

この大いなる自然との闘い

本座談会は昭和43年9月27日(金)東京新宿レインボーホールで実施した際の速記録を採録したものです。

安全な現場はこわくない

司会 まず最初に、トンネル屋に対する第三者的立場から見た素朴な質問を木本さんから出していただいで話の糸口にしたいと思います。

木本 トンネルの現場には何回か行ったことがありますけれども、10メートルぐらい入ってもこわい。青函トンネルなんか、対岸が見えないような所ですが、あれは中に入っていてこわくないですか……。

天野 こわくはないですね。私の場合は幸い今までの落盤なんかの経験がないものですから、トンネルというものは夏涼しくて冬は暖く、東京なんかより交通事故も少ない(笑)、最近ではトンネルでも交通事故はあるのですが、比較的安全な働き場所じゃないですか。

大塚 私は学生するとき、京都の東山トンネルの立坑から入って見学したことがあるのですが、とにかく丸型の小さな所でこせこせ仕事をしていて、あちらこちらで発破の音がする。ほんとうに地獄の中に連れ込まれたという感じがしましたね。

羽生田 外部で見ていると非常にこわいという感じがですね。しかし、自分の現場はちっともこわくない。若いころは夜中に切羽の奥に一人で行く、「シーン」と静かなんですね。しかし、何か音がする。そうすると「山は生きています」とかかって非常に感激したものですけれども、こわいとは感じなかった。自分の現場では危いとは思っても、こわいと思っただけではないですね。

服部 ここでは大塚さん、中楯さん、それに私あたりが木製支保工を大分経験してきているわけですが、その時代から鉄製支保工の時代になり、今のように注入工法が大幅に採用されたり、無普請の箇所が非常に少なくなってきたので、こわさに対する感じ方に大変な変わりようがあったんじゃないでしょうか。

中楯 それは確かにそうですね。ですから若い人には、とにかくトンネルの中に入っていくとこわいと感じるというんです。要するに、素人の方を入れても少しもこわがらないというような作業場をつくれというように指導している。昔と違って、今はたとえ導坑でもちゃんとした

通路がとれる断面で掘るという時代になりつつあるわけですが、トンネルでのけがは、ほとんどが交通事故なんです。落盤によるけがは全体の3割ぐらいです。ですから、山がこわいというのではなくて、そういった人為的なものがこわいと感じるようなトンネルでは、われわれとしては具合が悪いということになる。

黒沢 内容もよくわからないよそのトンネルに入ったときとか、しばらく現場を離れていてポッと入った場合とか、技術的な問題は全く別にして本能的なこわさを感じることもある。すぐなれますけれども……。

木本 香港で水道施設を見学したときに、取水用の立坑があるんです。100メートルぐらいあるのだそうですが、何か粗末な木を何本か組み合わせてバケツみたいなものがぶら下っていて、それに乗って降りましようという。とてもこわくて、何とか口実を作って逃げたのですが、やはりぼくはまだこわいんですね。

中楯 素人の方のこわさと、われわれのこわさとは、こわさの原因が違うんですね。素人の方の場合は、知らないからこわくない、知らないからこわい、ということになるようですね。私の方は山がこわいと感じたら仕事になりませんですからね(笑)。

天野 それと、何かあったら逃げるよりも——もちろん最初は逃げなければいけないけれども、やはり直さなければならぬという考えがあるから、こわさよりそれが先行するんでしょうね。

出席者

(五十音順)



天野 礼二氏
日本鉄道建設公団、
青函トンネル調査
事務所、吉岡建設
事務所長



大塚 本夫氏
(株)熊谷組、理事
機材部長、技研第
一部長

むずかしい基本測量

木本 話は変わりますが、素人が一番不思議に思うことは、トンネルというのは両方から同時に掘って行ってどうしてピッタリ合うんだらうということですね。あれは測量でピッタリ合うんだよ、狂ったらその方がおかしいんだよといえますけれども……。

司会 昔は測量でうんと狂ったという話はあるんでしょうか。

大塚 昔でなくてもちょいちょいあるんじゃないですか。隠しているだけで(大笑)……。

中橋 直線の場合は間違えっこないんですが、カーブになると、入口の所でB.CやE.Cのとり違えとか、カーブの起点を間違えてしまうことが一番大きな原因でしょうね。こうなると、先に行けば確実に1チェーンは狂ってくる。けれども、これは何度もチェックしますからね。

大塚 大事なトンネルでは少ないんです。間違いを起こすのはどっちでもいいようなもの、たとえばダム工事のベルトコンベヤのトンネルを請負業者の責任で掘るときなんか、ついうっかりして全然出合わないトンネルを掘ってみたり、隠れた話はあるんですよ(笑)。

司会 しかし、出合わないままでいくということはないでしょう。

木本 複線トンネルになっちゃう(笑)。

天野 それがあるんです(笑)。最初に測量隊が入って、そのインターアングルを間違えた。ところが、すごい突貫工事だから、おかしいおかしいといながらすれ違いになっちゃった。しかも、全断面なんです。そのトンネルは何も知らされない状態で、私自身見に行ったのですが、ちょうどジープでその辺に行くところになりましたりして入らなかった(笑)。故意に入れてくれなかったとは思いませんけれども……。

羽生田 トンネルが貫通して感激するというのは、まず、よくぞまっすぐにあいてくれた(笑)……。自信満々

とといったって、見ないうちはこわいですからね。

黒沢 大きな間違いというのは、現場で測量をちょっといい加減にやったというようなことではなくて、基本的な計算の違いや測点の誤認というようなことで生じやすいようです。

大塚 私どもが直接関係したのでも、横坑を掘るのにレベルを間違えて、ひとかせ高く掘っちゃった。それでも30メートルぐらい行って気がついた。それを正規のレベルに直すことの速いこと速いこと(笑)。

誤りも大胆に発表しよう

服部 このごろのトンネルは、水路トンネルでない限り曲線の部分が相当ありますからね。それで、これだけ測量について経験豊富な方が集っておられて、測量の間違いがこわいということを感じているわけですから、やはりこれは大いに警鐘を鳴らすべきものじゃないでしょうかね。たとえば、シールドの場合ですと、最近では蛇行誤差の許容限界というものが与えられるようになってきたように、測量におけるパーソナルエラーのようなものはどこまで行っても避けられないものだとすることを技術屋の側から認識させる必要がある。ですから、施工誤差は事実として、もっと大胆に発表しなければいけないんじゃないか。

羽生田 それと、トランシットなど測量機械自体、2つ持つてくると多少違うんですね。川崎で6ヵ所の工区をやったときは、互いに自分の機械をかついで行って相手の方をチェックするというのをやりました。測量では、おれがいったんやったから絶対だというのは絶対危ないんですよ(笑)。

中橋 古い話ですけど、清水のループトンネルを掘ったときは、測量のチェックのためだけに導坑を別に掘っている。つい最近も四国でループトンネルをやりましたが、完全に円に描くわけですから、もとの所に戻ってこなかったらオシャカですからね(笑)……。

司会 天野さんところでやっている青函のごときは大



木本正次氏
作家、『黒部の太陽』等の著者



黒沢重男氏
(株)大林組、幹線六甲工事事務所長



服部九一氏
佐藤工業(株)、東京支社土木部長



羽生田 嘉重氏
(株)間組、京葉羽田出張所工事主任



中橋 小太郎氏
鉄建建設(株)、理事、東京支店新橋作業所長



住友 彰氏
(司会)
(株)橋梁コンサルタント、専務取締役

変ですね。

天野 ちょうど馬の背みたいな所を掘っているでしょう。今のルートでは-140メートルぐらいですが、両側は水深300メートルぐらいに落ちています。その中をとおるので、測量をまちがえて1本が2本になったくらいならいいんですけども、横に行っちゃったらほんとうにえらいことになりますからね(笑)。青函の場合ですと、とにかく途中で測量のチェックをしたくても絶対に行かれないということと、それから地球が丸いということ、もう一ついやなことは、本州側と北海道側がゼオイド面が違うのです。結局はレベルは潮位でやらなければいけません。そうすると天測から始まるので、とても土木屋ではできないということで、全部国土地理院に分担してやってもらっています。

司会 測量とか施工の機械化など非常に進んできていますが、それでも状態は変わりませんか。

中橋 施工機械が発達すればするほど施工スピードが大きくなって、エラーが大きくなる。

天野 私のところは、恥かしいけれども水平坑の掘り始めて曲っているのです。ボーリングマシンで掘ったら曲ってしまった。切り広げて今はコンプレッサーを置いて動力室だなんてことにしていますけれども(笑)...

服部 機械化シールドなんか、測量をひんばんにやらなければならないので、機械自体の能力だけ掘進することができない。そういうことが、今日の機械化シールドの一つの問題点になっていますからね。

羽生田 狭い中で、しかも、仕事のじゃまにならないようにやらなければいけないということで、3回やるどころを2回に押えたがる人が多いのですけれども、3回のところは4回やらねばまずいわけです。シールドは全断面完成型ですからやり直しがきかないわけで、夜なんかカーブに入りますと、土木屋はとても枕を高くして寝てられない。

大塚 第三者の方が心配されるように、トンネルを掘っている者も非常に心配なんです。狂わないかどうか(笑)。

大きな制約の中での工期短縮

木本 測量もむずかしいでしょうが、それぞれのトンネルに応じていろいろ困難があると思うのです。破碎帯とか高熱にあったとか、その他われわれの知らないような困難があったのでしょうか。

司会 どうですか。昔に比べていわゆる技術的なトラブルというのはだんだん減っているのでしょうか？

黒沢 やっぱ同じじゃないでしょうか。ただ昔と違って時間的な要求とか、他の条件がそれによって変わっ

てきていますから、それに即応するためにやはり新しい問題がかぶさってくるようですね。

司会 昔は1年かかっても良かったものが、今は3ヵ月ぐらいでやれる、というような条件が加わっていますか？

羽生田 作業密度というものはうんと圧縮されてきています。たとえば、川崎のトンネルですと、当初1本山岳トンネルで掘ったわけです。これは7年かかったのが、同じルートで今度のシールドでは2年で掘れた。1本目はいい地質いいところを選んでいったのですが、今回は住宅地として非常に開発されてきて、用地問題がうるさいから、トンネルセンターを絶対に動かしてはいかんという制約の中で、しかも工期は半分なり3分の1、地質条件は悪い。それをシールドという一つの新しい工法だけで2年間でやれということで、大分無理もし、金もかかりました。

中橋 丹那トンネルなんかいい例ですね。旧丹那では16年ぐらいかかっている。

黒沢 しかし、前の丹那なしで、同じルートで今掘ったとすると、けっこう時間はかかると思いますよ。新丹那の場合は並行ルートで、旧丹那によって地下水が抜けていますからね。

大塚 だから、ボーリング機械が良くなったとか、薬液注入とかで局部的な改良はされるでしょうが、本質的にそれほど早く掘れるとは思えないですね。

増えてきた「頭脳を使う仕事」

黒沢 昔は昔で非常に苦勞はあったと思いますが、今は今で技術的な問題を非常に多角的に考えていかなければならないところに、また別の問題があるのではないかと思うのですけど。電気とか機械とか、化学的な問題にまたがってきますから……。

服部 いろいろ調べてみますと、何か難所にぶつかったときに、それを突破する時間が昔と今とでは圧倒的に違うのです。その難所の把握の仕方、どういう所にどういう難所が出るかといったことの調査・分析が進んでいるし、それに対する手だてとしては、総合的ないろいろな技術が大変進んできているので、それを処理する期間が非常に短くなってきたということはいえる。

司会 だから、今の若い連中は大変楽をしている……。

大塚 いやいや、そうもいえません。それに対しては、トンネルは特にそうですが、施工法があって、その進歩ともなるとどんどん設計が変わってくるわけですよ。昔は不可能であったものがつぎつぎと可能になってきた。たとえば、六甲山のトンネルや青函トンネルなんか、明治時代には計画できませんよ。

司会 それは仕事の量でかぶさってきているということですか？

大塚 いいえ、質の問題です。

司会 昔はよけて計画してつくったものを、このごろはよけてくれないので、それが皆やる連中にかぶってくる……。

中楯 やる連中というよりも、それは設計する方の側でも同じことですが、端的に言えば、昔は肉体的に苦勞していた。現在はおそらく頭腦で苦勞しているということでしょう。

服部 大体どういうトラブルに遭遇するという見当が、それに対してどういう手当てをすれば、大体どのくらいで突破できるか、こういうことがだんだんと良くなってきたのじゃないでしょうか。新丹那トンネルのときにも、大分そういうような議論が行なわれているし、その点、昔と今とは大分違う。昔なら計画しなかったような所を計画できるのは、やはり何があっても突破できる自信があるからだ、ということになるんじゃないでしょうか。

大自然の力には対抗できない

木本 しかし、たとえば黒四の破碎帯で水がもう3倍出ていたらどうなったでしょうかね。

大塚 おそらく放棄していたでしょうね。

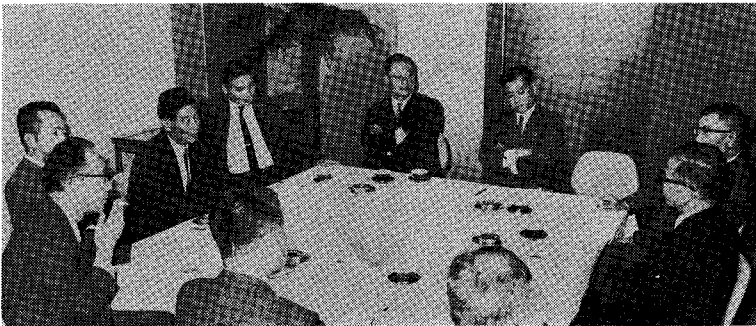
木本 今ならどうですか？

大塚 同じです。

木本 そういう自然というものの大きな力の制約は、まだいろいろな所に沢山あるんでしょね。

中楯 自然の力というものは、ほんとうに無限大ですからね。これに対処するということはちょっとできないでしょう。われわれとしては自然の力をうまくそらして行く以外にない。現在だって経験したことの無い事実でぶつかると、やはり足ぶみしますからね。そのいい例が頸城の1工区です。わずか300メートルか400メートルの所を突破するのに、もう1年以上かかっているでしょ

座談会風景



う。これは、地圧の大きいものにぶつかって身動きがとれない。その地圧をどうやってそらしていくかということは、これはほんとうに新しい分野なんです。いま非常に苦勞されていますが、こういうものなんか、どの薬が合うのか、幾つも幾つも処方箋を書いて飲ませてみてそれでこれが良からうということになる。その辺の所に行くと、誠に技術なんて頼りないものなんだな、ということになりそうなんですけどね(笑)。

大塚 トンネルの中へコンクリートを巻いている。あの厚さを決めるのだから、ほんとうは計算はない。支保工だって計算はないのですよ(笑)。まことしやかな理論はあるけれども、全部一つの仮定の下にやった計算ですから、その仮定が一つ崩れたら全部崩れてきます。

羽生田 結局どんな現場でも、トラブルの二つや三つはあるわけですが、どんな苦しい現場でもいろいろやってみて、何とかやり遂げている。どういう薬をどうやって飲んだからできたということよりも、実感としては、とにかく何とかやり遂げたという気持ちが先にたちます。

木本 皆さん、やはり大自然を相手にしておられるから謙虚ですな、そこまです(笑)。

生きている“シールド”

司会 つぎに、都市工事におけるシールドについて伺いましょう。

羽生田 ぼくからいうとちょっと変ですが、シールド工法は盛んになっているが、シールド理論はまだ確立されていないと思います。建設事情、道路事情などから、シールドでやらざるをえないという立場で踏み切っているわけです。ですから、100パーセント成功したという現場があれば、たまたま現場が良かった、地質が良かったということですね。

木本 シールドが曲っていくという問題は……。

黒沢 これは、原因についてはいろいろな説があって、もっともらしい考え方もあるのですけれども……。これが普遍的なものだというのはないし、まずシールド

について理論的なものは、現在ほとんどないのじゃないですか。

羽生田 だから「シールドのまっすぐな進め方」という本があったら、これはもうベストセラー間違いなしですよ(笑)。

大塚 よく「シールドが生きている」という表現をしますね。

黒沢 たとえば、左へ曲ったから左を押せば右へ曲る。これは当り前の話ですね。ところが、そう

思って左を押したら、さらに左へ曲って行くこともある。そういう理屈に合わない現象が現実起こる。

服部 それから、都市のシールドでは、ガス管、水道管、下水管なんかがやたらにあって、大変な神経を使う。

木本 古井戸なんかに出ちゃったらどうなるのですか？

羽生田 圧縮空気を送っているから、その穴からスポッと上に抜けちゃう。エアブローというのですが、古井戸に限らず、土かぶり、地質などの条件が悪いといろいろトラブルもあり、最初のころはトンネルの中からお月さんを見ることも多かったようです。立坑から発進すると必ずおっことしてしまふから(笑)……。しかし、今地下鉄工事でこんなことになったら大変ですね。

大塚 初期のころは、シールド工事によって地表面は絶対に沈下しないと思込んでいた。売り込むときも「絶対に沈下しない工法でございます」といっていたものですから、沈下が起こると非常に立場が苦しくなった。しかし、シールドというのは、どう手をつくしても地表が沈下するものだということがわかってきた。

服部 今までは、シールドのドンガラの計算方法だけでもいろいろな流儀があって、結果的には同じような数字を出してはいるのですが、まだまだ未知の分野が多すぎるという感じですね。

大塚 計算しすぎるのじゃないですか、シールドの場合は……(笑)。大体、土というのがわからない。だから土をいじるときは余り計算すると、計算の渦の中に巻き込まれてしまう、とりこになってしまうという可能性が多いですね。

黒沢 普通のトンネルに比べると、シールドの場合は何か変な計算がつきまといますね。あれは発注者の希望というようなことに、あるいは関わり合いがあるのかも知れませんが……。

計算より経験の積重ねを

大塚 たとえば地盤が沈下しますね。ところが、その原因は裏込注入が不十分だったからか、もともと地盤が沈下するような性質のものであったからか、あるいはどこかシールドの設計が悪かったのか、セメントの強度が足りなかったからか、これは的確にはわからない。

羽生田 土の問題となると、結局ケースバイケースで全部計算は現場で処理しなければならない。これを全部計算してこれに対する工法を一つ一つ当てはめたら、これはばく大なものになってしまう。

司会 そうすると、皆さんのお考えでは計算ももちろんいいけれども、なるべく大きくして、トラブルをのけ

ておいて問題を少なくしようとする……。

大塚 いや、そうではない。やはりシールドもトンネルですから……。あくまでも経験にもとづいて進歩していくものなんで、構造物の大きさにしろ何にしろ、それが大前提で、計算はその後の裏付けだということです。この主客を転倒されると間違いの元にはせんかということですよ。

中橋 山岳トンネルでは支保工など最初から計算されていなくて、すべて経験的に決められているのが、シールドの場合は一ぺん計算という仮定を経てこないと信用されない。それは、やはりシールドが新しい技術であって、試験期間が非常に短かく、しかも一般に常用される時期が早くきてしまったからなんですね。

司会 しかし、日本でやっているシールドの数は大したもので、世界的に見ても大それたものだと思いますが、それぐらいやっけていながらまだそんな状態ですか。東京とか大阪のような大都市の特殊性なども、その数多い中で織り込まれていいはずじゃないですか。

服部 それは、埋設物にしろ、古井戸にしろ、あるいは地盤の中の空洞にしろ、要するに予知できない数多くのトラブルを、前もって個々の設計の中に織り込むということは、ちょっと不可能ですね。それに、東京とか大阪のシールドは、純粹に、土木工学的にシールドでなければ施工できないとか、シールドの方が経済的なのが故にじゃなくて、要するに社会的な要因から、本来なら他の工法でやった方がいいという所に対して採用されているというケースが相当ある。しかも外国の場合、問題のあるところは上の方の交通を完全にストップしてやっているから事故が起きてても復旧も容易だし、それが社会的な問題になることもないのですが、東京や大阪では一度事故が起こると、復旧に手間とお金が非常にかかる。それに最近では、水のきれいな砂地盤へのシールドの施工法なども問題になっていますが、こういったトラブルや注入等をすべて別途に切り離して契約するというような、いわば実費精算に近いような考え方の契約方式が必要になってくるのではないかと思います。

羽生田 一般的なシールド工事は、普通地山の中に刃口を押込んでから掘るということになっているが、実際は前を掘ってシールドを進めている。シールド工事の概念的なもの実際の施工面とで非常なギャップがあるわけです。だから、今後シールド工法というものは、安全工法というからには、やはり当初に戻って、地山の中にシールドを突っ込んで、しかるのちに掘っていくのだという形のものにならなければいけないと思うのです。それから、いま話題になっている機械化シールドも、いわゆる手掘りシールドに代る安全工法になるには、まだまだ時間がかかるのではないかと思います。

黒沢 その辺は、いろいろ議論のある方が沢山いらっしゃいますので、その問題はちょっと（笑）……。

実用期に入ったトンネル

ボーリング マシーン

司会 トンネル ボーリング マシンはどうですか。天野さんの所で使っておられますね。

天野 やはり故障して進行がピタリと止るのが一番困る問題ですね。一部がこわれたら、他はどんなにピンピンしていてもだめ。全体を常に良い状態に保つのは大変です。信頼性がまだ少ないようです。

黒沢 しかし、経済状況とか最近の労務事情とかを考えると、当然機械化の方向に向わねばならないことも確かですね。

服部 それに、どんな機械でも、理屈でもそうですが、土木の工事というものは実際にやってみないと、どこに問題点があるか、そしてその問題点の解析の仕方、把握の仕方には大変な個人差があるものですから、トンネル ボーリング マシン等も多分にそういう個人差がいろいろな意見になって現実に出てきているわけです。そして、やはり何といっても、青函で使われ、恵那で使われ、そういうふうに現実を使うということが発展を促していくことになるのじゃなからうかと思えます。

天野 それと、建設機械メーカーへの現場からのフィードバックが大切なんです、これがなかなかうまく行かない。たとえば、ある機械のチェーンが切れたとしますね。まずメーカーの人がくると「このチェーンは切れるはずがない」という。しかし、切れるはずがないといったって、現に切れているじゃあないですか（笑）。まず何かといえば、こわれるはずがない、という心理状態。これがメーカーと現場との間が非常に離れていることを示す証拠だと思えますね。

大塚 しかし、大きな目で見れば、日本のトンネル ボーリング マシンも実用段階に入ったといえますね。

司会 表向きはですか？

大塚 いやいや。私どもは現実に名古屋の大山で 1.8 キロメートルのトンネルを商業ベースで、とにかく一ぺん掘ったわけですが、勘定は合っている。外国のデータのようなわけにはいきませんが、一応日本の現段階の労務事情の下でも使えるものだということは、将来に非常に希望が持てると思うのです。ただ、機械は非常に値段の高いものですから、短かいトンネルではどうしても勘定が合わない。だから 1つの工区のユニットは長くしてもらわねばならないことが一つ。もう一つは、機械は 1つのトンネルだけで寿命が終るものではないの

ですから、その機械をまたつぎの現場へ持って行って使えるものでなければならない。そのためには、トンネルのサイズをある程度の種類に統一するという形で施工側から育ててもらふことを、ぜひとも希望したいですね。

何とか規格統一の実現を

天野 これはなかなかむずかしいでしょうね。私、このまえ住友さんのお手伝いでシールドのデータを集めました、さあ集ったのを眺めると、断面の違いはそれはみごとなものです。だから、30センチでかいのが私の所にはある。これを使えば、そのトンネルは30センチ大きくなるが、機械の償却その他からいって安いですよということになっても、私企業相手でない場合は、ちょっとむずかしいでしょうね。

大塚 ですから、おっしゃるように、シールドではサイズの統一がとれなかったが、トンネル ボーリング マシンはこれからですから、今この時期に幾つかの規格をつくっておけば非常に進歩するのではないかと思うのだが……。

中橋 確かにそうですね。

服部 私は、大断面トンネルの上部半断面工法の一方式としてのトンネル ボーリング マシンという考え方のメリットをもう少し検討してもいいのじゃなからうかと思えますね。

天野 しかし、導坑の通路としては、丸い断面というのはおよそ使いにくいですよ。

中橋 私は、これからのトンネルは、単線断面の所はおそらくボーリング マシンでいくだろうが、複線断面の方は、当分今のままで、もう少し機械化されて、将来は結局ボーリング マシンで、2本掘ることになるだろうという考えなんです。やはり、マシンとかシールドは全断面掘削ということが根底で発達していく……。

わが国最初のトンネル ボーリング マシンによるトンネル貫通の瞬間



服部 それは到達する所はそうですけれども、結局、ボーリング マシンの問題が今日強調されているのは、実はほとんどまだ使われていないからなんですね。それが使われていく第一段階としては、まず施工者側の責任の中でマシンを自由に使うということが必要ではないか。そういう点から、マシンで導坑を貫通して、片側から半断面を落して行きながら、コンクリートを追っかけて行くという工法が、工期短縮の大きなポイントにならないだろうかという点をいいたいです。

黒沢 しかし、注文の断面が5メートルで、こちらに5.5メートルのマシンがあるから、50センチ分は覆工のコンクリートから掘削分、全部をこちらで負担するからといっても、それでもだめだといわれるケースが多いですよ。

木本 アメリカには、現実にそれを認めている例が沢山あるのですな。それによってセメント代は高くつくけれども、マシンをつくる経費その他が浮いて、結局上りはトントンになる。それならマシンを流用しようということですね。だから、一般的なものは、規格をつくるのがまず大事ですね。

大塚 日本では、メカニカル シールドがかなりの域に達していると思うのですが、それがどうしても発達しないというのは、やはりサイズが違うからどうしても流用できないという点に原因がある。地下鉄の場合だって、同じ車両を通すけれども、各社によってサイズは皆違うのですよ(笑)。

羽生田 ソ連は機械化シールドの型を3つに統一して非常にうまくやっていますね。

中橋 これは発注者側で横の連絡をとって決めてもらいより手はないことですが、請負側にも悪い所がある。「いかなる断面でも調製いたします」(笑)。そう簡単に

引き受ける方にも責任がある。

木本 いずれにしても、規格の統一ということは最も根本ですからね。私は局外者として思うのですけれども、やはりお役所というものは保守的なものなから、彼らに頼っているだけではだめじゃないですか。国家的にも大きな損失になるのだということをついて、やはりこちらの方からの要望というものを強く出さなければいけないのじゃないでしょうか。

前途洋々たるトンネル屋

大塚 いずれにしても、日本は国土が狭い。土地造成がこれだけ盛んに行なわれているわけですが、考えてみるとトンネルというのは新しい土地の創造ですから新しい国土を創造していることになる。大体これはそんなに高くないですよ。平方メートルあたり10万円ぐらいですね。そうすると、これは相当有利なスペースの開発になっている。だから皆が努力してコストを下げれば、これは将来の日本の発展のために不可欠な要素になると思いますね。

服部 これからは、新しい交通機関にしても、あるいは道路網にしても、やはりトンネルを考えずには設計できないわけですね。

天野 トンネルが考えられるから、逆にそれらを計画できるということですよ。

服部 そういう意味においては、トンネル屋の将来は、まことに洋々たるものがあるわけです。

司会 そういうことで終りにしましょう(笑)。

(文責・編集部)

<特集・終>

日本の土木技術

100年の発展のあゆみ

第二版発売中 上製箱入

A 5・490ページ 1200円 千110円

●お申込みは土木学会へ……一括注文は御相談ください●

土木学会が創立50周年(1964年)を記念して出版した土木技術史で、若い技術者とくにこれから土木工学の真髓をきわめようとする学生諸君のためには絶好の読物といえる。

I 土木技術と国土の開発 II 水の利用と水との戦い III 交通路の整備 IV 都市の建設 V 材料の進歩と構造技術の進展 VI 基礎技術の進歩 <年表および索引つき>



トンネルの
ライニングに
的確な急結効果
を發揮する.....

乾式吹付コンクリート用
セメント急結剤!!

クイック セット P-500

- トンネルの一時ライニングに「クイックセットP-500」はその経済性、速効性を、青函トンネル試験坑を始め、各所に於て認められ採用されております。
- 湿砂使用に急結効果を發揮する。
 - 使用上の安全性が優れている。
 - 付着性が大きく跳返り損失が少ない。
 - 吸湿性が小さいため保存性がよい。

カタログ・技術資料贈呈

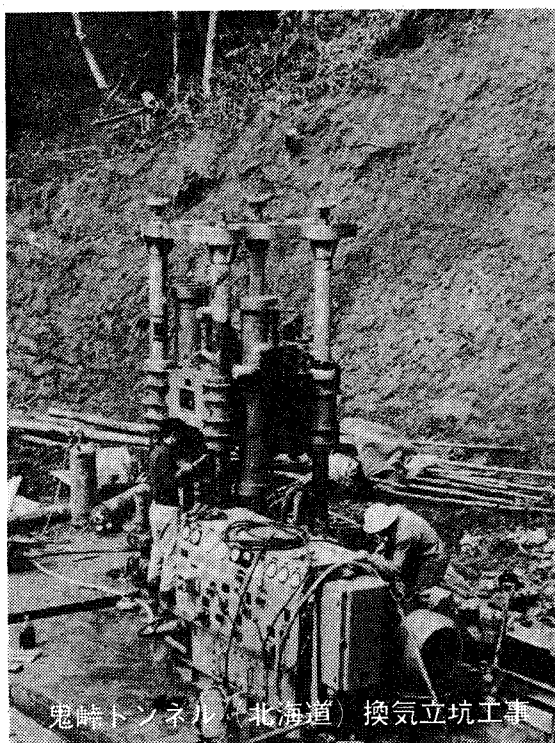
ポゾリス物産株式会社
製造 **日魯マスタービルダーズ株式会社**

本社	東京都港区六本木3-16-26	東京	582-8811(代)
支店	東京都港区六本木3-16-26	東京	582-8811(代)
支店	東京都中央区北浜3-7(広銀ビル)	大阪	202-3294(代)
支店	仙台市東二番丁6-8(富士ビル)	仙台	23-1631
支店	名古屋市中区新栄町1-6(朝日生命館)	名古屋	262-3661
支店	広島市八丁通1-2-2(聖地ビル)	広島	21-5571(代)
出張所	福岡 二本木	札幌	千歳

トンネル排気立坑掘削作業の 画期的合理化に！

鉋研レーズドリル ビッグマン 全油圧式大口径掘削機

鉋研レーズドリル“ビッグマン”は坑内採掘用シュート孔・通気孔・排水孔など岩盤に大口径孔を掘削する専用機です。従来の発破による掘り上り、掘り下り工法では折角の構築物に影響を与えたり浮石などの落下で非常に危険な上、経費もまた莫大なものとなっていました。鉋研レーズドリル“ビッグマン”はこう



鬼峠トンネル（北海道）換気立坑工事

した非能率的作業方法に代って新たに登場した新鋭岩盤掘削機です。

格段の有利な条件を具備した画期的新製品“ビッグマン”のご採用によって、貴現場の掘削能率は一段と飛躍するものと確信します。

尚、本機の特長の一つとして0～360°全方向に亘る掘削が可能で、実績を持っております。

	BM-40形	BM-100形	BM-200形
能力	100M (328.08ft)	200M (656.16ft)	250M (820.20ft)
掘削孔径	550 ^m (21.65in)	2,050 ^m (80.70in)	2,500 ^m (98.42in)

BIG MAN

◎日本工業規格標示工場



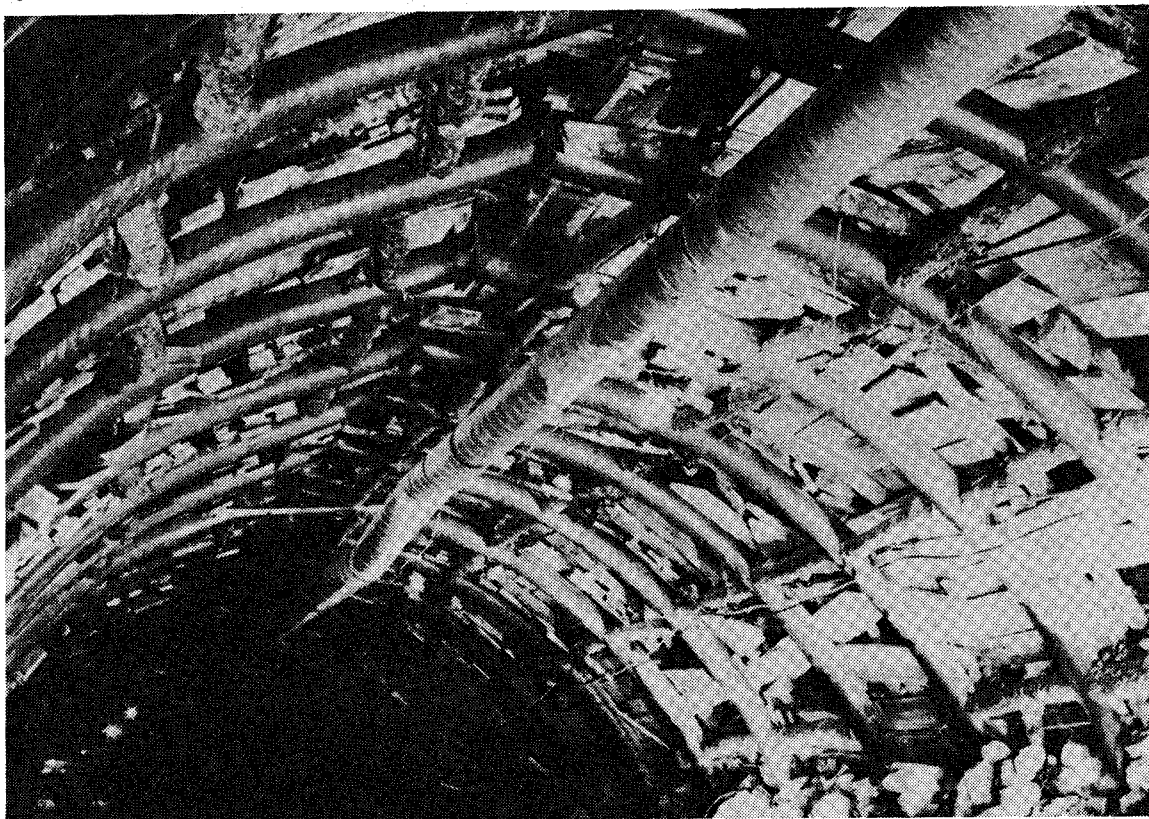
鉋研試錐工業株式会社

詳細は資料御請求下さい。

本社 東京都目黒区平町2丁目21番8号 電話(717)1141(代) 〒152
 厚木工場 神奈川県厚木市上依知字上の原 電話(85)1331～5
 支店 福岡 電話(29)2657 大阪 電話(441)3966
 出張所 大館 電話(2)2885 札幌 電話(56)4961

安全で経済的な隧道施工ができる

鋼管支保工



- 閉断面で強度に方向性がないので、ねじれや座屈に強く、H形鋼にくらべ鋼材重量を約20%節約できる。

日本鉄道建設公団 国分線 中浜隧道に使用された鋼管支保工 (φ165.2×5.0)

鋼管支保工とH支保工の強度比較試験結果

種別	寸法	重量 (kg/m) A	実験による 破壊荷重 (m) B	A / B	所要鋼材 重量比較
H形鋼	H-125×125	23.8	5.0	4.8	100%
鋼管	φ-165.2×5.0	19.8	5.3	3.8	79%
H形鋼	H-150×150	31.5	4.8	6.6	100%
鋼管	φ-165.2×7.0	36.1	6.0	4.6	70%

- 支保工一基当たりの重量が軽くなるので、運搬、建込みなど施工性がよい。
- 小さい半径まで曲げ加工が可能であり、曲げ加工後の機械的性質も安定している。
- 鋼管支保工は矢板が打ち込み易く、縫地工法には最も適する。
- 鋼管支保工専用の横つなぎ材(タイロッド)を使うことにより、横つなぎ材の施工も容易である。
- 断面が丸いため作業中の怪我が少ない。

JSCE・Nov・1968

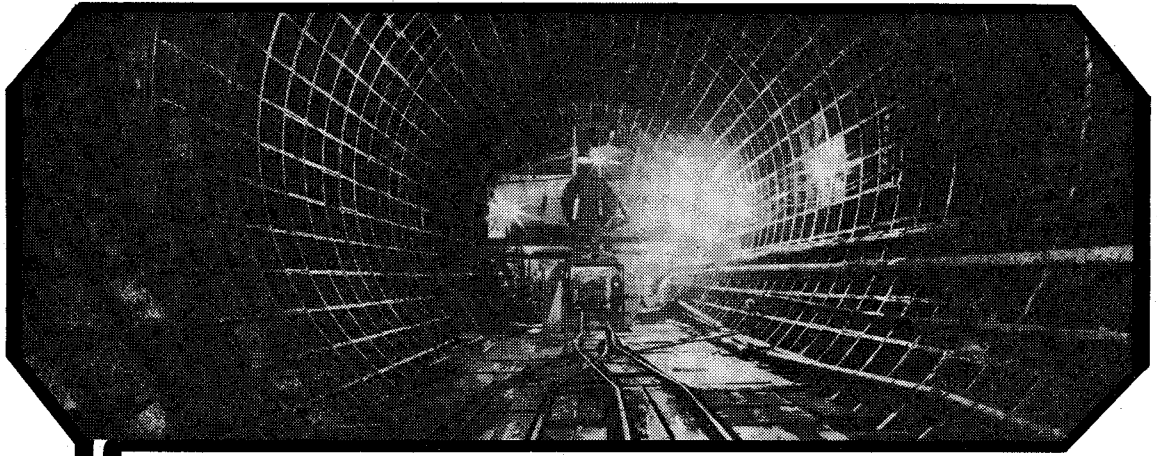
鋼管支保工についてのお問い合わせは
建材部をお願いいたします。

この技術/鉄なら船なら NKK

NKK **日本鋼管**

東京・大手町 TEL代表(212)7111

M・I並びにLW工法



■ ケ・ミイ・ゼクト〔東大生研 丸安・今岡博士発明〕

特徴 ●浸透性が良く低圧で注入出来る。 ●両液の反応成生物であるゲルは水に不溶性で短時分で固結し収縮性がない。 ●ゲルで固結した砂層は5～10kg/cm²の圧縮強度を有する。 ●Y管より注入するので土質に応じ無駄なく注入出来る。

■ 不安定水ガラス〔日本国有鉄道及び 樋口博士特許〕

特徴 ●M・Iに次ぐ浸透性を有し強度大で工費低廉である。要すればセメント注入への切替が容易である。 ●グラウトの凝固時間の調節が容易で止水効果大である。 ●土質によってはM・I工法或はセメントベントナイト工法と併用して最も経済的に目的を達成出来る。

■ その他高分子系薬液注入

用途 ●軟弱地盤・破碎帯の固結強化 ●あらゆる種類の漏湧水の止水 ●ずい道堀さく、押込式及びシールド工法の地盤固結 ●隣接建造物の沈下防止



日本総合防水株式会社

取締役社長
山崎 慎二

本社 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-20・TEL <403> 0 1 7 1 <代表>
大阪支店 大阪市東淀川区瑞光通り3-4・TEL <329> 1 0 2 3 <代表>
名古屋営業所 名古屋市西区輪の内町3-36・日置ビル別館・TEL <571> 1 8 2 9
板橋工場 東京都板橋区加賀2-18-3・TEL <962> 2 5 8 1 ~ 2 <代表>
成増試験所 埼玉県北足立郡大和町下新倉大島329・TEL <0484> 61-5291 ~ 3

■ とんねるの完全防水に……

レオパールBA ▶

詳細に関しては弊社技術第2部へお問合せ下さい
一般陸屋根・地下街・地下道・地下室
水泳プール・高架橋・ずい道・P.S
桁等の防水

特徴 ●酸素や紫外線に不活性で間接光線のもとでは永久に老化しない。
●吸水せず完全不透明でそれ自身腐蝕されない。
●大きな伸長性を有し構造物に生ずるヘアークラック並びに温度伸縮に完全に対応出来る。 ●-30℃の温度範囲で性状に変化を生ぜず安全に使用出来る。
●シートの重ね合せは冷工材で完全に溶接され、理想的な防水層が形成される。

アソウフォームクリート

昭和39年土木学会制定トンネル標準示方書に御採用のグラウト用新材料

- 7つのメリット
1. 比重、強度、配合が自由に指定できます。
 2. 流動性が高く、どんな所でも隅々まで完全に充填できます。
 3. 注入口が極めて少なくて済みます。
 4. プラスチックな変形をすることでライニングの保護に最適です。
 5. 高速施工性とホースワークで他の作業を妨害しません。
 6. 優れた耐久性があります。
 7. 経済的に責任施工します。



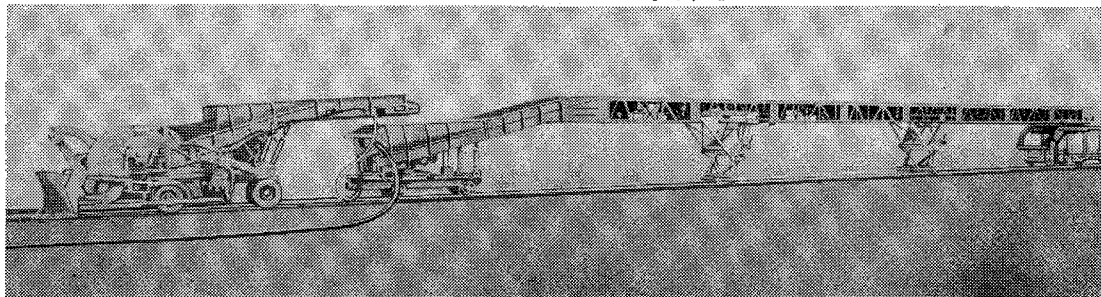
麻生フォームクリート株式会社

東京支店 千代田区大手町2-2野村ビル3号館 電話 (212) 3417
札幌出張所 札幌市南九条西十五丁目1410-10 電話 (55) 1327
大阪支店 大阪市東区釣鐘町2-46 電話 (941) 4574

“太空”SSコンベヤローダー

“TAIKU” SELFSTAND CONVEYOR LOADER

積込機太空650型ローダー併用 (PAT. NO. 504088)



太空機械株式会社

東京都中央区日本橋室町1の16 電話東京(270)1001(代)
工場 東京都大田区東糞谷4の6の20 電話東京(741)6455(代)
営業所 札幌・福岡・大館

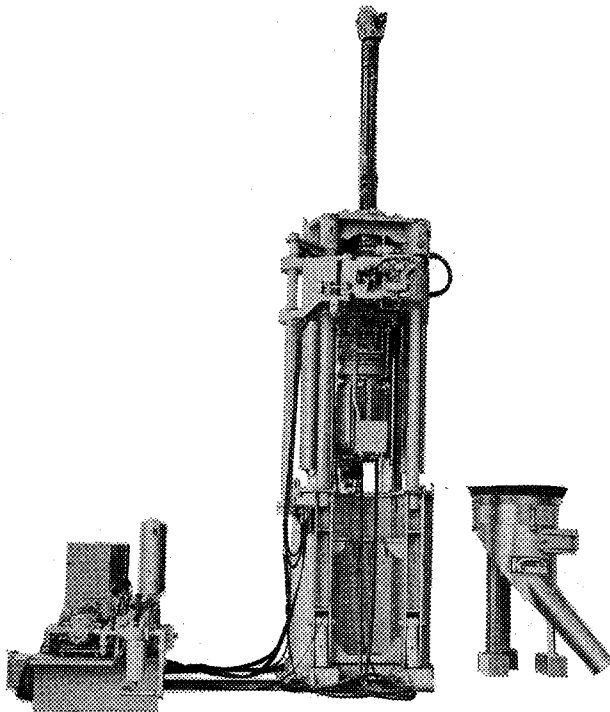
トンネル掘削工事は 小松のトンネル機械で

本機の特長

本機は米国ロビンズ社との技術提携により、国産化した岩盤用万能立坑掘削機械で、ボーリングアップ・リーミングダウンまたは、ボーリングダウン・リーミングアップのいずれにも使用でき、45°～135°までの高角度の立坑を、高速に掘削できます。

●仕様

掘削地質	圧縮強度	kg/cm ²	100～3,500
掘削	直径	mm	標準1,500 最大1,800
	深さ	m	250以上
	角度	度	45～135(水平面より)
パイロットビット	直径	mm	ボーリングアップ用 381
	長さ	mm	ボーリングダウン用 250
ドリルパイプ	外径	mm	203
	単位長さ	mm	1,500

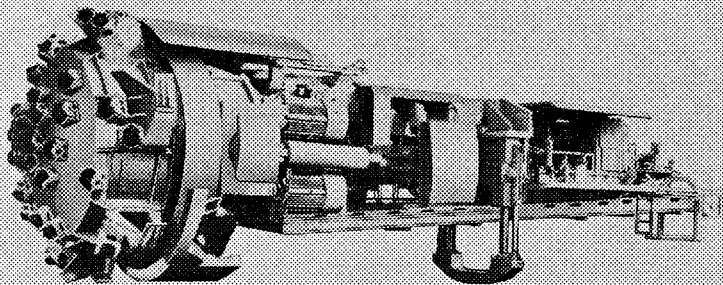


小松ロビンズスレーズボラ62RK形

本機の特長

本機は米国ロビンズ社の優秀な技術を国産化した岩盤トンネル掘削用トンネル機械で、掘削断面が円形であり且掘削面が平滑なので、発破工法のように坑壁のゆるみがなく余振量が少ないため支保工費、二次覆工費が大巾に節約できます。

ロビンズ特許のディスクカッタを使用しているため、岩盤を経済的に掘削できます。



小松岩盤用トンネル機械TM 430G

●仕様

掘削地質	岩圧	kg/cm ²	軟岩～硬岩
掘削	直径	mm	100～2,000
	最大小曲率半径	m	4,300
カッターヘッド	推力	t	500
	回転数	rpm	5.0
掘削	ストローク	mm	1,100
	進速	cm/min	6.0

小松製作所プラント事業部

本社／東京都港区赤坂2-3-6 ☎(584)7111(大代表)

北海道支店 電話・札幌 (62)8111 中部支店 電話・一宮 (2)1131
 東北支店 電話・仙台 (56)7111 大阪支店 電話・豊中 (64)2121
 北陸支店 電話・新潟 (66)9511 中国支店 電話・五日市(21)3111
 東京支店 電話・東京(584)7111 四国支店 電話・高松 (41)1181
 東海支店 電話・横浜(31)1531 九州支店 電話・福岡 (64)3111

大土量20トンを一挙に削る, 運ぶ, 撒く, スクレーパーで作業能率倍增!

KOMATSU ブルドーザ D80 A にスクレーパー RSO 9 のコンビ——D80 A の強靱なパワーと広汎な作業性がフルに活用できます。掘削、運土、撒土が 1 本のレバー操作で容易に行えるばかりでなく約 20 トンもの大量の土砂を迅速に施工、作業能率を一挙に 3 倍近くまでひきあげます。大型土地造成、高速道路建設の工期短縮、工費節減なら、ズバリこのコンビです。

- ★トルクライズの大きい小松カミンズ 180 馬力エンジン搭載。
- ★最良のスピード、けん引力が得られる前進 5 段後進 4 段。
- ★終減速装置に 2 段減速を採用。起動輪軸・軸受は酷使にタフ。
- ★RSO 9 は掘削抵抗が少い低型ボール型。作業条件にあわせて掘削角度が自由に調整できます。

ブルドーザ	スクレーパー RSO9
運転整備重量……20400kg	容量(山積)……11.5m ³
定格出力……180PS	最大積載荷重……19140kg
ブレード……4260×1060mm	切削巾……2680mm
最大けん引力……19600kg	最大切削深さ……300mm

KOMATSU **D80A** ブルドーザ



 **小松製作所**

東京都港区赤坂 2-3-6 ☎(584)7111(大代表)

北海道支店	☎札幌(0122)(62)8111	中部支店	☎一宮(0586)(2)1131
東北支店	☎仙台(0222)(56)7111	大阪支店	☎豊中(068)(64)2121
北陸支店	☎新潟(0252)(66)9511	中国支店	☎五日市(0829)(24)3111
東京支店	☎東京(03)(584)7111	四国支店	☎高松(0878)(41)1181
東海支店	☎横浜(045)(311)1531	九州支店	☎福岡(092)(64)3111

三菱の土建・鉱山用製品

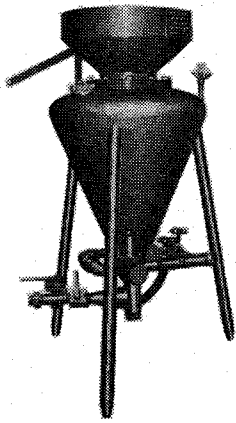
超硬合金

ダイヤモンド



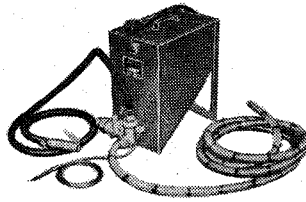
鉱山、採石、土木の発破作業に

AN-FO 装填機



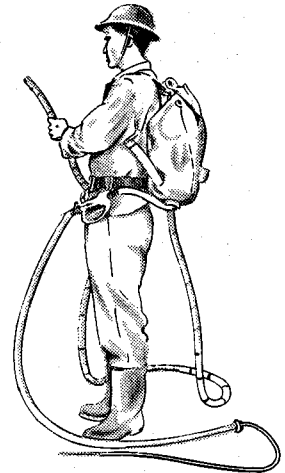
大孔径、長孔用に

三菱スーパータン



軽量小型

ベストチャージャー



背負型の

ガンチャージャー

*カタログご希望の方は弊社加工本部まで御請求下さい。



三菱金属 加工本部

東京都千代田区大手町1-6 (三菱金属ビル) 電話 東京 (270) 8451 (大代表)
営業所 東京・新潟・大阪・広島・北九州・長崎・水島・名古屋・浜松・仙台・大館・釜石・札幌