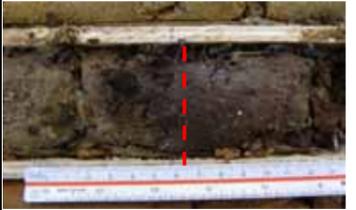
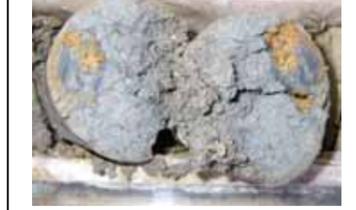


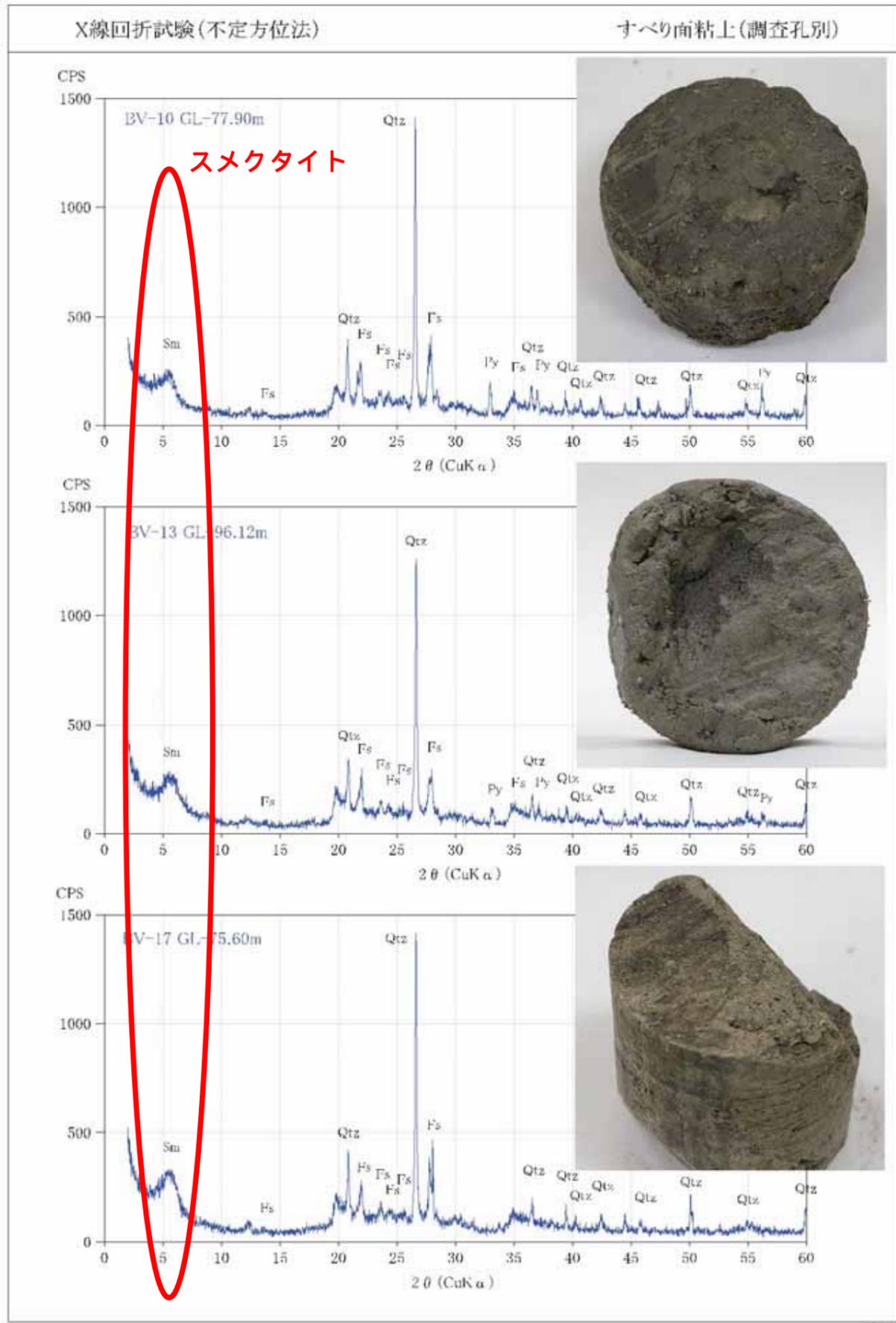
2. すべり面判定と地すべり断面図

2.1	すべり面判定一覧表	71
2.2	X線解析結果	72
2.3	すべり面せん断試験結果	73
2.4	地すべり断面図	74
2.5	DDA解析・3D-FEM解析	75

2.1 すべり面判定一覧表

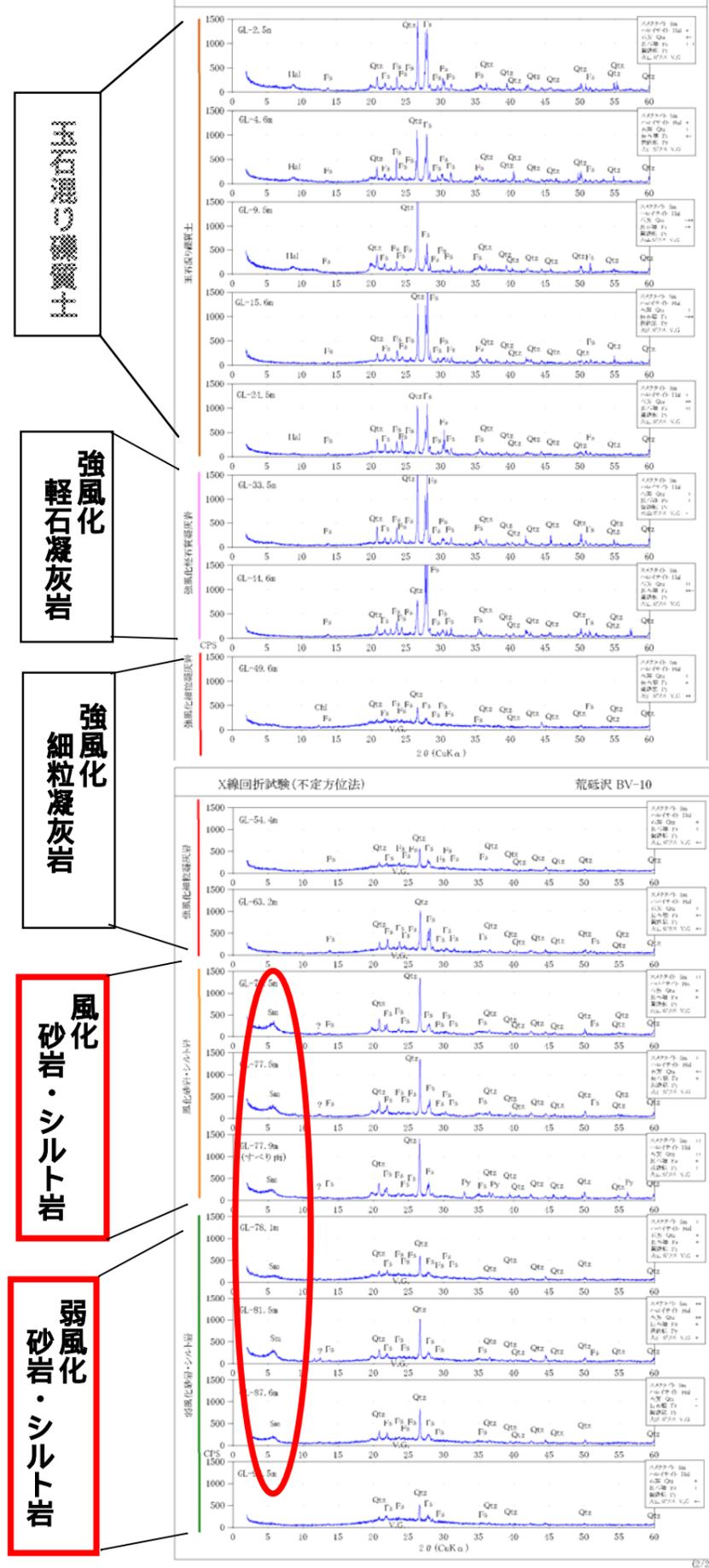
調査孔 No.	孔口標高 (m)	すべり面 (移動土塊底面)				調査孔 No.	孔口標高 (m)	すべり面 (移動土塊底面)							
		深度(GL-m)	標高(m)	近影写真	対応地質			特 徴	考 察	深度(GL-m)	標高(m)	近影写真	対応地質	特 徴	考 察
BV-1	298.96	26.90	272.06		上位: 礫混じり土 多様な礫、植物片が乱雑に入り交じる。 下位: 礫混じり土 腐植物を含む旧表土	非常に軟質で粘性強く、腐植物を含む旧表土と礫混じり土の層界。上位の礫混じり土は、GL-22.10~26.90m区間に分布しており、最大径5cmの礫とシルト~細粒砂の基質で構成される。礫種は安山岩や溶結凝灰岩など、礫形は円礫~角礫と多様であり、粒径の淘汰は悪い。また基質は含水著しく軟質であり、木片や植物根が雑多に混在している。	礫混じり土上位には比較的攪乱の乏しい強風化岩が載っている。礫混じり土の下位には旧表土が分布。礫混じり土には多様な礫や植物片等が雑多に含まれ、基質はルーズで含水著しい。 以上の特徴により、礫混じり土層は地すべり移動土塊の底面と判断される。	BV-13	362.60	96.15	266.45		強風化軽石凝灰岩 - 弱風化砂岩シルト岩層界	GL-96.15mに明瞭な擦痕を伴うせん断面が見られる。せん断面の傾斜角度は4°。擦痕方向は最大傾斜方向に対して反時計回りに約10°斜交する。せん断面の光沢は鈍い。 以上より、 <u>GL-96.15mをすべり面</u> と判断する。	軽石凝灰岩の乱れは少なく、比較的締まっているが、下位ほど軟質となる。 GL-94.00~95.90m区間にシルト岩の薄層が数枚認められ、それらは粘土化著しく、光沢を示す亜円礫状未風化部が見られる。 GL-96.15mのせん断面は新鮮・硬質な砂岩シルト岩となる。
BV-2	317.79	38.30	279.49		礫混じり土 表面が円滑され光沢を示す礫を多数含む。	最大径7cmの礫と粘土~中粒砂の基質で構成される礫混じり土。GL-36.40~38.30m区間に分布し、層厚はわずか1.90m。 丸みを帯び、表面に光沢を示す礫が多数含まれている。 基質は非常に粘性強く、含水著しい。	礫混じり土上位には、攪乱乏しい強風化軽石凝灰岩が載る。礫混じり土の下位には、硬質で棒状に採取される弱風化凝灰岩が連続し、不動岩盤と判断される。 以上より、礫混じり土層は地すべり移動土塊の底面と判断される。	BV-16	344.32	79.20	265.12		強風化砂岩シルト岩底面	GL-79.20mに傾斜角度4°のせん断面が見られる。せん断面の傾斜は10°、弱い擦痕が見られるが、方向が一定していない。従属せん断面か? 74.20~79.20m区間は粘土化著しく、未風化硬質部が礫状に混入。礫は丸みを帯び、表面は光沢を示す。 GL-79.20mは新鮮で硬質。 以上より、 <u>GL-79.20mをすべり面</u> と判断する。	GL-69.00~70.60m区間はせん断面が密に網目状に発達し、一部に鈍い光沢が見られる。 GL-74.80mに鈍い光沢を示すせん断面が見られる。せん断面の傾斜は10°、弱い擦痕が見られるが、方向が一定していない。従属せん断面か? 74.20~79.20m区間は粘土化著しく、未風化硬質部が礫状に混入。礫は丸みを帯び、表面は光沢を示す。 GL-79.20mは新鮮で硬質。 以上より、 <u>GL-79.20mをすべり面</u> と判断する。
BV-4	281.45	27.40	254.05		強風化砂岩シルト岩底面	風化・破砕著しい強風化シルト岩の底面付近では、せん断面が密に網目状に発達する様子が確認される。また弱風化硬質部が亜円礫状に含まれる。明瞭な鏡肌は見られないが、部分的に鈍い光沢が認められる。	強風化シルト岩は風化破砕が進行し、粘土化・含水著しい。また一部に堆積構造が認められ、その傾斜角度は34°と急傾斜を示す。強風化シルト岩の下位に分布する礫混じり土には植物片が乱雑に混在することなく、光沢を示す礫は見られないため、ダム湖底堆積物と考えられる。 以上より、強風化シルト岩底面は地すべり移動土塊の底面と判断される。	BV-17	346.84	75.60	271.24		強風化砂岩シルト岩内	GL-75.60mに見られるせん断面は、傾斜角度4°。鏡肌と擦痕は明瞭で、擦痕方向は面の最大傾斜方向に一致する。 GL-75.80~76.00m区間は破砕により礫状コアとなるが、岩質は硬質。 以上より、 <u>GL-75.60mをすべり面</u> と判断する。	GL-75.00~75.20m区間はせん断面が密に網目状に発達する。せん断面は光沢を示し、一部に粘土化が見られる。 GL-75.30mには層厚1cm区間にせん断面が多数発達。鏡肌・擦痕ともに明瞭であるが、面に起伏が多く、擦痕方向は様々な方向を向いている。 GL-75.80~76.00m区間は破砕により礫状コアとなるが、岩質は硬質。 以上より、 <u>GL-75.60mをすべり面</u> と判断する。
BV-9	308.15	29.10	279.05		強風化軽石凝灰岩底面	風化・破砕著しく、礫混じり砂質土状となった軽石凝灰岩の底面付近に粘板岩の亜円礫(写真中央)や珪質泥岩の角礫が含まれる。	著しく乱された軽石凝灰岩の底面に異質な礫が含まれる。軽石凝灰岩中には粘板岩や珪質泥岩は含まれない。この深度のみ旧地表の礫を巻き込んだ可能性大。 以上より、 <u>地すべり移動土塊の底面</u> と判断される。	BV-20	348.64	81.75	266.89		風化砂岩シルト岩内	GL-81.75m前後に傾斜角5~6°のせん断面が3枚確認される。それより鈍い光沢を示すものの、擦痕・粘土化は認められない。 以上より、 <u>GL-81.75mをすべり面</u> と判断する。	GL-81.70~81.75m区間はせん断面が密に網目状に発達する。 GL-81.75mのせん断面は深では比較的鮮明で硬質な砂岩シルト岩が連続する。 以上より、 <u>GL-81.75mをすべり面</u> と判断する。
BV-9	308.15	46.00	262.15		強風化砂岩シルト岩底面	風化・破砕著しい強風化シルト岩と現位置風化と思われる強風化細粒凝灰岩の境界面が見られる。	風化・破砕が進行し、攪乱著しい砂岩シルト岩。岩組織が一部に残っており、せん断面や円礫状未風化硬質部が見られる。 下位の細粒凝灰岩は上面付近は褐鉄鉱汚染著しく粘土化しているが、攪乱されていない。また強風化部から弱風化部への変化は漸移的であり、現位置岩盤と考えられる。 以上より、 <u>強風化シルト岩底面は地すべり移動土塊の底面</u> と判断される。	BV-22	286.93	25.20	261.73		強風化細粒凝灰岩上面	GL-25.00~25.20m区間は、乱れた強風化細粒凝灰岩と砂礫が混在している。含まれる礫は亜円礫で表面に光沢を示す。 以上より、 <u>強風化細粒凝灰岩上面は地すべり移動土塊の底面</u> と判断される。	上位の強風化砂岩シルト岩は風化・破砕著しく堆積構造は急角度を示す。 強風化細粒凝灰岩と砂礫が雑多に混在している。 含まれる礫の表面は光沢を示す。 下位で再び細粒凝灰岩と砂岩シルト岩が分布する。 以上より、 <u>強風化細粒凝灰岩上面は地すべり移動土塊の底面</u> と判断される。
BV-10	348.32	77.90	270.42		風化砂岩シルト岩底面	GL-77.40~77.90m区間はせん断面が密に網目状に発達しており、中でもGL-77.80mには明瞭な擦痕を伴うせん断面が見られ、GL-77.90mには明瞭な鏡肌を伴うせん断面が見られる。 GL-77.80mのせん断面擦痕明瞭。傾斜角度4°。擦痕方向は最大傾斜方向に対して反時計回りに約20°斜交する。 GL-77.90mのせん断面傾斜角5°のせん断面が複数密集。鏡肌明瞭。	岩質は比較的硬質で粘土化に乏しいが、破砕の著しい砂岩シルト岩互層。 各所に葉理構造が認められるものの、その傾斜角度は4~50°とバラツキが激しく、規則性が無い。 GL-77.80mには明瞭な擦痕。 GL-77.90mには明瞭な鏡肌。 以上より、 <u>風化砂岩シルト岩底面をすべり面</u> と判断する。	BV-22	286.93	40.10	246.83		礫混じり土	径5~10mmの亜円~円礫を多く含む。礫種は多種多様。 以上より、 <u>礫混じり土層は地すべり移動土塊の底面</u> と判断される。	GL-39.00~40.00m区間は非常にルーズで含水の多い砂質土。砂質土の底面に、多種多様な亜円~円礫が混入。 上位に見られる細粒凝灰岩中の葉理構造は20°と、急角度。
BV-12	353.06	84.10	268.96		強風化砂岩シルト岩内	GL-84.10mで部分的にせん断面の密集部が見られ、その一部に鈍い光沢が見られる。	GL-79.40~80.00m区間は未風化硬質部が礫状に認められ、それらの表面に光沢が見られる。 GL-79.60mには弱い擦痕を伴うせん断面が認められるが、その傾斜角度は35°と急角度である。 GL-84.10mは深はやや軟質だが岩構造に乱れは見られない。 以上より、 <u>GL-84.10mをすべり面</u> と判断する。	BV-23	322.22	57.30	264.92		礫混じり土	最大径5cmの礫とシルト~粗粒砂で構成される。葉理構造が認められるが、その傾斜角度は10~20°であり、比較的急角度。一部は特に風化著しく、礫状の未風化部表面には光沢が見られる。 強風化砂岩・シルト岩がブロック状に混在する。 植物根が各所に混入。 GL-56.60~57.30m含水著しく、空隙多く非常にルーズ。 以上より、 <u>礫混じり土層は地すべり移動土塊の底面</u> と判断される。	上位に分布する砂岩シルト岩は風化・破砕が著しい。葉理構造が認められるが、その傾斜角度は10~20°であり、比較的急角度。一部は特に風化著しく、礫状の未風化部表面には光沢が見られる。 下位の細粒凝灰岩は比較的硬質で新鮮。 礫混じり土底面は含水著しく非常にルーズ。 以上より、 <u>礫混じり土層は地すべり移動土塊の底面</u> と判断される。

調査孔別X線回折結果



(1/1)

BV-10 深度別X線回折結果

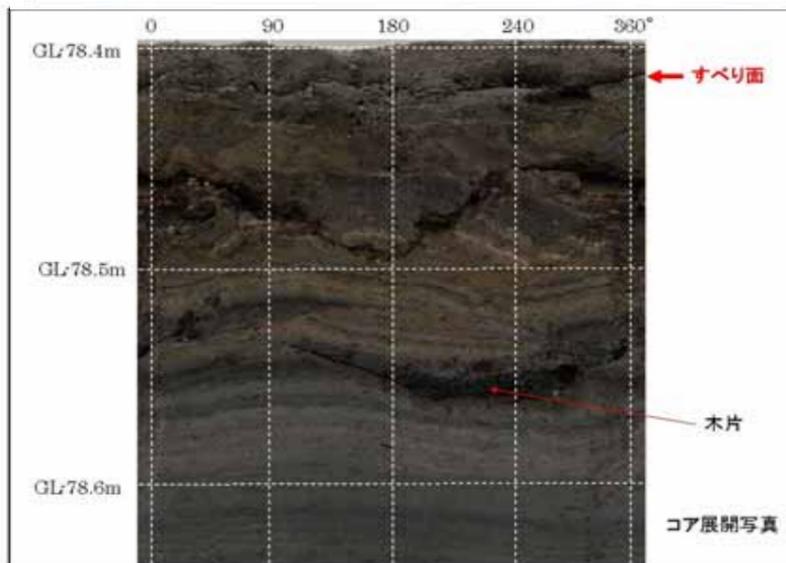
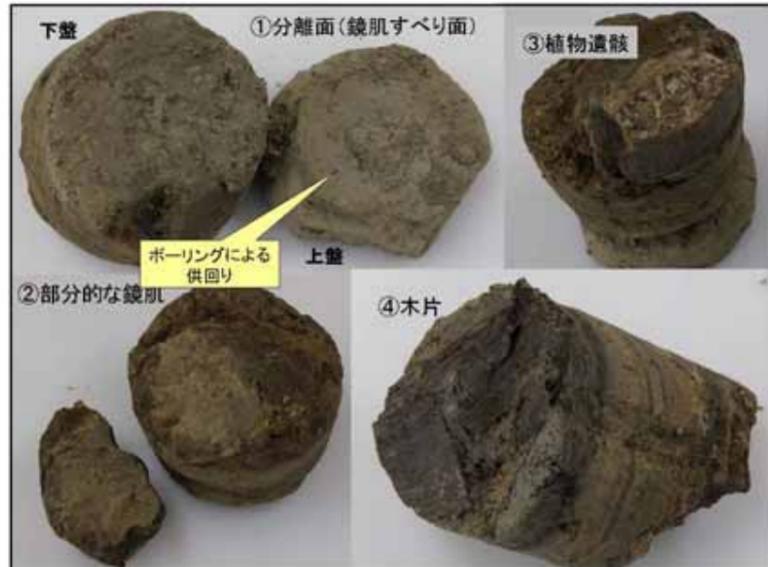
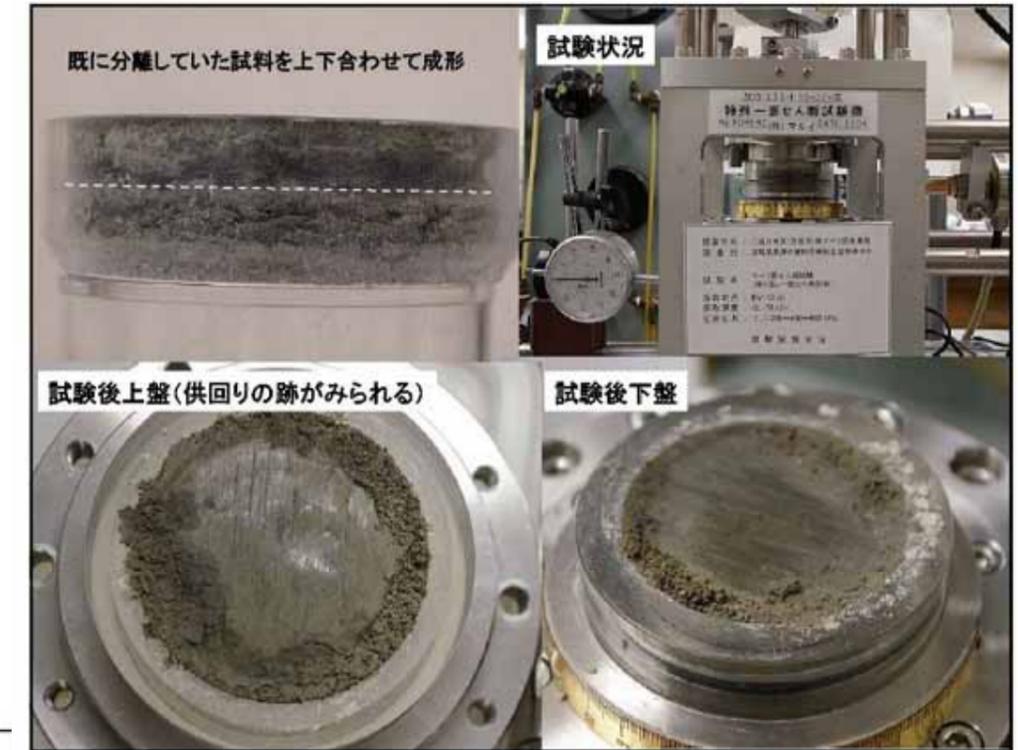


砂岩・シルト岩層で
スメクタイトを検出



同層準内で弱線を
形成しやすい

2.3 すべり面せん断試験結果



< DDA (不連続変形法) >

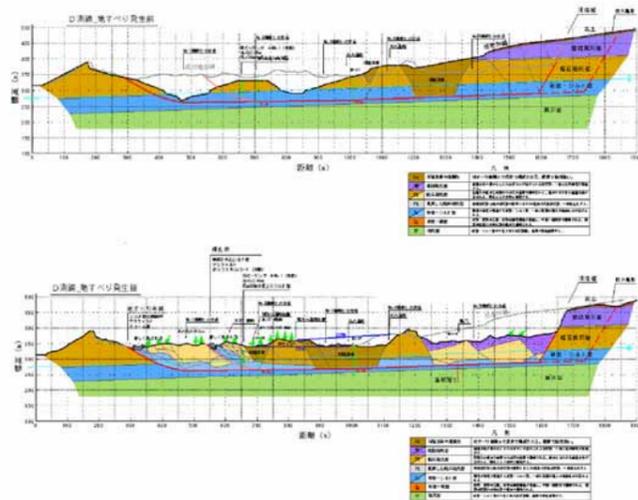


図1. D 測線における地すべり発生前後の地質図, a) 地すべり発生前, b) 地すべり発生後.

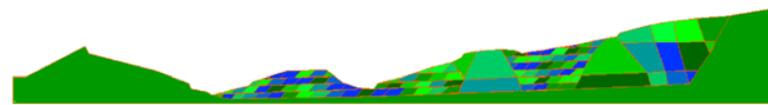


図2. 地質図をもとに作成した地すべり発生前の DDA 解析モデル.

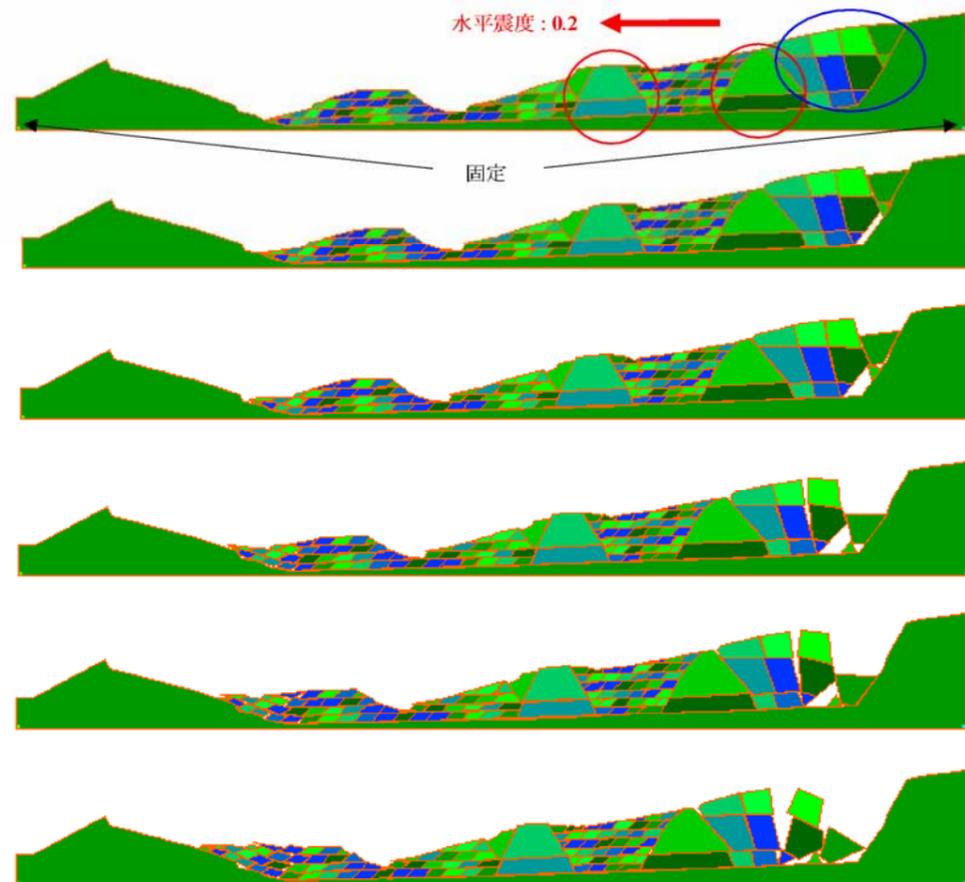


図3. DDA による崩壊のシミュレーション.

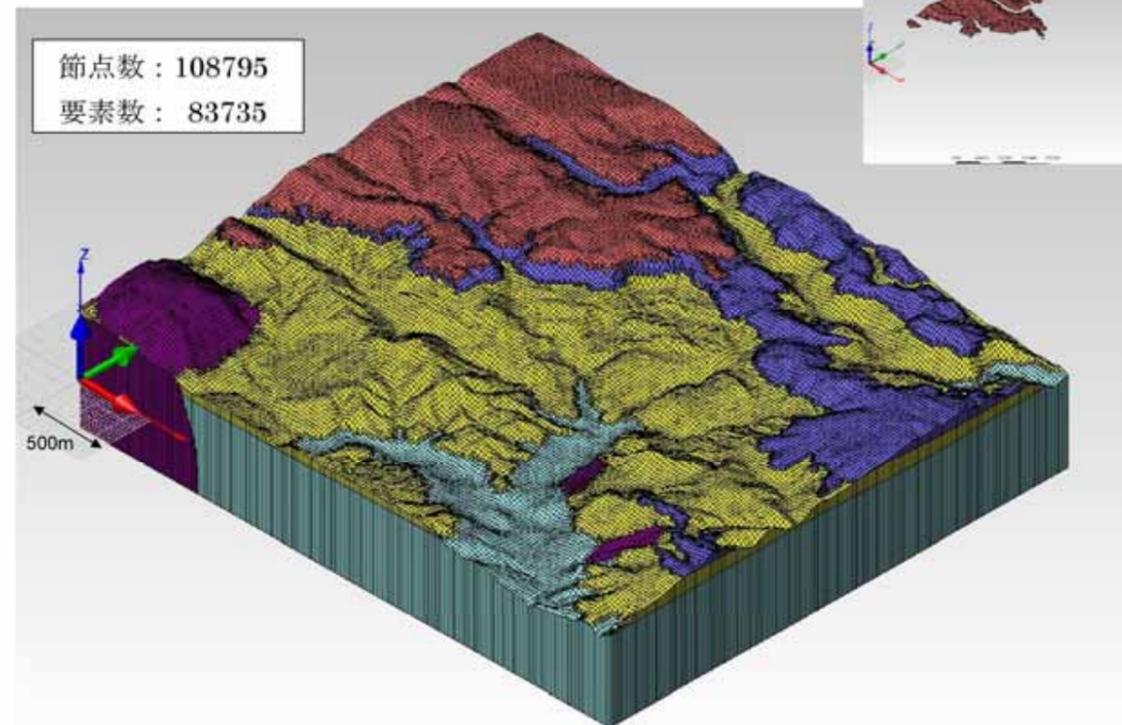
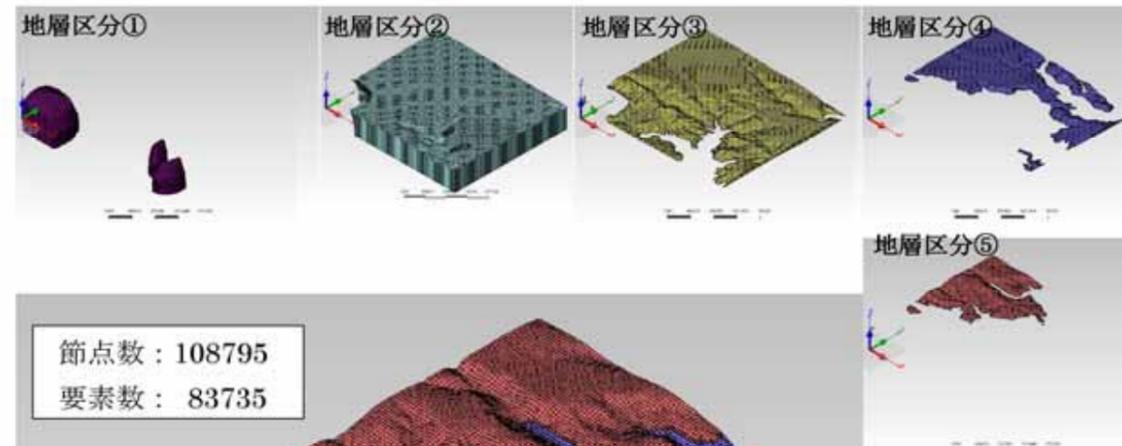
< 3次元地震応答解析(FEM)メッシュ >



図1 計算対象領域

・地形: 国土地理院基盤地図情報
(1/25,000, 10mコンター)
↓
20mグリッドの地表面データ作成

・計算領域: 3,280m × 3,780m
・東西南北20mを基本単位
・節点数108,795 / 要素数83,735
・メッシュ形状(6面体) / 境界部など(4面体)
・地層区分は、地質構造(三次元より)



3 . 対 策 工 計 画 (案)

3 . 1 課題と方針	77
3 . 2 対策工フロー図 (案)	79
3 . 3 対策工計画平面図 (案)	80

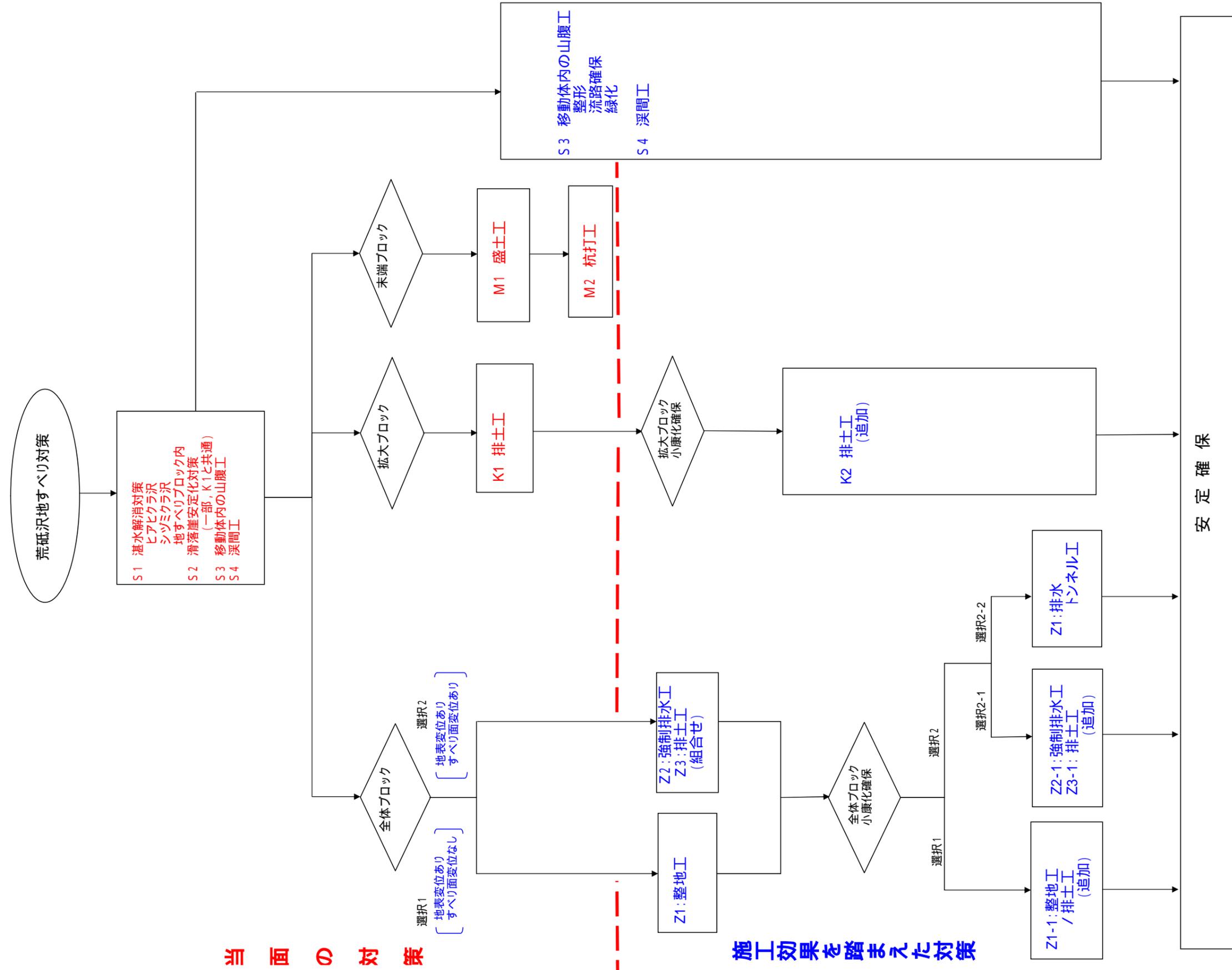
岩手・宮城内陸地震に係る山地災害対策の課題と方針

地区名		荒砥沢地すべり
荒廃現況	山腹荒廃	「二迫川上流」で記載
	溪流荒廃 (河道閉塞)	「二迫川上流」で記載
	地すべり	<p>規模:地すべりは、幅約900m、斜面長約1,300mの規模である。地すべり発生前後の土砂収支の検討及び踏査結果から、すべり面傾斜角は1～2°で、移動土塊量は約67百万m³に達する。</p> <p>変形構造:地すべりの移動体内には、二つのリッジ(尾根)が形成され、リッジの上下流側には三つの大規模陥没帯が形成されている。中腹から下方の移動体は比較的土塊の変形が小さいが、下半部は隆起帯となっており、この隆起帯に二筋の擾乱帯がみられる。また、右側壁下半部に圧縮擾乱帯が生じ、これに沿って小ブロックが連続し、擾乱帯に挟まれダム湖に開いた箇所から崩壊土砂が流出している。6月15日以降に冠頭部北西側に退行性亀裂が発生・拡大している。</p> <p>移動方向と移動量:地すべり地内の道路・林相位置を地すべり発生前後で比較した結果、移動方向はNW SEで現在の測線方向に一致する。移動量はB～Dブロックで約300m、Aブロックで約200～100mである。B～Dブロックは水平～やや沈下、Bブロック末端とAブロックは大きく隆起した。冠頭部拡大ブロックは南への移動量が大きい。</p> <p>発生前後の状況:地すべりは旧地すべり(3ブロック)にまたがって発生している。Bブロックは中央と西側の旧地すべりの陥没帯下流土塊に相当し、Cブロックは同地すべりの冠頭部土塊に相当し、Aブロックは南東側旧地すべりの下半部に相当する。中央と南東側旧地すべりの移動方向は大きく異なる。隆起帯は、いずれも上流側土塊が対岸に乗り上げた位置にあたる。</p> <p>ボーリング結果:BV-4及びBV-9(46.0m)は旧ダム湖上に位置しており、移動土塊が堆積した状況である。BV-10(77.9m)、BV-12(84.1m)、BV-16(79.2m)、BV-17(75.6m)、BV-20(81.75m)では、風化砂岩シルト岩互層内でせん断面、あるいは擦痕が確認されているが、BV-13(96.15m)は、風化砂岩シルト岩上面にあたる。風化砂岩シルト岩層内及び上面に形成しているすべり面では、X線回折でスメクタイトが検出されている。</p> <p>地質:下位より小野松沢層の砂岩・シルト岩/軽石質凝灰岩/溶結凝灰岩が累重する。地層構造は極めて緩い流れ盤である。</p> <p>すべり面の縦断面形状:すべり面は、小野松沢層の砂岩・シルト岩の層理面に沿う層面すべりである。ダム湖付近では、隆起現象がみられないことから、すべり面は旧河床付近で標高250m付近に流れ盤状に達すると推測される。下部～中腹上部にかけては、1°程度の低角度で、上部(BV-12～BV-13)では-0.4°程度と緩い逆傾斜を形成しており、極めて滑りにくい断面形状である。この構造は砂岩・シルト岩の三次元構造と同調的である。</p> <p>GPS観測結果:8月上旬頃から日変位量が小さくなり、移動方向がバラツキはじめ、10月から11月の1日当たりの水平変動量は、滑落崖で1.37～3.46mm/日(7～8月:5～11mm/日)、移動体内で-0.04～0.11mm/日(7～8月:0.2～3.9mm/日)と小さくなっている。</p> <p>すべり面の変位観測結果:地表部では変位がみられるのに対して、ボーリング孔内に設置したパイプ歪計、及び孔内傾斜計では明確な地すべり変動は観測されていない。</p> <p>地表水:滑落崖からの湧水により、陥没帯の西側から右側壁側にかけて湛水が発生しており、これに端を発する流水がルーズな移動土塊を浸食している。また、末端部、地すべり地内の移動土塊地表部及び側壁部においても湛水が発生しており、特に末端部の湛水は湛水面積が徐々に拡大している。</p>

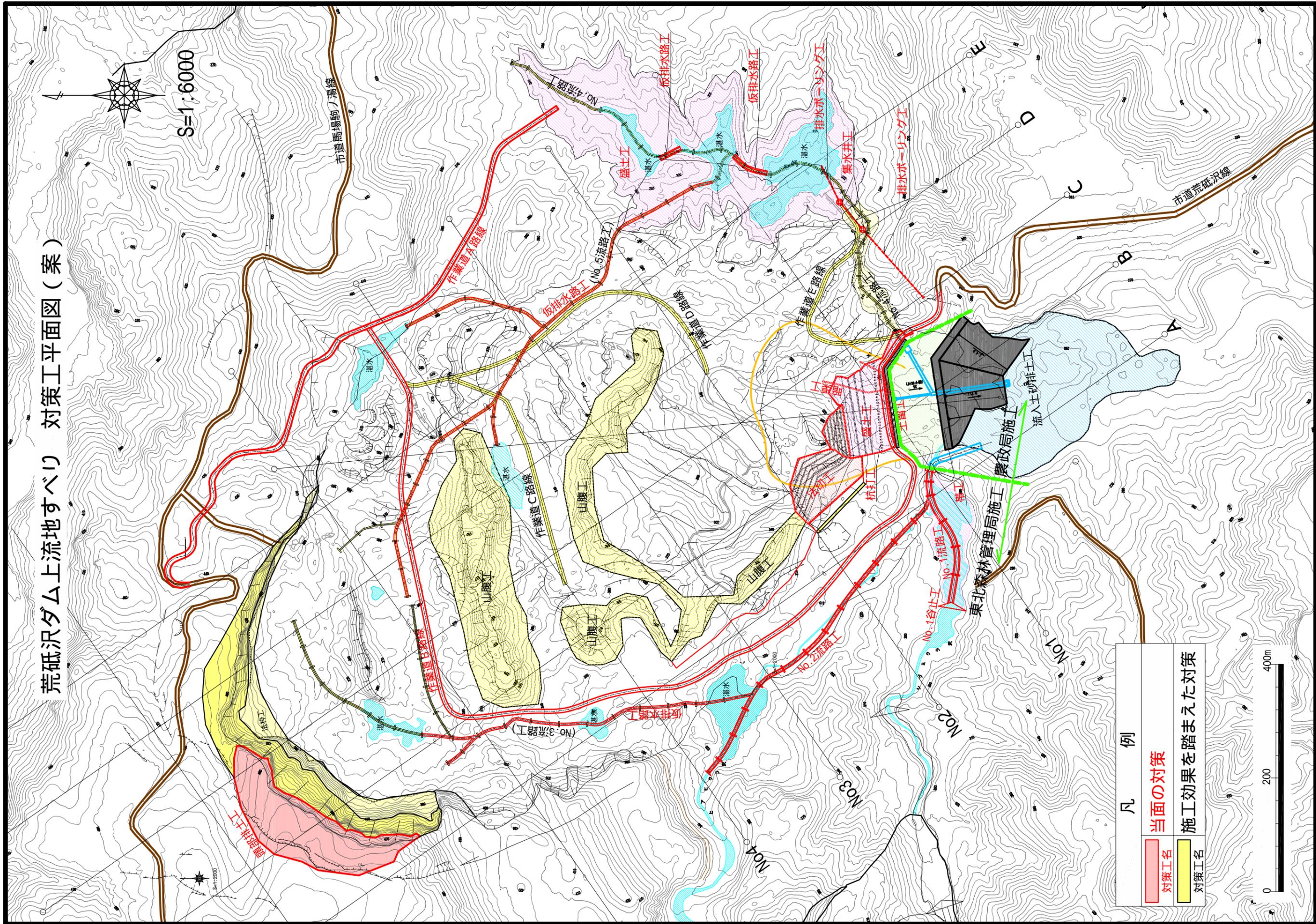
<p>課 題</p>	<p>観測期間内においては、GPS観測により地表面の変位は確認されるが、すべり面の変位は観測されておらず、全体すべり、拡大すべりといったブロックが一体として滑動はしていないと判断される。しかしながら、湧水や地表水の流入によって、特に融雪期は地下水が高まり地すべりが再発する可能性はないか。</p> <p>冠頭部滑落崖の上方斜面に発生した亀裂が、現在も変位(12月1～3日現在、0.6mm/日)を継続している。滑落崖の落差は約150mに達しており、この変位が更に拡大して冠頭部滑落崖が拡大崩壊した場合、移動体への頭部載荷や衝撃力により、地すべり滑動の誘発が懸念されるため、大規模な排土工を計画している。しかし、その後の対策の実施に当たって、地すべり滑動の監視、対策工施工中の安全確保のため、地すべり全域、周辺、小ブロックの監視体制が必要ではないか。</p> <p>地すべりの下流域に荒砥沢ダムが位置しており、地すべり地内及び縁辺部の地表水がすべてダム湖に流入する。このため、ダム湖への土砂や濁水の流入に対する配慮の必要はないか。</p> <p>対策工の工事区域は分散するが、地すべり地内周辺域で工事車両の通行などが重複するため、各工事の十分な調整が必要ではないか。</p> <p>本地すべりは地震に起因した地すべり災害であり、その被害、規模、滑動形態、発生機構等に大きな特徴を有する。この特徴を表した地形・地質等の一部を保存し、この災害を後世に語り継ぐような工夫ができないか。</p>
<p>対策方針 (基本的な考え方)</p>	<p>移動体内の湛水解消対策、滑落崖の安定化対策、末端ブロックの地すべり対策を実施する計画とする。</p> <p>(1) 当面の対策</p> <p>1) 排水対策 末端部東側において移動土塊が沢を閉塞し、徐々に湛水面積が拡大しており、対策が急がれる。旧溪床と現地表の比高が50m以上に達し、水路による導水が困難なことから、ライナープレートを用いた縦坑を足場とした暗渠工により排水を確保する。 ブロック上部の湛水(頭部陥没帯、第一リッジ西側)と中腹部の湛水(第二リッジ南西、第二リッジ南、右側壁)については、水路工で排水する。 地すべり右側壁に沿ったヒアヒクラ沢については、堰止め状態の解消とともに、流路を固定して右側壁部の侵食を防止する流路工を施工する。 上流部で発生した地すべりにより土砂が流入し、溪床勾配が緩く溪床幅が拡大したシヅミクラ沢については、流路の固定と侵食防止のため、流路工と沈砂機能をもたせた谷止工を施工する。</p> <p>2) 滑落崖の安定化対策 全体ブロックのすべり面の滑動は確認されていないが、滑落亀裂の変位は収束していない。最大比高150mに達する滑落崖の安定を図るため、比高及び勾配を減じる排土工を施工する。 排土した土砂は、末端部東側の湛水部での盛土として利用する。</p> <p>3) 末端ブロックの地すべり対策 末端部でダム湖に面しており、地すべり滑動時に移動土塊が流出した位置にあたる。ダム湖に向けて地形が解放していることから、小ブロックとして滑動しやすい地形条件にある。本ブロックの滑動は後背斜面の不安定化を誘発する可能性が大きいことから、抑止工として杭打工を施工する。 杭打工に併せて、抑制工としての盛土工を施工する。</p> <p>(2) 中長期の対策方針</p> <p>現在の観測データからは、(1)の対策工を講じることで、一応の安定を確保されるが、施工効果の観測結果を踏まえ、必要に応じて以下のような対策を講ずることとする。なお、その際は他に類をみない滑動形態等を有する当該地を防災教育等の活動に利用しうよう保全するなど、地域関係者、学識経験者などの意見を聴きながら対策を進めることも重要である。</p> <p>1) 全体ブロック対策と拡大ブロック対策 すべり面の観測結果では、全体ブロック、拡大ブロックともに一体的な滑動をしていないと判断される。このため、拡大ブロック対策は滑落崖の安定化を主体に行い、全体ブロック対策は、地表侵食防止のための地表水排除、山腹面の整形、緑化などの山腹工を主体に計画する。ただし、すべり面の変位については、融雪期の観測結果を考慮する必要があり、滑動が予測される場合には、地下水排除工を計画をする。</p> <p>2) 監視体制 一体的な滑動の可能性は小さいと考えられるが、地すべり範囲が広範囲に及ぶとともに移動土塊が大きく変位している。対策工の施工が中長期に及ぶことから、対策が完了するまでの間にブロックが細分化する可能性があり、継続的な監視体制を構築する。</p>

荒砥沢地すべり対策工のフロー (案)

3.1 対策工フロー図 (案)



荒砥沢ダム上流地すべり 対策工平面図(案)

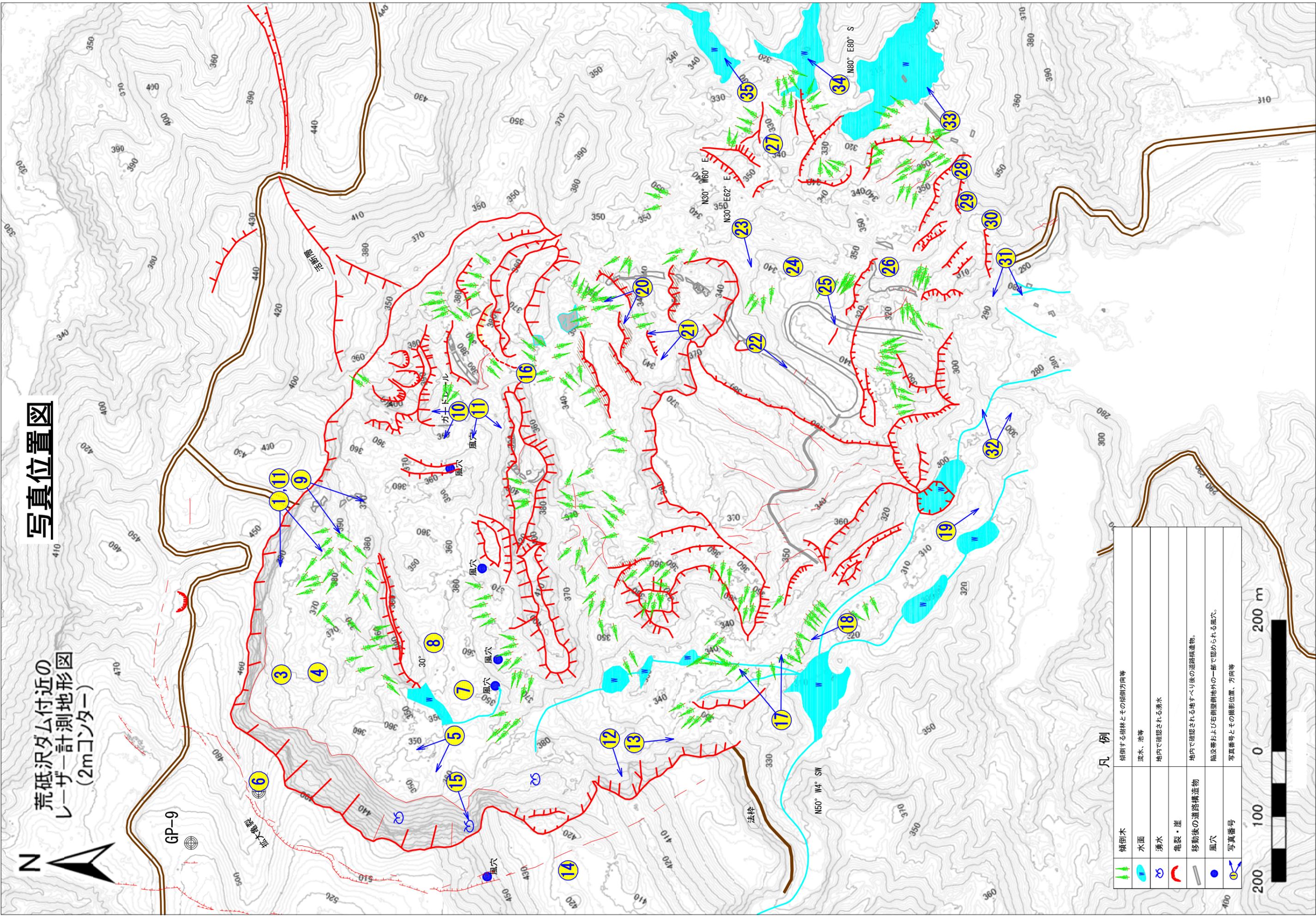


凡 例	
	当面の対策
	施工効果を踏まえた対策

4 . 現 況 写 真

写真位置図

荒砥沢ダム付近の
レーザー計測地形図
(2mコンター)



凡例

	傾倒する樹林とその傾倒方向等
	流水、池等
	地内で確認される湧水
	亀裂・崖
	移動後の道路構造物
	風穴
	写真番号および右側壁側地外の一新で認められる風穴、写真番号とその撮影位置、方向等

200 100 0 200 m



全景写真 (撮影：国際航業株式会社)



1 頭部滑落崖と最上部陥没帯(8月1日崩落による崖錐が拡大)



2 同上(6月27日:滑動後初期段階であり,崖錐が小さい)



3 滑落崖直下の崖錐



4 陥没帯に形成した湛水



5 滑落崖(上位は溶結凝灰岩,下位は軽石凝灰岩,層界付近から湧水)



6 滑落崖上部の拡大亀裂)



7 陥没帯の湛水域からの流水



8 上位より2列目の陥没帯の風穴



9 最上位の陥没帯と二つのリッジ



10 滑落崖に続く右側壁



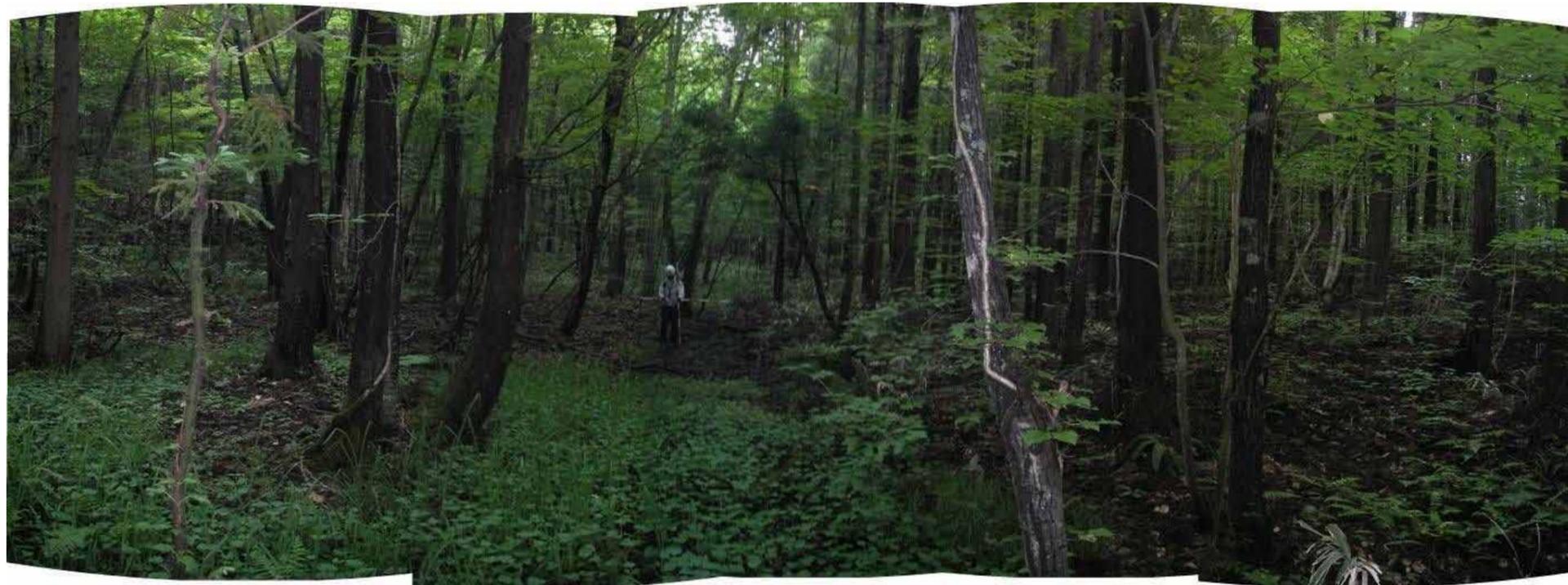
11 上位より二段目の陥没帯



12 右側壁に残る旧地すべりのリッジ(白色部), 左の褐色部は旧地すべりの陥没帯



13 右側壁部, 右の褐色部は
旧陥没帯



14 旧地すべりの陥没帯の平坦部



15 滑落崖直下の崖錐は溶結凝灰岩の礫層界付近から湧水がある



16 上位より3断目の陥没帯



17 移動体内のブロック状の境界(白色:リッジ / 褐色:陥没帯)



18 右側壁部で形成された堰き止めによる湛水, 移動体側では等高線に沿ったスギの倒木



19 沢に沿った右側壁



20 中腹部左側壁側の陥没帯



21 中腹部のから上部斜面を望む，横断方向(西側，左に傾斜している)



22 道路の逆傾斜(写真右から左が縦断方向，すべり面形が逆勾配となる位置)



23 スギの山側への傾倒(すべり面が逆傾斜となる位置)



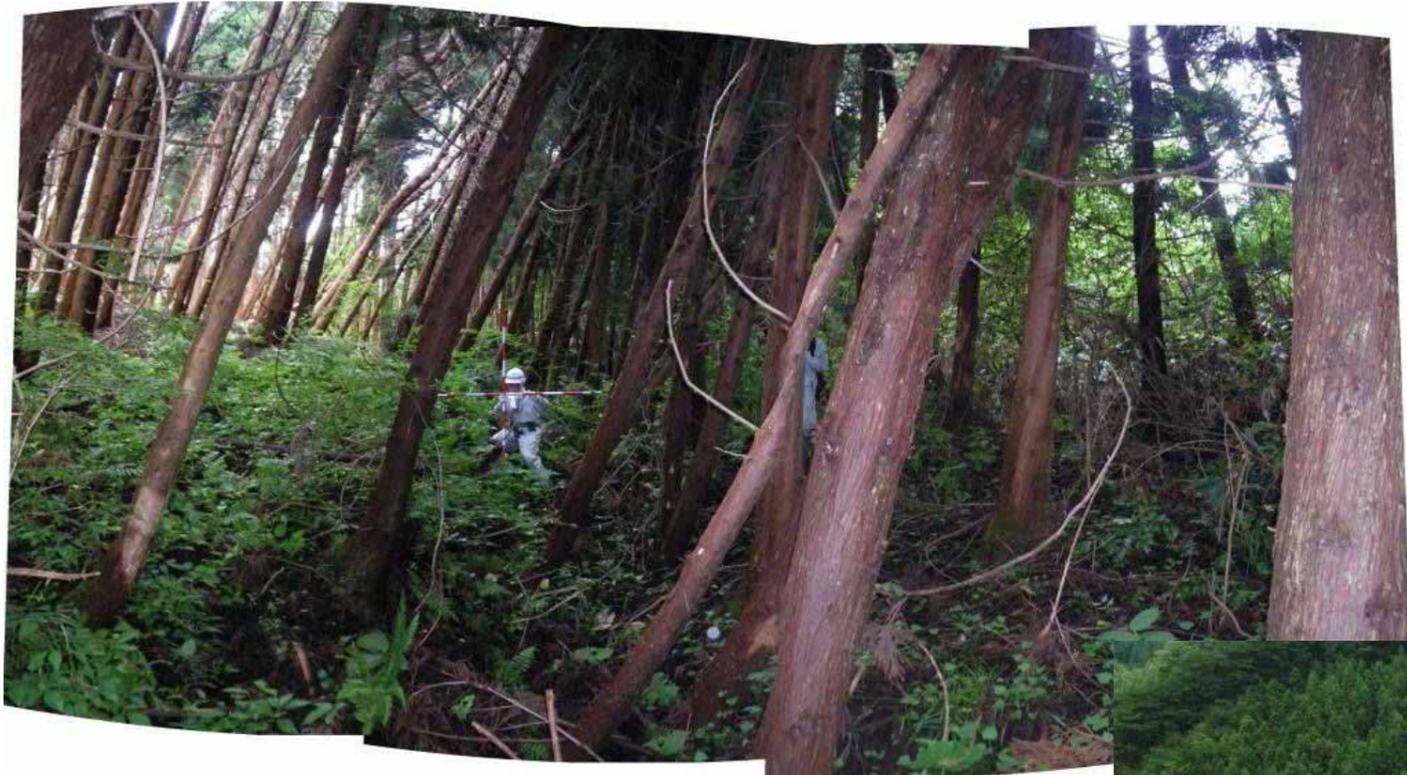
24 同上(30度程度の傾斜)



25 道路の傾斜(すべり面の逆傾斜)



26 道路擁壁の転倒



27 密集したスギ(圧縮域)



28 持ち上げられたヒューム管



29 末端部に露出した湖成層
(約45度の逆傾斜)



30 谷部に設置されていた道路の
ヒューム管



31 末端部でダム湖に流出する移動体(左側壁側から望む)



32 末端部の状況(右側壁側から望む)



33 末端～中腹部左側壁部形成する湛水



34 末端～中腹部左側壁部形成する湛水



35 末端～中腹部に形成する湛水