

指向性スピーカーを用いた速度回復効果検証実験

島越 貴之¹・荒川 太郎²・後藤 秀典³

1非会員 首都高速道路株式会社
神奈川局 調査・環境課

(〒220-0012 神奈川県横浜市西区みなとみらい3-2-9)

E-mail : t.shimakoshi87@shutoko.jp

2非会員 首都高速道路株式会社 神奈川局 調査・環境課

(〒220-0012 神奈川県横浜市西区みなとみらい3-2-9)

E-mail : t.arakawa81@shutoko.jp

3非会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 関東支社交通政策部

(〒151-0071 東京都渋谷区本町3-12-1)

E-mail : gotoh-hd@oriconsul.com

首都高速湾岸線（東行き）の鶴見つばさ橋付近において、長大橋アプローチ上り勾配による速度低下を原因とした渋滞が慢性的に確認されている。対策として、指向性スピーカーによってドライバーの聴覚に働きかける速度回復対策を検討しているが、高速道路上の音声案内について適切な音量や機器配置についての知見は少ないため、効果検証実験を実施した。実験は2回行っており、第1回では様々な音量や機器配置におけるドライバーへの聞こえ方や周辺環境への影響をそれぞれ比較しており、第2回では第1回の結果を踏まえた適切な音量・機器配置により、実際に走行する車両への影響を確認した。一定の効果が確認されたため、その結果を報告するものである。

Key Words : 都市高速道路, 渋滞対策, 指向性スピーカー, 鳴動確認実験

1. はじめに

2020年3月22日に高速神奈川7号横浜北西線（以降、横浜北西線という）が開通した。本路線の開通により、首都高神奈川地区のネットワークが拡充し、例えば東名高速の静岡方面から首都圏への流入交通に対して、交通状況に応じた経路の選択肢が増えた（図1）。しかし、横浜北西線の開通前から湾岸線東行きの鶴見つばさ橋付近をボトルネックとした渋滞が確認されている。ネットワーク機能を十分に発揮するためにも当該ボトルネックの解消、渋滞緩和は重要な課題である。本検討では、当該区間の渋滞状況を把握したうえで、道路改良を伴わない「指向性スピーカーによってドライバーの聴覚に働きかける対策」の実現に向けて、効果検証実験を実施した。指向性スピーカーによる渋滞対策は、中央道上り小仏トンネル等での先行事例¹⁾がある。小仏トンネルの事例はトンネルという閉鎖空間において音声による情報提供を行う施策であるため、周辺への音漏れ等の影響は少ないと考えられる。鶴見つばさ橋は明かり部ということ、片側3車線の都市高速であること等が先行事例と異なる。



図1 首都高神奈川地区のネットワーク

(1) 渋滞状況

当該区間を走行するドライブレコーダーのデータ（映像と速度プロファイル等）を用いて速度低下状況を把握した（図2）。プローブデータは縦断方向の位置に応じた速度の変化を把握できる。ドライブレコーダーのデータを用いると映像から走行車線や走行状態（自由走行/追従走行等）も把握することができる。本分析により、当該区間におけるサグのメカニズム **①** と上り坂のメカニズム **②** による速度低下が確認できる。

①では、サグ底から上り坂の中央付近にかけて徐々に速度低下し、それ以降に速度回復している。ドライバーは無意識に速度低下したが途中で速度低下に気づき加速していると推察される。**②**では、上り坂頂上付近にかけ

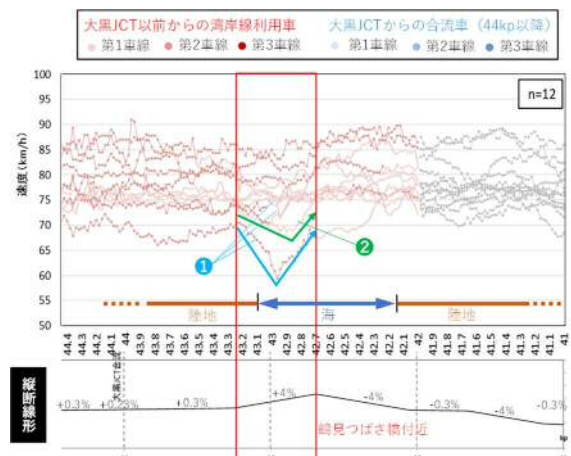


図2 当該区間におけるドラレコデータの分析結果

て徐々に速度低下している。大型車の過積載等の要因により上り坂で加速できていない車両も含まれていると考えられる。いずれにおいてもドライバーのアクセルワークへの働きかけにより速度回復等の効果が期待できると考え、音声案内による速度低下の抑制により、渋滞や混雑緩和が期待できると判断した。

(2) 実験概要

当該区間に音声案内による速度低下の抑制策を導入するにあたり、スピーカーの種類・配置・音量等の評価を行う実験（第一回実験2021年2月21日実施）と渋滞発生前、渋滞発生時に具体的な音声案内を提供し、速度回復状況を検証する実験（第二回実験2021年6月11日実施）を実施した（図3）。

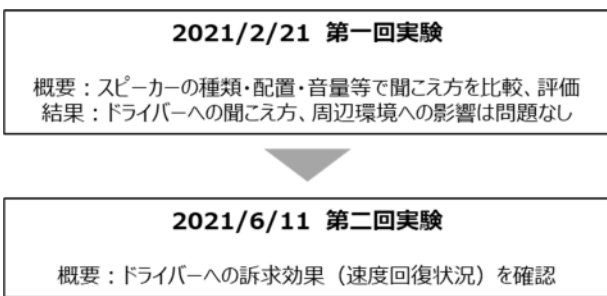


図3 実験の検討フロー

2. 第一回実験（鳴動確認実験）

(1) 鳴動確認実験の目的

湾岸線東行き鶴見つばさ橋の渋滞(低速走行)を避ける案内を拡声スピーカーにより、首都高利用者へ情報提供を行うにあたり、最適な使用機器、スピーカーの設置間隔、音声の話速、音量を把握するため、使用予定の長距離伝送型スピーカーの鳴動確認実験を行った。

(2) 実験概要

実験は、2021年2月21日(日)に湾岸線東行き鶴見つばさ橋の43.3kp~43kpで実施した。なお、本実験は、本線の舗装工事で3車線のうち2車線を規制している最下流側区間で実施した。拡声スピーカーの放送中に鶴見つばさ橋上(走行車両の車内、橋梁上の定点)、路外(定点)で騒音計による計測と、車内の調査員によるアンケートにより音の聞こえ方等の評価を行った。

1) 使用したスピーカーとメッセージの概要

本実験では、指向性長距離伝送型スピーカーとして、表1に示す防災用スリムハーフ、中型ホーンアレイ2連を使用した。スピーカーは、本線の舗装工事の規制内に設置した。スピーカー設置箇所の断面図を図4に示す。

評価音源は、女性の音声で「ただいま、屋外スピーカーの放送中です」を連続して放送した。音声は、話速3.7秒と4.5秒を用いた。

表1 実験で使用した指向性スピーカーの仕様

スピーカー名称	防災用スリムハーフ	中型ホーンアレイ2連
W数	30W/20W/10W	30W/15W
机上音圧(車外)	100dB 地点 30m 地点 40m 地点 80m 地点	20m 未満 96dB 93dB 87dB
出力音圧レベル	115dB	115dB
音の広がる角度	水平90° / 垂直20°	水平90° / 垂直30°

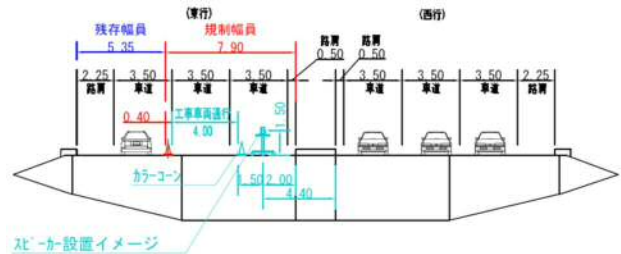


図4 スピーカー設置箇所の断面図

2) 計測方法

本実験では、騒音計による音圧レベルの計測と、車内の調査員へのアンケートによる主観評価を行った。各計測方法は以下のとおりである。

- 各スピーカー正面、工事区間は上限速度50km/h・工事区間の前後区間は周辺車両に合わせて走行し、車内での聞こえ方を測定した。
- 反対車線走行中の聞こえ方を確認した。なお、反対車線は、第二走行車線で測定した。
- 上記は、間隔をあけて車両4台を順次走行させ、同様の測定を2回実施して結果の平準化を図った。
- 鶴見つばさ橋周辺での騒音が予測される場所で、周囲騒音と鳴動時の音圧や聞こえ方を確認した。
- また、上記とは別に規制内7箇所、左側路肩1箇所德音圧レベルを測定した。

機材設置箇所を図5に示す。

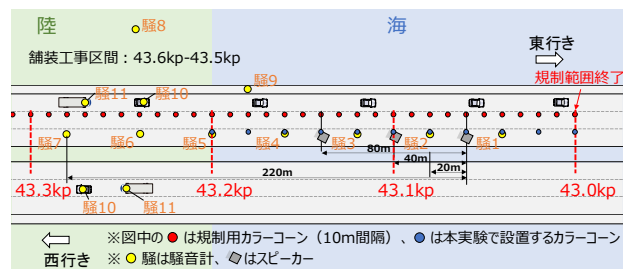


図5 機材設置箇所

3) 実験ケース

本実験では、スピーカーの種類、設置間隔、音声の出力レベル、話速を変えた表2に示すケースを実施した。

まず、ケース1, 2, 3を実施して走行車両による車内での主観評価により、普通の話速の方が聞き取りやすいことを確認し、ケース4以降では普通の話速で実験を実施することを決定した。

表 2 実験ケース

ケース	SP 種類	SP 間隔	出力レベル	話速
1	中型ホンアレイ 2 連	40m	115dB	普通(3.7 秒)
2	中型ホンアレイ 2 連	80m	115dB	普通(3.7 秒)
3	中型ホンアレイ 2 連	40m	115dB	遅い(3.7 秒)
4	防災用スリムハーフ	40m	115dB	普通(3.7 秒)
5	防災用スリムハーフ	80m	115dB	普通(3.7 秒)
6	中型ホンアレイ 2 連	40m	115dB	普通(3.7 秒)
7	中型ホンアレイ 2 連	80m	115dB	普通(3.7 秒)
8	中型ホンアレイ 2 連	40m	109dB	普通(3.7 秒)
9	中型ホンアレイ 2 連	40m	103dB	普通(3.7 秒)

(3) 鳴動試験結果

1) 車内音データ分析

乗用車および中型車の走行中の車内で騒音計を用いて測定したデータを解析した。収録には、騒音計 NL52 (24bit, Fs=48,000Hz) を用いた。

乗用車、中型車のそれぞれについて、スピーカー鳴動時および非鳴動時（走行音）の A 特性音圧レベルの Fast 特性最大値、等価騒音レベルの分析を行った。乗用車の分析結果を表 3 に、中型車の分析結果を表 4 に示す。さらに、音声の出力レベルを下げたケースの結果を表 5 に示す。

結果の分析より、以下のことが明らかとなった。

- スピーカーの比較：中型ホンアレイの方が防災用スリムハーフよりも音圧レベルが高い傾向がみられる。
- 走行音レベル (LAeq, 15s)：乗用車については、スピーカー正面方向走行時（上り坂・時速 50km/h 走行の場合）に 67dB 程度、対向車線走行時（下り坂・時速 70km/h 走行の場合）に 62dB 程度であった。中型車の場合、同様にスピーカー正面方向走行時に 66~68dB、対向車線走行時に 70dB 程度であった。なお、中型車における走行音は運転状態による音圧レベルの変化が大きい傾向がみられた。
- スピーカーによる鳴動音声：乗用車と中型車を比較

表 3 乗用車におけるデータ分析結果 (ケース 4~7)

評価項目	SP 間距離	防災用スリムハーフ	中型ホンアレイ 2 連
SP 正面評価 (話速:標準) 音量最大 上り坂 3 車線のうち 一番北側(海側)の車線	40m スパン	聴感評価:5(5) 鳴動時最大値:74 dB 鳴動時平均値:68 dB 音量:3~4(3.5) 走行音平均値:67 dB	聴感評価:5(5) 鳴動時最大値:75 dB 鳴動時平均値:69 dB 音量:3~4(3.5) 走行音平均値:67 dB
	80m スパン	聴感評価:4(4) 鳴動時最大値:74 dB 鳴動時平均値:68 dB 音量:3(3) 走行音平均値:67 dB	聴感評価:5(5) 鳴動時最大値:74 dB 鳴動時平均値:69 dB 音量:3(3) 走行音平均値:67 dB
対向車線評価 (話速:標準) 音量最大 下り坂 3 車線のうち 中央車線	40m スパン	聴感評価:3~4(3.5) 鳴動時最大値:65 dB 鳴動時平均値:62 dB 音量:2~3(2.5) 走行音平均値:61 dB	聴感評価:3~4(3.5) 鳴動時最大値:70 dB 鳴動時平均値:63 dB 音量:2~3(2.5) 走行音平均値:62 dB
	80m スパン	聴感評価:2~3(2.5) 鳴動時最大値:67 dB 鳴動時平均値:63 dB 音量:2(2) 走行音平均値:62 dB	聴感評価:3(3) 鳴動時最大値:68 dB 鳴動時平均値:63 dB 音量:2~3(2.5) 走行音平均値:62 dB

すると、中型車の車内で測定された音声の方が音圧レベルが高い傾向が見られた。これは、車体の遮音性能によると考えられる。

表 4 中型車におけるデータ分析結果 (ケース 4~7)

評価項目	SP 間距離	防災用スリムハーフ	中型ホンアレイ 2 連
SP 正面評価 (話速:標準) 音量最大 上り坂 3 車線のうち 一番北側(海側)の車線	40m スパン	聴感評価:4(4) 鳴動時最大値:81 dB 鳴動時平均値:72 dB 音量:2(2) 走行音平均値:67 dB	聴感評価:5(5) 鳴動時最大値:81 dB 鳴動時平均値:74 dB 音量:3(3) 走行音平均値:67 dB
	80m スパン	聴感評価:3(3) 鳴動時最大値:79 dB 鳴動時平均値:71 dB 音量:3~4(3.5) 走行音平均値:68 dB	聴感評価:4~5(4.5) 鳴動時最大値:81 dB 鳴動時平均値:73 dB 音量:3(3) 走行音平均値:67 dB
対向車線評価 (話速:標準) 音量最大 下り坂 3 車線のうち 中央車線	40m スパン	聴感評価:2~3(2.5) 鳴動時最大値:71 dB 鳴動時平均値:68 dB 音量:2(2) 走行音平均値:69 dB	聴感評価:2(2) 鳴動時最大値:75 dB 鳴動時平均値:70 dB 音量:2(2) 走行音平均値:70 dB
	80m スパン	聴感評価:1~2(1.5) 鳴動時最大値:73 dB 鳴動時平均値:70 dB 音量:2(2) 走行音平均値:70 dB	聴感評価:2(2) 鳴動時最大値:75 dB 鳴動時平均値:71 dB 音量:2(2) 走行音平均値:70 dB

表 5 出力レベルを下げたケースの分析結果 (ケース 8, 9)

評価項目	SP 間距離	出力レベル	乗用車	中型車
SP 正面評価 (話速:標準) 音量最大 上り坂 3 車線のうち 一番北側(海側)の車線	40m スパン	-6 dB	聴感評価:5(5) 鳴動時最大値:70 dB 鳴動時平均値:67 dB 音量:3(3) 走行音平均値:67 dB	聴感評価:4~5(4.5) 鳴動時最大値:78 dB 鳴動時平均値:71 dB 音量:3(3) 走行音平均値:67 dB
		-12 dB	聴感評価:4(4) 鳴動時最大値:68 dB 鳴動時平均値:67 dB 音量:2(2) 走行音平均値:67 dB	聴感評価:3~4(3.5) 鳴動時最大値:76 dB 鳴動時平均値:71 dB 音量:2~3(2.5) 走行音平均値:68 dB
対向車線評価 (話速:標準) 音量最大 下り坂 3 車線のうち 中央車線	40m スパン	-6 dB	聴感評価:1(1) 鳴動時最大値:68 dB 鳴動時平均値:66 dB 音量:1(1) 走行音平均値:65 dB	聴感評価:0(0) 鳴動時最大値:78 dB 鳴動時平均値:76 dB 音量:1(1) 走行音平均値:75 dB
		-12 dB	聴感評価:0(0) 鳴動時最大値:64 dB 鳴動時平均値:63 dB 音量:1(1) 走行音平均値:62 dB	聴感評価:0(0) 鳴動時最大値:70 dB 鳴動時平均値:70 dB 音量:1(1) 走行音平均値:71 dB

※スピーカー：中型ホンアレイ 2 連

2) 陸部データ分析

鶴見つばさ橋でスピーカーから警告音を放射した場合の周辺への音漏れ状況を把握するために、陸部における測定を実施した。本測定では、図 6 に示す陸部測定点で騒音計を用いて測定し、データを解析した。収録には、騒音計 NL52 (24bit, Fs=48,000Hz) を用いた。

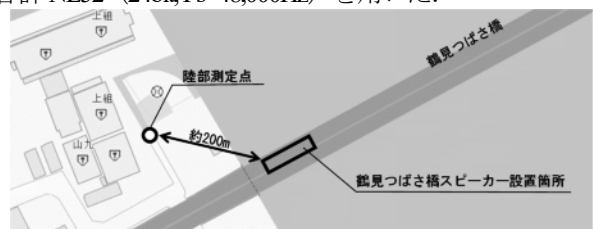


図 6 陸部データの収集箇所

陸部の測定点で収録したデータについて、スピーカー鳴動時および非鳴動時（走行音）のA特性音圧レベルのFast特性最大値，等価騒音レベルの分析を行った。分析結果を表6に示す。

- ・建物反射：測定点周辺では，周囲の騒音レベルが55～60dB程度でそれほど高くなく，特に，最大音量の条件では，鳴動音声は66～68dB程度あり，内容が十分に聞きやすい程度に音が大きく感じられた。また，直接音の他，西側の建物からの反射音も重なり，うるさい印象が感じられた。
- ・スピーカー間距離の比較：40m, 80mのスピーカー間隔では，聞こえ方が異なっていたが，建物からの反射音も重なり，顕著な印象の差はなかった。
- ・スピーカーの比較：2つのスピーカーで音色の違いがあり，中型ホーンアレイスピーカーの方がはつきり聞こえる印象があった。
- ・本測定条件では，音量は-6dB以下の設定にする必要があると考えられる。

表6 陸部におけるデータ分析結果

評価項目	SP間距離	出力レベル	防災用スリムハーフ	中型ホーンアレイ2連
陸部評価 (話速:標準)	40m スパン	115 dB	聴感評価:5 鳴動時最大値:78 dB 鳴動時平均値:66~67 dB 音量:4 暗騒音平均値:56~58 dB	聴感評価:5 鳴動時最大値:79 dB 鳴動時平均値:66~68 dB 音量:4 暗騒音平均値:59~60 dB
			80m スパン	聴感評価:5 鳴動時最大値:71 dB 鳴動時平均値:65 dB 音量:4 暗騒音平均値:56 dB
	40m スパン	109dB (-6dB)	聴感評価:4 鳴動時最大値:73 dB 鳴動時平均値:60~62 dB 音量:3 暗騒音平均値:55~57 dB	聴感評価:4 鳴動時最大値:73 dB 鳴動時平均値:60~62 dB 音量:3 暗騒音平均値:55~57 dB
	40m スパン	103dB (-12dB)	聴感評価:3 鳴動時最大値:71 dB 鳴動時平均値:58~60 dB 音量:2 暗騒音平均値:56~58 dB	聴感評価:3 鳴動時最大値:71 dB 鳴動時平均値:58~60 dB 音量:2 暗騒音平均値:56~58 dB

3) 車内主観評価

本試験では，話速は普通で固定したうえで，スピーカーの種類比較（中型ホーンアレイ2連・防災用スリムスピーカーハーフ）や設置間隔の比較（40m・80m）を行った。スピーカーの評価箇所は，正面（湾岸線東行き）と反対（湾岸線西行き）でそれぞれ評価した。また，音量を下げたケース（-6dB・-12dB）についても検証を行った。主観評価では，6～8名の調査員に対して，「聞きにくさ」の観点から各ケースの優劣を評価した。主観評価結果を図7，図8に示す。

- ・スピーカーの種類比較：設置距離を固定したうえで「スリム・40m」と「中型・40m」，「スリム・80m」と「中型・80m」の正面の評価の平均値を比較した結果，設置間隔40mの場合，設置間隔80mの場合のいずれも「中型ホーンアレイ2連」が高い結果が得られた。

- ・設置間隔の比較：スピーカーの種類を固定したうえで「スリム・40m」と「スリム・80m」，「中型・40m」と「中型・80m」の正面の評価の平均値を比較した結果，中型ホーンアレイ2連・防災用スリムスピーカーハーフのいずれも「設置間隔40m」が高い結果が得られた。

以上のことから『中型ホーンアレイ2連』，『設置間隔40m』が優れていることが確認されたが，反対（湾岸線西行き）の評価結果より，対向車線においても「それほど聞きにくい」と回答している方が3名おり，対向車線に聞こえすぎるという課題が明らかになった。

そこで，「中型ホーンアレイ2連」，「設置間隔40m」を固定して，音量を115dBの設定から「-6dB(109dB)」，「-12dB(103dB)」低下させた場合の試験を行った。

- ・音量を低下したケース：「中型・40m」と「中型・40m・-6dB」と「中型・40m・-12dB」の正面の評価の平均値を比較した結果，-6dB，-12dBと音量を下げて聞きにくさはあまり変わらないことが確認できた。また，反対の評価の平均値を比較した結果，-12dBでは6人の回答者のうち，5人が「聞こえない」と回答しており，対向車線への影響を考慮すると音量を-12dBまで下げる方が適切という結果を得た。

以上の車内主観評価結果より，スピーカーの条件は，「中型ホーンアレイ2連」，「設置間隔40m」，「話速：普通」，「音量：-12dB」が優れている結果となった。

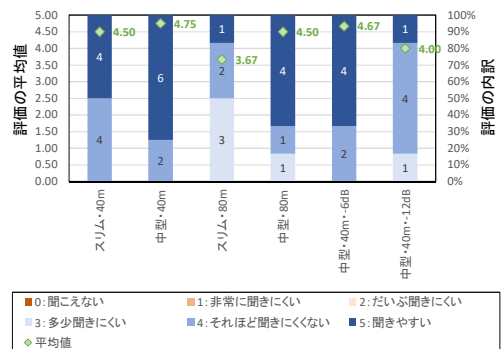


図7 主観評価結果（正面・聞きにくさ）

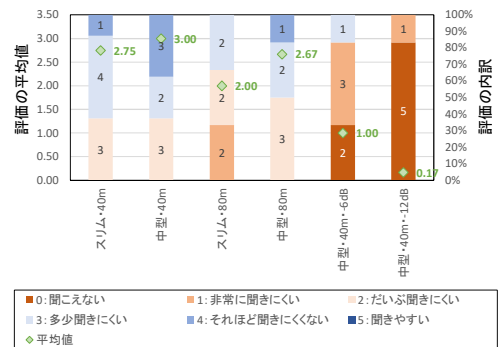


図8 主観評価結果（反対・聞きにくさ）

3. 第二回実験（速度回復確認実験）

(1) 速度回復確認実験の目的

本実験では、第一回実験の結果を踏まえて決定した機器、スピーカーの設置間隔、音声の話速、音量を用いて、注意喚起による車両の速度回復効果を確認した。

(2) 実験概要

実験概要を表7に、実施イメージを図9、実施状況を写真-1に示す。本線の舗装工事で3車線のうち第3車線を規制している上流区間で本実験を実施した。実験は対策予定箇所の上流区間で本実験を実施したが、線形は酷似しているため、目的である速度回復効果は問題なく確認できると判断している。

表7 実験概要

項目	概要
日時	2021年6月11日（金）8時～11時
場所	高速湾岸線（西行）鶴見つばさ橋クレスト（42.7kp）付近
規制形態	第三走行車線を規制 ※下流での舗装工事規制に相乗り
設置範囲	約200m（42.5kp～42.7kp）
音声内容	A：上り坂が続きます。速度低下に注意してください。 B：渋滞終了地点です。速度を回復してください。
評価方法	当日における「音声あり」と「音声なし」における比較 ① CCTV画像による確認 ② ETC2.0プローブデータによる確認

また、表7および図9に示す通り、音声については渋滞発生前はパターンA、渋滞発生後はパターンBによる注意喚

起を想定している。両パターンの効果を確認するため、2パターンによる比較を行った。なお、実際はサグ部（43.3kp）付近から約700m区間に設置する予定であるが、本実験はメーカーの在庫や現場管理の制約等から約200m区間で効果を確認した。



写真1 実施状況

1) 評価方法

評価に当たっては通常時（車線規制なし、音声なし）との比較を行うことが望ましいが、①車線規制により実験を行うことや②実際に設置する場所と東西方向が逆であることから、①車線規制による負の影響とスピーカーによる正の影響の評価が困難であること、②湾岸線西行きの上流区間はボトルネックではないため渋滞発生直前での比較が困難であること等を考慮し、同日内の渋滞発生前の『音声あり時』と『音声なし時』を比較することとした。

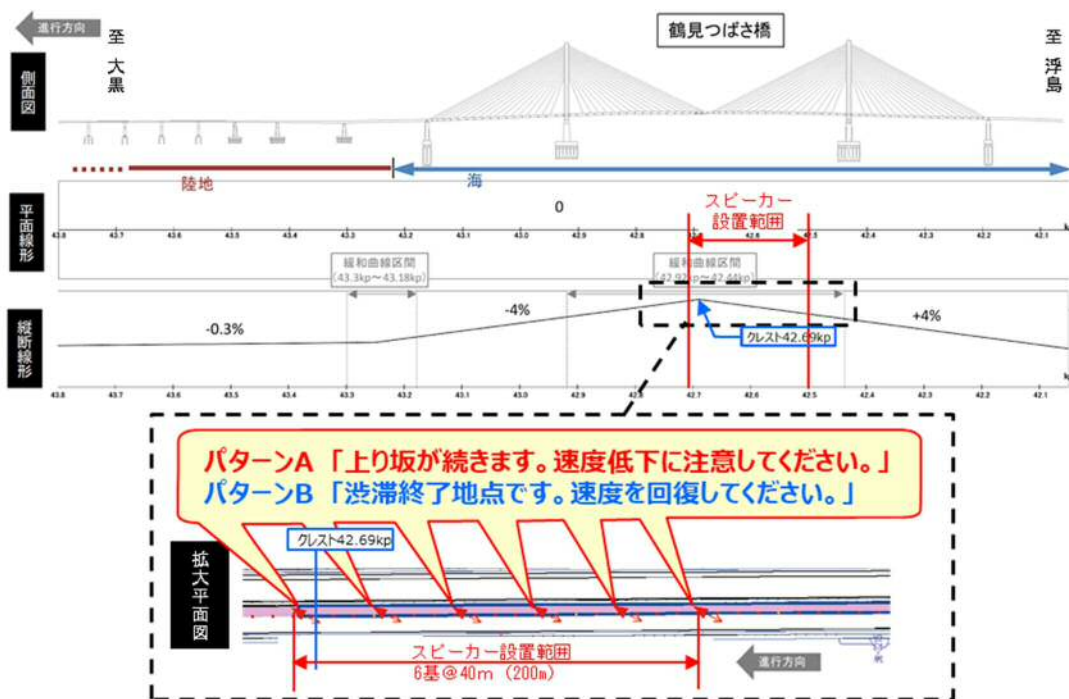


図9 実施イメージ

2) 音声スケジュール

30分サイクルで音声A, 音声B, 音声なしと順に切り替えることを基本とした。ただし、先詰まりによる渋滞が発生した場合はスピーカーによる音声案内により追突事故を誘発してしまう可能性があるため、現場に常駐し渋滞状況を注視しながら音声のON・OFFを管理した。実際の音声スケジュールを表8に示す。

表8 音声スケジュール

時間	内容
08:00~08:30	音声パターンA
08:30~08:47	音声パターンB
08:47~09:06	音声なし(渋滞発生のため)
09:06~09:20	音声パターンB
09:20~09:37	音声なし(規定)
09:37~10:05	音声パターンA
10:05~10:40	音声なし(渋滞発生のため)
10:40~11:00	音声パターンB

(3) CCTV画像による効果検証

1) 計測・分析方法

以下の手順により、計測を行った。

- 8:00~11:00まで10分毎に1分間のデータをサンプリング(※先詰まり時は除外)。
- 図10および図11に示す各断面の通過時刻から速度を算出。
- 断面1-2間の速度を1とした時の回復率を算出。特に異常値などは見られず、サンプル数も十分であることから平均値での比較を行った。

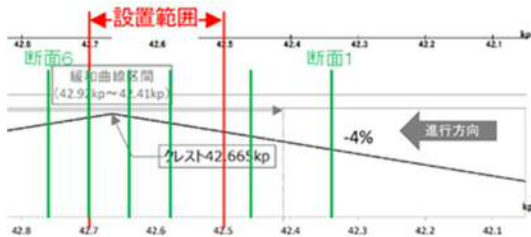


図10 縦断面図と計測断面



図11 CCTV画像と計測断面

2) 分析結果

CCTV画像の分析結果を図12に示す。結果として、断面5~6間における速度回復率は、音声A:1.15、音声B:1.16、音声なし:1.08となり、音声Aは音声なしよりも約7%、音声Bは音声なしよりも約8%速度回復率が高く、本スピーカーによる音声案内の有効性が確認された。

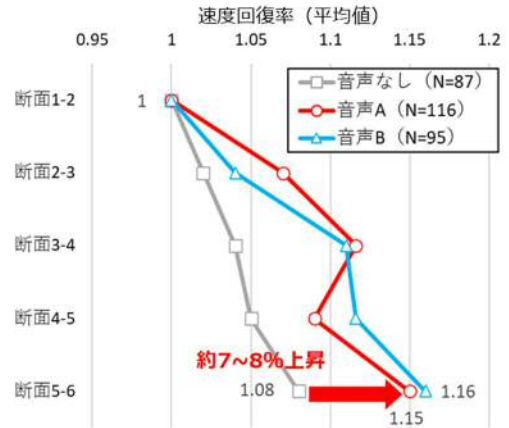


図12 CCTV断面計測による速度回復率

(4) ETC2.0プローブデータによる効果検証

1) 分析方法

以下の手順により、分析を行った。

- 8:00~11:00までのデータを抽出。
- 当該データの42.4kp通過速度の中央値を抽出。その結果、53km/hを抽出。
- 全データのうち、42.4kp通過速度が53km/hのデータを抽出。
- 上記データを時間帯ごとに音声なし・音声A・音声Bに分類。

なお、プローブデータは分散が大きく異常値も検出されるため、中央値によるサンプリングとした。

2) 分析結果

ETC2.0プローブデータの分析結果を図13に示す。結果として、43.0kpにおけるそれぞれの速度は音声A:71.5km/h、音声B:71.0km/hとなり、いずれも音声なしの69.5km/hよりも速度を回復しており、本スピーカーによる音声案内の有効性が確認された。

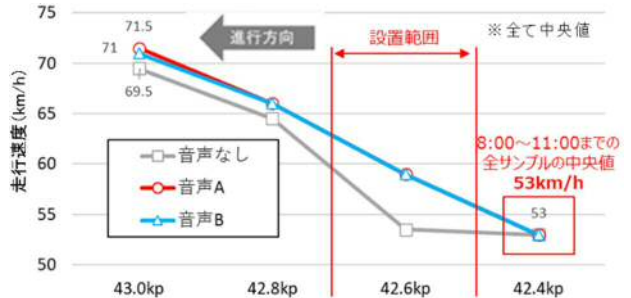


図13 ETC2.0プローブデータによる速度回復状況

以上より、CCTV画像による計測、ETC2.0プローブデータによる計測のいずれも音声ありの方が速度回復してい

ることが確認され、本実験によりスピーカー音声案内の有効性が確認できた。

4. まとめ

首都高速湾岸線東行きの鶴見つばさ橋付近において、長大橋アプローチ上り勾配による速度低下を原因とした渋滞対策として、指向性スピーカーによってドライバーの聴覚に働きかける速度回復対策を検討した。高速道路上の音声案内について適切な音量や機器配置についての知見は少ないため、効果検証実験を実施した。実験は2回行い、第一回実験では、様々な音量や機器配置におけるドライバーへの聞こえ方や周辺環境への影響をそれぞ

れ比較した。また、第二回実験では、第一回実験の結果を踏まえた適切な音量・機器配置により、実際に走行する車両への影響を確認した。実験の結果、一定の速度回復効果が確認された。今後は、本対策を現地に導入するとともに、その効果を検証する予定である。

参考文献

- 1) 佐藤久長, 柴田賢祐, 淋紀之, 矢澤秀樹: スピーカーを用いた音声案内による渋滞対策の取組み(国内初)中央道上り線小仏トンネルにおける速度回復情報提供, 第33回日本道路会議論文集, 2019.