

# 龜ノ瀬隧道の變狀に就て

鐵道省工務局  
保線課技師 阿曾沼均

1. 位置、關西本線王寺河内堅上間名古屋起點152糸281米、大阪府中河内郡堅上堅峰。
2. 沿革、本隧道は明治二十三年、元大阪鐵道株式會社により、工費約10萬圓にて起工せられたる單線隧道（現在下り線の一部をなすもの）なりしが、後に關西鐵道株式會社を経て明治四十一年國有となりたるものである。其後、奈良王寺間の複線計畫成り、大正九年測量を終へ、大正十年一線を増設して現在の上り線となり、引續き下り線たる舊線の反向曲線を改良する爲め、一部の改良工事を施し西口舊隧道に接續せるもので、之に要したる工事費約83萬圓である。
3. 地形、隧道の左側には大和川を控へ、堅上村落の地下を貫通し、山上は概ね果樹園及び水田である。
4. 線路狀態、勾配1000分の10上り及水平、曲線半徑400米及直線
5. 構造、上下線ともに馬蹄形アーチ型、アーチ部側壁とも厚さ570糸、上り線は側壁コンクリート、アーチは煉瓦捲立である。隧道延長は703米440
6. 竣工年月日、上り線703米44及び下り線445米44は大正十二年十二月、下り線258米即ち舊型部分は明治二十三年八月。
7. 變狀、大正十一年六月二日下り線（舊隧道西口坑門附近並に260米附近に龜裂を認め、同十二年四月及十三年六月に多少の増大認めたるも其後は停止してゐた。

然るに昭和六年十一月二十九日龜ノ瀬隧道西口より約100米附近、延長約7米間上下線軌條面突張り50糸近く隆起し、附近約100米間に亘りアーチ部及側壁に數多の龜裂を生じ、其後本年一月に至り著しく増進し、一月二十

九日現在にては上り線最大喰違約400糸、割目の大さ約315糸である。

隧道上部右方500米の距離の地表上に當り昨年十一月二十三日頃延長約230米に亘り最大孔50糸の龜裂を生じ、其後日を経るに従ひ漸次増大し、一月に入り隧道上に於て馬蹄形龜裂を生じ、其龜裂下部に直面せる部分は最も甚しい様である。

## 龜ノ瀬隧道變狀に關する應急設備

龜ノ瀬隧道は昨年十一月二十九日の變狀を來して以來、漸次其變狀を増大し、殊に下り線龜裂附近に於ては舊型斷面にして車輛限界を餘す處僅かなりしを以て、遂に本年一月二十二日午後より運轉を休止するに至り、一方上り線は二十一日より『レールセンター』補強工事を開始し、變狀の増大を極力防止したるも、山上よりの壓力甚しく遂に車輛限界を餘す僅に100糸に至り、其後も變狀の進行停止する事なく遂に運轉を休止するに至つた。而して二月八日現在では隧道内部のアーチ煉瓦捲部分崩壊し土砂一立坪程墜落し、坑内に落盤の音響と、坑口に砂煙りを發しつゝあり、目下の状態にてはレールセンター補強工事も施工不能にて、形勢傍観の外なき状態である。

## 鶴田社長の講演

多年湧水のために採炭不能におちいつてゐた磐城炭礦の緩坑に、技術顧問として招聘され湧水防止セメンティションに劃期的功績をおさめた我社の鶴田社長は、二月二十二日、日本礦業會で同工事に就て鮮細な講演をした。該工事は漏水防止のセメンティションに新しい記録を残したもので、次號にその詳細を發表する豫定である。



(1) 龜ノ瀬隧道上り線  
左側レールセンター補強工  
が、断層地動のため途に崩  
壊せんとしつゝある状態。

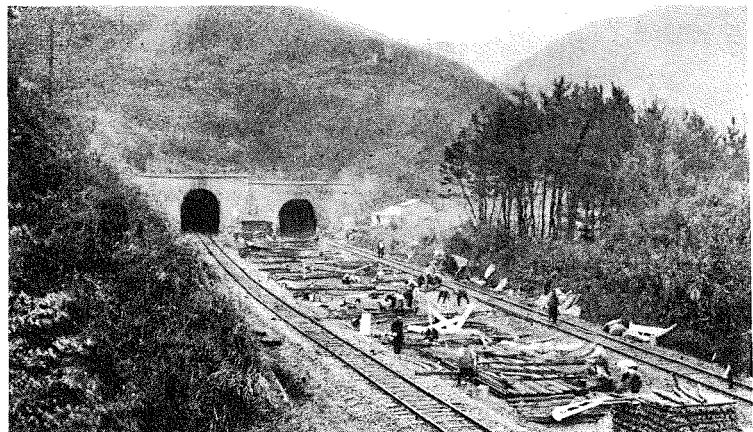
(大阪鐵道局青木保線課長)

寫眞に見ゆるレール補強工事は本年一月中旬急速に施工したるもの、然るに旬日餘にして斯の如く壓力を蒙り、煉瓦巻は崩れ、レールは鈴の如く押し曲げられたるものである。

二月十二日の現況に依れば緩漫ながら地盤の移動は止む事なく、隧道内は時々落盤の音響を發し、坑内は暗澹として近づく事も出來ない。若し此儘移動が止まれば龜ノ瀬隧道は全然廢棄の外はあるまい。尙ほ地盤移動のため附近の山林及畠數十町歩被害であるが、大和川の河床は爲に隆起しつゝある故、河川に及ぼす影響も大なるものであらう。



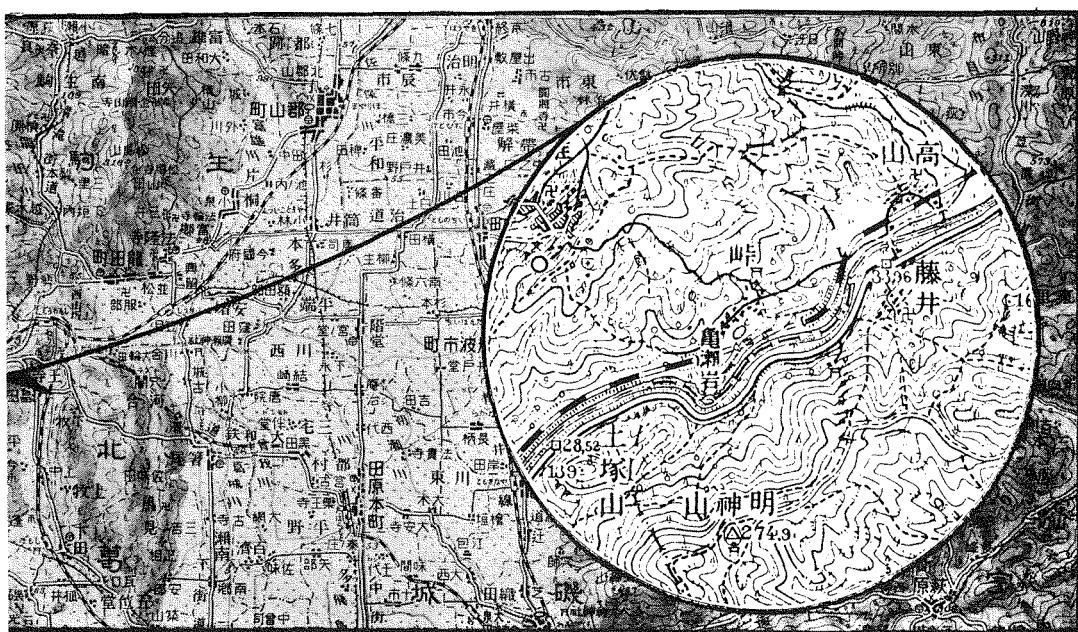
(上) 關西本線龜ノ瀬隧道と補強工事現場



(下) 堅上村字峙區夫婦塚附近道路龜裂



關西線龜ノ瀬隧道附近平面圖。



## 17 シップショウ發電所開渠

### 取入口及假縫切土堰堤

シップショウ取入口開渠の掘鑿は、シート・ア・キヤロン發電所運轉開始後に施工すると、工事の全部が水中掘鑿となつて工費が嵩むので、今回併せて施工したのである。

取入口は幅員400呎に掘鑿し、高さ56呎の土堰堤で縫切り、河水が工事中の上流開渠に入るのを防いだ。土堰堤の中心コアは粘土でコアの兩側に砂を置き上流表面は粗石張り、下流面は碎石張りとした。此設計によれば後年シップショウ發電所が完成して通水した際、土堰堤の下流面の大部分をスティームショベルで除去した上、ドラグラインエクスカベーターで崩壊後の水中の土砂を取り除き開渠と變形することが容易である。

## 18 洪水門

主堰堤上十一連の洪水門は、ストーニー型で、幅員33呎高45呎、一門の重量80噸である。水門の操作はカルドウッド堰堤に似たもので115噸のガントリークレーン2臺で全水門を操作することが出来、1臺のクレーンに一人の運轉手で、どの水門をもたやすく任意に五段の異つた開きとすることが出来る。此外豫備水門(エマーゼンシーゲート)が一門あつて洪水門の前面にあるどのスロットガイドにも挿入出来るので、水門修理の際に用ひることにしてある。

ガントリークレーンは堰堤上の軌條を走行して任意の水門上に至つて之を操作するが其他取入口水門及び塵除けの操作に利用することも出来る。

## 19 凍結防止策

嚴冬の候、水が洪水門附近に凍結して水門

の圓滑な操作をさまたげることを免れる爲、洪水門の上流面に添ふて間断なく壓縮空氣の氣泡を上昇せしめ、水面の結氷を防ぐと共に水門のスロットには電熱器を挿入し、鐵の凍結するのを防ぐ。

## 20 發電所

第3圖で示した様に、シート・ア・キヤロン發電所取入口は重力堰堤の一部だから、取入口前方の塵除けは、上流貯水池の低水面下にあるのは勿論、冬期の結氷面下に設けて水が氷結して斷面が減少する危険を除いた。

塵除簾は電氣ウエルドした厚さ7/16吋、巾5吋の帶鐵を用ひ、其上流面は水勢による損失水頭を減ぜんが爲、帶鐵の角を落して4吋半の距離に並べた。又簾を區分して一部分宛引き上げて防蝕塗料の

塗布及修理に便ならしめた。簾は最大高水位の水壓に耐え得る様に設計したのは勿論、水門と塵除簾の隧道を修理する時は銅板を簾に立てかけて臨時の水門とすることが出来る各水車の取入口は別個で、各個定ローラー型制水門を設備し、是等は取入口堰堤デッキの下にある電氣捲揚機で各個別に操作するが、水門を下げる時だけは配電盤室内のプッシュボタンでも操作出来る。配電盤室のボタンで水門を下げる場合は、捲揚機や電動機は動作しないで、たゞ水門の自重だけで下がるもので、その速度は特殊調整装置で制御する。この設計は今後の水門捲揚機に一大改革を齎すべきものであることを疑はない。即ち水門が下降する際には捲揚機は逆轉するが、そのエネルギーは齒車の摩擦及直結電動機のファンの廻轉によつて消耗され、一定の下降速度を保つやうに設計したのである。捲揚機械は雨水の浸入を防ぐため取入口デッキ下に納めら

れてゐるが、発電機風洞がこの捲揚機室に開口するので、絶へず温い空気を送風出来るこゝとなる。

各取入口の流入口はベルマウス型で中央のピアで二分される。その大きさ巾20呎、高44呎で、間もなく合して直径19呎の鐵管に連り、水車のスクロールケーシングに達し、鐵管は凡て混凝土に包まれる。

発電所の基礎は膨大な鐵筋混凝土造りで、モルガンミス社設計のエルボウ型ドラフトチューブを使ふ。ドラフトチューブ出口には角落しの設備があつて、水車の修理に備へる。ドラフトチューブ内の水はドレンインパイプによつて後方の共通水槽に導かれる。排水の時は此の水槽からポンプで排水路へ排出する。

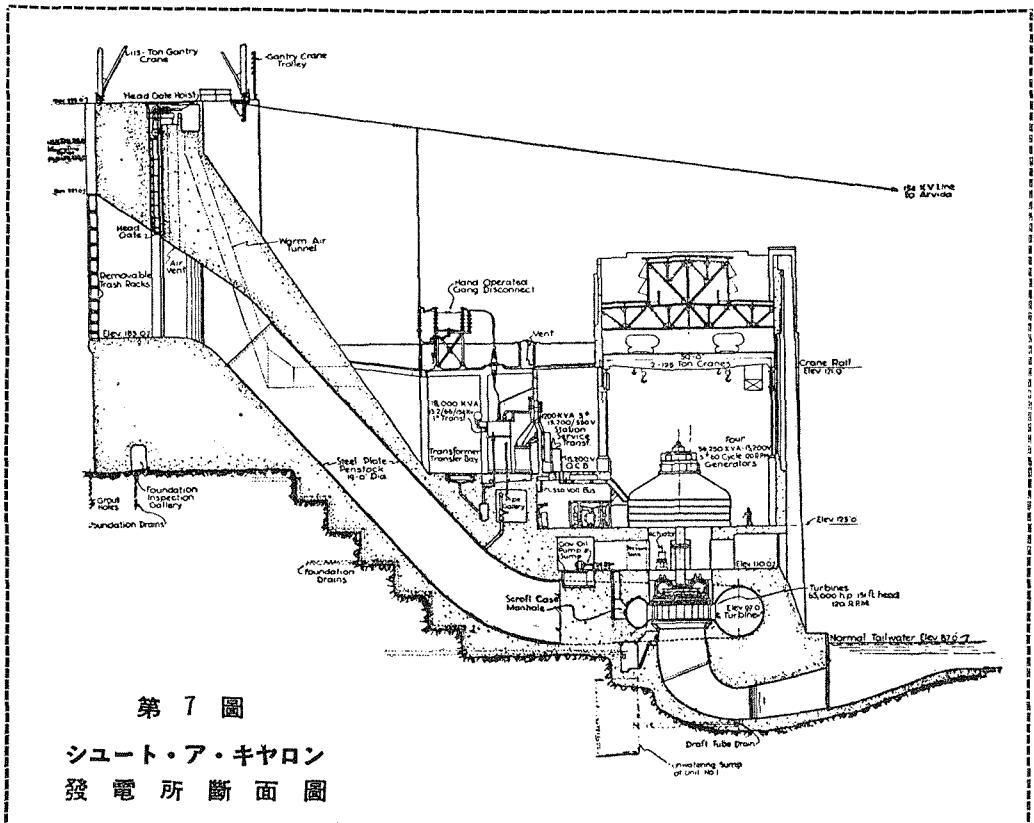
発電機の冷却用空氣は、外界からタービン室に入つて、発電機支持柱の間をぬけて機械の下方から入る。

貯油槽は油槽貨車からの送油に便利な様に發電所南外側の鐵道線路脇地下に在る。其處にはフィルター及ビュリファイマーが設置されて、パイプで各油槽及變壓器に送油する。

發電所の建家は全部鐵筋混凝土造であるが發電機室の天井は鐵骨造りである。クレインガーダーの上は建家全長に亘つてモニタールーフ構造である。兩側及天井は共に電動機で自由に開閉出来る窓枠作りで、發電機のホットエヤーの排出路と擇光通風等の役をなさしめる。發電所本屋間の空地に低壓及高壓用變壓器、所内用諸機械、配電盤室、事務室及倉庫を設けた。

## 21 機 械 設 備

四臺の水車はモルガンミス會社の設計でその直系會社モルガンミスイングリス會社の製作したもので、落差151呎、出力65,000馬



第 7 圖

シート・ア・キヤロン  
發電 所 斷 面 圖

力、回轉數毎分 120回である。ランナーは直徑13呎、單一のスティールキヤスティングで重量98,000封度である。

スクロールケーシングは鋼鉄製で、厚さ3/4吋乃至1吋1/4である。インレットの直徑は、17呎6吋あつて全部混凝土で包まれ、天端は水車室床と同高で、床の上にはガヴァーナーオイルポンプ及びブレツシュアオイルタンクを備へてゐる。ガヴァーナはウッドワード會社製アクチュエーターフライボールは特殊の誘導電動機で廻轉する。此型式は北米アルミナム會社所有の各發電所に採用されたもので、モーターは各發電機のシャフトに直結した主勵磁機上のバイロットエキサイターのスリップリンクによつて、三相交流 8 サイクル 155 ヴオルトの電氣を受けて廻轉するのである。從來のベルトを使ふもの、或は主發電機のターミナルに電源を求めて電動機で廻轉するものに比べて、一層進歩した設備である。

發電機はカナダウエスチングハウス社製の 56,250 K.V.A. 13,200 ヴオルト三相交流 60 サイクル 120 廻轉である。主體及バイロットエキサイター共に同社製で、バイロットエキサイターは二つの目的に用ひる。即ち一つは主勵磁機のフィールドサーキットに一定の電壓を與へてエキサイティングスタビリティーとヴォルテッヂレギュレーターの高速度レスポンス(感應)を得、二つには前記ガヴァーナーフライボールの電動機に 8 サイクルの電源を供給する。

## 22 電 氣 設 備

發電所内の發電機のブスを省略して、各發電機は各々直ちに低壓油入遮斷器を通して變壓器に至り各個別の送電線に連絡する。此方法は所内の裝置を簡単にするだけでなく、運轉を容易ならしめる。斯の様な簡単なシステムを採用出來たのはアルヴィキダアルミナム工場の變電所に至る送電距が僅かに 4哩に過ぎなくて、負荷の分配及び配電を同變電所で行

ふためである。送電線は二本のダブルサークルタワーで、447,000 サーキュラーミルの鐵心あるアルミニウム電纜を使用する。

各部の凍結防止策として、多數の電熱器を使用する外、所内諸機械の電源として使用する電力は、約1,000 K.W. に上り補助變壓器に導く可き發電機に一臺宛の、容量1,200 K.V.A. 變壓器を備へ、その高壓側のターミナルは何等の保安装置なく主變壓器の低壓側に直結する。斯の様にして常に前記のステーションサービス變壓器だけで容量が充分である様に設計し、550 ヴオルトのステーションブスにオートマチックセレクターを裝置し、四臺の變壓器の内一臺だけ常に自働的に接續する。このセレクターは各變壓器のリードとのコンタクター間に、インターロッキングの裝置あるドラムで電動機によつて廻轉する。若し使用中のトランスフォーマーブスに故障が起きた場合は、このドラムは自働的に廻轉してコンタクターを次のトランスフォーマーユニットに接續し、ハウスサービスブスに電力を送る。又前記 550 ヴオルトブスはニュートラルリードがあつてグラウントした時は直ちにロードオフする設備になつてゐる。ガヴァーナーポンプは各發電機に一臺宛あつて各 100 馬力電動機で運轉し、電源は發電機ターミナルから獨自の 150 K.V.A. 變壓器を通して供給される。變壓器容量が負荷に比べて大きいのは加熱を避けベンチレーション及冷却の特殊裝置を省略する爲である。電源が斷たれた場合は自働的にハウスサービスブスに接續してオイルポンプ電動機の運轉休止を防止する。この接續はメインリードのデフレンシアルリレー内にあるので、主體發電機と同様に外部の危険から保護される。

發電機主體の油入遮斷機はゼネラルエレクトリック會社の F-H-209-B 型、15,000 ヴオルト 30,000 アンペアのもので、ラブチュアリングキヤバシティーは 1,500,000 K.V.A. である。

主變壓器は13臺(1臺は豫備)あつて、英國のハックブリッヂ電氣工業會社製屋外水冷却コンサーべーター附18,750K.V.A.單相60サイクル溫度上昇攝氏50度13,200ヴォルトデルタより154,000ヴォルトスター接續で、絕緣はキロボルトノングラウンデットである。シユート・ア・キヤロン發電所の電力を66,000ヴォルトでも供給する必要が生じたので、主變壓器内の高壓側89,000ヴォルト・ワインディングを二分して必要に應じてタップによつて並列或は直列に接續すべく製作し、且つ二分した高壓側ワインディングは共に正規電壓の5%のタップ二個を備へ、變壓器をスターに接續しその高壓側タップを用ひて90%に使用するならば、全出力を69,000ヴォルトで送電出来るであらう。

製糉用電源はエキサイドの60セル400アンペア時のジャー型電池で、バッテリーは140ヴォルト7.5キロワットのモーターゼネレーターで間断なくチャーチし、故障の場合は350キロワットの豫備勵磁器でチャーチする。

配電盤は加奈陀デエネラルエレクトリック社製で、電壓調整裝置はエキサイターレオスタティック型加奈陀ウエスチングハウス社製である。主勵磁機のシャントフィールドは二區分されレギュレーターレオスタットは双似型である。此の裝置及前記バイロットエキサイターの使用によつて、高速度の調整が出来る。550ヴォルト1,200K.V.A.であるステーションブスはチャンネルミニユームコンダクターを用ひる。即ち各ブスは二本のアルミニューム製4吋チャンネルを向ひ合せに[]型に置いて從來の銅帶の代用にする。そうすれば全表面のベンチレーションが完全となつて、スキンエフェクトの殆んど全部を除去することが出来るばかりでなく、構造上から見ても從來のブスバーより強度が大で、且つ少數の支持柱で支へることが出来るのである。

主發電機より油入遮斷器を通して變壓器に至るメインリードも前記のチャンネルミニ

ムを用ひ、一線は二本の5吋アルミナルチャンネルからなつてゐる。

### 23 發電所難設備

クレーン 2臺、ドミニオンブリッヂ會社製容量125噸、補助25噸、250ヴォルトで運轉する。

補助勵磁機 1臺、350キロワットモーターデエネレーター勵磁用のみならずクレーン運轉の電源となる。

デエネラルバブリックアドレスシステム。

エレベーター 發電所と堰堤の頂間に敷設される。

飲用水淨化裝置 水源はサグエネイ河水でクロリネーションによつて淨化し、所内及社宅に給水する。

給油裝置 ストーレツジタンク、ポンプ及ハイドロイル淨化裝置。

暖房設備 所内の暖房は發電機から發生するホットエヤーを利用して、補助として電熱機も用ひる。

—以下次號—

### 前 號 の 概 目

本稿は著者が特に我社の鶴田社長に送られたもので、北米加奈陀サグエネイ河に於ける26萬馬力の水電建設工事を説明したものである、新年號には緒言、(1)サグエネイ河、(2)シユートアキヤロン及シップショウ發電計畫(3)準備工事、(4)社宅、(5)砂の供給、(6)バラスの供給、(7)碎石工場、二月號には(8)コンクリート、(9)バラスのグレイディング、(10)セメント貯藏、(11)ミクシングプラント(12)碎石工場及混凝土混合場に於ける防火設備、(13)他の工場、(14)工事用電力、(15)發電計畫の概要、(16)重力堰堤の設計に就て詳述した、併讀を乞ふ。