

## 参 考 資 料

### 岩 本 隧 道

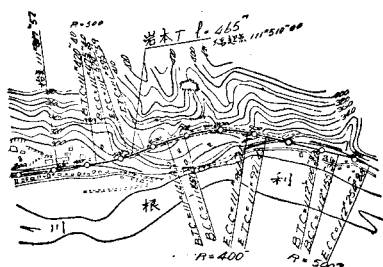
#### 日本國有鐵道施設局土木課

上越線岩本沼田間は殆んど例年水害を受け、その都度列車不通の事故を起し折角上越線が電化された効果を減殺する虞れがあるので、之が抜本策として此の工事は今迄の川谷に沿つた線路を山側に迂回させて岩本隧道を鑿ち今後の災害の絶滅を計つたものであり、昭和 22 年 12 月 10 日から着工、昭和 24 年 2 月 19 日開通式を舉行したのである。本文は隧道工事の概要を記したものである。

#### I 隧道の位置

岩本隧道は上越線岩本沼田間宇大宮起點111.240kmより 112.320 km までの線路改良工事中に含まれた延長 465 m の隧道で、岩本驛より長岡方に向い、400 m に位置してゐる。(圖-1 参照)

圖-1.



#### II 隧道の選定に至るまでの経緯

##### (1) 颱風の被害と其の應急處置

昭和 22 年 9 月 15 日、本州關東以北を襲つたカザリン颱風は關東一帯に近年にない雨を降らせ、各地に洪水による大被害を與へたが、特に群馬縣下に雨量非常に多く山間部では 600 mm に達した所があつた。而して赤城山を圍む足尾兩毛及上越線は、地質の關係や戰爭中の森林伐採等のために出水も早くそれに山崩等も伴い、被害も甚大で特に上越線の岩本驛附近が最も被害の大きかつた個所である。岩本驛北方約 1 500 m 附近が片品川との合流點で出水當時は片品川の流域である赤城山方面よりの出水が、本流利根川よりは

るかに水量も多く水勢も強く、線路のある段丘の裾を洗い流したために、國道を侵蝕し續いて鐵道線路も約 200 m の區間に亘つて崩壞するに至つた。直ちに現場では應急工事として、決壊個所の左側を切取つて線路を敷設し開通したのである。

##### (2) 被害原因の考察

被害直後の調査及び現場の記録其の他によつて、同所は單に利根川の出水に依る侵蝕のみの崩壞ではない事が知れた。同所は河段丘であつて深部は石英粗面岩質で風化は相當深部に及んで大なる割目が發達し、多量の粘土を含んでゐる。一方地下水の滲透地層もあつて雨水の侵入の多い場合は、地表全體が不安定を來して崩壞の危険に晒される個所だと考へられてゐた。事故當時地表は相當量の移動をしたことは明確で、其の後の調査によつても若干の移動はあつた。

##### (3) 被害個所の永久復舊

被害後直ちに附近一帯の調査測量を開始する一方、次の復舊案が樹てられた。

〔第 1 案〕 根本的改良案 岩本驛沼田方構外から直ちに右曲して利根川の對岸久呂保村内に渡り、片品川合流地點の川下で再び利根川を渡つて、本線に連絡する案で、橋梁個所延長 2 km に及ぶものである。

〔第 2 案〕 應急工事線を強化する案 應急線を更に尙山山側に振り込み全區間を切取つて仕上げるもので、土工量 20 000 m<sup>3</sup>、土留壁 200 m になる。

〔第 3 案〕 航行性ありと認められる地盤を極力避ける案 岩本驛沼田方構外から直ちに左曲して線路を山側に追込み、被害箇所を遠く離して隧道をうかつことを考へ、崩壞線より約 100 m 離して、112 km 附近で現在線に合致させる。

##### (4) 3 案の検討及び決定

第 1 案は奇想の案で資材、工費、工期の面で思考上のみの案として一應考慮の外に置かれた。

第 2 案は工費其の他の面で有利であるが、災害を再び繰り返す懼れがあるので問題となつた。

第 3 案は工費工期の面で有利でないが、線路を 100

m 山に追い込むことに依つて、此の滑動圏を一應避け得るので、災害の防衛完全な線路とする事が出来る。

以上3案を比較検討の結果、局部的防衛を施して再び災害を繰り返すが如き愚を避けるため、工費の面で若干の不利ではあるが第3案を採用することにした。

III 隧道設計の概要

線路變更區間延長	1.086 km
隧道延長	465 m
隧道型式	單線1號型
最急勾配	10 上り勾配
最小半徑	400 m
下水	中心下水式

IV 工事計畫の設備

上越線の重要性から甚だしく工期の短縮を要求されて、掘鑿、疊築共に兩口から進行することにした。此の種隧道としては、過大と思はれる諸設備が計畫された。

(1) 電力

動力其他で最大 400 kw を豫想し、省の供給として沼田發電所より送電の豫定の處、技術上困難な點が生じ、結局は一部省電源を使用し一部は日本發送電の伏田發電所より直接供給を受けることにした。

(2) 掘鑿及支保工

掘鑿方式は新奥式として兩口とも相當の湧水量があるものと豫想され特に長岡方は逆勾配になるので、排水と礫運搬の關係上營業線を立體交叉して、施行基面を 1.5 m 掘り下げて底設導坑を掘鑿することに計畫した。支保工は兩口及中央の窪地部分を後光梁普請とし其他は枝梁普請を豫定した。

(3) 礫

礫の一部は本線築堤に流用する外殆んど土捨の豫定であつたが、土地狹隘のため捨場を求めるに苦心した。幸い現地日發關係者の好意ある了解を得て高崎方の驛前の發電所敷地に之を求め一方長岡方は 111.800 km 附近左右に夫々土捨することに豫定した。

(4) 疊梁

側壁及び穿拱共に高崎方及中央部分 50 m 間の覆工厚 45 cm、長岡方 45 m 間覆工厚 45 cm とし、其他は 30 cm 厚とした。

(5) 動力其の他の設備

掘鑿は機械掘を主とし、土捨其の他に捲揚機ミキサーポンプ等を計畫した。之等の設備の大略は表一の通りである。

V 工事數量

工事數量は表二の通りである。

VI 工事豫算及び資材

表一.

機械設備		建物設備	
名稱	IP 級	名稱	棟棟
コンクリ	100	動力室	136
捲揚機	10 <sup>2</sup> 40	鍛冶小屋	43
ポンプ	2	製材所	69
ポンプ	3	組事務所	326
コンクリ	10	車庫	28
クレーン		火藥庫	16
製材機	15	配下事務所	263
鑿岩機	3	民家借上	448
注入機	カ7	工事區	216
簡易索道		材料倉庫	13
		倉庫其他	33

(1) 工事豫算

表二.

用地費	工事數量	
	工事種類	稱呼 數量
200 000	掘鑿(甲乙)	5 米 13827'
直接工費	側壁コンクリ	1263°
20 000	穿拱コンクリ	1649°
軌道費 400	下水蓋コンクリ	35.3
電氣保安	下水コンクリ	84.6
設備費 1 200	坑内コンクリ	91°
工事附帶費	コンクリ土留壁	73'
3 500	設築コンクリ	77°
(2) 主要資材は表	セメント注入	203°

一3の通りである。

VII 工事

工事は請負工事と

表三.

主要資材		
名稱	稱呼 數量	注記 (1.5米=1)
木 材	石 10.952	0.772
セメント	屯 107°	0.008
夕什材	KG 5559	0.402
雷 管	63 10000 米 65.290	4.721
導火線	100 米 33.136	2.390
カーバイト	KG 9960	0.286
錐 錐	KT 8348	0.606
コーラス	KT 9.160	0.662
揮發油	l 4400	0.318
鉄及釘	KT 9.850	0.712

し請負人は株式會社間組であつて、前述のカザリン殿風被害の應急復舊工事をした關係上引續き作業する爲同組がこの工事を請負うことになった。

(1) 掘鑿



(4) 注入材料及び  
篩分

砂置場は坑外に設け、此處で6mm目の篩で篩分をして坑内に持込み使用したが、時々小豆大の小石が交つてみて機械に故障を來したので、坑内でも又篩分をして好結果を得た。

(5) 注入パイプの  
装置

注入パイプは $1\frac{1}{2}$ 吋のガス管で最初は全部一定の長さのものに切断したが、實際使用してみても不便が解つたので30~100cm位まで種々のものを作つて孔の深サに應じて使い分けをした。装着はパイプとコンクリートとの間にボロを詰込み最後に小型犬釘を3、4本打込み、パイプの間隙をなくして動かないものにした。装着用の足場は最初は吊足場を利用し、第2回目は穿孔用の足場を使用し注入用足場に前行した。パイプは成る可く深く挿入してモルタルの逆流を防ぐ様にした。改築の區間のパイプはパイプに繼手を取付けて埋込んだ。

(6) 注入モルタルの配合

モルタルの配合計画は1:1.5で實施したが氣壓の関係で充分送り込めないのので、1:1の配合の場合が割合に多く1:2の場合もあつて、成る可く砂を多量にする様施工した。

(7) 注入の順序

第1回の場合片方から數個1ブロックにして注入したが、第2回は最下位の列を片付けて次に其の上の孔列を施行し最後に拱頂の列を注入し勾配の低い高崎方より片押しに施行した。

(8) 注入の状態

表-4.

品名	型 状	単 位	数 量
セメント量秤	一切入	個	2
砂	---	---	2
水	1斗罐	---	2
セメント秤	15×10×0.3	---	1
砂置場箱	20×15×0.6	---	1
ゴム手袋	---	着	2
ゴムカバ	---	枚	2
ゴム長靴	---	足	2
パイプ1吋	60"	丁	2
モンキーレンチ	30	---	1
片手ハンマー	---	---	1
水タンク	1000 <sup>リ</sup> 入	個	1

掘鑿當時の山相から考へて岩に相當の間隙が多かつたので、拱背面に接してモルタルが行直る以外に一方的にまとまつて不必要な方向にまで流れて行く心配があつたので、拱面から滲み出す状態から判断して注入を止める時期を判定した場合もあつた。又或る孔に就いては一應入りにくくなつたので、ホースやミキサーを掃除して注入したら入つたり、水だけを注入した後モルタルの注入を續けたら通路が掃除でもされたのか引續き注入が出來た等のこともあつて、一應入らなくなつても手を盡してみると再び入るので、種々手を盡してやつてみた。注入の際壓搾空氣の拱背に入れることは相當の壓力を拱に與へるので、機械の操作によつて極力之を避ける様に注意したが、仲々むづかしいことの様であつた。注入が終つた場合はコックを締めてホースを取り外し其の儘放置して相當時間経つてから、コックを外して別の個所に又順送りを使用した。作業を完了してから、注入の結果を知る意味で穿孔を行つた。時間がなかつたので4ヶ所より出來なかつたが、どの山も地山までモルタルが廻つてゐることが確認された。坑木に穿孔した場合もあつたが、坑木の裏面にもモルタルは廻つてゐることが、確認された。

X 工 費

工費に就いては表-5の通りである。歩掛の統計に就いては請負工事であつたため、詳細なる資料を蒐集することは出來なくて充分な結果は得られなかつた。

表-5.

工事種別		工事件名		当初設計		改訂単価		竣工		延長100%		%	記 事	
				数量		金額		数量		金額				
掘鑿	甲	其一工事	2870	1500	4305	000	1200	3000	1164	6843	720	6.9		
		其五工事	3855	2300	1905	600	915	320	400	2017	1513	7128		
		其六工事	2150	1800	1040	200	200	270	180	197	505	745		
掘鑿	乙	其一工事	3780	2400	2990	160	2830	340	370	3073	1178	870	6.	
		其五工事	1470	2575	2040	1	2440	2440	1	2440	2440	5724		
		其六工事	80	120	136	000	175	250	300	912	3010	2740		
掘鑿	丙	其一工事	492	900	900	100	100	100	569	2802	1576	357		
		其六工事	574	3050	1750	700	699	3050	211	6378	1791	3078		
		其七工事	677	1200	1300	700	1550	287	3070	745	1580	1791		
掘鑿	丁	其六工事	730	300	248	000	200	300	300	9400	3071	700		
		其七工事	36	1200	7840	2300	280	950	362	3042	1306	278		
		其八工事	274	200	131	600	47	2800	133	540	2605	25		
掘鑿	戊	其二工事	15	2000	30	600	230	200	15	3042	54	540		
		其六工事	199	900	57	000	19	300	57	700	57	700		
		其七工事							1066	4850	516	600		
掘鑿	己	其六工事												
		其七工事												
		其八工事												
掘鑿	庚	其七工事												
		其八工事												
		其九工事												
掘鑿	辛	其七工事												
		其八工事												
		其九工事												
掘鑿	壬	其七工事												
		其八工事												
		其九工事												
掘鑿	癸	其七工事												
		其八工事												
		其九工事												
掘鑿	合計	除除除除除												
		除除除除除												
		除除除除除												

XI 結 び

以上述べた所で明らかな通り、本隧道の特質は其の

延長断面地質等隧道其のものではなく、専ら施工の面があげられる。即ち縣道河川線路の3者が纏綿として相錯綜する中に改良線路を設け、特に隧道の両口は現

在線の至近距離に設けられ狭隘なる土地に少なからざる諸設備を施し、悪条件を克服して礪出し其の他を敢行し極めて短期間に其の完成を期したことにある。

## アスファルトコンクリートの厚さを決定する方法について

正員 太田 誠 一 郎\*

最近、米國の文獻に接する機会を得、そのうち、アスファルト、コンクリート舗装の厚さの決定について路盤の土壤の種類、その壓縮の状態等に依り、これから理論的に舗装の厚さを決定する問題に就いてとり纏めた分を述べる。

### § 1. 概説

元來、路盤としての土壤の研究は、從來共相當に續けられて居るが、その大部分は之が基本的な調査及びそれ事體の研究に終つて居た觀がある。例へばその土壤を篩分けするとか、その土壤の收縮限度とか、現場當量とかの種々の角度から之を實驗室で試験して、その結果により之を8種類に分類して、主として經驗上の見場からならみ合せて路盤としての適、不適を決定して居た。

その後、その路盤の支持力或は支持力係數( $k$  係數)等に依り、セメント・コンクリート舗装の厚さを決定する方法が、Agg 氏とか、Westergaard 氏等に依つて發表され、その理論的解決法によりセメント・コンクリート舗装の厚さを決定する線まで來て居た。

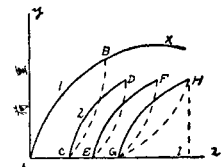
これはセメント・コンクリートの如き剛性舗装についてであるが、同じ事がアスファルト・コンクリートの柔軟性の舗装にも考へられることであるとし、アスファルト混合物の性質、主としてその安定性に依つて變つて來る。

### § 2. 路盤の土壤について

今ある路盤に荷重を加へ、次第にその重さを増してやると、圖-1 に示す如きストレス・ストレイン曲線を畫く。而してなほ一層荷重を増してやると遂に X 點より先きの曲線即ちこの路盤としては無制限に沈下を起す。この X 點はこの路盤の最大支持力を示し、この X 點より先きの沈下をエラスティック・シーヤ沈下量と云う。

轉壓機の如き一定の荷重で壓縮すると圖-1 に示す如き曲線をその都度繰り返して次第に壓縮せられる。AC. CE.....の如きは各回の壓縮沈下量となり、GI に相當する沈下はエラスティック沈下量を示す。新設の道路の路盤はいくらかつの壓縮沈下を伴い乍ら車の通る毎に大部分エラスティック沈下を繰り返すこととなる。

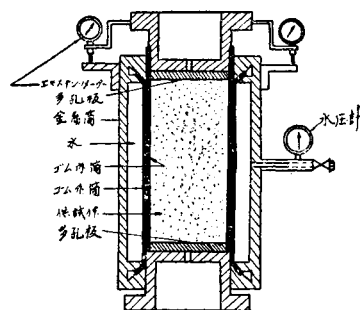
圖-1.



### § 3. ハバード法に依る厚さ決定

Hubbard 氏は Field 氏と共に路盤の土壤を以て供試體を造り、之を三軸試験器(圖-2)にかけて試験する。供試體は適當の水分と適當の壓力で型に依つて

圖-2. 三軸試験器



作製する。これを圖-2 の試験器に挿入して上から V なる壓力で押すと(耐壓試験機による)圖-3 の如く L なる横壓力を生ずる。この横壓力が水に傳り壓力計でその値が讀みとれる。従つてこの V と L から

$$f = \frac{V-L}{V} \dots \dots \dots (1)$$

\* 仙臺工業専門學校教授