

隧道ノ掘鑿ニ就テ (第六卷第四號所載)

會員 工學博士 坂岡末太郎

鶴田工學士ノ本問題ニ關スル講演ハ讀者ヲ益スル極メテ大ニシテ記者モ亦大ニ啓發スル所アリタルヲ多謝スルモノナリトス然レトモ多少質疑ノ點アルヲ以テ重ネテ學士ノ高教ヲ煩ハサントス

壓氣機 (Air compressor)

著者ノ選定セル壓氣機ハینگーそるらんど (Ingersoll-Rand) へるとどらむびんぐ式 (Belt driving) ニシテ之ヲ七十五馬力ノいんだくしょんもーたーニ連結セルカ如シ此點ニ關シ著者ノ教示ヲ仰カントスルノ點ハ機械選擇ノ標準ト其馬力ヲ定メタル標準トニアリ

從來ノ例ヲ見ルニ何等確乎タル標準ナクシテ漫然之ヲ選擇セルモノ多々アルカ如シ事草創ニ屬シ充分之レニ關スル知識ナキ時代ニハ漫然タル決定モ亦止ムヲ得サルモノニシテ深ク咎ム可キニアラサルモ本邦鐵道其他ノ工專用トシテ已ニ幾多壓氣機使用ノ經驗ヲ積メル本邦ノ今日ニアリテハ機械ノ選定ト馬力ノ取定メ等ニ關シテ何物カ據ル可キノ標準ナカルヘカラス著者モ亦必ラスヤ相當ノ理由アリテ之レヲ採擇セルモノト確信スルカ故ニ記者ハ此點ニ關スル著者ノ教示ヲ切望ス記者ハ一般讀者ノ便ヲ計リ次ニ壓氣機ニ關スル二三ノ記事ヲ取り以テ著者ノ高教ヲ仰キ併セテ初學者ノ參考ニ供セントス

壓氣機ノ選擇ニ當リ考究ス可キノ點ハ(第一)如何ナル動力ヲ用フ可キヤ(第二)如何ナル型式ヲ採ル可キヤ(第三)壓力調

整部ハ如何(第四)防熱裝置ハ如何(第五)防濕裝置ハ如何等ニアリテ是等ヲ比較シテ其最モ可ナルモノヲ探擇スルハ工學者ノ正ニ然ル可キノ責任ナリ

動力 著者ハ電氣ヲ發動用ニ採用セルカ如シ動力ノ問題ハ地方的情況ヨリ取定メラル、場合多キヲ常トスルカ故ニ著者モ亦多分其推定ニ漏レサル可シト信スルモ若シ然ラスシテ之ヲ汽力、水力其他ニ比シテ一段ノ利益アル經濟的考點ヨリ取定メタルモノトセハ記者ハ此點ニ關シテ特ニ選定ノ理由ヲ聞カンヲ願フナリ

壓氣機ノ型式 壓氣機ハ之ヲ大別シテ二種トス一ハ直線式 (Straight line type) ニミチ一ハ複式型 (Duplex type) トス是等ハ何レモ單期式 (Single-stage type) ト多期式 (Multi-stage type) トアリテ夫レ夫レ利害得失ノ相伴フモノナルハ何人モ知悉スル所ナルモ近時ノ大勢ハ短期間使用スルモノ、外ハ皆複式ヲ賞用スルニ似タリ著者ノ用ヒタル機械ハ何型ニシテ何期式ノモノナルヤ不知又其探擇ノ標準ハ何レノ點ニアルヤ之レカ教示ヲ乞フたるびん式壓氣機 (Twin-compressor) ハ近來所々ノ礦山ニ用ヒラル、ニ至リ大規模ノ送氣ヲ要スル場合ニハ大ニ此種ヲ推獎スルニ至レリ若シ著者ノ用ヒタルモノニシテ此型式ナリトセハ記者ハ一層其利害ノ説明ヲ聞カント欲スルナリ

壓力調整 壓力ノ調整法ハ之レニ使用セル動力ト型式トニヨリテ一々異ナルハ勿論ニシテ錐 (Drill) ノ所要氣量ノ如何ヲ論セス安全弁 (Safety valve) ヨリ逃去スル氣量ノ極少ナルテフ要件ハ此種機械ヲ選擇スルノ重要考點ナルノミナラス動力ヲ選定スルノ一大要件トナル蒸汽ヲ動力トスル場合ニテハ直線式壓氣機ハ全壓力ノ四十ぱーせんと以下ニ之ヲ調整スル困難ナルカ故ニ運轉上經濟的ナル能ハサルモ複式ニテハ全然此種ノ惧ナク自由ニ其壓力ヲ加減スルノ利大ナリトス若シ又水力ヲ以テ發動原力トセハ單ニ水ノ出口 (Nozzle) ヲ向ケ換フルニヨリテ其變ニ應シ得ルカ故ニ此種ノ惧最少ナリ然レトモ電氣ヲ動力トスルトキハ壓氣機ノたるびん式ナラサル限りハ即チ作用往返的 (Reciprocating) ナル限りハ其速度力モ亦一定不變ナルカ故ニ空氣ノ浪費ハ到底之ヲ免ル、能ハサルナリ此變ヲ防クカ爲メニあんろーだー (Throttle) ヲ工夫スルニ至レリ著者ノ使用セルあんろーだーノ構造及其實績ハ如何(若シアリトセハ) 若シナシトセハ此點ニ關スル調

整ハ如何ニ之ヲ處理セシヤ敢テ教示ヲ乞フ若シ又著者ノ電氣ヲ動力ニ使用セシ理由ハ此壓力調整點ヲ考ヘタルカ故ナリトセハ記者ハ一層詳細ナル説明ヲ此點ニ與ヘンコトヲ切望スルナリ

防熱法 防熱法ノ如何モ亦機械選定ノ際考察ヲ要スルナリ空氣ノ壓搾ヨリ起ル熱ハ壓力ノ損失ヲ來シ若シクハ又氣筒(Cylinder)内ノ揮發物ヲ揮發スルヲ以テ筒内ニ爆發ヲ起スノ危險ヲ醸スコトアリテ此熱ヲ防クカ爲メニ種々ノ工夫ヲ加フルニ至レリ單ニ防熱ノ點ヨリ論スレハ單期式(Single-stage type)ヨリハ複期式(Multi-stage type)安全ナルハ一般ノ承認スル所ナルモ壓力ノ八十听以下ナルトキハ此問題ハ左迄顧慮スルノ必要ナク唯八十听以上ノ壓力ヲ要スル場合ニノミ此點ヲ考フルノ必要アルヲ以テ八十听以下ニテハ矢張り一般ニ單期式ヲ實用スルニ似タリ知ラス著者ノ用ヒタルモノハ如何ナリシヤ若シ又冷却裝置(Cooler)ヲ用ヒタリトセハ其裝置ハ如何之レカ説明ヲ仰ク

防濕法 氣内ニ含マレタル濕氣ヲ除去セサレハ寒天ニハ水分ハ管内ニ凍結シテ若シクハ凝結シテ空氣ノ流通ヲ妨ケ又ハ梗塞スルカ故ニ防濕上ノ裝置モ亦是非共之ヲ考フルノ必要アリ著者ノ機械ニ若シ此裝置アリタリトセハ此裝置ノ説明ヲモ併セテ聞カント欲スルナリ

著者ハ動力ヲ七十五馬力ト選定セルカ如シ知ラス其七十五馬力ト取定メタル理由ハ如何記者ハ壓氣機使用ノ經驗ナシ從ツテ自己ノ經驗ヨリ之ヲ論議スルノ材料ヲ有セサルモ平素ノ見聞調査上ヨリ之ヲ觀テ氣量ト馬力トノ間ニ一定ノ關係アルカ如ク確信スルモノナリ。くす氏(E. A. Rix)ハ壓氣雜誌(Compressed air Magazine, June, 1906, p. 4894)ニ論述セル所ニヨレハ毎分百立方呎ノ空氣ヲ九十听乃至九十五听ニ壓搾スルニハ二十馬力内外ニテ可ナリト論述セリ若シ此記事ヲシテ信ナリトセハ著者ノ場合ニハ毎分三百立方呎以上ノ空氣ヲ要スルモノトナル三百立方呎以上ハ果シテ實際所要ノ氣量ナリシヤ否ヤ著者若シ此點ニ關スル調査アラハ氣量ト馬力トノ關係ヲ明示セル統計ヲ與ヘラレンコトヲ希望シ同時ニりくす氏ノ提言ト著者ノ經驗トヲ對比セラレンコトヲ望ムヤ切ナリ

馬力ハ正シク所要ト一致スル様取定ムルハ必シモ當ヲ得タルモノニアラス即チ假リニ二十馬力ヲ是非必要ナル馬力ト

セハ實際上之ヲ倍シテ四十馬力位ノ機械ヲ取ルトスルモ決シテ不當ナル選定ニアラサルナリ然モ無暗ニ所要以上ニ大ナル機械ヲ採ルアラハ之レ亦決シテ正當ナル選定ト稱スル能ハサルナリ經濟上ヨリ之ヲ觀レハ一層其然ルヲ知ル

鑿ノ燒方

著者ハ「機械ノ選定ヤ何カヨリモ一番肝心ナモノハ鑿ノ燒方テアル云々」ト唱道セリ然リ燒方ノ必要ナルハ固ヨリニシテ從來ノ工事監督者ハ此點ニ充分ノ注意ヲ拂ハサリシハ一大失點ト考ヒタルカ故ニ記者ハ本誌第一卷第六號ニ於テ已ニ世人ノ注意ヲ喚起セリ然レトモ記者ハ未タ如何ニセハ最良ノ結果ヲ錐刃燒方ニ得可キヤニ就テハ自己ノ經驗ヨリ之ヲ述フルノ材料ナキニヨリ單ニさるすとん氏ノ言ヲ引キテ以テ世上ノ參考ニ供セルニ過キサリシナリ然ルヲ今ヤ著者ノ講演ニ之ヲ見ルニ「理想通りノ實行」云々ノ言句アリ此言句ヨリセハ著者ハ燒方ニ關シ或ル理想ヲ懷抱スルハ明カナリ此理想コソ吾人ノ平素聞カント欲スル所ノモノニシテ其之ヲ實行スルノ困難如何ハ之ヲ問フヲ要セサルナリ著者願クハ其理想ヲ公表シテ以テ世人ノ蒙ヲ啓發スルノ舉ニ出テンコトヲ望ム

記者ハ此問題ハ極メテ重大ナリト信スルカ故ニ次ニざれと氏ノ提供セル方法ヲ抄譯シテ以テ世上ノ參考ニ供ス可シ英文ヲ解シ得ル讀者ハざれと氏「岩石掘鑿必携」(Gillette-Handbook of Rock excavation, 1916)ヲ參照セラレンコトヲ望ム

錐刃ヲ熱スルニ當リ次ノ條件ハ必要ナリ(一)熱灼ハ余マリ長時間ニ亘ルナカル可ク又櫻赤色以上ニ熱セサルコト(二)空氣ノ吹付ハ強過クルナク又錐ノ一部ニノミ余分ノ熱灼ヲ加フルナキヲ期スルコト(三)刃及錐體ノ一部ヲハ能ク石炭又ハ木炭内ニ入レ置ク可ク決シテ熱セル灰滓ノ薄層内ニ置カサルコト(四)錐ヲハ熱灼中絶ヘス回轉スルコト

此方法ヲ嚴守シテ先ツ刃ノ形狀ヲ作り次ニ燒ヲ入ル、カ爲メニ切刃近ヲ再ヒ熱灼シ櫻赤色ニ至ルヲ待ツテ一瞬間之ヲ水ニ入レテ幾分之ヲ冷却シ次ニ其滓ヲ取除クカ爲メニ石材又ハ砂板 (Sand board) ニ之ヲ擦リ付ケ以テ工場ノ暗隅ニ於テ容易ニ之レカ色ヲ認メ得可カラシム光線ハ北側ヨリ工場ニ入ル様裝置ス可シ錐ノ冷却ニシテ均等ナルトキハ能ク切刃ニ平行スル色ヲ認メ得可キモ若シ然ラスシテ色ノ進程切刃ノ一方ト他方トニ差異アルトキハ其進ミタル方面ヲ水

中ニ入ル可シ此方法ヲ繰返セハ遂ニ色ハ切刃ニ平行スルニ至ルナリ夫レヨリ刃ヲ熟視シ葉色ニ至ルヲ待ツテ其先端ノ幾分ヲ水中ニ入レテ之ヲ前後ニ振り蒸氣ノ出テサルニ至リテ止ム次ニ之ヲ冷却槽ニ投入シ置ク可シ冷却槽ニハ充分ノ水量アリテ之レヲ投入スルモ決シテ水温ノ變化ヲ來スコトナキヲ要スルナリ槽水ハ普通鹽水ニシテ鹽ノ一こゝるとヲ水ノ十こゝるとニ溶カシタルモノタル可シ又レド油 (Rape-seed oil) 溶脂 (Tallow) こゝるたー (Coal tar) ヲ用フルモアリ鹽水ハ錐刃ヲ冷スコト最モ速カニシテこゝるたーハ最モ緩ナリ云々

錐刃ノ角度ニ關シテハざれつと (Gillotte) 氏ニヨレハ錐刃ノ中心ヲ尖ラスヲ推奨セリ即ハチ高心刃 (High centre bit) ヲ推奨セリ其説ニ曰ハク角刃 (Square bit) ニテ穿孔スルトキハ岩質ト岩面ノ形狀トニヨリ多少差異アルモ先ツ刃ハ刃ノ中央點ニ回轉スルノ代リニ刃ノ縁邊ニテ回轉スルノ傾向アリ其結果ハ刃ノ縁邊ヲ破損スルカ又ハ孔ノ口付ケニ非常ノ困難ヲ來スカ若シクハ兩者ヲ兼ヌルノ不利アリテ高心刃ニテハ其心部ハ先ツ岩石ヲ撃チ次イテ其中心ニ回轉スルニ至ルカ故ニ孔ノ口付ケニ何等ノ困難ナク何等時間ノ浪費ナキナリ尙他ノ利トスル所ハ錐刃ハ角刃ヨリハ長持スルノ點ニアリテ角刃ニテハ刃ノ縁邊ハ切付作用ヲナス大ナルカ故ニ第一ニ磨損シ又ハ鈍フルニ至ルモ高心刃ニテハ切付作用ハ全部ニ均配セラル、カ故ニ破損モ亦割合ニ少ナキナリ云々ト同氏ハ鎚式錐刃 (Hammer drill) ニ關シテハ一層此事實ヲ確認セルカ如シ著者ノ此點ニ關スル理想ハ知ラス何レニアリヤ

錐刃ノ角度ニ關シテハざれつと氏ハ略九十度ヲ推奨セリ其説ニ曰ハク錐刃ノ銳角ナルハ岩石切碎ニ利アルカ如ク思惟スルハ一般ナルモ決シテ然ラサルナリ刃ノ銳ナルトキハ刃ノ回轉ノ際出遭ノ所ノ障礙物ニ打勝ツニ極メテ纖弱ニシテ鈍ナル程頑強ナリ即チ銳刃ハ障礙ニ遇フテ折レ又ハ破損スルモノニシテ若シ回轉作用ヲ一瞬ノ短キ時間ト雖モ之ヲ休止スルトキハ鎚ハ斷ヘス其打撃作用ヲ繰返スカ故ニ刃ハ益々深入シ錐刃ノ回轉ハ益々大ナル抗力ヲ受ク又鈍刃ヲ用ユルノ他ノ利點ハ鈍刃ニテハ堅キ燒ヲ入ル、際ニモ之ヲ折ルノ憂ナキニアリテ此點ハ岩石ノ切碎上極メテ緊要ナル條件ナリ云々ト記者ハ自己ノ經驗ヲ記述スルノ材料ナキヲ以テ若シ此點ニ關スル著者ノ理想アラハ幸ニ高教ヲ吝ム勿レ

鑽孔ノ進程

著者ノ經驗ニヨレハ一本三尺五寸ノ孔ヲ掘ルニ平均二十五分ヲ要シ即チ毎分ニ對スル進工ハ一・七吋ナルカ如シ元來穿孔ノ進程ハ色々ノ原因ニヨリテ支配セラル、カ爲メニ之レカ進工ノ遲速ヲ比較スルハ極メテ困難ナル問題ナルモ重ナルモノハ岩質、氣壓、錐徑ナルカ如シ著者ハ岩質及其硬度 (Hardness) ニ就テ何等述フルナク其氣壓ニ付テモ亦何等記スルナキヲ以テ之ヲ他例ニ比較スルハ何等意義ヲナサ、ルカ如シト雖モ之ヲ外國ノ例ニ徴シテ本邦鑽孔家ノ參考ニ供スルハ強チ無用ニアラサル可シト信スルカ故ニ次ニ讀者ノ便ヲ計リテ一言蛇足ヲ加フ可シ

諸家	錐徑	岩質	下記(每分)ニ對スル一時間ノ進工(吋)				
			80-70	70-60	60-50	50-40	40-35
Carpenter	3/4"	花崗岩	1.3	1.1	1.0	0.6	0.5
Dooharty	3/4"	"	1.48	1.1	0.98	0.54	0.44

著者ニヨレハ毎分ノ進工ハ一・七吋ニシテ此表ニヨレハ一・三吋乃至一・四八吋ヲ最大トスルカ故ニ本邦ノ例ハ外國ノ例ヨリ其成績優良ナルカ如シト雖モ著者ノ場合ニテハ錐徑ハ八分ノ七吋ニシテ本例ハ三吋錐徑ナルカ故ニ此點ニ於テ雲泥ノ差アリ從來ノ經驗ニヨレハ一定時間ニ對スル鑽孔程ハ孔積ト逆比例スルモノナリテフ結論ハ誤リナキモノト認メラルルカ故ニ假リニ之ヲ許容スルモノトセハ八分ノ七吋錐徑ト三吋錐徑トノ進工程ハ約 0.17:1.3-1.48 トナリ即チ七分ノ一乃至八分ノ一ノ進工トナリ四十乃至三十五呎内外ノ壓力ノ場合ト比スルモ尙約三分ノ一ノ進工トナル是レ豈本邦鑽孔家ノ一大警醒ヲ促ス可キノ點ニアラサルカ

以上表示ノ場合ニテハ一定時間ヲ限リ試驗的ニ施工セルモノナレハ固ヨリ之ヲ普通施工ノ場合ト見做ス能ハサルハ勿論ニシテ實際ノ場合ニテハ之ヨリ工程ノ低下スルハ固ヨリナルモ甚ダシキ大低下ヲ見サルコトモ亦推定スルニ難カラサルヲ以テ先ツ本邦鑽孔家ノ未タ至ラサル所アルハ不可争ノ事實ナルカ如ク思ハル、ナリ

錐孔徑ノ如何ニヨリ其功程ニ差違アルノ事實ニ關シ左ニ一二ノ例ヲ擧ケテ以テ讀者ノ參考ニ供ス可シ

Carper and Doeharty 氏ニヨリハ次表ノ如シ

氣 壓 (呎)	80-71	71-67	60-52	50-44	
錐 徑 (吋)	2 $\frac{1}{8}$	2	2 $\frac{3}{8}$	2 $\frac{3}{8}$	
運轉時間 (分)	3.08	1.02	9.25	6.83	
毎分進工 (吋)	2.19	3.31	1.31	0.95	
氣 壓 (呎)	80-70	70-60	60-50	50-40	40-37
錐 徑 (吋)	3 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{8}$	3	3	3
運轉時間 (分)	8.75	8.0	10.25	13.67	5.08
毎分進工 (吋)	1.08	30.64	0.69	0.56	0.51

以上ヨリ之ヲ見レハ壓力ノ減少スルニ從ヒ工程ノ減少スルハ明カニシテ又同一壓力ノ場合ニテハ錐徑ノ大ナルニ從ヒ進工ノ減少スルノ事實モ亦明カナリトス

注 氣 錐 (Air jet drill)

著者ハぢやっくはんま一注氣式錐ヲ用ヒタルカ如シ隧道全長ヲ通シテ之ヲ用ヒタルヤ否ヤハ著者ノ與ヘタル記事中心ヨリ之ヲ知ル能ハスト雖少クモ其一部分ニ之ヲ用ヒタカ如シ著者ノ此式ヲ擇ヒタルハ何ニカ特別ノ理由アリヤ勿論此式ニテハ岩石ノ粉末ハ發生次第直ニ吹飛サル、カ故ニ孔ハ常ニ清潔ニシテ錐刃ハ粉末又ハ細片ヲ叩クノ徒勞ナキカ故ニ進工ノ比較的顯著ナルノ利アルハ明カナルモ此目的ヲ達スルニハ必シモ注氣式ニヨルヲ要セサルナリ注水式 (Water jet) 又ハ注氣注水結合式 (Air jet and water jet combined) ニテモ充分此目的ヲ達シ得ルハ從來ノ例證多々アルヲ信ス注水式ニテハ何等塵埃ノ坑中ニ生スルナク且ツ水ハ常ニ錐刃ヲ冷スヲ以テ能ク刃ノ燒キヲ長持セシムルノ利モアリテ從ツテ錐ノ燒直シヲ減スルコトモ亦大ナリトス塵埃ノ著シク坑内ニ發生スルハ工夫ノ衛生上重大事件ニシテ長隧道ニテハ一層此點

ニ注意スルノ必要アリ故ヲ以テ米國ノ或ル洲ニテハ法律ヲ以テ之レカ使用ヲ禁セシモノアリト云フ知ラス著者ノ此點ニ關スル高見ハ如何

研錐機 (Sharpening)

錐ヲ研クノ數多キニ從ヒ到底人力ノミニテ之レニ應スル能ハサルカ故ニ研錐機ヲ以テ此繁劇ニ應セサルヘカラサルハ明カニシテ著者ノ本機ヲ使用セルハ其計畫宜シキヲ得タルモノト謂フヲ妨ケス而シテ著者ノ所謂一日ニ六百本ノ燒直シヲ要シ平均三百本以上ノ研方ヲ要スルカ如キニ至テハ豈能ク此機ノ使用ナクシテ燒方ノ經濟ヲ期スルヲ得ンヤ然レトモ之ヲ外國ノ例ニ比スルニ其研數ニ大差アルカ如キヲ覺フルカ故ニ此點ニ關シ記者ハ今一應著者ノ高見ヲ聞カンヲ願フモノトスすこゝと (W. G. Scott) 氏ニモシハ増徑 (Upsizing) エト研工 (Sharpening) トヲ平均シテ一時間五十本ナリトセリ (一ノ新錐ヲ作ルニハ15分時ヲ要シ一時間ニハ六十本以上ヲ研クヲ得キモ全時間ニ平均シテ一時間五十本トセリ) 若シ之レト同一ノ能率アルモノトセハ最大燒直六百本ニ對シテサヘ唯十二時間ヲ要スルコト、ナリ即チ一晝夜ニ要スル錐ヲ燒クニ單ニ十二時間ニテ足ルコト、ナル然ラハ則チ本器ニ臺ノ設備ハ必シモ必要ニアラスシテ一臺ニテモ可ナルカ如ク思ハル、ナリ此點ニ關シテモ著者ノ高見ヲ伺度キモノナリ

屑出シ機械

著者ノ米國ニテ購求セルあるむすとりんぐしよぶるろーだー機ハ記者ニハ初耳ニシテ至極便利ナル機械ノ如ク見ユ著者ニシテ若シ之レカ構造作業法ノ説明ヲ與フルアラハ讀者ノ益スル多大ナルヲ信スルナリ又詳細ナル説明ヲ與フル能ハサル場合ニハ切メテハ此機ノ寫眞ニテモ本誌ニ掲載アラシヲ望ムモノナリ (完)