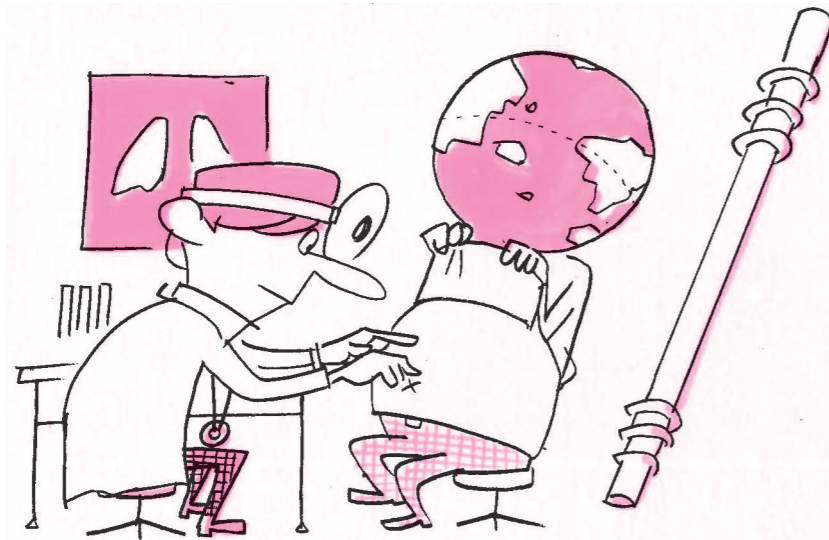


Scene09
地盤

地盤のN値を求めました。 N値はどれくらいあれば 「杭なし」にできるのでしょうか



「うーん… N値だけで”半日”断片するのは…」

標準貫入試験は「お腹に手を当てる」程度のもの

判断指標としては直接基礎における長期許容地耐力表(表)を参照するのがベストです。表のN値に収まっていれば「杭なし」でできる可能性があります。そのほかに、設計する建物が安全かどうかは短期の地震力、風力の要因も考慮することが重要です。

たとえば、お医者さんにお腹の状態を診断してもらおうとします。その際は、まず問診に始まり、本人の顔色を見ながらお腹に手を当てて叩いてみる、聴診器で音を聴く、尿、便を検査する、レントゲン、CT スキャンをしてみるなどと続くことでしょう。なかには、腹部を切開して内臓を取り出すことがあるかもしれません。

地盤の状態を知る手がかりとなるN値を標準貫入試験で判断することは、実は「お腹に手を当てて叩く」とこと大差はありません。もっと正確な判断をしようと思えば、土質サンプルの採取、土の三軸圧縮試験データ、水平地盤反力係数の試験データ、スウェーデン式サウンディング試験の併用、近隣のデータを取り寄せるなどを行う必要があるのです。そしてなにより、設計者としては現地でも半日くらい腕組みをして周囲の景色、既

存建物の状態を頭にインプットしておくくらいの調査はしておきたいものです。

地盤を形成する土の性質は、あえて一言で言えば「粘弾剛塑性」となります。粘性とは、いわゆる粘土に代表されるような性質のことですが、これは速度、周波数、時間に依存するため、たとえ剛体に見える岩であっても1000年単位の挙動をみれば粘土と同じになります。逆に、瞬間の力に対しては、粘土であっても剛体の性質を示すことになります。剛体は破壊後に滑り抵抗をすることから、剛塑性の性質で表されます。建物の長期の上下動は沈下、浮き上がりに限っても複雑で、その際は水の影響も無視できません。

地盤と基礎の関係

支持地盤と基礎の関係を整理しておく、基礎には大別して直接基礎(ベタ基礎、連続基礎、独立基礎)と杭基礎があります。支持地盤もいくつか分類されます。表土に始まり、砂質粘土、粘土質シルト、砂質シルト、粘土質シルト、粘土質砂、シルト質砂、砂礫、ローム、粘土、シルト、砂、礫、砂礫、岩と続きます(水分の有無も加わる)。加えて、改良地盤もあります。

一般的な判断としては、建物基礎の直下が礫、砂礫、岩であ

表 長期許容地耐力表

地盤	長期許容地耐力 (kN/m ²)	N 値
(土丹盤)	300	30 以上
(れき層)		
密実なもの	600	50 以上
密実でないもの	300	30 以上
(砂質地盤)		
密なもの	300	30~50
中位	200	20~30
	100	10~20
ゆるい	50	5~10
非常にゆるい	30 以下	5 以下
(粘土地盤)		
非常に硬い	200	15~30
硬い	100	8~15
中位	50	4~8
軟らかい	30	2~4
非常に軟らかい	20 以下	2 以下
(関東ローム)		
硬い	150	5 以上
やや軟らかい	100	3~5
軟らかい	50 以下	3 以下

地盤の長期許容地耐力をN値を用いて簡易に判断する表であるが、あくまでも判断指標の1つとして扱う。N値では表現できない透水性など、ほかの資料から経験、推測力を働かせて使用する

〔小規模建築物基礎設計の手引き〕(日本建築学会)

れば独立基礎、深いところであれば杭の支持地盤とします。杭を打てば建物の沈下が防げるかといえ、そうは単純にはいきません。直接基礎でも杭基礎でも、建物の重量と砂礫層の厚さ、分布の範囲による偏り、地下水の変動などがあるため、沈下防止の絶対策があるかといわれれば、「絶対はない」といわざるをえません。あくまで、建物に被害が及ばない範囲の沈下であることが判断の決め手となります。

長期許容地耐力表は信用できない？

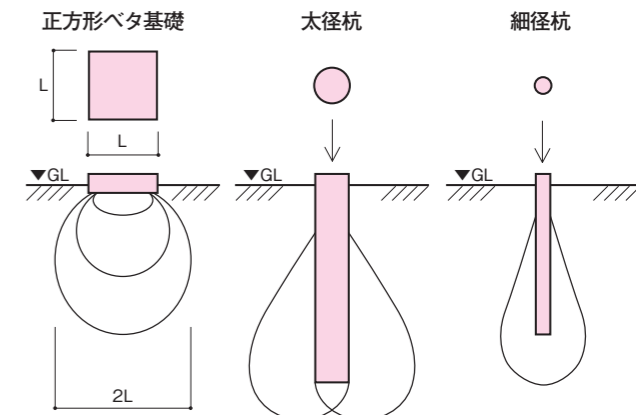
さて、「杭を打たなくても済む地盤のN値」ですが、ひとまず検討のよりどころとなるのが、N値と(直接基礎に採用する)許容地耐力度との対応表です(表)。これによると、N値が5以上あれば、関東ローム層において150kN/m²くらいの接地圧であれば杭なしでよいという判断ができるかもしれません。

ただし、本表の数値のみを機械的に採用するのは危険です。実際には、これから設計する建物の性質とにらみ合わせて判断する必要があるからです。N値を過信してはいけません。これも、お医者さんがお腹に手を当てて叩くことと同様であることを念頭に置いておくべきでしょう。

杭の要不要は、地盤の状態、性質、建物の用途、種類、規模、建物の沈下、浮き上がり、地震時の建物との相互作用、液状化対策、近隣対策などから、設計者に総合的な判断力が求められるのです。

事実、ベタ基礎とする場合には、許容地耐力度の概念自体に疑義を唱える意見もあります。これは、建物の基礎が及ぼす地盤への影響範囲は、その支配面積の大小により変化することが

図 地中応力による圧力球根



地中応力による均一土質圧力球根の分布であるが、この図からベタ基礎・摩擦杭・支持杭の境界は明確に区別できないことがわかる。または地盤は均一土質が分布していることは稀で、多種多様な分布をイメージする必要がある

ら、地盤に関する安全な圧力(許容地耐力度)なるものは、基礎の沈下と深さの諸要因と合わせて固有の値として存在するものではないという考えです。

したがって、地盤に限らず、力の釣り合い条件からだけでなく、「無限地盤」の広さを考慮した力と変形(時間×速度)のエネルギーとしての釣り合い条件を満足することが、「究極の回答」であることを意識しながら判断する必要があるのです。

たとえN値からの許容地耐力度が表の範囲内であっても、緩い砂質地盤の場合、地震動に対する液状化現象が懸念されます。地震動により地盤が揺らされることを考えると、固く締まった砂か緩い砂かの判断は難しいところです。まして砂層では土質サンプルを採れません。

逆に、沈下対策さえ施していれば、「地盤免震」としての効果から地上の建物にとっての地震動の入力は低減されます。

ところで、地盤の許容地耐力度がやや不足する場合は、地盤改良という方法もあります。固化材料としてセメント系のものを採用する場合は、工法によっては雨季工事のセメント分流出防止の管理と、強アルカリ分による敷地周辺の植物の生長に対する影響も考慮する必要があります。

結局、周辺地盤を考慮した杭と建物の地震時入力による挙動は、よくも悪くも学問的にはまだまだ未解明な分野であることを肝に命じおくことが大切なのです。

(真崎雄一)

参考文献: 「N値およびCとφの考え方」(土質工学会事業普及委員会/ (社) 土質工学会) 「土と建築基礎の問答」(鈴木三郎/ エクスナレッジ) 「建築基礎」(田中修身監修/ 建築技術) 「建築杭基礎雑考」(杉村義弘編/ 総合土木研究所)