

地下水汚染に対する鉛直遮水壁と揚水井戸の効果的な設置位置の検討 2

(株)大林組 フェロー○柴田健司 正会員 日笠山徹巳 正会員 杉江茂彦 正会員 鈴木和明

1. はじめに

汚染した地下水が、敷地内から周辺地盤に拡散するのを防止するために、敷地周辺に鉛直遮水壁を設置する対策がある。本報告は、汚染地下水の敷地外流出を防止するために、効果的な鉛直遮水壁の設置位置に加え、不連続位置からの地下水流出や敷地内地下水位上昇を防止するための揚水井戸による対策を併せて、解析的に検討したものである。土壌汚染対策法では、汚染の除去等の措置の一つとして揚水施設による地下水汚染の拡大の防止があり、調査・措置ガイドラインにおいて揚水井戸と遮水壁を併用する場合の考え方¹⁾が示されている。本検討は、この考え方を現場に適用する際、揚水井戸や鉛直遮水壁の効率的な配置に関する資料となりうるものである。

2. 解析モデル

2.1 解析領域 効果的な鉛直遮水壁や揚水井戸の設置位置は、図-2.1 に有限要素メッシュを示すが、赤色に網掛けした某敷地を対象に検討する。解析領域は、東西方向、南北方向とも敷地長さの3倍とする。

2.2 地下水位および地下水流向 北西および南西敷地境界の地下水位(全水頭)は 173 m、北東および南東敷地境界の地下水位(全水頭)は 170 m、某敷地の流向は西側から東側方向である。

2.3 透水係数 透水係数は某敷地調査結果に基づき、解析の対象となる砂、礫層の平均透水係数 $k=1.9 \times 10^{-5}$ m/s を用いた。

3. 解析条件および解析ケース

3.1 解析条件 地盤の透水係数、地下水流向、敷地境界西側および東側の地下水位以外に、解析条件として与える必要のある数値は、鉛直地中壁の壁厚、透水係数および揚水井戸の揚水量である。表-3.1 に解析に必要な諸条件とその入力値を示す。

3.2 解析ケース 表-3.2 に解析ケースを示す。解析ケースは大きくわけて、地下水流向上流側(西側)に鉛直遮水壁を設置した場合、下流側(東側)、上下流側に設置した場合、下流側、上下流に設置し、揚水井戸を併用した場合の 5 パターンとする。また設置した鉛直遮水壁の形状は「一」、「L」、「コ」型のいずれかであり、全 7 ケースである。例として、ケース 2-3「L」型、揚水井戸を併用したケース 2-6「コ」型、3-2「コ」型を示す。

4. 解析結果および考察

表-4.1 に鉛直遮水壁を設置した西側敷地境界での敷地内への流入量および東側敷地境界での流出量を示す。上流側に遮水壁を設置することにより、西側境界から敷地内への流入量は、 $2.8 \text{ m}^3/\text{d}$ (自然状態)から $0.31 \text{ m}^3/\text{d}$

キーワード：鉛直遮水壁、揚水工法、FEM 解析

連絡先：〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組エンジニアリング本部
環境技術第一部 TEL03(5769)1054 FAX03(5769)1983

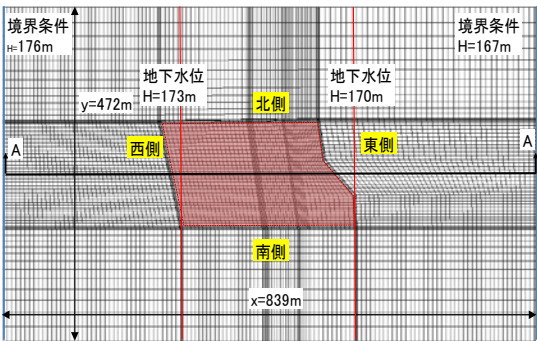


図-2.1 有限要素メッシュ

表-3.1 解析に必要な諸条件とその入力値

対象	項目	定数&入力値
地盤	透水係数	$1.9 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
鉛直遮水壁	壁厚	0.5m
	透水係数	$1.0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$
地下水位	敷地西側	173m
	敷地東側	170m
揚水井戸	揚水量	0.7m ³ /d/層厚 1m

表-3.2 解析ケース²⁾

壁位置	解析ケース	遮水壁形状	揚水有無
上流側	1-1	「一」型	無
下流側	2-1	「一」型	無
	2-3	「L」型	無
	2-5	「コ」型	無
	2-6	「コ」型	有 5 本
上下流 上「一」型	3-1	下「コ」型	無
	3-2	下「コ」型	有 5 本

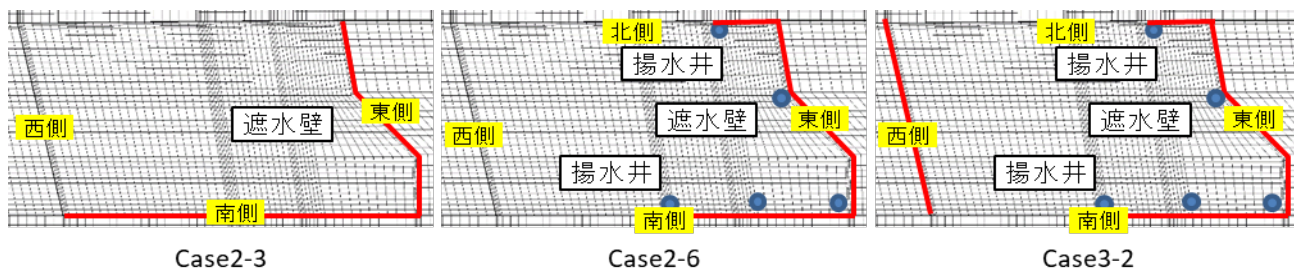


図-3.1 鉛直遮水壁設置例

(ケース 1-1)と約 1/10(0.11 倍)に減少する。ただし、流出量は、遮水壁が無い場合の 0.95 倍に減少する程度で、地下水の敷地外への流出抑制効果は期待できない。

東側敷地境界での流出量は下流側に一型に設置すると、 $0.35\text{m}^3/\text{d}$ (ケース 2-1)と自然状態流出量の約 1/10(0.11 倍)に減少する。さらに L 型、コ型に設置すると、 0.52 (ケース 2-3)、 $0.61\text{m}^3/\text{d}$ (ケース 2-5)と流出量は増加する。この要因は、図-4.1、4.2 に A-A 断面位置鉛直遮水壁設置による全水頭の変化を示すが、鉛直遮水壁内外の水位差が大きくなるためと考えられる。この結果、下流側に一型に設置すると流出を抑えられるように見えるが、鉛直遮水壁端部から敷地外に流出する地下水があるため、一型設置が有効とはいえない。下流側コ型設置で、揚水井戸による流出抑制効果を確認した解析ケースが 2-6 であるが、 0.61 (ケース 2-5)から $0.21\text{m}^3/\text{d}$ と 1/3 (0.34 倍)に減少し、流出抑制効果がある。

下流側コ型揚水井戸有無に対して、上流側一型の遮水壁設置の効果を確かめた解析が、ケース 3-1、3-2 である。下流側に加え、上流側にのみ鉛直遮水壁を設置しても、南北方向から回り込みにより敷地内に地下水が流入するため、あまり効果がない結果となっている。

5. まとめ

汚染地下水の敷地外流出を防止するために、効果的な鉛直遮水壁の設置位置と、不連続位置からの地下水流出や敷地内地下水位上昇を防止するための揚水井戸による対策を併せて、解析的に検討した。その結果、下流側鉛直遮水壁端部および内部に設置する揚水井戸は、その端部からの流出抑制に効果があり、さらに鉛直遮水壁からの流出抑制にも効果があることを検証できた。

参考文献: 1) 環境省: 土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン(改訂第 2 版)、2012.8、p.361)、2) 柴田他(2018)、地下水汚染に対する鉛直遮水壁と揚水井戸の効果的な設置位置の検討、第 29 回廃棄物資源循環学会研究発表会、D1

表-4.1 上流設置時敷地境界流入流出量²⁾

解析ケース	揚水井戸	西側流入量 (m^3/day)	東側流出量 (m^3/day)
自然状態	無	2.80	3.13
1-1	無	0.31	2.96
2-1	無	2.66	0.35
2-3	無	2.42	0.52
2-5	無	2.50	0.61
2-6	有	3.28	0.21
3-1	無	0.28	0.58
3-2	有	0.37	0.17

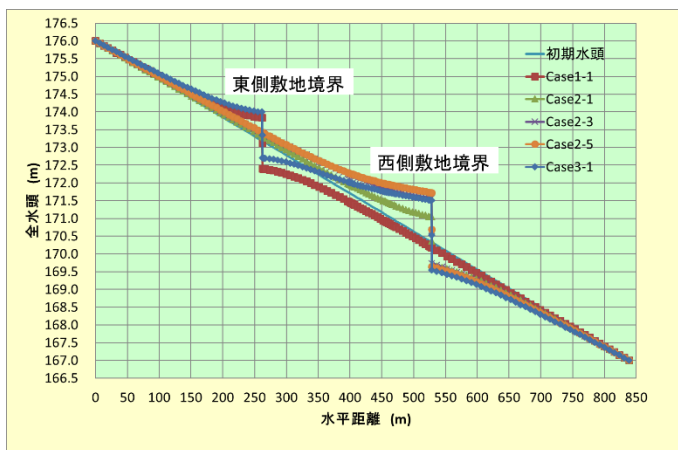


図-4.1 全水頭変化(揚水井戸無: A-A 断面)

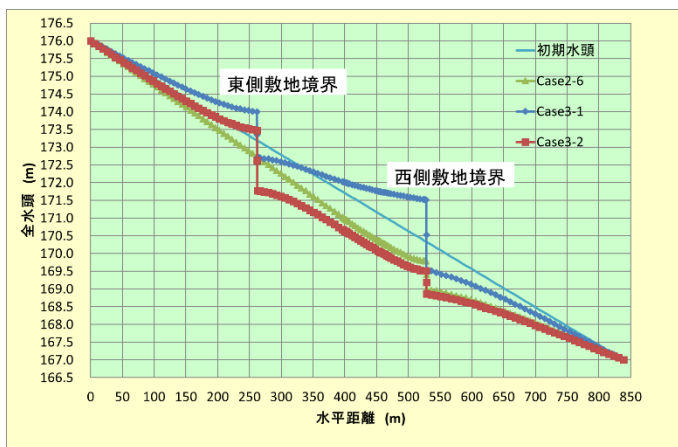


図-4.1 全水頭変化(揚水井戸有: A-A 断面)