

験機はアムスラーの普通の強度試験用加圧機で、毎年1回検定を受けているものである。

(3) 結果 種々の材令・荷重・配合別の μ の値は表-7 のとおりである。ただし個数とは測定した供試体総個数のことである。

表-7

荷重別 (t)	配合別	個数 (個)	材令 (7日)	個数 (個)	材令 (28日)	個数 (個)	材令 (91日)	個数 (個)	平均値
10	A	14	0.11	25	0.13	22	0.14	61	0.13
15	A	13	0.13	23	0.16	20	0.15	56	0.15
20	A	9	0.16	15	0.17	15	0.16	39	0.16
10	B			6	0.14	5	0.18	11	0.16
15	B			5	0.15	5	0.18	10	0.17
20	B			3	0.14	3	0.18	6	0.16
10	C	5	0.20	27	0.12	20	0.13	52	0.13
15	C	5	0.27	26	0.14	19	0.16	50	0.16
20	C			16	0.17	14	0.16	30	0.17
総平均		46	0.15	146	0.15	123	0.15	315	0.15

表-8

荷重別 (t)	配合別	個数 (個)	材令 (7日)	個数 (個)	材令 (28日)	個数 (個)	材令 (91日)	個数 (個)	平均値
20	A	9	0.16	15	0.17	15	0.16	39	0.16
"	B			3	0.14	3	0.18	6	0.16
"	C			16	0.17	14	0.16	30	0.17
総平均		9	0.16	34	0.17	32	0.16	75	0.16

荷重 10 t のときは明らかに精度が落ちるので特に

荷重 20 t のときの材令別・配合別 μ を抽出して表記すると表-8 のとおりである。

(4) 所 見

a) ダイアルゲージによるエクステンソメーターは自働記録ができず、刻々変化してゆく読みの不正確、完全な固定の困難等で精度上不十分な点が多い。

b) 従つて測定値にはかなり偏差が混入し、多数の平均値を取らないと不確実な点がある。

c) 結果をみると常に荷重 10 t の場合は μ が小さいが、これはダイアルゲージの接触不完全等の影響が、荷重が小さい間は横方向変形量に大きく響き、従つて精度上特に落ちるのがわかつたので当所ではこれは省くことにした。

d) 荷重の大きい 20 t の場合は、精度上も針の動きが定常、円滑になり、優れていると信ぜられるので、特に抜きだして μ の平均値を求めた。

e) 表-7, 8 の結果から見ると、配合別・材令別の差異は認められず、いずれも $\mu=0.13\sim 0.17$ の間(荷重 10 t の場合を除く)にある。

f) 表-8 によると μ の総平均値は 0.16 であり偶然 Hiwasee Dam の実測値と一致した。

g) 結局当ダムコンクリートのポアソン比 μ は荷重 15 t と 20 t の場合の 191 個の平均値として 0.16 と決定した。

土の物理試験方法の規格に対する推計学的検討

准員 浅川 美利*

A STATISTICAL DISCUSSION FOR THE STANDARD OF PHYSICAL TEST OF SOIL

(JSCE Aug. 1955)

Mitoshi Asakawa, C.E. Assoc. Member

Synopsis In determining the physical constants of soil, the technical processes are provided by JIS, but method of pertinent sampling, size of samples and basis of confidence of observation values, etc. were not yet designated. The author made some discussions and modifications on these problems with statistical method.

要旨 土の物理的試験方法として JIS に規定されているのは、いわゆる実験についての技術的取扱及び試料準備の方法のみにとどまっている。しかし土の物理的常数値を決定するための規格として、技術的方法のみを指定しただけでは十分なものであるとはいえない。

たとえば (i) 標本の大きさの指定, (ii) 適切なサ

ンプルングの方法, (iii) 測定値のバラツキの処理, (iv) 測定値の信頼度の基準の設定, 等をどのように取扱えばよいかといった問題を検討し, これらの基準や管理の指定を施したものを規格条件として加えなければならない。

本研究は以上のような観点から, 土の物理的試験方法の規格に付加的な修正を試みようとして着手したもので, その方法として推計学, 特に管理図法を応用し

* 日本大学大学院, 建設工学専攻生

てみた。

I. 実験及び試料取扱いの概要

土の物理試験の技術的な方法はすべて JIS に規定されているものに従って行った。

実験に使用した土は、江戸川砂①の 40# フライ通過、200# フライ止りと王子粘土②とを配合土として用い、関東ローム(四ツ谷)③とシルト質ローム(銚子)④とを各自然土として用いた。これらの土の粒度分析の結果は 図-1 に示すとおりである。

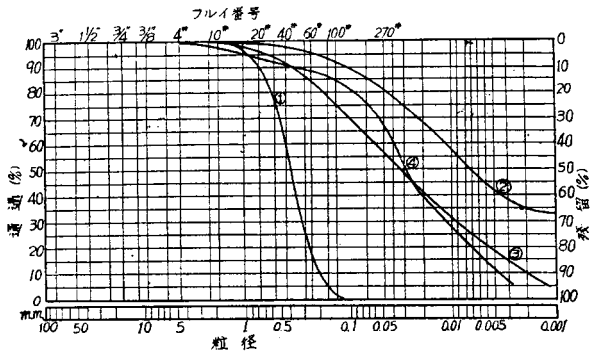
配合土の配合率(粘土率)は 80, 60, 40, 20, 0% とし、200# フライ通過土の重量百分率をもつて表わした。

自然土として③及び④を用いたのは、単一土によつて各土質試験に生ずる変動要因を考察すること、配合土のみが示す特質が生じないかどうかを検討するためである。またいろいろの配合土をもつてしたのは、土の種類による変因の差異および精度を考察するためである。

II. 変動要因と観測値の取扱い

土の物理試験において生ずると考えられる変動要因に対し、大きな影響を受けると思われる各試験名を記

図-1 試料の粒度加積曲線



号で表わし、分類したものが 表-1 である。

これらの変動要因を解析するために推計学的方法をもつて、観測値の取扱いを次のような手順によつて行った。

i) 観測値に生ずる変動要因のうちあらかじめ分離できる変因、すなわち個人差及び試料の乾燥方法の差異によつて生ずる平均値の差等については、管理図において級別及び二組の試料の差といったようにもつてその要因を分離しておいた。

ii) 前にも述べたように、各試験に対する変動要因の関係を考察するために④の試料をもつてそれぞれの試験の観測値を処理した。

iii) また粘土含有量によつてそれら変動要因及び実験の精度がどのように変つてくるかを知るため配合土をもつて観測値の統計量を比較検討した。

iv) 統計学的方法として、管理限界法では 3σ 法を採用し、観測値のバラツキの程度及び平均値の差の検定には、フィッシャーの F-分布を応用した等分散仮説検定及びスチューデンの t-分布を応用した等平均値仮説検定によつた。

管理限界¹⁾を定める式は試料範囲 \bar{R} から推定する方法を用いた。すなわち $C.L.\bar{x} = \bar{X} \pm A_2\bar{R}$ (平均値の管理限界)

$$C.L.R = \begin{cases} D_1\bar{R} & \text{(上限値) (範囲の管理)} \\ D_3\bar{R} & \text{(下限値) (限界)} \end{cases}$$

ここで \bar{X} : 試料平均値, A_2, D_1, D_3 : それぞれ標本の大きさ n によつて定まる係数である。

III. 各物理試験についての変因考察

図-2, 3, 4 及び 5 と 表-2 によつて各物理試験の変因の考察、観測値のバラツキ及び平均値の差の検定を行つた結果次のようなことがいえる。

A) 管理図からみた変因の考察

表-1 想定される変動要因に対する試験別分類

変 動 要 因	物理試験名(記号)
実験技術を一様な状態に保ちえないことによる	a) 測定者個人の感覚の差に原因するもの b) 測定者個人の技能の差に原因するもの *FME PL *PL FME LL
試料準備の方法の差異による変動	a) 試料の乾燥方法の差異に原因するもの b) 加熱処理の影響に原因するもの *SP FME SL GR *SL *LLFME SP
実験材料に内在する変動	a) 判別しえない含水分布の不均一性に原因するもの b) 判別しえない粒度分布の不均一性に原因するもの c) 土以外の有機物あるいは無機物の混入度に原因するもの *MC LL PL FME 全部 全部
測定器の精度による変動	秤量器及び他の試験器の不精確によるもの 全部
試料取扱い中不注意による変動	全部

(備考) ・印は変因に対し特に大きな影響を受けると思われるものを示す。

FME……現場含水当量試験, PL……塑性限界試験, SP……土粒子の真比重試験

SL……収縮常数試験, LL……液性限界試験, MC……含水比試験, GR……粒度分析試験

表-2 各物理試験の管理限度総括表
(シルト質ロームの単一土による)

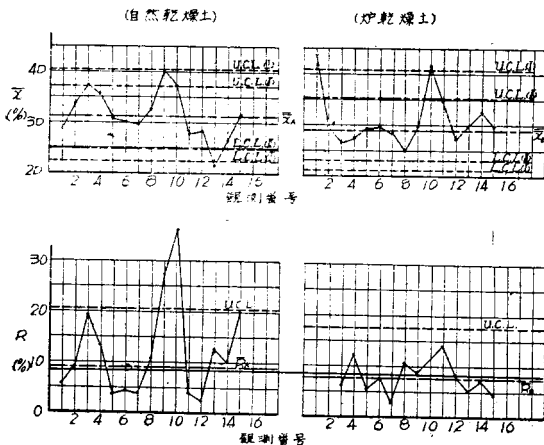
試験別 統計値	乾燥法別	塑性限界試験		現場含水当量試験		真比重試験		含水比試験
		A	B	A	B	A	B	A
第1回 管理	平均値の平均	31.42	30.99	29.12	37.85	2.700	2.543	38.78
	範囲の平均	12.40	13.58	4.00	5.62	0.039	0.031	3.29
	標準偏差の平均	5.02	5.23	1.32	1.89	1.08	0.86	1.79
	分散の平均	23.31	10.19	3.34	4.33	1.16	0.74	3.20
	平均値(上限)	40.46	40.89	31.43	41.09	2.782	2.553	40.68
	平均値(下限)	22.38	21.58	26.81	34.61	2.758	2.533	36.88
	範囲(上限)	27.30	13.58	8.46	11.88	0.070	0.055	6.95
	範囲(下限)	0	0	0	0	0.009	0.007	0
	級内個数	4	4	5	5	1	1	5
	系列間個数	15	15	10	10	10	10	13
第2回 修正 管理	平均値の平均	31.02	29.15	29.00	37.26	2.767	2.541	39.11
	範囲の平均	9.00	7.72	3.06	5.42	0.014	0.011	2.05
	標準偏差の平均	3.77	2.95	0.97	1.72	0.49	0.54	1.29
	分散の平均	23.31	10.19	1.56	3.73	0.24	0.29	2.40
	平均値(上限)	37.58	34.78	30.77	40.37	2.772	2.545	40.29
	平均値(下限)	24.46	23.52	27.23	34.15	2.762	2.537	27.93
	範囲(上限)	20.60	17.62	6.47	11.45	0.025	0.020	4.33
	範囲(下限)	0	0	0	0	0.003	0.002	0
	級内個数	4	4	5	5	1	1	5
	系列間個数	12	13	9	7	9	9	9

(備考) AおよびBは乾燥方法を異にした試料を表わす、A……自然乾燥土、B……炉乾燥土(110°C 24時間)。

(1) 塑性限界試験(図-2): (i) 試験規格の誤認によつて変動せるもの(範囲はよく管理されているが平均値が異常に小さい, 例えば A-13), (ii) 偶発的変動ないし観測時感覚のずれによつて変動せるもの(級内の1個だけが異常に大きい, 例えば A-9, A-10), (iii) 技能の未熟さによつて変動せるもの(級内のバラツキが非常に大きい, 例えば B-1 および 10)

(2) 現場含水当量試験(図-3): (i) 観測者間の感覚差によるもの(級内における変

図-2 塑性限界試験の管理図

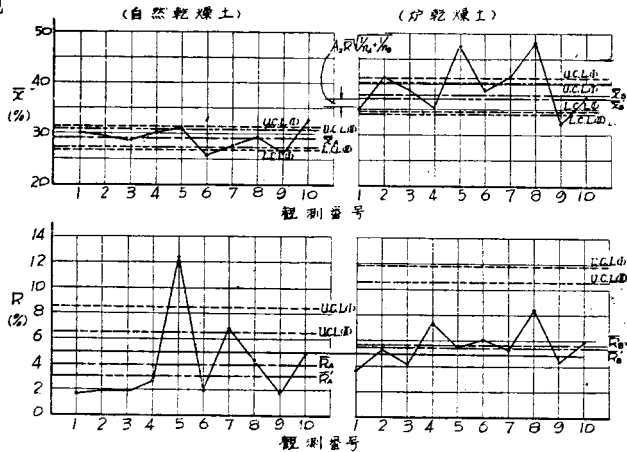


動は小さいが, 級間に本質的な変動を生じている, 例えば B-5, 8, 9), (ii) 偶発的な変動ないし試料含水分布の不均一によるもの(級内の1個が異常に大きい, 例えば A-5)。この試験では相対的に級内変動は小さいが, 級間に変動が大きい。

(3) 真比重試験(図-4): この管理図によると, A-7, B-9 は偶発的変因によつたものであるとしかわからなかつたが, 配合土の管理図によると, 粘着性土では粒子間のガスの追出しの度による内材の変動が大きく, 砂質土では粒子の損失等のような偶発的変動が多く, 有機質土では有機物の浮游, 混入による変動が大きい等ということが技術的に考察される。

(4) 含水比試験(図-5): この管理図はコアサンプルについてのものである

図-3 現場含水当量試験の管理図



が, コア中の含水分布は両端部で変動が大きい(含水散出を防止するべく取扱つても)。

攪乱試料では, 試料のねりませの不均等さによつて生ずる含水分布の不均一による変動が大きい。

B) 観測値の等分散及び等平均値仮説の検定²⁾ 乾燥方法を異にした2組の試料(AおよびB)の分散及び平均値についての検定を行つた結果, 各試験とも有意水準5%において $F_0 > F$ の条件が成立し, 最初の帰無仮説 $H_0: \sigma_A^2 = \sigma_B^2$ が有意でないことを認めた。すなわちA及びB試料による観測値の分散には有意な差がないことがいえた。ここで $F: A, B$ の分散比, $F_0: F$ -分布表より得られる値, $\sigma_A^2, \sigma_B^2: 2$ 組の試料

図-4 真比重試験の管理図

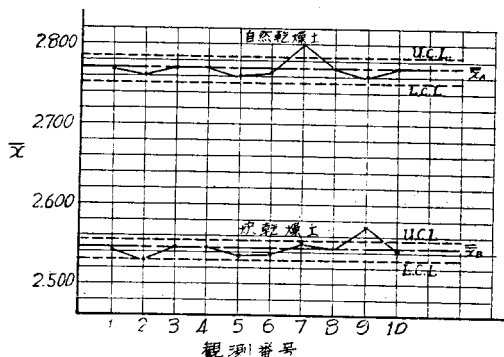
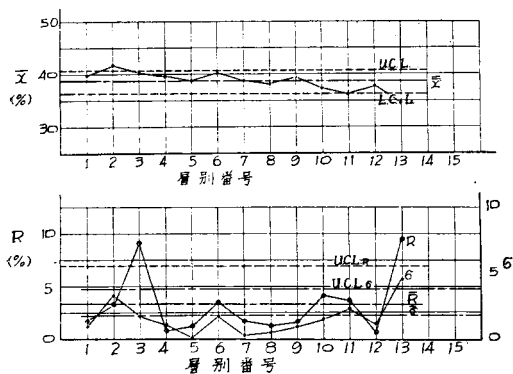


図-5 コアサンプル中の層別含水比の管理図



(AおよびB)の母分散、である。

両試料の分散に有意な差が認められなかつたので次に各試験の平均値の差を検定すると、有意水準1%及び5%において、塑性限界試験では $t_0 > t$ となりA、Bには有意な差がなかつた。現場含水当量試験及び真比重試験においてはともに $t > t_0$ となり、しかも t が前者は12.15、後者で4.95を得、両者とも2組の試料の平均値には高度に有意な差があつた。ここで平均値の真の差の推定値は、前者は9.72~6.80%、後者では0.324~0.130であつた。

IV. 配合土についての考察

III. では、単一土によつて各物理試験の変因等を検討したが、ここでは、配合土による(粘土率の変化による)実験精度の問題及び変因の変化等について二、三の考察を行つた。統計値をうるための手法としては、前節の方法と同じく各実験に対し管理図を作成し、変因の考察を行いながらそれを求めた。

(1) 塑性限界試験(表-3): (i) 平均値の平均は粘土率の増加に従つて増加

する(粘土率-塑性限界の関係は、含有する粘土のタイプによつても異なるが、一般に粘土率に従つて直線相関をもつ)。(ii) 各粘土率の場合を通じて、乾燥法の差異はその平均値に有意な差を与えない。(iii) 変動係数は粘土率の高いものほど低くなる傾向がある。(iv) 配合土の特質の有無を検定するため、自然土との分散比をとつて行つた結果、粘土率60%においても80%においても両者の分散には有意な差が認められなかつたので、一応精度の上では配合土の特性はないものとみなした。

(2) 現場含水当量試験(表-4): (i) 平均値の平

表-3 粘土率に対する統計量 (塑性限界試験)

統計値	80%		60%		40%
	配合土	自然土	配合土	自然土	配合土
平均値の平均	33.80	30.09	30.17	58.81	20.57
範囲の平均	10.97	8.36	18.22	17.95	17.95
標準偏差の平均	4.21	3.36	7.91	8.11	7.94
分散の平均	28.23	16.75	85.91	65.60	62.90
標本数(系列間)	14	12	10	14	9
試料個数(級内)	3	4	3	3	3
変動係数の平均	13.94	10.46	25.51	13.97	34.97
RA_2	11.23	6.09	16.63	18.34	14.40
平均値管理限界					
{ 上限	45.03	36.18	49.07	77.15	34.95
{ 下限	25.57	23.99	11.27	40.46	6.17
範囲の管理限界					
{ 上限	28.23	19.11	46.80	45.95	38.86
{ 下限	0	0	0	0	0

(註) 自然土、配合土とも炉乾燥法によつた試料

均は粘土率の増加に従つて直線的な増加を示す。(ii) 変動係数及び標準偏差は粘土率によつて顕著な変化は認められないが、全体的に近似の値を示している。

(3) 真比重試験(表-5): (i) 真比重値は粘土率の減少に従つて直線的に増加する。(ii) 観測値の変

表-4 粘土率に対する統計量 (現場含水当量試験)

統計値	80%		60%		40%			
	配合土	自然土	配合土	配合土	配合土	配合土		
乾燥法別	A	B	A	B	A	B		
平均値の平均	29.75	27.58	29.00	37.26	21.09	21.29	18.67	16.80
範囲の平均	4.19	2.56	3.06	5.42	6.15	2.19	1.80	1.52
標準偏差の平均	2.72	1.41	0.97	1.78	3.09	1.17	1.03	1.10
分散の平均	10.55	2.23	1.56	3.73	10.07	1.87	1.16	2.82
標本数(級間)	5	4	9	7	4	5	4	5
試料個数(級内)	3	3	5	5	3	3	3	3
変動係数の平均	9.45	5.08	3.73	4.78	14.82	5.42	5.57	8.47
RA_2	4.28	2.62	1.77	3.11	6.30	2.70	1.84	1.55
平均値管理限界								
{ 上限	34.03	30.20	30.77	40.37	27.39	23.99	20.51	18.35
{ 下限	25.47	24.96	27.23	34.15	14.79	18.58	16.83	15.25
範囲の管理限界								
{ 上限	10.77	6.58	6.47	11.45	15.80	5.63	4.62	3.90
{ 下限	0	0	0	0	0	0	0	0

表一5 粘土率に対する統計量 (真比重試験)

統計値	80%		60%		40%		20%		0%	
	自然土	配合土	配合土	配合土	配合土	配合土	配合土	配合土	配合土	配合土
乾燥法別	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
平均値の平均	2.770	2.543	2.704	2.740	2.761	2.775	2.819			
範囲の平均	0.039	0.031	0.021	0.028	0.024	0.014	0.025			
標準偏差の平均	1.08	0.86	0.90	0.93	0.73	0.46	0.78			
分散の平均	1.16	0.74	0.81	0.87	0.54	0.21	0.61			
標本数(級間)	10	10	10	10	10	7	9			
変動係数の平均	3.9	3.4	3.3	3.4	2.7	1.7	2.8			
RA_2	0.012	0.010	0.009	0.009	0.008	0.006	0.008			
平均値の管理限界										
{ 上限	2.782	2.553	2.713	2.749	2.769	2.781	2.827			
{ 下限	2.758	2.533	2.695	2.731	2.753	2.769	2.811			
範囲の管理限界										
{ 上限	0.070	0.055	0.055	0.054	0.043	0.027	0.045			
{ 下限	0.009	0.007	0.006	0.006	0.005	0.002	0.005			

動は、砂質土ほど小さく、粘質土ほど大きくなる傾向がある。すなわちこの試験の誤差量は、材料に内在する変動の方が偶発的変動によるものより大きいことを意味している。

表一6 各物理試験の精度の比較

精度	試験別	塑性限界試験	現場含水当量試験	真比重試験	含水比試験
標準偏差の中心		6.31	1.68	0.68	1.29
" 上限		13.43	3.08	1.29	2.29
" 下限		0	0.28	0.07	0.29
変動係数の中心		19.77	7.16	3.03	4.62
RA_2 の中心		13.34	3.02	0.9	1.90

V. 各物理試験の精度の比較

表一6 は各物理試験の精度を比較するために標準偏差及び変動変数の統計値 (全試料から得た) を示したものである。

これによると、実験誤差は変因のうち「個人の技能差による変動」によって特に左右される塑性限界試験

表一7 標本の大きさに対する標準偏差および変動係数 (塑性限界)

k	標準偏差			変動係数				
	N	2	3	4	N	2	3	4
2	7.33	5.65	3.49	2	23.30	18.45	13.00	
3	6.75	4.84	3.95	3	20.80	15.00	12.00	
4	4.61	2.51	2.16	4	14.55	8.53	7.45	
5	3.05	2.87	2.83	5	9.82	9.23	9.40	
10	3.75	2.14	—	10	11.90	7.30	—	

表一8 標本の大きさに対する標準偏差および変動係数 (現場含水当量)

k	標準偏差				変動係数					
	N	2	3	4	5	N	2	3	4	5
2	4.64	3.56	5.19	2.01	2	14.80	11.45	19.60	6.45	
3	1.83	1.74	4.50	2.24	3	6.35	5.95	15.65	7.15	
4	2.72	2.48	2.65	3.31	4	9.90	8.83	8.70	11.70	
5	2.55	2.90	2.82	2.31	5	8.83	9.72	9.85	8.50	
10	2.31	2.34	2.56	1.32	10	8.15	7.93	8.85	4.77	

が最も大きく、よく管理された場合の真比重試験が最も小さい。現場含水当量及び含水比試験では、適切なサンプリングを行つて、観測値をよく管理すると誤差量は比較的少なくてすむ。

VI. 試料の取り方についての二、三の試み

(1) 標準偏差および変動係数と標本の大きさ 表一7 および 表一8 は観測値からランダム抽出を行い、それを組別(k)と級内個数(N)としてそれに対する標準偏差および変動係数を求めたものである。表一7 においては、試料の取り方として $N=2, k=5, N=3, k=4,$

$k=4, N=4$ 等が考えられるが、 $N=2$ をとることができるかぎり避けるべきであり、また $N=4$ をとるとは標本数の多くを要すること等の理由から $N=3, k=4$ をとることが適切である (個人差の大きい塑性限界試験では級内を多くとりより級間を大きくすることの方が有利であると考えられる)。表一8 においては、 $N=2, k=4$ または $N=3, k=4$ が適切である (ここで $N=2$ を選んだのは、現場含水当量試験の場合、級内の変動が前者に較べ非常に小さいということによつたものである)。

(2) 標準偏差の推定値より求める標本の大きさ²⁾

正確な理論に基づいた方法ではないが、試料標準偏差の推定値から標本の大きさを求めた。スチューデントの t -分布に関する式、 $\bar{x}-m/\sigma/\sqrt{n}=t$ より $n=t^2\sigma^2/(\bar{x}-m)^2$ (ここで \bar{x} : 試料平均値, m : 母平均値, σ : 試料標準偏差の推定値, t : 95% 信頼限界における t -分布の値) によつてうる。真比重試験において σ の推定値を管理上限 1.29 にとり、 \bar{x} が ± 0.020 の範囲内に母平均をおとすようにするために必要な n は、 $n=2.5$ を得た、すなわち $n=3$ 個をとればよいことになる。含水比試験の場合、 $\sigma=2.29$ とし、 $\bar{x}-m=\pm 2.0\%$ とすると、 $n=7$ 個となる。

VII. JIS に対する検討及び結論

(1) 土の塑性限界試験(JIS A 1206)について 試験方法は規定に示すとおり行う。この試験における試料の取り方として $N=3$ (級内), $k=4 \sim 5$ (級間) が適当である。平均値に対し $\pm 10\%$ を超える観測値は除外する。試料準備として特殊土を除けば炉乾燥及び天日乾燥のどちらによつたものでもさしつかえない。

(2) 土の現場含水当量試験 (JIS A 1208) に

ついて 試験方法は規定に従って行う。この試験において、試料準備は、粘土質土の場合には天日乾燥によつたものを用いる。平均値に対して $\pm 3\sim 4\%$ を超える観測値は除外する。試料の取り方としては $N=2, k=4$ あるいは $N=3, k=4$ が適切である。

(3) 土の真比重試験 (JIS A 1202) について 試験方法は規定に従って行う。ただし次の項目は修正すべきである。(i) 「試料は自然のままのものでも、炉乾燥したもの (110°C にて) でもよい……」とあるが「試料は必ず自然乾燥のものを用いる」とする。(ii) 「重量をはかつた試料は、その微量をも失わないように……」とあるが、試料取扱いの技術的な面からみて、「適当な量の試料を任意にピクノメータに投入し、投入後の重量を正確に測定する」とすべきである。平均値は ± 0.020 以内のものによること、また標本数は $n=3\sim 5$ が適当である。

(4) 土の含水比試験 (JIS A 1203) について 含水比試験においては、平均値に対し $\pm 2\%$ を超える観測値は除外する。試料の取り方として、コアサンプルの場合はコアの中央部付近にて層内 3、層間 2~3 とするのが適当である。

註) 含水比試験についてはコアサンプルの一例をもつて示したにすぎないので決定的なものでないことを付記する。含水比試験に関してはさらに

検討を加え、別の機会に粒度試験に対する検討とともに報告するつもりである。

VIII. 結 言

以上の報告は土の物理試験方法の規格に対する二、三の検討を行つたもので、標本の大きさの決定、サンプリングの適切な方法を観測値をもつて統計学的に取扱つたものである。

本報告に当つて種々御指導を賜つた日大当山教授をはじめ土木教室の諸先生方、並びに本研究にいろいろ御批判下さつた建設省土木研究所の谷藤先生、実験に協力下さつた日大学生諸君の皆様に深謝の意を表するとともにこの一文を故巻内一夫先生の霊前に捧げる。

参 考 文 献

- 1) 例えば、東工大編：統計工学ハンドブック、p. 240~267.
- 2) 例えば、小川潤次郎：統計的仮説検定論（実験計画と品質管理）p. 228~240、あるいは日本科学技術連盟：品質管理、Vol. 4, No. 3 “検定推定の問題 (2)” (朝香鉄一) p. 16~20.
- 3) 寺田一彦：推測統計法、p. 169~173.
- 4) JIS：土質試験方法および土質工学会出版：“土と基礎” 例へば Vol. 2, No. 5, p. 46~51 (土質試験法解説) 等
- 5) 浅川美利：土木学会第 10 回年次学術講演会にて発表 (土の物理試験における 2,3 の問題)

学会誌 40 巻 6 号 水で飽和された土の振動圧力 正誤表

ページ	行	誤	正
263	図-1 部分説明	6. A. C Motor	6. D. C Motor
264	左段下より 3	図-3	図-4
265	左段上より 12~13	深さそれぞれ -7, -20, -32, cm	深さそれぞれ -7.5, -20.0, -32.5 cm
266	左段上より 22	その地盤の間隙率,	その裏込土の間隙率,
266	右段下より 10	図-8 (a) と karman の近似式	図-9 (a) と karman の近似式
図-4 の説明追加		ヒズミリングの位置を示す図中、上部を No. 1 右下 No. 2, 左下 No. 3 として 図-6 に対照する。	
図-7 の説明追加		●印乾燥砂, ×印飽和砂	

学会備付年報, 要覧等 (国内) 一覧 (6)

- 昭 30.1.~6.間に寄贈または交換により受領の分
1. 官公庁関係
 - 北海道開発局土木試験所概要 昭 30.3. ○工業技術庁燃料研究所年報 昭 26 年度 (工業技術院資源技術試験所) ○鉄道技術研究所の概要 1955
 2. 学校関係
 - 東大工学部附属総合試験所年報 13号 ○東大生
 3. 官公庁, 学校関係以外
 - 保線年報 昭 28 年度 (日本保線協会) 付記 学会備付年報, 要覧等 (国内) 一覧 (5) は 40-3-p. 111 に掲載
- 研案内 1954 年版 ○京大工学研究 18 輯 ○東京都大工学部研究一覧 昭 29.1.~12.