

## 第五章 地質及湧水

### 第一節 丹那隧道附近の地質構造

#### (1) 熱海火山

丹那隧道は伊豆半島北部の山地を東西に横断する隧道であつて東口は熱海より入り西方大竹に出づる延長 7,804m の隧道である。地質的に見れば伊豆地方、特に北伊豆に於て特有なる比較的新しき火山性の地質の大部分を隧道として居る。

伊豆半島の基盤をなすものは第三紀層であつて之を貫く火成岩も亦廣く分布して居る。第三紀層としては伊豆半島中央部以南に廣く發達するものであつて、其の代表的のものは湯ヶ島、下田等に露出せる火山性の水成岩である。

之等の第三紀層は礫岩、砂岩、頁岩等を除けば悉く火山性噴出物より成り此の時代に火山活動旺盛なりしを示して居る。第三紀の末期に於て熱海箱根兩火山は活動を開始し其の噴出物により前記第三紀層を蔽うて廣大なる山地を形成したのである。

熱海火山とは舊火口の位置を熱海と考へたる説であるが最近に於ては多賀火山なるものが考へられ其の中心を多賀の東方海上に推定してゐる。之は東京帝國大學地震研究所に於て最近に地震研究所彙報第 14 號第 1 冊（昭和 11 年）理學士久野久氏により發表されたるものであり、氏の數年に亙る詳細なる調査研究の結果であつて而かも他の古き諸説と異り地表調査は精細に互り且つ丹那隧道の掘鑿並びに地表よりの試錐全部により明かとなれる諸事實を地表調査の材料に加へて推定されたるものなる故根據深きものと認むる事が出来る。

多賀火山に関しては久野理學士により更に引繼ぎ發表ある筈である。熱海火山とは理學博士平林武氏により古くより發表されたる説であつて最近に於ても尙認められたる定説なる故茲に略述する。

熱海火山とは現在の熱海町附近を火口とする一大火山であつて其の噴出物によつて高大なる層狀火山を形成したのであるが噴火の勢力衰ふると共に火口を中心とし東側相模灣に於て一大陥没を生じ或は他の原因も加はりて海水面下に没し、其の當時の東側裾野の一部が僅かに殘存して現在の初島となつて居る。而して西方火口壁は次第に侵蝕崩壊しつつも尙大部分殘存して現在の瀧地山、玄岳の連山をなして居るのであつて、現地形に於ても之等連山の熱海に面する東側斜面は急傾斜をなし半圓形狀に屹立之と反對側は緩傾斜を以て西方三島に向つて長く裾を引いて居る狀況は此の説を

地形的によく説明し更に地質的に見ても山頂に露出する數個の熔岩層は西方に緩斜せる事實は地形と共によく熱海火山の存在せし事實を裏書して居る。

## (2) 丹那盆地

以上は丹那隧道附近山地成生の概略であるが隧道の中心線直上に於て丹那盆地と稱する大なる盆地が存在して居る。此の盆地は地形的に見て極めて特異性を有し其の成因如何によつては實際の隧道工事施工上甚しき不安を伴ふので之に對しては隧道着手前に於て已に數回の地質調査が行はれた。

丹那盆地の成因に關しては學者間に異説あり、諸大家に於て意見の一致を見なかつた。之等の説を大別すれば侵蝕説と火口説であるが其の當時に於て地理學者故大關久五郎氏は丹那盆地が純然たる陥没地なる事を主張された。



第66圖 丹那盆地全景

其他斷層に原因する侵蝕説、破綻線を主とし多少の火山作用を認めたる説等種々あつたが結局學界に於て定説はなかつた。

侵蝕説は丹那盆地が單に侵蝕のみによりて生じたるものとした説であつて、次の如くである。「熱海火口が最後の噴出物たる輕井澤熔岩を流出せし當時其の下部の集塊岩は良く此の地に發達せしため熔岩を薄く被り却つて以西には厚層をなし、間斷なく地表に活動せる侵蝕作用は此の薄き熔岩を早く既に消磨脱却したれば雨水は四方より此處に集注し、一時は小湖を現出せしも終に落口を西方に求め、現今の丹那盆地を造出するに至れり。」となし同様の理由を以て田代、池ノ山等を説明されしものであつて理學博士平林武氏が震災豫防調査會に提出されし報文である。

諸説斯の如くなるが故に之を充分に研究すべき必要を生じ大正4年夏理學博士横山又次郎氏同年秋には理學博士鈴木敏氏が之を調査し「熱海線地質調査報告書」として熱海建設事務所より發表されて居る。

横山博士の説によれば田代より丹那を経て池ノ山峠に至り南北に走る一線は地體の破綻線 (Tectonic Line) に當り地質構造上の弱所なれば其の昔火山働力の激しかりし際此の弱所を破り噴火して個々の火口を生じ丹那田代等の凹地は即ち其の火口の跡にして丹那南方の畑中に産出せる火山彈は其の當時火道を求めて噴出せし熔岩が火山彈となりて其の火口周邊の一部なる丹那盆地南方に存在するなりとして立證し、盆地を以て一つの爆裂火口 (Maar) と推定した。

盆地附近の火山彈産出を詳述し次で盆地が一時湖底たりし事實を擧げ湖底沈澱物は最深 33 尺なりとし以下は全部凝固したる複玻璃安山岩なるべしと推定し丹那盆地と同様田代、沖ノ平、池ノ山浮橋盆地等を全部マールなりと推定されて居る。

尙横山博士はマールなりとの見地より地熱に對する問題を懸念し地熱上昇率に對し充分なる注意を述べられて居るが同時に地下水に對しても特に注意を喚起して工事施工者の參考として居られる。即ち「大隧道内に湧出すべき地下水は、蓋し其の量少からざるべし。何故なれば、此の邊一帶の山は湧水に富み、且つ其の地面を流るゝもの少からざればなり。而して山骨をなす集塊岩は砂岩、礫岩と一般水を漏す事頗る易く、上の安山岩と雖も大小幾多の龜裂ありて皆水の通路となるを想へば、隧道内に出づべき水量の決して少からざる事推して知るべし」と記述してある。

理學博士鈴木敏氏は之等の説を考慮に入れ次の如く説明されて居る。即ち火山作用説及び侵蝕説を共に或程度迄認めたるものであつて火山彈の存在に對しては「假令其火山彈は曾て熱海火山の活動力激しき頃此方面に於ける地殼の弱所に沿ひ地下より岩脈狀をなし昇騰せし岩漿の一部の破壊物たるにもせよ其活動は小規模に止りたるものと見て可ならん、依つて意ふに丹那附近の凹地は這般の火山活動のみに頼りて成らず彼の侵蝕作用も亦與つて其因をなし水火兩力の併合作用に歸するものと判断せり。而して岩漿は岩脈となつて地中に固結し隧道部分は地質構造上敢て危険の恐なきものと信ず。」と云ふ意味の事が報告されて居る。

斯くして丹那盆地の成因は明確とまでに至らず、或程度の懸念を残して工事に着手したのであるが其の後理學博士脇水鐵五郎氏、地形學の權威者辻村太郎氏等により斷層説が唱へられた。辻村氏は同氏の著書「地形學」に於て次の如く説明されて居る。之を要約すれば次の如くである。

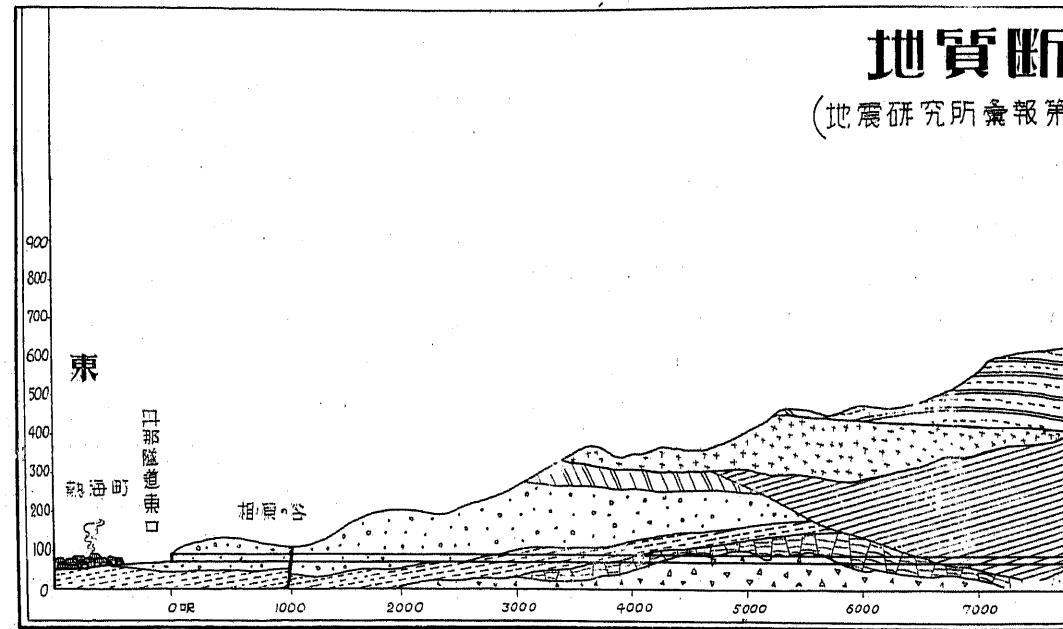
「熱海火山の東半部は何故に消失し急斜面となつて侵蝕されつゝあるか、爆發の爲であると思はれる。或は曾て丹那盆地の陥没に似て更に大規模なものが行はれたのではないであらうか、而して初島は其沈下の殘部ではないか。此の事は西隣達摩火山の駿河灣に對しても云はれる。此の熱海火山の西方斜面の一部に當つて特有なる盆地の群を見る。丹那、田代兩盆地は此の附近一帯に行はれたる斷層運動の爲に生じた陥落地帯の一部を占める。恐らく西に向つて傾斜する舊火山錐の中腹を横斷し斷層群を生じ西部は一般に低下し現時見る如き盆地の原形を造つた。田代盆地の西部には東に面する高約 40m の新鮮なる低い斷層崖が南北に眞直に走り南は丹那盆地の北部に達する。斯くして舊火山錐の表面に生じた二盆地底には堆積が行はれて山間の小平地をなし、丹那、田代の山村は此の中に存在する。此の兩盆地中間の地は地形最も錯雜し恐らく數個の階段斷層を以て西に臨み其麓には西部斷層崖との間に一小平地即ち輕井澤を餘すばかりである。」

其の後丹那盆地に於て4本の試錐を終了せし當時平林博士並びに渡邊貫氏の詳細なる調査あり、

「丹那盆地附近地質調査報告」として熱海線建設事務所より發表されて居るが平林氏は次の如く説明されて居る。

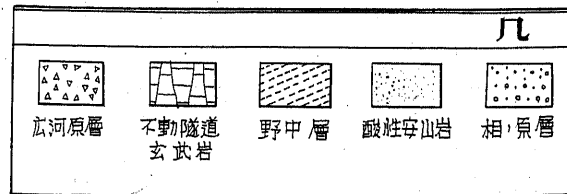
「丹那盆地の四周に露出せる集塊岩或は試錐より出でし熔岩或は集塊岩を見るに火口たりし如き瓦斯作用若しくは温泉作用は少しも被り居らざるなり。之等の事實より予は全然火口説を否認するものなり。云々。又試錐結果を綜合して丹那盆地は嘗て湖水たりし際の沈澱物は可なり厚く存在し以下は熔岩及び集塊岩の互層なりとす。然れ共此互層は各試錐に於て相一致せず。例へばB號試錐が殆ど全部集塊岩のみなるに反しD號には三條の熔岩あり多分此の間に大なる斷層の潜在せるものと推測し、同様の理由により盆地附近下底には數條の大なる斷層の存在を認むる故大湧水を懸念す。云々」の如く明かに斷層の存在を認められて居る。

渡邊貫氏は地形學的觀察より丹那、田代兩盆地に於て斷層崖の證據を認め地形並びに地質的詳細なる觀察により丹那盆地に於ける斷層發達の狀態は此の地域を田代より浮橋に互りて南北に支配せ



### 地質斷

(地震研究所彙報第)

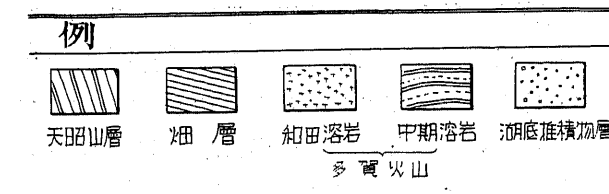
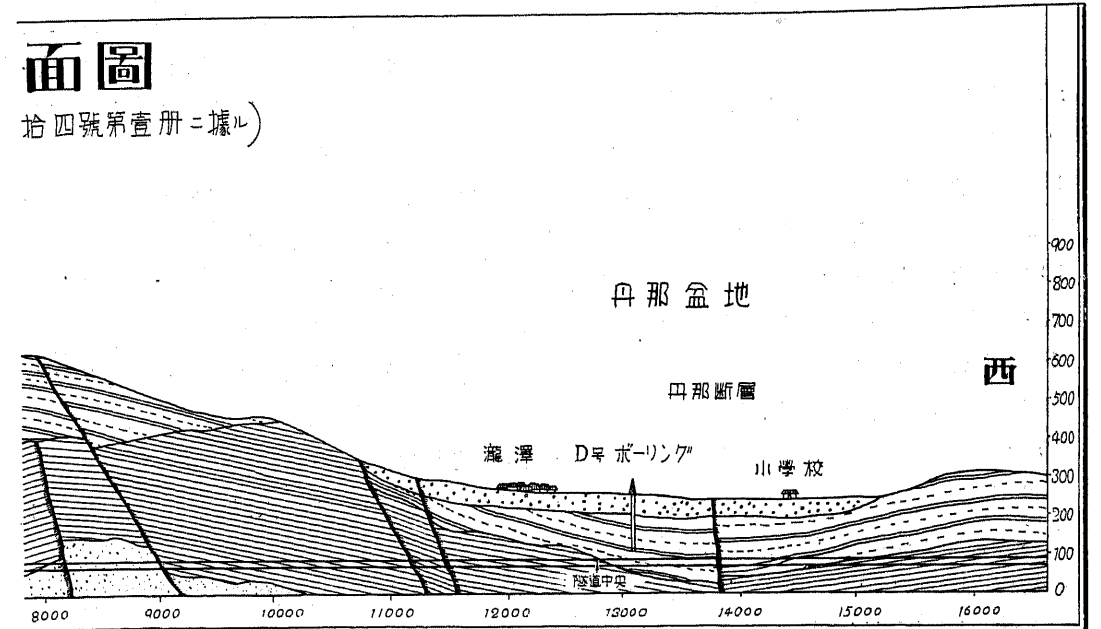


る一大破綻線上其の中央部に相當し、斷層は著しく發達して恐らくは網狀的分布をなし一種の階段的陥落構造をなせるものとし盆地の成因は「階段的網狀斷層を基とせる水蝕作用説」を主張して居る。尙火山作用に關して論じ丹那盆地の成因は明かに何等火山作用に負ふ所なき事を證明し、盆地並びに其の兩側に於て大斷層を5本推定して居る。而して地下水の湧出を懸念し「多大なる湧水量と斷層作用による破砕帯の發達とは相俟つて作業上甚しき障害に遭遇せん事を想像して餘りある可し」となして居る。

以上は隧道掘鑿着手前及び其の後盆地よりなしたる垂直の4本の試錐完了當時迄に於ける盆地の成因説並びに其の地下構造の推定であるが其の後45度試錐2本を完了し坑内に於ては導坑貫通して全部の調査を終りたる結果より見れば明かに斷層による陥没を認め得る。各試錐及び隧道内の地質に關しては別項記載の如くであるが、丹那盆地は西口より12,000呎の斷層を主斷層として之に伴ふ數個の副斷層が存在し侵蝕並びに沈澱による厚き沈澱層によつて地表平坦なる盆地の地形を造れ

### 面圖

拾四號第壹冊ニ據ル



る事を知る。

前記久野理學士の説によれば次の如くである。「丹那盆地は勿論火口跡でもなく、又二三の學者に唱へられた如く單なる地溝でもなく、若しくは鍋状陥没地でもない。それは多賀火山の熔岩層が撓曲沈降して生じた構造盆地である事が分つた。尙本盆地の成因に關する詳しい議論は他の機會に譲る。」と略述されてある。

### 第二節 實際遭遇せる地質

#### (1) 丹那隧道地質一般

丹那隧道は熱海より大竹に至る延長 7804m の隧道であるが全部火山性の地質より成つて居る。隧道に於ては大部分第三紀層を通過し中央部に於て多賀火山の噴出物内を通過して居る。熱海口より丹那盆地西側迄の地質断面圖によれば層序の關係は明かであつて東口より 2,400 呎附近迄は相ノ原層であつて黑色の複輝石安山岩である。1,000 呎の箇所に斷層あり崩壊事故を起した處である。1,900 呎の所に於て斷層があり此の附近は温泉作用により淡青色の粘土となつて居る部分がある。崩壊事故を起したる部分の地表は梅林であつて相ノ原の溪谷に相當し、明かなる斷層谷を示して居る。

2,600 呎より 3,950 呎に至る間は野中層であつて淡綠色の凝灰岩、灰白色の泥岩及び凝灰角礫岩よりなつて居る。木片を含有する部分あり、南東に極めて緩傾斜をなして居る。

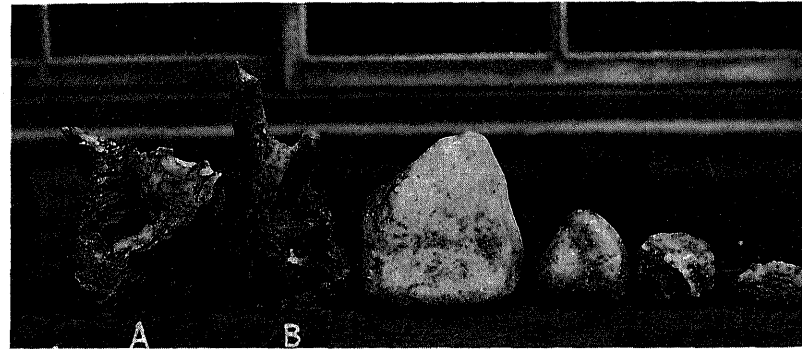
3,950 呎より 4,250 呎に至る間は不動隧道(伊東線來宮多賀驛間)に顯はるゝものと同じ玄武岩層よりなつて居る。黑色にして堅緻なるものである。

4,250 呎より 5,200 呎の間は廣河原層であつて變質せる安山岩の熔岩、凝灰角礫岩及び集塊岩よりなつて居る。變質せる部分は岩質不良である。

5,700 呎より 6,500 呎間は黑色の玄武岩質熔岩に再び遭遇する。

6,500 呎より 8,000 呎間は畑層よりなり玄武岩質熔岩及び赤色の火山岩滓よりなつて居る。東口に於ては岩質として最も良好なりし部分である。

8,000 呎より 9,050 呎間は複輝石安山岩である。岩質は相當堅硬なる部分もあるが岩滓の部分もあり且つ 8,200 呎以奥は甚しく温泉作用を受けて變質し粘土化せる部分が多い。温泉作用により變質して粘土化せる部分は完全に不透水性である。純粹なる粘土であつて極めて僅かに安山岩の小礫を含む、掘鑿に當り軟弱なるにも不拘崩壊の危険が全くない。然るに掘鑿後約 1 週間を経過するに及び徐々に膨脹し、其の膨脹力は絶大にして鐵製支保工もよく之を支ふる事が出来ない。原因は空氣に觸れて風化するために容積を増大するとも考へられ、又水分の毛細管現象による壓力とも考へられ確實なる原因は不明であるが粘土層自身の膨脹なる事は明かである。



第 67 圖 東口底設導坑 8,237 呎より掘出したる硅化木

本區間は更に斷層作用の著しきものあり一大崩壊事故を惹起した。東口最大の難場をなしたる部分である。此の酸性安山岩の部分が甚しく温泉作用を受けて居るにも不拘前後の畑層が全然之を受けてゐない事より見れば畑層堆積前に温泉作用を受けしものにして斷層の起りたるよりはるかに以前なる事を知る。

斷層は 8,200 呎及び 9,000 呎に於て著しきものあり 9,000 呎のものは最も甚しい。之は厚き粘土層の發達せるものであつて其の背後は比較的良好となつて居る。本斷層は北 45° 西の方向を有し地表に於ては丹那峠より和田川上流に通ずる谷に相當するものであつて東口に於て遭遇したる斷層の代表的のものである。地形的に見て斷層の北側に南東に向つて關係的移動をなしたるものなりと思はれる。北伊豆地震の際壘築に龜裂を生じたる部分である。

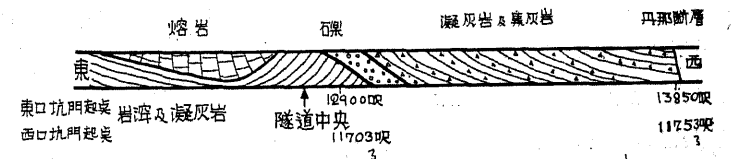
9,050 呎より 12,900 呎間は再び畑層の玄武岩質熔岩、凝灰角礫岩、集塊岩及び火山岩滓よりなつて居る。之等は複雑なる重なりを有して居るが集塊岩の部分が比較的が多い。此の區間に於て長さ約 2 呎の火山彈が発見された。本層は丹那盆地東邊の山地斜面に露出するものであつて池ノ山峠に至る通路の東側山地に於て火山彈の発見されたるものと同一の地層である。

9,000 呎の斷層の次に掘鑿上困難せし斷層は 11,200 呎及び 11,500 呎であつて後者は丹那式水抜坑を必要とせし部分である。之等兩斷層は北伊豆地震の際いづれも丹那盆地東側の崖錐層上に於て杉林内に龜裂を認めたものである。之等の斷層以西に於ては西口 12,000 呎の丹那斷層に至る間は著しきものはない。

此の畑層は 1,200 呎附近に於て西に傾斜して居るが 12,711 呎に於て急に東に傾斜する。即ち鉤曲を示して居り 12,900 呎に於て不整合に多賀火山の集塊岩及び凝灰岩と境して居る。

### 地質断面

(地震研究所報第 4 号第 4 頁参照)



第 68 圖 貫過點附近地質圖

此の不整合の部分は恰度貫通點となつて居る。

12,900 呎より 15,000 呎間は多賀火山噴出物なる安山岩熔岩及び凝灰質集塊岩である。熔岩は三層よりなつて居る。丹那斷層（西口 12,000 呎）に至る迄は明瞭に西に傾斜して居る。而して大斷層西側に於ては東へ傾斜し 15,000 呎附近に於て再び畑層となつて居る。

多賀火山の集塊岩は砂質のものが多し。隧道掘鑿に際しては比較的容易に進行せし部分である。

丹那斷層（西口 12,000 呎の大斷層）は丹那盆地の略々中央を南北に走り隧道内に於ては中心線上に於て 80 呎の粘土層を有する如き大なるにも不拘北側迂廻坑に於ては殆ど厚さを認め得ざる迄に消失して居り而かも其の方向は東南より西北に向つて居り地表に於て地震の際に喰違を生じた一線の方角とは約 40 度違つて居る事は地下に於ては並列するものなりと想像される。

以下西口の部分は太竹口よりの延長呎によつて説明する。

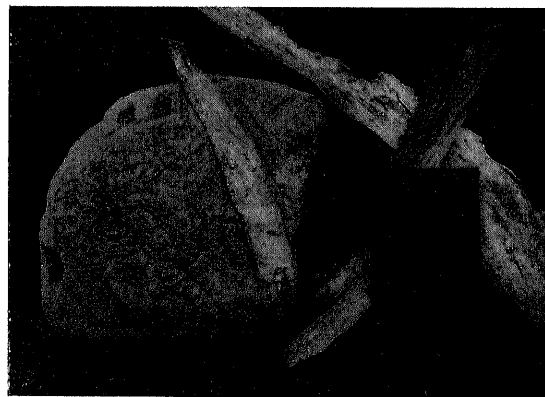
12,000 呎より 8,000 呎迄の間は集塊岩であつて砂質のものが多しけれども崩壊を伴はずして比較的良好なる地質である。

8,000 呎より 7,040 呎迄は火山荒砂層である黒色の粗粒砂であつて全然固結せず著しく火山性であり且つ粘土質を全然含まない。然し乍らまれに安山岩の大岩塊を含んで居る。地下水の流動性著しく之が爲めに大湧水を伴ひ其の都度崩壊して空洞を生じたる部分であつて空氣掘鑿をなしたる部分である。

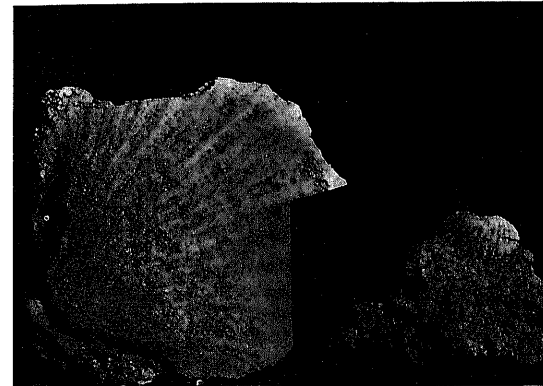
7,040 呎附近に於て泥岩層との互層となつて居る。此の泥岩は淡褐色の軟弱なるものであつて 1 吋乃至 3 吋程度の厚さに層理極めて明瞭に成層し 7,040 呎に於ては垂直となつて居るが急激なる皺曲を以て東に傾斜し 7,800 呎附近に於て施工基面下に下り坑内砂層となつて居る。即ち砂層の下層をなして居る。泥岩層内には黒色の砂層の薄きものを挾有して居り湧水と共に崩壊を伴つたのである。

7,040 呎より 4,500 呎間、7,040 呎に於て垂直なる泥岩層は間もなく集塊岩層となり 4,500 呎迄は全部同様である。赤褐色の砂質集塊岩であつて湧水を伴ふが崩壊せず良好である。

4,950 呎に於て斷層がある。大事故を起したる斷層であつて厚き粘土帯を有して居り殆ど隧道と直交し垂直をなして居るが地表に於ては僅かに地形的に認めらるゝに過



第 69 圖 西口の大湧水と共に流出せる木片及木片附着の泥岩



第 70 圖 西口底設導坑 4,000 呎附近に於て發見せる介の化石

ぎない。之より 4,500 呎迄同様の集塊岩である。此の間安山岩の岩脈があるが重要なものでない。

4,500 呎より坑口迄は全部凝灰岩であるが坑口附近に於て安山岩の熔岩に 2 箇所に於て遭遇して居る。此の凝灰岩層は淡黄褐色にして砂質又は浮石質のもの多く介化石を産した事がある。隧道の地質としては良好なる部分である。

### 第三節 丹那盆地に於ける試錐

#### (1) 試錐の目的及び其の経過

丹那盆地が隧道中央上部に存在して其の成因に關しては隧道掘鑿着手前より問題視されたるものであつて之に對しては諸學者により説を異にして居た。(地質の説明の項参照) 然るに隧道の進行と共に丹那盆地直下の地質構造及び其の状況を明かにする事は施工計畫を正確ならしむる上に於て極めて必要となつたので大正 12 年春盆地上部よりボーリングを行ふ事となつた。

ボーリング作業は其の當時に於ては建設工事に試みたるもの極めて少く、地表下深きものに至つては全く無かつた。従つて盆地に於て 500 呎以上の深き試錐をなす事は現在程には簡單には考へられなかつた。

此の當時太竹口坑内に於ては 4,950 呎にて不良箇所當り掘進不能に陥り進行中止の已なき状態となり、南側迂廻坑進行不能となり北側に掘進中の時である。導坑掘進の方針確定のため 4,950 呎の坑奥地質状態を明かならしむるため瑞典人技術者エディクソン氏を招聘し大正 12 年 3 月 24 日より太竹口坑内 4,950 呎より約 300 呎の水平ボーリングを施工し同年 5 月初旬完了した。其の結果不良箇所が斷層であつて背後に良好なる地層の存在する事を確かめ得た。之が丹那に於けるボーリングの最初である。

以上の如き坑内ボーリングにより試錐技術を或程度まで習得したので此の一隊を以て直ちに前記丹那盆地のボーリングを開始する事となつた。

最初の計畫としては 1 本の試錐により最も有效なる結果を得るを目的とし盆地の成因如何に拘らず適切なる判断の材料を得らるゝ場所として種々研究の結果(後の)D 號の位置を選定した。

大正 12 年 5 月 15 日より初號に着手、同年 8 月 14 日、51m の箇所にて故障のため中止、同 25 日迄研究の結果此の試錐坑は放棄の已むなきに至つた。併し之により丹那盆地に於て垂直の深きボーリングをなす事の可能なるを確かめ得たので更に大々的に全般に亘つて試錐方針を立つる豫定なりし所、同年 9 月 1 日の大震災により計畫を一時中止した。

大正 13 年 2 月 4 日盆地試錐の再計畫をなし同年 3 月 5 日より、A 號、B 號同時に着手。

大正 13 年 5 月 17 日 C 號位置に於て盆地内が湖底沈澱層深きに鑑みパーカッション式の有利なるを思ひ日本石油株式會社より試錐機を購入し技工 3 名を借用して試錐に着手した。

大正 13 年 7 月 1 日より D 號位置に於て武藏工務所より機械及び技術者を借り受けカリックスボーリングに着手した。之は A、B、C 各試錐の進行に伴ひ盆地内の地質構造が意外に複雑なるを知り更に 1 箇所を追加して急速に 4 箇所地質を知る必要があつたからである。

大正 13 年 7 月 29 日 A 號穿孔を終了し、同時に C 號の日石の作業を中止し、A 號に使用したるクレリアス機により C 號穿孔を繼續した。當時 105m 迄進行し安山岩の極めて硬きものに遭遇しパーカッション式にては全く不能となつたからである。同年 10 月 3 日 C 號を完全に終了した。

大正 13 年 8 月 15 日に B 號は一時中止、同年 9 月 23 日再掘、大正 14 年 1 月 25 日完全に終了した。

大正 14 年 2 月 25 日 D 號は 146m に於て故障のため豫定深度を僅かに残して中止した。此の際噴出したる地下水は地元の要求により後にセメンテーションにより閉塞せしめた。

以上を以て丹那盆地に於ける 4 本の試錐作業は完全に終つたのである。此の結果盆地の成因が斷層による陥没なる事を知つたので隧道残部の地質に関する豫測の根據を得た事は大なる収穫であつた。尙各號試錐孔に於てガルバノメーターにより孔内温度を測定したが地表湧水と殆ど變りなく、温泉湧出の如き地熱に對する懸念は全然無くなつた。

其の後隧道の進行に伴つて地下水の問題起り灌漑用水必要となり D 號を再掘して地下水を自噴せしめた。水位に關しては別表の如くである。地下水減退して自噴不能となりてより地下水位観測孔としてパイプ内の水位を計つて大いに利用し昭和 7 年 2 月 4 日には更に深度を増し 80m より着手し同年 5 月 6 日 171m 迄達せしめて水位観測に便ならしめた。

昭和 7 年春隧道の進行は大いに見るべきものあり残尺僅少となり貫通時期を明瞭ならしむるためには残存箇所にて斷層が果して何箇所あるかを知る事が非常に重要となつたので之を調査する目的を以て隧道の中央部より東西兩側に向つて 45 度の試錐を行ふ事とした。垂直の試錐は互の關係により斷層を推定するわけであつて不完全なるをまぬがれないので 45 度に行ふ事により残存部分の斷層を實際に貫いて位置及び厚さをも調査せんとしたのである。

昭和 7 年 5 月 9 日 45 度試錐を兩側へ向つて同時に着手、同年 12 月 30 日完全に終了した。

丹那盆地の試錐は結局上記 A、B、C、D 及び 45 度 2 本、合計 6 本の試錐をなしたる事となる。之等試錐の作業並びに行程に關しては特殊篇第十章に詳述してある。

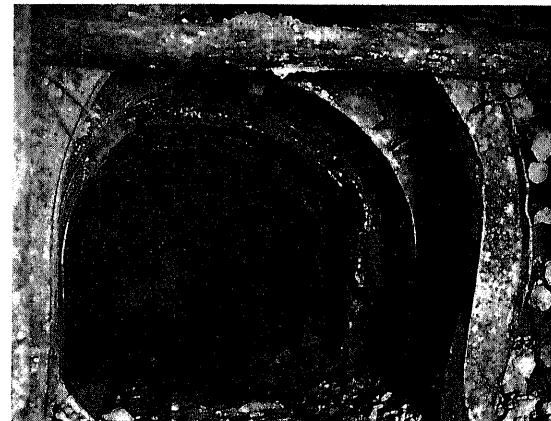
## (2) 試錐の結果地質的に明かとなりし事實

丹那盆地に於ける試錐は前記の如く盆地の成因に關し異説あり。各々其の説く所に依つて推定地質構造を異にし火山説に於ては場合に依つて盆地下全部安山岩となり、陥落説ならば大部分集塊岩となり、工事施工上甚しき差異を生ずるのであるが盆地より施工せる試錐の結果は斷層に依り陥落したるものなる事を確かめ得たのである。

## 第四節 温泉餘土其他

### (1) 温泉餘土

東口 9,000 呎工事は斷層存在せる爲にも原因してゐるが難澁を極めたのは主として地質が温泉餘



第 71 圖 東口底設導坑 8,900 呎附近温泉餘土の爲鐵製支保樑の折損狀況

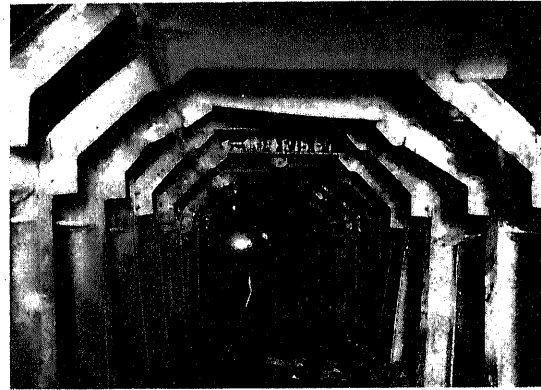


第 72 圖 温泉餘土の重壓に依り「セグメント」のバックルせる状態

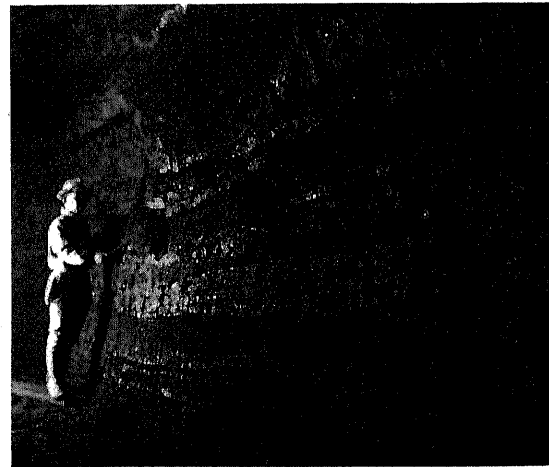
土であつた爲である。温泉餘土と此處に稱してゐるものは岩石成生後地下より熱漿水の上騰により變化して粘土化したものである。丹那隧道に於ては主として安山岩質熔岩及集塊岩が上記の作用を受けて綠色粘土と化したものである。此の特質は概して掘鑿の時は甚だ堅いが後空気に觸れると湿度の爲軟かくなり非常な膨脹力を有して居ることである。又水に觸れると溶け易く、元來は不滲透性のものであるが湧水に出遇ふと崩壊性を有することとなる。絶大な膨脹力の爲鐵製支保工も曲げ折られると云ふ譯で該箇所の掘鑿には非常に悩んだのである。

### (2) 火山荒砂、泥岩

丹那隧道の遭遇した地質は火山噴出物たる熔岩、集塊岩、凝灰岩を潜り抜けたことは當然の結果であるが火山砂の層に遭遇したことは當然とは云ひ乍らも、水を含むと仲々掘鑿に悩まされた結果となつた。泥岩



第73圖 東口 8,930 呎附近温泉餘土區間に於ける鐵製支保工變形の状況



第74圖 西口 7,292 呎附近土平泥岩黒砂五層状態

は凝灰質頁岩とも稱すべきもので火山灰の微粒が沈澱固結したものである。西口 7,000 呎に於ては泥岩黒砂五層の奥に火山荒砂層が廣く分布されてゐたのであつて、泥岩は水を滲透させぬ爲に火山荒砂層には多量の地下水が貯溜されてゐた爲に泥岩を突破せんとする時大崩壊をなし難工事は續いたのである。

### (3) 坑内温度

隧道全體を通じて大體攝氏 16 度であつた。勿論換氣の程度作業の状態に依り幾分の差異のあつたことは勿論である。湧水の温度は大體攝氏 15 度であつて之も場所により幾分の差異は認められ

たが皆之に近いものである。東口 900 呎附近に於ては攝氏約 29 度に上つた事があるが此の層は 1 箇所のみであつて、幾分温泉と関係があつた様である。

### (4) 坑内湿度

坑内湿度を測定したことがあるが大體 98% 乃至 100% であつて坑内のことではあり、湧水が多量あつたから當然の事であると思ふ。

### (5) 地下水

地下水の分布並びに之が流動する關係に就いては甚だ難しい問題であつて、地下水を排除せんと



第75圖 東口底設導坑 9,180 呎附近に於ける試錐孔よりの湧水状態

しても仲々思ふやうに行かぬ場合が多かつた。之は地質の種類と云ふより滲透度が同一でない爲であつて早く涸渇する處と僅かな水乍ら何時迄も出てゐて不思議に思はれる箇所もある。併し乍ら大體隧道上部全部に地下水の満ち満ちてゐたことは間違ひのなかつた事で此の地下水の量は夥たゞしいものであらうと考へられる。隧道附近一帶は主として火山噴出物である爲、大體水を含み且水を透す層が多く三島近傍の清水村に於ける湧水は如何に多量の水が通りよいかを説明してゐるもので狭い湧水池に 400 個以上の地下水が噴出してゐて全く驚く外はないのである。坑道の奥端から湧水が多量に大流出すると水路に遭遇せるが如く考へたが、決して然らずして、地下水を多量に貯溜せる箇所に這入ると周圍より易々と水が集まつて來た様である。

### (6) 湧水

夥しき地下水のあつた爲に、世界の湧水記録を破つた程に出て來たのである。西口に於ては 5,000 呎以奥大體 40 個以上の湧水があつた。湧水量 1 個は毎秒 1 立方呎の湧水量を言つて居る。一旦地下水の如き場合になると非常なものであつた。兎に角丹那隧道は湧水に悩んだのであつて排水設備及其他は特殊工事の所で詳述してある通りである。竣功迄に湧出した量を累計したならば驚くべき量に達して居るだらう。湧水ある爲に漏水問題も生じたのであるが遂に實に廣範地の水を絞り出した結果となつた。

### (7) 地下貯水池

此の言葉は適當でないかも知れぬが地下水が多量に溜つてゐる箇所に遭遇すると工事に悩んだのである。途中に隔壁の様なものがあるならば隧道の掘鑿に従つて地下水位は順次後退し突如大量の湧水に遭遇することは無いわけであるが、無數の斷層があつて之が壁の如き作用をなし隧道の全區間

に互つて大きな幾つかの貯水池を爲してゐたと考へられる。斷層を突破して此の貯水池に這入るとタンクの底を抜いた様な具合に水が出て來たのである。斷層を突破してと云ふより斷層を突破せんとして斷層の崩壊となる場合も多いのである。此の壁の様な作用は斷層ばかりでなく泥岩の層及び集塊岩でも滲透度の少ないものは此の壁の作用を爲して仕事に困つたのである。併し乍ら集塊岩の様な場合は奥方が不良地質の場合に困つたのであつて、奥方に多くの水があつたとしても安山岩の様な堅固な地山なれば問題のないことは勿論である。

#### (8) 地下洪水

上記の様にして、隔壁を破つて地下貯水池にぶつかると多量の湧水に遭遇する。此の時は隧道全體が水びたりとなる譯で地下の洪水に遭遇した様なものである。西口 7,000 呎及 12,000 呎等此のよき例である。かく地下洪水に見舞はれる時は坑奥の地質は良くなく特殊篇に述べる様に實に難儀して掘鑿したのである。