

二〇、空 氣 掘 鑿

丹那の工事では色々な新しい工法を採用しましたが、その中で、最も氣持よく考へ通り成功したのは空氣掘鑿です。空氣掘鑿とはどんなことをするのか、簡単に説明させよう。

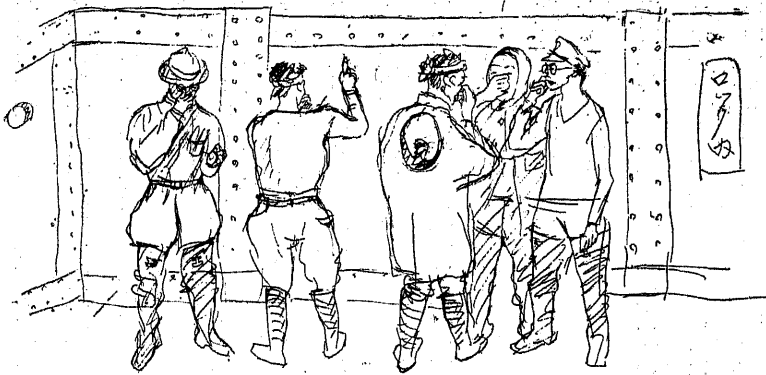
空 氣 掘 鑿 と は

空氣掘鑿とは壓搾空氣を使用して掘鑿する意味をつめて謂つた譯です。壓搾空氣は字義通り壓搾された空氣の意味です。今假に、六疊間位の室の空氣を蜜柑箱位のものに壓縮したと考へて下さい。此蜜柑箱の中の空氣は、もとの大きさに擴がらうとする力を、持つて居る譯です。水の出るトンネルと謂ふのは、地下水面下にあるからで、言ひかへればトンネルが水中に浸つて居ると一寸も違ひません。今此のトンネルの中に壓搾空氣を入れてやりますと、前に謂つた擴がらうとする力が、トンネルにはいつて来る水の力よりも強ければ、トンネル内の水は逃げてしまつて、出て來れなくなるのです。かうなると、水の無い坑道を掘ると何の變りもなく成りますから、今迄水の爲めに崩れて來て掘れない所も、樂に掘れることになります。

一體その壓搾空氣の中で人間が働けるのかとよく聞かれますが、日常吾々は已に約十五封度（一氣壓）の壓力のある空氣の中で生活してゐるのではないですか、一氣壓より高い空氣の中で、人間が働けない事はないのです。先づ潜水夫の場合を考へて下さい。潜水夫が水に潜つて仕事をして居る場合、潜水夫は水の深さに相當する壓力ある空

氣の中で働いてゐるのです。それは空氣掘鑿の場合に、壓搾空氣の中で働くのと何の變りもありません。處が神様は吾々を普通の空氣壓力十五封度の中で都合よく生活出来る様にこさへてゐますから、これより高い壓搾空氣の中では多少の不都合は出て來ます。又壓力の高い空氣の中に行くと身體が潰されはしないかと聞く人もありますが、身體の中にも壓力の高い空氣が浸み込みますから、内外バランスして、押し潰される心配は全く有りません。試験的の記録として七十五封度毎平方呎の高い空氣の中でも差支へなかつた例があります。普通は二十三封度邊が境でありまして、之までは外で働くのと大差ありません。併し二十三封度位からは、話聲が壁をへだて、聞く様に感じ、又口笛がうまく吹けません。そうして四十五封度——水の深さ百呎位——邊が安全に働ける最高であります。この位の高い壓力になると、三十分位働いて、三時間位休み、後三十分位しか働けませんから、こんな壓搾空氣を使つて仕事をすると非常に工費が高くなります。

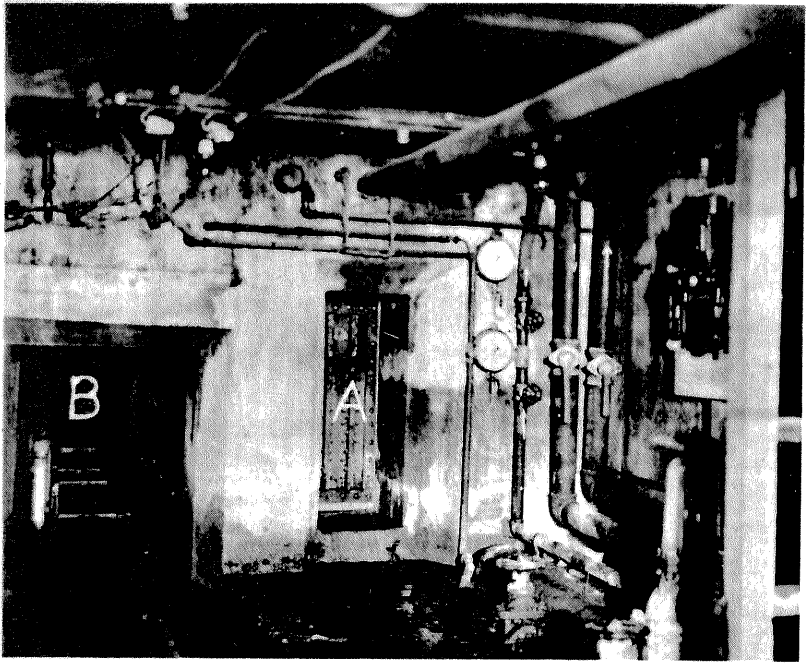
この壓搾空氣を入れた坑道の入口には、エヤーロック（空氣閉門）といふものを設けます。そしてこれから奥の坑道に壓搾空氣を入れてやるのです。さうするとその坑道内だけが、壓力の高い空氣で滿される事になります。この門の出遣入りは厄介です。普通の部屋に入る様に戸を開けると中の空氣が逃げて壓力が下つて折角止めて居る水が出て來るかも知れませんが。又人間の身體がいきなりそんな壓力の高い空氣の中に入るわけにも行きません。それでエヤーロックは二重戸の仕掛けになつて居まして、這入る時には外側の扉を開いて中に入り、扉をしめて壓搾空氣をゆつくり吹き入れて、作業場の壓搾空氣の壓力と同じになる迄にします。そうすると身體もその壓力になれ、又



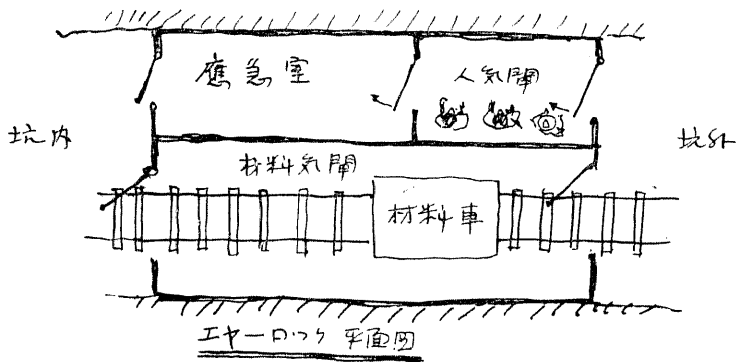
坑内から空気の力で押して居つた内側の扉を開けることが出来て坑内に入れるのです。出て来る場合はこの逆をやる譯です。ロックに入つて壓搾空気を入れるとき、段々に壓力が高くなつて行きますと、第一に問題になるのは耳です。鼓膜の外側から壓力ある空気が押します。この時、鼓膜の内側の空気の壓力とバランスを缺きますと、鼓膜の付根が引張られて非常な痛みを覺えます。健全な人ですと鼻の奥と、鼓膜の内側を連ねる管があつて、鼻から空気が通りますから鼓膜の内外壓力が同じになつて何にも痛みを感じません。しかし、馴れぬ内は鼻をつまんでいきんだり、唾を呑み込まぬと、耳が痛くなります。ですから、前に述べた管が長いか又は細い人、鼓膜が厚いか又彈力の無い人はこの仕事に耐へません。

空 氣 病 院

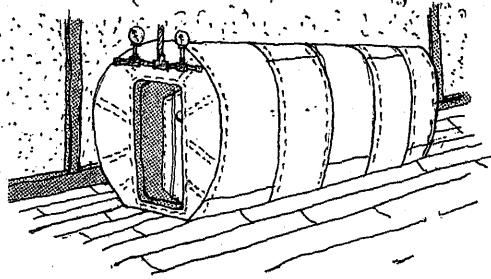
前に壓搾空氣の中では壓搾空氣が體に浸み込み身體の内外壓力が、バランスすると述べましたが、空氣作業の特別な病氣の理由もこの點にあるのです。坑内で働き過ぎたり、開門の中を早く出て來たりすると關節



「エアーロック」Aは人の出入口、Bは材料運搬口



の處がいたむのが此の病氣の特長です。血液の中に溶け込んだ空氣——空氣は酸素と窒素とから出來て居ます——のうちで酸素は體內で消費されますが、窒素はそのまゝ残つて居るのです。壓搾空氣の中に居る間は窒素が壓搾されて小さく成つて居ますが、壓搾空氣の中から急に出て來ると急に壓力が減つた爲に小さく成つてゐた窒素は風船玉の様に膨んで、逃げずに、血管の中を流れることになります。それが關節の様な血管の曲つて居る處にひつかると非常に痛を起します。之が腦の中で血管でも破つたらお仕舞です。ですから壓力の高い空氣の中で働くのは注意しないと危険があります。



ホスピタルロック

この特殊な病氣の事をケーソン病と謂ひます。ケーソンといふのは橋の基礎を作る時に使ふもので、上に蓋のある底無しの筒です。之を河底に沈めて壓搾空氣を入れてやると筒の中の水が逃げて仕舞ひますから、その中に入つて掘りながら筒を河底深く埋め込むことが出來ます。關東震災後の隅田川の橋を掛けるのに初めて此の方法を使つたことは、多くの方は御存じと思ひます。空氣掘鑿はトンネルに使ふよりも此の橋脚に使ふ方が多いものですから、そのため起る病氣をケーソン病と謂ふのです。丹那トンネルで空氣掘鑿をやる時にもケーソン病専門の御醫者さんを頼みました。此の病氣を癒すためには、ホスピタルロックと謂ふものを作りました。之れは鐵で作つた圓筒型の大きな罐で中には

寝臺がついて居ります。病氣の原因は前に謂つた様に、壓搾空氣の中から急に出て来た爲め、身體に泌みこんだ窒素が逃げそこなつて、血管の中に泡となつて残つた爲ですから、病人をこの中に入れてもう一度空氣の壓力を上げてやりますと、血管中の泡が無くなります。それからじりじりとゆつくり壓力を下げて、窒素が充分逃げる様になると癒るのです。風邪を引いたり、睡眠が不足したり、酒を飲み過ぎたりした後は、此の病氣にかゝり易い様です。丹那トンネルでは餘り高い壓力の空氣を使ひませんでしたから、病人の數も僅かで、それも重くて直り悪い様な者はありませんでした。

此んな病氣にかゝらせない用心に壓搾空氣の中から出て来ると、血液の循環を良くするため、すぐ充奮劑として珈琲を飲ませ、又坑門口には風呂場を設けました。これは病氣が出るのは空氣から出て来て一―二時間の中ですから、その時間だけ、成る可く仕事場近くに居らせる必要もあつたのです。直ぐ他所へ行つて其處で病氣が起つても、やつぱり、ホスピタルロック迄連れて來なければなりません。當時の視察者は思ひがけぬ坑内で珈琲の御馳走に喜んで歸りました。

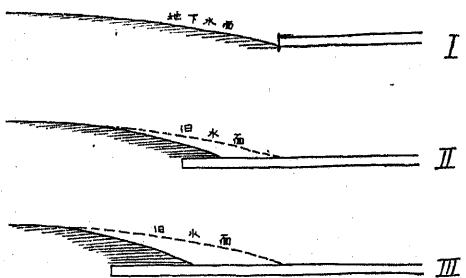
空氣掘鑿に移るまで

大正十四年五月八日三島口の七千八十尺の處で百二十個の大洪水が起つた時は四千九百呎の斷層で困つた後なので、この出水の原因を大斷層中に遮斷された水だと云ひ、或は大きなポケットに溜つて居た水が噴き出したのだ等と謂ひましたが、だんく調べた結果は、此の七千八十呎邊りから約千呎に亙る廣い區間は火山荒砂の堆積した所

で、こゝに水が溜つて居たのです。皆さんは富士山に登られた時、須走りの砂の滑走に爽快を叫んだでせう。此の火山荒砂と謂ふのは、あの須走りの砂と同じ様な質のもので、丸味を帯びてコークスの様に孔のあるものですから、随分澤山の水を吸収する力を持つて居ました。この個所は地表で言へば丁度丹那盆地に近い下丹那の部落の處に當ります。

約千呎に亙る此の砂層の中に浸み込んで居た水がトンネルの進行につれ、坑道に流れ出して來るので、四千九百呎を過ぎてからの坑内の水の劇しさは味噌越しに入れた水が落下する有様その儘でした。然しこの部分では岩質が集塊岩ですから坑道が崩れる心配も無く、又砂層に比べれば水を滲透する事が比較的少いのですから、この層を破つて砂層に入つた瞬間は、丁度樽の底を抜いたと同じわけで、今迄砂層に溜つて居た水が一時にどつと押し出して、あの大正十四年五月八日の大洪水を起したのです。此の時出た百二十個の水が、この事故前の四十個の水に減る迄には、約一年の日子を要しました。此の長い期間の湧水は後から見れば工事上には大變役に立つたのです。それは此の大水が出たため、トンネル上の地下水がすっかり下つて、空氣掘鑿が出来る様になつたからです。

大湧水の結果、上からたれる水こそ、殆ど無くなりましたが、坑道から先きは



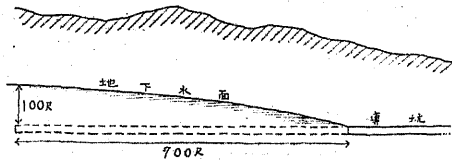
二〇、空氣掘鑿

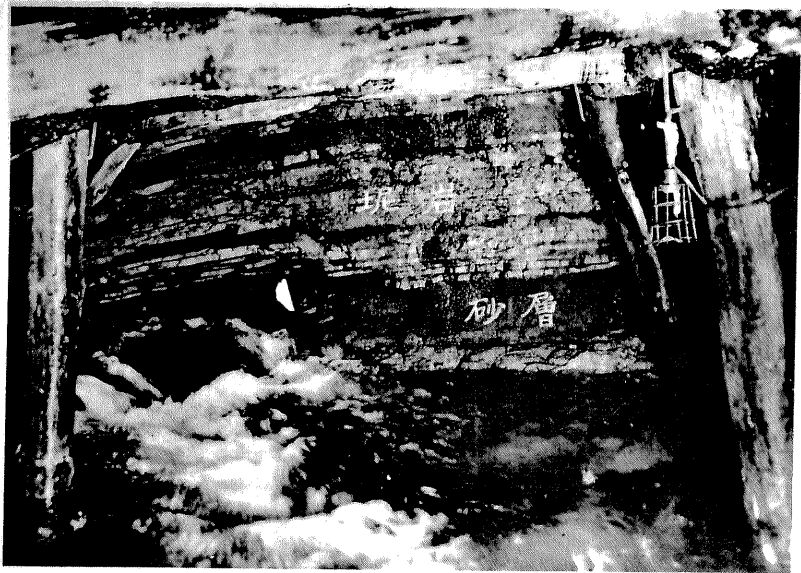
水は砂層の抵抗を受けて或る勾配の地下水面を保つて居ります。坑道の進み方は此の地下水面の下り方よりも早いものですから、圖面で示した様に始め足下にあつた水が直に天井部分から浸み出す様になります。さうすると、砂は一向締りの無いものですから、ずる／＼と崩れ出して止める隙も無く坑道が土砂に埋められて、その跡には氣味の悪い洞穴が出来上るのです。此の時も右に廻り、左に曲り、色々と水抜坑道を進めて見ましたが、結局何處を掘つても坑道は埋められ、洞穴が出来るのは同じ事なんです。洞穴の一番大きかつたのは四百坪もあつて、坑内にトンネル公園が作れる等と笑つたものです。

此の空洞を作つて居る中に地下水面の勾配が比較的緩かで、圖面で示した様に坑道面から約七分ノ一で奥に向つて登つて居る事が解つて來ました。即ち七百呎行つた奥では、地下水の深さが百尺ある事になります。それで今空氣掘鑿をして人間が百呎の水の深さ迄入つて働けるとすると、七百呎の間空氣で水を押しへて進める譯になります。だから空氣掘鑿をやつて、坑道をすつかりコンクリートで固めておけば、假令、後で空氣を抜いて水が出て來ても大丈夫だと謂ふ見詰めが付いたので、愈々空氣掘鑿の段取りと謂ふ事になつたのです。

水も逃げたが空氣も逃げる

壓搾空氣を入れて見る迄は、果してロックから奥の坑道の水が防げるものやら、膝迄の深さある坑内の水が壓搾





砂層と泥岩の互層 (砂層を破つて噴出する水)



三島口砂層内に出来た大空洞の一部

空氣の力で無くなるものやら、理窟の上では大丈夫と思ひ乍ら一寸心配でした。愈々空氣を入れて見て、豫想通りスーツと水が足下から引いた時は實際愉快でした。水は退散して呉れて思ふ壺だつたのですが、どん／＼と水を地山に追ひ込み乍ら空氣自身も一所にスースーと逃げ出して行くのには弱りました。水を澤山含んでゐた砂地ですから、水がその空隙を退却してしまふと、空氣にとつては誠に良い逃路が出来た譯です。

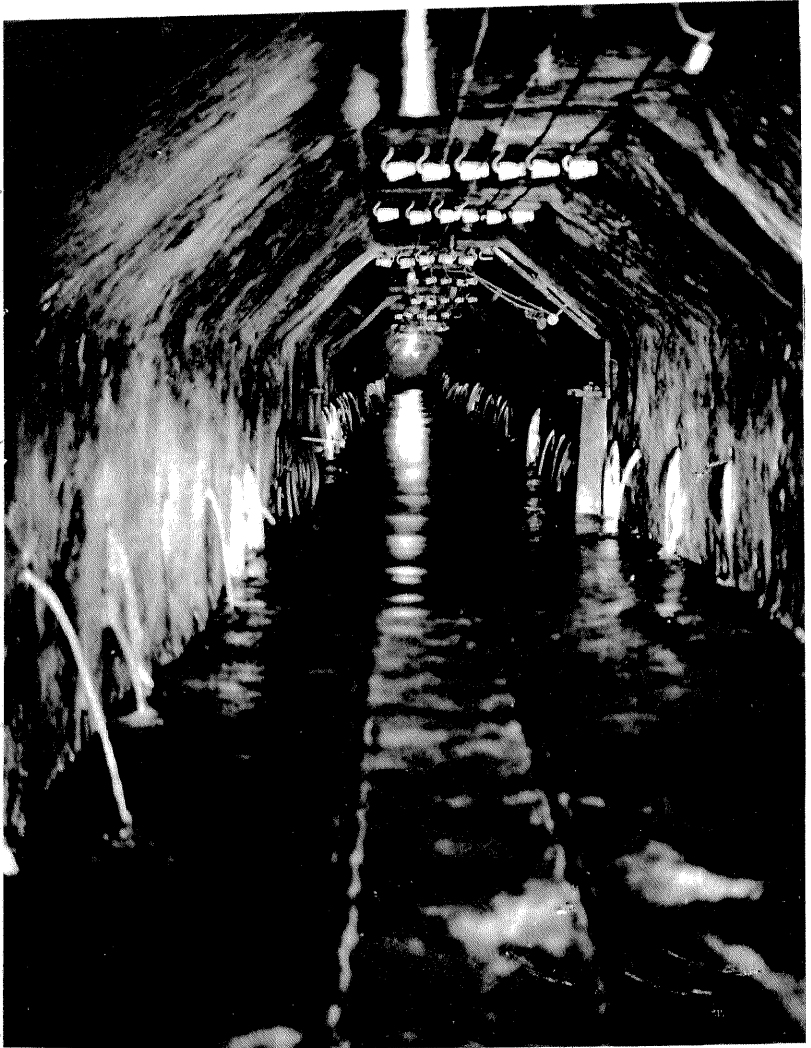
最初空氣は相當逃げることを豫想して外國の例等も調べ、最も多量に空氣を使つたものを參考として機械を準備しましたから、空氣は充分間に合ふ積りで仕事をやりだしたのです。所が意外にも仕事のかゝり始めにロツクの奥が二十五尺位しか掘れてゐないに關はらず、設備した全部の空氣を送つても、坑内の空氣の壓力は七封度位迄しか上らないのです。これは露出した地山から空氣が逃げる爲ですが、行く行く四十封度迄も上げたいと思つて居るのに、これでは前途全く不安です。そこで慌てゝ更に空氣壓搾機を増すことにしましたが、又坑内をすつかりコンクリートで堅め、エヤーロツクにもセメントを注入して空氣が少しでも逃げない様になりました。これで大分よくなつて坑内の壓力も上る様になりましたが、以後は掘鑿がすむと、引き續いてすぐ疊築して、なるべく地山の露出する所を少くしました。然しこれでもコンクリートを透して逃げる空氣が相當ありますから、坑道の延長が長くなるにつれて、又々空氣が足りなくなつて來ました。そこで更にそれを防ぐため、疊築した部分の表面にモルタルを塗り、更にペンキを塗つたりして、極力空氣の逃げない様に工夫し乍ら、どうやら進行を續けて居りましたが、其の中、後から急いで準備した空氣壓搾機が到着しましたので、最早空氣量の方は心配がなくなり、以後はどん／＼仕事が

抄りました。使つた空氣壓搾機を參考迄に記しますと

名	稱	馬力	空氣量(毎分立方呎)	臺數
往復動型低壓コンプレッサー		二〇〇	一二七〇	一臺
廻轉型低壓コンプレッサー		二二〇	一三五〇	三臺
往復動型高壓コンプレッサー		二〇〇	八六七	三臺

此の空氣量を總計しますと、毎分七、九二一立方呎といふ多量なものになります。機械全部を動したことも度々ありました。

かうして最初に北側水抜坑を七百六十九呎程進め、次に南側水抜坑を七百二十六呎程掘進しました。豫め空氣を抜いた時湧水が出易い様に、兩側のコンクリートの壁に鐵管を澤山入れて置きましたが、愈々空氣を抜いてこの管から一勢に水が迸り出た時には誠に美事なものでした。又この水は坑口に近い方から時日のたつに連れ段々なくなつて行きましたが、地下水の涸れて行く有様が想像通りであつたのも愉快でした。此んな具合にして砂層の中に溜つて居た水を、トンネル兩側の水抜坑に絞り取つたのですから、本線には全く水が無くなり、底設導坑の仕事も安心してやれる様になりました。この空氣掘鑿で掘つた水抜坑は八呎角の大きさの物でしたが、これを掘るのに空氣壓搾機及同据付費を除き約一呎當り二百三十圓乃至二百五十圓かかりました。このうち半分の百圓乃至百三十圓は空氣の費用です。此の作業は昭和二年六月から昭和四年一月迄、約二年半、兩側の水抜坑が砂層を通り越して、



空 氣 掘 鑿 終 つ て 水 を 絞 る

奥の方の安全な集塊岩に辿りつく迄續きました。

空氣のいたづら

熱海口のシールドでも空氣を使ひましたが、此の時は地質が温泉餘土でしたから、空氣も餘り逃げず、補給する空氣はほんの僅かでしたが、三島口の空氣掘鑿は今謂つた様な有様で、絶えず多量の空氣を補充しましたから、坑内の入口パイプから吹き出す空氣の音は、耳も聾する計りの喧ましさで、とても話聲なんか聞へません。併し消音機を研究して取付けましてからは大分よくなりました。

空氣の無暗に逃げるのを防ぐため、坑道は全部コンクリートで巻きましたが、切羽だけは所謂ふわけに行きません。それで主に此處から空氣が逃げるのですが、こゝで煙草を吸ひますと煙がまたゝく間に地山の中に吸ひ込まれます。又鑿岩機を使ひますと、孔からくり粉を流し出す爲、押し込む水が地山に吸ひ込まれて、くり粉が口元に出て來ないので、鑿岩機の鑿が廻らなくなつて閉口しました。

掘鑿がすむと直ぐ疊築にかゝるので、兩側から段々にコンクリートを打つて行くと、天井の一番高い所を終りに打つことになります。この天井の終りのコンクリート打を「セメ」と云ひますが、セメをやる時に空氣が此一個所に集つて逃げますから、その勢が仲々烈しく、職工の冠つて居る帽子がまごつくと思ひとられそうになります。又打つたコンクリートの水分も吸ひとられて、コンクリートの出來が悪いので困りました。

一體此の多量な空氣は何處へ逃げるのだらうと噂したのですが、或日、頂設導坑の奥で以前崩れて出來た空洞

に入つて見ますと、支保工材に附着した絲の様な菌類が氣味悪くヒラ／＼と動いて居るのです。不思議な事もあるものと怪しんだのですが、よくみると、空氣掘鑿の箇所から逃げて来る空氣の爲でした。

空氣掘鑿の終り頃は、地質が固い集塊岩になつたので、掘鑿にダイナマイトを使ひました。處がコンクリートで包まれた坑道の中で發破を掛けるのですから、一寸大砲の筒の中に居る様なもので、とても猛烈な音がします。耳に指で栓し乍ら待つのですが、ドカンと云ふと、電燈が、パツパツと五六度明滅し、體がグラグラと揺れ、帽子が飛ばされる騒ぎです。エヤーロツクの壓力計を見ますと、指針が瞬間的にピーンと振れます。

掘鑿の仕事が終つて、壓搾空氣を抜く時には、抜いた後がどうなるかと、中々心配でした。經驗したことがないのですから無理ありません。初めて掘つた北側水抜坑の時です。エヤーロツクの入口の盤が低くて、水が溜つて居つた中へ、生憎排氣管が口を出して居ました。愈々坑道から空氣を抜くと、實に素晴らしい音を立て、空氣が出るのには、全く、ど膽を抜かれてしまいました。狭い坑内でのこの轟音が三十分間續くのですから堪りません。

南側水抜坑を掘る時には、此の失敗にこりて、エヤーロツクは水抜坑の盤より高い位置に据ゑましたが、其の爲エヤーロツクから坑道迄下り阪になります。それからトンネルの勾配通り、三分の一で昇つて掘つたのですが、いざ出來上つて空氣を抜く時には又々膽を冷されました。空氣が抜けるに従つて坑道内には水が段々溜つて來ましたが、終にロツクから溢れて流れ出す様になつた時分です。綺麗に澄んだ水の奥から、突然ポコンと大音をたて乍ら、素晴らしい泡が浮び上つて來ます。崩壊でも起したのかと吃驚しましたが、これは、坑奥の高い處に残つた空氣

が水に押されて漕り出て來たのでした。解つて見れば何でもないのですが一時は吃驚しました。

保守黨と進歩黨

何事でも新らしい事を始めることになると、それを素直に取り入れる進歩黨と、けちを付けてやりたがらない保守黨があります。殊にトンネル工事等で新らしい機械を使つたり仕事の方法が變ると、方々に影響があつて五月蠅いものですから、進歩黨にとつては大低四面楚歌の聲です。空氣掘鑿を始めるに就ても、どんな事をやるか見當がつかないものですから、「そんな事をやるより今迄通りの方法で水をだましましたし掘ればやつて行ける」といつて、今迄何度掘つても崩されて空洞の出來た事なんか、忘れた様な事を謂ふ者もあります。中にはエヤーロツクの中に入れられると、そのまま殺されてしまふ等とヨタを飛ばすものがあつて、臆病な者は恐れをなして空氣掘鑿に従事するのをいやがりました。空氣掘鑿を始める前に體格検査をする時にも、故意に酒なんか飲んできて、わざと不合格にならうとした者もありました。

當時隅田川のケーソン工事がすんで其處に働いて居た者が丹那で空氣掘鑿をやるといふのを聞き傳へてやつて來た者も大分ありました。そして空氣掘鑿は、とても素人にはやれないと自己宣傳をしますので、鹿島組でも一人や二人經驗者が居た方が都合がよいと思つて、その中の一人を備ひました。處が、此の男、講釋は上手ですが、さつぱり仕事をやりません。みんなが「船長」船長と呼ぶので、ほんとに仕事をする船長かと思ひましたら「仕事セン長」なのです。

ロータリー物語

前にも述べた通り空気掘鑿を始めて見ると、豫期に反し莫大な空気が要りますので、あわてゝ空気壓搾機を増設する事にしました。今迄使はれて居た機械は往復動機關と言つてピストンが前後に動いて壓搾空気を作るのですが、其頃、ロータリー式と言つてシリンダーの中に澤山羽根の付いた軸があつて、それが廻轉する間に羽根が空気を壓搾する仕掛の、最新式のものがありました。此の機械は當時日本では未だ何處でも使つて居なかつたのですが、今迄のに比べて据付に場所もとらず、理窟も至極よく、その上値段も安いので、思ひ切つて三臺買ふ事にしました。所が愈々機械が來て据付もすみ、いざ運轉して見ると、良い機械だけに又取扱の呼吸が難しく、それに馴れないため、中々うまく動きません。どうも今迄の空気壓搾機でつかつて居た潤滑油では駄目らしいのです。それで購入した會社に照會して外人技師に來て貰ひました。所が此の技師も國を出る時は、まだ此の機械が出來て居なかつたといふ譯で、肝心の油もどんなものを使へばよいか解りません。早速製造元のスイス迄電報を打つて問ひ合せて所、ガストール油を使へと知らせてきました。扱てガストール油つて何だと、よくよく聞いて見ますと「ヒマシ油」の事なんです。早速三島の町中から沼津方面迄探して、藥屋から瓶入りの藥用のものをしてきた買ひ込んで使ひましたが、後で工業用の安いものゝあることが解り、すっかり頭をかいて仕舞ひました。

扱て外人先生の言ふまゝにヒマシ油でロータリーを運轉しましたが、此の油は閃火點が低い爲、壓搾空気を作る時に出る四百度以上の温度では、すぐ機械に焦げ付いて眞黒になつてしまつて、やつぱり駄目なのです。此の焦げ

付く香を嗅ぐと、丁度トーストパンの香そのまゝで、腹のへつた時にはたまらなくいゝ香です。併し仕事の方はそれ所ではありません。こげつくと直ぐ様運轉を停めて修理にかゝらねばならないのです。

何しろ醫療用のヒマシ油が壓搾空気に雜つて多量にロックの中に吹き込まれたのですから、坑内で働いて居る連中がよく下痢を起さなかつたと大笑ひしました。今では此式の機械も方々で使はれ評判もよい様です。こんな失敗も要するに機械を冷やす水の温度の加減や適當な油の性質が解らなかつたからの事です。