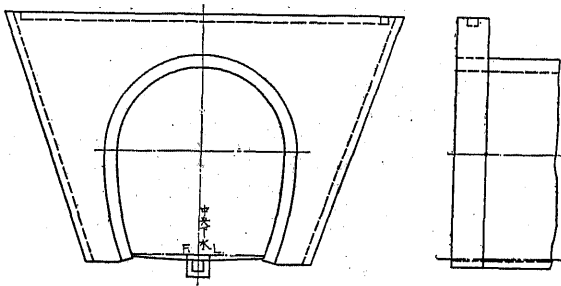


# 第 18 章 雑 工 事

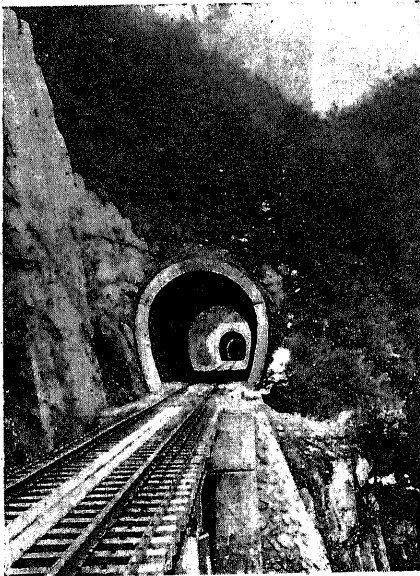
## 第 1 節 坑 門

隧道の坑門は上部の土砂の崩潰を防ぐ爲、石材又は混凝土の擁壁として作るのが普通である。往時は種々の装飾を施したものが多かつたが、近時は市街地其の他人目に着く坑門以外は實用本位の設計が多い。堅岩隧道では第 372 圖の如く全く坑門を造らないものもある。第 373

第 371 圖 坑 門 設 計 圖



第 372 圖 伯備線大久奈隧道

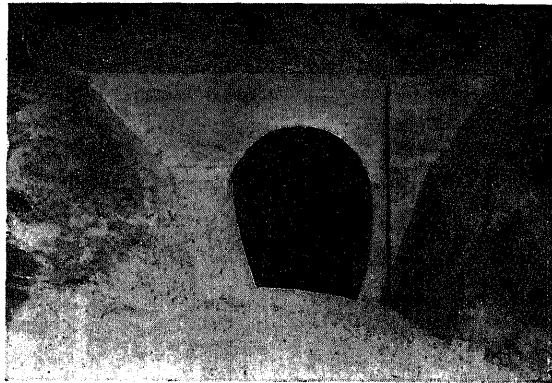


圖及び第 374 圖は鐵道隧道に於ける普通の坑門の例で、第 375 圖は装飾を施した例である。之に要する石材又は混凝土の容積は設計に依つて一定しないが普通 1 個所に付き 30 乃至 50 立方メートルである。いづれの場合も坑門上部の雨水、湧水が施行基面に流れ落ちぬ様溝を作つて、これを

側溝又は他の水路に導く必要がある。

坑門は先づ坑口から奥 2 乃至 3 米の地點から 10 乃至 20 米の間の覆工を完成して山の緩みに備へた後切取、根掘を行ひ、残された覆工部分と

第 373 圖 安房線おせんころがし隧道坑門



一處に施行するのが普通である。

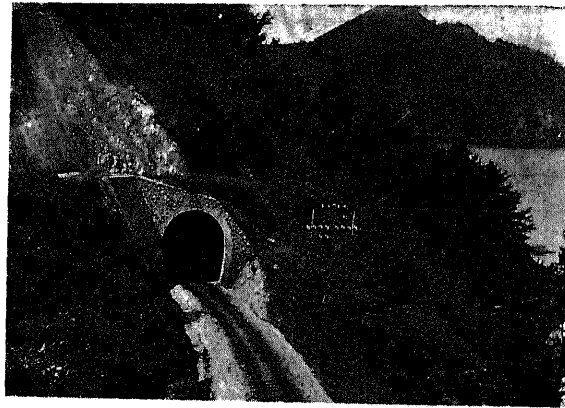
坑門附近は工事中混雑する處でもあり山も緩み勝であるから坑門は成可く早く完成する様に  
するがよい。殊に冬期中混凝土工事が困難であつたり、雪崩のある地方では工事着手後最初の  
冬の始め迄には是非共坑門を完成する様考へねばならぬ。

### 第2節 下水

水路の隧道を除いては、坑内の湧水を排出する爲に下水の設備を要する。下水を設ける位置  
は通常隧道の中央か又は側壁に沿ふて片側に設けるが鐵道隧道では中央下水が用ひられる場合  
が多い。側壁に沿ふて下水を設ける時

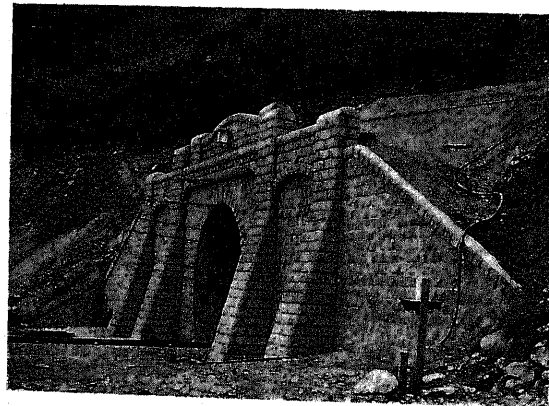
第374圖 山陰本線長迫隧道

はその掘鑿に際し側壁根掘を下水の深  
さ以上に行はねばならぬ。従つて第三  
柱の根をゆるめる恐れがある時は豫め  
第三柱を長くせねばならず作業を困難  
にする。而も或る程度以上に断面を大  
きくする事がむづかしい。然し湧水の  
少い堅岩隧道では運搬線路にさした支  
障を與へず下水の施行が出来る事、  
荷重が小さい部分であるから蓋も薄くて



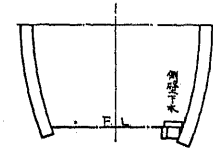
よき事、將來の検査、保守に便利である事等の利點がある。

第375圖 上越線清水隧道土台坑門

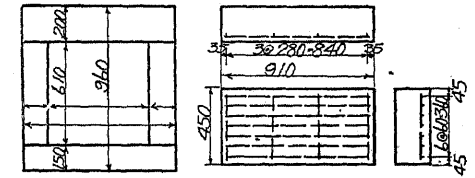


長い隧道では最初から其の隧道の湧  
水量を想像する事は不可能な事である  
し、さりとて隧道完成迄假下水の儘で  
作業する事は出来ないで、若し豫想  
以上の湧水に遭遇し、完成した下水で  
は不足を來した場合には如何にすべき  
かも考へる必要がある。湧水が非常に  
多い場合には本隧道の断面内では處分  
する事が出来なくなるので丹那隧道、  
清水隧道等の如く別に排水隧道を掘る

第376圖 側壁下水圖



第377圖 鐵筋蓋設計圖



必要を生ずる。第371圖は鐵道單線隧道に於ける中央下水、第376圖は側壁下水の例である。

下水は覆工完成後更に改めて所要の掘鑿を行ひ混凝土を施行するのが普通である。蓋は坑外  
で豫め作つた鐵筋混凝土塊を支障のない限り後れて敷並べる。破損を恐れる爲である。第377  
圖は下水蓋の例を示す。

又第105表は勾配、下水断面と流量との關係をガングレー及クッター (Ganguillet and  
Kutter) 氏式から算出した一例である。

第 105 表

下水断面 幅×深 cm cm	勾 配 (%)									
	5		10		15		20		25	
	流速 m/sec	流量 m <sup>3</sup> /sec	流速 m/sec	流量 m <sup>3</sup> /sec	流速 m/sec	流量 m <sup>3</sup> /sec	流速 m/sec	流量 m <sup>3</sup> /sec	流速 m/sec	流量 m <sup>3</sup> /sec
30×30	0.80	0.05	1.20	0.07	1.40	0.08	1.70	0.10	1.90	0.11
45×30	1.00	0.09	1.50	0.14	1.70	0.15	2.00	0.18	2.30	0.20
45×45	1.20	0.19	1.70	0.27	2.00	0.32	2.40	0.38	2.70	0.43
60×45	1.30	0.27	1.90	0.40	2.30	0.48	2.70	0.57	3.10	0.65
60×60	1.50	0.44	2.20	0.66	2.60	0.78				
75×60	1.60	0.60	2.40	0.90						
75×75	1.80	0.88								

$$Q = A \cdot v \dots \dots \dots (1)$$

$$v = K \cdot \sqrt{R \cdot i} \dots \dots \dots (2)$$

$$K = \left( 23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{i} \right) \div \left[ 1 + \left( 23 + \frac{0.00155}{i} \right) \frac{n}{\sqrt{R}} \right] \dots (3)$$

式中 Q は流量、A は下水の流水断面積、v は流速、K は粗面係數、R は動水半徑(米)、i は  
勾配を表し此所では n = 0.015 とし流水の深さは下水の深さから 10 cm を減じたものとした。

### 第3節 豎坑、斜坑、横坑

#### 1. 區別

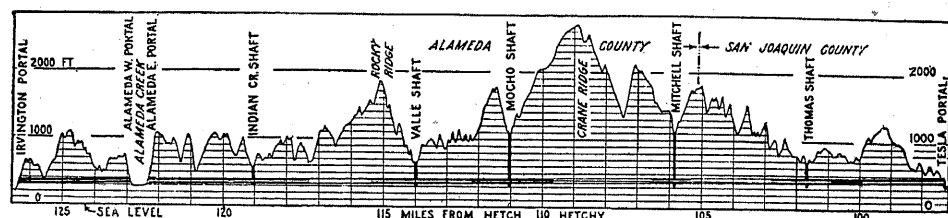
隧道の兩坑口の途中に於いて地表と連絡させる爲坑道を穿つ場合がある。其の坑道の内水平面に對して垂直に穿つものを豎坑とし、斜に穿つものを斜坑、水平に穿つものを横坑とする。

#### 2. 目的

此の目的は換氣及び通路の二つであつて、通路を目的とするものを更に作業箇所を増す爲と材料運等を途中から出入させて本隧道通路の混雜を緩和したり、運搬距離を短縮させる爲の二つに分ける事が出来る。又此等の目的を同時に兼ねる場合が多い。

換氣と豎坑其他との關係は既に第15章に述べた通りである。

水力電氣や水道等の隧道では通常相當の延長があるので作業箇所を増して進行を早め工期を短縮する爲しばしば豎坑斜坑又は横坑を採用する事があり、鐵道隧道でも長いものや、短くても之に適した場所のある隧道では此の目的の爲豎坑等を用ひる事がある。第378圖はサンフラ

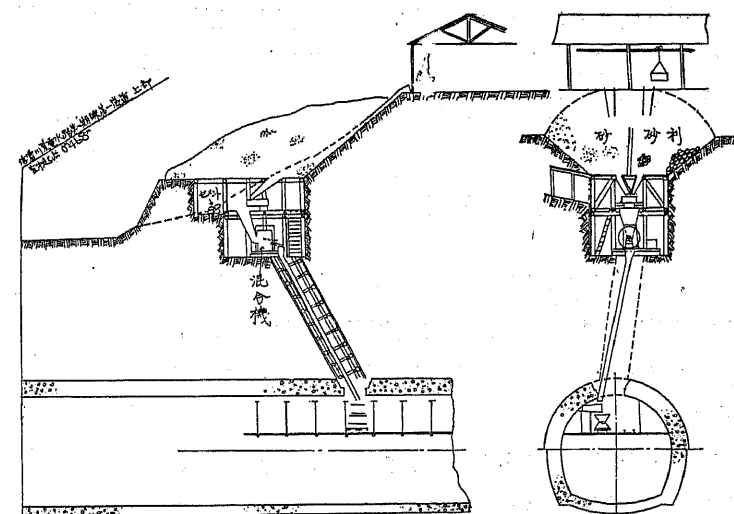


第378圖

ンシスコのヘッチヘッチー水道工事の水路隧道の例で延長約46軒の隧道に豎坑5本を下して作業箇所を12個所に増した例であるが換氣の目的を兼ねて居る事は勿論である。

第379圖は鐵道省信濃川發電工事の斜坑の例で、此の斜坑は水路隧道の途中に設けられ其の坑外に混凝土設備を行ひ其の隧道の混凝土の大部分を此所から施行せんとする計畫である。これは作業箇所を増すといふよりも此の通路によつて材料の運搬距離を短縮し通路の混雜を緩和せんとする爲に設けられたよい例である。

豎坑等が極めて簡単に設けられる場所でも此所に色々な設備をして掘鑿なり覆工作業を行ふには不利な場合がある。この時は隧道が此の地點に達した時に内側より地表に連絡して礮出し等に用ゆるとよい。第一湯曾會隧道では途中2個所の谷があつたので内側より横坑を作り其れ



第379圖 信濃川發電水路隧道混凝土用斜坑圖

より奥の礮を横坑より出した爲、坑内の混雜を除き作業の能率を擧げる事が出来た。

#### 3. 位置

豎坑斜坑又は横坑は之等を造る目的を充分に達し而もそれを造る工事費が成可く少ないのがよい。工事費を少くする爲には隧道より地表迄の距離が少く且つ地質の良好な場所を選ばねばならぬ。殊に豎坑斜坑を作る場合は湧水があると排水に困難するから此の點に注意する事が肝要である。

豎坑、殊に換氣を主たる目的としたものは隧道の眞上、斜坑は隣道の1側に掘るのが普通である。隧道の眞上にある場合は隧道との連絡に便利で且つ第4章で述べた測量に便であるが坑内の通行に支障を與へる缺點がある。

#### 4. 断面及び覆工

斜坑及び横坑の断面は工事用のものは矩形で之に覆工を施す場合は普通の隧道と同じ型を用ひるのが普通である。

豎坑は工事用のものは支保工及び捲上げ設備の關係から矩形を用ひ永久的のもの即ち換氣を主たる目的とする豎坑は覆工及び換氣の氣流の摩擦抵抗を少くする關係から圓形を採用する事が多い。此の外多角形、橢圓形を採用したものもある。

覆工には普通隧道と同じく、混凝土、石材、鐵棒等を用ひ堅坑を覆工する場合覆工の荷重が隧道に直接働く恐れのある場合は第380圖に示す様に適當な個所に突起を付ける必要がある。

5. 施行及び實例

横坑の施行法は、全く隧道の施行と同じである。斜坑も角度の小なるものは、横坑に角度の大なるものは堅坑の施行法とほぼ同じで、唯礮出其他運搬にインクラインを使用するのが異なる位のものであるから説明を省略する。

堅坑は省線石北線石北隧道に地表より掘下る方法及び隧道内部より掘上る方法を併用した實例があるから之によつて説明する事とする。

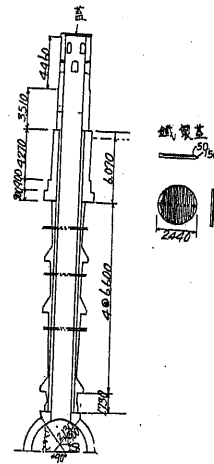
石北隧道は延長 4,326 米で最初は工事中の換氣用として 75 馬力電動換氣機を兩口に 1 臺宛設備する豫定であつたが調査の結果機械器具費、設備費及運轉費が相當多額に達し換氣用堅坑を掘鑿する方が遙に安く、且つ堅坑を覆工して將來に残す時は列車の運轉上大なる利益があるといふ結論に達したので、上川口より約 870 米及び遠輕口から 1,350 米の地點に幸ひ適當な谷があるのを利用して堅坑 2 本を掘鑿した。

堅坑の直徑は 3.7 米で深さは各約 93 米及び 97 米であつた。導坑が其の地點に達したる後隧道内から上方へ向つて切り上る方が礮の搬出其他の作業に便利なので、地質が好くて掘上りが出来る間は下部から掘り上り、地質が軟弱になるに及んで地表から掘り下つて堅坑を貫通させた。

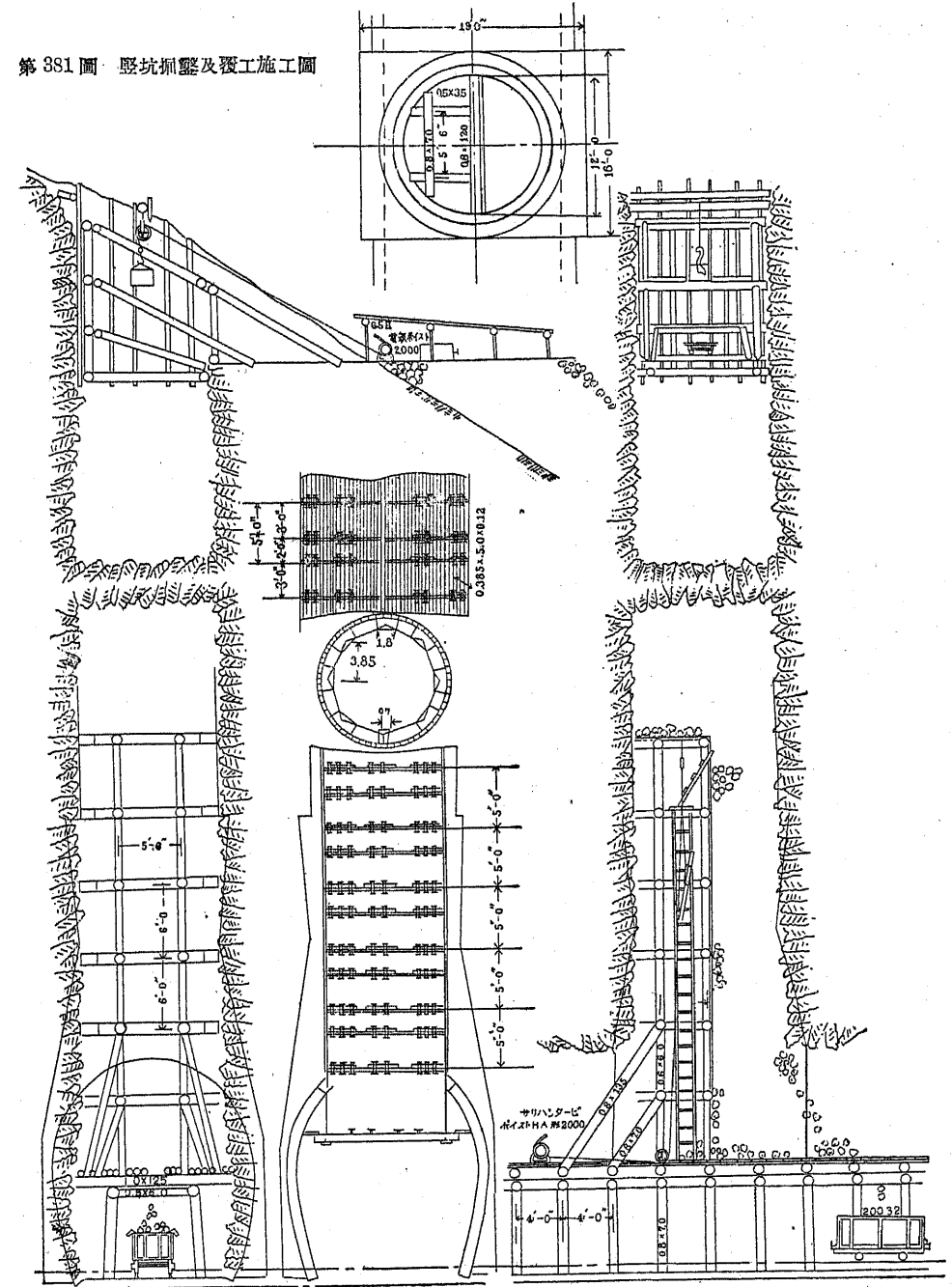
作業箇所を増す爲の堅坑は先づ堅坑を掘鑿して然る後に隧道の掘鑿にかゝるものであるから上より掘り下る一方ではなければならぬが、此の隧道は換氣を目的としたものであつたから此の如き施行法を用ゆる事が出来たのである。

先づ坑内の切擴の完成に先立つて所定の位置から切り上りを始め、こゝに丈夫な礮棚を設けてストーバーを用ひて穿孔し、一發破 4 呎を標準とした。第 381 圖に示す様に各 6 呎毎に礮棚を設け、且つ掘鑿面を二分し半分は礮落しとし、半分は従事員の昇降及器具材料の運搬路とした。礮は常に礮落しの中に充満させて置いて發破の前にそれに生ずる礮の量を豫定して、溜めて置いた礮をその容量だけ下部の漏斗から抜き落し、上部に空間を作つてから爆破する。發破を終つてから其れを足場として穿孔を開始する。

第 380 圖 堅坑覆工圖

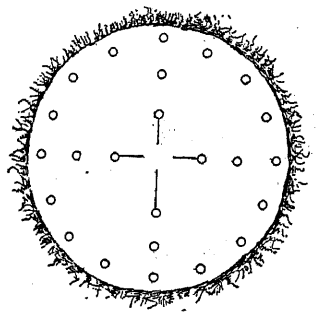


第 381 圖 堅坑掘鑿及覆工施工圖



作業人員は鑿岩夫2人助手2人雑夫1人で1日4交代とし、掘鑿断面に對し第382圖の如く

第382圖



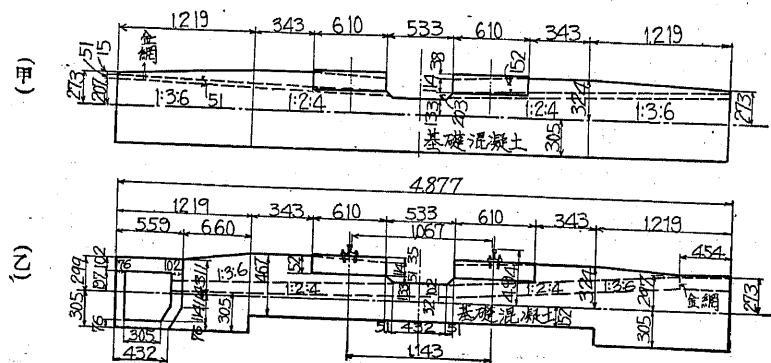
24個穿孔した。進行は最大1日8米、最小0糎、平均約1.2米であつた。上川口では此の方法で約65米進行したが湧水多く地質も悪くなつたので天井を完全に山留して作業を中止し、地表から掘り下つた。掘り下げ作業には徑1吋の六角突き錐を用ひ、坑夫2人1組で穿孔し、礪は4才入れの鐵板製の函に入れて、これを6.5馬力の電氣捲揚機で捲揚げた。この作業の進行は最大1日90糎、最小30糎、平均約50糎であつた。

作業箇所を増す爲の堅坑に於いては堅坑口に掘鑿設備を設け必要に應じ堅坑掘鑿も機械掘鑿を行ひ、捲揚設備も之に應じて大きくせねばならぬ。

### 第4節 混凝土道床

近時我が國に於いても市街地や相當延長のある山嶽地の鐵道隧道に、在來の砂利道床に代つて混凝土道床を採用する様になつた。混凝土道床は軌道應力の上から見ても強度は甚だ大であり、構造上排水がよい爲、枕木其他軌道材料の腐朽に對する抵抗を増し、列車運轉に依る上下動が殆んどない爲、ボルト、スパイクの弛緩が少い。又線路の通り、軌間の狂も無く、搗固め、篩分補給、取換等砂利の爲に要する作業を全然省く事が出來て線路の保守上極めて有利で、現在迄の實例で見ても軌道保修費の如きは砂利道床の1/2以下、特別の場合は1/5乃至1/10云ふものもある。併し、混凝土道床の設計施行が不完全であると反つて保守に倍額以上を要し

第383圖 混凝土道床横断面圖



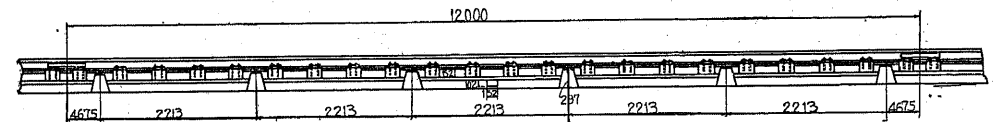
失敗をする危険がある。又噪音の點に於いて混凝土道床は砂利道床に及ばないが之は其後の研究に待つ問題である。混凝土道床が剛性である爲車輛及び軌條を痛め安いと云ふ説もあるが之は未だ明でない。

### 1. 設計

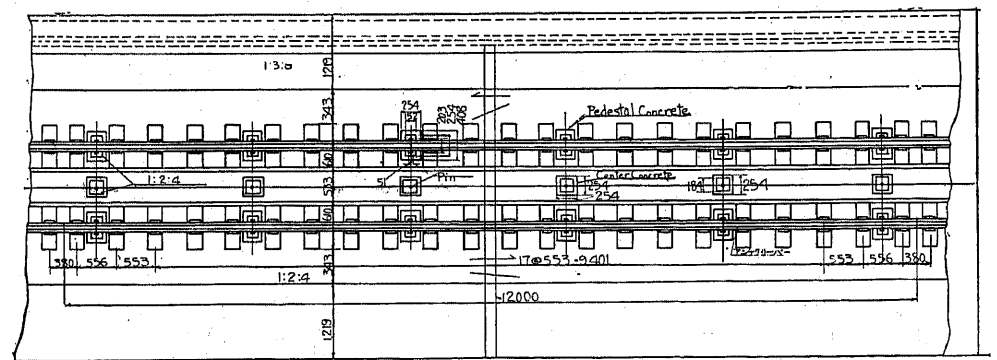
從來色々な設計が用ひられたが上越線清水隧道に於いて用ひた設計は今日鐵道隧道の混凝土道床の設計として最もよいもので、最近欽明路隧道でも殆んど同様の設計を用ひて居る。第383圖甲は湧水少く中央溝のみで排水し得る處、第383圖乙は湧水多き個所に側溝を設けた設計である。下水への排水には40米置きに徑152糎或は508糎の鐵管を用ひた。盤の下つた個所には基礎混凝土を打ち、又軌條下及び兩側の2部に分つて各1:2:4及び1:3:6の配合の混凝土を用ひ軌道下の中心混凝土には特に砂利の大きさを1糎乃至2糎と定めた。枕木は充分吟味した並檜材で610糎×203糎×150糎の短枕木のみとした。從來は4丁置位に長枕木を通した設計もある。正確にスクリースパイキ用の孔揉みを行つた後、クレオソートの注入した枕木を12米軌條に22丁としたが枕木幅及び丁數に關しては、今後研究する必要がある。タイププレート、スクリースパイキ、アンチクリーバーを用ひ軌條は50丁12米を用ひた。又列車荷重の爲、軌條の振動による枕木及びスパイクの損傷を避ける様軌條底面とスクリーン、スパ

第384圖 混凝土道床

縦断面圖



平面圖



1キの頭との間に 1/16" の間隙を與へるワッシャーを入れた。

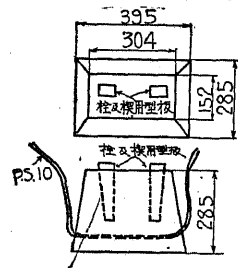
施行は勿論であるが混凝土、枕木等の材料に特に意を用ひた事は同隧道の混凝土道床の成功した所以である。

### 2. 施 工

混凝土道床は特に施工に意を用ひ、工費の軽減を計るよりは先づ第一に良き完全なものを作る事を考へねばならぬ。

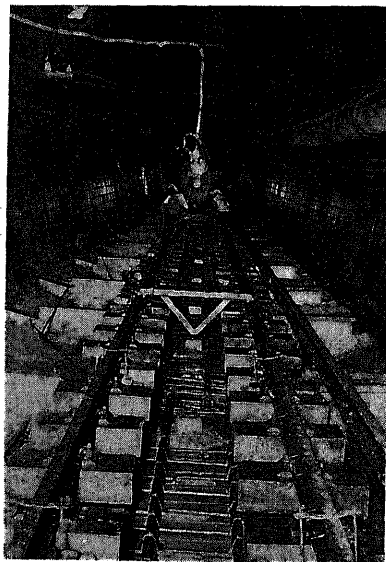
道床は施工に先だつて盤漑を行ひ、所謂居付きの礫を完全に除去し、掃除を行ひ特に軌條下部は洗滌を行ひ混凝土を完全に自然岩盤に密着させ將來の狂を防がねばならぬ。次に軌條を

第 385 圖 軌條受臺の圖

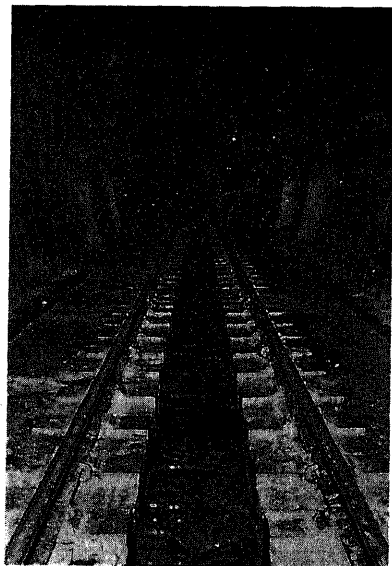


正確な高さ、位置に固定し、而も混凝土施工中及び施工後軌條位置の正否を検査し得る様中心基準點及び軌條受臺を設ける。軌條受臺は 12 米軌條に 5 個あれば充分である。此の受臺に軌條を上下左右に移動修正する装置をする。第 385 圖は清水隧道の例で 50 粒×50 粒深さ 190 粒の穴 2 本を設けて楔を打ち込み左右を修正し、又軌條にタイプレートを取付け臺の天端との間に楔を入れ高さの修正をする装置とした。又之に 10 番鐵線を取付け軌條位置が確定した時、

第 386 圖 施工中の混凝土道床



第 387 圖 完成せる混凝土道床



之でしばり付ける様にしたが、之は不充分であつたので最近施行した欽明路隧道では之をボールトに変更した。

兩側混凝土及び中心基礎混凝土を打つた後、豫め枕木を取付けた軌條を受臺の上に乗せ位置を正し之を固定し、次に中心混凝土を施行する。此の混凝土は最も大切なものであるからスランプ 2 吋位の堅練を用ひ 1 回の運搬混凝土で上面迄仕上げ弱點を作らぬ様努むべきである。又枕木下端は充分搗固め混凝土を行き互らせる必要がある。

軌條位置の検査は混凝土の施行中も絶えず行ひ、最後の修正は混凝土が凝固し始めぬ前に、是非共終らねばならぬ。

混凝土道床工事は軌道工事とは云ひ乍ら普通砂利道床の軌道工事とは仕事の性質を異にし又其の行程も砂利道床に比べて極めて遅い。故に此の工事は一般軌道工事に先だつて別個に工事を行ひ、混凝土が凝固して機關車を通すに差支へなくなつた時に丁度一般軌道と接続し得る様工事の行程を考へねばならぬ。

### 3. 行程及工費

一般に工事の進行は遅い事は述べた通りである。清水隧道では、盤漑、掃除、洗滌、受臺等の作業を別として、兩側混凝土は 1 組 21 人で 1 日進行約 80 米乃至 100 米、軌條延し及枕木取付は 1 組 10 人で 1 日 70 米、据付は 5 人 1 組で 1 日 120 米、中心混凝土打 25 人 1 組 1 日 40 米の進行を得た。施行延長 2,596 米で盤漑を除き工事期間約 2 個月で 1 日平均約 40 米の進行である。

之に要した費用は次の如くである。

第 106 表

工事種類	單位	數量(米)	金額	米當	工事種類	單位	數量(米)	金額	米當
盤 漑 び	米	2596.0	15,879,705	6.117	軌條及部分品費	米	596.0	48,702,345	18.761
盤掃除及洗滌	"	"	1,686,168	0.650	材料運搬及引延	"	"	391,736	0.152
兩側混凝土	"	"	22,632,269	8.726	枕木取付	"	"	1,132,628	0.438
兩側基礎混凝土	"	799.0	10,185,598	12.748	線路修正	"	"	519,476	0.200
中心基礎混凝土	"	589.0	11,872,740	20.157	跡片付	"	"	1,132,628	0.436
中心基準及受臺	"	596.0	5,080,975	1.956	材料運搬	"	"	553,540	0.213
中心混凝土	"	"	26,876,530	10.377	計			146,666,338	56.497

道床混凝土の建設費は、一般に一般道床に對し高價である。併し混凝土道床の爲に減ずる掘鑿數量、覆工混凝土數量の減少を考へれば其の差は少くなる。又地質悪き個所の混凝土道床は鐵筋の挿入其他多額の費用を要し而も完全な施行は困難である。