

岩石爆破法ノ研究

(第七卷第二號所載)

會員 工學博士 坂岡末太郎

緒言

安藤工學士ノ本研究ハ幾多ノ新事實ヲ發見セル極メテ有益ナル論文ニシテ岩石爆破上多大ノ貢獻ヲナセルハ何人モ異論ナキ所ナリト確信ス記者ハ學士ニ對シテ深ク其勞ヲ謝スルト同時ニ滿腔ノ敬意ヲ拂フテ本討議ヲ學士ノ机下ニ捧ゲント欲ス幸ニ高教ヲ吝シム勿レ

學士ノ發見セル新事實ハ幾多數フヘカラサルノ多キニ上ルト雖モ其最モ著シキモノヲ舉クレハ

一 電氣發火ニヨリ一齊爆破ヲ行フハ從來歐米學者ノ唱フルカ如キ效能ナキコト

二 手掘孔ト機械孔トヲ問ハス孔深ノ約七割ニ裝藥スルトキハ最大ノ崩岩ヲ與フルコト

三 一開壁ノ場合ニハ孔深一尺三四寸ノ場合ハ最經濟ナル爆破ナルコト

四 二開壁ノ場合ニハ孔深二尺七寸内外ハ最經濟ナル爆破ナルコト

五 擴孔法 (Chamber Blasting) ハ何等效能ナキコト

等ニシテ一々自己ノ實驗ヨリ之ヲ提唱シ論證シ意義堂々條理整然何等乘ス可キノ間隙ナシト雖モ記者ハ本文ヲ讀ミテ多少疑點ノ播ルアルヲ以テ茲ニ之ヲ摘記シテ學士ノ高教ヲ仰ギ又論文中往々初學者ヲ迷ハスノ點アリト信スルカ故ニ記者ハ特ニ其等ノ點ニ註釋シテ以テ讀者ノ便ヲ計リ讀者ト共ニ本問題ヲ尙一層精細ニ研究シ以テ完甌無缺ノ域ニ一步ダリトモ近ツクノ一助タランコトヲ期セント欲スルナリ

爆發ノ物理性質

著者ハ本節ヲ草スルニ當リまゝし、著者爆發論 (Marshall-Explosives, Vol. II, 1917) ニ負フ所多大ナルヲ認ムルハ容易ナルニ關ハラス著者ハ參考書トシテ掲ケタル目次中ニ全然之ヲ掲記セサルハ多少穩當ヲ缺クノ嫌ナシトセス同氏ノ著述 (p. 23) 頁ヲ見ルトキハ何人モ之等ノ感ヲ深フスルヲ信ス記者ノ常ニ信スル所ニヨレハ自己論文中他人ノ所說ヲ引用スル場合ニハ其出處ヲ明記シテ之ヲ自己ノ所說ト區別シ置クコトハ獨リ原著者ニ敬意ヲ表スルノミナラス同問題ヲ研究スル同好者ニ多大ノ利益ヲ與ヘ且ツ他人ノ所說ヲ剽竊スルノ譏リヲ全然免ル、ノ利アルカ故ニ歐米諸家ハ皆此法ニ出テサルハナキノ好例ヲ示シツ、アルナリ本邦ノ學者モ亦是等ノ好例ヲ追フハ極メテ望マシキコト、信スルナリ

記者ハ第一圖ハ如何ナル意義ナルヤヲ始メハ明ニスル能ハサリキ著者ノ説明ニヨレハ「第一圖ハ爆發溫度トノ關係ヲ實驗ニヨリテ圖示シタルモノナリ」云々トアルモ爆發溫度ト何トノ關係ナルヤ全然不明ナリ多分之レハ爆發溫度ト感度トノ關係云々ノ誤記ナラント推測セラル何トナレハ第一圖ノ註記ニハ溫度ト感度トノ關係ト記シ居レハナリ

圖中ノ縱距 (Ordinate) ニハ落高糧ト記セリ之レモ恐ラクハ註解ナクシテ理解シ得ル能ハサルモノ多々アルヲ信スルカ故ニ記者ハ落下高糧ト註釋セント欲スルナリ著者ハ感度 (Sensitiveness) ヲ定ムルノ裝置方法等ニ關シ何等記述スル所ナシ從テ記者ハ如何ニシテ之レカ感度ヲ定メタルヤヲ詳ニセスト雖モ多分落下重試驗 (Falling weight test) ニヨリテ之レカ感度ヲ定メタルモノト推察ス著者ノ所謂落高糧トハ (Falling height in m. m.) ヲ意義スルモノト信スルカ故ニ以上ノ如ク之ヲ註解セハ初學者ト雖モ之レカ了解ニ苦シムナキヲ信スルナリ

元來感度ノ決定ニハ色々ノ方法アリテまゝし、著者氏 (Chalon) 氏 (Vannin) 氏等ノ著書ニ見ユルカ如ク種々ノ沿革、變遷、改良等アリテ著者ノ用ヒタルモノハ果シテ如何ナル方法ナルヤハ之ヲ明記スルナキヲ以テ之ヲ詳ニスル能ハサルモ讀者ノ便ヲ計ルニハ此等ノ裝置ヲ詳述シ置クノ必要アル可ク又己ニ世間ニ知レ居ル裝置ヲ用ヒタルトセハ何式裝置ニヨリト斷ハリ置クコトモ必要ナリト思惟ス

本節ハ物理的性質ヲ述フルモノナルカ故ニ物理的性質一斑ヲハ凡テノ點ニ行渡リテ論スルノ必要アリ然ルヲ著者ハイロ
 (ハ)ト唯三點ニ亙リテ之レヲ略記セルニ止メ其他ノ點ニ關シ何等記述セル所ナキハ多少物足ラヌ心地スルナリ之レハ學士
 ノ目的ニ對シテ此三點以外必要ナシト認メタルカ爲メカ又ハ凡テニ亙リテ之ヲ述フルトキハ多大ノ頁數ヲ要シテ一朝一
 タニ之ヲ論シ盡クス能ハスト信セルカ爲メカ若シ前者ニアリトセハ此三點モ餘マリ必要ナラサル可ク若シ後者ニアリト
 セハ其擇選上多少ノ異論ナキ能ハス此點ニ關シテハマール氏ハ其性質ヲ概説スルニモ尙(11) 503ニ至ル九十一頁ニ
 亙リテ論述セル程ニシテ其他諸家ノ著書ヲ見ルモ尙多大ノ頁數ヲ費ヤセシヲ見ル之レ則テ物理的性質ハ研究上ノ基本ニ
 シテ此等ノ性質ヲ知ラサレハ研究上多大ノ不便アレハナリ然ルヲ學士ハ單ニ二三ノ點ニノミ著目シテ其他ヲ顧ミサリシ
 ニハ記者ハ多少ノ遺憾アルヲ覺フ

著者ハ第二圖ノ試驗法中 180 H. H. 間隔ニテハ第一だいヨリ第二だいニ外氣ノ溫度十一度ナルトキハ其爆發力ヲ傳フル
 能ハサリシト記述セルモ第二圖ニ示セル盛土ノ堅マリ如何ニ關シテ何等述フルナキハ試驗上不充全ヲ免レサルニアラサ
 ルカト信スルカ故ニ左記ニ關シ重ネテ高教ヲ仰カントス

一 盛土ノ堅マリ程度

二 だいノ徑及長

三 だいノ土ニ埋マレル深(圖面ヨリ之ヲ見レハ半徑丈埋マレルカ如キモ實際ハ如何ニヤ)

盛土ノ堅マリ程度ハ爆轟距離ニ大關係アルハマール氏モ已ニ論斷セル所ニシテ之レヲ岩石ノ破壞狀態ヨリ察スルモ
 思半ニ過クルモノアラシ又隙間多キ岩石ニ填裝セル爆藥ノ其效能極メテ薄弱ナルニ徴セハ此事實ハ愈明カナリ若シ盛土
 表面ニシテ充分堅マラサル場合ニハ隙間ハ無數トナリ從テ極メテ效能薄弱ナル爆發トナル故ニ爆發ノ效能及影響距離ヲ
 見ルニハ溫度ハ勿論必要ナルモ同時ニ盛土表面ノ硬度如何ヲ先ツ第一ニ定メ置クノ必要アリト信ス
 マール氏ハ爆發力ハ $B = \sqrt{W \Delta}$ ニテ表ハサル可シト論セルモカスツ氏 (Kast) ハたふぬる氏 (Tafanel & Dauriche) 氏

ノ實驗結果ヲ引用シテ此關係ノ斯ク簡單ナル能ハサルヲ述ヘ居レリ則チ曰ク藥包 (Cartridge) ノ烈度ハ方向ノ異ナルニヨリテ異ナルモノニシテ圓壘形藥包ヲ一端ヨリ爆破セハ爆破ノ進ム方向ニ對スル作用ハ反對方向ニ對スル作用ヨリハ著シク大ニシテかすと氏ニヨレハとれにとるゆへ (Trincho-Jolanne) 藥ヲ鉛製圓壘上ニ堅ニ乗セテ之ヲ爆破セルニ雷管カ頂上ニアルトキハ其長 281 耗ノ壓縮ヲ受ケ底ニアルトキハ單ニ 173 ノ減縮ニ止マレリたふあねる及どいとれし⁶⁾ 氏ニヨレハ藥包ノ兩端ヨリ生スル衝擊ハ同一ナラスシテ第一藥包ヨリ第二藥包ニ及ホス間隔ハ之レカ烈度ノ如何ヲ知ルノ標準トナリ其位置ノ如何ニヨリテ次表ノ如シトセリ云々 (著者ノ記事第十頁末部ヨリ第十一頁首部參照)

藥包	正方向ノ第二藥包		反方向ノ第二藥包	
	發射距離	發射セマ距離	發射距離	發射セマ距離
30 種	40	10	20	
5 種	8	—	—	—
5 種	8	—	2	—
12 種	16	—	2	—

以上ノ如キヲ以テ著者ハ其爆發影響範圍ヲ慥ムルニハ單ニ溫度ノ函數トナサスシテ方向ノ函數トナスノ必要モアルニアラサルカ

爆轟ノ傳播

此點ニ關シテハ⁷⁾ 氏著爆發論第二卷 430—433 頁ニ記述シアルニヨリ此問題ニ關シヨリ精シキ參考資料ヲ得ント欲セハ本書ヲ見ルヲ讀者ニ推奨スルナリ

爆力

本節モ亦ま⁸⁾ 氏著爆發論第二卷爆力論ニ詳述シアルヲ以テヨリ精シキ參考資料ヲ得ント欲スルモノハ同書 467—502

頁ノ部分ヲ参照セラレンコトヲ望ム

一般ノ讀者ハ著者ノ與ヘタル符號ノ意義ニ關シ解釋ニ苦シムノ點ナキニシモアラスト信スルカ故ニ次ニ初學者ノ便ヲ計リテ一二之レカ註解ヲ與フ可シ

F ハ爆藥比力ト譯サレ居リテ比力トハ *Pressure specificne or force specificne* ヲ譯セルモノニシテ單位量ノ單位重爆藥ヲ爆破スルニヨリテ生スル單位面積ニ對スル壓力ヲ稱スルナリ今單位面積ヲ一平方糎ニテ表ハシ單位量ヲ一立方糎ニテ表ハシ單位重ヲ一瓦ニテ表ハストキハ一立方糎量ニテ一瓦重サノ爆藥ヲ爆破シテ生スル一平方糎ニ對スル壓力ノ疋數ハ即チ所課比力ナリ F ハ U ニ正比例スルハ此定義ヨリ自ラ來ル結果ナリトス

K ニ定數 Δ ニ爆藥重量 γ ニアン K ニ定數 Δ ニ爆藥重量ノ誤植ト認ム

以上ノ意義ヲ了解セシ $B = K \cdot F \cdot U$ ノ關係ハ自ラ氷解スルモノト信ス B ハ又密度 (*Densité*)ニ正比例スルコト明カナルニヨリ結局爆破力ハ $B = K \cdot F \cdot U \cdot \Delta$ ノ關係ヲ與フルナリ著者ハ F ト γ トハ全然同一意義ナルニモ關ハラス前ニハ F ト記シ後ニハ γ ト記セルハ讀者ヲ惑ハス大ナルカ故ニ記者ハ此點ニ關スル注意ヲ促サント欲ス

著者ハ十頁ニ與ヘ居ル官製藥ノ比較的試驗ノ結果ヲ與ヘタリ表中末行ノ數字ハ何ヲ意味スルヤ表中ヨリハ全然不明ナリ *N. G.* トハ多分 *Nitrogeeyline* 即チ *nitrocellulose*ノ意義ナル可シト想像セラレ末行ハ多分爆力ノ烈度即チ *Violence* ヲ意味スルモノト想像セララル、モ何等ノ明記ナキヲ以テ之レヲ知ルニ難シ讀者ヲ迷スヤ大ナルヲ以テ之レカ明記ヲ著者ニ望ンテ止マサルナリ

著者ハ爆壓力ハ次ノ方程式ヲ以テ示シ得可シト述ヘテ何等其他ニ就テ述フル所ナキモ此式ノ果シテ當ヲ得タルヤ否ヤ多少考慮スルノ餘地ナキニアラサルカ

$$P = \frac{2f\Delta}{1 - \Delta\alpha}$$

ナル公式ハ裝填ノ密度ハ充分ナル際ニノミ適用セラレ得ルモノニシテ如何ナル密度ニモ之ヲ適用スヘキモノニアラサル

ナキカわんなん氏 (Vannin et Chesneau) ン其著粉藥及爆藥 (Les Poudres et Explosifs, p. 35-40, 1914) ニヤP₁ラニ様ニ區別シテ論述セリ則チ填裝ノ密度薄弱ナル場合 (Cas des faibles densités de chargement) † 強固ナル場合 (Cas des fortes densités de chargement) トニ正分シテ之ヲ論述セリ前者ニテハ

$$P = f \Delta$$

ニシテ後者ニテハ

$$P = \frac{f \Delta}{1 - \Delta \alpha}$$

トセリ前者ハ瓦斯ニ關スル普通ノ法則即チボリガ²ト法則 (Lois de Mariotte et de Gay-Lussac) ヲ應用シテ大差ナキ場合ニ用ヒラルノモノニシテ密度ノ大ナル場合ニハ此法則ハ餘マリニ大ナル結果ヲ與フルカ故ニ所謂わ¹る、くろ¹せう公式 (L'equation de Van der Waals-clausiecs) ヲ用ナルニ至¹リ其公式次ノ如シ

$$P = \frac{RT}{v - \alpha} - \frac{\phi(T)}{(v + \beta)^2}, \quad \left(R = \frac{p_1 v_0}{273} \right)$$

$$T = t + 273^\circ = \text{絶對熱度 (la température absolue)}$$

v₀ = 爆發瓦斯量 0 度及 760 托トシテ計算セラル

$$P_0 = 1.033 \text{ k.s. } \text{— 糲平方ニ對シテ}$$

v = 瓦斯量

爆藥ノ場合ニハ瓦斯ハ極メテ密集シPモ亦極メテ高キカ故ニP式ノ後節ニ之ヲ省略スルヲ得可キニヨリ

$$P = \frac{R \cdot T}{v - \alpha}$$

トナルナリあまが¹ー氏 (M. Amagat) モ亦幾多ノ實驗ヲ行ヒP式ノ後節ヲ省去スルモ實用上何等差支ナシト論シテらう (Sarrau) 氏ハ尙此式ヲ變化シテ遂ニ

$$P = \frac{f \Delta}{1 - \Delta \alpha}$$

式ニ導誘セルモノトス

此公式ノ變遷ハ以上ノ如キヲ以テ填裝ノ如何ニヨリテ二様ノ場合ニ區別シテ之ヲ論スルハ至當ニシテ粉藥ト固體藥トヲ問ハス同一ノ公式ヲ以テ律セントスルハ多少誤錯ノ伴フナキニアラサルカ

著者ノ與ヘタル公式ハ其形狀簡單ナリト雖モ讀者ハ直ニ之ヲ應用スルコト至難ナル可クわんなん氏ハ一々實例ヲ舉ケテ之レカ應用ヲ示セルハ同氏著述「粉藥及爆藥」論ノ 39-40 頁ニアリテ讀者一般ノ了解ヲ得ンニ著者ハ尙詳細ナル説明ヲ加フルノ必要アリ本公式ハ其ノ簡單ナルカ如クニ其應用決シテ簡單容易ナラサルハわんなん氏ノ與ヘタル計算例ヲ見ハ明カナリ

著者ノ與ヘタル公式ハ
$$\frac{2f\Delta}{1-\Delta r}$$
 トアリテ
$$\frac{f\Delta}{1-\Delta r}$$
 ナラサルハ靜的壓力ト動的壓力トノ差ニ歸スルナリ

填塞

著者ハ填塞ハ爆發ノ能率ヲ増スノ效能偉大ナルヲ説明シ何等填塞ナクシテ發火セシムルハ其不利大ナルヲ例證スルハ是ナリト謂フ可シ然レトモ何レノ深サノ孔モ此理ヲ應用シ得可キヤノ問題ニ至リテハ尙幾多ノ實證ヲ要スルニアラザルカ著者ノ引用セル例證又ハ著者ノ實驗セシ例證ハ其深サ何レモ多大ナラスシテ深キモ四呎以下ノ場合ニ限ラル、カ如シ果シテ然ラハ四呎以下ノ孔深ニテハ著者ノ説明スルカ如キノ利アルハ明カナリトスルモ十、十五、二十呎ノ如キ深孔ニ對シテハ未タ何等ノ例證ナキヲ以テ此等深孔ニ應用シテ尙其眞ヲ失ハサルヤ否ヤハ未タ俄カニ斷スル能ハサルカ如シドト氏 (Davis) ハ「高爆藥ニ對シテハ極メテ簡單ナル填塞ニテ宜シク即チ水ヲ填塞スルヲ以テ充分ナリトス然レトモ若シ孔ノ水平ナルカ又ハ下向ナルカ爲メニ之ヲ用フル能ハサルトキハ粘土又ハ紙屑ヲ以テ數吋厚ニ押入セハ可ナリ」云々ト論スルハ之レヲ深孔ニ就テ述ヘルモノニシテ三、四呎ノ淺孔ニ就テ述ヘタルモノニアラスト推測セラル

著者ハ填塞材料ニ關シテ何等ノ説明スル所ナシ填塞ノ有效ナルハ不可爭トスルモ其填塞材料ノ如何ニヨリ有效ノ程度自ラ別ル、モノトスされト氏 (Gillite) ハ濕粘土 (Moist clay) ヲ以テ第一トシ砂ヲ以テ第二トシ砂ヲ投入セル後之レニ水ヲ

加フルトキハ一層良好ナリトセリ本邦ニテハ崩岩ノ屑片ヲ用ユルハ普通ニシテ偶ニハ藥玉土ヲ用ユルモアリ其效能一々異ナルモノナレハ著者ノ實驗ニ關シテモ一々此等示方ヲ記入スルノ必要アラサルカ填塞ノ方法ニ關シテモ亦然リトス

雷管ノ位置

著者ハ孔底雷管ト孔頂雷管トヲ比較シテ遙ニ後者ノ勝レルヲ説ケリ此點ニ關シテハ記者モ亦正ニ然ラサルヘカラサルヲ信スルモノニシテ著者ハ其理由ヲ説明シ盡セルト同時ニウエズとん氏 (Weston) モ亦其著者石用錐 (Rock drill, p. 194, 1910) ニ於テ業ニ已ニ論盡セル所ナリ

雷管ノ位置ハ單ニ孔底、孔頭又ハ裝藥長ノ中央ニ於テセラル、ノミナラス從來亦他ニ數法アリ即チだいノ底ヨリ上部ニ向ツテ差込マル、アリだいノ腹部ヨリ斜ニ差込マル、コトアリト雖モ是等ハ何レモ著者ノ與ヘタル理ニヨリテ不良ノ結果ヲ來スハ明カニシテ最良ノ方法ハ矢張親だいノ頂點ノ中央ニ雷管ヲ差込ムニアルハ歐米ノぶらすた；モ亦高唱セル所ナリ

最良法ハ以上ノ如シト雖モ尙其差込法宜シキヲ得サルトキハ最有效ノ結果ヲ得ル能ハサルナリ著者ハ「雷管ノ取付ハ最後ノだいニ三分ノ二迄壓入スルヲ最良トス」云々ト述フルモぎれっと氏ハだいノ面上約 $\frac{1}{8}$ 露出シ居ル様雷管ノ壓入ヲ要スト論シウエズとん氏ハ雷管全長ヲだいニ壓入ス可シト述ヘ居リテ此點ニ關シテハ多少異論アリト雖モ要ハ導火繩 (Fuse) ヲだいニ差込マサルヲ主旨トスルモノニシテ之ヲ差込ムトキハ其未タ導火ノ管底ニ達セサルノ前ニだいノ一部ハ燃燒シ以テだいノ爆力ヲ減殺スルノ惧ヲ防クノ目的ナルハ何レモ同一ニシテ最後ノだいニ雷管ヲ取付クルヲ真理ナリトセハ最後ノだいノ頂上ニ出來ル丈淺ク押入ル、ノ理モ (爆發上差支ナキ限り) 亦真理ト見做サ、ルヘカラサルカ故ニ著者ノ $\frac{2}{3}$ 說ハ最モ有理ナルカ如シ

此期ヲ利用シテ記者ハ導火繩ノ取付法ニ關シテ一言蛇足ヲ加フ可シ何トナレハ此點ハ爆發上極メテ必要ナルニモ關ハラズ著者ハ何等記述スル所ナク從ツテ研究比較上多少世人ヲ迷ハスノ惧アリト信スレハナリ

導火繩ト雷管トノ取付上必要ナル考點ハ(一)導火繩ノ端ヲバ必ラス正斷(Square cut)スルコト(二)導火繩ヲ雷管内ニ差込ム深サハ僅カニ底藥ニ到達スルヲ程度トスルコト(三)之レカ差込ヲ終ルトキハ必ラス鑿縮器(Orinper)ヲ以テ管ノ上部ヲ鑿縮スルコト(四)雷管ノ差込ハ必ラスだいの中央ニ直立ナラシムルコト(五)雷管トだいの接觸部ハ充分密接ニシテ間隙ナキコト(六)だいの包紙ヲバだいの差込前ニ之ヲ卷クリ上ヶ差込終レハ復シ之レヲ元位置ニ戻シ之レヲ糸ニテ括付クルコト(七)だいに雷管ヲ差込ミタルトキハ之レヲ孔ニ差入ル、ノ際決シテ導火繩ヲだいの釣手トナサ、ルコト等ニシテ研究的試験ヲナサントセハ特ニ必要ナレハ豫メ一定ノ仕方ヲ定メテ然後實驗セサレハ結果ハ餘マリ信頼スヘカラサルモノトナル著者ハ此等ノ點ニ何等述フル所ナキヲ以テ著者ノ用ヒタル方法ニ關シテハ茲ニ之ヲ記述シ置クノ必要アリト信ス

(一)ノ點ニ不完全アラハ導火繩ノ端ハ斜メトナリ導火上極メテ不完全トナリ或不發ノ結果ヲ持來タスコト、ナル(二)ノ點其宜シキヲ得サルトキハ長キニ失スルモノハ危險ヲ醸スノ恐アリテ短キニ失スルモノハ不發ノ懼ヲ免ル、能ハサルナリ且ツ爆發ノ度ニモ差異ヲ來ス大ナルヲ以テ長短其宜シキヲ得ル様一定スルヲ可トス(三)ノ點ニ付テハ從來坑夫ハ齒ニテ嚙ミテ之ヲ緊付クルノ習慣ヲ一般トスルモ其嚙ム程度ヲ一定スルハ極メテ難ク強ク嚙ミタル結果中部ノ藥線(Powder Line)ヲ切り又ハ縮少シテ不發ノ懼ヲ持來スノ場合アリ故ニ一定ノ鑿縮器ヲ用ヒテ之レカ緊縮ヲ一定セハ何レモ皆一定ノ緊縮度ヲ現シテ極メテ信頼スルニ足ルノ結果トナル(四)ノ點モ亦然ルモノニシテ位置ノ一定ヲ保スルカ爲メニ是非共必要ナリ(五)ノ點ニ不完全ナルアラシカ爆發力ノ減殺スルハ從來ノ例ニヨリテ明ニシテ此點モ亦一定シ置カサレハ結果ノ區々タルニ至ルハ免ル、能ハサルナリ(六)ノ點モ亦爆發力ニ影響スルノミナラス水分ヲ包紙外ニ保ツノ利アルヲ以テ此點モ亦最良ノ好果上必要ナリトス(七)ノ點ニ至リテハ本邦ノ坑夫ハ一般ニ導火繩ヲ以テだいの釣リツ、之レヲ孔内ニ差込ムノ慣習アルモ如此ハ多少だいの雷管トノ緊縮ヲ寛クスルノ傾向アルヲ以テ出來ル丈之レヲ避クルハ最大效果法タル可クダレト氏ハ包紙ヲ括レル絲ノ一端ヲ孔長丈殘シ置キテ此絲ニテだいの釣リツ、孔ニ差込ム可シト注意セルハ之レカ爲メナリトス

故ニ記者ハ以上ノ點ニモ充分ノ注意ヲ拂フテ實地ノ坑業ニ從テ可ク研究者モ亦此等ノ點ニモ注意ヲ拂フテ其示方ヲ一定シ然ル後實驗ニ取係ル可キヲ推獎スルナリ

電 氣 發 火 法

著者ハ電氣發火法ニ關シテハ何等ノ利點ヲ認メサルヲ實證シ且ツ電氣發火ハ孔尻ヲ殘シテ成績思シカラス又電氣發火ハ工事ノ進捗上導火線發火ニ劣ルヲ述ヘ居ルモ記者ハ此點ニ關シテ疑ナキ能ハス著者ハ如何ナル方法ニヨリテ電氣發火法ヲ行ヒシヤハ全然記述ナキヲ以テ其試驗法ノ詳細ヲ知ル能ハスト雖モ此點ニ關シテハ尙多少研究ノ餘地ナキニアラサルカヲ疑フナリ

電氣發火法ヲ行フニ當リ先ツ知ラサルヘカラサル重ナルモノハ一使用セル雷管ハ如何(二)雷管附屬ノ針金連結法ハ如何(三)電線ノ連結式ハ如何(四)爆發器ノ使用法ハ如何(五)爆發器ノ能力ハ如何等ノ點ニアリテ是等ハ一々爆發ノ結果ニ差異ヲ來スノ原因ナレハ實驗ヲ行フニハ一々此等ニ關シテ適當ノ示方ナカルヘカラサルナリ

(一)ハ先ツ雷管ノ性質ヲ知ルヲ要スルニアリテ雷管ト爆發ノ即時ナルト多少ノ餘時アルトノ點ヨリ區別セハ世人ノ知ル如ク二種ニ分タル一ハ即發式 (No delay fuse) 一ハ延引式 (Delay fuse) トス後者ハ亦第一延引第二延引 (First delay, Second delay) トノ二種ニ別タル、モノニシテ即時式ハ電流カ針金ヲ流ル、ノ瞬間ニ爆發スルモノニシテ延引式ハ電流流過ト同時ニ先ツ燃燒物ヲ燃ヤシ然ル後雷酸水銀 (Fulminate of mercury) ニ作用スルモノナレハ爆發前幾分ノ餘時アルナリ此二者中後者ハ成績不良ナリト云フ何トナレハ燃燒物ヲ絶對的等一ニ製造スルハ殆ント不可能ナルニヨリ從ツテ一齊爆發ヲ望ム能ハサルノ結果ヲ來セハナリ

雷管ハ亦白金 (Platinum) ヲ橋線 (Bridge) トシテ用ユルト銅線ヲ用ユルトノ點ヨリ區別シテ二種トナル白金式ハ低壓式トシテ知ラル、モノニシテ此白金ハ電流ニヨリテ熱セラレテ爆發ヲ起スモノトス銅線式ハ高壓式トシテ知ラル、モノニシテ二銅線ノ端ニ或ル間隔ヲ設ケ居ルカ故ニ電流ハ此間隔ニ火花ヲ起シテ爆發ヲ促スモノトス此二者ノ利害得失ハ其場

合ヲ察シテ自ラ定マル可シト雖モ近時ハ大ニ改良ノ方法ヲ攻究シ來レルニヨリ將來ハ完全ノ雷管ヲ期待スルヲ得シカニ
 ハ雷管ニ附屬セル細金ヲ相互ニ連結 (Splice) スルノ方法ニシテ連結法宜シキヲ得サルトキハ電流ハ不完全ナル流過ヲ受
 クルニ至リ發熱上多大ノ損失ヲ受クルナリ (三) ハ出線連結式ヲ意味スルモノニシテ從來ノ方法ハ連續式 (Series connection)
 ト平行式 (Parallel connection) ト半平行式 (Half parallel) 半直線式 (Half series) トノ四式アリテ此内第一者ハ亦直線連
 續式 (Straight series connection) ト屈折式 (zig-zag series connection) トノ二者ニ別タル、モノトス此等ハ皆多少異ナル
 結果ヲ來スモノナレハ實驗上ニハ此式ノ何レヲ用ヒタルヤヲ述ヘ置クノ必要アリ (四) 爆發器 (Explosive) ノ使用宜シキヲ
 得サルトキ若クハ其使用手加減ヲ一定セサレハ非常ニ不結果ヲ來スコトハ從來其例甚タ多シ著者ノ使用セル器械ハどば
 ん式 (Du Pont) ナルモ其手柄ヲ押下クル式 (Push-down machine) ナルヤ引上式 (Pull-up machine) ナルヤ不明ニシテ其
 何レノ式タルヲ問ハス押下、引上ノ速度ト力ノ入レ具合トニ巧拙加減アリテ多少使用上ノ練習ヲ經サレハ何レノ場合ニ
 モ同一強度ノ電流ヲ送ル能ハサルヲ以テ此點ニ關シテモ其使用法ヲ示方シ置クノ必要アリ (五) 又器ノ能力ハ自ラ制限アリ
 テ能力以上ノ雷管ニ對シテハ全然不發スルコトモアリテ能力以下ト雖モ其數ニヨリテ亦多少ノ差異アルモノナレハ其雷
 管數ト能力トヲ一定シテ試驗セサレハ確實ナル結果ヲ得難キナリ
 以上ノ外ニ導線 (Leading wire) ト還線 (Return wire) トノ大サハ如何本線ト雷管細金トノ大サノ關係ハ如何等ハ皆多大
 ノ差異ヲ其結果ニ持來スモノナレハ此點ヲモ記述スルノ必要アリ
 著者ハ以上ノ點ニ何等記述ナキヲ以テ著者ノ試驗法ハ電氣發火上多大效率法ヲ取レルヤ否ヤハ之ヲ判定スル能ハスト雖
 モ著者ノ結論ヲシテ權威アラシムルニハ尙多少考慮ヲ要スルカ如シ
 一齊爆發ノ無効ナルヲ證センニハ爆發ハ果シテ一齊ナリシヤ否ヤヲ證明スルノ必要アリ前述ノ如ク示方ノ如何ニヨリテ
 發火上其時間ニ差異アリトセハ電氣發火法ト雖モ其實個々爆發ト異ナルナキナリ元來爆發ハ裝藥點ヲ中心トシテ其爆破
 ヲ四圍ニ及ホスモノト想定スルハ決シテ架空ニアラサルヲ以テ著者ノ與ヘタル第四圖ノ場合ニテ若シ F 點ヲ中心トシ

テ爆發セリトセハ $h_1 h_2$ ハ双方ヨリ破壊力ヲ受ケテ $h_1 h_2 h_3$ ト共ニ崩壞セサルヘカラス然リト雖モ實驗上然ラサリ
 シ所以ノモノハ h_1 ト h_2 トハ其爆發時間同時ナラサリシニヨルニアラサルカ h_1 ト h_2 ト同時ナルトキハ理論上 $h_1 h_2$ ノ崩壞
 セサル筈ハナキナリ故ニ著者ハ h_1 ト h_2 ノ電氣發火ニヨリテ崩壞セサルカ爲メニ之レカ利點ヲ打消スナラハ先ツ h_1 ト h_2
 トハ正シク同一時間ニ發火セルヲ證明セサルヘカラサルナリ

著者ハ電氣雷管不發ノ原因ヲバらうえる (Rowell) 氏ノ説ヲ以テ説明セリト雖モ尙他ニ幾多ノ原因アレハ序ニ其重ナル
 モノヲ列擧ス可シ不發ノ原因中重ナルモノハ (一) 雷管ニ缺點アルコト即チ水分カ中ニ侵入シテ濕氣ヲ受クルカ又ハ白金ノ
 繼點ニ異狀アルカ等ナリ (二) 製造所ノ異ナル雷管ヲ混用スルコト (三) 電流ハ短路回流 (Short circuit) ヲ起スコト (四) 細金ノ連
 結 (Spleining) 不完全ナルコト (五) 填塞 (Tamping) ノ際ニ雷管附屬ノ細金ヲ損スルコト (六) 爆發器ノ使用法不當ナルコト (七)
 爆發器ノ能力以上ニ荷重 (Load) スルコト等ナレハ電氣發火ニ關シテハ此等ノ點ニモ注意スルノ必要アリトス

雷管ノ強度及使用數

雷管ノ強度ニヨリテ爆發力ニ差異アルハ著者ノ明言スルカ如クニシテ此點ニ關シテハ歐米ノ學者間已ニ定論アリ本邦ノ
 坑業者ハ此點ニ注意ヲ拂フモノ少ナク已ニ不良ノ結果ヲ爆發ノミニ歸スルノ傾向アリト雖モ雷管モ亦絶大ノ關係アルハ
 不可爭事實ナリトスされ、と氏ハ其著岩石掘鑿論 (Rock excavation, 1916, p. 457-458) ニテ數多ノ實例ヲ擧ケテ之ヲ證
 明セルカ故ニ一般讀者ノ便ヲ計リテ次ニ其一例ヲ拔載シ以テ之レカ參考ニ供ス可シ

たい中ノないところのすりえ含量	3X 雷管	4X 雷管	5X 雷管
35 %	37.4	40.2	44.7
40 "	40.9	41.6	46.8
60 "	59.7	62.2	63.3

以上ヨリ 35%ノだS中 5Xノモノハ 3Xノモノヨリ有效度ニ於テ $19\frac{1}{2}$ %大ナルヲ知ル可ク 40%だSニテハ 15%ノ

増加 60% だゞニテハ約 6% ノ増加アルヲ見ルナリ

以上ノ如キヲ以テ記者ハ著者ト共ニ最良ノ效果ヲ擧クルニハ一定セル爆薬ニ對シテハ最良ノ雷管ヲ使用スルヲ推奨スルナリ

著者ハ亦西松氏ノ言ヲ引キだゞト雷管トハ最モ適合セルモノヲ擇フ可シトノ意見ニ賛成セルカ如シト雖モ記者ノ信スル所ニヨレハ強度ノ雷管ハ何種ノ爆薬ニモ有效ニシテ西松氏ノ所説モ結局弱力ノ雷管ハ強力ノモノヨリ爆發上不利ナリトノ事ヲ指スモノニアラサルカ

爆 薬 ノ 混 用

著者ハだゞニ火薬ヲ混合スルノ無用ナルヲ實驗的ニ證明セリ此點ニ關シテハ記者モ亦正ニ然ルヘカラサルヲ爆薬ノ性質上ヨリ常ニ推定シ居ルモノ、一人ニシテ今日著者ノ實驗ニヨリテ之レカ推定ヲ事實ニ證明スルノ機ヲ見ルニ至リタルハ一ニ著者ノ賜ナルヲ思ヒ感謝ノ意ヲ表セント欲ス

八田工學士ハ土木學會誌第一卷第六號 213 頁ニ於テ混合爆薬法ヲ用ヒテ比較的的良好ナル結果ヲ得タリト述ヘ居レリ同氏ノ所謂比較的トハ如何ナル意味ナルヲ詳ニセサルカ故ニ之レカ論評ヲ下ス能ハスト雖モ火薬トだゞトヲ混用スルハ單ニだゞヲ用ユルヨリモ結果ノ良好ナルヲ意味スルモノナラント信スルナリ果シテ然ラハ之レ安藤工學士ノ實驗ト矛盾スルモノニシテ記者ハ此點ニ關シテ何等ノ實驗ナキヲ以テ自己ノ材料ヨリ之レカ批判ヲ下ス能ハスト雖モ爆薬速力ノ異ナルルモノヲ混用セリトテ何等效果ナキハ理論上正ニ然ラサルヘカラサルヲ信スルナリ火薬ノ爆破後火薬ハ爆破スルモノナレハだゞノ爆破力ニ何等ノ補ナカル可キハ之ヲ推想スルニ難カラサル可キナリ故ニ記者ハ安藤工學士ノ述フルカ如ク火薬ヲ混用スルヨリハ寧ロ充分ニ填塞ヲ施ス可キノ説ニ左袒スルモノナリ

歐米ノ例ヲ見ルニ或ハ之カ混用ヲ推奨スルモノナキニアラサルモ記者ノ知レル範圍内ニテハ矢張此法ヲ顧ミサルモノ多シ然レトモ同孔ニ兩藥ヲ使用スルノ代リニ一孔ニハだゞヲ用ヒ隣孔ニハ火薬ヲ用ヒ若シクハ又一列ノ數孔ニハだゞノミ

ヲ用ヒ他列ノ數孔ニ火藥ハミヲ用ヒ交互ニ其列ヲ錯ヘテ爆破セルハ例ハ多クアリテ此法ノ結果優良ナルヲ唱道スル
 能サたり多クアルヲ以テ本邦ノぶらしたモ亦此法ヲ試ミ又ハ實驗シテ以テ後進者ノ蒙ヲ啓クノ舉ニ出テシテ希望
 多ク此法ナルナリハ此ノ故也

結論

以上ハ重ニ實驗上必要ナル點ヲ述ベタルニ止マリテ實驗ノ結果ヲシテ今一層權威アラシムルニハ是非共ナカルヘカ
 ラサルノ諸點ヲ舉示セルニ過キテ著者ノ實驗ト導出法トニ關シテハ多少異論ナキニアラサルモ大部分ニハ賛成ナルヲ以
 テ微細ノ點ヲ指摘スルノ必要ナク記者ハ多大ノ感謝ヲ學士ニ拂フテ此討議ヲ終ラント欲スルナリ (完)

八二

八二