

東京湾アクアラインにおける ペースメーカーライトの運用と効果検証について

加藤 寛道¹・多原 裕二²

¹非会員 東日本高速道路株式会社 関東支社管理事業部交通技術課
(〒339-0056 埼玉県さいたま市岩槻区加倉260)
E-mail:h.kato.af@e-nexco.co.jp

²非会員 東日本高速道路株式会社 関東支社管理事業部交通技術課
(〒339-0056 埼玉県さいたま市岩槻区加倉260)
E-mail: y.tahara.aa@e-nexco.co.jp

東京湾アクアラインでは各種料金割引の導入による利用促進に加え、路線近隣における大規模商業施設の開業により交通量が大幅に増加した。これに伴い、特に休日の渋滞が慢性化しその対策が急務となった。そこで自発光式LEDライトを進行方向に順次点滅制御させることで、速度の改善効果を図る「ペースメーカーライト」を上り線トンネル内のボトルネックである上り坂勾配変化点に設置した。LEDライトの速度設定にあたり本運用に先立ち試行期間を設け、自由流時および渋滞時の最適速度を設定した。効果検証の結果、ピーク15分間交通流率や渋滞発生時交通量等の指標に改善がみられ、対策を実施した川崎浮島JCT付近ボトルネックの渋滞量が大幅に減少した。

Key Words : 渋滞対策, 走光型視線誘導システム, ペースメーカーライト

1. はじめに

東京湾アクアラインは神奈川県川崎市と千葉県木更津市の間をトンネルと橋梁で結ぶ約15.1kmの自動車専用道路で、平成9年12月に供用開始した。開通当初の交通量は1.5万台程度であったが、様々な料金施策による利用促進が行われ、特に平成21年から開始したETC割引（普通車800円）の導入後、平成22年の平均日交通量は3.3万台と、平成20年の1.6倍に増加し、これに伴い渋滞量は約6倍に増加した（図-1）。更に平成24年の木更津金田IC近隣の大型商業施設開業に伴い、平均日交通量は3.7万台と更に1.1倍に、渋滞量も約2倍に増加し、渋滞対策が急務となった。

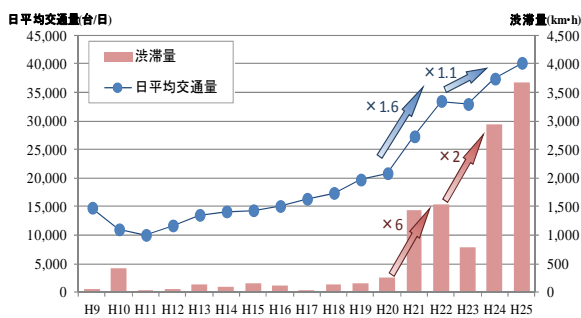


図-1 アクアラインの交通量と渋滞量の推移

2. 渋滞原因と対策の概要

(1) アクアラインの渋滞特性

アクアライン上り線の渋滞特性を把握するため、平成23年11月27日（日）にフローティング調査を実施した。図-2に示す速度履歴より、川崎浮島JCT付近の0.2%から4.0%の勾配変化点で速度低下が発生する様子が確認された。

川崎浮島JCT付近の勾配変化点は、トンネル進入から約10km経過した箇所位置する。トンネル進入後はほぼ直線であり、視環境の変化が乏しいことから、走行速度が縦断勾配にのみ支配されているこ

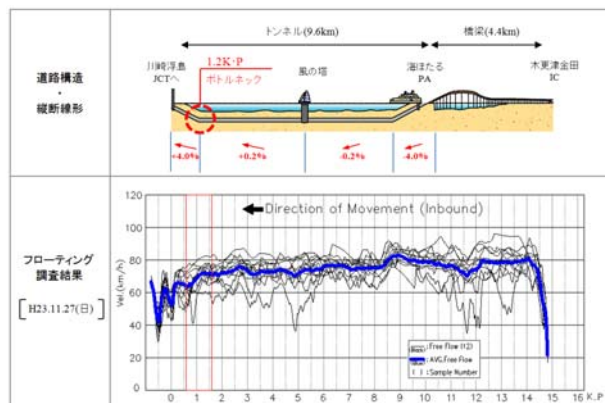


図-2 フローティング調査結果

とが推測された。そこで速度低下を抑制する対策として、自発光式LEDライトをトンネル壁面に一定間隔で配置し、進行方向に順次点灯させる走光型視線誘導システムとして、ペースメーカーライトの導入を検討した。

(2) 既往研究のレビュー

走光型視線誘導システムに関する供用中路線における先行事例として、亀岡ら¹⁾は東名高速道路下り線 宇利トンネル付近の約1.8km の上り勾配区間において、左側路肩に緑色のLED 発光体を配置し、順次点灯させることで、非点灯時と比べ渋滞発生後捌け交通量の増加を確認している。

また、鎌田ら²⁾は東北自動車道上り線 福島トンネルの追越車線側に青色のLED 発光体を設置し、非点灯時と比べ、速度の上昇や渋滞発生後捌け交通量の増加を確認している。

ただしこれまでの供用中路線での先行事例においてはLED発光体を路肩側もしくは追越側の片側に設置しており、路肩側・追越側の両側に設置した事例はない。また、効果として速度上昇や渋滞発生後捌け交通量の増加は報告されているが、光の移動速度を変化させた条件での交通状況、渋滞状況の変化を検証した事例は報告されていない。

(3) ペースメーカーライトの概要

ペースメーカーライト（以下、PML）の設置範囲は、フローティング調査で速度低下が確認された0.6KPから1.6KPまでの約1kmとした（図-3）。LED発光体は路面から1mの高さで路肩側および中分側のトンネル側壁に10m間隔で配置した。LED発光体の仕様は鎌田ら²⁾の事例を参考に、光度131cd/基、青色を採用した。

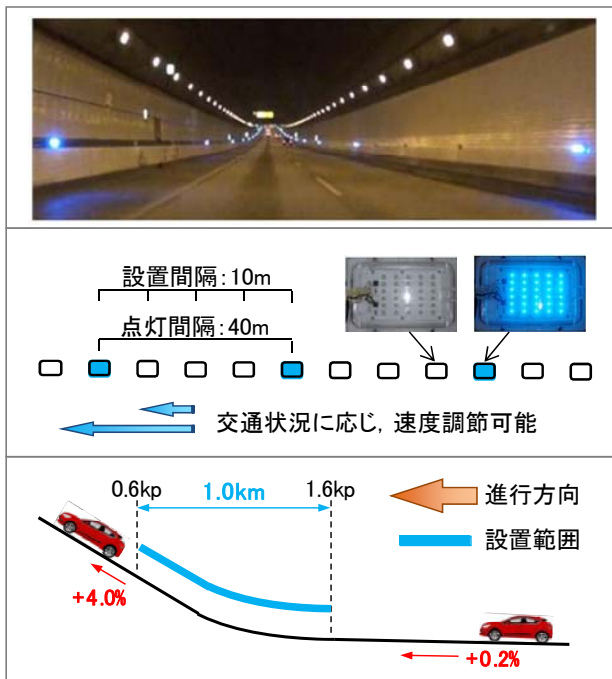


図-3 PMLの概要

点滅制御パターンは点灯間隔が40mとなるよう1灯3滅を採用し、光の移動速度（以下、PML速度）は40～120km/hの範囲で調整可能な仕様とした。

3. PML速度の設定

平成25年ゴールデンウィーク期間において、自由流時と渋滞時でPML速度を変化させる試行運用を行った。その結果、車両の走行速度が低下した後にPML速度を100km/hから50km/hに変更することで、車両の走行速度の上昇が確認された（図-4）。

上記結果を基に、自由流時と渋滞時におけるPML速度の組合せ5パターンについて比較検証を行った。

QV図より、ケースA（自由流時80km/h、渋滞時50km/h）の場合に交通量が230台/5分を超える状態が他のケースと比べ多くなる傾向が見られた（図-5）。この傾向はQK図でより顕著に表れており、密度40台/km付近のプロットが増加している（図-6）。上記結果より、需要が増加した条件下でも適度な車間を維持し、追従走行している状況が伺える。

以上より、渋滞発生が予測される休日午後の時間

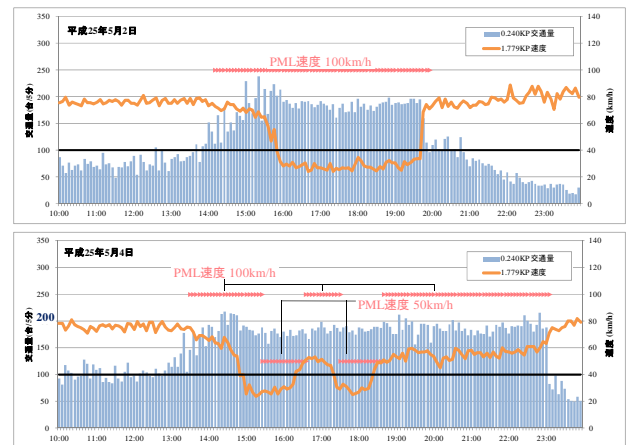


図-4 5分間交通量と第一走行車線速度

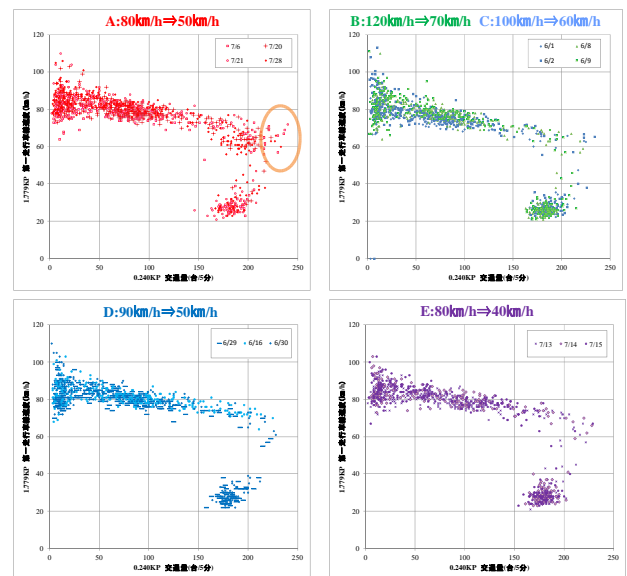


図-5 PML設定速度別QV図

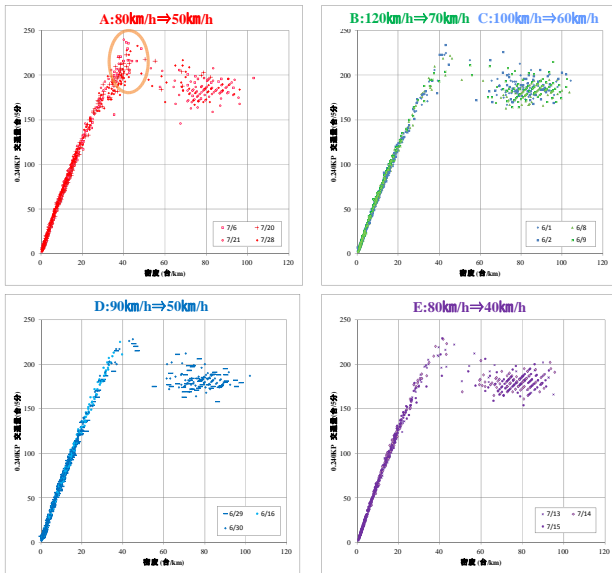


図-6 PML設定速度別QK図

帯において、渋滞発生前は80km/h、渋滞が15分以上継続した後は50km/hに変更する運用方法を採用した。

4. 効果検証

効果検証期間は平成25年8～12月の5か月間のうち、PMLを運用した休日（土日祝および交通混雑期）とし、比較対象は平成24年の同期間とした。ただし、事故や通行止め等の影響が考えられる特異日は評価対象より除外した。

車両感知器データは、交通量はループコイル式の0.240KP、速度は画像処理式の1.779KP（第一走行車線）を採用し、最大値、85%タイル値、平均値、15%タイル値、最小値を集計すると共に、累加構成率を整理した。

(1) ピーク15分間交通流率

対策前後のピーク15分間交通流率を図-7に示す。対策により、平均値は3.2%増加し、有意水準5%で有意差がみられた。

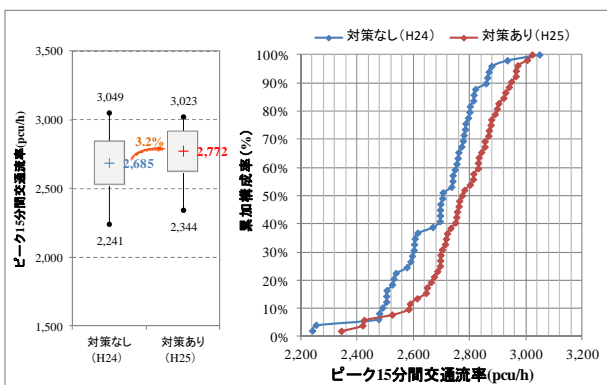


図-7 ピーク15分間交通流率

(2) 渋滞発生時交通量

渋滞発生時交通量の比較を図-8に示す。対策により平均値は2.2%増加したが、有意差は確認できなかった。累加構成率より、特に低い交通量レベルで改善が見られた。

(3) 混雑後走行速度

混雑（速度40km/h）の発生後、交通量が150（pcu/5分）を下回るまでの時間を混雑後走行速度と定義し比較した（図-9）。対策により平均値は36.9%増加し、有意水準1%で有意差がみられた。

(4) 渋滞時所要時間

川崎浮島JCTで渋滞が発生した休日において、木更津金田ICを17時に出発した際の川崎浮島JCTまでの平均所要時間が5分程度短縮した（図-10）。

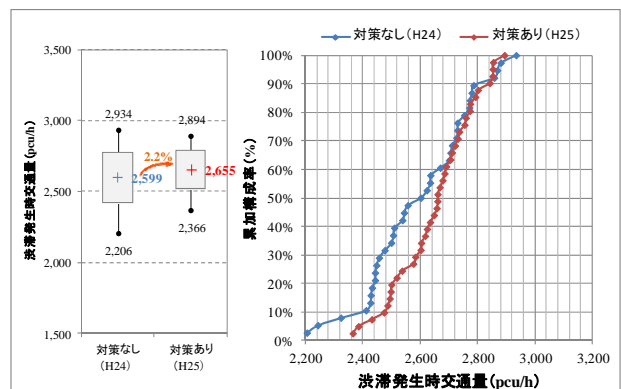


図-8 渋滞発生時交通量

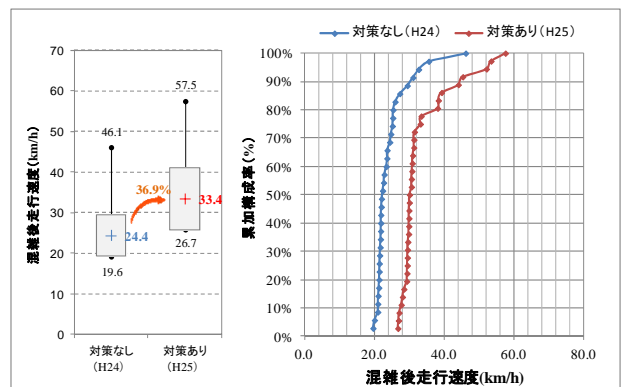


図-9 混雑後走行速度

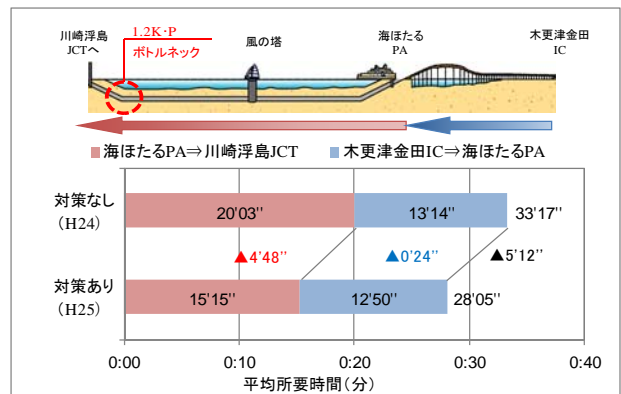


図-10 渋滞時所要時間の変化

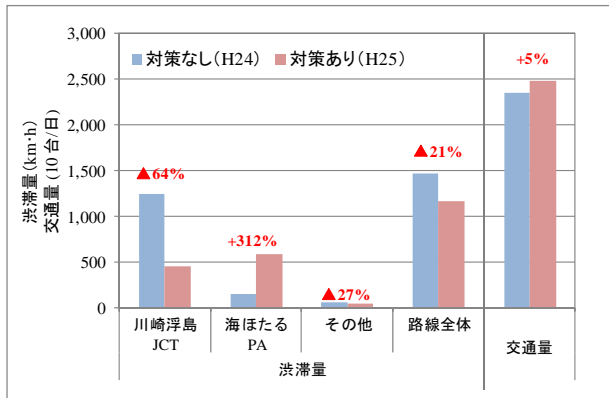


図-11 渋滞実績

(5) 渋滞実績

対策を実施した川崎浮島JCT付近ボトルネックにおける渋滞量は64%減少した(図-11)。当該渋滞が緩和された影響で、上流側の海ほたるPA付近ボトルネックにおける渋滞量に増加がみられたものの、路線全体としては21%減少した。なお、対策前後における平均日交通量は5%増加している。

5. まとめ

本稿では、東京湾アクアライン上り線トンネル内の上り坂勾配変化点付近のボトルネックにおいて、自発光式LEDライトを進行方向に順次点滅制御させ

る「ペースメーカーライト(PML)」の運用および効果検証について述べた。交通状況に応じた最適なPML速度設定のため試行運用を行い、自由流時80km/h、渋滞時50km/hに設定することで交通流率の増加傾向を確認した。5ヵ月間の本運用の結果、ピーク15分間交通流率や渋滞発生時交通量、混雑後走行速度、渋滞時所要時間等の指標に改善が確認された。これに伴い、平均日交通量の増加にも関わらず渋滞量が減少する結果となり、当該路線の渋滞緩和に一定の効果があることを確認できた。

東京湾アクアラインの交通量は現在も増加傾向を維持しており、PMLの上流側への延伸やトンネル内照明のLED化・プロビーム化等、渋滞対策も継続して実施している。今後はこれら対策の効果検証を進めるとともに、上流側のボトルネックである下り坂勾配変化点付近へのPML導入を検討する予定である。

参考文献

- 1) 亀岡弘之, 小根山裕之, 渡部義之, 櫻井光昭: 走光性を活用した路側発光体の動的点滅制御による渋滞緩和の効果検証, 第33回交通工学研究発表会論文集, 2013.
- 2) 鎌田恭典, 渡部聡, 安齋潤哉, 柴田健一: 渋滞対策を目的とした自発光ペースメーカーの開発と運用について, 第33回交通工学研究発表会論文集, 2013.

EFFECT VERIFICATION OF THE PACEMAKER LIGHT INTRODUCED ON THE TOKYO BAY AQUA LINE

Hiromichi KATO, Yuji TAHARA

This paper described the “Pacemaker Light (PML)” introduced on the Tokyo Bay Aqua Line as a countermeasure against congestion in tunnels. “Pacemaker Light” makes LED illuminants light in sequence for the vehicle travelling direction, and aims to make vehicles recover their velocity.

From the trial operation, we have shown that traffic flow rate can be increased by setting optimal PML speed. With verification for 5-month after the start of operation, the congestion at the area with PML is reduced by 64%, and the congestion of the whole route is reduced by 21%, regardless of the increase in the traffic volume.