

機能回復工事例

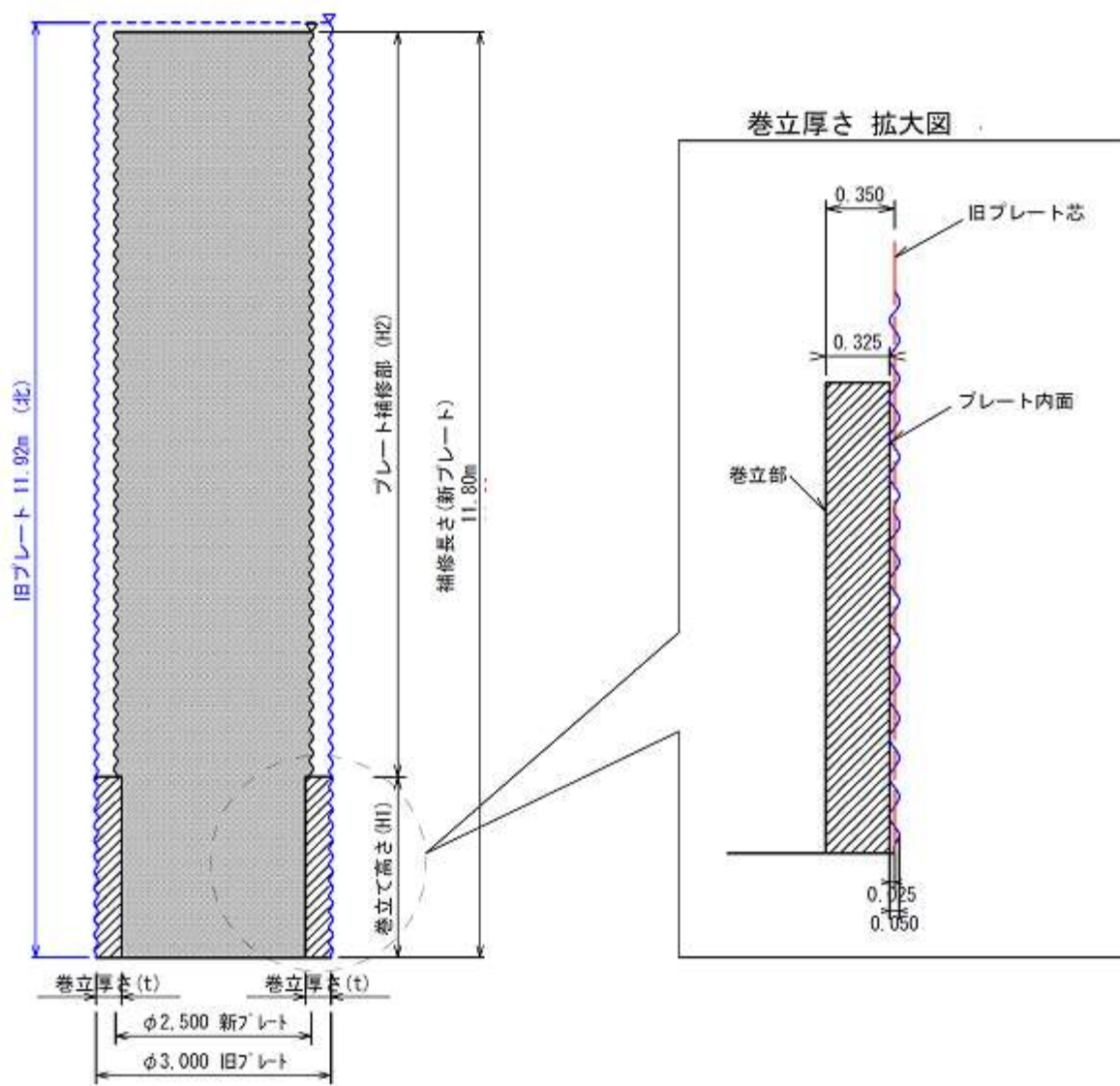
1. ライナープレート集水井老朽化に伴う内巻き補修工事例

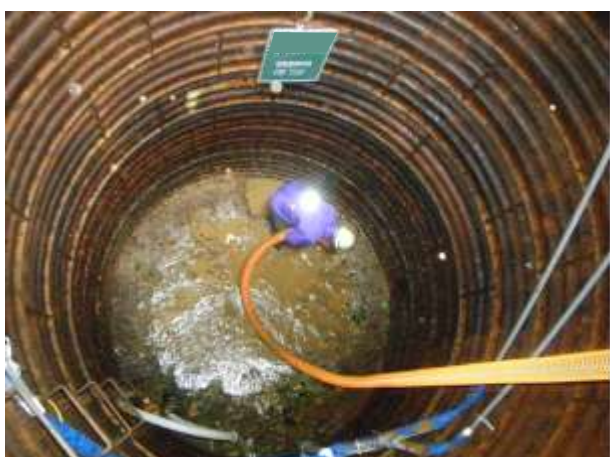
経年劣化で腐食が顕著なライナープレート集水井（ $\phi 3,000$ ）の補修対策として、 $\phi 2,500$ のライナープレートを内巻き施工している。

内巻き用ライナープレートを積み上げるため、底盤コンクリートの巻き立てを行い、その上にライナープレートを乗せ、旧躯体との間を砕石で充填しながら立ち上げていく。

$\phi 2,500$ までであれば集水井内においてボーリングの掘削も可能な大きさであり、追加対策を含めた維持管理が可能である。

なお、この事例の自治体では、既設集水井は補強リング・バーチカルスティフナーを用いず、ライナープレートの部材厚を変える形で設計・施工されているため、内巻き施工において比較的クリアランスを取りやすい状況であるといえる。





汚泥処理



型枠設置



底盤コンクリート設置完了



下部ライナープレート固定



裏込め砕石締固め



パイプ類接続状況



張コンクリート工型枠設置



張コンクリート設置完了



点検梯子設置状況



天蓋設置状況



安全柵取付状況



施工完了

2. 酸性水（温泉水）による腐食対策としての内巻き補修工事例

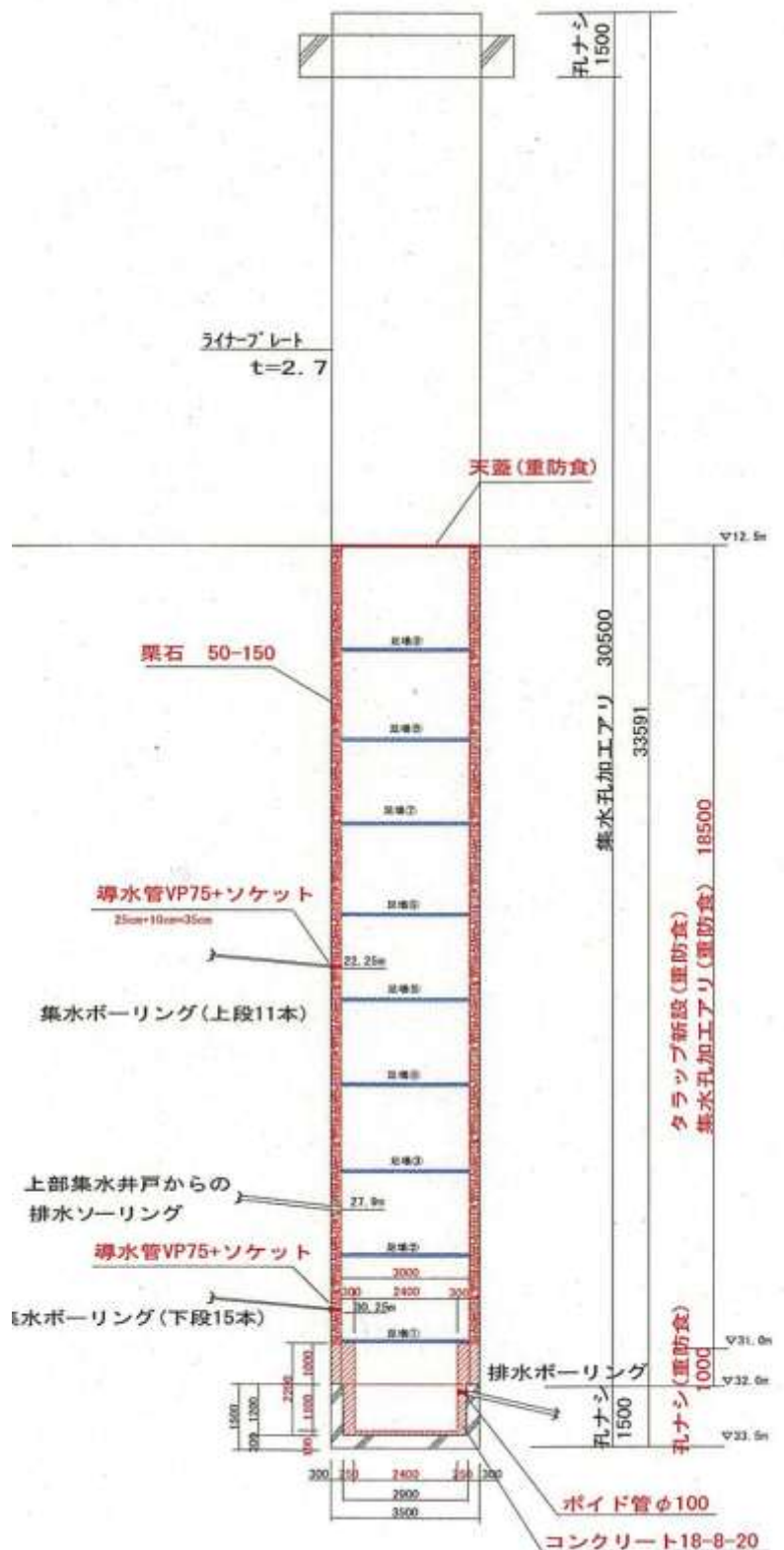
酸性水（温泉水）で腐食が顕著なライナープレート集水井（φ3,500）の補修対策として、φ3,000の重防食加工ライナープレートを内巻き施工している。

重防食加工のライナープレートは、飽和ポリエステル粉体塗装加工品であり、酸性水などによる腐食に対しては強いが、塗装自体非常に傷付きやすいため、施工にあたっては砕石詰めする際にヤシ系マットをあてがい、内巻きプレート自体に傷つかないように注意しながら施工した。

工法比較対象としてコンクリートセグメントも上げられたが、維持補修可能なφ2,500を確保して内巻き施工ができないと判断し、採用案から除外されている。

集水・排水ボーリング管には塩ビ管を用い、耐腐食性を高めている。

この成果については農業農村工学会九州支部講演会（2012）において発表されており、その文献を次ページ以降に示す。



温泉地すべりにおける集水井工の腐食対策について

大分県 中部振興局 農林基盤部 彌田雄太

1.はじめに

本地区は、大分県中部に位置する由布市湯布院町の「湯平温泉街」の上流域に展開する花合野地区の農地 25ha を受益地として、地すべり防止対策事業を実施している。

当地域は、平成 12 年度に地すべり防止区域の指定を受け、同年に花合野第 1 地区として新規採択の承認を得て事業に着手した。これまで、第 1 地区、第 2 地区、第 3 地区と順次事業化を進めてきた。

地すべり防止対策の工法選定には、大別して地すべり活動を促す誘因を軽減もしくは除去することにより、間接的に地すべりを安定させる抑制工と、地すべりに対する抵抗力を付加することで、その安定を図る抑止工とがあり、それぞれの機能に応じ図-1 のように分類されている。

また、地すべり対策工法の選定に当たっては、以下の事項に留意するよう言われている。

- ① 地すべり構造に適合した効果的かつ経済的なものとする。
- ② 基本的には、長期的な安定確保の観点から抑制工中心の工法選定が望ましい。

以上のことから、本地区は抑制工を主体とした地下水排除目的の集水井工を多数計画した。しかしながら、典型的な温泉地帯のため、一部の集水井工(内径 φ3500mm)において、地下水等に起因したと思われる顕著な劣化が確認された。このままでは継続的な対策工効果を発揮し続けることが危ぶまれる状況と判断し、改修工事に向けた調査・分析及び対応方針の検討を行った。

その結果、劣化の原因は一部のゾーンからの強酸性水による「さび」が主原因であることが判明したため、重防食加工した一回り小さなライナープレートを既設のライナープレート集水井工内に設置する方針とした。



図-1 地すべり防止対策工法の種類

2.地すべりの概要

今回、対象の集水井工は、図-2 に示す花合野地すべりの A ブロックのほぼ中央部、A3 すべりに位置している。この A ブロックは A1~7 の 7 つのすべりブロックで構成されており、すべり規模は、長さ 140~280m、幅 60~320m、深さ 15~40m と比較的大規模なこと、背後の山からの地下水供給が豊富なことから、対策工として抑制工である集水井を多く配



図-2 集水井工と温泉街の位置関係

置し、それでもなお地すべり変動が収まらないブロックは、抑止工を配置している。なお、集水井工はライナープレート集水井を採用している。

3.調査、分析手法

(1)火山性ガス測定

集水井内の立ち入りにあたっては、火山性ガスによる人体への影響を考慮して、図-3の様に井戸内のガス測定を行う。

測定する主な火山性ガスは、二酸化硫黄・塩化水素・硫化水素・一酸化炭素・二酸化炭素・メタン・酸素の7種類である。調査方法は、バキュームで集水井内のガスを吸引し、検知管によりガスの種類・濃度を測定する。その結果、ガスが生命の危険となる濃度で検出された場合は、送風機により井戸内のガスの除去作業を行って、再度、検知管により安全性を確認した後に立ち入る。立ち入りにはガス検知器を携行するとともに、安全性を十分確認しながら調査作業を行った。



図-3 火山性ガス測定状況

(2)目視観察

集水井内のタラップを昇降しながら、タラップやライナープレートの老朽化状況を観察する。観察のポイントは、老朽化や腐食等、ここでは主に「さび」の分布範囲と腐食進度の状況を観測しながら写真に記録する。

(3)水質分析

集水井工の老朽化の原因とその対策検討のために、目視観察の際に集水井工内で湧水を採取し、その水質測定を行った。水質測定の内容は、水温・pH・電気伝導度の項目である。また、その内、老朽化に密接に関係のある湧水については採水後、室内にてイオン分析を行い、詳細な原因究明に役立てた。現地での測定には、電気伝導度計(CM-11Pモデル)を使用した。

(また、室内でのイオン分析はJIS K 0101-1998「工業用水試験方法」の分析方法を採用した。)

4.調査、分析結果

(1)火山性ガス測定

表-1に火山性ガスの測定結果を示す。測定当初は集水井内の二酸化炭素濃度が5000ppm以上、酸素濃度が17%であったので、安全を確保するため送風機による送風と吸引を行い、最終的に二酸化炭素濃度が500ppm、酸素濃度は21.2%となり、坑内に入るための安全性が確保されたので、その後集水井内の調査を行った。

表-1 火山性ガス測定結果一覧表

検知器具	項目	測定範囲	測定結果		
			測定時間	10:25	11:30
検知管 (50cm)	二酸化硫黄	0.5-60	ND	ND	ND
	塩化水素	0.2-76	ND	ND	ND
	硫化水素	1-40	ND	ND	ND
	一酸化炭素	5-50	ND	ND	ND
	二酸化炭素	300-5000	>5000	2100	500
有毒ガス検知器 (%)	メタン	0-100%LEL	ND	ND	ND
	酸素	0.0-25.0	17.7	20.7	21.2
備考			酸素濃度が低く、二酸化炭素濃度が高いため、送風機による換気を開始した。		酸素濃度及び二酸化炭素濃度が安全域になったため、集水井への立ち入りを開始した。

※有毒ガス検知器:GX-111型(誘導型) (理研計器社製)

(2)目視観察

図-4に目視観察結果図を示す。これによると、0~13m間は腐食なし、13~19m間は褐色「さび」が弱く発生している。19~29m間は褐~黒色に著しく「さび」しており、図-5のように一部ライナープレートが溶け出している。特に、22~29mが著しい。29~32m間の溶け出しはないが、「さび」が著しい。

地下水位は、対策前は14m付近であったが、対策後は28m付近まで低下している。

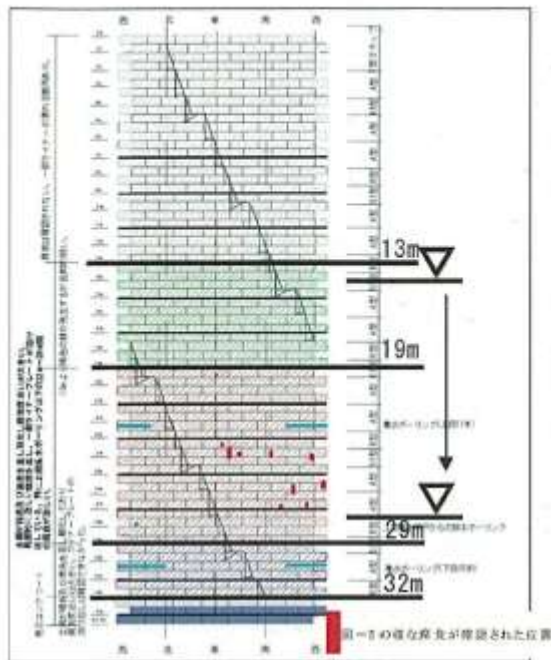


図-4 目視観察結果図

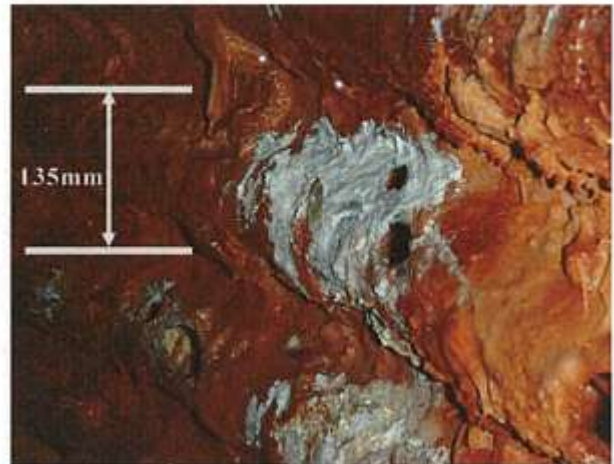


図-5 腐食状況

(3) 水質分析

表-2 に現地での水質分析値を示す。これによると、「さび」の原因と考えられる pH に関して、集水井工内 30m 付近の落水では pH6.3 で中性程度を示したが、25～27m 付近の「さび」が著しい箇所の局所的な湧水は pH3.7～3.8 と強酸性を示した。この局所的な強酸性湧水のイオン分析の結果、非常に硫酸イオンが多いことが判明した。

表-2 現地での水質分析結果一覧

採水場所	採水時間	気温 (°C)	水温 (°C)	pH (水素イオン指数)	EC [電気伝導度: mS/m]
湧水① 30m付近の落水を主体に採水	13:11	30.0	24.8	6.3	29.1
湧水② 27m付近のさびが著しい箇所より採水	13:30	31.2	19.8	3.7	20.1
湧水③ 25m付近のさびが著しい箇所より採水	14:11	29.8	21.0	3.8	19.4

5.まとめ

今回の調査、分析の結果をまとめると以下となる。

- ・施工完了時から4年程度の経過の割に腐食の進行が早い。
- ・水質試験の結果 pH3 と強酸性を示しており、現在腐食が弱い箇所も今後腐食の進行が考えられる。
- ・13m～19m 間北面は「さび」がやや強い。今後進行することが懸念される。

次に、対策工の検討に際して留意すべき事項は以下である。

- ・集水ボーリング及び排水ボーリングの機能を確保する。
- ・将来的な維持管理を容易にする。


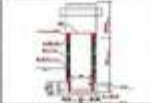
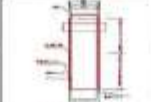


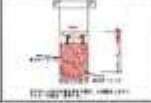
- ・維持管理時の安全性を確保できるように内径 φ3000mm を確保する。
- ・施設の延命化・ライフサイクルコストの低減が図られる。
- ・施工時の安全が確保される。

また、対象の集水井工の特徴を考慮した施工・維持管理上の留意点は以下である。

- ・当集水井工は、上下の集水井工と連結されており、当井戸の機能を確保できない場合は上下集水井工への影響も懸念される。そのため対策工施工中及び維持管理においては、集排水ボーリングの機能を確保出来る工法でなくてはならない。
- ・将来的に集排水ボーリングの再削孔が必要な場合に備え、機械設置可能径である、φ3000mm を確保する必要がある。
- ・pH3 を示す強酸性化に耐える防食処置が必要である。

以上を考慮した結果、表-3 に示すとおり、今後の維持管理時の安全性、集排水ボーリングの機能確保、将来的な施工可能な構造を考慮した結果、ライナープレート内部設置(重防食)が最も適していると判断し、対策工を決定した。なお、施工時には、重防食塗装が傷つかないように既設井戸と新設井戸の間に、傷防止のマットを巻き込みながら栗石を投入していった。

表-3 対策工法比較一覧表

工法	工法の概要	利点	欠点	当現場での利点	評価
1 ライナープレート 部分取 替(重防食)	 部分的な腐食箇所を除去して新たにライナープレート(重防食)を設置する。	部分的な腐食のためコストが最小で可 能。腐食物が取り除かれ、今まで通り機能 が維持できる。	腐食性の強い液体では施工不可 。継ぎ目がない状態で足組設置が可 能。	pH3 以下、重防食が必要であり、腐食の 発生に対応することが困難。	×
2 ライナープレート 内部設置 (重防食)	 既設集水井戸内に一回り小さい ライナープレート(重防食)を設 置する。施工実績あり。	集水井戸の破損が抑えられ、 クラックの発生が可能なため維持管理が容 易。腐食物が少ない。 内径φ2000以上で将来的に再削孔は可能。	鋼板上に耐腐食材料が塗布。 鋼板の防食加工が必要。 腐食と耐腐食塗料層で防止ができる。 鋼板によっては維持管理がやや困難となる。	施工が容易である。 集水井戸は保持される。 鋼板を上から設置する方法で既設後の内径 はφ3000が確保できる。	○
3 既設セグメント 内蔵設置	 既設集水井戸内に一回り小さい 既設セグメント(集水井戸)を設置 する。施工実績あり。(新設入込 部すべり)	既設井戸での施工実績あり。 腐食作業が簡単で、自立施工は極めて容易 な。腐食物が少ない。 内径φ2000以上で将来的に再削孔は可能。	鋼板上に耐腐食材料が塗布。 鋼板の防食加工が必要。 腐食と耐腐食塗料層で防止ができる。 鋼板によっては維持管理がやや困難となる。 高度な施工精度が必要。	内径φ3000(深さ150mm)が鋼板となり、当 現場では設置が困難。 既設集水井戸の径が異なるためセグ メントの長さφ2200、深さは150mmとなり、施工 困難。	×
4 栗石投入	 井戸内に栗石・栗石を投入す る。	コストが安い。 工期が短い。 施工が容易。腐食が継続に進行している場 合の対策として有効。	維持管理ができない。特に冬期間にむたり スケーラの設置や注ぎ込みにより集水井 戸が破損しない場合、栗石や栗石が腐食し ず水位が上がると腐食が進行する。	集水井戸が連結されているが、自落まり等 により他の集水井戸への影響も懸念され る。腐食の発生により井戸の機能が考えら れる。	×
5 コンクリート積 置	 φ1000程度の入孔を利用してコン クリートで埋める。対立部 あり(既設新設地すべり(深さ 2m)、新設新設地すべり(深さ 2m))	コストが安い。 コンクリートの注アメリで強固に封鎖 できる。	維持管理が困難。 鋼板を集水井戸内に投入は不可 能。自立コンクリートが積りに少なくなるた め、地下水・雨水が多い地域では不向き。 将来的に再削孔は困難。 腐食防止は長期維持となり必要施工。	当井戸は地下水が多いが、集水井戸などの集 水井戸が壊れた状態である。 集水井戸が連結されているが、集水井戸が 多く他の集水井戸への影響も懸念される。 再削孔は困難。	×
6 ライナープレート 設置投入 (重防食)	 既設井戸と新設井戸の間に、重防食 鋼板を設置し、鋼板と鋼板の間に マットを設置し、新設ライナー(重防食)を 設置する。長時間で高圧水噴射あり。	腐食性が確保されるため、今後の維持管理 は容易である。 自立コンクリート製の設置が確保される。 将来的に再削孔は可能。	土砂堆積後の集排水ボーリングの機能確保 が困難。 防食に防食加工が必要。 既設プレート取替時の水等腐食が懸念され る。 土砂堆積が必要。 腐食物が施工より多い。	施工時に集排水ボーリングの機能確保が可 能であれば有利である。 鋼板と鋼板の間にマットを設置し、 腐食防止が70%が可能である。	○

6.あとなぎ

今回実施した温泉地すべりにおける集水井工の腐食対策に関する調査、分析及び対策工は、既設の集水井工やその他地すべり対策工の維持管理に対し、その効果の継続的な発現を促す意味あるものとなった。また、今後、対策工を計画する場合においても有効な一事例となったと確信する。

協力者

九州特殊土木(株) 朝井裕二 氏
(株)ジオテック技術士事務所 香月裕宣 氏、火山憲司 氏