

# 論 說 報 告

土木學會誌 第十五卷第五號 昭和四年五月

## 波 力 に 就 て

會 員 工 學 士 井 上 範

On Wave Forces

By Han Inoue, C. E., Member.

### 内 容 梗 概

本論は著者の考案せる装置に依り、千葉縣安房郡吉浦及江見の海岸並に水槽内にて行ひたる波力に關する實驗を説明し、其の結果から寄波、振動波等の垂直面に働く力を論じたものである。

目 次	頁
1 緒論	2
2 波力實驗裝置	3
3 波の種類を決め方	5
4 寄波の力	6
(1) 大正 15 年夏の實驗	8
(2) 昭和 2 年夏の實驗	9
(3) 受波板を上下三段に取付けた實驗(昭和 2 及 3 年夏)	10
(4) 水槽内の實驗	10
(5) 波力算式中の係數 $K$ に就て	10
(6) 深さの異なる面に同時に最大波力の働かぬ事	14
(7) 従來の算式と著者の算式との比較	15
5 振動波の力	16
6 進行性を有する波の力	17

## 1. 緒 論

従来多くの學者が波力を調ぶるに波力計と稱する器械を用ひて小なる面にあたる波力を實驗したが、波を受ける面が波のあたる全面積の極小部分であると、其の波力計に現はれた力が廣い面積にあたる平均の波力と同じであるか、又は大きいか、小さいか判らない。然し此の種の波力計で測つた波力の中で最大のものは廣い面積にあたる平均波力より大きなものでありはしないかと思はるゝ事が多い。廣い面に波があたる時に其の中の各單位面積に或瞬間に働く力は一律でなく、或部分の強さと其上又は下の部分の強さとは異なるに相違ない。而して其の次の瞬間には前に弱かつた處が強く、前に強かつた處が弱くなり、刻々に波力の分布の状態が變化するであらう。言換ふれば各部分に於ける波力の變化は部分毎に異なる。夫故に或一定の場所に据付けた波力計が或瞬間に最大の壓力を受けても其の瞬間に他の部分は波力計の面と同じ強さの壓力を受けて居ないで、夫々別の瞬間に最大の壓力を受け、且其の強さは波力計の面の受けた最大壓力の強さと、多くの場合同じくないであらう。

此の様に波力計は或小面が或瞬間に受けた壓力を示すものであるから、其の測定に依つて得た結果から、直ちに廣い面積全體に及ぼす波力を推算する事は慎重を要するのである。又波力計を天然の岩に取付け觀測を行ふ場合に岩の面が凹凸甚だしき時、前面の海底の形が不規則である時などには波力計に感ずる壓力は、平らな面を有する構造物が規則正しい形状の基礎に立つて居りて、受くる波の壓力とは異なるであらう。此の故に岩に取付けた波力計の觀測結果から、直ちに防波堤などの受くる波力を推定する事も亦相當の考慮を要する次第である。

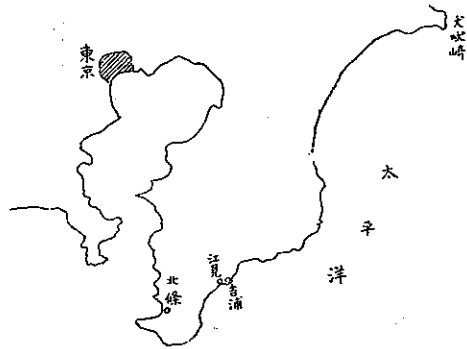
然らば小なる面を有する波力計に依らないで、もつと廣い面に受くる波力全體を實測する方法を採つたならば面白いであらうが、かゝる實測をなす装置は非常に大仕掛けのものとなり、莫大の經費を要するのみならず、暴風激浪の際に測るのであるから、實測者は危険を免かれない。因つて著者は海岸に寄來る小波を比較的廣い面にあてゝ沈力を實驗し、其の結果によりて大波の力を推定する事とした。

小波の程度は人が海に入り器械を用ひて實驗を爲すに當り作業困難を起さぬもので、波高 30 呎内外を最高とする。此の様な小波でも水槽内で起さうとすると設備は容易でない。東京帝國大學工學部土木工學科にある水槽（幅 4 呎、長約 50 呎）内にて人力にて起し得る波高は 10 呎内外に止まるので 10 呎以上のものは實地海岸に打寄せ來る波に就て實驗を試みた。其の場所は千葉縣安房郡大海村宇吉浦及同郡江見町の海岸で、大平洋に面し夏季は常時波浪寄せ來り實驗に便利な處である。

此の實驗で扱ふた波は多くは寄波 (Translation wave) である。然るに實際海中の構造物にあたる波には振動波、寄波及混合した波とがある。深い水底から直立した壁面に振動波が來

ると、壁面に沿ふ水分子は上下振動を起すが、壁の基礎に捨石が用ひられ浅くなつて居ると、其の上に来た波は寄波の性を帯びて来る。捨石の浅さ、廣さ等によりて波は全く寄波の性に變つてしまつてから上部の構造物にあたる場合もあれば又寄波の性を帯びた混合波となつてあたる場合もある。本論では主として垂直面に働く寄波の力を研究した。振動波の力に就ては既に詳論發表されたものがあるので夫を其の儘述ぶる事とし、混合した波に就ては其の力の限度を論ずるに止めた。

第 一 圖



## 2. 波力實驗裝置

波高 30 糎内外を最大とするのであるから、波力を受くる面の高さが 10~20 糎であれば波の高さで  $1/3 \sim 2/3$  の部分の力を測る事が出来る。此の様な面を受くる波力の強さは彈條を用ふるよりも、水銀マンメーターの方が精密な測定を遂ぐるに都合が良いと思はるので、先づ内徑 5 糎、長 10 糎の眞鍮製圓筒を造り内面を圓滑に削りピストンを嵌込み、ピストンの外端に波を受くる板を取付け、圓筒の他端は蓋をなし、其の中心に内徑 4 糎の管を取付け、此の管に同徑の U 字形ガラス管を護謨管にて連續する。此の U 字管内に水銀を入れ圓筒並に圓筒より U 字管迄の管内には油を入れる。

受波板に波力を受ければピストンは幾分圓筒内に押込めらる。そこで油が壓せらるゝと水銀を動かす。水銀面の上下動を知る爲に其の面上に浮子を浮べ、夫に細き針金を取付け其の上端の上下する尺度を測る。(附圖第一 参照)

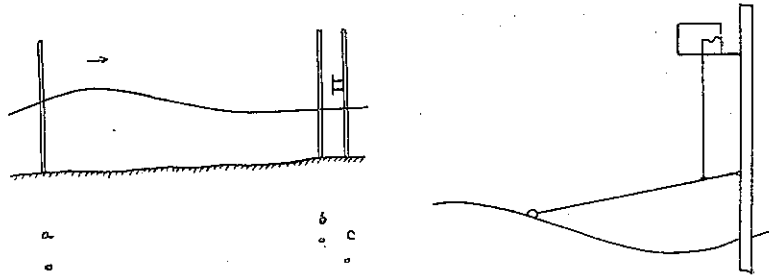
受波板は薄き木にて面の寸法は  $10^m \times 10^m$ ,  $10^m \times 20^m$ ,  $20^m \times 20^m$  等とし自由に取替へ得る様木螺にて止めらる。

かゝる裝置を固定するには海岸の中適當な波の來る所を選び、水底の岩に孔を穿ち柱を立て、之を取付く。潮位及波の大小に應じ裝置の位置を上下に變ずる事を得る様にした。又かゝる裝置を二組造り上下二段に取付ければ上下二箇所の波力を同時に測る事を得るのである。

波高を測る爲波力測定裝置の近くに標尺を立て、波の峯及谷の高さを讀み其の差を以て波高を求めんとしたが、波の通過早き爲正確に讀む事が困難であるので、長約 3 尺程の細き竹棒の一端に徑 2 寸程の護謨球を付け、他端は蝶番を以て柱に取付け球を水上に浮べ波と共に上下する様にし、更に棒の中途より縦に別の細き棒を立て其の上端にペンを付し紙に上

下動を自記せしむる事とした。

第 二 圖 波 高 自 記 装 置



第二圖（附圖第二参照）に於て  $a, b, c$  は何れも水底の岩に立てたる柱、 $c$  に波力測定装置を取付け、 $b$  に標尺を附して波高を測るか又は波高自記装置を取付く。

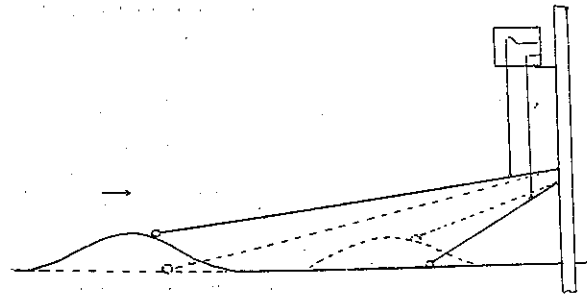
波速を測るには、波が  $a$  を通過して  $b$  に達する迄の時間を測り、 $ab$  間の距離を除するのである。

以上述べた装置は大正 15 年に始めて造つた幼稚なものである。翌昭和 2 年夏には改良を加へたものを使用した。改良した點は、波力測定装置では U 字管及之に接続する管を太くし内徑を 5 分とし、水銀上の浮子を大にし水銀面の上下動を紙上に自記せしむる爲に時計と同様な回轉装置を設け且秒時を同紙上に印する事とした。

波高測定装置にも同様の装置を用ひ適當の早さにて移動しつゝある紙上に水面の變化を記録させ、且秒時を同紙上に印する事とした。

波速を測るには波高測定装置に更に柄の長き浮子を增加し、同時に二個の浮子の運動を紙上に記録せしむる事とした。一つの波が來ると先づ柄の長い方の浮子を動かし、或秒時の後

第 三 圖 波 高 及 波 速 測 定 装 置



に柄の短き浮子を動かす。其の時間は紙上に自記された曲線と毎秒時の印とから測る事を得。此の時間で二つの浮子間の距離を除すれば波速を得るのである。

波長を測るには波高測定装置により自記された曲線に就き谷から谷迄の時間を測り夫に波速を乗すれば良い。

實例にて説明すれば第四圖は昭和 3 年夏の實驗の一つで、波が來た時に自記用紙を動かし始む。 $S$  は書始めた點である。二つの浮子の動いた形が (1), (2) の曲線である。 $S_2, T_2$  の

第 四 圖

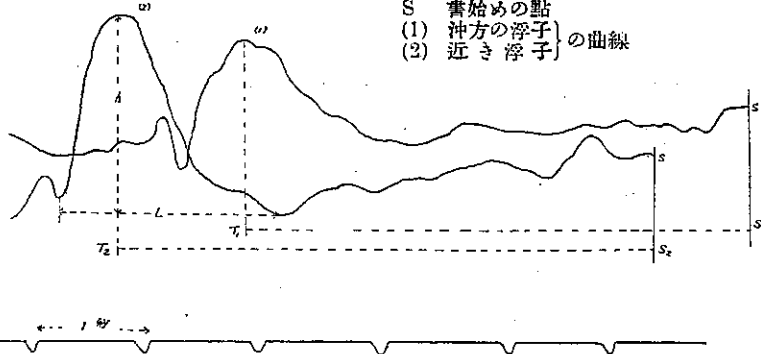
昭和 3 年 8 月 22 日

江見 No. 12

S 着始めの點

(1) 沖方の浮子 } の曲線

(2) 近き浮子 }



時間と  $S_1$   $T_1$  の時間の差を求むると 0.3 秒となる (紙上に印せられた秒時に依りて計る)。

$$\text{二浮子間の距離} = 92.1 \text{ cm}$$

$$\text{波速} = \frac{92.1}{0.3} = 307 \text{ cm/sec}$$

次に近き浮子の上下動の  $1/10$  が紙上に自記せらるゝ事になつて居るから

$$\text{波高} = h \times 10 = 4.1 \times 10 = 41 \text{ cm}$$

波長は  $L$  の長さが何秒に當るかを調べ夫に波速を乗すれば良い。

$$\text{波長} = 1.42 \text{ sec} \times 307 = 436 \text{ cm}$$

改良された装置は附圖第三に受波板の三段あるものを示してある、一段、二段は数が少いだけで外に變りが無い。又寫眞をも擧げて説明を補ふ事とした。(寫眞第一参照)

### 3. 波の種類を決め方

實驗した波が寄波 (Translation wave) であるか、振動波 (Oscillation wave) であるかを調べねばならぬ。是には次の様に波速から判斷する事が出来る。

$$\text{寄波の理論的速度 } V' = \sqrt{g(d+h)}$$

$d$ ...水深 (米)

$h$ ...波高 (米)

$$g = 9.8 \text{ 米}$$

振動波の理論的速度 (淺海即ち水深が波長の  $1/2$  以下の場合)

$$V'' = 1.25 \sqrt{\frac{b}{a}}$$

$a$ ...水分子回轉楕圓の大半徑

$b$ …水分子回轉楕圓の小半徑

$L$ …波長(米)

實驗した波に就て此の二つの式を用ひて  $V'$  と  $V''$  とを算出して實測の速度  $V$  と比較して見る。 $V'$  に近ければ寄波,  $V''$  に近ければ振動波であると推定する。深海の振動波(即ち水深が波長の  $1/2$  以上の場合)の理論的速度は  $V'' = 1.25\sqrt{L}$  であるが實驗せる場所は浅い處なので此の種の波は無かつた。附表第一は實測の波速と  $V'$ ,  $V''$  との比較を示す。此の表に於て二日とも  $V'$  の方が  $V$  に近いので波は寄波であると推定した。茲には唯實例として二日だけを示したが實驗の波に就きて皆此の様な調をなし波の種類を決めるを要するのである。併し實驗の波は殆んど寄波と認めらるゝものであつた。

#### 4. 寄波の力

第五圖に於て  $AB$  を寄波とする。

$D$ ……波頂より水底迄の深さ

$h$ ……波の高さ

$V$ ……波速

$v$ …… $A C$  断面に於ける水分子の水平に

動く平均速度

とすれば良く知られた式

$$v D = V h$$

$$V = \sqrt{g D}$$

から

$$v = h \sqrt{\frac{g}{D}}$$

を得。 $A C$  断面に於ける水分子が一樣に  $v$  の速度を以て水平に進むなれば、此の波が垂直の面にあたつた時に其の面に及ぼす力は

$$K M v^2$$

$K$ …係數,  $M$ …水の質量

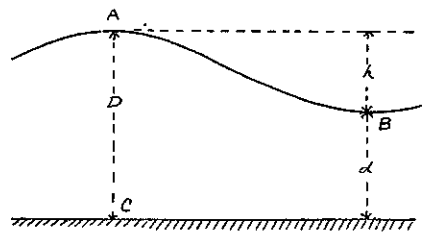
にて表さる。此の中の  $v$  の代りに前の式を入れて書直すと

$$\begin{aligned} K M v^2 &= K \frac{\gamma}{g} h^2 \frac{g}{D} \\ &= K \gamma \frac{h^2}{D} \end{aligned}$$

$\gamma$ …水の重さ

となる。實際に  $A C$  断面に於て水分子は同様の速度で進まないで  $C$  に近い分子は速度遅く、 $A$  に近いものは早いであらう。夫故に波が垂直面にあたつた時、面に及ぼす力は一樣でな

第 五 圖



く、 $d$  に近いものは強く、底に近きものは弱い事となる。然れば其の面の一部の受くる波力は  $K \gamma \frac{h^2}{D}$  に或係数を更に乗じたもので表はさるべく、其の係数の値は受波面の位置によつて變るものであらう。

實驗の結果に就て

$$\text{波力} \quad P = K \frac{\gamma}{D} h^2$$

として  $K$  の値を算出して見る。 $K$  の値が受波面の位置に係はらず、いつも同様に出るならば簡單であるが、 $K$  の値は受波面の位置によつて變るのである。

海岸に於ける波力の實驗は大正 15 年夏に行ふたが當初は波高を自記せしめなかつたので、水深、波高等精密を缺く嫌を免れない。翌昭和 2 年夏及同 3 年夏の實驗では精密な測定を得らるゝ様になつた。

實驗の裝置は前に説明した通りであるが、受波板の後側は徑 5 糎のピストンに着てゐるので受波板が波谷より下にある時に其の前面から押す靜的壓力 (Statical pressure) は後面から押す同壓力より少しく大となり、其の差が動的壓力 (Kinetic pressure) に加はりて波力として現はるゝ事となる。波が來た時に波高  $h$  だけ水頭が増したとすれば、

受波板  $20\text{cm} \times 20\text{cm}$  の場合

$$P = \frac{K \gamma h^2}{D}$$

の式は當に次の如くであるべきである。

$$P - \frac{20 h}{400} = \frac{K' \gamma h^2}{D}$$

$$\text{即ち} \quad P = \frac{20 h}{400} + \frac{K' \gamma h^2}{D}$$

此の内 400 は受波板の面積 (平方糎)

20 はピストンの斷面積 (同 上)

$K$  と  $K'$  との關係を出すには

$$\frac{20 h}{400} + \frac{K' \gamma h^2}{D} = \frac{K \gamma h^2}{D} \quad D = d + h$$

$$\therefore K' = K - \frac{d + h}{20 \gamma h}$$

$$\gamma \text{ (海水の重)} = 1.026 \text{ g/cm}^3$$

$$K' \div K = 1 - \frac{1}{20} \left( \frac{d}{h} + 1 \right)$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{h} = 1 \quad \text{の時} \quad K' &= K - 0.10 \\ \text{,,} = 2 \quad \text{,,} \quad K' &= K - 0.15 \\ \text{,,} = 3 \quad \text{,,} \quad K' &= K - 0.20 \\ &\vdots \end{aligned}$$

受波板  $10^m \times 10^m$  の場合

$$P = \frac{20h}{100} + \frac{K'\gamma h^2}{D}$$

$$K' = K - \frac{1}{5} \left( \frac{d}{h} + 1 \right)$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{h} = 1 \quad \text{の時} \quad K' &= K - 0.4 \\ \text{,,} = 2 \quad \text{,,} \quad K' &= K - 0.6 \\ \text{,,} = 3 \quad \text{,,} \quad K' &= K - 0.8 \\ &\vdots \end{aligned}$$

但し受波面が静水面以下にある時即ち後に述べる  $\left(1 - \frac{M}{h}\right)$  が (-) の時である。其の他の場合には動的壓力だけと考へても差支ないであらう。實驗の結果に就て凡ての場合に  $P = \frac{K\gamma h^2}{D}$  の式で  $K$  を出してある。夫故受波面が静水面以下にある分に對して精密を缺く様であるが其の差は至つて僅かであらうと思ふ。

### (1) 大正 15 年夏の實驗

始めて造られた實驗装置を用ひたのであるから他の實驗程精密と云ふ事は出來ない。然し

第 一 表  $K$  の 値

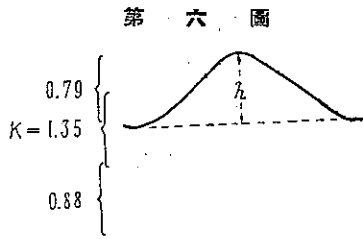
年月日	場所	受波板の 下端が波 谷と一致 する時	同板下端 より多少の 奥が波谷と 一致する時	同板中心 が波谷と 一致する 時	同板下端 より多少の 奥が波谷と 一致する時	同板上端 が波谷と 一致する 時	同板上端 より5cmの 奥が波谷あ る時	同板上端 より10cmの 奥が波谷あ る時	同板上端 より15cmの 奥が波谷あ る時
大正15 8-4	吉濱			1.82	1.75	1.83			
8-9	"			1.63	1.84	1.57			
8-10	"				1.56	1.09	1.04	0.83	
8-11	"			1.12 1.52		1.34			
8-14	江見			0.65	0.92	0.83	0.84	0.85	0.87
8-15	"	0.84	0.74	1.13	1.12				
平均		0.84	0.74	1.31	1.43	1.33	0.94	0.84	0.87
2つ又は3つの平均		0.79		1.35		0.88			



結果は他の実験と略相似たものである。附表第二に示すものが夫である。本表内には實測波速と計算波速との比較は示してないが、附表第一の如き計算を試みた結果何れも寄波か、寄波に近きものと認めた。(附表第二参照)

附表第二の  $K$  の平均値を纏めると第一表となる。

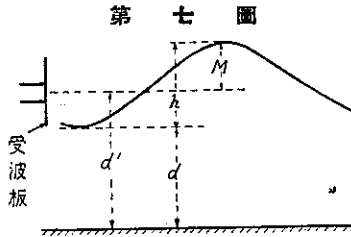
又是等の実験の波の高さは 5 種内外より最大 32 種にて多数は 20 種以下である。受波板



の高さが 20 種であるから、波の高さは最小のもの其の  $1/4$ 、最大のもの 1.5 倍に相當するのである。受波板の位置と  $K$  との関係を圖にて示すと第六圖となる。

### (2) 昭和 2 年夏の實驗

昭和 2 年夏に行つた實驗では波高及波速を測る浮子の運動を完全に自記させたので、波の峯や谷と水底との距離を精密に測る事が出來た。附表第三に實驗の結果を示した。波と受波板の位置との關係は波の谷と受波板の中心との距離を波高で除したもので表はす事とした。



第七圖に於て

$d'$ ……受波板中心より水底に至る深さ

$d$ ……波の谷より水底に至る深さ

$h$ ……波の高さ

$M$ ……波の峯より受波板中心に至る高さ

とすれば

$$M = h + d - d'$$

$$\frac{h - M}{h} = 1 - \frac{M}{h}$$

此の  $\frac{h - M}{h}$  即ち  $\left(1 - \frac{M}{h}\right)$  を以て受波板の位置を示す事とした。例へば波の谷と板の中心と一致せる場合は  $h - M = 0$  即ち  $\frac{h - M}{h} = 0$  で示し、波の峯と板の中心と一致せる場合は  $M = 0$  にて  $\frac{h - M}{h} = 1$  で示し、 $M = \frac{h}{2}$  ならば  $\frac{h - M}{h} = \frac{1}{2}$  となり、波の谷より下に板の中心がある場合は  $M$  は  $h$  より大となり、 $\frac{h - M}{h}$  は  $(-)$  となり、波の峯が板の中心より下にある場合は  $d' > (h + d)$  であるから  $M$  は  $(-)$  となり  $\frac{h - M}{h}$  は 1 より大なる數となる。

附表第三の中に實驗した成績を示し、且波速  $V$  と進行波として計算して出した波速  $V'$  と

を示し、兩者の比  $\frac{V}{V'}$  を出してある。大體に此の比は 1.0 内外であるから寄波として扱ふて差支ないと考へた。中には 1.0 より著しく差のあるものがあるが、是は波の性質の殊に變つたものか又は實驗上の誤差に因るものであらう。

附表第三の  $K$  を  $(1 - \frac{M}{h})$  に従つて分つと附表第四を得。

附表第四によると前年の調と同様に受波板の中心が波の谷より少し下にある時に  $K$  の値が最大で、夫より上又は下になるに従つて  $K$  の値は段々小となる。 $K$  の各値と平均の値との差は可なり大きなものがある。是には實驗の際に起る誤差に因るものもあるであらうが、波の性質が一様でない事を表はすとも考へらる。此の事實は受波板を上下三段に相接して取付け波力の分布を調べて見た結果からも首肯せらるゝのである。

### (3) 受波板を上下三段に取付けた實驗 (昭和 2 及 3 年夏)

昭和 2 年及同 3 年夏受波板を上下三段に取付けてなした實驗の結果は附表第五に示す通りである。著者は此の種の實驗をなす前は上中下三段に取付けた受波板に感ずる波力は規則正しきものであるだらうと想像したのであるが、實驗の結果は波の外形は同じ様でも上段の最大の時もあり、中段の最大の時もあり、又下段の最大の時もある。

附表第五の中から  $K$  だけを集め  $1 - \frac{M}{h}$  に従つて  $K$  の平均の値を出して見ると附表第六を得。但し  $K$  の過大又は過小のものは除いた。

### (4) 水槽内の實驗

東京帝國大學工學部土木工學科實驗室内の水槽にて槽を丁度塞ぐ程の板を急に横に動かして寄波を起し、波力を海岸にて行つたと同じ装置にて測つた。水槽の大きさは幅約 4 尺、長約 50 尺、水の深さ 1.7 尺迄である。受波板は  $20^{\text{cm}} \times 20^{\text{cm}}$  にて二段に設けた。附表第七は其の結果である。

附表第七から  $K$  を集め平均を出すと附表第八となる。

### (5) 波力計算式中の係數 $K$ に就て

是迄述べた實驗で得た  $K$  の平均値を概括して見ると

大正 15 年夏實驗 (第一表)	0.79~1.35
昭和 2 年夏 „ (附表第四)	1.01~1.82
受波板を三段に取付けた實驗 (附表第六)	0.80~1.66
水槽内の實驗 (附表第八)	0.91~2.21

にて、最大は  $1 - \frac{M}{h} = 0$  即ち受波板の中心が波谷と一致せる場合に起つて居る。

水槽内に起した波は眞の寄波と認めらるゝが、海岸にて實驗せる波は多少他の波の性質を混じて居ると思はれる。夫が爲に  $K$  の値も水槽内の實驗のより小さいのではないかと考へ

らる。

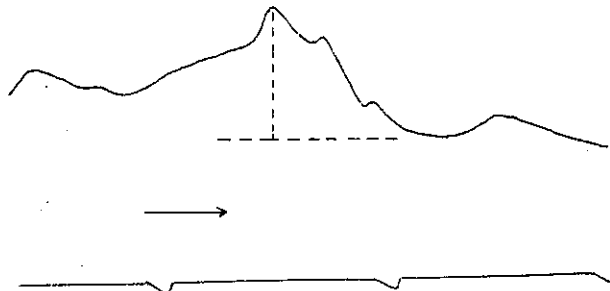
$$P = \frac{K\gamma h^2}{D} \quad \text{or} \quad \frac{K\gamma h^2}{d+h}$$

の式から波高  $h$ 、水深  $d$  (波谷より水底までの深) 及  $K$  を知れば波力  $P$  を求むる事が出来る。

水槽内の実験では上下二段の受波板を用いたが下段の板の方の  $K$  は大體に上段の板の  $K$  より小なる値を示し不規則ではない。然るに海岸にて三段に受波板を用いた実験の結果では  $K$  の値は水深並に波高が相似た場合でも或時は上段の板に、他の時は中段又は下段の板に最大の  $K$  が現はれ  $K$  の變化が不規則である。受波板の大きさが  $10^m \times 10^m$  で波高に對し割合に小さい爲に  $20^m \times 20^m$  の板を用いた一段又は二段の板の実験の結果に比べて不規則の現象を呈するのかも知れない。又波の高さだけを考へずに波の形をも考へて見る必要があると思ふ。

試みに昭和 3 年 8 月 21 日 No. 9, No. 10, No. 11, No. 21, No. 23, 同月 22 日 No. 12, No. 15 等に就き波の形を調べて見ると。

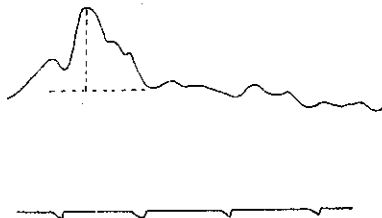
第 八 圖 (3年-8月-21日) No. 9



	$K$	$1 - \frac{M}{h}$
上段	1.04	.82
中段	1.19	.37
下段	1.19	-.09

$h = 22^m$   
 $V = \text{測れず}$

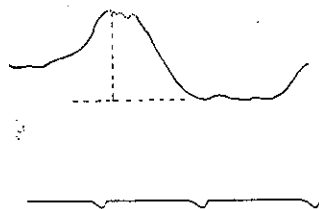
第 九 圖 (3-8-21) No. 10



	$K$	$1 - \frac{M}{h}$
上段	-	-
中段	1.49	-.13
下段	2.20	-.59

$h = 22^m$   
 $V = 145^m/sec$

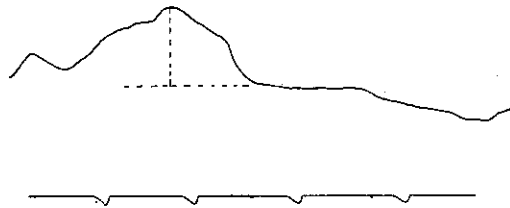
第 十 圖 (3-8-21) No. 11



	$K$	$1 - \frac{M}{h}$
上段	-	-
中段	.89	.23
下段	1.09	-.15

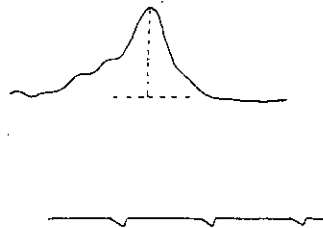
$h = 27^m$   
 $V = 296^m/sec$

第 十 一 圖 (3-8-21) No. 21



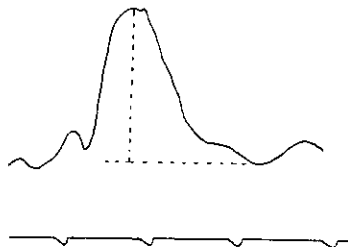
	$K$	$1 - \frac{M}{h}$
上段	-	-
中段	1.37	.0
下段	1.78	.59
	$h = 20^{cm}$	
	$V = 268^{cm/sec}$	

第 十 二 圖 (3-8-21) No. 23



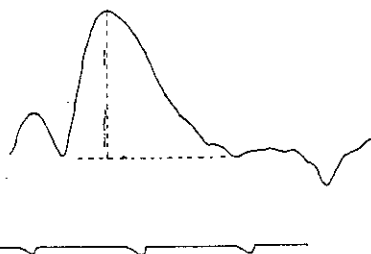
	$K$	$1 - \frac{M}{h}$
上段	-	-
中段	1.14	-.13
下段	1.46	-.54
	$h = 24^{cm}$	
	$V = 260^{cm/sec}$	

第 十 三 圖 (3-8-22) No. 13



	$K$	$1 - \frac{M}{h}$
上段	.33	.05
中段	.70	-.19
下段	.48	-.43
	$h = 41^{cm}$	
	$V = 309^{cm/sec}$	

第 十 四 圖 (3-8-22) No. 15



	$K$	$1 - \frac{M}{h}$
上段	.4	-.06
中段	.67	-.31
下段	.51	-.51
	$h = 39.5^{cm}$	
	$V = 156^{cm/sec}$	

以上何れも浮子に依りて畫かせたもので波高は約 1/10 に現はされて居る。又横の長さは下方に刻まれた秒の印と印との間の長さが秒間の波速  $V$  に等しきものとして割出せば良い。茲に示した形で見ると No. 9, No. 10, No. 21 は幾個かの波が一緒に重つた様で, No. 23, No. 12, No. 15 は單純な波の如く, 又 No. 11 は頂が崩れた波である。是等僅かに 7 個の例から判斷するのは不充分であるかも知れないが, 兎に角次の事が推定出来る。

1. 幾個かの波が集合した波は単純な波より  $K$  の値が大きい。

No. 9, No. 10, No. 21 の  $K$  と No. 23, No. 12, No. 15 の  $K$  とを比較すると判る。

2. 単純な波の中で高さの割に長さの大きい波の方が  $K$  の値が大きい。

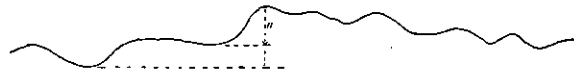
No. 23 と No. 12, No. 15 とを比較すると No. 23 の  $K$  の値は No. 12, No. 15 の  $K$  の値に比し大にて No. 23 は波の高さ低きに係はらず波長割合に大きい。

3. 波頂の崩れたものは崩れないものより  $K$  の値が小さい。

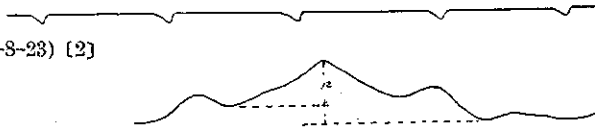
No. 11 と No. 23 とを比較すると此の様に思はる。

次に昭和 3 年 8 月 23 日実験の中に [1] 及び [2] の二波があつた。是等は附表第五の中に加へて無いものであるが、圖を見ると多くの波が接近して居る様に思はる。此の様な場合に波高  $h$  の測り方は圖面に點線で示されてある様に二つ以上ある。此の  $h$  の測り方に依りて  $K$  の値が異なる。

第十五圖 (3-8-23) [1]



第十六圖 (3-8-23) [2]



此の  $h$  を小さな方として計算すると第二表の如く、又  $h$  を大きな方として計算すると

第二表

	波速 $V$ (cm)	波高 $h$ (cm)	波力 $P$			$D = \frac{P}{h+ d}$	$V' = \sqrt{g(h+d)}$	$\frac{V}{V'}$	$K = \frac{D \cdot P}{V'^2}$			$1 - \frac{M}{h}$		
			上段	中段	下段				上段	中段	下段	上段	中段	下段
[1]	150	11	-	4.7	5.0	5.8	23.8	.63	-	2.20	2.35	-	-1.63	-2.54
[2]	242	12	5.0	8.2	9.2	6.2	24.6	.98	2.10	3.45	3.87	-0.91	-1.75	-2.58

第三表

	波速 $V$ (cm)	波高 $h$ (cm)	$D = \frac{P}{h+ d}$	$V' = \sqrt{g(h+d)}$	$\frac{V}{V'}$	$K = \frac{D \cdot P}{V'^2}$			$1 - \frac{M}{h}$		
						上段	中段	下段	上段	中段	下段
[1]	150	11	.63	24.8	.60	-	1.40	1.10	-	-0.81	-1.43
[2]	242	17	.67	25.6	.90	1.05	1.72	1.94	-0.29	-0.94	-1.52

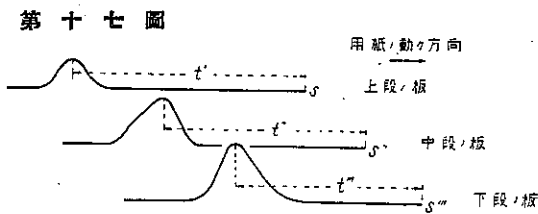
第三表の如くなる。

此の様に  $K$  の値が變るので此の二つの實驗は附表第五の中に入れなかつた。實際に此の様な形の波では波高を如何に測るか迷ふが、 $h$  を大きな方に取れば  $K$  の値が3以上となる様な事は無いであらう。

(6) 深さの異なる面に同時に最大波力の働かぬ事

三段に受波板を取付け波力を測定した時各板で最大波力を感じた時間は一致しない。其の差は極僅かであるが、大體に上段の板が先づ最大壓力を受け、次に中段の板、最後に下段の板と云ふ順序である。是は次の様にして知る事が出来る。

三つの板に來る波力を一枚の紙の上に自記させると第十七圖の如き線を得。紙は矢の方向に動かされ、 $S$  をペンの書始めの點、 $t$  を最大波力を感じる迄の時間とすると、三つの板の各が最大波力を受くる時間  $t, t', t''$  を調



べれば何れの板が最早最大波力を受けたか、又其の次は何れかと云ふ事が判る。

試みに昭和3年8月21日の實驗に於て各受波板の最大波力を感じた順序を調べると第四表に示された通りである。

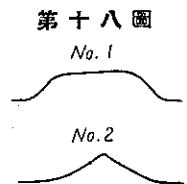
第 四 表 昭 和 3 年 8 月 21 日 最大波力を受けた順序

No.	上段	中段	下段	No.	上段	中段	下段	No.	上段	中段	下段
1	2	/	3	11	/	/	2	21	/	/	2
2	/	/	2	12	/	2	3	22	/	2	3
3	/	2	3	13	/	/	2	23	/	/	2
4	/	/	2	14	/	/	2	24	/	/	2
5	/	2	2	15	/	/	2	25	/	/	2
6	/	/	2	16	/	/	2	26	/	2	3
7	/	2	3	17	/	/	2	27	/	2	3
8	/	2	3	18	/	/	2	28	/	2	3
9	2	/	3	19	/	2	3	29	/	/	2
10	/	/	2	20	/	/	2	30	/	/	2

備考——上段、中段共に 1, 1 とあるは同時に受けたのである。2, 2 とある場合も亦同じ。

$t, t', t''$  間の時間の差は概して1秒の1/30~1/40位であるが、時として1/5位のものがある。是は小さな波に就ての實驗であるが、實際の大きな波に就ては此の時間の差はもつと大きくなるであらう。

波力を示す曲線を見ると、第十八圖 No. 1 の如く波力が或値に達し短時間ではあるが持續して居る場合と、No. 2 の如く或最大値に達し直ちに降下し始むる場合とある。No. 1 の如き場合であると二つ或は三つの板に同時に最大波力が働く事があり得るかも知れないが、一般には同時に働くと考える事が出来ない。夫故に二つ或は三つの板の各最大波力



を加へて二つ或は三つの板を合せて一枚の板と見た面積に働く最大波力を算出する事は出来ない。此の事實から推して考へて見ると、小さな面を有する普通波力計で測つた最大波力を其の儘廣い面に乘じて波力を算出する事は出来ない。

### (7) 従來の算式と著者の算式との比較

従來波力の算定に用ひられた式

$$P=C \gamma h$$

$C$ ……係數

$\gamma$ ……海水の重さ

$h$ ……波高

と著者の式

$$P=K \frac{\gamma h^2}{D}$$

$K$ ……係數

$h$ ……波高

$D$ ……波谷より水底迄の深さ  $=h+d$

$\gamma$ ……海水の重さ

とを比較して見る事が必要であると考へらる。

著者の式に於て  $d=0$  の時は

$$P=K \gamma h$$

となり全く  $P=C \gamma h$  と同じものとなる。即ち  $P=C \gamma h$  の式は著者の式の或特別の場合と見る事が出来る。然し  $d=0$  の場合には波の頂が崩れる。寄波が砂濱で今迄水の無かつた程の所まで押寄せて來ると其の前に大概崩れる。此の崩るゝ場合の波力は故廣井勇博士が大學紀要第十冊第一號で發表せられてある(其の譯文は土木學會誌第六卷第二號にあり)。

同博士の出された波力計算式は

$$P=1.5 \gamma h$$

で  $C$  の値は 1.5 で  $K$  と大差がない。夫故著者の式は  $d=0$  の場合にも應用して差支ないとする事が出来る。

其の他一般の場合に  $P=C \gamma h$  を用ゐるとしたならば、 $C$  の値を如何にせば可いかを参考の爲出して見るのも面白い事と思はる。大正 15 年夏の海岸の實驗及大學水槽内の實驗の結果から  $C$  を算出すると附表第九となる。

更に  $C$  の平均値を纏めると第五表を得。

第 五 表 C の 値

年月日	場所	受波板の 下端が波 谷と一致 する時	同板下端 より後の 波谷と一 致する時	同板中心 が波谷と 一致する 時	同板下端 より3/4の 波谷と一 致する時	同板上端 が波谷と 一致する 時	同板上端 より5cmの 波谷と一 致する時	同10cm の波谷 ある時	同15cm の波谷 ある時
天正 15-8-4	吉浦			(55) 0.37	(60) 0.37	(65) 0.36			
9	"			(27) 0.47	(32) 0.43	(37) 0.35			
10	"				(35) 0.30	(40) 0.25	(45) 0.28	(50) 0.20	
11	"			(30)0.25 (35)0.35		(23) 0.33			
14	江見			(20) 0.20	(28) 0.24	(33) 0.28	(33) 0.31	(43) 0.31	(48) 0.29
15	"	(33) 0.37	(28) 0.25	(23) 0.42	(28) 0.44				
2-6-10	水槽			(40) 0.37				(40) 0.30	
7-7	"	(31) 0.34		(41) 0.28		(31) 0.33		(41) 0.11	
平均		0.35	0.25	0.34	0.35	0.32	0.29	0.23	0.29

備考( )内数字ハ水深ヲ示ス(Cm)

第五表によると C の値は 0.35~0.23 となる。而して C の値は大體に水深 d が小さい程大である様である。d=0 の時即ち 寄波が水の無い處に押寄せた時には C の値が 1 以上となり K の値と同じになるのでないかと考へらる。防波堤で云へば波のひいた時、基礎捨石が露出し、波が來ると其の上を越して上部の構造物にあたる様な場合も同じである。

### 5. 振動波の力

深い水底より垂直に立てる壁ありて其の前面の水深は相當に深く水底の凹凸無く、外方から來る 振動波 (Oscillation wave) が變化を受けずに 其の儘壁にあたつた時、通常壁面に沿ふて水分子が上下動をなし、壁に及ぼす壓力は水分子の揚つた高さから來る水壓だけで、壁に打あたる様な力は働かない。此の種の波力に就ては佛國の M. Benezit 氏が詳しく論じて居るから茲に同氏の所論の要點を載せる。(原文は 1923 年の Annales des Ponts et Chaussées 第五號に "Les Digués Maritimes Verticales" と題して載せられてある)。

波高=2h, 波長=2L とすれば

表面に於ける水分子の圓回轉運動の中心の静水面よりの上昇

$$= \pi \frac{h^2}{2L}$$

而して Z<sub>1</sub> だけの深さ (表面水分子回轉の中心より測る) にある水分子の回轉半径を r とすれば

$$r = hc \frac{\pi Z_1}{L}$$

Z<sub>1</sub> の深さに於ける壓力を p とすれば



$$p = Z_1 + \frac{\pi h^2}{2L} \left( e^{-\frac{2\pi Z_1}{L}} - 1 \right)$$

此の式に於て  $Z_1=0$  の時は  $p=0$  となる。又  $Z_1$  が非常に大となれば

$$p = Z_1 - \frac{\pi h^2}{2L}$$

垂直壁の前面で振動波の場合に水分子の上下する高さは波高の二倍となるから水分子上下動の中心は前に示した上昇の二倍となる。即ち

表面の水分子に就ては 
$$\frac{\pi h^2}{L}$$

水深  $Z_1$  にある水分子に就ては 
$$\frac{\pi h^2}{L} e^{-\frac{2\pi Z_1}{L}}$$

となる。而して  $Z_1$  の深さに於ける壓力  $p'$  は

$$p' = Z_1 + \frac{\pi h^2}{L} \left( e^{-\frac{2\pi Z_1}{L}} - \frac{1}{2} \right)$$

此  $p'$  の式に於て

$$Z_1 = L + \frac{\pi h^2}{2L}$$

の場合に

$$\begin{aligned} p' &= L + \frac{\pi h^2}{2L} + \frac{\pi h^2}{L} e^{-\frac{2\pi(L+\frac{\pi h^2}{2L})}{L}} - \frac{\pi h^2}{2L} \\ &= L + \frac{\pi h^2}{L} e^{-(2\pi + \frac{\pi^2 h^2}{L^2})} \\ &\doteq L \end{aligned}$$

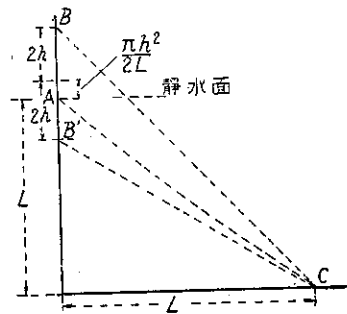
依つて垂直壁に働く壓力を圖に示せば第十九圖の如くなる。

## 6. 進行性を有する波の力

是迄は純なる進行性を有する寄波と進行性を少しも有しない振動波の力に就て論じた。然るに實際には振動波に進行性の加はつたものが澤山ある。即ち水分子が或回轉運動をなすと共に水平又は或他の方向に移動する性質を有するものが多い。此の様な波の出来る原因は外力が振動波に加はる爲であつて、其の外力の中には次の様なものが數へられる。

1. 風
2. 水底の摩擦

第十九圖



### 3. 水底形状の變化

風は波の表面に働き水分子を横に押しやるので水分子は進行性を帯びる事となる。

水底の摩擦は底に接する水分子の運動を妨げるので、水分子運動の調和を破り底に近き水分子に比べると表面に近き水分子は進行性を帯びた様になるのである。

水底の形状に變化ある場合即ち主として急に淺くなるとか、隆起のある場合には波は急に高さを増す。丁度或力で急に水を押し上げたと同様の結果を生じ進行性が加はるのである。

水底が深くなく且傾斜して居る場合は極小なる隆起が連続してあるものと見做す事が出来る。茲に波が來ると波高が漸次に増され進行性が之に連れて加はる理である。

進行性を有する波は振動波と寄波と混合した様なものである。深い垂直壁の面に此の進行性を有する混合波が來た時に壁が受くる動的壓力は同じ大きさの純寄波が來た時に壁が受くる動的壓力より小さいと考へらる。此の故に或構造物に波高  $h$  の波があつた時に受くる動的壓力は一般に高さ  $h$  の寄波が働いて起す壓力と同じきか又は夫以下であるであらう。

捨石堤や捨石基礎の上の方塊や函塊を載せた防波堤などに振動波が來ると捨石の影響で進行性を帯びたものに變る。方塊や函塊にあたる時に混合波となつてあたるか或は時として純寄波となつてあたるであらう。此の様な場合に波が捨石の上に来る前の高さを調べ、其の高さを其の儘用ひて波力を算出するは困難である。必ず方塊や函塊にあたる直ぐ前の波高等を調べねばならぬ。堤が出來た後に波を測る事は容易であるが、堤を設計する場合には捨石施工の爲に波の受くる變化を究めねばならぬ。然し本論は各種の波の壓力に就て論ずるに止め、波の高さの變化、垂直以外の面の受くる壓等に就ては別に論究しようと思ふ。

本論に述べた實驗は夏季現場に出張して行ひ、水中に入りてなさねばならぬ事が多かつた。北村友一氏及石井房吉氏の熱心なる盡力に俟つ處多大で厚く兩氏に謝する次第である。

附表第一

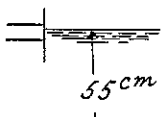
大正15年8月4日 吉浦

NO.	實測流速 $V$ (m)	實測波高 $h$ (cm)	水深 $H$ (cm)	$H+h$ (cm)	計算流速 $V = \sqrt{g(H+h)}$ (m)	$\frac{V}{V_1}$	實測波長 $L$ (m)	$\frac{H}{L}$	$\sqrt{\frac{h}{a}}$	計算流速 $V = 125\sqrt{\frac{h}{L}}$ (cm)	$\frac{V}{V_1}$
1	2.44	8.4	55	63.4	2.49	0.98	2.44	0.22	0.92	1.79	1.4
2	2.74	12.4	"	67.4	2.56	1.07	2.74	0.20	0.92	1.89	1.4
3	2.44	13.2	"	68.2	2.58	0.94	2.20	0.25	0.95	1.75	1.4
4	3.38	15.2	"	70.2	2.62	1.29	2.06	0.26	0.96	1.71	1.9
5	2.78	18.0	"	73.0	2.67	1.09	2.63	0.20	0.92	1.85	1.5
6	2.72	14.4	"	69.4	2.60	1.12	1.75	0.31	0.98	1.61	1.8
7	3.13	20.4	"	75.4	2.71	1.15	2.50	0.22	0.92	1.81	1.7
8	2.44	10.4	"	65.4	2.52	0.96	1.47	0.37	0.99	1.49	1.6
9	2.74	14.4	"	69.4	2.60	1.05	2.19	0.25	0.95	1.75	1.5
10	2.92	10.8	"	65.8	2.54	1.14	2.34	0.23	0.94	1.78	1.6

大正15年8月11日 吉浦

1	1.99	5.2	23	28.2	1.66	1.19	1.39	0.16	0.87	1.27	1.5
2	1.99	10.0	"	33.0	1.80	1.10	1.59	0.14	0.85	1.34	1.5
3	2.09	7.2	"	30.2	1.71	1.22	2.30	0.10	0.75	1.41	1.5
4	1.83	5.6	"	28.6	1.67	1.09	2.56	0.09	0.70	1.40	1.3
5	2.19	8.8	"	31.8	1.76	1.24	2.19	0.11	0.75	1.39	1.5
6	2.19	8.4	"	29.4	1.68	1.30	1.97	0.11	0.77	1.34	1.6
7	2.19	11.6	"	34.6	1.84	1.19	1.75	0.13	0.80	1.32	1.6
8	2.43	11.6	"	34.6	1.84	1.32	1.95	0.11	0.77	1.35	1.8
9	2.43	8.6	"	22.6	1.48	1.64	1.95	0.11	0.77	1.35	1.8
10	1.90	8.4	30	31.4	1.75	1.08	2.10	0.11	0.77	1.39	1.4

附表第二 (其の一)


大正15年8月4日 吉浦	No.	波高	波力	水深	$D=h+d$	$K = \frac{DP}{\gamma h^2}$	$K_0$ 平均
		$h$ cm	$P$ $g/cm^2$	$d$			
受波板の大: 20 <sup>cm</sup> × 20 <sup>cm</sup> 平水面と受波板の関係: $d=55$ の時平水面が板の中心と一致す  $d=65$ の時平水面が板の上端と一致す	1	8.4	2.12	55	63.4	1.86	
	2	12.4	3.08	"	67.4	1.32	
	3	13.2	6.15	"	68.2	2.35	
	4	15.2	6.26	"	70.2	1.86	
	5	18.0	7.35	"	73.0	1.61	
	6	14.4	6.15	"	67.4	2.00	
	7	20.4	8.55	"	75.4	1.52	
	8	10.4	4.23	"	65.4	2.50	1.82
	9	14.4	5.63	"	67.4	1.85	
	10	10.8	6.02	"	65.8	3.78	
	11	17.2	7.57	"	72.2	1.81	
	12	18.0	7.10	"	73.0	1.56	
	13	8.6	2.60	"	64.6	1.77	
	14	13.2	5.40	"	68.2	2.08	
	15	13.6	4.42	"	68.6	1.60	
	16	18.4	7.70	"	73.4	1.63	
	17	16.0	5.63	5.8	74.0	1.53	
	18	22.4	8.55	"	80.4	1.17	
	19	15.2	5.83	6.0	75.2	1.84	
	20	15.6	6.98	"	75.6	2.11	
	21	12.4	4.03	"	72.4	1.86	1.75
	22	14.8	4.23	"	74.8	1.41	
	23	16.8	7.95	6.3	79.8	2.19	
	24	18.4	7.75	"	81.4	1.88	
	25	8.2	3.87	"	72.2	3.22	
	26	15.6	5.63	"	78.6	1.77	
	27	23.2	8.80	6.5	89.2	1.40	
	28	22.4	8.20	"	87.4	1.49	
	29	8.4	3.40	"	73.4	3.45	
	30	14.8	6.15	"	77.8	2.16	
	31	8.2	3.55	"	76.2	3.06	
	32	17.2	6.85	"	82.2	1.86	
	33	14.4	5.00	"	79.4	1.88	1.83
	34	17.6	5.00	"	82.6	1.30	
	35	10.8	3.08	"	75.8	1.66	
	36	15.6	5.63	"	80.6	1.81	
	37	15.6	6.98	"	80.6	2.24	
	38	15.6	6.26	"	80.6	2.01	
	39	14.0	4.61	"	79.0	1.81	
	40	16.4	7.70	"	81.4	2.13	

(土木學會誌第十五卷第五號附表)

注意:  $K$  の左に © を附せるは特殊又は誤あるものと認め平均する時除外す (以下同様)  
(以下  $d$  及  $K$  の値のみを掲ぐ、詳細は土木學會事務所に於て閲覧ありし)

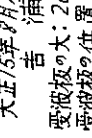
附表 第二 (其の二)

大正15年8月9日  
吉浦  
受波板の大: 20<sup>cm</sup>×20<sup>cm</sup>  
d=27<sup>cm</sup>の時、水平水面が板の中  
心と一致す




No.	d	K	K平均	No.	d	K	K平均
1	27	212		19	37	100	
2	"	212		20	37	100	
3	"	212		21	"	100	
4	"	212		22	"	100	
5	"	212		23	"	100	
6	"	212		24	"	100	
7	29	188	183	25	"	100	
8	"	188		26	"	100	
9	"	188		27	"	100	
10	"	188		28	"	100	
11	"	188		29	"	100	
12	"	188		30	"	100	
13	32	135					
14	"	135					
15	"	135					
16	"	135					
17	34	102	184				
18	"	102					
		215					

大正15年8月11日  
吉浦  
受波板の大: 20<sup>cm</sup>×20<sup>cm</sup>  
受波板の位置



No.	d	K	K平均	No.	d	K	K平均
1	23	137		17	32	186	
2	"	137		18	"	186	
3	25	132		19	"	186	
4	"	132	134	20	35	122	
5	"	132		21	"	122	
6	28	104		22	"	188	
7	"	104		23	"	188	
8	30	115		24	"	188	
9	"	115		25	"	188	
10	"	115		26	"	188	
11	"	115		27	"	188	
12	"	115		28	"	188	
13	"	115		29	"	188	
14	33	111	112	30	"	188	
15	"	111					
16	"	111					
		143					

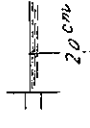
大正15年8月10日  
吉浦  
受波板の大: 20<sup>cm</sup>×20<sup>cm</sup>  
d=40<sup>cm</sup>の時、水平水面が板の  
上端と一致す



No.	d	K	K平均	No.	d	K	K平均
1	35	198		17	42	157	
2	"	198		18	"	157	
3	"	198		19	"	157	
4	38	115	156	20	43	119	
5	"	115		21	"	119	
6	"	115		22	"	119	
7	"	115		23	"	119	
8	40	118		24	"	118	
9	"	118		25	"	118	
10	"	118		26	"	118	
11	"	118		27	"	118	
12	"	118		28	"	118	
13	42	115	109	29	50	181	
14	"	115		30	"	181	
15	"	115					
16	"	115					
		217					

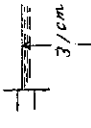
(其の三)

大正15年8月4日  
江見  
受波板の大: 20<sup>cm</sup>×20<sup>cm</sup>  
受波板の位置



No.	d	K	K平均	No.	d	K	K平均
1	20	182		28	30	105	
2	"	182		29	"	105	
3	"	182	183	30	31	105	
4	"	182		31	"	105	
5	23	105	185	32	"	105	
6	"	105		33	"	105	
7	"	105		34	"	105	
8	"	105		35	"	105	
9	27	105		36	"	105	
10	"	105		37	"	105	
11	"	105		38	"	105	
12	29	105	1092	39	45	105	
13	"	105		40	53	105	
14	"	105		41	"	105	
15	"	105		42	36	105	
16	"	105		43	"	105	
17	"	105		44	"	105	
18	"	105		45	38	105	
19	27	105	1084	46	"	105	
20	"	105		47	"	105	
21	"	105		48	"	105	
22	"	105		49	40	105	
23	"	105		50	"	105	
24	"	105					
25	30	105					
26	"	105					
27	"	105					

大正15年8月5日  
江見  
受波板の大: 20<sup>cm</sup>×20<sup>cm</sup>  
受波板の位置



No.	d	K	K平均	No.	d	K	K平均
1	21	183		26	30	105	
2	"	183	1084	27	"	105	
3	23	105		28	"	105	
4	"	105		29	31	105	
5	24	105		30	"	105	
6	"	105	113	31	"	105	
7	"	105		32	"	105	
8	24	105		33	"	105	
9	"	105		34	"	105	
10	"	105		35	"	105	
11	"	105	1074	36	"	105	
12	27	105		37	"	105	
13	"	105		38	32	105	
14	"	105		39	"	105	
15	"	105		40	"	105	
16	28	105		41	"	105	
17	"	105		42	"	105	
18	"	105		43	"	105	
19	"	105		44	"	105	
20	29	105		45	"	105	
21	"	105		46	"	105	
22	"	105		47	33	105	
23	"	105		48	"	105	
24	30	105		49	"	105	
25	"	105		50	"	105	

附表第三 (其の一)

昭和2年7月31日  
吉浦  
受波板の大:  
20cmX20cm  
受波板の位置

N.O.	波速 V (cm/sec)	波長 λ (cm)	波高 h (cm)	波力 P	D = λ + d	$\frac{V}{\sqrt{gh}}$	$\frac{V}{\sqrt{gD}}$	$\frac{K}{\sqrt{D}}$	$\frac{M}{\sqrt{h}}$
1	140	73	65	367	150	121	116	127	115
2	160	105	825	336	212	144	111	102	37
3	170	132	575	109	195	138	123		
4	126	95	925	458	227	151	1083	118	27
5	180	110	1025	573	227	165	109	103	-15
6	170	95	825	567	242	154	110	197	0
7	148	118	75	271	210	143	103	098	34
8	176	116	100	640	260	159	112	162	0
9	171	147	80	535	255	158	108	207	-19
10	144	113	100	461	297	171	084	134	-37

昭和2年8月2日  
吉浦  
受波板の大:  
20cmX20cm  
受波板の位置

N.O.	波速 V (cm/sec)	波長 λ (cm)	波高 h (cm)	波力 P	D = λ + d	$\frac{V}{\sqrt{gh}}$	$\frac{V}{\sqrt{gD}}$	$\frac{K}{\sqrt{D}}$	$\frac{M}{\sqrt{h}}$
1	143	93	29	61	246	155	092	235	-22
2	132	122	80	33	252	157	084	127	-16
3	191	156	575	416	239	153	125	288	-38
4	155	102	50	295	217	146	106	250	-15
5	185	138	665	449	239	153	121	237	-19
6	190	160	1125	600	275	164	116	128	0
7	157	79	54	375	215	145	108	272	0
8	167	171	55	313	210	143	117	211	1
9	141	141	525	273	215	145	097	209	-05
10	143	163	85	351	225	148	110	167	24
11	129	103	80	476	232	151	125	188	-1
12	174	122	815	289	214	145	120	248	34
13	131	169	61	497	213	144	091	278	12
14	135	149	70	288	232	151	089	138	-03
15	155	167	615	340	209	143	108	195	12
16	141	127	75	398	205	141	100	212	4
17	145	129	485	237	221	147	098	109	-11
18	188	114	745	418	226	149	131	166	11
19	132	84	80	469	195	138	095	139	-51
20	152	123	75	318	212	144	105	112	-3
21	149	137	725	164	212	146	104	066	27
22	121	85	55	199	217	146	083	138	7

(其の二)

昭和2年8月5日  
吉浦  
受波板の大:  
20cmX20cm  
受波板の位置

N.O.	V	K	M	N.O.	V	K	M
1	104	178	1.1	1	119	171	1.1
2	140	162	1.1	2	118	127	1.1
3	111	202	1.1	3	117	107	1.1
4	153	174	1.1	4	116	116	1.1
5	123	174	1.1	5	115	143	1.1
6	166	126	1.1	6	114	143	1.1
7	127	163	1.1	7	113	157	1.1
8	157	153	1.1	8	112	147	1.1
9	137	163	1.1	9	111	144	1.1
10	157	153	1.1	10	110	140	1.1
11	134	161	1.1	11	109	140	1.1
12	144	159	1.1	12	108	140	1.1
13	124	159	1.1	13	107	139	1.1
14	144	159	1.1	14	106	139	1.1
15	124	159	1.1	15	105	139	1.1
16	159	142	1.1	16	104	139	1.1
17	139	142	1.1	17	103	139	1.1
18	159	142	1.1	18	102	139	1.1
19	139	142	1.1	19	101	139	1.1
20	159	142	1.1	20	100	139	1.1
21	139	142	1.1	21	99	139	1.1
22	159	142	1.1	22	98	139	1.1
23	139	142	1.1	23	97	139	1.1
24	159	142	1.1	24	96	139	1.1
25	139	142	1.1	25	95	139	1.1
26	159	142	1.1	26	94	139	1.1
27	139	142	1.1	27	93	139	1.1
28	159	142	1.1	28	92	139	1.1
29	139	142	1.1	29	91	139	1.1
30	159	142	1.1	30	90	139	1.1
31	139	142	1.1	31	89	139	1.1
32	159	142	1.1	32	88	139	1.1
33	139	142	1.1	33	87	139	1.1
34	159	142	1.1	34	86	139	1.1
35	139	142	1.1	35	85	139	1.1
36	159	142	1.1	36	84	139	1.1
37	139	142	1.1	37	83	139	1.1
38	159	142	1.1	38	82	139	1.1
39	139	142	1.1	39	81	139	1.1
40	159	142	1.1	40	80	139	1.1
41	139	142	1.1	41	79	139	1.1
42	159	142	1.1	42	78	139	1.1
43	139	142	1.1	43	77	139	1.1
44	159	142	1.1	44	76	139	1.1
45	139	142	1.1	45	75	139	1.1
46	159	142	1.1	46	74	139	1.1
47	139	142	1.1	47	73	139	1.1
48	159	142	1.1	48	72	139	1.1
49	139	142	1.1	49	71	139	1.1
50	159	142	1.1	50	70	139	1.1
51	139	142	1.1	51	69	139	1.1
52	159	142	1.1	52	68	139	1.1
53	139	142	1.1	53	67	139	1.1
54	159	142	1.1	54	66	139	1.1
55	139	142	1.1	55	65	139	1.1
56	159	142	1.1	56	64	139	1.1
57	139	142	1.1	57	63	139	1.1
58	159	142	1.1	58	62	139	1.1
59	139	142	1.1	59	61	139	1.1
60	159	142	1.1	60	60	139	1.1
61	139	142	1.1	61	59	139	1.1
62	159	142	1.1	62	58	139	1.1
63	139	142	1.1	63	57	139	1.1
64	159	142	1.1	64	56	139	1.1
65	139	142	1.1	65	55	139	1.1
66	159	142	1.1	66	54	139	1.1
67	139	142	1.1	67	53	139	1.1
68	159	142	1.1	68	52	139	1.1
69	139	142	1.1	69	51	139	1.1
70	159	142	1.1	70	50	139	1.1
71	139	142	1.1	71	49	139	1.1
72	159	142	1.1	72	48	139	1.1
73	139	142	1.1	73	47	139	1.1
74	159	142	1.1	74	46	139	1.1
75	139	142	1.1	75	45	139	1.1
76	159	142	1.1	76	44	139	1.1
77	139	142	1.1	77	43	139	1.1
78	159	142	1.1	78	42	139	1.1
79	139	142	1.1	79	41	139	1.1
80	159	142	1.1	80	40	139	1.1
81	139	142	1.1	81	39	139	1.1
82	159	142	1.1	82	38	139	1.1
83	139	142	1.1	83	37	139	1.1
84	159	142	1.1	84	36	139	1.1
85	139	142	1.1	85	35	139	1.1
86	159	142	1.1	86	34	139	1.1
87	139	142	1.1	87	33	139	1.1
88	159	142	1.1	88	32	139	1.1
89	139	142	1.1	89	31	139	1.1
90	159	142	1.1	90	30	139	1.1
91	139	142	1.1	91	29	139	1.1
92	159	142	1.1	92	28	139	1.1
93	139	142	1.1	93	27	139	1.1
94	159	142	1.1	94	26	139	1.1
95	139	142	1.1	95	25	139	1.1
96	159	142	1.1	96	24	139	1.1
97	139	142	1.1	97	23	139	1.1
98	159	142	1.1	98	22	139	1.1
99	139	142	1.1	99	21	139	1.1
100	159	142	1.1	100	20	139	1.1
101	139	142	1.1	101	19	139	1.1
102	159	142	1.1	102	18	139	1.1
103	139	142	1.1	103	17	139	1.1
104	159	142	1.1	104	16	139	1.1
105	139	142	1.1	105	15	139	1.1
106	159	142	1.1	106	14	139	1.1
107	139	142	1.1	107	13	139	1.1
108	159	142	1.1	108	12	139	1.1
109	139	142	1.1	109	11	139	1.1
110	159	142	1.1	110	10	139	1.1
111	139	142	1.1	111	9	139	1.1
112	159	142	1.1	112	8	139	1.1
113	139	142	1.1	113	7	139	1.1
114	159	142	1.1	114	6	139	1.1
115	139	142	1.1	115	5	139	1.1
116	159	142	1.1	116	4	139	1.1
117	139	142	1.1	117	3	139	1.1
118	159	142	1.1	118	2	139	1.1
119	139	142	1.1	119	1	139	1.1
120	159	142	1.1	120	0	139	1.1

(土木検査局 第五五五号 昭和二年)

附表第四 K の値

年月日	1.2	1.1	1.0	.9	.8	.7	.6	.5	.4	.3	.2	.1	0	-1	-2	-3	-4	-5
昭和 2-7-31		127																
8-2					138			139	212	248	117	144	129	209	237	215	238	
										172	146	108	209	237				
8-5									239	143	126	119	103	112	202	149	178	178
									127	181	149	248	101	121	102			178
									209	150	216	155	140	101	175			210
									171	300	157	153	103	103	189	176		
8-6				133	127	155	278	112										
				259	162		167	193										
8-7		124	144	175										181				
		135				177												
8-18			104	158	131	197	200	161	132	108	107			113				
			177	148	114	181	151	161	121	112	110	114						
			177	148	177	132	133	177	252	185	158							
				172	128	152	171		131	110								
平均		127	116	136	143	148	167	148	139	142	145	152	172	202				178
	平均		101	114	143	144	143	146	182									

附表第五 (其の一)

No.	流速 $V$	液高 $h$	波力 $P$ ( $97/cm^2$ )			$D = \frac{V^2}{g h}$	$\frac{V}{\sqrt{g h}}$	$\frac{V}{V'}$	$K = \frac{2P}{\gamma h^2}$			$\frac{1-M}{\gamma}$		
			上段	中段	下段				上段	中段	下段	上段	中段	下段
1	168	21	14.4	16.0	7.0	43	205	.82	1.5	1.53	.67	.81	.34	-.14
2	187	23	-	13.8	10.9	47	214	.87	-	1.18	.95	-	.22	-.21
3	185	25	2.80	10.4	2.8	48	217	.85	.21	.78	.21	.64	.24	-.16
4	-	25	9.3	11.4	8.7	47	-	-	.88	.84	.14	.89	.78	-.12
5	175	27	2.8	10.7	-	50	227	.77	.17	.73	-	.60	.22	-
6	197	17	-	10.4	8.2	43	205	.96	-	1.52	1.19	-	.18	-.41
7	170	30.5	5.7	10.2	9.3	53	228	.74	.32	.57	.54	.55	.22	-.11
8	-	35	4.4	8.2	11.7	58	-	-	.20	.38	.54	.46	.18	-.11
9	-	22	12.0	13.7	13.7	43	-	-	1.04	1.19	1.19	.82	.37	-.09
10	145	22	0	13.7	20.2	54	231	.62	-	1.69	2.20	-	-.13	-.59
11	218	27	-	13.2	16.2	50	222	1.33	-	.89	1.09	-	.73	-.15
12	195	24	9.30	12.6	11.4	43	205	.95	.68	.92	.83	.84	.42	0
13	186	31	12.0	10.2	4.9	219	-	.85	-	.60	.51	-	.36	-.04
14	-	28	5.4	18.0	22.6	50	-	-	.33	1.12	1.41	.61	.25	-.10
15	162	19	-	12.0	9.0	47	214	.75	-	1.53	1.14	-	.06	-.47
16	240	22	20.2	15.4	15.2	47	214	1.12	1.90	1.47	1.47	.64	.19	-.27
17	-	28.5	-	8.9	8.0	58	-	-	-	.88	.86	-	0	-.36
18	240	20	-	8.8	11.4	51	251	1.11	-	.54	.66	-	.26	-.06
19	215	22	11.4	12.3	12.0	45	210	1.02	1.04	1.12	1.09	.73	.27	-.18
20	210	24	-	10.4	8.8	48	217	.97	-	.50	.47	-	.21	-.20
21	268	20	-	11.4	14.8	49	219	1.23	-	1.37	1.28	-	0	-.50
22	205	19.5	11.4	13.2	10.4	44.5	209	.99	1.31	1.52	1.19	.72	.19	-.30
23	260	24	-	12.0	15.4	56	234	1.11	-	1.14	1.46	-	-.13	-.64
24	229	26	-	13.2	13.7	57	238	.97	-	1.09	1.13	-	-.07	-.46
25	240	23	-	14.6	17.0	50	227	1.06	-	1.34	1.59	-	.09	-.34
26	216	32	9.0	13.7	18.0	56.5	235	.92	.48	.74	.77	.46	.15	-.17
27	-	20	10.6	13.7	12.8	39	-	-	1.31	1.31	1.22	.78	.27	-.22
28	224	23	8.4	15.8	17.0	43	205	1.09	.84	1.26	1.35	.93	.40	-.04
29	161	23	-	13.2	14.2	43	205	.69	-	1.05	1.13	-	.40	-.04
30	315	26	-	13.2	14.2	57	234	1.34	-	1.69	1.17	-	-.07	-.46

(土木學會誌第十五卷第五號附誌)

(以下最後の 7 欄のみを掲ぐ、詳細は土木學會事務所に於て閲覧ありたし)

附表第五 (其の二)

昭和 2年8月20日 江見 受波板の大: 10cm X 10cm 受波板の位置: 34cm	No.	V V'	K			I-M h			No.	V V'	K			I-M h		
			上段	中段	下段	上段	中段	下段			上段	中段	下段	上段	中段	下段
			1	1.01									40	0.92		
2	0.94	0.80	0.67		1.06			41	0.94							
3	0.93		0.97	0.85		1.0	0.1	42	1.00							
4	1.06			1.29			0.7	43	1.00	0.93	0.82	0.53	1.13	0.8	0.67	
5	1.08			1.10	1.39		1.08	44	1.22							
6	1.11			1.26			0.7	45	1.08							
7	1.08			0.65	1.35		1.08	46	1.00							
8	0.97	1.03	1.06	1.22	1.07	0.7	0.3	47	1.02							
9	1.01	1.09	1.03	1.01	1.0	1.2	0.7	48	1.00							
10	1.07			1.28			0.4	49	1.00							
11	1.00	0.79	1.06	1.25	1.13	0.8		50	1.11							
12	1.11			0.68			0.9	51	1.11							
13	1.15			0.73			0.6	52	1.04							
14	1.15			0.73			0.6	53	0.98							
15	1.15			1.10			0.7	54	1.18							
16	1.07			0.73	0.72		0.8	55	1.11							
17	1.00			0.73	0.72		0.8	56	0.95							
18	1.00	1.51	0.92	1.37	1.15	0.8	0.4	57	0.91							
19	1.02			0.98	1.22		0.7	58	1.00	0.72	0.58		0.67	0.14		
20	1.11						0.5	59	1.00							
21	1.20			1.31			0.5	60	1.02	1.37	0.91	0.86	1.06	0.7	0.4	
22	1.19	0.95	1.10	1.33	1.19	0.8	0.5	61	1.00							
23	1.11						0.2	62	0.99							
24	1.00			0.97	1.02		0.8	63	0.91							
25	1.22			1.79			0.4	64	0.99	0.55	0.40	0.25	1.07	0.7	0.4	
26	0.97			0.6			0.4	65	0.94							
27	1.06			0.4			0.6	66	0.91	0.68	0.36	0.54	1.15	0.7	0.4	
28	1.06						0.6	67	0.91	0.79	0.59	0.59	1.00	0.7	0.4	
29	1.08			0.38	0.55		1.07	68	0.97							
30	1.08			1.74			0.6	69	0.91							
31	1.08			1.45			0.4	70	0.91							
32	1.08						0.7	71	0.92							
33	1.08			1.07	0.99		0.8	72	0.88							
34	1.04			1.94			0.3	73	1.06							
35	1.00			0.53	0.53		0.8	74	1.02							
36	1.08			1.37	0.99		0.7	75	0.97							
37	1.01			1.54			0.7	76	0.97	0.94	0.80	0.61	0.8	0.5	0.5	
38	1.05			1.52	1.52	1.19	0.92	77	0.97	0.81	0.76	0.81	1.06	0.7	0.4	
39	1.03			0.63			0.3	78	0.97							

(其の三)

昭和 2年8月21日 吉浦 受波板の大: 10cm X 10cm 受波板の位置: 27.5cm	No.	V V'	K			I-M h			No.	V V'	K			I-M h			
			上段	中段	下段	上段	中段	下段			上段	中段	下段	上段	中段	下段	
			1	1.10									14	1.04			
2	1.24			3.80	3.75		-0.05	-0.55	15	1.10	0.42	0.30	1.00	1.27	0.55	0.10	
3	1.34							16	1.10			2.45			-0.28		
4	0.96				0.52			-0.07	17	1.11		0.29	0.33		0.7	0.2	
5	1.20				1.05			0.2	18	1.10			1.16			0.3	
6	1.02			0.51	0.51			0.7	0.2	19	0.99	0.54	0.59	0.69	1.04	0.7	0.3
7	1.14								20	1.19			1.77			-0.07	
8	1.12				1.15			-0.03	21	1.07							
9	1.07	0.57	0.71	1.64	1.01	0.56		0	22	1.00		0.24	0.26		0.3	-0.6	
10	1.20				1.00			-0.11	23	1.04			0.84			0.2	
11	1.16	0.94	0.31	1.89	1.10	0.60		-0.27	24	1.14	1.02	0.83	1.20	1.00	0.5	0.1	
12	1.10				1.67			0	25	1.09			0.60			0.06	
13	1.20				0.74			-0.12									

昭和 3年8月22日 江見 受波板の大: 10cm X 10cm 受波板の位置: 23cm	No.	V V'	K			I-M h			No.	V V'	K			I-M h		
			上段	中段	下段	上段	中段	下段			上段	中段	下段	上段	中段	下段
			1	0.95	0.44	0.89	0.47	0.04			-0.28	-0.59	73	0.88	0.50	0.92
2	0.94	0.30	1.19	0.28	0.08	-0.32	-0.70	74	1.33	0.30	0.72	0.47	0.09	-0.20	-0.49	
3	0.86		0.83			-0.40		75	0.65	0.40	0.67	0.51	-0.06	-0.31	-0.57	
4	0.98	0.71	0.73	0.37	-0.03	-0.40	-0.78	76		0.74	1.14	0.75	-0.25	-0.51	-0.87	
5		1.42	3.00	1.57	-0.31	-0.93	-1.56	77	0.82	0.19	0.73	0.41	0.10	-0.23	-0.56	
6	0.90	0.56	0.85	0.45	0.08	-0.22	-0.52	78	0.73	0.45	0.70	0.42	0.08	-0.17	-0.41	
7	1.28	0.31	1.09	0.47	-0.06	-0.40	-0.73	79	1.20	0.51	0.97	0.75	-0.08	-0.36	-0.62	
8	0.75		1.31	0.53		-0.52	-0.95	80	1.57	0.27	0.81		-0.15	-0.48	-1	
9	1.23	0.34	0.82	0.55	-0.10	-0.36	-0.83	81	1.11	0.28	0.63	0.56	0.16	-0.08	-0.31	
10	0.92	0.77	1.23	0.91	0.9	-0.26	-0.61	82	1.50	0.31	0.98	0.41	0.03	-0.16	-0.55	
11	1.36	0.15	0.69	0.20	0.2	-0.28	-0.57	83	1.63	0.35	0.87	0.42	-0.15	-0.42	-0.68	
12	1.09	0.33	0.70	0.48	0.5	-0.19	-0.43	84		0.59	1.11	0.83	-0.33	-0.63	-0.93	

(其の四)

昭和 3年8月23日 江見 受波板の大: 10cm X 10cm 受波板の位置: 30cm	No.	V V'	K			I-M h			No.	V V'	K			I-M h			
			上段	中段	下段	上段	中段	下段			上段	中段	下段	上段	中段	下段	
			1	1.00			0.73	0.53				0.17	-0.38	25	0.71		
2	1.00			1.01	0.69		-0.11	-0.66	26	2.17			1.56	1.56		-1.33	-2.00
3	1.10			1.16	1.16		-0.13	-0.59	27	2.10			1.29	1.34		-0.65	-1.08
4	0.88			0.56	0.43		0.09	-0.34	28	0.72			0.81	0.81		-0.41	-0.83
5	0.94			1.40	1.47		-0.27	-0.87	29	0.78	0.35	1.26	1.21	-0.07	-0.57	-1.04	
6	1.17			0.43	0.53		0.28	-0.18	30	0.63	0.74	1.00	1.00	-0.37	-0.77	-1.20	
7	1.14			1.03	1.04			-0.45	31	1.67	0.73	0.83	0.87	-0.08	-0.52	-0.95	
8	0.95			0.83	0.70		0.22	-0.31	32	1.00	0.50	0.70	0.66	0	-0.37	-0.85	
9	0.98			1.59	1.80		-0.42	-1.14	33	1.09	0.50	0.93	0.85	0	-0.47	-0.95	
10	1.42	0.51	0.64	0.87	0.56	0.21	-0.73	34	1.17	1.08	1.75	1.75	-0.35	-0.85	-1.35		
11	1.32			1.31	1.47		0	-0.52	35	0.57	0.73	1.41	1.11	-0.28	-0.73	-1.10	
12	1.48	0.24	0.66	0.71	0.48	0.04	-0.34	36	1.22	0.51	1.03	1.01	-0.04	-0.44	-0.84		
13	1.14			0.41	0.57		-0.23	-0.76	37	1.29	0.60	1.43	1.12	-0.27	-0.73	-1.38	
14	0.97	0.34	1.05	1.05	0.18	-0.24	-0.59	38	1.40	0.88	1.77	1.63	-0.37	-1.00	-1.62		
15	0.59			1.44	1.26		-0.87	-1.50	39	1.46	0.33	0.74	0.77	-0.11	-0.74	-0.58	
16	1.16			1.10	1.06		-0.50	-1.00	40	1.67	0.61	1.14	1.28	-0.36	-0.81	-1.27	
17	2.18	0.19	0.76	0.77	0.18	-0.77	-0.31	41	1.88	1.12	2.07	1.66	-0.93	-1.60	-2.24		
18	0.86	0.38	0.58	0.6	0.18	-0.07	-0.31	42	1.00	0.48	0.89	0.70	-0.04	-0.47	-0.91		
19	1.01			0.73	0.47		-0.22	-0.59	43	1.06	0.62	0.69	0.53	-0.03	-0.42	-0.80	
20	1.26	0.29	0.71	0.67	0.17	-0.16	-0.48	44	0.63	0.56	0.73	0.73	-0.31	-0.77	-1.22		
21	1.09	0.45	0.97	1.03	-0.03	-0.40	-0.77	45	1.11	0.50	0.98	0.98	-0.34	-0.69	-1.03		
22	1.43			1.52	1.42		-1.06	-1.88	46	1.24	0.74	1.62	1.36	-0.41	-1.00	-1.58	
23	0.67			0.87	0.82		-0.45	-0.87	47	1.39	0.61	1.33	1.23	-0.35	-0.85	-1.35	
24	0.60			0.91	0.91		-0.72	-1.27									

(土木学会誌第十九卷第五附録)

附表第六 K の値

1- M 年	1/2	1/1	1/0	.9	.8	.7	.6	.5	.4	.3	.2	.1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	1.63	2.19	2.77	3.37	3.99	4.64	5.32	6.03	6.77	7.54	8.34	9.17	10.03	10.92	11.84	12.79	13.77	14.78	15.82	16.89	17.99	19.12	20.28	21.47	22.69	23.94	25.22	26.53	27.87	29.24	30.64	32.07	33.53	35.02	36.53	38.07	39.64	41.23	42.84																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
年月日	2.51	3.24	4.01	4.81	5.64	6.50	7.39	8.31	9.25	10.22	11.22	12.25	13.31	14.40	15.52	16.67	17.85	19.06	20.30	21.57	22.87	24.20	25.56	26.95	28.37	29.82	31.30	32.81	34.35	35.92	37.52	39.15	40.81	42.50	44.22	45.97	47.75	49.56	51.40	53.27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2-8-20	1.52	2.09	2.70	3.34	4.01	4.71	5.44	6.20	6.99	7.81	8.66	9.54	10.45	11.39	12.36	13.36	14.39	15.45	16.54	17.66	18.81	19.99	21.20	22.44	23.71	25.01	26.34	27.70	29.09	30.51	31.96	33.44	34.95	36.49	38.06	39.66	41.29	42.94	44.62	46.33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2-8-21	1.42	1.94	2.51	3.12	3.76	4.44	5.15	5.90	6.68	7.50	8.36	9.25	10.17	11.12	12.10	13.11	14.15	15.22	16.32	17.45	18.61	19.80	21.02	22.27	23.55	24.86	26.20	27.57	28.97	30.40	31.86	33.35	34.87	36.42	37.99	39.59	41.22	42.88	44.57	46.29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
3-8-21	1.52	2.09	2.70	3.34	4.01	4.71	5.44	6.20	6.99	7.81	8.66	9.54	10.45	11.39	12.36	13.36	14.39	15.45	16.54	17.66	18.81	19.99	21.20	22.44	23.71	25.01	26.34	27.70	29.09	30.51	31.96	33.44	34.95	36.49	38.06	39.66	41.29	42.94	44.62	46.33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
3-8-22	1.42	1.94	2.51	3.12	3.76	4.44	5.15	5.90	6.68	7.50	8.36	9.25	10.17	11.12	12.10	13.11	14.15	15.22	16.32	17.45	18.61	19.80	21.02	22.27	23.55	24.86	26.20	27.57	28.97	30.40	31.86	33.35	34.87	36.42	37.99	39.59	41.22	42.88	44.57	46.29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
3-8-23	1.52	2.09	2.70	3.34	4.01	4.71	5.44	6.20	6.99	7.81	8.66	9.54	10.45	11.39	12.36	13.36	14.39	15.45	16.54	17.66	18.81	19.99	21.20	22.44	23.71	25.01	26.34	27.70	29.09	30.51	31.96	33.44	34.95	36.49	38.06	39.66	41.29	42.94	44.62	46.33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
平均	1.05	1.38	1.81	2.34	2.97	3.71	4.56	5.52	6.60	7.81	9.15	10.63	12.25	14.01	15.92	18.00	20.25	22.68	25.29	28.08	31.06	34.24	37.63	41.24	45.08	49.16	53.50	58.11	63.00	68.18	73.67	79.48	85.63	92.14	99.04	106.35	114.09	122.28	130.95	140.13	149.87	160.21	171.18	182.74	194.95	207.78	221.28	235.50	250.40	265.95	282.22	299.19	316.84	335.15	354.11	373.71	393.95	414.82	436.33	458.49	481.31	504.80	528.97	553.82	579.36	605.60	632.55	660.22	688.62	717.76	747.66	778.34	809.73	841.85	874.72	908.37	942.82	978.00	1013.95	1050.69	1088.25	1126.56	1165.65	1205.55	1246.29	1287.81	1330.14	1373.31	1417.35	1462.28	1508.03	1554.64	1602.15	1650.59	1700.00	1750.41	1801.85	1854.35	1907.94	1962.65	2018.51	2075.55	2133.80	2193.29	2254.05	2316.11	2379.50	2444.25	2510.40	2577.99	2647.05	2717.62	2789.75	2863.49	2938.88	3015.97	3094.81	3175.45	3257.84	3341.94	3427.81	3515.50	3605.06	3696.54	3789.99	3885.46	3982.99	4082.63	4184.41	4288.38	4394.59	4503.09	4613.94	4727.20	4842.93	4961.19	5082.04	5205.53	5331.72	5460.68	5592.47	5727.15	5864.78	6005.42	6149.14	6295.99	6446.04	6599.37	6756.04	6916.12	7079.69	7246.83	7417.61	7592.11	7770.41	7952.60	8138.76	8328.97	8523.31	8721.88	8924.77	9132.01	9343.74	9559.99	9780.80	10006.31	10236.68	10472.05	10713.48	10960.93	11214.46	11474.14	11740.03	12012.20	12290.72	12575.67	12867.13	13165.27	13470.27	13782.21	14101.27	14427.53	14761.07	15102.00	15450.51	15806.79	16171.04	16543.45	16924.12	17313.25	17711.04	18117.69	18533.41	18958.41	19392.89	19837.05	20291.09	20755.23	21229.68	21714.66	22210.40	22717.14	23235.14	23764.67	24305.99	24859.37	25425.08	26003.41	26594.64	27199.07	27817.01	28448.77	29094.67	29755.03	30430.19	31120.49	31826.29	32547.95	33285.84	34040.34	34811.85	35600.87	36407.81	37232.10	38074.27	38934.75	39814.00	40712.55	41630.85	42569.45	43528.91	44509.81	45512.72	46537.24	47583.00	48650.54	49740.51	50853.57	51989.40	53148.78	54332.43	55541.10	56775.67	58036.94	59324.82	60639.31	61980.54	63348.75	64744.21	66167.29	67618.48	69098.20	70606.95	72145.24	73713.59	75312.53	76942.61	78604.48	80298.81	82026.29	83787.63	85583.54	87415.74	89285.00	91193.14	93141.00	95129.54	97159.73	99232.54	101348.95	103509.95	105717.64	107973.04	110267.27	112601.64	114977.48	117496.14	120059.01	122667.54	125323.21	128027.54	130781.04	133585.34	136441.10	139349.04	142310.00	145325.74	148398.04	151528.64	154718.34	157968.04	161279.64	164654.04	168093.14	171598.04	175169.84	178809.64	182518.54	186298.04	190149.14	194073.04	198072.04	202148.04	206303.04	210538.04	214855.04	219256.04	223744.04	228321.04	232990.04	237753.04	242613.04	247573.04	252636.04	257805.04	263083.04	268474.04	273981.04	279608.04	285358.04	291234.04	297239.04	303377.04	309641.04	316034.04	322559.04	329219.04	336018.04	342950.04	350019.04	357229.04	364584.04	372079.04	379719.04	387508.04	395450.04	403549.04	411800.04	420208.04	428778.04	437515.04	446424.04	455510.04	464778.04	474233.04	483881.04	493728.04	503779.04	514031.04	524490.04	535163.04	546047.04	557149.04	568476.04	580025.04	591803.04	603818.04	616067.04	628557.04	641295.04	654289.04	667537.04	681047.04	694827.04	708876.04	723203.04	737817.04	752718.04	767915.04	783417.04	799234.04	815376.04	831853.04	848675.04	865853.04	883397.04	901318.04	919628.04	938340.04	957466.04	977019.04	997013.04	1017461.04	1038378.04	1059770.04	1081652.04	1104039.04	1126947.04	1150392.04	1174381.04	1198931.04	1224059.04	1249783.04	1276111.04	1303061.04	1330651.04	1358900.04	1387827.04	1417451.04	1447791.04	1478867.04	1510609.04	1543037.04	1576182.04	1610074.04	1644744.04	1680213.04	1716512.04	1753673.04	1791728.04	1830709.04	1870649.04	1911581.04	1953538.04	1996555.04	2040667.04	2085909.04	2132317.04	2179927.04	2228785.04	2278937.04	2330330.04	2382999.04	2436981.04	2492314.04	2549045.04	2607211.04	2666851.04	2727994.04	2790679.04	2854945.04	2920832.04	2988391.04	3057673.04	3128739.04	3201541.04	3276141.04	3352591.04	3430854.04	3510994.04	3593074.04	3677169.04	3763345.04	3851677.04	3942241.04	4035022.04	4130106.04	4227581.04	4327434.04	4429654.04	4534231.04	4641254.04	4750723.04	4862738.04	4977301.04	5094524.04	5214419.04	5337000.04	5462391.04	5590626.04	5721740.04	5855779.04	5992790.04	6132810.04	6275886.04	6422066.04	6571401.04	6723941.04	6879738.04	7038845.04	7201327.04	7367250.04	7535681.04	7707687.04	7883345.04	8062731.04	8245924.04	8433001.04	8624041.04	8819124.04	9018331.04	9221744.04	9429451.04	9641544.04	9858111.04	10079344.04	10305341.04	10536201.04	10772124.04	11013311.04	11259874.04	11512011.04	11769834.04	12033551.04	12303374.04	12579511.04	12862174.04	13151571.04	13447914.04	13751411.04	14062274.04	14380811.04	14707244.04	15041881.04	15384934.04	15736711.04	16096534.04	16464711.04	16841564.04	17227401.04	17622544.04	18027301.04	18441984.04	18866911.04	19302404.04	19748771.04	20206334.04	20675411.04	21156324.04	21649391.04	22155034.04	22672671.04	23202724.04	23745611.04	24300754.04	24868581.04	25449424.04	26043701.04	26651844.04	27274281.04	27910544.04	28560161.04	29223664.04	29901581.04	30594444.04	31302801.04	32027204.04	32768201.04	33526444.04	34302481.04	35096864.04	35909241.04	36739264.04	37587581.04	38454844.04	39340701.04	40245804.04	41170811.04	42116484.04	43083481.04	44072464.04	45084201.04	46118464.04	47176011.04	48257514.04	49362744.04	50492481.04	51646404.04	52824301.04	54027064.04	55255581.04	56509644.04	57789961.04	59097244.04	60432301.04	61795844.04	63187601.04	64608304.04	66058764.04	67539744.04	69052001.04	70596384.04	72173664.04	73784704.04	75429364.04	77108504.04	78823001.04	80573724.04	82351544.04	84157324.04	85992044.04	87856601.04	89751864.04	91678604.04	93637684.04	95629881.04	97655964.04	99716804.04	101814284.04	103949284.04	106122784.04	108336764.04	110593104.04	112892784.04	115236784.04	117626084.04	120062684.04	122547584.04	125081784.04	127666384.04	130303484.04	132995284.04	135743784.04	138550084.04	141415384.04	14



附表第七

昭和2年6月10日	NO.	波高 $h$ (cm)	波力 $P$ ( $gr/cm^2$ )		$D = h+d$	$K = \frac{DP}{\gamma h^2}$		$1 - \frac{M}{h}$	
			上段	下段		上段	下段	上段	下段
			大學水槽	1		9.6	3.75	3.07	49.6
	2	9.8	4.05	3.00	49.8	2.10	1.55	0	-2.0
	3	9.6	4.12	3.27	49.6	2.20	1.76	0	-2.0
	4	9.8	4.05	2.84	49.8	2.10	1.47	0	-2.0
	5	10.2	3.57	3.06	50.9	1.53	1.31	0	-1.8
	6	10.2	3.97	3.35	50.2	1.92	1.62	0	-1.8
	7	11.4	4.12	3.52	51.4	1.63	1.39	0	-1.7
	8	10.2	3.97	3.52	50.2	1.92	1.70	0	-1.9
	9	9.8	4.27	3.82	49.8	2.20	1.99	0	-2.0
	10	9.6	4.05	3.52	49.6	2.18	1.90	0	-2.0

2年7月7日 同 水槽	1	6.7	2.53	2.05	37.7	2.12	1.72	1.5	-1.5
	2	6.7	2.09	2.55	37.7	1.75	2.13	1.5	-1.5
	3	5.0	-	1.65	36.0	-	2.37	-	-2.0
	4	7.6	2.57	2.35	38.6	1.72	1.57	1.3	-1.3

2年7月7日 同 水槽	1	5.2	1.82	0.40	46.2	3.10	0.68	0	-3.8
	2	4.8	1.20	0.40	45.8	2.38	0.79	0	-4.1
	3	4.8	1.00	0.25	45.8	1.96	0.49	0	-4.1
	4	5.4	1.95	0.63	46.4	3.13	1.00	0	-3.7
	5	4.2	1.13	0.55	45.2	2.90	1.41	0	-4.6
	6	6.4	1.58	0.88	47.4	1.63	0.91	0	-2.9
	7	5.4	1.49	0.78	46.4	2.37	1.24	0	-3.7
	8	5.2	1.61	0.88	46.2	2.74	1.50	0	-3.8
	9	6.4	1.80	1.05	47.4	2.08	1.21	0	-3.1

附表第八 K の値

$1 - \frac{M}{h}$	1.5	1.3	0	-1.3	-1.5	-1.7	-1.8	-1.9	-2.0	-2.9	-3.1	-3.7	-3.8	-4.1	-4.6
昭和 2年7月7日	2.12	1.72	3.10	1.57	1.72				2.37	0.91	1.21	1.00	1.50	0.79	1.41
	1.75		2.38		2.13							1.24	0.68	0.49	
			1.96												
			3.13												
			2.90												
			1.63												
			2.37												
			2.74												
			2.08												
			2.02			1.39	1.31	1.62	1.65						
2年6月10日									1.70	1.55					
										1.76					
										1.47					
										1.53					
										1.99					
										1.92					
										1.63					
										1.92					
平均	1.93	1.72	2.21	1.57	1.92	1.39	1.31	1.66	1.81	0.91	1.21	1.12	1.09	0.64	1.41

(土木學會誌第十五卷第五號附誌)

附表第九 (其の一)

大正15年8月4日 吉浦

No.	液高 h(cm)	液力 P(g/cm <sup>2</sup> )	C= P/h	Cの 平均	No.	液高 h(cm)	液力 P(g/cm <sup>2</sup> )	C= P/h	Cの 平均
1	8.4	2.72	0.24	0.37	21	12.4	4.03	0.31	0.37
2	12.4	3.08	0.24		22	14.8	4.23	0.27	
3	13.2	6.15	0.45		23	16.8	7.75	0.46	
4	18.2	6.26	0.37		24	18.4	7.75	0.42	
5	18.0	7.35	0.40		25	22	3.87	0.41	
6	14.4	6.15	0.41		26	15.6	5.13	0.35	
7	20.4	8.55	0.40		27	23.2	8.90	0.37	
8	10.4	4.23	0.37		28	22.4	8.20	0.35	
9	14.4	5.13	0.37		29	24	3.40	0.39	
10	10.8	6.02	0.54		30	14.8	6.15	0.40	
11	17.2	7.57	0.42	31	22	3.55	0.37		
12	18.0	7.10	0.38	32	17.2	6.85	0.39		
13	13.2	2.60	0.24	33	14.4	5.00	0.34		
14	13.2	5.40	0.40	34	17.6	5.00	0.27		
15	13.6	4.42	0.31	35	10.8	3.08	0.27		
16	18.4	7.70	0.40	36	15.6	5.13	0.35		
17	14.0	5.83	0.38	37	15.6	6.98	0.43		
18	22.4	8.55	0.37	38	15.6	6.26	0.39		
19	13.2	5.83	0.37	39	14.0	4.81	0.32		
20	13.6	6.98	0.43	40	16.6	2.20	0.42		

(以下 C の値のみを掲ぐ、詳細は土木學會事務所に於て閲覧ありたし)

大正15年8月9日 吉浦			大正15年8月10日			大正15年8月11日		
No.	C	C <sub>0</sub> 平均	No.	C	C <sub>0</sub> 平均	No.	C	C <sub>0</sub> 平均
1	0.61	0.47	1	0.25	0.30	1	0.25	0.33
2	0.65		2	0.29		2	0.42	
3	0.69		3	0.36		3	0.34	
4	0.61		4	0.22		4	0.43	
5	0.54		5	0.27		5	0.33	
6	0.70	6	0.32	6	0.30			
7	0.57	7	0.41	7	0.22			
8	0.42	8	0.35	8	0.31			
9	0.38	9	0.27	9	0.07			
10	0.47	10	0.34	10	0.33			
11	0.33	11	0.26	11	0.21			
12	0.41	12	0.27	12	0.30			
13	0.40	13	0.24	13	0.22			
14	0.44	14	0.22	14	0.41			
15	0.58	15	0.19	15	0.26			
16	0.51	16	0.30	16	0.22			
17	0.32	17	0.18	17	0.21			
18	0.52	18	0.19	18	0.29			
19	0.30	19	0.14	19	0.38			
20	0.58	20	0.22	20	0.19			
21	0.24	21	0.36	21	0.30			
22	0.43	22	0.16	22	0.41			
23	0.42	23	0.27	23	0.36			
24	0.30	24	0.35	24	0.41			
25	0.27	25	0.24	25	0.31			
26	0.27	26	0.17	26	0.38			
27	0.30	27	0.29	27	0.39			
28	0.26	28	0.21	28	0.30			
29	0.42	29	0.23	29	0.43			
30	0.38	30	0.23	30	0.36			

(土木學會事務所第五號附録)

(其の二)

大正15年8月14日

No.	C	C <sub>0</sub> 平均	No.	C	C <sub>0</sub> 平均	No.	C	C <sub>0</sub> 平均
1	0.19	0.20	28	0.32	0.28	55	0.30	0.28
2	0.32		29	0.40		56	0.27	
3	0.19		30	0.27		57	0.27	
4	0.27		31	0.20		58	0.28	
5	0.17		32	0.21		59	0.28	
6	0.19		33	0.24		60	0.26	
7	0.10		34	0.24		61	0.28	
8	0.17		35	0.36		62	0.14	
9	0.19		36	0.27		63	0.28	
10	0.27		37	0.37		64	0.27	
11	0.18	38	0.30	65	0.27			
12	0.28	39	0.40	66	0.28			
13	0.23	40	0.40	67	0.36			
14	0.38	41	0.16	68	0.28			
15	0.24	42	0.32	69	0.27			
16	0.05	43	0.28	70	0.27			
17	0.33	44	0.23	71	0.28			
18	0.17	45	0.29	72	0.30			
19	0.18	46	0.27	73	0.34			
20	0.28	47	0.35	74	0.24			
21	0.32	48	0.37	75	0.47			
22	0.30	49	0.37	76	0.27			
23	0.21	50	0.31	77	0.34			
24	0.30	51	0.21	78	0.32			
25	0.22	52	0.40	79	0.34			
26	0.32	53	0.32	80	0.33			
27	0.29	54	0.37					

大正15年8月15日

No.	C	C <sub>0</sub> 平均	No.	C	C <sub>0</sub> 平均	No.	C	C <sub>0</sub> 平均
1	0.49	0.37	26	0.38	0.42	51	0.34	0.44
2	0.60		27	0.37		52	0.37	
3	0.12		28	0.44		53	0.45	
4	0.28		29	0.59		54	0.42	
5	0.14		30	0.51		55	0.37	
6	0.30		31	0.47		56	0.53	
7	0.09		32	0.34		57	0.61	
8	0.21		33	0.44		58	0.61	
9	0.19		34	0.34		59	0.37	
10	0.25		35	0.40		60	0.53	
11	0.38	36	0.49	61	0.57			
12	0.17	37	0.27	62	0.52			
13	0.19	38	0.55	63	0.46			
14	0.34	39	0.44	64	0.41			
15	0.27	40	0.46	65	0.46			
16	0.48	41	0.34	66	0.43			
17	0.32	42	0.33	67	0.38			
18	0.07	43	0.31	68	0.36			
19	0.33	44	0.55	69	0.45			
20	0.52	45	0.72	70	0.48			
21	0.26	46	0.46	71	0.28			
22	0.28	47	0.58	72	0.37			
23	0.44	48	0.40	73	0.61			
24	0.30	49	0.35					
25	0.49	50	0.28					

(其の三)

昭和2年6月10日	No.	液高 h	液力 P		C = P/h	
			上段	下段	上段	下段
大學水槽	1	8.6	3.75	3.07	0.39	0.32
	2	8.8	4.05	3.60	0.41	0.30
	3	8.6	4.12	3.27	0.43	0.34
	4	8.8	4.05	2.94	0.41	0.29
	5	10.7	3.57	3.04	0.32	0.28
	6	10.2	3.97	3.35	0.39	0.33
	7	11.4	4.12	3.52	0.31	0.26
	8	10.2	3.97	3.52	0.31	0.26
	9	8.8	4.37	3.82	0.36	0.34
	10	8.8	4.05	3.52	0.39	0.36
平均					0.37	0.30

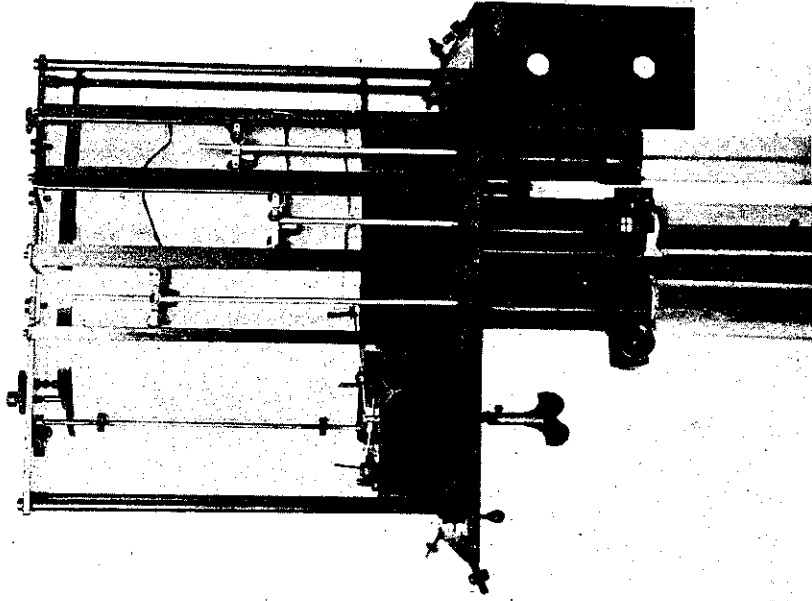
昭和2年7月7日	No.	液高 h	液力 P		C = P/h	
			上段	下段	上段	下段
同水槽	1	6.7	2.53	2.05	0.38	0.31
	2	6.7	2.09	2.55	0.31	0.39
	3	5.0	-	1.65	-	0.33
	4	7.6	2.57	2.36	0.34	0.31
平均					0.34	0.33

同日	No.	液高 h	液力 P		C = P/h	
			上段	下段	上段	下段
同水槽	1	5.2	1.82	1.40	0.35	0.28
	2	4.8	2.20	1.40	0.35	0.28
	3	4.8	1.00	1.25	0.21	0.25
	4	5.4	1.95	1.3	0.36	0.24
	5	4.2	1.13	1.55	0.27	0.33
	6	6.4	1.58	1.88	0.25	0.29
	7	5.4	1.48	1.88	0.28	0.34
	8	5.2	1.61	1.88	0.31	0.36
	9	6.4	1.80	1.05	0.28	0.16
平均					0.28	0.24

202-2

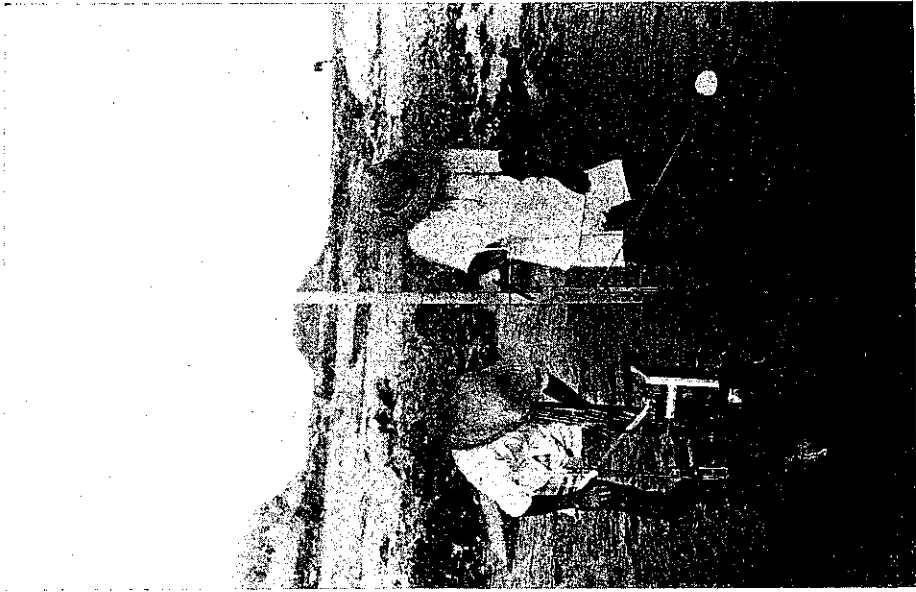
寫真第一



波力自記器

(東京帝國大學地質學部)

寫真第二



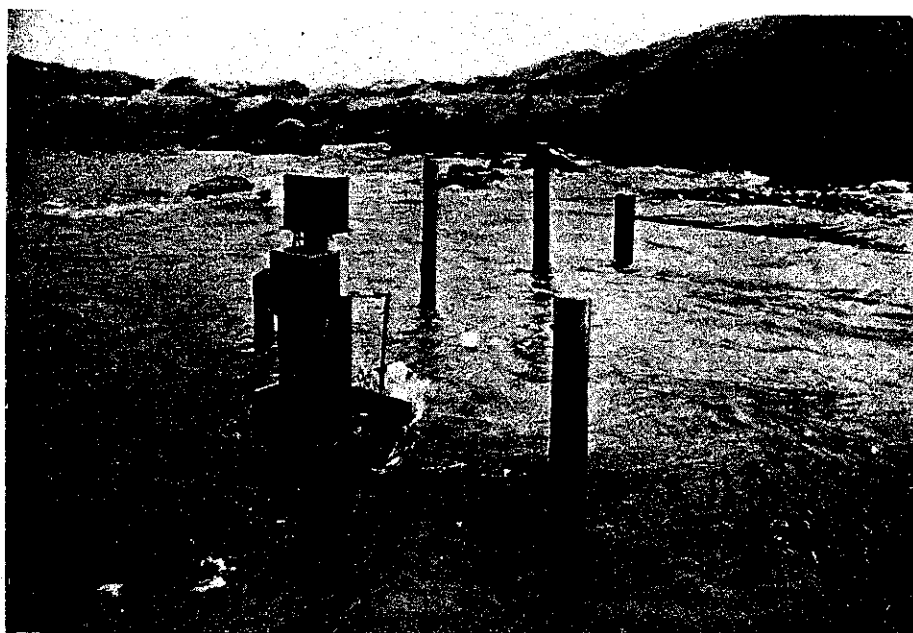
安房吉浦, 大正15年夏實験

寫真第三



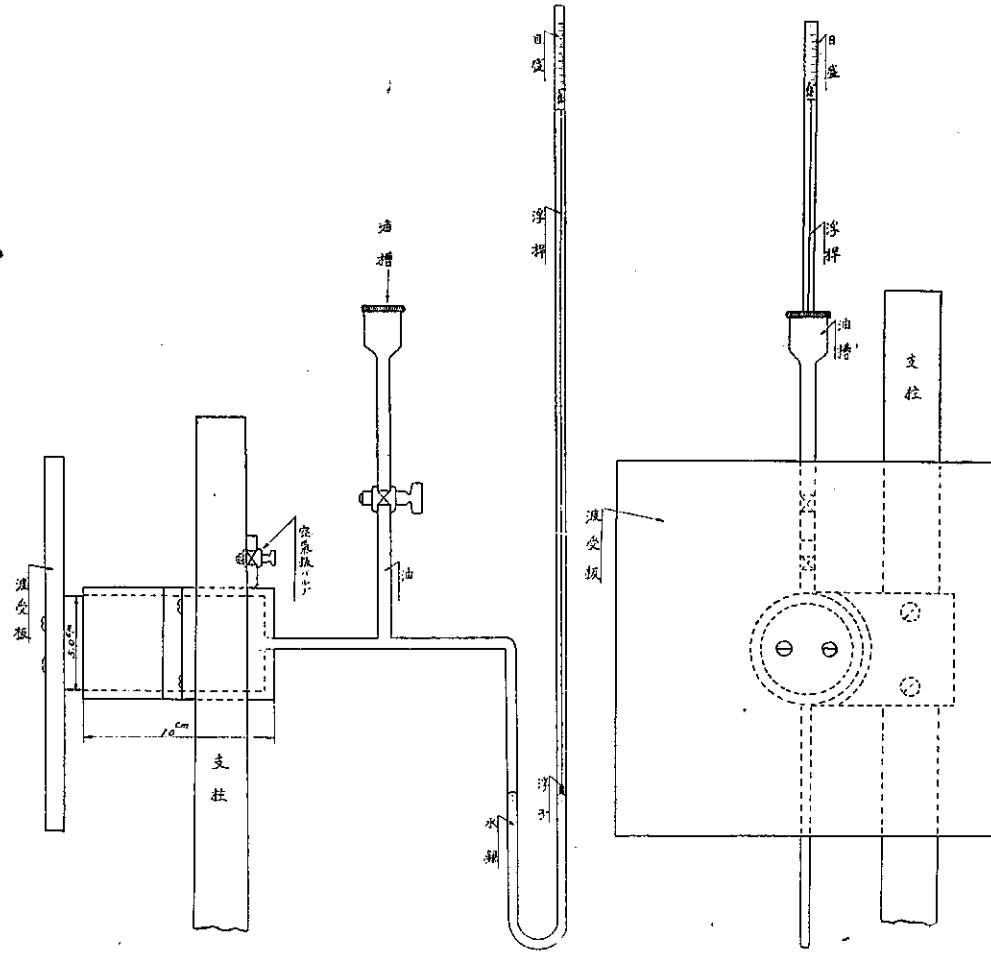
安房吉浦, 昭和2年夏實驗

寫真第四



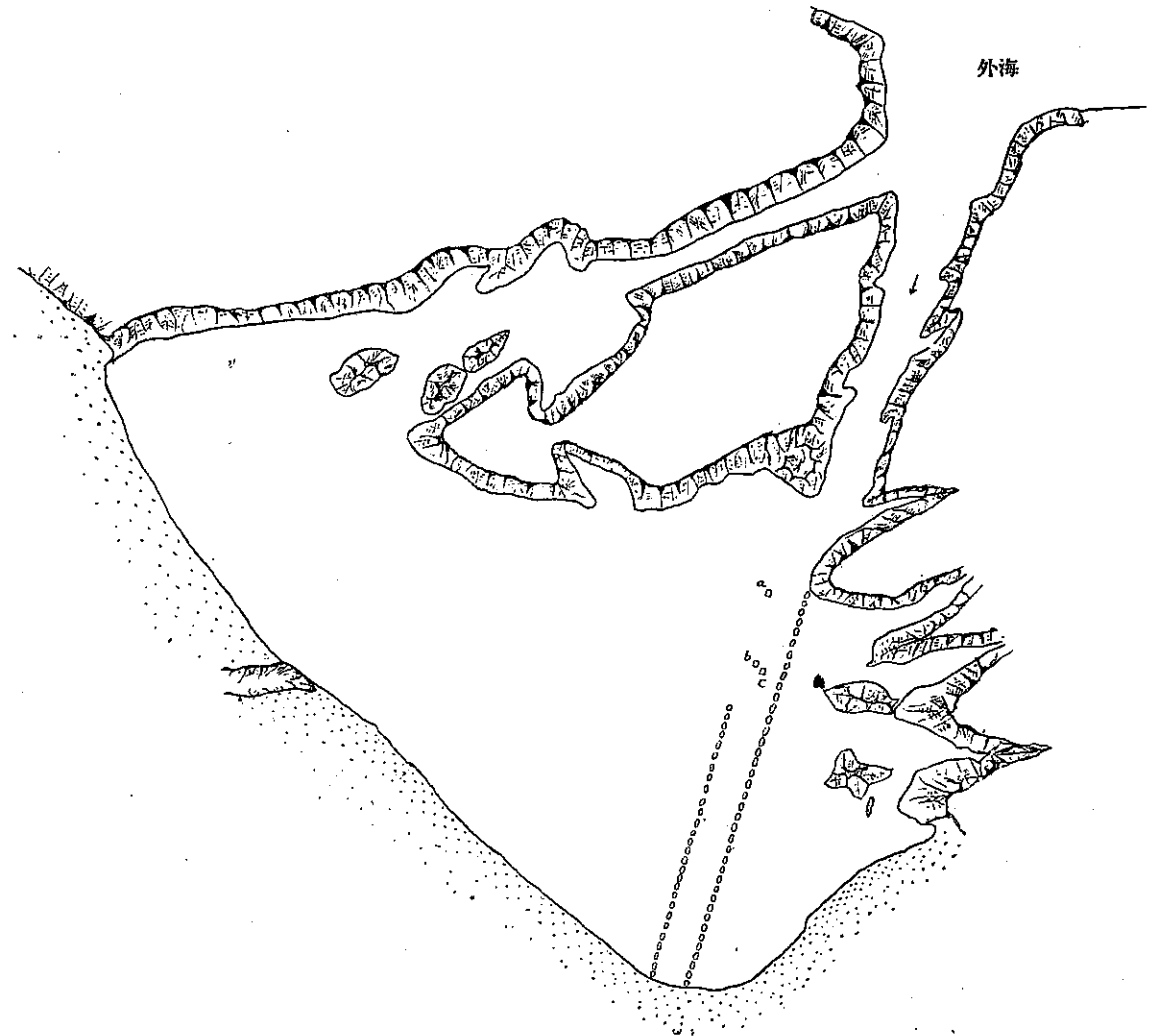
同 上

附圖第一 波力測定裝置(圖)



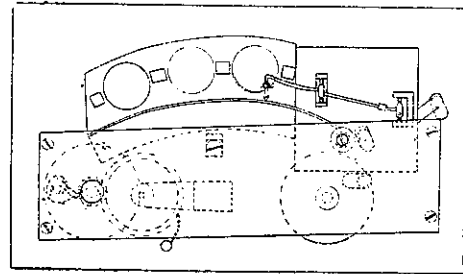
(土木學) 第五卷第十五號附圖

附圖第二 吉浦實驗場所

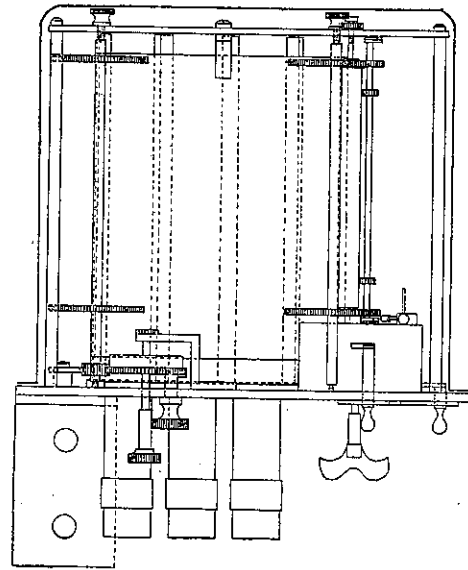


附圖第三 波力自記器詳細圖

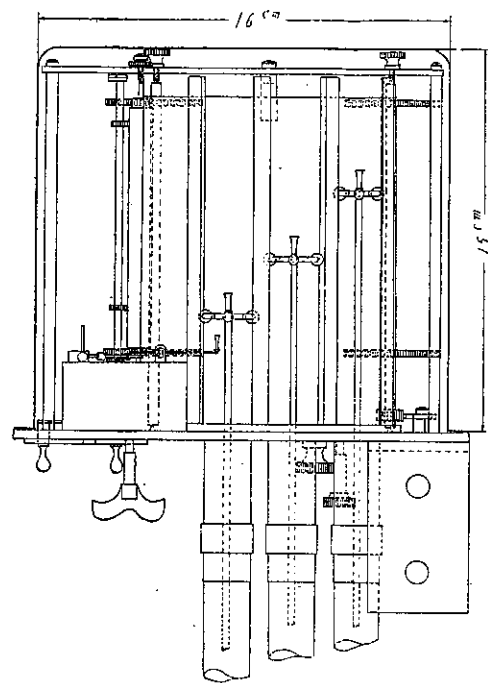
平面圖



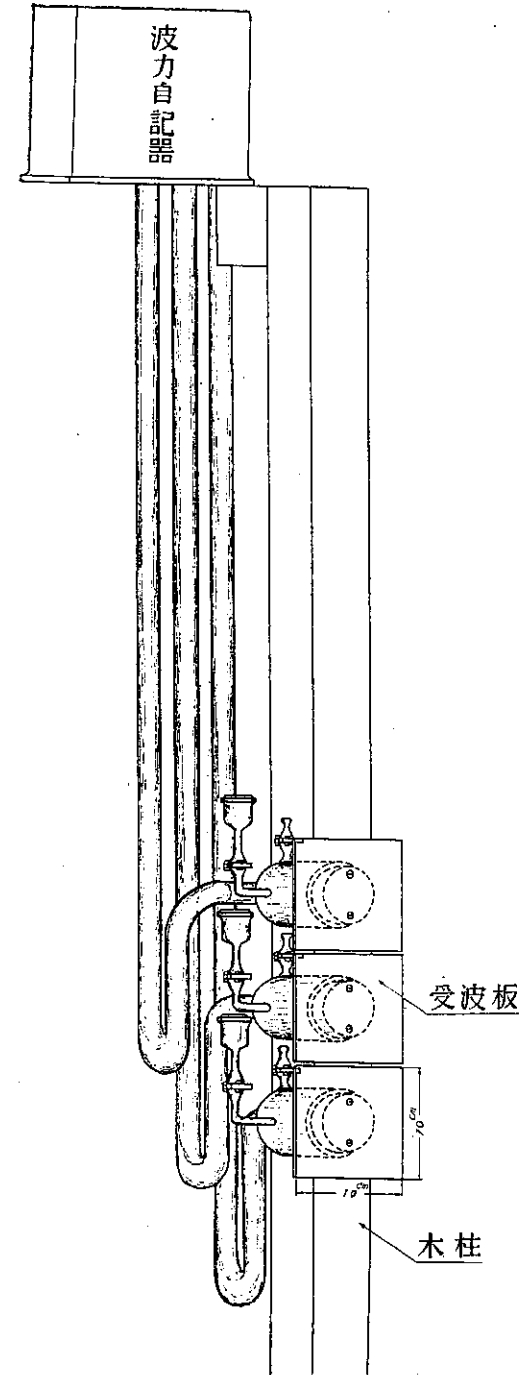
背面圖



正面圖



波力測定裝置



(土木學會誌第十五卷第五號附圖)