

津軽海峡トンネルの調査について

日本国有鉄道建設局 粕谷逸男

1. はしがき

津軽海峡トンネルはドーバー海峡トンネルとともに世界における海底トンネル計画の2大双璧である。津軽の延長はドーバーに比較して短いけれども、地質の複雑さ従つて工事の困難さの点において世界の注目の的になっている。ドーバーの建設は100年以上も前から既に論議されて来たのに対し、津軽の調査は未だ比較的新しい。しかし、技術的調査の内容は決してドーバーに劣らない程度に進んでいる。そして今や地表からする調査だけでも早稲進出来ない段階に到達し、今秋まづ北海道側吉岡に調査硯杭を、来春からは本州側竜飛崎に調査立坑をおろそうとしている。

2 調査の経過

調査は昭和21年に開始され、その間多少の消長はあつたが、終始一貫して地道な調査が続けられ今日に至っている。昭和37年までに費された調査費の合計は億円に及んでいる、調査の経過は表-1に示す通りである。

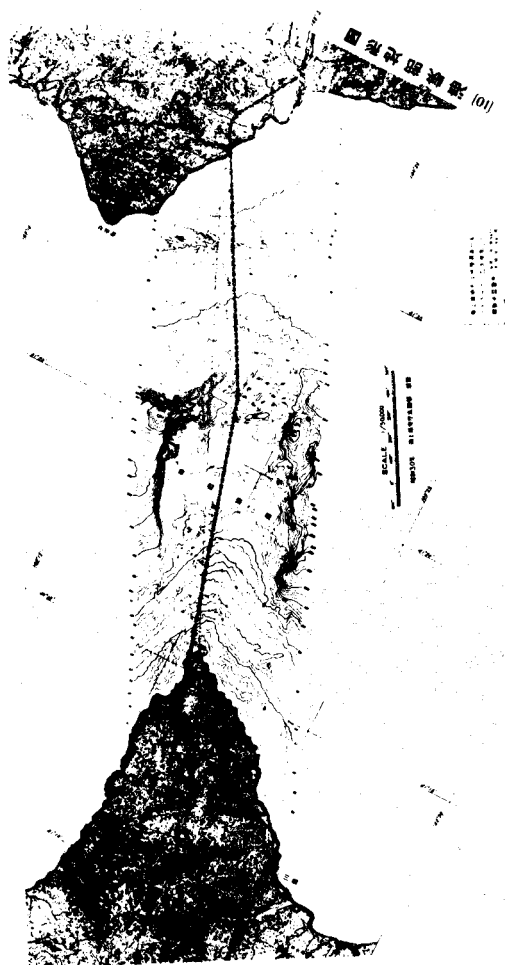
表-1 津軽海峡連絡鉄道調査経過

調査項目		昭和21~24	28	29	30	31	33	34	35	36	37	38
地形測量	陸上調査測量	岡上研究 津島・吉岡 三陸・龍飛調査			津軽半島 (航空写真) 1/10 縮尺			津島半島 (航空写真) 1/10 縮尺	沼津側空真 西半島	津軽津島 両半島 (航空写真)		両口実測
	海底音響測深	既存海図研究		精測 (1/20 2 ^m コンチ電照探頭)								
地質調査	陸上踏査概査				精査	黒松内石 子等調査		福島附近 断片調査	津軽半島 断片調査	津軽半島 断片調査		
	ボーリング	津軽1号(400) 吉岡1号(200)	吉岡2号(360)	津軽2号(200) 吉岡3号(350)	津軽3~7号 210 270 140 吉岡2号(300)					北海道側 8本	本州側 2本	北海道側 1本 本州側 1本
	地震探査	津軽半島陸上 及海上調査 北海道側陸上	海上 吉岡沖中次	海上 吉岡沖中次	海上 龍飛沖 浮遊式探査					陸上部 吉岡附近		
	音波探査							28測線 (208KM)		42測線 (309KM)		
	磁気探査										海上45測線 陸上40地塊	
	ドレッシング		12地塊	36地塊	1932地塊						龍飛側 68地塊	
	海底ボーリング						27地塊 浅穴泥槽式		くろしお号 試作試験		北海道側 1本	北海道側 1本 本州側 1本
	潜水観察								白鯨号 17測線			
海気象	潮流長期観測									75日継続観測 3ヶ所		
施工法研究	注入面試験						瀬川洞 (通電大野)	黒松内P(岩間) 安山海龍橋				
	導坑注入試験								灰岩(八島)	継続		

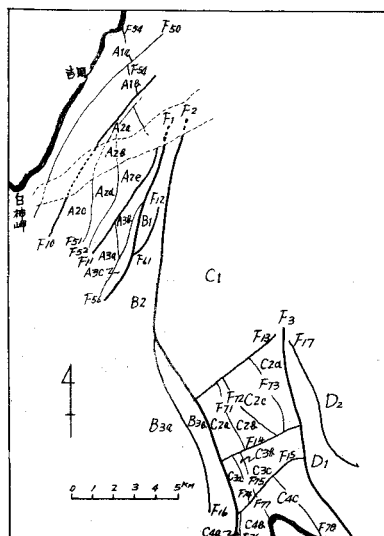
3 津軽海峡の地形と地質

図-1は竜飛崎から吉岡に至る海底地形を要したものである。これで見ると本州北海道間には陸棚が続いて、一つの浅海部を形成していることがわかる。この浅海部は海峡中央部を除き、巾の広い平坦面をなし

図一 海峡部地形図



図二 海底部地質区分図



ており、その東西は急崖をなして落ち込んでいる。地形上から海底トンネルのルートは当然この浅部の中に通れる。海底部の地質は図-2に示すように重要な断層F1, F2, F3によって4の区域に分けられる。A区域は北海道側陸地の延長で、白神峠を中心にはほぼ南北に走る古生層を核とする大きな背斜からなり、その東側に新第三系の岡山、調峰、八雲、

黒松内の各層が順次現われる。しかし大小の断層により細部的にはかなり錯雑した地層分布を示している。A、B区域を画する大断層F1は数条の副断層を伴い、これ以南では調峰層以下はほとんど地下に姿を没し、代つて黒松内層が広くあらわれる。トンネルの通過するB区域の北部は断層F1およびF2に挟まれた地帯状の地帯で、中に小背斜をも挟み構造はやや複雑である。O区域の北半すなわち東海中央附近(01)には黒松内層が広く分布し、軸線を西に凸に彎曲させながら北々東に沈下する一大向斜構造を形成する。黒松内層は比較的軟い凝灰質泥岩—細粒砂岩を主とし、極めて堅い泥灰岩の薄層を多数挟んでいるため、強い南北潮流によつて差別的に侵蝕されしばしば見事なケスタ地形を呈している。O区域の南半(02, 03, 04)には、

再び礫層相当の緑色凝灰岩類が発達する。竜飛沖6〜7km以内の間では、これに色々な火山岩類を多量に伴い、津軽半島北部と同様往時の激烈な火山活動の中心に近かったことを暗示している。各地層の概要を表-2に示す。

表-2 津軽海峡地質概表
新しい地層から順次古い地層へ ()内は本州名

地 層 名	岩 質	すい 道 ルートとの関係	備 考
瀬 棚 層 St (豊田層)	凝灰質、砂岩、礫岩 (未固結)	直接は出ない。東西両翼に出る。	津軽線左股新道 奥羽本線大館地帯新道
黒松内層 kn (今泉層)	凝灰岩、凝灰質砂岩、礫岩、硬い泥灰岩と挟む。 概してよく固結し、細粒岩。 $d_c = 100 \text{ g/cm}^3$	海峡中央部の大いな起伏構造部と、その 北に出る延長は68km。今泉地区の水 深は100m以上	江差線 我田地帯新道
八雲層 Yk (小沢層)	硬質凝灰岩、凝灰質泥岩互層、よく固結し、硬 くて重い。 $d_c = 400 \sim 1000 \text{ g/cm}^3$	北海道側龍口附近。海峡では黒松内層の 南北に出る。陸上では0.6km。海底では1.0km	小松線 福島新道
流紋岩層 Ra (石炭層前部)	白い灰色の硬い火山岩、若しくは入って来る $d_c = 500 \sim 1000 \text{ g/cm}^3$	本州側の陸上部。延長は1.5km	山陽本線 姫路加古川間道より
粗粒玄武岩類	暗灰〜黒の硬い火山岩、岩脈として入って来る。重 装が多い。 $d_c = 800 \sim 1200 \text{ g/cm}^3$	本州側の陸上。海底では、岩脈岩として 安山岩類に入ってくる。	
別荘層 Kd (長狭谷部層)	Kd1〜5 の5分層に分けられる。Kd1, 2, 5 の 奇数番号は緑色凝灰岩と主とし、泥岩が挟む。 Kd2, 4 の偶数番号は、泥岩が主で、凝灰岩 を挟む凝灰岩。 $d_c = 400 \sim 600 \text{ g/cm}^3$ 泥岩は $d_c = 500 \sim 800 \text{ g/cm}^3$	北海道側 陸上部 海峡北海道寄り 本州寄りでは安山岩と混在している 陸上部は5.2km 海底部は8.8km 断片により知られるが、破砕部は軟弱である。	横黒線(津軽海峡) 江尾線の各新道
龍崎山岩類	安山岩、流紋岩、凝灰岩等の種類互層。凝 灰岩はよく固結している安山岩。 $d_c = 800 \sim 2000 \text{ g/cm}^3$	本州側 陸上・海底と分布する。粗粒玄武岩に 併入されている。陸上部は7.7km。海底部は5.6km	新幹線小田原〜三島 の火山岩層は一部 である。
猪山層 (龍崎山前部)	凝灰岩、凝灰質砂岩 $d_c = 700 \sim 1000 \text{ g/cm}^3$	海底では遭遇しない。	
古生層	Sed. 砂岩、礫岩、 $d_c = 800 \sim 2000 \text{ g/cm}^3$	海底では遭遇しない。	

断層 F1, F2, F3 地質上より大きい断層
F10 ~ F16 可成大きい断層
F50 ~ 中程度の断層

4. 断層の性状と火山岩の分布

海底トンネルを掘進して行く場合に本質的な問題となるのは、海水の流入、湧出、浸透である。これらはもちろん地山の透水係数と関連がある。透水係数の大きいのは断層破砕帯と多孔質な火山岩とである。そこで断層の性状と火山岩の分布状態とが問題となるのであつて、この両者とも地表からの調査では正確に把握することはできなかった。現在までの調査で顕著な断層が10ヶ所あることが判明している。図-1に示すF1, F2, F3は地質学上大きな断層で、F10〜F15はかなり大きな断層、F50〜は中程度の断層である。これらの断層のうちあるものは陸上部まで延びていて破砕帯の巾およびその程度を観察することができる。しかしいづれも小規模であり内陸に進むに従い消失してしまう。そして海峡部では落差が大きいことがはつきりしているので、破砕の程度が大きいことは推定される。しかしどの程度であるかはわからない。したがって土木工学的にこれらの断層が、工事にいかなる影響を及ぼすかはなお不明である。また本州側の海底約5.4kmの間にある火山岩の分布も現在のところ明確には把握されていない。音波探査は低周波の音源を用いて海底面および海底面下地層中の種々の物理的不連続面から反射してくる音波の伝播時間を連続的に測定し、一目で地下構造を知り得るような連続的地質断面図を描くものである。この方法は新第三紀層の堆積岩に対して有効であつたけれども、火山岩類に対しては曲折がはなはだしく有効でなかつた。大規模な海上ボーリングを実施すれば、断層の破砕の程度および火山岩の分布も正確に把握することができるかも知れない。しかし最大10ノツ

