

論 說 報 告

土木學會誌 第十三卷第三號 昭和二年六月

煉瓦の發する音響より其の性質を窺ふ

會員 工學博士 金 森 誠 之

Studies in the Acoustic Test of Bricks.

By Shigeyuki Kanamori, Dr. Eng., Member.

内 容 梗 概

本論文は煉瓦の發する音響に就て音響學上、及び實驗上より研駁し併せて強度、比重、吸水率、彈性率、ポアソン比等各種の性質を精査し、音響と其等性質との間に密接なる關係あるを發見し、其の模倣を明かにし煉瓦に音を發せしむる事に依り直ちに其の性質を推知し得べからしめたるものなり。

Synopsis.

This paper describes the investigation made in sounds given by bricks of various grades, throwing light on the relation of the sound to the strength, specific gravity, absorptive power, modulus of elasticity, Poisson's ratio, etc. of bricks. From it a method of determining the qualities of bricks by sound is derived and explained.

目 次	頁
第一章 音響一般	2
第一節 音響の現象	2
第二節 音響の性質	3
第三節 音響高低の單位	3
第四節 音調の測定	6
第二章 煉瓦の發する音響	7
第五節 煉瓦の發する音響の理論的考察	7
第六節 煉瓦の音響學的性質	15
第七節 理論より推算せる音響	22
第八節 煉瓦音響の測定	23
第三章 煉瓦の寸法及び含水量の其の音響に及ぼす影響	27
第九節 含水量の影響	27

第十節 寸法の影響	29
第四章 煉瓦の音響と其の性質との關係	31
第十一節 煉瓦の音響と其の強度との關係	31
第十二節 煉瓦の音響と其の吸水率との關係	44
第十三節 煉瓦の音響と其の比重との關係	46
第十四節 煉瓦の音響と其の彈性率との關係	46
第十五節 煉瓦の音響と其のポアソン比との關係	47
第五章 音響に依る煉瓦の選別	48
第十六章 煉瓦の發する音響	48
第十七節 煉瓦の發する音響と其の性質との關係	49
第十八節 煉瓦選別の實施	49
第十九節 音響による異形煉瓦の選別	50

第一章 音響一般

第一節 音響の現象

物體が、振動する時空氣に粗密波を生じ其の波が吾人の聽神經を刺激する時音響として此れを認識す、即ち音響は主觀的に見るときは、吾人の聽神經を刺激せる一種の感覺にして、客觀的に見るときは物體の振動なり、而して此の間に一種の媒體（通常空氣）の存在を要す。此の場合に於ては、煉瓦の主觀的音響を必要とするものにして之れを客觀的に觀測するものなれば、其の間の關係を明かにせざるべからず。

通常吾人の認識し得る音響の範圍は物體の振動毎秒、約 20 回乃至 30 000 回の間であれば、此の範圍外にある振動は音響を發せざる事となる、又真空中に於ては、媒體なきを以て物體が振動するも、吾人は此れを音響として認識せず、而して煉瓦の主觀的音響は、毎秒 300 乃至 1 000 回の振動數に相當する音響なれば、音樂上使用する毎秒 30 乃至 4 000 又は人の音聲の 80 乃至 1 000 の範圍内にありて中庸の音調なれば辨別容易なり。

次に吾人の聽神經の辨別能力を見るに、認識の範圍は、ブリュール氏の實驗に依れば振動數 33 の音より 3 168 の音迄の範圍に於て唯其の二振動にて明かに知り得べしと云ふにあれば、約 1 500 分の 1 秒の時間にて音を認識し得べきなり、煉瓦の音響比較的短かきも、相當の強さにてはその發音持續時間 1/20 秒以上あれば正確に認識し得べし、又振動數の辨別に對しては、シェーフェル氏の研究に依れば中庸の音即ち振動數 500 位の音に於て 0.4 の差を辨別し得たりと云ふにあれば、80 乃至 1 000 の間に於ては、假りに 100 階級に分つも充分辨別し得べし。

されば音響の測定に對しては長さに對する尺度の如き、溫度に對する寒暖計の如きもの存

せざれば其の測定の結果曖昧の如く見ゆれど、尺度と稱し、寒暖計と稱するも結局視神經に依るものなれば正確さの度は視神經と聽神經との正確さの比較となるべく、幸にして、吾人の聽神經も相當の辨別能力を有せるものなり。

第二節 音響の性質

音の性質に絶對的と相對的との2種あり、絶體的とは、其の音特有のものにして之れを音色と稱し、相對的とは比較上のものにて、長短、強弱、高低の3種とす。

1. **音色** 音色と稱するは、ピアノの音と尺八の音の差に見る如く、音特有の性質にして、發音體の振動の仕方に依り、異なるものなり、後述の方法を以て、音響の波動を記録せしむるときは、夫々音色に従ひ異なる波狀を描く。

2. **長短** 長短とは音響の持續時間にして、鐵砲の音と汽笛の音の別に見るが如し、音樂上此れを拍子と稱し、比較的に定むるものにして、全音符、四分音符等の別を設く。

3. **強弱** 強弱とは時計の音と大砲の音の別に見るが如き性質にして、振動の振幅の大小に依りて生ずるものなり、此の強弱を測定する事は主觀的には甚だ辨別困難なり、音樂上にては *forte*, *piano* 等の語を用ゐる漠然と定む。

4. **高低** 高低とは釣鐘の音と半鐘の音の別に見るが如き性質にして、單位時間内の振動數の多少に依りて生ずるものなり、音樂上之れを調子と云ふ、往々音の大小と稱し、高低と強弱とを混同するものあり。音の有する勢力は強弱即ち振幅の二乗に比例し、振動數に比例するものなれば聽神經の刺激の度より、混同せるものなれど全く異なる性質なり。

次に音響に振動の規則正しきか否かに依り樂音噪音の別あり、音又の音、ヴァイオリンの音等は樂音にして稍子を割りたる音、爆發の音等は噪音なり。

樂音は一定の規律を存すれば其の觀測便宜なれど噪音は其の性質を明かにする事困難なり、幸にして煉瓦を打ち叩くとき發する音響は樂音にして甚だ不良なる煉瓦又は、破れ目の入りたる煉瓦は噪音を發す。

煉瓦の音響と其の性質との關係を求めんに、長短及び強弱は煉瓦の振動を起さしむべき外力の大小に依り異なるものなれば、其の條件甚だ複雑となり、實驗の方法特殊の設備を有する外、其の單位曖昧なるものなれば、先づ音色に依り、樂音噪音の別より大體を撰別し、外力の如何に拘らず、特有すべき高低に就て觀測研究せんとす。

第三節 音響高低の單位

音響の高低の單位は、主觀的に比較上定むるものと客觀的に振動數より定むるものとあり。音樂上に於ては、振動數を用ゐず、音階と稱し比較上の高低を用ひ其の比を音程と云ふ、此

の階程を定むる基準は音樂の目的が吾人に快感を與ふる事にあれば、一定の音を基礎とし、これに對して協和し得る種々の音程を有する音を其の調子の順序に配列したるものを用ふ、之れを音階と云ひ其の基礎音を基音と稱す。

協和とは二つ又は、二つ以上の音を同時に發したるとき、此れ等が互に融け合ひ恰も一つの音の如く聞え粗雑の感なきものを云ふ。Helmholz 氏の説に依れば、此の粗雑の感は 2 音間に起りたる唸りの數及び強さに依り起るものにして、音の高さに依り、夫々定まりたる數の時最も粗雑の感をなす、例へば 512 の振動數を有するものにては唸りの數 30 の時最大なりと云ふ。

實驗上 2 音の音程を表はす分母子が簡單なる程能く協和するものなり、即ち其の最も簡單なるは $\frac{1}{1}$ にして此の音程を同音と稱し、此れに次ぐは $\frac{2}{1}$ にして殆ど同種の音を聞くが如し、此の音程を Octave と稱し、音階上の一單位とす。

此の Octave の音程内に於て互に協和し得る完全協和音たる五度(♯), 四度(♮), 中庸協和音たる長三度(♮), 長六度(♮), 不完全協和音たる短三度(♯), 短六度(♯) あり、此等を調子の順序に配列し音階を作る、本論文に於て使用する長音階とは、第一表に示すが如し。

第一表

名稱	do を 1 とせる振動數の割合	相隣る 2 音の振動數の割合	音程の名稱	第一表の如く配列する時は各音相互に協和をなせ共、音程には 9/8, 10/9, 16/15, の 3 種を有し、間隔均一ならざる爲め、煉瓦の振動數を測定するが如く特殊の目的に使用する場合には研究上不便多し。然るに音樂上平均十二律と稱し、Octave の間を其の比が相等しき様
do (b)	1		一度(同音)	
re (フ)	9/8	9/8	二度	
mi (ミ)	5/4	10/9	長三度	
fa (フ)	4/3	16/15	四度	
sol (イ)	3/2	9/8	五度	
la (ラ)	5/3	10/9	長六度	
si (ナ)	15/8	9/8	長七度	
do (ヒ)	2	16/15	八度(octave)	

即ち、1 octave の音程比が 2 なるに依り、各音の振動數の割合 $\sqrt[12]{2}$ なる様配列せるものあり、音樂上協和に對し多少の不快あれど其の間隔均一なるに依り、ピアノ、オルガン等の如く鍵を以てする樂器にては、12 個の鍵を以て半音隔りの音階を得、其の轉調(基音の移動)便なるを以て總て使用せらる、本論に於ても此の音階を用ふ。

今、 $\sqrt[12]{2}$ の音程比の値を 1 とすれば 1 Octave の音程値 12 となるものにして、此れを第一表と對照すれば第二表の如くなる。

第二表

名稱	do を 1 とせる振動數の割合	相隣る 2 音の振動數の割合	音程値
do	1		0
		$\sqrt[12]{2}$	

名 稱	do を 1 とせる 振動數の割合	相隣る 2 音の振 動數の割合	音 程 値
re	$\frac{12}{\sqrt{2^2}}$	$\frac{12}{\sqrt{2^2}}$	2
mi	$\frac{12}{\sqrt{2^4}}$	$\frac{12}{\sqrt{2^2}}$	4
fa	$\frac{12}{\sqrt{2^6}}$	$\frac{12}{\sqrt{2^2}}$	5
sol	$\frac{12}{\sqrt{2^7}}$	$\frac{12}{\sqrt{2^2}}$	7
la	$\frac{12}{\sqrt{2^{10}}}$	$\frac{12}{\sqrt{2^2}}$	9
si	$\frac{12}{\sqrt{2^{11}}}$	$\frac{12}{\sqrt{2^2}}$	11
do	2	$\frac{12}{\sqrt{2^2}}$	12

本表中 do と re, re と mi, fa と sol, sol と la, la と si の中間に音を加へ 12 とす、本文に於ける 2 音程値を音樂上全音と稱し 1 音程値を半音と稱す。

普通音樂上使用する記號及び名稱は次の如し。

		do	re	mi	fa	sol	la	si	do	
記 號										
名	}	英 國 名	c'	d'	e'	f'	g'	a'	b'	c''
獨 逸 名		c'	d'	e'	f'	g'	a'	h'	c''	
和 名		ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	イ	ロ	ハ	

c' の以下及び c'' 以上の名稱は次の如し。

英國名 C_{II} C_I C c c' e' e'' c''' c^{IV} c^V
 獨逸名 C₂ C₁ C c c' c² c³ c⁴ c⁵

…本文に於ては英國名を用ふ。

! c' と a', a' と e', f' と g', g' と a', a' と b', との間に入るべき音は低き方の音より半音 (一音程値) 上りたるもの (又は高き方より半音下りたるものにして) 半音上りたるものを Sharp (例へば c sharp, g sharp と稱し の記號を用ふ) と云ひ低きものを Flat と云ふ。

音樂上、上述の如く比較的高さを用ふれど、其の音の絶對高即ち振動數を必要とする場合あり、此の爲め各國共通として International pitch なるものあり、其の振動數 a'=435 (c'=258.15, c''=517.31) として定めたるものなれど、本文に於ては通常音響學上使用する c'=256 を用ひ此れを基音 (音程値=1) として配列す、其の關係第三表の如し。

第 三 表

記 號	振動數	記 號	振動數	記 號	振動數	記 號	振動數
c'	256	c''	512	c'''	1 024	c ^{IV}	2 048
c#'	271	c#''	542	c#'''	1 085	c# ^{IV}	2 170
d'	287	d''	574	d'''	1 149	d ^{IV}	2 299
d#'	304	d#''	609	d#'''	1 217	d# ^{IV}	2 435

記號	振動數	記號	振動數	記號	振動數	記號	振動數
e'	323	e''	645	e'''	1 290	e ^{IV}	2 580
f'	341	f''	683	f'''	1 367	f ^{IV}	2 734
f#'	362	f#''	724	f#'''	1 448	f# ^{IV}	2 896
g'	384	g''	767	g'''	1 534	g ^{IV}	3 068
g#'	406	g#''	813	g#'''	1 626	g# ^{IV}	3 251
a'	431	a''	861	a'''	1 722	a ^{IV}	3 444
a#'	456	a#''	912	a#'''	1 826	a# ^{IV}	3 649
b'	483	b''	967	b'''	1 933	b ^{IV}	3 867

第四節 音調の測定

音響の振動數を測定するに大體4種の方法あり、其の一は既知振動數のものを發音せしめ其の音と比較して定むる方法にして、Savat 氏の齒車、Caniard de la Tour 氏の Siren 等は此の種の方法にして、未知音響と齒車又は Siren を同調せしめて求むるなり、音又は種々の樂器は此の方法に用ゐらる。第二は共鳴に依るものにして、振動數既知の發音體の各種を備へ、未知音響を發音せしめ、其れに共鳴するものを選び其の振動數とする方法なり。第三は未知發音體の振動數に近き振動數を有する既知發音體を選び同時に發音せしめて、其の時生じたる唸りの數を測定し、唸りの理論より算出する方法にして、第四は振動數の模様を圖示せしむるものにして、此れには、直接振動體に指針を附し既知速度の回轉圓筒上に圖示せしむるものと、薄き膜を設け、測定すべき音波の爲め、振動さるゝ様にし其の膜の振動を光學的に又は電氣的に擴大して圖示するものとあり。

煉瓦音響の測定に當りては簡單容易にして迅速なるを要すれば、第二以下の方法にては相當の設備並に手數を要すべきを以て、到底實用に供し難きを以て第一の方法を採る事にせり。

然れ共第一の方法は主觀的測定なれば、實用上便利なれ共研究上之れと對照する爲め最も正確なる客觀的方法として、第四の方法を併せたり。

1. 主觀的方法

本方法は同調に依るものなれば、既知振動數を有する發音體として煉瓦に最も類似せる音色を有する事を必要とすべきにより、種々の樂器を物色し Xylophone は最も適せるものなるを認め採用せり。

Xylophone は普通 orchestra 等に用ゐらるゝ樂器にして紫檀、黒檀、鋼又は眞鍮管を以て製せられ頭に木球を附したる木棒にて打ち叩きて發音せしむるものなり。

本邦にては此の正規の Xylophone の製造所なく、輸入も少く、價も高價なるものなれど幸にして濱松樂器株式會社にて製せる栗製のものあり、多少嚴密には正確を缺けるも此の目的に對し其の誤差を苦痛とせざれば之を採用する事とせり。音の状態は後述の如く煉瓦の音と甚だ相類せり。

實用に當りては煉瓦中より音階に相當せる音を發するものを撰び其れと比較する時は更に便なるべし。

濱松樂器會社製 Xylophone は寫眞第一に示すが如く幅 27.5^{mm}、厚 17.1^{mm} の栗棒を其の第一音の node に相當する點にて自由に支へたるものにして長さにより音階を定む。c' 音 (n=256) にては長 217^{mm} にして、兩端より各々 49^{mm} の所にて自由に支ふ。

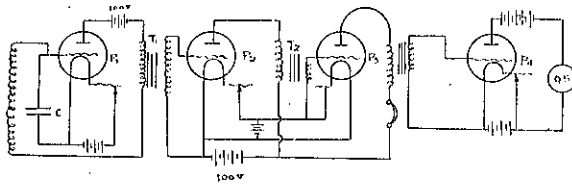
上記の如く大體長さに依り調律をなせ共、材質に依り、同一長さのものと雖も調子を異にすれば、棒の裏面に鋸目を入れ厚さを變へて調律す。打ち叩く棒は栗製にして、徑 5^{mm}、長 280^{mm} の棒端に徑 20^{mm} の栗製の球を附し球部にて打ち叩く。

普通本器に於ける c' 音は萬國の規約たる 517.3 を毎秒の振動數とせるものを採れ共、著者は計算の便宜上特に c' 音 n=516 のものを撰びたり。

2. 客觀的方法

普通此の方法として使用さるゝ Audiometer は、薄板の固有振動毎秒 300 乃至 1500' なるを以て、觀測に當り其の固有振動附近の振動數を有する音響に對しては誤差を生ずる場合あるを以て、理學博士小幡重吉氏の考案に係る Ultra micrometer を用ひて觀測せり。

器の薄板は金屬にて製し、Condenser の一部をなすものにして、板が振動する時 Condenser の電氣容量に變化を來すべきに依り、其の電氣振動を擴大し、光の振動となし、擴大して記録するものなり。



第一圖

は Oscillograph なり。

第一圖 は本器の構造を示し c は Condenser, P_1, P_2, P_3, P_4 は三極電球にして、 P_1 は N.V. V_4 , P_2, P_3 は東京電氣株式會社製 201, P_4 は同 314, T_1, T_2, T_3 は變壓器, OS

の電氣容量に變化を來すとき plate circuit に電流の變化を來すべきを以て、 T_1, T_2 等の變壓器を通じ、 P_2 以下の電球に依り之れを擴大し Oscillograph にて圖示す、本器の薄板は其の固有振動は 10 000 回ともなし得べきに依り、其の固有振動の爲めに生ずる誤差なし。

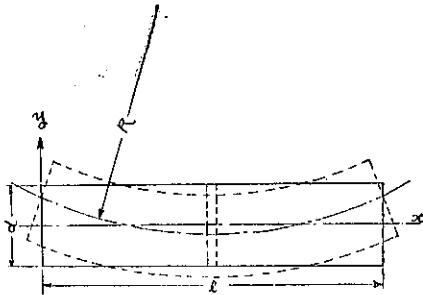
第二章 煉瓦の發する音響

第五節 煉瓦の發する音響の理論的考察

煉瓦の發する音響は理論的には、外力を與ふる方法、場所、並びに煉瓦を支持する方法、位置に依りて異なるものなれど、實際に於ては手にて支持する場合には、外力並びに支持の方法、

位置等に關する事なく、多少音色、強弱に差あれ共總て2指を以て長さの0.224の箇所を兩側を支持し、長さ及び幅の中央を叩きたる場合の音響と類似の音響を發す、而して上記の如く支持し、上記の位置を叩く場合の音響は最も強く且純なり。

されば煉瓦が衝動を受けたるときは結局厚さの面内に於て長さが自由振動をなすものと見做すべし、實驗に於ては總て上記の方法にて發音せしめたり。



第二圖

此の場合に於て、煉瓦の發する音響即ち振動の有様を研覈せんに、第二圖に示すが如く、長さ l 、幅 b 、厚さ d なる煉瓦に、長さの中央に f なる外力を與へ、半徑 R に曲げられたるとき煉瓦が原形に復せんとし、其の爲めに振動をなすべし。

今任意の状態に於ける煉瓦の有する勢力を見んに、位置の勢力は彎曲の爲めに有するものにして、其の値は彎曲せしむるに要する仕事に等しかるべきを以て、微小部 dx の有する位置の勢力 $\epsilon(dx)$ は

$$M = -EI \frac{d^2 y}{dx^2}$$

但 E ; 煉瓦の彈性率 (應力小なれば常數と見做す)

$$I; \text{物量力率} = \frac{bd^3}{12}$$

M ; 彎曲率

なれば

$$\begin{aligned} \epsilon(dx) &= \int_0^\theta M d\theta = \int_0^\theta EI \frac{d^2 y}{dx^2} d\theta \\ &= \frac{1}{2} EI \frac{d^2 y}{dx^2} \theta \end{aligned}$$

然るに $\theta = \frac{dx}{R} = dx \frac{d^2 y}{dx^2}$ ならば

$$\epsilon(dx) = \frac{1}{2} EI \left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 dx$$

故に煉瓦全長に亘る位置の勢力 $\epsilon(l)$ は

$$\epsilon(l) = \int_0^l \frac{1}{2} EI \left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 dx \dots \dots \dots (1)$$

なり、次に此の場合の速度の勢力 $\varepsilon(V)$ を見るに二つに分れ、

1 y 軸に平行なる方向に於けるもの $\varepsilon(V_y)$ は

$$\varepsilon(V_y) = \frac{1}{2} \int_0^l \rho \omega \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \dots \dots \dots (2)$$

ρ ; 比重, ω ; 断面積 = bd

2 dx の部分の廻轉によるものは、角度 $d\theta = \frac{dy}{dx}$ にして、此の速度の勢力は $\frac{1}{2} \rho I$

$\left(\frac{d\theta}{dt} \right) dx$ ならば廻轉による速度の勢力 $\varepsilon(V_\theta)$ は

$$\varepsilon(V_\theta) = \frac{1}{2} \int_0^l \rho I \left(\frac{d}{dt} \cdot \frac{dy}{dx} \right)^2 dx \dots \dots \dots (3)$$

ならば煉瓦全體の勢力は

$$\begin{aligned} \varepsilon(l) + \varepsilon(V_y) + \varepsilon(V_\theta) \\ = \int_0^l \frac{1}{2} EI \left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^l \rho \omega \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 dx \\ + \frac{1}{2} \int_0^l \rho I \left(\frac{d}{dt} \cdot \frac{dy}{dx} \right)^2 dx \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

なり。

然るに此の値は、他に外力の加はらざるとき振動中に種々の抵抗なきものと見るときは、常に一定ならざるべからず。

故に $\partial \varepsilon(l) + \partial \varepsilon(V_y) + \partial \varepsilon(V_\theta) = 0$

$$\begin{aligned} \partial \varepsilon(l) &= EI \int \frac{d^2 y}{dx^2} \cdot \frac{d^3 y}{dx^3} dx \\ &= EI \frac{d^2 y}{dx^2} \cdot \frac{d^3 y}{dx^3} - EI \frac{d^3 y}{dx^3} \cdot \frac{d^2 y}{dx^2} \\ &\quad + EI \int \frac{d^4 y}{dx^4} \cdot \frac{d^2 y}{dx^2} dx \end{aligned}$$

又

$$\begin{aligned} \partial \varepsilon(V_y) &= \rho \omega \int \frac{d^2 y}{dt^2} \cdot \frac{d^3 y}{dx^3} dx \\ \partial \varepsilon(V_\theta) &= \rho I \int \frac{d^2}{dt^2} \left(\frac{dy}{dx} \right) \cdot \frac{d^3 y}{dx^3} dx \\ &= \rho I \frac{d^2}{dt^2} \frac{d^3 y}{dx^3} - \rho I \int \frac{d^4 y}{dx^4} \cdot \frac{d^2 y}{dx^2} dx \end{aligned}$$

なるにより

$$\int_0^l \left\{ EI \frac{d^4 y}{dx^4} + \rho \left(\omega \frac{d^2 y}{dt^2} - I \frac{d^4 y}{dx^2 dt^2} \right) \right\} \partial y dx + \left[EI \frac{d^2 y}{dx^2} \partial \left(\frac{dy}{dx} \right) \right]_0^l + \left[\rho I \frac{d^3 y}{dt^2 dx} - EI \frac{d^3 y}{dx^3} \right] \partial y \Big|_0^l = 0 \dots\dots (5)$$

なるべし、故に「符號内のものは總ての點（長さ全體を通じ）に就て満足せざるべからず、又「符號を有せざる項は 0 及び l に於ける値の差なれば兩端に於て満足せざるべからざる條件とす、即ち

長さ全體を通じ總ての點に於て

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} + \rho \left(\omega \frac{d^2 y}{dt^2} - I \frac{d^4 y}{dx^2 dt^2} \right) \partial y dx = 0 \dots\dots (6)$$

兩端に於て

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} \partial \left(\frac{dy}{dx} \right) + \left[\rho I \frac{d^3 y}{dt^2 dx} - EI \frac{d^3 y}{dx^3} \right] \partial y = 0 \dots\dots (7)$$

而して兩端に於て何等拘束なきを以て $\partial \left(\frac{dy}{dx} \right)$ 及び ∂y 適宜の値を採り得れば $\frac{I}{\omega} = \gamma^2$ とすれば

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 y}{dx^2} &= 0 \\ \frac{d^3 y}{dt^2 dx} - \gamma^2 \frac{d^3 y}{dx^3} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots (8)$$

なり、今煉瓦の振動の振幅は非常に小なるものなれば、回轉による勢力を無視する事とし、

且 $\frac{E}{\rho} = K^2$ とする時は

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + K^2 \gamma^2 \frac{d^4 y}{dx^4} = 0 \dots\dots (9)$$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = 0, \quad \frac{d^3 y}{dx^3} = 0 \dots\dots (10)$$

となる。

本式は煉瓦の振動を示す微分方程式なり。

然るに時間の變化に對する y の關係は後述寫眞第四に示すが如く單一弦運動をなすを以て、微分方程式を簡單ならしむる様 m を加減する事に依り次の如く置く事を得べし。

$$y = u \cos \left(\frac{K\gamma}{l^2} m^2 t \right) \dots\dots (11)$$

(9) 式に代入するときは

$$\frac{d^4 u}{dx^4} = \frac{m^4}{l^4} u \dots\dots\dots (12)$$

となる、本式は常數を係數とせる Homogeneous linear equation ならば Characteristic equation は

$$Z^4 - \frac{m^4}{l^4} = 0$$

となり、

$$u = C_1 e^{\frac{m}{l}x} + C_2 e^{-\frac{m}{l}x} + C_3 e^{i\frac{m}{l}x} + C_4 e^{-i\frac{m}{l}x}$$

を得、本式は又次の如く表し得べし。

I. $u = A \cos x' + B \sin x' + C e^{x'} + D e^{-x'} \dots\dots\dots (13)$

但 $x' = \frac{m}{l}x$

II. $u = A'(\cos x' + \cosh x') + B'(\cos x' - \cosh x')$
 $+ C'(\sin x' + \sinh x') + D(\sin x' - \sinh x')$

但 $x' = \frac{m}{l}x \dots\dots\dots (14)$

u は任意の點の 1/2 振幅なれば x に對し嚴密に週期的にあるものとすれば、(13) 式に於て $e^{x'}$ 及び $e^{-x'}$ の項が存在を許さざるを以て式は

$$u = A \cos x' + B \sin x' \dots\dots\dots (15)$$

となる。

而して (11) 式と單一弦運動の一般の式

$$y = u \cos \left(\frac{2\pi t}{\tau} - \varepsilon \right)$$

但 π ; 常數, t ; 時間, τ ; 週期

と比較する事により

$$\frac{2\pi}{\tau} = \frac{K\gamma}{l^2} m^2 \dots\dots\dots (16)$$

ならざるべからず、故に振動數 n は

$$n = \frac{m^2}{2\pi} \cdot \frac{\gamma}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}} \dots\dots\dots (17)$$

なるを知る、此の場合に於ては $\gamma = \frac{d}{\sqrt{12}}$ なるにより、

$$n = \frac{m^2}{\sqrt{48}\pi} \cdot \frac{d}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}} \dots\dots\dots (18)$$

即ち振動数は厚さ及び「彈性率の平方根」に比例し、「長さの二乗」及び比重の平方根に逆比例するを知る、今 C' ($n=256$) を基音 1.0 と採りたる音程値を N とするとき

$$2^{\frac{N}{12}} = \frac{n}{256} \quad \text{なるに依り}$$

$$2^{\frac{N}{12}} = \frac{m^2}{\sqrt{48 \times 256 \pi}} \cdot \frac{d}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$N = \frac{12}{\log 2} \left[2 \log m + \log d + \frac{1}{2} \log E - \left(\frac{1}{2} \log 48 + \log 256 + \log \pi + 2 \log l + \frac{1}{2} \log \rho \right) \right] \dots \dots \dots (19)$$

(18) 式又は (19) 式に於て m を求むれば d, l, ρ , 既知なるとき、 n を測定して B' を算出し、或は E を測定して n を算出する事を得べし。

今 m を求むる爲め (14) 式に就て見るに (10) 式より

$$\frac{d^2 u}{dx^2} = A' (-\cos x' + \cosh x) + B' (-\cos x' - \cosh x') + C' (-\sin x' + \sinh x) + D' (-\sin x' - \sinh x') = 0$$

$$\frac{d^3 u}{dx^3} = A' (\sin x + \sinh x) + B' (\sin x' - \sinh x') + C' (-\cos x' + \cosh x') + D' (-\cos x' - \cosh x') = 0$$

ならざるべからず、然るに上記 2 式に於て、 x と共に 0 とならざる項は $\cos x' + \cosh x'$ なるを以て、上記 2 式を満足せんには此の項に於ける係數 B' 及び D' は 0 ならざるべからず、故に

$$u = A' (\cos x' + \cosh x') + C' (\sin x' + \sinh x) \dots \dots \dots (20)$$

となる、本式に於て $x=l$ 即ち $x'=m$ の場合に於ても成立すべきを以て $\frac{d^2 u}{dx^2} = 0, \frac{d u}{dx} = 0$ を採り、

$$A' (\cosh m - \cos m) + C' (\sinh m - \sin m) = 0 \dots \dots \dots (21)$$

$$A' (\sin m + \sinh m) + C' (\cosh m - \cos m) = 0 \dots \dots \dots (22)$$

となる、兩式より C' を消去するとき

$$(\cosh m - \cos m)^2 = \sinh^2 m - \sin^2 m$$

となる、此の爲めには

$$\cosh^2 m - \sinh^2 m = 0 \dots \dots \dots (23)$$

$$\cos m \cosh m = 1 \dots \dots \dots (24)$$

なるとき成立す。

Lord Rayleigh は (24) 式に

$$m = \frac{1}{2}(2q+1)\pi - (-1)^q \beta$$

q は正數, β は小なる正數

と置き β を算出し, m を求めたるに其の値は次の如し。

$q=1.0$	のとき	$m_1 = 4.7300408$
$q=2.0$	のとき	$m_2 = 7.8532046$
$q=3.0$	のとき	$m_3 = 10.9956078$
$q=4.0$	のとき	$m_4 = 14.1371655$
$q=5.0$	のとき	$m_5 = 17.2787596$

之れ等、何れの m の値も (24) 式を満足し, $q=5$ 以上無數に満足すべき m の値は存すべきなり。

實際に就て之れを見るに、物體の振動は音叉の如き單純音をなすものゝ外、多數の振動が合成せるものなるを聽取する所にして、音響學上 $q=1$ に相當する音を原音と稱し, $q=2$ 以上を其の倍音と稱す、總ての音には必ず原音の外、倍音が伴ふものにして、倍音の強き程粗雜の感を與ふるものなり。

(18) 式に於て

$$n = K \frac{d}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \quad K = \frac{m^2}{\sqrt{48\pi}} \dots \dots \dots (25)$$

とし、各々の m に対する K を算出すれば第四表の如し。

第 四 表

q	K	$\log_{10} K$
1.0	1.0279	0.0119517
2.0	2.8334	0.4523120
3.0	5.5545	0.7446517
4.0	9.1823	0.9629503
5.0	13.7167	1.1372523

されば、原音を 1.0 とするとき倍音との振動數の割合及び倍音との Octavo の距離は第五表の如し。

第 五 表

q	振動数の割合	音の距離 (Octave)
1.0	1.0000	0.0000
2.0	2.7565	1.4629
3.0	5.4037	2.4356
4.0	8.9330	3.1590
5.0	13.3444	3.7382

音響を發するときの振動の有様に就ては、Lord Rayleigh の棒に關する状態の研究を参考し、煉瓦の振動を推知し得べし。

煉瓦の一端よりの距離を x とし、其の位置に於ける u 即ち振幅を、左端の振幅を 1.0 とせるものに對する値にて表すときは第六表に示すが如し。

第 六 表

x	$x=0$ の位置に於ける u に對する u の比		x	$x=0$ の位置に於ける u に對する u の比	
	$q=1$	$q=2$		$q=1$	$q=2$
0.000	-1.0000	-1.0000	0.300	+0.2719	+0.6620
0.025	-0.8833	-0.8040	0.325	+0.3473	+0.6569
0.050	-0.7673	-0.6079	0.350	+0.4142	+0.6245
0.075	-0.6516	-0.4147	0.375	+0.4721	+0.5652
0.100	-0.5392	-0.2274	0.400	+0.5202	+0.4830
0.125	-0.4236	-0.0487	0.425	+0.5582	+0.3805
0.150	-0.3119	+0.1175	0.450	+0.5857	+0.2637
0.175	-0.2031	+0.2672	0.475	+0.6323	+0.1340
0.200	-0.0977	+0.3972	0.500	+0.6078	+0.0000
0.225	+0.0030	+0.5037			
0.250	+0.0092	+0.5847			
0.2750	+0.1890	+0.6374			

振動の有様は $q=1$ に於ては中心より左右對稱的に起る。

此の $u=0$ の點は節點と稱し、此の點は振動せざるものなり、實際煉瓦に於て此の點を打ち叩くときは其の音甚だ弱し。前記 0.2242 に相當する點を支持して云々と稱せるは節點の意味にして此の點は原音に對する節點なれば、此の點を支持するときは原音の振動を制限する事なければなり。

節點に關し、原音並に倍音に就き、棒に於て Seebeck 氏並びに Donkin 氏が其の一端よりの距離を算出せられたるが、煉瓦に於ても同様に存すべきものにして、其の値次の如し。

原音	0.2242		
第一次倍音	0.1321	0.5	
第二次倍音	0.0944	0.3558	
第 q 次倍音	$\frac{1.3222}{4q+2}$	$\frac{4.9820}{4q+2}$	$\frac{4J-3}{4q+2}$

(J は一端より J 番目の節點なり)

節點も亦中心より對稱の位置に起るものにして上記の如く、節點の數は原音にては 2 箇所、第一次倍音にては 3 箇所、第二次倍音にては 4 箇所に起る。

振動の有様及び節點の位置を圖示するときは附圖第一の如くなるべし。

第六節 煉瓦の音響學的性質

煉瓦の性質の内音響の高低に影響を有すべき性質は、前節 (25) 式より見るに 1. 寸法 2. 比重 3. 彈性率の 3 種なり。

此れ等の性質に關し、著者の蒐集せる各種の煉瓦に就て調査せるに以下記述の如き結果を得たり、供試體の數は 390 個にして、其の製造工場は以下 7 工場にして、大體關東を主とし、關西は 1 工場に過ぎざるも本邦の煉瓦は此の範圍内の性質なるものと見做し得べし。其の工場名次の如し。

關 東

- 大阪窯業株式會社 東京工場 (草加煉瓦)
- 同 八王子工場 (八王子煉瓦)
- 日本煉瓦株式會社 汐留工場 (汐留煉瓦)
- 同 上敷免工場 (上敷煉瓦)
- 帝國煉瓦製造株式會社 (帝國煉瓦)
- 山本煉瓦製造所 (山本煉瓦)

關 西

- 大阪窯業株式會社 岸和田工場 (岸和田煉瓦)

括弧内は以下記述に當り用ふべき略號なり。

此れ等供試體の寸法、比重は第七表に示すが如し。

1. 寸 法

煉瓦の寸法は、音響學上 (25) 式に見る如く音の高低に對し、厚さと幅とは d/t^2 の關係にあるものなり。

供試體に於ける寸法は第七表に見るが如く、長さは最大 23.2^{mm}、最小 21.5^{mm}、平均 22.5^{mm}、厚さは最大 6.5^{mm}、最小 5.5^{mm}、平均 5.97^{mm} を算し d/l^2 は最大 0.01375、最小 0.01068、平均 0.0118^{mm} なり。

此れを煉瓦の階級別に見るに、厚さ、長さ共製造工場の何れを問はず、並燒階級は燒過階級に比し、其の値大にして、又等級に於ても大體下級のもの程其の値大なり、蓋し上級のものは燒成の程度良好なるを以て收縮量多く、其の寸法小となりたるものなるべし。

製造工場別に見るに、長さは平均に於て上敷、汐留兩煉瓦最大にして 22.8^{mm} を算し、帝國煉瓦之れに次ぎ、草加煉瓦、岸和田煉瓦、山本煉瓦の順序にして八王子煉瓦最小にして 22.1^{mm} なり、厚さは平均に於て草加煉瓦、岸和田煉瓦最大にして 6.0^{mm} を算し、山本煉瓦之れに次ぎ、他は何れも 5.8^{mm} 見當なり。

音響上即ち d/l^2 に就て見るに、煉瓦の種別に關しては、上階級のものは、厚さ、長さ何れも小なれ共、其の値は上級のもの程概して大なり。製造工場別にては、八王子煉瓦最も大にして、其の値 0.0118^{mm} を示し、草加煉瓦、山本煉瓦、岸和田煉瓦、帝國煉瓦、汐留煉瓦の順序にして上敷煉瓦最も少なく 0.0117^{mm} を算す。

2. 密 度

密度は煉瓦の音響に對し、其の平方根に逆比して振動數を増加するは理論の示す所なり。

然れ共此の場合の密度は煉瓦其れ自身の密度のみならず、煉瓦中に含まるゝ水分の多少にも亦關係すべきを以て、煉瓦自身の比重に於てのみ論じ難し、されば正しく煉瓦の音響を定めんとするには完全に水分を放出したるものに就て研究せざるべからず。

著者は水分を含まざる煉瓦の密度を見る爲め、秤上に煉瓦を載せ之れに 120°~150°C の熱したる空氣を當つる様の設備をなし、煉瓦が水分の放出と共に漸次重量を減じ、最後に變化なきに至りたる時に煉瓦を取出し、其の重量を測定し、次に水中に 24 時間以上浸し、水中にて再び其の重量を測定し、比重を求めたり、其の値は第七表に見るが如く最大 2.56、最小 2.11、平均 2.34 なり。

此れを煉瓦の階級別に見るに、其の値區々にして、差別を認めず、製造工場別に於ては、汐留煉瓦最大にして 2.49 を示し、上敷煉瓦之れに次ぎ以下八王子煉瓦、草加煉瓦、山本煉瓦の順序にして、帝國煉瓦、岸和田煉瓦何れも小さく 2.30 を示す。

比重は 1 立方糎に於ける其のものゝ gram 數なるを以て、此の値を γ に割りたるものは密度として値を求め得べし。

3. 弾 性 率

彈性率は理論上、音響に對し、其の平方根に比例して、振動數を増加すべきものなるは、(25) 式に見るが如し。

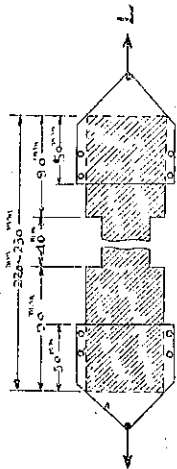
煉瓦の彈性率に關しては、從來其の必要少なかりしを以て、其の研究甚だ少なく、本邦に於ては未だ其の成績を見ざるを以て、正確に調査する事とせり。

供試體は、前記第七表に示す煉瓦中より、工場別、並に階級別、後述音響別に撰び、煉瓦を幅の中央より半切し煉瓦工をして靜かに約 50 m/m 角に製作せしめたる後、金剛砥を以て成形したるものなるが尙多少の誤差を有するを以て各面とも上下及び中央の3箇所に於て其の幅を測定し、相對する兩面6箇所の平均を採り、夫々其の一邊の長さとしり。

其の數燒過一等 18 個、同二等 9 個、同三等 11 個、並燒一等 16 個、同二等 6 個、同三等 5 個、合計 65 個なり。

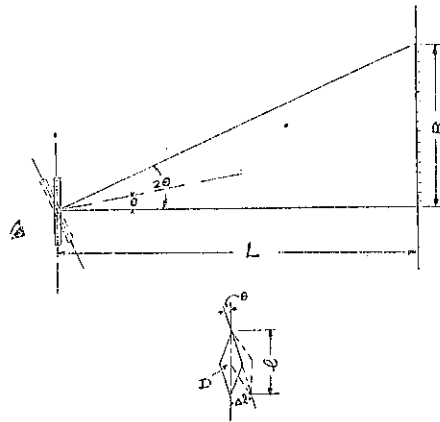
試験の方法は、壓縮に對し煉瓦の兩面に鉛を敷き、此れに煉瓦柱の中心を通じて荷重を受くる様取付け、毎秒 5 kg の速度を以て載荷重を増加し、 100 kg 毎に、測長 15 mm に於ける壓縮を觀測せり。伸長試験に對しては寫眞第二に示すが如く取付け、毎秒 2 kg の速度を以て 20 kg 毎に測長 10 mm に於ける伸長を觀測せり。本試験の主眼は振動の研究に要すべき彈性率の値なれば、其の必要なる荷重の區間は、荷重小なる最初の部分にあれど、本目的以外に於ても、本邦産煉瓦に對し、彈性率に關する記録なきを以て、煉瓦の許容強度の範圍迄即ち、壓縮に對し $1000\sim 1500\text{ kg}$ 迄、伸長に對し $100\sim 150\text{ kg}$ 迄觀測する事とせり。

壓縮試験體の一部は 100 kg 毎に、荷重を除き其の殘留變形を讀みたれど、其の爲めには多大の時間を要すべきを以て、大部分殘留變形を採る事なく、荷重を連續して壓縮を觀測し其の最後に於て總殘留變形を採る事とせり。



第三圖

圖は供試體に extensometer 取付の状態を示す。



第四圖

Extensometer は第四圖に示すが如く D が伸縮に伴ひ廻轉するとき此れに取付けたる

試験機は東京帝國大學附屬航空試験所のものを借用し、載荷機は Alfred J. Amsler & Co. 2000 kg を用ひ、伸縮は Marten's mirror extensometer にて兩側に於ける壓縮を觀測し、其の平均を採る事とせり。試験の狀況は第三圖、第四圖及び寫眞第三、に見るが如し、寫眞第三は装置全體を示し、第三

鏡の廻轉に依り、伸縮量を擴大するものにして、鏡より L 丈距りたる所に目盛を置き望遠鏡に依り鏡に映じたる伸縮量 dl との關係は

$$dl = \frac{l}{2L} R$$

なれば、 $\frac{2L}{l}$ 丈擴大されて讀む事となる。

今、左右の讀みを R_1, R_2 とするとき、此の平均を探りて dl とするものなれば

$$dl = \frac{l(R_1 + R_2)}{4L}$$

なれば $\frac{l}{4L}$ を $\frac{1}{1000}$ となる様 L を定めたり。

故に $l_1 = 4010 \text{ mm}$, $l_2 = 4923 \text{ mm}$ なるを以て、 $L_1 = 1002.5 \text{ mm}$, $L_2 = 1230.8 \text{ mm}$ となり鏡の表面迄は其の有効厚 1.4 mm を減じ夫々 1001.1 mm , 1229.5 mm とせり。

各荷重の壓縮量は第八表に示すが如く之を圖示する時は附圖第二に示すが如し。表中※印は殘留變形が壓縮量中より除かれたるものなれど其の他は殘留變形も壓縮量中に含まるゝものなり。

第九表の一 殘留變形量 其一 (千分の一程)

荷重 kg	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	摘 要
304	-.1	-.3	-.2	.1	0	.2	.3	.4	.3	.4						燒過一等 八王子 煉瓦
351	0	.1	.2	0	.2	.2	.3	.1	.3	.3						上敷免 "
52	-.4	-.3	-.1	-.3	-.3	0	0	.1	.2	0	.4	.5	.3	.4	.6	燒過二等 草 加 煉瓦
353	.5	-.5	-.1	-.4	-.1	.4	1.3	.6	.4	.3	.4	.6	.5	.3	.4	上敷 "
362	0	.1	.2	.3	.3	.3	0	.4	0	.2	.1	.2	0	.2	.6	燒過三等 "
363	-.6	-.1	-.2	-.3	0	-.2	.5	.3	.8	.6						並燒一等 "
391	2.8	1.7	1.8	2.0	1.6	1.8	1.4	1.3	1.1	1.0						並燒二等 汐 留 煉瓦
394	-.6	-.6	.1	.1	.3	.6	.4	.9	.3	.9						" "

第九表の二 殘留變形量 其二 (千分の一程)

供試體番號	殘留變形	摘 要	供試體番號	殘留變形	摘 要
	荷重 1.000 kg. に付		369	1.9	並燒二等 上 敷 煉瓦
20	-1.4	燒過一等 草 加 煉瓦	371	.9	" "
24	.5	" "	263	.6	並燒三等 草 加 煉瓦

供試體番號	殘留變形	摘 要	供試體番號	殘留變形	摘 要
26	-1.0	燒過一等 草 加 煉瓦	270	3.5	並燒三等 草 加 煉瓦
33	0	" "	*373	3.7	" 上 敷 "
45	.3	" "	374	6.5	" "
276	.6	" 山 本 煉瓦			荷重 1 300 kg に付
307	-1.2	" 岸和田 "	375	.8	並燒二等 上 敷 "
308	.1	" "			荷重 1 500 kg に付
325	-1.8	" "	2	-1.6	燒過一等 草 加 煉瓦
326	-1.6	" "	82	.5	" 二等 "
346	-1.7	" 上 敷 "	327	1.7	" 岸和田 "
349	.5	" "	338	1.2	" "
350	1.5	" "	105	4.7	" 三等 草 加 煉瓦
378	-1.5	" 留 汐 煉瓦	109	2.9	" "
380	1.5	" "	116	.7	" "
70	1.5	燒過二等 草 加 煉瓦	120	.8	" "
78	3.3	" "	281	5.1	" 山 本 煉瓦
99	.7	" "	299	1.3	" 八王子 "
357	.9	" 上 敷 "	300	1.2	" "
298	2.8	並燒一等 山 本 煉瓦	346	1.8	" 帝 國 "
290	3.8	" "	385	1.8	" 汐 留 "
296	.9	" 八王子 "	386	3.8	" "
297	-1.9	" "	148	1.1	並燒一等 草 加 "
298	1.0	" "	150	-1.3	" "
319	2.8	" 岸和田 "	164	.3	" "
342	.6	" 帝 國 "	194	1.3	" "
366	3.6	並燒一等 上 敷 "	195	2.4	並燒一等 草 加 煉瓦
389	-8.2	" 汐 留 "	205	5.2	並燒二等 草 加 "
390	3.2	" "	228	2.1	" "

残留變形の量は第九表に示すが如く。其の値區々にして荷重又は變形量とは無關係なり。然して荷重も途中にて0とする事なく、最後の荷重迄増加したる時に起る残留變形も、此れ等の合計としては表れず、殊に+-も表るゝものなれば、機械よりの誤差もあるべければ、残留變形を觀測せざりしものは、残留變形の修正をなさざる方却つて正しかるべし。

次に荷重間の壓縮量は、大體荷重に依り變化なく、第十表に示すが如く、各荷重に於ける100 kg に相當する壓縮量は第十一表に示すが如し。

壓縮に對する試験の成績に於て各荷重間の壓縮量と各荷重の100 kg に相當する壓縮量は夫々相近似し、又各荷重間の壓縮量の平均と各荷重の100 kg に相當する壓縮量の平均とは約相等しき事を認むべし。

此の事は、壓縮量の増加は荷重に比例する事を意味するものにして圖表に於ても同様の現象を見る。されば、煉瓦は壓力に對し此の荷重の程度に於ては、Hook's Law に従ふものなるを知る。

故に彈性率 E は

$$E = \frac{P/A}{\Delta l / l} = \frac{l \times P}{A \times \Delta l}$$

但 E ; 彈性率, P ; 荷重, A ; 斷面積
 l ; 測長, Δl ; 壓縮量

Δl に對し、各荷重に於ける100 kg に相當する壓縮量の平均を採る時は $l=150$ mm ならば

$$E = \frac{150 \times 100}{A \times \Delta l}$$

となり、夫々算出するときは第十二表の結果を得、即ち燒過階級に於て、 0.467×10^9 gr/cm² ~ 1.914×10^9 gr/cm², 平均 1.034×10^9 gr/cm², 並燒階級に於て 1.009×10^9 gr/cm² ~ 0.379×10^9 gr/cm², 平均 0.666×10^9 gr/cm² 全體として 1.914×10^9 gr/cm² ~ 0.379×10^9 gr/cm², 平均 0.831×10^9 gr/cm² なり。

：伸長に對する試験成績は第十三表乃至第十五表及び附圖第三に示すが如し、第十三表は各荷重の伸長量、第十四表は荷重間の伸長量、第十五表は各荷重に於ける10 kg に相當する長量を示す。

此の試験の成績よりも同様に Hook's Law に従ふべきを認めたるにより、同様にして、彈性率の値を算出せり。其の結果は第十六表に見るが如く、 0.3854×10^9 gr/cm² ~ 0.9615×10^9 gr/cm²,

平均 $0.6794 \times 10^6 \text{ gr/cm}^3$ なり。

第十三表 各荷重の伸長量 (千分の一耗)

供試體 番 號	荷 重	20 kg	40 kg	60 kg	80 kg	100 kg	120 kg	140 kg	摘 要
33		.9	1.7	2.3	3.1	3.8	4.6	5.3	燒過一等 草 加 煉瓦
353		.8	1.8	2.9	3.9	5.0	6.0	7.0	〃 二等 上敷
300		1.0	2.0	2.7	3.6	4.9	5.8	6.6	〃 三等 八王子
290		2.1	4.2	6.3	8.3	10.3			並燒一等 山 本
228		1.3	2.7	4.1	5.3	6.7			〃 二等 草 加
263		1.7	3.3	5.0	6.8	8.3			〃 三等

第十四表 荷重間の伸長量 (千分の一耗)

供試體 番 號	荷 重	20 kg	20 ~ 40 kg	40 ~ 60 kg	60 ~ 80 kg	80~ 100 kg	100~ 120 kg	120~ 140 kg	平均	摘 要
33		.9	.8	.6	.8	.7	.8	7.	7.8	燒過一等 草 加 煉瓦
353		.8	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	〃 二等 上敷
300		1.0	1.0	.7	.9	1.3	.9	.8	.94	〃 三等 八王子
290		2.1	2.1	2.1	2.0	2.0			2.06	並燒一等 山 本
228		1.3	1.4	1.4	1.2	1.4			1.34	〃 二等 草 加
263		1.7	1.6	1.7	1.8	1.5			1.66	〃 三等

第十五表 各荷重間に於ける 10 kg に相當する伸長量 (千分の一耗)

供試體 番 號	荷 重	20 kg	40 kg	60 kg	80 kg	100 kg	120 kg	140 kg	平均	摘 要
33		.45	.43	.38	.39	.38	.38	.38	.40	燒過一等 草 加 煉瓦
353		.40	.45	.48	.49	.50	.50	.50	.47	〃 二等 上敷
300		.50	.50	.45	.45	.49	.48	.47	.48	燒過 三等 八王子
290		1.05	1.05	1.05	1.04	1.03			1.04	並燒一等 山 本

供試體 番 號	荷 重							平均	摘 要
	20 kg	40 kg	60 kg	80 kg	100 kg	120 kg	140 kg		
228	.65	.68	.69	.66	.67		.67	燒過一等 草 加 煉瓦	
263	.85	.83	.83	.85	.83		.84	燒過二等 草 加 煉瓦	
平均	燒過							.45	
	並燒							.85	
	總體							.65	

第 十 六 表

供試體 番 號	伸長量平均	斷面積	彈性率	壓力に對する	摘 要
	$\frac{1}{1000} \text{ m/10 kg}$			彈性率	
			$\text{sr/cm}^2 \times 10^{-8}$	$\text{sr/cm}^2 \frac{1}{10^8}$	
33	.40	2.631	.9615	1.212	燒過一等 草 加 煉瓦
353	.47	2.505	.8496	.890	燒過二等 上敷
300	.48	2.535	.8217	.998	燒過三等 八王子
290	1.04	2.405	.3854	.420	並燒一等 山 木
228	.67	2.560	.5831	.636	燒過二等 草 加
263	.84	2.505	.4753	.497	燒過三等 草 加
平均	燒過		.8776	1.033	
	並燒		.4813	.518	
	總體		.6794	.7755	

伸長壓縮の比較は第十六表に示すが如く、總て伸長に對するもの少く、最大 0.96%、最小 0.79%、平均 0.88% の割合となる。

第 七 節 理論より推算せる音響

煉瓦の發する音響は (25) 式より其の振動數を推算し得べし。第七表の數を

$$n = K \frac{d}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}} \dots\dots\dots (25)$$

に適應するに、最大振動數を與ふべきは

最大 $\frac{d}{l^2} = 0.01375$, 最大 $E = 1.914 \times 10^8 \text{ sr/cm}^2$, 最小 $\rho = 2.11$

最小振動數を與ふべきは

$$\text{最小 } \frac{d}{l^2} = 0.01068, \quad \text{最小 } E = 0.397 \times 10^8 \quad \text{最大 } \rho = 2.56$$

にして平均としては

$$\text{平均 } \frac{d}{l^2} = 0.0118, \quad \text{平均 } E = 0.881 \times 10^8, \quad \text{平均 } \rho = 2.34$$

なるに依り、

$$\text{最大振動數} = 1323$$

$$\text{最小振動數} = 425$$

$$\text{平均振動數} = 732$$

となる。但し實際に於ては最大の $\frac{d}{l^2}$ 及び最大 E , 最小 ρ 等同時に起る場合稀なるを以て、本計算は概念を捕ふるに止まる。即ち煉瓦は f''' 乃至 a' , 平均 $f^{\#}$ の音響を發するものなり。

今、前記供試體中より 30 個を撰び 算出せるものは第十九表に示すが如し。

第八節 煉瓦音響の測定

1. 同調に依る主觀的測定

此の方法は Xylophone の音調を基準とし、其れと同調する事に依り煉瓦の音調を定む。煉瓦の音調全く同調し能はざるときは其の前後の音程を定め見當にて、音程値の小數として定めたり。

同調するには煉瓦の Node の附近の兩側を指にて軽く支へ、長さ及び幅の中央を鍵にて二三回叩き、耳に記憶し、Xylophone にて其の音に近きものを捜し、次に同時に叩きて、同調如何を検す。約同調せりと認むるときは、其の音の半音隔りたる上下の鍵を叩き其れ等の同調程度を検し。前述の如く同調の程度にて音程値を定む。

其の成績第十七表に示すが如く、燒過に於て最高 861 即ち a'' , 最低 406 即ち $g^{\#}$, 平均 621 即ち $a^{\#} \sim e'$, 並燒に於て最高 768 即ち g'' , 最低 271 即ち $e^{\#}$, 平均 497 即ち e' 全體として最高 861 即ち a'' , 最低 271 即ち $e^{\#}$ 平均 564 即ち $d'' \sim d^{\#}$ なり。

但し本測定に於ては其の寸法均一ならざるを以て、煉瓦の性質を比較せんには後述の如く、音響學的に均一のものとなさるべからず。

2. Condenser microphone に依る客觀的觀測

煉瓦音響觀測に先立ち、基準樂器 Xylophone の音響を調査せり。其の結果は寫眞第四に其の一例を示すが如く、振動の模様後述の煉瓦の振動に相類し、音色の類せるを知る、下部の波狀は 50 cycle の交流を通じたるものにして、一波の長さは $\frac{1}{50}$ sec を示す。此れよ

り振動數を算出せるに其の數第十八表に示すが如し。此の數と樂器會社にて定めたる音階を振動數に換算せるものと對照するに第十八表及び附圖第五に示すが如く、前者は後者の約 4 倍となれるを見る。例へば音階 c' は振動數 256 に對し Condenser microphone の測定よりは 1050 となり、 c' より 2 octave 高き c''' (振動數 1024) に近き音となれり。

第十八表

音 調	音程値	振 動 數		最大振幅 mm	$\frac{1}{100}$ 秒減少 振幅 mm	持續時間 秒
		音調に相當する	Condenser microphone にて測定せる			
c'	1	256	1 050	24.8	2.6	$\frac{8.06}{100}$
$f\#'$	7	362	1 460	23.7	1.8	$\frac{11.34}{100}$
c''	17	645	2 575	10.0	2.8	$\frac{3.34}{100}$
$f\#''$	19	724	2 900	10.0	3.9	$\frac{2.16}{100}$

煉瓦の測定の結果は寫眞第五及六に見るが如く、振動の模様割合に正しく、充分樂音として取扱ひ得べき種類にあり。波の最初の部分に於て槌と離るゝ時間の後れたるものは槌にて振動制御され振幅小さくなりたるものあり、又唸りを生ぜざるものあり、何れも Xylophone と同様の結果を示す。

同圖より振動數、最初の振幅 r_0 秒後に於ける振幅の減少、振動の持續時間を算出せるに其の結果は第十九表に示すが如し。

第十九表

供試體 番 號	煉 瓦 性 質			音 階			最大振幅 mm	$\frac{1}{100}$ 秒後の 減少振幅 mm	持續時間 秒	摘 要
	d/l^2	比重	$\frac{E}{10^{10} \text{ gr/cm}^2}$	Xylophone にて同調に求めたる	Condenser microphone にて測定せる	算出せる				
2	.01284	2.34	1.914	813	2 855	3750.0	7.4	2.1	$\frac{3.13}{100}$	燒過一等 草加煉瓦
20	.01241	2.35	1.381	767	2 480	3071.7	10.2	3.7	$\frac{2.48}{100}$	"
307	.01155	2.31	1.783	724	2 620	3281.7	10.0	3.4	$\frac{2.64}{100}$	"
26	.01230	2.27	1.490	724	2 540	3220.3	9.5	3.4	$\frac{2.52}{100}$	燒過一等 草加煉瓦
326	.01196	2.28	1.298	683	2 240	2913.5	10.4	2.3	$\frac{4.14}{100}$	" (手製) 岸和田 "
350	.01146	2.44	1.290	645	2 375	2367.6	11.8	5.3	$\frac{2.01}{100}$	" 上敷 "

33	.01166	2.33	1.212	645	2 375	2894.1	12.1	3.6	$\frac{2.88}{100}$	"	"
304	.01166	2.32	.924	609	2 150	2377.3	14.8	5.8	$\frac{2.32}{100}$	"	"
297	.01200	2.40	1.091	609	2 070	2632.5	11.2	3.0	$\frac{3.14}{100}$	並燒一等	"
346	.01176	2.30	.843	574	1 975	2299.8	17.3	4.4	$\frac{3.62}{100}$	燒過三等乙	帝國 "
290	.01220	2.30	.986	574	2 165	2532.3	15.0	3.5	$\frac{4.10}{100}$	"	八王子 "
298	.01178	2.35	.327	574	1 980	2257.8	5.0	1.5	$\frac{2.42}{100}$	並燒一等	"
148	.01175	2.32	1.006	574	2 025	2500.0	15.8	4.0	$\frac{4.00}{100}$	"	草加 "
351	.01136	2.46	.995	542	2 000	2332.1	15.0	6.0	$\frac{2.37}{100}$	燒過一等	上敷 "
82	.01146	2.36	.968	542	1 960	2370.8	9.8	2.8	$\frac{2.92}{100}$	" 二等	草加 "
357	.01106	2.53	.876	512	1 865	2102.7	17.0	2.8	$\frac{5.59}{100}$	"	上敷 "
70	.01153	2.35	.816	512	1 820	2193.6	18.6	3.0	$\frac{6.18}{100}$	"	草加 "
378	.01136	5.56	.664	483	1 700	1870.2	16.0	3.5	$\frac{3.82}{100}$	燒過一等	汐留 "
78	.01164	2.40	.677	483	1 670	1996.1	21.0	5.0	$\frac{4.14}{100}$	" 二等	草加 "
386	.01126	2.45	.540	456	1 510	1708.7	25.6	7.3	$\frac{3.23}{100}$	" 三等甲	汐留 "
105	.01153	2.34	.652	456	1 710	1967.1	23.0	4.0	$\frac{3.96}{100}$	"	草加 "
390	.01135	2.46	.531	431	1 450	1702.2	12.6	3.3	$\frac{3.78}{100}$	並燒一等	汐留 "
120	.01153	2.48	.608	431	1 590	1844.3	15.0	4.6	$\frac{2.86}{100}$	燒過三等	草加 "
375	.01154	2.43	.581	406	1 475	1821.7	20.0	2.8	$\frac{5.34}{100}$	並燒三等	上敷 "
366	.01106	2.38	.468	406	1 360	1582.7	16.4	3.2	$\frac{4.00}{100}$	並燒一等	"
373	.01115	2.50	.440	384	1 255	1511.6	17.5	5.7	$\frac{3.00}{100}$	" 三等	"
270	.01125	2.34	.432	384	1 420	1560.1	22.7	4.9	$\frac{5.34}{100}$	並燒三等	草加 煉瓦
374	.01078	2.41	.379	362	1 280	1379.2	23.0	4.6	$\frac{4.53}{100}$	"	上敷 "
289	.01185	2.36	.422	341	1 310	1613.2	7.6	1.7	$\frac{4.60}{100}$	"	山本 "

供試體 番號	煉瓦性質			音階		最大振幅 mm	1/100秒後の 減少振幅 mm	持續時間 秒	摘 要
	d/l^2	比重	$\frac{E}{10^{10} \text{ gr/cm}^2}$	Xylophone にて同調に て測定せ たる	Condenser micro- phone にて測定せ る				
305				323	1 065	20.2	5.6	$\frac{3.36}{100}$	〃 三尊 八王子 〃

振動數より音の高さ、最初の振幅より音の強さ、 t_{10} 秒後に於ける振幅及び振動の持續時間より damping の模様を推知すべし。

煉瓦に於ても同調により測定せる振動數と比較するに、Xylophone の場合と同様の現象を呈し、第十九表及び附圖第四、五に示すが如く、本測定のは同調に依るものゝ約 3.5 倍となれり、煉瓦に於けるものが正確に或る倍數とならざるは同調に際し、正しく同調し得ざるもの、振動數を比例に依り推定せる爲めの誤差を有せる爲めなり。

此れ等の供試體に於て (25) 式より其の振動數を算出せるに第十九表に示すが如き値を得たり、同表に就て見るに、此の値は Condenser microphone より觀測せるものより大なるを見る、但し此の計算に於て用ゐたる彈性率は壓力に對するものを用ゐたれど、張力に對するものは壓力に對するものより小なれば、張力に對する E を用ゐて算出すれば、其の値尙接近すべし、例へば No. 33 に就て見るに、此の張力に對する彈性率は $0.962 \times 10^8 \text{ gr/cm}^2$ なれば、此の値を探り算出する時は次の關係となるべし。

	振動數	割合
觀 測	2 375	1.00
張力 E に依り計算	2 894	1.22
壓力 E に依り計算	2 575	1.09

斯くの如く Condenser microphone にて測定したる振動數は理論上よりの煉瓦の發する原音と相一致するを以て、同調に依り求めたる振動は原音以下の振動數となり、其の生ぜし原因に關しては甚だ六ヶ敷き問題となるべし。

此の事に關し、理學、音樂兩面の識者の意見を叩きしに、音樂家に於ては Xylophone の音は主觀的に耳に聞ゆる音響を以て使用さるゝものなれば、煉瓦の發する音響は、理學的觀測又は理論的推算の如何に拘らず當然低き方の音を探らざるべからずと稱し、理學者に於ては、耳に聞ゆる音は他の種々の事情に依り生ずべきものなれば、研究的に取扱ふべき煉瓦の音響は必ず Condenser microphone にて觀測せるものを探らざるべからずとなし、意見相反せり、而して音の生ぜし原因に關しては満足なる解決を得ず。

本問題は理學的問題にして本論文の範圍外に屬すれ共、著者の推測する所に依れば、發音現象中原音以下の振動數として聞ゆるは唸り及び差音の 2 種にして、前者は寫眞第五にも表

るゝ所なれど其の數小なれば、遙かに問題の音響より低音なれば差音に依りて生ぜしものと認め得べし、差音とは2音を同時に強く發せしむるとき其の振動數の差を振動數とする音の生ずる現象にして、唸りの一種と認むべけれど、Helmholz氏は2音が強き時に於てのみ生ずる事、2音の振動數の差が増す時生ぜざる事等に依りて唸りと別種のものとなし、空氣がHooke's Lawに従はざる事に依り生ずるものなりとせるものなり。

煉瓦の音響は、差音を生ずる迄の強さを有するやは疑問とする所なれ共、煉瓦の餘音に於て音の弱くなりたる時はCondenser microphoneの結果と同様の音を聞き得る事より推察するものにして、生ずる2音は煉瓦の彈性率は張力に對するものと、壓力に對するものと異なる爲め、又は槌との間に何等か作用を起せしものとも認むべし。

Condenser microphoneの記録に此の音の記録なきは、此の音波は二、三に過ぎず此の區間に於ては槌が離れざる爲め振幅が制限されたるものと見るべし。

以上は著者の推測に止め理學者の問題として殘し、本文に於ては斯くの如き現象の存する事實を記述するに止む。

實用に當りては振動數の幾何を問はざるも、Xylophoneの何れの鍵と等しき音をなす煉瓦又は音階順に撰びたる煉瓦中何れの煉瓦と同音の煉瓦なりとして撰別する事に依り、直ちに煉瓦の性質を推知し得べきものなれば自然同調に當り耳に聞く音として音樂家の採る低き音に依るべし。

Condenser microphoneに依るものは觀測上の誤なきものなれど、其の設備、手數等、著者の主眼とする煉瓦全體を検する方法としては不可能なる問題なり、本論文の研究を進むるに當り理論としては或は原音たるCondenser microphoneのものを採るは妥當なるべきも、本供試體300個に對してさへ其の實驗難事にして、且實用せざるものなれば唯原音は耳に於て主觀的に聞く音の3.5倍なりの概念に止め、總てXylophoneに於ける音樂家の示す調子を採る事とせり。

第三章 煉瓦の寸法及び含水量の其の音響に及ぼす影響

第九節 含水量の影響

煉瓦の含水量は音響學上其の密度に影響し、從つて音の高低に影響を及ぼすべきものなり、されば全く同一の性質を有する煉瓦と雖も、含水量の影響に依り異なる煉瓦として表はるべきに依り、此の影響の程度及び含水量と音の高低との關係を明かにするを要すべし。

理論的には(25)式

$$n = K \frac{d}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

より、振動數は含水量の平方根に逆比すべきを以て、其の影響極めて輕微なるものなり、假

りに、著者の供試體 300 個に就て見るに吸水率の最大は 22% なるを以て、該煉瓦に於て乾燥時と飽水時との振動數の比は

$$\frac{1}{\sqrt{1.00}} : \frac{1}{\sqrt{1.22}} \quad \text{即ち} \quad 1 : 0.91$$

となり、音程に於て

$$\frac{12}{\log 2} (\log 1.22 - \log 1.00) = 1.7$$

即ち、1.7 音程値（約一音）の差を生ずるのに過ぎず。

實驗上より Xylophone にて同調する事により高低の差を驗したるに精細なる調査はなし得ざるも何れも最高一音を超ゆる事なかりき。

Condenser microphone にて實驗せるものは第二十表に示すが如く 10 秒後迄漸次振動數を減じ 19 時に於て少しく増加せり。

第 二 十 表

供試體 番 號	重量 (gr)	振 動 數	吸水前に對する比		吸水時間	備 考
			重 量	振 動 數		
105	996.4	1710	1.000	1.000	吸水前	燒過三等
	1099.3	1670	1.103	.977	30 秒後	草加煉瓦
	1124.9	1620	1.129	.947	1 分後	
	1125.0	1610	1.129	.942	10 分後	
	1130.0	1630	1.234	.953	19 時後	
	1066.2	2855	1.000	1.000	吸水前	燒過一等
	1117.1	2760	1.048	.967	30 秒後	草加煉瓦
	1147.4	2730	1.076	.956	1 分後	
	1156.0	2680	1.084	.939	10 分後	
	1160.7	2740	1.089	.960	19 時後	

此れより見るに、長時間水中に放置せるときは煉瓦の音響學的性質恐らくは彈性率に變化を及ぼすべきを知る。

今、 n_0 、 n_s を夫々吸水前及び吸水後の振動數とし、其の時の密度を ρ_0 、 ρ_s とすれば

$$n_0 = K \frac{d}{l^2} \sqrt{E} \rho_0^m$$

$$n_s = K \frac{d}{l^2} \sqrt{E} \rho_s^m$$

にして

$$m = \frac{\log \frac{n_n}{n_x}}{\log \frac{\rho_0}{\rho_x}} \dots \dots \dots (26)$$

となり、第二十表の數を代入し m を求め 10 分後迄の値の平均を採るとき 105 號は -0.393 となり、2 號は -0.703 となり、平均 -0.548 となる。

此の値は一例に過ぎざるも、吸水率は最大約 22% にして、且其の影響大ならざれば類似含水状態にて調査するときは始ど其の影響を考慮する要なかるべし。

第十節 寸法の影響

寸法の影響は含水量の影響と同じく、煉瓦の特質に關係なき音響學的性質なれば、其の影響の程度及び關係を明かにせざるべからず。

理論的には (25) 式

$$n = K \frac{d}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

に見るが如く、厚さに比例し、長さの二乗に逆比する性質を有す。著者の供試體 300 個に就て見るに、長さ、厚さに於ては相當差あるも、幸にして長さ厚さは同時に増減すべき値なるにより $\frac{d}{l^2}$ の値の差は少なく、最大 $0.01375^{cm^{-1}}$ 、最小 $0.01068^{cm^{-1}}$ なれば、平均に對し、17% 大なる、又 10% 小なる振動數の差を生ずるに過ぎず、音程より見れば、最大に對し

$$\frac{12}{\log 2} \left[\log 0.01375 - \log 0.01178 \right] = 2.61$$

最小に對し

$$\frac{12}{\log 2} \left[\log 0.01068 - \log 0.01178 \right] = 2.055$$

即ち、平均寸法より 2.61 音程値(約一音半) 高き、又 2.055 音程値(約一音) 低き場合あり、實驗上より此の影響を見る爲め、煉瓦を正矩形體となし、金剛砥を以て漸次其の寸法を磨滅減少せしめ其れに伴ふ音響の變化を觀測せり。

其の結果は幅の減少に對しては第二十一表、厚さに對しては第二十二表、長さに對しては第二十三表に示すが如く、此れ等を圖示するときは幅に對しては附圖第六、長さに對しては附圖第七、厚さに對しては附圖第八に示すが如し。

此の結果より見るに幅の變化に對しては全く音響の變化なく、厚さに對しては振動數の比は約寸法の比に比例し、長さに對しては振動數の比は約寸法の比に一次以上に逆比するを見る。

第二十一表

供試體番號	幅	幅の比	振動數	振動數の比	摘要	供試體番號	幅	幅の比	振動數	振動數の比	摘要
11	10.7	1.	813	1.	燒過一等草加煉瓦		10.3	.94	512	1.	
長 21.6 厚 5.9	10.3	.96	813	1.			9.7	.89	512	1.	
	9.7	.91	813	1.			9.1	.83	512	1.	
203	11.4	1.	341	1.	並燒二等草加煉瓦		8.5	.78	512	1.	
長 22.9 厚 4.15	10.45	.92	341	1.			7.9	.72	512	1.	
	9.8	.86	341	1.		256	11.0	1.	575	1.	並燒三等草加煉瓦
	8.3	.73	341	1.		長 17.8 厚 5.5	10.3	.94	575	1.	
239	10.9	1.	512	1.	並燒二等草加煉瓦		9.3	.85	575	1.	
長 22.4 厚 5.9	10.6	.97	512	1.							

今此の關係を精査するに、 d_0, l_0 を夫々最初の厚さ及び長さ、 d_x, l_x を夫々減少したる寸法とし、 n_0 を最初の振動數、 n_x を d_x, l_x の振動數とすると

$$n_0 = K \frac{d_0^m}{l_0^{m'}} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

とすれば、

厚さを變ずる時

$$n_x = K \frac{d_x^m}{l_x^{m'}} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$\frac{n_0}{n_x} = \left(\frac{d_0}{d_x} \right)^m$$

$$m = \frac{\log \frac{n_0}{n_x}}{\log \frac{d_0}{d_x}} \dots \dots \dots (27)$$

長さを變ずる時

$$\frac{n_0}{n_x} = \left(\frac{l_x'}{l_0} \right)^{m'}$$

$$n_0 = K \frac{d_0^m}{l_0^{m'}} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$n_{w'} = K \frac{d_0^m}{l_x^{m'}} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$\frac{n_0}{n_{w'}} = \left(\frac{l_{w'}}{l_0} \right)^{m'}$$

$$m' = \frac{\log \frac{n_0}{n_{w'}}}{\log \left(\frac{l_{w'}}{l_0} \right)} \dots \dots \dots (28)$$

となる。

今第二十二表及び第二十三表の値を (27) 式及び (28) 式に適用する時は同様 m 及び m' 欄に示す結果を得べし。

即ち長さに対しては m' は 1.44~2.31, 平均 1.80, 厚さに対しては m は 0.55~1.1, 平均 0.78 となる。

此の結果は寸法減少の際に於ける誤差及び振動數推定に際し, 音程値を單位とせる爲めの誤差等起るものにして且實驗數少なきを以て平均 1.80, 0.78 と稱する數字は權威少なきものなれば實用上 m' を 2.0 とし, m を 1.0 とする方便なり。

又幅と長さと同時に變じたる場合にも同様に成立するものにして, 例へば No. 252 に於て長さを 13.6^{mm}, 厚さを 4.0^{cm} に減じたる場合を見るに, 最初の振動數 456 なるに依り

$$n = 456 \left(\frac{23.2}{13.6} \right)^2 \times \frac{4}{6}$$

$$= 874$$

の計算となり, 實驗の値は 813 となる, 此の例は前記 m', m が夫々 2 及び 1 に近きものを選びたるが, 其の他のものに就ても, 同様の結果を得べきものにして, 長さ, 厚さを別々に考へたる場合も, 同時に考へたる場合も同様に取扱ひ得べし。

第四章 煉瓦の音響と其の性質との關係

第十一節 煉瓦の音響と其の強度との關係

同じ材料にて類似の成分を有するものに於ては總て音調の高き程強度大なるべし。

同一寸法にあらざるものに於ては厚さの厚き程音調高く, 長さ短かければ音調高きものにして強度又音調の高低に従つて強弱するは明かなる事實なり。

同一寸法に於ては比重及び彈性率に關係する所なるが彈性率に關しては強度に關し同様の現象を示し, 其の大なるは音調高く又強度大なるが如し。

從來此の點に關し調査せる材料砂きも花崗石に就き彈性率と其の強度とを對照せるものを

見るに、(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1903) 第二十四表の如く、

第二十四表

抗張破壊強度 kg/cm^2	應力範圍 kg/cm^2	彈性率 kg/cm^2
1597	2.2~39.4	450 300
1335	2.2~39.3	230 300
1597	2.2~138.5	440 000
1335	2.2~138.1	246 200

にして、強度大なる程彈性率大なるを見る。又混凝土に就て使用水量別に調査したる彈性率を見るに (Forschungsarbeiten Heft 72 bis 74) 第二十五表に示すが如く、

第二十五表

彈性率 kg/cm^2	抗張破壊強度 kg/cm^2	抗張破壊強度 kg/cm^2
344 200	23.7	282
313 400	22.2	264
305 700	13.7	235
303 100	13.1	218
282 268	10.2	176
268 000	8.1	158
264 300	17.5	178
222 000	16.2	124

となり、張力に對しては多少差異あれど壓力に對しては強度と彈性率と共に變化するを見るべし。

尙混凝土に就て Otto Graf 氏が、Zeitschrift des deutscher Ingenieurs, Beten und Eisen, Forschungsarbeiten 等に記載されたる供試體 600 個に亘り、破壊強度の $\frac{1}{4}$ 迄の彈性率と強度との關係を求めたるものを見るに、第二十六表に示す如く、強度大なるもの彈性率大なる結果を示せり。

第二十六表

抗張破壊強度 kg/cm^2	彈性率 kg/cm^2	破壊伸長割合
100	215 000	47
200	300 000	66
300	360 000	84
400	410 000	96
500	440 000	115
600	463 000	132

煉瓦に就ても後述著者の實驗に見るも同様の結果を得るものにして、此の原因に就て考ふるに、物體の破壊する事は其の變形が一定限度を超えたる時起るものなれば、若し此の變形量が同じ材料に於て同一のものとするれば、應力に對する變形量の小さき程換言すれば彈性率大なる程強度大となるべきなり、此の關係を前記 Otto (Graf 氏の値に就て見るに、假りに彈性率を應力に關し一定とし、破壊變形量を算出すれば、其の割合第二十六表に示すが如く、強度大なるものゝ方破壊變形量大なる結果を示せり、されば一般に同じ材料にては彈性率大なるもの程強度大なりと推定し得べきなり。

異なる物質に於て彈性率と強度との關係なきは破壊すべき變形量にも大小ある爲めにして煉瓦は同一性分、同一製法にあるものなれば破壊變形量と強度とは同時に増減すべく彈性率と強度とは同時に増減すべき關係を保つべし。

斯くの如く音響學的性質と強度とが俱に増減すべきものなるにより、音響と強度とは必ず或る關係を保つべきものなるに依り、此の關係を明にすべく、供試體 274 個に付強度音響兩者に關する試験を施し、相互の關係を求めたり。

A. 抗壓強度と音響の高低との關係

1. 音響試験成績

音調の高低の單位は實用上便利なる、Xylophone にて同調する主觀的音調を採る事にし、寸法の影響に對しては、單位寸法に於ける強度に關係なきを以て、此の影響を除く爲め、全供試體の $\frac{d}{t^2}$ の平均 (附圖第七參照) 0.01178 を以て各煉瓦の $\frac{d}{t^2}$ の値を除したる商を夫々其の煉瓦の振動數に乘じ其の煉瓦の振動數として採る事とせり、此の振動數を假りに基準寸法振動數と稱す、強度試験を行ひたるものゝ基準寸法、振動數及び同換算音程値は第二十七表 A 欄に示すが如し。

2. 抗壓力試験成績

煉瓦の抗壓力に關し、外國の試験成績を徵するに、煉瓦の厚さの方向、幅の方向、長さの方向に依りて、夫々其の値を異にし、厚さ、幅、長さの順序に強度低下するものとせり。

著者は此の點を明かにすべく、煉瓦の幅を半切し、斷面約 2 吋平方とし、其の兩端より、長さ 2 吋宛採取し 3 個とし兩端は幅及び厚さの方向に、中央は長さの方向に壓し其の龜裂強度及び破壊強度を求めたり。

試験斷面何れも 2 吋平方とせり、試験の方法は Alfred T. 20 ton 載荷機を用ひ、徐々に載荷し、微裂目を生じたる時の荷重を記録し、更に荷重を増加して破壊に到らしむ、破壊の狀態は普通荷重に平行に裂目を生ずるもの多く場合に依り斜に生ずる事あり、強度中等以上のものは破壊と共に、破片四散するもの多く、殊に長さの方向に於けるものは、破片全く四散し、載荷機上に僅かに上下の一部分を残せるのみなるが如き場合さへあり。

此の試験に關しては、供試體の製作並びに載荷の方法甚だ注意を要し、供試體の荷重の加はる兩面は必ず平面にして且平行なるを要すべし、著者は供試體製作に充分注意を拂ひたる上、紙片を數枚用ゐ、此の調節をなしたるも、尙充分なりとは認め難かりき、されど此の爲めに生ずる誤差は、供試體を弱しとするものなれば、其の強度を基準とし、他の強度を推定する場合には安全側の誤差となるべし。

試験の結果を見るに、**第二十七表**に示すが如く、總體の平均每平方吋に付

	厚さの方向	幅の方向	長さの方向
龜裂強度 #/〇"	3 166	3 128	3 823
破壊強度 #/〇"	4 198	3 138	4 251

にして強度の關係却つて長さ、厚さ、幅の順序にあり、上記外國の記録と相反する結果を得たり。

煉瓦其の儘、原形の試験に於ては長さ、厚さ、幅に於て或は強度上の差を生ずべきも、煉瓦の製作より見るも假りに煉瓦の内部より、供試體を採取したる場合は長さ、厚さ、幅の方向に依り、強度を變すべき組織の變化を有するものにあらざれば、一般としては差を認め難かるべし、外國の試験數僅少なるに其の結果を以て直ちに差ありとする結論をなすは早計なるべし、著者の場合に於ても、供試體の數稍多數なりと雖も、此の種の結論をなさざるべし。

強度として此の何れを採るべきやは問題とする所なれ共、著者は何れも同様に取扱ひ 3 試験の平均を採り強度の値とせり。

3. 音調と抗壓強度との關係

此の關係を實驗より求むる爲め、音の振動數を横軸に採り、平均破壊強度を縦軸に採り **第二十七表 A 欄**の値を圖示する時は附圖**第九**を得べし、之れを見るに振動數と抗壓強度とが約比例するを見るべし、今此の關係を

$$B_c = Kn + c$$

但 B_c ; 煉瓦の抗壓破壊強度

n ; 煉瓦音響の振動數

K 及 c ; 常數

なりとし、最小自乘法に依り、 K 及び c を求むるに、

燒過煉瓦に對しては

$$\Sigma B_c = 696\ 205$$

$$\Sigma n = 93\ 105$$

$$\Sigma B_c n = 481\ 627\ 561$$

$$\Sigma n^2 = 62\ 804\ 593$$

$$c = \frac{\sum n \cdot \sum B_c n - \sum B_c \cdot \sum n^2}{(\sum n)^2 - 145 \sum n^2} = -2\,554.013$$

$$K = \frac{\sum n \cdot \sum B_c - 145 \sum B_c n}{(\sum n)^2 - 145 \sum n^2} = +11.455$$

$$\therefore B_c \# / \square'' = 11.455n - 2\,554.013 \dots \dots \dots (29)$$

並燒煉瓦に對しては

$$\begin{aligned} \sum B_c &= 492\,385 \\ \sum n &= 65\,363 \\ \sum B_c n &= 262\,718\,248 \\ \sum n^2 &= 34\,520\,899 \end{aligned}$$

$$c = \frac{\sum n \cdot \sum B_c n - \sum B_c \sum n^2}{(\sum n)^2 - 129 \sum n^2} = -964.648$$

$$K = \frac{\sum n \cdot \sum B_c - 129 \sum B_c n}{(\sum n)^2 - 129 \sum n^2} = +9.437$$

$$\therefore B \# / \square'' = 9.437n - 964.648 \dots \dots \dots (30)$$

全體を通じ

$$\begin{aligned} \sum B_c &= 1\,185\,590 \\ \sum n &= 158\,470 \\ \sum B_c n &= 744\,345\,809 \\ \sum n^2 &= 97\,325\,492 \end{aligned}$$

$$c = \frac{\sum n \cdot \sum B_c n - \sum B_c \sum n^2}{(\sum n)^2 - 274 \sum n^2} = -1\,464.430$$

$$K = \frac{\sum n \cdot \sum B_c - 274 \sum B_c n}{(\sum n)^2 - 274 \sum n^2} = +10.032$$

$$\therefore B_c \# / \square'' = 10.032n - 1\,464.430 \dots \dots \dots (31)$$

燒過、並燒の區別は強度上其の區別明かならざるを以て、實用上之れを一律に取扱ひ且算式を簡單にし (31) 式を變じ

$$B_c \# / \square'' = 10n - 1\,500 \dots \dots \dots (32)$$

とすべし。

これに依つて見るに、假に安全率を 5 とする場合に夫々許容強度に對し所要煉瓦の音調は、第二十八表の如くなるべし。

煉瓦の振動數を見るには同調せる基本樂器の振動數に依るべきものなるが、其の値は第三表を對照して求むる事を得、音程値にて表はされたる場合は

$$n = 256 \times 2^{N-1} \text{ なるに依り}$$

$$B_c \# / \square^n = 256 \times 2^{N-1} - 1500 \dots\dots\dots (33)$$

となれど、計算複雑となるを以て附圖第十に示すが如く、音程値を横軸に採り、破壊強度を縦軸に採り圖示する時其の傾向一種の曲線を示せ共實用の區間に於ては直線として取扱ひ得るに依り、

$$B_c \# / \square^n = KN + C$$

として K 及び C を最小自乗法より求むるに

$$C = \frac{\sum N \cdot \sum B_c N - \sum B_c \cdot \sum N^2}{(\sum N)^2 - a \cdot \sum N^2}$$

$$K = \frac{\sum N \cdot \sum B_c - a \sum B_c N}{(\sum N)^2 - a \sum N^2}$$

となり

	燒 過	並 燒	總 體
a	145	129	274
$\sum B_c$	696 205	492 385	1 188 590
$\sum N$	2 385.9	1 603.1	3 989.0
$\sum B_c N$	12 380 401.7	6 667 086.5	19 047 488.2
$\sum N^2$	41 465.23	21 713.31	63 178.54
C	-2 094	+14	-634
K	+419.088	+306	+341.526

となる、故に


燒過に對しては $B_c \# / \square^n = 419.088 N - 2 094 \dots\dots\dots (34)$

並燒に對しては $B_c \# / \square^n = 306 N + 14 \dots\dots\dots (35)$

總體に對しては $B_c \# / \square^n = 341.526 N - 634 \dots\dots\dots (36)$

となる、總體に於て式を簡單にする爲め $B_c = 0$ なる音調即ち、

$$N = \frac{634}{341.526} \approx 2$$




$a^\#$ () に origin を移し尙式を簡單にする時は

$$B_c = 340 N \dots\dots\dots (37)$$




となるべし、附圖第十に於て (37) 式と (36) 式と對照するに大差なきを見る、故に煉瓦の每平方時に於ける強度は、 $a^\#$ より其の發する音響迄の距離を半音を單位として數へたるものに 340 を乗じたる封度數なりと云ふ事を得べし。

本式より、第二十八表の値を求むるときは第二十九表となり、

第二十八表

許容強度	400 #/□"	500 #/□"	600 #/□"
所要強度	2 000 "	2 500 "	3 000 "
振動數	350	400	450
音階	$f \sharp'$	$g \sharp'$	$a \sharp'$
音符			

第二十九表

許容強度	400 #/□"	500 #/□"	600 #/□"
所要強度	2 000 "	2 500 "	3 000 "
振動數	5.8	7.4	9.0
音階	g'	$g \sharp'$	$a \sharp'$
音符			

其の値約近似せるを見るべし。

B. 抗張強度と音響の高低との關係

1. 抗張強度試験

煉瓦は抗壓材として用ふべきものにして、特に著者は總て抗壓力をのみ使用せんとするものなれば、抗張力に對しては精細なる調査を必要とせず、供試體の大部分を抗壓試験に使用し抗張試験に使用せしもの 26 個なり。

供試體は彈性率用供試體と同じく、煉瓦の幅を縦に半切し、其の中央約 40^{mm} の間を載荷機の都合上 kgcm 單位を便とするを以て約 40^{mm} 角に金剛砥を以て磨滅製作せり。

載荷機は Alfred J. Amsler Co. 製のものを用ゐる其の取付は鐵板を以て第三圖に示す如くボルトを以て締め付けたり、試験中此の部にて破壊せるものにて破壊の原因締め付けたる爲めのものありしかば其れ等は記録中より除けり。

其の結果は第三十表に示すが如く、最小毎平方吋 108 封度、最大 582 封度、平均 279.3 封度なり。

2. 音調と抗張強度との關係

前項抗張強度試験を施せる供試體の基本平均寸法音響の高さは第三十表に示すが如し。同表に於ける音響の高さを横軸に採り、抗張破壊強度を縦軸に採り、圖示する時は附圖第十一を得べし。

第三十表

供 試 體		破 壊			音 響		備 考
番 號	斷 面 積 □ ^{mm}	荷 重 kg	強 度		基 準 寸 法		
			kg/□ ^{cm}	#/□"	振 動 數	音 程 值	
28	152.0	621.0	40.9	582	865	22.1	燒過一等草加煉瓦
43	159.6	463.0	29.0	412	822	21.1	" "
78	156.0	423.0	27.1	385	477	11.7	燒過二等 "
92	134.4	464.0	34.5	491	532	13.7	" "
94	155.8	401.0	25.7	365	684	18.0	" "
95	160.0	382.0	24.0	340	650	17.2	" "
112	152.0	336.0	22.0	313	436	10.2	燒過三等 "
122	163.8	212.5	13.0	185	428	9.9	" "
138	168.0	364.9	21.7	309	443	10.5	" "
151	155.8	388.0	24.9	354	597	15.7	並燒一等 "
152	163.8	390.0	23.8	338	599	15.7	" "
170	155.8	466.0	29.9	415	541	14.0	" "
288	168.0	214.8	12.8	182	402	8.9	山本煉瓦 "
289	148.2	241.0	16.3	232	408	9.1	" "
290	167.2	260.5	15.6	227	405	9.0	" "
319	148.0	436.0	29.5	419	476	11.7	" 岸和田煉瓦
363	127.1	187.0	14.7	209	389	8.3	" 上敷 "
338	148.2	280.3	18.9	269	489	12.1	中等(手製)岸和田 "
339	164.0	372.5	22.7	323	541	14.0	" "
264	163.8	232.2	14.2	202	422	9.7	並燒三等草加 "
265	168.1	158.0	9.4	134	373	7.5	" "
270	152.0	158.0	10.4	149	367	7.2	" "
292	152.0	115.0	7.6	108	263	1.5	" 山本 "
293	155.8	126.0	8.1	115	281	2.6	" "
305	159.9	172.5	10.8	154	311	4.2	" 八王子 "
306	159.9	155.0	9.7	138	296	3.4	" "
平 均	燒 過	429.6	265.3	376	594	14.8	
	並 燒	256.0	164.3	233	421	9.4	
	總 體	153.5	199.3	282	481	11.1	

附 記 { 供試體中、中央 40 mm 以外の箇所にて破壊せるもの、毎平方時に付強度は其の斷面を以て荷重を除したるものなれど其の箇所は特別の事情にありし時は却つて大なる誤差となるを以て最小斷面にて破壊せしものと取扱ひたり

同表を見るに、抗張強度も亦音響の高さに比例するを以て、抗壓強度の場合と同じく

$$B_t = Kn + C$$

但し B_t ; 抗張強度

其他の附號前述の通り

と置き最小自乘法に依り、 K 及び C を求むる時

$$C = \frac{\sum n \cdot \sum B_t \cdot n - \sum B_t \cdot \sum n^2}{(\sum n)^2 - a \sum n^2}$$

$$K = \frac{\sum n \cdot \sum B_t - a \sum B_t \cdot n}{(\sum n)^2 - a \sum n^2}$$

	燒 過	並 燒	總 體
a	9	17	26
$\sum B_t$	3385	3963	7348
$\sum n$	5343	7160	12503
$\sum B_t n$	398460	2112186	1822444
$\sum n^2$	3402183	3194052	6596236

なれば

K	0.451	0.859	0.69
C	10.8	-128.8	-49.1

故に燒過煉瓦に對しては $B_t \#/\square'' = 0.45n - 10.8 \dots\dots\dots(38)$

並燒煉瓦に對しては $B_t \#/\square'' = 0.859n - 128.8 \dots\dots\dots(39)$

煉瓦總體を通じ $B_t \#/\square'' = 0.69n - 49.1 \dots\dots\dots(40)$




を得べし。

實用上 (40) 式を簡單にする時は

$$B_t \#/\square'' = 0.7n - 50 \dots\dots\dots(41)$$

となる、本式に於て安全率を 5 とし夫々許容強度に對する煉瓦の音響の高さを求むるときは第三十一表の如くなるべし。

第三十一表

許容強度	40 #/□''	50 #/□''	60 #/□''
所要強度	200 "	250 "	300 "
振動數	357.1	428.6	500
音階	$f \#$	a'	c''
音符			

本表と第二十八表と對照するに抗壓力 400 #/□'' のもの及び抗張力 40 #/□'' のもの何れも $f\#'$ となり、其の以上は同音響にて抗張力は抗壓力の1/10より少しく小なるを見る。

抗張強度と音程値との關係は附圖第十二に示すが如く

$$B_t = KN + C$$

とし K 及び C を最小自乗法によりて求むるとき、

$$K = \frac{\sum n \cdot \sum B_t - a \sum B_t n}{(\sum n)^2 - a \sum n^2}$$

$$C = \frac{\sum n \cdot \sum B_t N - \sum B_t \sum n^2}{(\sum n)^2 - a \sum n^2}$$

	燒 過	並 燒	總 體
n	9	17	26
$\sum B_t$	3 382	3 963	7 345
$\sum n$	134.4	154.6	289.0
$\sum B_t N$	53 473.2	43 431.5	95 904.7
$\sum N^2$	2 190.34	1 720.58	3 910.92

なれば

K	16.2	20.3	20.4
C	133.9	48.4	55.6

となり。

燒過煉瓦に對しては $B_t \#/\square'' = 16.2 N + 133.9 \dots\dots\dots (12)$

並燒煉瓦に對しては $B_t \#/\square'' = 20.3 N + 48.4 \dots\dots\dots (13)$

煉瓦全體を通じては $B_t \#/\square'' = 20.4 N + 55.6 \dots\dots\dots (14)$




となる。

實用上 (14) 式を簡單にする時は

$$B_t \#/\square'' = 20 N + 50 \dots\dots\dots (15)$$

となる、本式より第三十一表の値を求むるときは第三十二表

第三十二表

許容強度	40 #/□''	50 #/□''	60 #/□''
所要強度	200 "	250 "	300 "
振動數	7.5	10.0	12.5
音階	$f\#'-g'$	a'	$b'-c''$
音符			

となり其の値約近似せるを見るべし。

C. 吸水率と強度との關係

吸水率は従來煉瓦強度推定の資料なるに其の關係を明かにせるものなきを以て、茲に其の研究を施し、吸水率と強度との關係を對照せんとす。

1. 吸水率試験

吸水率を測定するに2種の方法あり、其の一は煉瓦の重量と其れが吸水せし水の重量との比にして他は煉瓦の容積と吸水せし水の容積との比なり、一般に前者を使用す。

煉瓦の自身の状態は完全に水分を放出せし状態と普通に乾燥せしものとの2種あるが、著者は前者の状態を採り、完全に水分を放出せしむる爲め、乾燥臺を棹秤の構造とし、攝氏120度乃至140度に加熱せるが、漸次重量を減するを以て其の調節をなし、最後に棹が水平を保ち變化なきに到りたる時を以て全く水分を放出せし時とせり、普通30~40時を要せり。

吸水は又時間と共に増加するものなるが1時間、4時間、24時間の成績を採りたり、其の成績は第二十七表B欄に示すが如し。

2. 吸水率と強度との關係

a) 重量比の吸水率と抗壓強度との關係

第三十三表に於て、24時間後に於ける重量比の吸水率を横軸に採り、強度を縦軸に採り圖示するときは附圖第十三に示すが如き圖表を得大體吸水率の増加と共に強度減少の傾向を示す。

假りに、吸水率は強度に逆比するものと假定し

$$B_c \# / \square'' = K A_w + C$$

但し A_w ; 重量比に於ける吸水率

とし、最小自乘法に依り K 及び C を求むる時

$$\Sigma B_c = 1\ 188\ 590$$

$$\Sigma A_w = 39\ 781$$

$$\Sigma B_c A_w = 161\ 514\ 717$$

$$\Sigma A_w^2 = 6\ 124\ 276$$

$$C = \frac{\Sigma A_w \Sigma A_w B_c - \Sigma B_c \Sigma A_w^2}{(\Sigma A_w)^2 - 274 \Sigma A_w^2} = 8\ 940.572$$

$$K = \frac{\Sigma A_w \Sigma B_c - 274 \Sigma B_c A_w}{(\Sigma A_w)^2 - 274 \Sigma A_w^2} = -31.702$$

$$\therefore B_c \# / \square'' = 8\ 941 - 31.702 A_w \dots\dots\dots (46)$$

若し實用とするときは簡單にして

$$B_c \#/\square'' = 9\,000 - 31\,700 A_v \dots\dots\dots (47)$$

とすべし。

工業品規格統一調査會の定むる規格に於ける吸水率を本式に適用するに

上焼は 14% 以下なれば 4 562 #/□'' (320 kg/□cm)

となり、並焼は 18% なれば 3 294 #/□'' (231 kg/□cm) となる、規格に於て定むる強度は 150 kg/□cm 並に 100 kg/□cm にして各々 2 倍以上となれ共此の吸水率の最低強度を取らば著者の實驗に於ける 14% 附近の煉瓦の最低強度 2 500 #/□'' (176 kg/□cm), 18% 附近の最低強度 1 500 #/□'' (105 kg/□cm) なれば、該規定は妥當なるべし。

6) 容積比の吸水率と抗壓力との關係

第二十七表 B 欄に於て、24 時間後に於ける容積比の吸水率を横軸に採り、抗壓強度を縦軸に採り、圖示するときは附圖第十四を得、此れに於ても大體吸水率は強度に逆比するを以て同様に

$$B_c = K A_v + C$$

但し A_v ; 容積比に於ける吸水率

とし、最小自乘法に依り K, C を求むる時

$$\Sigma B_c = 1\,188\,590$$

$$\Sigma A_v = 68\,060$$

$$\Sigma B_c A_v = 279\,138\,399$$

$$\Sigma A_v^2 = 17\,599\,608$$

$$C = \frac{\Sigma A_v \Sigma A_v B_c - \Sigma B_c \Sigma A_v^2}{(\Sigma A_v)^2 - 274 \Sigma A_v^2} = 10\,101$$

$$K = \frac{\Sigma A_v \Sigma B_c - 274 \Sigma A_v B_c}{(\Sigma A_v)^2 - 274 \Sigma A_v^2} = -23\,202$$

$$\therefore B_c \#/\square'' = 10\,101 - 23\,202 A_v \dots\dots\dots (48)$$

本式を簡單にして

$$B_c \#/\square'' = 10\,000 - 23\,000 A_v \dots\dots\dots (49)$$

とすべし。

c) 吸水率と抗張力との關係

重量比及び容積比に依る吸水率、並びに抗張強度との對照表は第三十三表に示すが如し。

第三十三表

供試體番號	24 時間後の吸水率		抗張強度 (#/sq)	摘 要
	容積比	重量比		
28	.186	.100	582	燒過一等 草加煉瓦
43	.225	.127	412	" "
78	.269	.159	385	燒過二等 "
92	.225	.126	491	" "
94	.235	.135	305	" "
95	.224	.123	340	" "
112	.268	.157	313	燒過三等 "
122	.258	.151	185	" "
138	.268	.157	309	" "
151	.244	.139	394	並燒一等 "
152	.245	.144	338	" "
170	.270	.160	415	" "
288	.265	.154	182	" 山本煉瓦
289	.270	.151	232	" "
290	.270	.157	227	" "
319	.238	.125	419	" 岸和田煉瓦
363	.311	.181	209	" 上 敷 "
338	.240	.131	269	中等(手製)岸和田煉瓦
339	.260	.144	323	" "
264	.306	.192	202	並燒三等 草加煉瓦
265	.301	.188	134	" "
270	.323	.197	149	" "
292	.359	.220	108	" 山本煉瓦
293	.350	.209	115	" "
305	.260	.154	154	" 八王子煉瓦
306	.292	.172	138	" "

第三十三表より、抗張破壊強度を縦軸に採り、吸水率を横軸に採る時、重量比に依るものは附圖第十五に示すが如く、容積比に依るものは附圖第十六に示すが如し。

本圖表より見るに、供試體の數少き事並びに吸水率の範圍狭き事は此の結果となれる一因なれど、諸點は散亂して、殆ど吸水率と強度との關係を求むる事を得ず。

3. 音響の高さと強度との關係と、吸水率と強度との關係の對照

吸水率より強度を推定する從來の方法は、大體の關係を概念するに止まり、一定の算式の下に強度を推定したる例を見ざるも、假りに其の關係を求むるときは、抗壓力に對しては(32)式に示す結果を得たり。

抗張力との關係に於ては、前述の如く、少數の試験に於ては全く關係を求め得ざるものに

して抗壓力に對しても若し試験數少かりせば、或は其の關係を求め得ざるべく、從來に於ても抗壓力と吸水率に關し其の關係を求めんと企圖せられし場合もあるべけれど其の試験數少く、一定の結果を得ずして、全く關係なしとさへ説をなすものありしなり。

今、音響の高さと強度との關係式

$$B_e \# / \square'' = 10 n - 1 500 \dots\dots\dots (32)$$

及び、吸水率と強度との關係式

$$B_e \# / \square'' = 9 000 - 31 700 A_w \dots\dots\dots (47)$$

の兩式に於ける probable error を求むるに

$$(32) \text{ 式に對するもの } \gamma = \pm 507 \# / \square''$$

$$(47) \text{ 式に對するもの } \gamma = \pm 791 \# / \square''$$

となり、後者は前者に對し約 6 割 error 大なるを見るべし。

實用上に於ても、音響に依る検査は吸水率によるものよりも遙かに便宜にして簡單なれば、吸水率に依る検査は必要とせざるに到るべし。

第十二節 煉瓦の音響と其の吸水率との關係

煉瓦の強度は音調より推定し得べきに依り、強度推定上吸水率を知る必要なきも、從來の試験との對照上又は其の他の目的に依り、吸水率を要する場合あるべきを以て、音調と吸水率との關係を求むる事とせり。

第二十七表 B 欄中 24 時間後の吸水率及び其の振動數を採り、圖示する時は重量比に對しては附圖第十七、容積比に對しては附圖第十八に示す結果を得べし。

同附圖に見る如く、何れも吸水率と振動數とが比例せるものと律し得べきに依り、重量比に對しては

$$A_w = K n + C$$

と置くとき最小自乘法に依り K, C を求むるとき

$$K = 0.259$$

$$C = -0.000197$$

を得べきに依り

$$A_w = 0.259 - 0.000197 n \dots\dots\dots (50)$$

を得べし。

容積比に對するものは同様にして

$$A_v = 0.414 - 0.000287 n \dots\dots\dots (51)$$

を得べし。

振動數 n の代りに音程値 N を採るときは、重量比に對しては圖附第十九、容積比に對しては附圖第二十を得。何れも直線關係に置き得べきに依り、最小自乘法を用ゐて解くときは

$$\text{重量比に對し} \quad A_w = 0.241 - 0.00587 N \dots\dots\dots(52)$$

$$\text{容積比に對し} \quad A_v = 0.389 - 0.00966 N \dots\dots\dots(53)$$

なり。

以上の關係を並燒及び燒過別に分つときは、

燒過煉瓦に對し

$$A_w = 0.214 - 0.000138 n \dots\dots\dots(54)$$

$$A_w = 0.212 - 0.00525 N \dots\dots\dots(55)$$

$$A_v = 0.362 - 0.000219 n \dots\dots\dots(56)$$

$$A_v = 0.357 - 0.00824 N \dots\dots\dots(57)$$

並燒煉瓦に對し

$$A_w = 0.279 - 0.000220 n \dots\dots\dots(58)$$

$$A_w = 0.239 - 0.00576 N \dots\dots\dots(59)$$

$$A_v = 0.436 - 0.000310 n \dots\dots\dots(60)$$

$$A_v = 0.385 - 0.00857 N \dots\dots\dots(61)$$



を得。

工業規格統一調査會に於ける、上燒 14% 以上と稱するは (54) 式により

$$n = \frac{0.214 - 1.4}{0.000138} = 478$$

又は (55) 式より


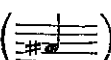
$$N = \frac{0.212 - 0.14}{0.00525} = 13.7$$

となり、約 b' () 乃至 c'' () の音響となり、並燒 18% と稱するは (58) 式により

$$n = \frac{0.279 - 0.18}{0.00022} = 450$$

又は (59) 式より

$$N = \frac{0.239 - 0.18}{0.00576} = 10.2$$

となり a' () 乃至 $a\sharp'$ () の音響となる。

強度との關係に就て見る時は b' 乃至 c'' と稱するは約 3500#/□ ν 、 a' 乃至 $a\sharp'$ と稱するは 3000#/□ ν となり、第十一節 (a) 項の記述と約一致すべし。

第十三節 煉瓦の音響と其の比重との關係

比重と音調との關係は比重の平方根は振動數に比例すべきは理論の示す所なれど實驗的に定むる爲め、音調と比重とを對照するに第二十七表 C 欄に示すが如く、之を圖示する時は附圖第二十一を得べし。

同圖表に見る如く、比重は各煉瓦を通じ其の値の差少なく、此の爲めに音響に差異を生ずる場合なきが如し。

假りに

$$S = KN + C \quad \text{但 } S ; \text{ 比重}$$

なる關係に置き、最小自乘法を用ゐ K 及び C を求むれば

$$K = -0.00016$$

$$C = 2.434$$

を得

$$S = 2.434 - 0.00016 N \dots\dots\dots(62)$$

となり、殆ど影響せざるを見るべし。

第十四節 煉瓦の音響と其の彈性率との關係

彈性率の平方根が振動數に比例すべきは理論の示す所にして且第八節叙述の如く、實驗的にも證せられたる所なり。されば理論式としては (25) 式より

$$E = \frac{l^4}{d^2 K^2} \rho n^2 \dots\dots\dots(63)$$

となるべきを以て、 $\frac{d}{l^2}$ 及び ρ の平均値を採るときは

$$E (\text{gr/cm}) = 198 n^2 \dots\dots\dots(64)$$

となるべし。

但し此の場合の n は Condenser microphone にて測定せる振動數なるを以て、同調により耳に聞く音調としては其の 3.5 倍を採らざるべからず、故に

$$E (\text{gr/cm}) = 693 n^2 \dots\dots\dots(65)$$

今、彈性率と振動數とを對照する時は第三十四表を得べし。之を圖示する時は附圖第二十二を得べし。

同表に於て n を耳に聞く振動數に採り

$$E = Kn^2 \dots\dots\dots(66)$$

と置き K の平均を採るときは次の如くなる。

種 別	K	
	張力の E に對し	張力の E に對し
燒 過	3.00	2.49
並 燒	3.16	2.69
總 體	3.06	2.59

彈性率と音響とは密接の關係あるものなれば、音響と強度との關係は從つて彈性率と強度との關係となるべきものなれば、此の關係を求むる爲め、彈性率の試験を施したる供試體に就き強度試験を施し其の關係を求めたる第三十四表の結果を得たり。

第三十四表中強度と彈性率との關係を圖示するときは附圖第二十三に示すが如く、彈性率の増加と共に強度の増加するを見るべし、此の關係曲線を直線と見做し

$$B_e \#/\square'' = KE + C \#/\square''$$

と置き最小自乗法に依り、K 及び C を求むるときは

$$K = 177$$

$$C = 2\,196 \#/\square''$$

となり

$$B_e \#/\square'' = 177 E \#/\square'' \times 10^5 + 2\,196 \#/\square'' \dots \dots \dots (67)$$

を得べし。

第十五節 煉瓦の音響と其のポアソン比との關係

煉瓦のポアソン比に關しては從來全く記録なきを以て、其の數を求め且音響との關係を求むる爲め、張力の彈性率試験に用ゐたる供試體を用ゐ其の試験を施せり。

試験の方法は、壓力彈性率測定の場合と同様の機械を用ゐ煉瓦の幅の中央に約 3 cm の木片を取付け、其れに extensometer を取付け壓力の増加に伴ふ幅の増加を觀測せり。

荷重間の擴大量及び各荷重迄の總擴大量及壓縮量は第三十五表に示すが如し。

第三十五表

供試體番號	荷重 (kg)	荷重間擴大量								各荷重迄の總擴大量							
		自 至	0 100	100 200	200 300	300 400	400 500	500 600	600 700	0 100	100 200	200 300	300 400	400 500	500 600	600 700	
燒過一等 33 草加煉瓦	擴大量	.3	.5	.2	.5	.3	.3	.3	.7	.9	1.4	1.7	2.0	2.3			
	壓縮量	4.5	4.5	4.5	4.6	4.7	4.6	4.7	4.5	9.0	13.5	18.1	22.8	27.4	32.1		
燒二 353 上敷	擴大量	1.1	.6	.5	.7	.6	.7	.6	1.1	1.7	2.2	2.9	3.5	4.2	4.8		
	壓縮量	7.0	7.0	6.9	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	14.0	20.9	27.9	34.9	41.9	48.9		
燒三 300 八王子	擴大量	.6	.4	.5	.6	.4	.5	.5	.6	1.0	1.5	2.1	2.5	3.0	3.5		
	壓縮量	5.2	5.4	5.7	5.7	5.8	5.9	5.8	5.2	10.6	16.3	22.0	27.8	33.7	39.5		
並燒一等 290 山本	擴大量	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.2	2.3	3.3	4.3	5.4	6.4	7.4		
	壓縮量	13.3	13.7	13.9	14.0	13.5	13.6	13.6	13.3	27.0	40.9	54.9	68.4	82.0	95.6		
並二 228 草加	擴大量	.9	.9	.8	.8	.8	.8	.9	0.9	1.8	2.6	3.4	4.2	5.0	5.9		
	壓縮量	8.2	8.4	8.8	8.7	8.8	8.9	8.9	8.2	16.6	25.4	34.1	42.9	51.8	60.7		
並三 263 草加	擴大量	1.1	.9	.9	1.0	1.2	1.2	1.5	1.0	1.7	2.3	3.1	3.9	4.9	6.1		
	壓縮量	12.3	12.2	12.1	12.0	12.0	12.0	11.9	12.3	24.5	36.6	48.6	60.6	72.6	84.5		

依つて單位長に對する壓縮量及び擴大量を求むるときは其の比はポアソン比なるに依り、其の結果は第三十六表に示すが如し。

第三十六表

供試體番號	荷重 (kg)	0~100	100~200	200~300	300~400	400~500	500~600	606~700	基準寸法 音程値
燒一 353 草加煉瓦	單位 { 擴大量 壓縮量 ポアソン比	.00588	.013725	.017647	.027451	.033333	.0392156	.045099	639
		.03	.06	.09	.12067	.152	.18267	.214	
		.196	.229	.196	.227	.219	.215	.211	
燒二 353 上敷	單位 { 擴大量 ポアソン比	.022	.034	.044	.058	.07	.084	.096	527
		.493	.364	.316	.312	.301	.301	.288	
		.011952	.019920	.029880	.041833	.049801	.059761	.069721	
燒三 300 八王子	單位 { 擴大量 壓縮量 ポアソン比	.03467	.07067	.10867	.14667	.18533	.22467	.26333	
		.345	.282	.275	.285	.269	.266	.265	
		.024	.046	.066	.086	.108	.128	.148	405
並一 290 山本	單位 { 擴大量 壓縮量 ポアソン比	.08867	.18	.27267	.366	.456	.54667	.63733	
		.271	.256	.242	.235	.237	.234	.232	
		.01779	.03557	.05138	.06719	.083	.09881	.1166	406
並二 228 草加	單位 { 擴大量 ポアソン比	.325	.321	.303	.296	.290	.286	.288	
		.02	.034	.046	.062	.078	.098	.122	
		並三 263 草加	單位 { 擴大量 壓縮量 ポアソン比	.082	.16333	.244	.324	.404	.484
.244	.208			.189	.191	.193	.202	.217	

同表に見る如く、煉瓦のポアソン比は約 0.20~0.30 にあるものにして、其の値は應力の大小に依りても一定の變化なきを見る。


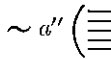

煉瓦の發する音響との關係に於ても、供試體少數なれば信頼の程度少なきも、同表よりは一定の關係存せざるを見る。

第五章 音響に依る煉瓦の撰別

第十六節 煉瓦の發する音響

煉瓦は樂音を發し其の振動の状態は斷面矩形をなす棒體と見做すも大差なし。

發する音響は樂器 Xylophone の音色に類似し、耳に聞く音調と實際の振動數とに大差ありて前者は後者の約 3.5 分の 1 に相當す。

音程の範圍は耳に聞く音調にて、 $e^{\#}$ () ~ a'' () の間にありて、此の音に相當する振動數 271~861 となり、 e' () を 1.0 として半音隔りに數へたる數を音程値とするときは、2~22 音程値となる。

されば、煉瓦を振動數 10 を單位として分類するときは 59 種となり、音程値を單位とし

て分類する時は 21 種となり其の種別割合に大にして此れと煉瓦の性質との關係を明にするときは實用上相當精密なる分類をなし得べし。

第十七節 煉瓦の發する音響と其の性質との關係

煉瓦の發する音響は理論上

$$n = K \frac{d}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

の關係にあるものにして、實際上又厚さ及び彈性率の平方根に比例し、長さの二乗及び密度の平方根に逆比するものなり。

其の他の性質たる吸水率及び強度にも一定の關係を有するものにして

抗壓強度に關しては (29) 式～(37) 式

抗張強度に關しては (38) 式～(45) 式

吸水率に關しては (50) 式～(61) 式

に示す式より推定する事を得べし。

今 $\frac{d}{l^2} = 0.0178$ の煉瓦に對する性質の値を上式より算出するときは第三十七表に示す値を得べし。

同表中、下欄基本調子は著者の使用せる d' の振動數を 256 とせるものなれど、一般樂器を同調の基本とするときは、其の調子は International pitch なるを以て $a'^{\#}$ の振動數 435 として調律されたるものなれば各音の振動數に多少の差異あり、従つて一般樂器と同調して煉瓦の性質を推定せんには其れ丈の換算をなさざるべからず。International pitch に對する煉瓦の性質との對照は第三十七表上欄に示すが如し。

第十八節 煉瓦の撰別の實施

1. 煉瓦は天日によりて、乾燥せしめ置くべし。

若し含水せる場合は其の音調乾燥せるものより低きものとなれば誤差安全側となるべし。全く飽水せるものは乾燥せるものより 2 音程値低くなれるものと見るべし。

2. 煉瓦の寸法を検査する場合は厚さ及び長さを特に留意し、其の大體の平均にて $\frac{d}{l^2}$ を求め、基準寸法との比を求め、振動數を換算すべし。

寸法を検査せざる場合は、大體の見當にて平均 $\frac{d}{l^2}$ を求め上記の方法を取るべし、此の場合に於ては約 1 音程値の誤差あるものと見るべし。

3. 煉瓦に音響を發せしむるには一端より長さの 0.224 の箇所に於て其の兩側を指にて支持し、金鎚 (頭徑 1.5cm, 長さ 8cm 位の) を以て長さ及び幅の中央を叩くべし。

4. 同調せしむる方法は先づ煉瓦を二、三回叩き其の音調を記憶し、基本音調にて類似のものを搜し、約見當附きたるときは煉瓦と基本樂音と交互並に同時に數回叩きて、同調せるを

確め、尙其の音より高低半音隔りの音が同調せざるを確むべし。

但し熟練するとき、直ちに其の音程を求め得べし。

第十九節 音響による異形煉瓦の撰別

第十節第二十一表乃至第二十三表の試験成績に於ても明なるが如く、矩形體の煉瓦の振動数は $\frac{d}{l^2}$ の比に據り其の寸法の大小に拘らざるものなれば、異形煉瓦の發する音響と其の性質との關係を求めんとすれば、異形煉瓦中より $\frac{d}{l^2} = 0.01178$ なる矩形體の供試體を製作し、其の發する音響を求むる時は第三十七表より其の性質を推定し得べし、或は異形煉瓦の形狀簡單にして、個々の形狀に變化少なきものにありては矩形體の發する音響と原異形の儘の發する音響との關係を明にする時は、一定關係式を通じ第三十七表に依り、其の性質を推定し得べし。

現今、存する異形煉瓦は多數多様にして、到底其の全部を本論に於て取扱ひ難きを以て、上記一般方針を叙述するに止め、最も使用する場合多き煉瓦積の直角以外の角度の曲りに用ふる角用異形煉瓦と會誌第十一卷第一號記載の鐵筋煉瓦積に用ふべき鐵筋用異形煉瓦に就て、此の關係を明にせんとす。

此の試験に當り、異形煉瓦中より矩形體を採取して試験する方法にては、試験後は異形煉瓦として使用する事能はざる爲め、本論の特徴とする使用煉瓦個々全體に亘り試験し能はざれば、異形煉瓦の發する音響と矩形體ならば發すべき音響との關係を求め異形煉瓦に發音せしめて、直ちに其の性質を推定すべき方法を採らざるべからず、然して角用異形煉瓦及び鐵筋用異形煉瓦は普通煉瓦の最も簡單なる變形にして音響の高低に最も關係深き厚さ及び長さの變化なく、幅に大小を生じたるものにして、特に鐵筋用異形煉瓦は一定の製作機を通じて製する一定の形狀にあれば、矩形體の發する音響と原異形の發する音響とを比較し其の關係より第三十七表を通じ性質を推定する時は其の誤差僅少なるべし。

A. 角用異形煉瓦

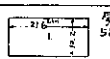
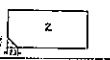
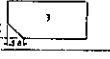
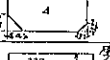
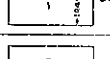
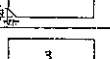
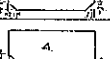
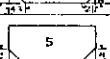
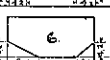
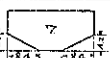
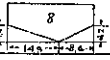
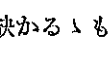
角用異形煉瓦は其の煉瓦の位置、煉瓦積の曲り角度等に依り形狀一定せざれば、本論に於ては其の一例を採り試験する事とせり。

試験の方法は普通煉瓦より漸次金剛砥を用ゐる其の角を磨滅し、夫々其の音響を Xylophone を用ゐる同調により試験せるものにして、其の成績第三十八表に示すが如し。

本試験の成績より見るに、總て異形煉瓦となるときは其の音響高くなるものにして、普通の場合 1~2 音高きものとなる概念を得べし、此の原因は普通形の煉瓦が振動するとき其の振動数は (25) 式より、

$$n = K \frac{d}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

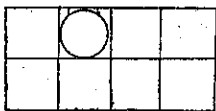
第三十八表

供試體 番号	形 状	音程値	振動數	容積の比 振動數の比	容 積	容積比	振動比	備 考
1		19	724	1	12779	1	1	
		20	767	1.06	12639	1.01	1	
		21	813	1.12	12218	1.05	1.03	
		21	813	1.12	12078	1.06	1.03	
2		16	609	1	14760	1	1	
		16	609	1	14629	1.01	1	
		16	609	1	14492	1.02	1.01	
		16.8	637	1.05	14082	1.09	1.03	
		17	645	1.06	13672	1.08	1.04	
		17	645	1.06	13125	1.13	1.06	
		17	645	1.06	12579	1.17	1.08	
		16.5	627	1.03	11784	1.25	1.12	

なるに其の一部分が缺かるゝも依然原矩形體と同様の振動をなし、其の缺かれたる部分が全體としての重量を減じたる影響即ち比重に影響せるものと類似の結果を生ぜるが如し、今第三十八表に見るが如く振動數の比と容積の逆比の平方根とを比較するに近似せる結果を得べし。

然れ共、缺く部分漸次増大し、全體の幅を減少するが如き程度に到らば、原容積として取扱ふべき矩形體の採るべき幅は小となるべきを以て、其の程度に到らば却つて、調子低下する事となる、(原形の音迄には低下せざるも) 其の一例は供試體第二號 8 に見るが如し。

B. 鐵筋用異形煉瓦



第五圖

異形煉瓦は第五圖に示すが如き形狀にして、普通破損を減少する爲め透孔の儘運搬し使用に當り一部分を缺き鐵筋を横押しとなし得る様溝形となす。

I. 豫備試験

本試験に先ち煉瓦に矩形の缺所を設くる場合、音響に如何なる影響あるかを調査する爲め、

第三十九表

供試体 番 號	形 状	音程値	振動數	容積に比する 振動數の比	容 積	容積比	$\sqrt{\text{容積比}}$	備 考
3		16	609	1	14911	1	1	
		17	645	1.06	1347	110	1.05	
		18	683	1.12	1209	1.24	1.11	
		16	609	1				
4		18	683	1	$B_1 = 14015$ $B_2 = 14015$ $V_1 = 7728$	$B_1 = 1$ $B_2 = 1$		
		18.5	704	1.03	1265.6	1.11	1.05	
		19	724	1.06	1129.7	1.24	1.11	
		15	574	0.84	857.7	0.70	0.85	
5		15	574	1	$B_1 = 14015$ $V_1 = 1185.1$ $B_2 = 14015$ $V_2 = 783.2$	1 1	1 1	
		12	483	0.84	1353.2	$V_1 = 1$ 0.82	0.91	
		11	456	0.79	1299.5	$V_1 = 1$ 0.60	0.77	
6		15	574	1	$V_1 = 14015$ $V_2 = 1143.4$ $V_3 = 14015$ $V_4 = 783.2$	1 1 1	1 1 1	
		13	512	0.89	1416.5	$V_1 = 1$ 0.81	0.90	
		11	456	0.79	1339.8	$V_1 = 1$ 0.59	0.77	

端又は中央に缺所を設け缺所なきものと比較研究せり、其の結果は第三十九表に示すが如し。

此の成績を見るに一般に中央に缺所を設くる場合は調子高くなり、兩端に缺所を設くる場合は音響低下し漸次中央部に及ぶに従ひ高くなる現象を呈す。

此の場合に於ても角用異形煉瓦に見る如く、振動數の比は容積の逆比の平方根に近似するを以て、矩形體として振動するものゝ比重に變化ありたる場合に類似の結果を示せり、即ち供試體第三號に於ては漸次比重を減少する場合と同じく音調高くなり、全部缺きたる場合は其の幅として振動すれば振動數は幅に影響なきを以て再び原音と等しくなる、第四號に於ても同様の結果を示し、最後に中央に僅少なる一部分を4に見るが如く、却つて原音より音調低下するを見る、此の場合に於ては同圖りを幅とせるものゝ矩形體として振動するを此の殘部が其の振動を妨ぐるを以て音調低下するものなり、比重の逆比即ち容積の逆比の平方根と振動數の比とを比較するときは同表に見るが如き結果を得。

は第四十表の如し。

此の場合に於ては、原幅の半分の幅を有する矩形體が厚さの平面内に振動するもの（普通形と同じ振動數）の比重が増加せるものとして取扱ふときは、比重の逆比の平方根即ち容積

第四十一表

試料番号	形状	音程	振動數	原幅に對する 逆高數の比	容積	容積比	容積比の平方根	備考
7		13	683	1	7051	1	1	
		15	574	0.84	12325	0.57	0.75	
8		20	* 767	1	7209	1	1	
		14	542	0.71	12609	0.57	0.75	
9		18.5	* 702	1	7128	1	1	
		15	574	0.82	12569	0.57	0.75	
10		19	* 724	1	7075	1	1	
		16	609	0.84	12465	0.57	0.75	
11		21	* 813	1	6639	1	1	
		15	574	0.71	11619	0.57	0.75	
12		19	* 724	1	7347	1	1	
		15	574	0.79	12848	0.57	0.75	
13		12.5	* 498	1	7146	1	1	
		8	384	0.77	12505	0.57	0.75	
14		12.0	* 483	1	7146	1	1	
		9	406	0.84	12475	0.57	0.75	
15		18	* 683	1	7332	1	1	
		16	574	0.84	12847	0.57	0.75	
16		18	* 683	1	7720	1	1	
		14.5	557	0.82	13554	0.57	0.75	
平均				0.80			2.0 平均	

の逆比の平方根は平均約 0.75 となり、理論上此の比に振動數が減する事となる、然るに實際の音響の振動數の比は 0.71~0.84, 平均 0.80 となれば其の値近似せるを見るべし。

6) 鐵筋用異形煉瓦を矩形體に変化せしめたる試験

鐵筋用異形煉瓦中異形煉瓦の音調を検したる後矩形體となし、音調を検したるに其の試験成績第四十一表の如し。

第四十二表

試験 番號	形 状	音程値	振動數	※ $\frac{f_1}{f_2}$ 振動數の比	容 積	容積比	音速比	備 考
25		13	683	1	13635	※ $\frac{f_1}{f_2}$ 1.08	1.04	
		15	574	0.84	13228	※ $\frac{f_1}{f_2}$ 0.60	0.77	
		13	*683	1	*7320	1	1	
	普通型				*4520			
26		19	724	0.94	12878	1.16	1.03	
		15.5	592	0.77	12627	0.56	0.75	
		20	*767	1	*7028	1	1	
	普通型				*1405.6			
27		13.5	527	1.03	12473	1.03	1.04	
		10	431	0.84	12174	0.55	0.74	
		13	*512	1	*6744	1	1	
	普通型				*13437			
28		10	431	1.09	12793	1.03	1.04	
		6	341	0.86	12433	0.55	0.74	
		3.5	*395	1	*6922	1	1	
	普通型				*13243			
29		19	724	1	12476	1.03	1.04	
		17	645	0.83	12194	0.56	0.75	
		19	*724	1	*6763	1	1	
	普通型				*13526			
平均			0.84				2.07	

此の場合に於ては、矩形體の幅が厚さとなりて厚さを減じたる事となるを以て、普通形の振動數は $\frac{\text{厚さ}}{\text{矩形體の幅}}$ を乘じたるものならざるべからず、本表普通形振動數は此の値を示す。

此の場合異形煉瓦の振動は矩形體が厚さの平面内にて振動する場合（普通形と同振動）に比重が増加せるものとして取扱ふときは a) の場合と同じく、此の振動は理論上容積の逆比の平方根の割合に減する事となるべし、此の値平均 0.80 となり、實際の振動數の比は 0.72 ~ 0.84 となるを以て約近似せるを見る。

c) 透孔状態の煉瓦より、溝形となし、更に矩形體となしたる場合の試験

本試験の成績は第四十二表の如し。

透孔状態に於ける煉瓦の振動數が孔の部分丈全煉瓦の比重が減じたるものとして取扱ふときは比重の逆比の平方根即ち容積の逆比の平方根丈振動數が増加する事となる。

第四十三表

磚式 番號	形 状	容積値	振動數	× $\frac{1}{\sqrt{\text{容積}}}$ 振動數の比	容 積	容積比	√容積逆比	備 考
30		9.5	420	0.82				
		11	456	0.82	12163	0.55	0.7	
		13	512	1	6737	1	1	
31		16	609	0.82				
		16	609	0.82	12534	0.55	0.7	
		195	745	1	6934	1	1	
32		15	574	0.80				
		14	542	0.84	13815	0.55	0.7	
		17	645	1	7652	1	1	
33		9	406	0.84				
		9	406	0.84	13327	0.55	0.7	
		12	483	1	7364	1	1	
平均				0.84				20平均

此の場合に於ける、矩形體の振動數は原煉瓦の振動數と相等しきを以て、此の振動數と透孔煉瓦の振動數の比とを求むるに 0.94~1.09, 平均 1.01 となり上記容積逆比の平方根約 1.04 に近似すれ共、其の影響甚だ少なく普通形の振動數と等しきものとして取扱ふも其の誤差僅少なり。

即ち此の場合には他の理由に依り、普通形煉瓦の振動數と殆ど差なき結果を示せるものなるべし、然して其の一部を缺き溝形となすときは一時に音調低下し、⁶⁾ 試験と同一の結果を得べし。

然れ共透孔煉瓦の一部は除却し易き様製作するものなれば往々にして、其の一部に既に割れ目等の生じたるものあり、其の場合には音響清からず、燥音に近く音調を検する事難く、溝形と同様式は溝形の場合より寧ろ低きが如き響をなすものあり。

其の一例は第四十三表に示すが如し、かゝる場合には溝形となして検すべきなり。

上記數種試験の結果を綜合するに透孔型に於ける音響の變化は甚だ少なく溝形のもの割合に大なれど、何れも約近似せる値を示し、此の形狀に於けるものゝ音調低下の割合の總平均は 0.81 となるを以て此の見當にて一般を律するも誤差大ならざるべし。

即ち鐵筋用異形煉瓦に於ては、透孔型にて檢し樂音を發する場合は、普通煉瓦と同様に取扱ひ直ちに第三十七表に依り其性質を推定し得べし、溝型のものにありては其の發する音響の振動數を 0.80 にて除したる商を振動數とする普通煉瓦と同様の性質を有するものとして、第三十七表に依り其の性質を推定し得べし。 (終り)

第七表 供試體の寸法及び比重

供試體 標 号	φ100			φ120			φ150			φ200			比 重	備 考		
	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均				
1-50	11.1	10.3	10.7	6.3	5.7	5.93	22.3	21.5	21.9	0.01302	0.01166	0.01241	2.49	2.22	2.25	1.5
51-99	11.8	10.5	11.0	6.0	5.5	5.92	22.8	21.8	22.3	0.01375	0.01056	0.01203	2.41	2.17	2.36	0.9
100-147	11.8	10.4	11.6	6.4	5.8	6.04	23.3	21.8	22.8	0.01283	0.01077	0.01163	2.42	2.20	2.38	4.8
1-147	11.8	10.3	11.0	6.4	5.5	5.96	23.3	21.5	22.3	0.01302	0.01077	0.01202	2.45	2.10	2.38	14.2
148-197	11.8	10.8	11.17	6.3	5.8	5.98	22.9	22.1	22.5	0.01236	0.01145	0.01194	2.41	2.26	2.34	4.9
198-240	11.6	11.1	11.3	6.4	5.9	6.10	22.5	22.5	22.69	0.01260	0.01144	0.01138	2.42	2.26	2.27	2.2
241-275	11.6	11.1	11.4	6.4	5.9	6.12	23.1	22.6	22.9	0.01239	0.01124	0.01166	2.39	2.11	2.31	6.2
148-275	11.8	10.8	11.3	6.4	5.8	6.06	23.1	22.1	22.9	0.01264	0.01145	0.01195	2.42	2.11	2.31	12.7
1-275	11.8	10.3	11.1	6.4	5.5	6.01	23.3	21.5	22.5	0.01375	0.01077	0.01168	2.43	2.11	2.33	27.4
276-280	11.4	10.1	10.5	5.9	5.8	6.58	22.9	22.0	22.2	0.01219	0.01156	0.01193	2.33	2.23	2.31	11.0
281-285	10.9	10.4	10.7	5.9	5.8	5.83	22.9	21.9	22.2	0.01230	0.01166	0.01197	2.36	2.29	2.32	5.5
276-285	10.9	10.1	10.6	5.9	5.8	5.88	22.9	21.9	22.2	0.01230	0.01156	0.01195	2.36	2.29	2.32	1.6
286-290	11.2	10.8	11.0	6.1	5.9	6.05	22.6	22.4	22.6	0.01190	0.01166	0.01189	2.36	2.13	2.30	1.5
291-295	11.3	10.9	11.1	6.2	5.9	6.06	22.9	22.6	22.8	0.01214	0.01144	0.01170	2.39	2.30	2.27	5.5
296-295	11.3	10.3	11.0	6.2	5.9	6.02	22.9	22.4	22.6	0.01144	0.01144	0.01174	2.39	2.13	2.29	1.0
276-295	11.3	10.1	10.8	6.2	5.0	6.05	22.9	21.9	22.4	0.01230	0.01144	0.01185	2.39	2.13	2.35	24.4
302-304	10.9	10.5	10.7	5.8	5.6	5.93	22.3	21.8	22.0	0.01226	0.01166	0.01188	2.35	2.32	2.33	3.3
299-301	10.9	10.8	10.9	5.9	5.8	5.83	21.9	21.8	21.83	0.01230	0.01220	0.01223	2.39	2.38	2.36	1.0
299-304	10.9	10.5	10.8	5.9	5.6	5.78	22.3	21.8	21.9	0.01230	0.01166	0.01206	2.39	2.32	2.35	6.4
296-299	11.0	10.7	10.9	5.9	5.7	5.80	22.4	21.9	22.1	0.01209	0.01176	0.01187	2.40	2.35	2.37	3.3
305-306	11.2	11.1	11.15	6.0	5.9	6.05	22.9	22.9	22.85	0.01145	0.01134	0.01150	2.35	2.30	2.36	2.2
306-308	11.2	10.7	10.98	6.0	5.7	6.06	23.0	21.9	22.4	0.01209	0.01134	0.01168	2.40	2.34	2.37	1.0
276-306	11.2	10.6	10.9	6.0	5.6	5.82	23.6	21.8	22.1	0.01230	0.01134	0.01189	2.40	2.32	2.36	21.6
307-309	11.0	10.4	10.7	5.9	5.8	5.83	22.6	22.5	22.6	0.01155	0.01134	0.01146	2.35	2.31	2.32	11.6
310-312	11.2	10.6	10.8	5.9	5.8	5.87	22.8	22.2	22.5	0.01177	0.01135	0.01163	2.32	2.26	2.29	3.3
313-315	10.7	10.2	10.5	5.9	5.8	5.83	22.5	21.8	22.2	0.01220	0.01156	0.01180	2.32	2.20	2.27	3.3
307-315	11.2	10.2	10.7	5.9	5.8	5.84	22.8	21.8	22.4	0.01220	0.01135	0.01163	2.35	2.20	2.29	9.9
312-326	10.8	10.1	10.5	6.0	5.7	5.86	22.6	22.0	22.3	0.01136	0.01177	0.01177	2.31	2.28	2.30	2.2
327-331	10.6	10.2	10.5	5.8	5.7	5.74	22.7	22.0	22.4	0.01178	0.01126	0.01147	2.28	2.20	2.24	5.5
334	10.0	10.0	10.0	5.9	5.9	5.90	22.2	22.2	22.2	0.01127	0.01197	0.01197	2.26	2.25	2.25	1.1
322-331	10.8	10.0	10.4	6.0	5.7	5.80	22.7	22.0	22.3	0.01219	0.01126	0.01163	2.31	2.20	2.27	11.1
316-320	11.2	11.0	11.1	6.0	5.7	5.82	22.9	22.6	22.8	0.01144	0.01096	0.01122	2.38	2.31	2.35	5.5
321	11.2	11.2	11.2	5.9	5.9	5.90	22.5	22.5	22.5	0.01165	0.01165	0.01165	2.33	2.30	2.33	1.1
335-337	10.5	10.5	10.5	5.8	5.9	5.77	22.6	22.4	22.5	0.01136	0.01136	0.01133	2.31	2.26	2.29	17.0
330-340	10.9	10.5	10.87	6.0	5.9	5.93	23.2	22.9	22.8	0.01176	0.01115	0.01139	2.36	2.32	2.34	3.3
341	11.0	11.0	11.0	6.0	6.0	6.04	23.1	23.1	23.1	0.01115	0.01115	0.01115	2.33	2.33	2.33	1.1
316-321	11.2	10.6	10.9	6.0	5.7	5.85	23.2	22.7	22.72	0.01176	0.01096	0.01133	2.38	2.26	2.33	12.1
307-341	11.2	10.0	10.7	6.0	5.7	6.02	23.2	22.0	22.5	0.01219	0.01096	0.01152	2.38	2.20	2.30	33.3
345	10.2	10.2	10.2	5.7	5.7	5.70	22.3	22.3	22.3	0.01146	0.01146	0.01146	2.34	2.34	2.34	1.1
346-347	10.5	10.3	10.4	5.9	5.8	5.86	22.4	22.4	22.4	0.01176	0.01156	0.01164	2.31	2.30	2.31	2.2
345-347	10.5	10.2	10.3	5.9	5.7	5.80	22.4	22.3	22.37	0.01176	0.01146	0.01155	2.34	2.30	2.32	3.3
342-343	11.0	11.0	11.0	5.9	5.8	5.85	23.2	23.2	23.2	0.01096	0.01098	0.01097	2.29	2.29	2.29	3.3
344	10.4	10.4	10.4	5.8	5.8	5.80	22.2	22.2	22.2	0.01177	0.01177	0.01177	2.29	2.29	2.29	1.1
342-344	11.0	10.4	10.8	5.9	5.8	5.85	23.2	22.2	22.27	0.01177	0.01073	0.01117	2.29	2.29	2.29	3.3
342-347	11.0	10.2	10.6	5.9	5.7	5.82	23.2	22.2	22.6	0.01177	0.01078	0.01146	2.34	2.29	2.30	6.6
313-352	10.8	10.4	10.6	5.8	5.6	5.72	22.7	22.3	22.5	0.01146	0.01106	0.01126	2.43	2.37	2.43	5.5
353-357	11.0	10.8	11.0	5.9	5.8	5.82	22.9	22.7	22.8	0.01145	0.01106	0.01124	2.55	2.38	2.42	3.3
358-362	11.1	10.7	10.9	5.9	5.7	6.00	22.8	22.6	22.7	0.01136	0.01116	0.01126	2.46	2.37	2.41	1.1
347-362	11.1	10.7	10.8	5.9	5.6	5.78	22.9	22.3	22.63	0.01146	0.01106	0.01124	2.46	2.37	2.42	15.1
363-367	11.2	11.0	11.1	5.9	5.8	5.85	23.1	22.8	23.0	0.01116	0.01096	0.01106	2.43	2.38	2.41	4.1
368-372	11.3	11.1	11.2	5.9	5.7	5.82	23.1	22.9	23.0	0.01115	0.01083	0.01098	2.52	2.38	2.42	5.5
373-377	11.4	11.2	11.3	6.0	5.8	5.95	23.2	23.1	23.1	0.01154	0.01073	0.01118	2.50	2.41	2.43	4.1
363-377	11.4	11.0	11.2	6.0	5.7	6.27	23.2	22.3	23.0	0.01154	0.01083	0.01107	2.52	2.35	2.43	13.1
345-377	11.4	10.4	11.0	6.0	5.6	5.82	23.2	22.3	22.8	0.01134	0.01083	0.01117	2.53	2.37	2.43	28.4
377-381	11.0	10.6	10.8	5.8	5.7	5.78	22.9	22.5	22.7	0.01106	0.01106	0.01124	2.55	2.49	2.55	2.2
383	11.0	11.0	11.0	5.6	5.6	5.61	22.5	22.5	22.5	0.01106	0.01106	0.01106	2.51	2.51	2.51	1.1
384-386	11.1	10.6	11.07	5.9	5.7	5.80	22.7	22.6	22.63	0.01153	0.01116	0.01124	2.52	2.53	2.49	3.3
378-386	11.1	10.6	10.9	5.9	5.6	5.74	22.9	22.5	22.63	0.01136	0.01106	0.01125	2.58	2.43	2.51	8.1
387-390	11.0	10.9	11.0	5.8	5.7	5.78	22.9	22.6	22.7	0.01136	0.01106	0.01123	2.55	2.35	2.44	4.1
391-394	11.2	10.9	11.1	5.9	5.9	5.90	23.1	22.8	23.0	0.01135	0.01106	0.01116	2.56	2.49	2.52	4.1
395-397	11.1	10.8	11.0	5.9	5.7	5.80	23.0	22.8	22.9	0.01116	0.01096	0.01109	2.51	2.44	2.48	3.3
387-397	11.2	10.8	11.0	5.9	5.7	5.83	23.1	22.4	22.86	0.01134	0.01096	0.01117	2.56	2.35	2.48	11.1
398-397	11.2	10.6	11.0	5.9	5.6	6.20	23.1	22.5	22.8	0.01155	0.01096	0.01120	2.68	2.35	2.49	19.1
1-397	11.8	10.0	11.1	6.4	5.5	6.97	23.3	21.5	22.3	0.01375	0.01068	0.01130	2.33	2.11	2.34	29.0

(土木學會誌第三三卷附録)

第八表 各荷重壓縮量(千分の一耗)

荷重	100 ^{kg}	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	備考
2	27	53	59	170	150	158	212	244	276	309	341	372	405	438	469	荷重一貫
20	43	56	129	170	211	253	294	337	380	422						
24	43	83	129	164	206	245	287	328	370	411						
26	47	80	118	153	198	237	280	321	362	405						
45	35	63	105	139	174	210	245	279	317	350						
33	46	95	147	190	232	274	316	358	401	443						
276	66	135	204	274	344	414	484	554	624	694						八三
34	66	140	210	275	333	394	454	511	568	613						八三
47	33	65	98	131	164	197	231	264	297	330						八三
53	41	85	128	173	217	261	305	348	393	438						
55	37	96	115	135	155	175	195	215	235	255						
72	41	87	134	181	227	274	320	367	414	461						
48	46	94	140	188	235	283	330	378	425	473						
47	44	94	141	186	232	277	322	367	413	458						
356	42	89	136	182	228	274	320	366	412	458						
351	60	120	178	233	288	343	398	453	508	563						
373	80	166	252	331	410	489	568	647	726	805						
336	129	266	414	562	710	858	1006	1154	1302	1450						
62	58	120	185	249	312	376	439	502	565	628	691	754	817	880	943	荷重一貫
70	74	149	223	293	371	449	527	605	683	761						
78	94	183	279	363	453	543	633	722	811	900						
82	62	122	183	240	300	362	424	486	548	610	672	734	796	858	920	
99	74	149	223	297	371	445	519	593	667	741						
327	42	78	114	163	212	261	310	359	408	457	506	555	604	653	702	荷重一貫
338	47	136	205	275	345	415	485	555	625	695	765	835	905	975	1045	
353	76	129	210	277	345	412	480	548	616	684	752	820	888	956	1024	
357	65	130	206	283	356	428	501	574	647	720						
165	54	158	223	287	353	419	485	551	617	683	749	815	881	947	1013	
169	54	158	223	287	353	419	485	551	617	683	749	815	881	947	1013	
116	46	135	204	277	348	418	489	559	629	699	769	839	909	979	1049	
120	46	206	293	374	458	541	624	707	790	873	956	1039	1122	1205	1288	
201	90	203	303	411	519	627	735	843	951	1059	1167	1275	1383	1491	1599	
229	17	116	174	233	291	351	411	471	531	591	651	711	771	831	891	
360	50	118	177	237	297	357	417	477	537	597	657	717	777	837	897	
346	49	137	207	277	347	417	487	557	627	697	767	837	907	977	1047	
362	74	145	212	287	362	437	512	587	662	737	812	887	962	1037	1112	
316	116	219	327	437	547	657	767	877	987	1097	1207	1317	1427	1537	1647	
364	113	226	341	452	563	673	783	893	1003	1113	1223	1333	1443	1553	1663	
148	66	118	177	238	298	358	418	478	538	598	658	718	778	838	898	
150	45	71	138	185	233	280	327	374	421	468	515	562	609	656	703	
144	54	113	171	230	288	347	405	464	522	581	640	698	757	815	874	
114	53	120	181	242	303	364	425	486	547	608	669	730	791	852	913	
175	53	121	183	244	305	366	427	488	549	610	671	732	793	854	915	
209	137	273	410	547	684	821	958	1095	1232	1369						
210	141	282	424	563	701	840	979	1118	1257	1396						
226	74	153	223	292	362	431	501	570	640	709						
227	51	104	157	214	271	328	385	442	499	556						
223	67	141	213	286	359	432	505	578	651	724						
312	70	143	213	284	354	425	495	566	636	707						
362	34	170	256	342	428	514	600	686	772	858						
363	110	229	354	479	604	729	854	979	1104	1229						
364	132	260	385	510	635	760	885	1010	1135	1260						
339	114	263	392	521	650	779	908	1037	1166	1295						
390	110	224	338	453	567	682	797	912	1027	1142						
225	90	177	265	353	441	529	617	705	793	881	969	1057	1145	1233	1321	
228	91	181	273	367	459	551	643	735	827	919	1011	1103	1195	1287	1379	
369	111	227	344	462	579	696	813	930	1047	1164						
371	97	193	293	391	489	587	685	783	881	979						
391	135	312	461	610	759	908	1057	1206	1355	1504						
394	125	263	413	562	711	860	1009	1158	1307	1456						
283	121	261	366	471	576	681	786	891	996	1101						
270	129	263	398	533	668	803	938	1073	1208	1343						
373	74	259	383	507	631	755	879	1003	1127	1251						
374	133	365	527	689	851	1013	1175	1337	1499	1661						
175	0	190	289	387	485	583	681	779	877	975	1073	1171	1269	1367	1465	

(土木部會誌第十三卷第三號附頁)

第十表 荷重間壓縮量 (千分の一程)

番號	10-	100-	200-	300-	400-	500-	600-	700-	800-	900-	1000-	1100-	1200-	1300-	1400-	1500-	平均	備考
2	2.2	3.1	3.1	3.1	3.0	3.2	3.0	3.2	3.2	3.3	3.2	3.1	3.3	3.3	3.1	3.13	荷重法	
70	4.3	4.3	4.3	4.1	4.1	4.2	4.3	4.1	4.3	4.2						4.22		
24	4.3	4.0	4.1	4.0	4.2	3.9	4.2	4.1	4.2	4.1						4.11		
26	4.2	3.8	3.8	4.0	4.0	4.1	4.1	4.1	4.1	4.3						4.03		
45	3.5	3.3	3.7	3.6	3.5	3.6	3.5	3.4	3.8	3.3						3.50		
38	4.6	4.3	4.7	4.3	4.3	4.8	4.3	5.0	4.7	4.8						4.51		
276	6.6	6.9	6.9	7.0	7.0	7.0	7.2	7.2	7.1	7.2						7.01	山本	
304	6.6	7.4	7.0	6.5	5.8	6.1	6.0	5.7	5.1	5.6						6.78	八尋	
307	3.3	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.0	3.3	3.3	3.3						3.30	岸田	
308	4.1	4.4	4.3	4.5	4.4	4.4	4.4	4.3	4.5	4.5						4.38		
325	3.2	3.3	3.3	4.0	4.0	4.1	4.0	4.2	4.2	4.2						4.02		
326	4.3	4.4	4.7	4.7	4.6	4.3	4.3	4.6	4.0	4.7						4.63		
328	4.6	4.8	4.6	4.8	4.7	4.8	4.9	4.8	4.9	4.9						4.78	上野	
349	4.8	5.6	4.7	4.9	4.9	5.2	5.1	5.1	5.1	5.2						4.95		
350	4.2	4.7	4.7	4.6	4.6	4.9	4.9	4.8	4.8	4.8						4.66		
351	6.0	6.0	5.8	6.5	5.7	5.7	5.5	5.4	5.3	5.7						5.66		
378	8.0	8.6	9.3	12	9.6	9.4	9.4	9.2	9.2	7.3						9.12	湖上	
380	12.9	13.7	13.8	13.8	12.5	12.6	12.3	12.0	12.0	12.1						12.57		
38	5.8	4.9	6.5	6.4	6.3	6.5	6.1	5.9	5.9	5.9	6.1	5.9	5.4	5.7	5.6	5.92	岸田	
70	7.4	7.5	7.6	7.5	7.3	7.2	7.6	7.4	7.2	7.5						7.40		
78	9.4	8.3	7.1	3.2	3.0	3.0	3.0	3.3	3.2	3.5						9.63		
32	6.2	6.6	6.1	5.7	6.0	6.2	6.2	6.4	6.4	6.0	6.4	6.2	6.0	6.0	6.0	6.16		
97	7.4	7.5	7.4	7.4	7.4	7.3	7.4	7.4	7.2	7.3						7.37		
327	4.2	3.6	3.6	3.4	3.4	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.51	岸田	
334	6.7	6.9	6.9	7.0	7.0	7.2	7.1	7.2	7.1	7.1	7.3	7.1	7.2	7.0	7.1	7.04		
353	7.0	5.9	3.1	6.7	7.1	6.6	7.9	4.0	3.9	6.7	6.5	6.8	5.9	6.2	6.5	6.52	上野	
357	6.6	6.5	6.6	6.9	6.7	6.8	6.9	6.8	6.8	7.0						6.73		
105	5.4	10.2	8.5	7.1	3.9	3.9	4.0	3.0	3.9	8.8	3.9	3.7	3.6	4.5	3.6	8.87	岸田	
109	9.4	9.4	9.2	7.4	3.3	3.6	3.5	3.6	3.5	3.4	3.7	3.3	3.4	3.4	3.2	7.49		
116	6.6	7.2	7.1	6.8	7.1	7.0	7.2	6.9	7.0	6.3	7.1	6.7	6.7	6.3	6.7	6.91		
120	10.0	10.0	9.8	9.8	10.2	10.1	10.1	10.4	10.3	10.5	10.4	10.3	10.6	11.2	10.27			
281	9.9	10.4	10.5	10.3	10.1	10.2	10.3	10.0	10.0	10.0	10.0	9.6	9.3	9.3	9.3	10.16	山本	
299	6.7	5.9	5.8	5.9	5.3	6.0	6.0	5.9	6.1	5.8	6.0	5.8	6.0	5.7	5.9	5.90	八尋	
300	5.2	5.9	5.7	6.0	5.3	5.9	6.1	6.0	5.9	6.0	6.0	5.9	5.8	6.1	5.93			
346	6.9	7.0	7.0	7.0	7.0	7.1	6.9	6.9	6.8	6.9	6.8	6.9	6.6	6.9	6.8	6.90	岸田	
342	7.6	6.7	3.7	3.5	6.7	7.3	7.4	5.6	7.2	7.3	7.4	7.4	7.3	7.5	7.31			
353	11.6	11.6	12.0	11.3	11.1	11.4	11.1	11.1	10.9	10.4	10.6	10.3	10.5	10.4	10.3	11.01	湖上	
346	11.3	11.3	11.5	11.1	11.3	11.0	10.8	11.0	10.9	10.3	10.7	10.6	10.5	10.6	10.4	10.92	岸田	
148	6.0	5.8	5.9	6.1	6.0	6.0	6.2	6.1	6.4	6.0	6.2	6.1	6.2	6.0	6.2	6.08		
150	4.5	4.6	4.7	4.7	4.8	4.7	4.7	5.0	5.0	4.8	4.3	4.9	5.0	4.9	5.1	4.81		
164	3.4	3.9	3.8	3.9	3.8	4.0	3.8	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9	4.1	3.9	4.3	3.87		
194	5.3	6.2	6.1	6.1	6.2	6.1	6.1	5.9	6.2	6.1	5.9	6.4	5.9	6.1	6.1	6.08		
195	5.3	6.3	6.2	6.3	6.4	6.2	6.6	6.2	6.3	6.5	6.3	6.3	6.3	6.3	6.4	6.31		
229	13.7	14.0	14.1	13.9	13.7	13.7	13.8	13.5	13.3	13.7						13.76	山本	
290	14.1	14.1	14.2	14.5	14.1	14.5	14.2	14.5	14.1	14.0						14.23		
296	7.4	7.2	8.0	7.2	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.2						7.27	八尋	
297	5.1	5.3	5.5	5.5	5.7	5.3	5.5	5.5	5.5	5.4						5.44		
298	6.7	7.4	7.4	7.5	7.6	7.2	7.2	7.3	7.8	6.7						7.18		
319	7.0	7.3	7.5	7.6	7.1	7.1	7.3	7.1	7.2	7.2						7.23	岸田	
342	8.4	8.4	8.6	8.6	8.6	8.3	8.7	8.6	8.5	8.4						8.51	岸田	
343	11.0	12.4	12.0	12.6	12.9	12.9	12.7	11.8	12.6	11.5						12.29	上野	
344	13.2	13.0	12.5	12.8	12.2	12.2	12.3	12.1	12.5	12.0						12.48		
359	13.4	12.2	12.9	13.7	13.1	13.7	13.4	13.5	13.1	13.3						12.23	湖上	
390	11.8	11.4	11.4	11.8	11.2	11.6	11.7	11.3	11.3	11.5						11.37		
205	9.0	3.7	3.8	3.7	3.9	3.8	3.8	3.4	3.7	4.6	3.9	4.6	3.8	3.8	3.5	3.50	岸田	
298	9.1	3.4	9.2	9.4	9.1	9.6	9.2	9.4	9.4	9.5	9.0	9.2	9.2	9.3	9.3	9.27		
369	11.1	11.4	11.7	11.8	12.1	12.1	12.5	12.0	12.2	11.8						11.29	上野	
371	9.7	9.6	10.0	9.3	9.8	10.2	10.3	9.8	10.2	10.0						9.92		
391	13.3	13.0	12.8	13.4	12.7	13.1	12.5	13.9	12.5	12.9						13.51	湖上	
394	12.5	12.3	12.6	12.7	13.9	13.7	13.2	13.8	12.3	12.3						13.14		
263	12.1	12.0	11.9	12.2	11.9	12.1	12.0	12.4	12.2	12.1						12.09	岸田	
270	12.9	12.4	12.5	12.5	12.5	12.4	12.1	12.1	12.1	12.0						12.73		
373	12.9	12.3	12.9	13.1	13.4	13.1	13.5	13.4	14.0	13.3						13.26	上野	
374	13.3	13.2	13.7	13.6	13.8	14.0	13.7	14.2	14.4	14.3						13.29		
375	9.3	9.7	9.9	10.2	10.4	10.3	10.9	11.0	11.5	10.7	11.4	11.7	11.2			10.72		

(土木學會誌第十三卷第三號附刊)

377-3

第十一表 各荷重 100kg に相當する壓縮量 (千分の一耗)

高さ	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1500	平均	備考
2	2.7	2.70	2.77	3.00	3.00	3.03	3.03	3.05	3.07	3.09	3.10	3.10	3.12	3.13	3.08	浦島丸
20	4.3	4.30	4.30	4.25	4.22	4.22	4.23	4.21	4.22	4.22						浦島丸
24	4.3	4.15	4.15	4.10	4.12	4.08	4.10	4.10	4.11	4.11						浦島丸
26	4.2	4.00	3.93	3.95	3.94	3.93	4.00	4.01	4.02	4.02						浦島丸
45	3.5	3.40	3.50	3.48	3.48	3.50	3.50	3.47	3.52	3.50						浦島丸
33	4.6	4.75	4.73	4.75	4.78	4.73	4.80	4.83	4.81	4.81						浦島丸
274	6.6	6.75	6.80	6.85	6.88	6.90	6.94	6.98	6.99	7.01						浦島丸
304	6.6	7.00	7.00	6.88	6.66	6.57	6.49	6.39	6.24	6.18						浦島丸
307	3.3	3.25	3.27	3.28	3.28	3.28	3.30	3.30	3.30	3.30						浦島丸
308	4.1	4.25	4.27	4.35	4.34	4.35	4.34	4.35	4.37	4.38						浦島丸
325	3.7	3.80	3.83	3.88	3.90	3.93	3.94	3.98	4.00	4.02						浦島丸
326	4.3	4.35	4.47	4.53	4.54	4.60	4.64	4.74	4.68	4.68						浦島丸
348	4.4	4.70	4.67	4.70	4.70	4.72	4.74	4.75	4.77	4.78						浦島丸
349	4.4	4.70	4.70	4.75	4.78	4.85	4.89	4.91	4.92	4.95						浦島丸
350	4.2	4.65	4.53	4.63	4.64	4.68	4.60	4.63	4.64	4.64						浦島丸
351	6.0	6.00	5.93	5.83	5.80	5.78	5.74	5.70	5.71	5.64						浦島丸
378	8.0	8.30	8.63	8.78	8.94	9.02	9.07	9.09	9.10	9.12						浦島丸
380	12.7	13.20	13.13	13.05	12.94	12.83	12.80	12.70	12.62	12.57						浦島丸
52	5.8	6.00	6.00	6.23	6.24	6.28	6.26	6.21	6.18	6.13	6.07	6.02	5.99	5.97	6.11	浦島丸
70	7.4	7.45	7.43	7.45	7.42	7.38	7.41	7.41	7.39	7.40					7.41	浦島丸
78	9.8	9.15	9.13	9.08	9.04	9.05	9.04	9.03	9.00	9.05					9.10	浦島丸
82	6.2	6.10	6.10	6.00	6.00	6.03	6.06	6.03	6.11	6.14	6.13	6.15	6.14	6.14	6.10	浦島丸
99	7.4	7.45	7.43	7.43	7.42	7.40	7.40	7.40	7.38	7.37					7.41	浦島丸
127	4.2	3.50	3.00	3.70	3.64	3.58	3.56	3.54	3.52	3.51	3.51	3.51	3.50	3.51	3.52	浦島丸
138	6.7	6.80	6.83	6.88	6.90	6.95	6.97	7.00	7.01	7.02	7.05	7.05	7.04	7.04	7.06	浦島丸
153	7.0	6.45	7.00	6.93	6.96	6.90	7.04	6.64	6.58	6.59	6.58	6.60	6.55	6.52	6.62	浦島丸
157	6.5	6.50	6.53	6.58	6.60	6.63	6.67	6.69	6.70	6.73					6.61	浦島丸
165	8.6	8.40	9.10	9.10	9.06	9.03	9.03	8.99	8.94	8.94	8.94	8.92	8.89	8.87	8.97	浦島丸
109	9.4	9.40	9.50	9.58	9.54	9.55	9.54	9.55	9.55	9.53	9.54	9.53	9.49	9.49	9.50	浦島丸
116	6.6	6.90	6.97	6.93	6.94	6.97	7.00	6.99	6.99	6.97	6.98	6.94	6.94	6.93	6.91	浦島丸
120	10.0	10.00	9.93	9.90	9.76	10.02	10.03	10.00	10.03	10.10	10.14	10.16	10.17	10.20	10.27	浦島丸
281	9.9	10.15	10.27	10.28	10.24	10.23	10.24	10.21	10.19	10.17	10.15	10.11	10.08	10.07	10.06	浦島丸
299	5.7	5.80	5.80	5.83	5.82	5.85	5.87	5.88	5.90	5.92	5.90	5.90	5.90	5.90	5.86	浦島丸
300	5.9	6.90	6.94	6.93	6.90	6.93	6.94	6.93	6.94	6.94	6.95	6.95	6.95	6.95	6.94	浦島丸
346	6.9	6.95	6.97	6.98	6.98	7.00	6.99	6.98	6.94	6.94	6.95	6.94	6.93	6.91	6.90	浦島丸
362	7.6	7.25	7.20	7.20	7.23	7.20	7.19	7.20	7.23	7.24	7.25	7.24	7.22	7.22	7.21	浦島丸
385	11.6	11.60	11.75	11.68	11.56	11.53	11.47	11.45	11.37	11.30	11.24	11.14	11.04	11.01	11.39	浦島丸
386	11.3	11.30	11.37	11.30	11.30	11.25	11.19	11.16	11.13	11.10	11.04	11.03	10.98	10.96	10.92	浦島丸
148	6.0	5.90	5.90	5.95	5.96	5.97	6.00	6.01	6.04	6.05	6.04	6.07	6.08	6.07	6.03	浦島丸
180	4.5	4.55	4.60	4.63	4.64	4.67	4.71	4.74	4.75	4.75	4.77	4.78	4.79	4.81	4.69	浦島丸
164	5.4	5.65	5.70	5.75	5.76	5.80	5.80	5.83	5.83	5.85	5.84	5.85	5.87	5.87	5.78	浦島丸
194	5.3	6.00	6.03	6.05	6.08	6.08	6.09	6.04	6.08	6.08	6.06	6.09	6.08	6.08	6.03	浦島丸
195	5.8	6.05	6.10	6.15	6.20	6.20	6.26	6.25	6.23	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.31	浦島丸
289	13.9	13.95	14.00	13.98	13.92	13.88	13.87	13.83	13.77	13.74					13.89	浦島丸
290	14.1	14.10	14.13	14.23	14.20	14.25	14.28	14.28	14.24	14.23					14.20	浦島丸
296	7.0	7.45	7.77	7.80	7.84	7.87	7.87	7.89	7.89	7.87					7.79	浦島丸
297	5.1	5.20	5.30	5.35	5.42	5.40	5.41	5.43	5.44	5.44					5.35	浦島丸
298	6.7	7.05	7.10	7.15	7.12	7.13	7.14	7.14	7.23	7.18					7.10	浦島丸
319	7.0	7.15	7.27	7.35	7.28	7.25	7.24	7.24	7.23	7.23					7.23	浦島丸
342	8.4	8.50	8.53	8.65	8.54	8.52	8.54	8.54	8.53	8.52					8.52	浦島丸
363	11.0	11.70	11.80	12.00	12.18	12.27	12.34	12.29	12.32	12.22					12.01	浦島丸
366	13.2	13.00	12.53	12.83	12.70	12.62	12.60	12.54	12.53	12.49					12.73	浦島丸
389	13.4	13.15	13.07	13.10	13.10	13.20	13.23	13.24	13.24	13.25					13.20	浦島丸
390	11.0	11.20	11.27	11.29	11.26	11.32	11.37	11.34	11.34	11.37					11.28	浦島丸
205	9.0	8.85	8.83	8.80	8.82	8.82	8.81	8.84	8.82	8.84	8.85	8.83	8.82	8.80	8.84	浦島丸
228	9.1	9.15	9.10	9.18	9.14	9.23	9.23	9.23	9.29	9.31	9.28	9.28	9.27	9.27	9.27	浦島丸
367	11.1	11.35	11.47	11.55	11.64	11.73	11.84	11.86	11.80	11.87					11.64	浦島丸
371	9.7	9.65	9.77	9.78	9.73	9.75	9.71	9.90	9.93	9.97					9.82	浦島丸
391	13.3	13.65	14.20	14.33	14.60	14.88	15.49	15.71	15.88	15.51					14.54	浦島丸
394	12.5	13.15	13.77	13.75	13.77	13.77	13.71	13.73	13.57	13.54					13.53	浦島丸
243	12.1	12.05	12.00	12.05	12.02	12.03	12.01	12.03	12.09	12.09					12.05	浦島丸
270	12.9	13.15	13.27	13.33	13.40	13.50	13.59	13.63	13.70	13.73					13.62	浦島丸
373	12.4	12.95	13.23	12.78	13.04	13.07	13.13	13.16	13.24	13.24					13.02	浦島丸
374	15.3	15.25	15.40	15.45	15.52	15.60	15.69	15.75	15.82	15.87					15.57	浦島丸
375	5.0	9.50	9.63	9.80	9.94	10.10	10.21	10.31	10.44	10.49	10.69	10.68	10.72		10.13	浦島丸

(土木学会誌第三三卷第三附表)

3.54-24

第十二表 彈性率表

種類	品名	100% 10磅	10磅	E 彈性	備註	
燒	2	3.03	2.584	1.914	第 20 號丸	
	20	4.25	2.533	1.381	.	
	24	4.13	2.525	1.438	.	
	26	4.01	2.510	1.479	.	
	25	3.49	2.505	1.714	.	
	33	4.76	2.601	1.212	.	
	276	6.37	2.535	0.361	山本燒丸	
	304	6.60	2.460	0.928	八時	
	307	3.29	2.550	1.733	青和丸	
	308	4.31	2.631	1.348	.	
過	323	3.20	2.510	1.532	.	
	326	4.54	2.545	1.275	.	
	343	4.71	2.540	1.754	上散丸	
	349	6.77	2.550	1.225	.	
	350	4.54	2.560	1.290	.	
	351	5.82	2.571	0.795	.	
	373	8.21	2.565	0.666	湖止	
	380	12.89	2.470	0.467	.	
	32	6.11	2.480	0.990	第 30 號	
	70	7.41	2.630	0.816	.	
瓦	88	2.10	2.435	0.477	.	
	32	6.10	2.560	0.948	.	
	99	7.41	2.545	0.795	.	
	327	3.63	2.530	1.433	第 30 號	
	338	6.96	2.470	0.873	.	
	353	6.73	2.575	0.390	上散丸	
	357	6.61	2.591	0.376	.	
	105	8.77	2.560	0.652	第 20 號	
	109	9.50	2.455	0.643	.	
	116	6.93	2.490	0.869	.	
燒	120	10.07	2.450	0.608	.	
	281	10.16	2.555	0.573	山本	
	299	5.56	2.576	0.936	八時	
	300	5.93	2.535	0.915	.	
	326	4.75	2.560	0.843	市田	
	362	7.70	2.631	0.740	上散丸	
	385	11.39	2.475	0.532	湖止	
	386	11.16	2.470	0.500	.	
	並	148	6.01	2.480	1.006	第 30 號丸
		150	4.69	2.440	1.311	.
164		5.78	2.516	1.033	.	
190		6.05	2.456	1.009	.	
195		6.21	2.470	0.978	.	
289		13.89	2.560	0.422	山本	
290		14.20	2.473	0.423	.	
296		7.79	2.581	0.746	八時	
297		5.35	2.570	1.091	.	
298		7.10	2.535	0.827	.	
燒	319	7.23	2.515	0.825	青和丸	
	342	8.52	2.576	0.645	市田	
	363	12.01	2.630	0.490	上散丸	
	366	12.73	2.520	0.468	.	
	389	13.20	2.515	0.632	湖止	
	390	11.25	2.565	0.531	.	
	203	8.14	2.425	0.653	第 30 號	
	223	9.22	2.560	0.636	.	
	269	11.64	2.540	0.507	上散丸	
	371	9.82	2.560	0.597	.	
瓦	391	14.54	2.465	0.419	湖止	
	394	13.53	2.454	0.452	.	
	263	12.03	2.503	0.477	第 30 號	
	276	13.02	2.536	0.432	.	
	373	13.02	2.616	0.440	上散丸	
	374	13.57	2.545	0.379	.	
	375	10.13	2.536	0.581	.	

第十七表 煉瓦音響表

煉瓦類別	製造工場	重量	單位	音響	備註				
燒	一等	第 30 號丸	361	575	770	模範磚 50mm			
		山本	502	403	574	.	5.		
		八時	767	609	436	.	3.		
		青和丸	724	625	671	.	3.		
		市田	313	573	716	(19號)	5.		
		上散丸	575	573	575	.	1.		
		湖止	645	547	619	.	1.		
		一等全體	433	406	366	.	4.		
		第 20 號丸	861	666	717	計	76.		
		第 30 號	153	451	477	模範磚	47.		
燒	二等	青和丸	731	645	763	.	3.		
		山本	313	609	754	(19號)	3.		
		上散丸	547	512	535	.	5.		
		湖止	512	512	512	.	1.		
		一等全體	313	451	613	計	61.		
		第 30 號	730	431	504	模範磚	47.		
		山本	395	433	535	.	5.		
		八時	609	573	439	.	3.		
		青和丸	861	613	345	.	3.		
		市田	313	313	813	(19號)	1.		
燒	三等	市田	573	433	529	.	2.		
		上散丸	512	453	435	.	5.		
		湖止	456	456	456	.	3.		
		二等全體	861	431	514	計	69.		
		湖止	861	406	671	.	206.		
		燒	一等	第 30 號丸	767	453	662	模範磚	48.
				山本	406	362	397	.	5.
				八時	609	403	510	.	3.
				青和丸	645	456	560	.	5.
				市田	433	609	646	(19號)	3.
市田	433			431	657	.	2.		
上散丸	490			406	494	.	4.		
湖止	456			406	437	.	4.		
一等全體	767			367	561	計	74.		
第 20 號丸	575			456	516	模範磚	43.		
燒	二等	青和丸	609	609	609	.	1.		
		市田	542	631	495	(19號)	3.		
		上散丸	490	362	376	.	3.		
		湖止	411	341	319	.	4.		
		二等全體	609	341	475	計	53.		
		第 30 號	579	362	426	模範磚	35.		
		山本	360	271	287	.	5.		
		八時	323	364	314	.	2.		
		青和丸	324	334	304	(19號)	1.		
		市田	542	492	442	.	1.		
燒	三等	上散丸	366	362	384	.	4.		
		湖止	431	362	392	.	3.		
		二等全體	512	271	403	計	49.		
		湖止	267	271	477	.	178.		
		山本	361	271	364	.	334mm		

(土木聯合會第十三卷第三編附表)

第二十二表 煉瓦の厚さと其の音響との對照表

煉瓦 番号	厚	容積	振動数	全長	m	音 響	煉瓦 番号	厚	容積	振動数	全長	m	音 響
55	3.6	1.00	861	1.00		普通一等 煉瓦	27	0.46	436	0.33			0.32
平均	3.1	0.91	813	0.99	0.66		平均						0.74
105	4.5	0.80	767	0.89	0.52		249A	5.8	1.00	431	1.00		普通二等 煉瓦
平均	3.3	0.39	175	0.67	0.76		平均	5.2	0.90	406	0.94		0.39
110	2.7	0.88	493	0.56	0.79		249B	4.6	0.77	362	0.58		0.74
平均	2.5	0.45	470	0.55	0.75		平均	4.0	0.69	325	0.76		0.74
117	6.1	1.00	861	1.00		普通二等 煉瓦	3.5	0.60	287	0.67			0.78
平均	5.2	0.85	813	0.94	0.37		平均						0.71
120	4.2	0.69	683	1.29	1.64		249C	3.5	1.00	967	1.00		
平均	3.6	0.59	375	0.67	0.76		平均	2.8	0.50	113	0.34		0.98
122	3.0	0.69	493	0.58	0.76		249D	0.2	0.63	704	0.93		0.62
平均	3.8	1.00	912	1.00		普通一等 煉瓦	1.8	0.51	607	1.43		1.49	
127	5.3	0.91	813	0.89	1.23		平均	1.6	0.46	542	1.56		0.75
平均	4.6	0.79	767	0.84	0.74		250A	6.0	1.00	436	1.40		普通二等 煉瓦
130	3.9	0.67	683	0.75	0.72		平均	5.6	0.93	406	0.89		1.11
平均	2.8	0.48	512	0.56	0.79		250B	5.0	0.83	384	0.84		0.94
203A	6.7	1.00	861	1.00		普通二等 煉瓦	4.7	0.78	362	0.99		0.95	
平均	5.73	0.93	816	0.94	0.79		平均	4.4	0.93	351	0.78		0.91
203B	5.35	0.86	831	0.89	0.79		250C	4.4	1.00	912	1.00		1.10
平均	5.0	0.81	806	1.04	1.03		平均	4.0	0.91	813	0.89		1.24
203C	4.7	0.76	684	0.80	0.81		250D	3.7	0.84	767	0.84		1.00
平均	4.15	0.67	341	0.71	0.85		平均	3.2	0.73	724	0.79		0.95
203E	4.15	1.00	767	1.00		普通二等 煉瓦	2.9	0.66	645	0.91		0.82	
平均	3.3	0.80	609	0.79	1.06		平均	2.3	0.52	559	0.61		0.96
203F	2.6	0.63	512	0.69	0.97		256A	5.5	1.00	575	1.00		0.91
平均	2.7	0.57	397	0.97			平均	5.15	0.98	542	0.96		1.00
203G	2.6	1.00	767	1.00		普通一等 煉瓦	平均						1.00
平均	1.9	0.73	645	0.84	0.55		256B	4.15	1.00	837	1.00		
203H	0.9	0.35	431	0.56	0.54		平均	0.23	0.87	767	0.92		0.45
平均	0.9	0.35	431	0.56	0.54		256C	3.95	0.77	724	0.87		0.53
203I	0.9	0.35	431	0.56	0.54		平均	3.1	0.66	645	0.99		0.43
平均	0.9	0.35	431	0.56	0.54		256D	2.9	0.58	575	1.09		0.60
203J	0.9	0.35	431	0.56	0.54		平均	2.3	0.45	483	0.58		0.68
平均	0.9	0.35	431	0.56	0.54		256E	2.0	0.39	406	0.49		0.76
203K	0.9	0.35	431	0.56	0.54		平均						0.61
平均	0.9	0.35	431	0.56	0.54		256F						0.78

（土木學會誌第十三卷第三號附表）

第二十三表 煉瓦長と音響との對照試驗成績

試料 番号	h	容積	容積	容積	容積	音響 係數	試料 番号	h	容積	容積	容積	容積	音響 係數
257A	22.2	1.00	609	1.00			257B	11.9	1.00	627	1.00		
258A	21.6	0.97	645	1.04	1.92		258B	11.5	0.95	592	1.09	1.72	
259A	21.1	0.95	683	1.12	2.32		259B	11.2				1.77	
260A	19.5	0.89	720	1.20	2.72		260B	7.3.2	1.00	341	1.00		
261A	18.2	0.82	821	1.41	1.73		261B	22.6	0.97	334	1.13	1.13	
平均					2.09		平均	22.1	0.95	384	1.13	2.50	
262A	18.2	1.00	476	1.00			262B	21.2	0.91	406	1.19	1.33	
263A	17.5	0.96	512	1.09	2.20		263B	20.4	0.88	454	1.34	2.23	
264A	16.8	0.92	542	1.15	1.62		264B	19.5	0.85	493	1.40	2.63	
265A	16.1	0.83	575	1.22	1.52		265B	19.1	0.82	512	1.50	2.64	
266A	15.0	0.82	633	1.45	1.87		266B	18.5	0.79	542	1.59	1.94	
平均					1.80		平均	17.6	0.76	575	1.69	1.89	
267A	21.8	1.00	341	1.00			267B	17.0	0.73	607	1.99	1.83	
268A	21.5	0.99	341	1.00	1.90		268B	16.4	0.71	648	1.97	1.83	
269A	21.2	0.97	382	1.03	1.66		269B	15.8	0.68	724	2.17	1.95	
270A	20.9	0.96	362	1.06	1.49		270B	14.9	0.64	767	2.28	1.82	
271A	20.6	0.94	373	1.09	1.43		271B	13.6	0.59	912	2.67	1.83	
272A	20.3	0.93	384	1.13	1.59		平均					2.15	
273A	20.0	0.92	364	1.13	1.47		257B	13.6	1.00	537	1.00		
平均					1.50		258B	12.9	0.93	609	1.09	1.15	
274A	22.7	1.00	512	1.00			259B	12.0	0.88	704	1.26	1.76	
275A	22.1	0.97	512	1.00	1.33		260B	11.0	0.84	767	1.37	1.81	
276A	21.5	0.95	572	1.04	1.19		平均					1.82	
277A	20.2	0.89	609	1.19	1.53		257A	22.5	1.00	406	1.00		
278A	19.1	0.84	633	1.33	1.64		258A	22.2	0.99	406	1.02	1.92	
279A	17.7	0.78	724	1.41	1.29		259A	22.0	0.93	406	1.03	1.40	
280A	16.5	0.74	815	1.59	1.55		260A	21.6	0.96	431	1.06	1.46	
281A	15.9	0.70	864	1.68	1.43		261A	21.3	0.93	446	1.07	1.72	
平均					1.44		262A	21.0	0.91	486	1.12	1.49	
282A	22.3	1.00	485	1.00			263A	20.5	0.91	486	1.12	1.19	
283A	21.8	0.98	533	1.06	1.18		264A	19.8	0.88	553	1.19	1.53	
284A	21.2	0.95	728	1.12	2.32		265A	19.2	0.85	512	1.26	1.40	
285A	20.6	0.92	767	1.19	2.02		266A	18.6	0.82	542	1.33	1.50	
286A	20.0	0.90	815	1.26	2.71		267A	18.0	0.80	589	1.38	1.44	
287A	18.6	0.83	912	1.41	1.80		268A	17.3	0.79	575	1.42	1.47	
平均					2.31		平均					1.50	
288A	18.6	1.00	512	1.00			256B	17.8	1.00	342	1.00		
289A	17.1	0.94	550	1.07	1.46		257A	17.0	0.96	609	1.12	2.82	
290A	17.0	0.91	575	1.12	1.19		258A	15.9	0.89	633	1.26	2.04	
291A	15.9	0.85	633	1.33	1.92		259A	14.9	0.84	767	1.42	2.02	
292A	15.2	0.82	724	1.41	1.92		260A	13.8	0.78	837	1.54	1.14	
293A	14.5	0.77	815	1.59	1.92		平均					2.02	
294A	13.7	0.74	912	1.78	1.92		256C	13.8	1.00	466	1.00		
平均					1.53		257B	13.3	0.96	431	1.06	1.49	
295A	22.9	1.10	341	1.00			258B	12.8	0.93	470	1.16	1.92	
296A	22.0	0.96	362	1.06	1.48		259B	12.3	0.89	498	1.23	1.83	
297A	20.4	0.90	406	1.17	1.64		260B	11.8	0.86	527	1.30	1.74	
298A	19.4	0.85	456	1.34	1.72		261B	11.2	0.82	575	1.42	1.74	
299A	18.0	0.79	483	1.42	1.47		262B	10.6	0.78	627	1.54	1.95	
300A	17.1	0.75	527	1.57	1.33		263B	10.3	0.75	683	1.62	1.82	
301A	15.7	0.69	645	1.89	1.71		264B	9.8	0.71	767	1.89	1.85	
302A	14.6	0.64	767	2.25	1.72		265B	9.3	0.67	861	2.12	1.83	
平均					1.62		平均					1.79	
303A	11.0	0.60	421	1.00			267A	22.9	1.00	486	1.01		
304A	10.9	0.56	433	1.12	2.89		268A	22.1	0.97	483	1.06	1.92	
305A	8.3	0.73	561	2.00	2.20		269A	21.4	0.93	606	1.11	1.56	
平均					2.25		270A	20.6	0.90	542	1.19	1.47	
306A	22.7	1.00	289	1.00			271A	20.0	0.87	589	1.20	1.43	
307A	21.6	0.95	373	1.13	2.50		272A	19.0	0.83	607	1.34	1.39	
308A	21.0	0.93	341	1.19	2.51		273A	18.0	0.77	644	1.44	1.58	
309A	20.0	0.90	362	1.26	2.21		274A	17.2	0.75	704	1.59	1.43	
310A	18.8	0.87	394	1.34	2.09		275A	16.2	0.71	790	1.73	1.60	
311A	18.6	0.82	406	1.41	1.73		276A	15.0	0.66	861	1.89	1.52	
312A	17.3	0.76	456	1.69	1.89		平均					1.59	
313A	15.5	0.68	575	2.00	1.50		247B	15.0	1.00	607	1.00		
314A	13.8	0.61	767	2.47	1.99		248A	14.0	0.93	653	1.12	1.47	
315A	11.9	0.52	967	2.89	1.36		249A	12.9	0.86	813	1.53	1.92	
平均					2.64		250A	11.2	0.75	967	1.89	1.63	
							平均					1.47	
							251A					1.99	

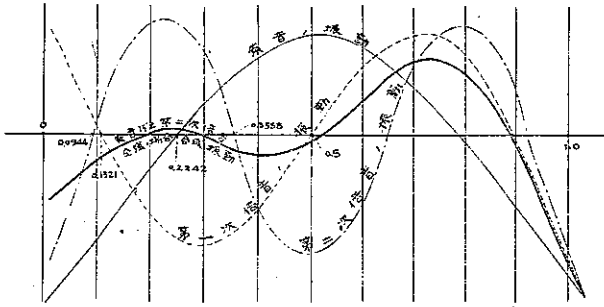
(土木學會誌第十三卷第三號附録)

第三十七表 煉瓦の音響と其の性質との對照一覽表

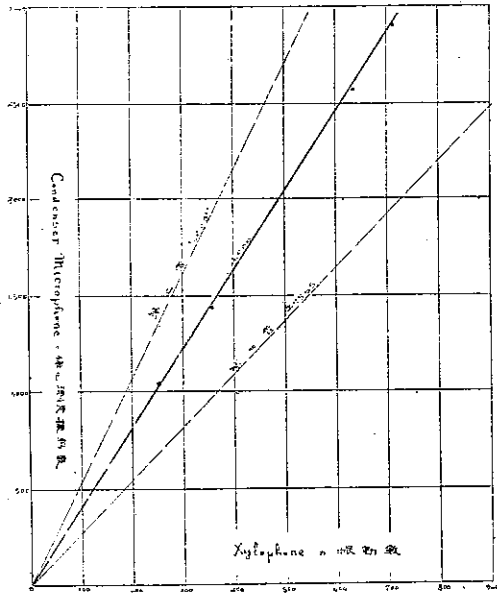
音符	音程																									
	C'	C [#]	d'	d [#]	e'	f'	f [#]	g'	g [#]	a'	a [#]	b'	C''	C [#] ''	d''	d [#] ''	e''	f''	f [#] ''	g''	g [#] ''	a''	a [#] ''	b''	C'''	
イソリー	音程数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	振動数	259	274	290	308	326	345	366	388	411	435	461	488	519	548	581	615	652	691	732	775	821	870	922	977	1035
ナシ	吸水性	1090	1240	1400	1580	1760	1950	2160	2380	2610	2850	3110	3380	3670	3980	4310	4650	5020	5410	5820	6250	6710	7200	7720	8270	8850
	強度	76.53	87.17	98.42	111.07	123.73	137.09	151.05	167.31	183.48	200.36	218.63	237.61	258.41	273.79	302.99	326.90	352.91	380.32	409.15	439.38	471.71	506.16	542.72	581.38	622.16
ピ	吸水性	13.13	14.18	15.30	16.56	17.82	19.15	20.62	22.16	23.77	25.45	27.27	29.16	31.33	33.6	35.67	38.05	40.64	43.37	46.24	49.25	52.47	55.90	59.54	63.39	67.45
	強度	92.30	93.60	10.756	11.642	12.527	13.462	14.436	15.578	16.710	17.891	19.171	20.499	22.025	23.452	25.076	26.749	28.570	30.489	32.507	34.623	36.886	39.298	41.857	44.563	47.417
キ	吸水性	0.208	0.205	0.202	0.198	0.195	0.191	0.187	0.182	0.178	0.173	0.168	0.162	0.156	0.150	0.144	0.137	0.130	0.122	0.114	0.105	0.096	0.086	0.076	0.065	0.053
	強度	0.303	0.297	0.296	0.292	0.288	0.284	0.279	0.275	0.270	0.264	0.259	0.253	0.246	0.239	0.232	0.225	0.217	0.208	0.198	0.190	0.179	0.169	0.157	0.145	0.132
ホ	吸水性	2,918,909	3,266,797	3,653,400	4,127,036	4,624,409	5,179,159	5,828,054	6,550,293	7,350,293	8,233,785	9,247,449	10,362,400	11,720,759	13,087,188	14,866,937	16,457,700	18,497,635	20,774,926	23,315,417	26,351,116	29,929,681	32,933,141	36,969,875	41,534,611	46,612,428
	強度	20,5267	22,9732	25,7346	28,8285	32,5204	34,4218	40,9905	46,6664	51,6898	57,9028	65,314	72,8720	82,4244	91,9530	102,8336	115,7348	130,8189	148,1091	163,9421	183,7912	204,2565	231,6114	260,1257	292,8580	327,7948
ヘ	吸水性	256	271	287	304	323	341	362	384	406	431	456	483	512	542	574	609	645	683	724	767	813	861	912	967	1024
	強度	1,060	1,210	1,370	1,540	1,730	1,910	2,120	2,340	2,580	2,810	3,060	3,330	3,620	3,920	4,240	4,590	4,950	5,330	5,740	6,170	6,630	7,110	7,620	8,170	8,740
ニ	吸水性	74.52	85.06	96.31	108.26	121.62	134.27	149.04	164.50	179.97	197.54	215.12	234.10	254.49	275.58	298.07	322.68	347.99	374.70	403.52	433.75	466.09	499.83	535.69	474.35	614.42
	強度	1292	13270	1589	1628	1761	1887	2034	2188	2342	2517	2692	2881	3084	3294	3518	3763	4015	4281	4560	4869	5191	5527	5884	6260	6668
ハ	吸水性	9.003	9.821	10.600	11.445	12.380	13.216	14.239	15.302	16.464	17.695	18.925	20.253	21.681	23.157	24.732	26.454	28.225	30.095	32.113	34.229	36.433	38.855	41.365	44.071	46.876
	強度	0.209	0.206	0.203	0.199	0.195	0.192	0.188	0.183	0.179	0.174	0.169	0.163	0.158	0.152	0.145	0.138	0.131	0.123	0.115	0.107	0.097	0.088	0.078	0.067	0.055
ニ	吸水性	0.304	0.300	0.297	0.293	0.283	0.285	0.280	0.276	0.271	0.265	0.260	0.254	0.247	0.241	0.234	0.226	0.218	0.210	0.201	0.191	0.181	0.171	0.159	0.147	0.135
	強度	2,051,601	3,195,653	3,584,139	4,027,316	4,539,689	5,053,758	5,702,144	6,416,292	7,172,942	8,083,056	9,047,091	10,151,151	11,406,724	12,782,612	14,334,555	16,138,219	18,102,579	20,208,429	22,508,575	25,096,337	28,070,876	32,257,249	36,191,803	40,618,715	45,628,897
ホ	吸水性	200.540	224.729	252.049	282.792	318.246	358.819	408.904	451.215	504.398	546.420	636.284	713.864	802.160	886.917	1,000,196	1,134,895	1,273,636	1,427,156	1,603,978	1,808,164	2,022,565	2,248,442	2,545,136	2,861,772	3,208,642
	強度																									

(土木學會誌第三十三卷第三號附表)

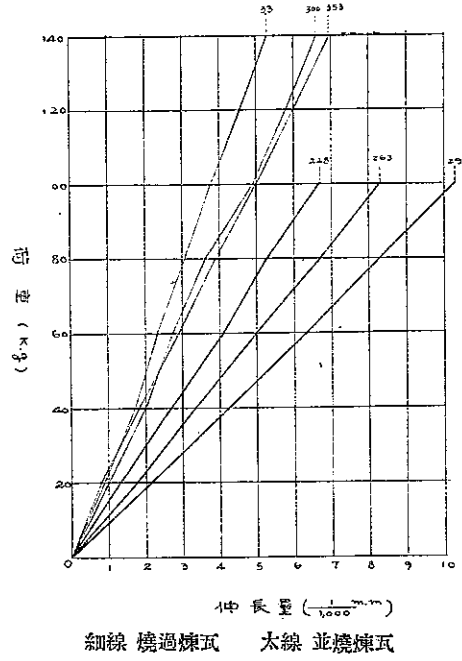
附圖第一 煉瓦の振動



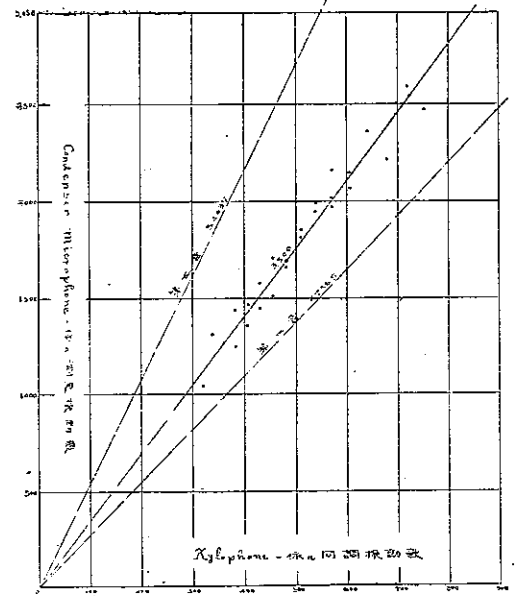
附圖第五



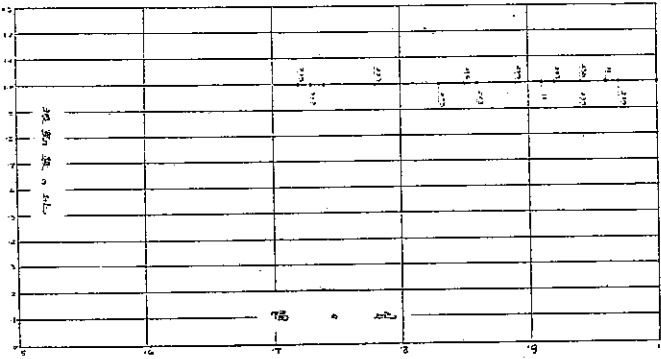
附圖第三



附圖第四



附圖第六 煉瓦の幅と其の振動数との関係



正誤並に訂正 (第十三卷第一號)

ハンブルグ港

(第十三卷第一號 昭和二年二月所載)

頁	行	誤	正	頁	行	誤	正
4	上より 16	Lübeck	Lilbeck	46	上より 6	仕分作業	採車作業
9	上より 16~17	が然し如何に閑散とは云へ……蓋大なものであつた。	(を削除す)	"	" 7	Verbankai	Versbankai
15	下より 10		河-13 Maakenwärder Hafen(を加ふ)	"	下より 2	船と遣ひ	船と遣ひ
18	下より 13	2.8	2.85	49	上より 6	荷車, 秤	荷車秤
第五表	上より 2	照合	照合	"	" 12	執務	附屬
"	上より 5	相異してゐたが	相違してゐるが	50	上より 5	直して示す	直すと
"	"	相違	相違	"	" 18	26.6 ⁿ	26.6 ⁿ
"	番號 20	Kirchenpanerkai	Kirchenpaüerkai	"	" 20	14.04 ⁿ	14.04 ⁿ
"	" 30	Votz	Voss	51	上より 7, 8	26.6 ⁿ	26.6 ⁿ
"	" 43, 49, 56	Rotzhafen	Rosshafen	"	" 10	14.04 ⁿ	14.04 ⁿ
"	" 44, 49	Rotzkai	Rosskai	55	上より 15 × +
"	" 51	Rotzhöft	Rosshöft	56	上より 16	γ ¹	γ ₁
"	" 54, 55	附圖第 J. Abb. 18	附圖第二十五	63	上より 1	實驗	實驗
"	" 63	11913	1913	64	上より 7	8944 ⁿ	8944 ⁿ
21	上より 10	附圖第二十三	附圖第二十二及び第二十三	67	下より 7	K	L
"	" 13	桁	楕	68	上より 9	s	S
22	上より 3	30~35 cm.	30×35 cm.	70	下より 2	1913	1912
"	" 7	24×24 cm.	普通 30×30 cm.	75	上より 7	遂に	(を削除す)
25	上より 11	控がなく	控が不足て	77	下より 1	Christiasen	Christiansen
26	下より 10	命數	形勢	"	" 4	Grotz-Hamburg	Gross-Hamburg
29	上より 12	桁	楕	"	" 5	Nordseekünste	Nordseeküste
32	下より 4	防船杭	防舷杭	78	上より 3	Geographicausschutz	Geographicausschüss
35	上より 13	附圖第四十三に示す様な	(を削除す)		附圖第二	500,000	5,000,000
"	" 14		此の内 I 隻は、附圖第四十三に示してある如く、橋の下等を通る時に、楕を倒し得る様にしてある。(を加ふ)			1,000,000	10,000,000
35	下より 5	岩壁	岸壁			1,500,000	15,000,000
36	下より 8	7.0	-7.0			2,000,000	20,000,000
38	下より 3	1813	1883			2,500,000	25,000,000
44	上より 7	wincn	winch			3,000,000	30,000,000
					附圖第十一	Gefamtanficht	Gesamtansicht
					附圖第七十四	u	U
					附圖第八十四	w', u' (終り)	W', U'

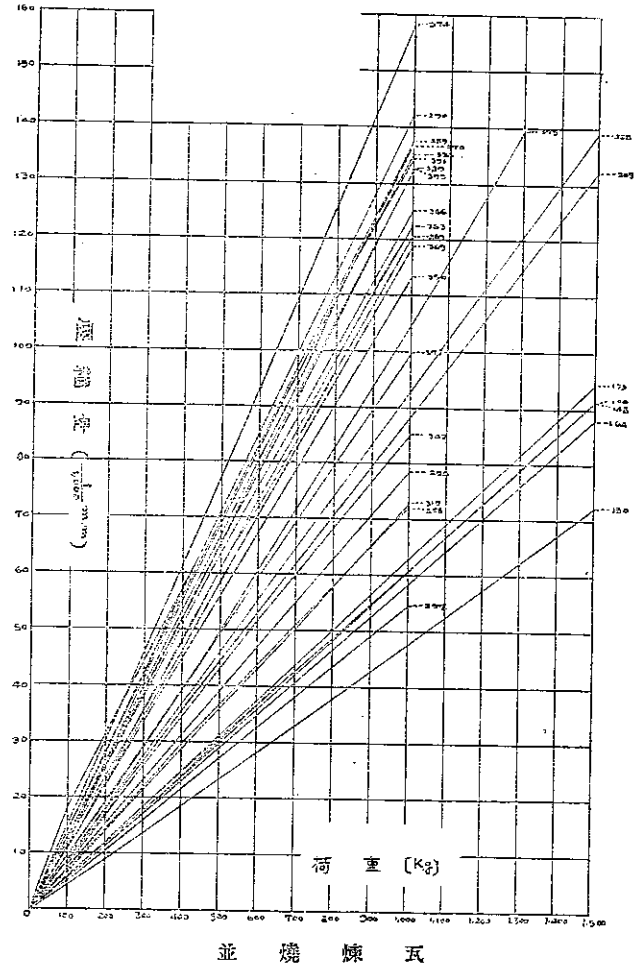
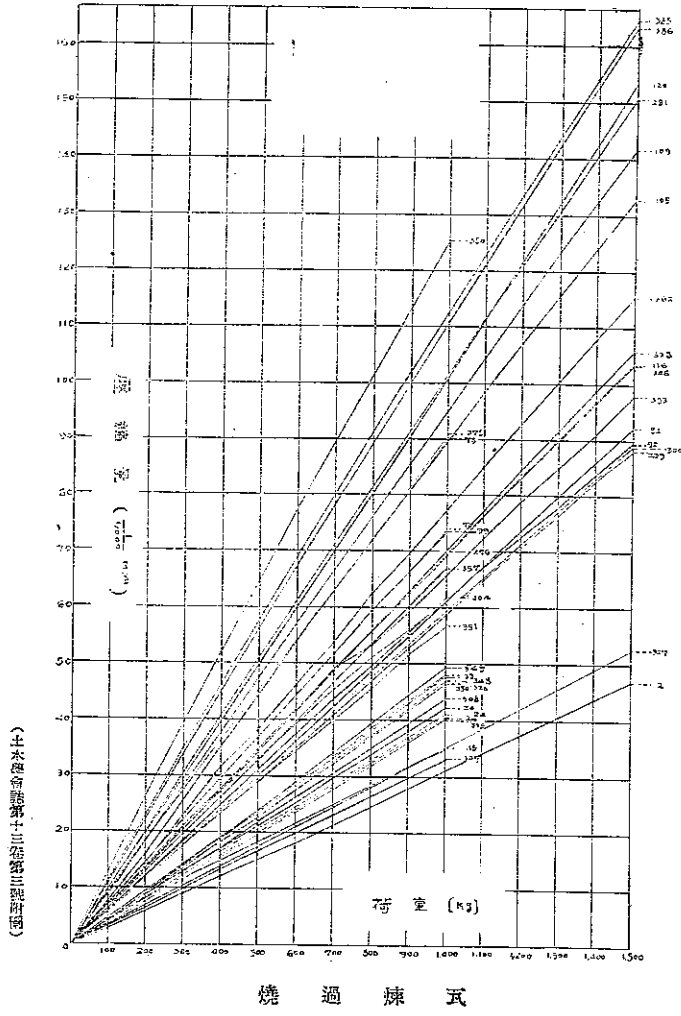
正 誤 表

強雨の新法則に関する研究

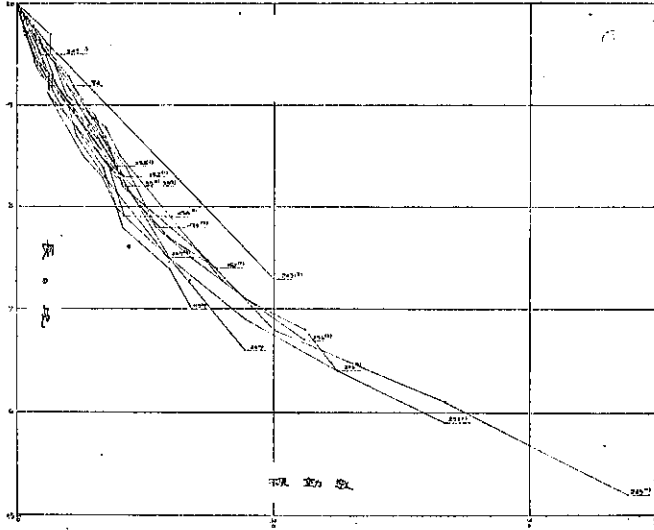
(第十三巻 第二號所載)

頁 數	行 數 並 摘 要	誤	正
197 ”	第一圖の説明 ”	$X=1$ $Y=1 \text{ 〃}$	$X=I$ $Y=I \text{ 〃}$
202 207	下より6行目 第七節の末行	誠に黑白な…… 何かである	誠に黑白な…… 何れかである
<p>九州に於ける河川の流量に就て (第十三巻 第二號所載)</p>			
276 ”	下より2行目 最 下 行	雨量>流出量 雨量<流出量	雨量<流出量 雨量>流出量

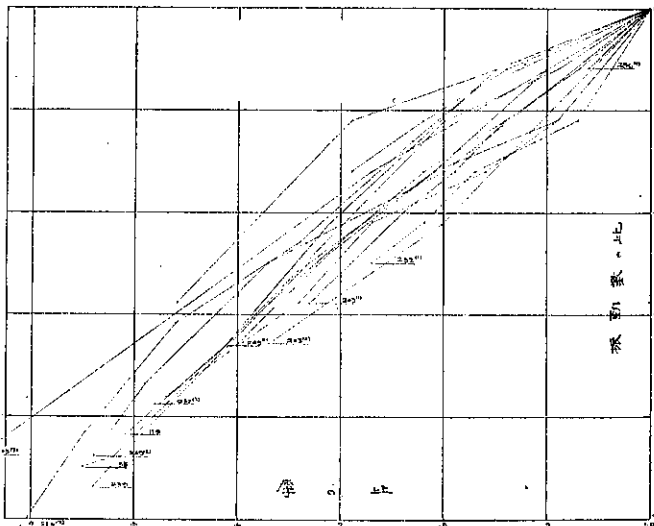
附圖第二



附圖第七 煉瓦の長さとその振動数との關係

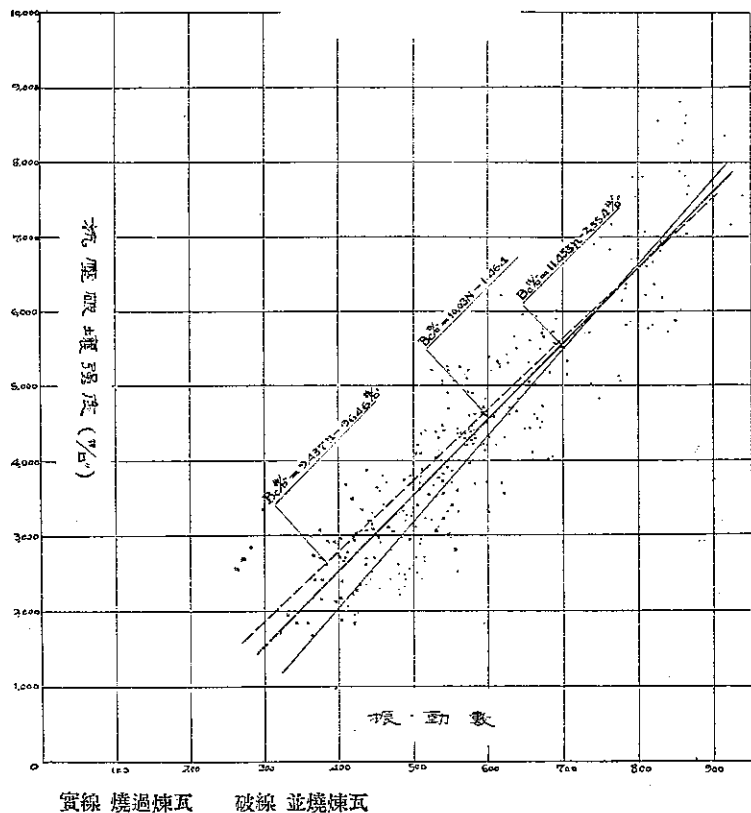


附圖第八 煉瓦の厚さとその振動数との關係



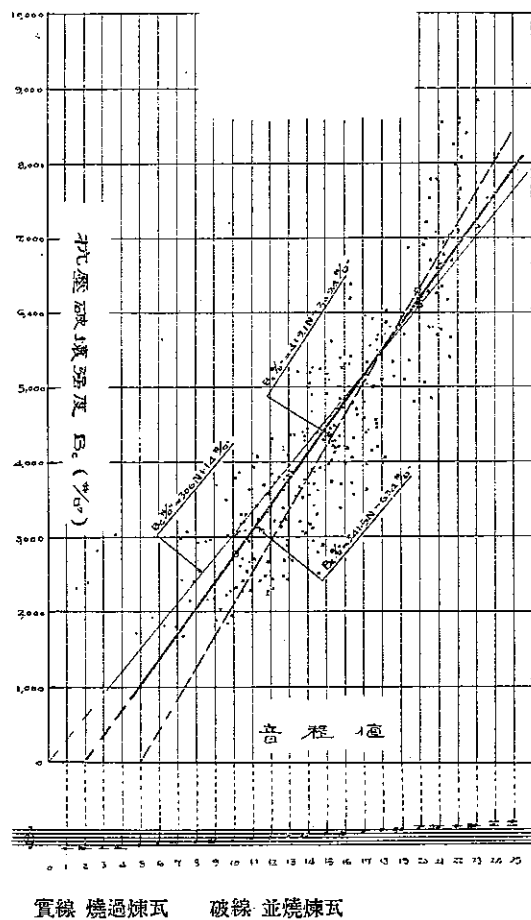
(土木學會誌第十三卷第三號附圖)

附圖第九



土木學會誌第十三年第三號附圖

附圖第十

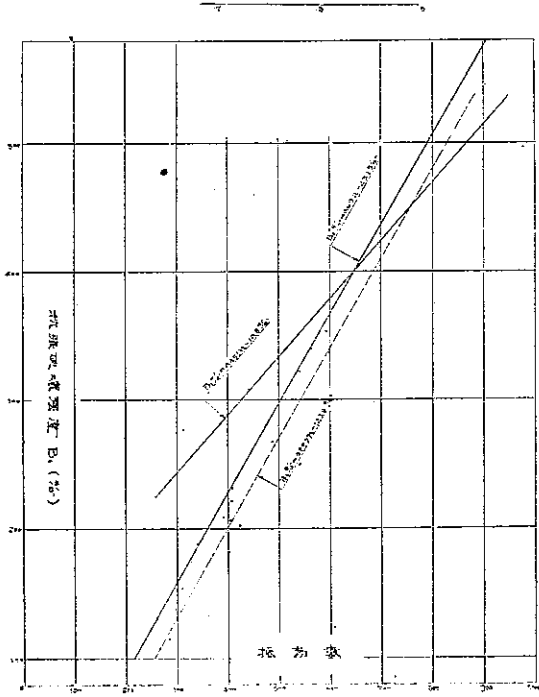


附圖第十二

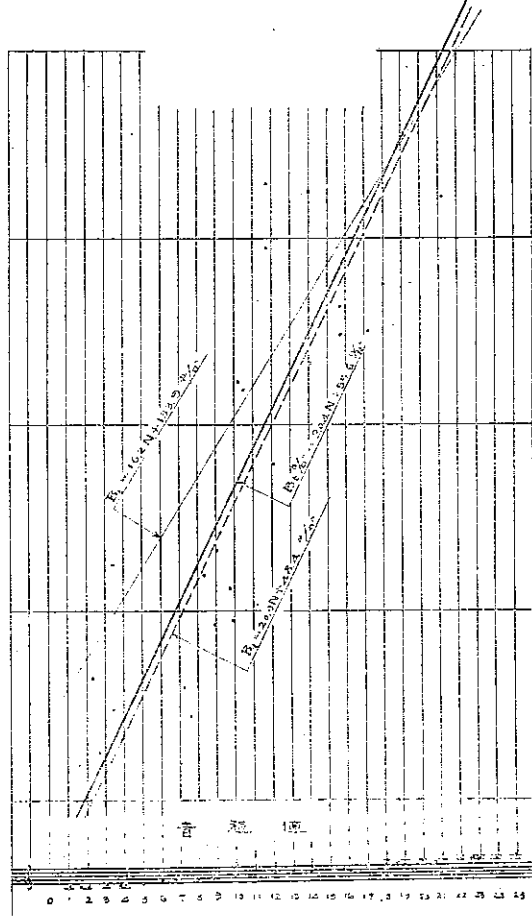
附圖第十三

附圖第十一

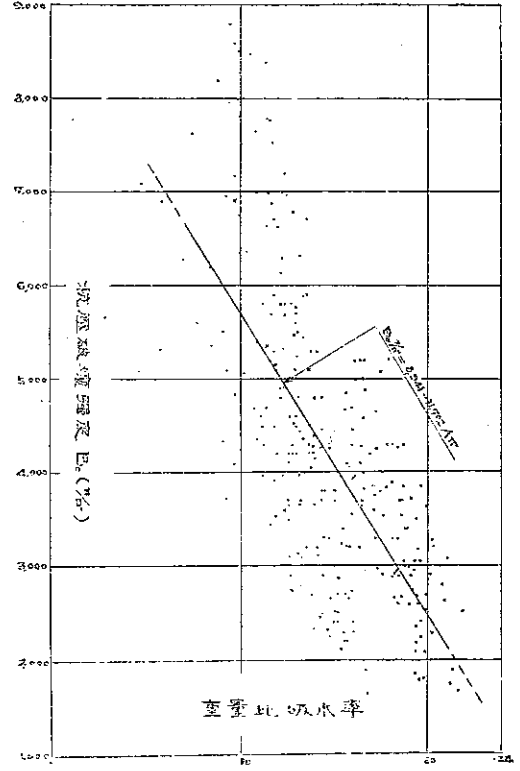
(土木學會誌第十三卷第三號附圖)



實線 燒過煉瓦 破線 並燒煉瓦

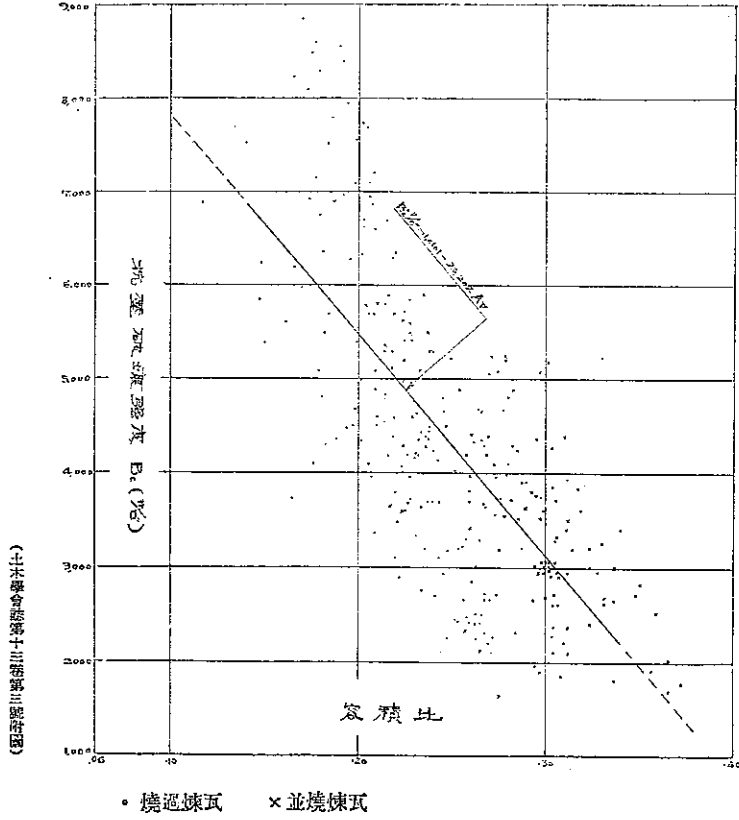


實線 燒過煉瓦 破線 並燒煉瓦

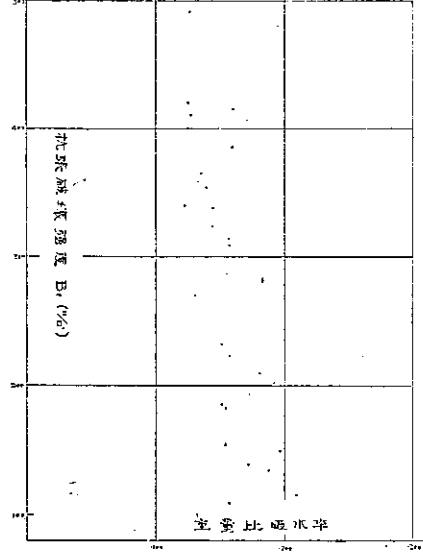


• 燒過煉瓦 × 並燒煉瓦

附圖第十四

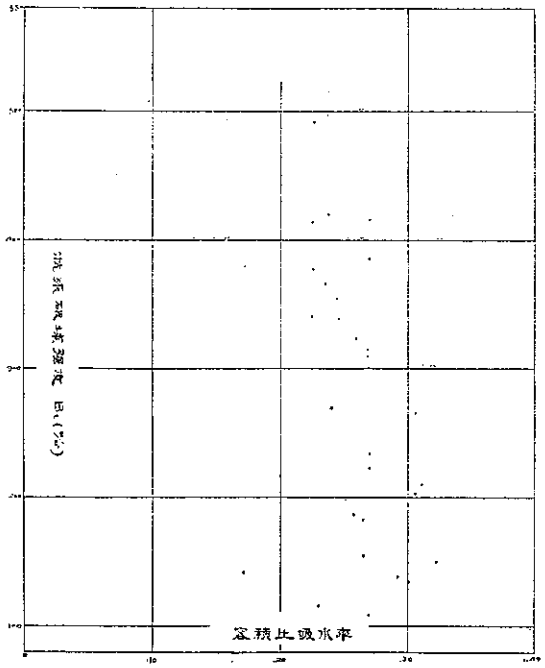


附圖第十五

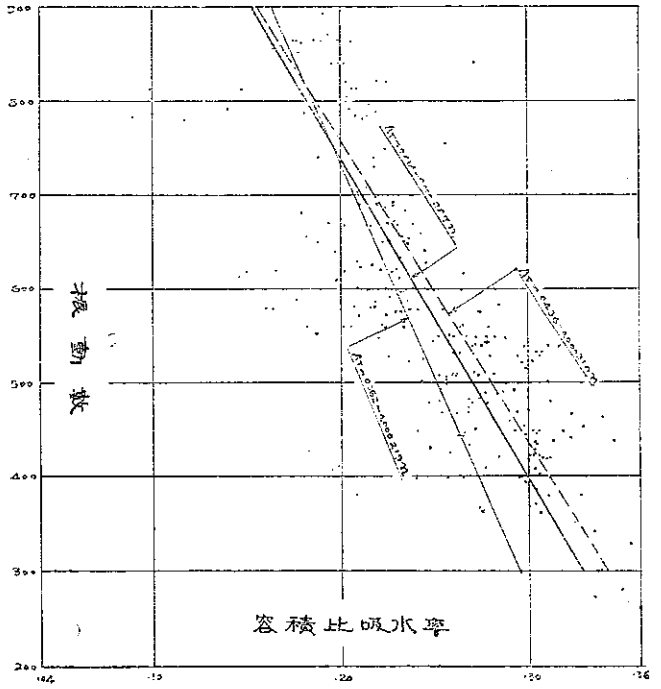


附圖第十六

(圖) 附圖第十六



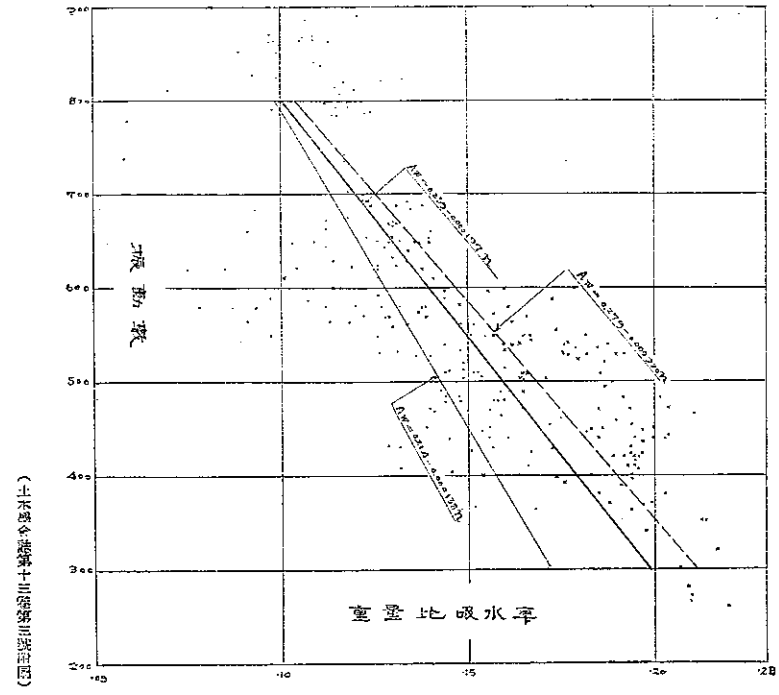
附圖第十七



實線 燒過煉瓦 破線 並燒煉瓦

7.18

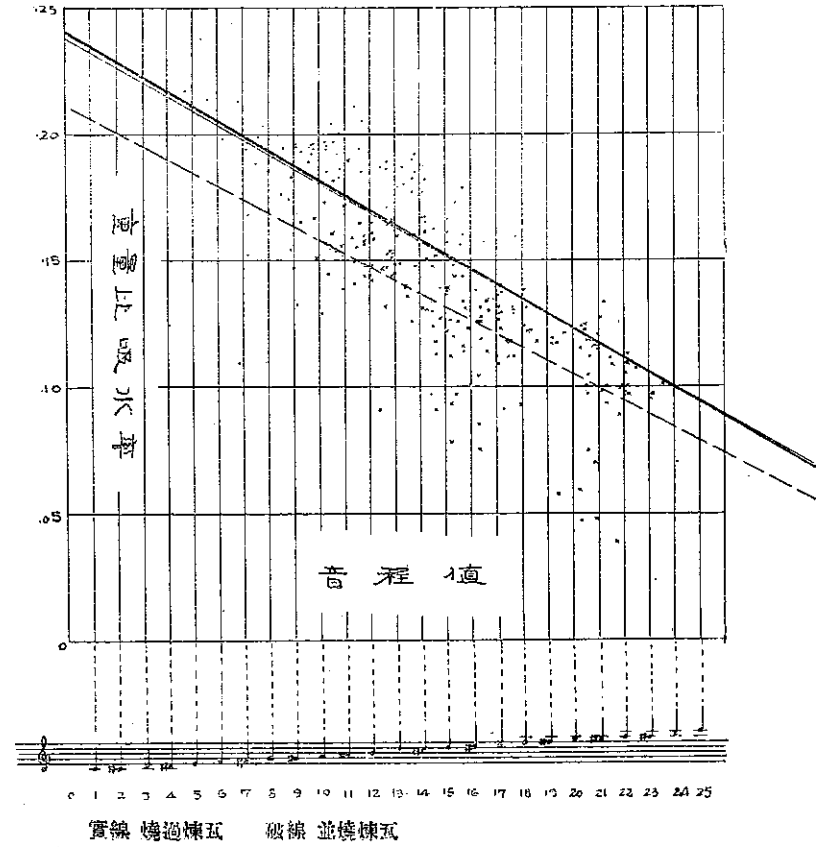
附圖第十八



(圖) 止不為全令三十三第圖

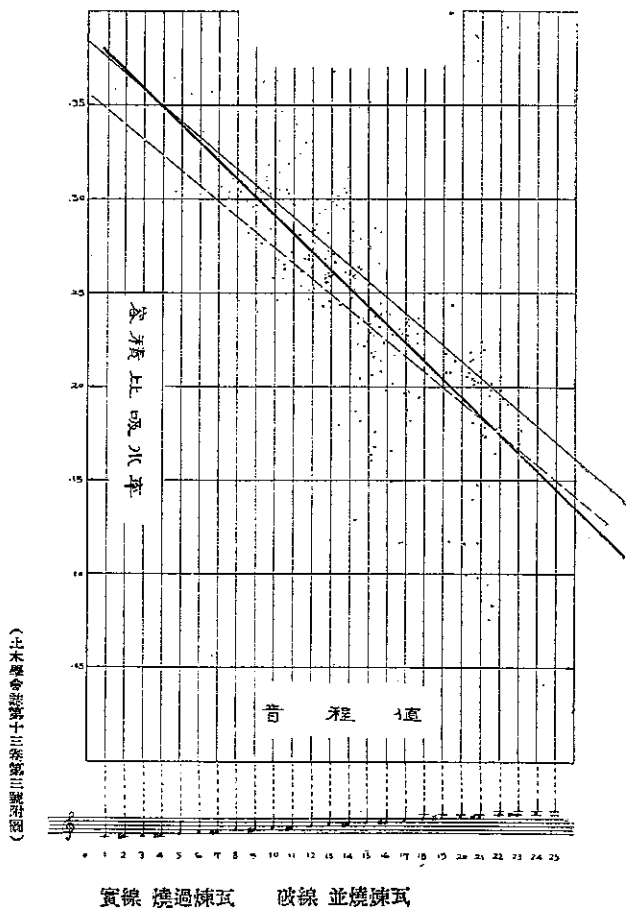
實線 燒過煉瓦 破線 並燒煉瓦

附圖第十九

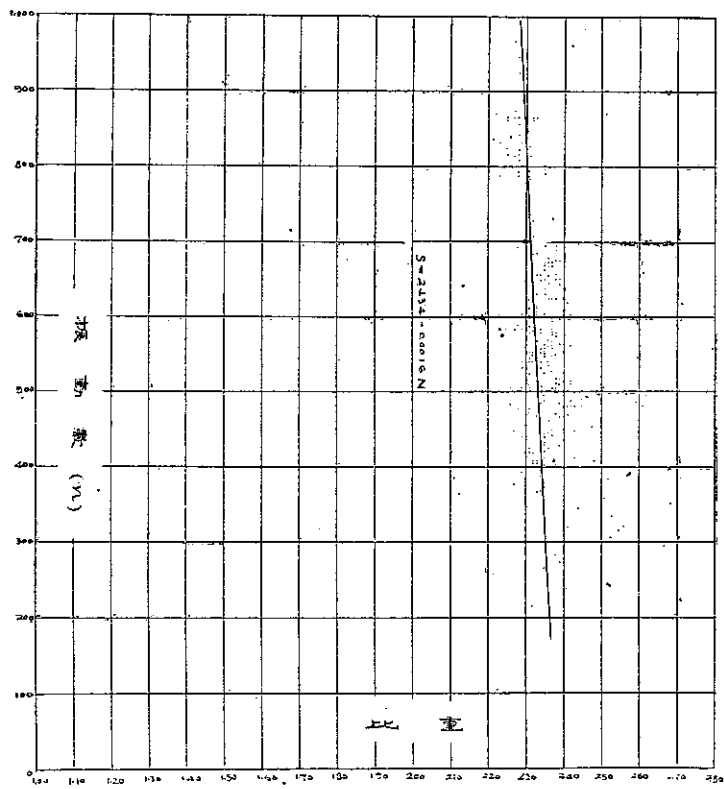


實線 燒過煉瓦 破線 並燒煉瓦

附圖第二十

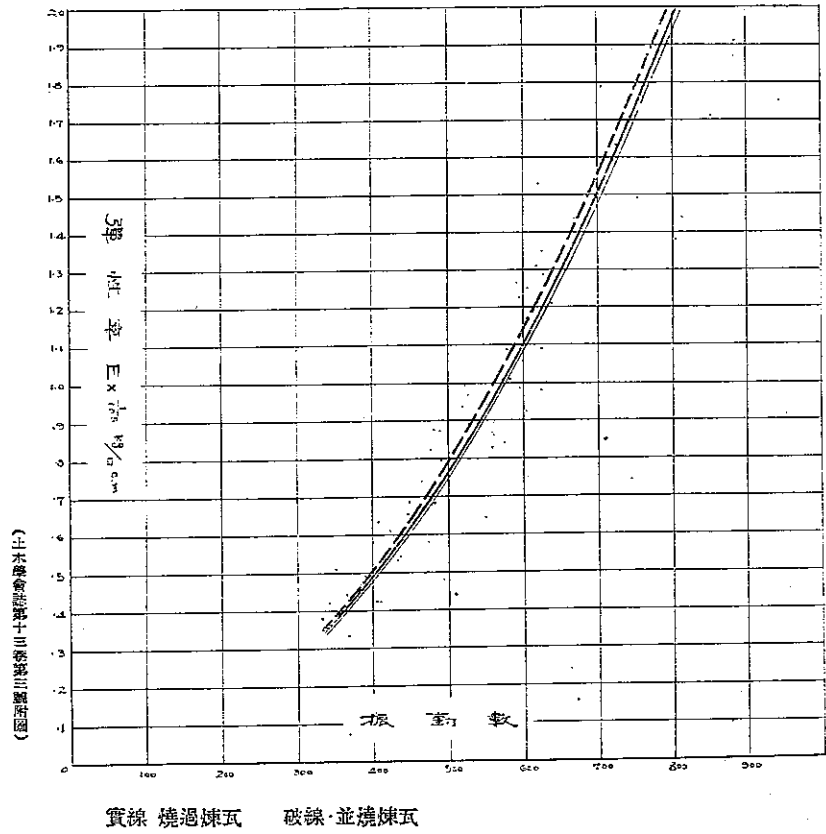


附圖第二十一

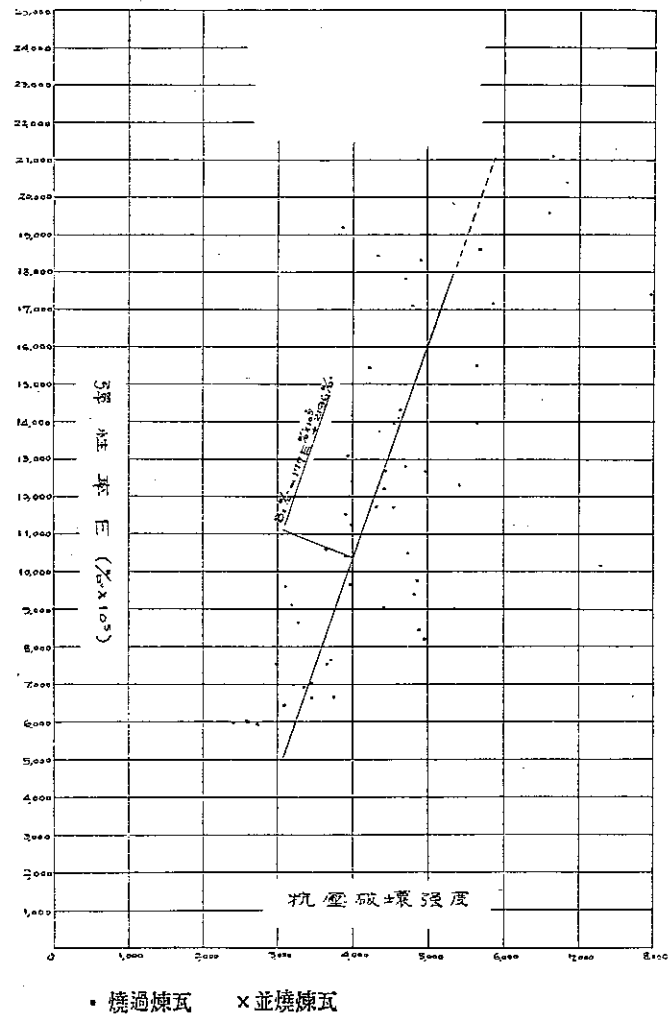


2.5.1.1

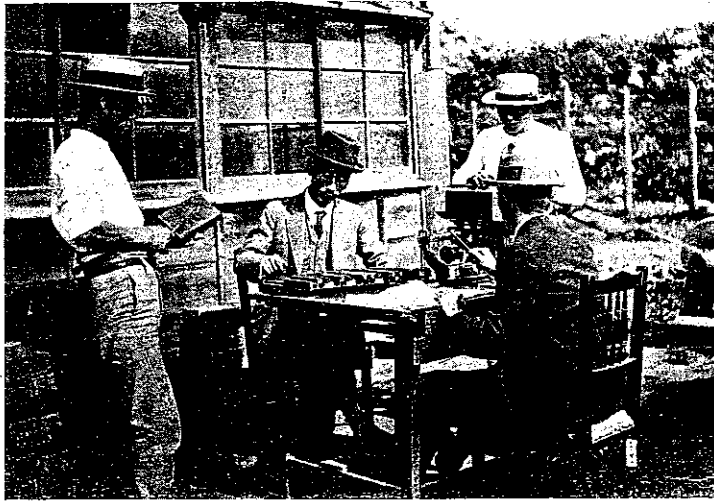
附圖第二十二



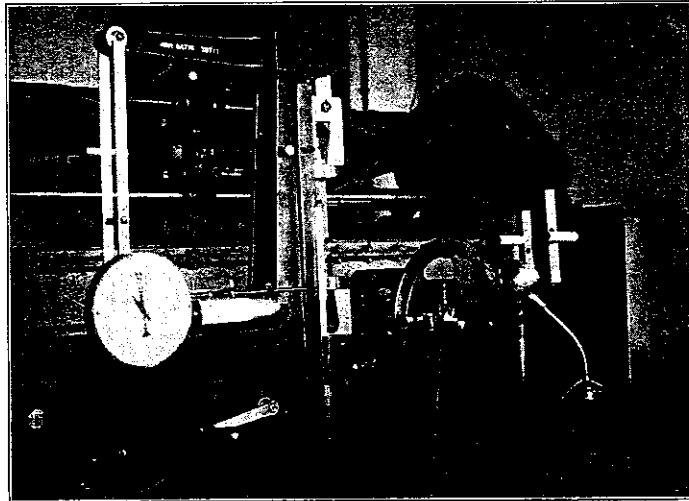
附圖第二十三



寫真第一

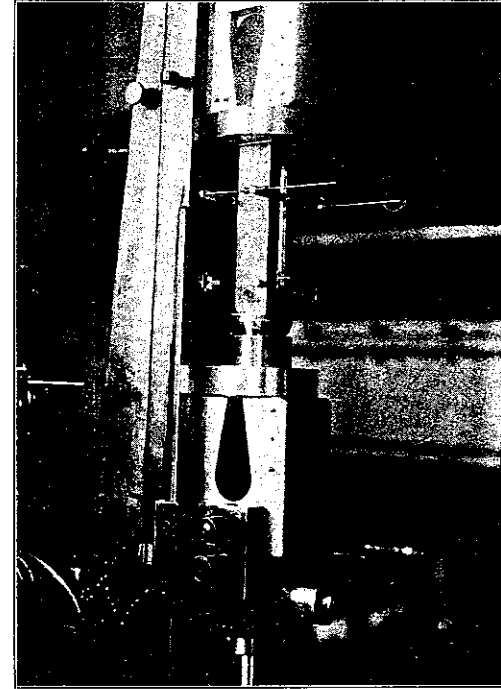


寫真第二

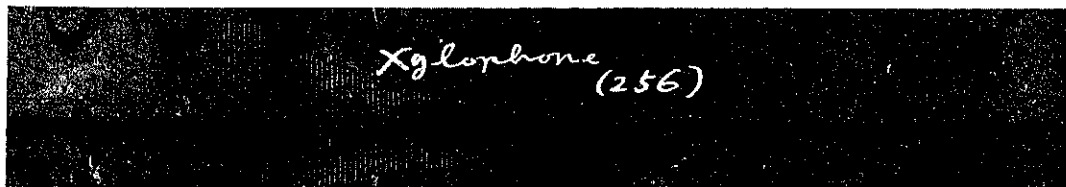


(土木學會誌第十三卷第三號附圖)

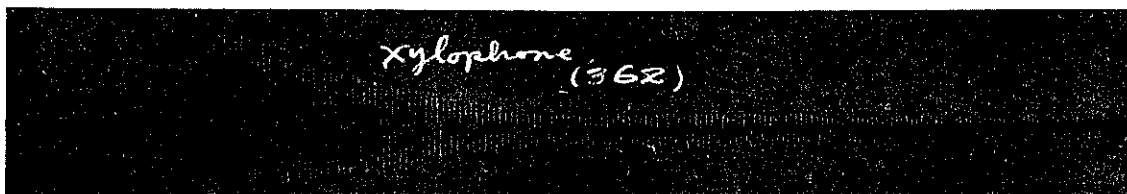
寫真第三



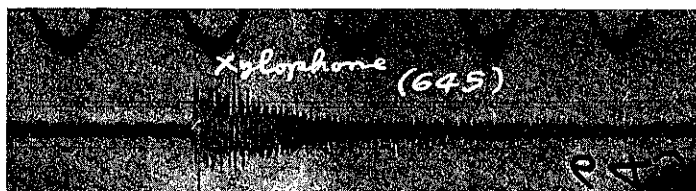
寫真第四



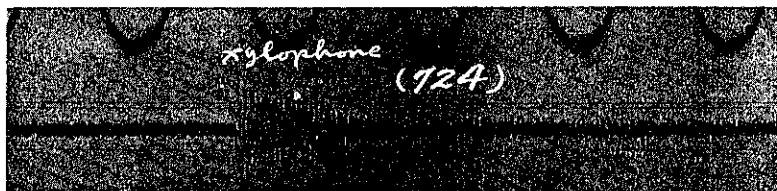
振動數 1 050



振動數 1 460

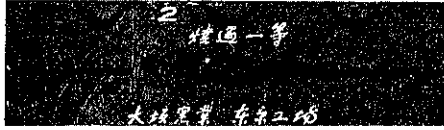


振動數 2 575

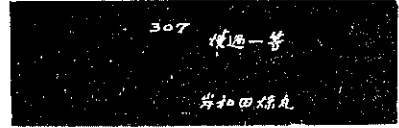


振動數 2 900

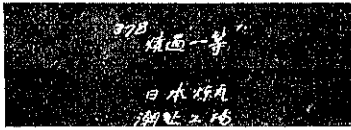
寫真第五 燒過煉瓦



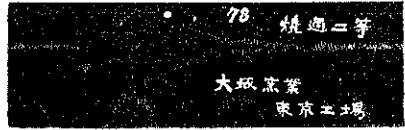
振動數 2 855



振動數 2 620



振動數 1 700



振動數 1 670



振動數 1 820



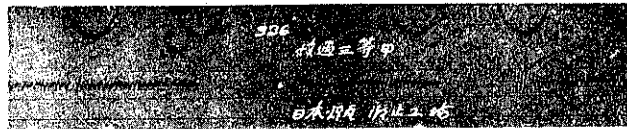
振動數 1 865



振動數 1 710



振動數 1 975



振動數 1 510

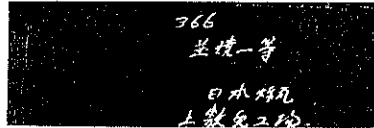
寫真第六 並燒煉瓦



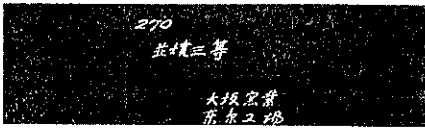
振動數 1 310



振動數 2 070



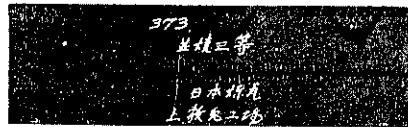
振動數 1 360



振動數 1 020



振動數 1 065



振動數 1 255

305