



下関側の坑口

土木遺産の香

第42回

FLAVOR OF CIVIL ENGINEERING INNERITANCE

世界初の海底トンネル 「関門鉄道トンネル」

八千代エンジニアリング株式会社 技術推進本部 松村憲勇

MATSUMURA Akio



1. 60数年経った今も現役

本州の下関市彦島江の浦町と北九州市門司区梅ノ木町を結ぶ関門鉄道トンネルは、戦時下の1942年(昭和17年)に下り線が開通し、1944年(昭和19年)に上り線が開通した世界で最初の海底トンネルである。開通当時には賞賛と希望を込めて、海の彼方の「竜宮へ繋がる回廊」であると称せられた。そして開業後60数年を経た今でも、本州と九州を結ぶ物流の大動脈として活躍している現役のトンネルである。建設資材も人材も乏しかった戦時下に造られた海底トンネルが、今もって大きなトラブルもなく活躍している姿を現地で見ると、ねぎらいと賞賛の念を抱かざるを得ない。

現在の管轄は九州旅客鉄道株式会社であり、山陽本線の西の末端区間となっている。下関側のトンネル入り口はすぐ近くまで行くことができ、線路内に設けられたトンネル工事の殉職者20名の碑を見ることができる。

下り線と上り線は別々の単線トンネルとして並列で施工されており、トンネル延長は上り線3,604m、下り線3,614mで、海底部延長は上下線共に1,140mである。

現在、関門海峡を通過するには山陽本線の「関門鉄道トンネル」、新幹線の「新関門トンネル」、国道2号線の「関門国道トンネル」、そして関門自動車の「関門橋」の4ルートが存在する。この中で大瀬戸海峡を通るのはこの「関門鉄道トンネル」のみで、その後には造られたものは、すべて海峡の最狭部である早瀬の瀬戸を通過する。これは関門鉄道トンネル開通時の門司地区の表玄関であった門司駅(現門司港駅)を通らないルートであった。

世界初の海底トンネルだけが、なぜ大瀬戸海峡を通るルートだったのだろうか。

2. 開通に至るまで

本州と九州を結ぶ鉄道ルートは、山陽鉄道(現在の山



■写真1一空から見た関門海峡と関門鉄道トンネルのルート

■図1一関門海峡を渡る四つのルート

陽本線)が馬関(現在の下関)まで開通した1901年(明治34年)に、下関と門司を結ぶ関門航路が開設され、九州鉄道との旅客の接続が行われるようになったのが最初である。その後、1911年(明治44年)には、貨車の荷物の積み替え手間を省くため、線路を敷いた船に貨車を載せる鉄道連絡渡船を運航して両岸を行き来した。

関門海峡は潮流が急で流向の変化も激しく、また一般船舶の航行も頻繁であったことから、連絡渡船の運航は多大な困難と危険を伴っていた。このため、本州と九州を鉄道で直結する構想は当時から存在し、鉄道院総裁の後藤新平は1911年に関門連絡強化問題として取り上げ、具体案の提案に取りかかっている。

この提案では渡船増強案、橋梁案、トンネル案の3案が示されたが、渡船増強案は関門海峡の状況からすると問題が多いということで早々に除外され、残った2案に対して調査が開始されることになった。京大教授田辺朔郎によるトンネル案は1915年(大正4年)に報告され、東大教授広井勇による早瀬の瀬戸に中央径間567mの吊り橋を架設する橋梁案が翌年に報告されている。概算工事費ではトンネル案が約1,300万円(現在の約143億円)、橋梁案が約2,200万円(約242億円)であった。

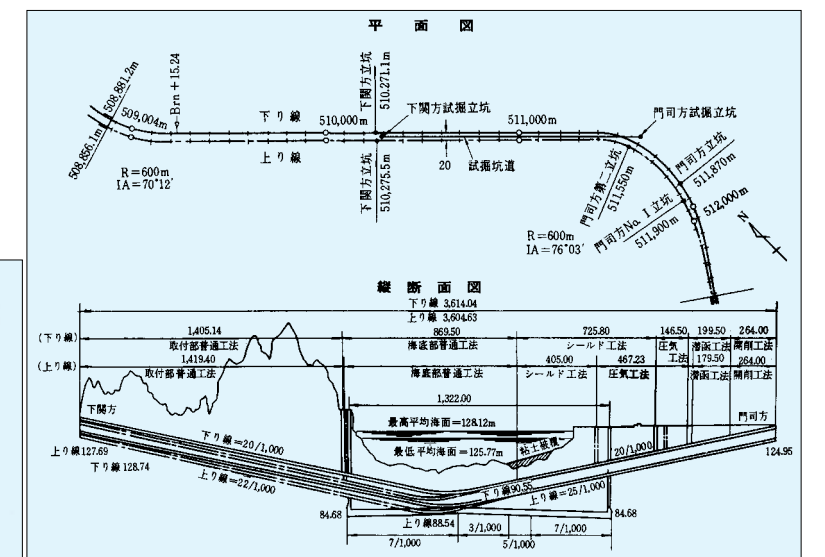


■図2一当時検討されたトンネルルート

そして、両案を比較検討の結果、施工費も少なく国防上も橋梁に対して標的になり難いという理由から、鉄道院はトンネル案の採用を決定したのである。ちなみにこの時廃案となった橋梁案は、後に関門橋として道路橋に形を変えて実現し、1973年(昭和48年)に開通している。

1919年(大正8年)、測量や地質調査などに着手することとなったが、運悪く第一次世界大戦後の物価賃金の高騰により、当初の予算ではとうてい実現不可能な状況になってしまった。そして1923年(大正13年)の関東大震災の発生により、鉄道省(1920年に鉄道院は省に昇格)は震災復旧を優先するため、関門鉄道トンネル工を予定事業から削除することになったのである。

しかし現状のままでは関門間の輸送能力はいずれ困窮するのは明白であったようで、1926年(大正15年)、鉄道技師大井上前雄が提出した「関門鉄道トンネルの調査報告書」により再度トンネル建設の機運が高まった。そし



■図3一関門トンネルの平面、縦断面図

て下関に工務局関門派出所が設置されることになったが、翌年の世界大恐慌により、またしても工事着手までには至らず、関門派出所もついに廃止されることになったのである。

1931年(昭和6年)になると関門間の貨車航送は激増

し、三度目の関門トンネル建設の機運が高まることになった。1935年(昭和10年)、鉄道省内に関門隧道技術委員会が設置され、翌年9月19日には長年の懸案であった関門トンネルの工事がやっと着手されることになったのである。

3. 日本で初めての本格的なシールド工事

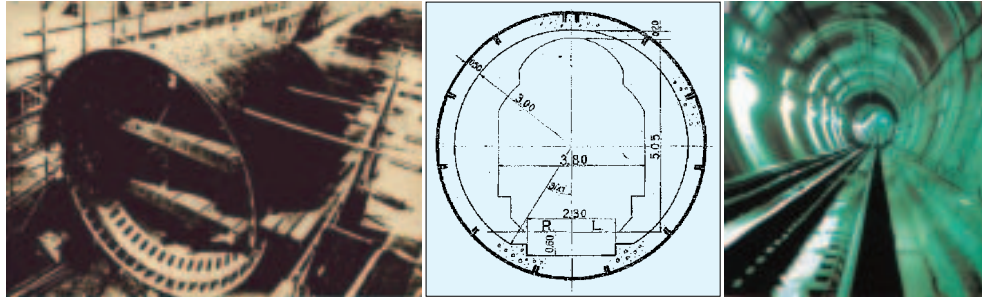
トンネル本体の工事には、当時の技術の粋を集めた先端工法である山岳工法、開削工法、ケーソン工法、圧気工法、そしてシールド工法が使用されているが、特筆すべきはシールド工法の本格採用である。

当時シールド工法については、アメリカに最新技術や多くの実績が集中している状況であった。日本においてはシールドの施工例が乏しく、1920年(大正9年)の羽越本線折渡トンネルと翌年の熱海線丹那トンネルの水抜坑への採用実績があるだけであった。どちらも地質その他の関係で十分な成果を得ることができていない状況にありながら、関門鉄道トンネルでは本格的な大断面のシールド工法(内径7,000mm)を採用したのである。また、シールドの設計、製作、材料は全て国産の方針で、外国技術者の招聘も行わないで着手している。これは1931年(昭和6年)開通した上越線清水トンネルの成功による、日本のトンネル技術に対する自信の現れであったのであろう。

門司側では、シールド掘進中に緩い貝殻混じり砂層の出現により、シールドの圧気が海底面へ噴き出す重大な状況となり工事中断ということもあった。しかし海底に捨粘土や捨石を投入したり、貝殻層にセメントおよび薬液を注入する対策を施すことでシールド工事は終了している。結果的にはアメリカの掘進記録には及ばなかったものの、順調に軟弱地盤地帯を施工することができたのである。

4. 総力を挙げた突貫工事

下り線は工事着手が1936年(昭和11年)10月7日、旅客開通が1942年(昭和17年)11月15日と工事期間が6年2ヶ月であるのに対し、上り線は工事着手が1940年(昭



■写真2—関門トンネルで使用された日本最初の本格的なシールドマシン ■図4—シールド断面図 ■写真3—トンネル内部

和15年)6月13日、旅客開通が1944年(昭和19年)8月8日と4年2ヶ月で完成している。上り線の工事期間をここまで短縮できたのは、下り線の工事データを利用できたことに加え、関門間の貨物量が年々増加しトンネルの複線運転が急務となっていた背景が、要因としては大きかったようである。

当初、上り線工事は下り線工事の労力に余裕ができるのを待って施工し、1945年(昭和20年)4月1日から複線運転を開始する予定であった。しかし1942年(昭和17年)に「戦時陸運非常態勢」として「九州炭を本州に送るための関門鉄道トンネル複線工事」は1943年(昭和18年)度中に繰り上げ完成すべきとの閣議決定を受けて、上り線工事も本格着手されることになった。ところが、1943年(昭和18年)7月頃から労務供給事情が悪化し「勤労報国隊」の出動が要請されることとなった。これによりしばらくの間は工事を進めることができたが、その後もトンネル工事技能者が減り続け、ついに勤労報国隊の補充さえ困難な状況となっていたのである。そして1944年(昭和19年)に現場職員の労力や学徒報国隊の応援を受けることで、ついに工事は予定より8ヶ月早く完成することができたのである。

5. 単線2本のトンネルでなければならなかった

関門鉄道トンネルは下関の彦島から海峡の最深部に向かって20%の勾配で降り、海底部を水平で通過した後、同じ20%の勾配で大里駅(現在の門司駅)に向かって昇っていくV字構造となっている。大きな水圧が作用する海底トンネルでは水圧に耐えるために円形断面にする必要があるが、大きな円形断面は小さな円形断面に比べて設置位置を深くして所定の土被りを確保する必要がある。このため、大きな断面となる複線用のトンネルはトンネル延長が長くなり、かつ断面が大きいことにより施工の難易度も高くなってしまい、小さな断面である2本の単線用トンネルに比べて工事費が高く不利となる。また、トンネル内における車両の脱線その他の事故の際にも、2本あれば残ったトンネルで単線運転が

可能となるが、1本の場合には完全に輸送がストップしてしまうことも単線2本のトンネル案が選定された理由である。

6. 大瀬戸海峡を渡るルート以外になかった

関門間の4つのルートのうち関門鉄道トンネルだけが瀬戸海峡を通過し、他の3ルートと異なる理由については、もう少し広いエリアで考える必要がある。関門鉄道トンネルを下関駅と門司駅(現在の門司港駅)を結ぶルートとした場合には、路線がS字形となり全体距離が長くなってしまふ。また最狭部である早瀬の瀬戸は水深が深く、急勾配にできない鉄道においては前後のトンネル区間が長くなってしまふ。計画当時、門司地区を通らない「田の首・新町線」と門司地区を通る「弟子待・小森江線」の2ルートが比較検討されているが、町が寂れるという門司地区の住民からの誓願により、弟子待・小森江線に決定したという逸話がある。この時に大里駅は門司駅に、門司駅は門司港駅と改名されたのである。このことから関門鉄道トンネルは大瀬戸海峡を渡る以外にルートはなかったのである。

一方、関門国道トンネルについては、自動車道であるため鉄道に比べて急勾配とすることが可能であり、海底区間の短い最狭部に設置することで全体のトンネル長を短くできる。また、関門橋は物理的に最狭部に設置すればそれだけ橋の長さが短くなるため、選定理由は他のルートよりも単純である。そして新幹線の関門トンネルの場合は、高速走行のため曲線半径の大きなカーブが必要であり小倉駅に接続する事を考えると、関門海峡部は緩いS字カーブで抜ける必要があった。さらに関門鉄道トンネルと同じルートにすると、相互に干渉して海底を横断できなかったためではないかと想像できるのである。

7. その後の関門トンネル

1953年(昭和28年)に九州地区を襲った大水害では、トンネル内に土砂混じりの水が9万m³流入し1.8kmが冠水した。これを機に両側のトンネル入り口には防水扉が設置され、レール高さの空き空間には土嚢で止水するという方法で防水対策を取っている。これが唯一の事故といえるものであり、その後大きな事故は発生していない。

関門鉄道トンネルは、開通当時から直流1,500Vで電化開業を行っていた。開業時にはEF10型電気機関車が



■写真4—一日に約200本の列車が通る(下関側坑口) ■写真5—門司側の坑口



■写真6—昭和28年の大洪水時で浸水する門司側の坑口 ■写真7—下関側の防水扉

配備され、関門間の輸送力の増強に多大なる効果を発揮した。しかし当時の電力事情や石炭産地を後背地に控えている地理上の利点からすれば、電化でなく蒸気機関車による運行の方がメリットは多かったのではと単純に思ってしまう。もし蒸気機関車が運行していたら今頃どうなっていたのだろうか。換気対策やトンネルに付着する煤は海水の漏水対策以上に維持管理が大変だったろうと、当時の先見の明には敬服するばかりである。

今では長距離旅客は新幹線にシフトし、かつてのように寝台特急列車が続々と発着する華々しい光景は過去のものとなったが、地域交通と物流の重要な手段で有ることは、開業後60年以上を経た現在も変わっていない。現在、関門鉄道トンネルは一日に約200本の列車が通るが、維持管理を行う上で半月毎のローテーションで片側ずつ使っているとのことである。優れた当時の土木技術が今もって息づいている関門鉄道トンネルは、世界に誇れる日本の土木遺産であることは誰しも異論のないところであろう。

<参考文献>

- 1) 『土木学会誌 第十四巻 第三号』昭和3年6月発行(1927年)
- 2) 『土木学会誌 第十五巻 第七号』昭和4年7月発行(1928年)
- 3) 『土木学会誌 第十六巻 第二号』昭和5年2月発行(1930年)
- 4) 『土木学会誌 第十六巻 第十一号』昭和5年11月発行(1930年)
- 5) 『関門隧道』運輸省下関地方施設部
- 6) 『60周年を迎えた関門鉄道トンネル』九州旅客鉄道株式会社
- 7) 『西日本水害記録』日本国有鉄道 昭和28年

<取材協力・資料提供>

- 1) 九州旅客鉄道株式会社 門司保線区広報課
- 2) 九州鉄道記念館
- 3) 社団法人日本土木学会

(写真提供：P58上、7、塚本敏行)

- 写真2、三菱重工株式会社
写真3、5、6、九州旅客鉄道株式会社
写真4、筆者)

図1：国土地理院の地図を基に作成
図2、3、4、参考文献5より