

# 神奈川県各地盤と戸建住宅対策例

## 横浜及び神奈川県全体の地形・地質の特徴（土丹含む）とよく行う補強について

有木 高明\*

ARIKI Takaaki\*、地研テクノ(株) 技術開発部 神奈川県相模原市南区湘南 4-23-15 2F

### 1. 神奈川県の地形・地質

神奈川県は関東地方南部に位置し、県内を地形区分で大別すると、図-1 に示すように、県西部に山地、県中央部に台地、県東部に丘陵と低地が分布する。

県西部は主に丹沢山地、箱根山地によって占められ、丹沢山地の南には大磯丘陵、大磯丘陵と箱根山地の間には酒匂川周辺に形成された足柄平野がある。

県中央部では、主に北部は相模原台地などの洪積台地によって形成され、南部に相模川によって形成された相模平野が位置し、海岸地帯は湘南砂丘地帯が東西に広がる。

県東部は主に多摩丘陵と下末吉台地などの丘陵地で構成され、多摩川の下流域に沖積平野である三角州地帯が広がり、海岸部に埋立地が形成されている。神奈川県における居住地域は主に、洪積台地や沖積平野であり、多摩川下流域の沖積平野及びその周辺の丘陵地は横浜市や川崎市周辺の住宅密集地である。

図-2 には神奈川県周辺の地質図を示す。

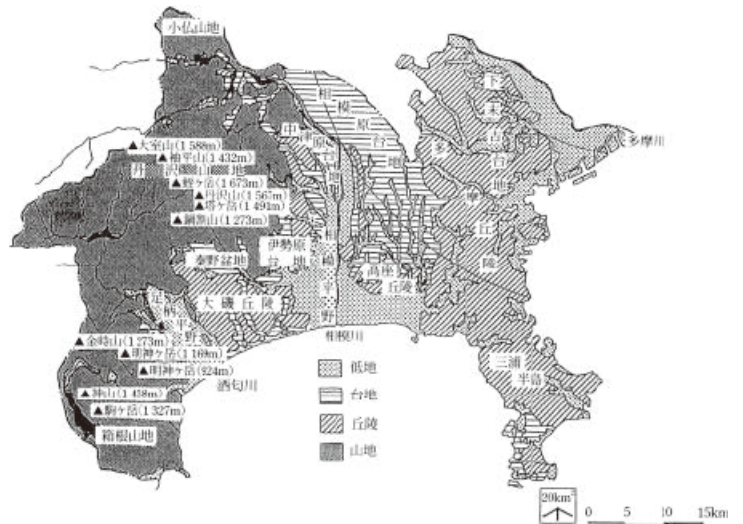


図-1 神奈川県の地形区分<sup>1)</sup>

県中央部から東部にかけて、ほぼ沖積層（完新世）、ローム層（後期更新世）、相模層群相当層（後・中期更新世）、上総層群相当層（前期更新世）で構成され、地質年代では第四紀にあたり、約 200 万年前から現代に形成されたものである。

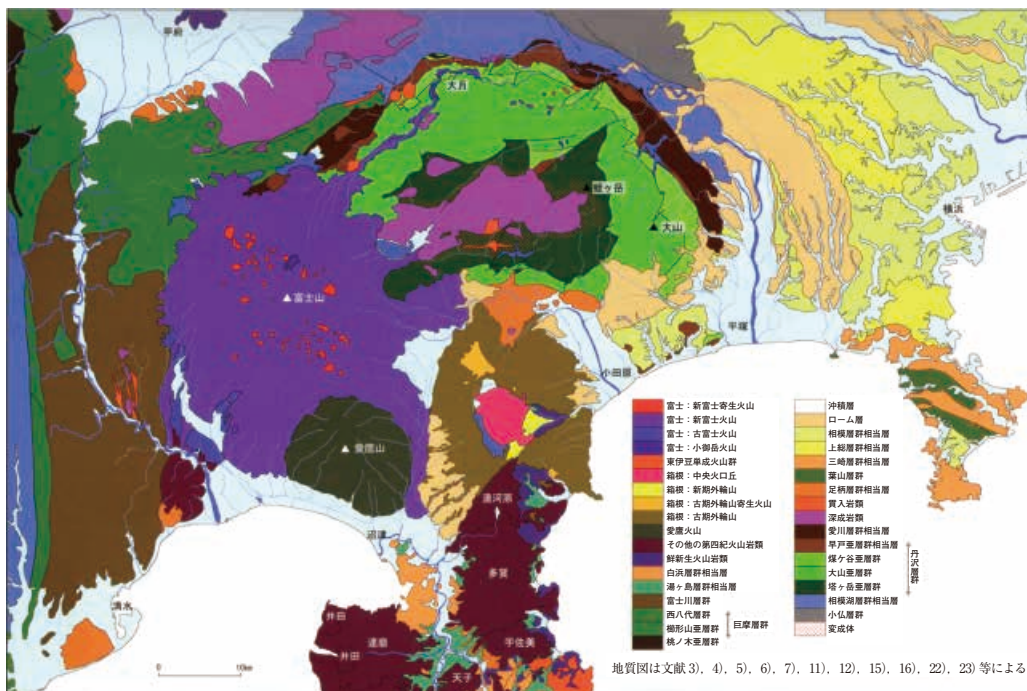


図-2 神奈川県周辺の地質図<sup>1)</sup>

## 2. 地形・地質によって用いられる地盤補強工法

神奈川県では、地形・地質により、工法が限定されることがあるが、他都道府県と大きく変わるものではない。特筆すべきは、重機搬入路が狭く、高低差が大きい横浜周辺地域である。この地域では、搬入できる重機の大きさに限界があることなどから、小口径鋼管による補強に限定されることがある。以下では、神奈川県の各地形・地質で一般的に用いられる補強工法を例示する。

沖積平野に分布する低地では、有機質土層、腐植土層が確認される地域がある。例として、多摩川支流の鶴見川低地の地質断面図を図-3に示す。表層部に腐植土層があり、その下部に腐植物を含む軟弱な粘土・シルト層が15m以上堆積しているところもある。

有機質土や腐植土は、セメントの固化を阻害し、目標とする強度が得られないことが多いため、原位置の土と混合攪拌する深層混合処理工法（以下では、柱状改良と称す）が用いられることが少ない。有機質土または腐植土層では負の摩擦力が発生して沈下を助長させることがあるため、小口径鋼管を用いて支持層で支持させる補強が一般的である。一方、有機質土層や腐植土層を有し、支持層が非常に深い場合に小口径鋼管では工費が大きくなりすぎるため、経済性を考慮して、柱状改良に鋼管芯材等を埋設した合成コラム工法のような特殊工法が用いられることがある。その場合には有機質土層または腐植土層の改良体が目標強度を満足しないことを想定した慎重な設計が必要となる。

次に、有機質土層や腐植土層が確認されない低地では、柱状改良等による補強がほとんどであり、スウェーデン式サウンディング試験による自沈層の程度及びその深度によって、補強工法が異なる。国土交通省告示第1113号における地盤判定に則り、柱状改良の先端地盤にスウェーデン式サウンディング試験の荷重で1kNを下回る軟弱層が連続する場合には、建築センターの設計指針<sup>2)</sup>に則ると、柱状改良の適用範囲外となるため、合成コラム工法などの特殊工法が用いられる。また、低地の中でも緩い砂地盤が連続する場合には、地方自治体が公表している液状化ハザードマップにおいて液状化の可能性のある地域に該当する。現状、小規模建築物において液状化判定及び液状化対策が求められることは少なく、長期の支持力確保及び沈下抑止対策としての補強が求められることが多い。

山地においても補強が必要とされることがあるが、転石の巨礫等が含まれていることがあり、浅層混合処理工法（以下、表層改良と称す）、柱状改良では混合できないため、原位置土から巨礫等を取り除く作業が発生することがある。

図-2に示すように、台地及び丘陵地はローム層、相模層群の関東ローム<sup>3)</sup>で構成されており、改良が必要になることは少ない。ただ、既存住宅の解体撤去等により地表面が軟弱化している場合には、表層改良や柱状改良等の補

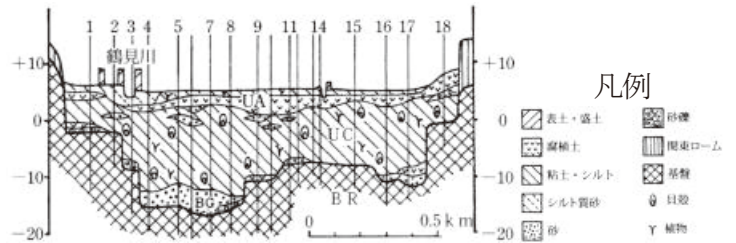


図-3 鶴見川低地の地質断面図<sup>1)</sup>

強が施される。

## 3. 横浜周辺地域の地形・地質及び用いられる地盤補強工法

神奈川県南東地域の標高20m間隔の谷埋等高線図を図-4に示す。谷埋等高線図とは、小さな谷はないものとして等高線を書き直し、全体の地形を分かりやすく表示したものである。さらに、図-5には、同地域の地形図も示す。横浜周辺地域は、その大部分が丘陵地から構成され、斜面地やがけ地が多いという特徴がある。図-4、図-5中の相模原台地と比較すると、等高線の間隔が狭いことがよくわかる。丘陵地、台地の周縁には、縄文・弥生時代から居住

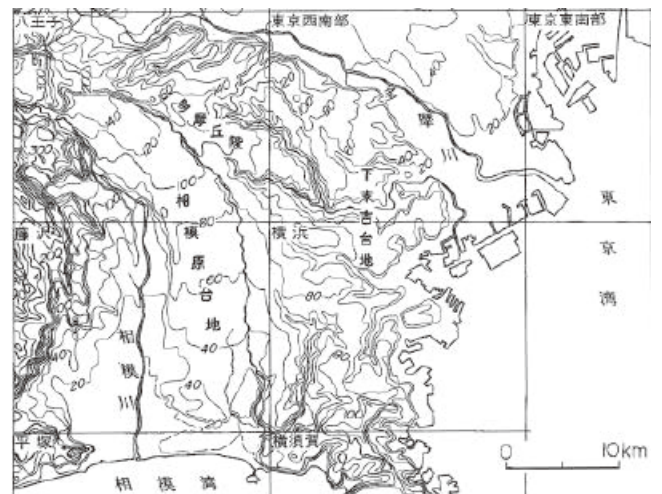


図-4 神奈川県南東地域の谷埋等高線図<sup>5)</sup>



図-5 神奈川県南東地域の地形図<sup>6)</sup>

地域が形成されていたが、近年の人口増加、都市域拡大により、低地、台地、谷地や丘陵地なども利用されている。谷地や丘陵地が多用されている地域が神奈川県南東地域である横浜周辺である。これらの地域では谷地や丘陵地を古くから開発し、谷の埋土や切土・盛土斜面などが点在し、自然地盤と比べて沈下リスクが高い地域が多い。

前述のとおり横浜周辺地域では斜面地やがけ地の開発が多いことが特徴である。建築基準法第19条第4項で、「建築物ががけ崩れ等による被害を受けるおそれのある場合に、擁壁の設置その他安全上適切な措置を講じなければならない。」と規定されている。横浜市では、建築基準条例第3条で、高さ3mを超えるがけに関する規定を設け、がけの上部、がけそのもの、がけ下の土地利用について規定している。戸建住宅だけでなく中高層建築物を含めて、がけや斜面地を利用した建築物の計画が多くなってきたことから、条例第3条に関連し、平成4年4月に「横浜市斜面地建築物技術指針」が作成された<sup>4)</sup>。この斜面地指針では、深基礎、小口径翼付鋼管、壁式改良による対応が示されている。がけ地での深基礎等の掘削には安全上の問題があること、壁式改良では打設中の液圧等により、下の崖地が崩壊する危険性があることから、小口径翼付鋼管が多用されている。

次に、多摩川下流域及び横浜周辺地域での建築上の基盤（支持層）には新第三紀に形成された軟岩層（神奈川県地域の土木分野では土丹層と呼称される）が該当する。多摩丘陵と周辺地域の地質図を図-6に示す。図-6に示す基盤（上総層群）がこれに相当する。土丹とは、新第三紀層のシルト岩・泥岩や、洪積層の非常に硬く締まったシルト・粘土層等に対する俗称であり、一般には、淡～暗青灰色を呈し、標準貫入試験によるN値は30～120と軟岩的な挙動を示す。

図-6に示すように、基盤が地表付近にある地域がある。さらに、図-7には、横浜東部地域の沖積層基底図（沖積層の下端深度を示し、上記の基盤と同等）を示す。低地における基盤の深度は30～40mにもなる。

図-6、図-7に示した基盤が地表付近にある地域では、土丹層が地表面に位置する地域がある。このような地域で改良が必要な場合には、表層改良等による補強が用いられる。写真-1には、土丹層の例を示す。本件は、基礎工事の根切りの際に、硬質な土丹層を削っているものである。

土丹層が地表面にある地域の開発において掘削破砕した土丹塊が、谷側の埋土材料とされている地域もある。スウェーデン式サウンディング試験ではこの埋土層を判別することは難しく、埋土層が自沈層となることもあることから、国土交通省告示第1113号では地盤改良が必要と判断される。したがって、補強工事が実施されるが、土丹の埋土は工事においてトラブルになることが多い。柱状改良では、埋土層内に地下水流があり固化材スラリーが流出してしまうこと、土丹塊を破砕混合できないことから、改良体が築造できない場合がある。また、表層改良でも混合攪拌ができないため、原位置土を置換する必要が生じる。



1：沖積層・盛土 2：小原台砂礫層以降の堆積物 3：下末吉層 4：土橋層・鶴見層 5：オシ沼砂礫層 6：上倉田層 7：屏風ヶ浦層-長沼層 8：基盤（上総層群）

図-6 多摩丘陵と周辺部の地質図<sup>1)</sup>



図-7 横浜市東部の沖積層基底図<sup>1)</sup>



写真-1 土丹層の断面の例



写真-2 土丹による埋土の例

写真-2には、土丹塊による埋土の例を示す。本件は柱状改良で設計されていたが、工事の際に土丹塊の埋土が確認されたものである。

## 用語解説<sup>7)</sup>

**台地**：周囲に対して比高が大きい平坦な地形であり、主に洪積台地、溶岩台地、石灰岩台地に分類されるが、日本では洪積台地が主体となっている。洪積台地は洪積世（更新世）に形成された段丘（河岸段丘、海岸段丘、湖岸段丘）や扇状地からなる。

**洪積世（更新世）**：第四紀の初め（約200万年前）から最終氷期の最大の極大期（約1万8000年前）までの期間。洪積世に形成された層を洪積層と称す。

**丘陵**：標高200～300m程度の起伏の少ない丘であり、地形分類における一つの基本単位。地質は、日本では洪積層が多い。

**低地**：地形分類の基本単位の一つで、沖積層の分布する地盤。海岸平野では軟弱地盤に対応している。低地はその成因から扇状地、自然堤防、谷底平野、後背湿地、旧河道、潟小湖跡、三角州、海岸砂丘に区分される。

**沖積層**：洪積世後（1万8000年前）から現代までの期間（完新世）に形成された層。

**有機質土**：腐植等の有機成分を一般に5%程度以上含む土。有機質成分を約50%以上含む泥炭、黒泥等の土を高有機質土という。黒っぽく有機臭があり、高含水比、不透水性、顕著な二次圧密、塑性流動を示す。

**腐植土**：腐植（土中の有機物で分解が進み無定形の活性高分子となったもの）を多く含む土のことで、気候の影響により高温・多湿な地方で赤土化したものや、低温小雨地でできた暗褐色の集積層等がある。

**新第三紀**：第三紀の後半の地質時代、約2500万年から約200万年前の期間で、中新世と鮮新世に分けられる。

**軟岩**：堆積年代の比較的新しい堆積岩や凝灰岩であり、一軸圧縮強さで40N/mm<sup>2</sup>以下の岩石を示すことがある。第三紀の泥岩、軟質な凝灰岩がこれに相当する。

**段丘**：河床、海底、湖底等の平坦面が離水したもので、通常は台地状をなし、平坦な段丘面と段丘崖からなる。段丘面の成因から、河成段丘、海成段丘、湖成段丘に分類される。段丘は海水準変動、気候変化、地殻変動、火山活動等によって形成される。

**扇状地**：河川が山間部から平野部に出る場所に形成されるもので、谷の出口を扇頂（頂点）として扇型に発達する。主に砂礫からなる半円錐形の堆積地形であり、砂礫円錐ともいう。しばしば山麓に複数の扇状地が連なる複合扇状地をなす。砂礫を主とする粗粒堆積物は河床勾配の急減により運搬力が減少し堆積する。河流は扇中部で伏流し、扇端部で湧水帯をなす。土石流の堆積によって形成されるものを土石流扇状地という。

## 参考文献

- 1) (公社)地盤工学会 関東支部神奈川県グループ：大いなる神奈川ので盤ーその生い立ちと街づくりー、技報堂出版、2010、214p.
- 2) (一財)日本建築センター：改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針ーセメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法ー、2008、525p.
- 3) 小川正宏：全国の特種地盤と戸建住宅対策例 ⑩関東ローム、住品協だより、vol.12、pp.16-19、2017.
- 4) 清野 修、岩堀英夫：がけ上小規模建築物のための基礎設計、基礎工、vol.34、No.10、2006.
- 5) 岡 重文：関東地方南西部における中・上部更新統の地質、地質調査所月報、第42巻、第11号、p.560、1991.
- 6) 国土交通省 国土地理院：主題図(地理調査)、土地条件図、<http://www.gsi.go.jp/kikaku/index.html>
- 7) (公社)土木学会：土木用語大辞典、技報堂出版、1999、1656p.