

神戸港港島トンネル延伸事業について

白波瀬 浩司¹

¹神戸市 みなと総局 技術部 工務第1課 (〒650-8570 神戸市中央区加納町6-5-1)

神戸港港島トンネルは、市街地と人工島であるポートアイランドを結ぶ神戸大橋に続く第2のアクセス道路として1999年7月に供用を開始した海底トンネルである。供用開始から概ね10年が経過し、上下各1車線であったポートアイランド側出入口付近において、交通量の増加による混雑・渋滞が慢性化する状況となっていた。そのため、ポートアイランド側のトンネル本線を延伸し、全線複線化を行い円滑な交通機能の確保を図った。本論文では、現道上におけるトンネル延伸工事の施工時における安全対策の事例について紹介するものである。

キーワード 渋滞解消, 大型車交通, 地下埋近接

1. はじめに

神戸中心市街地と人工島であるポートアイランドを結ぶアクセスルートは神戸大橋のみであったが、神戸港港島トンネルは、ポートアイランド(第2期)等の整備・利用に伴い増大する交通量を円滑に処理するとともに、災害時のアクセス機能を強化するため、第2のアクセスルートとして構造方式の異なる海底トンネル方式で整備した臨港道路である。



図-1 位置図

2. 交通状況の変化

神戸港港島トンネルは、交通量に応じて段階的に整備を進めており、1992年～1999年にかけて整備した第1期事業では、既存市街地側とポートアイランド側の出入口をランプ構造で供用を開始した。

1999年7月の供用から概ね10年が経過し、その

間ポートアイランド(第2期)西側の都市機能用地では、医療関連企業等の立地が進み、東側においても大水深の大型コンテナバースの整備や港湾関連企業の進出が進み島内の交通量は年々増加する傾向にあった。さらに2006年2月には、ポートアイランド沖合に神戸空港が開港し、港島トンネルを利用する交通量は開港前に比べ約2倍に増加した(図-2)。

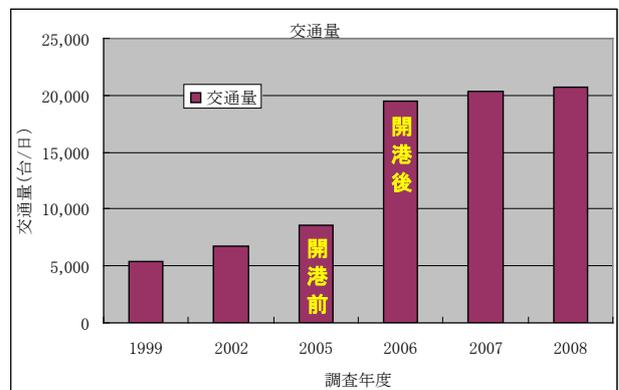


図-2 港島トンネルの交通量の変化

これは、神戸空港開港に合わせて整備を行った新神戸トンネルの南延などにより、六甲山系北側～市街地～臨海部を直結する神戸市の中央都市軸のアクセスが強化されたことで、港島トンネルを利用する車が増加したものと推測される。

また、2004年7月には神戸港が大阪港とともに「阪神港」としてスーパー中核港湾の指定を受け、PC14～18が特定国際コンテナターミナル埠頭に位置づけられ、取扱貨物量の増加が期待されるなど、今後さらなる交通量の増加が予想される状況であった。

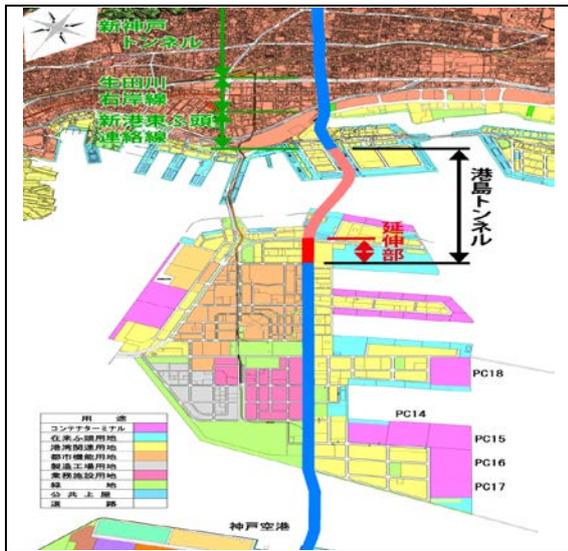


図-3 中央都市軸

このような状況の中、北行き南行きともに2車線である既成市街地側出入口に対し、各1車線であったポートアイランド出入口付近において、交通集中による混雑・渋滞が頻繁に発生するようになり、特に朝夕ラッシュ時には、出口を先頭に最後尾がトンネル中央付近まで達するような状況であった。

そこで、港島トンネルのポートアイランド側出入口における交通混雑の解消と今後増大する交通需要に対応するため、ポートアイランド側のトンネル本線を南へ延伸し、上下各2車線の複線化に改良することとした。

3. トンネル延伸事業

1992～1999年にかけて整備した第1期事業における建設段階で、将来の延伸を考慮してポートアイランド側の出入口ランプが接続している交差点を越えたところまでトンネル本体構造を先行して整備していたため、今回は1つ南側の交差点に接続させるために約230mトンネル本線を延伸する事業であった。

延伸区間の構造は、新たなトンネル本線出入口として平面道路に取付けるため、ボックス区間が約90m、U型擁壁・重力式擁壁によるオープン区間が約140mを構築するものであった。

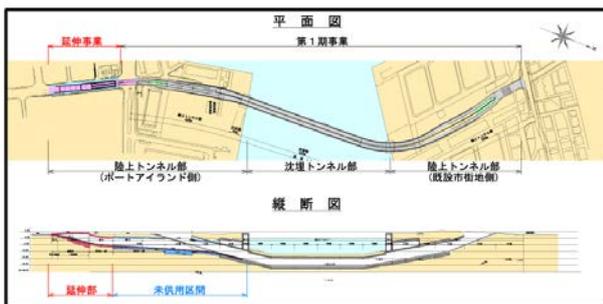


図-4 港島トンネル平面図・縦断図

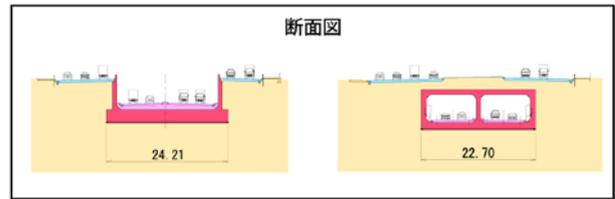


図-5 延伸部の断面図

4. 現道上における開削工事

港島トンネルのポートアイランド側出入口が接続する道路は、上下各4車線の臨港道路であるが、ポートアイランドには、港湾施設の他に住宅地や都市機能施設が集積し、さらにポートアイランド沖合いには神戸空港があるなど、生活道路や空港へのアクセス道路といった機能も併せ持つ主要な道路となっており、ポートアイランド内の道路の中では最も交通量の多い幹線道路である。

トンネル延伸はまさにこの幹線道路上における開削工事であり、施工に際しては、限られた現道スペースの中でこの交通機能を確保しながら、安全に実施する必要があった。

そこで、作業スペースと一般車両の通行帯を確保するため全面路面覆工を施し、一般車両の通行帯については、上下各4車線の内、最低上下各2車線を確保しながら施工を進めることを前提に行った。

工事は、①土留工、②中間杭・路面覆工工、③支保工・掘削工、④躯体工の施工手順で行い、道路切替は各施工段階に応じていくつかのステップ毎に行った。

手順としては、①一般通行帯を西側に寄せ、東側半分の路面覆工まで仮設工を施工した後、②一般通行帯を東側に寄せ、西側半分の路面覆工までの仮設工を行い、③一般通行帯を東西両サイドに戻した後、掘削・支保工から躯体工の施工を行った(図-6)。

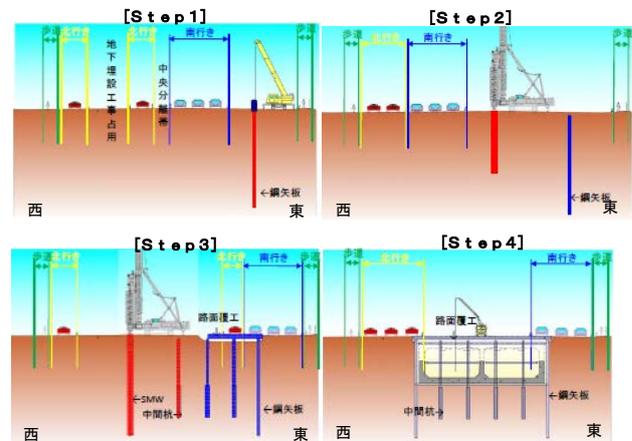


図-6 各施工段階における切替



写真-1 施工状況 (Step 3)

また、現道は交通量が多いことに加えコンテナ車などの大型車両の通行が多いことから、一般車両が通行する路面覆工帯については、覆工板のガタツキによる騒音や跳ね上がり等による事故防止等を目的に、締結式覆工板を採用した(図-7)。

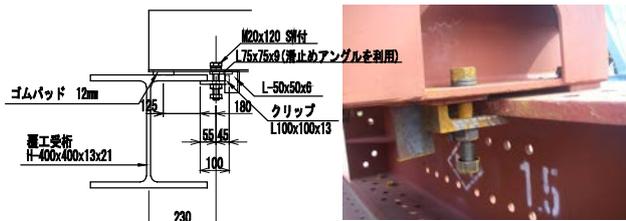


図-7 締結式覆工板の構造

5. 近接する地下埋設物

トンネル延伸区間は、大型車交通量が多い幹線道路であることに加え、ポートアイランド(第2期)や神戸空港への供給施設の幹線ルートとして多くの地下埋設物が存在する道路である。

トンネル延伸においては、支障となる地下埋設物を先行してトンネル完成時における側道部に移設(集約)したため、土留壁との離隔が最も近接するもので約1mしか確保できないなど、輻輳する地下埋設物との近接施工であった。

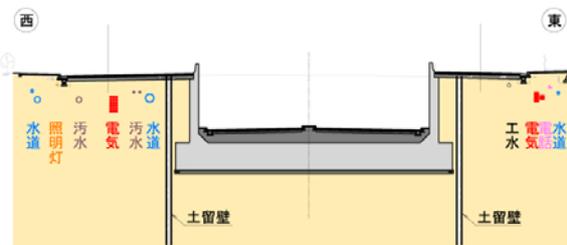


図-8 地下埋設物断面図

施工に際しては、土留壁打設時における振動等や土留

変形による周辺地盤及び地下埋設物への影響が懸念されたため、振動の少ない土留工法の採用や土留挙動による背面地盤への影響をFEM解析等により事前に検証した上で施工を行った。

土留工は、①掘削深1.1m程度、②地下水位が高く遮水性の土留、③遮水層までの根入れ(約2.0m)などの条件を満足するものとして、鋼矢板圧入工法で計画していた。

しかし、先行する東側土留施工時において土中に不規則に混在していた転石により、単独圧入による打設が困難となったことから、地下埋設物がより近接する西側土留壁は、当該地盤にも対応できかつ、周辺構造物への影響が少ない連続地中壁工(柱列式)に変更した。

また、土留変形に対しては、事前に解析で求めた変位量をもとに、傾斜計による水平変位や切梁軸力などの計測管理を行うとともに、近接する地下埋に対しては、埋設物に設置した沈下観測棒による監視を行いながら慎重に施工を進めた。

さらに土留支保工においては、近接する地下埋設物への安全確保、土留支保工の密着性の確保、左右異なる土留構造による不規則挙動のリスク回避のため、油圧ジャッキによるなじみ軸力の導入を行った。

このような事前対策と計測管理のもとで施工した結果、地下埋設物への影響も管理値を上回ることなく無事に躯体構築を終えることができた。

また、土留変形量を事前解析値と計測値で比較すると、各深度に応じて解析値と同様の挙動傾向を示しているものの、変形量は解析値を下回る結果が得られた。

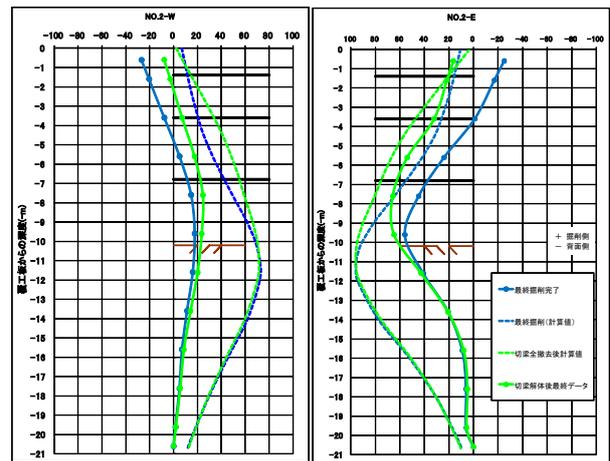


図-9 土留変位量の比較(一例)

6. 実施体制

トンネル延伸区間の供用には、延伸区間の新たな躯体構築に加え、1期事業で構築した未供用区間を含むトンネル内の監査歩廊や舗装などの土木工事と、照明設備、非常用設備、消化設備、無線通信補助設備などの設備工

事が輻輳し、綿密に工事調整をしながら完成させる必要があった。

特に、新たな出入口となる坑口付近では躯体構築中であり、工事車両の出入口も制限される厳しい条件下での施工調整が必要であったため、当該事業の請負業者全社で「安全衛生協議会」を組織し、相互安全パトロール、進捗状況管理、工程調整などを綿密に行い、2011年7月2日に事故無く無事に延伸区間の供用を開始することが出来た。

トンネル延伸区間の供用後は、平面道路を通行していた車両の大半がトンネルへ流れたため、トンネル両サイドの側道部の復旧工事に着手し、2011年12月に全ての事業を終了した。



写真-2 整備前

7. 事業効果

トンネル延伸部供用後の交通量について、開通前と比較すると、2011年11月の交通量調査では延伸前に比べ約3,500台(約17%)増加しており、港島トンネルの全線複線化により渋滞が解消されたことで、当該ルートを利用する車両が増えたものと推測される。

一方、市街地とポートアイランドを結ぶもう一つのアクセスルートである神戸大橋と利用比率で比較すると、トンネル延伸前は、神戸大橋が76%、港島トンネル24%であったのに対し、神戸大橋70%、港島トンネル30%と、若干ではあるが交通の流れも変化していることが分かった。



写真-3 完成後

	調査日	日交通量
延伸前	2008.11	20,769
延伸後	2011.11	24,245
前後比較		+3,480

表-1 交通量比較

	調査日	神戸大橋	港島トンネル
延伸前	2008.11	76%	24%
延伸後	2011.11	70%	30%

表-2 ルート別比較

この度の港島トンネル延伸事業により、トンネル全線が複線化され、これまで朝夕ラッシュ時において頻繁に発生していたトンネル内の交通混在・渋滞の発生は解消された。

また、神戸大橋を利用する車両とトンネルを利用する車両が大きく分離されたことにより、平面道路においても車両の流れが円滑になり、利便性、安全性が向上した。

8. おわりに

神戸港は、大阪港とともに阪神港として2010年8月に「国際コンテナ戦略港湾」の指定を受け、ハブ機能強化に向けて様々な施策を展開しており、この度の港島トンネル延伸による港湾物流の基盤強化によって、さらなる神戸港の取扱貨物量の増大や企業進出の促進に寄与するものである。

最後になりましたが、港島トンネル延伸事業は、大型車交通量が多く、かつ多くの地下埋設物が輻輳する現道上での開削工事であったが、事故無く無事開通を迎えることができたのは、ひとえに本事業に携わられた施工業者の努力と地元、周辺事業者及び関係機関のご協力、ご指導のおかげであります。関係各位に深く感謝を申し上げます。