

掘らない? 沈める? 陸上でつくった海底トンネルを 抜けた先に、物流の未来が広がる



海洋事業部プロジェクト部
松尾憲司

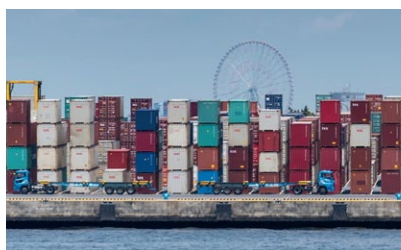
海洋事業部国内営業部
萩原政弘

貿易の要である東京港。その国際競争力を高めるために、着々と港湾整備が進められています。取扱貨物量は堅調に伸びましたが、大型コンテナトレーラーなどによる交通渋滞という課題が新たに浮上してきました。そこで、東京オリンピック・パラリンピック開催も控える中で計画されたのが、物流ルート増強のための海底トンネル建設です。経験のない短工期。使用期限が限られた〈沈埋函〉製作ドック。航路を確保しながらの海上施工。わずか60ミリの許容誤差……。その困難なミッションを可能にした、〈東京港臨港道路南北線 沈埋函工事〉について紹介しましょう。

📍 海面下12メートルに沈設された沈埋函

首都圏の物流を支える上で、 浮上してきた大きな社会課題

プロジェクトの舞台は東京港。首都圏の市民生活と産業活動を支える重要な貿易港として、国内一の外貿コンテナ取扱量を維持しています。しかし、全世界のコンテナ貨物量の増加に対して日本の伸びは低調に留まり、国際的な地位は低下しつつありました。



その要因は、物流量が際立って増加している東アジア諸国の港湾の台頭です。大手海運企業が効率化のためコンテナ船の大型化や寄港地の絞り込みを進める中、戦略的な港湾施策に遅れをとった東京港は、国際基幹航路から外れていったのです。その結果、他国の主要港でのトランスシップ(積み替え)という寄り道が生じ、コストの上昇や輸送時間の延長が生じていました。

そこで東京港では、コンテナ船の大型化や取扱貨物量の増大に対応すべく、インフラ整備を進めています。コンテナ取扱量は堅調に伸びてきましたが、また新たな問題が浮上しました。コンテナを輸送するトレーラーの増加によ

って生じる交通渋滞です。

東京港の周辺道路は整備が進んでいるものの、〈有明・青海地区〉と〈中央防波堤地区〉を繋ぐのは東京港第二航路トンネルのみ。中央防波堤地区では新たなコンテナターミナルの整備が進んでおり、コンテナ貨物量のさらなる増加が見込まれます。

また、東京港エリアには東京オリンピック・パラリンピックの競技場も点在するため、開催中には交通規制も実施され、一層の混雑は避けられません。渋滞中の大型トレーラーの排気ガスが地球温暖化の一因にもなること、一般車両も走行する中で渋滞による時間ロスを取り戻そうとする運転によって事

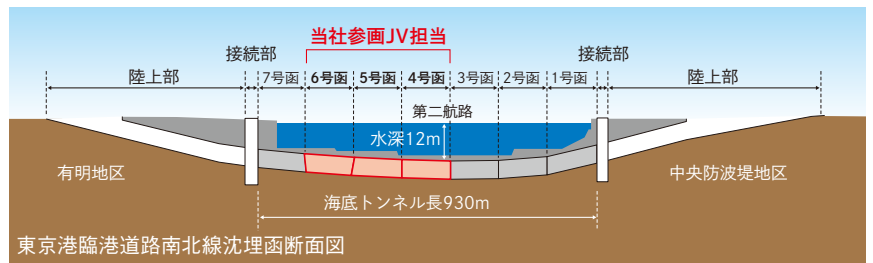
故の危険性が高まること、地震や台風などの災害時に物流機能が脆弱化すること……。これらさまざまな課題を解決すべく、国土交通省によって計画されたのが〈東京港臨港道路南北線〉です。

7つの巨大な函(はこ)を繋いで、東京港の海底にトンネルを通す

〈東京港臨港道路南北線〉は第二航路トンネルのルートと平行して計画されましたが、陸上部に十分なスペースがないこと、建設期間中の航路制限が伴うことなどから、橋梁ではなくトンネル建設の方向で検討が進められました。通常、トンネルは巨大な掘削機で掘り進んでいく施工法でつくられますが、今回は工期、周辺状況や安全性といったさまざまな課題がありました。

そこで採用されたのが、沈埋函トンネル工法です。陸上で製作した巨大な長方形の函を海底に沈めて繋いでいくことで、前述の懸念がすべてクリアされるだけでなく、工期の大幅な短縮も可能となります。東京オリンピック・パラリンピック開催を控え、極めて短い工期での完成は現場に課せられた絶対条件だったのです。

では一体なぜ、製鉄会社を母体を持つエンジニアリング会社が、海底トンネル建設に手を挙げたのでしょうか。もともと鉄を使った多くの海洋プロジェクトを手がけてきた中で、私たち日鉄

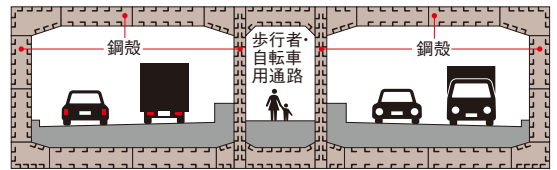


エンジは沈埋函の設計・製作におけるノウハウを培ってきました。鋼殻と呼ばれる外壁部分の鋼板を二重に

使った構造とし、その間にコンクリートを流し込むサンドイッチ工法(右上図)もその一つです。いまや各経済圏における不可欠な物流網となった大阪・夢咲トンネルや北九州・若戸トンネルなどで約30年の実績を重ね、沈埋函のエキスパートと自負しています。

全国各地で製作したブロックを東京湾のドックで組み立てる

そんな私たちにとっても、通常の約半分、約2年という製作期間はかつて経験がありません。片側各2車線と中央部の歩行者自転車路からなる海底トンネル部は全長約930メートル。134メートルの沈埋函7つで構成されます。日鉄エンジは五洋建設、東洋建設との共同企業体(JV)に参画し、4・5・6号函の製作設置を担うことになりました。中でも最後に設置する6号函は、トンネル全体の長さ調整を伴う非常に難易



サンドイッチ工法/函体外面・内面すべてを鋼板で作り、鋼板の間にコンクリートを打設して一体にする方式

度の高い函です。

沈埋函の製作が遅れると、沈設も含めた全体工程が遅れてしまいます。「直ちにスタートダッシュしなくては」と、受注が決まるやいなや担当者は現場に入りました。まずは、4・5号函の製作にあたります。造船所の修繕船用ドッグの予定が詰まっており、利用できる期間はわずか7か月。とくに5号函は曲線を描く設計であり、組み合わせるブロックが126個にも及んでいて、その溶接の全てをドックで行うと、工期の大幅な遅延が生じることが想定されました。

そこでドッグ内での作業を減らすために考案したのが、ブロック製作工場までを連続して実施することです。そのため、実績のある当社グループの日鉄鋼構造をはじめとして、ブロックを短納期で確実に供給でき、かつ組立ま



でを任せられる工場を慎重に選定して
いきました。また、工場ごとの品質の
バラつきを抑えなければなりません。
全国10か所の工場に足を運び、とき
には函の中に溜まった雨水に足を取られ
ながら、品質検査を何度も繰り返して
いきました。

こうして工期のメドは立ちましたが
4・5号函の製作は同時進行です。プロ
ック同士の組立を一部移管した工場は
全国各地に散っています。大量の
ブロックを毎月5～6回の頻度で、
全国から横浜のドックへと海上輸
送する手段を確保しなくてはなり
ません。その間、大型台風の接近
もあり、ドックへの受け入れタイ
ミングの微妙な調整にも神経を
配り続けました。

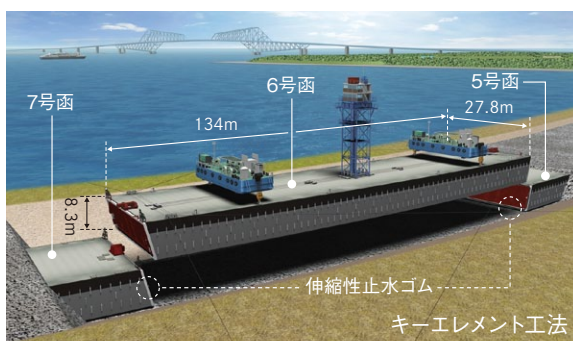
さらにドックでの組立作業も容易で
はありません。コンクリート打設部分
は1函あたり1,000か所に分割されて
おり、その一つひとつの検査も必要と
なります。全長が134メートルともな
ると、日射による温度変化で寸法が変
動してしまうため、計測は夜明け前か
らの作業となりました。

わずかなズレも許されない。 最終函で生きた知見と経験

製作過程における工夫により、1年
目には4・5号函、2年目には6号函
の鋼殻製作を工期通りに終え、次はコ
ンクリートの打設です。まずはドック
から仮置き場となる岸壁まで曳航しま
す。洋上にゆらゆらと浮かんだ状態
での作業において、いかに精度の高い鋼

コンクリート合成構造にしていけるか。
鋼殻変形のシミュレーションを何度も
繰り返して正確な寸法へと仕上げた
鋼殻に、1函あたり約24,000トンもの
コンクリートが呑み込まれていきます。

こうした製作作業の中でもクライマ
ックスとなったのは、最終函となる6
号函です。本来なら、正確なサイズを
把握するために、両側の5・7号函の
沈設を終えてから製作に着手するのが



望ましい手順となります。しかし今回
は短工期という制約のため、6号函の
製作を先行させる必要がありました。

そこで私たちは、6号函をあらかじめ
長めに製作し、先行函の沈設後の長
さに合わせてカットできる調整部分
を設けるとともに、〈キーエレメント〉と
いう工法(上図)を採用しました。こ
の工法により、従来の水圧接合方式に
必要となる継ぎ手をかませる最終工程
を省略でき、ジョイント部の伸縮性止水
ゴムによってトンネル延長の誤差を吸
収することが可能となります。

とはいえ、最終の誤差は両端各60ミ
リ以内に収めなくてはなりません。最
終の長さを決定する際は、五洋建設の
シミュレーションの知見と、それを実現
する日鉄エンジの構造設計の経験値を
持ち寄り、検討に検討を重ねました。

そして2019年7月6日、6号函を沈
設する日を迎えます。「60ミリの誤差を
超えたら、うまく接合できない」「あれ
だけ検討したから大丈夫だ」

不安と自信が交錯する中で見守
ること約8時間、海面下10メート
ルでの沈設作業は無事に完了となり
ます。ゴムによって吸収された
誤差は、わずか17ミリでした。

7月11日には5号函と6号函を
隔てるハッチが撤去され、貫通式
が行われました。その後、関係する

6つの共同企業体との綿密な調整を重
ね、道路部分となるコンクリートの打設
などが実施されていきました。2020
年6月には「東京港海の森トンネル」と
して開通し、コンテナトレーラーの往来
が始まっています。

東京オリンピック・パラリンピックは
延期となりましたが、その原因である新
型コロナウイルス感染症による混乱の中
で、物流というライフラインの重要性
が再認識されました。物資の流れを止
めない、滞らせない。トンネルを抜けた
その先に、未来への道は続いていきます。

Q 沈埋函の沈設では、なぜ
浮かべたり沈めたりできるのか?

A 函の両端を遮蔽壁で閉じると、
内部が空洞となるため、同じ
容積の海水より軽くなり……

↑ 浮かぶ ↓ しずむ

函内のタンクに海水を注ぐと、
重さが増していき……

Customer's Voice

急ピッチが課せられた難事業に、技術力を発揮していただきました

貴社には、日本の物流を支える港湾インフラ整備にお
いて、これまでジャケット工法やハイブリッドケー
ソン工法などで、技術支援をいただいているところ
です。今回、有明10号地と中央防波堤地区を結ぶ臨
港道路(東京港海の森トンネル)では、最終函を含
む4・5・6号函の製作・築造の担当として、五洋
建設と東洋建設とともにJVを組んで施工に尽力
していただきました。

2020年夏に開催予定としていた東京オリパラ
までの供用を目指したことから、現地着工から4年
という急ピッチの工期が課せられた難事業でした。
沈埋函の製作から沈設そしてトンネル内の内部構
築まで、大変厳しい工期の中で、その技術力を遺
憾なく発揮していただきましたことに改めて感謝申
上げます。



関東地方整備局
東京港湾事務所
所長

川崎俊正 様