

首都高速道路における工事規制時の自由流速度に関する分析*

Analysis of Free Flow Speed under the Roadwork on Tokyo Metropolitan Expressway*

割田博**・田畑大***・深井靖史****・山下賢一郎*****

By Hiroshi WARITA**・Dai TABATA***・Yasushi FUKAI****・Kenichirou YAMASHITA*****

1. はじめに

近年、首都高速道路（以下、首都高）においては、効率的な維持補修や構造物に抜本的な対策を実施するため、長区間・長時間の規制が増加している。このような規制は、利用者に高速道路会社が原因者と認識される速度低下をもたらすため、的確な交通対策につながる、精度の高い交通影響予測が求められている。

これまで、通常時や事故発生時を対象とした交通状態に関する研究は、数多くみられた¹⁾²⁾。しかしながら、工事規制時については、交通容量に関する分析³⁾、工事規制時のドライバーの反応挙動に関する研究⁴⁾があるものの、基礎的な交通現象（交通流率や速度、密度）に関する知見は殆ど見当たらない。

一方で、首都高では、オンラインシミュレータを用いた交通状況予測システムを構築中であり、その際には工事規制の条件も入力して経路選択をさせることを考えている。当該システムでは、工事規制時の交通容量は考慮するが、自由流速度については通常の状態と同じ速度を用いて所要時間を算出しており、特にネットワークを考慮した予測（シミュレーション）の実施時には、精度の高い予測が可能とは言い難い。

そこで本研究では、工事規制時の基礎的な交通状況を分析し、経路選択に影響を与える自由流速度と工事規制の関係解明を試みる。

2. 対象とする工事の概要

首都高では、鋼床版補修のための24時間規制工事が実施されている。

中でも、図 - 1 に示す中央環状線内回り葛西JCT 清新町入口については、表 - 1 に示すように同一区間で7回実施されており、これを分析対象とした。

規制方法としては、追越車線のみ走行可能（走行車線を規制）となっており、舗装工事箇所付近ではカラーコーンが図 - 2 のようにセンターライン上に置かれ、その他の箇所では走りやすいようにセットバックして配置されている。

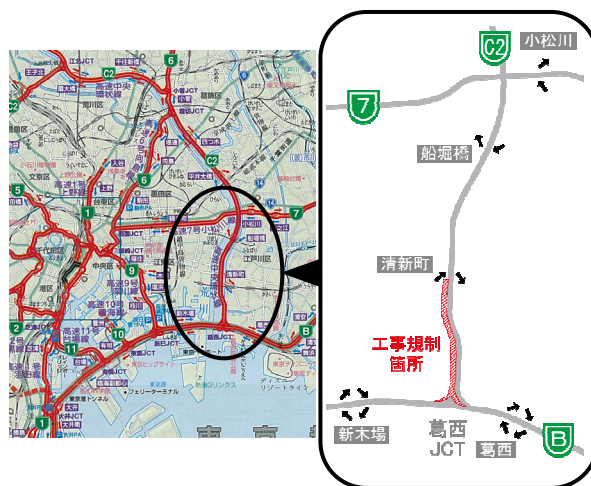


図 - 1 工事規制箇所

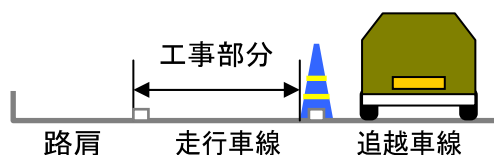


図 - 2 車線規制状況

*キーワード：工事規制、自由流速度

**正員、博（工）、首都高速道路（株）

（東京都千代田区霞が関1-4-1、TEL03-3539-9389、
E-mail:h.warita1116@shutoko.jp）

***首都高速道路（株）東東京管理局

（東京都中央区日本橋箱崎町43-5、TEL03-5640-4856、
E-mail:d.tabata208@shutoko.jp）

****正員、工修、（株）福山コンサルタント

（東京都江東区亀戸2-25-14、TEL03-3683-0722、
E-mail:y.fukai@fukuyamaconsul.co.jp）

*****工修、（株）福山コンサルタント

（東京都江東区亀戸2-25-14、TEL03-3683-0722、
E-mail:k.yamashita@fukuyamaconsul.co.jp）

表 - 1 工事規制概要

規制	規制長	規制日時
走行	2.5km	平成20年4月20日(日) 5:40から翌3:45
走行	2.5km	平成20年6月1日(日) 5:30から翌3:00
走行	2.5km	平成20年11月30日(日)5:35から翌4:35
走行	2.0km	平成20年12月7日(日) 5:30から翌3:55
走行	1.8km	平成21年4月26日(日) 5:40から翌4:40
走行	1.8km	平成21年5月10日(日) 5:45から翌3:20
走行	2.7km	平成21年6月7日(日) 5:35から翌2:55

3. QV及び交通量速度変化図の比較

比較対象として、工事規制が行われていない平成20年5月18日(日)を通常時として選択し、表-1に示す7ケースを工事規制時として分析を行った。尚、大型車混入率については、同区間・同曜日・同時間帯の工事であることから、ここでは考慮しないこととした。

工事規制時の例として、平成20年4月20日のデータを図-4に示し、これから推測されることを以下に列挙する。

- ・明らかに規制時間内の自由流速度が低下している。
- ・47.71kpと48.02kpの間で速度が回復し、47.71kpでキャパシティボール⁵⁾が出現している。
- ・47.71kpと48.02kpに工事箇所があり、この付近がボトルネックとなっている。
- ・48.02kpは、6時台から速度が高低をくり返し、10時台に60km/時まで回復するも、11時台～21時台までは20km/時に低下し、渋滞が定着している。
- ・21:00～23:30まで速度が35km/時に上昇したことで、捌け交通量も上昇している。

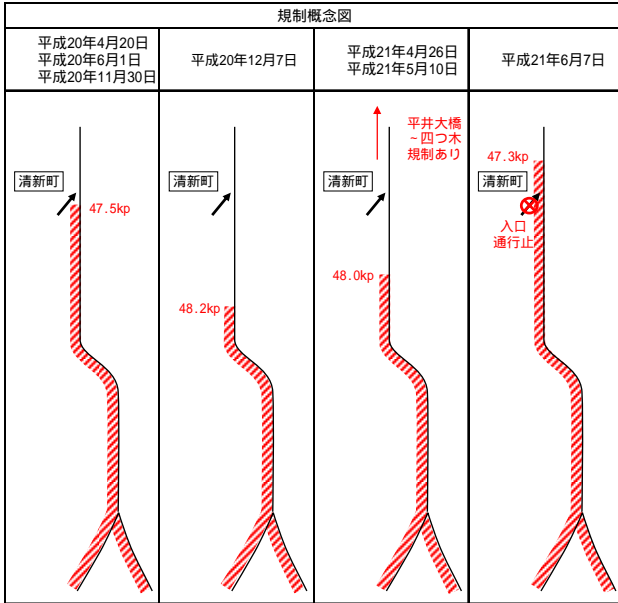


図 - 3 規制概念図

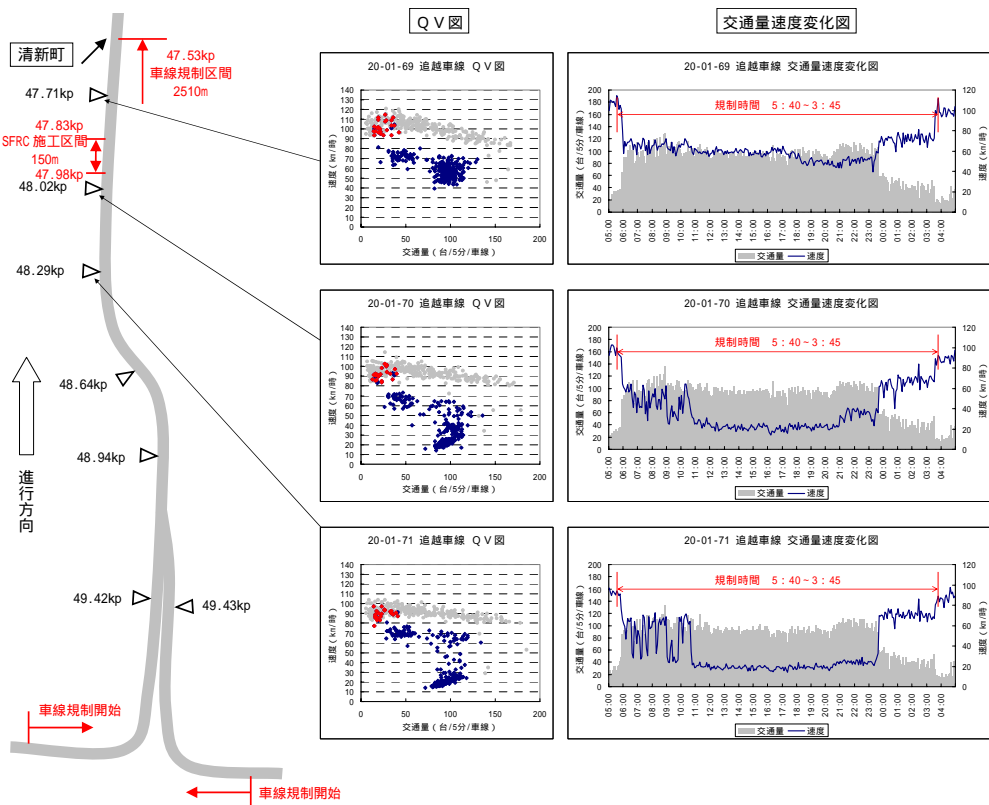


図 - 4 車両感知器設置位置とQV図・交通量速度変化図 (平成20年4月20日)

4. 自由流速度（領域）の分析

本研究では、工事規制区内での自由流を以下のように定義する。

- ・前車の影響を受けない（追従していない）車頭時間として7.5秒以上とする（40台/5分/車線以下）。
- ・交通量が20台/5分/車線以下のデータは殆ど存在しないので、20~40台/5分/車線の速度とする。
- ・臨界速度 V_c を上回る。

(1) 臨界速度（ V_c ）の算出

自由流速度の判定に際し、以下のように V_c を算出した。

- ・規制帯中でのボトルネックの特定。
- ・ボトルネック直上流のQV図を用いて、回帰的に仮臨界速度（ V_c' ）を算出。
- ・ V_c' 以上と以下のデータを分類し、それぞれの回帰式を求め、その交点を新しい V_c' とする。
- ・上記と同じことをくり返し、その差がなくなった所を V_c とした（図-5）。

この方法で4月20日の臨界速度を $V_c = 45.6\text{km/時}$ とし、同様に他の日についても算出した。

今回自由流領域とするのは、20~40台/5分/車線且つ V_c 以上であるので、図-5中の自由流領域の速度を分析対象とした。

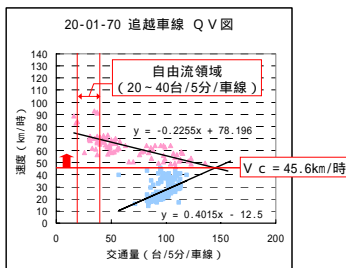


図-5 V_c の算出過程

(2) 自由流速度

自由流速度は、渋滞等の下流側の影響を受けないことから、全地点の85パーセンタイル速度について表-2, 3, 図-6に整理した。

表-2 すべての地点の自由流領域での85パーセンタイル速度

Kp	4月20日	6月1日	11月30日	12月7日	4月26日	5月10日	6月7日	通常時
47.71	97.8	83.1	95.7	100.9	99.6	94.3	79.0	112.5
48.02	80.2	91.2	75.9	75.4	76.7	75.6	78.7	101.3
48.29	75.2	76.1	75.1	72.9	72.3	70.4	76.7	99.3
48.64	81.3	78.0	79.0	73.4	74.2	77.9	78.0	104.9
規制長	2.5km	2.5km	2.5km	2.0km	1.8km	1.8km	2.7km	

■ : 工事規制箇所

表-3 通常時との相関

	4月20日	6月1日	11月30日	12月7日	4月26日	5月10日	6月7日
相関係数	0.977	0.738	0.972	0.915	0.924	0.986	0.702

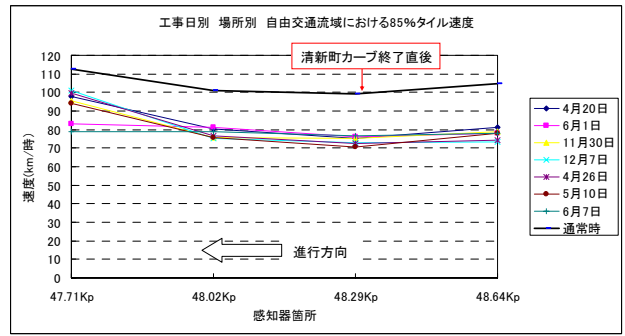


図-6 工事日別・場所別の自由流における85パーセンタイル速度

- ・平成20年6月1日と平成21年6月7日以外は通常時の速度変化と相関係数0.9以上を示しており、通常時の速度が道路構造に支配されていると考えれば、工事規制時の速度も道路構造に支配されていると類推される。
- ・平成21年4月26日と5月10日の48.29kpにおける低速度の原因としては48.6kp 48.36kpのカーブ部でSFR C工事を実施しており、平面曲線がきつい部分に舗装工事区間があった影響と考えられる。
- ・自由流の速度は、規制長というよりも、工事区間の道路構造により速度が支配されていると考えられる。

(3) 他の自由流領域での速度

ここでは交通量レベルによる工事規制内の速度変化を分析し、他の自由流領域についても考察する。

同一箇所同一規制の場合の比較

工事規制を実施した7日のうち、同地点がボトルネックとなった平成20年4月20日, 6月1日, 11月30日の自由流領域での85パーセンタイル速度について示したのが、図-7である。

- ・通常時100km/時に対し、3日ともに約80km/時となっており、約20km/時の低下となっている。

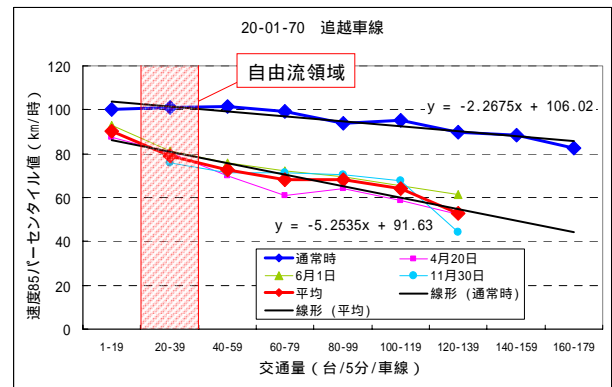


図-7 自由流領域での速度

同一箇所における速度の変化

前出図 - 7 に示す交通量40台/5分/車線以上の領域時の速度変化をみると、通常時には80台/5分/車線まで100km/時以上をキープしているが、工事時には70km/時まで低下している。通常時と工事時の交通量増加による速度低下率は、かなり異なっていることがわかる。

同一箇所における速度分布

V_c以上の非渋滞域全体を対象とした速度分布を、図 - 8 に示す。

3日とも、通常時の速度に比べると、50パーセンタイル値で30km/時程度低下していることが分かる。一般に用いられている85パーセンタイル値でも、30km/時程度の差がみられる。

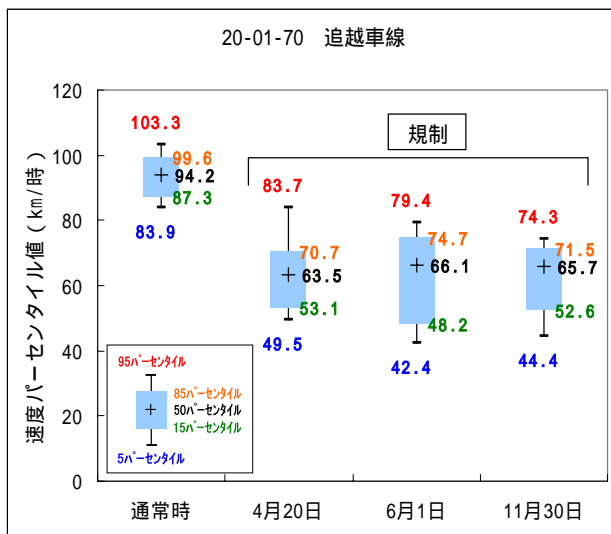


図 - 8 自由流領域の速度分布

5. まとめと今後の課題

本研究では、中央環状線内回り葛西JCT~清新町間の工事規制時における、自由流領域の速度について分析した。

(1) 自由流領域

- ・工事時と通常時での自由流領域での速度は、100km/時、80km/時で、約20km/時の差が生じている。
- ・規制区間の自由流速度についてみると、区間の前後関係は通常時との相関が高いことから、道路構造（縦断勾配、平面曲線）との関係がある。
- ・工事区間が清新町カーブにある場合に、最も自由流領域速度が低いことから、工事区間の箇所との関係が強いことが想像される。
- ・自由流領域でも、よそ見等による工事区間での速度低下が発生していることが想定される。

(2) その他の流域

- ・工事時と通常時の速度は、同地点で85パーセンタイル値、50パーセンタイル値ともに30km/時程度の差が生じている。
- ・工事時の5パーセンタイル速度と95パーセンタイル速度の幅は30~37km/時となっており、通常時の20km/時に比べて幅が広がっており、V_c以上の非渋滞領域とはいえ、1車線しかない中で密度にバラツキのあることが予想される。

これらから、精度の高いシミュレーションを実施するためには、工事規制時の自由流領域速度及び交通量増加による速度低下の傾きをモデル上で考慮しないと、精度の高い予測結果を得ることが困難となる。

今後は、今回の研究結果の妥当性を検証するため、工事箇所の幅員、道路構造等との関係を他の箇所でも分析・確認する所存である。

参考文献

- 1) 割田博, 岡村寛明, 森田綽之, 桑原雅夫: 速度分析を通じた運転支援, シミュレータのパラメータ, 道路設計への提言, 第4回ITSシンポジウム2005, pp.271-276, 2005
- 2) Hiroshi WARITA, Hiroaki Okamura, Hirohisa MORITA and Masao KUWAHARA: Analysis of Road Potential and Bottlenecks based on Percentile Speed, 5th International Symposium on Highway Capacity and Quality Service, pp.299-307, TRB, 2006
- 3) 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, 第27回交通工学研究発表会論文報告集, Vol.27, pp.37-40, 2007
- 4) 飯田克弘, Dao Quynh Anh, 小川清香: 高速道路工事規制区間における運転者の脇見状況と車両挙動との関連性分析, 第28回交通工学研究発表会論文報告集, Vol.28, pp.29-32, 2008
- 5) 割田博, 赤羽弘和, 船岡直樹, 岡村寛明, 森田綽之: 首都高速道路におけるキャパシティボールの抽出とその特性分析, 第29回土木学会土木計画学研究・講演集(CD-ROM), 2004