

⑥ 岡山の干拓地

丸岡 正季*

* MARUOKA Masaki、岩水開発(株) 技術部 岡山市南区福吉町 18-18

1. はじめに

住宅地盤における特殊土シリーズとして、岡山の状況を報告させていただく。岡山市の住宅地における地盤の特殊性としては、土壌自体の特殊性ではなく、土地の成り立ちに特徴があると言える。つまり図-1に示すように山陽本線から南側には江戸時代以前から徐々に干拓され、この干拓による農地が広く存在し、近年の旺盛な戸建住宅需要に応えるため、次々と住宅地化されている状況である。(図中、薄紫色の部分)

2. 岡山市南部の地盤

岡山市南部に広がる干拓地は、江戸時代以前から干拓が開始されているが、特に明治から昭和初期にかけて多くの

部分が農地化された。この地域の代表的なボーリング柱状図及びスウェーデン式サウンディング試験柱状図を図-2に示す。

地表面からGL-12~18m程度まで、標準貫入試験では「モンケン自沈」と表記されるN値ゼロ、スウェーデン式サウンディング試験では「自沈」といわれる半回転数ゼロの土層が続く。この軟弱層の物理的性質は一般的な沖積粘土よりも軟弱な性質で、圧縮指数Ccは概ね1.0程度(0.5~2.0)を示し、正規圧密粘土である。湿潤密度は15~16kN/m³、自然含水比70~100%、初期間隙比は1.8~2.0程度である。このような性状を示す地盤の特徴として、長期間にわたる圧密沈下の継続があげられ、杭などで支持される橋梁部などでは、接続部に大きな不陸を発生させている箇所が数多く見られる。(写真-1、2)

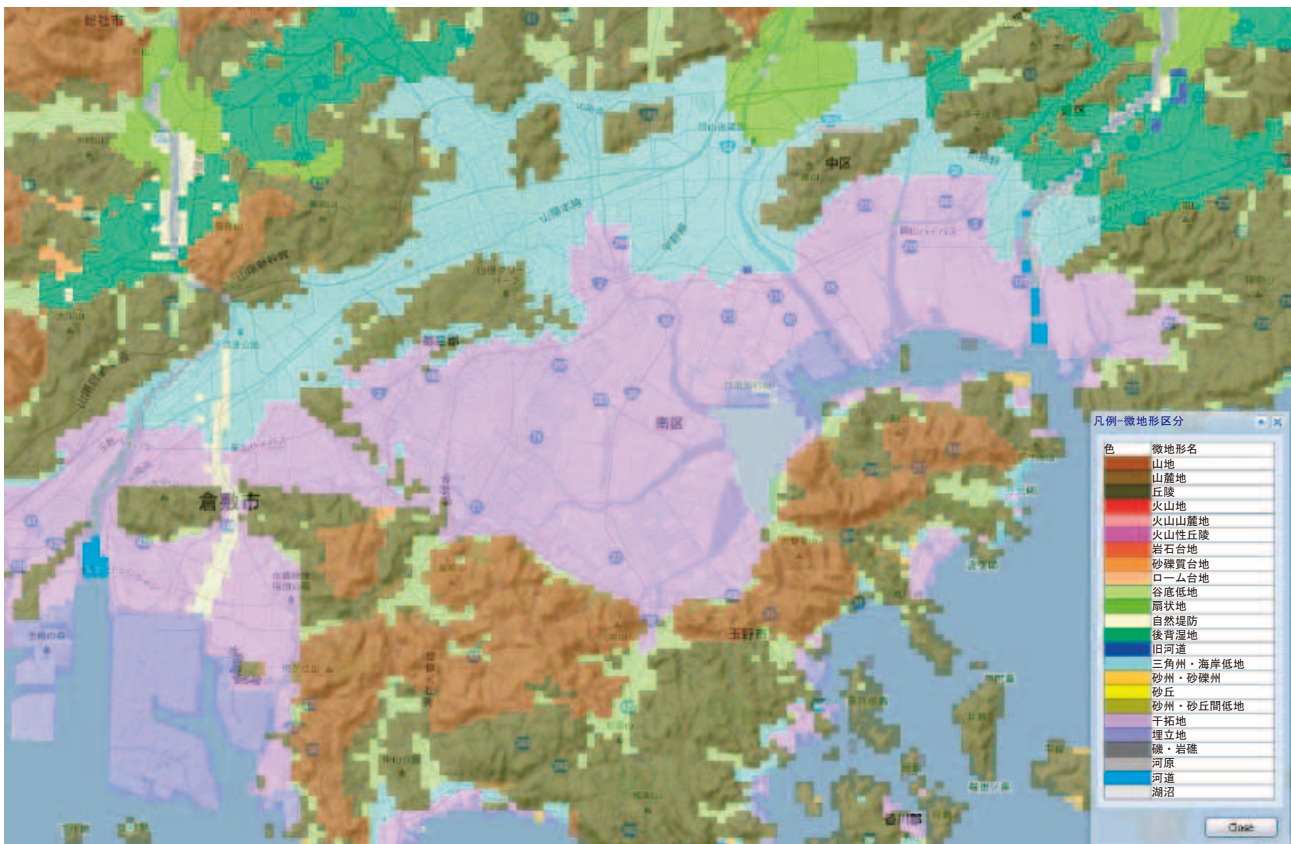


図-1 岡山平野の干拓¹⁾

出典元：地震ハザードステーション、表層地盤図 (<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>)
 なお岡山地区の土質特性について詳しいことが知りたい方は、西部技術コンサルタント様のHP (<http://www.seibuct.jp/index.html>)、「岡山県地質図」²⁾ を閲覧していただきたい。



写真-1 接続部の段差



写真-2 傾いた倉庫

3. 住宅建設時の問題点

このような地盤特性をもつ岡山市南部にて住宅建設を行った後、問題となるのは不同沈下である。宅地の造成は水田などの耕作地を0.5~1.0m程度盛土を行い、その直後に住宅建設を開始することがほとんどである。このため、造成完了後から数年にわたり圧密沈下が進行することになる。まず、盛土重量により造成地中央部にむかって沈下が発生し、次に住宅重量によりさらに沈下が進行する。加えて土層の不均一性や住宅荷重の偏り等により沈下方向が異なるため、不同沈下が増幅される例が多くなる。この不同沈下対策工法として様々な工法が施工されているので、代表的な工法を紹介する。

4. 対策工法

(1) 杭状地盤補強（支持杭タイプ）

図-2土質柱状図を例にすれば、杭長（又は改良長）が15m以上になる方法である。建物を支えるために強固な地盤までの地盤補強を行う。もっとも一般的な2階建て木造住宅は重量も比較的軽量であるため、スウェーデン式サウンディング試験である程度の回転数が観測された深さまでの補強とする例が多くなっている。採用される工法としては、構造用鋼管を使用した直径100~200mm程度の小口径鋼管杭（又は先端羽根付小口径鋼管杭）、深層混合処理工法による改良杭、木杭、コンクリート杭等を深度、経済性、施工性等を考慮し選択している。杭の間隔は概ね

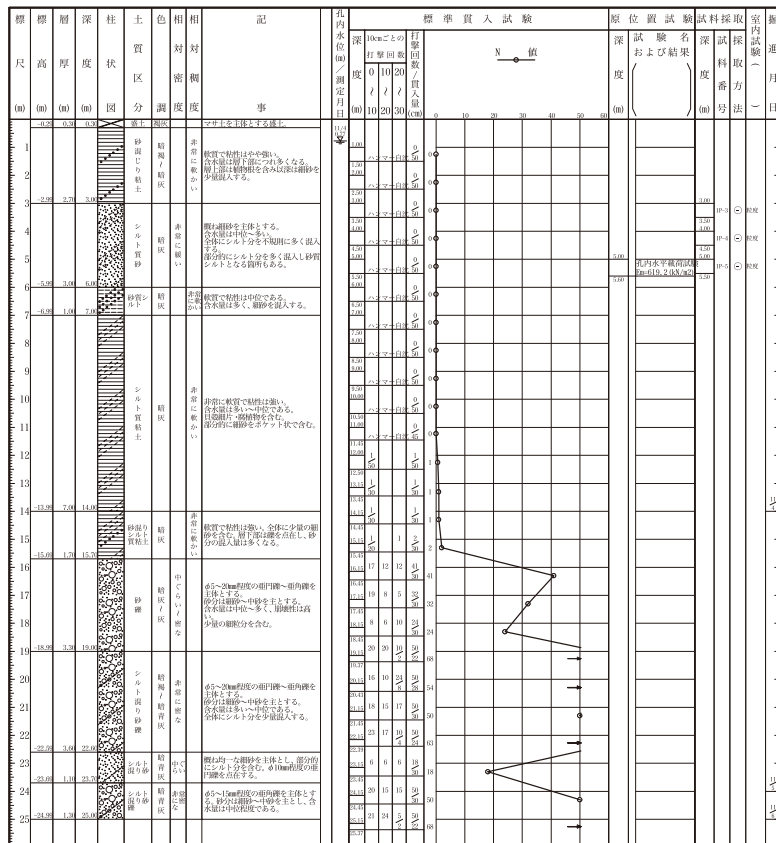


図-2 土質柱状図

■スウェーデン式サウンディング試験結果

測点 No. 1	標高 KBM +0.13 m	調査深度 15.47 m	地下水位 GL-0.70 m	換算N値	
				音と感触	貫入状況
0.25	1.00	11	44	4.9	
0.50	1.00	9	36	4.4	ジャリジャリ
1.00	1.00	1	4	3.3	
1.00	0.05	0	0	0.2	ナシロト 回転
1.25	0.05	0	0	0.2	ナシロト 回転
1.50	0.05	0	0	0.2	ナシロト 回転
1.75	0.15	0	0	0.5	ハヤイ
2.00	0.15	0	0	0.5	ナシロト 回転
2.25	0.15	0	0	0.5	ハヤイ
2.50	0.15	0	0	0.5	ハヤイ
2.75	0.25	0	0	0.8	ナシロト 回転
3.00	0.25	0	0	0.8	ナシロト 回転
3.25	0.05	0	0	0.2	ナシロト 回転
3.50	0.05	0	0	0.2	ナシロト 回転
3.75	0.25	0	0	0.8	ナシロト 回転
4.00	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
4.25	0.75	0	0	2.3	ナシロト 回転
4.50	0.75	0	0	2.3	ナシロト 回転
4.75	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
5.00	1.00	0	0	3.0	ナシロト 回転
5.25	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
5.50	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
5.75	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
6.00	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
6.25	0.15	0	0	0.5	ナシロト 回転
6.50	0.15	0	0	0.5	ナシロト 回転
6.75	0.25	0	0	0.8	ナシロト 回転
7.00	0.15	0	0	0.5	ナシロト 回転
7.25	0.25	0	0	0.8	ナシロト 回転
7.50	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
7.75	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
8.00	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
8.25	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
8.50	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
8.75	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
9.00	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
9.25	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
9.50	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
9.75	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
10.00	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
10.25	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
10.50	0.50	0	0	1.5	ナシロト 回転
10.75	0.75	0	0	2.3	ナシロト 回転
11.00	0.75	0	0	2.3	ナシロト 回転
11.25	0.75	0	0	2.3	ナシロト 回転
11.50	0.75	0	0	2.3	ナシロト 回転
11.75	0.75	0	0	2.3	ナシロト 回転
12.00	0.75	0	0	2.3	ナシロト 回転
12.25	0.75	0	0	2.3	ナシロト 回転
12.50	0.75	0	0	2.3	ナシロト 回転
12.75	0.75	0	0	2.3	ナシロト 回転
13.00	1.00	0	0	3.0	ナシロト 回転
13.25	1.00	0	0	3.0	ナシロト 回転
13.50	1.00	0	0	3.0	ナシロト 回転
13.75	1.00	5	20	3.3	ナシロト 回転
14.00	1.00	5	20	3.3	ナシロト 回転
14.25	1.00	6	24	3.6	ナシロト 回転
14.50	1.00	7	28	3.9	ナシロト 回転
14.75	1.00	9	36	4.4	ナシロト 回転
15.00	1.00	10	40	4.7	ナシロト 回転

凡例土質: 砂 粘土

1.8~2.0m程度とすることが多く、延べ床面積30坪程度の2階建て住宅で30本程度となる。基礎形式はべた基礎、布基礎が採用されている。

この工法の長所としては、支持層の評価を誤らない限り、建物の沈下が発生しないことである。ただし、スウェーデン式サウンディング試験では貫入不能になった深度下の下部土層は不明になる点や深さ10m以深の地盤評価は精度がおちる点に十分な注意が必要である。一方、短所としては、地盤補強長が長くなるため工事費が高価になることである。建築費全体の1割以上になることも多く、見えない部分に多額の費用をかけるため、建築主の理解をえることが難しくなる。また、特に盛土をおこなう造成地などでは、建物は沈下しないが周辺の地盤が沈下するといった通称「抜け上がり」といった問題が発生する。これは写真-3、-4に示すように配管破断、アプローチ部の段差拡大、階段追加、杭の露出、といった現象となってあらわれる。対処方法として土砂の追加盛土をおこなうと追加した土砂重量により、さらに沈下が進行するといった悪循環になることが多い。

(2) 杭状地盤補強（パイルドラフトタイプ）

図-2土質柱状図を例にすれば、杭長（又は改良長）を10m程度にする工法である。地盤補強は軟弱地盤層の途中で止めてしまうが、ある程度の長さの地盤補強により不同沈下の発生を防ごうとする工法である。この工法には主

として深層混合処理工法が用いられ、小口径鋼管杭やコンクリート杭は使用されていない。この工法でも本数は

(1)と同じ程度である。この工法の長所としては、経済性に優れること、抜け上がり発生が少ないことである。一方、短所としては、不同沈下の発生がゼロではないこと、杭長の設定が難しいことがあげられる。住宅計画時の地盤調査はスウェーデン式サウンディング試験が主流で、沈下計算に必要なデータが十分ではない。また、そもそも沈下計算の精度としては数十cmの誤差は一般的で、それらの誤差を考慮し、沈下計測を行いながら予測値を修正する情報化施工を行うことも多い状況にもかかわらず、住宅においては数cmの差でも問題になることである。また、住宅建設後に隣地での造成盛土開始等、周辺環境の変化に影響を受けやすいことも注意する必要がある。しかし、正しい設定をおこなえば、岡山においても適切な工法となる。写真-5に示す、抜け上がりが発生している住宅地においても写真-6のようにアプローチ部のクラック程度で収まっている例も多い。この住宅内床レベルも不同沈下発生はない。

(3) その他の工法

その他の工法としては、発砲スチロールを用いた軽量盛土工法、シート状補強材を使用した工法、碎石杭工法、等が考えられるが、経済性、安全性を理由に、軟弱層が厚い地域では用いられることは少ないようである。



写真-3 露出した配管



写真-5 抜け上がりしたアプローチ部



写真-4 配管のズレ



写真-6 問題のないアプローチ部

5. 対策工法施工上の問題点

これまで紹介してきた対策工法を施工する上での問題点を紹介する。代表的なものは擁壁との干渉である。造成工事に擁壁はつきものだが、住宅は敷地境界に寄せて建設されるため、杭状地盤補強とL型擁壁の底盤が干渉することがしばしば発生する。こういった場合、杭状地盤補強の位置を変えることが一般的だが、杭状地盤補強から基礎が張出す片持ち梁状態になるため、基礎コンクリートの検討が必要になる。また、杭状地盤補強の位置が変更できない場合は、擁壁底盤をハツることもある。

さらに、擁壁は軟弱地盤上に無補強で直接設置されていることが多く（補強されていたとしても3m程度の本杭程度）、杭状地盤補強施工時に擁壁変位が発生することもある。コンクリート擁壁ばかりでなく、より簡易なコンクリートブロック利用の擁壁もあり、膨らみ、クラック発生に注意を払う必要があり、高い施工技術が必要となる。

6. 液状化発生について

図-2土質柱状図を参照すれば、この地域は地下水位は地表近くにあるものの土質性状は、シルト、粘土層が主体になり、細粒分含有率は35%を超え、非液状化層がほとんどをしめることになる。一部にシルト質砂層が存在するため、想定地震の規模が大きい場合（終局限界地震）は液状化発生の恐れがあるが、万が一発生した場合でも東日本大震災時の千葉県や茨城県のような大規模な被害発生の可能性は小さいと考えられる。国土交通省発表の「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針」（図-3）をみても非液状化層が5m以上存在しているため、中地震動（震度5程度）に対する宅地の液状化被害の可能性は「低い」と判断できる。一方、岡山県が公表している「南海トラフ巨大地震による液状化危険度分布図」（図-4）によれば、「液状化危険度は高い」と分類されているし、過去には液状化発生の履歴もあることから被害発生の可能性は低いが、油断はできない地域であると考えられる。

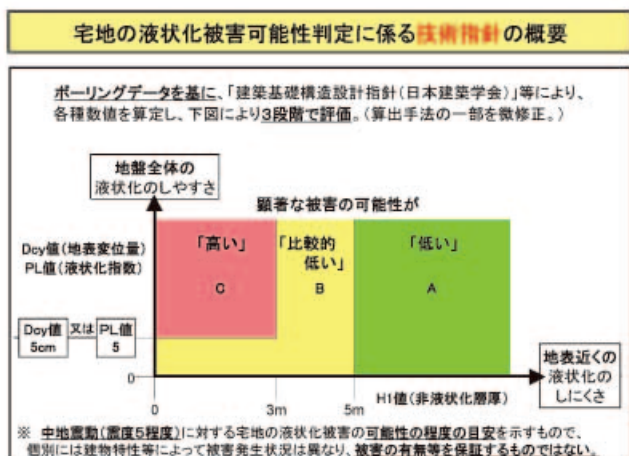


図-3 技術指針概要

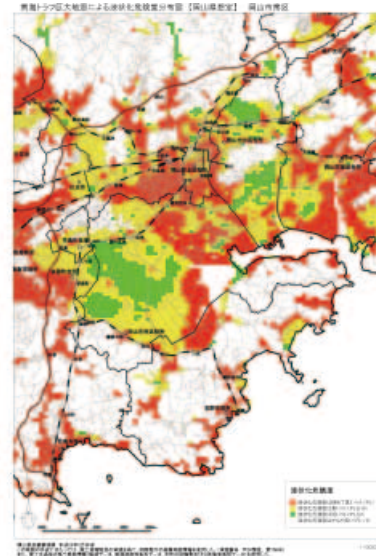


図-4 液状化危険度分布図

7. おわりに

今回は、岡山市南部地域を特殊土の例として紹介させていただいた。「住品協だよりVOL.5 2013」で紹介された有明粘土とよく似てはいるが、地域特性もあり違った点も多いと思う。読者の皆様の参考になれば幸いである。

8. 参考文献

- 1) (独法) 防災科学技術研究所 地震ハザードステーション 表層地盤図 (<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>)
なお、1) は以下の (1) ~ (5) の文献を参考文献としています。
 - (1) 若松加寿江・松岡昌志 (2008) : 地形・地盤分類 250m メッシュマップ全国版の構築, 日本地震工学会大会-2008 梗概集, pp.222-223.
 - (2) 藤本一雄・翠川三郎 (2003) : 日本全国を対象とした国土数値情報に基づく地盤の平均S 波速度分布の推定, 日本地震工学会論文集, Vol.3, No.3, pp.13-27.
 - (3) 松岡昌志・若松加寿江 (2008) : 地形・地盤分類 250m メッシュマップ全国版に基づく地盤のゆれやすさデータ, 産業技術総合研究所, 知的財産管理番号H20PRO-936.
 - (4) 松岡昌志・翠川三郎 (1994) : 国土数値情報とサイスミックマイクロゾーニング, 第22回地盤震動シンポジウム資料集, 日本建築学会, pp.23-34.
 - (5) 藤本一雄・翠川三郎 (2006) : 近接観測点ペアの強震観測記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均S 波速度61の関係, 日本地震工学会論文集, Vol.6, No.1, pp.11-22.
- 2) 西部技術コンサルタント(株): 岡山県地質図 (<http://www.seibuct.jp/index.html>)