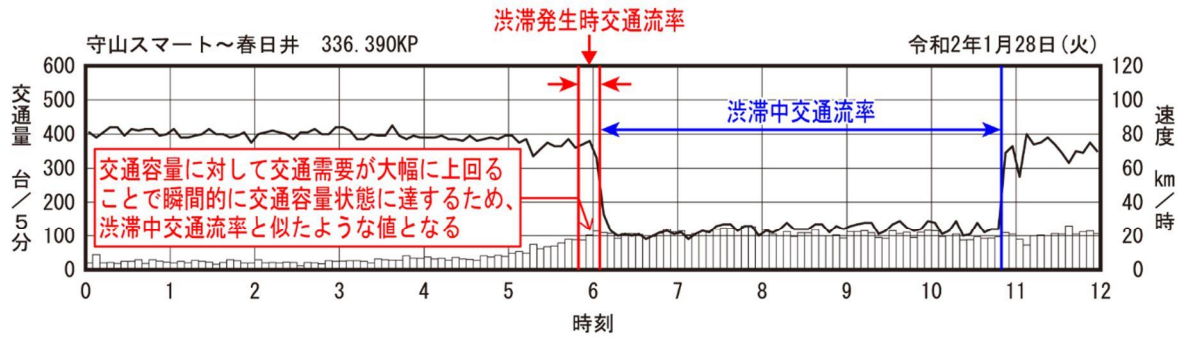
※図中の渋滞発生時交通量は、本書での渋滞発生時交通流率を指す

図中の渋滞発生後捌け交通量は、本書での渋滞中交通流率を指す

出典) (一社)交通工学研究会：平成30年～令和2年度 基幹研究課題 道路の交通容量とサービスの質に関する研究 成果報告書(交通容量編)，2021.

図 4-2 交通容量(渋滞発生時交通流率と渋滞中交通流率)の判読方法

No. 19 : 東名(上) 春日井→守山スマートの例



No. 31 : 中央道(上) 中津川→園原の例

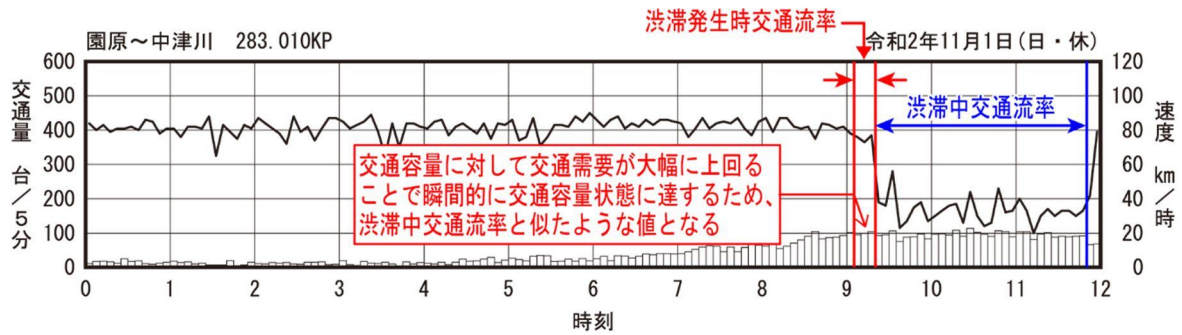


図 4-3 工事規制時の交通量速度変動図の一例

4.2.3 車両感知器の選定

交通容量分析で用いる車両感知器は、渋滞先頭地点と同一間にある交通量や速度の計測精度が高いループ式車両感知器を用いる。

分析車両感知器の選定として、車両感知器の精度検証と交通量速度変動図より渋滞流を検知する車両感知器の有無を確認した。その結果、53 箇所のうち 7 箇所でループ式車両感知器データの精度不良、19 箇所で渋滞を検知する車両感知器が存在しないことから 26 箇所が対象外となった。精度が良好であり、渋滞流を検知する車両感知器がある残り 27 箇所が交通容量算出の対象となる。車両感知器の選定結果を表 4-1 に示す。

表 4-1 分析車両感知器の選定結果

No.	工事基礎情報			渋滞先頭位置情報			分析車両感知器の選定	
	路線	方向	工事規制区間	渋滞先頭地点(kp)	渋滞先頭位置	項目	分析対象有無	対象外理由
1-1	中央道	上	伊那 → 岡谷JCT	195.7	規制区間内	合流部	×	渋滞検知車両感知器なし
1-2	中央道	上	伊那 → 岡谷JCT	188.5	規制区間内	単路部	×	渋滞検知車両感知器なし
2	中央道	下	岡谷JCT → 伊北	193.5	規制区間内	単路部	×	渋滞検知車両感知器なし
3	中央道	上	伊北 → 岡谷JCT	188.5	規制区間内	単路部	×	渋滞検知車両感知器なし
4-1	中央道	下	岡谷JCT → 伊北	185.3	規制始端部	—	×	渋滞検知車両感知器なし
4-2	中央道	上	岡谷JCT → 伊北	187.5	規制区間内	単路部	×	渋滞検知車両感知器なし
5-1	東名	上	富士 → 裾野	106.5	規制始端部	—	×	渋滞検知車両感知器なし
5-2	東名	上	富士 → 裾野	105.3	規制区間内	合流部	×	ループ式車両感知器の精度不良
5-3	東名	上	富士 → 裾野	102.7	規制区間内	合流部	×	渋滞を検知する車両感知器なし
6-1	東名	下	裾野 → 愛鷹スマート	100.3	規制始端部	—	○	
6-2	東名	下	裾野 → 愛鷹スマート	103.5	規制区間内	合流部	○	
7	東名	上	愛鷹スマート → 裾野	104.9	規制始端部	—	×	ループ式車両感知器の精度不良
8-2	東名	下	裾野 → 愛鷹スマート	98.9	規制始端部	—	×	ループ式車両感知器の精度不良
8-3	東名	下	裾野 → 愛鷹スマート	103.3	規制区間内	合流部	×	ループ式車両感知器の精度不良
9-1	東名	上	沼津 → 裾野	101.7	規制始端部	—	○	
9-2	東名	上	沼津 → 裾野	98.3	規制区間内	単路部	×	渋滞検知車両感知器なし
10	東名	下	裾野 → 沼津	95.7	規制区間内	車線シフト部	○	
11	東名	上	富士 → 愛鷹スマート	113.9	規制区間内	単路部	×	ループ式車両感知器の精度不良
12-1	東名	下	愛鷹スマート → 富士	108.1	規制始端部	—	×	渋滞検知車両感知器なし
12-2	東名	下	愛鷹スマート → 富士	110.9	規制区間内	単路部	○	
12-3	東名	下	愛鷹スマート → 富士	113.5	規制区間内	単路部	×	渋滞検知車両感知器なし
13-1	東名	上	富士 → 愛鷹スマート	113.9	規制区間内	単路部	×	ループ式車両感知器の精度不良
13-2	東名	上	富士 → 愛鷹スマート	110.3	規制区間内	単路部	×	ループ式車両感知器の精度不良
14	東名	下	愛鷹スマート → 富士	110.9	規制区間内	単路部	○	
15-1	東名	上	清水JCT → 富士川スマート	136.1	規制始端部	—	○	
15-2	東名	上	清水JCT → 富士川スマート	130.7	規制区間内	単路部	×	渋滞検知車両感知器なし
16-1	東名	下	富士 → 清水JCT	126.7	規制始端部	—	○	
16-2	東名	下	富士 → 清水JCT	132.5	規制区間内	単路部	×	渋滞検知車両感知器なし
16-3	東名	下	富士 → 清水JCT	134.9	規制区間内	単路部	○	
17-1	東名	上	清水JCT → 富士川スマート	140.5	規制区間内	単路部	×	渋滞検知車両感知器なし
17-2	東名	上	清水JCT → 富士川スマート	131.3	規制区間内	単路部	×	渋滞検知車両感知器なし
18-1	東名	下	富士 → 清水JCT	126.7	規制始端部	—	○	
18-2	東名	下	富士 → 清水JCT	132.5	規制区間内	単路部	×	渋滞検知車両感知器なし
18-3	東名	下	富士 → 清水JCT	134.9	規制区間内	単路部	×	渋滞検知車両感知器なし
19	東名	上	春日井 → 守山スマート	336.5	規制始端部	—	○	
20-2	東名	下	名古屋 → 春日井	333.9	規制区間内	合流部	○	
21	東名	上	春日井 → 守山スマート	336.9	規制始端部	—	○	
22-1	東名	下	名古屋 → 春日井	330.1	規制始端部	—	○	
22-2	東名	下	名古屋 → 春日井	333.9	規制区間内	合流部	○	
24	中央道	下	園原 → 中津川	278.3	規制始端部	—	○	
25	中央道	上	中津川 → 園原	281.9	規制区間内	単路部	○	
26	中央道	下	園原 → 中津川	277.9	規制始端部	—	○	
27	中央道	上	中津川 → 園原	282.5	規制始端部	—	○	
28	中央道	下	園原 → 中津川	277.1	規制始端部	—	×	渋滞検知車両感知器なし
29-1	中央道	上	中津川 → 園原	282.7	規制始端部	—	○	
29-2	中央道	上	中津川 → 園原	281.9	規制区間内	単路部	○	
30-1	中央道	下	園原 → 中津川	277.1	規制始端部	—	○	
30-2	中央道	下	園原 → 中津川	279.9	規制区間内	単路部	○	
31	中央道	上	中津川 → 園原	282.1	規制区間内	車線シフト部	○	
32	中央道	下	園原 → 中津川	277.5	規制始端部	—	○	
34	中央道	下	園原 → 中津川	275.9	規制始端部	—	×	渋滞検知車両感知器なし
35	中央道	上	中津川 → 園原	287.5	規制始端部	—	○	
36	中央道	下	園原 → 中津川	285.1	規制始端部	—	○	

4.2.4 交通容量の算出

交通容量を分析するにあたっては、渋滞先頭地点 27 箇所において、交通量速度変動図より渋滞 1 件ごとの渋滞発生時間を判読した。渋滞先頭地点は、同一の工事規制内であっても渋滞先頭地点が異なる場合には別の箇所として、それぞれ交通容量を算出した。また、石田ら²⁶⁾より、交通容量は降雨や明暗(昼・薄明・夜)の影響を受けることが分かっているため、気象条件別・明暗別に交通容量を算出した。具体的には、気象庁 HP より、最寄りの気象観測地点の時間帯別降水量を参照し、この渋滞発生時間帯に 1 時間も 0.5mm 以上の降雨がない場合を非降雨とし、降雨別の交通容量を算出した。また、理科年表の日出・日入時刻より季節別に日出・日入時刻を 30 分単位で丸めたうえで前後 30 分を薄明とし(例えば冬の日出が 6:00～7:00 の場合、5:30～7:30 を薄明とした)、明暗別の交通容量を算出した。

明暗別・天候別の交通容量(渋滞中交通流率)を算出した。渋滞先頭地点と気象観測地点の直線距離の分布は図 4-4 のとおり、最大でも 12km 未満であり、天候は類似しているとした。

交通容量の算出結果を表 4-2 に示すとともに、図 4-5 にはこれらの値を棒グラフにして示す。これらは観測された渋滞中交通流率の平均値となるが、同一の渋滞発生箇所でも渋滞発生日時によって渋滞中交通流率は異なる。そのため、図 4-6 では箱ひげ図にしてその変動幅を示す。図 4-5、図 4-6 では、3.3 で示した渋滞発生地点別に色分けして表記する。全時間帯・全天候では、全 27 箇所が対象で、平均渋滞中交通流率は 960～1,323 台/時(1～203 サンプル)であった。一方で、昼間のみ・無降雨のみは、全 27 のうち 22 箇所の交通容量を算出でき、平均渋滞中交通流率が 1,103～1,442 台/時(1～67 サンプル)であった。

以降の交通容量変動要因分析では、降雨や明暗による影響を確認するために、昼間のみ・無降雨のみのデータを取得できた 22 箇所を分析対象とした。

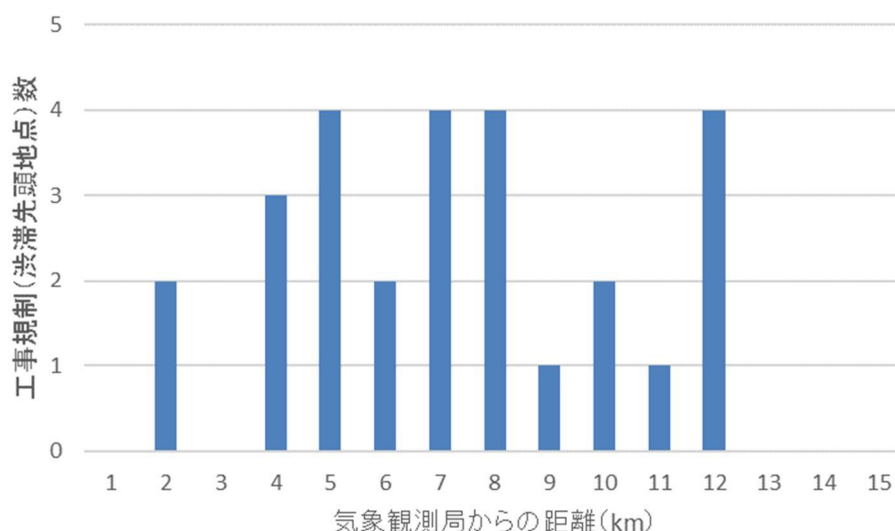


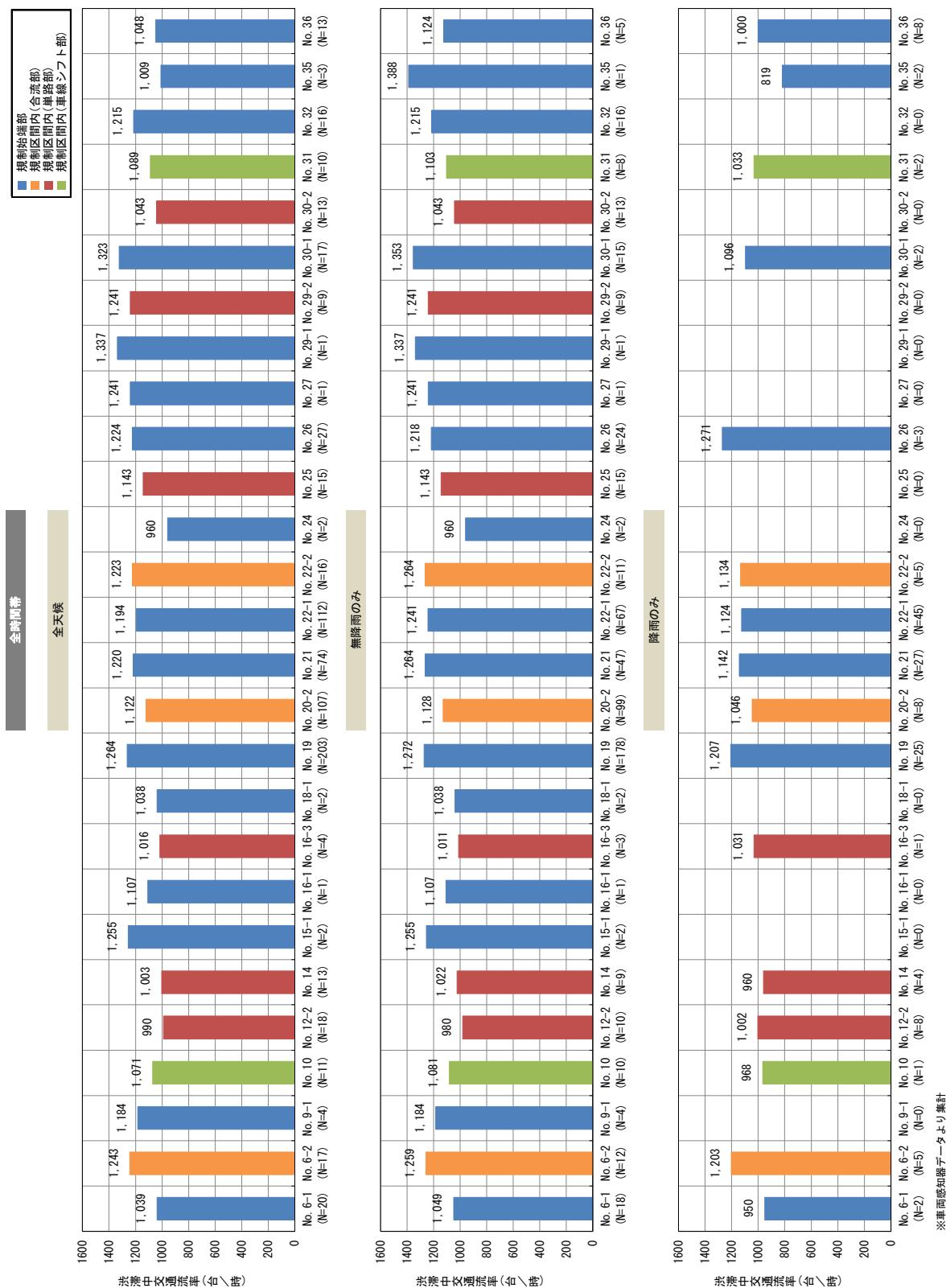
図 4-4 渋滞先頭地点と気象観測地点の直線距離

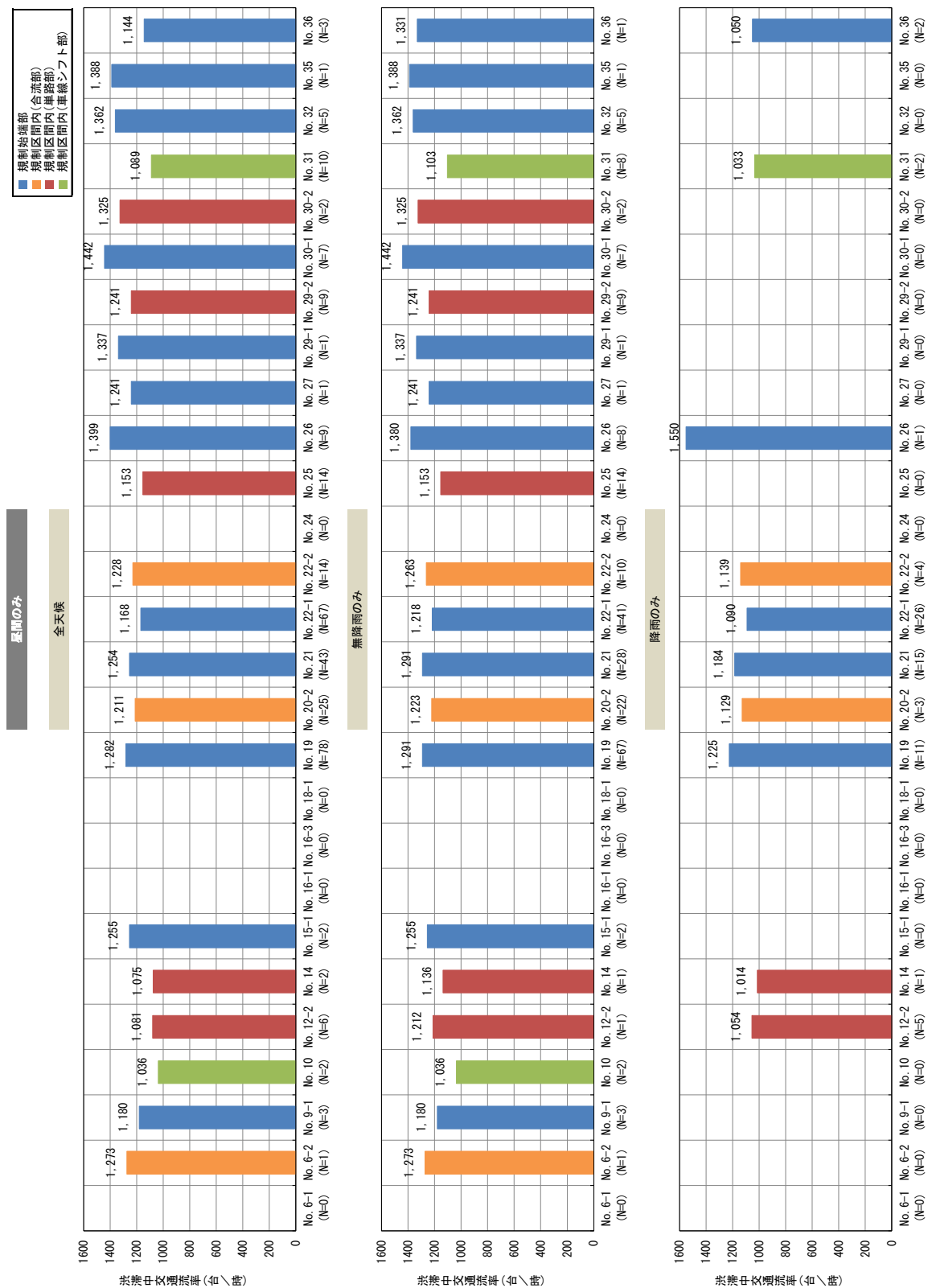
表 4-2 交通容量の算出結果

上段：渋滞中交通流率(台/時)
下段：(サンプル数)

No.	渋滞先頭地点	全時間帯			昼間のみ			薄明のみ			夜間のみ		
		全天候	無降雨のみ	降雨のみ	全天候	無降雨のみ	降雨のみ	全天候	無降雨のみ	降雨のみ	全天候	無降雨のみ	降雨のみ
6-1	規制始端部	1,039 (20)	1,049 (18)	950 (2)	- (0)	- (0)	- (0)	1,042 (12)	1,046 (11)	994 (1)	1,035 (8)	1,054 (7)	906 (1)
6-2	規制区間内 (合流部)	1,243 (17)	1,259 (12)	1,203 (5)	1,273 (1)	1,273 (1)	- (0)	1,249 (13)	1,263 (10)	1,202 (3)	1,205 (3)	1,207 (1)	1,205 (2)
9-1	規制始端部	1,184 (4)	1,184 (4)	- (0)	1,180 (3)	1,180 (3)	- (0)	1,196 (1)	1,196 (1)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
10	規制区間内 (車線シフト部)	1,071 (11)	1,081 (10)	968 (1)	1,036 (2)	1,036 (2)	- (0)	1,053 (5)	1,074 (4)	968 (1)	1,112 (4)	1,112 (4)	- (0)
12-2	規制区間内 (単路部)	990 (18)	980 (10)	1,002 (8)	1,081 (6)	1,212 (1)	1,054 (5)	- (0)	- (0)	- (0)	944 (12)	954 (9)	915 (3)
14	規制区間内 (単路部)	1,003 (13)	1,022 (9)	960 (4)	1,075 (2)	1,136 (1)	1,014 (1)	995 (7)	1,010 (5)	958 (2)	982 (4)	1,006 (3)	910 (1)
15-1	規制始端部	1,255 (2)	1,255 (2)	- (0)	1,255 (2)	1,255 (2)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
16-1	規制始端部	1,107 (1)	1,107 (1)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	1,107 (1)	1,107 (1)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
16-3	規制区間内 (単路部)	1,016 (4)	1,011 (3)	1,031 (1)	- (0)	- (0)	- (0)	994 (3)	975 (2)	1,031 (1)	1,084 (1)	1,084 (1)	- (0)
18-1	規制始端部	1,038 (2)	1,038 (2)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	1,038 (2)	1,038 (2)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
19	規制始端部	1,264 (203)	1,272 (178)	1,207 (25)	1,282 (78)	1,291 (67)	1,225 (11)	1,272 (84)	1,279 (74)	1,216 (10)	1,214 (41)	1,222 (37)	1,134 (4)
20-2	規制区間内 (合流部)	1,122 (107)	1,128 (99)	1,046 (8)	1,211 (25)	1,223 (22)	1,129 (3)	1,137 (47)	1,145 (44)	1,009 (3)	1,039 (35)	1,043 (33)	977 (2)
21	規制始端部	1,220 (74)	1,264 (47)	1,142 (27)	1,254 (43)	1,291 (28)	1,184 (15)	1,203 (26)	1,233 (18)	1,137 (8)	1,009 (5)	1,064 (1)	995 (4)
22-1	規制始端部	1,194 (112)	1,241 (67)	1,124 (45)	1,168 (67)	1,218 (41)	1,090 (26)	1,263 (33)	1,299 (22)	1,191 (11)	1,149 (12)	1,163 (4)	1,143 (8)
22-2	規制区間内 (合流部)	1,223 (16)	1,264 (11)	1,134 (5)	1,228 (14)	1,263 (10)	1,139 (4)	1,192 (2)	1,270 (1)	1,114 (1)	- (0)	- (0)	- (0)
24	規制始端部	960 (2)	960 (2)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	1,124 (1)	1,124 (1)	- (0)	796 (1)	796 (1)	- (0)
25	規制区間内 (単路部)	1,143 (15)	1,143 (15)	- (0)	1,153 (14)	1,153 (14)	- (0)	1,002 (1)	1,002 (1)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
26	規制始端部	1,224 (27)	1,218 (24)	1,271 (3)	1,399 (9)	1,380 (8)	1,550 (1)	1,263 (9)	1,266 (8)	1,245 (1)	1,010 (9)	1,009 (8)	1,018 (1)
27	規制始端部	1,241 (1)	1,241 (1)	- (0)	1,241 (1)	1,241 (1)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
29-1	規制始端部	1,337 (1)	1,337 (1)	- (0)	1,337 (1)	1,337 (1)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
29-2	規制区間内 (単路部)	1,241 (9)	1,241 (9)	- (0)	1,241 (9)	1,241 (9)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
30-1	規制始端部	1,323 (17)	1,353 (15)	1,096 (2)	1,442 (7)	1,442 (7)	- (0)	1,321 (7)	1,344 (6)	1,185 (1)	1,049 (3)	1,070 (2)	1,007 (1)
30-2	規制区間内 (単路部)	1,043 (13)	1,043 (13)	- (0)	1,325 (2)	1,325 (2)	- (0)	1,126 (5)	1,126 (5)	- (0)	880 (6)	880 (6)	- (0)
31	規制区間内 (車線シフト部)	1,089 (10)	1,103 (8)	1,033 (2)	1,089 (10)	1,103 (8)	1,033 (2)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
32	規制始端部	1,215 (16)	1,215 (16)	- (0)	1,362 (5)	1,362 (5)	- (0)	1,227 (7)	1,227 (7)	- (0)	1,010 (4)	1,010 (4)	- (0)
35	規制始端部	1,009 (3)	1,388 (1)	819 (2)	1,388 (1)	1,388 (1)	- (0)	905 (1)	- (0)	905 (1)	734 (1)	- (0)	734 (1)
36	規制始端部	1,048 (13)	1,124 (5)	1,000 (8)	1,144 (3)	1,331 (1)	1,050 (2)	1,066 (5)	1,175 (2)	993 (3)	972 (5)	970 (2)	973 (3)

※車両感知器データより集計





全天候

測点	規制始端部	規制区間内(合流部)	規制区間内(車線シフト部)
No. 6-1 (N=0)	1,273		
No. 6-2 (N=1)		1,273	
No. 9-1 (N=3)	1,180		
No. 10 (N=2)		1,036	1,036
No. 12-2 (N=6)		1,081	
No. 14 (N=2)		1,075	
No. 15-1 (N=2)	1,255		
No. 16-1 (N=0)			
No. 16-3 (N=0)			
No. 18-1 (N=0)			
No. 19 (N=78)	1,282		
No. 20-2 (N=25)		1,211	
No. 21 (N=43)	1,254		
No. 22-1 (N=67)	1,168		
No. 22-2 (N=14)		1,228	
No. 24 (N=0)			
No. 25 (N=14)		1,153	
No. 26 (N=9)	1,399		
No. 27 (N=1)	1,241		
No. 29-1 (N=1)	1,337		
No. 29-2 (N=9)		1,241	
No. 30-1 (N=7)	1,442		
No. 30-2 (N=2)		1,325	
No. 31 (N=10)			1,089
No. 32 (N=5)	1,362		
No. 35 (N=1)	1,388		
No. 36 (N=3)			1,144

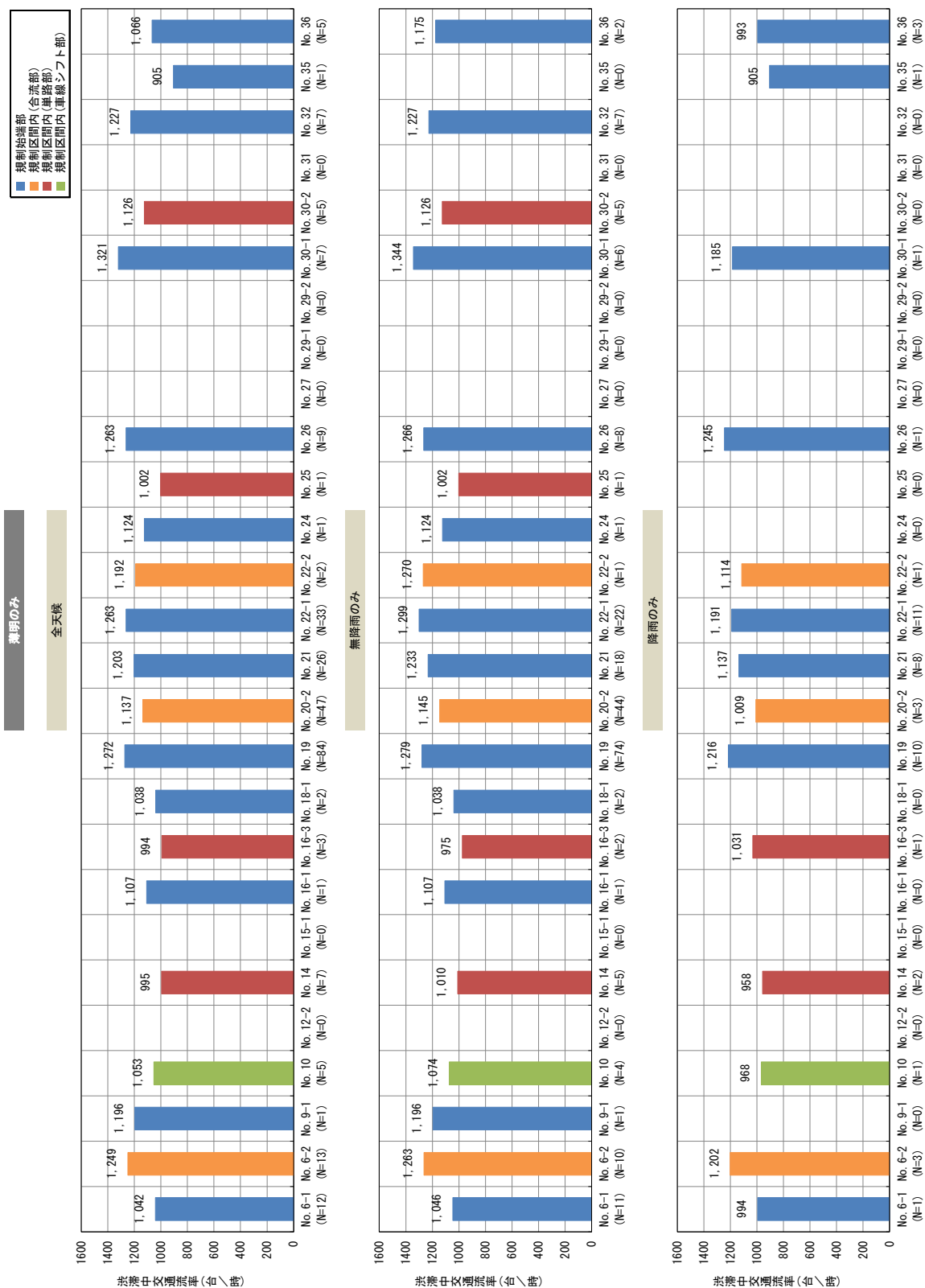
無降雨のみ

測点	規制始端部	規制区間内(合流部)	規制区間内(車線シフト部)
No. 6-1 (N=0)	1,273		
No. 6-2 (N=1)		1,273	
No. 9-1 (N=3)	1,180		
No. 10 (N=2)		1,036	1,036
No. 12-2 (N=1)		1,212	
No. 14 (N=1)		1,136	
No. 15-1 (N=2)	1,255		
No. 16-1 (N=0)			
No. 16-3 (N=0)			
No. 18-1 (N=0)			
No. 19 (N=67)	1,281		
No. 20-2 (N=22)		1,223	
No. 21 (N=28)	1,291		
No. 22-1 (N=41)	1,218		
No. 22-2 (N=10)		1,263	
No. 24 (N=0)			
No. 25 (N=14)		1,153	
No. 26 (N=8)	1,380		
No. 27 (N=1)	1,241		
No. 29-1 (N=1)	1,337		
No. 29-2 (N=9)		1,241	
No. 30-1 (N=7)	1,442		
No. 30-2 (N=2)		1,325	
No. 31 (N=8)			1,103
No. 32 (N=5)	1,362		
No. 35 (N=1)	1,388		
No. 36 (N=1)			1,331

降雨のみ

測点	規制始端部	規制区間内(合流部)	規制区間内(車線シフト部)
No. 6-1 (N=0)			
No. 6-2 (N=0)			
No. 9-1 (N=0)			
No. 10 (N=0)			
No. 12-2 (N=5)		1,054	
No. 14 (N=1)		1,014	
No. 15-1 (N=0)			
No. 16-1 (N=0)			
No. 16-3 (N=0)			
No. 18-1 (N=0)			
No. 19 (N=11)	1,225		
No. 20-2 (N=3)		1,129	
No. 21 (N=15)	1,184		
No. 22-1 (N=26)	1,090		
No. 22-2 (N=4)		1,139	
No. 24 (N=0)			
No. 25 (N=0)			
No. 26 (N=1)	1,550		
No. 27 (N=0)			
No. 29-1 (N=0)			
No. 29-2 (N=0)			
No. 30-1 (N=0)			
No. 30-2 (N=0)			
No. 31 (N=2)			1,033
No. 32 (N=0)			
No. 35 (N=0)			
No. 36 (N=2)			1,050

図 4-5(b) 交通容量の算出結果(平均値)



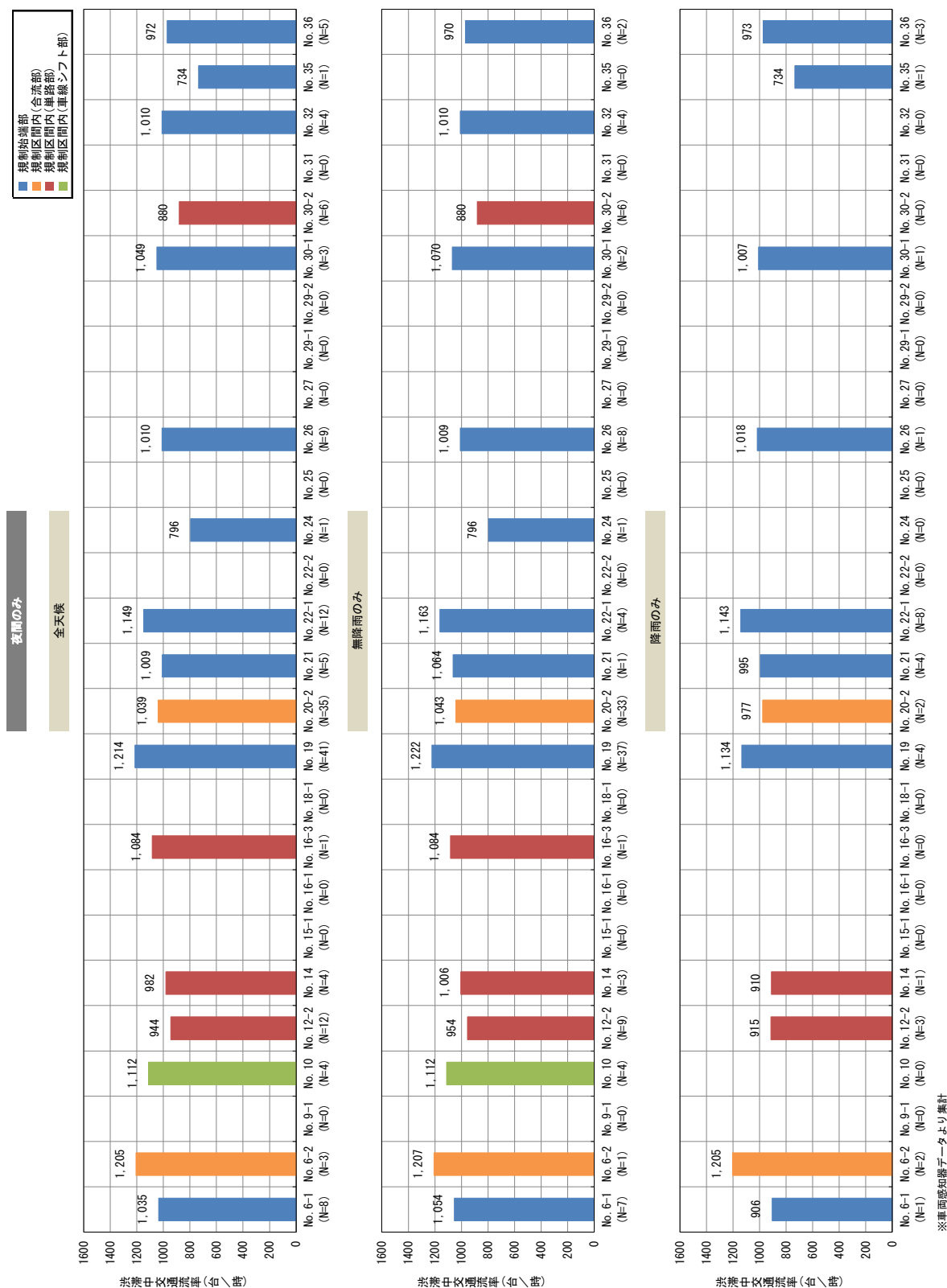
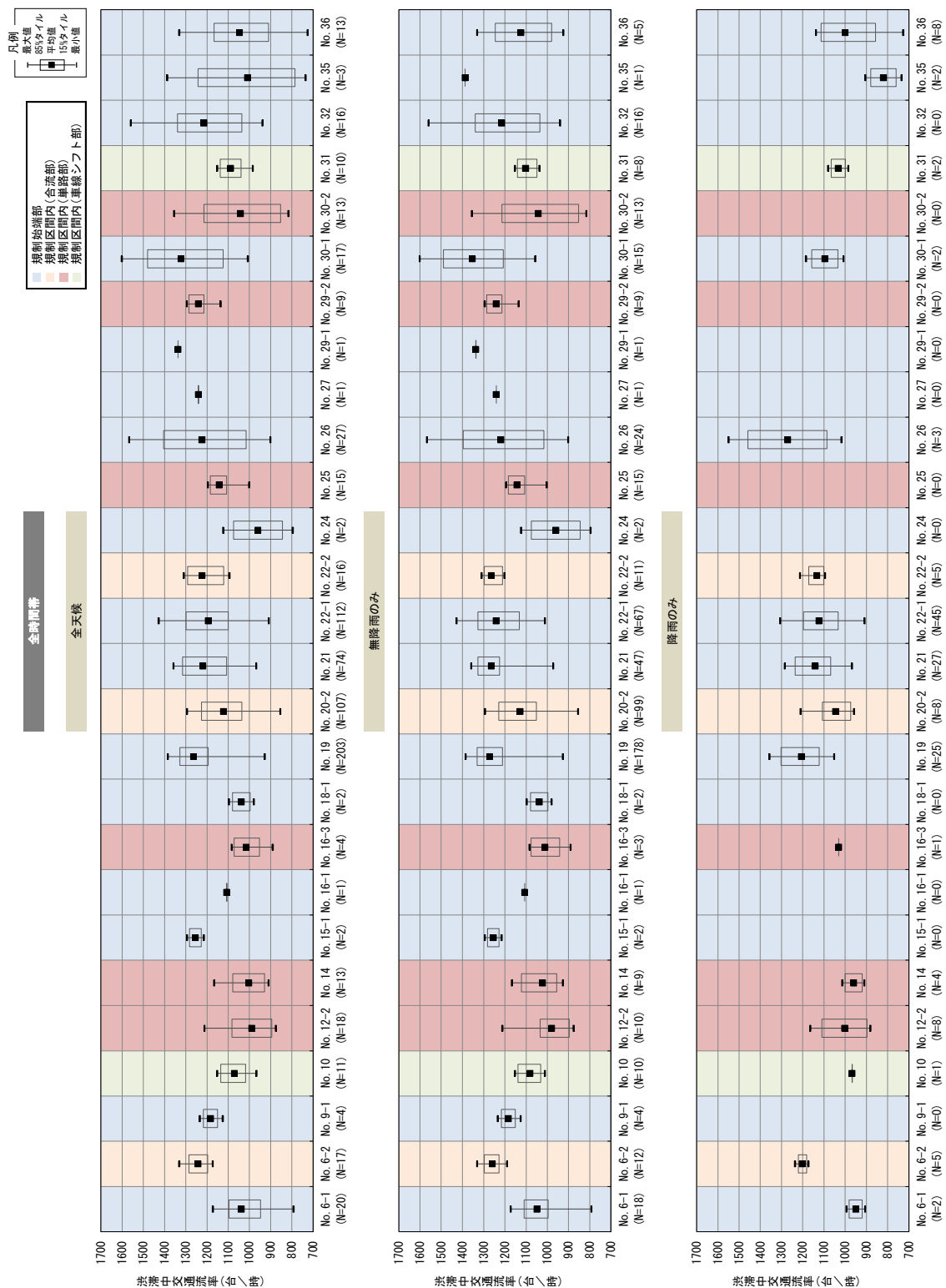


図 4-5(d) 交通容量の算出結果(平均値)



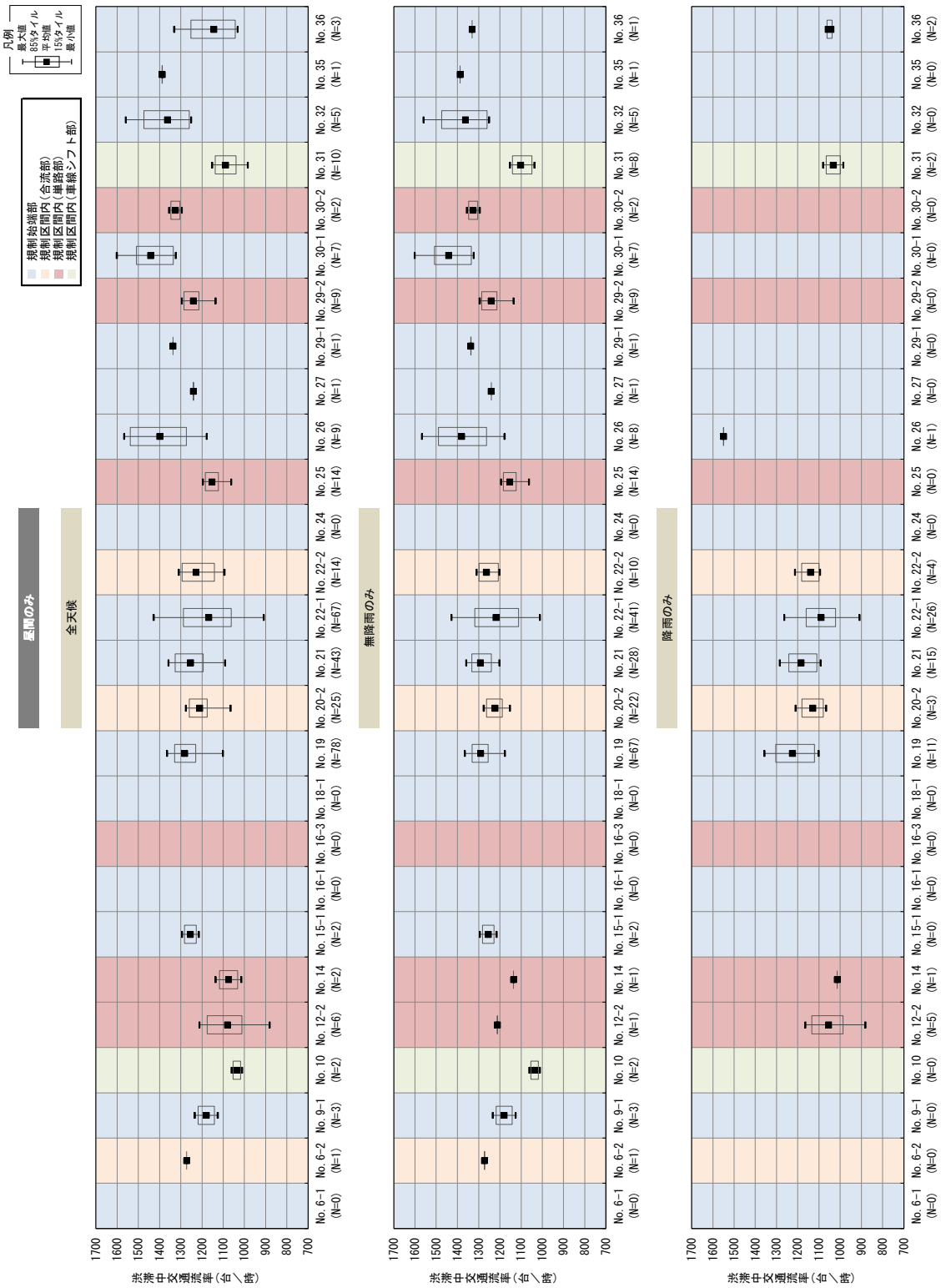
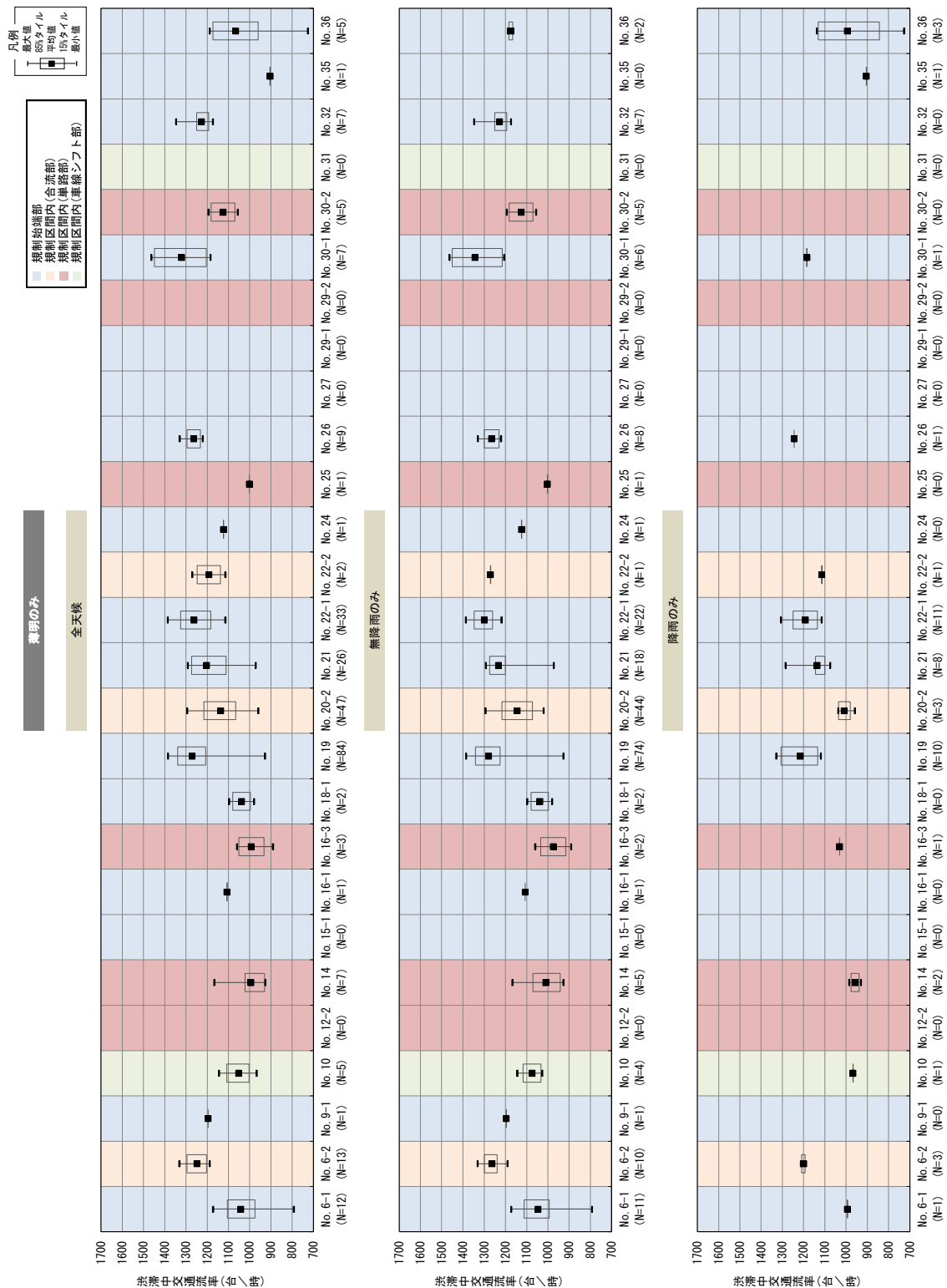


図 4-6(b) 交通容量の算出結果(箱ひげ図)



※車両感知器データより集計

図 4-6(c) 交通容量の算出結果(箱ひげ図)

4.3 交通容量変動要因分析

4.3.1 分析概要

4.2 の渋滞容量分析により渋滞中交通流率を取得できた昼間かつ無降雨の 22 箇所を対象に、交通容量の変動要因分析を行う。

4.3.2 気象条件・交通条件と交通容量の関係

(1)気象条件

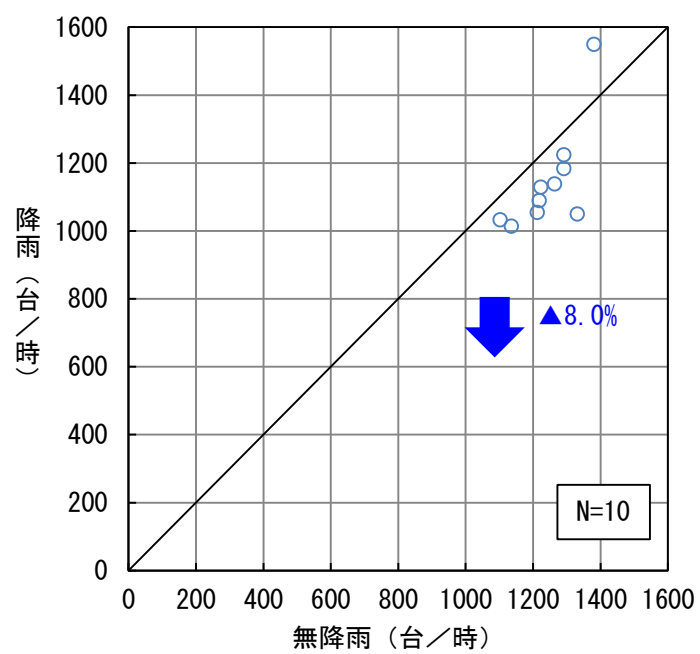
車線規制時における渋滞中交通流率のうち、気象条件として渋滞先頭地点別に無降雨と降雨を比較した結果を図 4-7 に、昼間と薄明、昼間と夜間を比較した結果を図 4-8 に示す。図中の 1 プロットは渋滞先頭地点別にみた対象条件ごとの平均値である。無降雨のみの地点や、昼間しか渋滞していない地点があるため、箇所数が 22 箇所より少なくなっている。

昼間を対象に無降雨と降雨の渋滞中交通流率を比較すると、いずれの地点も降雨は無降雨より低く、降雨が渋滞中交通流率に影響を与えていることがわかる。平均としては、降雨時が無降雨よりも 8%低い。なお、対象とした 10 地点では、昼間を対象に集計しているものの、サンプル数の制約から、地点特性(都市部/地方部・道路線形)や、渋滞時間帯(朝夕ピーク/オフピーク)は考慮していない。

同様に、無降雨を対象として明暗の影響をみると、薄明は昼間に対して 5%低く、夜間は昼間に対して 16%低い。なお、この比較においては夜間の大型車混入率が高くなることで、夜間の渋滞中交通流率が低くなっているということが考えられる。そのため、大型車混入率を確認したところ、夜間に渋滞が発生してもそれが深夜まで継続せず、夜間の渋滞中交通流率に深夜のデータが含まれないため、比較対象のサンプルにおいて大きな差はなかった。

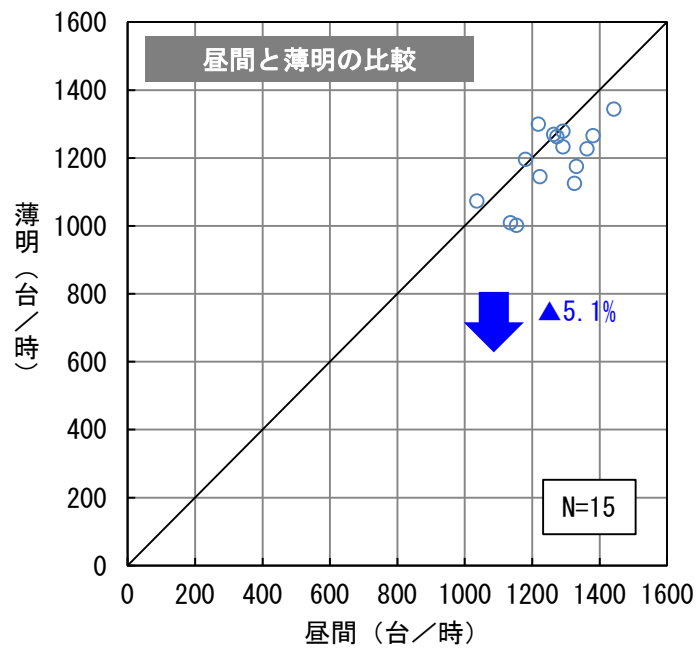
都市間高速道路の交通集中渋滞を対象とした石田ら²¹⁾の研究では、気象条件が渋滞中交通流率に影響を与えることを指摘し、降雨時が無降雨よりも 7%低く、薄明が昼間に対して 2%、夜間は昼間に対して 7%低いことを示している。本研究で得られた規制時における気象条件別の渋滞中交通流率は、降雨が同様の傾向、明暗がこれより高い減少率であった。

気象条件のうち降雨時は渋滞中交通流率に大きな影響を与えるため、以降の交通条件・規制条件と交通容量の関係分析では「無降雨」のデータを対象とする。また、明暗の影響も大きいものの、薄明・夜間の渋滞が少なく、十分な対象サンプル数が得られないことから、「昼間」を対象とする。

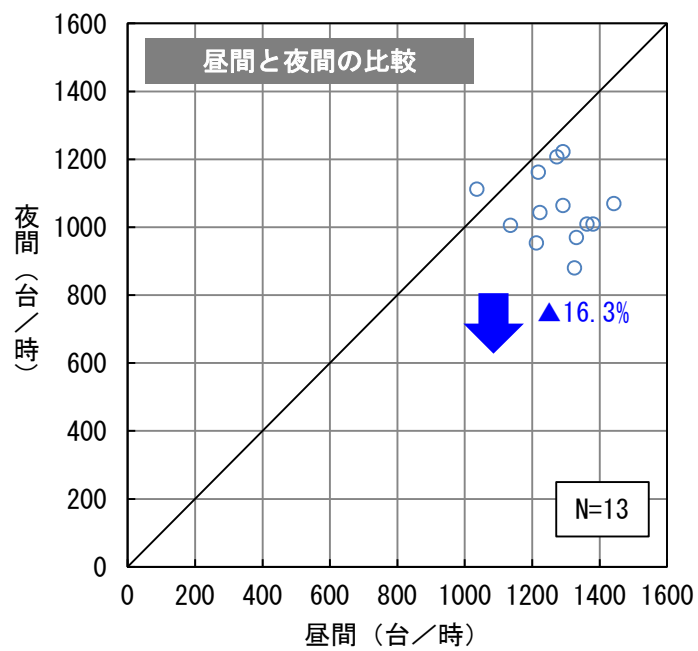


※昼間のみ

図 4-7 降雨と渋滞中交通流率の関係



※無降雨のみ



※無降雨のみ

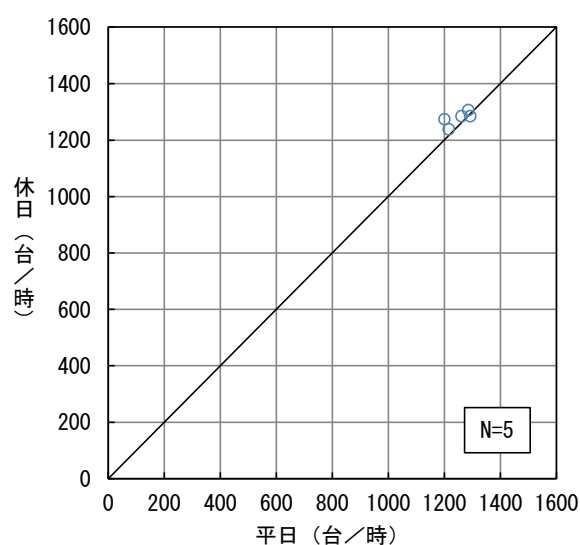
図 4-8 明暗と渋滞中交通流率の関係

(2)交通条件

交通条件として、渋滞先頭地点別の平日・休日と渋滞中交通流率の関係を比較した結果を図 4-9 に示す。また、大型車混入率と渋滞中交通流率の関係を図 4-10 に示す。

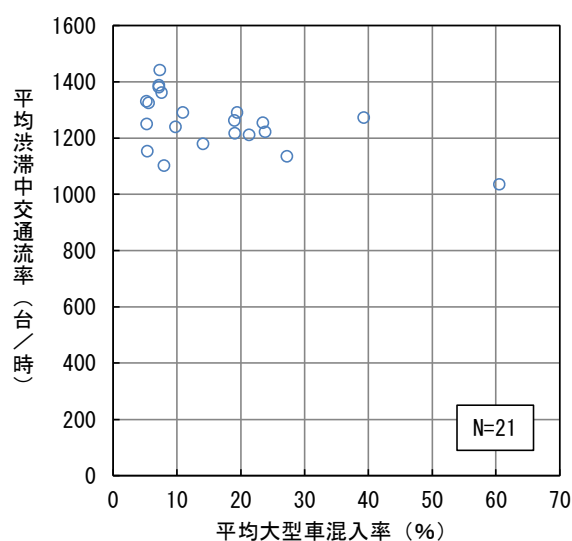
石田ら²¹⁾の研究では、休日の渋滞中交通流率が平日より 3%低いことを示している。車線規制時においても同様の傾向になることを想定したが、規制条件や道路交通条件等の影響が大きいいためか、そのような傾向は確認できなかった。

また、大型車混入率と渋滞中交通流率の関係は、大型車混入率の大半が 30%未満であるものの、大型車混入率が高いほど、渋滞中交通流率が低くなる傾向がみられる。なお、工事渋滞は主に昼間に発生するが、昼間の大型車混入率は夜間に比べ低いことに留意しておく必要がある。



※無降雨のみ、昼間のみ

図 4-9 平日・休日と渋滞中交通流率の関係



※無降雨のみ、昼間のみ

図 4-10 大型車混入率と渋滞中交通流率の関係

4.3.3 規制条件と交通容量の関係

(1) 渋滞先頭地点

渋滞先頭地点別にみた規制区間別渋滞中交通流率を図 4-11 に示す。また、規制区間別渋滞中交通流率の諸元を表 4-3 に、渋滞先頭地点別平均渋滞中交通流率を図 4-12 に示し、渋滞発生時間帯と渋滞中交通流率の関係(No.22-1)を図 4-13 に示す。

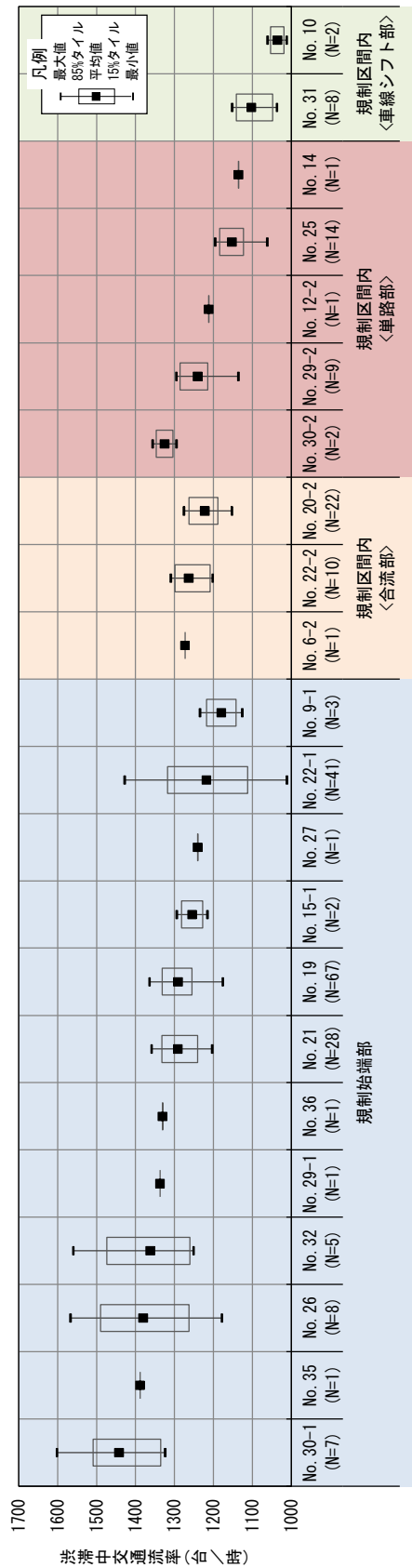
4 つの渋滞先頭地点別に渋滞中交通流率をみると、規制始端部は 1,180～1,442 台/時、規制区間内の合流部は 1,223～1,273 台/時、規制区間内の単路部は 1,136～1,325 台/時、規制区間内の車線シフト部は 1,036～1,103 台/時である。規制始端部の渋滞中交通流率が最も高く、規制区間内の合流部、規制区間内の単路部、規制区間内の車線シフト部の順に低い。

なお、地点ごとの渋滞中交通流率にはばらつきがあり、特に規制始端部の No.30-1 と No.26, No.32, No.22-1 のばらつきが大きい。このうち、No.22-1 の東名(下)名古屋→春日井は、渋滞発生時間帯の違いや、AM・PM での最大渋滞長の違いが交通容量のばらつきに影響している可能性がある。また、No.26, No.30-1, No.32 の中央道(下)中津川→園原は、当該区間の縦断線形の起伏が激しいことや、渋滞先頭地点である規制始端部の直近下流に神坂 PA が存在するため、立ち寄り率や合流交通が、交通容量のばらつきに影響している可能性がある。

ここで、渋滞先頭地点別に平均渋滞中交通流率を集計すると(図 4-12)、規制始端部が 1,310 台/時であるのに対して規制区間内の全体が 1,195 台/時であり、115 台/時(9%)低い。規制区間内を渋滞要因別にみると、合流部は 1,253 台/時であり規制始端部より 57 台/時(4%)低く、単路部は 1,213 台/時で 97 台/時(7%)、車線シフト部は 1,069 台/時で 241 台/時(18%)低い。規制始端部や規制区間内の合流部といった車両の合流があるような地点で渋滞中交通流率が高く、それ以外の地点では低い傾向にある。特に、車線シフト部が低く、平面線形の影響が考えられる。

規制条件

渋滞先頭地点別（箱ひげ図）



※無降雨のみ、屋間のみ

諸元	単位：台																						
	No. 30-1	No. 35	No. 26	No. 32	No. 29-1	No. 36	No. 21	No. 19	No. 15-1	No. 27	No. 22-1	No. 9-1	No. 6-2	No. 22-2	No. 20-2	No. 30-2	No. 29-2	No. 12-2	No. 25	No. 14	No. 31	No. 10	
最小値	1,324	1,388	1,178	1,251	1,337	1,331	1,203	1,176	1,216	1,241	1,011	1,126	1,273	1,202	1,152	1,295	1,136	1,212	1,062	1,136	1,037	1,012	
15%タイル値	1,335	1,388	1,263	1,260	1,337	1,331	1,241	1,255	1,227	1,241	1,112	1,142	1,273	1,208	1,189	1,304	1,214	1,212	1,123	1,136	1,048	1,019	
平均値	1,442	1,388	1,380	1,362	1,337	1,331	1,291	1,291	1,255	1,241	1,218	1,180	1,273	1,263	1,223	1,325	1,241	1,212	1,153	1,136	1,103	1,036	
85%タイル値	1,509	1,388	1,490	1,474	1,337	1,331	1,332	1,331	1,282	1,241	1,318	1,218	1,273	1,299	1,263	1,347	1,286	1,212	1,184	1,136	1,141	1,053	
最大値	1,602	1,388	1,567	1,560	1,337	1,331	1,359	1,364	1,294	1,241	1,428	1,234	1,273	1,309	1,276	1,356	1,295	1,212	1,195	1,136	1,152	1,061	
標準偏差	98	-	124	128	-	-	45	43	56	-	95	54	-	40	36	43	48	-	37	-	42	35	
サンプル数	7	1	8	5	1	1	28	67	2	1	41	3	1	10	22	2	9	1	14	1	8	2	

図 4-11 渋滞先頭地点別にみた規制区間別渋滞中交通流率

表 4-3 規制区間別渋滞中交通流率の諸元

工事基本情報				規制条件				渋滞先頭地点情報				交通容量分析結果			
No.	路線	方向	工事規制区間	規制区間 延長 (km)	片側 車線数	規制始端部 の絞り込み 車線	対面通行規制形態			渋滞 先頭 地点 (kp)	渋滞 先頭地点 渋滞 先頭地点 (台/時)	縦断 勾配 (%)	大型車 混入率 (%)	サンプル 数	
							利用方向	利用車線	順向対向 の分類						
6-2	東名	下	裾野 → 愛鷹スマート	4.1	1	追越車線	下り線	走行車線	順向	103.5	合流部	-0.7	1273	39.3	1
9-1	東名	上	沼津 → 裾野	5.7	1	追越車線	上り線	走行車線	順向	101.7	規制始端部	1.3	1180	14.1	3
10	東名	下	裾野 → 沼津	7.4	1	追越車線	上り線	追越車線	対向	95.7	車線シフト部	-3.0	1036	60.5	2
12-2	東名	下	愛鷹スマート → 富士	6.7	1	追越車線	下り線	走行車線	順向	110.9	単路部	0.5	1212	21.3	1
14	東名	下	愛鷹スマート → 富士	7.4	1	追越車線	上り線	追越車線	対向	110.9	単路部	0.5	1136	27.2	1
15-1	東名	上	清水JCT → 富士川スマート	7.3	1	追越車線	上り線	走行車線	順向	136.1	規制始端部	0.0	1255	23.5	2
19	東名	上	春日井 → 守山スマート	2.3	1	追越車線	上り線	走行車線	順向	336.5	規制始端部	-2.0	1291	10.9	67
20-2	東名	下	名古屋 → 春日井	1.8	2	追越車線	上り線	追越車線	対向	333.9	合流部	-2.0	1223	23.9	22
				3.4	1	付加車線									
21	東名	上	春日井 → 守山スマート	3.2	1	追越車線	下り線	追越車線	対向	336.9	規制始端部	-2.0	1291	19.5	28
22-1	東名	下	名古屋 → 春日井	2.4	2	追越車線	下り線	走行車線	順向	330.1	規制始端部	3.0	1218	19.1	41
				3.4	1	付加車線									
22-2	東名	下	名古屋 → 春日井	2.4	2	追越車線	下り線	走行車線	順向	333.9	合流部	-2.0	1263	19.0	10
				3.4	1	付加車線									
25	中央道	上	中津川 → 國原	3.9	1	追越車線	上り線	走行車線	順向	281.9	単路部	4.1	1153	5.3	14
26	中央道	下	國原 → 中津川	4.3	1	追越車線	上り線	追越車線	対向	277.9	規制始端部	-5.0	1380	7.2	8
27	中央道	上	中津川 → 國原	4.6	1	追越車線	上り線	走行車線	順向	282.5	規制始端部	0.7	1241	9.7	1
29-1	中央道	上	中津川 → 國原	4.6	1	追越車線	上り線	走行車線	順向	282.7	規制始端部	0.7	1337	7.5	1
29-2	中央道	上	中津川 → 國原	4.6	1	追越車線	上り線	走行車線	順向	281.9	単路部	4.1	1241	5.0	9
30-1	中央道	下	國原 → 中津川	5.1	1	追越車線	上り線	追越車線	対向	277.1	規制始端部	-5.0	1442	7.3	7
30-2	中央道	下	國原 → 中津川	5.1	1	追越車線	上り線	追越車線	対向	279.9	単路部	-5.0	1325	5.6	2
31	中央道	上	中津川 → 國原	6.6	1	走行車線	下り線	追越車線	対向	282.1	車線シフト部	-1.0	1103	8.0	8
32	中央道	下	國原 → 中津川	4.8	1	追越車線	下り線	走行車線	順向	277.5	規制始端部	-5.0	1362	7.6	5
35	中央道	上	中津川 → 國原	1.9	1	追越車線	下り線	追越車線	対向	287.5	規制始端部	-0.6	1388	7.2	1
36	中央道	下	國原 → 中津川	1.8	1	追越車線	下り線	走行車線	順向	285.1	規制始端部	1.7	1331	5.2	1

※No. 20, 22の規制区間は、片側3車線→片側2車線、片側2車線→片側1車線の連続規制

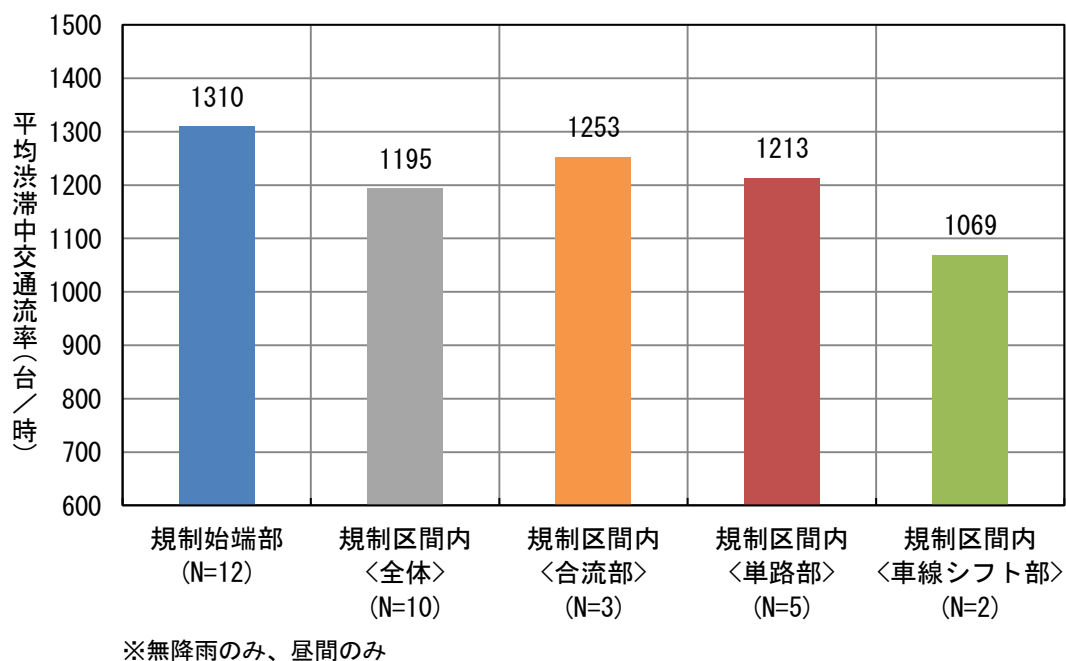


図 4-12 渋滞先頭地点別平均渋滞中交通流率

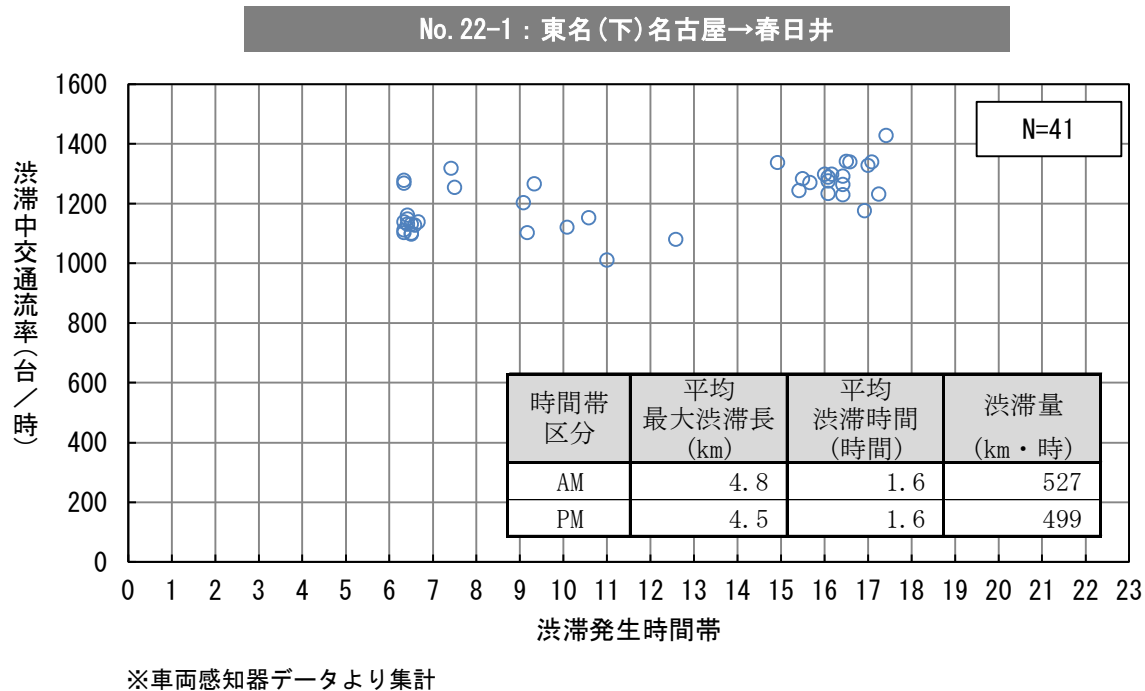


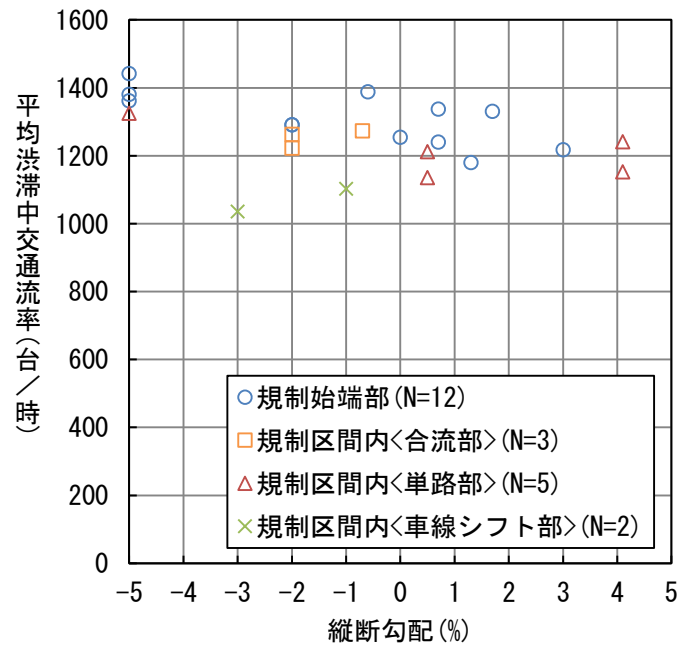
図 4-13 渋滞発生時間帯と渋滞中交通流率の関係

(2) 渋滞先頭地点の道路条件

縦断勾配と平均渋滞中交通流率の関係を図 4-14 に示す。また、平面曲率と平均渋滞中交通流率の関係を図 4-15 に、平面曲率の方向と渋滞中交通流率の関係を図 4-16 に示す。

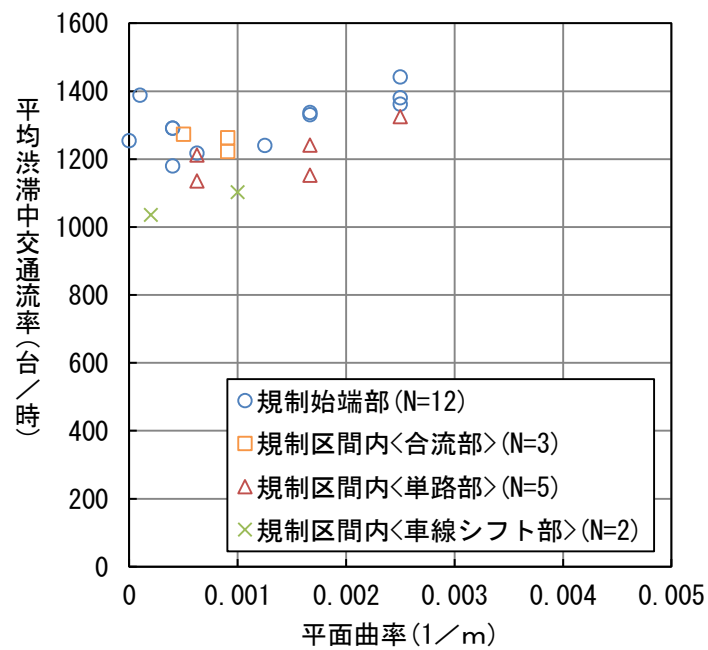
渋滞先頭地点における縦断勾配と渋滞中交通流率の関係をみると、全体として下り勾配よりも上り勾配の方が、渋滞中交通流率が低い傾向にある。渋滞先頭地点別では、箇所数が比較的多い規制始端部でもこの傾向を確認できる。規制始端部であっても、縦断勾配の影響を受けることが確認された。

平面曲率や平面曲率の方向と渋滞中交通流率の関係について、一般に右カーブの方が、対向車線側が広く見え、対向車両も気になると考えられるため交通流率も右カーブの方が小さくなると想定される。しかし、規制区間内(単路部)では、中央値が左カーブの方がわずかに小さく、規制始端部も同様であるが、変動幅が大きく明確な傾向は確認できない。規制区間内(合計)では、車線シフト部が左カーブしかないため、車線シフトの影響が反映され、明確な傾向は確認できない。これらについては、今後継続的に分析し、サンプル数を増やして検討していくことが必要であり、今後の課題とする。



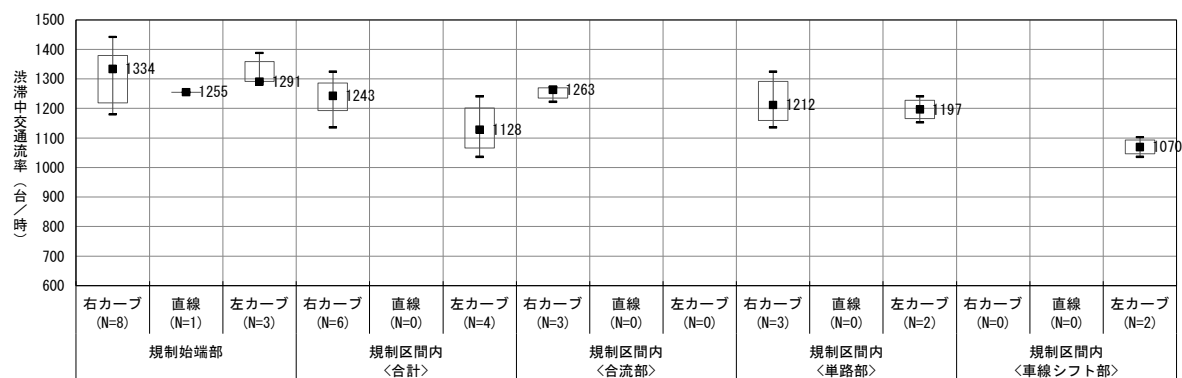
※車両感知器データより集計
 ※無降雨のみ
 ※昼のみ

図 4-14 縦断勾配と平均渋滞中交通流率の関係



※車両感知器データより集計
 ※無降雨のみ
 ※昼のみ

図 4-15 平面曲率と平均渋滞中交通流率の関係



単位：台/時

諸元	規制始端部			規制区内<合計>			規制区内<合流部>			規制区内<単路部>			規制区内<車線シフト部>		
	右カーブ	直線	左カーブ	右カーブ	直線	左カーブ	右カーブ	左カーブ	直線	右カーブ	直線	左カーブ	右カーブ	直線	左カーブ
最小値	1,180	1,255	1,291	1,136	-	1,036	1,223	-	-	1,136	-	1,153	-	-	1,036
15%タイル値	1,219	1,255	1,291	1,193	-	1,066	1,235	-	-	1,159	-	1,166	-	-	1,046
中央値	1,334	1,255	1,291	1,243	-	1,128	1,263	-	-	1,212	-	1,197	-	-	1,070
85%タイル値	1,379	1,255	1,359	1,286	-	1,201	1,270	-	-	1,291	-	1,228	-	-	1,093
最大値	1,442	1,255	1,388	1,325	-	1,241	1,273	-	-	1,325	-	1,241	-	-	1,103
標準偏差	90	-	56	64	-	86	26	-	-	95	-	62	-	-	47
サンプル数	8	1	3	6	0	4	3	0	0	3	0	2	0	0	2

※車両感知器データより集計

※無降雨のみ

※昼のみ

図 4-16 平面曲率の方向と渋滞中交通流率の関係

(3)規制区間条件

規制区間延長と平均渋滞中交通流率の関係を図 4-17 に示す。また、対面通行区間延長と平均渋滞中交通流率の関係を図 4-18 に、対面通行規制時の利用方向と渋滞中交通流率の関係を図 4-19 に、規制始端部の絞り込み車線と渋滞中交通流率の関係を図 4-20 に、片側車線数と渋滞中交通流率の関係を図 4-21 に示す。

規制区間延長と渋滞中交通流率の関係をみると、規制区間延長が長くなるほど、渋滞中交通流率が低下する傾向にある。前述のとおり、渋滞先頭地点が規制区間内の単路部の場合、規制区間延長が長い傾向にあり、この時の渋滞中交通流率が相対的に低いことが確認できる。また、対面通行区間延長と渋滞中交通流率の関係は、規制区間延長と同様の傾向である。

なお、対面通行規制時の利用方向、規制始端部の絞り込み車線、片側車線数と渋滞中交通流率の関係は、明確な傾向が確認できなかった。

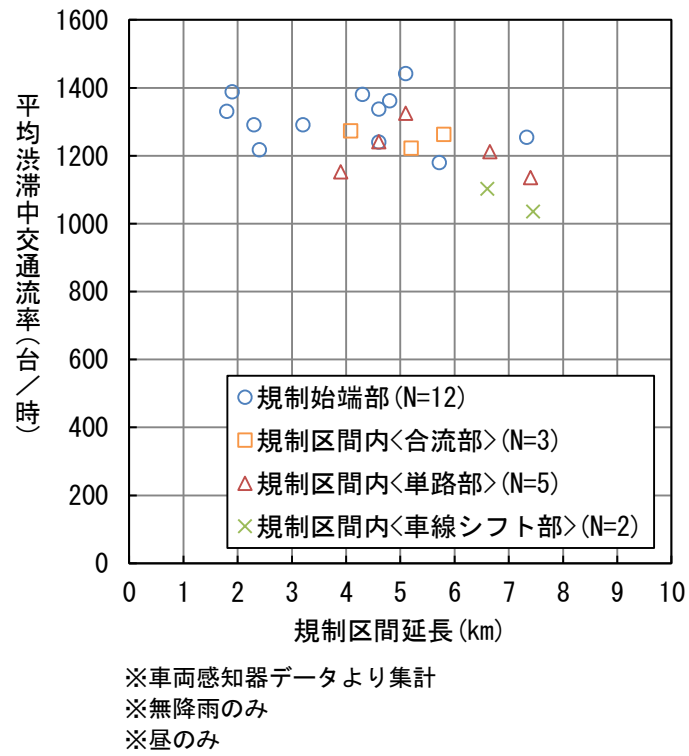


図 4-17 規制区間延長と平均渋滞中交通流率の関係

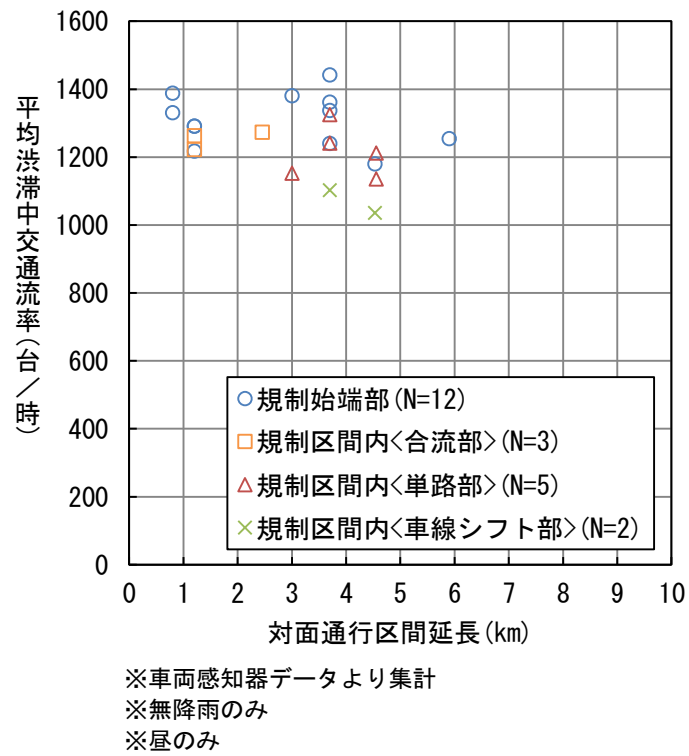


図 4-18 対面通行区間延長と平均渋滞中交通流率の関係

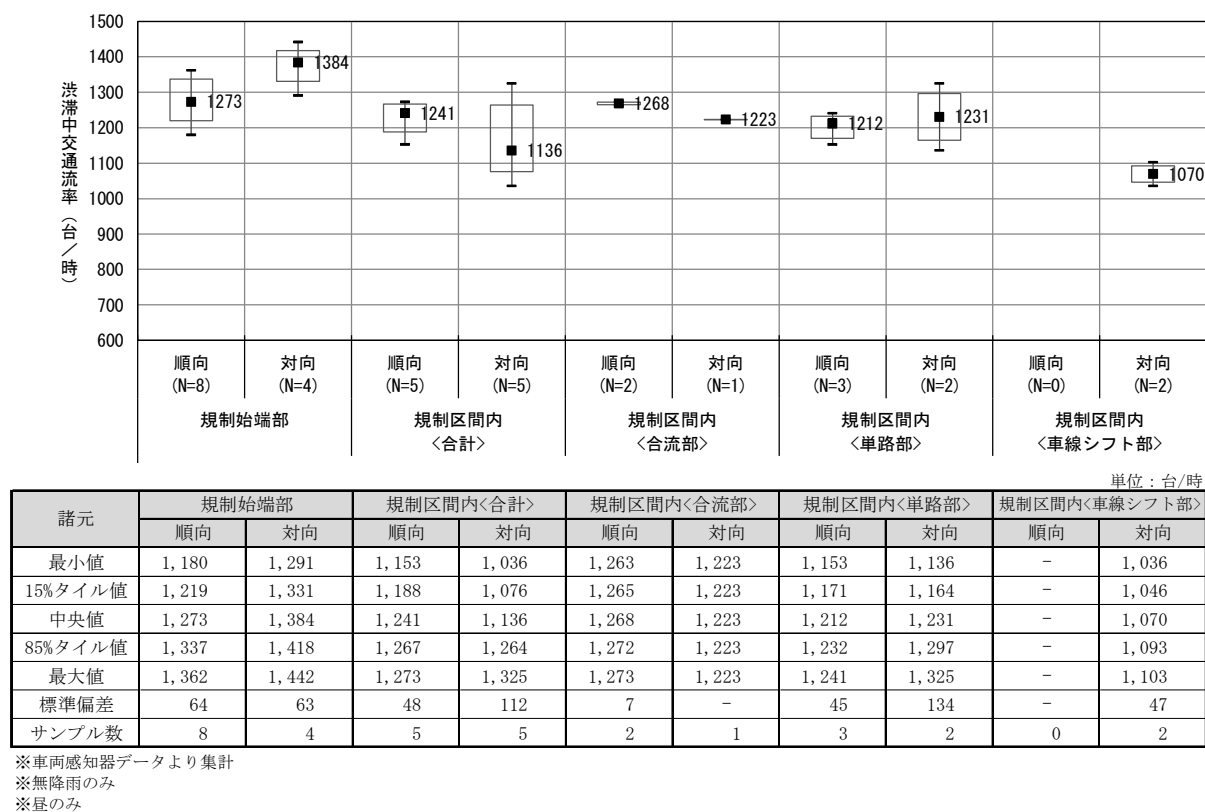


図 4-19 対面通行規制時の利用方向と渋滞中交通流率の関係

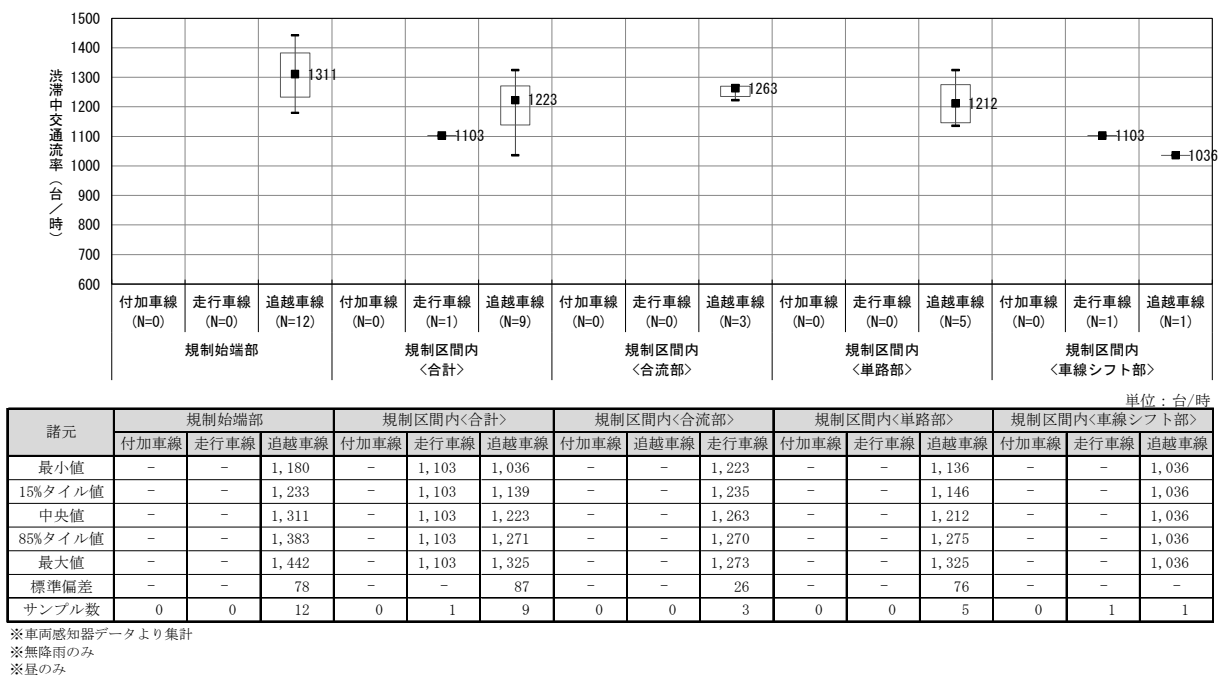
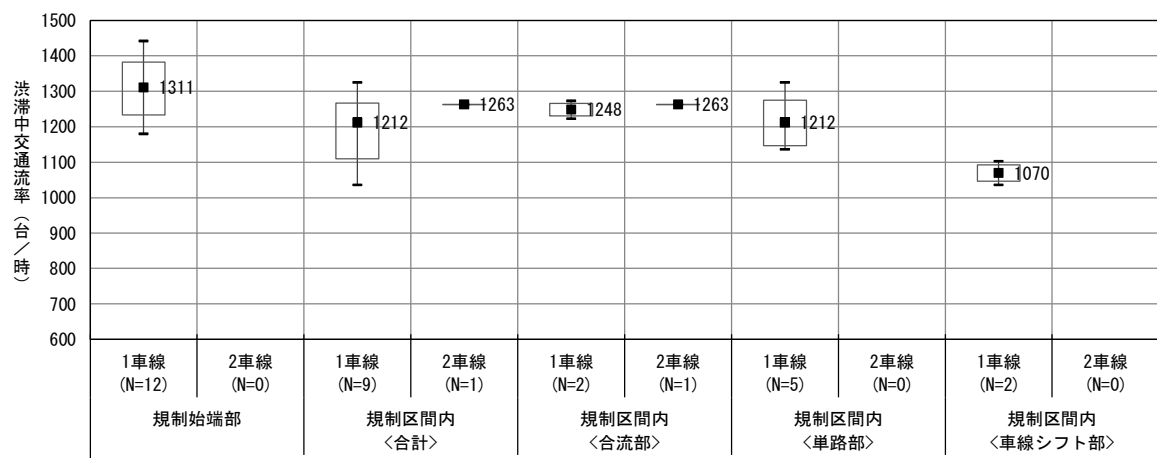


図 4-20 規制始端部の絞り込み車線と渋滞中交通流率の関係



単位：台/時

諸元	規制始端部		規制区間内<合計>		規制区間内<合流部>		規制区間内<単路部>		規制区間内<車線シフト部>	
	1車線	2車線	1車線	2車線	1車線	2車線	1車線	2車線	1車線	2車線
最小値	1,180	-	1,036	1,263	1,223	1,263	1,136	-	1,036	-
15%タイル値	1,233	-	1,110	1,263	1,231	1,263	1,146	-	1,046	-
中央値	1,311	-	1,212	1,263	1,248	1,263	1,212	-	1,070	-
85%タイル値	1,383	-	1,267	1,263	1,266	1,263	1,275	-	1,093	-
最大値	1,442	-	1,325	1,263	1,273	1,263	1,325	-	1,103	-
標準偏差	78	-	90	-	35	-	76	-	47	-
サンプル数	12	0	9	1	2	1	5	0	2	0

※車両感知器データより集計

※無降雨のみ

※昼のみ

図 4-21 片側車線数と渋滞中交通流率の関係

4.4 4章のまとめ

本章では、渋滞先頭地点 53 箇所のうち、車両感知器の精度不良や渋滞を検知していないものを除いた 27 箇所において、渋滞中交通流率を算出し、渋滞先頭地点のパターン別の交通容量（渋滞中交通流率）の値を明らかにした。工事規制時の渋滞は瞬間的に交通容量まで達することが、経験的に分かっているため、渋滞発生時交通流率と渋滞中交通流率は概ねに同様な値を取ると考え、渋滞中交通流率に着目している。

4 つの渋滞先頭地点のパターン別の渋滞中交通流率は、規制始端部は 1,180～1,442 台/時、規制区間内の合流部は 1,223～1,273 台/時、規制区間内の単路部は 1,136～1,325 台/時、規制区間内の車線シフト部は 1,036～1,103 台/時であった。

気象条件、交通条件、規制条件に分けて、これらの影響を分析し、交通容量の変動要因を明らかにした。

- ・ 気象条件として、降雨や明暗の影響があることと、大型車混入率が高いほど渋滞中交通流率が低下することを明らかにした。
- ・ 交通条件として、平日・休日の違いは見られなかった。
- ・ 大型車混入率の大半が 30%未満であるものの、大型車混入率が高くなると交通容量は低くなることを明らかにした。
- ・ 規制条件として渋滞先頭地点が影響し、規制始端部の渋滞中交通流率が最も高く、規制区間内の合流部、規制区間内の単路部、規制区間内の車線シフト部の順に低くなっていることを明らかにした。規制始端部や規制区間内の合流部といった車両の合流があるような地点では渋滞中交通流率が高く、それ以外が低い傾向にあり、特に車線シフト部が低く平面線形の影響が考えられる。
- ・ 縦断勾配との関係では、下り勾配より上り勾配の方が低くなる傾向にあり、規制始端部だけを捉えても同様な傾向であった。
- ・ 平面曲率と平面曲率の方向と渋滞中交通流率の関係については明確な傾向は確認できなかった。今後継続的に分析し、サンプル数を増やして検討していくことが必要であり、今後の課題とした。
- ・ 規制区間延長との関係では、規制区間延長が長いほど交通容量は低くなることを明らかにした。

5. 交通容量推定モデルの検討

5.1 はじめに

本章では、4 章で得られた交通容量をもとに、対面通行規制時の交通容量推定モデルを作成する。作成した交通容量推定モデルのパラメータについて、4 章で示した交通容量の変動要因との整合性について考察するとともに、交通容量推定モデルの実務での適用方法について示す。

5.2 交通容量推定モデルの推定方法

対面通行規制時における交通容量推定モデルは、重回帰モデルとして作成する。設定した変数は表 5-1 のとおり、No.1～4 が各渋滞先頭地点のダミー変数、No.5～10 が全渋滞先頭地点でデータ取得可能な変数、No.11～12 が規制区間内(単路部)のみでデータ取得可能な変数である。このうち、No.1～4、11～12 を変数とする場合は、渋滞先頭地点を事前に把握しておく必要がある。全ての変数の組合せとしてパラメータを推定し、符号条件や t 値、多重共線性を確認したうえで、各変数の組合せの中で説明しやすい変数を用いて交通容量モデルを推定した。なお、各変数の説明模式図を図 5-1 に示す。

交通容量推定モデルは、全渋滞先頭地点を対象として、渋滞先頭地点ダミー変数有無別の 3 モデル、各渋滞先頭地点の特徴を把握するために、渋滞先頭地点別として、サンプル数が相対的に多い規制始端部と規制区間内(単路部)の 2 モデルとした。

表 5-1 対面通行規制時における交通容量推定モデルの変数一覧

No.	変数名	影響要因の確認結果			備考
		渋滞先頭 地点の 特徴分析	交通容量 変動要因 分析	既往文献 整理	
①	規制始端部ダミー	○	○	－	渋滞先頭地点ダミー
②	合流部ダミー				
③	単路部ダミー				
④	車線シフト部ダミー				
⑤	規制区間延長(km)	○	○	－	
⑥	対面通行区間延長(km)	－	○	－	
⑦	対向ダミー	△	△	－	
⑧	大型車混入率(%)	－	○	○	
⑨	縦断勾配(%)	△	○	○	
⑩	平面曲率(1/km)	－	△	○	
⑪	勾配差(%)	△	－	○	規制区間内(単路部) モデルのみ使用
⑫	規制区間内のサグ個数	○	－	○	

※○：渋滞先頭や交通容量に対する影響あり
△：渋滞先頭や交通容量に対する影響不明

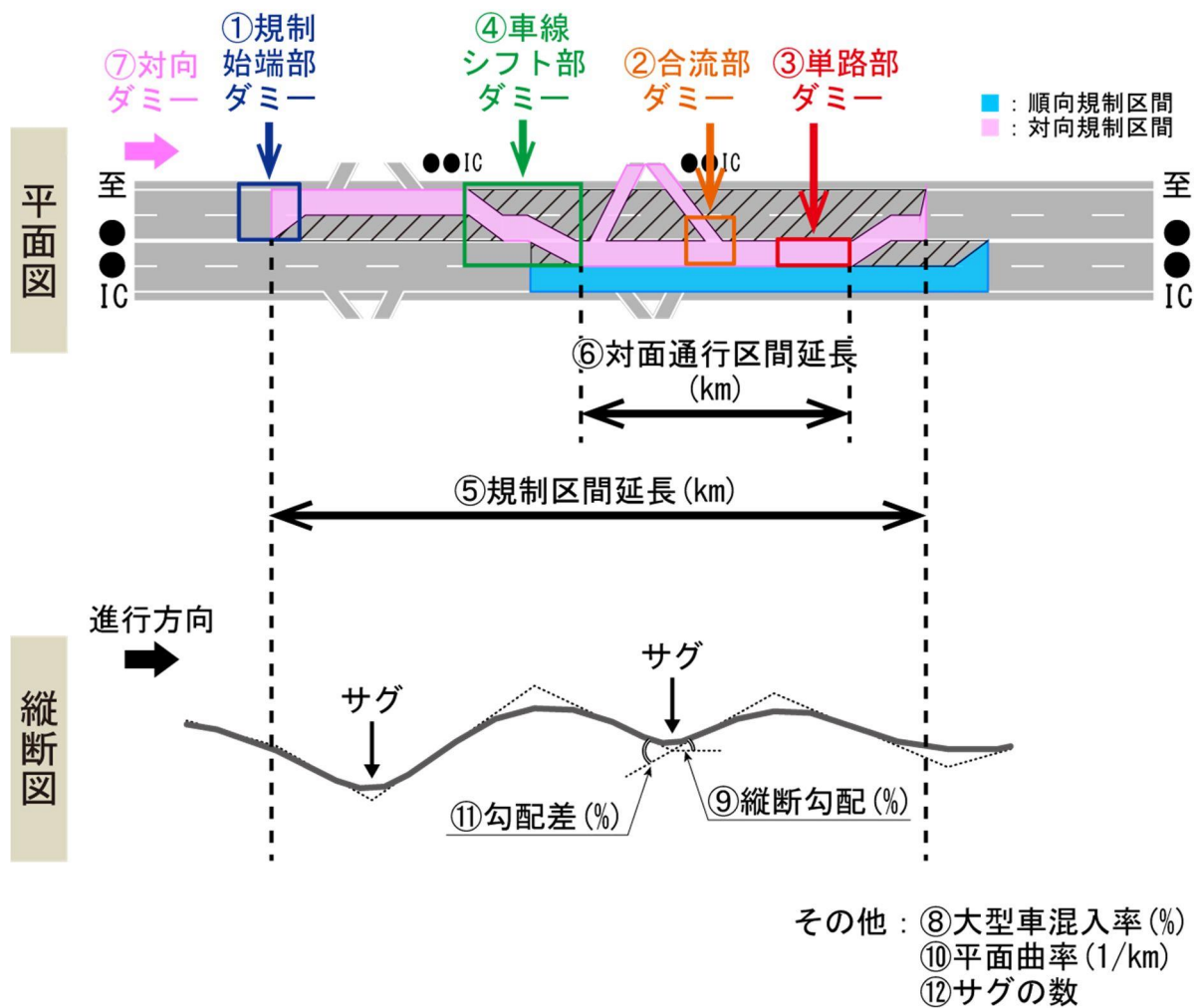


図 5-1 各変数の説明模式図

5.3 交通容量推定モデルの推定結果

5.3.1 全渋滞先頭地点

4章で算出した交通容量のうち、無降雨かつ昼間のデータである22箇所のサンプルデータを用いて、全渋滞先頭地点を対象とした対面通行規制時における交通容量推定モデルを推定する。推定結果を表5-2に示すとともに、交通容量の実績値と推定値の比較を図5-2に示す。

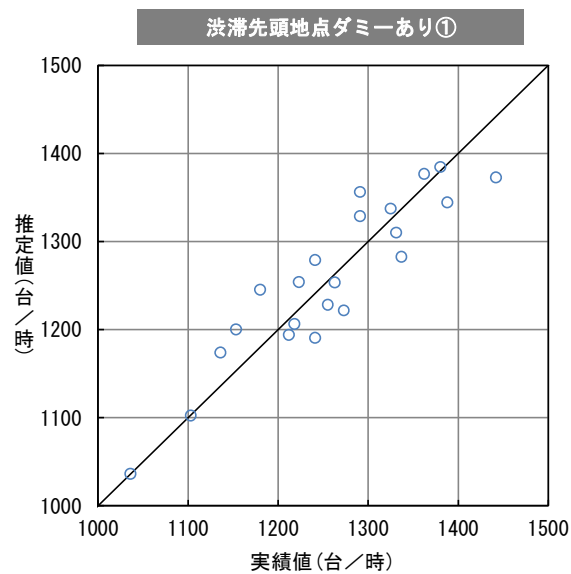
渋滞先頭地点ダミーあり①モデルは、自由度調整済み決定係数が高く、各変数のt値の絶対値も高い。規制始端部の場合に交通容量が高くなり、車線シフト部の場合に低くなる。規制区間長が長くなるほど、大型車混入率が高くなるほど、縦断勾配がきつくなるほど交通容量が低くなることを表現している。4章で示した交通容量の変動要因分析結果と一致しており、これらの影響を受けていると想定される。また、交通容量の実績値と推定値の比較結果をみても、大きな乖離は見られない。

次に、渋滞先頭地点ダミーあり②モデルは、渋滞先頭地点ダミーあり①モデルに、合流部ダミーを追加したものである。自由度調整済み決定係数が高く、各変数のt値の絶対値も高い。また、符号条件から、規制始端部や合流部の場合に交通容量が高くなり、車線シフト部の場合に低くなる。さらに、規制区間長が長くなるほど、大型車混入率が高くなるほど、縦断勾配がきつくなるほど交通容量が低くなることを表現している。これは前述までの交通容量の変動要因分析結果と一致しており、これらの影響を受けていると想定される。なお、これを交通容量の実績値と推定値の比較結果をみても、大きな乖離はみられない。

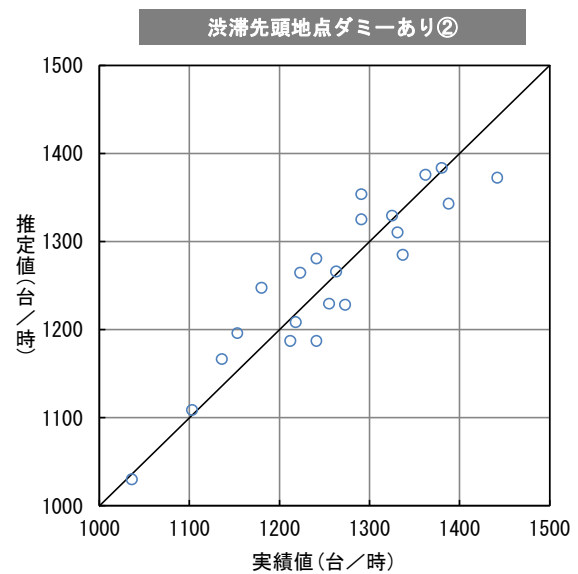
渋滞先頭地点ダミーなしのモデルは、ダミーありのモデルより説明力が低下するものの、車線シフト部に代わり対向ダミーが導入される特徴がある。このモデルは、渋滞先頭地点ダミーありのモデルに対して事前に渋滞先頭地点を把握する必要がないため、工事計画の事前検討に利用しやすいものと考えられる。ダミーなしのモデルは、相関係数が必ずしも高くないため図5-2の右下に示すモデル別の誤差率を確認すると、ダミーありモデルに比べて一部で誤差率が高いものもあるが、大きな乖離は見られず、一定の有効性はあると考えられる。ただし、他の工事に適用した場合の影響については検証できていない。また今後、サンプル数を拡充し、より詳細に渋滞先頭地点や交通容量の変動要因を把握したうえで、精緻化していく必要がある。

表 5-2 対面通行規制時における交通容量モデルの推定結果(全渋滞先頭地点)

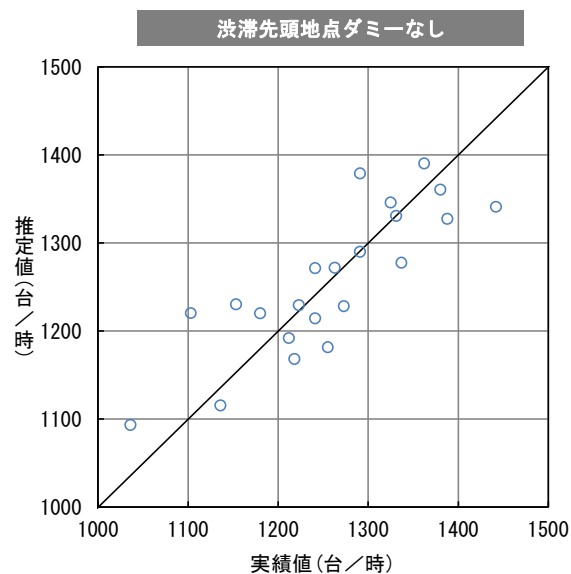
変数名	渋滞先頭地点 ダミーあり①			渋滞先頭地点 ダミーあり②			渋滞先頭地点 ダミーなし		
	パラメータ	t値	p値	パラメータ	t値	p値	パラメータ	t値	p値
規制始端部ダミー	38.26	1.69	0.110	46.29	1.68	0.114	—	—	—
合流部ダミー	—	—	—	21.03	0.54	0.599	—	—	—
車線シフト部ダミー	-140.91	-3.57	0.003	-130.09	-2.88	0.011	—	—	—
規制区間延長(km)	-14.53	-1.98	0.066	-13.41	-1.72	0.107	-24.07	-2.59	0.019
対向ダミー	—	—	—	—	—	—	-42.92	-1.33	0.200
大型車混入率(%)	-1.69	-1.88	0.079	-1.92	-1.89	0.079	-2.84	-2.47	0.025
縦断勾配(%)	-17.03	-4.66	0.000	-16.48	-4.25	0.001	-20.66	-3.58	0.002
定数項(台/時)	1335.85	32.75	0.000	1326.27	29.22	0.000	1424.07	33.36	0.000
重決定係数 R^2	0.84			0.84			0.69		
自由度調整済み 決定係数 R^2	0.79			0.78			0.62		
サンプル数	22			22			22		



諸元	
サンプル数	22
相関係数	0.92
RMS誤差(台/時)	39
平均誤差率(%)	3



諸元	
サンプル数	22
相関係数	0.92
RMS誤差(台/時)	38
平均誤差率(%)	3



諸元	
サンプル数	22
相関係数	0.83
RMS誤差(台/時)	54
平均誤差率(%)	3

モデル別誤差率				
NO.	ダミーあり①	ダミーあり②	ダミーなし	
6-2	-4%	-4%	-4%	
9-1	6%	6%	3%	
10	0%	-1%	6%	
12-2	-1%	-2%	-2%	
14	3%	3%	-2%	
15-1	-2%	-2%	-6%	
19	5%	5%	7%	
20-2	3%	3%	1%	
21	3%	3%	0%	
22-1	-1%	-1%	-4%	
22-2	-1%	0%	1%	
25	4%	4%	7%	
26	0%	0%	-1%	
27	3%	3%	2%	
29-1	-4%	-4%	-4%	
29-2	-4%	-4%	-2%	
30-1	-5%	-5%	-7%	
30-2	1%	0%	2%	
31	0%	1%	11%	
32	1%	1%	2%	
35	-3%	-3%	-4%	
36	-2%	-2%	0%	

図 5-2 交通容量の実績値と推定値の比較(全渋滞先頭地点)

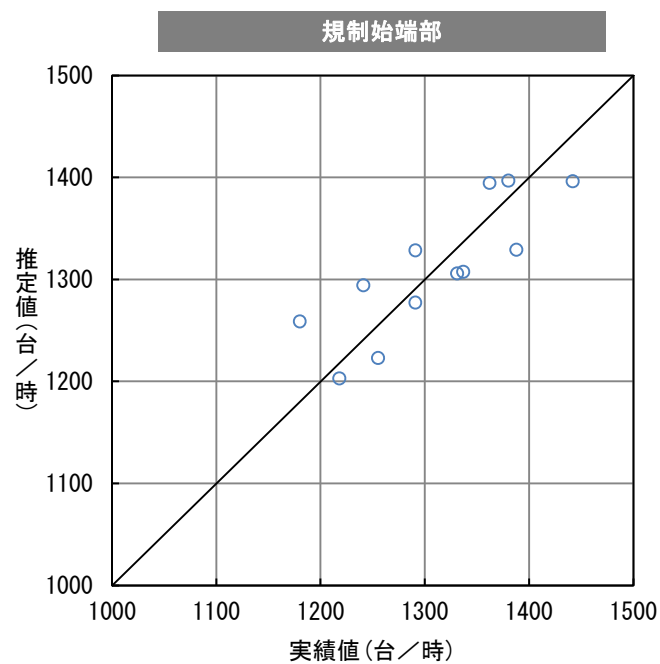
5.3.2 渋滞先頭地点別

参考として、渋滞先頭地点別の交通容量推定モデルを作成した。対面通行規制時における交通容量モデルの推定結果を表 5-3 に、交通容量の実績値と推定値の比較を図 5-3 に示す。

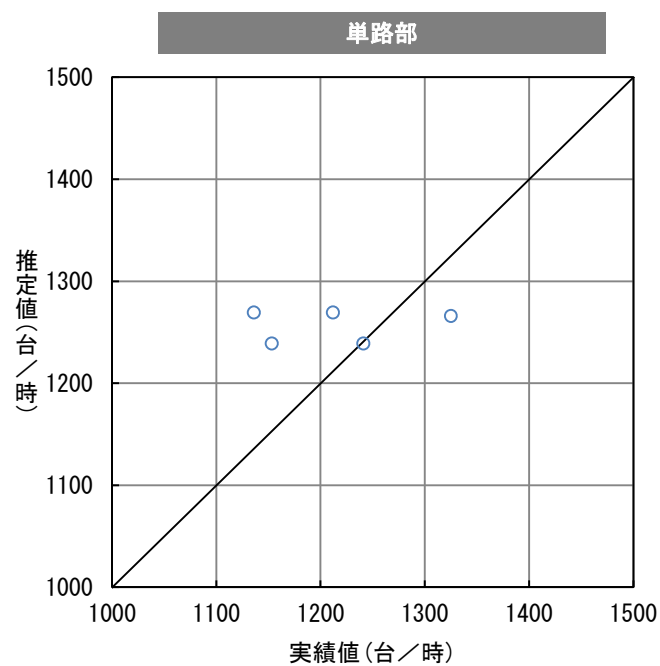
渋滞先頭地点別の対面通行規制時における交通容量推定モデルは、規制始端部の 12 サンプルと、規制区間内(単路部)の 5 サンプルを用いた 2 モデルとした。規制始端部、規制区間内(単路部)とも、比較的説明力があるモデルとして、変数が大型車混入率と縦断勾配しか採用されなかった。また、全渋滞先頭地点のモデルと比べて自由度調整済み決定係数が高くなるということもない。サンプル数や設定できた変数に課題があると考えられるが、全渋滞先頭地点のモデルで十分と考えられることから、参考扱いとする。

表 5-3 対面通行規制時における交通容量モデルの推定結果(渋滞先頭地点別)

変数名	規制始端部			規制区間内(単路部)		
	パラメータ	t値	p値	パラメータ	t値	p値
大型車混入率(%)	-5.96	-2.37	0.042	-4.27	-1.78	0.217
縦断勾配(%)	-15.36	-2.82	0.020	-14.37	-2.11	0.170
定数項(台/時)	1363.02	39.78	0.000	1280.51	32.70	0.001
重決定係数 R^2	0.69			0.78		
自由度調整済み 決定係数 R^2	0.62			0.55		
サンプル数	12			5		



諸元	
サンプル数	12
相関係数	0.83
RMS誤差(台/時)	41
平均誤差率(%)	3



諸元	
サンプル数	5
相関係数	0.13
RMS誤差(台/時)	80
平均誤差率(%)	6

図 5-3 交通容量の実績値と推定値の比較(渋滞先頭地点別)

5.4 交通容量推定モデルの適用

交通容量推定モデルを工事計画の事前検討で活用していくため、渋滞先頭地点を特定・想定できる場合と、できない場合の2パターンを想定し、交通容量推定モデルの適用方針を整理する。

5.4.1 渋滞先頭地点を特定・想定できる場合

渋滞先頭地点を特定・想定できる場合の交通容量推定モデルと入力値を表 5-4 に示す。また、各渋滞先頭地点における交通容量の実績値と推計値の比較を図 5-4 に、規制区間内(単路部)における交通容量の実績値と推計値の比較を図 5-5 に示す。

渋滞先頭地点を特定・想定できる場合の交通容量推定モデルは、前述で検討した全渋滞地点の22箇所を対象とした渋滞先頭地点ダミーあり②モデルとした。このモデルは、4つの渋滞先頭地点のうち、規制始端部、規制区間内の合流部と車線シフト部、3つを渋滞先頭地点ダミーとしており、各渋滞先頭地点の交通容量が算出可能である。各渋滞先頭地点の実測値と推計値の比較をみても精度が良好といえる。

また、渋滞先頭地点ダミー以外の説明変数は、規制区間延長、大型車混入率、縦断勾配の3つである。このうち、規制区間延長と大型車混入率は、同じ規制区間の各渋滞先頭地点で共通の値である。一方、縦断勾配は、渋滞先頭地点が単路部の場合、他の渋滞先頭地点と異なり、正確な渋滞先頭地点を設定することが容易ではない。そこで、渋滞先頭地点が単路部の箇所において、渋滞先頭地点の縦断勾配と規制区間内の最大勾配で交通容量を算出し比較したところ、両者に大きな差がないことを確認した。このことから、単路部の縦断勾配は、規制区間内の最大縦断勾配を使用することとした。

このモデルは、規制区間延長や縦断勾配等の工事実施前に把握が可能な情報より、渋滞先頭地点を想定したうえで、各渋滞先頭地点にあった適切な交通容量を設定することが望まれる。

表 5-4 渋滞先頭地点を特定・想定できる場合の交通容量推定モデルと入力値

変数名	渋滞先頭地点 ダミーあり② のパラメータ	各渋滞先頭地点の入力値			
		規制始端部	規制区間内		
			合流部	単路部	車線シフト部
規制始端部 ダミー	46.29	1	0	0	0
合流部 ダミー	21.03	0	1	0	0
車線シフト部 ダミー	-130.09	0	0	0	1
規制区間延長 (km)	-13.41	全地点共通			
大型車混入率 (%)	-1.92	全地点共通			
縦断勾配 (%)	-16.48	規制始端部の 縦断勾配	合流部の 縦断勾配	規制区間内の 最大縦断勾配	車線シフト部の 縦断勾配
定数項 (台/時)	1326.27	全地点共通			

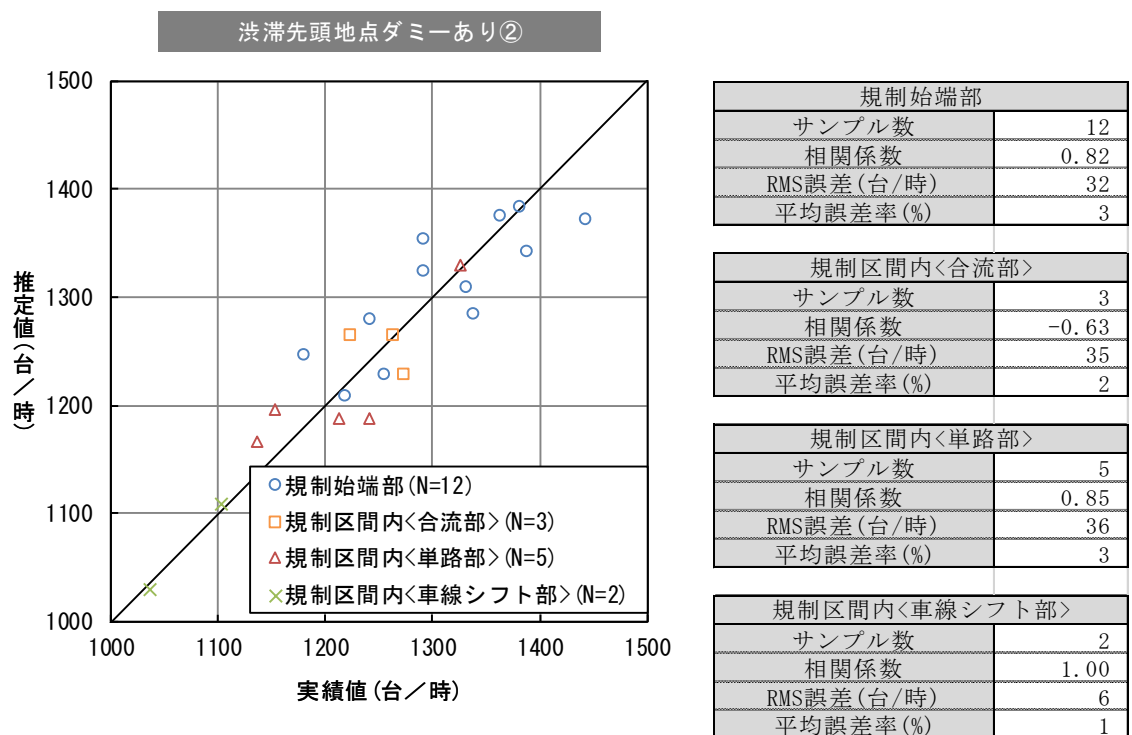


図 5-4 各渋滞先頭地点における交通容量の実績値と推定値の比較

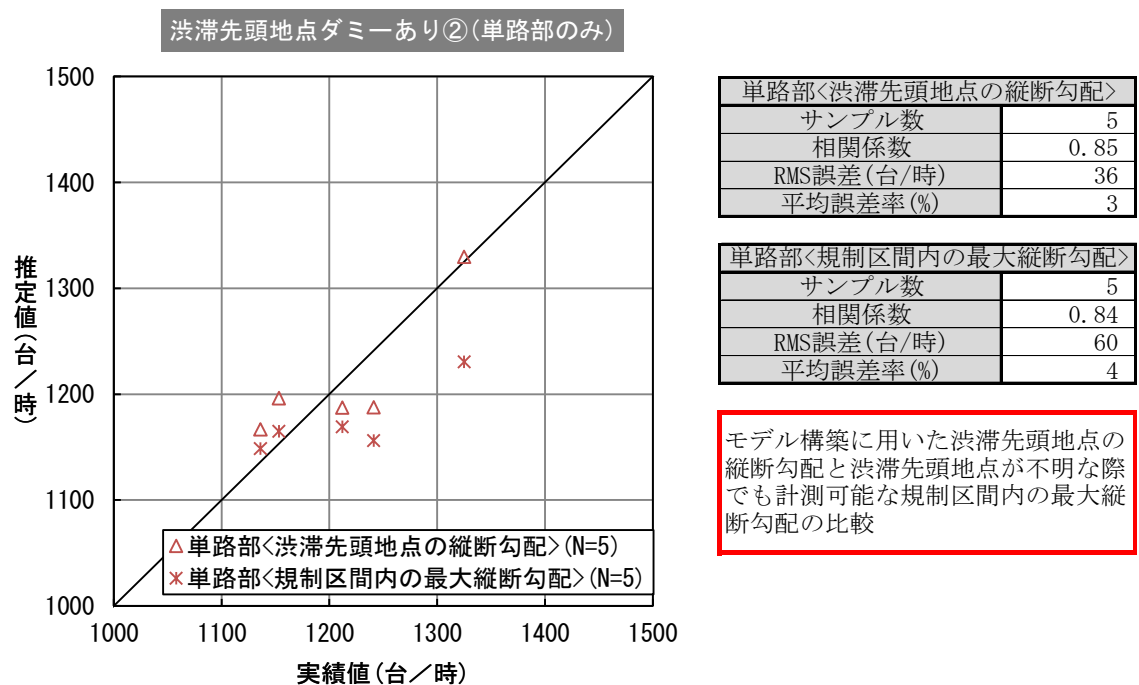


図 5-5 規制区間内(単路部)における交通容量の実績値と推定値の比較

5.4.2 渋滞先頭地点を特定・想定できない場合

渋滞先頭地点を特定・想定できない場合の交通容量推定モデルと入力値を表 5-5 に示す。また、交通容量の実績値と推計値の比較(縦断勾配別)を図 5-6 に示す。

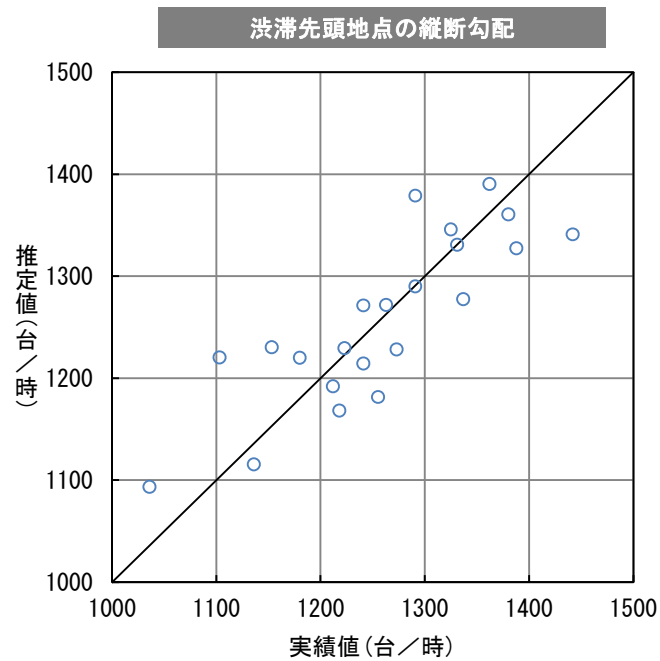
渋滞先頭地点を特定・想定できない場合の交通容量推定モデルは、前述で検討した全渋滞地点の 22 箇所を対象とした渋滞先頭地点ダミーなしモデルとした。このモデルは、ダミーがあるモデルより説明力が低下するものの、車線シフト部に代わり対向ダミーが導入される特徴がある。

また、説明変数は、規制区間延長、対向ダミー、大型車混入率、縦断勾配の 4 つである。具体的な入力値として、規制区間延長、対向ダミー、大型車混入率は実測値とし、縦断勾配は、前述の渋滞先頭地点が単路部の場合と同じ規制区間内の最大勾配を使用した。この交通容量を算出し、渋滞先頭地点の縦断勾配と比較したところ、規制区間内の最大縦断勾配は渋滞先頭地点の縦断勾配よりも、相関係数、RMS 誤差、平均誤差率ともに精度が低くなるようである。

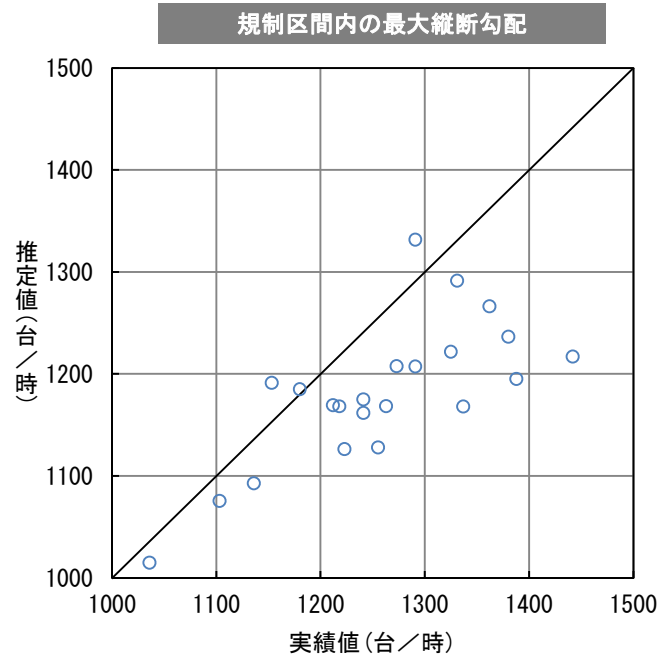
このモデルは、事前に渋滞先頭地点を把握する必要がないため、工事計画の事前検討に利用しやすいと想定されるものの、精度が低く交通容量を過小評価する可能性があることから、モデルを適用する際は注意が必要である。

表 5-5 渋滞先頭地点を特定・想定できない場合の交通容量推定モデルと入力値

変数名	渋滞先頭地点 ダミーなし のパラメータ	入力値の説明
規制区間延長 (km)	-24.07	工事規制の規制区間延長
対向 ダミー	-42.92	対面通行規制時の利用方向(順向:0、対向:1)
大型車混入率 (%)	-2.84	規制区間の大型車混入率
縦断勾配 (%)	-20.66	規制区間内の最大縦断勾配
定数項 (台/時)	1424.07	—



諸元	
サンプル数	22
相関係数	0.83
RMS誤差 (台/時)	54
平均誤差率 (%)	3



諸元	
サンプル数	22
相関係数	0.73
RMS誤差 (台/時)	101
平均誤差率 (%)	6

図 5-6 交通容量の実績値と推定値の比較(縦断勾配別)

5.5 5章のまとめ

リニューアルプロジェクトの工事計画にあたり、工事規制に伴う渋滞予測には交通容量の推定が必要である。特に、工事实績がない場合の計画や、組織の違いによる整合を確保する上でも、交通容量を推定するモデルは貴重な情報となる。

本章では、4章で得られた交通容量のデータをもとに、工事規制区間の道路条件を変数とした重回帰モデルによる、対面通行規制時の交通容量推定モデルを作成した。モデルの種類としては、全渋滞先頭地点を対象として、渋滞先頭地点ダミー変数有無別の3モデルを作成した。また、各渋滞先頭地点の特徴を把握するために、渋滞先頭地点別として、サンプル数が相対的に多い規制始端部と規制区間内(単路部)の2モデルも作成した。

- ・ 渋滞先頭地点ダミーありの2モデルにおいて、推定されたパラメータの符号条件から、規制始端部や合流部に交通容量が高く車線シフト部の場合に交通容量が低くなることが表現されている。規制区間長が長くなるほど、大型車混入率が高くなるほど、縦断勾配がきつくなるほど交通容量が低くなることを表現しており、4章の交通量変動要因の分析結果と一致していることから、推定したモデルの妥当性を確認した。
- ・ 渋滞先頭地点ダミーありのモデルにおいて、交通容量の実績値と推定値の比較においても相関係数は高く、大きな乖離は見られなかった。
- ・ 全渋滞先頭地点の交通容量推定モデルのうち、渋滞先頭地点ダミーなしのモデルは、ダミーありのモデルに比べ説明力が低下するものの、渋滞先頭地点ダミーありのモデルとの誤差率の乖離は少なく、渋滞先頭地点を把握する必要があるため、工事計画に利用しやすいものと考えられる。モデル間の誤差率の比較では、ダミーありのモデルに対し大きな乖離は見られなかったが、他の工事に適用した場合の影響については検証できていないことが課題である。
- ・ 渋滞先頭地点別の交通容量推定モデルは、サンプル数が少ないこともあり、説明力の高いモデルとはならなかった。今後もリニューアルプロジェクトを進めていく中で、サンプル数を拡充し、モデルを精緻化していくことが必要と考えられる。
- ・ 作成した交通容量推定モデルの実務上の適用方法を示した。

6. 工事規制の交通への影響と安全性に関する検討

6.1 はじめに

リニューアル工事を進めていくためには、3 章から 5 章で示した対面通行規制時の渋滞発生現象の分析や交通容量に関する知見だけでなく、交通需要及び工事期間前後の準備・復旧期間も含めた渋滞発生頻度や規模、渋滞発生地点といった渋滞発生傾向について把握する必要がある。しかし、2 章で述べたとおり、これらは既往研究も少ない。一般的に、ピーク需要を少しでも減らすことで渋滞規模は格段に小さくなり、渋滞を減少させることは、渋滞に伴う交通事故を減少させるといった交通安全性の観点でも有効である。そのため、並行路線への迂回や他の交通機関も含めた行動変容を促すための情報提供、プライシング手法等を含めた並行路線への迂回誘導を進めていく必要がある。なお、リニューアルプロジェクトによる交通への影響は、より多くの事例を蓄積し種々の視点から分析が必要であるが、本章では、幾つかのリニューアルプロジェクトを対象とした分析を行い、実務上の課題を明らかにする。

工事規制に伴う交通安全性の観点で、渋滞中事故以外に、工事規制区間の安全性確保も工事計画に際して留意すべき点である。最近の傾向として、工事規制に伴う事故件数が増加していることを受け、その要因を特定しておくことが、今後のリニューアルプロジェクトを安全に進めていくためにも重要である。本章では、工事規制に伴う交通事故が増加している要因の一つとして、ADAS の普及に伴う漫然運転の増加を想定し、事故防止に有効な規制方法や工事計画の検討、工事規制材の開発に発展させることを目的に、ADAS を搭載した車両の工事規制材に対する反応（警報の有無、及び車両の停止など）について確認する実験を行う。

6.2 リニューアルプロジェクトによる工事規制にともなう交通への影響に関するケーススタディ

6.2.1 分析概要

本節では、一部の都市間高速道路のリニューアルプロジェクトを対象に工事規制時の交通影響分析において、交通需要の変動や渋滞発生の傾向など、特に知見が不足している課題に関して、幾つかのリニューアルプロジェクトにおける工事規制時の事例分析を通じ考察を行う。

6.2.2 分析データ及び分析方法

(1)分析データ

2019 年度に NEXCO 中日本管内で実施されたリニューアルプロジェクト(9 区間 18 方向)のうち、車両感知器データ等で渋滞が検知可能であった、表 6-1 に示す 4 区間 8 方向を対象とした。

(2)分析方法

リニューアルプロジェクトは、一つの工事期間内で車線規制状態が変わることから、分析期間を 1)準備工事、2)本工事、3)復旧工事の期間ごとに区分し、比較対象として規制開始前 1 週間、規制終了後 1 週間の期間を加えた 5 期間での比較分析を行う。表 6-1 の工事規制期間は、表 3-1 に示した対象工事の本工事の工事規制期間に、準備工事期間と復旧工事期間を含めた期間とし

表 6-1 分析対象工事一覧

No.	工事規制区間	方向	順向 対向 の分類	工事規制期間	工事規制 日数(日)	対面通行 規制日数 (日)
1	富士IC → 愛鷹SIC	上	対向	2019年09月17日(火) ～12月20日(金)	109	66
2	愛鷹SIC → 富士IC	下	順向			
3	清水JCT → 富士川SIC	上	順向	2019年09月17日(火) ～12月21日(土)	109	61
4	富士IC → 清水JCT	下	対向			
5	愛鷹SIC → 裾野IC	上	順向	2020年01月06日(月) ～03月19日(木)	91	51
6	裾野IC → 愛鷹SIC	下	対向			
7	春日井IC → 守山SIC	上	順向	2020年01月14日(火) ～03月19日(木)	80	47
8	名古屋IC → 春日井IC	下	対向			

ている。工事区間についても3章に従い、渋滞先頭地点を「規制始端部」、「車線シフト部」、「単路部」、「合流部」と細分化する。

6.2.3 渋滞発生傾向に関する分析

リニューアルプロジェクトの工事規制計画の検討にあたり着目すべきと考えられる、渋滞発生傾向(渋滞発生日数割合、渋滞規模、渋滞先頭位置)や、交通需要に関する分析結果を示し、その結果から、実務上の検討課題について考察する。

(1) 渋滞発生日数割合

各方向別に規制日数に対する渋滞発生日数の割合を工事規制期間別に集計した結果を図6-1に示す。全体傾向として、No.3を除けば2日に1日以上割合で渋滞が発生しており、特に名古屋都市圏のNo.7、No.8における発生割合が高い。

工事規制期間別にみると、準備・復旧工事期間の渋滞発生割合が高く、多くの区間で対面通行期間を上回っている。これは対面通行の準備・復旧のための車線切り替えなどの交通容量をより低下させる工事規制の実施(例えば先頭固定による車線の切り替え)などが原因と推察される。

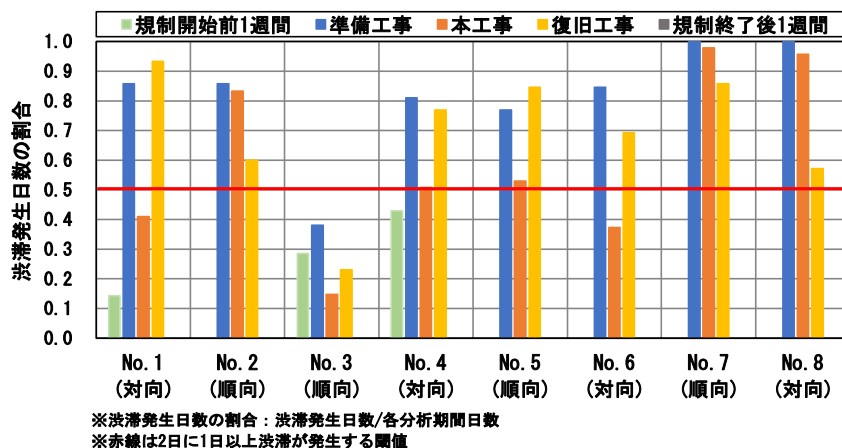


図 6-1 工事規制期間別の渋滞発生日数の割合

(2) 渋滞規模

各方向別に発生した全ての渋滞について、渋滞時間分布と最大渋滞長分布を方向別に集計した結果を図 6-2 に示す。渋滞時間分布の 85%タイル値をみると、名古屋都市圏の No.7, No.8 では 5 時間を超えているものの、その他の方向では 1~3 時間の範囲にとどまる。また、最大渋滞長分布の 85%タイル値をみると、No.4 を除けば 2.5~6.0km の範囲にあり、渋滞時間の長い No.7, No.8 もこの範囲に収まっている。

リニューアル工事期間中の渋滞発生頻度は、工事期間前後と比べて高い。その一方で、リニューアル工事による渋滞時間の多くが概ね 1~3 時間、最大渋滞長も 6km 以内に収まっている。

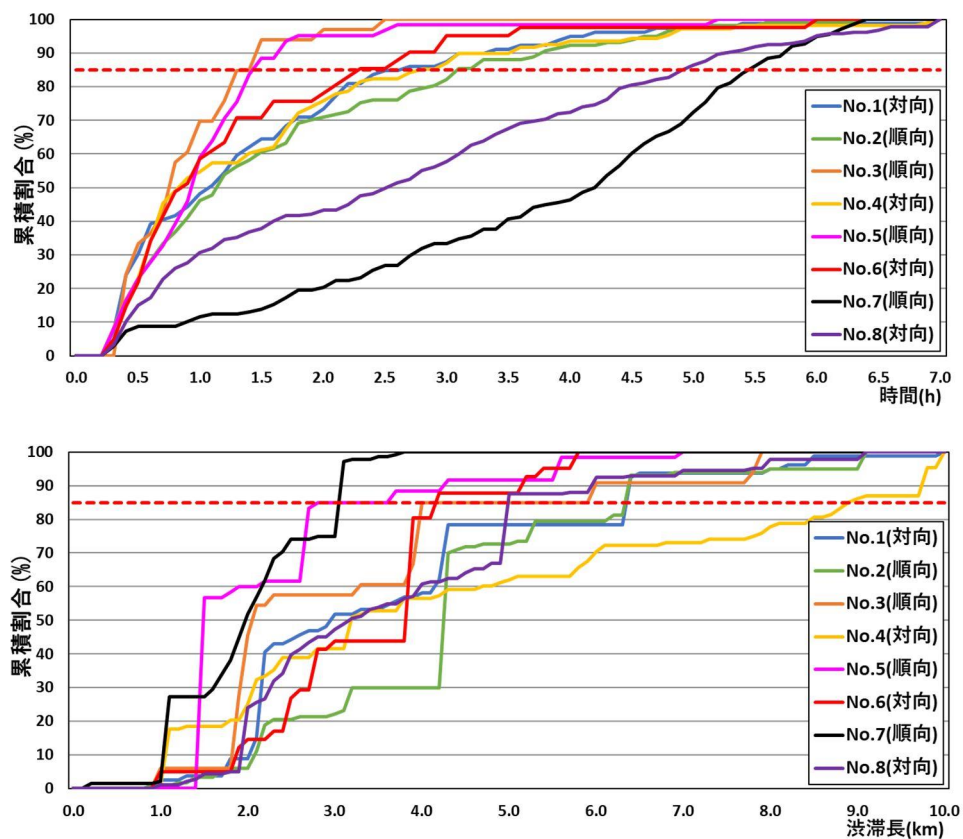


図 6-2 渋滞時間・最大渋滞長分布(全渋滞を対象)

(3) 渋滞先頭地点

渋滞先頭地点別の渋滞発生回数割合を工事規制期間別に集計した結果を図 6-3 に示す。No.5, No.7 は規制始端部の割合がいずれの期間でも高いが、その他は規制始端部よりも単路部で発生する渋滞が多く、本工事の方がその割合が高くなっている。これは(1 車線に絞られる)規制始端部の交通容量よりも少ない交通需要が到着し、その後大型車などの低速車などによって形成された車群がサグなどの交通容量低下区間に到達することで、渋滞が発生しているものと推察される。

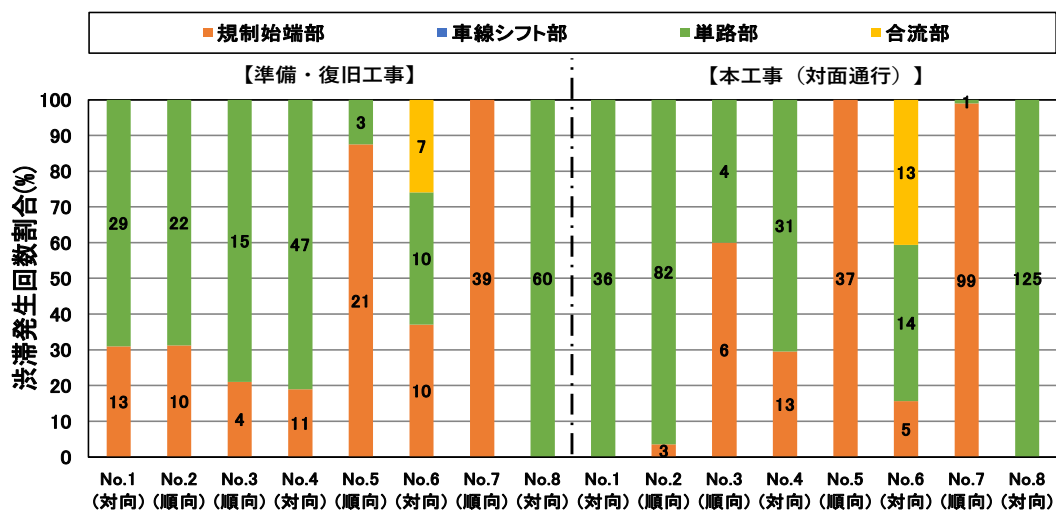


図 6-3 渋滞先頭地点別の渋滞発生回数割合

サグでの渋滞発生状況については、No.2,3,4 で確認できており、3.4.3 で示したとおりであるが、例えば No.2 で示すと図 6-4 のとおりである。なお、対面通行期間の対向方向では車線シフト部が存在するが、本論の対象区間ではこれを先頭とした渋滞は発生していない。また、方向別(順行・対向)に明確な違いはみられなかったが、No.6 においては、図 6-5 に示すとおり、規制区間内に合流部があり、当該箇所での渋滞定着が確認された。

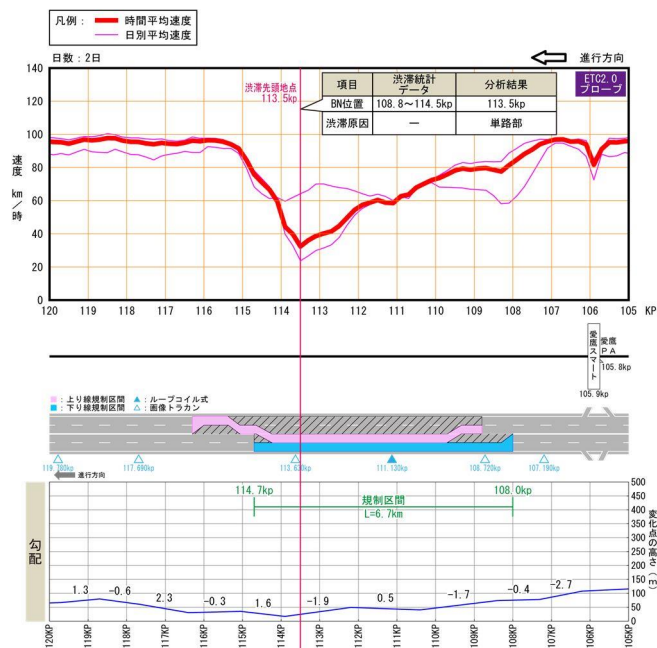


図 6-4 No. 2 愛鷹 SIC→富士 IC の速度図と縦断勾配

6.2.4 交通需要変動に関する分析

No.3 を例に各工事期間の日平均交通量変動を並行する新東名高速道路(以降,「新東名」という)と合わせて集計した結果を図 6-6 に示す. 東名の規制前交通量は約 20 千台/日である. 工事規制(準備工事)にともない 4 千台/日(2 割)程度減少し, そのうち 25%程度が新東名に転換する. 残りは一般道の利用とトリップの取り止めが発生したものと推察される. その後の工事の進捗とともにこれらの新東名への転換が進む. そして, リニューアルプロジェクトが終了した後, 東名の交通量は回復する. ちなみに, 東名と新東名の大型車交通量の総量は概ね変わっていないことを確認している.

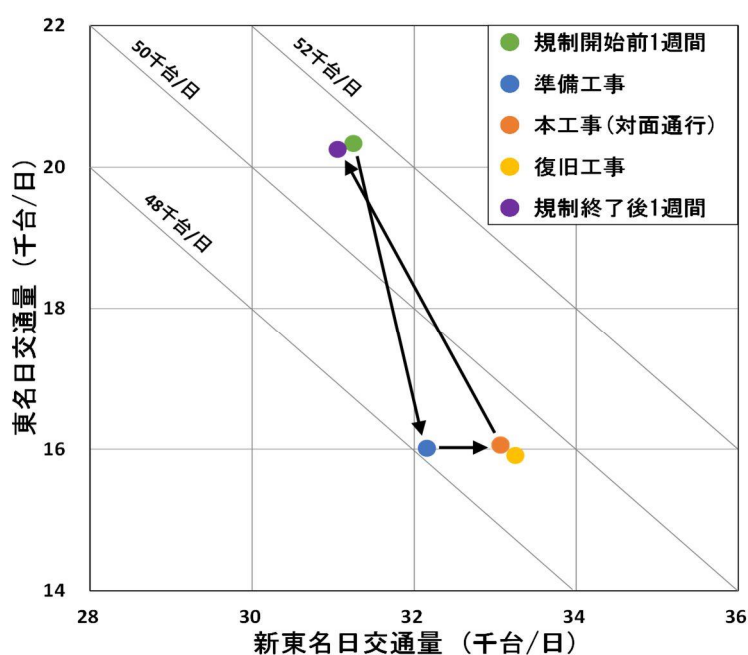


図 6-6 工事規制期間別の日平均交通量

6.2.5 ケーススタディを通じた実務上の課題

工事規制期間別に見ると、準備・復旧工事期間の渋滞発生日数割合が高かったことから、工事計画にあたっては、工事ステップ毎の詳細な工事内容を確認し、交通容量低下とならない、あるいは時間帯別の交通需要に見合った施工方法や規制方法の工夫を検討すべきと考えられる。

渋滞規模について、本章で対象としたリニューアルプロジェクトでは、工事規制時の渋滞頻度は高いものの、渋滞規模は必ずしも大きくなかった。パイロットスタディであるため、すべてのリニューアルプロジェクトにおける工事規制で同様な傾向であるかは不明であり、また重交通路線では異なる可能性もあるが、このことは、着目すべき点と考えられる。一般的に、渋滞規模が一定程度大きくなった場合に迂回行動が見られることから、渋滞規模に応じた広報計画や迂回誘導策を検討すべきと考えられる。

渋滞先頭位置は、単路部（特にサグ）や合流部での発生する傾向が見られたことから、工事計画にあたっては、規制延長やサグ、合流部に留意するとともに、交通事故の処理も念頭に、より管理がしやすい始端部に渋滞を発生・定着させることも検討すべきと考えられる。

交通需要変動については、工事期間において代替路線へ迂回する傾向が確認された。工事広報は、工事実施前から開始し、工事規制時期や工事規制区間を複数の媒体で周知していくことから、工事期間を細分化した期間単位での需要量と広報量の関係は必ずしも明確ではなく、道路ネットワーク条件等にも関係するが、これらの需要変化に、広報効果が一定程度影響しているものと考えられる。リニューアルプロジェクトに対する広報活動やプライシング手法等は、交通需要をマネジメントするための有効な方法であるが、それぞれの具体的な手法がネットワーク特性や地域性、季節性などを考慮し、交通需要の抑制・分散や迂回においてどの程度の効果があるかを分析することは、今後の広報戦略等を考える上で重要であるといえる。

6.3 高速道路の工事規制材に対する先進運転支援システムの反応確認

6.3.1 ADAS 機能と工事規制材に対する反応の想定

ADAS は、自動運転ではなく、ドライバーの運転操作を支援するシステムであり、運転の責任はドライバーにある。ADAS の代表的な機能としては ACC や、車線逸脱警報、衝突被害軽減ブレーキ(以下「AEBS」)等がある。AEBS については、国土交通省により保安基準³⁸⁾が定められており、静止車両、走行車両、歩行者に対して試験により、所定の制動要件を満たすこと、緊急制動の 0.8 秒前(対歩行者の場合、緊急制動開始)までに警報すること等が要件となっている。また、例えばトヨタ自動車(株)の安全技術を紹介した資料³⁹⁾には、走行中に前方の車両と歩行者を認識し、衝突の可能性があると判断した場合にドライバーへ注意喚起するとともに、衝突の可能性が高まった場合には緊急ブレーキで減速し、衝突の回避や、衝突時の被害軽減に寄与すると記載されている。これらには、工事規制材に反応する旨の記述は見られないものの、一般的には工事規制材は道路上の障害物と同等であり、ある程度反応するとも想定される。一方で、ドライバー自身がこのような想定することにより、車両の機能に頼り、または過信するなどして、漫然運転を誘発している可能性も考えられる。

6.3.2 実験概要

実験は、2021 年 12 月 22 日、23 日(両日ともに晴れ)に、図 6-7 に示す一般財団法人日本自動車研究所のテストコースで行った。テストコース内に工事規制材を設置し、その手前 50m の区間にはラバーコーンを設置している。スタート地点から助走区間を経て、小型車は 50km/h、大型車は 40km/h かつ ACC を作動させた状態で安定走行する。図 6-7 では ACC 安定区間と示す。そして、工事規制材前での ACC 及び AEBS の安全機能の作動状況(アラームなどの警報、ブレーキ制御の作動距離等)を、図 6-20 の作動状況確認区間と示した区間で確認した。なお、安全機能が作動しない場合は、運転手のブレーキ操作の介入により停止させることとした。

試験車両は、小型車 4 車種(国産車 3 車種、輸入車 1 車種)、大型車(国産車)2 車種の計 6 車種を用い、仕様等について表 6-2 に示す。工事規制材は図 6-8 に示す、通常用いる矢印板の他、視認性の高い工事規制材から計 5 種類を用い、各車両、各規制材に対して 3 回ずつ実験した。なお、図 6-8 に示す「4 枚矢印板」については、実験を進めていくにあたり反応が見られないものが多かったことから、現実的ではないが、矢印板 4 枚を組み合わせ、実験メニューに追加したものである。車内から前方を撮影した図 6-9 の画像のとおり、工事規制材は、試験走路の車線中央で車体の正面となる位置に設置した。

反応状況は、車内に設置した 3 台のビデオカメラで、図 6-10 に示す車両内からの前方、計器盤、及び足元を撮影し確認した。

実験に先立ち、試験車両の ADAS 機能が静止車両に対して反応する状況を確認した。確認には、市販されている自動車の安全性を評価する JNCAP 試験でも用いられている車両を模したバルーンカーを用い、停止距離や反応状況を確認した。大型車(No.6 車両)を例に、バルーンカーを用いた確認状況を図 6-11 に示す。また、各車両の反応結果を表 6-3 に示す。小型車は、警報

が発せられるか減速するかなどの反応があり、全ての車両でバルーンカーの手前 2.2m～5.1m 手前で自動的に停止した。大型車 2 車種は、ブレーキ警報はあったものの、自動停止には至らなかった。

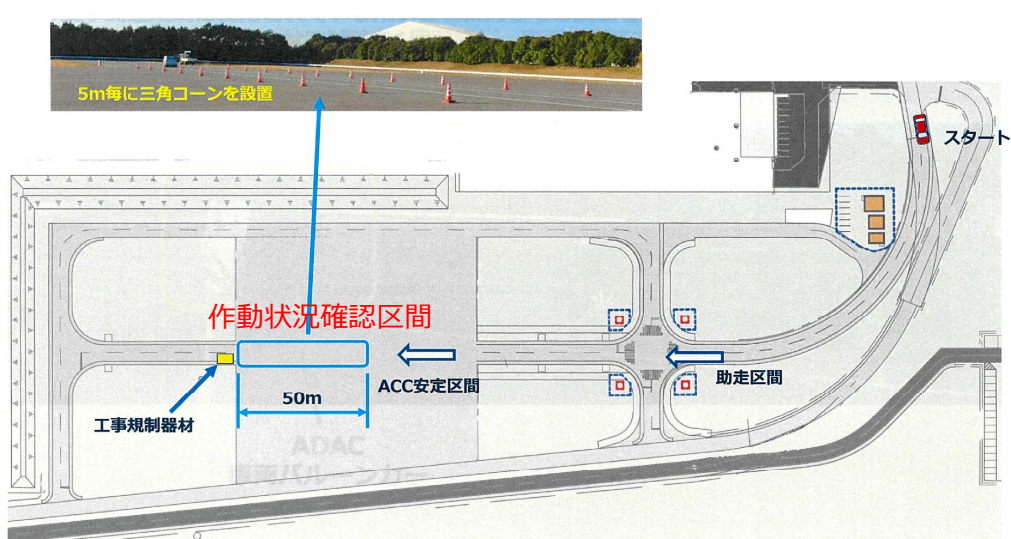


図 6-7 実験コース

表 6-2 試験車両一覧

No.	メーカー名	車種	搭載ADASセンサー		ACC	AEBS
			カメラ	レーダー		
1	A社	小型	単眼	ミリ波	○	○
2	B社	小型	単眼	ミリ波	○	○
3	C社	小型	単眼	×	○	○
4	D社	小型	2眼	ミリ波	○	○
5	E社	大型	単眼	ミリ波	○	○
6	F社	大型	単眼	ミリ波	×	○

		
矢印板 幅900mm×高さ510mm	大型矢印板 幅900mm×高さ550mm	大型バルーン人形 幅1500mm×高さ2040mm
		
ジャンボコーン 幅930mm×高さ2030mm	ラバーコーン 幅365mm×高さ700mm	4枚矢印板 幅1800mm×高さ1020mm

図 6-8 実験に用いた工事規制材

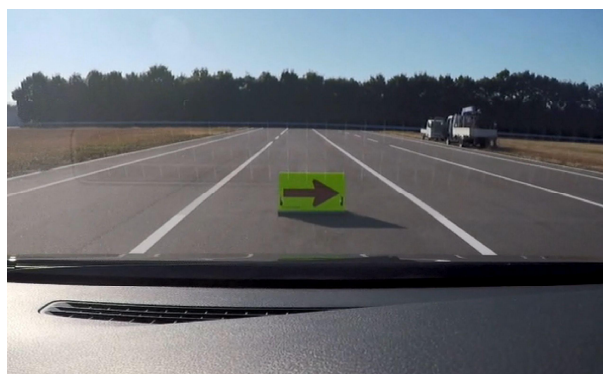


図 6-9 車両と工事規制材の位置関係

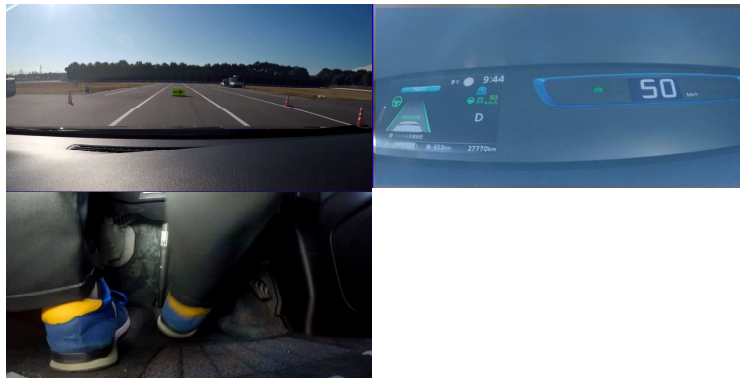


図 6-10 車内に設置したビデオカメラの撮影映像



図 6-11 バルーンカー手前での状況

表 6-3 バルーンカーに対する反応

No.	車種	警報の有無	車両機能による停止	最終停止距離(mm)	反応状況
1	小型	○:ACC	○	5,100	ACC前方認識音：40m手前付近
2	小型	×	○	2,590	45～50m手前付近より減速
3	小型	×	○	5,150	50m手前付近から減速開始
4	小型	×	○	2,250	40m手前付近から減速開始
5	大型	○:ブレーキ	×	×	25m手前付近でブレーキ警報有
6	大型	○:ブレーキ	×	×	35m手前付近でブレーキ警報有

6.3.3 実験結果

工事規制材に対する反応について、警報の有無を表 6-4 に、車両機能による停止について表 6-5 に示す。いずれの表も 3 回の実験に対し、上段から 1 回目、2 回目、3 回目の状況について、反応ありを○、反応なしを×で示している。－は、実験を行っていないことを示す。また、工事規制材に反応しない場合が多かったことから、工事規制材の枚数を変更するなどの対応を行った。※印でその変更内容を付記している。

表 6-4 の警報については、ほぼすべてのケースで反応しなかったが、No.4 車両がジャンボコーンを垂直に設置した場合に前方接近注意の警報が表示され、No.6 車両は矢印板に対する 2 回目でブレーキ介入時にブレーキ警報が発せられた。また、4 枚矢印板の場合では、実験を行っていない No.1 車両を除く 5 車種中、No.2,4,5 の 3 車種で警報され、2 車種がブレーキ警報、1 車種が前方接近警報であった。ただし、同じ条件にもかかわらず警報が発せられる場合と発せられない場合があり、全てのケースで警報が発せられたのは、No.4 車両のみであった。

表 6-5 の車両機能による停止については、No.2 車両の 4 枚矢印板に対する 2 回目で、最終停止位置が 2,630mm であった。1 回目ではブレーキ警報が発せられる一方で停止には至らなかったが、2 回目では警報は発せられなかったものの停止に至ったことになる。その他の車両と工事規制材の各ケースについては、停止しなかった。

なお、その他の反応状況として、No.1 車両ではハンドル支援の作動音がほぼすべてのケースで、No.3 車両と No.6 車両ではブレーキ介入後に警報が一部のケースで、No.4 車両はブレーキ介入後にハンドルマークの点灯や前方接近警報が、一部のケースで発せられた。

以上の結果から、現況の ADAS 機能は、稀に警報が発せられる場合はあるものの、原則として工事規制材に反応することではなく、4 枚矢印板の場合に一部の車種で警報が発せられるなどの反応にとどまることが分かった。4 枚矢印板の反応については、現実的にはありえない表示内容でもあることから、工事規制材としてではなく、障害物として認識されたものと推察される。また、同一条件でも、反応する場合と、反応しない場合があることも課題である。従って、ADAS は更なる技術開発が必要と思われ、自動車メーカーに期待したい。

表 6-4 工事規制材に対する反応（警報の有無）

No.	車種	矢印板	大型 矢印板	大型 バルーン人形	ジャンボ コーン	ラバーコーン	4枚 矢印板
1	小型	×	×	×	×	×	-
		×	×	×	×	×	-
		×	×	×	×	-	-
2	小型	×	×	×	×	×	○:ブレーキ
		×	×	×	×	-	×
		×	×※2	×	×	-	-
3	小型	×	×	×	×	×	×
		×	×	×	×	-	×
		×※1	×※2	×※3	×※4	-	-
4	小型	×	×	×	×	×	○:前方接近
		×	×	×	×	-	○:前方接近
		×※1	×※2	×※5	○:前方接近※6	-	-
5	大型	×	×	×	×	×	×
		×	×	×	×	-	○:ブレーキ
		×	×	×	×	-	-
6	大型	×	×	×	×	×	×
		○:ブレーキ	×	×	×	-	×
		×※1	×※2	×※5	×	-	-

※1 2個並列

※2 2個並列

※3 矢印板2個追加

※4 大型矢印板2個追加

※5 後方にアルミプレート追加

※6 角度変更（垂直設置）

表 6-5 工事規制材に対する反応（車両機能による停止）

No.	車種	矢印板	大型 矢印板	大型 バルーン人形	ジャンボ コーン	ラバーコーン	4枚 矢印板
1	小型	×	×	×	×	×	-
		×	×	×	×	×	-
		×	×	×	×	-	-
2	小型	×	×	×	×	×	×
		×	×	×	×	-	○2,630mm
		×	×※2	×	×	-	-
3	小型	×	×	×	×	×	×
		×	×	×	×	-	×
		×※1	×※2	×※3	×※4	-	-
4	小型	×	×	×	×	×	×
		×	×	×	×	-	×
		×※1	×※2	×※5	×※6	-	-
5	大型	×	×	×	×	×	×
		×	×	×	×	-	×
		×	×	×	×	-	-
6	大型	×	×	×	×	×	×
		×	×	×	×	-	×
		×※1	×※2	×※5	×	-	-

※1 2個並列

※2 2個並列

※3 矢印板2個追加

※4 大型矢印板2個追加

※5 後方にアルミプレート追加

※6 角度変更（垂直設置）

6.3.4 ADAS 実験のまとめと道路側での今後の方向性

本実験では、工事規制区間への接触事故が増加傾向にあることを背景に、ADAS を搭載した車両の工事規制材に対する反応を確認した。実験では、工事規制材に反応することは少ないことが明確となった。4 枚矢印板の場合における一部のケースで、ブレーキ警報や前方接近警報が発せられたが、車両停止機能の発動は、4 枚矢印板の場合に 1 車種で 1 回の反応にとどまったことから、ADAS 機能による工事規制材への接触回避は期待できないことが判明した。このことから、工事規制計画にあたっては、工事規制区間の視認性向上や情報提供により漫然運転に伴う事故防止のための工夫が必要であることが示唆される。

また、この実験結果を受け、今後行うべき取り組みとして、次の 4 点が考えられる。一つは、ADAS に頼らない工事規制材や注意喚起手法の開発である。これには、これまでに標識の大型化や指向性スピーカー等の音声による注意喚起対策を進めてきたが、より早く注意喚起を行うなどの対策が考えられる。NEXCO 中日本では、スマートフォンで道路交通情報を聞けるアプリ「みちラジ」⁴⁰⁾を開発している。このアプリでは、任意の工事規制区間の情報を、工事規制区間の約 2km 手前で提供することが可能であり、今後のアプリの普及と利用促進が望まれる。2 点目は、ADAS が反応する工事規制材の開発である。ADAS で何を検知するかや、どこまで小さなものまでを検知できるようにするかなど、自動車側のコスト増となる要因もあるため、一概に判断できない問題もある。そのため例えば、工事規制始端部を表すマークを標準仕様として決め、自動車メーカー等と協働することで、ADAS で反応させることを提案したい。3 点目は、路車協調システムの実現で、工事規制区間を道路側から伝達するものである。これについては、実験等 ^{41),42)}が進められており、その成果に期待したい。4 点目は、高速道路を利用するドライバーが、ADAS 機能に対して、正しい理解を持って安全運転をしてもらうことである。高速道路会社としても、ADAS 機能に対する正しい理解を持ってもらえるよう啓発は必要である。

6.4 6章のまとめ

本章では、リニューアルプロジェクトにおける工事規制にともなう交通への影響に関するケーススタディを行い、交通需要の変動や渋滞発生傾向に関し知見が不足している実務上の課題を明らかにした。

- ・ 工事計画にあたっては、工事ステップ毎の詳細な工事内容を確認し、交通容量低下とならない、あるいは時間帯別の交通需要に見合った施工方法や規制方法の工夫を検討すべきと考察した。
- ・ 渋滞規模について、本章で対象にした範囲では、工事規制時の渋滞頻度は高いものの、渋滞規模は必ずしも大きくなかった。一般的に、渋滞規模が一定程度大きくなった場合に迂回行動が見られることから、渋滞規模に応じた広報計画や迂回誘導策を検討すべきと考えられる。
- ・ 工事計画にあたっては、規制延長やサグ、合流部に留意するとともに、交通事故の処理も念頭に、より管理がしやすい始端部に渋滞を発生・定着させることも検討すべきと考察した。
- ・ 交通需要変動については、広報効果が一定程度影響しているものと考察した。リニューアルプロジェクトに対する広報活動やプライシング手法等は、交通需要をマネジメントするための有効な方法であるが、それぞれの具体的な手法がネットワーク特性や地域性、季節性などを考慮し、交通需要の抑制・分散や迂回においてどの程度の効果があるかを分析することは、今後の広報戦略等を考える上で重要であるといえる。

また、工事規制区間の安全性確保の観点から、工事規制に伴う事故件数が増加していることを受け、事故防止に有効な規制方法や工事計画の検討、工事規制材の開発に発展させることを目的に、ADAS を搭載した車両の工事規制材に対する反応（警報の有無、及び車両の停止など）について確認する実験を行った。そして、ADAS 機能では工事規制材に反応しないことを明らかにした。

- ・ 実験では、ADAS は工事規制材に反応することは少ないことが明確となった。従って、ADAS 機能による工事規制材への接触回避は期待できないことが判明した。
- ・ 工事計画にあたっては、工事規制区間の視認性向上や情報提供により漫然運転に伴う事故防止のための工夫が必要であることが示唆された。
- ・ 道路側での今後の方向性として、「ADAS に頼らない工事規制材や注意喚起手法の開発」、「ADAS が反応する工事規制材の開発」、「路車協調システムの実現」、「ADAS 機能に対する正しい理解をもって安全運転をしてもらうための啓発」の4点を提案した。

7. 結論

7.1 本研究のまとめと戦略的な工事計画

本研究では、戦略的な工事計画を「渋滞発生の可能性を把握し、渋滞を確度高く予測して、社会的影響を評価した上で、交通安全性を含めた対策のもと策定される社会的な影響が少ない工事の計画」と定義した。そして、リニューアルプロジェクトにおいて、PDCA を回しつつ、蓄積データ及びその分析結果に基づき、より適切な工事計画を立案できるよう、これまで明らかにされていなかった事項に関して、都市間高速道路のリニューアルプロジェクトにおける対面通行規制時を対象に分析した。

3 章の「分析対象工事規制と渋滞発生状況」では、渋滞先頭地点とその特徴を明らかにした。工事規制時の渋滞先頭地点が規制始端部と規制区間内（合流部、単路部、車線シフト部）の 4 つに区分できることと、規制区間延長が短い場合は規制始端部が長い場合は規制区間内が渋滞先頭地点になりやすい傾向であることを示した。また、渋滞先頭地点別に渋滞が発生・定着する条件を示した。合流割合や規制区間内におけるサグ箇所の順位、車線シフト形態（車線シフト区間延長、車線シフト量）が影響していることを示した。

規制区間内のサグ部で渋滞の発生が高いことを踏まえると、工事規制区間内にサグ部が含まれるかどうかの確認は必須となる。工事規制区間は通常、工事箇所及び施工ヤードを確保した上で、道路の平面線形を加味し、工事規制範囲を決定することが多いが、サグ部を含まない工事規制範囲をいかに設定するかといった視点が必要である。IC 合流部での渋滞に対しては、同等の合流交通量に対して、本線交通量が多い場合に渋滞が発生しやすいことが明らかとなった。本来であれば、ランプメータリングのような対策により、本線交通量と IC からの合流交通量を調整して渋滞発生を抑制することが望まれる。

4 章の「対面通行規制時の交通容量と変動要因分析」では、渋滞先頭地点のパターン別の交通容量の値を示した。そして交通容量の変動要因を明らかにした。気象条件として、降雨や明暗の影響があることと、大型車混入率が高いほど渋滞中交通流率が低下することを把握した。また、渋滞先頭地点の分類別にみると、規制始端部の渋滞中交通流率が最も高く、規制区間内の合流部、規制区間内の単路部、規制区間内の車線シフト部の順に低くなっていることを明らかにした。規制始端部や規制区間内の合流部といった車両の合流があるような地点では渋滞中交通流率が高く、それ以外が低い傾向にあり、特に車線シフト部が低く平面線形の影響が考えられる。

サグなどの渋滞が発生しやすい場所においては、当該地点の交通流率を高めることで速度低下を抑制する対策が効果的と考えられる。それには、これまでも採用している図 7-1 に示すような走光型視線誘導灯の活用が有効と考えられる。また、交通容量が低い車線シフト部で渋滞を発生させない工夫が必要である。車線シフト部は渋滞中交通流率が低いものの、大規模更新工事においては、対面通行の規制形態として、車線シフト部の出現は避けられない。渋滞先頭地点が車線シフト部にならないように検討することが必要である。更に、上流区間での案内方法の工夫や合流処理方法について、交通処理能力を踏まえつつ検討しておくことも重要である。

5 章の「交通容量推定モデルの検討」では、対面通行規制時の交通容量推定モデルを作成し

た。作成した交通容量推定モデルを用いて、渋滞先頭地点や規制区間延長、大型車混入率、縦断勾配が影響することを把握し、交通容量変動要因の分析結果と同じ傾向であることから、モデルの妥当性を確認した。この交通容量推定モデルを用いることで、過去に工事实績がない区間での工事計画にも、参考となる数値の算出が可能となる。

6 章の「工事規制の交通への影響と安全性に関する検討」では、リニューアルプロジェクトによる工事規制にともなう交通への影響分析のケーススタディを通して、リニューアルプロジェクトの工事計画にあたり、交通需要の変動や渋滞発生傾向に関し知見が不足している実務上の課題を明らかにした。渋滞発生頻度を規制期間別にみると、本工事期間よりも準備・復旧工事期間の方が相対的に高いが、日交通量は準備工事段階でも一定程度減少しており、リニューアル工事前における広報活動は一定の成果をあげているものと考えられる。従って、工事ステップ毎の詳細な工事内容を確認の上、時間帯別の交通需要に見合った施工方法や規制方法の工夫、渋滞規模に応じた広報計画や迂回誘導策の検討などを行うべきである。また、準備・復旧工事期間に渋滞頻度が高いのは、これら工事において交通容量の低下を招いている場面が想定されるため、特に留意すべきと考えられる。工事計画にあたっては、工事規制延長やサグ、合流部に留意し、規制始端部に渋滞を発生・定着させることも検討すべきとした。その 1 つの手法として規制区間延長を短くすることが考えられる。交通需要の抑制・分散や迂回への効果の分析は、広報戦略を考える上でも重要である。

更に、リニューアルプロジェクトをより良く進めていくためには、円滑性はもちろんであるが、安全性についても十分配慮する必要がある。リニューアル工事において発生する渋滞は、漫然運転に伴う車両同士の追突等の交通事故を誘発する恐れがある。実用化に向けて研究が進められている自動運転は、設定する車頭時間によっては交通容量を向上させることも期待され、安全性向上にも寄与するものと考えられる。一方で、渋滞以外の要因について、工事規制区間への接触事故が増加傾向にあることを背景に、ADAS を搭載した車両の工事規制材に対する反応を確認したが、実験では、ADAS 機能は工事規制材に反応しないことを明らかにした。従って、工事規制計画にあたっては、工事規制区間の視認性向上や情報提供により漫然運転に伴う事故防止のための工夫が必要である。

本研究で得られた知見をもとに、今後のリニューアルプロジェクトにおいて、PDCA を回しつつ、蓄積データ及びその分析結果に基づき、より適切な工事計画の立案がなされることを期待する。



図 7-1 走光型視線誘導灯の採用事例

7.2 今後の課題

本研究では、リニューアルプロジェクトにおける対面通行規制時の交通現象と交通容量を分析し、渋滞発生傾向なども明らかにした。しかし幾つかのリニューアルプロジェクトを踏まえたものであり、全体の一部に過ぎない。渋滞現象や交通容量に関しては、知見の蓄積とともに、規制車線数や側方余裕、車線シフト方法の違いなど交通規制方法と交通容量の関係を明らかにすることが、今後の工事計画の際に有効な情報となるものと期待される。更に、渋滞先頭地点が発生・定着する条件や、交通容量に影響を与える要因をより精緻に明らかにするとともに、渋滞発生と渋滞定着の遷移状況の分析を進めていくことが重要である。本研究で検討した交通容量推定モデルで、ダミーなしのモデルにおいて他の工事に適用した場合の影響の分析や、渋滞先頭地点別のモデルの説明力を高めることは、今後の課題である。

リニューアル工事に対する広報活動やプライシングは、交通需要をマネジメントするための有効な方法であるが、それぞれの具体的な手法がネットワーク特性や地域性、季節性などを考慮した交通需要の抑制・分散や迂回においてどの程度の効果があるかを分析することは、今後の広報戦略等を考えるうえで重要であるといえる。更に、工事計画の妥当性を確認するため、社会的影響を定量的に評価する手法についても研究が必要である。特に、工事規制区間の渋滞長のみならず、渋滞時間を含めた渋滞規模や渋滞に伴う時間損失等を適切に評価することは、高速道路を永続的に維持管理していく上で重要と考える。なお、広報戦略や社会的影響を検討する際、並行する高速道路の有無により一般道の負荷の程度も大きく変わることから、その実態についても明らかにする必要がある。

工事計画にあたって、安全性についても十分配慮する必要があり、特に最近増加している工事規制内に進入する事故を低減させることは、道路を管理する立場、かつ工事規制中の作業員の安全を確保する上でも重要である。6章で考察した今後行うべき取組みについて、検討していく必要がある。

リニューアルプロジェクトをより良く進めていくためには、工事区間を代替できる道路ネットワークの充実が必要である。そのためにも本論で行った微視的状态量の研究は重要であると考えられる。現在のわが国の高速道路ネットワークは概成されてきているが、50～60km/h で走行できる中間速度階層の道路は諸外国と比べても希薄であり不十分との指摘もある⁴³⁾。

このような大所高所の視点も含めながら調査研究成果を蓄積していくことに加え、工事をより良く進めていくため広く議論されることを通して、高速道路会社が説明責任を果たしながら確実にリニューアルプロジェクトを実施していくことが望まれる。

参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会: 道路維持修繕要綱, 1978.
- 2) 社団法人日本道路協会: 道路の交通容量, 1984.
- 3) 社団法人交通工学研究会: 道路の交通容量 1985, 1987.
- 4) 中日本高速道路株式会社: 道路保全要領(路上作業編), 1989.
- 5) 社団法人交通工学研究会: 路上工事の交通運用検討資料, 1997.
- 6) 社団法人交通工学研究会: 交通容量データブック 2006, 2006.
- 7) 社団法人交通工学研究会: 交通工学ハンドブック, 2008
- 8) 東中西高速道路株式会社: 設計要領, 2012.
- 9) 一般社団法人交通工学研究会: 道路交通技術必携, 2018
- 10) 一般社団法人日本道路協会: 道路構造令の解説と運用, 2021.
- 11) 菅野寛政, 岡田知朗, 深井靖史: 首都高速 4 号新宿線集中工事時の交通容量分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol. 26, pp. 53-56, 2006.
- 12) 古賀浩樹, 菅野寛政, 深井靖史: 首都高速 3 号渋谷線における集中工事時の交通容量分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol. 27, pp. 37-40, 2007.
- 13) 高橋秀喜, Jian Xing, 伊東弘行, 飯田克弘: 東名高速道路集中工事区間のボトルネック交通容量分析, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol. 28, pp. 97-100, 2008.
- 14) 山下賢一郎, 深井靖史, 遠藤学史, 渡辺剛史, 浅野靖: 首都高速道路における工事規制箇所の交通容量影響要因に関する基礎的分析, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol. 51, 2015.
- 15) 土方康裕, 大蔵泉: 工事区間における交通現象と運用に関する研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集第 4 部, Vol. 50, pp. 48-49, 1995.
- 16) 近田博之, 平井章一, Jian Xing, 高橋秀喜: 高速道路における工事規制区間の短縮化による渋滞対策効果検証, 交通工学研究発表会論文集, Vol. 31, pp. 163-166, 2011.
- 17) 吉川良一, 塩見康博, 吉井稔雄, 北村隆一: 暫定 2 車線高速道路のボトルネック交通容量に関する研究, 交通工学, Vol. 43, No. 5, pp. 48-58, 2008
- 18) 後藤誠, 石田貴志, 野中康弘: 都市間高速道路における交通性能の経年変化に関する研究, 交通工学論文集, Vol. 5, No. 2 (特集号 A), pp. A_90-A_98, 2019.
- 19) 石田貴志, 大口敬, 邢建, 後藤誠: 都市間高速道路における交通容量の経年変化に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 77, No. 5, pp. I_925-I_938, 2022.
- 20) (一社) 交通工学研究会: 道路の交通容量とサービスの質に関する研究 成果報告書(交通容量編), 2021.
- 21) 石田貴志, Jian Xing: 都市間高速道路における交通容量の現状と課題, 土木計画学研究・講演集, Vol. 47, 2013.
- 22) 米川英雄, 飯田克弘, 森康男: 高速道路における渋滞中交通容量の算定式構築に関する実証的研究, 高速道路と自動車, Vol. 44, No. 8, pp. 25-30, 2001.

- 23)福島賢一, Jing Xing, 瀬戸稔和, 佐藤久長:潜在ボトルネック交通容量の推定及び交通容量の確率分布を用いた年間の渋滞予測検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.38, 2008
- 24)村重至康, 山口孝, 野中康弘:都市間高速道路単路部を対象とした交通容量推定モデルの構築, 土木計画学研究・講演集, Vol.42, 2010.
- 25)小林正人, 中村英樹, 浅野美帆, 米川英雄:都市間高速道路におけるボトルネック交通容量の確率的特性分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.31, PP.133-138, 2011
- 26)平井章一, Jian Xing, 高橋亮介, 堀口良太, 白石智良, 小林正人:都市間高速道路ネットワークを対象とした交通流シミュレーションの開発, 土木計画学研究・講演集, Vol.50, 2014
- 27)山本隆:利用者均衡配分に基づく全国高速道路の交通量推計手法に関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol.72, No.2, pp.153-172, 2016.
- 28) 藤田素弘, 雲林院康宏, 杉浦裕幸, 野田宏治:都市高速道路の集中工事に伴う道路ネットワークの交通状況と評価に関する研究, 土木計画学研究・論文集 Vol.21 ,No.4, 2004.
- 29)高橋秀喜, Jing Xing, 山下和彦, 飯田克弘:東名高速道路における集中工事規制区間の交通事故特徴分析, 高速道路と自動車, 第 52 巻, 第 11 号, pp.22-30, 2009.
- 30)上畑旬也, 櫻井光昭, 稲吉龍一, 大宮博之, 深井靖史, 野中康弘, 赤羽弘和:高速道路の工事車線規制始端部における交通事故発生状況分析, 交通工学論文集 Vol.9,No.2(特集号 B), pp.B 32-B 38, 2023.
- 31)鎌田恭典, 相澤範明, 安齋潤也, 松浦信之:仙台都市圏の東北道における工事規制内の一般ドライバーの運転挙動について, 第 34 回交通工学研究発表会論文集(実務論文), pp.411-414, 2014.
- 32)飯田克弘, 丸橋慧士, 大田一成:工事区間始端部における衝突事故低減のための規制情報デザイン, 交通工学論文集, 第 9 巻, 第 2 号(特集号 A), pp.A_61-A_68, 2023.
- 33)飯田克弘, 日暮智紀, 高橋秀喜, Jian Xing, 山下和彦:高速道路の工事規制始端部における規制材配置と車両挙動との関連性分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.27, No.5, pp.983-990, 2010.
- 34)飯田克弘, 前本将志, 高橋秀喜, Jian Xing:高速道路片側 3 車線区間の工事規制始端部における危険性に関する考察, 第 29 回交通工学研究発表会論文集(研究論文), pp.5-8, 2009.
- 35)赤羽弘和, 香取樹, 後藤和夏, 上畑旬也, 野中康弘:高速道路の工事規制による車線減少部における走行車両の挙動分析, 交通工学論文集, 第 9 巻, 第 2 号(特集号 A), pp.A_79-A_87, 2023.
- 36)飯田克弘, 浅田真敬, 多田昌裕, 澤田英郎:ACC 車両が混在する状況下における運転者の漫然状態評価, 交通工学論文集, 第 7 巻, 第 2 号(特集号 A), pp.A_29-A_37, 2021.
- 37)東日本高速道路(株), 中日本高速道路(株), 西日本高速道路(株):高速道路上での工事規制内への進入事故が多発しています! ~事故原因の約 9 割が前方不注視! 前をしっかりと見て, 運転に集中して! ~,
https://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_release/6017.html, 2024. (2024.4.22 閲覧)

- 38)国土交通省:乗用車等の衝突被害軽減ブレーキに関する国際基準を導入し,新車を対象とした義務付けを行います.～道路運送車両の保安基準の細目を定める告示等の一部改正について～,
https://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha08_hh_003618.html, 2020. (2023.3.23 閲覧)
- 39)トヨタ自動車:トヨタの安全技術「スマートアシスト 衝突警報機能/衝突回避支援ブレーキ機能」, <https://toyota.jp/safety/scene/scenes/> (2023.3.23 閲覧)
- 40)中日本高速道路株式会社:情報通信アプリ「みちラジ」ますます便利に ～位置情報から事故や落下物などの情報を提供～,
https://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_release/5699.html, 2023. (2023.4.25 閲覧)
- 41)国土交通省:自動運転の普及拡大に向けた道路との連携に関する共同研究を開始
https://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_001500.html, 2021. (2023.3.23 閲覧)
- 42)中日本高速道路株式会社:2023 年度に E1A 新東名高速道路 建設中区間で「高速道路の自動運転時代に向けた路車協調実証実験」を実施します,
https://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_release/5535.html, 2022. (2023.3.23 閲覧)
- 43)下川澄雄, 森田緯之, 土屋克貴:道路ネットワークにおける中間速度層の意義と適用範囲, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol71, No.5(土木計画学研究論文集第 32 巻), pp.I_613-I_622, 2015.

謝 辞

本論文は、私が NEXCO 中日本のリニューアルプロジェクトの渋滞予測や交通影響分析を担当することとなり、社内のこれまでの分析結果を取りまとめたところ、改めて統一的に分析していくことの必要性を感じたことをきっかけに、取り組んだ成果を取りまとめたものです。本研究を進めるにあたり、多くの方々にご指導とご助言をいただきました。

日本大学の下川澄雄特任教授には、本研究を始めた当初からご指導いただき、多くのご助言をいただきました。また、データの収集から分析に至るまで、私と同じ部署に所属していた上水一路氏、花田大輝氏、中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社の鶴元史氏、近田博之氏、木村真也氏、平山裕太氏、株式会社道路計画の野中康弘氏、石田貴志氏、中林悠氏、日本大学の山田純也氏には、多大なるご尽力をいただきました。一つのチームのように、調査分析を進められたことが大きな財産であったと感じています。

学位の審査にあたって、京都大学の山田忠史教授、大庭哲治教授には、学位論文としての完成度を上げるためのご助言をいただきました。また、京都大学の松中亮治准教授、Jan-Dirk Schmoecker 准教授にも、大変貴重なご意見をいただきました。そして、京都大学の宇野伸宏教授には、学位取得のご相談から長年に渡り、多くのご指導をいただきました。特に、実務として調査分析を進めてきた結果を学位論文としたいとの私からの申し出に対し、快くお引き受けいただきご指導いただいたことに、感謝申し上げます。

本研究を進めるにあたって、また学位取得にあたって、先生方や NEXCO 中日本及び株式会社高速道路総合技術研究所の私の上司や同僚、部下、関係者など、多くの方々に温かく見守っていただき、応援もしていただいたことに、厚く御礼申し上げます。

今後も、高速道路を中心とした交通課題に対し、自らの研鑽に努め、安全・安心な高速道路空間を創出すべく、尽力して参ります。

2024 年 12 月

山本 隆

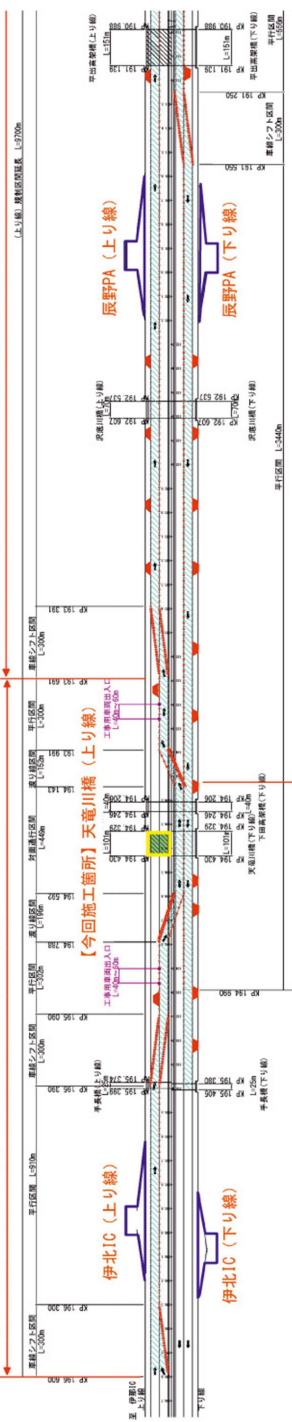
付録

1. 対象工事規制図

至) 名古屋

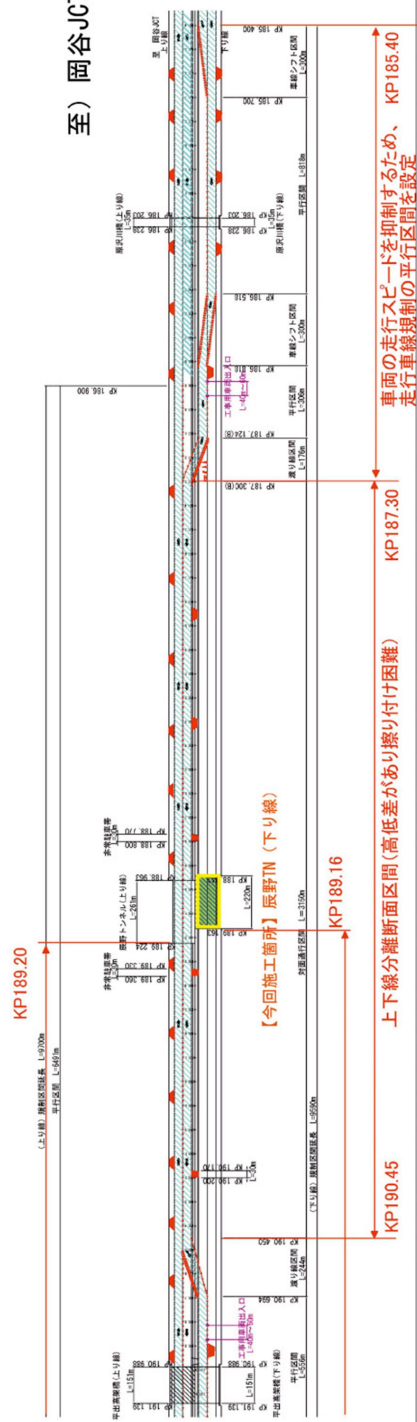
車両の走行スピードを抑制するため、走行車線規制の平行区間を設定。
伊北ICの分合流との干渉がある為、規制開始をIC手前としている。

連続規制区間での一部2車線開放は、テーパー部と辰野PA分合流部の
事故の懸念がある為、1車線連続規制とした



連続規制区間での一部2車線開放は、テーパー部と辰野PA分合流部の
事故の懸念がある為、1車線連続規制とした

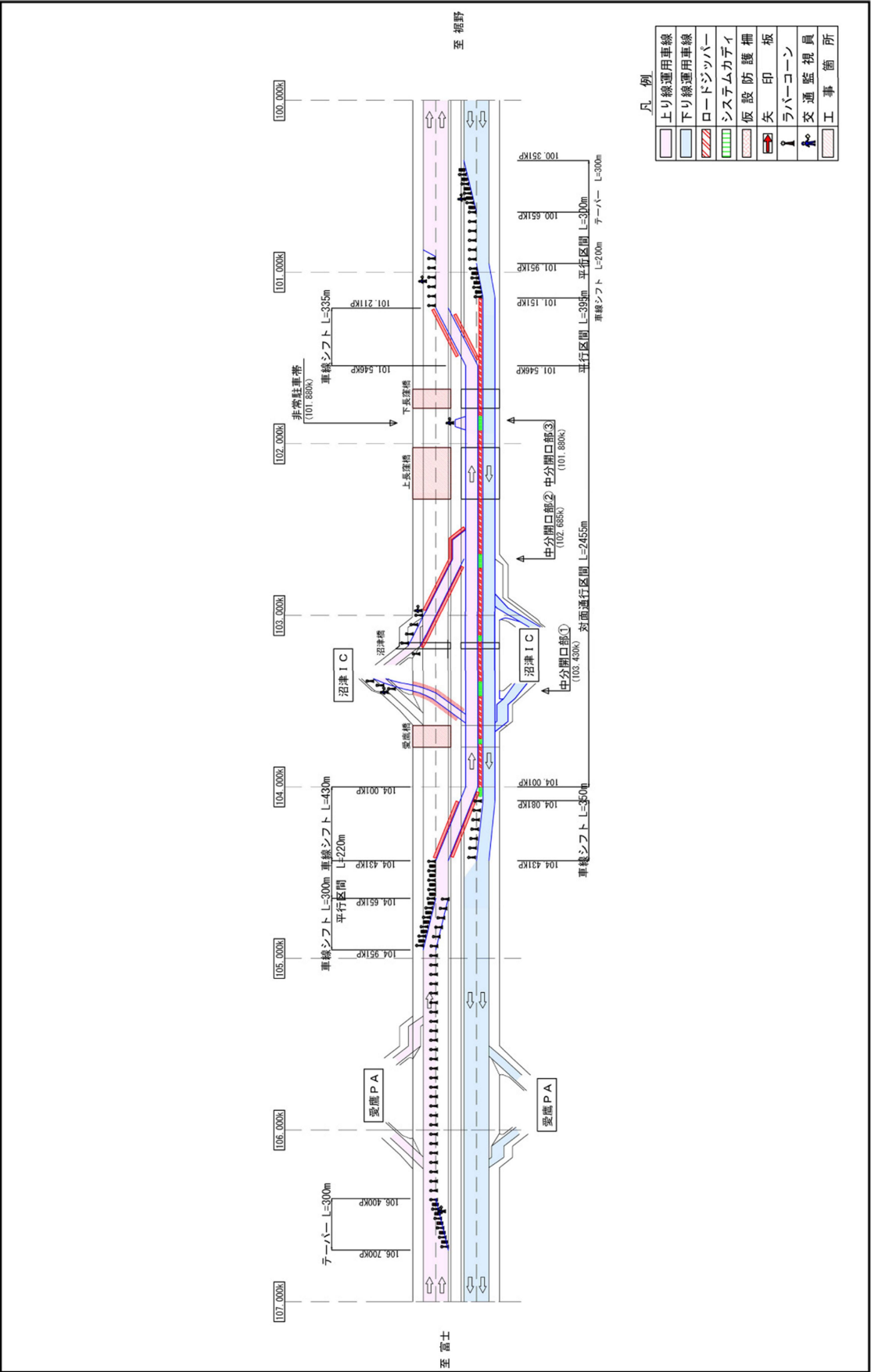
至) 岡谷JCT



車両の走行スピードを抑制するため、KP185.40
走行車線規制の平行区間を設定

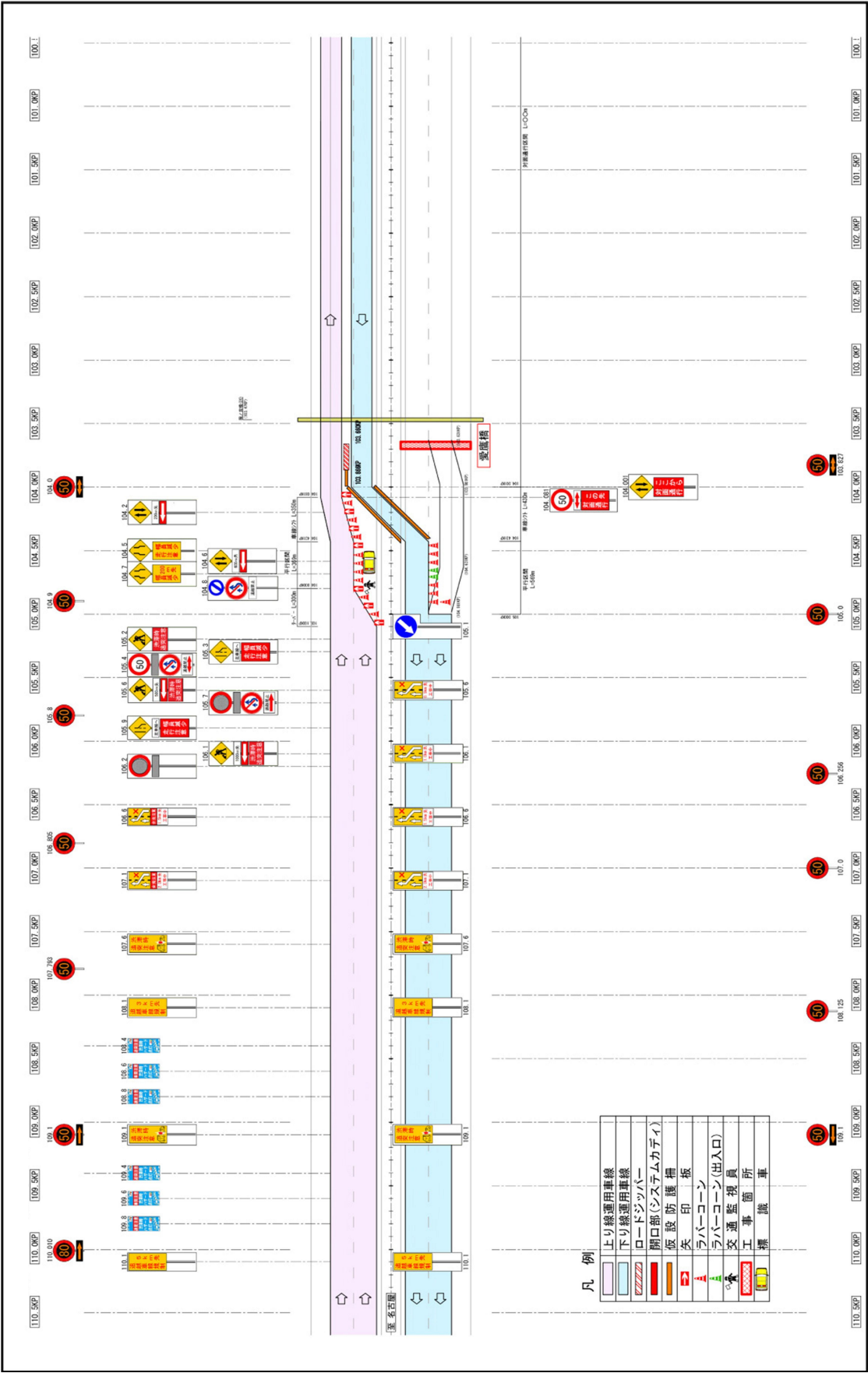
上下線分離断面区間(高低差があり擦り付け困難)

図 1-1 対象工事規制図: No.1 ~ 2(1/1)



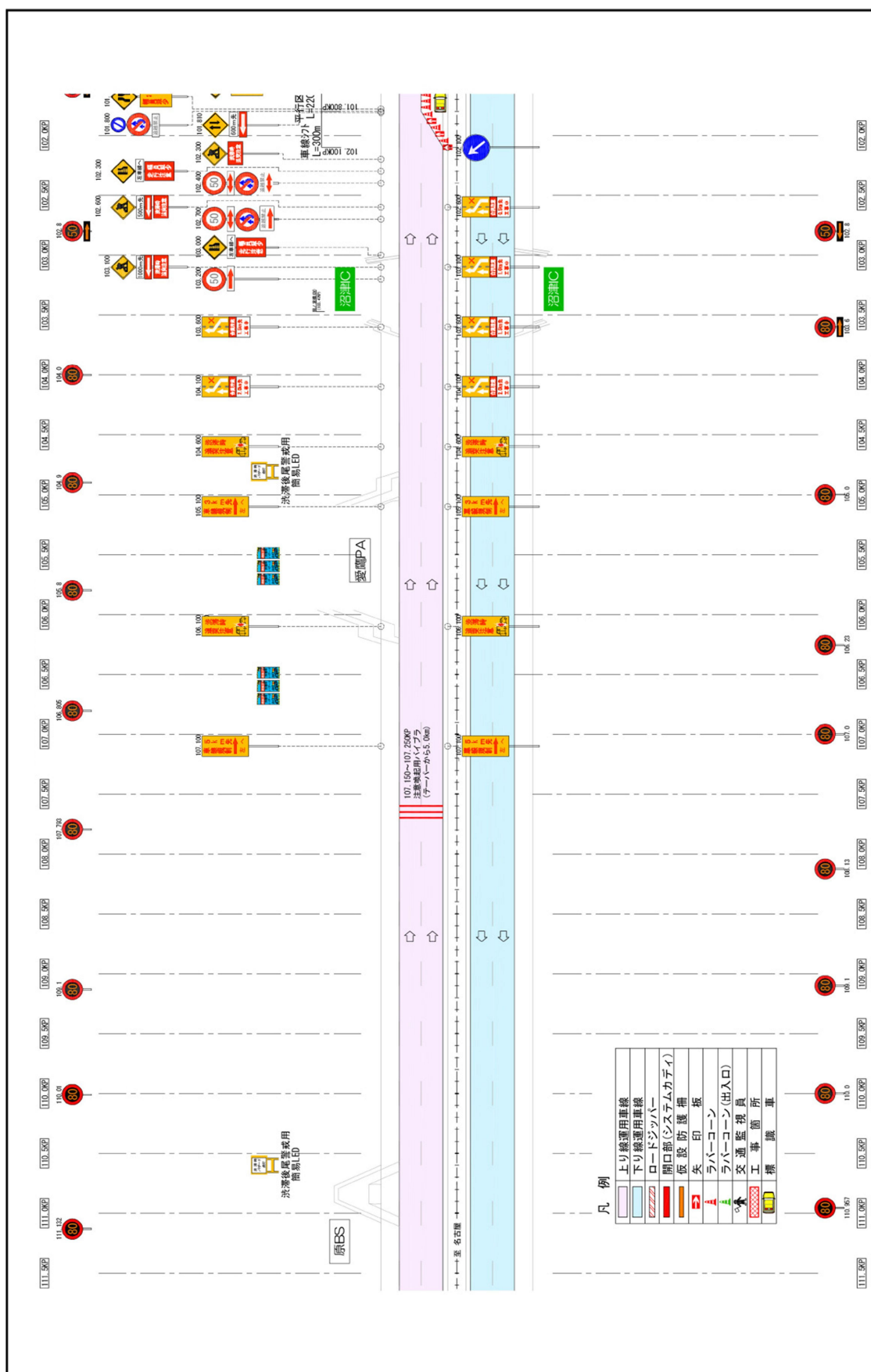
出典) NEXCO日本資料

図 1-4 対象工事規制図: No.5~6(1/1)



出典) NEXCO日本資料

図 1-5 対象工事規制図:No.7~8(1/2)



出典) NEXCO中日本資料

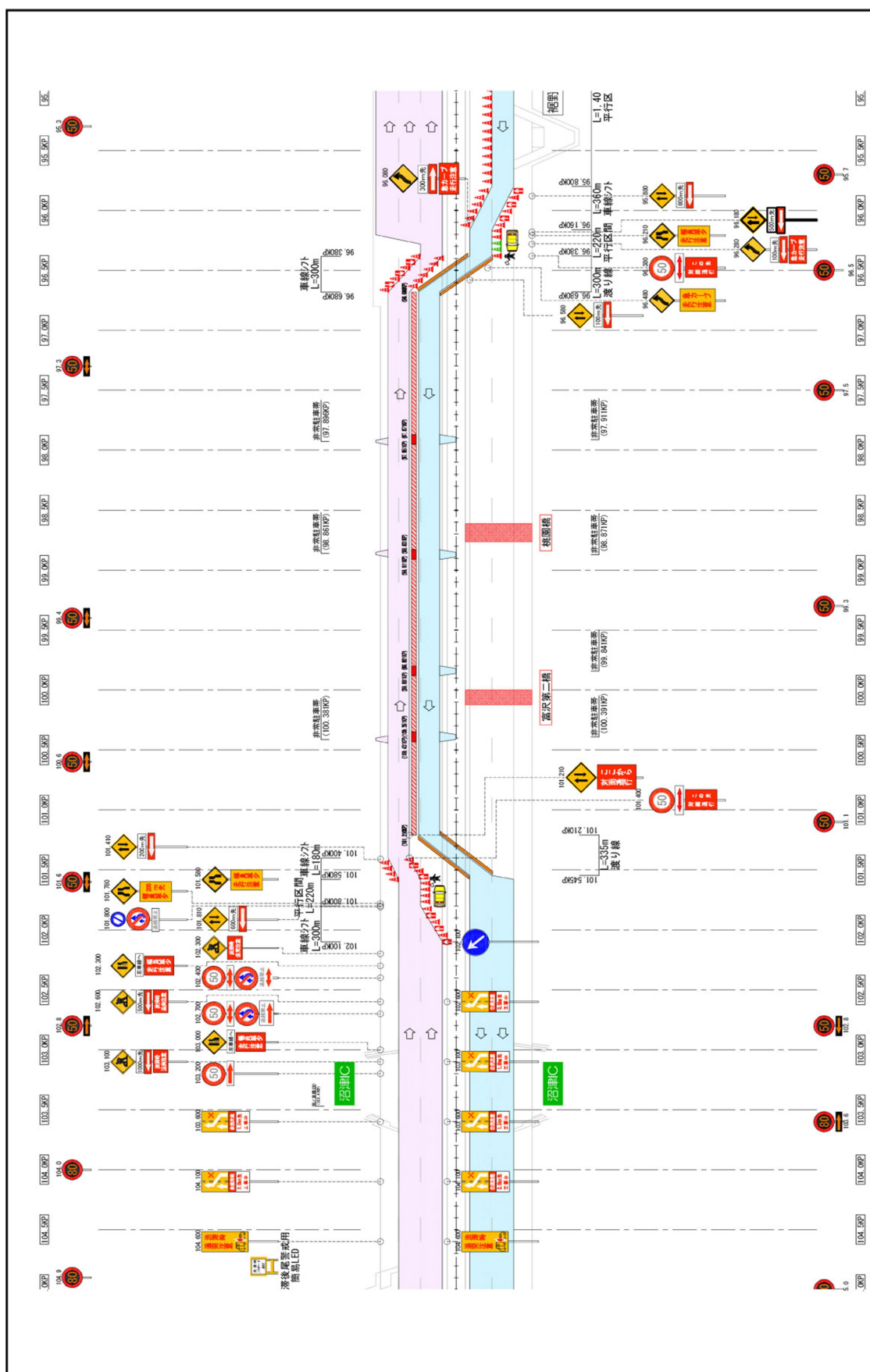
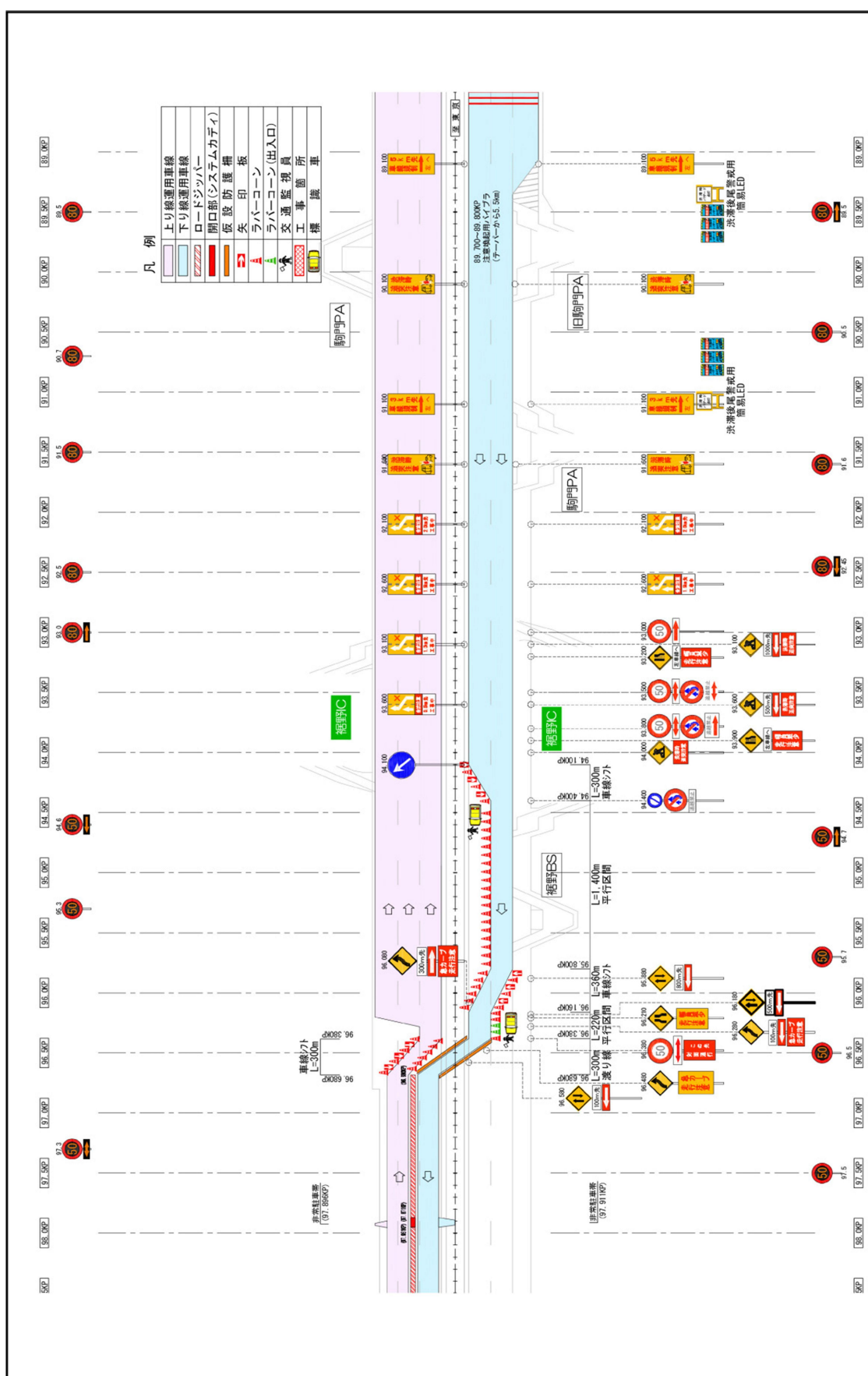


図 1-8 対象工事規制図: No.9~10(2/3)



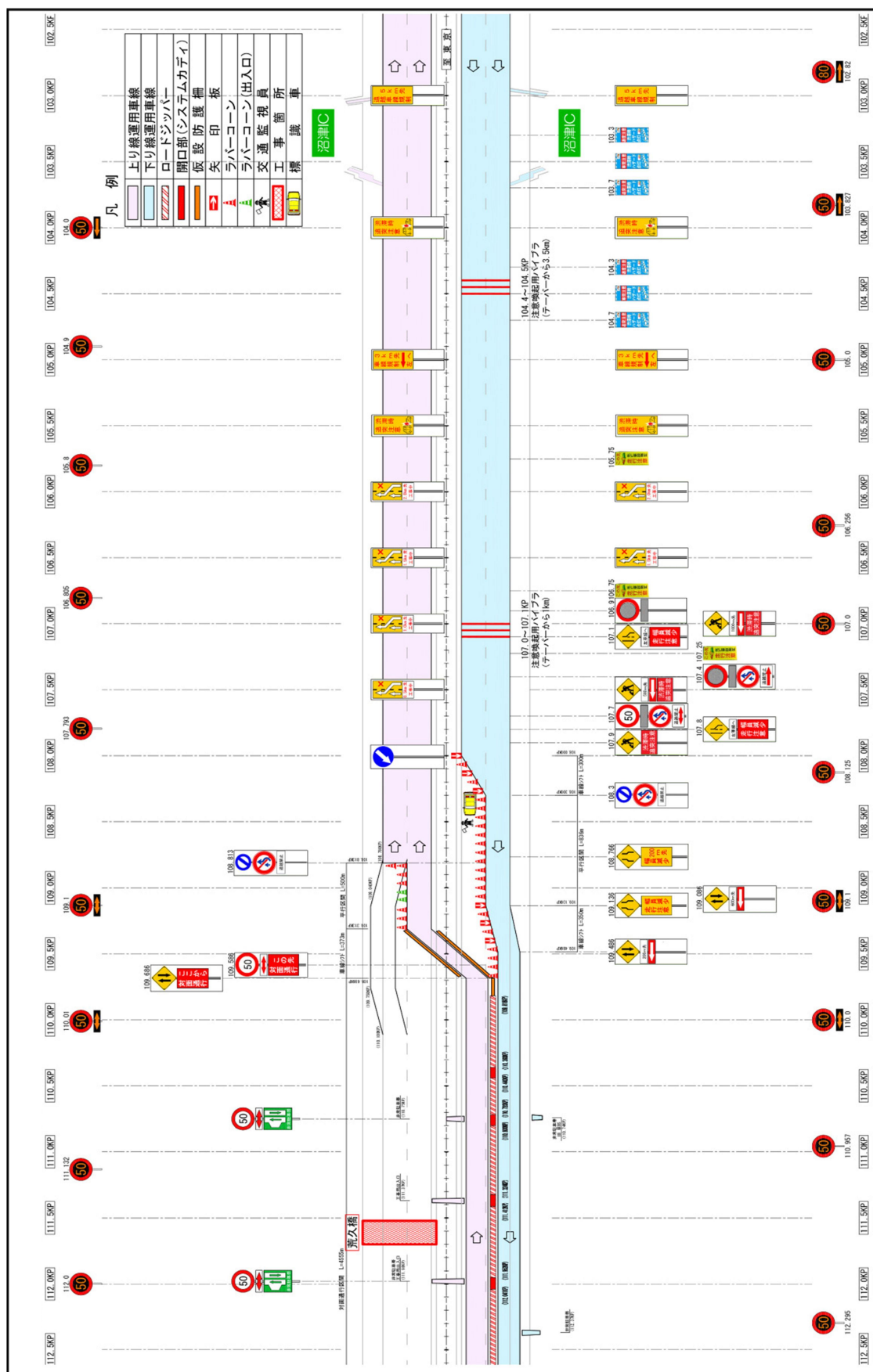


図 1-11 対象工事規制図: No.11~12(2/2)

出典) NEXCO日本資料

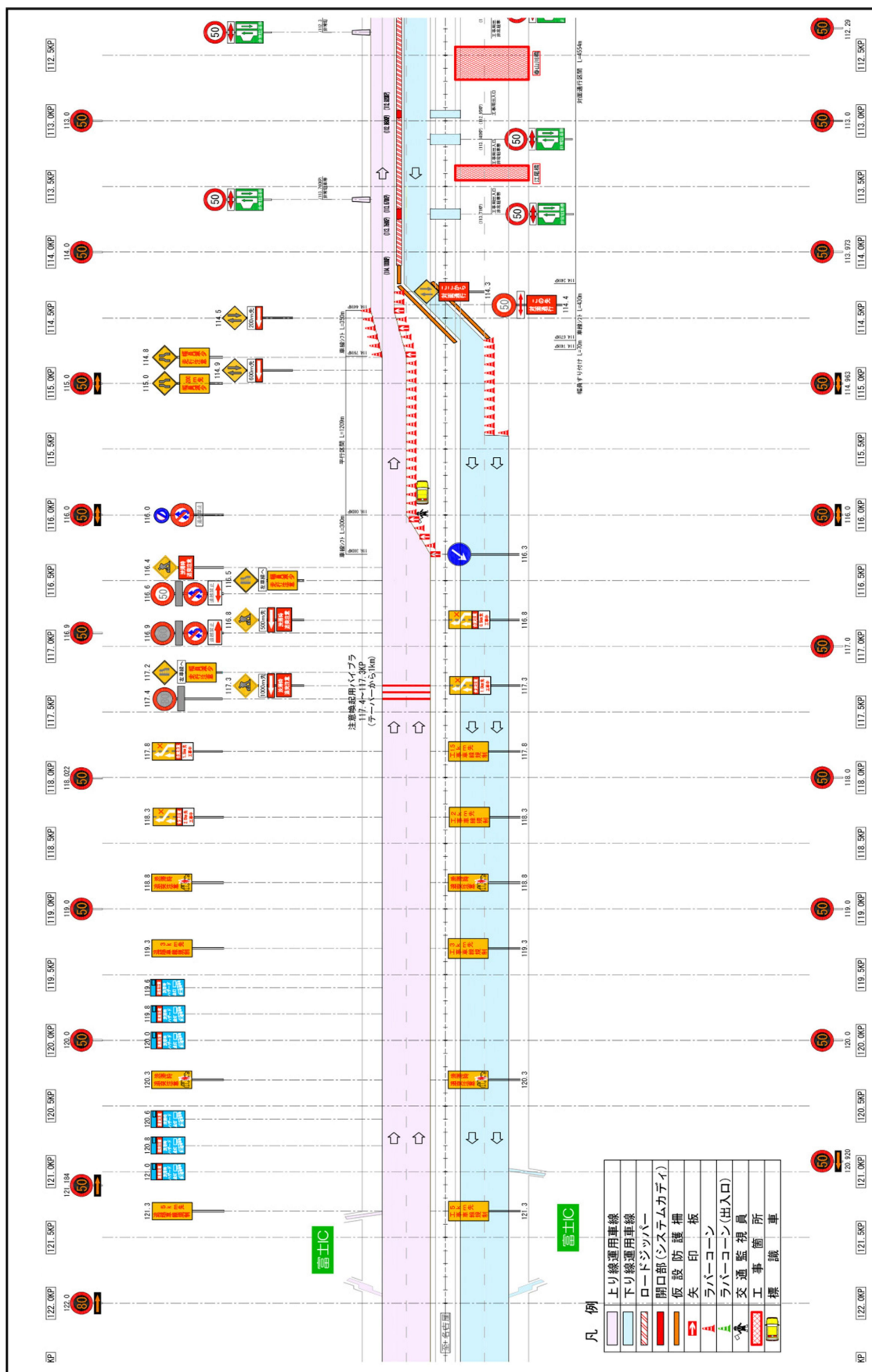


図 1-12 対象工事規制図 : No.13~14(1/2)

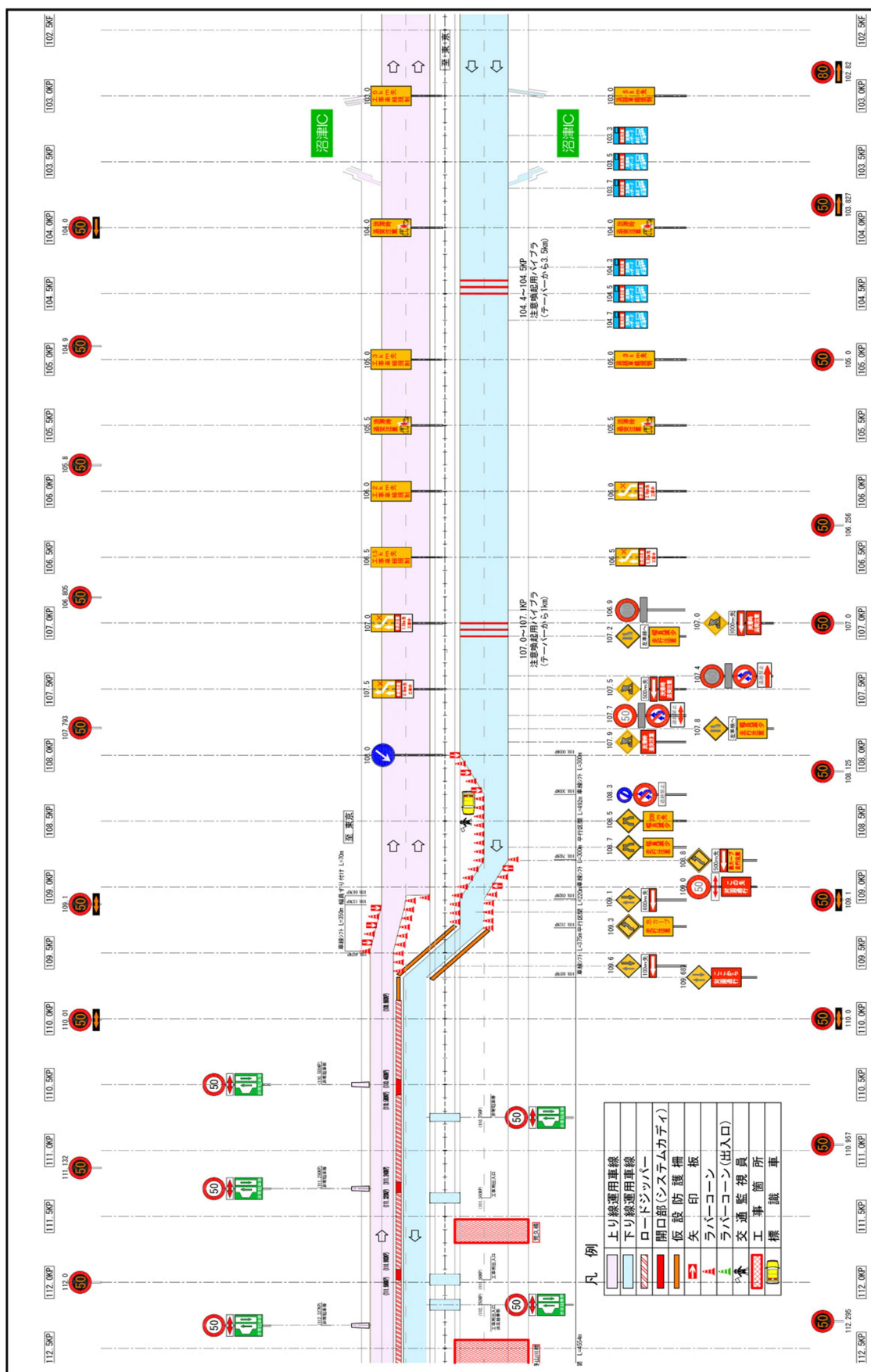
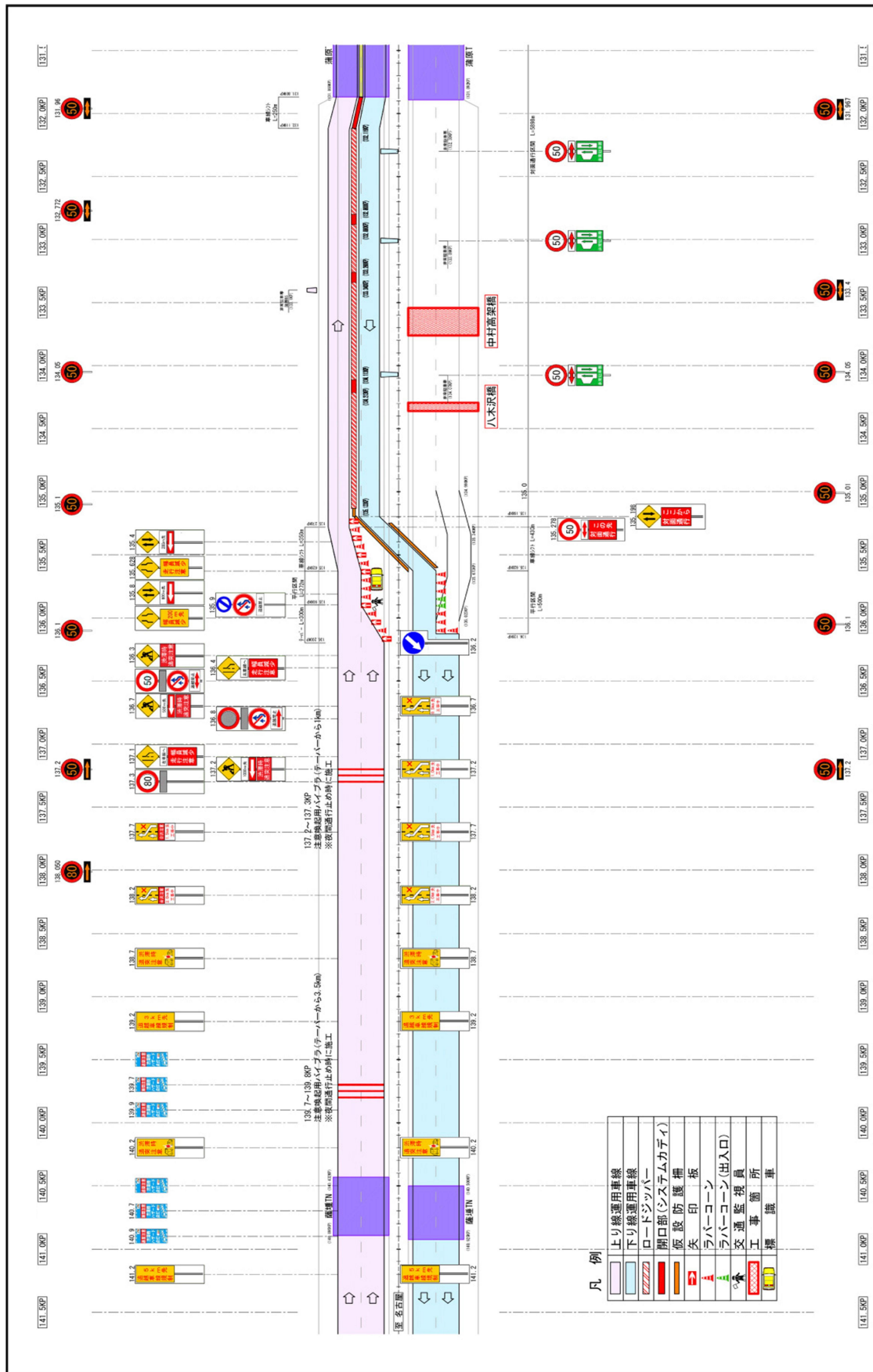


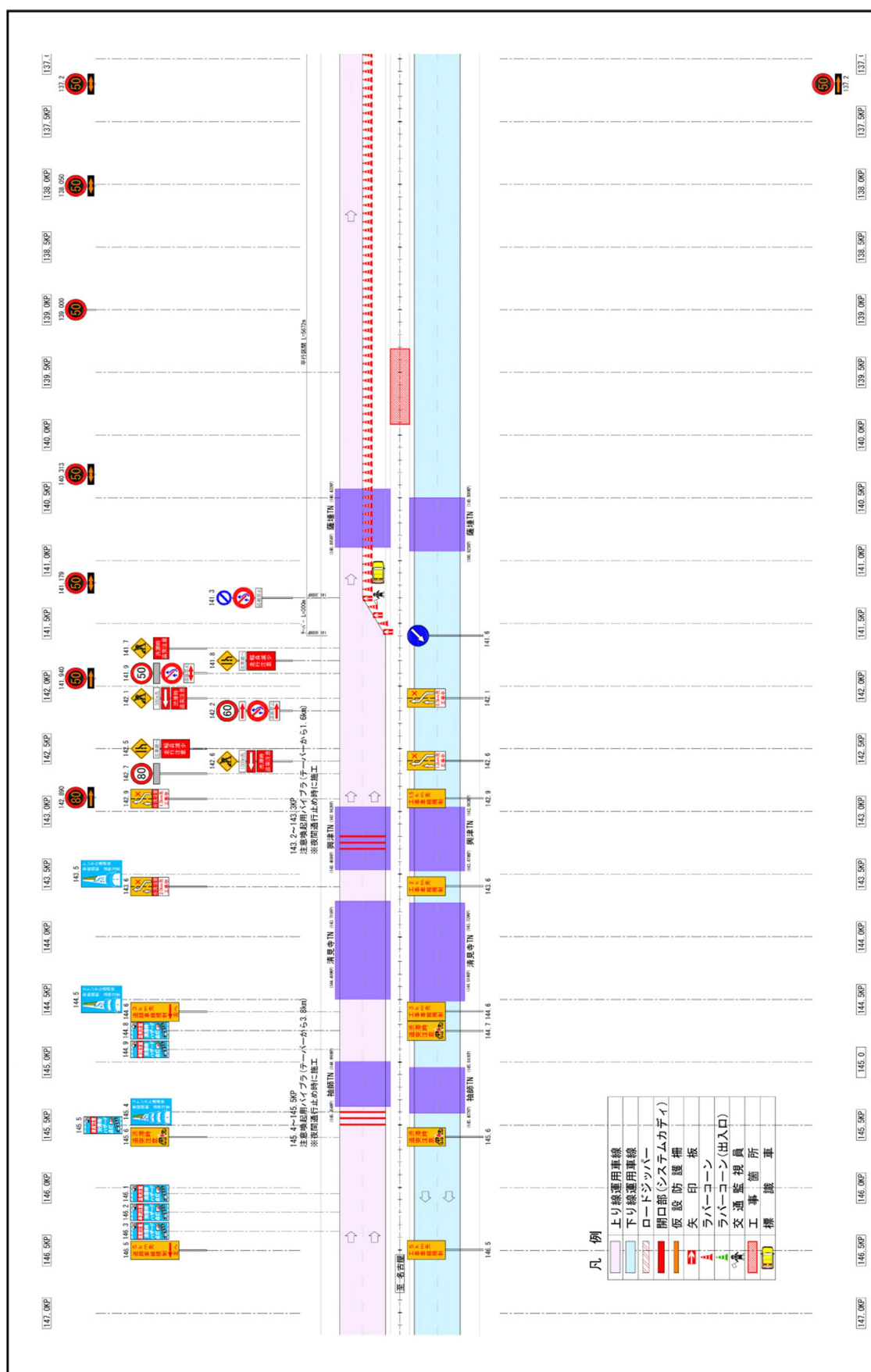
図 1-13 対象工事規制図 :No.13~14(2/2)

出典) NEXCO中日本資料



出典) NEXCO日本資料

図 1-14 対象工事規制図 :No.15~16(1/2)



出典) NEXCO中日本資料

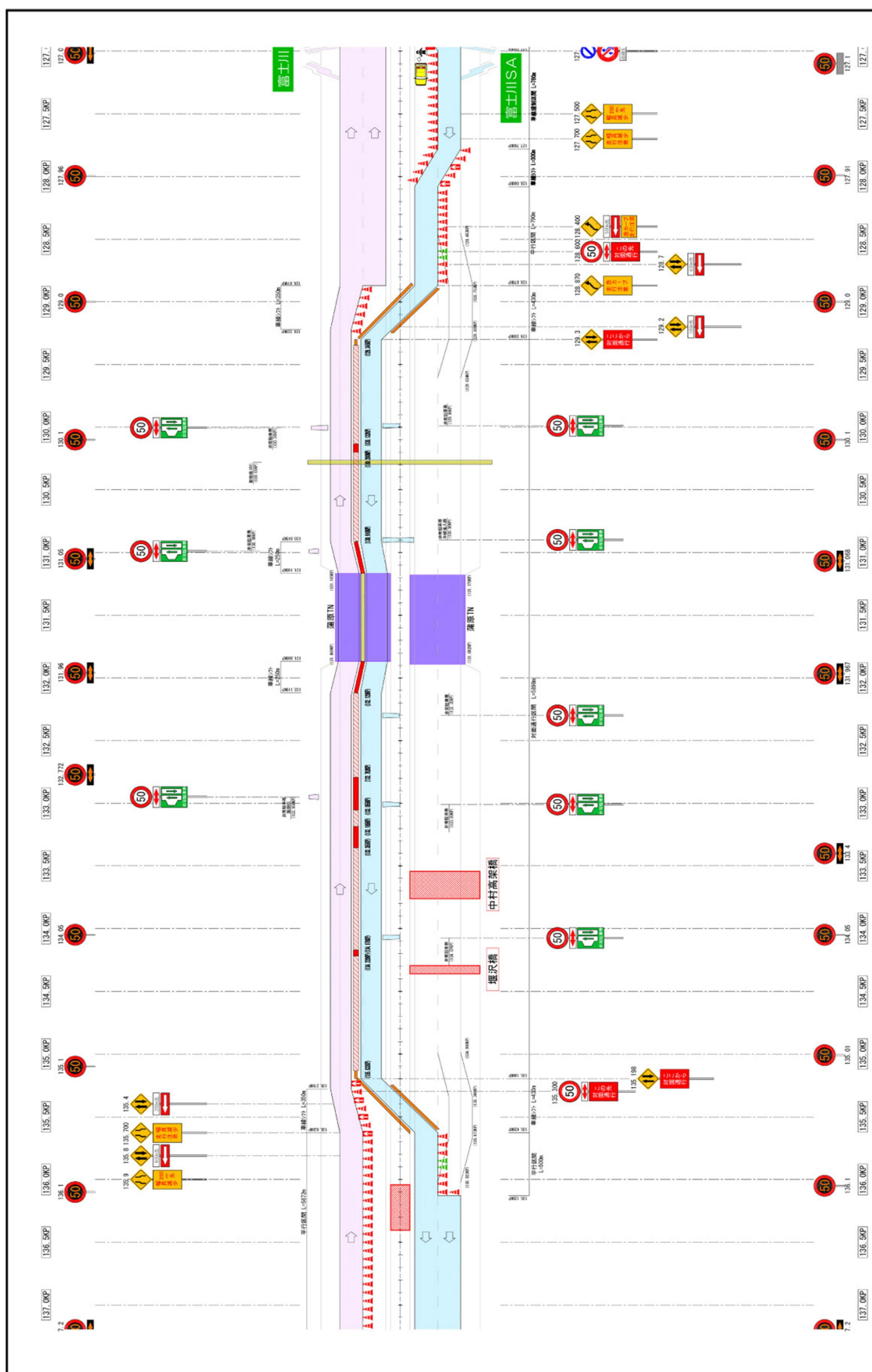
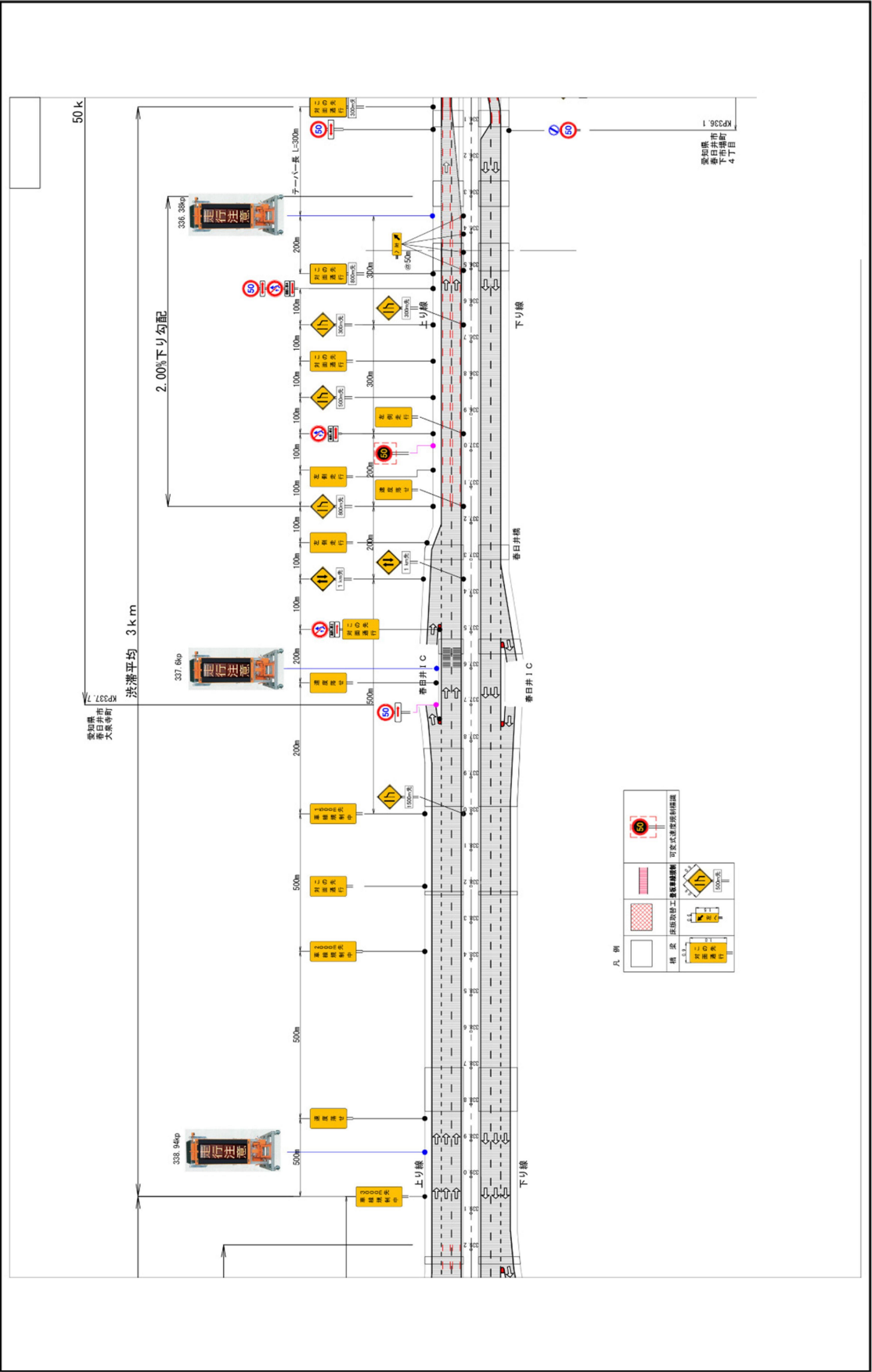
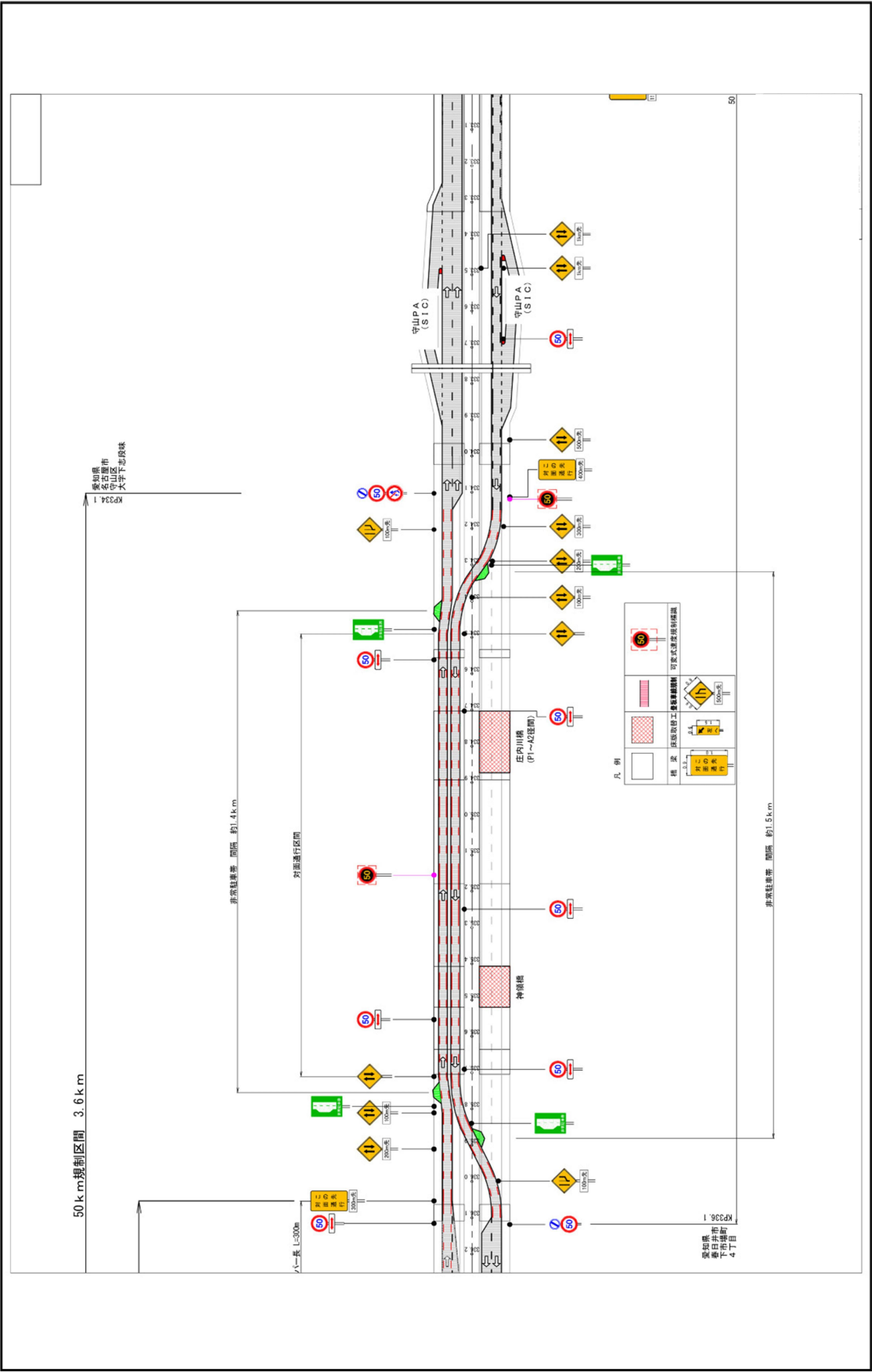


図 1-17 対象工事規制図: No.17~18(2/3)



出典) NEXCO中日本資料

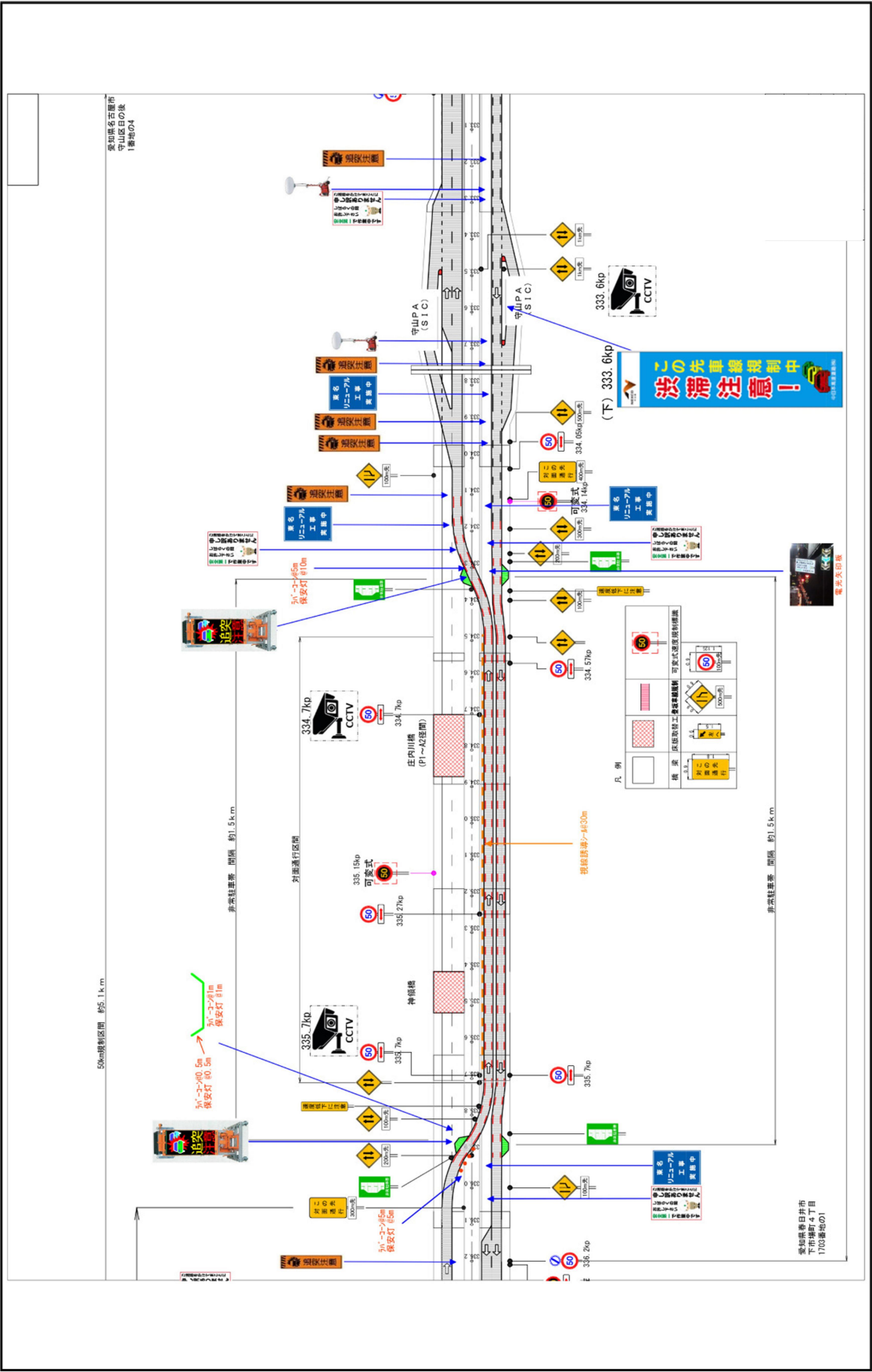


出典) NEXCO中日本資料

図 1-20 対象工事規制図 :No.19~20(2/3)



図 1-22 対象工事規制図: No.21~22(1/3)



出典) NEXCO中日本資料

図 1-23 対象工事規制図 :No.21~22(2/3)

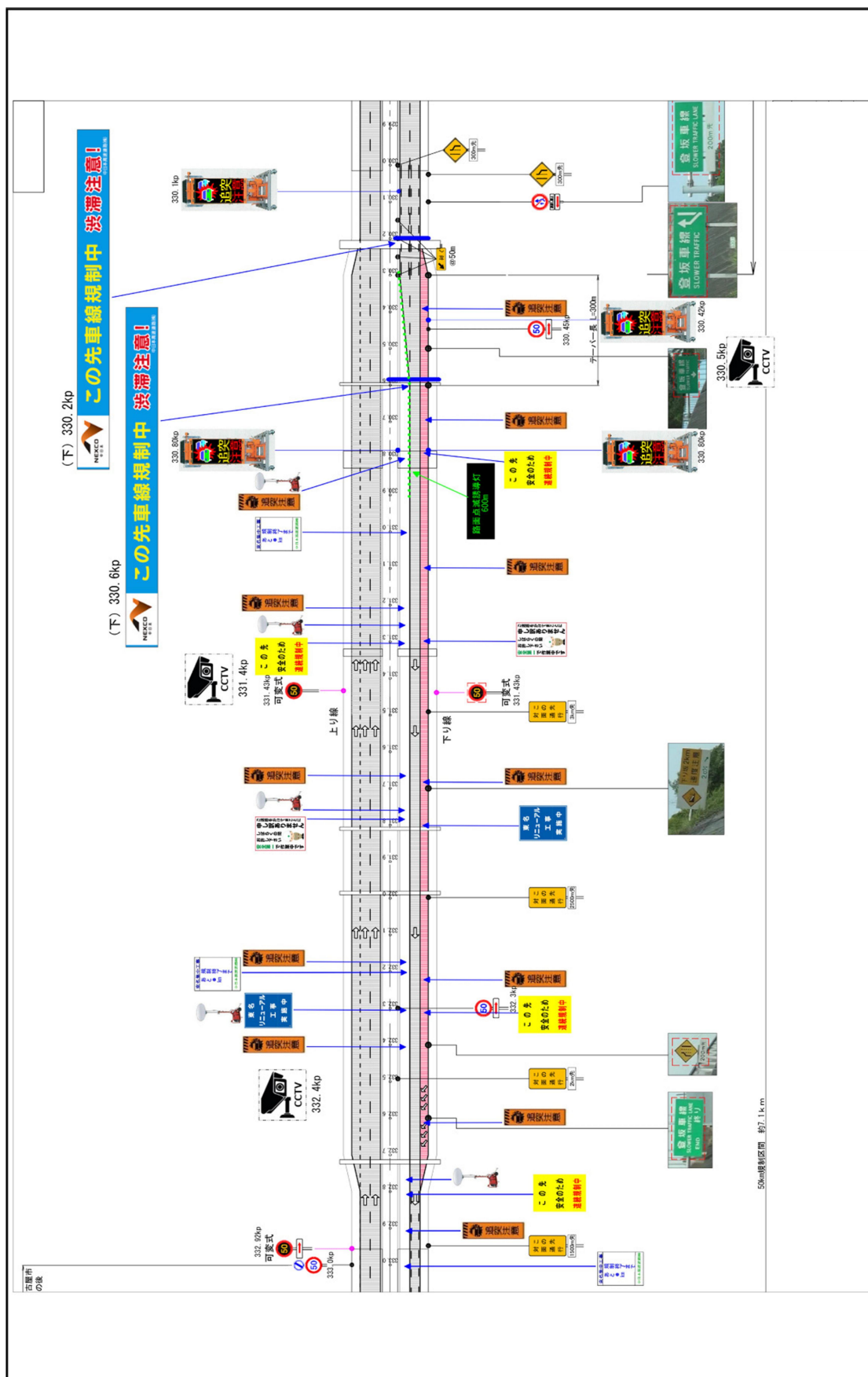
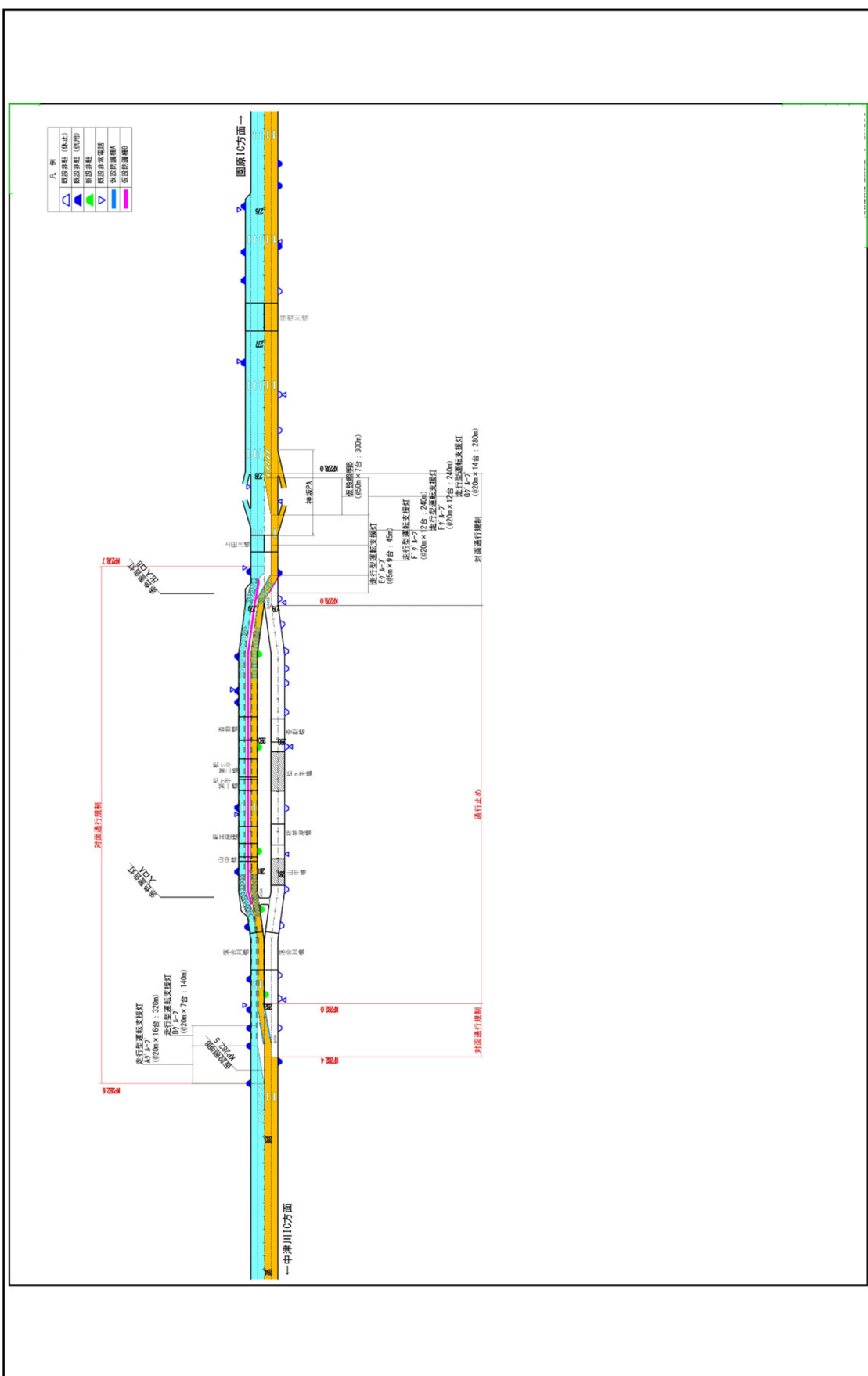


図 1-24 対象工事規制図 :No.21～22(3/3)



出典) NEXCO 日本資料



出典) NEXCO中日本資料

図 1-26 対象工事規制図 :No.25～26(1/1)

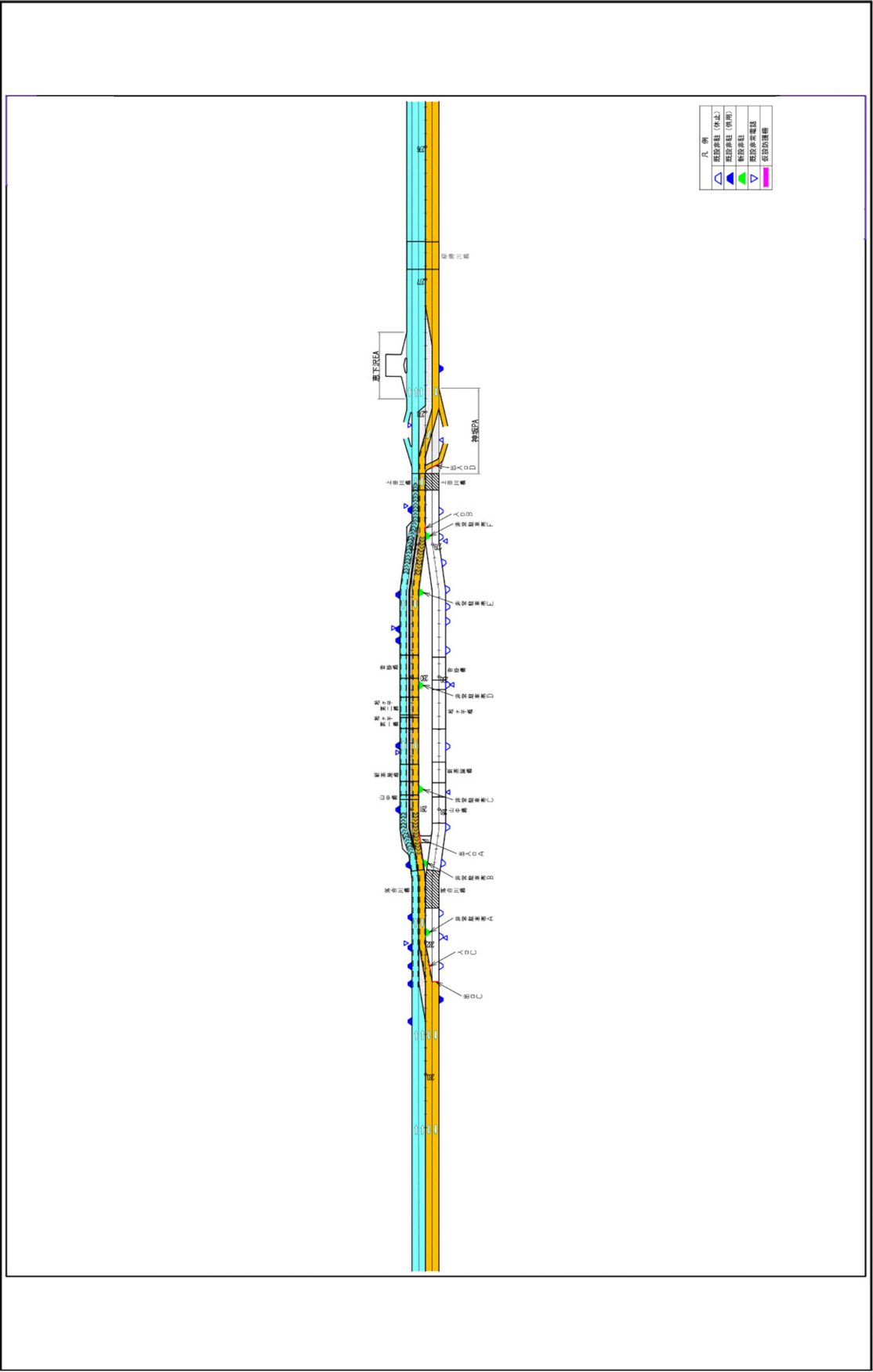


图 1-27 对象工事規制図 :No.27~28(1/1)

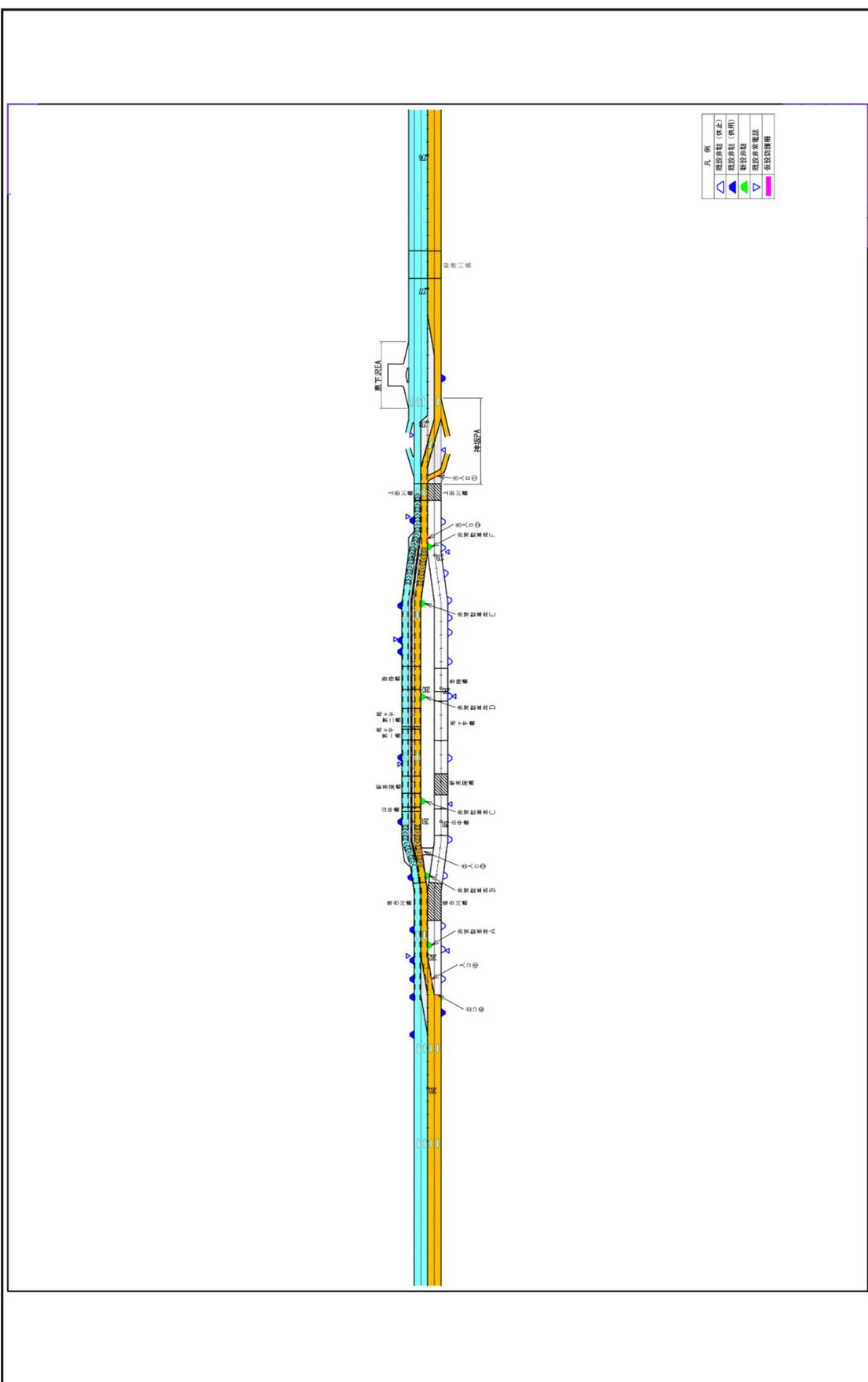
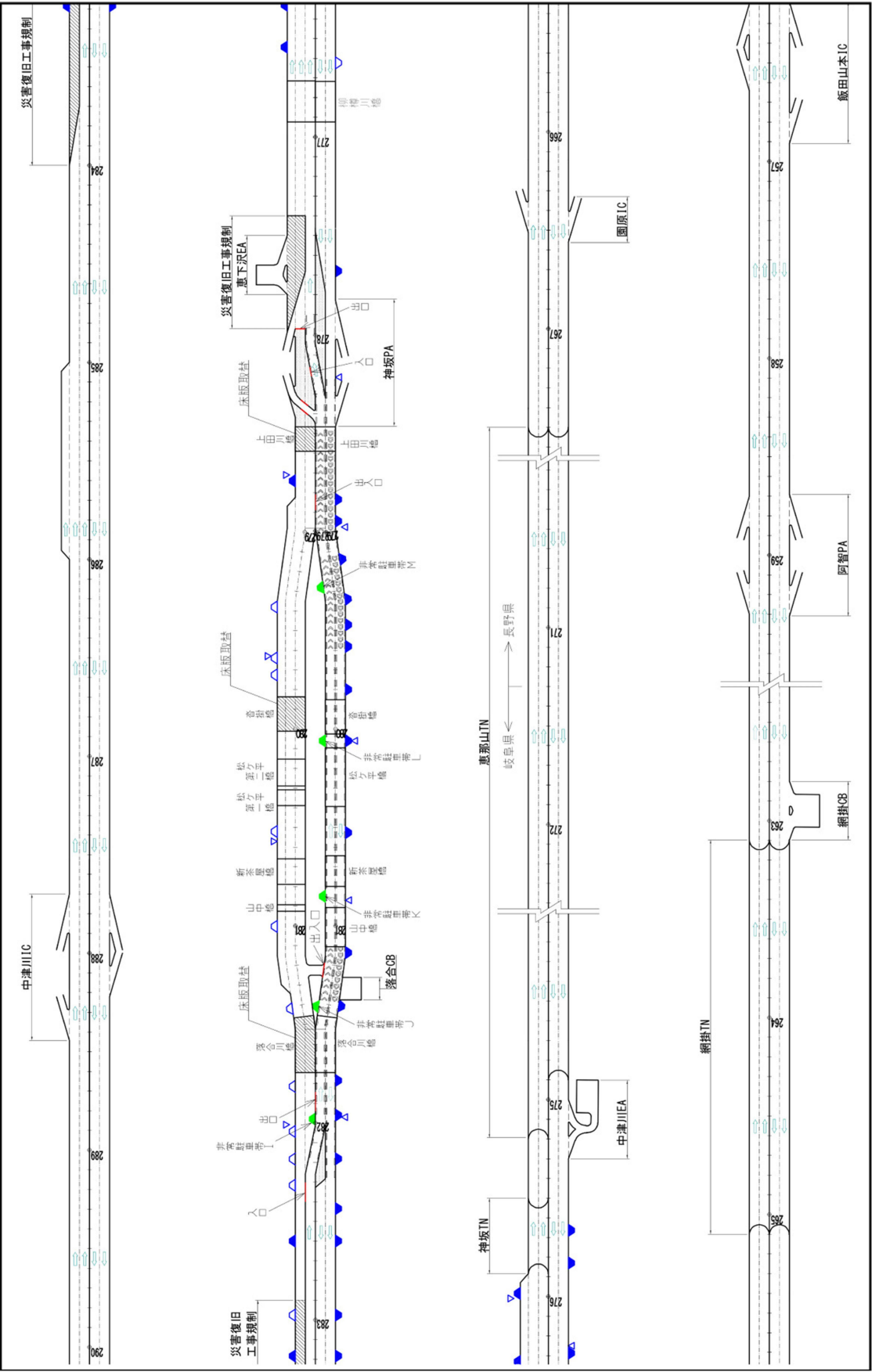
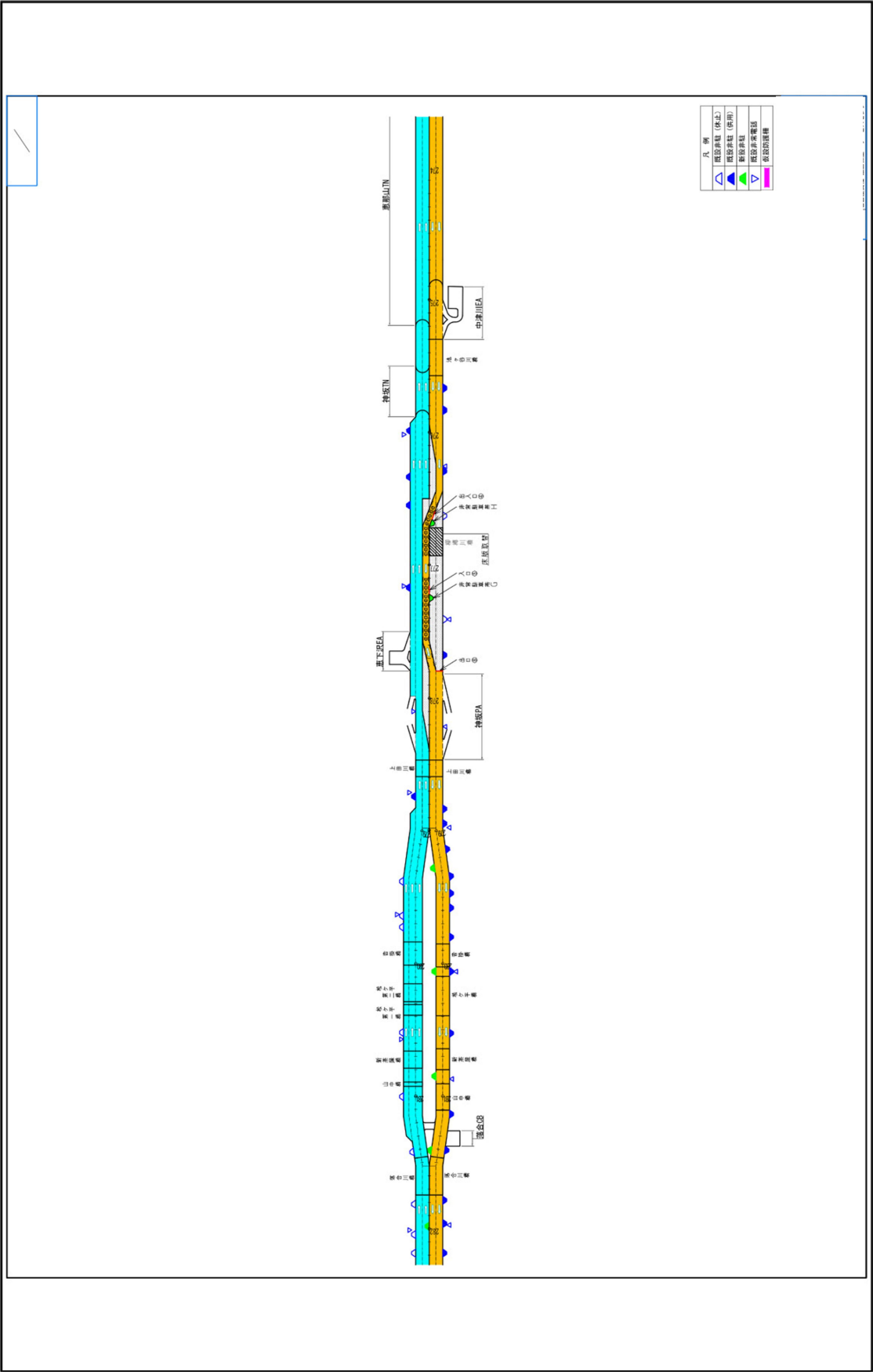


図 1-28 対象工事規制図: No.29~30(1/1)



出典) NEXCO中日本資料

図 1-29 対象工事規制図 :No.31~32(1/1)



出典) NEXCO中日本資料

図 1-30 対象工事規制図 :No.33~34(1/1)

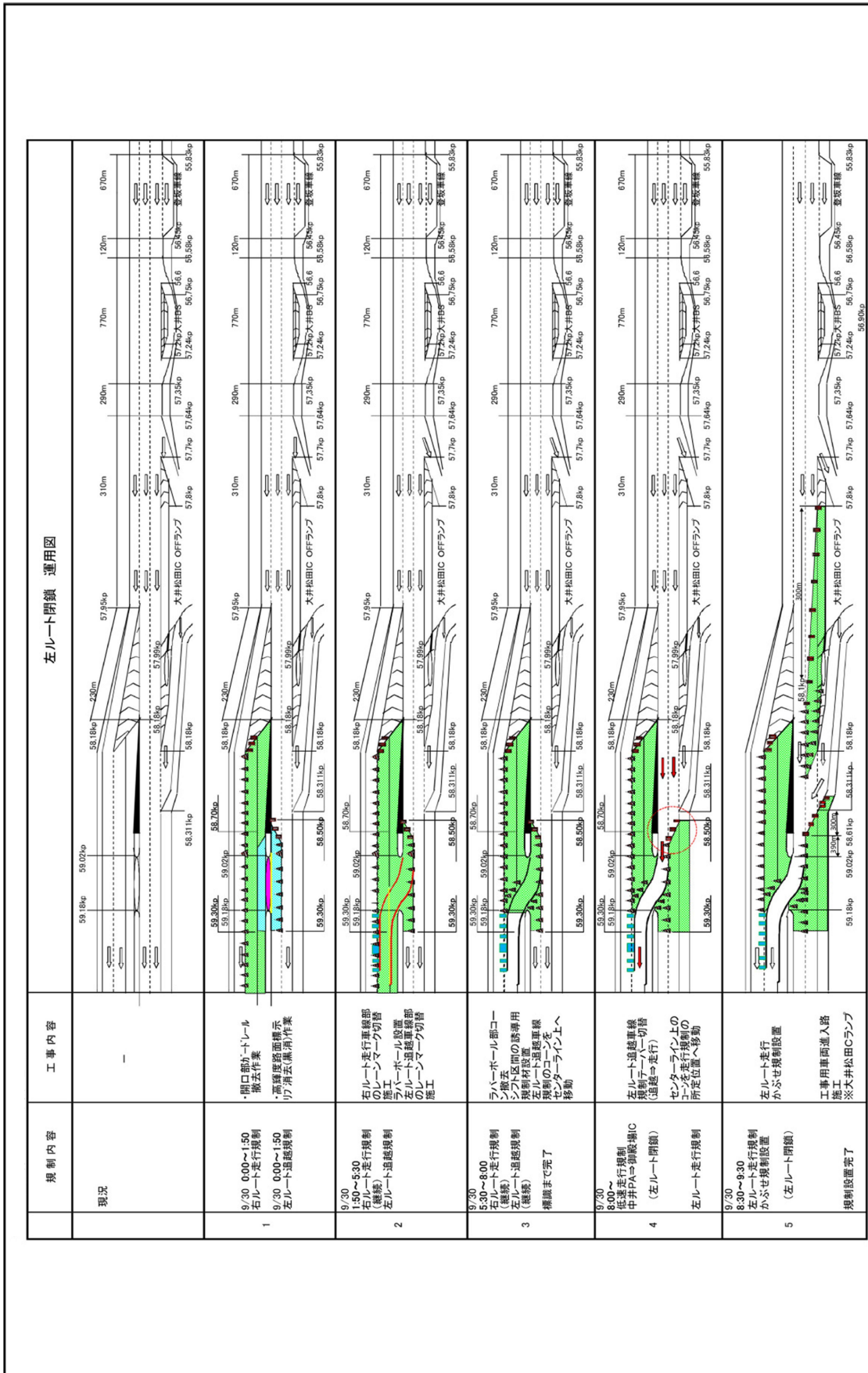


図 1-32 対象工事規制図:No.37(1/1)

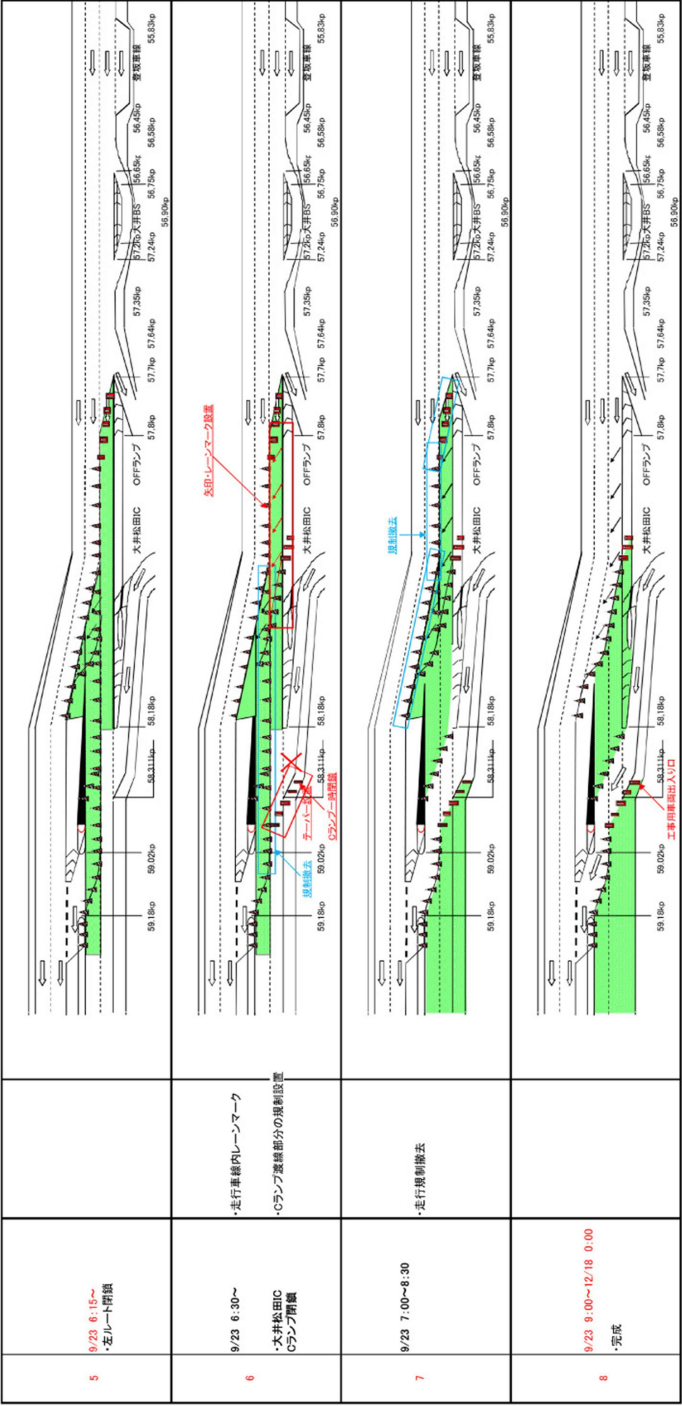


図 1-33 対象工事規制図:No.38(1/1)

付録

2. 速度プロファイル図

No. 1-1 : 中央道(上)伊那→岡谷JCT(195.7kp)

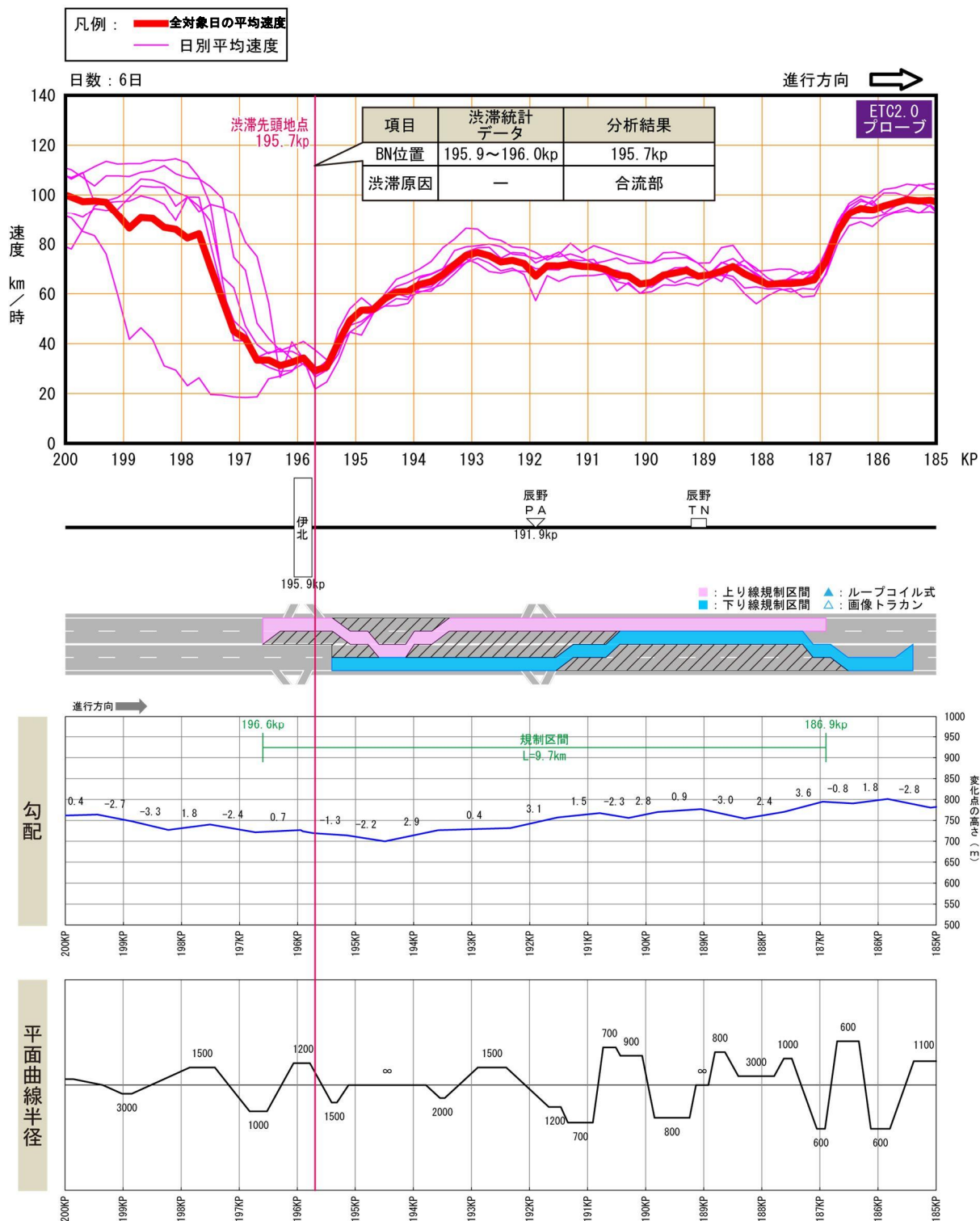


図 2-1 ETC2.0 プロブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.1-1

No. 1-2 : 中央道(上)伊那→岡谷JCT(188.5kp)

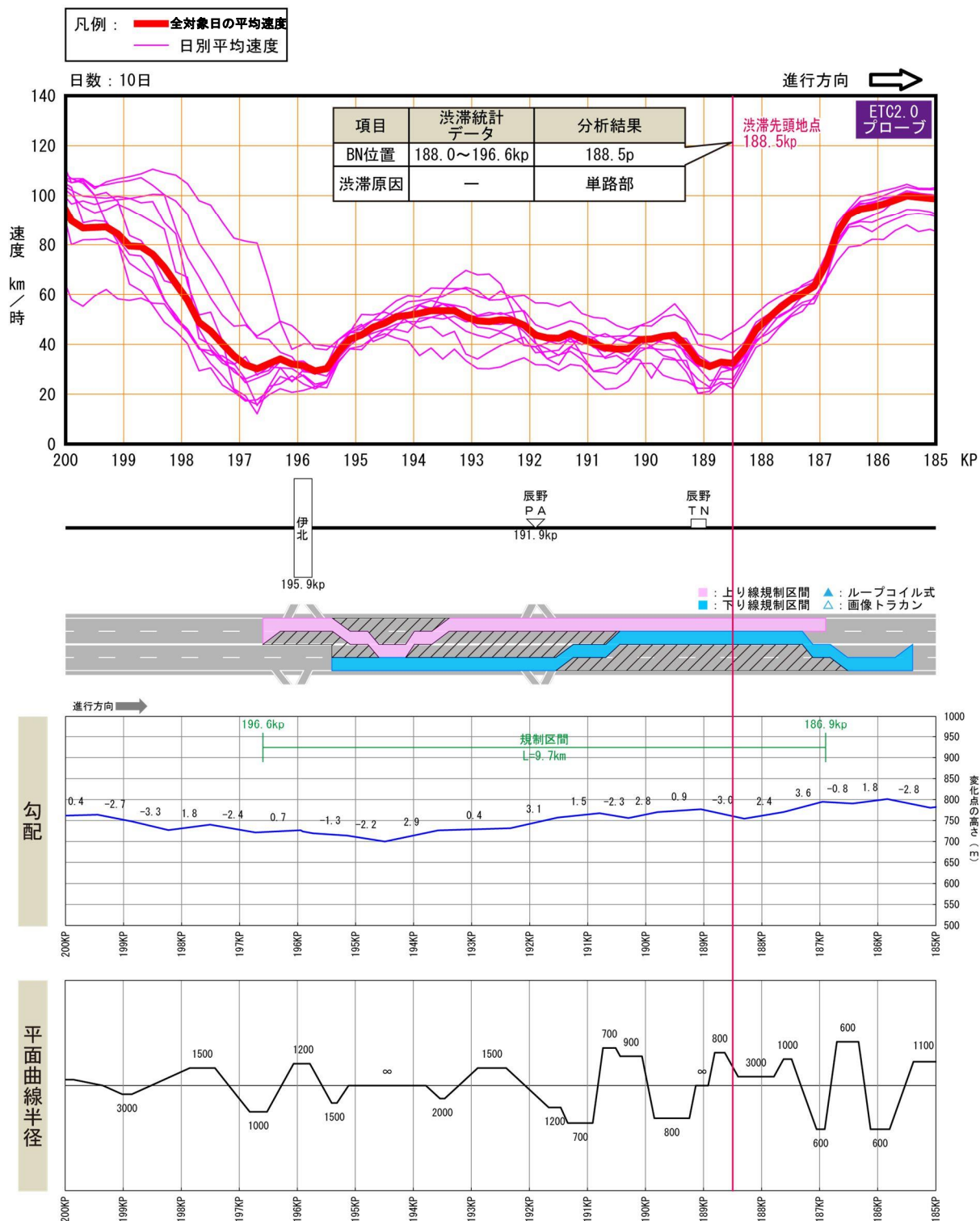


図 2-2 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.1-2

No. 2 : 中央道(下)岡谷JCT→伊北(193.5kp)

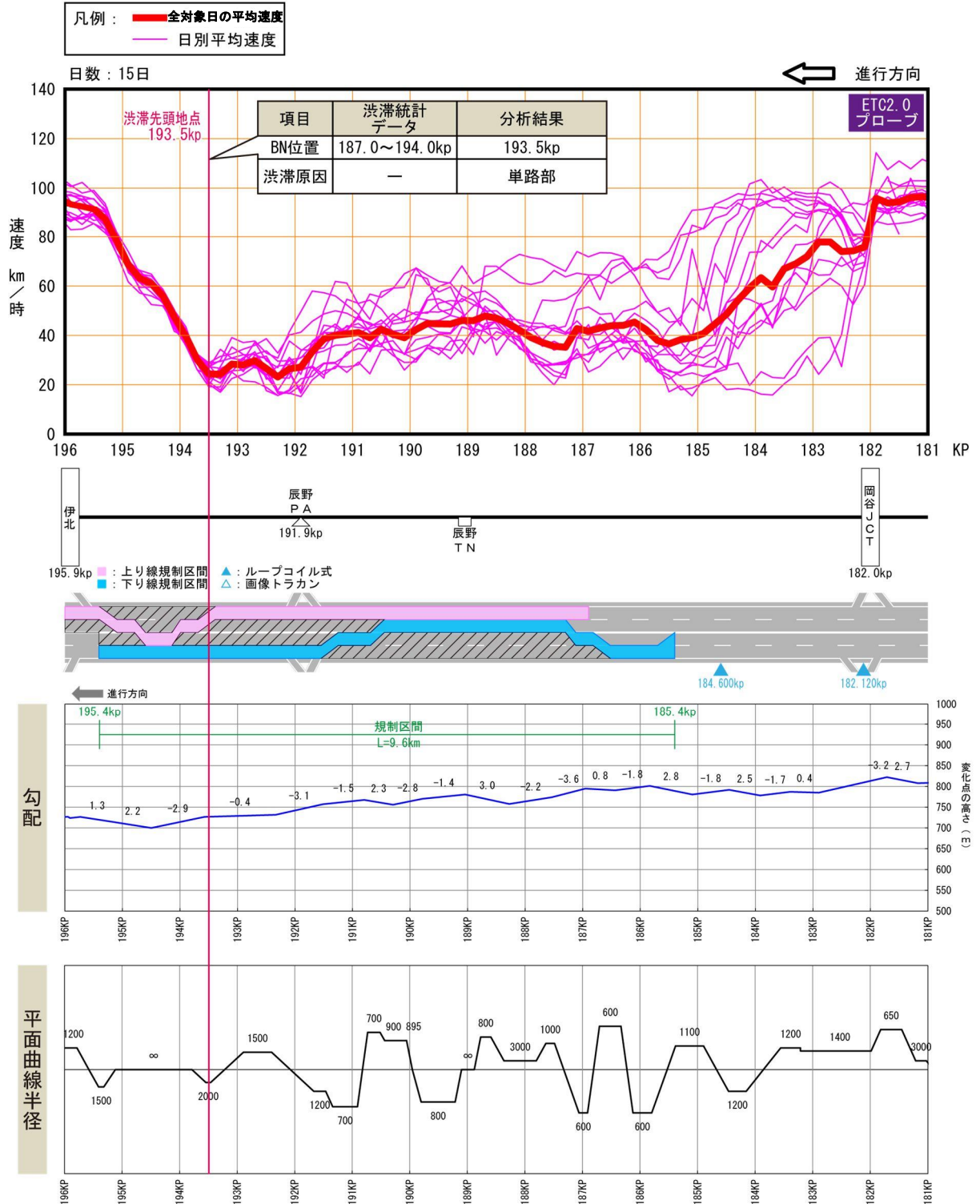


図 2-3 ETC2.0 プロブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.2

No. 3 : 中央道(上)伊北→岡谷JCT(188.5kp)

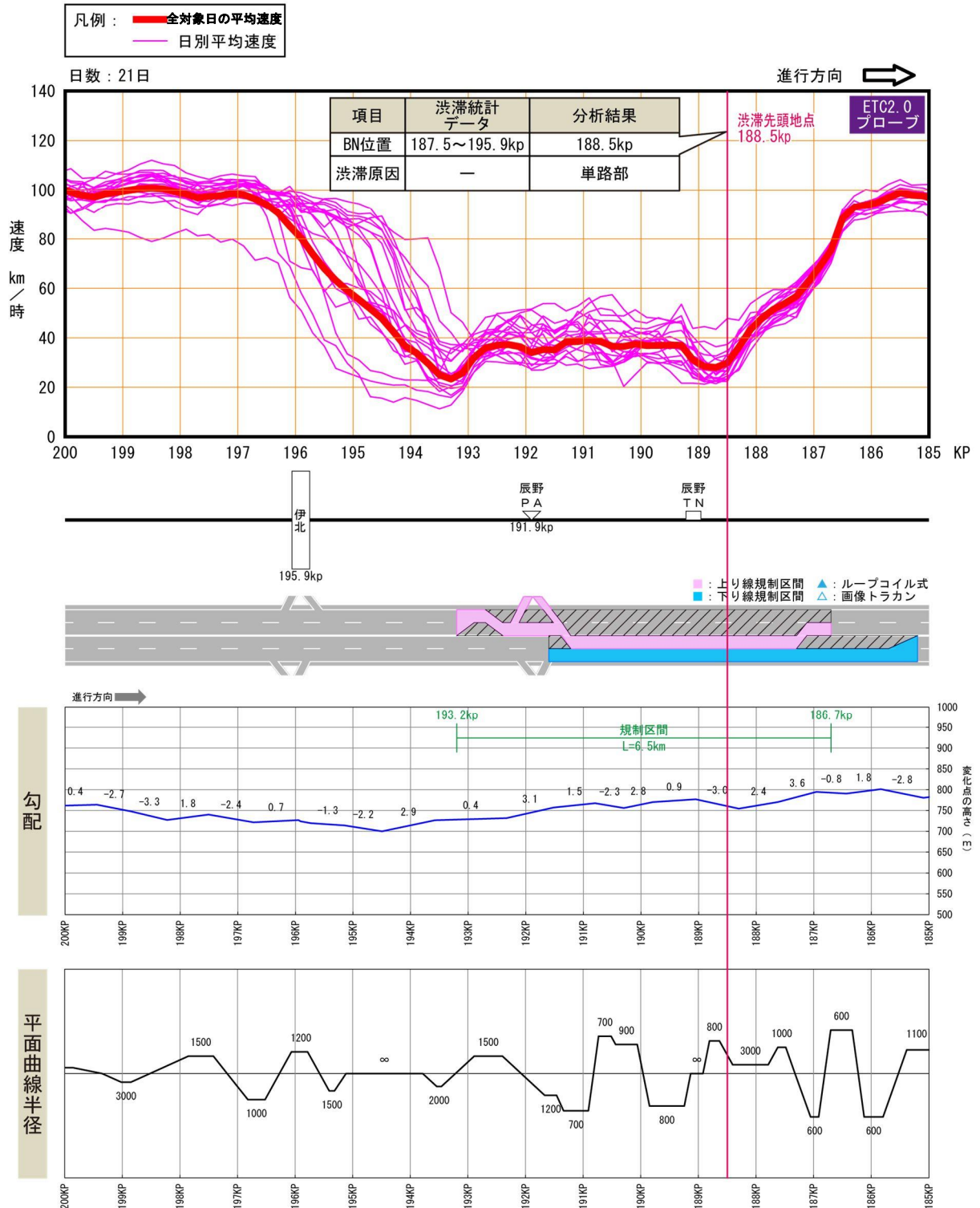


図 2-4 ETC2.0 プロブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.3

No. 4-1 : 中央道(下)岡谷JCT→伊北(185.3kp)

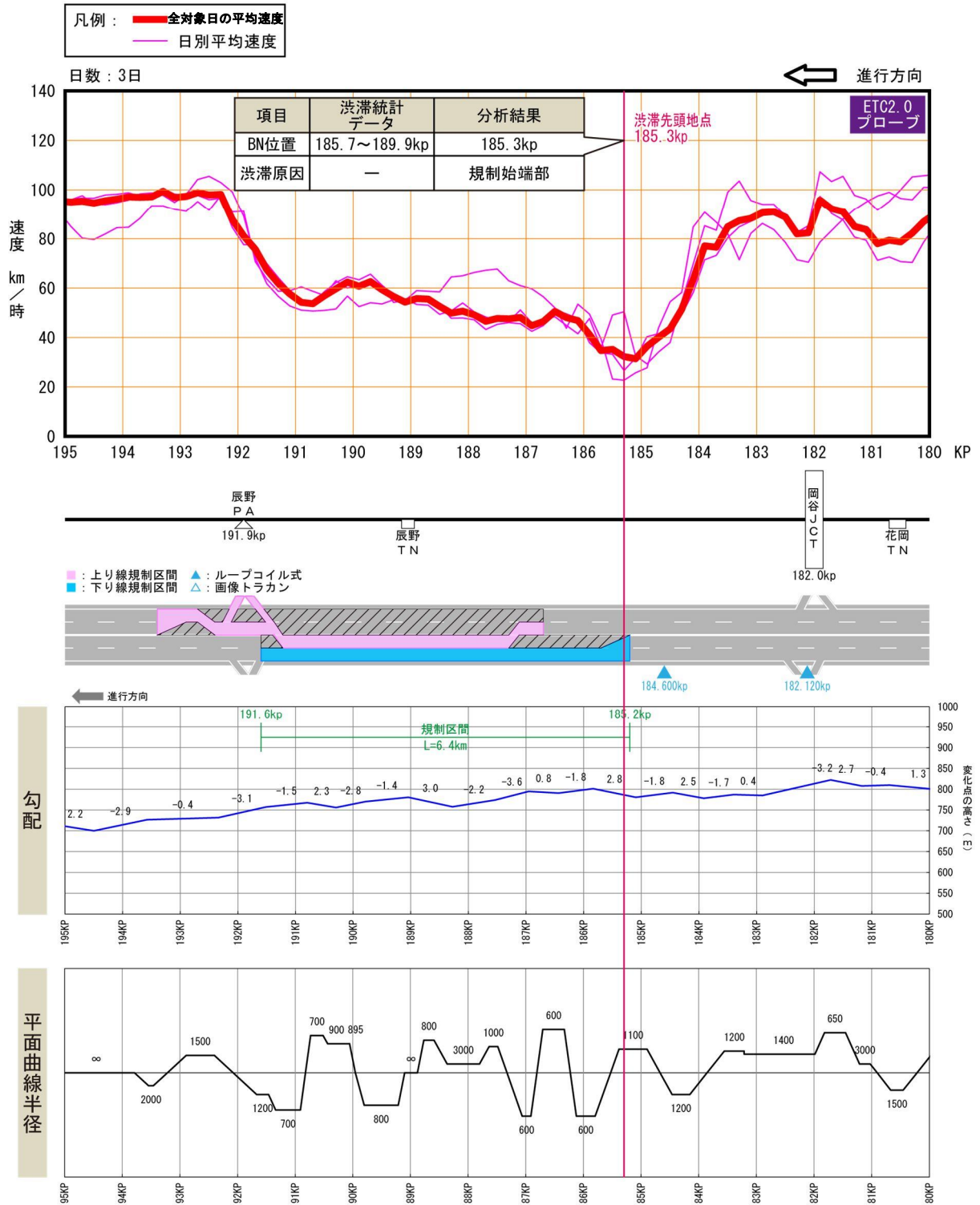


図 2-5 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.4-1

No. 4-2 : 中央道(下)岡谷JCT→伊北(187.5kp)

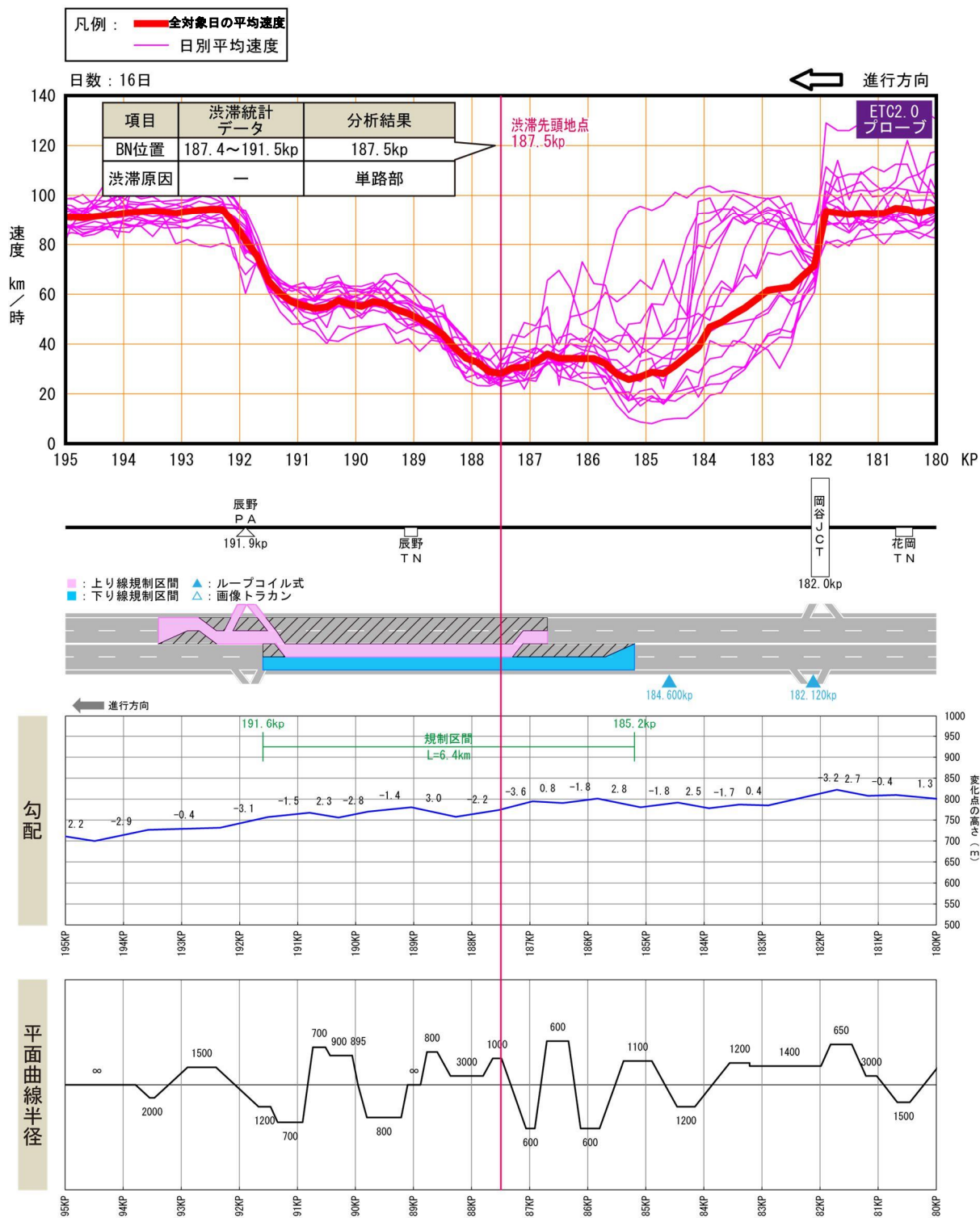


図 2-6 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.4-2

No. 5-1 : 東名(上) 富士→裾野(106.5kp)

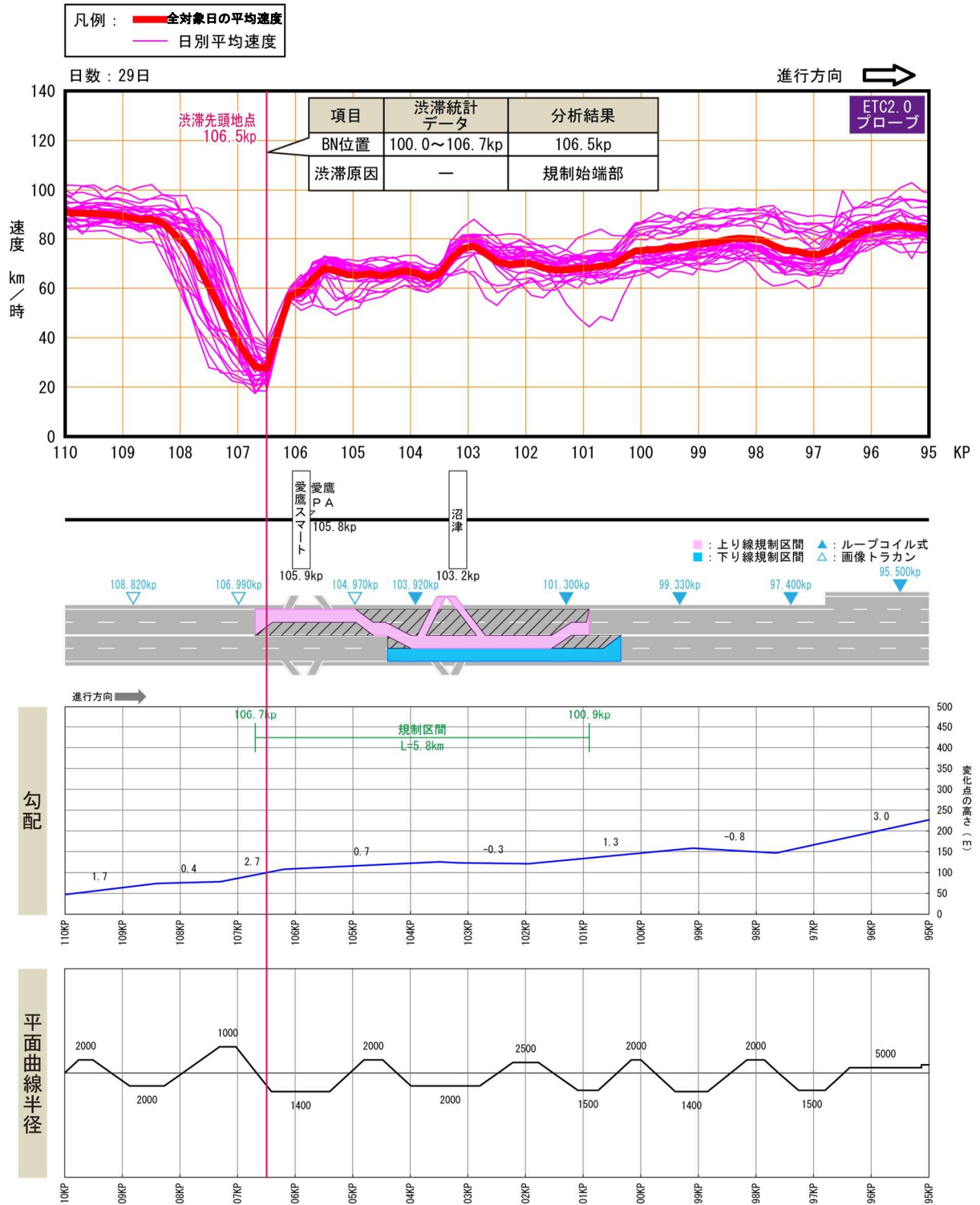


図 2-7 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.5-1

No. 5-2 : 東名(上) 富士→裾野(105.3kp)

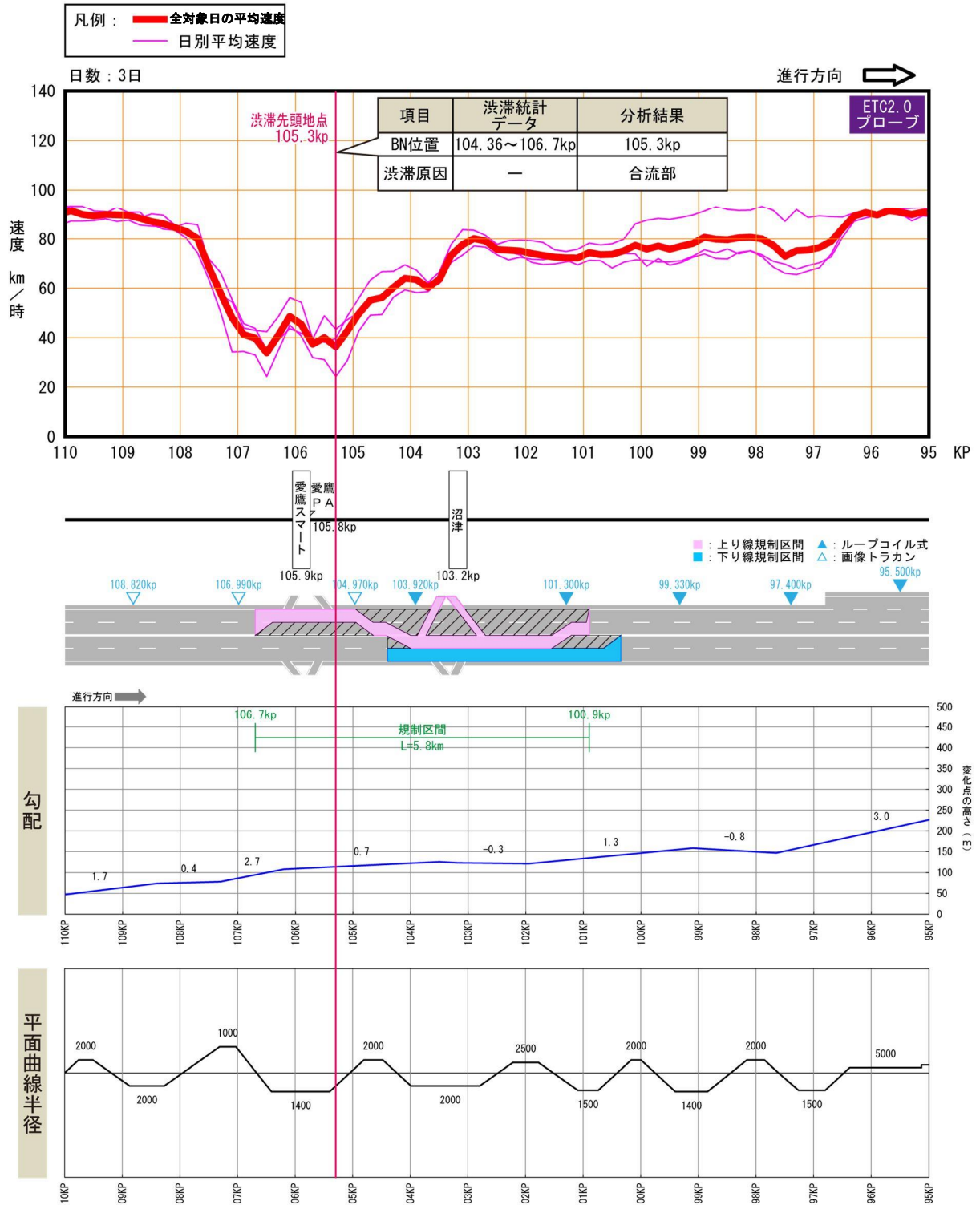


図 2-8 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.5-2

No. 5-3 : 東名(上) 富士→裾野(102.7kp)

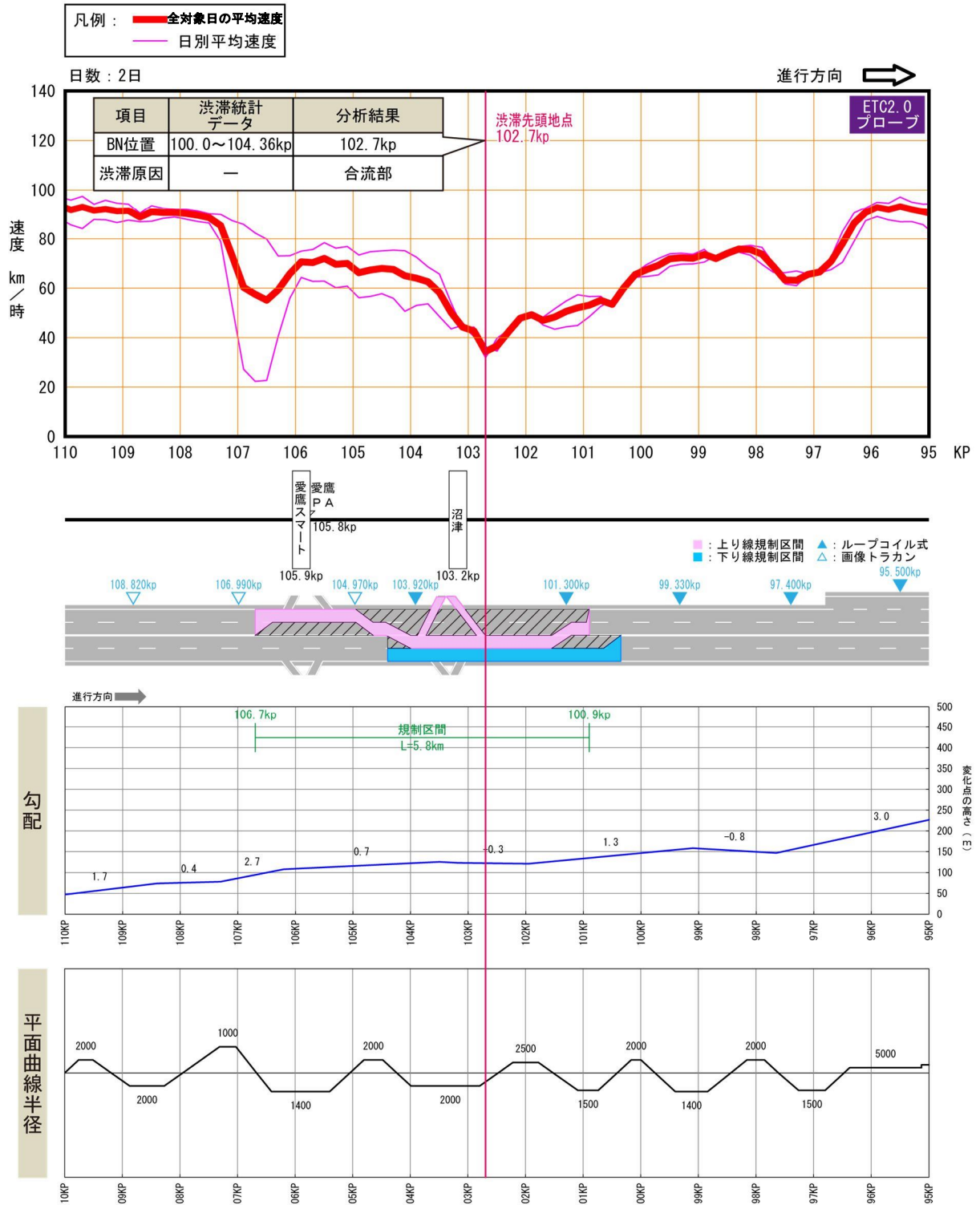


図 2-9 ETC2.0 プロブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.5-3

No. 6-1 : 東名(下)裾野→愛鷹スマート(100.3kp)

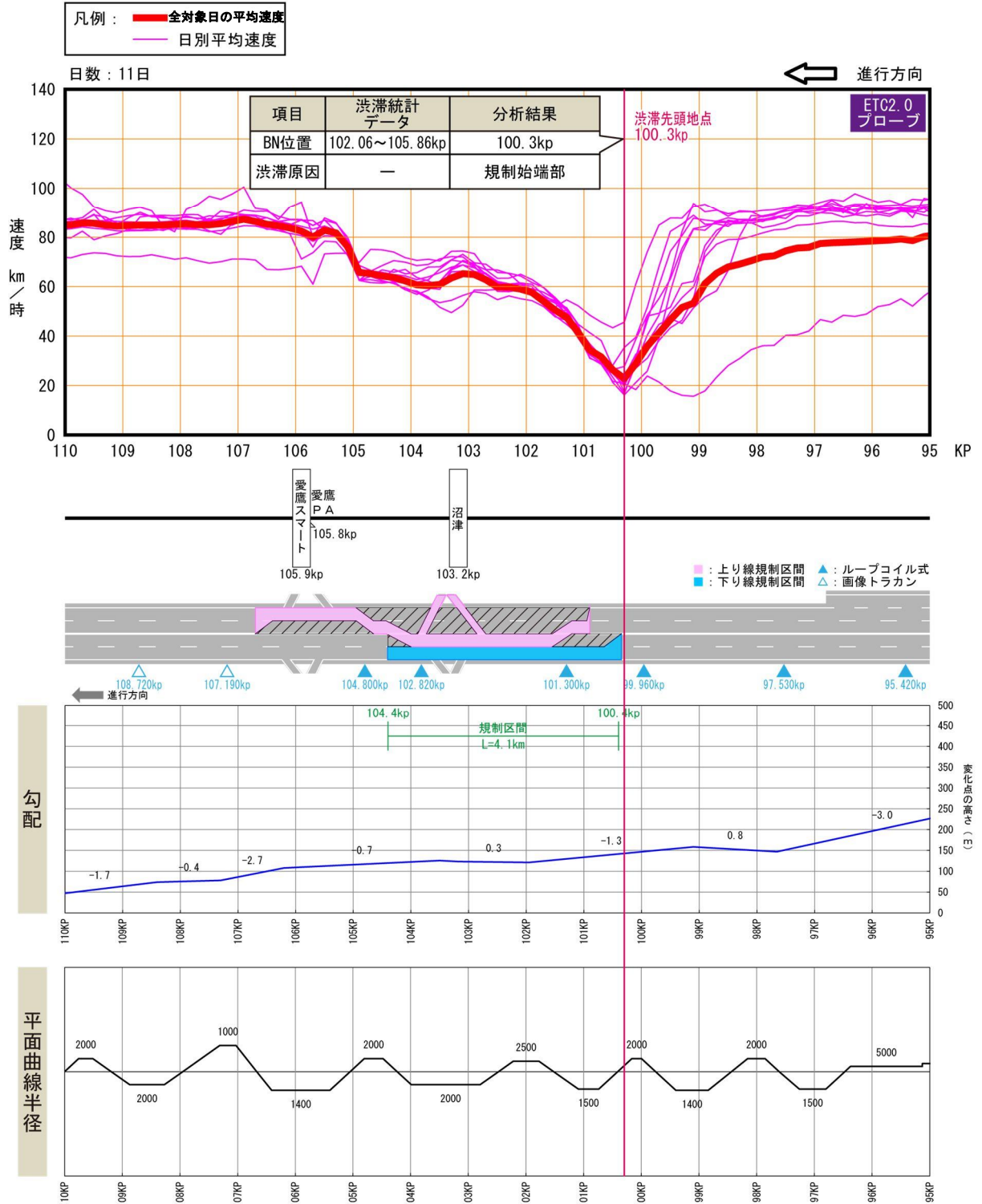


図 2-10 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.6-1

No. 6-2 : 東名(下)裾野→愛鷹スマート(103.5kp)

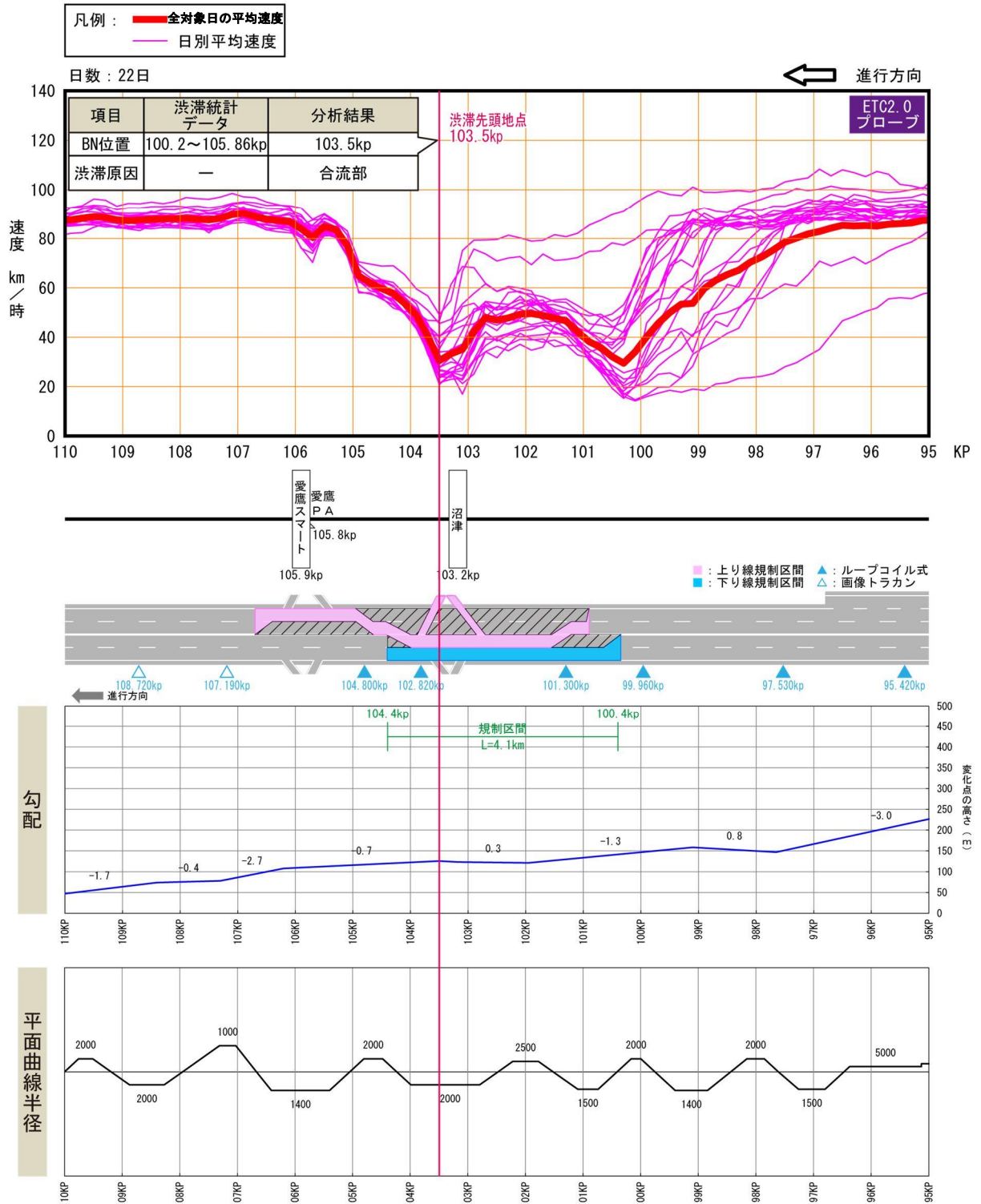


図 2-11 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.6-2

No. 7 : 東名(上) 愛鷹スマートー裾野(104.9kp)

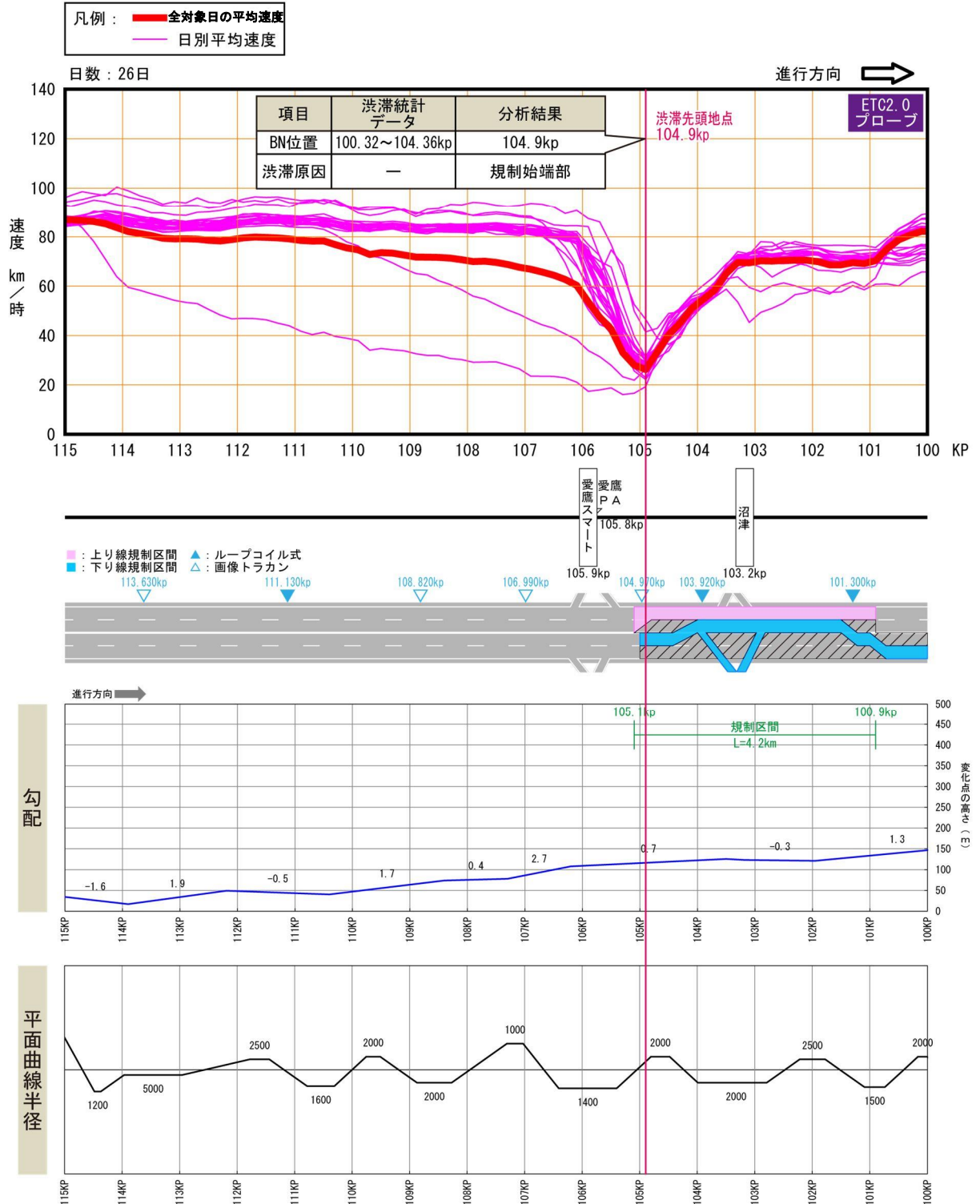


図 2-12 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.7

No. 8-1 : 東名(下)裾野→愛鷹スマート(97.3kp)

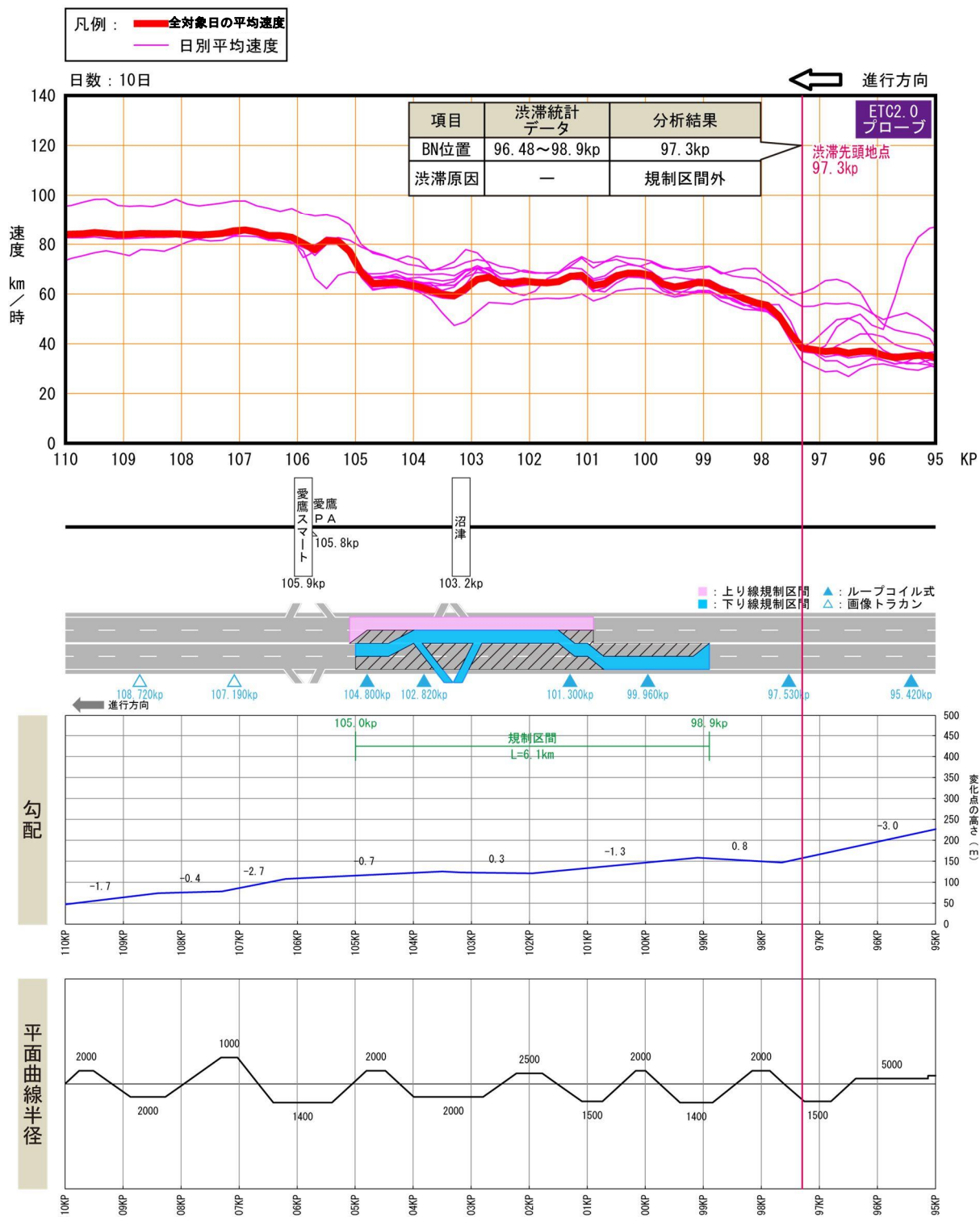


図 2-13 ETC2.0 プロブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.8-1

No. 8-2 : 東名(下)裾野→愛鷹スマート(98.9kp)

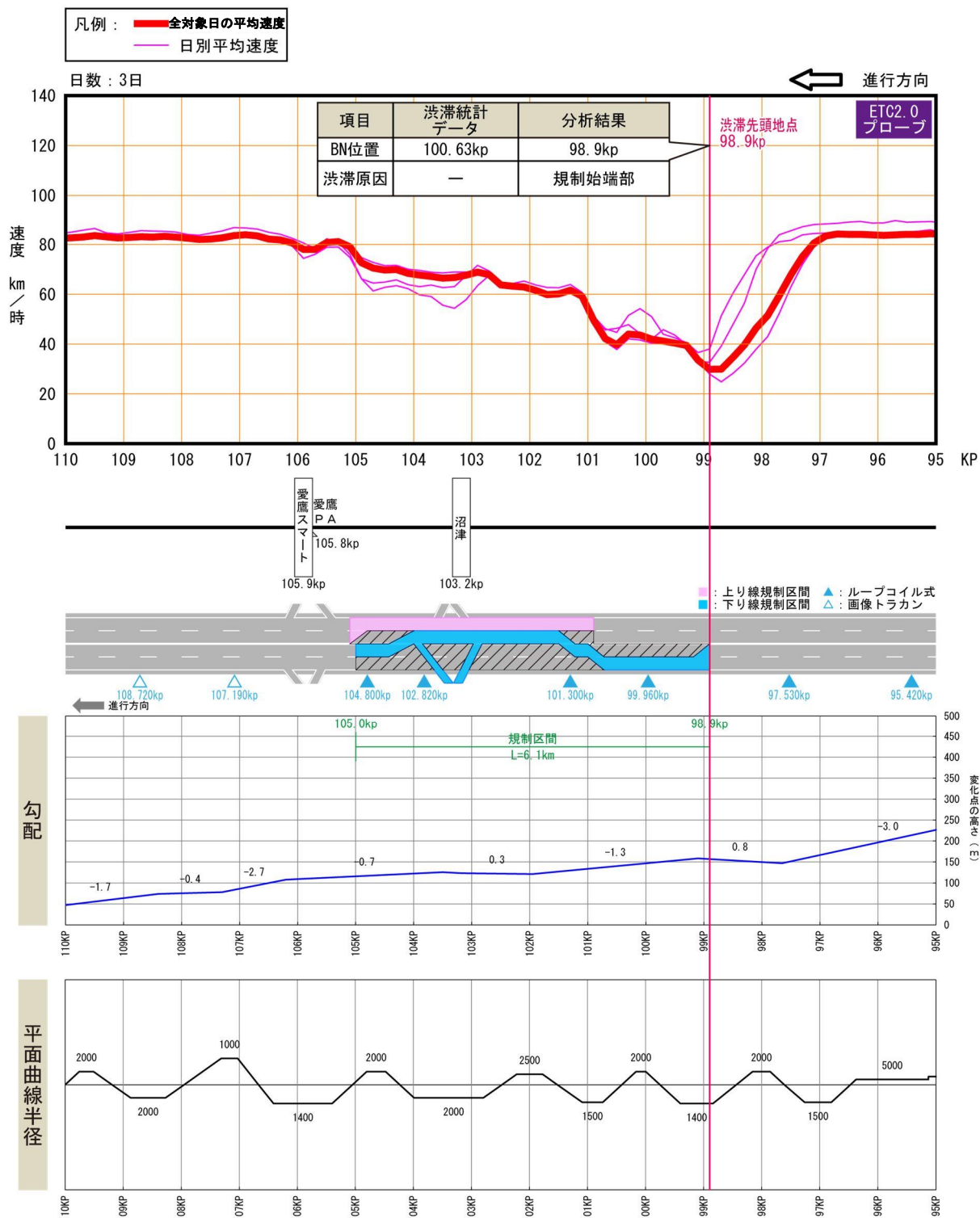


図 2-14 ETC2.0 プロブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.8-2

No. 8-3 : 東名(下)裾野→愛鷹スマート(103.3kp)

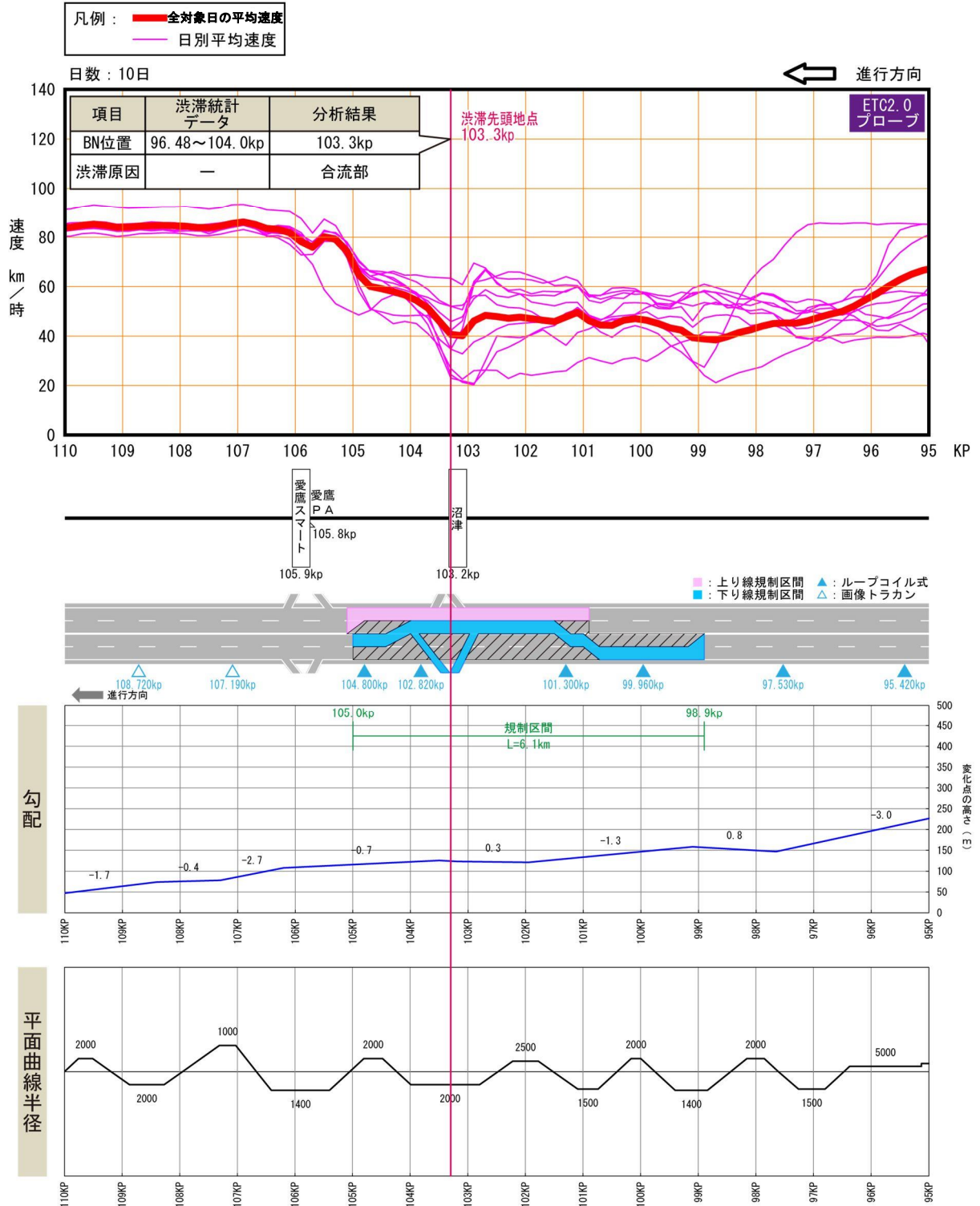


図 2-15 ETC2.0 プロブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.8-3

No. 9-1 : 東名(上) 沼津→裾野(101.7kp)

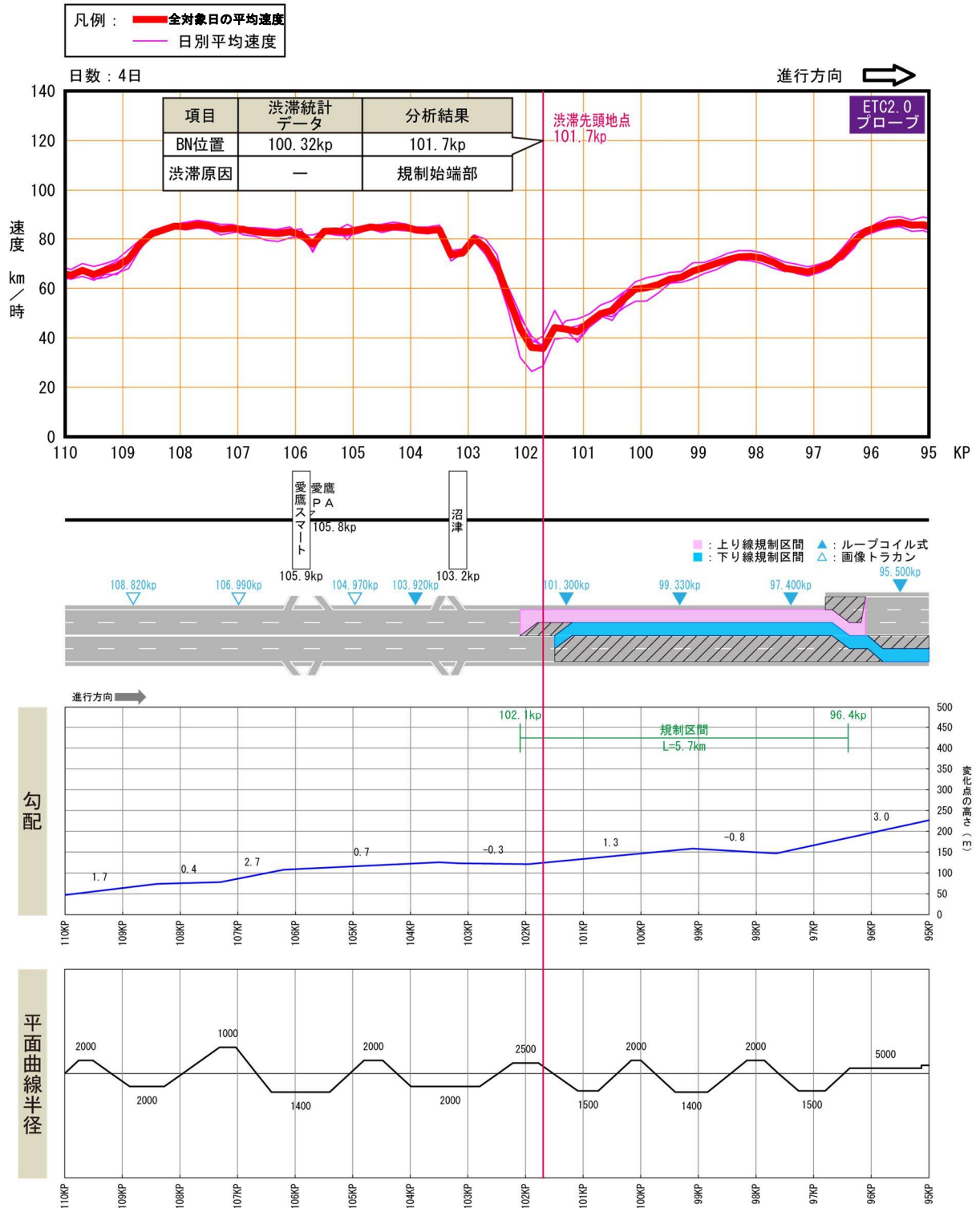


図 2-16 ETC2.0 プロブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.9-1

No. 9-2 : 東名(上)沼津→裾野(98.3kp)

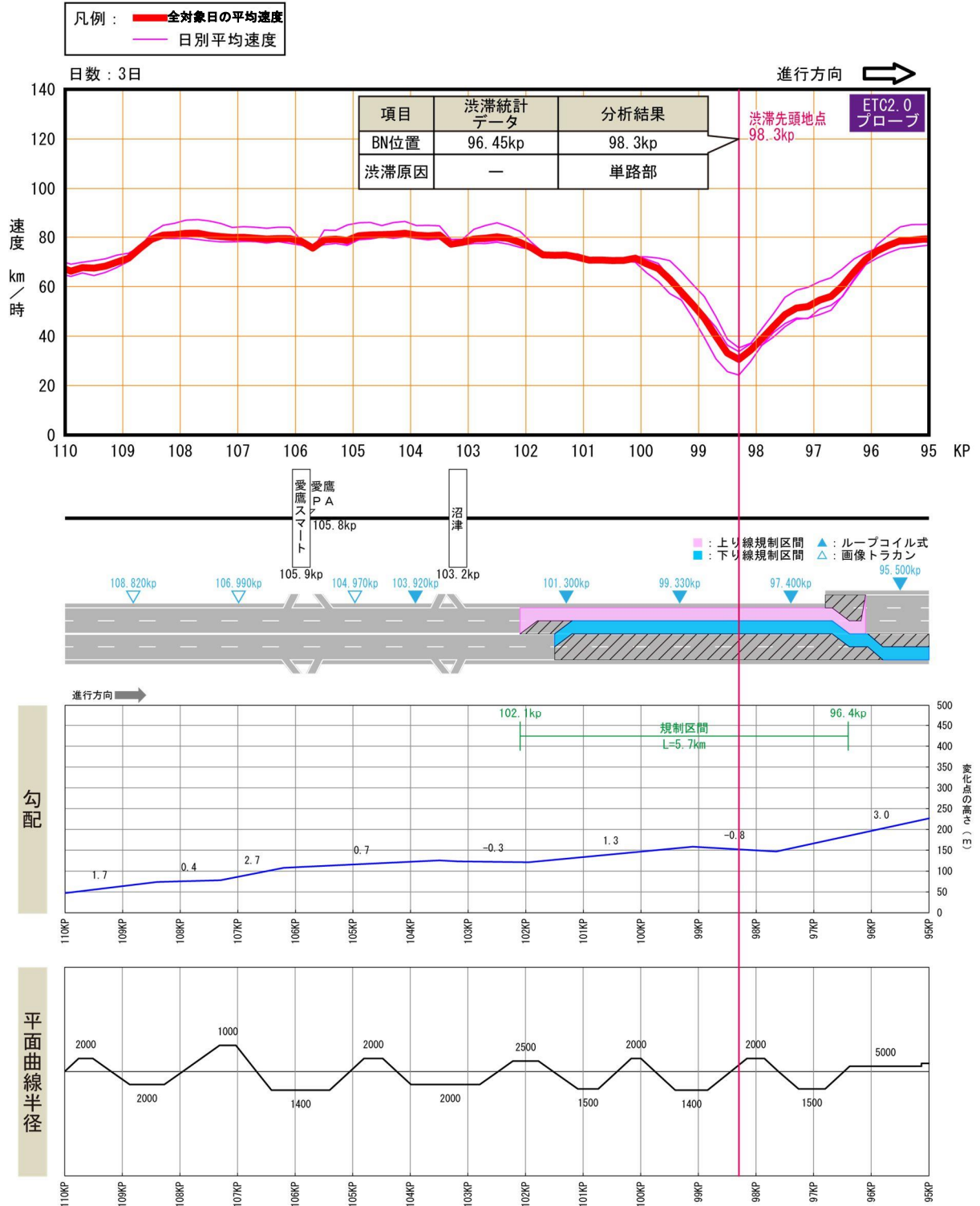


図 2-17 ETC2.0 プロブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.9-2

No. 10 : 東名(下) 裾野→沼津(95.7kp)

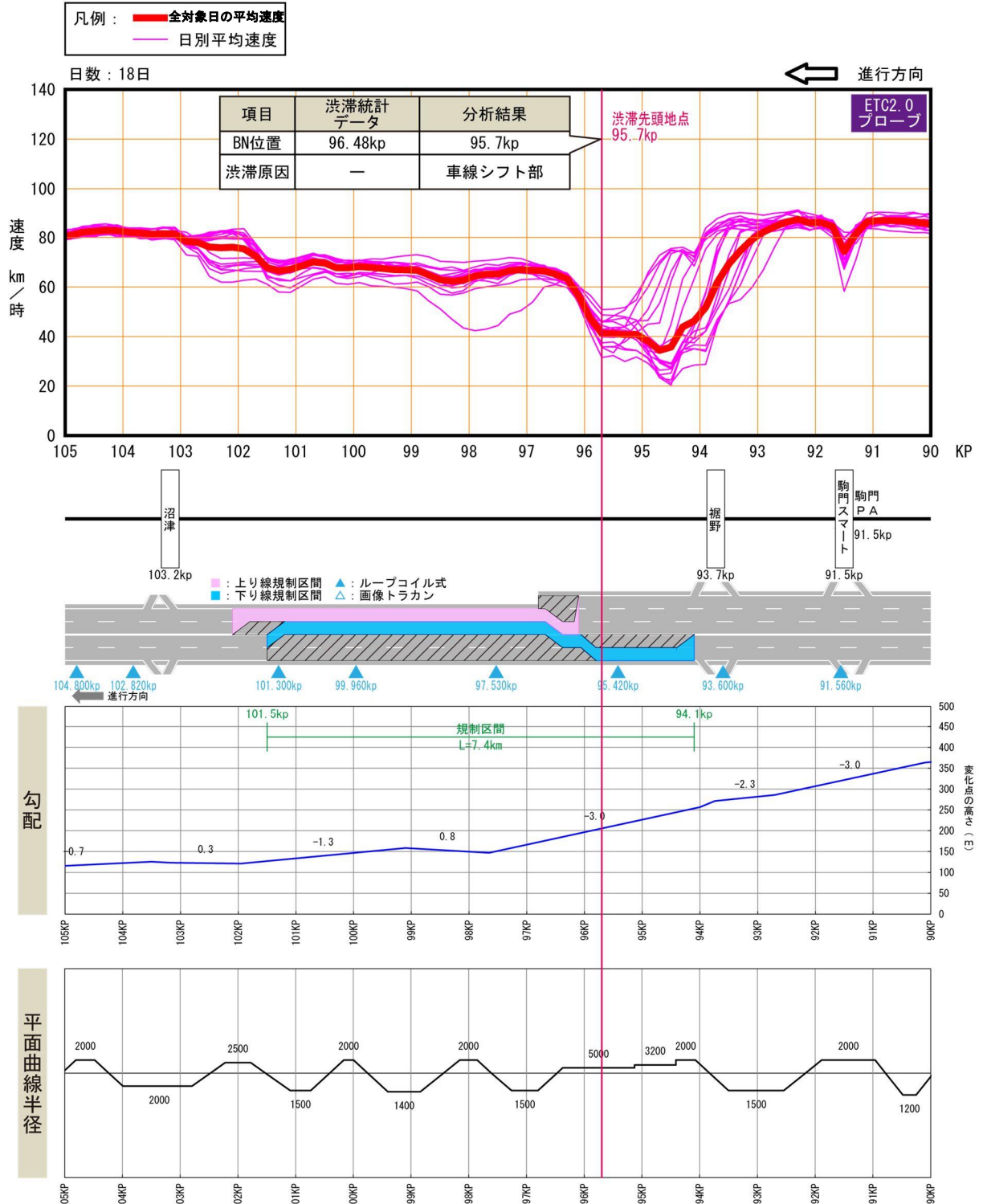


図 2-18 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.10

No. 11 : 東名(上)富士→愛鷹スマート(113.9kp)

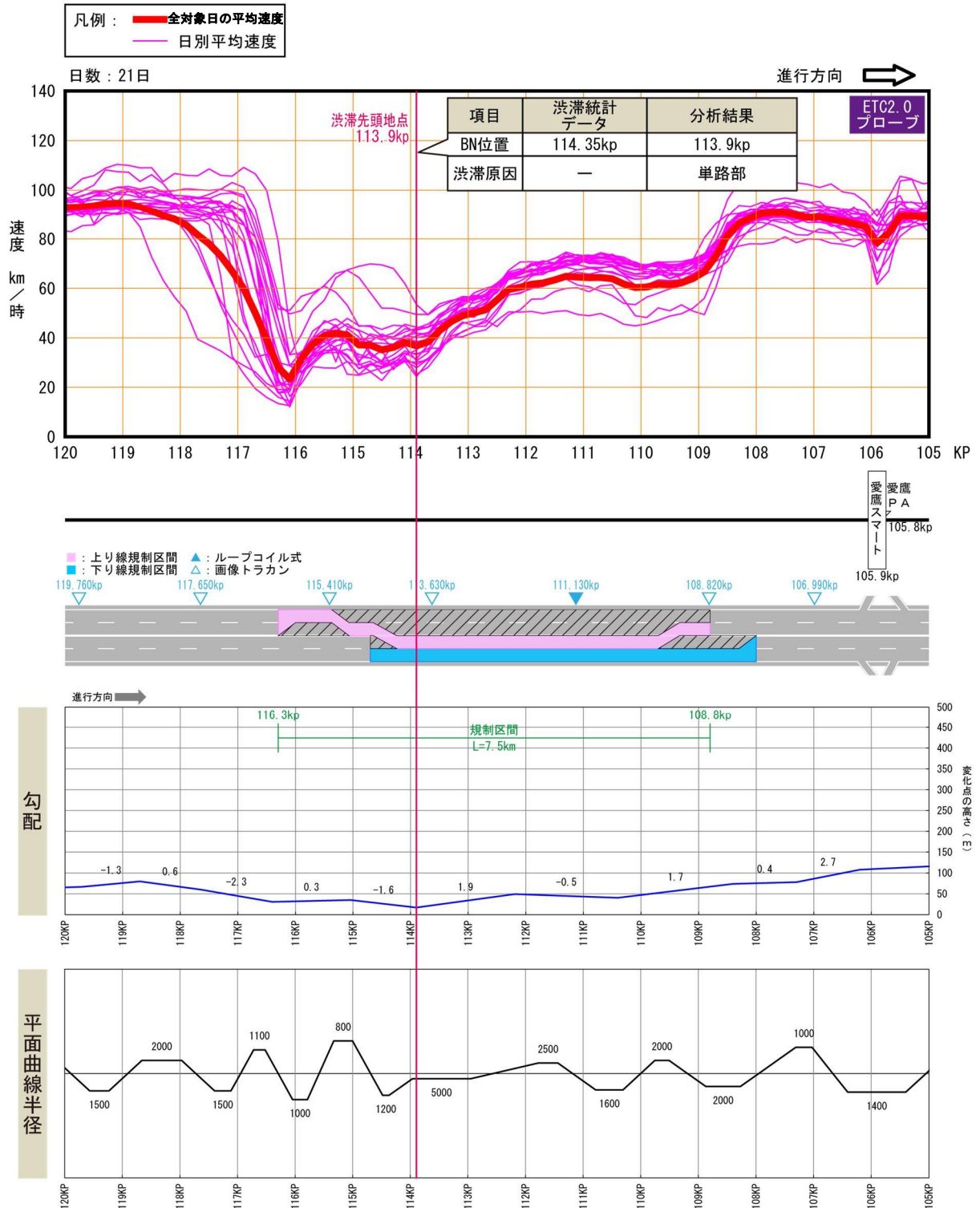


図 2-19 ETC2.0 プロブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.11

No. 12-1 : 東名(下) 愛鷹スマート→富士(108.1kp)

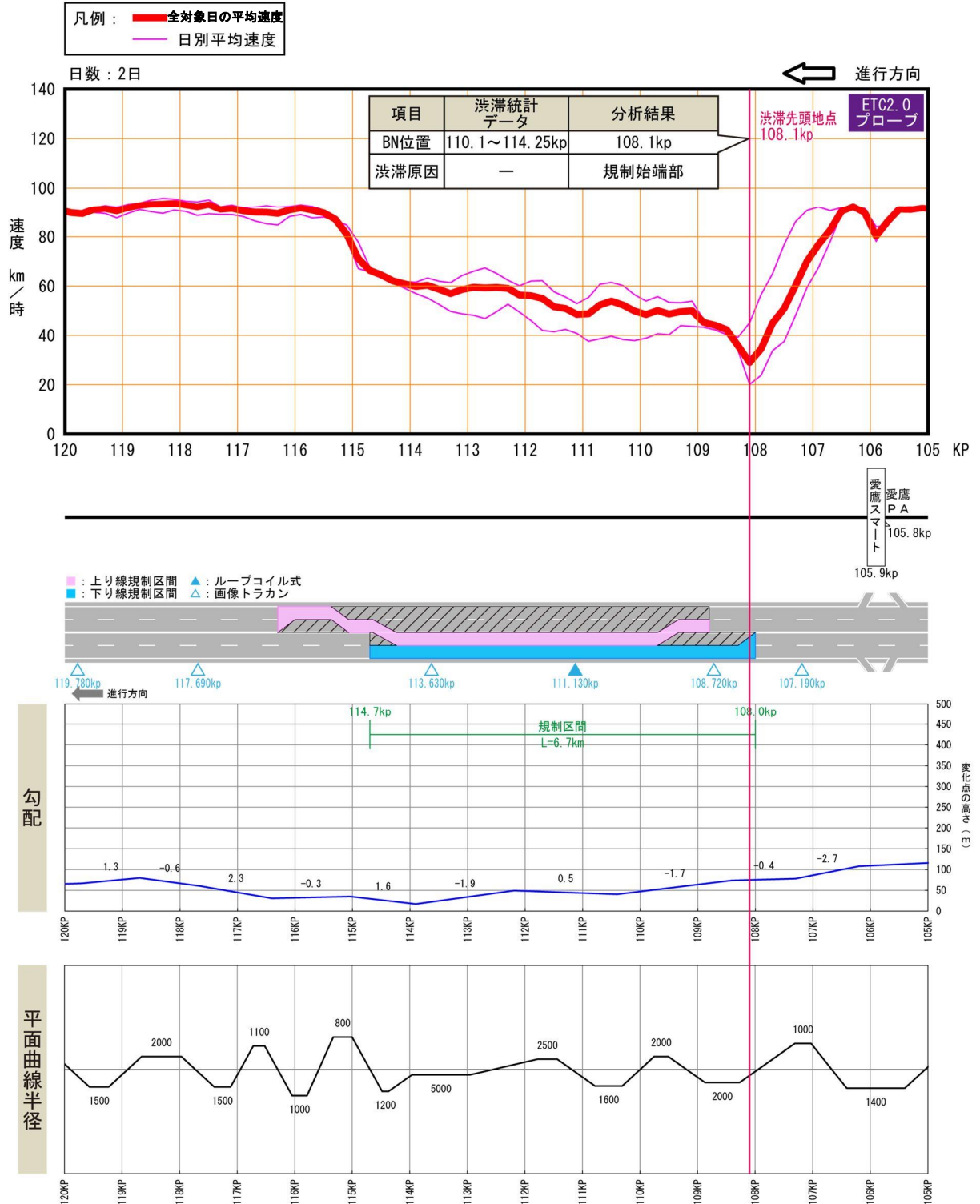


図 2-20 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.12-1

No. 12-2 : 東名(下) 愛鷹スマート→富士(110.9kp)

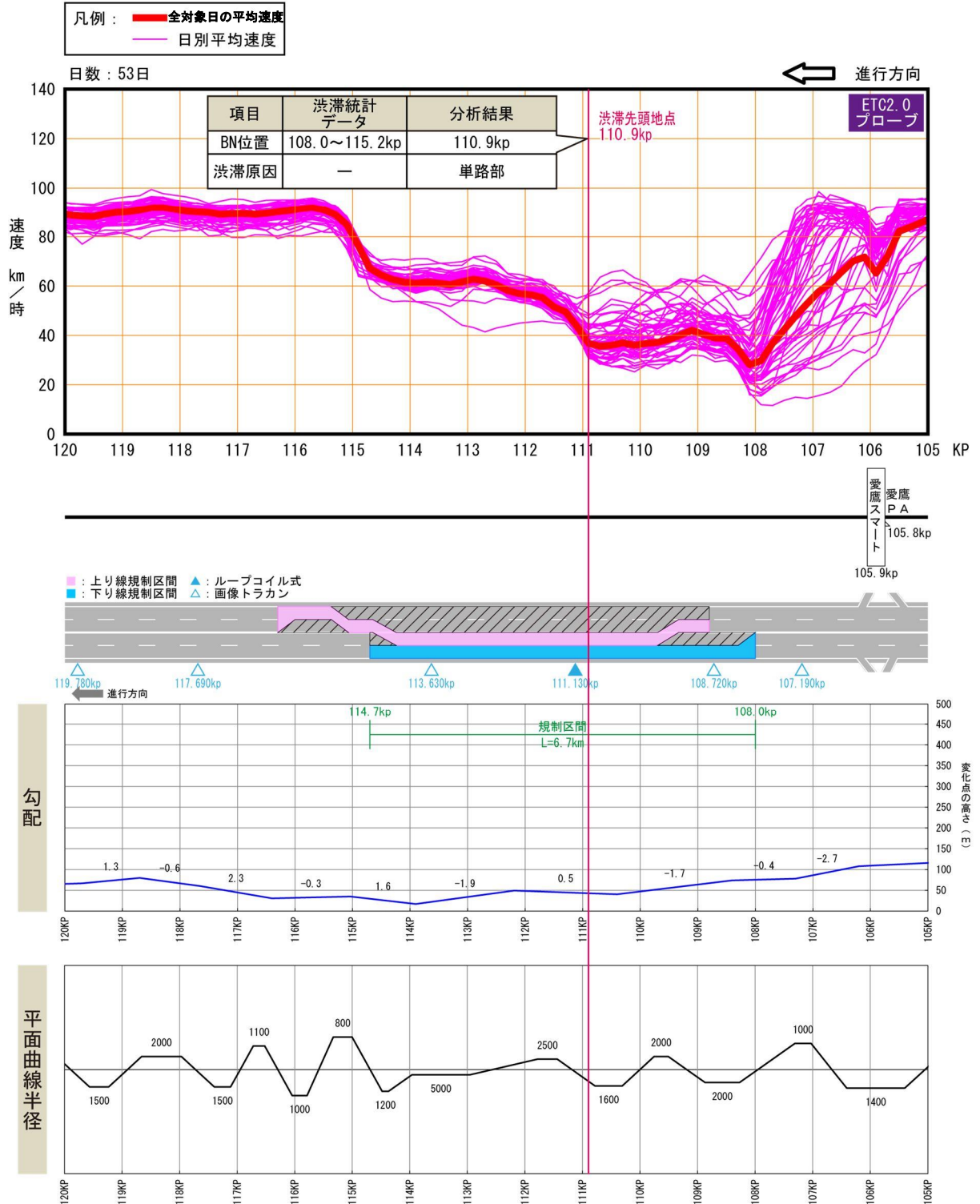


図 2-21 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.12-2

No. 12-3 : 東名(下) 愛鷹スマート→富士(113.5kp)

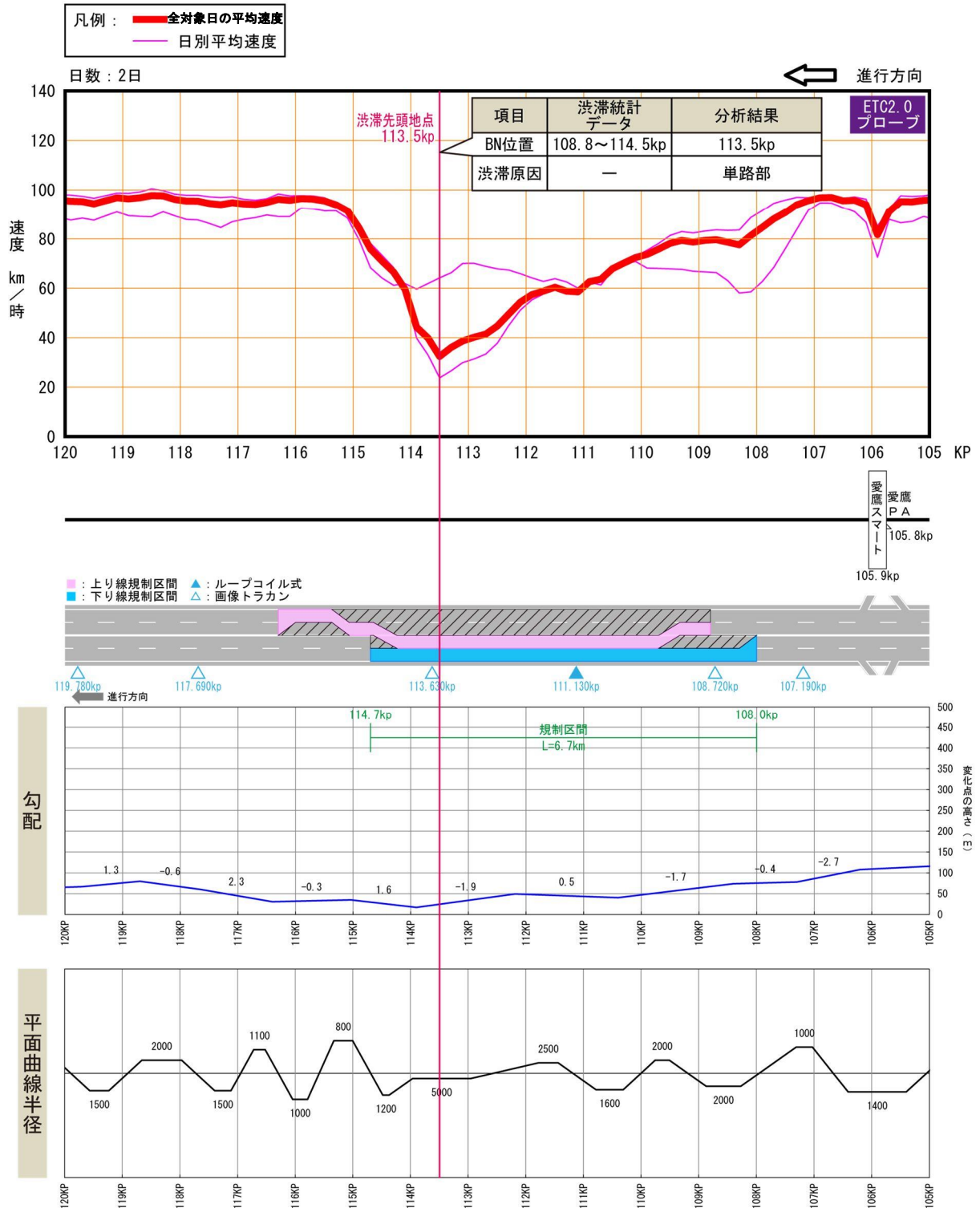


図 2-22 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.12-3

No. 13-1 : 東名(上)富士→愛鷹スマート(113.9kp)

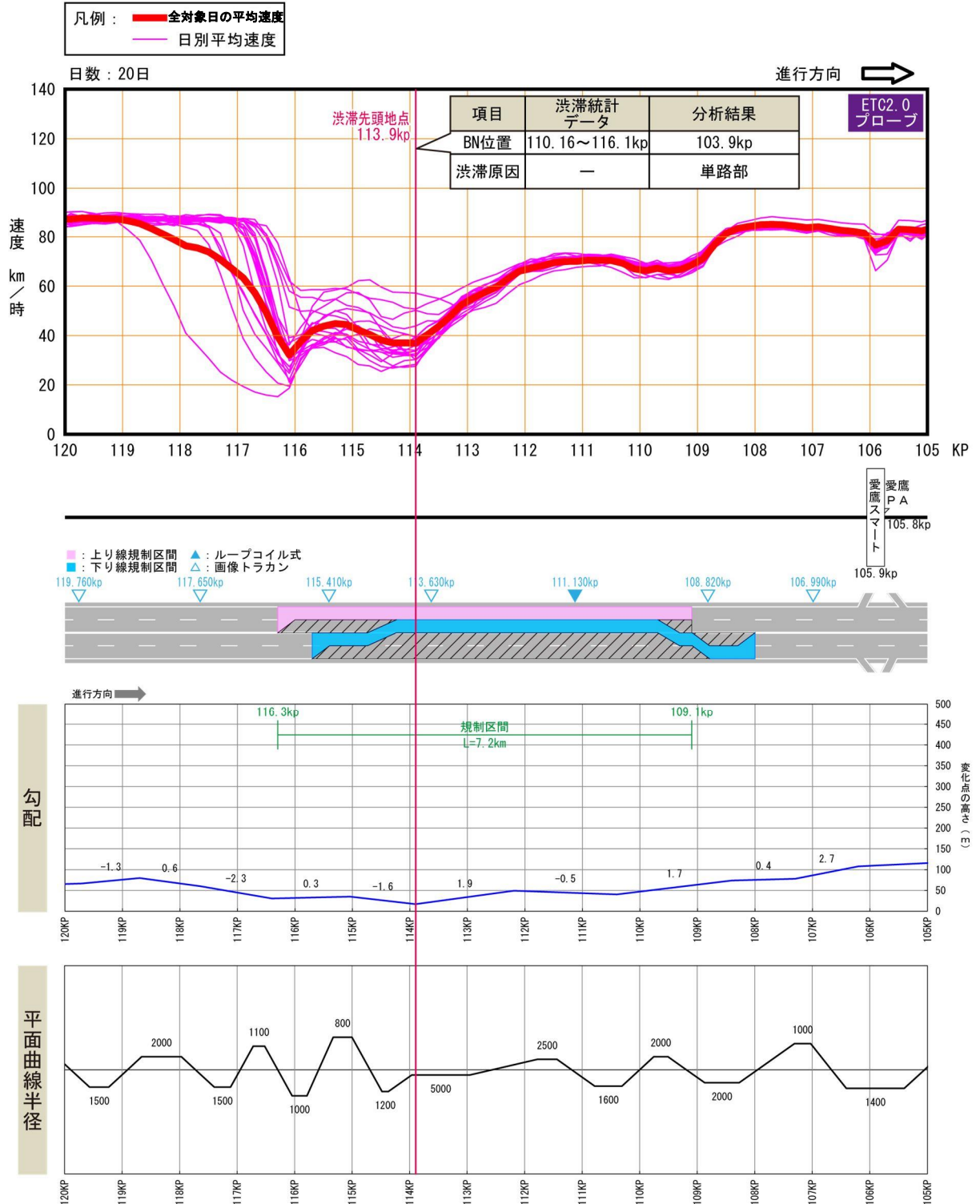


図 2-23 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.13-1

No. 13-2 : 東名(上)富士→愛鷹スマート(110.3kp)

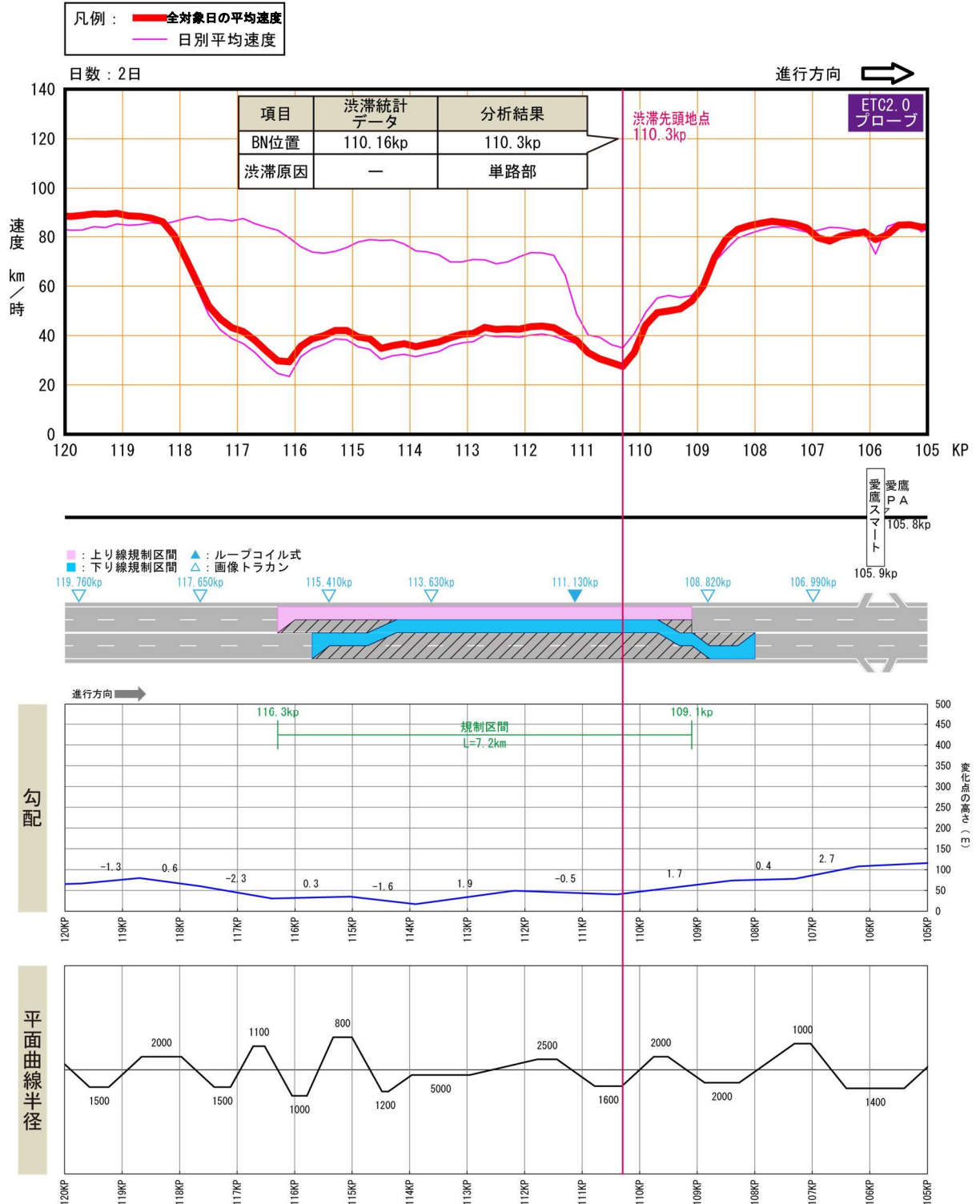


図 2-24 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.13-2

No. 14 : 東名(下)愛鷹スマート→富士(110.9kp)

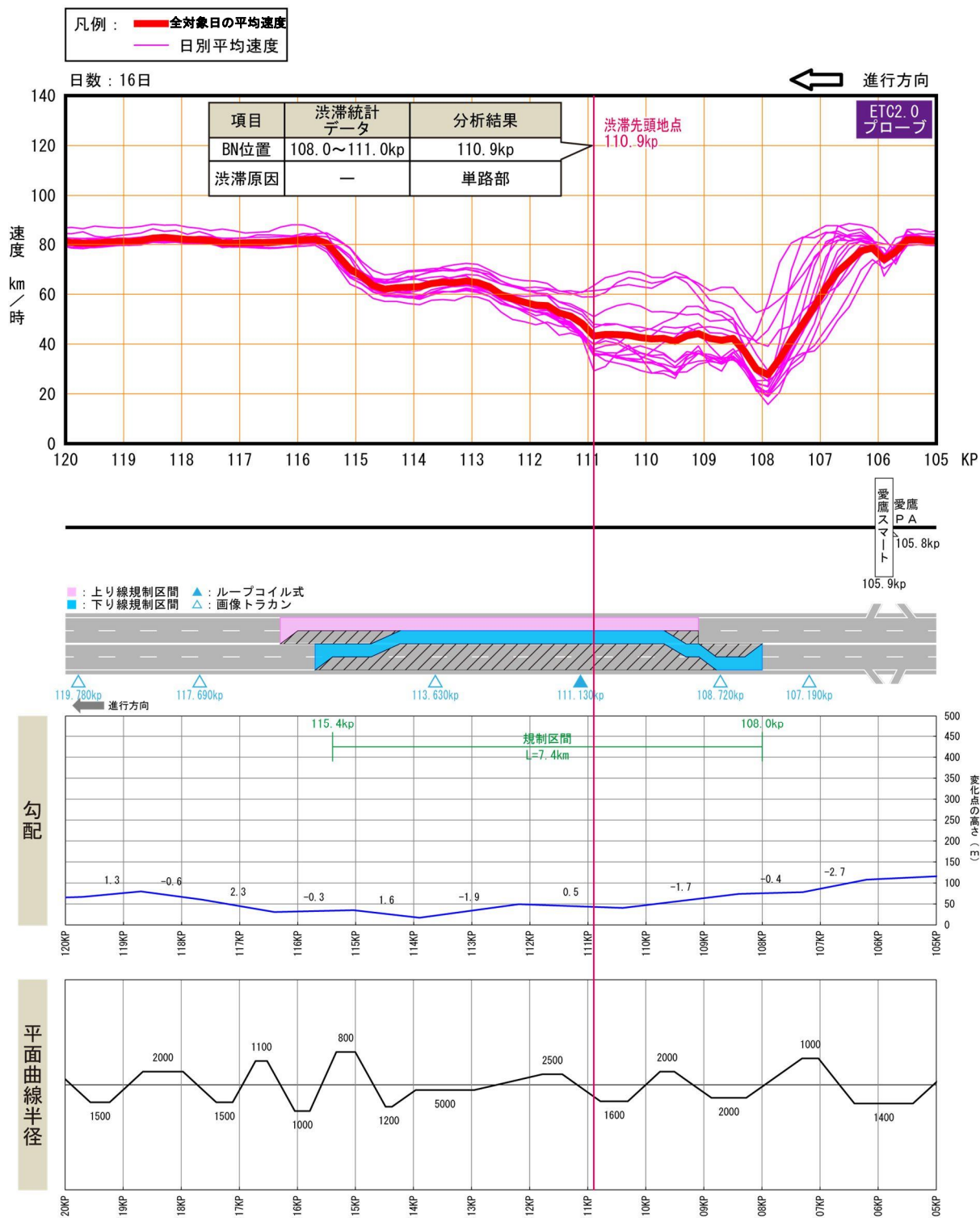


図 2-25 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.14

No. 15-1 : 東名(上) 清水JCT→富士川スマート(136.1kp)

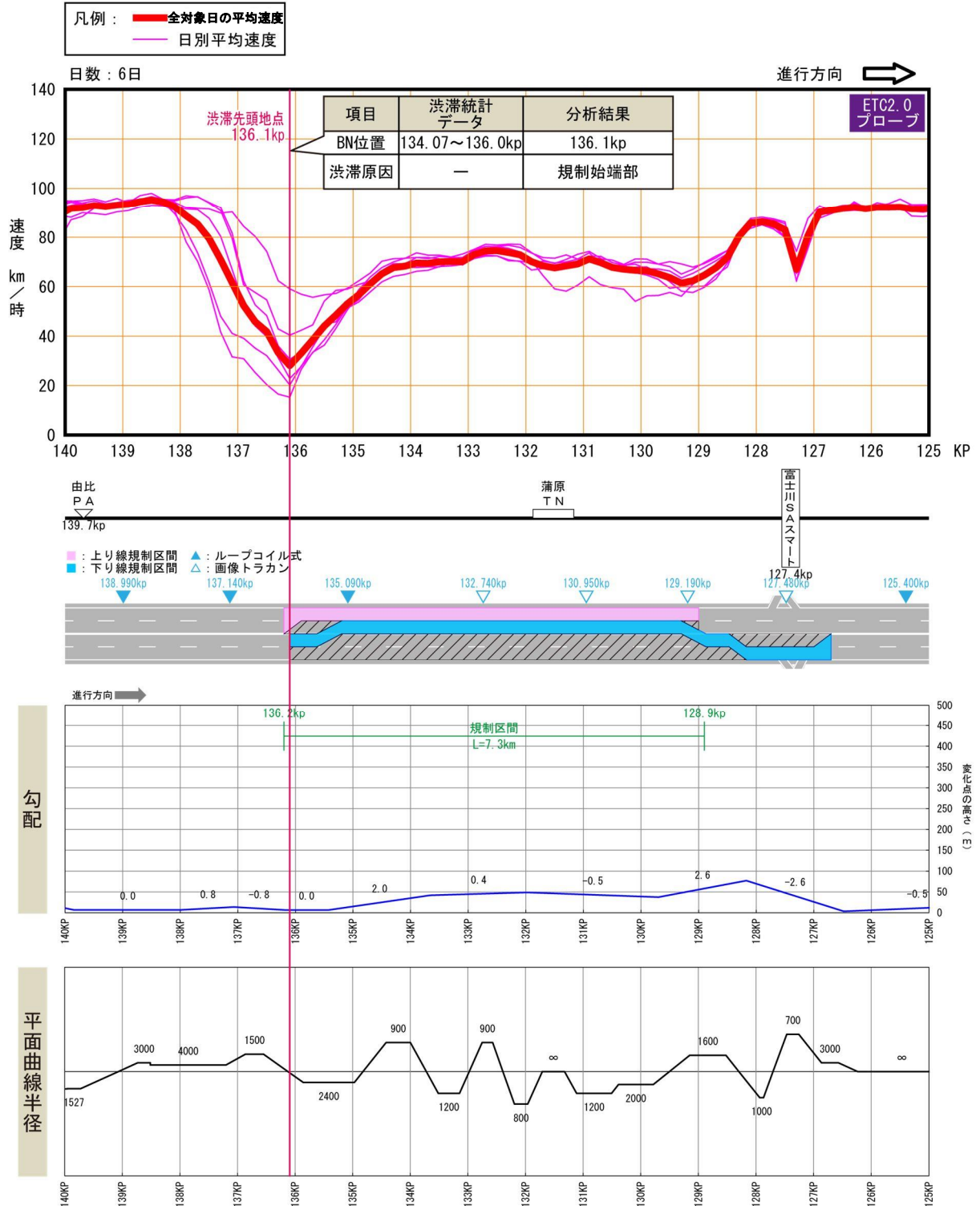


図 2-26 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.15-1

No. 15-2 : 東名(上) 清水JCT→富士川スマート(130.7kp)

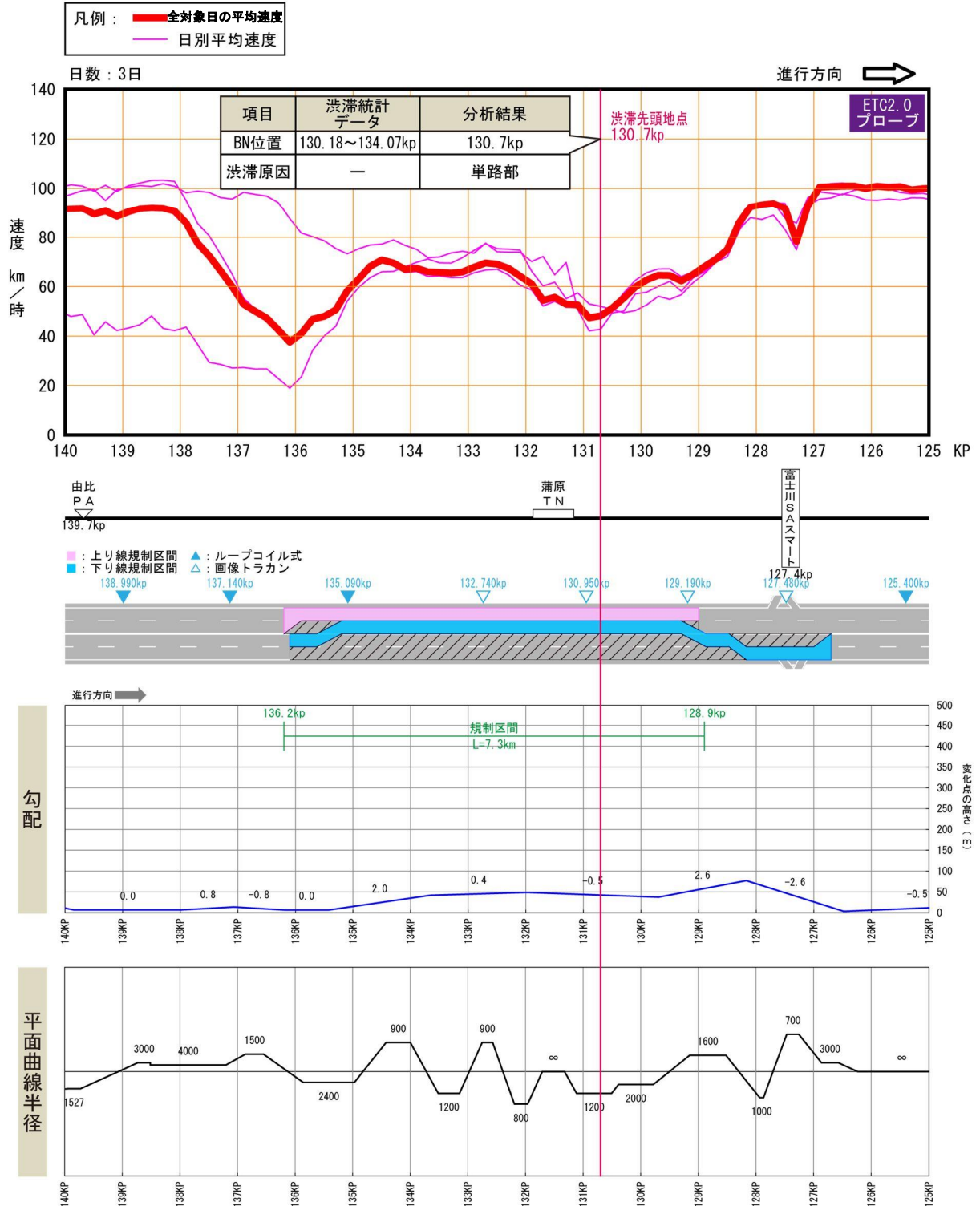


図 2-27 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.15-2

No. 16-1 : 東名(下) 富士→清水JCT (126.7kp)

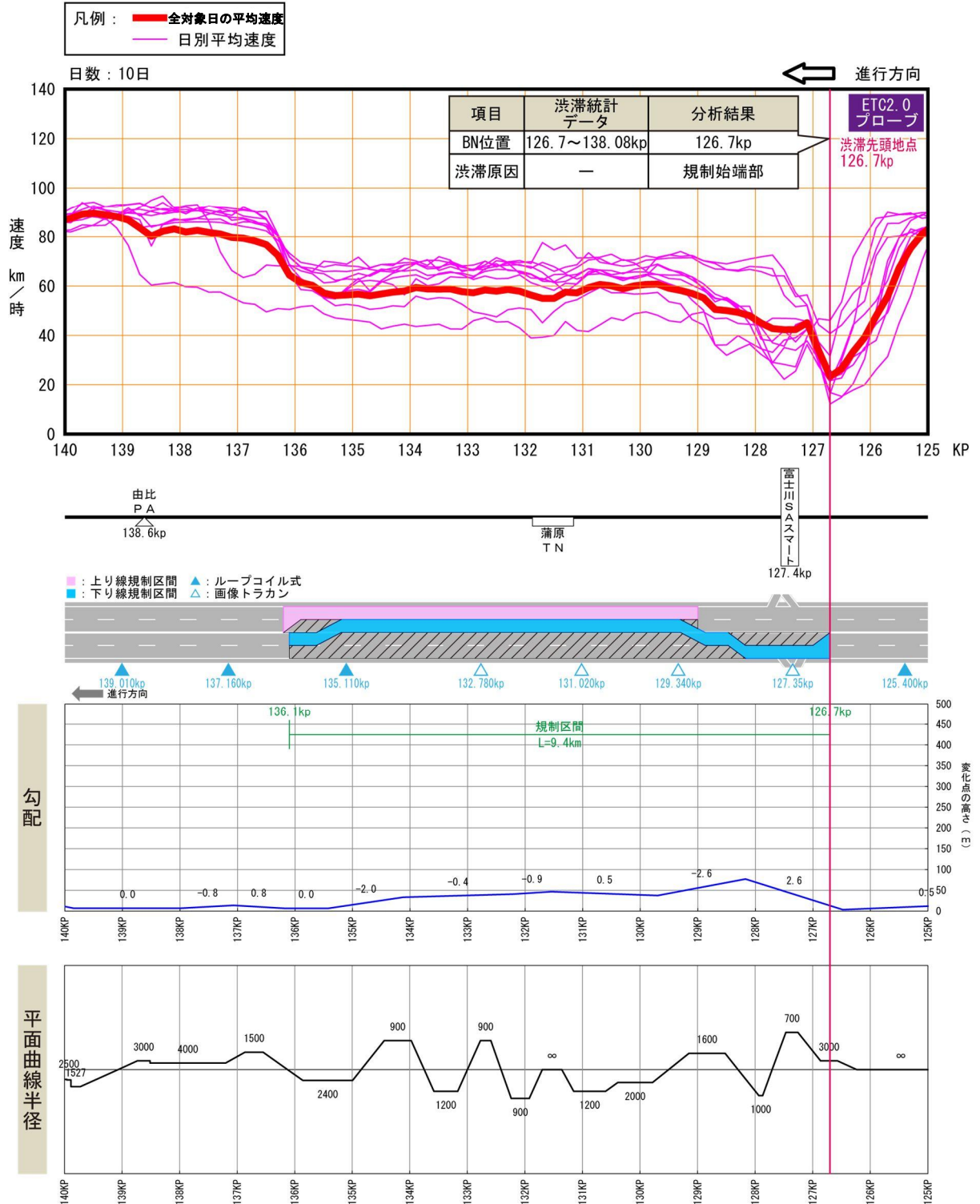


図 2-28 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.16-1

No. 16-2 : 東名(下) 富士→清水JCT (132.5kp)

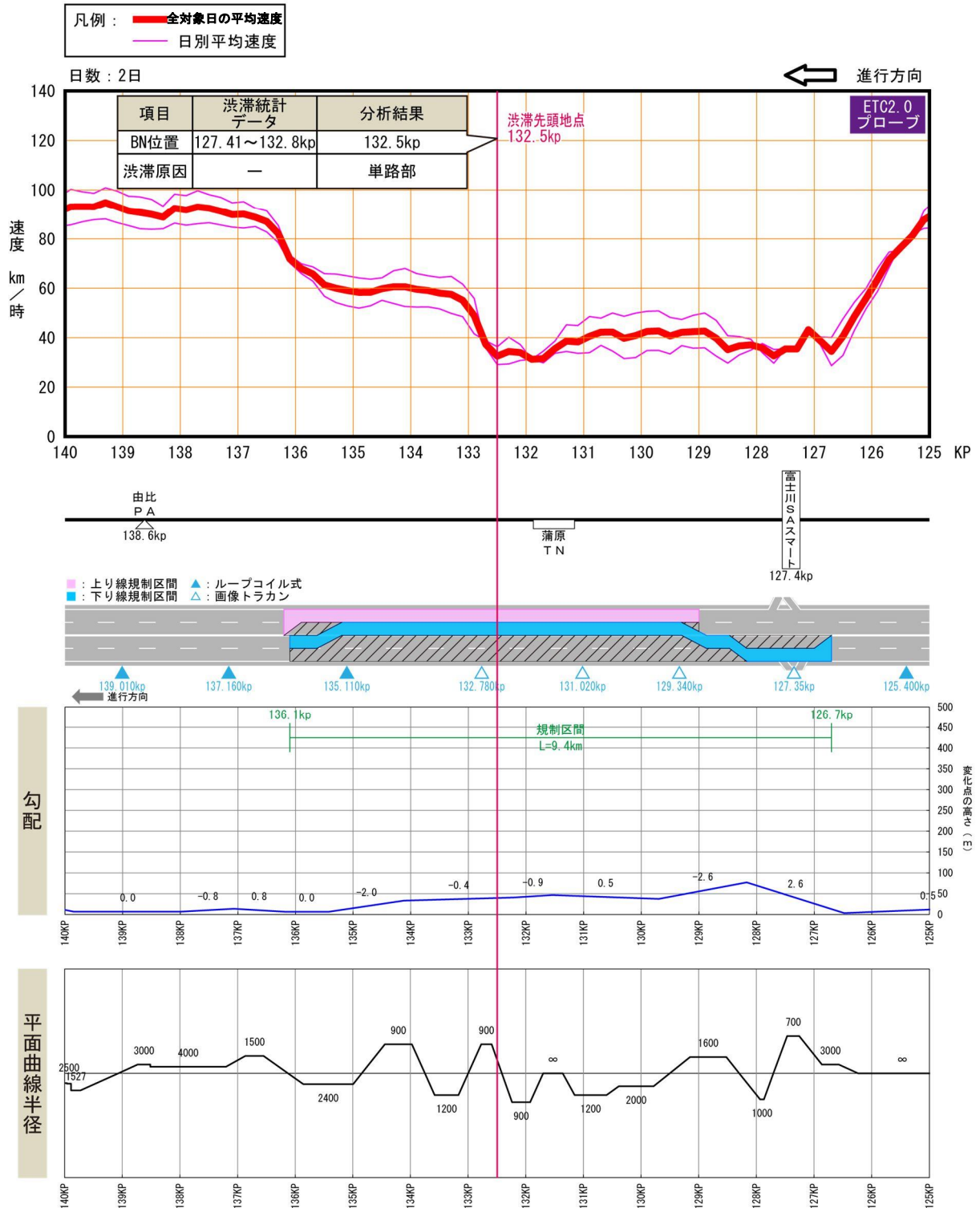


図 2-29 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.16-2

No. 16-3 : 東名(下)富士→清水JCT(134.9kp)

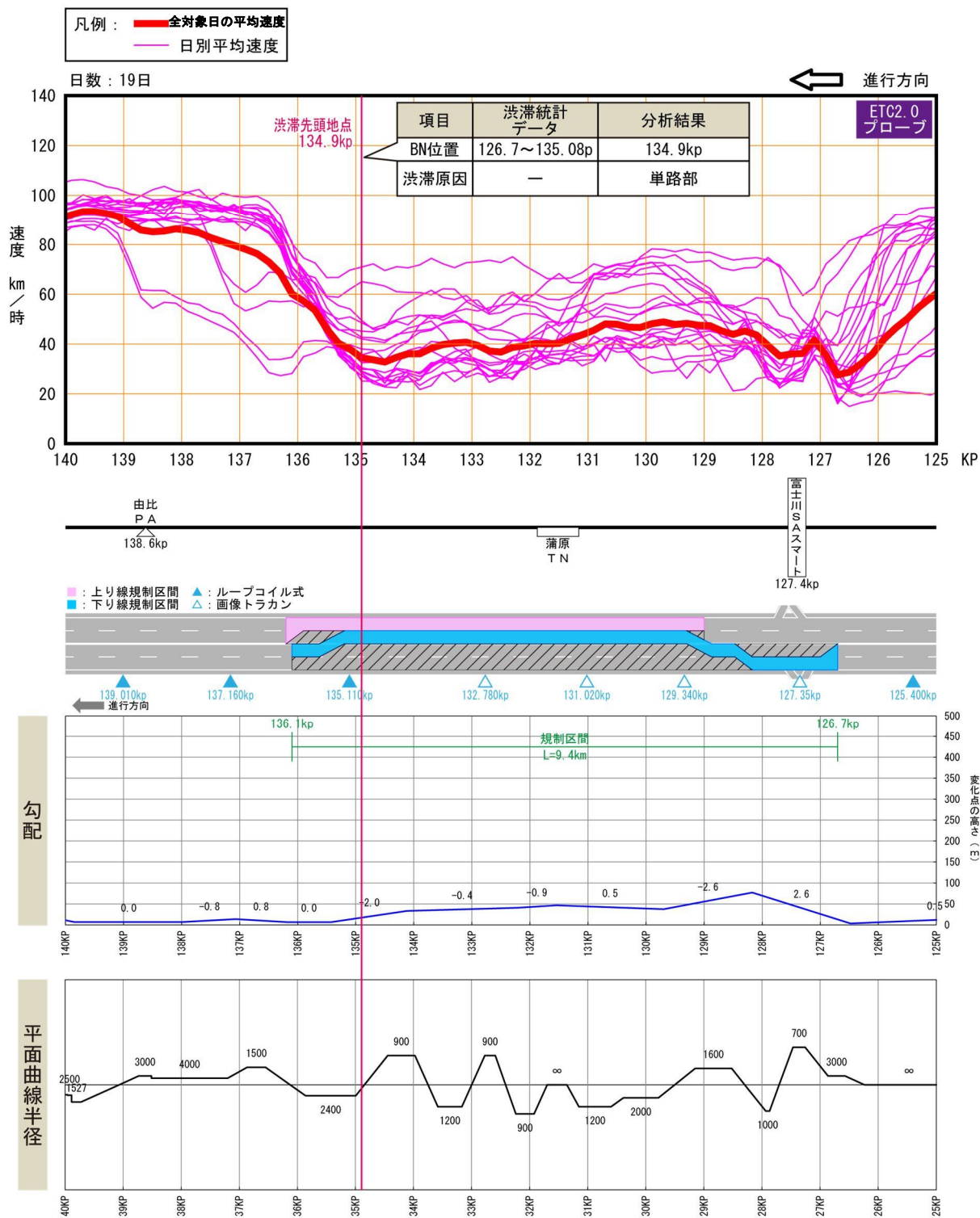


図 2-30 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.16-3

No. 17-1 : 東名(上) 清水JCT→富士川スマート(140.5kp)

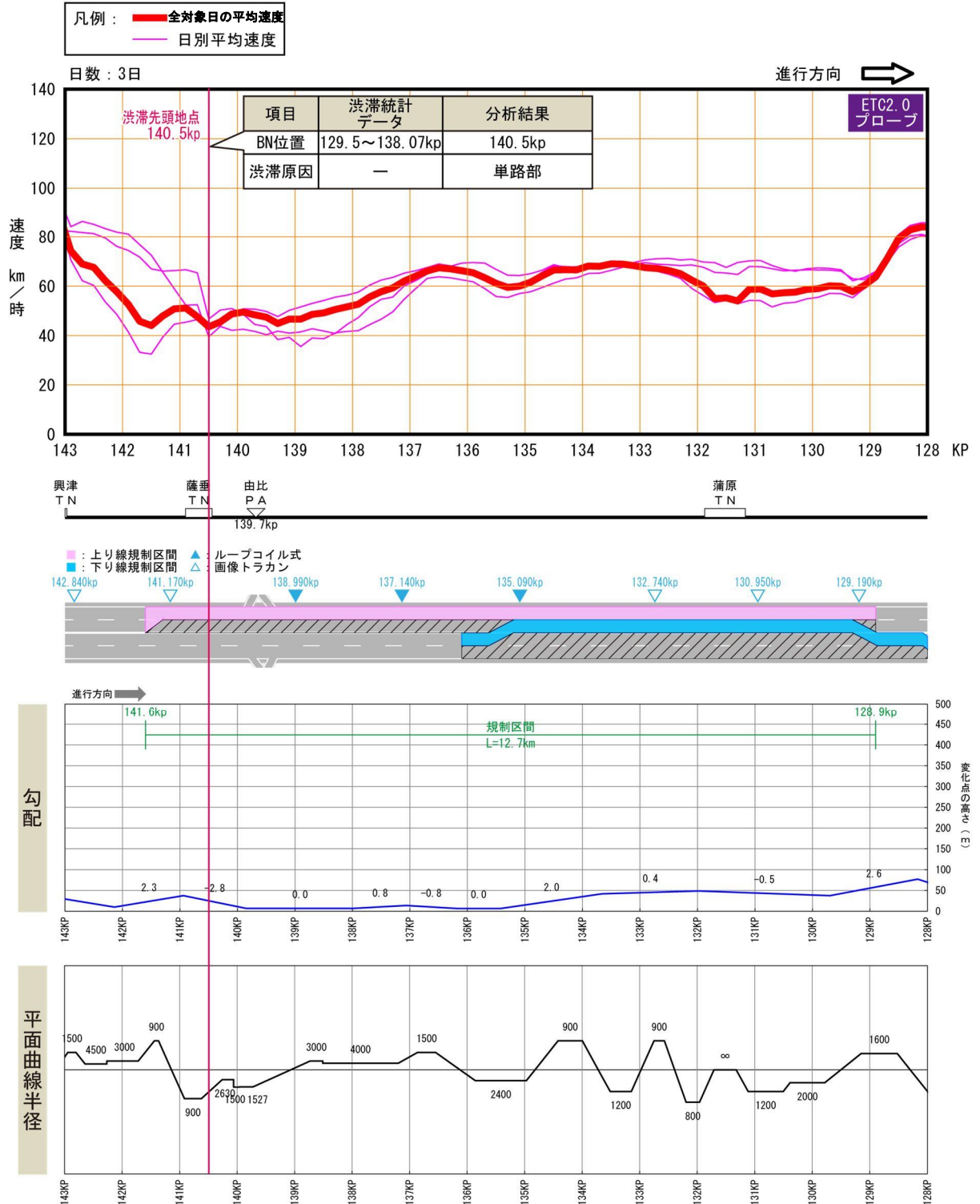


図 2-31 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.17-1

No. 17-2 : 東名(上) 清水JCT→富士川スマート(131.3kp)

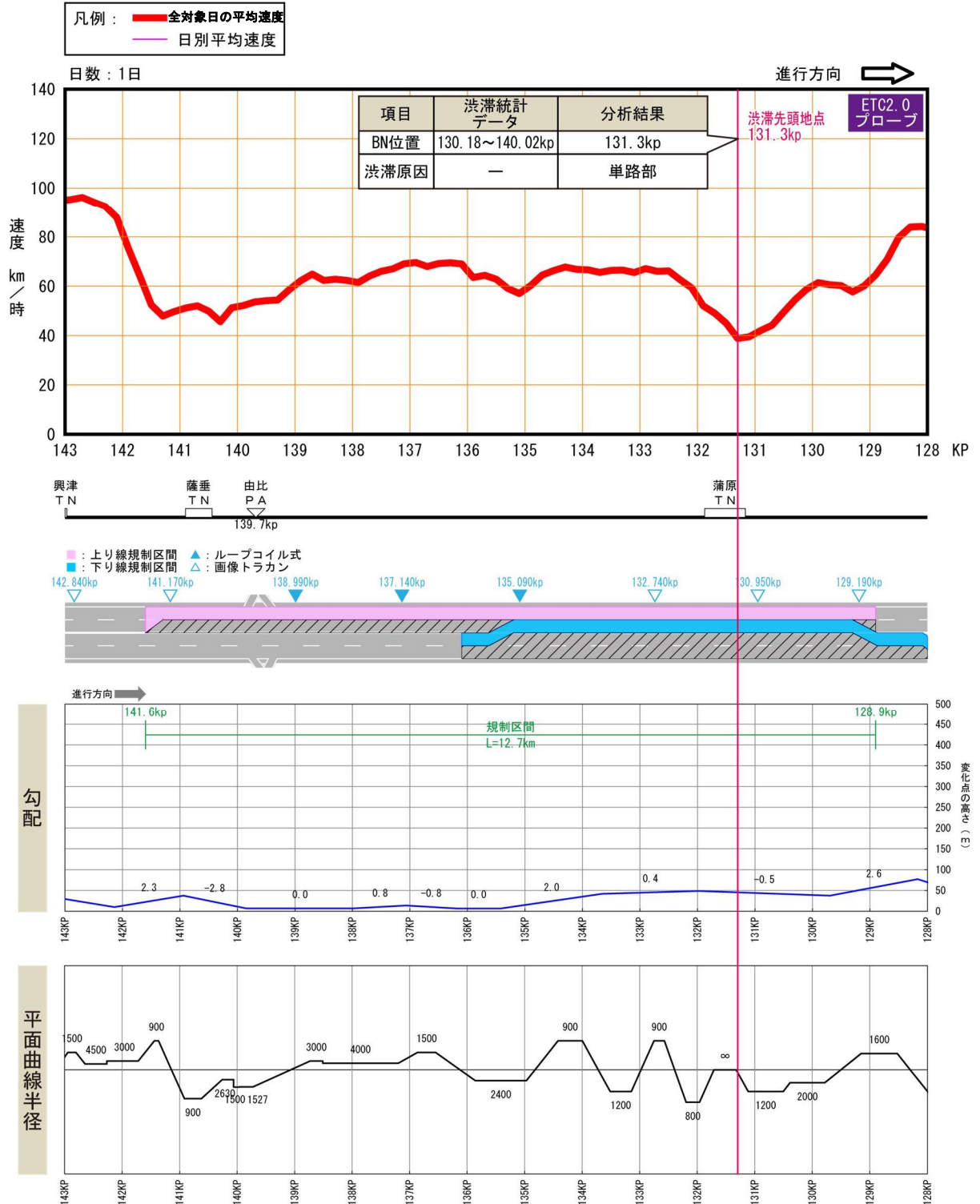


図 2-32 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.17-2

No. 18-1 : 東名(下) 富士→清水JCT (126.7kp)

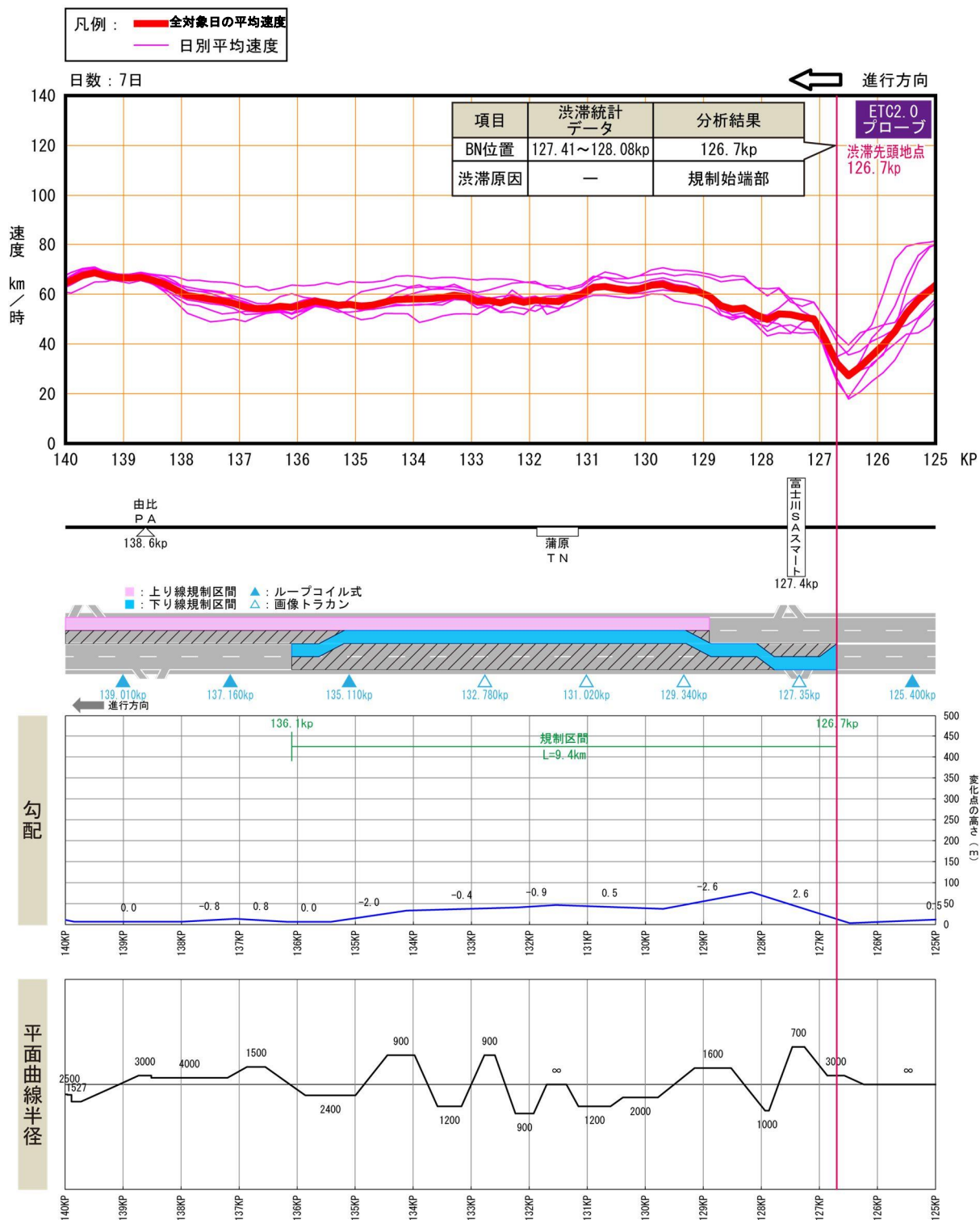


図 2-33 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.18-1

No. 18-2 : 東名(下)富士→清水JCT(132.5kp)

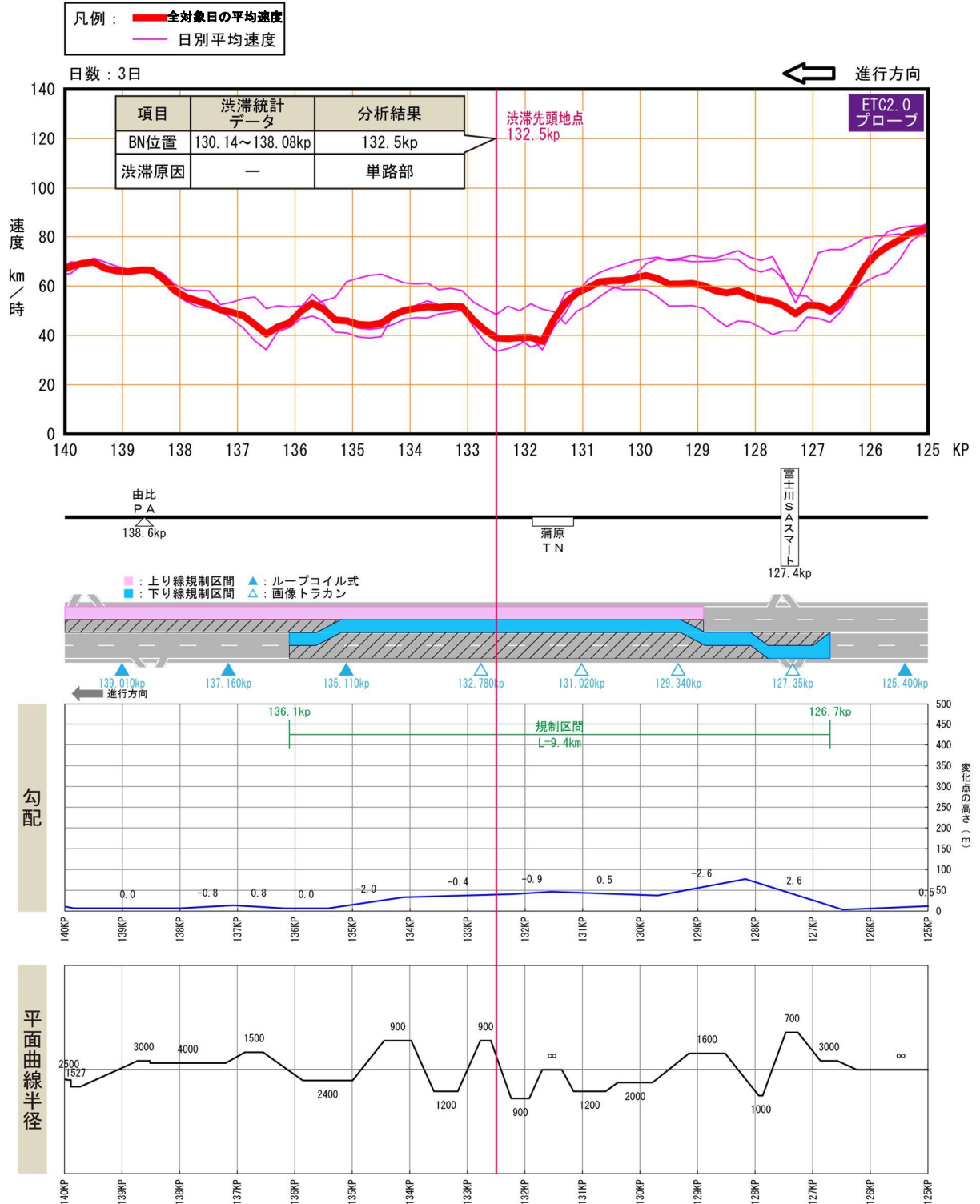


図 2-34 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.18-2

No. 18-3 : 東名(下) 富士→清水JCT (134.9kp)

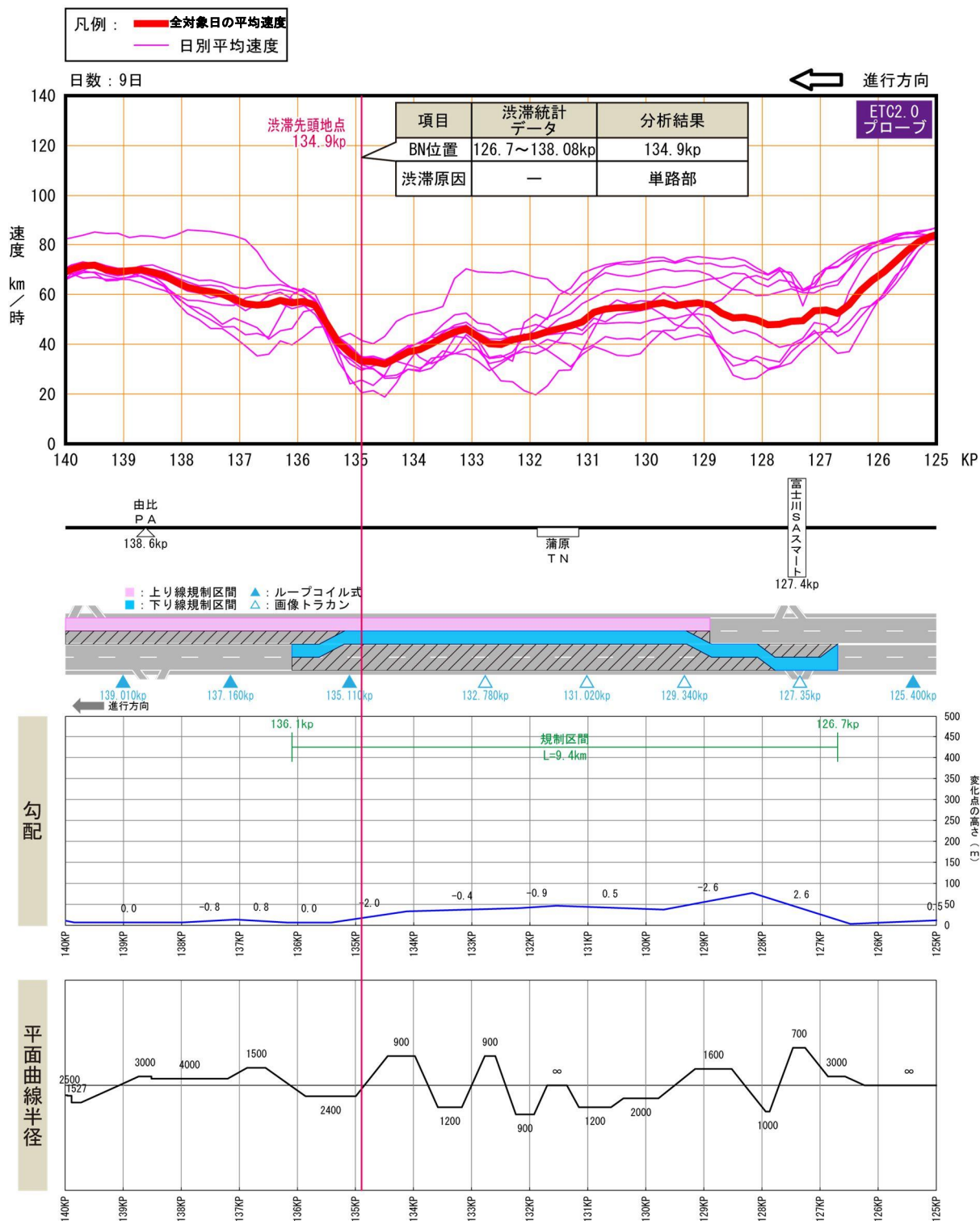


図 2-35 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.18-3

No. 18-4 : 東名(下)富士→清水JCT(136.5kp)

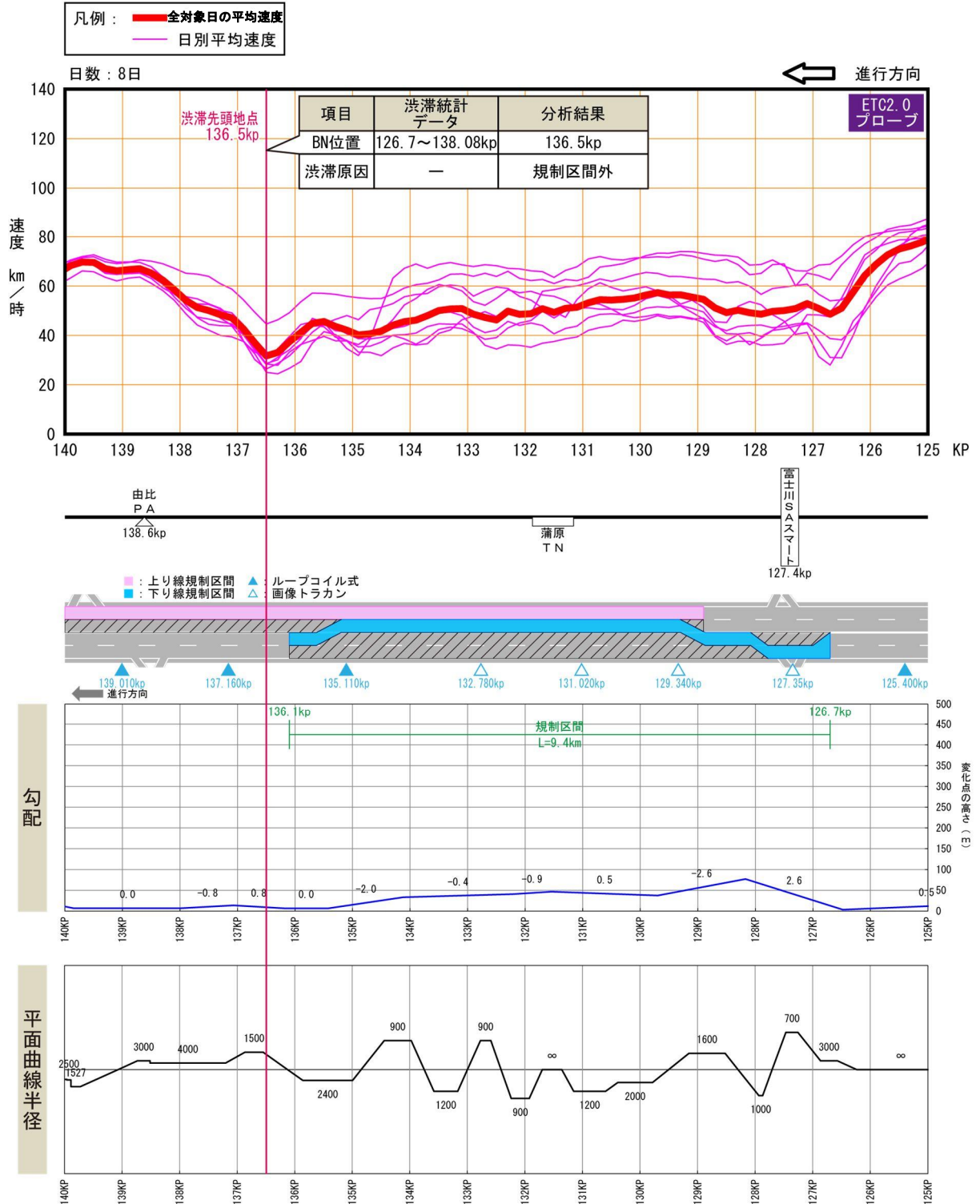


図 2-36 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.18-4

No. 19 : 東名(上)春日井→守山スマート(336.5kp)

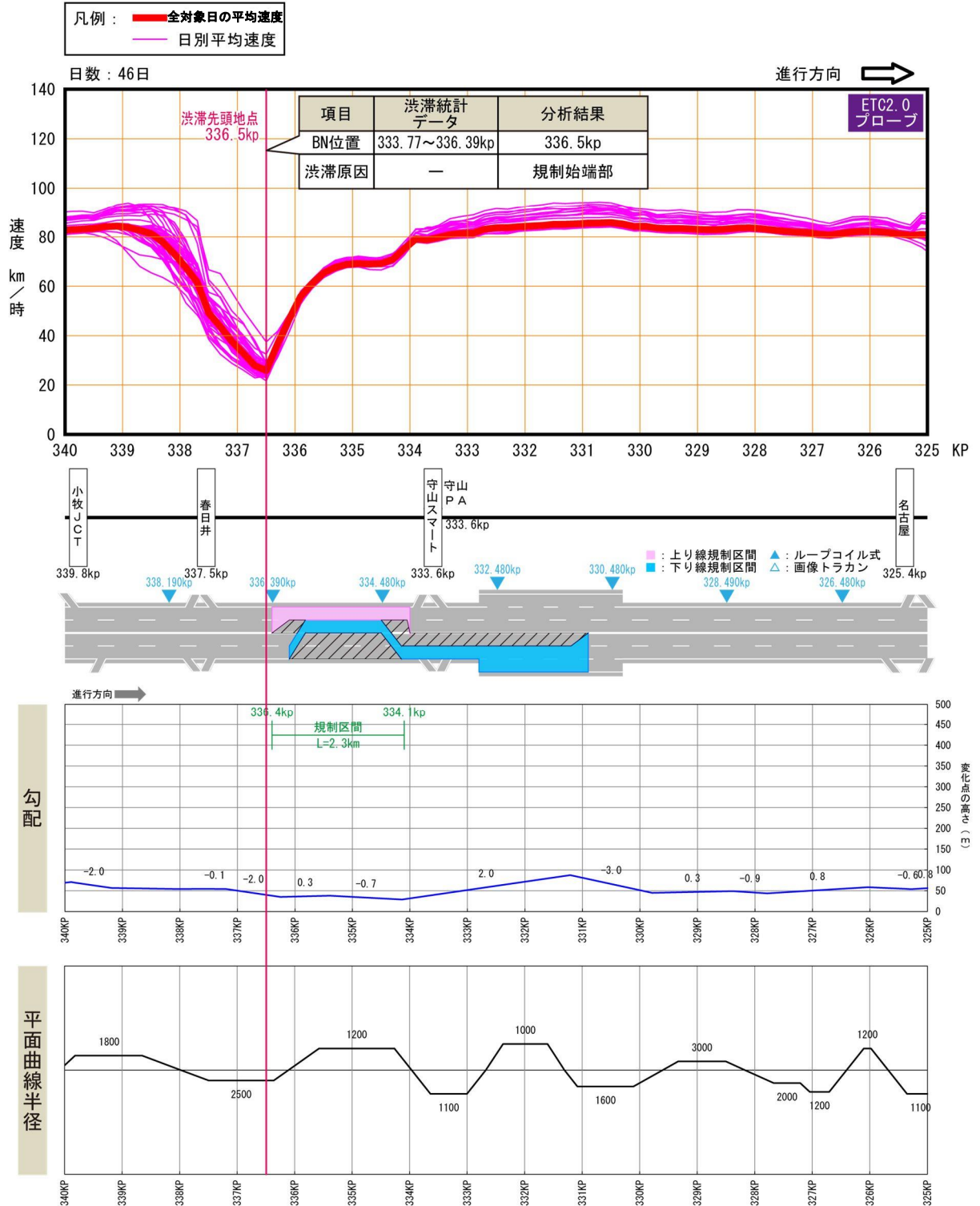


図 2-37 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.19

No. 20-1 : 東名(下)名古屋→春日井(330.3kp)

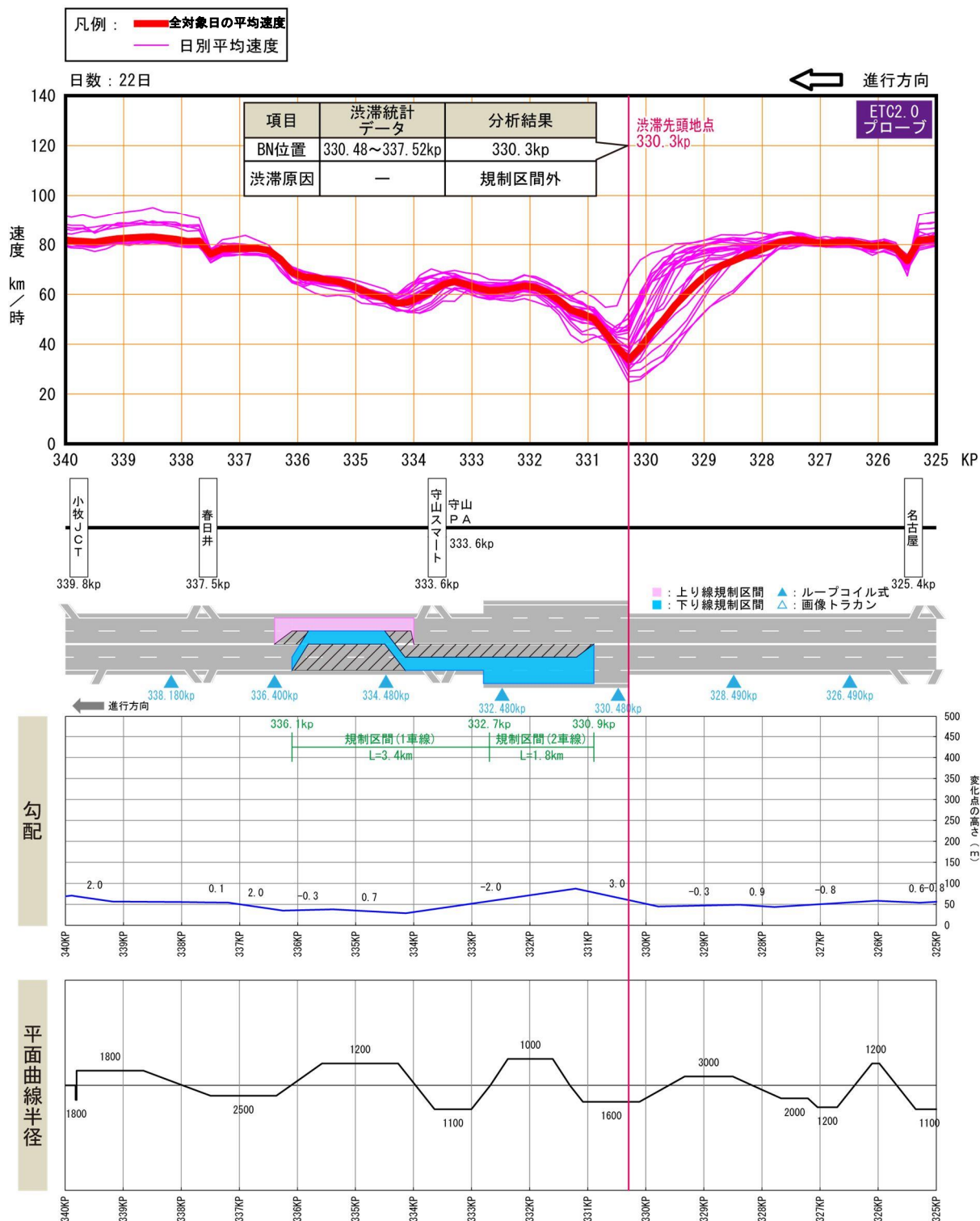


図 2-38 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.20-1

No. 20-2 : 東名(下)名古屋→春日井(333.9kp)

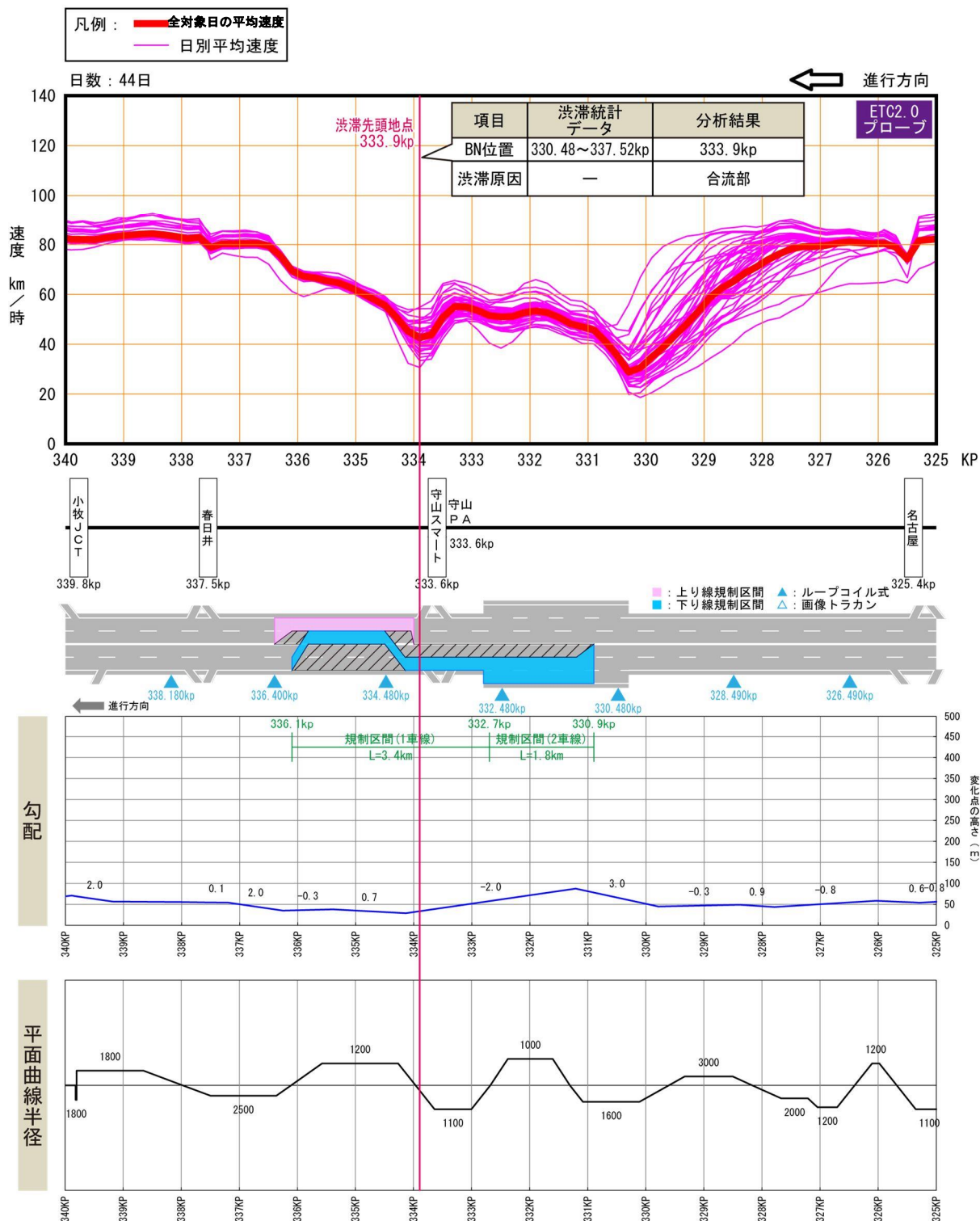


図 2-39 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.20-2

No. 21 : 東名(上) 春日井→名古屋(336.9kp)

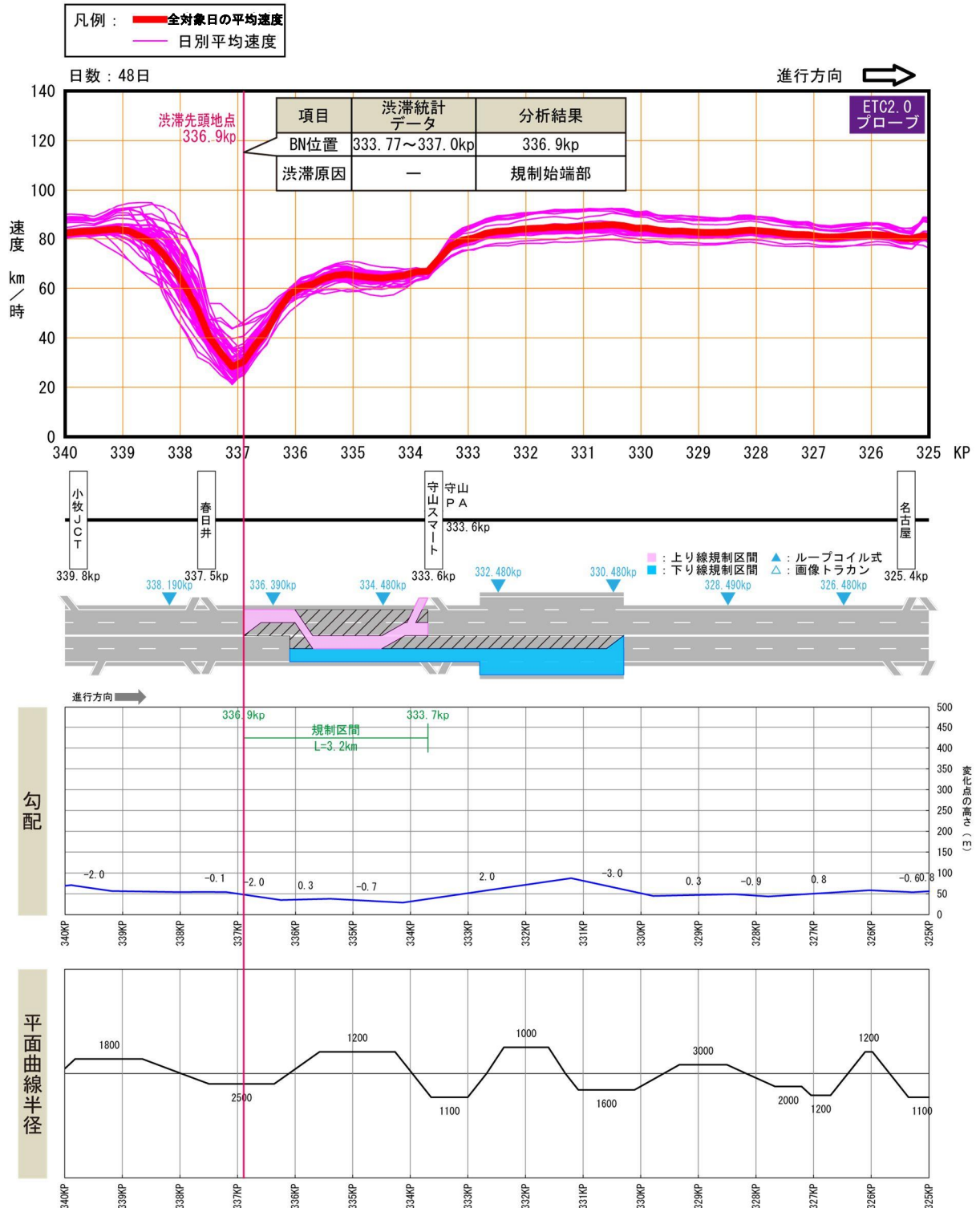


図 2-40 ETC2.0 プロブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.21

No. 22-1 : 東名(下)名古屋→春日井(330.1kp)

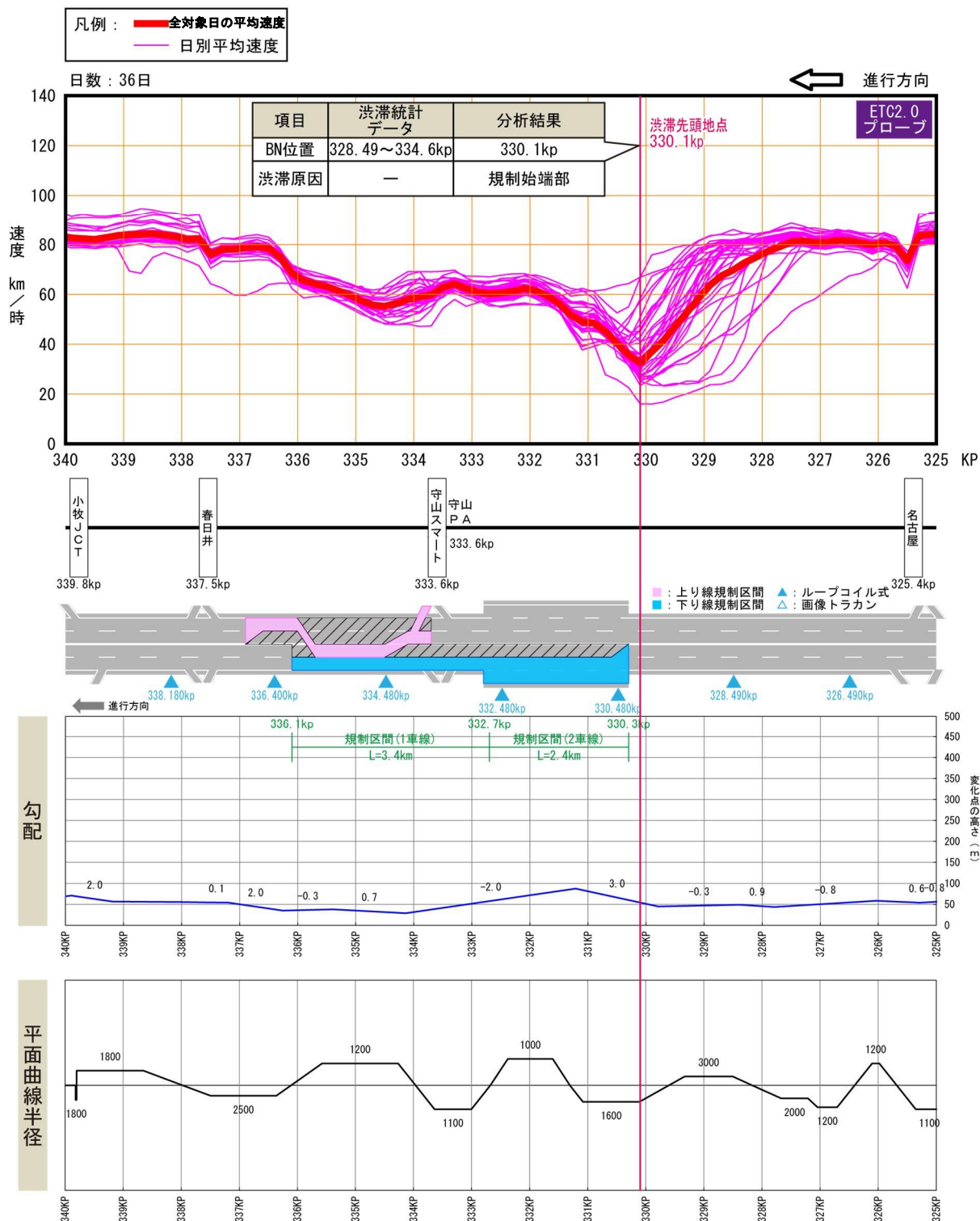


図 2-41 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.22-1

No. 22-2 : 東名(下)名古屋→春日井(333.9kp)

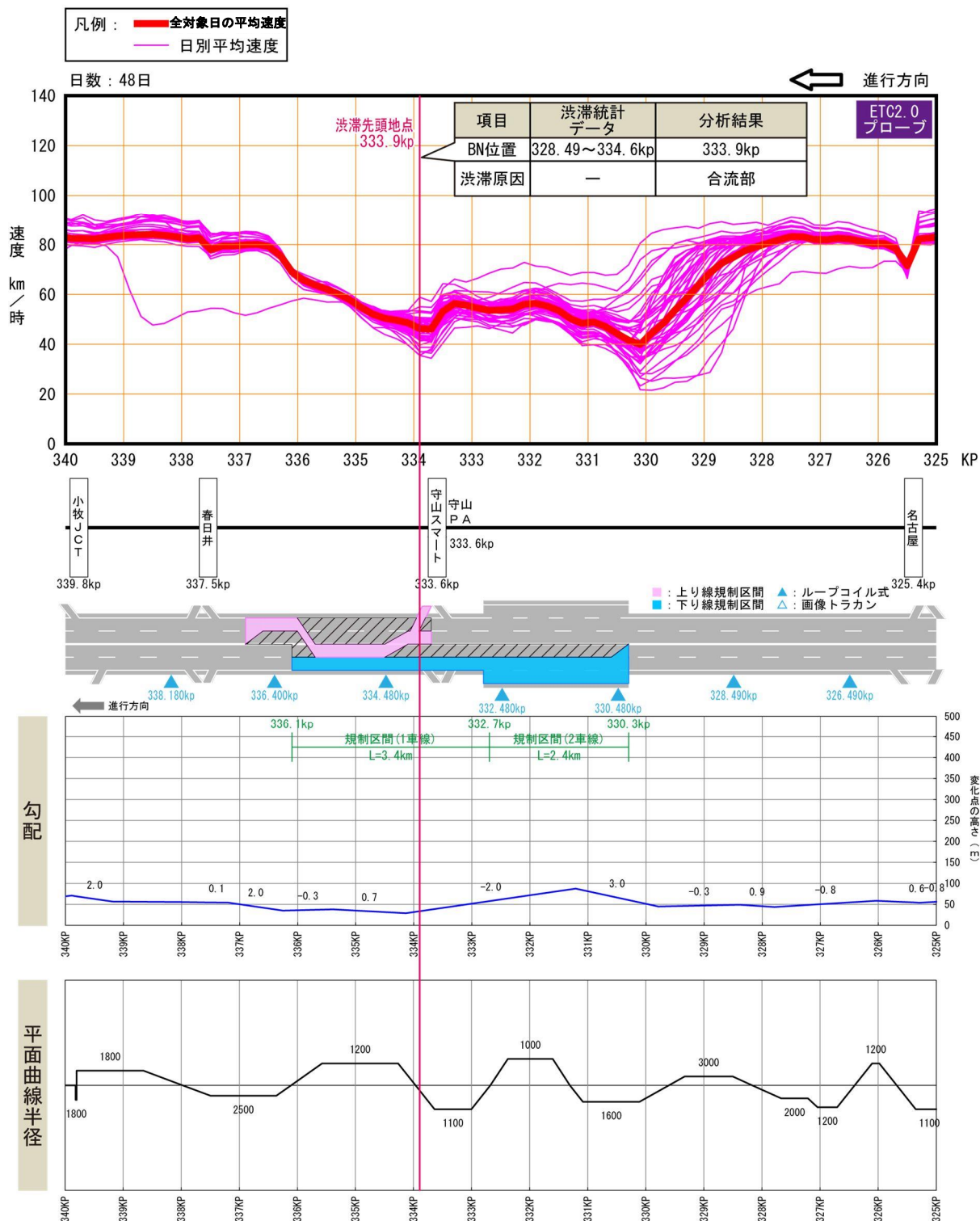


図 2-42 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.22-2

No. 24 : 中央道(下) 園原→中津川 (278.3kp)

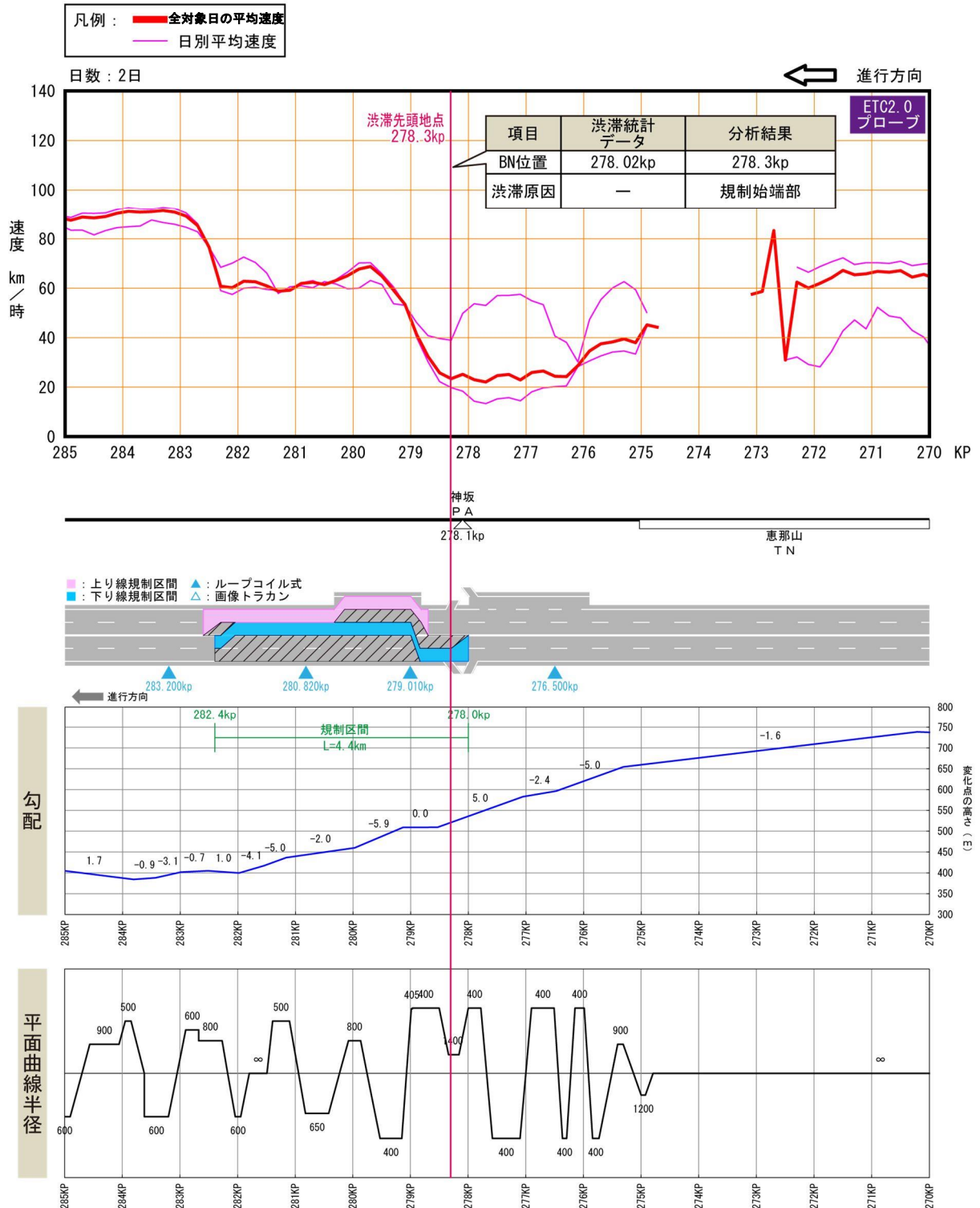


図 2-43 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.24

No. 25 : 中央道(上)中津川→園原 (281.9kp)

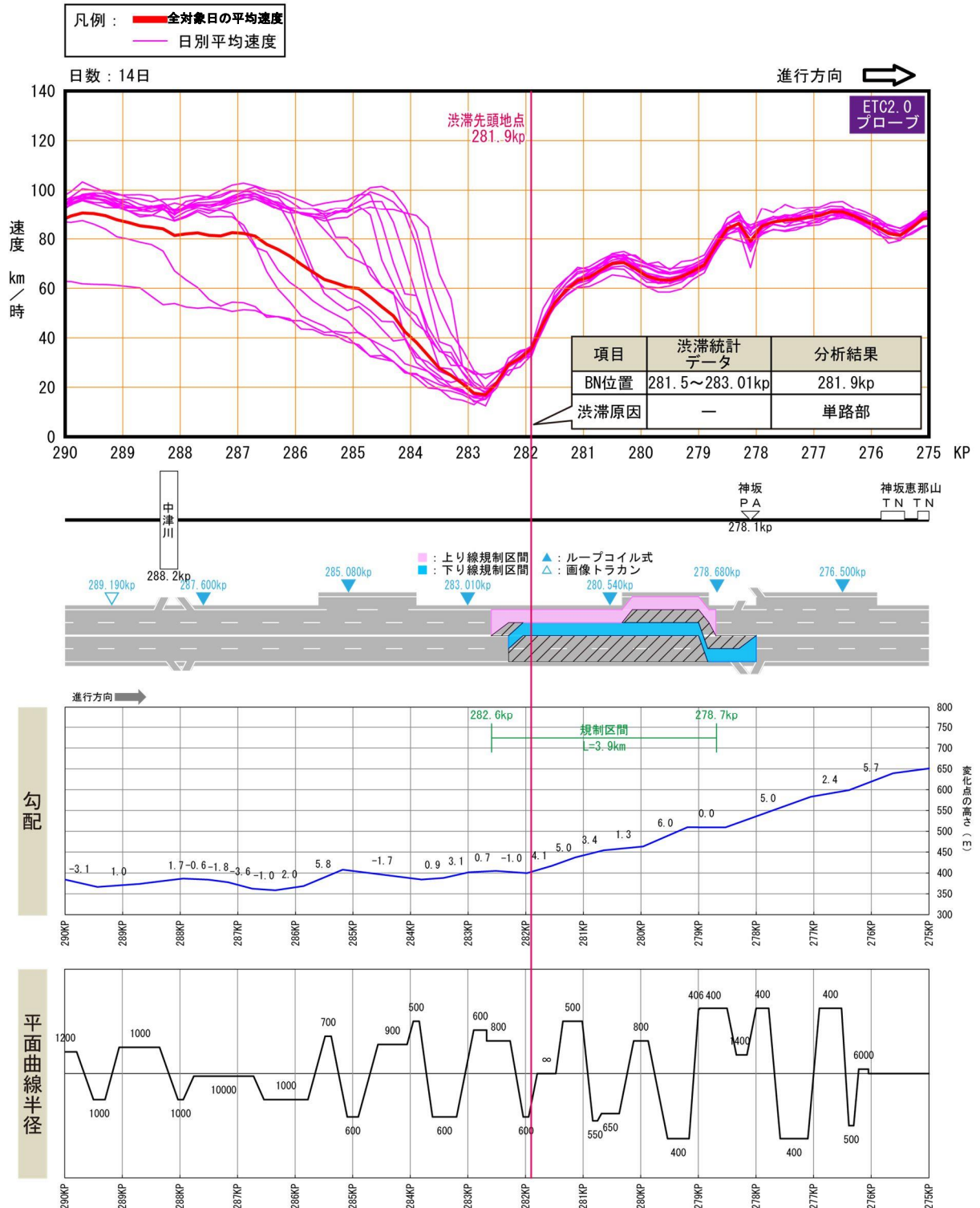


図 2-44 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.25

No. 26 : 中央道(下) 園原→中津川 (277.9kp)

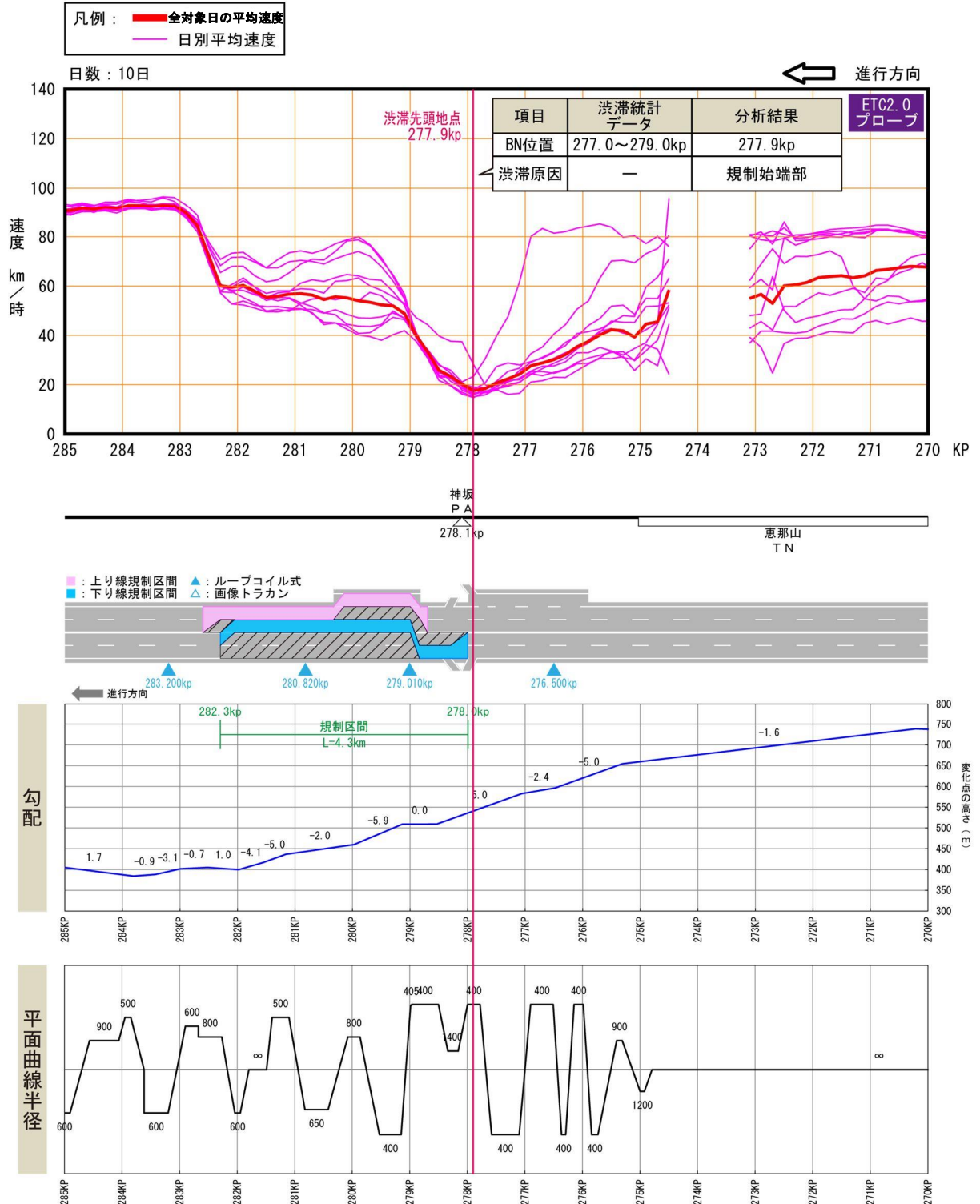


図 2-45 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.26

No. 27 : 中央道(上)中津川→園原 (282.5kp)

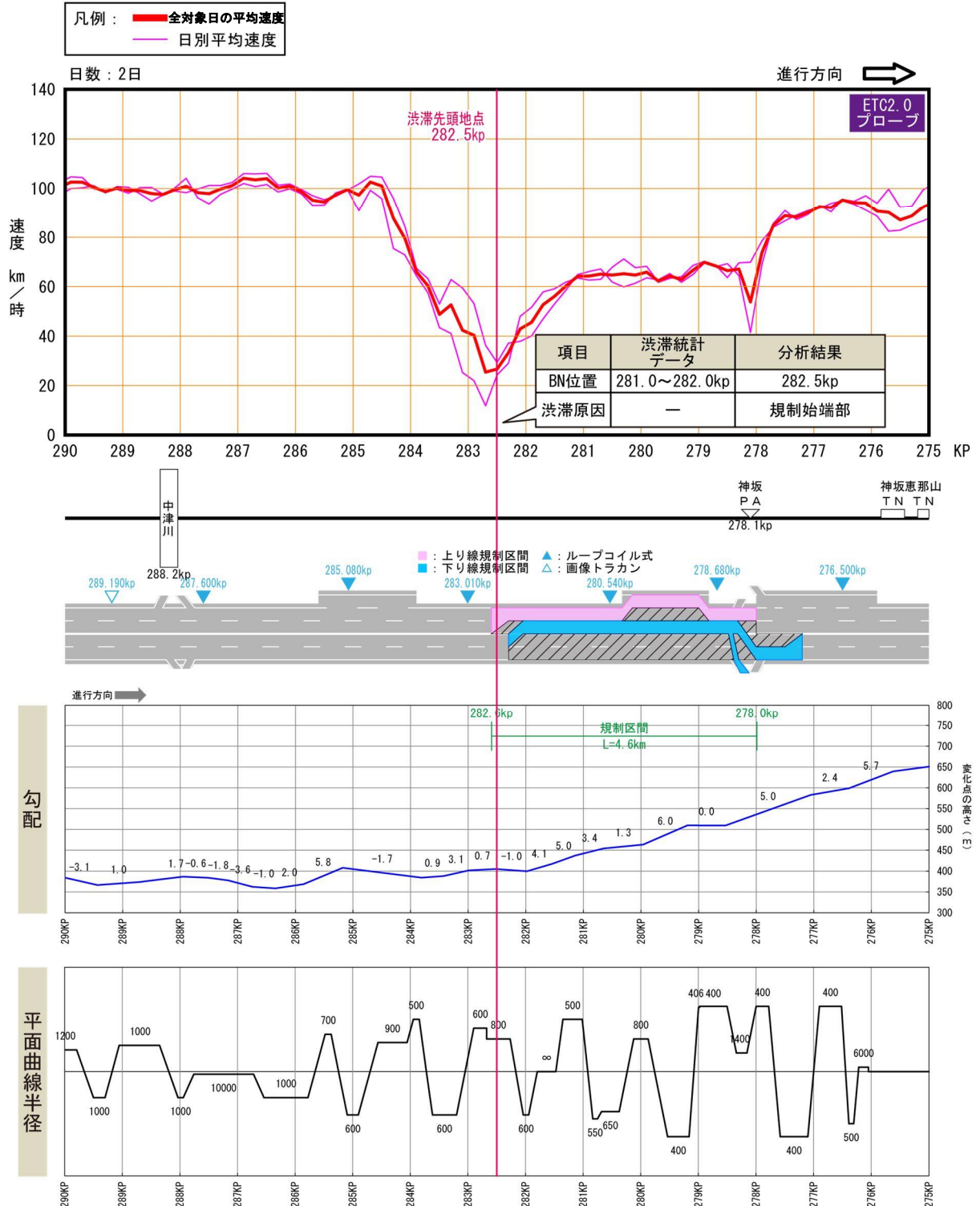


図 2-46 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.27

No. 28 : 中央道(下) 園原→中津川 (227.1kp)

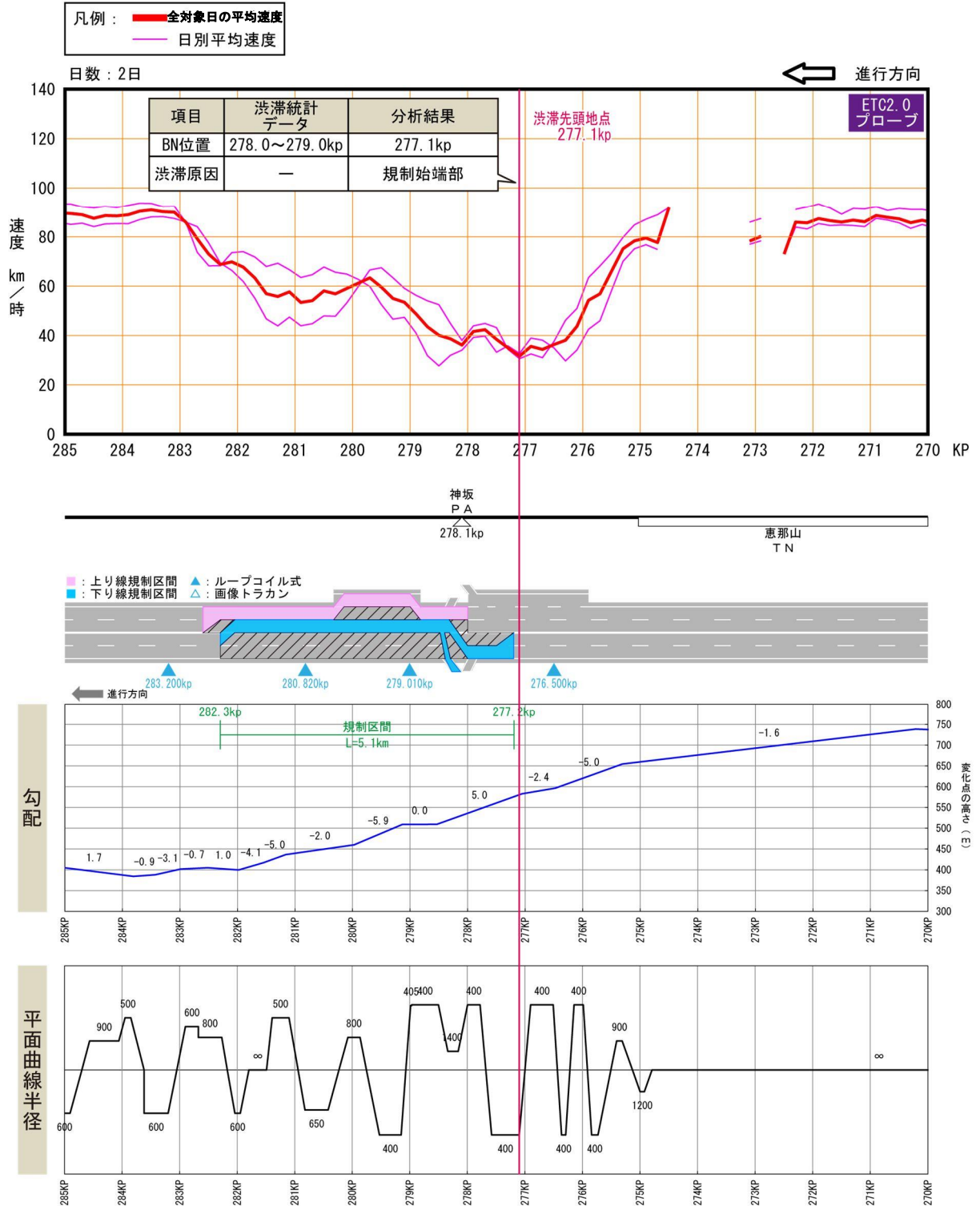


図 2-47 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.28

No. 29-1 : 中央道(上) 中津川→園原 (282.7kp)

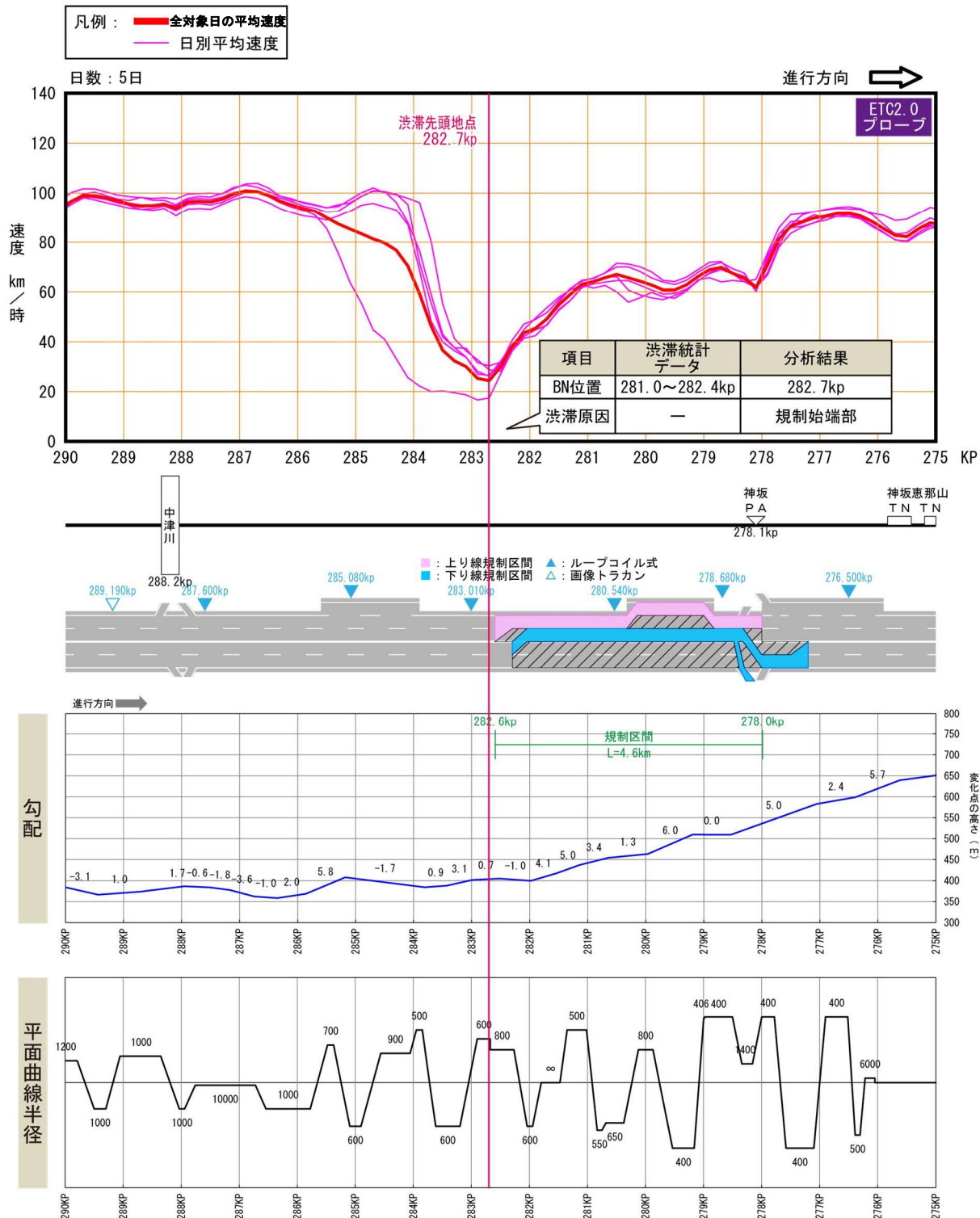


図 2-48 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.29-1

No. 29-2 : 中央道(上) 中津川→園原 (281.9kp)

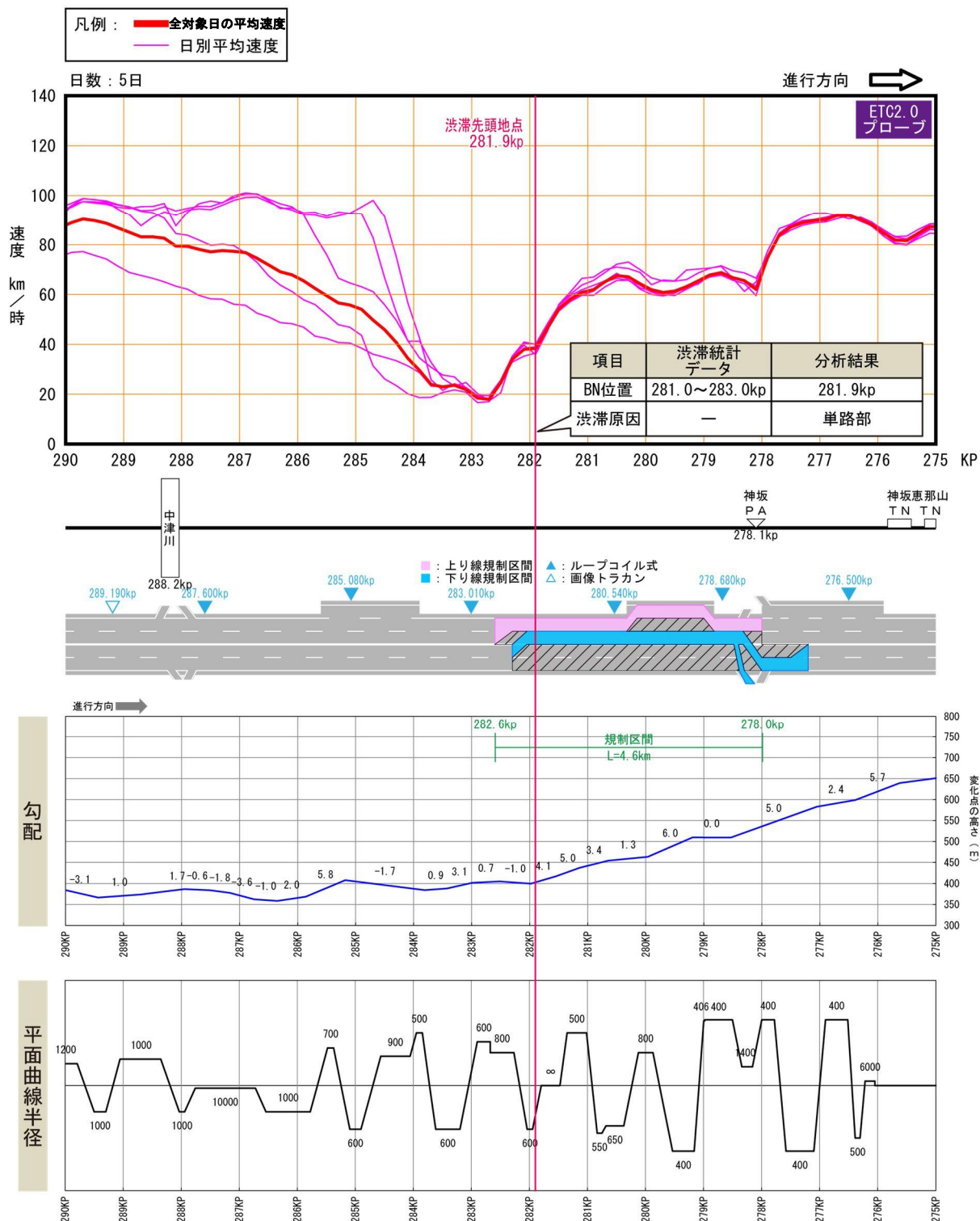


図 2-49 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.29-2

No. 30-1 : 中央道(下) 園原→中津川(277.1kp)

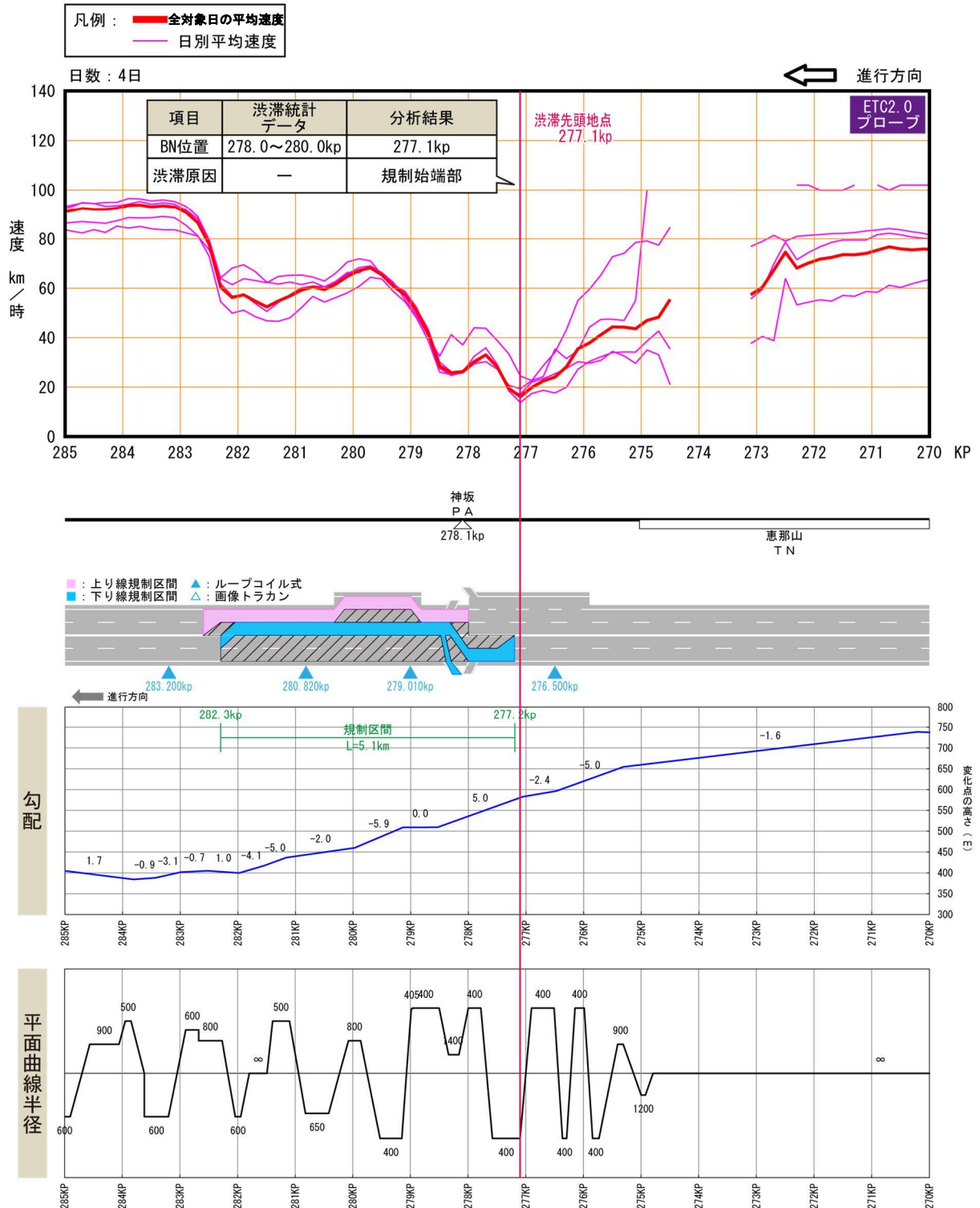


図 2-50 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.30-1

No. 30-2 : 中央道(下) 園原→中津川 (279.9kp)

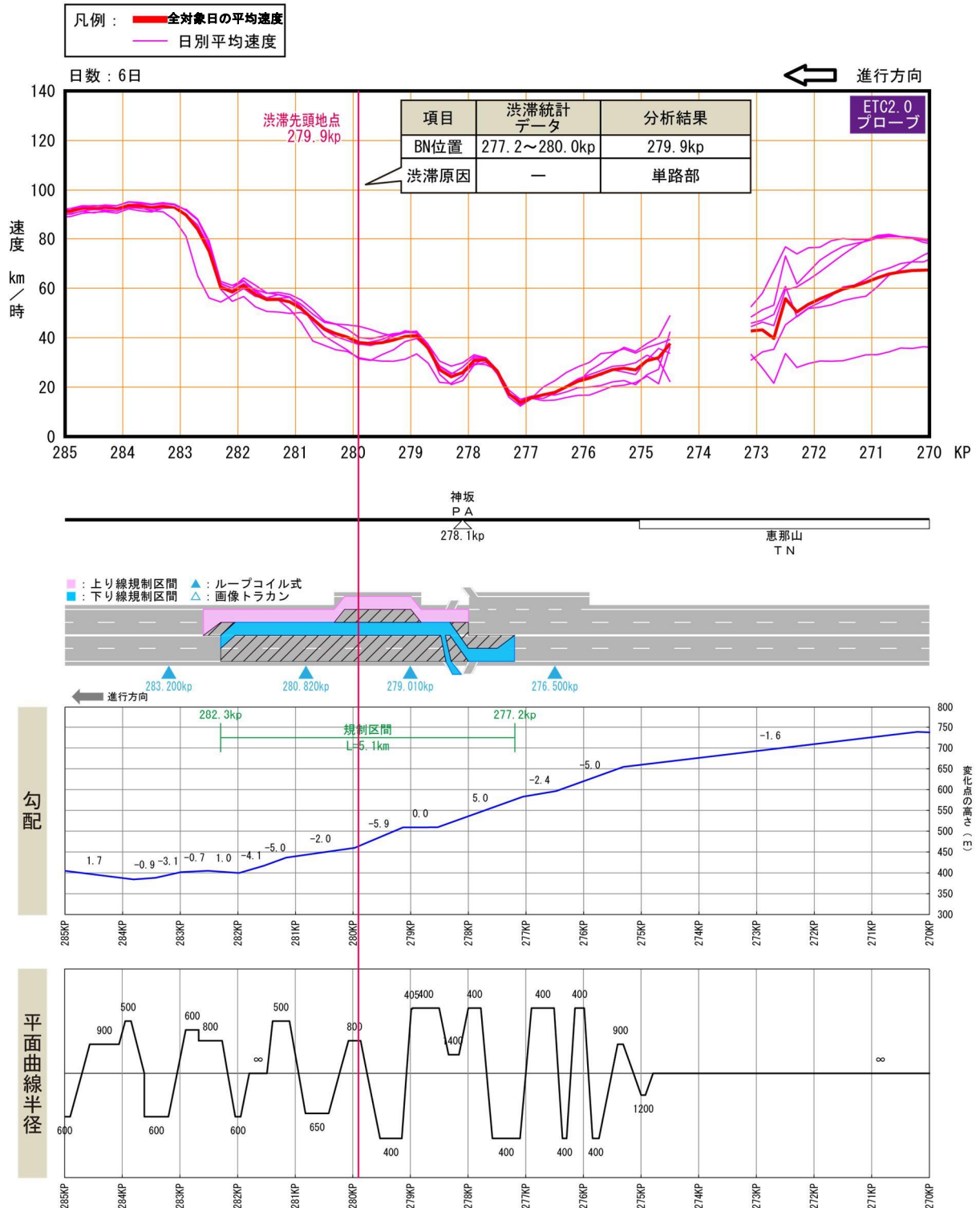


図 2-51 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.30-2

No. 31 : 中央道(上)中津川→園原 (282.1kp)

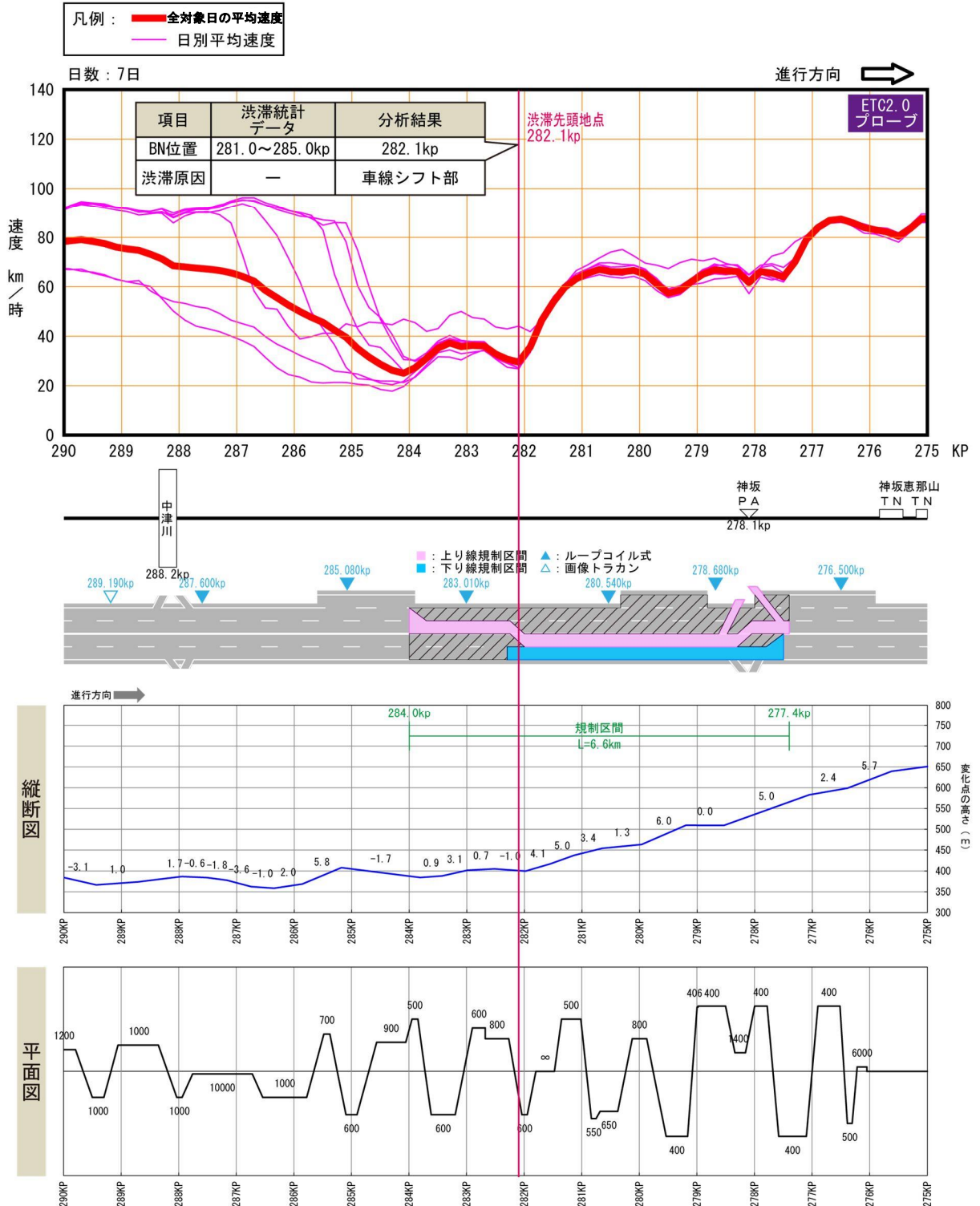


図 2-52 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.31

No. 32 : 中央道(下) 園原→中津川 (277.5kp)

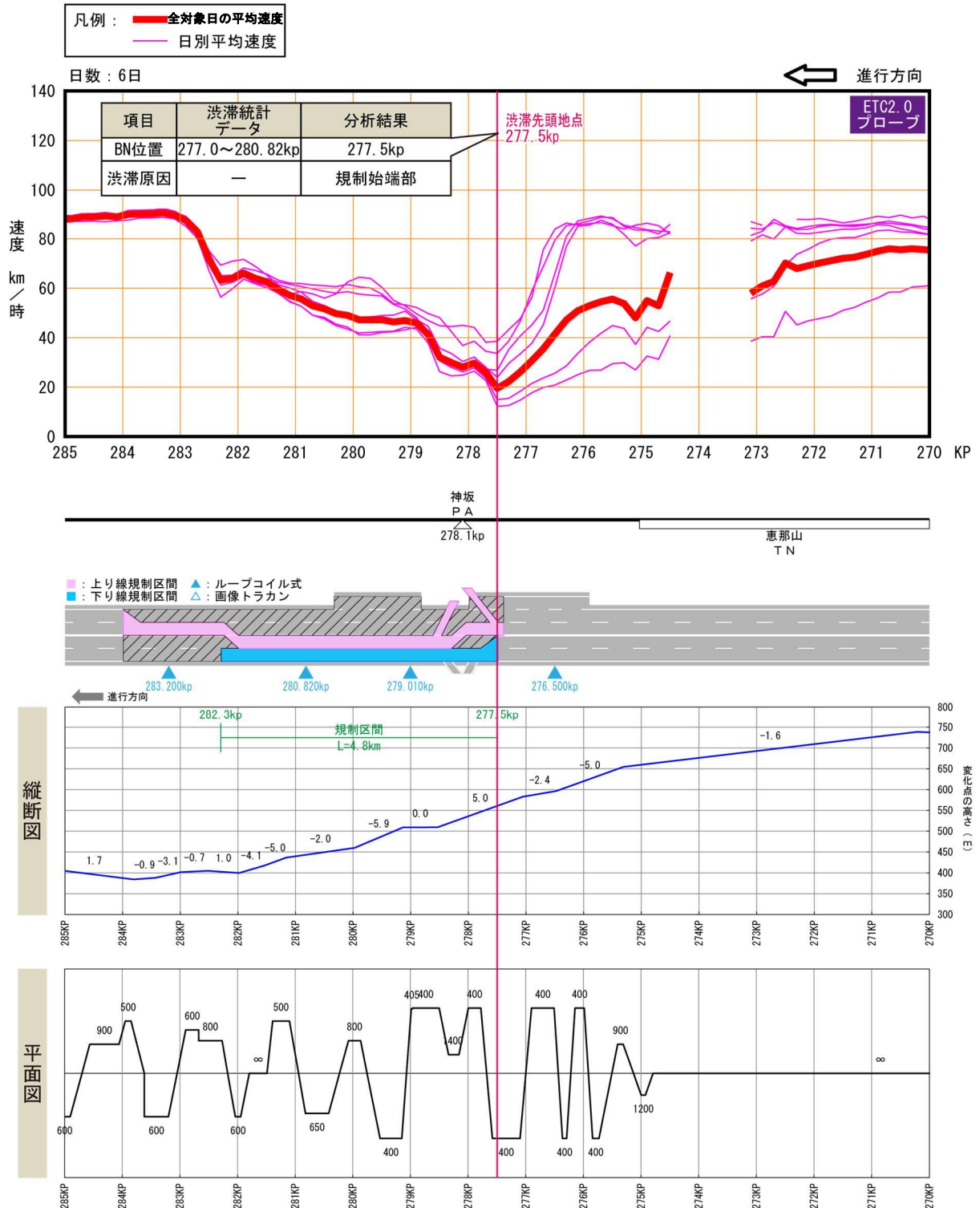


図 2-53 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.32

No. 34 : 中央道(下) 園原→中津川 (275.9kp)

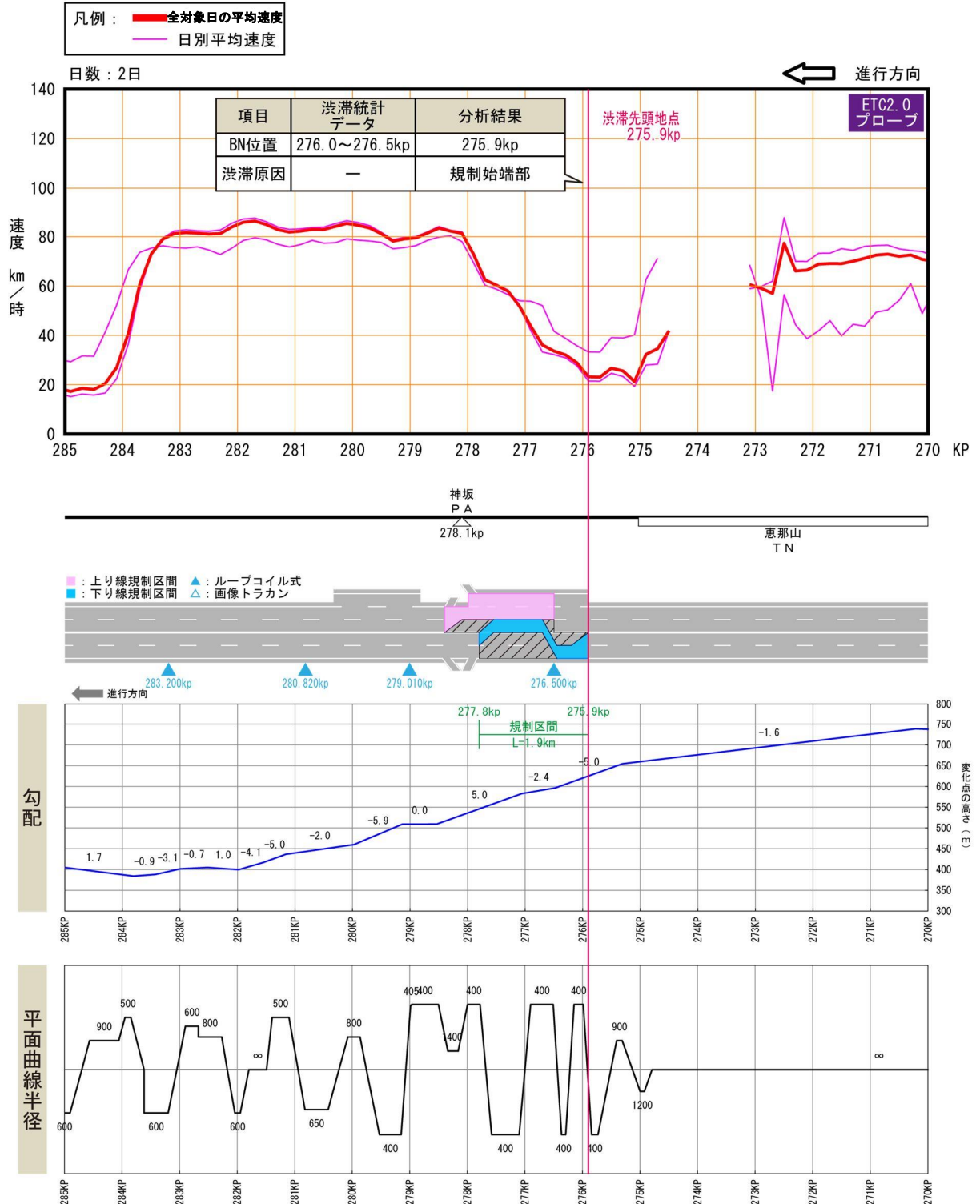


図 2-54 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.34

No. 35 : 中央道(上)中津川→園原 (287.5kp)

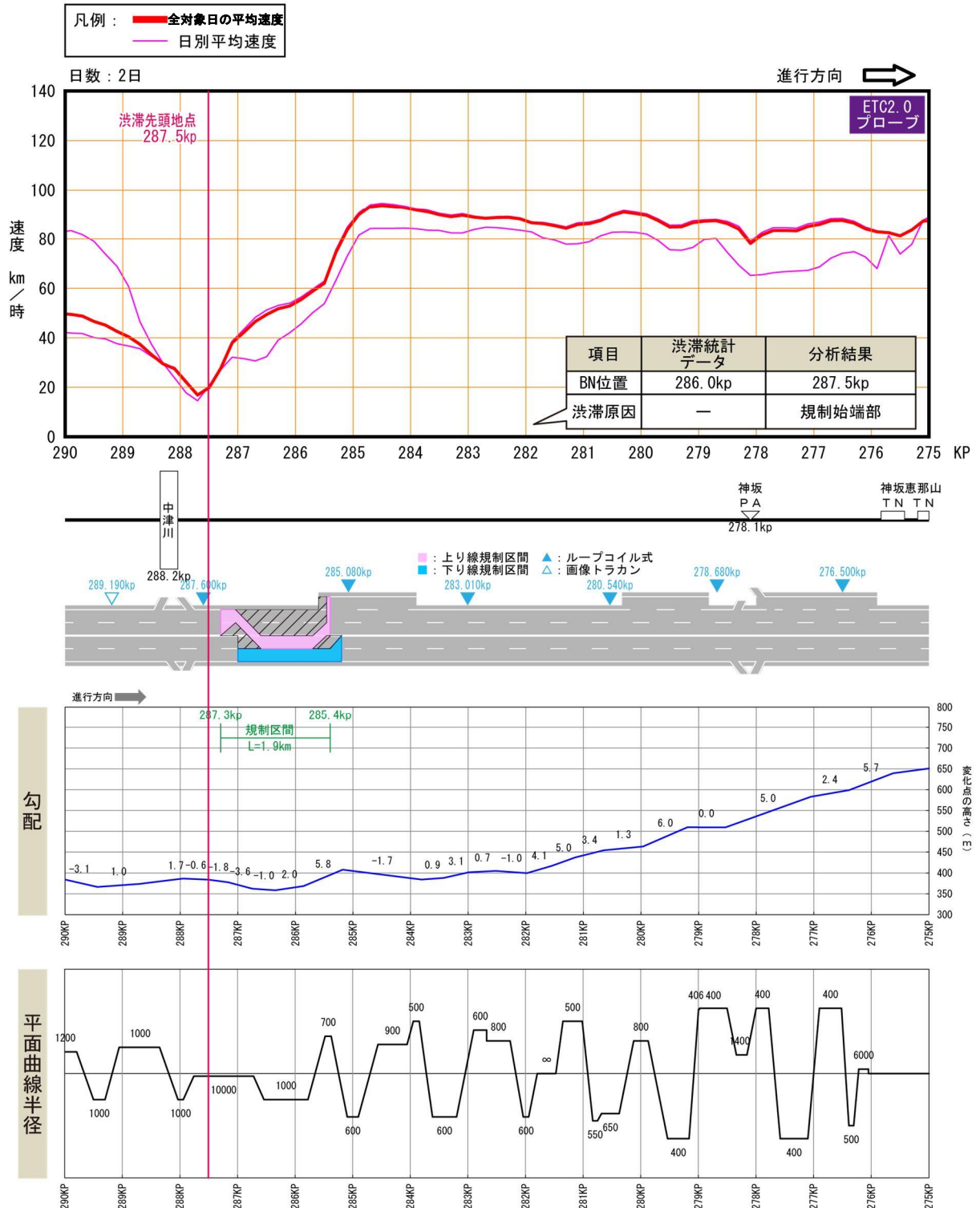


図 2-55 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.35

No. 36 : 中央道(下)園原→中津川(285.1kp)

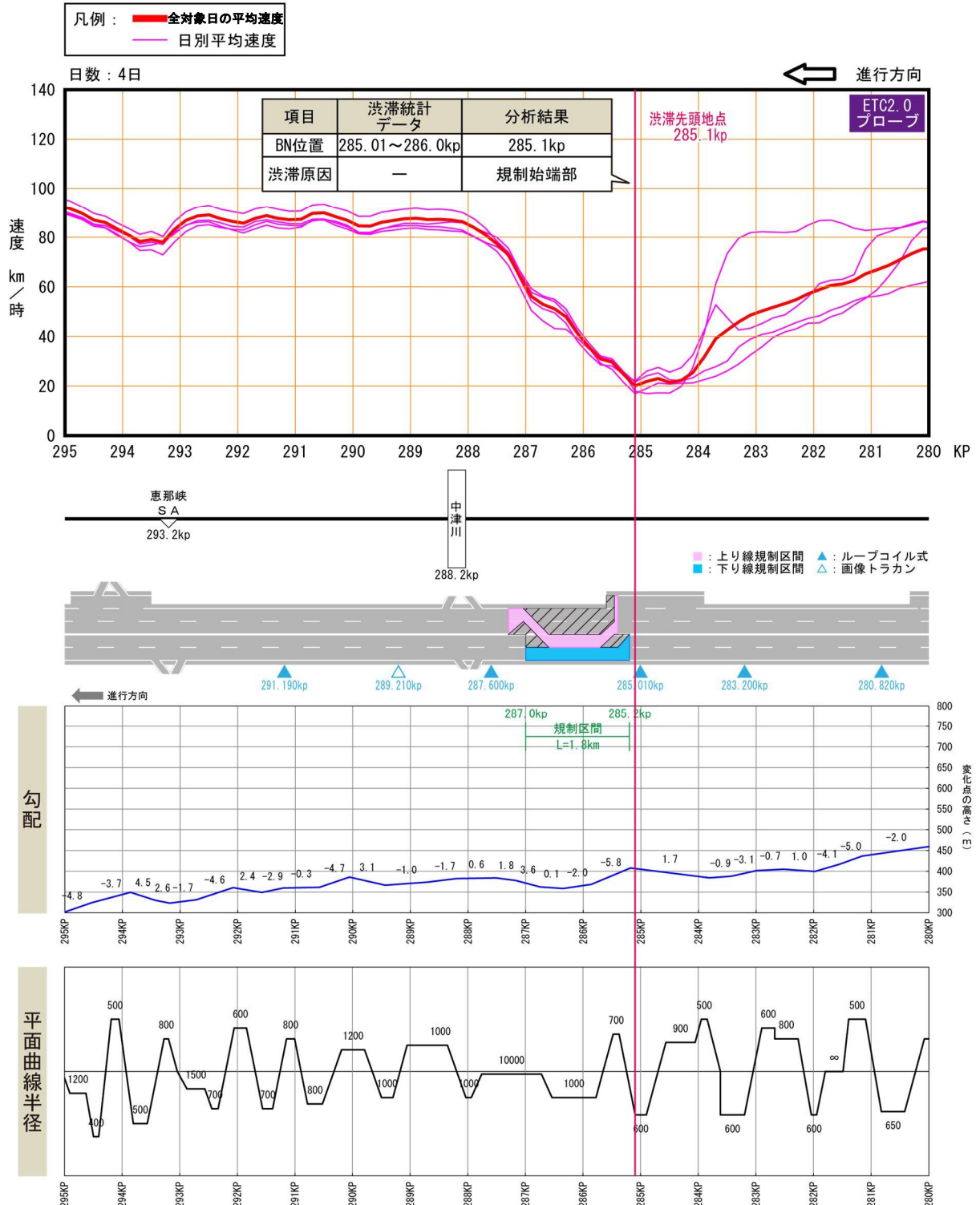


図 2-56 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.36

No. 37 : 東名(下) 秦野中井→足柄スマート(57.9kp)

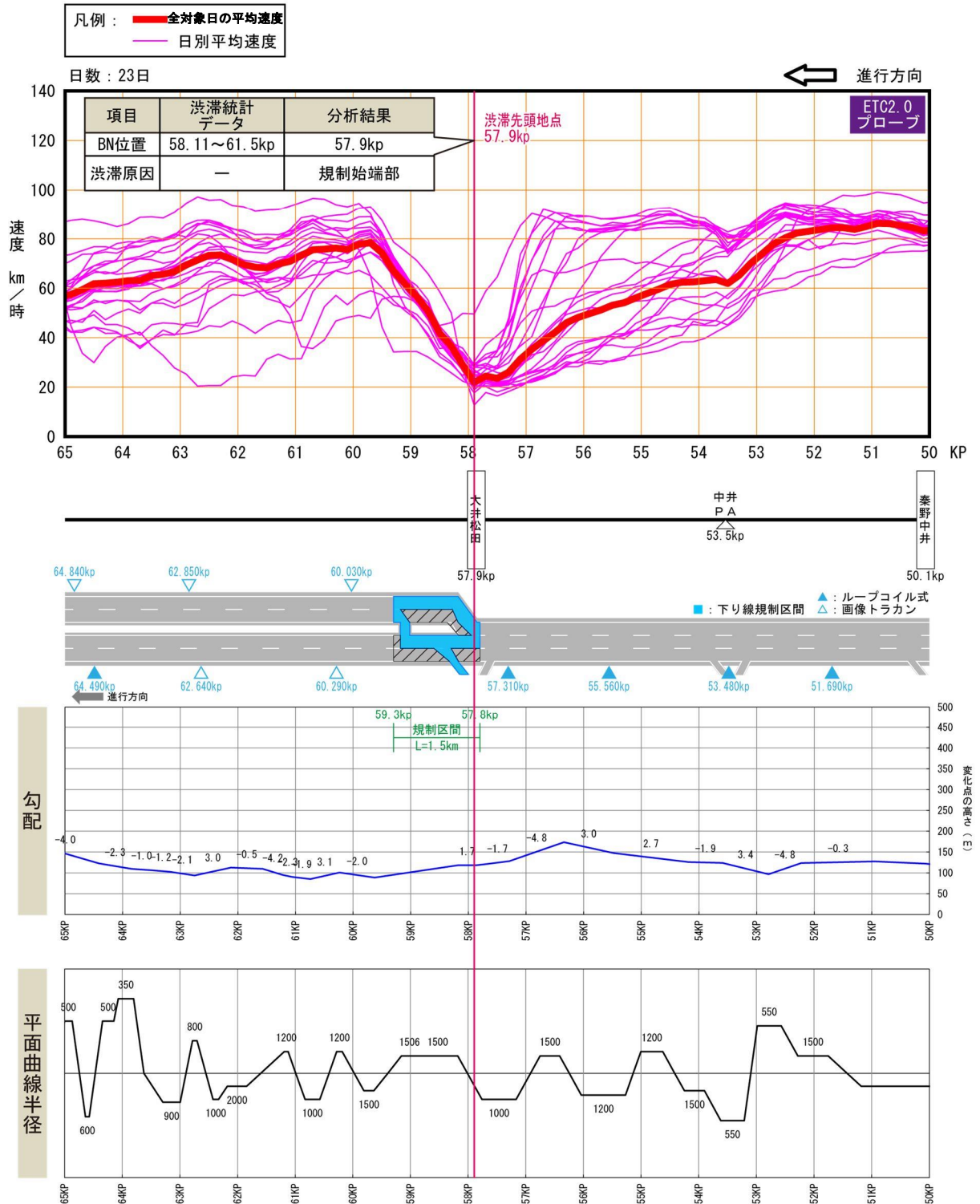


図 2-57 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.37

No. 38 : 東名(下) 秦野中井→足柄スマート(57.9kp)

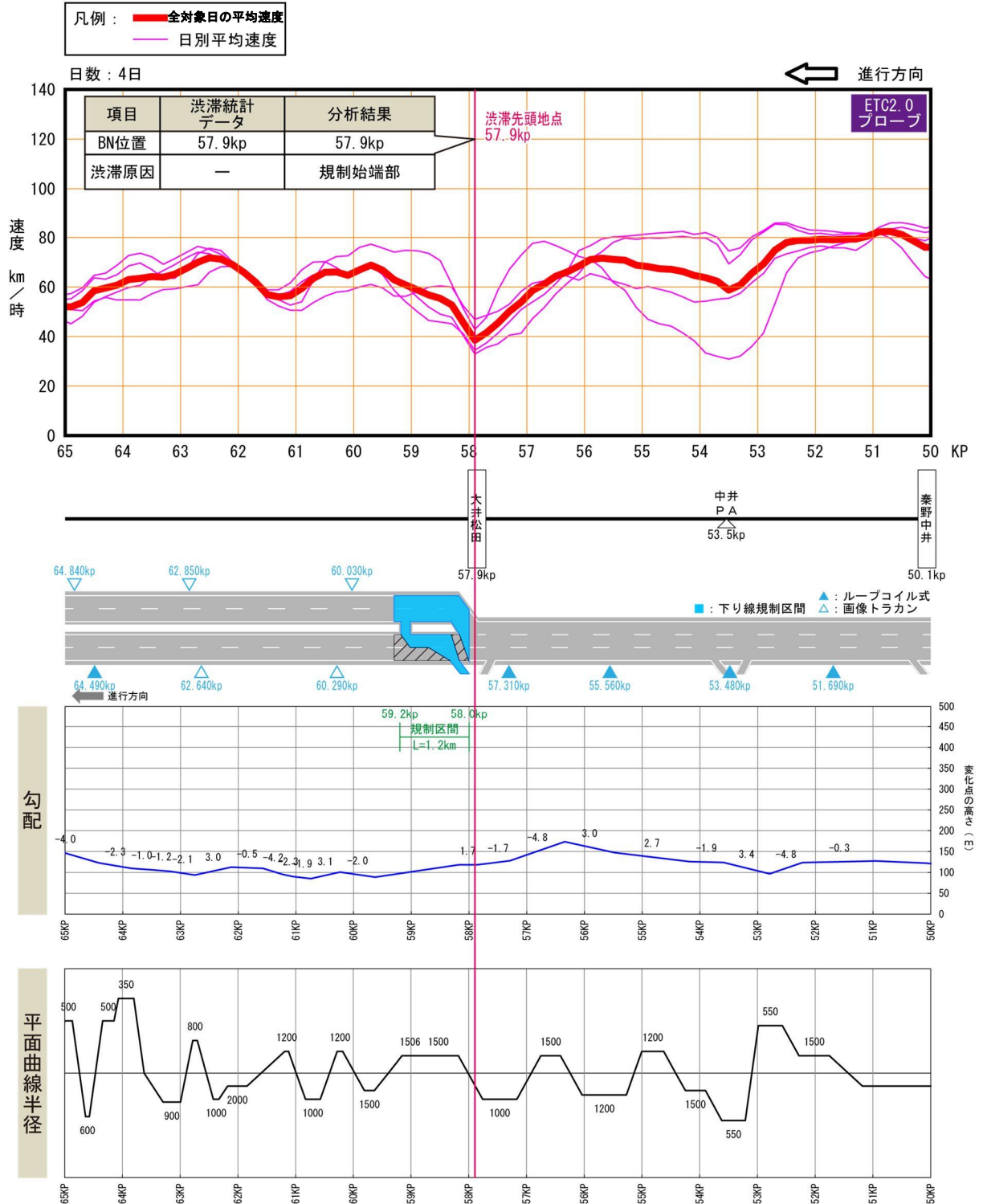


図 2-58 ETC2.0 プローブデータによる工事渋滞時の速度プロファイル:No.38