

トンネルのザックス(Scissors)工法について

日本鉄道建設公団 盛岡支社 宮古鉄道建設所 正員 青木正一

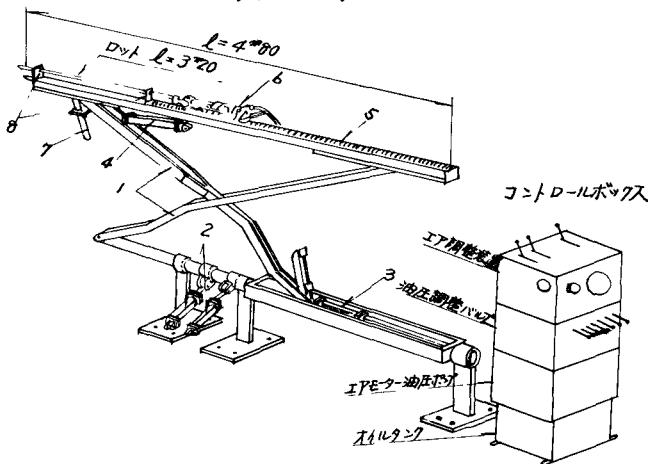
1 はしがき

近年のトンネル工事は、新工法の開発や機械化施工に伴って長足の進歩が見られるが、穿孔方式もヘビードリフターからスエーデン式のレッグ工法に移り逐次変化して来た。最近シザース(Scissors)も主体にしたザックス工法が導入され注目されているが、現在日本鉄道建設公団盛岡支社で工事中の猿峠トンネル、又建設省東北地方建設局三陸国道工事事務所で、工事中の島谷坂トンネルでザックス工法が採用されており共に株式会社熊谷組が施工中である。これはスエーデンのアトラス・コパコ(Atlas Copco)社製の穿孔機械でいろんな特徴を有しており、今後のトンネル掘進に資する所があるものと期待されるので、その機構を主体にして概要を説明する。

2 ザックスの機構

ザックスは(図-1)の如くシザース(鉄の開閉機構)の上に取付けた送り装置にさく岩機を搭

図-1 ザックス
ザックス本体



載したもので、油圧でシザースを上・下方向に動かす事が出来ると共に左右に回転させる事が出来る機構で、

一切の操作機構、即ち各種油圧操作、さく岩機用空気、水送り操作を一つのコントロールボックスに集約し、一人ですべての操作を行う事が出来るようになってゐる。このザックスを台車又はジャンボに取付けて穿孔を行うのである。次に各機構について説明する。(図-1参照)

(1) シザース

鉄形の開閉機構であるシザースが

ザックスの基本であり、この上にフリード機構をのせ、坑道の掘進方向に平行に固定する事により、完全な平行穿孔が出来るようになった。シザースは上下に伸縮し、左右に回転させる装置で、すべて油圧により遠隔操作する。即ち下部のシャフトを中心にシマ次の仕様になっている。

最大回転半径	2 ^m 50
最小回転半径	0 ^m 43
回転範囲	260°
重量(一式)	1,000kg

(2) 回転シリンダー

油圧によりシザースを左右方向に回転する動きをするシリンダー。

(3) 昇降シリンダー

油圧操作により、シザースの昇降を行うものである。

(4) 送りシリンダー

口切り作業開始時に、フィード全体を切羽面に近接させるための油圧シリンダーで、この送り長さは0^m50である。

(5) フィードビーム (図-2参照)

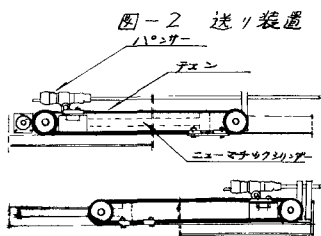


図-2 送り装置

送り装置は、このフィードビームの中に装備されており、チェーンフィード機構と更にそれをニューマチックシリンダーで前進させる二段送りになる。送り長さは約0^m50、さく岩機は、チェーンフィードに取り付けられる。

(6) さく岩機

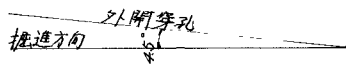
さく岩機は、パンサー (panser) … BBD70W、ライオン (Lion) … BBC24W等ある。さく岩機をリザーブに搭載する。ロッドは至22^mの六角中空鋼で3^m20のスタンダードのインザートロッドを使用して掘進する。(計画穿孔長さ0^m00に対し、実際穿孔長は、2^m50~2^m70。)ピットゲージは31^mであり、パンサーを使用した場合は、大きなシリンダーで掘進させるため、穿孔速度も90^{cm/min}と想像外の数値が出て来るものである。(実際使用結果の穿孔速度は70^{cm/min}位であった。)

表-1 さく岩機の仕様

機種	ピストン径 (mm)	ストローク (mm)	打撃数 (t.p.m)	エア圧力 (kg/cm ²)	空気消費量 (l/min)	重量 (kg)	長さ (mm)	エアホース径 (mm)	ウォーターホース径 (mm)	穿孔速度 (cm/min)
BBD-70W	90	45	3,200	5~6	47	274	670	1	1/2	90
BBC-24W	70	70	2,050	5~6	44	291	760	1	1/2	—

(7) 押し上げシリンダー

周辺孔の穿孔方向を外開きにするために、フィード機構をその先端で押し上げる目的に使う。掘進機構を装備して、その外開きの位置での掘進掘進方向となす角度は、最大4.5°である。



(8) ロットホルダー

フィード機構の先端部と中間部に、夫々1個ずつのホルダーがあり、フィードを前進させると自動的に閉じるようになっている。

(9) コントロールボックス

ザックスを操作して穿孔するに必要なすべての遠隔操作機構を集約したもので4個の同サイズの箱体に分かれ、それを置く位置によつて、上下に積むか、左右に並べるかして組立てる。このコントロールボックスでザックスのすべての操作を行うことができる。

3. ザックスの種類

ザックスは(図-1)のザックス本体とコントロールボックスを台車に据付けたものを1セットとしたタナラー (TUNLER) 200シリーズとして、数種類製作されている。

機種	TUNLER 201	TUNLER 202	TUNLER 203	TUNLER 202R	TUNLER 203R
ザックス 搭載台数	1 台	2 台	3 台	2 台	3 台
走行方式	レール	レール	レール	タイプ	タイプ
適合断面	5~9 ^m 2	5~19 ^m 2		5~18 ^m 2	

表-2

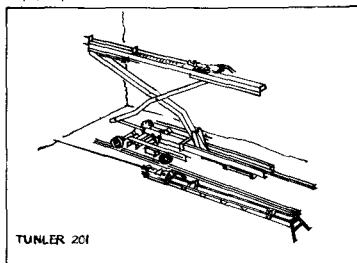
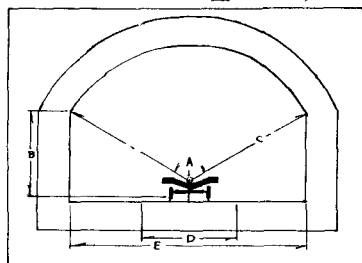
ザックスの種類

より大きな断面の穿孔には、ジャッキ等直接ザックスを据付けて穿孔することが出来る。又ザックスに搭載されるさく岩機としてBBC24W(ライオン)、BBC90W(パンサー)等がある。

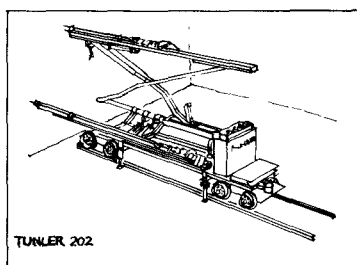
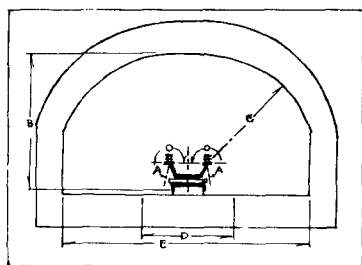
4. ザックスの特質

トンネルの穿孔にザックスを使用するとき 遠方操作で1人で操作出来ることとさく岩機構等が、

図-3 タンラーの作業範囲



TUNLER 201



TUNLER 202

その特質として次のような事をあげる事が出来ると思う。

- (1) 平行穿孔が確実に出来る。
- (2) 従来のような熟練した技能を必要としない。
- (3) 穿孔作業人員をさく減出来る。
- (4) 種々の断面形状に適応させられる。
- (5) 穿孔速度が早い。

ザックス使用による完全な平行孔の穿孔は、今迄常に話

種別	TUNLER-201	TUNLER-202
寸法	寸法	寸法
A	120°	260°
B	1800 mm	3600 mm
C	min 430 mm max 2,500 mm	min 430 mm max 2,500 mm
D	min 2,000 mm max 5,000 mm	min 2,400 mm max 6,400 mm
E		

題にのほり、種々検討されて来たスムーズブラスチングの活用により大きな役割りを果たすものと考えられ、又スムーズブラスチングと併せ、支保工代替としての吹付けコンクリートを施工すればより効果的であると思われるので、次にこれらについて簡単に述べて見る。

5 スムースブラスチング

従来のスムーズブラスチングが、中々うまく実施出来なかった原因の1つとして、完全な平行穿孔が出来なかったという事をあげる事が出来る。スムーズブラスチングは、加圧孔全長に、従来のダイナマイトではなく、小径(φ16mm~φ19mm)の弱火薬を装薬し、電気雷管で同時起爆をかけ、相互の爆力によるインパクトで孔々間を直線的に切断するもので、

- (1) 余掘が減少し 覆工コンクリート量が節約出来る。
- (2) 掘さく面が荒らされなかったため、浮石落し作業が減じ、落石の危険性も減ずる。

等の特徴があげられている。たゞこれに使用する火薬は、比較的高価(5 B火薬)な火薬の使用と穿孔本数が増加する等 いろいろの問題点があるが、ザックスによる平行穿孔により又大きく進歩するものと思われる。

6 吹付けコンクリート

トンネルの吹付けコンクリートについては、既に青函トンネル等に於て実施されているが、吹付けコンクリートの特徴は、ずい道掘さく面にコンクリートを吹付けることにより、これが地盤のゆ

るみた防ぎ、近くの岩盤と一体になつて周囲の岩の中に自然にアーチが出来、外圧に耐えるという事であり、わずか数cmの厚さのコンクリート吹付けによつても平衡を保つといわれている。

ザックスによる穿孔は、その機構上（周辺孔の穿孔の場合坑道掘進方向となす外開きの角度が最大4.5°）H形支保工を使用する場合、一部に当り取りが生じるため、吹付けコンクリートの施工が最も効果的であると考えられる。

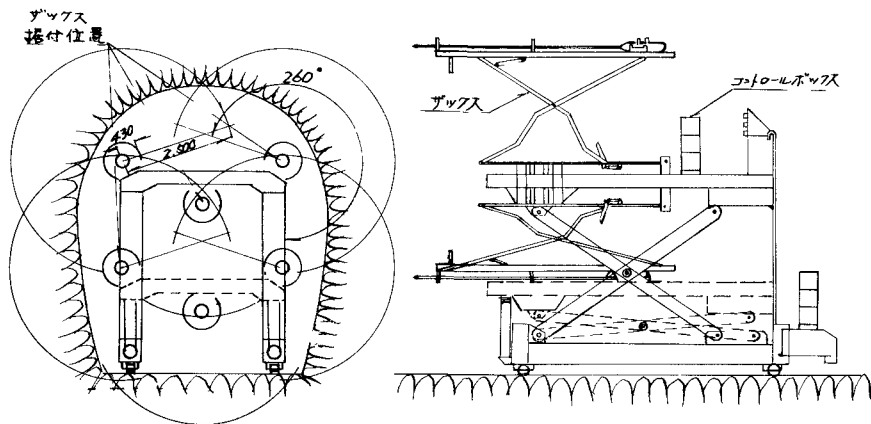
7. ザックスによる掘さく

猿峯トンネルは、宮古市に位置し延長2,870mの鉄道トンネルで、線路規格は単乙線1号型断面掘さく断面積は約30m²で現在坑口より1,860m間が工事中である。地質は弾性波の調査によると、現在工事中のほとんじが花崗閃緑岩で、弾性波速度も $4.0 \frac{m}{s} \sim 5.0 \frac{m}{s}$ の硬岩中を通ると推定されたので、ザックス使用による全断面掘さくを計画したものである。

ジャッキボ-計画は概略図-4のとおりで、油圧でジャッキを上下出来るようにしたジャッキボ-に上向きと下向き/台計3台のザックスを設備し、先ず上部半断面の穿孔を完了した後、ジャッキボ-を油圧操作で約1/5の程下げ、下部及び踏えの穿孔をすべく計画した。穿孔長は3mの長孔掘さくを

図-4 猿峯トンネルザックスジャッキボ-組立図

考えた。



鳥谷坂トンネルは釜石市に位置し延長1,347mの道路トンネルで掘さく断面積は約61m²、サイロット工法で、側壁導坑は既に貫通しており現在切

げを行つてゐる。この切上げの上半をザックス（タンラー202・ザックス2台）、下部をレッグドリル（1台）で穿孔してゐる。

8. おまへ

ザックス使用による実績にフッてはまだ発表するまでにいたつてゐないが、掘さくの結果

- (1) 穿孔速度が遅いため、軟岩の場合孔ずまりを生じ、穿孔が困難となる。
 - (2) 坑道周辺の穿孔を行う場合、外開きの最大角度は4.5°であるが、H形支保工を使用する場合、一部に当り取りが生じる。-のような場合レッグドリル等を併用しなければならない。
- 等、地質の良否でなく個所における使用の場合はいろいろの問題点をあげる事が出来る。

しかしながら、ザックスの特性を良くわきまえて、地質の状況、掘さく断面に適合したザックスの配置、場合によつてはレッグドリルの併用等考慮して使用するならば、労務者の節減、掘さく進行の増等、今後のずり道掘さくに大きな役割りを果すものと考えられるものである。