

1. 京阪における鉄道延伸事業
2. 延伸事業の概要
3. 施工事例：中之島線と京阪本線の接続工事
4. 今後の展望：中之島線の延伸構想
5. 後記

第3回

写真提供：京阪ホールディングス（株）

講演者略歴



金馬 昭郎（主査）

元京阪電気鉄道（株）代表取締役社長
現在、京阪ホールディングス（株）客員



長瀧 元紀

京阪産業（株）代表取締役社長



泉谷 透

京阪電鉄不動産（株）取締役事業推進部長



谷口 智之

京阪電気鉄道（株）経営企画部部长



中井 好一

（株）奥村組 JR北梅田JV工務所所長

大阪と京都の都心部での鉄道延伸事業

戦後、京阪電気鉄道では大阪と京都の都心部において鉄道路線を延伸した。都心区域や市内交通網との結節を目的とした延伸構想は、大正時代や古くは明治時代の開業時にまで遡る。しかし、関係者との協議など課題の解決に至らず、その実現までには半世紀以上の時を経ることとなる。

昭和30年代、高度経済成長に伴う交通需要の高まりにより、悲願の大阪都心での延伸（天満橋～淀屋橋）が実現。その後、建設技術の進歩、民間事業への公的な補助の活用などにより京都市内（三条～出町柳）、大阪市内（天満橋～中之島）で路線延伸し、公共交通網の一翼を担っている。

本講演では、事業に携わった京阪電気鉄道（株）（現京阪ホールディングス（株））客員 金馬昭郎氏（元代表取締役社長）と鉄道延伸プロジェクトを担当した元京阪電気鉄道（株）技術陣、中之島線建設において在来線地下トンネルへの接続工事の施工を担当した（株）奥村組 中井好一氏（元中之島線切替部工区所長／現JR北梅田JV工務所所長）が講演した。

1. 京阪における鉄道延伸事業

京阪電気鉄道（以下、京阪）は大阪、京都、滋賀で旅客輸送を行っている。官設鉄道による京阪間の鉄道開業に続き、淀川左岸を走る鉄道の必要性を訴えて免許（特許状・命令書）を受け、1906（明治39）年に会社創立を迎えた。京阪がめざしたのは、大阪と京都の都心を結ぶ路線であり、1910（明治43）年4月15日に天満橋（大阪市：起点）～五条大橋東詰（京都市：終点）間が開通した。

免許時の起点は大阪都心に接する高麗橋詰町だったが、大阪市の「市内交通は市営で賄う」との意向により、開業時には天満橋起点に変更となった。一方、終点方では、1915（大正4）年に三条まで延伸され、京都と滋賀・大津方面を結ぶ京津電気軌道（現在の京阪大津線）と結節している。

大阪方の起点については永らく天満橋となっていたが、1963（昭和38）年に現在の起点である淀屋橋まで延伸し、開業時からの悲願であった都心への乗り入れを果たした。2008（平成20）年には中之島地区への延伸により、大阪市内中心部の東西を結ぶ路線が実現した。また京都方の終点についても、東福寺～三条間の地下化（連続立体交差事業）と1989（平成元）年の鴨東線の開業で出町柳まで延伸し、叡山電鉄との結節により洛北方面とつながった。

以下、大阪・京都市内における延伸事業の概要と特徴的なトピックスを紹介する。（金馬昭郎）

2. 延伸事業の概要

(1) 淀屋橋延長線（淀屋橋～天満橋）

免許時の大阪方の起点、高麗橋詰町（天満橋と北浜の中間付近）は大阪の都心、「商都」の中心部である船場地区との結節点である。「市内交通市営主義」を唱えていた大阪市は、京阪の都心乗入れ計画に難色を示した。大阪

市からは市内交通として整備される市電線路への乗り入れの提案があり、京阪は大阪市と協議の末「起点を高麗橋詰町から天満橋に変更し、天満橋から梅田間の市電線路に京阪が乗り入れる」という仮契約を結んだ。

しかし京阪開業後、市電線路が完成したものの「乗り入れるには車両が大きすぎる」と問題にされたことなどから乗り入れは中止となり、起点は天満橋のままとなった。その後、市電線と結節できないかといくつかの支線計画を検討したが、社会情勢や経営状況などにより、いずれも実現を見ないまま第二次世界大戦を迎えることとなった。

戦後復興に伴い、人口の都市周辺への集中と都市圏の急激な膨張が起こり、郊外鉄道が運ぶ旅客を、市営交通である市電・バスでは運びきれないことが都市交通問題としての重要課題になった。郊外からのお客さまが到着する天満橋駅では、大阪市中心部への輸送需要の増大が続いて混雑は頂点に達し、連日朝のラッシュ時には、市電・バスの乗降口に殺到した旅客が鈴なりになり、停留所に積み残された人々で混雑する光景が繰り返された。

このような状況を踏まえ、1958（昭和33）年には都市交通審議会（運輸大臣の諮問機関）が、大阪市及びその周辺における都市交通に関して、京阪を含む「郊外私鉄を市中心部に乗入延伸せしめ」国鉄および大阪市営地下鉄などとの「有機的な交通網の形成を図るべき」とした答申第3号を出した。これがきっかけとなり、京阪では、大阪都心の大動脈である大阪市営地下鉄（現 Osaka Metro）御堂筋線との結節をめざし、免許時の高麗橋詰町を起点とする路線計画を踏襲する形で、淀屋橋への延伸が動き出すこととなった。

淀屋橋延長線の工事方法は、淀屋橋駅から北浜駅付近は市電が走っている道路での開削工法、河川の周辺はケー



図1 京阪開業当時の近郊鉄道要図



図2 大阪・京都市内での路線延伸



図3 淀屋橋延長線の位置



写真1 旧天満橋駅での市電乗車の混雑状況

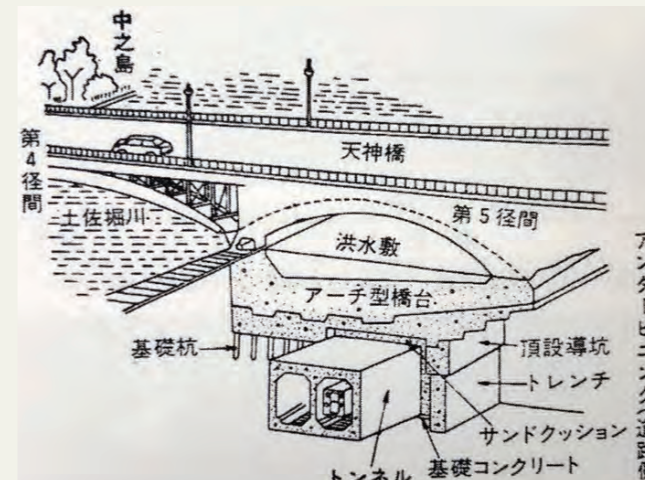


図5 天神橋橋台下工事 概要図



写真3 【事業前】 【事業後】
事業区間全景（左上写真は鴨川堤を運行する京阪電車）



写真2 淀屋橋延長線の周辺状況

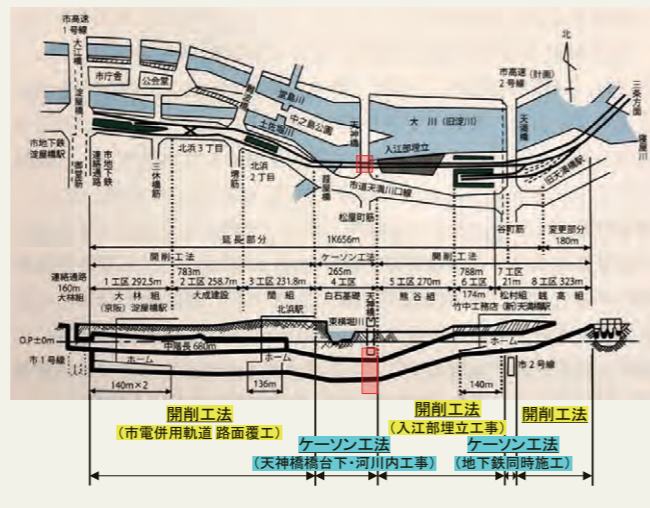


図4 工事平面図（赤色表示は天神橋橋台下工事箇所）

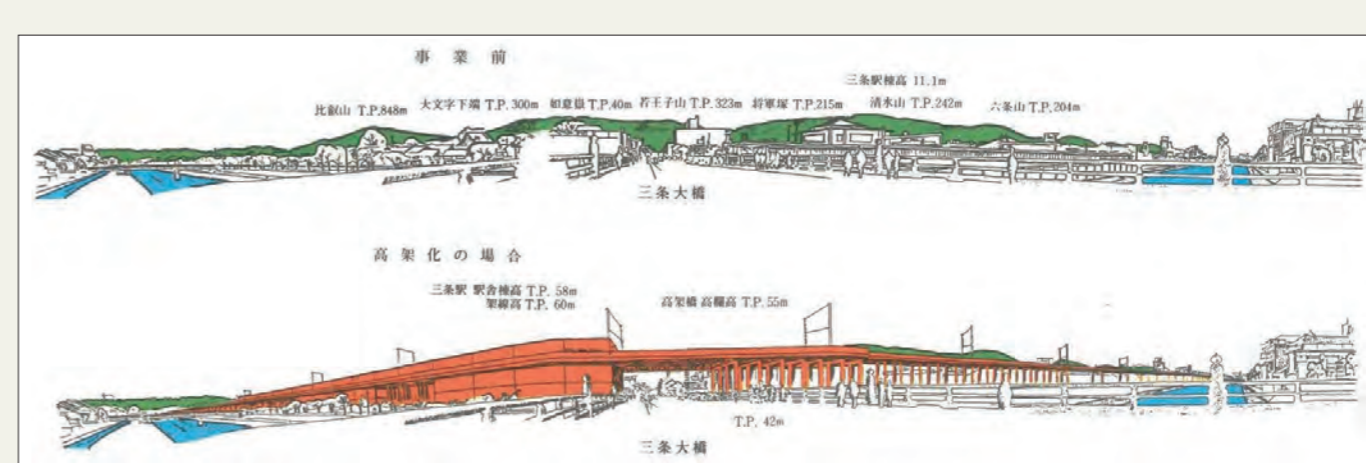


図6 高架化の場合の景観シミュレーションの一例（三条大橋から東山方面を望む）

ソン工法と開削工法を採用し1960（昭和35）年11月に起工した。最大の難工事となった天神橋（1934（昭和9）年完成、アーチ橋）の橋台の下をくぐる部分では、橋台の両側にケーソンを沈め、両側のケーソンから橋台下部に掘り進み、橋台の荷重を支えながらトンネルを構築する方法を採用した。

天神橋は堂島川、中之島、土佐堀川をまたぐ橋で、市内でも主要な橋梁の一つ。工事の影響で橋台が動くことが無いよう、非常に慎重に計画を練り施工を進めた。橋台下の掘削作業では崩落防止のための地盤改良を行い、地下水の湧出を防ぐために掘削現場の気圧を高めており、作業員は高圧環境下での人力掘削という極めて苦しい条件での作業を余儀なくされた。天神橋の部分を含め、全体工事は2年5カ月という驚異的なスピードで無事竣工し、京阪開業53年目の記念日にあたる1963（昭和38）年4月15日に淀屋橋延長線は開通した。

開業により、天満橋から淀屋橋への所要時間は20～30分かかっていたものが約5分程度となり、御堂筋線と

の結節も極めて良好で、開業1年後の全線の輸送人員は開業前年比で14%増加した。事業費は全額京阪単費で最終的に約70億円となり、当時の資本金（15億円：1960（昭和35）年、30億円：1963（昭和38）年）を大幅に上回ったが、借入と増資により資金を確保し乗り切った。

淀屋橋延長線は社運を賭けた大事業であり、多年の念願であった都心乗入れ実現への熱意の賜物である。今日も重要な礎の一つとして京阪の旅客輸送を支えている。（長瀧元紀）

(2) 鴨東線による延伸（三条～出町柳）

事業着手前の京阪本線は三条まで鴨川左岸の堤防上を走っており、洛北方面へアクセスする叡山電鉄の起点駅がある出町柳と三条は線路がつながっていなかった。そこで、京阪本線の東福寺～三条間を地下化するとともに、三条～出町柳を鴨東線として地下新線で整備することとなった。

京阪本線の地下化は戦前にも計画があり、第二次世界大戦の激化によりいったん廃止されたものの、戦後の高

度成長、モータリゼーションに伴い、連続立体交差事業として1977（昭和52）年に事業認可された。連続立体交差事業とは、鉄道を連続的に高架化、または地下化することにより、都市交通を円滑化するとともに、鉄道で分断されていた市街地の一体化を図るといった街路事業である。1969（昭和44）年に当時の建設省、運輸省により、事業のよりどころとなる「都市における道路と鉄道の連続立体交差化に関する協定」および「同細目協定」（建運協定）が締結されたことが計画推進の大きな要因となった。通常は高架化するケースが多いが、高架化の場合、都市計画道路用地を含めたかなりの用地買収が必要となること、何より我が国を代表する歴史、文化都市である京都において東山方面の景観を阻害してしまうことから、地下化により事業が進められることとなった。

一方、鴨東線は大正時代からの計画があり、いったん中断されたものの、当時路線免許を持っていた京都電燈の

流れをくむ京福電気鉄道と京阪の出資により鴨川電気鉄道（以下、鴨電：後に京阪が合併・吸収）を設立し、1974（昭和49）年に日本鉄道建設公団（以下、公団）民鉄線方式により事業化された。これは、大都市圏において輸送力増強工事を行う民間鉄道事業者の申出を受けた運輸大臣の指示により、公団が新線の建設を行い、完成した鉄道施設を当該鉄道事業者に譲渡するものである。鉄道事業者は25年元利均等償還という長期かつ低利の償還方式で公団に支払うもので、工事は公団から委託を受けた鴨電が施行した。なお鴨東線区間では、加算運賃60円をいただいて投資の回収に充当している。

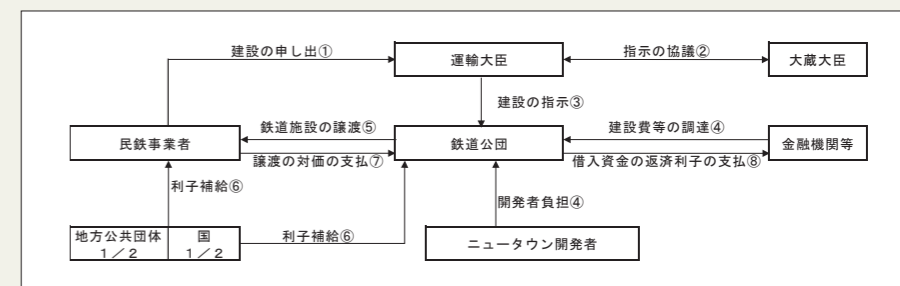


図7 日本鉄道建設公団 民鉄線方式の事業スキーム

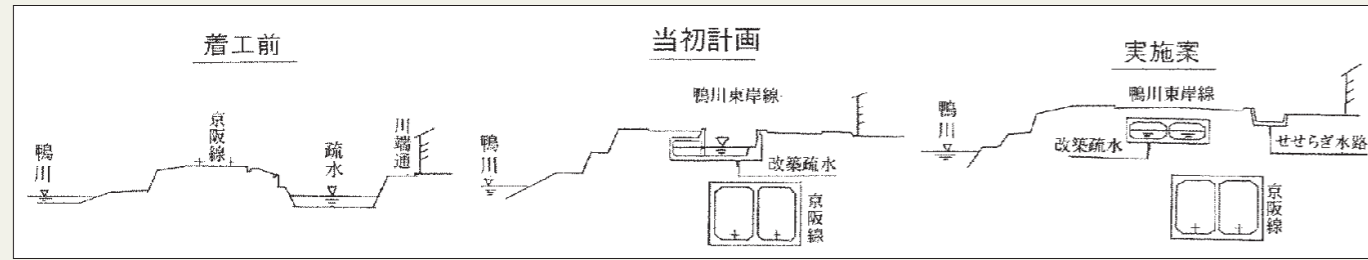


図8 工事着手前後の琵琶湖疎水断面図

これらの工事を進める上での技術的な課題としては、第一に琵琶湖疏水の改築で、工事中も含めて疏水に設置された水力発電所での発電水量を確保することと、貴重なせせらぎ空間を保全することであった。そこで、暗渠化することを基本とするものの幅員に余裕がある区間については、鉄道躯体の上に開渠で計画した。

第二に、開削工法における地下水との戦いである。躯体を構築する地下空間では、透水性の高い固く締まった砂礫層（透水係数： 10^{-1} cm/sec、N値：30~50）が卓越しており、豊富な地下水（地下水位はGL-3~4m）があるということで、いかに止水性の高い土留壁を構築できるかが重要であった。本工事に先立ち数種類の土留工法の実験工事をを行った結果、当時地下鉄工事で初となるSMW工法を採用することにより安全に施工できた。

第三に、スペースの制約から三条駅など地上施設の路下で開削工事を行う必要があったが、パイプルーフにより地上施設を仮受し、作業空間5mで施工可能な低空頭SMW掘削機を開発することにより対応した。

第四に、地上との取り付け部分における営業線直下での線路切替工事である。事前に切替区間の地上線を仮設橋梁化し、終電後に軌道・電気工事を進め、翌朝午前8時までは代行バスを運行したが、午前7時50分に試運転列車が通過できた。

東福寺~三条間は1987（昭和62）年5月に地下化、鴨東線は1989（平成元）年10月に開業したが、合わせて整備された都市計画道路 鴨川東岸線の開通により南北方向の道路交通が改善されるとともに、四条通、五条通等の踏切が廃止されたことにより道路混雑も改善された。鉄道においては、運転保安向上、施設改良などが実



写真4 土留壁施工状況（左）とSMW工法掘削機（右）



写真5 パイプルーフ工法



写真6 低空頭SMW掘削機

現し、出町柳駅が鴨東線と叡山線の結節点として機能し、洛北へのアクセスが向上した。

京都地下線の事業は、京阪本線・鴨東線それぞれに実現可能な整備スキームが、タイムリーに国で整備されたこと、行政・鉄道事業者・施工業者が連携し、知恵を出し合い尽力したことが成功の大きな要因であった。（泉谷透）

(3) 中之島線整備（天満橋~中之島）

中之島は旧淀川にできた中洲であり、東西約3km、面積約50ヘクタールの島である。歴史的には、江戸時代以降、舟運の利便性から諸藩の蔵屋敷が集中していた地区であり、明治以降も公共施設や有力な企業の社屋が建ち並び、現在でも大阪の行政・経済・文化の中心地である。しかしながら、この中之島エリアは鉄道不便地域となっており、都心部でありながら陸の孤島となっていた。



図9 中之島線整備事業概要図



写真7 土佐堀川横過箇所

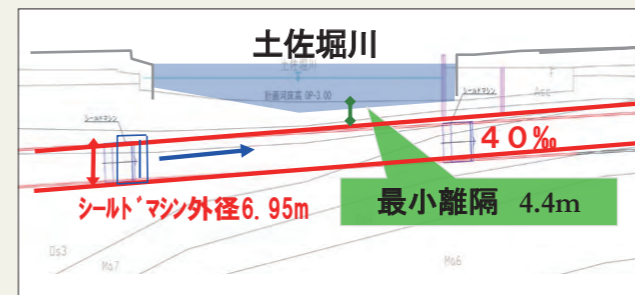


図10 土佐堀川横過部縦断面図

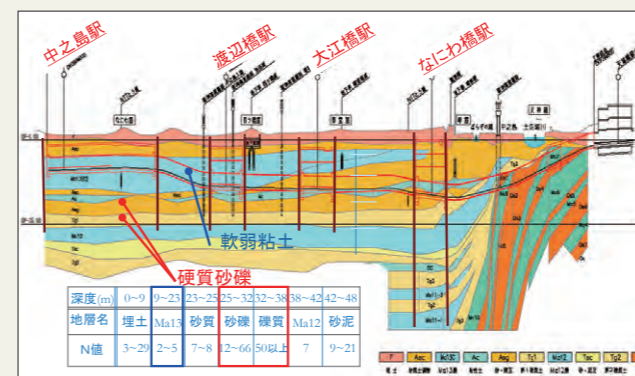


図11 地盤状況

そのような状況の中、中之島線整備計画が世に発信されたのが、1989（平成元）年の運輸政策審議会答申第10号において「2005（平成17）年までに整備着手が望ましい路線」と位置付けられたことである。その後1999（平成11）年~2000（平成12）年に、国による都市鉄道調査を実施していただき、2001（平成13）年に第三セクターである中之島高速鉄道を立ち上げるとともに事業着手と

なった。事業着手への大きな道筋となったのは、2000（平成12）年運輸政策審議会答申19号であり、ここに民間事業者に対する支援方策の見直しとして「償還型上下分離方式の導入」「第三セクターへの地下高速鉄道整備費補助の適用」「償還期間を30年から40年程度に延長」が謳われた。

中之島線整備事業の事業主体は、建設保有（第三種鉄道事業者）が中之島高速鉄道、列車運行（第二種鉄道事業者）が京阪である。事業スキームは償還型上下分離方式で、地下高速鉄道整備事業費補助の適用により国・大阪府・大阪市の補助を受けた。建設延長は中之島駅~天満橋駅までの約2.9kmであり、新駅は、中之

島駅・渡辺橋駅・大江橋駅・なにわ橋駅の4駅である。また、整備効果は、①公共交通ネットワークの充実、②中之島地区へのアクセス性・利便性向上、③モーダルシフトによる環境改善、④中之島西部地区再開発の促進、である。

技術的に大きな課題となっていたことは、第一に、土佐堀川を低土被りで横過することであった。大阪府の河川横過基準である「河床から5mかつ1.5D（D：シールドトンネル掘削外径）以上の土被りを確保すること」に対して、0.5~1.0Dでの横過計画であり、基準を満足するものではなく、なおかつ河川を直角ではなく斜め縦断的に占用する路線計画であった。これに対して、我々は土佐堀川横過技術検討委員会を立ち上げ、河川管理者もオブザーバーとして参加していただき、安全性の検討、河川管理者との協議を多数重ねたことにより占用許可を受けるに至った。

第二に、軟弱地盤である沖積粘土層と硬質砂礫層を抱えた掘削工事であった。沖積粘土層では掘削に伴う近接構造物の変位や掘削そのものへの注意に苦勞し、硬質砂礫層では開削部の土留施工においてUD-HOMETという新工法を開発することにより掘削鉛直性、遮水性を確保した施工を安価に実現できた。

駅や出入口のデザインは街の活性化に寄与したいという想いから、水都大阪のイメージや中之島公園、周辺建築物を意識したものとし、中之島全体のイメージとして「木」、建物をイメージした「レンガ陶板・石」、未来をイメージした「金属」を素材として採用し、さらに地上



図12 京阪本線切替部工区 施工位置図

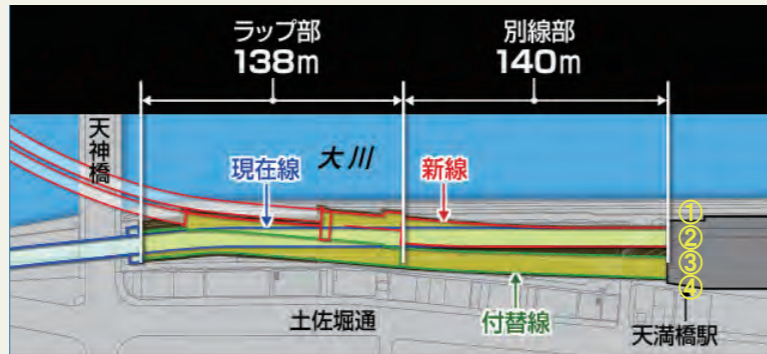


図13 京阪本線切替部工区 平面図（駅部の①～④は番線）

の復旧では、中之島公園、河川沿いの遊歩道、八軒家浜において親水空間が設置された。

中之島線整備事業の総事業費は、当初計画である1503億円から約200億円縮減した1307億円であり、その内訳は、出資金262億円（20.0%）・補助金690億円（52.8%）・借入金355億円（27.2%）である。

今年で開業から10年、本事業は若い世代が多くの経験をできたプロジェクトであった。補助金協議や管理者協議、都市土木ならではの現場経験など苦労が非常に多かったが、その分、人脈の構築や今後の技術継承に繋がっており、貴重な経験として今も生きている。（谷口智之）

3. 施工事例：中之島線と京阪本線の接続工事

延伸事業における特筆すべき施工事例として、河川に近接する在来線地下トンネルへの新線接続工事を紹介する。

(1) 工事概要

中之島線工事は全線地下方式にて鉄道を築造するものであり、7つの工区に分けて施工を行った。工事始点となる京阪本線天満橋駅に接続する278メートルの区間、京阪本線切替部工区を奥村組・竹中土木・京阪エンジニアリングサービス共同企業体が担当した。

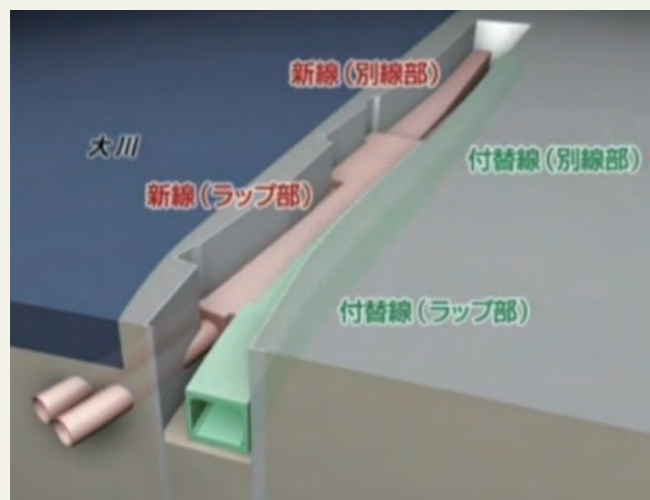


図14 京阪本線切替部工区の立体イメージ

(2) 施工のポイント

当工区の特徴は他の工区と異なり、唯一、京阪本線という巨大な営業線地下構造物を抱えるかたちでの工事を、構造物の中の列車運行に支障することなく遂行しなければならないことだった。天満橋駅は北側1・2番線を京阪本線として使用しており、南側の3・4番線は、天満橋駅で行き止まりになっていた。中之島線は京阪本線との位置関係上、1・2番線に接続するため、現在線である京阪本線を3・4番線に付け替える必要があった（付替線の築造）。工事区間は大きく2種類に分けられ、中之島線の新設躯体と現在線の躯体が重複する延長138メートルの区間をラップ部、そして既設営業線躯体との重複がなく、標準の開削工法で施工できる延長140メートルの区間を別線部と呼ぶ。躯体構築工事の流れは、まず付替線の別線部を築造し、その後、ラップ部全体を構築。そして現在線の別線部分を撤去した後、中之島線の新線躯体を構築する順番で行った。

施工条件は、河川増水時に営業線を浸水させない施工方法を採用すること、そして京阪本線の3・4番線への付け替えのために、京阪本線上下2線を同時に切替えができる空間を確保することであった。

線路の付け替えのために現在線の躯体を撤去しなければ

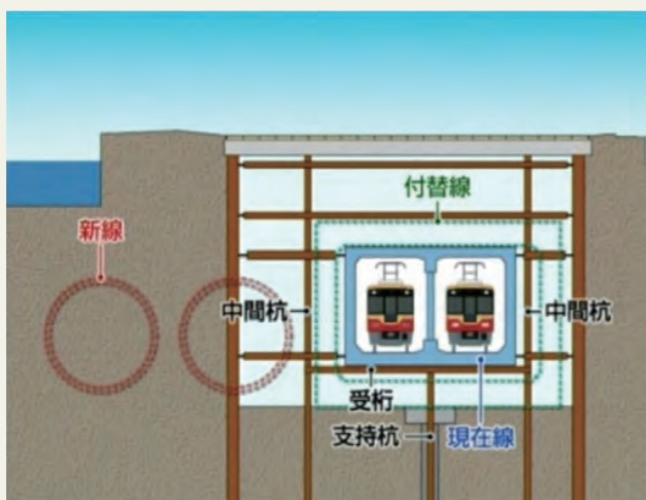


図15 営業線躯体の仮受（アンダーピニング）

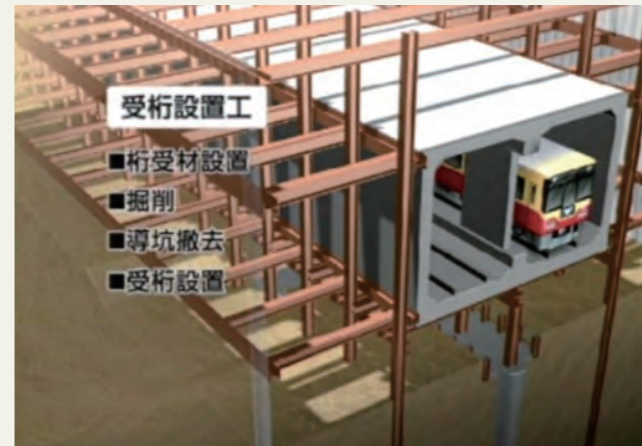


図16 仮受の立体イメージ

ばならないが、この状態で営業線への浸水を防止するには、既設躯体を取り巻く様に新設躯体を築造する必要があった。従って既設躯体をアンダーピニング工により仮受し、躯体下を掘削し新設躯体を底盤から順次築造した。

(3) 創意工夫と成果

既設躯体はコンクリート道床の直結軌道であり、掘削に伴う応力開放によるリバウンド、あるいは沈下など、直接軌道へ影響を及ぼす既設躯体の挙動が事前に予測された。対策として、事前に対象区間を砕石道床（バラスト軌道）へ設置替えを行った。施工中は常に計測管理を行い、躯体挙動を監視した。

既設躯体の仮受桁は営業線への影響を考慮し1mピッチにて設置した。この受桁架設工事において、2つ工夫した点が上げられる。1つ目の工夫は受桁にプレロードをかけ、たわみ量の予測値を先行たわみとして与えた点であり、仮受部材を設計に近い載荷状態に置き、仮受後の構造物の変位を抑制した。2つ目の工夫は躯体と受桁の間詰めモルタル。土留支保工の腹起し背面に用いられている充填袋を専用のサイズ、また閉塞した形状に加工し直し採用した。袋が閉塞できるので、モルタル充填後ブリージング発生予測時間の間、袋を両側から押し続ける事により躯体と受桁を完全に密着させる事ができた。以上2点を採用した結果、営業線躯体の沈下を予測範囲内、最小限にする事ができた。アンダーピニング工については約8カ月、京阪本線の切替えに支障となる現在線の撤去は、約4ヶ月半で全て撤去を完了させた。

京阪本線上下線同時切替え後、不要となった既設躯体を撤去し別線部における新線の躯体を構築。本線躯体の撤去は、夜間限られた時間・スペースの中で施工しなければならなかったが、今回この工事の為に専用機械を開発するなど創意工夫を凝らした。事前対策、計測管理、そして専用機械の開発により、無事全ての本線躯体を営

業線に支障すること無く仮受工から撤去まで施工する事ができた。

今回の工事は、関係者が誰も経験したことの無い内容であったが、創意工夫と日々の確実な作業の積み重ねにより、営業線の列車運行に支障を来すことなく無事工事を完了した。（中井好一）

4. 今後の展望：中之島線の延伸構想

将来の都市鉄道ネットワークの充実と、まちづくりの観点から中之島線の延伸を検討している。中之島線がさらに西へ延伸できれば、都市鉄道ネットワークの観点として、①大阪市内東西軸の強化、②なにわ筋線とベイエリアを結ぶネットワークの強化、③京阪沿線と阪神沿線の新たな鉄道動脈の形成、④統合型リゾート（IRが検討されている夢洲）と京都（東山エリア）のアクセス強化、が実現できると考えている。さらに、まちづくりの観点としても、①ベイエリアの開発促進、②大阪市内の中之島地区・京橋地区・天満橋地区における都市再生緊急整備地域の開発促進、につながるものと考えている。

現在、大阪夢洲では2025（令和7）年大阪・関西万博が予定されており、関西経済に大きな光が差している。これに続いて、大阪では統合型リゾート計画（IR）が機運として高まっていることから、その実現と合わせて、中之島線延伸構想が具体化できればと考えており、延伸路線の位置づけや技術的検討を行っている。（谷口智之）

5. 後記

今回の講演は、全事業に携わった主査の監修のもと、各延伸事業の事業記録などに基づき、内容の構成を行った。自ら担当した事業も含め、あらためて当時の関係者の強い使命感、奮闘努力に触れ、記録を残すこと、伝えていくことの重要性を痛感した。講演の機会をいただき、ご尽力、ご指導を賜った中村英夫先生をはじめ建設コンサルタンツ協会、戦後インフラ整備事業委員会ほか関係者のみなさまには心より感謝の意を表したい。

< 図・写真の提供・出典 >

- | | |
|--------|----------------------|
| 図1～5、7 | 京阪電気鉄道（株） |
| 図6、8 | 京都市・京阪電気鉄道（株） |
| 図9、12 | 中之島高速鉄道（株） |
| 図10、11 | 中之島高速鉄道（株）、京阪電気鉄道（株） |
| 図13～16 | （株）奥村組 |
| 写真1～6 | 京阪電気鉄道（株） |
| 写真7 | 中之島高速鉄道（株）、京阪電気鉄道（株） |