

アーチ橋の曲面と直線的なケーブルが幾何学模様を描く美しい構造の鋼単純ニールセンローゼ橋。橋梁奥左岸にグランドスタンド棟などの施設が建設され、2019年6月に海の森水上競技場が完成した。写真中央奥には東京ゲートブリッジが見える。



## 東京港・東西水路横断橋(仮称) 次世代につながる橋梁技術

東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会のボートとカヌー(スプリント)競技のコースとなる水路を横断する、東西水路横断橋(仮称)が架設された。鋼材には橋梁用高性能鋼材(SBHS鋼)が採用され、溶接施工性の向上と鋼材重量の低減の実現に貢献した。東西水路横断橋の架設プロジェクトを通して、次世代につながる橋梁技術に迫る。

### 臨海部と五輪のインフラ整備

東京都では、コンテナ貨物量の増加に対応し、競争力をさらに高めるため、中央防波堤外側地区に新たなコンテナふ頭を整備している。中央防波堤地区と臨海副都心を結ぶ南北軸のアクセスは青海縦貫道路のみで、今後の取扱貨物量の増加や中央防波堤地区の開発に伴って、交通需要の増大で激しい渋滞が予想される。そのため新たな道路として、東京港臨海道路南北線(以下、南北線)の整備が進められている(図1)。

南北線は総延長6.1kmで、10号地その2埋立地から第二航路の下をトンネルで通し、中央防波堤内側埋立地と外側埋立地間の水路を橋梁(東西水路横断橋)で跨ぎ、大田区城南島と江東区若洲の東西軸を結ぶ東京港臨海道路と立体交差して接続する。事業はトンネル区間を国土交通省、北側の有明地区と南側の中央防波堤地区からなる平面道路区間を東京都が担当している。

東西水路横断橋は建設地の現場条件により、大型の起重機船が使えなかった。さらに羽田空港に近く、航空機の飛行

ルート上にあるため、航空法によって航空機が離発着する時間帯は、高さ約70mより上空にクレーンのブームなどを伸ばせない制約があった。したがって高さが100mを超える大型の起重機船は利用困難だった。そのため橋梁の架設は、水路脇のヤードで組み立てた鋼桁(図2)を大型台船に載せて現地まで運搬するという、台船架設による一括架設が採用された。また東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会のボート・カヌー(スプリント)競技会場となる海の森水上競技場の競技コースを横断するため、桁下高を確保した橋脚のないアーチ形式となった。

南北線が整備されることで、東京ベイゾーンの中心会場となるお台場地区や、選手村が設置される晴海地区を結ぶルートとしての活用も期待されている。

### 環境に配慮した基礎杭工法

東西水路横断橋は橋長249.5m、全幅員34.3m(張り出し部も含める桁間は24m)、鋼重6,230tのアーチ部材と補剛桁との間を斜めに張ったケーブルでつなぐ鋼単純ニールセンローゼ橋で、下部工は鋼管矢板井筒基礎と三重管杭基礎形式(図3)

●東京港臨港道路南北線と東西水路横断橋の位置図(図1)



中央防波堤地区の開発と交通需要の増大に対応するため、新たに臨港道路南北線と接続道路の橋梁などを整備している。黄色の丸部の橋梁が東西水路横断橋。

●鋼桁組立ヤード(図2)



最高部で30mに達するアーチの存在感は格別だ。



架設地点から離れた組立ヤードで、ブロックを組み立てた。

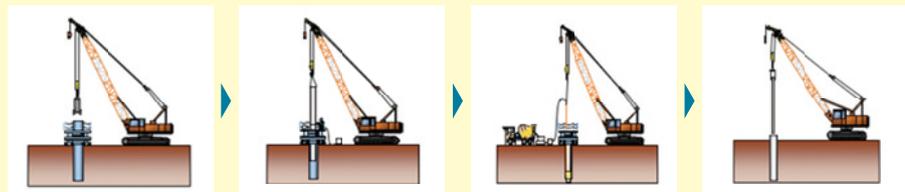
を採用している。

建設地は厚さ10m程度の埋立廃棄物層の下に、厚さ20～40mの軟弱な有楽町層が堆積している。橋梁構造を支える基礎杭を廃棄物層の上から直接打設すると、廃棄物を杭先端に巻き込んだ状態で、ごみや浸出水を遮水層下まで引っ張り込むことになる。厚く堆積する軟弱な有楽町層は、廃棄物処分場の重要な機能である遮水層の役割を果たしており、廃棄物処分場内の浸出水が区域外に拡散することを防いでいる。基礎杭がこの層を貫くことで「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」で定められている遮水層としての機能を損なう恐れがあった。

三重管杭基礎工法は、オールケーシング工法(全旋回掘削工法)により廃

棄物層を掘削・除去し、その中に外周管と本杭の2本の杭を打設し一体化する工法で、杭打設時の廃棄物の巻き込みを防止するとともに、遮水層を貫いても浸出水の拡散防止を可能にする。東京ゲートブリッジ建設時に日本初となる三重管杭基礎工法が開発・施工され、その知見が東西水路横断橋にも活かされた。橋台工事は2017年7月に始まり、2018年7月に完了した。

●三重管杭基礎工法の施工手順(図3)



①オールケーシング  
φ2000打設

ケーシングパイプを地中に圧入し、それで孔壁を保護しながら掘削・土砂を排出する。

②外周管φ1700打設

できた孔に外周管杭を打設する。

③流動化材充填  
オールケーシング引抜

外周管とケーシングパイプとの空隙部に流動化材を充填し、ケーシングパイプを引き抜く。

④本杭(φ1000)  
打設モルタル充填

本杭を打設したあと、外周管との空隙部にモルタルを充填し一体化する。

## 溶接性に優れた橋梁用高性能鋼材を採用

上部工の地組立・上架は、架設地点から西に約400m離れた東西水路脇の組立ヤードで行われた。地組立は工場から運ばれてきたブロック2つから架設用の1ブロックをつなぎ合わせ、そのブロックを吊り上げて組み立てていった。1ブロック当たりの重量はアーチリブが15～45t、補剛桁が最大50t、鋼床版が5～15tにのぼった。補剛桁は30回に分けて上架され、全部で60ブロックに及んだ。鋼床版は補剛桁を追いかける形で配置された。標準部長さ13.2m×幅3mを基準に割り付けているものの、両端部は補剛桁のつなぎ目と異なる箇所が多く、さまざまな形状の鋼床版パネルが配置されている。そのためパネル数は約250枚に達した。

部材同士の接合は、基本的に溶接構造となっている。箱桁の板厚は50～99mmと厚く、鋼床版も標準は16mmながら端部は40mmに達する箇所もあった。溶接箇所は補剛桁で24×2箇所、アーチリブで28×2箇所あり、現場での溶接延長はすみ肉6mm溶接換算で100kmに及んだ。溶接部の仕口誤差は一般

部で許容値として±3mm、板厚が50mmを超える個所では±5mmで設定された。

鋼板には橋梁用高性能鋼材を採用することで、溶接施工性の向上と鋼材重量の低減を図った(詳しくは連携記事参照)。地組立は2017年4月から始まり、上架を経て2018年7月に架設準備が完了した。

## 例をみない台船一括架設

組立ヤードで作られた、鋼重6,000tを超える巨大な鋼桁を多軸台車に載せ、大型台船で運ぶロールオンは、これまでにあまり例のない施工方法であった(図4)。2018年8月、鋼桁(大ブロック)はヤードから台船に多軸台車ごと運び込まれ、台船上の脚架台にジャッキダウンされた。鋼桁を載せた多軸台車の搬入に対応し、その後の架設位置までの移動や桁架設をスムーズに行うため、積載能力14,500t級と18,500t級の2隻の台船をスペーサー台船でつなげたものが用いられた。台船と護岸のレベルが最適化される潮位の基準になるまで潮待ちをしたあと、毎分35cmという非常にゆっくりとしたスピードで桁を台船に移

### ●台船一括架設の施工手順(図4)



1 自在に方向を変えることができる巨大な多軸式特殊台車を、水路脇で地組された鋼桁の下に滑り込ませ、引き出すように台船の上に移動させる。



2 鋼桁を大型台船に載せる(ロールオン)。



3 鋼桁を、組立ヤードから東へ400m離れた架設ポイントまで運ぶ。



4 架設ポイントで台船を旋回させた。

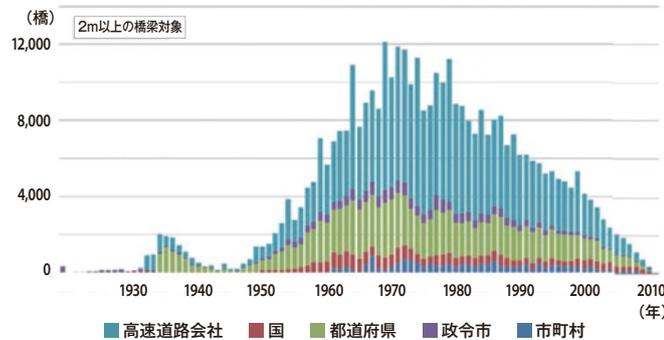
## サステナブル社会に貢献する鋼橋システム

日本では高度成長期以降、約25万の橋梁（橋長2m以上）が建設され、建設後50年を経過した現在には老朽化が顕在化している（図5）。また、全国に広がる道路網の維持・強化、とりわけネットワークの分断につながらないような地方道路網の維持・強化も重要で、橋梁のリニューアルなどによる強靱化・長寿命化が重要な課題となっている。東京では1964年のオリンピック・パラリンピック競技大会時に整備された首都高速道路の約8割は橋梁が占め、老朽化した橋梁の架け替えに膨大なコストと時間がかかっている一方、2020年の大会を契機にインフラ整備が加速的に進んでいる。東西水路横断橋もまた都市基盤を支える貴重なストックとして、長期供用されることを前提とした設計・施工が行われている。

鋼構造は社会の持続的成長にマッチしたシステムであり、性能のさらなる向上が期待されている。サステナブル・コンストラクション（持続可能な建設）の実現に向け、日本鉄鋼協会と日本鋼構造協会は、社会インフラの老朽化に対応する技術開発の連携活動を進

めており、その一環として長寿命でサステナブルな鋼橋システムの研究開発に取り組んでいる。その中で鍵となる技術には、耐食性や強度に優れた構造材料、新たな接合技術、寿命予測技術などが挙げられている。合理的・経済的な設計・施工、構造物の軽量化と長寿命化、ミニマムメンテナンス化などを実現する鋼橋システムのテクノロジーが、これからは日本のインフラを支えていく。

●建設年度別橋梁数（道路橋）（図5）



（道統統計年報橋梁現況総括表より作成）

動させロールオンを完了し、架設地点近くまで400m航行した。

桁架設は初日に北北西から秒速10m近い風が吹き、桁の真横から風を受ける過酷な状況となった。そのため桁回転を断念したもの、翌日はべた風となり、実際に架ける橋軸と同じ角度

に移動させた。そして潮位が上がったあと、台船のバラストを調整し、架橋位置を合わせて桁を降下させ、台船を退出させた。下部構造に桁を受けるとき、支持系が台船支持系（中間部受点）から支点支持系（下部工上の端部受点）へ変わるため、桁のたわみが増える。上部構造への影響を防ぐため、形鋼を井桁状に組んだブロック（サンドル）6基と1,000t油圧ジャッキ6基を用いて、桁を所定の高さまでサンドルと油圧ジャッキを交互にゆっくりと1回当たりジャッキストローク約100mmで降下させ、架設を完了した。

東京都が建設を進めている東西水路横断橋工事は、ショットブラストの施工と舗装工事まで進捗しており、終盤を迎えている。高い水準の橋梁技術に裏付けられた美しい姿を、東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会で世界にお披露目できる日まで、東西水路横断橋は静かに出番を待っている。



潮位の変化に合わせて大型台船のバラスト水を調整して台船を退出させ、油圧ジャッキとサンドル（井桁上に組んだ支台）を用いて鋼桁をゆっくりと降下させた。

●取材協力・写真提供 東京都港湾局  
●文 杉山香里