

## 第八章 隧道及坑内ノ湧水

143. 開鑿隧道ノ湧水 隧道ヲ開鑿スル場合ニ會々水脈ニ出逢ヘバ湧水ヲ見ルベク、少ナカラザル困難ニ出逢フコトガアル。殊ニ長イ隧道トナレバ排水ハ益々六ケシイ。

歐洲南部ノもんすにー隧道 (Mont Cenis) ヲ開鑿シタ際ニ石灰岩ト頁岩トが混ツタ石英ニ出逢ツタ。もるちれー (Mortillet) ニ從ヘバ隧道ヲ掘ツテ此隧道排水ノ出ナイモノハナカツタ。じよるどのー (Giordono) ニ從ヘバ此隧道ノ全體ニ涉ツテ其滲透水ハ毎秒6乃至7りっとるニ過ギナカツタ。偶々石膏ニ掘當テ、之カラ多量ノ湧水ヲ懸念セラレタガ實際ニハ小サナ源泉が見出サレタ丈ケダツタ。

長サ 14984.19 米ノさんごたーる隧道 (St. Gothard) ニ於テハ片麻岩ガ全然粘土ニ分解シテアツタ區域ガアツタ。殊ニ南側ニ於テ然リデアツテ、其最大湧出量ハ毎秒 348 りっとるニ達シタ (1875 年 7 月)、然シ 1879 年乃至 1880 年ノ平均湧水量ハ毎秒 230 りっとるヲ示シタ。滲透水量ハ融雪ノ熾ナ頃ノ夏ノ間ガ多ク、9 月カラ 10 月ニ掛ケテ最多量ヲ示シタ。但シ此期間ニ溫度ハ低カツタ。

あーるべるひ隧道 (Arlberg) ハ長サ 10249.88 米デ雲母頁岩、石英及片麻岩ヲ貫通シタ。兩側ハ其岩層分解シテ湧水ヲ見タガ、或期間ヲ經テ涸渴シタ。其最多湧水ハ毎秒 15 りっとるニ及ンダガ而カモ唯僅カニ 3 日許ダツタ。

とるしの隧道 (Turchino) ハ長サ 6427 米デゼのばとあすち (Asti) ノ間ノあべにん (Apenuins) 山ノ下、綠色火山岩、石灰頁岩及滑石頁石ヲ貫通シタガ 1893 年 10 月毎秒 117 りっとるノ最多湧水量ヲ與ヘ、1905 年 4 月ニハ

毎秒 74 りとるニ減少シタ。

あるびら隧道 (Albula) ハ長サ 5,866 米、石灰頁岩、泥灰岩及花崗岩ヲ貫イテ工事完成後毎秒 319 りとるノ湧水量ガアツタ。其中ニハ 1 りとるニ硫酸石灰 1 瓦ヲ含ンデ居ル源泉ガアツタガ、此水ハ恐クハばるぶにや湖 (Palpuogna) カラ來ルモノト信ゼラレテ居ル。但シ此隧道ハ湖底 200 米ノ下ヲ貫通シテ居ル。

144. 隧道ノ大湧水 佛國コニ (Coni) トグゝんちみる (Vintimille) ヲ撃ク鐵道線路中こるど たんど (Col de Tende) 隧道ハ長サ 8,099 米、1890 年カラ 1898 年マデニ貫通シ、1898 年 7 月 17 日開通式ヲ舉ゲタガ此間大湧水ニ見舞ハレタ。即チ 1894 年 3 月及 10 月ノ湧水ハ毎秒 1,000 及 340 りとるノ間ニ在ツテ、其最大量ハ 5 月カラ 6 月ノ間ノ雪融ノ際ト 10 月ト 11 月ノ間ノ大雨ノ際ニ現ハレ、溫度ハ攝氏 6°ニ低下シタ。

佛國ぶ、のー (Finhaut) トし、もにー (Chamonia) ノ間ノもんてー隧道 (Montets) ハ 1907 年 12 月貫通シタガ、高サ 1,386 米長サ 1,900 米デ、斷層ハ毎分 22 立米又ハ毎秒 366 りとるノ湧水ヲ見タ。之ガ爲ニ三ヶ年ノ工事ト 4 百萬法ノ工費ヲ要シタ。

さんぶろん隧道 (Simplon) ハ長サ 19,803 米デ 1901 年春大湧水ノ難ニ逢ツタ。顧フニ是レ地下水學ノ最モ奇々怪々ナモノデアアル。

1901 年 12 月 31 日此隧道カラ湧出スル水量ハ實ニ毎秒 874 りとるニ達シタ。隧道ノ導孔ヲ掘ツタ爲ニねんぶろ (Nembro) ノ源泉ニ供給シツ、アツタ貯水池水路ヲ空ニシ、下降ノ冷水ト併セテ上昇ノ熱湯ヲ中斷シテ導孔ニ排水セシメタ。然ルニ冷水ノ方ハ始メ人ノ考ヘタト反對ニ其量ヲ減ゼズ又之ガ爲ニ熱クモナラナカツタ。恐クハ外部カラ規則正シク給水セラレテ居タモノガ隧道ニ依ツテ地下貯水池ガ貫通セラレテ空虛トナツタ爲ニ溫度ノ上昇ヨリ

ハ寧ロ低下ヲ來シタ。水ノ溫度ヤ硬度ハ其循環ノ行程ニ依リ異同ヲ來シ、或ハ冷イ水ガ流込シタリ或ハ深イ地熱ノ影響ヲ受ケタリ、且ツ石膏ヲ含ム地層ヲ通過スル爲メ硬度ノ變化ヲ生ジテ居ル。而シテ其湧出量ハ毎秒 700 乃至 1,150 りとるノ間ニ變化シテ居ル。

れちべるぐ隧道 (Lötschberg) ハ長サ 14.5 軒かんだー河 (Kander) ノ谷底ヲ横斷スルコトニナツテ居タ。其計劃ノ當時其河底ノ形ニ關シテ意見ハ二ツニ分レテアツタガ、隧道ハ深サ 180 米ノ箇所ヲ通過スベキ筈デアツタ。1900 年ニ三人ノ地質權威者ガ調査ノ結果、其谿谷ハ氷河ニ依ツテ出來タモノデアアルカラ U 字型ノ横斷面ヲ有スルモノナルベク、其谿谷ヲ埋メタ土砂ハ 70 米以上ニ出デナイ爲メ、隧道ノ上ニハ少クモ 100 米ノ堅イ岩盤ガ有ルベキ筈ダト結論シタ。之ニ反シテ 1906 年 11 月ろりーあ博士 (Dr. Rollier) ハ谿谷ノ斷面ハ侵蝕ニ依テ出來タ V 型ノモノデアアル點カラ推定シテ土砂填充ノ厚サハ最モ深イ處デ 200 米以上ニ達スベク、上記ノ 180 米ノ深サニ掘進スベキ隧道ハかんだー河底ノ帶水土砂ノ中ヲ貫通スルコト、ナルト云フ意見ヲ發表シタ。然ルニ此意見ハ採用サレナカツタ。其理由トスル處ハ谿谷ノ生態ハ其側壁ノ岩質ニ關スルモノデアアルノニ之ヲ考慮ニ入レテナイカラト云フニ在ツタ。而シテ横斷面ハ岩ノ性質ニ依ルモノデ生成ノ方法ニハ依ラナイトサレタ。然リ而シテ事實ハ次ノ如クデアツタ。1908 年 7 月 24 日導孔ノ一撃ハ水ノ飽和シタ土砂ト接觸シテ水ハ其中ニ浸水シ 25 人ノ生命ヲ奪ツタ。此事實ノ直後ニ直径 100 米ノ沈下ガかんだー河ノ谷ニ現ハレ河水ヲ呑込マントシタ。此結果隧道ノ中心線ヲ變更シテ之ヲ東方ニ偏セシメ、堅岩ノ中ニ中心ヲ置ク爲ニ隧道ハ 800 米ノ長サヲ増スノ已ムヲ得ザルニ至ツタ (君島大測量學下卷第七章第二節 213 第 145 頁參照)

塊利亞ノしたいや (Steyr) トえんす (Enns) ノ間ノばいるん隧道 (Pyhrn)

ハ其長サ 4,779 米デアアルガ 1902 年 8 月 14 日毎秒 800 りとるノ大湧水ヲ見、尋イテ 1904 年ニモ若干量ノ他ノ湧水ガアツタ。然ルニ翌 15 日ニハ水力發電ニ用ヒラレツ、アツタ溪流ガ干上ツタ。1902 年 11 月 14 及 15 ノ兩日ニハ洞窟ニ掘當テ、1905 年 5 月 22 日ニハ多數ノ死者ヲ出シタ。而シテ 1905 年 5 月 17 日ノ大湧水ハ毎秒 1200 りとるニ及ンダ。

又奥國さーぶ河 (Save) ノ孟谷あっすりんぐ (Assling) ノからわんけん隧道 (Karawanken) ニハ大湧水ヲ見タ上ニ岩石ノ崩壊、天然瓦斯ノ爆發等ガ之ニ伴ツテ起ツタ。又かるすとノ新線ごりちあ (Gorizia) カラとりえすと (Triest) ニ達スル路線ハ隧道ガ凡テ鐘乳洞ニ出逢ツタ。往時とりえすとノ南東いすとりー (Istrie) 線ノへるべりー (Herpelje) 隧道ニ於テモ亦同様ノ事故ニ遭遇シタ。

145. もん どの隧道 もん どの隧道 (Mont d'Or) ト云フノハ佛國ふらすぬ (Frasne) ト瑞西ヴらるぶ (Vallorbe) ノ間ニ在ル長サ 6093 米ノ隧道デ 1910 年 9 月 2 日起工シテ 1915 年 5 月 16 日開通式ヲ擧ゲタ。其始メテ毎秒 1.8 立米ナル多量ノ湧水ニ突當テタノハ 1912 年 12 月 23 日デ、同 29 日ニハ 5 立米ノ噴出ヲ見、1913 年 1 月 17 日涸渇ノ後 350 りとるニ減少シタ。其後ニ大洞窟ニ掘當テ、1913 年 4 月 18 日湧出量毎秒 10 立米ニ達シタ。其結果トシテハ此附近ノ水源ハ凡テ皆涸渇シタガ、其後内壁ヲ設ケ堰堤ヲ作り、水溜ヲ作ツテ隧道内ニ流出スルヲ防ギ、舊水源ニ流出スル様施設ヲシテ舊狀ニ復スルコトガ出來タト言ハレテアル。但シ以上述べタ儀ナ地下ノ水理ハ可ナリ永イ時日ヲ經過シナケレバ明瞭ナラヌモノモ多ク、且ツ其間ニハ各種環境ノ變化モ現ハレルカラ一概ニ速斷スルコトハ困難デアアル。

146. 丹那隧道ノ大湧水 丹那隧道ハ静岡縣田方郡熱海町カラ同郡函南村大竹ニ至ル延長 7,809 米 (25,614 呎) ノ大隧道デアアル。熱海町ノ西方ニハ瀧

地山ガアリ、其北ニハ日金山、南ニハ立嶽ガアツテ南北ニ連リーノ分水嶺ヲ爲シ、日金山カラ北ニハ箱根ニ連ルー脈ト別ニ東方岩戸山ニ連ルー脈ガアツテ、湯ケ原方面ヲ流レル千歳川ト熱海デ海ニ入ル加茂川及田代方面ヲ流レル冷川トヲ分水シテ居ル。立嶽ニ於テハ山ハ二脈ニ分レ、一脈ハ南方多賀村ニ至リ、他ノ一脈ハ西方ニ向ツテ居ル。以上ノ山嶺東部斜面ハ何レモ著シク急峻デ下ツテ湯ケ原、熱海、多賀ニ至リ、熱海灣ヲ抱擁スル大噴火口外輪山ノ内側面ヲ形ツテ居ル。又西部斜面ハ田代丹那ノ兩盆地カラ更ニ南方浮橋盆地ニ至ル多數ノ平行シタ南北ニ連ル斷層線ニ依ツテ剪ラレテ居リ、此斷層線ノ東部ハ日金山、瀧地山、立嶽ノ頂上カラ急傾斜ヲ以テ下ツテ居ルガ、斷層線ノ西部ハ波狀ノ起伏連續シ、全體トシテ西方ニ傾斜シ、終ニ狩野川附近ノ平野ニ達シテ居ル。而シテ此間田代ノ盆地ハ東西凡ソ 300 米南北凡ソ 1 軒、丹那ノ盆地ハ直徑凡ソ 1 軒ノ圓形ニ近イ形ヲ爲シ、盆地内ハ極メテ平坦デアアル。田代カラ中間ノ輕井澤ヲ經テ丹那ニ連ル線ハ種狀ヲ爲シテ附近ノ地形ハ複雑デアアル。

地質學者ノ説ニ依レバ熱海灣ハ陥落火口デ、往時ハ此灣ノ中央ヲ火口トスル火山デアツタガ、後ニ東南半部ガ陥落シテ仕舞ヒ、殘ツタノガ前ニ述べタ瀧地山カラ熱海ヲ取圍ム連山デアアル。丹那隧道ハ即チ此外輪山ヲ火口カラ裾野ニ向ツテ貫ク路線デアアル。

丹那盆地ヤ田代盆地ノ成因トシテ種々ノ説モアルガ諸種ノ調査ヲ綜合スレバ其基盤ハ南北ニ走ル多數ノ斷層群ニ依ル種狀陥落地帯ニ相當スルモノデアアルト信ゼラレテアル。

此附近ノ地表ハ風化シタ土層ニ掩ハレテアルガ地質ハ層狀火山ノ構造ヲ示シ、熔岩、凝灰岩、集塊岩等ノ岩石ガ互層ヲ爲シ、大體西ニ向テ傾下シテ居ル。熔岩ハ主ニ安山岩質デ水ガ滲透シ易ク、集塊岩ハ亦一般ニ滲透質ノモノ

デアル。

田代丹那兩盆地ノ平地ハ往時湖水デアツタ爲メ所謂湖底ノ沈澱物カラ成リ沖積層ヲナシテ居ル。

丹那隧道ノ工事ニ着シタノハ東口ガ大正7年4月1日、西口ハ同年7月6日デ、昭和3年末ニ於テ東口ハ9741 呎、西口ハ 8,481 呎總延長ノ7割内外ガ竣功シ、其後今日ニ至ル迄着々工事ガ進メラレ、昭和8年6月19日東西ノ排水坑ガ貫通スルニ至ツタ。

今本隧道ノ掘鑿ニ當ツテ現ハレタ湧水ノ状態ヲ見レバ大正7年4月1日カラ滿三ヶ年大正10年3月末日迄ニ 4,468 呎ノ進行ヲ見タ中、坑口カラ導坑920 呎附近ニ約1個ノ温泉湧出ガアリ、1,410 呎、1,782 呎及 4,400 呎附近ニ湧水ガアツタ。岩質ハ坑門カラ 2,500 呎乃至 4,225 呎ノ間ハ第三紀層ノ灰白色又ハ砂質ノ凝灰岩デ之カラ 4,400 呎マデハ黑色ノ安山岩トナツタ。之カラ 5,700 呎迄ハ集塊岩、6,500 呎迄ハ熔岩流トナリ、之ヨリ熔岩ト集塊岩トガ入亂レテ居ル。此區間デ 4,600 呎乃至 7,500 呎迄ノ間ハ湧水ガ多カツタ。

即チ大正10年4月1日ニ坑門カラ凡ソ1,000 呎ノ穹拱煉瓦積ガ凡ソ2鎖崩壊シ、16名ハ埋没シテ生命ヲ失ヒ、17名ハ7晝夜ノ後漸ク掘出サレタ。之カラ大正11年11月迄ハ導孔ノ掘進ヲ中止シ、崩壊箇所ノ復舊ト支保工ノ補強ヲ行ツタ。

大正12年12月2日カラ再ビ導孔ノ掘鑿ヲ開始シタガ4,000 呎乃至7,563 呎ノ間ニ湧水ガ多ク、2年間ニ底設導坑3,796 呎切擴及疊築約5,000 呎ノ進行ヲ見、大正13年11月7日迄ニ導坑8,264 呎、切擴及疊築6,000 呎ヲ完成シタ。

東口坑門カラ8,250 呎近クマデハ前記ノ岩質大體良好デアツタガ此ニ至ツテ俄然斷層破碎帯ニ遭遇シ、更ニ其後一帯ハ温泉餘土トナリ、作業困難ヲ極

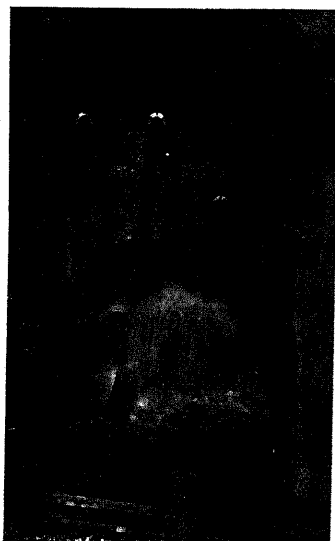
ムルニ至ツタ。即チ大正13年11月カラ昭和3年5月ニ至ル三年間ハ此難地層ヲ突破スルニ費サレタノデアル。先ヅ大正13年11月斷層破碎帯ニ出逢ツテ南側及北側迂回坑ヲ掘リ、更ニ温泉餘土ノ中デモ南側迂回坑ヲ掘鑿シタガ斷層ニ逢ツテ3個乃至5個ノ湧水ヲ見、土砂ヲ噴出シテ工事ヲ中止シタ。大正14年末第一左側迂回坑9,035 呎ノ點カラ約5個ノ水ヲ噴出シ、多量ノ土砂ヲ併噴シタ。此間湧水量ハ13個程度デ第一左側迂回坑カラ湧水ガアリ、一時18個トナツタガ間モナク出口ヲ埋メラレタ。此後導坑本線カラ、或ハ迂回坑カラ屢々湧水ニ遭遇シテ、排水坑ヲ増設シ、更ニ第二迂回坑ヲ設ケルナド排水作業ヤ湧出土砂ノ始末ニ大ナル努力ガ拂ハレタ。盾構壓縮空氣ヲ用ヒタノハ大正15年8月頃カラ昭和2年2月頃迄ノ間デアツタ。又昭和2年5月頃カラ昭和3年3月頃迄せめんと注入法ヲモ用ヒタ。

昭和3年5月以後ハ龜裂ノ多イ熔岩ノ中ヲ掘進シテ湧水ハ多カツタガ普通ノ方法ニ依ツテ掘鑿スルコトガ出来タ。昭和3年末ニ於テ東口總湧水量ハ約30個ト註セラレタ。

西口ハ其掘鑿ヲ始メテカラ大正9年11月ニ至ルマデ2年4ヶ月餘ノ間ニ底設導孔4,468 呎、切擴及疊築1,400 呎ノ進行ヲ見タ。之カラ大正11年2月マデ1年3ヶ月ノ間ハ湧水多ク掘鑿ガ困難デアル爲メ排水作業ニ力ヲ盡シテ導坑僅カニ500 呎ノ進行ヲ見タニ過ギナカツタ。大正11年2月16日4,940 呎ニ達シタ時湧水ヲ伴フ斷層破碎帯ニ遭遇シ、湧水増加シテ9個トナリ、支保工ヲ破壊シ土砂ヲ流出シタ。此間各種ノ工事ヲ試ミテ終ニ北側ニ迂回坑ヲ掘ツテ本線ニ復シ、一方ハ坑口カラ他ノ一方ハ逆ニ奥カラ掘鑿シテ斷層ヲ通過シタガ導坑支保工縫返シ作業中大正13年2月10日多量ノ噴水ト共ニ大崩壊ヲ生ジ坑奥ニ作業中ノ16名ハ溺死シ、其流出土量600 呎、湧水量20個ヲ越エタ。之カラせめんと注入法ヲ用ヒテ斷層破碎帯ヲ突破シ、更ニ北側

ニ第二迂回坑ヲ掘進シタ。坑奥ノ作業ハ斷層突破ノ作業ト別個ニ大正 14 年 5 月マデ進メダガ同月 8 日底設導坑 7080 呎ニ於テ突然多量ノ湧水ヲ見タ。即チ火山荒砂層ノ處デ 8 日ニハ 70 個位ノ水量ガ 9 日午後 6 時ニハ 123 個トナリ、後徐々ニ減少シタガ 150 日モ經過シテ流量ガ略ボ一定シ、9 日ニハ湧水量 90 個トナリ、火山荒砂層ニ達スル以前ノ流量ニ復シタ。是ニ於テ南北兩側ニ各排水溝ヲ設ケ、更ニ兩坑トモ壓氣掘鑿ヲ行ヒ、漸クニシテ集塊岩ノ地層ニ入ツタ。西口ニ於テモ東口ト同ジク導坑本線ニ平行シテ排水坑ヲ設ケルコトナリ、大正 14 年 5 月カラ同 15 年 6 月半過ギニ完成シタ。其後湧水モ増減變化ヲ見タガ昭和 3 年ノ末ノ頃ハ總湧水量 35 個乃至 40 個ノ程度デアツタ。

西口方面ノ地質ヲ概説スレバ坑門附近ハ熔岩ト集塊岩トカラ成リ、1320 呎附近ニ達シタ。之カラ第三紀層ノ白色又ハ灰色凝灰岩デ中ニ安山岩ヲ交ヘ



第百四十三圖 丹那隧道湧水

4500 呎ニ至ツタ。此間總湧水量 7 個ニ過ギナカツタ。之カラ集塊岩トナリ、湧水稍々多ク、大正 11 年 2 月 16 日 4940 呎ニ於テ前述ノ如クノ斷層破砕帶ニ出逢ツテ湧水急ニ増シ、土砂ヲ噴出シ支保工ヲ倒壊シタ。大正 13 年 2 月 10 日ニハ 20 個以上ノ湧水ガ北側迂回線ニ起リ、土砂ヲ噴出シ、大崩壊ヲ引起シタ。

4950 呎附近ノ斷層カラ奥ハ集塊岩デ中ニハ熔岩ヲ挾ンデ居ル所モアル。此附近ニハ湧水急激ニ増加シ、就中

6315 呎附近ノ斷層デハ 15 個ノ水ヲ湧出シタ。大正 15 年 5 月始 7,078 呎デ湧水總量 40 個デアツタ。此後ハ火山荒砂層トナリ前記ノ如ク大正 14 年 5 月 8 日 70 個ノ湧水カラ最大 123 個トナツタ。第百四十三圖ハ丹那隧道西口堅坑上部坑道奥端ノ昭和 6 年 9 月 18 日ニ於ケル湧水状態ヲ示シタモノデア

147. 岩盤ノ移動 はいむ教授 (Prof. Heim) ハ嘗テ隧道ヲ開鑿スル場合ニ岩盤ノ地下壓又ハ岩石ノ壓力ガ平衡ヲ失フ爲メ、之カラ起ル危険ヲ指摘シテ人ノ注意ヲ喚起シタコトガアル。

一般ニ地中ニ於ケル地下壓又ハ土壓ノ分布ハ全然液體內ニ於ケル水壓ニ似タモノガアル。唯其相異ナル點ハ岩盤ノ内部ニ於テハ其運動ガ極メテ徐々ニ起ルコトガ是デアル。是レ大ナル凝集力ト大ナル内部ノ浮力ニ打勝ナケレバナラナイカラデアル。はいむ教授ハ更ニ瑞西ノ深イ隧道ノ觀測ノ結果ヲ例示シ、或ハ側壁ガ推出シタリ、天井ガ沈下シタリナドスル許リデナク、道路ガ隆起スルナドハ恰カモ開放シタ平面ガ一タビ大ナル内部ノ壓力ヲ受ケレバ其寸法ハ延ビテ曲面ヲ呈スルノニ似テ居ルノダト云ツテ居ル。隧道ノ中デミリミリ音ノスルコトアルノハ之ガ爲メデ、地下水ノ迸出ルノモ亦此事故ニ外ナラナイ。

又地壓ガ加ハル結果トシテ岩盤ニハ水ガ搾リ出サレ漸次無水ノ状態ニナルコトハ想像シ得ラレル。石膏又ハ硫酸カルシウムハ無水ノ状態トナリ、更ニ粉末狀トナルコトモアリ、延イテハ壓力ノ爲ニ擁壁ノ破壊ヤ平面ノ歪ミヤ彎曲隆起ナドヲ見ル例ハ枚舉ニ遑ガナイ。最近我國ニ於テモ或種ノ模型ヲ用ヒテ地壓ガ隧道ニ及ボス影響ナドヲ研究セラレタモノモアル。

148. 將來ノ隧道開鑿又ハ道路其他ノ工事遂行上ノ注意 多クノ隧道ニ就テ研究セラレタ所ニ依レバ石灰山ニ屢々見出サレル空洞ハ化學的溶蝕ニ依テ

生ズル水脈ニ近イ箇所ノ變化ニ過ギナイノヲ決シテ龜裂ヤ虧隙デハナイ。

然シ隧道ヲ開鑿シテ天井ガ墜落シタリ水ガ噴出シタ爲ニ非常ニ工費ノ増加ヲ來シ、工事ノ遅延ヲ招ギ、剩サヘ多クノ人命ヲ失フコトサヘアルガ、此種ノ事變ナシニ工事ヲ遂行シタ例モ無イデハナイ。然シ後ニナツテ見レバ地質ノ調査トカ地層ノ研究ナドガ充分能ク行ハレテ居レバ僅カニ路線ノ變更ヲシタリ、排水ノ道ヲ講ジタリ、又ハ土砂岩盤ノ崩落ヲ防グベキ適當ナ方法ヲ用ヒレバ災害ハ之ヲ避ケ得ラレタコトガ多イ、從テ路線ヲ定メ斷面ヲ決定シ施行ノ方法ヲ定メルニハ主トシテ水ノ氾濫ヲ防ギ得ル様ナ方針ニ依ルヲ可トスルト言フモノモアル。多クノ場合ニハ水ノ漏ラナイ様ニ實際的ノ施工ヲ爲スノデアアルガ經濟的ノ見方カラ立案セラレル爲メ稍々モスレバ工事ノ終ニナツテ見レバ甚シク工費ヲ要シタ場合ガ多イ。殊ニ石灰岩ノ地下水理學ハ人ノ想像スルモノト非常ニ異ツテ居ル場合ガ多イカラ、隧道等ヲ作ル場合ニハ地質ヤ地下水等ノ研究ヲ充分ニ行ツタ後計劃ヲ立テ施工ヲ進メルコトガ必要デアアル。

ろンドンノテーむす河ノ水底隧道ヲ作ツタノハぶーねー (Brunel) デ、1824 年カラ 1843 年マデ 19 年ヲ要シタ。其間度々河水ノ迸出ニ依テ妨ゲラレ7 人ノ生命ヲ失ツタ。其外ノろンドン水底隧道ヤ、1886 年ノセバール河 (Severn R.) ノ下ニ、又巴里ノせーぬ河 (Seine R.) ノ底ヲ横ツタめとろぼりたん及のーる しゅど地下鐵道、にゅーよーくノえーすと河 (East R.) 及はどそん河 (Hudson R.) 底ノ横斷等孰レモ特別ノ注意ヲ要シタ。殊ニにゅーよーく市ハかつき (Catskill) 山ノ上水ヲ彎管デはどそん河底ヲ横ギル爲ニ深サ 340 米ヲ降り、堅イ岩盤ニ達シテ U 字形ノ管路ヲ設ケタ。是レ空前ノ大工事デ 1914 年ニ使用シ始メタ。其後にゅーよーくト對岸諸地方ノ間ニハ多數ノ水底隧道ガ設ケラレ 1929 年ニハほらんど隧道ガ竣功シ、同市ト對岸に

ーじゅーしー市ヲ繋グー大水深交通路ガ出來上ツタ。

凝灰岩、沖積層、砂質、泥灰地ナド水分ヲ含ムコトノ多イ地域ニ鐵道又ハ道路ナドヲ設ケテ之ガ爲ニ横ニテシタリ、或ハ路線ガ沈下シテ兩側ノ地盤ガ盛上ルナドノ現象ハ至ル所ニ見ラレ、殊ニ沼地濕田ナドニ盛土ヲ以テ鐵道道路ヲ通ゼシメル場合ニハ其上部工作物ノ重量デ路床ガ沈下シ、其兩側ノ田面ナドガ隆起シテ給水ヤ排水ニ支障ヲ來ス様ナ事例ハ甚ダ多イ。

灌漑、發電、上水等ノ目的ヲ以テ作ラレル各種ノ堰堤モ亦地下水ノ爲ニ惱マレル場合ガ少クナイ。殊ニ土堰堤ハ屢々其堤址其他ノ地點カラ湧水ガ見出サレル。而シテ石灰質ノ堤土ヲ以テ土堰堤ヲ作ル時ハ漏水ノ懸念ガ最も多イ。

殊ニ水ヲ溜メタ後地山ノ中ニアル虧隙カラ湧水ヲ見タ例ハ少クナイノミナラズ。混泥土ナドデ作ツタ堰堤デサヘ漏水ガ起ルコトハ人ノ知ル所デアアル。

149. 地ニ 地ニト云フノハ傾斜シタ地盤ノ上ニ在ル或區域ノ土砂ガ滑落ツルモノデ稀ニハ底ニ在ル地盤ガ傾斜シテ表土ハ必ズシモ傾斜シナイモノガ其上層ノ土砂ガ移動シタリ、又ハ下層ノ地盤自身が移動スル爲ニ表土ガ亦之ニ伴ツテ滑動スルナドノ現象モアル。之ニハ地震ニ伴ツテ地層ノ變動ヲ生ジテ此地ニテ起スモノト、下ノ堅イ岩盤ノ上ニ載セラレテアル土砂又ハ岩石ノ間ニ虧隙ガアツタリ又ハ粘土ノ様ナモノガ介在シテアル地中ニ水ガ浸潤シテ其水ハ一種ノ催滑油ノ様ナ働キヲ爲シ、偶々下ノ岩盤層ガ傾斜シテアル爲メ上層ノ土砂岩盤ハ滑リ出スモノトアル。地震ニモ地塊運動ト唱ヘラレルモノハ可ナリ徐々トシテ起ルモノデアアルガ、普通ノ地震ニ關聯シテ現ハレルモノハ多ク急激ニ起ル。然シ水ノ浸潤ナドヲ主因トスルモノハ多ク徐々ニ現ハレルヲ普通トスルガ、亦暴風雨ナドニ伴ツテ起ルモノハ時トシテ急激ニ來ルモノモアル。即チ前者ハ動的デ後者ハ靜的ダトモ言ハレ得ル。然シ前ニモ述べタ通り數年數十年ノ間ニ大地ガ徐々ニ隆起シタリ又ハ陥没シタリシテ地殼ノ

變動ヲ來ス場合ニハ其現象ハ可ナリ緩慢デ之ニ水ノ浸潤ナドガ伴ツテ地ニテ促進スルコトモ多イ。即チニ場合ノ合併症トモ考ヘルコトガ出來ル。此ニ略述スルモノハ急激ナ地震ニ關聯シタモノニ觸レナイ積デアル。

地中ニ水ガ浸潤シテ生ズル地ニニ暴風雨ニ原因スルモノガアル。即チ暴風雨ノ際ニ地山ニ雨ヲ吹き附ケラレ、基盤ノ岩石ニ浸潤シタ水ハ其表土ヲ滑ラシメ、草木ヤ人家ハ其表土ト共ニ移動シタリ又ハ倒潰シタリスルノデ時トシテ之ヲ山海嘯ナド、呼ビ、東西至ル所ニ其例ガアル。例ヘバ大正4年9月6日カラ8日ニ至ル颶風ノ爲ニ福岡縣糸島郡一貴山、福吉、深江附近ニ起ツタ山崩ノ風水害ハ北九州ニ起ツタ最モ慘憺タルモノ、トシテ知ラレテアル、即チ6日午後6時カラ北東ノ風ガ吹き降雨ヲ伴ヒ、翌7日ニ涉リ夜間殊ニ降雨甚シク、8日午前6時頃カラ暴風雨トナリ、午後6時頃狂暴ヲ極メタ。風向ハ北東ヨリ北トナリ終ニ西風トナツテ風力ガ衰ヘタガ風向ハ所謂どうベン逆轉ヲシタモノデ颶風ノ中心ハ九州ノ東海岸カラ朝鮮ニ向ツタノデアル。糸島郡ノ南方佐賀縣界ニハ一帯ノ山脈ガ花崗岩カラ成リ東西ニ連亘シテ如上ノ暴風雨ニ對シテハ地貌殊ニ不利デ、基岩ノ上ノ表土ハ凝灰質ノモノ多ク、溪流ノ氾濫ト相俟ツテ各所ニ地ニ又ハ山崩ヲ生ジタ。其被害反別 200 へくたニ及ビ流失家屋 32 戸ヲ算ヘタ。

昭和7年8月26日岐阜縣中津町ニ起ツタ山津波(山潮トモ云フ)ハ近來稀ニ見ラレタ大風水害ノ一デアツタ。中津町附近ニ現ハレタ雷雨性ノ豪雨ハ中津町ニ於テ26日ノ一日ニ總量200耗ニ及ンダ。豪雨ノ繼續時間ハ凡ソ5時間デ毎時平均40耗程度ノ降水量デアツタラシイ。降雨區域ハ殆ド四ツ目川流域ニ止リ、而カモ此程度ノ降水量デハ少クモ四ツ目川流域ニ於テハ氾濫ヲ生ズルニ至ラナイモノ、如クデアル。然ルニ此川ノ上流前山、山中ニ起ツタ大小30以上ノ山崖ノ崩潰ノ爲ニ泥石流及之ニ誘發サレタ泥砂流ノ爲ニ中津

附近ニ慘害ヲ逞シウスルニ至ツタモノデアル。四ツ目川上流ノ土質ヲ見レバ河川ガ峽谷ヲ穿流スル部分ハ10年乃至20年ノ杉林地地表ハ枯葉等ノ腐植物ヲ以テ被ハレ、之ニ侵蝕セラレタ花崗岩質ノ砂ハ粘土ヲ交ヘテ其吸水率ハ非常ニ大ナルモノデアツタ。

然シ是等ノ表土層ハ比較的淺ク而カモ基岩トハ不連續的ニ接合シテアツタ。又崩潰地點ハ50度以上ノ急傾斜ヲ爲シ頗ル不安定ノ状態ニ在ツタガ23日25日ト2日ニ亘リ輕微作ラ雷雨ガアリ、其水量ハ吸水性ノ土質ニ依ツテ全部保存セラレ、四ツ目川ノ表土ハ既ニ浸潤飽和ノ状態ヲ爲シテ26日ニ至ツタ所ガ前述ノ如キ當日ノ豪雨ハ表皮ヲ剝グ様ニ不連續的接合ヲ爲シタ表土ヲ崩潰セシメルニ至ツタモノ、如クデアル。地盤ノ傾斜ガ急峻ナ程、樹根ノ擴ガリヤ根入ノ少イ程、土質ノ粘性ノ少イ程崩潰ハ早く起リ、一般ニ分流ハ本流ヨリモ早く崩潰シ、上流ニ崩潰ガ起レバ下流ノ山崩ヲ誘發スル動機トナリ、下流ニ至ル程被害ガ大クナツタ。

掘鑿トカ切取トカラ行ツタ爲メ地盤ノ安定ガ破レテ地ニ生ジタ例モ亦少クナイ。言ハバ人爲的地ニデモ言フベキデアル。彼ノ1914年5月ニ起ツタ有名ナばなま運河きーるぶら(Culebra)ノ大地ニハ同運河ガ漸ク一條ノ水路ヲ通ジタ途端ニ亦忽チ水路ヲ塞イデ仕舞ツタ。

其後驚異ニ値スベキ大凌渾ヲ行ツテ同8月ニハ再ビ公式ニ水路ノ開通ヲ見、10月ニハリばーぶーニ達シタ第一船ヲ見ルニ至ツタ。其後モ凌渾ハ引續イテ行ハレ、1916年6月迄ニ掘上ゲタ土砂5千萬立米、當初水閘式ノ全掘鑿土量149百萬立米ノ3分1ニ達シ、前後ノ掘鑿總量ハ海面式ノ運河凌渾量177百萬立米ヲ凌駕スルニ至ツタ。

此地ニ起ツタ個所ハきーるぶら又ハがいやーど(Gaillard)ノ大切取ナド、呼バレ、其切取ノ最高點ハ平均海面上+312呎(+95.1米)デ運河底

ハ +40 呎 (+12.2 米) デアルカラ、此大切取ノ最深部ハ 82.8 米ニ及ンダ譯デアル。其掘鑿ノ法リハ凡ソ 6.7 分 (3/2) デ、地ニノ面積ハきからちや (Cucaracha) 及にきーるぶら (New Culebra) ノ兩側デ各 50 乃至 60 へーかー (20 乃至 24 へくたー) デアツタ。

此地ニ關シテごーさるす將軍 (Goethals, G. W) ガ報告シタ所ニ依レバ三種ノモノガアツタ。第一ハ運河壩ノ中心線カラ 30 米乃至 36 米ヲ隔テ、之ニ平行ニ滑出シタモノデ、掘鑿ノ法リガ急ニ過ギタ爲メニ起ツタ。第二ハ岩盤ノ地層ガ運河ノ方ニ向テ傾下シ、其岩盤上ノ粘土ヤ岩石ノ破片等ガ豪雨ノ爲ニ催滑セラレテ地ニヲ生ジタ。きからちや側ノ地ニハ即チ是デアル。

第三ハ地割 (Breaks) ト呼バレタモノデ、初メ地表ニ若干ノ龜裂又ハ割目ガ現ハレ、此割目ハ多ク運河壩ニ平行シテアツタ。而シテ此割目ノ一側ハ沈下シテ掘鑿方面ニ滑リ、延イテ運河壩ノ底ハ隆起ヲ生ジタ。此地ニノ原因ハ俗ニ油肌ナド、呼バレル龜裂ガ縦ヤ斜ニ入ツテ居リ、其間ハ稍々脂褐色ノ催滑性ノモノデアツタ岩石ガ下底ニ在ツテ運河ノ掘鑿ノ爲ニ側面ノ支持力ヲ失ヒ運河軸ニ向ツテ移動スルニ至ツタ。

以上三種ノ地ニノ中第三ノ地ニハ第一ヤ第二ノ地ニトハ稍々其性質ヲ異ニシタモノデ、第三ノ内ニハ更ニ水壓ナドニ助長セラレタ推出シヤ沈下ヲ伴ツタ地ニナドモアツタ。

我國ニ於テハ地ニナドガ非常ニ多イ。是レ地震ノ多イコト、降雨ヤ颶風ナドガ多イコト及ビ地形ノ凸凹ヤ地層ノ變化ガ多イコトナドヲ其原因ニ舉ゲルコトガ出來ル。

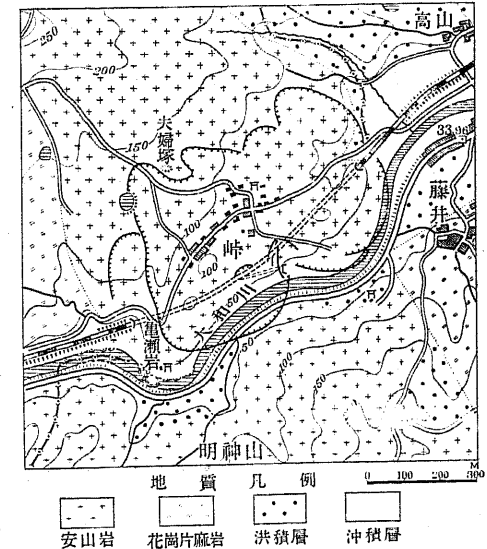
大正 4 年 3 月信濃川改修工事トシテ施行セラレタ大河津ノ分水工事ノ内、新潟縣西蒲原郡國上村大字渡部地内デ起ツタ大崩壊ハ地ニトシテ大キナモノデアツタ。海岸ヲ距ルコト東ノ方約 10 町ノ分水路左岸ニ當リ海拔 70 米許

ノ地點カラ崩壊シ、其土砂ハ分水路ノ河幅 270 米ヲ埋メ、此土量約 30 萬坪ニ及ンダ。但シ實際ノ除却工事ニハ更ニ多量ノ土砂岩石ヲ除却シ、崩壊防禦工ヲ施コサナケレバナラナカツタカラ之ガ爲ニ 2 ケ年其竣功ヲ延期スルノ已ムナキニ至ツタ。

昭和 6 年 11 月末カラ大和川筋右岸ノ峠ト呼バレル附近ニ龜裂ガ現ハレ、其龜裂ハ漸次其幅ヲ増加シテ 7 年 1 月頃カラ益々猛烈トナリ、終ニ龜ク瀨隧道ヲ塞ギ、大和川ヲ推出シテ對岸明神山下ノ縣道ヲ持上ゲ河流ヲ一部壅塞シテ其水位ヲ高メタ。其原因ニ就テハ或ハ槇尾斷層說ヤ安山岩風化ニ依ツテ地下水ノ滲透ト相俟ツテ對岸ノ崖端切取ガ最モ重大ナ關係ヲ有スルト云フ說ナドモアリ、今日未ダ歸結ヲ見ルニ至ラナイ。第四百四圖ハ大和川筋峠地ニ平

面圖デ、第四百五圖ハ其縱斷面圖ヲ示シ、第四百六圖ハ地ニノ寫真デアアル。

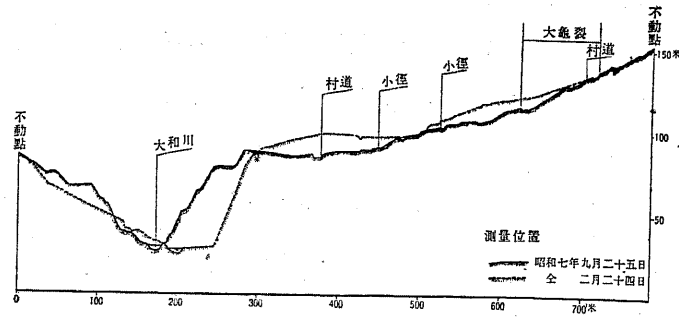
地質調査トシテ行ハレタ試錐ノ結果ニ依レバ安山岩ノ間ニ霉爛シタ粘土質ノ岩石ガ横ハリ、之ガ地ニ面トナツテ居ル様デ地ニノ方向ハ凡ソ北西カラ南東ニ向ツテ居ル。昭和 7 年 2 月 9 日カラ御茶屋線ト呼バレルノ斷面ニ就テ觀測セラレタ



第四百四圖 大和川筋峠地ニ平面圖

全地平移動量ハ 11 月 10 日迄ニ 41.12 米ニ達シ、全垂直移動量ハ 13.00 米ニ及ンダ。





第百四十五圖 大和川筋龜瀨地之縦断面圖 (第二線)



第百四十六圖 同地之圖

而シテ地平移動日量ハ昭和7年2月末日ノ頃 33 種ノモノガ4月半ニ4種トナリ、更ニ7月5日ニ51種ノ最多ヲ示シ、11月10日ノ頃ニハ0.4種ニ遞減シタ。

150. 坑内水 鑛物採掘

ノ爲ニ鑛坑ヲ掘鑿シテ鑛山

ヤ地中ニ進入スレバ屢々湧水ニ出逢フコトアルハ誰モガ想像シ得ル所デア

ル。1879年2月10日ほへみやのどろくす どりんがー (Dux-Döllinger) ノ炭坑ハ一時てふりつ (Teplitz) ノ大温泉ガ其中ニ氾濫シテ之ヲ復舊スルニ12年 (1880—1892) ヲ要シタ。其後 1887、1892 及 1897 年ニモ浸水ヲ見タガ其始メニ浸水ノ厄ニ逢ツタノハ 1158 年ノ昔ニ遡ルト云ハレテアル。

佛蘭西ノ北部、白耳義ヤ獨逸ニすとふりやノ白堊紀ノ地層ニ石炭ガ埋藏セ

ラレテアル。此地方ノ地層中ニハ滲透性ノ部分ガ介在シテ大キナ地下潜水池ヲ形ツテ居ルコトガアル爲メ之ヲ貫通シテ試錐ヲ行フコトガ非常ニ危険デア

ル。むーるてる及もーぜる (Meurtel-et-Moselle) ノ有名ナ鑛山ハ地下水ノ爲ニ屢々大ナル困難ニ出逢ツテ居ル。而シテ其地下水ニ達スル深サハ一様デナイノミナラズ其水量モ亦常ニ不同デア。即チ或坑口デハ深サ 190 米デ夏ハ毎分 10 立米、冬ハ毎分 32 立米ヲ揚水シナケレバナラナイ。1919 年 9 月 30 日ノ頃水脈ノ一ノ水温 12' デ方ニ外氣ノ温度ニ等シク、坑内ノ空氣ハ通風ノ爲ニ 14' ヲ示シテアツタ。

歐洲大戦ノ際 1915 年ノ頃獨逸人ハ佛蘭西北部ノ炭坑ヲ全部破壊シタ。之ニハ大部分地下水ヲ坑内ニ浸水セシメタノデア。即チ諸坑ノ坑内ニ水ヲ氾濫セシメル爲メ其水密ノ堅坑ヲ爆發破壊シタガ、其水量ハ無慮 6 乃至 8 千萬立米ニ達シタト云ハレタガ、其復舊ニハ 10 年ノ歲月ト 50 億法ノ金額ヲ要シタ。而シテ使用不可能ニ陥ツテアツタ 220 坑ノ復舊ニ氷結法ヲ用ヒタ。

我國ノ高島炭坑ハ長崎縣端島ニ在ツテ 600 米ノ深サニ堅坑ヲ掘下ゲ 600 米ノ平坑ニ達セシメント企テラレタガ、毎分 36 立米ノ湧水ヲ見タト云ハレタ、其水量ハ甚ダ多イト云フデハナイガ其水壓ガ毎方糎 28 斤ニ達シ、深サ 600 米ノ附近デ攝氏 38' ノ地温ヲ示シタ。