

九州新幹線 松原線路橋の施工

須田悦次・加藤勇気

本橋梁は営業線直上を縦断する単純合成箱桁、3径間及び4径間連続合成箱桁の複数連からなる合計21径間、総延長1,243mの国内最長の線路橋である。下部橋脚は、線路を跨ぐスパン約25mの横梁を有する門型鋼製ラーメン橋脚16基及びRC橋脚6基からなる。

鋼製橋脚の架設は短時間(206分)で架設可能な横梁回転工法(特許取得済)を開発し採用した。

また、合成桁の架設は、桁間を擬似連結させ648mと595mの2ブロックとし、起終点の作業基地から複線(曲線)合成桁を送出した。

これら多くの課題を克服し施工した結果、所定の工期で工事を完了した。

キーワード：門型鋼製ラーメン橋脚、横梁回転工法、合成桁架設、送出し架設工法

1. 概要

九州新幹線(博多・新八代間)松原線路橋は、福岡県久留米市に位置し(図-1)、JR鹿児島本線、JR久大本線の在来3線を跨ぐ、連続合成箱桁3径間×4連、4径間×2連、計20連の単純合成箱桁に縄手架道橋1連を加えた合計21連の線路橋である。桁のスパンは50~60mで、縄手架道橋のスパン85mからなる総延長1,243mを有する。在来線直上の連続合成桁で、線路橋としては国内最長の橋梁である(図-2、写真-1)。

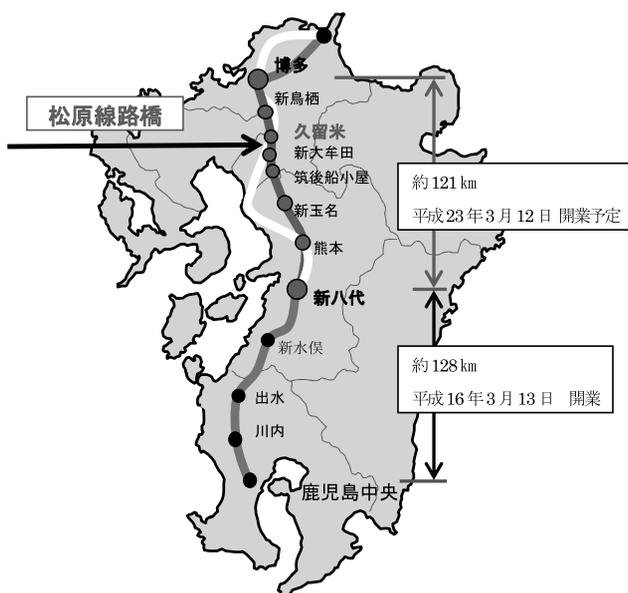


図-1 線路平面図

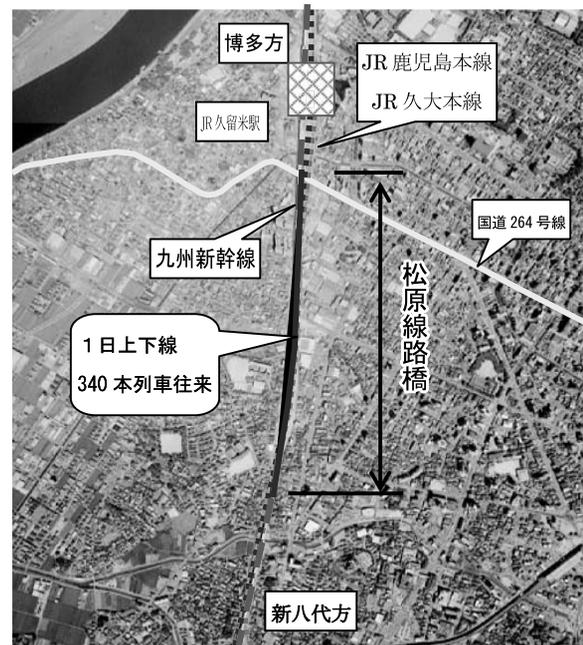
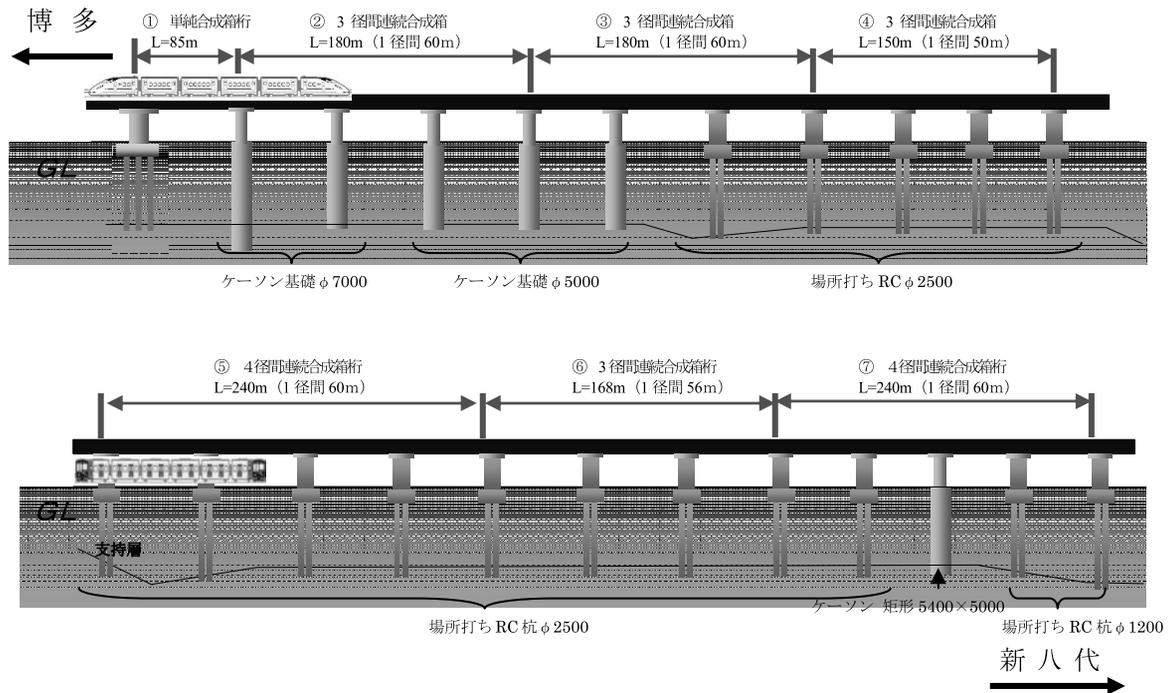


写真-1 現況写真

下部工は、在来線を跨ぐ横梁を有した門型鋼製ラーメン橋脚を16基、RC橋脚が5基からなり、市街地特有の狭隘な場所である。基礎工事は機構施工で在来線の高密度運転区間での直上工事は、JR九州への委託施工である。タイトな工事工程等の課題を解決するため、基礎杭はスリムケーソンや大口径場所打ち杭(φ2.5m)を採用した。門型鋼製橋脚ラーメンの架設では新たに横梁回転工法を開発し、線路閉鎖時間内での施工を可能にした。



図一 松原線路橋 線路平面図 線路縦断面図

上部工の合成桁架設は狭隘な場所での施工を克服するために、地組等に必要作業ヤードを起点・終点に確保し、組立完了後の合成桁を順次送出す工法を採用した。

この工法は、桁間を擬似連結させて送り出し、所定の平面位置に修正後、仮連結部分を切断し、ジャッキダウンして所定の位置に架設した(写真一2)。

2. 構造形式

桁形式は、3径間連続合成箱桁を4連、4径間連続合成箱桁を2連の構造とした。床版構造は、営業線直上での足場作業を無くすため、鉄道橋では採用実績が少ないコンクリート合成床版(図一5)とした。現場

接合は、景観性、経済性(鋼重低減)及び施工性(送出しの容易性)を考慮し、全断面現場溶接(横梁の回転工法閉合部を除く)を採用した。また、営業線直上での塗装作業をなくすため、錆安定化処理剤を塗布した耐候性鋼材を使用した。橋脚は、スパン約25mの横梁を有する門型鋼製ラーメン橋脚16基(図一3,4)を線路直上に設置し、線路に近接して5基のRC橋脚を設置した。

橋脚基礎は、場所打ち杭基礎(φ2.5mとφ1.2m)を基本とし、大型重機が進入できない箇所には小口径ニューマチックケーソン(φ5~7m)及び矩形ケーソン(□5.4×5.0m)を採用した。



写真一 2 完成写真

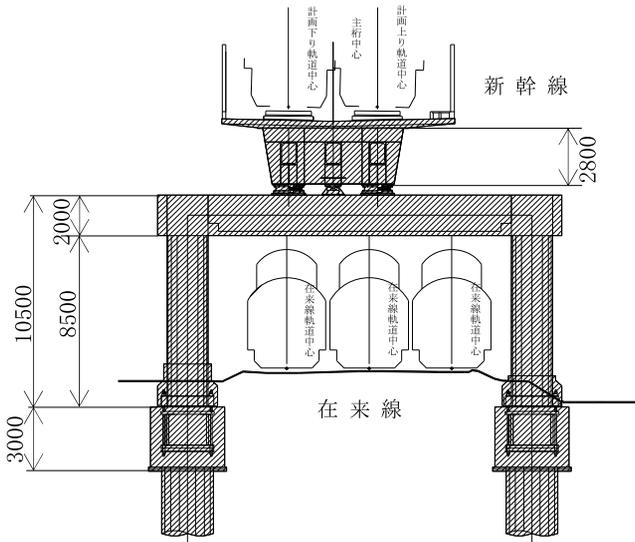


図-3 鋼製門型橋脚 正面図

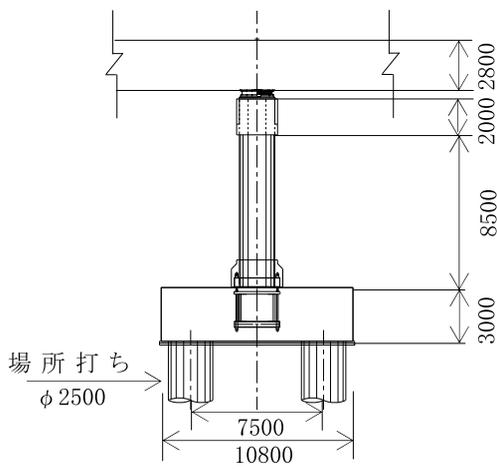


図-4 鋼製門型橋脚側面図

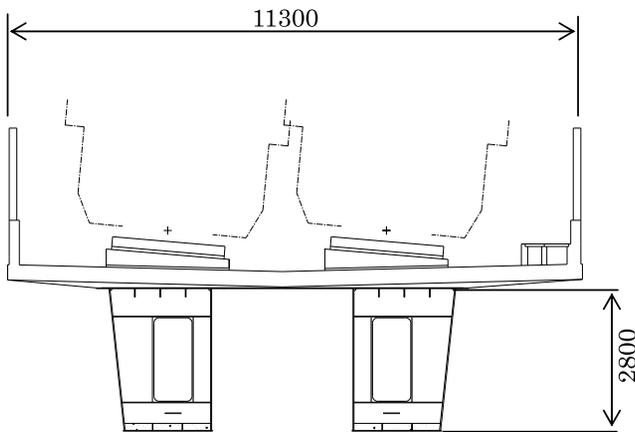


図-5 合成床版及び箱桁 正面図

3. 施工

(1) ケーソン基礎

施工に際して、圧気が逸走する恐れがあることから井戸及び地下施設について、工事着手前に半径約1.0 km の範囲で水質検査及び酸素濃度測定を実施し

た。

水質調査やヒアリングの結果、井戸の使用用途としては、大半が雑用水であった。

施工中は、エアブローによる周辺井戸への影響を考え、ブローホール及びエア回収装置の設置や地中の残留エアの抑制対策を図った。

作業環境が営業在来線の軌道中心まで4.0 m の近接した、JR 在来線と建造物に挟まれた狭隘な作業空間であるため、ケーソン基礎は完全に機械化及び無人化された小口径ニューマチックケーソン (φ 5.0 m) を採用した結果、安全且つ高品質な施工を行うことができた (図-6)。

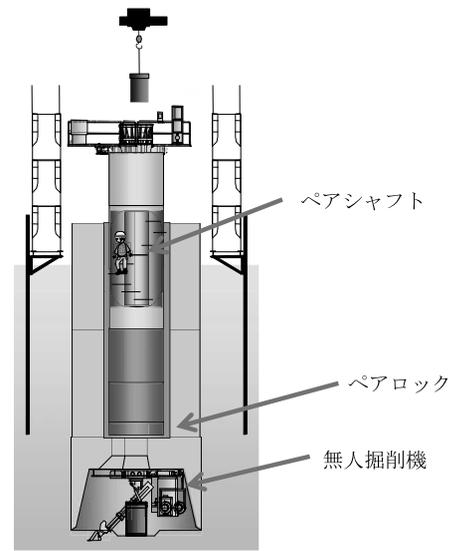


図-6 スリムケーソン略図

(2) 場所打ち RC 杭

場所打ち杭はオールケーシング工法で行った。掘削機は、φ 2.5 m については全周回転掘削機を使用。φ 1.2 ~ 1.3 m は揺動式掘削機(パワースイングジャッキ)を使用した。φ 2.5 m の場所打ち杭はハイドログラブ (写真-3) で削孔した。補助クレーンは100 ~



写真-3 ハイドログラブ

200 ton を使用したため、交差する道路横断時はクローラークレーンの解体組立を頻繁に行わねばならなかった。

鉄筋籠組立に際して、リングをアングルやH型鋼で補強を施し、コンクリート打設は掘削機が大型な為、打設箇所が高く、生コン車から直接打設できない為、コンクリートポンプ車を使用し打設した。

(3) 軌道計測工

全区間が、営業近接工事となるため、ケーソン工事及び場所打ち杭工事は、在来線の軌道に対し、影響を及ぼす可能性が懸念された。ケーソン工事箇所及び場所打ち杭施工箇所（φ 2.5 m）の部分では、軌道及び踏切付近の障害物検知器に変状を及ぼすことにより、JR 在来線に影響がないよう、24 時間の監視が必要となった。軌道の計測は自動計測機を採用し、各施工開始前に、プリズムをレールや障害物検知器、鋼矢板、架線柱などに、必要な個数を設置した。測定期間は、施工が完了するまでの間、毎日計測を行った。

(4) 橋脚基礎

アンカーフレーム据付には、鋼製門型橋脚の門柱と、鋼製横梁に誤差が生じれば設置不可能となる為、高い精度が求められた。フーチング下筋を配筋後、アンカーフレーム架台を設置する下部分までコンクリートを先行し打設した。コンクリート打設後、測量を行いアンカーフレーム架台の設置を行った。些細な誤差が、工事全体の工程に影響を与えるため、施工には細心の注意を払い高い精度で測量を行い施工を行った。また、アンカーフレーム部材と補強筋及び橋脚の鉄筋が複雑に絡み合う構造なため、生コンクリートの流動性を高め品質の向上に努めた（写真—4、5）。



写真—4 アンカーフレーム設置状況

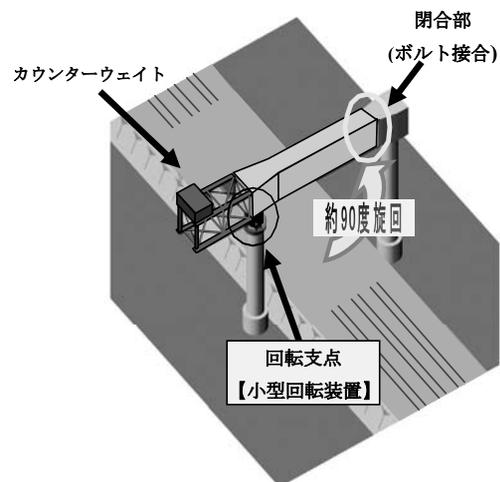


写真—5 門型橋脚基礎完了（場所打ち杭）

(5) 鋼製門型橋脚

門型橋脚横梁の架設 16 基は、営業線直上であることから、架設バント設備の設置は不可能であり、その場合の一般的な方法として、トラッククレーンによる架設が考えられた。しかしながら、本橋は狭隘な作業ヤードのため、大型クレーンの進入や組立・解体ができなかった。さらに、夜間の線路閉鎖時間は 206 分であり、短い時間内で一連の架設作業が完了できる方法が要求された。

施工可能な架設方法として、横梁を回転させる方法が考えられるが、装置を狭隘な作業空間でも架設が可能なように、装置の小型化が課題となった。そこで、狭隘な作業空間でも架設が可能な、小型の横梁回転工法を新たに開発することとした（図—7）。



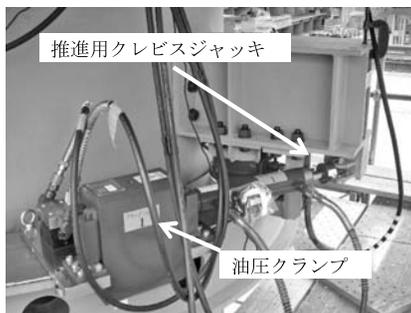
図—7 横梁回転工法図

具体的には、回転中心となる橋脚柱の中央に回転支点を設け、架設する橋脚横梁とそれとバランスさせるカウンターウエイトを設置した後、全重量をピボット杓で受ける工法である。回転は油圧クランプ装置を反力とし、回転方向へ推進力を与えるクレビスジャッキを組み合わせた小型回転装置(特許取得済)により行っ

た。回転に要する時間は僅か30分で、閉合直後、接合部は短時間で行えるボルト接合とした。なお、当回転工法については、事前の実証実験（1/2の模擬実験）を行い、適用性を確認の上、施工を行った（写真—6～8）。



写真—6 小型回転装置-1



写真—7 小型回転装置-2



写真—8 実証実験 (状況)



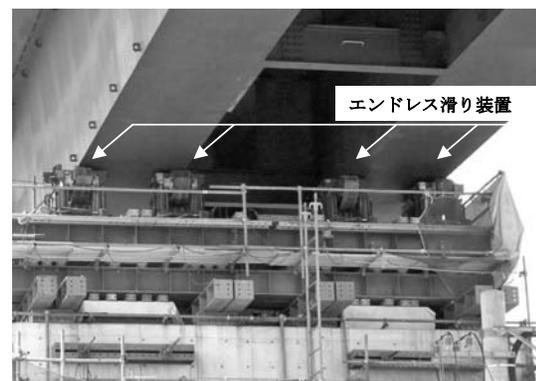
写真—9 夜間橋梁回転施工状況

(6) 合成桁の架設

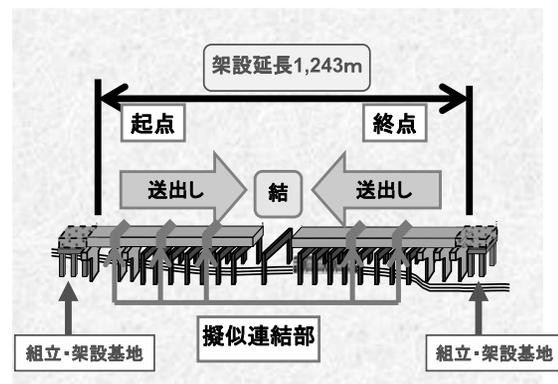
施工ヤードが狭隘なことから、上部工架設でもクレーンが使用できず、横取り架設もスペースが取れないために、経済性や工期の面では不利であったが安全性及び確実性を鑑み縦取り送出し架設を採用した。

上部工を擬似連結することにより、工期短縮を図った。又、組立送出し基地を起終点に設け、起点側（L = 595 m）と終点側（648 m）から中央に向け送出し結合させた。

送出しに際しては、各橋脚にエンドレス滑り装置を設置して桁を搭載した状態で方向修正が可能な構造とした（写真—10、図—8）。



写真—10 エンドレス滑り装置配置状況



図—8 合成桁送出し計画図

送出し架設（夜間）に要する時間は、120分で1径間を送出し、送出した作業日数は延べ21日で完了させた。ただし、準備作業や発進基地での桁の組立作業を含めると14ヶ月を要した（写真—11、12）。

その後、送出し完了後に擬似連結部を切断し、橋梁毎に桁降下（ジャッキダウン）を行った。

なお、送出し架設時に合成床版の鋼製型枠を搭載することにより、床版施工に伴う活線直上での足場設置作業等を省略し、安全上のリスクを回避させた。

今回の工事においては、橋脚・合成桁の製作もあわせ、7工区の企業体が協力し、狭隘箇所での競合工事

が多数あるなか、工程会議では最適工程（全体）を優先させ施工した。



写真—11 夜間送出し施工状況



写真—12 桁送出し（中央部）全景

営業線近接及び線路直上での工事で、万一事故が発生した場合は、社会的影響が大きく困難な条件下での長大橋梁工事であったが、事前の綿密な工程調整と細部にわたる計画と検討、各施工段階で次段階の問題の洗い出しと対策を実施した結果、無事故で期限内に工事を完了することが出来た（写真—2）。

なお、松原線路橋は(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構及び九州旅客鉄道(株)の両者で平成21年度土木学会田中賞（作品部門）を受賞することが出来た。

本工事に携っていただいた関係各位に感謝の意を表します。

J C M A

【筆者紹介】



須田 悦次（すだ えつじ）
 (独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構
 九州新幹線建設局 工事第二課
 課長補佐



加藤 勇気（かとう ゆうき）
 九州旅客鉄道(株)
 施設部 工事課
 主席