

4	255	2.76
5	296	2.88
6	142	3.20
1ヶ年平均 (Σ)		229
		3.06

標準偏差 (σ) 0.70; 確率誤差 (r) 0.47

Ⅲ) 考察及結言

表6によれば、導火線箱の平値秒時は1ヶ年の總平均が121秒/米となり、内誤は $121 \pm 3\sigma$ 秒のものが99.7%であるから

最大平均秒時は

$$121 + 3\sigma = 121 + 3 \times 5.05 = 136$$

最小は

$$121 - 3\sigma = 121 - 3 \times 5.05 = 105$$

と云ふことになる。

又 $121 \pm r$ 秒のものは50%あるのであるから、全数の半分は118~125秒のものであると云へるのである。

次に1箱の燃焼秒時の偏差であるが、表7から總平均すると標準偏差が3.06秒であるから1箱の内で最大秒時と最小秒時の開きは、 $m \pm 3\sigma$ 即、 $m \pm 3 \times 3.06$ で約18秒の差がある。偏差の最大なものは

$$m \pm 3(\sigma + 3\sigma_s)$$

で、 $\pm 3 \times (3.06 + 3 \times 0.7)$ 秒即 30秒にも達するが最小のものは、

$$m \pm 3(\sigma - 3\sigma_s)$$

で約6秒である。

導火線1箱の最大秒時と最小秒時の開きは随分大きい様であるが然し最大最小の数は俄かに數米であるから、普通に使用してゐて最大と最小の組合せになる確率は非常に小さく、普通は1mに就て、10秒以上の差の生ずることはないと思へて差支へないと思ふ。

以上の様に導火線は同一工場で製造されたものでも各箱の平均値が105秒から135秒位まであり、其燃焼の偏差も1箱で30秒の差のあるものもあり僅か5~6秒のものもあるので、或工場の製品を判定するには、1箱位しらべても無理である。又燃焼秒時が100秒以下のもの及150秒以上のものは普通にはないのであるから、若しかゝるものがあつたならば其箱に就ては充分な試験をした上で使用するのが安全と思ふ。

導火線の燃焼秒時の偏差が1箱で平均値の $\pm 1 \sim 2$ 秒のものが出来得るかどうか、これは甚だ無理であると思ふ。混合薬の燃焼速度がこんな偏差で収まるとは思へない。黒色薬に初速900mの發射薬を望み得ない如く、上記の様に1mで $\pm 1 \sim 2$ 秒以内の偏差のものを望むならば導火線ではなく類を變へて電氣雷管其他を考ふべきであると思ふ。

本文中の統計や計算には、日本化薬岩昇作業所の山本、櫻井、柳井、大澤の諸氏の御助力による所大である。附記して、謝意を表す。

火薬施工法の二、三の問題に就て

(昭和24年3月26日受理)

加賀美 一二三

(宇部工業専門學校)

I) 緒言

火薬による施工法は元來が岩石類に適用するのが原則であるが、其他の應用工法にも相當使用されて來て居る。之が應用使用として筆者は1943年本邦土木學會の求めに應答して居る。次で1946年前後より其の利用が國內開墾に當り拔根施工法として盛んになつた。當時日本化薬厚狭工場の南坊平造所長と連絡して居つた。本實驗の範圍内では拔根發破と土發破との差

違が殆んど認められないので、火薬量と最小抵抗線との關係を求め更に拔根の場合のと、その問題を吟味して見ることにした。

II) 實施と考察

(1) 實施例

多數の燃破實施中の一例であるが、昭和21年5月4日山口縣厚狭町鶴の庄にて得られた結果である。土質は緻密粘土質、含水量8~10%程度である。

表一 實施結果の諸値

實驗 番號	筒徑 (cm)	穿孔 位置	火薬量 (Eg)	孔長 (cm)	孔の傾斜 (θ°)	W (cm)	W' (cm)	B (cm)	V (cm³)	成否
1	18×23	○×	360	45	83	45	85	160×180	0.64	完
2	21	○×	480	70	50	54	100	175×160	0.76	完
3	22	○×	360	78	70	73	115	130×135	0.64	略完
4	23	○×	480	65	80	63	95	200×170	0.85	完
5	24	○×	480	78	75	75	75	200×185	0.73	略完
6	25	○×	480	65	80	63	90	180×170	0.72	完
7	27	○×	600	78	75	67	110	180×220	1.15	完
8	30	○×	720	71	70	67	-	-	-	不完
9	30	○×	600	80	65	73	125	205×200	1.37	完
10	32	○×	720	75	55	62	115	230×200	1.39	不完
11	32	○×	960	103	70	91	140	200×180	1.32	完
12	35	○×	600	80	75	77	120	100×100	0.31	完
13	35	○×	720	73	75	70	115	245×240	1.73	完
14	36 25	×○○×	1320	80 73	65 75	73 71	120	250×320	2.55	完
15	37	○×	840	63	70	60	100	230×110	0.76	略完
16	42×35	○×	840	78	85	78	130	260×260	2.30	完
17	40	○×	840	70	82	69	115	280×200	1.73	略完

表中 W=爆破前の最小抵抗線 W'=爆破後の孔深
B=爆破後の漏斗孔の上径 V=爆破土量容積

(2) 最小抵抗線と火薬量との關係
威力圈爆破論のハウザーは、火薬量を $E=f(n)$
 $s \cdot c \cdot d \cdot W^n$ の三次式で表はし各條件により諸常數値
を實驗結果より與へて居る。之と比較吟味するために
前項の測定値に對し實驗公式を $E = \alpha W^n$ の拋物線と
して α, n の値を求めることにする。

表一2

彈測 番號	log W	log α の係數	log E	S	xy	yy	yx	yn	
1	1.6021	1	2.4624	5.0645	2.5667	3.9450	6.0634	8.1138	12.4708
2	1.6989	1	2.5798	5.2787	2.8863	4.3828	6.6554	8.9679	13.6179
3	1.7782	1	2.6902	5.4684	3.1619	4.7837	7.2372	9.7239	14.7111
4	1.8451	1	2.7854	5.6305	3.4044	5.1393	7.7585	10.3888	15.6832
5	1.9031	1	2.8865	5.7896	3.6218	5.4932	8.3319	11.0182	16.7117
6	1.9542	1	2.9638	5.9180	3.8189	5.7918	8.7841	11.5649	17.5398
7	2.0000	1	3.0294	6.0294	4.0000	6.0588	9.1773	12.0588	18.2655
	12.7816	7	19.3975	39.1791	23.4600	35.5946	54.0078	71.8363	109.0000

$$23.4600n + 12.7816 \log \alpha = 35.5946 \dots \dots \dots (a)$$

$$12.7816n + 7 \log \alpha = 19.3975 \dots \dots \dots (b)$$

(a) と (b) より、

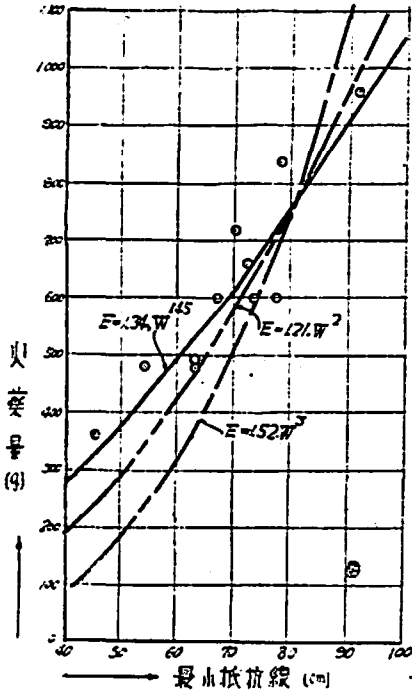
$$n=1.5, \alpha=1.34$$

$$\left. \begin{aligned} E &= 1.34 W^{1.5}, \quad E; g, W; \text{cm 単位} \\ E &= 0.00134 W^{1.5}, \quad E; kg, W; \text{cm 単位} \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

扱てハウザーは $f(n)$ に $1/W^{1.5}$ を興へて居り若し d を常数と假定すれば

$$E = g \cdot e \cdot W^{1.5} \dots (2)$$

図一 火薬量と最小抵抗線との関係



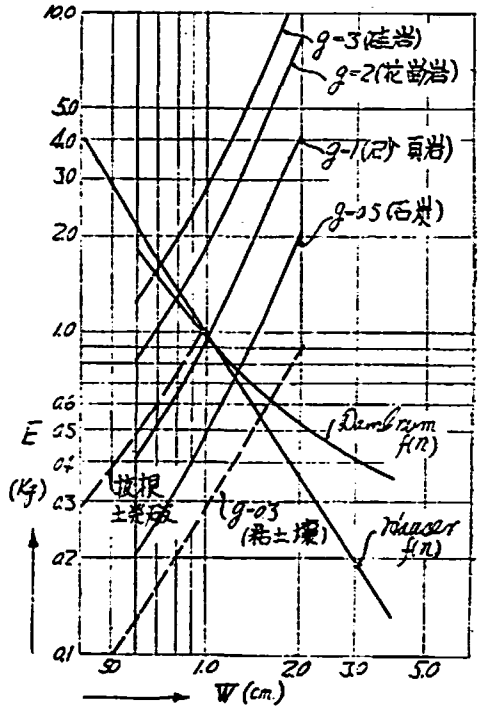
即ち實際には標準装薬に装填は出来ないものであり漏斗指数を考慮すると (1) 式と一致する。櫻ダイナマイトを使用した場合をハウザー公式にて求めると図一となり、又土發破に T. N. T. をを使用した場合を圖示すると、殆んど平行となり $E = g \cdot e \cdot W^{1.5}$ なることが證明されるのである。

本實驗爆破は T. N. T. 30%, NH_4NO_3 70% の割合薬なれば爆薬係數 e は 4 乃至 5 と考へられる。従て $ge = 1.34, g = 0.36 \sim 0.27$ 平均 $g = 0.3$ となり技術常識とされる剛性係數が珪岩 3, 花崗岩 2, 砂岩, 頁岩 1, 石炭 0.5 に対して粘土層は 0.3 となるのであつて櫻ダイナマイトによれば、圖一の $g = 0.3$ の破線となるのである。又圖一中のハウザー、ダンプラン、クルの $f(n)$ 値の W の次數に及ぼす傾向の相似なることが認められる。若し實驗値に關して二次及三次拋物線と假定して計算すると

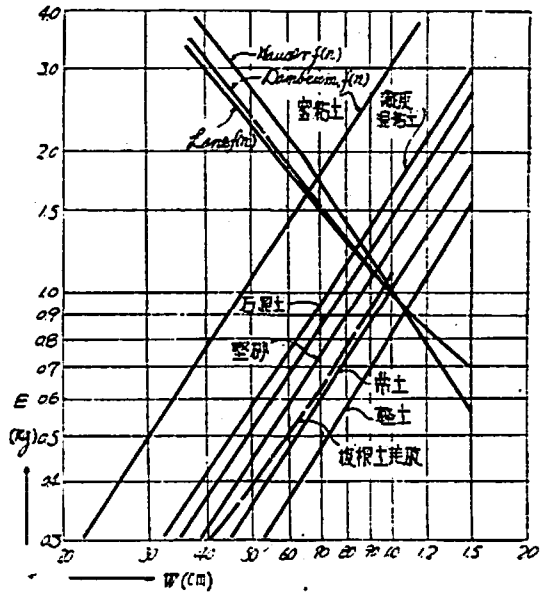
$$E = 1.21 W^2 \dots (3)$$

$$E = 1.52 W^3 \dots (4)$$

圖二 岩石及拔根土發破の E と W との関係



圖三 土發破例と實驗値との関係



E; g, W; cm 単位

假定計算に於ける實驗公式偏差は (1) 式 2%, (2) 式 13%, (3) 式 32% となり W の次數は 1.5 が妥當なることがわかる。

(3) 爆破土量と最小抵抗線との關係

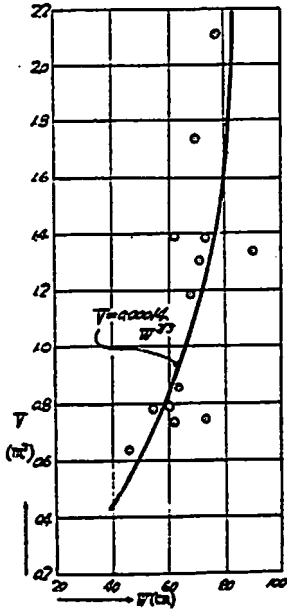
實施例に就て實驗公式を誘導すると次式となる。

$$V = 0.00014 W^{2.13} \dots\dots\dots (5)$$

V; m³, W; cm 單位

式中 0.00014 は装薬及爆破物體の種類に関する係數である。

圖一四 爆破土量と最小抵抗長との關係



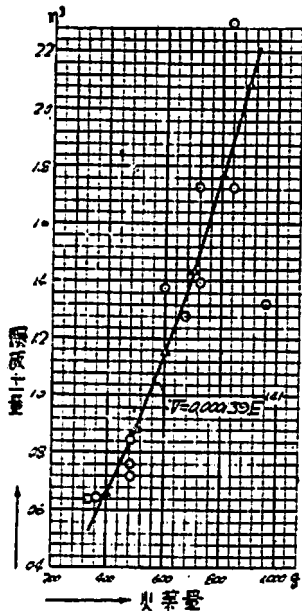
(4) 火薬量と爆破土量との關係

實施例に就て實驗公式を誘導すると式となる。

$$V = 0.000139 E^{1.41} \dots\dots\dots (6)$$

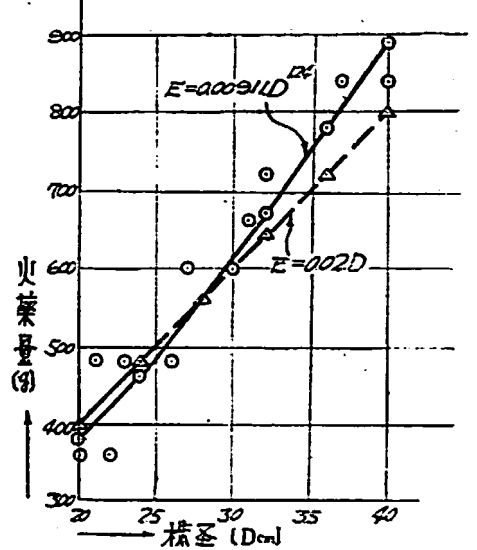
V m³, E g 單位

圖一五 火薬量と爆破土量との關係



(5) 拔根發破に於ける火薬量と樹根徑との關係
拔根に當り伐木後の株徑に基く火薬量の關係は多數の實例を知ることが出来るのであるが、直線式は D 變化に應じ圖一六の様に實測値と離れが大となる。

圖一六 火薬量と株徑との關係



從て幹根、橫根により裝薬法を異にするが株徑 40 cm 程度より以上は双薬法或はポケット装薬によることになる。實驗値に對し火薬量と株徑との關係を二次拋物線として求めると

$$E = 0.00911 D^{2.34} \dots\dots\dots (7)$$

E; kg, D cm 單位

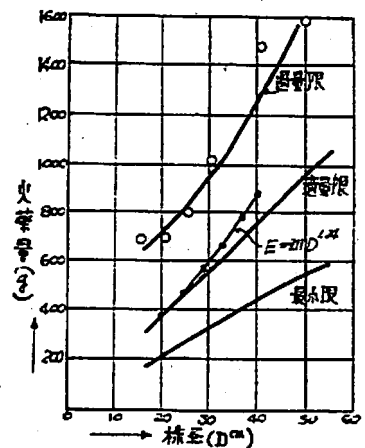
又一般に考へられる常數法で示すとすれば直線式となり

$$E = 0.02 D \dots\dots\dots (8)$$

E; kg, D; cm 單位

即ち常數は之の場合 5 の値であることを意味する。

圖一七 火薬量と株徑との關係



本實測値を小林明夫氏の示された圖中に挿入すると圖一七となる。拔根は樹種、土質種類、穿孔角度、裝藥法、火薬種類等により影響されるものであるが、簡易に現場に於ては株徑に應ずる常數法が適用されることが希ましい。

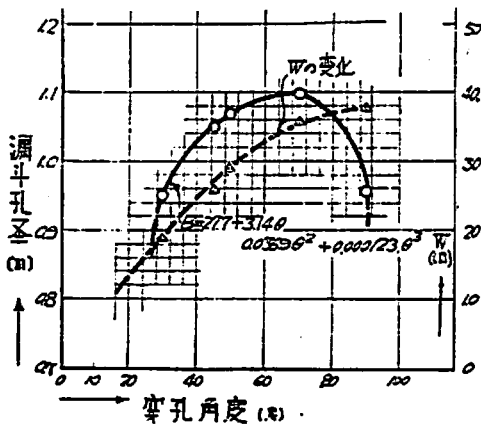
(6) 土發破に於ける穿孔角度の漏斗孔に及ぼす影響

本結果は土發破に於て穿孔長 45 cm 裝藥 1 本、導火線長 40 cm の場合であつて圖一八の如くで、實驗公式は

$$B = 27.7 + 3.14\theta - 0.0369\theta^2 + 0.000123\theta^3 \quad (9)$$

B; 漏斗孔徑, m, θ ; 穿孔角度, 度單位

圖一八 穿孔角度、漏斗孔徑及最小抵抗線の關係



實驗に當つては更に W を一定とし穿孔角度を變化せしめて影響を知るべきであり、又二、三自由面の場

合も吟味の必要がある。本實施は爆破の孔深殆んど 55 cm 程度であり、從て穿孔角度 70° 附近が最も効果的なることを知るものである。

III) 結 言

土發破に於ては特に穿孔角度、穿孔徑、藥室の形狀、裝藥長等の影響は大であると考へられるが、本實驗は前述の如き方法によつて得られた結果であり、之を要約すると

- (1) ハウザーの威力圈爆破、F_Wの剪斷線理論も要は E = α W³ の基本的共通點をもつものであるが、既發表の實驗値に漏斗指數を加味して求めると 1.5 次内外の拋物線式となり、又圖一 2, 3 にて見る様に實施値と殆んど平行なることより立證される。
 - (2) 最小抵抗線及火薬量と爆破土量との關係は (5) 及 (6) 式の如く既知の觀念と異なる。
 - (3) 拔根に當り樹種、土質による樹根徑常數による直線公式は施工基準値迅速計算の意味では希ましいものである。
 - (4) 土發破に於ける穿孔角度は緻密粘土質に對しては 70° 前後が効果的なることが認められる。
- 終りに日本化藥厚狭工場初見昭氏に謝意を表する次第である。

文 獻

- (1) 土木學會誌 第 30 卷, 第 3 號, 飛行場土發破施工法, 著者加賀英一二三。
- (2) 火薬協會誌 第 8 卷, 第 3, 4 號, 發破拔根の二、三の問題, 著者村田勉。
- (3) 火薬協會誌, 第 8 卷, 第 3, 4 號。