

第七章 震 災 事 故

第一節 關 東 大 震 災

大正 12 年 9 月 1 日の關東大震災の際には、丹那隧道其のものは被害は大してなかつた。西口はたまたま 4,950 呎の難關にぶつかつてゐたので、地鳴が響いて來た時之を聞いた従業員は山崩れだと云つて逃げ出したが、廳でおちついて見ると電球がゆれてゐるので、地震とわかつたのであつた。併し乍ら坑外では官舎の破損は大分あり殊に發電所は煙筒及ボイラーの壁が崩壞した。電力の送電後設備に故障を生じ、隧道は電氣設備の章で述べたやうに一時休止の止むなきに至つたのである。

第二節 北 伊 豆 地 震

昭和 5 年 11 月 26 日の北伊豆地震に依つて受けた丹那隧道の被害は關東大震とは比較にならぬ大きなもので多大な打撃を受けたのである。隧道は一般に地震に對して安全であると云ふのは一般の定説であるが北伊豆地震の際は、震央が丹那隧道中央に近かつた爲か後述する如く掘鑿濟みの部分に於て沈下箇所及斷層の喰違ひあり特に西口坑奥端たる南側第三水抜坑の切羽は宛かも大斷層に遭遇してゐた。此の斷層が今回の立役者であつた丹那大斷層であつた爲約 8 呎も動いたのであるから隧道内と雖も相當の被害を蒙る事は當然の結果であらう。

昭和 5 年 11 月に這入つて頻々として小地震があり此の際坑内に於ても之を感知し得たのであつた。震災後坑内に地震計を取付け地上丹那盆地のものと比較研究の結果は震度は約地上のもの 1/2 程度のもの様であつたが斯くの如き大被害を蒙つたのは隧道内と雖も前述の如く震央に近かつた爲であらうと考へられる。

坑外に於ては被害も大であり官舎の破損は相當額に昇つたが負傷者を 2, 3 人出したのみで人命には別條なかつた。

唯此の際坑内に於て犠牲者 3 名を出したことは誠に残念である。此の時は東口は輕微にして西口の方が大であつた。

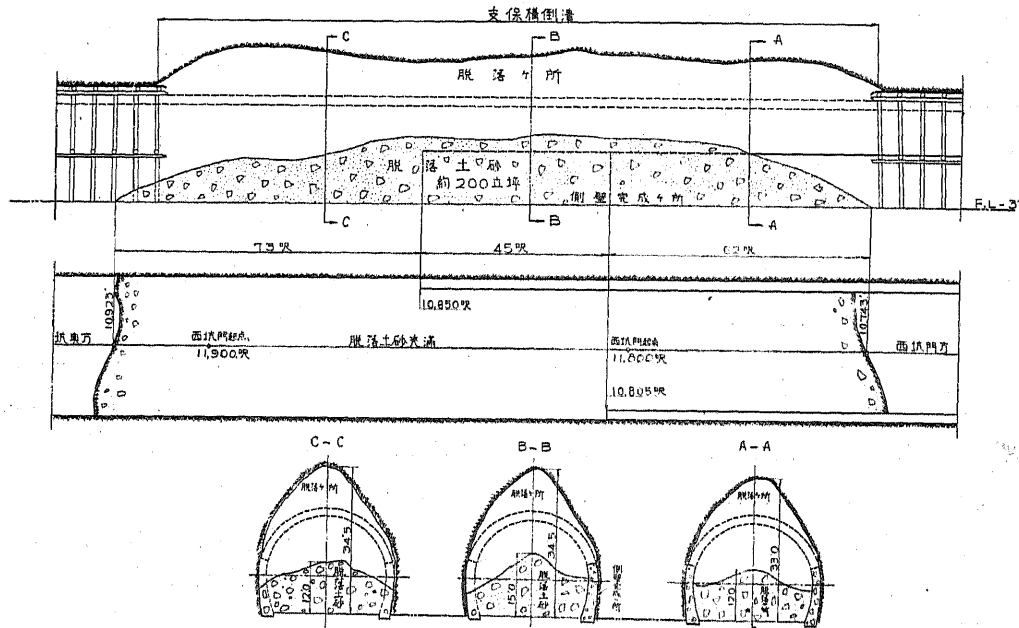
東口の被害は坑内のみであつて、9,000 呎附近に於て既に覆工濟の箇所へ龜裂が這入つた。此處は掘鑿當時斷層の存在を知つて居つた處で、斷層の走向に沿うて龜裂が這入つたのであつた。龜裂の幅最大 2 吋位であつて他に特筆すべきこともなかつた。

西口の被害は坑外の被害も相當大きかつたが坑内の被害は仲々大きかつた。

次に第三節以下第八節迄に其の大略を述べることをとする。

第三節 西口 10,700 呎より 10,900 呎間本線崩壊

此の區間は一部側壁が出来て居り穹拱部の覆工は未施工であつて 5 光式支保構に依つて地山を支持して居つたのであつた。爲に震動の大なるものに對しては甚だ不安定なものであつた。其の上此の區間の奥方には斷層粘土約 1 呎の厚さを持つた傾斜した斷層が本線を被覆して居つたので地質は集塊岩であつたが第一震の動搖に依り瞬間的に支保構は倒壊したものの様に考へられる。

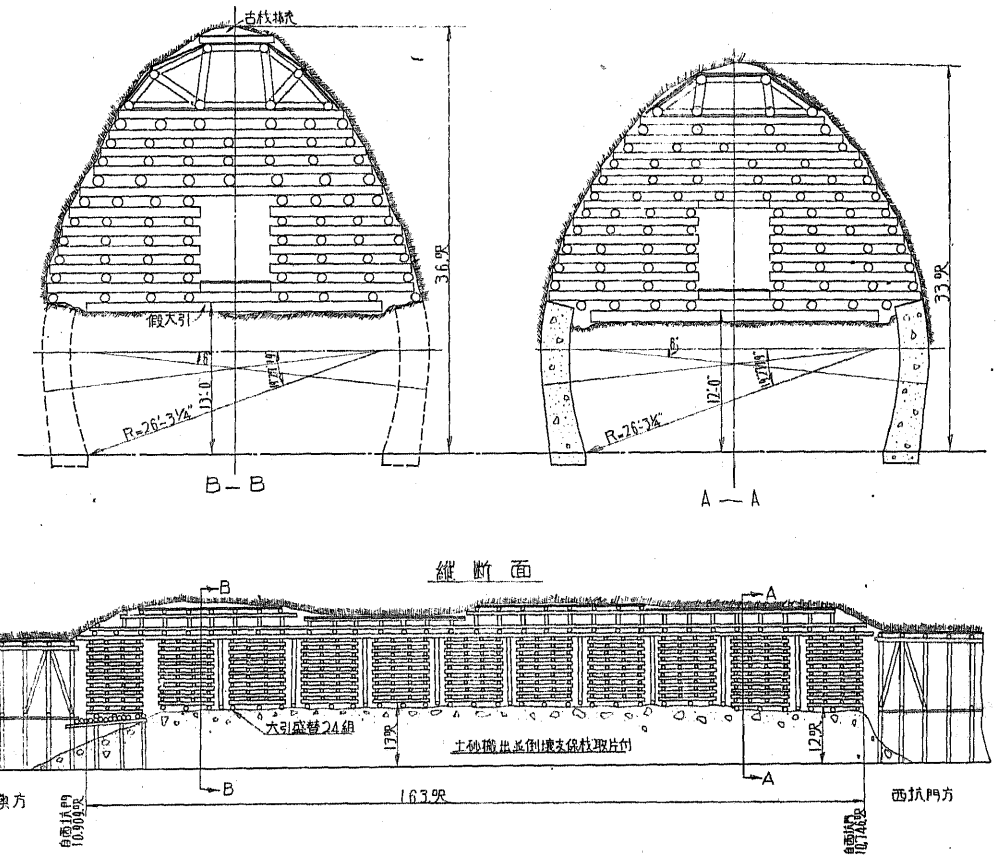


第 369 圖 北伊豆地震による丹那隧道西口坑内本線崩壊状況圖

斷層下盤は剝離崩壊を起して交錯せる支保材の上に約 200 立坪の崩土が堆積して本線は全く閉塞され奥方との通行は杜絶したが幸ひ水抜坑が多少の肌落はあつたが崩壊を免かれたので唯一の通路として本線の奥方との連絡が保たれた本線崩壊箇所には地震當時は切擴の礪を取る爲め人夫 3 名と蓄電車(運轉手 1 名)並に土運車があつて作業中の事で他に避難する餘地もなく遂に埋没の悲運を招いたのである照明用電燈は消えて坑内は全くの暗黒で鬼氣身に迫るの状況であつた。従業員埋没の報に接し急遽全員を號令して救助作業に努めたのである。

(1) 救助作業

崩壊區間は延長 163 呎にして施工基面上約 15 呎の高さに土砂は堆積し支保材は倒壊折損複雑



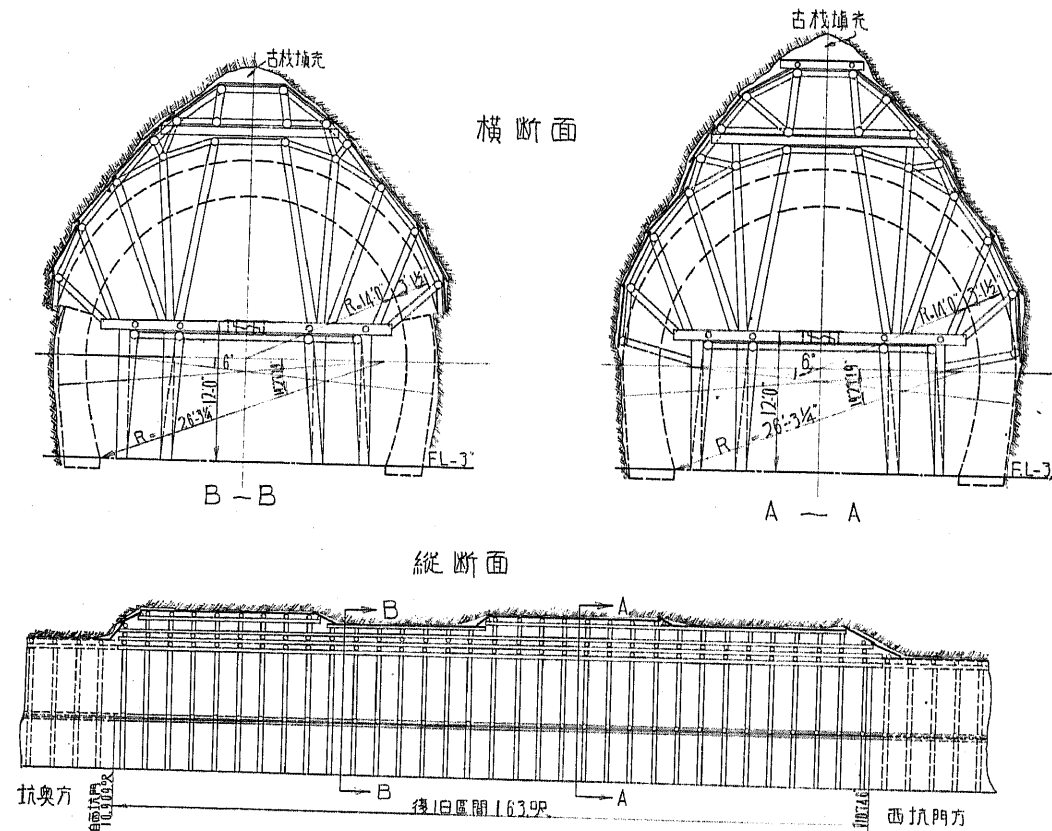
第 370 圖 北伊豆地震による丹那隧道西口坑内本線崩壊箇所應急處置圖

に交錯してるガスランプを照明として同僚を救はんとする氣持は力となり熱となり續く餘震と絶えざる肌落ちの危険も顧みず救助作業に従事した。

先づ水抜坑を通路として崩壊箇所の裏側に廻り前後より施工面を盤として加脊 6×6 呎の救助坑を掘り土砂の搬出支保材の寸断等他に考へ及ばざる複雑な操作を繰返し進んだのである。従事員は崩土一掻き毎にオーオーと埋没された友を呼びつゝ漸進するうち幽かに應答があつたので勇氣百倍前進に努めた。

照明は薄暗く肌落ちの響き物凄く作業依然困難の時電燈の復舊成つて送電せらるゝや一同は思はず双手を舉げて萬歳を連唱するあたり實に涙ぐまき場面であつた。發掘作業進捗の結果運轉手生存する事確實なるを知り 27 日午後 3 時漸く蓄電車に達したが倒れた支保材に挟まれて車内より出す事不可能のため酸素にて電車の鐵扉を焼切り無事救出する事が出来た。身には大なる負傷もな

く手の掌に少しく擦過傷があつたが恐怖の結果精神上非常に疲労して居たので急ぎ救護所に收容したのである。他の 3 名は崩土と支保材に壓迫され惜しくも死體となつて發掘された其等遺族の身を考へれば實に斷腸の思ひである。茲に天祐とも云ふべきは發掘作業終了の刹那落盤のため救助坑破壊され其の一部を埋没されたが此の救助作業の終了が少し遅かつたならば又慘事が發生したかも知れぬ幸ひ 1 名の負傷者も無かつた事を悦ぶ次第である。以上は被害の状況を大略述べたのであるが以下復舊に就て述べる事とす。



第 371 圖 北伊豆地震による丹那隧道西口坑内本線崩壊箇所復舊圖

(2) 西口 10,725 呎より 10,923 呎間の復舊

今回の震災被害中随一の箇所復舊も相當厄介なものであつた。作業中餘震のため緩んだ地肌は絶えず落ちるので其の下で作業する従事員の勞苦は想像以上で實に決死的工事である、崩壊箇所はピリケン型に高さ 35 呎もあり落石の危険は目前に迫つて居るのであるから、山留の施工は急を要

するから先づ坑木でサンドルを組立てる事とし比較的危険少き箇所崩壊土を搔均し横に 2 組のサントルを組立て此の上に掛け出しを設け板張りで家根を造り肌落ちの危険を避けつゝ竹棹を以て浮石を落して危険の軽減を計り大體 5 呎の間隔に 2 組のサンドルを据付け此の頂部より支保構を立て地山を支持した次に崩壊土の上は大體起拱線位に相當するから少しづつ搔均し後に大引となるべき長尺物を關係高さを考慮して据え又サンドル材の上部には擔木となるべき松材を据えて置く、之は數回の盛換を要するを以て規定の高さより約 1 呎程上越したのである。此の工法を順次繰返し全延長に亘り 2 列 11 組のサンドルを組立て山留めの一次的作業を終了した。

次に此のサンドル材を撤去し五光式本普請に改むべき第二次的作業に移り下の順序で施工した。

1. サンドル上の擔木に土臺を置き柱を立て桁を据えて丸型様式にて上部の地山を押へ周圍に一寸板を張り地山との隙間には土砂又はソダを填込み上部を完成した。
2. サントルとサンドルの間の空間に於て假大立にて曩にサントル材上部に据えた擔木を受けてからサンドル材を撤去したのである。複雑な形態であるからサンドル材を其の儘取除く事が出来ないから斧又は鋸で截つて出したのである。
3. サンドル材の撤去の後、崩壊土の上に据えた大引を若干位置の手直しをなし、假大立を撤去し本大立に盛換順次各桁を入れて漸次五光式支保構に改めて大引上部支保工は完了した起拱線以下は崩土、折損支保材鐵セントル(彎曲せるもの)で本線を閉塞して居る。
4. 起拱線下部は支保材を寸斷セントルは酸素にて切斷し、崩土を一部搬出しては第 3 柱を立てて大引を受け大引の両端は崩土の上に置き努めて本線の取明けに急進した幸ひ別に支障もなく本線の通路も復舊しトロリーの運行も圓滑となつた結果、其の後の作業は容易となり、震災被害の復舊は大體終了した、此の部分のみにて約 2 ケ月を要したのである。

(3) 本線崩壊箇所石炭焚殻填充

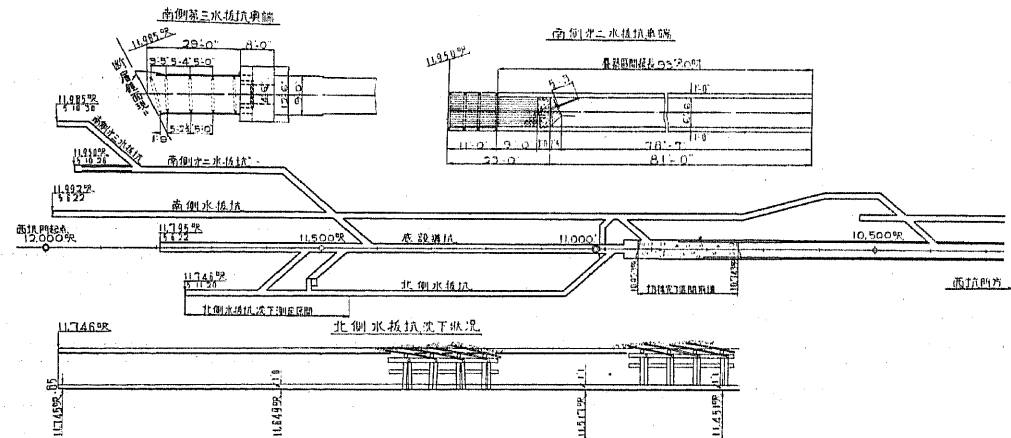
上掲の本線崩壊箇所の壘築完了したが拱部脊面は大なる空洞になつて居るから之を埋戻す必要がある。併し此の箇所は奥深く且つ支保構のために狹隘を感じる處もあり尙場所が高い處であるから埋戻しに相當日数を要するから壓搾空氣を利用して吹込む方法が良いと思つたので、幸ひ西口發電所に石炭焚殻が捨棄しあるを以て之を填充する事が良策と考へた結果、先ずプレサーを現場に据え拱頂まで足場を造り 6 吋鐵管を前以て拱頂に明けて置いた。5 呎角の穴を通じ空洞の奥端まで敷設し彎曲部はそれに相當する角度の曲管を使用した。發電所より運搬した焚殻は坑内用トロリーに積換へ、現場に新設の躍場よりプレサーに投入し適量の水を混ぜて吹込んだ。5, 6 回の後其の状態を見るに恰も硬練りの混凝土を投げ入れた様で隅々にも充分行き渡り横穴や斜の穴には鐵管を其方向に向けなければ駄目である。併し其の都度鐵管の方向を變へるのは厄介であるから、管の先端

に曲管を取付けフランジのボルト穴で方向を調整して吹込むことは簡単で且つ良果を得たのである。

奥方が段々填まつて来るに随ひ鐵管を1本宛取外し後退りしつゝ口元に戻り最後の鐵管は埋殺してしまつた。

第四節 西口 10,000 呎断層箇所本線喰違

西口 9,950 呎には南北に走る断層(本線と約 70 度にて交はる)1 條あることは該箇所掘鑿の當時既に判明して居つた處であるが、今回の地震で此の断層が再び動いた結果相當の被害を受けたのである。



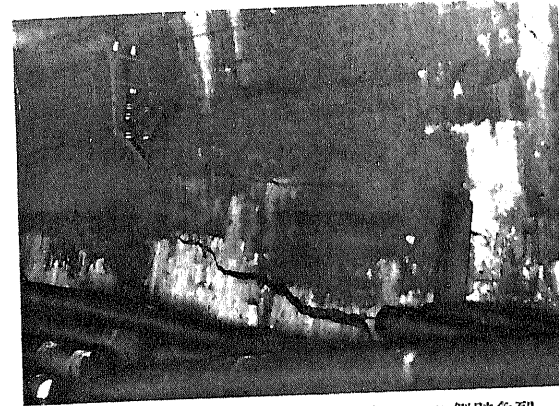
第 372 圖 丹那隧道西口坑内震災状況圖

断層線を境として坑奥側は坑口側に對して約 7 吋沈下した。側壁下部は美事に切斷されて喰違を生じたが側壁とアーチ部分との間を前後數條の龜裂が出来て上部には大きな龜裂を生じなかつたのである。併し乍ら穹拱部に於ても前後 7 吋の差を生じ、ために約 60 呎位の間で取りついてゐた。

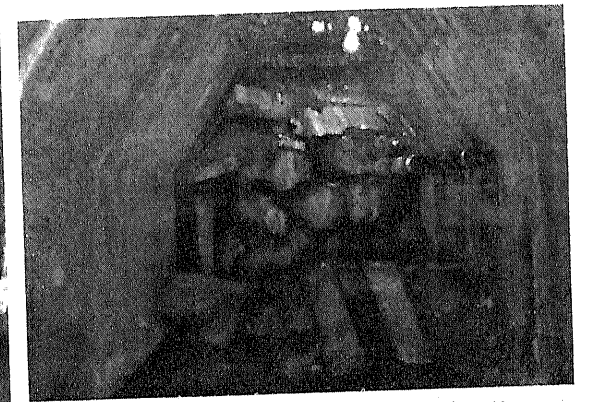
龜裂箇所が非常に多いので全部巻換へることとした。断層を中心として前後 25 呎の區間と其の内 17 呎断層區間は仰拱混凝土を打つた。此の 17 呎の區間は前後完全に縁切をなした。破壊された當時は色々の説も出たが良案も浮ばず普通の方法で終りとなつた。

第五節 滑動せる大断層接近箇所

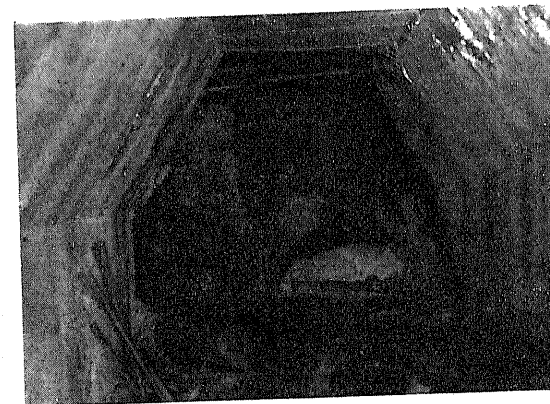
南側第 2 水抜坑は南側水抜坑崩壊事故の後大断層に掘りこんだ坑道であつて 12,000 呎工事に於て述べた通り土壓大にして掘進困難となつた爲古材を填充し後ボーリングを施行せる箇所である。



第 373 圖 西口 9,950 呎附近震災による側壁龜裂の状況



第 374 圖 西口南側第二水抜坑奥端北伊豆地震の際に於ける状況

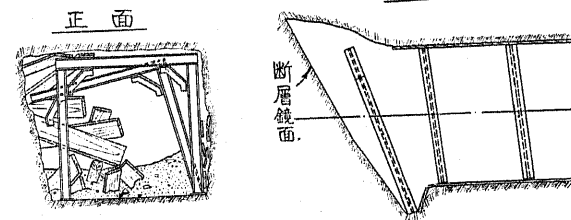


第 375 圖 西口南側第二水抜坑奥端の異動せる状況



第 376 圖 西口南側第三水抜坑に地震の際断層鏡面現はる

南側第三水抜坑奥端 平面



第 377 圖

地震後該坑道奥端を調査した處圖示の様に材木も試錐孔に残してあつたケーシングチューブも奥の方を北に持つて行かれ手前は南口方に曲げられてゐた。しかもケーシングチューブは突出部が長かつた爲にその管のはしは側壁部で抑へられてゐた。之より見ても奥方が北に手前が南に動いた事は確かである。其の後木材を取除いた所木材をねぢつた後には南側の地山が押出して居た。

南側第三水抜坑は南側第二水抜坑が失敗の後掘り進めた處であつたが恰度断層鏡面迄掘進して手

前に混凝土の閘門を作つて居つたので斷層鏡面の動きが常に面白く見られたのである。即ち最後の支保工——此處は地質不良の爲鐵製の支保工を用ひてゐた。此の鐵製の支保工が斷層線をまたいで柱が樹てられてゐた爲北側の柱は押木に接続したボルトをねぢ切つて山の中に持つて行き南側の地震の前には地山に隠れてゐた斷層鏡面が目の前に現はれたのである。鏡面の出具合及支保材の動き



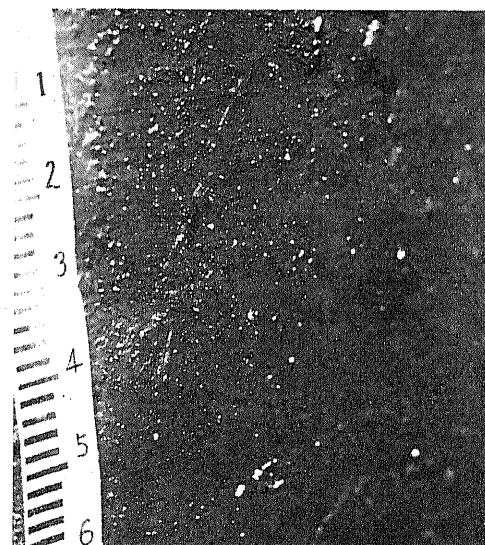
第 378 圖 西口 11,946 呎附近斷層



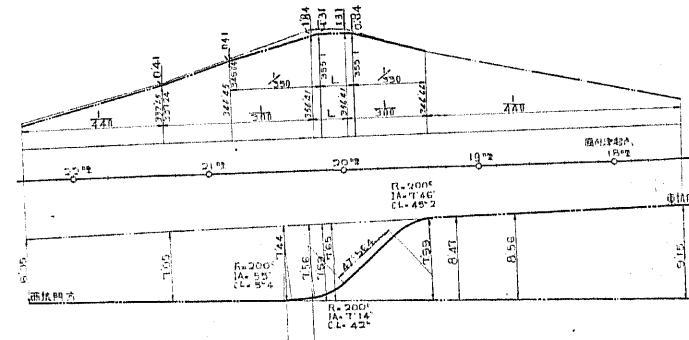
第 379 圖 東口 11,760 呎附近斷層



第 380 圖 西口 9,950 呎附近斷層



第 381 圖 斷 層 條 痕



第 382 圖 北伊豆地震による丹那隧道中心線及水準検測圖

土が斷層線に存在し其の表面は鏡の如く平らで綺麗である。併し乍ら掘鑿して行く際は仲々坑道全體の模様を眺める事は出来なかつたが、12,000 呎の際は地震に依り坑道一杯に斷層鏡面が現はれたのであつて一大壯觀であつた。

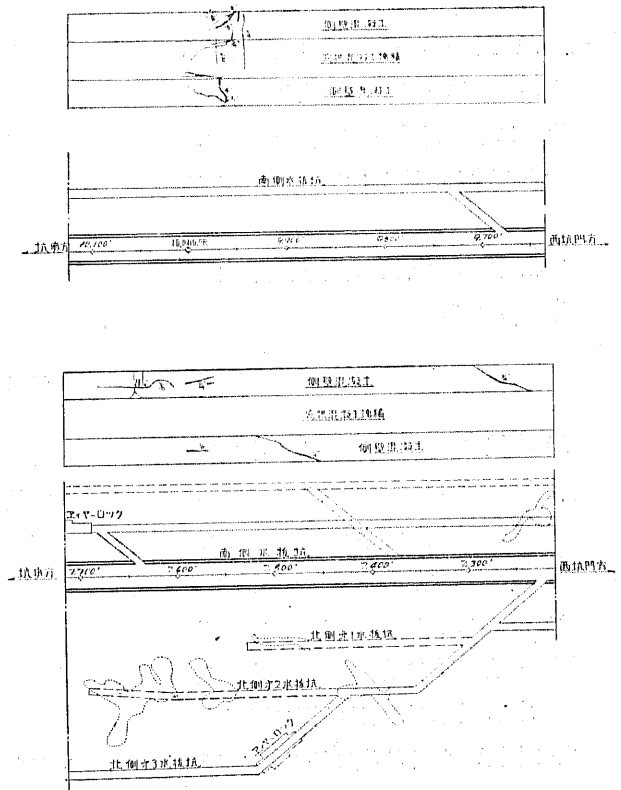
斷層條痕 此の斷層鏡面をよく見ると無数のすぢがある。寫眞に示す通りのものである。此のすぢを斷層條痕 (fault streak) と云ふ。此の斷層條痕に依つて 2 つの事がわかる。即ち 1 つは斷層の活動した方向であつて條痕が水平にあれば水平に地塊が動いたのである。もう 1 つは斷層鏡面を手で條痕の方向に撫でて見ると、滑らかな方向と抵抗を感じる方向とがある。此の滑らかな方向に手前の地塊が動いたことになる。條痕をよく見ると其の數は澤山あるが表土は短かく斷續してゐて上記の見分方の至當なことが判斷される。

第六節 北側水抜坑道の沈下其他

水準調査に依つて西口では坑奥程坑道の沈下度の大きいことがわかつたが、北

より見て約 7 呎程動いたことがわかつた。外の部分でもさうであるが其の手前の支保構には何の變化もなかつた。

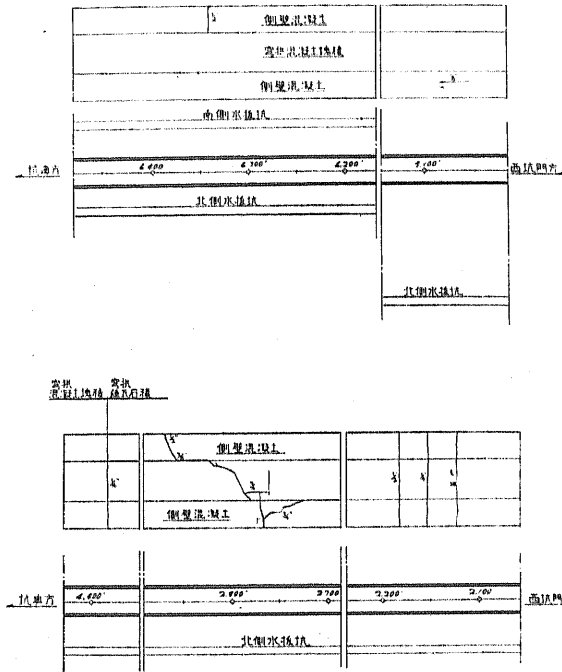
斷層鏡面 斷層鏡面は斷層が厚くなると立派な斷層鏡面が発見出来る。一般に丹那隧道で遭遇したものは 2 分位から 5 寸位の厚さのチョコレート色の粘土が斷層線に存在し其の表面は鏡の如く平らで綺麗である。



第 383 圖 北伊豆地震による丹那隧道西口本線墨築完成箇所龜裂見取圖 其の 1

側水抜坑はひどく沈下してゐた。之は斷層に近く接近せる爲起つた現象の如く考へられる。大斷層手前の小斷層所在箇所は、多少崩壊した。圖示の通り 6,718 呎より 6,850 呎の間及 7,557 呎より 7,623 呎の間は諸所龜裂が這入つたが其の龜裂の幅は僅かである。其の後セメントと砂とを注入して補強した。

又 7,000 呎より 8,000 呎の間は甚しく本線中央の排水溝が破損した。之は地質砂質なる上 7,000 呎大出水の際諸所に空洞を生じたが、此の區間の下部も地質が泥岩黒砂互層の爲砂質部分が流れて薄い空隙があつた爲と思ふ。後排水溝を修築したが更に本線開通後の沈下を懼れて、セメントと砂とを注入した。北側より注入したものが南側に噴出した結果より判斷して相當成績よく此の薄層を強化し得たと考へられる。



第 384 圖 北伊豆地震による丹那隧道西口本線壘築完成箇所龜裂見取圖 其の 2

第七節 本線中心並水準の變動

(イ) 本線中心 隧道の殆んど中央に所在する大斷層が活動した爲然も斷層箇所にて東西兩口は約 7 呎も動いたものであるから中心が動いたのも當然である。兩口 1 哩間は正しい直線と考へて相互に延して相對に中心の差異を求めた。圖示の通り西口で 6 呎程、東口に於ては 9 呎近くも開きが出来た。之を要するに兩口から斷層迄は大體一致して居るのであるが斷層を越えると此の差異を生じたのである。西口に於ては 1 哩以奥は坑口より追つた中心と大分狂ひを生じてゐる。上記の測量の結果適當に曲線を入れて隧道中心は圖示の様に變つたのである。

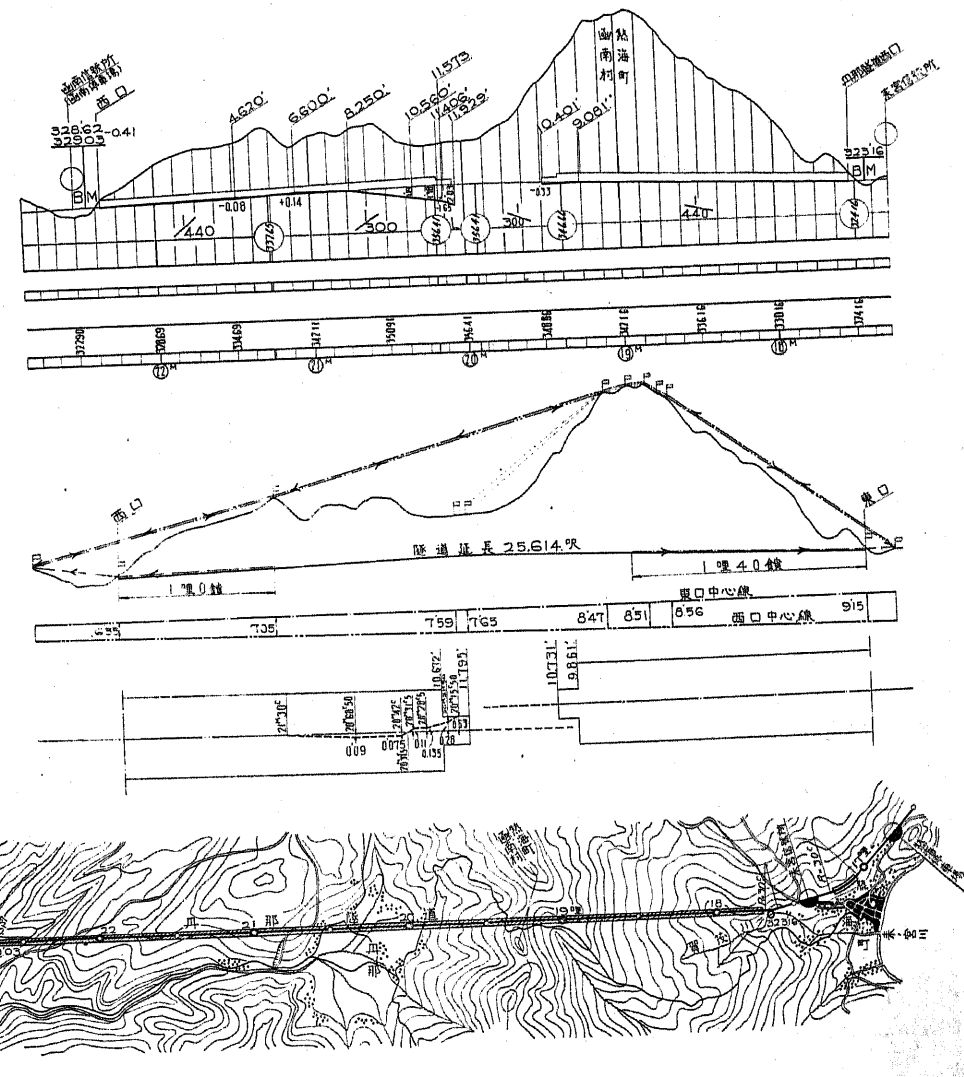
(ロ) 水準 西口坑内は坑門口附近のベンチマークを基礎として測量して見ると坑奥に向つて漸時沈下し圖示の如く坑奥に於ては 2 呎以上にも及んだものがある。

更に兩口の水準を調査した所西口の方が東口より 4 寸 1 分下つてゐた。之は地震後行はれた陸地測量部の測量と比較して見た所差異はなかつた。坑内の模様及丹那盆地の被害の狀況より考へて

大體に於て東口が動かず西口が動いたものと考へ西口が下つたものとしたのであるが、陸地測量部で行つた東は藤澤迄、西は静岡附近迄のものと比較すると西口方面は動かず却つて東口が上騰した結果となつたのであるが不思議に思はれる點である。

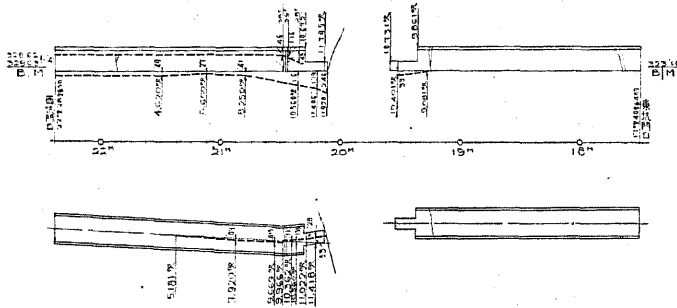
隧道内の水準も、兩口に於ける 4 寸 1 分の差異及び西口坑内の 10,000 呎附近斷層に依る坑奥 7 呎の沈下等を考慮して坑内の勾配を變更した。其の結果は圖示の通りである。

地塊の動きの研究



第 385 圖 北伊豆地震による丹那隧道中心線及水準測量圖

地震後地震研究所の手に依り 12,000 呎に鏡面の動きを調査する機械を取付ける外東西口に傾斜計及地震計を取付け更に側壁に沿うて相當長距離に亙つて側壁水準の動きを取調べた。此の結果は凡て絶えず大地の動きを示して其の量は僅少であるが大地の斯くも動くことを見せられて感慨無量



第 386 圖 北伊豆地震による丹那隧道中心線及水準検測圖

であつた。傾斜計に依ると絶えず大地は傾斜運動を續けて居ることを示した。其他の調査も同じであるが段々に其の活動は鈍り一年後に於ては大體安定した様である。側壁に取付けた水準計に依ると實に不規則な動きを見せてゐた。

我々の手でも、2ヶ月或は3ヶ月おきに坑内よりレベルをかけた處坑奥2哩の地點に於て漸次沈下するを示し大體2分程下つたが之も1年程で大體安定した。勿論測量のエラーもあるので確然としたことは言へぬが我々の測り得る程度でも沈下を續けたことは明瞭である。