

オーストラリア メルボルンの高速道路における ITS, 工事安全, 環境保全対策に関する海外調査

(公財)高速道路調査会では、令和元年11月23日～11月29日にかけて第64回海外道路調査団を派遣した。オーストラリア メルボルンの高速道路における ITS, 工事安全および環境保全対策に関する調査結果を報告する〔関連記事 p.65～〕。



ランプメータリングによる流入管理



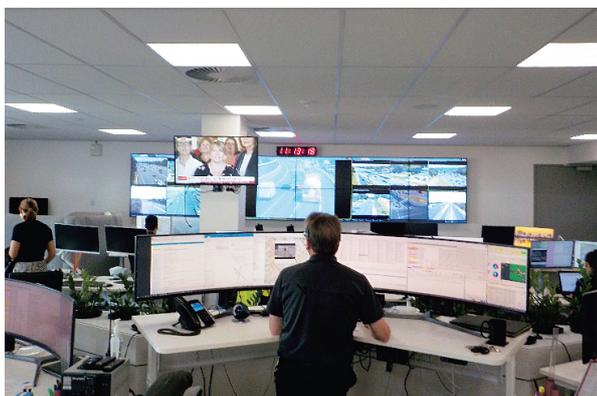
可変速度標識による交通管理



自走式カラーコーンの商用化への動き



野生動物の道路交差施設の視察



交通管制センター



ウェスト・ゲート・トンネル建設現場の視察



緊急事故対応車両



車線シフトに伴う、一時的な区画線（黄色）の採用

オーストラリアの高速道路におけるITS、工事安全対策および環境保全対策に関する海外調査

第64回海外道路調査団

1. 海外道路調査団について

海外道路調査団は、海外の高速道路に関する最新または日本とは異なる取組みを調査・情報収集する機会を広く提供することを目的に、(公財)高速道路調査会が講習等事業の一環として一般公募により調査団を結成・派遣しているものである。

今回は第64回、28名の参加(参加者名簿はP.72に掲載)で2000年以降に派遣した調査団は、本調査団を含め計39回、延べ794名に上る。

2. 第64回調査団概要

本調査団は、オーストラリアのビクトリア州の高速道路におけるITS、工事安全対策および野生動物の保全対策に関する取組みを調査するため、ビクトリア州交通局と有料道路運営会社トランスアーバン社を訪ねるとともに、野生動物の保全対策実施箇所等の視察を行った(11月23日(土)から11月29日(金)までの5泊7日の行程)。

ビクトリア州交通局とトランスアーバン社では、急激な人口増加や施設の老朽化等に対応し実施中の大規模改築事業や、作業区域の安全性確保のための工夫(自走式ラバコンなど)、交通管理システムに関し調査を行うとともに、交通管制センター、緊急事故対

応車両およびトンネル掘削現場の調査を行った。また、野生動物(コアラ、カンガルー、カエル等)のロードキル発生状況や動物が道路を安全に横断させる施設等の調査を行った。

3. 調査結果概要

3.1 メルボルンの概要

訪問先であるメルボルンは、オーストラリア連邦(Commonwealth of Australia)の南東部に位置するビクトリア州(Victoria, 面積237,629 km²)の州都である。メルボルン都市部の人口は、2010年に348万人であったが、2019年には519万人へ大幅に増加し、インフラ不足が顕著となってきたため、高速道路だけでなく、地下鉄等の大規模改築事業および新設事業が市内全域で行われることとなった。

3.2 ビクトリア州交通局

(1) 概要

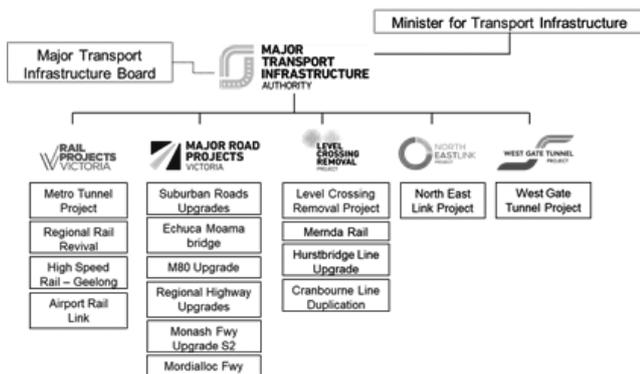
ビクトリア州交通局は、道路、トラム、鉄道システムを個別に計画・管理するのではなく、交通ネットワーク全体を運営する機関(VicRoads, Major Transport Infrastructure Authority)および個別のプロジェクトチーム等と一体となって業務を行っている。

世界的な都市として、調和し統合された輸送部門を形成するために、2019年1月1日にVicRoadsとビク

トリア州交通局は一体の組織となった。VicRoads は、幹線道路ネットワークを運営・管理し、道路安全を担うとともに、運転免許発行と車両登録等の業務を行っている。

(2)大規模改築事業

ビクトリア州では、現在これまでで最大規模の交通インフラへの支出を行っており、実行組織として2019年1月に大規模交通インフラ局 (Major Transport Infrastructure Authority) を設立して、その統轄下に独立した形で各種プロジェクトが実施されている。組織は2部門の鉄道関連事業、3部門の道路関連事業があり、これまで総額約700億豪ドルを執行している。本年の支出額は、約90億豪ドルである (図一1)。



図一1 大規模交通インフラ局組織図

主な大規模改築プロジェクトは以下のとおり。

- ①メトロトンネル・プロジェクト
- ②踏切除去・プロジェクト
- ③地方鉄道リバイバル・プロジェクト
- ④ウェストゲートトンネル・プロジェクト
(ウェストゲート橋の複線化のためトンネルを建造する事業であり、トランスアーバン社とのPPPで実施)
- ⑤サワーワンロードアップグレード・プロジェクト
- ⑥モナシュフリーウェイアップグレードプロジェクト
- ⑦ノースイーストリンク・プロジェクト
- ⑧メルボルン空港鉄道・プロジェクト
- ⑨サワーワンレールループ・プロジェクト

各種事業の具体的な契約モデルは、プロジェクトの規模や複雑さ、リスクに応じて選定している。また、プロジェクトのすべてにおいて、ビクトリア州政府が環境影響評価と実際に影響を受ける周辺住民を含めたコミュニティとの協議を担っている。

(3)緊急事故対応車両の視察

VicRoads およびトランスアーバン社ともに レスポンスチームが路上障害物の一次対応を担っている。VicRoads のフリーウェイネットワークを11エリア (約15km²/エリア) に分割して、各エリアのチームが巡回中や交通管制センターからの無線連絡により、路上障害物の発生箇所いち早く駆け付け、障害物の除去や交通規制や車両移動による安全の確保、関係機関への連絡などの必要な措置を講じている。駆け付け平均時間15分、対応平均時間30分である (写真一1)。



写真一1 緊急事故対応車両 (外観・内部)

体制は、緊急事故対応車両に1名乗車を基本とし、24時間・365日巡回および対応可能な体制を整えている。女性スタッフも隊員として活躍している。同車両には、路上障害の一次対応に必要な資機材を搭載している。

(4)交通管制センターの視察

1) VicRoads 交通管制センターの交通運用

VicRoads 管制センターは24時間365日体制で運用しており、リアルタイムの交通管制、交通規制の機能を果たすことで、道路利用者へ安全を担保している。

VicRoads 交通管制センターでは3部門構成で運用を行っており、1つ目はトラフィック・マネージャーの配置、2つ目はカスタマー・サービスの実施、3つ目はVicRoads メディア担当による情報提供である (写真一2)。

2) VicRoads 交通管制システム

SCATS (信号管理システム) は、リモートで交差点の信号現示を管理しており、VicRoads 交通管制セ

ンターから交差点の各色の時間を自由に調節管理できるシステムとなっている（写真－2）。SCATSでは、約4,000台の信号機を管理でき、交通状況に応じて、トラムに信号の優先を与える運用も行っている。

STREAMS（Freeway 交通管理システム）は、メルボルン近郊にある全長約100kmのMotorwayの速度表示や標識のメッセージ、ON、OFFランプの信号調節を管理しており、CCTVや速度表示板、標識板など、約16,000のデバイスを通してさまざまな管理をしている（写真－3）。



写真－2 VicRoads 交通管制センターの状況



写真－3 STREAMS 管理状況

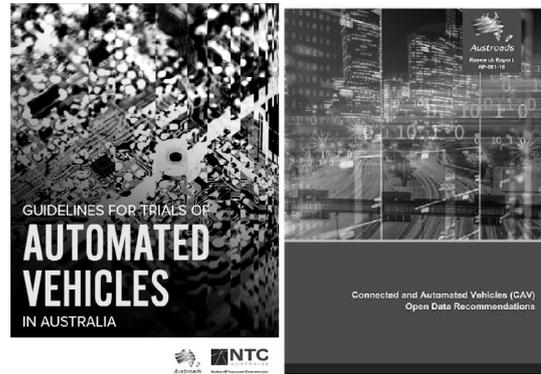
(5)自動運転車両の試行

豪州では、2017年5月、運輸大臣によって、自動運転車両の試行のガイドライン（図－2左）が承認され、走行試験が行われている。豪州全体では37のプロジェクトが計画または進行中であり、試験車両の多くは低速車両（シャトルバス等）となっている。

現在のところ、自動運転の走行試験は、ドライバーの負担を軽減するLEVEL 2での初期データが出そろった段階であり、今後交通量の少ない農村などで常時ドライバーの対応が必要ないLEVEL 3の試験が開始されている。なお、LEVEL 4の試験は、クイーンズランド州で開始される見込みである。

自動運転技術の課題は、車両機械に道路状況を認識させることである。試行（LEVEL 2）を行ったとこ

ろ、次の課題が判明している。



図－2 ガイドライン（左）、公開データ（右）

車両機械による、走行に必要なレーンマークの認識は、『車線の幅』や『識別のための反射性』も重要だがそれよりも『車道外側線（edge line）が確実に描かれていること』が重要であることが課題であると判明した。特にオフランプは車線片側の区画線がなくなったり、色が薄くなりがちなので、区画線を確実に引く必要があることが判った。また、『標識』の認識も課題である。電子式（特にLED）標識の識別はピクセルにばらつきがあるため識別率が上がらないことが課題となっている。一般的な標識もレイアウトに一貫性がないと識別が行われにくいことが判っている。

さらに、道路工事箇所では、車両（Level 2）は、予期されない車線状況があると、車線の認識支援（特に複数車線区間での規制）が機能しにくいことが判明した。

豪州の道路ではLEVEL 2車両は、上記の特定の課題を除いては、対応可能な状況となっている。

(6)作業区域の安全性の確保（M80での工事例）

M80において交通量の増加に伴い、現況片側3車線の道路を片側4車線へ拡幅する工事を計画している。拡幅方法としては、現況の中央分離帯の位置は変えずに両側1車線ずつ車線を増やす手法である。

車線規制により作業ヤードを確保する場合、交通フローを維持するため、既存の車線数を確保している。車線幅員を3.5mから3.35mに変更し、利用者の安全確保のため、速度制限を100km/hから80km/hにして運用する計画である。作業者の安全確保のため、規制にはスチールバリアを利用している。これは衝突時に移動する可能性があるため、移動量を考慮した位置

にフェンスを設置し、作業エリアを明示している。

日本では、東名阪道等で片側2車線運用している区間の車線幅員を3.25 mにして暫定3車線に拡幅し運用した実績はあるものの、箇所ごとの現地状況を十分に勘案し、適用の有無や必要な安全対策を検討する必要があると考えられる。

既設と仮設の路面標示の区分方法は、既設の路面標示を引き直す方法と、異なった色（黄色）の路面標示で区分する方法（写真一4）の2種類を標準としている。前者の方法のメリットは長時間持続でき、維持管理が不要となることだが、デメリットとしてはコストと労力や時間がかかること、舗装を劣化させることがあげられる。後者のメリットはコストと労力・時間が短縮できることだが、デメリットとしてはメンテナンスが必要となること、利用者の混乱があげられる。利用者の混乱については、黄色の仮車線を通ることを標識により利用者に明示することで、緩和することができる。



写真一4 路面標示の色による区分（仮車線：矢印箇所（口絵参照））

(7)交通管理システム

1)概要

ビクトリア州交通局では年々増加する交通量に対し、『管理された高速道路（マネージド・モーターウェイ）』の実現を目指している。その実現のため、道路に設置した車両検知器や信号等の制御機器により、リアルタイムでネットワークの管理・監視を行っている。

2)制御機器

①車両検知器

赤外線技術を使った小型の装置で、本線上に500 m間隔で設置されている。車両1台ごとの通過時刻、走行車線、速度、車頭間隔等のデータを取得し、処理シ

ステムに20秒間隔で送信している（写真一5）。

②ランプメータリング

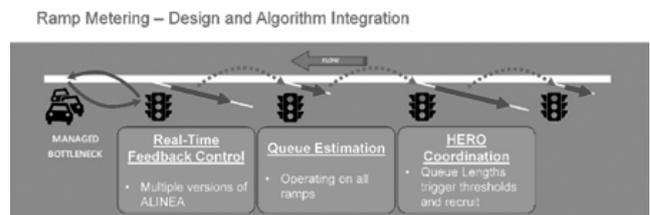
高速道路の入口ランプ部に設置された信号により流入量を制限し、本線交通量の調整を行う。システム上でメルボルン全域のランプメータリングのタイミングを20秒ごとに再計算し、適切な信号間隔が配信されている（写真一5）。



写真一5 車両検知器（左）・ランプメータリング（右）

3)ランプメータリング制御の仕組み

ランプメータリングは、本線の占有率と関連付けて制御する。管制システムで入口ランプの交通状況に応じて複数のランプメータリングを連携させて調節する。本線の混雑状況に応じ、先を見越して制御する仕組みである（図一3）。



図一3 ランプ部信号の連携

3.3 トランスアーバン社

(1)概要

トランスアーバン社は1996年に設立され、オーストラリアと北米で有料道路を建設管理する道路運営会社である。同社は、メルボルンでは都市高速道路 City Link を、最初の有料道路（管理延長：22 km、片側4車線）として建設しており、供用は2段階（1999年8月に Western Link（M2）、2000年12月に Southern Link（M1））で行っている。

(2)自走式カラーコーンの商用化への動き

トランスアーバン社では、既設路線または新規路線の工事に伴い、オーストラリア国内で約1万人が作業を実施していることから、作業区域の安全性確保が重

要な課題となっている。

その対策例として、交通規制時にカラーコーンを作業員が手動で設置しなくても良いように、遠隔操作でできる自走式カラーコーンを豪大手通信会社と共同開発し、2019年末までに試行するよう計画していた。全体重量8kg、成型プラスチック製、12時間連続使用可能で、車輪の軸で最大120kg負荷可能である(写真一六)。

自走式カラーコーンの操作は25本まで可能であり、通信距離は約10kmまで可能で、遮るものがなければ約40kmまで可能である。気象条件による制限はGPSを使用することで低減されているが、高い建物や橋梁等による通信障害には注意が必要である。とくに、自走式の場合、故障して車線を逸脱する等の第三者被害が懸念されるが、フェールセーフ機能は未整備で今後開発を行う予定である。



写真一六 自走式カラーコーン状況

(3)シティリンクにおける道路管理

1)都市高速道路の安全性

トランスアーバン社が管理するCity Linkの交通量は333,000台/日、1,100件/日の事故事象が発生している。この交通量を13人24時間365日体制で監視している。

走行ルートを選択できて、信頼性、安全性、透明性および、価値のある、持続可能な運輸ソリューションを提供するため、国連の開発目標である「持続可能な開発目標」を採用している。

この行動指針の具体的な一例として、交通管理の分野では「計画」に注力している。例えば、通行止めが必要な改修工事を行う際は、あらかじめ工事を行う業者

に必要とされる技術力があり、予定どおりに作業を完遂できるかを調査し業者の選定を行っている。また、一度の通行止めで複数の作業が実施できるように各作業のスケジュール調整を実施している。

2)環境への配慮

住宅地の騒音公害を低減するために「Sound Tube」といわれるチューブ状の防音壁を設置している。デザイン性が高く、夜間にはライトアップが行われている(写真一七)。

ビクトリア州の高速道路沿いには、ユニークなパブリックアートが設置され、ドライブを楽しむことができる。一方で、動物の侵入による事故も多発し、クイーンズランド州ではコアラの侵入が年間300頭に達し車両と衝突している。フェンスなどを設置し対策しているが、対応しきれていないのが現状である。従って、動物の侵入が多い箇所には標識を設置し、ドライバーへの注意喚起を行っている。

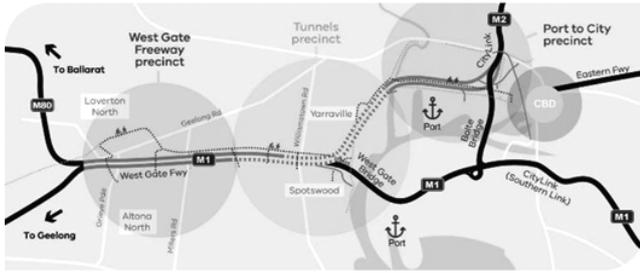


写真一七 Sound Tube の状況

3.4 ウェスト・ゲート・トンネル

供用中のウェストゲートブリッジに加えて、マリバーノン川を渡りメルボルン中心部と西側を結ぶ有料道路路線を増やすプロジェクトである。当該区間は現在、1日当たりの交通量が20万台を超え交通容量の上限に達しつつあり、それを解消するのが目的である。

このプロジェクトは大きく分けて3つの区画に分かれており、中央がトンネル区画である。プロジェクトの予算規模は67億豪ドルである。現在の片側4車線合計8車線を拡幅し合計12車線とし、街中では幹線道路や有料道路とも接続するとともに、貨物港であるメルボルン港と街の中心部とのアクセスを改善する(図一四)。



図一4 プロジェクト概要

このプロジェクトは有料道路の管理運営会社であるトランスアーバン社とのPPP契約によって実施されており、その下に実際の設計と施工を担っている会社が共同体を組み参加している。トンネルは2018年から2022年の間に、上りと下りで2つ建造するもので、延長が上り線で2.8 km、下り線で4 kmとなっている。直径15.6 mのトンネル・ボーリングマシン (TBM) での施工で、現在はTBM据え付けが完了し2020年初頭からの掘進を予定している。平均日進は約9 m、1分あたり掘削速度は7 cmである (写真一8)。



写真一8 TBM 施工状況

3.5 野生動植物保全対策に関する現地調査

(1) 概要

道路建設における環境保全対策に関するアドバイザーで、Ecology & Infrastructure International ディレクター兼メルボルン大学非常勤准教授であるRodney van der Ree博士の案内のもと、オーストラリアにおける野生動植物の特性に応じた環境保全対策の取組みを現地調査した。

(2) パインズ動植物保護区

パインズ動植物保護区を、高速道路である Peninsula Link が通過するにあたり、各種の動植物保全策が実施されていた。保護区内約2 kmにわたってユーカリ原生林を保全するために面壁構造とし、小川との交差部では余裕をもった橋梁形式とし、小動物や鳥が自由に

往来できる空間を確保していた。また、同区間には計5カ所のアンダーパスを設置し、ポッサムなどの小動物が往来できる環境を整備していた (写真一9)。それらの設置間隔は、小動物の縄張りの大きさに配慮して決定されているなど野生動物の生態に配慮されていた。



写真一9 アンダーパス (2 m × 2 m)

(3) ウェリントンロード、ロウビル地区

カンガルー保護のためのバーチャルフェンスの試行を延長1 kmの区間で実施していた (写真一10)。バーチャルフェンスとは、道路両脇に25 m間隔で設置したデバイスが自動車のヘッドライトに順次反応し、道路両脇に仮想フェンスを形成するもので、高周波とLEDライトの光を道路とは反対の茂みの方向に発し、カンガルーを追い払うことでロードキルを防止する仕組みである。試行の結果、ロードキル件数は減少しており効果が出ている報告があるが、事前調査を実施しておらず裏付けが乏しいものとなっている。



写真一10 バーチャルフェンスデバイス

(4) ヘンダーソン・ロード、ロウビル地区

ヘンダーソン・ロードの建設にあたり、地元ノックス市の生物多様性担当職員の働きかけによって野生動物保護対策を実現している。道路の一部を橋梁形式と

し、ポッサム・ロープブリッジを設置している（写真—11）。ポッサム・ロープブリッジは、樹上動物が地上に降りずに道路を横断させるためのものであり、捕食者からの捕食リスクを回避することができる。モニタリングにより完成後1カ月ほどで、保護対象のリングテールポッサムやシュガー・グライダーによる利用を確認している。メルボルン近郊で自治体が野生動物保護に取り組んだ事例はなく、先進的な取り組みとなっている。



写真—11 ポッサム・ロープブリッジ

(5)クレイギーバーン・バイパス地区

野生動物の生息地が開発地域に含まれる場合には、新たに同等の生息環境を整備し、道路が通過する場合は橋梁形式とする対応が標準となっている。メルボルンから50 kmほど離れた宅地開発においても絶滅危惧種のカエルが生息する池の環境が整備され、交差する道路を橋梁形式として池の中を自由に往来できる環境を整えていた。池の外側には、高さ20 cmほどのメッシュフェンスを設置し、カエルが池から出てしまわな



写真—12 カエル用アンダーパスとメッシュフェンス

いような措置もとられていた（写真—12）。新たな池やフェンスの整備は事業開発者が行い、管理は自治体等が引き継ぐことで、野生動物を継続的に保護する環境が整えられていた。

3.6 メルボルンの高速道路の交通運用視察

(1)休憩施設

ビクトリア州の高速道路の休憩施設は、民間運営の2種類（市中の休憩施設、サービスセンター）とVicRoads運営の4種類（大規模休憩施設・小規模休憩施設・トラック駐車場・トラック用簡易休憩施設）に大別される。

ドライバーの長距離移動に伴う疲労に起因する安全上の課題に対応するため、政府の定めた要求事項に従い、主要な高速道路沿いにレストランやガソリンスタンド等を有する大規模な休憩施設は50～100 km間隔、トイレ等を有する小規模な休憩施設は20～30 km間隔で配置される。休憩施設の駐車場は、日本の高速道路と概ね同様の考え方で設計されている。案内標識は、ピクトグラムを基本としており、共通情報とツーリスト用を板の色で区別して案内している（写真—13）。

VicRoadsの休憩施設では、駐車場の混雑はほとんど発生しておらず、モニタリングも実施していない。また、小規模な休憩施設では時間制限を設けていないが、利用者の多い大規模な休憩施設では時間制限を設けるのが一般的である。



写真—13 フリーウェイ サービスセンター

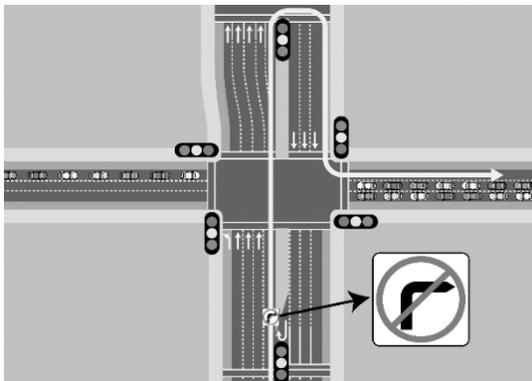
(2)ラウンドアバウト

ビクトリア州におけるラウンドアバウトは、ドーナツ形状の円形で日本と同じ時計回りとなっており、メ

メルボルン市街地および郊外でも比較的多く設置されている。交通量が、7000台/日以下の道路に導入され、効果があるとされている。

(3) P ターン

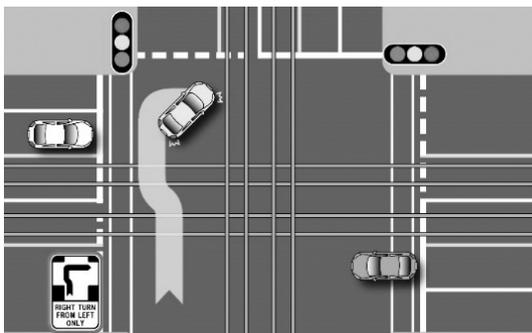
メルボルン市内のプント・ロードとスワン・ストリートの交差点では南北の交通流が多く、渋滞が慢性的に発生していた。このためビクトリア州交通局は、右折の信号現示をなくし、直進の信号現示に優先的に割り当てることで、渋滞緩和を図ることとした。従って、プント・ロードから右折する場合、当該交差点では直進させ、先の交差点でUターンして混雑する交差点を左折し、Pの軌跡を描く曲がり方とすることとした(図一5)。



図一5 P ターン概略図

(4) フックターン

メルボルン市内は、車道中央にトラムが走り、右折車とトラムが接触する事故が多いため、一部の交差点ではフックターンを導入している。フックターンは、交差点手前より左車線を走り右にウインカーを出しながら交差点に進入し、左に寄って停車したあと右折側の信号が青に変わったなら右折する曲がり方である(図一6)。



図一6 フックターン概略図

4. おわりに

今回の調査を通じて、広大な大地のイメージがある豪州においても、大都市メルボルンの高速道路においては、急激な人口増加による慢性的な渋滞対策や施設老朽化等に対応した大規模改築事業が行われており、それに伴うITSを活用した高度な交通管理システム、作業区域の安全性確保および野生動物の保護対策に関する取り組みが行われていることが確認できた。

作業区域の安全性確保のための自走式ラバコーン等の取り組みや、渋滞や事故状況に応じて本線合流部に設置された信号機による本線流入量を調整する技術や本線門柱に短い間隔で設置されている速度標識により動的に制限速度を変更する技術は、高度なITS技術に基づく交通管理技術がなせる業であり、日本とは交通事情や交通管制方法が異なるとはいえ、今後の日本の高速道路事業を進める上で大いに参考になる部分も多かったように思われる。

表一1 第64回海外道路調査団 参加者名簿

班	氏名	所属機関名
統括	櫻井 孝	(株)ネクスコ・エンジニアリング新潟
A	平野 誠志	中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株)
	野々村敏博	大日コンサルタント(株)
	小林 倫大	(株)ネクスコ・エンジニアリング新潟
	池田 賢二	西日本高速道路エンジニアリング関西(株)
	井出 康隆	中日本ハイウェイ・メンテナンス東名(株)
	福岡 真一	東京湾横断道路(株)
	小林 吉博	(株)ネクスコ・メンテナンス北海道
	藤原 由康	中日本高速道路(株)
	渡辺 正志	(株)ネクスコ東日本エンジニアリング
	戸根川泰規	東日本高速道路(株)
	小瀬 裕之	中日本ロード・メンテナンス中部(株)
	大塚 裕介	(株)ネクスコ・メンテナンス東北
	高橋 邦輝	(株)ネクスコ・メンテナンス関東
	B	幸田 浩
児玉 正広		(株)ネクスコ・エンジニアリング東北
杉山 義照		中日本ハイウェイ・メンテナンス東名(株)
長田 英之		(株)ネクスコ東日本エンジニアリング
本田 真理		(株)ネクスコ・エンジニアリング東北
吉田 正紀		西日本高速道路エンジニアリング関西(株)
大谷 直也		日本テクロ(株)
榎本 真		西日本高速道路(株)
木村 光一		(株)エイル
相坂 祐樹		(株)ネクスコ・メンテナンス東北
天野 潤		東日本高速道路(株)
事務局	菅 浩亮	中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株)
	森 由美	西日本高速道路(株)
	松本 大地	(株)ネクスコ・メンテナンス関東
	佐藤 将	(公財)高速道路調査会
	小森 大育	(公財)高速道路調査会
	園田 陽一	(株)地域環境計画