

図 17 地すべりの発生状況

4.1.2 応急対策の内容

(1) 地すべり末端崩壊の防止対策

地すべり末端に押し出した土砂の崩壊を未然に防ぐため、雨水や表面水の浸透防止を目的としてシートで地表を被覆するとともに、泥流として流出する危険に備えて、直下の林道沿いに大型土嚢を積み、泥流を捕捉して流下・堆積させる導流施設を設けている。(図18~20)

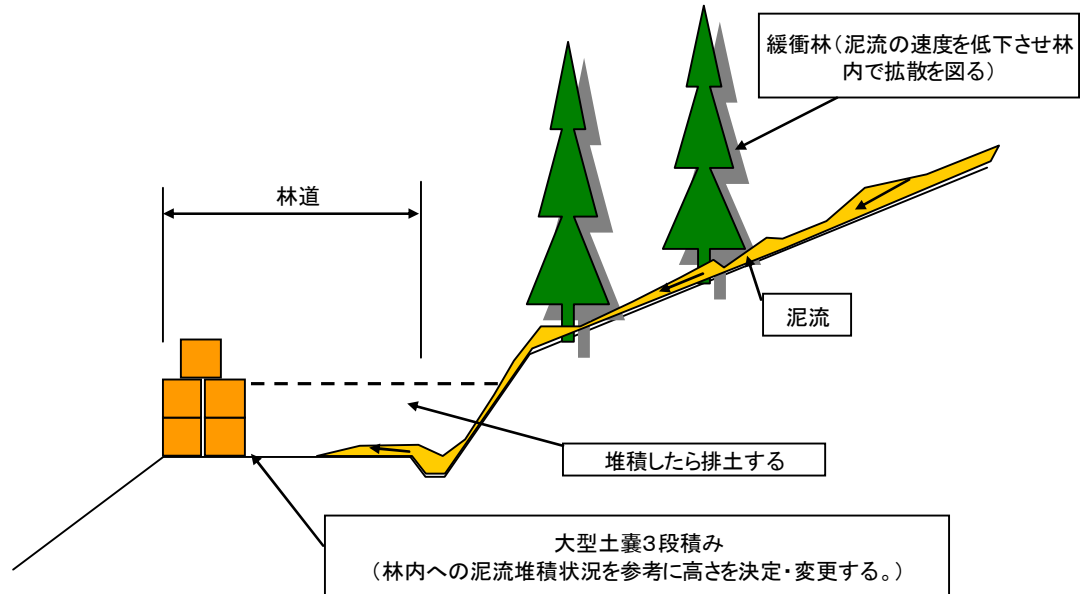


図 18 大型土嚢による泥流捕捉・導流の概念図



図 19 シートによる被覆状況



図 20 大型土嚢による泥流捕捉・導流施設設置状況

(2) 地すべりの再移動防止対策

滑動後に堆積している地すべり移動土塊の再移動を防止するため、地すべり地内に供給される降雨や表流水を浸透させずに排水させることが、応急対策として考えられる。そのために、末端の崩壊防止対策と同様に地すべり地内の地表をシートで覆い、素堀りの排水路を設けて速やかに地すべり地外へ排水する措置を講じている。素堀水路の流末には泥だめを設け、集まった地表水はそこから排水パイプにより下流へ流下させる。(図21~25)

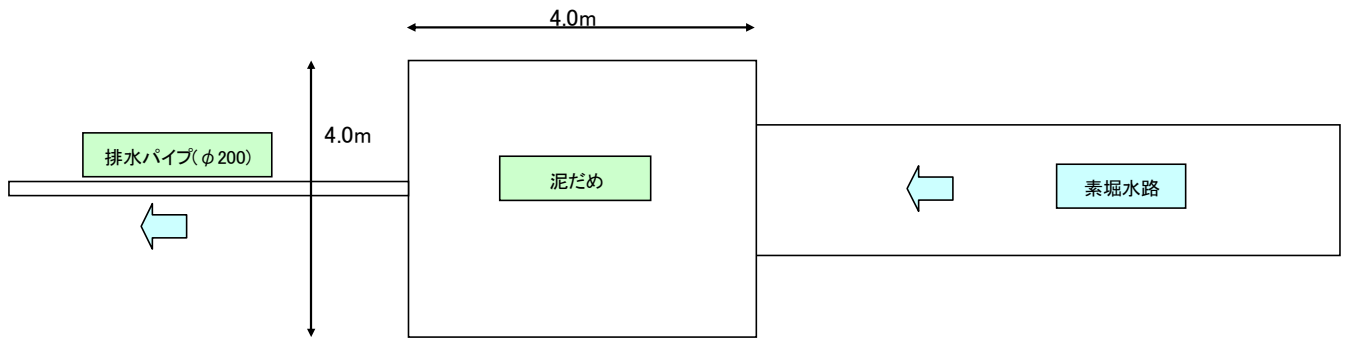


図 21 素堀水路による地表排水イメージ (平面図)



図 22 シートによる被覆と素堀水路



図 23 素堀水路と地すべり地外への排水管



図 24 シートによる斜面の被覆



図 25 泥だめと地すべり地外への排水管

(3) 滑落崖背後からの地すべり移動に備えた対策

地すべり背後に生じている亀裂に対し、地表を整形して暗渠パイプを敷設することにより、亀裂からの水の浸透を抑制し、暗渠パイプで集水した水を排水パイプで地すべり地外へ排水する措置を行う。また、この位置における地表の挙動は、下流の応急対策工事に対して非常に危険な要因となるため、

その動きを監視して、動きに対して警報を発するシステムを講じておく必要がある。そのため、地すべりの動態を観測している伸縮計に対して、移動量に応じた警報レベルを段階的に設定し、設定したレベルを超えると携帯電話の回線を通じて警報を伝達するシステムを現地に設置している。(図26, 27)

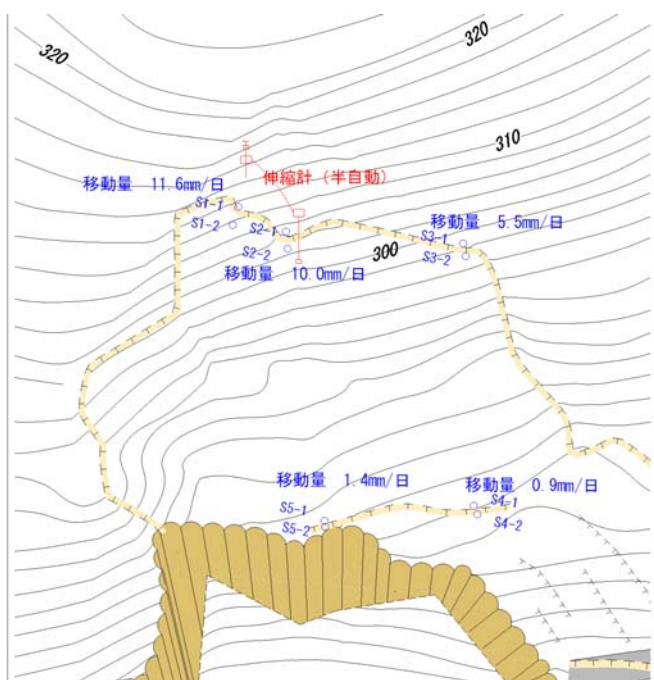


図 26 地表伸縮計による警報送信システム

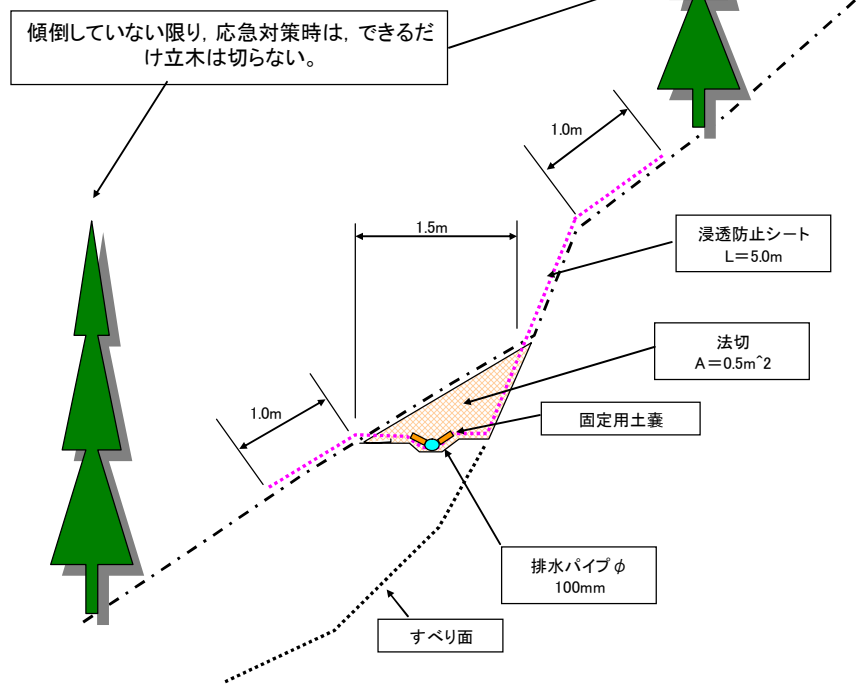
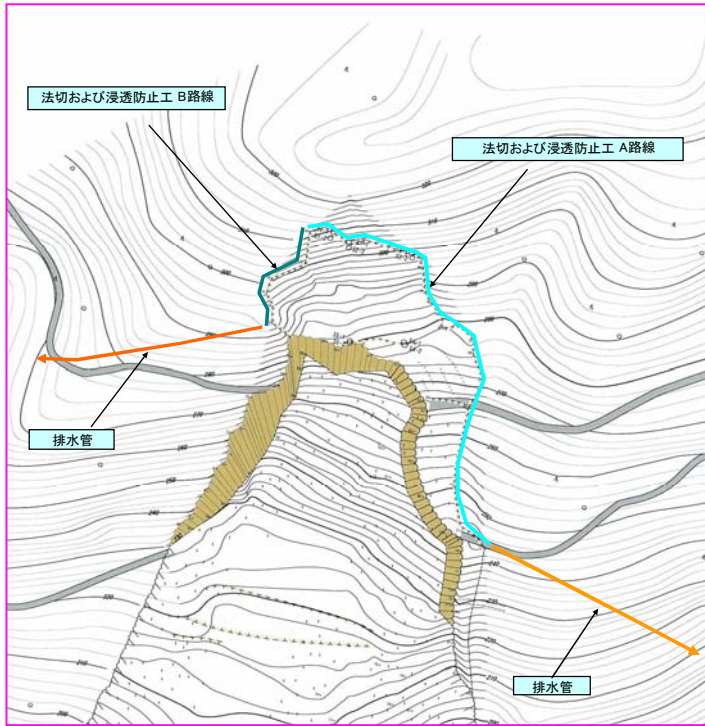


図 27 頭部拡大亀裂における浸透防止対策

(4) 地すべり応急対策のまとめ

これまでに実施している応急対策をまとめると図28に示すとおりであり、図29は応急対策の施工中の全景である。

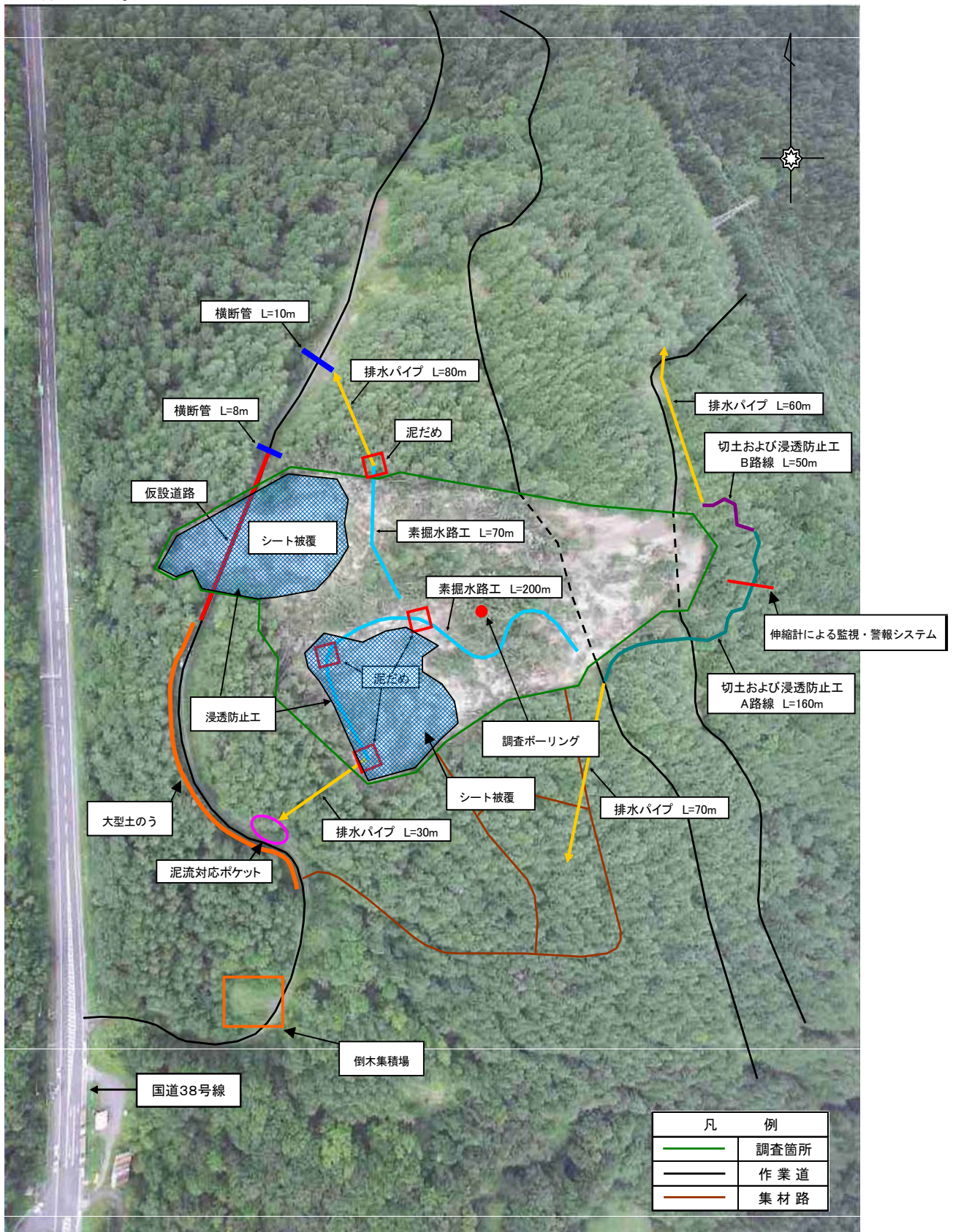


図 28 応急対策の内容



図 29 応急対策施工中の全景

以上の応急対策は、9月6日より開始し、末端の崩壊土砂流出防止対策としてのシート被覆や大型土のうによる導流工は既に終了し、10月中旬までには図28に示す対策が完了する予定である。

4.2 地すべりの監視・警戒体制

現状においては、地すべり動態の観測を拡大亀裂の地表伸縮計と地すべり末端付近に設置している地盤傾斜計により行っており、また末端の崩壊や土砂崩落を検出するためのワイヤセンサーを地すべり末端付近に設置し、それぞれを警報システムに連結して監視を行っている。これらの監視システムにおける警戒等の管理基準は、表 1を参考としている。

現地においては、以上のシステムにより応急対策工事の安全に資するとともに、施工箇所に雨量計を設置し(図30)、そのデータに基づき、降雨時における施工中止等の判断を行うこととしている。



図 30 雨量計設置状況

表 1 地すべり監視における管理基準 (参考)

観測器	対応区分			
	要注意	警戒	避難	立入禁止・交通規制
地表伸縮計	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1~10mm/日 ・ 同方向への累積移動 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 10mm 以上/日 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 4mm 以上/2 時間 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 10mm 以上/時間 ・ 専門家の判断
基本的な対応	<ul style="list-style-type: none"> ・ 情報提供の開始 ・ 1回/日以上での監視(Web) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 監視強化 ・ 1回/時間以上の監視(Web, 24 時間) ・ 避難の準備 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 避難開始 ・ 1回/時間以上の監視(Web, 24 時間) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国道通行止
処理事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路管理者・市町村への情報提供 ・ 現地巡視 ・ 監視システムチェック ・ 観測器による監視 ・ 観測器の移設・増設検討 ・ 情報伝達方法の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 要注意段階の処理事項継続 ・ 巡視回数増加 ・ 24 時間監視体制 ・ 移動範囲確認 ・ 計測結果を PM4 時まで整理し、関係機関に連絡 ・ 避難要請を前提として、危険区域の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 警戒段階の処理事項継続 ・ 関係部署に作業応援依頼 ・ 危険区域内で施工中の発注工事業者に対し作業の中断、危険区域外への待避を指示 ・ 関係機関を招集し、事後の対応等を協議 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 避難段階の処理事項継続 ・ 立入禁止

((社) 地すべり対策技術協会：地すべり観測便覧，H8)

応急工事における安全管理体制は表2のとおりである。

表2 応急工事の安全管理体制

管理項目	担当	観測方法	頻度	判断基準	異常または基準値を超えた場合の処置
伸縮計	森林管理者	地表伸縮計	常時	4mm以上/2時間	作業を中止し避難
	コンサルタント			10mm以上/日	異常が認められる場合は作業を中止し避難
	工事業者				2日連続の場合は作業を中止し避難
雨量	工事業者	現場設置の雨量計	常時	連続雨量30mm	作業を中止し避難
地震	森林管理者 工事業者	気象庁： 芦別旭町観測所	常時	震度3以上	異常が認められる場合は作業を中止し避難

伸縮計に基準値以上の数値が出た場合は森林管理署から工事業者に作業の中止と避難を指示。

雨量計に基準値以上の数値が出た場合は工事業者が自主的に作業を中止し、避難。

地震発生の場合は森林管理署から工事業者に斜面点検を指示。

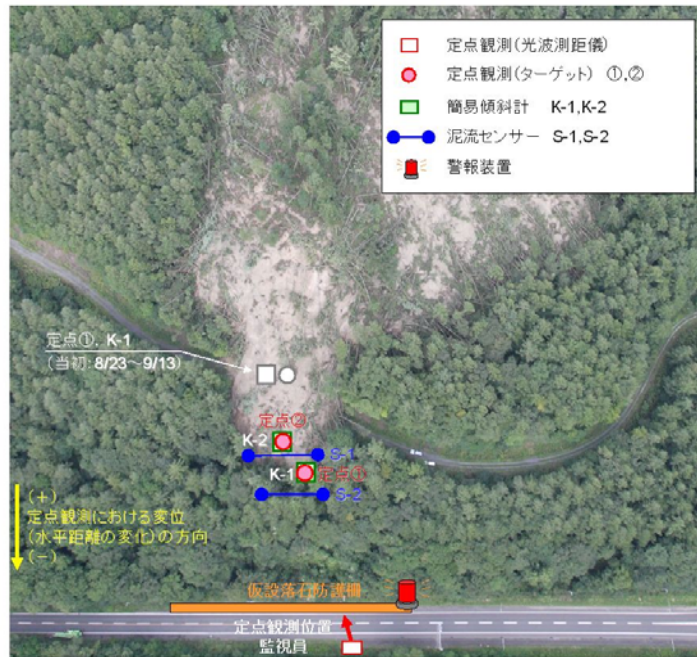
4.3 国道における監視体制と管理基準

4.3.1 現状の道路管理体制

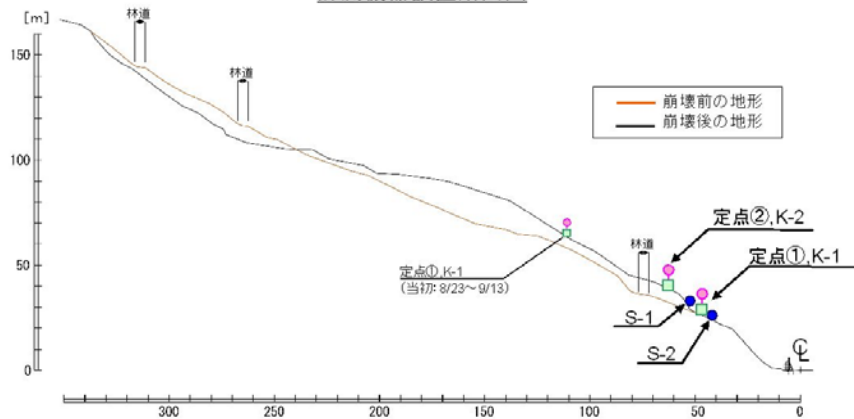
(1) 管理項目

管理項目	管理項目の担当	観測方法	頻度	判断基準	異常または基準値を超えた場合の処置
雨量	道路管理者 点検業者 維持業者	西芦別テレメータ	常時	連続雨量30mm	通行止め
有人監視	維持業者	現地に2名配置	常時	目視観察による 斜面の異常の有無	通行止め
		光波測距儀による定点観測	朝・夕 通行止め解除前	100mm/日	計器異常の有無を確認し、計器が正常であれば、通行止め
計器	維持業者	泥流センサー、簡易傾斜計	常時	泥流センサー:切断 簡易傾斜計:傾斜	計器異常の有無を確認し、計器が正常であれば、通行止め
地震	道路管理者 点検業者 維持業者	気象庁:芦別旭町観測所	常時	震度3以上	監視員が目視で斜面に異常を認めた場合は通行止め
斜面点検	道路管理者 点検業者	道路管理者、点検業者による 斜面点検	通行止め解除前および 定期点検(1回/月)	点検による異常の有無	点検結果に応じ対応

(2) 監視員・計測機器の配置 (図31参照)



計測機器設置断面図



定点観測



泥流センサー



簡易傾斜計



図 31 監視員・計測機器設置の状況

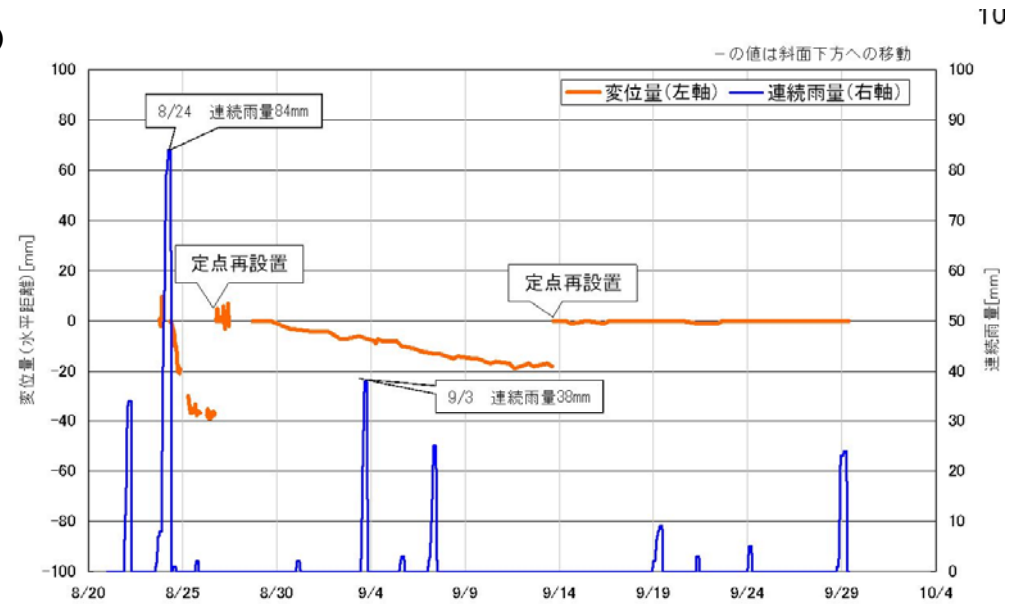
4.3.2 現行の管理体制の見直し（案）

（１）管理体制の見直し（案）

管理体制の変更	管理基準設定・変更の理由
<p>① 現行の管理体制</p> <ul style="list-style-type: none"> ・連続雨量30mmで通行止め ・24時間監視員配備（現地） ・計器（泥流センサー・簡易傾斜計・定点観測） ・地震 	<p>【雨量基準の設定】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・8/22連続雨量34mmの降雨時に斜面が崩壊 ・崩壊機構不明 ⇒連続雨量30mmで通行止め
<p>② 応急対策工完了後（予定）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・連続雨量50mmで通行止め ・現地監視員を解除し、パトロールに移行 ・計器（泥流センサー・簡易傾斜計・定点観測） ・地震 	<p>【雨量基準の変更と現地監視員の解除】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・森林管理局の応急対策工が完了 ・斜面崩壊後、これまで斜面に変状が認められない ・計測データの変動量が収束傾向 ⇒雨量基準の変更、監視員を解除しパトロールに移行
<p>③ 冬期以降（予定）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・連続雨量50mmで通行止め ・パトロール ・計器（孔内傾斜計、簡易傾斜計） ・地震 	<p>【計器新設・撤去】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・積雪の影響を受ける、泥流センサー、定点観測終了 ・積雪の影響を受けない孔内傾斜計を新設
<p>④ 崩壊機構解明後（予定）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・管理体制、管理基準値の見直し 	<p>【調査・解析結果】</p> <p>森林管理局の調査結果を踏まえ、管理体制、管理基準の見直しを検討</p>
<p>⑤ 恒久対策工完了後（予定）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・管理体制解除 	<p>【対策工の効果確認】</p> <p>恒久対策工の効果が確認された段階で、管理体制の解除を検討</p>

1) 雨量と定点観測データ (図32参照)

定点観測①



定点観測②

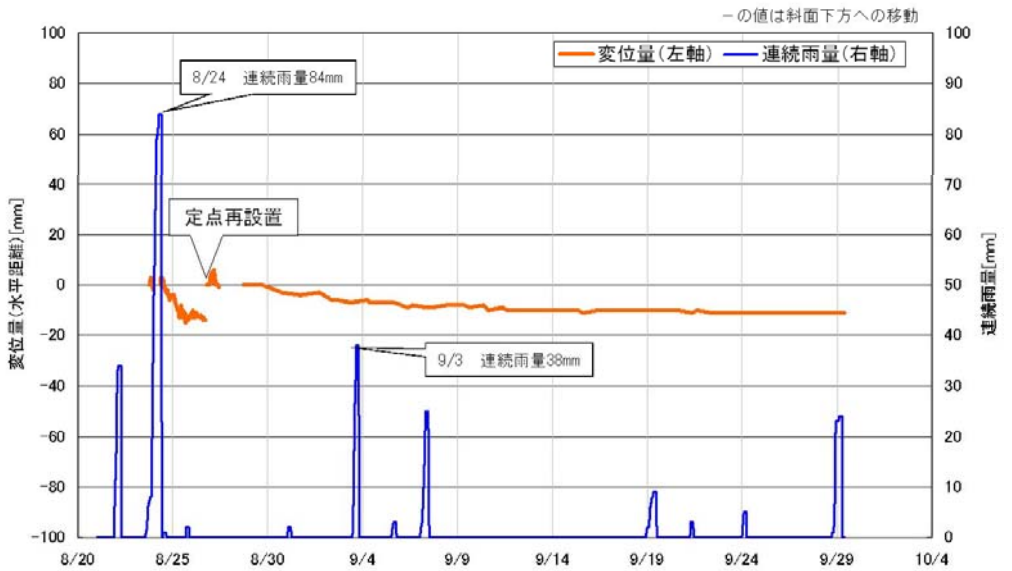
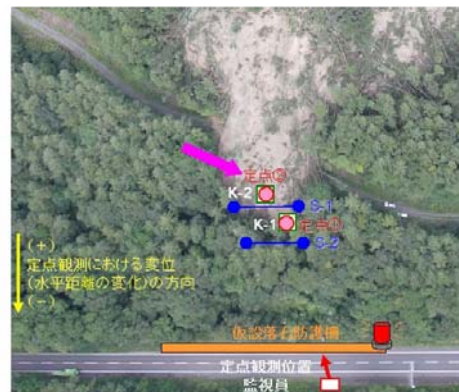


図 32 雨量と定点観測データ

2) 仮設落石防護柵の設置状況 (図33参照)



仮設落石防護柵 断面図

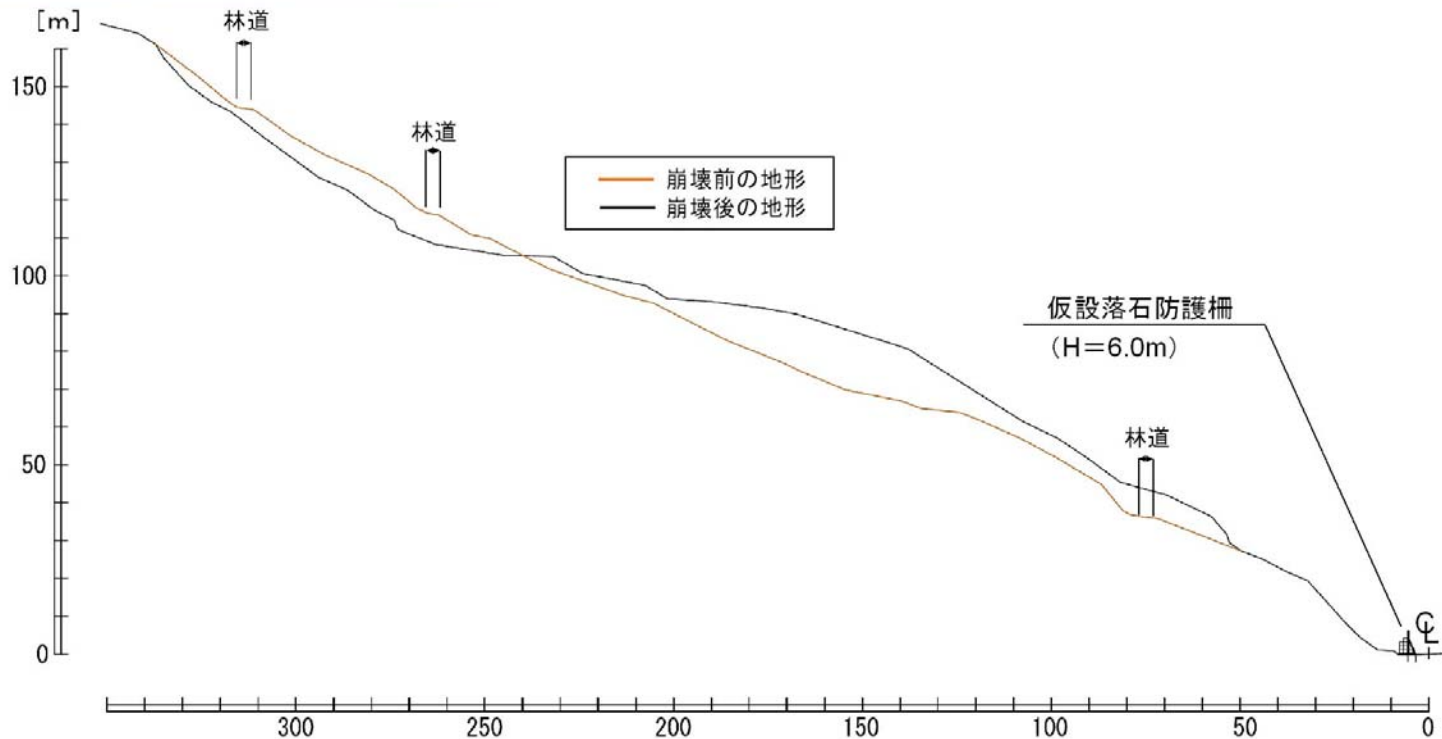
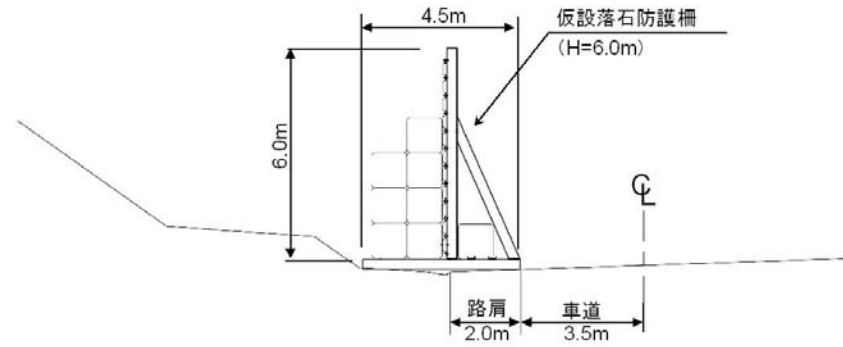


図 33 仮設落石防護柵の設置状況

(2) 冬期以降の監視体制（案）

現在設置している計器は、表面設置型（定点観測、泥流センサー、簡易傾斜計）のため冬期の積雪により使用が不能となるため、地中埋設型の孔内傾斜計を設置して、地表面と地中の変位を観測。

管理項目一覧

管理項目	管理項目の担当	観測方法	頻度	判断基準	異常または基準値を超えた場合の処置
雨量	道路管理者 点検業者 維持業者	西芦別テレメータ	常時	連続雨量50mm	通行止め
パトロール	維持業者	目視点検	1回/日	目視点検による異常の有無	異常が認められる場合は、道路管理者に報告し、状況に応じて通行止めを実施
計器	道路管理者 点検業者 維持業者	孔内傾斜計(1孔)	1回/時間	100mm/日(地表面) 今後データ蓄積により再検討	計器異常の有無を確認し、計器が正常であれば、通行止め
		簡易傾斜計(1基)	常時	傾斜	
地震	道路管理者 点検業者 維持業者	気象庁：芦別旭町観測所	常時	震度3以上	斜面点検で異常が認められる場合は通行止め（目視点検）
遠方目視点検	道路管理者 点検業者	道路管理者、点検業者による 斜面点検（目視点検）	通行規制解除前	目視点検による異常の有無	通行止め継続
道路防災有識者による防災診断	道路防災有識者 道路管理者 点検業者	道路防災有識者、道路管理者、 点検業者による道路防災診断	通行規制解除前	道路防災診断	通行止め継続

計器の配置(案) (図34, 35参照)



計測機器設置断面図

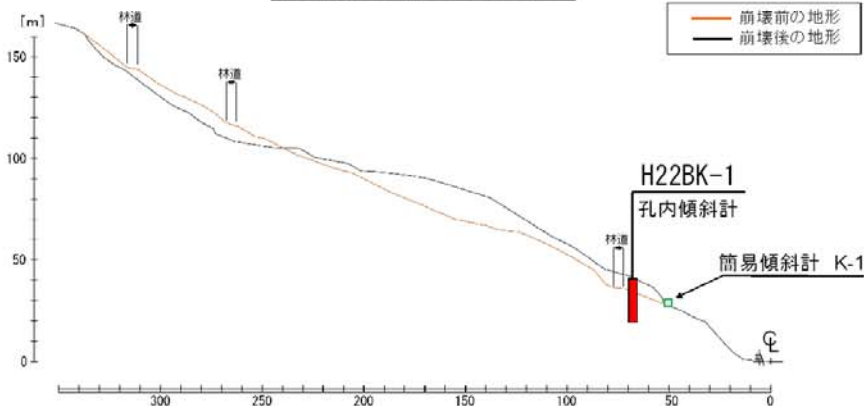


図 34 計測機器の設置計画

孔内傾斜計設置方針

- ・自動観測用に埋設型の孔内傾斜計を設置
- ・設置箇所は1孔
- ・深度は、不動土塊を5m程度確認 (10~15m程度)
- ・深度方向の設置間隔は1m

設置模式図

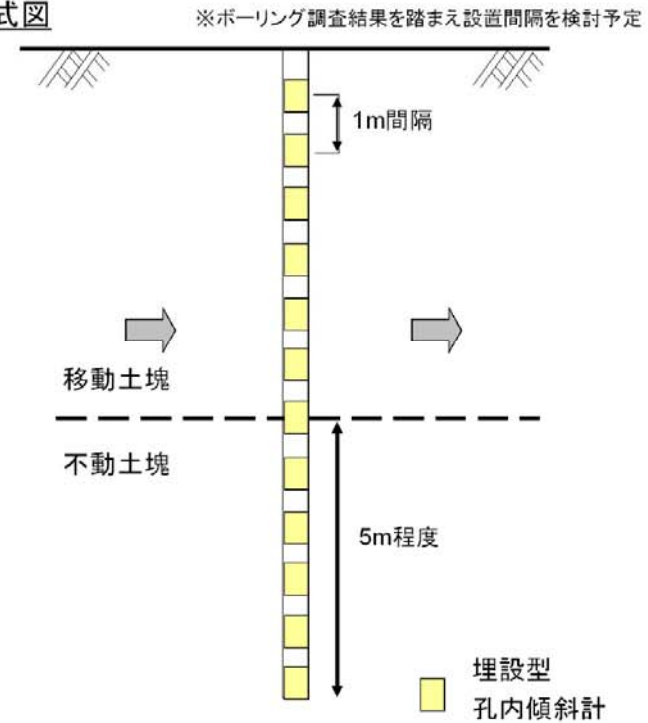


図 35 孔内傾斜計設置計画

5. 地すべりの概要

災害発生時に大きく滑動した地すべりは、頭部や右側壁部に 10～20m 以上の滑落崖を形成させ、斜面中腹に大量の土砂を押し出して停止した。地すべりの移動範囲を横断していた林班作業道は 2 箇所寸断され、滑動後に地すべり地内に認められた作業道路盤との位置関係より、地すべりの移動距離は 40～50m と推定される。

地すべり発生後の縦断地形についてみると、頭部滑落崖直下は急斜面を示すが、その下流側では対照的に緩斜面を形成する。さらにその下流側では再び急な斜面を示し、地すべりにより押し出された土塊の一部は、その急斜面を流下している。このように、対象斜面は台地状の縦断地形を示しており、災害にともなう地すべり移動土塊は、そのほとんどがこのテラス状の緩斜面に堆積しているものである。

一方で、頭部滑落崖背後の山体表面にも 2m 前後の落差をともなう亀裂を生じ、それらは頭部滑落崖の背後を取り巻くように馬蹄形状に連続している。

災害発生前に作成されたレーザープロファイラによる地形図によれば、対象斜面には地すべり履歴を示す地形が顕著に認められ、それは今回の災害を生じた地すべり範囲を包括するように存在している（図 36）。

今回の災害を生じた地すべり機構の解析にあたっては、それらとの関係についても考慮することが重要であり、また、直下の国道 38 号に対する影響についても、その観点を含めて考察する必要がある。

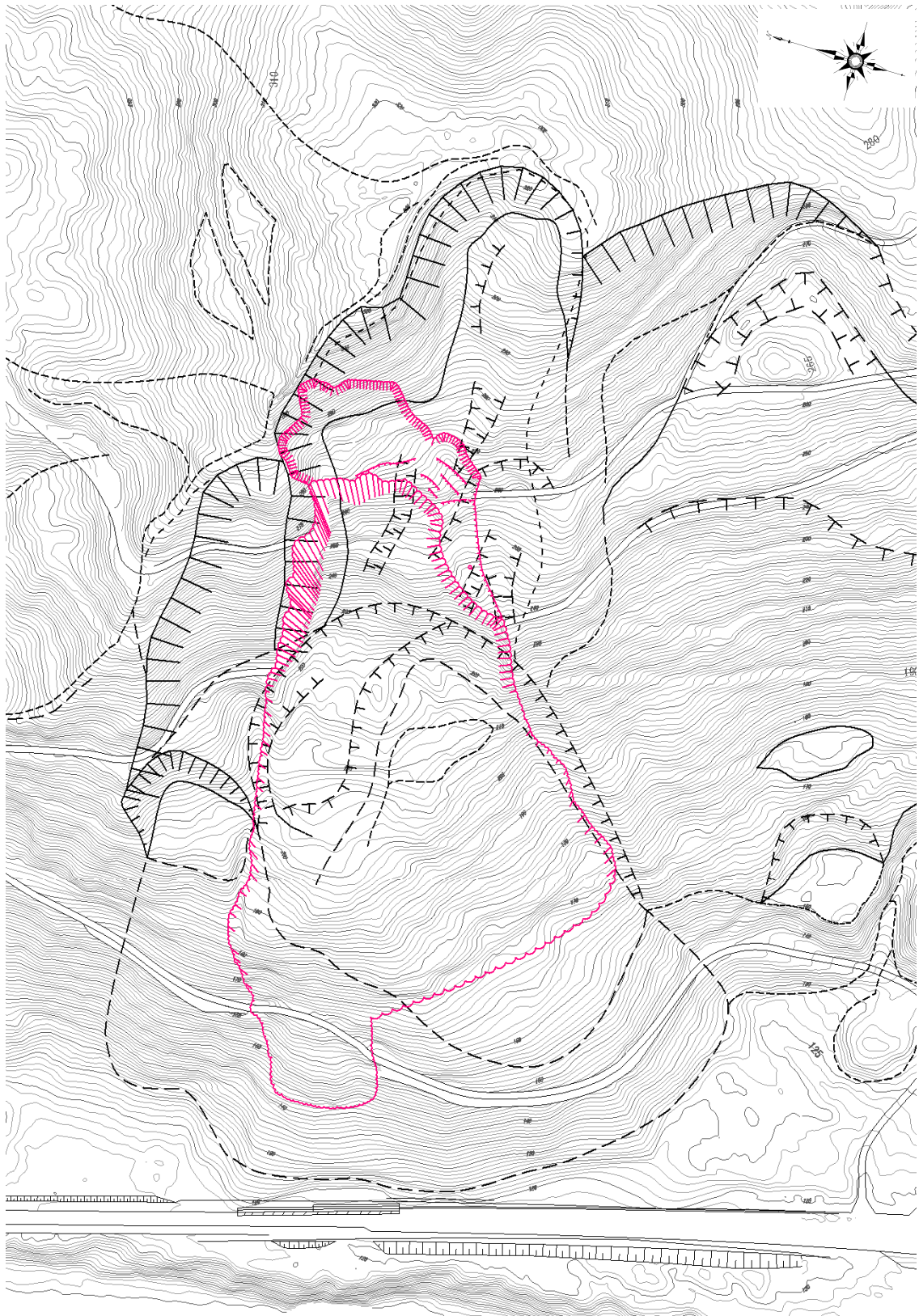


図 36 地すべり地形判読結果と地すべり災害箇所

6. 調査の内容

地すべり移動土塊に対し、想定されるブロックの範囲や移動方向を考慮して調査測線を配置した。その際に、地すべり発生後の側壁の形態に左右で著しく相違が生じているほか、複雑にブロック化して滑動した様相を示す地表面現象もみとめられたことから、それらの発生機構を立体的に捉えて解明する必要が認められた。そのため、想定される移動方向に3本の解析測線を設け、それと直交する複数の横断測線も設置し、メッシュ状の測線網として、それらの交点にボーリングを行った。

なお、地すべり発生時には押し出された土塊が、左サイド側で放射状に流動した形態が認められた。また、地すべり頭部の背後には、南東の尾根側より移動したと想定される地すべり履歴を示す地形が認められた。そのため、それらについても機構を解明するため、それぞれに1本ずつの解析測線を配置してボーリングを行っている。(図 37)

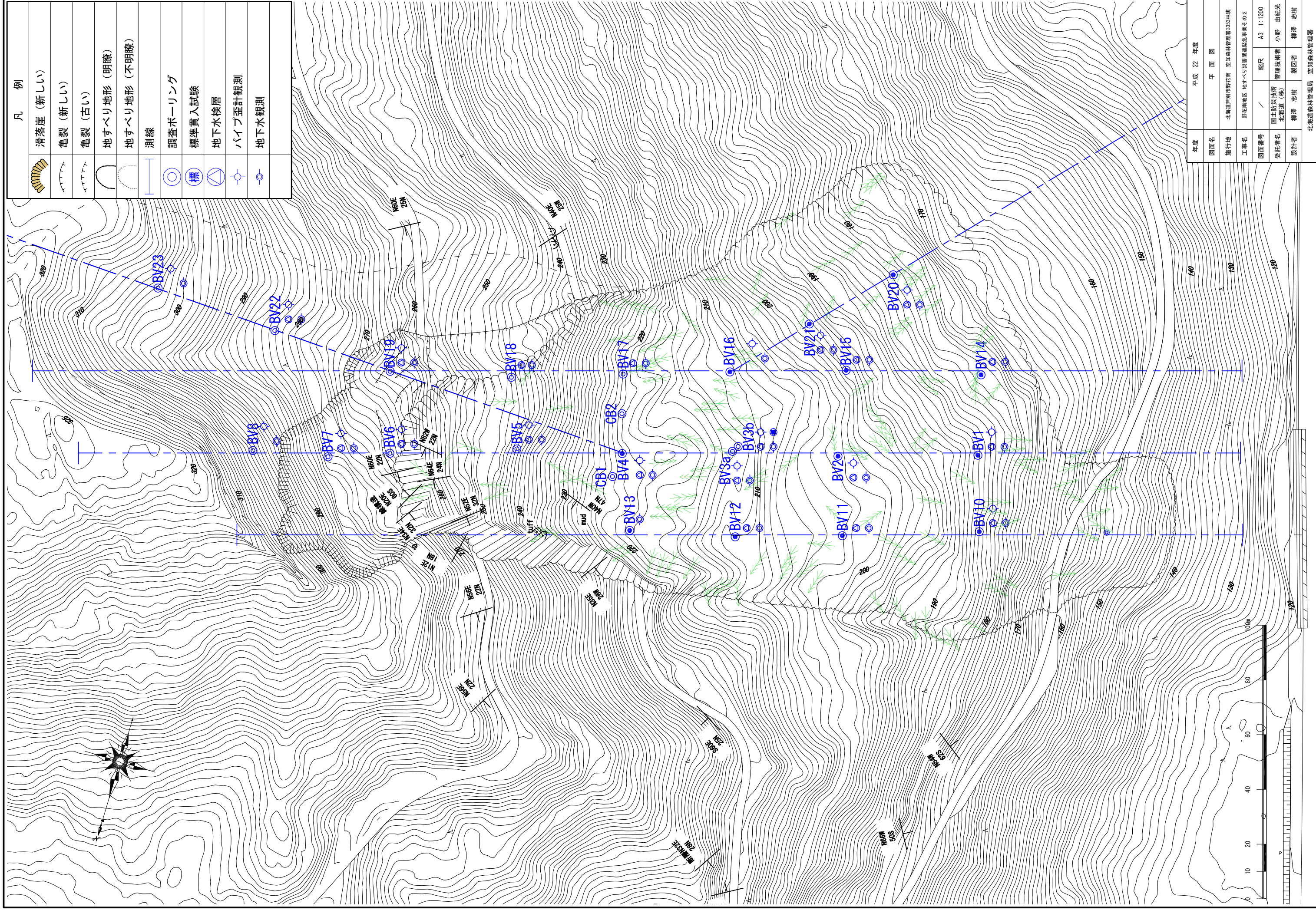
ボーリング完了後には、各調査孔において地下水検層を実施し、パイプひずみ計による動態観測や地下水位の観測を、データロガーを用いて実施している。

また、調査の解析精度を高めるための試験として、すべり面試験料が採取されたボーリングコアを用いたすべり面せん断試験、調査孔を利用した温度検層なども実施している。

地すべり発生機構解明のため実施した調査項目は以下のとおりである。

- ① 地表踏査
- ② 調査ボーリング
- ③ 地下水検層
- ④ パイプひずみ計，地下水位観測
- ⑤ 地表伸縮計観測
- ⑥ (地中伸縮計観測，温度検層，すべり面せん断試験)

凡 例	
	滑落崖 (新しい)
	亀裂 (新しい)
	亀裂 (古い)
	地すべり地形 (明瞭)
	地すべり地形 (不明瞭)
	測線
	調査ボーリング
	標準貫入試験
	地下水検層
	パイプ歪計観測
	地下水観測



年度	平成 22 年度
図面名	平面図
施行地	北海道芦野市野花町 空知森林管理署3353林班
工事名	野花町地区 地すべり災害調査緊急事業その2
図面番号	縮尺 A3 1:1200
受託者名	国土防災技術 北海道(株)
設計者	管理技術者 小野 由紀光 柳澤 志樹 製図者 柳澤 志樹
北海道森林管理局 空知森林管理署	

図 37 調査位置平面図