

できないので、必ず地上にあげなければならない (2) 掘さく途中または完成後水の浸入による被害が問題である (3) 掘さくした泥(ずり)も、水と同様重力にさからって地上に運搬の上処理しなければならない (4) 作業が両岸から進められ、中間の海底部に作業口を開さくできない場合が多く、長大隧道になると作業能率が低下する (5) 地質の調査をするのに海底部は近づきがたく、地質の構造を見きわめるのが比較的困難である。

2 工 法

上記の問題に対処するためおのずから一般山岳隧道と異なった工法が案出され、近來の工法としてはつぎのようなものがある。

(1) 素掘 水底深い地層中で湧水が少なく浸水の心配のない場合、山岳隧道を掘るのと同じ方法で掘さくする方法。(2) シールド工法 シールドと称する円筒形の移動支保工を使って崩落土砂を防ぎ、これに圧搾空気を送入して、水の浸入を防ぎつつ掘進する工法で、覆工はセグメントを用い、覆工のできた長さだけ逐次シールドを前進させて隧道を完成する。(3) 沈埋式 これには2種類あって、圧搾空気を使用しないものと、潜函式といって圧搾空気を使用方法とがある。ア 前者は水底に溝を掘り、あらかじめ製作しておいた鉄管を一部分ずつ溝の中に沈め、これを継ぎ、つぎに両岸に造った縦坑から鉄管内の水をくみ出して管内を仕上げて隧道を完成する。イ 潜函式はあらかじめ隧道の下端が潜函の作業室になっているようなものを造る。これを予定の位置に運んで海底まで沈め、つぎに作業室に空気を送り、わき水を排除しつつ海底の土砂を掘りとり、水底の地盤中に沈めて予定の深さに達する。こうして造った部分を連絡して隧道を完成する。(4) 潤干(こかん)式 隧道の外側に矢板を打って締切り水をくみ出して水位を下げ、その中を掘開し隧道を造る。(5) 膠結(こうけつ)法 軟弱地盤にセメントおよび薬液を注入して堅い人造岩盤を造り、素掘式で掘進する。

3 地質調査

海底隧道は水の問題が重要な成否のかぎとなるので、その通過する地質が水密性であるか、またわき水の可能性の多い断層破砕帯等があるかどうかなどを、精密に調査確認しなければならない。しかし近づいて直接調査できる場合は問題ないが、水底部で近づきたい場合は、地質の実体をつかむことはなかなかむずかしいのである。したがって考えられる各種の調査をあわせ行なって総合的に判断し、誤りないようにしなければならない。地質調査方法を列挙すると

(1) 地上踏査 予定地付近の地上を踏査して、地表に露出している岩石等を調査し、海底の地質構造を想定する。(2) 弾性波式 海底の1地点で人工地震を起し、他の地点に感震器を設置してその間の震動波の速度をとらえ、その波の速度によって地質の状況や断層の有無等を調査する。(3) 放射線量測定 地盤の割目は他の部分よりも放射能が強いので、ガイガー計数管で放射線量を測定して断層の有無を調査する。(4) 海底部表面岩石採集 海底にドレッジと称する岩石を採集する器具を投げ入れ、海底を引かき実際に岩石を採集して、これにより海底の地質を調べる。(5) 地上試験(しずい) 両岸の地上でコアボーリングを行い、地質の標本を連続して採ることにより、両地点を結ぶ海底部分の地質構造をも推定する。(6)

地表部の表土をはぎとって、地山の岩層を露出させ、眼で見て岩石の種類、地層の関係等を調査する。(7) 海底の地形図作成 海底の地形図を作成して地形的に地質構造を想定する。

以上地質調査の種類は数多いが、これらを組合わせて海峡部海底の地質構造を調査し、果して隧道の掘さくができるかどうか、またできるとすればどんな施工方法をとればよいか等を調べる。

4 関門隧道(鉄道)

わが国最初の水底隧道であり、また海底隧道としては世界唯一のものであるとされている。その概要を列記すると

位置	山口県下関市と福岡県門司市間の下関海峡海底
延長	下り線 3,614m 上り線 3,605m (海底部 1,140m)
断面	単線型 2本 (シールド内径 7m)
最急勾配	下り線 20% 上り線 25%
工期	下り線 1936~42年 (昭和17・11・15開業) 上り線 1940~44年 (昭和19・8・8開業)

工 費 約 39,281 千円

当初この海峡の鉄道輸送連絡方法として航路、橋梁(きょうりょう)、隧道の3案が考えられた。航路による方法は一般に考えられるし、またもっとも簡単に実施可能である。そこで竹崎・門司間の旅客連絡と竹崎・小森江間の貨車航送とが実現され、後者の貨車航送は関門隧道完成とともに廃止された。

橋梁案も種々研究され火ノ山・明神崎間(現在国道隧道の位置)に中央径間1,860ft(563.6m)工費概算2,200万円(大正15年)のアーチ橋を架設する案がたてられたが、工費が隧道案より高いと、国防上の見地から採用されなかった。

隧道案は調査研究の結果田ノ首・小倉間をつなぐ路線、工費約1,300万円が考えられ、工費、安全度等橋梁案に優っていたので採用されたのである。その後幾多の曲折を経て、昭和10年第69議会で総工費1,612万円の予算の協賛を経て、昭和11・7・15関門改良工事事務所所管のもとに着工された。

施工法の大要は両岸に縦坑を掘って、これから水平方向に豆トンネルを掘り、貫通後に所々を斜坑で連絡して本坑を掘ったのである。本坑は地質がよく、わき水の少ない部分は普通の山岳隧道と同じ方法を用い、地質の悪い門司寄りの部分はシールド

