

《実用講座》

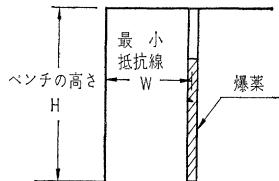
爆 破 6

若 園 吉 一*
伊 藤 忠 五 郎**

3.4 ベンチカット

ベンチ造成をした、おおむね平坦な施工ベンチ上から、ピット径 3 in 程度以上を装置した大型削岩機でベンチに対して垂直なせん孔を行ない、装薬の上爆破を実施して、施工ベンチを逐次下方に移しながら掘削を進める工法である。平坦なベンチ造成が可能であれば一般的にいかなる箇所においても実施可能な工法であるが、このためには爆破後のずりを撤出できる道路を各ベンチごとに設ける必要がある。

図-3.10 ベンチカット工法断面図



(1) 装薬量の計算

図-3.10 に示すようなベンチカット工法の場合の装薬量の計算式は次式で表わされる。

$$L = C \cdot W^2 \cdot H \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\text{あるいは } L = C \cdot W \cdot S \cdot H \dots\dots\dots (3.2)$$

L: 装薬量 (kg)

C: 抗力係数 (岩石係数)

W: 自由面までの最小抵抗線 (m)

S: せん孔間隔 (m)

H: ベンチの高さ (m)

この場合の抗力係数Cの値は、岩石、せん孔径の大きさ、使用爆薬の種類、岩石の破碎の程度などによって一定の値を示すことは非常に困難であるが、一般にC=0.30~0.35程度である。しかし施工にあたってCの値を決定するには、従来のベンチカット爆破の実績と現地における試験発破によって決めるべきである。

* 正員 工博 京都大学工学部

** 正員 工博 鹿島建設KK

う。また装薬はせん孔深さの約 60~70% を行なうようにすべきである。

(2) ベンチの高さ

ベンチカットを実施する際のベンチの高さをいくにするかは、せん孔に使用する削岩機のビット径と爆破後のずりを積み込むショベルの大きさ、現地の地質、地形などの諸条件を考慮して決定すべきである。普通使用されている国産 3 in クローラードリルにおいては、せん孔速度が早く、最も経済的なベンチ高さは 7~8 m 程度であろう。ベンチ高さがさらに高くなるとせん孔時のくり粉の排除が悪く、せん孔時間がいちじるしく長びいて能率が低下する。またベンチ高さ 7~8 m では積込み用ショベルは 1.2 m³ が適応している。削岩機が特に高性能のものか、あるいはさらに大型の場合にはせん孔能力が低下しない範囲でベンチ高さ 15~20 m として施工するが、この場合、積込み用ショベルは 2 m³ 以上のものが望ましい。

(3) せん孔間隔と列数

岩質、使用爆薬などによって異なるが、一般的にはせん孔径 3 in の場合にはせん孔間隔を 2×2~2.5×2.5 m を標準に考えればよい。大口径のせん孔に対しては表-3.2⁹⁾ を参照せられたい。

せん孔列数は、列数が多くなると同一装薬量では後列ほど山が爆破しにくく、また背面の地山にバックブレイクを起こしてつぎのせん孔が困難となるので、特殊な場合を除き一般には 2~3 列が最も経済的である。またせん孔に際しては爆破時に孔底の部分の爆破効果が悪くなるのを防ぐため過せん孔 (下げ越し) を行なわねばならないが、この値についてはベンチ高さの約 10% 程度を見込めばよいであろう。

(4) ベンチカット用爆薬

国産のベンチカット用爆薬については 1.2.5 に示され

表-3.2 各種の岩質について自由面の高さの異なる場合の 6" せん孔のせん孔間隔の目安

| 自由面の高さ (m) | 岩質の種類とせん孔中心間の距離 (m) | | | | | |
|-------------|---------------------|---------------------------|----------------------|--------------|---------|-----------------------------|
| | カゴウ岩 片麻岩 珪 | 石灰岩または 白雲岩 (堅くて厚い層) | 石灰岩 (中位の厚さ) の層 | 石灰岩 (薄い層) | 砂 岩 | 頁 岩 (中位の堅さから やわらかいもの) |
| (7.6) 7.5 | 3.1×3.7 | 3.1×3.7 | 3.7×4.3 | 3.7×4.3 | 3.7×4.3 | 4.6×5.5 |
| (9.2) 9.0 | 3.7×4.3 | 3.7×4.6 | 3.7×4.6 | 3.7×4.9 | 4.0×4.6 | 4.6×5.5 |
| (10.7) 10.5 | 3.7×4.3 | 3.7×4.6 | 4.3×4.9 | 3.7×4.9 | 4.3×5.2 | 4.9×5.5 |
| (12.2) 12.0 | 3.7×4.3 | 3.7×4.9 | 4.3×5.5 | 4.7×5.5 | 4.3×5.5 | 5.2×6.4 |
| (13.7) 13.5 | 4.0×4.6 | 3.7×4.9 | 4.3×5.8 | 4.3×6.1 | 4.6×5.5 | 5.5×6.7 |
| (15.3) 15.0 | 4.3×4.6 | 4.3×5.2 | 4.3×6.1 | 4.3×6.1 | 4.6×6.1 | 5.8×7.3 |
| (16.8) 16.5 | 4.3×4.9 | 4.3×5.5 | 4.6×6.4 | 4.6×6.7 | 4.9×6.1 | 5.8×7.3 |
| (18.3) 18.0 | 4.3×4.9 | 4.6×6.1 | 4.6×6.7 | 4.9×7.6 | 4.9×6.7 | 6.1×7.9 |
| (21.4) 21.0 | 4.6×5.5 | 4.9×6.1 | 4.9×7.0 | 4.9×7.9 | 6.1×7.3 | 6.7×8.2 |
| (24.4) 24.0 | 4.9×6.1 | 5.5×6.7 | 4.9×7.6 | 5.5×8.5 | 5.5×7.6 | 6.1×8.5 |
| (27.4) 27.0 | 4.9×6.4 | 5.5×6.7 | 5.5×7.9 | 5.5×8.8 | 5.5×7.6 | 6.1×8.8 |
| (30.6) 30.0 | 4.9×6.7 | 5.5×7.3 | 6.1×8.5 | 6.1×9.1 | 6.1×9.1 | 6.1×9.1 |
| (36.6) 36.0 | 4.9×7.6 | 6.1×7.6 | 6.1×8.8 | 6.1×9.1 | 6.1×9.1 | 6.1×9.7 |

注: (せん孔間隔×最小抵抗線) ほかのせん孔径に対しては孔徑面積比で増減する。

(例) 4" 径 7.5 m 深さ = 4² ÷ 6² × 3.1 × 3.7 m = 5.17 m² あるいは 2.2 × 2.2 m せん孔間隔

ている。また 1.2.8 に示されたように外国においてはアメリカ、カナダ、スウェーデンなどで軟岩用ベンチカットに ANFO 爆薬が非常に大量に用いられているが、硬岩用には主としてスラリー爆薬 (Slurry; Composition B あるいは TNT 33%, 硝安 57%, 水 10% 粥状) が使われている。降雨量の多いわが国では ANFO 爆薬の使用は困難であり、スラリー爆薬も水孔に対してはあまり有効でなく取り扱い法がはん雑である。上述の国産のベンチカット用爆薬についても水孔に対して特に有効なものが見あたらない。ベンチカット用爆薬としては取り扱いが簡単で、硬岩に有効であり、水孔にも使用でき、経済性のあるものが望ましいが、今後の研究によって解決されねばならぬ問題である。

(5) 装薬方法

ベンチカットの際の装薬方法は Deck Charge と Column Charge とがある。前者は湧水、断層、あるいは粘土層などの存在する場合、爆薬と爆薬の間に填塞物を入れて爆破の際の効果を十分にする装薬法で、おもに高比重の爆薬を使用する。後者は連続装薬をして最後に填塞物をする装薬方法で、おもに低比重の爆薬を用いる。せん孔した孔が水孔となるときは、耐水性でしかも比重の高い爆薬を使用しなければ装薬は困難である。

(6) 点火の方法

多数のせん孔を行なったベンチカットにおいては、爆破の時の点火の方法に二つの方法がある。図-3.11、図-3.12¹⁰⁾ は各孔ごとに MS 電気雷管を用いて多数列発破の例を示したものである。それぞれ中央より左右に連続爆発をおよぼす場合と、列ごとに逐次爆発をおこす場合を示している。図-3.13、図-3.14、図-3.15 は各孔を導爆線でつないで多数列を発破する例である。アメリカにおいて使用されている MS Connector は 5, 9 および 17 m.s. の時差がある。しかしわが国においては、いまだ MS Connector が生産されていないので、各孔

図-3.11 連続爆発を与えるように配列された MS 雷管による多数列発破

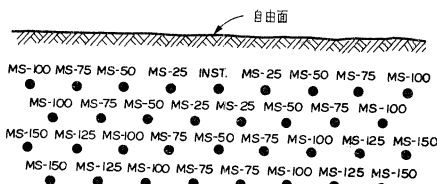


図-3.12 多数列発破の場合の MS 雷管の一般的配列

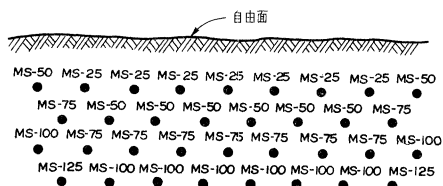


図-3.13 導爆線により一端部から時差をつけて多数列を点火する場合

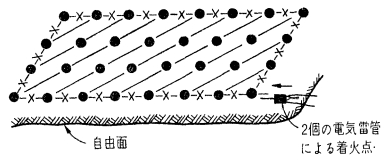


図-3.14 導爆線により中心から時差をつけて多数列を点火する場合

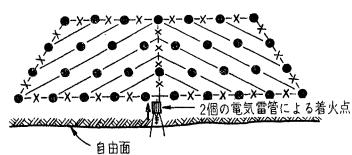
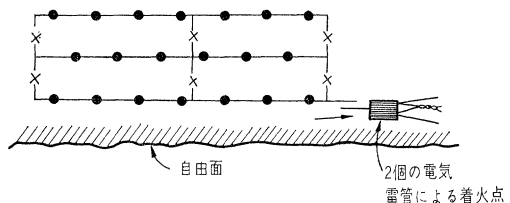


図-3.15 導爆線により列ごとに順次に多数列を発破する場合



を導爆線で結べば同時発破となる。

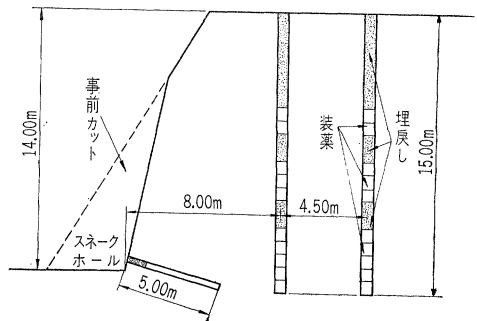
(7) 奥只見ダムにおける施工例¹²⁾

奥只見ダムの原石山においては、インガーソランド社のドリルマスター (DM 2-DHD 325 A) 4台を用いてベンチカットを施工した。同機は 600 cfm のコンプレッサーを搭載する自走式で、ビット径 6 in (15 cm) のダウンホールドリルを装備している。

原石山はカコウ閃緑岩で、掘削総量 1785 000 m³ のうちドリルマスターにて 1115 000 m³ を採取している。最初ベンチ造成のため 300 000 m³ を坑道発破にて掘削したのち、図-3.16 に示すようにベンチカットを施工した。

ベンチの高さは 14 m とし、せん孔間隔を軟岩部で 5 m、硬岩部で 4.5 m の干鳥とした。列数は特殊の場合を除き 2 列を原則とした。最前列から前面までの距離は事前カットを行なって 8 m とし、図示のようにワゴン

図-3.16 6 in せん孔によるベンチカットせん孔配置図



ドリルにより 1.5 m 間隔に深さ 5 m のスネークホールをせん孔して同時発破を行なった。

ベンチカット用爆薬は、TNT と硝安 (AN) を主体として特別に考案された円筒型爆薬を使用した。円筒型爆薬は取り扱い、耐水性を考慮して

- i) 15 m の高さから落しても爆発しない。
- ii) 水深 15 m で 24 時間の耐水性があること(缶体)。
- iii) 導爆線のみで起爆するよう薬包ごとにブースターを取りつける。

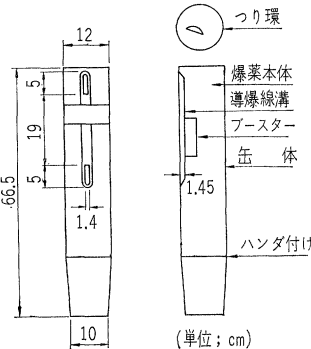
iv) 外装はブリキ板とし、頂部に吊り金具をつける。の条件を満たすものとした。爆薬の本体はアマトール (TNT 20, AN 80) 80%, トリトナール (TNT 80, Al 20) 20% で爆発温度、爆速の高いトリトナールを中央部に、これらの低いアマトールを外周部に溶填した。ブースターは新桐ダイナマイトと CB (TNT 40, RD 60) とを併用し、缶体の導爆線溝に接して缶の内側に設けられた。

図-3.17 は円筒型爆薬を示したものである。この円筒型爆薬は 1 本の重量 10 kg で装薬にはパイプ製三脚と滑車を用いて導爆線溝に導爆線を通しながら吊り込み、各孔の装薬は 3 段の Deck Charge とし上, 中, 下段の装薬の比率を 2 : 3 : 5 とした。底部

に装薬量の多いのは、孔底部の爆破を確実にするためである。孔が荒れて円筒型爆薬が吊り込めない場合には、粒状 TNT 爆薬 (有孔性粒状爆薬) を 20% 計算値より多く装薬した。粒状 TNT 爆薬にはブースターとしてペントライト (TNT 50 g, ペントリット 50 g) を併用している。上記の爆薬は水孔の場合においても装薬が容易である。スネークホールは上記装薬量に関係なく、1 孔当りアンモン爆薬 (TNT 20~40, Al 10~14, AN 60~70, その他 1~2) を 4 kg ずつ装薬した。点火の方法は各孔を列ごとに導爆線で結び、さらに各列を中央の主導爆線に結線して (スネークホールは各孔瞬発電気雷管で結線する) 瞬発電気雷管で同時発破を行なった。

この際注意せねばならぬことは、最初ベンチカットの各列ごとに段差をつけた MS 電気雷管 (30 ms) を使用したが、硬岩部ではカットオフで不発部分を生じたので導爆線点火に変更したことである。このように 1 孔当りの装薬量が多い (平均 100 kg) 硬岩の掘削においては、岩の破碎伝播速度が速いためにカットオフを生ずることに留意する必要がある。奥只見ダム原石山のベンチカッ

図-3.17 ベンチカット用円筒型爆薬



トにおいては、原石を径 600 mm 以下にするため採取原石量の約 16% 程度の小割りを必要としている。なお最盛期の原石採取運搬量は、ショベル 2 m³ × 5 台, 1.5 m³ × 1 台, ブルドーザー D-9~D-8 5 台, 15 t ダンプトラック 45 台を使用して月間約 100 000 m³ であった。

(8) 一ツ瀬ダムにおける施工例¹³⁾

一ツ瀬ダムにおいてはダム サイトと原石山の掘削にガードナーデンバー社のエヤトラックドリル (AT 1 000 型 5 台, AT 3 000 型全自動式 2 台) 7 台を用い、削岩機は DH-123 型、ビット径 3 in (75 mm) にてベンチカットを行なった。ダム サイトは主として砂岩と粘板岩の互層で、掘削量 420 000 m³ のうちベンチカットにて掘削したのは 303 000 m³ である。原石山は硬砂岩と粘板岩とよりなり、掘削量 1 000 000 m³ のうち硬砂岩 650 000 m³ をベンチカットにより採取している。ダム サイトにおいては、ベンチの高さ 12~15 m、せん孔間隔は装薬が薬包を使用する場合には 2.5 × 2.5 m にて千鳥とし、またバラ装薬に対しては 3 × 3 m とした。3 列にせん孔が並ぶ場合、あるいはダム掘削に悪影響のある場合は 2.5 × 2.5 m とし 1 孔当りの装薬量を減少させている。爆薬は TNT フレークあるいは TNT 粒状を用いブースター (300 g) を併用して、60 ms 間隔の MS 電気雷管 1~10 段を使用し、基礎岩盤を損傷せしめないため同一段数の装薬量を 150 kg 以下に制限し、一発破 1 t 程度で施工した。この場合装薬方法は Column Charge である。なおベンチカットによる掘削実績はロッカー ショベル・アイムコ 105 × 3 台, ショベル 1.2~2 m³ × 2 台, ブルドーザー D-9~D-8 × 5 台, D-80 × 2 台, ダンプトラック 15~13.5 t × 12 台, ダンプター 7.5 t × 6 台を使用して、月平均 30 000 m³, 最盛期 47 000 m³ であった。原石山においては、ベンチの高さは 16 m とし、せん孔間隔は風化岩に対して 3 × 3 m, 硬砂岩の場合は 2.5 × 2.5 m, 一般には 2.25 × 2.75 m とし岩質に応じて変化せしめている。またせん孔の列数は 2 列を原則としている。使用爆薬は主として TNT フレークあるいは TNT 粒状とブースターを併用し、装薬方法は Column Charge とした。点火の方法は MS 電気雷管を用い、せん孔列ごとに 30 ms の時差で 2 段に爆破した。

原石山における小割りは、せん孔間隔の大きい場合 15%, せん孔間隔の小さい場合 10% 程度を必要とした。

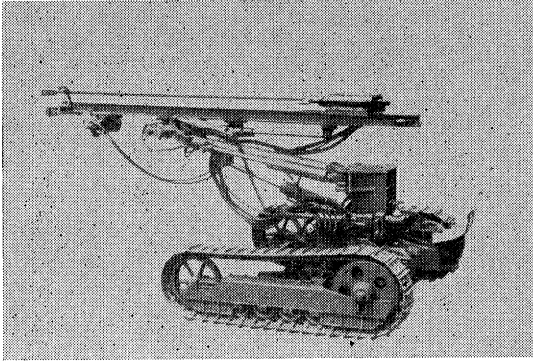
なお、ベンチカットによる原石採取実績はエヤトラックドリル 6 台, ショベル 1.2 m³ × 3 台, ブルドーザー D-9~D-8 × 3 台, ダンプトラック 13.5 t × 8 台を用いて月間平均 33 000 m³, 最盛期 48 000 m³ であった。

上述の二つのベンチカットにおける爆薬の使用量はダム サイト掘削においては 0.32 kg/m³ であり、また原石

表-3.3 クロロラードリル一覽表

| 名 | メーカー | 動力 | 重量 | エアコンプレッサー | ドリル | ロッドまたはパイプ | ビット | フィード形式 | せん孔深 | 取置装置 | 大きさ | 走行 |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------------|--|---|---|---|--|------------------------|--------------|---|--|--|
| コロラードリル CRD-5 型 | 古河産業 | air | 3 600 kg | 空気消費量 12.25 m ³ /min | 795 D-II Rotary Percussion | 32 mm (1 1/8") 六角中空鋼 Rod Change 3.0 m | 70 mm (2 3/4") ~ 88.9 mm (3 1/2") | チェーン フィード | 30.0 m | なし | 全幅 2 200 mm 全長 1 330 mm 全高 2 600 mm | Crawler 自走 速度 0~6 km/hr エアモーター 7.5 ps × 2 |
| CD-3 型 | 東京流機 | air | 3 600 kg | 空気消費量 12.25 m ³ /min | YD-30 S 型 Rotary Percussion | 32 mm (1 1/8") 六角中空鋼 Rod Change 3.0 m | 70 mm (2 3/4") ~ 88.9 mm (3 1/2") | チェーン フィード | 30.0 m | なし | 全幅 2 060 mm 全高 1 400 mm 全長 2 260 mm | Crawler 自走 速度 0~6 km/hr エアモーター 7.5 ps × 2 |
| Air Trac ATD 3100 | Gardner- Denver | air | 8 300 lbs | SP-600 Portable | PR 123 J (4 1/2") Rotary Percussion | 1 700 V Series Hi-Leed Sectional 1 1/2" Hex Drill Rod Rod Change 10' | 3", 3 1/2", 4" | RMCH-10 Chain Feed | 100' | なし | 全幅 7'-2" 全高 8'-2" 全長 2'-9 3/4" | Crawler 自走 Air Motor |
| ATD 3200 | " | air | 9 748 lbs | SP-900 Portable | PR 133 J (5") Rotary Percussion | 1 800 V Series Hi-Leed Sectional 1 1/2" Hex Drill Rod Rod Change 10' | 4", 4 1/2", 5" | RMEH-10 Chain Feed | 100' | なし | 全幅 7'-2" 全高 9'-3" 全長 3'-2" | 同上 |
| Heavy Drill Carrier H D C | " | air | 18 000 lbs | P S-900 Portable | PR 143 J (5 1/2") Rotary Percussion | 2 000 V Series Hi-Leed Sectional 1 1/2" Hex Drill Rod Rod Change 20' | 4 1/2", 5", 5 1/2" | RME I-20 Chain Feed | 100' | Optional | 全幅 9'-2" 全長 13'-11" 全高 4'-8" | Crawler 自走 Air Motor Hyd. Level Jacks |
| Crawl-IR | Ingersoll Rand | air | ①~③ 8 850 lbs ④~⑥ 7 405 lbs ⑦~⑧ 7 000 lbs | DR-600 Rotary を けん引 けん引 | (I) ①~③ ECM 2 (II) ④~⑥ CM 2 (III) ⑦~⑧ CM (I), (II), (III) それぞ れ D-475, D A-45, D-40 の 3 種あり Rotary Percussion | 1 1/4" | 2 1/2" ~ 4" | Chain Feed | 125' | Air-ejector type | | Crawler 自走 速度 6.4 km/hr エアモーター 7.2 HP × 2 |
| Crawlmaster | " | air | 23 000 lbs | DR-600 Rotary を けん引 | ① H CM-D 525 ② H CM-DHD 1060 ③ H CM-DHD 257 Rotary Percussion | ① 1 1/2" Rod Change 5', 10', 20' ②, ③, ④ Rod Change 18', 20' | ① 4", 4 1/2", 5" ② 6", 6 1/2", 7" ③ 4 1/4", 5" | Chain Feed | 600' | Air-jet type | 全幅 10'-6" 全長 32'-8 1/2" 全高 (タワー水平) 全高 (タワー垂直) 33'-7 3/4" (タワー水平) 11'-4 3/8" | Crawler 自走 速度 3.2 km/hr エアモーター 11.4 HP × 2 |
| Drillmaster | " | Diesel or Electric | 36 000 lbs | QM-DR 600 Rotary × 1 台 (Diesel の場合) M-125 (600 cfm) Reciprocating × 1 台 (Electric の場合) 搭載 | ① DM 3-DHD 1060 ② DM 3-DHD 275 Rotary Percussion | ①, ② 4" Rod Change 20', 25', 29' ③ 5" Rod Change 20', 24', 29' | ① 6", 6 1/2", 8" ② 4 3/4", 5", 5 1/2" | Chain Feed | 600' | Precipitating tube blower | 全幅 11'-5" 全長 37'-2" (タワー水平) 全高 (タワー垂直) 38'-5 3/8" (タワー水平) 13'-1 1/2" | Crawler 自走 速度 3.2 km/hr エアモーター |
| Quarrymaster | " | Diesel or Electric | 91 083 lbs | QM-DR 900 × 2 台 (Diesel の場合) QM-ER 900 × 2 台 (Electric の場 合) 搭載 | QM 5-DHD 1090 Rotary Percussion | 7" Rod Change 33'-8", 39'-2", 44' | 9" | Chain Feed | 600' | Air-ejector type | 全幅 18'-10 1/2" 全長 52'-2 3/4" 全高 (タワー水平) 全高 (タワー垂直) 54'-3 1/4" (タワー水平) 21'-3" | Crawler 自走 速度 1.6 km/hr エアモーター |
| Junior Challenger Drill CTM-1 | Joy | air | 4 375 lbs | けん引, 搭載せず | TM-450 Rotary Percussion | 1 3/4" Rod Change 10' | 3 1/2" Tungsten Carbide Bit | Chain Feed | 40' 以上 可能 | なし | 全幅 7'-5 3/4" 全長 8'-9 1/2" 全高 7'-6" 全高 (水平せん孔時) | Crawler 自走 エアモーター |
| Challenger Drill TWM-2 | " | air | 11 000 lbs | 600 cfm けん引 | TM-500 Rotary Percussion | 2" Rod Change 20' | 4 1/2" Tungsten Carbide Bit | Chain Feed | 50' 以上 可能 | Centrifugal impeller type Collector | 全幅 8'-8" 全長 28'-9" 全高 (垂直) 9'-4" (マスト垂直) 28'-9" | Rubber 3 輪 シャシ-装架 Gasoline Engine 7.5 HP 速度 6.4 km/hr |
| TWM-5 | " | air | 11 300 lbs | 600 cfm けん引 | TM-500 Rotary Percussion | 2" Rod Change 20' | 4 1/2" Tungsten Carbide Bit | Chain Feed | 50' 以上 可能 | Centrifugal Collector | 全幅 9'-9 1/2" | 4 輪 Rubber or Crawler エアモーター 自走 |

写真—3.1 クローラードリル CRD-5 型

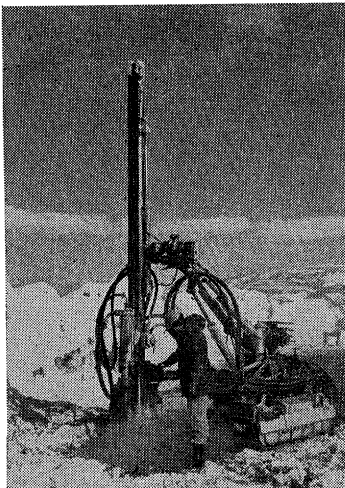


山においては $0.35\sim 0.40 \text{ kg/m}^3$ を要した。このほか原石採取に関しては、 $15\sim 16\%$ の小割りを必要としている。

(9) ベンチ カット用せん孔機械

最近のベンチカット用せん孔機械はすべて自走式のドリルキャリアに大型削岩機を搭載して、きわめて機動性に富んでいる。ベンチカット用削岩機は二種類あって、軟岩のせん孔には回転切削式のロータリードリルが適しており、硬岩のせん孔に対しては回転打撃方式のロータリーパーカッションドリルが最も適している。土木工事に用いられるものは硬岩掘削に使用する場合が多く、主としてロータリーパーカッションドリルが使われている。ロータリードリルは硬岩せん孔に対してはせん孔性能の低下とともに、ビットの損耗が多く運転費が高価となって経済的でない。表—3.3 はわが国とアメリカにおける土木工事に用いられているおもなベンチカット用せん孔機械を表示したものである。土木工事に一般に使用されているのは、ビット径 3 in (75 mm) のクローラードリルであって国産の二種類ともこれに属し (CRD-5 写真—3.1, CD-3 写真—3.2), 10 m 以下の比較的短いせん孔に有効に用いられている。しかし

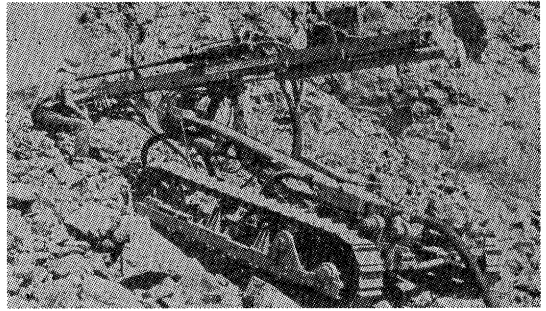
写真—3.2 クローラードリル CD-3 型



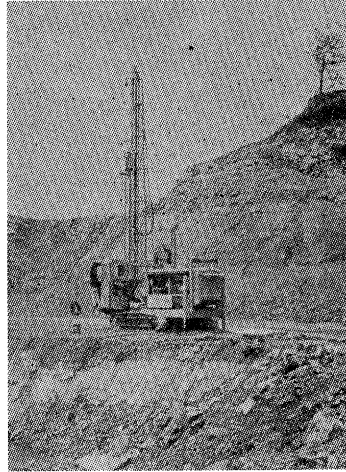
ながら削岩機の性能が外国製品にくらべて十分でなく、施工能率の促進と長せん孔用としては Crawl-IR, Air Trac Drill などの 3 in クローラードリルが輸入せられている。

原石山などの大規模掘削に用いられるビット径 4 in 以上の大孔径削岩機は、Air Trac

写真—3.3 Air Trac Drill (PR 133)



写真—3.4 Drillmaster



Drill (PR 133 写真—3.3), Challenger Drill, Drillmaster (写真—3.4) などがおもに用いられている。将来の大規模掘削現場においては、この形式の機械類の使用がますますさかになることと考えられる。

(10) ベンチカット工法の利点

大型削岩機を装備するベンチカット用機械においては、運転工は小型削岩機を取り扱う坑夫にくらべて一層熟練した労務者を必要とするが、小孔径用、大孔径用とも 2~3 人で運転可能であり、また移動はすべて自走式であるため移動のための機械設備あるいは労力を全く必要としない利点がある。

またベンチカット工法においては、岩質、節理などによって異なるが、一般的には最小抵抗線の取り方、せん孔間隔、装薬方法、装薬量などを適当に定めることによって、爆破後の岩石の大きさを所要の大きさ以下にそろえることが可能であって、粉碎されることもなく、坑道発破のように大塊を生ずることもなく、岩石掘削を目的とする工事においては最もすぐれた工法である。

参 考 文 献

- 9) Ingersol-Rand : Drillmaster, 4179-X5-E6, 1955
- 10) Du Pont : Quarries and Open Pits, Blasters' Handbook, 1958
- 11) Du Pont : Firing with "Primacord", Blasters' Handbook, 1958
- 12) 横尾誠吾・飯笹芳蔵・安 健比古; 奥只見ダムの原石採取工法, 土木施工, 1961 年 5 月号
- 13) 浅田良太・矢野信太郎; 一ツ瀬ダムにおけるベンチカット工法 (1), (2), 土木施工, 1963 年 1 月号, 2 月号

(文責 佐藤忠五郎)