

3 集水井工の機能回復工事例

※「地すべり防止施設の機能保全の手引き～抑制工編～(平成 25 年 6 月)」の巻末資料より採録したものである。

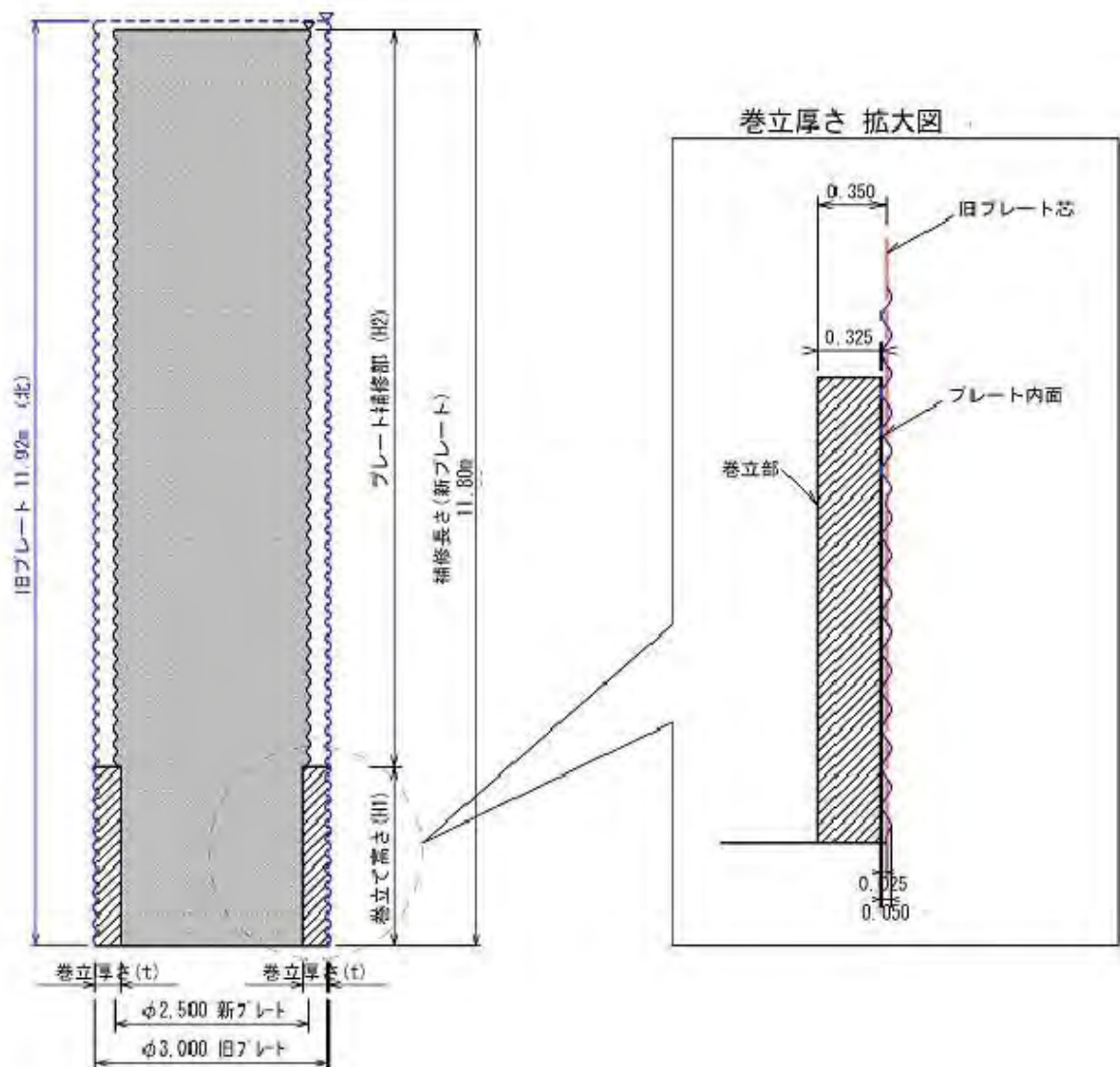
1. ライナープレート集水井老朽化に伴う内巻き補修工事例

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、旧躯体との間を碎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。

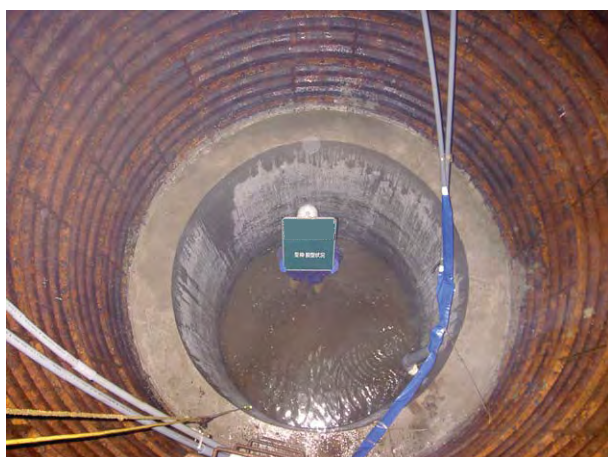




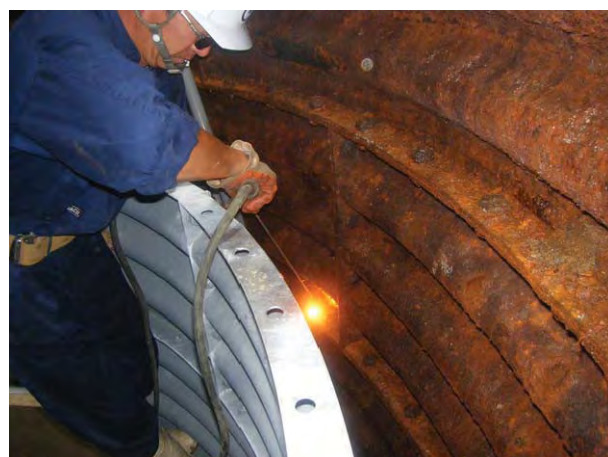
汚泥処理



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



裏込め碎石締め



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

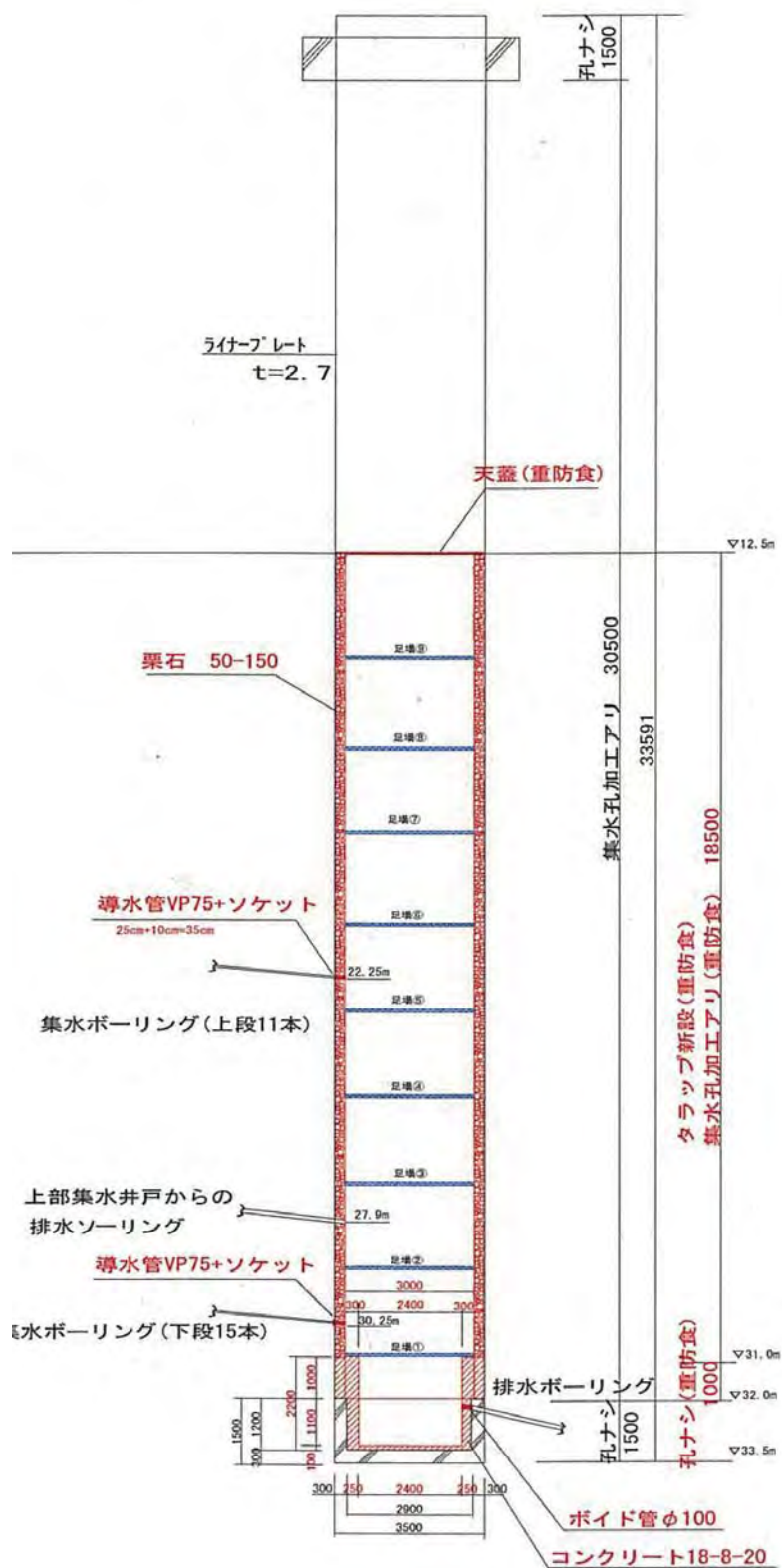
酸性水（温泉水）で腐食が顕著なライナープレート集水井（φ3,500）の補修対策として、φ3,000 の重防食加工ライナープレートを内巻き施工している。

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、施工にあたっては碎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が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2,500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に言われている。

- 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 $\phi 3500\text{mm}$)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帯するとともに、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捗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

使用器具	項目	測定範囲	測定結果		
			10:25	11:33	12:25
検知管 (ppm)	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
有害ガス検知器 (%)	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値に合ったため、集水井内への進入を開始した。		

※有害ガス検知器:GX-111型(防爆型) (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」でおり、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。

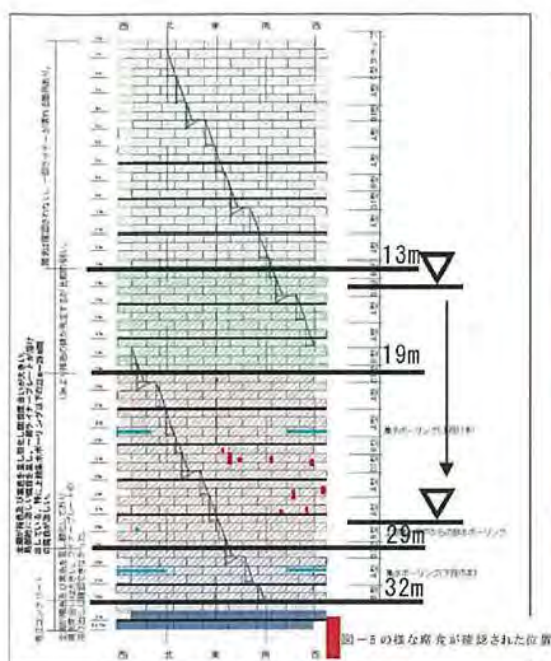


図-4 目視観察結果図

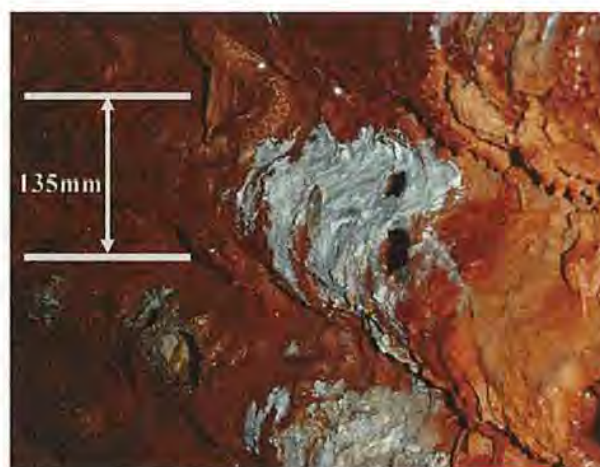


図-5 腐食状況

(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 (℃)	水温 (℃)	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	19.9	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。

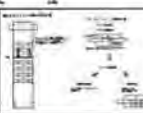
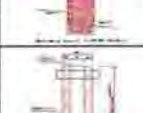
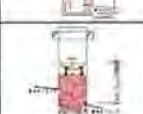
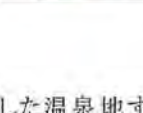
- ・維持管理時の安全性を確保できるように内径 φ3000mm を確保する。
- ・施設の延命化・ライフサイクルコストの低減が図られる。
- ・施工時の安全が確保される。

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	当現場での対応	評価
1 ライナープレート 部分改修 (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。	部分的な改修のためコストが最小で可能。 集排水機能が最小限となる。今まで通りの機能が維持できる。	右建柱の高い積山では施工不可。 継ぎ目がない状態で設置が困難。	19m以上、全面改修が必要であり、積山の傾斜性に対応することが困難。	×
2 ライナープレート 内厚設置 (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。	集排水機能の低下が抑えられる。 タップの設置が可能なが維持管理が容易。 集排水機能が最小限となる。今まで通りの機能が維持できる。 内径3000以上で将来的に再削孔は可能。	新たに重防食材料費が必要。 特殊な防食加工が必要。 既設と新設設置位置で差がでる。 段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。 集排水機能は確保される。 段は色立上に設置する方法で継ぎ目の内径はφ3000が確保できる。	○
3 PCセグメント (縦立集水井戸) 内厚設置	 既設集水井戸内に一回り小さいPCセグメント(集水井戸)を設置する。施工実績あり。(積山を越えず)。	短時間での施工実績あり。 集排水機能が最小限となる。今まで通りの機能が維持できる。 内径2500以上で将来的に再削孔は可能。	新たに重防食材料費が必要。 特殊な防食加工が必要。 既設と新設設置位置で差がでる。 段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(高さ150mm)が最小径となり、当現場では設置が困難。 既設井戸内径径リング部でφ275、セグメント径φ3350、高さ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。 地盤が固結。結核が結核に溶け込んでいる場合の対策として有効。	維持管理ができない。特に長期にわたりスケーラーの作業や目詰まり等により集排水機能が低下しない場合、雨水や集水が滞りやすくなる。雨水が上がる危険がある。腐食が進行する。	集水井戸が連結されているため、目詰まり等により他の集水井戸への影響も懸念される。腐食の進行により井戸の破損が考えられる。	×
5 コンクリート積込	 φ1000程度の入孔を掘ってコンクリートで埋め戻す。施工実績あり(温泉地すべり対策)。	コストが安い。 コンクリートの強アルカリで腐蝕に抵抗できる。	維持管理が困難。 地下水の集水井戸内に流入は不可。 砂立コンクリート部分が結核に付着する。将来的に再削孔は困難。 異種地盤は腐蝕性となり危険性大。	当井戸は地下水が多いが、集水井戸などの集水機能が低下するため不利である。 集水井戸が連結されているため、集水量が多くなる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 設置替え (重防食)	 既設井戸を土砂で埋め、再度掘削しながら既設ライナーを撤去。新設ライナー(重防食)を設置する。長崎県で実績多数あり。	同形状が確保されるため、今後の維持管理は容易である。 砂立コンクリート部の腐食が確保される。 将来的に再削孔は可能。	土砂埋め後の集排水ボーリングの機能確保が困難。 特殊な防食加工が必要。 既設プレート支持時の土砂崩壊が懸念される。 土砂埋めが必要。 異種地盤が施工より多い。	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。 砂土材に透水性の高い玉石・栗石を埋め、改修後はφ3000が確保できる。	○

6.あとかき

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

3. 同位置同径再掘削工事事例

都建設HP:<http://www.miyakokensetsu.jp/blog/?p=61> より転載

用地上の制約から、同一位置で集水井の再掘削工事を実施した事例。

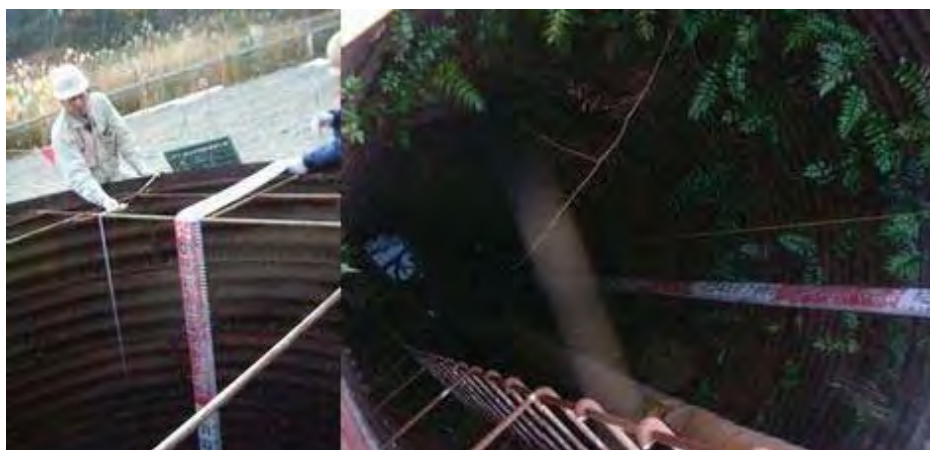
峠・清水谷集水井設置・補修工事（第 2 回）

現 場 名	峠・清水谷集水井設置・補修工事
発注機関	近畿地方整備局 大和川工事事務所
主体業者	日特建設 株式会社
工事場所	大阪府柏原市峠地区
工事期間	平成 19 年 11 月 26 日～
工事概要	集水井（井戸築造）φ3,500 3 本 「深礎工法」 No.16号集水井 L=21.0m（既設集水井の補修工） No.54号集水井 L=36.0m No.56号集水井 L=16.0m 総計 73.0m 螺旋階段設置工 静水槽側壁コンクリート工

当作業所は平成 20 年 3 月 31 日の竣工検査を無事終え、集水井の掘削工事も無事故で工事を完了できました。当作業所の工事内容としては地すべり防止用の集水井の新設と、老朽化した既設集水井の補修工事でした。今回は当社でもあまり施工例の少ない、既設ライナープレートの補修工事の手順をお伝えしたいと思います。

「施工状況」

既設集水井の老朽化したライナープレートです。地表面付近はライナープレートの水抜き孔から草木が茂っておりまして、昇降設備も錆が回っているため、集水井底部には入坑できないのでそのまま天端まで土砂で埋め戻します。



埋め戻し完了後、新設の ライナープレートの 吊りコンクリート打設完了状況です。



地すべりが発生するような軟弱地盤での施工となるので、鋼材等にて落下防護を施します。坑内入坑用のエレベーターや、掘削用のクレーンを配置し本作業に入ります。



新設の集水井（ライナープレート）掘削と同時に、既設集水井の撤去作業です。1ステップ（1.0m）毎に既設ライナープレートを撤去し、新たなライナープレート（メッキ加工）を設置します。

掘削作業：13m付近

掘削完了：21.0m



現場代理人：鶴丸からのコメント

集水井のライナープレートの設置替えということで、当社としても大変珍しい施工を経験することができました。着手前から既設ライナープレートの撤去方法について色々と検討を重ねる工事を進めてきましたが、軟弱地盤上での作業ということもあり、坑壁の崩壊・雨天時の工事車両進入不能など施工も困難を極めました。

工事完了までの4ヶ月間怪我一つ無く、工期内に工事を完了することができたのも、当作業所に従事された方々の努力の賜物だと思っています。この場をお借りし厚くお礼申し上げます。又、今後も新たなものに対し前向きにチャレンジしていきたいと思います。

平成 20 年 4 月 12 日

株式会社都建設 深礎工事部

鶴丸知之