

第 2 表

溜分 番号	溜出温度 °C/20mmHg	単 溜 出 量	位 溜 出 量	總溜 出 量	d_{25}^{25}	n_D^{25}	Br%
1	49-60	7.1g	7.1g	1.5240	--	--	
2	60-65	12.5	19.6	1.5914	--	--	
3	65-70	18.3	37.9	1.6204	1.5020		
4	70-75	20.3	58.2	1.6333	1.5051		
5	75-80	24.8	81.0	1.6356	1.5053		67.11 66.96
6	80-85	9.9	92.9	1.6379	1.5051		
7	85-90	18.3	111.2	1.6330	1.5069		68.04 67.67
8	90-95	4.3	115.5	1.6440	--	--	
9	95-100	1.7	117.2	--	--	--	
10	100-101	1.0	118.2	--	--	--	
	残 渣	1.5					
	損 失	3.8					

主溜分につき Br を定量 (カリウス氏法による) する。

第 3 表

溜 分	Br%	C ₅ H ₁₀ Br ₂ としての Br 理論量	C ₆ H ₁₂ Br ₂ としての Br 理論量
75~80°C・20mmHg	平均 67.04%	69.50%	65.51%
85~90°C//	平均 67.86%		

即ち主溜分は 2 臭化物に相当し、不飽和炭化水素に Br₂ が附加したものと考えられる。C₅H₁₀Br₂、C₆H₁₂Br₂ 等の混合物と考えられるゆえに Br 測定量も中間値を示している。第 2 表の比重、屈折率もペンテン、ヘキセンの 2 臭化物と大体一致する。

4. 飽和炭化水素溜分の分離

臭素化により不飽和分を分離せる 100°C 以下の溜分 (飽和炭化水素並に芳香族を含む) を分離する。

第 4 表

溜分 番号	溜出温度 °C/760mmHg	単 溜 出 量	總溜 出 量	d_{25}^{25}	n_D^{25}
1	28-33	15.3	15.3	0.6165	1.3552
2	33-38	8.5	23.8	0.6267	1.3578
3	38-43	6.7	30.5	0.6307	1.3614
4	43-48	5.4	35.9	0.6387	1.3647
5	48-53	4.5	40.4	0.6397	1.3678
6	53-58	5.5	45.9	0.6508	1.3723
7	58-63	11.1	57.0	0.6699	1.3770
8	63-68	24.6	81.6	0.6816	1.3795
9	68-73	0.9	82.5	--	1.3827
10	73-78	1.0	83.5	--	1.3900
11	78-83	0.4	83.9	--	1.3986
12	83-88	1.2	85.1	--	1.4182
13	88-93	1.4	86.5	0.9571	1.4190
14	93-97	2.4	88.9	1.0548	1.4235
	残 渣	3.4	92.3		
	損 失		7.7		

溜分 1~8 は n 及 iso-ペンタン並に n 及 iso-ヘキサン其他ペンタン、ヘキサン異性体が主であると考えられる。比重屈折率よりナフテン、芳香族はすくなくと推察される。溜分 9 以上はヘプタンの存在も予想され、ナフテン、芳香族並に臭素置換体等が混在するものと考えられる。

5. 結 論

オレフィン約 35%、芳香族約 5%、ナフテン約 10%、パラフィン約 50% の炭化水素よりなるが、これ等炭化水素の C 数は 5 及 6 であり 7 が少量混在する。主成分は n 及 iso-ペンタン、ヘキサン及ペンタン、ヘキサン異性体等のパラフィン系炭化水素並にペンテン、ヘキセン等のオレフィン系炭化水素である。

備考: 本研究は現在続行中で本年 7 月 14 日日本化学会中国四国支部常会にて講演したものである。研究費の援助と発表を許可されたる宇部興産株式会社宇部窒素工場研究所長大岡剛吉博士に深謝し、小河靖博氏の協力に感謝する。

軟弱地盤中の載荷杭に對する横振動による沈下量について*

加賀美 一 二 三

1. 緒 言

軟弱地盤中にある載荷杭に横振動が加えられる場合は地震時の橋脚、岸壁、洪水時の橋脚等の如く其の構造破壊の実例多く、これが関係の吟味は構造設計並に施工上重要な事柄であ

る。さて杭に関する問題は支持力については Dörr, Bierbaumer 等の静力学的、E. N. R., Eytelwien, Weisbach, Sander 等の動力学的の計算法があり、耐横力については杭及び井筒の場合として、一般構造に関して Lohmeyer, 松

尾、小野、窪田氏等の研究があり、耐震性考慮の水平力作用による平衡と応力分布の限界も Engels が解明しているところであり、更に最近石原、後藤、鈴木、溝口、安部氏等の振動に関する構造設計への動力的研究が発表されている。

筆者はここに横振動による実験結果と其れに対する実験並に理論的考察を述べんとするものである。

2. 関係要素、実験装置及び実験方法

本実験に関係すべき要素は

杭：剛性即ち加力及び加力点の位置、杭長及び根入長、弾性係数、断面二次率、杭の直径、表面滑度、杭端形状等

地盤：土壤種類即ち比重、粒度、堅弱度即ち地盤の弾性、含水量即ち粘着力及摩擦力、緻密度等

荷重：静、動、衝撃振動荷重の種類と加力方向並に載荷重部接続構造等

振動：振動種類、振巾、振動形状、週期及び波長

以上の諸要素が考えられるのであつて、落下錘打止沈下による場合と同様三相系の関係要素

となるのである。

実験装置は図一1の如く鋼製箱に土砂類を入れ、中央に試験杭を立て、杭頭端は滑車装着にて滑動摩擦によつて載荷重を支持するようにしたもので、一般に群杭の影響範囲外であるべきことを考慮しての単杭としての実験である。振動は8分の1HP. 1610r. p. m. のモーター軸に円形偏心カムを直接して發振せしめ杭に振動を傳達する。發振波形は正弦曲線であり、振巾は1.0及び1.5m. m. の2種類とした。杭は松材にて作り直径32m. m. とし滑車装着により載荷重に基く振動方向の摩擦を減殺し、荷重変位なきよう、四隅にて荷重台の位置を保たしめている。地盤土壤としては海岸砂を35メツシュ篩にて篩分け充分乾燥せしめ、含水率0%となし、安息角測定値は 42° のものを使用した場合である。

実験に当つては二方法をとり、第一法は規準齊等の地盤を得るため鋼箱中に砂を二層に分けて各層毎に110~120回搗固めたが、第二法にては砂を入れて表面を水平にしたままで載荷杭となし、最大締度に達するまで数回横振動を與えて後実験したものである。前者は質度均等でわあるが締度小であり、後者は荷重に応じた最大締度状態の場合である。実験結果は兩者ともほとんど同じ傾向となつたのと、实例は後者の最大締度状態に近いことにより以下第二法実験結果について吟味する。

3. 実験結果

本文において用うる記号を図一1に示す如く次のものとする

Q = 各振動段階毎の載荷重, kg

W = 載荷支持杭の自重, kg

P = 横振動加力, kg

t = P を加える時間, 秒

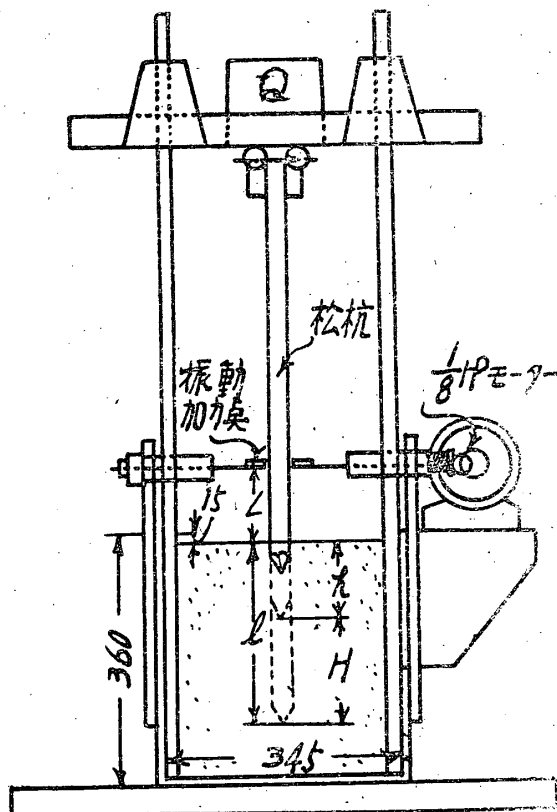
L = 地盤面と横振動加力点までの距離, cm,

h = 静荷重による平衡根入量, cm,

H = 各荷重段階に於ける振動後の沈下量, cm,

l = 振動後の杭根入量, $h+H$, cm

本実験に当りては静荷重沈下即ち一般根入状態の支持杭に対して横振動を與えるものであるから、まず載荷支持力と沈下量との関係を求めたが地盤締度の小なる間は、散布面の廣い直線変化にて穿入度も大、且つ沈下も不規則である



図一1 横振動の実験装置略図

が、締度の大なるにつれ沈下量も小となり圧密変化と認められる $Q=a \cdot h^n$, $n > 1$, $a, n =$ 常数の拋物曲線状に収斂する。以上の根入状態の支持杭に横振動を興えると約 150 ~ 180 秒にて沈下の一応の安定状態に達する。即ち実験結果は

表 1, 2, 3 及び 4 の如くにして、静荷重沈下と發振後 180 秒の場合の $Q-h$, $h+H$ の関係を地盤上加力位置が 10cm 及び 15cm の場合について図示すると 図-2 及び 3 となる。

表-1 32 mm 振幅 2 mm 剛性 10 の場合の沈下量

wt \ t	static t=0	5	10	30	60	90	120	150	180
0 kg	5.87	9.43	10.78	11.17	12.08	12.70	13.23	13.63	13.80
5.4	8.07	11.53	12.67	14.28	14.68	14.88	14.95	15.02	15.05
13.0	9.72	12.70	13.22	14.07	14.55	14.77	14.98	16.13	15.30
20.8	11.37	14.40	15.07	15.73	16.32	16.74	17.00	17.13	17.48
28.2	12.40	15.59	15.87	16.47	17.03	17.43	17.72	17.93	18.10
36.0	14.02	15.97	16.75	17.50	17.98	18.32	18.53	18.72	18.85
43.5	14.83	17.05	17.50	18.32	18.78	19.10	19.33	19.48	19.60

表-2 32 mm 振幅 3 mm 剛性 10 の場合の沈下量

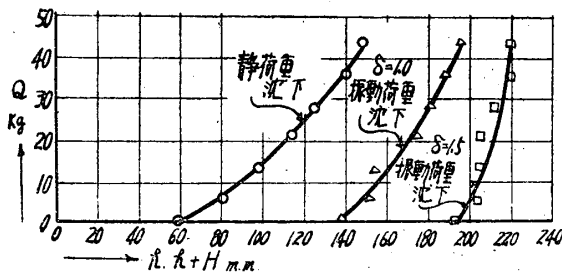
wt \ t	static t=0	5	10	30	60	90	120	150	180
0 kg	5.87	11.4	12.63	14.97	16.23	17.41	18.03	18.63	19.23
5.4	8.07	14.91	16.11	18.51	18.82	19.85	19.85	19.85	20.23
13.0	9.72	17.32	18.22	19.01	19.46	19.75	20.06	20.35	20.45
20.8	11.37	17.39	18.04	18.71	19.42	19.73	20.03	20.28	20.50
28.2	12.40	17.72	18.02	19.52	20.15	20.60	20.94	21.17	21.21
36.0	14.02	18.67	19.33	20.22	20.73	21.25	21.70	21.97	22.00
43.5	14.83	18.81	19.38	20.26	21.00	21.46	22.03	22.03	22.04

表-3 32 mm 振幅 2 mm 剛性 15 の場合の沈下量

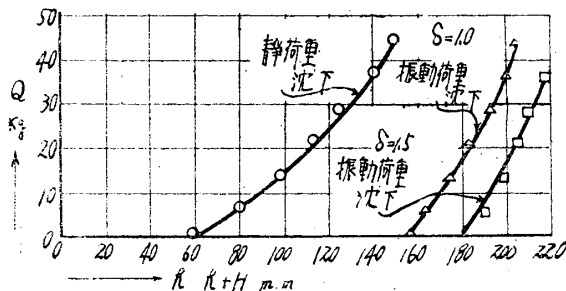
wt \ t	static t=0	5	10	20	30	60	90	120	150	180
0 kg	5.87	12.77	13.17	13.57	13.87	14.57	14.87	15.15	15.47	15.67
5.4	8.07	13.27	13.87	14.57	14.97	15.47	15.77	15.97	16.17	16.37
13.0	9.72	14.22	14.82	15.32	15.72	16.32	16.72	16.92	17.22	17.42
20.8	11.37	14.67	15.47	16.17	16.57	17.27	17.67	18.07	18.17	18.37
28.2	12.40	15.40	16.10	16.90	17.40	18.10	18.50	18.70	19.10	19.30
36.0	14.02	16.62	17.22	17.82	18.22	18.92	19.12	19.52	19.72	19.92
43.5	14.83	17.53	18.13	18.63	19.03	19.63	19.93	20.13	20.33	20.43

表-4 32 mm 振幅 3 mm 剛性 15 の場合の沈下量

wt \ t	static t=0	5	10	20	30	60	90	120	150	180
0 kg	5.87	13.27	14.27	15.17	15.77	16.67	16.97	17.47	17.77	17.87
5.4	8.07	15.47	16.17	16.87	17.27	17.97	18.27	18.57	18.87	19.07
13.0	9.72	16.42	17.22	17.82	18.22	18.72	19.12	19.32	19.72	19.92
20.8	11.37	16.67	17.32	18.57	18.67	19.37	19.87	20.17	20.27	20.47
28.2	12.40	17.20	17.90	18.70	19.10	19.80	20.20	20.50	20.80	21.00
36.0	14.02	18.42	19.22	19.92	20.32	20.82	21.22	21.52	21.72	21.92



図—2 32 mm 杭 L=100 mm の場合
に於ける $Q \sim h, h+H$ の関係



図—3 32 mm 杭 L=150 mm の場合
に於ける $Q \sim h, h+H$ の関係

4. 載荷支持杭の横振動による沈下様相

前項の実験結果より次の事が要約できる。

(1) 振動時間推移に対する沈下様相

振幅、剛性、載荷重等の関係要素如何にかかわらずいずれも同一の傾向を示し、横軸 t 、縦軸 l に対する $l = t / (a + \beta t)$ 、 $a, \beta =$ 常数の双曲線状変化となり、振動沈下は發振直後の 5~10 秒の間が大であつて、時間とともに沈下率は急激に減じ最初の 30 秒の間に総沈下量の 70~80% の沈下を見る。

而して振幅、加力点位置、総合沈下量と時間との関係は

(イ) 加力点位置を同一条件として振幅を変化せしめた場合：—

振幅大なるものが小なるものより沈下量曲線が上位をとる。

(ロ) 振幅を同一条件として加力点位置を変化せしめた場合：—

振幅大なるもの（之の場合 1.5 mm の振幅）は加力点位置が大となれば、小なるものより沈下量曲線が上位となり、振幅小なるもの（之の場合 1.0 mm の振幅）は前と逆の傾向になる。

(2) 荷重変化に対する総合沈下様相

振幅、加力点位置、総合沈下量と載荷重との関係は

(イ) 加力点位置を同一条件として振幅を変化せしめた場合：—

振幅大なるものの方が小なるものより各荷重段階において総合沈下量が大である。

(ロ) 振幅を同一条件として加力点位置を変化せしめた場合：—

振幅大なるもの（この場合 1.5 mm の振幅）は加力点位置が大なるものの方が総合沈下量大きく、振幅小なるもの（この場合 1.0 mm の振幅）は各荷重段階において前と逆の傾向になる。

(3) 荷重変化に対する振動沈下様相

振幅、加力点位置、振動沈下量と載荷重との関係は

(イ) 加力点位置を同一条件として振幅を変化せしめた場合：—

振幅大なるものの方が小なるものより振動沈下量は大である。

(ロ) 振幅を同一条件として加力点位置を変化せしめた場合：—

振幅大なるもの（この場合 1.5 mm の振幅）は加力点位置小なるものの方が振動沈下量が大きく、振幅小なるもの（この場合 1.0 mm の振幅）は各荷重段階において前と逆の傾向になる。

5. 振動沈下量の理論的考察

限定されない地盤中に根入ありその下端にて固定されたと仮定する載荷單杭に、横振動作用である加力を正弦的に作用せしめる強制振動であつて、 E を材料の弾性率、 I を杭の断面の慣性性能率、 ρ を材料の單位体積の質量、 A を杭の断面積とし、 y を x 断面に於ける杭軸の水平変位とすれば、一般に

$$EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + \rho \cdot A \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = A \cdot \sin 2\pi P \cdot t.$$

この微分方程式を解くことにより任意時の y 値が求められることになるが、相当時間の強制振動後は單弦振動に近い y 値にて示される。本実験は沈下が一応安定に達した場合に於ける振動沈下量の考察であるので、上記 y 値を図—4 の附與條件より下記の如くして求めることにする。

d = 杭徑, cm.

δ = 與へる振幅, cm.

y' = 杭軸より W までの距離, cm.

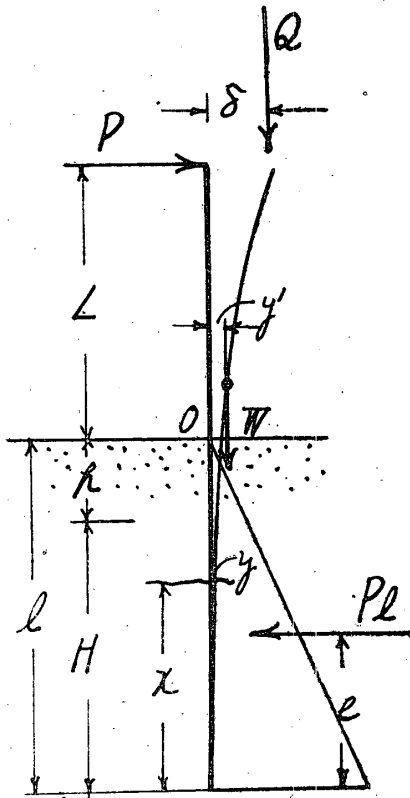


図-4 横振動沈下時の附与条件

P_l = 抵抗土圧, kg

$e = 0$ 点より P_l の働く点までの距離, cm

w = 砂の単位容積の重量, kg/cm³.

横振動の場合の地盤即ち土圧関係は振動加速度並に沈下作用により、杭周囲の砂粒子が攪乱、側方変位の繰返しと圧密変化をなし、変位進行、復元及び内部摩擦作用として働くものと考えられる。本考察に当つては杭半周面に対する抵抗土圧即ち受働土圧を振動作用に対する抵抗要素とする。

従つて、

$$P = \frac{w(\chi+h)^2}{2} \cdot \frac{1+\sin(\phi-\theta)}{1-\sin(\phi-\theta)} (\epsilon+0.176) \cdot d.$$

式中、 $\epsilon = \frac{\pi}{2}$, ϕ = 地盤の安息角, $\theta = \tan^{-1}k$.

k = 震度

この抵抗土圧は衝撃的加力であるので、0点に関して力率をとると

$$2 \cdot P_l \chi \frac{\chi+h}{2} = \beta \cdot (\chi+h)^3$$

$$\text{茲に、} \beta = (\epsilon+0.176) d \cdot w \cdot 0.5 \frac{1+\sin(\phi-\theta)}{1-\sin(\phi-\theta)}$$

いま図-4の全関係要素に対する0点についての力率は

$$M_x = P(\chi+h+L) - \mu \cdot Q(\chi+h+L) + Q(\delta-y) + W(y'-y) - \beta(\chi+h)^3 \quad (1)$$

ここに、 μ = 杭頭支荷重用滑車と Q との滑動摩擦係数

横振動加力の際弾性線方程式が成立すると考えられるから

$$EI \cdot \frac{d^2 y}{d\chi^2} = (P - \mu Q)(\chi+h+L) + Q(\delta-y) + W(y'-y) - \beta(\chi+h)^3 \quad (2)$$

$$\frac{d^2 y}{d\chi^2} + \frac{Q+W}{EI} \cdot y = \frac{1}{EI} \left\{ (P - \mu Q) \cdot \chi + P(L+h) - \mu Q(L+h) + Q \cdot \delta + \frac{W \cdot \delta}{8} - \beta(\chi+h)^3 \right\} \quad (3)$$

$$\text{茲に、} y' \doteq \frac{\delta}{8}$$

(3)式において $(Q+W)/EI = a^2$ と置いて、

この微分方程式をとくと、

$$y = \frac{1}{a} \cdot \frac{1}{EI} \left[\sin a \cdot \chi \int \left\{ (P - \mu Q) \chi + P(L+h) - \mu Q(L+h) + Q \cdot \delta + \frac{W \cdot \delta}{8} - \beta(\chi+h)^3 \right\} \cos a \cdot \chi \cdot d\chi - \cos a \chi \cdot \int \left\{ (P - \mu Q) \chi + P(L+h) - \mu Q(L+h) + Q \cdot \delta + \frac{W \cdot \delta}{8} - \beta(\chi+h)^3 \right\} \sin a \cdot \chi \cdot d\chi \right] + C_1 \sin a \chi + C_2 \cdot \cos a \cdot \chi \quad (4)$$

$$y = \frac{1}{a} \cdot \frac{1}{EI} \left[\sin a \cdot \chi I_1 - \cos a \chi I_2 \right] + C \cdot \cos(a\chi - \phi) \quad (5)$$

(5)式中の $\sin a \cdot \chi I_1$ 及び $\cos a \chi I_2$ を計算する $\sin a \chi I_1$

$$= (P - \mu Q) \cdot \frac{\chi}{a} \cdot \sin^2 a \chi + (P - \mu Q) \cdot \frac{1}{a^2} \cdot$$

$$\cos a \chi \cdot \sin a \chi + P(L+h) \cdot \frac{1}{a} \cdot \sin^2 a \chi$$

$$- \mu Q(L+h) \cdot \frac{1}{a} \cdot \sin^2 a \chi + Q \delta \cdot \frac{1}{a} \sin^2 a \chi$$

$$+ \frac{W \cdot \delta}{8} \cdot \frac{1}{a} \cdot \sin^2 a \chi - \beta \cdot \frac{\chi^3}{a} \cdot \sin^2 a \chi$$

$$- \beta \frac{3\chi^2}{a} \cdot \sin a \chi \cdot \cos a \chi + \beta \cdot \frac{6\chi}{a^3} \cdot \sin^2 a \chi \cdot$$

$$+ \beta \cdot \frac{6}{a^4} \cdot \sin a \chi \cdot \cos a \chi - \beta \frac{3h\chi^2}{a} \cdot \sin^2 a \chi$$

$$- \beta \frac{6h\chi}{a} \cdot \sin a \chi \cdot \cos a \chi + \beta \frac{6h}{a^3} \cdot \sin^2 a \chi$$

$$- \beta \frac{3h^2\chi}{a} \cdot \sin^2 a \chi - \beta \cdot \frac{1}{a^2} \cdot 3h^2 \cdot \sin a \chi \cdot \cos a \chi$$

$$- \beta h^3 \cdot \frac{1}{a} \cdot \sin^2 a \chi \quad (6)$$

同様に,

$$\begin{aligned} \cos \alpha x l_2 = & -(P - \mu Q) \cdot \frac{x}{a} \cdot \cos^2 \alpha x + (P - \mu Q) \cdot \frac{1}{a^2} \cdot \sin \alpha x \cdot \cos \alpha x - P(L+h) \cdot \frac{1}{a} \cdot \cos^2 \alpha x \\ & + \mu Q(L+h) \cdot \frac{1}{a} \cdot \cos^2 \alpha x - Q \cdot \delta \cdot \frac{1}{a} \cdot \cos^2 \alpha x - \frac{W \cdot \delta}{8} \cdot \frac{1}{a} \cdot \cos^2 \alpha x + \beta \cdot \frac{x^3}{a} \cdot \cos^2 \alpha x \\ & - w \cdot \frac{3x^2}{a^2} \cdot \sin \alpha x \cdot \cos \alpha x - \beta \cdot \frac{6x}{a^3} \cdot \cos^2 \alpha x + \beta \cdot \frac{6}{a^4} \cdot \sin \alpha x \cdot \cos \alpha x + \beta \cdot \frac{3hx^2}{a} \cdot \cos^2 \alpha x \\ & - \beta \cdot \frac{6hx}{a^2} \cdot \sin \alpha x \cdot \cos \alpha x - \beta \cdot \frac{6h}{a^3} \cdot \cos^2 \alpha x + \beta \cdot \frac{3h^2}{a} \cdot x \cdot \cos^2 \alpha x - \beta \cdot \frac{1}{a^2} \cdot 3h^2 \cdot \sin \alpha x \cdot \cos \alpha x \\ & + \beta h^3 \cdot \frac{1}{a} \cdot \cos^2 \alpha x \end{aligned} \quad (7)$$

従つて, (5)式は

$$\begin{aligned} y = & \frac{1}{a^2} \cdot \frac{1}{EI} \left\{ (P - \mu Q)x + P(L+h) - \mu Q(L+h) + Q \cdot \delta + \frac{W \cdot \delta}{8} - \beta x^3 - 3h\beta x^2 - 3h^2 \cdot \beta x \right. \\ & \left. - \beta h^3 \right\} (\sin^2 \alpha x + \cos^2 \alpha x) + \frac{1}{a^4} \cdot \frac{1}{EI} (6\beta x + 6h\beta) (\sin^2 \alpha x + \cos^2 \alpha x) + C \cdot \cos(\alpha x - \phi) \end{aligned} \quad (8)$$

(8)式の y 値は加振において一応安定に達した場合の強制振動の y 値に当る。しかして静荷重平衡状態より横振動によつて誘起される沈下量 x を求めるものであるから, y=0 の関係を考察すればよいことになる。即ち限界条件として

$$\beta x^3 + 3h\beta x^2 - \left\{ (P - \mu Q) + 6\beta - 3h^2\beta \right\} x - \left\{ P(L+h) - \mu Q(L+h) + Q \cdot \delta + \frac{W \cdot \delta}{8} + 6h\beta - \beta h^3 \right\} = 0 \quad (9)$$

又 h=0 即ち根入 0 の状態からの振動沈下量は下式にて求められる。

$$\beta x^3 - \left\{ (P - \mu Q) + 6\beta \right\} x - \left\{ (P - \mu Q)L + Q \cdot \delta \right\} = 0 \quad (10)$$

計算例: ~本実験の実施例としての計算例である。杭径 32mm L=10cm, Q=40kg, μ=0.0033, W=0.6kg, δ=0.15cm, w=0.0018

$$\beta = (\epsilon + 0.176 \cdot d \cdot \omega \cdot 0.5 \frac{1 + \sin(\phi - \theta)}{1 - \sin(\phi - \theta)}) = (1.57 + 0.176) \times 3.2 \times 0.0018 \times 0.5 \cdot f(\phi, \theta) = 0.005 \cdot f(\phi, \theta)$$

実験に於ける載荷杭の弾性線は材料、加力点位置及附與振幅の点から 3 次抛物線と假定し、地盤中の平均振幅の位置を $1/4(x+h+L)$ の点とすると、その撓み δ' は δ/64 にて求められる。この場合杭より與えられる振動加速度 a_n は、本実験において週期 0.0353 秒であるから

$$\begin{aligned} a_n = & 40 \cdot \frac{\delta'}{T^2} = 40 \times \frac{1.5}{64} \times \frac{1}{0.0353^2} \\ = & 752 \text{ mm/S}^2. \end{aligned}$$

$$\text{水平震度 } k_h = a_n/g = 752/9810 = 0.0756$$

$$\theta = \tan^{-1} k_h, \quad \therefore \theta = 4'19''$$

$$\frac{1 + \sin(\phi - \theta)}{1 - \sin(\phi - \theta)} = \frac{1 + \sin 37'41''}{1 - \sin 37'41''} = 4.14$$

$$\therefore \beta = 0.005 \times 4.14 = 0.0207$$

いま(9)式により x を求めることにする。即ち

$$0.0207 \cdot x^3 + 0.894x^2 + 6.81 \cdot x - 118.9 = 0$$

x=0 の時は y=0 にて C=0 となり、又 y=0 なる為には $\frac{1}{a^2}$, $\frac{1}{a^4}$ 及び $\frac{1}{EI}$ は消却さるべきである。

故に下式が成立する

kg/cm³, φ=42', P=6. kg, h=14.4cm の場合の振動沈下量 H を求めます、

Cardan の公式によりて解くと、λ=7.92cm。又、h=0 即ち(10)式によりとくと、x=7.85cm。これに対して実験結果の横振動沈下量は 7.5cm である。

実験結果と理論計算結果とを示せば図-5 及び 6 となる。

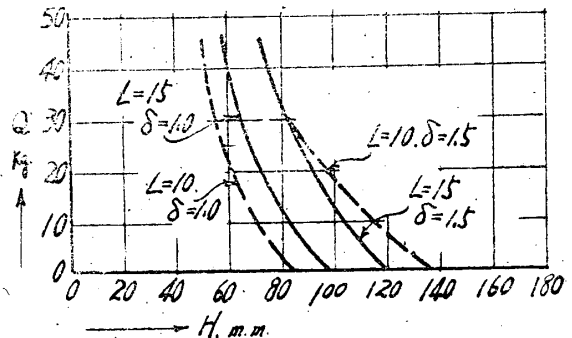
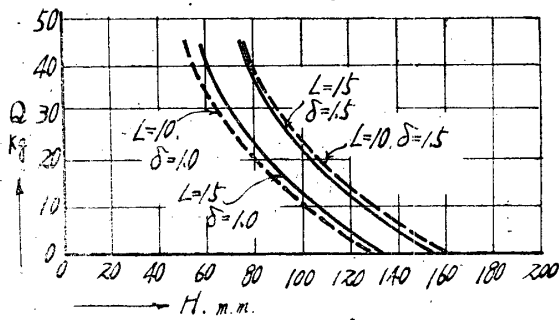


図-5 実験に於ける Q と H との関係



図一六 理論計算に於けるQとHとの関係

しかして加力点位置、振幅と振動沈下量との関係は

- (イ) 加力点位置同一条件にて振幅変化の場合：—

δ	δ'	a_h	k_h	θ	$\sin(\phi-\theta)$	$f(\phi,\theta)$	β	α	H
大	大	大	大	大	小	小	小	大	大
小	小	小	小	小	大	大	大	小	小

以上の如く計算結果も振幅大は振動沈下量Hの大を示すもので、ただ振幅の大小は弾性線の次数の変化であつて、振幅大は拋物線次数低く、振幅小なるに従い次数大となる。

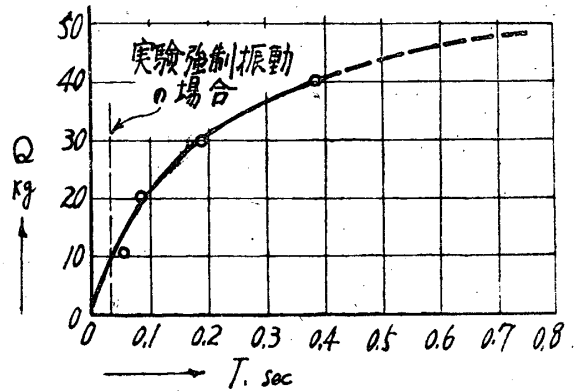
- (ロ) 振幅を同一条件として加力点位置を変化せしめた場合：—

L	δ'	H	
大	小	} $a_h, k_h, \theta, \sin(\phi-\theta), f(\phi,\theta), \beta, \alpha$ {	小
小	大		大

前表と同じ

この場合は地盤中平均振幅をとる位置の変化が考えられるのであつて、加力点位置大は δ' 小、加力点位置小は δ' 大となる。但し振幅が割合に小なる時は実験及び計算結果が逆の傾向に現われる。これは加力点位置がかなり下位となると垂直荷重接続点が半固定状をなし、地盤中が逆に振幅をもつ状態になると、加力点位置小なる場合がH量小を示すものと説明できる。

図一五及び六の結果はH量が、Q小なる場合は実験値が理論値より小にて、Q大となると逆の傾向となる。今載荷杭としての固有振動周期を計算すると図一七となる。即ち強制振動と固有振動週期との関係からすれば、Q小なる場合はH大となるべきであるが、荷重支台その他の摩擦などの原因のため図一六の示すような実験結果が得られたものと認められ、又Q大となる



図一七 本実験載荷杭の場合のQとTとの関係

と重直力による慣性穿入作用などにより実験値のHが大となるものと説明できる。

さて木橋脚の震害においての傾斜、沈下、破折等の現象は次の如く説明できる。即ち傾斜は根入浅く安定振動沈下量に達するまでは、沈下とともに傾斜も起り得る。破折は振動沈下量より深い根入においては材料腐朽はなくても其の曲げに対して断面寸法が不足することにより起る。故に予想される振幅に対して振動沈下極限まで根入してあれば、傾斜も沈下も起らず且つ静的垂直荷重に対しては地耐力は安全であるといえる。

以上の考察は軟弱地盤中に設けられる他の極造物にも、条件を考慮することにより適用し得ることとなる。即ち載荷重と支持杭との接続、地表上の杭長、地盤中の杭の根入長及剛性(振幅同一にて加力点位置の大、小は剛性としての大、小を示し、加力点位置同一にして振幅の大、小は剛性としての小、大を示す)などは重要な関係要素となる。

6. 結 言

静荷重の場合には荷重と根入量とは圧密変化と認められる拋物曲線状となるが、振動後の一応安定の杭根入量は、より高次の拋物線状となる。而してこの根入量と加速時間との関係は双曲線状変化となり、加振後5~10秒の間が振動沈下量大であつて、30秒程度にて総沈下量の70~80%に達する。

振幅、加力位置、振動沈下量と載荷重との関係は

- (1) 加力位置を同一条件としてその振幅の大、小(剛性は小、大)の影響は、振動沈下量の大小として結果する。

(2) 振幅を同一条件としてその加力点位置の大、小(剛性は大、小)の影響は、杭材料の弾性線の性質に左右され、一般には剛性小なるものが振動沈下量は大きくなる。

軟弱地盤中に設けられる比較的小断面の基礎杭に対する傾斜、沈下及び破折の関係と限界は本考察により説明し得たと考える。軟弱地盤中の基礎杭に対する横振動による安定性は、本文(9)又は(10)式にて照査することができる。

終りに本実験に当り本科助手椋義秋氏の労にまつ所が多い。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- (1) 中角橋振動試験とその震害機構の考察、土木学会誌、第35巻第8号、石原、小西、畑中、後藤、1950年8月
- (2) 橋梁、橋脚の震害に関する動力的考察、後藤、1950年5月、土木学会年次大会
- (3) 振動による橋脚の健全性の判定法、鈴木、1950年5月、土木学会年次大会
- (4) 東洋高圧ガス圧縮機基礎振動対策について、機械学会誌、溝口、1950年、8月、9月
- (5) 橋脚の振動を考慮せる單桁橋の強制振動、土木学会誌第36巻第3号、安部、1951年4月

※本文：—1950年5月土木学会年次大会にて講演のもの

本邦ポルトランドセメント規格試験の統計的考察

加賀美 一二三、鈴木 信三、椋 義 秋

1. 緒 言

セメント類の諸性質は標準規格試験にまつて批判されて居る。ここに標準試験として1950年日本セメント技術協会において、全国的に同一セメントについて50-J. A. 共同試験として実施した際、本学部もこれに参加したのでその試験総合結果の資料の送附を受けたが、その結果は測定値の最大、最小値が示されたのみであるので、これに統計学算法を用いて諸数値を求め批判するために統計的考察を試みたものである。

本試験は J. E. S. 窯業によつて居るが、1949年6月1日法律第185号にて改正されることになり、今後は J. I. S. R. 5201 の物理試験方法と J. I. S. R. 5202 の化学分析方法とによつてなすことになつた。

統計学算法としてヒストグラム及び多角形法にて測定値を整理して見ると Gauss の正常分布と仮定しても差支えない程度と考えられる。しかし各系列において望ましいことは分散即ち確率曲線の裾が短い点にある。これが数量的表現として平均二乗誤差(直接測定で正常分布と仮定されるから標準偏差と一致する)と推差とである。

以上の方法は各系列即ち同一種類の試験結果に対する比較要素であるので、関係なき各試験

項目の信用度の比較はその測定数に対しての頻度分布即ち確率によるのがよいといえる。

$$\text{いま、 } a = x_0 + \frac{w \Sigma r y}{\Sigma y}$$

a = 平均値、 x_0 = 頻度数変化区分の中央値

w = 各区分値、 r = 区分番号、 Σy = 総頻度数

$$\sigma^2 = \frac{w^2 \cdot \Sigma r^2 \cdot y}{\Sigma y} - (x_0 - a)^2, \quad \sigma = \text{標準偏差}$$

$$\eta = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad \eta = \text{頻度函数}$$

$$y = n \cdot w \cdot \eta \quad y = \text{頻度数}, n = \Sigma y$$

$$V = \frac{\sigma}{a}, \quad V = \text{偏差係数}$$

$$P = 0.6745 \frac{\sigma}{\sqrt{\pi}}, \quad P = \text{推差}$$

本測定試験においては Skewness を考慮せず、Gauss の正常分布にて n を無限大とすれば

$$y = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \cdot e^{-h^2 x^2}$$

この場合 n は有限にして、 $\psi(x)$ を確率とすれば次式となる。

$$\psi(x) = \frac{y}{n} \times 100, \quad \%$$

本考察に当つて各項目については次値によつて吟味することにする。

$$\psi(a) = \frac{y_a}{n} \times 100 \quad \text{及び} \quad \psi(\sigma) = \frac{y_\sigma}{n} \times 100$$