

論 說 報 告

土木學會誌 第十一卷第一號 大正十四年二月

鑿 岩 機 に 就 て

會員 工學士 三 好 新 八

内 容 梗 概

本文は現在使用さるゝ鑿岩機一般に關する記述にして特に双先の形、鋼の成分、熱處理等に就きて詳述せり。

一 緒 言

鑿岩機は普通岩石爆破の爲に爆發藥を裝填する爲の孔を鑿穿するに用ひらるゝ機械にして、試錐又は石油採取等に用ひらるゝ深孔を穿つ機械は此内に含まれず。

鑿岩機は 1850 年米國に於て ジェー・ダブルユー・フォール氏が動力を用ひた piston type の鑿岩機を造りしを最初とす、當時のものは重量も數千封度に昇り車上に架せた形狀も頗る大なるものなりしが如し爾來幾多の改良を加へて今日に到れるが日本に於て始めて鑿岩機を用ひたるは明治十九年足尾銅山にしてシユラム製のものを用ひたるも重量大にして不便なりし爲め明治三十年頃 Siemens 製の電氣鑿岩機を用ひたれども其結果良好ならず、再びシユラムを使用し居たれども三十五年頃ウオーター・ライナー第五型を使用せり。

鐵道隧道に於ては明治廿九年頃北陸線敦賀より五哩餘の所にある木の芽第三隧道の岩石堅硬にして手掘開鑿困難の爲め鑿岩機を使用しをるを最初とする如くに聞知せり。

ウオーター・ライナー・ドリルが使用せらるゝに到り各所の鑛山等に鑿岩機が用ひられ始め今日に及べるものなり。

二 鑿岩機種類及性質

鑿岩機が盛に用ひられ始めてより今日に到る迄に現はれ、又用ひられたる鑿岩機の種類は非常に數多あれども現今よりこれを見れば大部分は歴史的のものにして現に使用されつゝあるは其内の比較的限られたるものに過ぎず、然れども尙そ

の種類頗る多くこれにつき一々委しく説明をなすはその繁に不堪依て簡単にこれを分類するに止めん。

三 鑿岩機の運動の種類よりの分類

(一) Peacussion or piston drill これは piston の運動と共に drill bit 自身が往復運動をなして岩石を打撃して鑿孔するものにして近來 hammer drill が現はるゝ迄は殆ど全部の鑿岩機はこの種のものに屬したるも hammer drill が現はるゝに及び殆どこれにその位置を奪はれたれども尙比較的深き孔、徑の大なる孔、特に下向の深孔を穿孔するに用ひられ居れり、其重量比較的に大にして必ず cradle (or guide shell) に乗り鑿鋼を通じて孔底に水を送る装置あるものと然らざるものとあり piston drill が一般的に用ひられし時代は注水の装置あるものを普通とせしも近時は注水の装置なきもの重に用ひらるゝ如し (別に注水 pipe を孔水に挿入して岩粉を洗出す)

(二) Hammer drill 近時急速に發達せるものにして piston drill の位置を奪ひ現時に於ては鑿岩機と云へば凡てこの hammer drill を指すが如きの觀あり、即現今一般に用ひらるゝもの也。このものは恰も手掘鑿孔に於ける如く bit 其物は孔底に押付けられその bit の後端シャンクを piston の一端にて叩き鑿孔するものにして piston drill と比較して見るに重量軽く、取扱容易、piston drill が強力なる比較的少なき打撃數に對し hammer drill は輕けれども數多き打撃をなすが故に能率劣らず、bit の gauge の磨滅も少なく、空氣消費量少なく、その使用に熟練せるものを要せず、狭き場所にて用ひられ、孔座を取る事容易、bit の取扱へ容易、等の得點あり反對に piston drill に比し構造弱く、長期間の使用に堪へず、一般に弱き部分品が多く水平或は上向の孔には適すれども下向き及比較的深き孔には適せざる等の不利ありしも次第に改良を加へられ近來相當部分品の少なき堅牢にして強力なるものも出現し來れり。

○ 次にこの hammer drill をその使用方法によりて

Stoper Drifter Sinker の三つに分つ。

Stoper は専ら上向の孔を穿つに用ひられ送り装置として air feed arrangement を有するものにして light duty のものを普通とす。

Drifter は piston drill の如くにガイド・シニール上に乘せられ screw feed を有し

普通水平或はそれに近き方向の孔を穿つに用ひられ light drifter (ライナー 26 型の如し) heavy drifter (サリバン DX61 型の如し) の別あり。

Sinker は手にて持ち主として下向きの孔を穿つに用ひらるゝものにして一般に light duty なるを普通とす、尙 hammer drill に於ては anvil block を有するものと然らざるものとあり近時は出来る丈多くの打撃力を bit end に傳へん爲め殆ど全部のものはこのものを有せざれども stoper に於ては上向きの孔に用ひらるゝ故に岩粉がチャックの所より器械中に浸入する恐れある爲めに殆どすべて anvil block を有するを普通とす、又電気鑿岩機等に於ては機構上の關係よりこのものを有する事あり。

(三) Auger or rotary drill このものは打撃によるに非ずして回轉運動によるものにして普通螺旋狀の鑿鋼の尖端に刃を附しこの bit を岩石に押しつゝ回轉して穿孔するものにして堅岩等に穿孔するに用ひられ堅岩には適せず。

四 鑿岩機動力の種類よりの分類

- 一 蒸氣を原動力とするもの
- 二 壓搾空氣を原動力とするもの
- 三 電力によるもの
- 四 水力によるもの
- 五 内燃機關の動力を直接利用するもの

(一) 蒸氣を原動力とすることは鑿岩機の初期に於て盛に用ひられしものにして機械の構造も現時用ひらるゝ piston drill と大同小異にして壓搾空氣が用ひらるゝに到り次第にこれに變じたるも現今に於ても尙ほ石切場、切取、水底穿孔等坑外に於て集中せる仕事をなす所に於て一旦動力を壓搾空氣に變ずるの要なく直接蒸氣を用ふるを得るを以て相當便利に使用せらるゝ場合あり。

(二) 壓搾空氣を原動力として用ふるものは現時最廣く用ひらるゝものにしてその壓力も過去に於ては 50~60 封度程度のもので専ら行はれしも近時器械製造の技術も進歩し材料の優良なるものも出來尙又鑿岩機も小型にして重量軽くしかも能率の大なるものを望むにより次第に高壓を要求し現時に於ては 80 封度以上が標準となり時としては 100 封度或は以上位の壓力が用ひらるゝに到れり。

(三) 電氣を原動力とするもの即電気鑿岩機と稱せらるゝものにして solenoid

又は motor を用ふるものあり、solenoid を用ふるものは piston に相當すべき軟鐵棒の兩端に solenoid を有しこれに交互に電流を通じてその軟鐵棒に前後運動を起さしめて打撃せしむるものにして後退運動の餘力を緩衝し貯蓄して前進運動に加へむ爲め發條を有し軟鐵棒はこの spring に支へられ居るを普通とす、この種のもは能力の割に器械大にして又使用の際に solenoid の發熱甚だしく成績良しからず、motor を原動力とするものは motor の回轉を適當の方法により直線運動に變ずるものにして現今用ひらるゝ電機鑿岩機は主としてこの種のものに屬す普通 crank によるものにして hammer or piston は motor よりの運動を直接に受けず motor よりの運動はこれを hammer or piston を保つ frame に傳はり hammer or piston はこの frame 中に spring or closed air によりて float suspension に置かる、即 back ward motion の energy を buffer and store して fore ward stroke に加へる事 solenoid drill に於けると同じく故に piston は frame 自身より遙かに amplitude の大なる motion をなし従て speed 早く打撃力強力となる譯也、この他に cam and tappet 及び spring により直線運動に變ずるものあり又直線運動に變ぜず回轉運動の儘 revolving wheel に hammer を有しこれにより直接に打撃せしむるものあり。

原動機たる motor は器械と共に cradle 上に mount せらるゝもの、又は別に flexible shaft によるもの、或は adams drill に於ける如くに slide shaft を有し drill と任意の位置に置くを得る様にせるものあり。

電氣鑿岩機動力は 2~5 H. P. なるを普通とす。

この他 electric pulsator drill と稱し motor により single acting double cylinder の air pulsator を運轉し、この air pulsator の各 cylinder の兩端を鑿岩機の air cylinder の兩端に通ぜしめ pulsator の air pulsation により piston を reciprocate さするものあり、鑿岩機自身は機構簡單にして piston と回轉装置の外には何等の裝置も要せず比較的 low pressure (30 lbs 位) と、大なる piston area にて比較的大なる能力を有す、利益としては、motor が振動を受けぬ故に故障少なし valve なき故にこの故障なし、exhaust なき故に freezing choking なし。注油容易也、然れども大なる air pulsator を必ず伴ふ必要あり不便也、場所によりては (狭き所又は傾斜ある所等) は用ひ悪し、このものには 5 H.P., 3 H.P. の二種あり air pulsator の electric motor の代りに gasolin engine を用ひたるものあり

Pneum. electric drill

これも motor の power を利用せる hammer drill にして reciprocating motion を直接に hammer に傳へず compressor piston として働きこの comp. air が hammer に働くもの也 (2½-4 H. P.)。

電気鑿岩機と空氣鑿岩機との比較

電気鑿岩機は現今に於ては尙ほ發達の中途にあるものにしてその使用範圍効率共に空氣鑿岩機に比し遙かに遅れ居るが如し。

電気鑿岩機の最大特徴は power efficiency が非常に良好なるが故に power cost が非常に高價なるか、或は high latitude にて compressor の能率が不良なる所か或は労働者の賃金安價にして仕事に急を要せぬ場所、又は岩石の硬度が大ならざる所等には有利に用ひられ得べし。

然れども電気鑿岩機は空氣のものに比しその構造複雑にして部分品の數も多く従て wearing part も多し、又 dust, dirt, moisture を嫌ふ事甚だし、従て取扱ひには空氣鑿岩機に比し遙かに注意を要し鑿岩機の如き亂暴なる取扱ひになり易き器械に必要な性質即 fool proof より遠ざかる事甚し、即 surface work に於てはこれ等の注意も比較的行届き易く取扱を丁寧にするを得れども隧道の坑内等 dark, wet にして而かも仕事の性質上器械の取扱ひ粗暴になり易く充分の注意監督行はれ惡き所にては故障破損の機會多く使用割合に困難なるべし。

尙 air drill に比し同一の能力のものにして著しく其形状大となり重量も大なり、又空氣鑿岩機の heavy drifter に匹敵すべき heavy duty の drill なし。

又坑内の仕事場所の換氣には air drill の排氣も利用せられ居るものにして又發破後の煙を吹き拂ふにも壓搾空氣を利用する場合ある故電気 drill を用ふればこの得點を失ふ譯也、動力は air drill に比し著しく能率良好にして又 transmission line に於ける power loss も air に比して少なく又電力の得らるゝ所に於ては air drill を compressor と共に設備するより遙かに安價に設備する事を得。

又 power transmisson につきても air drill の pipinz に比し cable にて事足る故に容易也。

一般に云へば尙ほ air drill に比しその發達遙かに遅れ居るが故に特に電気 drill に有利な條件ある所の外は air drill には及ばざるべし。特に隧道坑内等には air drill に及ばざる事遠し。

(四) Hydraulic power を利用するもの。

これは餘り一般には用ひられざるが如し、從來より pressure water を利用して hydraulic motor を動かし auger boring をなす事には用ひられしも最近 air に於ける pulsator drill の如くに water の wave motion iron hose を通じて drill に傳ふるもの出來得るも未だその成績を聞かず。

水は空氣に比し leakage 等少なり power loss は少なかるべきも friction 多く又 in compressible なるが故に water hammer に堪ゆる爲めにその構造の充分に堅牢なるを要し従て重量重く取扱ひも不便なるべきを想像さる、特に水力を用ふるの便利なる所の外一般に用ふるには未だ相當の時間あるが如し。

(五) Gasoline engine を利用せるもの

これは gasoline engine の power を直接に利用するものにしてすべて打撃を與ふべき piston は fleeting condition に置かる。

このものは電力 compressor 等大なる設備を要せず試験的に岩石爆發の必要ある所即探鑛等には便利に使用する事を得べし、重量も比較的軽く能力も相當あり、只取扱ひ面倒なると故障の程度は疑はし、尙坑内等に於ては排氣瓦斯有毒なれば用ふるを得ざるべし。

以上を以て極めて大體の鑿岩機の種類を終れりとなす、尤も各鑿岩機の機械構造及び特徴に就て述べれば其繁に不堪故にこれは略す、これを畢竟するに現今最も一般に用ひられつゝある鑿岩機は壓搾空氣を動力とする hammer drill 也、この中にて最も問題とせられ又事實日進月歩の状態にあるものは heavy drifter なるべし。

五 現今最も普通に用ひらる鑿岩機の General specification

(1) Drifter

(a) Heavy drifter

heavy duty のものにしてすべて cradle 上に mount せられ bit の同轉裝置を有し screw feed なり。

重量 140~160 lbs. piston Wt. は普通 9~14 lbs. cylinder bore $3'' \sim 3\frac{1}{4}''$ stroke $2\frac{3}{4}'' \sim 3\frac{1}{2}''$. piston speed は 800~1,500 blows/min at 80 lbs air pressure これに用ひらるゝ bit steel は $1'' \sim 1\frac{3}{8}''$ の徑のものにして普通 $1'' \sim 1\frac{1}{8}''$ 中空六角鋼或は

1 $\frac{1}{2}$ "-1 $\frac{1}{4}$ " の中空丸鋼也。

(b) Light drifter

light duty のものにして普通 jack hammer type のものを cradle 上 = mount せるものにして cylinder bore 2 $\frac{1}{4}$ "-2 $\frac{1}{2}$ ", stroke 2"-2 $\frac{1}{4}$ " 重量は mounting 共 100 lbs. 内外これに用ふる bit steel は 7/8" 六角中空鋼也。

(2) Sinker

これは手にて持ちて下向孔を drill するに用ふるものにしてこの種のものには孔底の cuttings (クリ粉) を出す爲めに air blow の装置を有するを普通とするが近來 light drifter の代用として便利に用ひらるゝ故に water attachment あるもの多し、この内

(a) Heavy sinker

cylinder bore 2 $\frac{3}{8}$ " の piston stroke 3" の重量 70 lbs 内外 bit の回轉装置を有し dry and wet pattern 1" 中空六角鋼を用ふ。

(b) Light duty sinker

所謂 jack hammer type のものにして cylinder bore 2 $\frac{1}{4}$ "~2 $\frac{1}{2}$ ", stroke 2"~2 $\frac{1}{4}$ ". 重量 36~45 lbs. bit. の回轉装置を有し dry and wet pattern 也。

(c) Stoper

主として上向孔を穿孔するものにして air feed leg を有し bit の回轉はこれをなすものと然らざるものとあり、然らざるものは driller 自身が手にてなす也必ず anvil block を有す、stoper は No. of blow 早く 2,000/min 位を普通とす、普通 dry pattern なり、feed を伸したる時 72" 縮めたる時 54" 位になるを普通とす。

これ等が現今用ひられつゝある鑿岩機の標準なるが近時器械製造の技術も材料も益發達し何れの鑿岩機に於ても少しても重量軽く能力の大なる取扱の容易なる、破損部分品の少き空氣消費量の少なきものにして、而かも永く使用出来るものと各製造會社が競争の状態にて新しき型を出しつゝあり。

重量を軽くして同一能力を出すが爲めには piston の重量を軽くし打撃數を數多くする事と器械の各部分に材料を少なく用ふる事なれどもこの事は何れも優良の材料を用ひざれば破損又は磨滅多く長期の使用に堪えず、器械の部分を堅牢にし重き piston を用ひ打撃數を減ずれば器械の重量を増加し取扱ひ不便となる、現時の heavy drifter といへども米國邊にては one man drifter と稱し即一人にてすべ

ての作業をなす所の器械として設計せられ居るもの、由なれば自らその重量にも制限あるべし、本邦にては普通二人にて使用し居れどもこれ等の drifter の中にて少し重量の重きものはすでに二人にては取扱ひに不便を感ずる有様なり、即 Ingersoll rand X70 の如きは器械のみにて 210 lbs. 位あり、日本人には稍不適の感あり（尤もこの器械は heavy feed blow を與ふる故に 12'~24' 位の深孔には適するもの也）通常の drifter に於てもすでに本邦人には幾分重過ぎるかの觀あり、従て持運び等に粗暴の取扱ひをなし易く故に器械の各部に破損し易き部分の少なき事等も又本邦人に對しては幾分大切なる條件となるべし。

これ等鑿岩機の機構作用或は能率に就ては吾人は門外漢なれば説明の能力なきも一般に用ひらるる valve は air thrown spool valve にして Jack hammer 及び Leyner ingersoll 26 番型に butterfly valve を用ひ居れり、又 Sullivan DX 61 又は Waugh turbro No. 21 の如きは別に valve を有せず、piston 自身が valve として働き居れり、鑿岩機の能率の良好なる爲めには大なる air post が速かに開き又閉ぢると云ふ事が大切にして butterfly valve は valve の働きは少しにて quick opening and closing をなし、又 valve 或は valve seat の wear によりその密着が悪くならぬと云ふ特色あれども空氣消費量より見て少しく能率良好ならざる如し、即 heavy drifter には適當せざると見え其後に製作せられたる同會社の製品にはすでにこれを廢し居れり。

要するに drill の valve としては大なる air post の quick opening and closing と云ふ事が能率に非常に良好なるものと思はるるが spool valve は空氣消費量に於て經濟なれども普通 air post の大なるもの少なく、又これを大にすれば器體の外部に突出し取扱ひ不便にして又重量も増加する故に空氣量は幾分不經濟にても air post も大に quick opening and closing の出来る valveless type を採用せるもの、如きも次第に空氣の壓力の高きものを用ふれば空氣量不經濟益甚しきが故に次第に one man drifter には能率のよき spool valve を用ふる様になるに非るやと想像せらる、即 heavy drifter に於てもすでに Ingersoll の X70 型 Sullivan DX 61 は兩者共器體の外側に valve chest が突出し取扱ひに不便なれどもそれを忍びても比較的大なる spool valve を装置し居れり、Waugh turbro 31 番型も一種の spool valve を cylinder の後端に供へ居れり。

次に bit に同轉を與ふる装置は矢張 rifle bar と rotchet とによりて行ふが普通なれ

どもこれも重量を軽くし部分品を少なくする爲めに Sullivan DX61 の如きは piston 自身に rifle を有してこれにて行ひ居れり。ratchet pawl の數も三箇乃至四箇なるを普通とす。この四箇の pawl は同時に落ちるに非ずして ratchet の一齒を四度に落ちるものにして ratchet に當り居る pawl は常に一箇ではあれどもこの爲めに割合に齒數の少なき即堅牢な ratchet を用ひてしかも小刻に回轉する故に後戻りする事無く starting hole に於て圓形の孔を掘るに容易ならしむ近來は light drifter に於ても四箇の pawl を用ふるもの多し、又この外 waugh の turbro の如くに air turbine により piston と全然別に bit を回轉せしめ bit の回轉の抵抗により piston blow の力を殺ぐ事なく、又鑿孔中に bit を出入なし悪き時に piston blow を與ふる事なく bit のみ回轉せしめて容易にこれをなましむる事を試み居れり、これも至極結構の事なれどもこの爲めに特別の機構を要し部分品を増加し重量も増し破損の機會を多くす且つ bit は間斷なく回轉しつゝあるを以てこれを piston にて打つが故に piston へ bit が打たれた時即 bit の刃先が孔の底に押付けられて居る時にも回轉の方は加はり居るが故に bit の刃先が孔底にてねぢられ又絶えず abrasion を受くるが故に bit の磨滅を早からしむると共に turbine にも無理を生ずる恐れある様思はれしも近時現はれし Turbro 31 型は turbine より bit に回轉を傳ふる方法も 21 型の齒車なるを worm gear に改めて part を少なくすると共に堅牢にし又別に friction clutch により打撃瞬間に bit が孔底に壓しつけられると共に回轉が slip して bit に傳はらぬ裝置を有す。

feed (送り) の長さは heavy drifter には普通 3 呎内外にしてこれは長き程 bit change の際には便利なれども一本の bit にて drill する事の出来る長さによりては餘りに長き事も不必要なれども一般には重量の許す限り長き程を便利とす。

次に cuttings (繰粉) を出す事なるがこれは sinker のあるもの及 stoper の大部分を除きては總て中空鋼の中孔を通じて孔底に水を送りこれに cylinder の front end より leak する幾分の air を交へて孔外に吹き出さしむるを普通とすれども、近時 heavy drifter のあるもの (即 DW64 Turbro 31) に於ては water tube の外側にこれを抱いて air tube を供へ水を送ると共にこの air tube より live air を送りて水と air の mixture を孔底に吹き込みて力強く cuttings を吹き出さしむ、これ等の器械に於ては器械を停止せしめて air blow のみを送る handle の位置を有し bit を孔より抜き出す時に blow pipe の作用をなさしめ孔底に残

留せる cuttings 及水を吹き出さしむるを得る様にせり。

drill の双先に實際に傳へらるゝ力はピストンの打撃力の幾分なるかと云ふ事は鑿岩機試験器により實際的に知るの外なきが如くその割合案外少なきものなるが如し。

鑿岩機の試験器は單に鑿岩機の能力を比較試験するにも勿論必要なれども鑿岩機を數多使用する現場等にて鑿岩機の能率が事業の結果に相當の影響を及ぼす如き場所にはかゝる試験器を現場に供へて使用中の器械が新しき時と比較してどれ位の能力で働きつゝあるから試験し能率がある程度以下になれば修理、或は廢棄して能率惡き鑿岩機を用ひぬ様に鑿岩機の定時検査をなし絶えず能率のよき drill を用ふる様にする目的にこの試験器を用ふる事も大に意義あるものと考へらる。

事實鑿岩機は新品と少しく古きものとその能力に著しき相異あり、時として殆ど能力なくしかも空氣消費量の著しく増加せるものを使用せる事あり、鑿岩機の能力を時々検査する事も必要ならんと信ず。

以上を以て近時用ひられ居る鑿岩機の極めて大略説明を終れりとして次にこれを用ひて穿孔するに用ふる bit につき少しく述べんとす。

六 穿孔と Bit 硬さ

岩石に穿孔する事をこれに要する energy の上より考ふる時は鑿岩機に於ては solid rock の中より岩石を細き破片に碎きて取出して穿孔するものなるが、岩石を碎くには力少く碎けば碎く程餘計な energy を要すること明かなり、故に極端にこれを云へば丁度穿孔せんと思ふ體積丈の rock を棒狀に切り取りてこれを抜き出せば穿孔するに最も少なく energy を要したと云ふ事となる、故に rock drill に於ても岩石を出来る丈の大なる破片に碎きて穿孔するが最も能率の良好なる穿孔をなし居ると云ふ事となる、然れども強き力を加へれば大なる破片に碎けるとは限らず、ある適當の力を超ゆれば反つて細く碎く即岩石を粉にする如き結果ともなる即岩石の硬度、韌度、鑿岩機の打撃力、及 bit の双先の形狀これ等の factor により左右せらるゝものとす。

bit が rock に穿孔する時その双先に於ける作用はこれも種々の factor が condition に左右せられ、これを知る事困難にして従て適確にこれを説明するを聞かざるも岩石の碎けて行ふ状態は chipping crushing 及 abrasing この三つが combine

して行はれ居るものにして、この中 chipping が盛に行はれ居る時が最も能率良く穿孔が行はれ居ると云ふ事は明白なり。

即穿孔の始め未だ bit の刃先が新しき即鋭利なる間に専ら chipping が行はれるども少しく bit の刃先が磨滅して來れば刃先がある面積を有する事になり chipping が餘りに行はれず主として crushing が行はれて來るなり、尙ほ次第に bit が磨滅して來れば刃先の面積が増加し、その刃先の單位面積に加はる打撃力がその岩石の破碎力以内に入る時は crushing さへ行はれ憎くなり急激に drilling rate を感じその後主として abrasing 即擦りへらす事及び孔底及刃先が正しく平面をなし居らざる爲めに起る僅かの chipping and crushing にて掘進するものにて速かに掘進不能になり bit の磨滅を速かにす、即これより見る時は bit の drilling に堪ゆるは crushing 迄の間なりとす。

掘進率が急激に減少する事、即 bit の切れ方が悪くなる事は前述の原因にもよれども又 reaming edge or surface (guage) が磨滅して孔の中壁との摩擦が増大しこの摩擦に大部分の力を取らして掘進が著しく減ずる事にもよる、特にこの reaming edge が幾分でも刃先きに向て先細りの傾斜を有する様になれば孔中に楔の様に入り摩擦を非常に増すと同時に切れ方も著しく悪くなるなり、即 bit の刃先の磨滅する原因は脆く堅き bit に於ては刃先が細片に缺け飛びて鈍くなる事もあれども普通の場合主として磨滅によるものなるが故に努めてこの abrasion を避けざるべからず。

bit の刃先の焼入れの堅さに就ては從來種々説かれ居れども近時は優良なる成分の bit steel も製造され、又焼入方法も次第に進歩なし來れる爲め現時に於ては最も硬き rock に適する bit 即最も硬く焼入れたる bit ならば如何なる rock にも適するものであると云ふ事一般に信ぜられつゝあり、事實焼入れを上手に行ひ即 bit の刃先を最も堅く次は軟くなる様に即ちぼかしの状態に焼入れが出来れば非常に堅きは刃先きの小部分にしてその他の部分はこの堅き bit の刃を支へて居る柄として役立つ居るわけなれば、堅く焼きを入れたる爲めに刃先が折れるとか大きく缺ける等の恐れはなしと思はる。

實驗上堅硬なる岩石には必ず硬き bit に非されば充分の穿孔は不可能也、軟岩に對しては只 cutting (線粉) が孔底より良好に出さるゝや否やと云ふ事が反て問題にして焼入れの硬軟は餘り問題とならず、稍堅硬なる岩石に對しては勿論焼

きの硬き bit ほど焼きの軟き bit よりも良好の成績を示すもの也。

故に bit は如何なるものにて出来ただけ堅く堅くと焼きを入れるれば間違はないと云ふ結論になる故その焼入方法を決定すれば多数の bit を用ふる所にて又は種々堅度異なる岩石を有する所に於ても一々焼きの硬さを變更する事なく一定の焼入を行へば足るものにして、非常に仕事が簡単になる也、實際普通硬岩に對して穿孔をなす事の出来る刃先の硬さはプリネル No. 550 以上、ショアー硬度 47° 以上の硬さなるを要しこのものにては穿孔不可能堅緻なる岩石に對しては尙これ以上の硬度あるを必要とす。

七 Bit の角度

bit の角度は一般に 90° が用ひられ居り、又實際の試験に於ても一般に對してこの角度が最も適當な角度にして如何なる種類の rock に對しても相當の好成績を示し居れども強ひて岩石の堅さと bit の刃先の角度の實際を述べれば

(一) 最も堅き岩石に對しては刃先の角度が 70°~80° の邊りにて最も良好なる成績を示し、90° になればすでに幾分の掘進率を減んず（こゝに於て云ふ堅岩は燧石、角岩、硬砂岩、石英岩等緻密質堅岩也）これは角度が少しく大となれば刃先の働の磨滅により直ちに刃先の幅が廣くなりある程度、即岩石の破砕力以内に入れば刃先は岩石の表面を徒らに壓するのみとなり切れが止まるものなり。

角度を種々に變じたる bit を用ひて堅岩に穿孔をなしその掘進の止まる所即切れなくなりたる所にてその刃先を見ると何れもその刃先が磨滅して刃幅の廣くなれる程度が同一の幅に達したる所にて切れが止つて居る也、即ち刃幅に達せる所にて bit の刃先に加はる打撃力が岩石の破砕力以内に降つたと判斷せられるものにして bit がその程度迄磨滅する迄に最も長い距離を掘進せるものが最も適當せるものと云ふ事を得る譯にして即これが前述の 70°~80° 位の所になる也、然れどもこの理より云ふ時は出来得る丈け刃先の鋭利なる角度の少なるものが適當すると云ふ事になれども餘りに角度の少なるものは刃の厚さが薄く従て刃先そのものが弱き爲め駆け飛ぶ事多く反つてその爲めに早く鈍くなるもの也。

(二) 次に普通の程度の堅岩（即緻密花崗岩、閃綠岩、安山岩、石英粗面岩等）に對しては 90°~100° 位の刃先の角度を最も良好にしてこれ以下の角度になれば刀身が薄くなりその爲め reaming edge の磨滅が早く gauge が減ずる事速か

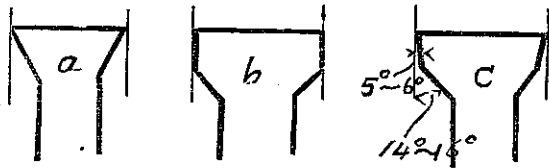
になり又これ以上の角度となれば双先ののぶりが速にして掘進率を減ずる也。

(三) 軟岩に對しては bit 双先の角度も又餘り掘進率と關係なきものゝ如く故に gauge loss の少なき様に少しく大なる角度のものを有利に用ふる場合もある可く想像せらる。

(四) 特に軟き rock に對して鋭角のものは双先が岩石中に喰ひ込む事易く不適當なり、かゝる岩石には全然双のなき双先の平たきものにて良好の掘進率を示せる事あり。

八 Bit reaming edge

bit の reaming edge (俗に耳、バチ、或は二番と稱す) なるがこれは bit に取りては同じく重要なものにして、この edge にて孔を切り擴げて bit の回轉を自由



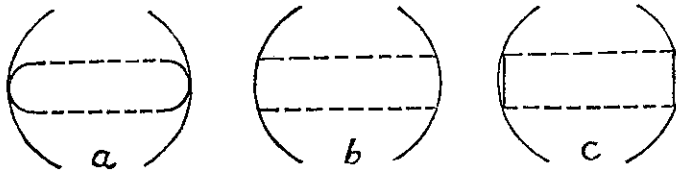
第一圖

にし圓形の孔を掘るものにして其形状も横から見て第一圖の如く孔の内徑との角度が bit の先きの据え込み (up set) の角度と同じもの (14°~16°) (a) 孔の内壁と並行

のもの (b) 及びこの中間にて孔壁と僅かに角度をなすもの (c) に區別せらる、この中 (a) は孔の内壁に對し sharp edge を以て當る故によく切りて reaming effect 大なれども堅岩にして速かに磨滅し速かに gauge loss を來し、軟岩に對しては bit の回轉に困難を來す機會を與ふ、次に (b) の孔の中壁と並行のものはこれは reaming surface 大にして gauge loss に對してはよく堪ゆれどもこの部分の面積を相當に大に取らざれば双先の方の gauge loss の爲め先細の taper を生じ摩擦を増大し易し can bit にはこの種に屬するものあり、長大なる reaming surface を供ふ、(c) はこの二者の中間に屬し gauge loss にも相當堪え friction を起す事も遅きが故に現今はこの種のものが推薦せられ double taper bit なる名の元に到る所に用ひられつゝあるは世人周知の事也。

九 Bit の reaming surface.

次には reaming surface の curve line なるがこれも第二圖に示く如く (a) 孔の中壁の curvature より大なるもの (a) これと同じのもの (b) 及びこれより少な












第 二 圖


るもの(c)の三種あり、これも前述のものと同じく(a)は point にて ream する故に effect は大なれども wear が早

く (b) は line にて ream する故に wear は少なれども friction 起し易く (c) は始め 2, points にて ream し次に line に變ずるものにて (a) (b) の中間の性質を有す (a) は通常不可也、現今専ら (b) 及 (c) 用ひられつゝあるも (c) を以て良好となす。

十 双 先 の 形 状

これも昔から種々の形あり、それ等は各々の使用せらるゝ箇所 local condition に適當する如くに考案せられしものにして各特徴はあれども近時 mechanical sharpening が専ら用ひらるゝに到り、特種の形状のものは sharpening 困難なるが爲めに現時に於ては最も簡單なる cross bit が最も廣く用ひられつゝあり。

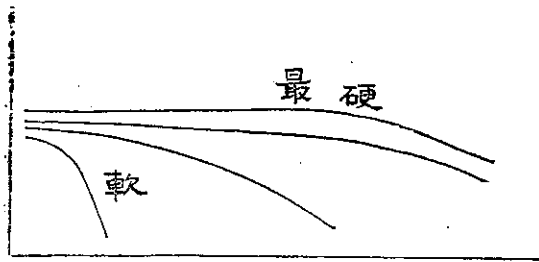
元來 bit は打撃を受けつゝ回轉するものなればその双先の單位の長さ孔底で describe する面積即單位長さの双が掘るべく受持つて居る面積は周圍に到る程大にして中心に於ては零也、従てその磨滅の程度も周邊に於て最大にして中心に到る程少なし故にこの双先の磨滅を一様にする爲め、即双先が孔底で describe する面積を出来る丈け同じ様にせんが爲めに出来たるものが double chisel bit  H bit , double cross bit , rosette に似て cross bit の間に短き双を入れたるもの , double arc bit  等也、又 cross bit にありては bit の 1/4 回轉毎に同一の箇所を打撃すると云ふ不利ある爲めにこの缺點を除く爲めに X bit , brunton bit , 考案され又曲る孔を掘り易き所に對して中央にこれを guide する爲めに突出せる少なる双を有する mohank bit 等考案され soft rock に對しては cuttings の出のよき爲めに throat opening の大なる Y bit , V bit  等考案されたり、然れども近來 mechanical power sharpening が廣く用ひらるゝに到り、その形状複雑せるものは作業困難なる爲め又焼入の際にもその形状が不均整の爲め焼入効果も不均整になり、internal stress を起す事が多く bit の破損の原因を作る事多き爲め特に必要ある所の外は cross bit 或は double arc bit を用ふるを普通とす、又 bit の中心部の隆起せる high centre bit と云ふ

ものあり中央部隆起せる故に孔座をとる時に於て bit が岩石の表面を動き廻る事なり隆起部を中心とし同轉するが故に容易に hole を start する事を得れども岩石の節理、層、又は軟硬の代り目に會ふとそれに沿ひて slip し爲めに曲れる孔を穿ち易し又隆起の高き程即  の角度の大なる程早く切れぬ様になり易し、現今に於ては stoper に主としてこの種の bit が用ひらるれどもこれも一番 bit のみ high centre ならば次のものよりは普通のものを使用するを可とす、次にこの反對に中心が凹み周圍の高き quick cutting bit と云ふものあり、特に sharp な edge を有するが故に岩石の目や層の所に於て曲る事少なく真直なる孔を穿つ特性を有すれども周邊に加ふる力強きが故に抜け易く又 starting hole の際に bit はこの sharp な one edge を中心として同轉し易く爲めに岩石の上を動き回り孔座を取り悪く又この爲めに leverage に力加り折れ易し、特に層多く曲れる孔を穿つ傾向ある時に用ふるを得べけれども first bit は common のものを用ふるを可とすべし。

以上 bit の双先に就き簡単に述べたるが普通 bit に對する注意は餘り重要視され居らず、從て bit に關しては鍛冶夫又は進鑿夫に一任する傾向多し、鑿岩夫も鍛冶工も bit は次の bit を入るゝ迄の長さを drill する事が出來而し、て次の bit がはまり込まずに同轉する丈けの guage が保たれて居れば満足し、この bit change の長さを出來る丈け長くし即 bit change の數を出來る丈少なくする程良好と信じ居るもの多きが如し、從て bit は resharpen する事なしに出來る丈け長く用ひらるゝ如くに作られ、即 bearing properties を重要視して bit 其ものゝ cutting properties は第二に重要視され居るものゝ如し、事實に於てこの兩性質が一致する場合もあれども又然らざる事もあり。

十一 Bit の cutting rate.

大體 bit が drill し始めてより dull になりて切れぬ様になる迄の cutting rate を調べて見ると燒入の硬軟によりて大體第三圖に示す如き形の curve を取るもの也。即最硬のものに於てはある程度迄は少しづゝ cutting properties を減じ然し殆ど同様の有様にて進行しある程度に達する時は急激に穿孔不能に陥れども燒入の軟くなるに従ひこの cutting rate の減少率は増し即 curve に於てその傾斜を増大す、及それと共に掘進不能に陥る状態も最硬のものゝ急激に來るに反し軟き程徐



第三圖

々に來る也、故に最硬の bit に於ては掘進不能に陥る迄使用するも cutting rate は大して影響なけれども少しく軟き焼入れの bit を使用する際は（普通硬く焼を入れたりと信ずるものも實際に於ては相當軟きを普通とす）掘進不能になる

迄 bit を使用すれば cutting rate の相當減少せる所も使用する事となる、これは不利なりむしろ今少し早く bit を change して尙 cutting properties の充分ある所の連続として用ふるを有利とする也。

この爲めに或は bit を焼く數が多くなり、穿孔作業に於ても鑿代への時間が増し又運ぶべき bit の量が増すと云ふ様な困難が生ずる事もあれども近時 power sharpener が一般に用ひられ bit を焼く手間も費用も著しく減ぜられ來りたるを以てこの問題も充分考慮すべき價值あるべし、又一本の bit の allowable gauge loss (許さるべき gauge の減り即 gauge 段) も又重要な factor にして gauge loss が多ければ first bit の dia. を大にする必要を生じ従て同一孔深に對し餘計の rock volume を drill する故に power と同時に時間も餘計に要する事となる、時としては reaming edge を stem に平行に長く作つて gauge の減少が少ないと主張する人もあれどもこれも總ての場合に適應するものに非ず、僅か wear によりて著しく friction を増し穿孔不能となる事あり、これを要するに刃先が未だ使用に堪ゆるに不拘 gauge が next bit の入るを妨ぐる程度に磨滅するか或は逆に gauge は未だ充分あるに不拘刃先がすでに切れぬ様になる事は bit として良好なるものと云ふを得ず、然り之を理想的に云へば刃先も gauge も同程度に磨滅し行くものを以て最も良好なる bit とするを適當とす、尙 bit の wing を正しく symmetry なる事、即中心より各邊に到る長さが同一なる事を必要とす、この長さが不同なれば回轉困難になり rifled bole を掘り長く wing 丈けが特に減少して磨擦を増し回轉を妨げ器械に無理を起す事あり。

十二 Bit の standard form.

現今 standard とされ居る bit は double taper (or double well) bit にして多

くの sharpner はこの bit を作る如くに設計されあり、即 wing の据え込み (up set) の角度は $14^{\circ}\sim 16^{\circ}$ cutting edge に於ける reaming edge の角度は $4^{\circ}\sim 6^{\circ}$ を普通とす、wing の厚さは bit steel の径の $1/2$ 以上なる事、wing の間の throat 即切れ込みは正しく bit steel の径迄切り込む事なり、sharpner 使用の際に最後に double hammer にて叩きて仕上ぐる所あれどもこの後に gauging die にて double taper を作ると共に gauge の寸法を精確にするを良法とす。

十三 Cuttings の除去

穿孔によりて生ずる岩片即 cuttings (クリ粉) を孔底より除去する事の良否は掘進に大なる關係ありて cuttings の斥出が不充分なれば常に孔底に cuttings が残留する故に bit の刃先が岩石の fresh surface に接せずこの cuttings をへだて、接し即 bit このクリ粉の上を叩く事になる、故に打撃力の幾分がこの cuttings を更に細かく碎く事に費され又この cuttings が多量にあればこの爲めに cushion されて blow の力も充分に傳はらず掘進能率を不良にす、特に水平以下に向いたる孔に於て注意すべきものにして下向に近き孔に於て cuttings の除去の悪き爲め cuttings が bit end と孔壁の間に溜りて wedge の如くに働らき bit の拔出し不能となる事もあり、堅岩に對してはこの cuttings に對する恐れは割合に少なけれども軟岩に對しては掘進早く從て多量の cuttings を生ずるが故に掘進の良否はこの cuttings の斥出の良否に大なる關係あり、又水を用ふる場合に水量が過少なれば cuttings が pastic になり、この程度が進めば bit に cake し (焼き付き) bit が拔出し不能となる事もあり、又中空鋼に於ては bit の中心の孔の部分は cut されずこゝに rock core を残して進行する故に soft rock に於ては往々この rock core が孔を choke して水の出を悪くする事あり注意すべし。(かゝる場合には注水口を中心より離れて作る事もあり)

十四 Bit length 及 Gauge step

次に bit steel の長さ及び bit の gauge step なるがこれは一本の bit が有効に穿孔し得る長さにより決定せらるゝものにして岩石の種類、穿孔作業の難易によりて異なるべきものなりとす。

最も一般に用ひらるゝは cross bit に於て bit の長さの段は $1\frac{1}{2}'\sim 2'$ 宛て gauge

step は $1/8''$ 一文字の如き 2 wings の bit に於て 1 ft. 宛を step にするを普通とす、然れども堅硬なる岩石に於ては到底一本の bit にて 2 ft. の穿孔する事困難なればかゝる硬岩に對しては cross bit に於ても 1 ft. 或はそれ以下極端なる hard rock に對しては $3''$ と云ふ如き例もあり。

first bit (一番鑿或は口切り) の gauge は各段の gauge の減少及最後の孔底 (finished bottom) に於ける孔の徑によりて決定せらるべきものにして finished hole bottom の徑はこれに装填せらるゝ爆薬が自由に孔底に達するを以て適度とす。

穿孔作業の方からこれを云へば drill すべき孔はその徑が少なる程費さるゝ power も少なく従て穿孔速度も速かに即同一時間中に於て餘計の孔を drill する事を得れどもかくする爲めには finished bottom dia. は同一にしてしかも first bit に徑を少にする必要ある故に gauge の step を少にするより他に方法なし、然れどもこの gauge step を少にする爲めには bit の sharpening に非常に嚴格なる注意を要す。

近時の bit の双先の改良は主としてこの gauge step 減少に注がれ居る如く double taper bit を使用せる所にては殆どすべて $1/8''$ 以下にして米國に於ては $1/16''$ の step のものを用ふる所少なからず $1/32''$ の step を用ふる所さへある由なり。

然れどもこの事も餘程注意し sharpening の技術に充分の自信ありてより試みざれば反つて不良の結果を得る事となる事あり。

充分注意して sharpen せる bit にてもこれを caliper にて dia. を計りて見れば $1/32''$ 位の不同は殆どすべてに於て認めざるべからず ($1/16''$ 以上の差あるものさへ認むるを普通とす)。今 $1/8''$ 宛の gauge step の bit を使用し若し $1/16''$ の差あるものがありたりとして一は所定徑より $1/16''$ 少に一は $1/16''$ 大なりとするがこの二つの bit の dia. は全く同一にして一方の bit にて drill せる後に他方の bit の入る理なし、今一步を譲りて片方のみ $1/16''$ 少にして他は正規の徑を有したりとするも若し bit の所定の長さを drill して gauge step の $2/3$ だけが wear するを普通として設計されあるものとすればすでに wear は $3/32''$ に達し次の bit は正規の徑あるも入らず遂に始めの bit は所定の徑あり次の bit が $1/16''$ の差を有しても同様の結果を生ずる也。

かゝる bit にて無理に穿孔せんか reaming edge に於て大なる friction を起し

power のこれに費さるゝもの多く充分の穿孔をなさず、之加かゝる場合は絶えず reaming edge に摩擦を受くるが故に gauge の loss が速かにして豫定以上の gauge loss を起し従て次の bit も入らず一度かゝる無理なる bit を用ふれば後のすべての bit は回轉困難にして 或る場合には finished bottom dia. が規定より少になるか又は途中にて穿孔を放棄し所定の深さの孔を得るを得ざるか又は拔出不能の bit を作る如き結果を生ず、即穿孔能率を良好にせんが爲め gauge step を少にするはよけれどもその gauge が嚴格ならざる爲めに上述の如き缺點を起す位ならばむしろ假令 first bit の dia. を大にしても常に自由に回轉する如き step を有せる bit を用ひて freely に drill する方が反つて能率良好なる結果になるを以て gauge step を少にすると共に sharpening を極めて嚴格にして不同なき gauge を作る事を必要とす、注意して sharpen すれば $1/8''$ の gauge step を用ふる事は決して困難ならざるべし。

sharpening に於ても従來の如くに bit forming die と dolly とて叩き出して gauge を出すのみにては die が少しく磨滅すれば直ちに gauge に狂ひを生じ又 fallen die にて wing を引き出す事の多少によりても又仕上りの gauge に不同を生ずる故に必ず最後に gauging dies にて press して精密な gauge die を得せしむる事を必要とするは前述の如し。

十五 Bit steel の shank

bit steel の shank に就きて述べんに hammer drill に於ては shank は直接 piston の heavy blow を受くるものなればそれに耐ゆる丈は硬度と韌度とを有せしめざるべからず軟に過ぐれば piston は爲めに up set され茸状になり chuck より抜けぬ様になり硬きに過ぐれば缺け易くその破片が cylinder 中に入り器械の内部を傷ける恐あり、shank はその形を作りて油中に焼入るゝものにしてその硬度は Brinell No. 425 前後を以て適當とす簡単に云へば新き鑿を辛ふじて受け付ける位の堅さを適當なりとすその形状も嚴格に作る可きものにしてその後端は正しく steel に直角に平たくして周圍の角は僅か丈け正しく面を取る事を必要とす、この部分が正しく平らであらざるか或は餘りに面を取り過ぎたるものは hammer に接する面積少なるが故に hammer head に凹みを作り次に正しき shank を用ひたる時にこの凹所の周圍が缺ける恐れあるのみならず小なる面積に打撃が當る故

に單位面積により強き打撃が加へられ従て deformation や熱となる energy loss も多く従て bit の先きに傳へらるゝ力も弱くなる理なり、又 shank の長さも正しく規定の長さに一致せざれば器械の piston は丁度その規定の長の shank end に於て最も有効なる強き打撃を與ふる様に設計せられあるを以て若しも shank が長過ぎる時は piston が未だ充分の力を保有するに到らざる前に shank を打つ事になり若し shank が短き時は piston の最も強き打撃力を有する所を過ぎて piston が次第に cushion を受けつゝその力を失ふ所に到りて shank を打つ事になるが故に打撃力弱し故に shank の長さも嚴格に一定にする事を必要とす、又中孔鋼に於ては中心に water tube の先端が差し込まれるものなればこの孔の周圍も又角を落して又少しく擴げて置く事を必要とするの孔の周圍に burr 等を有する時は bit の同轉と共に water tube を切り取る事あり。

以上を以て bit に關する極めて大略の説明を終れりとして次に bit steel 及その heat treatment に就て又大略を述べんとす。

十六 Bit steel 及びその Heat treatment

現時普通用ひらるゝ bit steel は殆ど全部炭素鋼にして近時 vanadium steel を bit steel に使用し居る所ある如きも價格の高價なるが爲めに未だに一般に用ひられず、従て又その成績に就ても聞く所なし、又 detachable or replacable bit と稱し bit の先端だけ取かへるものに特種鋼が用ひられ居れどもこれも又一般の實用期には入り居らざる如し。

炭素鋼には炭素の外普通滿俺、硅素、燐、硫黄、及銅等の不純物を含むものなるがこの中の炭素が焼入れには重大なる關係あるものにしてその含有量約 0.45% 位より焼入れ効果を生じ約 0.9% に於て最大なりとす。

鑿岩機用の bit steel としては普通 0.7~0.9% 位の含炭素量のものを用ひ居れり従來は steel の性質も改善されず又焼入れに就ても注意さるゝ事尠なかりし爲めに 0.75% 位を安全に焼入れ得る最大の炭素含有量とせられ居りたれども近時成分に於ても優良のもの次第に出來焼入の方法も次第に研究せられ加之に出來る丈け堅き bit を要求する様になりたるが故に近時は最も焼入効果の大なる 0.9% 位の含炭素鋼即 eutectoid steel を以て最良のものとなすに到れり。

その他の不純物は夫々鐵に種々の性質を與ふる事は世人周知の如し、即 S は

red shortness. P は cold shortness. Mn は hardness と共に brittleness を與ふるがこれ等の不純物は bit steel としては Mn は 0.3% 以下 Si も 0.3% 以下 P 及 S は共に 0.3% 以下を必要とすると稱せらるゝも各種の材料を分析して見る時はかゝるすべての條件を具備するものは極めて尠く Mn 0.5% 以下 P 及 S 0.04% 以下にあれば比較的良好なるものとして可るが如し。

これ等の不純物の中 P 及 S はこの制限を越ゆる事は殆ど稀れなれども Mn は往々にして多くを含むものあり、かゝるものは焼入の際に焼割れを生じ易く脆性を有し使用に堪えざる場合尠なからず。

現時本邦市場にて販賣せられつゝある bit steel も何に印と云ふ如き商標により品質の標準となせる如きもその成分は同一商標のものにても同一ならず、幾分の不同は製造上止むを得ざるも時としては餘りに組成分に不同あるものあり、故に商標の如きは單にその店にて取扱ふ bit steel の品質の上下の標準に過ぎずその組成分によりて定めらるゝものに非ざる如し、従て希望する如き成分の鑿鋼を買入るゝには商標によらずその成分にて限定するの外なし、然れども中々之も困難の事なりとす。

良好なる drill steel としての條件は種々あれども bar 全體に亘りて cold roll せられ居らぬ事、即 inner strain なき事、bar は正しく直線をなし角鋼に於ては相對する面が並行にてその成分は longitudinal にも transversal にも均整にて grain size が uniform にして又 fine なる事、中空鋼に於ては孔は正しく圓形をなし隨圓形になり又は隅角を有せざる事、孔の形が不定なれば焼入れの効果が場所によりて不同を生じ strength も所により異なる事となり break し易し、若し sharp corner があれば焼入れ時はこの所より crack 入り易き也、この孔の大きさも各 steel rod の size につき一定して居るものにして孔の大きさが規定の大きさより少なる steel に於て $1/32''$ 大なるものに於て $1.5/32''$ 以上に不同あるもの、又孔が圓形ならず elliptical の場合にその dia. の差が $1/16''$ 以上あるもの、或は steel の中心と孔の中心が $1/32''$ 以上差あるものは不良のものとする。

又 bit steel 製造の時に hot rolling により一般に steel の周圍及中心孔の周圍に於て幾分の脱炭を起し、炭素量を減ずるを普通とすれども bit steel の周圍の部分は bit を作りて drill する時は極めて重要なる部分になるものなればこの部分の脱炭の甚だしきもの或は相當深所迄脱炭の及べるものは不良也。

又 bit steel 中に不純物凝集の大なるものは bit を作る時にこの部分より forge の際に割れる如き事ある故にこれも又宜しからず。

鍛冶工など steel の良否を比較するにこれを折りてその断面を見てその断面に於ける粒の粗細を見て炭素量の多寡を鑑定するも、この grain size の大小は rolling の時の状態及 rolling を終れる時の温度の差異によりても同一成分のものにてても大小あり標準となすを得ず強ひて断面にて比較せんとすればこれ等を同一の条件の元に充分に焼鈍して然る後にこれを折りて比較するもの也、この場合に於ては細粒のもの程炭素量多く又断面に粘り氣ある如き状態を呈するものは grain 間の粘性強きもの即不純物少なきものにして strength 大なり。

次に bit をその先きを作る事、即 forge する事なるがこれは手にてなすにせよ sharpner を用ひてなすにせよ、必要以上の高温度に熱せざる事大切なる事なりとす、これは bit steel に最初 bit を作る場合と一度用ひたる bit を resharpen する場合とにて仕事に要する時間も大に異なり、又手焼と sharpner を用ひるとによりても又異なる、然れども forging を妨げぬ限り又 forging の終りに於て steel の變態點以下を焼入温度以下にて forge せぬ程度に於て出来る丈け低温度を用ひるを可とす、forging の温度としては 950°C 位を最も適當とすれども必要に應じては 1000°C 位迄は熱するも 1000°C を餘り超ゆる事は努めて避けざるべからざるものにして、かゝる場合には一度にこれをなさず更に焼き直し二度に仕上ぐる方を良しとす。即 forging の温度は forging に要する時間により温度を高低せざるべからざるものなればこの點より見ても forging を短時間ですます sharpner を用ふる事は得策なり。

bit の不良なる事はその部分を過熱するに起因する事非常に多きが故に注意して過熱する事を避け、若しも overheat したる場合はその部分を切り捨て更に新しく bit を作る事を得策とす、即爐中より steel を引き出せる際にその表面より火花を出す如きはすでに welding temperature を過ぎ burning を始め居るものなればかゝるものは必ず切捨て新しき部分に bit を造りなほすべし、shank の forging に於ても同様の注意を要す。

焼入温度は鋼に最も堅き性質を與ふる點即變態點の直上の温度より焼入れをなすを最も良しとなすは明かにして變態點以上高温なる程得たる結果は coarse grain のものなり、この變態點は鋼の炭素含有量の多少によりて幾分宛異なるが

故に bit steel の含有炭素量の多少に従ひて精密に焼入温度を變ずるを可とする
と云ふ人もあれども元來この變態なるものは同一の鋼に於ても heating rate 及
cooling rate の大小に關係あり、急速に熱し又は冷却する時は定まれる所より遙
かに遅れて表はるゝもの也、即 bit steel の熱し方によりて精密に同一の温度にて
變態は表はれず、又含有炭素量によりて變ずる變態の温度も 0.7~0.9% の間にて
は約 5°F 内外に過ぎずしてこの差異よりも熱し方によりて表はる差の方遙かに
多く、又實際 bit steel を熱する時には多數のものも短時間にて熱するものなれ
ば徐々に加熱する如き事は不可能なれば含炭量により熱入温度を調節する事は不
可能にして無意味なり。

要するに焼入温度は變態完了せる温度より約 30°~40°C の上よりするを適當
とする如くにして、變態點の正確に判明せる材料に對しては、それによりて焼入
温度を決定するは勿論なれども、別に變態點の測定をなさざる材料に對しては普
通 bit steel 材料の變態點は 750°~780°F の間に於て完了するものなるが故に
790°~800°F の間を以て bit steel に對する最も適當せる焼入温度として差支へ
なきが如し。

鍛冶工場には一旦焼入温度より遙か高温迄熱したるものを空氣中にて冷却せ
しめ焼入温度冷却するを待ちて後これを水中に入れ焼入れをなすものあれどもこ
れは高温より焼入温度迄靜かに冷却せしむる故に crystal growth の餘裕を與
へ組織は粗なるものを得るが故に、かゝるものは一旦充分に焼入温度以下迄冷却
し更にこれを焼入温度に熱して焼入れをなすべき也、即加熱の途中に於て (rising
temperature) に於て焼入すべきものにして冷却の途中に於て (falling temp.) は不
可なり。

次に焼入れの方法は sharpner にて仕上げた bit をその儘焼入れ水槽内に入れ
る事もあれども (手掘 bit にてはかくするを普通となし居れり) forging を丁度
焼入温度迄繼續ししかもそこで止める様になすは實作業に於ては極めて困難の事
にして多くの場合 quenching temp. より高温にて終り易く、時としては qu-
enching temp. 以下に低下する事あり、即 forging を終れる時の temp. が一定せ
ず従てこれをこの儘焼入れをなせば焼入れ結果の同一なる事を望み難し、故に焼
入れは焼入として一旦 forge したる bit を冷し更に焼入温度迄熱しよく焼入を
なすを得策とす。

この際に bit を熱する furnace が常に焼入温度にある様に保たる、装置ある所にてはよけれども普通の場合爐の温度は焼入温度よりも遙かに高きが故に過熱されぬ様に注意する事を要す、又冷たき bit が急に高熱に觸れぬ様次第に又一様に熱せらるゝ様になす事を必要とす、又炎を出す燃料を用ふる際にはなるべく bit が直接この炎に當る事を避けざればその部分のみ他の部分より早く熱せられ従て他の部分が適當の熱に達する迄に過熱せらるゝ恐れあり、又双先とか wing の如き肉の薄き部分は他の部分よりも早く熱せらるゝ傾向ある故になるべく uniformly に熱せらるゝ様同じ乍ら熱する等注意を怠るべからず。

又多數の bit を焼入れる場合に一時に多數の bit を爐中に入るゝ時は furnace の温度も急に低下し又 bit が焼入温度に達したる際にも爐中に入れたるものゝ中どの物が適當なる温度に達し居るやを知らず、他のものゝ熱するを待つ中にあるものは過熱せらるゝ如き事少なからず、又たとへ皆同一の程度に熱せられ居るにもせよ順次一本宛焼入れをなし行く内に終りのものは過熱せらるゝ事となる場合もあり。

故にかゝる事なき様に焼入るゝべき bit は一旦皆同一の條件に (例へばすべて充分に冷却する如し)揃へおき然る後に順次一本宛爐中に入るゝ如きを良しとす。

焼入の際に熱すべき steel の部分は尖端のみを硬くするものなれば尖端のみを熱して健碎すれば足れり、屢々高温度に熱すれば次第に鋼の質を悪くする故に bit の尖端より約 1" 位の間を焼入温度に熱すれば足れりと云ふ人もあり、又それは良法ならず forging の際には尖端より 1" 以上 3"~4" 迄焼入温度より遙かに高く熱ししかも forging を受けて居らぬ部分が bit の熱せられた部分と熱せられざる部分の境にある故にその部分は自由に冷却し、従て粗粒の組織を有するが故に焼入れの際にこの部分も細粒になる様に grain refining する必要あり、即焼入の際には尠くとも forging の時に熱した部分を覆ひかぶせる位の所迄の長さを焼入温度に熱するを必要とすと云ふ人もあり、これも理論より云ふ時は正當の事なれども果してこの程度迄なすの必要ありや否や疑問なれども bit を使用して bit の破損の位置が丁度その附近に多く起る事多ければ grain refining の必要ありと認めらるゝ故にこの方法を探る事は必ず有益なる事なるべしと信ず。

斯く熱せられたる bit を焼入槽に順次に入るゝものなるがその水槽に種々考案せられ自動的になり居るものもあれども普通は principle として running water

又は agitated water 中に先端より約 $1/2'' \sim 3/4''$ 位を入れて先端を十分に堅く後方は次第に cool して temper せられて soft になる様に焼入るゝ事専ら行はれ居るがこの際に tank 中に十分に冷却する迄放置しおけば完全なれども多数の bit を一時に焼入るゝ時は tank が充滿するが故に順次にこれを取り出すべく餘義なくせらるゝものなるが取出す際に一見冷却せる如くに見えて尙上方は 300°C 位の熱を有する事少なからず、これを焼入れ槽より取り出す時は折角堅く充分焼入れたる先端もこの殘熱の爲め又軟化せらるゝおそれあればかゝる事なき様に別に深き ($6'' \sim 8''$ 位) 水槽を供へ一度この中に入れ十分に冷却したる後に取出す事をよろしとす、焼入れ槽より取出す際の順序は最初に入れたるものよりする事は勿論なりとす、shank は油に焼入るゝものにして焼入温度は bit と同様にてよろしく或はこれより $20^{\circ} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 位高温なるを可とする場合もあり。

shank は bit steel のある限りは用ひらるゝものなれば製作の際にも充分に丁寧を作り焼入れの際にも shank を製作時に熱したる部分を覆ふ位の程度迄熱して即 grain refining をなして油中に焼入す多数の shank の焼入の際は油が熱せられ焼入効果が著しく減ぜらるゝ事あるが故に注意して油を冷却すべし槽中に下に水を入れ上に油を浮すも又この一法なり、かくすれば broken quenching をなす事も出来又油中の dust その他は下の水中に沈む故に時々槽の水を底より抜きこれ等を取去る事を得る也。

次に bit を熱する furnace なるが石炭、コークス、木炭等を使用するを普通とすれども多数の bit を焼く時はコークス、木炭は bit に悪影響を與ふる事は尠なけれども發熱量尠き爲めにこれを用ふる事困難也、石炭は普通の火床にてか又は濕れる粉炭を上より埋め込み下より燃す如き装置の爐で焼くを普通とすれども石炭の質によりては多量の硫黄を含有しこれが鋼に悪影響を及ぼすを以て餘り良好と云ふを得ず。

油を燃料とするものは不純分も尠なく發熱量も大に發熱量の調節も自由に調節出来て多数の bit を比較的短時間にて焼くを得る故に非常に便利なり、燃料費も比較的高價ならず。(一本二錢位)

油爐に於て只爐を適當に熱して bit を焼くものとこの爐中に測熱器を入れ爐の温度そのものを焼入温度以上に昇らぬ様に調節して焼くものとあり前者は注意せざれば過熱し易きおそれあれども後者即測熱器を有するものは爐そのものが焼入

溫度以上にならざるが故に過熱せらるゝおそれなし、然しこのものに於ては過熱するおそれなき代りに未だ焼入溫度に達し居らざるものを取り出すおそれあるを以て焼入溫度にあるや否やを確かむる装置即 magnetic indicator の如きを共に用ふる事を必要とす、この magnetic indicator とは鐵が變態點以上に於ては確性を失ふと云ふ性質を利用して作れるものにして、永久磁石に熱せる bit を近けるのみにて容易に變態點以上なるや否やを知るを得る様に作られ居るもの也、このものを用ひて變態點以上にある事を確かめ前述の furnace を用ひて過熱せらるゝ事を防ぎ始めて完全に出來るわけ也。

然しこの種の爐は溫度の調節が非常に困難にして設備せる所にて中々好成績に使用出來ざる由を聞知せるがこれは furnace が一定の發熱量を出す時にこれに送り込まれる bit の數とか又は bit の溫度が一定せざる爲めに furnace より取られる熱量が不定なる爲めに絶えず furnace の溫度が變化するに非ざるやと想像せらる、故にこの furnace に入るゝ前に一旦 bit を常溫度迄冷却し尙爐中にあるべき時間を決定し常に同じ様に一定の時間に一定の數量の bit を焼く様に、即爐中に feed する bit を const. condition にある様になす事を得れば furnace の溫度の調節も左して困難ならざるべしと想像する也。

最後に折れたる bit 又は短くなりて使用に堪えざる bit を weld して使用する事なるがこの welding は炭素含有量の多き steel 程困難にして bit steel 等は最も困難なるものと考へられ普通行はるゝ方法にてなせる welding にてこの部分より折れ易く有効に使用する事困難也、若しも welding が相當に出來て充分に使用に堪ゆれば bit steel に大なる經濟となるが故にこの方法も充分に研究する價値ありと思はる。

近時米國にて電氣 weld にて非常に簡單にして成績よく welding が出來て居ると云ふ事を聞けり、これ等に就きても充分の研究の價値ありと信ず。(完)