

○煉瓦柱破壊及ビ柱狀物体轉倒ニ關

スル調査(人爲地震試驗報告)

委員理學博士 大森房吉

一 緒言

一〔人爲地震臺〕 震災地ノ現場ニ就キテ建築物ノ被害ヲ視察シ以テ地震ト建築物トノ關係ヲ研究スルハ勿論大切ノ事ナレドモ隨意ニ人爲的震動ヲ起シ物体ニ損害ヲ與フルノ試驗ヲ爲スモ亦欠クベカラザルノ調査ニ屬ス本會ニ於テモ夙ニ其必要ヲ認メラレ人爲地震特別委員ノ選定アリテ既ニ報告書第二號ニ關谷、眞野、田邊、田中館、井口、長岡、大森七委員ノ提出ニ係ル地震臺構造ニ關スル報告アリ尙同號ニ辰野、片山、中村、曾禰四委員ノ提出ニ係ル諸築造物標本ノ報告アリ更ニ報告書第廿一號ニ眞野委員ノ提出ニ係ル地震臺改良ニ關スル報告アリ即眞野委員ノ改良ニ依リテ地震臺ハ上下動ト水平動トヲ全ク互ニ獨立ニ呈スルヲ得ルノ裝置トナレリ而シテ最大實動ハ水平動ニ於テ五寸、上下動ニ於テ三寸ニシテ其振動期ハ最短ノ場合ニテ〇、二秒程トナスヲ得ベクレバ充分ニ濃尾大震ノ際名古屋岐阜等ニ於ケル震度ヨリハ一層強烈ナル震

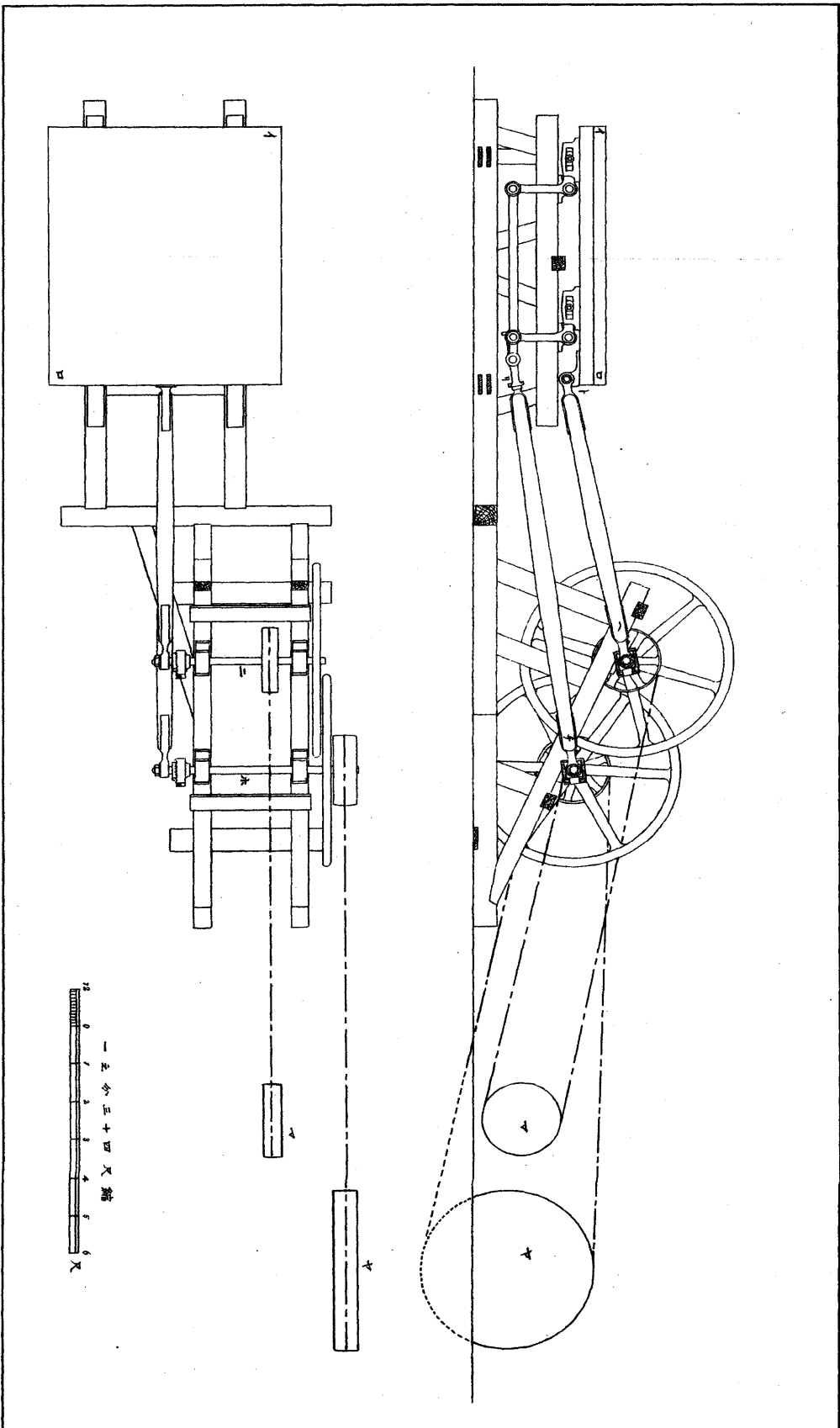
動ヲ現出シ得ルモノト認メ得ベシ

眞野委員改良ノ地震臺圖ハ報告書第廿一號ニ掲載シアレドモ便宜ノ爲同委員ノ承諾ヲ得テ本編第一版ニ重出ス

二〔試驗ノ目的〕 人爲地震試驗ハ頗ル難問題ニ屬ス本委員ガ不肖ヲ顧ミズ茲ニ報告ヲ提出スルハ大地震ノ強度、并ニ煉瓦築造物ト震度トノ關係ニ就キ聊カ結果ノ一二ヲ論述シ、且諸先輩ノ教ヲ乞ハントスルニ在リ

人爲地震試驗ノ主要目的ハ物体ノ耐震力ヲ數學上ニ算出スルニアルベシ蓋大地震ノ震度ヲ絶對度量ニテ示シ且物体ノ耐震力ヲ多少算出シ得ルニアラザレハ充分ナル耐震構造ハ到底望ムベキニ非ザルベクレバナリ例之バ地震強キ故ニ煉瓦家屋ノ壁ヲ單ニ厚クスベシト云フガ如キハ稍漠然ナリト知ルベシ此ノ問題ヲ解センハ尙幾多ノ實驗ヲ積ムベキハ言ヲマダザレドモ其方法ハ簡單ナル點ヨリ漸次複雑ナル點ニ進ミ行クヲ便トスベシ就中家屋ノ場合ニハ柱、壁、迫持、屋根、穹窿等ノ如キ恰モ其元素ヲ構成スル諸點ニ付キテ順次ニ調査スルヲ要スベク最初ヨリ完全ナル家屋ノ雛形ヲ以テ試験スルハ頗ル困難ナルベシト思ハル依リテ本委員ハ端緒トシテ單ニ柱狀物体ノミニ就キテ調査ヲ行ヒタリ即本報告ハ昨明治卅一年三月ヨリ着手シ本年三月ニ終リタル第一回試験ノ結果ニ基クモ

第一圖 人為地震臺



(1) 基礎臺ニテ其上ニ煉瓦及ビ他ノ構造物ヲ取リ附ケ或ハ据ヘ置クキモナリ
 (2) 震野委員報告又ヨリ抄出(……二層ノ蒸流機關(ア)ヲ据付ケ蒸流機關(ア)ノ軸桿
 (三)運動ヲ傳(又蒸流機關(ア)ノ軸桿(二)運動ヲ傳(連接桿(上)ナリ)ニ依リ基(下)
 上下及ビ水平動ヲ……軸桿(三)各別ニ回轉スベクナシクシテ以テ上下動ノ數ハ水平
 動數トシ算テラシムルト自在ナリトス

ルタレラヘ加テ良改ガ買奈野真ニ更シノモルケラセ計設ガ買奈西口井野真初最
 リナノモルセ葦拔リヨ号一十二第告報會本ラニニ圖ノ臺震地為人

ノナリ

又物体ノ震害ヲ蒙ルハ種々錯雜シタル現象ニ因ルベケレドモ其ノ元素ヲ大別スレバ「破壊」及ビ「轉倒」ノ二類トナスヲ得ベシ從テ人爲地震ノ試験モ此ノ區分ニ依リテ調査セリ

三(上下動) 通常ノ場合ニ於テハ地震ノ上下動ハ其水平

動ニ比シテ小弱ナルモノトス例之バ去ル明治廿七年六月廿日東京大地震ノ際、帝國大學地震學教室ニ据付ケノ強震計が記録セル所ニ由レバ最大水平動ノ往復振動期一、八秒ニシテ其實動七十一「ミリメートル」(曲尺二寸四分)ニ及ビシガ上下動ノ實動ハ僅二十一「ミリメートル」(曲尺三分六厘)ニ過ギザリシ故ニ此ノ地震ノ損害ハ殆全ク水平動ノ爲ニ起リシハ明カナリト謂フベシ且假リニ上下動非常ニ強シトスルモ之カ爲メニ煉瓦構造が損害ヲ受クルコトハ無カルベシト思ハル實際ニ就キテ例ヲ取ルニ煉瓦家ノ震害ヲ受クルハ一階家ノ場合ニハ壁ト屋根ノ小屋ト相接スル所ニ於テ破壊シ二階家ノ場合ニハ同ク二階ノ壁ト屋根ノ小屋ト相接スル所ニ於テ破壊シ而シテ下階ハ通常無難ナルカ若クハ比較的ニ僅少ノ損害ヲ受クルノミナルヲ以テ見ルモ屋根ト壁トノ振動が相一致セザルヨリ水平地動ノ爲ニ損害ヲ來タスモノナルヲ了知スベシ故ニ損害ヲ與フル點ヨリ云ヘバ上下動ハ水平動ニ對シテ第二位以下ニアリ

ト認ムベシ即地震ノ爲ニ地形ノ低下スル如キ場合ヲ除ケバ煉瓦構造ノ損害ヲ受クルハ殆全ク水平動ノ爲ノミナリト假定スルモ太過ナルベキナリ此ノ理由ニ依リ且ハ計算ヲシテ簡單ナラシメンガ爲ニ今回ノ人爲地震臺試験ニ於テハ單ニ水平動ノミニ就キテ調査セリ

世人往々家屋等ノ被フル震害ハ主トシテ上下動ノ爲ニ起リ且震動ノ模様ハ地下ヨリ上ニ向テ突キ上ゲタル後不意ニ抛ゲ下トサル、モノナリト信ズルハ大ナル誤ナルベシ何トナレバ地動ハ一般ニ振動ノ現象ヲ呈スルモノナレバ此ノ如キ不連續ノ運動ヲ爲スコトアラザルベケレバナリ

四(大地震ノ強サ) 前記東京大震ノ際本郷ニ於ケル振幅及ビ振動期ヨリ計算スレバ其振動ノ最大加速度ハ一秒時ニ付キ四百四十四「ミリメートル」トナル又濃尾地震ノ際名古屋ニ於ケル地震動ノ加速度ハ一秒時ニ付キ二千六百「ミリメートル」ニシテ其實動ハ七寸内外ナルベク(濃尾地震ノ條參照)岐阜及ビ其他激震地方ノ震度ハ一層此ヨリモ強烈ナリシ、今回ノ實驗ニテモ地震臺ノ振幅ニ、實際ノ場合ニ於ケルモノト比較スベキ大サヲ與フルノ目的ヲ以テ其ノ實動ヲ三十乃至百十二「ミリメートル」トナセリ

五(參考書類) 人爲地震試驗ニ關スル唯一ノ論文ハ「ミル

ン」教授及ヒ本委員ガ去ル明治廿四年中工科大学實驗所内ニテ爲シタル調査ヲ記述セルモノニシテ日本地震學雜誌(英文)第一卷ニ載セタリ其實驗ノ方法ハ今回ト稍々同様ナリシガ煉瓦柱破壊ノ試験ハ今回ノ如ク充分ナラザリキ

二 煉瓦柱破壊試験

六〔試験ノ方法〕 煉瓦柱ヲ地震臺ニ堅固ニ取り付ケタル上地震臺ニ適宜ノ水平振動ヲ與ヘテ煉瓦柱ヲ破壊セシメ而シテ別ニ下述ノ装置ニ依リテ地震臺ノ振動並ニ煉瓦柱ノ破壊セル時刻ヲ記録シ此レヨリ地震臺振動ノ「強サ」ヲ算出シテ煉瓦柱ノ耐震能力ト比較スルニアリ

七〔地震臺振動ノ記録〕 地震臺ノ振動ヲ記録スル爲地震臺(第二圖)イニ於テ横杆(イ)ヲ固着シ其端ニ蝶鉸ヲ以テ鋼筆ヲ附シテ描針トナシ墨汁ヲ以テ記録器ノハナル白紙ノ上ニ地震臺ノ振動ヲ書セシム、白紙ハハ時計仕掛ケニ及ビ二個ノ木製軸(ホ、ホ)ニ依テ廻轉シ其ノ進行ヲ精密ニ計ル爲(第三圖)ヘナル小振子(長サ十四、八センチメートル)アリテ水銀トヲ横過スル毎ニ電流ヲ通シテテ(第二圖)ナル「コイル」ニ依リテ時ノ記號ヲ書ス」又別ニリ(第二圖)ナル「コイル」アリテ電線ヲ以テ一個ノ「キー」ニ接續セシメ煉瓦柱ノ破壊セル時刻

ニ「キー」ヲ壓シテ(リ)ナル「コイル」ニ電流ヲ通シ鋼筆(ヌ)ヲシテ其時刻ヲ記サシム」此ノ方法ニ依リ煉瓦柱ヲ破壊スル地震臺ノ振幅及ビ其振動期ヲ精密ニ計ル事ヲ得ベシ尙二三ノ場合ニハ煉瓦柱頭部ノ振動ヲモ記録セリ其記録圖ハ第八圖乃至第十五圖ニ例示スルガ如シ、畫時用小振子ノ往復振動期ハ〇、七七秒ナリ

八〔煉瓦柱〕 試験ニ用井タル煉瓦柱ハ大小合計二十四個ニシテ其明細ハ第一表ニ示ス但一個ノ柱ガ破壊セル後更ニ其殘餘ノ部分ヲ順次ニ試験スルコト數回ニ及ビタルモノモアレバ破壊ノ試験ノ總數ハ四十四回トナレリ」又此等煉瓦柱ヲ造リタルハ(即接合ヲ終リタルハ)明治卅一年三月二十日ヨリ同五月廿二日迄ノ間ニシテ破壊試験ヲ舉行シタルハ同年十月十二日ヨリ今卅二年二月十五日迄ノ間ニ於テセリ」二十四個ノ煉瓦柱ニハ一ヨリ二十四迄ノ番號ヲ附シテ記シトス
第二十二、二十三、二十四號三個柱ニハ二等及ビ燒過ギナル普通大サノ煉瓦ヲ用井タレドモ他ノ塲合ニハ皆特別ニ製造シタル小煉瓦ヲ用井タリ即一號柱ヨリ九號柱迄ノ分ハ五分一煉瓦(長サノ割合ニテ云フ)ヲ以テ積ミ十號柱ヨリ二十一號柱迄ノ分ハ二分一煉瓦(同上)ヲ以テ積ミタリ」煉瓦柱ノ最大ナルハ十六號柱乃至二十四號柱ニシテ截面ハ二百三十乃至三百三

圖 二 第

ケ掛任ルズ録記ヲ動振ノ臺震地
 (ス用借ヲモノ案考授教館中田ハ機録記)

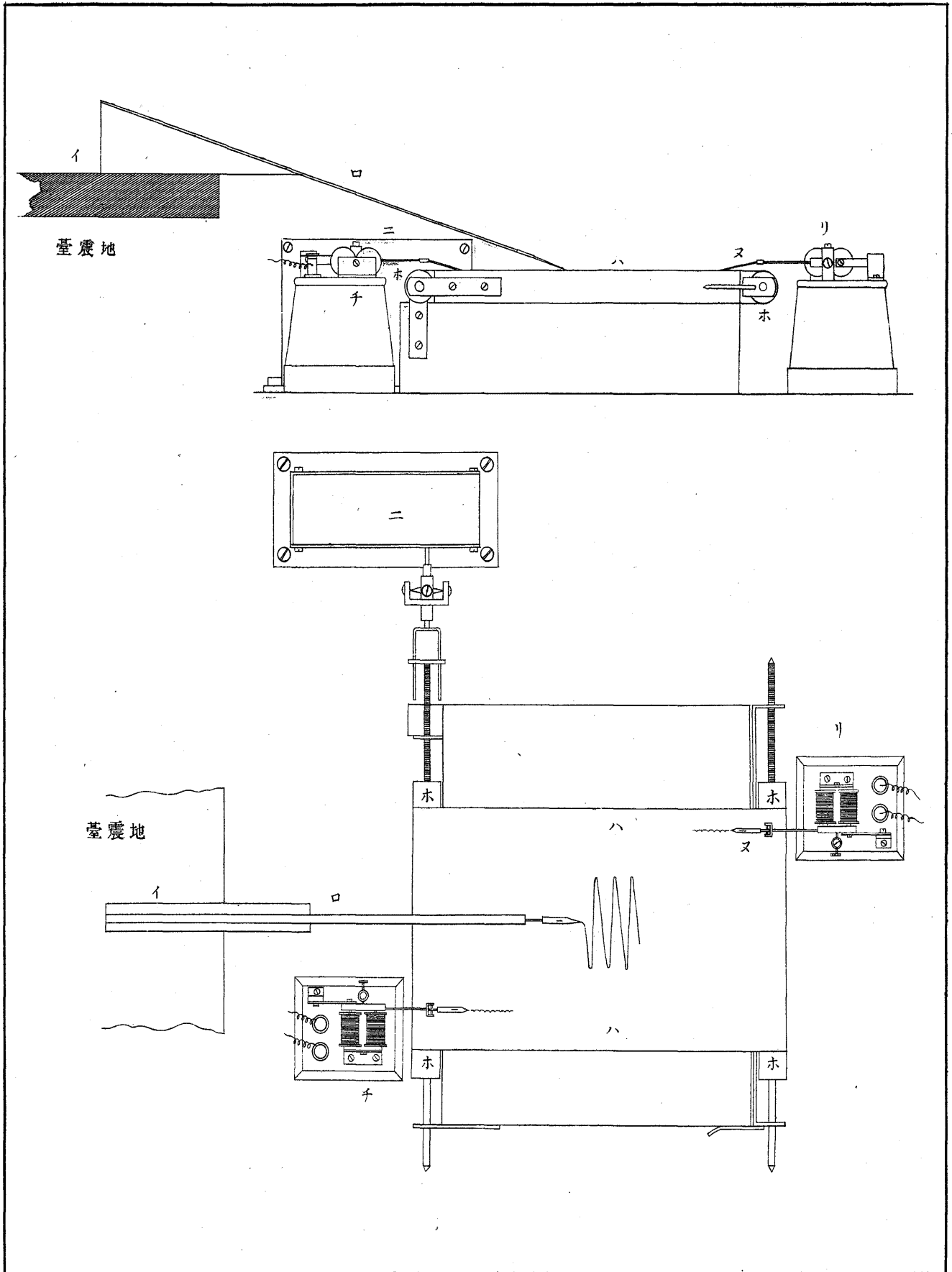
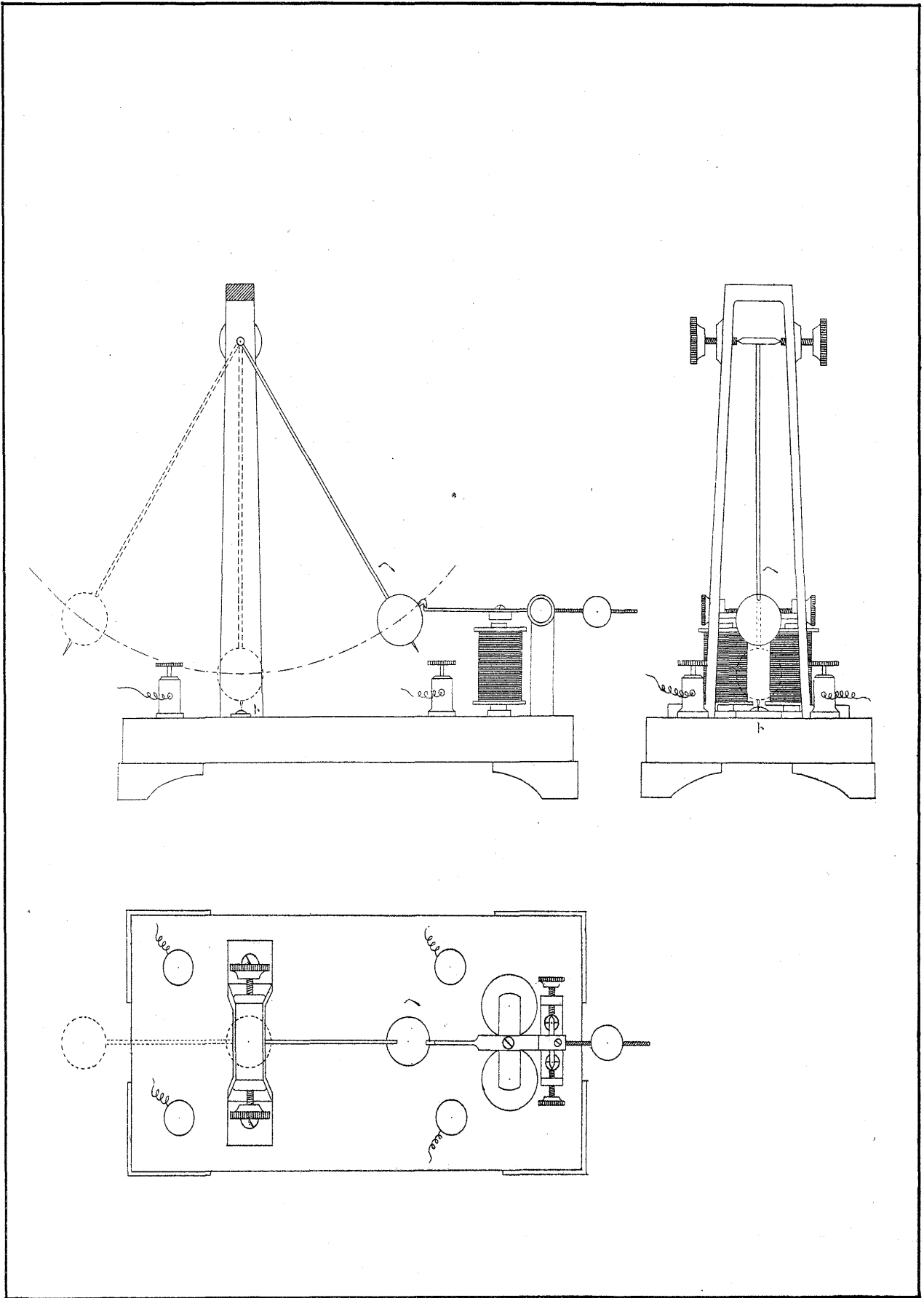


圖 三 第
(機 時 畫)



圖四第

柱瓦煉

積設十五瓦煉一ノ分二

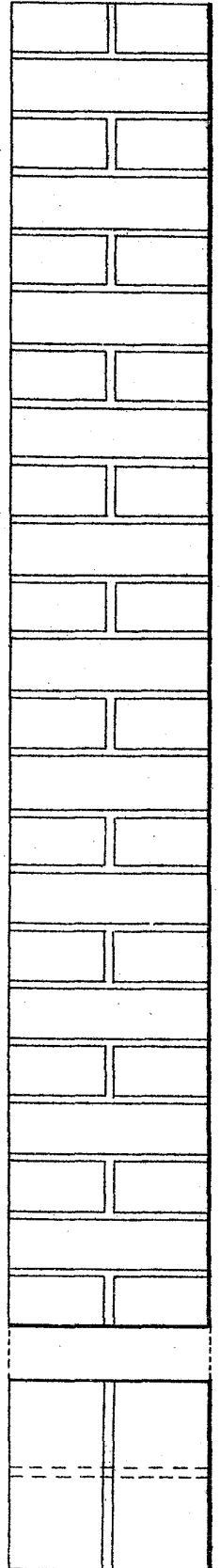
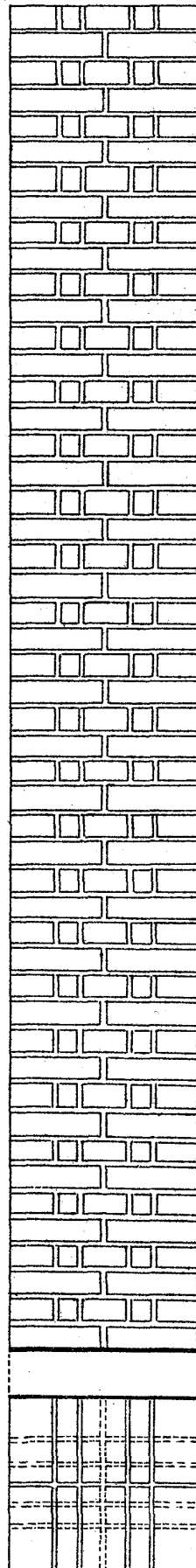
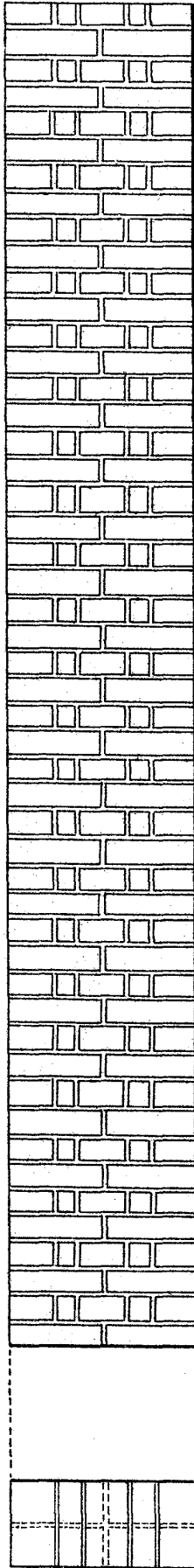
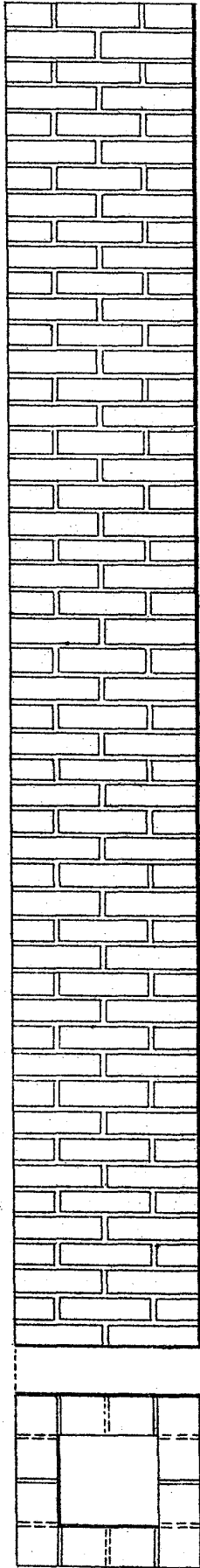
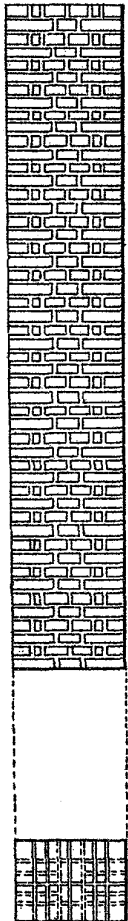
列枚六

列枚四

列枚八

瓦煉通普
積設三十二
列枚二

瓦煉一ノ分五
積設十五
列枚十



一ノ分十尺縮

十三「ミリメートル」四方、高サハ千五百八十乃至千八百十「ミ
リメートル」ナリ又十九、二十、二十一號三個柱ハ中空ナル
ガ其他ハ總テ實柱ナリ
此種ノ破壊試験ニ於テハ一煉瓦柱ノ諸部分ガ等一ノ伸張抵抗
力ヲ有スルコト必要ナルニ依リ成ルベク同種類同等級ノ煉瓦
ヲ擇ビテ柱ヲ接合シタリ

(第一表) 破壊試験ニ用ナル煉瓦角柱表 (長サハ凡テ
ミリメートルニテ示ス)

柱ノ記號	厚サ=2x ミリメートル	截面ノ面積 平方ミリメートル	高サ=2y ミリメートル	記 事	煉瓦等級	煉瓦柱接合結了ノ年月日
1	96	96×120	720	五分一煉瓦, 十枚並べ, 五十段積ミ	並	明治卅一年四月六日
2	"	"	"	"	"	"
3	"	"	"	(1)及ビ(2)ト同様ナレドモ臺附ナリ	上	五月廿一日
4	97	97×97	730	五分一煉瓦, 八枚並べ, 五十段積ミ	全	五月十六日
5	"	"	"	"	"	"
6	"	"	"	(4)及ビ(5)ト同様ナレドモ臺附ナリ	上	五月廿一日
7	72	97×72	720	五分一煉瓦, 六枚並べ, 五十段積ミ	全	五月十九日
8	"	"	"	"	"	"
9	"	"	"	(7)及ビ(8)ト同様ナレドモ臺附ナリ	上	五月廿一日
10	111	111×111	902	二分一煉瓦, 二枚並べ, 二十五段積ミ	並	三月廿六日
11	"	"	"	"	"	"
12	110	110×110	915	(10)及ビ(11)ト同様ナリ但大サ(240×240×145)ノ臺附キ	中	四月二日
13	110	110×232	1800	二分一煉瓦, 四枚並べ, 五十段積ミ	全	三月三十一日
14	"	"	"	"	"	"
15	"	"	"	(13)及ビ(14)ト同様ナリ但大サ(330×460×180)ノ臺附キナリ	上	"
16	230	230×230	1744	二分一煉瓦, 八枚並べ, 五十段積ミ	全	三月廿日
17	"	"	"	"	"	"
18	"	"	"	"	上	"
19*	233	$233^2 - 131^2$	1810	二分一煉瓦, 幅二枚長, 厚サ一枚ノ中空柱ニシテ五十段積ミ	全	三月廿四日
20*	"	"	"	"	"	"
21*	"	"	"	(19)及ビ(20)ト同様但シ大サ(460×460×180)ノ臺附キ	上	三月三十一日
22	230	230×230	1580	普通煉瓦, 二枚並べ, 二十三段積ミ	二等、全上、燒過	四月三日
23	"	"	"	"	"	"
24	220	220×220	1587	(22)及ビ(23)ト同様但大サ(460×460×280)ノ臺附キ	"	五月廿二日

*印ヲ附シタル三個ハ中空柱ニシテ第三行欄内ニ示ス如ク内空ノ大サ131ミリメートル四方ナリ

第五圖

煉瓦柱(コンクリート附合)地震地取付方ヲ示ス

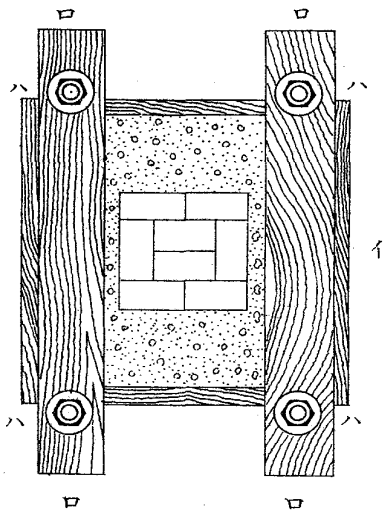
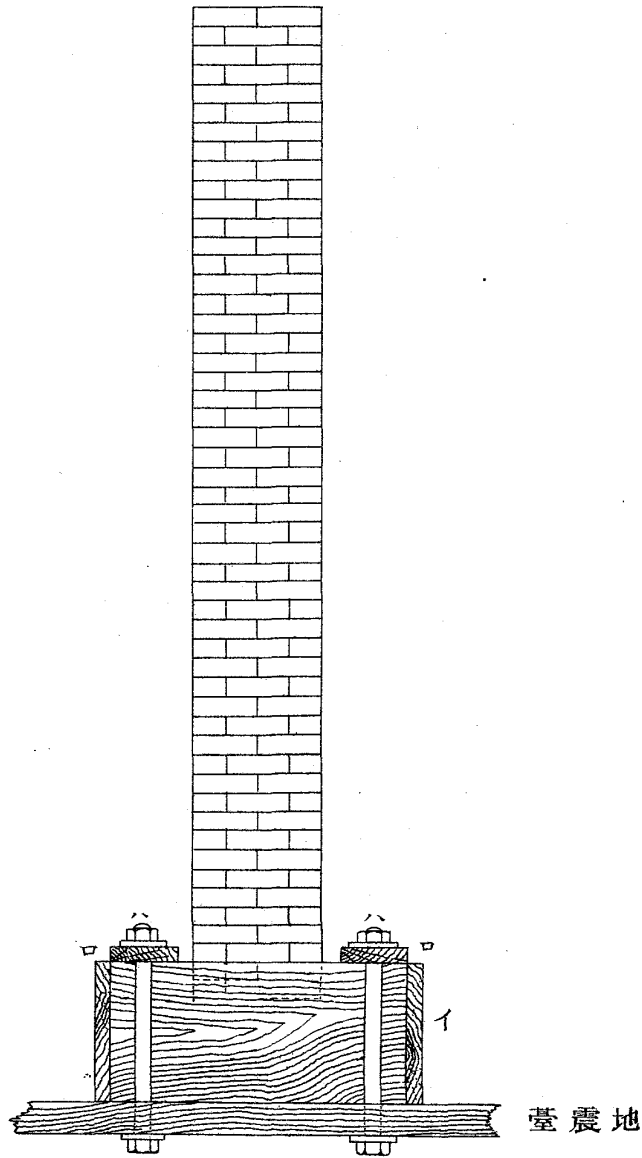
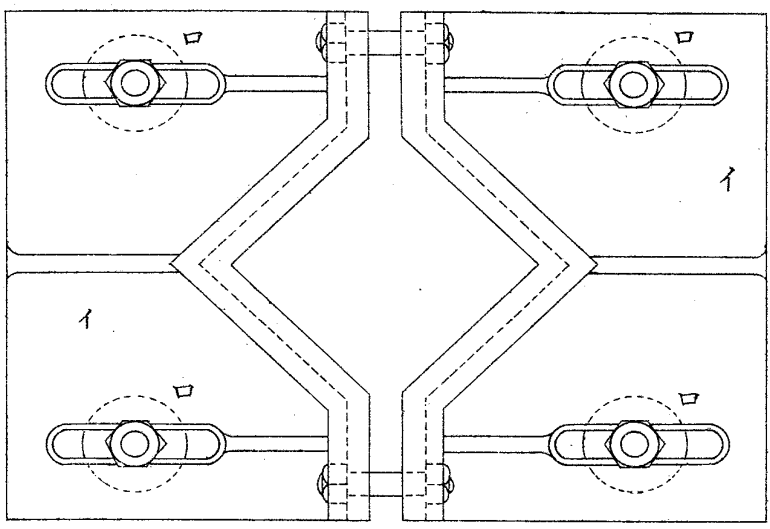
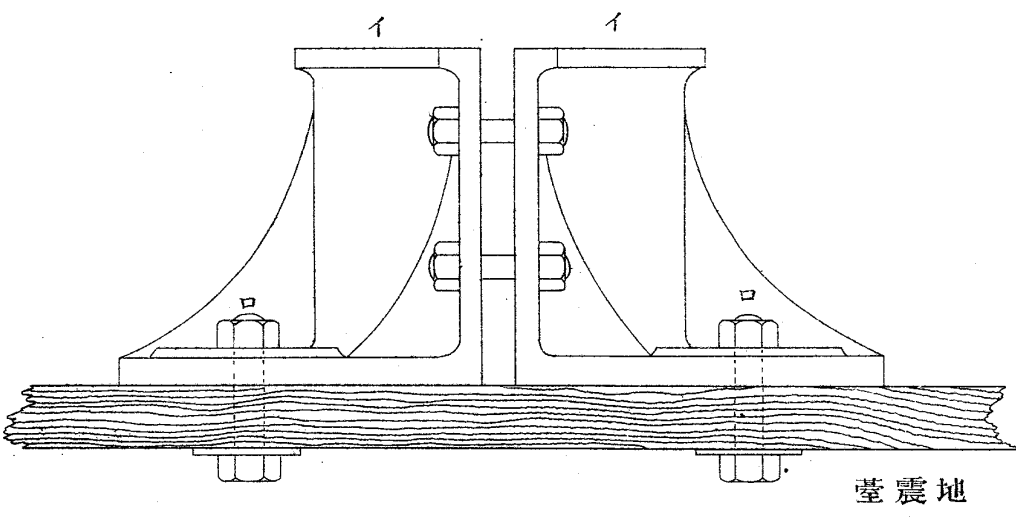


圖 六 第

圖ノ具金ルス要ニルク付リ取ニ臺震地ヲ柱瓦煉
(計設員委三口井永安野真)



煉瓦柱ノ形狀ハ第四圖及第五圖ニ示ス如シ

膠泥ノ割合ハ「セメント」一、砂二ニシテ水量ヲ適當ニナシ、煉瓦ハ撒水シタル後接合セリ、此ノ膠泥ハ第二表ニ示ス如ク一般ニ頗ル大ナル伸張抵抗力ヲ有スル者ナルヲ見ルベシ而シテ今回ノ煉瓦柱破壊試験ニ於テ此ノ如キ上質ノ膠泥ヲ用井タルノ理由ハ此ノ方便ニ依リテ結果ノ非常ニ不整ナルヲ避ントスルニアリ即不良ノ膠泥ヲ用井レバ練瓦接合面ニ於テ少シノ欠點或ハ不均一ナルコトアル場合ニモ容易ニ其爲ニ破壊スルニ至リテ、甚シキ耐震力ノ相違ヲ起コシ從テ實驗ノ結果ト理論トヲ比較スルニ困難ナルベクレバナリ

第一號柱乃至第二十一號柱ニ用井タル特製小煉瓦ノ種類ハ劣等ニシテ並中乃至並下ト稱スベキモノナルガ試験ノ目的ニハ此種ノ煉瓦ノ方却テ都合好キコトト思ハル何トナレバ此等ノ煉瓦柱ニ於テハ煉瓦片自己ノ伸張抵抗力ハ粗ボ膠泥ノ強サ若クハ接合ノ強サト相等シカリシヲ以テ煉瓦柱ノ破壊セル場合ニハ大抵接合ノ個所ニ於テスレドモ膠泥面ト煉瓦ト奇麗ニ相離ル、コト稀ニシテ通常煉瓦及ビ膠泥ヲ通シテ破壊シタレバナリ即此等ノ煉瓦柱ハ頗ル等一ノ伸張抵抗力ヲ有スルモノト認メ得ラルベシ」因ニ記ス同一様ノ膠泥（「セメント」一、砂二）ニテモ上質即燒過キ煉瓦ニ用井タルモノハ其伸張抵抗力

非常ニ高マルコトハ（第十二章）ニ記スル如シ

九（煉瓦柱ノ取り付ケ方）

煉瓦柱ヲ地震臺ニ取り付ケルニハ左ノ二様ノ方法ヲ用井タリ

- （一）、適宜ノ大サヲ有スル厚板ノ箱（第五圖（イ））ニ「コンクリート」ヲ充タシ其中ヨリ煉瓦柱ヲ積ミ立テ（第一表中臺附キト記スモノ凡テ此ノ種類ニ屬ス）二個ノ強キ木片（ロ、ロ）ヲ「コンクリート」箱ノ上面ニ横タヘ四個ノ「ポルト」ハ、ハ）ヲ以テ地震臺ニ堅ク取り附クルナリ
- （二）、特別ニ臺附キトセズシテ單ニ煉瓦柱ノミヲ積ミ立テ（第六圖）二個ノ堅牢ナル鐵具（イ、イ）ノ間ニ締メ附ク但金具ハ（ロ）ナル「ポルト」ヲ以テ適宜ノ位置ニ於テ地震臺ニ据エ付クルヲ得ルナリ

此ノ鐵具ハ眞野、安永、井口三委員ノ設計ニ係レルモノニシテ同委員ノ許諾ヲ得テ第六圖ニ掲出ス

一〇（煉瓦柱ノ耐震力ヲ計算スベキ公式）

煉瓦柱耐震力ヲ計算スベキ公式ヲ得ルニハ第一ニ地震動ガ柱ノ上ニ及ボス作用ヲ吟味スルヲ要ス
明治廿七年六月廿日東京激震ノ往復振動期（本郷ニ於テ）ハ既ニ記セル如ク一、八秒ナルヲ以テ見レバ他ノ大地震ノ振動期モ蓋シ一秒内外乃至二秒ナルベク即大震ノ地動ハ比較的急劇

ナラズシテ敢テ鏈ヲ以テ打撃ヲ加フルガ如キ瞬時ノ作用ニア
ラザルベシ而テ大地震ノ實動ハ二三寸ヨリ五六寸以上ナルベ
ケレバ煉瓦柱ノ高サガ地ノ實動ニ比シテ無限ニ大ナラザル場
合、例之ハ高サ二三尺以下ニシテ且其厚サガ高サニ比シテ
無限ニ小ナラザルモハ煉瓦柱ハ地震動ノ爲ニ地動ト反對ノ方
向ニ倒サレントスルコトナカ

ルベシ換言スレバ此等ノ柱
ニ就キテハ所謂「不動點」ハ

存在セザルモノトス」圖中

ABCD、ABニテ地面

ニ固定セル煉瓦柱ニシテ地

震動ハ任意ノ一瞬時刻ニ左

方ヨリ右方ニ向ヒ即一端a

ヨリ他端bニ向テ動キツ、

アリト假定センニ地ノ平均

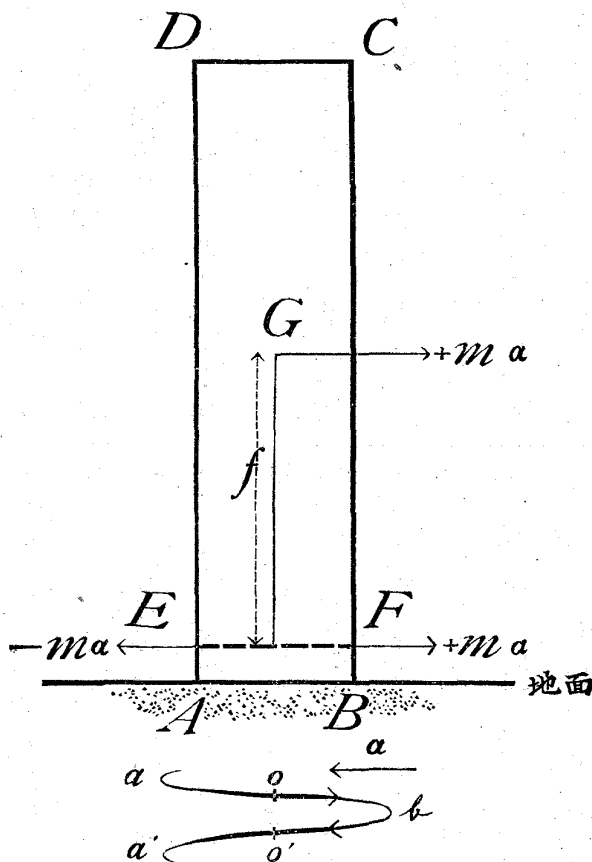
位置ナル中央點Oニ於テハ地ノ加速度ハ零ニシテb端ニ至リ

テ最大ニ達シ其ヨリ前ノ位置o'(圖ニテハ混雜ヲ避クル爲メ

別ニbo'a'ナル線路ヲ畫シタレドモ實際ニハboaト同一軌道

ニシテo'ハoト合シa'ハaト合スルモノト知ルベシ)ニ

歸リテ再ビ零トナル其ノ間任意ノ一瞬時刻ニ於ケル加速度ヲ



ニテ示セバa'ノ方向ハ小矢ニテ示ス如クb端ヨリ中點
oニ向フナリ今煉瓦柱ノ地面ニ對スル關係ヲ知ラン爲ニ
ト同一ナル加速度ヲ反對ノ方向ニ於テ均一ニ地面ト柱ノ各部
分ニ加フルモ柱ト地面トノ比較的關係ハ毫モ爲ニ異變ヲ生ズ
ルコトナク、即地面ハ靜止シテ柱ハ、+sナル加速度ヲ附與

セラル、コトナル換言スレ

バ地震動ノ爲ニ煉瓦柱ハ其

質量ニ地震動ノ加速度ヲ乘

シタルニ等シキ力ヲ以テ反

對ノ方向(即地震動ノ加速

度ト相反セル方向)ニ擲カ

ル、モノト見做シ得ベシ今

任意ニ煉瓦柱ノ一截面EFG

ヲ擇ビ地震動ノ爲ニ柱ガ此

截面ヨリ破壊セラレントス

ル狀況ヲ考フルニ柱ノEFG以上ノ部分EFGDノ重量ヲW

トシ又其重心點Gノ(EG面以上ヨリ)高サヲfトシgヲ重

力ノ加速度トスレハEFGDナル部分ハ上述ノ理ニ依リテ其

重心點Gニ於テ $\frac{W}{g}$ ナル水平力ヲ以テ擲カル、コト、ナ

ル即EG面ニ於テ $+\frac{W}{g}$ 及 $-\frac{W}{g}$ ナル等シクシテ互ニ

相反セル二力ヲ加フレハGニ於ケル $\frac{aW}{g}$ ト EF 面ニ於ケル $\frac{aW}{g}$ トハ一ノ偶力トナリテ柱ヲ屈撓スル働キヲ作シ其強サヲMトスレバ次ノ式ヲ得

$$M = f a W \quad (1)$$

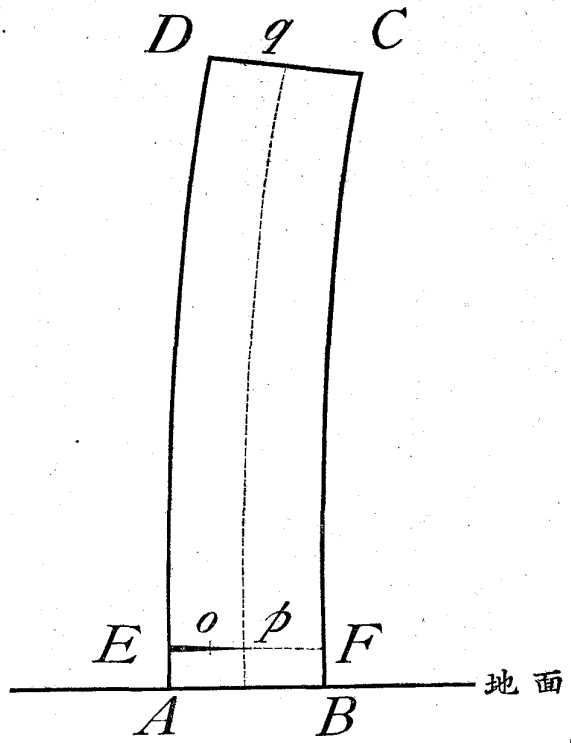
尙此外ニ EF 面ニ於ケル $\frac{aW}{g}$ ナル力ハ横壓力トナリテ EFCD ナル部分ヲ其儘ニ横ニ壓シ斷タントスレドモ柱ノ高サ其厚サニ比シテ大ナルトキハ柱ノ破壊セラル、ハ主トシテ

(1) ナル屈撓力ニ依リ $\frac{aW}{g}$ ナル横壓力ノ作用ハ比較的非常ニ微々ナレハ之ヲ捨テ置キテ省ルニ及バザルベシ

今地震動ノ振幅(實動ノ二分ノ一)ヲ α トシ其往復振動期ヲ Tトスレバ地震動ノ加速度 a ハ零ヨリ最大數 $\frac{4\pi^2 \alpha}{T^2}$ ノ間ヲ變化スルモノナレバ自今(1)式中 a ヲ以テ地震動最大加速度ヲ示スモノト假定シ即Mノ最大價値ヲ以テ地震ノ EFCD 柱ヲ屈撓スル強サト見做スベシ

〔柱ノ屈撓〕 柱ハ等一ノ截面ヲ有スルカ、或ハ等一ノ截面ヲ有セザルモ各截面ノ重心點ハ一直線上ニアリテ軸線(PQトス)ヲ成シ且其高サガ厚サニ比シテ大ナリト假定スベシ今 PQ 軸ニ直角ニシテ AB ニ平行スル力ヲ加ヘテ柱ヲ少ク屈撓セシムルニ軸面 pq ヲ通シテ AB ニ直角ナル面)ハ所謂不偏面トナリ、即屈曲スレドモ長サニハ變化ヲ來タス

コト無シ而シテ其内方ニ於ケル各線ハ長サヲ縮少シ其外



ケル伸張力若クハ壓力ヲPトスレバ次ノ式ヲ得

$$P = \frac{M}{l} \alpha \quad (2)$$

(2) 式中Mハ柱ヲ屈撓スル力ノ強サニシテ地震ノ場合トスレバ(1)式ニケルト同一ノ意味ヲ有ス又 α ハO點ノ不偏軸面ヨリノ距離 l ニシテIハ $\frac{1}{12}bh^3$ 面積ノ $\frac{1}{2}bh$ 面ト不偏軸面トノ交又線(即Pヲ通シテ紙面ニ直角ナル線)ニ對スル隋性率ナリ

Mヲ(1)式ヨリ入レ替ヘレバ次ノ如ク

$$P = \frac{M}{l} \alpha = \frac{f a W}{l} \alpha$$

トナリテPハ α ニ比例ス其最大價値ハ(柱ノ厚サヲ $2a_0$ トスレバ) $\alpha = \frac{3a_0}{2l}$ ノ點即柱ノ内側及ビ外側ニアリ故ニ

$$P(\text{最大}) = \frac{\alpha_0 f a W}{I g}$$

トナル。今若シPが充分大ニシテ柱ノ伸張抵抗力Fニ等シキニ及ベバ圖ニ示ス如ク柱ノ外側Eニ於テ裂目ヲ生ズベシ此ノ場合ニハ次ノ關係ヲ得

$$F = \frac{f a W \alpha_0}{I g}$$

故ニ

$$\alpha = \frac{I g F}{\alpha_0 f W} = \frac{I g F}{\alpha_0 f w V} \quad (3)$$

上式中Vハ柱ノ切斷面E以上ノ容積ニシテwハ其每容積單位ノ重量ナリ

〔柱ノ破壊〕 茲ニ煉瓦柱ノ「破壊」ト稱スルハ裂ケ目ヲ生ズル現象ヲ指スナリ去レバ其轉倒スルコトトハ自ラ別問題ニ屬スルモノト知ルベシ(物體ノ轉倒ハ後章ニ論ス)即(3)式ハ任意ノ煉瓦柱ヲ破壊スルニ足ルベキ地震動ノ加速度 α ヲ與フルモノナリ

一〔第(3)式ノ使用方〕 α ハ地震動ノ最大加速度ニシテ

秒及ビ「ミリメートル」ヲ單位トス從テgモ同様ノ單位ヲ用井テ $g = 9800$ ト置クベシ「F」ハ煉瓦柱每平方吋ノ伸張抵抗力ニシテ封度ヲ以テ示ス、 w ハ其每立方吋ノ重量ニシテ同ク封度ヲ以テ示スベシ普通煉瓦ノ場合ニハ $w = 0.0603$ 封度ナリ

其他I $\alpha_0 f V$ ハ凡テ時ヲ以テ單位トスベシ

次ニ二三ノ場合ニ於ケルIノ價値ヲ示スベシ

(イ) 截面正方形(各邊ノ長サヲ $2a_0$ トス) $I = \frac{4}{3} \alpha_0^4$

(ロ) 截面中空正方形(外邊ノ長サヲ $2a_0$ トシ内邊ノ長サヲ $2a_1$ トス) $I = \frac{4}{3} (\alpha_0^4 - \alpha_1^4)$

(ハ) 截面長方形(厚サ、即チ地震動ノ方向ニ於ケル邊ノ長サヲ $2a_0$ トシ他ノ邊ノ長サヲ $2b$ トス) $I = \frac{4ba_0^3}{3}$

(ニ) 截面圓形(經ヲ $2a_1$ トス) $I = \frac{\pi a_0^4}{4}$

(ホ) 截面中空圓形(外經ヲ $2a_0$ トシ内經ヲ $2a_1$ トス) $I = \frac{\pi (\alpha_0^4 - \alpha_1^4)}{4}$

若シ截面等一ナレバ(イ)及(ハ)ノ場合ニ第(3)式ヲ適用シテ左ノ結果ヲ得

(截面正方形)
$$\alpha = \frac{2g F \alpha_0}{3w 2f^2} \quad (4)$$

(截面中空正方形)
$$\alpha = \frac{2g F (\alpha_0^2 + \alpha_1^2)}{3\alpha_0 w 2f^2} \quad (5)$$

(截面長方形)
$$\alpha = \frac{2g F \alpha_0}{3w 2f^2} \quad (4)$$

此ノ如ク截面ノ正方形ナルモノト長方形ナルモノトハ若シ其厚サ即チ地震動ノ方向ニ於ケル邊ノ長サガ同一ナレバ(4)式ニ示ス如ク同一ノ耐震力ヲ有スルモノナリ此レ勿論自ラ明カナル事トス(4)及(5)ノ二式ハ次ニ記述スベキ煉瓦柱破壊試驗ノ

計算ニ主トシテ適用スベキモノナリ

一一「煉瓦柱ノ伸張抵抗力」(3)、(4)、(5)等ノ式ニ從ヒ

煉瓦柱ノ耐震力ヲ計算セントスルニハ先ヅ第一ニF即チ煉瓦柱ノ伸張抵抗力ヲ知ラザル可ラズ此故ニ破壊試験ヲ行ヒタル

各柱ノ破片ニ就キテ數回ノ試

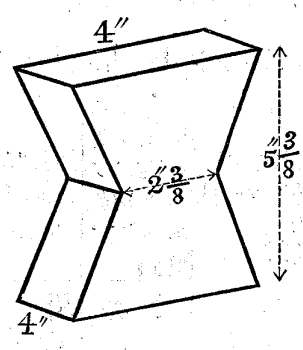
驗ヲ行ヒ以テ其伸張抵抗力ヲ

測定セリ其成績ハ第二表ニ示

スガ如シ「伸張抵抗力ハ普通

ノ方法ニ從ヒ圖ノ如キ形狀ヲ

有スル煉瓦片ヲ造リテ工科大



學實驗室備付ノ物料強弱試験器ニ依リテ張力ヲ加ヘ切斷セシ

メタリ而シテ荷重ヲ加フルハ皆極メテ除々ニナセリ「其荷重

ヲ加ヘ始メテヨリ試験片ノ切斷セル迄ノ時間ハ二三ノ場合ニ

ハ例示スレトモ格別ノ必要ナキニ付キ他ハ皆省畧シテ記載セ

ズ

(第二表) 破壊試験ニ用井タル煉瓦柱伸張抵抗力成績表 (其一)

(第一・三・六・七・九・十一・十四・十六・十七・十九*號柱)

第二十八號 煉瓦柱破壊及ビ柱狀物体轉倒ニ關スル調査(人爲地震試驗報告)

十四

煉瓦柱 記號	試験 番號	切斷面ノ積 (平方吋)	毎平方吋ノ 伸張抵抗 力 (封度)	荷重ヲ加 ヘ初メテ ヨリ切斷 スル迄ノ 時間	伸張抵抗 力試験ノ 年月日	煉瓦柱 記號	試験 番號	切斷面ノ積 (平方吋)	毎平方吋 伸張抵抗 力 (封度)	荷重ヲ加 ヘ初メテ ヨリ切斷 スル迄ノ 時間	伸張抵抗 力試験ノ 年月日	
一	1	9.38	47.6	分 秒	卅一年 十二月 十四日	十一	5	10.6	49.1	1 分 10 秒	十四日	
	2	"	58.5						平均			53.3
	3	"	77.0									
	4	"	38.2									
	平均	55.3										
三	1	10.3	59.8	1 13	全 上	十四	1	10.0	36.4	0 55	十二 月十四 日	
	2	9.4	47.7	0 34				2	"	38.6		0 39
	3	"	82.3	0 17				3	13.0	22.4		0 22
	4	10.3	50.0	0 11				4	10.0	34.7		0 31
	5	9.4	35.8	平均				55.1	5	"		36.4
(2) ト(5)ヲ平均スレバ毎平方吋ノ伸張抵抗力42.9封度トナル此數ヲ以テ第3號柱ノ計算ニ應用スベシ						平均	33.7					
六	1	9.4	42.3	0 54	十二 月十六 日	十六	1	10.0	53.2	全 上		
	2	"	62.6	1 17				2	"		58.8	1 14
	3	10.3	64.1	1 37				3	"		47.0	0 44
	4	6.9	10.8	1 57				4	"		63.2	
	平均	69.3	51.2									
七	1	7.56	52.1	十二 月十四 日	十七	1	10.0	29.1	0 42			
	2	8.25	24.4				2	"	61.6	1 34		
	3	6.88	52.9				3	"	36.9	0 37		
	4	"	48.4				4	"	19.6	0 9		
	5	7.56	41.4				5	12.0	40.1	1 4		
平均	43.8	41.3	6	10.0	60.4	0 20						
九	1	6.9	47.2	0 52	十二 月十六 日	十九*	1	5.	84.0	十二 月十四 日		
	2	"	53.7	平均				64.2				
	3	"	71.6						2		"	45.9
	4	"	62.6						3		"	50.9
	5	8.3	58.3						4		"	39.2
平均	58.8	101.	5	"	101.							
十一	1	10.6	21.6	0 9	十二 月	每平方吋平均伸張抵抗力 64.2 封度ハ第19/*號柱ノ計算ニ應用シ其最小價値39.2封度ヲ以テ19*號及ビ19/*號柱ノ計算ニ應用スベシ						
	2	"	30.3	0 15								
	3	"	44.9	0 41								
	4	"	88.7									

第二表 煉瓦柱伸張抵抗力試験成績表 (其二)

(第廿三號柱)

試験ニ供セ ル煉瓦片ノ 形状	試験 番號	切斷面ノ積 (平方吋)	毎平方吋ノ 伸張抵抗力 (封度)	荷重ヲ加ヘ始 テヨリ切斷ス ル迄ノ時間	伸張抵 抗力試 験年月 日	記 事
	1	96.9	65.3	1分 37秒	卅二年 二月 四日	煉瓦ト膠泥ト點々附着シテ離 ル ”(但中央ニ膠泥ノ能ク) (附着セサル所アリ 煉瓦ト膠泥ト點々附着シテ離 ル (1) = 同シ
	2	”	43.5	” 35		
	3	”	76.2	1 27		
	4	”	93.9	1 8		
	平均		69.7			
	5	10.0	143.6	2 15	全 上	煉瓦ノ最小斷面ヨリ破壊ス ” ” ”
	6	”	163.7	”		
	7	”	169.5	”		
	8	”	149.4	1 38		
	平均		156.6			
	9	9.69	108.9	1 59	全 上	最小斷面ノ箇所ノ膠泥ヨリ離 ル ” ” ”
	10	”	92.8	1 34		
	11	”	141.4	”		
	12	”	153.4	2 55		
	平均		124.1			
	13	9.69	149.6	1 37	全 上	煉瓦ノ最小斷面ノ箇所ヨリ破 壊ス ”
	14	”	142.7			
	平均		146.2			
	15	10.0	122.7	1 31	全 上	” ”
	16	11.0	127.7			
	平均		125.2			
	17	9.51	51.3		二月二 十六日	殆奇麗ニ瓦面ヨリ離ル ”
	18	9.46	32.5			
	平均		41.9			
	19	9.51	29.9		全 上	” ”
	20	9.42	36.7			
	平均		33.3			

煉瓦柱接ノ合ヲ終リタルハ明治卅一年五月廿二日ナリ

以上ノ内ニテ(B)(D)及(E)ハ煉瓦ノ伸張抵抗力ヲ與フルモノニシテ其平均ハ一平方吋ニ付キ 142 封度トナル

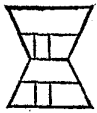
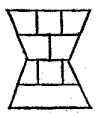
又(A),(C),(F)及(G)ハ首トシテ煉瓦ト膠泥トノ接合箇所ノ強サヲ示スモノニシテ其平均ハ一平方吋ニ付キ 77.1 封度トナル 但シ(F)及(G)ノ平均ハ一平方吋ニ付 37.6 封度ニシテ第 23 號煉瓦柱ノ最弱箇所ヲ示スモノト認ムベシ

(1).(2).(3).(4).(17).(18).(19)及ビ(20)ノ八回ヨリ平均スレバ毎平方吋ノ伸張抵抗力ハ 53.6 封度トナル 此數ヲ以テ 23 號及ビ 23' 號柱ノ計算ニ應用スベシ

第二表 煉瓦柱伸張抵抗力試験成績表 (其三)

(第十八號柱)

第二十八號 煉瓦柱破壊及ヒ柱狀物體轉倒ニ關スル調査(人為地震試験報告)

試験ニ供セル煉瓦片ノ形狀	試験番號	切斷面ノ積 (平方吋)	每平方吋ノ伸張抵抗力 (封度)	試験ニ供セル煉瓦片ノ形狀	試験番號	切斷面ノ積 (平方吋)	每平方吋ノ伸張抵抗力 (封度)
(A) 	1	10.9	38.6	(B) 	11	9.27	42.5
	2	9.62	50.2		12	9.61	52.4
	3	12.1	30.3		13	10.9	39.0
	4	9.2	67.8		14	取附ノ際中央接合面ヨリ離ル	0
	5	9.2	42.3		15	9.28	36.9
	6	10.1	69.6		16	9.35	44.0
	7	9.47	56.5		17	9.35	61.6
	8	9.29	22.8		18	9.41	30.9
	9	9.34	27.9		19	9.50	60.1
	10	11.3	38.6		20	9.41	20.7
		平均	44.5			平均	43.1

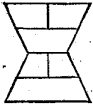
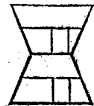
(A) 及ヒ (B) ノ總平均 = 43.8 封度 (一平方吋ノ伸張抵抗力)

此ノ煉瓦柱ノ接合ヲ終リタルハ明治三十一年三月二十日ニシテ伸張抵抗力ノ試験ヲナシタルハ三十二年二月二十一日ナリ

煉瓦片破壊ノ狀況ハ大抵最小斷面ノ接合箇所ニ於テ離ル但シ一部ハ煉瓦ノ破壊, 一部ハ膠泥ノ破壊, 又一部ハ煉瓦ト膠泥ノ接合面ノ離ル、トノ三様相混ヰテ起ル


第二表 煉瓦柱伸張抵抗力試験成績表 (其四)

(第十三號柱)

試験=供セル煉瓦片ノ形状	試験番號	切斷面ノ積 (平方吋)	毎平方吋ノ伸張抵抗力 (封度)	試験=供セル煉瓦片ノ形状	試験番號	切斷面ノ積 (平方吋)	毎平方吋ノ伸張抵抗力 (封度)
(A) 	1	9.27	17.6	(B) 	8	9.46	13.1
	2	9.61	57.5		9	10.0	55.5
	3	9.51	54.1		10	9.57	24.9
	4	11.9	29.9		11	9.87	25.2
	5	(取附ク中 破損ス)	0		12	11.4	35.5
	6	9.46	13.1		13	9.27	46.5
	7	9.77	34.6		14	9.46	30.6
		平均	34.4		15	9.61	42.1
				平均	34.1		

(A) 及 (B) ヨリ平均スレバ一平方吋ノ伸張抵抗力 = 34.2 封度トナル
 但十五回ノ試験中ヨリ伸張抵抗力ノ最弱ナル分八回(即過半数)ヲ平均スレバ毎平方吋ノ伸張抵抗力 19.3 封度トナル此數ヲ以テ第 13' 號柱ノ計算ニ應用スベシ

此煉瓦柱ノ接合ヲ終リタルハ明治三十一年三月二十日ニシテ伸張抵抗力ノ試験ヲ爲シタルハ三十二年二月二十六日ナリ

煉瓦片破壊ノ狀況ハ大抵最小斷面ノ接合箇所ニ於テ離ル、一部ハ煉瓦ノ破壊、一部ハ膠泥ノ破壊、又一部ハ煉瓦ト膠泥ノ接合面ノ離ル、トノ三様相混シテ起ル、尤(A) 4 及 (B) 2.4.5 ノ場合ニハ  ノ如ク破壊セリ

第二表 煉瓦柱伸張抵抗力試験成績表 (其五)

(第二十號柱)

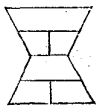
試験 番 號	切 斷 面 ノ 積 (平 方 吋)	每 平 方 吋 ノ 伸 張 抵 抗 力 (封 度)	試 驗 番 號	切 斷 面 ノ 積 (平 方 吋)	每 平 方 吋 ノ 伸 張 抵 抗 力 (封 度)
1	5.55	65.1	6	5.01	62.9
2	4.94	47.6	7	4.84	35.9
3	5.09	67.9	8	5.00	62.2
4	6.18	38.2	9	5.00	84.6
5	5.10	48.4	10	5.10	66.5

平均每平方吋ノ伸張抵抗力=57.9 封度

煉瓦柱ノ接合ヲ終リタルハ明治三十一年三月二十四日ニシテ伸張抵抗力

ノ試験ヲナセルハ全三十二年三月十日ナリ

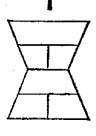
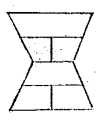
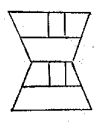
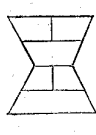

伸張抵抗力ノ試験ニ於テ荷重ヲ加ヘタルハ極メテ徐々ニナセリ



煉瓦片ノ形状ハ圖ニ示ス如シ

第二表 煉瓦柱伸張抵抗力試験成績表 (其六)
(第十、十二、十五號柱)

伸張抵抗力試験日ハ明治三十二年三月二十七日ナリ

煉瓦柱記 號並煉瓦 片形狀	試験 番號	切斷面ノ 積 (平方吋)	每平方吋 ノ伸張抵 抗力 (封度)	煉瓦柱接 合ノ年月 日	切斷ノ箇所
	1	9.44	52.2	明治三十一年 三月二十六日	膠泥及ヒ煉瓦 煉瓦 一部ハ煉瓦ヨリ破壊シ一部ハ煉瓦ト 膠泥ノ接合面ヨリ離ル
	2	10.4	76.5		
	3	8.90	38.0		
	平均		55.6		
(2) ナ除キテ平均スレバ每平方吋ノ伸張抵抗力 45.1封度トナル此數ヲ以テ第十號柱ノ計算ニ應用スベシ					
	1	10.5	77.4	明治三十一年 四月二日	煉瓦 煉瓦ト膠泥ノ接合面ヨリ奇麗ニ離ル 接合面ヨリ離ル但シ膠泥ノ一部破壊ス 全上但シ膠泥面ニ煉瓦點々附着ス 接合面ヨリ奇麗ニ離ル
	2	9.22	28.5		
	3	”	31.9		
	4	”	34.0		
	5	”	39.0		
平均		42.2			
(1) ナ除キテ平均スレバ每平方吋ノ伸張抵抗力 33.4封度トナル此數ヲ以テ第十二號柱ノ計算ニ應用スベシ					
	1	8.81	47.8	明治三十一年 三月三十一日	一部ハ接合面ヨリ但シ膠泥面ニ煉瓦 附着シテ離ル 一部ハ接合面ノ離レ、一部ハ膠泥ノ破壊 煉瓦 ” ”
	2	9.79	39.0		
	3	10.4	38.2		
	4	9.44	70.2		
	5	9.60	54.5		
平均		49.9			
同上 	6	9.44	63.2	煉瓦  圖ノ如ク奇麗ニ接合面ヨリ離ル 奇麗ニ接合面ヨリ離ル 半分ハ接合面ヨリ奇麗ニ離レ他ノ半分ハ煉瓦ヨリ破壊ス 接合面ヨリ奇麗ニ離ル但シ點々煉瓦附着アリ ” ” 取付ケ中離ル	
	7	10.6	17.0		
	8	9.79	52.8		
	9	9.44	39.8		
	10	9.79	32.2		
	11	7.42	39.5		
	12	7.42	31.2		
	13		0		
平均		39.4			

(A)及ヒ(B)ノ總平均伸張抵抗力 = 44.7 封度

(2). (7). (8). (10). (11). (12) 及ヒ (13)ノ七回ヨリ平均スレバ每平方吋ノ伸張抵抗力 30.2 封度トナル此數ヲ以テ第十五號柱ノ計算ニ應用スベシ

第二表 煉瓦柱伸張抵抗力試験成績表 (其七)

(第 廿 一 號 柱)

伸張抵抗力試験セル年月日	試験番號	切斷面ノ積 (平方吋)	每平方吋伸張抵抗力 (封度)	伸張抵抗力試験セル年月日	試験番號	切斷面ノ積 (平方吋)	每平方吋伸張抵抗力 (封度)	記 事
明治三十二年三月八日	1	5.12	65.1	明治三十二年四月五日	11	5.04	56.2	接合面ヨリ離ル
	2	4.93	41.8		12	4.75	82.1	煉瓦
	3	4.74	30.4		13	6.50	55.1	接合面ヨリ離ル
	4	5.00	12.2		14	4.75	51.8	”
	5	5.27	61.5		15	5.30	64.5	煉瓦
	6	5.09	31.8		16	4.75	49.3	接合面ヨリ離ル
	7	”	57.4		17	5.03	81.9	煉瓦
	8	5.01	26.7		18	—	0	取附ケ中離ル
	9	5.09	49.2		19	4.75	32.4	接合面ヨリ奇麗ニ離ル
	10	5.14	50.2		20	”	28.9	”
				21	”	38.8	接合面ヨリ離ル	

總平均每平方吋ノ伸張抵抗力 = 46.1 封度トナル此數ヲ第 21* 號柱ノ場合ニ適用スヘシ

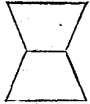
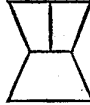
又以上二十一回ノ試験ヨリ伸張抵抗力最弱ナル分十一回(即過半數)ノ平均ヲ取レバ伸張抵抗力ハ每平方吋ニ就キ 31.3 封度トナル此數ヲ第 21* 號柱ニ應用スベシ

煉瓦片ノ形狀ハ皆同一ニシテ圖ノ如シ



伸張抵抗力ノ試験ニ於テ荷重ヲ加ヘタルハ至テ徐々ニナシタリ

第二表 煉瓦柱伸張抵抗力試験成績表 (其八)
(第二十二號柱)

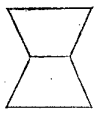
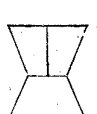
煉瓦片ノ 形状	試験 番號	切斷面ノ積 (平方吋)	毎平方吋伸 張抵抗力 (封度)	切斷ノ個所
(A) 	1	9.05	149.	膠泥
	2	9.04	113.	”
	3	9.04	111.	接合面ヨリ離ル但シ煉瓦ノ點々附着セル所アリ
	4	9.44	125.	膠泥 但シ煉瓦ノ一小部破壊セル所アリ
	5	9.04	160.	”
	6	—	0.	取付ケ中離ル
	7	9.09	142.	膠泥
	8	8.69	48.2	接合面ヨリ奇麗ニ離ル
	9	9.26	137.	膠泥
	10	8.93	58.7	接合面ヨリ離ル
	11	9.26	34.5	接合面ヨリ奇麗ニ離ル
	12	9.15	75.8	接合面ヨリ離ル
	13	8.96	153.	膠泥
	平均		100.6	
(B) 	14	8.90	115.	膠泥
	15	”	152.	一部ハ膠泥ノ破壊,一部ハ接合面ノ離レ
	16	”	123.	膠泥, 但シ煉瓦ノ點々附着セル所アリ
	17	”	156.	膠泥.
	18	”	107.	”
	19	8.96	115.	”
	20	9.30	44.0	接合面ヨリ奇麗ニ離ル
	21	”	55.3	接合面ヨリ離ル
	22	9.09	82.2	同上但シ膠泥ノ一部破壊ス
	23	”	48.4	接合面ヨリ奇麗ニ離ル
	24	8.81	126.	膠泥
	25	9.09	81.6	接合面ヨリ奇麗ニ離ル
	平均		100.4	

(A) 及 (B) ノ總平均一平方吋ノ伸張抵抗力 = 100.5 封度トナル
(3). (6). (8). (10). (11). (12). (20). (21). (23) 及ヒ (25) ノ十回ヨリ平均ス
レバ毎平方吋ノ伸張抵抗力ハ 64.0 封度トナル此數ヲ以テ第 22 號柱ノ計
算ニ應用スヘシ

煉瓦柱ノ接合ヲ終リタルハ明治三十一年四月三日ニシテ伸張抵抗力ノ試験ヲ爲
シタルハ明治三十二年三月二十八日及三十日ナリ」伸張抵抗力ノ試験ニ於テ荷
重ヲ加フルハ極メテ徐々ニナセリ」又煉瓦片ハ一二ノ場合ヲ除ク外ハ皆最小斷
面ノ個所ヨリ切斷セリ

第二表 煉瓦柱伸張抵抗力試験成績表 (其九)

(第二十四號柱)

煉瓦片ノ 形状	試験 番號	切斷面ノ積 (平方吋)	每平方吋ノ 伸張抵抗力 (封度)	切斷ノ個所
(A) 	1	9.2	209.	接合面ヨリ,但殆全面ニ煉瓦附着シテ離ル
	2	9.46	61.	” 但煉瓦點々附着セリ
	3	9.29	119.	” 但煉瓦附着スルコト面積ノ三分ノ二ニ及ブ
	4	9.31	145.	接合面ヨリ離ル
	5	9.75	78.	接合面ヨリ奇麗ニ離ル
	6	9.26	132.	接合面ヨリ離ル
	7	”	132.	”
	8	9.47	114.	”
	9	9.26	28.8	”
	10	9.20	195.	接合面ヨリ但シ其全面ニ煉瓦附着シテ離ル
	11	9.20	208.	”
	12	9.29	125.	接合面ヨリ但シ其一部分ニ煉瓦附着シテ離ル
		平均	128.9	
(B) 	13	9.29	160.	一部ハ接合面ノ離レ,一部ハ煉瓦ノ破壊
	14	9.12	233.	膠泥
	15	9.62	147.	接合面ヨリ離ル
	16	9.62	96.	膠泥
	17	9.71	202.	煉瓦
	18	9.47	145.	接合面ヨリ離ル
	19	”	107.	接合面ヨリ奇麗ニ離ル
	20	8.99	47.3	”
	21	11.2	128.	煉瓦
	22	9.20	138.	膠泥
	23	9.5	45.0	接合面ヨリ離ル
	24	9.05	135.	”
		平均	131.9	

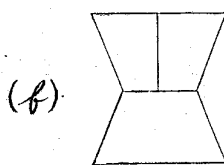
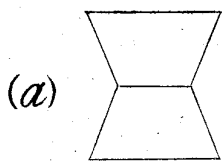
(A) 及 (B) 總平均每平方吋ノ伸張抵抗力 = 130.4 封度
 煉瓦柱ノ接合ヲ終リタルハ明治三十二年五月二十二日ニシテ伸張抵抗力ノ試験ヲ
 ナシタルハ明治三十二年二月六日及三月三十日ナリ」 伸張抵抗力ノ試験ニ於
 テ荷重ハ極メテ徐々ニ加ヘタリ又煉瓦片ハ 21 ヲ除ク外ハ皆最小斷面ノ個所ヨリ
 切斷セリ

第二表ニ依レバ破壊試験ニ用井タル煉瓦柱ノ伸張抵抗力ハ平均一平方吋ニ付キ三十三、七封度乃至百三十、四封度ナリ尤接合ノ方法ハ皆一様ニシテ膠泥モ同一（セメント一、砂二ノ割合）ナレバ煉瓦柱伸張抵抗力ニ此ノ如キ著シキ強弱ノ差アルハ主トシテ煉瓦質ノ良否ニ歸セズンバアラズ」煉瓦ノ大サニ就キテ區別スレバ第一、三、六、七及九號五個柱（第二、四及五號三個柱ハ破壊試験ニ用井ザリシ）ニハ五分ノ一煉瓦ヲ用井其伸張抵抗力ハ一平方吋ニ付四十三、八封度乃至六十九、三封度ニシテ平均五十六、五封度トナル又第十、十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九、二十、二十一號ノ十二個柱ハ二分ノ一煉瓦ヲ用井其伸張抵抗力ハ一平方吋ニ付キ三十三、七封度乃至六十四、二封度ニシテ平均四十七、一封度トナル以上ノ柱ニ用井タル五分一及二分一煉瓦ノ種類ハ凡テ並中若クハ並上ノ等級ニ屬スルモノナリ

第二十二、二十三、二十四號三個柱ハ普通大ノ煉瓦ヲ以テ積立テタルモノナルガ二十二及二十三號兩柱ノ煉瓦ハ二等ノ等級ニ屬シ二十四號柱ノ煉瓦ハ燒過キノ等級ニ屬ス而シテ二十二及二十三號ノ兩柱ノ接合個所ニ於ケル伸張抵抗力ハ一平方吋ニ付キ各々百、五封度ト七十七、一封度ナレトモ二十四號柱ノ同シク接合個所ニ於ケル伸張抵抗力ハ一層大ニシテ一平

方吋ニ付キ百三十、四封度ナリ之ニ由リテ見ルニ同一ノ膠泥ヲ用井タル場合ニテモ接合個所伸張抵抗力ハ煉瓦質ニ關シ即其質ノ煉瓦ヲ用井レハ其伸張抵抗力ハ粗惡煉瓦ヲ用井タルトキヨリモ大ナルガ如シ」因ニ記ルス第二十三號柱ニ用井タル煉瓦ノ伸張抵抗力ハ一平方吋ニ付百四十二封度ナルガ第二十四號柱ニ用井タル煉瓦ノ伸張抵抗力ハ遙ニ大ニシテ一平方吋ニ付キ三百零三封度ニ及ベリ

煉瓦ノ大サト接合個所ノ伸張抵抗力トノ關係ハ未ダ特別ニ調査セザレトモ要スルニ格別ノコト無キニ似タリ例之ハ前記二分煉瓦ト五分一煉瓦トノ場合ニ於ケル伸張抵抗力ノ價值ニ著シキ差異ナキヲ認ムベシ又第二十二號及二十四號柱ノ普通大煉瓦ノ場合ニ於テハ圖ニ示ス如ク試験片ノ形狀ハ二様トナシ即(a)ニハ一個ノ横ノ接合面アルノミニシテ(b)ニハ尙此ノ外ニ一個ノ豎テノ接合面アレドモ伸張抵抗力ハ兩者共殆ト同一ナルコト第二表中ノ八及ヒ九ニテ明ナルベシ



一三〔接合個所ノ伸張抵抗力ト仕事ノ良否トノ關係〕 同一煉瓦柱ノ中ニテモ伸張抵抗力ノ大ナル接合個所

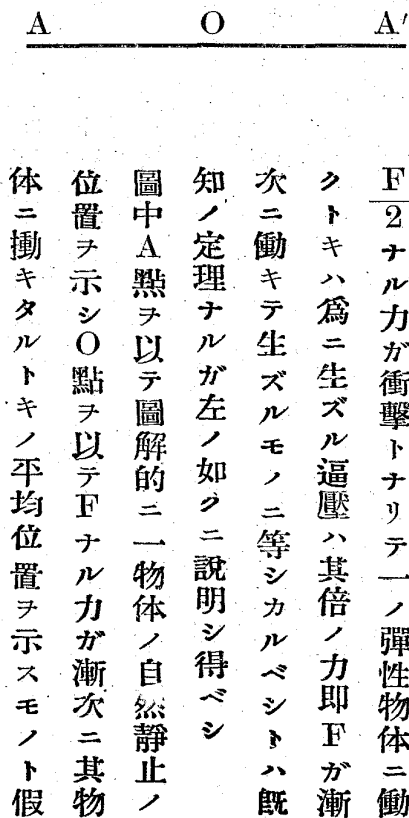
ト其小ナル個所トアルハ勿論仕事ノ良否ニ關スルモノナルベシ而シテ其差異ハ著クシテ伸張抵抗力ノ試驗ニ於テ煉瓦片ヲ試驗器ニ取り付ケ中ニ自然ト離レタルモノ即其伸張抵抗力ガ殆ド零ニ近キモノヲ除クモ尙接合個所伸張抵抗力ノ最大價値ガ最小價値ノ二三倍乃至五六倍ニ及ブコト第二表ニ就キテ認メラルベシ

第七圖ニ示スハ第廿四號柱ノ接合個所伸張抵抗力試驗中ヨリ例トシテ取りタル三個ノ破壞面ナリ三個トモ膠泥ト煉瓦ノ接合面ヨリ離レタレドモ甲ハ其接合方最宜クシテ煉瓦ガ膠泥ニ附着シテ剝ガレタルコト殆ド接合面ノ全体ニ及ブ、乙ハ少ク劣リテ煉瓦ガ膠泥面ニ附着セルハ約其二分一ナリ、丙ニ至リテハ更ニ劣リテ煉瓦ハ僅ニ點々トシテ膠泥面ニ附着スルノミナルヲ見ルベシ而シテ此等三個ノ場合ニ於ケル毎平方吋ノ伸張抵抗力ハ以上切斷面ノ狀況ニ准マテ各二百九封度、百十九封度及ビ六十一封度ナリシ

上述ノ如クナレバ實地煉瓦積ミ立ノ場合ニ於テ工事監督ノ如何ニ大切ナルヤヲ知ルベキナリ

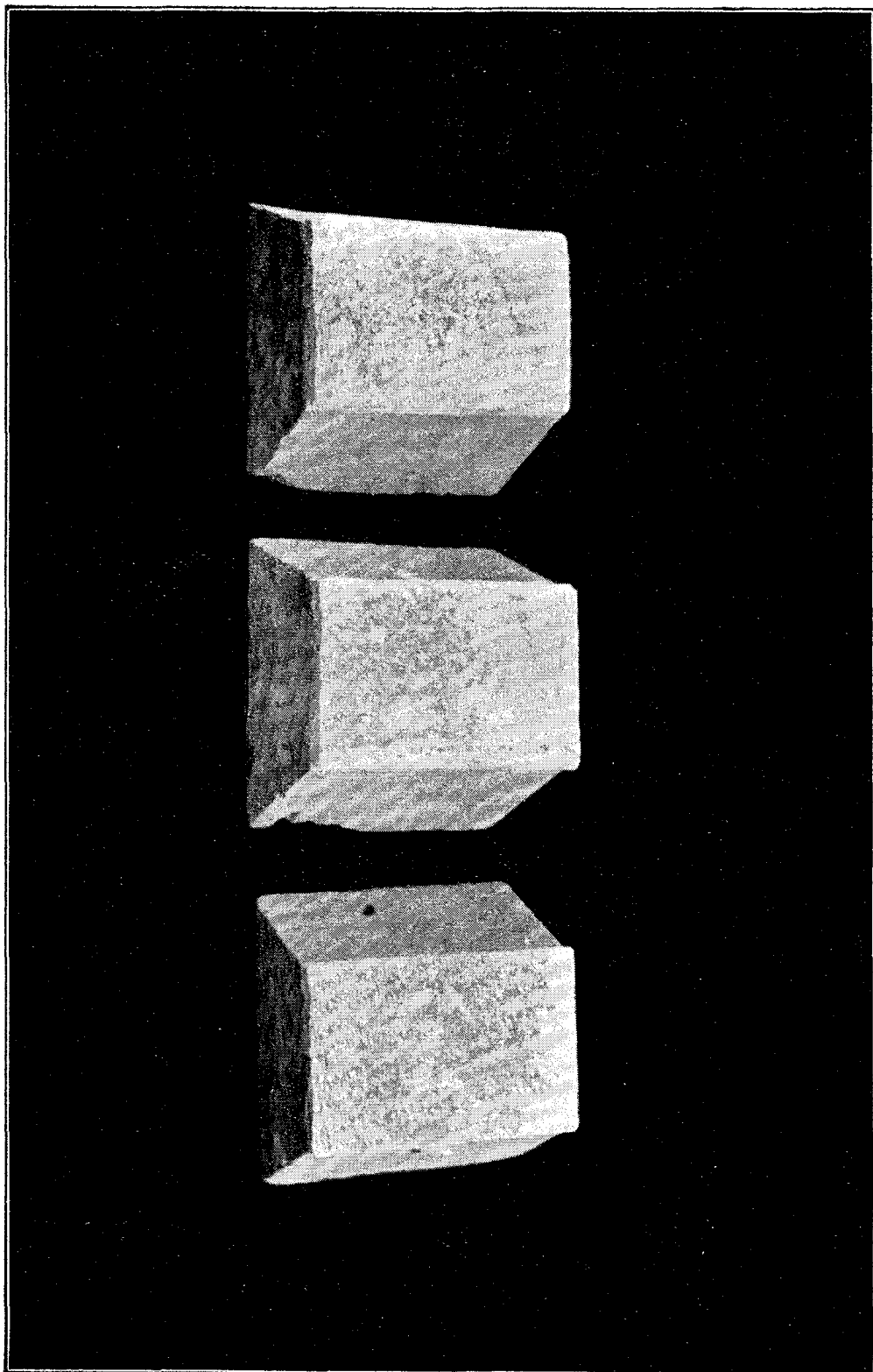
一四〔衝擊ニ就キテ〕〔衝擊〕ト稱スルハ力が物体ニ加

ハリ擲クコト無限ニ速ナル作用ヲ云フ今力ヲ加ヘテ物体ヲ破壊セントスルニ、其難易ハ力ノ加ハルコト充分長キ時間ヲ費シ、即漸次ナルトキト、非常ニ急ニシテ衝擊ノ現象ヲ呈スルトキトハ互ニ異ルベクレバ煉瓦柱ノ耐震力ヲ計算センニハ地震動ノ作用ヲ以テ衝擊ト見做スベキヤ將タ力が漸次ニ加ハルモノト見做スベキカヲ定メザル可カラズ、就キテハ先ヅ衝擊ノ現象ヲ少シク吟味スルヲ要ス



運動スヘシ換言スレバF₂ナル力が衝擊トナリテ一物体ニ働

第七號 煉瓦接合面ニ煉瓦所切斷(但第廿四號ノ附著セラル狀ヲ示)



(丙)

(乙)

(甲)

キテ生ゼシムル逼壓ハ同シFナル力が漸次ニ働キタルトキ
ノ場合ニ於ケルモノノ二倍トナル從テ同一物体ニFナル力が
漸次ニ働クトF²ナル力が衝擊トナリテ働クトキトハ同一
ノ結果トナルナリ

構造物ノ任意ノ力ニ對スル抵抗力ヲ計算セントスルニ當リ其
力ヲ漸次ニ働クモノト見做スベキカ將タ衝擊トナリテ働クモ
ノト見做スベキカノ判斷ニ苦ムコト間々有之ル所ナレバ所謂
力ノ「漸次ニ働ク場合」ト其「衝擊トナリテ働ク場合」トヲ區別
スルコト工學上頗ル大切ナルベシ而シテ此ノ區別ハ上述セル
定理ノ説明ヲ熟思スレバ自ラ分明ナルベシ余ハ彈性物体ニ就
キテ左ノ如キ甲、乙二條ノ定義ヲ下サントス

(甲) 力が任意ノ一彈性物体ニ働クコト充分ニ長キ時間ヲ要
シテ物体ヲシテ振動ノ現象ヲ呈セシムルコトナクシテ
其平均位置ニ靜止スル場合ニハ力ハ物体ニ「漸次ニ働
ク」モノト稱スベシ

(乙) 力が任意ノ一彈性物体ニ働クコト充分急ニシテ其ノ作
用ノ始メヨリ終リ迄ニ費ス時間カ此ノ彈性物体ノ同一
力ニ相當スル自己ノ振動期ニ比較シテ無限ニ小ナル場
合ニハ力ハ物体ニ「衝擊トナリテ働ク」モノト稱スベ
シ」此處ニ力ニ相當スル彈性物体ノ振動トハ物体ガ此

ノ力ニ働カル、時ハ爲ニ呈スベキ振動ヲ意味シ例之バ
張力ヲ與ヘテ煉瓦柱ノ伸張抵抗力ヲ測定スル場合ニハ
其煉瓦柱ノ「堅」ノ振動ヲ謂ヒ、又重荷ヲ以テ橋ノ鉄桁ヲ
屈撓スル場合ニハ其鉄桁ノ「横」ノ振動ヲ謂フノ類ナリ

「衝擊ヲ以テ物体ヲ破壊スルコト」以上ニ論ヅタルハ彈性物
体ノ逼壓セラル、コト小ニシテ其大サ彈性限界内ニアルモノ
ニ關スレドモ石、煉瓦ノ類ハ逼壓セラル、コト少シニテモ其
彈性限界ヲ越ユレバ直チニ破壊セラルベクレバ衝擊ヲ以テ煉
瓦柱ヲ破壊スルガ如キ場合ニ就キテハ同様ノ結論トナルベシ
即Fナル力ヲ漸次ニ働カシメテ一物体ヲ破壊スルニ足ルトセ
バ其二分ノ一ニ相當スルF²ナル力ヲ以テ衝擊トナリテ働
シメテ同一物体ヲ破壊スルコトヲ得ベキナリ

一五(地震動ニ就キテ)

第(3)式ヲ煉瓦柱及ビ壁ノ場合
ニ(第一〇章ニ記ルセル如ク高サガ其横厚及ビ地ノ實動ニ比
較シテ無限ニ大ナラザルトキ)用井ントスルニ當リ地震臺ノ
振動ヲ以テ衝擊ノ現象ト見做スベキカ換言スレバ第(3)式中ノ
Fハ單ニ煉瓦柱ノ普通伸張抵抗力トスベキカ或ハ其ノ二分一
ニ等シキモノトスベキカノ問題ハ第一四章ノ定義ニ依レバ易
ク解クコトヲ得ベシ即諸煉瓦柱ヲ破壊セル地震臺ノ往復振動
期ハ第四表ニ示ス如ク〇、二三秒ヨリ〇、八九秒ノ間ニアリテ

其四分一時間ナル〇、〇六秒ヨリ〇、二二秒ノ僅少ナル時間ニ於テ地震臺振動ノ最大加速度ハ零ヨリ其最大價值ニ達スルモノナレバ實際ハ頗ル急劇ナル運動タルニハ相違ナクレドモ其結果ハ主トシテ柱ヲ屈撓シテ各斷面ヲ横キリテ擲ク所ノ壓力若クハ張力ヲ喚起シテ遂ニ柱ヲ破壊スルニアリテ、結局ノ問題ハ地震臺振動期ノ四分一ニ當ル時間ガ、堅ナル張力ヲ用井テ煉瓦柱ヲ引キ斷リテ破壊セントスル場合ニ適用シテ無限ニ短少ナル時間ト見做ス事ヲ得ベキヤ否ヤトノ事ニ歸着スベシ然ルニ煉瓦柱伸張抵抗力ノ測定ニ就キテ参照スベキ煉瓦柱ノ^{ロシチヤシナル}堅ノ振動期ハ非常ニ短ニシテ約¹⁰⁰⁰秒ノ數位ナルベク此ニ對シテ前記地震臺振動期ノ四分一ニ當ル時間即〇、〇六秒乃至〇、二二秒ナル時間ガ反對ニ却テ甚長キモノナレバ此ノ場合ニ於テハ衝擊ノ現象ハ存セザルモノト認ムベキナリ依リテ第(3)式ノ計算ニモFヲ以テ單ニ煉瓦柱ノ普通伸張抵抗力即伸張抵抗力ノ試驗ニ於テ第二表ニ與フル如ク荷重ヲ漸次ニ加ヘテ得タル結果ヲ用ユベキナリ

實際大地震ニ於ケル地震動ノ往復振動期ハ第一〇章ノ始メニ記シタル如ク一秒内外乃至二秒ナルベクレバ今述ベツ、アル地震臺試驗ノ振動期ヨリハ稍緩ナリト認ムベシ故ニ地震ノ場合ニ第(3)式ヲ適用スルニモ勿論、Fハ煉瓦柱ノ普通伸張抵

抗力ニ等シキモノト知ルベシ

一六〔煉瓦ノ伸張抵抗力ニ關スル試驗〕 第(3)式中

ノFヲ以テ煉瓦柱ノ普通伸張抵抗力ヲ示スモノ(即チ其二分一ノ價值ヲ取ルハ不可ナリ)トスベキコトハ第一章ニ論ゼル如クナルガ此レヲ確カメン爲ニ左ノ實驗ヲ舉行セリ

實驗ノ方法ハ集治監並燒過ギ煉瓦(柱ニアラズ)ニ就キテ先ツ其平均伸張抵抗力ヲ測定シタル後、同種類ノ煉瓦ヲ^{テスト}強弱試驗器械ニ取り付ケ煉瓦切斷面一平方吋ニ付キ其伸張抵抗力ノ價值二分一若クハ少シク以上ナル張力ヲ與フベキ様ニ急劇ニ荷重ヲ加ヘテ煉瓦ガ破壊スルヤ否ヤヲ見ルニアリ、燒キ過ギ煉瓦ヲ取りタルノ理由ハ上質ノモノナレハ同種類ノ數多煉瓦中ニテモ其伸張抵抗力ノ差アルコト著ルシカラザルベシト考ヘタレバナリ、伸張抵抗力試驗ノ成績ハ次ニ示スガ如シ

集治監並燒過ギ煉瓦伸張抵抗力試驗ノ成績

試驗 番號	切斷面積 (平方吋)	每平方吋ノ伸張 抵抗力(封度)	記 事
一	六、一一	三一六	荷重ハ何レノ
二	五、五七	三三七	場合ニモ徐々
三	五、五七	三六五	トシテ加ヘタ
四	六、一一	二六二	リ而シテ煉瓦
五	五、六六	二四一	ハ皆最小斷面
			若クハ其ト近
			キ個所ニテ切

九	八	七	六
六、一一	五、八五	五、五七	五、五七
二五七	三五六	二三七	三五〇
			斷セリ

平均伸張抵抗力毎平方吋ニ付キ三百零三封度

前表ニ示ス如ク試験ニ供シタル燒キ過ギ練瓦ノ平均伸張抵抗カハ毎平方吋ニ付キ三百零三封度トナリタルガ第一ヨリ第七迄ノ試験ニテモ既ニ其三百封度内外ナルベキコトヲ推知シタルレバ第八ノ煉瓦ヲバ強弱試験器ニ取り附ク又豫メ同器ノ槓杆ノ長キ腕ヲ其端ニ於テ別ニ支ヘ置キテ荷重ヲシテ煉瓦ノ上ニ張力ヲ及ボスコト無ラシメタル後ニテ試ミニ煉瓦ノ最小斷面毎平方吋ニ付キ二百封度ノ張力ヲ與フル様ニ荷重ヲ掛ク置キ而テ急ニ槓杆ノ支ヘヲ去リテ荷重ヲシテ煉瓦ニ不意ニ働カシメタルニ煉瓦ハ切斷セザリシ依テ荷重ヲ増シテ煉瓦ノ最小斷面一平方吋ニ付キ二百二十七封度ノ張力ヲ與フベキ様ニ裝置シテ試験ヲ繰リ返シタルモ煉瓦ハ破壞セズ次ニ同ク二百五十五封度ヲ以テ試験シタルモ尙煉瓦ノ破壞スルコトナカリシカバ荷重ヲ不意ニ加フルノ試験ハ是レニテ止メ、更ニ荷重ヲ漸次ニ増シテ煉瓦ヲ破壞シタルガ其伸張抵抗力ハ一平方吋ニ付

キ三百五十六封度ナリシ第九ノ煉瓦ノ場合ニハ前ト同様ノ方法ヲ以テ煉瓦ノ最小斷面ノ毎平方吋ニ付キ百八十九封度ノ張力ヲ與フベキ様ニ裝置シテ急ニ荷重ヲ加ヘタレドモ破壞セザリシ、次ニ同ク二百十七封度ヲ以テ試ミタレドモ尙煉瓦ヲ破壞スルコト能ハザリシカバ、更ニ漸次ニ荷重ヲ増シテ煉瓦ヲ破壞シ其伸張抵抗力ヲ驗シタルニ毎平方吋ニ付キ二百五十七封度ナリシ

以上ノ如キ急ニ荷重ヲ加ヘテ張力ヲ煉瓦ニ與フル試験ニ於テハ強弱試験器械(鐵ヨリ成ル)ノ彈性及ヒ煉瓦ノ取り附ク具合ニ依リ又槓杆ノ長キ腕ノ端ニ於ケル支ヘヲ去ル爲ニ幾分カ時ヲ要スヘケレバ煉瓦ヲ破壞スルハ蓋シ眞ニ一瞬間ノ作用ナリトハ謂フベカラザルヤモ計リ難キガ其作用ニ費ス時間ノ長サハ頗ル短カカルベク例之バ一秒ノ十分一ノ數位ニテアルベシ而シテ試験ノ結果ヲ見レバ尙決シテ衝擊ノ現象ヲ呈スルコトナキハ明ナリ即煉瓦ハ其伸張抵抗力ノ過半ニ當ル張力ヲ以テ斯カル程度ニ迄テ急劇ニ加ヘ働カル、トモ破壞セザルモノナリ

一七(伸張抵抗力ヲ定ムルコト) 煉瓦片伸張抵抗力試験ノ成績ヲ第(3)式ニ用非テ煉瓦柱破壞試験ノ計算ニ應用セントスルニハ煉瓦柱破壞ノ模様ヲ吟味スルヲ要ス即煉瓦柱ハ普通其根本ニ近キ接合個所ヨリ破壞スルコトナルガ其狀況ハ

(甲)一部分ハ接合面ヨリ離レ、一部分ハ膠泥若クハ煉瓦ヲ通シテ破壊スルトキト(乙)全ク接合面ヨリ煉瓦ト膠泥ト相離ル、トノ二様アリ此等二ツノ場合ヲ相分チテ考ヘザルベカラズ

(甲)煉瓦柱ガ一部分ハ接合面ヨリ離レ、一部分ハ膠泥若クハ煉瓦ヲ通シテ破壊スル場合「各煉瓦柱ニ就キテ數回乃至十數回ノ伸張抵抗力試驗ヲ施シタリ而シテ煉瓦ノ接合個所ニ於テ切斷スルハ膠泥ヨリ破壊スルモノ、煉瓦ヨリ破壊スルモノ、膠泥ト煉瓦トノ接合面ヨリ離ル、モノトノ三様アレドモ凡テノ結果ヲ平均シテ得タル伸張抵抗力ヲ以テ此ノ場合ニ於ケル煉瓦柱破壊試驗ノ計算ニ應用セリ

(乙)煉瓦柱ノ切斷ガ全ク接合面ニ於テ煉瓦ト膠泥トノ分離スルニ起因スル場合「煉瓦片伸張抵抗力ノ試驗ニ於テ其膠泥若クハ煉瓦ヲ通シテ破壊セルトキノ伸張抵抗力ハ一般ニ接合面ニ於テ煉瓦ト膠泥トガ相離レタルトキノモノヨリハ大ナル價値ヲ有スレバ(甲)ニ於ケル如ク單ニ諸試驗ノ結果ヲ平均シテ得タル伸張抵抗力ヲ此ノ場合ニ適用スルハ不可ナルベシ依リテ破壊試驗ニ於テ接合面ヨリ切斷シタル第 3.10.11.12.13.15.21.22.23.23' 號十個柱ノ計算ニハ各柱煉瓦接合伸張抵抗力試驗中接合面ヨリ離レタル分ノミヨリ平均シテ得タル伸張抵抗力ヲ用井タリ但第 3.11.13' 號三個柱ノ伸張抵抗力

試驗ハ不幸ニシテ其煉瓦片破壊ノ狀況ヲ一々記錄シ置カザリシニ依リ伸張抵抗力ノ最小ナル分過半數ニ就キテ平均ヲ取リタリ」以上十個柱ノ計算ニ適用シタル伸張抵抗力ハ第二表中各自ノ場所ニ記入シ置キタリ

第 19.* 19.** 號二個柱ハ特別ニ易ク破壊セルヲ以テ其煉瓦接合ノ伸張抵抗力中最小ノ價値ヲ取リテ破壊試驗ノ計算ニ適用セリ

一八〔煉瓦柱破壊試驗〕

是ヨリ地震臺ニ依テ煉瓦柱ヲ破壊シタル實驗ニ就キテ論述スベシ

破壊試驗ノ總數ハ四十三回ニシテ煉瓦柱破壊ノ狀況ハ其記號ノ順序ニ從ヒ第三表ニ列擧ス」又地震臺振動ノ記錄圖ハ第八乃至第十五圖ニ例示ス

第三表 煉瓦柱破壊狀況表
(甲) (臺 無 シ ノ 分)

煉瓦柱 記號	高サ ミリメートル	取附ケ金 具以上ノ 高サ ミリメートル	記 事
1	720	662	第三段目即高サ 64「ミリメートルナル」ナル接合ノ個所ヨリ一部ハ煉瓦ヲ通シテ破壊ス
7	”	”	根本ニテ破壊ス
8	”	”	”
9'	720	604	根本ヨリ煉瓦ヲ通シテ破壊ス(第 9 號柱ノ殘餘ナリ)
9''	604	532	第三段目即高サ 43「ミリメートル」ノ接合面ヨリ奇麗ニ切斷ス(第 9' 號柱ノ殘餘ナリ)
10	902	760	根本ノ接合面ヨリ奇麗ニ切斷ス
11	”	720	根本ヨリ接合面ニ於テ破壊ス
11'	720	650	破壊セズ(第 11 號柱ノ殘餘ナリ)
13	1800	1590	第一段目即高サ 36「ミリメートル」ノ接合面ヨリ一部分ハ煉瓦ヲ通シテ破壊ス
13'	1550	1330	第一段目即高 36「ミリメートル」ノ接合面ヨリ切斷ス(第 13 號柱ノ殘餘ナリ)
13''	1300	1080	根本ノ接合個所ヨリ破壊ス(第 13' 號柱ノ殘餘ナリ)
13'''	1080	900	” (第 13'' 號柱ノ殘餘ナリ)
13''''	900	720	第三段目即高サ 110「ミリメートル」ノ接合個所ヨリ破壊ス(第 13''' 號柱ノ殘餘ナリ)
14	1800	1590	第四段目高サ 144「ミリメートル」ナル接合ノ個所ニ於テ破壊ス
14'	1440	1230	第三段目即高 110「ミリメートル」ナル接合ノ個所ニ於テ切斷ス(第 14 號柱ノ殘餘ナリ)
14''	1120	940	取附ケ金具内第一段目即 36「ミリメートル」ノ深サニ於ケル接合面ニテ破壊ス(第 14' 號柱ノ殘餘ナリ)
14'''	970	830	第四段目即高サ 144「ミリメートル」ノ接合個所ヨリ破壊ス(第 14'' 號柱ノ殘餘ナリ)
15'	1370	1090	第一段目即高サ 36「ミリメートル」ノ接合個所ヨリ煉瓦ヲ通シテ破壊ス(第 15 號柱ノ殘餘ナリ)
15''	1040	760	根本ニテ接合面ヨリ切斷ス(第 15' 號柱ノ殘餘ナリ)
16	1744	1560	第一段目即高サ 35「ミリメートル」ノ接合ノ個所ヨリ破壊ス
16'	1560	1360	第五段目即高 170「ミリメートル」ノ接合個所ヨリ破壊ス(第 16 號柱ノ殘餘ナリ)
17	1744	1530	根本ニテ破壊ス
18	”	1570	根本ニ於テ一部分ハ接合面ヨリ一部分ハ煉瓦ヲ通シテ破壊ス
18'	1570	1400	第一段目即高サ 35「ミリメートル」ノ接合面ヨリ一部分ハ煉瓦ヲ通シテ破壊ス(第 18 號柱ノ殘餘ナリ)
18''	1360	1190	第二段目即高サ 70「ミリメートル」ノ接合面ヨリ一部分ハ煉瓦ヲ通シテ破壊ス(第 18' 號柱ノ殘餘ナリ)
19 *	1810	1650	根本ニテ破壊ス(但取付ケノ際既ニ根本ニ於テ堅テニ微ナル裂ケ目アリ)
19' *	1630	1450	根本ニテ接合ノ個所ヨリ破壊ス(第 19* 號柱ノ殘餘ナリ)
19'' *	1380	1140	取付ケ金具内第三段目即深サ 109「ミリメートル」ノ接合個所ニ於テ一部ハ煉瓦ヲ通シテ破壊ス(第 19''* 號柱ノ殘餘ナリ)
20 *	1810	1520	第六段目即高サ 217「ミリメートル」ノ接合個所ヨリ一部分ハ煉瓦ヲ通シテ破壊ス
20' *	1270	980	第一段目即高サ 36「ミリメートル」ノ接合個所ヨリ煉瓦ヲ通シテ破壊ス(第 20* 號柱ノ殘餘ナリ)

(甲) 續キ

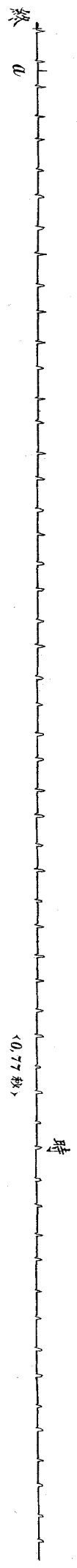
煉瓦柱 記號	高サ ミリメートル	取附ケ金 具以上ノ 高サ ミリメートル	記 事
21/*	1450	1160	第一段目即高サ36「ミリメートル」ノ接合個所ヨリ一部分ハ煉瓦ヲ通シテ破壊ス (第 21* 號柱ノ殘餘ナリ)
22	1580	1300	第一段目即高サ 69 「ミリメートル」ノ接合個所ヨリ破壊ス
22'	1240	960	根本ノ接合面ヨリ破壊ス(第 22 號柱ノ殘餘ナリ)
23	1580	1380	根本ヨリ接合面ニ於テ破壊ス
23'	1380	1200	第二段目即高サ 138 「ミリメートル」ニ於テ接合面ヨリ奇麗ニ破壊ス (第 23 號柱ノ殘餘ナリ)
23''	1100	890	破壊セズ(第 23' 號柱ノ殘餘ナリ)
24'	1620	1320	根本ノ接合個所ヨリ破壊ス

(乙) (臺 附 ノ 分)

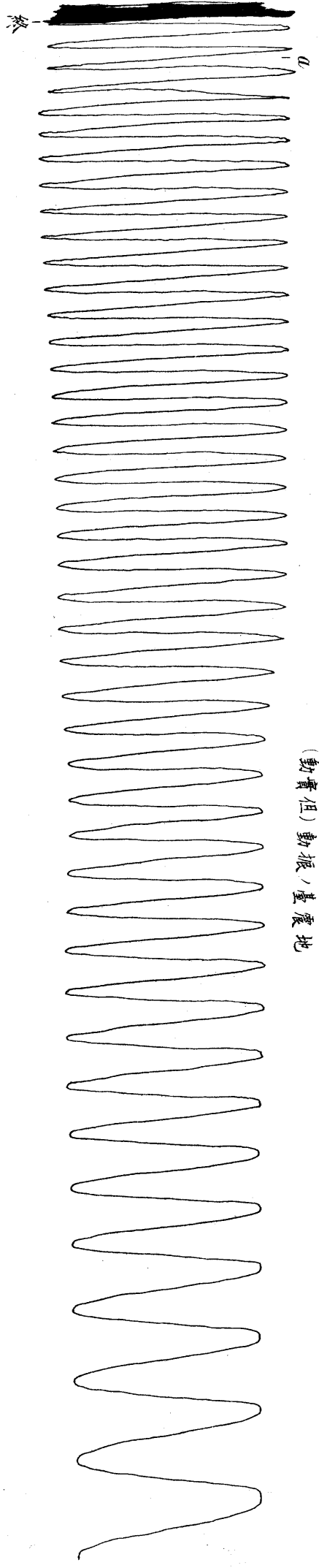
煉瓦柱 記號	高サ ミリメートル	記 事
3	720	根本ノ接合面ヨリ切斷ス
6	730	第六段目即高サ 80 「ミリメートル」ノ接合個所ニテ一部ハ煉瓦ヲ通シテ破壊ス
9	720	根本ノ接合個所ニテ一部ハ煉瓦ヲ通シテ破壊ス
12	915	根本ヨリ第四段目即 146 「ミリメートル」ノ接合面ヨリ奇麗ニ切斷ス
21*	1810	第十段目即高サ 340 「ミリメートル」ノ接合個所ヨリ一部分ハ煉瓦ヲ通シテ破 壊ス
24	1587	コンクリート臺内第一段目即深サ68「ミリメートル」ノ接合個所ニテ一部分ハ煉 瓦ヲ通シテ破壊ス

圖 八 第

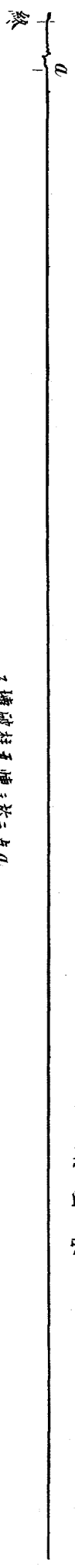
驗試壞破柱瓦煉ヲ於ニ點 α



(α 上動振復往一子振時垂ヲ以テ間時ノ間記時ノ個三ハレ隣相)



(動實但) 動振ノ量震地



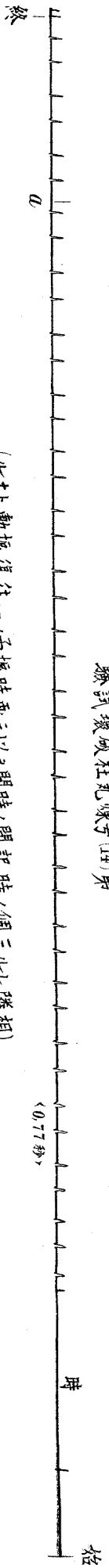
壞破柱瓦煉ヲ於ニ點 α

線圖會

圖九第

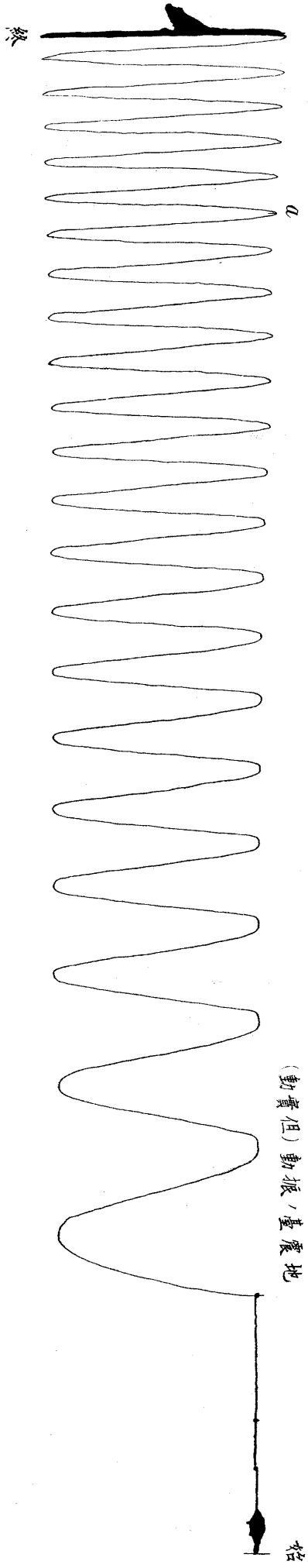
試驗破壞柱瓦煉号(4)第

(七十動振復往一子振時垂予以三間時、間記時、個三九七降相)



格

(動實但) 動振、震地



線圖合

破壞柱瓦煉、於二点a

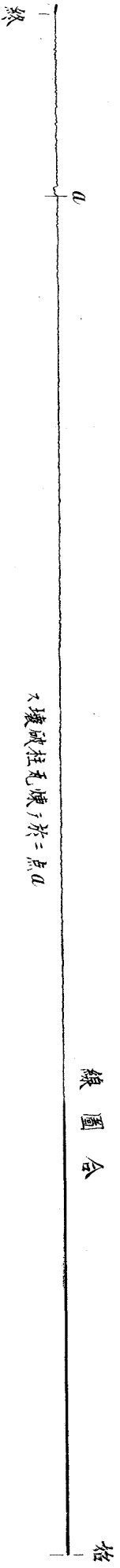


圖 拾 第

驗試倒轉柱号E₂ = 并環破柱瓦煉号(18)第

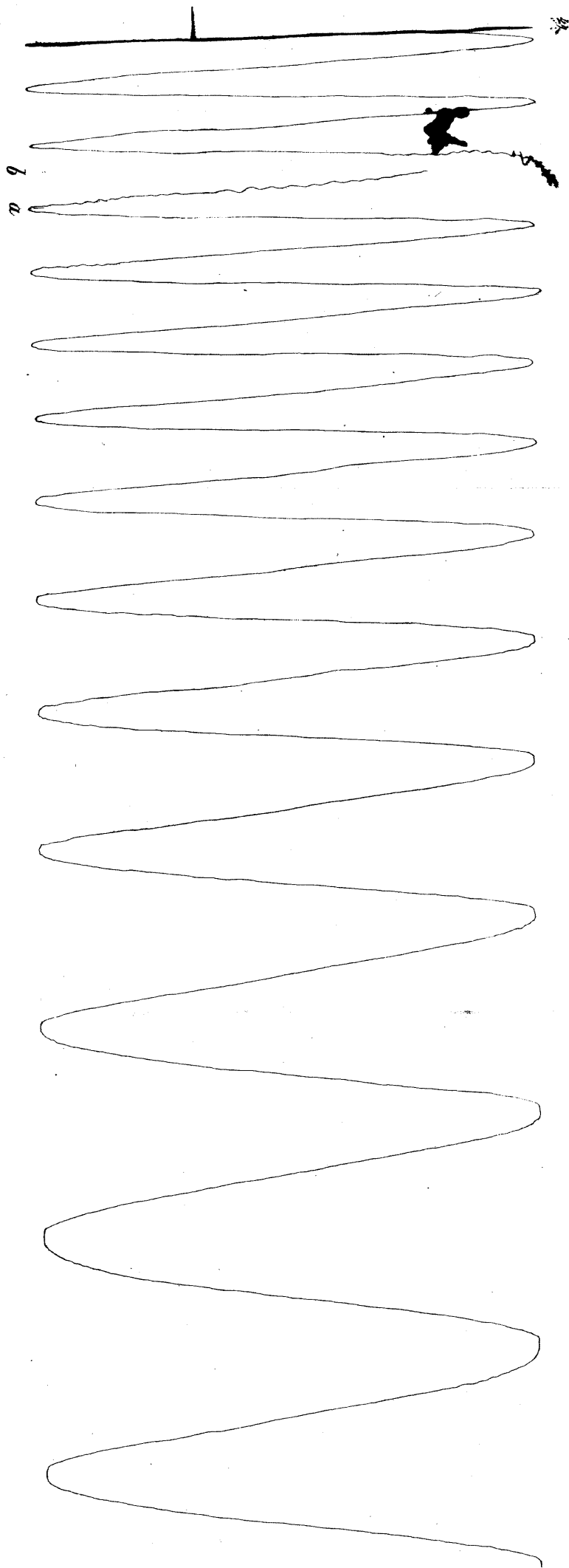
b a

終
終
(17) + 動振復往一子振時重ヲ以ヲ間時 間記時 個三ハ七隣相)

0.77 秒

時

(動實但) 動振 / 臺震地



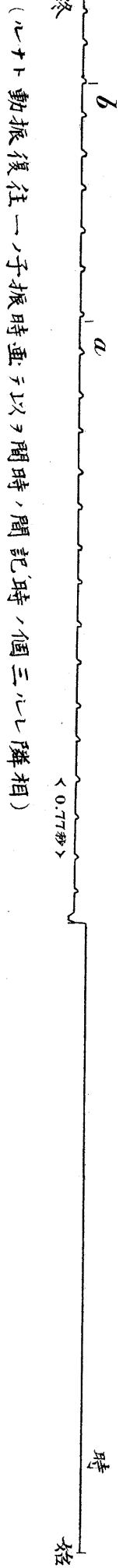
b a

線 圖 全

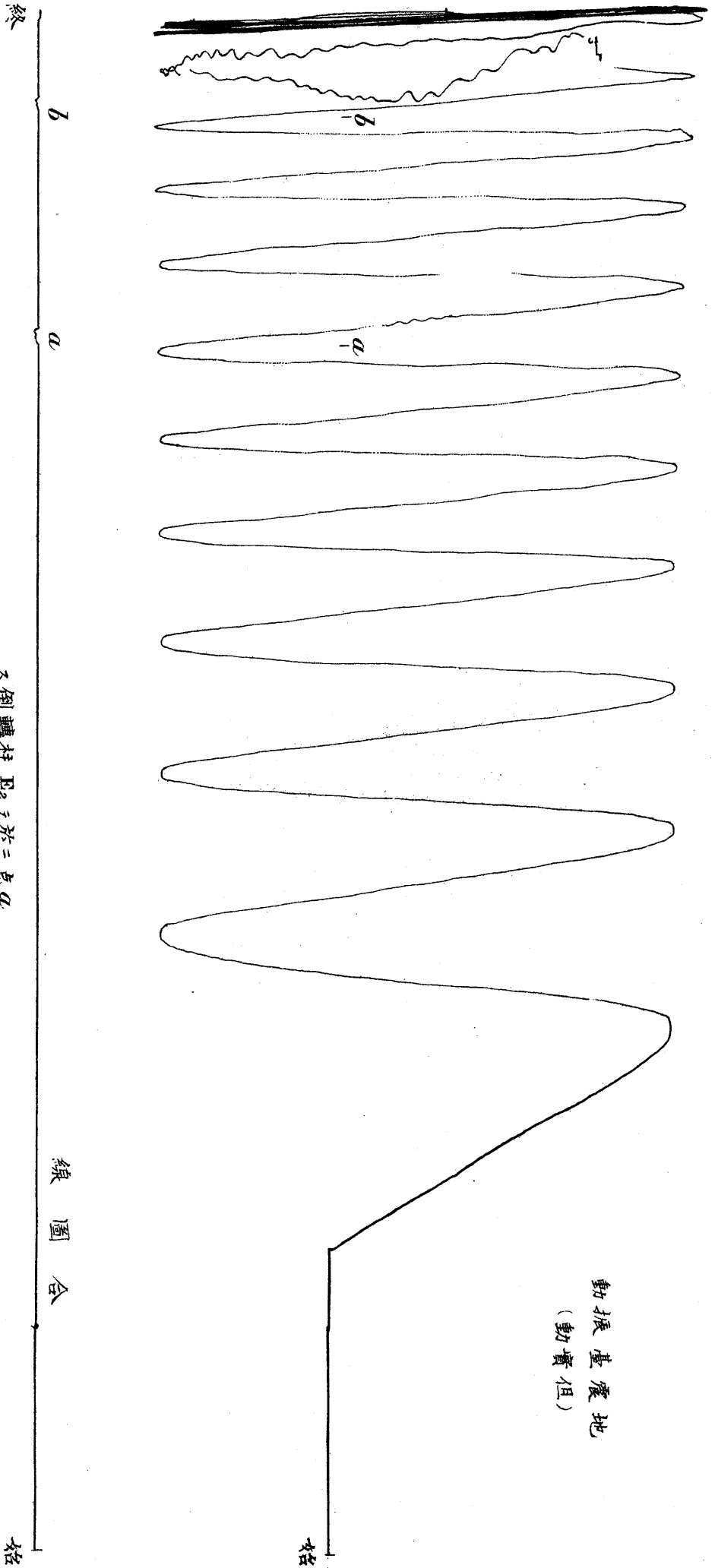
ノ環破柱瓦煉ヲ於ニ点a
ノ倒轉柱E₂ヲ於ニ点b

圖一拾第

試驗ノ倒轉柱 E₂ニ并壞破柱瓦煉ヲ(16")第



動振臺震地
(動實但)

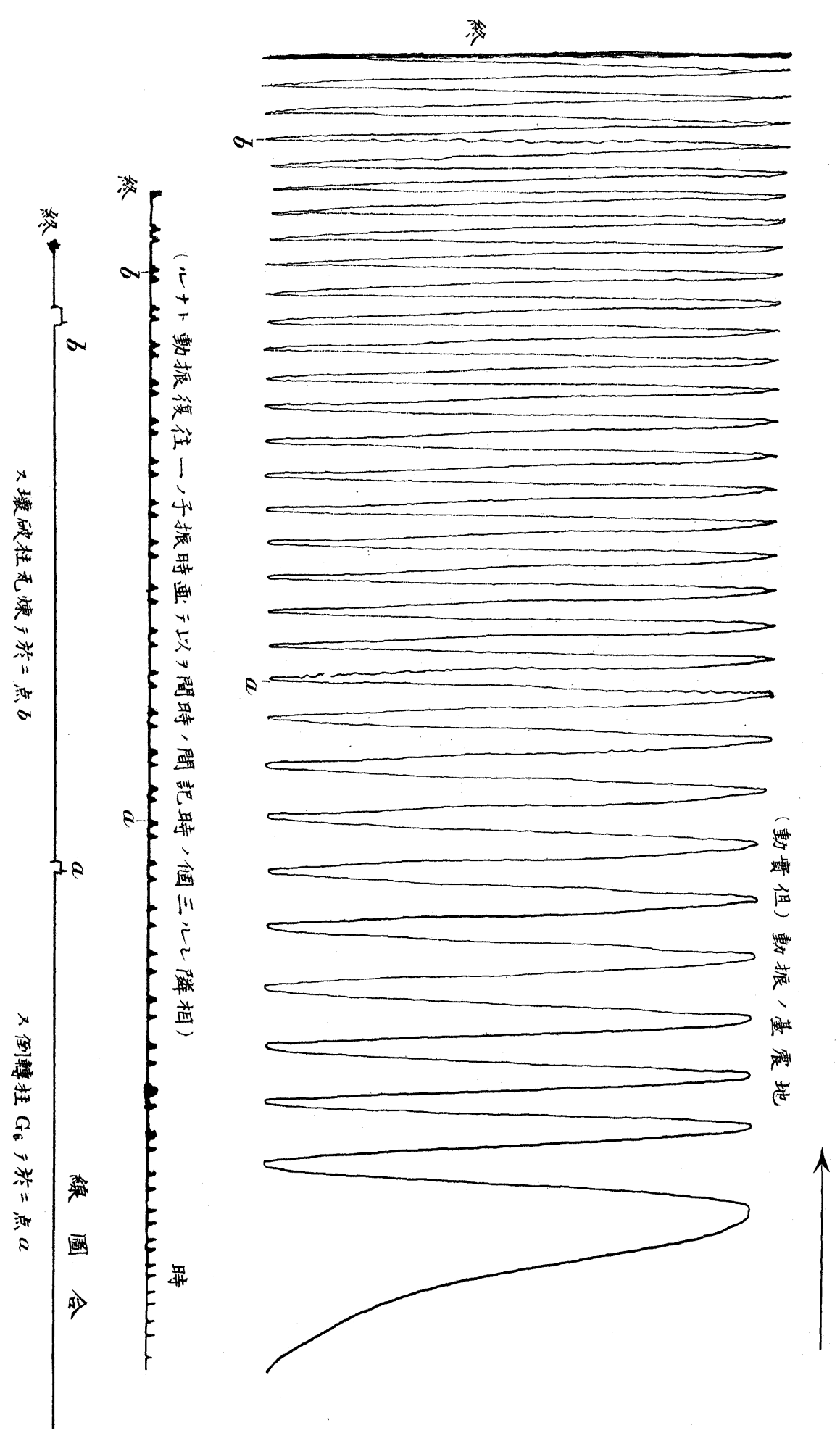


ノ倒轉柱 E₂ヲ於ニ点 a
ノ壞破柱瓦煉ヲ於ニ点 b

線圖合

圖二十拾第

驗試ノ倒轉柱 G₆ 及柱瓦煉号(18)第



又壞破柱瓦煉ヲ於ニ点 b

又倒轉柱 G₆ヲ於ニ点 a

圖三拾第

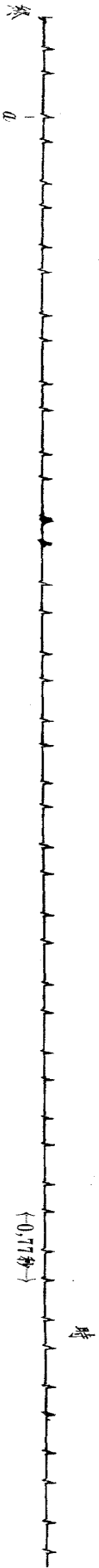
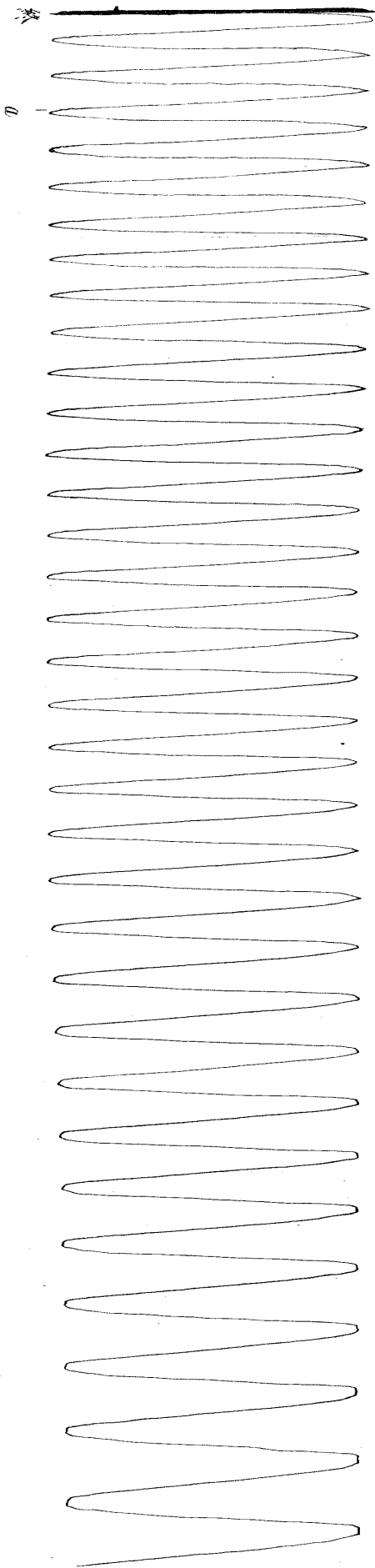
試驗破壞柱瓦煉号(18)第

線圖合



(動量但) 動振 / 臺震地

位

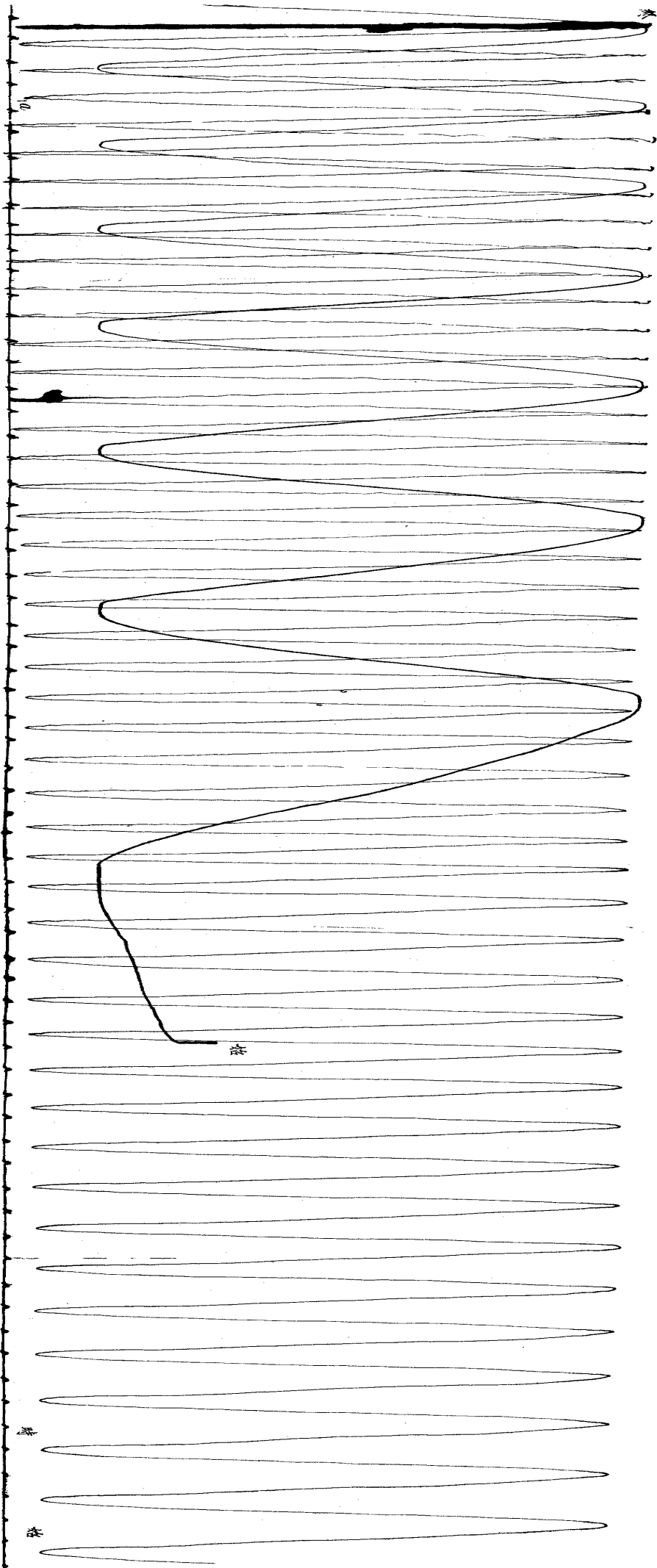


(破壞柱瓦煉号(18)第) 動振復位一子振時重以時間時間記時一個三心隣相

圖四拾第

驗試樓成柱瓦線号四第

(動量阻) 動振 / 量度地



線

a

(七十) 動振後往一十振時重以三開時開托時(個三) (降坦)

(0.77步)

線

線圖公

線

a

不樓成柱瓦線号四第

第五拾圖

(10) 振振儀任一子振時重以時間時間記時(個三心陣相)

0.077 秒

時

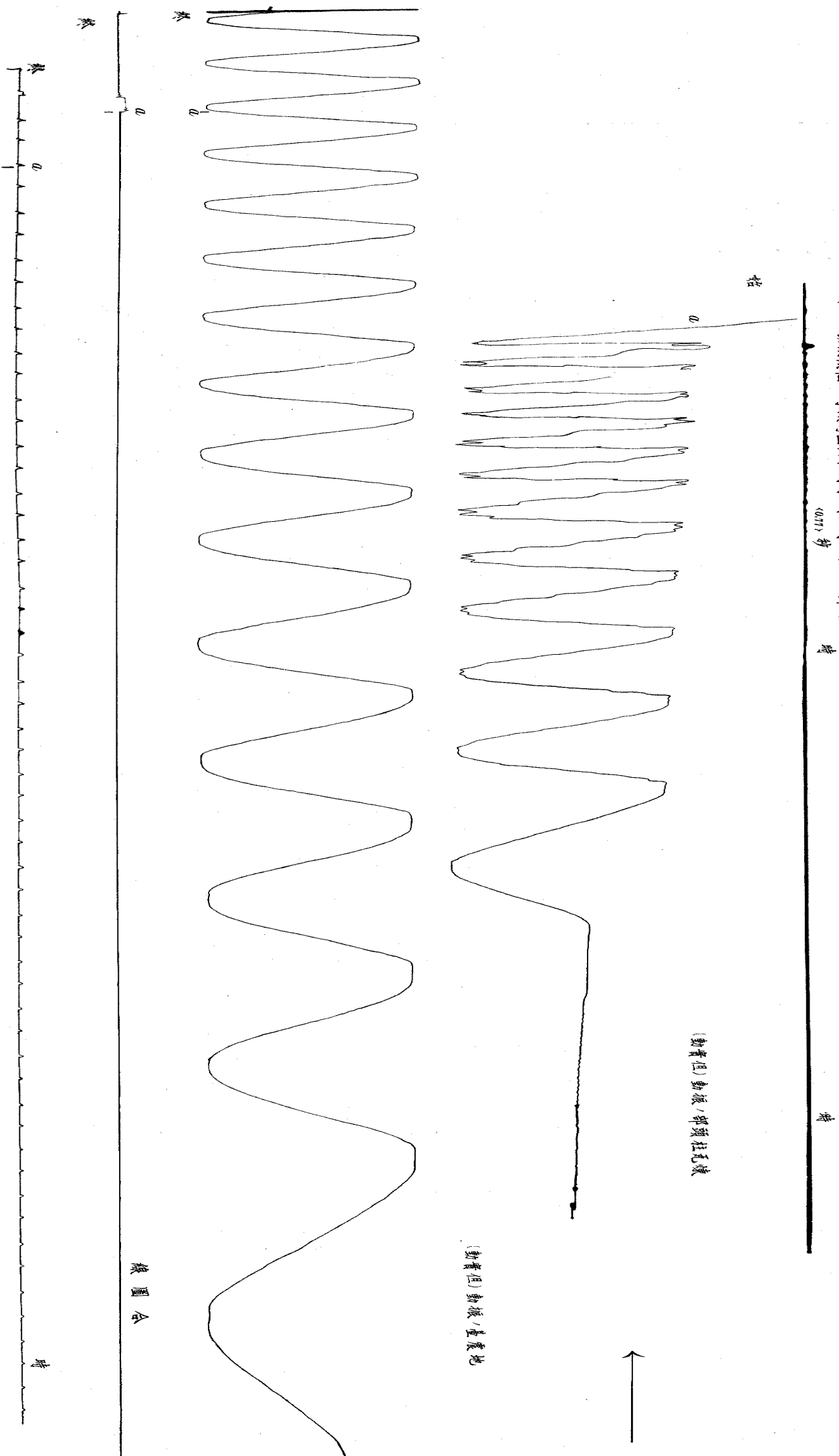
驗試環成柱瓦煉(0)第

時

(動實但) 振振(卸頭柱瓦煉)

(動實但) 振振(壹度地)

線圖合



(又環成柱瓦煉(於二點0))

第三表(甲)ニハ煉瓦柱臺無しノ分ノミヲ掲グ其第三行目ニ與
 フルハ此等ノ柱カ地震臺ニ第六圖ニ示セル金具ヲ以テ取附ク
 ラレタルトキ金具以上ノ高サニシテ其最大ナルハ千五百九十
 「ミリメートル」、最小ナルハ五百三十二「ミリメートル」ナリ
 又(乙)ニハ「コンクリート」臺附キノ煉瓦柱ノミヲ掲グ其第二
 行目ニ與フルハ柱ノ高サ即チ「コンクリート」面以上ノ高サニ
 シテ最大ナルハ千八百十「ミリメートル」最小ナルハ七百二十
 「ミリメートル」ナリ

煉瓦柱四十三個ノ内ニテ高サノ割合ニ低キ爲メ破壊セザルモ
 ノ二個アリシガ其他ハ凡テ下部ニ於テ破壊セリ詳言スレバ柱
 ノ全ク根本ヨリ或ハ非常ニ根本ニ近キ個所ヨリ破壊セルモノ
 三拾九個アリテ残りノ二個即チ 20.*21.*號柱ハ各々根本ヨリ
 二百十七「ミリメートル」(取附ク金具以上ノ高サ七分ノ一ニ
 當ル)及ビ三百四十「ミリメートル」(「コンクリート」臺以上
 ノ高サ五分ノ一ニ當ル)ノ個所ニテ破壊シタルガ此等ハ例外
 ト見做スベクシテ一般ニ柱ノ最弱點ハ其根本ニアルコト明瞭
 ナリ

煉瓦柱ノ破壊スルハ常ニ煉瓦ノ接合個所ニ於テセリ以テ接合
 個所ノ弱キコトヲ知ルベシ又破壊セル狀況ニ二種アリテ(第
 一)一部分ハ膠泥ト煉瓦ノ接合面ヨリノ離レ、一部ハ膠泥及

煉瓦ノ破壊ニ因ルモノト(第二)全ク膠泥ト煉瓦トガ接合面ヨ
 リ離ルルニ因ルモノトアリ而シテ五分一煉瓦並ニ二分一煉瓦
 ヲ用井タル柱ノ場合ニハ煉瓦ガ弱キ爲屢々第一種ノ破壊狀況
 ヲ呈シタルトモ普通大ノ煉瓦ヲ用井タル第 22 號乃至第 24
 號ノ七柱ノ場合ニハ煉瓦ガ強キ爲ニ僅ニ第 24 號柱ノ場合ニ
 第一種ノ破壊方ヲ呈シタルノミニシテ他ハ皆第二種ノ破壊
 方ヲ示シタリ上質ノ煉瓦ト上質ノ膠泥トヲ用井ルトキハ煉
 瓦ノ強サヲ限リトシ其迄ハ煉瓦柱ノ強サヲ増スコトヲ得ベシ

一九(煉瓦柱破壊試験ノ計算) 煉瓦柱破壊試験ノ成

績ヲ調査センニハ(第一)地震臺振動ノ強サヲ計リ(第二)第
 (4)或ハ第(5)式ニ依リ柱ノ耐震力ヲ算出スルヲ要ス

(第一)「地震臺振動ノ強サ」第(七)章ニ記述セル方法ニ依リ
 煉瓦柱破壊試験ニ於テ一々地震臺ノ振動及柱ノ破壊セル時刻
 ヲ記録シタルバ其ヨリ各煉瓦柱ガ破壊セラレタル時ノ地震臺
 ノ一往復振動ニ就キ振幅(a トス)及ビ往復振動期(T トス)ヲ
 計リテ其最大加速度(A トス)ヲ左式ニ依リテ算出セリ

$$A = \frac{4\pi^2 a}{T^2} \quad (6)$$

地震動ノ最大加速度ハ其強サヲ示スモノト見ルベク即チ第(3)
 式等ニ於テ地震動ノ破壊力ヲ代表スルモノナリ

(第二)第(4)或ハ第(5)式ヲ用井テ煉瓦柱ノ厚サ($2a$ トス即チ斷面ノ震動ノ方向ニ於ケル大サナリ)、斷面ノ積及形狀、柱ノ切斷面以上ノ高サ(f トス)、及ヒ其伸張抵抗力ヨリ柱ノ耐震力即チ柱ノ耐ヘ得ベキ加速度(a トス)ヲ計算スルヲ得ベシ、故ニ a ハ煉瓦柱ヲ破壊スルニ足ルベキ加速度ノ最小價値ナリト知ルベシ而シテ試験ノ主眼トスル所ハ斯クシテ煉瓦柱ニ就キテ計算シ得タル a ガ第(6)式ノ與フル地震臺振動ノ強サ(A)ニ等シキヤ否ヤヲ調査スルニ在リ第(3)乃至第(5)式ニ依リテ任意ノ一煉瓦柱ノ耐震力ヲ計算セントスルニハ其最弱點ノ位置即チ最破壊シ易キ個所ヲ知レルモノト假定ス此レ實際ニ於テハ見出シ難キ事ニアラザルベシ例之バ目下論シツ、アル等一^{エニフオ}截面ヲ有スル柱ノ場合ニテハ第(一八)章ニ記シタル如ク其根本カ最弱ノ個所トナル但シ實際任意煉瓦柱ノ接合個所ニ於ケル膠泥ノカハ場所ニ依リテ多少ノ不同アルハ免レザル所ナルヲ以テ全ク根本ヨリセズシテ根本ニ近キ個所ヨリ破壊スルモノモアレバ計算ニ付キテハ毎回必切斷面以上ノ高サヲ取リテ柱ノ高サト見做シタリ

煉瓦柱破壊試験ノ結果ヲ以上ノ二様ニ分チテ計算シタル成績ハ試験ノ順序ニ從ヒ第四表ニ示ス

第四表 煉瓦柱破壊試験成績表

$2x$ = 柱ノ厚サ; $2y_0$ = 同切斷面以上ノ高サ; F = 伸張抵抗力; α = 柱ヲ破壊スベキ加速度(但シ第(4)及(5)式ニ依ル).

$2a$ = 地震臺ノ實動; T = 振動期; A = 最大加速度.

破壊試験年月日	煉記瓦柱號	煉瓦柱耐震力ノ計算 但シ(4)(5)式ニ依ル					煉瓦柱ヲ破壊セル地震臺振動			比 $\frac{A}{\alpha}$	伸張抵抗力ヲ試験セル年月日
		$2x$ 「ミリメートル」	$2y_0$ 「ミリメートル」	斷面ノ積 平方「ミリメートル」	F 吋及封度ヲ單位トス	α 秒「ミリメートル」ヲ單位トス	$2a$ 「ミリメートル」	T 秒	A 秒「ミリメートル」ヲ單位トス		
明治卅一年拾月十二日	1	96	560	96×120	55.3	21200	111	0.37	16000	0.8	明治卅一年十二月十四日
	7	72	660	72×97	43.8	10100	97	.57	5900	6	”
	8	72	660	72×97	43.8	”	95	.58	5580	.6	” *
	17*	230	1530	230^2	41.3	5800	99	.50	7850	1.3	卅一年十二月十六日
	19*	233	1620	$133-131$	最初ヨリナル堅割	根本ニ小アリ	90	.81	2710	”	卅一年十二月十四日
	19’*	233	1440	”	64.2	13300	107	.40	13200	1.0	”
	19’’*	”	1230	”	39.2	11100	97	.64	4680	.4	”
	3	96	720	120^2	42.9	11000	109	.52	8000	.7	”
	6	97	650	97^2	69.3	22200	69	.37	9840	.4	卅一年十二月十六日
	9	72	720	72×97	58.8	11400	53.5	.70	2170	.2	”
9’	”	604	”	”	16200	70.5	.43	7520	.5	”	
9’’	”	490	”	”	24400	76.5	.29	17900	.7	”	
卅一年十月廿六日	11	111	720	111^2	47.4	12400	43.4	.33	7900	.6	卅一年十二月十四日
	11’	”	650	”	53.3	17200	49	.23	20000 (破壊セス)	—	”
	23	230	1370	230^2	53.6	9850	44.5	.32	8650	1.0	卅二年二月四日及廿六日
	23’	”	1100	”	”	13900	46	.32	8880	0.6	”
	23’’	”	894	”	77.2	30200	56	.23	21300 (破壊セス)	—	”
	14	232	1440	110×232	33.7	5200	40	.48	3430	.7	卅一年十二月十四日
	14’	”	1120	”	”	8700	454	.32	8780	1.0	”
	14’’	110	970	”	”	5500	397	.49	3270	.6	”
	14’’’	”	680	”	”	11100	107	.48	8950	.8	”
	16	230	1540	230^2	51.2	6900	108	.51	8200	1.2	”
16’	”	1190	”	”	11600	112	.35	18000	1.6	”	
三十二年一月廿七日	18	230	1570	230^2	43.8	5600	103	.62	5960	1.1	卅二年二月廿一日
	18’	”	1360	”	”	7400	105	.50	8300	1.1	”
	18’’	”	1120	”	”	11000	112	.39	14600	1.3	”
	10	111	760	111^2	45.1	11800	103	.59	5850	0.5	卅二年三月廿七日
	12	110	768	111^2	33.4	8700	47.5	.58	2790	.3	卅二年三月廿七日

*第8號柱ノ伸張抵抗力ノ測定ヲ欠キタルヲ以テ同形ナル第7號柱ノ分ヲ取り 43.8 封度トシテ計算セリ

破年 壞月 試日	煉記 瓦 柱號	煉瓦柱耐震力ノ計算但シ(4)5)式ニ依ル					煉瓦柱ヲ破壞セル地震臺 ノ振動			比 $\frac{A}{a}$	伸張抵抗力 ヲ試驗セル 年月日
		2x 「ミリメート ル」	2y ₀ 「ミリメート ル」	斷面ノ積 平方「ミリメー トル」	F 吋及封度ヲ 單位トス	a 秒「ミリメート ル」ヲ單位トス	2a 「ミリメート ル」	T 秒	A 秒「ミリメート ル」ヲ單位トス		
卅 二 年 二 月 一 日	13	110	1550	110×230	34.2	2100	4.6	0.76	1570	.8	卅二年二月廿六日
	13'	''	1290	''	19.3	1750	46.5	.72	1790	1.0	''
	13''	''	1080	''	34.2	4400	46.5	.72	1790	.4	''
	13'''	''	900	''	''	6300	49.7	.42	5570	.9	''
	13''''	''	610	''	''	13800	57.	.29	13400	1.0	''
卅 二 年 四 月 二 日	21 ²	233	1470	$\frac{230-123}{2}$	31.3	5950	111	.72	4250	0.7	卅二年三月八日及 四月五日
	24	220	1620	$\frac{220}{2}$	130.4	15100	126	.46	11800	0.8	卅二年三月六日 及三月卅日
	24'	''	1350	''	''	21500	126	.39	16800	0.8	''
卅 二 年 二 月 十 五 日	22	230	1240	$\frac{230}{2}$	105.	15300	123	.44	12600	0.8	卅二年三月廿八 日及三十日
	22'	''	962	''	64.0	13700	128	.38	17600	1.3	''
	20*	233	1300	$\frac{233-133}{2}$	57.9	14700	119	.54	8000	0.5	卅二年三月十日
	20'*	''	944	''	''	27900	123	.45	11900	0.4	''
	21'*	230	1120	$\frac{230-123}{2}$	46.1	15100	115	.60	6300	0.4	卅二年三月八日 及四月五日
	15'	110	1040	110×232	44.7	4650	109	.89	2720	0.6	卅二年三月廿七 日
	15''	''	756	''	30.2	10200	118	.51	8950	0.9	''
平均										0.8	

第四表ニ示ス如ク煉瓦柱ヲ破壊セル地震臺ノ實動（水平動以下倣之）ハ三十九、七「ミリメートル」乃至百二十八「ミリメートル」ニシテ明治廿七年東京大震ノ際本郷ニ於ケル最大水平動ハ七十一「ミリメートル」ナリシヲ見レバ其大サハ何レモ強震以上大震ノ部ニ屬スベキモノナルヲ知ルベシ而シテ復振動期ハ〇、二三秒乃至〇、八九秒ニシテ其最大加速度ハ一秒時間ニ付キ千五百七十「ミリメートル」乃至二万三千三百「ミリメートル」ニ及ヒタレバ震動ノ「強サ」ハ前記東京大震ノ際本所深川其他ノ下町ニ於ケル震度ヨリハ一層強キモノヲ始メトシテ如何ホド激烈ナル大地震ニ於テモ有り得ベカラサル程ノ震動ノ強サヲ現シタリト謂フベシ（濃尾地震ノ條ヲ參照スベシ）而シテ尙第11號及第23號柱ノ如キハ破壊スルニ至ラザリシヲ以テ見レバ單一ナル煉瓦柱、壁、橋脚等ノ如キ類ハ其構造ニ依リテ如何ナル大震ニモ耐ヘ得ベキ様ニナスコト出來難キモノニアラザルヲ推知スベシ

今第四表ニ就テ煉瓦柱ノ耐震力ト見做スベキト地震臺振動ノ「強サ」ヲ現ハスナルAトヲ對照スルニ此種ノ實驗ハ極メテ困難ニシテ結果ハ時トシテハ單ニ其數位ヲ示スニ止マルヲアルヲ思ヘバ兩者ノ相近似スルハ頗ル満足ナリトセザルベカラズ即チA₁ノ比ハ總數四十一回中七回ノ實驗ニ於テハ〇、二乃至

〇、四ナル小數ヲ示シ又四回ノ實驗ニ於テハ一、三乃至一、六ナル大數ヲ示シタレトモ其平均價值ハ〇、八ニシテ一ニ近キモノトナルナリ」ノ計算ニ於テ最モ困難ナルハF即煉瓦柱伸張抵抗力ノ價值ニシテ接合個所ノ異ナルニ從ヒ多少ノ不同アルハ疑ヲ容レズ而シテ煉瓦柱ハ根本ニ近キ接合個所ノ内ニテ最弱ナル所ヨリ破壊セラル可クレバ第（一七）章ニ論シタル如ク其破壊ガ膠泥ト煉瓦ト相離レタルニ歸因スル場合ノ計算ニハFノ價值モ亦伸張抵抗力ノ試驗ニ於テ煉瓦ト膠泥ガ接合面ヨリ離レタルモノヲ用井タレバ第四表ノ計算ニ適用シタルFハ尙一般ニ實際ノ價值ヨリハ少シク過大ナルベシト思ハル、又膠泥ノ強サハ其接合ヲ終リタル時ヨリノ日數ニ關シ六ヶ月若クハ一年後ニ及ブモ尙少シク時ト共ニ増加スルモノナリ然ルニ余ガ煉瓦柱ノ破壊試驗ヲ爲シタルハ其接合ヲ終リシ時ヨリ約五ヶ月乃至十ヶ月ノ後ニシテ伸張抵抗力ノ測定ヲナシタルハ大抵破壊試驗ヲ舉行シテヨリ廿日乃至約二ヶ月ノ後ニアリタレバ測定シ得タルFハ破壊試驗ノ當時ニ於ケルモノヨリハ少シク大ナリシニハ相違ナシ此等ノ二事實ハ共ニ第四表中ノAヲシテ少シク過大トナラシムレバ若シFノ價值ヲ正シク測定シ得ベシンバA₁ノナル比ノ平均價值即〇、八ヲシテ今少シク一ニ近ヅカシムルヲ得ベキモノト斷定セザルベ

カラズ

結論」以上ノ結果ニ依リ第(3)(4)(5)式ハ實際格別ノ誤リナクシテ壁及柱ノ耐震力ヲ與フルモノト見做スベシ

次ニ第(4)(5)式ニ就キテ一二ノ特點ヲ示スベシ

第(4)(5)式ニ依レバ任意ノ等一截面ヲ有スル煉瓦柱ノ耐震力ハ其高サ即チ $2\frac{1}{2}$ ノ自乘ニ反比例ス即チ高サヲ増スト共ニ柱ノ耐震力ハ非常ニ急速ニ減スルモノナレバ高キ柱ハ到底激震ニ抵抗スル能ハザルモノト見ルベシ

第(4)式ニ依レバ任意ノ高サヲ有スル等一截面ノ實柱(中空ニアラザルモノ)ノ耐震力ハ單ニ其厚サ 2.5 (地震動ノ方向ニ於ケル厚サ)ニ比例ス

以上ニ記ルシタル如キ煉瓦柱耐震力ト其高サ及ヒ厚サトノ關係ハ柱ニ通常ノ外力ヲ加ヘテ屈撓セシムル場合即チ屈撓ニ抵抗スル柱ノ能力ハ其高サニ反比例シ又其厚サノ自乘ニ比例スルトハ異ナルヲ見ルベシ此ノ差異ノ起ル所以ハ地震動ノ柱ヲ屈撓セントスル強サハ柱自己ノ質量ニ地震動ノ最大加速度ヲ乘シタル力ニシテ獨立ニ外ヨリ動ク所ノ力ニ非ザレバナリ

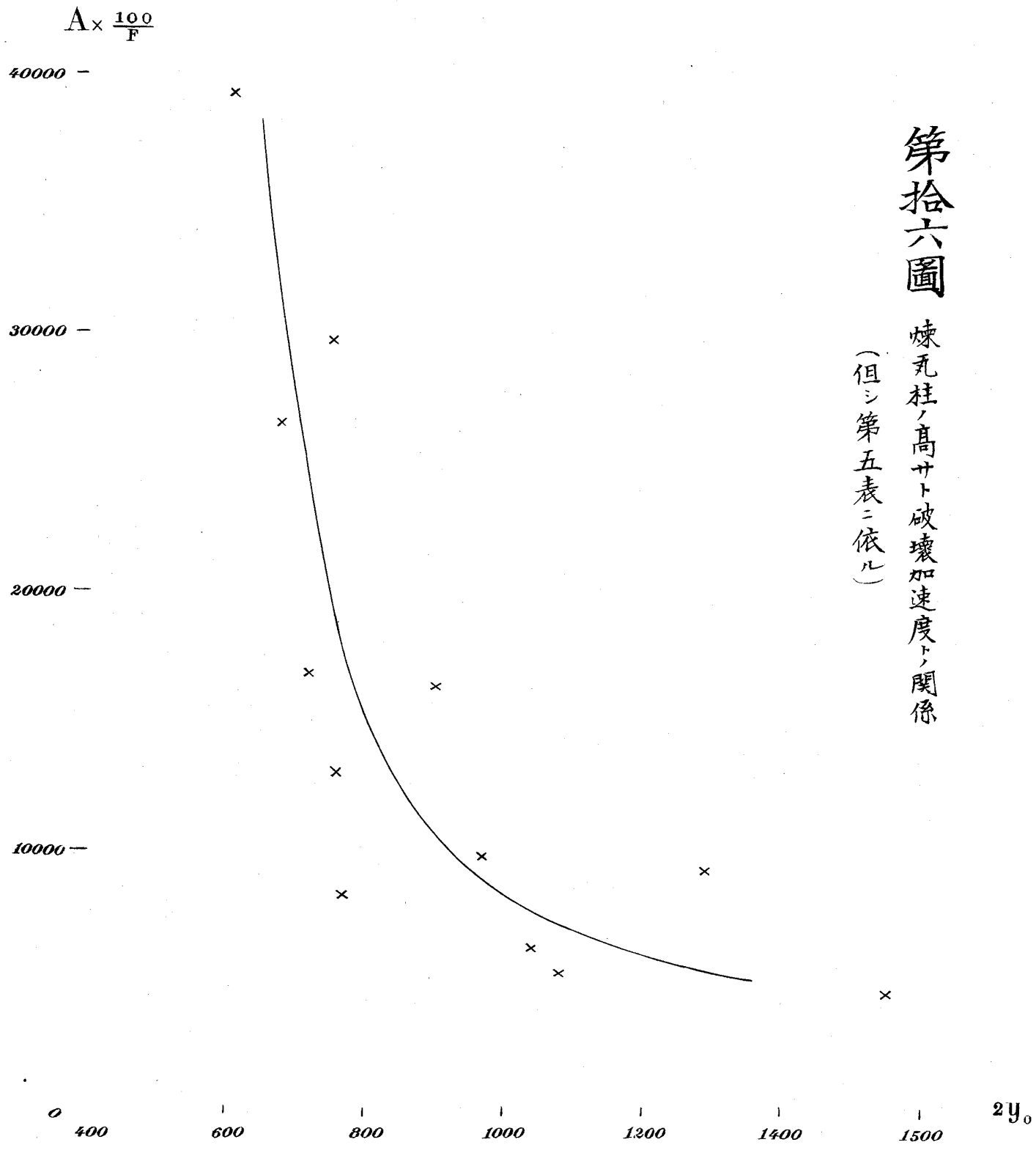
第(3)式ニ依レバ一般ニ煉瓦柱耐震力ハ其伸張抵抗力 F ニ比例スルモノトス然ルニ實際ハ接合個所ノ方大抵煉瓦自己ヨリモ非常ニ弱クレバ取リモ直サズ F ハ接合個所ノ強サヲ示スモ

ノナリ換言スレバ煉瓦柱ノ耐震力ハ其膠泥ノ強サニ比例スル「トナル」又既述セル如ク等一截面ノ實柱(第(4)式)耐震力ハ其厚サニ比例スルモノナレバ今任意ニ此種ノ一煉瓦柱アリト假定シテ高サヲ變スル「トナクシテ其耐震力ヲ n 倍增大ナラシメンニハ其厚サ (2.5) ヲ n 倍ノ大トスルカ、或ハ厚サヲ原ノ儘ニ存シ置キテ單ニ膠泥ノ強サヲ n 倍大ナラシムルトモ何レニテモ可ナリトス此ノ結論ハ柱ノミニ限ラズ煉瓦家屋ノ壁、鐵橋ノ煉瓦橋脚等ニモ同シク適用スベキモノニシテ之ニ由テ見レバ耐震ノ目的ヲ以テ單ニ柱壁等ノ厚サヲ増スト云フハ漠然タル嫌アリ即厚サノ代リニ其質ノ膠泥ヲ以テ補フコトヲ得ル場合モ多カルベシ是レ經濟上ヨリ若クハ場所ヲ節スルノ點ヨリ實際ニ於テ深ク注意ヲ要スル所ナリトス」因ニ記ス F ノ最大價值ハ膠泥ノ接合力ガ煉瓦自己ノ強サニ達スルヲ以テ限界トナセバ即チ一平方吋ニ付キ三百封度内外ナルベシ

二〇〔煉瓦柱ノ高サト破壊加速度トノ關係〕此ノ關係ヲ見ン爲ニ第五表ニ百「ミリメートル」ナル同一ノ厚サヲ有スル(一一)ノ場合ニハ百「ミリメートル」第「一〇」號乃至第「二」號柱ノ破壊試驗ノ成績ヲ集メタリ但シ此等諸柱ノ伸張抵抗力 F ハ同一ナラザレバ凡テテ同一ノ伸張抵抗力ヲ有スル場合ニ直サン爲ニ各柱ヲ破壊セル地震臺振動ノ最大加速度

第拾六圖

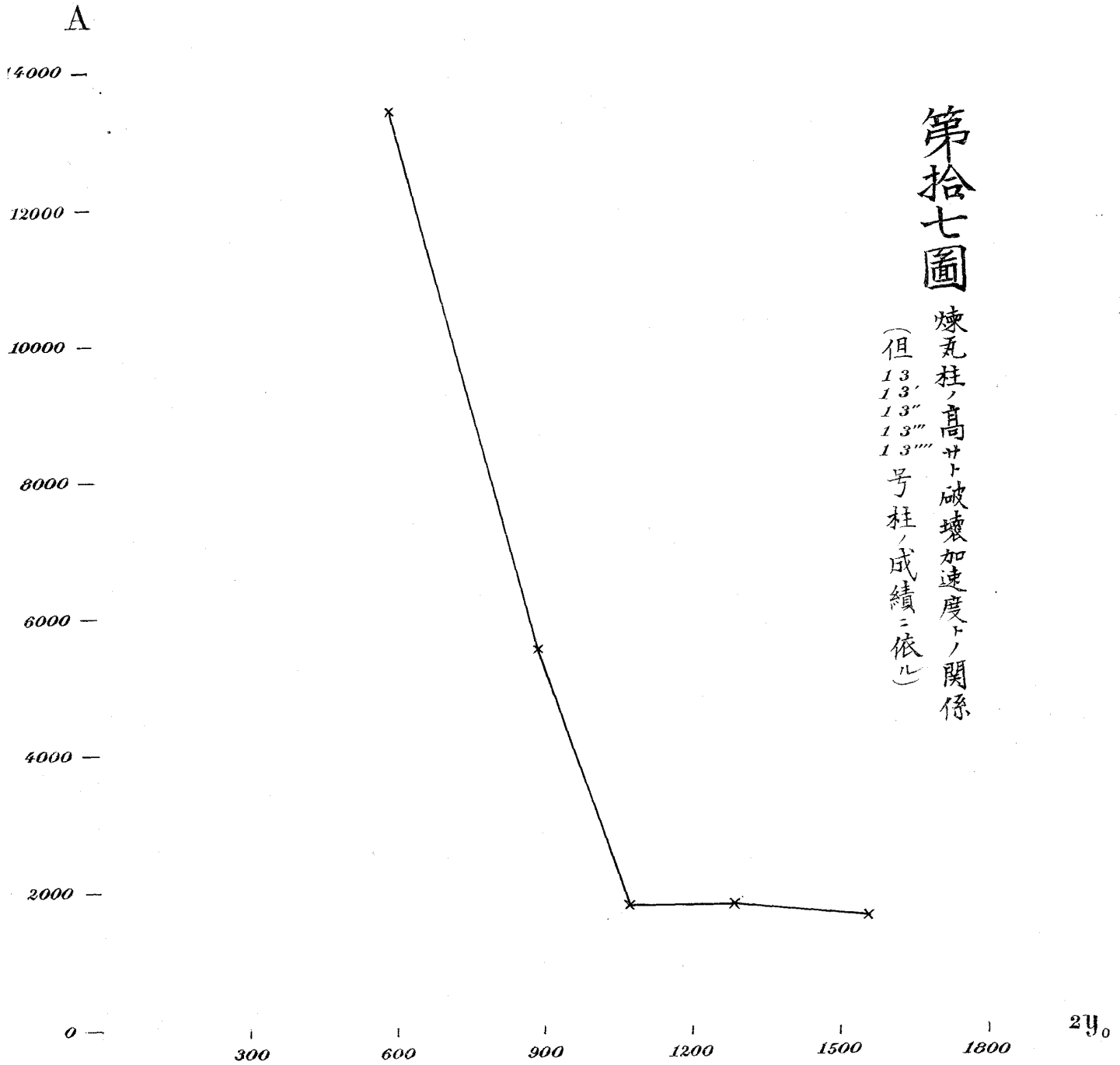
煉瓦柱ノ高サト破壊加速度トノ關係
 (但シ第五表ニ依ル)



$2y_0 =$ 柱ノ切斷面以上ノ高サ(ミリメートル)
 $A \times \frac{100}{F} =$ 破壊加速度(秒及ビ「ミリメートル」ヲ單位トス)

第拾七圖

煉瓦柱ノ高さト破壊加速度トノ關係
 (但 13' 13" 13''' 13'''' 号柱ノ成績ニ依ル)



$2y_0$ = 煉瓦柱ノ高さ (ミリメートル)

A = 煉瓦柱ヲ破壊セシ地震臺ノ加速度 (秒及ビ「ミリメートル」ヲ單位トス)

Aヲ各自ノFニテ除シ更ニ100ヲ乗シタリ即チ便宜ノ爲メ各柱ノ伸張抵抗力ハ一平方吋ニ付キ百封度ナリト假想シタルコトトナル其結果ハ表ノ終行ニ掲グ之ヲ第十六圖ノ如ク曲線ニテ現ハセバ破壞加速度 $(A \times \frac{100}{F})$ ハ殆 $2f$ ノ自乘ニ反比例スルヲ認ムベシ

又第十七圖ハ同一柱ニ屬セル第13號乃至第13'''號柱ノ高サト地震臺ノ破壞加速度トノ關係ヲ示ス此ノ場合ニモ $2f$ ガ増ストキハAハ非常ニ急速ニ減下スルヲ見ルベシ

第五表 煉瓦柱ノ高サト破壞加速度トノ關係

$2x$ = 煉瓦柱ノ厚サ即橫幅
 $2y_0$ = 同上切斷面以上ノ高サ
 F = 伸張抵抗力
 A = 地震臺ノ最大加速度

煉瓦柱 記號	$2x$ ミリメートル	斷面ノ積 平方ミリメートル	$2y_0$ ミリメートル	A 秒「ミリメー トル」ヲ單位 トス	F 吋封度ヲ 單位トス	$A \times \frac{100}{F}$
11	111	111^2	720	7900	47.4	16700
14''	110	110×232	970	3270	33.7	9750
14'''	''	''	680	8950	''	26500
10	111	111^2	760	5850	45.1	13000
12	110	110^2	768	2790	33.4	8350
13	''	110×232	1550	1570	34.2	4580
13'	''	''	1290	1790	19.3	9280
13''	''	''	1080	1790	34.2	5230
13'''	''	''	900	5570	''	16300
13''''	''	''	610	13400	''	39300
15'	''	''	1040	2720	44.7	6100
15''	''	''	756	8950	30.2	29600

一一一〔中空柱ニ就キテ〕煉瓦柱ノ截面等一ナレバ(4)式

ハ其正方形ナルトキ又(5)式ハ中空正方形ナルトキノ耐震力ヲ與フ而シテ第(5)式ハ次ノ如ク書キ直ホスヲ得レバ

$$\alpha = \frac{2gF}{3w_0^2 f^2} \left(w_0 + \frac{w_1^2}{w_0} \right)$$

若クハ2fノ價值が同シトキハ第(5)式ノ方第(4)式ヨリモ理論上大ナルヲ與フルナリ換言スレバ高サ及ビ外邊ノ長サ同一ナルトキハ中空柱ハ實柱ヨリモ大ナル耐震力ヲ有スルモノトス、但中空柱ノ場合ニハ壁ノ厚サが充分大ニシテ其諸邊が互ニ獨立シテ運動スルコト無キヲ要ス然ラズンバ第(5)式ヲ適用スルコト能ハズ從テ此結論ハ當ラザルベシ

一一二〔煉瓦柱ノ耐震力ヲ等一ニスルコト〕Uniform strength

煉瓦柱ノ截面等一ナレバ第(3)式ヲ次ノ如ク書シ得ヘシ(sヲ截面ノ積トス)

$$\alpha = \frac{1}{I} F \quad (1)$$

而ノ何レノ截面ニ就キテモI α_0 及ビsハ不變ナレバ α ハ2fノ自乘ニ反比例スルナリ即此種ノ柱、壁等ハ其根本が最弱個所タルコト既ニ破壊試験ノ成績ニ依リテモ明カナリ(第三表參照)此ノ結論ハ同シク鐵橋ノ煉瓦若クハ鐵筒ノ橋脚ニモ適用スベク其根本ヨリ切斷セラル、コト濃尾地震ノ際、木曾川、長良川、衣斐川等ノ諸鐵橋が皆地面際ヨリ破壊セラレタルヲ

以テ知ルベシ

上述ノ理ニ由リ等一截面ヲ有スル普通形狀ノ柱、壁、橋脚等ニシテ任意ノ地震強度Aニ耐ヘシメントスルニハ其ノ根本ニ於ケル耐震力 α ヲシテ少ナクモAニ同等ナラシメザルベカラズ是レ甚ダ不經濟ノ事ナレバ次ニ截面ノ正方形、長方形及ビ圓形ナル實柱(壁、橋脚ノ類ヲモ含有ス、以下做之)ヲシテ等一ノ耐震力ヲ有セシムル形狀ヲ算出スベシ即 $2\alpha_0$ ヲ任意ノ截面ニ於ケル厚サトシ、 y_0 ヲ同截面以上ノ柱ノ高サトスレバ何レノ截面ヲ取ルモ α ヲ不變ナラシムル様ニ α_0 ト y_0 トノ關係ヲ定メントスルニアリ

等一耐震力ヲ有スル柱ハ截面ノ如何ニ關ハラズ圖ニ示ス如ク尖頭ヲ有スベキコト即チ其頂上ハ一點若クハ一直線タルベキコトハ明ラカナリ如何トナレバ若シ然ラズシテ頂上ノ截面が幾何カノ面積ヲ有スレバ非常ニ頂上ニ近キ個所ニ於テハ柱ノ耐震力ハ無限大ノモノトナルベケレバナリ柱ノ頂ヲ座標ノ原點トシ x ノ軸ヲ水平ニ y ノ軸ハ下方ニ垂直ナルモノト定ムベシ

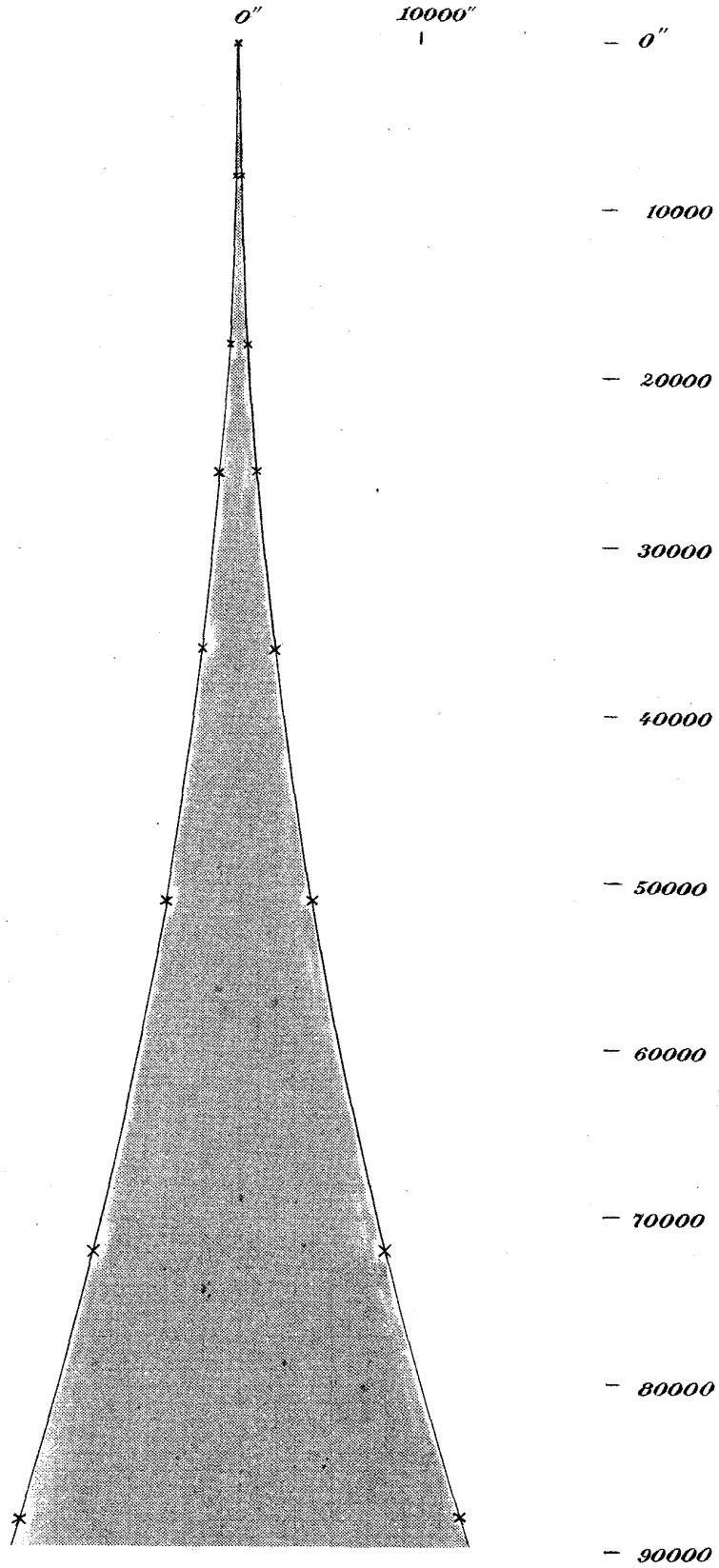
甲〔截面正方形〕任意ノ一截面($2x_0 \parallel x$ 軸、 $y_0 \parallel y$ 軸)以上ノ耐震力ヲ取リ、 f ヲ其截面以上部分ノ重心點ノ(同截面以上ノ)高サ、又Vヲ同部分ノ容積トスレバ次ノ式ヲ得

$$f = \frac{\int_0^{y_0} 4x^2(y_0 - y)^2 dy}{V}$$

等一耐震力ヲ有スル柱ノ圖

截面方形ミニシテ x ト y トノ關係ハ次ノ如シ

$$y^2 = 645000x$$



故ニ第(3)式ハ次ノ如クナル

$$u = \frac{4gF\alpha_0^3}{3w} = \frac{gF\alpha_0^3}{3w}$$

$$3wV = 3w \int_0^{y_0} x^2(y_0 - y) dy$$

上式中 α ヲ不変ナラシムルニハ「カルキユラス、オフ、ペリエーシオン」ノ方ニ依リテ α_0 ト y_0 トノ關係ハ左ノ如クナルヲ要ス

$$y_0^2 = \frac{10gF}{2w} \alpha_0 \quad (8)$$

第(8)式ハ座標原點ヲ頂トナシ外側ニ向テ灣曲スルコト圖ニ示ス如キ拋物線ノ方程式ナリ但此圖ハ

$\alpha = 1000$ 「ミラメーブル」 (明治廿七年六月廿日東京地震ノ際市中下町ニ於ケル震度ニ近キモノ)

$F = 40$ 對度 (即ち北京地震ニ關スル結果ヲ用ノ下條同地震ノ調査文參照)

$$w = 0.0608 \text{ 對度}$$

ト假定シ第(8)式ヨリ得タル方程式即チ

$$y_0^2 = 64500\alpha_0 \quad (\text{吋ヲ單位トス})$$

ナル式ニ依リテ畫キタルモノナリ

(乙)「截面長方形ニシテ其幅即地震動ト直角ナル方向ニ於ケル長サヲ $2b$ トス」此ノ場合ニハ第(3)式ハ

$$u = \frac{4gFb\alpha_0^2}{3w} = \frac{gF\alpha_0^2}{3w}$$

$$3wV = 3w \int_0^{y_0} x(y_0 - y) dy$$

トナル」上式中 $2\alpha_0$ ハ柱ノ任意ノ一截面ノ厚サ即地震動ノ方向ニ於ケル大サニシテ y_0 V f ハ(甲)ニ於ケルト同一ノ意義ヲ

有ス」 α ヲ不変ナラシムルニハ前ト同ク α_0 ト y_0 ノ間ニ次ノ拋物線關係アルヲ要ス

$$y_0^2 = \frac{4gF}{2w} \alpha_0 \quad (9)$$

(丙)「截面圓形ナル場合」任意一截面ノ經ヲ $2\alpha_0$ トシ y_0 V f ハ前ト同様ノ意義ヲ有スルトセバ第(3)式ハ

$$u = \frac{\pi g F \alpha_0^3}{4w} = \frac{g F \alpha_0^3}{4w}$$

$$4wV = 4w \int_0^{y_0} x^2(y_0 - y) dy$$

トナル此ヨリシテ α ヲ不変ナラシムルニハ α_0 ト y_0 ノ間ニ次ノ拋物線關係スルヲ要ス

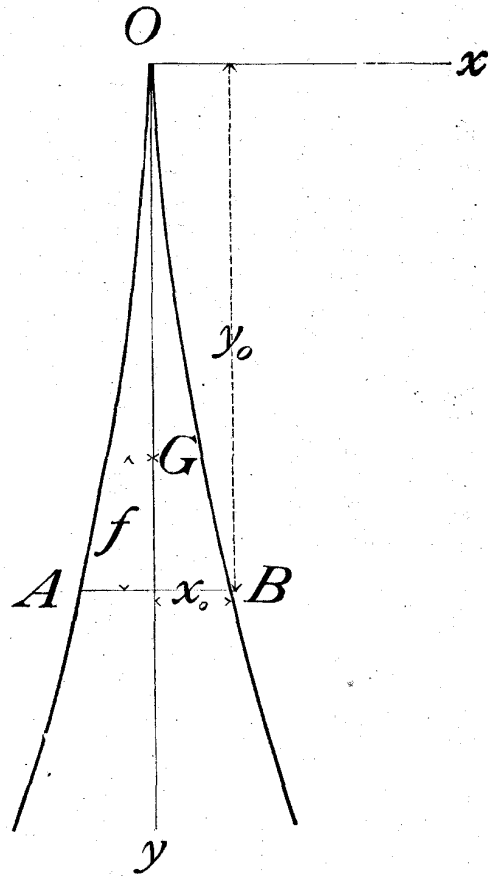
$$y_0^2 = 7 \frac{Fg}{2w} \alpha_0 \quad (10)$$

以上第(8)(9)(10)ナル三式ヲ比較スレバ同ク高サ (y_0) 及ビ同ク底面ノ大サ $(2\alpha_0)$ ヲ有スル三様ノ柱ノ中ニテ最大ノ耐震力ヲ有スルハ截面長方形ノモノナルコト明カナリ

二三「鐵橋ノ煉瓦橋脚ニ就キテ」第二章ニ記ルシタル等一耐震力ノ結果ヲ鉄橋ノ煉瓦橋脚ニ應用スル方法ヲ論述スベシ

煉瓦橋脚ノ幅(即其ノ橋ノ長サニ直角ノ方向ニ於ケル大サ)ハ不変ニシテ $2b$ トス而シテ各橋脚ハ其面ニ直角ナル地震動ノ爲ニ破壊セラルベシト假定スレバ第(9)式ヲ適用スベキナリ即チ地震動ノ加速度 α ヲ與ヘタルトキハ第(9)式ニ由リテ其加速度ニ對スル等一耐震力ヲ有スル橋臺ノ方程式ハ定マレルモ

ノトス然ルニ此ノ場合ニハ橋脚ノ上ニ桁構等アレバ第(9)式ノ現ハス曲線断面ヲ有スル橋脚ノ上部ヲ適宜ニ截リ去リテ鐵桁等ヲ其上ニ載セ置クモ煉瓦橋脚ヲシテ矢張り等一耐震力ヲ有セシメザルベカラズ」圖ニ示ス如ク AOB ナ耐震力等一ニ



シテ截面長方形ナル煉瓦柱ノ垂直断面ト假定シ任意ノ截面 AB ナ取リ同截面以上ノ柱ノ重量ヲ W トシ其重心點ノ(同截面以上ノ)高サヲ f トスレバ第(9)式ヲ應用シテ次ノ式ヲ得

$$W = Abw \int_0^{y_0} x dy = \frac{abw^2 y_0^3}{3gF} \quad (11)$$

$$f = \frac{\int_0^{y_0} 4bcx(y_0 - y) dy}{0AB容積} = \frac{y_0}{4} \quad (12)$$

第(12)式ニ由レハ任意ノ一截面 AB 以上ナル部分ノ重心點ノ(同截面ヨリノ)高サ f ハ AB 面ノ拋物線頂ヨリノ距離即 y_0 ノ四分一ニ當ル」今各橋脚ノ支フル鉄桁、鉄軌、枕木等ノ重量ヲ W' トシ其重心點ノ高サ(即橋脚ノ上面トナルベキ AB 面ヨリノ高サ)ヲ h トスレハ其ノ AB 面ニ對スル地震ノ加速度 α ナ受ケタルトキノ屈撓卒ハ

$$\frac{W'}{g} \times hu$$

ナリ此レヲ第(11)及ビ(12)式ヨリ得ベキ柱ノ AB 面以上ノ部分ノ屈撓力ニ等シトスレバ次ノ結果ヲ得

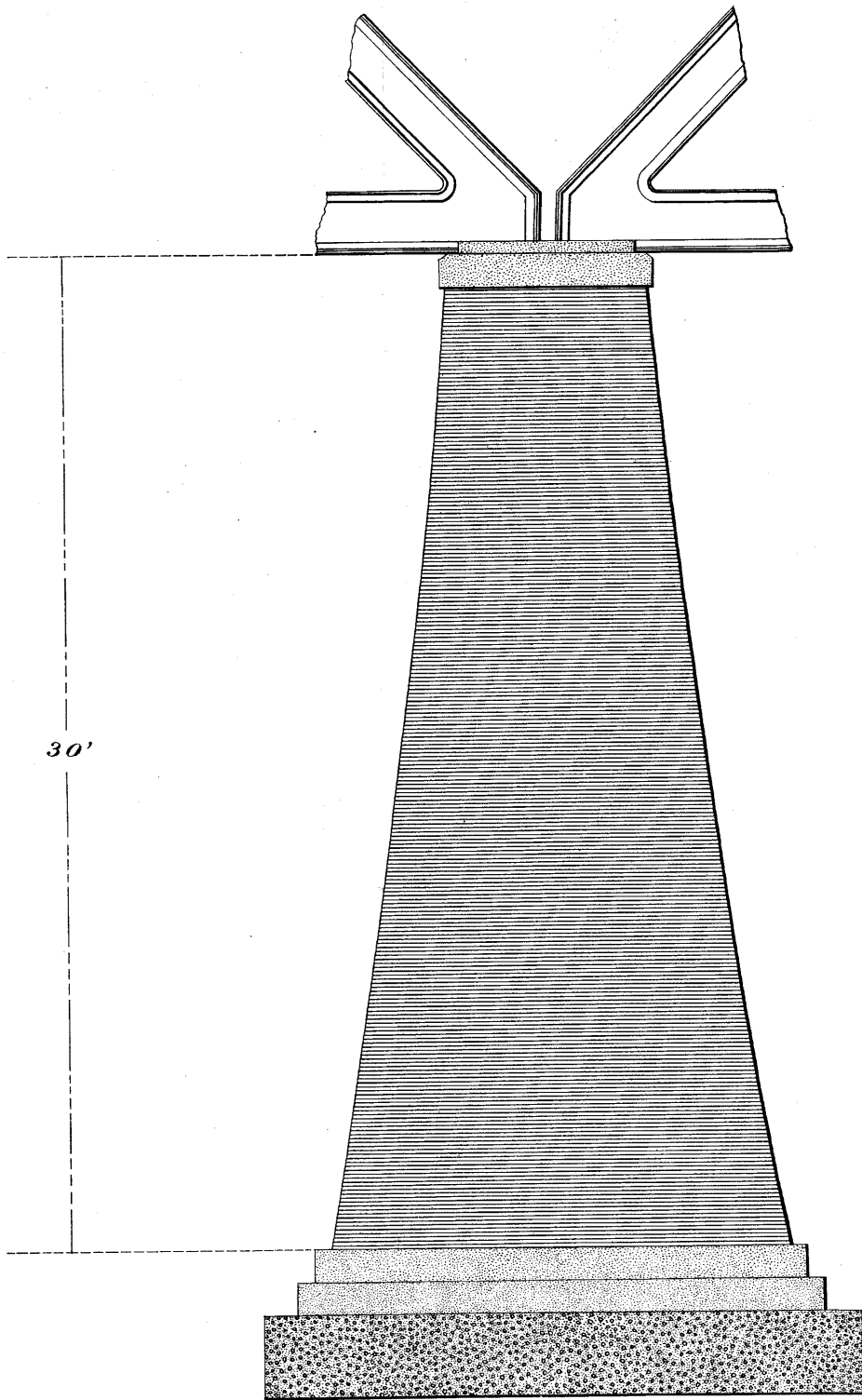
$$\frac{W'}{g} hu = \frac{abw^2 y_0^4}{3g^2 4F}; y_0^4 = \frac{12gFW'h}{abw^2} \quad (13)$$

又

$$\alpha_0^2 = \frac{y_0^4 \alpha^2 w^2}{16g^2 F^2} = \frac{3hW'a}{4bgF} \quad (14)$$

第(14)式ニ由リテ橋脚上面ノ厚サ $(2x_0)$ 及ビ其拋物線頂點ヨリノ高サ (y_0) ナ定メ又第(9)式ニ依リテ橋脚ノ形狀及ビ底面ノ大サヲ計算スルヲ得ベシ」此ノ如クシテ計算シタル橋脚ハ眞ニ等一耐震力ヲ有セズシテ上部ハ下部ニ比シテ少ク堅固ニ過グレドモ普通ノ眞直ナル橋脚ニ比シテハ非常ニ等一耐震力ヲ有スルニ近キモノトス」以上第(9)(13)(14)式適用ノ一例トシテ木曾川鉄橋ニ類似スル場合ヲ取ルベシ即橋脚ハ煉瓦構造ニシテ其伸張抵抗力ハ一平方吋ニ付キ六十五封度トシ

尺 度 割



第拾八圖 殆ト等一耐震力ヲ有スル橋脚ノ圖

其重量ハ每立方吋ニ付キ〇、〇六〇八封度トス、又橋脚ノ高サヲ三十呎、幅ヲ同ク三十呎トシ而シテ橋脚ノ支フベキ桁構ノ重量ヲ二百噸トシ其重心點ノ高サ(即橋脚上面以上ノ高サ)ヲ十呎ト定メ、加速度一秒時ニ付キ三千「ミリメートル」ノ強サヲ有スル水平地震動ニ對シテ粗々等一ノ耐震力ヲ有スベキ橋脚ノ形狀ヲ算出スベシ、但地震動ハ全ク橋ト並行ノ方向、即橋脚面ニ直角ノ方向ヲ有スルモノト假定ス

第(13)式ニ由リテ $y_0 = \frac{1}{2} g t^2$ 橋脚上面ヨリ橋脚上面迄ノ距離 674 ft

第(14)式ニ由リテ $2a = \text{橋脚上面ノ厚サ} = 65 \text{ ft} = 5 \text{ 呎 } 5 \text{ 吋}$
 又第(9)式ハ

$$y^2 = 13969x \quad (\text{吋ヲ單位トス})$$

トナル」上式ニ由リテ計算スレバ橋脚ノ地面ニテノ厚サハ十二呎九吋トナル」此ノ如クシテ計算シタル橋脚ノ形狀ハ第十入圖ニ示ス如ク其拋物線狀ヲ有スル兩邊ノ曲屈ハ僅少ニシテ殆ト無キガ如クナレバ拋物線面ニ代フル單ニ傾斜平面ヲ以テスルモ實際差異ナカルヘシ

二四 東海道鐵道線路木曾川鐵橋震害ノ計算

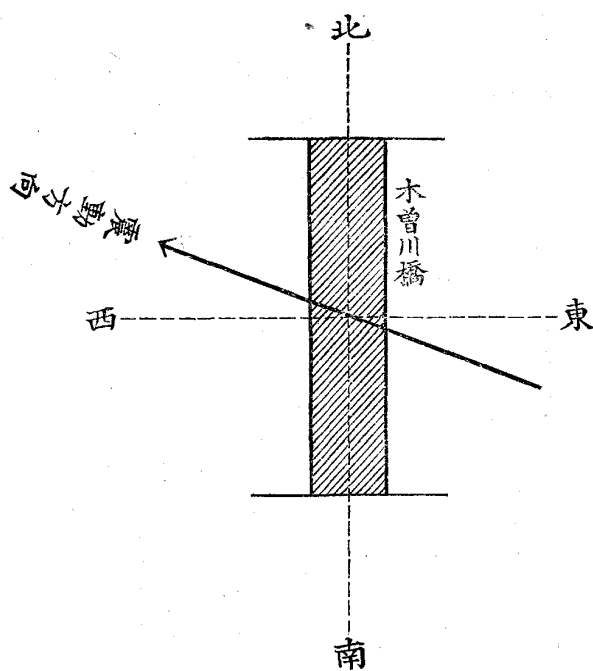
第(4)式應用ノ一例トシテ明治二十四年十月二十八日濃尾大地震ノ際ニ破壊セル東海道鐵道線路中木曾川鐵橋煉瓦橋脚ノ耐

震力ハ幾何ノモノナリシヤヲ計算スヘシ

一、「鐵橋ノ構造」、本橋ハ二百呎「スパン」煉鐵ノ桁構九箇ヲ連架セルモノニシテ現今所用ノモノハ震災前ノモノト同一ナリ(即橋臺、橋脚ハ破壊セルモ鐵桁ニハ別條ナカリシカハ其儘ニ用井タルモノトス)各鐵桁ノ重量ハ百五十六、七噸ニシテ鐵軌、枕木等ノ重量ハ毎二百呎ニ付キ八、九噸ナレバ各橋脚ノ支フル重量ハ合計百六十五、六噸トナル而シテ鐵桁ノ高サハ十九呎四、八吋ニシテ其重心點ノ高サ(即橋脚上面ヨリノ高サ)ハ約九呎半ナリ」又本橋ノ橋臺及ビ橋脚ハ何レモ煉瓦構造ニシテ其基礎ハ一雙ノ圓形井筒(經十二呎)ヨリ成リ之ニ「アーチ」ヲ架シテ一体トナシ其上ニ煉瓦(橋臺及ビ橋脚ノ圖ハ第十九圖及ビ第二十圖ニ示ス)ヲ積ミ上ゲタルナリ、膠泥ノ調合ハ「セメント」一、砂二乃至三ナリシト云フ

各橋脚ノ大サヲ記サンニ高サ三十呎九吋、厚サ十呎、幅二十一呎ナリ而シテ其兩端ニ少ク傾斜セル三角狀ノ支ヘテ與ヘアリ

二、「木曾川橋附近ニ於ケル地震動ノ強サ」濃尾激震ニ際シテ木曾川鐵橋所在地ニ於ケル地震動ノ強サ及ビ方向ハ如何ナリシヤヲ示サン爲ニ其附近ナル尾張國一ノ宮町及美濃國笠松町ニ於ケル調査ノ結果ヲ記スヘシ「濃尾地震」ノ強サ」ノ條參照



尾張國一ノ宮町ニ於テハ地震動ノ(水平)最大加速度ハ一秒時間ニ付キ二千五百乃至三千五百「ミ

リメートル」ニシテ其方向ハ西西北、東東南ナリシ美濃國笠松町ニ於テハ地震動(水平)最大加速度ハ一秒時間ニ付キ約四千「ミリメートル」ニシテ其方向ハ西西北、東東南ナリシ之ニ依リテ見レバ當時木曾川橋附近ニ於ケル地震動ノ主要方向ハ西西北、東東南ニシテ石燈籠等ノ轉倒セル内、多數ハ西方ニ向ヒタリ且木曾川鐵橋破壞ノ狀況ヨリ察スルモ最大地震動ハ東東南ヨリ西西北ニ向ヒタルガ如ク見ユ又其地動ノ「強サ」ハ充分接近スル笠松ニ於ケルモノト等シク即一秒時間ニ付キ

四千「ミリメートル」ト見做シテ大過ナルベシト思ハル木曾川橋ノ方向ハ南北ナレバ前記地震動ノ強サ及ビ方向ヨリ次ノ如ク甲、乙二條ノ結論ヲ得ベシ

(甲)南北ノ方向即橋脚面ト直角ナル方向ニ於ケル地震動ノ「強サ」、 $4000 \times \sin 22.5^\circ = 1500$ 「ミ」メートルトナル

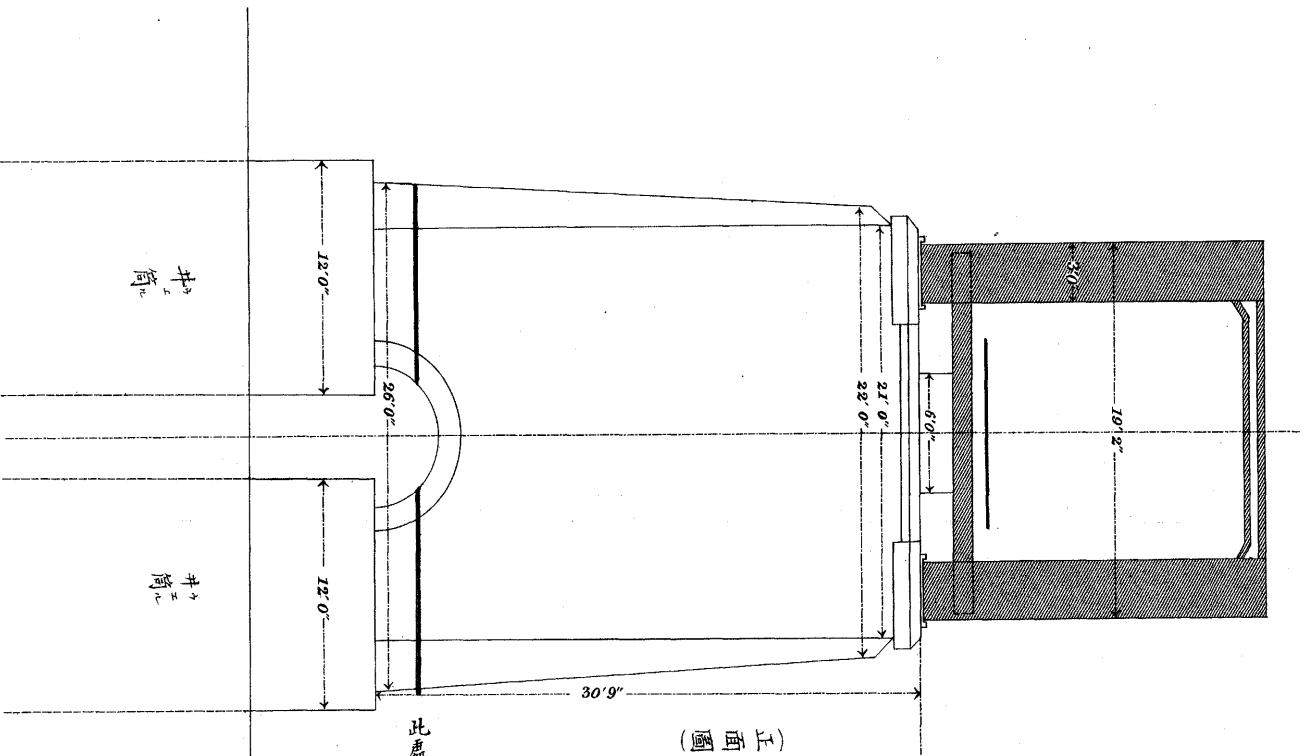
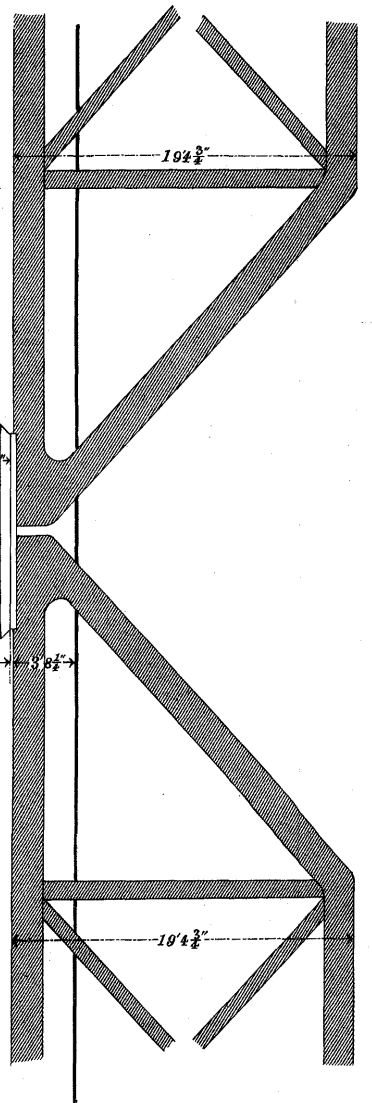
(乙)東西ノ方向即橋脚面ニ並行ナル方向ニ於ケル地震動ノ「強サ」、 $4000 \times \cos 22.5^\circ = 3700$ 「ミ」メートルトナル

三、「木曾川橋震害ノ狀況」木曾川橋附近ノ地震動方向及ビ強サハ前條論述セル所ノ如クナルガ此ノ地震動ノ爲ニ井筒ハ何レモ多少ノ移動ヲ生シ又兩橋臺及ビ諸橋脚モ盡ク損害ヲ蒙リ而シテ其模様ハ第二十一圖及ビ第二十二圖ニテ明カナル如ク橋脚ハ根本ナル「アーチ」ノ所即其井筒ニ接スル箇所乃至二三尺以上ニテ切斷セラレテ南及ビ西ノ方向ニ各三寸乃至八寸程ノ喰違ヲ生ズルニ至リ、又橋臺ハ其高サノ央ベニテ背後ノ「アーチ」ニ接スル箇所ヨリ奇麗ニ切斷セラレタリ

橋臺及ビ橋脚ノ震害ヲ受ケル所以ヲ考フルニ此等ノ構造ハ一見甚堅牢ナルカ如キモ激震ノ場合ニ及ビテハ橋脚(若クハ橋臺)及ビ其上ニ架スル鐵桁構ノ全質量ニ地動ノ最大加速度ヲ乗シタルニ等シキ力量ヲ以テ働カル、事トナレハ其破壊セラレ、ハ意外ニ容易ナルコトモアルナリ」橋脚破壊ノ狀況ハ二

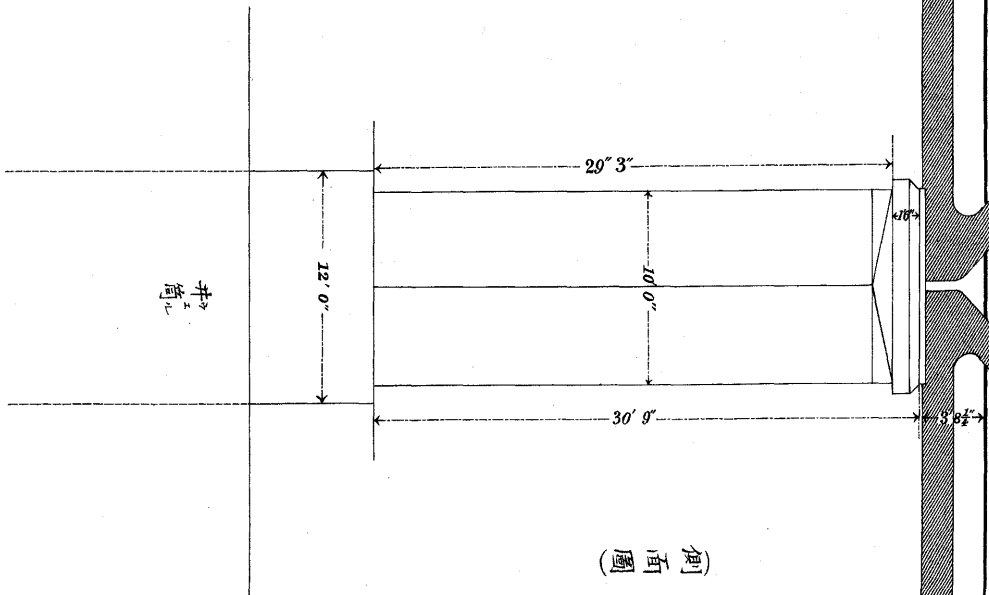
圖ノ脚橋橋鉄川曾木圖九拾第

(ノ七ノ前展大尾濃但)



(正面圖)

此處ニ破壞ス



(側面圖)

井筒

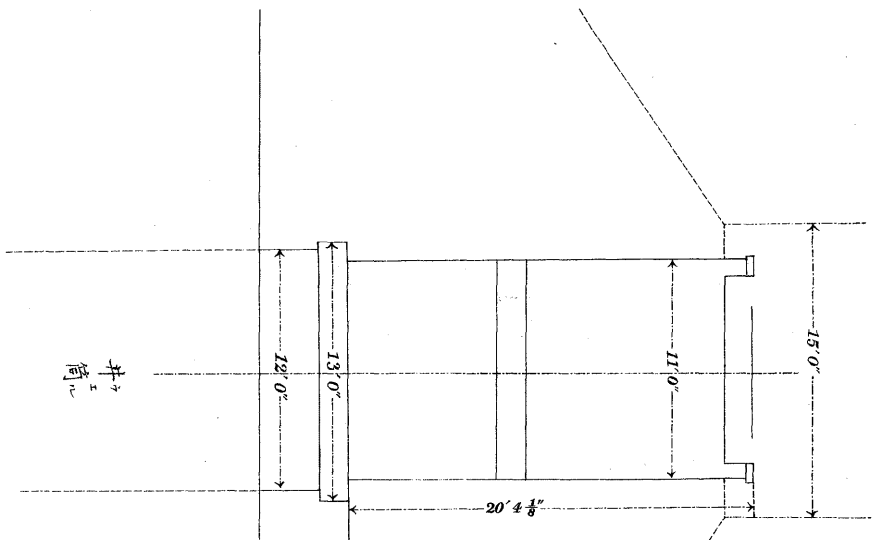
井筒

井筒

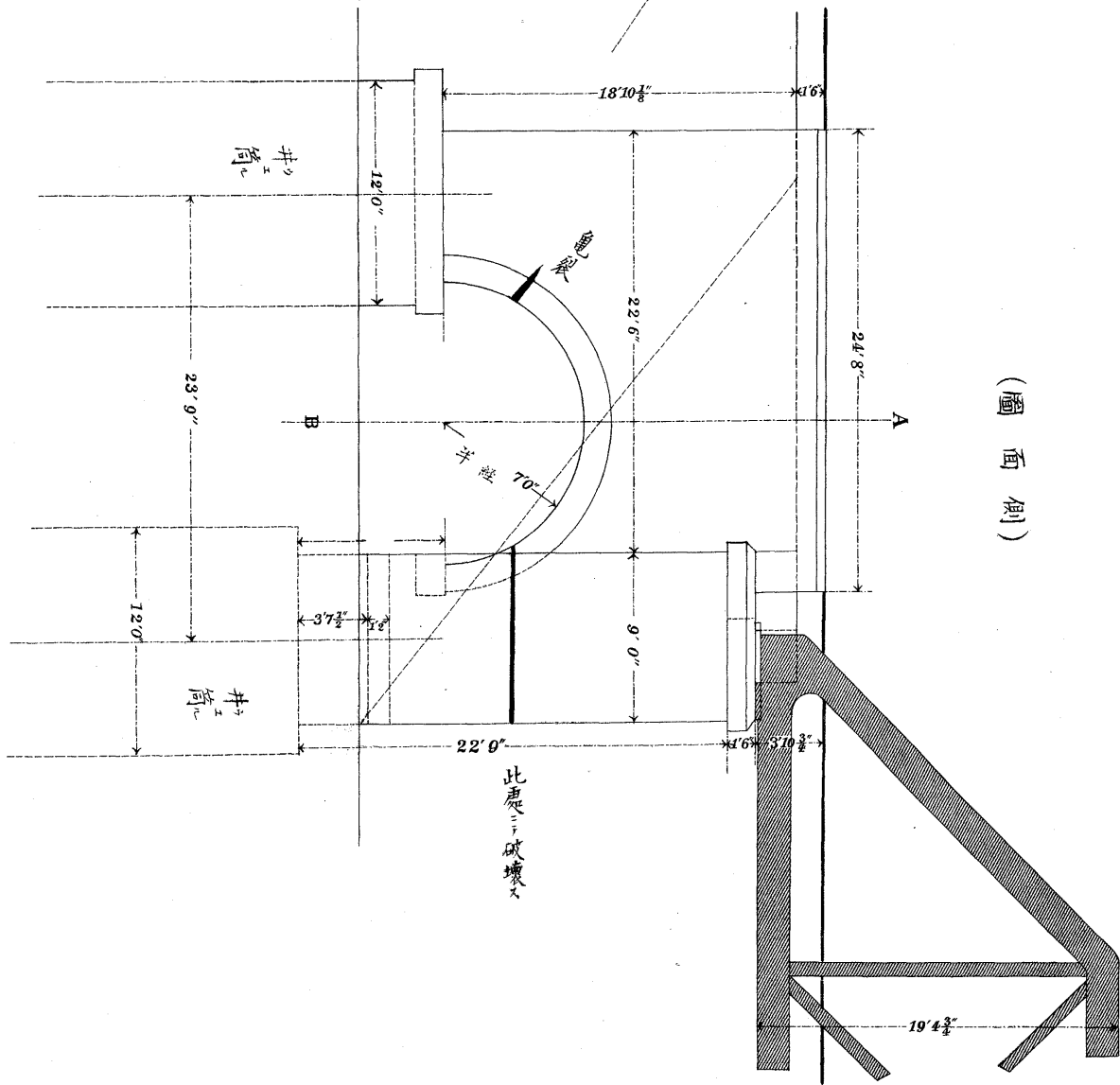
圖ノ台橋側北橋鉄川曾水圖拾二第

(ノモノ前震大尾濃但)

(圖面斷心入通ヲAB)



(圖面側)



リテ(第一)地震動ノ方向ガ橋脚面ニ直角ナルトキ、(第二)地震動ノ方向ガ橋脚面ニ平行スルトキトアリ勿論地震動ニシテ充分強クレハ(第二)ノ場合ニモ橋脚ノ破壊スルコト有ルベキナランガ橋脚ノ耐震力ハ其面ニ平行ノ方向ニ於テ強クレトモ其面ニ直角ノ方向ニハ非常ニ弱キモノナリ且第二十二圖、橋臺破壊ノ狀況ヲ見ルモ木曾川橋桁構ノ全体ガ自己ノ長サノ方向ニ振動シ爲ニ橋臺等ヲ其面ニ直角ニ切斷シタル如ク推セラレレバ次ニ試ムル橋脚耐震力ノ計算ニモ橋脚ハ其面ニ直角ナル地震動ノ爲ニ破壊セラレタルモノト假定シタリ

四〔井筒ニ就キテ〕橋臺、橋脚ノ基礎ヲ一雙ノ圓形井筒トナスハ耐震上不適當ノ構造トス、如何トナレバ一橋臺若クハ一橋脚ヲ支フル兩個ノ井筒ハ激震ニ際シテ互ニ獨立ニ動カントシ從テ其上部ノ構造ト相離レントスルノミナラズ、兩個井筒ヲ一物体ニセン爲ニ「アーチ」ヲ設クテ其上ニ橋臺若クハ橋脚ヲ積ミ上グルコトナレバ橋臺若クハ橋脚ノ下部即最弱個所タル地面トノ境界ニ於テ其截面積ヲ「アーチ」ノ水平面積ダク減ズルコトトナル、例之バ木曾川橋(但震災前ノモノ)ノ場合ニハ橋脚ノ幅約二十一呎ノ内井筒上「アーチ」ノ幅七呎四吋ニ及ベバ橋脚ノ其面ニ直角ナル方向ニ於ケル耐震力ハ此「アーチ」ノ爲ニ耐震力ノ三分一ヲ減ゼラレタルモノトス」之ニ反シテ

一雙ノ圓形井筒ノ代リニ單ニ一個ノ階圓形井筒トスレバ(震災後長良川橋等復舊工事ニ於ケル如ク)「アーチ」ヲ用井筒コトナクシテ井筒上直接ニ橋臺若クハ橋脚ヲ積ミ上グルヲ得ベクレバ耐震上有倣ノ構造方ト認ムベキナリ

五〔木曾川橋、橋臺及ビ橋脚ノ煉瓦接合力〕震災後鐵道廳ニ於テハ震害ヲ蒙リタル木曾川橋ノ橋臺、橋脚ノ煉瓦ニ就キテ伸張抵抗力ヲ試驗セラレタリ其ノ成績ハ次ノ第六表ニ示ス如ク平均一平方吋ニ付キ六十二、四封度トナル

表六第

明治二十四年十月二十八日濃尾大震ノ爲ニ破壊セ
ル木曾川橋橋臺及ビ橋脚煉瓦ノ伸張抵抗力試験成
績表
(但シ震災後鐵道廳ニテ測定セラレタル結果ニ基ク)

試験ニ用井タル煉瓦片ヲ取 リタル個所	切斷面ノ 積 (平方吋)	每平方吋ノ 伸張抵抗力 (封度)	記 事
第六 ビーア	26.3	10.3	
第五 ビーア	”	43.	
全上	16.	59.	半バ煉瓦ヲ通シテ破壊ス
第八 ビーア		57.6	
第七 ビーア アーチ	20.	141.	接合面ヨリ破壊ス
第五 ビーア ウエル上	”	88.	煉瓦ヨリ破壊ス
全上 中段北側	”	65.	接合面ヨリ離ル
全上 アーチ北側	18.5	16.8	一部ハ煉瓦ヲ通シテ破壊ス
第三 ビーア中段南側		0	取附ク中 離ル
第二 ビーア アーチ南側		0	” ”
第一 ビーア アーチ南側			一平方吋ニ付キ63封度ニ及ビテモ破壊セス
南橋臺 ベッドストーン下北側	2.5	36.	接合面ヨリ奇麗ニ離ル
第二 ビーア中段北側	19.3	26.	煉瓦ヲ通シテ破壊ス
全上 アーチ北側	39.5	81.	接合面ヨリ奇麗ニ離ル
全上 中段南側	28.2	41.	” ”
南橋臺 ベッド.ストーン下南内部	33.	49.	” ”
第一 ビーア中段北側	25.	41.	” ”
全一 アーチ北側	”	93.	一部ハ煉瓦ヨリ.一部ハ膠泥ヨリ破壊ス
第三 ビーア ベッド.ストーン北下側	22.5	63.	接合面ヨリ奇麗ニ離ル
全上 南側	”	60.	” ”
全上 アーチ 北側	30.3	54.	全部煉瓦ヲ通シテ破壊ス
第二 ビーア 根本北側	16.3	92.	接合面ニテ破壊ス
全上 南側		0	取付ク中離ル
南橋臺 中段北側	27.	51.	接合面ヨリ奇麗ニ離ル
第三 ビーア 中段北側	17.9	98.	全部煉瓦ヲ通シテ破壊ス
第一 ビーア 根本南側	25.	51.	接合面ヨリ奇麗ニ離ル
第三 ビーア アーチ南側	25.4	62.	” ”

平均毎平方吋ノ伸張抵抗力 = 62.4 封度

六「木曾川橋橋脚耐震力ノ計算」 橋脚ハ其井筒ト接合スル所ガ理論上最弱ニシテ實際ニモ此ノ邊ヨリ破壊セラレタルガ今橋脚ヲ其井筒トノ接合個所ヨリ（前記セル假定ノ如ク）其面ニ直角ニ切斷スルニハ果シテ幾何ナル地震動ノ加速度(a)ヲ要スベキカヲ第(3)式ニ依リテ計算セントス即チ次ノ如シ

$$a = \frac{gIH}{W/a_0}$$

上式中諸記號ノ意義ハ左ノ如シ

a ハ橋脚ノ耐震力ヲ示スベキ地震動ノ最大加速度ニシテ「ミリメートル」ヲ以テ示サルベキ未知數ナリ

g ハ重力ノ加速度ニシテ = 9800 「ミリメートル」ナリ

α_0 ハ橋脚ノ厚サノ二分一ニシテ = 10 × 12 × $\frac{1}{2}$ = 60 吋ナリ

F ハ橋脚煉瓦構造毎平方吋ノ伸張抵抗力ニシテ第六表ニ示ス如ク = 624 封度ナリ

I ハ橋脚切斷面ノ長軸即圖中 AB ニ對スル隋性率ニシテ

左ノ式ニ由リテ計算ス

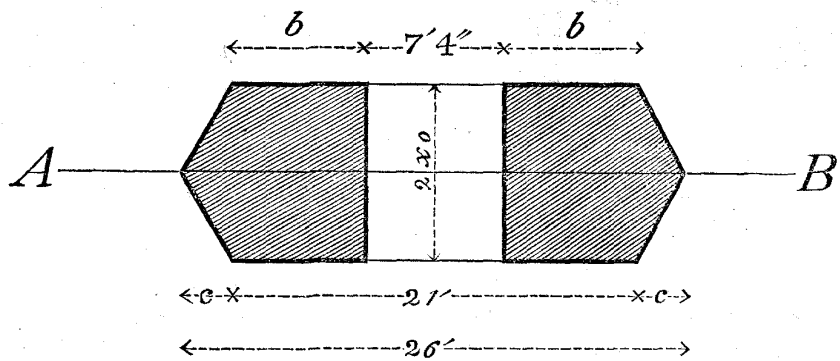
$$I = \frac{4bz_0^3}{3} + \frac{2az_0^3c}{6} = \frac{2az_0^3}{3} \left(2b + \frac{c}{2} \right) = \frac{2 \times 60^3}{3} (148'' + 15'')$$

$$= 25,770,000 \text{ (但吋ヲ單位トス)}$$

W ハ橋脚及ヒ鐵桁構等ノ總重量（即井筒上面以上ノ構造全量）ニシテ即

$$W = (\text{桁構・鐵桁・枕木ノ重量}) + (\text{煉瓦橋脚ノ重量})$$

（所個ルス合接ト筒井但）圖面斷脚橋



$$2x_0 = 10' \quad c = 2' 6''$$

$$b = 6' 10''$$

$$= 165,6 \text{ 噸} + (0.0608 \times \text{橋脚容積})$$

$$= 371,000 + 0.0608 \times 110,197.00 = 1,051,800$$

f ハ橋脚及ヒ鐵桁等總體ノ重心點ノ高さ即切斷面以上ノ高さニシテ左ノ如ク計算ス

$$f = \frac{1}{W} \{ (\text{橋脚ノ重量}) \times (\text{橋脚ノ重心點ノ高さ}) + (\text{桁構ノ重量}) \times (\text{桁構重心點ノ高さ}) \}$$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{680.800 \times 193}{\text{坪}} + \frac{371.000 \times 480}{\text{坪}} \right) = 294$$

1,051.800

以上ノ數ヲ用井テ計算スレバ

$$\frac{1}{2} \left(\frac{9800 \times 62,4 \times 25.770.000}{\text{坪}} + \frac{1.051.800 \times 294 \times 60}{\text{坪}} \right) = 850 \text{ 「ミリメートル」}$$

此ノ加速度ハ地震動ノ方向ガ橋脚面ニ直角ナル場合ニ橋脚ヲ其井筒トノ接合個所ヨリ切斷スルニ足ルベキ地震ノ強サヲ與フルモノニシテ本章第二條(甲)ニ記ルセル木曾川附近ニ於タル南北方向ノ地動ノ強サ即一秒時ニ千五百「ミリメートル」ナル加速度ヨリハ遙ニ小ナルヲ見ルベシ

850「ミリメートル」ナル震度ハ去ル明治二十七年六月二十日激震ノ際東京市中下タ町ニ於ケル強サト粗伯仲スルニ過ギズシテ此ノ種ノ橋脚ノ耐震力ガ案外ニ小弱ナルヲ見ルベシ若シ橋脚ノ基礎ガ一雙ノ圓形井筒ニアラズシテ一個ノ隋圓形井筒ヨリ成リテ「アーチ」ヲ用井ザリシナランニハ同シ木曾川橋脚ノ耐震力ハ一秒時ニ付キ約千二百七十「ミリメートル」ノ加速度トナルベシ之ニ由リテ見レバ「アーチ」ヲ設ケタル爲ニ橋脚ハ $\frac{1}{2} \left(\frac{1270}{\text{坪}} - \frac{850}{\text{坪}} = \frac{420}{\text{坪}} \right)$ 「ミリメートル」ナル加速度即自己價値ノ三分ノ一ニ當レハ耐震力ヲ失ヘルナリ

二、烟突

二五 此處ニ烟突ト記スハ單獨ニ構造セラレタル製造所煉

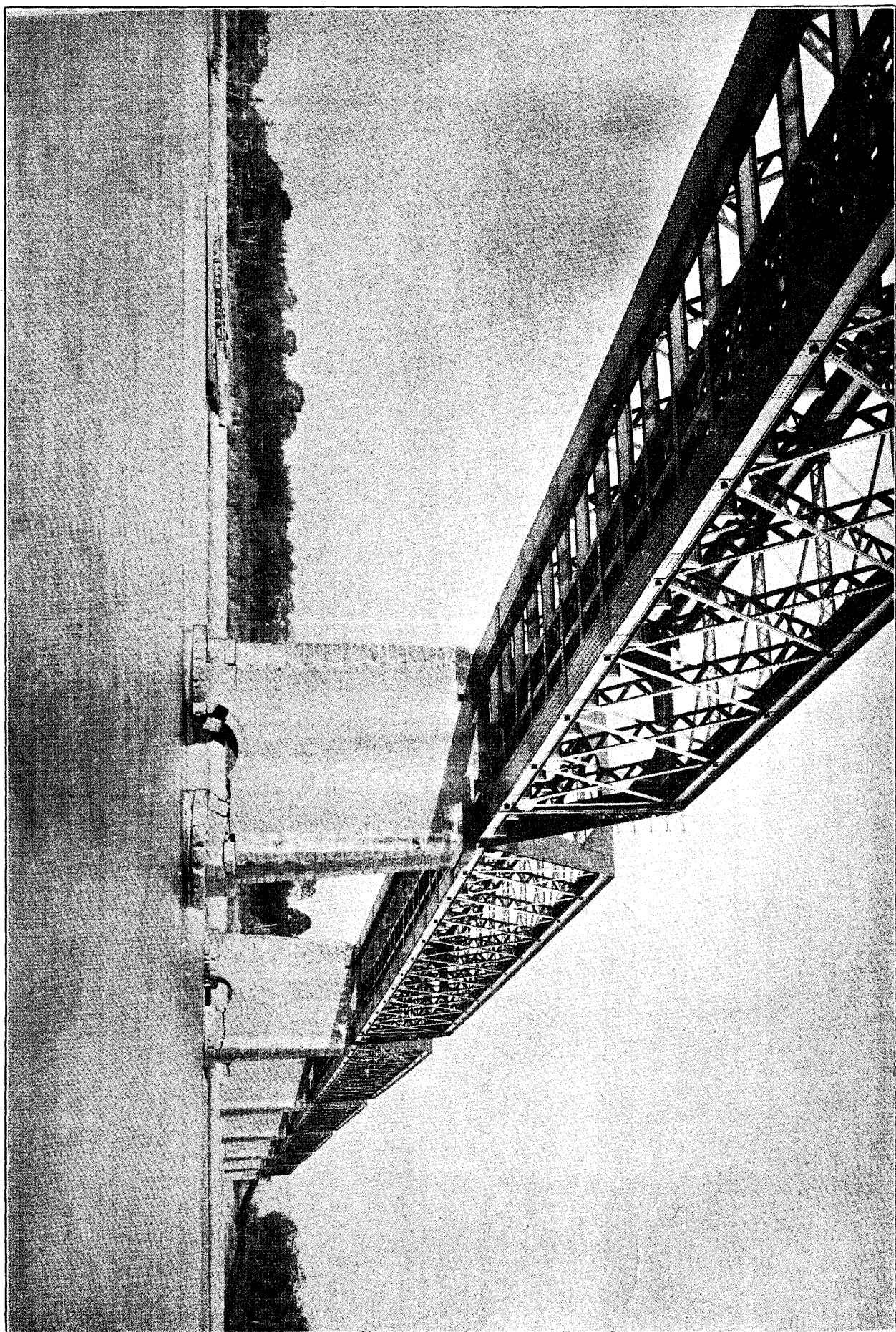
瓦烟突ヲ謂ヒ普通ノ家屋烟突ハ含有セス

「烟空ノ震害」 烟突ノ震害ヲ蒙ル摸樣ヲ略言スレバ根本ニ近キ個所ニテ破壊セラル、コトハ非常ニ稀ニシテ一般ニ其ノ高サノ二分一以上ニ於テ切斷セラル、モノトス此ノ事實ハ既ニ去ル明治二十四年十月二十八日濃尾大地震ノ節ニ認メラレタル所ニシテ中村中央氣象臺長ハ當時直ニ説明ヲ與ヘテ烟突ハ其不動點ニ當レル高サニテ破壊スルモノナルヘシトセラレタリ」 烟突上部ノ破壊シタル分ガ地上ニ顛落スルコトモアレドモ根本ヨリ非常ノ遠距離ニ拋射セラル、コトハアラザリシ而シテ顛落セザル場合ニハ往々破壊セル部分ガ廻轉現象ヲ示スコトアリ蓋シ大ナル物体ハ餘程ノ大地動ニアラザレバ之ヲ轉倒スルコト能ハザルニ由ルナラン

本會報告書第五卷ハ眞野、田邊、安永三委員ノ提出ニ係リ明治廿七年六月廿日激震ノ際東京ニ於テ破壊セル烟突四十九本ノ圖面並ニ説明表等ヲ集メタルモノニシテ有益ナル調査報文ナリ此ニ依リテ見ルニ以上四十九本ノ内ニテ破壊部ガ地上ニ顛落セルハ僅ニ十一本ニ限ル即チ左表ニ示スガ如シ

明治廿七年六月廿日激震ノ際(東京ニテ) 烟突ノ破壊シテ其頭部ノ地上ニ顛落セルモノ(但シ本會報告第五號ニ基ク)

圖 一 十 二 第



圖ノ害被橋鐵川曾木震地日八廿月十年四十二治明



圖ノ害被臺橋方北橋鐵川曾木日八廿月十年四十二治明

烟突所屬	地上 總高(尺)	切斷個所ノ 地面ヨリノ 高さ(尺)	切斷セラ レタル頭 部ノ丈ク (尺)	頭部ノ地上ニ 顛落セル個所 ノ烟突中心ヨ リノ距離(尺)	同ク烟突 根本側ヨ リノ距離 (尺)	頭部ノ顛落 セル方向
東京炮兵工廠小銃製造所	七〇、四	五九	一三、五	一六、二	一一、二	—
深川猿江町紙瓦製造所	四三	三三、三	九、八	三三	三〇	南六十度西
小名木川煉瓦製造所	一三三	六八	六、四	二五	一七	南七十五度西
深川東扇橋岡田精米所	六〇	四〇	二〇	二〇	一七	東
東京集治監	一五〇	一三〇	二〇	二〇	三三	北十度西
同上	一三〇	一一、八	八、三	一三	七	南西
本所横川町柿澤工場	七〇	四七、三	三三、七	一五	九	北東
深川大和町大倉石油函製造所	七五	四九	三六	三〇	二四	北七十三度東
深川猿江町田中硝石製造所	七六	六〇	一八	一七	一一	南七十五度西
櫻田麥酒會社	五〇	二八、五	三二、五	一五	一一	南五十五度東
深川東扇橋東京製粉合資會社	五〇	三〇	四〇	三三	一八	北四十度東

(附言、頭部顛落セル方向ハ平均東北東、西南西トナル)

前表ニ由レハ頭部ノ顛落シタル個所ノ烟突中心ヨリノ距離ハ
最遠ノ場合ニ於テ三十尺ニシテ其烟突根本側ヨリノ最遠距離

ハ二十四尺ナリシ但シ此等ノ距離ト烟突ノ高さ若クハ切斷個
所ノ高さトノ關係ハ格別判然タルモノアラザルガ如シ

眞野、田邊、安永三委員ガ本會報告書第五號ニ列舉セラレタル四十九個烟突ノ高サハ三十九尺乃至百五十尺ニシテ破壊個所ハ地面ヨリ全高サ百分ノ二十四乃至百分ノ九十四ノ高サニ當レリ此等數多ノ烟突ハ大小、形狀、構造等互ニ相異レドモ今總テノ場合ニ就キテ平均ヲ取レバ破壊個所ノ地面ヨリノ高サハ全高サ百分ノ六十七トナル即此ノ高サヲ以テ實際激震ニ際シテ烟突ノ最破壊セラレ易キ點ト認ムベキナリ又同報告書ニ載スル十一個烟突ノ煉瓦接合強弱ノ試驗成績ニ由レバ各烟突接合個所ノ平均伸張抵抗力ハ一平方吋ニ付キ十九、三乃至五十八、二封度ニシテ其中ノ一二個烟突ノ場合ヲ除クノ外ハ試驗ノ數多カラザレバ充分ノ成績トシテハ見ルベカラザルモ今暫ク十一回烟突ニ就キテ平均スレハ伸張抵抗力ハ一平方吋ニ付キ平均三十六、一封度トナル此ノ數ヲ以テ先ヅ普通烟突煉瓦接合ノ強サニ近キモノト認ムベキカ」但シ以上ノ煉瓦接合強弱試驗ニ於テハ煉瓦片ガ強弱試驗器ニ取り付ク中破壊セルモノ及ビ自然ニ離レタルモノ即其伸張抵抗力ノ殆皆無ナルモノハ含有セザレバ實際烟突全部ノ平均伸張抵抗力ハ上記ノ數ヨリハ一層弱カルベキコトヲ記憶セザルベカラズ

二六〔煉瓦柱ノ振動期〕 (注意、「振動期」ハ常ニ往復振

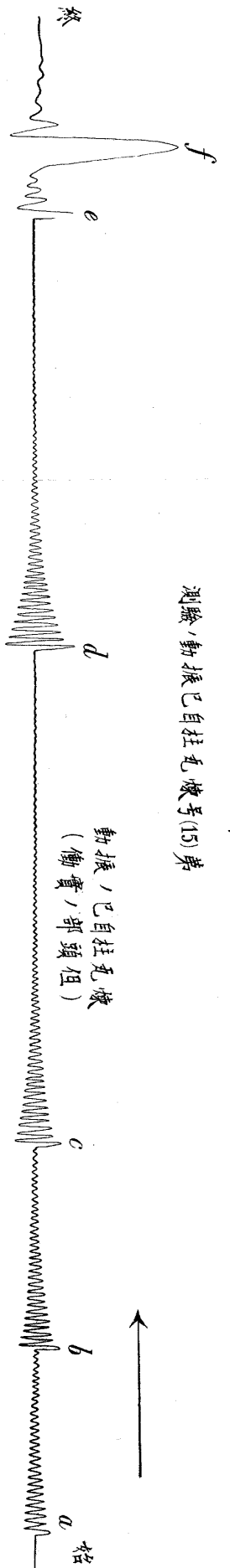
動期ノ事ナリト知ルベシ) 地震動ノ烟突ヲ破壊スル所以ヲ知ランニハ先ヅ烟突自己ノ振動期ヲ知ルヲ要ス左表ニ今回ノ人爲地震臺實驗中ヨリ煉瓦柱第 13, 13^{1/4}, 13^{1/2}, 13^{3/4}, 21, 24 號(第一表及ビ第三表參照)ノ六個ニ就キテ自己振動ヲ驗測セル結果ヲ録ス、驗測ノ方法ハ各煉瓦柱ニ手ヲ以テ衝擊ヲ與ヘ頭部ニ固定セル描針ヲシテ其振動ヲ自記セシムルニアリテ其記錄圖ハ第廿三圖乃至第廿六圖ニ示スガ如シ但シ描針ノ根本ハ三又狀ニナシテ堅固ニ煉瓦柱ニ取り付クタル描針自己ノ振動ハ全ク現レザルモノトス

煉瓦柱自己振動期驗測表

煉瓦柱 記號	厚サ (ミリメ ートル)	高サ (ミリメ ートル)	最大動 (ミリメ ートル)	平均 振動期 (秒)	記 事
13	110	1700	9.6	0.16	13及ヒ13 ^{3/4} 號柱高サノ 比ハ一、七一ニシテ其自 乘ハ二、六ニナリ又兩柱 振動期ノ比ハ一、四ナリ 13 ^{1/4} 號及ヒ13 ^{1/2} 號柱高 サノ比ハ一、二ニシテ 其自乘ハ一、四九ナリ又 兩柱振動期ノ比ハ一、四 ナリ
13 ^{1/4}	”	990	3.	0.072	
13 ^{1/2}	”	810	2.	0.053	
15	”	1800	11.	0.20	
21*	233—131	1810	4.5	0.11	
24	220	1587	1.9	0.10	

圖三拾二第

測驗ノ動振巴自柱丸燻号(15)第



動振ノ巴自柱丸燻
(働實ノ部頭但)

(ルナト動振復往一ノ子振時垂ヲ以テ間時ノ間記時ノ個三ルニ隣相)

時

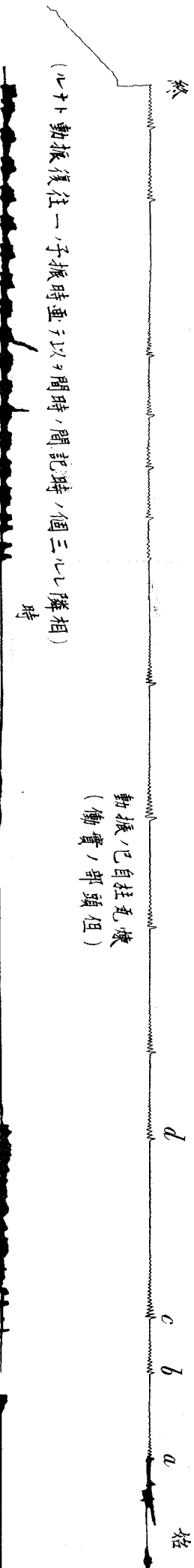
格

0.77秒

ノ興ヲ撃衝ニ部上ノ柱ヲ以テ手ハテニ等 $d c b a$
 ヲマシテ壊破ヲ柱丸燻ニ遊為シ力カ甚ノ撃衝ハテニ等 e
 リテノモルタニ揺動ノ柱ニ單ハ動振ルナ大ノ f 耶

圖四拾二第

測驗ノ動振巴自柱丸燻号(24)第



動振ノ巴自柱丸燻
(働實ノ部頭但)

(ルナト動振復往一ノ子振時垂ヲ以テ間時ノ間記時ノ個三ルニ隣相)

時

格

0.77秒

ノ興ヲ撃衝ニ部上ノ柱ヲ以テ手ハテニ等 $d c b a$

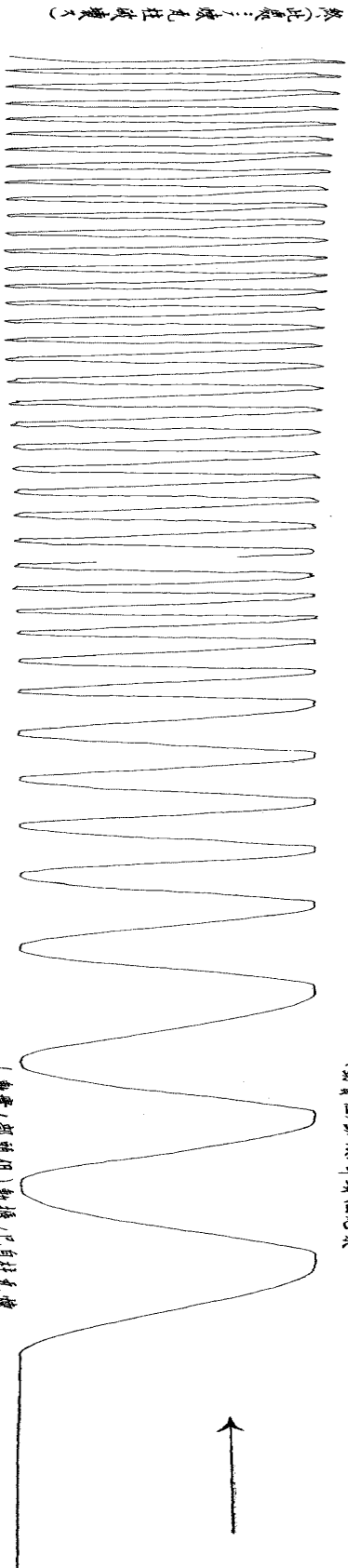
圖六拾二第

試驗機成二并測驗(動振)自由柱(波)的傳



(七十) 動振復任一子振時重(以)間時(間記時)個三(比)降相)

0.011 格



(動重) (動振) (卸項) 柱(波)

(動重) (卸項) (動振) 自由柱(波)

於(此處) (波) 柱(波) 成(波)

f

0

b

a

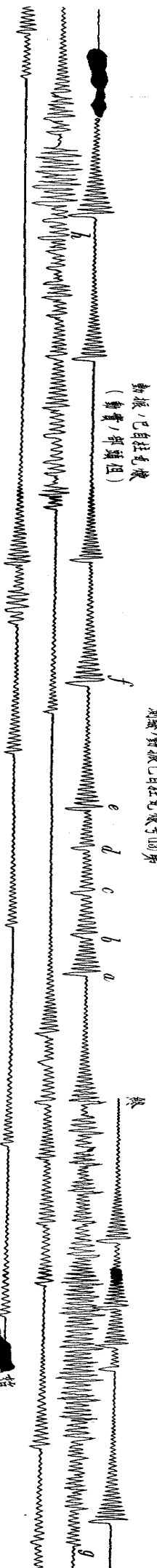
0

格

一與(擊)衝(柱)波(波)以(子)回(一)單(於) (點)等 (a) b c d e
 二與(擊)衝(柱)波(波)以(子)回(一)單(於) (點)等 (f) g h i

圖五拾二第

測驗(動振)自由柱(波)的傳



動振(自由柱)波
 (動重) (卸項) (但)

f

e

d

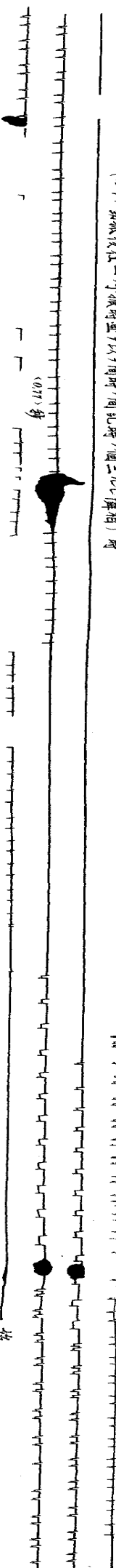
c

b

a

格

(七十) 動振復任一子振時重(以)間時(間記時)個三(比)降相)時



0.011 格

一與(擊)衝(柱)波(波)以(子)回(一)單(於) (點)等 (a) b c d e
 二與(擊)衝(柱)波(波)以(子)回(一)單(於) (點)等 (f) g h i

上表中第三段ニ記入セル「高サ」トハ單ニ柱ノ總高サ若クハ取
 リ附ケ金具(第九章)以上ノ高サニ非ズシテ兩者ノ平均ヲ取り
 タルモノナリ即此點ヲ以テ煉瓦柱ガ最堅固ニ地震臺ニ取付ケ
 ラレタルモノト見認メタルナリ」振動期ハ振幅ト共ニ幾分カ
 増加スレドモ表中第五段ニ與フルハ數回ノ試験ニ就キテ最大
 動ヨリ十回目迄ノ平均ヲ取りタル價值ナリ

13, 13^{1/2}, 13^{3/4} 號ノ三ヶ柱ハ皆同一ノ載面ヲ有スルモノナル
 ノガ13及13^{1/2} 號、并ニ13^{3/4}及13^{1/2} 號ニ就キテ見ルニ高
 サノ比ノ自乘ハ粗ボ其振動期ノ比ニ等シ又15號及17^{1/2}號
 ノ兩柱ノ高サハ殆ド相同シキガ其厚サハ一ト二ノ割合ナリ而
 シテ兩者振動期ハ凡ソ二ト一ノ割合ナレバ即振動期ハ厚サノ比
 ニ反ス此等ノ結果ハ角柱横振ノ振動期ハ其厚サニ反比例シテ
 其高サノ自乘ニ比例スト云ヘル原理ニ合スルモノナルベシ
 以上六個煉瓦柱ノ振動期ハ〇、〇五三秒乃至〇、二〇秒ニシテ
 意外ニ短ナラザルモノト謂フベシ今此ノ結果應用ノ一例トシ
 テ第24號柱ト同質ニシテ高サ三十「メートル」、厚サ三「メ
 ートル」ナル煉瓦角柱アリト假想センニ其振動期ハ前表第24
 號柱ノ結果ヲ取りテ計算スレバ約二、六秒トナル此レ勿論粗
 大ノ近算ト見做スベキモノニシテ單ニ參考トシテ記ルスニ過
 ギザレドモ高サノ大ナル煉瓦柱ハ緩慢ナル振動期ヲ有スルモ

ノナルヲ見ルベシ

二七(烟突ノ振動期) 大烟突ノ振動期ヲ測定スルハ有益

ニシテ且面白キ事ナレドモ其研究未ダ甚多カラザルハ遺憾ナ
 リト謂フベシ尤先年眞野、田中館兩委員カ提出ニ係ル帝國大
 學教師館燒跡煙突、振動實驗ノ調査ハ載セテ本會報告第二十
 一號ニアリ此ノ報告ハ烟突振動ニ關スル殆ト唯一ノ出版物ニ
 シテ貴重ノ論文ト謂フヘシ

帝國大學教師館燒跡煙突ハ地上ノ高サ十九尺六寸ニシテ截面
 三尺五寸四方ノ角柱ナリ即上部二尺七寸丈ケハ南北ノ幅煉瓦
 半枚長ヲ減シタレドモ他ハ截面凡テ等一ナレバ高サノ勾配ナ
 キモノト知ルベシ今眞野、田中館兩氏調査ノ烟突振動記録圖
 ニ依ルニ前章煉瓦柱振動ノ試験ニ於テモ認メタル如ク振動期
 ハ振幅ト共ニ幾分カ増加スルモノニシテ一例ヲ舉グレハ兩氏
 ノ第十四回實驗ニ於テ烟突上部ノ最大實動九十「ミリメート
 ル」ノ場合ニ平均振動期ハ〇、五五秒ナルニ最大動ノ振動期ハ
 〇、八五秒ナリシ又第十五回實驗ニ於テ上部ノ最大實動百六
 十二「ミリメートル」ノ場合ニ平均振動期ハ〇、六二秒ナルニ
 最大振動期ハ〇、九九秒ナリシガ如シ」以上ノ實驗ヨリ推ス
 トキハ此ノ烟突ガ大地震ニ際シテ激シク振動セラル、場合ニ
 其振動期ヲ一秒ト假定シテ大差ナカルベキカ

今茲ニ一個ノ煉瓦實柱アリテ高サト厚サトノ比ハ帝國大學教師館燒跡烟突ニ於ケルト同一様ナレドモ大サハ凡テ五倍、即高サ $=5 \times 9.6 = 98^R$ 又截面ハ(等一ニシテ) $5 \times 3.5 = 17.5^R$ 四方トシ且兩柱トモ煉瓦及ヒ膠泥等全ク同一ナリトシテ其振動期(Tトス)ヲ後者ノ場合ヨリ角柱横振りノ原理ヲ以テ推算スレバ左ノ結果トナル

$$T = 1 \times \left(\frac{5 \times 19.6}{19.6} \right)^2 \times \left(\frac{17.5}{17.5 \times 5} \right) = 5^R$$

以上ノ結果ニ依リテ見レハ前章ノ終リニ述ベタル結論ノ如ク高キ大煉瓦柱ハ非常ニ緩慢ナル振動期ヲ有スルナルベシ但茲ニ論シタル柱ハ等一截面ノモノナレドモ此等ノ柱ニ比較スベキ大サヲ有スル實際ノ烟突モ亦頗ル緩慢ナル振動期ヲ有スルモノナルヲ推知スベキナリ之レ蓋シ大ナル烟突ニ上ルトキハ緩慢ナル動搖ヲ感ズト云ヘル事實ニ合スルモノナラン

二八〔烟突最弱點ノ高サ〕前章ノ終リニ記ルシタル如ク大烟突(例之ハ高サ三四十尺以上ノモノトスベシ)ノ振動期ハ緩慢ノモノナルベク且其高サガ地震動ノ振幅ニ比較シテ非常ニ大ナルモノナレバ此カル烟突カ地震ノ激動ヲ受クルニ際シテハ所謂「セントル、チフ、パーカッション」ガ存スルニ近キモノト認ムベキナリ即チ地震動ノ振動期ハ大震ニテモ一秒内外、二秒以下ニシテ大烟突ノ振動期ヨリハ小ナルベクレバナ

リ而シテ若シ果シテ眞ニ「セントル、チフ、パーカッション」ガ存スルナランニハ此ノ點ハ各瞬時ニ於ケル不動點トナレバ烟突ハ中村中央氣象臺長ノ說ノ如ク(第二章參照)其衝擊ノ中心ニ於テ最弱ナルベシ

次ニ實地ノ場合ニ就キテ調査セントスルニ當リ便益ノ爲ニ烟突ノ容積(V)、重心點ノ高サ(f)、及ビ基底面ノ其面中ノ一軸線ニ對スル慣性卒(J)及ビ「セントル、チフ、パーカッション」ノ高サ(h)ヲ計算スル公式ヲ掲クベシ

(甲)〔烟突ノ截面圓形ナルトキ〕(圖ヲ見ヨ)

$$\text{容積} = V = \pi T(2R' - T)Y$$

$$+ \pi \int_t \left[2r_0 + \frac{2(R - r_0)g_0}{g_0 - Y} - t \right] \left[y - \frac{(R - r_0)g^2}{g_0 - Y} \right]_{y=g_2}^{y=g_1}$$

$$\text{重心點ノ高サ} = f = \frac{\pi T(2R' - T)Y^2}{2V}$$

$$+ \frac{\pi}{V} \int_t \left[2r_0 + \frac{2(R - r_0)g_0}{g_0 - Y} - t \right] \left[\frac{g_2}{2} - \frac{2(R - r_0)g^2}{3(g_0 - Y)} \right]_{y=g_2}^{y=g_1}$$

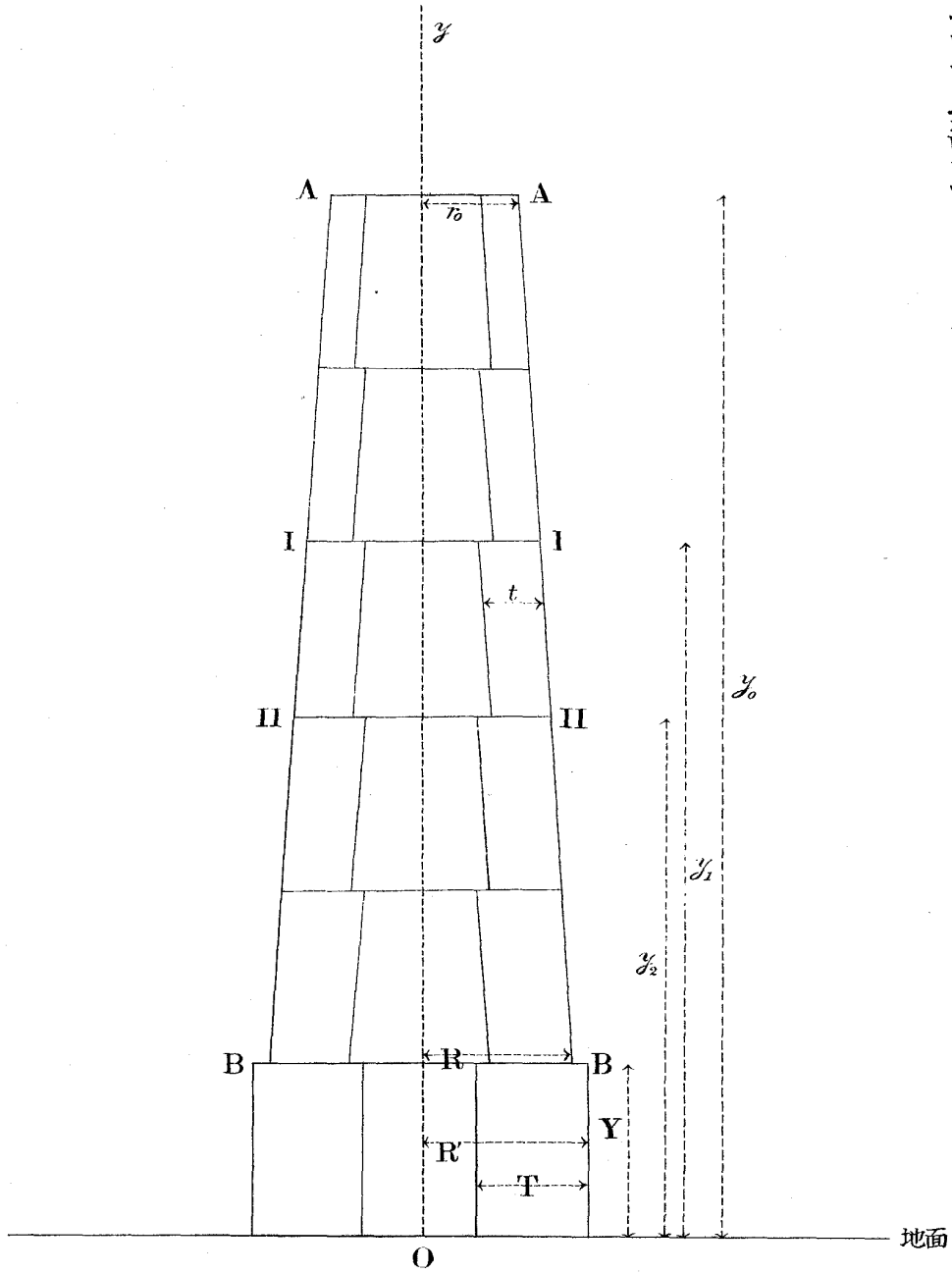
$$\text{慣性卒} = J = \frac{\pi T(2R' - T)Y^3}{3}$$

$$+ \pi \int_t \left[2r_0 + \frac{2(R - r_0)g_0}{g_0 - Y} - t \right] \left[\frac{g^3}{3} - \frac{(R - r_0)g^4}{2(g_0 - Y)} \right]_{y=g_2}^{y=g_1}$$

$$\text{セントル、チフ、パーカッションノ高サ} = h = \frac{J}{fV}$$

上式中 r_0 ハ烟突頂上ノ外半徑ニシテRハ圓錐部根本ノ外半徑トス、tハ烟突任意ノ一段階(一)ノ壁厚ニシテ其階段中

烟突構造方說明圖 (切斷面)



ニテハ不變トス、 y_1 及 y_2 ハ各其上部(I)及ビ下部(II)ノ高サナリ、其他 y_0 ハ烟突ノ總高サニシテ、 Y ハ根本ノ直立部(即圓錐狀ヲナサザル部分)ノ高サ、 R 及 πT ハ各其外半徑及ビ壁厚ナリ又 π ハ圓周率ニシテ三、一四ナル數ナリ

〔………〕 $y_1=y_2$ ナル書キ方ハ括弧内ノ算式 $y_1=y_2$ ト置キタルトキノ價値ヨリ同ク $y_1=y_2$ ト置キタルトキノ價値ヲ減ズベキコトヲ示ス又………ナル記號ハ其算式ヲ烟突圓錐部ノ全体即頂上AAヨリ其根本BB迄ノ各段階(III)ニ適用シテ得タル價値ヲ總和スベキコトヲ示ス

(乙)「烟突ノ截面方形ナルトキ」此ノ場合ニ適用スベキ算式ハ前項甲ニ於ケルト相近似シ其公式中單ニ圓周率 π ノ代リニ4ナル數ヲ用ユレバ可ナリトス
次ニ計算一二ヲ示スベシ

〔宮内省御料局佐渡支廳王子製造所烟突〕、一例トシテ明治二十七年六月二十日激震ノ際ニ震害ヲ受ケタル宮内省御料局佐渡支廳王子製造所烟突ニ就キテ最弱個所ノ高サヲ計算スベシ此ノ烟突ノ截面ハ圓形ニシテ總高サハ百尺ナリ(略圖并ニ本會報告第五號參照)

本章甲ノ公式ニ由リテ計算スレバ次ノ數ヲ得
烟突容積 $=V=6130$ 立方尺

重心點ノ高サ $=f = \frac{1}{V} \times 207,900$ (尺ヲ單位トス)
底面ニ對スル陸性率 $=J = 11,324,000$ (尺ヲ單位トス)

故ニ次ノ結果トナル
 $f = \frac{V^R}{V} = 33,9$

「セントラル・チフ・パーカッション」ノ高サ $=h = \frac{J}{V^R} = 54,4$

此ノ如ク「セントラル・チフ・パーカッション」ノ高サハ五十四尺四寸ニシテ烟突ノ全高サ二分一ヨリ少シク上ニ當ル所ニアリ又第(二五)章ニ記ルシタル如ク實地ノ統計ヨリ見出シタル震害ノ最モ生シ易キ點ハ全高サノ百分ノ六十七ニ當リテ當烟突ノ場合ニハ六十七尺ノ高サガ最弱ノ個所トナルベシ以上兩様ノ結論ハ全ク相一致スルニアルザレドモ互ニ頗ル近似シテ此種ノ計算ニ於テハ満足ノ結果ト謂ハザルベカラズ今暫ク兩數ノ平均ヲ取レバ地上ヨリ高サ六十一尺ノ點カ最震災ヲ受ケ易キ個所トナルベシ但此ノ點ニ非常ニ接近シテ地面ヨリ六十四尺六寸ニ當リテ階段ノ境ヒ目(圖中OD)アリテ弱點トナルアレバ同境ヒ目ヲ以テ實際烟突ノ最モ破壞サレ易キ點ト見ルコト至當ナルベシ然ルニ明治廿七年六月廿日激震ニ際シテハ却テ上記ノ境ヒ目ヨリ破壞スルコトナク其ヨリ三尺五六寸下ノ個所(圖中AB)即地上ヨリ高サ六十一尺七寸ノ所ニテ切斷セラレタルハ蓋煉瓦接合方が後者ニ於テ特ニ弱カリシナランカ

〔製鐵所大烟突〕 第二ノ例トシテ今建築中ニ係ル筑前國遠賀郡製鐵所ノ大烟突ニ就キテ計算スベシ此烟突ハ地上ノ高サ八十「メートル」ナル圓形ノ大構造物ニシテ其傾斜ノ割合ハ $\frac{375}{100} = 0,375$ ナリ又截面ノ外經ハ根本ニ於テ七、八〇「メートル」ヲ有シ頂上ニ於テ四、三六「メートル」ヲ有ス

甲ノ公式ニ由リテ計算スレバ次ノ數ヲ得

$$\text{烟突容積} = V = 688,24 \text{ 立方メートル}$$

$$\text{重心點ノ高サ} = f = \frac{1}{V} \times 18,425 (\text{「メートル」ヲ單位トス})$$

$$\text{底面ニ對スル慣性率} = J = 781,100 (\text{「メートル」ヲ單位トス})$$

故ニ次ノ結果トナル

$$f = \frac{Vf}{V} = 26,8 \text{ 「メートル」}$$

$$\text{「セントル」ヲ「パーカッショソ」ノ高サ} = h = \frac{J}{Vf} = 42,6 \text{ 「メートル」}$$

即衝撃中心ノ高サハ四十二、六「メートル」ニシテ烟突全高サ二分一ヨリ少シク高キ所ニ當ル」又第(二五)章ニ記ルシタル烟突破壊個所ノ平均高サヲ與フル統計上ノ定數百分ノ六十七ヲ用ユレバ此ノ場合ニハ五十三、二「メートル」ナル高サヲ得今暫ク兩結果ノ平均ヲ取り即約四十八「メートル」ナル數ヲ以テ此ノ烟突ガ激震ニ際シテ最破壊セラレ易キ個所ト見做スベキカ但此點ニ接近シタル高サ四十六「メートル」ニ當リ烟突壁

厚ノ階段境ヒ目アリテ(圖中AB)弱點ヲ呈スレバ寧ロ同境目ヲ以テ最弱ノ個所ト見做ス方眞ニ近カルベキカ

二九〔烟突ノ耐震力〕 前數章ニ記述セル所ノ統計上并ニ理論上ノ結果ヲ以テ暫ク結論ヲナセバ大烟突ノ最モ震害ヲ受ク易キ個所ノ高サハ左ノ式ニ依リテ概定スルヲ得ルガ如シ

$$y' = \text{烟突ノ假令轉倒ノ點ト見キ個所ノ高サ} \\ = \frac{1}{2} \left\{ h + (y_0 \times 0,67) \right\} \quad (15)$$

上式中 y_0 ハ烟突ノ高サニシテ h ハ其「セルトル」ヲ「パーカッショソ」ノ高サナリ」勿論此ノ式ヲ用井ルニ於テハ煉瓦接合力ハ烟突全部ヲ通シテ同一ナリト假定スルコトヲ記臆セザルベカラス

既ニ第(15)式ニ由リテ任意ノ一烟突ガ震害ヲ受クベキ高サヲ定メタルトキハ其ノ耐震力ハ第(3)式ヲ適用シテ計算スルヲ得ベシ即チ左ノ如シ

$$a = \frac{I_0 F}{\omega_0 f w V} \quad (3)$$

此式中 $a, I, g, E, \omega_0, f, w, V$ ナル諸記號ノ意義ハ凡テ第(一〇)章ニ於ケルト同一ナリ但タ普通煉瓦柱ト異ナル點ハ切斷面ガ根本ニアラズシテ y' ナル高サ(第15)式ニアルコト之ナリ

烟突ノ截面圓形ナルトキハ第(3)式ハ次ノ如クナル

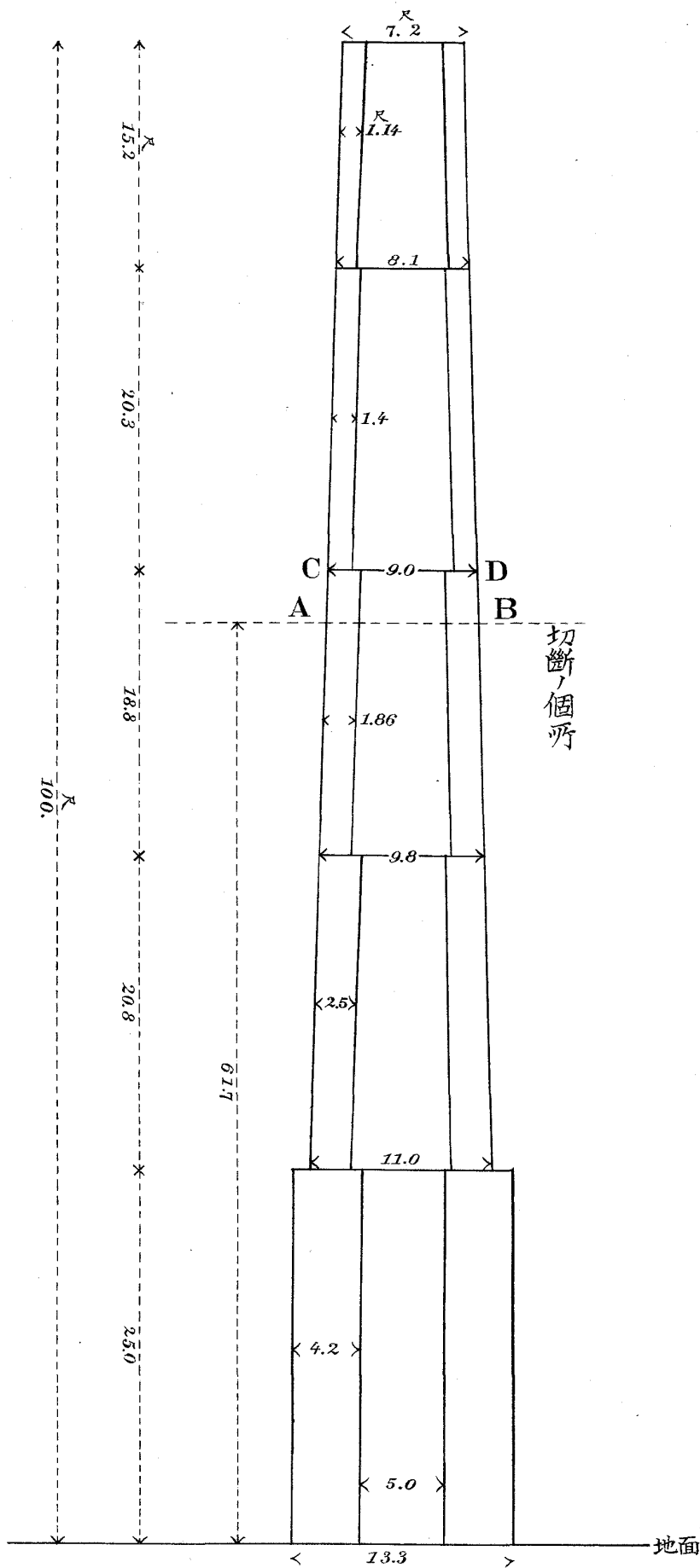
$$a = \frac{\pi g E (d_2^4 - d_1^4)}{32 d_2 f w V} \quad (16)$$

宮内省御料局佐渡支廳王子製造所烟突構造ノ畧圖

(本會報告書第五号 第三十五圖ニ依ル)

縮尺百五十分一

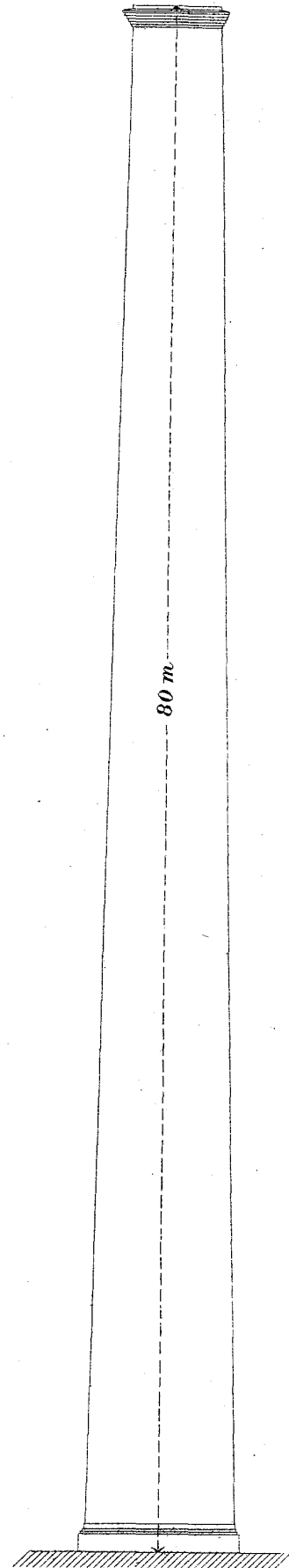
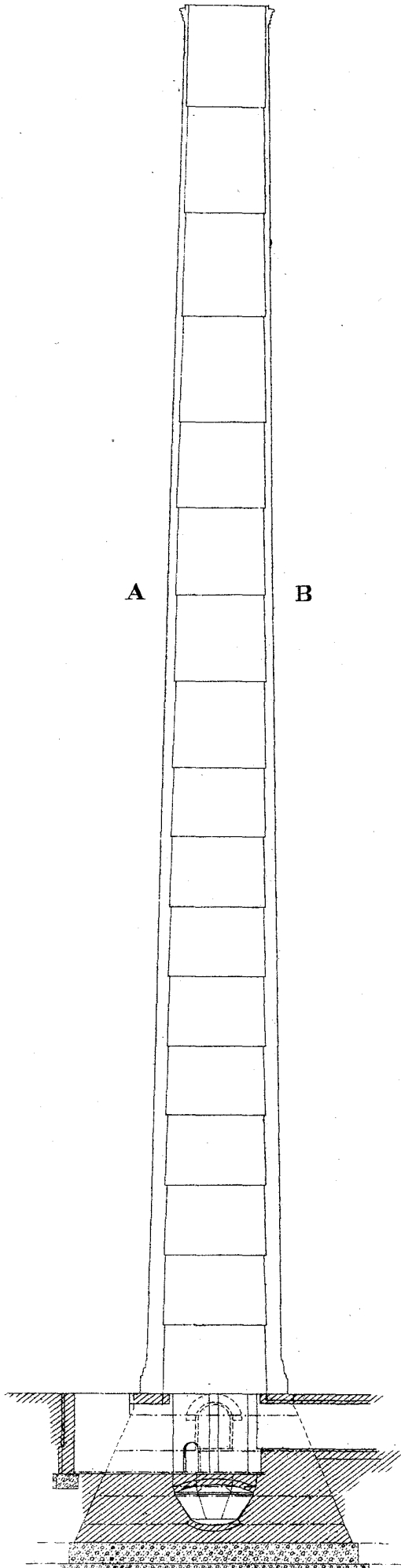
明治廿七年六月二十日激震ノ際破壊セルモノ



製鉄所大烟突圖

製鉄所大烟突ノ構造

地上ヨリノ高さ 〔メートル〕	壁 厚 〔メートル〕
80	4,000
74	4,216
68	4,332
62	4,448
56	4,565
51	4,685
46	4,785
41	4,905
36	5,085
32	4,990
28	5,134
24	5,058
20	5,202
16	5,166
12	5,311
8	5,355
4	5,359
1.5	5,299
0	5,250
	5,372



縮尺四百分一

d_2 ハ切斷箇所ノ外經ニシテ d_1 ハ其内經ナリ

第(16)式應用ノ例トシテ再ヒ第(二八)章ニ引用セル王子製造所並ニ製鐵所烟突ニ就キテ計算スベシ

一、「御料局佐渡支廳王子製造所烟突」破壊箇所ノ高サハ六十一尺七寸ニシテ之ヨリ起算スレバ次ノ數ヲ得

$$d_2 = 9,2^R$$

$$d_1 = 5,5^R$$

$$V = \text{切斷面以上ノ容積} = 1110 \text{立方尺}$$

$$f = \text{切斷面ヨリ上部重心點ノ同面ヨリノ高サ}$$

$$= \frac{1}{V} \times 19,300 = 17,3^R$$

其他

$F = 54,4$ 封度(但本會報告第五號ニ依ル眞野、田邊、安永三委員が實驗セラレタル當烟突ノ伸張抵抗力ナリ)

故ニ

$$a = 8,41^R = 2550 \text{「ミ」メートル} \text{ (但一秒時間ニ付キ)}$$

トナル即此烟突ノ耐震力ヲ示スモノナリ「抑當烟突ハ初メ高百十尺ナリシガ明治廿四年十月廿八日濃尾大震ノトキ龜裂ヲ生シタル爲ニ九十四尺七寸ノ處ヨリ積換ヘ其際高サヲ百尺ニ減シタルモノナレバ(本會報告第五號參照)形ノミニ就キテ見レバ頗ル堅固ノモノナルベク從テ a モ大ナル價値ヲ示セドモ

實際ハ第(二八)章ニ記ルシタル如ク切斷面ノ箇所ニ於テ煉瓦

接合ノ不充分ナリシヤノ疑アリ即計算ニ使用スベキ F ニハ五十四、四封度ヨリハ幾分カ小ナル値ヲ與フベカリシナラン而

シテ實際當時王子ニ於ケル地震動ノ強サモ此ノ a ヨリハ勿論低クカリシナルベシ

二、「製鐵所大烟突」此ノ烟突ノ最震害ヲ受ク易シト認ムベ

キ高サハ第(二八)章ノ終リニ記ルシタル如ク地面ヨリ四十

六「メートル」ナルベシ之レヨリ計算スレバ次ノ數ヲ得

$$d_2 = 5,585^R \text{「メートル」}; d_1 = 973 \text{ (「メートル」ヲ單位トス)}$$

$$d_1 = 4,865 \quad \text{「」}; d_1 = 560 \quad \text{(「」)}$$

$$f = 14,5$$

$$wV = \text{重量} = 269,31 \text{佛噸}$$

又 F ノ價値ヲ一平方「メートル」ニ付キ三十四、六佛噸(即一平方吋ニ付キ五十封度ニ當ル)トスレバ左ノ結果ヲ得

$$a = 634^R \text{「ミ」メートル} \text{ (但一秒時間ニ付キ)}$$

即當大烟突ノ耐震力ナリ尤上ニ假定シタル F ノ價値ハ普通ノ場合ニ於ケルヨリハ頗上等ノ煉瓦接合力ヲ示スモノト知ルベシ(第(二五)章參照)

前記王子製造所烟突ト製鐵所烟突トノ耐震力(a)ヲ比較スレバ(F ノ價値ニ僅少ノ差ハアレドモ)後者ノ著弱キヲ見ル此レ蓋

シ主トシテ其高サノ大ナルカ爲ナルヘシ既ニ第(一九)章ニ注意シタル如ク等一截面ヲ有スル柱狀物ノ場合ニハ耐震力ハ其高サノ自乘ニ比例スレバ烟突ノ如キモ高サガ非常ニ大ナルニ於テハ到底震害ヲ免ル、能ハザルモノナルベシ故ニ若シ能フヘクンバ烟突ノ高サ、詳言スレバ其重心點ノ高サヲ減少スルコト耐震上必要ナリトス「因ニ記ルス製鐵所大烟突ハ其後(太サヲ變スルコトナクシテ)高サ十「メートル」ヲ減シテ七十「メートル」トナス計畫ニ改メラレタリトゾ之レ耐震上重要ナル改良ト謂フヘキナリ

四 物體ノ轉倒

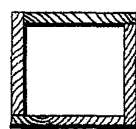
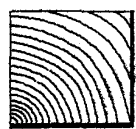
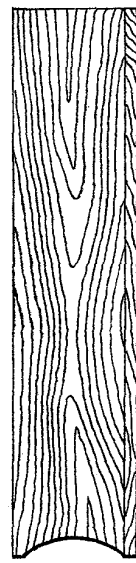
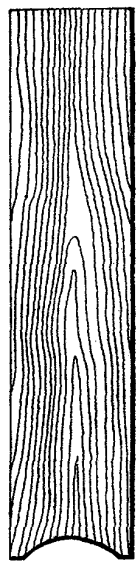
三〇〔物體轉倒試驗〕 物體轉倒試驗ノ目的ノ一部分ハ大地震ノ震度ヲ推測スルノ參考ニ資セントスルニアリ余ハ濃尾大地震等ノ調査ニ於テ震度ヲ定ムルニハ他ニ方法無カリシカバ轉倒セル石碑石燈籠ノ類ヲ觀察セルガ本試驗ニ於テハ此等ノ物體ニ比較スベキ大サノ柱狀物ヲ以テ材料ニ供セリ
試驗ニ用井タル柱狀物體ハ總計四十二個ニシテ其大小等ノ明細ハ第七表ニ示スガ如シ「此内一個ハ鐵管ナリ、八個ハ煉瓦ノ實柱若クハ中空柱ニシテ煉瓦柱破壊試驗ノ殘餘ヲ利用セルモノトス、又十八個ハ木製中空柱即箱ニシテ、他ノ十四個ハ同

ク木製ノ實柱ナリ

木製柱ノ形狀ハ圖ニ示ス如ク其底面ハ四隅ノミ存シテ他ハ削リ去リテ(深サ一「センチメートル」以內トス)凹形トナシ即四脚トナシタリ、之レ柱狀物體ノ座リヲ宜シカラシメンガ爲ナリ、煉瓦柱ノ場合ニモ同一目的ノ爲ニ底面ノ内部ヲ摩シ去リテ少シク凹ナラシメタリ

柱ノ最高ナルハ千五百十「ミリメートル」最低ナルハ二百四十「ミリメートル」ニシテ截面ノ最大ナルハ三百「ミリメートル」角、最小ナルハ九十「ミリメートル」角ナリ

木柱圖



第七表 轉倒試驗ニ用井タル柱狀物體表
(但シ「大サ」ハ凡テ物體外面ニ就キテ測ル)

記號	大サ (ミリメートル)	記號	大サ (ミリメートル)
	(I)鐵管(厚サ七「ミリメートル」)		(V)木製柱(但シ實柱)
k_1	直徑 152, 高サ 940	G_1	120×120×970
k_2	„ 150, „ 480	G_2	„ „ 843
	(II)煉瓦造リ角柱(但シ實柱)	G_3	„ „ 727
l_1	230×230×1150	G_4	„ „ 595
l_2	230×230×700	G_5	„ „ 480
l_3	230×230×660	G_6	„ „ 362
	(III)煉瓦造リ角柱(但シ中空)	G_7	„ „ 242
m_1	230×230×1100(壁厚 54「ミ リメートル」)	H_1	90×90×726
o_1	185×185×950(壁厚 45「ミ リメートル」)	H_2	„ „ 665
n	233×233×900(壁厚 50「ミ リメートル」)	H_3	„ „ 637
m_2	230×230×790(壁厚 54「ミ リメートル」)	H_4	„ „ 544
o_2	183×183×600(壁厚 45「ミ リメートル」)	H_5	„ „ 450
	(IV)木製角柱(但シ中空ニシテ厚サ一 「センチメートル」ノ板ヲ 以テ造ル)	H_6	„ „ 361
A_1	300×300×900	H_7	„ „ 270
A_2	„ „ ×605		
B	274×274×817		
C_1	242×242×970		
C_2	„ „ 727		
C_3	„ „ 484		
D_1	210×210×850		
D_2	„ „ 633		
D^3	„ „ 420		
E_1	180×180×907		
E_2	„ „ 727		
E_3	„ „ 544		
E_4	„ „ 362		
F_1	151×151×910		
F_2	„ „ 754		
F_3	„ „ 602		
F_4	„ „ 450		
F_5	„ „ 304		

第二十八號 煉瓦柱破壊及ビ柱狀物體轉倒ニ關スル調査(人爲地震試驗報告)

三二(試驗ノ方法及ビ成績) 試驗ノ方法ハ煉瓦柱破壊

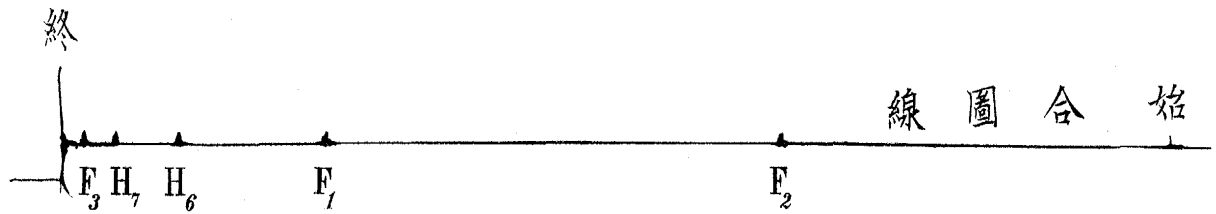
實驗ニ於ケル如ク諸種ノ柱狀物体ヲ轉倒セシメ地震臺振動ノ記録ヨリ其「強サ」ヲ測リテ算式上同物体ヲ轉倒シ得ベキ地震ノ「強サ」ト比較スルニアリ」地震臺振動ノ記録圖ハ第二十七圖及ビ第二十八圖ニ例示スルガ如

地震臺振動ヲ記録スルコト及ヒ此レヨリ柱狀物体ヲ轉倒シタル振動ノ強サヲ測リ出スコトハ全ク第(七)章第(一九)章ニ記シタルト同様ニシテ試驗ノ數ハ數十回ニ及ビタルガ其概略ヲ舉グレバ地震臺ノ實動(振幅ノ二倍)ハ最小二十九、五「ミリメートル」ヨリ最大百二十「ミリメートル」ノ間、又振動期ハ最短〇、四秒ヨリ最長一、四七秒ノ間ニアリテ其最大加速度ハ一秒時ニ付キ最低七百五十「ミリメートル」ヨリ最高一萬零七百「ミリメートル」ニ及ベリ但此ノ如キ強サノ振動ヲ與ヘタルモ尙C₃ナル柱ハ遂ニ之ヲ倒スコトヲ得ザリキ、以テ座リノ好キ物体ハ容易ニ地震ノ爲ニ倒サル、コト無キヲ知ルベシ又物体ノ轉倒ト煉瓦柱ノ破壊トヲ比較スルニ一見轉倒ハ易クシテ破壊ハ難キガ如クナルモ實ハ煉瓦柱ノ破壊ガ非常ニ容易ナル場合モ少ナカラズトス

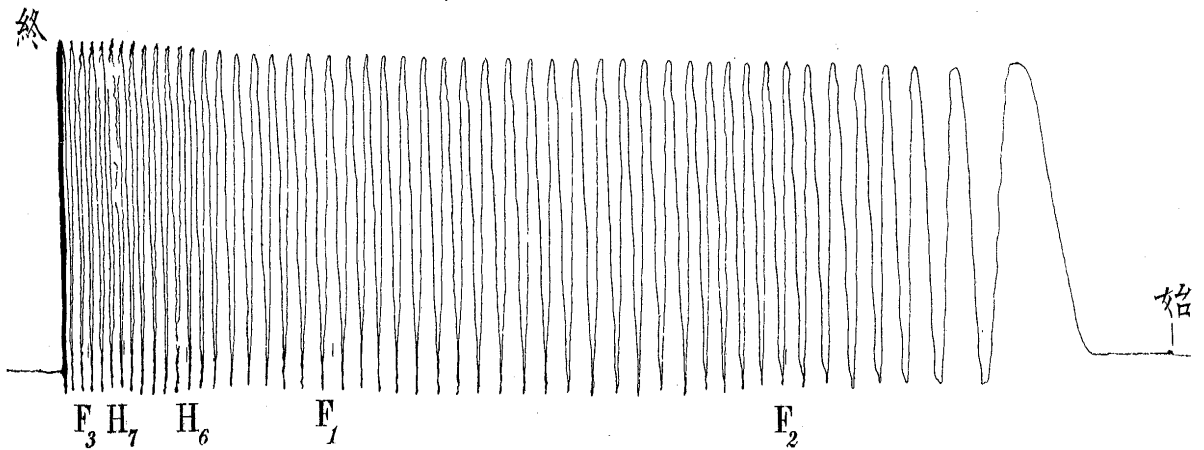
試驗ノ成績ハ第八表ニ示ス

圖七拾二第

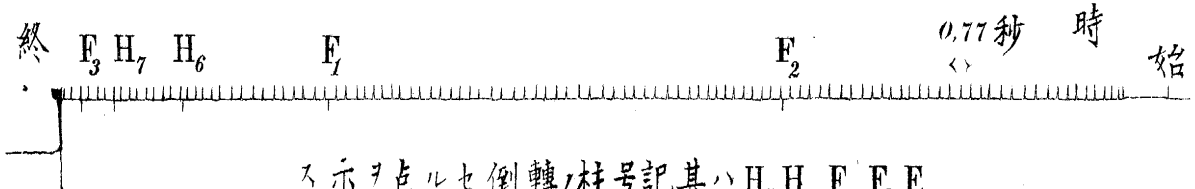
驗試倒轉柱五ノ $H_7 H_6 F_3 F_2 F_1$



(動實但) 動振ノ臺震地 ←



(ルナト動振復往一子振時垂テ以ヲ間時ノ間記時ノ個三ルニ隣相)

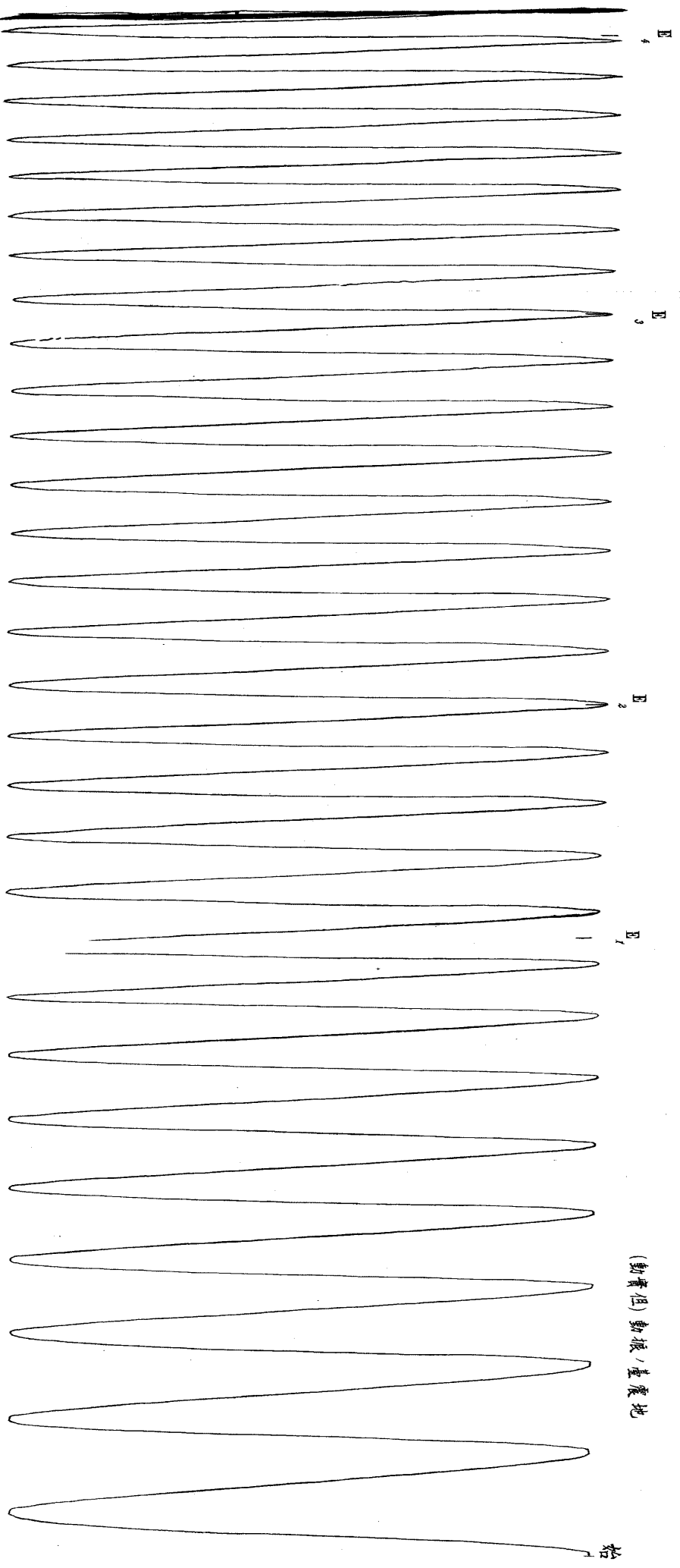


示ヲ点ルセ倒轉ノ柱号記其ハ $H_7 H_6 F_3 F_2 F_1$

圖八拾二第

試驗倒轉柱個四号 E_4, E_3, E_2, E_1

振 E_4 E_3 E_2 E_1 (1/11) 動振後往一子振時週列以7間時 間記時 個三(1/11) 時 (0.77秒) 始



示3点以(倒轉)柱 / 當相号記其 E_4, E_3, E_2

終

第八表 柱狀物体轉倒試驗成績表

$\left\{ \begin{array}{l} 2x = \text{柱狀物体ノ厚サ即横幅} \\ 2y = \text{同上ノ高サ} \\ a = \text{同上ヲ倒シ得ベキ加速度} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} 2a = \text{地臺震ノ實動(振幅ノ二倍)} \\ T = \text{同上ノ振動期} \\ A = \text{同上ノ最大加速度} = \frac{4\pi^2 a}{T^2} \end{array} \right.$

柱狀物体 記 號	2 x 「ミリメートル」	2 y 「ミリメートル」	$a = \frac{x}{y} g$ 秒「ミリメートル」 ヲ單位トス	2 a 「ミリメートル」	T 秒	A 秒「ミリメートル」 ヲ單位トス	比, $\frac{a}{A}$
l_1	230	1150	1960	100	0.89	2480	0.8
m_1	230	1100	2050	110	1.11	1760	1.2
o_1	185	950	1910	108	1.27	1310	1.5
n	233	900	2540	111 110	1.00 .90 平均	2190 2670 2430	1.0
m_2	230	790	2860	110 111	.96 .87 平均	2350 2890 2620	1.1
l_2	230	700	3220	104	.69	4280	.8
l_3	230	660	3400	114	.77	3780	.9
o_2	183	600	3040	111	.83	3180	1.0
k_1	152	940	1580	113 110 32	1.14 1.47 .77 平均	1720 1000 1060 1260	1.3
k_2	150	480	3060	114 113 114 32	.90 .92 .95 .61 平均	2770 2640 2480 1700 2400	1.3
A_1	300	900	3260	114	.79	3600	.9
B	274	818	3290	114 116	.79 .66 平均	3600 5240 4420	.7
C_1	242	970	2450	113 112	.88 1.00 平均	2870 2210 2540	1.0
C_2	242	727	3260	114 116	.77 .62	3780 5950	

柱狀物体 記 號	$2x$ 「ミリメートル」	$2y$ 「ミリメートル」	$\alpha = \frac{x}{y} g$ 秒「ミリメートル」 ヲ單位トス	$2a$ 「ミリメートル」	T 秒	A 秒「ミリメートル」 ヲ單位トス	比, $\frac{\alpha}{A}$
C ₂	242	727	3260	114	0.81	3420	0.8
				111	0.85	3020	
				平均		4040	
C ₃	242	484	4900	119	.51	9000 (倒レズ)	
				120	.47	10700 (倒レズ)	
D ₁	210	850	2420	113	.88	2870	1.0
				”	.91	2700	
				110	.96	2350	
				33½	.46	3120	
				平均		2510	
D ₂	210	634	3250	114	.78	3700	1.0
				”	.81	3420	
				111	.86	2960	
				”	.82	3250	
				平均		3330	
E ₁	180	908	1940	112	1.01	2160	.7
				”	1.09	1860	
				32	.56	2010	
				32½	.48	2780	
				33	.48	2830	
				35	.41	4100	
				平均		2620	
E ₂	180	727	2430	100	.83	2860	1.0
				”	.86	2660	
				113	.98	2320	
				112	1.04	2040	
				110	.99	2220	
				111	.96	2370	
				110	.94	2450	
				平均		2420	

柱狀物体 記號	$2x$ 「ミリメートル」	$2y$ 「ミリメートル」	$\alpha = \frac{x}{y}g$ 秒「ミリメートル」 ヲ單位トス	$2a$ 「ミリメートル」	T 秒	A 「秒ミリメートル」 ヲ單位トス	比, $\frac{\alpha}{A}$	
E ₃	180	544	3240	114	0.77	3780	0.9	
					.80	3510		
					.86	3040		
					平均	3440		
F ₄	180	362	4870	116	.62	5950	.8	
					.63	5750		
					平均	5850		
F ₁	152	910	1640	113	1.14	1720	1.2	
					110	1.33		1230
					31½	.71		1230
					30½	.67		1340
					32½	.53		2280
					29½	.75		1030
					30½	.75		1070
					30	.69		1240
平均	1390							
F ₂	152	754	1960	112	1.09	1860	1.2	
					30	.84		840
					31½	.59		1780
					32	.55		2080
					32½	.63		1610
					31	.48		2650
					29½	.75		1030
					30½	.69		1260
平均	1640							
F ₃	152	602	2470	112	1.04	2040	1.2	
					31	.60		1700
					29½	.65		1370
					31½	.57		1910
					32	.45		3100
平均	2020							

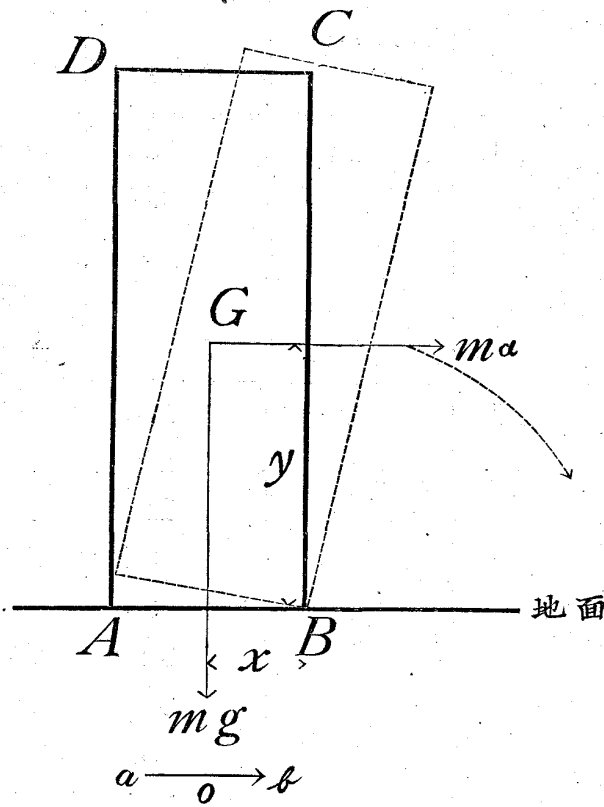
柱狀物體 記號	$2x$ 「ミリメートル」	$2y$ 「ミリメートル」	$a = \frac{x}{y} g$ 秒「ミリメートル」 ヲ單位トス	$2a$ 「ミリメートル」	T 秒	A 秒「ミリメートル」 ヲ單位トス	比, $\frac{a}{A}$
F ₄	152	450	3310	114	.86	3040	1.2
				113	.87	2950	
				32½	.50	2560	
				33	.46	3070	
				32½	.57	1980	
				平均	2720		
F ₅	152	304	4900	117	.66	5290	.9
				116	.66	5240	
				平均	5270		
G ₁	120	970	1210	110	1.30	1280	1.2
				31½	.82	920	
				”	.81	950	
				”	.84	880	
				平均	1010		
G ₂	120	844	1390	110	1.30	1280	1.5
				31½	.91	750	
				”	.91	750	
				”	.84	880	
				平均	920		
G ₃	120	728	1620	111	1.28	1330	1.5
				31½	.81	950	
				”	.84	880	
				”	.75	1100	
				平均	1070		
G ₄	120	596	1970	112	1.13	1720	1.5
				108	1.27	1310	
				31½	.74	1130	
				”	.80	970	
				”	.68	1340	
				平均	1290		
G ₅	120	480	2450	112	.99	2250	
				110	1.06	1940	

柱狀物体 記號	$2x$ 「ミリメートル」	$2y$ 「ミリメートル」	$a = \frac{x}{y}g$ 秒「ミリメートル」 ヲ單位トス	$2a$ 「ミリメートル」	T 秒	A 秒「ミリメートル」 ヲ單位トス	比, $\frac{a}{A}$
G ₅	120	480	2450	110	1.01	2170	1.1
				32	.60	1750	
				34½	.45	3350	
				32	.65	1490	
				55	.81	1500	
				56	.64	2700	
				平均		2140	
G ₆	120	362	3260	101	.83	2900	1.1
				101	.77	3350	
				”	.81	3030	
				114	.89	2840	
				113	.87	2940	
				114	.84	3180	
				32½	.51	2460	
				”	.50	2560	
				32	.64	1540	
				56½	.63	2800	
57½	.54	3880					
平均		2860					
G ₇	120	242	4860	116	.65	5400	.9
				”	.68	4950	
				”	.66	5240	
				平均		5200	
H ₁	90	726	1220	111	1.18	1570	.9
				”	1.30	1290	
				31½	.90	770	
				”	.91	750	
				”	.88	800	
				”	.77	1060	
平均		1040					
H ₂	90	666	1330	111	1.22	1470	
				”	1.26	1380	

柱狀物體 記號	$2x$ 「ミリメートル」	$2y$ 「ミリメートル」	$a = \frac{x}{y} g$ 秒「ミリメートル」 ヲ單位トス	$2a$ 「ミリメートル」	T 秒	A 「秒「ミリメートル」」 ヲ單位トス	比, $\frac{a}{A}$	
H ₂	90	666	1330	31½	0.88	800	0.9	
					.89	790		
					.91	750		
					.88	800		
					.85	830		
					平均	974		
H ₃	90	638	1390	112	1.18	1590	.9	
					111	1.21		1490
					31½	.81		950
					”	.84		880
					”	.82		930
					平均	1180		
H ₄	90	544	1620	112	1.10	1840	1.3	
					”	1.19		1570
					31½	.88		880
					”	.81		950
					”	.72		1200
					”	.74		1130
					30½	.65		1420
平均	1290							
H ₅	90	454	1940	112	1.14	1710	1.2	
					”	1.12		1770
					31½	.71		1230
					”	.74		1130
					”	.75		1100
					32½	.50		2560
平均	1600							
H ₆	90	362	2440	113	.98	2320		
					”	1.06		1990
					32	.65		1490
					”	.73		1180
”	63	1590						

柱狀物体 記 號	$2x$ 「ミリメートル」	$2y$ 「ミリメートル」	$a = \frac{x}{y} g$ 秒「ミリメートル」 ヲ單位トス	$2a$ 「ミリメートル」	T 秒	A 秒「ミリメートル」 ヲ單位トス	比, $\frac{a}{A}$
H ₆	90	362	2440	32	0.63	1590	1.3
				31½	.41	3700	
				”	.58	1850	
				”	.61	1670	
				平均		1930	
H ₇	90	270	3260	115	.85	3140	1.1
				116	.80	3590	
				110	.95	2400	
				35	.45	3390	
				33	.53	2320	
				32½	.60	1780	
				31½	.44	3200	
				32	.40	3950	
				32½	.54	2200	
平均		2890					
總平均						1.07	

地震動ノ物体ヲ轉倒スルハ頗錯雜シタル現象ニシテ簡單ナル算式ノ倒底能ク盡クシ得ベカラザルモノナランガ今問題ヲ易クスル爲ニ地震動ノ振動期ヲ物体自己ノ振動期ニ比シテ非常ニ短ナラズト假定セバ物体ハ地動ト反對ノ方向、即地ノ動キ



始メタル方ニ向テ倒サル、コトナクシテ、地動ノ強サガ充分大ナラザル間ハ地ト同様ニ伴ヒ動カサルベシ、圖中 ABCD ハ地面ニ安置セラレタル一個ノ柱狀物体ニシテ G ヲ其重心點トス又 G 點ノ高サヲ y トシ G 點及ビ下邊ノ一端 B 點トノ水平距離ヲ x トス今地震(水平動ノミト假定ス、以下倣之)ノ實動

ハ ab ニシテ任意ノ一瞬時ニ於テ地動ハ左方 a ヨリ其平均位置 o ヲ通過シテ b ニ向テ動キツ、アリトセムニ地ノ加速度 a ハ b ヨリ o ノ方ニ向フモノトス今之ト同様ナル加速度ヲ反對ノ方向ニ於テ地面ト物体トニ一樣ニ附加スルモ物体ト地トノ相互ノ關係ハ變ズルコトナク即地面ハ靜止シテ物体ハ a ナル加速度ヲ以テ o ヨリ b ニ向フ方向ニ擲カル、コトトナル即 m ナ ABCD ナル物体ノ質量トスレバ地震動ノ同一物体上ニ於ケル作用ハ ma ナル力ヲ重心點 G ニ與ヘタルト等シク其ノ B 點ニ關スル力率ハ may トナル又 g ナ重力ノ加速度トスレバ物体重量ノ同ヨク B 點ニ關スル力率ハ mgx ナリ故ニ a ニシテ充分大ニシテ左ノ式ヲ満足スルニ及ベバ物体ハ轉倒スルコトアルベキナリ

$$may = mgx$$

$$a = \frac{gxc}{y} \quad (17)$$

而シテ柱狀物体ハ地ガ動ク向キト同一ノ方即 a ヨリ b ニ向テ倒ルベキナリ而シテ實際激震ノ際一地方ニ於テ轉倒セル數多ノ物体ノ轉倒セル方向ヲ調査スルニ一方向ニ偏シテ大部分ノ轉倒スルコトハ名古屋東京等ノ場合ニ於テ認メタル所ナリ(濃尾及東京地震ノ調査参照)第(17)式ハ從來人ノ用井タル所ノモノニシテ水平力ヲ靜止セル重キ物体ニ加ヘテ轉倒セシ

ムルトキノ作用(例之バ「トムソン」「テート」物理書第二卷第一〇七「ペーシ」ヲ見ヨ)ヲ單ニ地震ノ場合ニ移シ用井タルモノナリトス但始メテ地震ニ適用シタルハ工科大学教師「ウエスト」氏ナリ(英文日本地震學會報告書第八卷第三十六「ペーシ」ヲ見ヨ)

第(17)式ニ依レハ物体ヲ轉倒スベキ地震ノ加速度 a ハ $\frac{g}{h}$ ニ等シク即チ其重量、詳言スレバ物質ノ如何ニハ全ク關係スルヲナシ又物体ノ形狀ニ就テハ單ニ $\frac{a}{g}$ ナル比ニ關シテ ω 若クハ γ ノ絶對的ノ大サニハ無關係ノコトトナル

第八表ニハ先ツ煉瓦柱、鐵管ヨリ始メテ木製中空柱及ヒ實柱ヲ其截面ノ大サニ從ヒテ順次ニ列舉セリ表ノ第四行目ニ與フル α ナル數ハ第(17)式ニ依リテ計算シタルモノニシテ第七行目ニ與フル A ナル數ハ地震臺ノ振幅及ヒ振動期ヨリ測リテ實際物体ヲ轉倒セシメタル最大加速度ナリトス而シテ表ノ終行ニ α ト A ノ比ヲ與フ

第八表ニ依リテ α ト A トハ大抵互ニ相近似スルモノナルコトヲ見ルベシ而シテ α ト A トノ比ハ最小價値〇、七ヨリ最大價値一、五ノ間ニ變化スレドモ平均ヲ取レバ此ノ比ノ價値ハ一、〇七トナル即 α ト A トハ實際相等シキ數ナルヲ示スモノト結論スルヲ得ベシ但此ノ結論ハ第(17)式ヲ造ルニ付キテ假定シタ

ル臆説ニ依リテ限ラレタル場合ニノミ正シキモノナルコトト忘ルベカラズ即今回ノ實驗ニ於ケル如ク地震動ノ振動期ガ物体自己ノ振動期ニ比シテ非常ニ短ナラザルヲ要スルナリ

三二一(第(17)式ニ就キテ)第(17)式ニ依レハ任意ノ一物体ヲ轉倒シ得ベキ地震ノ加速度 a ハ其ノ重量ニ關セザルコトハ既ニ前章ニ述ベタルガ第九表ハ此ノ定理ヲ證明スルモノナリ表ニ掲ゲタル m_2 l_2 l_3 o k_1 k_2 等ノ諸柱ハ煉瓦若クハ鐵管ニシテ重キモノナリ又 D_1 D_2 E_3 F_1 F_2 等ノ諸柱ハ中空ノ木柱即チ箱ニシテ極メテ輕キモノナレドモ 2ω 及ヒ 2γ ガ殆等シク從テ α モ相等シキ場合ニハ兩種類ノ柱トモ亦殆同一ノ地震臺ノ加速度 A ヲ以テ轉倒セラレタルコトヲ見ルベシ

第九表 物体ノ地震ノ爲ニ轉倒セラル、ハ其重量ニ關セ

ザルコトヲ示ス

($2x$. $2y$. a . A ノ意義ハ凡テ第八表ニ同シ)

柱ノ記號	物質	$2x$ 「ミリメートル」	$2y$ 「ミリメートル」	$a = \frac{xy}{y}$ 「ミリメートル」秒 ヲ單位トス	A 「ミリメートル」秒 ヲ單位トス
n m_2 D_1	煉瓦	233 } 平均	900 } 平均	2540 } 平均	2430 } 平均
	"	230 } 232	790 } 845	2860 } 2700	2620 } 2530
	木(中空箱)	210	850	2420	2510
l_2 l_3 o D_2 E_3	煉瓦	230 } 平均	700 } 平均	3220 } 平均	4280 } 平均
	"	230 } 214	660 } 653	3400 } 3220	3780 } 3570
	"	183	600	3040	3180
	木(中空箱)	210 } 平均	635 } 平均	3250 } 平均	3230 } 平均
	"	180 } 195	544 } 590	3240 } 3250	3440 } 3390
k_1 F_1	鐵管	152	940	1580	1260
	木(中空箱)	152	910	1640	1390
k_2 F_4	鐵管	150	480	3060	2400
	木(中空箱)	152	450	3310	2720

三三三〔結論〕 大地震ノ振動期ハ既ニ述ベタル如ク蓋一秒

内外若クハ二秒以下ニシテ非常ニ急ナリトハ勿論謂フベカラズ即本實驗ニ於ケル地震臺ノ振動期ト相伯仲スルモノナルベシ而シテ余ガ濃尾地震等ノ調査ニ於テ地震動ノ最大加速度ヲ推測シタルハ主トシテ石碑、石燈籠等ノ轉倒ヲ觀察シ其ヨリ第(17)式ニ依リテ計算シタルコトナルガ此等ノ物体ハ本實驗ニ供用セル柱狀物体、就中煉瓦柱ノ類ト殆同様ノ大サヲ有スルモノナレバ本實驗ノ結果ヲ適用スルモ敢テ不可ナル點ナカルベシ故ニ余ハ濃尾地震等ノ條ニ掲ゲル各激震地方ニ於ケル地震動ノ最大加速度ノ價值ハ頗ル確實ナルニ近キモノト信ズルナリ

本委員ハ絶對震度階即地震動ノ「強サ」ト被害トノ關係ニ就キテ既ニ本會報告第二十一號中ニ報告スル所アリシガ今回地震臺實驗ノ結果ト相照シ見ルコト便利ナレバ其ノ中ヨリ次ノ分ヲ録出スルコトトセリ

〔地震動ノ強サト被害トノ關係〕 強震以上最激震ニ至ル迄ヲ便宜ノ爲メ七級ニ分チテ左ノ如キ水平地震動ノ最大加速度ト其ニ對スル損害ノ程度トヲ示スナル大地震ノ絶對震度階ヲ作レリ勿論日本國ニノミ應用シ得ベキモノト知ルベシ

一、地震動(水平動、以下同シ)ノ最大加速度一秒ニ付キ三百

「ミリメートル」ニ達スレバ震動ノ強キガ爲人々皆戶外ニ逃出スルニ至リ粗末ナル煉瓦壁ニ小龜裂ヲ生シ、古土藏ノ白壁土ハ少ク震リ落サレ、棚上ニアル小瓶及ヒ類似ノ物品ハ倒レ或ハ落下シ、木製家屋ハ頗ル振リ搖カサレテ音響ヲ發シ、樹木ハ見得ベキ迄動搖シ、池水ハ岸ヨリ土ノ其中ニ搖リ落サレ或ハ底ヨリ泥ノ振盪セラルル爲ニ少シク濁リテ帶ブルニ至リ、往々下ゲ振リ時計ノ止リ、土器ノ破損等モアリ稀ニハ非常ニ缺點アル製造所煙突ノ一二ハ破損スルコトモアルベシ

二、地震ノ最大加速度一秒ニ付キ凡九百「ミリメートル」ニ達スレバ屋壁ニ裂罅ヲ生シ、木製ノ古屋ハ少シク其垂直ノ位置ヨリ外レテ傾斜ヲ呈スレドモ全潰スルニ至ルモノ無シ、造リ立テノ悪キ墓石燈籠ハ倒ル、又稀ニハ鑛泉、温泉等ニ異狀ヲ呈スコトモアルベシ但製造所煉瓦煙突ハ通常ノ場合ニハ未ダ破壊セラル、ニ至ラズ

三、地震動ノ最大加速度一秒ニ付キ千二百「ミリメートル」ニ達スレバ製造所煉瓦煙突ノ破壊セラル、モノハ其全數ノ四分ノ一二及ヒ、構造ノ粗惡ナル煉瓦家屋ハ半潰或ハ全潰スルモノアルベキガ、通常ニ意ヲ用ヒテ造レル煉瓦家屋ノ損害ハ壁ニ少ク裂罅ヲ生ズル位ニ止マルベシ、一二腐朽セル木造家屋及納屋ノ類ハ全潰シ、古クシテ弱キ木橋ハ少ク損害ヲ受クル

コトモアリ、墓石及石燈籠ハ倒ル、モノアリ、障子紙ノ破レ及木造家屋ノ屋根瓦ノ擾亂セラル、コトモアリ又稀ニハ岩塊ノ山腹ヨリ落下スルコトモアルベシ

四、地震動ノ最大加速度一秒ニ付キ二千「ミリメートル」ニ達スレハ製造所煉瓦烟突ハ悉皆破壊セラレ、通常ノ煉瓦家屋ハ半潰或ハ全潰トナルモノ多ク、木造家屋中ノ幾分ハ全潰トナリ其他ノ場合ニテモ雨戸、障子ハ大抵敷居ヨリ脱出スベシ、低濕ノ地若クハ河岸ニ沿フテハ幅二三寸ノ地割ヲ生シ、鐵道及通常堤防ハ處々ニ小破損ヲ來タシ、木橋ハ多少損害ヲ受ケ通常ノ石燈籠モ倒ル、ニ至ルベシ

五、地震動ノ最大加速度一秒時ニ付キ二千五百或ハ二千六百「ミリメートル」ニ達スレバ通常ノ煉瓦家屋ハ皆非常ノ損害ヲ受ケ、木造家屋ノ全潰スルモノモ其全數百分ノ三ニ及ブベシ、寺院ノ一二ハ全潰シ、堤防ハ餘程ノ損害ヲ受ケ、鐵道線路ハ少ク屈曲スルニ至リ、通常ノ墓石ハ倒レ、石垣ハ處々破損ヲ蒙リ、河岸ニハ幅一二尺ノ地割ヲ生シ、川及堀内ノ水ハ岸上ニ打チ上ケラレ、大抵ノ井ニハ異狀ヲ呈シ、又山崩レヲ生ズルコトモアリ

六、地震動ヲ最大加速度一秒ニ付キ四千「ミリメートル」ニ達スレバ寺院ハ大抵全潰シ、木造家屋ノ全潰スルモノ其全數百

分ノ五十乃至八十二及ブベシ、堤防ハ殆片々ニ破摧セラレ、田圃ノ中ヲ通シテ作レル道路ハ非常ナル龜裂陷落ノ爲メ車馬ヲ通ズ可カラザル程トナリ、鐵道線路ハ非常ニ屈曲セラレ、堅牢ナル鐵道橋モ破壊シ、木橋ハ半潰或ハ全潰トナリ、座リノ能キ墓石モ皆倒レ、時トシテハ幅數尺ノ地割ヨリ砂及水ノ多量ヲ噴出シ、田畠ニ埋メアル土瓶モ總テ破損シ、樹木野菜ノ根ニ接スル土壤ノ非常ニ震盪セラレタル爲メ土トノ接觸ヲ害シテ爲メニ枯死スルモアリ、低濕ノ地殊ニ田圃ノ如キハ非常ニ震リ搖カサレテ地面ハ水平並ニ上下ノ方向ニ於テ少ク移動ヲ示シ、夥キ山崩レヲ生スベシ

七、地震動ノ最大加速度一秒ニ付キ四千「ミリメートル」ヨリ遙ニ大ナルニ至レバ處々甚キ山崩レヲ生シテ山腹ハ殆全ク赤赭トナリ、建築物ハ少數ノ木造家屋ヲ除クノ外ハ皆全潰トナリ而シテ此等ノ僅ニ全潰セザリシ建物モ其土臺石ヨリ一尺乃至三尺モ移動スルコトモアリ又地面ニハ著キ斷層其他ノ地變ヲ生ズルニ至ルベシ

上文中地震動ノ最大水平加速度ナル數ハ地動ガ全ク水平動ノミヨリ成レルモノトノ假想ニ依リテ計算シタル結果ナルガ此假想ハ一般ニ非常ニ震央ニ近カラザル地方ニ於テハ格別ノ誤リヲ生スルコトナカルベシ(濃尾地震ノ條參照)

茲ニ注意スベキハ地震動ノ最大加速度ハ震害ノ程度ヲ示スモノナレドモ必スシモ其多寡ニハ比例セザルコトアリ即濃尾地方諸町村ニ於ケル全潰セル通常住家(木製家屋)數ト最大加速度トノ關係ハ平均セル所大凡左ノ如クナリ

一 町村内全潰家屋數

水田地動ノ最大加速度

一秒ニ付

- (一) 百分ノ二乃至三 二千六百耗
- (二) 百分ノ十五 三千四百耗
- (三) 百分ノ五十 三千九百耗
- (四) 百分ノ八十 四千五百耗
- (五) 百分ノ百 無限

前表中(五)ニ家屋全數ノ全潰ニ對スル加速度ヲ無限トセルハ家屋數夥多ナルニ於テハ其中ノ幾分ハ如何ナル大震ニテモ全潰セザルベシトノ意義ナリ例セバ濃尾地震ノ節美濃根尾谷水鳥村及黒津村ニハ地面ニ著キ斷層ヲ生シタレドモ全潰ニ至ラザル家屋アリシ

三四 五重塔、鐘樓等ノ如ク地震動ノ實動ニ比シテ非常ニ大ナル物體ニハ第(17)式ヲ應用スルコト能ハズ此等ノ場合ニハ物體自己ノ振動期ガ地震動ノ振動期ニ比較シテ甚タ長ク即地震動ハ寧ロ瞬時ノ衝擊ト見做スベキ作用ヲ呈スレバナリ蓋五

重塔、鐘樓等ノ如キハ地震動ガ數尺ノ振幅ヲ有スル程ノ甚シサニアラズンバ全體ニ倒ル、コトハ無カルベキナリ此等ノ事ニ關シテハ既ニ日本地震學雜誌第二卷(英文)ニ論述シタルコトアレハ茲ニハ略ス

結尾

三五 本報告ニ論述シタルハ最簡單ナル煉瓦構造物ニ關スル人爲地震實驗第一回調査ニシテ計算ノ方法ノ如キモ素ヨリ粗大ノ近算ト見做スベキモノニ過ギザレドモ本委員ノ微意ハ地震動ノ強サト物體ノ耐震力トノ關係ヲ判然タラシムルコト即算式上ニ示サントスルニアリ、中空煉瓦柱ニ關スル實驗ハ今回ハ充分之ヲ爲スタ得ザリシガ次回ハ進テ此等及ヒ他ノ構造物ニ付キテモ調査セントスルノ冀望ナリ

明治三十二年五月十日認ム