

# 論 說 報 告

第 23 卷 第 10 號 昭和 12 年 10 月

## 木次線第4坂根隧道に於ける断層に就て

會 員 風 間 武 雄\*

On the Fault in the 4th Sakane Tunnel of the Kisuki Line

By Takeo Kazama, C.E., Member.

**要 旨** 本文は先づ木次線の使命を説き、第4坂根隧道に於て最近惱まされた大断層突破の實績を紹介し併せて之が批判をなし、次に之と正反對の断層實例(高山線宮隧道)と對照し、今後かゝる断層突破に對する方針に暗示を與へんとしたものである。

### I. 緒 言

木次線は中國の略中央の落合と山陰の宍道とを結ぶ横断鉄道でもあり、且又地方開發線路として重要なものである(圖-1 參照)。之を數字にて表示すれば、落合から宍道に向つての流れは宍道で旅客約 140 000 人、貨物 40 000 t、反對の流れは落合で旅客約 31 000 人、貨物 28 000 t 位の豫想である。

この木次線は今や全通せんとして居る。只一つの疵は第4坂根隧道の断層であつたが、これも最近突破し最後の仕上げに猛進して居る(圖-2 參照)。この断層突破の實績を茲に紹介し併せて之が批判をなし、丁度之と正反對の断層實例(高山線宮隧道)と對照し、今後かゝる断層突破に對する方針に暗示を與へんとするものである。

圖-1.

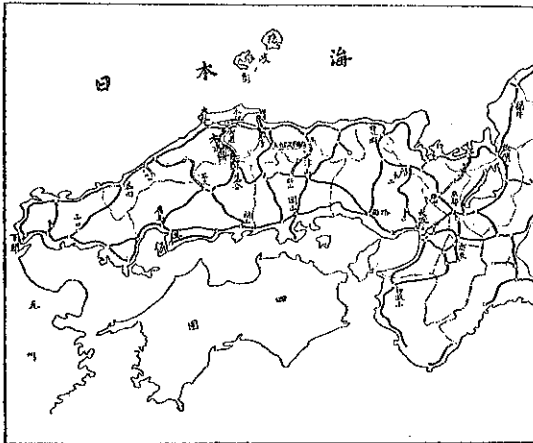
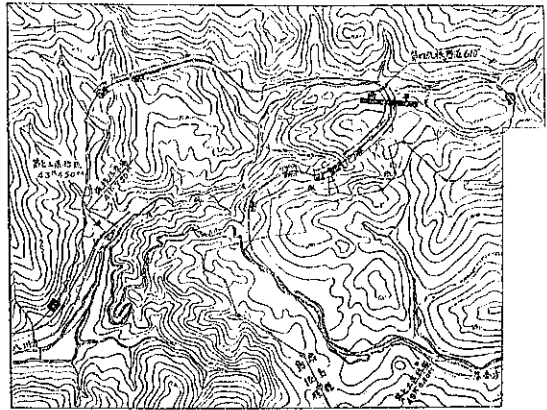


圖-2. 第4坂根隧道附近平面圖



### II. 断層に遭遇せし時の狀況 (圖-3, 圖-4 參照)

時は今を去る約3年前の昭和9年5月1日であつた。今迄礫岩であつた導坑切端に粘土層が表はれ同時に湧水を伴ひ崩壊をおこしたので、切端から5m離れて第1次土留で防禦した結果崩壊は一時とまり湧水も清澄と

\* 鉄道技師 工学士 鉄道省米子建設事務所勤務

なつたが、翌2日再び第2回の崩壊の爲め導坑を埋めること約30mに及び、其の容積は約120m<sup>3</sup>と推定され、湧水量約2.8立/秒であつた。このため隧道直上地表面に径5m、深さ2mの陥没が出来、その一隅から湧水があつた。最初は大した事ではないと思はれたのである。

III. 地質調査並に湧水調査に就て (図-3, 図-4. 参照)

図-3. 第4坂根隧道平面図

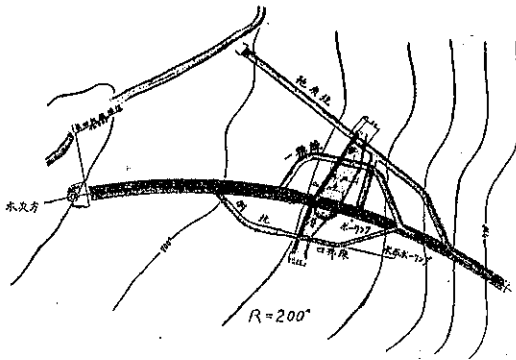
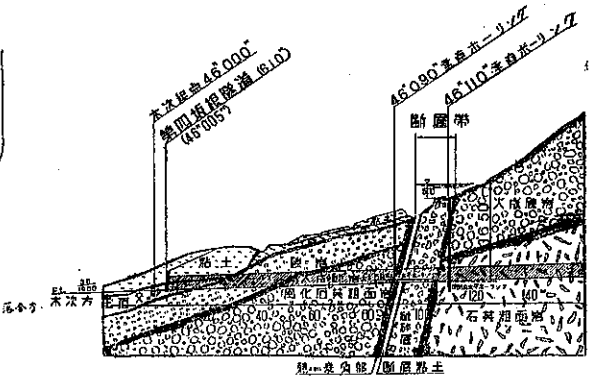


図-4. 第4坂根隧道断層断面図



この断層を突破するには先づ調査が必要である。それが爲ボーリングに依る地質調査と、断層の背後の地下水の変化を調査するために大々的に全山の湧水調査を行ひ、これに依つて対策を樹立することにした。

ボーリングはクレリアス式 AB 型試錐機を用ひ、本坑並に側坑から坑奥に水平ボーリングをなして断層帯の地質を調査し、断層を挟んで2個所垂直ボーリングをして尙一層地質の変化を研究し、その水位の変化により断層上の水圧の変化を確認する様にした。

湧水調査は隧道を直径とする地帯の山上の湧水地點に皆観測點を設け湧水の変化の有無を観測したのである。この観測は非常に役立つ断層附近の減水の模様等比較的明瞭に確認出来たと思ふ。

IV. 断層を如何にして突破せしや (図-3 参照)

本坑の崩壊土砂を取除き飽迄突進せんとする案は、水平ボーリングせし際粘土が打込鉄管より押されて来る處より普通の矢板支保工では不可能であることを察知し、迂回坑により掘鑿を進める事が最良策と考へられたので、先づ右側に側坑を掘り、断層手前で尙念のため水平ボーリングした處本坑と同じ位湧水量あり、断層の厚さも本坑と略同じなので、若しこの側坑を断層迄突進せしむれば、本坑の例に鑑み崩壊するのであらうと推定したので、先づ確實に断層を突破するため種々研究の結果地質坑を選定したのである。

地質坑は幸にして断層帯が短くて、相當の湧水があつたが突破し得た。然し地質坑は高さが本線の頂設の高さなので、これにより断層帯の個所の施行が困難なので巖に残して置いた側坑により迂回せんと考へたが、豫期の如く土圧強大にして果さず、地質坑と本坑との中間に1號線を掘鑿した。然して尙本坑直上の水位が相當あるので、第4號線を計畫し断層を包圍し茲に全く本坑の水をしぼり得たのである。湧水殆んど無き断層は全然問題なく征服出来たのである。

V. 断層突破の際本坑、側坑、地質坑、迂回坑に於ける湧水量の変化 (図-5, 図-6, 図-7, 図-8)

断層突破の際の湧水量の変化を見て次の様なことが云へると思ふ。

(1) 地質坑の湧水量は本坑とは略無關係である。その量は本坑の約4倍である點は供給する水路に近きを感

ぜしめる。然るに側坑の断層に到着するや本坑の湧水量は急激に減少して居る。そして側坑の湧水量は増大しその關係は恰も本坑の湧水の側坑に移動せるが如き状態を呈して居る。その後1號線の断層突破、並に第4號線の

図-5. 地質調査坑断層到着後に於ける各水量  
及水位の変化 (1立/秒=0.036個)



図-6. 側坑断層到着後に於ける各水量  
及水位の変化 (1立/秒=0.036個)

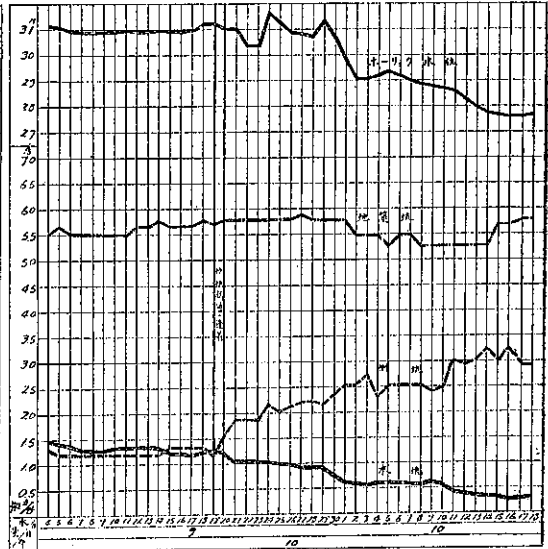


図-7. 1號線断層到着後に於ける各水量  
及水位の変化 (1立/秒=0.036個)

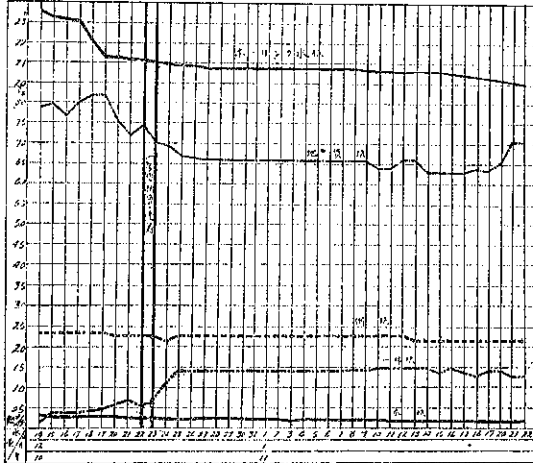
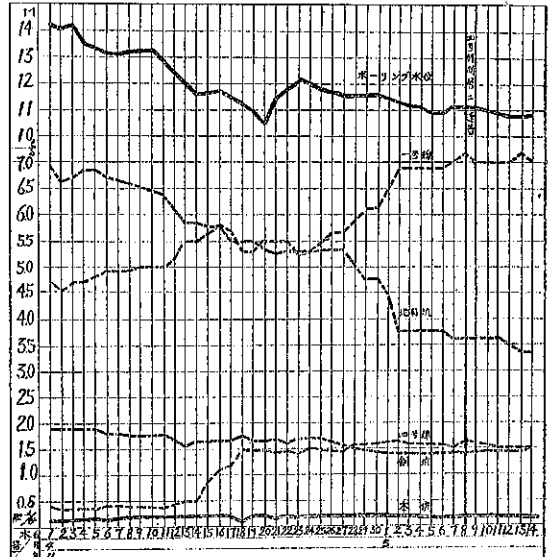


図-8. 4號線断層到着後に於ける水量  
及水位の変化 (1立/秒=0.076個)



断層突破も本坑の湧水に殆んど無關係の様である。

(2) 垂直ボーリングの水位の変化を観察すれば、地質坑の影響は殆んどないが、側坑の断層突破以來次第に水位の降下をなし、1號線の突破は之に拍車を加

へ、第4號線で最低に達したる状態を示して居る。そして第4號線掘鑿にも不拘水位 11m を示して居たのは今だに疑問とする處で、地下水の勾配の關係或はボーリング穴に他より注水あり、漏水と注水の差を示して居たのではないかと思はせらる。あとで断層突破した際垂直ボーリングに依り多少危険視して居た點は全く杞憂に過ぎな

かつた事を発見した。

(3) 地質坑より観る時は断層突破により約 14 倍の水量に増加し側坑の影響もなく反つて奥に進むにつれて増加の傾向があつたが、1 號線の断層突破に伴ひ、その一部が 1 號線に分割せられたる觀を呈した。

(4) 側坑より考ふる時は断層突破後次第に増加し、1 號線突破後は殆んど安定して居る。

(5) 1 號線より考へる時は断層突破後進行に伴ひ次第に増加し 4 號線突破の頃は略安定の域に達して居る。

(6) 湧水量と施工の難易を考へて見るのに、この断層の如く岩盤より粘土、破碎層、地下水の充滿せる岩盤の場合では湧水量の多い處が反つて断層帯の幅が狭くなつて居ることである。これは破碎層に粘土を含んで居る點を考へれば常識的に肯かれる。

## VI. 結果より批判して以上の方策は適當なりしや

以上の施行方策は断層突破に必要なにして充分なものであつたかどうかを批判して見よう。

(1) 手掘並に木の支柱工を前提とする限に於ては崩壊せる本坑により飽迄頑張る方策は當を得てない。何んとならば 52 ㊦/㊦の水圧と、あれだけの粘土層及破碎層を突破するは恰も關門隧道に於て粘土層の部分をシールド無しに海底を掘り進める無謀さに匹敵する。故に本坑を中止して他の迂回坑に依つたのは正しいと思ふ。

(2) 然らば側坑、1 號線並に地質坑と 3 本も掘る必要があつたか。側坑は本坑との湧水の關係上絶体的に必要である。殊に迂回坑の主たる目的は第一に断層を迂回して先の工事を進めること、次に断層の湧水を減少せしめることにある點から考へても分るであらう。然らば地質坑は如何と云ふに、これは充分第一の目的を達したが第二の目的を兼ね得られなかつた。そのため 1 號線の必要を生じたのである只今にして考ふれば地質坑の代りに直に 1 號線を最初から選定すればよきはなかつたかと思ふが、これとても 1 號線の處は断層帯の幅が廣いし湧水も地質坑程出たであらうから必ずしも突破出來るとは云へない。又地質坑はあとで本坑の補助として換氣並にコンクリート専用線として使用出來た點を考ふれば決して不必要であつたとは思はれぬ。

(3) 第 4 號線は垂直ボーリングの水位につられて尙安全を期する爲やつたが餘り効果はなかつた様に考へられる。

(4) 期限の問題であるが、これは諸負工事の事ではあり特に慎重を期したると、且地質調査並に湧水調査等意外に時間がかゝつた事並に一時に各坑をかゝる事をしなかつたせいでもある。これは無意味な坑を掘ることを恐れた爲であつた。

## VII. 工事費調査並に工事工程表 (表-1 並に圖-9 参照)

## VIII. 高山線宮隧道に於ける断層との比較に就て (圖-10 参照)

高山線宮隧道の断層はこの第 4 坂根隧道とよく類似して居る。主なる相違點を挙げると、

(1) 断層の組合せが正反對である。即ち宮隧道では破碎層、粘土層(鑿岩機で掘る程締つて居た)地下水の充滿せる石英斑岩であつた。

(2) 従つて粘土層を突破した時は約 8 個/秒の大湧水で、人夫が押流される程であつた。然し 2 日目に至り 5 個に減少し、3 日目位から清澄になつた。然し量は其の後も約 5 個位であつた。

(3) 迂回坑を掘る時先づこの断層を迂回して行けそうだと考へる方の迂回坑を掘つた。これは山の地勢其他から判断したのだが偶然にも断層帯の狭い水路でない方を掘り當て得た。第 4 坂根ではこの判断が非常に困難であつた。

図-9.

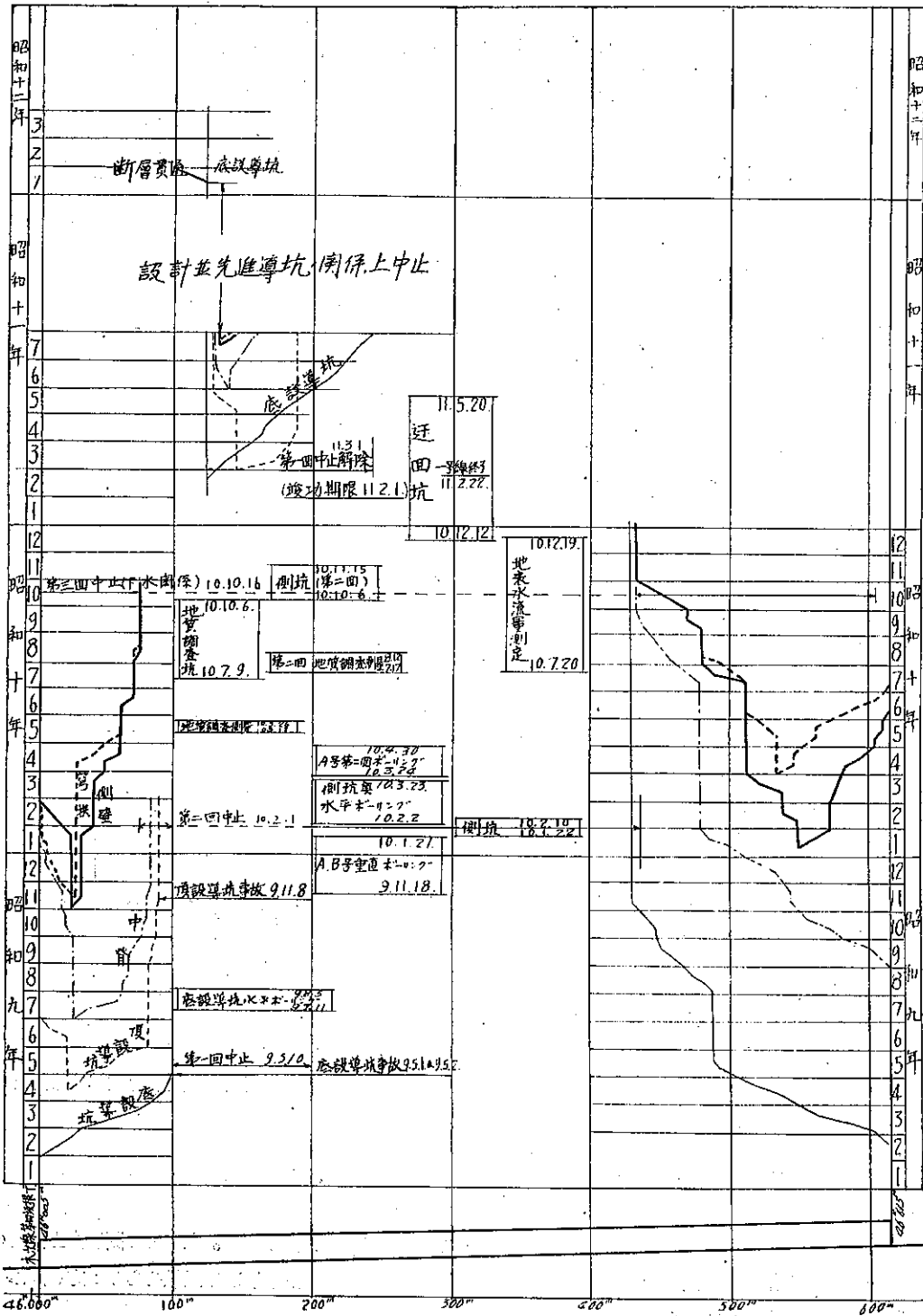


表-1.

工 事 件 名	着 工 日	着 竣 日	総決算額	工事種類及数量	單位當金額	全 額 内 訳				記 事
						勞力費	物品費	雜件費	消耗品費	
第四坂根隧道地質調査	9. 7. 11	9. 8. 5	(4,649) 6,894,460	試錐延長 - 19.44米	35,470	278,250	(4,649) 49,020	210,940	151,250	底層部試水水平水ノツ
-----	9. 11. 18	10. 1. 21	773,430	--- = 32.16'	24,070	183,500	(71,250) 261,560	86,720	242,150	45% 試 量 水 - ノツ
-----	10. 2. 2	10. 3. 23	(135,300) 1,829,587	--- = 43.46'	42,320	866,930	(135,300) 41,980	508,927	424,950	別坑泉水水平水ノツ
第七工区 46号110米 試錐工事	10. 3. 24	10. 4. 30	417,210	--- = 23.60'	17,680	257,570	8,000	126,850	24,990	46% 試 量 水 - ノツ
			(210,570) 3,920,187							
第七工区第四坂根隧道地質調査別項(地)	10. 5. 12	10. 5. 26	231,160			107,260		116,900	7,000	
----- (第期)	10. 7. 17	10. 8. 12	818,050			350,870		437,800	29,680	
第四坂根隧道附近地表水流量調査	10. 9. 20	10. 12. 19	39,060			8,760			30,300	
			1,028,970							
第四坂根隧道側坑掘鑿工事(第四)	10. 1. 22	10. 2. 10	1,113,300	掘鑿 - 123.70米	9,000					
----- 地質調査坑掘鑿工事	10. 7. 7	10. 10. 6	3,097,910	--- = 321.00'	9,650					
----- 側坑掘鑿工事(第四)	10. 10. 6	10. 11. 15	995,100	--- = 22.68'	43,820	236,200	158,300			
----- 迂回坑掘鑿工事	10. 12. 13	11. 5. 20	6,816,568	--- = 531.10'	12,830					
			12,022,878							
			(210,570) 16,832,035							
										(試錐費、試錐機等、消耗品ノカ)
										(括弧内金額ハ再用品見積額ヲ示ス)

(4) 直轄工事ではあり且機械掘であるから約3ヶ月位で突破して先の工事を急ぎ、あとで断層背部より水抜坑を掘つて水をしばつた。

IX. 結 論

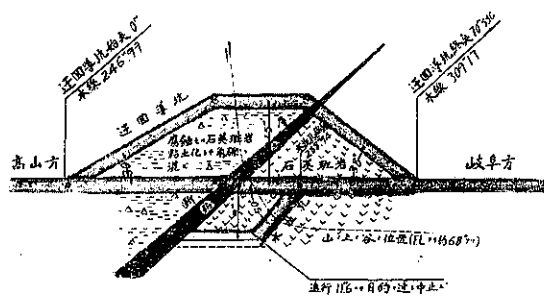
地下水で飽和された隧道で断層に出會すことは本邦に於ては珍しくない。而も其の都度臨機応変の處置により之を突破して居る。従つて断層そのものは金と時とを惜しまなければ問題はならないが、最も安く且短時間に之を突破せねばならぬ時は之が対策は重大性を帯びるものである。

爰に實例として木次線第4坂根隧道を挙げ、又地質的には之と全く正反對な高山線宮隧道を述べ、結論として下の如き暗示を提唱したいと思ふ。

地下水を伴つた断層(粘土層、破碎層、岩盤の組合)を突破するには、先づ

- (1) 本坑により全力を盡してやること。これが失敗に終つた時は
- (2) 之を水抜坑となし置き、次に本坑手前より左右何れかの迂回坑を掘鑿する事。左右とは断層直上附近の地の地勢をよく觀察し、断層帯の幅狭く、水路ならざる且つは崩壊と關係なしと思惟せらるゝ方を選ぶ事。判明せざる時は左右同時でもやる可きであると思ふ。

図-10. 高山線宮隧道断層平面図



(3) 迂回坑完成後尙本坑の水が減少しない時は、断層後方より尙迂回水抜坑を掘ること。

以上は極く單純な結論の如く見えるが、實際上の問題に際しては仲々迷ふものである。迷はずに着々と以上の如き方針にて進むならば、断層突破に對する工事費並に時間に於て得る處大なるものと信ずる。