

新庄線隧道工事

討議 土木學會誌 第二卷第二號 大正五年四月

工學士 坂岡末太郎

著者ハ本工事ニ關スル詳細ナル報告ヲ發表シ以テ新庄線隧道工事ノ模様及施工法ノ如何ヲ詳細ニ記述セルハ本邦隧道工事ニ關スル貢獻多大ニシテ獨リ初學者ノ好指南タルノミナラス將來此種ノ工事ニ従事スルモノ、好參考物タルハ何人モ疑ハサル所記者ハ深ク著者ノ勞ヲ多トスルモノニシテ尙今後モ一工事一事業ノ完了毎ニ必ラス本誌ニ掲載シ以テ永ク且ツ廣ク斯業者ヲ利セラレンコトヲ希望ニ堪ヘサルナリ

然リト雖モ之ヲ通讀スルニ多少疑問ノナキニシモアラサルヲ以テ記者ハ茲ニ之ヲ掲記シ一ハ以テ著者ノ高見ヲ叩キ一ハ以テ記者ノ思惟スル所ヲ附記シテ以テ普ク世上ノ參考ニ供シ併セテ著者又ハ大方ノ教示ヲ仰カント欲スルナリ

(一) 覆工ノ厚サ

著者ノ所謂覆工トハ英語ノ所謂らいにんぐ (Lining) ヲ意味スルモノナルヲ想定シ得可キヲ以テ記者モ亦此意義ナリト想定シテ之ヲ論ス可シ

著者ハ曰ハク覆工ノ厚サヲ定ムルニ計算ニ依ラスシテ現場地質ニ應シ從來ノ經驗ニヨリテ判斷セリ云々ト然リ記者モ亦一々計算ヨリ之ヲ定ムルノ必スシモ信賴スルニ足ルノ結果ヲ來スモノ

ト認ムルモノニアラサルナリ是レ則ハチ(イ)地質ノ状態ヲ確知スル能ハサルト(ロ)外力ノ加ハル方
 向不明ナルト(ハ)外力ヲ起ス可キ土量ノ不明ナルトニ歸スルモノナレハ此三者ニシテ充分明瞭ナ
 ラサルニ單ニ假定ヲ基礎トシテ計算セリトテ何等信據スルニ足ラサルハ固ヨリナリト雖モ之レ
 カ不明ナルノ故ヲ以テ永久之ヲ不問ニ附ス可キモノニアラス多少書ヲ讀ンテ文字ヲ知レルモノ
 ハ單ニ實地テフ空漠タル觀念ニ驅ラレテ進退ス可キニアラサレハ其現今ニ至ル迄ニ提供セラレ
 タル諸公式若シクハ諸定理ヲ應用シテ之レヲ計算シ一ハ以テ之レカ實地上ノ檢算用トシ一ハ以
 テ將來ノ工事監督者設計者ノ指導トナシ學理ト實地トヲ調和セシムルヲ努ムルハ是レ斯業ニ從
 事スル者ノ當然ノ義務ナリト思惟ス著者ノ所謂現場地質ニ應シ從來ノ經驗ヨリ判斷シ云々トア
 ルノミニテハ所謂實地上ノ經驗ニ富メルモノ、ミ之ヲ成シ得可ク經驗ナク若シクハ之レニ乏シ
 キモノニ取リテ全然此種ノ工事ヲ擔當シ設計スル能ハサルモノトナル記者ノ望ム所ノモノハ一
 人ノ經驗ヲシテ廣ク萬人ノ經驗タラシムルニアリ廣ク萬人ノ經驗タラシムルニハ其擔當セル工
 事ノ模様ヲ詳シク記述シテ之ヲ讀者ニ紹介スルニアリ著者ニシテ若シ各地地質ニ對スル覆工厚ノ
 例ヲ從來ニ採レリトセハ即ハチ從來ノ本邦隧道工事ニ關スル諸般ノ例ヲ標準トシテ之レカ覆工
 ノ厚サヲ定メタリトセハ著者ハ是等ノ諸例ヲ表示スルコト恰カモ記者ノ後節ニ述ヘタルふれり
 に一氏ノ與ヘタル表ノ如クニ調製シ以テ之ヲ發表セラレンコトヲ切望ス又各土質ノ一立方呎ノ
 重量及其土質ノ靜止角 (Angle of repose) ハ各地地質ニ對スル覆工ノ厚サヲ定ムルノ標準トナルヲ以
 テ之レカ調査アラハ併セテ之ヲ舉示セラレンコトヲ望ム

記者ハ此機ヲ利用シテ隧道ノ土壓ニ關スル諸家ノ說ヲ掲記シ尙一二ノ公式及實例ヲ舉示シテ讀
 者ノ參考ニ供ス可シ

隧道土壓ノ研究ニ關シテハ三十有餘年以前ヨリ諸家ノ盡瘁セル所ナリ然レトモ未タ確固不拔ノ

原理ニ違セサルコソ遺憾ナレかるまん氏 (Culmann) ニヨレハ土壓ハ隧道ノ拱部ニ最大ニシテ土壓ノ強度ハ覆土ノ深サト土ノ粘着力トニヨリテ大小スルモノナリトシりたー氏 (Ritter) ハ之レニ反シテ隧道ノ拱壓ハ覆土ノ深サニ無關係ナリ覆土中眞ニ拱壓ヲ來スモノハ拱上ニ横ハル半拋物線 (Semiparabola) 内ニアル一部ノ土量ノミ其他ハ全然壓力ト無關係ナリ而シテ其掘鑿幅ノ大ナルニ從ヒ其拋物線ノ擴カルヲ以テ結局土壓ハ覆土深ノ函數ニアラスシテ掘鑿幅ノ函數ナリ云々ト論シハスむ氏 (Heim) ハ亦拱側壁及底ニ働ク土壓ハ靜水的作用力 (Hydrostatic pressure) ト同一ニ働クナリ唯其異ナルノ點ハ土ハ粘着力ト摩擦力ト有スルカ故ニ其作用緩慢ニシテ水ノ如ク直接ナラサルノ點ニアルノミ云々ト論セルモ記者ノ見ル所ヲ以テセハ何レモ皆一斑ノ眞理ヲ含ミテ何レモ皆全斑ノ眞理ヲ含マサルモノトス何トナレハ地質ノ情態ニヨリテ一々其壓力ヲ異ニスレハナリ地質ノ性況ニヨリ覆土ノ全深ハ壓力ヲ來スアリ或ハ單ニ極メテ少深ノ土量ノミ影響ヲ與フルアリ或ハ全然水ト同一ノ情況ニテ働クアリ要ハ其場合ニヨリテ一々其壓力ヲ異ニスルモノニシテ何レノ場合ヲ問ハス必ラス一定ノ法則ニ從ツテ之レカ壓力ヲ來スト論スルカ如キハ全然誤謬ナリトス此點ニ關シテハ記者ハ他日機ヲ見テ詳論スル所アラン

理論的ノ計算ハ必シモ實際ト符合セサル所以ノモノハ理論ノ未タ至ラサル所アレハナリ何等ノ假想ナクシテ理論ヲ打建ツル能ハサレハナリ是レ理論ノ過レルニアラス未タ研究ノ盡サハルニ歸スルナリ然リト雖モ未タ盡サハルノ故ヲ以テ穴勝之ヲ排斥ス可キニアラス能ク實地ト對照シテ之ヲ訂正シ改良セハ遠ニハ不易ノ眞理ヲ求ムルニ難カシサル可キヲ信ス吾人ノ次ニ述フル所ノモノハ此等理論計算法ノ一ニシテ將來工學者及實際家ノ研究上ノ一助タルヲ信スルニヨリ幾分贅餘ノ嫌アルヲ願ミス讀者ノ一覽ニ供スルアラントス

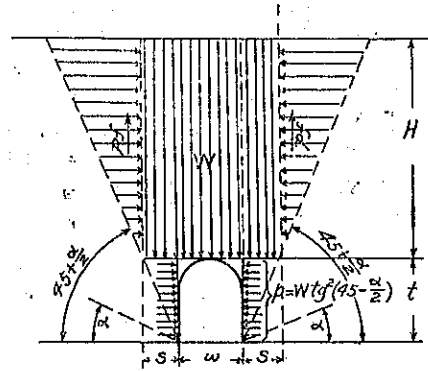
土壓ヲ定ムルノ公式中等質土 (Homogeneous ground) ノ場合ニ適用シテ較々信賴スルニ足ルト信ス可

540

キモノハビ一あばうまる (A. Barbaner) 公式ニシテ土質ノ静止角 α 、土ノ深サ H 、土ノ重量 γ 等ノ函
 數方程式トス其公式次ノ如シ

$$W = \gamma H \left(1 - \frac{2H + w}{2} + \sqrt{\left(\frac{2H - w}{2} \right)^2 + H^2 \gamma^2} \right)$$

$$g = \gamma^2 \left(45^\circ - \frac{\alpha}{2} \right), \quad z = g^2 \gamma \alpha, \quad \gamma = 7 \text{ノ重量所數一立方呎ニテ}$$



第 一 圖

H w t 等ハ第一圖ノ通り
 今括弧内ノ係數ヲ g トセハ前式ハ

$$W = g \gamma H$$

トナリ g 値ハ各 α 値ニ對シテ次表ノ如クナルニヨリ

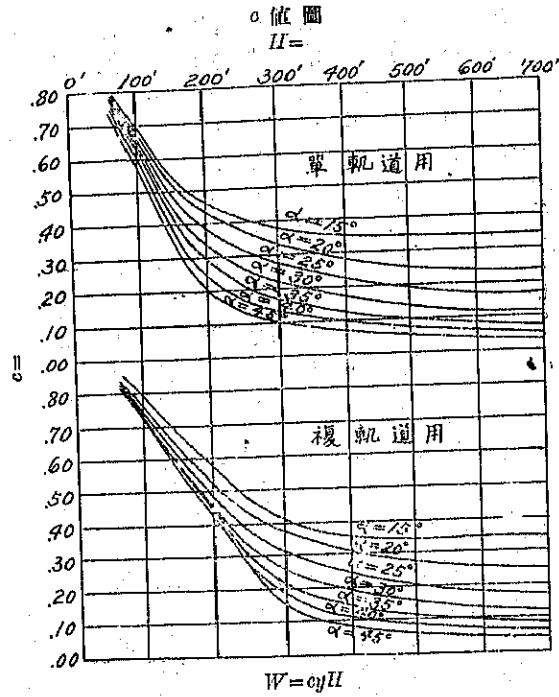
$\alpha = 15^\circ$	20°	25°	30°	35°	40°	45°
$g = .35$	$.24$	$.17$	$.11$	$.07$	$.05$	$.03$

又各 H ニ對スル g 値ハ之ヲ圖示セハ第二圖ニ示スカ如クナル

ぐりーげる氏 (Grieger) ハらっとこんヤー (Ratkonyer) 單軌道鐵道ニテ百四十七呎深ノ覆土ヲ有ス
 ル場合ノ孔竅ヲ穿チ其頂部ニ於ケル一平方呎ノ壓力ヲ實査セルニ α ハ三十五度 γ ハ百十一听ノ
 土質ニテ七千三百听ナルヲ發見セリ今此場合ニ對スル g 値ヲ第二圖ヨリ見出セハ $g = .35$ ナルニヨリ
 $W = 45 \times 112 \times 147 = 7400$ 听 トナリ其實地ト近似セル以テ見ル可キナリ

以上ノ方法ニヨリテ拱上ニ來ル外壓ヲ見出セハ其他ハ圖式法 (Graphical) ニヨリ又ハ解析法 (Analytical) ニヨリテ拱ノ厚サヲ定ムルコト容易ナルニヨリ讀者ハ實地ニ臨ンテ此法ヲ試ミ之ヲ實地
 上ノ經驗ト對照シテ彼此比較研究シ以テ學理ト實際トノ調和ヲ計ルコト又工學家ノ快事ナリト

信スルナリ



第二圖

ノ區別及此兩者間ニアル土質ノ種類多クアレハナリ故ヲ以テズレリ
基トシテ次表ヲ與ヘ以テ實地上ノ指南トセリ

隧道構築工ノ厚サ表

土質	樞石厚	起拱線厚	仰拱厚
層狀粘土第一種	2.15' - 3.1'	2.75' - 3.5'	1.6' - 2.5'
第二種	3. - 4.5	3.5 - 5.5	2.5 - 4.
第三種	4.5 - 6.5	5.5 - 8.1	4. - 4.5

拱ノ厚サヲ定ムルノ公式ハらんけん氏ニヨ
レハ次ノ如シ

$$d = \sqrt{\frac{.12 q^2}{s}}$$

硬土質ニテ

$$d = \sqrt{\frac{.48 q^2}{s}}$$

軟土質ニテ

d = 拱頂點ノ厚サニテ

q = 拱ノ高サニテ

s = 拱ノ徑間尺ニテ

然レトモ此式ハ土質ノ指定餘マリニ浩漠ナルヲ以テ之ヲ實地ニ應用セントスルモ果シテ實地ニ適切ナル厚サヲ得ルヤ否ヤハ頗ル疑問タルヲ免レス何トナレハ硬土ト軟土ト

542

此表モ亦土質ノ種類餘マリ多カラサルヲ以テ之レヲ適用スルノ場合甚ク狭少ナリト雖モ表記ト類似ノ場合ニハ兎ニ角設計上ノ一參考タルヲ失ハサルナリ

(二) 岩石ノ爆破

著者ハ堅硬ナル輝石安山岩ニ對シテハ深五呎乃至八呎孔三呎乃至五呎ノ間隔ヲ以テ鑽孔シ各孔ニ付だい五個乃至八個及普通火藥百五十匁乃至五百匁ヲ用ヒ恰カモ普通火藥ヲ以テだいヲ包ムカ如ク填充セリ云々トセリ此點ニ關シ記者ノ著者ニ説明ヲ乞ハントスル所ノモノハ其填充長ニアリトス記者ノ曾テ本會誌ニ記セル如ク填充長ハドー氏ニヨレンハ 32-127 ヲ以テ最有效長ナリト思惟ス著者ノ鑽孔セル孔徑ハ之レヲ平均シテ $\frac{31}{14}$ ト見做シ得可キヲ以テ 14"-31" ハ即ハチ最有效填充長トナルナリ而シテ著者ノ填充長ハだい五個乃至八個ナルヲ以テ假リニだい長ヲ二吋トセハ 10"-16" ナルヲ以テ著者ノ經驗セル填充長ハ能クドー氏ノ法則ニ適合セルヲ見ルモ若シ改造だい即ハチ於長キだいヲ用ヒタリトセハ果シテ有效長ナリシヤ否ヤヲ知ル能ハス此點ニ關シ他ニ特殊ノ考フル所アラハ記者ハ之レヲ聽カント欲スルヤ切ナリトス

著者又曰ハク最有效ナル鑽孔ノ位置、方向、深サ、徑及孔ノ間隔並ニ裝藥ノ量ヲ定ムルコトハ理論モ勿論必要ナレトモ多クハ從事者ノ經驗ト判斷トニ依ルノ外ナク熟練ナル抗夫ハ巧ニ岩石ノ性情ト爆藥ノ效力トヲ解シ岩層及罅裂ヲ利用シテ爆破ヲ有効ナラシム云々ト然リト雖モ其所謂經驗トハ如何ナルモノナルヤニ關シテ毫モ記事ヲ取ラサルハ記者ノ大ニ遺憾トスル所ナリ單ニ經驗ト判斷トニヨルノ外ナシト云フノミニテハ餘マリニ茫漠トシテ讀者ハ全然之ヲ捕捉スル能ハサルニアラスヤ若シ經驗ヲ基礎トシテ實地ニ臨ムナラハ其所謂經驗ヲ具體的ニ記シ以テ之ヲ實地ニ應用スルノ標準トナサ、ルヘカラス例之鑽孔ノ位置ヲ定ムルヲ要ストセハ其所謂經驗者ハ如

著

著

2. 1-328

2. 1-41

1.33-25

此硬度之岩石ニハ如此ノ深サハ適當ナリ如此ノ罅裂ニハ如此方向ヲ取ルハ最有效ナリ如此位置ハ最適當ナリ又如此孔ノ間隔ハ最適當ナリト其各場合ヲ取リテ最有效ナル爆破法ヲ實地ノ經驗上ヨリ示セハ是レ獨リ學理ノ研究上必要ナル材料ヲ供給スルノミナラス將來ノ工業家ハ之ヲ讀ミテ直ニ之ヲ實地ニ應用シ得可ク世ヲ利スルコト蓋シ甚大ナラスンハアラサルナリ著者ハ單ニ熟練ナル坑夫ハ岩石ノ性情ト爆藥ノ效力トヲ解シテ岩層及罅裂ヲ利用シ爆破ヲ有效ナラシムト稱シテ岩石ノ性情及岩層罅裂ニ對スル種々ノ場合ヲ取リテ之レカ鑽孔ノ位置、方向、深間隔等ヲ定ムルノ標準ニ及ホサ、リシハ記者ノ大ニ斯道ノ爲メニ惜ム所ナリ

記者ノ經驗ニヨレハ單ニ多年斯業ニ從事セルノ故ヲ以テ餘リニ經驗者ヲ信シ過クルハ決シテ安全ナルモノニアラス監督者然リ況ンヤ坑夫オヤ岩石ノ爆裂ニ對シテモ一モ坑夫二モ坑夫ト坑夫ニ一任シテ監督主任者ハ全然之レニ干與セサルノ方針ヲ取ルハ是レ斯道ニ忠ナルノ道ニアラスシテ苟クモ多少書ヲ讀ミタルモノハ好ンテ之レヲ研究シ過チアラハ坑夫ノ從來採レル方法ノ過レルヲ匡正シ過チナケレハ益々其方法ヲ推獎シ其果シテ然ル所以然ラサル所以ヲ學理的ニ研究シ以テ將來斯業ニ從事スルモノ、指南トシ以テ斯業ノ進歩改良ヲ計ルヲ努ム可キモノトス之ヲ坑夫ニ一任シテ其他ヲ顧ミサルカ如キハ是レ豈ニ斯道者ノ探ル可キノ最良法ナランヤ

著者ハ又爆破ヲ確實ナラシムルカ爲メニ三個以上ノだいヲ填裝スル場合ニハ坑夫ハ尻管ヲ挿入スルノ習慣アルモ實際之レニヨリテ不發ヲ防ク效果アルヤ否ヤハ明言シ難シ云々ト記セリ記者ハ所謂尻管ナルモノハ全然不用ナリト信スルモノナリ記者ハ不幸ニシテ未タ三發以上裝填セルノ經驗ナキヲ以テ之レヲ自己ノ經驗ヨリ證明スルノ材料ヲ有セスト雖モだい其物ノ性質ヨリ之ヲ論セハ全然尻管ノ不必要ナルヲ信スルナリ何トナレハ最後ノ藥筒ニ挿入セル雷管ノ爆發ハ優ニ一だいヲ爆發セシムルニ足リ一だいノ爆發ハ亦優ニ他ノだいヲ爆發セシムルニ充分ナル撞激

ヲ與フレハナリ著者ニシテ若シ其效能ヲ疑ハ、何爲レソ二三ノ試験ヲ施シテ之レカ疑問ヲ氷解スルノ方法ヲ執ラサルカ若シ尻管ニシテ不用ナリトセハ事小ナリト雖モ徒ラニ之ヲ消費スルノ愚ヲ省キ延イテ將來永久此種ノ愚舉ヲ再ヒスルナキニ至ラン是レ亦決シテ國家ヲ益スル小量タラサル可キナリ

著者ハ又不發ノ場合ニ於ケル爆藥除去ノ危險多キヲ理由トシテ一般ニ坑夫ハたんびんぐヲ施ササルコト多シ云々ト記セリ記者ノ曾テ本誌上ニ述ヘタルカ如ク高爆藥ヲ用フルトキハ全然たんびんぐスルノ必要ナキハ歐米ニ於テ之ヲ實行スルノミナラス最近ノ隧道學者モ亦大ニ之ヲ唱道スルモノニシテ火藥ヲ用フルノ場合ニアラサレハ餘マリたんびんぐノ必要ナキハ最近ノ習慣皆然ルノ傾向アリ故ニ假リニ不發ノ爆藥除去ノ危險ナシトスルモ餘マリたんびんぐニ重キヲ置カサルヲ可ナリト信スルナリ

(三) 覆工ノ方法

拱ノ施工ハ煉瓦又ハ混泥土ヲ用ヒタルカ如ク其拱環 (Arch rings) ハ凡テ亂繼法ニヨリテ積上ケラレタルカ如シ亂繼法ハ本邦隧道何レモ皆之ヲ用ヒサルハナキヲ以テ是點ニ於テ記者ハ敢テ異議ヲ挾ムモノニアラサルモ記者ハ場合ニヨリテハ拱環ヲ芋繼ニスルヲ適當ナリト思惟スルナリ就中拱脊 (Ribs) ニ來ル可キ荷重過多ニシテ數枚又ハ十數枚卷ノ拱環ヲ造ラサレハ將來ノ荷重襲來ニ耐フル能ハサルカ如キ危險ノ惧アル個所ニハ其拱厚ヲ相當ニ厚フスルモ尙龜裂ヲ來スノ恐アルヲ以テ其際若シ拱ニ龜裂ヲ來シタリトセハ亂繼法ニテハ其龜裂ノ及フ範圍ハ單ニ其危險ナル個所ニ止マラス延イテ他ノ安全ナル可カリシ部分ニモ波及スルヲ以テ此種ノ災害ヲ單ニ惡土質ノ個所ニ限定センニハ其個所ノ拱環ヲ芋繼ニスルヲ最良法ナリト思惟スルナリ歐米ニテハ拱環ヲ一長法 (One length) ニヨリ積込ムノ例多シ即ハチ一長ヲ五呎乃至二十呎トシ此五呎乃至二十呎

間ハ亂繼法ニヨリテ積込ムハ勿論ナルモ此長サニ達セハ先ツ之ヲ一拱環トシテ打切り次ノ拱環ヲ新ニ始ムルヲ以テ決シテ舊拱環ト煉瓦ノ嚙合フコトナキノ方法ヲ用フルノ例多々アリトス記者ハ札幌水電工事施工ノ際其長キニ亘ル暗渠ヲハ三十呎毎ニ拱環ヲ打切りテ是迄ニテ芋繼スルノ方法ヲ探レルコトアリテ本工事ニテハ今尙何等ノ不安又ハ不都合ヲ見出サスト雖モ或ハ意外ノ不利アルヲ計ル能ハサルヲ以テ此點ニ關シ著者若シ高見アラハ若シクハ經驗アラハ之レカ公表ヲ希望スルモノナリ

拱ノ築造ニ混凝土ヲ用フルノ際ニ其拱環ヲ連續セシムルトキハ鐵筋ヲ以テ特ニ之ヲ防クノ法ヲ取ラサル限りハ伸縮上ニ歸スル龜裂ノ免ルヘカラサルモノナルハ記者ノ經驗ハ皆之ヲ證明セリ若シ其龜裂ニシテ何等ノ苦痛ヲ強弱上ニ及ホスモノニアラサルトキハ之ヲ等閑ニ附スルモ何等不都合ナカル可キモ一旦龜裂ノ生セル以上ハ内部ノ等勢 (Equilibrium) ヲ失ヘルノ證ニシテ將來如何ナル禍害ヲ誘起スルヤハ之ヲ知ルニ由ナキヲ以テ全然龜裂ヲ防クノ方法ヲ取ルヲ宜シトス一長法ニヨリテ拱ヲ築造セハ此種ノ禍害ヲ防クノ一法ナリト信スルヲ以テ此點ニ於テモ記者ハ連續的拱環ヨリハ芋繼拱環ヲ用フルヲ利アリト思惟スルナリ此點ニ關シ記者ハ博ク大方ノ教ヲ乞フモノナリ

側壁ノ築造中偏壓ノアル場合ニハ著者ハ特ニ側壁ノ厚サヲ増シ其底幅ヲ増加シ以テ耐平積 (Bearing area) ヲ増加スルノ方法ヲ取レリ是レ適當ノ所爲タルハ明カナルモ著者ハ如何ナル方法ニヨリテ其外壓ヲ定メタルヤ又如何ナル原理ニヨリテ其厚サヲ定メタルヤ又如何ナル原理ニヨリテ之レカ耐面積ヲ定メタルヤ一土質ノ耐抗力ニ對スル場合ノ計算法一例解ヲ明記セラレンコトヲ希望ニ耐ヘサルナリ又側壁ニシテ將來沈下ノ惧ナキトセハ其惧ナシト認メタルノ點アル可キニヨリ之レヲモ併セテ明示セラレンコトヲ望ム

歐米ノ例ヲ見ルニ土質ノ惡シキトキハ側壁底部ニ杭打スルアリ或ハ井筒ヲ設クルアリテ側壁ノ沈下ニ對シテ充分ノ用意ヲ加ヘタルモノ往々ナリトス又斯ク迄ニ至ラサル場合ニハ單ニ耐面積ヲ増加スルノ法ヲ取ルノ用意ヲナセリ

(四) 坑内ノ換氣

著者ハ第十五圖ノ如キ堅樞ヲ以テ空氣ヲ壓搾シ内徑四吋ノ鐵管ヲ以テ導坑ニ送風シ好結果ヲ得タリトセリ此種ノ方法ハ記者ハ明治三十四年即ハチ鐵道技師ヨリ現在ノ敎職ニ轉セシ年ニ已ニ學生ニ講述セルモノニシテ是種ノ裝置ヲ本邦ニ於テ使用セルノ實例ハ記者ノ知レル範圍内ニテハ明治三十六年元北海道鐵道株式會社ニテ稻穗隧道掘鑿ノ際高木義英氏ノ使用セルモノヲ嚆矢トスルカ如シ當時記者ハ其送風量ヲ知ル能ハサリシヲ以テ之ヲ同氏ニ問合ハセタルニ同氏モ亦確實ナル答辯ヲ與フル能ハサリキ然レトモ兎ニ角高木氏ハ千五六百呎位迄ハ優ニ送風シ得ル事ヲ實地ニ證據立テタリキ隧道附近ニ若シ溪水ノ利用ス可キモノアラハ此種ノ裝置ヲ用フルトキハ裝置ノ極メテ簡單ナルニモ係ハラズ其效用ノ莫大ナルコトハ毫モ疑フノ餘地ナキコトハ著者モ亦之ヲ證據立テタルヲ以テ苟クモ用フ可クンハ普ク之レカ利用ヲ推奨セント欲スルナリ歐米ニテハ此種ノ裝置ヲ稱シテ水射法 (Water blasting) ト云フ又水ハ落下セスシテ多少ノ急勾配ヲ流ルル流水ヲ利用スルモ相當ノ效果アルコトハ洋書ニ散見スルヲ以テ記者ハ又急流ヲ利用スルノ方法ヲモ之ヲ試ムルアラシク業者ニ希望スルモノナリ

是點ニ關シ記者ノ著者ニ望ム所ノモノハ此種ノ裝置ニヨリテ送レル空氣ノ容量ハ每秒又ハ毎分幾何ナリシヤ此種ノ調査アラハ之レカ敎示ヲ仰クモノナリ(完)