

ワイヤライン工法による新ボーリング装置

建設機械化研究所 正会員 三谷 健 ○河井武夫

1. ま え が き

住友金属鉱山が開発した「刃先引込機構を有する穿孔装置」は、RDS (Retractable Drilling System) またはWELLMAN と名付けられ、従来のワイヤライン工法を応用してビットそのものの引揚げを可能にしたもので、穿孔中にビットの摩耗や破壊が生じた場合、従来の穿孔方法ではドリルパイプを地上まで引揚げないとビット交換が出来なかったが、このシステムによりドリルパイプはそのまゝにしてビットのみを自由に回収・交換・再セットすることが出来るようになった。

建設機械化研究所ではこの度WELLMANを用いた穿孔テストに携わる機会を得たので、その結果の一部と既往の施工実績、作動機構、装置仕様などについてまゝに紹介したい。

2. WELLMAN の概要

図-1にWELLMANの機構を示す。図の外管はWELLMANと同じ程度の長さの部分だけがアウトチューブと呼ばれ、内面にはWELLMANを収納、固定し動力を伝達するためのスプライン、ランディング部などが設けられており、同じ径のドリルパイプに接続されている。図の内管はWELLMANそのもので、インナチューブアッセンブリとも呼ばれ、遮水部、位置固定部、回転給圧伝達部、切削部、リーミングビット開閉部から成っている。

1) 遮水部；本装置（インナチューブアッセンブリ）を循環水でドリルパイプ中を圧送してアウトチューブ内にセットするときに外周の水密性をピストンパッキングで保ち、圧送中は先端切削部から循環水を噴き出さないためにスピヤヘッドの鏝で遮水する機構になっている。

2) 位置固定部；本装置が圧送されてアウトチューブに到達したとき、ランディングリングにストッパが当たり、次いでメインラッチがスプライン部で開き、さらにリーミングビットが側面の溝を介して外側へ引き起こされて開く。この際にコイルスプリングの力でワーテイングラッチケースが押し下げられて、これらの機構は推進姿勢が完了した状態でロックされる。

3) 回転給圧伝達部；地上のボーリングマシンによりドリルパイプに加えられる回転力と給圧力（スラスト）をビットに伝達させるため、アウトチューブとインナチューブ相互間にスプラインとメインラッチが設けられている。

4) 切削部；先端のトップビットと4片のリーミングビットから成っている。

5) 開閉部；リーミングビットの側面に設けられた溝とアウトチューブから成り、溝に嵌合した凸起をもつアク

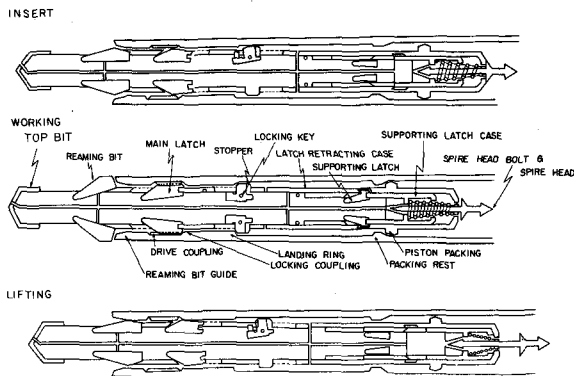


図-1. WELLMANの機構図

上；ドリルパイプ（アウトチューブ）に挿入する場合の各部品の動作状況。中；穿孔時の各部品の動作状況。

下；引揚げ時の各部品の動作状況。

チューエータが前進あるいは後退することにより、リーミングビットが閉開される。

穿孔中の段階でビット交換などの必要によりWELLMANを引き上げるときには、ワイヤラインによりオーバーショットをドリルパイプ内に挿入してスピアヘッドと自動的に連結したのち、ワインチングワイヤラインを巻揚げただけで回収出来る。その機構はまずスピアヘッドホルトでサポーティングラックケースが引張られ、サポーティングラックが外れてロックを解き、次いでアクチュエータの凸起（ガイドピン）が後退してリーミングビットが開じ、メインラックも収縮されてインチューブ全体が引揚可能となる。

表-1にWELLMANの仕様を示す。表の4-0（

表-1 WELLMANの仕様

外径101.6mm）、5-6（外径146mm）のほか、4-7（外径122.6mm）、6-5（外径168.3mm）があり、このうち4-7および5-6が多く用いられてきている。ドリルパイプの径は5-6が外径127mm、内径111mm、4-7が外径114.3mm、内径103.2mmとなっている。

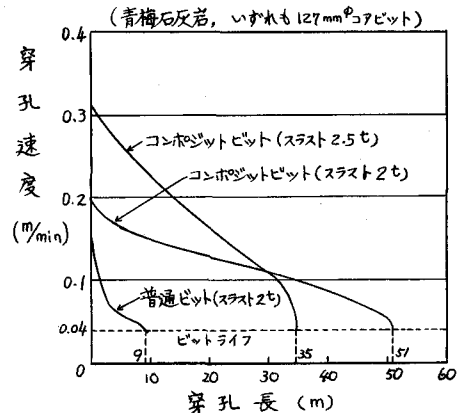
WELLMAN		4-0	5-6
OUTSIDE DIAMETER (mm)	TOP BIT	67	101.6
	REAMING BIT	101.6	146
	OUTER TUBE	92	130
	DRILL PIPE	88.9	127
CUTTING AREA (cm ²)	TOP BIT	35.2	81.0
	REAMING BIT	83.2	199.0
METAL TIP SETTING AREA (cm ²)	TOP BIT	39.2	78.5
	REAMING BIT	33.8	85.0
FEED OF WATER (ℓ/min)		114	130~240
ANNULER VELOCITY (m/sec)		1.0	0.3~1.0
NOZZLE SPEED (m/sec)		14.7	23.7

リーミングビットとトップビットの切削部分はコンポジットロッド（米国スミスインタナショナル社製）と呼ばれるタンガステンカーバイト（W-C）のチップとバインダーを一体にした熔着材により、手作業で肉盛りされる。W-Cチップの大きさは数mmで、切削面に不規則に多数のチップを配置することによりビットを形成する。チップの角は当初角ばっているが、摩耗して角がとれてくるとバインダーを溶かしてチップの角を表に向けなおすか、または新規に肉盛りを行なうかしてビットを再生する。この方法は今迄のビットに見られないユニークな再生方法であり、ビットの切削性も従来のメタルクラウンビットにくらべて著るものではない。たゞ硬質チャートなどの極めて強度が高く研磨性の大きい岩種に対しては、トップビットをダイヤモンドビットに交換する必要がある。トップビットは通常の掘削では中央に小さな水孔のついた全断面型を用いるが、コアボーリングの必要があればダブルコアチューブと交換することが出来る。WELLMAN 5-6タイプには外径100mm、内径75mm、長さ1.5m、ダイヤモンドビットまたはメタルクラウン付きのダブルコアチューブが、トップビットと入換えて装着される。採取されたコアはWELLMAN本体とともにワイヤラインで地上に回収される。

図-2はWELLMANのコンポジットビットと従来のメタルクラウンビット（普通ビット）を比較したもので、穿孔速度、ビットライフ（寿命）ともにコンポジットビットが優れていることを示している（住友金属鉱山資料による）。

WELLMANに適応するボーリングマシンとしては、例えば5-6タイプを使用する場合、ドリルパイプ外径が127mmで通常のボーリングのロッド外径より大き

図-2 コンポジットビットと普通ビットの穿孔速度の比較



いので、ボーリングマシンのスピンドル内径で規制される。5-6タイプのボーリングマシンとしては日本ロングイヤー社製MEGALD 2-6型(15kW, 最大トルク360kg-m)、利根TOP-10(18.5kW, スピンドル内径148mm)などが用いられているが、孔壁崩壊の激しい地質や長孔穿孔など大きい回転力を必要とする穿孔には、充分なトルク余力のある機種を選定することが望ましい。

3. 使用実績

表-2はWELLMAN 5-6タイプの掘進率(穿孔速度)を岩石強度、掘削条件別に過去の使用実績から推

表-2. WELLMAN 5-6タイプ(148mm ϕ)の掘進率

項目 岩石	一軸圧縮強度 概算値(kg/cm ²)	掘削条件		掘進率 (cm/min)	備考 (掘削場所)
		スラスト(t)	回転数(rpm)		
チャート	2000以上	4以上	80~120	0.5~2	青森県下北
硬質砂岩	1500~2000	3.5 "	"	2~3	神奈川県相模原
硅化安山岩	800~1500	2.5~3	"	3~4	長野県白骨温泉
緑泥片岩	500~600	2	80	6~7	高知県早明浦ダム
石灰岩	300~500	1.5	"	10~15	東京都青梅
砂礫石(10~15cm)	N値40~50	1~1.5	"	40~50	横浜市山下町
南東ローム(固結)	" 35	1	60~80	60~80	" 保土谷
" (細結)	" 5~10	0.5~0.8	"	100	千葉県市川

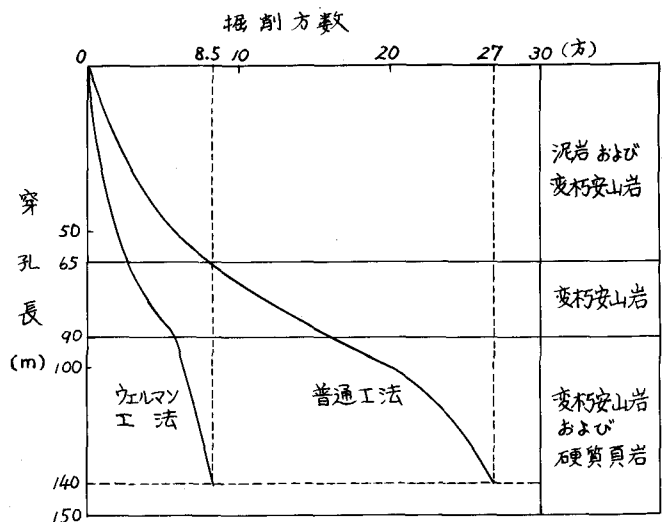
定した数値である。また図-3はWELLMAN工法と普通工法の掘削工程の比較例を示す(いずれも住友金属鉱山の資料による)。

図-3は1方8時間作業で、ドリルパイプ継ぎ足しその他の時間を含む。

表-2のうち筆者が現地で確認した実績例として、東京都青梅の石灰岩探石現場における穿孔テストでは、WELLMAN 5-6タイプにより一軸圧縮強度500~1000kg/cm²の石灰岩(表-2はやや低い)に対して、スラスト2.5t、回転速度136rpmの条件で穿孔速度は10~12cm/min(6~7.2m/h)、回転トルクは約100kg-mであった。

また横浜市山下町の産業貿易センタービル建設に伴うアンカー孔掘削では、オレ紀砂礫石(礫径10~15cm)に対してWELLMAN 5-6タイプは、普通工法(5"メタルクラウン使用、エアリフト)の約5倍

図-3. WELLMAN工法と普通工法の掘削工程の比較
(青森県下北、オレ紀黒鉱地帯、水平孔の例)



の掘削能力を示した。普通工法は極わめて硬い礫のためにメタルクラウンが穿孔中に破損して切れなくなり、その交換の都度ドリルパイプを全部引抜かざるを得ず、崩壊部分の再掘削により低効率となったものである。

最近の施工例では、昭和49年11月～12月に実施された香川県坂出市番の州における爆破孔の穿孔で、WELLMAN 5-6タイプにより地表から下向きに約48 m（オセキおよび一部分オセキ地層厚約38 m、基盤の風化花崗岩約10 m）穿孔したが、ドリルパイプ接続などを含めた平均穿孔速度は、地層厚で13 m/h。風化花崗岩で7 m/hであった。付近でおこなわれた地質調査の結果では、地層厚がN値=2～60、風化花崗岩は一軸圧縮強度が50～250 kg/cm²となっていた。

この工事では同様の長さの孔が12本穿孔されたが、このうち1孔穿孔後に孔壁保護のために挿入した塩ビパイプ内で、村田式孔曲り測定器（3°読み）により10 m毎に孔傾斜を測定した結果、孔傾斜の角度は15'～42'で、地表の口元から孔底までの変位量は約25 cm となる結果が得られた。

ビットライフについては、最初の2孔を同一ビットで続けて穿孔した時分でW-Cチップの角がやぶ丸くなったためトップビット、リーミニアビットともに新品ビットと交換したが、この時分ではビットは切削能力を残していたので、この地質に対するビットライフは100 m またはそれ以上と考えられる。

なおこの工事の調査計測は当研究所が担当しており、現在その結果についてとりまとめ中である。

4. あ と が き

ここに紹介したWELLMANは、従来の穿孔装置には見られない特色をもっている。ドリルパイプをそのままにした状態で自由にビットの着脱が出来る点は画期的とも云え、通常の穿孔作業に有利なことはむろんのこと、このほかでも数多くの応用分野が考えられる。現在の機種はビット径が101 mm から168 mm の中で4種類があるが、今後ビット径の範囲が拡大さればさらに応用分野は広がるものと思われる。

参 考 文 献

高野翔、奥山泰士、鈴木緑野；刃先引込機構を有する穿孔装置について、鉱山地質24，1974

On a New Drilling Equipment with a Retractable Bit
and Wire Line System

Abstract

Takeshi MITANI and Takeo KAWAI

The purpose of this paper is to introduce a new drilling equipment that is called RDS (Retractable Drilling Method) or WELLMAN, developed by Sumitomo Metal Mining Co. Ltd..

A characteristic structure of the equipment is reaming bits that can be pulled into the inner tube when the equipment is hoisted up through drill pipe with wire line.

Drill bit of the equipment is consisted of top bit and reaming bits (4 piece) with high drilling rate and long life. Exchange and examination of drilling bit takes a short time and can be done easily.

Accordingly, a drilling with the equipment is able to save working time and to prevent a drill hole from destructing because it is unnecessary to hoist up and down drill pipe for exchanging drill bit.

Equipment of this type have apparently not been developed to date.

As far as we investigated, sufficient results were obtained. We think the equipment will receive wide application in the future.