

揚水完璧遮水工法による実証試験成功の報告と実施計画案

完璧遮水とは、地下水が遮水施設より下流に完璧に流れないことを意味する。そして、揚水完璧遮水工法は、その事実を完璧に実証することである。また、一般の良識ある国民が理解でき、国民が検証できることである。この実証試験は、揚水井戸群と注入—揚水井群による揚水注入で、揚水—注入バリアーを作り、CI-を含む地下水の流れを完璧に阻止し、流下したCI-を含む地下水を注入—揚水井群への淡水を注入し浄化する。

今回は、揚水井戸群の揚水による完璧遮水の試験結果を報告する。

実証試験条件

CI-漏洩地層単元

実証試験地における地相の地層単元と透水性の地層単元は、ほぼ同一として使用かのである。また、透水性の地層単元とCI-漏洩地層単元は、CI-が地下水で移流：拡散しているとして良いので、この地域の透水性の地層単元は下位 (①→⑥) より以下のものである。

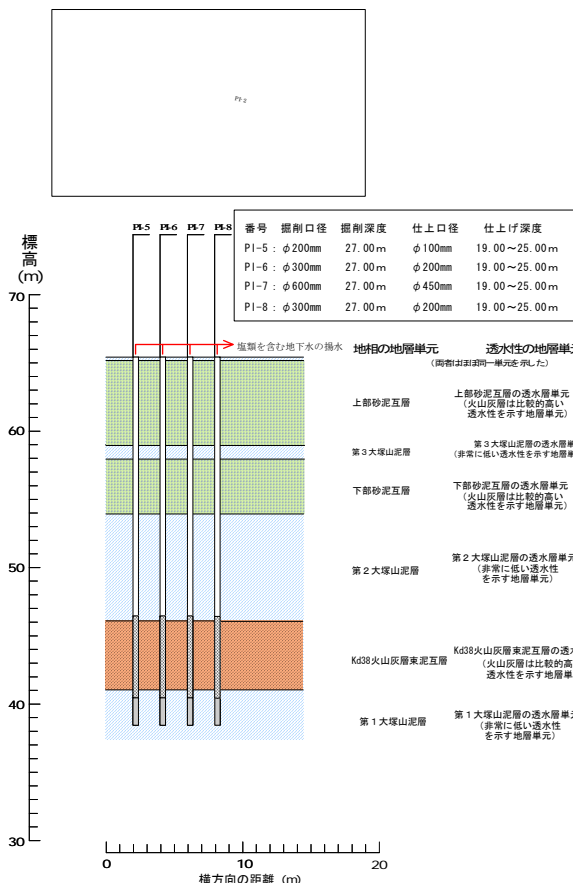
- ① 第1大塚山泥層の透水層単元 (第1大塚山泥層)：非常に低い透水性を示す地層単元
- ② Kd38 火山灰層束泥互層の透水層単元 (Kd38 火山灰層束泥互層)：火山灰層は比較的高い透水性を示す地層単元
- ③ 第2大塚山泥層の透水層単元 (第2大塚山泥層)：非常に低い透水性を示す地層単元
- ④ 下部砂泥互層の透水層単元 (下部砂泥互層)：火山灰層は比較的高い透水性を示す地層単元
- ⑤ 第3大塚山泥層の透水層単元 (第3大塚山泥層)：非常に低い透水性を示す地層単元
- ⑥ 上部砂泥互層の透水層単元 (上部砂泥互層)：火山灰層は比較的高い透水性を示す地層単元

試験用揚水井群・注入—揚水井群

各揚水井の井戸間隔は2mである (図—1)。同じく、各注入—揚水井の井戸間隔は2mである。そして、揚水井列と注入井—揚水井列との間隔は4mである。

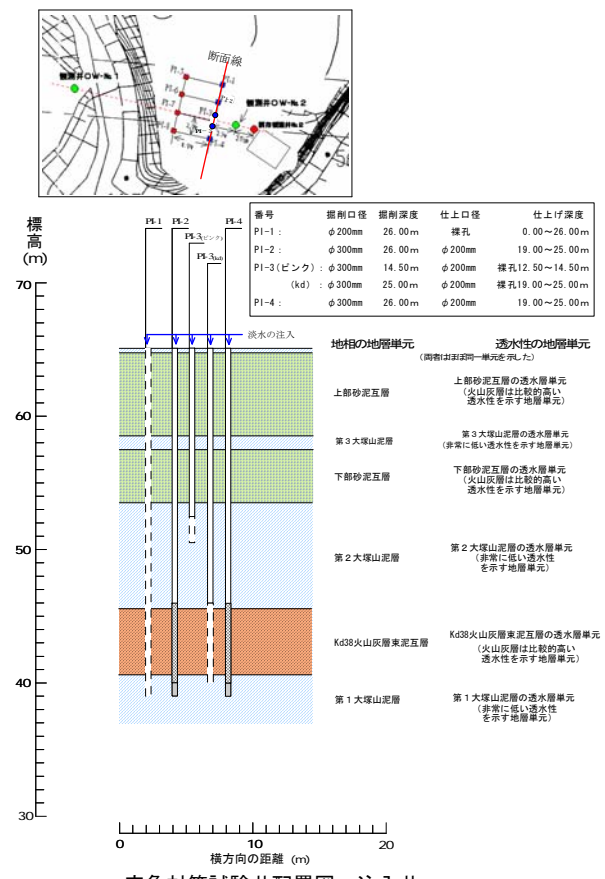
揚水井群は、全ての井戸のスクリーンが、Kd38 火山灰層束泥互層の透水層単元に設置されている。各注入—揚水井のスクリーン位置は、それぞれことなる。

揚水井群・注入—揚水井群の井戸径の詳細は、図—1・図—2に示してある。



図—1

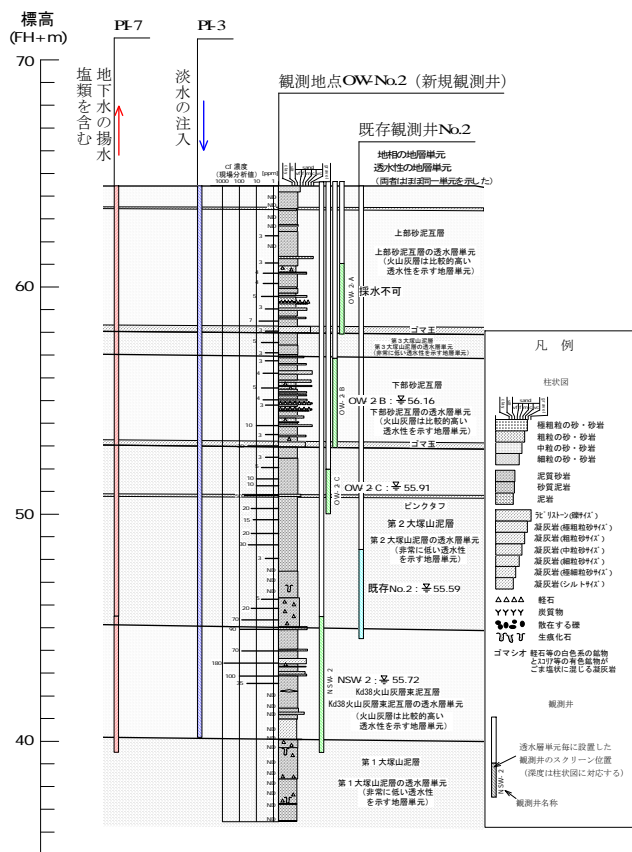
応急対策試験井配置図 揚水井



図—2

応急対策試験井配置図 注入井

なお、揚水井列と注入井—揚水井列の横断面と新規適正観測地点 (OW-No2)・既存観測井 No.2 の配置の詳細は、図—3に示した。

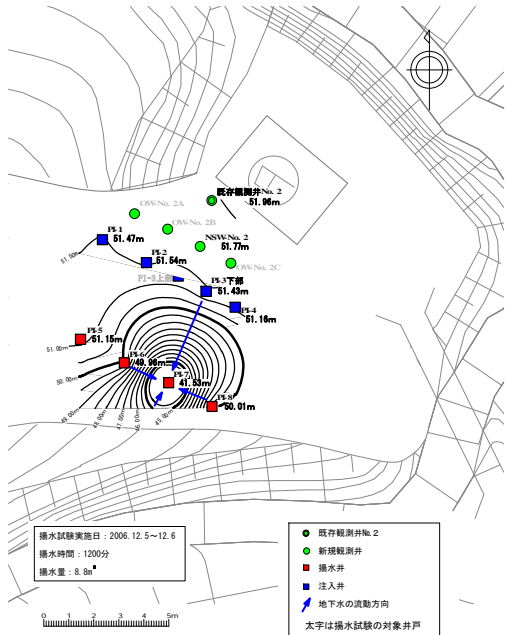


既存観測井No.2と観測地点OW No.2 (新規観測井)

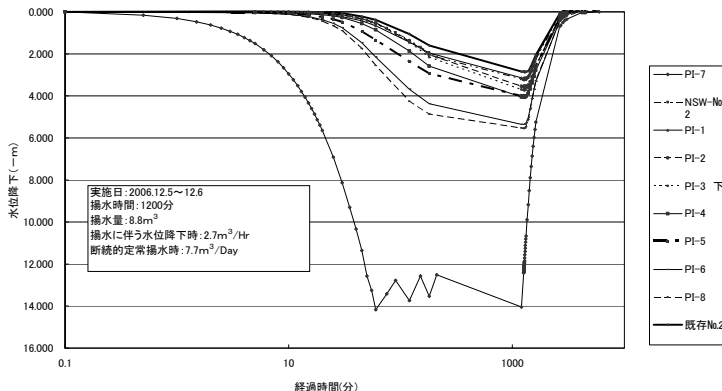
図—3

第1回実証試験

2006年12月5日～8日にかけて、図—1・2に示す井戸群で揚水試験を行った。揚水井 PI-7 (口径: φ 450mm) における揚水降下時の揚水量は $2.7 \text{ m}^3/\text{h}$ である。60分前後でG.L. から14mの水位となる。その後、断続的定常揚水量 (定水位揚水のため断続的揚水となる) は、ほぼ $7.7 \text{ m}^3/\text{day}$ である。



図—4 揚水試験時の水位等高線図 (揚水開始から1200分後)



揚水試験における水位降下量の経時変化 (揚水時間: 1200分)

図—5

この揚水試験開始60分後から1200分までの断続的定常揚水で揚水井戸群と注入—揚水井群の各井戸、および新規観測井 (OW-no.2)・既存観測井 No.2 の地下水は全て低下している。揚水井から遠くの観測井にかけて時間遅れをともなっ

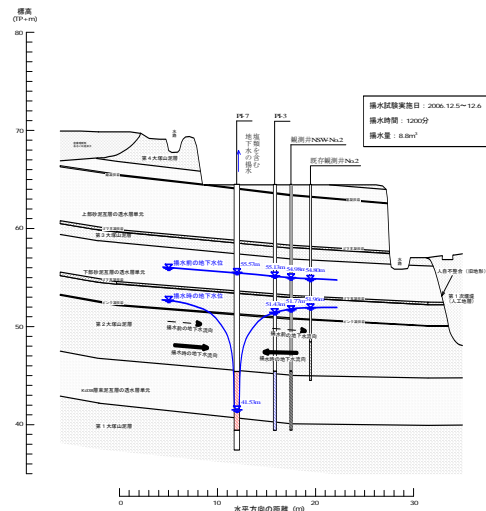
て低下し、また低下量も遠方の観測井で小さい。遠方の新規観測井 (NSW-2) や既存観測井 No.2 での、それぞれの水位は、揚水開始時の初期値に比較して約 3 m 低下している。後者の既存観測井までの距離は約 7.5m である。試験結果は図一4・5・6 に示した。

この実証試験でみられた完璧遮水効果をアニメーションで示した。ダウン・ロードし、START をクリックしてください。日本地質汚染審査機構のマスコット「モグちゃん」が、跳んできて試験をしてくれます。

<http://homepage1.nifty.com/npo-geopol/auditor/otuka120.html>

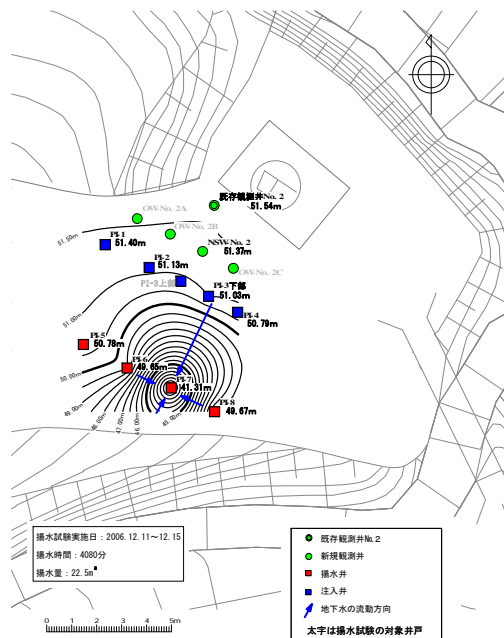
第2回実証試験

同一揚水井 PI-7 を使用して、断続的定常時揚水量を $7.8\text{m}^3/\text{day}$ にして長時間揚水を行った (4080 分)。その理由は、主体となる泥岩の貯留係数が小さく、薄い軽石層の透水係数は比較的大きい (図一7・8)。したがって、処分場をはじめとした背後地で降雨浸透量が、実証試験地の地下水位の変動を左右する。この長時間実証試験の結果、揚水完璧遮水工法に降雨量での変動は、全く問題ないことも明らかになった (図一9)。



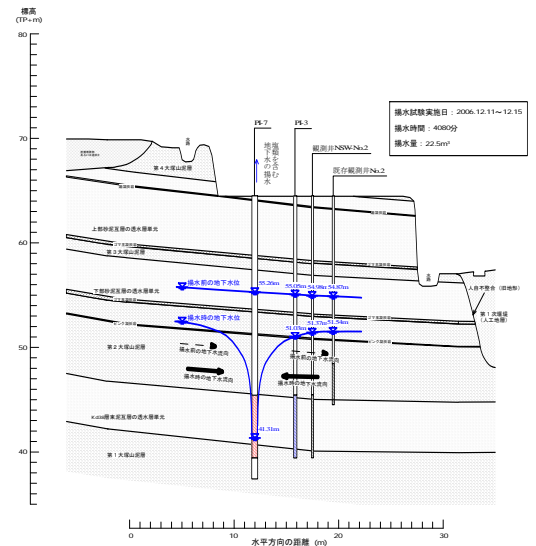
図一6

揚水前と揚水時の地下水位と流向 (2006年12月5~6日)



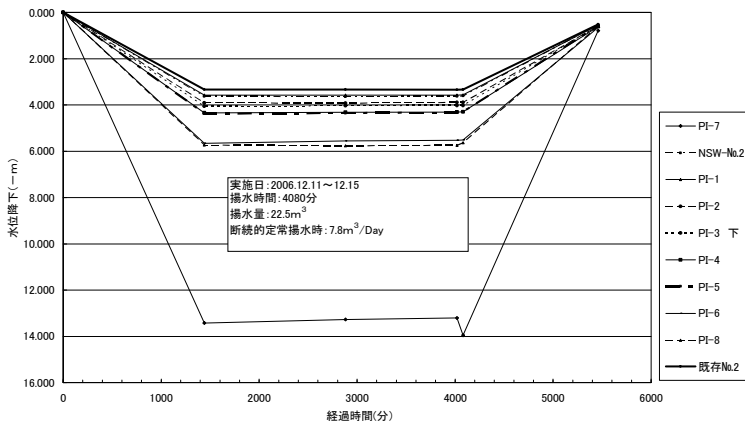
図一7

揚水試験時の水位等高線図 (揚水開始から4080分後)



揚水前と揚水時の地下水位と流向 (2006年12月11~15日)

図一8



揚水試験における水位降下量の経時変化
(揚水時間: 4080分)

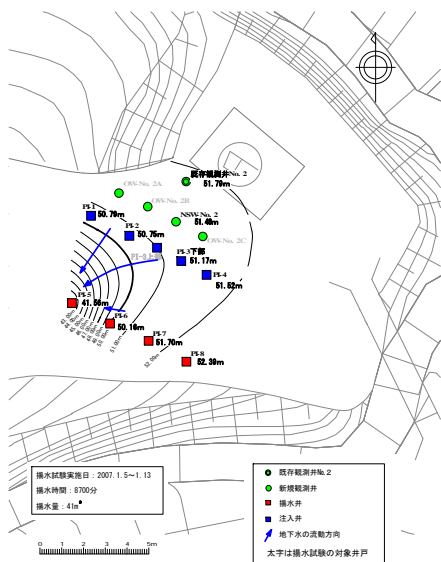
図—9

第3回実証試験

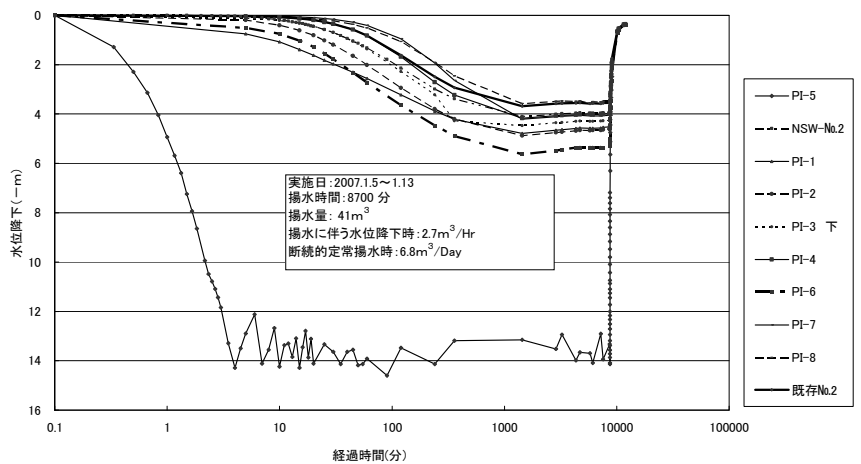
第1回・第2回の実証試験の時より口径が細いPI-5（口径：100mm）を揚水井として、2007年1月5日～13日にかけて揚水試験を行った。降下時の揚水量は $2.7\text{ m}^3/\text{h}$ である。4分前後でG.L. から14mの水位となる。その後の断続的定常揚水量（定水位揚水のため断続的揚水となる）は、ほぼ $6.8\text{ m}^3/\text{day}$ である。そして、8700分後の揚水井の水位は、地表面（G.L.）から、ほぼ14mのところにある（図—11）。

さらに、最も遠い新規観測井NSW-No.2や既存観測井No.2（揚水井から7.5m離れている）では、揚水開始時の地下水位より4m低下している結果が得られている（図—10・12）。

つまり、口径100mmの揚水井(PI-5)でも口径 $\phi 450\text{ mm}$ の揚水井(PI-7)でも水位降下に大きな差は見られなく、いずれでも完璧遮水が可能であることが実証された。



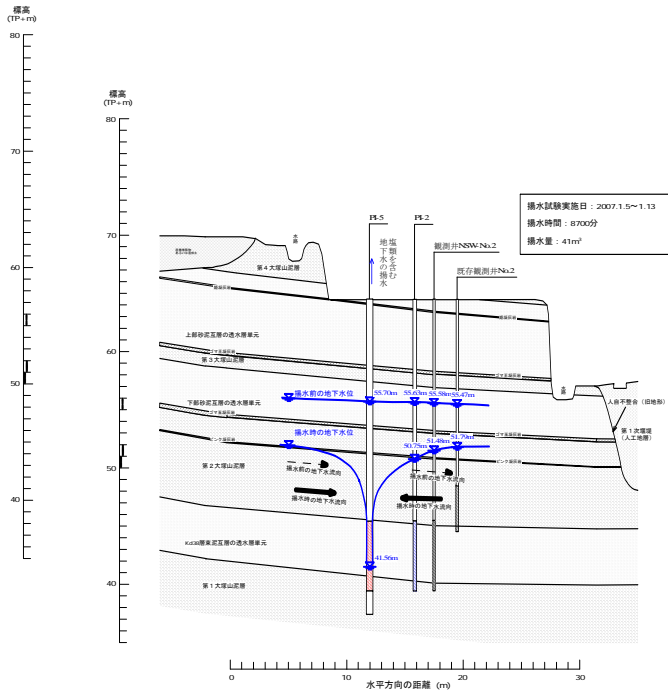
揚水試験時の水位等高線図（揚水開始から1440分後）



揚水・回復試験における水位降下量の経時変化
(揚水時間: 8700分)

図—11

図—10



図—1 揚水前と揚水時の地下水位と流向 (2007年1月5～13日)

何故効果が上がるの

海や湖から水をくみ上げると、井戸管内の地下水位は低下する。しかし、水を多量に含む地層にポンプを直にかけると地下水位は、それほど変化しない。しかし、あまり水の含んでない地層から地下水を汲み上げますと急激に地下水位は降下する。

では、大塚山廃棄物処分場のように、水を含む割合が非常に小さい厚い泥岩層の中に、水を含む割合は小さいが比較的水を透しやすい薄い軽石層が数枚挟在されている地質環境から、地下水を揚水した場合の地下水位はどのようになるのであろうか。

この実証試験の場合のKd38層束の透水層单元は、水の含む割合の低く透水性の低い幾つかの泥岩層と比較的透水性の高い数枚の軽石層からなる。この地層单元での揚水試験では、水の含む割合が低いために、水位降下が大きい。そして、比較的水を透しやすい軽石の薄層内の水位も低下する。そして、泥岩層などからの地下水の供給がないために、軽石薄層を通じて遠方からも集水するようになる。つまり、この薄層内における水位降下の影響圏は大きくなる。したがって、揚水量が少なくても、地下水位の降下が大きく、水位降下の影響圏も大きい。つまり、川の下流の水を上流へ逆流させるのと同じく、またその遡上範囲が大きいことを意味する。揚水量が少なく影響圏が大きいことは、この工法が、この地域の地層に最も適し、また安価な工法であることを示している。そして、完璧遮水である。

実施計画

CI-地下水の漏洩の最も顕著なKd38 火山灰層束泥互層の透水層单元を中心とした完璧遮水工法の実証試験を、条件を変えて3回行った。第1回実証試験・第2回実証試験・第3回実証試験の結果から、次の結論は得られる。

下部砂泥互層の透水層单元 (下部砂泥互層) が欠落しているが、存在しても地下水が存在していない場合もある。つまり、地下水が存在していても Kd38 火山灰層束泥互層の透水層单元ほど地下水が豊富でない。この傾向は、上部砂泥互層の透水層单元 (上部砂泥互層) では、さらに強くなる。

したがって、揚水対策策は、Kd38 火山灰層束泥互層の透水層单元を中心にスクリーンを設置し、透水性の良い井戸裏側充填材 (珪砂) を井戸孔口近くまで充填し、下部砂泥互層の透水層单元と上部砂泥互層の透水層单元の地下水を Kd38 火山灰層束泥互層の透水層单元に、充填材を通して落下させる構造にする (図—1 4) 。

揚水井の配置は、3回の実証試験の結果から 8m 間隔とし、これとチドリ足配置に注入—揚水井を同じく 8m 間隔で設置する (図—1 4)。

今回は、揚水井群を持って揚水完璧遮水を行い、補足的に注入—揚水井で揚水する場合もある。そのために、揚水井 2 3 本・揚水井—注入井 2 2 本をチドリ足配置に設置する。この配置と揚水で第2 処分場からの CI-地下水の漏洩を完

壁に遮水できる見通しができた (図-15)。

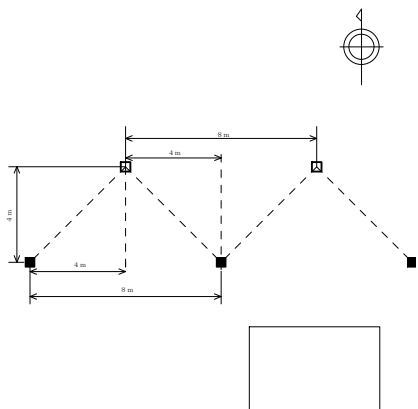


図-14 対策井配置概念図

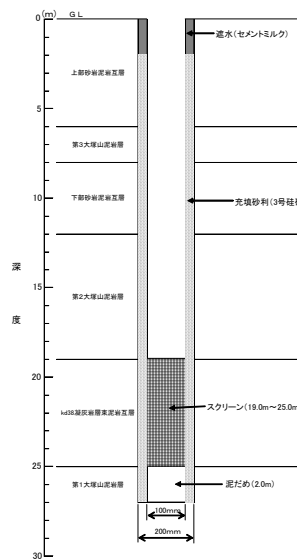
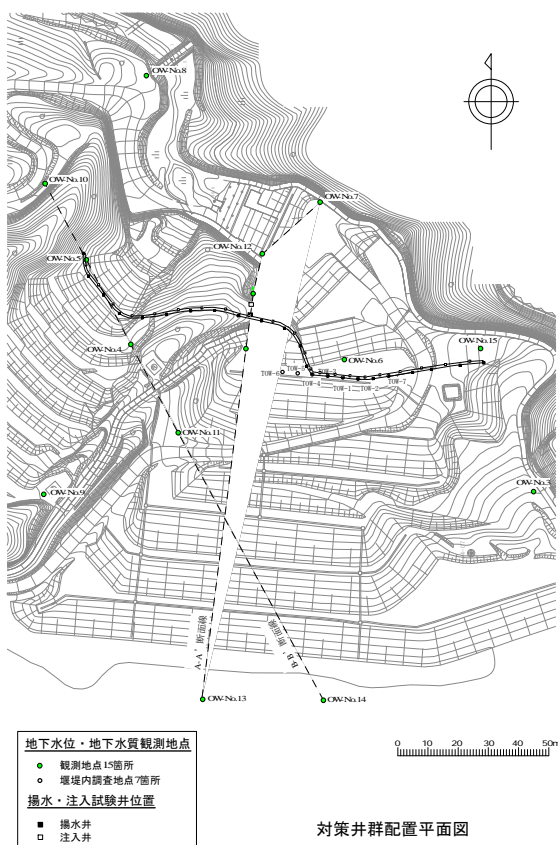


図-13

図- 対策井仕上図



対策井群配置平面図

図-15