【067】

地下ピット浸水対策における地質調査の実施事例

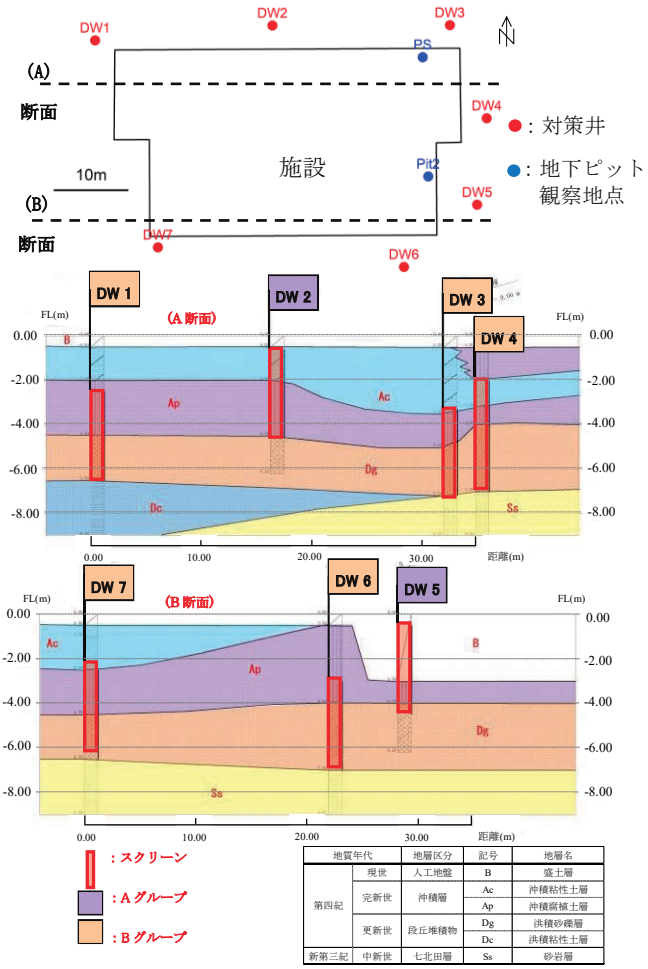
(株)日さく　　○小山祥代，佐藤俊介，長谷川智史

1. はじめに

地下ピット浸水を防止するために対策井戸(ディープウェル)での揚水を行っている。今後の対策方針の検討にあたり、周辺地下水の自然水位やピット侵入水の由来を把握するための地下水調査を実施した。

2. 対策井戸の概要と調査経緯

東日本大震災後、降雨により建屋の地下ピット内に浸水がみられたため、応急対策として、建屋外周に DW1～DW7の7本の対策井戸[1)]を設置し、地下水の揚水を実施した。対策井戸は、主に沖積層(Ac 層・Ap 層)から取水している DW2、DW5(A グループ)と洪積砂礫層(Dg 層)までを取水対象とする井戸(B グループ)に分けられる。ポンプの運転は、井内に設置した運転開始センサ、運転停止センサにより制御している。対策実施後、ピット浸水はなく、一定の浸水防止効果が確認されている。一方で、応急対策であったことから、ポンプの運転状況や地下水位は十分把握されておらず、過剰な揚水も懸念されたため、今後のメンテナンスや対策を検討するための調査を行った。



地質年代		地層区分	記号	地層名
第四紀	現世	人工地盤	B	盛土層
	完新世	沖積層	Ac	沖積粘性土層
			Ap	沖積腐植土層
	更新世	段丘堆積物	Dg	洪積砂礫層
			Dc	洪積粘性土層
新第三紀	中新世	七北田層	Ss	砂岩層

図-1　位置図および各井戸の地層断面図

3. 調査項目

(1) 自記水位計による地下水観測

ポンプ運転による水位変動の確認ため、対策井戸7か所および浸水が生じた地下ピット2箇所(PS、Pit2)を対象に自記水位計を設置し、地下水位の連続観測を実施した。また、自然水位把握のため、ポンプ停止時の水位を測定した。

(2) 水質分析

ピット内水の由来を把握するため、水質分析を実施した。洪積層対象として B グループの DW3、DW7、沖積層対象として A グループの DW5で水質分析を実施した。地下ピット湧水は常に認められるわけではないため、参考として、地下ピットの Pit2内の溜水についても水質分析を実施した。なお、採水及び水質分析は8月に実施した。

分析項目は、pH、電気伝導度、鉄、亜鉛、主要イオン8項目とした。

4. 調査結果

(1) 地下水位観測結果

①ポンプ運転時の水位

運転開始水位センサが自然水位以上である DW2、DW5は降雨時[2)]のみ稼働し、センサが自然水位以下であるその他の井戸は常時稼働している(図-2中の a))。

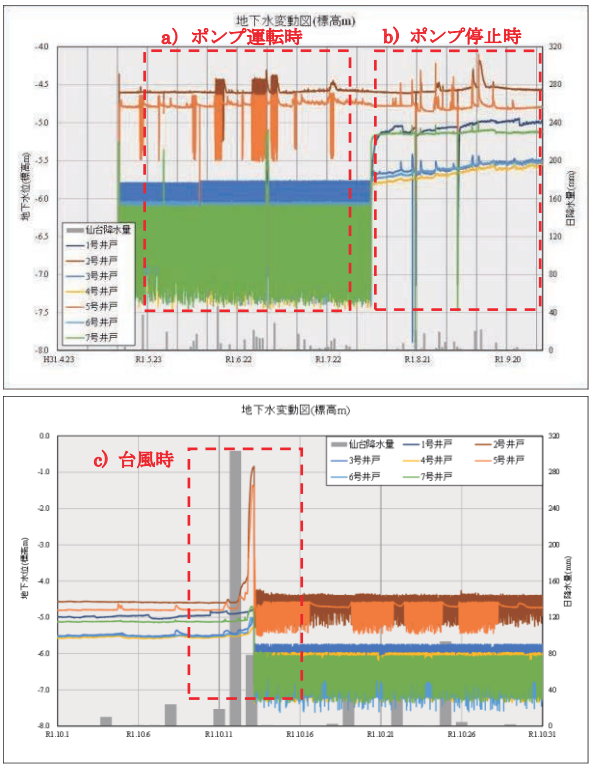


図-2　地下水変動図

②自然水位

ポンプを停止させ、自然状態での水位を把握した(図

2中のb))。自然水位の測定から、Bグループの地下水は、西から東へ流動している(図-3)。なお、通常時と台風による集中的な降雨時とで、流向に変化はみられない。

Aグループについても、西側のDW2の水位がDW5より高いため、地下水流動方向は西から東であると推定される。両グループとも、地下水流動方向に季節変化はみられない。なお、A グループは降水時以外の水位変動に乏しく、水位はスクリーン下端に位置することから、定常的には泥溜り管の孔内滞留水となっていると考えられる。

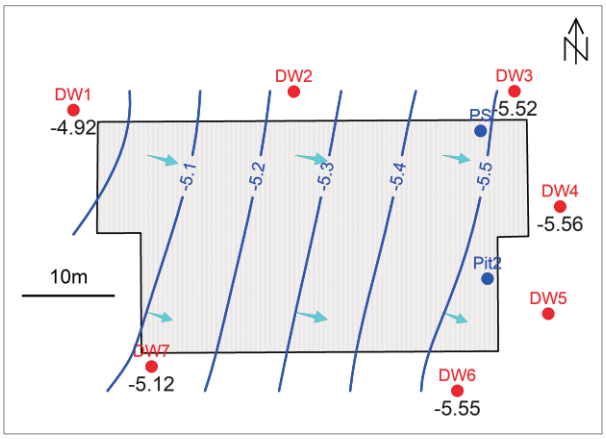


図-3 地下水位等高線図(R2.10.10台風前:B グループ)

当該地の旧地形は谷地形であり、谷の中軸部の方向は、地下水流動方向と概ね一致することから、旧地形に沿って地下水が流動していると考えられる。

③台風降雨時の水位

令和元年(2019年)10月の台風時に地下ピット PS において浸水が見られた。この際にピット底板まで水位が上昇した井戸は、DW2、DW5のみである。浸水確認後、全対策井戸が稼働し、浸水は停止した。その後、地下ピット内に残留した水はポンプにより排水を行った。

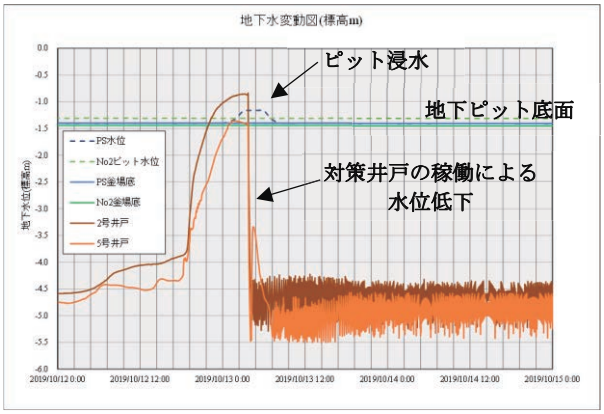


図-4 地下ピット浸水発生時の地下水変動図

(2) 水質分析結果

DW3、DW7と比べて、Aグループに属するDW5の鉄の含有量が少ない。また、井戸内の酸化物の付着量もDW2、DW5で少ない傾向にあることから、洪積層よりも沖積層で鉄の含有量が少ないことが考えられる。一方、地下ピットのPit2の溜水も鉄が少なく、浸水後の酸化鉄(赤錆)などは確認されていないことから、ピット浸入水には鉄が少ないと考えられる。これらの点から、地下ピットの水がDW2、DW5と同様の鉄分に乏しい沖積層中の地下水に由来する可能性が考えられる。

表-1 水質分析結果

地点		地下ピットNo2	5号井	3号井	7号井
採水日		2019.8.21	2019.8.21	2019.8.21	2019.8.21
pH		9.4	7.2	6.8	6.7
電気伝導度	mS/m	468	54.2	34	42.9
鉄	mg/L	0.05	1.98	12.9	13.1
マグネシウム	mg/L	25.1	8.6	6.1	4.8
ナトリウム	mg/L	922	23.5	19	30.2
カリウム	mg/L	442	11.6	4.8	15.6
カルシウム	mg/L	9.8	73.9	38.2	42.5
炭酸水素イオン	mg/L	1780	209	96	104
硫酸イオン	mg/L	544	28.9	15.3	32
硝酸イオン	mg/L	23.9	1.1	3.3	1.9
亜鉛	mg/L	<0.1	0.7	0.2	0.3
塩化物イオン	mg/L	54	35	33	39

5. 考察

水質分析結果と自然水位から、DW2、DW5に代表される沖積層の地下水が地下ピットに侵入していると考えられる。ただし、DW2、DW5に代表される沖積層の地下水は定常的にピット底面よりも低く、地下ピット内浸水が懸念されるのは、降雨時のみである。

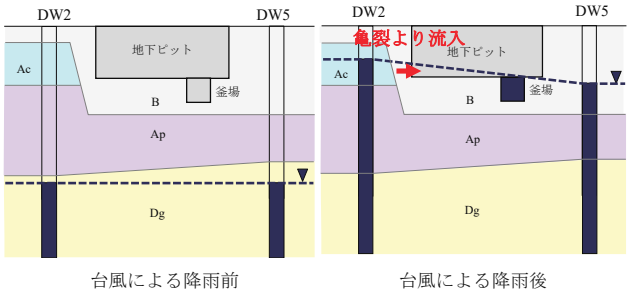


図-6 台風流入前後における地下水流入の模式図

6. まとめ

令和元年(2019年)の台風19号通過時の地下水ピット浸水における地下水位変動および水質の比較から、地下ピットに侵入する地下水は沖積層の地下水(A グループ)に由来する可能性が高い。

A、Bグループの井戸はともに、無降雨時の水位は地下ピット底板以下であり、降雨時に水位が地下ピット底板より高くなる地点はDW2、DW5(Aグループ)のみである。そのため、DW2、DW5の運転については、浸水防止効果があるため運転条件は現状通りとした。他の井戸については、無降水時には過剰な揚水となっていることから運転水位の引き上げを提案した。

《引用・参考文献》

1) 液状化対策の調査・設計から施工まで(1997,6,10,地盤工学会),3.3章ディープウェル工法,p.285-298.
2) 気象庁ホームページ 過去の気象データ(降水量)(https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/)