

# 家屋耐震構造論 上編

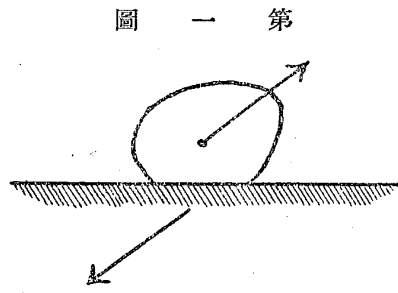
臨時委員工學博士 佐野利器

## 第一章 緒論

### 第一節 震度

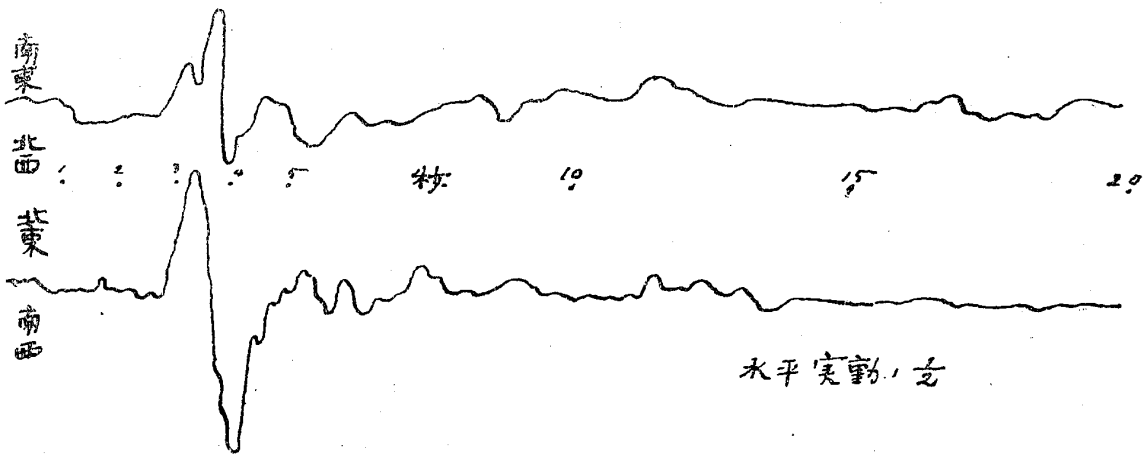
地震ハ地殻ノ種々ナル變動ヲ基トシテ起リ得ベシ、地表、地下ノ爆發、地層ノ折斷、剪斷、滑動等はナリ。

震波ハ音響ノ波ノ如ク縱ニ四周ニ傳ハルモノナリトセラル、一地點ハ震原ノ單複ニ依リ、又ハ波ノ通過セル途及ビ四周ノ地形、地質ノ影響ニ依リテ極メテ複雑ナル運動ヲナス、地震ノ上下及ビ水平動ノ記録ヲ對照シテモ之ヲ知ル事ヲ得ベシ。地震動ノ一部ハ工學的考究ニ際シテハ之ヲ單一弦運動ノ一部ト考フルヲ得ル事先人ノ説ク所ナリ、即チ地震動ノ或ル時刻ノ加速度ハ其點ガ其時刻ニ單一弦運動ノモトニアリトシテ求メラレ得ベシ。



今mナル質量ヲ有スル物體ガ地上ニ靜止シ、地震ノ際ニ地ト運動ヲ共ニスルモノトシ、地點ガ或ル時刻ニ於

圖 二 第



(ルヨニ學震地著士博村今)

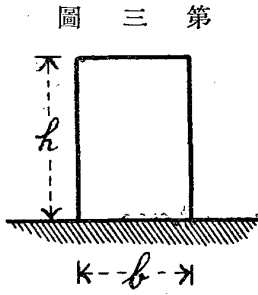
テの量ノ加速度ヲ有シタリトセバ、地ニ對シテ物體ノ靜止ヲ亂サントスル力ハ  $am$  ニシテ其方向ハ地點ノ加速度ノ方向ニ反ス、即チ地上ニ於テ地ト運動ヲ共ニスル凡テノ物體ハ地ノ加速度ト反對ノ方向ニ働ク  $am$  ナル力ニ依テ其靜止ヲ亂サレントス是即チ地震ノ單純ナル破壞力ナリ名ケテ震力ト云フベシ。

第二圖ハ明治二十七年ノ東京地震ノ際ニ於ケル東京帝國大學地震學教室内地震計

ノ記録ノ變形ニシテ大地震ノ地動ハ概シテ斯クノ如キ形ヲ有  
ス、而シテ其主要動中ノ最大加速度ハ其ノ地震ニ於ケル最大  
震力ノ素因ナリ即チ一地震ノ最大加速度ノ量ハ其ノ地震ノ烈  
シサヲ意味スルモノト云フベシ、大森理學博士ハ水平方向ノ  
最大加速度(主トシテ災害ノ直因ヲナスモノ)  $300 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$  ヲ  
リ  $4,000 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$  ノ間ヲ七階ニ分チテ所謂絶體震度階ヲ作ラレ  
タリ。

余ノ茲ニ震度ト名クルモノハ加速度(殊ニ最大加速度)ノ一ノ  
變形ナリ即チ地震動ノ最大加速度(8)ト重力ノ加速度(9)ト  
ノ比  $(\frac{8}{9})$  ニシテ常ニ  $W$  又ハ  $W'$  ヲ以テ之ヲ表ハサントス。

$W$  ヲ以テ物體ノ重量トセバ震力  $W \sin \theta$  ハ  $W \cos \theta$  ト記サレ得ベク、  
凡テノ物體ハ其重量ノ  $k$  倍ノ力ニ依テ靜止ヲ亂サレントスト  
云ヒ得ベシ、 $k$  ハ一般ニ 0.1 或ハ 0.3 ト云フガ如キ小數ナリ。  
之ヲ水平震動ノミニ適用スルトキハ  $k$  ハ辛ジテ轉覆セル柱狀



體ノ底ト高サトノ比(第三圖)ヲ示ス  
モノナリ、即チ下ノ如シ。

水平震度  $k = \frac{b}{h}$

$k = \frac{a}{g}$  ニシテ  $g$  即チ重力ノ加速度

ハ  $10,000 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$  ニ近キガ故ニ地震ノ加速度ヲモ  $300 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$  ヲ以

テ表ハストキハ其レトモトハ凡ソ數位ヲ變ズル事ニ依テ比シ  
得ベシ、即チ例ヘバ  $1,000 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$  ノ最大加速度ハ余ノ所謂震  
度 0.1 ニ近シト云フガ如シ。  
此ノ定義ヲ以テ既往二三ノ大震ヲ律スルトキハ水平震度ヲ下  
ノ如ク記載シ得ベシ。

地震名	地名	水平震度
東京地震(明治廿七年)	川深、所本	0.1
同	川深、所本	0.04
濃尾地震(明治廿四年)	垣大、阜岐	0.3
同	垣大、阜岐	0.25-0.3
江州地震(明治四十二年)	村勝、寺濱	0.4
同	村勝、寺濱	0.2
米國加州地震(明治卅九年)	町下、桑港	0.25
同	町下、桑港	0.1

地震學者ト地質學者トヲ煩ハスニ非レバ能ハズ、然レトモ少

震力ハ震度ト重量トノ積ナリ、震度トシテ此ノ定數ヲ用フル事ノ工學的利點ハ材料ノ重量ノ觀念ヨリ震力ノ觀念ニ直覺的ニ移リ行キ易キニアリ。  
或ル地ニ將來起リ得ベシト豫期セラルベキ震度ヲ名ケテ其地ノ豫期震度ト呼バント欲ス、豫期震度ハ其ノ土地ノ事情ニ應ズベク、之ヲ定ムルコトハ主トシテ

クモ其地若シクハ附近ノ似ヨリタル地ノ既往ニ於ケル最大震度以上ヲ豫期スベキヲ至當トナスベシ、即チ例ヘバ東京ノ本所、深川等ニ於テハ安政ノ地震ニ鑑ミテ少クモ〇.〇ノ水平震度ヲ豫期スベク山ノ手硬質ノ地ニ於テモ〇.1以上ヲ豫期スベキガ如シ、大阪ノ如ク軟弱ニシテ而シテ大震ノ歴史ヲ有スル土地ハ水平震度〇.3以上ヲ豫期スベク、名古屋ノ如キモ〇.2以下ヲ豫期スルコト望マシカラズ、而シテ垂直震度ハ多クノ場合ニ於テ水平震度ヨリハ遙ニ小ナリ故ニ其ノ地ガ震原地(又ハ上)タル恐アル場合ノ外ハ水平震度ノ $\frac{1}{2}$ 乃至 $\frac{1}{3}$ 或ハ其ノ以下ニ豫期シ得ベシ。

家屋ヲ造營スルニ當リ、其ノ地ノ豫期震度ハ家屋ノ大切サニ應ジテ増減セラレ得ベシ、此ノ場合ニハ其ノ震度ヲ特ニ其ノ家屋ノ標準震度ト名ケント欲ス、家屋ノ大切サト標準震度トノ關係ハ恰モ家屋ノ大切サト所謂安全率ナルモノトノ關係ニ似タリ、例ヘバ東京ノ山ノ手ニ記念的建造物ヲ起ストキ其ノ敷地ノ震度ヲ〇.25又ハ〇.3ニ高メテ考ヘ、又ハ下町ニ一時的ノ工場ヲ營ムトキ其ノ敷地ノ震度ヲ〇.1又ハ〇.15ニ減ジテ考フルノ類ナリ。

地ノ震度(主トシテ水平ノ)ガ或ル量例ヘバ $k$ ニ達シタルトキニ物體又ハ家屋ガ始メテ破壊セルトキハ其ノ $k$ ヲ直ニ物體又

ハ家屋ノ耐震性ノ標準數トナシ得ベシ、即チ、物體又ハ家屋ヲ破壊スルニ足ルベキ、地ノ震度ヲ屢々其物體又ハ家屋ノ耐震強度ト呼バント欲ス、例ヘバ或ル家屋ハ〇.3ノ震度ニ辛ジテ堪ユベシト云ヒ又ハ〇.3ノ震度ニ依テ始メテ破壊スベシト云フ代リニ、此ノ家屋ハ〇.3ノ耐震強度ヲ有スト云フノ類ナリ。

## 第二節 單體ニ對スル震力ノ作用

茲ニ單體ト稱スルハ石塔、門柱、煉瓦塀等ノ如ク全體トシテモ又、局部トシテモ至ムコト少キ單純ナル物體ナリ、故ニ單體ハ地ト運動ヲ共ニスベク其ノ全キ部ハ地ト同量ノ震度ニ作用セラル、モノトナシ得ベシ、單體ニ對スル震力ノ作用ニツキテハ嘗テ大森理學博士ニ依リテ詳説セラレタルモノアリ、(震災豫防調査會報告第二十八號其他)余ハ茲ニ博士ノ解説ニ基キテ我が震度 $k$ ノ適用ヲ述べ且ツ上下動ノ影響ヲモ併セ記サント欲ス、蓋シ論ノ順序トシテ單體ヲ忽ニスルコト能ハザレバナリ。

### 第一項 曲能率 (Bending Moment)

$k$ ……………水平震度  
 $k_1$ ……………垂直震度

$I$  ..... 單體ノ或ル水平断面ノ二次率 (Moment of inertia of a Section) (軸  $NN$  ヲ中軸トナス)

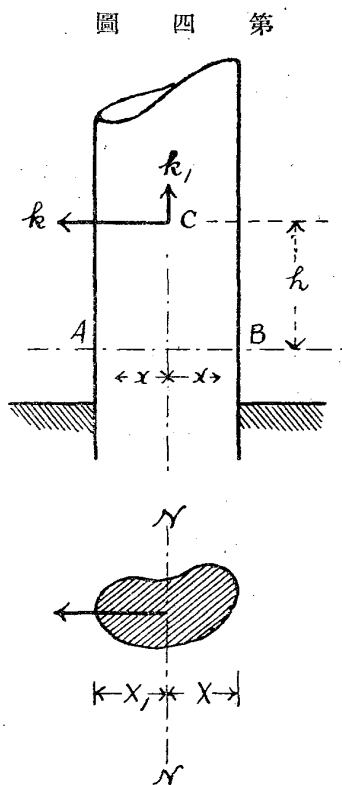


圖 四 第

$S$  ..... 同、断面率 (Section factor) (軸同上)

$A$  ..... 同、断面積

$W$  ..... 同、断面以上ニアル重量

$p_x$  ..... 同、断面内ニテ中軸 ( $NN$ ) ヨリ  $x$  距離 ( $k$  ノ方

向ニ正號) ニアル點ノ應壓力度

$M$  ..... 同、断面ニ働ク曲能率

$C$  ヲ以テ断面以上ノ重心ノ位置トシ、其ノ他ノ記號ヲ第四圖ノ如クスルトキハ  $\Delta$  断面ニ働ク曲能率ハ下ノ如シ。

$$M = kWl$$

而シテ此ノ断面内ノ應壓力度ハ曲能率ニ基クモノト重量ニ基クモノトノ和ナリ、故ニ  $p_x$  ハ下ノ如ク記サレ得ベシ。

$$p_x = \frac{Mx}{I} + \frac{W}{A}(1+k_1)$$

$k_1$  ハ地ガ上ニ向テ震度ヲ有スルトキ正號ヲ採リ之ニ反スルトキ負號ヲトル

$$\text{又ハ } p_x = W \left[ \frac{k_1 x}{I} + \frac{1+k_1}{A} \right] \dots \dots \dots (1)$$

最大應壓力度ヲ受クルハ  $x$  ノ最大ナル點ニシテ即チ  $A$  點 (  $x = \Delta$  ) ナリ而シテ其ノ最大量ハ  $k_1$  ガ正號ノトキニ起ル、其ノ量下ノ如シ。

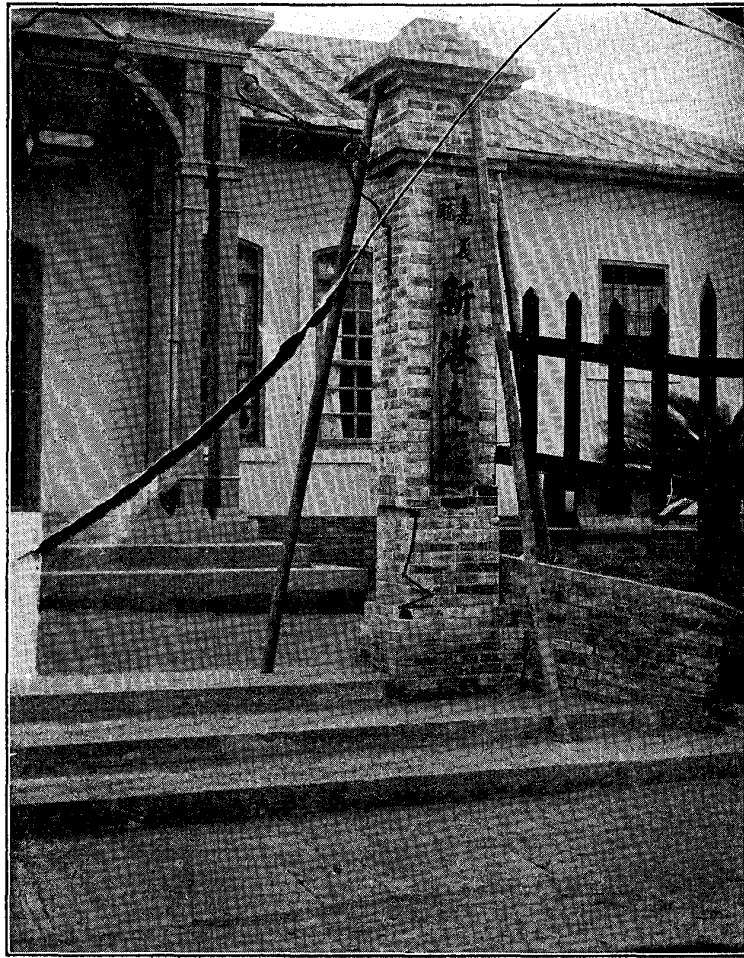
$$p_{x1} = W \left[ \frac{k_1 \Delta}{I} + \frac{1+k_1}{A} \right] \dots \dots \dots (2)$$

最小應壓力度ヲ受クルハ  $x$  ノ最小ナル點ニシテ即チ  $B$  點 (  $x = -\Delta$  ) ナリ而シテ其ノ最小量ハ  $k_1$  ガ負號ノトキニ起ル、其ノ量下ノ如シ。

$$p_{-x} = W \left[ -\frac{k_1 \Delta}{I} + \frac{1-k_1}{A} \right] \dots \dots \dots (3)$$

應壓力度ハ負號ヲ持ツ事アルベシ、即チ應張力度ニ變ズルコトアルベシ、(2)式ニ依テ、震度ガ下ノ如キトキ  $x$  點ニ應張力度ヲ生ズ

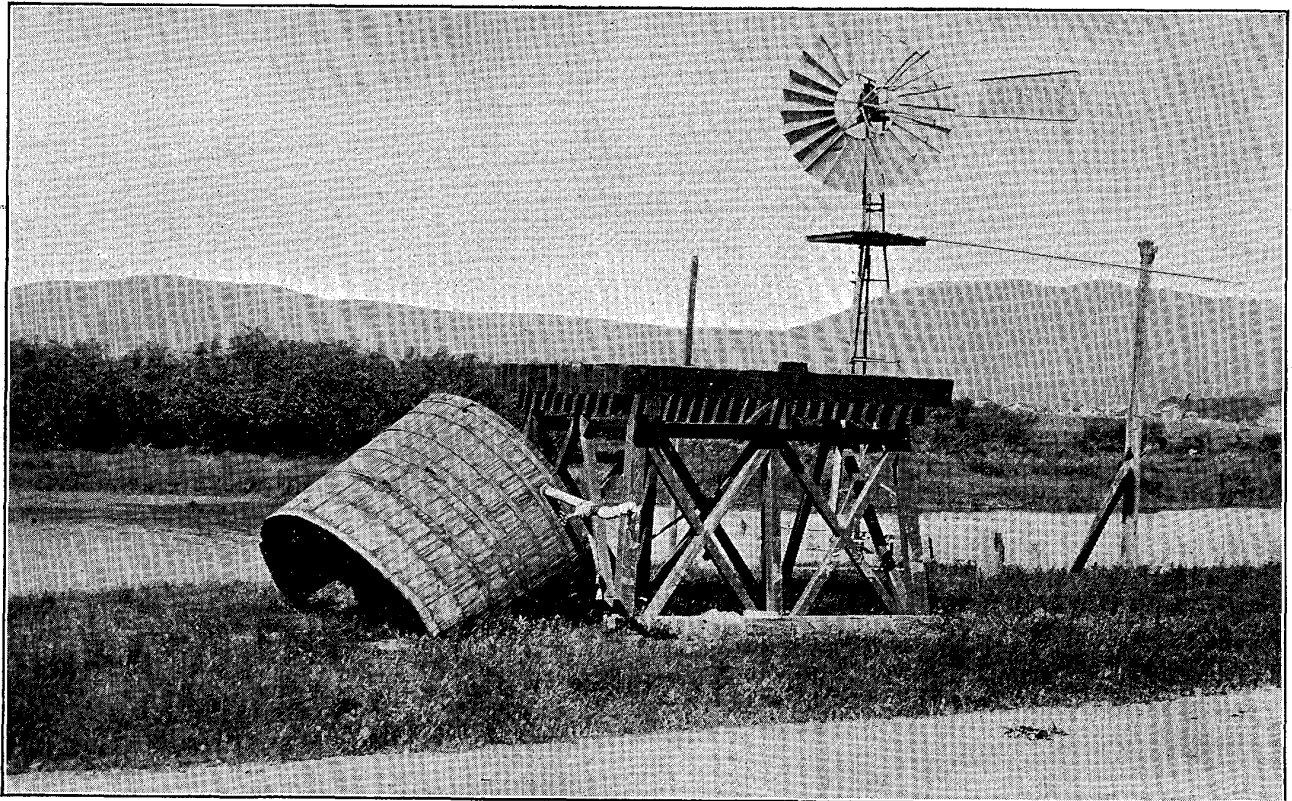
$$\frac{k}{1-k_1} > \frac{I}{A \Delta h}$$



(第一)

門柱破壞

(明治三十七年)

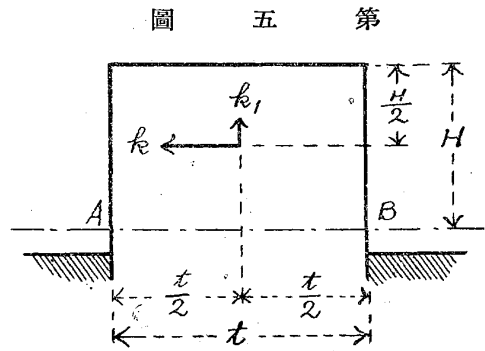


(州加、年九十三治明)

覆轉ノ槽水

(二第)

故ニ断面内ニ應張力度ノ存スルハ震度ガ下ノ如キ場合ナリ。



例ヘバ第五圖ノ如ク厚サt高サHナル正形柱體ニアリテハ

$$\frac{I}{AXh} = \frac{t}{3H} \text{ ナルガ故ニ } \frac{k_1}{1-k_1}$$

ヲ生ズベク、激震  $k_1 \parallel 0.4, k_2 \parallel 0.2$  ノ場合ニ於テハ應張力度ノ出現ハ  $H \parallel \frac{2}{3}t$  ノ如キ甚ダ据リヨキ

形ノ物體ヨリ始マルベシ。

最大應張力度ヲfヲ以テ表ストキハ(3)式ハ下ノ如ク書キ換ラレ得ベシ。

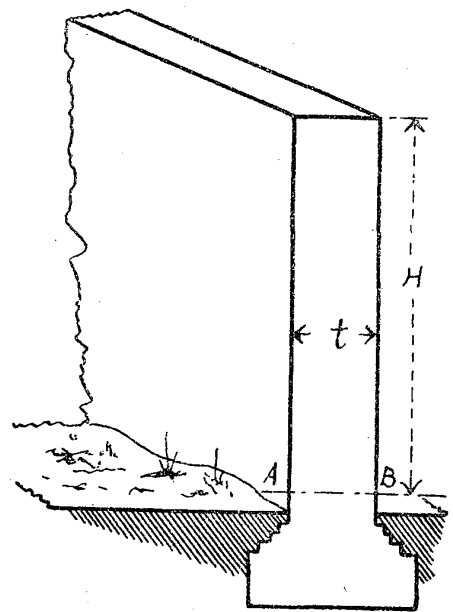
$$f = W \left[ \frac{k_1 X h}{I} - \frac{1-k_1}{A} \right] \dots \dots \dots (4)$$

之ヲ煉瓦又ハコンクリート塀ノ如キモノニ適用スルニ、

- H.....高サ
- t.....厚サ
- w.....單位容積ノ重量
- トスルトキハ

$$X = \frac{t}{2}; h = \frac{H}{2}; I = \frac{t^3}{12}; A = t; W = Htw$$

圖 六 第



ナルガ故ニAB断面ノ最大應張力度ト震度トノ關係ハ下ノ如シ。

$$f = wH \left[ \frac{3k_1 H}{t} - (1-k_1) \right] \dots \dots \dots (5)$$

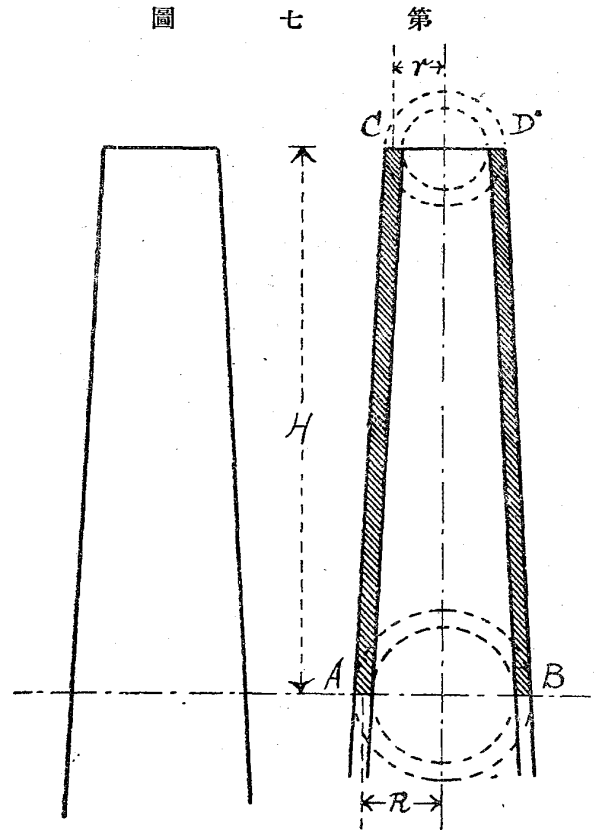
又(4)式ヲ圓形煙突ノ如キモノニ適用スルニ

H.....或ル断面AB上ノ高サ(此ノ高サニツキテハ

第三章第四節第二項ニ述ブル所アリ)

- R.....AB断面ノ壁眞ノ半徑
- r.....上部CDノ壁眞ノ半徑
- t.....壁厚サ(均一ト考フ)
- h.....重心ノ高サ
- V.....容積
- ナル記號ヲ用フルトキハ

$$A = 2\pi R t$$



$$X = R + \frac{t}{2}$$

ニシテ又、半径ガ厚サニ比シテ餘程大ナリトセバ

$$I = \pi R^3$$

$$V = \pi t H (R + r)$$

從テ

$$W = 3 \pi t H (R + r)$$

$$h = \frac{H}{3} \frac{R + 2r}{R + r}$$

ナリ、故ニ此ノ AB 断面ノ最大應張力度ト震度トノ關係ハ(4)式ニ依リテ下ノ如シ。

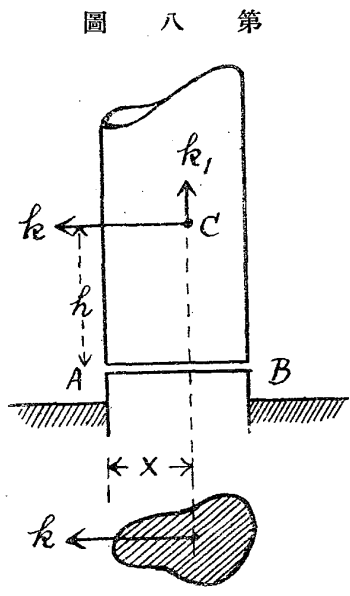
$$f = \omega H \left[ \frac{k_1 H (2R + t) (R + 2t)}{6R^3} - \frac{1 - k_1}{2R(R + r)} \right] \dots (6)$$

### 第二項 轉覆及ビ其ノ作用

#### ニヨル移動

AB 断面ガ毫モ應張強度ヲ有セザルトキ(又ハ失ヒタルトキ)ハ曲能率ハ物體ヲ轉覆セントス、故ニ屢々轉覆ノ能率ト呼バル、第八圖ニ於テハ A ヲ中心トシテ物體ヲ左ニ轉覆セントスベク其ノ能率ハ  $k_1 W h$  ニシテ之ニ抗スル能率ハ  $W(1 + k_1)$  ナリ、故ニ轉覆ノ將ニ起ラントスル場合ニ於テハ下ノ關係アリ。

$$k_1 W h = W(1 + k_1) X$$

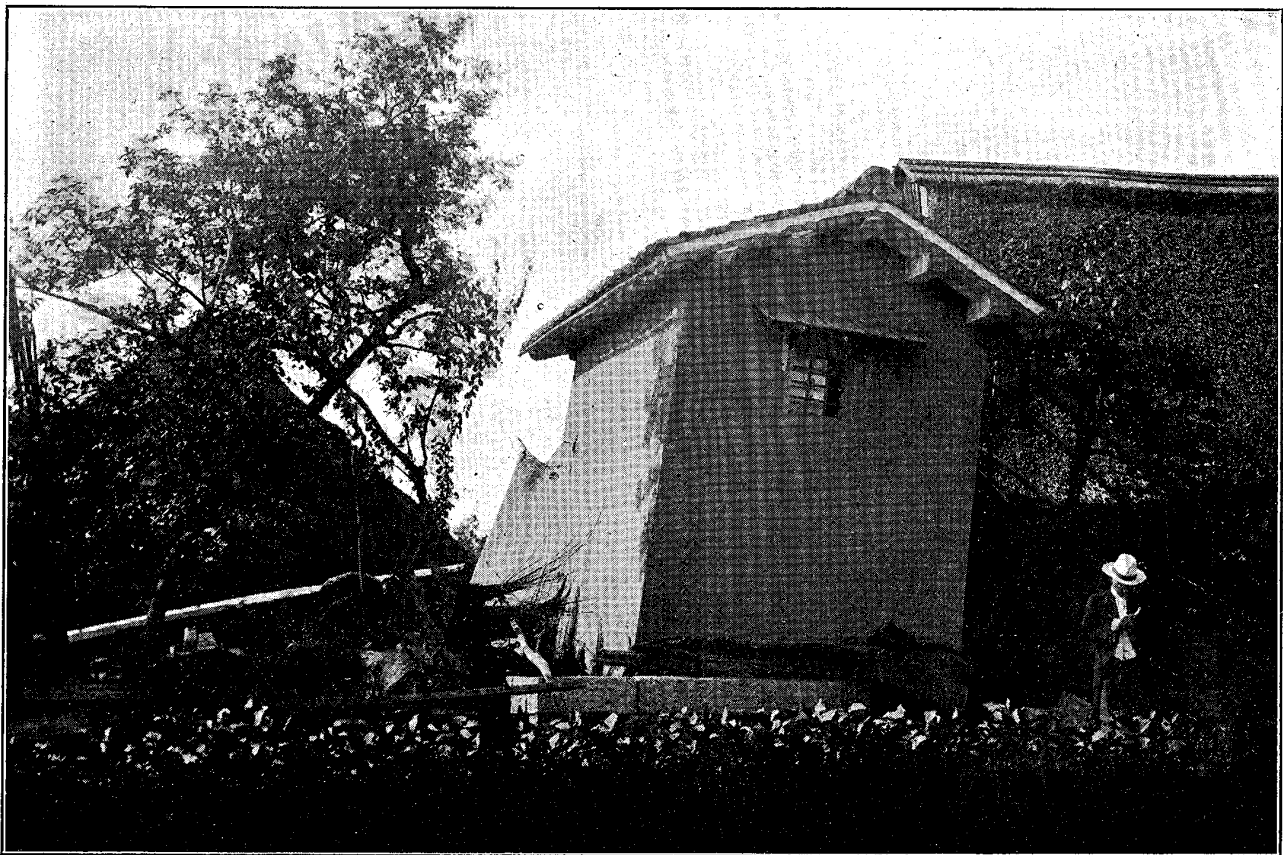


場合ニ對シテ上式ハ下ノ如ク記サレ得ベシ。

地ノ震度ガ上ニ向フトキ  $k_1$  ハ正號ヲトル抵抗ノ少キハ  $k_1$  ガ負號ノ場合ナリ故ニ轉覆ノ起リ易キ



(州江、年二十四治明) 覆 轉 ノ 門 (三 第)



( 同 ) 動 移 藏 土 (四 第)

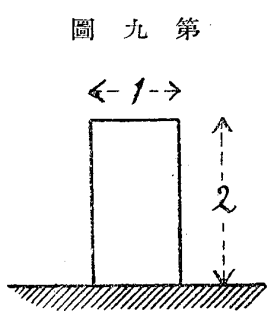


$$\frac{k_1}{1-k_1} = \frac{X}{h} \dots \dots \dots (7)$$

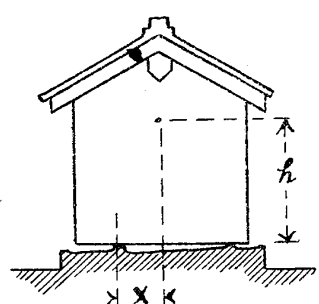
是レ即チ轉覆作用ニ對シ震度ト物體ノ大サトノ關係ナリ、(7)式ノ示スガ如ク垂直震度 $k_1$ ノ大ナルニ從テ轉覆作用容易ナリ、 $k_1 \parallel 1$ ノ如キ極端ナル場合ヲ考フレバ斷面ニ強度ナキ凡テノ單體ハ其ノ形ニ無關係ニ皆悉ク轉覆ヲナサントスベシ。物體ガ轉覆ヲナサンニハ其ノ大サニ應ジテ相當ノ時間ヲ要ス故ニ轉覆ノ途中ニ於テ震動ノ方向ガ反對ナルニ至ラバ再ビ元ノ位置ニ歸リ得ベシ、斯クノ如クシテ形ノ大ナル物體ハ轉覆ヲ實現スルコト容易ナラズ、然レドモ(7)式ノ範圍内ニ於テハ常ニ轉覆セントスル傾向ヲ有ス、故ニ形ノ大ナル物體ト雖モがたつきヲ起ササルベカラズ、(高サ甚ダ高キ彈性體ハ問題外ナリ、今ハ地ト運動ヲ共ニシ得ベキ單體ノミニ就テ云フ)、がたつきハ移動ヲ導ク事多シ斯クノ如クニシテ物體ノ移動ハ屢々其ノ轉覆作用ニ依テ生ジタルモノト解セラルベキ場合アリ。

明治三十九年米國加州震災ノトキポイントレーズ (Point Reyes) ノ停車場ニ於テ汽罐車ノ轉覆セルアリ、同時ニインブーネス (Inverness) 村ニ大ナル水槽ノ轉覆セルモノアリ(寫真第二)、斯クノ如キ据リヨキ物體ノ轉覆ハ水平震度ノミヲ考

フルコトニ依テ解釋シ得ベカラズ、少クモ之ヲがたつかスルニ要スル丈ケノ垂直震度ノ大ナルモノノ加ハリアリシヲ思ハシム、 $k_1 \parallel 0.4$ 、 $k_1 \parallel 0.2$ ノ場合ニ於テハ第九圖ノ如ク据リヨキ形ヲ有スル正形柱體ト雖ドモ將ニ轉覆セントスベキナリ。甚ダ据リヨキ形ヲ有スル物體ト雖



第九圖



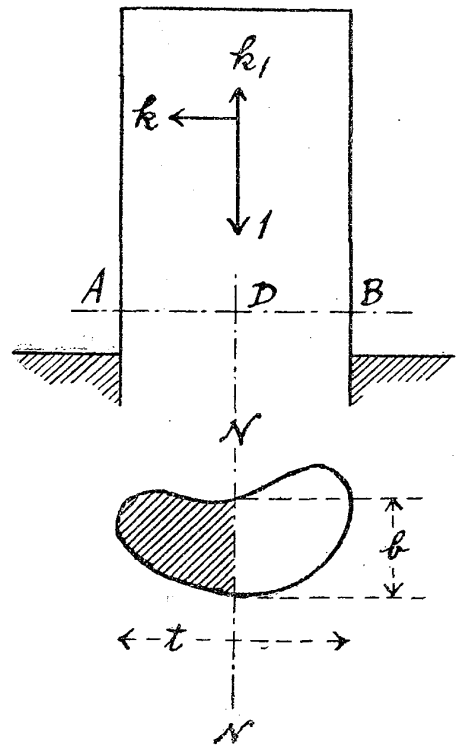
第十圖

ドモ、下底ニ於テ所謂なじまザル點アルトキ(第十圖)ハXヲ少ニシテ轉覆作用ニヨルがたつきヲ起シ從テ移動スルコトアルベシ、小堂宇ノ如キ壇上又ハ礎石上ニ乗ルモノニアリテハがたつきノ結果、壇又ハ礎石ヲ踏ミハズスノ容易ナルコトアリ、遂ニハ眞ノ轉覆ヲカモスニ至ルベシ。(寫真第三)

第三項 剪斷、滑動及ビ廻轉

1. 剪斷 或ル斷面AB上ノ剪斷作用ヲ考ヘントス、應剪力度ハ斷面ノ中軸ニ於テ最大ナリ。

第十圖



$G$  ..... 中軸  $NN'$  ニ對スル斷面ノ一方ノ一次率 (Statistical Moment).

$I$  ..... 同上、斷面ノ二次率 (Moment of Inertia)

$f_s$  ..... 最大應剪力度

其他ノ記號ヲ第十一圖及ビ前項ニ準ズルトキハ震度ト最大應剪力度トノ關係ハ下ノ如シ。

$$f_s = \frac{kW}{bI} G \dots\dots\dots (8)$$

斷面ガ矩形ナル場合ニハ

$$G = \frac{bt^2}{8} ; I = \frac{bt^3}{12} ; A = bt.$$

ナルガ故ニ(8)式ハ下ノ如ク記サレ得ベシ。

$$f_s = \frac{3}{2} \frac{kW}{A} \dots\dots\dots (9)$$

應剪力度  $f_s$  ハ水平垂直ノ二面ニ同量ニ起リ、合シテ斜面上ノ應張力度ヲ惹起ス其ノ量亦同ジ。

2. 滑動 — 斷面内ニ應剪強度ヲ有セザルトキハ物體ハ斷面ニ沿フテ滑動セントスベシ、滑動力ハ  $\mu W$  ニシテ之ニ抗スルモノハ  $\mu(1+k_1)W$  ナリ (其ノ  $\mu$  ハ面ノ摩擦係數) 地ガ上ニ震度ヲ有スルトキハ正號ヲトル。

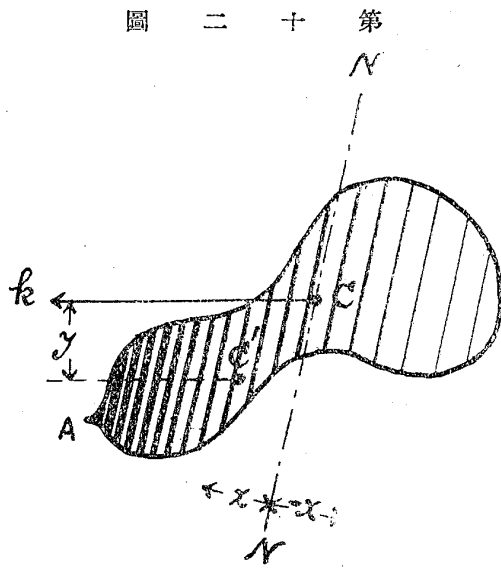
將ニ滑動セントスル場合ニ抵抗ノ少サキトキヲ考フレバ下ノ關係ヲ得ベシ。

$$kW = \mu(1+k_1)W$$

$$\text{即} \quad \frac{k}{1+k_1} = \mu \dots\dots\dots (10)$$

是レ即チ將ニ滑動セントスル場合ニ於ケル震度ト摩擦係數トノ關係ナリ、水平震度  $k$  ハ自己ヨリ大ナル摩擦係數  $\mu$  ヲ有スル面ニ物體ヲ滑動セシメ得ベシ、例へバ  $k=0.4, k_1=0.2$  ノトキ  $\mu=0.5$  ナル面ヲ有スル物體ハ滑動セントス、物體ノ摩擦係數ハ多クハ  $0.4$  ト  $0.7$  トノ間ニアリ、震度  $k=0.3, k_1=0.2$  以内ニ於テハ單純ナル滑動ヲナスモノ多カラザルベシト雖モ、 $k=0.5, k_1=0.3$  ノ如キ極端ナル劇震ヲ想像セバ据ヘ置カレタル殆ド凡テノ物體ハ滑動セザルベカラズ。

3. 廻轉——物體廻轉ノ現象ハ地ノ廻轉運動ヨリ起ルヨリハ直線ノ加力ノ方向ノ關係ニヨリテ起リ易シトセラル、第一項ニ述ベタル應壓力度ノ不平均ト本項ニ述ベタル滑動トノ結合ニヨリテ更ニ其ノ解説ヲ試ミントス



(1) 式ニ見ルガ如ク面ノ應壓力度ハ中軸  $ZN$  ヨリノ距離  $x$  ニ依テ變ズ、 $x$  ガ負號ノトキハ應壓力度ハ零ニ歸スルコトモアリ、故ニ壓ノ中心ハ斷面ノ重心  $C$  (第十二

圖) ニ一致セズシテ其ノ以外ニアリ之ヲ  $C'$  トセン、 $C'$  ハ最大應壓力度ヲ有スル  $A$  點ト重心  $C$  トノ間ニアリ。

$C'$  點ガ水平震度  $h$  ノ方向線ニアラザル限リハ水平力  $hW$  ハシナル桿 (arm) ヲ以テ物體ヲ  $C'$  ノ周ニ廻轉セントスベキナリ面ノ滑動抵抗ガ是ニ抗シ能ハザル場合ニハ物體ハ廻轉スベシ。

例ヲ舉ゲンニ第十三圖ノ如キ鐘樓ニ於テ  $O$   $E$  ノ如キ方向ニ水

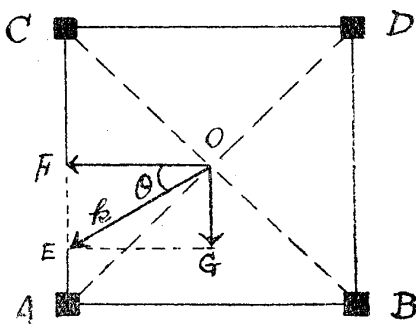
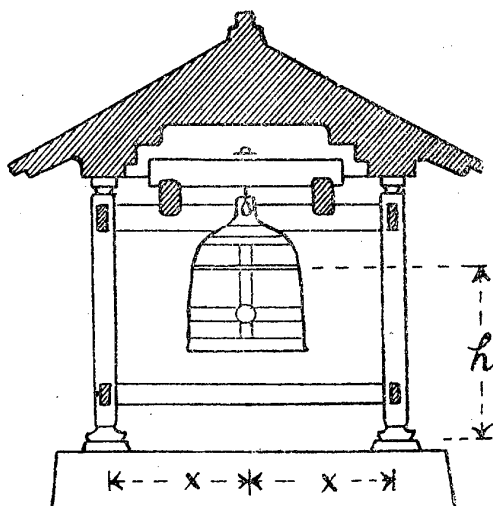
平震度  $h$  アリトシ  $hW$  ヲ  $OE$  ナル長サニテ表ハシ  $OF, OG$  ヲ脚底ノ邊ニ直角ナル分力トセバ、

$$OF = hW \cos \theta ; OG = hW \sin \theta$$

ナリ、故ニ  $OF$  ヨリ起ル脚  $A$  點及ビ  $C$  點ノ壓力ハ、

$$\frac{h \times OF}{4X} = \frac{h}{4X} hW \cos \theta$$

第十三圖



ニシテ、脚  $B$  點及ビ  $D$  點ノ壓力ハ、

$$-\frac{h}{4X} hW \cos \theta$$

ナリ、又  $OG$  ヨリ起ル脚  $A$  點及ビ  $B$  點ノ壓力ハ、

$$\frac{h}{4X} k W \sin \theta$$

ニシテ脚C點及ビD點ノ壓力ハ、

$$-\frac{h}{4X} k W \sin \theta$$

ナリ、故ニ結局各脚ノ壓力ハ下ノ如シ、

$$\text{脚A點ノ壓力} = \frac{W}{4} \left[ (1-k_1) + \frac{k h}{X} (\cos \theta + \sin \theta) \right]$$

$$\text{〃 B } = \frac{W}{4} \left[ (1-k_1) + \frac{k h}{X} (\sin \theta - \cos \theta) \right]$$

$$\text{〃 C } = \frac{W}{4} \left[ (1-k_1) + \frac{k h}{X} (\cos \theta - \sin \theta) \right]$$

$$\text{〃 D } = \frac{W}{4} \left[ (1-k_1) - \frac{k h}{X} (\cos \theta + \sin \theta) \right]$$

斯クノ如クシテ支點ノ壓力ハAニ於テ最大ニシテDニ於テ最小ナリ、Dニ於テハ或ハ零トモナリ得ベシ、鐘樓ノ歪ミが大ナラザル限ハ滑動力ハ四脚ニ凡ソ平等ニ分布セラルベシト雖モ是ニ對スル脚ノ抵抗ハ各ノ壓力ニ比スルガ故ニAハ最も動キ難クDハ最も動キ易シ、斯クシテAガ滑動セザル間ニB、C、E等ノ滑動ハ可能ナリ、即チ廻轉ハ可能ナリ、抵抗ノ中心ハAO線上ニアリテハ大ナルトキA點ニ接近スベシ、圖ニ於テハ物體ハ抵抗ノ中心ノ周ニ左廻リヲナスベク、hガ反

對方向ノトキハ抵抗ノ中心ハO D線上ニDニ近ヅクベキヲ以テ、同ジク左廻リヲナスベシ

### 第二節 構造彈性ニ依ル震力増減

#### 第一項 震度ノ増大

m……………或ル質點ノ質量

△……………地ノ最大實動(第十四圖)

T……………其ノ振期(全キ)

以上ノ記號ニ用フルトキハ地ノ最大加速度aハ下ノ如シ

$$a = \frac{2\pi^2}{T^2} \Delta$$

故ニ地ノ震度hハ下ノ如ク記サル、

$$h = \frac{2\pi^2}{g T^2}$$

今  $\frac{2\pi^2}{g T^2}$  ヲnト名クレバa及ビhハ下ノ如ク記サレ得ベシ。

$$a = n g \Delta$$

$$h = n \Delta$$

第十五圖ニ實線ヲ以テ示ス如キ單體ハ地ノ震度ニ依テ幾分ノ

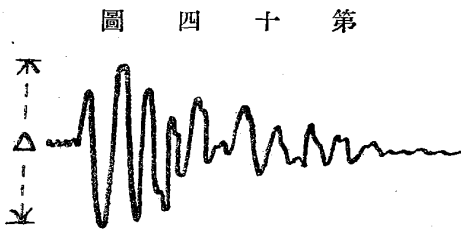
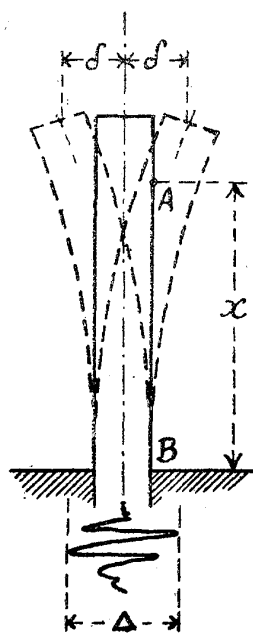


圖 四 十 第

歪ミ (deflexion) ヲナスベシ、一點 A ノ一方ヘノ歪ミノ量ヲ

圖 五 十 第

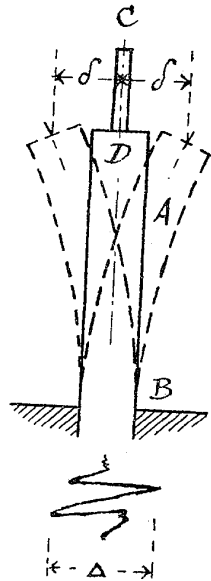


δ トセバ  
A 點ハ震  
動ニ際シ  
テ  $(\Delta + 2\delta)$  ノ實

動ヲナス、故ニ A 點ノ最大加速度ハ  $mg \Delta (1 + \frac{2\delta}{\Delta})$  ニアラズシテ  $mg (\Delta + 2\delta)$  ナリ即チ  $a$  ニアラズシテ  $a (1 + \frac{2\delta}{\Delta})$  ナリ。

然レドモ物體ハ一定ノ歪ミヲナセル後ニ於テ始メテ之ニ相當スル應力ヲ惹起ス、A 點ハ  $(\Delta + 2\delta)$  丈ケ實動スル事ニ依テ始メテ  $ma$  ノ震力ヲ出現シ得ルナリ、故ニ A 點ノ加速度ハ  $a (1 + \frac{2\delta}{\Delta})$  ナレドモ其ノ震度ハ依然トシテ  $k \frac{1}{2} \Delta$  ナリ、

圖 六 十 第



然ルニ今此  
ノ單體ニ新  
ニ CD ナル  
他ノ單體ヲ

附加セリトセン(第十六圖)、而シテ CD 自身ノ重量及ビ歪ミハ AB ノ歪ミヲ左程左右セザル丈ケノモノト考ヘン。

此ノ場合ニ CD ノ受クル震度ハ最早ヤルニアラズ

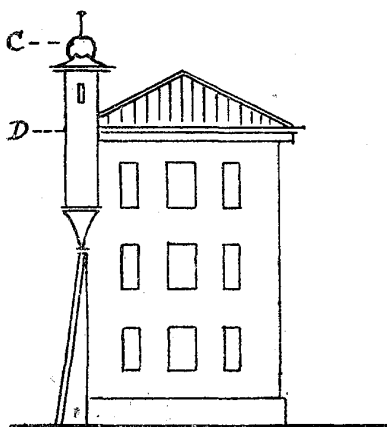
地ノ實動ヲ  $\Delta$  トシ D 點ノ歪ミヲ  $\delta$  トセバ D 點ノ實動ハ  $(\Delta + 2\delta)$  ナリ、故ニ CD ノ受クル震度ハ  $a (\Delta + 2\delta)$  ナリ、換言ス

レバ  $k (1 + \frac{2\delta}{\Delta})$  ナリ。

斯クノ如クシテ一ツノ單體ニ附屬スル他ノ單體ハ先キノ單體ヨリハ遙ニ大ナル震度ヲ受クルコトアリ、木造ノ如ク歪ミ多キ構造物ニ附屬スル家具、釣燈ノ類ハ其ノ好例ナリ、震度ハ二倍以上ニ及ブコトモ有リ得ベシ。

構造物ニツキテ例ヲ舉グレバ、煉瓦造家屋ハ高サ甚ダ高(六

圖 七 十 第

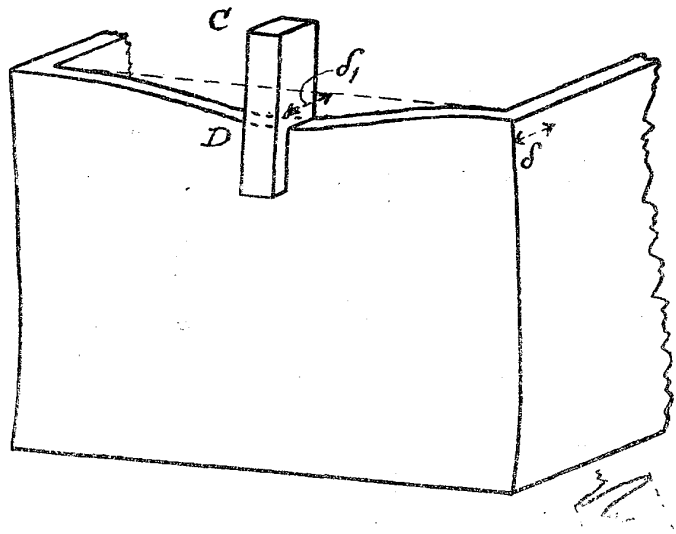


層、七層ナドノ如ク)カラザル限リハ全體トシテハ一ノ單體ト考ヘラレ得ベシ(第十七圖)故ニ其ノ震度ハ地ノ震度ト同ジク殆ド至ル所ト考ヘラレ得ベシ、然レドモ最頂ニハ自ら

或ル量ノ歪ミ  $\delta$  アリ、故ニ頂ニ附屬スル小塔(CD)ニ働ク震度ハ最早ヤルナラズシテ  $a (\Delta + 2\delta)$  ナリ、小塔ハ斯クシテ比較的ニ破壊シ易シ。

更ニ又、此ノ小塔ガ長キ壁ノ中央ニアルトキ(第十八圖)壁頂

圖 八 十 第

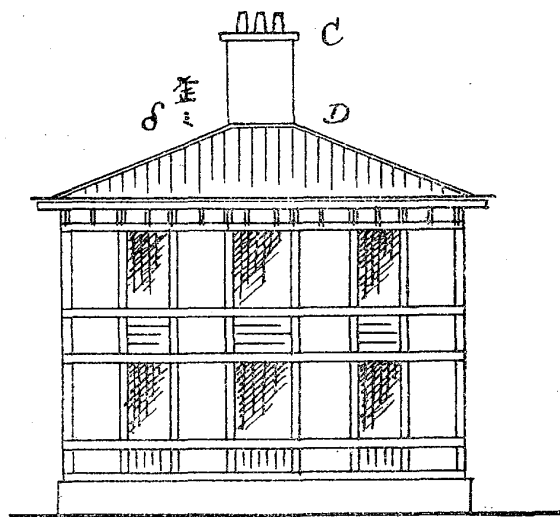


度ハ  $h \left[ 1 + \frac{2(\delta_1 + \delta_2)}{\Delta} \right]$  ナリ。

木造家屋ニ附屬スル煉瓦造煖爐煙突ノ如キモノモ亦其ノ好例ナリ、木造家屋ハ單體トシテ取り扱ハルベキ範圍内ニ於テモ其ノ歪ミ甚ダ多シ、故ニ屋上Dノ歪ミハ著キ大量ナリ(第十九圖)煉瓦煙突ハ家屋ニ附屬シ家屋ト歪ミヲ共ニセシメラルベシ、故ニ其根Dノ實動ハ  $(\Delta + 2\delta)$  ニシテ煙突ノ受クル震度

ノ隅ガ地ニ對シテδノ歪ミヲナシ、壁長ノ中央ガ壁頂ノ隅ニ對シテδ<sub>1</sub>ノ歪ミヲナストキハ、塔ノD點ノ實動ハ  $\Delta + 2(\delta_1 + \delta_2)$  ナリ、故ニ地ノ震度ガhナルトキ塔ニ作用スル震

圖 九 十 第

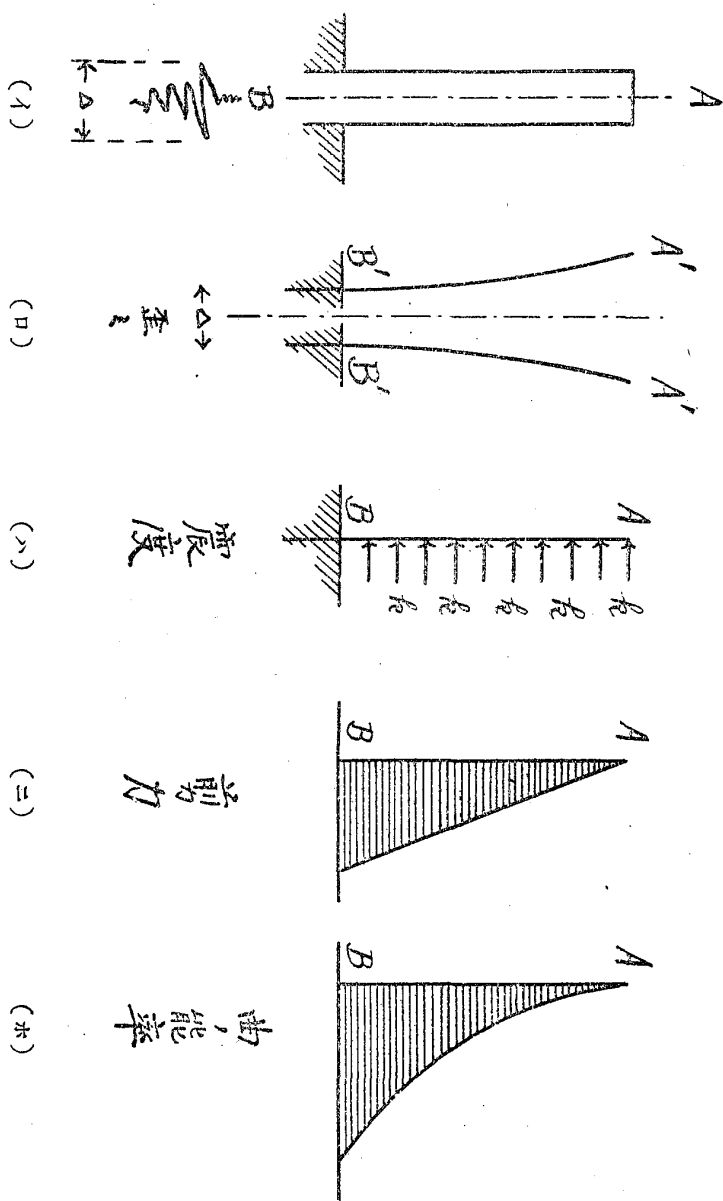


ハ  $h \left( 1 + \frac{2\delta}{\Delta} \right)$  ナリ、煉瓦煙突ノ破壊ガ震災ノ種類中最モ容易ナルモノノ一ナルハ  $\frac{2\delta}{\Delta}$  ノ甚ダ大ナルニ歸因ス  $h \left( 1 + \frac{2\delta}{\Delta} \right)$  ハhノ二倍又ハ三倍ニ及ブ事珍シキ

ニアラザルベシ、俗ニ呼ンデ煉瓦ト木造トノ衝突ト云フモノ此ノ種ノ現象ニ基ヅクモノ多シ。

### 第二項 震力ノ減少

構造物が大ナル彈性率ヲ有スルトキ、高サ小ナルトキ、換言スレバ剛ナルトキ、地ニ第二十圖イノ如キ單一弦運動ヲ與フレバ構造物ノ各點ハ全ク地ト運動ヲ共ニシ、地ガ左スルトキ己モ左シ、地ガ右スルトキ己モ右シ、地ノ實動ノ最端ニ於テ最大ナル歪ミヲ呈シ、其ノ歪ミモ亦腕木(Cantilever)ノ如ク



單純ナルベシ、例へバロノ  $A'B'$  ノ如キモノナリ、而シテ各點ノ震度ハ地ノ震度ニ等シク方向ハ一整ナリ、即チハノ如シ故ニ各點ノ剪力ハニ示スガ如ク下方程大ニシテ又其ノ曲能率モホノ如ク下方程大ナリ、一言ニシテ盡セバ一方ヨリノ荷重ヲ有スル腕木ノ場合ニ略相似タリ、第一節ニ述ベタル單體即チ是ナリ。

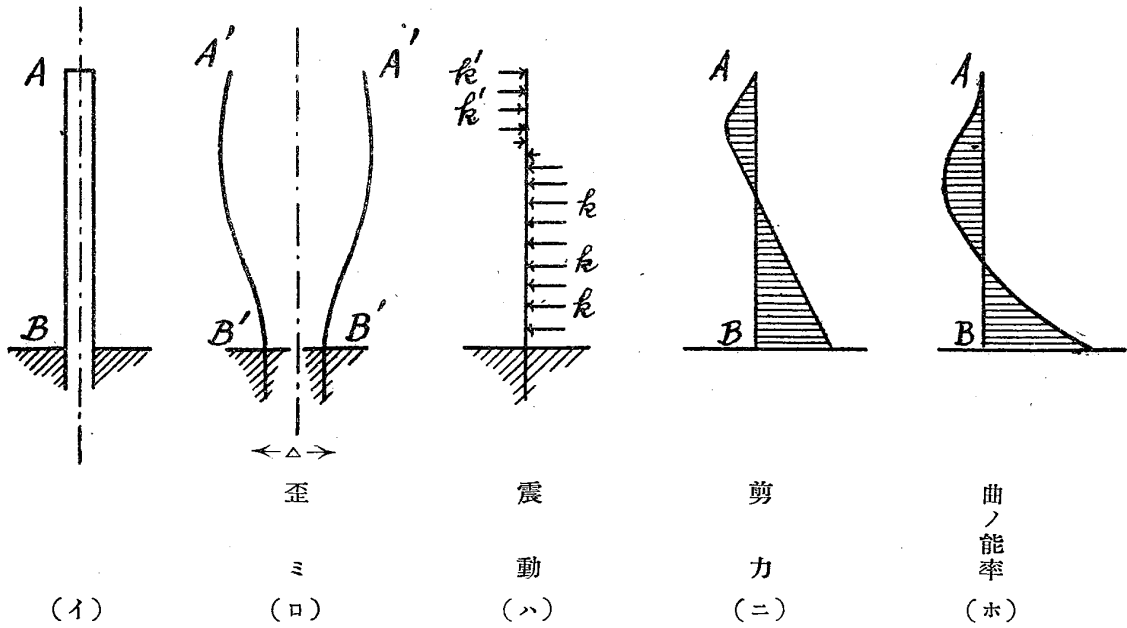
今此ノ構造物ガ漸々ニ其ノ剛性ヲ失シタリト考フレバ何時カ最早ヤ上述ノ情態ニ一致セザルトキアルベシ、即チ第二十一圖ノハノ如ク下方ハ地ノ運動ニ伴ヒテ直ニ其ノ震度  $k'$  ヲ受クルトキ上方ガ未ダ是ト一致スル能ハズシテ反對ノ方向ニ  $k'$  ノ如キ震度ヲ猶保存スルコトアルベシ、斯クノ如キ場合ニハ剪力圖及ビ曲能率圖ハニ及ビホノ如ク上下其ノ方向ヲ異ニス、而シテ最大剪力及ビ最大曲能率ハ必シモ下底ニアルニアラズ其ノ量モ亦前ノ場合ニ比シテ小ナルヲ常トスベシ、斯クノ如クシテ構造物ニ作用スル震力ハ其ノ剛性少キニ依

テ却テ大ニ減ゼラル、コトアルナリ。

前者ノ如キヲ剛ナル構造物ト云ヒ後者ノ如キヲ柔ナル構造物ト呼バント欲ス。

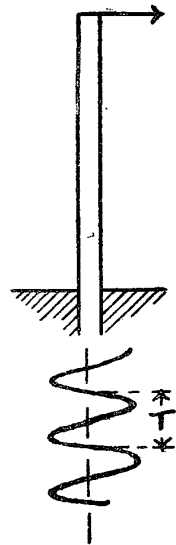
構造物剛柔ノ分ル、所ハ自己ノ振期ト地震ノ振期トニ關スベシ、第二十二圖ノ如キ構造物ノ頂ヲ引キテ放ツトキハ構造物ハ一定ノ振期ヲ以テ自由ニ震動ス、一往復時間ハ所謂自己振

圖 一 十 二 第



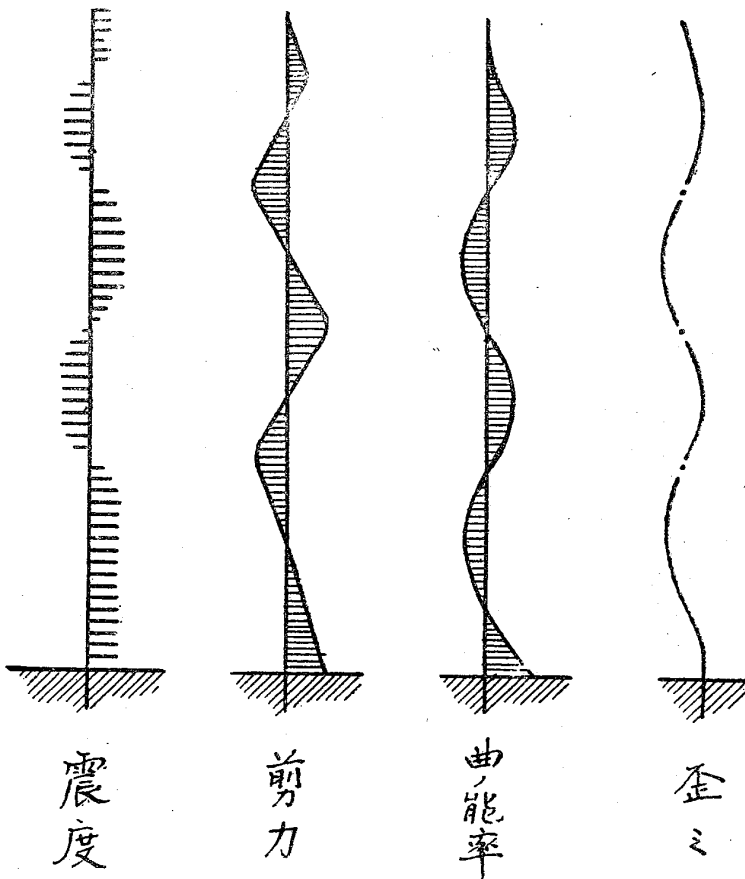
期ナリ其ノ四分ノ一即チ中央ヨリ最端迄動クニ要スル時間ハ構造物ガ或外力ニ依テ其ノ外力ニ相當スル丈ケノ歪ミニ達スルニ要スル最小時間ト考ヒ得ベシ、故ニ地震ノ振期ガ自己

圖二十二第



ニ充分ナル餘裕ヲ有スベキ筈ナリ、即チ第二十圖ノ場合タリ得ベシ、若シ又地震ノ振期ガ自己振期ヨリ小ナルトキハ構造

第 二 十 三 圖



振期ヨリ大ナルトキハ構造物ハ是ニ相當スル丈ケノ歪ミヲナス



物ハ是ニ相等スル丈ケノ歪ミヲナスノ餘裕ヲ有セザルガ故ニ最早ヤ第二十圖ノ場合ニ屬スル能ハズシテ第二十一圖ノ範ニ入ルベシ。

斯クノ如クシテ構造物ハ大地震ノ振期ヨリ小ナル自己振期ヲ有スルトキ剛ナリト云ハレ得ベク之ニ反スルトキ柔ナリト云ハレ得ベシ。

構造物ガ甚ダ柔ナル(即チ自己振期ガ地震ノ振期ノ數倍)トキハ震度ノ方向ハ高サニ從テ或ハ右シ或ハ左スベク剪力ハ之ニ伴ヒテ大小シ又ハ方向ヲ變ズ、其ノ最大量ト雖トモ此ノ構造物ガ剛ナル場合ニ比スルトキハ甚シク小ナルニ至ルベシ、故ニ木造家屋ノ如ク剪力ノ量ヲ主ナル問題トナス場合ニハ柔ナル構造ガ却テ利ナルコトアリ、五重塔ノ如キ即チ其好例ナリ、剪力ノ不同ニ應ジテ曲能率亦異狀ヲ呈シ、或ハ正トナリ或ハ負トナルベク、其ノ最大量ハ一般ニ上方ニアルベシ、煉瓦造大煙突ノ折點ノ如キ即チ是ナリ、而シテ其ノ量ハ又剪力ノ場合ノ如ク此ノ構造ヲ剛トセル場合ニ比シテ甚ダ小ナルヲ常トナスベシ(第三章第四節第二項參照)是等ノ狀態ヲ圖示セルモノ即チ第二十三圖ナリ。

家屋ニツキテ之ヲ一般ニ判ズルニ最モ多クノ家屋ハ剛ナル構造ト認ムベク、木造二階建ノ或ルモノ及ビ三層以上ノモノ又

ハ塔、煙突、燈臺并ニ所謂高層建築ノ類ハ多クハ柔ナル構造ト云フベシ。

## 第二章 總論

### 第一節 壁體ニ對スル震力ノ作用一般

家屋ノ内容外形ハ石塔又ハ煉瓦塀ノ如クハ單純ナラズ、面體又ハ架構體等種々ナル彈性體ノ複雜ナル集合ナリ、震力ノ作用スルヤ、各所ニ種々ナル狀態ノ歪ミヲ生ズ、從テ各所應力ノ性狀ハ極メテ甚ダ複雑ナリ、今壁體ニ關スル主ナル作用ニツキテ一般ニ之ヲ考究セント欲ス。

第二十四圖ノ如キ家屋ノ一部ヲ考フルニ、地ガ水平震度 $h$ (一方ノ壁面ニ平行ト考フ)ヲ有シタルトキ家屋ハ大體ニ於テ之ト反對方向ニ歪ミ、其ノ局部ハ之ニ伴フホカニ更ニ各々自己ノ歪ミヲナスベシ、而シテ是等各所各様ノ歪ミハ種々ナル性狀ノ應力ヲ伴ヒ種々ノ龜裂ヲ與ヘントス、圖ハ之ヲ略示スルモノナリ。

單體ニ對スル震力ノ作用ハ第一章ニ於テ之ヲ考究セリ、家屋モ亦全體トシテ先以テ此ノ種ノ作用ヲ受ク、即チ單純ナル曲ノ作用ニ依テハ基礎ノ壓力ハ大ニ變化シ、高サ高キ瓦石造家