

造成工事に伴う隣接家屋床下湧水に関する浸透流解析を用いた検討事例

(株)荒谷建設コンサルタント 正 ○久留島 浩二郎
(株)荒谷建設コンサルタント 中田 壽美

1. はじめに

本報告は、工業団地造成工事に伴い施工位置隣接家屋において発生した床下湧水の原因追及とその対策の検討を三次元浸透流解析を用いて行った事例を紹介するものである。

造成盛土箇所及び湧水発生家屋は湿地帯及び水田が広がる干拓地内に位置している。地元からの申し出によると、湧水は造成工事開始後の降雨時に幾度か発生し、家屋裏側の部分的な改良土埋土後に発生し始めたとのことであった(施工箇所と湧水発生箇所の位置関係は図-1 に示す通り)。なお、本検討時は暫定対策として家屋裏側の改良土の一部を除去し、排水効果の向上を図っている状況にあった。

2. 現地の土質及び地下水状況

上記の湧水発生状況を三次元浸透流解析を用いて検討する上で必要となる解析定数・解析モデル等の設定に供する目的で各種地盤調査を実施した。調査内容は下記の通りである。

- 1). 図-1 に示す 5 箇所(No.1～5)において、 $L=1.5\text{m}$ の水位観測孔の削孔及び土質試料の採取。(No.5 が家屋床下湧水箇所の観測孔)
- 2). 各孔における現場透水試験の実施。
- 3). 各孔で得られた土質試料を用いた室内土質試験(粒度試験)の実施。
- 4). 各孔に自記式水位計を設置し、地下水位データを連続的に採取。

上記各種調査結果によると、湧水発生家屋周辺の土質状況及び地下水状況の概要は以下の通りであった。

「土質状況」・・・全ての削孔箇所において、表層に盛土、その下層に砂質土層が全体に分布している。ただし、No.5

地点(湧水発生家屋床下)においては、盛土層と砂質土層の間に粘性土層が局所的に分布している。また、各層の透水係数は、盛土層及び砂質土層は $1.0 \times 10^{-3} \sim 10^{-4}\text{cm/sec}$ のオーダーであり、両者間の透水性の大きな差異は認められない。一方で、粘性土層は $1.0 \times 10^{-6}\text{cm/sec}$ のオーダーであり難透水性である。

「地下水状況」・・・全ての観測孔において、地下水位は全体に浅い位置に分布しており、GL-1.0m 前後に位置している。なお、No.5 における 18～19 日の降雨に伴う水位上昇のピーク値はその他の孔と比較すると低めであった。これは、家屋裏側の改良土部分除去(溝掘り)による排水効果が発揮されている結果であると推測される。

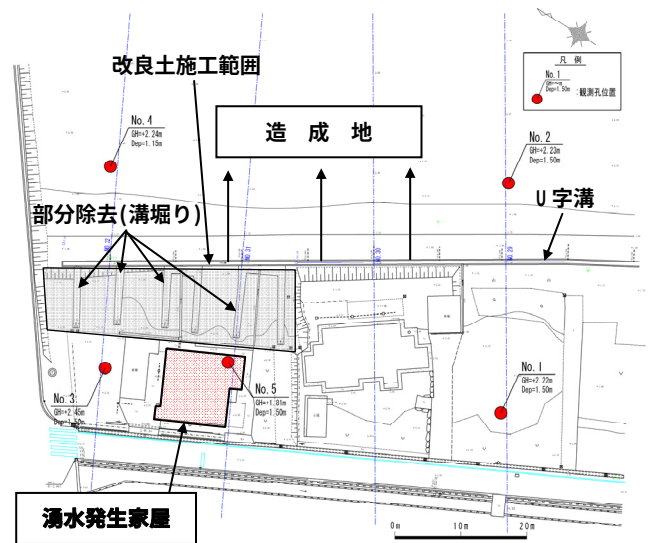


図-1 平面図

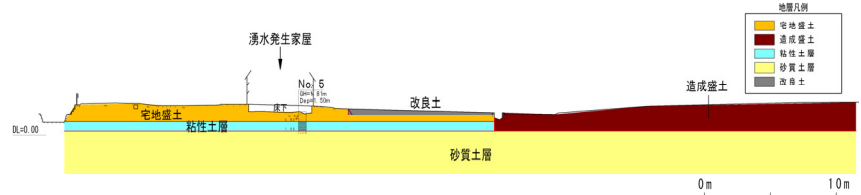


図-2 推定土質横断面図(No.5 を通る断面)

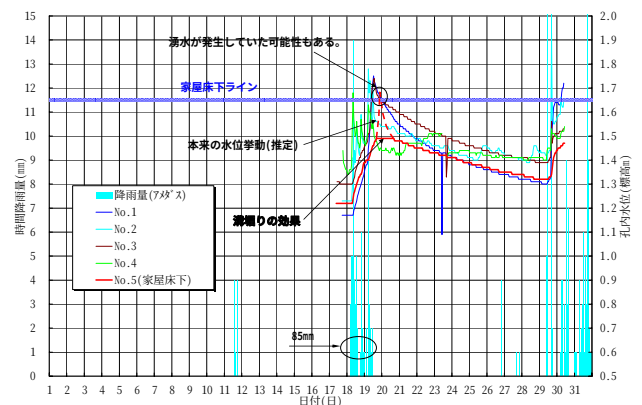


図-3 水位・雨量グラフ(No.1～5)

3. 湧水発生原因の検証

各種調査結果より設定した、解析モデル(図-4)及び解析定数(表-1)を用い、三次元飽和-不飽和浸透流解析により、湧水発生原因の検証を行った。具体的には地元聞き取り内容を参考に、湧水発生当時の降雨量を入力値として解析を行い、家屋床下(No.5 地点)において算出された水位について検証した。以下に解析結果を示す。なお、以下の解析は、図-3 の実測水位を解析により再現し、モデル・解析諸条件の妥当性を確認した後に行ったものである。

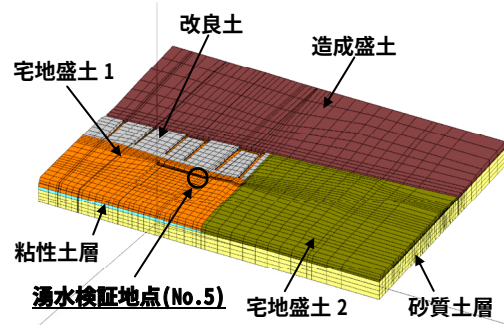


図-4 解析モデル

表-1 解析定数

土層名	宅地盛土1	宅地盛土2	造成盛土	砂質土層	粘性土層	改良土
透水係数k(cm/sec)	1.15E-03	2.80E-04	4.33E-04	1.67E-03	6.70E-06	1.00E-06
飽和体積含水率	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
比貯留係数(1/m)	0.000755	0.000755	0.000755	0.000755	0.000755	0.000755
最小含水量	0.049	0.119	0.049	0.119	0.119	0.119
みかけ体積含水率 θ と透水係数krの関係	「礫質土・砂質土」の関係					
みかけ体積含水率 θ と自の圧力水頭 h の関係	「礫質土・砂質土」の関係	「砂質土」の関係	「礫質土・砂質土」の関係	「砂質土」の関係	「砂質土」の関係	「砂質土」の関係

※改良土の透水係数は事実上不透水層であることから一般値より6乗とした。

※ θ -krの関係及び θ - h の関係は「河川堤防の構造検討の手引き(財)国土技術研究センター」より引用した。

1).「改良土及び造成盛土施工済み(改良土部分除去無し)」

- ・地元申出：H18.5/19「床下に20cm水が溜まった」
- ・入力雨量：H18.5/6～19(連続的な降雨；合計174mm)
- ・解析結果：湧水が発生する(図-5)。降雨による水位上昇後の水はけが悪く、連続的な降雨により湧水に至る。

2).「改良土のみの施工(部分除去無し)」

- ・地元申出：H17.7/11「床下が“びしょり”」
- ・入力雨量：H17.6/30～7/11(連続的な降雨；合計261mm)
- ・解析結果：湧水が発生する(図-6)。上記1).と同様。

3).「全施工前(湿地帯)」

- ・地元申出：無し(床下湧水無し)
- ・入力雨量：初めて湧水があった時の降雨量(上記2).)
- ・解析結果：湧水は発生しない(図-7)。上記2).解析との違いは改良土の有無のみであることから、湧水発生の主原因は改良土施工であることがわかる。

以上の結果から、湧水の発生原因については以下の通りまとめられる。

「素因」・地下水位が高い(定常水位GL-1.0m前後)

- ・海に近い平野部であり、動水勾配が小さい。
 - ・湧水家屋の床下底面が周辺地盤より60cm程度低い。
 - ・湧水家屋底面に局部的に難透水性の粘土が分布する。
- 「誘因」・難透水性の改良土を家屋裏側(排水先)に施工したこと。

4. 対策工の検討

上記結果を踏まえ、対策工の検討方針としては、湧水発生の主要因である改良土を、より透水性の高い材料で置き換えることを基本とした。ただし、上記「素因」に示す通り元来、本検討家屋周辺地盤は排水性が悪いことから、対策工には家屋自体の嵩上げや床下面のコンクリート張り等を併用する必要があるものと思われる。

5. おわりに

本事例で検討した水位はわずか50cm程度のものではあったが、この程度の水位変動でも施工の部分休止、各種調査・検討の追加実施等、当初工程を遅らせ、事業全体に影響を与える結果となった。一般的に排水処理で問題が起きるのは切土等の掘削施工時であることが多いが、今回事例のような盛土施工時においても、排水処理問題が重要であることを再認識させられた事例であった。

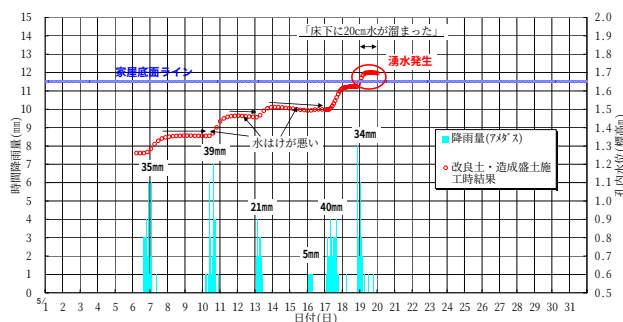


図-5 1).解析結果

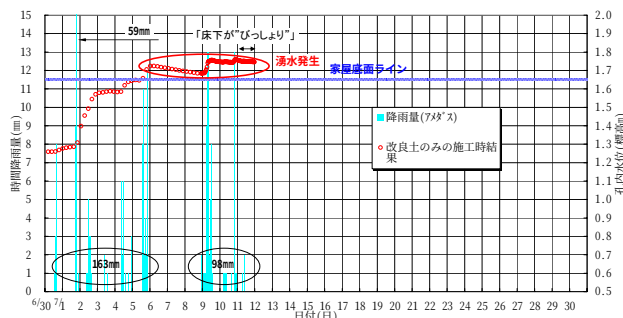


図-6 2).解析結果

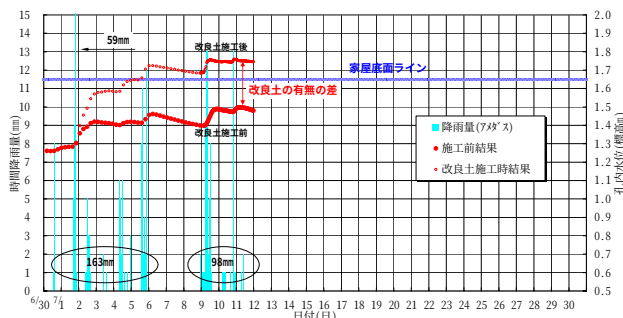


図-7 3).解析結果