

地盤情報データベースを活用した 基盤面が確認されない場合の地盤種別の検討方法

キタイ設計株式会社 五十嵐 慎久

1. はじめに

近年、耐震設計やため池耐震照査、液状化判定等の検討を行う際に、適用する設計水平深度を設定するため、調査地の地盤種別を判定しなければならないケースが多くなっている。

その中で、耐震設計上の基盤面を探すためだけに深い深度までボーリング調査を実施することが不経済となる場合があるため、地盤情報データベースを活用したボーリングの打ち止め深度の決定、地盤種別の検討を実施した事例について紹介する。

2. 地盤種別の検討条件

(1) 耐震設計上の地盤種別

一例として、農林水産省：土地改良事業設計指針「耐震設計」¹⁾では、耐震設計上の地盤種別を三種類（Ⅰ種、Ⅱ種、Ⅲ種）に分類しており、概略の目安としては以下のように考えられている。

表-1 地盤種別の概略の目安¹⁾

Ⅰ種	良好な洪積地盤及び岩盤
Ⅱ種	Ⅰ、Ⅲ種地盤に属さない洪積、沖積地盤
Ⅲ種	沖積地盤のうち軟弱地盤

耐震設計上の地盤種別は、原則として次式で算出される地盤の特性値 T_G をもとに、表-2により区分される。

$$T_G = 4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}} \quad (4.2.1)$$

ここに、 T_G ：地盤の特性値 (s)
 H_i ： i 番目の地層の厚さ (m)
 V_{si} ： i 番目の地層の平均せん断弾性波速度 (m/s)
 i ：当該地盤が地表面から基盤面まで n 層に区分されるときの、地表面から i 番目の地層の番号。基盤面とは、粘性土層の場合は N 値が 25 以上、砂質土層の場合は N 値が 50 以上の地層の上面、若しくは平均せん断弾性波速度 $V_{si} = 300\text{m/s}$ 程度以上の地層の上面をいう。

図-1 地盤の特性値 T_G の算出式¹⁾

表-2 耐震設計上の地盤種別¹⁾

地盤種別	地盤の特性値 T_G (s)
Ⅰ種	$T_G < 0.2$
Ⅱ種	$0.2 \leq T_G < 0.6$
Ⅲ種	$0.6 \leq T_G$

(2) 耐震設計上の基盤面

調査地の地盤種別を検討する際に把握が必要となる耐震設計上の基盤面については、上記指針「耐震設計」の p. 66「地盤種別」の記載に基づくと、「基盤面とは粘性土層の場合は N 値が 25 以上、砂質土層の場合は N 値が 50 以上の地層の上面」若しくは「平均せん断弾性波速度

$V_{si} = 300\text{m/s}$ 程度以上の地層の上面」とされている。

従って、耐震設計等を行う際に地盤種別の判定が必要となる場合、原則として上記条件の地層をボーリング調査等で把握する必要がある。

しかしながら、岩盤や洪積地盤の礫質土等が比較的浅い深度から分布する地域でない限り、この耐震設計上の基盤面の条件を満たす地層は地下深い深度に分布するケースが多い。

一方、設計検討上の支持層や安定解析上の基礎地盤の把握に関しては、必ずしも耐震設計上の基盤面の条件を満たさなくても条件として成立する場合も多い。

例えば、日本道路協会：道路橋示方書・同解説「Ⅳ下部構造編」²⁾に示される支持層としての条件「砂層、砂礫層で N 値が 30 程度以上、粘性土層で N 値が 20 程度以上」や、農林水産省：土地改良事業設計指針「ため池整備」³⁾に示されるボーリングの深度の目安としての条件「基礎地盤面（盛土と自然地盤の境界面）からおおむね 5m または堤高相当の深さのいずれか浅い方を標準とする」等がこれにあたる。

設計検討上必要な地盤条件は満足しているにも関わらず、耐震設計上の基盤面を探すためだけに非常に深いボーリング調査の実施を検討せざるを得ないケースに直面することが多々あることから、地盤情報データベースを活用した効率的・経済的な調査方法について検討した。

3. 地盤情報データベースを活用した調査方法

(1) 地盤情報の公開データの活用

農林水産省：土地改良事業設計指針「耐震設計」¹⁾、p. 58 には、以下のような記載がなされている。

(5) 地震や地盤のデータベース等の活用
 最近では、過去の地震、強震記録、表層地質等のデータベース化が進められ、容易にそれらのデータを入手できる環境の整備が進められていることから、それらの情報を活用し、合理的かつ効率的な耐震設計に役立てることが望ましい。

近年、一般公開されている地盤情報データベースの例としては、国土交通省が提供する「国土地盤情報検索サイト KuniJiban」⁴⁾や(一財)国土地盤情報センターが提供する「国土地盤情報データベース」⁵⁾等があり、これらの HP サイトで概略ボーリング柱状図の閲覧等が可能な環境が整いつつある。

今回の発表事例においては、関西圏地盤情報ネットワーク (KG-NET：Kansai Geo-informatics Network) が提供する「関西圏の地盤情報データベース」⁶⁾(会員版)のデータを活用した検討事例を示す。

(2) ボーリング調査深度内で基盤面が確認されない場合の地盤種別の検討方法

ボーリング調査を進める中で、地表付近からN値50以上の地盤もしくは基盤岩が確認されない限り、 T_0 計算上もI種地盤とはならない。ボーリング調査の進捗に伴い、地盤種別の計算を進めるとII種地盤となり、さらに地下深部まで基盤面が確認されなければ計算上やがてIII種地盤となる。

そのような状況の中で、設計検討上の打ち止め条件が満たされているに関わらず、地盤種別を判定するためだけに耐震設計上の基盤面を深い深度まで探しに行くことを回避する手法として、以下のような調査のフローを検討した。

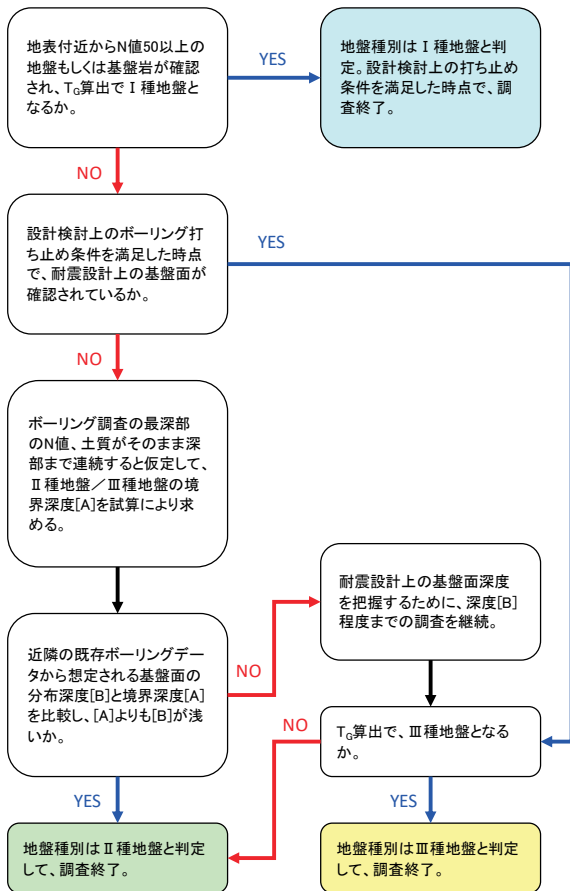


図-2 ボーリング調査深度内で基盤面が確認されない場合の地盤種別判定の調査フロー(案)

検討のポイントとしては、設計検討上の打ち止め条件が満たされた段階で耐震設計上の基盤面が把握できていない場合に、ボーリング調査の最深部のN値、土質がそのまま深部まで連続すると仮定して、II種地盤/III種地盤の境界深度[A]を試算により求め → 近隣の既存ボーリングデータから想定される基盤面の分布深度[B]と境界深度[A]を比較し、[A]よりも[B]が浅い場合には、その他の打ち止め条件が満たされた段階でII種地盤と判断して調査終了とするとところにある。

逆に、[A]よりも[B]が深い場合には、基盤面深度を把握するためには深度[B]程度までの調査が必要となる。

(3) 具体的な適用事例

上記の調査フローに基づき、兵庫県内のため池において実際に打ち止め検討を実施した事例を以下に示す。

本検討事例では以下3点の確認・判断により、GL-14.45mで打ち止めとした。①GL-6.90mで盛土が抜け、GL-11.90mで基礎地盤を厚5m確認。②GL-11.15m～のN値より、N値30以上が連続したため、GL-14.45mで3mの支持層確認。③地盤種別の試算によりII種地盤と判断。

地盤種別の検討結果としては、GL-14.45m時点での試算により、II種かIII種に絞られ → GL-30.5m以深に耐震設計上の基盤面が分布すればIII種地盤となるが、近隣データでは深くともGL-23mで基盤面が認められることから、II種地盤と判断した。

表-3 耐震設計上の地盤種別の検討事例

ため池		地盤種別判定区間: GL±0.00m ~ GL-30.40m				
記号	下限深度 GL- (m)	Hi (m)	Ni (設定N値)	粘 or 砂	Vsi (m/s)	Hi / Vsi
-	0.00					
B	1.30	1.30	3	粘土	144.22	0.0090
	2.30	1.00	4	粘土	158.74	0.0063
	4.30	2.00	2	粘土	125.99	0.0159
	6.90	2.60	4	粘土	158.74	0.0164
I	7.30	0.40	4	砂	126.99	0.0031
	9.30	2.00	3	砂	115.38	0.0173
基礎地盤 +5.0m OK	9.60	0.30	3	粘土	144.22	0.0021
	10.30	0.20	23	砂	227.51	0.0031
II	11.30	1.00	32	砂	253.98	0.0039
	12.30	1.00	32	砂	253.98	0.0039
	13.30	1.00	35	砂	261.69	0.0038
支持層確認OK	14.45	1.15	36	砂	264.15	0.0044
	試算	30.40	15.95	36	砂	264.15
ただし、粘性土: $N_1 \leq 25$, 砂質土: $1 \leq N_1 \leq 50$					$\Sigma Hi / Vsi$	0.1496

$\therefore T_0 = 4 \times (\Sigma Hi / Vsi) = 0.599 (s)$ より II種地盤

地盤種別	地盤の基本固有周期 $T_0 = (s)$	概略
I種	$T_0 < 0.2$	良好な洪種地盤および岩盤
II種	$0.2 \leq T_0 < 0.6$	I, IIIのどちらでもない
III種	$0.6 \leq T_0$	沖積地盤のうち軟弱地盤

GL-14.45m時点の試算により、地盤種別はII種かIII種に絞られる。
 最深部のN値が連続すると仮定した場合、深さ0.1mピッチで試算した結果、
 GL-30.4mまでに基盤面が分布すれば、II種地盤となる。
 GL-30.5m以深に基盤面が分布すれば、III種地盤となる。
 近隣データでは深くともGL-23mで基盤面が認められることから、II種地盤と判断する。

4. おわりに

本検討事例については、あくまで調査地の「地盤種別」を効率的・経済的に判定するための提案であり、それぞれの調査地にて直接的に耐震設計上の基盤面の分布深度を把握しなければならない場合には適用できないことに留意願いたい。

《引用・参考文献》

- 1) 土地改良事業設計指針「耐震設計」、農林水産省、H27.5
- 2) 道路橋示方書・同解説「IV 下部構造編」、公益社団法人日本道路協会、H29.11
- 3) 土地改良事業設計指針「ため池整備」、農林水産省、H27.5
- 4) 国土地盤情報検索サイト KuniJiban HP : R3.6.5
<http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/>
- 5) 一般財団法人国土地盤情報センター HP : R3.6.5
<https://ngic.or.jp/>
- 6) 関西圏地盤情報ネットワーク HP : R3.6.5
<https://www.kg-net2005.jp/index/index.html>