

日大 理工 工修 浅川 美利
 “ “ 正 O 土橋 正 共

Ⅰ. まえがき

土のコンシステンシー試験を行なうにあたって、現行の試料調整法(JIS/201)では採取した土を十分に気乾した後、フルイ分けを行ないその通過部分を試料として用いることになっている。

しかし、一般に土は気乾することにより多少なりともその性質が変化することと、わが国のように土の自然含水比が常に高く、乾いた用土の利用ということが不可能に近いなどということを考えると、実用的な面から、現行の試料調整法はかならずしも合理的であるとはいえない。

特にコンシステンシー試験のように土の物理的な性質ばかりでなく他の諸要素までも含めて、塑性あるいはコンシステンシー特性を表現しようとするものは、できれば自然土をそのまま試料として使用する方がより合理的であることはもちろんである。

いま、非乾燥試料をそのままコンシステンシー試験の試料として用いた場合の利点と問題となりそうなことをあげると次表のようである。

非乾燥試料を用いることの利点	非乾燥試料を用いることの欠点
○ 測定値を設計に直接役立てたり、他の試験結果(たとえば力学試験など)との関連性をしらべるのに好都合である。 ○ 試験に要する時間、手間が削減され、試験そのものも容易になる。 ○ 近時注目されているフォール・コーン法と併用すると誤差の入る余地が比較的少なくなり、現場での測定も可能となる。	○ たとえば土の工学的分類法を考える場合、もし試料調整法の違いによって結果に大差が生ずるとすると、得られた結果をそのまま土の分類特性として用いることができない。 ○ 現制粒径(420μ)以上の粒子の介入が問題になる。 ○ 試料調整法の差によって観測値が変わった場合過去のデータが利用できなくなる。

本研究は、現行の試料調整法に対して非乾燥試料による場合、コンシステンシーの値にどのくらいの違いが生じてくるものであろうかということ、および非乾燥試料によって得た値の正確性に基準値を推定するということを目標にして行なった。したがって最終的には試料の準備方法の違いによるコンシステンシー値の相関関係を求め、両者間の差と土の種類による特異性などをしらべることになるのであるが、それを求めるまでの手続として、個々の観測値の正確度を高めることに留意した。後にものべるように一連の試験過程において管理しうる誤差因子は完全に消去し、測定誤差を可能なかぎり最小となるよう努めた。

Ⅱ. 測定値に影響する誤差の消去について。

コンシステンシー試験は他の試験に比うると、測定結果が比較的バラツキ易く、また経験的要素が多分に含まれるものである。前述の両調整法の相関性を追求するにあたっては、まず誤差を可能な限り小さくする必要がある。そのためには、(1) 試験法の解釈の相異をなくすこと。(2) 個人誤差は

もううんのこと個人間の誤差も極力小さくすること。(3) 実験中に起り得る誤差の原因を調べること。がは要である。そこで

(1)、については、試験員6名が工質工学会編「土質試験法」を細部にわたって通読し、試験法や判定について統一した解釈をするよう努めた。(2)、については、各自の10個の観測値の変動が2%以下になり99%の信頼限界で $\bar{L} \pm 2\%$ 、 $\bar{P} \pm 5\%$ 以下となるまで予備実験を積み重ねた。その過程を示したのが図-1である。

また、図-2においては、実験の初期30日間の6人のLLのデータと、実験の後半30日の同一試験者のLLのデータについて、その誤差を検討したところ次のことがいえる。①個人間の誤差は、全体誤差の58%を占めていたが、後半になると24%と低下し実験に対する統一性が認められた。②面期間内の時間的な誤差も29%から14%に低下し、実験を行なうにあたって、時間的条外(試験員の心身状態も含む)にも比較的影響されなくなることが認められた。(3)、については(1)、(2)を検討したうえで、測定値に影響することが大きいと思われる6つの要因《土の種類、乾燥方法、試料の放置時間、注水後の練り時間、回転速度、粒度規制》を選びL₆型直交配列により、誤差寄与率、交互作用などをしらべ、各因子の影響度を検討した。

その結果をもとにして、測定値の変動に大きな影響をおよぼすと推定される因子《粒度規制、乾燥方法、注水後の練り時間、回転速度、等》をとりあげ、各因子とも同一条件になるよう管理した。とくに影響の大きい粒度については、別途粗粒の混入率によるLL値の変化を調べた。結果を図-3に示す。これは非乾燥試料法による場合、840 μ 以上の粗粒は肉眼で判定して容易に取り除くことができるが、420 $\mu \sim 840\mu$ 程度の粒径の砂は完全に除くことができず、ある程度試料に残留して、それが結果に大きく影響することとなる。車更砂分の混入の影響は大きく、非乾燥法によって試験する場合には、とくにこの点を考慮しておく必要がある。

図-3から求めた砂混入率による測定値の補正は次のようである。

補正したLL = $0.4 \sim 0.7 \times (420\mu \sim 840\mu \text{の砂含有率})$

図-1

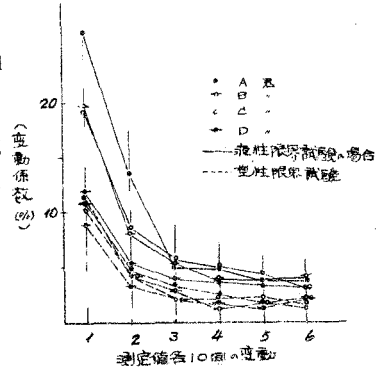


図-2

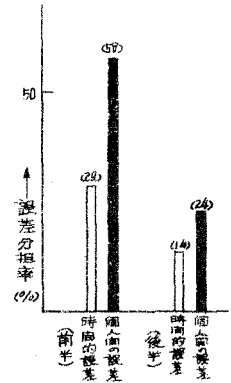
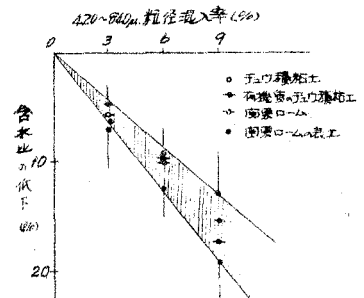


図-3



Ⅲ. 試料と試験法

(a) 試料

土は、淨積条件や地域的特殊性もあろうと思い、できるだけ全国的に蒐集した。

試料個数および採取地を表-2に

表-2

土の種類	個数	試料採取地
粘土質粘土	27	東京、大阪、栃木、千葉、神奈川、新潟、石川、茨城、大分、秋田
粘質の砂粘土	11	東京、神奈川、茨城、秋田
関東ローム	9	東京、神奈川、千葉、群馬、埼玉
関東ローム表土	9	"

示す。今回はチュウ積粘土が主であったが、今後生成過程や粘土鉱物の異なる多くの種類のものについても行なう必要がある。

(b) 試験方法

試験の手続きはすべて JIS A 1205 および A 1206 によった。

試料の調整は、JIS に規定された方法以外は次に示すような非乾燥試料法を用いた。採取した土（自然含水のまま）をヘラでときほぐし、明らかに 420μ 以上の粒径と見分けられる大きさの粒子を取り除きながら 10 分間練り返しを行なった。

測定は一試料につき 1 人 / 日 / 回づつ行ない 3 日間試験を繰り返して 3 回の測定値を得、それを平均して、その試料の測定値とした。1 日 / 回の試験を 3 日間繰り返すというのは、測定者の日による変動や信頼限界による必要個数の設定法にもとずき行なったものである。

Ⅳ. 乾燥試料法と非乾燥試料法の相関性について

試験結果は図-4、図-5 に示す通りである。

Ⅳ-1 液性限界の相関について

土の種類別に、2 方法による測定値の関係とその相関性について検定した結果を表-3 に示す。

表-3

No.	土の種類	試料個数	最小二乗法から求めた回帰式	試料相関係数	母相関係数の検定 (信頼限界 99%)
1.	チュウ積粘土	27	$LL_{非} = 0.924 LL_{乾} - 1.387$	$r = 0.991^{**}$	$0.975 < r < 0.997$
2.	有機質のチュウ積粘土	11	$LL_{非} = 0.888 LL_{乾} - 11.589$	$r = 0.953^{**}$	$0.893 < r < 0.995$
3.	関東ローム	9	$LL_{非} = 1.042 LL_{乾} - 51.780$		
4.	関東ロームの表土	9	$LL_{非} = 0.986 LL_{乾} - 48.775$		

この結果から次のことがいえる。

- 1) 以上、いずれの試料に対しても、相関度は高度に有意であり母相関係数も +1 に近く、相関関係はきわめて強い。
- 2) チュウ積粘土においては、どちらの方法を用いても測定値に大きな差の生ずることはない。例えば LL について見るに、乾燥試料法で 50% のものが、非乾燥試料法によると 57% となる。同様に 100% のものは 108% となり、LL が高いほど試料調整法による差の割合は小さくなる。

- 3) 関東ローム、関東ロームの表土は試料数が少なく、前記の直交表に基く実験結果によっても認められたように、試料の乾燥程度による影響が大きいことは明らかであるが、図-4 の NO.3, NO.4 の一次式は傾向だけで確実なものとはいえない。

Ⅳ-2 塑性限界の相関性について

すべての土についてその相関性を検定

した結果を表-4 に示す。

検定の結果次のことがいえる

表-4

土の種類	試料個数	最小二乗法から求めた回帰式	試料相関係数	母相関係数の検定 (信頼限界 99%)
全試料	56	$PL_{非} = 0.872 PL_{乾} + 1.363$	$r = 0.855^{**}$	$0.775 < r < 0.923$

図-4

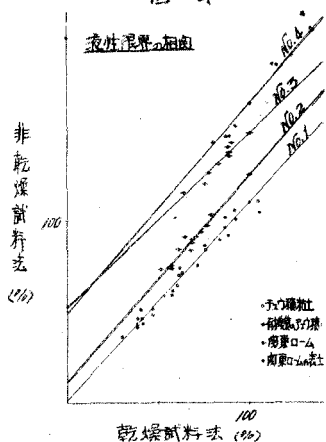
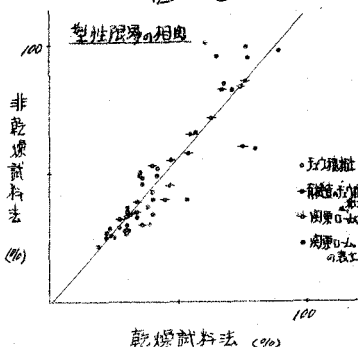


図-5



1) 相関度は高度に有意であり、母相関係数も1に近く相関関係も高い。

2) PLの場合は、LLの場合のように土の種類による差は明確でない。

V あとがき

以上まとめると次の事がいえる。

1. チュウ積粘土の場合について、誤差分担率(測定値に変動を与えた全ての原因のうち、各誤差要因がそれを分担した割合)を示すと図-6の通りである。
2. チュウ積粘土の場合、最も大きな影響因は砂分の含有量であり、次に乾燥方法であるが、関東ローム、有機質土では、これと反対に乾燥方法によるところが最も大きい。
3. チュウ積粘土の場合、クランクの回転速度は結果に敏感に影響するが、関東ロームの場合は、比較的鈍感である。
4. 交互作用については、土の種類と乾燥方法、土の種類と試料放置時間、土の種類と練り時間、などの間に認められた。すなわち、土の種類が変わることによって、乾燥方法、試料放置時間、練り時間の影響が各々異なることが明らかになった。また練り時間および放置時間が変わることによって回転速度の效果に影響をおよぼすといえる。
5. 個人および個人間の誤差は練習と慣れにより十分小さくすることができる。
6. 非乾燥試料法で測定を行なうと試料準備の行程が少なく、試験に要する時間を短縮することができる。
7. 非乾燥試料法で求めた値から標準的な方法で求めた値を推定するには、チュウ積粘土に対して次のように行なうとよい。
 - ①液性限界における、チュウ積粘土の場合；20%以上の、10%の増加に対し0.7%控除させることによって乾燥試料法と一致する。
有機質のチュウ積粘土は100%以上または以下の場合10%の増加または減少に対し、それぞれ1%控除または追加することによって乾燥試料法と一致する。
 - ②塑性限界では、すべての土に対し、10%以上の、10%の増加に対し1.8%控除することによって乾燥試料法と一致する。
8. 非乾燥試料を用いると乾燥試料調整の段階で測定値に大きな影響を及ぼす。乾燥の程度、試料の放置時間の誤差を消去できる。
9. 非乾燥試料と乾燥試料の相関は湿度さえ管理すれば相関性はきわめて高いものになる。

図-6

