関東ロームの含有水分の一考察

日大生産工 ○今野 誠　　木田 哲量　　加藤 清志
西川 肇　　秋葉 正一

1. まえがき

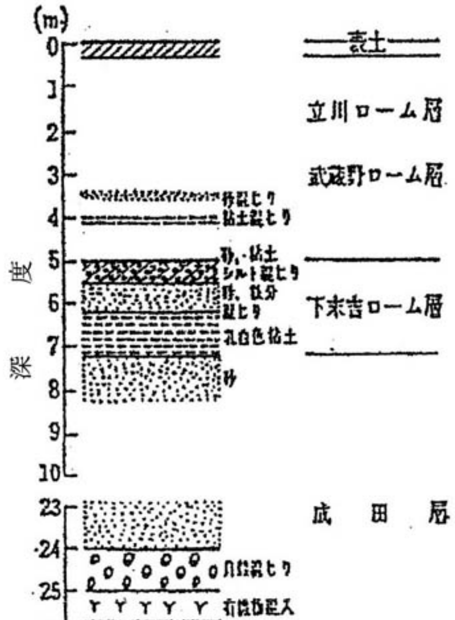
関東ロームは関東地方の台地を広く覆っている。この土は冬期には霜柱が立ち、よく泥濘化し、春先には黄鹿万丈の例え通り塵が立ち、日常生活において歓迎されないが、工学的には乱さない状態において、支持地盤としての強度は大きく、比較的良好な土とされている。しかし、一端乱すと強度は大幅に低下し通常の施工機械では土構造物の築造は困難となる。この一因は関東ロームの構造と含有水分にあると考え水分特性を考察した。

2. 地形と地層 1),2),3)

サウンディング実施した場所は習志野市の日本大学津田沼キャンパスである。そこは習志野の台地の南の縁辺に近い。いわゆる下総台地の一翼であって、台地を構成する土質の主体は関東ローム層である。下総台地は海抜20mほどの高度を持つ洪積層で、その周辺は沖積層の低地がいたるところに複雑に入り込んでいる(図－1)。この台地と低地の基礎は成田層である。

この成田層の上に堆積して、下総台地の主面をなすものは関東ロームで、まず下末吉ローム層で覆われ、そのすぐ上が武蔵野ローム層、最上位に立川ローム層が重なっている。下末吉ローム層の層厚は一般に 40～150cm、武蔵野ローム層は 2.5～3.5m、立川ローム層は厚さ 1m 内外である(図－2)。

図－1 下 総 台 地



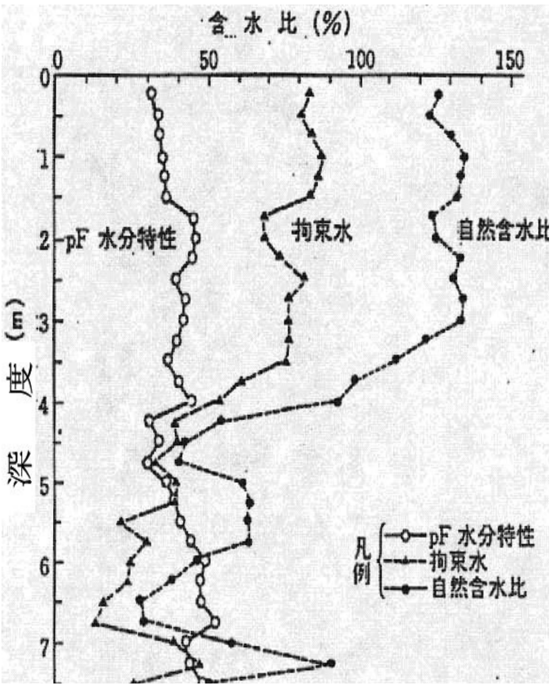
図－2 試料採取地点の地層図

Study on Moisture Content of Kanto-Loam
by
Makoto IMANO , Tetsukazu KIDA , Kiyoshi KATO ,
Hajime NISHIKAWA and Shoichi AKIBA

3. 水分特性

関東ロームは水分を多量に含んでいることが、一つの特徴である。含水比は 80～180%の間にあるが、一般に 100～140%の範囲に入る試料が多く、透水性は高い。水分が多いにもかかわらず間隙は不飽和で、間隙中の水分は自由水ばかりでなく、pF=4.2 以上の拘束水が極めて多く、これが他の工学的性質を理解する上で重要な性質を示している。

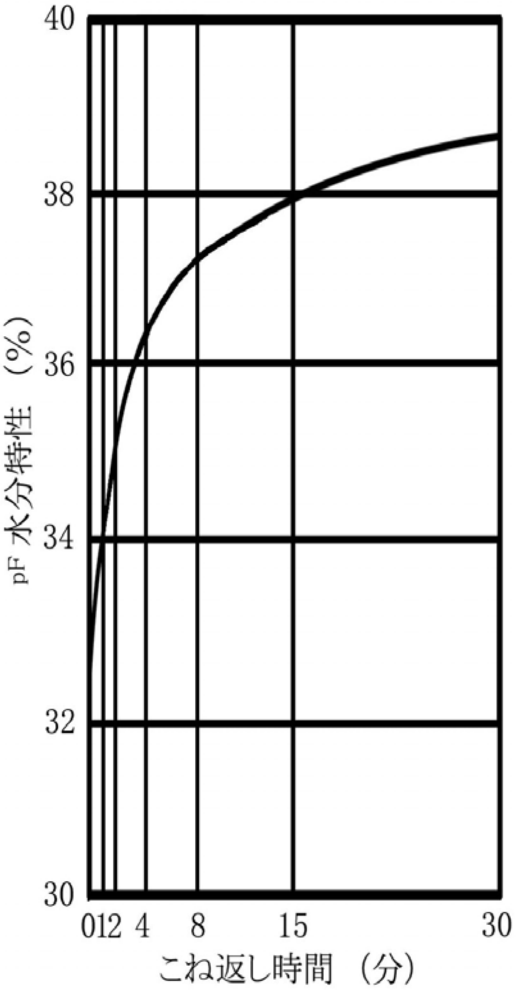
関東ロームの中で比較的新しい立川ロームは、アロフェンが卓越して存在し、土粒子の大きさは 1μm以下が大部分を占めて多量の拘束水を包含しているので練返すと鋭敏比が 30 位に達する。また関東ロームは堆積年代が古くなるほど結晶化が進み、加水ハロイサイト、ハロイサイトとなり、土粒子は大きくなり、含水比は少なくなってくるが、自由水と拘束水の割合は図－3に示すように余り変化がない。



図－3 自然状態における
関東ロームの水分特性

図－4に pF 水分特性を示した。この図は 40rpm のときで、試料の量は 800(g)である。練返し量が多くなると自由水分が多くなっていく。練返しによって拘束水の一部が自由水に移行するものである。図から見るかぎり、移行する水分量はある限界値を持っているようである。

この実験によって、試料の練返しの程度によってコンシステンシー限界に大きく影響を及ぼすこと、つまり練返しの程度が大きくなれば、コンシステンシー限界は低下する。そしてその原因の一つとして限界はあるが拘束水の自由水への移行が考えられた。この水分を流動化水（fluid water）と名づける。



図－4 機械でこね返した場合の pF 水分特性

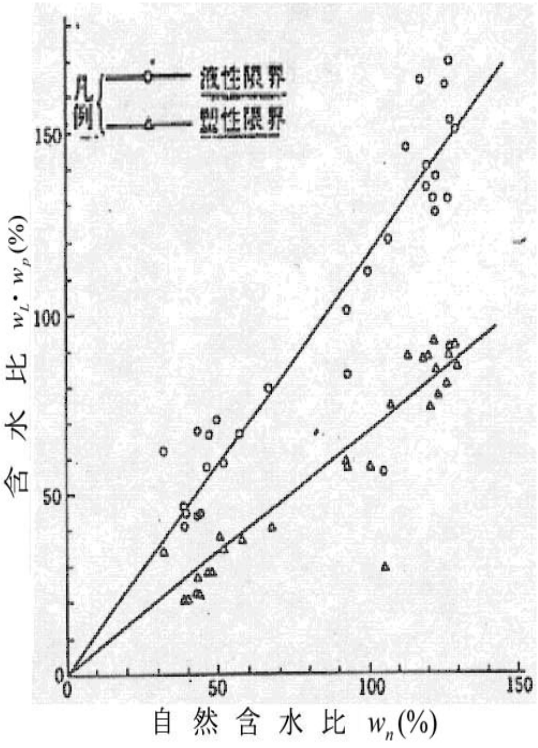
4. 関東ロームの粘土化とコンシステンシー

関東ロームは堆積年代によって、堆積環境が違うため生成された粘土鉱物は上部と下部では結晶化を異にする。深度別の含水比とコンシステンシーは図−5に見られるように変化に富んで一見実験上のばらつきのように見えるが、各自然含水比 w_n とコンシステンシーはよく対応しており（図－6） 式で示すとつぎのようになる。

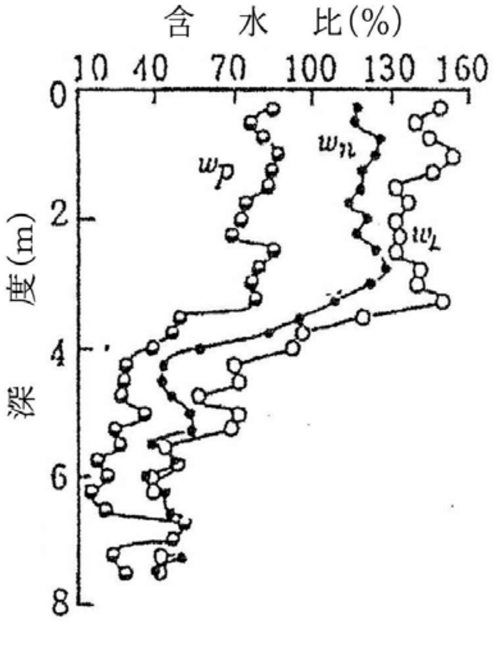
$$w_L = 1.16 w_n \qquad (1)$$

$$w_p = 0.65 w_L - 0.75 \qquad (2)$$

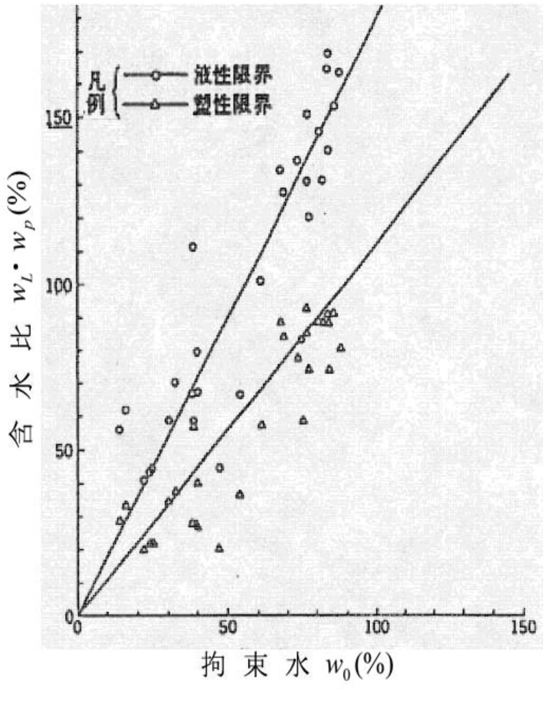
また、拘束水とコンシステンシーの間にも図−4に示すような関係があり、自然含水比と自由水、拘束水の間にもほぼ一定の割合になっていることから、採取深度を丁寧に測定しておけば、これらの関係により必要な試料の分類特性を簡易に見出すことができよう。



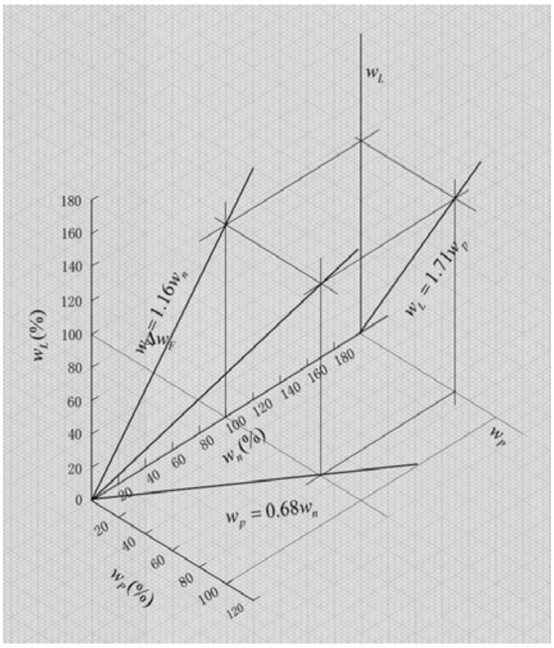
図－6　自然含水比と液性・塑性限界の関係



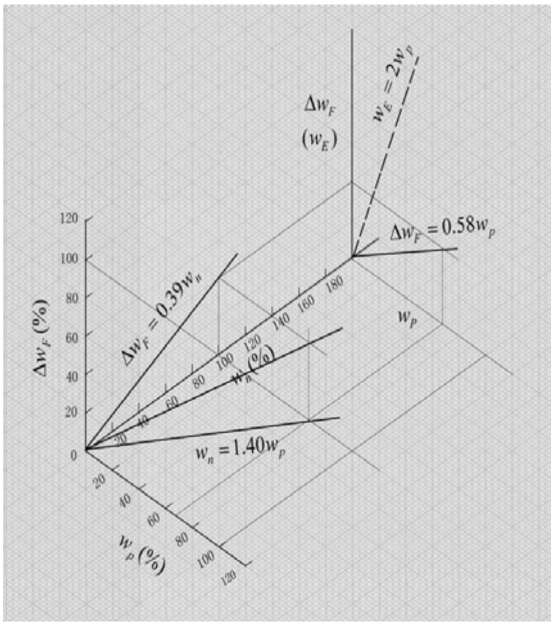
図－5　深度とコンシステンシー



図－7　拘束水と液性・塑性限界の関係



図－8　$w_n - w_p - w_L$　3 要因相関図



図－9　$w_n - w_p - \Delta w_F$　3 要因相関図

図－6、図－7より有効含水比w_Eは

$$
\begin{aligned}
w_E &= w_n + \Delta w_F \\
&= w_n + (w_n - w_o) \\
&= 2w_n - w_o \\
&= 2(1.471w_p) - 0.893w_p \\
&= 2.049w_p \approx 2w_p \qquad (3)
\end{aligned}
$$

となる。

ここで　w_n　：自然含水比(%)
Δw_F　：自由水(%)
w_o　：拘束水(%)

したがって有効含水比は塑性限界の2倍となる。また3要因相関図に各データを示すことにより、図－8、図－9が得られた。これにより一見データのバラツキのように見られる実験値が地層の堆積環境を反映し自然含水比、コンシステンシー限界、拘束水と密接に関係していることが明瞭になった。

5. まとめ

(1)　関東ロームは長年月にわたって堆積し、地層はその堆積環境をよく伝えているので、試料の深度別区分には十分に注意する必要がある。

(2)　有効含水比は塑性限界の2倍であることが見い出された（有効含水比：塑性限界2倍則）。

(3) 3要因相関図により自然含水比、コンシステンシー限界、有効含水比の間に密接な関係があることが知られた。

参考文献

1) 神谷貞吉，今野　誠：日本大学津田沼キャンパスの土質について，日本大学生産工学部報告，vol 2，No. 2，pp. 33～42，1969. 3.
2) 今野　誠：関東ローム層におけるベーンせん断試験について，日本大学生産工学部報告，vol 3，No. 1，pp. 95～102，1970. 2.
3) 神谷貞吉，今野　誠：関東ローム地帯のベーン試験などについて，土と基礎（土質工学会誌），vol 24，No. 7，pp. 33－38，1976.7.