

# 試料の乾燥状態が土の稠度に及ぼす影響

神山 光 男\*

## 1. 要 旨

土の液性限界試験並びに塑性限界試験方法は JIS A 1205, 1206に規定されておりまたこれら試験のための試料調整方法は JIS A 1201 に規定されている。それによれば試料は十分に空気乾燥しとされていてその乾燥程度はかなり漠然としたものである。しかし乾燥程度によって物理試験値にかなりの差異を生ずることは従来から認められているので本研究においては試料の乾燥程度の変化に伴う液性限界, 塑性限界の変動について考察を行なったものである。

## 2. 各試料状態

試験に用いた試料はいずれも世田谷区玉川周辺から採取した約50種の試料であり, 採取深度は地表面下 1.0m 附近のものとし有機物の含有されているものは省いた。各試料についての乾燥程度は採取時の含水比のもの, すなわち自然試料, 乾燥炉にて完全乾燥せるもの及び空気乾燥によるものである。空気乾燥試料については空気乾燥の過程において適宜乾燥を中断して4~5種の異なった含水比の試料を準備した。すなわち1試料について自然試料, 完全乾燥試料を含めて6~7種の試料状態について試験を行なったのである。

## 3. 試験方法

稠度試験においては試料のこね返しの時間, こね返してから試験を開始するまでの時間, 並びに注水量等が影響するといわれている。しかし, ある所要時間内で正しい試験値に最も近い値を求むるために各種の土によってこね返し, 放置の時間を夫々考慮するという事は試験者にかかなりの経験と技術を必要とする。従って本実験では次に示す一定の条件のもとに全試料とも共通の方法にて試験を行ない, その範囲内での最適と思われる試料状態を決定せんとしたものである。

### (i) 試料の準備

試験に用いる試料はすべて 420  $\mu$  フルイを通過したものである。(液性限界用として150g, 塑性限界用として30g) 含水比が非常に多くて 420  $\mu$  フルイを通過しないような自然試料についてはフルイを通過する程度に空気乾燥を行なった。ただし粘土のようにそのほとんどが,

420  $\mu$  フルイを通過すると思われるものはそのまま試験に供した。

### (ii) 液性限界試験

試料約 150 g を肉厚のガラス板上に置き塑性限界と現場含水当量の間位の含水比まで蒸溜水を加える。(この場合噴霧器によって試料全体に蒸溜水が行きわたるようにする) 薄肉ヘラにて 15 分間こねる。(1分間 100 回) 次に約 2 cc 注水して 3 分間のこね返しを行ないこの操作を打撃回数が 50 回近辺になるまで継続する。所定の注水, こね返しを終了したら試料の含水比の変動を防ぐために濡らした雑布を被せて 20 分間放置し, しかる後試験を開始した。試験は打撃回数が 50, 40, 30, 20, 10 回近辺の値を示すように 5 段階について行なったのであるが各打撃回数による含水比測定は 3 個づつとり, これらの値を平均したのから液性限界を求めた。打撃回数 50 回から 40 回に移行させるために注水する時も, 注水してから前記と同様に 3 分間のこね返しを行なった。以下同様。ただし自然試料の場合, 現場含水当量よりも含水比が多い場合にはそのまま試料を 15 分間こね返し, 以後の試験方法は前記に準拠した。夫々の乾燥状態の試料についてこの操作を 2 回繰り返して, 求められた 2 個の液性限界を平均して試験値とした。

### (iii) 塑性限界試験

現場含水当量に近い含水比まで注水して液性限界試験と同様ガラス板上にて 15 分間こね返した後試料をダンゴ状にして約 5 分間掌で練り合わせてから JIS 規定の試験方法に従った。なお試験値はいずれの乾燥状態の試料とも 4 個の塑性限界を求め, これらの値を平均したものである。

## 4. 試験結果とその考察

〔図1—1, 2, 3, 4〕の試験時の含水比というのは, 第 1 回注水前の試料の含水比を示しており, これらの試料状態によって求められる液性限界並びに塑性限界は実験に使用した範囲内の試料では

$$W_L = a\sqrt{w} + b \dots\dots\dots(1)$$

$$W_P = a\sqrt{w} + b \dots\dots\dots(2)$$

( $w$ : 含水比 % でなく小数で表わす)

の実験式の結果と比較的一致する傾向を見る。JIS の三角座標による分類は単に粒径によった分類であり, 土粒子の結合力を考慮していないので前式の係数と三角座標

\* 専任講師, 武蔵工業大学土木教室

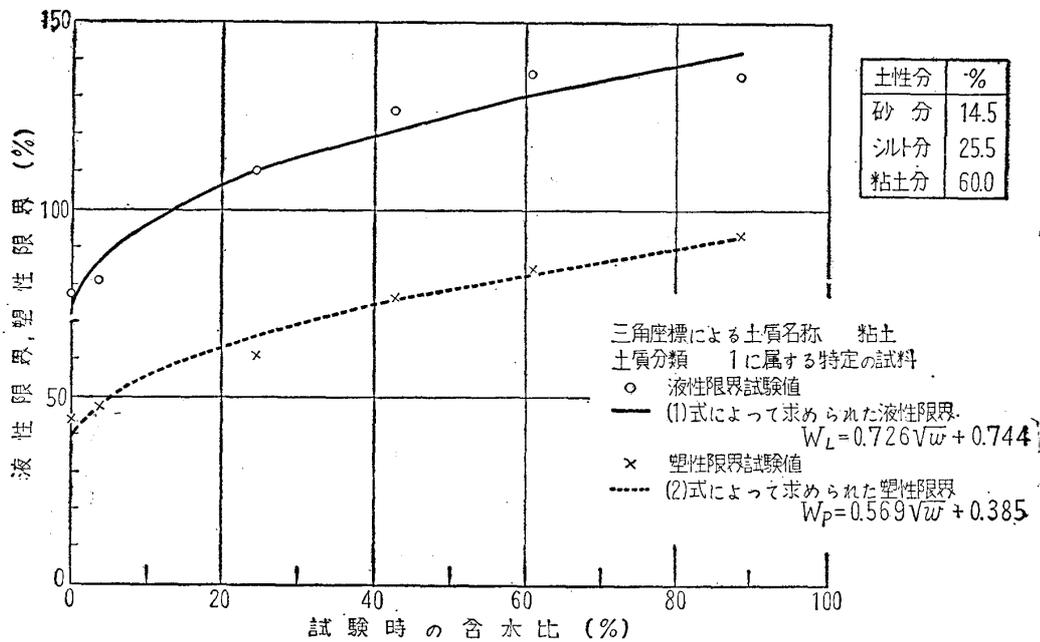


図 1-1

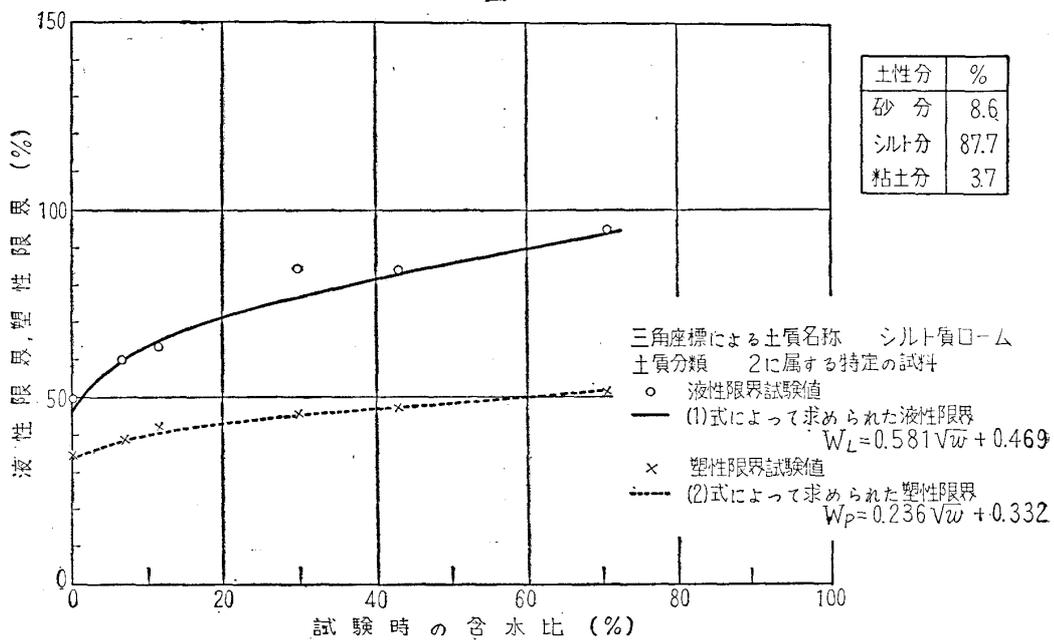


図 1-2

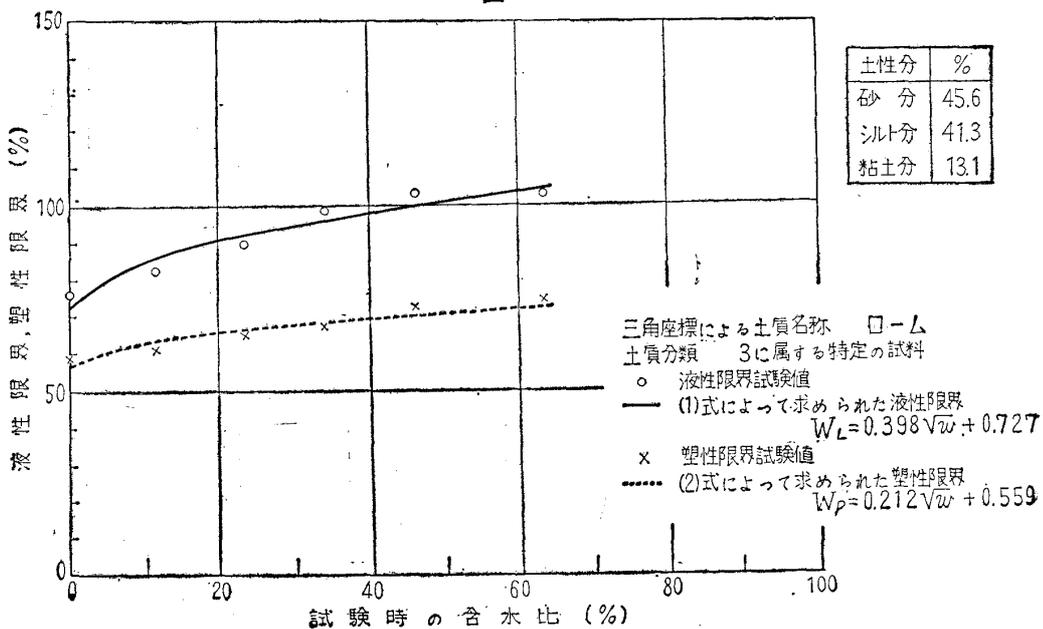


図 1-3

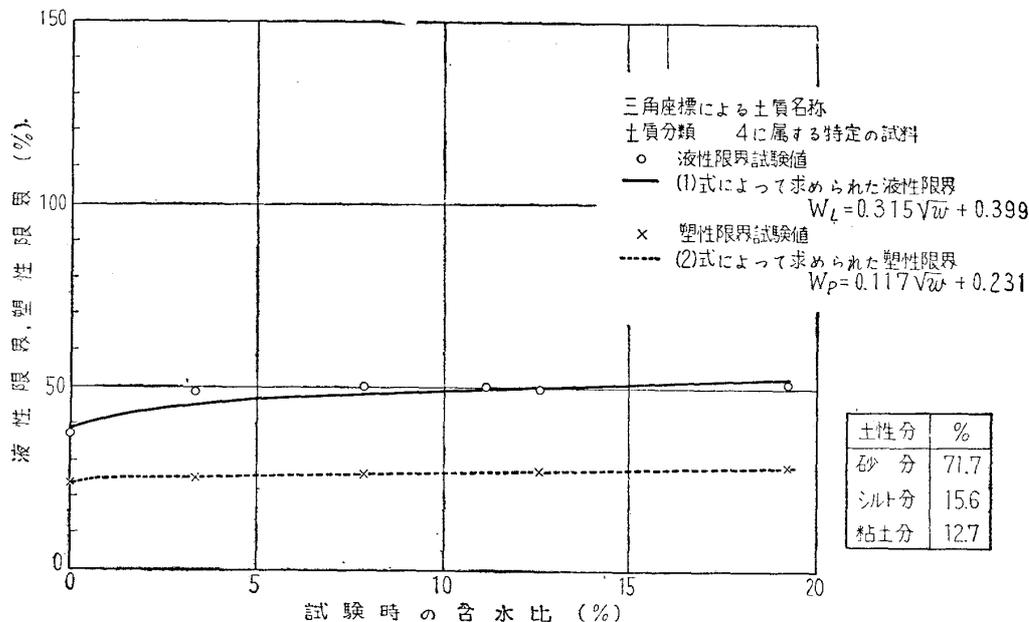


図 1-4

による分類との間に直接的な関連を認めにくいので、便宜的に〔図-2〕のような分類表によって分類すると(1)式並

びに(2)式の各係数  $a, b$  は〔表-1, 2〕のごとくになる。ただし 1~4 分類において試験に用いた試料数は 1 分類 14. 2 分類 11. 3 分類 15. 4 分類 12 の計 52 試料である。〔表 1, 2〕によれば試料状態によって求められる液性限界並びに塑性限界の勾配を表わす係数  $a$  は土質分類 1 から 4 に移行する程次第に小さい値を示す傾向を見ることが出来る。自然試料の含水比を 100% とし夫々 90, 80, …… 5 % に対応する含水比の液性限界及び塑性限界を式(1), (2) によって求め、これらの値と自然試料の液性限界及び塑性限界との比を求めれば〔表 3, 4〕のようになる。上記の (表-3) 自然試料による液性限界を基準として含水比の変化に伴う液性限界との比

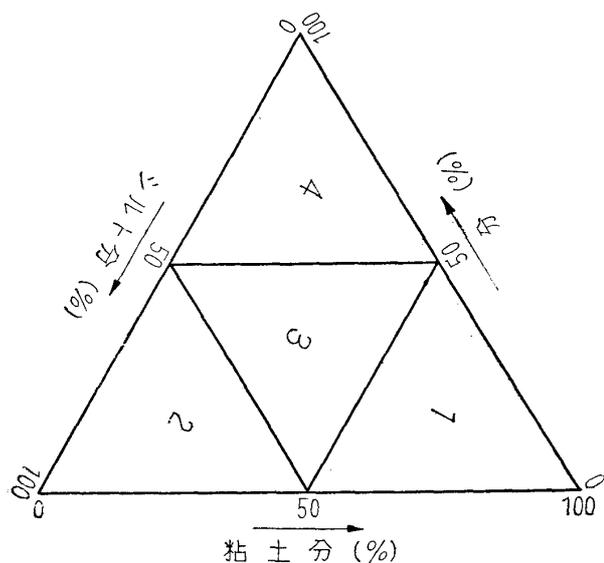


図-2

(表-1) (1) 式の係数

土質分類	1	2	3	4
係数 a	0.604~0.950 平均 0.789	0.408~0.773 0.601	0.247~0.594 0.439	0.025~0.447 0.198
係数 b	0.509~0.840 平均 0.660	0.421~0.689 0.519	0.526~0.802 0.654	0.184~0.424 0.277

(表-2) (2) 式の係数

土質分類	1	2	3	4
係数 a	0.493~0.797 平均 0.624	0.159~1.013 0.444	0.157~0.711 0.347	0.070~0.138 0.109
係数 b	0.242~0.457 平均 0.358	0.134~0.540 0.352	0.175~0.666 0.448	0.182~0.256 0.210

土質分類	1	2	3	4
含水比(%)				
100.0	1.00~1.00 平均 1.00	1.00~1.00 1.00	1.00~1.00 1.00	1.00~1.00 1.00
90.0	0.969~0.979 平均 0.973	0.967~0.981 0.976	0.974~0.993 0.983	0.977~0.996 0.989
80.0	0.937~0.957 平均 0.944	0.932~0.961 0.950	0.947~0.987 0.965	0.959~0.992 0.979
70.0	0.902~0.933 平均 0.914	0.895~0.940 0.923	0.934~0.980 0.944	0.925~0.992 0.968
60.0	0.865~0.908 平均 0.882	0.855~0.920 0.894	0.886~0.971 0.923	0.940~0.988 0.955
50.0	0.825~0.880 平均 0.847	0.811~0.895 0.862	0.851~0.963 0.900	0.866~0.980 0.942
40.0	0.780~0.849 平均 0.807	0.764~0.868 0.827	0.814~0.953 0.875	0.832~0.980 0.928
30.0	0.729~0.814 平均 0.763	0.709~0.844 0.787	0.771~0.943 0.845	0.793~0.971 0.911
20.0	0.669~0.772 平均 0.709	0.645~0.803 0.739	0.719~0.930 0.812	0.745~0.967 0.891
10.0	0.591~0.718 平均 0.641	0.561~0.756 0.677	0.653~0.913 0.768	0.735~0.959 0.865
5.0	0.535~0.681 平均 0.592	0.501~0.723 0.633	0.606~0.901 0.736	0.643~0.951 0.846
0	0.402~0.558 平均 0.475	0.358~0.627 0.528	0.493~0.873 0.660	0.541~0.939 0.802

(表-4) 自然試料による塑性限界を規準として含水比の変化に伴う塑性限界との比

土質分類	1	2	3	4
含水比(%)				
100.0	1.00~1.00 平均 1.00	1.00~1.00 1.00	1.00~1.00 1.00	1.00~1.00 1.00
90.0	0.965~0.974 平均 0.968	0.960~0.984 0.976	0.962~0.989 0.981	0.987~0.993 0.990
80.0	0.925~0.947 平均 0.935	0.917~0.969 0.951	0.932~0.984 0.961	0.977~0.986 0.981
70.0	0.884~0.916 平均 0.899	0.904~0.950 0.925	0.925~0.974 0.939	0.961~0.972 0.966
60.0	0.840~0.879 平均 0.860	0.822~0.934 0.897	0.857~0.963 0.916	0.950~0.972 0.960
50.0	0.792~0.850 平均 0.819	0.827~0.915 0.866	0.811~0.953 0.891	0.930~0.966 0.945
40.0	0.739~0.802 平均 0.773	0.712~0.893 0.832	0.764~0.915 0.863	0.915~0.955 0.930
30.0	0.689~0.769 平均 0.721	0.644~0.868 0.793	0.709~0.927 0.832	0.905~0.948 0.916
20.0	0.598~0.718 平均 0.658	0.566~0.839 0.747	0.645~0.872 0.795	0.868~0.934 0.896
10.0	0.514~0.652 平均 0.578	0.463~0.799 0.687	0.561~0.911 0.746	0.837~0.921 0.873
5.0	0.449~0.599 平均 0.520	0.391~0.773 0.645	0.502~0.875 0.711	0.818~0.910 0.854
0	0.281~0.491 平均 0.382	0.215~0.708 0.543	0.359~0.839 0.628	0.764~0.883 0.812

試験結果を考察するに、試料を乾燥する程求められる試験値は小さく表わされるが、これは試料を乾燥すれば微小粒子が結合して、見掛上粗粒子となり、乾燥程度が高い程粒子間の結合力が増大し、この試料を乳鉢で丁寧にときほごしたり、またかなりのこね返しを行なっても結合した試料は自然状態の土粒子には容易に戻らぬために土粒子としての性質を表わすためであると考えられる。土質分類1の試料は粘土分の含有が非常に多いため、他の試料よりも乾燥による結合力の影響が大きく表わされているが、これは〔表1, 2〕の勾配aによって示されている。土質分類2, 3は粘土分の含有率は同じであるが、シルト分の含有の多い2の方が3よりも結合力の大きいことを示している。4の場合には自然試料が粗粒子であるので試料状態による試験値にはほとんど影響を生じていない。係数bと〔図2〕による分類との間には直接的な関連を認めることはできない。

## 5. 結 言

上述の考察により稠度試験に用いる試料の乾燥状態によって液性限界並びに塑性限界はかなりの差異を生ずる

ものであるから JIS 規定の試料調整方法については検討する必要があるものと思う。自然試料によって求められる液性限界並びに塑性限界を基準として考えるならば、その値の 80% 位までを求めることができる乾燥状態に留めるべきではないだろうか。そのためには、試験開始時の含水比は試料採取時の含水比の 40% 以下にならぬ様に留意すべきである。この程度の乾燥状態の時に土質分類1の試料の塑性限界は自然試料による塑性限界を基準とした時、80%以下の値となるが塑性限界試験においては、特に個人誤差が多分に含まれるものであるから、上記と同様な乾燥状態でも支障はないものと思う。粗粒子の場合は乾燥状態については、あまり考慮を払う必要はない。

## む す び

本研究については武蔵工業大学教授中岡二郎博士の御懇切なる御指導を頂き厚く御礼を申しあげます。また実験並びにデータ整理に協力された成山元一研究生、今川要介君(竹下組勤務) 小山崇君(福島工業高等学校勤務) 堀口正勝君、実験を担当した北村寛司君、新門良平君の諸氏に謝意を表す。

## 参 考 文 献

- 卷内一夫  
土質試験法解説  
土と基礎 Vol. 1 No. 1
- 内田一郎, 松本錬三  
土の ATTERBERG 限界測定に対する時間の影響  
土木学会誌 第38巻第1号
- 松本錬三  
土の液性限界試験における注水量の影響  
土と基礎 Vol. 3 No. 12
- 内田一郎, 松本錬三, 松尾宏一  
土の収縮常数に試料の始めの状態が及ぼす影響について  
土木学会論文集 第39号
- 神山光男  
試料調整方法が粒度試験結果に及ぼす影響  
土と基礎 Vol. 6 No. 3

(34. 1. 15)