

地すべり対策事業 事後評価

とよまき
豊牧地区直轄地すべり対策事業

令和2年3月19日
国土交通省 東北地方整備局

1. 事業の目的と概要

1. 事業の目的と保全対象

豊牧地区の地質構造は河川に向かう流れ盤となっており、地下水位の上昇と共に不安定化し、古くから連続的な移動が生じている。さらに、隣接する複数の地すべりブロックが重なりあう形態を呈しており、ひとたび地すべりが動き出すと他のブロックも連動して滑動する可能性が高い。地すべりブロックが河道を閉塞して天然ダムを形成し、決壊すると下流域に甚大な洪水被害をもたらす可能性がある。

豊牧地区における地すべり被害と地すべりに伴う下流域の洪水被害を防止するため、豊牧地すべり防止区域内で集水井や排水トンネルによる地すべり対策事業を実施した。

〔主な保全対象〕

豊牧地区や下流氾濫区域内の人家(約250戸)、田畑(約470ha)重要交通網(国道458号、県道30号、県道330号) 等

2. 豊牧地区地すべり対策事業の概要

【事業箇所】

山形県最上郡大蔵村大字南山

【地すべり防止区域指定面積】

593.6ha

【主な地すべり対策工】

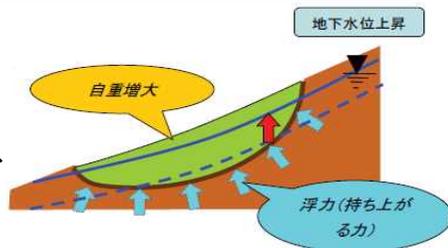
セミウエル:12基、集水井工:77基、横ボーリング工:15,340m、排水トンネル工:2,189m、水路工39,091m等

【期 間】 昭和37年度～平成26年度

【事業費】 188億円

地すべりのメカニズム

地すべりとは、地中の粘土などのすべりやすい地層に雨水がしみこんで地下水がたまり、そこから上の地面の一部あるいは全部が、ゆっくりと移動するものです。



3. 位置図

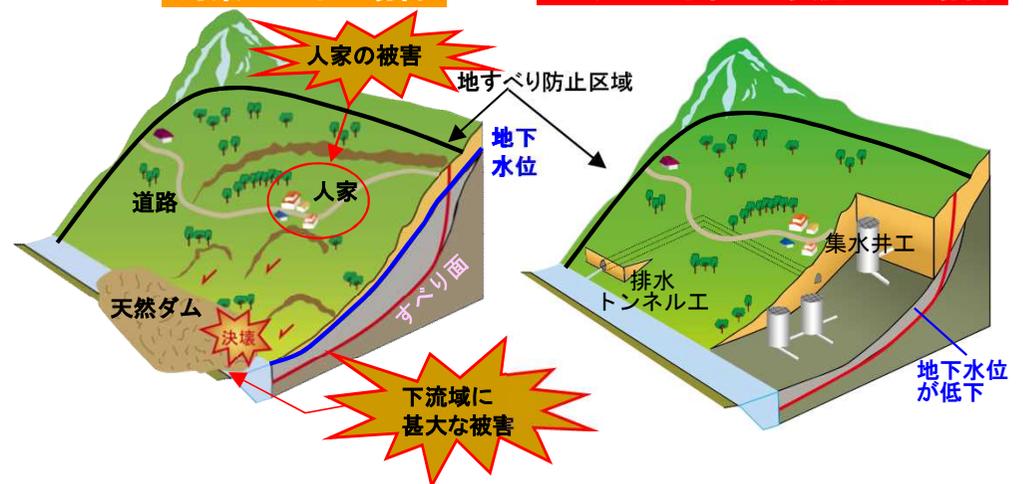


4. 地すべり対策工の概要図

地すべりの誘因となる地下水位を低下させるため、集水井工などによる抑制工を主体として、地すべりの安定化を図る。

対策工がない場合

地すべり対策工が実施された場合



2. 費用対効果分析の算定基礎となった要因の変化(過去の災害実績)

◆ 豊牧地区地すべりは、古くから活発な地すべり活動歴があり、宅地や耕地、県道等に段差や亀裂が生じる、河道閉塞を起こすなど地すべり災害による大きな被害を受けてきた。平成17年以降、大きな災害は発生していない。



昭和45年:横道沢の河道を一時閉塞



昭和54年:滑落崖及び亀裂の発生 昭和55年:多数の亀裂、崩壊発生



平成16年:横道沢で地すべり発生。崩壊土砂の一部が川の流れを阻害した



平成17年:赤松川本川沿いで地すべり発生

豊牧地区地すべりにおける過去の主な地すべり災害

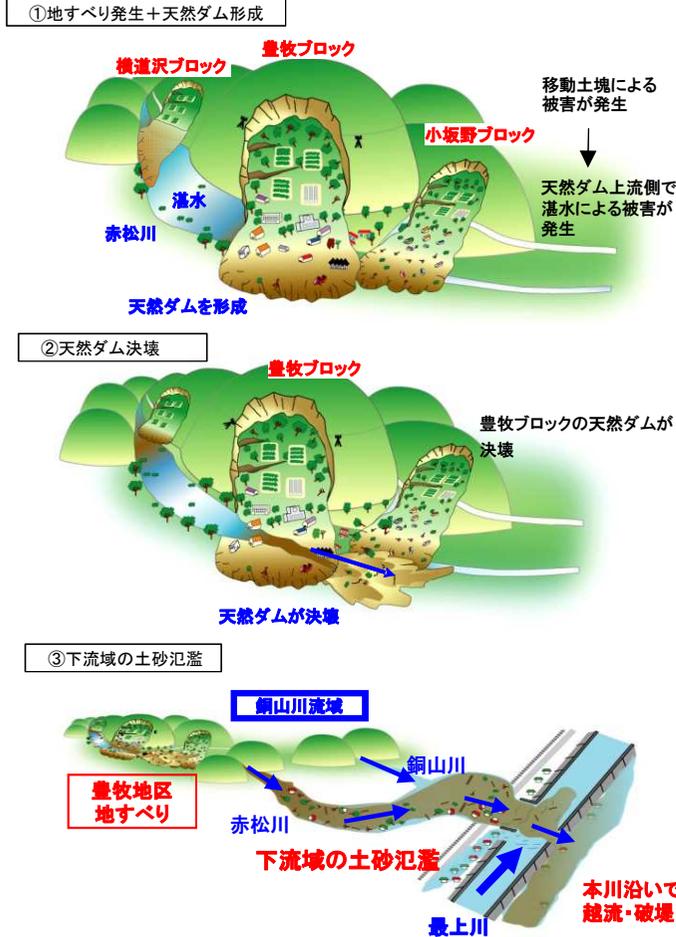
発生年	ブロック名	被害状況
享保9年	とよまき 豊牧	水路が1km陥没。
天保年代	こさかの 小坂野	最大幅350m、最大長1,000mに及ぶ。
明治13年	豊牧	地すべり発生。
明治40年	豊牧	地すべり発生。
大正3年	ひらばやし 平林	5月:中野付近、赤松川に地すべり。田約6ha、原野2ha
大正11年	小坂野	水田8ha
大正12年	豊牧	4月:面積約130ha、うち耕地36ha、家屋65棟が横道沢に移動し8戸移転。地すべり発生前4~5年前から、毎年融雪後所々に亀裂が生じていた。
昭和34年	豊牧	4月:急激な崩壊性移動の2つの形で地すべり現象が生じている。幅280m、長さ750m
	小坂野	風化岩すべり 幅200m、長さ300m。
昭和45年	豊牧	5月:豊牧ブロックの横道沢沿いで、幅100m、長さ100m、土量4万~5万m ³ の地すべりが発生した。地すべり末端の一部が横道沢に流出、河道を一時閉塞し、下流への土砂流出が懸念された。
昭和49年	ぬまたい 沼の台	4月:幅約25m、長さ300mに亀裂が発生し、道路や山林に最大落差1mの地すべり崖形成。
昭和51年	小坂野	8月6日の豪雨により、末端で地すべり発生、表面排水路破損。
昭和54年	ひらばやしやま 平林山	春:平林山ブロックの末端域で地すべりが発生した。地すべり頭部では滑落崖や引っ張り亀裂が発生し畑地が被災した。また、集水井の排水管が切断され、表面排水路も破損した。
昭和55年	平林	平林ブロックにおいて多数亀裂が発生したほか、斜面の押し出しや崩壊が発生した。また、林道の一部が隆起し、旧滑落崖に連続する亀裂が発生するなど顕著な地すべりが確認された。
昭和62年	小坂野	小坂野ブロックにおいて、8月28日の豪雨により、幅26m、長さ50m、崩壊土量約4,000m ³ の地すべりが発生し、スギ林や水田等が被災した。
平成15年	豊牧	地すべり資料館周辺及び排水トンネル入口部の側溝・道路の亀裂や段差が顕著になった。変状は以前より見られたが、急激に大きくなったのは当年の春である。
平成16年	横道沢	横道沢ブロックで面積約7km ² の地すべりが発生し、崩壊土砂量の一部が横道沢に流出し、河道を閉塞し、下流への土砂流出が懸念された。
平成17年	平林	6月:平林ブロック上流の鳥野森地区において、幅180m、長さ80mの地すべりが発生し、約28万m ³ の崩壊土砂が河道に供給された。地すべり中腹部に幾筋もの亀裂が走っており、地すべりの拡大が懸念され、下流には家屋が3戸あるため、緊急的に地すべり伸縮計を設置し、24時間体制で観測を行うとともに、土石流センサーを設置して警戒避難体制を強化した。

■ 主な災害

3. 事業効果の発現状況(地すべり被害の防止)

◆ 地すべりによる土砂移動を抑制し、豊牧地すべり防止区域及び地すべりに伴う土砂流出から下流域における氾濫被害を防止している。

天然ダム形成と決壊のイメージ



- 1) 地すべり防止区域の被害
地すべり地内の人的被害、人家の倒壊や埋没、田畑の表土流出などが発生。
- 2) 下流氾濫被害
地すべりの活動により、土塊が赤松川を閉塞して天然ダムが形成。これが決壊すれば下流域で甚大な氾濫被害。
- 3) 交通途絶や公共施設の機能の停止
交通網の途絶による物流被害の発生 等。



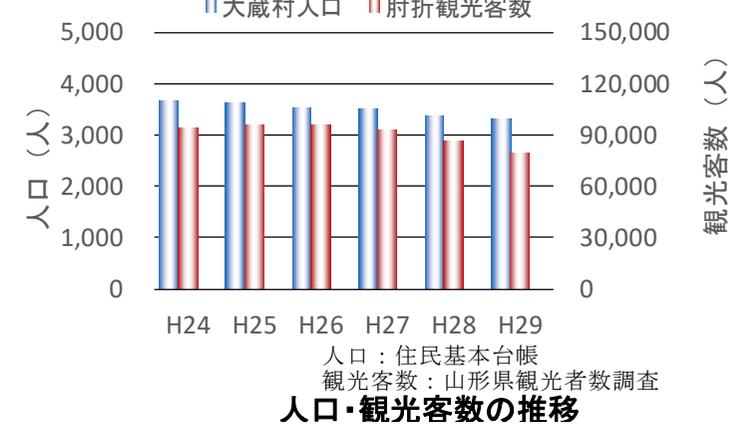
1)地すべり防止区域内の被害	家屋被害(約50戸) 田畑の被害(約120ha)
2)下流氾濫被害	氾濫面積(約764ha) 家屋被害(約200戸) 田畑の被害(約350ha)
3)交通途絶被害	国道458号、県道330号、 県道30号

主要道路の交通量

	24時間自動車類交通量合計(台)		
	国道458号	県道330号	県道30号
H27調査	2,945	1,050	1,470
H22調査	2,887	1,192	1,932

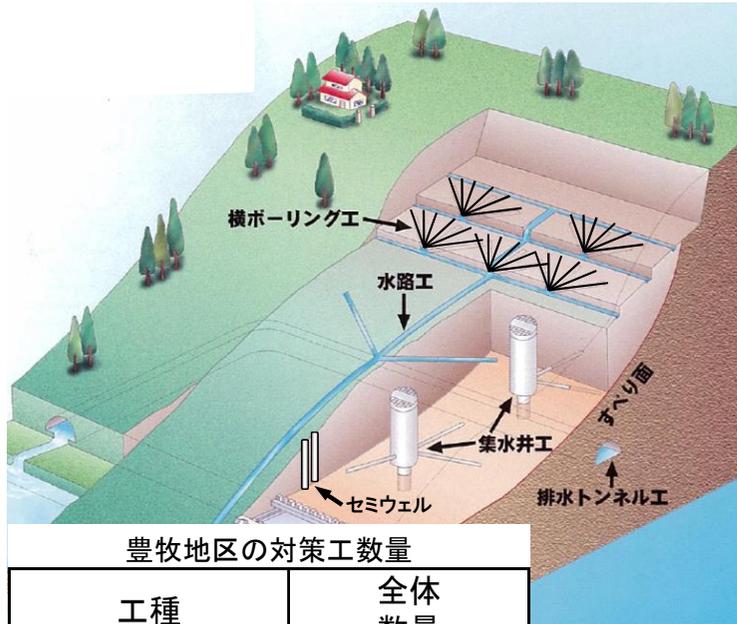
※R458:道路交通センサス(福寿野熊高線~片倉塩線)より
 ※県道330:道路交通センサス(大石田畑線~R458)より
 ※県道30:道路交通センサス(大石田畑線~福寿野熊高線)より

災害発生時の影響イメージ



3. 事業効果の発現状況(地すべり対策工の整備状況)

◆ 豊牧地区地すべりでは、セミウエル・集水井工・排水トンネル工・横ボーリング工・水路工等による地下水排除による抑制工を実施した。



豊牧地区の対策工数量

工種	全体数量
セミウエル	12 基
集水井工	77 基
横ボーリング工	15,340 m
排水トンネル工	2,189 m
水路工	39,091 m

◆セミウエル

<目的>
すべり面付近の地下水を揚水する施設。
<効果>
すべり面に働く間隙水圧の低減や地すべり土塊の含水比を低下させ、地すべりを安定化させる。



セミウエル

◆集水井工

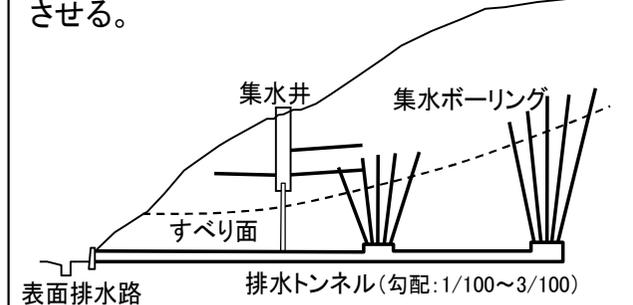
<目的>
すべり面付近の地下水を排除するための施設。
<効果>
すべり面に働く間隙水圧の低減や地すべり土塊の含水比を低下させ、地すべりを安定化させる。



集水井工

◆排水トンネル工

<目的>
深層地下水を排除するための施設。地すべりの移動層厚が大きく、集水井工や横ボーリング工では効果が得難い場合に用いる。
<効果>
すべり面に働く間隙水圧の低減や地すべり土塊の含水比を低下させ、地すべりを安定化させる。



横道沢排水トンネル

◆横ボーリング工

<目的>
水平やや上向きに削孔したボーリング孔にストレーナ加工した保孔管を挿入し、それによって地下水を排除するための施設。
<効果>
すべり面に働く間隙水圧の低減や地すべり土塊の含水比を低下させ、地すべりを安定化させる。



横ボーリング工

◆水路工

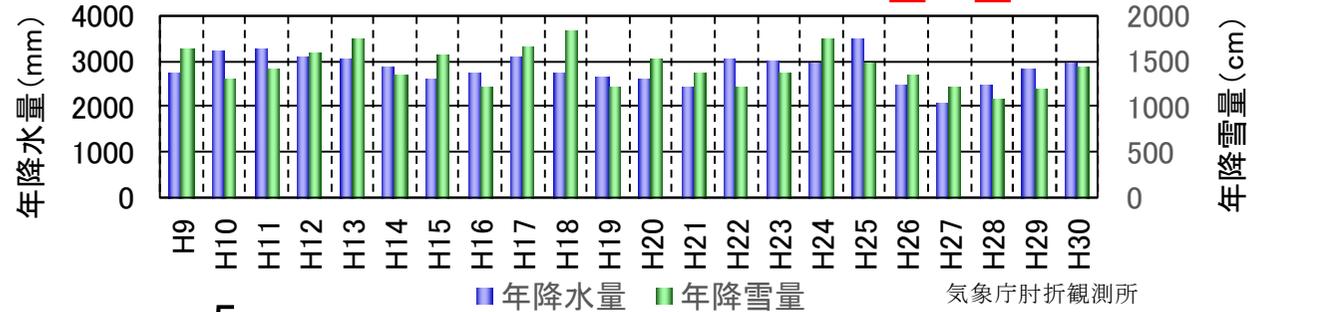
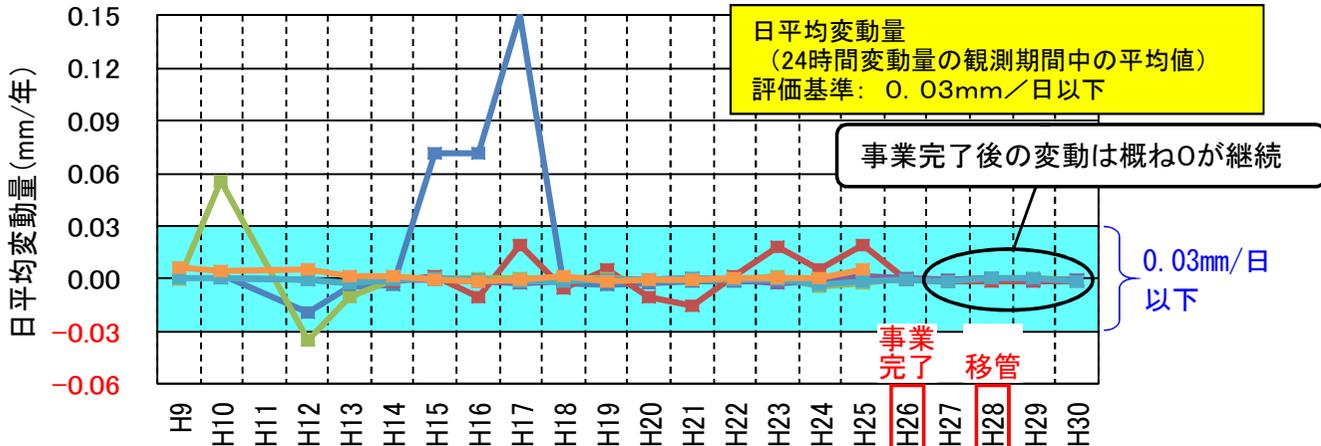
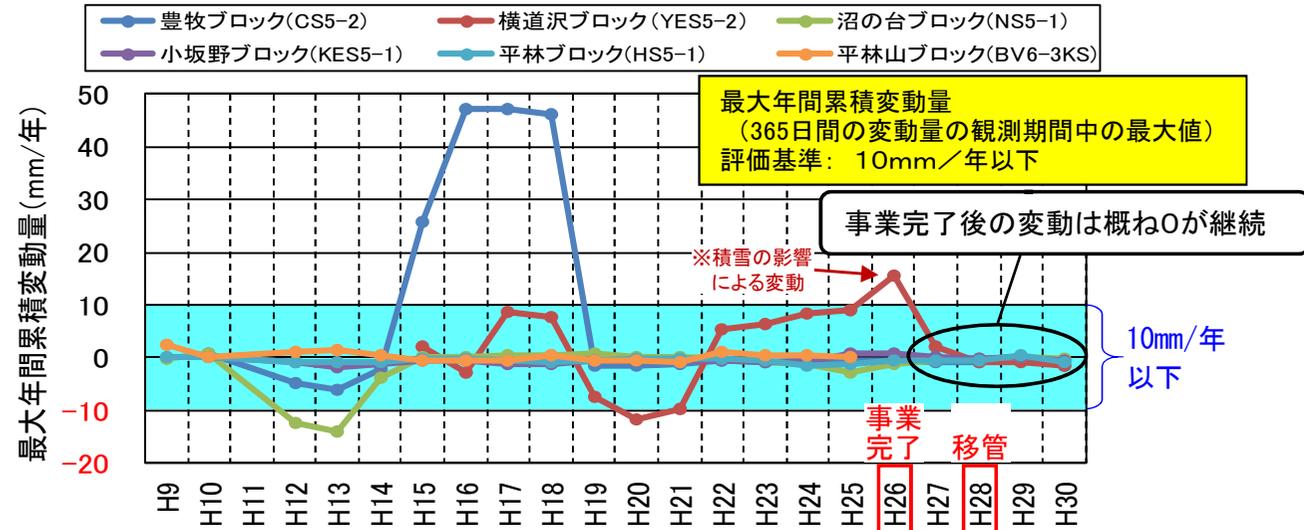
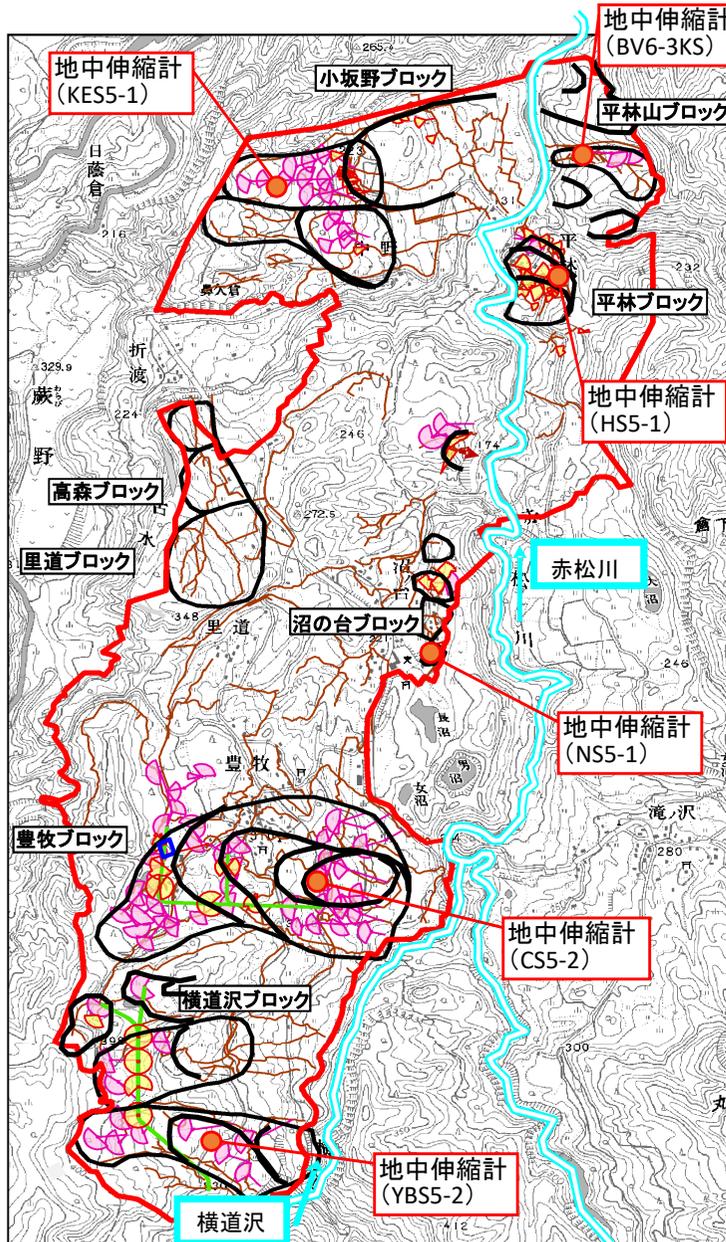
<目的>
地すべり土塊や亀裂への雨水浸透を防止するため、地表を流れる水を地すべりの外へ排水する施設。
<効果>
斜面からの地表水の集水と共に凹部に集まる水の再浸透を防止する。



水路工

3. 事業効果の発現状況(変動量の減少)

- ◆ 地中伸縮計による観測で、事業実施中の平成16～18年は年間最大47mm、日平均0.15mm程度の変動があった。
- ◆ 平成26年の事業完了後変動量はほぼ0が継続し、事業完了の評価基準内に収まっている。



3. 事業効果の発現状況(事業の完了判定、環境の変化)

○事業の完了判定

- ◆ 豊牧地区直轄地すべり対策事業は、「地すべり防止工事基本計画」に基づいて整備を行い、地下水位や地盤の挙動等のモニタリングにより、所定の効果(地下水位の低下、地盤伸縮計の変動幅の収縮等)の発揮が確認されたため整備を完了した。
- ◆ 専門家からなる検討委員会を設立し、委員会の意見を踏まえて対策工の立案・効果判定を行った。

■豊牧地すべり検討委員会の経緯

年度	委員会名	概要
昭和 51 年度	豊牧地すべり委員会・幹事会(3回開催)	・対策工事に伴う影響の事前予測調査計画の検討
昭和 54 年度	豊牧黒淵地すべり調査対策工検討委員会(2回開催)	・豊牧地すべりの対策方針、調査方針の検討
昭和 56 年度	豊牧・黒淵地すべり調査対策工検討委員会(2回開催)	
昭和 61 年度	豊牧地すべり対策検討委員会(2回開催)	・今後の工事計画検討
平成 5 年度	豊牧・黒淵地すべり解析検討委員会(3回開催)	・地すべり機構解析と対策方針検討 ・横道沢排水トンネル計画の検討
平成 6 年度	豊牧地すべり解析検討委員会(3回開催)	
平成 7 年度	黒淵地区ほか地すべり解析検討委員会(3回開催)	・対策工の効果評価、観測体制の検討
平成 8 年度	豊牧ほか地すべり解析検討委員会(3回開催)	
平成 16 年度	肘折カルデラ縁辺部地すべり対策総合解析検討委員会	・地すべり対策工事の効果評価 ・完了後の監視体制
平成 23 年度	豊牧地すべり対策検討委員会(2回開催)	
平成 24 年度	豊牧地すべり対策検討委員会(2回開催)	・対策工事完了の判定
平成 25 年度	豊牧地すべり対策検討委員会	
平成 26 年度	豊牧地すべり対策検討委員会	
平成 28 年度	山形県へ移管	



平成26年度豊牧地すべり対策検討委員会(平成26年10月6-7日)



豊牧地すべり対策事業概成セレモニー(平成27年10月25日)

○事業実施による環境の変化

- ◆ 排水トンネルで集排水される地下水は、消雪や水遊び場用の水として有効に活用されている。
- ◆ 地すべり対策の実施により、防止区域内でイベント開催や地域産業振興施設が建設されるなど、地域振興にも寄与している。

■地下水の有効活用

・排水トンネルから排水される地下水を有効活用している。



せせらぎ水路で遊ぶ園児



地下水を利用した消雪状況

■四ヶ村の棚田

・豊牧地区には日本の棚田百選に選ばれている四ヶ村の棚田があり、毎年8月には「ほたる火コンサート」が開催されて賑わっている。



四ヶ村の棚田で行われる「ほたる火コンサート」

■ふるさと味来館

・防止区域内にあり、そばと地元の食材を使った料理を提供。年間約1万人が訪れる。



3. 事業効果の発現状況(事業費・対策工内容等の変化)

◆ 豊牧地区直轄地すべり対策事業は地すべり防止工事基本計画に基づき、昭和37年度～平成26年度までの53年間実施して完了した。平成28年度に山形県へ移管されている。

地すべり防止工事基本計画		
	H23評価時	今回
事業範囲:593.6ha	593.6ha	593.6ha
事業予定期間: 昭和37年度～平成20年代	昭和37年度～平成25年度(予定)	昭和37年度～平成26年度
事業予定内容: セミウエル:12基 集水井工:83基 横ボーリング工:16,428m 排水トンネル:2,207m 水路工:52,000m 浸透防止工:9,200m ²	セミウエル:12基 集水井工:77基 横ボーリング工:15,340m 排水トンネル:2,189m 水路工:39,091m 浸透防止工:4,560m ²	セミウエル:12基 集水井工:77基 横ボーリング工:15,340m 排水トンネル:2,189m 水路工:39,091m 浸透防止工:4,560m ² 機能回復:1式 (既設ボーリング孔の再掘削等)
事業費: 208億円	185億円	188億円

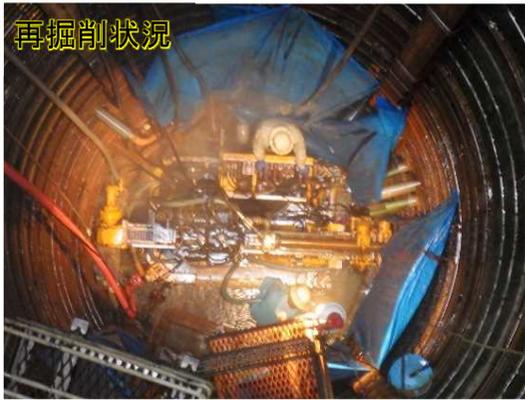
◆ 地下水や変動観測による地すべり機構解析を実施しながら効率的な施設配置を行い、地すべり防止工事基本計画に定める予定数量から集水井や横ボーリング、水路工等で施工数量が減少。

◆ 山形県への引継前に機能回復(地すべり変位により変形・埋塞した一部のボーリング孔再掘削や孔洗浄等)が必要となり、追加対策を要したため前回評価時から期間と事業費が増加。

3. 事業効果の発現状況(事業費・対策工内容等の変化)

◆ 地すべりの移動が活発な時期に施工された一部の排水ボーリング孔について、地すべり変位に伴うボーリング孔の変形・埋塞等が確認されたため、山形県移管前に機能回復(ボーリング孔の再掘削等)を実施した。

《機能回復(ボーリング孔再掘削)》



再掘削状況



上段:再掘削ボーリング

下段:既設ボーリング

《排水ボーリング孔洗浄(ボーリング孔洗浄)》



洗浄前



洗浄後



洗浄状況

工事名	豊牧地すべり施設整備工事
工種	洗浄工
位置	第1号排水口
設計寸法	洗浄状況
実測寸法	前工程

3. 事業効果の発現状況(費用対効果分析①)

○前回評価(H23)との比較

前回評価(H23年度)と今回(R1年度)の費用便益比(B/C)の変化要因は以下のとおり。

①便益(B)については「資産データ・評価額等の更新」が主な変動要因である。【総便益が増加】

データ変動の例) H23年度家屋評価額 : 153.7千円/m² (山形県)

R1年度家屋評価額 : 181.3千円/m² (山形県)

②事業完了にあたり、補修等必要な施設が確認され、その対応のため費用と事業期間が増加。【総費用・事業期間が増加】

前回評価(H23)	今回(R1) ※変更点赤書き
①-1 資産データ、評価額等の更新	
<ul style="list-style-type: none"> ・資産データ: 国勢調査(H17) 事業所・企業統計調査(H18) 延床面積(H13) ・各種資産評価単価 : H23年2月版 ・デフレーター : H23年2月版 	<ul style="list-style-type: none"> ・資産データ: 国勢調査(H27) 経済センサス(H26) 延床面積(H22) ・各種資産評価単価 : H31年3月版 ・デフレーター : H31年3月版
①-2 費用便益分析マニュアル	
<ul style="list-style-type: none"> ・地すべり対策事業の費用便益分析マニュアル(案) [平成12年1月]に基づき算出 	<ul style="list-style-type: none"> ・地すべり対策事業の費用便益分析マニュアル(案) [平成24年3月]に基づき算出
② 事業期間、事業費	
<ul style="list-style-type: none"> ・事業期間: 昭和37年度～平成25年度(52年間) ・事業費: 185億円(税込み) 	<ul style="list-style-type: none"> ・事業期間: 昭和37年度～平成26年度(53年間) ・事業費: 188億円(税込み) <p>※機能回復が必要な施設が確認されたため、費用・事業期間が増加</p>

4. 費用対効果分析の算定基礎となった要因の変化

- ▶ 地すべり防止工事基本計画では、平成20年代の完成を目標としており、平成26年に完成している。
- ▶ 事業実施期間中、地下水位や変動観測による地すべり機構解析を実施しながら、効率的な施設配置を行ったため、地すべり防止工事基本計画に定める予定数量から集水井や横ボーリング、水路工等で施工数量が減少。

5. 事業実施による環境の変化

- ▶ 排水トンネルで集排水される地下水は、消雪や水遊び場用の水として有効に活用されている。
- ▶ 地すべり対策の実施により、防止区域内でイベント開催や地域産業振興施設が建設されるなど、地域振興にも寄与している。
- ▶ 地すべり対策事業に伴う環境への影響は特に認められない。

6. 社会経済情勢の変化

- ▶ 大蔵村の人口及び主要道路の交通量や近隣観光地(肘折温泉)への観光客数に大きな変動は無いことから、社会経済情勢に関する変化は特に認められない。

7. 今後の事後評価及び改善措置の必要性

- ▶ 現在も地すべりによる土砂移動が無い事を観測していることから、「豊牧地区直轄地すべり対策事業」は十分効果を発現しているものと判断され、今後の事業評価の必要性は無い。
- ▶ 現時点では「豊牧地区直轄地すべり対策事業」の効果が確認されているため、改善措置の必要性はない。

8. 同種事業の計画・調査のあり方や事業評価手法の見直しの必要性

- ▶ 現時点では、同種事業の計画・調査のあり方や事業評価手法の見直し等の必要性はない。