

ボスポラス海峡沈埋トンネル工事における仮設立坑の計画

大成建設 正会員：○外山 雅昭
 大成建設 正会員： 小山 文男
 大成建設 正会員： 土屋 正彦

1. はじめに

ボスポラス海峡横断鉄道トンネル建設工事は、海峡連絡橋の交通渋滞緩和を目的として全長：13.6km の鉄道トンネルを建設するものである。このうちの海峡横断部沈埋トンネル工区（全長：1.4km）においては、先行して敷設した沈埋函体（以下、「函体」）の上に仮設立坑（以下、「立坑」）を架設するという、世界初の工法が採用された。

立坑はシールドトンネルが函体に到達するまでの間における函体への唯一のアクセスルートであり、その重要性は極めて高い。一方で、建設地点の自然条件は25mを超える水深、常時3kt前後の潮流という極めて厳しいものであり、かつ周囲を錯綜する船舶が立坑に衝突する危険性もある。この条件の下で成立する立坑構造、現地架設方法および安全対策が必要とされた。

本稿では、本立坑の計画の概要を報告する。

2. 仮設立坑の要求性能

立坑には以下に示す3つの性能が求められた。

- ①函体へのアクセス機能： 函内工事に従事する人員（最大で50人/日程度）の昇降階段、資機材および廃材の搬出入立坑、函内ライフライン（電気ケーブル・通信線および給排水管等）用立坑、および函内換気用給排気口としての機能を常時確保すること。
- ②船舶衝突に対する安全性： 立坑周辺を錯綜する漁船等の小型船舶の衝突に対しては、構造物としての健全性を確保すること。さらに大型船舶の衝突に対しては、立坑自体の損傷は許容するが、函体の損傷および函内への浸水は防止すること。
- ③厳しい自然環境下での施工性： 大水深、強潮流の下で現地調達可能な起重機船による架設が可能であること。

3. 仮設立坑の構造概要

上記要求性能を踏まえ、立坑構造を以下のように計画した。

- ①構造形式は、下端（EL.-30.8m）が函体頂版に固定され、天端（EL.+3.5m）が海面上まで突出した全高：34.3mの鋼製メンブレンによる片持箱桁構造とした。
- ②立坑内部を3枚の隔壁にて4つの立坑に分割し、それぞれを人員昇降用立坑、物資搬出入用立坑、送気立坑、排気立坑兼ライフライン立坑とした。
- ③平面寸法は各立坑の機能上要求より8.60m×3.15mとし、かつ潮流力の低減を目的として長辺方向を潮流卓越方向と合致させた小判形とした。



図1 鉄道トンネル路線平面図

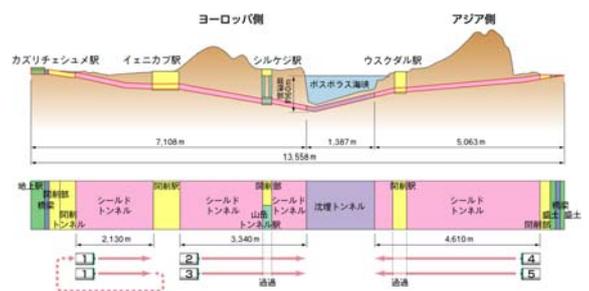


図2 鉄道トンネル路線縦断面図

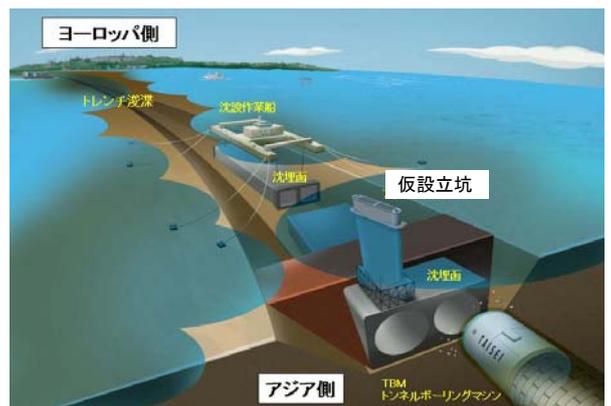


図3 沈埋トンネルおよび仮設立坑概念図

④製作および起重機船吊り能力の観点から、立坑本体を上部構造（高さ：26.0m）と下部構造（高さ：8.3m）からなる分割構造とした。下部構造は予め函体上に艀装し、沈埋函体とともに沈設する。上部構造は、起重機船にて函体上に一括して吊り架設する。上部構造と下部構造とは海中にてボルト継手にて接合する。

4. 仮設立坑の安全対策

立坑建設地点は国際航路に隣接している上、ボスポラス海峡内はフェリー船、さらには漁船等の小型船舶が輻輳しているため、制御不能となった船舶が漂流して立坑に衝突する可能性は無視できない。一方で、いかなる船舶衝突にも耐え得る立坑構造とすることは、施工上の観点等から不可能であった。したがって、船舶の規模に応じて以下に示す多重の安全対策を講じた。

①小型船舶： 衝突する確率が比較的高い小型船舶（20GT程度）については、立坑への衝突を許容した上で、立坑の海面近傍に設置した緩衝工により衝突の影響を立坑の耐力内に収める。緩衝工には空気式防舷材および受衝桁からなる構造を採用した。

②フェリー船： 最大で1,000GTにおよぶフェリー船については、立坑の北西側（ボスポラス海峡上流方向）に防衝工を配置することにより、立坑に衝突する前に捕捉することとした。防衝工には、工事進捗に合わせた撤去・再設置が可能となるよう、鋼製浮体および係留シンカーからなる構造を採用した。

③タンカー等の大型船舶： 防衝工でも捕捉できない大型船舶については、衝突による立坑の損傷は不可避であるが、函体自身が損傷することは、その復旧が極めて困難でありプロジェクトに与える影響が極めて大きいことを鑑みると許容し得ない。このため、衝突時に立坑を通じて函体に作用する反力を函体耐力上の許容値内に収めることを目的として、立坑の中間部にウィークフランジ継手を設置した。ウィークフランジ継手はボルト継手構造とし、設計荷重作用時には構造上の健全性を確保するが、設計以上の荷重が作用した際には継手内の接合ボルトが破断することにより、函体への作用反力を許容値内に制御する。

かつ立坑から函体内への海水流入を防止するために、函体頂版開口部には遮水ハッチ（緊急時には油圧機構にて自動的に閉鎖）を配置する。函内に取り残された人員は耐圧壁で仕切られた退避チャンパーに避難し、チャンパー上部より別途用意する緊急避難シャフトにて救出する。

5. おわりに

2007年3月の函体沈設に続き4月には立坑上部構造の架設が無事完了した。供用開始から1年が経過したが、冬季の荒天および雪解け時期の強潮流の下でも立坑はその健全性を確保しており、立坑の計画および設計が十分実用に供し得るものであったと考える。

キーワード ボスポラス海峡、鉄道トンネル、沈埋トンネル、仮設立坑

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設（株）土木本部土木設計部海洋設計室 TEL 03-5381-5419

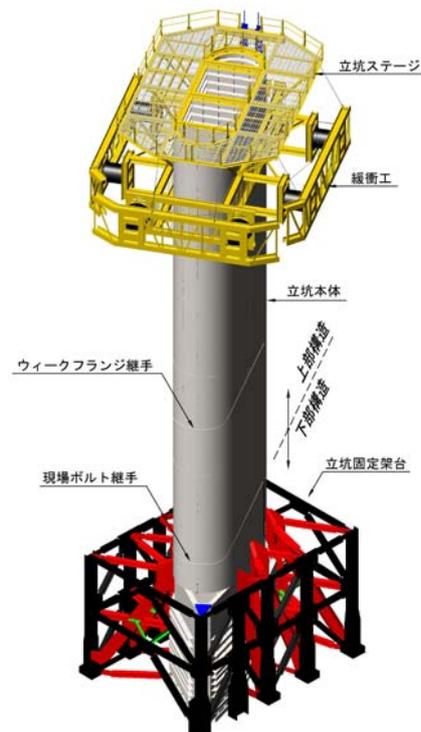


図4 仮設立坑鳥瞰図



写真1 仮設立坑架設状況



写真2 仮設立坑全景