

土木試験所報告

第七十五號

基礎の支持力論(第1報).....	堀 詔 星 塾 和.....	(1)
軟弱地盤の土質.....	石 井 靖 丸.....	(35)
難用セメントの土木材料としての 適應性に関する試験.....	内務技師 一 木 保 夫 内務技手 渡 部 水 道 内務技手 清 水 道 貴.....	(43)
本邦自記檢潮器設置位置調査報告.....	内務技師 松 尾 春 雄.....	(67)

昭和十九年二月

内務省土木試験所

基礎の支持力論 (第1報)

堀 託 星 埜 和

目 次

I. 序 説	(1)
〔1〕 基礎支持力の意義	(1)
〔2〕 基礎支持力に關する從來の研究	(2)
〔3〕 著者の研究の概要	(4)
II. 基礎の降伏荷重論	(4)
〔1〕 地盤の塑性條件	(4)
〔2〕 塑性荷重	(6)
〔3〕 載荷重による應力分布	(7)
〔4〕 降伏荷重の定義とその算定法	(11)
〔5〕 降伏荷重係數と降伏點の深さの計算	(16)
〔6〕 降伏荷重に影響を及ぼす諸因子とその影響の程度	(19)
〔7〕 要 約	(32)

I. 序 説

〔1〕 基礎支持力の意義

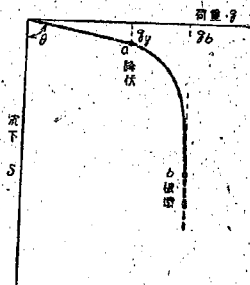
各種土木構造物の基礎が据えられる自然地盤は堅固な岩盤から極めて軟弱な泥炭層に至るまで多種多様であり然もその成因や成生後の歴史等により複雑な成層状態を呈し、その工學的性質を二三の力學的常數により的確に表示することは至難と認められる。従つて基礎地盤の問題に就て或る程度の假定や省略を行ふことは已むを得ない事であり又解析の方法も餘り嚴密を要求することは多くの場合無意味に近いものと考へられる。

近年土性力學に關して目覺ましい進歩が遂行られ、茲に論じようとする基礎支持力の問題に就ても或ひは理論的に或ひは實驗的に多くの諸事實が明かにされ、それに基づいて活潑な理論の展開が行はれてはゐるが、この極めて重要な工學の部門が他の部門に比し立遅れてゐることは眞に遺憾とする處である。

著者はこの小論文に於て基礎の支持力に關し若干の理論的考察を加へて、その性質を明かにし、基礎支持力の算定に理論的根據を與へ且その計算を實用し得る程度に簡易化せんと試みるものであるが、この重要部門の進歩に幾分でも役立ち得るならば幸である。

さて地盤上に直接又は版を通じて荷重を加へる時は、荷重の増加に伴ひ荷重面の沈下が起るが、荷重が或る程度に達すると沈下は急激に増大し始め、なほ荷重を増して行けば遂に破壊的沈下を生じ支持力を失ふに至ること 圖-101 に示す如くである。

圖-101



吾々が基礎支持力の問題を研究する究極の目的はこの荷重と沈下との関係を明かにし、後め充分な正確さを以て荷重面の沈下を豫知し度いと云ふ欲求に基づいてあると思ふも過言ではないと思ふ。

然してこの基礎の荷重沈下曲線に於て特に注目すべき重要な點は、(イ)沈下が急に増大し始める點(圖-101のa點)、(ロ)地盤が支持力を失つて破壊する點(圖-101のb點)の二點であつて、之に載荷の初期に於ける荷重と沈下の比例係數(同圖の角 θ の正切)が與へられるならば基礎沈下の全貌を知ることが出来る。

從來基礎の支持力に就て論じられる場合に(イ)のa點を對象とする場合と(ロ)のb點を對象とする場合とありや、明確を缺くのみならず誤論を混亂させる恐れがあるから之を次の如く區別することとした。

(イ) a 點を基礎の降伏點とし、その時の載荷重を降伏荷重と呼び、 q_y kg/cm² 又は t/m² で表はす。*

(ロ) b 點を基礎の破壊點とし、その時の載荷重を破壊荷重と呼び、 q_b kg/cm² 又は t/m² で表はす。

降伏點及び破壊點は實測により之を確定することは必ずしも容易でなく、殊に粘土質地盤に於ては不明瞭なことが多い。又地盤の力學的常數の測定方法に就ても疑義を挟む餘地が少なくない。従つて理論的考察の結果を實測値と比較してその適否を判定するに當つて正確な資料を得難い憾みがある。こゝに於て基礎支持力の問題はもつと廣い視角から理論的に實験的に研究を進めるべき將來の課題が多く残されてゐるのである。

後述する如く基礎の支持力即ち降伏荷重と破壊荷重は地盤に固有な値ではなく載荷面の大ききや形状、或ひはその地表面からの深さによつて變化するものであるから地盤の支持力と云ふ言葉は避けた方がよいと思ふ。本稿の題目を基礎の支持力論としたものかゝる意味からであるが、その内容は主に版基礎に就て論及し、その應用として杭基礎に擴張を試みようとするものである。

〔2〕 基礎支持力に關する從來の研究

古典的な基礎の支持力論は基礎底面に一様に分布する應力が載る一定の限界角を以て地盤内に均等に分布して行くものと考へた。

(圖-102)。そして地盤に一定の許容支持力を想定し生ずる應力がこの値を超過しないようにすることを必要とした。

又 Rankine は土壓論の考へ方を基礎に應用して地盤の比重 γ 、内部摩擦角 φ 、深さ l なる基礎の降伏荷重を求め次式を得た。

$$q = \gamma l \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (101)$$

本式は $l=0$ で $q=0$ となるが、實際的地盤の支持力は表面載荷の場合等にはならない。又基礎幅の影響はないことになつてゐるが、實際は相當大きな影響を與へる。

Terzaghi は載荷の際地盤内土粒子の移動狀態を觀察し、種々の假定を設けて次の降伏荷重式を誘導した。**

圓荷重の場合(徑 $2r$)

$$q = 2\gamma r \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right)^2 \left(1 + \frac{l}{r} + c \left(\frac{l}{r} \right)^2 \right) \quad \dots\dots\dots (102)$$

帶荷重の場合(幅 $2b$)

$$q = \gamma b \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right)^2 \left(1 + \frac{l}{b} + c \left(\frac{l}{b} \right)^2 \right) \quad \dots\dots\dots (103)$$

* Terzaghi は限界荷重 Grenzbelastung と云ふ言葉をを用ひてゐるが、著者は他の材料の降伏點に相當するものと考へてかく名付けた。

** K. Terzaghi: Erdbaumechanik auf Bodenphysikalischer Grundlage.

c : 常数

両式は何れも載荷面の大きさが考慮されてゐるが、假定に於て必ずしも適切とは認め難い節がある。Terzaghiは粘土土地盤の降伏荷重として次式を與へてゐるが、粘着力 c の項を含んでゐない。

圓荷重の場合

$$q = 0.5 \pi \left(1 + 4.0 \frac{t}{r} \right) + \gamma t \dots\dots\dots (104)$$

帯荷重の場合

$$q = 0.4 b \left(1 + 4.0 \frac{t}{b} \right) + \gamma t \dots\dots\dots (105)$$

彈性理論に於ては Boussinesq が Hooke の法則に従ひ、 E, m 一定な地盤上に載荷せる場合の解法を與へ載荷面の沈下、地盤内應力分布を明かにしたが、その後の諸實驗の結果は (主に砂についての) 彈性理論がそのまゝ自然地盤に適用し難い諸事實を明かにした。

地盤の降伏や破壊の現象に彈性理論を適用し得ないことは明白であるが、砂地盤に於ける實驗結果は載荷の初期に於て載荷面下の反力分布や版の沈下についても彈性理論とは寧ろ反對の結果を示して居り、僅かの荷重を加へた時既に彈性とは異なる性質を示すことが明かになつてゐる。

然し乍ら、粘着力大なる地盤に於てやゝ大きな載荷面に荷重を加へる時、當初に於て彈性に近い性質を示すことも亦明かにされてゐるから、彈性理論に於ける諸結果は地盤の性質を考察する上に有力な根據を與へ得るものと信ずる。

基礎の破壊荷重を決定するため、地盤の破壊現象に就て實驗や考察が進められてゐるが、Kürdzumoff は載荷面下に接し楔形の部分が形成され、その貫入により地盤が破壊すると言ふ説明をした。Krey は滑り面を平面や圓と假定し圖式により破壊荷重を求める方法を示した。

地盤の破壊が塑性現象であると云ふへから Reissner は Prandtl の塑性理論を適用して次の破壊荷重式を導いた。

$$q = \gamma t \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right) e^{\tan \varphi} \dots\dots\dots (106)$$

Caquot が粘着力 (C) ある場合に擴展して

$$q = \gamma t \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right) e^{\tan \varphi} + C \cdot \cot \varphi \left\{ \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right) e^{\tan \varphi} - 1 \right\} \dots\dots\dots (107)$$

これ等の公式は土の自重を無視してゐるから基礎幅の影響を含んでゐない。

Fröhlich は地盤内應力分布に就て論じ、土の塑性現象を考慮して、基礎の支持力を求め且沈下の公式を誘導して居る。即ち應力集中係数を導入して實測された自然地盤内の應力分布に近似する様 Boussinesq の彈性地盤内應力分布公式を修正し、又地盤の塑性條件に基き、載荷地盤内の塑性現象を説明し、基礎の支持力の基準として次式で表はされる限界端荷重を求めた。

$$q_R = \frac{\pi(p_0 + \gamma t)}{\cot \varphi - \frac{\pi}{2} + \varphi} \dots\dots\dots (108)$$

又基礎の沈下に関しては、地盤の彈性係数が一定でなく深さと共に變化するものとし且塑性現象を考慮して、沈下公式を導いて居る。*

* O. K. Fröhlich: Druckverteilung im Baugrunde.

以上の如き諸研究並びに諸試験や實際に於ける経験を綜合すれば、基礎地盤に関して次の如く結論しなければならぬ。

- i) 古典的な假定は自然地盤に當てられない。
- ii) 土壓論を借りて支持力を求めようとする考へも充分な結果を與へない。
- iii) 弾性理論に於て得られる諸結果は或る場合には極めて有力な根據となるが、その適用範圍は限られてゐる。
- iv) 基礎の支持力を考察するに當つてはその降伏や破壊の現象を明かにする必要がある、之には地盤の塑性性質を究明しこれに基いて研究を進めなければならぬ。

〔3〕 著者の研究の概要

著者は前述したような事實に基いて、従來の諸研究に檢討を加へ、基礎の降伏に就て明確な定義を與へ、それに基づき降伏荷重を算定する方法を示し、且降伏荷重に及ぼす、靜土壓係數、載荷面に於ける荷重分布、應力集中の影響を論じ以て降伏荷重の性質を明かにせんとした。

次に適當な假定と省略をなして基礎の破壊荷重を求める公式を帶荷重面及び圓荷重面の場合に就きて導き、破壊荷重の性質を明かにしようと試み、なほ載荷面の大きさ及び型狀の破壊荷重に及ぼす影響、基礎の沈下に関する考察並びに杭の支持力に就て論及し度いと思つて居る。

II. 基礎の降伏荷重論

〔1〕 地盤の塑性條件

地盤の降伏並びに破壊の現象は土の剪斷に基づく塑性現象と極めて密接な關係があると言ふことは廣く認められてゐる。

土の剪斷試験結果に基く剪斷法則は所謂 Coulomb の公式により次の如く表はされる。

$$\tau = C + n \tan \varphi \quad \dots\dots\dots (201)$$

ここに τ ; 剪斷應力
 C ; 土の粘着力
 n ; 直 應 力
 φ ; 内部摩擦角

若し粘着力 C が土の内部に僅く存在する内部摩擦應力 p_0 によつて惹き起されるものと假定出来るならば

$$C = p_0 \tan \varphi \quad \dots\dots\dots (202)$$

従つて式 (201) は

$$\tau = (p_0 + n) \tan \varphi \quad \dots\dots\dots (203)$$

$p_0 + n = \nu$ とおけば

$$\tau = \nu \tan \varphi \quad \dots\dots\dots (203')$$

今土の内部に起つてゐる凡ての應力即ち荷重による應力、内部粘着應力 p_0 及び土の自重による應力を考へに入れた時の主應力を σ_1, σ_2 とすれば、主應力の作用する面に對し α だけ傾いた面に作用する直應力 ν 及び剪斷應力は次の形で與へられる。

$$\nu = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} - \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \cos 2\alpha \quad \dots\dots\dots (204)$$

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2\alpha \quad \}$$

これを式(203')に代入して整理すれば兩主應力比 λ は

$$\lambda = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{\sin 2\alpha - (1 - \cos 2\alpha) \tan \varphi}{\sin 2\alpha + (1 + \cos 2\alpha) \tan \varphi} \quad (205)$$

$$\frac{d\lambda}{d\alpha} = 0 \quad \text{より}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \quad (206)$$

従つて

$$\lambda = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \quad (207)$$

本式は土が剪断破壊する時兩主應力の比が採るべき値を與へる。地盤内部の一點に於て本式の條件が満足される時はその點は剪断破壊の状態に達するが、基礎全體としては未だ支持力の限界に達して居ないものと考へられる。従つて基礎地盤に於ては式(207)は破壞條件ではなく、地盤の一點に於ける塑性を示す或る限界條件を與へるものと解釋しなければならない。そこで本式を塑性條件式と名付け、本式を満足する載荷重を塑性荷重と呼ぶこととする。荷重が増加するに伴ひ地盤内に於て或る握りを持つた部分が凡て本條件を満足するようになる。この部分を塑性域と呼ぶこととする。

(2) 塑性荷重

相當な握りと深さをもつた表面の平らな地盤(自然又は人工盛土をなした)の内部には内部粘着應力 p_0 と土の自重に基き深さに比例して増す壓應力が存在すると考へてよい。即ち

$$\left. \begin{aligned} \text{垂直應力} \quad \sigma_z &= p_0 + \gamma z \\ \text{水平應力} \quad \sigma_h &= p_0 + \zeta \gamma z \end{aligned} \right\} \quad (208)$$

ここに $p_0 = C \cdot \cot \varphi$ γ は土の比重、 z は地表よりの深さ、 ζ は靜土壓係數

靜土壓係數 ζ は1に近い値を持つて居るものと考へられ、多くの場合は1に等しく考へて差支へない。

次に地表面の一部に載荷した時、地盤内の任意の一點に生ずる

垂直方向・水平方向に於ける直應力並びに剪断應力を $\bar{\sigma}_z, \bar{\sigma}_h, \bar{\tau}$

とすれば、地盤内の總應力は

$$\left. \begin{aligned} \sigma_z &= \bar{\sigma}_z + p_0 + \gamma z \\ \sigma_h &= \bar{\sigma}_h + p_0 + \zeta \gamma z \\ \tau &= \bar{\tau} \end{aligned} \right\} \quad (209)$$

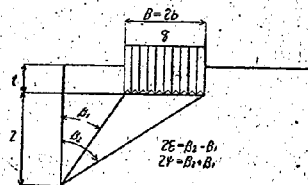
若し載荷面が地表面より l なる深さに在り、深さの原點を載荷面の位置にとれば、式(209)は次の如くなる。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_z &= \bar{\sigma}_z + p_0 + \gamma(z+l) \\ \sigma_h &= \bar{\sigma}_h + p_0 + \zeta \gamma(z+l) \\ \tau &= \bar{\tau} \end{aligned} \right\} \quad (210)$$

但し $\bar{\sigma}_z, \bar{\sigma}_h, \bar{\tau}$ は基礎の荷重を q とした時、 $q - \gamma \cdot l$ だけの荷重に基づく地盤内の應力を示す。

式(210)に示す應力分布による地盤内各點の主應力を求めれば、先づ

図-201



$$\sigma_z + \sigma_h = \bar{\sigma}_z + \bar{\sigma}_h + 2p_0 + (1+\zeta)\gamma(z+t) \quad \dots\dots\dots (211)$$

$$\begin{aligned} \sqrt{(\sigma_z - \sigma_h)^2 + 4\tau^2} &= \sqrt{(\bar{\sigma}_z - \bar{\sigma}_h + (1-\zeta)\gamma(z+t))^2 + 4\tau^2} \\ &= \sqrt{(\bar{\sigma}_z - \bar{\sigma}_h)^2 + 4\tau^2 + 2(\bar{\sigma}_z - \bar{\sigma}_h)(1-\zeta)\gamma(z+t) + (1-\zeta)^2\gamma^2(z+t)^2} \\ &= \sqrt{\left\{ \sqrt{(\bar{\sigma}_z - \bar{\sigma}_h)^2 + 4\tau^2} + \frac{\bar{\sigma}_z - \bar{\sigma}_h}{\sqrt{(\bar{\sigma}_z - \bar{\sigma}_h)^2 + 4\tau^2}}(1-\zeta)\gamma(z+t) \right\}^2 + \frac{4\tau^2}{(\bar{\sigma}_z - \bar{\sigma}_h)^2 + 4\tau^2}(1-\zeta)^2\gamma^2(z+t)^2} \quad \dots\dots\dots (212) \end{aligned}$$

ζが1に近い場合は√内の最後の項を省略出来るから

$$\lambda = \frac{\bar{\sigma}_z - \bar{\sigma}_h}{\sqrt{(\bar{\sigma}_z - \bar{\sigma}_h)^2 + 4\tau^2}} \quad \dots\dots\dots (213)$$

と置けば

$$\sqrt{(\sigma_z - \sigma_h)^2 + 4\tau^2} = \sqrt{(\bar{\sigma}_z - \bar{\sigma}_h)^2 + 4\tau^2} + \lambda(1-\zeta)\gamma(z+t) \quad \dots\dots\dots (214)$$

従て主應力 σ_1, σ_2 は

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{1}{2} \{ (\sigma_h + \sigma_z) + \sqrt{(\sigma_z - \sigma_h)^2 + 4\tau^2} \} = \frac{1}{2} \left\{ \bar{\sigma}_z + \bar{\sigma}_h + \sqrt{(\bar{\sigma}_z - \bar{\sigma}_h)^2 + 4\tau^2} + 2p_0 \right. \\ &\quad \left. + \{ (1+\zeta) + \lambda(1-\zeta) \} \gamma(z+t) \right\} = \bar{\sigma}_1 + p_0 + \frac{1}{2} \{ (1+\zeta) + \lambda(1-\zeta) \} \gamma(z+t) \quad \dots\dots\dots (215) \end{aligned}$$

$$\sigma_2 = \frac{1}{2} \{ (\sigma_h + \sigma_z) - \sqrt{(\sigma_z - \sigma_h)^2 + 4\tau^2} \} = \bar{\sigma}_2 + p_0 + \frac{1}{2} \{ (1+\zeta) - \lambda(1-\zeta) \} \gamma(z+t) \quad \dots\dots\dots (216)$$

但し $\bar{\sigma}_1, \bar{\sigma}_2$ は $q-\gamma t$ なる荷重のみによる主應力である。

主應力比 λ を求めれば

$$\lambda = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{\bar{\sigma}_2 + p_0 + \frac{1}{2} \{ (1+\zeta) - \lambda(1-\zeta) \} \gamma(z+t)}{\bar{\sigma}_1 + p_0 + \frac{1}{2} \{ (1+\zeta) + \lambda(1-\zeta) \} \gamma(z+t)} \quad \dots\dots\dots (217)$$

式(207)と式(217)を等しとおけば、地盤内の各点の側性荷重を求めることが出来る。即ち

$$\lambda = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = \frac{\bar{\sigma}_2 + p_0 + \frac{1}{2} \{ (1+\zeta) - \lambda(1-\zeta) \} \gamma(z+t)}{\bar{\sigma}_1 + p_0 + \frac{1}{2} \{ (1+\zeta) + \lambda(1-\zeta) \} \gamma(z+t)} \quad \dots\dots\dots (218)$$

より

$$\bar{\sigma}_1 = \mu_1(q - \gamma t), \quad \bar{\sigma}_2 = \mu_2(q - \gamma t) \quad \dots\dots\dots (219)$$

と置けば

$$q = \frac{2p_0 \sin \varphi + \{ (1+\zeta) \sin \varphi - \lambda(1-\zeta) \} \gamma(z+t)}{\mu_1 - \mu_2 - (\mu_1 + \mu_2) \sin \varphi} + \gamma t \quad \dots\dots\dots (220)$$

本式の q は地盤内各点の側性荷重の値を與へる。 $p_0 = c \cdot \cot \varphi$ 又 $z = \frac{B}{\tan \beta_1 - \tan \beta_2} = B \frac{\cos 2\varepsilon + \cos 2\varphi}{2 \sin 2\varepsilon}$

(圖-201) であるから

$$\left. \begin{aligned} \omega_c' &= \frac{2 \cos \varphi}{\mu_1 - \mu_2 - (\mu_1 + \mu_2) \sin \varphi} \\ \omega_i' &= \frac{(1+\zeta) \sin \varphi - \lambda(1-\zeta)}{\mu_1 - \mu_2 - (\mu_1 + \mu_2) \sin \varphi} + 1 \\ \omega_b' &= \frac{(1+\zeta) \sin \varphi - \lambda(1-\zeta)}{\mu_1 - \mu_2 - (\mu_1 + \mu_2) \sin \varphi} \cdot \frac{\cos 2\varepsilon + \cos 2\varphi}{2 \sin 2\varepsilon} \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (221)$$

とおけば

$$q = \omega'_c C + \omega'_t \gamma l + \omega'_b \gamma B \dots\dots\dots (222)$$

$\xi = 1$ ならば

$$\left. \begin{aligned} \omega'_c &= \frac{2 \cos \varphi}{\mu_1 - \mu_2 - (\mu_1 + \mu_2) \sin \varphi} \\ \omega'_t &= \frac{2 \sin \varphi}{\mu_1 - \mu_2 - (\mu_1 + \mu_2) \sin \varphi} + 1 \\ \omega'_b &= \frac{2 \sin \varphi}{\mu_1 - \mu_2 - (\mu_1 + \mu_2) \sin \varphi} \cdot \frac{\cos 2\xi + \cos 2\psi}{2 \sin 2\xi} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (221')$$

$\omega'_c, \omega'_t, \omega'_b$ を弾性荷重係数と名付ける。

〔3〕 載荷重による應力分布

弾性荷重を算定するには、載荷重による地盤内應力分布即ち各点の主應力 $\bar{\sigma}_1, \bar{\sigma}_2$ を知らなければならない。

$\bar{\sigma}_1, \bar{\sigma}_2$ が與へられれば式 (219) より

$$\mu_1 = \frac{\bar{\sigma}_1}{q}, \quad \mu_2 = \frac{\bar{\sigma}_2}{q} \quad (\text{但し } q = \gamma l \text{ を } q \text{ とする}) \dots\dots\dots$$

を求め、之より式 (221) の $\omega'_c, \omega'_t, \omega'_b$ を計算して弾性荷重を求めることが出来る。

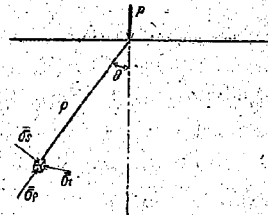
(1) 弾性地盤内の應力分布

表面に垂直荷重が作用する時、半無限弾性地盤内の應力分布は Boussinesq の解に基づ次の如く與へられる。

イ. 単一荷重の場合 (圖-202参照)

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_p &= \frac{P}{\pi \rho^2} \left\{ \frac{2m-1}{m} \cos \theta - \frac{m-2}{2m} \right\} \\ \bar{\sigma}_r &= -\frac{m-2}{m} \frac{P}{2\pi \rho^2} \frac{\cos^3 \theta}{1+\cos \theta} \\ \bar{\sigma}_t &= -\frac{m-2}{m} \frac{P}{2\pi \rho^2} \left\{ \cos \theta - \frac{1}{1+\cos \theta} \right\} \\ \bar{\tau}_{\theta} &= \bar{\tau}_s = \frac{m-2}{m} \frac{P}{2\pi \rho^2} \frac{\sin \theta \cos \theta}{1+\cos \theta} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (223)$$

圖-202



ここに m ; ポアソン係数

$m = 2$ 即ち地盤が完全弾性 (容積不変) ならば

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_p &= \frac{3P}{2\pi \rho^2} \cos \theta \\ \bar{\sigma}_r &= 0, \quad \bar{\sigma}_t = 0, \quad \bar{\tau}_{\theta} = \bar{\tau}_s = 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (224)$$

之より

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_1 &= \bar{\sigma}_p = \frac{3P}{2\pi \rho^2} \cos \theta \\ \bar{\sigma}_2 &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (224')$$

この場合應力は載荷重を通る放射線方向に分布しこれに直角方向に於て零となる (應力の直進分布の原理)。地盤のポアソン係数 m は2より大きいのを普通とするが、 m が4位迄は應力直進分布の原理が近似的に成立つものと考へられる* から、以下 $m = 2$ の場合のみを取扱ふ。

Ⅱ. 一様分布無限長線荷重

$$\bar{\sigma}_\rho = \frac{2}{\pi} \frac{q}{\rho} \cos \theta \dots \dots \dots (225)$$

Ⅲ. 一様分布無限長帯荷重面

巾 $B = 2b$ とす.

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_x &= \frac{q}{\pi} (2\varepsilon + \sin 2\varepsilon \cos 2\phi) \\ \bar{\sigma}_y &= \frac{q}{\pi} (2\varepsilon - \sin 2\varepsilon \cos 2\phi) \\ \bar{\tau} &= \frac{q}{\pi} \sin 2\varepsilon \sin 2\phi \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (226)$$

但し,

主應力は

$$\beta_2 - \beta_1 = 2\varepsilon, \quad \beta_2 + \beta_1 = 2\phi \dots \dots \dots (227)$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_1 &= \frac{q}{\pi} (2\varepsilon + \sin 2\varepsilon) \\ \bar{\sigma}_2 &= \frac{q}{\pi} (2\varepsilon - \sin 2\varepsilon) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (228)$$

Ⅳ. 一様分布円荷重面

鉛直軸上に於ける應力は

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_z &= \bar{\sigma}_1 = q(1 - \cos^2 \varepsilon) \\ \bar{\sigma}_r &= \bar{\sigma}_2 = \frac{q}{2} (2 - 3 \cos \varepsilon + \cos^3 \varepsilon) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (229)$$

(2) 自然地盤内の應力分布

自然地盤に於て應力を算出した諸結果を綜合すれば, Boussinesq の求めた弾性地盤の應力分布に極めて近似した分布を示すけれども, 鉛直軸附近に於てやゝ大きな値を示すことが明かにされた.

O. K. Fröhlich はこの事實に符合させるため, 應力直進分布の原理の假定の下に應力集中係数 ν を導き入れて, Boussinesq 式の拡張を試みた. $\nu = 3$ の時は弾性地盤に於て $m = 2$ と假定した時の應力分布と一致するが, 自然地盤に於ける實測値と比較して Fröhlich は $\nu = 0$ とした時良く一致することを示した.

Fröhlich の公式を列挙すれば次の如くである.

Ⅰ. 単一荷重

$$\bar{\sigma}_\rho = fP \frac{z\nu^{-2}}{\rho\nu} \dots \dots \dots (229)$$

$f = \frac{\nu}{2\pi}$, $z = \rho \cos \theta$ なるを以て

$$\bar{\sigma}_\rho = \frac{\nu P}{2\pi\rho^2} \cos^{\nu-2}\theta \dots \dots \dots (229')$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_x &= \frac{\nu P}{2\pi\rho^2} \cos^{\nu-1}\theta \\ \bar{\sigma}_y &= \frac{\nu P}{2\pi\rho^2} \cos^{\nu-2}\theta \sin^2\theta \\ \bar{\tau} &= \frac{\nu P}{2\pi\rho^2} \cos^{\nu-1}\theta \sin\theta \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (229'')$$

ロ. 無限長線荷重

$$\bar{\sigma}_\rho = f \frac{q}{\rho} \cos \nu \theta \dots\dots\dots (230)$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_z &= f \frac{q}{\rho} \cos \nu \theta \\ \bar{\sigma}_h &= f \frac{q}{\rho} \cos \nu \theta \sin^2 \theta \\ \bar{\tau} &= f \frac{q}{\rho} \cos \nu \theta \sin \theta \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (231)$$

但し、 f は次表の値を有する。

表-201

ν	3	4	5	6
f	$\frac{2}{\pi}$	$\frac{8}{4}$	$\frac{8}{3\pi}$	$\frac{15}{16}$

ハ. 一様分布荷重

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_z &= f q \int_{\beta_1}^{\beta_2} \cos \nu \theta d\theta \\ \bar{\sigma}_h &= f q \int_{\beta_1}^{\beta_2} \cos \nu \theta \sin^2 \theta d\theta \\ \bar{\tau} &= f q \int_{\beta_1}^{\beta_2} \cos \nu \theta \sin \theta d\theta \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (231')$$

鉛直軸上では $\beta_1 = -\varepsilon$, $\beta_2 = \varepsilon$ であるから

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_z &= \bar{\sigma}_1 = 2 f q \int_0^\varepsilon \cos \nu \theta d\theta \\ \bar{\sigma}_h &= \bar{\sigma}_2 = 2 f q \int_0^\varepsilon \cos \nu \theta \sin^2 \theta d\theta \\ \bar{\tau} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (231'')$$

 $\nu = 3$; 結果は (1) のハと全く一致する。 $\nu = 4$;

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_z &= \frac{8}{4} q \left(\sin \theta - \frac{1}{3} \sin^3 \theta \right) \Big|_{\beta_1}^{\beta_2} \\ \bar{\sigma}_h &= \frac{1}{4} q \left(\sin^3 \theta \right) \Big|_{\beta_1}^{\beta_2} \\ \bar{\tau} &= \frac{1}{4} q \left(\cos^3 \theta \right) \Big|_{\beta_1}^{\beta_2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (232)$$

鉛直軸上に於て

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_z &= \bar{\sigma}_1 = \frac{8}{2} q \left(\sin \varepsilon - \frac{1}{3} \sin^3 \varepsilon \right) \\ \bar{\sigma}_h &= \bar{\sigma}_2 = \frac{1}{2} q \sin^3 \varepsilon \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (232')$$

 $\nu = 5$;

$$\bar{\sigma}_z = \frac{2}{3\pi} q \left(\sin \theta \cos^3 \theta + \frac{3}{2} (\sin \theta \cos \theta + \theta) \right) \Big|_{\beta_1}^{\beta_2}$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_h &= -\frac{2}{3\pi} q \left[\sin \theta \cos^3 \theta - \frac{1}{2} (\sin \theta \cos \theta + \theta) \right]_{\beta_1}^{\beta_2} \\ \bar{\tau} &= -\frac{2}{3\pi} q \left[\cos^3 \theta \right]_{\beta_1}^{\beta_2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (233)$$

鉛直軸上に於て

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_z &= \bar{\sigma}_1 = \frac{4}{3\pi} q \left\{ \sin \varepsilon \cos^3 \varepsilon + \frac{5}{2} (\sin \varepsilon \cos \varepsilon + \varepsilon) \right\} \\ \bar{\sigma}_h &= \bar{\sigma}_2 = -\frac{4}{3\pi} q \left\{ \sin \varepsilon \cos^3 \varepsilon - \frac{1}{2} (\sin \varepsilon \cos \varepsilon + \varepsilon) \right\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (233')$$

 $\nu = 6$;

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_z &= \frac{15}{16} q \left[\sin \theta - \frac{2}{3} \sin^3 \theta + \frac{1}{5} \sin^5 \theta \right]_{\beta_1}^{\beta_2} \\ \bar{\sigma}_h &= \frac{15}{16} q \left[\frac{1}{3} \sin^3 \theta - \frac{1}{5} \sin^5 \theta \right]_{\beta_1}^{\beta_2} \\ \bar{\tau} &= -\frac{3}{16} q \left[\cos^3 \theta \right]_{\beta_1}^{\beta_2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (234)$$

鉛直軸上に於て

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_z &= \bar{\sigma}_1 = \frac{15}{8} q \left(\sin \varepsilon - \frac{2}{3} \sin^3 \varepsilon + \frac{1}{5} \sin^5 \varepsilon \right) \\ \bar{\sigma}_h &= \bar{\sigma}_2 = -\frac{15}{8} q \left(\frac{1}{3} \sin^3 \varepsilon - \frac{1}{5} \sin^5 \varepsilon \right) \end{aligned} \right\}$$

ニ、拋物線形分布無限長帯荷重面

荷重分布の最大値を q_m , 平均値を q とした時

$$q_m = q_m \left(1 - \frac{x^2}{b^2} \right) = \frac{3}{2} q \left(1 - \frac{x^2}{b^2} \right)$$

一般に鉛直軸上に於て

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_z &= \bar{\sigma}_1 = 3fq \left\{ (1 + \cot^2 \varepsilon) \int_0^\varepsilon \cos \nu^{-1} \theta d\theta - \cot^2 \varepsilon \int_0^\varepsilon \cos \nu^{-3} \theta d\theta \right\} \\ \bar{\sigma}_h &= \bar{\sigma}_2 = 3fq \left\{ (1 + 2 \cot^2 \varepsilon) \int_0^\varepsilon \cos \nu^{-1} \theta d\theta - (1 + \cot^2 \varepsilon) \int_0^\varepsilon \cos \nu^{-3} \theta d\theta - \cot^2 \varepsilon \int_0^\varepsilon \cos \nu^{-5} \theta d\theta \right\} \\ \nu = 3; \quad \bar{\sigma}_z &= \bar{\sigma}_1 = \frac{3}{\pi} q (\cot \varepsilon + \varepsilon (1 - \cot^2 \varepsilon)) \\ \bar{\sigma}_h &= \bar{\sigma}_2 = \frac{3}{\pi} q (\varepsilon - \sin \varepsilon \cos \varepsilon - \cot \varepsilon (2 - 3 \varepsilon \cot \varepsilon + \cos^3 \varepsilon)) \end{aligned} \right\}$$

ニ、一様分布圓荷重面

鉛直軸上に於て

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_z &= \bar{\sigma}_1 = q(1 - \cos \nu \varepsilon) \\ \bar{\sigma}_h &= \bar{\sigma}_2 = \frac{q}{2} \left\{ \frac{2}{\nu-2} - \frac{\nu}{\nu-2} \cos \nu^{-2} \varepsilon + \cos \nu \varepsilon \right\} \end{aligned} \right\}$$

ニ、拋物線形分布圓荷重面

荷重分布は

$$q_m = q_m \left(1 - \frac{x^2}{r^2} \right) = 2q \left(1 - \frac{x^2}{r^2} \right) \dots\dots\dots (238)$$

一般に鉛直軸上に於て

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_x = \bar{\sigma}_1 &= 2q \left\{ (1 - \cos \nu \varepsilon) - \nu \cot^2 \varepsilon \int_0^{\nu \varepsilon} \cos \nu \theta \tan^2 \theta d\theta \right\} \\ \bar{\sigma}_h = \bar{\sigma}_2 &= 2q \left\{ \frac{1}{\nu - 2} - \frac{\nu}{2(\nu - 2)} \cos \nu^2 \varepsilon + \frac{1}{2} \cos \nu \varepsilon - \frac{\nu}{2} \cot^2 \varepsilon \int_0^{\nu \varepsilon} \cos \nu \theta \tan^2 \theta d\theta \right\} \end{aligned} \right\} \dots (239)$$

$$\left. \begin{aligned} \nu = 3; \quad \bar{\sigma}_x = \bar{\sigma}_1 &= 2q \{ (1 - \cos^3 \varepsilon) - \cot^2 \varepsilon (2 - 3 \cos \varepsilon + \cos^3 \varepsilon) \} \\ \bar{\sigma}_h = \bar{\sigma}_2 &= q \left\{ 2 - 3 \cos \varepsilon + \cos^3 \varepsilon - \cot^2 \varepsilon \left(\frac{3}{\cos \varepsilon} + 6 \cos \varepsilon - \cos^3 \varepsilon - 8 \right) \right\} \end{aligned} \right\} \dots (239')$$

〔4〕、降伏荷重の定義とその算定法

地盤内に於ける塑性域の模様を知るため、塑性荷重の等しい點を結べば一群の曲線を得る。今その一例を示せば、簡単のため二次元問題に於て、静土係數 $\zeta = 1$ 、基礎の深さ $l = 0$ 、載荷重による應力分布は弾性理論によるものとし $H, m = 2$ とする。即ち式 (226') より主應力は

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_1 &= \frac{q}{\pi} (2\varepsilon + \sin 2\varepsilon) \\ \bar{\sigma}_2 &= \frac{q}{\pi} (2\varepsilon - \sin 2\varepsilon) \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 = \frac{\bar{\sigma}_1}{q} &= \frac{1}{\pi} (2\varepsilon + \sin 2\varepsilon) \\ \mu_2 = \frac{\bar{\sigma}_2}{q} &= \frac{1}{\pi} (2\varepsilon - \sin 2\varepsilon) \end{aligned} \right\} \dots (240)$$

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 - \mu_2 &= \frac{2}{\pi} \sin 2\varepsilon \\ \mu_1 + \mu_2 &= \frac{2}{\pi} 2\varepsilon \end{aligned} \right\} \dots (241)$$

式 (221') より塑性荷重係数は

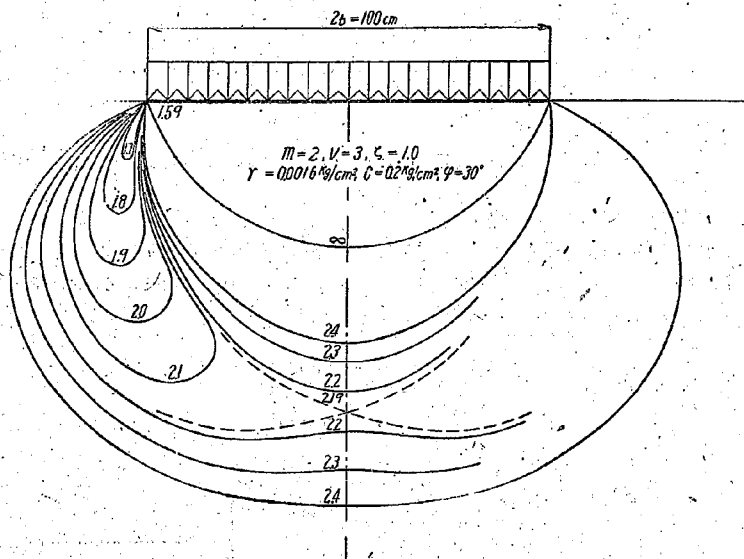
$$\left. \begin{aligned} \omega_c' &= \frac{\pi \cos \varphi}{\sin 2\varepsilon - 2\varepsilon \cdot \sin \varphi} \\ \omega_t' &= \omega_c' \tan \varphi + 1 \\ \omega_b' &= \frac{\pi \sin \varphi (\cos 2\varepsilon + \cos 2\varphi)}{2(\sin 2\varepsilon - 2\varepsilon \sin \varphi) \sin 2\varepsilon} \end{aligned} \right\} \dots (242)$$

$\gamma = 0.0016 \text{ kg/cm}^3$, $G = 0.2 \text{ kg/cm}^2$, $\varphi = 30^\circ$, $B = 100 \text{ cm}$ と假定して計算を行い、塑性流動荷重の等しい點を結べば圖-203の如くなる。本圖より明かな通り地盤の塑性域は $q = 1.59 \text{ kg/cm}^2$ に於て荷重面の兩端部に發生し、漸次深部に及ぶが、 $q = 2.19 \text{ kg/cm}^2$ に於て兩塑性流動域は鉛直軸上で合體する。荷重面の底部に接する半圓形の部分は荷重が増大しても塑性流動を生じない、この部分は所謂 Kárdjumoff の楔に相當する部分であるが、その形状は楔形ではなく、缺圓形となるべきである。

荷重面兩端部に於いて塑性域が發生する時の荷重を求めれば、地表面に於ては、 $\varepsilon = 0$ より $\omega_b = 0$ 従つて塑性荷重は式 (222), (242) より

$$q = \omega_c' G + \omega_t' \gamma l = (G + \gamma l \tan \varphi) \omega_c' + \gamma l \dots (243)$$

圖-203



$$\frac{dq}{d\varepsilon} = 0; \quad \frac{d\omega}{d\varepsilon} = 0 \text{ より}$$

$$\cos 2\varepsilon = \sin \varphi = \cos \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right)$$

$$\therefore \varepsilon = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \quad \dots \dots \dots (244)$$

従つて

$$q = \frac{\pi(C + \gamma t \tan \varphi)}{1 - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right) \tan \varphi} + \gamma t = \frac{\pi(p_0 + \gamma t)}{\cot \varphi - \frac{\pi}{2} + \varphi} + \gamma t \quad \dots \dots \dots (245)$$

これは Pröhlich が限界端荷重として求めた式 (108) に相當する。

乾燥した砂地盤では表面荷重の場合、 $C=0$ 、 $\therefore p_0=0$ 、 $t=0$ だから限界端荷重は零となる。

載荷面が殆んど剛性を有せず、點荷重の集合と見做すべき場合や、上部構造物が特に不均衡沈下に對し顕微的な性質を有する場合は式 (245) による限界端荷重を以て支持力の限界とする方が安全であるが、一般の場合に於ては載荷面は相當に大なる剛性を有するから、端部に於て塑性流動が發生してもなほ相當な支持力を發揮し得ることは、乾燥砂地盤に於ける表面荷重の實例を見れば明かである。然してなほ荷重が增加して行くと両端部に發生した塑性域は漸次擴大して行き遂に鉛直軸上で兩者が合體して載荷面底部は塑性域で完全に包圍されるに至る。この時に於て載荷面の沈下は全く塑性的となるものと考へるのが最も妥當であると信ずる。従つて鉛直軸上に塑性流動が發生する時を以て基礎の降伏點としその時の載荷重を降伏荷重とする。

以上の通り定義された降伏荷重を算定するには、鉛直軸上に於いて塑性荷重の最小値を求めればよい。

今 $\zeta = 1$ と仮定し、鉛直軸上に於て

$$\left. \begin{aligned} \chi &= 1 \\ 2\phi &= \beta_2 + \delta_1 = 0 \\ \frac{\cos 2\varepsilon + \cos 2\phi}{\sin 2\varepsilon} &= \cot \varepsilon \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (246)$$

だから、式 (221') より

$$\left. \begin{aligned} \omega'_c &= \frac{2 \cos \varphi}{\mu_1 - \mu_2 - (\mu_1 + \mu_2) \sin \varphi} \\ \omega'_t &= \omega'_c \tan \varphi + 1 \\ \omega'_b &= \omega'_c \tan \varphi \frac{\cot \varepsilon}{2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (247)$$

となり、塑性荷重は

$$q' = \omega'_c \cdot C + \omega'_t \cdot \gamma t + \omega'_b \cdot \gamma B = \omega'_c \cdot p_0 \tan \varphi + (\omega'_c \tan \varphi + 1) \gamma t + \omega'_c \tan \varphi \frac{\cot \varepsilon}{2} \cdot \gamma B \dots (248)$$

降伏荷重を求めるため

$$\frac{dq}{d\varepsilon} = 0; \quad (p_0 + \gamma t) \frac{d\omega'_c}{d\varepsilon} + \frac{\gamma B}{2} \left\{ \cot \varepsilon \frac{d\omega'_c}{d\varepsilon} - (1 + \cot^2 \varepsilon) \omega'_c \right\} = 0 \dots\dots\dots (249)$$

然るに

$$\frac{d\omega'_c}{d\varepsilon} = -\omega'_c \frac{\frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2) - \sin \varphi \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2)}{\mu_1 - \mu_2 - (\mu_1 + \mu_2) \sin \varphi} \dots\dots\dots (250)$$

これを上式に代入して整理すれば、降伏荷重に対する次の条件式が得られる

$$\sin \varphi = \frac{(p_0 + \gamma t) \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2) + \frac{\gamma B}{2} \left\{ \cot \varepsilon \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2) + (1 + \cot^2 \varepsilon) (\mu_1 - \mu_2) \right\}}{(p_0 + \gamma t) \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2) + \frac{\gamma B}{2} \left\{ \cot \varepsilon \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2) + (1 + \cot^2 \varepsilon) (\mu_1 + \mu_2) \right\}} \dots\dots\dots (251)$$

本式より ε の夫々の値に對應する φ の値を求め之を圖示することが出来るから、圖上より與へられた φ に対する ε の値を定め、その結果を利用して $\omega'_c, \omega'_t, \omega'_b$ を求めて降伏荷重係數を決定し、之より降伏荷重を算定することが可能である。

式 (251) の關係を一樣分布無限長帯荷重面と一樣分布圓荷重面に就て求めると次の如くである。

(イ) 一樣分布無限長帯荷重面 (GS)

式 (241) より

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 - \mu_2 &= \frac{2}{\pi} \sin 2\varepsilon, \quad \mu_1 + \mu_2 = \frac{2}{\pi} 2\varepsilon \\ \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2) &= \frac{4}{\pi} \cos 2\varepsilon, \quad \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2) = \frac{4}{\pi} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (252)$$

であるから、式 (251) より

$$\sin \varphi = \frac{2(p_0 + \gamma t)(1 - \cos 2\varepsilon) \cos 2\varepsilon + \gamma B \sin 2\varepsilon (1 + \cos 2\varepsilon)}{2(p_0 + \gamma t)(1 - \cos 2\varepsilon) + \gamma B (2\varepsilon + \sin 2\varepsilon)} \dots\dots\dots (253)$$

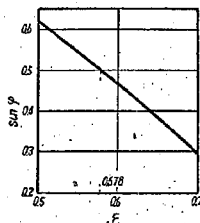
先の計算例に於て、 $t = 0, C = 0.2, \varphi = 30^\circ, p_0 = \frac{C}{\tan \varphi} = 0.347, \gamma = 0.0016, B = 100$ とした時表-202

の如くなる。

表-202

ε	$\sin 2\varepsilon$	$\cos 2\varepsilon$	$\sin \varphi$
0.7	0.9855	0.1700	0.294
0.6	0.9920	0.3024	0.465
0.5	0.8415	0.5403	0.619

圖-204



ε と $\sin \varphi$ の關係を示す圖-204より, $\sin 30^\circ = 0.5$ に對し $\varepsilon = 0.578$ を得る。

従つて $\sin 2\varepsilon = 0.9152$, $\cot \varepsilon = 1.533$

且 $\cos \varphi = 0.8960$, $\tan \varphi = 0.5773$ であるから式 (242) より降伏荷重係数は

$$\omega_c = \frac{\pi \cos \varphi}{\sin 2\varepsilon - 2\varepsilon \sin \varphi} = \frac{3.1416 \times 0.8960}{0.9152 - 1.156 \times 0.5} = 8.07$$

$$\omega_b = \omega_c \tan \varphi \frac{\cot \varepsilon}{2} = 8.07 \times 0.5773 \times \frac{1.533}{2} = 3.68$$

降伏荷重は

$$q = \omega_c C + \omega_b \gamma B = 0.2 \times 8.07 + 3.68 \times 0.0016 \times 100 = 1.614 + 0.573 = 2.187 \div 2.19 \dots (254)$$

(ロ) 一様分布圓荷重面 (GK)

式 (228) より

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 - \mu_2 &= \frac{3}{2} \cos \varepsilon (1 - \cos^2 \varepsilon), \quad \mu_1 + \mu_2 = 2 - \frac{3}{2} \cos \varepsilon - \frac{1}{2} \cos^3 \varepsilon \\ \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2) &= -\frac{3}{2} \sin \varepsilon (1 - 3 \cos^2 \varepsilon), \quad \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2) = \frac{3}{2} \sin \varepsilon (1 + \cos^2 \varepsilon) \end{aligned} \right\} \dots (255)$$

となるから, 式 (251) は (B の代りに D とおき)

$$\sin \varphi = \frac{6(p_c + \gamma l) \sin \varepsilon (3 \cos^2 \varepsilon - 1)(1 - \cos^2 \varepsilon) + 9 \gamma D \cos^2 \varepsilon (1 - \cos^2 \varepsilon)}{6(p_c + \gamma l) \sin \varepsilon (1 - \cos^4 \varepsilon) + \gamma D (4 - \cos^2 \varepsilon - 3 \cos^4 \varepsilon)} \dots (256)$$

次に特殊の場合として

- (1) $p_c + \gamma l \gg \gamma B$ 又は γD 即ち粘着力若くは基礎の深さ大にして, 基礎幅又は基礎型小なる場合
- (2) $p_c + \gamma l \ll \gamma B$ 又は γD 即ち基礎幅又は基礎型大にして, 粘着力及び基礎の深さ小なる場合

に就き考察を進める。

- (1) $p_c + \gamma l \gg \gamma B$

式 (251) より γB の項を省略して

$$\sin \varphi = \frac{\frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2)}{\frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2)} \dots (257)$$

(イ) 一様分布無限長帯荷重面 (GS)

式 (253) は, 或ひは式 (252) より式 (257) は

$$\sin \varphi = \cos 2\varepsilon$$

$$\therefore \varepsilon = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \dots\dots\dots (253)$$

従つて降伏荷重係数として、式(242)より

$$\left. \begin{aligned} \omega_c &= \frac{\pi}{1 - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \tan \varphi} \\ \omega_t &= \omega_c \tan \varphi + 1 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (259)$$

降伏荷重は

$$q = \omega_c C + \omega_t \gamma t \dots\dots\dots (260)$$

$C = 0.2 \text{ kg/cm}^2$, $\varphi = 30^\circ$, $t = 0$ とすれば、式(259)より

$$\omega_c = \frac{\pi}{1 - (1.5708 - 0.5236) \times 0.5774} = 7.948$$

降伏荷重は式(260)より

$$q = 7.948 \times 0.2 = 1.590 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots (261)$$

(ロ) 一様分布圓荷重面 (GK)

式(250)より γD の項を省略して

$$\left. \begin{aligned} \sin \varphi &= \frac{3 \cos^2 \varepsilon - 1}{1 + \cos^2 \varepsilon} \\ \cos \varepsilon &= \sqrt{\frac{1 + \sin \varphi}{3 - \sin \varphi}} \\ \cot \varepsilon &= \frac{1}{\sqrt{2}} \cot \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (262)$$

従つて

$$\omega_c' = \frac{2 \cos \varphi}{\mu_1 - \mu_2 - (\mu_1 + \mu_2) \sin \varphi} = \frac{2 \cos \varphi}{3 \cos \varepsilon (1 - \cos^2 \varepsilon) - (4 - 3 \cos \varepsilon - \cos^2 \varepsilon) \sin \varphi}$$

より降伏荷重係数は

$$\left. \begin{aligned} \omega_c &= \frac{2 \cos \varphi}{-2 \sin \varphi + (1 + \sin \varphi) \sqrt{\frac{1 + \sin \varphi}{3 - \sin \varphi}}} \\ \omega_t &= \omega_c \tan \varphi + 1 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (263)$$

降伏荷重は

$$q = \omega_c C + \omega_t \gamma t \dots\dots\dots (264)$$

(2) $p_0 + \gamma t \ll \gamma B$

式(251)に於て $p_0 + \gamma t$ の項を省略すれば

$$\sin \varphi = \frac{\cot \varepsilon \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2) + (1 + \cot^2 \varepsilon) (\mu_1 - \mu_2)}{\cot \varepsilon \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2) + (1 + \cot^2 \varepsilon) (\mu_1 + \mu_2)} \dots\dots\dots (265)$$

(イ) 一様分布無限長帯荷重面 (GS)

式(252)の値を式(265)に代入すれば

$$\sin \varphi = \frac{\sin 2\varepsilon(1+\cos 2\varepsilon)}{2\varepsilon+\sin 2\varepsilon} \dots\dots\dots (266)$$

且 式 (247), (252) より

$$\omega_b = \frac{\pi}{2} \frac{(1+\cos 2\varepsilon)\cot \varepsilon}{\sin 2\varepsilon-2\varepsilon \cos 2\varepsilon} \dots\dots\dots (266')$$

であるから、兩式より ε を媒介變數として任意の φ に對する降伏荷重係數 ω_b を求めることが出来る。降伏荷重は

$$q = \omega_b \cdot \gamma B \dots\dots\dots (267)$$

$\varphi = 30^\circ$, $\gamma = 0.0016 \text{ kg/cm}^2$, $B = 100 \text{ cm}$ とした時, $\omega_b = 3.30$ となるから式 (267) は

$$q = 3.30 \times 0.0016 \times 100 = 0.53 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots (268)$$

(ロ) 一般分布荷重面 (GK)

式 (256) より $p_0 + \gamma t$ の項を省略すれば

$$\sin \varphi = \frac{9 \cos^3 \varepsilon (1 - \cos^2 \varepsilon)}{4 - \cos^2 \varepsilon - 3 \cos^4 \varepsilon} \dots\dots\dots (269)$$

且 式 (247), (255) より

$$\omega_d = \frac{2 \sin \varphi \cdot \cot \varepsilon}{3 \cos \varepsilon (1 - \cos^2 \varepsilon) - (4 - 3 \cos \varepsilon - \cos^3 \varepsilon) \sin \varphi} \dots\dots\dots (269')$$

兩式より ε を媒介變數として任意の φ に對し降伏荷重係數 ω_d が求められるから、降伏荷重は次式で與へられる。

$$q = \omega_d \gamma D \dots\dots\dots (270)$$

一般に $p_0 + \gamma t$ と γD の兩項が共に省略出来ない時は、近似的に降伏荷重を各項の降伏荷重の和で表はすことが出来る。即ち

$$\left. \begin{array}{l} \text{帯荷重面の時} \\ \text{圓荷重面の時} \end{array} \right\} \begin{array}{l} q = \omega_c C + \omega_t \gamma t + \omega_b \gamma B \\ q = \omega_c C + \omega_t \gamma t + \omega_d \gamma D \end{array} \dots\dots\dots (271)$$

例へば前の計算例に於て精確な計算を行つた時の降伏荷重は式 (264) より 2.19 kg/cm^2 であるが、式 (271) による近似値は式 (261) 及び式 (268) より

$$q = 1.59 + 0.53 = 2.12 \text{ kg/cm}^2$$

となりその誤差凡そ 3.2%, 然も安全側に在るから實用上充分役立つ値を與へる。

降伏荷重係數 ω_c , ω_t , ω_b 又は ω_d は内部摩擦角 φ の函數であるから之を豫め計算しておけば式 (271) による降伏荷重の算定は極めて容易である。

(5) 降伏荷重係數と降伏點の深さの計算

鉛直軸上に於て塑性流動が發生する點を降伏點と名付ければ、降伏點の破荷面よりの深さは

$$z = b \cot \varepsilon \text{ 又は } r \cot \varepsilon \dots\dots\dots (272)$$

で表はされるから、 $\cot \varepsilon$ を求めておけば降伏點の深さが直ちに分る。

次に帯荷重面と圓荷重面 (共に一般分布荷重) の場合の降伏荷重係數及 $\cot \varepsilon$ を求めて表及び圖に表はしておく。但し

$$\delta = \cot \varepsilon = \frac{z}{b} \text{ 又は } \frac{z}{r} \dots\dots\dots (272')$$

とし δ_c , δ_t , δ_b 又は δ_d は夫々粘着力 C , 基礎深さ t , 基礎幅 B 又は基礎直徑 D の項を考へた時の値を示すものとする。然して

$$\delta_c = \delta_t \dots\dots\dots (273)$$

(1) 一様分布無限長帯荷重面 (GS)

降伏面の深さ δ_0 は式 (258) より

$$\delta_0 = \cot \varepsilon = \cot \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (274)$$

δ_0 は式 (266) より求められる。 ω_0, ω_1 は式 (263) より, ω_0 は式 (266) 及び (266') より計算され、結果は表-203及び図-205, 206 に示す。

表-203

φ (度)	$\tan \varphi$	ω_0	ω_1	$\delta_0 (= \delta_1)$	2ε	$\sin \varphi$	$\tan \varphi$	ω_0	δ_0
0	0	3.142	1.00	1.000	2.8	0.000	0.000	0.005	0.173
5	0.0875	3.610	1.32	1.091	2.6	0.024	0.024	0.024	0.278
10	0.1763	4.169	1.74	1.192	2.4	0.058	0.058	0.066	0.380
15	0.2680	4.838	2.29	1.303	2.2	0.111	0.111	0.168	0.509
20	0.3640	5.658	3.06	1.428	2.0	0.182	0.186	0.337	0.642
25	0.4663	6.670	4.11	1.570	1.8	0.272	0.282	0.698	0.794
30	0.5774	7.948	5.59	1.732	1.6	0.373	0.402	1.418	0.971
35	0.7002	9.582	7.72	1.921	1.4	0.483	0.552	2.919	1.187
40	0.8391	11.737	10.82	2.145	1.2	0.666	0.742	6.31	1.462
45	1.0000	14.640	15.64	2.414	1.0	0.704	0.991	14.74	1.831

(2) 一様分布圓荷重面 (GK)

式 (262) より

$$\delta_0 = \cot \varepsilon = \frac{1}{\sqrt{2}} \cot \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (275)$$

 δ_0 は式 (269) の關係より求められる。 ω_0, ω_1 は式 (263) より, ω_0 は式 (269)

及び (269') より計算される。

結果は表-204及び圖-207, 208に示す。

一般に粘着力, 基礎の深さ, 幅又は直径の項を考慮した場合の降伏面の深さ δ は δ_0 と δ_b 又は δ_d の中間値をとる。先の計算例に於て $\varphi = 30^\circ$ の時, $\tan \varphi$ $= 0.577$ 表-203, 圖-206より

$$\delta_0 = 1.732, \quad \delta_b = 1.22$$

であるが, δ の眞の値は

$$\delta = \cot \varepsilon = 1.533$$

で δ_0 と δ_b の中間値で與へられる。

圖-205

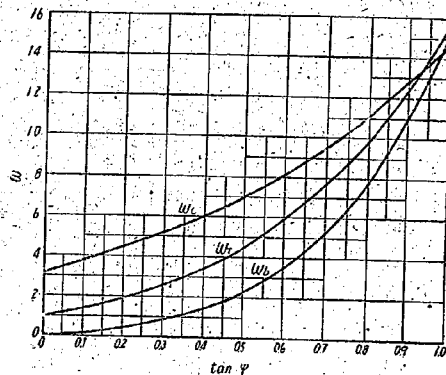


圖-206

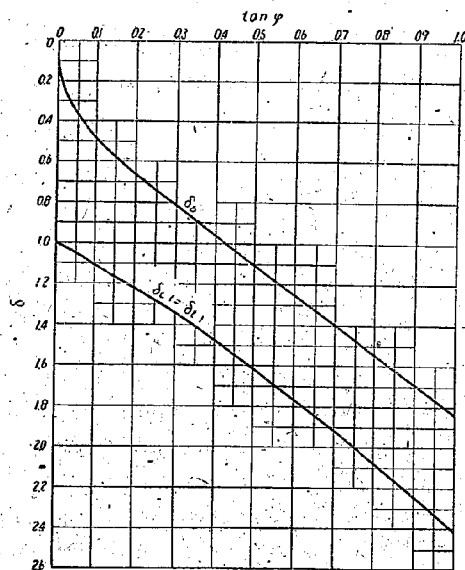


表-204

φ (度)	$\tan \varphi$	ω_c	ω_t	$\delta_c (= \delta_t)$	ε	$\sin \varphi$	$\tan \varphi$	ω_d	δ_d
0	0	3.46	1.00	0.707	1.4	0.011	0.011	0.01	0.173
5	0.0875	4.07	1.36	0.772	1.3	0.040	0.040	0.04	0.278
10	0.1763	4.81	1.85	0.844	1.2	0.095	0.095	0.11	0.389
15	0.2679	5.77	2.55	0.920	1.1	0.174	0.176	0.28	0.509
20	0.3640	6.97	3.54	1.012	1.0	0.271	0.282	0.64	0.642
25	0.4663	8.55	4.99	1.107	0.9	0.381	0.412	1.43	0.794
30	0.5774	10.69	7.17	1.220	0.8	0.494	0.508	3.21	0.971
35	0.7002	13.64	10.55	1.357	0.7	0.604	0.757	7.43	1.187
40	0.8391	17.91	16.03	1.520	0.6	0.705	0.904	18.47	1.462
45	1.0000	28.90	24.90	1.707					

圖-207

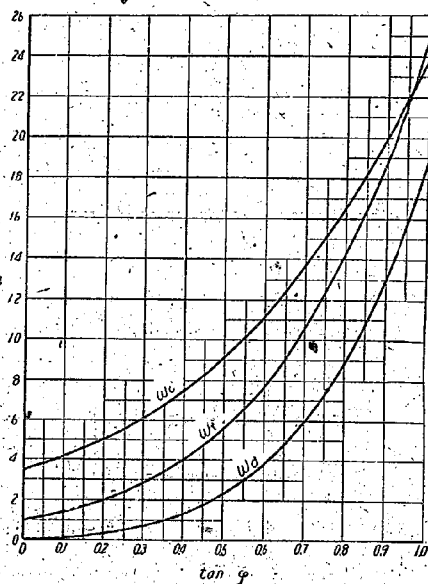
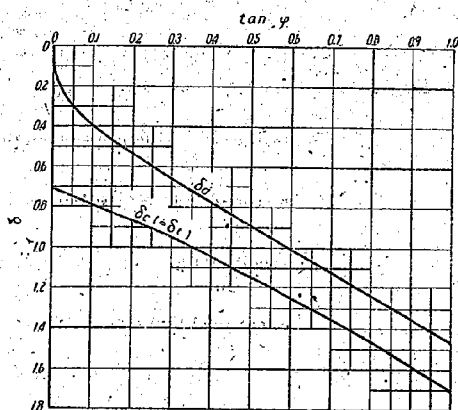


圖-208



〔6〕 降伏荷重に影響を及ぼす諸因

子とその影響の程度

以上に於て求めた降伏荷重は、荷重が帯荷重面又は圓荷重面に一様分布し、地盤の静土壓係数は1とし、應力集中はなきもの即ち $\nu = 8$ と考へて求めたものであるが、自然地盤上に於ける基礎に就ては、静土壓係数の變化、荷重分布の變化が豫想され又多少とも應力集中が起るものと考えなければならぬ。次にこれらの諸因子が降伏荷重に及ぼす影響に就て検討を加へて見る。

(1) 静土壓係数

自然地盤内部に於ける静土壓係数は大體1に近い値を有することが多いものと想像されるが、従来擁壁等の附

近に於て之を實測されたことはあるが、自然地盤内部に於ける實測は行はれていないようである。落付いてゐる自然地盤では理論上

$$\frac{1+\sin \varphi}{1-\sin \varphi} \geq \frac{p_c + \zeta \gamma_z}{p_c + \gamma_z} \geq \frac{1-\sin \varphi}{1+\sin \varphi} \quad (276)$$

でなければならないから

$$\frac{1+\sin \varphi}{1-\sin \varphi} + \frac{2 \sin \varphi}{1-\sin \varphi} \cdot \frac{p_c}{\gamma_z} \geq \zeta \geq \frac{1-\sin \varphi}{1+\sin \varphi} - \frac{2 \sin \varphi}{1+\sin \varphi} \cdot \frac{p_c}{\gamma_z} \quad (276')$$

でなければならぬ。従つて φ が小さい場合は必然的に ζ は 1 に近い値をとる。

$\frac{p_c}{\gamma_z} \rightarrow 0$ なる時は

$$\frac{1+\sin \varphi}{1-\sin \varphi} \geq \zeta \geq \frac{1-\sin \varphi}{1+\sin \varphi} \quad (276'')$$

従つて

$$\left. \begin{array}{l} \zeta \leq 1 \text{ なる時 } \tan \varphi \geq \frac{1-\zeta}{2\sqrt{\zeta}} \\ \zeta \geq 1 \text{ なる時 } \tan \varphi \geq \frac{\zeta-1}{2\sqrt{\zeta}} \end{array} \right\} \quad (277)$$

式 (281) より ω_c は ζ を含まない。 ω_i , ω_b は次式で與へられる。(但し鉛直軸上では $\chi = 1$.)

$$\omega_i = \frac{(1+\zeta)\sin \varphi - (1-\zeta)}{\mu_1 - \mu_2 - (\mu_1 + \mu_2)\sin \varphi} + 1 \quad (278)$$

但し $\sin \varphi$ は式 (257) の條件を満足する値を有するものとする。

$$\omega_b = \frac{(1+\zeta)\sin \varphi - (1-\zeta)}{\mu_1 - \mu_2 - (\mu_1 + \mu_2)\sin \varphi} \cdot \frac{\cot \varepsilon}{2} \quad (279)$$

但し $\sin \varphi$ は式 (285) の條件を満足する値を有するものとする。

今 $\zeta = 1$ とした時の ω_i , ω_b を夫々 ω_{i1} , ω_{b1} とすれば

$$\begin{aligned} \omega_i &= (\omega_{i1} - 1) \frac{1}{2} \{ (1+\zeta)\sin \varphi - (1-\zeta) \} + 1 \dots\dots \\ &= (\omega_{i1} - 1) \frac{1}{2} \{ (1+\sin \varphi)\zeta - (1-\sin \varphi) \} + 1 \dots\dots (278') \\ \omega_b &= \omega_{b1} \frac{1}{2} \{ (1+\zeta)\sin \varphi - (1-\zeta) \} \\ &= \omega_{b1} \frac{1}{2} \{ (1+\sin \varphi)\zeta - (1-\sin \varphi) \} \dots\dots (279') \end{aligned}$$

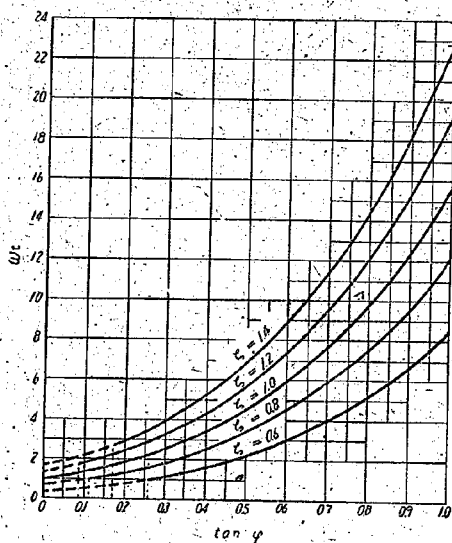
本式より降伏荷重係数 ω_i , ω_b は静土圧係数 ζ に比例して増減することが判る。

帯荷重面に於て ζ を 1.4, 1.2, 1.0, 0.8, 0.6 とした時の ω_i , ω_b 値を求め、表-205及び圖-209に示す。

表-205

φ	$\tan \varphi$	ω_i				
		$\zeta = 1.4$	$\zeta = 1.2$	$\zeta = 1.0$	$\zeta = 0.8$	$\zeta = 0.6$
0	0	1.63	1.31	1.00	0.69	0.37
5	0.0875	2.11	1.73	1.32	0.86	0.53
10	0.1763	2.74	2.24	1.74	1.24	0.74
15	0.2680	3.54	2.91	2.29	1.67	1.04
20	0.3640	4.68	3.87	3.06	2.25	1.44
25	0.4663	6.20	5.15	4.11	3.07	2.02
30	0.5774	8.34	6.97	5.59	4.21	2.84
35	0.7002	11.41	9.58	7.72	5.86	4.03
40	0.8391	15.84	13.32	10.82	8.32	5.80
45	1.0000	22.71	19.17	15.64	12.11	8.57

圖-209

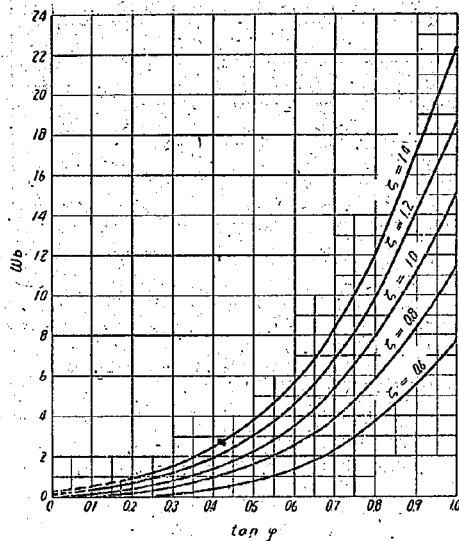


又應荷重面に於ける結果を表-206及び圖-210に示す

表-206

2ε	$\sin \varphi$	$\tan \varphi$	ω_b				
			$\zeta = 1.4$	$\zeta = 1.2$	$\zeta = 1.0$	$\zeta = 0.8$	$\zeta = 0.6$
2.8	0.0062	0.006	0.18	0.10	0.01	—	0.17
2.6	0.0237	0.024	0.22	0.12	0.02	—	0.17
2.4	0.0577	0.058	0.30	0.18	0.07	—	0.17
2.2	0.1106	0.111	0.48	0.32	0.16	0.00	0.16
2.0	0.1824	0.186	0.78	0.55	0.34	0.12	0.10
1.8	0.2717	0.282	1.39	1.03	0.70	0.37	0.04
1.6	0.3730	0.402	2.46	1.94	1.42	0.90	0.38
1.4	0.483	0.552	4.71	3.81	2.92	2.02	1.13
1.2	0.596	0.742	9.69	8.00	6.31	4.62	2.93
1.0	0.704	0.991	21.87	18.31	14.74	11.17	7.61

圖-210



(2) 荷重分布

載荷面が相當大なる剛性を有する場合の荷重分布は、載荷面上の載荷重の分布でなく載荷面底に於ける反力分布によつて與へられる。反力分布は必ずしも一様ではなく、自然の砂地盤に於ては拋物線形に近い分布を示すことが実験により明かにされてゐる。

基礎地盤の降伏が起る際に荷重分布がどんな形を採るかは載荷面の剛性や地盤の性質によつて異なるものと考へられるが、粘着力の大きい地盤では一様分布に近く、砂地盤では拋物線形に近い分布を示すものゝ如くである。そこで拋物線形荷重分布を假定した時の降伏荷重に及ぼす影響を検討して見る。

(イ) 拋物線形分布無限長帯荷重面 (PS)

$\nu = 3$ の時、式 (230') より

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 &= \frac{\bar{\sigma}_1}{q} = \frac{8}{\pi} \{ \cot \varepsilon + \varepsilon (1 - \cot^2 \varepsilon) \} \\ \mu_2 &= \frac{\bar{\sigma}_2}{q} = \frac{8}{\pi} \{ \varepsilon (1 + 3 \cot^2 \varepsilon) - 3 \cot \varepsilon \} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (280)$$

従つて

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 - \mu_2 &= \frac{12}{\pi} \cot \varepsilon (1 - \varepsilon \cot \varepsilon) \\ \mu_1 + \mu_2 &= \frac{6}{\pi} \{ \varepsilon (1 + \cot^2 \varepsilon) - \cot \varepsilon \} \\ \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2) &= \frac{12}{\pi} \{ 1 - 2(1 + \cot^2 \varepsilon)(1 - \varepsilon \cot \varepsilon) \} \\ \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2) &= -\frac{12}{\pi} (1 + \cot^2 \varepsilon)(1 - \varepsilon \cot \varepsilon) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (281)$$

式 (257) より

$$\sin \varphi = \frac{\frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2)}{\frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2)} = \frac{\sin^2 \varepsilon}{1 - \varepsilon \cot \varepsilon} - 2 \dots\dots\dots (282)$$

表-207

ε	$\cot \varepsilon$	$\sin \varphi$	$\tan \varphi$	ω_0	ω_1	ε	$\cot \varepsilon$	$\sin \varphi$	$\tan \varphi$	ω_0
0.9	0.794	0.150	0.152	2.04	1.45	1.4	0.173	0.048	0.048	0.016
0.8	0.971	0.306	0.321	3.91	2.26	1.3	0.278	0.109	0.110	0.038
0.7	1.187	0.464	0.510	5.34	3.73	1.2	0.389	0.185	0.188	0.104
0.6	1.462	0.596	0.743	7.77	6.76	1.1	0.500	0.272	0.283	0.345
0.5	1.831	0.720	1.036	11.05	13.33	1.0	0.642	0.365	0.392	0.686
						0.9	0.794	0.460	0.515	1.293
						0.8	0.971	0.556	0.669	2.570
						0.7	1.187	0.648	0.851	5.093
						0.6	1.462	0.734	1.081	10.801

圖-211

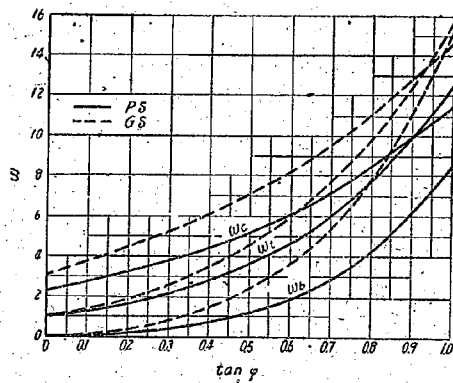
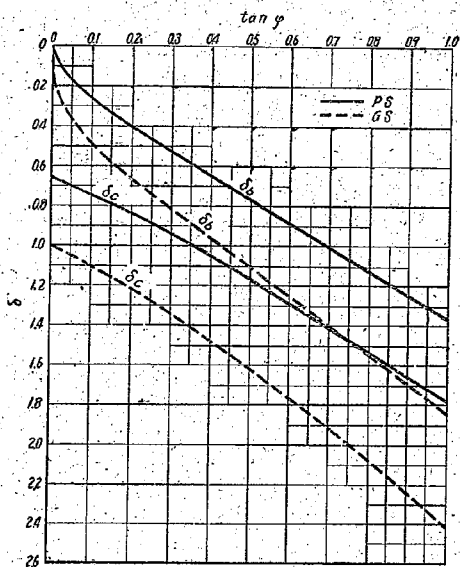


圖-212



之より ω_c , ω_l を求めることが出来る。

次に式 (205) より

$$\sin \varphi = \frac{\cot \varepsilon \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2) + (1 + \cot^2 \varepsilon) (\mu_1 - \mu_2)}{\cot \varepsilon \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2) + (1 + \cot^2 \varepsilon) (\mu_1 + \mu_2)}$$

$$= \frac{2 \cot^2 \varepsilon \{-\cot \varepsilon + \varepsilon(1 + \cot^2 \varepsilon)\}}{(1 + \cot^2 \varepsilon) \{\cot \varepsilon + \varepsilon(1 - \cot^2 \varepsilon)\}} \dots\dots\dots (283)$$

$$\text{且} \quad \omega_b = \frac{\pi}{12} \cdot \frac{(1 + \sin \varphi) \{- (1 - \sin \varphi)\}}{[2 \cot \varepsilon (1 - \cot \varepsilon) + (\cot \varepsilon - \varepsilon(1 + \cot^2 \varepsilon)) \sin \varphi] \tan \varepsilon} \dots\dots\dots (284)$$

之より ω_b を計算することが出来る

計算の結果を表-207及び図-211に示す。但し $\varepsilon = 1.0$ とす。一様分布荷重 (GS) の場合と比較すると降伏荷重が減少することが判る。

又降伏點の深さを求め圖示すれば圖-212の如くなり、一様分布の場合より淺くなる。

(2) 拋物線形分布荷重面 (PK)

$\nu = 3$ の時式 (289) より

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 &= \frac{\bar{\sigma}_1}{q} = 2(1 - \cos^2 \varepsilon) - \cot^2 \varepsilon (4 - 6 \cos \varepsilon + 2 \cos^3 \varepsilon) - \\ \mu_2 &= \frac{\bar{\sigma}_2}{q} = 2 - 3 \cos \varepsilon + \cos^3 \varepsilon + \cot^2 \varepsilon (3 - 3 \frac{1}{\cos \varepsilon} - 6 \cos \varepsilon + \cos^3 \varepsilon) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (285)$$

従つて

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 - \mu_2 &= 6 \frac{1 - \cos \varepsilon}{1 + \cos \varepsilon} \cos \varepsilon \\ \mu_1 + \mu_2 &= 2 \frac{1 - \cos \varepsilon}{1 + \cos \varepsilon} (2 + \cos \varepsilon) \\ \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2) &= -6 \frac{\sin \varepsilon (1 - 2 \cos \varepsilon - \cos^2 \varepsilon)}{(1 + \cos \varepsilon)^2} \\ \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2) &= -2 \frac{\sin \varepsilon (3 + 2 \cos \varepsilon + \cos^3 \varepsilon)}{(1 + \cos \varepsilon)^2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (286)$$

式 (287) より

$$\sin \varphi = \frac{\frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2)}{\frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2)} = \frac{-3(1 - 2 \cos \varepsilon - \cos^2 \varepsilon)}{3 + 2 \cos \varepsilon + \cos^3 \varepsilon} \dots\dots\dots (287)$$

之より ω_a, ω_t を求めることが出来る

次に式 (285) より

$$\left. \begin{aligned} \sin \varphi &= \frac{\cot \varepsilon \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2) + (1 + \cot^2 \varepsilon) (\mu_1 - \mu_2)}{\cot \varepsilon \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2) + (1 + \cot^2 \varepsilon) (\mu_1 + \mu_2)} \\ &= \frac{3 \cos^2 \varepsilon (2 + \cos \varepsilon)}{2 + 4 \cos \varepsilon + 2 \cos^2 \varepsilon + \cos^3 \varepsilon} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (288)$$

且

$$\omega_a = \frac{(1 + \cos \varepsilon) \cot \varepsilon \cdot \sin \varphi}{(1 - \cos \varepsilon) (3 \cos \varepsilon - (2 + \cos \varepsilon) \sin \varphi)} \dots\dots\dots (289)$$

之より ω_d を求めることが出来る。

計算の結果は表-208及び図-213, 214 に示す。傾角は荷荷重面の場合と同様である。

表-208

ε	$\cot \varepsilon$	$\sin \varphi$	$\tan \varphi$	ω_c	ω_t	ε	$\cot \varepsilon$	$\sin \varphi$	$\tan \varphi$	ω_d
1.1	0.509	0.0824	0.083	2.28	1.19	1.4	0.178	0.0686	0.069	0.02
1.0	0.642	0.2556	0.204	2.34	1.88	1.3	0.278	0.1506	0.152	0.08
0.9	0.794	0.4082	0.447	4.96	3.20	1.2	0.339	0.2475	0.255	0.20
0.8	0.971	0.5404	0.642	7.44	5.78	1.1	0.509	0.3507	0.374	0.47
0.7	1.187	0.6537	0.859	11.72	11.07	1.0	0.642	0.4513	0.506	1.02
0.6	1.462	0.7493	1.132	19.27	22.81	0.9	0.794	0.5512	0.661	2.23
						0.8	0.971	0.6442	0.842	5.00
						0.7	1.187	0.7266	1.057	11.34

図-213

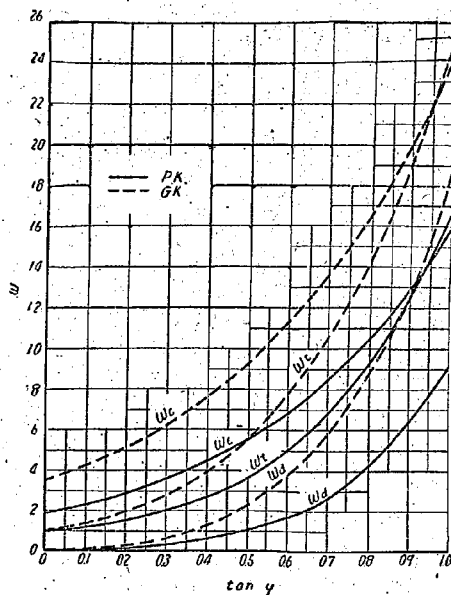
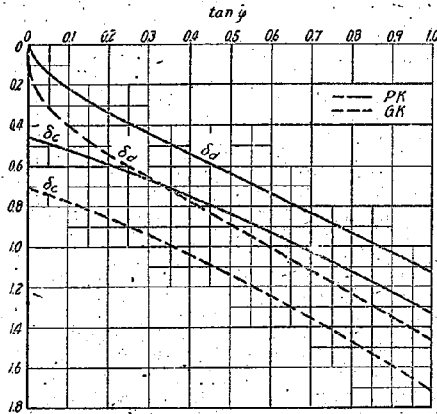


図-214



(3) 應力集中

自然地盤に於て鉛直軸への應力集中が起る理由は充分明かでないが、粘着力のない砂地盤に於て或ひは餘り深くない處に堅固な下層が存在する場合に於ては特に著しい應力集中が起り得るものと考へられ、又荷重の大きさによつて應力集中度を異にすることも充分豫想される處であるから、降伏荷重の算定に際してどの程度の應力集中度を假定すればよいかは速かに斷定を下し難い。次に應力集中が降伏荷重に及ぼす影響の程度を明かにしておく。

(イ) 一様分布荷重面 (GS)

式 (231') より一般に

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 - \mu_2 &= 2f \int_0^\varepsilon \cos v^{-3} \theta (\cos^2 \theta - \sin^2 \theta) d\theta \\ \mu_1 + \mu_2 &= 2f \int_0^\varepsilon \cos v^{-3} \theta d\theta \\ \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2) &= 2f \cos v^{-3} \varepsilon (\cos^2 \varepsilon - \sin^2 \varepsilon) \\ \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2) &= 2f \cos v^{-3} \varepsilon \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (200)$$

従つて式 (357) より

$$\begin{aligned} \sin \varphi &= \frac{\frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2)}{\frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2)} = \cos^2 \varepsilon - \sin^2 \varepsilon \\ &= \cos 2\varepsilon = \sin \left(\frac{\pi}{2} - 2\varepsilon \right) \\ \therefore \varepsilon &= \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \dots\dots\dots (201) \end{aligned}$$

之より ε 従つて δc , δa は ν に加算係数なることが判る。従つて降伏部の深さ $z = b \cot \varepsilon$ は不変である。式

(201) の關係より降伏荷重係數 ω_c , ω_t を求めることが出来る。

又 ω_b を求める條件式は一般の場合に就き求めることが出来ないから、 $\nu = 4, 5, 6$ の場合に付き別々に計算する。結果のみ次に示す。

$$\left. \begin{aligned} \nu = 4; \quad & \omega_c = \frac{2\sqrt{2}\sqrt{1+\sin\varphi}}{1-\sin\varphi} \\ & \omega_t = \omega_c \tan\varphi + 1 \\ & \omega_b = \frac{2\sin\varphi \cot\varepsilon}{3\sin\varepsilon - 2\sin^2\varepsilon - 3\sin\varepsilon \sin\varphi} \\ \text{且} \quad & \sin\varphi = \frac{6-11\sin^2\varepsilon+6\sin^4\varepsilon}{3(2-\sin^2\varepsilon)} \left(\sin\varphi \geq \frac{1}{3} \right) \\ & \sin\varphi = \frac{1}{3} \text{ の時} \quad \cot\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad \omega_b = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866, \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (202)$$

$$\left. \begin{aligned} \nu = 5; \quad & \omega_c = \frac{3\pi}{2} \cdot \frac{\cos\varphi}{\left(1-\frac{1}{2}\sin\varphi\right)\cos\varphi + \left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right)(1-2\sin\varphi)} \\ & \omega_t = \omega_c \tan\varphi + 1 \\ & \omega_b = \frac{3\pi}{4} \cdot \frac{\sin\varphi \cot\varepsilon}{2\sin\varepsilon \cos^3\varepsilon + \sin\varepsilon \cos\varepsilon + \varepsilon - 2(\sin\varepsilon \cos\varepsilon + \varepsilon)\sin\varphi} \\ \text{且} \quad & \sin\varphi = \frac{\varepsilon + \sin\varepsilon \cos\varepsilon - 2\sin^2\varepsilon \cos^3\varepsilon + 8\sin\varepsilon \cos^5\varepsilon}{2\varepsilon + 2\sin\varepsilon \cos\varepsilon + 4\sin^2\varepsilon \cos^3\varepsilon} \left(\sin\varphi \geq \frac{1}{2} \right) \\ & \sin\varphi = \frac{1}{2} \text{ の時} \quad \cot\varepsilon = 1, \quad \omega_b = \frac{3\pi}{4} = 2.36 \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \nu = 6; \quad & \omega_c = \frac{16\cos\varphi}{(9+\sin\varphi)(1-\sin\varphi)\sin\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right)} \\ & \omega_t = \omega_c \tan\varphi + 1 \end{aligned} \right\}$$

表-209

φ	$\tan\varphi$	$\nu = 4$		$\nu = 5$		$\nu = 6$		ε	$\cot\varepsilon$	$\nu = 4$		$\nu = 5$		$\nu = 6$	
		ω_c	ω_t	ω_c	ω_t	ω_c	ω_t			$\tan\varphi$	ω_b	$\tan\varphi$	ω_b	$\tan\varphi$	ω_b
0	0.	2.88	1.00	2.64	1.00	2.51	1.00	0.8	0.971	0.480	1.74				
5	0.088	3.23	1.28	3.00	1.28	2.85	1.25	0.7	0.187	0.607	3.02	0.668	3.49		
10	0.176	3.71	1.65	3.42	1.60	3.23	1.57	0.6	1.462	0.780	6.18	0.822	6.31	0.868	6.67
15	0.268	4.28	2.15	3.94	2.06	3.70	1.99	0.5	1.831	1.018	13.63	1.048	13.19	1.077	13.06
20	0.364	4.98	2.81	4.56	2.66	4.26	2.55								
25	0.466	5.84	3.72	5.32	3.48	4.96	3.31								
30	0.577	6.93	5.00	6.28	4.63	5.84	4.37								
35	0.700	8.32	6.82	7.62	6.27	6.96	5.87								
40	0.839	10.15	9.52	9.13	8.63	8.42	5.07								
45	1.000	12.62	13.62	11.32	12.32	10.40	11.40								

圖-215

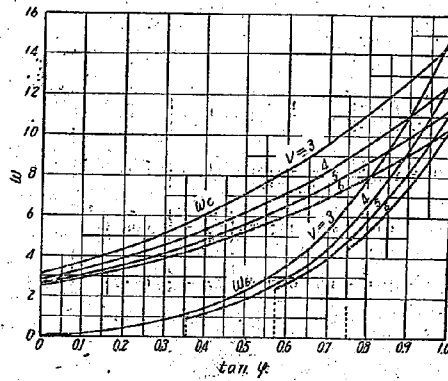
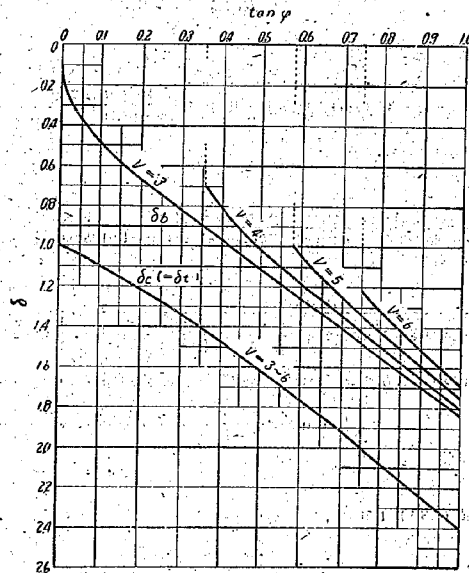


圖-216



$$\omega_b = \frac{8 \sin \varphi \cot \varepsilon}{8(6-5 \sin^2 \varepsilon + 2 \sin^4 \varepsilon) - 5(3 - \sin^2 \varepsilon) \sin \varepsilon \sin \varphi} \quad \dots (28'')$$

$$\text{且} \quad \sin \varphi = \frac{8(10 - 25 \sin^2 \varepsilon + 27 \sin^4 \varepsilon - 10 \sin^6 \varepsilon)}{5(6 - 7 \sin^2 \varepsilon + 3 \sin^4 \varepsilon)} \quad \left(\sin \varphi \geq \frac{3}{5} \right)$$

$$\sin \varphi = \frac{3}{5} \text{ の時 } \sin \varepsilon = \sqrt{\frac{2}{5}} = 0.633, \quad \omega_b = 4.30$$

以上の諸式を計算し、表-209及び圖-215, 216 に示す。應力集中に伴ひ降伏荷重は小さくなることが判る。
 δ_0 は ν に無関係であるが、 δ_0 は ν が大きくなると小さくなる。

(四) 一様分布面荷重面 (GK)

一般に式 (237) より

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 - \mu_2 &= \left\{ \frac{\nu-3}{\nu-2} + \frac{\nu}{2(\nu-2)} \cos^{\nu-2} \varepsilon - \frac{3}{2} \cos^{\nu} \varepsilon \right\} \\ \mu_1 + \mu_2 &= \left\{ \frac{\nu-1}{\nu-2} - \frac{\nu}{2(\nu-2)} \cos^{\nu-2} \varepsilon - \frac{1}{2} \cos^{\nu} \varepsilon \right\} \\ \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 - \mu_2) &= -\sin \varepsilon \cos^{\nu-2} \varepsilon \left\{ \frac{\nu}{2} - \frac{3\nu}{2} \cos^2 \varepsilon \right\} \\ \frac{d}{d\varepsilon} (\mu_1 + \mu_2) &= +\sin \varepsilon \cos^{\nu-2} \varepsilon \left\{ \frac{\nu}{2} + \frac{\nu}{2} \cos^2 \varepsilon \right\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (243)$$

従つて式 (237) より

$$\begin{aligned} \sin \varphi &= \frac{-1+3 \cos^2 \varepsilon}{1+\cos^2 \varepsilon} \\ \therefore \cos \varepsilon &= \sqrt{\frac{1+\sin \varphi}{3-\sin \varphi}} \dots\dots\dots (244) \end{aligned}$$

ω_0, ω_1 は

$$\begin{aligned} \omega_0 &= \frac{2(\nu-2) \cos \varphi}{\nu-3-(\nu-1) \sin \varphi + (1+\sin \varphi) \left(\frac{1+\sin \varphi}{3-\sin \varphi} \right)^{\frac{\nu-2}{\nu}}} \\ \omega_1 &= \omega_0 \tan \varphi + 1 \end{aligned} \dots\dots\dots (245)$$

又式 (235) より

$$\sin \varphi = \frac{2(\nu-3)(1-\cos^{\nu-2} \varepsilon) - (\nu-2) \cos^{\nu-2} \varepsilon (1-\cos^2 \varepsilon) \{ (\nu-3) - 3\nu \cos^2 \varepsilon \}}{2(\nu-1)(1-\cos^{\nu-2} \varepsilon) + (\nu-2) \cos^{\nu-2} \varepsilon (1-\cos^2 \varepsilon) \{ (\nu+1) + \nu \cos^2 \varepsilon \}} \dots\dots\dots (246)$$

然して

$$\omega_d = \frac{\sin \varphi \cot \varepsilon}{\frac{\nu-3}{\nu-2} + \frac{\nu}{2(\nu-2)} \cos^{\nu-2} \varepsilon - \frac{3}{2} \cos^{\nu} \varepsilon - \left\{ \frac{\nu-1}{\nu-2} - \frac{\nu}{2(\nu-2)} \cos^{\nu-2} \varepsilon - \frac{1}{2} \cos^{\nu} \varepsilon \right\} \sin \varphi} \dots\dots\dots (247)$$

なるを以て兩式 (246) 及 (247) より ε を媒介變數として φ と ω_d の關係が求められる。

但し

$$\sin \varphi \geq \frac{\nu-3}{\nu-1} \dots\dots\dots (248)$$

なることを要する。

$\sin \varphi = \frac{\nu-3}{\nu-1}$ の時は式 (246) より

$$\left. \begin{aligned} \cos^2 \varepsilon &= \frac{\nu-3}{\nu} \\ \cot \varepsilon &= \sqrt{\frac{\nu-3}{3}} \\ \omega_d &= \frac{\nu^{\frac{\nu-2}{2}}}{3^{\frac{3}{2}}(\nu-3)^{\frac{\nu-3}{2}}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (248')$$

或ひは

之より

$\nu = 4, 5, 6$ とした時は

$$\left. \begin{aligned} \nu = 4; \quad & \omega_c = \frac{\cos \varphi (3 - \sin \varphi)}{(1 - \sin \varphi)^2} \\ & \omega_d = \frac{2 \sin \varphi \cot \varepsilon}{1 + 2 \cos^2 \varepsilon - 3 \cos^4 \varepsilon - (3 - 2 \cos^2 \varepsilon - \cos^4 \varepsilon) \sin \varphi} \\ \text{且} \quad & \sin \varphi = \frac{1 - \cos^2 \varepsilon + 12 \cos^4 \varepsilon}{3 + 5 \cos^2 \varepsilon + 4 \cos^4 \varepsilon} \quad \left(\sin \varphi \geq \frac{1}{3} \right) \\ & \sin \varphi = \frac{1}{3} \text{ の時} \quad \cot \varepsilon = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad \omega_d = \frac{4}{3^{\frac{3}{2}}} = 0.770 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (209)$$

$$\left. \begin{aligned} \nu = 5; \quad & \omega_c = \frac{6 \cos \varphi}{2(1 - 2 \sin \varphi) + \frac{(1 + \sin \varphi)^{\frac{3}{2}}}{(3 - \sin \varphi)^{\frac{3}{2}}}} \\ & \omega_d = \frac{6 \sin \varphi \cot \varepsilon}{4 + 5 \cos^2 \varepsilon - 9 \cos^4 \varepsilon - (8 - 5 \cos^2 \varepsilon - 3 \cos^4 \varepsilon) \sin \varphi} \\ \text{且} \quad & \sin \varphi = \frac{4(1 - \cos^2 \varepsilon) - 3 \cos^2 \varepsilon(1 - \cos^2 \varepsilon)(2 - 15 \cos^2 \varepsilon)}{8(1 - \cos^2 \varepsilon) + 3 \cos^2 \varepsilon(1 - \cos^2 \varepsilon)(6 + 5 \cos^2 \varepsilon)} \\ & \left(\sin \varphi \geq \frac{1}{2} \right) \\ & \sin \varphi = \frac{1}{2} \text{ の時} \quad \cot \varepsilon = \sqrt{\frac{2}{3}} = 0.816 \quad \omega_d = \left(\frac{5}{3} \right)^{\frac{3}{2}} = 2.14 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (209')$$

$$\left. \begin{aligned} \nu = 6; \quad & \omega_c = \frac{2 \cos \varphi (3 - \sin \varphi)^2}{(1 - \sin \varphi)^2 (7 - \sin \varphi)} \\ & \omega_d = \frac{4 \sin \varphi \cot \varepsilon}{3(1 + \cos^2 \varepsilon - 2 \cos^4 \varepsilon) - (5 - 3 \cos^4 \varepsilon - 2 \cos^6 \varepsilon) \sin \varphi} \\ \text{且} \quad & \sin \varphi = \frac{3(1 + \cos^2 \varepsilon) - 6 \cos^2 \varepsilon(1 - 6 \cos^2 \varepsilon)}{5(1 + \cos^2 \varepsilon) + 2 \cos^2 \varepsilon(7 + 6 \cos^2 \varepsilon)} \quad \left(\sin \varphi \geq \frac{3}{5} \right) \\ & \sin \varphi = \frac{3}{5} \text{ の時} \quad \cot \varepsilon = 1, \quad \omega_d = \frac{6^2}{3^2} = 4 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (209'')$$

以上の諸式を計算すれば、表-210及図-217、218を得る。

表-210

φ	$\tan \varphi$	$\nu = 4$		$\nu = 5$		$\nu = 6$		ε	$\cot \varepsilon$	$\nu = 4$		$\nu = 5$		$\nu = 6$	
		ω_c	ω_d	ω_c	ω_d	ω_c	ω_d			$\tan \varphi$	ω_d	$\tan \varphi$	ω_d	$\tan \varphi$	ω_d
0	0	3.00	1.00	2.74	1.00	2.57	1.00	1.0	0.642	0.386	0.95				
5	0.088	3.48	1.30	3.15	1.28	2.93	1.26	0.9	0.704	0.488	1.64				
10	0.176	4.08	1.72	3.64	1.64	3.37	1.60	0.8	0.971	0.616	3.16	0.672	3.38		
15	0.268	4.82	2.29	4.27	2.14	3.92	2.05	0.7	1.187	0.790	6.65	0.827	6.38	0.808	6.43
20	0.564	5.77	3.10	5.05	2.84	4.61	2.70	0.6	1.402	1.015	15.54	1.040	13.08	1.008	13.15
25	0.466	7.01	4.27	6.09	3.84	5.49	3.50								
30	0.577	8.66	6.00	7.49	5.32	6.66	4.85								
35	0.700	10.93	8.06	9.88	7.57	8.20	6.79								
40	0.832	14.15	12.88	11.04	11.03	10.65	9.85								
45	1.000	18.89	19.89	16.07	17.07	13.76	14.76								

圖-217

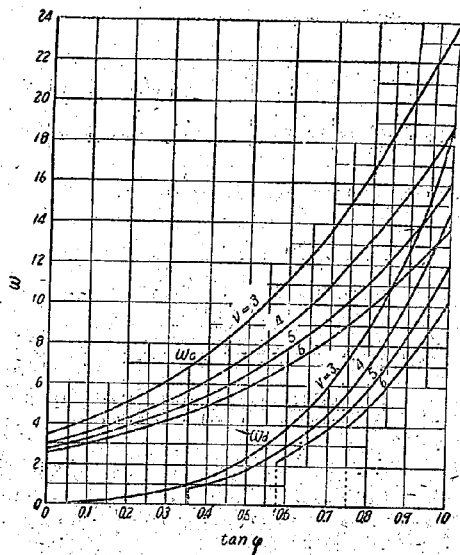
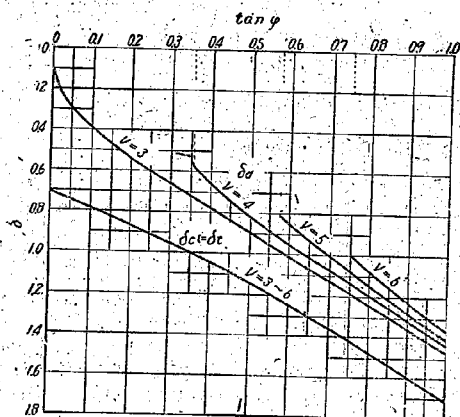


圖-218



〔7〕 要 約

以上基礎の降伏荷重に関する理論的考察の結果を要約して述べれば次の如くである。

- (1) 地盤に載荷された時、地盤内の應力状態が判明するならば、塑性条件式 (207) を適用して、地盤の

各點の塑性荷重を式(220)により求めることが出来る。

(2) 地盤内の塑性域は一般に荷重の増加に伴ひ荷重の端部より發生して深部に及び、鉛直軸上で合體するに至るが、この時を以て基礎の降伏點とし、その際の荷重を以て降伏荷重とする。

(3) 従つて降伏荷重は鉛直軸上に於ける塑性荷重の最小値にて與へられ、その條件式は式(251)である。式(280)と式(251)とから降伏荷重が算定出来る。

(4) 近似的には、式(257)と式(221')の第1, 2式から降伏荷重係數 ω_c, ω_l を求め、次に式(265)と式(221')の第8式から降伏荷重係數 ω_b 又は ω_d を求めれば、式(271)より降伏荷重が計算し得られる。誤差は僅かであるが安全側にあるから、一般に式(271)を以て降伏荷重式と考へて良い。

(5) 式(271)に明かな如く、降伏荷重は粘着力 C に比例する項と基礎の深さ z と土の比重 γ の積に比例する項と基礎の幅 B 又は直徑 D と土の比重 γ の積に比例する項の和で求められ、降伏荷重係數 $\omega_c, \omega_l, \omega_b$ 又は ω_d は何れも土の内部摩擦角 φ 、荷重面の形状、地盤の静土壓係數 ζ 、荷重の分布、地盤内應力の集中度等の影響を受ける。

(6) $\zeta = 1$, 等分布荷重、應力集中係數 $\nu = 3$ とした時、 $\tan \varphi$ の夫々の値に對する $\omega_c, \omega_l, \omega_b$ 又は ω_d を求めれば、帯荷重面に就き表-203, 圖-205を、圓荷重面に就き表-204, 圖-207を得る。之より φ が増すと降伏荷重係數は何れも増加し従つて降伏荷重が増すことが分る。

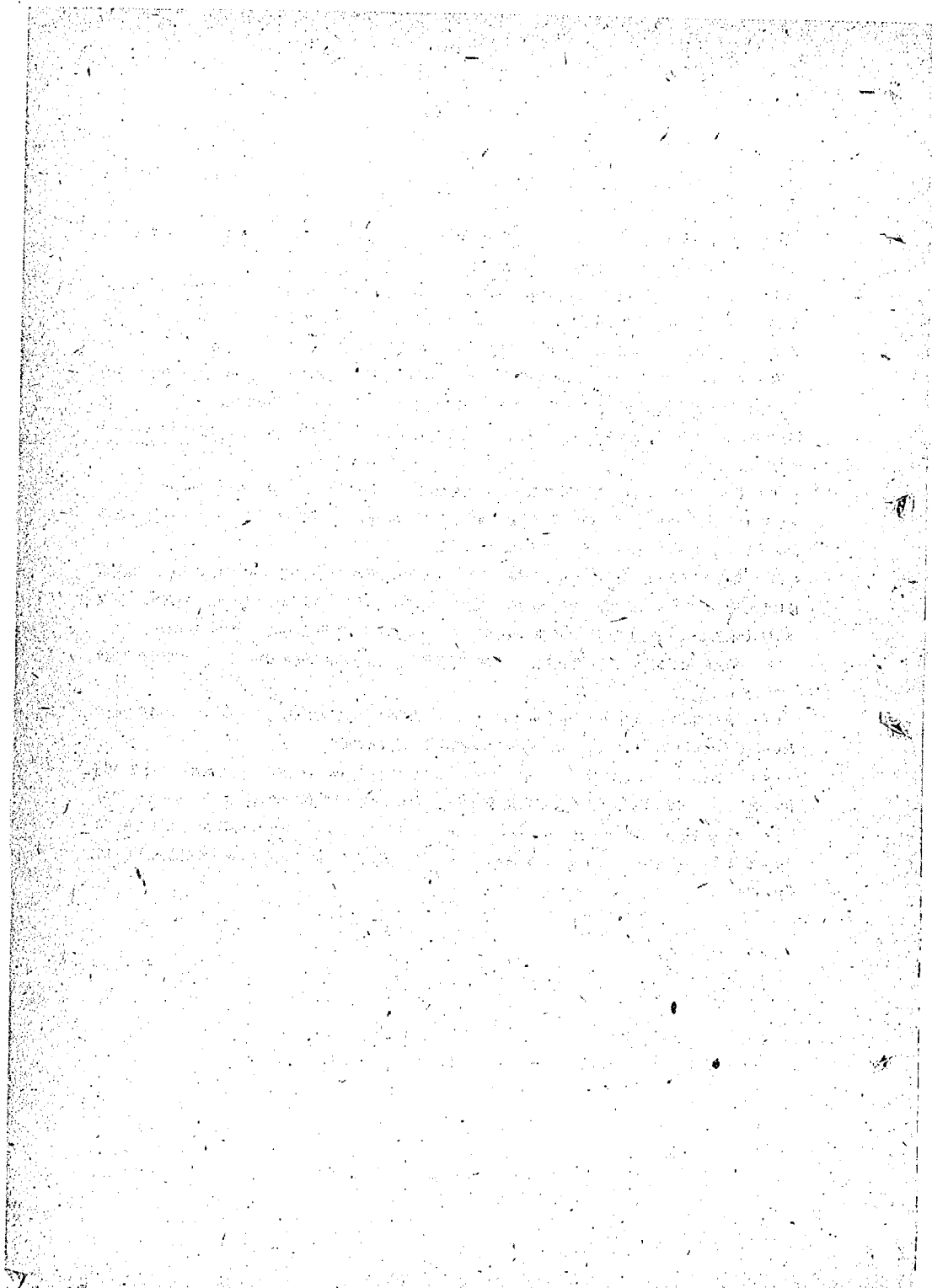
(7) 鉛直軸上に於ける塑性域の發生點を降伏點とすれば、降伏點の深さは帯荷重面に對し圖-206で、圓荷重面に對し圖-208で與へられ、粘着力又は基礎深さ大なる場合は $\delta_c (= \delta_l)$ で基礎幅又は直徑大なる場合は δ_b 又は δ_d で示されるが一般の場合はその中間値をとる。圖より φ が増すと降伏點の深さが増すことが分る。

(8) 降伏荷重に影響を及ぼす因子は静土壓係數 ζ 、荷重分布、應力集中係數 ν であるが、その影響の程度は次の如くである。

(イ) 静土壓係數 ζ が増減せば ω_l, ω_b 又は ω_d はそれに伴つて比例的に増減する。 ω_c は ζ の影響を受けない。(帯荷重面の場合表-205, 圖-209, 圓荷重面の場合表-206, 圖-210)

(ロ) 荷重分布が拋物線形となると、一様分布の場合に比べて、 $\omega_c, \omega_l, \omega_b$ 又は ω_d とも小さくなる。又降伏點の深さは一般に淺くなる。(帯荷重面の場合表-207, 圖-211, 圓荷重面の場合表-203, 圖-213, 214)

(ハ) 應力集中が起ると $\omega_c, \omega_l, \omega_b$ 又は ω_d は何れも減少する。降伏點の深さの中 δ_c は ν に無關係であるが、 δ_b 及び δ_d は ν が増すと小さくなる。(帯荷重面の場合表-209, 圖-215, 216, 圓荷重面の場合表-210, 圖-217, 218)



軟弱地盤の土質

石井 靖 丸

要 旨

軟弱地盤には色々の種類があるが、大體地盤が水抜きに不利である爲含水量が多く、従つて軟弱化することが通例である。殊に透水性の悪い土質では此の傾向が加速される。若い沖積土壌では沈澱した土がまだ十分に壓密されて居ない爲に軟弱地盤を形成して居ることが多い。

此處に述べるものは、利根川放水路の手賀沼附近に於ける築堤箇所地盤土質の土質試験結果である。附近一帯は低地であつて、利根川が運んだ土砂を沈澱して出来上つた地域である。

關東土木出張所の利根川放水路事務所が築堤箇所決定に要する資料を當試験所に求めて來た爲に當試験所に於て、現場ボーリングに依つて採取した試料數十種に就いて試験した際、纏めた資料を、此處に軟弱地盤土質の一例として、參考迄に報告することをした。本試験は利根川放水路事務所の井上、高橋兩君の手に成るもので錄して茲に謝意を表する次第である。

目 次

I 試験の範圍及び項目	(1)
II 物理試験	(1)
[1] 機械的分析の結果	(4)
[2] 自然含水量及び緊硬度	(4)
III 剪断試験	(6)
IV 壓密試験	(6)
V 結 論	(7)

I 試験の範圍及び項目

軟弱地盤の土質試験を如何なる項目、又如何なる態を主眼として行ふべきか、或は土質試験の結果を如何に現場の工法に結び付けるかは、未だ明確な結論に達して居ない。此處に行つた試験は軟弱地盤上に於ける築堤の基本的な問題ではなく、在來行はれて來た土質試験を行ひ、地盤の軟弱性の程度とその土質を知ることであつた。従つて土の剪断力及び壓密係数の簡略の試験値に加へて、以上求めた土質から、築堤上の參考資料を提供しようと思ひた。

試料 現場に於てボーリングに依り採取したコア（直徑 60 耗）を内徑 100 耗の試料瓶に入れ、パラフィンで密閉したものであつて、出来る丈自然狀態の儘で試験することに努めた。ボーリングの深さは大體 30 米程度であり、これ以下は砂層である。

試験項目 1. 物理試験 2. 剪断試験 3. 壓密試験の三項目に就いて行つた。試料の数は、物理試験及び剪断試験では 17 種、壓密試験では 3 種類である。

II 物 理 試 験

試験方法は土木試験所に於て此れ迄行つて來た方法を用いた。試験項目は、機械的分析、含水量、眞比重、間

表-1 物 理 試

試料符號		B	W	V	P	U	e	h	b
採取場所		19.75 km 右岸 3.50~15.70	22.75 km 右岸 22.70~23.50	22.75 km 右岸 1.40~22.70	22.25 km 左岸 3.50~25.50	22.75 km 左岸 15.50~20.20	19.25 km 右岸 1.20~4.50	23.50 km 左岸 2.50~16.20	23.25 km 右岸 7.70~15.00
地 質		黑灰色 粘土交砂	黑色粘土	黑灰色 貝交粘土	黑灰色 貝交粘土	茶褐色 粘土	黑灰色 粘土	青灰色 粘土	青灰色 粘土
三角函數分類		砂 土	砂 質 ロ オ ム	砂 質 ロ オ ム	ロ オ ム	ロ オ ム	ロ オ ム	ロ オ ム	ロ オ ム
含 水 量	比 率	40.5	34.3	68.1	42.0	109.1	102.0	132.8	94.5
	比 率	28.8	25.5	40.5	29.6	52.2	50.4	57.0	48.6
見 掛 比 重		1.72	1.70	1.43	1.59	1.33	1.42	1.45	1.46
真 比 重		2.62	2.59	2.54	2.60	2.50	2.53	2.46	2.53
間 隙 率	比 率	3.14	1.05	1.99	1.32	2.94	2.60	2.95	2.37
	比 率	53.3	61.2	66.5	56.9	74.6	72.2	74.7	70.3
遠心力含水當 量	比 率	18.0	26.07	43.4	30.7	76.7	78.4	74.2	70.8
	比 率	15.3	21.0	30.2	23.5	43.4	44.0	42.5	41.5
液 性	比 率	38.9	51.3	81.7	53.3	116.4	133.2	114.6	103.8
	比 率	28.0	33.9	45.0	34.8	40.5	58.1	53.4	49.5
塑 性	比 率	—	24.5	40.0	28.4	67.9	52.2	61.6	40.9
	比 率	—	19.7	28.5	22.1	40.4	34.3	38.1	29.0
塑 性 指 數	比 率	38.9	26.9	41.7	24.9	48.5	86.0	53.0	62.9
	比 率	28.0	14.3	16.4	12.6	12.6	23.7	15.2	20.6
收 縮	比 率	29.1	22.3	41.3	28.5	57.4	42.2	80.3	43.7
	比 率	1.451	1.030	1.269	1.505	1.030	1.281	0.922	1.217
篩 分 所 (%)	8目 (2.36mm)	—	—	—	—	—	—	—	—
	14目 (1.2)	—	—	—	—	—	—	—	—
	28目 (0.6)	1.78	2.40	0.84	0.48	—	0.90	0.14	—
	48目 (0.3)	6.84	6.60	1.14	1.28	11.78	2.90	1.54	—
	100目 (0.15)	43.44	17.76	4.34	5.10	17.22	17.64	2.78	0.80
	200目 (0.075)	24.90	27.00	38.14	23.90	6.34	11.64	19.84	16.66
	計	81.06	53.06	44.96	30.76	35.34	33.08	24.30	17.46
沈 泥		9.48	22.72	29.22	44.66	23.82	30.92	35.36	39.64
粘 土		8.56	23.32	25.32	26.58	35.84	36.00	40.34	42.90

		L	X	l	i	j	R	k	開口部
19.25 km 右岸 4.50~20.50	20.75 km 右岸 2.00~17.00	21.75 km 左岸 1.50~17.80	23.25 km 左岸 3.50~23.50	24.75 km 右岸 5.50~22.30	23.75 km 左岸 4.50~21.80	24.25 km 左岸 5.50~22.30	22.75 km 左岸 1.50~12.50	24.25 km 右岸 2.00~6.50	
青灰色 貝交粘土	黒灰色 貝交粘土	黒灰色 貝交粘土	黒色 貝交粘土	黒灰色 貝交粘土	青灰色 貝交粘土	青灰色 貝交粘土	青灰色 貝交粘土	黒灰色 土	
沈泥質 ロオム	沈泥質 ロオム	沈泥質 ロオム	粘土質 ロオム	粘土質 ロオム	沈泥質 粘土	沈泥質 粘土	沈泥質 粘土	沈泥質 粘土	
68.2 40.5	81.0 44.8	174.5 63.0	122.5 55.1	128.8 59.3	99.3 49.8	124.8 55.5	155.2 68.8	318.3 79.3	—
1.47	1.63	1.11	1.39	1.37	1.43	1.30	1.37	1.07	—
2.51	2.60	2.31	2.41	2.48	2.41	2.48	2.41	2.09	2.42
1.87 65.1	2.08 67.5	4.71 82.5	2.86 74.1	3.15 75.9	2.37 70.2	3.29 76.7	3.65 78.5	7.28 87.9	—
41.9 20.5	54.2 25.2	104.6 51.4	90.6 47.5	79.9 44.5	68.2 40.6	76.9 43.5	83.5 45.5	153.3 40.5	65.4 39.5
76.6 43.4	95.1 48.7	102.6 67.0	138.4 68.1	142.2 68.7	121.2 54.8	113.3 53.1	167.4 62.6	351.0 77.3	94.2 48.5
44.1 30.6	50.7 33.6	77.0 43.5	49.2 33.0	60.1 37.6	56.0 35.9	55.6 35.7	62.2 39.1	132.3 57.1	60.3 37.6
82.4 12.7	44.4 15.1	125.6 23.5	89.2 25.1	82.1 21.2	65.2 19.0	57.7 17.4	103.1 23.5	218.2 20.8	33.9
37.1 1.311	45.8 1.207	74.4 0.838	46.9 1.149	40.9 1.145	53.0 1.053	52.6 1.127	60.3 1.024	100.3 0.716	65.3 0.95
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	2.34	—	—	—	—	—	—	0.1
4.48	0.30	2.42	—	0.52	—	—	—	—	0.7
2.48	1.60	2.94	1.70	3.34	0.40	0.34	0.40	0.50	1.9
3.68	1.46	3.23	1.30	5.00	0.30	0.34	2.20	1.90	3.3
3.64	11.10	3.34	10.30	6.34	1.22	0.88	8.60	7.80	4.9
14.28	18.46	14.32	13.30	15.20	1.92	1.56	11.20	10.30	10.9
47.62	43.34	47.02	32.80	32.74	48.48	44.48	36.74	22.50	36.9
38.10	38.20	38.66	53.90	52.06	49.60	53.96	52.06	67.30	52.2

縮率、収縮限界、液性限界、塑性限界、遠心力含水當量等である。

試験結果は一括して表-1に掲げた。

〔1〕 機械的分析の結果

二三の土を除いては何れも洗泥部分以下 (0.075 粒以下) 60 % 以上を含み、最大 90 % に及ぶものもある。関東ロームの 90 %, 黄土の 82~96 % に較べれば、割合に多いが、普通の風化土壌の 20~40 % に比して著しく大きい。粘土分 (0.005 粒以下) は 20~67 % であり、関東ロームの 52 % に較べれば、さう過大ではない。勿論此の程度の粒度では、著しい粘着性土壌と言ふべきであり且成層個所が現在沼地であることを考へれば非常に大きい間隙率を有する土壌を構成し、軟弱地盤となつて居ることは想像し得ることである。

〔2〕 自然含水量及堅硬度

採取した試料はすべて地下水面以下であるから、空隙はすべて水で満ちて居ると考へるべきである。又土の剛性乃至流動性は水分の多少に依つて決定されることは衆知の通りであり、従つて自然含水量を決定することは或る程度迄、自然状態に於ける土の状況を判断する基準を提供することになるのである。

故に含水量の決定は慎重に行はなければならない。

河水の運んだ土砂が沈積して出来た沼地に於ける土壌が、如何なる含水量を有して居るか、即如何なる程度迄壓密が進行して居るかは、土地の状況、土質、層の厚さ及び深さ、沈積してからの年月及水位等に依つて異なり簡単には判定出来ないが、土質から判断する場合には、土粒子の形状、即ち粒子が運搬される際の抵抗に及ぼすその形状の影響、土の粒度及び透水性等が問題となる。本實驗に於てはこの詳細に亘る餘裕がなかつたが、粘土量と自然含水量の關係を見出し、又その自然含水量と堅硬限界 (液性、塑性、収縮) との相關關係を求めることが出来た。

表-2

試 料	測定含水比	間隙比より 計算シタル 含水比	液性限界
B	40.5	43.5	38.9
W	34.3	40.5	51.3
V	68.1	78.4	81.7
P	42.0	50.8	53.3
U	109.0	117.3	116.4
e	102.0	102.6	133.2
h	132.8	120.0	114.6
b	94.5	94.0	103.3
f	68.2	74.5	76.6
g	81.0	80.0	96.1
L	174.5	202.0	202.6
X	122.5	118.0	138.4
l	128.8	127.0	142.2
i	99.3	98.5	121.2
j	124.8	132.5	113.3
R	155.2	152.0	167.4
k	318.2	348.0	361.0

自然含水量は表-2 に示した様に、30~70 % であつて、殆んど液性限界附近の含水量を保有して居る。これは地相がまだ新しく、壓密が進行して居ない状態であつて極めて不安定な地盤であることを示して居る。尚表-2 に於て測定含水比及び間隙比より計算した含水比を掲げたが、後者は現場から送つて來た試料が試験時に於て採取時と同じ含水量を保有して居るかどうか疑問であるから、試験時の間隙比を基礎として、間隙が全部水で満ちて居るといふ假定の下に計算したものである。

自然含水量は元來現場に於て採取直後に秤量して決定するのが正しいのである。本實驗に於ては以上二つの値に相當の差があり、又運搬時の脱水、湿水又は蒸發に依る収縮等は免れない。然しこれは實驗に對して致命的な缺點を爲すものではない。

自然含水比と粘土含有量との關係を圖示すると大體粘土量の増加に正比例して自然含水量が増加して居ることが分

る。(圖-1) 此の原理から、沈積層が脱水して壓密される際の抵抗は粘土分の量と正比例することが判断される。

粘土分が多くなれば単位容積内に含まれる粒子の総表面積が大きくなり、従つて脱水する際の粘性抵抗が増大する爲に土質が遲滞を醸るといふことは常識的に考へてもあり相なことである。圖-1には液性、塑性限界も合せて掲げて置いた。

液性限界、塑性限界は試料の w_L を除いては著しく大きいことはない。關東ロームの液性限界 94.2、塑性限界 60.3、丁度此の試料群の示す値の中間程度であるから、關東ロームに較べて粘土量の多い割合にこれらの限界が高いわけである。

又有機物を含む土は液性限界の大きい割合に塑性指数が小さいのが通例であるが、此等の土では圖-2に示す

圖-1

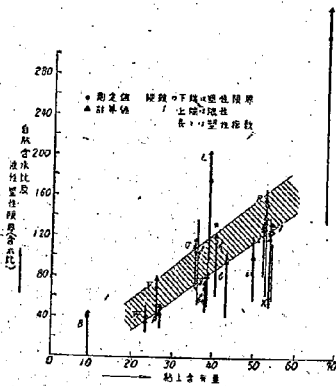


圖-3

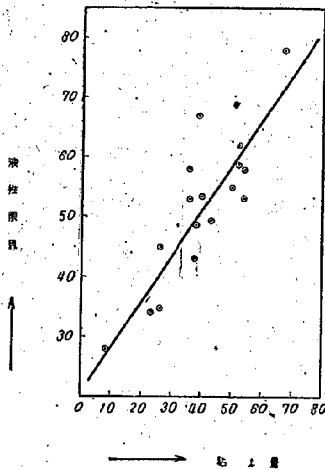


圖-2

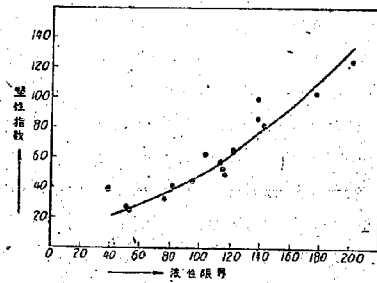
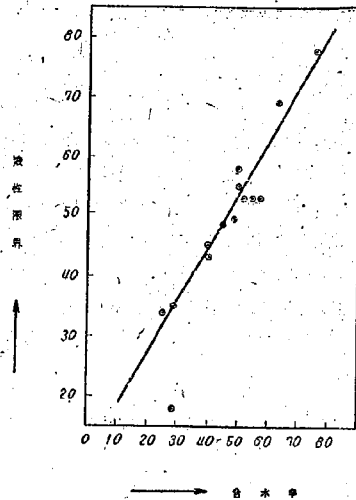


圖-4



際、液性限界と塑性指数とは上方に僅かに曲つた平らな曲線で表はされて居り、有機物の影響と思はれる様な著しい特異性は現はれて居ない。

尚粘土量と液性限界、自然含水量と塑性限界は直線關係を満足して居るので参考の爲 圖-3、圖-4 に掲げた。此等の理論的根據に就いては、稿を改めて述べることにする。

抄で自然含水量が液性限界附近であることは此の地盤がまだ流動状態に在ることを示して居るから注目しなければならぬ。外力が作用しない間は、或る程度迄粒子相互間の粘着力の爲摩擦抵抗を示すがこれは極めて不安定な粒子結合であつて、大きな外力が加はると、この粒子結合は破れ完全な流動状態に至るのが通例である。

III 剪 断 試 験

試験には三箱式小型剪断試験器を用いた。供試験寸法は $4 \times 4 \times 4$ 匁である。

一種類の試料に對して供試験の数は自然状態のもの2個、繰返して作製したもの2個、計4個である。垂直壓力は 2 kg/cm^2 及び 4 kg/cm^2 を選んだ。通常は一試料に就いて供試験の数は9個—12個が最小必要量であるが、本試験に於ては試料の量に制限されて十分満足な結果を得ることが出来なかつた。

表-3 に掲げた摩擦角及び粘着力の値は以上の理由に依り、必ずしも實際値その儘を採用したものではなく適當な修正を行つた。

表-3 から明らかな様に、砂質の試料 B, U, W を除いては何れも $2 \sim 8$ 度内外であり、粘着力も殆ど 1 匁/匁^2 に達しない。従つて地盤としての支持力は全く期待出来ないと云つてもよい。

尚液性限界附近の含水量を有する土の摩擦抵抗の測定方法には種々問題があるが、此處では觸れないことにする。唯液性限界附近の土に對して、摩擦抵抗の概念が運動に對して如何なる規準を與へるかに就いて大きな疑問が存在することは確かである。

IV 密 試 験

(代表的な試料 X (比較的砂質) 及び h (粘土質) に就いて) 密試験を行つた。衆知の通り密試験は、與へられた荷重に對する土の壓縮量を測定するのであるが、一種類の荷重に對して密試験を終了するに要する時間は試料の透水性に依つて異なるが大體 $8 \sim 1$ 日を必要とする。従つて一試料に就いて試験に要する日数は數十日に及ぶので、全體の試料に就いて試験を行ふことは出来なかつた。

沈下量 (荷重方向の壓縮量) は次の通りである。

荷 重 (kg/cm^2)	X	沈下量 (厚さ 1 cm 當り) (cm)	h
5.09	0.085	0.081	
10.18	0.110	0.098	
15.27	0.185	0.115	

従つて層の厚さを 20 m としたとき、 5 kg/cm^2 の荷重を受ければ、沈下量は X で 170 cm 、 h では 162 cm

表-3

試 料	摩擦角(度)	粘 着 力 (匁/匁 ²)
B	15°	0.2
W	8°	0.3
V	?	?
P	2°	1.0
U	10°	1.0
e	1.5°	0.1
h	2°	0.2
b	10°	0.2
J	1°	0
g	30° (?)	0
L	3°	0
X	2°	0.05
i	0.30°	0
i	?	?
j	0.30°	0
R	1.30°	0.03
k	2°	0.01

に及ぶであらう。然し、此等の沈下量に達する迄には長年月を要するし、又土の塑性流動の爲、堅密沈下以外の沈下が現はれて來ると思ふ。

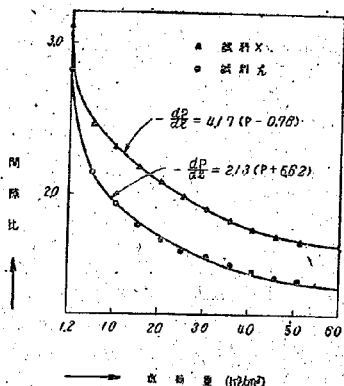
荷重と間隙比の減少の割合は、表-4 に掲げた。

圖示すれば 圖-5 の様になる。

表-4

載荷重 (kg/cm ²)	間 隙 比	
	X	h
0	2.81	8.10
5.09	2.16	2.44
10.18	1.92	2.30
15.27	1.78	2.17
20.37	1.68	2.07
25.46	1.63	1.98
30.55	1.57	1.90
35.64	1.51	1.82
40.73	1.47	1.76
45.82	1.44	1.71
50.91	1.41	1.68

圖-5



荷間隙比と荷重との間には次の関係が成立する。

$$e = -\frac{\log(p+B)}{A} + C$$

e は間隙比、 p は荷重、 A 、 B 、 C は常数である。これを書き直せば

$$-\frac{dp}{de} = A(p+B)$$

$-\frac{dp}{de}$ は壓縮係数と稱される。X、h に就いてこれを求めれば

	X	h
A	4.17	2.13
B	-0.78	5.62

となる。

V 結 論

以上の實驗から次のことが言へる。

- 土は河川の搬送せる通常の沈積土であつて、粘土量は非常に多いが、軟弱地盤の土質として考へればそう粘土量が多いことはない。
- 自然状態に於て未だ液性限界附近の含水量を有して居るから、現在成層位置に安定して居るものゝ外力を受ければ直ちに流動する危険がある。
- 剪断抵抗は摩擦角が 2° 内外のものが多から殆ど期待することは出来ない。且通常の剪断抵抗の概念を適用することには疑問がある。
- 堅密沈下は相當量に達すると思はれるが、これは長年月の間に生ずるのであるから土の流出沈下に較べて

あまり問題にならぬと思ふ。

尚現場で工事施工に先立つて、研究を行はねばならぬと考へられるのは次の諸點である。

1. 軟弱地盤の層の状態、即ち層の厚さ、傾斜等これによつて最も滑り易い面を見出して置くこと。この爲には相當廣範圍のボーリングを必要とする。

2. 瞬間的及び継続的土の流動を研究すべきこと。即ち土塊としての流動運動に對する抵抗を如何にして求めるかである。

以上を知悉したる後工法、施工の検討を行ふべきであると考へる。

雑用セメントの土木材料としての 適應性に關する試験

内務技師 一 木 保 夫
内務技手 渡 部 麿
内務技手 清 水 道 貞

要 旨

最近ポルトランドセメントの不足を補ふため出現した雑用セメントの諸性質を試験し、土木材料として之を如何なる範圍にまで使用し得るかを求め、又その使用に當つての注意事項を求めたものである。

目 次

I. 總 説	(2)
II. 雑用セメント規格	(2)
[1] 規格の全文	(2)
[2] 解 説	(4)
III. 試料及び試験方法	(5)
[1] 試 料	(5)
[2] 試験方法	(5)
IV. 物理的性質	(6)
V. 軟練モルタル強度	(7)
VI. コンクリート強度	(10)
VII. 水メント比のコンクリート強度に及ぼす影響	(12)
VIII. 低温 (5°C) 養生によるモルタル及びコンクリートの強度低下	(14)
[1] モルタル	(14)
[2] コンクリート	(15)
IX. 風化によるモルタル及びコンクリートの強度低下	(16)
[1] モルタル	(16)
[2] コンクリート	(17)
X. Na_2SO_4 及び MgSO_4 溶液中に於けるモルタルの耐久性	(17)
XI. 鐵を錆びさせる性質	(19)
XII. 試験結果の要約	(20)
XIII. 結 論	(22)
附 録: 雑用セメントに關する文獻	(23)

I. 總 説

最近セメント焼成用石炭の不足に起因する、ポルトランドセメント焼塊の不足を補ふため、低強度の雑用セメントが出現した。元来雑用セメントは、規格に明示してある通り、主として建築方面で壁塗用其の他の雑用に供するを目的としたものであつて、土木関係の構造物に用ふる従来のセメントとは嚴に區別しなければならぬものであるが、ポルトランドセメントの甚しく不足せる現下の情勢は、遂に雑用セメントをして土木工事にまで進出せしめんとする虞に已むを得ざる傾向を生じ、既に内務省關係の現場にもかなりこれが濫用を餘儀なくされてゐる状態である。

雑用セメントに関しては、昭和17年7月に臨時日本標準規格第271號が制定され、強度その他の品質に對する規格が定められたが、現在製造され市場に販賣されてゐるものが、如何なる程度の品質を有するものであるか、又これを土木關係の工事に使用するとすれば如何なる範圍にまで使用可能であるか、又その使用に當つての注意事項等に関し、使用者側としての試験成績無く全く不明であつたため、これに關し全面的な試験の必要に迫られ、昭和17年10月より當試験所に於てこれの試験を開始したのである。

雑用セメントには2つの群が考へられる。何れも高爐急冷鐵滓即ち水滓を主體とするものであるが、その第1群は水滓に15~25%のポルトランドセメント焼塊を混合したものであり、第2群は水滓に珪砂質混合材、セメント焼成窯粉塵、石灰、石膏等を混合したもの、即ちポルトランドセメント焼塊を混合しないものである。第1群は、高爐セメントの水滓分を多くしセメント焼塊分を少くしたものと考へることが出来、これには現在日本高爐セメント株式會社の水滓セメント、大阪窯業セメント株式會社の水滓セメントがある。第2群に屬するものとしては、日本高爐セメント株式會社のラスモルがあり、他に大阪窯業セメント株式會社のカタラスター、發城セメント株式會社のネオプラスター等があると聞く。現在のところセメントの統制はセメント焼塊として統制されてゐるから、セメント焼塊を使用した第1群に屬するものは統制品であり、セメント焼塊を使用しない第2群に屬するものは統制外品となつてゐる。

次に雑用セメントの價格については、昭和17年7月20日商工省告示第794號によつて、水滓セメントのセメント共販株式會社最高販賣價格は、40kg入3層紙袋計で1t當り28圓60銭と定められてゐる。普通ポルトランドセメントは50kg入3層紙袋計で1t當り30圓である。

本試験は昭和17年10月より、東京近郊の内務省關係の現場に運給された日本高爐水滓セメント、日本高爐ラスモル及びセメント統制會、内務省大阪土木出張所より提供された大阪窯業水滓セメントにつき、種々の試験を行つたものであり、その結果を茲に報告し、土木關係使用者側の資料に供せんとするものである。

試験に當り、モルタル關係の試験は主として渡部技手之を擔當し、コンクリート關係の試験は主として清水技手之を擔當した。

II. 雑用セメント規格

[1] 規格の全文

雑用セメントに關しては、昭和17年7月に臨時日本標準規格第271號が制定されたが、その全文を次に掲げる。

臨時日本標準規格 第271號

雑用セメント

本規格・時間=錯：臨時的=制定シタルモノニシテ當分ノ内之ニ依ルモノトス

第一章 總 則

第一條 本規格ハ建築用其ノ他雜用ニ供スル「セメント」類ニ之ヲ適用ス

第二條 雜用「セメント」ハ下記原料ノ2以上ヲ適當ニ混合、粉碎シテ製造スルモノトス

1. 「ポルトランドセメント」焼塊
2. 高爐急冷鐵滓
3. 「セメント」焼成窯粉塵
4. 建築質混合材
5. 石 膏
6. 石 灰
7. 其ノ他之等ニ準ズル性質ヲ有スルモノ

第二章 試験法及包裝

粉末度

第三條 粉末度ハ臨時日本標準規格第140號「セメント」第七條ニ依ル

凝 結

第四條 雜用「セメント」ハ 15°C 乃至 26°C ニ於テ注水ヨリ24時間以内ニ凝結ヲ終ルコトヲ要ス

凝結ノ終結ニ關スル試験ハ臨時日本標準規格第140號「セメント」ノ第八條ニ示ス方法ニ依ル

膨脹龜裂

第五條 雜用「セメント」ハ次ノ試験ニ於テ膨脹龜裂(歪曲ヲ含ム)ヲ生ゼザルコトヲ要ス

膨脹龜裂ノ試験ハ臨時日本標準規格第140號「セメント」ノ第九條ニ依リテ模範形體ヲ製作シ浸水法ニ基キ下記

ノ方法ニヨリテ行フモノトス

模範形體2箇ヲ成形後約2日間ヲ經テ水中ニ浸シ26日間ニ於テ膨脹龜裂ノ有無ヲ檢ス

此ノ期間ニ於ケル水ノ溫度ハ 15°C 以下ニ降ラシメザルコトヲ要ス

模範形體ハ其ノ浸水前ニ於テ乾キ過グルトキハ收縮ノ爲ニ龜裂ヲ生ズルコトアリ。此ノ龜裂ハ膨脹龜裂ト見誤ラルル虞アルヲ以テ注意スルコトヲ要ス

強 度

第六條 雜用「セメント」ノ強度ハ臨時日本標準規格第140號「セメント」ノ第十一條乃至第十三條ニ依リ製作シタル供試體ヲ用ヒ同第十四條ニ示ス抗折試験及耐壓試験ニ依リテ之ヲ定ムルモノトス

抗折試験及耐壓試験ハ成形後7日(濕空中)及28日(濕空中7日間、水中21日間)ヲ經タル供試體ニ付之ヲ行ヒ次表ノ規定ニ合格シ且28日ノ値ハ7日ノ値ヨリ大ナルコトヲ要ス

成形後ノ日數	抗折力(kg/cm ²)	耐壓力(kg/cm ²)
7日	10以上	80以上
28日	18以上	80以上

抗折試験ハ各3箇ノ供試體ニ付耐壓試験ハ各6箇ノ供試體ニ付之ヲ行ヒ平均値ヲ以テ其ノ成績ヲ表ハスモノトス

供試體ハ成形後約2日ヲ經テ脫型スルモノトス

第七條 供試體ノ製作ニ用フル標準砂ハ臨時日本標準規格第140號「セメント」ノ第十五條ニ依リ、「モルタル」ノ軟度ハ同規格ノ第十七條ニ依ル

第八條 強度試験用機械及器具ハ臨時日本標準規格第140號「セメント」ノ第六章ニ依ル

試験用水及試料

第九條 試験用水及試料採取は臨時日本標準規格第149號「セメント」の第十九條及第二十條ヲ準用スルモノトス

包装及重量

第十條 雜用「セメント」ノ受渡ニ用フル重量ノ單位ハ純トス

第十一條 雜用「セメント」ハ包装ノ外面ニ於テ雜用「セメント」タルコトヲ明ニシ且「ポルトランドセメント」燒塊ノ有無、他ノ主要原料名、正味重量(kg)及製造所名ヲ明記スルモノトス

〔2〕解 説

第1條にその使用箇所を示してある通り、雜用セメントは臨時日本標準規格第149號に規定された構造物に用ふる普通のセメントとは嚴に區別しなければならぬものである。主として建築方面で、防火改修用、塗裝用、貯水槽、木造小住宅全般、木造建築3階建の基礎、床及び外壁、溝渠等を用途として造られたものである。

第2條に7種の原料を挙げ、それ等の2以上を適當に混合粉砕するものとして、混合割合については何等規定していないが、これは低強度ではあるが量を得易くするためと、各種原料が相互に作用して互に長所を發揮し、所要強度を發揮するを期したものである。

製品の比重については何等規定を設けてゐない。

第3條に粉末度が規定されてゐるが、第2條に示してある原料の中には、單獨では水硬性を有せざるものや又その發現十分ならざるものがある。之等の2以上を混合粉砕し、常溫にて水硬性を發揮せしむるには相當微粉なるを要する。従つてセメントの場合と同様に、日本標準規格第408號に規定された標準細篩0.089により篩分け、その残存量12%以下と規定されてゐる。

第4條の凝結の時間については、普通のセメントでは15~25°Cに於て注水より1時間以後に凝結を始め、10時間以内に凝結を終るべきことに定められてゐるが、雜用セメントでは凝結が一般に遅く、且つ組成が複雑であるため、その凝結の始發は恐らく多種多様であつて決定に困難であるから、始發の時間は規定されず、注水より24時間以内に凝結を終ればよいことになつてゐる。

第5條の膨脹龜裂は、普通のセメントでは浸水法又は煮沸法により試験し、侵蝕形跡を成形後凡そ24時間を経て水中に浸すことに定められてゐるが、雜用セメントでは供試體が水中で崩れるおそれがあるから、浸水法だけが規定されてゐて、成形後約2日間を経て水中に浸すことに定められてゐる。

次に第6條に規定されてゐる1:2軟練モルタル(水セメント比65%)の強度の規格は、普通のセメントの場合の約1/2である。雜用セメントの目的は、前述の如く比較的強度を要せぬ箇所に使用し、構造用セメントの不足を補はんとするにあるから、低強度であるのみならず初期の硬化遅く、短期強度特に3日強度の如きは期待出来ないのて、7日及び28日強度のみを規定してある。硬化が著しく遅いので供試體は成形後約2日を経て脱型するものとし、脱型後直ちに水中養生を行ひ難いため成形後7日間は濕空中におき、その後水中養生をすることに定められてゐる。又雜用セメントと雖も強度の増進は絶対に必要であるから、28日の強度は7日の強度より大なることを要する旨定められてゐる。

マグネシヤ、無水硫酸、灼熱減量等は規定されてゐない。

第11條の規定は、包装の外面に雜用セメントたることを明記して構造用セメントと混同されない様に區別し、且つポルトランドセメント燒塊の有無、その他主要原料名を記し、その種類より来る各種雜用セメントの性質を知らしめ、以てその特長の利用に便ならしめたのである。又正味重量及び製造所名を明記して、重量並びに品質に對し責任の所在を明確にしたのである。

III. 試料及び試験方法

[1] 材

試験に供せる雑用セメントは、日本高塩水洋セメント6箇、大阪薬業水洋セメント2箇、日本高塩ラスモル3箇、計11箇で、各種類に就いて1箇づゝは特二箇範圍の試験を行い普通ポルトランドセメントと比較した。比較用の普通ポルトランドセメントは常陸セメント株式会社の製品を使用した。

[2] 試験方法

(1) 物理的性質

粉末度、凝結、膨脹収縮等の物理的性質の試験は臨時日本標準規格第271號によつた。規格には、比重、凝結の始發、煮沸法による膨脹収縮等は定められてゐないが、普通のセメントと比較するため之等についても試験を行った。

(2) 軟練モルタル強度

臨時日本標準規格第271號により、配合重量比 1:2、水セメント比 65% の標準を發生せる軟練モルタルの抗折力と耐圧力を試験した。規格には材齡 7 日と 28 日の強度のみ規定してあるが、本試験では材齡 3 日、7 日、28 日、3 月及び 6 月の強度を求めた。

(3) コンクリート強度

配合容積比 1:2:4 (スランプ 10 cm 程度の軟練りのものとスランプ 0~1 cm の硬練りのもの) 及び 1:3:6 (スランプ 0~1 cm の硬練り) の標準を發生せるコンクリートの、材齡 7 日、28 日、3 月及び 6 月に於ける壓強及び曲げ強度を試験した。

供試體は、壓強試験では $\phi 15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ の圓筒形、曲げ試験では $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 75 \text{ cm}$ の梁形を使用した。型にコンクリートを填充後、壓強試験供試體では 3 日後、曲げ試験供試體では 4~7 日後脱型し、7 日以後標準湿度の水槽中に入れて養生した。

コンクリートの配合を容積比で表はす場合の、雑用セメント 1 m^3 の重量は、容量 21 の容器を軟練モルタルのフローテーブルにのせ、之にセメントを 3 層に入れて毎層 60 回宛落させしめ、その場合の重量を測り、之と同じ方法による普通ポルトランドセメントの重量を測定して 1 m^3 の重量を定めた。

使用せる骨材は、細骨材は多摩川産砂、比重 2.72、單位容積重量 1474 kg/m^3 、空隙率 46%、粗粒率 1.45 のもの、粗骨材は多摩川産砂利、大さ 60 mm 以下、比重 2.61、單位容積重量 1706 kg/m^3 、空隙率 32%、粗粒率 7.57 のものである。砂が細粒に過ぎコンクリート材料としては良好でないが、他の適當な砂の入手が困難であつたため之を使用した。

(4) 低溫發生によるモルタル及びコンクリートの強度低下

i) モルタル

配合重量比 1:2、水セメント比 65% の軟練モルタルを、製作後直ちに型枠のまゝ 5°C の恒温室に入れ、原則として 2~4 日後、特に硬化の遅いものは硬化をまつて脱型し、7 日を経て 5°C の水中に入れて養生し、標準 (21°C) 養生のものと強度を比較した。試料 No. 4、No. 8、No. 10 及び比較用の常陸普通ポルトランドセメントについては、28 日間 5°C 養生、その後は標準養生を行ひ、その他の試料については試験日まで全期間 5°C 養生を行った。

ii) コンクリート

配合は容積比 1:2:4、軟練りと硬練りのものにつき、 5°C 養生せる場合の壓強強度を求め、標準養生のものと

比較した。供試管製作後直ちに型枠のまま 5°C の室に入れ、5~7 日で脱型し、脱型後供試管は湯釜又は温ボイラで製つて養生した。長期試験のものは 28 日を経て 5°C 室より取出し、その後は標準 (21°C) 養生を行つた。

(5) 風化によるモルタル及びコンクリートの強度低下

試料を解袋して試験室内に厚さ約 5 cm に揃り、2 日に一度づつ切返して風化を促進せしめ、2 週、4 週及び 8 月風化による 1:2 モルタルの強度の變化を求め、又 4 週風化の試料による 1:2:4 コンクリートの強度の低下を求めた。

(6) 耐久性

雑用セメントの耐久性を判断する一つの手段として、4 cm × 4 cm × 16 cm の軟練モルタル供試管を 28 日間標準養生後、Na₂SO₄ 10% 溶液及び MgSO₄ 10% 溶液に漬け、その後 28 日、3 月及び 6 月で強度試験を行ふと共に外面の侵蝕状態を観察し、標準養生同材料のものと比較し、且つ普通ポルトランドセメントの場合と比較した。溶液は最初の 1 ヶ月間は 1 週に一度新しい溶液と取換、その後は半月に一度、2 ヶ月後は 1 ヶ月に一度取換た。

(7) 鉄を錆びさせる性質

雑用セメントの試験中、モルタル及びコンクリートの鉄型が著しく錆び、普通セメントと異り、鉄を錆びさせる性質を有するものがあることを認めたので、4 cm × 4 cm × 16 cm の軟練モルタル供試管の中に長さ 60 mm、直径 10 mm のよく磨いた鉄片を入れ、空气中養生と水中養生のものにつき 28 日、3 月、6 月後の鉄片の錆の多少を検査した。

IV. 物理的性質

比重、粉末度、凝結、膨脹龜裂等の物理的性質試験の結果は表-1 の如くである。

表-2 は比較用の普通ポルトランドセメントの物理的性質試験の結果である。

表-1 雑用セメントの物理的性質

試料番號	比 重	粉末度 (%)	凝 結				膨 脹 龜 裂	
			水 量 (%)	室 温 (°C)	始 凝 (時—分)	終 凝 (時—分)	浸 水 法	煮 沸 法
No. 1	2.95	2.8	27.8	16.0~23.6	1—12	8—14	完 全	完 全
No. 2	2.95	3.4	30.0	16.0~23.6	4—10	8—52	完 全	完 全
No. 3	2.93	1.0	30.3	15.0~19.1	7—21	11—40	完 全	完 全
No. 4	2.95	1.9	30.3	15.0~19.5	5—47	10—02	完 全	脱 板
No. 5	2.94	1.3	30.0	18.5~21.0	5—34	9—43	完 全	完 全
No. 6	2.95	1.5	30.0	18.5~21.0	5—03	7—47	完 全	完 全
No. 7	2.92	4.0	31.3	15.0~19.1	9—08	12—58	完 全	完 全
No. 8	2.93	3.4	33.3	15.0~19.1	10—14	13—12	完 全	完 全
No. 9	2.84	4.9	27.5	16.0~23.6	13—31	18—12	完 全	完 全
No. 10	2.86	1.0	29.4	15.0~19.1	15—54	20—20	完 全	完 全
No. 11	2.83	1.2	28.0	18.5~21.0	6—25	10—57	完 全	完 全
雑用セメント規格	—	<12	—	15.0~25.0	—	<24—00	完 全	—

表-2 比較用普通セメントの物理的性質

試験項目	比 重	粉末度 (%)	凝 結				膨 脹 龜 裂	
			水 量 (%)	重 温 (°C)	始 發 (時—分)	終 結 (時—分)	浸 水 法	煮 沸 法
試験結果	3.12	4.1	29.0	15.0~19.1	5—52	8—29	僅かに歪曲を認む	完 全
普通セメント規格	>3.05	<12	—	15.0~25.0	>1—00	<10—00	完 全	完 全

表-1 を見るに、試料 No. 1~No. 8 は第1群に屬する水洋セメント、No. 9~No. 11 は第2群に屬するものであるが、比重は第1群に於ては 2.92~2.95 平均して 2.94、第2群に於ては 2.83~2.86 平均 2.84 となつてをり、第1群は高強セメントに近く、又第2群は性質混合セメントに近い値を示してゐる。

粉末度は第1群に於ては 1.0~4.0%、大體 1~2% のものが多く、第2群に於ては 1 箇は 4.9% となつてゐるが他は 1.0% 及び 1.2% である。何れも規格の限度 12% よりも遙かに小さく、普通セメント程度の粉末度を示してゐる。

凝結の始發は、第1群に於ては 1 時間 12 分といふ著しく早いものもあるが、他は 4 時間 19 分~10 時間 14 分で大體に於て 5~6 時間で凝結を始めるものが多く、一定してゐない。第2群の No. 11 は 6 時間 25 分であるが他は 13 時間 31 分及び 15 時間 54 分、第1群のものに較べて遅くなつてゐる。又凝結の終結は第1群では 12 時間 58 分、13 時間 12 分のものもあるが他は 7 時間 47 分~11 時間 40 分、大體に於て 9~10 時間で凝結を終るものが多い。第2群で No. 11 は 10 時間 57 分であるが、他は 18 時間 12 分、20 時間 20 分で第1群に比して著しく遅い。第1群の内でも No. 1~No. 6 は同一工場の製品であり、No. 7 と No. 8 は他の工場の製品であるが、後者は前者よりも凝結の始發、終結共に遅い様である。しかし 11 箇の試料は何れも規格の 24 時間以内に凝結を終つて合格してゐる。

膨脹龜裂は、浸水法による場合 No. 7 と No. 8 は歪曲を生じ、前者は硝子板に毛狀の龜裂を生じ、後者は硝子板から脱板したが、その他の試料は異狀なく規格に合格してゐる。煮沸法では No. 4、No. 8、No. 10 及び No. 11 が歪曲を生じて脱板し、その他は完全であつた。

表-2 の比較用普通セメントの試験結果を見るに、凝結時間がかなりおそく、浸水法による膨脹龜裂試験で僅かに歪曲を認めたが、品質の著しく低下せる最近のセメントとして已むを得ざるものであらう。

V. 軟練モルタル強度

配合重量比 1:2、水セメント比 65% の軟練モルタル強度試験の結果は、表-3 の通りである。数字の下に線を引いたものは規格に不合格のものを示す。

表-4 は比較用普通セメントに就いての試験結果である。

表-3 雑用セメント軟練モルタル強度 (配合重量比 1:2、W/C=65%、21°C 養生)

試料番號	フロー	抗 折 力 (kg/cm ²)					耐 壓 力 (kg/cm ²)				
		3 日	7 日	28 日	3 月	6 月	3 日	7 日	28 日	3 月	6 月
No. 1	211	13.3	25.9	33.5	42.7	53.4	32.3	72.4	131	180	30
No. 2	205	5.0	15.0	32.8	55.4	60.8	15.6	52.7	115	173	199

表-3 (続き)

試料番號	フロー	抗折力 (kg/cm ²)					耐圧力 (kg/cm ²)				
		3日	7日	28日	3月	6月	3日	7日	28日	3月	6月
No. 3	190	3.0	12.2	38.5	47.8	56.0	8.9	35.4	116	138	180
No. 4	134	2.2	11.9	27.4	45.2	51.6	9.0	41.4	86.0	128	161
No. 5	207	6.2	16.7	23.1	46.1		13.0	37.3	77.5	97.6	
No. 6	183	4.6	11.3	27.3			11.1	35.3	85.3		
No. 7	186	7.5	15.5	43.7	65.3	76.6	24.5	48.3	145	206	252
No. 8	172	5.0	21.2	45.8	65.6	77.7	17.3	66.1	132	223	221
No. 9	220	1.2	7.5	30.5	34.1	41.4	3.2	25.5	131	169	185
No. 10	204	—	8.3	30.3	42.4	53.4	4.3	31.6	120	146	167
No. 11	223	10.4	28.2	39.9			30.3	84.0	132		
雑用セメント規格	—	—	>10	>18	—	—	—	>30	>80	—	—

表-4 比使用普通セメント軟練モルタル強度 (配合重量比 1:2, W/O=65%, 21°C 養生)

試験項目	フロー	抗折力 (kg/cm ²)					耐圧力 (kg/cm ²)				
		3日	7日	28日	3月	6月	3日	7日	28日	3月	6月
試験結果	191	20.3	44.4	67.4	87.7	90.6	74.0	150	287	293	267
普通セメント規格	—	>10	>20	>30	—	—	>35	>70	>150	—	—

表-3 より、成形後 28 日までの耐圧力を図示すれば 図-1 の如くであり、又抗折力は 図-2 の如くである。長期の耐圧力及び抗折力を図示すれば、夫々 図-3 及び 図-4 の如くなる。

図-1 雑用セメントモルタル耐圧力

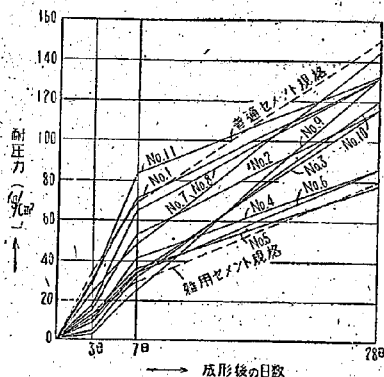


図-2 雑用セメントモルタル抗折力

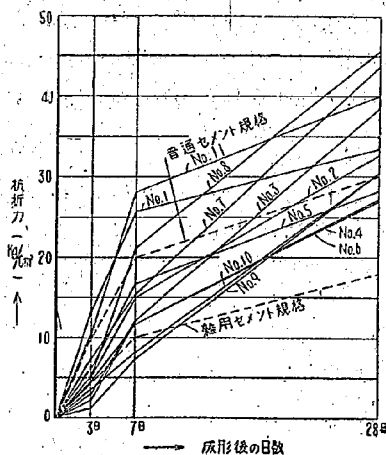


圖-3 雑用セメントモルタル長期耐圧力

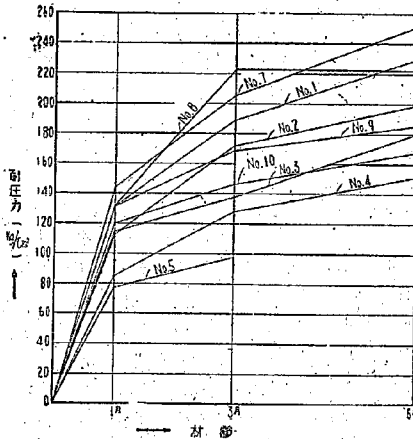


圖-4 雑用セメントモルタル長期抗折力

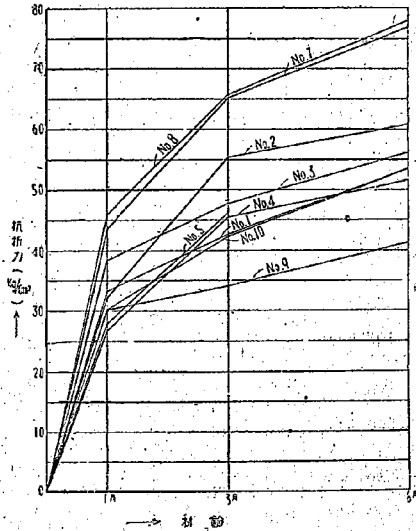


表-3 を見るに、水セメント比 65% のときのモルタルのフローは、試料 No. 4 では 134 と云ふ小さな値を示してゐるが、その他は 170~220 程度、平均して 200 となつてゐる。

表-3 及び 圖-1 より、モルタルの耐圧力は、試料 No. 5 の 28 日及び No. 9 の 7 日耐圧力が規格値以下となつてゐるが、その他は何れも規格に合格し、しかも規格値を遙かに越えて 28 日で 110~130 kg/cm^2 のものも多く、中には No. 7 の 145 kg/cm^2 の如く普通セメントの規格値に近い値の出てゐるものもある。抗折力については、試料 No. 9 及び No. 10 の 7 日抗折力が規格値以下であるが、その他は何れも規格に合格し、しかも規格値を遙かに突破してをり、普通セメントの規格値以上になつてゐるものも多い。

茲に注意すべきは試料 No. 1~No. 6 は同一種類の、しかも同一工場の製品でありながら、その間に相當程度の開きがあるのは、この種セメントの品質のむらを生じ易いことを如實に示してゐるものである。このことは製造者側に於ても充分認めてゐるところであり、使用者側に於ては最も注意を要する點である。

第 2 群に屬するもの、特に No. 9 と No. 10 は、第 1 群に屬するものに比して初期の強度が著しく小さいが、28 日以後に於ては第 1 群に屬するものと略々同程度の強度を示した。No. 11 は No. 9 又は No. 10 と全く異つた強度の發生状態を示してゐるが、之も同一工場の同一種類の製品であり、品質のむらは茲に於ても認められる。

28 日以後の強度は、圖-3 及び 圖-4 に見る如く、中には No. 8 の如く 3 月以後の耐圧力の増進が止つたものもあつたが、多くは 6 ヶ月まではかなりの増進率を以て増進してゐる。普通のセメントに比して 28 日以後の強度の増進率が比較的大なるは、この種不活潑なセメントの特色であると考えらる。

表-4 の比較用普通セメントモルタルの 6 月耐圧力は 3 月よりも下り、28 日耐圧力よりも小となつてゐるが、之は最近の品質低下による變則的なセメントと見做される。この傾向は、後に掲げる表-15 にも現れてゐる。

VI. コンクリート強度

21°C の標準温度の水中で養生せるコンクリートの、強度試験の結果は表-5 に示す如くである。但し表中の單位容積重量は、材齢 28 日に於ける壓縮強度試験供試體の重さより計算せる値である。

表-6 は比較用普通セメントによるコンクリート強度試験結果である。

表-5 雑用セメントコンクリート強度 (21°C 養生)

試料番号欄の括弧内はセメント 1 m³ の重さを示す。

試料番号	配合 (容積比)	水セメン ト比 (%)	スラン プ (cm)	フロー	單位容積 重量 (kg/m ³)	壓縮強度 (kg/cm ²)				曲げ強度 (kg/cm ²)			
						7 日	28 日	3 月	6 月	7 日	28 日	3 月	6 月
No. 1 (1400 kg)	1:1:2	47	12	195	2334	123	173	206		19.4	35.1	50.7	
	1:2:4	74	7	185	2335	59	99	125		8.5	24.2	35.1	
	1:3:6	95	1	160	2320	25	52	94		3.2	9.3	15.1	
No. 4 (1500 kg)	1:2:4	60	0	140	2340	46	90	114	134	13.8	20.2	32	34
	1:2:4	77	10	180	2340	28	74	96	127	8.9	18.7	32	35
	1:3:6	95	1	140	2292	9	22	53	68	5.0	10.0	20	23
No. 5 (1400 kg)	1:2:4	65	0	155	2349	29	53	77		9.1	22	22	
	1:2:4	75	10	210	2338	20	49	62					
	1:3:6	77	0	160	2262	20	26	41		8.1	14	14.2	
No. 6 (1400 kg)	1:2:4	66	1	160	2316	24	61	132					
	1:2:4	76	10	210	2313	17	49	90					
No. 8 (1500 kg)	1:2:4	60	0	155	2315	62	145	225	231				
No. 10 (1500 kg)	1:2:4	50	0	140	2341	28	53	139	145	6.0	23.1	37.0	37.0
	1:2:4	65	11	170	2357	25	54	100	116	6.0	25.3	37.0	45.0
	1:3:6	77	0	160	2311	5.6	22	43	61	0.9	8.2	17.3	22.4
No. 11 (1500 kg)	1:2:4	64	0	155	2341	37	79	107		12.1	22	28	
	1:2:4	77	10	210	2341	28	67	74					
	1:3:6	87(70)	0	165	2385	29	68	82		6.1	12.3	18.7	

備考: 試料 No. 11 の 1:3:6 壓縮強度試験供試體では荒目の砂を用ひ、w/c=70% とした。

表-6 比較用普通セメントコンクリート強度 (21°C 養生)

配合 (容積比)	水セメン ト比 (%)	スラン プ (cm)	フロー	單位容積 重量 (kg/m ³)	壓縮強度 (kg/cm ²)				曲げ強度 (kg/cm ²)			
					7 日	28 日	3 月	6 月	7 日	28 日	3 月	6 月
1:2:4	55	0	145	2384	114	204	309	320	31.1	42.0	47	49
1:2:4	69	11	190	2362	91	178	225	256	24.6	36.8	44	43
1:3:6	75	0	170	2310	56	103	132		17.7	24.2	33	32

表-5 より、1:2:4 硬練り、1:2:4 軟練り及び 1:3:6 コンクリートの、材齢 28 日までの強度を圖示すれば、圖-5~10 の如くなる。水セメント比と強度との關係に就いては後に述べる。

表-5 に見る如く、試料によつてセメント 1 m³ の重さが同一種類の製品でも可なり異なり、同じ流動性を得るための水量にも相當開きがある。

強度は、試料によつて區々であるが、材齢 28 日に於ける基準強度の範圍は、1:2:4 硬練りは $53 \sim 145 \text{ kg/cm}^2$ で $55 \sim 90 \text{ kg/cm}^2$ のもの多く、1:2:4 軟練りは $49 \sim 69 \text{ kg/cm}^2$ で $50 \sim 70 \text{ kg/cm}^2$ のもの多く、1:3:6 は $22 \sim 68 \text{ kg/cm}^2$ で $25 \sim 50 \text{ kg/cm}^2$ のものが多くなつてゐる。曲げ強度に就いては説明を省略する。

第2群に屬する No. 10 及び No. 11 はモルタル強度の大なる割にコンクリート強度が出てゐない。

圖-5 雑用セメントコンクリート圧縮強度 (1)
(配合 1:2:4, スランプ 0~1 cm)

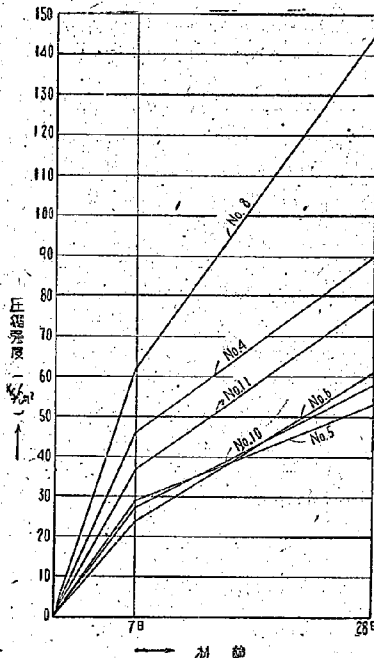


圖-6 雑用セメントコンクリート曲げ強度 (1)
(配合 1:2:4, スランプ 0~1 cm)

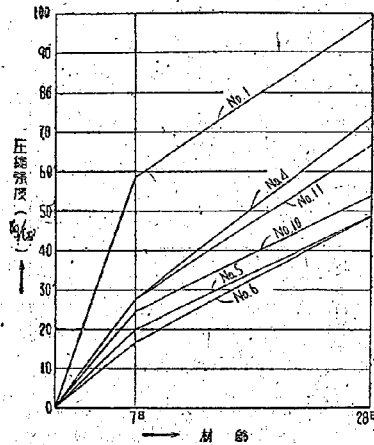


圖-7 雑用セメントコンクリート圧縮強度 (2)
(配合 1:2:4, スランプ 約 10 cm)

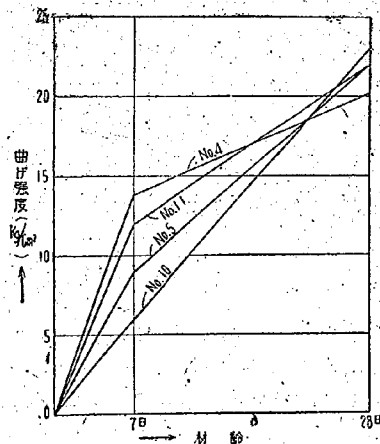


図-8 雑用セメントコンクリート曲げ強度 (2)
(配合 1:2:4, スラブ約 10 cm)

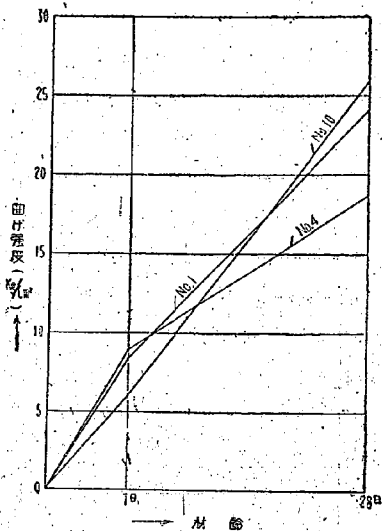


図-9 雑用セメントコンクリート圧縮強度 (3)
(配合 1:3:6, スラブ 0~1 cm)

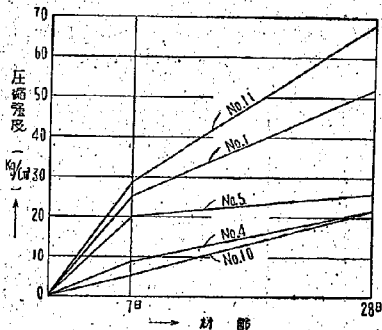
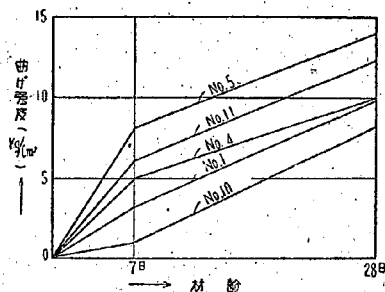
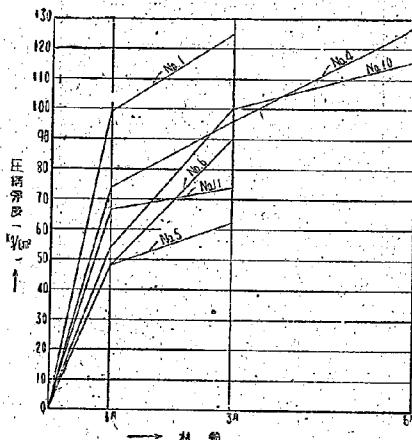


図-10 雑用セメントコンクリート曲げ強度 (3)
(配合 1:3:6, スラブ 0~1 cm)



材齢 28 日以後の強度増進を、配合 1:2:4 の軟練りについて図示すれば 図-11 の如くになり、6 ヶ月まではモルタルと同様かなりの増進率を示してゐる。

図-11 雑用セメントコンクリート長期圧縮強度
(配合 1:2:4, スラブ約 10 cm)



VII. 水セメント比のコンクリート強度に及ぼす影響

試料 No. 4, 6, 10 及び 11 に就いて、水セメント比を 60~80% に變へ、1:2:4 コンクリートの材齢 28 日に於ける圧縮強度に及ぼす影響を試験せる結果は 表-7 の如くである。

表-8 は比較用普通セメントについての試験結果である。

表-7 水セメント比の雑用セメントコンクリート強度に及ぼす影響

試料番号	水セメント比	スランパ (cm)	フロー	材齢28日に於ける 圧縮強度 (kg/cm ²)
No. 4	50	0	180	55
	60	0	140	71
	70	2	150	69
	80	11	185	51
	90	20	235	43
No. 5	50	0	190	48
	60	0	150	54
	70	2	175	51
	80	13	220	41
	90	19	255	32
No. 6	50	0	190	30
	60	0	155	72
	70	2	175	55
	80	15	220	47
	90	20	225	28
No. 10	50	0	145	56
	60	3	150	61
	70	19	215	52
	80	22	245	41
	90	23	260	23
No. 11	50	0	190	53
	60	0	150	72
	70	4	185	76
	80	17	225	65
	90	21	255	50

 表-8 水セメント比の普通セメントコンクリート
強度に及ぼす影響

水セメント比 (%)	スランパ (cm)	フロー	材齢28日に於ける 圧縮強度 (kg/cm ²)
50	0	180	175
60	3	140	206
70	12	200	177
80	20	230	115
90	22	250	69

表-7 を図示すれば 圖-12 の如く、又 表-8 を図示すれば 圖-13 の如くなる。

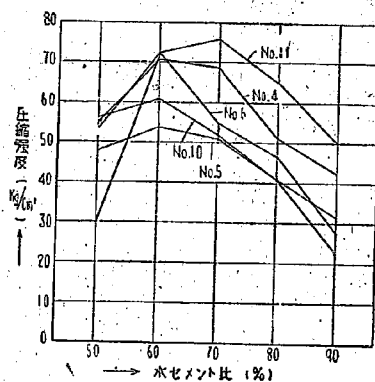
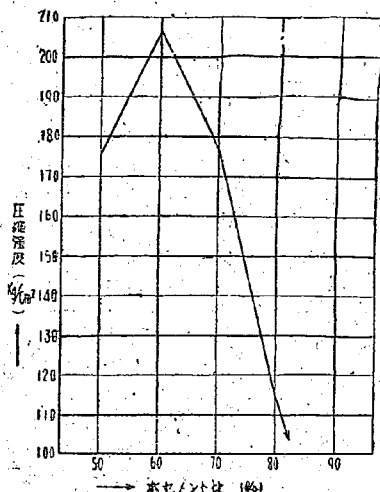
 圖-12 水セメント比と雑用セメント
コンクリート強度との関係


図-13 水セメント比と普通セメント
コンクリート強度との関係



今、便宜上概略の見方を付けるため、水セメント比を 70% から 80% に増した場合の強度の低下を、水セメント比 70% の場合の強度を 100 として求めれば、表-9 の如くなる。

表-9 $W/C=70\% \rightarrow 80\%$ の場合の強度の
低下 ($W/C=70\%$ の場合を 100 とす)。

試料	強 度 率	
	$W/C=70\%$ の場合	$W/C=80\%$ の場合
No. 4	100	74
No. 5	100	80
No. 6	100	85
No. 10	100	79
No. 11	100	85
比較用普通セメント	100	65

水セメント比のコンクリート強度に及ぼす影響は、雑用セメントに於けるよりも普通セメントに於て著しい傾向を認めたが、雑用セメントコンクリートは元々最適の水セメント比の場合に於ても、その強度は普通セメントコンクリートの強度に比すれば 1/2 とか 1/3 の低強度しか有しないのであるから、出来得る限り最高強度を與へる水セメント比に近い水比で施工すべく特に注意を拂ふべきであると考えへる。

VIII. 低温 (5°C) 養生によるモルタル及びコンクリートの強度低下

[1] モルタル

低温 (5°C) 養生のモルタル強度に及ぼす影響に關する試験結果は表-10 に示す如くである。表-3 及び表-4 の標準 (21°C) 養生のものに對する強度低下率を求め、表中括弧内に記した。中には低温養生のものが却つて標準養生のものより強度が大きく出たものもあつたが、この場合には強度低下率を 0 とした。

表-10 5°C 養生モルタル強度 (括弧内は標準養生のものに對する
強度低下率%, 表-3 及び 表-4 参照)。

試料番號	抗 折 力 (kg/cm ²)				耐 壓 力 (kg/cm ²)				備 考
	7 日	28 日	3 月	6 月	7 日	28 日	3 月	6 月	
No. 1	2.3 (91)	17.1 (49)	29.0 (32)		7.1 (60)	41.5 (68)	90.7 (52)		全期間 5°C 養生
No. 2	2.7 (82)	22.0 (33)	37.9 (32)		7.5 (86)	53.2 (54)	103 (58)		"
No. 3	1.8 (85)	15.2 (61)	20.4 (38)		5.9 (83)	46.9 (60)	93.7 (32)		"
No. 4	1.4 (88)	15.8 (42)	34.8 (23)	44.8 (13)	8.6 (79)	41.6 (52)	111 (13)	152 (0)	28日間 5°C 養生
No. 7	5.8 (68)	17.7 (59)	38.1 (42)		12.4 (74)	47.5 (67)	95.2 (54)		全期間 5°C 養生

表-10 (續き)

試料番號	抗折力 (kg/cm ²)				耐圧力 (kg/cm ²)				備 考
	7 日	28 日	3 月	6 月	7 日	28 日	3 月	6 月	
No. 8	8.3 (81)	26.1 (43)	56.0 (15)	70.2 (10)	22.1 (67)	69.6 (47)	200 (6)	209 (5)	28日間 5°C 養生
No. 9	0.6 (92)	7.1 (77)	16.8 (51)		2.0 (92)	32.5 (75)	67.3 (90)		全期間 5°C 養生
No. 10	0.0 (89)	25.0 (17)	35.2 (17)	70.3 (0)	6.4 (80)	86.0 (28)	132 (0)	206 (0)	28日間 5°C 養生
普通セメント	10.3 (56)	60.0 (11)	76.9 (12)	88.1 (8)	70.8 (68)	189 (84)	273 (8)	276 (0)	28日間 5°C 養生

表-10 に見る如く、雑用セメントモルタルは何れも低温による強度の低下著しく、殊に 7 日強度の如きは殆んど強度を發生し得ぬまでに低下する。28 日耐圧力に於ては 5~7 割程度の低下を示し、普通セメントに比して低下率は遙かに大である。28 日間 5°C 養生し、その後標準 (21°C) 養生を行つたものは、3 月でかなり強度を取戻し、6 月では最初から標準養生せるものと殆んど同じ強度が出てゐる。即ち低温期間の短かゝつたものは、普通セメント同様にその後の養生によつて徐々に強度を取戻す。

[2] コンクリート

低温 (5°C) 養生のコンクリート強度に及ぼす影響に関する試験結果は表-11 に示す如くである。表-5 及び表-6 の標準 (21°C) 養生のものに對する強度低下率を求め、表中括弧内に記した。

表-11 5°C 養生コンクリート強度 (28 日間 5°C 養生、その後は標準養生、括弧内は標準養生のものに對する強度低下率 %、表-5 及び表-6 参照)。

試料番號	配 合 (容積比)	水セメント比 (%)	スランパ (cm)	圧 縮 強 度 (kg/cm ²)			
				7 日	28 日	3 月	6 月
No. 4	1:2:4	60	0	14 (70)	53 (41)	90 (21)	113 (16)
	1:2:4	77	10	7 (75)	22 (70)	66 (81)	91 (28)
No. 8	1:2:4	60	0	29 (53)	77 (47)	209 (7)	215 (7)
No. 10	1:2:4	50	0	6.8 (76)	29 (50)	104 (25)	110 (23)
	1:2:4	65	11	4.5 (82)	23 (57)	94 (6)	115 (1)
普通セメント	1:2:4	55	0	77 (32)	171 (16)	279 (10)	323 (0)
	1:2:4	60	11	48 (47)	115 (35)	209 (7)	218 (15)

表-11 に見る如く、モルタルの場合と同様に、低温による強度の低下著しく、殊に低温時に於ける 7 日強度の如きは殆んど期待出来ない。材齡 28 日に於ける圧縮強度は、4~7 割程度の低下を示し、普通セメントコンクリートに比し低下率は大である。28 日以後の標準養生 (21°C) によつて徐々に強度を取戻してゐるが、材齡 6 ヶ月に於ても尙初期の低温の影響が認められる。

以上の試験結果より、元々強度小なる雑用セメントを低温時に使用するは危険であり、低温時の使用は禁すべきであると結論される。

IX. 風化によるモルタル及びコンクリートの強度低下

[1] モルタル

2週、4週及び3ヶ月間促進風化せしめたる試料による、1:2 軟練モルタル強度試験の結果は表-12 の如くである。表-3 及び 表-4 の新鮮な試料の場合に對する強度低下率を求め表中括弧内に記した。

4週間風化せしめた試料につき、比重と凝結時間を測定せる結果は表-13 の如くである。

表-12 促進風化せる試料によるモルタル強度 (括弧内は強度低下率 %, 表-3 及び 表-4 参照)

試 料	風化期間	フ ロ ー	抗 折 力 (kg/cm ²)			耐 圧 力 (kg/cm ²)		
			7 日	28 日	3 月	7 日	28 日	3 月
No. 4	2 週	183	10.3	29.2 (0)	35.4	29.1	76.8 (11)	99.0
	4 週	171	7.6	26.0 (5)	30.5	23.3 (44)	59.0 (31)	95.2 (26)
	3 月		硬 化 せ ず					
No. 8	2 週	166	16.6	46.7 (0)	68.2	50.1	139 (0)	217
	4 週	168	13.0	56.4 (0)	69.3	37.8 (43)	124 (5)	171 (23)
	3 月		—	37.5 (18)		—	74.1 (44)	
No. 10	2 週	215	8.3	29.5 (3)	38.6	49.3	89.9 (25)	103
	4 週	229	7.7	28.3 (7)	29.8	28.5 (10)	48.0 (60)	100 (32)
	3 月		硬 化 せ ず					
普通セメント	2 週	189	33.4	62.2 (8)	83.2	110	230 (20)	278
	4 週	194	20.1	57.2 (15)	76.0	83.6 (44)	200 (30)	247 (17)
	3 月	192	13.4	42.5 (37)	56.9	43.5	130 (55)	167

表-13 4週間促進風化せる試料の比重と凝結時間

試 料	比 重	凝 結			
		水 量 (%)	蜜 温 (°C)	始 發 (時—分)	終 結 (時—分)
No. 4	2.91	31.4	15.0~19.1	1—47	12—18
No. 8	2.88	34.3	15.0~19.1	4—53	17—10
No. 10	2.81	30.0	15.0~19.1	20—06	25—51
普通セメント	3.12	30.3	15.0~19.1	8—56	10—51

表-12の結果は非常に不揃ひであつて、促進風化4週間までは風化による強度低下率が普通セメントより小さいものもあり (No. 8 の如く)、又大きいものもある。然し3ヶ月風化のものは、普通セメントの28日間圧力は5.5割の低下であるに對して、雑用セメントでは殆んど硬化しない。之より見て一般に雑用セメントの風化は、普通のセメントに比すれば遙して速いものと判斷される。特に、第2群に屬する試料 No. 10 の如きは、風化による強度の低下が著しく大であつた。

又表-13に見る如く比重は何れも風化によつて小となり、凝結の時間は、No. 4 及び No. 8 は始凝が早くなり、終凝が速くなつてゐるが、No. 10 では始凝終凝ともに新鮮なものより遅くなつてゐる。比較用普通セメントでは始凝、終凝ともに遅くなつてゐる。

[2] コンクリート

4週間促進風化せしめた試料による 1:2:4 コンクリートの壓縮強度試験結果は表-14の如くである。表-5 及び表-6 の新鮮な試料の場合に對する強度低下率を求め、表中括弧内に記した。

表-14 より見るに、雑用セメントは風化によるコンクリート強度の低下が著しい。試料 No. 10 の28日間壓縮強度の如きは、4週間促進風化によつて7割低下してゐる。試料 No. 8 はモルタルの場合も同様であつたが、他のものに比して良好な結果を示してゐる。

表-14 4週間促進風化せる試料によるコンクリート強度
(括弧内は強度低下率%, 表-5 及び 表-6 参照)

試 料	配 合 (容積比)	水セメント比 (%)	スランパ (cm)	フ ロ ー	壓 縮 強 度 (kg/cm ²)	
					7 日	28 日
No. 4	1:2:4	77	16	215	8.5 (66)	42 (43)
No. 8	1:2:4	80	0	155	49 (21)	151 (0)
No. 10	1:2:4	65	3	160	0.8 (98)	18 (70)
普通セメント	1:2:4	69	8	170	80 (12)	182 (0)

X. Na_2SO_4 及び MgSO_4 溶液中に於けるモルタルの耐久性

耐久性を判斷する一つの手段として、4 cm×4 cm×16 cm の軟練モルタル供試體を28日間標準養生後、 Na_2SO_4 10% 溶液及び MgSO_4 10% 溶液に漬け、その後28日、3月及び6月で強度試験を行い標準養生同材齢のものと比較し、外面の侵蝕状態を觀察したが、その結果を表-15~17にまとめる。比較のため普通ポルトランドセメントについても同じ試験を行った。

表-15 と、表-16 及び表-17 の強度を比較するに、 Na_2SO_4 又は MgSO_4 溶液中に浸漬せるものの方が却つて標準養生のものより強くなつてゐるものもあり、強度によつて之等の影響を判斷することは出来ない。殊に普通セメントモルタルの強度は表-4にも見た如く全く變動的な傾向を示し比較用としては不適當なものであつた。供試體外面の侵蝕状況は、 Na_2SO_4 溶液中に浸漬したものは却つて普通セメントの方が28日+6月で外面に僅かの龜裂を生じ、雑用セメントの方には異状を認めなかつた。

又 MgSO_4 溶液中に浸漬した場合には、普通セメントでは28日+6月で外面に僅かの龜裂を生じたが、28日

表-15 標準養生モルタル強度

試 料	フ ロ ー	抗 折 力 (kg/cm ²)			耐 圧 力 (kg/cm ²)		
		28日+28日*	28日+3月	28日+6月	28日+28日	28日+3月	28日+6月
No. 4	192	28.2	45.0	56.2	97.7	136	181
No. 8	175	58.6	73.6		200	242	
No. 10	220	36.6	46.7	54.6	117	141	176
普通セメント	194	72.1	85.3	74.9	274	283	253

* 28日+28日は、この場合には結局56日間標準養生を行ったことを示す。28日+3月も同様にこの期間中標準養生を行ったことを示す。溶液中に浸漬したものと同材齢なることを示すためこの様に記した。

表-16 Na₂SO₄ 10% 溶液中浸漬モルタル強度

試 料	抗 折 力 (kg/cm ²)			耐 圧 力 (kg/cm ²)			備 考
	28日+28日	28日+3月	28日+6月	28日+28日	28日+3月	28日+6月	
No. 4	40.6	53.6	56.6	102	136	188	異状なし
No. 8	75.0	83.7		193	233		28日+3月まで異状なし
No. 10	43.1	60.2	57.3	138	163	172	異状なし
普通セメント	102	107	54.1	337	288	267	28日+6月試験に於て供試体の外面に僅かの龜裂を生ず

* 28日+28日は、28日間標準養生、その後28日間 Na₂SO₄ 溶液に浸漬することを示し、28日+3月は28日間標準養生、その後3ヶ月間 Na₂SO₄ 溶液に浸漬することを示す。

表-17 MgSO₄ 10% 溶液中浸漬モルタル強度

試 料	抗 折 力 (kg/cm ²)			耐 圧 力 (kg/cm ²)			備 考
	28日+28日	28日+3月	28日+6月	28日+28日	28日+3月	28日+6月	
No. 4	46.0	61.9	64.4	110	143	174	28日+3月試験にて外面に僅かの龜裂を生じ、28日+6月までに相當進行す
No. 8	76.1	93.1		197	213		28日+3月まで異状なし
No. 10	55.3	65.3	74.4	139	169	259	28日+3月試験にて外面に僅かの龜裂を生じ、28日+6月までに相當進行す
普通セメント	90.5	94.1	77.7	277	281	200	28日+6月試験にて外面に僅かの龜裂を生ず

* 28+28日、28日+3月等は、表-16 に於けると同様のことを示す。

+3月では異状を認めなかつた。雜用セメントの No. 4 と No. 10 では28日+3月で外面に僅かの龜裂を認め、それが28日+6月までに相當進行した。即ち Na₂SO₄ 溶液中に於けるよりも、MgSO₄ 溶液中に於ける方が侵蝕が大であつた。No. 8 では28+3月まで異状を認めなかつた。

以上より綜合して、普通セメントが比較用として不適当なものであつたため、強度の點では明確に出来ないが、外觀より見れば Na₂SO₄ 又は MgSO₄ 溶液中に於ける雜用セメントの侵蝕は、普通セメントと大差ないものと判

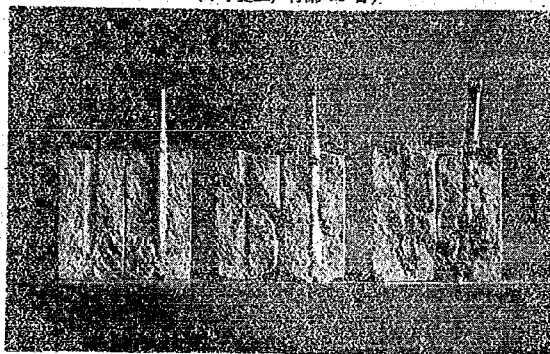
漸された。しかし之を既往の普通セメントについての侵蝕試験の結果と比較すれば、むしろ普通セメントよりも耐久性大なりと考へられる點もある。

XI. 鐵を錆びさせる性質

雑用セメントの試験中、モルタル及びコンクリートの鐵型が著しく錆び、普通セメントと異り明らかに鐵を錆びさせる性質を有することを認めたので、先づ直徑 5 cm、高さ 10 cm のモルタル中に直徑 10 mm のよく磨いた鐵片を竪竈-1 の如く中央に入れ、水中發生せる場合と空氣中發生せる場合の錆の發生狀況を調べた。材齡 4 週にて供試體を割つてみるに、水中發生のものも空氣中發生のものも、試料 No. 4、No. 10 共に錆を生じてをり、特に No. 10 の如きは著しく錆びてゐた。普通セメントでは勿論錆びてゐない。錆びの狀況を竪竈-1 に示す。

竪竈-1 雑用セメントモルタル中に於ける鐵錆發生狀況

(水中發生、材齡 28 日)



左…普通セメント、中…雑用セメント No. 4、右…雑用セメント No. 10

この方法では供試體の上面鐵片のまはりにパラフィンをぬつておいたのであるが、上面近くが特に錆びる傾向があり、この方法の缺點を見出したので、次には長さ 6 cm の鐵片を 4 cm × 4 cm × 16 cm の軟練モルタル供試體の中に完全に入れて、空氣中發生のものも水中發生のものについて、28 日、3 月及び 6 月後の鐵片の錆の多少を検査した。その結果を次に述べるが、この方法の方が前の方より結果を判斷するに都合がよかつた。

普通セメントでは勿論空氣中發生のものも水中發生のものも材齡 6 月まで全然錆を生じてゐない。

雑用セメント試料 No. 4 では、水中發生のものは材齡 6 月まで錆を生ぜず、空氣中發生のものは材齡 4 週にて既に多少の錆を生じた。しかし材齡 8 月、6 月でそれほど著しく錆が進行してはゐなかつた。

試料 No. 8 では、空氣中發生材齡 4 週のものに多少の錆を認めたが、ども材齡と共にあまり進行してゐなかつた。水中發生のものには全然錆を生じなかつた。

試料 No. 10 では水中發生のものには多少の錆を生じた程度であるが、空氣中發生のものにあつては錆の發生著しく、材齡 4 週から 3 月、6 月となるにつれ著しく進行し、6 月に於ては全面的に錆を生じ、腐蝕甚しかつた。

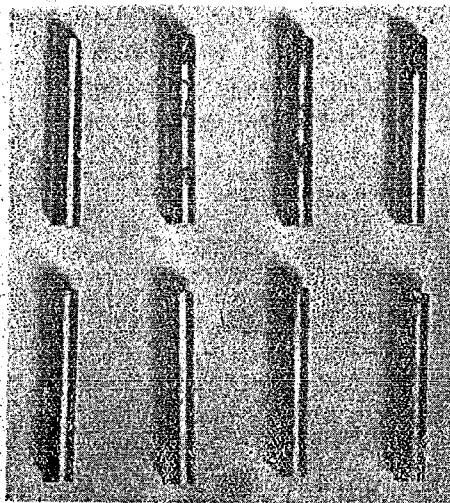
材齡 28 日及び 3 月に於ける錆の狀況を竪竈-2 及び竪竈-3 に示す。

寫眞-2 雜用セメントモルタル中に於ける鐵銹
發生狀況 (材齡 28 日)

上列 空氣中發生

下列 水中發生

左より順に普通セメント、雜用セ
メント試料 No. 4, No. 10, No. 8

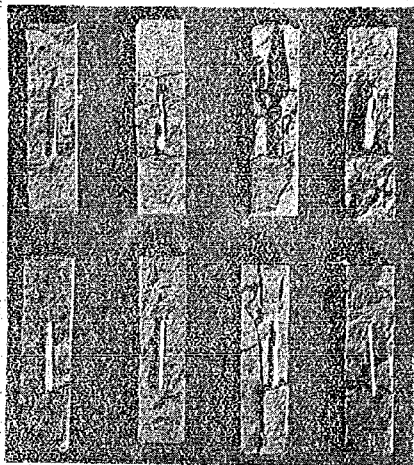


寫眞-3 雜用セメントモルタル中に於ける鐵銹
發生狀況 (材齡 3 月)

上列 空氣中發生

下列 水中發生

左より順に普通セメント、雜用セ
メント試料 No. 4, No. 10, No. 8



以上の結果より見るに、雜用セメントモルタル又はコンクリート中に於ては鐵に銹を生ずることが明らかで、特に乾燥せる状態に於て銹の發生は著しい。銹の生ずる程度は雜用セメントの種類によつて違ふが、中には第 2 群に屬する試料 No. 10 の如く、短時日の間に急激に鐵を腐蝕させるものもある。

故に鐵筋コンクリートに雜用セメントを使用することは絶対に禁すべきであり、用心のため少量の鐵筋を入れる無筋コンクリートにも雜用セメントを使用することは出来ない。

XII. 試験結果の要約

雜用セメント 11 箇の試料に關し、諸性質を試験せる結果を要約すれば次の如くである。

(1) 比重は第 1 群 (ポルトランドセメント塊を混合せるもの) に於ては平均 2.04 で高爐セメントに近く、第 2 群 (ポルトランドセメント塊を混合せざるもの) に於ては平均 2.84 で珪灰質混合セメントに近い値を示してゐる。

(2) 粉末度は 1~2% のものが多く、何れも規格の限度 12% よりも遙かに小で、普通セメント程度の粉末度を示してゐる。

(3) 凝結の始發は一定しないが、第 1 群では 5~6 時間で凝結を始めるものが多く、第 2 群では第 1 群よりも相違遅く 16 時間 54 分のものもあつた。

凝結の終結も一定してゐないが、第 1 群では 9~10 時間で凝結を終るものが多く、第 2 群では第 1 群に比して

著しく速く 20 時間 20 分のものもあつた。

しかし 11 箇の試料は何れも規格の 24 時間以内に凝結を終つて合格してゐる。

(4) 膨脹龜裂試験では、浸水法により歪曲を生じたものが 2 箇あつたが、その他は異状なく規格に合格してゐる。

(5) 軟練モルタル強度は、規格値以下のものも 2~3 あつたが、大體に於て規格値をかなり越えて、28 日の耐壓力 $110 \sim 130 \text{ kg/cm}^2$ のものが多く、中には普通セメントの規格値に近い値が出てゐるものもあつた。

しかし注意すべきは、同一種類の、しかも同一工場の製品でありながら、その内に相當強度の開きのあつたことである。之は製造者側に於ても充分認めてゐるところであり、この種セメントの品質にむらを生じ易いことは、使用者側に於て最も注意を要する點である。

第 2 群に於ては、第 1 群に比して初期の強度が著しく低かつた。

(6) 軟練モルタルの 28 日以後の強度は、多くは 6 ヶ月ではかなりの増進率を以て増進してをり、むしろ普通セメントよりも長期に於ける強度の増進率が大きであつたが、之はこの種不活潑なセメントの特色であると考へる。

(7) コンクリートの配合を容積比で表はす時の、セメント 1 m^3 の重さは、 1600 kg のものもあり、 1400 kg のものもあり、又 1800 kg のものもあつて一定しなかつた。雑用セメントは 1 袋 40 kg 入りであることを考慮し、 1 m^3 の重さは 1300 kg 位と考へてよいと思ふ。

(8) コンクリートの材齢 28 日に於ける壓縮強度は、1:2:4 硬練り (スランプ $0 \sim 1 \text{ cm}$) で $53 \sim 145 \text{ kg/cm}^2$ ($55 \sim 90 \text{ kg/cm}^2$ のものが多い)、1:2:4 軟練り (スランプ 10 cm 程度) で $49 \sim 90 \text{ kg/cm}^2$ ($50 \sim 70 \text{ kg/cm}^2$ のものが多い)、1:3:6 硬練りで $22 \sim 68 \text{ kg/cm}^2$ ($25 \sim 60 \text{ kg/cm}^2$ のものが多い) となつてゐる。

第 2 群に屬するものは、モルタル強度の大なる割にコンクリート強度が小さであつた。

材齢 28 日以後の強度の増進率は、6 ヶ月まではモルタルと同様かなりの増進率を示した。

(9) 水セメント比の増加によるコンクリート強度の減少は、むしろ普通セメントよりも著しくなかつた。

(10) 低温 (5°C) 發生によるモルタル強度の低下は著しく、7 日強度の如きは殆んど強度を喪失し得ぬまでに低下する。28 日耐壓力に於ては 5~7 割程度の低下を示し、普通セメントに比し低下率は遙かに大であつた。しかしその後の標準 (21°C) 發生によつて 6 ヶ月で殆んど強度を取戻した。

(11) 低温 (5°C) 發生によるコンクリート強度の低下はモルタルの場合と同様著しく、7 日強度の如きは殆んど期待出来ない。材齢 28 日に於ける壓縮強度は 4~7 割程度の低下を示し、普通セメントコンクリートに比して低下率は大である。28 日以後の標準 (21°C) 發生によつて徐々に強度を取戻したが、材齢 6 ヶ月に於ても尙初期の低温の影響が窺われた。

(12) 風化によるモルタル及びコンクリートの強度の低下は概して普通セメントに比して大なるものと判斷された。

(13) Na_2SO_4 又は MgSO_4 溶液中に於ける雑用セメントモルタルの侵蝕は、普通セメントと大差ないが、或はむしろ普通セメントよりも耐久性大なるものと判斷された。

(14) 雑用セメントは鐵を錆びさせる性質がある。雑用セメントモルタル中に入れておいた鐵片に、材齢 4 週にして既に錆を生じた。この錆の發生は空氣中發生即ち乾燥せるモルタルに於て著しく、水中發生せるものには錆を生じないものもあつた。第 2 群に屬するものは特に錆の發生甚しく、6 月で全面積に錆を生じ腐蝕甚しかつ

XIII. 結 論

た。雑用セメントの土木材料としての適應性に關し試験せる結果より結論すべし次の如くである。

使用の範圍に就ては

(1) 茲に試験せる 11 箇の試料は、稀に規格に不合格のものもあつたが、28 日の耐圧力 $110 \sim 130 \text{ kg/cm}^2$ のものが多かつた。この程度のものでは、道路の側溝、石積の目地、捨コンクリート、強さよりも重さが必要とする部分に使ふ既製ブロック等の、強さをあまり必要としない部分には使用してもよいと考へる。勿論道路の舗装であるとか、重要な構造部分に使用することは絶対に禁すべきである。

使用に當つては後に述べる注意を必要とする。

(2) 雑用セメントは鐵を腐蝕させるから、鐵筋コンクリートには絶対に使用を禁すべきである。用心のため少量の鐵筋を入れる無筋コンクリートにも使用することは出来ない。

使用に當つての注意事項としては

(3) 同一種類の、しかも同一工場の製品でありながら、品質に非常にむらが多い。之は、雑用セメントの品質が原料たる水澤の性質により大いに影響されるためであつて、この點は製造者側に於ても充分認めてみるところである。従つて使用者側に於てはこの點に最も注意を要し、使用に當つては必ず試験を必要とする。

(4) 第 2 群に屬するものは、モルタル強度の大なる割に、コンクリート強度が小さであつたが、この點は更に多くの試料について試験してみなければ分らないが、注意を要する點である。

(5) 雑用セメントを普通セメントと混合して使用するよりは、各々の使用箇所を嚴重に區別して別々に使用するべきである。もし混合して使用する時は、比重が異なるから、豫め空練りで混合する等充分な混合を期すべきである。

(6) 凝結、硬化が遅いから、養生期間、型枠存置期間を長くしなければならない。

(7) 元々強度が小さいのであるから、水セメント比を出来るだけ小さくし、充分に締固め、且つ充分な養生を施すべきである。

(8) 低溫時の強度の低下が著しいから、低溫時の施工は避くべきである。

(9) 風化の影響が大であるから、貯藏期間を出来るだけ短くし、新鮮な内に使用するべきである。

(10) 最近セメント代用品と稱して極く小規模の工場で造つたいかどはしい製品が相當出ている様であるが、之等については充分の警戒が必要である。

將來の希望としては

(11) 製造者側に於て、出来るだけ品質のむらを少なくする様に努力してもらいたい。

(12) 茲に試験せる雑用セメントは、昭和 17 年 10 月頃より 18 年 3 月頃までの製品であつて、所謂宣傳時代の比較的優秀なものであるが、もともと雑用セメントの規格に基いて製造されてゐる以上、規格最低限度までは品質の低下が豫想される。建築方面では現在の雑用セメント規格より一段低い規格でもよいと云ふ意見があり、近々規格が改正されて現在のまゝのもの (28 日の耐圧力 80 kg/cm^2) と一段低い養装用のもの (28 日の耐圧力 50 kg/cm^2) との一種になる様であるが、この種セメントを土木關係の低強度構造用セメントとして發達せしめるためには、現在の普通セメント規格と雑用セメント規格の中間にある規格を定めることが必要であると考へる。土木の構造物にも、低強度のセメントで充分なものが相當に多い。

(13) 雑用セメントの規格には、包装の外面に雑用セメントなることを明記し、且つポルトランドセメント牌

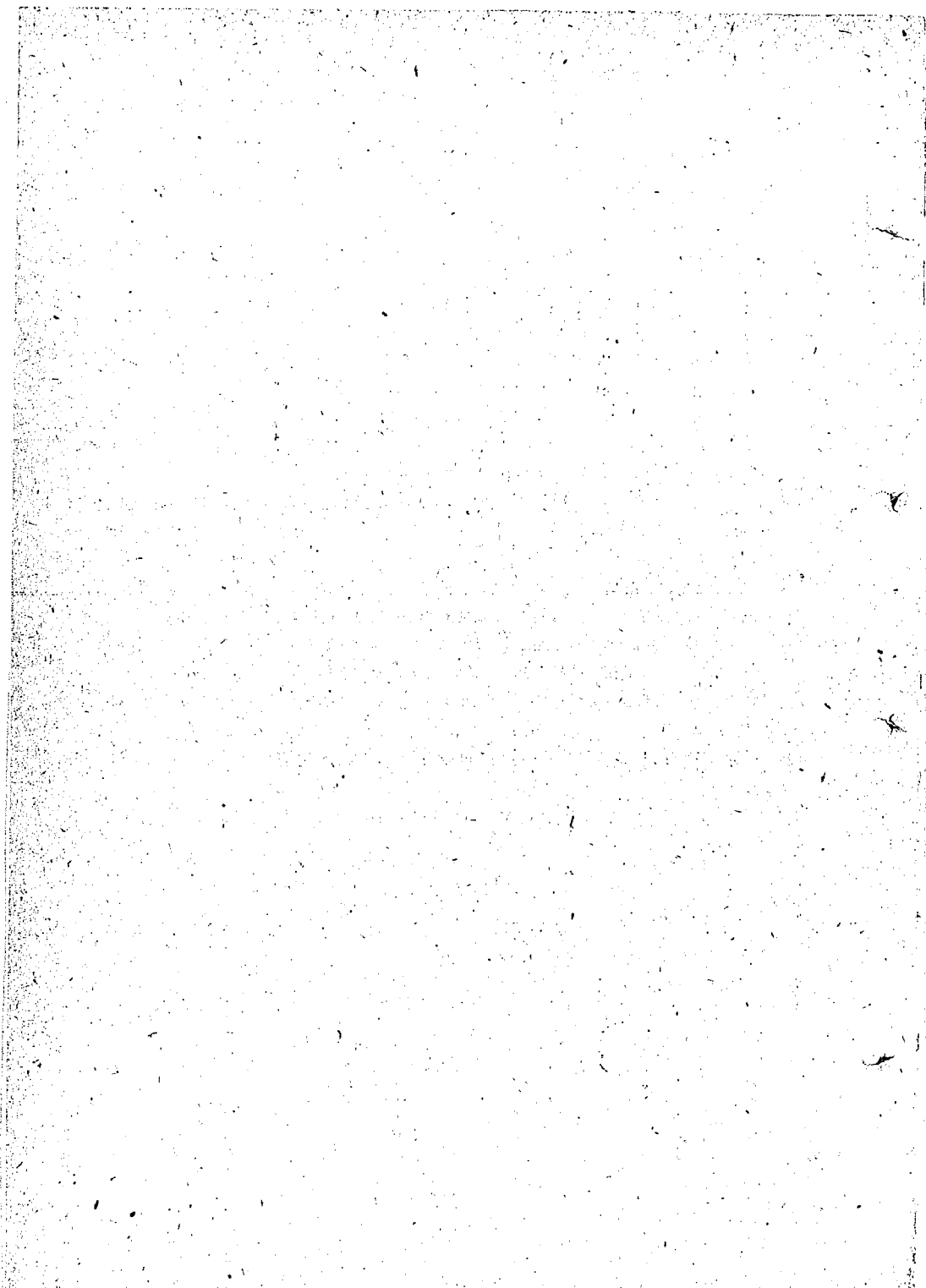
塊の有無、その他の主要原料名を明記することに定められてゐるが、最近市販のものゝ大部分には之等が全然記されてゐない。この點明記させる必要がある。

(昭和18年10月上旬)

附 録

雑用セメントに關する文獻

1. 宮川愛太郎: “水淬セメントに就て”, セメント界彙報 416 號, 昭和17年11月.
2. “水淬セメント”, セメント界彙報 416 號參考資料, 昭和17年11月.
3. 近藤泰夫: “水淬セメントに就て(第1報)”, 土木學會誌 29 卷1號, 昭和18年1月.
4. 小柳 勝藏: “雑用セメントに就て”, セメント統制會誌, 1 卷1號, 昭和18年4月.
5. 宮川愛太郎: “或種雑用セメントの風化及養生方法による強度の影響に就て”, セメント統制會誌 1 卷2號, 昭和18年6月.
6. 一木 保夫: “最近の雑用セメントに就て”, 道路 5 卷5號, 昭和18年5月.
7. 濱 田 稔: “戰時下セメントの生産品種と工事量との關係”, 建築雜誌 57 輯 698 號, 昭和18年5月.
8. 上杉欽治, 大熊謙郎: “高爐セメント及水淬セメントに關する二三の問題に就て”, セメント統制會誌 1 卷3號, 昭和18年6月.
9. “雑用セメントの使用に就て”, セメント統制會技術報告 2 卷1號, 昭和18年6月.
10. 近藤泰夫: “簡易コンクリート舗装に就て”, セメント統制會誌 1 卷4號, 昭和18年7月.
11. 一木 保夫: “雑用セメント試験報告”, セメント統制會誌 1 卷4號, 昭和18年7月.
12. 吉田 辰雄: “各種雑用セメントに就て”, 道路 5 卷8號, 昭和18年8月.
13. 永井彰一郎: “雑用セメントに關する試験研究(第1報)”, 大日本窯業協會雜誌, 51 集 601 號, 昭和18年8月.
14. “セメント座談會速記録”, 大日本窯業協會雜誌 51 集 608 號, 昭和18年8月.



本邦自記検潮器設置位置調査報告

内務技師 松 尾 春 雄

高潮、津浪等の現象或は災害の調査をする場合に我邦のどの地點に如何なる型式の検潮器の設置されてあるかを知る必要が極めて多く、又河川の水理を研究する場合にも之を必要とする事が多い。依つて當所に於て昭和17年5月乃至9月に表-1の各官廳會社に照會を發し、返事を得た資料を整理して之を表-2に示すと共にこれが所在を圖示した。圖は海岸のものと河川のものと別に示す事とした。

海岸のものは地方別に番號を附し、順序は其地方の太平洋の北部から南下し次に日本海岸の北部から南下して、番號を附した(例 關東-3)。

地方は下記の如く13地方に分けた。

樺太 北海道 奥羽 關東 中部 近畿 中國 四國 九州及琉球列島
臺灣 朝鮮 關東州 內南洋

特にケルビル型の検潮器は主要地點に設置されてをり、記錄の信用程度も高いと思ふから、他と區別し二重丸で圖示した。

河口に設置してある検潮器は海岸の圖にも又河川の圖にも重複して掲げた。但し番號は何れか一に従ふ。

河川の検潮器は水系別に各河川の上流から順に番號を附した(例 利根川-9)。

支派川のものは本川との合流點のすぐ上の番號に下附き文字を以て、矢張上流から利根川 8₁, 8₂, 8₃ の如くした。又本流の1番より上流の支川にあるものは 0₁, 0₂...として示した。

東京及び大阪附近は遼河及び小河川内のものを一括し、市内河川として番號に括弧を附して示した。密集した地域は別に擴大圖を以て示しこの中にあるものは一般圖には除外した。

自記検潮器明細表(表-3,4)は矢張り海岸と河川とに區別して前記と同様海岸は各地方別に、河川は水系別に番號を附して地方別に並列し夫々の番號、設置位置、型式(製作所名、水位の記錄範圍、縱軸、横軸の別)、記錄圓筒(直徑及長)、記錄紙(零點高(東京灣中等潮位上)、管理者、或は水系(河川の場合は河川名)、を記入した。

型式欄中には検潮器の製作所名を次の如く略記した。

明石製作所	明石
合名會社旭商會	旭
アレス商會	アレス
教育品製造會資會社	教育
三洋商會	三洋
鈴木製作所	鈴木
測機舍	測機舍

株式會社玉屋商店	玉屋
鶴見精機工作所	鶴見
株式會社中村淺吉測量器械店	中村
服部時計店	服部
廣澤製作所	廣澤
三笠測量器械株式會社	三笠

器械型式は同型式のものであつても製作が違ふ爲、異つた呼び方をするものは一つの名稱に統一した。即ち相形はリシヤール型にロール式はスクリュエ型とした。

圖-1~5に代表的な器械の外觀を示した。

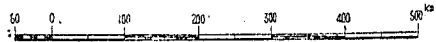
附記 本調査の資料の整理は主として當所南澤技手により行はれた。

河 川 (2)

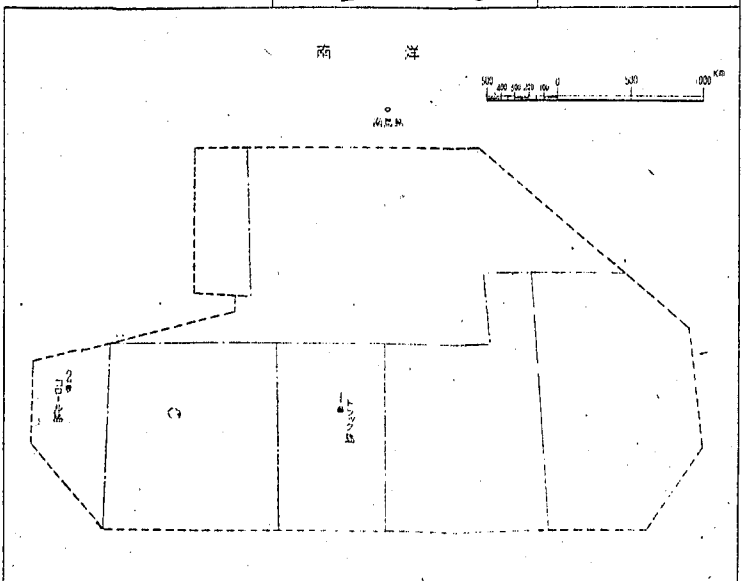
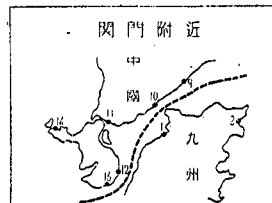
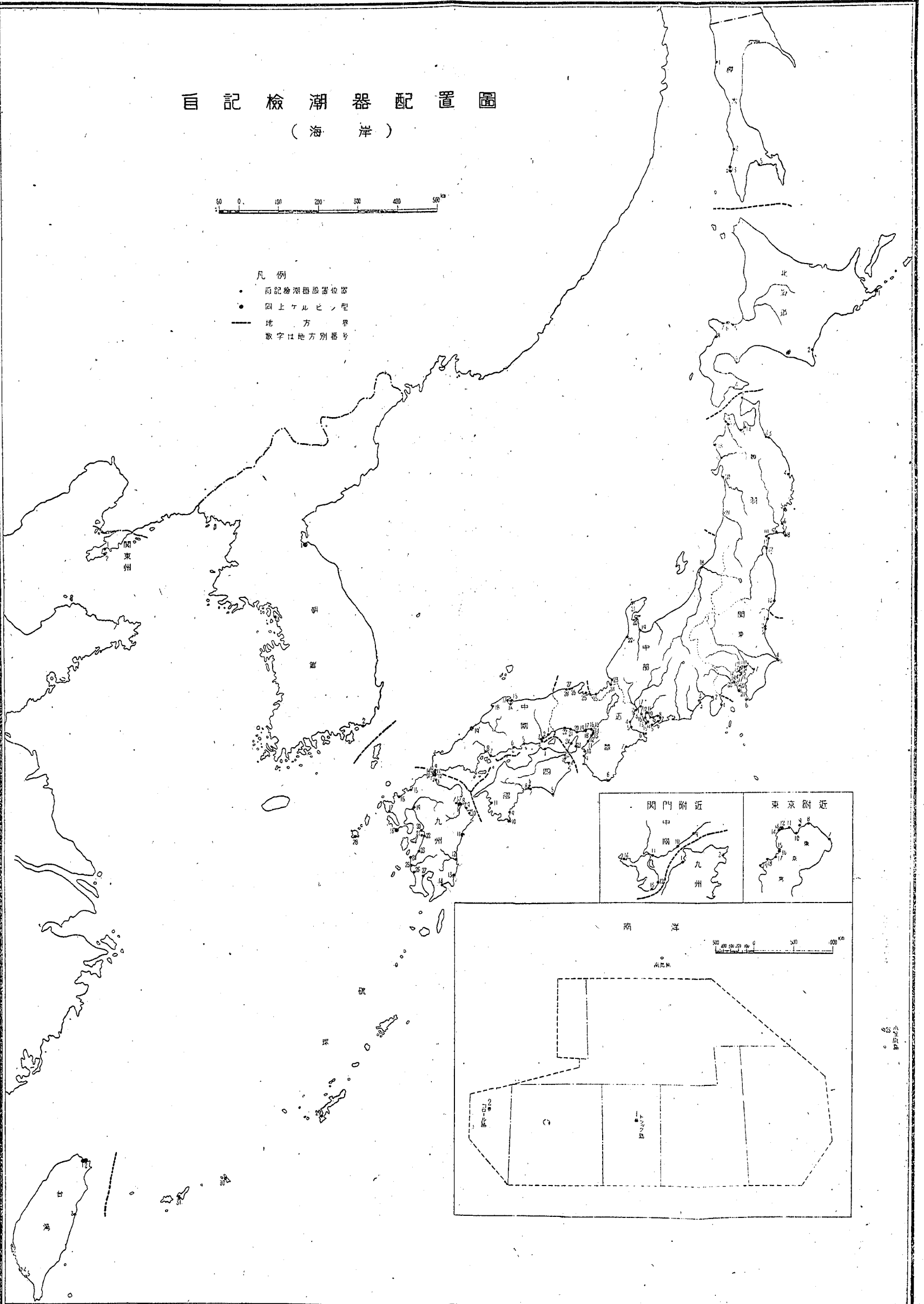
(関 東 地 方)



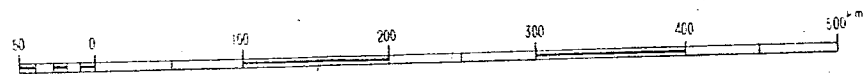
自記檢潮器配置圖 (海岸)



- 凡例
- 自記檢潮器設置位置
 - 同上ケルビン型
 - 地方界
 - 数字は地方別番号

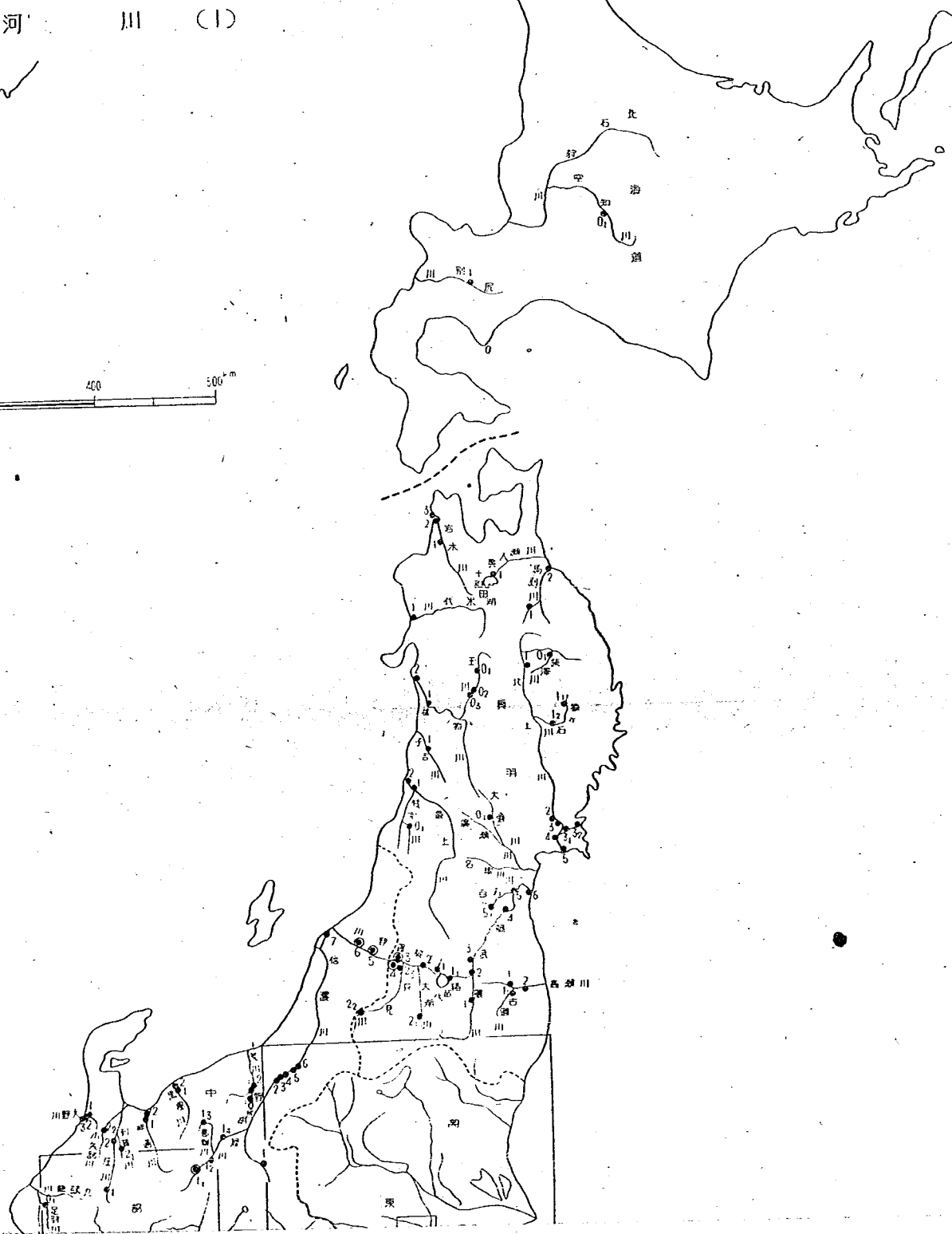


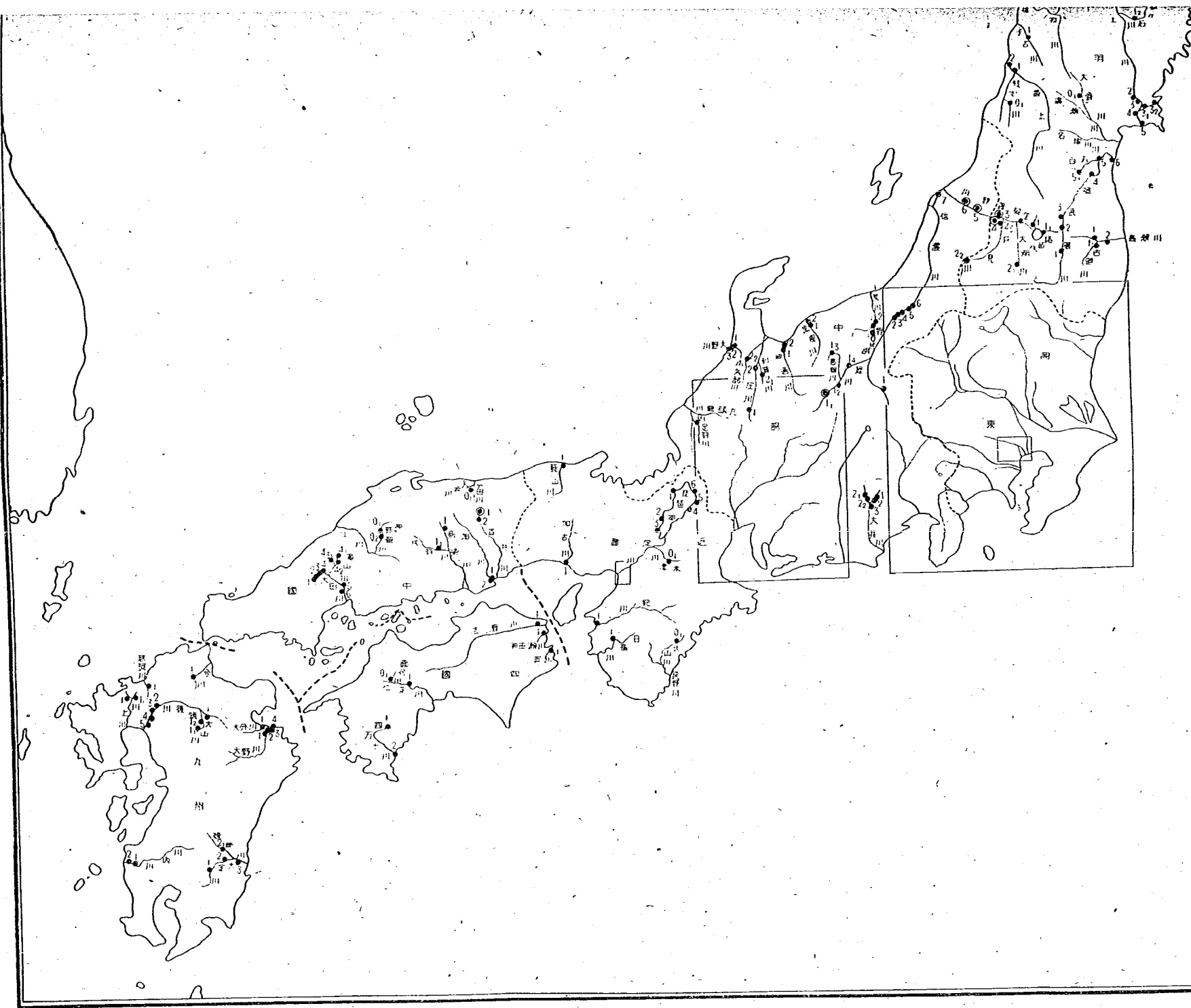
河川 (1)

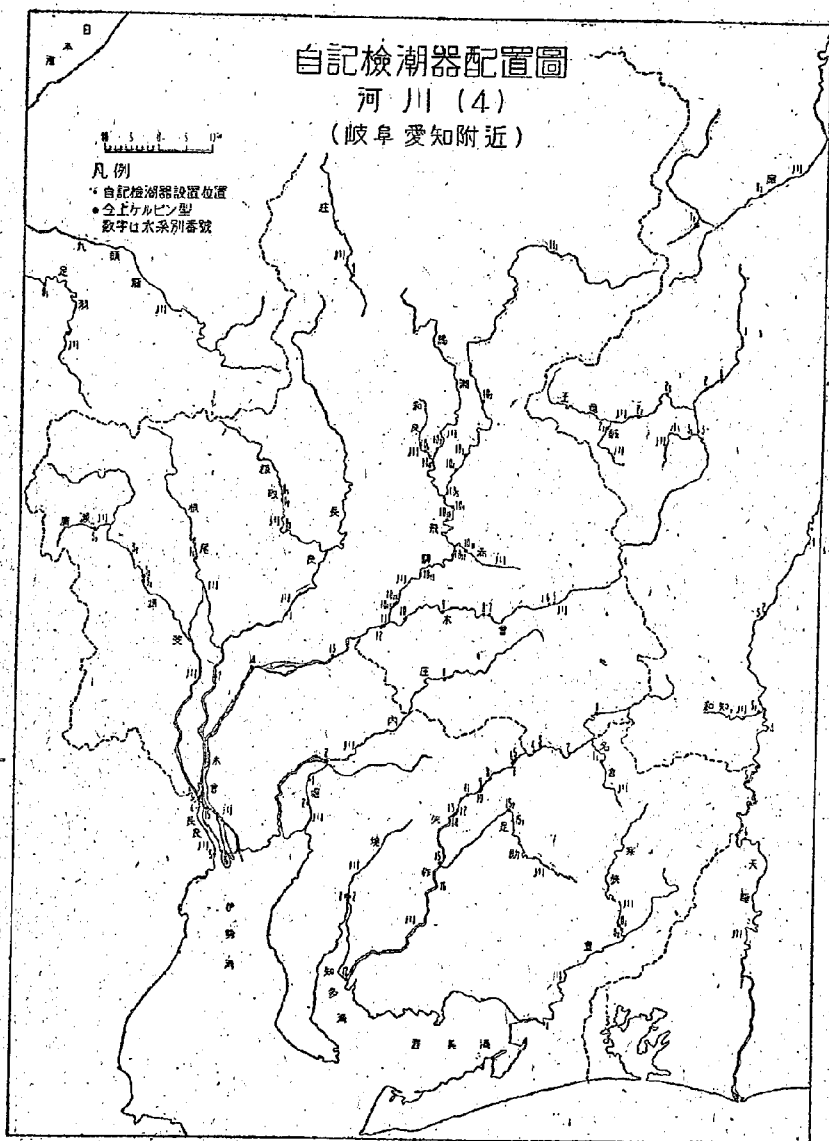


凡例

- 位置設置設備類檢定書
 ① 型ノルベル上
 ----- 地方界
 番号別系本は数字







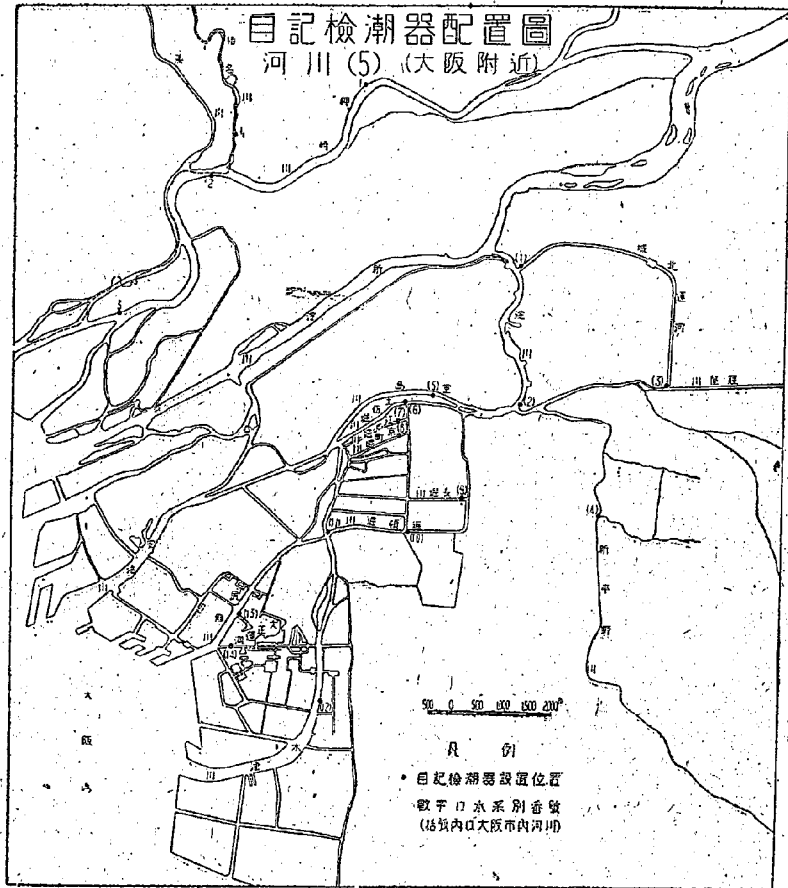


圖-1 ケルビン型検潮器

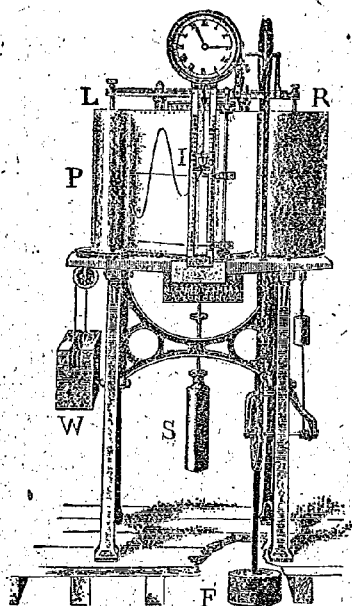


圖-2 アレス型検潮器

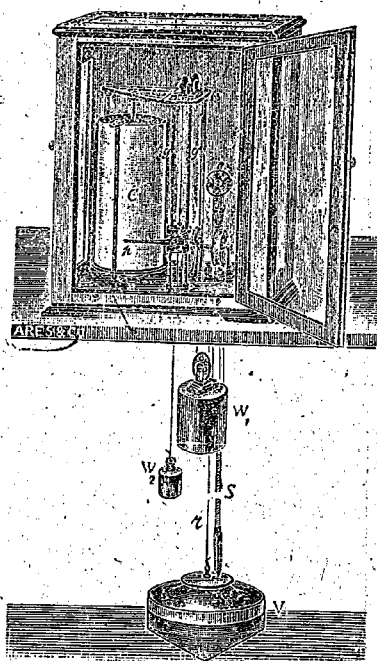


圖-3 リンヤール型検潮器

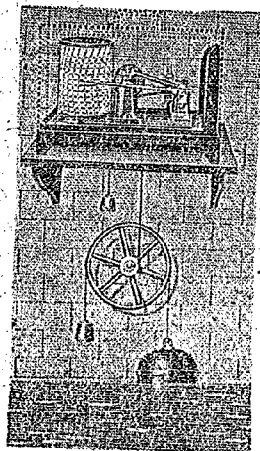


圖-4 スクリュー型検潮器

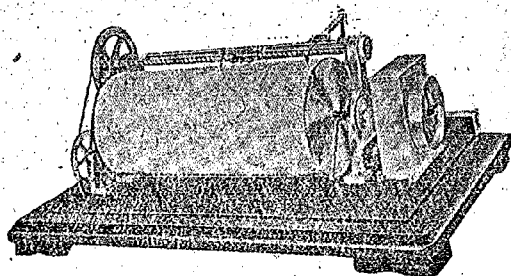


圖-5 壓力型檢潮器

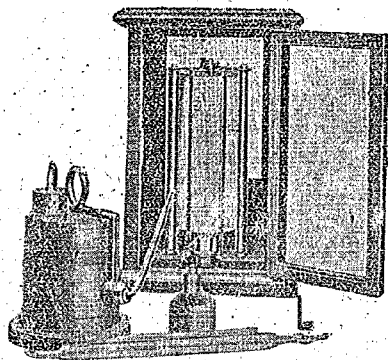


表-1 調査依頼先

依頼先	箇所数	依頼先	箇所数
内務省各土木出張所	(8ヶ所)	朝鮮總督府鐵工局土木課	
北海道廳各府縣土木部(課)	(47ヶ所)	臺灣總督府交通局港灣課	
東京、大阪、名古屋、神戸、横濱各市土木局(部)長	(5ヶ所)	樺太廳交通部土木課	
中央氣象臺長		南洋廳交通部土木課	
電氣廳第二部水力調査課		關東州廳内務部土木課	
陸軍省陸地測量部		日本發達電株式會社調査部	
海軍省水路部		關東配電株式會社	
		以下各地方配電株式會社	(9ヶ所)

表-2 回答の來た管理者別器数

管理者	個数	管理者	個数	管理者	個数	管理者	個数
樺太廳	4	横濱土木	6	京都府	3	神戶總督府	3
北海道廳	6	關東配電	6	兵庫縣	5	臺灣總督府	3
青森縣	2	古川石炭工業	1	大阪土木	4	朝鮮總督府	2
宮城縣	4	静岡縣	1	神戸土木	8	關東州廳	2
福島縣	1	愛知縣	16	關西配電	2	南洋廳	1
仙臺土木	21	石川縣	3	岡山縣	3	電氣測量部	15
東北配電	6	福井縣	3	鳥根縣	3	陸地測量部	7
茨城縣	6	新潟土木	5	下關土木	20	海軍水路部	6
群馬縣	2	名古屋土木	17	香川縣	1	中央氣象部	15
埼玉縣	1	北陸配電	2	德島縣	2	海洋氣象臺	9
東京府	8	中部配電	6	高知縣	1	日本發達電	139
東京市	16	三重縣	4	福岡縣	2	計	56
神奈川縣	2	滋賀縣	6	大分縣	3		
横濱市	1	大阪府	8	佐賀縣	1		
東京土木	55	大阪市	12	鹿兒島縣	3		

183

365

48

表3 自記検潮器

樺太

地方別番號	設置位置	型式
樺太—1	樺太恵須取町	服部(製), 縦(軸), 1日(巻)
" —2	" 真岡町	玉屋, 記録範囲 3m, 縦, 1日
" —3	" 本斗町	玉屋, 記録範囲 3m, 縦, 1日
" —4	" 本斗町	ケルビン(型), 縦, 1日
" —5	" 大泊町	玉屋, 記録範囲 3m, 縦, 1日

北海道

北海道—1	北海道花咲郡花咲町(花咲港内偏東岸突堤先端)	ケルビン(型), 縦(軸), 1日(巻)
" —2	" 廣尾郡廣尾村(廣尾港内)	リシヤール, 縦, 1日(巻)
" —3	室蘭市北海道廳室蘭土木現業所	玉屋(製), 縦, 1日
" —4	函館市海岸町北海道廳函館土木現業所	玉屋, 記録範囲 3m, 縦, 3日
" —5	小樽市	玉屋, リシヤール, 縦, 1日
" —6	北海道忍路郡鹽谷町	ケルビン, 縦, 1日
" —7	" 余市郡余市町	玉屋, 記録範囲 3m, 縦, 1日
" —8	" 岩内郡岩内町	玉屋, 記録範囲 3m, 縦, 1日

奥羽

奥羽—1	青森縣下北郡大奥村大字大間(大間港岸壁)	玉屋(製), リシヤール(型), 縦(軸), 1日(巻)
" —2	" 八戸市大字河原木	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" —3	" 八戸市	アレサ, 縦, 1日
" —4	岩手縣下閉伊郡宮古町	アレサ, 縦, 1日
" —5	宮城縣本吉郡鹿折村大字大浦	縦, 1日
" —6	" " 十三波村	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —7	" 牡鹿郡女川町	縦, 1日
" —8	" " 鮎川町	リシヤール, 縦, 1日
" —9	" 石巻市湊	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —10	" 鹽竈市一本松	玉屋, 横, 1日
" —11	" 宮城郡七ヶ濱村花瀨	横, 7日
" —12	" 亶理郡荒濱村	リシヤール, 縦, 1日
" —13	福島縣石城郡小名濱町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —14	青森縣東津輕郡野内村大字久栗坂	英國マンチエ スターベリー, 横, 7日

1) 縮率 1/10.87

2) 縮率 1/20.14

明細表(海岸)

地 方

記 録 尺 筒		記録低零點高 m 東京湾中等潮位上	管 理 者	灣 又 は 水 系
直径 cm	長 cm			
9.2	12.5		樟 太 鹿	間 宮 海 峽
9.0	12.7	±0.0	樟 太 鹿	日 本 海 岸
9.0	13.0	±0.0	樟 太 鹿	日 本 海 岸
	"	+0.794	陸 地 測 量 部	日 本 海 岸
9.2	13.0		樟 太 鹿	照 鹿 灣

地 方

9.2	13.0	±0.0	海 洋 気 象 臺	北 海 道 東 端
		-0.750	北 海 道 廳	太 平 洋 岸
9.0	13.0	-0.6491	北 海 道 廳	内 浦 灣
9.2	12.4	-0.1825	北 海 道 廳	津 軽 海 峽
	"	+1.629	陸 地 測 量 部	小 樽 灣
9.0	12.0	-0.1825	北 海 道 廳	忍 路 灣
9.5	12.0	-0.186	北 海 道 廳	小 樽 灣
			北 海 道 廳	日 本 海 岸

地 方

9.3	13.0	-0.2800	青 森 縣	津 軽 海 峽
10.0	31.5	±0.0000	内務省東北土木出張所	馬 淵 川
			中 央 気 象 臺	本 州 東 岸 北 部
9.0	13.0	-1.1340	中 央 気 象 臺	宮 古 灣
10.9	24.2	-1.3025	宮 城 縣	氣 仙 沼 灣
			内務省東北土木出張所	北 上 川
			宮 城 縣	女 川 灣
			海 洋 気 象 臺	本 州 東 岸 中 部
10.9	24.2	-2.2380	内務省東北土木出張所	北 上 川
11.5	35.4	-1.1940	宮 城 縣	松 島 灣
15.0	35.0	-1.5150	宮 城 縣	松 島 灣
9.0	13.0	±0.0000	内務省東北土木出張所	阿 武 隈 川
12.0	31.0	-0.0740	福 島 縣	太 平 洋 岸
35.0	70.0	-0.2500	青 森 縣	青 森 灣

地方別番號	設 置 位 置	型 式
奥 羽-16	青森市新濱町(青森港)	玉屋(製), スクリュー(型), 横(軸), 1日(巻)
" -16	青森縣西津輕郡十三村	教育, リシヤール, 縦, 1日
" -17	" " 車力村	明石, スクリュー, 横, 7日
" -18	" " 岩崎村大字岩崎	ケンビン, 縦, 7日
" -19	秋田縣能代市能代町	玉屋, リシヤール, 縦, 1日
" -20	" 秋田市秋田港	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" -21	山形縣酒田市新町(最上川右岸河口)	玉屋, 横, 1日

關 東

關 東-1	茨城縣那珂郡石神村龜下	玉屋(製), スクリュー(型), 横(軸), 1日(巻)
" -2	" " 那珂湊町小川	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" -3	" 東茨城縣磯濱町靚町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" -4	千葉縣銚子市本銚子	スクリュー, 横, 7日
" -5	" 銚子市	アレス, 縦, 7日
" -6	" 安房郡神戸村布良	ケルビン, 縦, 7日
" -7	" 千葉市寒川	スクリュー, 横, 7日
" -8	" 東葛飾郡行徳町妙典	スクリュー, 横, 7日
" -9	" " 浦安町縣江	スクリュー, 横, 7日
" -10	" " 行徳町河原	スクリュー, 横, 7日
" -11	東京都城東區南砂町9丁目	スクリュー, 横, 7日
" -12	" 京橋區新船松町	ケルビン, 縦, 7日
" -13	" " 明石町1番地	服部, スクリュー, 横, 7日
" -14	" " 築地東京築地總理學校	アレス, 縦, 7日
" -15	" 龍田區羽田町	アレス, 縦, 7日
" -16	" 羽田町御臺場	スクリュー, 横, 7日
" -17	川崎市大師河原地先(京濱工業地帯内)	玉屋, 横, 1日
" -18	横濱市鶴見區大黒町(中央幹線道路)	アレス, フース, 1日
" -19	" (横濱港修築事務所方塊工場)	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" -20	横須賀市	アレス, 縦, 7日
" -21	神奈川縣三浦郡三崎町	ケルビン, 縦, 7日
" -22	" 鎌倉郡片濱町江ノ子	玉屋, 横, 1日
" -23	東京都父島	アレス, 縦, 7日

縮率 1/20 〇 縮率 1/10 〇 縮率 1/20 〇 縮率 1/10.95

記 録 圓 筒		記録紙零點高 m 東京湾中等潮位上	管 理 者	灣 又 は 水 系		
直径 cm	長 cm					
11.5	30.5	- 0.2515	逓通省港灣局第二港灣建設部	青	森	灣
10.0	17.0	- 0.1060	内務省東北土木出張所	岩	木	川
10.0	30.0	± 0.0000	内務省東北土木出張所	岩	木	川
			海 洋 気 象 臺	日 本	海 岸 北 部	
9.2	12.7	- 0.1000	内務省東北土木出張所	米	代	川
11.0	23.7	- 0.5	内務省東北土木出張所	雄	物	川
11.0	24.0	± 0	逓通省港灣局第一港灣建設部	最	上	川

地 方

11.0	32.0	- 0.917	茨 城 縣	久	慈	川
11.0	32.0	- 1.624	茨 城 縣	那	珂	川
11.0	30.0	- 0.827	茨 城 縣	那	珂	川
		- 0.7092	内務省關東土木出張所	利	根	川
			中 央 気 象 臺	本 州 東 岸 中 部		
			中 央 気 象 臺	東 京 湾 口		
11.0	30.0	± 0.0	内務省關東土木出張所	東 京	湾	
11.0	30.0	- 0.9812	内務省關東土木出張所	江 戸	川	
11.0	30.0	- 0.3402	内務省關東土木出張所	江 戸	川	
11.0	30.0	- 0.7072	内務省關東土木出張所	江 戸	川	
11.0	30.0	- 1.3244	内務省關東土木出張所	荒 川 (放水路)		
		- 1.1344	内務省關東土木出張所	荒	川	
14.5	30.5	- 1.1344	東 京 都	荒	川	
16.95	37.35 ³⁾		海 軍 水 路 部	荒	川	
			中 央 気 象 臺	東 京 湾		
11.0	30.0	- 1.1344	内務省關東土木出張所	多 摩	川	
11.0	30.0	- 1.3258	神 奈 川 縣	東 京 湾		
19.0	36.0 ⁴⁾	- 2.740	横 濱 市	東 京 湾		
		- 1.3258	逓通省港灣局第二港灣建設部	東 京 湾		
16.95	37.35 ⁵⁾		海 軍 水 路 部	東 京 湾		
		+ 8.307	陸 地 測 量 部	相 模 湾		
11.0	30.0	- 1.1344	神 奈 川 縣	相 模 湾		
			中 央 気 象 臺	父 島 南 岸		

中 部

地方別番號	設 置 位 置	型 式
中 部 1	靜岡縣田方郡伊東町	アレス(製), 縦(軸),
" 2	沼津市我入道	服部, リシヤール(製), 縦, 1日(巻)
" 3	清水市清開町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" 4	" (清水港)	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" 5	愛知縣西美郡額江町	明石, スクリュー, 横, 1日
" 6	豊橋市神野新田	玉屋, 横, 1日
" 7	愛知縣寶飯郡前老村	明石, スクリュー, 横, 1日
" 8	" " 形原町	明石, スクリュー, 横, 1日
" 9	" 幡豆郡一色町	明石, 横, 1日
" 10	" 碧海郡旭町	横, 1日
" 11	" " 刈谷町	玉屋, 縦, 1日
" 12	" " 刈谷町	玉屋, 縦, 1日
" 13	" 知多郡武豊町	明石, スクリュー, 横, 1日
" 14	" " 師崎町	明石, スクリュー, 横, 1日
" 15	" " 豊濱町	明石, 横, 1日
" 16	" " 大野町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" 17	名古屋市南港區東築地	明石, スクリュー, 横, 1日
" 18	新潟市(信濃川河口西防波堤)	玉屋, 縦, 1日
" 19	富山縣射水郡新港町宇六渡寺 (伏木港右岸防波堤)	横, 1日
" 20	石川縣鹿島郡七尾町宇矢田新 (七尾港矢田新埠頭)	中村, 縦, 1日
" 21	石川縣鳳至郡輪島町	ケルビン, 縦,
" 22	" 金澤市大野町	湧機舎, スクリュー, 横, 1日
" 23	福井縣敦賀郡東前村杉津	教育, 横, 1日
" 24	" 敦賀市大湊	教育, 横, 1日
" 25	" 大飯郡本郷村本郷	玉屋, 縦, 1日
近 畿		
近 畿 1	三重縣桑名郡伊賀島村	玉屋(製), 記録範圍 5.5m, 横(軸), 1日(巻)
" 2	" 桑名市首ノ丸	玉屋, 記録範圍 5.5m, 横, 1日
" 3	" 四日市市大字千歳町宇千歳町	スクリュー(製), 横, 1日
" 4	" 津市賀崎町	教育, スクリュー, 横, 1日
" 5	" 松坂市大字大口字築地	教育, スクリュー, 横, 1日

地 方		記録紙零點高m 東京湾中峰潮位上	管 理 者	湖 又 は 水 系			
記録 圓筒							
直径 cm	長 cm						
			中 央 氣 象 臺 内務省中部土木出張所 逓通省港湾局第二港湾建設部	相 模 海 猪 野 川 駿 河 湾 駿 河 湾 渥 美 湾 渥 美 湾 渥 美 湾 知 多 湾 矢 作 川 境 川 境 川 知 多 湾 知 多 湾 伊 勢 湾 伊 勢 湾 伊 勢 湾 信 濃 川 富 山 湾 七 尾 湾 能 登 半 島 北 岸 大 野 川 敦 賀 湾 敦 賀 湾 小 浜 湾			
		- 0.909					
12.0	80.0	- 0.907	静 岡 縣				
11.0	80.5	- 1.249	愛 知 縣				
11.0	81.0	- 1.400	愛 知 縣				
11.0	80.5	- 0.479	愛 知 縣				
11.0	80.5	- 1.349	愛 知 縣				
12.0	80.5	- 1.388	愛 知 縣				
12.0	80.5	- 0.537	愛 知 縣				
9.2	12.5	- 1.248	愛 知 縣				
9.2	12.5	- 0.948	愛 知 縣				
11.3	80.0	- 1.900	愛 知 縣				
11.3	80.0	- 1.280	愛 知 縣				
11.0	80.5	- 1.280	愛 知 縣				
12.12	80.0	- 1.030	愛 知 縣				
10.8	30.6	- 1.8544	愛 知 縣				
9.0	12.0	± 0.0	逓通省港湾局第一港湾建設部				
11.0	30.0	± 0.0	逓通省港湾局第一港湾建設部				
9.0	13.0	± 0.0	逓通省港湾局第一港湾建設部				
	"	+ 2.181	陸 地 測 量 部				
10.9	80.5	± 0	石 川 縣				
25.0	80.0	- 0.909	福 井 縣				
25.0	80.0	± 0	福 井 縣				
9.3	13.0	+ 0.03	福 井 縣				
地 方							
11.0	21.0	- 0.9616	内務省中部土木出張所	木 曾 川			
11.0	21.0	- 0.7568	内務省中部土木出張所	長 良 川			
11.0	23.5	- 1.28	三 重 縣	伊 勢 湾			
11.0	24.5	- 1.28	三 重 縣	伊 勢 湾			
12.0	25.0	- 1.28	三 重 縣	伊 勢 湾			

地方別番號	設 置 位 置	型 式
近 畿—6	三浦縣島羽町	ケルビン, 縦(軸),
" —7	" 北牟婁郡尾鷲町大字天満浦	中村(製), 縦, 7日(巻)
" —8	和歌山縣串本町	ケルビン, 縦,
" —9	" 海草郡濱中村下津	リシヤール, 縦,
" —10	和歌山市湊町大字湊	服部, スクリュー, 横, 5日
" —11	岸和田市埋立地先	記録範圍 6m, スクリュー, 横, 1日
" —12	堺市大濱海岸通	アレス, 縦, 1日
" —13	大阪市西成區津守町	測機舎, リシヤール, 縦, 7日
" —14	" 大正區新千歳町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —15	" 大正區北恩賀島町	記録範圍 4m, 玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —16	" 西淀川區佃町	服部, リシヤール, 縦, 1日
" —17	神戸市神戸區海岸通1丁目萬國波止揚頭部	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —18	" 神戸區海岸通1丁目萬國波止揚頭部	ベレー, 横, 7日
" —19	" 林田區遠矢町和田防波堤頭部	アレス, 縦, 3日
" —20	兵庫縣明石町蛸町 27	縦, 1日
" —21	" 高砂町南村木町 2	服部, 横, 5日
" —22	" 飾磨市港保	玉屋, 横, 7日
" —23	" 津名郡洲本町	岡田式,
" —24	" 江井町大字垂井	玉屋, 記録範圍 3m, 縦, 1日
" —25	舞鶴市字福井小字野邊	服部, スクリュー, 横, 5日
" —26	京都府熊野郡湊村字葛野	玉屋, リシヤール, 縦, 1日
" —27	" 湊村字渡宮	玉屋, リシヤール, 縦, 1日
" —28	兵庫縣城崎郡港村	服部, 横, 5日
中 國		
中 國—1	岡山縣邑久郡牛窓町	スクリュー(型), 横(軸), 1日(巻)
" —2	" 上道郡三橋村大字江並	リシヤール, 縦,
" —3	" 三橋村大字江並字九刺	玉屋(製), 縦, 1日
" —4	" 玉野市宇野町大字濱崎	服部, スクリュー, 横, 5日
" —5	" 小田郡笠岡町大字笠岡	記録範圍 6m, 中村, 縦, 1日
" —6	廣島縣尾道市東御所町大字海岸通1丁目	玉屋, 記録範圍 6m, 縦, 1日
" —7	" 吳市	アレス, 縦, 7日
" —8	" 廣島市宇品町大字廣島港内	玉屋, スクリュー, 横, 5日
		記録範圍 6m,

記録 同 倚		記録紙零點高 m 東京海中等潮位上	管 理 者	海 又 は 水 系
直径 cm	長 cm			
9.5	13.0	-1.0982	海 洋 気 象 臺 三 重 縣 海 洋 気 象 臺 中 央 気 象 臺	伊 勢 湾 熊 野 湾 紀 伊 南 海 紀 伊 水 道
31.0	34.0	-0.8000	逓通省港湾局第三港湾建設部	紀 伊 川
11.0	30.3	-1.0455	大 阪 府	大 阪 湾
17.0	38.0	-1.0455	大 阪 府	大 阪 湾
9.4	12.0	-1.0455	大 阪 府	木 津 川
11.0	30.0	-1.0455	大 阪 市	大 正 運 河
11.0	30.3	-1.0455	大 阪 府	尻 無 川
9.2	12.8	-1.0455	大 阪 府	神 崎 川
10.8	30.5	-0.8934	逓通省港湾局第三港湾建設部	大 阪 湾
34.8	48.3	-1.3479	逓通省港湾局第三港湾建設部	大 阪 湾
16.9	37.0	-0.8934	逓通省港湾局第三港湾建設部	大 阪 湾
9.0	13.0		兵 庫 縣	明 石 海 峽
12.0	34.0		兵 庫 縣	加 古 川
11.0	30.0		兵 庫 縣	播 磨 湾
9.2	13.5		中 央 気 象 臺	淡 路 島 東 岸
82.0	32.0		兵 庫 縣	播 磨 湾
9.0	12.0		京 都 府	舞 鶴 湾
9.0	12.0		京 都 府	久 美 濱 湾
63.0	64.0		京 都 府	久 美 濱 湾
			兵 庫 縣	岡 山 川
地 方				
11.0	30.0		岡 山 縣	瀬 戸 内 海
9.0	12.5	-1.6718	岡 山 縣	旭 川
9.0	13.0	-1.60	日 本 發 達 院	旭 川
31.0	34.0	-1.008	逓通省港湾局第三港湾建設部	瀬 戸 内 海
6.0	13.0		岡 山 縣	瀬 戸 内 海
9.0	12.0	-1.450	逓通省港湾局第三港湾建設部	瀬 戸 内 海
16.95	37.35 ⁸⁾		海 軍 水 路 部	廣 島 湾
31.0	34.0	±0	逓通省港湾局第三港湾建設部	廣 島 湾

地方別番號	設置位置	型	式
中 國—0	下關市長府町大字岩黒	明石(製), スクリュー(型),	横(軸), 1日(巻)
" —10	" 塩之浦町船入揚東	玉屋, スクリュー,	横, 1日
" —11	" 伊崎町軍道渡場 14	教育, リシヤール,	縦, 1日
" —12	" 彦島町宇弟子待	教育, スクリュー,	横, 7日
" —13	" 彦島町宇南風泊	英國, ベレー,	横, 7日
" —14	" 彦島町宇田ノ首	英國, ベレー,	横, 7日
" —15	鳥取縣西伯郡境町入船町 2	ケルビン,	縦,
" —16	島根縣能義郡荒島村	京大式 A 號,	1日
" —17	" 八東郡本庄村	京大式 A 號,	1日
" —18	" 廣川郡大社町	京大式 A 號,	1日
" —19	" 那賀郡田町大字海井字外ノ浦道	ケルビン,	縦,

四 國

四 國—1	高松市玉藻町	測機合(製),	縦(軸), 1日(巻)
" —2	徳島市上助任町字郷子(吉野川筋右岸)		横, 5日
" —3	徳島縣綾瀨郡小松島町(小松島港内神田 瀨川右岸)	玉屋, スクリュー,	横, 1日
" —4	" 那賀郡富岡町大字墨釜字大平	玉屋, スクリュー,	横, 1日
" —5	高知縣安藝郡室戸町室津	測機合,	縦, 1日
" —6	高知市棧橋通 6 丁目池先(高知港内)	玉屋,	縦, 1日
" —7	" 高知港防波堤上	玉屋,	縦, 1日
" —8	高知縣吾川郡浦戸村	リシヤール,	縦, 1日
" —9	" 幡多郡下田町大字青砂島		横, 1日
" —10	" " 清水町	ケルビン,	縦,
" —11	" 宇和島市樺崎地先	リシヤール,	縦,

九州及び

九 州—1	門司市門司税關合同廳舎内	明石(製), スクリュー(型),	横(軸), 1日(巻)
" —2	福岡縣金武郡東郷村字青濱	英國, ベレー,	横, 7日
" —3	" 京都郡刈田町	玉屋, スクリュー,	横, 1日
" —4	大分市(大分港)	玉屋, スクリュー,	横, 1日
" —5	" 大字大分辨天島	玉屋, スクリュー,	横, 1日
" —6	" 長濱町舞鶴橋	玉屋, スクリュー,	横, 1日
" —7	大分縣大分郡三佐村大字新港	玉屋, スクリュー,	横, 1日
" —8	" 北海郡郡大在村大字志村	玉屋, スクリュー,	横, 1日

記 録 箇 所		記録紙零點高 m 東京湾中等潮位上	管 理 者	海 又 は 水 系
直径 cm	長 cm			
11.0	30.3	- 2.0903	逓通省港湾局第四港湾建設部	關 門 海 峽
9.6	35.0	- 2.540	逓通省港湾局第四港湾建設部	關 門 海 峽
9.6	17.5	- 2.0048	逓通省港湾局第四港湾建設部	關 門 海 峽
11.1	24.1	- 1.870	逓通省港湾局第四港湾建設部	關 門 海 峽
34.8	48.3	- 1.0097	逓通省港湾局第四港湾建設部	關 門 海 峽
35.0	71.3	- 2.0221	逓通省港湾局第四港湾建設部	關 門 海 峽
15.0	20.0	+ 2.0138	海 洋 氣 象 臺	日 本 海 岸
15.0	20.0	+ 2.1173	島 根 縣	中 海
15.0	20.0		島 根 縣	日 本 海 岸
			海 洋 氣 象 臺	日 本 海 岸

地 方

9.0	13.5	± 0.0	香 川 縣	瀬 戸 内 海
33.0	34.0	- 0.833	徳 島 縣	吉 野 川
12.0	25.0	- 0.9788	徳 島 縣	神 田 瀬 川
10.8	27.0	- 1.4000	内務省中國、四國土木出張所	岡 川
9.0	12.0	- 2.040	高 知 縣	土 佐 灣
9.0	12.5	- 1.540	逓通省港湾局第三港湾建設部	浦 戸 灣
9.0	12.5	- 1.540	逓通省港湾局第三港湾建設部	土 佐 灣
9.0	12.0	- 1.540	逓通省港湾局第三港湾建設部	浦 戸 灣
11.0	30.0	- 1.1985	内務省中國、四國土木出張所	四 万 十 川 (渡川)
			中 央 氣 象 臺	四 國 南 西 岸
			中 央 氣 象 臺	四 國 西 岸

硫 球 列 島

11.0	30.3	- 2.1215	逓通省港湾局第四港湾建設部	關 門 海 峽
35.0	71.3	- 2.9681	逓通省港湾局第四港湾建設部	周 防 灣
10.0	30.0	- 2.1281	逓通省港湾局第四港湾建設部	周 防 灣
11.0	30.0	- 1.930	大 分 縣	別 府 灣
11.0	30.0	- 1.50	内務省九州土木出張所	別 府 灣
11.0	30.0	- 1.00	内務省九州土木出張所	大 分 川
11.0	31.0	- 1.00	内務省九州土木出張所	大 野 川
11.0	31.0	- 0.0697	内務省九州土木出張所	大 野 川

地方別番號	設 置 位 置	型 式
九州—9	大分縣津久見町大字下青江字小瀬代	玉屋(製), 横(軸), 1日(巻)
" —10	" 佐伯市端頭町	三笠, 松尾式, 横, 1日
" —11	宮崎縣東臼杵郡宮島町	ケルビン(型), 縦, 1日
" —12	" 宮崎市上野町4丁目	玉屋, リンヤール, 縦, 1日
" —13	" 南郷郡津津町	ケルビン, 縦, 1日
" —14	鹿兒島縣肝屬郡高山町大字波見	玉屋, リンヤール, 縦, 1日
" —15	福岡市築石町地先	玉屋, リンヤール, 縦, 1日
" —16	唐津市大字唐津字妙見	玉屋, 記録筒10m, 縦, 1日
" —17	長崎縣佐世保市畑中免町榑方	玉屋, 縦, 7日
" —18	" 深堀町	ケルビン, 縦, 1日
" —19	福岡縣三潁郡川口村大字紅粉屋	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —20	熊本縣宇土郡三角町大字三角浦(西港)	リンヤール, 縦, 1日
" —21	八代市植柳下町大字築島地先	玉屋, リンヤール, 縦, 1日
" —22	熊本縣八代郡金剛村字細大地先	玉屋, リンヤール, 縦, 1日
" —23	" 芦北郡水俣町丸島(梅戸港)	リンヤール, 縦, 1日
" —24	鹿兒島縣山水郡阿久根町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —25	" 薩摩郡水引村大字瀬津	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —26	" 日置郡串木町下名小字長崎島地先	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —27	" 鹿兒島市生達町地先	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —28	長崎縣富江町	リンヤール, 縦, 1日
" —29	那覇市通堂町3丁目1番地	明石, スクリュー, 横, 1日
" —30	沖縄縣宮古郡平良町字下里108番地	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —31	" 八重山郡石垣町2番地	玉屋, スクリュー, 横, 1日

臺灣

臺灣—1	基隆市昭和町第18串壁	鶴見(製), ケルビン(型), 縦(軸), 1日(巻)
" —2	" 大沙灣陸軍運輸所出張所前	ケルビン, 縦, 1日
" —3	花蓮港廳花蓮港市米崙(花蓮港内)	服部, リンヤール, 縦, 1日
" —4	臺灣高雄州高雄町	ケルビン, 縦, 1日
" —5	" 鳳山郡小港庄小港	英國, 縦, 3日

朝鮮

朝鮮—1	朝鮮咸鏡南道元山府	ケルビン(型), 縦(軸)
------	-----------	---------------

縮率 1/10.07 (1) 昭和15年10月以來暴風雨により破損し修理中の爲記録せず。 (2) 縮率 1/20.16

記録箇所		記録紙零點高m 東京湾中等潮位上	管 理 者	海又は水系
直徑 cm	長 cm			
11.0	30.5	-1.324	大 分 縣	津 久 見 湾
11.0	39.0	±0	大 分 縣	佐 伯 湾
	9	+2.661	陸 地 測 量 部	日 向 湾
9.5	12.5	-0.3804	内務省九州土木出張所	大 湊 川
			中 央 氣 象 臺	九 州 東 岸
0.8	12.5	-2.05	内務省九州土木出張所	有 明 湾
9.3	13.2	-1.0	逓通省港務局第四港灣建設部	博 多 湾
9.0	13.5	+0.954	佐 賀 縣	唐 津 湾
9.0	13.0		日 本 發 達 電	佐 世 保 湾
			海 洋 氣 象 臺	花 崎 附 近
10.8	29.7	-1.704	内務省九州土木出張所	筑 後 川
12.3	30.5	-3.997	中 央 氣 象 臺	宇 士 半 島 西 端
9.3	13.0	±0	内務省九州土木出張所	八 代 湾
9.3	13.0	-0.963	内務省九州土木出張所	八 代 湾
12.3	30.5		中 央 氣 象 臺	八代海沿岸南東部
11.0	30.0	-2.06	鹿 兒 島 縣	九 州 西 南 岸
11.0	30.0	±0	内務省九州土木出張所	川 内 川
11.0	30.0	-2.283	鹿 兒 島 縣	九 州 西 南 岸
12.0	30.5	-2.283	鹿 兒 島 縣	鹿 兒 島 湾
			中 央 氣 象 臺	五 島 列 島 南 部
17.0	30.7	-1.750	沖 繩 縣	沖 繩 島 西 岸
11.0	30.0	-1.50	沖 繩 縣	宮 古 島 東 岸
11.0	31.0	-0.923	沖 繩 縣	石 垣 島 南 岸
地 方				
11.0	24.5	-0.641	臺 灣 總 督 府	東 安 那 海(臺灣東海岸)
			海 洋 氣 象 臺	臺 灣 北 部
9.0	12.0 ¹⁰⁰		臺 灣 總 督 府	花 蓮 溪
	10	+2.041	陸 地 測 量 部	臺 灣 南 西 岸
20.0	46.0		臺 灣 總 督 府	臺 灣 南 西 岸
地 方				
		+1.201	陸 地 測 量 部	永 興 湾

地方別番號	設 置 位 置	型 式
朝鮮—2	朝鮮釜山港第二埠頭(南側)	リシャール(型), 縦(軸), 1日(巻)
" —3	" 仁川港	アレス(製), 横, 1日
關 東 州		
關 東 州—1	關東州廿井子第一埠頭基部	アレス(製), 縦(軸), 1日(巻)
" —2	" 大連市濱町埠頭	玉屋, スクリュー(型), 横, 7日
内 南 洋		
内 南 洋—1	南洋羣トラック島	アレス(製), 縦(軸), 7日(巻)
" —2	" パラオ諸島コロール島	明石, スクリュー(型), 横, 1日

(5) 縮率 1/10

(6) 縮率 1/10

表-4 自 記 檢 潮 器

北 海 道

水系別番號	設 置 位 置	型 式
石狩川—01	北海道空知郡山部村大字東19線	玉屋(製), スクリュー(型), 横(軸), 1日(巻)
尻別川—1	北海道釧路郡喜茂別村大字喜茂別	玉屋, スクリュー, 横, 1日
奥 羽		
奥入瀬川—1	青森縣上北郡十和田村大字奥瀬(國有林)	玉屋(製), スクリュー(型), 横(軸), 1日(巻)
馬淵川—1	岩手縣二戸郡御返地村大字似島字加澤	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —2	青森縣八戸市大字河原木	玉屋, スクリュー, 横, 7日
北上川—01	岩手縣岩手郡藪川村字遊井	松尾式, スクリュー, 横, 1日
" —1	" " 瀧澤村大字瀧字川前	玉屋, リシャール, 縦, 1日
" —11	" " 上閉伊郡附馬牛村大字附馬牛	三笠, スクリュー, 横, 7日 記録筒10.62m
" —12	" " 瀧澤村大字下瀧澤	三笠, スクリュー, 横, 7日 記録筒10.62m
" —2	宮城縣登米郡豊川村	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" —3	" " 桃生郡飯野川町	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" —31	" " 大川村	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" —32	" " 本吉郡十三濱村	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —4	" " 桃生郡二俣村	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" —5	石巻市湊	玉屋, スクリュー, 横, 1日

記録円筒		記録紙零點高 m 東京灣中等潮位上	管 理 者	灣又は水系
直徑 cm	長 cm			
9.0	12.0 ⁽³⁾		朝鮮總督府	朝鮮海峽
17.0	87.0	- 4.65	朝鮮總督府	黃海
地 方				
17.0	38.0		關東州廳	大連灣
11.0	30.0		關東州廳	大連灣
地 方				
16.95	37.85 ⁽⁴⁾		海軍水路部	太平洋岸
13.0	31.0	- 1.110	南洋廳	太平洋岸

明細表(河川)

地 方

記録円筒		記録紙零點高 m 東京灣中等潮位上	管 理 者	河 川
直徑 cm	長 cm			
10.0	88.0	+ 209.370	日本發送電 軍需省電力局	空知川
12.0	88.0			虎別川
地 方				
12.5	80.4	+ 881.1844	日本發送電	十和田湖
12.0	88.0		軍需省電力局	馬淵川
10.6	81.5	± 0.0000	内務省東北土木出張所	馬淵川
10.0	88.0	+ 617.2394	日本發送電	柴澤川
9.2	12.0	+ 127.9844	日本發送電	北上川
11.8	81.0	+ 420.0000	東北配電	猿ヶ石川
11.8	81.0	+ 504.6860	東北配電	猿ヶ石川
10.9	81.8	- 0.9495	内務省東北土木出張所	北上川
10.9	81.8	- 0.8745	内務省東北土木出張所	北上川
10.9	81.8	- 0.8745	内務省東北土木出張所	北上川
10.9	24.2	- 1.3025	内務省東北土木出張所	北上川
10.9	81.8	- 0.8745	内務省東北土木出張所	北上川
10.9	24.2	- 2.2880	内務省東北土木出張所	北上川

水系別番號	設 置 位 置	型 式
名 取 川—0 ₁	宮城縣宮城郡大澤村大字大倉字向前原	玉屋(製), スクリュー(型), 横(軸), 7 日(巻)
阿 武 隈 川—1	福島縣石川郡小鹽江村	玉屋, スクリュー, 横, 1 日
" —1 ₁	" 耶麻郡月輪村	玉屋, スクリュー, 横, 1 日
" —2	" 安達郡和木澤村	玉屋, スクリュー, 横, 1 日
" —3	" " 大平村字併中	鈴木, スクリュー, 横, 7 日
" —4	宮城縣伊具郡九森町	玉屋, リシヤール, 縦, 1 日
" —5	" 柴田郡胡岡町	リシヤール, 縦, 1 日
" —5 ₁	" 刈田郡福岡村大字蔵本	玉屋, スクリュー, 横, 7 日
" —6	" 亘理郡荒濱村	リシヤール, 縦, 1 日
高 瀬 川—1	福島縣双葉郡葛尾村大字落合	
" —1 ₁	" 田村郡都路村大字古道	玉屋, 縦, 1 日
" —2	" 双葉郡大畑村字小丸	
岩 木 川—1	青森縣北津輕郡五所川原町	明石, スクリュー, 横, 7 日
" —2	" 西津輕郡車力村	明石, スクリュー, 横, 7 日
" —3	" " 十三村	教育, リシヤール, 縦, 1 日
米 代 川—1	秋田縣能代市能代町	玉屋, リシヤール, 縦, 7 日
雄 物 川—0 ₁	" 仙北郡田澤村大字田澤字開元	玉屋, リシヤール, 縦, 1 日
" —0 ₂	" " 白岩村大字白岩廣久内字前田	玉屋, リシヤール, 縦, 1 日
" —0 ₃	" " " " 字堀内	玉屋, リシヤール, 縦, 7 日
" —1	" 川邊郡川添村	玉屋, スクリュー, 横, 1 日
" —2	秋田市秋田港	玉屋, スクリュー, 横, 1 日
子 吉 川—1	秋田縣山形郡矢島村大字元	玉屋, リシヤール, 縦, 1 日
最 上 川—0 ₁	山形縣東田川郡本郷村大字上名	鈴木, スクリュー, 横, 1 日
" —1	酒田市字下瀬(最上川河口上流)	玉屋, 横, 1 日
" —2	" 新町(最上川河口右岸)	玉屋, 横, 1 日
阿 賀 野 川—1	福島縣耶麻郡猪苗代町下川上	玉屋, スクリュー, 横, 1 日
" —2	" 河沼郡日橋村大字八田字戸ノ口堰下	玉屋, スクリュー, 横, 1 日
" —2 ₁	" 大沼郡玉路村大字小谷字南川前	三笠, リシヤール, 縦, 1 日
" —2 ₂	" 南会津郡伊北村大字山子倉字宮原	玉屋, 縦, 1 日
" —2 ₃	" 河沼郡柳津村	玉屋, スクリュー, 横, 1 日
" —3	" " 山郷村大字上郷字鹽坪	玉屋, ケルビン 記録範圍10.0m, 縦, 1 日
" —4	" 耶麻郡新郷村大字三河字戸中	玉屋, ケルビン 記録範圍10.0m, 縦, 1 日

記録筒		記録紙零點高 m 東京湾中々潮位上	管 理 者	河 川
直径 cm	長 cm			
12.0	33.0		軍 需 省 電 力 局	大 倉 川
11.0	30.0	+ 231.5000	内務省東北土木出張所	阿 武 隈 川
11.0	30.0	+ 511.3840	内務省東北土木出張所	阿 武 隈 川
11.0	30.0	+ 200.5000	内務省東北土木出張所	阿 武 隈 川
9.5	30.1	+ 185.8144	日 本 發 送 電	阿 武 隈 川
9.0	13.0	± 0.0000	内務省東北土木出張所	阿 武 隈 川
9.0	13.0	± 0.0000	内務省東北土木出張所	阿 武 隈 川
		± 72.2200	東 北 配 電	白 石 川
9.0	13.0	± 0.0000	内務省東北土木出張所	阿 武 隈 川
		+ 303.7200	東 北 配 電	高 瀬 川
11.0	30.0	+ 350.9900	東 北 配 電	古 道 川
		+ 51.9000	東 北 配 電	高 瀬 川
10.0	30.0	+ 4.8950	内務省東北土木出張所	岩 木 川
10.0	30.0	± 0.0000	内務省東北土木出張所	岩 木 川
10.0	17.0	- 0.1090	内務省東北土木出張所	岩 木 川
9.2	12.7	- 0.1000	内務省東北土木出張所	米 代 川
9.2	12.0	+ 256.2744	日 本 發 送 電	玉 川
9.2	12.0	+ 32.1344	日 本 發 送 電	玉 川
9.2	12.0	+ 155.2144	日 本 發 送 電	玉 川
10.6	31.3	± 0.0000	内務省東北土木出張所	雄 物 川
11.0	23.7	- 0.5000	内務省東北土木出張所	雄 物 川
9.2	12.0	+ 58.6044	日 本 發 送 電	子 吉 川
9.7	32.5	+ 103.3744	日 本 發 送 電	岸 宇 川
11.0	31.0	± 0.0000	逓通省港湾局第一港灣建設部	最 上 川
11.0	24.0	± 0.0000	逓通省港湾局第一港灣建設部	最 上 川
11.5	30.0		日 本 發 送 電	阿 賀 野 川
11.5	30.0	+ 512.3920	日 本 發 送 電	阿 賀 野 川
9.2	12.0	+ 276.0000	日 本 發 送 電	大 見 川
10.0	12.0		日 本 發 送 電	只 見 川
12.0	30.0	+ 170.0000	内務省東北土木出張所	只 見 川
10.0	13.0	+ 183.5000	日 本 發 送 電	阿 賀 野 川
10.0	13.0	+ 112.0000	日 本 發 送 電	阿 賀 野 川

關 東

水系別番號	設 置 位 置	型 式
久 慈 川—1	茨城縣那珂郡石神村龜下	玉屋(型), スクリュー(型), 横(軸), 1日(巻)
那 珂 川—1	" " 那珂湊町小川	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —2	" " 東茨城郡礪波町霞町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
利 根 川—1	群馬縣利根郡水上村大字藤原字湯花湯	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —2	" " 水上村大字藤原	中村, スクリュー, 横, 7日
" —2 ₁	" " 利根村大字幸知字西川原	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" —3	" " 川田村	スクリュー, 横
" —3 ₁	" " 片品村大字東小川字十二平	三笠, リシヤール, 縦, 1日
" —3 ₂	" " 糸之瀬村大字貝之瀬字沼田	三笠, リシヤール, 縦, 1日
" —4	" " 川田村大字岩本字川端	三笠, スクリュー, 横, 1日
" —4 ₁	" " 吾妻郡嬬恋村大字三原字間木	スクリュー, 横
" —4 ₂	" " 東村大字箱島字上河原	三笠, リシヤール, 縦, 7日
" —5	" " 佐波郡芝根村沼之上	スクリュー, 横
" —6	" " 名和村八斗島	スクリュー, 横
" —6 ₁	" " 剛志村大字下武士	服部, 縦, 7日
" —7	埼玉縣大里郡男沼村男沼	スクリュー, 横
" —8	群馬縣邑樂郡佐貫村川俣	スクリュー, 横
" —8 ₁	栃木縣足利郡毛野村岩井	スクリュー, 横
" —8 ₂	" " 下都賀郡三嶋村甲	スクリュー, 横
" —8 ₃	" " 藤岡町荒立	スクリュー, 横
" —8 ₄	茨城縣猿島郡古川町	スクリュー, 横
" —8 ₅	" " 新郷村島喰	スクリュー, 横
" —9	埼玉縣北葛飾郡栗橋町	スクリュー, 横
" —10	千葉縣東葛飾郡福田村三ツ堀	スクリュー, 横
" —10 ₁	栃木縣鹽谷郡栗山村大字黒部	リシヤール, 縦
" —10 ₂	" " " "	リシヤール, 縦
" —10 ₃	" " 藤原村大字澁字下瀧	リシヤール, 縦
" —10 ₄	" " " 大字高徳字荷稻前	リシヤール, 縦
" —10 ₅	" " 上都賀郡日光町上ノ代 (古川第四發電所放水路内)	旭, スクリュー, 横, 7日
" —10 ₆	" " 日光町向ヶ原 (元東京電燈第一發電所放水路内)	三笠, スクリュー, 横, 7日
" —10 ₇	" " 日光町大字日光字井戸ヶ入	三笠, スクリュー, 横, 7日 記録範圍 3.0m,
" —10 ₈	茨城縣北相馬郡大井津村大字大木	スクリュー, 横
" —11	" " 取手町	スクリュー, 横

地 方

記 録 筒		記録紙零點高 m 東京湾中等潮位上	管 理 者	河 川		
直径 cm	長 cm					
11.0	32.0	- 0.9170	茨 城 縣	久 慈 川		
11.0	32.0	- 1.6240	茨 城 縣	那 珂 川		
11.0	30.0	- 0.827	茨 城 縣	那 珂 川		
12.0	33.0		軍 需 省 電 力 局	利 根 川		
13.5	54.3	+ 664.5330	群 馬 縣	利 根 川		
12.0	33.0		軍 需 省 電 力 局	利 根 川		
11.0	30.0	+ 293.4098	内務省關東土木出張所	利 根 川		
8.0	13.0	+ 813.8660	日 本 發 達 電 氣	片 品 川		
8.0	13.0	+ 346.452	日 本 發 達 電 氣	片 品 川		
11.0	28.0	+ 274.7520	日 本 發 達 電 氣	利 根 川		
11.0	30.6		日 本 發 達 電 氣	吾 妻 川		
		+ 260.0030	日 本 發 達 電 氣	吾 妻 川		
11.0	30.0	+ 53.3033	内務省關東土木出張所	利 根 川		
11.0	30.0	+ 44.3918	内務省關東土木出張所	利 根 川		
9.2	13.0	+ 39.8000	群 馬 縣	廣 瀬 川		
11.0	30.0	+ 27.4368	内務省關東土木出張所	利 根 川		
11.0	30.0	+ 19.0438	内務省關東土木出張所	利 根 川		
11.0	30.0	+ 26.0398	内務省關東土木出張所	渡 良 瀬 川		
11.0	30.0	+ 13.7688	内務省關東土木出張所	渡 良 瀬 川		
11.0	30.0	+ 13.0603	内務省關東土木出張所	渡 良 瀬 川		
11.0	30.0	+ 11.4138	内務省關東土木出張所	渡 良 瀬 川		
11.0	30.0	+ 11.2698	内務省關東土木出張所	渡 良 瀬 川		
11.0	30.0	+ 11.1058	内務省關東土木出張所	利 根 川		
11.0	30.0	+ 4.6878	内務省關東土木出張所	利 根 川		
9.0	30.0		日 本 發 達 電 氣	土 呂 部 川		
9.0	30.0	+ 690.4730	日 本 發 達 電 氣	鬼 怒 川		
9.0	30.0	+ 342.0700	日 本 發 達 電 氣	鬼 怒 川		
9.0	30.0	+ 307.9800	日 本 發 達 電 氣	鬼 怒 川		
11.0	30.5	+ 657.7420	古 川 石 炭 鐵 業	大 谷 川		
9.3	32.0		關 東 配 電	大 谷 川		
12.0	31.0		關 東 配 電	大 谷 川		
11.0	30.0	+ 5.6238	内務省關東土木出張所	鬼 怒 川		
11.0	30.0	+ 2.0628	内務省關東土木出張所	利 根 川		

水 系 別 番 號	設 置 位 置	型 式
利 根 川—11	茨城縣北相馬郡河原代村中郷	スクリーン(型), 横(軸),
" —12	" " 布川町押付	スクリーン, 横,
" —13	千葉縣印旛郡安食町須賀新田	スクリーン, 横,
" —14	茨城縣稻敷郡金江津村金江津	スクリーン, 横,
" —15	千葉縣香取郡東大戸村川尻	スクリーン, 横,
" —16	茨城縣稻敷郡本新島村西代	スクリーン, 横,
" —17	千葉縣香取郡豊浦村一分目	スクリーン, 横,
" —17 ₁	茨城縣行方郡香澄村手堀	スクリーン, 横,
" —17 ₂	" " " "	玉屋(製), スクリュー, 横, 1日(巻)
" —17 ₃	" " 潮來町	スクリーン, 横,
" —17 ₄	" 鹿島郡息栖村賀	スクリーン, 横,
" —18	" " 若松村太田新田	スクリーン, 横,
" —19	千葉縣銚子市本銚子	スクリーン, 横,
霞 ヶ 浦—1	土浦市川口	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —2	茨城縣稻敷郡大原村大字木原	スクリーン, 横,
北 浦—1	" 鹿島郡豊津村大船津	玉屋, スクリュー, 横, 1日
江 戸 川—1	千葉縣東葛飾郡松戸町	スクリーン, 横,
" —1 ₁	" " 行徳町妙典	スクリーン, 横,
" —2	" " " 河原	スクリーン, 横,
" —3	東京都江戸川区江戸川町5番地	玉屋, リシャール, 縦, 7日
" —4	千葉縣東葛飾郡浦安町堀江	スクリーン, 横,
中 川—1	東京都足立區六本木町617番地	服部, リシャール, 縦, 7日
" —2	" 葛飾區新宿町	スクリーン, 横,
" —3	" " 上平井町	スクリーン, 横,
" —4	" 江戸川区南船場町	スクリーン, 横,
荒 川—1	埼玉縣北足立郡戸田村下戸田	スクリーン, 横,
" —1 ₁	川口市青木町1丁目 (天神橋上流約 50.0 m 左岸)	調機舎, ケルビン, 縦, 1日
" —2	東京都王子區志茂町3丁目	スクリーン, 横,
" —2 ₁	" 足立區花畑町5289番地	玉屋, リシャール, 縦, 7日
" —2 ₂	" 葛飾區小谷野町	スクリーン, 横,
" —2 ₃	" 向島區隅田町2丁目	スクリーン, 横,
" —2 ₄	" " 吾堀町東8丁目	スクリーン, 横,
" —2 ₅	" " " "	スクリーン, 横,
" —2 ₆	" 江戸川区遊井2丁目608番地	玉屋, リシャール, 縦, 7日

記 録 筒		記録紙零點高 m	管 理 者	河 川		
直径 cm	長 cm	東京灣中等潮位上				
11.0	30.0	+ 2.0268	内務省關東土木出張所	小	貝	川
11.0	30.0	+ 0.7868	内務省關東土木出張所	利	根	川
11.0	30.0	+ 0.1462	内務省關東土木出張所	利	根	川
11.0	30.0	- 0.7262	内務省關東土木出張所	利	根	川
11.0	30.0	- 0.1882	内務省關東土木出張所	利	根	川
11.0	30.0	- 0.7902	内務省關東土木出張所	利	根	川
11.0	30.0	- 1.0102	内務省關東土木出張所	利	根	川
11.0	30.0	- 0.5502	内務省關東土木出張所	北	利	根 川
11.0	30.5	- 0.8050	茨 城 縣	北	利	根 川
11.0	30.0	- 0.5272	内務省關東土木出張所	北	利	根 川
11.0	30.0	- 0.2462	内務省關東土木出張所	北	利	根 川
11.0	30.0	- 0.6432	内務省關東土木出張所	利	根	川
		- 0.7082	内務省關東土木出張所	利	根	川
11.0	31.0	- 1.0000	茨 城 縣	霞	ヶ	浦
11.0	30.0	- 0.8402	内務省關東土木出張所	霞	ヶ	浦
11.0	30.5	- 0.4030	茨 城 縣	北		浦
11.0	30.0	- 0.9132	内務省關東土木出張所	江	戸	川
11.0	30.0	- 0.9312	内務省關東土木出張所	江	戸	川
11.0	30.0	- 0.7072	内務省關東土木出張所	江	戸	川
9.2	12.7	- 1.1844	東 京 都	江	戸	川
11.0	30.0	- 0.8402	内務省關東土木出張所	江	戸	川
9.0	14.0	- 1.1344	東 京 都	中		川
11.0	30.0	- 1.1344	内務省關東土木出張所	中		川
11.0	30.0	- 1.5324	内務省關東土木出張所	中		川
11.0	30.0	- 1.7284	内務省關東土木出張所	中		川
11.0	30.0	- 1.1344	内務省關東土木出張所	荒		川
9.5	12.5	+ 4.8656	埼 玉 縣	芝		川
11.0	30.0	- 1.1304	内務省關東土木出張所	荒		川
9.2	12.7	- 1.1424	東 京 都	綾	瀬	川
11.0	30.0	- 1.3894	内務省關東土木出張所	荒	川 (放水路)	
11.0	30.0	- 1.6774	内務省關東土木出張所	荒	川 (放水路)	
11.0	30.0	- 1.6344	内務省關東土木出張所	荒	川 (放水路)	
11.0	30.0	- 1.6994	内務省關東土木出張所	舊	中	川
9.2	12.7	- 1.3874	東 京 都	舊	中	川

水系別番號	設 置 位 置	型 式
荒 川—2 ₇	東京都江戸川区小松川町1丁目	スクリーン(型), 縦軸,
" —2 ₈	" " " "	スクリーン, 横,
" —2 ₉	" 城東區南砂町9丁目	スクリーン, 横,
" —3	" 王子區志茂町3丁目	スクリーン, 横,
" —4	" 足立區新田町140番地	玉屋(製), リシヤール, 縦, 7日(巻)
" —5	" 荒川區尾久町7丁目	スクリーン, 横,
" —6	" " 尾久町11丁目3594番地	玉屋, リシヤール, 縦, 7日
" —7	" 足立區千住榎木町	玉屋, リシヤール, 縦, 1日
" —8	" " 千住橋戸町68番地2	玉屋, リシヤール, 縦, 7日
" —9	" 向島區隅田町2丁目	スクリーン, 横,
" —10	" 荒川區南千住3丁目	服部, スクリーン, 横, 7日
" —11	" 本所區新小梅町	スクリーン, 横,
" —12	" " 吾嬬橋1丁目35番地	服部, スクリーン, 横, 7日
" —13	" 日本橋區兩國3番地	服部, スクリーン, 横, 7日
" —14	" 本所區千歲町1丁目2番地1	服部, スクリーン, 横, 7日
" —15	" 京橋區新船松町	ケルビン, 縦,
" —16	" " 明石町1番地	服部, スクリーン, 横, 7日
" —17	" " 築地, 東京築地經理學校	アレス, 縦, 7日
東 京 都 内 河 川—(1)	" 城東區龜戸町3丁目84番地	服部, スクリーン, 横, 7日
" —(2)	" 小石川區關口町102番地	服部, スクリーン, 横, 7日
" —(3)	" " 新設訪町21番地	服部, スクリーン, 横, 7日
" —(4)	" 神田區三條町2丁目11番地	服部, スクリーン, 横, 7日
" —(5)	" 深川區扇橋町1丁目21番地	服部, スクリーン, 横, 7日
" —(6)	" " 福住町2丁目21番地	服部, スクリーン, 横, 7日
" —(7)	" " 古石楊町4丁目2番地	服部, スクリーン, 横, 7日
" —(8)	" 龜町區大手町2丁目8番地	服部, スクリーン, 横, 7日
" —(9)	" 京橋區築地5丁目海軍水路部内	ケルビン, 縦, 1月
" —(10)	" " 築地5丁目海軍水路部内	壓力, 7日
" —(11)	" 麻布區新炭尻町3丁目81番地1	服部, スクリーン, 横, 7日
" —(12)	" " 新炭尻町1丁目126番地	服部, スクリーン, 横, 7日
" —(13)	" 芝公園第14號18番地	服部, スクリーン, 横, 7日
多 摩 川—1	" 西多摩郡小河内村大字原字熱海	服部, スクリーン, 縦, 1日
" —1 ₁	" " 氷川村大字氷川字初久保	玉屋, スクリーン, 横, 1日

a) 縮率 1/20

b) 縮率 1/20

c) 縮率 1/20

記録筒		記録紙零點高 m 東京湾中等潮位上	管 理 者	河 川
直径 cm	長 cm			
11.0	30.0	-1.1374	内務省關東土木出張所	舊 中 川
11.0	30.0	-1.1345	内務省關東土木出張所	荒 川 (放水路)
11.0	30.0	-1.1344	内務省關東土木出張所	荒 川 (放水路)
11.0	30.0	-1.1624	内務省關東土木出張所	荒 川
9.2	12.7	-1.1204	東 京 都	荒 川
11.0	30.0	-1.1363	内務省關東土木出張所	荒 川
9.2	12.7	-1.1134	東 京 都	荒 川
9.0	13.0	-1.1134	日 本 電 信	荒 川
9.2	12.7	-1.1344	東 京 都	荒 川
11.0	30.0	-1.1564	内務省關東土木出張所	荒 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	荒 川
11.0	30.0	-1.1537	内務省關東土木出張所	荒 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	荒 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	荒 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	荒 川
		-1.1344	内務省關東土木出張所	荒 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	荒 川
16.95	37.35		海 軍 水 路 部	荒 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	横 十 間 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	神 田 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	神 田 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	神 田 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	小 名 木 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	油 堀 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	平 久 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	官 城 外 濠 川
19.5	44.5		海 軍 水 路 部	築 地 川
10.9	23.8		海 軍 水 路 部	築 地 川
14.5	30.0	-1.1344	東 京 都	古 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	古 川
14.5	30.5	-1.1344	東 京 都	古 川
10.0	31.0		關 東 配 電	多 摩 川
12.0	33.0		軍 需 省 電 力 局	日 原 川

水系別番號	設 置 位 置	型 式
多 摩 川—2	東京都南多摩郡七生村大字百草字落川	玉屋(製), 縦(軸), 7日(巻)
" —3	" 大森區田岡調布2丁目	スクリーン(型), 横
" —4	" " " "	スクリーン, 横
" —5	川崎市上平間	スクリーン, 横
" —6	" 小向	スクリーン, 横
" —7	東京都蒲田區羽田本町	スクリーン, 横
" —8	" " 羽田御臺場	スクリーン, 横
鶴 見 川—1	川崎市小倉町	玉屋, スクリーン, 横, 1日
清 旬 川—1	神奈川県足柄上郡清水村大字川西字嵐	玉屋, リンヤール, 記録範圍3.0m, 縦, 1日
蘆 ノ 湖—1	" 足柄下郡元箱根村大字四ツ留	玉屋, ケルビン, 記録範圍3.0m, 縦, 7日
中 部		
相 模 川—1	山梨縣南都留郡西沢村大字長濱字谷口	スクリーン(型), 記録範圍3m, 横(軸)
" —2	" " (西湖發電所放水路出口)	スクリーン, 横
" —3	" " 明見村大字小見見字大若理	記録範圍3m, 横
" —4	" " 東桂村大字鹿留字東早作	スクリーン, 記録範圍3m, 横
" —5	" " 禾生村大字井倉字九鬼	スクリーン, 記録範圍3m, 横
" —6	" " 北都留郡大目村大字大野	リシヤール, 記録範圍0.01in, 縦
狩 野 川—0	靜岡縣田方郡上狩野村大字湯ケ島字世古前	玉屋(製), スクリーン, 横, 7日(巻)
" —1	" " " " 宇西平	服部, リンヤール, 記録範圍3.0in, 縦, 1日
" —2	" " " " 大仁町	服部, リンヤール, 縦, 1日
" —3	沼津市三枚橋	服部, リンヤール, 縦, 1日
" —4	" 我入道	服部, リンヤール, 縦, 1日
富 士 川—1	山梨縣北巨摩郡詩春村大字片嵐字後田	三笠, リンヤール, 記録範圍3m, 縦, 1日
" —1	" " (釜無川第二發電所水路)	スクリーン, 記録範圍3m, 横
" —1	" " 東山梨郡三富村大字川前字廣瀬	スクリーン, 横
大 井 川—1	靜岡縣榛原郡上川根村大字大間字向	スクリーン, 横, 1日
" —2	" " " " 土川根村大字泉泉字倉桂	スクリーン, 横, 1日
" —2	" " " " 宇長坂	スクリーン, 横, 1日
" —2	" " " " 宇吉木峠	スクリーン, 横, 1日
" —3	" " " " 中川根村大字藤川字小井平	スクリーン, 横, 1日
天 龍 川—1	長野縣下伊那郡生田村大字瀧子字宮ヶ瀬	リシヤール, 縦, 7日
" —2	" " " " 龍丘村大字新木田	スクリーン, 横, 7日
" —3	" " " " 大字今田	スクリーン, 横, 7日
" —3	" " " " 大下條村大字南條字松原瀬	リシヤール, 縦, 7日
" —4	" " " " 平岡村大字長島字長沼	リシヤール, 縦, 7日

記 録 岡 倚		記録紙零點高 m 東京灣中等潮位上	管 理 者	河 川		
直径 cm	長 cm					
9.2	13.1	+ 52.7056	東 京 都	多 摩	川	
11.0	30.0	- 1.1344	内務省關東土木出張所	多 摩	川	
10.0	35.0	- 1.1344	内務省關東土木出張所	多 摩	川	
11.0	30.0	- 1.1344	内務省關東土木出張所	多 摩	川	
11.0	30.0	- 1.1344	内務省關東土木出張所	多 摩	川	
11.0	30.0	- 1.1344	内務省關東土木出張所	多 摩	川	
11.0	30.0	- 1.1344	内務省關東土木出張所	多 摩	川	
11.0	30.0	- 1.1344	内務省關東土木出張所	多 摩	川	
11.0	30.2	- 0.7710	内務省關東土木出張所	鶴 見	川	
9.0	13.0		關 東 配 電	酒 匂	川	
8.0	20.0		關 東 配 電	蘆 ノ	湖	

地 方

10.0	31.0		日 本 發 送 電	相 模	川	
10.0	31.0		日 本 發 送 電	相 模	川	
10.0	31.0		日 本 發 送 電	相 模	川	
10.0	31.0		日 本 發 送 電	相 模	川	
9.0	15.0	+ 233.636	日 本 發 送 電	相 模	川	
12.0	33.0		軍 需 省 電 力 局	猶 越	川	
9.0	13.0		關 東 配 電	狩 野	川	
		+ 26.500	内務省中部土木出張所	狩 野	川	
			内務省中部土木出張所	狩 野	川	
			内務省中部土木出張所	狩 野	川	
9.5	13.0	+ 566.351	日 本 發 送 電	富 士	川	
10.0	31.0		日 本 發 送 電	信 吹	川	
12.5	60.3		日 本 發 送 電	大 井	川	
10.9	52.7	+ 381.620	日 本 發 送 電	大 井	川	
12.5	60.3	+ 372.380	日 本 發 送 電	寸 又	川	
10.9	52.7	+ 374.850	日 本 發 送 電	寸 又	川	
12.5	60.3		日 本 發 送 電	大 井	川	
9.2	13.0	+ 458.28	日 本 發 送 電	天 龍	川	
11.0	30.7	+ 306.750	日 本 發 送 電	天 龍	川	
11.0	30.7	+ 366.880	日 本 發 送 電	天 龍	川	
9.2	13.0	+ 283.500	日 本 發 送 電	和 知	川	
9.2	13.0	+ 268.240	日 本 發 送 電	天 龍	川	

水系別番號	設 置 位 置	型 式
天 龍 川—5	愛知縣北設樂郡富山村大字川上	リシヤール(型), 縦(軸), 7日(巻)
" — 6	静岡県磐田郡佐久間村大字佐久間字道下	スクリュー, 横 7日
" — 7	" " 二俣町二俣	玉屋(製), スクリュー, 記録範圍 6m, 横 1日
豊 川—0 ₁	愛知縣南設樂郡長篠村大字横川字倉木591	玉屋, スクリュー, 横 7日
" — 0 ₂	" " " " 字神田517	玉屋, スクリュー, 横 7日
" — 1	豊橋市船町	明石, スクリュー, 横 1日
矢 作 川—1	岐阜縣惠那郡上村大字高井戸字小坊主	スクリュー, 横 1日
" — 1 ₁	愛知縣北設樂郡稻武村字藥原	スクリュー, 横 7日
" — 2	岐阜縣惠那郡市原村大字釜井	スクリュー, 横 3日
" — 3	愛知縣東加茂郡旭村大字時瀬字仲平	シリアン, 1日
" — 4	" " " 大字小庚字セイゴ	シリアン, 1日
" — 5	" " " 大字篠戸	シリアン, 1日
" — 6	" 西加茂郡小原村大字日向	シリアン, 1日
" — 7	" " " 大字築平	スクリュー, 横 7日
" — 8	" 東加茂郡阿指村大字月原	スクリュー, 横 7日
" — 9	" " " 大字大河原字辻畑	スクリュー, 横 7日
" — 10	" " " "	スクリュー, 横 7日
" — 11	" 西加茂郡石野村大字東廣瀬字清水	明石, 横 1日
" — 12	" " 猿投村大字波岩	明石, 横 1日
" — 13	" " " "	明石, 横 1日
" — 14	" " " "	明石, 横 1日
" — 15	" " 畢母村大字今字萱生	明石, 横 1日
" — 15 ₁	" 東加茂郡盛岡村大字川端字上川通2	玉屋, スクリュー, 横 1日
" — 15 ₂	" " 足助町大字足助字岩清水10	玉屋, スクリュー, 横 1日
" — 16	" 額田郡岩津町西蔵前	玉屋, スクリュー, 記録範圍 6m, 横 1日
" — 17	" 碧海郡旭町	横 1日
境 川—1	" " 刈谷町	玉屋, 縦, 1日
" — 2	" " " "	玉屋, 縦, 1日
堀 川—1	名古屋市西區長坂町	明石, スクリュー, 横 1日
" — 2	" 南區熱田西町	明石, スクリュー, 横 1日
庄 内 川—1	岐阜縣土岐郡土岐津町土岐口1570	玉屋, スクリュー, 横 1日
" — 2	愛知縣東春日井郡守山町瀬古	玉屋, スクリュー, 記録範圍 6m, 横 1日
木 曾 川—1	長野縣西筑摩郡木曾村大字篠原	玉屋, スクリュー, 記録範圍 6m, 横 1日
" — 2	" " 稲島村字鹽淵	スクリュー, 横 8日

記録四角		記録紙零點高m 東京灣中等潮位上	管 理 者	河 川		
直径 cm	長 cm					
9.2	13.0		日 本 發 送 電	天	龍	川
11.0	30.7	+ 122.003	日 本 發 送 電	天	龍	川
11.0	27.0	+ 33.981	内務省中部土木出張所	天	龍	川
11.0	31.0	+ 60.090	中 部 配 電	寒	狭	川
11.0	31.0	+ 38.600	中 部 配 電	寒	狭	川
11.0	30.5	- 1.249	愛 知 縣	豊		川
9.2	12.0	+ 762.520	日 本 發 送 電	矢	作	川
9.0	12.5	+ 490.840	日 本 發 送 電	矢	倉	川
15.0	40.0	+ 214.550	日 本 發 送 電	矢	作	川
9.4	13.5	+ 161.200	日 本 發 送 電	矢	作	川
9.4	13.5	+ 161.000	日 本 發 送 電	矢	作	川
9.4	13.5	+ 166.400	日 本 發 送 電	矢	作	川
9.4	13.5	+ 112.000	日 本 發 送 電	矢	作	川
11.6	30.3	+ 117.250	日 本 發 送 電	矢	作	川
11.0	31.0	+ 84.850	日 本 發 送 電	矢	作	川
11.0	31.0	+ 70.890	日 本 發 送 電	矢	作	川
11.0	31.0	+ 84.820	日 本 發 送 電	矢	作	川
11.0	35.0	+ 67.410	日 本 發 送 電	矢	作	川
11.0	35.0	+ 61.000	日 本 發 送 電	矢	作	川
11.0	35.0	+ 44.000	日 本 發 送 電	矢	作	川
11.0	35.0		日 本 發 送 電	矢	作	川
11.0	35.0	+ 28.000	日 本 發 送 電	矢	作	川
10.9	30.7		中 部 配 電	足	助	川
10.9	30.7		中 部 配 電	足	助	川
11.0	27.0	+ 21.000	内務省中部土木出張所	矢	作	川
12.0	30.5	- 0.537	愛 知 縣	矢	作	川
9.2	12.5	- 0.948	愛 知 縣	境		川
9.2	12.5	- 1.248	愛 知 縣	境		川
10.8	30.6	- 1.3544	愛 知 縣	堀		川
10.8	30.6	- 1.3544	愛 知 縣	堀		川
11.0	30.5		中 部 配 電	庄	内	川
11.0	27.0	+ 7.880	内務省中部土木出張所	庄	内	川
11.0	27.0	+ 925.254	内務省中部土木出張所	木	曾	川
12.5	63.0	+ 742.150	日 本 發 送 電	水	曾	川

水系別番號	設 置 位 置	
本 會 川—2 ₁	長野縣西筑摩郡王龍村大字 ⁰⁷¹ 鯉川	スクリーン(型), 横(軸), 3日(巻)
" —2 ₂	" " 上松村大字田島	リシヤール, 縦, 1日
" —2 ₃	" " 三岳村字下殿	スクリーン, 横, 7日
" —3	" " 上松村大字小川字北野	スクリーン, 横, 1日
" —3 ₁	" " " 大字小川西字焼住	スクリーン, 横, 1日
" —4	岐阜縣惠那郡坂下町字堀	スクリーン, 横, 3日
" —5	" " 翠川村字弓場	スクリーン, 横, 5日
" —6	" " 笠置村字柳喰	スクリーン, 横, 5日
" —7	" 加茂郡飯地村大字烏帽子岩	スクリーン, 横, 2日
" —8	" " " 宇杉ノ澤	スクリーン, 横, 4日
" —9	" " 八百津町字諸田	スクリーン, 横, 5日
" —10	" 可兒郡兼山町大字港町	スクリーン, 横, 5日
" —10 ₁	" " 朝日村大字黒川	玉屋(製), スクリーン, 横, 1日
" —10 ₂	" " 下呂町大字東上田	リシヤール, 縦, 7日
" —10 ₃	" " 中原村大字瀬戸	スクリーン, 横, 5日
" —10 ₄	" " 下原村大字中切字蔵峠	スクリーン, 横, 1日
" —10 ₅	" " 下原村大字大船渡字垣内	スクリーン, 横, 7日
" —10 ₆	" " 郡上郡和良村大字方須	玉屋, スクリーン, 記録範圍 6m, 横, 1日
" —10 ₇	" " 東村大字乙原	玉屋, スクリーン, 記録範圍 6m, 横, 1日
" —10 ₈	" " " 大字和蘭野字大曲	スクリーン, 横, 5日
" —10 ₉	" " 西白川村大字白山字下川牧	スクリーン, 横, 5日
" —10 ₁₀	" " " 大字野原	スクリーン, 横, 2日
" —10 ₁₁	" " 蘇原村大字三川	玉屋, スクリーン, 記録範圍 6m, 横, 1日
" —10 ₁₂	" " 西白川村大字河岐字下山	スクリーン, 横, 5日
" —10 ₁₃	" " 下麻生町大字木知洞字向畑	スクリーン, 横, 7日
" —10 ₁₄	" " 川邊町大字西柳井字平井	スクリーン, 横, 2日
" —10 ₁₅	" " " " "	スクリーン, 横, 5日
" —11	" " 今渡町大字西野	スクリーン, 横, 2日
" —12	" " " 大字今渡字町	スクリーン, 横, 2日
" —13	" 稻葉郡鷺沼村大字南町	スクリーン, 横, 7日
" —14	" 羽島郡笠松町字柳原	ガーレイ, 記録範圍 3.048m, 横, 7日
" —15	愛知縣海部郡立田村大字船頭平	玉屋, 記録範圍 6.5m, 横, 1日
長・良 川—0 ₁	" " 板取村大字白谷	スクリーン, 横, 1日
" —0 ₂	" " " "	スクリーン, 横, 1日

記録筒		記録紙零點高 m 東京湾中等潮位上	管 理 者	河 川	
直径 cm	長 cm				
13.0	36.0	+ 938.870	日 本 發 送 電	鹹	川
9.0	13.0	+ 851.15	日 本 發 送 電	王 龍	川
12.0	30.0	+ 778.000	日 本 發 送 電	王 龍	川
9.3	18.0	+ 731.680	日 本 發 送 電	木 會	川
10.5	33.0	+ 854.910	日 本 發 送 電	小	川
13.0	57.5	+ 294.430	日 本 發 送 電	木 會	川
20.3	40.3	+ 249.290	日 本 發 送 電	木 會	川
20.3	42.0	+ 210.660	日 本 發 送 電	木 會	川
19.0	42.0	+ 200.300	日 本 發 送 電	木 會	川
12.0	57.0	+ 171.000	日 本 發 送 電	木 會	川
13.0	42.0	+ 93.220	日 本 發 送 電	木 會	川
22.3	49.0	+ 70.000	日 本 發 送 電	木 會	川
12.0	33.0		軍 需 省 電 力 局	飛 驒	川
9.6	12.0	+ 384.410	日 本 發 送 電	飛 驒	川
21.7	58.0	+ 274.580	日 本 發 送 電	飛 驒	川
11.5	39.0	+ 268.300	日 本 發 送 電	飛 驒	川
20.0	40.0	+ 219.500	日 本 發 送 電	飛 驒	川
11.0	27.0	+ 324.932	内務省中部土木出張所	和 良	川
11.0	27.0	+ 237.683	内務省中部土木出張所	馬 瀬	川
21.0	47.0	+ 270.940	日 本 發 送 電	馬 瀬	川
21.0	37.0	+ 198.500	日 本 發 送 電	飛 驒	川
18.5	41.5	+ 198.500	日 本 發 送 電	飛 驒	川
11.0	27.0	+ 191.131	内務省中部土木出張所	飛 驒	川
21.0	39.0	+ 157.650	日 本 發 送 電	飛 驒	川
29.0	51.0	+ 92.150	日 本 發 送 電	飛 驒	川
19.5	35.0	+ 94.000	日 本 發 送 電	飛 驒	川
21.0	49.0	+ 69.150	日 本 發 送 電	飛 驒	川
19.6	35.0	+ 70.500	日 本 發 送 電	木 會	川
19.6	42.0	+ 65.440	日 本 發 送 電	木 會	川
13.0	60.7	+ 41.080	日 本 發 送 電	木 會	川
9.7	19.0	+ 6.592	内務省中部土木出張所	木 會	川
11.0	21.0	- 0.9416	内務省中部土木出張所	木 會	川
11.5	39.0	+ 218.500	日 本 發 送 電	板 取	川
11.5	39.0	+ 218.500	日 本 發 送 電	板 取	川

水系別番號	設 置 位 置	型 式
長 良 川—0 ₃	愛知縣海部郡洞戸村大字下洞戸	スクリーン(型), 横(軸), 1日(巻)
" — 1	" 稻葉郡芥見村大字芥見	玉屋(型), スクリュー, 記録範圍 10m, 横, 1日
" — 1 ₁	" " 長瀬村大字鼓證字伊野	スクリーン, 横, 1日
" — 2	" 羽島郡稻荷村	ガーレイ, 記録範圍 8.048m, 横, 7日
" — 3	" 海津郡大江村油島	玉屋, 記録範圍 6.5m, 横, 1日
" — 3 ₁	" 掛妻郡坂内村大字坂本字下田	三笠, 松尾式, 横, 8日
" — 3 ₂	" " 久瀬村東津汲	スクリーン, 横, 1日
" — 3 ₃	" " " 大字三倉	スクリーン, 横, 1日
" — 3 ₄	" " 小嶋村大字上野	スクリーン, 横, 1日
" — 3 ₅	" 海津郡大江村油島	玉屋, 記録範圍 5.5m, 横, 1日
" — 4	愛知縣海部郡立田村大字船頭平	玉屋, 記録範圍 5.5m, 横, 1日
阿 賀 野 川—5	新潟縣東蒲原郡津川町大字津川字辨天	玉屋, ケルビン, 記録範圍 10m, 縦, 1日
" — 6	" 中蒲原郡川東村大字馬下字渡舟場	玉屋, ケルビン, 記録範圍 10m, 縦, 1日
信 濃 川—1	長野縣小縣郡依田村大字生田字縛ノ脇	三洋, スクリュー, 横, 7日
" — 1 ₁	" 南安曇郡安曇村大字大野川字前川渡	玉屋, ケルビン, 縦, 1日
" — 1 ₂	" 東筑摩郡波田村字赤岩	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" — 1 ₃	" 北安曇郡平村字湯平 1106 番地	玉屋, リンヤール, 縦, 1日
" — 1 ₄	" 更級郡牧郷村大字弘崎字和田	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" — 2	" 下水内郡岡山村大字照岡字大久保	米國, ハチブンス式A, 横, 1年
" — 3	" " " 大字照岡字川端	廣澤, 交流式遠方水位計N I R, 横, 7日
" — 4	" " " " " "	廣澤, 交流式遠方水位計N I R, 横, 7日
" — 5	新潟縣中魚沼郡上郷村大字寺石字大法	服部, スクリュー, 横, 7日
" — 6	" " " " " "	服部, スクリュー, 横, 7日
" — 7	新潟市(信濃川河口西防波堤)	玉屋, 縦, 1日
野 尻 湖—1	長野縣上水内郡信濃尻村大字野尻	三笠, スクリュー, 横, 7日
荒 川—1	新潟縣中頸城郡名香山村大字關川字錦戸	三笠, スクリュー, 横, 7日
" — 2	" " " " " "	三笠, スクリュー, 横, 7日
黒 部 川—1	富山縣下新川郡内山村大字字余月	玉屋, リンヤール, 縦, 1日
" — 2	" " 船見町外二村字國有林	玉屋, リンヤール, 縦, 1日
神 通 川—1	富山縣越前郡黑瀬谷村葛原(神通川左岸葛原堤防終點より上流 400mの地點)	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" — 2	" " 杉原村城虫(北國配電薄島發電所第一號隧道出口)	玉屋, 縦, 1日
庄 川—1	岐阜縣大野郡莊川村大字新澤字大ずる	鈴木, 横, 1日
" — 2	富山縣東礪波郡平村大字上梨	玉屋, リンヤール, 縦, 1日
" — 2 ₁	" " 利賀村大字栗富字九里山	玉屋, リンヤール, 記録範圍 6m, 縦, 1日

記録間筒		記録紙零點高 ^m 東京灣中等潮位上	管 理 者	河 川		
直径 cm	長 cm					
11.6	89.0	+ 132.000	日 本 發 送 電	板 取	川	
11.0	27.5	+ 23.577	内務省中部土木出張所	長 良	川	
11.0	42.0	+ 80.310	日 本 發 送 電	根 尾	川	
9.7	19.0	+ 3.300	内務省中部土木出張所	長 良	川	
11.0	21.0	- 0.9818	内務省中部土木出張所	長 良	川	
12.0	34.0	+ 225.250	中 部 配 電	廣 瀬	川	
12.0	41.0	+ 90.000	日 本 發 送 電	掛 斐	川	
12.0	41.0	+ 82.820	日 本 發 送 電	掛 斐	川	
12.0	41.0	+ 58.000	日 本 發 送 電	掛 斐	川	
11.0	21.0	- 0.9299	内務省中部土木出張所	掛 斐	川	
11.0	21.0	- 0.9214	内務省中部土木出張所	長 良	川	
10.0	13.0	+ 46.000	日 本 發 送 電	阿 賀 野	川	
10.0	13.0	+ 14.000	日 本 發 送 電	阿 賀 野	川	
11.0	30.5	+ 468.870	日 本 發 送 電	信 濃	川	
9.0	13.0	+ 966.800	日 本 發 送 電	犀	川	
11.0	30.7	+ 744.500	日 本 發 送 電	犀	川	
9.0	13.5	+ 908.600	日 本 發 送 電	高 瀬	川	
11.0	30.0	+ 483.900	日 本 發 送 電	犀	川	
8.5	66.0	+ 295.454	日 本 發 送 電	信 濃	川	
4.0	23.0	+ 290.769	日 本 發 送 電	信 濃	川	
4.0	23.0	+ 286.864	日 本 發 送 電	信 濃	川	
12.0	34.5	+ 281.753	日 本 發 送 電	信 濃	川	
12.0	34.5	+ 281.753	日 本 發 送 電	信 濃	川	
9.0	12.0	± 0.000	逓送省港灣局第一港灣建設部	信 濃	川	
13.3	46.7	+ 657.104	日 本 發 送 電	野 尻	湖	
11.2	30.8	+ 611.856	日 本 發 送 電	荒 瀬	川	
11.2	30.3	+ 606.527	日 本 發 送 電	荒 瀬	川	
9.3	12.9	+ 191.120	日 本 發 送 電	黒 部	川	
9.3	12.9	+ 639.770	日 本 發 送 電	黒 部	川	
11.88	33.0	+ 67.203	北 陸 配 電	神 田	川	
9.9	13.2	+ 66.141	北 陸 配 電	神 田	川	
10.5	32.7	+ 797.990	日 本 發 送 電	庄	川	
9.0	13.0	+ 258.538	日 本 發 送 電	庄	川	
9.0	13.0	+ 184.400	日 本 發 送 電	利 賀	川	

水系別番號	設 置 位 置	型 式
庄 川—2s	富山縣西礪波郡西太美村大字小院瀬見	玉屋(製), スクリュー(型), 横軸, 1日(巻)
大 野 川—1	石川縣河北郡川北村字東紋爪	測機舎, スクリュー, 横, 7日
" —2	" " 内澁村字向栗崎	測機舎, スクリュー, 横, 1日
" —3	金澤市大野町	測機舎, スクリュー, 横, 1日
九 頭 龍 川—0s	福井縣足羽郡酒生村大字宿布	玉屋, スクリュー, 記録範圍 6m, 横, 1日

近 畿

木 曾 川—16	三重縣桑名郡伊賀島村	玉屋(製) 記録範圍 5.6m, 横軸, 1日(巻)
長 良 川—5	桑名市吉ノ丸	玉屋, 記録範圍 5.6m, 横, 1日
熊 野 川—0s	三重縣南牟婁郡神川村大字大井	玉屋, スクリュー(製), 横, 1日
日 高 川—1	和歌山縣日高郡船着村大字姉子字平	玉屋, 縦, 1日
紀 ノ 川—1	和歌山市湊町大字湊	服部, スクリュー, 横, 6日
大 阪 市 内 河	大阪市旭區今福町(城北運河淀川口水門)	玉屋, スクリュー, 記録範圍 3m, 横, 1日
" —(2)	大阪市北区細島町	玉屋, スクリュー, 記録範圍 4m, 横, 1日
" —(3)	" 旭區文瀾町(城北運河淀川口水門)	玉屋, スクリュー, 記録範圍 3m, 横, 1日
" —(4)	" 東成區南中道3丁目	玉屋, スクリュー, 記録範圍 3m, 横, 1日
" —(5)	" 北區中ノ島1丁目(堂島川可動堰)	玉屋, スクリュー, 記録範圍 4m, 横, 1日
" —(6)	" " 中ノ島2丁目(土佐堀川可動堰)	玉屋, スクリュー, 記録範圍 2.97m, 横, 1日
" —(7)	" 西區江戸堀北通1丁目(江戸堀川可動堰)	玉屋, スクリュー, 記録範圍 2.97m, 横, 1日
" —(8)	" " 京町堀通1丁目(京町堀川可動堰)	玉屋, スクリュー, 記録範圍 2.97m, 横, 1日
" —(9)	" 南區米吉橋通1丁目(長堀川可動堰)	玉屋, スクリュー, 記録範圍 2.97m, 横, 1日
" —(10)	" " 久左衛門町(道頓堀川可動堰)	玉屋, 記録範圍 2.97m, 横, 1日
" —(11)	" 西區南堀江3番町	玉屋, スクリュー, 記録範圍 4.0m, 横, 1日
" —(12)	" 西成區津守町	測機舎, リンヤール, 縦, 7日
" —(13)	" 大正區北恩賀島町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —(14)	" " 新千歳町	玉屋, スクリュー, 記録範圍 4.0m, 横, 1日
琵琶 湖—1	滋賀縣高島郡今津町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —2	" 滋賀郡堅田町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —3	大津市湖南町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —4	滋賀縣愛知郡稻村柳川	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —5	彦根市松原町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —6	滋賀縣坂田郡長濱町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
淀 川—0s	京都府相樂郡大河原村大字北大河原字泉谷(木津川右岸大河原發電所取水堰堤上流)	玉屋, 横, 1日
神 崎 川—1	大阪府豊野郡小曾根村	服部, リンヤール, 縦, 1日

記録間隔		記録紙零點高 m 東京湾中等潮位上	管 理 者	河 川
直径 cm	長 cm			
12.0	33.0		軍 需 省 電 力 局	小 矢 部 川
10.6	30.8	- 0.010	石 川 縣	大 野 川
10.9	30.5	± 0.000	石 川 縣	大 野 川
10.9	30.5	± 0.000	石 川 縣	大 野 川
11.0	27.0	+ 23.000	内 務 省 中 部 土 木 出 張 所	足 羽 川
地 方				
11.0	21.0	- 0.0616	内 務 省 中 部 土 木 出 張 所	木 曾 川
11.0	21.0	- 0.7568	内 務 省 中 部 土 木 出 張 所	長 良 川
11.0	33.0		軍 需 省 電 力 局	北 山 川
9.4	13.3	+ 110.8835	關 西 配 電	日 高 川
31.0	34.0	- 0.300	逓 通 省 港 灣 局 第 三 港 灣 建 設 部	紀 伊 川
11.0	30.0	- 1.0455	大 阪 市	城 北 運 河
11.0	30.0	- 1.0455	大 阪 市	淀 川
11.0	30.0	- 1.0455	大 阪 市	城 北 運 河
11.0	30.0	- 1.0455	大 阪 市	新 平 野 川
11.0	30.0	- 1.0455	大 阪 市	堂 島 川
11.0	30.0	- 1.0455	大 阪 市	土 佐 堀 川
11.0	30.0	- 1.0455	大 阪 市	江 戸 堀 川
11.0	30.0	- 1.0455	大 阪 市	京 河 堀 川
11.0	30.0	- 1.0455	大 阪 市	長 堀 川
11.0	30.0	- 1.0455	大 阪 市	道 頓 堀 川
11.0	30.0	- 1.0455	大 阪 市	木 津 川
9.4	12.0	- 1.0455	大 阪 府	木 津 川
11.0	30.3	- 1.0455	大 阪 府	尻 無 川
11.0	30.0	- 1.0455	大 阪 市	大 正 運 河
12.0	30.0	+ 84.5685	滋 賀 縣	琵琶 湖
12.0	30.0	+ 84.5685	滋 賀 縣	琵琶 湖
12.0	30.0	+ 84.5685	滋 賀 縣	琵琶 湖
12.0	30.0	+ 84.5685	滋 賀 縣	琵琶 湖
12.0	30.0	+ 84.5685	滋 賀 縣	琵琶 湖
12.0	30.0	+ 84.5685	滋 賀 縣	琵琶 湖
12.0	30.0	+ 84.5685	滋 賀 縣	琵琶 湖
11.0	30.0	+ 07.8405	關 西 配 電	木 津 川
9.2	12.3	- 1.0455	大 阪 府	神 崎 川

水系別番號	設置位置	型式
神崎町-1	大阪府豊野郡庄内町庄本	測機合, リンヤール(型), 縦(軸), 7日(巻)
" - 2	大阪市西淀川區加島町	服部, リンヤール, 縦, 1日
" - 3	" " 加町	服部, リンヤール, 縦, 1日
加古川-1	兵庫縣高砂町南村木町2番地	服部, 横, 5日
岡山川-1	" 城崎郡港村	服部, 横, 5日
中 國		
吉井川-1	岡山縣若田郡奥津村大字奥津川西字田夫田	ケルビン(型), 縦(軸), 1日(巻)
" - 2	" " 久田村大字久田下原字市場	玉屋(製), リンヤール, 縦, 1日
旭川-1	" 上道郡三船村大字江並字九割	玉屋, 縦, 1日
" - 2	" " "	リンヤール, 縦, 1日
高梁川-1	" 阿賀郡美登村大字唐松字川合	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" - 11	" 川上郡中村大字布寄字長砂	リンヤール, 縦, 1日
太田川-1	廣島縣佐伯郡吉和村大字細見字小松原	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" - 2	" 山縣郡戸内村大字押ヶ峠	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" - 3	" " " " 字前城	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" - 4	" " " " 大字打梨	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" - 41	" " " " 中野村大字細見字三泊	玉屋, リンヤール, 縦, 7日
" - 42	" " " " " "	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" - 43	" " " " 大字川小田字中郷	玉屋, リンヤール, 縦, 7日
" - 5	" 安佐郡久地村大字間ノ平	玉屋, リンヤール, 縦, 1日
" - 6	" " 龜山村大字藤本字大野	玉屋, スクリュー, 横, 7日
天神川-01	鳥取縣東伯郡旭村大字久原字當所	玉屋, スクリュー, 横, 1日
江川-01	廣島縣比婆郡下高野山村大字高森字下高森	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" - 02	" 双三郡君田村大字置田字雀ヶ原	玉屋, スクリュー, 横, 7日
四 國		
吉野川-1	徳島市上助任町字蝦子(吉野川筋右岸)	縦(軸), 5日(巻)
神田川-1	徳島縣勝浦郡小松島町	玉屋(製), スクリュー(型), 横, 1日
岡川-1	(小松島港内神田濱川右岸) " 那賀郡富岡町大字豊登字大手	玉屋, スクリュー, 横, 1日
仁淀川-01	愛媛縣上浮穴郡仕七川村大字仕出	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" - 1	高知縣高岡郡越知町大字熊秋字西浦	スクリュー, 横, 1日
四万十川-1	" 幡豆郡大正村大字江師字タキ山	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" - 2	" " 下田町大字青砂島	横, 1日

記録筒		記録紙零點高 m 東京湾中等潮位上	管 理 者			河 川		
直径 cm	長 cm							
9.4	12.0	- 0.9575	大 阪 府	猪 名 川				
9.2	12.8	- 1.0455	大 阪 府	神 崎 川				
9.2	12.8	- 1.0455	大 阪 府	神 崎 川				
12.0	34.0		兵 庫 縣	加 古 川				
63.0	64.0		兵 庫 縣	圓 山 川				
地 方								
9.2	13.0	+ 362.500	日 本 發 送 電	吉 井 川				
9.2	12.7	+ 172.620	日 本 發 送 電	吉 井 川				
9.0	13.0	- 1.606	日 本 發 送 電	旭 川				
9.0	12.5	- 1.6718	岡 山 縣	旭 川				
12.0	33.0		軍 需 省 電 力 局	高 梁 川				
9.2	12.7	+ 109.470	日 本 發 送 電	成 羽 川				
12.0	32.0		日 本 發 送 電	太 田 川				
12.0	32.0	+ 477.670	日 本 發 送 電	太 田 川				
12.0	32.0		日 本 發 送 電	太 田 川				
12.0	32.0		日 本 發 送 電	太 田 川				
9.2	12.0		日 本 發 送 電	瀧 山 川				
14.3	45.0	+ 502.000	日 本 發 送 電	瀧 山 川				
9.2	13.0		日 本 發 送 電	瀧 山 川				
9.2	12.7		日 本 發 送 電	太 田 川				
10.0	32.0		日 本 發 送 電	太 田 川				
11.0	33.0		軍 需 省 電 力 局	竹 田 川				
12.0	32.0		日 本 發 送 電	神 野 瀬 川				
12.0	32.0		日 本 發 送 電	神 野 瀬 川				
地 方								
33.0	34.0	- 0.833	德 島 縣	吉 野 川				
12.0	25.0	- 0.9738	德 島 縣	神 田 瀬 川				
10.8	27.0	- 1.4000	内務省中園、四國土木出張所	岡 川				
12.0	33.0		軍 需 省 電 力 局	面 河 川				
8.7	33.3	+ 387.3800	日 本 發 送 電	仁 淀 川				
10.0	32.0		日 本 發 送 電	四 万 十 川				
11.0	30.0	- 1.1985	内務省中園、四國土木出張所	四 万 十 川				

九州

水系別番號	設 置 位 置	型 式
今 川—1	福岡縣京都郡早川村崎山	玉屋(製), リシヤール(型), 縦(軸), 1日(巻)
大 分 川—1	大分市長濱町舞鶴橋	玉屋, スクリュー, 横, 1日
大 野 川—1	大分縣大分郡松岡村大字大津留	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" —2	" 北海郡那珂川添村大字宮河内字金谷	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" —3	" 大在村大字志村	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —4	" 大分郡三佐村大字新港	玉屋, スクリュー, 横, 1日
大 淀 川—1	宮崎縣北諸縣郡高崎町大字細瀬字笛水	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —2	" 東諸縣郡高岡町大字浦ノ名字西早流	玉屋, スクリュー, 横, 7日
" —2 ₁	" 綾村大字南俣字中尾	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —3	宮崎市上野町4丁目	玉屋, リシヤール, 縦, 1日
那 珂 川—1	福岡縣筑紫郡日佐村下日佐	玉屋, スクリュー, 横, 1日
川 上 川—1	佐賀縣小城郡北山村大字大野字腰ノ羽	プリストン 康力, 横, 1日
" —1 ₁	" " " " 宇藤瀬	カンパニー 康力, 横, 1日
筑 後 川—1	大分縣日田郡中川村大字櫻竹字梁ヶ瀬	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —1 ₁	" " 中津江村大字楊野字荒瀬	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —1 ₂	" " 大山村大字西大山字貫見	鈴木, 横, 1日
" —2	久留米市瀬ノ下町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —3	福岡縣三井郡城島町大字下田	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —4	" " 大川町若津	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —5	" 三潴郡川口村大字紅粉屋	玉屋, スクリュー, 横, 1日
川 内 川—1	川内市宮内町	玉屋, スクリュー, 横, 1日
" —2	鹿児島縣薩摩郡水引村大字綱津	玉屋, スクリュー, 横, 1日

地 方

記録筒		記録紙零點高 m 東京灣中等潮位上	管 理 者	河 川	
直径 cm	長 cm				
12.0	30.7		福 岡 縣	今	川
11.0	30.0	- 1.000	内務省九州土木出張所	大 分	川
11.0	31.0	± 0.000	内務省九州土木出張所	大 野	川
11.0	31.0	- 0.0977	内務省九州土木出張所	大 野	川
11.0	31.0	- 0.9597	内務省九州土木出張所	大 野	川
11.0	31.0	- 1.000	内務省九州土木出張所	大 野	川
11.0	30.0	+ 78.500	日 本 發 送 電	大 浚	川
10.0	30.0	+ 18.000	日 本 發 送 電	大 浚	川
12.0	33.0		軍 需 省 電 力 局	大 綾	川
9.5	12.5	- 0.3804	内務省九州土木出張所	大 浚	川
15.0	27.2		福 岡 縣	那 珂	川
21.0	35.0	+ 269.150	日 本 發 送 電	川 上	川
21.0	35.0	+ 311.330	日 本 發 送 電	藤 瀬	川
11.0	31.0	+ 214.840	日 本 發 送 電	筑 後	川
12.0	33.0		軍 需 省 電 力 局	津 江	川
11.6	31.0	+ 185.000	日 本 發 送 電	大 山	川
10.8	29.7	+ 1.977	内務省九州土木出張所	筑 後	川
10.8	29.7	- 0.071	内務省九州土木出張所	筑 後	川
10.8	29.7	- 1.646	内務省九州土木出張所	筑 後	川
10.8	29.7	- 1.704	内務省九州土木出張所	筑 後	川
11.0	30.0	± 0.000	内務省九州土木出張所	川 内	川
11.0	30.0	± 0.000	内務省九州土木出張所	川 内	川