

⑫ 関東ローム

小川 正宏*

OGAWA Masahiro*, 報国エンジニアリング(株) 技術部 千葉県市川市相之川 4-14-12 水野ビル 3階

1. はじめに

関東地方一帯に分布し、第四紀における火山活動による火山砂屑物を起源とする火山灰質粘性土は、「関東ローム」と呼ばれている。しかし、ローム (Loam) という言葉は火山起源の風化堆積土だけを表しているわけではなく、本来は粘土分・シルト分・砂分を適当な割合で含む、広範な粒径の粒子からなる土のことを指す。しかし、土木・地盤の分野において、関東地方に存在する赤土を粒度特性から関東ロームと呼んでいたが、後に火山性土であることがわかったため、火山灰質粘性土をロームと呼ぶようになった。ロームは岩手、蔵王、信州、山梨、大山など、地域名や起源の火山名を関した名称が付けられている。そのため、同じロームという名称であっても、地域や起源の火山

によってその性質は様々である。火山灰質粘性土の分布図を図-1に示す。ここでは、「関東ローム」の特性について紹介する。

2. 関東ローム層とは

関東ローム研究グループは、関東ロームとは関東地方に分布する更新世の火山灰質粘性土であるとした²⁾。南関東のローム層は鉱物組成や地形との関係から、新しいものから順に立川ローム層、武蔵野ローム層、下末吉ローム層、多摩ローム層に分類され、主に富士山を噴出源として形成されている。関東ロームの断面の例を写真-1³⁾に示す。一方、北関東のローム層の噴出源は主に赤城山、榛名山、浅間山、男体山であるとされており、富士山から飛来したスコリアや箱根山からの東京軽石層はほとんど確認されていない。この傾向は、北関東ローム層は赤城山や日光火山群に向かって層が厚くなることから伺える。北関東ローム層は南関東のローム層より薄く、これは北関東の火山による火山碎屑物の量が、富士山に比べて少なかったと推察される。関東ロームと段丘との関係を図-2に、それぞれの特徴を(1)~(4)に示す。なお、各段丘面の名称は、最下層にあるロームの名称になっている。

(1) 立川ローム層

最も新しい関東ローム層として広く分布しており、東京付近の立川ローム層の厚さは3m程度である。一般的に明るい褐色をしており、他のロームに比べ、粘土化が進んでいない。約1~3万年前に関東一円に堆積し、千葉県が

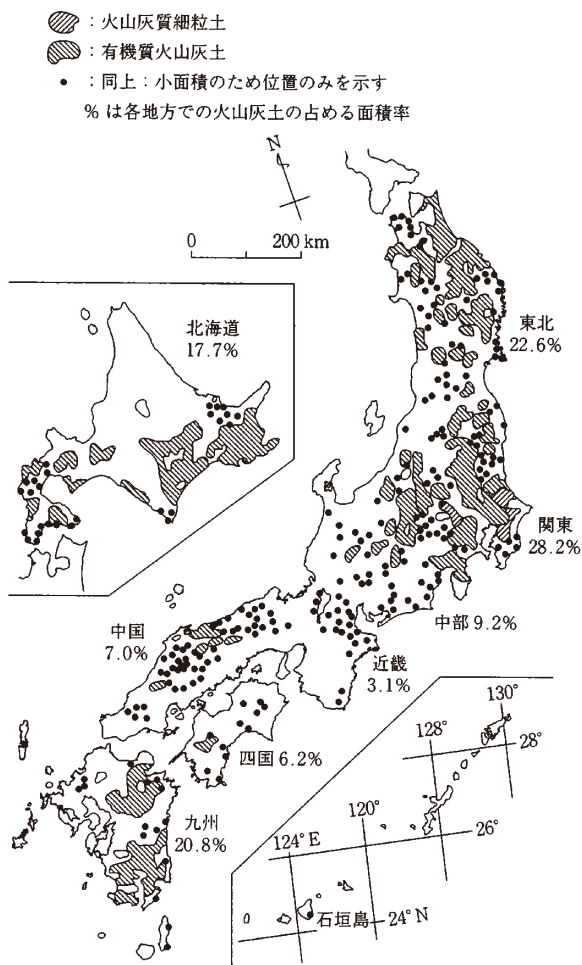


図-1 火山灰質粘性土の分布¹⁾



写真-1 関東ローム層³⁾

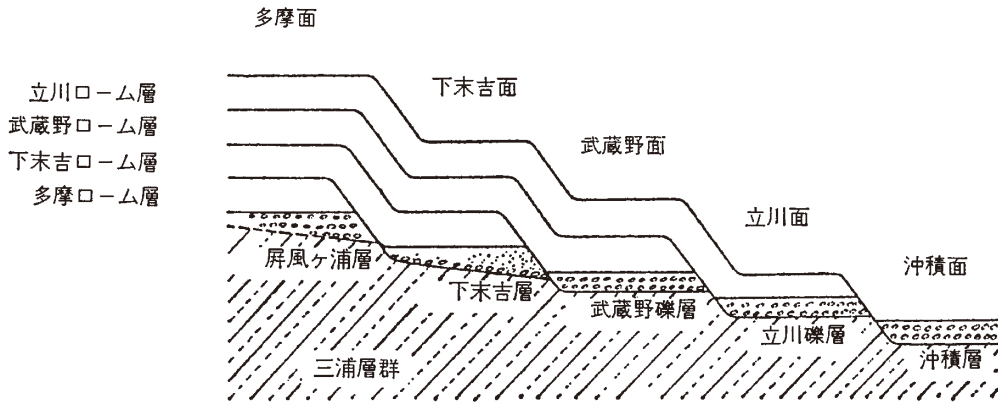


図-2 関東ロームと段丘との関係²⁾

ら富士山へと西に向かうに連れて、粒子が粗くスコリア質となる。

(2) 武蔵野ローム層

立川ローム層の下部に現れる褐色の地層で、武蔵野段丘では厚さが3～5m程度あり、武蔵野礫層の上に整合に重なっている。火山灰のほとんどは富士山を起源として約3～6万年前に堆積したと考えられるが、下部1m程度に見られる東京軽石層は約5万年前に箱根山から噴出したと考えられる。

(3) 下末吉ローム層

上部のローム層に比べ、かなり粘土化が進み褐色から灰色を示す。東京では厚さ5m程度であるが、関東北部や西部で厚くなり、下部に多数の軽石層やスコリア層を含む。東京付近で見られる御嶽第一軽石層は、約8～9万年前に御嶽山から噴出したことが明らかになっているが、火山灰の多くは箱根山から噴出したものと考えられる。

(4) 多摩ローム層

厚さは各ローム層で最も厚く、20～30mに達している地域もある。西方の箱根に向かうに連れて厚さはさらに増し、大磯丘陵では150mを超える厚さとなり、大量の軽石層やスコリア層を含んで5層程度の単位に分けられる。見かけは全体としてかなり風化が進み、粘土化してかなり固く締まり、灰色の粘土状を呈している箇所も見られる。供給火山としては、八ヶ岳や箱根山等の火山が考えられ、下限の年代は約30～40万年前と考えられている。

図2では古い段丘上には新しいローム層がすべて重なっていることになるが、実際には多摩丘陵では侵食が激しく、中間のロームをほとんど欠き、同じような地層構成になっていない箇所もある。また、ローム層を構成する降下火山灰の量は、風向および風速に影響を受けるため、当時の風の状況によっては一部で薄くなったり厚くなったりする。これらのローム層の堆積がどのようにして行われたかについては、絶対年代測定ができるようになって明らかになりつつあるが、段丘形成時にはほとんど連続して火山灰が降下し続けていたと推定されている。地層特定のための鍵層として用いられているのは軽石層であり、この層の絶対年代を明らかにすることで、各地の台地の対比も容易になると考えられる。

3. 住宅地盤としての関東ローム

関東ロームの性状については、堆積環境・場所により異なるが、住宅地盤としては概ね良好な支持力を有している。関東ロームは不飽和であるが含水比は完新統（沖積層）の粘性土よりも高く、表-1に示すように80～150%程度である。また、粘土分の含有量が多いが、透水性が高いという特徴も持つ。含水比が高く多孔質にも関わらず、土粒子間の結合は強い。堆積している時間も長く過圧密状態であり、圧密降伏応力は現在の土被り圧に戸建住宅の荷重を加えた値よりも非常に大きい。

しかし、自然状態では十分な強度を示していても、一度

表-1 含水比の測定例¹⁾

| | 沖積粘土 (東京) | 関東ローム (関東) | 黒ぼく (九州) |
|------------|--------------|---------------|-------------|
| 含水比 (%) | 50～80 | 80～150 | 30～270 |



写真-2 含水比試験状況

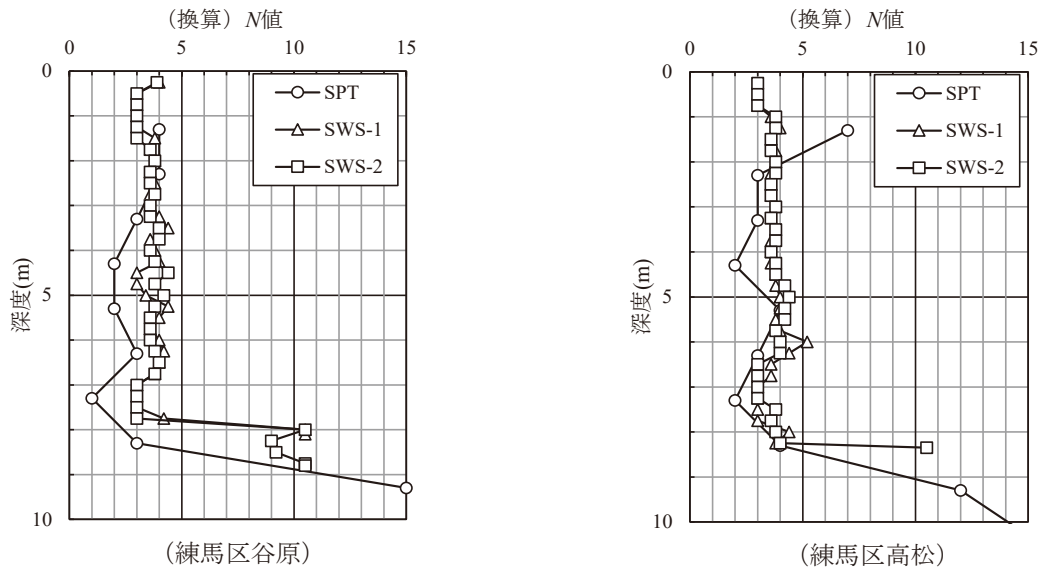


図-3 関東ローム地盤における地盤調査結果の例

土が乱されると強度は著しく低下し、盛土に用いられる場合や掘削埋戻しされた場合は注意が必要である。また、締固めの際のエネルギーの増加によって、強度が低下する傾向を示すため、過転圧（オーバーコンパクション）に注意しなければならない。その他注意事項として、セメント系固化材を用いた地盤改良を行う場合、関東ロームに成分として含まれるアロフェン等の影響を受け、一般的な完新統（沖積層）の粘性土よりも強度が発現しにくいといわれている。

地盤調査結果については、含水比が高く間隙が大きいことから、貫入抵抗が小さくなる傾向にあり、有している支持力よりも過小評価側になることが多い。スウェーデン式サウンディング試験（以後、SWS）においては、0.75～1 kN 程度の自沈や、少半回転数のデータが得られることが多く、標準貫入試験（以後、SPT）についても同様の傾向がある。同じ敷地において、SPTとSWSを実施した結果の例を図-3に示す。また、ローム層の下部にある凝灰質粘土においては、さらに小さい貫入抵抗が測定される場合がある。

なお、関東ロームの N 値と一軸圧縮強さ q_u とは相関性が低く、バラツキが大きいと言われている⁴⁾。当社が所有している N 値と一軸圧縮強さ q_u 関係の一部を図-4に示す。 N 値は概ね 2～6 の範囲にあるが、 q_u は 25.2～325.2 kN/m² と非常にバラツキが大きい。粘性土において、 N 値から q_u を推定する際に、一般的に用いられている「 $q_u=12.5N$ 」は、関東ロームの q_u の下限値を取るようで、洪積粘土の関係式「 $q_u=33N$ 」⁵⁾ は概ね平均値を示している。

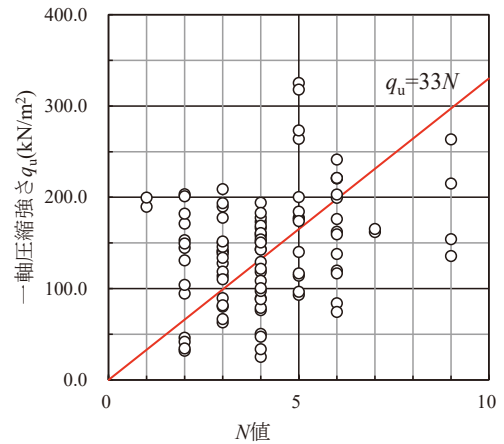


図-4 N 値と一軸圧縮強さ q_u の関係例



写真-3 一軸圧縮試験状況

N 値が2程度を示すロームの圧密降伏応力 p_c (kN/m^2)を図5に示す。圧密降伏応力 p_c は $157.7\sim 713.6\text{kN/m}^2$ という結果が得られ、どの試料も過圧密状態であり、戸建て住宅程度の荷重が掛かった場合に沈下・変形が生じる可能性は極めて小さいと言える。

関東ローム地盤において、平板載荷試験結果から求めた長期許容支持力 q_a の例を図6に示す。平板載荷試験実施時には、写真4に示すようにローム層であることを確認した上で、ローム層上に載荷板を設置し試験を実施している。この結果は、必要支持力が確認できた時点で試験を終了した場合も含めるが、全ての試験結果において 50kN/m^2 以上を確認できている。建築基準法施工令「第93条地盤及び基礎ぐい」では、地盤の許容応力度については、粘性土地盤 $=20\text{kN/m}^2$ 、ローム地盤 $=50\text{kN/m}^2$ を用いることができるが、実際はそれ以上の支持力がある結果となった。

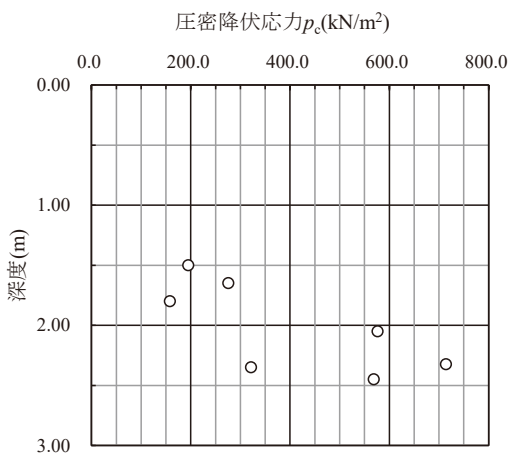


図-5 深度と圧密降伏応力 p_c の関係例

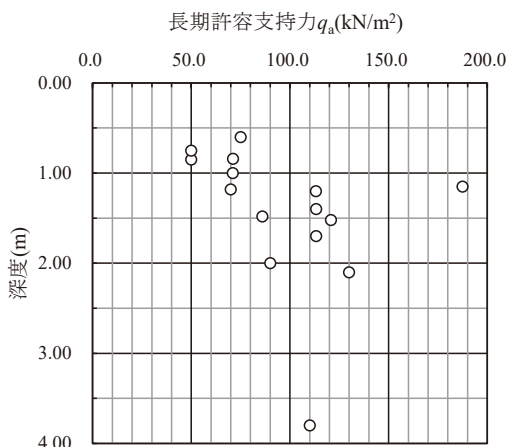


図-6 深度と長期許容支持力 q_a の関係例



写真-4 平板載荷試験状況

4. おわりに

本稿では、関東ロームの成因およびその特性について紹介した。SWS 試験の貫入抵抗値においては過小評価する傾向にあるが、関東ロームは十分な支持力・強度特性を有している。ただし、地盤調査を行い関東ロームと判断して沈下・変形の危険性がないと結論付けるためには、サンプリングを現地で実施し、自然状態のロームであることを確認する必要がある。

5. 参考文献

- 1) (公社)地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説、2009
- 2) 関東ローム研究グループ：関東ローム—その起源と性状、築地書館、1965
- 3) NPO 住宅地盤品質協会：住宅地盤調査の基礎と実務—地盤をみる—、2014
- 4) N 値の話編集委員会：改訂 N 値の話、1998
- 5) (公社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説、2013