

公益社団法人 日本地すべり学会東北支部

2019 年度シンポジウム

**地すべりの安定化の判断、収束条件
— 概成の考え方、その後の管理の在り方について —**

主催：公益社団法人日本地すべり学会東北支部

日程：2019年4月22日(月) 14:00~17:30

場所：仙台市戦災復興記念館記念ホール

公益社団法人 日本地すべり学会東北支部 2019年度シンポジウム

「地すべりの安定化の判断、収束条件 一概成の考え方、その後の管理の在り方について」

【趣旨】

地すべり調査解析及び対策工設計等においては、これまでにある程度の知見が蓄積されてきたものの、地すべり活動の収束を判断するには安全率だけではなく、多方面からの総合的な判断が必要になるものとする。各所管における概成基準や事例に関する知見を増やすことは、支部会員の多くを占めるコンサル技術者にとって大きなメリットとなると考え本シンポジウムを企画した。総合討論は、コンサルの立場で感じた概成に関する技術的な疑問や概成基準の見直し等について、官学民の立場を超えた忌憚のない意見交換の場としたい。

【キーワード】

地すべり管理 概成基準 安全率 収束条件 再活動

【講演目次】

(資料参照ページ)

○基調講演 (14:05～15:05)

「直轄地すべり防止工事の完了の考え方」(平成16年1月)

制定の経緯と完了事例 (p1-13)

綱木亮介氏(一般財団法人砂防・地すべり技術センター理事)

【要旨】国交省では、平成16年1月に「直轄地すべりの完了の考え方」を制定した。それ以降、実際に数箇所の直轄地すべりがこの「考え方」に準じて「完了」している。そこで、制定から15年を経過した現在、「完了」(概成)の判断に関する標準的な道筋を示し、その過程で明らかになってきた課題についての認識を深めるため、この「考え方」制定の経緯と内容を振り返るとともに、具体の事例を紹介することにする。

(15:05～15:15) ～ 休憩 ～

○講演 (15:15～15:40)

「概成(事業中断)した地すべりの再活動と事業再開」

(p14-15)

細谷健介氏(新和設計株式会社)

(15:40～16:05) ～

「河川沿いの地すべり再活動」

荻田茂氏(奥山ボーリング株式会社)

(16:05～16:30)

「磐井川地すべりの概成について(仮)」

(p16-20)

大坪俊介氏(国土防災技術株式会社)

(16:30～16:40) ～ 小休止(総合討論準備) ～

○総合討論 (16:40～17:25)

司会(コーディネーター):金子和亮氏 大村 泰氏

【意見交換会】

日時:2019年4月22日(月) 18:00～20:00

場所:グランテラス仙台国分町

「直轄地すべり防止工事の完了の考え方」(平成16年1月) 制定の経緯と完了事例

(一財)砂防・地すべり技術センター
綱木亮介

主な内容

1. 「直轄地すべり防止工事の完了の考え方」*
制定までの経緯
2. 「直轄地すべり防止工事の完了の考え方」*
の概要
3. 完了の事例
4. 考えられる課題

* 以下、「考え方」と記述

「考え方」制定以前

法的規定

直轄地すべりは、地すべり等防止法第10条に基づき、知事の権限代行の形で実施され、その後工事の全部、または一部が完了した場合には、同法施行規則第7条によりその旨を告示し、知事への移管がなされる。

「考え方」制定以前

「概成」判定の実情: 定量的な基準は無い

- 技術的、物理的判断(対策工の効果発揮、変動の停止)
- 防止施設の機能維持の確認
- 監視体制の整備
- 社会的状況、地元要望



平成11、12年度に検討(新庄河川事務所)

「考え方」制定以前

平成11年度の検討内容

- 事例収集
- アンケート調査
- 概成までの流れと概成に関する検討事項
- 概成条件
- 黒淵地すべりでの試行

平成12年度の検討内容

- 委員会、幹事会
- 「地すべり概成判断マニュアル」の作成

「考え方」制定以前

アンケートの主な結果(11年度)

- 回答41県中、39県で判断指標あり
- 41県中、22県で計画安全率が判断指標
- 概成判断の観測年数は1～3年間が81%、1年間が41%
- 地中変動観測計器 > 地表変動観測計器
- パイプ歪計が最多用で、潜在変動量未満を基準とする

「考え方」制定以前

概成までの流れの提案(11年度)

- 地すべり防止区域の指定
- 地すべり防止工事基本計画の作成
- 地すべり地全体の概査
- ブロック毎の調査・工事の実施
- ブロック概成のための調査及び検討
- ブロック概成報告書作成
- 地すべり地全体の概成検討

「考え方」制定以前

概成に関する検討事項及び条件(11年度)

- ブロック概成判断のための効果判定調査へ移行するために必要な条件
- ブロック概成のための効果判定調査期間及び内容等
- ブロック概成の条件
- ブロック概成後の地すべり監視体制

「考え方」制定以前

座談会からの問題点と対応方針(11年度)

- 地すべりには複雑な条件が関与するため、全ての条件を網羅する基準作りは難しい。
→変動量、安全率に関する条件を整理し、数値化を試みる。
- 計画安全率を指標とする県が最多のため、それに関するアンケート調査が必要。
→安全率を含めたアンケートを実施する。
- 概成後の監視体制の基準は負荷が大
→直轄の監視施設は必要に応じて間引き要、今後の検討課題である。

「考え方」制定以前

平成12年度の検討

- 第1回及び第2回地すべり概成判断検討委員会
- 決定事項
 - ① 各ブロックを全て概成して防止区域全体の概成と判断する(第1回)。
 - ② 概成の定義は災害復旧関連の「**通達**」*(次ページ)に基づいたものとする(第1回)。
 - ③ 概成の判断基準としては計器観測による変動値を用いる(第2回)。
 - ④ それ以外は「**地すべり防止区域の概成基準(案)**」で指針的位置づけとする(第2回)。

「考え方」制定以前

「通達」

* 昭和59年9月14日付け建設省河傾発33号で、建設省河川局傾斜地保全課長から通知のあった「公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法等の一部改正に伴う地すべり防止施設及び急傾斜地崩壊防止施設に係る災害復旧事業の取扱いについて」の中で、「概成ブロック」とは、「地すべり防止工事基本計画に基づいて一定の運動ブロックごとに実施される地すべり防止工事が完了した地すべりブロック」とされている。

「考え方」制定以前

平成12年度の検討(続き)

- 第1回及び第2回地すべり概成判断検討委員会
- 課題・確認事項
 - ① 概成の判断基準は3種:変動値の減少、計画安全率の達成、被害の除去または軽減(第1回)
 - ② 計測法は現地に応じて選択(第1回)
 - ③ 計器観測では、計測対象の物理量や分解能が異なるため、計測値を同等に評価することは困難(第1回、第2回)
→計測精度と基準案を(社)日本地すべり学会に委託することに

「考え方」制定以前

- 「地すべり防止区域概成判定検基準(案)」
 - (1) 地すべり防止区域の概成の定義
 - (2) 概成判定のための観測への移行条件
 - (3) 観測データの収集
 - (4) 地すべりブロック概成の判定基準
 - (5) 地すべりブロック概成判定の流れ
 - 「直轄地すべり防止工事完了の考え方」現行版
 - (1) 完了の考え方
 - (2) 完了の判定方法
 - (3) 完了の判定に用いる観測データと期間
 - (4) 完了の目安
 - (5) 完了報告書の作成
- (社) 日本地すべり学会へ

「考え方」制定以前

- (社) 地すべり学会への委託(平成12、13年度)
- 平成12年度第1回及び第2回委員会
 - ① 事例収集と内容選別
 - ② 計測精度と方針検討
- 平成13年度第1回及び第2回委員会
 - ① 学会としての基準値案の提案→次ページ

「考え方」制定以前

(H.13 学会の概成基準値案)

所定の対策工の施工終了以降、対策工の効果によって長期的に地すべり滑動が沈静化(安定化)していく過程における、一定以上の期間(地すべり滑動の気象上の誘因が作用する可能性を有する期間の概ね1年間以上)の地表地盤伸縮の累積変動量(断続的に累積変動が生じる場合も含む)の日平均量:0.03mm/日(年間の累積変動量約10mm)を概成基準値とし、当該期間、この基準値程度以下に累積変動が維持されており、かつ地すべり滑動に伴う地表亀裂等の現象や構造物の変形が生じていないことが確認される場合を動態の面からの概成の判断の基準(目安)とする。

「考え方」制定以前

(H.13 学会の概成基準値案、続き)

なお、ここで示した0.03mm/日という値はこれまでに計測された地すべり地の動態の実態としてみると、「対策工を実施する前から実施している間の期間を経て0.03mm/日程度の累積変動量を示すようになった状態というのは、対策工の効果が発揮され、相応の誘因が作用しても大きな変動に移行する可能性小さい状態」と表現されるものである。

「考え方」制定以前

平成14年度の検討

- (社) 日本地すべり学会の提案を踏まえ、行政レベルで最終調整
 - ① 幹事会(実務レベル)、委員会(最終判定レベル)の開催
 - ② 最終的な「概成判定基準指針(案)」を作成→運用は本省指導

主な内容

1. 「直轄地すべり防止工事の完了の考え方」制定までの経緯
2. 「直轄地すべり防止工事の完了の考え方」の概要
3. 完了の事例
4. 考えられる課題

「考え方」の概要

○ 平成16年1月5日付で発出「直轄地すべり工事の完了に当たっての手続きについて」(国河保第66・67号)

○ 用語の変更(「概成」→「完了」)

「概成」は、原則として管理者たる都道府県知事が判断すべきもの。従って、直轄地すべりの場合、所轄大臣は「完了」とみなして、都道府県知事に移管し、しかる後、都道府県知事が「概成」判定を行うことになる。

「考え方」の概要

構成(再掲)

- (1) 完了の考え方
- (2) 完了の判定方法
- (3) 完了の判定に用いる観測データと期間
- (4) 完了の目安
- (5) 完了報告書の作成

「考え方」の概要

(1) 完了の考え方

地すべり等防止法第10条第1項により国土交通大臣が主務大臣となり直轄工事を実施していた直轄地すべり防止工事の完了とは、地すべり防止工事基本計画に基づいて一定の運動ブロックごとに実施した地すべり防止工事が完了し、その地すべり防止施設が十分に効果を発揮した状態、又は地すべり防止工事の完成が見込まれ、その地すべり防止施設が十分に効果を発揮すると判定された状態で、国土の保全上において国土交通大臣が直轄工事を施行する必要がなくなったと認められる場合をいう。

「考え方」の概要

(2) 完了の判定方法

直轄地すべり防止工事における完了の判定は、観測により得たデータに基づいて行う。また完了の判定は、地すべり防止工事基本計画に基づいて地すべり防止工事を実施した地すべりブロック毎に行なうものとする。

「考え方」の概要

(3) 完了の判定に用いる観測データと期間

収集する観測データの種類・数量は、地すべりブロックの規模、過去の変動状況、保全対象の重要度等を考慮して選定する。

完了の判定における観測期間は降水量の季節変動等を考慮して設定する。

「考え方」の概要

(4) 完了の目安

地すべり防止工事基本計画に基づいて一定の運動ブロックごとに実施した地すべり防止工事が完成、或いは完成が見込まれる時に、地すべり防止施設の効果により、対象の地すべりブロックが地下水等に起因してすべる現象、または移動する現象を生じなくなり、観測データが次の条件を一定期間満たした場合を完了の目安とする。

地表地盤の伸縮において累積変動量が10mm/年(日平均変動量0.03mm/日)以下の場合* (【参考】参照)。

「考え方」の概要

(5) 完了報告書の作成

完了に際しては、直轄地すべり防止工事の着手時点からの記録を完了報告書としてとりまとめることとする。

① 直轄地すべり防止工事地区名、② 直轄地すべり防止工事に係る地すべり防止工事基本計画、③ ②に係る直轄地すべり防止施設の位置、種類、構造、数量等を記載した台帳、④ ②に係る直轄地すべり防止施設の種類を記載した位置図、⑤ ②に係る直轄地すべり防止施設の用に供する土地の調書、⑥ ②の完了概要説明書、⑦ ②に係る直轄地すべり防止工事完了概要説明書、⑧ ②に係る直轄地すべり防止工事完了事業費調書、⑨ ②に係る地すべり等防止法施行規則第7条第1項に規定する直轄地すべり防止工事の工事区域及び工事開始日の告示、⑩ その他参考となるべき事項

「考え方」の概要

【参考1】

○ 伸縮計の変動ランク

潜在 $5 \times 10^{-1} \text{mm}/\text{月}$ 以上

準確定 $2 \times 10^0 \text{mm}/\text{月}$ 以上

確定 $1 \times 10 \text{mm}/\text{月}$ 以上

緊急 $5 \times 10^2 \text{mm}/\text{月}$ 以上

○ 地すべりの警戒避難基準の目安

要注意 $\text{mm}/\text{日}$ オーダー

警戒 $10 \text{mm}/\text{日}$ オーダー

避難・立入禁止 $\text{mm}/\text{時間}$ オーダー

「考え方」の概要

【参考2】

○ 氷河: 数十～数百m/年

○ プレート: 数～10cm/年(爪の伸びる速度)

○ ヒマラヤ造山運動: 1cm/年 ↑?

○ 南アルプス: 3mm/年 ↑?

○ ナマケモノ: 5m/時

主な内容

1. 「直轄地すべり防止工事の完了の考え方」制定までの経緯
2. 「直轄地すべり防止工事の完了の考え方」の概要
3. 完了の事例
4. 考えられる課題

完了の事例

実務での運用

- 準備期間: 数年間
- 対策工の効果の確認: ブロックごとに観測データの収集(一般に1～3年間)→移動量の確認、安全率の確認(参考)
- 完了に向けた総合的な評価: 委員会
- 監視計画の検討
- 引き継ぎ資料の作成(直轄地すべりの場合)

完了の事例(東北地整豊牧地区)

位置



完了の事例(東北地整豊牧地区)

豊牧地区の概要

- 指定時期: 昭和35年2月16日以降順次 (昭和37年着手)
- 指定面積: 593.6ha
- 地すべり諸元
 - ・長さ: 100~900m
 - ・幅: 100~800m
 - ・深度: 10~50m
 - ・勾配: 5~15度
 - ・推定移動土砂量: 15,000,000m³
- 対策工: 集水井工77基、水路工39,091m、排水トンネル工2,189m等
- 山形県への移管: 平成28年

完了の事例(東北地整豊牧地区)

地形: 奥羽山脈と出羽丘陵に挟まれた新庄盆地南西方の肘折火山性丘陵に位置しており、典型的地すべり地形を示す。

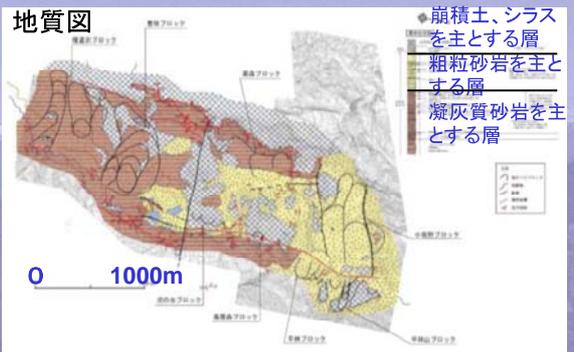
- ① 等高線の模様が不規則である
- ② 棚田風景が随所に見られる
- ③ 河川付近において等高線が密となっている
- ④ 多くの池、沼および湿地の存在がみられる

完了の事例(東北地整豊牧地区)

地質: 新第三紀中新世野口層に属する泥岩、砂質泥岩および砂岩が基盤岩を構成し、その上に第四紀更新世の古期段丘礫層が点在して分布



完了の事例(東北地整豊牧地区)



完了の事例(東北地整豊牧地区)



完了の事例(東北地整豊牧地区)



完了の事例(東北地整豊牧地区)



完了の事例(東北地整豊牧地区)

横道沢及び豊牧ブロック



完了の事例(東北地整豊牧地区)

豊牧ブロック



完了の事例(東北地整豊牧地区)

横道沢ブロック



完了の事例(東北地整豊牧地区)

横道沢末端ブロック



完了の事例(東北地整豊牧地区)

完了判定に向けて

- 検討、準備期間:平成22～平成26年度
- ブロックの状況:小坂野C・E・側部、平林山A・B・C・D、平林、高森、沼の台A・B・C・D、豊牧・豊牧下部・豊牧上部、横道沢B・C、鳥屋森(下線を付したものは重要ブロック)

完了の事例(東北地整豊牧地区)

観測計器配置図



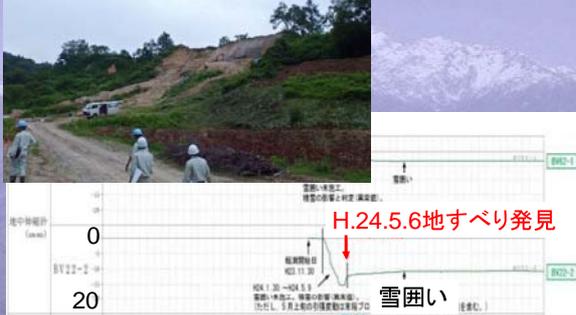
完了の事例(東北地整豊牧地区)

○ 課題

- ① 横道沢、小坂野中野地区における変状の発生(H.23/24冬期)→詳細な動態状況の分析・評価→委員会での助言・検証
- ② 孔内伸縮計データの異常値の発生→生データと異常値を排除したデータの対比分析経過の記録→委員会での助言・検証

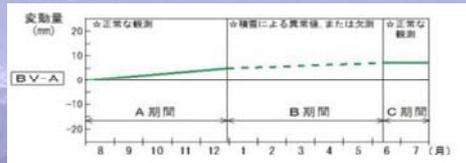
完了の事例(東北地整豊牧地区)

○ 課題①: 横道沢末端ブロック



完了の事例(東北地整豊牧地区)

○ 課題②: 孔内伸縮計データの補正



観測期間	累積変動量 (mm)	日数 (日)	AC期間の累積変動量	換算日平均変動量	年間累積変動量 (補完値)
A 8/1~12/28	4.0	150			
B 12/29~6/11	異常値 欠測	165	4.0(mm/200日)	0.02(mm/日) <4.0mm/200日>	7.30(mm/365日) <0.02mm×365日>
C 6/12~7/31	0.0	50			

完了の事例 (東北地整豊牧地区)

○ 観測データ(地中伸縮計 H.21.8~26.7) →すべて10mm/年以下

ブロック名	すべり	計器名	年平均累積変動量 (mm/年)
小坂野 C上部	-	KCS5-2	0.16
小坂野 C下部	-	KCS5-3	-0.98
小坂野 F上部	-	KE55-1	-0.27
平林山	-	BV6-2	1.55
		BV6-3	0.28
平林	-	H55-1	-0.29
		BV6-19	0.20
		H23-1	0.19
		高森H23-2	-0.50
		BV4-3	-1.52
		高森H23-1	-0.07
		H55-1	-0.49
沼の台	-	BV16-6	-0.06
		沼の台H23-1	-0.61
豊牧	1次	CS16-1	-4.43 歩
	2次	CS5-2	-0.24
	3次	CS16-2	-0.77
	新設	豊牧H23-1	-0.55
豊牧 下部	-	BV16-2	-0.17
豊牧 上部	-	BV6-18	-0.38
		BV6-16	0.04
横道沢 B	1次	YB55-2	4.13 歩
	2次	YB55-1	1.03
	東端	H22-2	0.77
横道沢 C	1次	YCS5-2	-2.52
	2次	BV62-1	-0.17
	3次	YCS5-1	-0.19

完了の事例 (東北地整豊牧地区)

○ 安全率の確認(水位条件: H.25.12~26.7までの最高水位)

ブロック	対象 すべり	初期	H26
小坂野C	1次	1.11	1.23
	2次	1.00	1.15
小坂野E	1次	1.00	1.04
	2次	1.00	1.04
平林山	1次	1.19	1.32
	2次	0.96	1.08
	1次+2次	0.95	1.09
平林	3次	0.97	1.04
	1次	1.00	1.13
沼の台	2次	1.00	1.15
	-	1.00	1.20
高森	-	1.00	1.00
豊牧	1次	1.00	1.25
	2次	1.00	1.32
	3次	1.00	1.38
豊牧下部	新設	1.00	1.24
	新設	1.00	1.20
横道沢B	1次	1.00	1.43
	2次	1.00	1.01
横道沢C	1次	1.00	1.07
	2次	1.00	1.06
	3次	1.00	1.01
横道沢C末端	3次	1.00	1.00
	5	1.00	1.77
			1.20

完了の事例(東北地整豊牧地区)

○ 総合的な評価

- ① 豊牧地区における「考え方」: 地中伸縮計で累積変動が10mm/年以下、それが未設置のブロックでは、目視で地すべり性の変状発生が無いこと
- ② 地中伸縮計では、すべて10mm/年以下で、降雨・融雪等と関係する累積性の変動も認められない。目視においても兆候は認められない。

完了の事例(東北地整豊牧地区)

○ 総合的な評価(続き)

- ③ $F_s=1.05$ に満たないブロックもあるが、H.24年、25年のように、最大積雪深が400cmを超える気象条件を経験しても地下水位は安定しており、安全率も著しい低下を見せていない。

完了の事例(東北地整豊牧地区)

○ 山形県の監視計画の検討

- ① 計器観測: 地中伸縮計、地下水位計、トンネル排水量
- ② 巡視点検(1回/月)
- ③ 巡視カルテの作成

完了の事例(東北地整豊牧地区)

○ 検討委員会の総括

豊牧地すべりは抑制工を中心に対策がされており、その対策成果が上がっている。これは「直轄地すべり工事の完了の考え方」における完了の目安を満足するものであり、地すべり性の変動は認められない。当該効果は、今後も継続すると考えられ、局所的な斜面崩壊はあるものの、大災害に至る可能性は低いものと判断される。これにより、直轄地すべり対策事業は完了する事となり、周辺の斜面などの状況については砂防事業にて対応されていくと考えられる。

完了の事例(東北地整豊牧地区)

○ 検討委員会の総括(続き)

今後の監視体制については、事務局にて作成した素案を基に、本委員会で各委員より得た意見も踏まえて反映されたい。

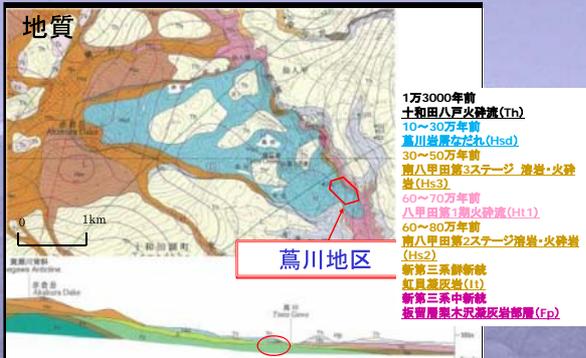
現在稼働している観測計器を有効利用しつつ、特に排水量等の機器については今後の維持管理にも重要と考えられる。

完了の事例(青森県蔦川地区)

位置



完了の事例(青森県蔦川地区)



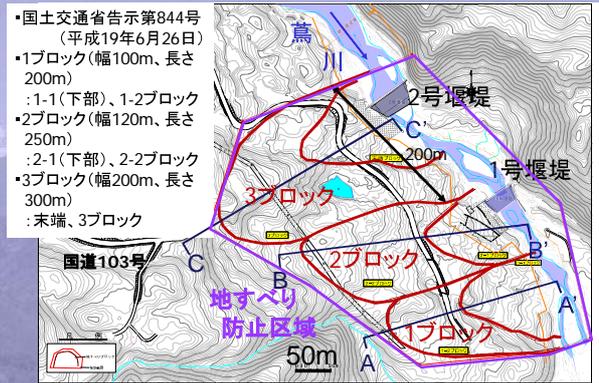
完了の事例(青森県蔦川地区)



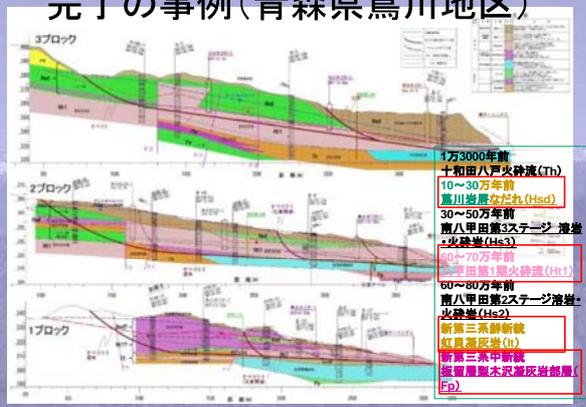
完了の事例(青森県蔦川地区)



完了の事例(青森県蔦川地区)



完了の事例(青森県蔦川地区)



完了の事例(青森県蔦川地区)

- 地すべり活動の経緯
- S.29~60 蔦川本線に砂防堰堤6基整備
- S.63~H.1 1号、2号堰堤が被災
- H.16 堰堤周辺(右岸袖部、護岸、のり面)、国道103号に変状が及ぶ
- H.18 災害関連地すべり対策事業採択
- H.19 地すべり対策事業採択

完了の事例(青森県蔦川地区)

2号堰堤右岸袖部(H.16)



完了の事例(青森県蔦川地区)

2号堰堤右岸袖部(H.16)



完了の事例(青森県蔦川地区)

右岸法枠工(H.16)



完了の事例(青森県蔦川地区)

○ 地すべり対策検討の経緯

H.17～ 1～3ブロックの調査・観測

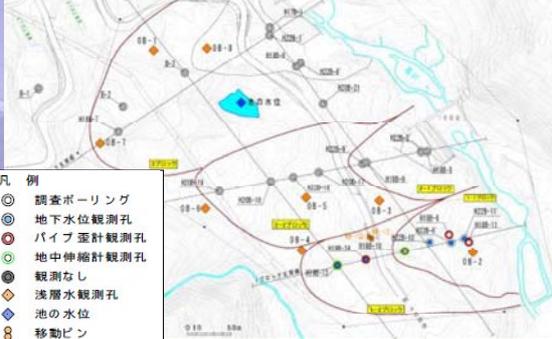
H.22～23 対策の進捗、対策効果の評価→検討委員会における討議(各年度2回)

H.24 調査観測体制の整理、対策工計画の見直しの上効果評価を継続(1ブロック)

H.28 地すべり防止区域全体における最終的な効果評価、検討委員会での討議(2回)

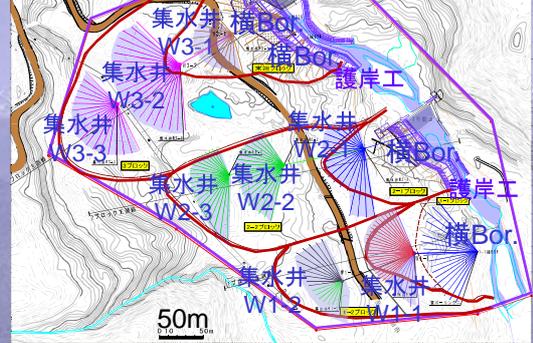
完了の事例(青森県蔦川地区)

調査・観測位置図



完了の事例(青森県蔦川地区)

対策工の実施状況



完了の事例(青森県蔦川地区)

効果評価の経緯と結果

○ H.23年度

1ブロック: 地下水位低下↓、移動量↓

末端部の地下水位低下量が小

2、3ブロック: 地下水位低下↓、地すべり活動の収束

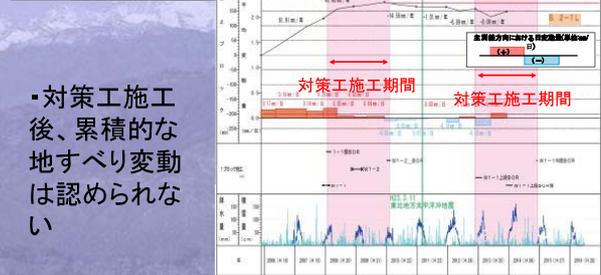
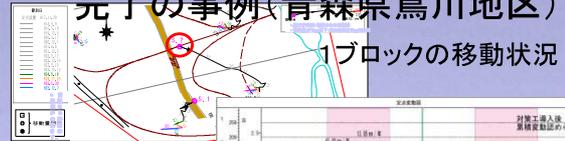


○ 1ブロックの対策工計画の見直し→追加集水ボーリング(H.24~26)



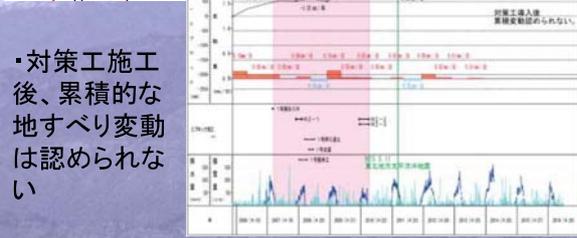
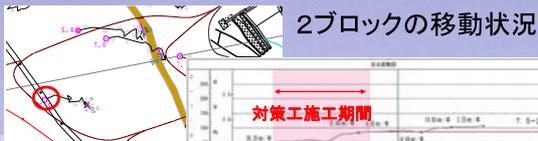
○ H.28年度: 地すべり安定度の最終評価

完了の事例(青森県蔦川地区)



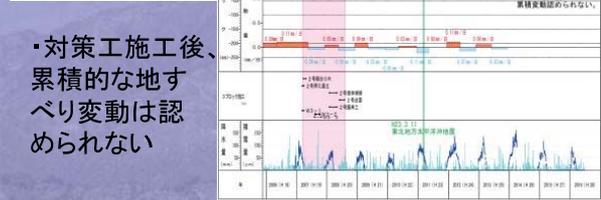
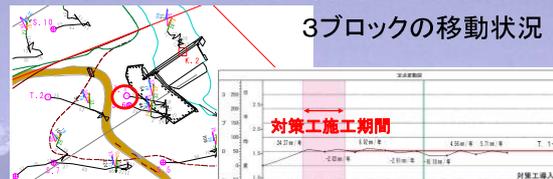
・対策工施工後、累積的な地すべり変動は認められない

完了の事例(青森県蔦川地区)



・対策工施工後、累積的な地すべり変動は認められない

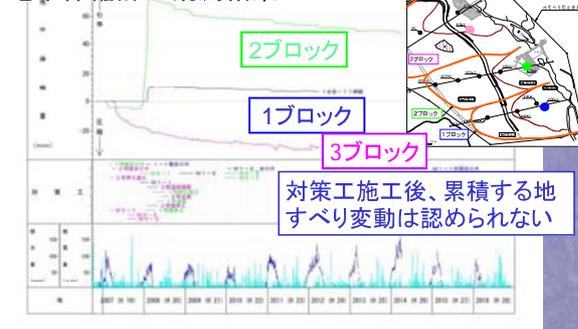
完了の事例(青森県蔦川地区)



・対策工施工後、累積的な地すべり変動は認められない

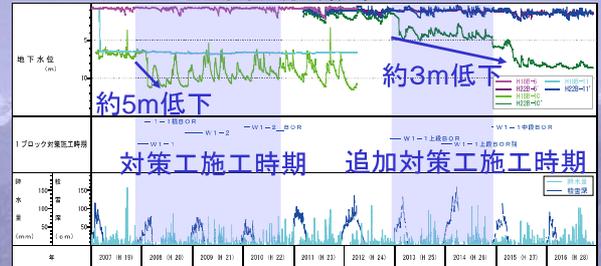
完了の事例(青森県蔦川地区)

地中伸縮計の観測結果



完了の事例(青森県蔦川地区)

1ブロックの地下水位観測結果



○ 1-1ブロック上部では顕著な地下水位↓
○ 一方、1-1ブロック末端では地下水位低下量小

完了の事例(青森県蔦川地区)

安全率の変化

ブロック	粘着力 (KN/m ²)	内部摩擦角 (°)	初期水位 (+23検針)	→	H23HWL	H24HWL	H25HWL	H26HWL	H27HWL	H28HWL	PFs
1-1	9.6	9.77	1.00	→	1.01	1.06	1.11	1.11	1.16	1.22	1.20
1-2	14.2	8.67	1.00	→	1.13	1.14	1.17	1.18	1.21	1.24	1.10

ブロック	粘着力 (KN/m ²)	内部摩擦角 (°)	初期水位 (+23検針)	→	H23HWL	H24HWL	H25HWL	H26HWL	H27HWL	H28HWL	PFs
2-1	14.4	8.57	1.00	→	1.15	1.17	1.18				1.20
2-2	18.7	10.02	1.00	→	1.16	1.24	1.23				1.10

ブロック	粘着力 (KN/m ²)	内部摩擦角 (°)	初期水位 (+23検針)	→	H23HWL	H24HWL	H25HWL	H26HWL	H27HWL	H28HWL	PFs
末端	17.3	7.65	1.00	→	1.21	1.22	1.22				1.20
3	20.5	7.95	1.00	→	1.19	1.20	1.21				1.20

完了の事例(青森県蔦川地区)

対策効果の評価

① 蔦川地すべりでは、地表・地中変動観測で地すべり変動が認められないこと、地下水位の低下が継続していること、計画安全率を概ね達成していること、現地調査においても亀裂や段差等の地すべり変動が認められないことが確認された。

② 以上を総合的に評価し、本地すべりにおける対策工の効果が確認された。

主な内容

1. 「直轄地すべり防止工事の完了の考え方」制定までの経緯
2. 「直轄地すべり防止工事の完了の考え方」の概要
3. 完了の事例
4. 考えられる課題

考えられる課題

1. 補助事業における完了(概成)の考え方
補助事業に対する「完了の考え方」は・・・
2. 完了時の(到達)安全率の位置づけ
「移動量10mm/年以下」との対比において
3. 完了判定に用いる計器
伸縮計←→孔中伸縮計

考えられる課題

4. 完了後の指定区域の扱い、管理レベル
 - 指定解除
 - 指定解除後→土砂災害防止法による管理
 - 指定継続→巡視のみ
 - 指定継続→計器観測、巡視等の管理

皆様ご静聴
有り難うございました

東北地整新庄河川事務所様
青森県県土整備部河川砂防課様
* 資料のご提供、誠に有り難うございました。

概成（事業中断）した地すべりの再活動と事業展開

細谷健介[※]（新和設計株式会社）

細木亮介（一般財団法人 砂防・地すべり技術センター）
 田下昌志、木下昌明、細川容宏、池田誠、飯島良和、池部功一
 山崎隆雄、藤井隆男、高橋甚一（以上、長野県）

1. はじめに

地すべり事業は、地すべり活動の終息・停止を
 目指し、目標とする計画安全率に達するための対
 策工を投入していく。しかし、近年の国内の経済
 状況の低迷や地すべり事業自体の縮小などから、
 計画安全率に未達であるが、地すべり活動が沈静
 化している地すべりについては概成の事前の「中
 断」という形で事業の縮小を図っている事例があ
 る。この場合、1年を通じて安全率 $Fs > 1.00$ を
 確保していればよいが、融雪期や豪雨期などで一
 時的とはいえ、 $Fs < 1.00$ を下回るような状況にあ
 る場合、不安定化が年ごとに段階的に進行し、将
 来的に大変位に転ずる恐れがある。あるいはそも
 そも計測している計測器が、活動しているすべり
 面を捉えていない場合（未達・地域外等）、計測
 変位は検出されないが、実際には地すべり変位が
 進行している、その結果、見かけ上突発的に地す
 べり現象が出現したが、実は昔から恒常的に変位
 が継続していたなどの状況がありうる。このため、
 中断状態における地すべりの活動状況について
 は、計測器の結果のみには頼るのではなく、定期的
 な目視・現地確認といった確認調査を行うことが
 必要である。また、ドローン等の活用等によるLP
 測量・オルソ画像解析等により、長期的な変動の
 有無についての確認も有効な手法と言える。

今回紹介する長野県落合地すべりは、古くは明
 治時代から砂防事業として対策が始められ、大正
 時代の直轄事業、昭和時代に長野県への移管、平
 成初期の災害関連事業による集約的な対策事業
 の実施等の経緯を経て、地すべり活動が終息し、
平成26年に売買上の中断扱いとなった。しかし、そ
 のわずか3年後の平成29年の融雪期に再び地
 すべり活動が活発化し、警報多発、多数の計測器
 の破損、計測不能となる事態に至った。このよう
 な状況に至った経緯及びその要因を解明するた
 め、長野県と（一財）砂防・地すべり技術センタ
 ーが主体となり、有識者により構成される「落合
 地すべり対策検討委員会」を設立し、最新の調査
 技術を基に落合地すべりの機構を明らかにし、地
 すべり活動を抑制・抑止を旨とする対策検討事業が、

平成30年より進められている。本報告は、その
 中間段階であるが、ここまで判明した事象を示し、
 なぜ落合地すべりが再活動に至ったかを考察し
 た結果を報告する。

2. 落合地すべりの概要

長野県北東部の夜間瀧川流域では、古くから洪
 水・土砂災害に悩まされてきた地域であり、上流
 支川の横湯川上流域には多数の地すべり・崩壊地
 が分布する活発な土砂生産地域である。「落合地
 すべり」はこの横湯川上流の右岸斜面に位置し、
 当該箇所は観光地として有名な「志賀高原」のス
 キー場直轄下の西向斜面に相当する。

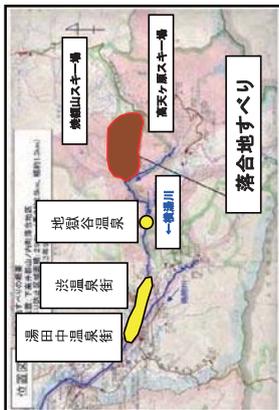


図1 落合地すべり位置図

落合地すべりは、長さ2.5km、幅1.3km、
 厚さ10~60m、総面積約300haの大規模地
 すべりである。地質は、新第三紀中新世の緑色火
 山岩類とヒン岩を基盤岩とし、その上部に基盤岩
 起源の崩積土が分布する。基盤岩類は温泉等によ
 る熱水変質を受けて部分的に著しく粘土化して
 おり、これがすべり面を形成する素因となってい
 る。斜面下方では砂礫層からなる湖沼堆積物が基
 盤岩を被覆し、その上に地すべり土塊が乗り上が
 る地質構造を呈している。

地すべりプロックは、A~Iの大小12のプロ
 ックが想定されており、それぞれが固有の地すべ
 り機構を有している。このため、地すべり対策工
 もプロックの特性に合わせた形状・配置を必要と
 している。

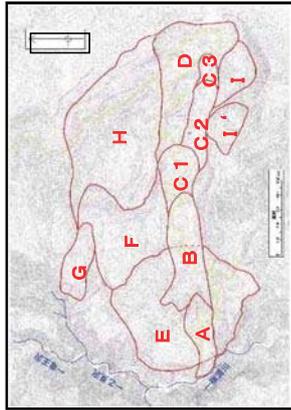


図2 落合地すべりプロック区分図

3. 対策工実施・事業中断経緯

落合地すべりは、明治39年より実施されてき
 た経緯を有する。当初は砂防事業の一環としての
 土砂生産源対策の位置付けで地すべり対策が実
 施されてきた経緯がある。工種としては石堰堤工
 や表面排水路工などが実施された。

その後、平成2年の災害を契機に災害関連緊急
 対策事業を採択し、緊急対策：集水井工（Bプロ
 ック）が実施された。翌平成3年に建設省告示地
 すべり指定地（指定面積291.89ha）となり、
 本格的な地すべり対策事業に着手した。平成6年
 に「落合地すべり検討委員会」を設立し、平成1
 6年までに計4回の検討委員会が実施され、落合
 地すべりの機構解析・対応策等について討議がな
 された。

平成22年の段階で基本計画（図3）に対する
 進捗率は、86%となり、平成25年完了目標の
 下、鋭意対策が進められてきた。これらの地すべ
 り対策工によって、地すべり活動は沈静化に向か
 い、最大2m/年の移動量を呈していたBプロック
 は平成26年では「ほぼ変位なし」に至るまでと
 なっていた。

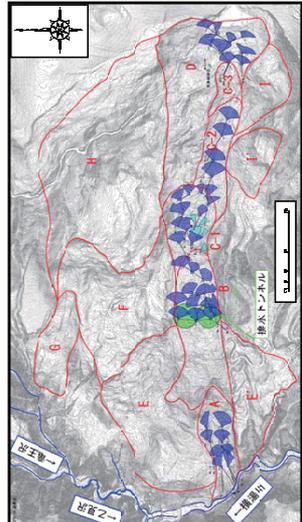


図3 落合地すべり基本計画図（H21時点）

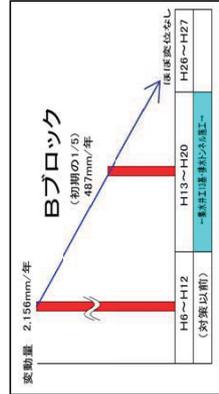


図4 変動量の推移図

このため、平成26年以降は計測器による動態
 観測を主体とする管理体制：事業中断扱いへと移
 行した。しかし、その後の豪雨・豪雪の頻発化や
 対策工群の老化等により、Bプロック下方の**Aブ
 ロック**において、地すべり活動が再び活発化してい
 ることが、警報システムによって確認された（警
 報の多発化）。さらに中腹のCプロックにおいて
 も平成29年にパイプ歪計の一部でフルスケー
 ルになるなどの地すべり現象が見られるようにな
 った。さらに平成29年10月の台風21号に
 よる豪雨により、Aプロックが大きく活動し、地
 内旧工事用道路の大半が消失するなどの現象が
 確認された。地下水位も平成27年以降、B、C
 プロックなどで上昇傾向に転じている観測孔も
 見られるようになってきている。

4. 事業中断時の技術課題

プロック	対策工種	実施率 (%)	進捗率 (%)	安全率 (Fs)	状態
A-1	集水井	100	100	1.18	OK
A-2	集水井	100	100	1.12	OK
B	集水井	100	100	1.02	OK
C-1	集水井	100	100	1.10	OK
C-2	集水井	100	100	1.08	OK
C-3	集水井	100	100	1.08	OK

注：安全率1.00未満は黄色、0.8未満は赤色で表示する。

平成26年の事業中断時から僅か
 3ヶ年での事業再開に至った理由：
 技術課題について現状で判明及び推
 測される事象を以下に示す。

- ①安全率の点から見ると、平成25
 年時点で計画水位には至らない
 もの、過去20年（平成16年
 解析時点）既往最大相当の降雨下
 でも $Fs \geq 1.00$ と想定されたため、
 C
 中断相当と判定された。また、C
 プロックなどは $Fs \leq 1.00$ であり、
 誤差を考慮すれば、 $Fs < 1.00$ の
 状況もあつたことは想定される。

②平成初期の集水井工群の機能低下・損傷が認められ、抑制効果が低下しつつあった。特にAブロックについては、事業再開後の点検において排水機能不良による井筒内の湛水状況が確認された。



写真1 Aブロック内の集水井工の湛水状況
 ③Aブロック下方の旧工事用道路沿いは、本来の流路は道路下を横断して、ブロックサイドより外へ流れる沢へ排出する流路であった。だが、その横断部の呑口が土砂で閉塞され、本来の流路とは異なる工事用道路沿いに新たな流路が形成されていた。これによりAブロック地内に地表水が恒常的に流入する状態となり、不安定化を招いた可能性がある。④平成29年10月の台風による豪雨によって、③の流路は侵食作用が進行し、旧工事用道路は大半が消失し、通行不能になるほどの洗掘・侵食を受けた。また、これに関連して大量の地表水がAブロックに供給されたものと推測される。



写真2 Aブロック内の流路の変化

⑤北側のE~H群ブロックを未対応の状況にしておいてよいか、という課題が残っていた。平成30年の調査では、Eブロック地すべり

地内には多数の地すべり現象・微地形・異常樹木が確認された。また、末端部に位置する乙見沢谷の斜面は荒廃が非常に進んでおり、横湯川と同等級以上の土砂生産源流流となっていることが判明した。

5. 事業再開

前述の警報システムによる警報多発とその後の現地確認による斜面変動の痕跡を多数確認したことを受けて、平成29年度に「落合地すべり検討委員会」を新たに設立し、対応方針について討議、登申がなされ、平成30年度より本格的な対策事業に着手することとなった。初年度では、地すべり機構を精査する目的から、①L.P.測量、②ボーリング調査、③弾性波探査、④GGPS設置等を実施する計画で、一部実施したところである。

本格的な調査は平成31年(令和元年)に実施されることとなっているが、平成30年に先行してボーリング調査2本と弾性波探査3測線が実施された。それらの結果、ボーリング調査では呑口共に、明瞭なすべり面が検出された(写真3)。また、弾性波探査ではA~Dブロック群を通るV1測線と、E~Hブロック群を通るV2測線及びこれらの法線方向に当たるL1測線の3測線が実施された。これらの結果より、落合地すべりは当初想定していた小ブロックの集合体というより、元々厚厚100m規模の大規模な土砂移動体が存在し、それが後の活動の進行によって細分化されたのではないかと、という新たな地形形成史が想定されるに至った。この点については、未だ推測の域を出ていないため、今後の調査結果、観測結果等を踏まえ、さらに精査していくこととしている。



写真3 ボーリング調査で確認されたすべり面(H30B-2孔: GL-51.7m)



写真4 落合地すべり鳥瞰図(左:鳥瞰図 右:地形区分入り)

6. おわりに

落合地すべりは当初想定より大規模である可能性が想定され、さらに複雑な機構を有している可能性が高いため、斜面全体が安定化に向かうには未だ半ばの段階である。しかし、落合地すべりについては、地元より地すべり対策に強い要望が

寄せられている地すべりであるため、対策の早期完了を目指すことを目標としている。

【参考文献】

- 1)藤井隆男・見玉理:山ノ内町落合地すべり対策事例について(2013)
- 2)長野県建設部砂防課:長野県の地すべり(2009)

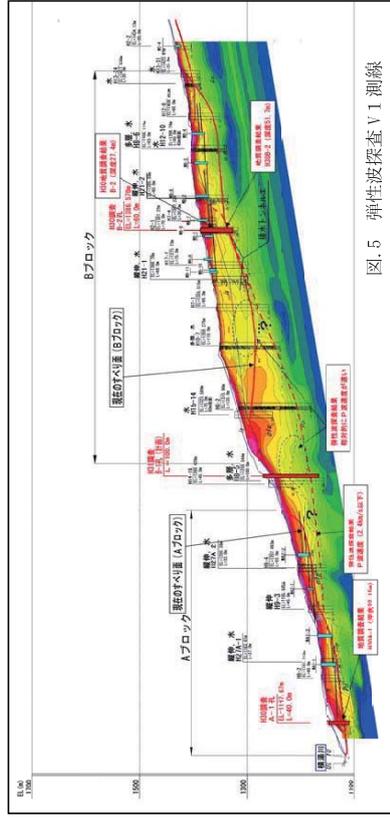


図5 弾性波探査V1測線

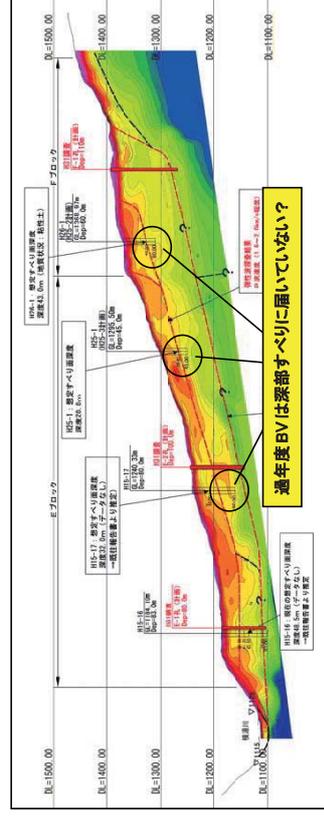


図6 弾性波探査V2測線



目 次

(1) 磐井川地すべりの概要

- 磐井川地区直轄地すべり防止事業の規模、経緯
- 地質的特徴
- 施工した対策工

(2) 概成判断について

- 何に基づいて概成判断したか
- 概成判断フローの決定理由など

(3) 概成後の管理方法について

- 当地区における、概成後の管理上の課題
- 課題に対する取り組み(治山GISシステム、地すべり点検マニュアル)



(1) 磐井川地すべりの概要

(1) 磐井川地すべりの概要

- 磐井川地区直轄地すべり防止事業

- 東北森林管理局 岩手南部森林管理署にて実施
- 昭和44年より事業着手
- 総面積: 1793.05ha
- 99の地すべりブロックが存在

地区区分	面積	昭和44年時点	備考
東北国土地すべり防止区域	677.26ha	昭和43年8月17日	
ニギリ沢地区すべり防止区域	106.07ha	昭和45年3月31日	
磐井川地区すべり防止区域	209.72ha	昭和52年8月8日	高尾山地区直轄地
高尾山地区すべり防止区域	6,091.98ha	昭和54年8月25日	
高尾山地区すべり防止区域	276.13ha	平成4年6月12日	

(1) 磐井川地すべりの概要

磐井川地区直轄地すべり防止事業の経緯

年 度	事 象
昭和22年	カスリーン台風による災害発生
昭和23年	アイオン台風による災害発生
	産女川流域において民有林置野池山事業開始
昭和40年代	産女川流域において地すべり活動が活発化
昭和43年	産女川地区を地すべり防止区域に指定
昭和44年	産女川地区における林野庁所管直轄地すべり防止事業開始
昭和45年	ニギリ沢地区において岩手県による地すべり防止事業開始
昭和54年	ニギリ沢地区、井戸沢地区を直轄地すべり防止事業として事業開始
	産女川地区、ニギリ沢地区、井戸沢地区の3地区を『磐井川地区直轄地すべり防止事業』と呼称
平成13年	岡山地区を直轄地すべり事業に編入、事業開始
平成20年	2008年岩手・宮城内陸地震発生
平成22年	2008年岩手・宮城内陸地震で被害が大きかったニギリ沢地区を拡大指定

(1) 磐井川地すべりの概要

平成20年岩手・宮城内陸地震による災害

平成20年岩手・宮城内陸地震の震源と磐井川地区周辺の被害状況

(1) 磐井川地すべりの概要

地すべり対策(産女川区域)

小股沢排水トンネル
産女川排水トンネル
鋼製治山ダム工

(1) 磐井川地すべりの概要

磐井川地区の地質的特徴

年代	地層名	地層名	備考
第四紀	沖積層	沖積層	---
	沖積層	沖積層	---
第三紀	下第三紀	砂岩・頁岩・凝灰岩	---
	下第三紀	砂岩・頁岩・凝灰岩	---
	下第三紀	砂岩・頁岩・凝灰岩	---

基盤は中新世の凝灰岩、砂岩、泥岩などの堆積岩で、その上に透水性の高い安山岩、火山角礫岩が載るキャップロック構造。キャップロックの底面付近では地下水を溜めやすい。

(2) 概成判断について

(2) 概成判断について

「磐井川地区民有林直轄地すべり防止事業 第2回概成検討委員会資料(平成30年1月)」より抜粋

(1) 磐井川地すべりの概要

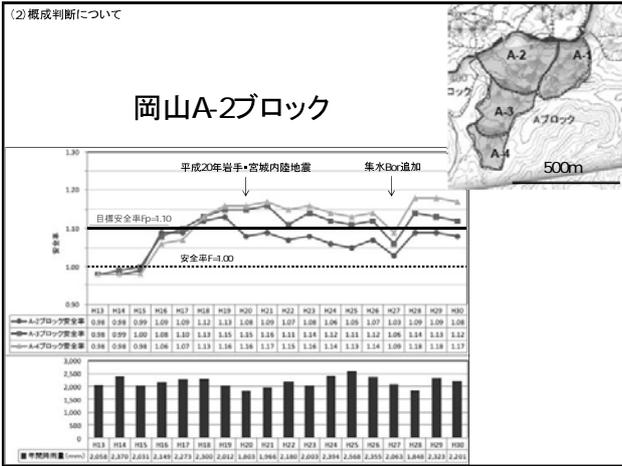
地すべり対策(ニゴリ沢区域)

ニゴリ沢排水トンネル

(2) 概成判断について

① 数年にわたって目標安全率を確保しているか？

- 対策工の施工等によって、数年にわたって、目標安全率($F_p=1.10$)が確保されていること。
- 磐井川地区では3~4年に1回程度、日雨量150~200mmの豪雨に見舞われ、周辺で地すべりが発生していることから、数年≒5年程度を目安とした。
- 目標安全率未達成のブロックは3つ存在。



(2) 概成判断について

③地すべり対策工の施設機能は確保されているか？

- 地すべり対策施設が機能していなければ、今後、地すべりが不安定化する恐れがある。
- 対象地内の地すべり防止施設、治山施設の点検を実施。
- 補修が必要とされる施設については、補修対策を実施。

(2) 概成判断について

②対策工施工後、数年にわたって地すべり滑動が認められないか？

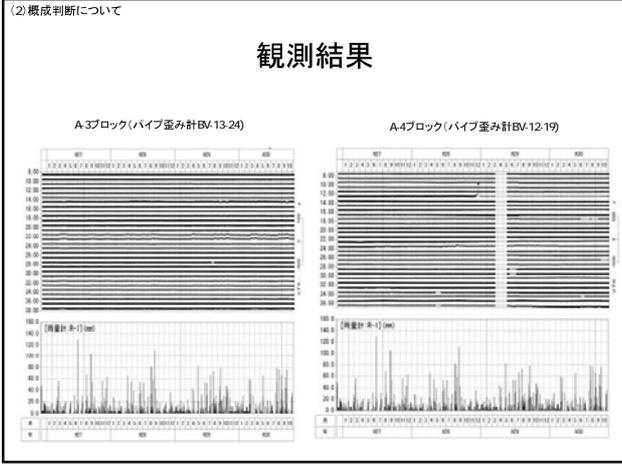
- 地すべりが滑動していない＝安全率1.00以上であることを重視。
- 地すべりが滑動していないことは、全域の踏査、パイプ歪計、伸縮計観測、GNSS移動杭により確認した。

(2) 概成判断について

施設点検と補修の例

種別	種別	種別	種別
A	種別	種別	種別
B	種別	種別	種別
C	種別	種別	種別

集水井内のライナープレートが変形 → 内挿により補修



(2) 概成判断について

④対策工や詳細調査(継続観測)が行われていない場合、GNSS移動杭は設置されているか？

- 平成20年岩手・宮城内陸地震の際には、地すべり防止施設や治山施設が未導入の斜面で崩壊や地すべりが数多く発生。
- 移管後も有事の際には観測を行うことで、どのブロックが滑動したか判断可能。

(2) 概成判断について

⑤ 溪間工の整備が完了しているか？

- 万が一地すべりが滑動した場合にも下流側に大きな被害を及ぼさないよう、溪間工の整備についても考慮。
- 既往の溪間工については、③の“施設機能は確保されているか”と同様、施設点検のうえ、要補修施設について補修を行った。

(2) 概成判断について

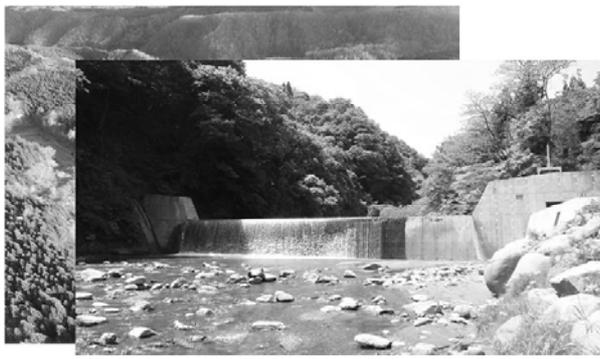
概成検討委員会

平成29年に有識者、東北森林管理局より委員を選出し、岩手県、一関市をオブザーバーとして、現地検討会ならびに概成検討委員会を2回開催し、最終的な概成判断をおこなった。



(2) 概成判断について

溪間工の整備状況



(3) 概成後の管理方法について

(3) 概成後の管理方法について

【当地区における概成後の管理上の課題】

- 対象エリアが広大でブロック数、施設数が多い。
 - 管理主体が岩手南部森林管理署から岩手県に移管。
 - 地すべりという災害に直結する重要箇所。
- 管理者が、現地ですぐに簡単に使えるシステムが必要では？



【取り組み】

- 治山GISシステム構築
- 地すべり点検マニュアル作成

(2) 概成判断について

溪間工の補修の例



(3) 概成後の管理方法について【治山GISシステム構築】

治山GISシステム構築



(3) 概成後の管理方法について【地すべり点検マニュアル作成】

地すべり点検マニュアル作成

【点検の優先度】

地すべり点検を計画的かつ効率的に行うことを目的として、地すべりブロックの危険度を下記4項目で評価し、点検化し、点検の優先度を決定。

- ①過去の活動状況
- ②保全対象の重要度
- ③対策工の導入状況
- ④ブロックの安定度(安全率)

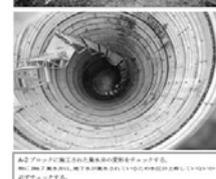
評価項目	評価基準	評価値	優先度
過去の活動状況	過去5年活動あり	◎	1
	一時的な活動あり	○	2
	過去5年活動なし	△	3
	活動なし	×	4
保全対象の重要度	一般市民の安全に直結	◎	1
	管内林道が通過、河川に近接する	○	2
	管内林道が通過する	△	3
	管内林道が通過しない	×	4
対策工の導入状況	既設工・修繕工	◎	1
	既設工・修繕工	○	2
	既設工	△	3
	既設工	×	4
ブロックの安定度(安全率)	安全率1.2以上	◎	1
	安全率1.0以上	○	2

年度	実施日	実施区間	実施区画	実施内容	実施結果
2015年	8月21日			第1ブロック	2700㎡
2015年	9月4日			第2ブロック	2700㎡
2015年	11月18日	第3ブロック	第4ブロック	第5ブロック	2700㎡
2015年	12月2日	第6ブロック	第7ブロック	第8ブロック	2700㎡



(3) 概成後の管理方法について【地すべり点検マニュアル作成】

岡山A-2ブロックの着目点



岡山A-2ブロック周辺の地すべり危険箇所を示す。特に、2015年9月4日の地すべりによる地すべり跡が確認できる。

(3) 概成後の管理方法について【地すべり点検マニュアル作成】

【ランク毎の点検計画】

年度	実施日	実施区間	実施区画	実施内容	実施結果
2015年	8月21日			第1ブロック	2700㎡
2015年	9月4日			第2ブロック	2700㎡
2015年	11月18日	第3ブロック	第4ブロック	第5ブロック	2700㎡
2015年	12月2日	第6ブロック	第7ブロック	第8ブロック	2700㎡

- *1)異常時とは、以下の事象をいう。
 ①調査地周辺で震度6弱以上の地震が観測された場合
 ②調査地周辺で連続雨量200mm以上が観測された場合
- *2)詳細調査の内容
 ①施設の現状調査⇒「治山施設個別施設計画策定マニュアル(案)」(H29年3月、林野庁)に準じて実施
 ②移動経路調査⇒既設の標柱について、GNSS観測を実施。なお、GNSS移動計の一部は立木により樹冠が狭まり、観測精度が低下しているものがある。支障となる立木について毎木調査を実施しているため、この結果を参考に有事の際の伐採計画を立案。

【点検の着目点】

区画名	危険度	ランク	点検内容	点検結果
A-2	B	1	・ブロックの安定度(安全率) ・地すべり跡の有無 ・地すべり跡の長さ・幅 ・地すべり跡の深さ・形状 ・地すべり跡の位置(河川・林道)	・安全率1.2以上 ・地すべり跡なし ・地すべり跡なし ・地すべり跡なし ・地すべり跡なし
		2	・ブロックの安定度(安全率) ・地すべり跡の有無 ・地すべり跡の長さ・幅 ・地すべり跡の深さ・形状 ・地すべり跡の位置(河川・林道)	・安全率1.0以上 ・地すべり跡なし ・地すべり跡なし ・地すべり跡なし ・地すべり跡なし
		3	・ブロックの安定度(安全率) ・地すべり跡の有無 ・地すべり跡の長さ・幅 ・地すべり跡の深さ・形状 ・地すべり跡の位置(河川・林道)	・安全率1.0未満 ・地すべり跡なし ・地すべり跡なし ・地すべり跡なし ・地すべり跡なし
		4	・ブロックの安定度(安全率) ・地すべり跡の有無 ・地すべり跡の長さ・幅 ・地すべり跡の深さ・形状 ・地すべり跡の位置(河川・林道)	・安全率1.0未満 ・地すべり跡あり ・地すべり跡あり ・地すべり跡あり ・地すべり跡あり

(3) 概成後の管理方法について【地すべり点検マニュアル作成】

マニュアルと治山GISシステムのリンク



(3) 概成後の管理方法について【地すべり点検マニュアル作成】

ニゴリ沢旧I-2ブロックの着目点

岡山A-2ブロック周辺の地すべり危険箇所を示す。特に、2015年9月4日の地すべりによる地すべり跡が確認できる。



- 公益社団法人日本地すべり学会東北支部
2019 度シンポジウム
「地すべりの安定化の判断、収束条件
—概成の考え方、その後の管理の在り方について—」
- 編集・発行
公益社団法人日本地すべり学会東北支部
<https://japan.landslide-soc.org/branch/tohoku/>
- 発行日
2019 年 4 月 22 日
- 日時
2019 年 4 月 22 日（月） 14:00～17:30
- 場所
仙台市戦災復興記念館記念ホール
仙台市青葉区大町 2-21-1 TEL 022-263-6931