

宝塚西トンネル事故対策としての動的情報システムの効果的告知方法

澤田 英郎¹・日野 泰雄²・巖 恵理³・福本 薫⁴

¹正会員 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) 交通・環境技術部 (〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町5-4)
E-mail: h_sawada@w-e-kansai.co.jp

²正会員 大阪市立大学大学院教授 工学研究科都市系専攻 (〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138)
E-mail: hino@urban.eng.osaka-cu.ac.jp

³正会員 (株)大林組 建築事業部 生産設計部 (〒530-8520 大阪市北区中之島9-6-32)
E-mail: iwao.eri@obayashi.co.jp

⁴非会員 西日本高速道路(株) 関西支社 交通計画課 (〒565-0805 大阪府吹田市清水15-1)
E-mail: k.fukumoto.aa@w-nexco.co.jp

中国自動車道上り線宝塚西トンネル付近で多発する追突事故に対して、これまでに、渋滞原因とされるトンネルやサグなどを対象とした様々な対策を講じてきた。一方で、ドライバーの渋滞に関する動的な情報ニーズが高いとの調査結果も踏まえて、トンネル内での速度低下を速やかに知らせるための動的な情報提供を行うシステムを導入した。その運用に関しては、交通流分析からみた効果に加えて、ドライバー調査からも事故対策効果が期待される結果を得たが、その認知度が低く、周知方法が課題として指摘されたため、さらにアンケート調査を実施した。本研究は、これまでの対策の導入・改善と連動して実施したドライバー調査結果に基づいて、対策による行動改善に至るプロセスの分析から、より効果的と考えられる告知内容とその設置場所を提案するものである。

Key Words : congestion and accidents, dynamic information system, announcement method

1. はじめに

中国自動車道上り線西宮北IC～宝塚ICでは、特に、宝塚西トンネル付近の追越車線における渋滞発生直後の追突事故が多いことから、様々な情報提供機器を用いたドライバーへの注意喚起が行われてきた¹⁾。

平成23年度には、対象区間の情報提供システムを概観するとともに、事故や渋滞時における運転特性と情報提供による影響の把握を行い、検討中の動的情報提供システムの有効性評価の手がかりを得た。特に、交通流面での効果のみならず、ドライバーの意識面からの評価が課題として指摘された²⁾。そのため、翌年度には、動的システムの運用に関する交通流分析³⁾に基づいて、システムの動作を検証するとともに、LED情報板の「速度低下」表示の認知によって速度上昇率の低下や車間距離が増大するといったように、ドライバーの安全運転行動に有効であることが示された⁴⁾。一方、当該区間を走行したドライバーに対するアンケート調査結果からも、動的システムが安全運転に繋がる可能性が高く、特にシステムを認知した人ほどその傾向が強いことが示されたが、

肝心の認知率が低いため、システムの効果をより高めるために、システムの周知が課題とされた⁵⁾。

以上の経緯から、平成25年にはシステムの告知場所とその内容に関してドライバーへのヒアリング調査を実施し、情報告知の内容と設置場所に関する有用な知見を得た。本研究では、これらの時系列に沿って、安全対策工の立案、効果検証、そして追加対策としての対策工の広報に至る一連の事故対策検討に応じて実施したドライバーの意識調査の結果の有用性を示すとともに、最終的に結果として得られた効果的な情報告知の内容と設置場所を提案することを目的とする(図-1)。

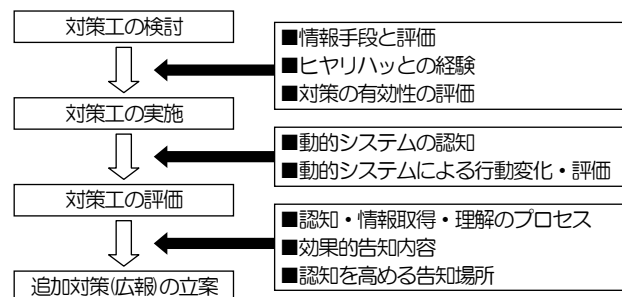


図-1 ドライバー意識を反映した事故対策の取り組み

2. ドライバーの渋滞情報ニーズと運転行動²⁾

2.1 調査の目的と概要(H23調査)

これまでも当該区間では、追突事故対策として様々な情報提供機器を用いてドライバーへの注意喚起を行っているが、ドライバーの危機意識や情報ニーズとその評価については十分に把握されていないことから、ドライバーへのヒアリング調査(H23調査)を実施した(表-1)。なお、主な調査項目は、当該区間利用時の渋滞・事故(ヒヤリハット)経験(以後危険経験)、渋滞の情報収集方法とその対応、情報に対する満足度などである。

調査は平休日で実施したが、平日では仕事目的と危険経験が高いのに対して、休日では渋滞経験がやや高かった(表-2)。これは、仕事利用(義務交通)では通行頻度が高いため危険経験は多いものの、渋滞はある程度回避していることによると考えられる。

表-1 ヒアリング調査の概要

場所	中国道西宮名塩SA	
日時	H23 11.12(Sat) 11.14(Mon) 11:00~17:00	
回答数	174	201
性別	男性	151(86.8%)
	女性	22(12.6%)
年齢	-30代	40(23.0%)
	-50代	75(43.0%)
	-60代-	56(32.0%)
運転歴	20年-	80.0%
		79.0%

注)属性の不明は除くため、総数と一致しない。

表-2 平休日の属性比較

属性		平日	休日
		性別	男性9割
年齢		30-50代で半数	
運転歴		20年以上で8割	
目的		仕事・旅行が各4割	旅行が半数
渋滞危険経験	渋滞	67%	76%
	危険	69%	54%
原因		トンネル手前の速度低下	
認識		渋滞情報が4割	
注目	渋滞中・速度落とせ・車間注意		
	満足度	満足は4割	

2.2 危険経験と渋滞時の運転

対象区間で渋滞経験のある人は7割で、うち6割が主として「追突」の危険を経験しており、半数以上が「急に渋滞し始めたとき」に経験していると回答した(図-2)。

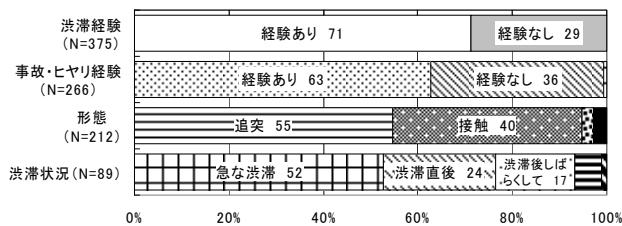


図-2 危険経験の有無と形態

一方、危険経験がある人は、渋滞を情報で認識しているのに対して、経験のない人は走行状況から自ら判断し

ているため、その判断を間違えると事故に至る危険性があると考えられる(図-3)。これらのことから、渋滞発生の初期段階で、できるだけ速やかな情報提供が必要と考えられる。

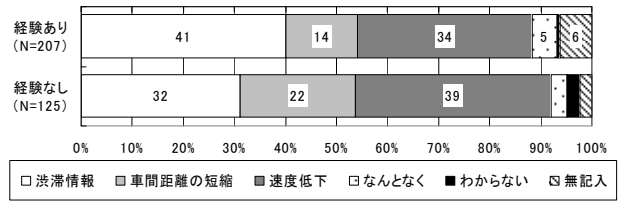


図-3 危険経験の有無と渋滞の認識方法

2.3 渋滞発生過程と情報ニーズ

渋滞の発生過程に対応した運転行動をみると、基本的には「車間距離をとって」、「速度を下げ」、「他車に気を付ける」といった行動が中心になっている。しかし、「渋滞し始め」には、若干ではあるが、情報ニーズが高くなっていることから、渋滞発生過程での事故危険を回避したいといったドライバー心理がうかがわれる(図4)。

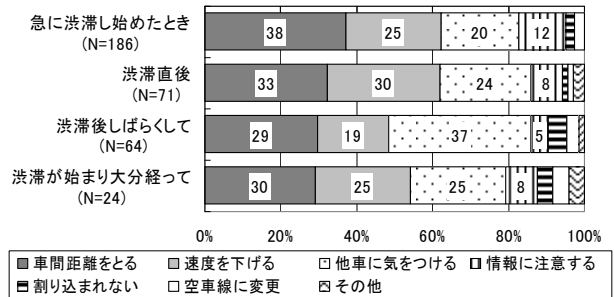


図-4 渋滞状況別の運転行動

そこで、渋滞の情報源をみると、カーナビといったIT手段も増加している中、依然、情報板が最も多いが、その満足度は6割に満たない(図-5)。

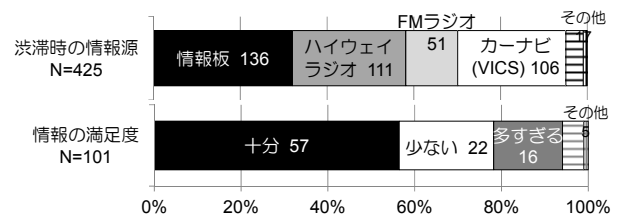


図-5 渋滞情報源と満足度

また、危険経験時の渋滞状況別に日頃の情報源をみると、渋滞中に経験した人は普段ラジオで情報を取得しているのに対して、渋滞直後(渋滞し始めと直後)では情報板が多くなっているが、その満足度は高くない(図-6)。これらのことから、特に渋滞発生直後に、適切な情報提供が求められていると言える。

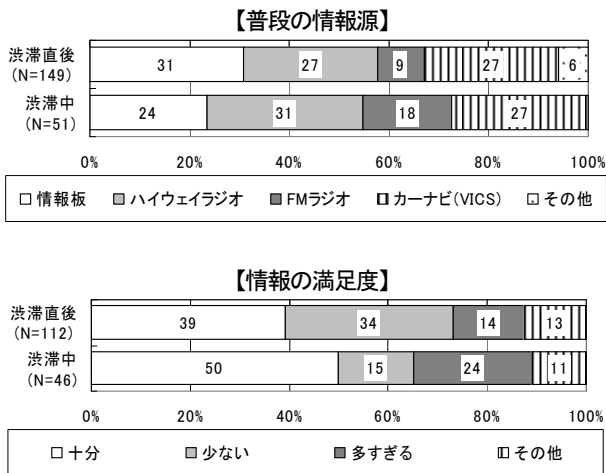


図-6 危険経験時の渋滞状況別情報満足度

2.4 ドライバーニーズからみた情報提供システム

ドライバーは、速度低下や車間距離などから渋滞を認識し、他車に気をつけるようになるが、渋滞し始めには認知遅れから追突事故に至る危険性がある。このことから、速度低下に伴う渋滞発生を迅速にドライバーに伝える情報提供システムが求められるところである。

3. 動的システムに対するドライバーの認知と効果⁴⁾

上記の経緯を経て、中国自動車道宝塚西トンネル内及びその手前に速度センサーと、さらにその上流側 LED 情報板と自発光型大型デリニエータからなる動的な情報提供を行うシステム（以下、動的システムと略記する）の運用を平成 24 年 8 月から始めた。

そこで、交通流の変化を踏まえつつ、ドライバーによる動的システムの認知と行動変化に関する調査(平成 24 調査)を実施することとした。

3.1 動的システムの概要と効果評価の考え方

(1) システムの概要

宝塚西トンネル内で速度センサー等により検知した速度低下情報を、LED 情報板や自発光デリニエータを用いて、後方車両のドライバーに迅速に提供し、前方車両への追突を防ぐためのものである(図-7)。

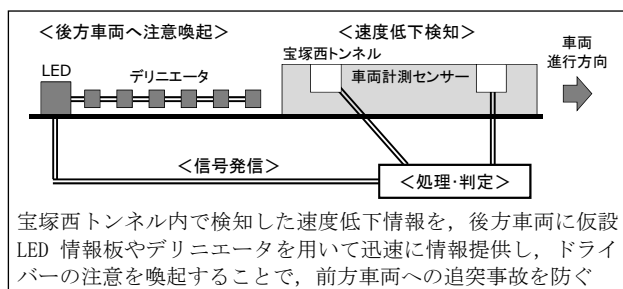


図-7 動的システムの概要

(2) 効果評価の考え方

動的システムの効果については、①交通流による客観指標と②意識・行動の主観的指標の両面からの評価が必要である。本稿では、調査日の交通流データから、調査日の速度と車間距離の変化に注目し、当該区間を走行したドライバーの動的システムに対する認知が行動にどのように影響を及ぼしているかをみることにした。

3.2 交通流の観測

(1) 運用実績データからみた交通流変化³⁾

動的システム運用開始後、その効果を検証するために、平成 24 年 10 月 27 日から平成 24 年 12 月 9 日までの期間に観測された速度と車間距離のデータから交通流の分析したところ、「速度低下」表示中の方が消灯中よりも速度上昇率が低下し、LED 情報板前後で車間距離が増加し、「速度低下」表示の認知によってさらに増大していることがわかった(図-8, 9)。

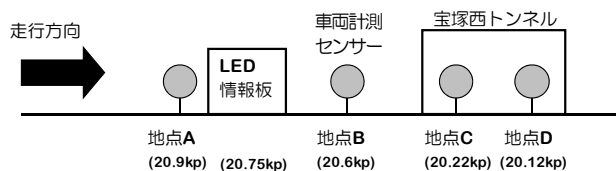


図-8 車両計測センサーによる測定位置

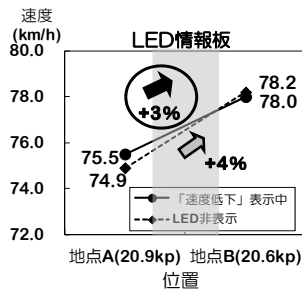


図-9 平均速度の変化

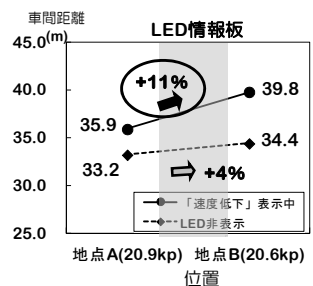


図-10 平均車間距離の変化

(2) アンケート調査実施日の交通流変化

アンケート調査を実施した 10 月 27 日(土), 11 月 8 日(木), 11 月 9 日(金), 11 月 11 日(日)の速度と車間距離の分析したところ, 11/9 分を除いて「速度低下」表示によって速度上昇率が低下し、車間距離も増大していることから、この間に実施したアンケート調査から交通流変化による意識と行動の分析を行うことに問題ないと判断した。

3.3 ドライバーへの意識調査(H24 調査)

(1) 意識調査の概要

当該区間手前の西宮名塩 SA で、当該区間走行予定のドライバーに調査票を配布し、後日回答の上返送してもらうこととした。調査は、上記の平休日各 2 日の渋滞の発生しやすい午前 11 時～午後 5 時に実施した。回収率は 29.3%と比較的高い結果であった(表-3)。

調査内容は、属性、目的、当該区間の利用状況、システム認知、行動への影響、システムの評価等である。

表-3 アンケート調査の概要

調査日(2012)	天候	配布数	回収数	回収率(%)
10/27(土)	晴れ	494	132	26.7
11/8(木)	晴れ	533	157	29.5
11/9(金)	晴れ	527	165	31.3
11/11(日)	雨	289	78	27.0
不明		-	18	-
合計		1,843	550	29.8

(2) 意識調査による動的システムの効果評価

1) LED 情報板

対象箇所を走行したドライバーのうち約4割がLED情報板を認知し、そのうち約6割が表示内容を認識したと回答している(図-11)。しかし、実際のLEDの表示履歴と突き合わせると、そのうち約4割が走行時にはLEDは点灯していなかったことから、LEDの表示内容までを正確認知したのは全体の約1割(70名)程度にとどまった。

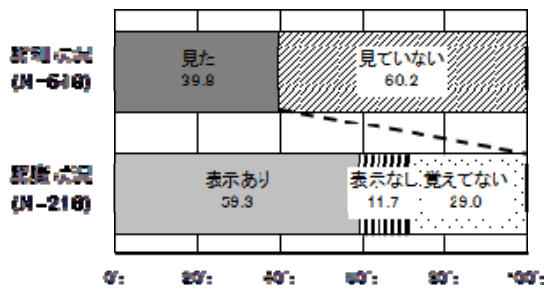


図-11 LED情報板の認知・認識

しかし、事故防止勧告の認知によって、他車等への注意行動や速度・車間距離・車線変更といった直接行動が喚起されることもわかった(図-12)。このことから、動的システムによる情報提供が、ドライバーの注意喚起と安全行動の誘導に一定の効果を示したと考えられる。

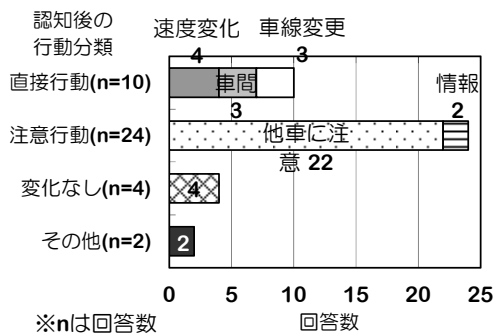


図-12 認知後の行動変化

2) デリニエータ

点灯状態を認知したドライバーの半数が何かしら気になり、注意することを意識したと考えられる(図-13)。

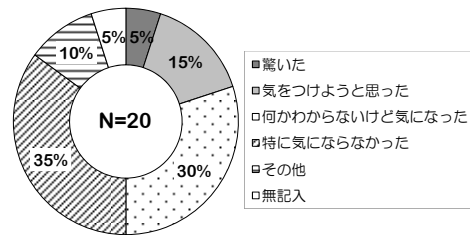


図-13 デリニエータ認知後の感想

3) 動的システムの評価

約7割が動的システムの事故防止効果を肯定的に捉え、認知ドライバーによりその傾向が高かったことから実体験が評価に反映されたと言える(図-14)。

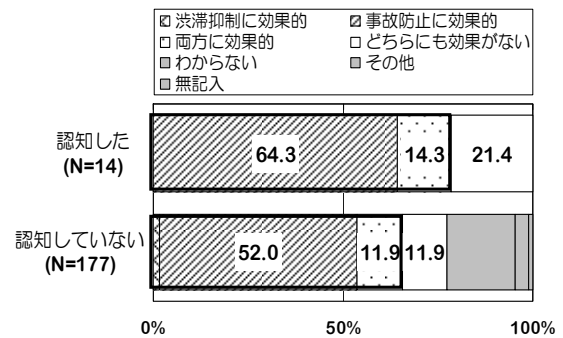


図-14 情報認知別効果評価

3.4 動的システムの効果向上のための周知

本節では、トンネル部での速度低下を即時的に上流側に情報提供するシステムがドライバーの注意喚起や行動変化に影響を及ぼし、その結果として交通流の変化をもたらしている可能性が高く、このシステムの事故防止効果が期待されることがわかった。

また、システムの認知割合は決して高くなかったが、システムを認知したドライバーの方が注意行動をとりやすく、システムの事故防止効果に肯定的であったことから、システムの効果的な周知方法が次の課題とされた。

4. 動的システムの効果的告知方法

4.1 調査研究の目的と方法(H25調査)

前年度調査で明らかとなった対策工の広報として、筆者らは平成25年4月24日より対象箇所上流の主要な休憩施設で、トイレボードやポスター、チラシ等の掲示を開始した。そこで、これら広報の情報告知方法(場所、形式、内容等)について、複数のデザイン変更案を実験的に掲示し、ドライバーに比較・評価してもらうことで、より効果的な広報の方法を提案することとした⁴⁾。

西宮名塩SAのトイレ、テーブル、情報板に、告知物の組み合わせ毎に一定期間(1週間)設置し、3回に分けて調査を行った(表-4,5)。なお、告知物の組み合わせに

については、1回目は既存告知とその改良型、2回目は図説型に改良した2種類と1回目最も評価の高かった告知物、3回目では注意喚起型の2種類と2回目でも最も評価の高かった告知物とした。

表-4 告知物の設置場所と告知物の組み合わせ

場所	サイズ	第1回 (従来・改良型) 設置H25.11.21 撤去H25.11.30	第2回 (図説型) 設置H25.11.30 撤去H25.12.7	第3回 (注意喚起型) 設置H25.12.7 撤去H25.12.14
テーブル上	A4	従来型・写真型	シンプル型・詳細型 第1回最良告知物	命令指示型・情報告知型 第2回最良告知物
トイレ前掲示板(左)	B2	従来型	詳細型	情報告知型
トイレ前掲示板(右)	B2	写真型	第1回最良告知物	第2回最良告知物
ハイウェイ情報ターミナル(HIT)モニター画面	-	設置H25.11.21 撤去H25.12.2 従来型(横)	設置H25.12.2 撤去H25.12.9 シンプル型(横)	設置H25.12.9 撤去H25.12.15 命令指示型(横)

表-5 平休日別のサンプル特性

サンプル数				平休日別の年齢構成			
調査回	平日	休日	合計	年代	平日	休日	
第1回目	182	163	345	10~30代	24.9%	23.5%	
第2回目	139	209	348	40~50代	44.2%	36.7%	
第3回目	169	166	335	60代以上	30.1%	39.8%	
合計	490	538	1028	無回答	0.7%	0.0%	

4.2 告知物の認知度と評価に関する調査

回答者1,028名のうち告知物を見た人は2割程度にとどまったが、見た人の6割は内容を読み、読んだ人の8割が内容を理解し重要性を感じ、またしっかり読んだ人ほど理解度と重要度が深まることがわかった(図-15)。

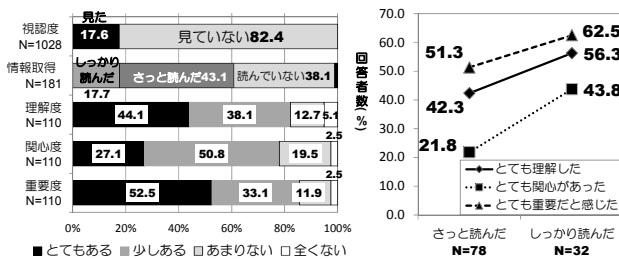


図-15 告知物の認知度とドライバーの評価

4.3 設置場所の評価

告知物を読んだ場所(設置場所)はトイレ内で過半数を占めたが、掲示板も2割程度あることから、道路や通行の情報にも関心が高いことがわかる(図-16)。しかも、掲示板の方がしっかり読む傾向もみられた。

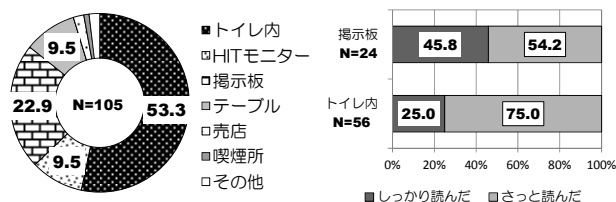


図-16 情報取得場所と各場所での情報取得状況

なお、西宮名塩 SA のトイレでの掲示は行われていないため、淡河 PA、赤松 PA、上荒川 PA のトイレで認知されたものと考えられる。また、テーブルは軽食をとった

り、休憩したりするために、告知内容を読む機会が多いと考えられたが、調査日には寒さのため滞在する人が少なかったことから、時期(季節)への対応が課題となった。

4.4 形態と内容の評価

1, 2 回目では写真型の評価が高かったが、これに「命令指示」と「情報告知」を加えると、その評価は逆に最も低くなった(図-17)。また、ドライバーが最も注意をひく見出し文は「命令指示」であり、その中でも、「追突事故多発! 情報板に注視!」が8割を占めたことから、当該区間での追突事故に対する警戒とその防止行動に関心が高いとも考えられる(図-18)。

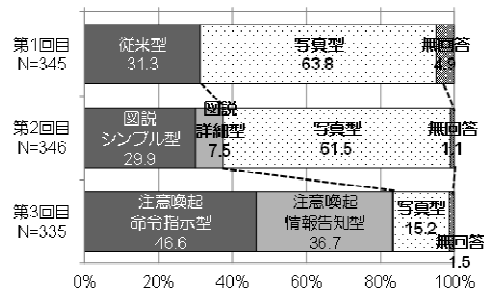


図-17 各調査での告知物選択結果

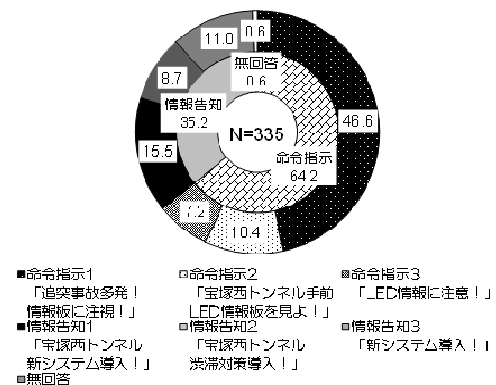


図-18 ドライバーによる告知見出しの選択結果

4.5 結論と課題

本調査でもまだ情報告知の認知度が低い結果となったが、これは季節や天候に加えて、設置場所に関する制約によるものと考えられる。しかし、告知物は認知され、読まれれば、ドライバーの理解度と意識を高めることから、①トイレ内に設置する必要最低限の内容の告知物で認知させ、②掲示板や休憩所などの詳細情報の告知物で理解を深める告知方法が効果的と考えられる。

5. 本研究のまとめと効果的告知方法の提案

本研究では、中国道上り線宝塚西トンネル付近の事故対策を対象に、対策の立案、効果検証、そして追加対策

の検討に対して、継続的にドライバーの意識を調査することで、意識・行動面における対策の有効性や課題等を検討し、結果としてより有効な対策の立案、実施につなげることができた。一方で、こうしたドライバー意識の変化が、実際の交通安全行動や事故件数の低減にどの程度関連するかについては、さらなる分析の必要である。

そのためには、例えば、対策導入による事故防止効果をドライバー自身が実感するために、「認知」→「情報取得」→「理解」→「重要認識」→「安全行動」→「事故確率の低下」のプロセスについてのシミュレーションモデルの構築につなげることが重要な課題と考えられる。

一方、本研究の結果からは、SA で多くのドライバーが立ち寄るトイレに簡潔な告知(例えば、見出しつき写真型)を置いて一時情報を与え、情報板や休憩施設でより詳細な情報(例えば、システムの図説型)を提供することが効果的であると言える。また、ドライバーにとって、命令指示型のデザインの有効性が明らかとなったことを踏まえ、平成 26 年 3 月 27 日より既存のトイレボード等のデザインを更新するとともに、西宮名塩 SA での新たなトイレボードの運用を開始するに至った(図-19)。



図-19 新設された西宮名塩 SA のトイレボード

謝辞：本稿は、「神戸管内事故・渋滞対策検討会」の一環としてとりまとめたものであり、神戸流通科学大学三谷教授、兵庫県警察本部高速道路交通警察隊はじめ、検討会委員各位に記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 西日本高速道路(株)関西支社：神戸管内事故・渋滞対策検討会資料，2012-2013.
- 2) 長崎美恵子，日野泰雄，寺中孝司，澤田英郎：高速道路トンネル部手前の渋滞と事故に関するドライバーの認識と情報提供の関連性，土木学会関西支部，2012.
- 3) 澤田英郎，安 時亨，亀井伸二，三戸隆治：中国道上り線宝塚西トンネルにおける事故対策と効果検証，第 33 回交通工学研究発表会論文集，pp.1-4，2013
- 4) 岡田 優，日野泰雄，三戸隆治，澤田英郎：ドライバーから見た高速道路の動的渋滞情報システムの評価に関する調査研究，土木学会関西支部，2013
- 5) 巖 恵理，日野泰雄，福本 薫，澤田英郎：高速道路における渋滞・事故対策導入時のドライバーへの効果的告知方法，土木学会関西支部，2014

(2014. 8. 1 受付)

AN EFFECTIVE METHOD OF NOTIFYING THE DYNAMIC INFORMATION SYSTEM TO PREVENT CONGESTION AND ACCIDENT ON TAKARAZUKA-NISHI TUNNEL

Hideo SAWADA, Yasuo HINO, Eri IWAO and Kaoru FUKUMOTO

The section between Nishinomiya-kita IC and Takarazuka IC of Chugoku Motorway has been the most typical point of occurring congestion and rear-end collision on motorway in Kansai Area, Japan. Therefore, various countermeasures concerned with tunnel and sag section. Especially, a new dynamic information system, which is consist of speed sensor, LED information board and delineator, to directly inform drivers the speed reduction in tunnel was introduced in 2012, based on the research results in which many drivers need the dynamic information of congestion. In addition, the effective announcement method should be the important issues to make the system more effective, based another interview survey for drivers.

This study must be a characterized study, from view point of a series of surveys according to introducing the countermeasure and improvements. And some major findings came out of this study. The first one was that drivers' behaviours concerned with congestion and needs for information was revealed by the results of first survey. The second one is that many drivers evaluated the effects of the dynamic information system but this system was not much recognized by drivers, based on the second survey. The third one was that some effective notifying method consists of contents, design layout and location of this new system was proposed based on the results of the third survey.