

(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学的考察、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、 $\Sigma y$  = 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。

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

$\psi(a)$  = 平均値の頻度数

$\psi(\sigma)$  = 標準偏差位置即ち反曲点の頻度数

2. 試験結果に対する統計計算

試験結果資料値により物理及び化学分析の二試験について計算する。前者にて安定度試験は全部異状なく数値にて示されない。強度試験に当りフロー試験値は一項目として取上げた。

今比重試験値についての計算例をとると

中央値	r	頻 度 数			r.y	r <sup>2</sup> y
		社	校	計		
x <sub>-3</sub> = 3.045	-3	0	1	1	-3	9
x <sub>-2</sub> = 3.065	-2	0	2	2	-4	8
x <sub>-1</sub> = 3.085	-1	2	2	4	-4	4
x <sub>0</sub> = 3.105	0	8	7	15	0	0
x <sub>1</sub> = 3.125	1	18	4	22	22	22
x <sub>2</sub> = 3.145	2	5	2	7	14	28
x <sub>3</sub> = 3.165	3	0	1	1	3	9
x <sub>4</sub> = 3.185	4	0	1	1	4	16
和		33	20	53	32	96

諸値の計算：～

$$a = 3.105 + \frac{0.02 \times 32}{53} = 3.12$$

表 - 1

項目	a	σ (S.D)	V	P
比 重	3.12	0.0242	0.780	0.00224
粉 末	2.35%	0.749%	31.5	0.0707%
フ ロ ー	219 cm	16.4 cm	7.5	1.47 cm
曲ゲ強度				
3 日	36.4 kg/cm <sup>2</sup>	6.13 kg/cm <sup>2</sup>	16.7	0.552 kg/cm <sup>2</sup>
1 週	55.4 "	5.92 "	10.6	0.529 "
4 週	67.6 "	6.37 "	9.4	0.509 "
圧縮強度				
3 日	155 "	24.9 "	16.1	2.28 "
1 週	259 "	33.9 "	12.6	3.03 "
4 週	400 "	40.9 "	10.2	3.66 "
始 発	3.36時	0.73時	21.8	0.0652時
終 結	5.29"	0.91"	17.2	0.0813"

表 - 2

項目	a	σ(S.D)	V	P
強 熱 減	1.30 %	0.176 %	13.5	0.0185
不 溶 残	0.480 "	0.114 "	23.8	0.012
シ リ カ 量	21.3 "	0.336 "	1.58	0.035
アル ミ ナ 量	5.37 "	0.224 "	4.20	0.0233
酸 化 第 二 鉄	2.62 "	0.0905 "	3.46	0.0977
酸カルシウム	65.5 "	0.376 "	0.575	0.0391
酸マグネシウム	1.25 "	0.224 "	17.9	0.0231

無 水 硫 酸	1.72 "	0.141 "	8.13	0.0143
酸 化 カ リ ウ ム	0.268 "	0.0764 "	28.5	0.0115
酸 化 ナ ト リ ウ ム	0.375 "	0.184 "	49.2	0.0278
成 分 総 合 値	99.6 "	0.241 "	0.242	0.0251
水 硬 率	2.20 "	0.0428 "	1.94	0.00451
活 動 係 数	3.96 "	0.175 "	4.41	0.0182
珪 酸 率	2.63 "	0.124 "	4.71	0.0128
鉄 率	2.03 "	0.135 "	6.65	0.0141

しかして各試験項目の試験値と度数の関係を

$$\sigma^2 = \frac{0.0004 \times 96}{53} - (3.105 - 3.117)^2$$

$$= 0.000584, \quad \sigma = 0.0242,$$

$$\mu = \frac{1}{0.0242 \times 2.50} \cdot e^{-\frac{(X-3.117)^2}{0.00117}}$$

$$= \frac{1}{0.0605} \cdot e^{-\frac{(X-3.12)^2}{0.00117}}$$

$$y = n\psi = 53 \times 0.02 \times \frac{1}{0.0605} \cdot e^{-\frac{(X-3.12)^2}{0.00117}}$$

$$= 17.3 \cdot e^{-\frac{(X-3.12)^2}{0.00117}}$$

$$V = \frac{\sigma}{a} = 0.780$$

$$ya = 17.3 \cdot e^{-\frac{0}{0.00117}} = 17.30$$

$$y\sigma = 17.3 \cdot e^{-\frac{0.0242^2}{0.00117}} = 10.5$$

$$P = 0.6745 \frac{0.0242}{\sqrt{53}} = 0.00224$$

以上の計算を物理及化学分析試験について行い整理すると表1及び2の如くなる。

正常分布として表わすと図-1及び2となる。

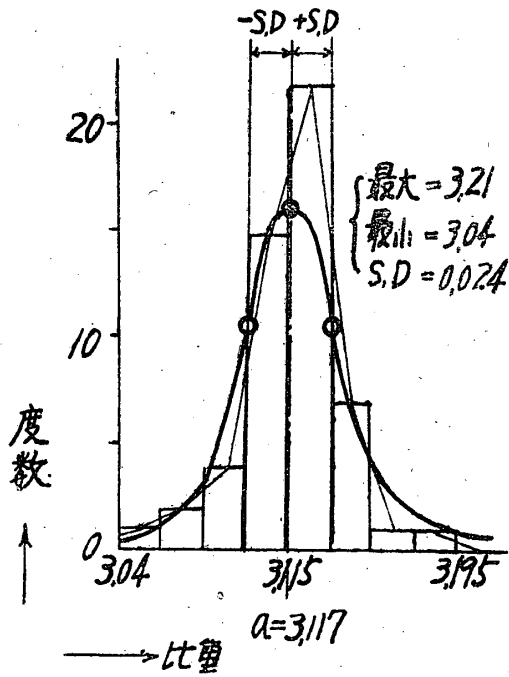


図-1 一

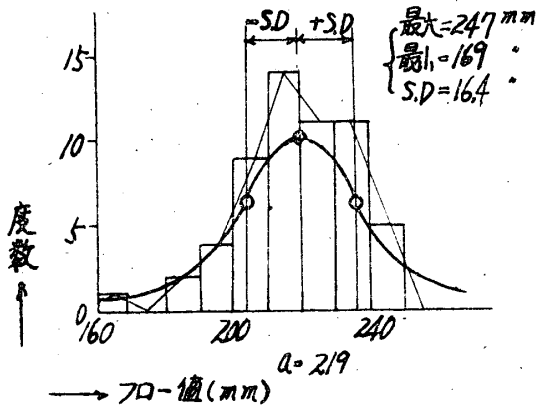


図-1 二

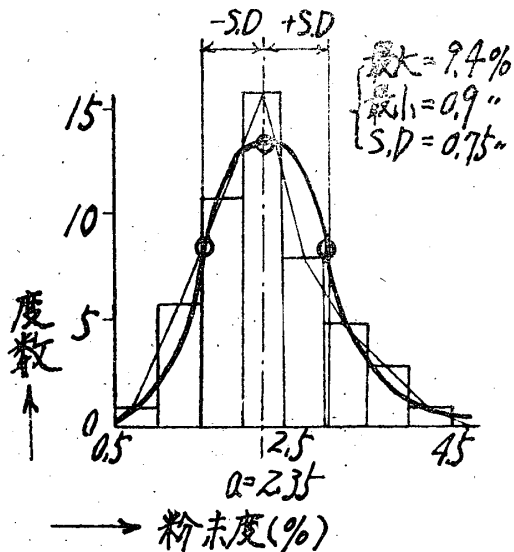


図-1 三

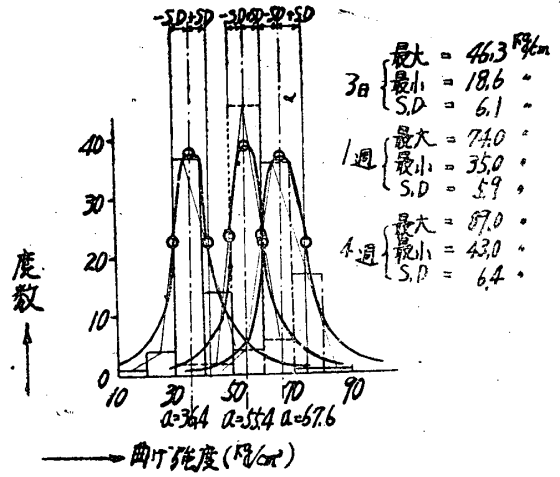


図-1 四

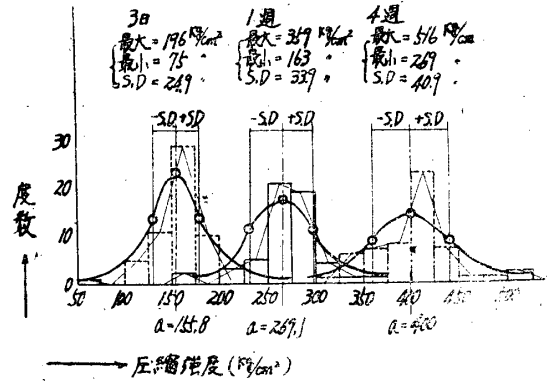


図-1 五

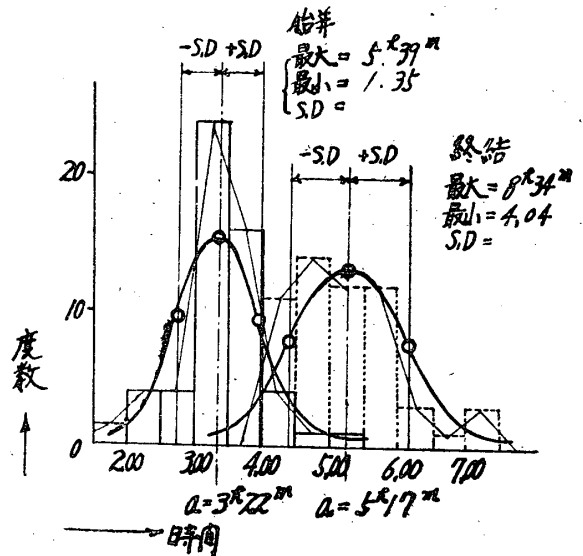


図-1 六

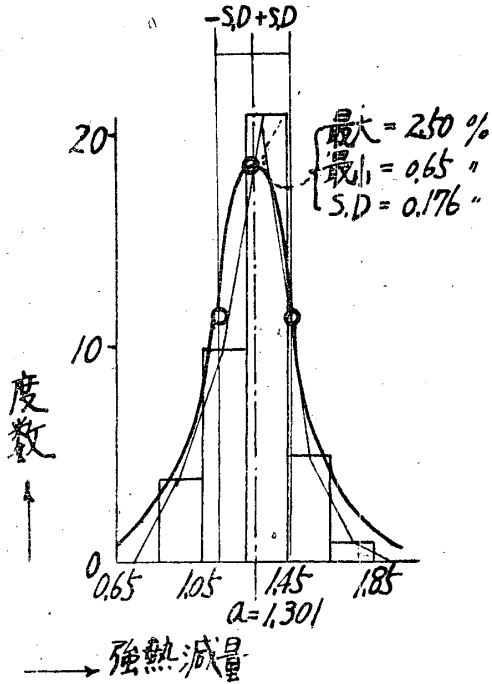


図-2 1

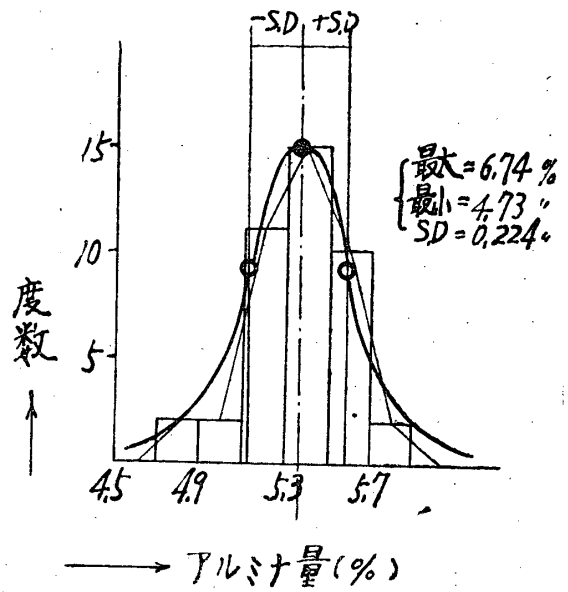


図-2 =

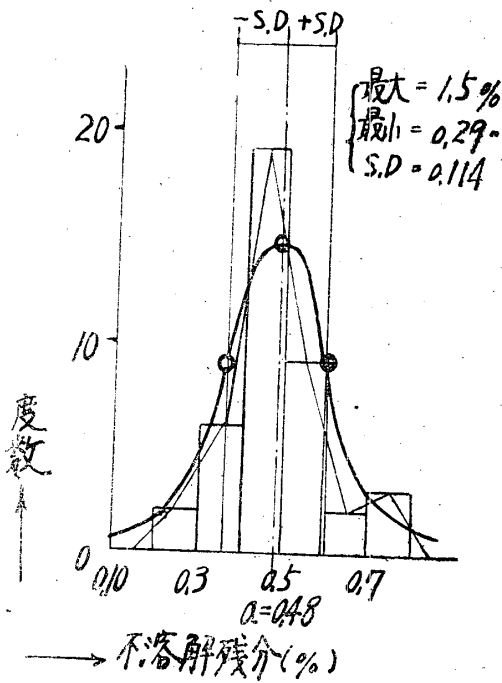


図-2 □

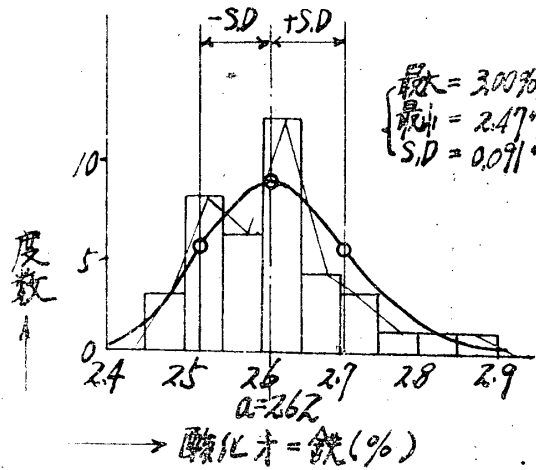


図-2 ホ

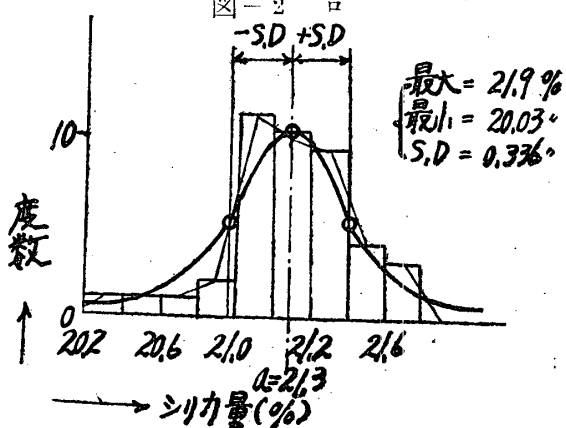


図-2 ハ

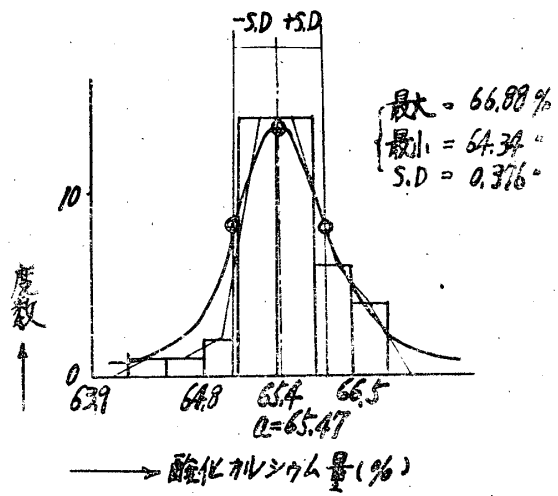


図-2

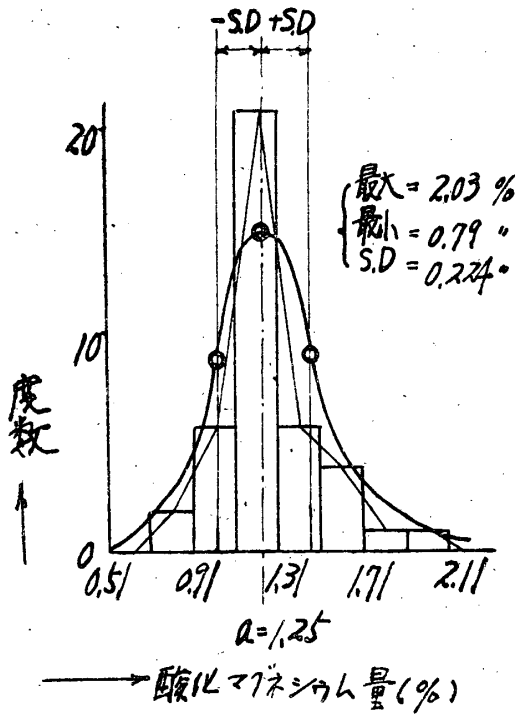


図-2 ト

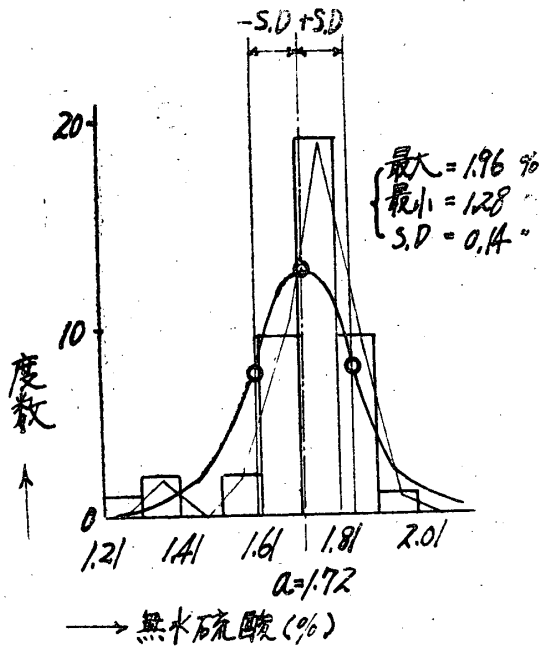


図-2 チ

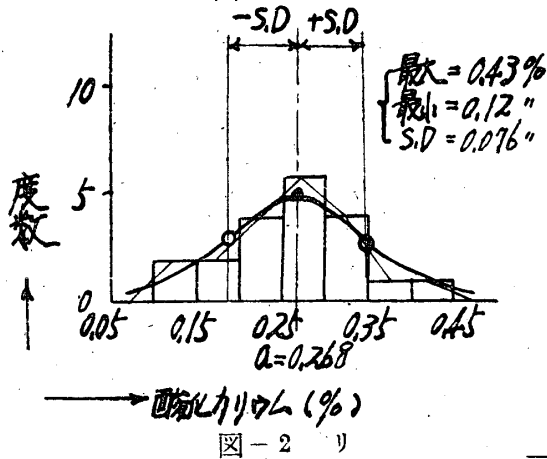


図-2 リ

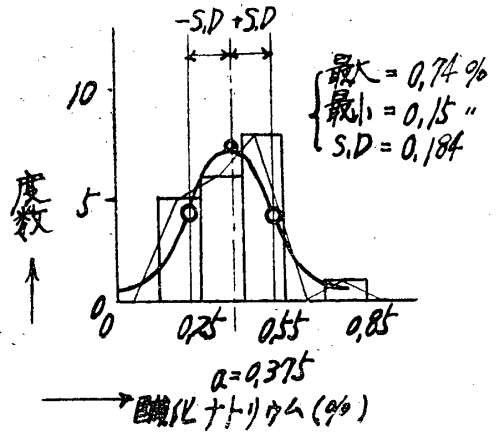


図-2 ヌ

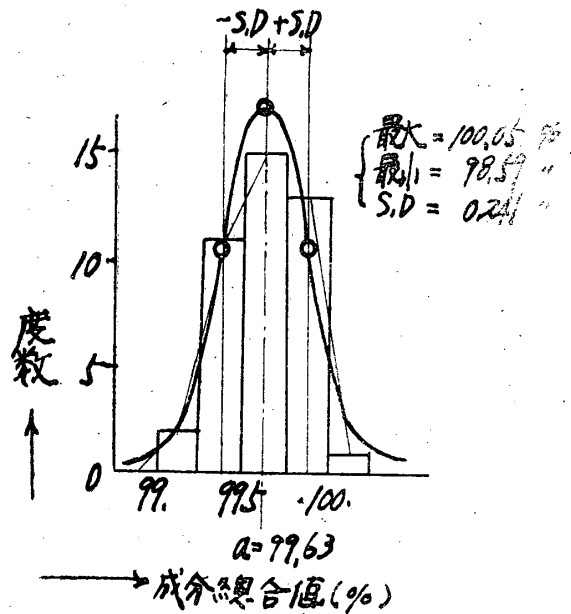


図-2 ル

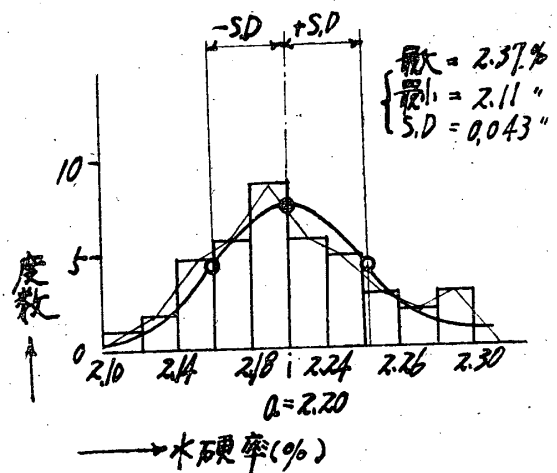


図-2 レ

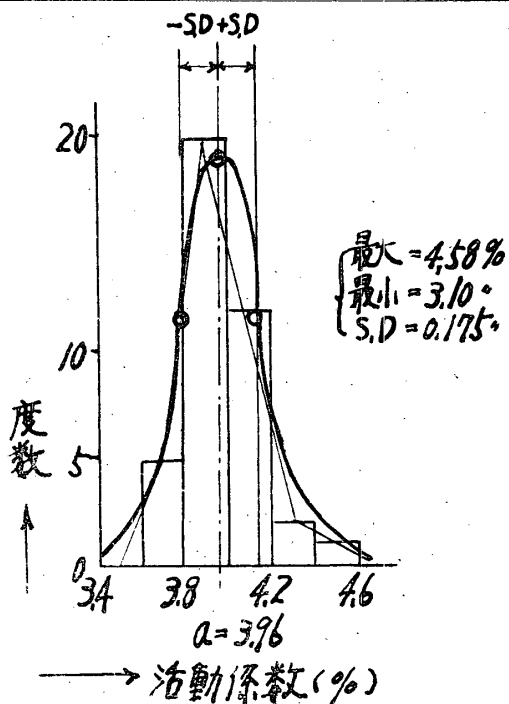


図-2 ヲ

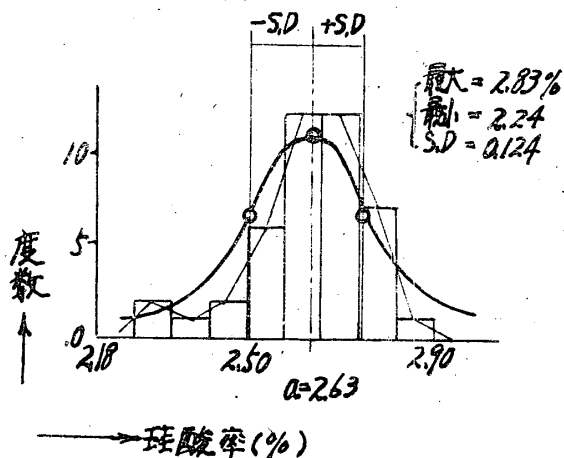


図-2 カ

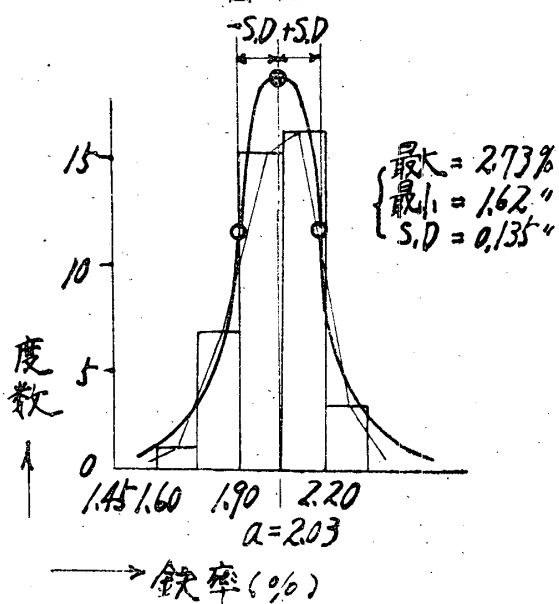


図-2 コ

次に物理及び化学分析試験項目の平均値及び標準偏差位置における確率を計算すると図-3及び4となる。

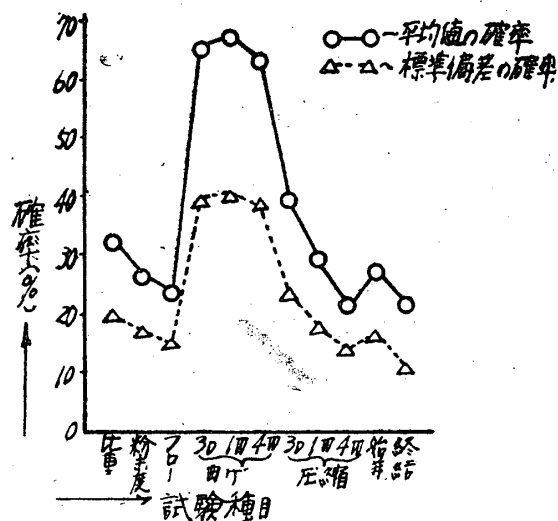


図-3 物理試験各種目の確率

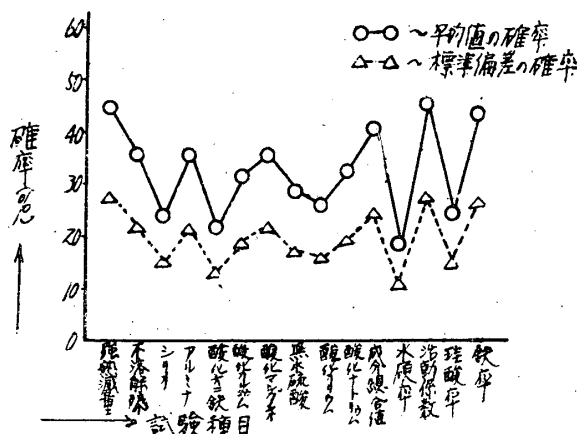


図-4 化学分析試験各種目の確率

### 4. 結 言

各系列ごとの規格試験の精度は標準偏差、偏差係数及び推差の値である表1及び2を参照すれば判断できるのであつて、比較的その誤差の%の大きいものは、物理試験においては粉末度、曲げ3日強度、圧縮3日及び1週間強度並に凝結試験であり、化学分析においては不溶解残分、酸化マグネシウム、酸化カリウム、酸化ナトリウムである。前者の粉末度試験に於ては風折法、沈澱法などの提唱される理由、3日及び1週間材齢強度はその製作、養生並に硬化機構の不均一等に基因するものと考えられ、試験が慎重を要する所以又凝結試験のヴァイクー針法の不備が指摘される処である。前者の不溶解残分については定量法にて用いる。

塩酸濃度と加熱時間の不確定性のために、溶解度に差異が起るものと考えられ、酸化マグネシウムは操作上の僅かの相違によりてもその分析値に差異の起り易い傾向があり、分析法についての検討を必要とする。酸化ナトリウム、酸化カリウムは化学分析中にも最も困難なるものにして常に熟練を要求せられるものである。なおセメント中の含有量は微量であるため、かかる結果を示したことは当然と思われる。

規格試験の各項目の信用度は頻度数の測定数に対する%即ち確率を示す図-3及び4により

比較できるのであつて、物理試験においては粉末度、フロー値圧縮1週、4週材齢強度、凝結試験、化学分析においてはシリカ、酸化第二鉄酸化カリウム分析などにて、化学成分総合値並に水硬性の数量的表現においては水硬率及び珪酸率が確率がよくない。この観点より試験操作の熟練が望ましいことになる。図示の如く各項目の平均値及び標準偏差位置の確率は略比例して確率の正常分布の妥当が認められる。

## 中硬練りコンクリートの施工軟度 に関する一考察

大 濱 文 彦

### 1. 概 説

近年コンクリートの配合設計が合理化され、A. E. A. (空気連行劑)、ボゾラン等の混用によつて、比較的硬練りのコンクリートにても、良好な施工軟度が得られるようになって来た。

従来、施工軟度 (Workability) は主として、コンシステンシーに重きをおいた、スランプテストが廣く行われている。又、落下テスト、Kelly の Ball Test 等の考案もなされている。しかし、これらのTestは何れも、若干の経験を要し、しかも、その得た結果と施工との結びつきが明確でないうらみが存する。

元来、コンクリートのウオーカビリティーは、各種の因子に左右されるべきもので、その判断の基準ともなるべきものは、次の通りである。

- (a) 混合の難易
- (b) 運搬の難易
- (c) 移動の難易
- (d) 締固めの難易
- (e) 分離傾向の大小

しかし、混合の難易は打込速度と水和熱による発熱とを考慮するとき、一般にさ程短時間で完全混合を要求されるべきではないであら

う。又、近年工事が機械化され、将来、更にその傾向が増大すれば、以上の基準も変化すべき事は論をまたない所である。

現に、米国では、運搬移動をその基準とすることなく、使用せんとする配合のコンクリートのウオーカビリティーに応じて、運搬移動設備を整備すべきであることを、Bureau of Reclamation で指示している程である。

我国の現況では、それをそのまま望むことは無理であるとしても、将来、結局は、コンクリートの施工軟度 (ウオーカビリティー) に関しては、混合の難易、締固め及び分離傾向の大小を問題とすべきであることに帰着するであろう。

そのうち、著者は、前述の如く、混合の難易は別に観点よりこれを除外し得ると考えて、後の二者を基準として、コンクリートの施工軟度を選定する一試法について実験的研究を行つた。

著者の方法は、後述の如く、締固め完了に要する仕事量を求めるもので、これを延長すれば、分離を開始するにいたるまでの仕事量をも求め得るものであつて、その結果より、施工に必要な労力をも推定し得るものである。