

## Alaskan Way 高架橋の撤去・トンネル化工事の現況について

西部 陽右

ITS・新道路創生本部 調査役

### 1 はじめに

米国ワシントン州シアトル市で実施中の Alaskan Way 高架橋の撤去・トンネル化工事は、マサチューセッツ州ボストン市のビッグディグ (Big Dig) プロジェクトや韓国ソウル市の清溪川復元事業と並んで、都市中心部において既設の高架道路を撤去して都市再生を図るプロジェクトの代表例として知られている。

小職は、本年4月に同地において開催された ISO TC204 国際会議へ出席の際に現地を視察する機会を得たので、プロジェクトの概要とその現況について、簡単に報告する。

### 2 プロジェクトの背景

ワシントン州道 99 号 (SR 99) は、ワシントン州最大の都市であるシアトル市及びその郊外を南北に走る延長約 80km の路線であり、アメリカ西海岸を南北に縦貫する州間高速道路 5 号のバイパスとして機能している。このうち、シアトル市中心市街地の、エリオット湾に面するウォーターフロント地区を走る約 1.7km の高架橋が Alaskan Way 高架橋であり、現在約 11 万台/日の交通量がある主要幹線道路である。

1953 年 4 月に完成した Alaskan Way 高架橋の主要区間は、3 車線 (@3.0m) × 2 方向の RC ラーメン構造の二層式高架橋であり、区間北端で高架橋より 1 年 2 か月遅れで完成した Battery Street (バッテリーストリート) トンネル (開削箱型トンネル、L ≒ 960m) に接続している。ちなみにこの Battery Street トンネルは、その建設年代にも関わらず、トンネル内の CO 濃度により自動制御される機械式換気装置 (直上の街路中央分離帯に設置された換気口から送風機で給気する半横流式) や、消火用スプリンクラー、約 100m おきに設置された非常口

と非常電話などが当初より完備された近代的な都市トンネルである。

Alaskan Way 高架橋の耐震性については、同時期に建設され構造も類似したカリフォルニア州オークランド市の Cypress Street 高架橋が 1989 年 10 月 17 日にカリフォルニア州サンフランシスコ周辺を襲った Loma Prieta 地震 (モーメントマグニチュード (Mw) 6.9) により崩壊し 42 名もの死者を出したことなどから、1990 年代半ばからワシントン州運輸局 (WSDOT) により検証が進められ、2001 年に対策案の検討を開始した矢先の 2001 年 2 月 28 日、ワシントン州一帯を Nisqually 地震 (Mw 6.8) が襲った。この地震はワシントン州で記録されたものとしては最大のものであり、幸い地震による死者はなかったが、古いコンクリート造や石積の建物が崩壊したり、Sea-Tac 国際空港では管制塔が大きな被害を受け建て替えを余儀なくされるなど、都市インフラ施設に大きな被害をもたらした。Alaskan Way 高架橋も例外ではなく、柱や梁のひび割れや基礎の沈下などの被害を受けた。

損傷した高架橋については直ちに応急復旧工事が実施され、大型車の通行規制や速度規制など実施した上で供用が再開された (規制については現在も継続中) が、2007 年に行われた研究では、今後 10 年間に地震により大きな被害を受け、最悪の場合に崩壊する確率が 10 分の 1 という衝撃的な結果が出されるなど、Alaskan Way 高架橋の更新が喫緊の課題となった。

更新方法については、それまでの検討により、いったん高架橋を撤去することを前提に、ほぼ同位置に新たな高架橋を構築する WSDOT 案と、同じく高架橋を撤去の上、開削トンネルを構築する市当局案に絞って検討が進められていた。2007 年 3 月に行われた意見聴取のための住民投票ではいずれの案も支持を得られず膠着状態に陥っていたが、上記状況の変化による事業の緊急性に



図1 Alaskan Way 高架橋及び SR 99 トンネルのルート  
(出典：WSDOT <http://www.wsdot.wa.gov/Projects/Viaduct/>)

鑑み、2009年1月、ワシントン州、キング郡、シアトル市及びシアトル港湾局は、従来の検討で（おそらくはコスト面で）いったん廃案になっていた、現在の高架橋を残置したまま別ルートでトンネルを新設し、機能代替後に高架橋を撤去する案で合意した。ただし、従前の案では一方通行トンネルを2本構築することになっていたが、新しい案では大口径の二層式トンネルを採用することとなり、トンネル掘削技術の進展が計画案に反映された形となった。

この新しいプロジェクト案は、州議会上院の承認を経て同年5月に州知事が予算関連法案に署名することで正式にスタートし、2011年8月には環境影響評価書がFHWA（連邦道路管理局）に承認され、直ちに実際の工事が開始された。

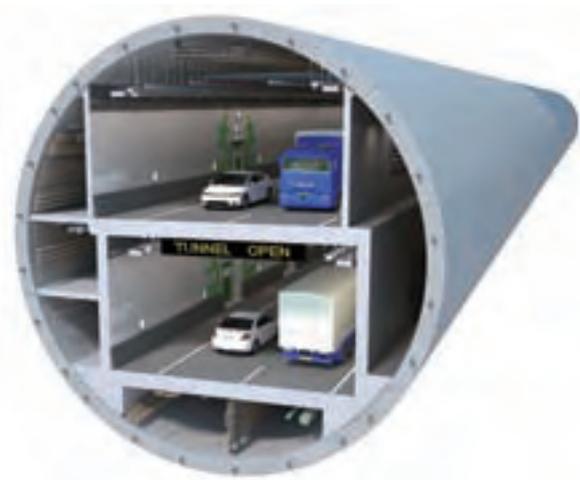


図2 SR 99 トンネルの断面イメージ  
(出典：WSDOT <http://www.wsdot.wa.gov/Projects/Viaduct/>)

## 3 プロジェクトの概要

本プロジェクトの核となるSR 99トンネル（L≒3,200m）は、安全のため幅員約2.4mの路肩を有する2車線（@3.6m）×2方向二層式トンネルであり、泥土式シールド方式のTBM（トンネルボーリングマシン）によって施工される（TBM施工区間の延長は2,856m）。換気方式はジェットファン併用の半横流方式で、両坑口付近に設置される換気塔（管理施設と併設）からの集中排気となっている。

SR 99トンネルに使用されるTBMの外径は約17.5mと世界最大であり、トンネル工事を請け負ったSeattle Tunnel Partners（Dragados Usa, Inc.とTutor Perini CorporationによるJV）から日立造船の現地法人に約

8,000万ドル（発注時点の為替レートで約60億円）で発注された。TBMは大阪府堺市の同社造船所のドックで製作・仮組が行われたのち大ブロックに分割され、本年4月に現地の施工ヤードに搬入された。

SR 99トンネルは160棟もの既設建築物の下を通過するが、これらについては事前の薬液注入などの地盤強化及び施工中の動態監視が実施される。トンネルの土被りは現況地表面から15～30mである。なお、民地下の権原については区分地上権の設定によっている（金銭補償）が、WSDOTの説明資料によれば、基本的にそれぞれの区画で現在の都市計画上許容されている最大高さの建築に対して支障がないとのことである。

SR 99トンネルの工費は約20.3億ドル、アプローチ部の施工や既設Alaskan Way高架橋の撤去、その他関連事業費を合わせた総事業費は約31.4億ドルとなって



写真1 SR 99 トンネルで使用される TBM  
(日本での仮組状況)  
(出典：WSDOT <http://www.wsdot.wa.gov/Projects/Viaduct/>)

いる。これに対する財源は、燃料税を中心とする州税が 60.5%、連邦からの補助金が 22.3%、料金収入が 6.4%で、残りの 10.8%がシアトル港湾局などその他の地方資金となっている。

プロジェクトの工程であるが、本年夏頃より TBM による掘削を開始し、2014 年末に貫通、並行して 2014 年初頃から床版等の道路構造（プレキャスト構造が主体となる）及び付属施設の工事を行い、トンネル本体は 2015 年末に供用、その後 4 年程度をかけて既設 Alaskan Way 高架橋の撤去及び周辺再整備を実施する予定となっている。なお、Battery Street トンネルについては、Alaskan Way 高架橋の撤去で生じたコンクリート殻等で充填された上で封鎖される予定である。

供用後の料金については、最終の環境影響評価書では

時間帯別・方向別に 1～4 ドルとなっているが、有料区間を回避する交通による一般街路の混雑とそれに伴う環境影響が懸念されるため、料金水準については現在も検討中であり（2013 年中に決定予定）、また、供用 1 年後に再度見直されることとなっている。

料金収受は、現在 WSDOT が管理している Tacoma Narrows（タコマ海峡）橋、Washington 湖に架けられた浮体橋である SR 520 橋、及び SR 167 の HOT レーンと同様に、『Good To Go!』と呼ばれるシステムが採用される予定である。このシステムは、RF-ID タグとナンバープレート読み取り装置を併用した電子課金システムである。支払方法は、①タグに紐付けられた口座による支払い、②ナンバープレート情報に紐付けられた口座による支払い、③ナンバープレート情報に基づく請求書払い、が選択可能で、料金額は①<②<③となっている。また既存の有料橋を転換した Tacoma Narrows 橋以外には現金ブースはない。

## 4 現地の状況

以下、小職が本年 4 月に現地を視察した際の状況を示すが、正式なヒアリングや調査を行ったものではないので、事実関係等に誤りがあればご容赦いただきたい。

写真 2・3 は Alaskan Way 高架橋の一般的な区間である。前述のとおり Alaskan Way 高架橋は数径間が連続した二層式の立体ラーメン構造である。ブロック端部の橋脚の幅（橋軸方向）は他の橋脚のほぼ半分となっており、一見すると区別がつかない。高架下はほぼ全線に



写真 2・3 Alaskan Way 高架橋の一般的な区間



写真4 Alaskan Way 高架橋より Battery Street トンネルへの接続部



写真5 二層式構造から一層式構造への移行区間



写真6・7 Nisqually 地震により被災した橋脚の例

において駐車場として利用されているが、一部区間は本プロジェクトに伴う仮設道路となっている。

写真4は Alaskan Way 高架橋より Battery Street トンネルへの接続部であり、手前が Battery Street トンネル、奥が Alaskan Way 高架橋である。なお、Battery Street トンネルについては2車線×2方向となっている。写真5は二層式構造から一層式構造への移行区間の状況であり、手前側が Battery Street トンネル方向である。

写真6・7は Nisqually 地震により被災した橋脚の例である。写真6（連続ラーメンのブロック端部）ではPC鋼線による梁の補強や、床版部端横梁の増厚と仮設鋼材による荷重の分散が行われている。写真7（中間橋脚）では、仮設鋼材による橋脚の補強が行われている。これら被災橋脚は5本程度が1箇所集中している。こ

れは、古い埋め立て地である地盤面を支える護岸が同地震で被災したため、本プロジェクトの関連事業として護岸の補強工事が実施されている。

さらに進んだ Alaskan Way 高架橋南端部では、すでに高架橋が取り壊されて交通は地上の仮設道路に転換され、TBMの発進立坑の建設が進められるとともに、現地に到着したばかりのTBMの組み立て作業が最盛期を迎えている状況であった。

## 5 Downtown Seattle Transit Tunnel (DSTT) について

DSTTはシアトル市中心部 3rd Ave. の混雑緩和を目的に建設された、延長約2.1kmのバス・LRT専用トンネル（一方通行×2本）である。ルートの的にはSR 99

トンネルとほぼ並行しており、DSTT の成果が SR 99 トンネルの計画にも生かされていると推測される。

DSTT は 1987 年に建設が開始され、約 4.6 億ドルの経費をかけ 1990 年にバス専用トンネルとして供用が開始された。将来は LRT と共用することが計画され、先行して路面に軌道が敷設されていた。当初はトンネル内という環境を考慮して電気（トロリー）／ディーゼルのデュアルモードバスが使用されていた。これは、トンネル内では架線より集電した電力で走行し、トンネル外ではディーゼルエンジンで発電した電力で走行する物であった。

トンネルは、南端の International District で I-90 の Express Lane と直結し、International District 及び北端の Convention Place で平面街路路由で I-5 と接続している。また、中間には 3 つの駅が設置されている。トンネルの内径は約 18ft (≒ 5.5m) であるが、ガイドウェイバスではなく、運転はすべて運転手の注意力に頼っている。

その後 LRT (Central Link) の計画が具体化したのが、先行して敷設された軌道の規格が新しい LRT の規格 (いわゆる路面電車規格ではなく、郊外電車規格に近い) に合わないことや、LRT の将来の北方向への延伸のため既設トンネルと将来延伸線の分岐部を先行して建設する必要があることから、DSTT は 2005 年 9 月からいったん閉鎖され、所要の工事の後、2007 年 9 月にバストンネルとして再開、そして 2009 年 7 月に LRT が開業している。

LRT との共用化に伴い、電気（トロリー）／ディー

ゼルのデュアルモードバスは、架線を LRT と共用することが不可能なため、ハイブリッドディーゼルバスに置き換えられた。また、防災及び運転保安上、バスと LRT は分離運転となっており、駅間のトンネル及び駅ホーム部をそれぞれ 1 ブロックとして、同一ブロックにバスと LRT が同時に入ることの無いよう、信号で制御されている (バス同士の続行は可能)。そのため、LRT の最小間隔は 7.5 分となっており、乗客数の増加に対しては連結両数の増加で対応する方針である。

写真 8 は Pioneer Street 駅に到着するバスの状況である。トンネルの内径とバスの車体との関係が理解できる。バスはほとんどが 2 車体連接式の BRT 仕様である。

写真 9・10 は Pioneer Street 駅を発着するバスの状況である。写真は夕方のラッシュ時に撮影したものであるが、前記理由により、最大 10 便ぐらいのバスが続行して運転されるため、後方のバスはトンネル内で停車を



写真 8 DSTT Pioneer Street 駅に到着するバスの状況

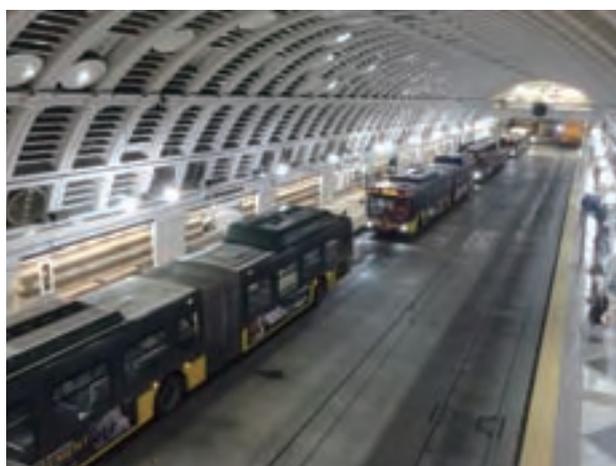


写真 9・10 DSTT Pioneer Street 駅を発着するバスの状況

余儀なくされる。

写真 11 は Pioneer Street 駅に停車する LRT (Central Link) の状況である。LRT 車両は 1 列車 (3 車体接続) あたり 200 人乗りで、通常 2 車体連結で運用されている。将来的には 4 車体連結まで延長が可能とのことである。LRT といえども欧州のような路面電車スタイルではなく、郊外では高架の専用軌道を最高 55mph (≒ 90km/h) で走行する。日本でいえば静岡県の静岡鉄道や遠州鉄道のような、地方都市の近郊電鉄に近いイメージである。

写真 12 は Convention Place 駅のトンネル坑口である。見通しのきかないトンネルということで、一般車の誤進入や、LRT とバスの衝突事故を防止するため、要所に写真のようなバリアーが設置されており、信号システムにより通行が許可されている間だけバリアーが開放されるようになっている。



写真 11 DSTT Pioneer Street 駅に停車する LRT の状況



写真 12 DSTT Convention Place 駅のトンネル坑口

## 6 おわりに

以上、駆け足で Alaskan Way 高架橋の撤去・トンネル化工事の現況及び関連事項の報告をさせていただいた。高架橋撤去後の街路再構築や地域整備の在り方については、現在も地元協議が進められている段階であるが、プロジェクトが予定通り進めば 2020 年にはシアトルのウォーターフロントに新しい景観が出現する予定であり、いずれ機会があれば結果についてもご報告したい。

参考文献

WSDOT <http://www.wsdot.wa.gov/Projects/Viaduct/>