

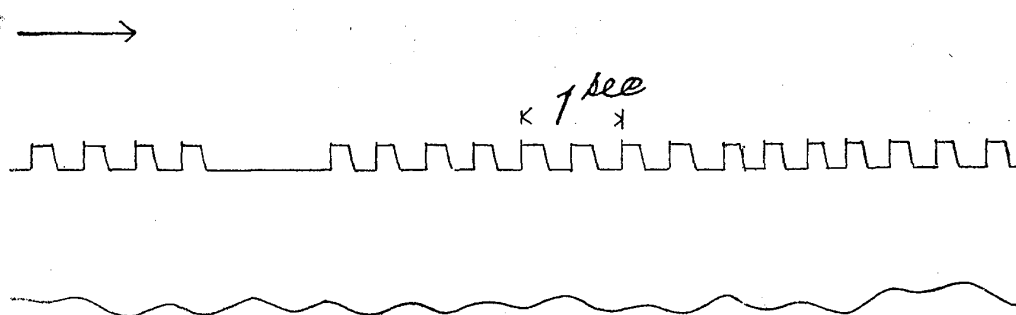
最大東西動ハ〇・八六「ミリメートル」ニシテ、千九百十五年二月八日ニ數人ヲシテ塔ヲ動搖セシメテ生ジタル最大動ハ〇・五「ミリメートル」ナリキ、又千九百十五年十月四日ニ四人ヲシテ塔ノ自己振動期ト時ノ調子ヲ合セテ塔ヲ動搖セシメタル結果トシテ、最大動〇・七「ミリメートル」ヲ呈セルガ、此ノ日風ノ爲ニ生ジタル最大動ハ〇・一「ミリメートル」ナリキ。千九百十七年十二月廿八日ニ鐘ヲ鳴ラセル爲ニ生ゼル塔ノ微動ハ上下方向ニ〇・〇〇〇四乃至〇・〇〇二七「ミリメートル」、東西方向ニ約〇・〇〇〇四「ミリメートル」ナリキ。完成セル「セーザー」塔ノ重心點ハ基礎下底面上約百〇二呎ニ當ル、基礎ノ厚サハ十八呎ナルヲ以テ、重心點ハ第三階床ヨリ約四尺ノ高サニアルモノトス。

第五章 東京帝國大學醫學部ノ

百呎鐵筋混凝土煙突

一 東京帝國大學醫學部所屬百呎鐵筋混凝土煙突ハ大正四年ニ完成セルモノニシテ、五呎六吋ノ等一内徑ヲ有シ、外徑ハ根本ニテ七呎九吋、頂上ニテ七呎一時ナル圓筒ナリ、壁厚ハ最下十五呎間ハ九吋ニシテ、其レヨリ七吋トナリ、頂上ニテ五吋ニ減少ス。基礎ハ直徑二十三呎、厚サ四呎〇・五吋ナリ

鐵筋混凝土煙筒ノ内面ニハ厚サ四・五吋ノ煉瓦層ヲ施セリ。



第十三圖 東京帝國大學醫學部鐵筋混凝土構造煙突ノ振動記象
高サ百呎 風ノ爲ニ生ゼル振動(實動ノ二十倍)

助川其他ノ場合ニ使用セル微動記録機ヲ煙突頂上ノ周圍ニ設ケラレタル圓形鐵足場ニ据ヘ付ケ驗測シタリ、大正五年三月八日午後ハ地面ニ於ケル風速一秒ニ付キ約五若クハ六米ナリシガ、煙突頂部ノ振動ハ微少ニシテ最大實動〇・二「ミリメートル」ニ止マレリ、振動期ハ〇・八五秒ナリキ。

第六章

助川驛附近百

呎鐵筋混凝土

煙突

一 助川驛附近百呎煙突
助川驛附近久原鑛業會社ノ圓形ノ鐵筋「コンクリー

ト」製ニシテ鑛石運搬用ノ藁俵ヲ燒棄スルノ用ニ供ス、高サ百呎ニシテ、外徑ハ煙突根本ニテ五呎七、頂上ニテ四呎半ナリ、又内徑ハ根本ニテ四呎、頂上ニテ三呎五ニシテ、「コンクリート」壁厚ハ下部三十呎ノ分ハ〇呎七五ニシテ其ヨリ以上三段ニ遞減シ、上部二十五呎ハ〇呎五ノ厚サトナル。又形狀ハ大體ニ於テ圓筒ニ近似シ、重心點ノ高サハ地上約三十呎即チ全高三分ノ一ニ近キ高サニアリ。

煙突ノ鐵筋上下線ハ其ノ外側面ヨリ二吋四ノ深サニ打テ込ミタルモノナリ、又煙突ノ容積等ハ左ノ如シ

容 積

鐵筋使用ノ百分率(容積ニテ)

煙突(地上ノ分)九百立方呎

一・二七

基礎工事九百七十五立方呎

〇・二二五

烟道ハ煙突ノ根本西北側ニ連接ス其ノ開キ口ハ割合ニ大ニシテ幅三尺五寸、高サ六尺ナリ。

一四 振動ノ驗測 煙突振動ノ驗測ハ大正六年一月三十日、三十一日ニ施行セリ、日立鑛山工作課長岸本工學士ノ好意ニヨリテ、木材ヲ以テ煙突ノ周圍ニ足場ヲ設ケテ驗測者昇降ノ用ニ供シ、煙突頂上ニハ板ヲ敷キテ座席トナシタリ、且ツ驗測中ハ煙突ノ燃燒ヲ停止シテ驗測ノ便益ヲ圖ラレタリ、今回ノ驗測ニ就キテハ岸本課長、小林工學士、其ノ他ノ諸氏ガ極

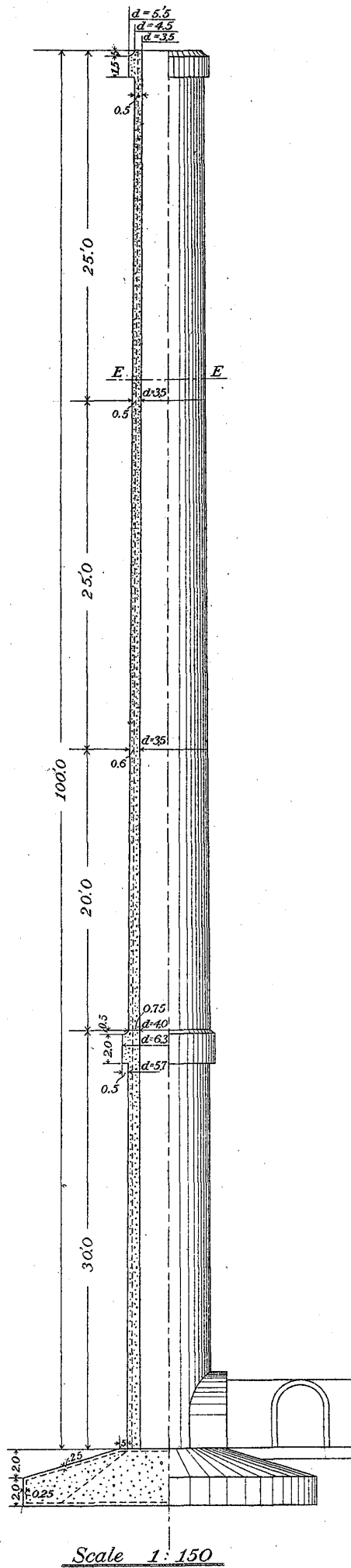
メテ懇切ナル幫助ヲ與ヘラレタルハ余ノ深謝スル所ナリ。振動計ハ曾テ佐賀關大煙突ノ驗測ニ使用セルモノノ一ニシテ適宜ニ製作セル一個ノ水平動地震計ヲ幅約一尺、長サ約一尺五寸ノ木ノ臺ニ据ヘ、之ヲ煙突頂上ニ於テ「コンクリート」壁上ニ取り付ケ煙道ニ並行シ、若クハ直角ナラシメ、描指ノ倍率ヲ五乃至三十トナシテ、風ノ爲ニ生ゼル煙突ノ振動ヲ墨汁ヲ以テ白紙上ニ自記セシムルノ裝置トナセリ、而シテ驗測ノ當日ハ折リ惡シク天氣快晴ニシテ風弱カリシヲ以テ充分ニ風速ト振動トノ關係ヲ調査スルヲ得ザリシガ、振動ハ割合ニ大ナリキ、又工夫一人ヲシテ煙突頂上ニアリテ之ヲ振搖セシムルニ煙突ハ易ク著ルシキ動キヲ呈スルニ至レリ、煙突周圍ノ足場ハ一二ヶ所ニ於テ煙突壁ニ接觸シタリシガ、爲ニ人ガ足場ヲ登ルニ際シテ煙突ニ幾分ノ動搖ヲ與ヘタリ。

風速 煙突頂上ニ「ロビンソン」風力計ヲ据ヘ付ケ風力ヲ測定セル結果左ノ如クニシテ平均ハ何レモ一秒ニ付キ十米以下ナリキ。

(1) 一月三十日午後二時頃 風向ハ北西ニシテ五分間ノ平均風速、一秒ニ付キ九米六

(2) 同日 午後三時〇二分ヨリ三十分十八秒迄、二十八分十八秒間ニ於テ風力計廻轉示度百米毎ノ時差ヲ順次ニ驗測

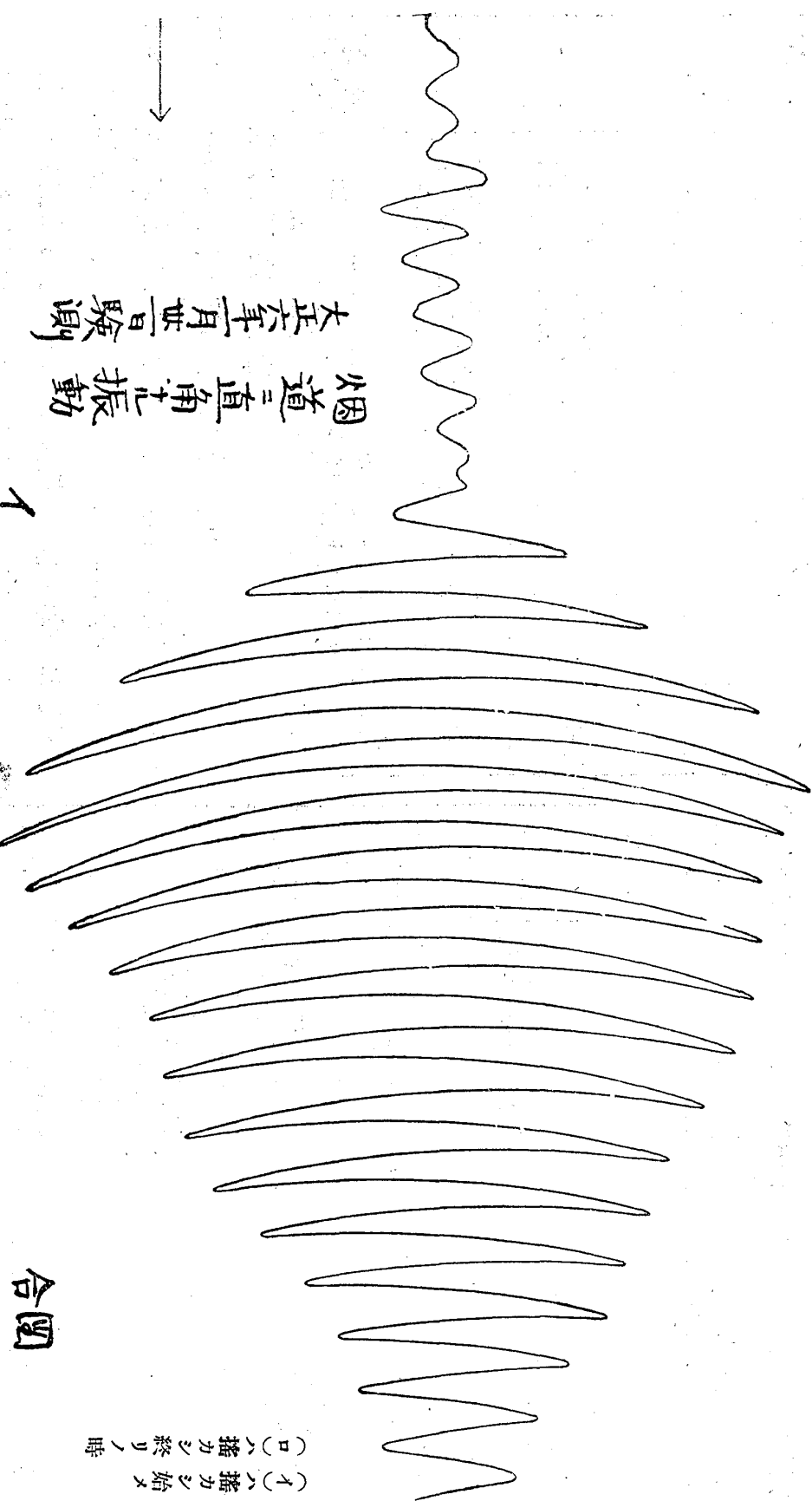
第十四圖 助川驛附近百呎鐵筋混凝土煙突構造圖



Scale 1:150

第十五圖 助川驛附近百呎鐵筋混泥土煙突ノ振動(實動ノ二十倍)
 左端ノ小ナル部分ハ微風ノ爲ニ生ゼル振動ニ大ナル振動ハ煙突上部ヲ工夫一人ニテ振搖セザル結果ナリ

(イ)ハ搖カシ始メ
 (ロ)ハ搖カシ終リノ時



合圖

時記

1秒

1

0

煙道直角ノ振動
 大正六年一月廿日 實驗測

煙道ニ並行ナル振動

セルニ風速ハ最高一秒ニ付キ十四米三、最抵三米六ニシテ平均一秒ニ付キ七米六トナル、風向ハ北西ナリキ。
 (3) 一月三十一日午前十一時〇五分ヨリ同三十一分二十五秒迄二十六分二十秒間ニ於テ前記セルト同様ノ方法ニテ試験セルニ風向ハ南々東ニシテ風速ハ一秒ニ付キ最高十米〇、最抵三米六ニシテ平均一秒ニ付キ五米八トナル。
一五 驗測ノ結果 振動驗測ノ結果ヲ煙道ニ並行ナルトキト直角ナルトキノ場合ニ別ケ次ノニ表ニ示ス。

煙道ニ直角ナル振動

實驗ノ回数	日 (大正六年) 時	風ノ爲ニ起コレル		人爲的ニ煙突ヲ振動セル結果	
		自然ノ振動	最大動	最大動	振動期
第四回	三十日午後三時二十分頃 (北西風、風速ハ平均一秒ニ付キ七米六、最高十四米三)	ミリメートル 〇・九五	秒 〇・八一	ミリメートル 四・三	秒 〇・八四
第七回	三十一日午前十一時頃 (風向南々東、最高風速一秒ニ付キ十米、平均風速五米八)	〇・七〇	〇・八一	五〇	〇・八一
第八回	三十一日午前十一時二十分頃 (同前)	〇・九〇	〇・八二	八・四以上	〇・八二
平均			〇・八一		〇・八二

實驗ノ回数	日 (大正六年) 時	風ノ爲ニ起コレル		人爲的ニ煙突ヲ振動セル結果	
		自然ノ振動	最大動	最大動	振動期
第二回	三十日午後二時三十分頃 (北西風、平均風速約一秒ニ付キ九米六)	ミリメートル 一・〇	秒 〇・八一	ミリメートル 三・四	秒 〇・八一
第三回	三十日午後二時五十分頃 (北西風、平均風速一秒ニ付キ七米六、最大風速一秒ニ付キ十四米三)	〇・六八	〇・八一	二・三	〇・八一
第五回	三十一日午前十時頃 (殆ド無風)	〇・七四	〇・七九	五・五以上 〇・一八	〇・八二 〇・一七
第六回	三十一日午前十時三十分頃 (微風)	〇・七〇	〇・七九	三・三	〇・一七
第一回	三十日午前十一時頃 (北風、此レノミハ風向ニ並行)	〇・三七	〇・八一	一・〇 〇・三	〇・八〇 〇・一七
平均			〇・八〇		〇・八一 〇・一七

振動期 煙突ノ振動期ハ平均〇・八一秒トナル煙突ノ振動ガ煙道ニ直角ナルトキガ、煙道ニ並行ナルトキヨリモ或ハ少クシク長キガ如キ形跡無キニ非ザルモ、其ノ差ハ極微ナレバ、

實際ニ煙道ノ存在ハ煙突ノ振動上格別ノ影響ヲ與ヘザルガ如クニ見ユ。

振動ノ大サ 煙突ノ實動即チ重振幅ハ一秒ニ付キ十米内外ノ風力ヨリ以下殆ド無風ノ場合ニ於テモ多クハ〇・七乃至一・〇「ミリメートル」ニ達シ、佐賀關大煙突ニ比スルニ頗ル振動シ易キモノナリト知ラル「工夫一人ヲシテ煙突頂上ヲ動かサシムレバ數「ミリメートル」乃至一「センチメートル」ノ振動ヲ生ジタルガ其ノ振動期ハ〇・八一乃至〇・八二秒ニシテ自然振動ノトキト同様ナリ、而シテ人爲的振動ハ〇・一七秒ナル短週期ノ微動ヲ混ジタルガ、此等ハ附近ヲ汽車ガ通過セルトキモ等シク現出セリ、或ハ煙突周壁ガ其ノ垂直中央軸ニ向ツテ放射狀ニ振動スルモノナランカ。助川煙突ノ振動ガ割合ニ大ナルハ既ニ前記セル所ナルガ、東京帝國大學構内ノ高サ百尺ナル圓形鐵筋「コンクリート」煙突ニ比スレバ數倍ノ振幅ヲ示スヲ見ル、(第一二節及ビ第七章參照)。此ノ大學煙突ハ根本ニ於テ外徑八尺ヲ有シ、煙突ノ高サトハ一ト二・五ノ比ニアリ、又々佐賀關大煙突ノ根本外徑ハ四十三呎ニシテ五百五十呎ノ高サニ對シテハ一ト二・八ノ比ニアリ、然ルニ助川煙突ノ根本外徑五呎七ハ百呎ナル高サニ對シテ一ト一七・六ノ比ヲ示シ、形狀ガ頗ル細長キニ過グルハ、則チ其ノ振動ノ多キ理由ノ一

ナランカ。

又助川煙突ハ元來塵燒捨テノ爲メニ造レルモノニシテ、嚴密ニ工事ノ完全ナルヲ期セザリシヤモ知ルベカラズ、假リニ基礎工事が充分堅固ナラズトセンカ、煙突全體ガ動搖ヲ受クルノ結果、振動現象ヲ著ルシク發起スベキナリ。振動ノ繼續時間 煙突頂部ガ自然ニ風ニ搖ガサレテ、稍々著ルシク相續キテ往復振動セルハ次表ニ示ス如ク、八回乃至十八回半ニシテ平均十三回三トナリ、十秒八ノ繼續時間ニ相當ス、此ハ風ガ吹キ續ヅケル時間ト見做シ得ベキナランカ、前年十二月佐賀關町五百五十呎ノ大煙突ヲ驗測セル際ノ風速ハ煙突頂上ニテ一秒ニ付キ三十五米ニ達シ、颶風ガ緩ミ息ムコト無ク烈シク吹キ續キタル時間ハ煙突振動ヨリ判シテ平均約十八秒間ナリシニ徴スルニ、風速大ナルトキハ從ツテ長ク風ガ吹續クルモノナルヲ見ルベシ。

日時	煙突頂部ガ稍著ルシク繼續セル振動回數
三十一日 午前十一時頃	(往復振動回數) 12 9 8
三十一日 午前十時頃	(往復振動回數) 15 15 10 15 16 18 5
三十日 午後三時三十分頃	(往復振動回數) 15 13 11 12 17 10 11 5 16 14 10 10 12 18 5 14
總平均 13.3 回 …… 一〇秒ハニ相當ス	

一六 摘要 助川煙突ノ振動期ハ〇・八一秒ニシテ、東京帝國大學構内ノ圓筒形百尺煙突ノ振動期ハ〇・八五秒ナリキ、要スルニ高サ百尺以上約百五十尺迄ノ鐵筋「コンクリート」煙突ノ振動期ハ一秒内外ナルベク、若クハ一秒ヲ超過スルトモ、其ノ差多カラザルベク、從ツテ大地震ノ振動期一秒乃至一秒半内外ニ比シテ長ガカラザレバ、高サ百五十尺以下ノ鐵筋「コンクリート」煙突ハ「短柱」ノ性質ヲ具フルモノニシテ地震ニ對シテハ其ノ根本ヲ最弱個所ナリト認メザル可カラズ、故ニ此等ノ煙突ニ在リテハ成ルベク其ノ重心點ヲ低クカラシメ、根本ヲ強固ニスルコト必要ナリト考ヘラル。

第七章 佐賀關町久原製鍊所

大煙突振動ノ驗測

一七 煙突振動驗測ノ意義 鐵道橋脚、煙突ノ如キ柱狀物體ガ震害ヲ受クルハ其ノ自己振動週期ノ長短ニヨリテ全ク趣キヲ異ニス、即チ鐵道橋脚ノ如キハ地震動ノ振動期ニ比シテ構造物自己ノ振動週期ガ短カク、一秒内外若クハ以下ナレバ構造物ハ根本ニ於テ切斷サルベキモ、之ニ反シテ普通ノ製造所煉瓦造煙突ノ如キニ在リテハ自己振動週期ガ比較的ニ長ク、二秒内外若クハ以上ナルヲ以テ、構造物ハ其ノ高サノ約三分

二附近ニテ切斷サルベキナリ、高サ數百尺ナル鐵筋「コンクリート」煙突ト地震トノ關係ハ如何ナルベキカラ調査スルハ目下建築工事發展ノ時ニ際シ、極メテ要用ナルハ言ヲ俟タズ、佐賀關町久原製鍊所大煙突ノ振動ヲ驗測シタルハ實ニ好機會ヲ得タルモノニシテ、此ノ驗測ニ就キテ種々ノ幫助便利ヲ與ヘラレタル宮長、松田、佐藤三技師其ノ他ノ諸氏ニ對シテ爰ニ深謝ノ意ヲ表ス。

一八 大煙突構造概要 鐵筋「コンクリート」造大煙突ノ基礎工事ハ厚サ十七呎、直經九十五呎ニシテ煙突ノ高サハ五百五十呎、外徑ハ根本ニテ四十二呎八吋、頂上ニテ二十七呎五吋ニ及ブ、壁厚ハ根本ニテ二十九吋半、頂上ニテ七吋ナリ、煙突ノ「コンクリート」建築工事ハ大正五年夏ニ始マリ同十二月二十日夜ヲ以テ完成セリ。煙突ノ建築個所ハ佐賀關ノ岩丘上ニシテ土地堅硬ナルヲ以テ將來附近ノ海中ヨリ激震ヲ發スルコトアリトスルモ、煙突所在地ノ震動ハ甚シキコトナカルベク、其ノ強サハ一秒ニ付キ約五百「ミリメートル」ノ加速度ヲ超過セザルベシト考ヘラル。

一九 風速 煙突所在地ノ標高ハ約百三十米ナルヲ以テ煙突ノ頂點ハ海面上一千尺ニ達ス、從ツテ煙突頂上ニ於ケル風速ハ地面ヨリモ強キヲ例トス、大正五年十二月二十二日午後四