

土木學會第1回年次學術講演會講演

(施工法及隧道之部 No. 5)

豆砂利注入工法

會員 石川 九五*

伊東線宇佐美隧道の工事は土圧の強大な事と坑内が高温度である事の爲に作業が著しく難澁なものとなつた。次に主として宇佐美隧道網代口(北口)の疊築施工方法、就中特圧セントルと豆砂利注入工法に就て述べる事とする。

地質は温泉餘土と云ふ特殊なもので、火山に依る噴出岩が生成後地下より上騰する熱漿水の作用に依り変質した物で、所謂普通に岩と稱せられる程度のもので粘土化したものとある。吸水膨脹試験の實驗に依る結果は30%程容積の増大を來したのもあつたが、大体に於て極く僅かである。

疊築施行後之が受ける土圧は甚だ大きく、その原因としては一般的な崩壞に基因するものもあるが、温泉餘土の膨脹に原因する事も多大である。斯る土圧を測定する事は仲々困難であつて、特に設計した地圧計を覆工コンクリート中に挿入し土圧を測定したのであるが、而も種々の理由から推測し得る様に實際の土圧を判定する事は困

図-1. 宇佐美隧道網代口断面図

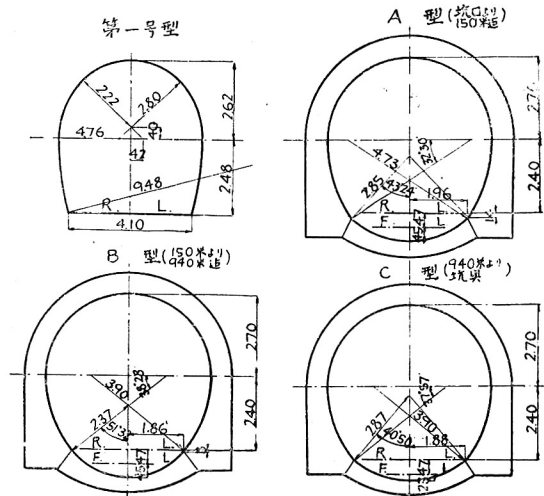


図-2. 穹拱背部に入れる木片



難である。9個を設置したが、其の内2個だけが7~10 kg/cm²の土圧を示し、他は之等の半分にも達しなかつた。

最近丹那隧道並に泉越隧道の経験から、斯る地質が疊築に強大な力を及ぼす事を熟知してゐたの

で充分な対応策を講ずる事となつた。隧道断面は図-1の如き円形に近い特殊型を採用した。巻厚は今迄に最大80cmに達した箇所もあるが、現在は地質不良の箇所と雖も最大巻厚を70cmと定めて施工

してゐる。尙穹拱部はコンクリートの調合を1:2:4とし、側壁部以下は1:3:6としてゐる。穹拱部を1:2:4としたのは、巻厚を増大しないで材質を良いものとして強度を得る爲である。疊築法は逆巻に依り全部仰拱部を附してある。

次に特記すべきは疊築背部に木片填充を施行した事である。之は温泉餘土の膨脹性に基因して居る事であつて、疊築終了後周圍から甚だ強大な土圧がかゝつて來る。此の際コンクリートは未だ充分に硬化せず、之を直接受けるとコンクリートに龜裂其他損傷を來すので、背部に図-2の如き木片を填充し之にクッションの如き働きを爲

* 鉄道技師 工学士 鉄道省熱海建設事務所勤務 (昭和12年4月10日講演)

さしめ土圧を緩和せしめる方法を取つて居る。此の際大体セントルより擔及桁に短い坊主をたて、外部の荷は坊主よりセントルに受けしめてゐる。此の結果土圧が強大となるとセントルが強いものでなければ負ける事となる。坑門より 800 m 以奥は土圧が大であつた爲セントルが曲り、従つてコンクリートに龜裂を生じたので、丈夫なセントルを作り之に依て施工する事となつた。此の間一部は柱を埋込んでセントルに受ける荷を緩和し仕事を続けて行つた。

普通に在來用ひて來たものは 1 組 0.4 t の物であつたが、特殊型セントルは 1 組約 1 t、價格 400 円を費した(圖-3)。之に依て宇佐美隧道は土圧大なる部分も無事切抜けることが出來た。尙穹拱中央上部には幅約 2 m 程木片填充或は岩片裏込を使用せず、コンクリートと上部地山との間に隙間のない様コンクリートを打つた、之は

圖-3. 特殊型セントル

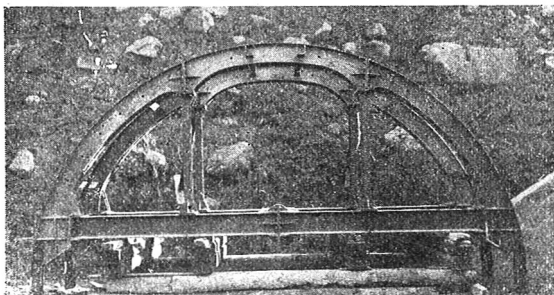


圖-4. 注入豆砂利



壘築完成後兩側より土圧がかゝつた場合、ピリケン型に上部が揚げられて中央部を破壊されるのを防ぐ爲である。兩側と頂部との 3 點がしつかり動かぬ様になつた結果、弱點が頂部と兩側との間に残る様になつたが、穹拱部全体としては非常に強化された事になつたのである。

斯くの如くして場所詰コンクリートを以てしても、斯る相當大なる土圧に耐えて施工し得る様になつた。然し温泉餘土の膨脹性は甚だ執拗であり當分膨脹の現象が認められるから、若し偏圧の相當大なるものを受けると、相當期間後尙コンクリート損傷の問題が残るので、既にコンクリートが充分に硬化したと認めセントルを撤去した時、地質不良の箇所は壘築背部に豆砂利填充を施行し壘築背部の空隙を完全に填充して平均荷重を受ける様にしてゐる。

豆砂利填充は現在施工中の最大巻厚 70 cm の區間に施行してゐる。

これに使用する豆砂利は 1/4~1/8 in. 内外の大きさのものである(圖-4)。施工方法は大体カニフミキサーに依るセメント注入と同様であつて、先づ覆工中に適當な径(宇佐美隧道では 1 1/2 in)の鉄管を挿入して之にホースを接続し、豆砂利注入機より豆砂利のみを(水を混ぜず)圧搾空気に依り注入するのである。注入機は現在熱建式 1 號型及 2 號型の 2 種類を作つてゐる。構造及操作の方法は

圖-5. 大型豆砂利填充機

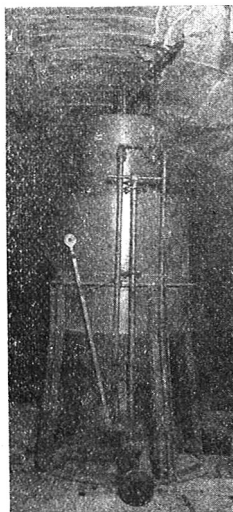
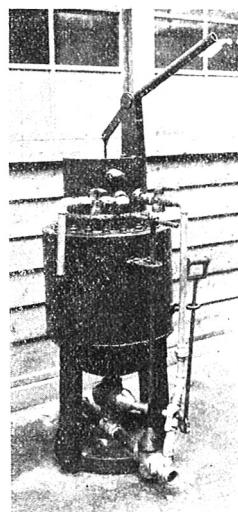


圖-6. 小型豆砂利填充機



大体同じであつて、只其の容量が異なるのみである。

熱建式 1 號型 (図-5): 容量 $0.5 \text{ m}^3/\text{batch}$, 直径 781 mm, 總高 2 200 mm.

熱建式 2 號型 (図-6): " 0.09 " , " 500 " , " 1 400 " .

始め大型を作つたが、坑内作業の如き狹隘にして運搬不便な箇所には軽量なものが便利なので、次に小型のものを作つたのである。更に疊築を強化する必要がある箇所には豆砂利注入後モルタル注入を施行した。今迄に施行した結果は次表の通りである。

	區 間 (坑門起點)	竣工時期	隧道 1m 當り 所要數量
第 1 回	800~815m	11.2.6.	0.89 m^3
第 2 回	815~850	11.4.15.	0.84
第 3 回	860~880	11.7.31.	0.31
第 4 回	1 040~1 120	11.7.31.	0.90

作業前は木片が填充されて居り、疊築後温泉余土の膨脹も考へられるので、注入量は僅少ではないかと考へられたが、大

体 1 m 當り 0.8 m^3 注入されたのである。従つて穹拱部全体に對して約 10 cm の厚さの豆砂利層が出来た事になる。注入圧力が大なる程遠方に届く理屈であるが、使用圧力は大体 $75\sim 100 \text{ lbs/in}^2$ が適當である。

當所で使用した豆砂利の価格は 4.50~5.90 円のものであつた。只單に填充するだけなら砂の方が安くて良い様に思ふが、豆砂利の良い點は填充されても其の間を空氣が逃げて行かれる利點がある事で、之に反して砂の方が早く詰つて完全に填充出来ないのではないかと思ふ。更に豆砂利の場合は豆砂利注入後モルタルを注入すれば丈夫なコンクリートが出来るのであるから、場合によつては補強工作を施工し得る利點もある。

図-7. 坑内に於ける豆砂利填充作業

