

窯業原料の落錘法による可塑性測定

— 可塑性と粒度分布 —

田中愛造* 不二門義仁* 大野昌彦*

Measurement of Plasticity of Ceramic Materials by Falling Hammer Test — Plasticity and Particle Size Distribution —

by

Aizō TANAKA, Yoshihito FUZITO and Masahiko ŌNO

ペファーコルンの可塑性測定法に準じた方法で当地区で比較的多く使用されている粘土十数種について乾式16メッシュ通過物、湿式100meshe通過物を粒度との関連において統計的解析を行うと同時にペファーコルンの装置が現場的に使えるかどうか検討した結果16メッシュ通過物について粒径1 μ 以下の含有率、2 μ 以下の含有率、10 μ 以下の含有率、2~10 μ の間の含有率の相関係数 r は5%の危険率でいずれも有意であったと同時に同装置が現場試験器として使用できることが確認された。

1. ま え が き

練土の可塑性の測定方法には大変多くの種類⁽¹⁾があるが、何れの方法にも一長一短がある。1924年にドイツのペファーコルンにより発表された方法²⁾や1968年ディツェルにより発表された方法³⁾などは比較的試験装置が安価で装置が簡単な割には再現性が良いと考えられる。当地区において比較的多く使用されている頁岩、河和田土、富貴粘土、木節粘土、蛙目粘土、猿投排土および厚陶管素地等19種類の試料について粒度分析、X線回折をおこなった後ペファーコルンが発表した方法に準じて実験を実施し粒度分布の関連において結果の検討を行なうと同時にペファーコルンの装置が現場的に使えるかどうかの検討を行った。

2. 供試粘土および実験方法

2. 1 供試粘土

2. 1. 1 産 状

頁岩：陶磁器工業組合阿野工場裏の15mから16mの頁岩層から200kg採取した。

富貴粘土：知多郡武豊町産の赤色系と青色系の5tのロットより各100kgサンプリングした。

河和田土：知多郡美浜町産の約5tのロットより100kgサンプリングした。

多治見木節：岐阜県多治見市古虎溪産の約4tのロットより100kgサンプリングした。

菱野木節：瀬戸市菱野町産のハネ土約3tのロットより50kgサンプリングした。

大畑木節(乙)：岐阜県大畑産の約5tのロットより

50kgサンプリングした。

土岐口蛙目：岐阜県土岐市土岐口産の約1.5tのロットより50kgサンプリングした。

横山粘土(三河)：安城市横山町の採掘場より約100kg採取した。

桜井粘土(三河)：安城市桜井町の採掘場より約100kg採取した。

猿投排土：西加茂郡猿投町産の約5tのロットより300kgサンプリングした。

厚陶管素地：当地区で厚陶管に使用されているもの3tのロットより50kgサンプリングした。

水ばん土：当地区水ばんに使用されているもの2tのロットより50kgサンプリングした。

朱泥土：当センターで灰払い用に作った朱泥土300kgのロットより20kgサンプリングした。

島根赤土：当センター貯蔵量1tのロットより30kgサンプリングした。

和合カオリン：当センター貯蔵量1tのロットより30kgサンプリングした。

カオリン、蛙目および磁器素地：名工試第六部第一課より提供を受けた。

2. 1. 2 供試粘土の性状

粒度分析：先記した粘土について乾式で16メッシュおよび湿式で100メッシュ通過物を乾燥重量30.5gとピロリン酸ソーダ5%溶液20mlと水約800mlを加え30分間攪拌した後1000mlのメスシリンダーにうつし全量を1000mlにする。これをJISA1204土の粒度試験方法ハイδροメーター(比重計)法に準じた方法で行った。粒径1 μ 以下の含有率、粒径2 μ 以下の含有率、10 μ 以下の含有率、2 μ から10 μ までの含有率に

* 製造技術課

について供試粘土について算出した。(図1-1, 図1-2, 図2-1, 図2-2)。

X線回折: 各種粘土について理学製X線回折装置を

用いてCuターゲット, Niフィルター, 印加電圧30KV, 管電流10mAの条件による回折を試みた。(図3)

2.2 測定装置

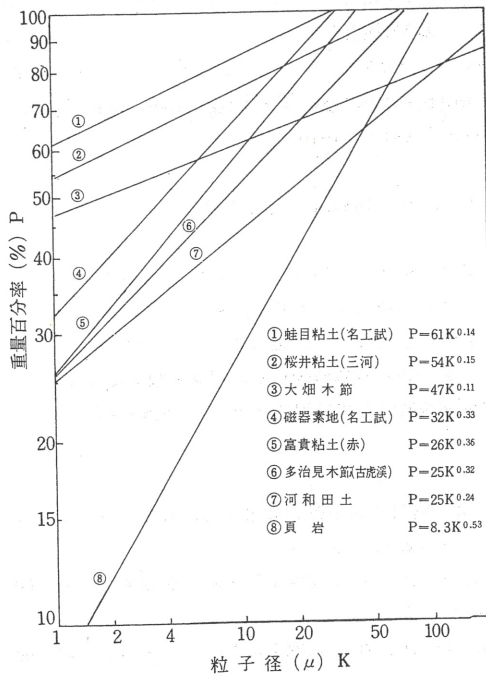


図1-1 粒度分布図(16メッシュ通過)

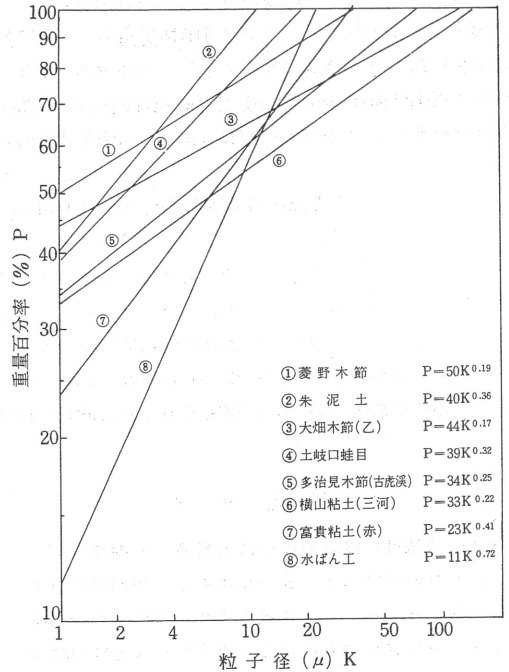


図2-1 粒度分布図(100メッシュ通過)

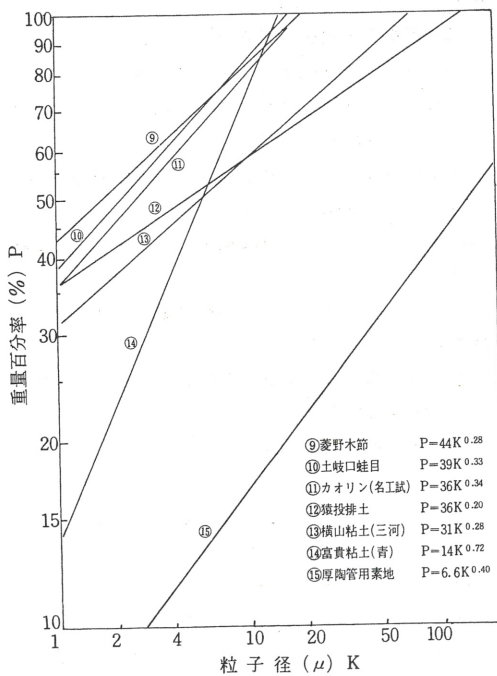


図1-2 粒度分布図(16メッシュ通過)

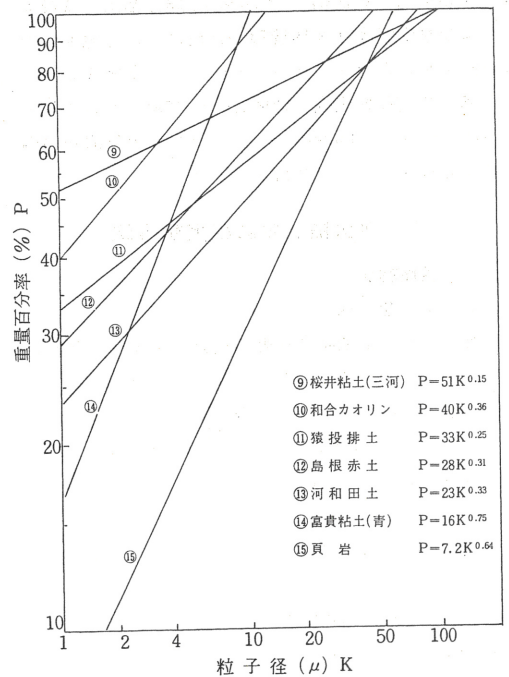


図2-2 粒度分布図(100メッシュ通過)

ペファーコルンの使用した装置を少し改良を加えたものを試作した。(図4)

2. 3 試料の調整および試験方法

2. 1. 1 で述べた各種粘土を乾式にて粉碎し16メッシュを全通したもの及び100メッシュ(湿式)全通させたものを液性限界から塑性限界の差いわゆる塑性指数を5段階にわけ、試験体(40mm×33mmφ)を石膏型による型おこしで成形した。図4の装置を使い落錘重量1200g、落錘高さ186mmから自然落下させ変形比aを次式により求めた。 $a = h_0/h_1$ h_0 : 供試体の高さ、 h_1 : 変形後の高さ。

落錘後の高さを測定した後供試体重量を求め110℃にて20時間乾燥し自然放冷後の重量を測定して含水率を求めた。(図5-1、図5-2、図6-1、図6-2)

3. 結果および考察

3. 1 16メッシュ通過物の粒度含有率と可塑性指数

比較的大きな粒径の含有率が多くしかも塑性指数の小さなもの例えば頁岩、厚陶管素地、多治見木節等の

変形比は3.0より大きな方にずれる傾向がある。比較的小さな粒径の含有率が多くしかも塑性指数の大きなもの例えば蛙目粘土(名工試)、大畑木節、桜井粘土、土岐口蛙目粘土等の変形比は3.0より小さくなる傾向が認められるが、その他の粘土は変形比2.0から4.0までが良好な成形性を有する範囲と思われたのでペファーコルンの方法に準じその中央値3.0における含水率を求め可塑性指数とした。次に可塑性に大きな影響を与える因子として粒径1μ以下の含有率の2μ以下の含有率、10μ以下の含有率及び2μから10μの間の含有率と可塑性指数との関係を検討した結果、粒径1μ以下の含有率と可塑性指数はかなりの相関を示し、国際粘土学会の採用している粘土の粒径2μ以下の含有率及び日本農学会の採用している粘土の粒径10μ以下の含有率と可塑性指数との間にもかなりの相関を認めた。また2μから10μの間の含有率と可塑性指数との間にも相関があることが判明した。(図7)

3. 2 100メッシュ通過物の粒度含有率と可塑性指数

全般的に100メッシュ通過物の最も良好な成形範囲

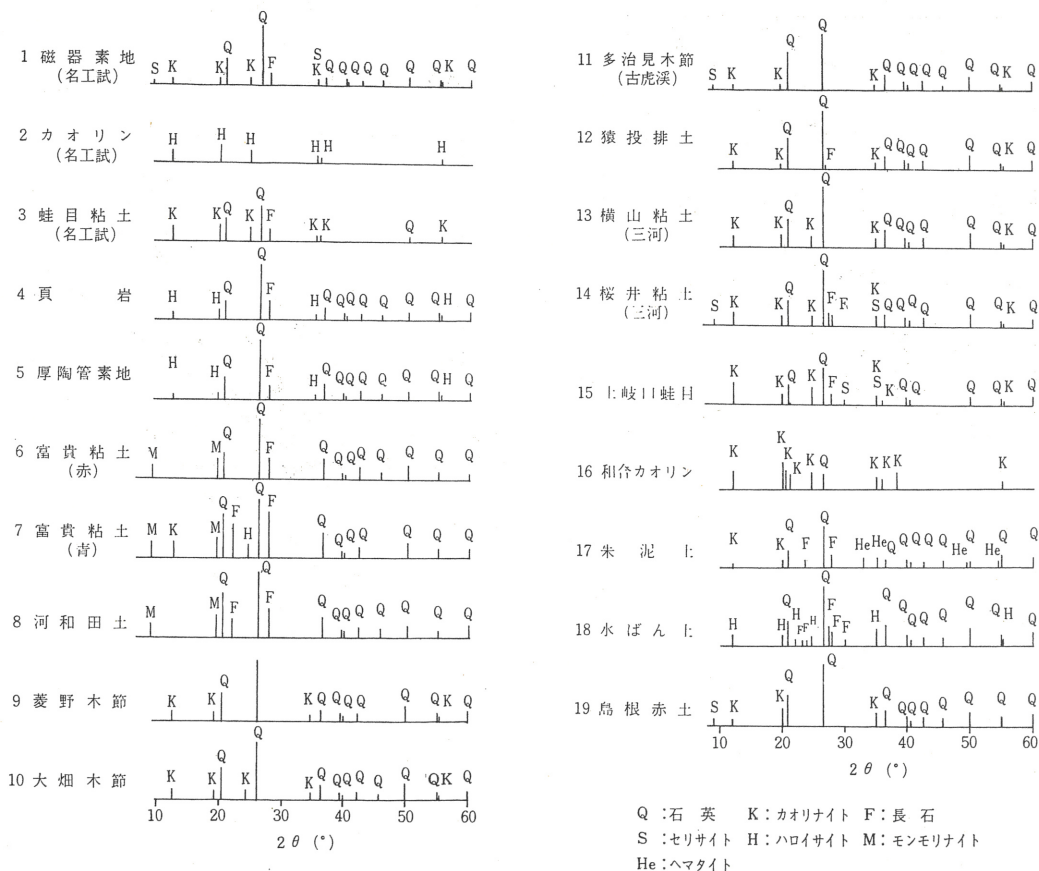


図3 X線回折図

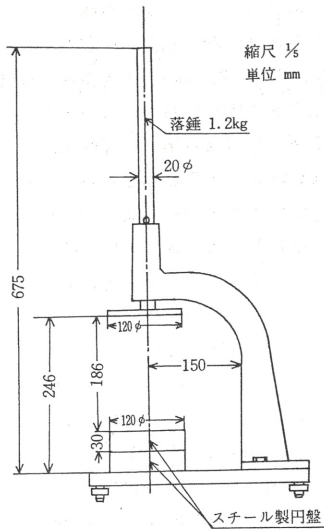


図4 簡易型可塑性測定器

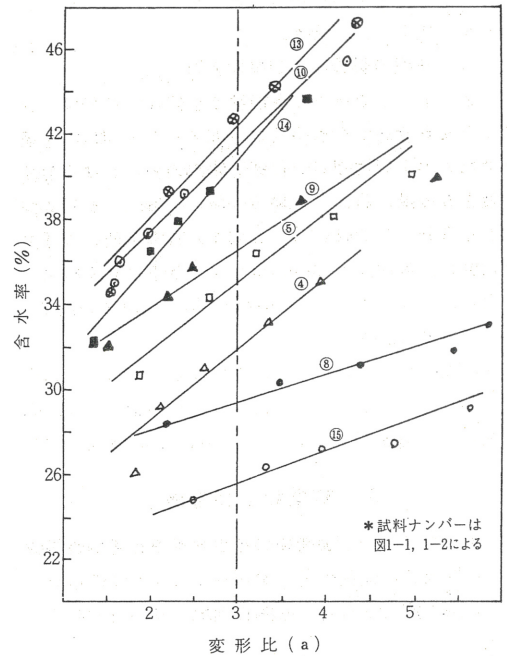


図5-2 変形比と含水率(16メッシュ通過)

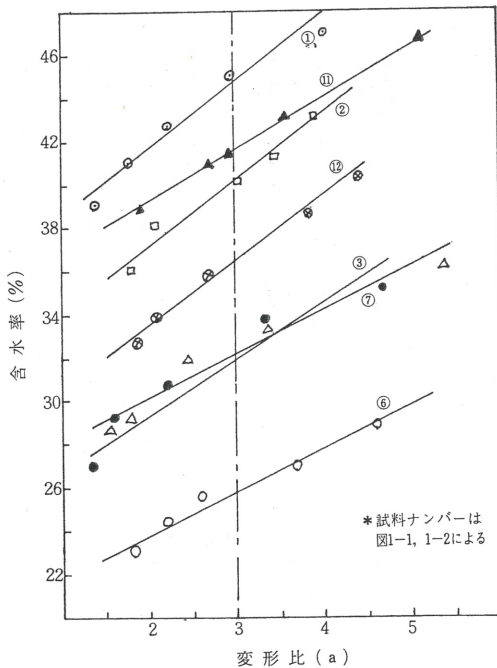


図5-1 変形比と含水率(16メッシュ通過)

は16メッシュ通過物の変形比 3.0よりも小さくなる傾向を示し 1.6から 3.0でその中央値 2.3における含水率を求め可塑性指数とした。前述と同様に粒径 1μ 以下の含有率, 2μ 以下の含有率, 10μ 以下の含有率及び 2μ から 10μ までの含有率等と可塑性指数との関係を検討した結果いずれも有意でなかった。*

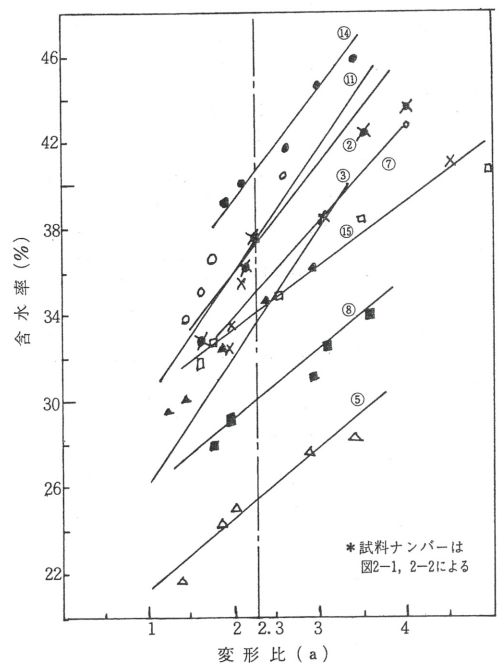


図6-1 変形比と含水率(100メッシュ通過)

*** 有意でなかった=統計用語で、この場合は各粒径の含有率と可塑性指数とは相関関係が少なかったと言う意味であるが、くわしくは JIS Z 8101 を参照のこと。

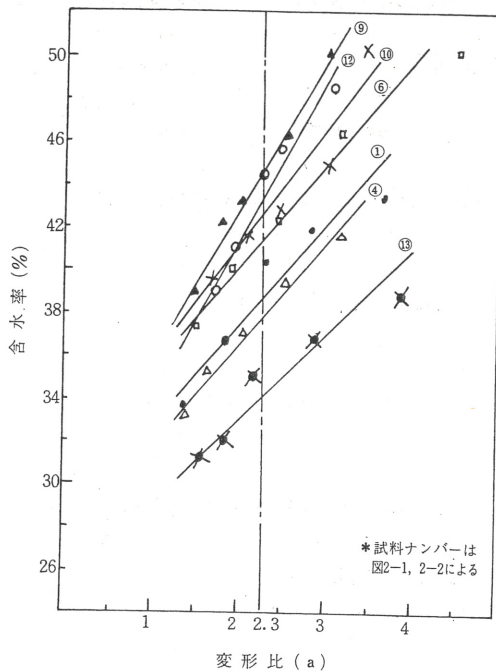


図 6-2 変形比と含水率(100メッシュ通過)

4. ま と め

これまでペファコルンの発表した可塑性測定法に準じた方法での測定値と粒度との関係を中心に検討した結果、現場で実際に測定し易い16メッシュ通過物については粒径 1μ 以下の含有率と可塑性指数の相関係数 $r=0.590$ で5%の危険率で有意である。粒径 2μ 以下の含有率と可塑性指数の相関係数 $r=0.642$ で1%

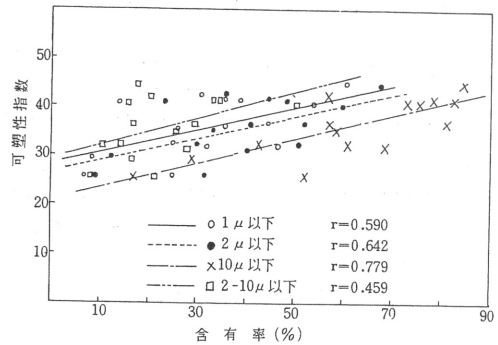


図 7 各粒径の含有率(16メッシュ)と可塑性指数

の危険率で有意である。10 μ 以下の含有率と可塑性指数の相関係数 $r=0.779$ で1%の危険率で有意である。2 μ から10 μ までの含有率と可塑性指数の相関係数 $r=0.518$ で5%の危険率で有意である。

100メッシュ通過物については粒径 1μ 以下の含有率、2 μ 以下の含有率、10 μ 以下の含有率、2 μ から10 μ までの含有率との可塑性指数との間に相関は認められなかった。

付 記

本研究に使用した装置等について名古屋工業技術試験所第6部の山本主任研究官のご助力に感謝します。

文 献

- 1) 素木洋一, セラミック外論 窯業協会 P56~79.
- 2) K. Pfefferkorn. *Sprechsoal* (57), 297~299, (1924).
- 3) A. Dietzel, *Ber. D. K. G* 45 (2), 63~66 (1968).