

4. 機能回復工試験施工事例(孔内洗浄工、孔口アタッチメント、追加ボーリング工)

■概要

農地地すべりの安定化を目的とした地すべり防止施設が多く設置されているが、近年老朽化に伴い機能低下が生じているものが多く見受けられるようになってきたため、長寿命化手法の検討が求められている。本資料では、地すべり防止施設の長寿命化に関わる基礎データを得ることを目的に行った、水抜きボーリング等の洗浄工や追加ボーリングなどの機能回復工の試験事例を紹介する。

■結果

- ・赤色スケール発生抑制は、いかにして溶存酸素量を低い状態に維持するかがポイントである。
- ・地質（地域）によって洗浄効果の維持期間が異なるので、それぞれ洗浄間隔の検討が必要である。
- ・新設ないし追加孔については部分ストレーナが効果的と考えられる。
- ・既設孔については、孔口アタッチメントでは効果が得られないこともあるので、点検しながら洗浄を行うことが肝要である。

1. 孔内洗浄工

1.1 方法

集水井集水ボーリング孔及び水抜きボーリング孔について高圧洗浄水を用いて孔内洗浄を行い、直後に孔口部の観察や孔内カメラ観察を行った。その約1年後に追跡調査を行い、洗浄効果が維持されている状況を確認した。調査地区は以下の通り。

- ・愛媛県（池の窪地区）：三波川帯泥質片岩等
- ・千葉県（鹿原地区）：新第三紀泥質岩
- ・新潟県（丸山地区、四俣刈地区、鷲尾東地区）：新第三紀泥質岩



洗浄工の状況（丸山地区）



孔内カメラ測定機材



孔内カメラ測定状況

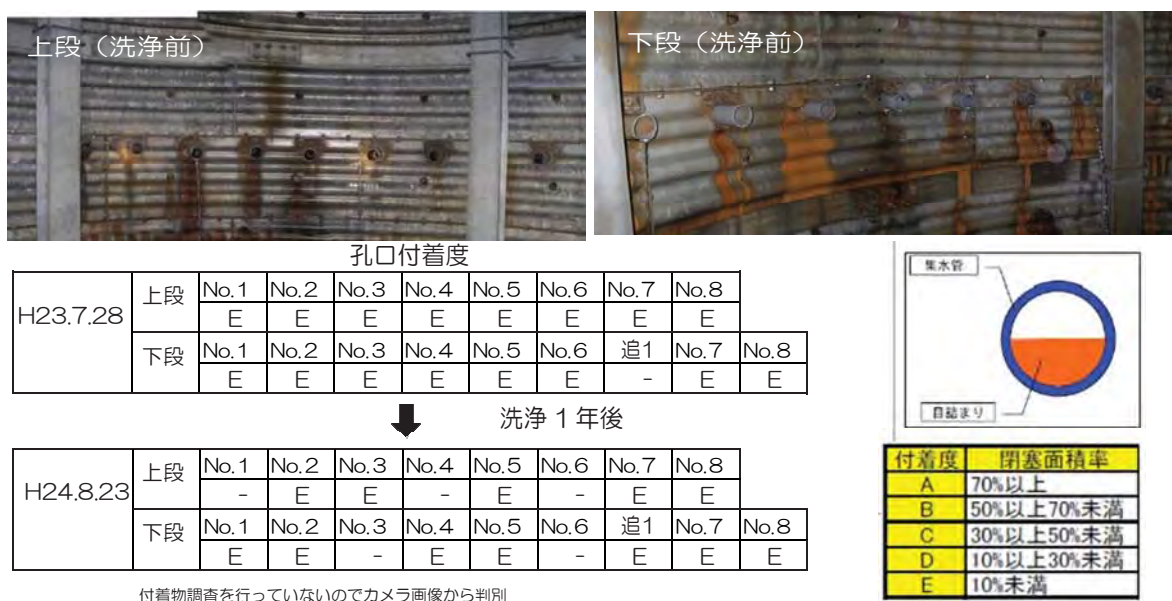
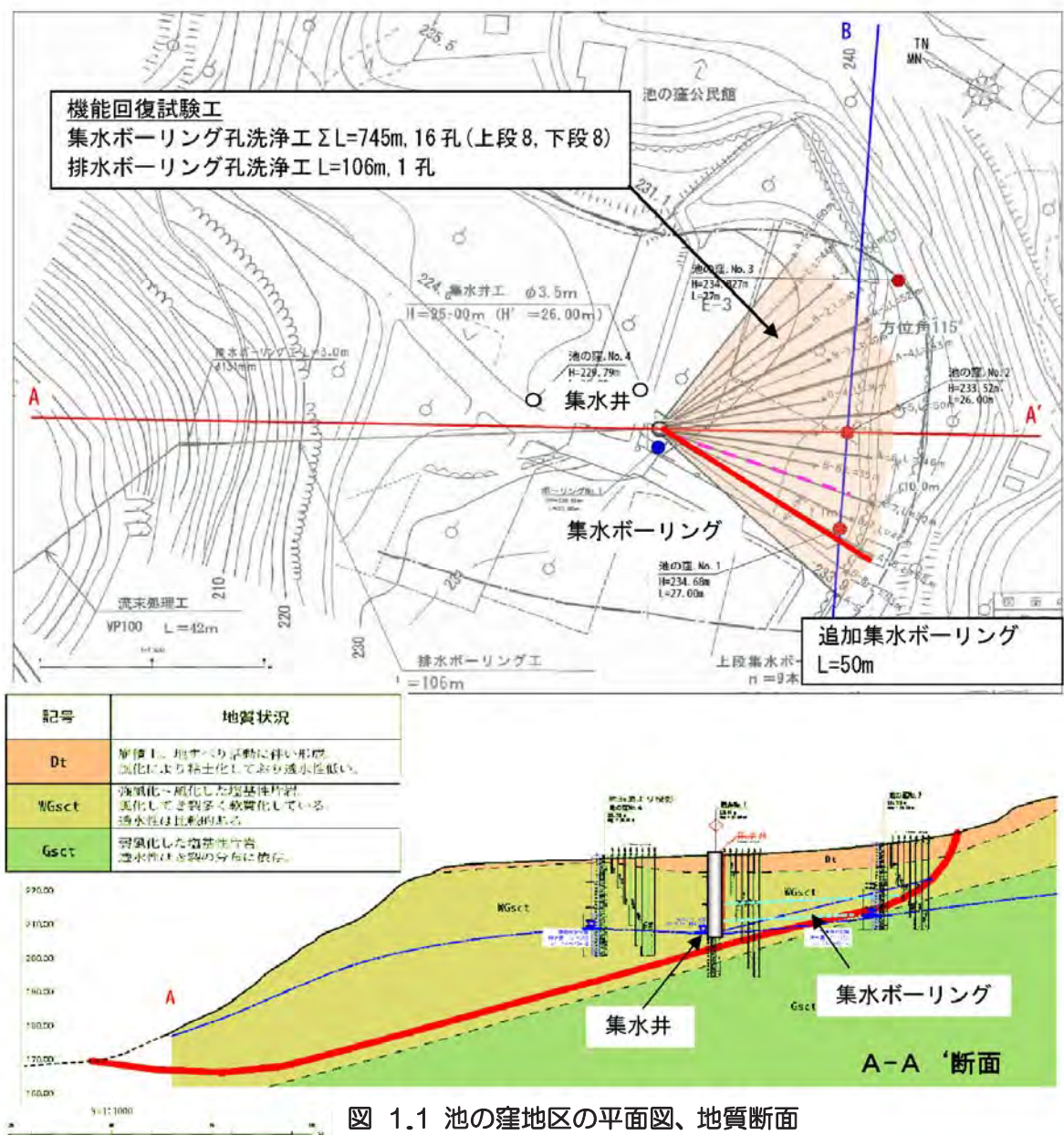
1.2 結果

1) 愛媛県（池の窪地区）

本地区では、三波川帯泥質片岩の地すべり地に施工された、集水井集水ボーリング16孔（上段8,下段8）の洗浄を行った（図 1.1）。

孔口部のスケールによる目詰まりは洗浄前からなく、洗浄1年後も目詰まりは発生していない（図 1.2）。孔内カメラ観察では、孔内の目詰まりは、洗浄前は細粒分の土砂で詰まっており、洗浄から1年後に孔内に少量の土砂が見られた（図 1.3）。

本地区では、孔口部の目詰まりは洗浄前後ともみられないが、孔内には少量ではあるが土砂が再び流入していた。



カメラ観察結果 (H23/7/28)

- ・上段は褐灰色堆積物あり。40%程度堆積
- ・下段もやや土砂で詰まっている



洗浄工 (H23/7/30)

- ・全体に暗褐色を呈しており細粒分（シルト）が多い。
- ・φ 2-3mm の小礫をまばらに混入している



洗浄1年後

カメラ観察結果 (H24/8/25)

上段

—: 孔内カメラでの撮影範囲

先端付近に大量の土砂流入を確認

51.5m 付近に土砂溜りを確認

50.5m 付近に土砂溜りを確認

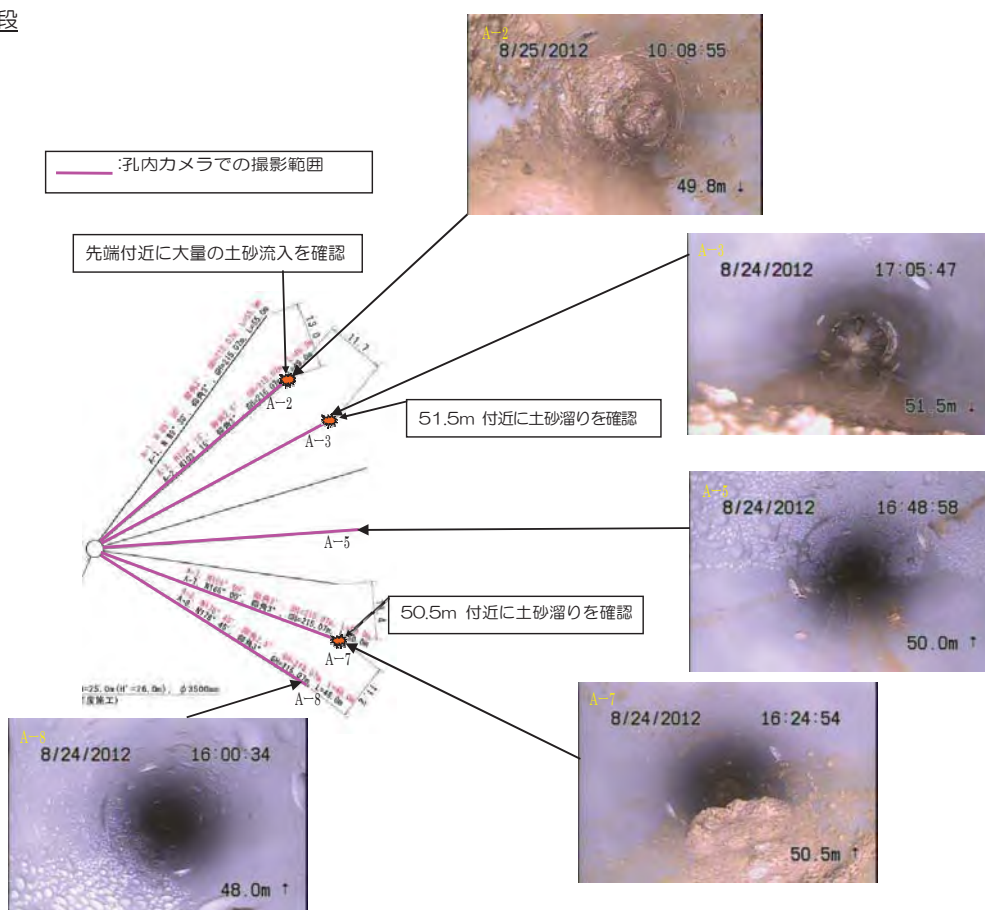


図 1.3 池の窪地区洗浄結果と孔内カメラ観察結果

2) 千葉県（鹿原地区）

新第三紀泥質岩の地すべり地に施工された、集水井集水ボーリング11孔（上段6，下段5）の洗浄を行い、その1年後に経過観察を行った（図 1.4）。

洗浄前は約半数が 30%以上目詰まりしていたが、洗浄工により孔口部の目詰まり、孔内のスケールや細粒土砂は除去された。洗浄時の残留物は、地すべり土塊の碎屑物と見られる細粒な土砂であった。洗浄から1年後、孔口部では11孔のうち7孔で 10～30%の目詰まりが再び発生していた（図1.5）。

以上、洗浄によりスケールが除去され機能回復が認められたが、1年後には目詰まりが進んでいた。

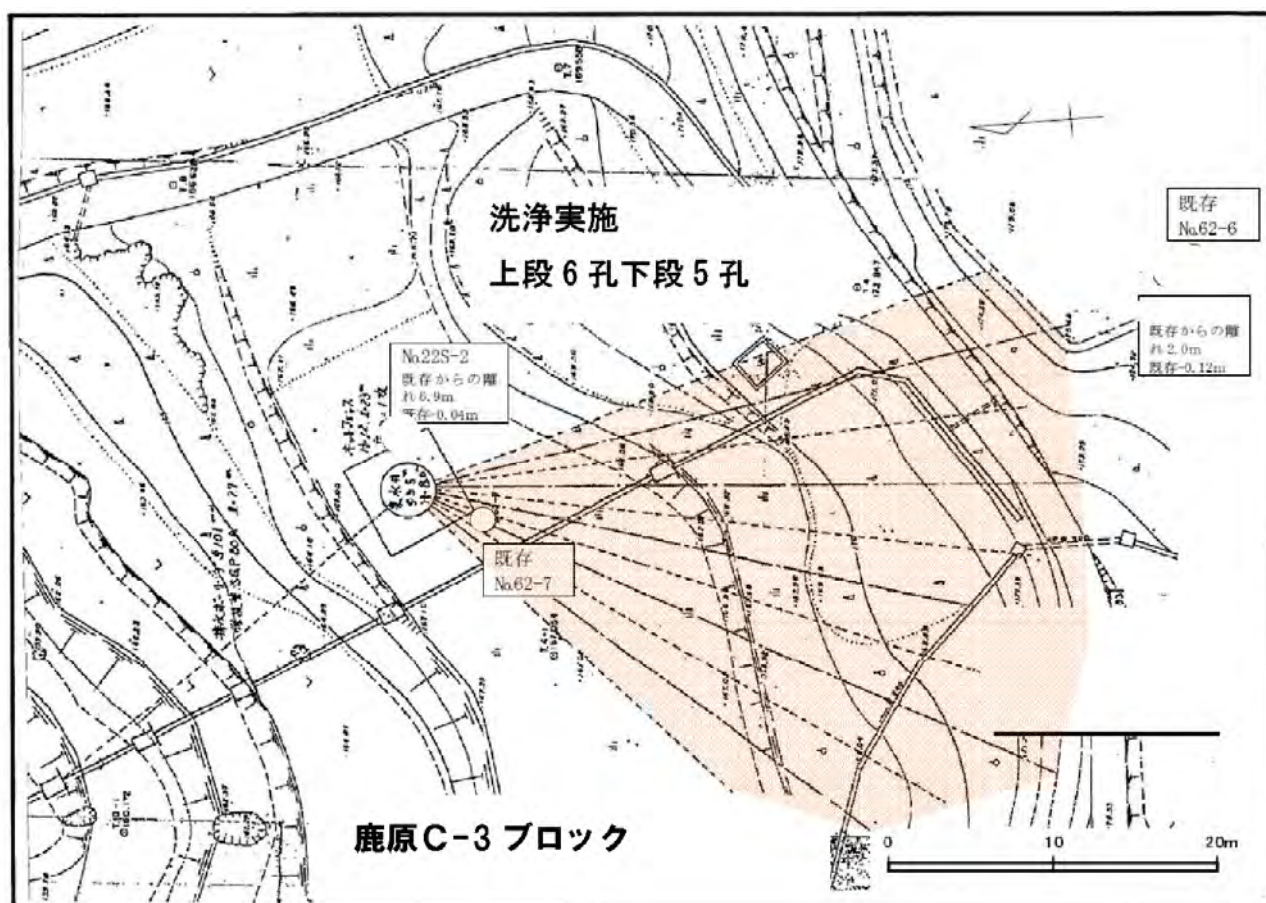


図 1.4 鹿原地区の平面図、地質断面図

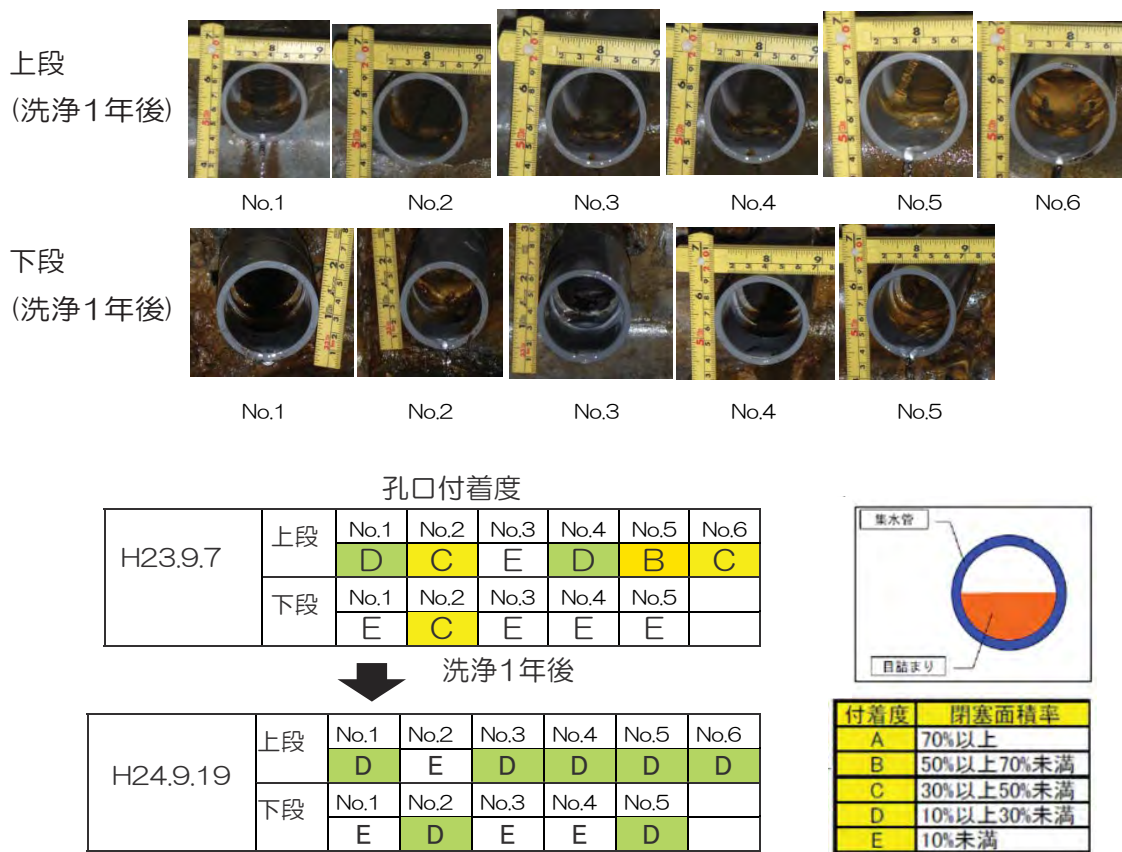


図 1.5 鹿原地区孔口観察結果

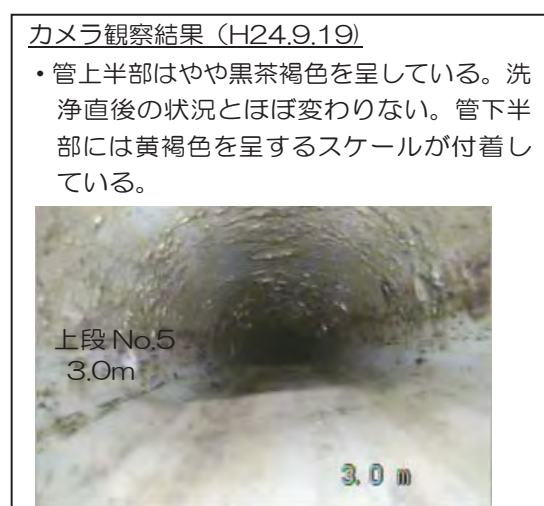


図 1.6 鹿原地区洗浄結果と孔内カメラ観察結果

3)新潟県（鷲尾東地区）

新第三紀泥質岩の地すべり地に施工された、水抜きボーリング 6 孔の洗浄を行い、その1年後に経過観察を行った（図 1.7）。

洗浄前は全孔で孔口及び孔内手前の赤褐色スケール、孔奥部では白色粘土の孔内への進入が著しく、洗浄工により一時的に除去された。洗浄80日後には赤褐色スケールや白色粘土が観察され、約10カ月後には赤褐色スケールの形成が見られた。孔口付着度は、洗浄工実施前と比較すると No.1 を除いて低い傾向にあった（図 1.8）。

以上、洗浄によりスケールが除去され機能回復が認められたが、約 3 か月後に目詰まりが観察され、約1年後には目詰まりが進んでいた。

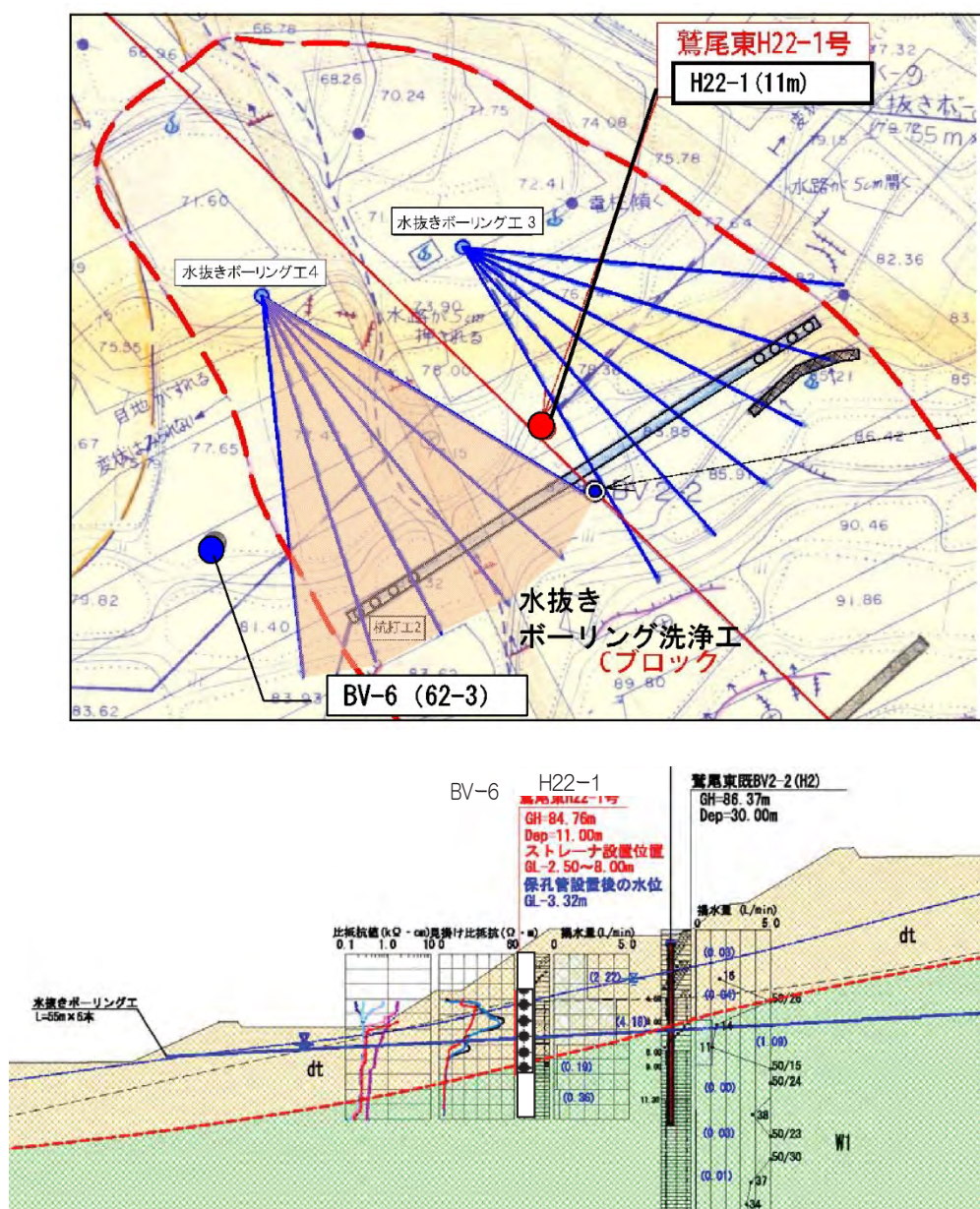


図 1.7 鷲尾東地区の平面図、地質断面図

・孔名	孔口および孔内手前部分における赤褐色スケール分布に関する項目							孔奥への粘土の侵入に関する項目			
	孔口付着度		孔口写真			孔内写真(孔手前)		粘土付着度 (最大箇所)		孔内写真(孔奥)	
	平成23年(施工前、追加は施工後)	平成24年8月	平成23年11月 (洗浄前)	平成23年11月 (洗浄直後)	平成24年9月	平成23年11月 (施工前)	平成24年9月	平成23年11月 (施工前)	平成24年9月	平成23年11月 (施工前)	平成24年9月
No.1	E	D						E	D?(褐色粘土)		
No.2	D	E						B	E		
No.3	E	E						D	E		
No.4	B	E						A	B		
No.5	D	E						A	A		
No.6	C	D						E	E		

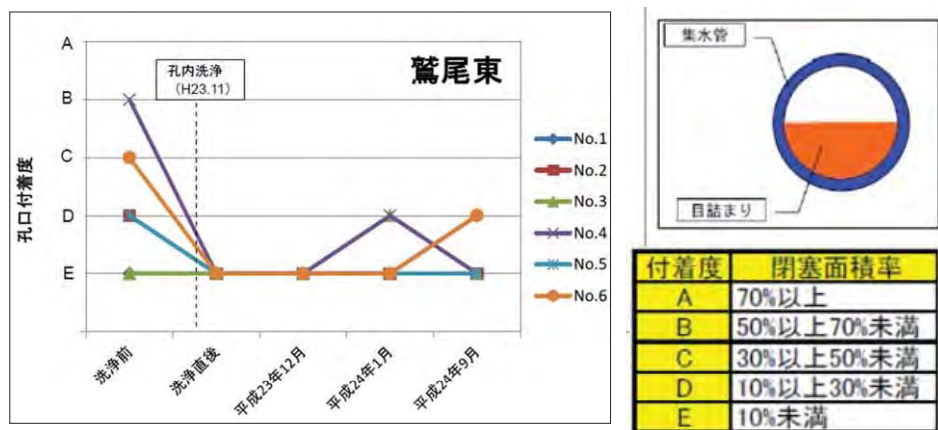


図 1.8 鷺尾東地区孔口観察・孔内カメラ観察結果

1.3 まとめ

洗浄工により孔内の目詰まり物質は除去できるが、地質により洗浄効果が維持できる期間が異なる。新第三紀泥質岩の新潟では数週間～数ヶ月、新第三紀泥質岩の千葉県では1年程度で目詰まりや孔奥への土砂流入が始まるのに対し、三波川帯の愛媛では1年後に目詰まりは無いが孔奥への土砂の流入が認められた。

洗浄工は短期的には目詰まり物質の除去や排水量の増加が期待できるため、地区（地質）ごとに洗浄時期を検討するとともに、対象施設の重要度を考慮した上で必要な施設を選定して施工する。

洗浄・追加ボーリングを行っても、台風等に伴う豪雨により地すべりが発生することもあるので、予期せぬ事象に備えて周辺部も含めた地すべり防止施設の定期点検が必要である。

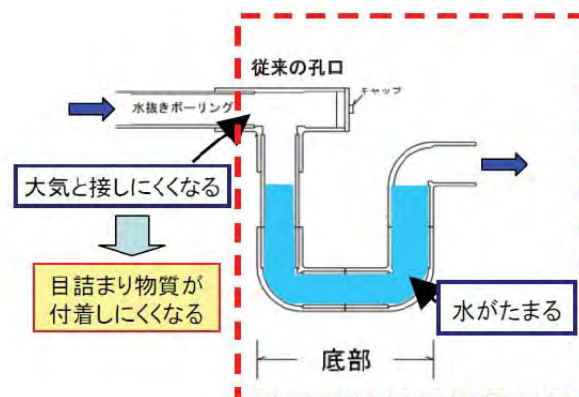
2. 孔口アタッチメント

2.1 方法

対象地区：新潟県鷲尾東地区、丸山地区、四俣刈地区

地質：いずれも新第三紀の泥質岩

目的：鉄酸化細菌は地下水中の Fe^{2+} を酸化させることでエネルギーを得る好気性とされる。本実験では、逆サイフォン構造（U字型）のアタッチメントを孔口に取り付けて、孔口付近の酸素量を低下させてスケールの孔口への形成の抑制効果を確認することとした。



2.2 結果

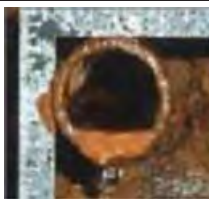
1) 鷲尾東地区：No.1

孔口及び孔内手前部分へのスケール形成状況はアタッチメントを取り付けていない他の水抜きボーリングと概ね同様であり、孔口へのスケール抑制効果は本地区では明瞭に確認できない。

	洗浄約10ヶ月後
孔口 アタッチメント あり	
孔口 アタッチメント なし	

2) 丸山地区：下段 No.5

孔口アタッチメントを取り付けた水抜きボーリングは、取り付けしていない場合と比較すると孔口ではスケール形成の減少は明瞭ではないが、孔内手前部分へのスケール形成が少ない傾向にあり、効果があると判断される。

	洗浄約10ヶ月後	
	孔口	孔内
孔口 アタッチメントあり		
孔口 アタッチメントなし		

3) 四俵刈地区：下段 No1

孔口アタッチメントを取り付けた水抜きボーリングは、取り付けていない場合と比較すると孔口及び孔内手前部分へのスケール形成が少ない傾向にあり、効果があると判断される。

	洗浄約10ヶ月後	
	孔口	孔内
孔口アタッチメントあり		
孔口アタッチメントなし		

4) 溶存酸素濃度の測定

アタッチメントを取り付けた孔とその他の孔の溶存酸素濃度を測定することで、アタッチメントによる空気の遮へい効果を確認した。その結果、周辺他孔と比較すると地下水中の溶存酸素濃度が小さい傾向が見られる（表.1）。

表.1 地下水中の溶存酸素濃度の現地測定値（mg/L）

鷺尾東	平成24年9月	平成24年11月	丸山	平成24年8月	平成24年11月
No.1	2.6	3.1	上段No.1	3.5	2.2
No.2	5.9	6.2	上段No.2	5.1	3.5
No.3	6.9	6.5	上段No.3	3.8	3.2
No.4	5.2	5.5	上段No.4	データなし	データなし
No.5	5.6	5.1	上段No.5	4.4	4.3
No.6	6.0	5.4	上段No.6	6.0	2.4
			上段No.7	8.0	4.7
			上段No.8	4.7	4.7
			上段No.9	6.0	5.6
			下段No.1	3.8	3.3
			下段No.2	4.0	2.5
			下段No.3	4.5	3.7
			下段No.4	4.9	4.7
			下段No.5	2.0	2.3
			下段No.6	5.0	3.0
			下段No.7	4.9	3.9
			下段No.8	7.0	5.7
			追加No.1	2.0	1.8
			追加No.2	3.9	2.0
			追加No.3	7.1	5.0
			排水	9.4	6.3

四俵刈	平成24年8月	平成24年11月
上段No.1	4.1	2.5
上段No.2	3.6	2.6
上段No.3	3.3	2.8
上段No.4	6.3	5.2
上段No.5	7.0	5.7
下段No.1	データなし	4.5
下段No.2	7.2	5.2
下段No.3	6.9	5.7
下段No.4	5.5	3.6
追加No.1	データなし	2.9
追加No.2	データなし	5.0
追加No.3	7.0	5.4
排水	データなし	6.4

 ：孔口にアタッチメントを取り付けているもの

2.3 まとめ

アタッチメント取り付けによる孔口及び孔内手前付近への赤褐色スケール抑制効果については、丸山地区や四俵刈地区で見られたものの鷺尾東地区では明瞭に見られなかった。効果が得られなかった孔は、オールストレーナーによる土壌や強風化層を通じた酸素や浅層地下水の溶存酸素供給の可能性が考えられる。

アタッチメントを取り付けた孔は、周辺他孔と比較すると地下水中の溶存酸素濃度が小さくなる傾向があり、アタッチメントの効果は表れていると考えられる。

3. 追加ボーリング工

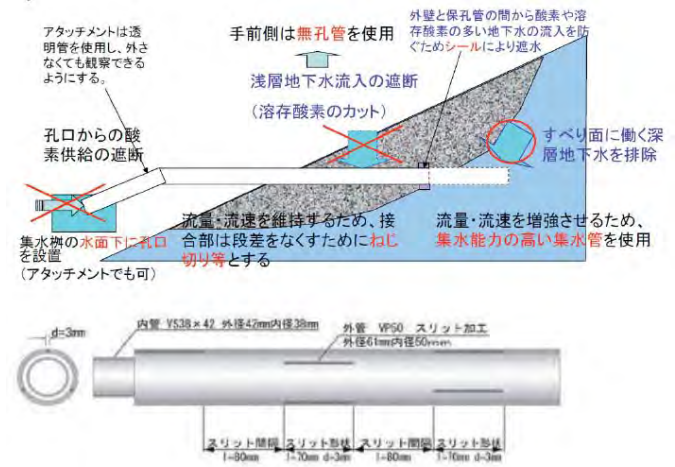
3.1 方法

対象地区：新潟丸山地区（3孔）、新潟四俣刈地区（3孔）

地質：いずれも新第三紀の泥質岩

目的：追加水抜きボーリングの施工効果の持続性を確認する目的で、追加水抜きボーリングを実施。3本のうち1本は、集水効率を上げるため高機能のパイプを用いた。

その後、施工約 10 ヶ月後の目詰まり物質形成状況を経過観察して施工効果の持続性について検証した。平成 23 年 11 月に洗浄、その後平成 24 年 9 月に観察を行った。なお、追加孔は浅層地下水、空気、溶存酸素の流入を防止する目的で孔口側は無孔管とした部分スクリーン孔とした。

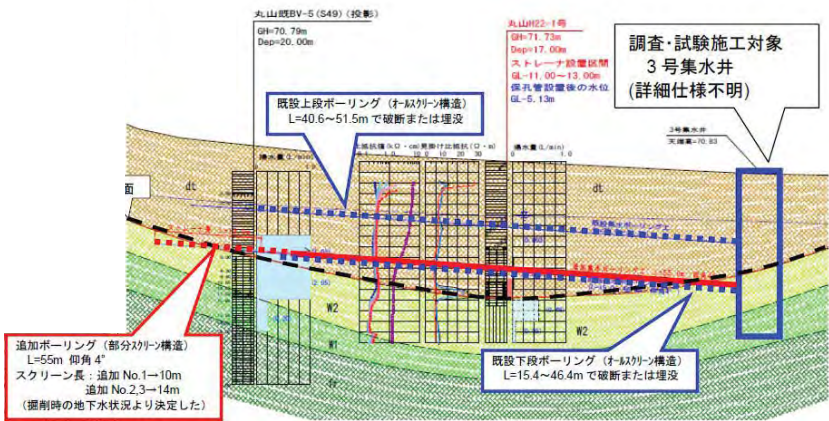


追加ボーリングの考え方と高機能パイプ

3.2 結果

1) 丸山地区

既設ボーリングがほぼすべての孔で赤褐色スケール形成しているのに対し、追加施工は3本すべてでスケールの形成が見られなかった。追加孔はスクリーン構造やアタッチメントの有無によらず赤褐色スケールの形成を抑制できた。孔奥への粘土侵入についてはどの孔も見られ、スクリーン構造の違いによる粘土侵入の抑制効果はない。

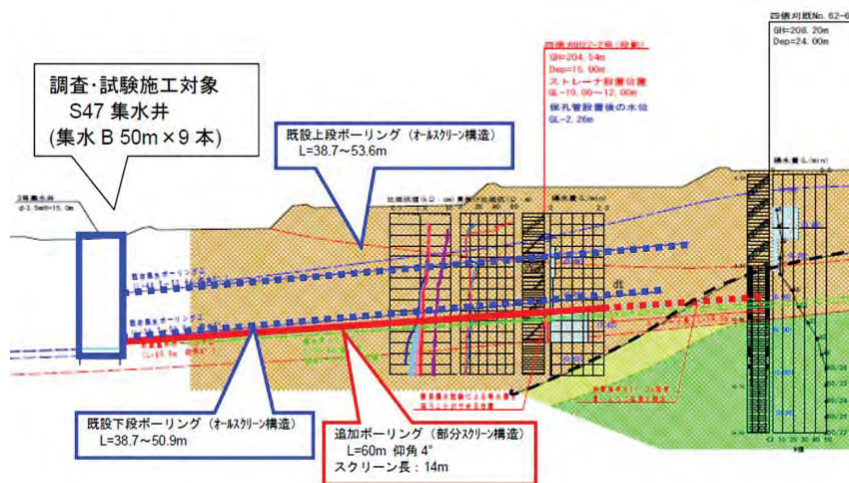


洗浄前 洗浄直後 洗浄後 10 ヶ月 孔奥洗浄直後 孔奥洗浄後 10 ヶ月

	洗浄前	洗浄直後	洗浄後 10 ヶ月	孔奥洗浄直後	孔奥洗浄後 10 ヶ月
丸穴オール					
丸穴部分		-		-	
MTパイプ部分		-		-	

2) 四俵刈地区

追加孔のうち 1 孔でわずかに赤褐色スケールが形成したが、残りの 2 孔ではスケールの形成がみられない。また、通常丸穴と高機能パイプにかかわらず孔奥への粘土の侵入が見られスクリーン構造の違いによる粘土侵入の抑制効果は確認できない。



洗浄前 洗浄後 10 ヶ月 孔奥洗浄後 10 ヶ月

丸穴部分			
MTパイプ部分			
丸穴部分			

3.3 まとめ

部分スクリーンによる追加水抜きボーリング施工は、丸山地区において明瞭に赤色スケール発生抑制効果が確認された。四俵刈地区では一部の孔にのみ効果が確認された。

すべての地点で効果があるわけではないが、赤褐色スケール形成の抑制には有効な工法であるものと考えられる。