

機関番号：14401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20560490

研究課題名（和文） 運転者挙動に着目した高速道路工事規制区間の走行安全性評価

研究課題名（英文） Safety Evaluation of the Work Zone of Expressway Focusing on Driver's Behavior

研究代表者

飯田 克弘 (IIDA KATSUHIRO)

大阪大学・工学研究科・准教授

研究者番号：70222809

研究成果の概要（和文）：

本研究では、工事規制区間の安全性を向上させるためには、運転者および車両の挙動に着目した安全性評価手法の開発が喫緊の課題であると捉えた。工事規制区間と運転者挙動の関連性を把握するためには、運転に必要な情報の約 9 割を取得する運転者の視覚の分析が必要であり、運転者の視線・注視（特に前方不注視）と工事規制区間の走行環境との関係を分析した。次に、衝突危険性指標等の既往成果を適用することで、運転者挙動に基づいた高速道路工事規制区間の走行安全性評価を行った。

研究成果の概要（英文）：

This research analyzed relationship between distraction (driver's awareness and glance) of drivers and driving circumstances as well as behavior of vehicles thought the data of driving experiment on construction sections on an expressway in operation. And, this research analyzed relationship between the vehicles behavior and the arrangement of channelizing devices using possibility index for collision with urgent deceleration (PICUD).

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2009 年度	800,000	240,000	1,040,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木計画学・交通工学

キーワード：高速道路，工事規制区間，安全対策，覚醒水準，脇見

1. 研究開始当初の背景

我が国の高速道路は高度成長期に建設されたものが多く、供用開始後多くの年月が経過している。また、建設後 50 年以上経過した道路構造物は今後 10 年から 20 年にかけて飛躍的に増加すると指摘されている。さらに近年では、交通量の増加や車両の大型化、重量超過車輛の増加などの影響も加わり、老朽化が急速に進んでいる。以上のことから、高

速道路の補修・補繕工事などの重要性は今後ますます増大する。

大規模な補修・補繕工事の場合、交通量の少ない時間帯を選定し対象区間を通行止めにして工事を行う形態、昼夜を通して連続車線規制をし、一規制中に複数の工事を同時に行う集中工事の形態に大別される。工事に要する費用および時間の観点からは通行止めを伴う工事の方が合理的であるとされてい

るが、当然ながら通行止め期間中は利用者へのサービス提供は中断される。そこで、交通量の多い路線などでは、社会インフラの使命である利用者へのサービス確保の観点から、車線規制を伴う集中工事が多く採用されている。

しかしながら、集中工事を行う場合、車線減少による物理的な交通容量低下が原因で渋滞が必ず発生する。それに加えて渋滞末尾への追突事故増加など安全性低下の問題も発生しており、多大な損失を招いている。こうしたことから、工事規制区間に関わる渋滞問題および安全性低下に対する対策が急がれている状況にある。

これに対して近年では、渋滞問題の対策として工事前の各種メディアを用いた PR、渋滞予測広報等の情報提供の強化が道路管理者によって行われ、発生トリップの抑制や交通の迂回誘導などの効果が報告されている。また、関連する研究も立ち上がりつつあり、研究代表者らは、平成 16 年度東名高速道路集中工事の状況を撮影したビデオ映像から、工事規制区間を走行する全ての車群先頭車両の走行軌跡を取得し、車群先頭車両の減速に影響を及ぼす要因としてラバーコーンの縦断方向配置密度を特定した。さらに、縦断方向配置密度が減速開始位置、減速割合（減速値/減速前速度）および車線内走行位置に及ぼす影響について分析をしている。

一方安全対策としては、道路上での工事予告標識や渋滞末尾警戒標識車の配備など情報提供の強化がなされているほか、LED 点滅灯や注意喚起溝、規制内進入警告バーなど新たな安全対策施設が導入されている。これらの効果として、追突事故の減少などが報告されているものの、危険な走行状態の発生確率が減少したのかなど、工事規制区間における運転者および車両挙動に着目して安全性評価を行った研究は希少である。

対策前後の事故件数の変化も重要な指標であるが、事故発生に関わる要因は多岐にわたり、その発生件数は確率的に変動することを考慮すれば、この指標のみで工事規制区間の安全性を評価することは難しい。補修・補繕工事の重要性が急速に高まる中、工事規制区間の安全性を向上させるためには、工事規制区間における運転者および車両の挙動に着目した安全性評価手法の開発が喫緊の課題となると言える。

2. 研究の目的

以上のことを踏まえ、本研究では 2 つの目的を設定した。運転行動は「知覚→認知→判断→操作」という一連の流れから成立することが知られており、あわせて運転に必要な情報の約 9 割は視覚を通じて取得されることが知られている。つまり、工事規制区間と運転

者挙動の関連性を把握するためには、工事規制区間における運転者の視線分析が必要となる。本研究では、運転者の視線・注視に関する多様な指標を構築し、これらと工事規制区間の走行環境との関係を分析することを第 1 の目的とする。

また、高速道路工事規制区間の走行安全性には交通状況が大きく関わっており、渋滞時は非渋滞時に比べ事故率が高いこと、非渋滞時は上述した規制始端部で事故率が高いことが分かってきている。そこで、交通状況（渋滞・非渋滞）別に交通安全性の評価を行うとともに、安全対策について提案を行うことを第 2 の目的とする。

3. 研究の方法

(1)平成 19 年度、20 年度東名高速道路の集中工事実施期間に発生した、物損事故を含む全ての交通事故を対象に、発生位置別および交通状況別に事故率を算出し、集中工事期間の事故の特徴を把握するとともに、工事規制実施時における交通事故防止対策立案の基礎資料を得る事を目的とした分析を行った。

(2)現場走行実験を行い、工事規制区間を走行する被験者の各種視線データと、被験者運転車両の速度・加速度などの運行状況に関する車両データを取得した。このデータを用いて工事規制区間における 2 種類の前方不注視状況を捉え、走行環境、車両挙動との関連性を分析した。

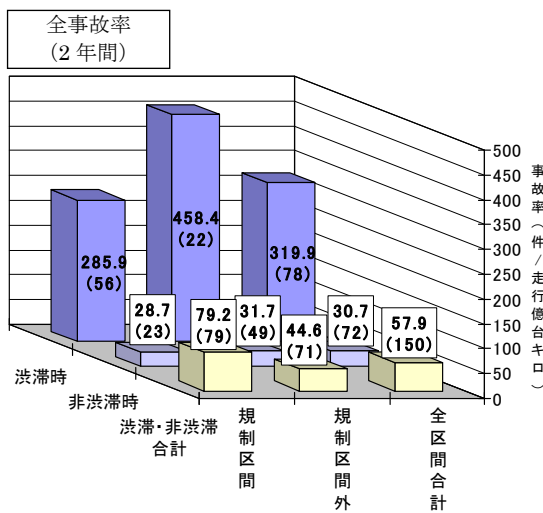
(3)非渋滞時に事故が多い工事規制始端部における規制材配置と車両挙動との関連性について分析した。具体的には、平成 19 年度、20 年度東名高速道路集中工事規制区間において撮影されたビデオ映像から規制始端部を走行する車両軌跡を抽出し、それを用いて、当該区間の安全性を評価した。

(4)高速道路工事規制区間の走行安全性には、交通状況が大きく関わっており、渋滞時は非渋滞時に比べ事故率が高い。そこで如何に渋滞を抑制するかというマネジメントについて検討した。具体的には、平成 20 年度東名集中工事で観測した、規制区間の分割・短縮化（部分開放）事例を用いて、部分開放による交通状況の変化を確認し、渋滞軽減効果を検証した。

4. 研究成果

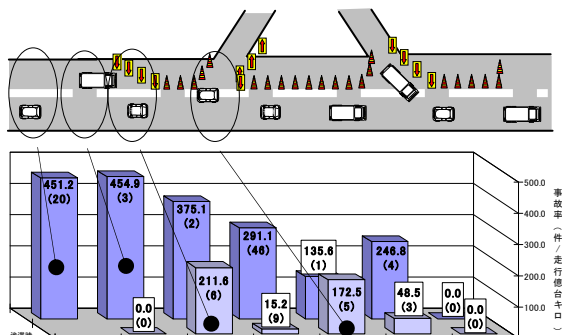
(1)集中工事規制区間の交通事故特徴について分析した結果、渋滞時は非渋滞時に比べ、事故率が高いことを確認した(図-1)。また非渋滞時は、工事規制区間の中でも、特に規制始端部で事故率が高いことを確認した(図-2)。(2)工事規制区間における運転者の前方不注視状況を捉え、走行環境、車両挙動との関連性を分析した結果、まず工事規制区間の走行実験データより、覚醒水準に影響を及ぼす支

配的要因となり得るものとして追従状態を特定した。追従走行下にあるデータを分析したところ、覚醒水準は空規制区間にて低く、工事区間にて高くなっていることが分かった。また、覚醒水準が低下すると加減速が多くなることが知見として得られた。次に脇見については区間によって過度な脇見の特徴が違うという知見を得た。工事区間においては、個々の対象の注視時間は短いものの、その蓄積が過度な脇見に繋がっていること、また空規制区間では、視環境の急変により特定の対象への注視が長くなり、過度な脇見となっている可能性が示唆された(図-3)。さらに、過度な脇見が生じた時の速度変動について、脇見前後と比較して脇見中は速度が安定していないことが確認できた。



※カッコ内は事故件数

図-1 集中工事期間の渋滞・非渋滞別事故率



※工事規制に関連した事故 99 件を対象に集計

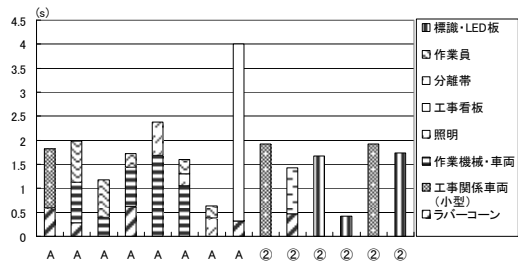
図-2 発生位置別事故率 (全事故率 2年間)

(3)非渋滞時に事故が多い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について分析した結果、以下の知見が得られた。

- ① 走行車線規制時はギャップ後方車、追越車線規制時は車線変更車の危険性が高く

なる。

- ② 規制する車線によらず規制材が車線内に配置され始めた地点付近で追突危険性の高い車両が集中する (図-4~6)。
- ③ 追突危険性が高くなる原因は、走行車線規制時は狭いギャップへの強引な車線変更と複数の車両の同じ地点での同じギャップへの車線変更、追越車線規制時は狭いギャップへの車線変更と車線変更車の速度が速いことである。



※図中 A は工事区間, ②はから規制区間を表す

図-3 過度な脇見中の注視対象および注視時間

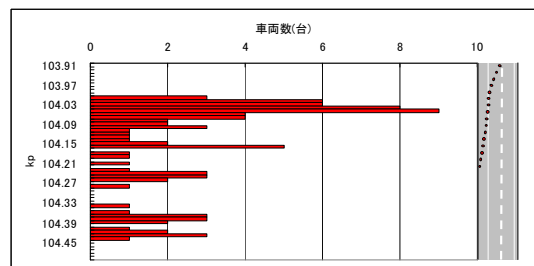


図-4 PICUD 最小値の地点分布 (走行車線規制)

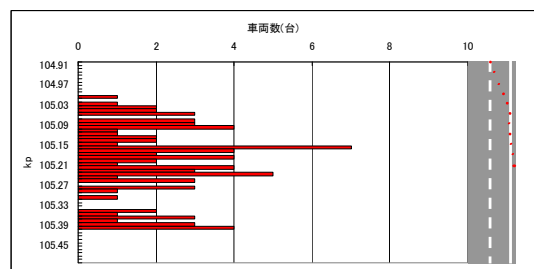


図-5 PICUD 最小値の地点分布 (追越車線規制)

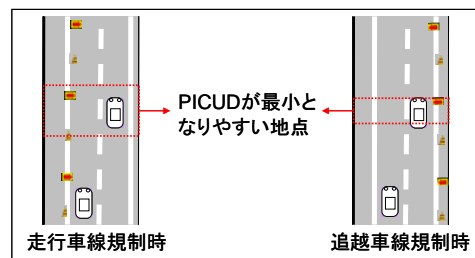


図-6 PICUD の値が最小になりやすい地点

さらに上記知見②を検証し、安全性向上方針

を探索するため、同一区間で規制材配置を変更し、現行の規制材配置の場合に得られた結果と比較したところ、効果の現れ方に違いはあるものの、規制始端部を強調すると、潜在的追突危険性の観点から改善効果が得られる可能性を確認した。この知見は規制材配置を含む工事規制範囲の運用によって、運転者に与える視覚情報をコントロールし、規制始端部の安全性を向上させる可能性を示唆しており、今後走行実験によりこの知見を精査・検証していくことを課題として位置づけた。

(4) 規制区間の分割・短縮化（部分開放）事例を用いて、部分開放による交通状況の変化を確認し、渋滞軽減効果を検証した結果、渋滞が予想される工事車線規制区間を部分開放することで、交通円滑性および交通安全性が向上するという知見を得た。また非ボトルネック箇所の車線規制を開放する場合でも、大幅な渋滞の軽減と交通事故の減少を期待することができることが分かった（図-7）。

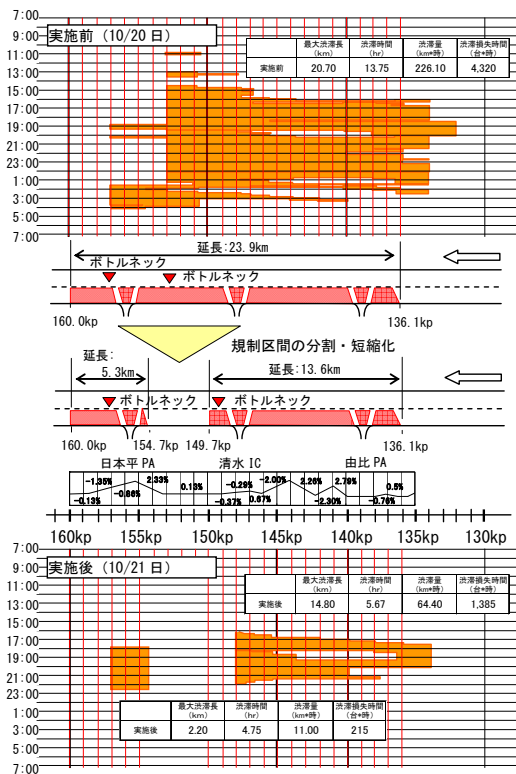


図-7 分割・短縮化前後の渋滞発生状況の比較

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 8 件）

- 1) 高橋秀喜・Jian Xing・山下和彦・飯田克弘：高速道路における連続車線規制区間の分割・規制区間短縮による交通運用効果，高速道路と自動車，Vol.53, No.10, pp.19-27, 2010.10.
- 2) 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, 2010.9.

- 3) 高橋秀喜・Jian Xing・山下和彦・飯田克弘：IC 合流部の適正な車線規制方式による本線渋滞軽減効果の検証，第 30 回交通工学研究発表会論文報告集，Program No.9 (on CDROM), 2010.09.
- 4) 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報告集，Program No.2 (on CDROM), 2009.11.
- 5) 高橋秀喜・八木原浩・Jian 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，Vol.52, No.11, pp.22-30, 2009.11.
- 6) 飯田克弘・小川清香・Dao QuynhAnh：高速道路工事規制区間における運転者の前方不注視と走行環境・車両挙動との関連性分析，土木計画学研究・論文集，Vol.26, No.5, pp.847-853, 2009.9.
- 7) 飯田克弘・東佳史：工事規制区間におけるラバーコーン配置が車両挙動に及ぼす影響の分析，高速道路と自動車，Vol.52, No.5, pp.19-29, 2009.5.
- 8) 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，pp.29-32, 2008.11.

〔学会発表〕（計 2 件）

- 1) 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・講演集，No.40 (on CDROM), 2009.11.
- 2) 飯田克弘・小川清香・Dao QuynhAnh：高速道路工事規制区間における運転者の前方不注視と走行環境・車両挙動との関連性分析，土木計画学研究・講演集，No.38 (on CDROM), 2008.11.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

飯田 克弘 (IIDA KATSUHIRO)

大阪大学・工学研究科・准教授

研究者番号：70222809