

土木學會第1回年次學術講演會講演

(施工法及隧道之部 No. 3)

青森港に於ける坑道式爆破に就て

(On the Big Blasting by the Drift Method at Aomori Harbour.)

會員 池 田 德 治*

1. 緒論 青森港修築工事は大正4年より大正14年迄縣直營を以て施行したのを第1期と稱する。其の後港勢日を趨つて進展に赴き既設の築港にては頗る狹隘を感ずる様になりし爲に、昭和7年度より同16年度迄10箇年継続とし工費總額3500000円を以て第2期擴張工事、即現在施工中の修築工事を國直營にて行ふこととなつたのである。

元來青森港は陸奥灣の南西の一隅に位し、風浪の害を蒙ること甚しからざるも水深大にして防波堤の位置に於ける水深は18m餘に達し、港内は些の浚渫工事を施工せざるも裕に1萬噸級の繫船岸壁を築造し得る状態である。加ふるに海底地盤概ね泥土なるが故に修築工事に於ける防波堤、岸壁、物揚場護岸等を設置するに要する基礎石材は頗る多量を算し大約700000m³となる。従つて此等石材の採取運搬の單價の多寡は總工事に重大なる關係を有するのである。

然るに幸にも青森港を去る東方海上9000mの地點、東津輕郡野内村大字浦島に存在する石山は先に第1期修築工事に當り石材採取場として縣に於て買收せる石山にして良質の安山岩を以て構成せられ多量の良石材を産出し得るを以て、現在の工事に於ても此の石山を縣より継承し石材採取場と決定することとなつた。此の山は西北面は山勢急にして海岸に迫り直高70mに達する断崖となり、概ね被土僅少にして加ふるに適度の節理を有し所出面は廣濶にして多量の石材採取場としては蓋し好適の石山と考へる。而して山勢急峻にして直立面高き故小規模の爆破作業を継続するは徒に多額の工費を要し寧ろ大規模の坑道式爆破作業によりて石材を採取するを得策とする。故に第1期工事に於ては此の見地より數次の坑道式爆破を施行したが今回も坑道式爆破を施工するに支障となる部分にのみ若干の小爆破を行ふに止め他は専ら大規模の爆破作業によつた。

坑道式爆破は從來も各所に於て施行せられ會員各位の充分知悉せらるゝ處なれば今回は單に青森港に於ける坑道式爆破施行の経過を報告し其の変遷を述ぶるに止め、詳しく統計工費等は希望の方々に後日御送附することとする。

2. 第1期工事に於ける坑道式爆破 爆破に先立ち坑道掘鑿より始む。坑道は其の断面を1.1×1.0mの楕円形と定め坑道内の湧水を考慮しつゝ水平或は1/20内外の上り勾配を附する。此の坑道を掘鑿するには径15mmの八角硬鋼錐を使用する手掘式にして錐孔の深さを0.3~0.4mとしこれに櫻印ダイナマイトを填充して爆破しながら進行するのである。坑道掘鑿費は1m當り約20円を要する。

而して坑道の先端に於て右方或は左方に直角に約3m屈折せしめ終端に藥室を設くるのである。藥室の大きさは普通火藥375kgに對して1.5m³の容積ある木箱を据付け得る程度とする。藥室内には此の木箱を据付けて其

* 内務技師 工学士 内務省青森港修築事務所(昭和12年4月10日講演)

の中に火薬を装填し箱の周囲は乾燥せる砂を以て密充し空隙を防ぐ。

又發火装置としては電氣發火法の外に不發の場合を考慮して普通導火法をも併せて備へた。電氣發火法にては起爆劑としてダイナマイト 2.25~4.50 kg 中に電氣雷管 2~3 個及普通雷管 50~200 個を挿入した。而して電氣雷管にはゴム被覆線を接続して之を延長し坑口外に至らしむるのである。又普通導火法による装置は 3~5 本の導火線を一束に結束し、防濕のために乾燥せる布片を以て厚さ約 3 mm に巻きたる上に幅 12~15 cm に断ちたる油紙を 5~6 重位に巻き、更に其の上層に麻を巻きて結束する。斯して防濕設備を施せる導火線の一端に雷管を取付け之をダイナマイト 0.2~0.5 kg の中に挿入して薬室の火薬内に装備し他端を延長して坑外に至らしむる。

發火装置を完了せる時は薬箱の前部約 0.7 m の間は粗石を積疊し其の空隙には乾燥せる土砂を填充し續てコンクリートを打つ。コンクリートの配合は 1:2:4 にして其の厚さは薬量及坑内周囲の岩質に応じて 1.5~5 m とした。夫れより外部は砂礫を密充して坑口に及ぶのである。坑道埋戻作業終了後コンクリートの硬化期間 3~5 日を待ちて爆破を行つた。

爆薬量算出は次の公式によつた。

$$Q = CL^3, \quad Q: \text{爆薬量 (lb)}, \quad L: \text{最小抵抗線長 (ft)}, \quad C: \text{岩石の抵抗係数にして } 0.05 \sim 0.08.$$

又 2 薬室並發の場合は前式によつて算出せし爆薬量より 1 割を減じ山の中心に近付くに從ひて 1 割の爆薬量を増加した。爆薬は主に黒火薬を使用したれども時によりてダイナマイトを使用した事もある。其の場合には後者は前者に比して 2.5~3 倍の爆碎効率あるものと推定してダイナマイトを使用した時は前式によりて算出せし爆薬量の 4 割とした。

3. 現在施工の坑道式爆破 坑道式爆破を施工するには爆破すべき岩石の断面勾配の急なる程爆碎効率良好なる故豫め直立面を造り置く必要がある。之が爲に爆崩に支障ある前面及側面の根を小爆破によりて拂ひ置き、又崩壊豫定線を想定して其の範囲内にある被覆土は除却し次に坑道延長を測定する。坑道延長は直立面の高さ及岩質節理及斷層の有無等を考慮して次式によりて算出する。

$$L = CH$$

L : 坑道延長 (m)

H : 直立面高 (m)

C : 岩質係数にして 0.45~0.55

とした (図-1 参照)。斯して坑道即本坑の延長を決定すれば其の先端に於て左右兩側に本坑と直角に袖

坑を計畫する。袖坑の断面積は本坑と全く同一にして其の延長は左右等長にして共に本坑の 1/2 とし各袖坑の先端には薬室を設くるのである。猶岩質節理其他周囲の情勢によりて兩袖坑の基部即本坑の先端に補助薬室 1 個

図-1.

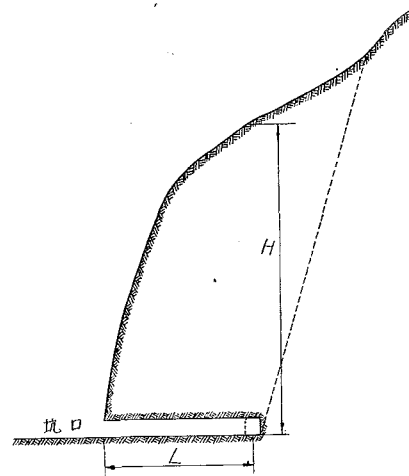
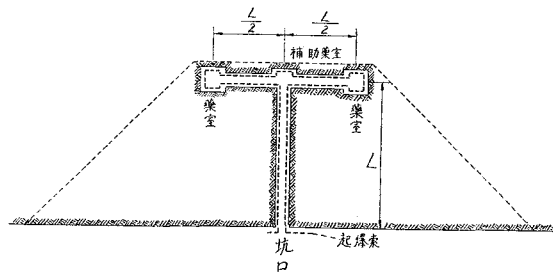


図-2.



を設けることもある(図-2 参照)。

以上の諸準備の完了するを待つて坑道掘鑿に着手する。坑道は坑夫 1 人の作業し得る最小断面積、その標準を 1.0×0.85 m の楕円形とし手掘或は機械掘鑿によつた。本石山は殆ど湧水を認めざるも雨水等による洩水を考慮して水平坑より稍、上向坑を掘鑿した。

手掘に於ては坑夫を晝夜交代制として連続作業せしめ径 20 mm の八角硬鋼錐を鉄槌にて打込み約 0.5 m 深さの錐孔 10 本を掘り櫻印ダイナマイトを装薬し 図-3 に於ける A, B, C の順序に爆碎しながら進行した、1 日の工程は平均 0.5 m にして 1 m 當りの工費約 22 円を要した。

又機械掘に於ては鑿岩機操作の関係より坑道の断面を 1.2×1.0 m と擴大し(図-4)、足尾式鑿岩機 11 號を空氣壓縮機より動力を得て運転し 0.6 m の深さの錐孔 13 本を掘り込櫻印ダイナマイトを装薬し電氣雷管を用ひて同時に爆碎しつゝ進行した。坑夫は當地警察より夜間爆破作業を嚴禁されたる故止むなく晝間 2 交代制とした。錐孔の方向等に種々の方法あるも狹隘なる坑道中の作業なれば鑿岩機を自由なる方向に操作し得ざるため大部分の錐孔は掘鑿断面に殆ど直角である。1 日の工程は平均 1 m にして之に要する工費は約 19 円である。

本坑の掘鑿を終れば次に袖坑を掘鑿する。袖坑の掘鑿順序は本坑と全く同一である。而して兩袖坑の先端には各薬室を設くる。薬室は填充爆薬量によりて其の大きを異にすれども 1.5 m³ を標準として此處にはカーリット 657 kg を填充し得るのである。坑道延長大となる時は坑内の換氣装置を必要とすれども大約 25 m 内外迄は其の必要なきものと考へる。

爆薬量の算出には次式を採用した。

$$Q = CL^3$$

Q: 爆薬量 (kg), L: 最小抵抗線長 (m)

C: 岩石の抵抗係數にして爆破すべき岩石質節理其の他の事情により 0.45~0.3 迄とし爆破の都度に決定することとした

爆薬装填は薬室内に爆薬を填充すべき木箱を掘付くる。之は薬室内の水抜きを考慮して底盤より約 5 cm の高さに掘付け、内部には油紙 5 枚を重ねて敷き木箱の外側の周圍には乾燥せる土砂を密充する。爆薬は坑道式爆破用として 1 個 22 cm³、重量 11.25 kg のカーリットを製作せしめ之を木箱内積重ねる。導爆用としては起爆索を爆薬各層面毎に連続巻き廻らしつゝ順次にカーリットを積み行き最上部には空隙を少なからしむる目的より棒狀カーリットを少量填充して目潰しとする。爆薬装填を終れば木箱の蓋部は油紙 5 枚を以て被ひ外部は亜鉛引鉄板を蓋板とするのである。

起爆索は薬室を出づれば坑内上部に木片或は小鉄棒を打込み置き之に結束しつゝ架け渡し遷延する。而して薬

図-3.

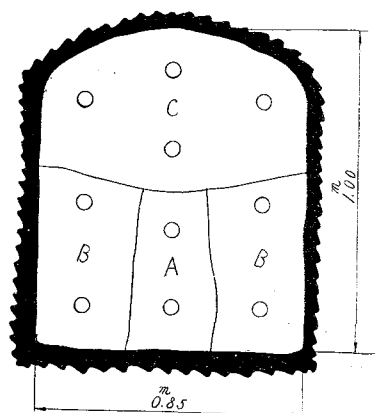
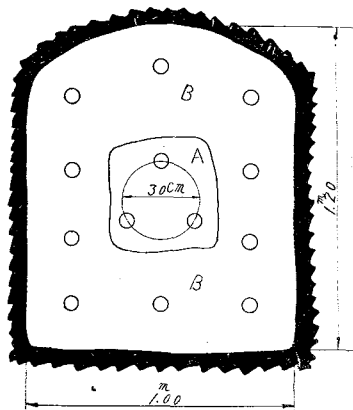


図-4.



室内に雷管及ダイナマイト等を挿入する起爆豫備装置は其の必要がない。

坑道埋戻作業は人夫を坑内適當の間隔に配置して木箱に石屑を入れて手送りにて順次薬室より袖坑、本坑と後退しつつ行ふものにして薬室附近にコンクリート壁を施工する必要はない。唯埋戻作業に際しては坑道上部に架渡しある起爆索を損傷せしめざる様に細心なる注意を要する。このために最も熟練せる工夫を常に埋戻の最前線に置いて嚴重なる監督をなさしめるのである。斯して爆破諸準備完成すれば薬室より坑口迄延長しある左右2條の起爆索に6號

電氣雷管を取付けてゴム被覆鋼線に連結して發電機に導き、爆破に先立ちて電線回路の導通試験を行ひ全部支障なきを確認して始めて發電機と導線を連結し爆破を行ふのである。

最近までに施工せし大爆破に於ては、1回の使用爆薬量は5~9tにして、1回の崩壊石材量は30000~50000m³である。猶本月下旬には爆薬量14tの爆破を施行する豫定である。

図-5.

