

## 国鉄飯田線（付替線）大原トンネルについて

田 中 武 夫\*

**要旨** 佐久間ダム建設にともない、飯田線の一部約13 kmが水没するので、国鉄では同区間の線路付替工を実施した。付替線はわが国有数の不良地質帯を通り、また国鉄屈指の大原、峯トンネルなど構造物が非常に多かつたにもかかわらず、ダムの工程をなら制することなく、着工より22カ月で30年11月11日延長18 kmあまりの新線路に付替えを完了した。以下、本工事の工期を制した大原トンネルの工事大要を述べる。

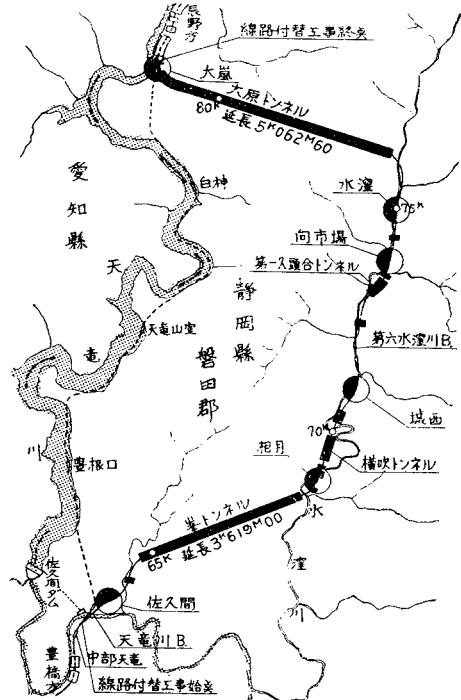
### 1. 概 要

大原トンネルは、水窪川流域より大津峠を貫いて天龍川流域に出る延長5.0626 kmのトンネルで、付替線中最長のトンネルであることはもちろん、国鉄としても第4位の長大トンネルであるため（図-1）、付替工事の工期を制するものとして、佐久間ダムの竣工に先立つよう特に工程を急ぎ、後述するように全断面掘削、テレスコピックスチールフォームとプレーサーによる覆工などの新工法を採用した。

延	長：5.0626 km
曲	線：豊橋方坑口より約4.663 kmは直線、それより右に半径250 mの曲線326 m および辰野方坑口付近直線74 m
勾	配：豊橋方4%、辰野方6%（この間横坑へ排水）、10% および水平
断	面：単線1号型及び特殊1号型、並びに辰野方56 m間は特殊複線型および特殊3線型
掘	削 数 量：158 750 m <sup>3</sup>
コ	ンクリート数量：36 350 m <sup>3</sup>
工	期：22 カ月
工	事 費：1 327 800 000 円（直接費 887 560 000 円）

全断面掘削により施工した直線区間の大部分は、特殊な1号型を標準断面として採用し、その延長は4 001 mにおよんでいる。アーチ部は単線1号型と同じであるが、側壁部は将来の線路保守も考えて垂直とした。これは一方掘削方式として当初上部開削式を採用し、しかも土平返しにより運搬線が支障ないように全幅加背の導坑を掘削する予定であつたためでもある。この後、全断

図-1 線路平面図



面掘削の採用により下水掘削の際レール支保工の根をゆるめる危険が多くなつたので、裾部を内側に20 cm出した。辰野方出口は新大嵐駅の有効長の関係で、ポイントがトンネル内に入るため、出口より24 m間を特殊3線型、32 m間を複線型の大断面とした。

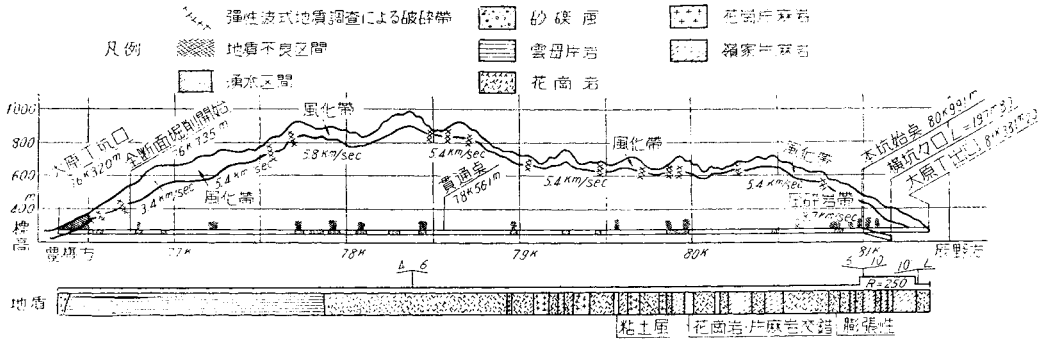
### 2. 地質の大要

中央構造線に沿う大断層は、大原トンネルの豊橋方坑口付近を通つており、その破碎帯は翁川の侵食を受けて削り取られ、その上に沖積層が堆積している。このため、トンネルの坑口切取およびその付近には破碎帯を見ることはできない。豊橋方坑口より約60 mはこの沖積層および断層崖錐、また1.5 kmの間は領家変成岩に属する黒雲母片岩であり、以奥は大体花崗岩であつた。辰野方坑口付近は風化花崗岩、曲線部は花崗岩と領家変成岩が交さくしたものであり、また直線区間は片麻岩、花崗岩が入り混り断層が多かつた（図-2）。

### 3. 全断面掘削の採用

\* 正員 国有鉄道飯田線工事事務所長

図-2 大原トンネル一般図



当初大原トンネルの工期は、国鉄仙山トンネル（延長5361 m）の例をとって掘削は全幅加背の導坑を先進させ、上部開削式による掘削方式を選んで34カ月としたが、国鉄と電発との契約に手間どり、工事の入札ができるようになったのは28年12月であり、一方佐久間発電所の発電開始は30年末と予定されていたので、将来全断面掘削に切替えて全延長をその工期以内で竣功させる含みをもつて、ほぼ中央部分に500mの未契約区間をおき、23カ月の工期で入札に付したが、当時としては異常な高速度の進行を必要としたものである。この場合導坑の進行は125m/月を計画した。

しかるに地質は予想外に悪く、特に豊橋方の領家変成岩に属する黒雲母片岩は破砕されていて進行は意のようにならなかつたが、この間種々検討を行いつつ、全断面掘削に必要な機械等を準備し、29年8月より本格的に全断面掘削方式に切替え、工期は当初の未契約区間を含めて22カ月に短縮し、予定どおり完成した。

全断面掘削が、従来の導坑を先進させて切抜げをする方式にくらべて工期を短縮できる理由としては、

(1) ドリルジャンボーにより掘削断面に応じたドリフター台数を配置することができ、穿孔時間は導坑の場合と変りない。

(2) 大型のずり積機ができたため、断面に応じたずり積機を使用すれば、1回のずり量は多くとも、ずり出しの時間は導坑の場合に比較して、かえつて短縮できる。

(3) 新築式の場合は、数カ所ですりしが積込まれるが、全断面掘削の場合は、ずりの発生するカ所が切端のみであるから、後方のずり積みのため線路が支障されることなく、線

路を最大限に利用することができる。

などがあげられる。

#### 4. 主要機械器具

機械設備としては、豊橋、豊野方ともほぼ同様に表-1のとおりである。

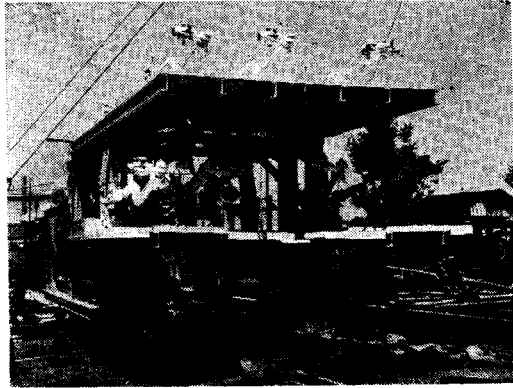
#### 5. 11 ブームドリルジャンボー

ドリルジャンボーには門型と台車型とがあるが、大原トンネルではずり積機とジャンボーの入換並びにブーム数などの関係で門型を採用し、その結果、ジャンボー後部にずりトロ入換用のチェリビッカーを装備することができた。なお、掘削断面積が約30m<sup>2</sup>であつたので、1m<sup>2</sup>当りの穿孔数を8~10孔、削岩機台当りの穿孔数を3孔とし、上中下の段に配置した結果、上段3ブーム、中下段4ブーム計11ブームとなり、これ以上は作業場

表-1 主要機械器具

名 称	型 式	設備台数	
		豊橋方	豊野方
コンプレッサー	100 IP	2台	4台
〃	150 IP	2〃	2〃
〃	200 IP	1〃	1〃
〃	400 IP	1〃	
〃	500 IP		1〃
バッテリー・ロコ	6~8 t	14台	13台
プロットロ	豊橋方 3 m <sup>3</sup> (サイドタンク)、豊野方 4.5 m <sup>3</sup> (箱型)	70〃	50〃
パッチャープラント	全自動式、豊橋方 16 切、豊野方 21 切	1〃	1〃
ブローア	ターボブローア 160 m <sup>3</sup> /min 1600 mm 水柱	1〃	1〃
〃	ルーツブローア 200 m <sup>3</sup> /min 7 039 mm 水柱	1〃	1〃
チェンブラー	ロータリー式	1〃	1〃
〃	アーム式		1〃
ドリルジャンボー	ガントリー型3段 11 ブーム	1台	1〃
ドリルブーム	ガードナーデンバー製油圧式	11基	11基
ドリフター	ガードナーデンバー SF 93	18台	17台
ずり積機	コンウエイ 100、デイーパー容量 0.76 m <sup>3</sup>	2〃	2〃
チェリビッカー	ドリルジャンボー後部に装備	1基	1基
スチールフォーム	テレスコピック型 (1組 10 m)	3組	5組
トラヘラー	スチールフォーム用	1台	2台
コンクリートジャンボー	ブンスウエルドコンクリートブレンダー 容量 0.76 m <sup>3</sup>	2〃	2〃
スライドポイント		3組	3組
骨材生産設備		1式	1式

写真—1 11 ブームドリルジャンボー



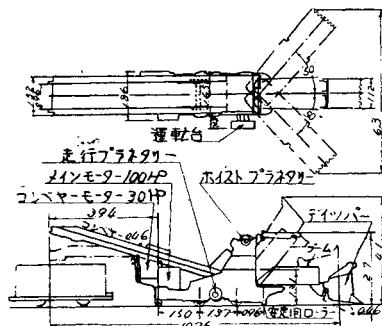
所の関係で増すことはできなかつた。

ジャンボーの大きさは全長 11.3 m、高さ 4.2 m、幅 4.6 m で、削岩用ブーム 11 基、容量 1 m<sup>3</sup> のエヤータンク、ウォータータンク各 2 コ、エヤーモーター直結オイルポンプ 3 台、チェリーピッカーなどを装備し、その全装備重量は約 30 t で、ブームの上下移動はオイルポンプの油圧で行い、水平移動は手動で行う。なお削岩機はゼードナーデンバー SF 93 を用いた(写真—1)。

### 6. コンウエイ 100 型ずり積機

コンウエイ 100 型ずり積機(以下コンウエイという)は米国グッドマン社製の電気ショベルで 5 つの型がある。大原トンネルでは全断面掘削施工上最も大きい 100 型を使用したがりを取りうる幅およびずり積み能力も適当で、しかもドリルジャンボーの設計にも無理のないくらいの大きさであり、大原トンネル掘削に当り記録的進行を出すことのできたのは、一にコンウエイのおかげである。これはディッパーおよびブーム、走行機構、ベルトコンベヤの 3 つに大別される(図—3、表—2)。

図—3 コンウエイ 100 型ずり積機



コンベヤ下に到着後 20~30 秒で積むことができるが、コンベヤの面からいえば、モーターの起動電流が多くなり、またベルトの損傷、スリップを多くする欠点をとまなう。上記の方法による場合、積込み時間のみを考えると、約 3 m<sup>3</sup> のトロが最も能率的であるといえるが、入

表—2 コンウエイ 100 型ずり積機の諸元

メインモーター	100 HP 440 V
コンベヤモーター	30 HP 440 V
自重	23.5 t
ディッパー容量	0.76 m <sup>3</sup>
積込回数	6 回/min
積込容量	4.6 m <sup>3</sup> /min
ベルトコンベヤ高さ	2.1 m
ブーム長	2.5 m
高さ(本体)	レール面上 2.7 m
高さ(ディッパーをあげた時)	レール面上 4.1 m
コンベヤベルト	幅 0.96 m、長さ 15.6 m、4 プライ厚 26 mm
前進速度	55 m/min
後退速度	37 m/min
コンベヤベルト速度	87 m/min
ずり通過断面	幅 1.27×高さ 1.22 m
ゲージ	0.762~1.03 m
最小半径	6.1 m
幅(本体)	センターより右 0.93 m、左 0.9 m
ずり取り幅	6.3 m
掘削深	レール面下 46 cm

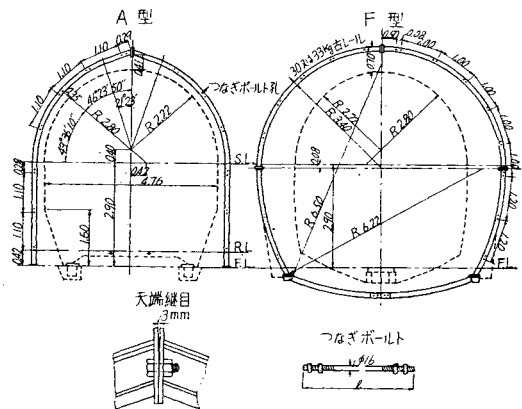
- 註: 1. ベルトコンベヤの高さはトロ高さにより決定されるが、現場で変更することは困難である。  
 2. 運転用手用ステップは作業中だけかけて、その他のときははずすことができる。  
 3. 直流モーターを使用した型もある。この場合はコントローラーが必要である。  
 4. 電源が 220 V であつても使用できる。この場合、モーターの結線を直列から並列にするためには、ターミナルの連結方法を変えるだけでよいが、電流量が多くなるため、キャップタイヤの太いものが必要となるようになり、その重量がまして作業が困難となる。

換時間、バッテリーロコ、運搬線の状態などをあわせ考えると、5~6 m<sup>3</sup> のトロがコンウエイのずり出しに適当であると思われる。

### 7. 鉄製アーチ支保工

国鉄のトンネルで全断面掘削工法を採用し、そのうち空断面内で自由に大型のドリルジャンボー、コンウエイ 100 のような機械を使用するためには、支保工を必要とする場合アーチ支保工を使用しなければならない。大原トンネルでは、飯田線輸送力増強のため、37 kg レールと交換により発生した 30、33 kg 古レールでレール支

図—4 レール支保工



保工を製作，使用した。全断面掘削区間の大部分は，建込みの容易な2ピースの連続リブ型を，一部地圧の大きい特圧区間には4ピース型を使用し，また支保工間隔は2.0～0.9m，あるいは0.9m 2丁重ねとし，地山の圧力に適合させた。

図-4の左のものは2ピースの連続リブ型に属するもので，コンクリートブレンダー用のコンクリート輸送管を通す空間を作るため，頂部に約1mの切線を持たせた。天端継目板は支保工の変形による天端の降下を見越し，上部を約3mmあけて溶接した。支保工相互間の連結は，トンネル方向の引張力に対してはつなぎボルト，圧縮力に対しては木製の内バリを使用し，コンクリート打設前に内バリのみ撤去した。

図の右のものは豊橋方特厚区間に使用したもので，運搬に便なよう4ピースのリブとポスト併用型とし，インバートストラットを使用した。

## 8. 掘削

### (1) 全断面掘削

掘削は穿孔，爆破および換気，ずり出し，線路延し，支保工の順に行われる。

ずり出しが終ると削岩班が入坑し，待避カ所にいる11ブームドリルジャンボをバッテリーロコで切端に前進させる。なお，支保工のある区間では，ジャンボは支保工建込みのために前のサイクルで切端まで前進している。

穿孔は11台のドリフターで一斉に行われる。穿孔長は1.2～3.3m，穿孔数は40～90孔，心抜は6～8孔，踏前は最大8孔で，心抜はジャンボのデッキおよびブーム配置の関係で，上下の角度が取りにくいのでクサビ型とした。切端の空気圧はほぼ $6\text{ kg/cm}^2$ 以上で，のみ下りは花崗岩で $45\sim 60\text{ cm/min}$ ，黒雲母片岩で $80\sim 100\text{ cm/min}$ であった。ビットはチムケンのクロスビットおよび国産のクロス並びに一字を使用した。その耐用命数は花崗岩の場合，チムケンは最高250m，平均160mで，国産のものは $80\sim 120\text{ m}$ であった。ロッドはベッセルリロー，アーサーバルハーを使用し，その耐用命数は $100\sim 140\text{ m}$ である。

穿孔作業が終るとジャンボを切端一ばいまで前進させ，これを足場としてダイナマイトを装填，点火し，全部の点火を確認してからジャンボを $50\sim 70\text{ m}$ 後退させる。火薬量は $0.6\sim 1.6\text{ kg/m}^3$ であった。電気爆破は大原トンネルでは比較的浅孔で導火線爆破でも火のききめがよかつたのと，地質の変化に順応しにくく過装薬気味となり，ずりが非常に飛散して積みにくく，また支保工をいためたので，非常に硬岩の場合のほかは電気爆破を行わなかつた。爆破終了後ただちに換気にかかるが，ブローアによるだけでなく圧縮空気も吹かした。

爆破終了後約20分するとずり出し作業が始まる。まづコンウエイを待避位置からジャンボの中をくぐつてバッテリーロコ切端に押し込む。ただちにコンウエイに440Vのキャブタイヤーコードを接続し，飛散しているずりの整理にかかる。一方コンウエイを押し込んだバッテリーロコは後退し，他のバッテリーロコが空車を4～6両連結してコンウエイの後に到着しずり積みを開始する。

空車と積車との入換えは，入換時間を短縮するため，コンウエイから1コ列車の長さの少しの余裕を取つた位置まで，ジャンボを前進させ，ジャンボの後部に装備されたチェリーピッカーを使用して行つた(図-5)。トロ入換の時間は1分30秒～2分である。

ずり出しが終るとコンウエイは後に空トロを1両連結し，バッテリーロコでジャンボの中をくぐつて後方に退避する。またジャンボ線およびずり出し線をそれぞれ3m延長する。ずり出し線はコンウエイ作業のため，15あるいは25kgレール3mをダブルとし，ジャンボ線は30kg古レール3mを使用し，マクラ木にはともにチャンネルまたはアングルを溶接しており，切端が延びるに従い逐次移設し，ずり出し線のみは15kg 9.14m定尺ものに交換する。なおケージはずり出し線0.762m，ジャンボ線2.6mである。

坑外に搬出されたずりは，豊橋方ではそのままサイドダンプで，辰野方では回転式あるいはアーム式のチップラを使用してずり捨てを行つた(写真-2)。

支保工区間では，線路延し中に支保工建込準備を行い，ジャンボに握付けてあるエヤーホイストでレール支保工の2片をジャンボ前面につり上げておく。線路延しが終了したらジャンボを切端に前進させ，レール支保工基部を土台の上におろし，さらにジャンボを徐

図-5 トロ入換要領

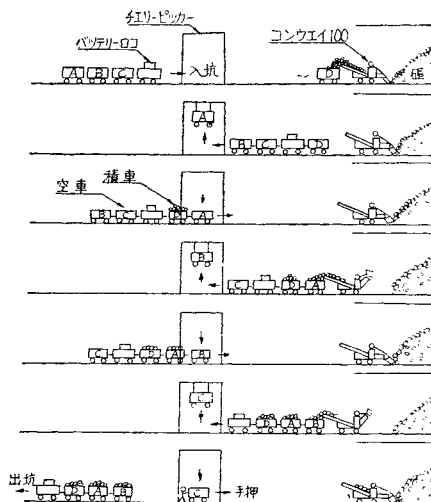
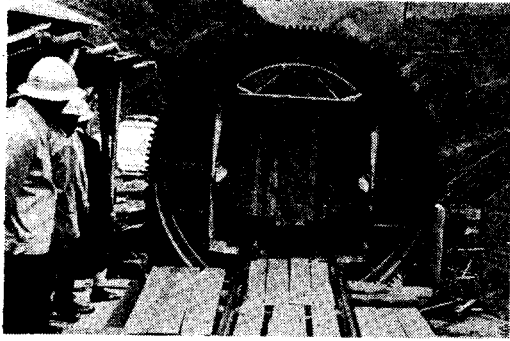


写真-2 回転式チップラー



々に前進させながらレール支保工をまわし、天端継目板の合つた所で前進を止め継目板のボルトをさし込む。次にボルトで手前の支保工とつなぎをとり内バリを入れ、土台に大釘を打込んで基礎板を固定し、支保工と地山との間にクサビを打込んで支保工中心をトンネル中心に合致させる。次に地質の状況により丸太、矢板などを支保工裏に張つて支保工作業を終る。豊橋方は黒雲母片岩区間の全延長、全断面掘削区間の76%、辰野方は71%にレール支保工を建込んだ。

(2) 工事経過 (図-6 参照)

a) 豊橋方は29年2月16日底設導坑(坑口76.32km)に着手し、以奥330mm間は新築式で施工し、それより85m間は、11ブームジャンパー待避区間を設けるため、レール支保工を使用して全断面の切詰めを行い、29年8月26日より11ブームジャンパー、コンウェイを使用して全断面掘削を開始した。以後、作業員の熟練にともない次第に進行が増し、29年10月末頃より日進9mを見るが多くなつたが、29年11月16日77.2km(880m)より地質が悪くなつたので、一時全断面掘削を中止し、頂設導坑、丸型を約9m掘進した結果、地質の悪化が認められなかつたので、11月24日より再び全断面掘削を開始し、慎重に縫地作業を進め12月9日77.27kmで地質不良区間を突破した。しかし、この区間は巻厚40cmとして掘削したので、その

後巻厚を70および55cmとし、約2カ月経過した30年2月より縫返しに着手し、1間づつ慎重に天端より下に向つて縫い下り、新しい支保工を建込んで4月13日無事終了した。

前述の地質不良区間を突破して、77.72km(1380m)までは順調に進んだが、以後78.1kmまでは湧水の連続で、総湧水量は7コを算し、進行は極度に落ちた。なお、4/1000の緩勾配のため両側にある仮下水だけでは排水できなかつたので、2カ所に計4基のポンプ(径150および200mm)を据付け、換気管を利用して後方の本下水に排水した。

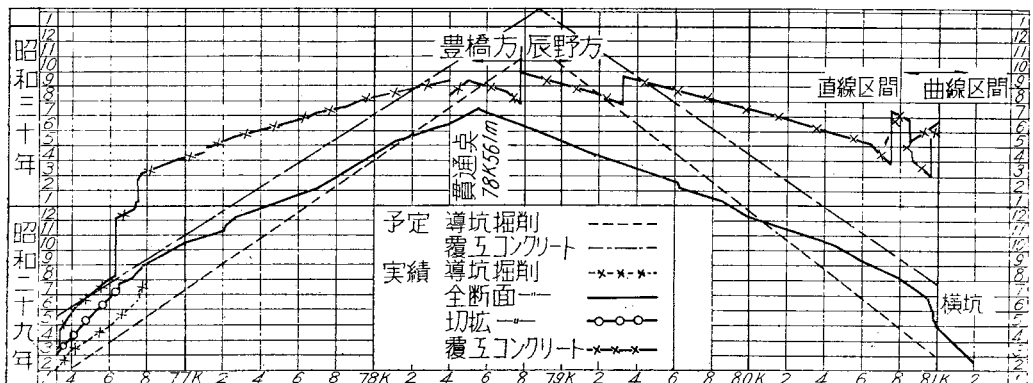
湧水区間突破後地質もよくなり、6月17日78.389km(2069m)の勾配変更点に到達した。これより奥は弾性波式地質調査によれば、破砕帯、湧水が予想され、しかも11ブームジャンパーなどの重機械を操作するのに、突込み掘削では困難が考えられたので、水平で掘削して後日盤下げすることにしたが、レール支保工建込みの根掘りが深く、かつ掘削断面一ぱいに作られた11ブームジャンパーの上段が地山に接触するなどの不利があつた。

7月15日全断面掘削開始以来の最大日進12mを記録し、7月17日掘削残が3.5mとなつたので以後貫通準備を行い、21日正午78.561km(2241m)で全断面掘削の貫通をみた。

b) 辰野方は直線区間と切離して施工するため、直線方向に延長201mの横坑を設け、29年1月17日に着手し、5月3日掘削を完了した。

以後、4ブームジャンパーで本坑掘削を強行したが(本坑開始地点80.991km)、孔数約70孔に対してブーム数が少く、上方の孔には高さが不足したので、穿孔に相当の時間を要し、またしばしば大きい肌落ちがあつた。これは、断面とドリルジャンパーの大きさがつり合わないのに深孔の上げ孔をつつて天端を荒したことにともよと思われたので、(3)にある頂設導坑式掘削に切換えた。

図-6 大原トンネル(直線区間)工程表



6月17日11ブームジャンボの組立が終了したので、頂設導坑掘削を中止し、11ブームジャンボによる穿孔に着手した。8月10日コンウエイが到着してからは、急速にずり出し時間が短縮され、29年10月25日～11月23日の30日間に265mという最高進行を記録した。

表一3 全断面掘削実績総括

工 区 別		豊 橋 方	辰 野 方
期 間		29.8.26~30.7.17	29.6.17~30.7.15
通 行	作 業 日 数	319	386
	区 間 長	76.735~78.561km	80.9605~78.561km
	延 長	1826	2399.5
	数 量	52600	70500
	1日平均進行	5.7	6.22
1日最大最小進行		0~1.20	1.2~11.9
穿 孔	発 破 回 数	1133	1214
	1発破平均進行	1.62	1.98
	1発破平均穿孔数	48	75
火 薬	ダイナマイト	52	99
	普通電線	63970	90400 3500
	導 火 線	138100	279700
ピ ン ト	コ	1340	2750
	kg	10600	22020
レール 支保工 建込み	A 型	978	1229
	の 他	75	139
レール支保工建込み区間		1391	1694

表一4 大原トンネル長野方全断面掘削実績 (昭 29.11. 中旬……月間最大進行期間)

標 準 進 行		普 請			無 普 請		旬 間
		2.0 m	2.3 m	3.0 m	2.0 m	2.3 m	
発 破 回 数	回	7	11	1	6	13	38
1日平均発破回数	々	4.36	3.34	3.39	4.39	4.02	3.88
進 行	m	15.3	24.7	2.8	13.1	28.8	84.7
1日平均推定進行	々	9.50	7.52	9.49	9.57	8.92	8.65
1発破進行	々	2.18	2.25	2.80	2.18	2.22	2.23
交 保 工 基 礎	基	9	17	2	—	—	28
平均 1サイクル 時間内訳	穿 孔 時 分	1°12' (12')	1°29' (10')	1°35'	1°24' (10')	1°27' (6')	1°24' (9')
	破 換 気	41' (5')	34' (11')	50' (9')	37' (3')	37' (14')	37' (10')
	ず り 出 し	2°04' (3')	2°34' (23')	2°59' (27')	2°22' (18')	2°44' (14')	2°31' (15')
	交 保 工	47'	1°04' (4')	54'	—	—	29' (1')
	泥 量 線 路 遮 止, 其 他	18'	32'	11'	35'	21'	25'
	損 失	(8')	(10')	—	—	(15')	(10')
	計	5°02' (28')	6°13' (58')	6°29' (30')	4°58' (30')	5°09' (49')	5°26' (45')
一 日 サ イ ク ル 最 長	均	5°30'	7°11'	7°05'	5°28'	5°58'	6°11'
	大	6°00'	10°05'	—	6°38'	8°53'	10°05'
	小	4°37'	5°13'	—	4°38'	4°52'	4°37'
1 発 破 平 均 穿 孔 数	孔	76.4	78.4	75	85.7	84.2	81.1
穿 孔 長 1m 当 り 所 要 時 分	分 秒	4'43"	5'27"	4'54"	4'58"	5'10"	5'42"
1m <sup>3</sup> 当 り だ い な ま い ト	kg	1.21	1.20	1.70	2.10	2.50	1.80
1 発 破 当 り ト ロ 台 数	台	27	30	36	27	29	29
地 山 1m <sup>3</sup> 当 り ず り 出 時 分	分 秒	1'59"	2'41"	2'30"	2'36"	2'50"	2'17"
ず り の 増 加 率	%	87	106	97	97	112	103
支 保 工 1 基 当 り 所 要 時 分	時 分	37'	44'	27'	—	—	41'

- 註: 1. 1日平均発破回数および1日平均推定進行は平均1サイクル時間より算出した。  
 2. 1サイクル時間内訳中損失欄は各作業に属さないもので、各作業の損失時分は( )で示し、各作業時間には含まない。ただし1サイクル時間は損失時間を含む。  
 3. 穿孔長1m当り所要時分=穿孔時間(準備を含む)÷(穿孔長+使用岩割機台数)  
 4. 地山1m<sup>3</sup>当りずり出時分=ずり出時分(準備, 片付, および損失を含む)÷掘削数量  
 5. ずりの増加率=((4.5×台数+設計断面積×進行)-1)×100

録した。

30年7月15日78.561km(2430m)になつて豊橋方との残が22mとなつたので、掘削を終了して貫通を待った。なお、80.95km付近は、(3)にある頂設導坑式で掘削したので比較的容易であつたが、その後荷が加わり、さらに80.83km付近は風化花崗岩で、掘削後次第に膨張して支保工の変形を来したので、豊橋方と同じように巻厚40cmを55および70cmに増加するため縫返しを行つた。

### (3) 地質不良力所の施工

天端および鏡からの肌落ちが比較的少ない場合は、部分的に穿孔し、爆破し、既設の支保工をもととして、矢木、矢板で山留めを行いながらずり出しを完了し、ただちに支保工を建込む。豊橋、辰野方ともこのような場合に多く遭遇した。

天端からの肌落ちがなお多くなり前記の方法によることが困難な場合は、まづ頂設導坑を掘削して担を吊り、次に丸型を掘げて1, 2の桁を入れて山をおさえておき残部を1間ごとに一気に起してレール支保工を建込む。豊橋方では1カ所、辰野方では横坑を含めて2カ所実施した。

全断面が軟弱で爆破の必要が少い場合は、既設のレール支保工を利用して、導坑における縫地と同様に行うことができ、大原トンネルでも数カ所で施工した。

## 9. コンクリート

### ジャンボ

コンクリートを坑内で練り混ぜ、型枠内に送り込むポータブルプラントを作り、コンクリートジャンボと称した。これはコンクリートプレーサー(以下プレーサー)、エヤーレンシーバー、ミキサ、モノレールキャリアーよりなり、片側の軌道上を走行し、スライドポイント(後述)を使用して一方の軌道上を作業用車両が通行できるようにしたもの偏心型、真中の軌道上を走行し、これより奥へ作業用車両が入れないも

図-7 偏心型縦取式コンクリートジャンボと配線

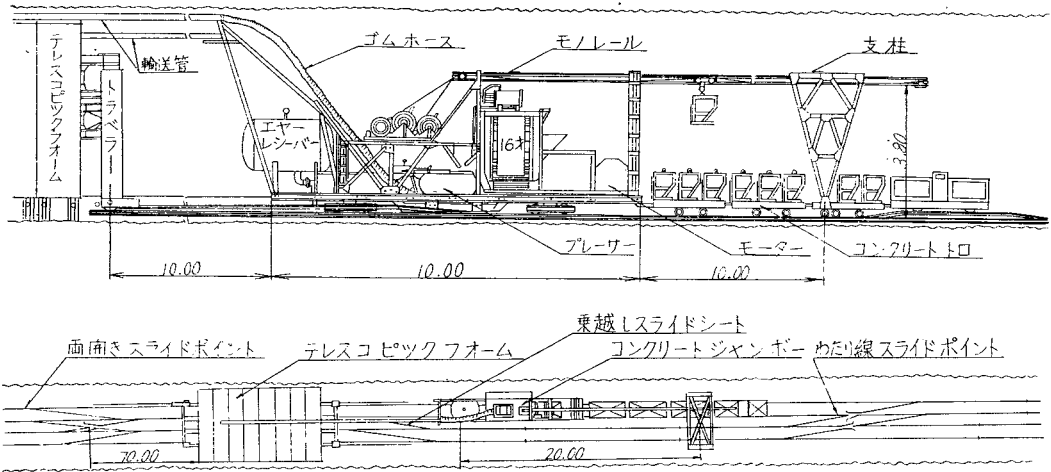


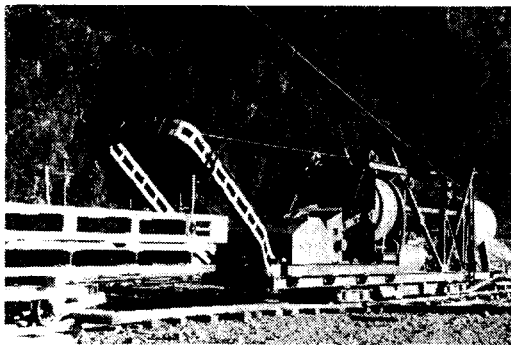
表-5 偏心型縦取式コンクリートジャンボおよびプレッサーの諸元

偏心型縦取式コンクリートジャンボ			プレスウエルド型プレッサー		
プレッサー	プレスウエルド型	キャリアーモーター15HP	容量	0.76 m <sup>3</sup>	
エヤーレシーバー	2.7 m <sup>3</sup> (7 kg/cm <sup>2</sup> ) 延長	23.0 m	輸送管径	15 cm	
ミキサー	円筒型16切高	4.0 m	実際1回打設量	0.6 m <sup>3</sup>	
運搬型式	モノレールキャリア	幅	実際推定能力	20 m <sup>3</sup> /h	
ゲージ	0.762 m	重量	使用空気圧	5.5~7.0 kg/cm <sup>2</sup>	
ミキサーモーター	20HP		重量	約 3 t	

プレッサー所要空気量 (ただし自由空気量換算)						
輸送距離 (m)	1打設に要する空気量 (m <sup>3</sup> )	コンプレッサー (HP)		エヤーレシーバー容量 (m <sup>3</sup> )		
		10 m <sup>3</sup> /h	20 m <sup>3</sup> /h	10 m <sup>3</sup> /h	20 m <sup>3</sup> /h	
水平	30	16.5	100	133	1.18	2.36
	100	24.0	125	165	1.72	3.44
	200	34.0	200	266	2.23	4.46
	300	44.0	260	350	3.15	6.30
垂直	5	16.5	100	133	1.18	2.36
	10	19.0	120	160	1.36	2.72
	20	24.0	150	200	1.72	3.44
	30	29.0	180	240	2.07	4.14

写真-3 偏心型縦取式コンクリートジャンボ (組立中)



のを中心型と称し、また偏心型のうち、モノレールがトンネル方向のものを縦取式(図-7、写真-3、表-5)、直角方向のものを横取式と称した。横取式はコンクリート運搬列車がモノレール直下に停車中は他の車両は通行

できないが、縦取式は常時通行できる。なお、プレッサーはすべてプレスウエルド型(容量 0.76 m<sup>3</sup>)を使用した。

コンクリート輸送管(以下輸送管)は、曲線部以外は高張力鋼板を縦衝頭接合した内径 150 mm、長さ 9.6 m の鋼管を使用し、プレッサー出口の曲線部はプレッサー付属の米国製ゴムホースを、上部の鋼管と連結する曲線部は国産ゴムホースを使用した。

豊橋方の実績によれば、鋼管は約 2500 m<sup>3</sup>、国産ゴムホースは 500 m<sup>3</sup> に 1 本の割合で消耗した。

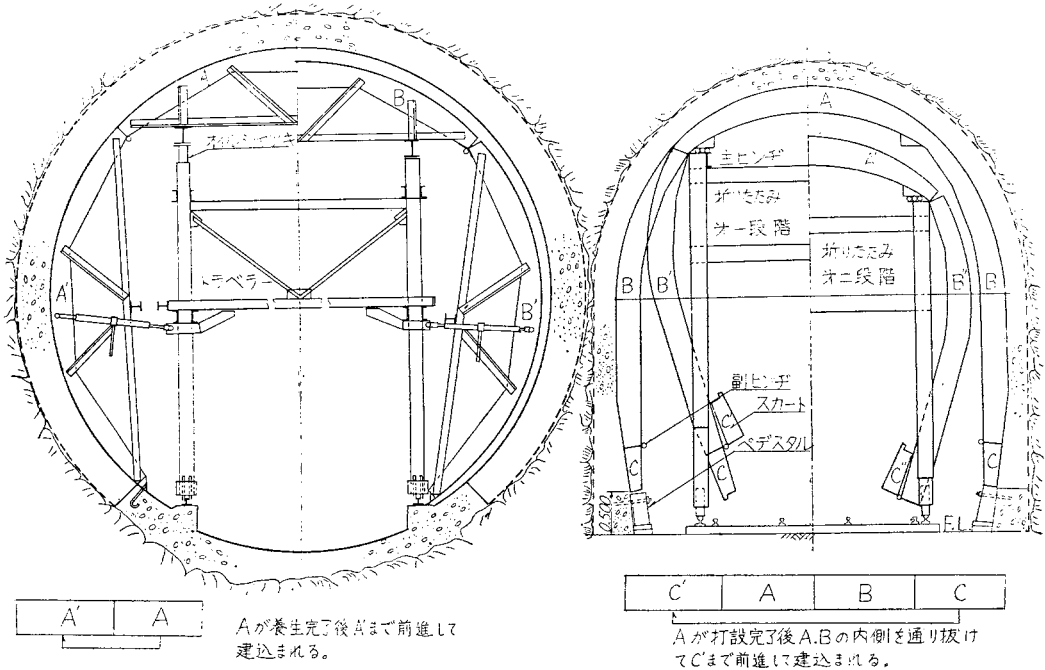
## 10. スライドポイント

全断面掘削並びにこれともなう覆工は、従来の工法に比較して進行が早く、また運搬列車数も多いので、覆工作業カ所付近の分岐器は常に位置を移動し、かつ短時間に切換えなければならない。よつてバッテリーロコで基本レール上を簡単にスライドできるスライドポイントを 22 および 25 kg レールで製作使用した。また軌道は 4 本のレールを 3 つの等しいゲージに敷き並べて、車両は外側および中央のいずれの軌間も通行できるようにした。

## 11. テレスコピックスチールフォームとトラバラー

移動型ワクはトラバラー(型ワク運搬組立用台車)上で伸縮でき、順次くり返し使用するもので、テレコピックタイプとノンテレコピックタイプとに、トラバラーは門型と台車型とに大別される。以下タイプ決定に至るまでの説明を加えよう。

図-8 ノンテレスコピックタイプとテレスコピックタイプ  
 ノンテレスコピックタイプ テレスコピックタイプ



(1) ノンテレスコピクスチールフォームとテレスコピクスチールフォーム

ノンテレスコピクスチールフォーム（以下ノンテレスコフォームという）は 図-8 のようにコンクリート打設後、養生が終つてから型ワクを折りたたみ、全長を同時に前進させて次の打設準備をするもので、通常10~30mのものが使用されている。図において、A, A'はコンクリート打設中または養生中のもので、B, B'は養生完了後型ワクを折りたたんだ状態である。このように、ノンテレスコフォームは構造上、養生中の型ワクをくぐり抜けることができない。

テレスコピクスチールフォーム（以下テレスコフォーム）は、図のように養生済の型ワクが折りたたまれ、養生中の型ワクの内側をくぐり抜けて次の打設位置まで前進して組立てられ、連続してコンクリートを打設する型式で、A, B, Cは養生中または打設中の型ワクで、A', B', C'は養生済の型ワクがトラベラー上で折りたたまれ、次の打設位置まで前進している状態である。この型ワクは構造上、径が大きいトンネルには無理であり、一般に直径約5m以内のものに使われている。

またトラベラーが門型の場合はトラベラーの内側を車両がくぐり抜けるが、台車型の場合はくぐり抜けることができないから掘削と併行施工はほとんど不可能である。

これらの型ワク移動、組立てからコンクリート打設までの時間は、10mの型ワクでは6~8時間、30mの型ワクでは10~12時間あれば十分であろう。前述のよう

にテレスコフォームは養生時間に拘束されないで作業できるが、ノンテレスコフォームは、打設後一定の養生時間を経なければ次の作業ができない。この養生時間は最少8時間以上とされているが、大原トンネルの実績によれば普通セメント使用の場合12~20時間の間にその最低限があるように思われる。なおコンクリート打設においても30m前後のノンテレスコフォームを使用する場合は、10mのテレスコフォームにくらべてプレーサーの輸送管が長くなるので、コンプレッサーの増設を必要とし、また送気管、レシーバーなども大きいものとしなければならないことをあわせ考えて、大原トンネルでは進行第一主義を取り、テレスコタイプを採用した。

(2) ヒンデによる分類

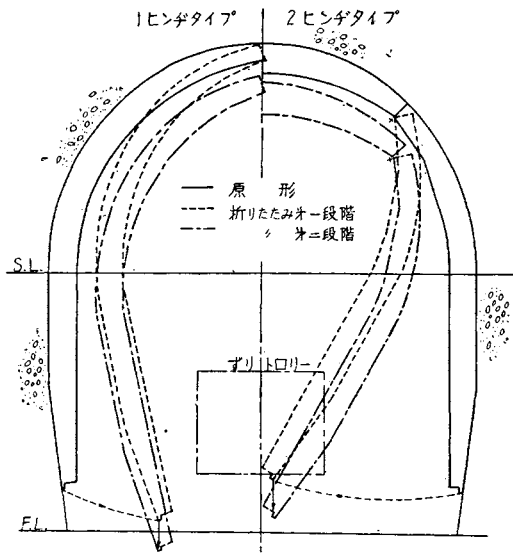
テレスコフォームをヒンデにより大別すると次のようになる。

- a 頂部と起拱線の間には { 2ヒンデタイプ  
主ヒンデのあるもの { 4ヒンデタイプ
- b 頂部に主ヒンデのあるもの { 1ヒンデタイプ  
 { 3ヒンデタイプ

2ヒンデタイプは 図-9 のような位置に主ヒンデのあるもので、4ヒンデタイプと同じように上部天橋部は全然折りたたみならず、また折りたたみの中心がこの桁付近にあるので、1ヒンデ、3ヒンデタイプにくらべて伸縮量が少く、かつシューの降下量も少いのが特徴である。4ヒンデタイプは主ヒンデの位置は2ヒンデタイプと同じであるが、折りたたんだときシューと地盤とのクリア



図-9 折りたたみ中のシューの軌跡



ランスを大きくするため、図-8のように側橋の下部にさらに1コづつ副ヒンヂを取付け、スカート部分を上方に折曲げるようにしたものである。

1ヒンヂタイプは図-9のように頂部付近に1コのヒンヂを有するもので、2ヒンヂタイプにくらべて伸縮量

は大きい、シューの降下量も大きいので、一般の鉄道トンネルでは使用しにくく、インバートの水路トンネルなどに多く用いられるようである。3ヒンヂタイプは頂部の主ヒンヂの位置は1ヒンヂタイプと同じであるが、シューの降下量大きい欠点を補うため、図-10のように側橋の下部にさらに1コづつ副ヒンヂを取付けたものである。なお、2ヒンヂ、4ヒンヂタイプは養生完了後型ワクを折りたたむ場合、天橋部の全面が一度にコンクリート面とはく離ししなければならない。従つて、覆工施工中なんらかの障害で作業が遅れ養生時間が多くなりすぎると、付着力が増してはく離しにくくなる。1ヒンヂ、3ヒンヂタイプは下部より次第にはく離するから、このような心配が少い。

以上の4つのタイプのいずれが有利であるかは、これを使用するトンネルの断面、掘削と覆工とを併行施工するか、しないか（これは地質、工期にも左右される）インバートの有無などに関係がある。またこれを運搬、据付けするトラベラーも、テレスコフォームの種類および上述の条件を考慮する必要がある。

大原トンネルでは工程上、掘削と覆工とを併行施工しなければならないため、作業用車両が常時覆工現場を通過でき、かつ型ワクを折りたたんだ状態にあつても相当のクリアランスがあるよう種々検討の結果、テレスコ

図-10 テレスコピックスチールフォームとトラベラー

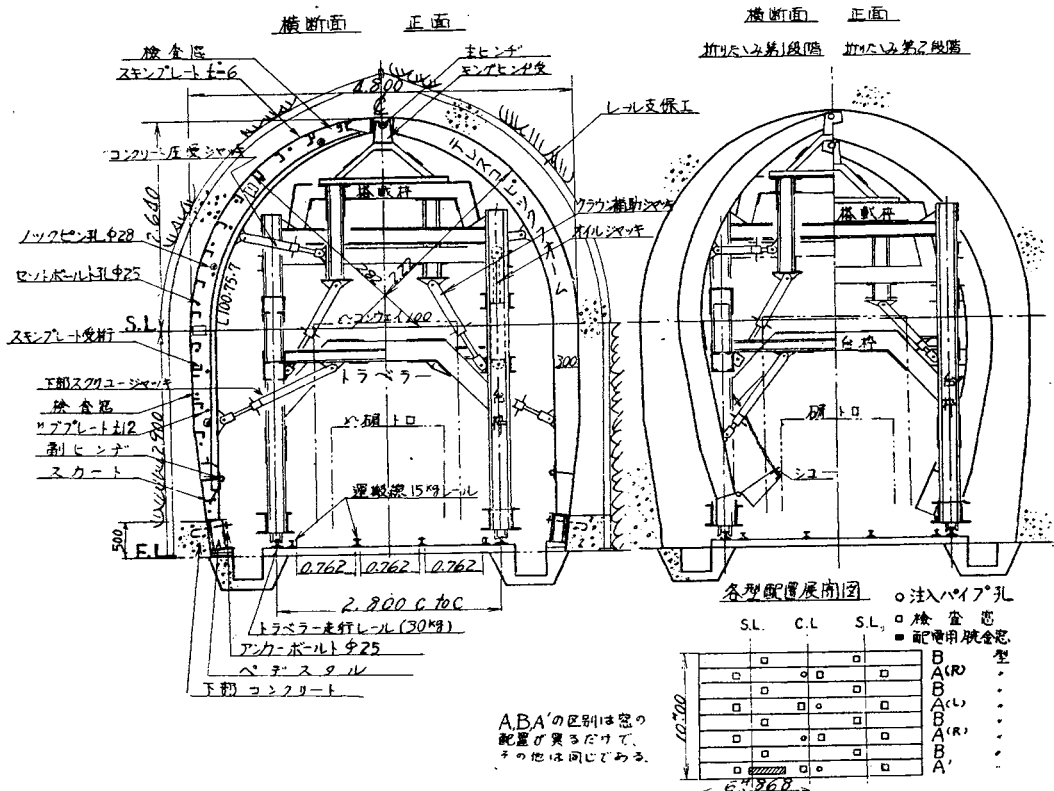
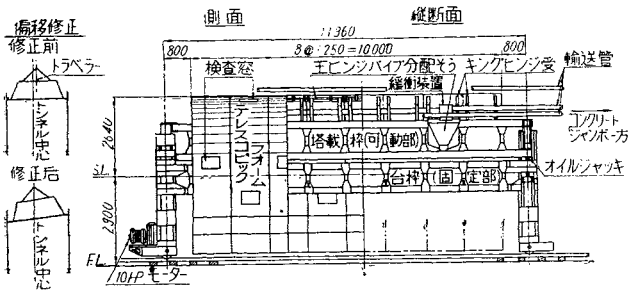


図-11 テレスコピックスチールフォームとトラベラー  
および偏移の修正



フォームは3ヒンジを、トラベラーは門型を採用した。以下大原トンネルで使用したものについて述べる。

(3) テレスコピックフォーム(図-10, 11)

ブレースによるコンクリート打設は、打設速度が早くスランプ(15cm内外)が大きいので、型ワクには非常に大きな圧力が加わる。コンクリートの打上り速度をブレースの能力その他から推定して1m/hとし、コンクリートヘッドをその75%として、普通セメントの場合の圧力を算定した結果、3.4t/m<sup>2</sup>を得た。また吉田徳次郎博士の著書並びに米国開拓局コンクリート便覧によつても、ほぼ同様の値が得られる。トンネル地山の圧力はレール支保工を使用しているので考える必要がない。

テレスコフォームの断面は製作、据付けの誤差および施工中の変形などを考えて、アーチの半径および側壁の幅を設計トンネル断面より20mm大きくした。また側壁下部を先進して打設し、カーブコンクリートに代用することとして下部コンクリートと称し、その高さをF.L.より50cmとした。よつて、シュアの最下端をF.L.上45cmとして5cmの接着部を持たせ、下部コンクリート打設の際、径25mmのアンカーボルトを埋込んでおき、ペDESTルを締付けることによつて、シュアが下部コンクリートに密着するようになった。

図-10の右は、その折りたたみ状況を示したもので、コンクリートの養生が完了後トラベラーをこのテレスコフォームの直下に移動する。次に台ワク(固定部)中に収められているオイルジャッキで搭載ワク(可動部)を上昇し、搭載ワクのキングヒンジ受で主ヒンジを受け、ただちにクラウン補助ジャッキを締める。次に下部スクリュージャッキをテレスコフォームに取付け、ペDESTルを取外しスカートが水平になる程度に折り曲げる。スカートの折り曲げは、トラベラーの横桁にチェーンブロックまたはヒップラーを取付け、スカートの下部を引張る。以来、下部スクリュージャッキを徐々にゆるめると、重心位置の関係で、テレスコフォームは自重でコンクリート高と離れて折りたたまれる。これと同時にオイルジャッキを約2~3mm作動してクラウン補助ジャッキをゆるめ、ジャッキのオイルを戻すと搭載ワクが降下

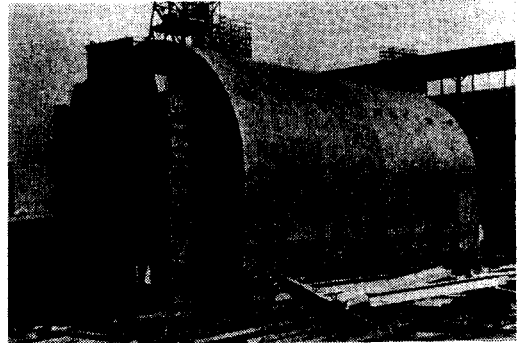
して完全に折りたたまれる。また、スカートの下端を台ワクの縦構より吊しておけば、テレスコフォームが降下するにつれて副ヒンジの位置は降下するが、スカートの下端は台ワクが固定しているので降下せず、スカートは自然に上に折り曲げられる。

テレスコフォームが最も折りたたまれた状態ではジャッキの降下量は350~400mmで、養生中のテレスコフォームのクリアランスは頂部で130mm、左右250mm、下部はレールヘッドより約100mmである。またずりトロ

などの作業用車両との余裕は約120mmであるが、左右のクリアランスを少くすればこの余裕は大きくなり、レール中心が多少偏移していても自由に通過することができる。写真-4はテレスコフォームとトラベラーの全景で、スカートを折り曲げた状態であり、写真-5は坑内で移動中のものである。

テレスコフォームの長さは、1パネル1.25mmのものを8パネルでつないで10mを1組としこれらを片側15コのセットボルトで連結した。セットボルトは、1組10mの両端を除いては常に緊結されているが、両

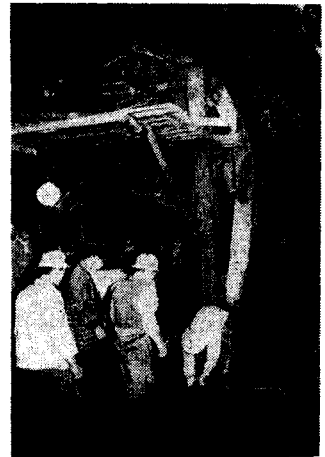
写真-4 テレスコピックフォームとトラベラー



端は移動のたびに取外さなければならない。テレスコフォームは重量、形状とも非常に大きく、この作業ははなはだ困難であるので、片側に3ゴツつのノックピンを打ちこむ孔を設け、まづノックピンを打込みかりに連結したのち、セットボルトで緊結するようになった。

コンクリート打設

写真-5 移動中のテレスコピックスチールフォーム



の際、型ワク内の監視、輸送管の移動、あるいは内部振動機使用などのため検査窓が必要である。この大きさは少くとも人間が通り抜けられる程度のものが必要であるので、縦 400 mm、横 600 mm とし、各パネルに 2~3 コを上、中、下、の 3 段に配置して作業に便ならしめた。

リブは「250×90」を使用すれば十分であつたが、その曲げ加工が非常に困難であると思われたので、厚さ 12 mm のプレートを使用し、内側にアングルを溶接してフランジとした。スキンプレート（外板）はテレスコフォームの重量に大きな影響があるので、強度、疲労度、磨耗度などを考慮し、厚さ 6 mm の高張力鋼板を使用した。覆工終了後その磨耗程度を測定した結果、最も磨耗した頂部主ヒンヂ付近は 1.7 mm、平均 0.7 mm くらいであつた。

主ヒンヂは細部設計において最も慎重に議論されたもので、最初は蝶番型ヒンヂを考えたが、これはヒンヂの間にコンクリートの小片、塵などが挟まれるとテレスコフォームが完全に抜けられない欠点がある。実際に使用したものは 図-12 に示してあるもので、このヒンヂの特色は強固、

確実で、しかもナイフエッジであるため開閉の際コンクリートの小片、塵などが挟まることがなく、テレスコフォームを正しい位置

に拡げることができる。なお、スカートヒンヂを蝶番型としたのは、コンクリートの小片などが挟まれても掃除が簡単にでき、またテレスコフォームを拡げるとき、側櫛とスカートとが一体となるようボルトで締めつける必要があるなどの理由によるものである。

下部コンクリートに埋込まれているアンカーボルトは、施工上その高低が狂いやすいので、ペダスタルの溝形鋼背面間に幅 33 mm のスペースを作り、ボルトの位置、高低が不定であつてもペダスタルを取付けられるようにした。テレスコフォームの重量は、1 組 10 m で約 22.3 t である。

#### (4) トラベラー

トラベラーに対する荷重は、

- テレスコフォームの重量：1 パネルにつき 3 t
- 横荷重および縦荷重：垂直荷重の 10%
- 回転抵抗：垂直荷重の 20%
- 勾配抵抗：勾配 1% につき垂直荷重の 1/1000

以上のように推定し、計算を簡単にするため、格点に作用するものとした。トラベラーは前記のように門型を採用し、搭載ワク、台ワク、油圧装置、車輪および 24 本のスクリージャッキからなっており、全長約 12 m で一度に 10 m のテレスコフォームを運搬、据付けすることができる。

写真-5 組立中のトラベラー

台ワクは 4 本の柱と、これを連結する 2 つの縦構および横バリとからなっており、テレスコフォームの伸縮および作業用車両通行のため、大きなスペースを必要としたので、非常に無理な構造となつた。左右の柱をつなぐ横曲りバリは、山積みのずりトロ、オイルジャッキの収納カ所の関係で止むなく曲りバリとした。

搭載ワクは 2 つの台形構とこれを連結する 2 つの縦構およびキングヒンヂ受よりなっており、台ワクの柱に収納されている 4 本のオイルジャッキにより、台形構突出端が台ワク内側を上下に摺動し、キングヒンヂ上のテレスコフォームを上下させる。またトラベラーの走行レールがトンネル中心より偏移しているときは 図-11 の左のようにトンネル中心とトラベラー中心とが一致しないので、左右のオイルジャッキを調節して搭載ワクの左右に高低差をつけ、トンネル中心に一致できるようにした。

トラベラーには、下部スクリージャッキ 8 本、クラウン補助ジャッキ 6 本、コンクリート圧受ジャッキ 10 本、計 24 本が装備されており、下部スクリージャッキはテレスコフォーム揚げ用および打設時のストラットとして、クラウン補助ジャッキはオイルの漏洩による搭載ワクの下降を防ぐのに、コンクリート圧受ジャッキは打設中のストラットとして用いられる。

台ワクの柱に各 1 本づつ収納された計 4 本のオイルジャッキは、柱下部の突出端上に装置されたモーター直結のギヤーポンプによる圧力油で操作され、その容量は各 12 t である。なお、オイルジャッキは同時あるいは独立して操作可能である。

このトラベラーには自走装置は節約したが、施工の経験からも今後は装備する必要があると思われる。

トラベラーの重量は、搭載ワク 7 t、台ワク 10.7 t、スクリージャッキ 1.7 t、計 19.4 t である。

#### (5) 分配車および緩衝装置

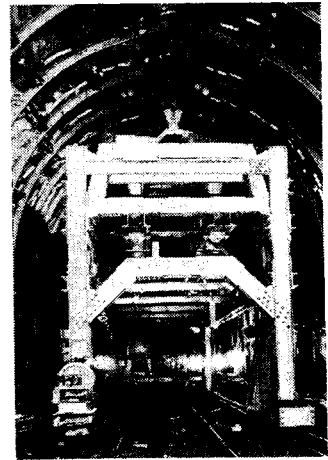
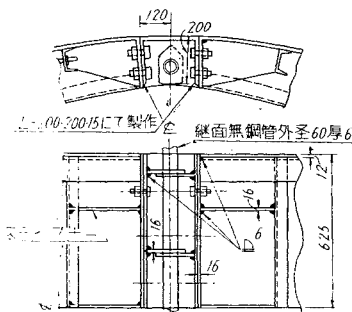


図-12 主ヒンヂ



プレーサーより強大な圧力(5~6 kg/cm<sup>2</sup>)で輸送管中を送られてくるコンクリートを、テレスコフォームの検査窓から打設する場合、減圧、減速しなければコンクリートの分離が大きいきばかりでなく、非常に危険なので、1バッチ分の容量を持つ分配そうを作り、プレーサー付属の緩衝装置と組合せてトラベラーに装備した。輸送管を通ってきたコンクリートは、まづ緩衝装置で90°屈曲して分配そうに噴出し、圧縮空気は分配そうと緩衝装置との取付孔から上部に抜ける。コンクリートは分配そうの底部の開口部からシュートを通じて、中段の検査窓から型ワク内に送りこまれる。

## 12. 覆 工

### (1) テレスコピックフォームとプレーサーによる覆工

本工法は諸外国の例によると、掘削完了後坑奥より坑口に向つて施工する場合が多い。大原トンネルでは、工期短縮のため坑口側より掘削と併行して施工した。以下作業の順序に従つて説明する。

テレスコフォーム使用区間の下水コンクリートは、大部分が両側下水であり、またトラベラー走行レールの基礎となるので、覆工コンクリートより少くとも200m先進して施工する必要がある。下部コンクリートは、覆工コンクリートの一部をなしており、テレスコフォームはこれに沿つて建込まれ、下水コンクリートに引続いて打設する。

覆工コンクリートの1サイクルは、型ワク移動、ケレン掘付けおよびコンクリート打設に大別される。

a) コンクリート打設終了直前に、テレスコフォームよりコンクリート圧受ジャッキおよび下部スクリュージャッキを取外し、搭載ワクを降下させるとトラベラーは完全にテレスコフォームと離れる。次にトラベラーをバッテリーロコで牽引し、養生済のテレスコフォームの直下に移動し、このテレスコフォームを折りたたみ、このままバッテリーロコで牽引して打設位置に前進する。この所要時間は1~2時間である。

b) 型ワク移動が終了すると、ケレンおよび塗油を行い取付け作業にかかる。掘付けは折りたたみと反対の操作を行つてテレスコフォームを揚げ、次に前回打設したばかりのテレスコフォームとセットボルトで連結し、坑奥側のオイルジャッキを作動して高低、中心を合わせ、クラウン補助ジャッキを締めて搭載ワクの下降を止め、下部スクリュージャッキを締める。次にベダスタルを挿入し、アンカーボルトで下部コンクリートにシュエを押えつける。以上の作業と併行して、コンクリートジャンボその他の整備を行う。この所要時間は4~7時間である。

c) 豊橋方の大部分はドライバッチで、辰野方はウエ

ットバッチで施工したが、本項ではドライバッチについて説明する。

坑外バッチャープラントで計量したコンクリート材料を、バケットに積込み坑内に運搬する。コンクリート材料運搬列車は、主として3両編成の3コ列車で、両開きスライドポイント、乗越しスライドシートを通つて複線区間より単線区間に移り、トラベラーの下をくぐり抜けてコンクリートジャンボの右外側線に入る。掘削その他の車両は、このまま切端へ進むが、コンクリート材料運搬列車は、わたり線スライドポイントでコンクリートジャンボ側にわたり、後退してモノレール直下に入入する。次にバケットをキャリアでつり上げ、ミキサに材料を投入し、計量した水、AE剤を入れて練り混ぜ、プレーサーに投入して吹込む。吹込時間は1バッチ0.43m<sup>3</sup>の場合40~60秒であつた。

輸送管は、最初分配そうに連絡する下段の輸送管に連結してあり、コンクリートが中段の検査窓付近まで打設されたとき、主ヒンデ上に設置された上段輸送管に切換える。上段輸送管の吹出口は、最初打継目より約2mのところにあつて、両側部へコンクリートを流し込み、吹出口がコンクリート中に埋まるようになれば、コンクリートジャンボとともに輸送管を約1.5mづつ後退する。一度に4mも後退するとコンクリートが分離する。また吹出口を常にコンクリート中に埋まる程度にしておけば分離は起らないが、圧縮空気が不足しないように注意しないとコンクリートが輸送管を閉塞するおそれがある。なお骨材の最大寸法は40mmで、コンクリートのスランプは15~18cmが適当であると思われた。

### (2) 工事経過(図-6 参照)

豊橋方は、坑口より約420m間を普通工法で豊築し以奥約1660mをテレスコフォームとプレーサー併用して30年2月下旬より着手し、途中インバート施工などのため約10日間中止したが、9月12日終了した。この間の最大月進は8月の350mである。なお、貫通後工期短縮のため、78.4~78.77kmのC、D区間を普通工法並びに鉄製セントルとプレーサーを使用して豊築し、各9月8日、12日に終了した。上記のように、8~9月は3カ所で施工したので、30日間累計進行は650mを記録した。

辰野方は直線区間を3区間に分け、2区間をテレスコフォームとプレーサー併用、他を鉄製セントルとプレーサーを作用して3月下旬F区間より着手し、これと併行してG区間を施工し、貫通後ただちにE区間に着手、E、F区間とも9月下旬終了した。F区間の最大月進は330mで、両区間の8月の累計進行は570mを記録した。なお曲線区間および出口の大断面区間は、木製セントルを使用し、普通工法並びにプレーサーを使用して豊築した。

表—6 豊橋方B区間コンクリートプレーサー打設実績 (1回平均)

施工回数	自至	6 15	16 25	26 35	36 45	46 55	56 65	66 75	76 86	87 95	97 106	107 116	117 126	127 136	137 146	147 156	157 166	平均	
設計数量 m <sup>3</sup>	A	55.6	55.6	55.6	55.6	82.6	55.6	55.6	55.6	55.6	55.6	48.2	55.0	53.2	42.9	48.2	40.8	54.5	
施工数量 m <sup>3</sup>	B	65.5	71.5	77.7	70.9	91.7	76.5	86.1	82.6	92.1	98.9	105.2	104.8	112.8	93.0	69.1	70.9	85.6	
型枠・塗油・ケレン・据付	作業時間 C	16°06'	17°24'	10°28'	13°27'	14°13'	9°05'	7°46'	6°33'	6°58'	5°32'	10°42'	6°06'	6°31'	6°24'	10°12'	11°10'	9°55'	
	最大	26°20'	27°32'	15°15'	18°50'	19°40'	13°10'	16°30'	11°30'	10°20'	8°00'	53°15'	13°30'	17°45'	11°20'	18°10'	14°45'	53°15'	
	最小	10°00'	12°50'	8°00'	9°40'	10°25'	6°30'	5°05'	3°50'	4°00'	3°30'	3°30'	4°00'	3°30'	3°30'	5°20'	8°06'	3°30'	
コンクリート打設	吹込み D	9°30'	9°42'	8°52'	9°01'	11°15'	7°16'	8°12'	8°09'										9°00'
	パイプ切換え	25'	36'	28'	33'	30'	29'	27'	33'										30'
	パイプ移動	58'	1°04'	1°08'	1°07'	1°10'	41'	39'	40'										55'
コンクリート打設	休憩	1°15'	2°01'	1°17'	1°48'	1°44'	1°04'	1°13'	1°30'										1°29'
	損失	3°04'	5°05'	3°24'	5°41'	3°55'	1°04'	2°02'	2°07'										3°17'
	計 E	15°12'	18°28'	15°10'	18°19'	18°33'	10°35'	12°33'	12°58'	26°33'	15°19'	23°08'	13°25'	16°34'	12°44'	10°48'	10°18'	15°41'	
コンクリート打設	最大	19°00'	22°10'	19°16'	26°10'	27°55'	13°25'	15°20'	16°55'	64°30'	22°35'	94°15'	19°00'	23°40'	27°00'	13°40'	13°45'	94°15'	
	最小	11°07'	13°50'	10°55'	11°45'	11°30'	8°05'	9°00'	8°15'	13°40'	11°30'	9°40'	11°10'	12°10'	8°20'	8°30'	7°15'	7°15'	
	総作業時間 C+E+F	31°18'	35°52'	25°38'	31°46'	32°46'	19°40'	20°19'	19°32'	33°30'	20°51'	33°50'	19°30'	23°05'	19°08'	20°59'	21°28'	25°34'	
1時間当り打設量 m <sup>3</sup>	B/D	6.9	7.4	8.8	7.7	8.1	10.4	10.5	10.1									8.9	
	B/E	4.3	3.9	5.1	3.9	4.9	7.1	6.9	6.4	3.5	6.5	4.5	7.8	6.8	7.4	6.4	6.9	5.5	
1日平均進行 m		7.7	6.7	9.4	7.6	7.3	12.2	11.8	12.3	7.2	11.5	7.1	12.3	10.4	12.5	11.4	11.2	9.4	
コンクリート運搬距離 m		770	870	970	1070	1170	1270	1370	1470	1570	1680	1780	1880	1980	2080	2180	2280		

註: 1) 1~5回は型枠組立中に付き削除。2) 1~17回はウエットパッチ, 18回以降ドライパッチ。3) 83回はコンプレッサー (400HP) 故障のため約3日間作業を中止す。従つて記録より除く。4) 110回は貫通式のため、据付に53時間を要す。5) 147~166回は当り取りのため、70時間を費す。

表—7 型ワク移動・ケレン・塗油・据付時間内訳 (1回平均)

施工回数	自至	6 15	16 25	26 35	36 45	46 55	56 65	66 75	76 86	87 95	97 106	107 116	117 126	127 136	137 146	147 156	157 166	平均
型ワク移動		4°02'	3°48'	2°16'	2°03'	2°41'	2°13'	1°15'	1°05'	1°05'	55'	57'	58'					1°56'
ケレン		2°49'	3°03'	2°25'	3°46'	3°15'	1°31'	1°17'	0°49'	1°21'	1°16'	1°13'	1°12'					1°59'
塗油		3°26'	5°14'	3°20'	4°01'	4°24'	3°09'	2°57'	2°50'	2°05'	1°48'	7°01'	2°07'					3°26'
据付		1°29'	1°35'	1°18'	1°27'	1°25'	58'	43'	37'	1°10'	55'	58'						1°15'
休憩		4°20'	3°45'	1°10'	2°10'	2°29'	1°15'	1°35'	1°13'	1°16'	38'	37'	51'					1°46'
整備その他																		
計 C		16°06'	17°24'	10°28'	13°27'	14°13'	9°05'	7°46'	6°33'	6°58'	5°32'	10°42'	6°06'	6°31'	6°24'	10°12'	11°10'	9°55'

表—8 コンクリート打設損失時間内訳 (1回平均)

施工回数	自至	6 15	16 25	26 35	36 45	46 55	56 65	66 75	76 86	87 166	平均
トロ脱線		37'	49'	23'	52'	40'	24'	21'	24'		33'
輸送管閉塞		24'	12'	1°16'	1°06'	1'	14'	0'	7'		25'
プレーサー故障		13'	0'	0'	11'	49'	0'	3'	0'		9'
コンクリートトロ待時間		55'	1°00'	39'	1°27'	53'	22'	34'	28'		47'
輸送管破損交換		2'	1°14'	30'	14'	3'	0'	15'	16'		19'
電気圧不足		44'	21'	15'	20'	30'	0'	11'	4'		18'
コンクリートジャンボ-故障		6'	18'	7'	15'	13'	3'	26'	5'		11'
その他		0'	25'	14'	15'	15'	1'	4'	11'		10'
計		3°04'	5°05'	3°24'	5°41'	3°55'	1°04'	2°02'	2°07'		3°15'

註: 1) 87~96回は気圧不足のため輸送管閉塞が頻発し、約50時間作業を中止す。  
2) 111回はミキサ故障のため、修理完了まで72時間を要す。  
3) 137回は湧水多量のため、湧水処理に時間を費す。

(3) 覆工の進行速度

覆工の進行速度は、大原トンネルの経験によれば、ドライパッチの場合は、坑内のミキサの容量および練り混ぜ時間に左右されるが、単線トンネルでは断面の関係で、最大16切が限度であるので打設量は10m<sup>3</sup>/hくら

いである。ウエットパッチの場合は、運搬中のコンクリートの分離がはげしく、バケットよりミキサへの投入が手間どる。この欠点を少くするため、辰野方の一部は改良したバケットおよびスプリングつき運搬トロを使用した。大容量のアジテーターカーなどを使用し、運搬、分離などの点を解決すれば、20m<sup>3</sup>/hは容易と思われる。

文献その他

- 1) R.V. Proctor M.E., T.L. White: "Rock Tunneling with Steel Support"
- 2) 加納俊二: "トンネルの全断面掘く法" 新材料と新工法, 土木学会, 1954
- 3) なお、大原トンネルについては、すでに建設の機械化, 1954-10・交通技術, 1955-5・土木技術, 1955-7・セメントコンクリート, 1956-6にもその一部が述べられている。