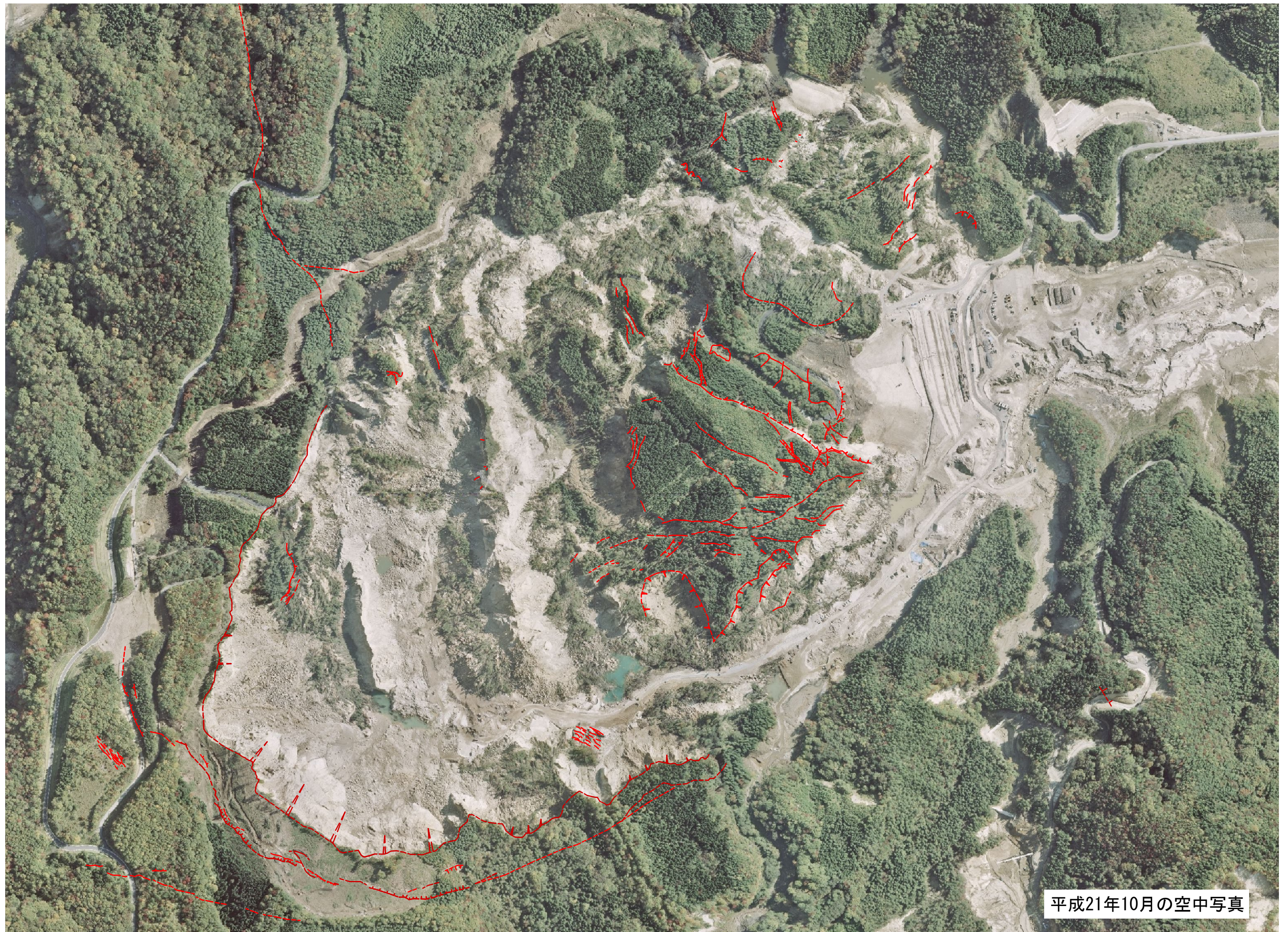


岩手・宮城内陸地震に係る荒砥沢地すべり対策と
大規模地すべりにより出現した地形・景観の活用に関する検討会
(第3回)

<目 次>

1. 滑落崖の変状と応急排土工の必要性について	1
1.1 拡大崩壊による全体ブロックへの影響の検討	2
1.2 冠頭部拡大亀裂の検討	12
2. 荒砥沢ダムへの土砂流出状況と対策の必要性について	25
2.1 荒砥沢ダムへの土砂流出の特徴と対策の考え方	26
2.2 緑化手法の検討	36
3. 対策工施工後の景観シミュレーションとビューポイント等	40
3.1 危険箇所の抽出とビューポイント等の整理	41
3.2 対策工施工後の景観シミュレーション	49
3.3 応急排土工実施後のモニタリングについて	53

平成 21 年 11 月 23 日
東北森林管理局



平成21年10月の空中写真

＜第3回検討会資料の概要＞

1. 滑落崖の変状と応急排土工の必要性について

1.1 拡大崩壊による全体ブロックへの影響の検討

（1）全体ブロックへの影響を9つのシナリオを想定して検討

- ① ケース1（滑落崖崩落の衝撃力）
 - 拡大崩壊の衝撃荷重のみでは、全体ブロックが滑動する危険性は小さい。
- ② ケース2（滑落崖崩落の載荷と地震）
 - 滑落崖崩落発生後の地震は震度5弱程度の地震では、全体ブロック滑動する危険は低いが、震度5強程度の地震では滑動する危険が高くなる。
- ③ ケース3（滑落崖崩落の衝撃力と地震）
 - 大地震によって滑落崖崩落が発生した場合、全体ブロックが滑動する危険がある。
- ④ ケース4（滑落崖崩落の衝撃力と地下水位の上昇）
 - 豪雨や融雪によって、地下水位が現在の観測水位の1.6倍となった時期に滑落崖崩落が発生すると全体ブロックが滑動する危険性がある。これより水位が低い場合は滑動の危険性は小さい。
- ⑤ ケース5（冠頭部の拡大すべり）
 - 後背斜面の拡大すべりにより、全体ブロックが滑動する危険性は低い。
- ⑥ ケース6（冠頭部の拡大すべりと地下水位上昇）
 - 後背斜面の拡大すべりと地下水位の異常上昇により、全体ブロックが滑動する危険性は極めて低い。
- ⑦ ケース7（冠頭部の拡大すべりと地震）
 - 後背斜面の拡大すべり発生後に大地震が発生すると、全体ブロックが滑動する危険性が高い。
- ⑧ ケース8（地下水位の上昇と地震）
 - 異常な融雪や豪雨によって水位上昇しているときに大地震が発生すると、全体ブロックが滑動する危険がある。
- ⑨ ケース9（滑落崖崩落の載荷と地下水位の上昇）
 - 滑落崖崩落発生後に異常な融雪や豪雨などによる水位上昇が発生しても、全体ブロックが滑動する危険性は低い。

（2）結論

- ① 主な要因が単独で発生した場合は、全体ブロックが滑動する危険性は低いですが、複数の要因が重なった場合は、滑動する危険性が高まる。
- ② 全体ブロックが滑動するリスクを軽減するために滑落崖の崩壊対策、および地すべり拡大への対策が必要である。

1.2 冠頭部拡大亀裂の検討

（1）現地調査による変状確認

- ① 滑落崖の溶結凝灰岩（以下、w t と記載）と軽石質凝灰岩（以下、p t と記載）の境界付近に陥没が発生し始めている。
- ② これにともない、滑落崖下部にあたる p t に高角の亀裂が発生している。

- ③ 亀裂から想定される冠頭部の移動方向は、移動観測結果（G P S など）と整合し、土塊は反時計回りの移動をしている。
- ④ 右側壁側土塊には、開口亀裂が発生している。

（2）二時期の航空写真（08/06/15 と 09/10/15）の比較による滑落崖の変化

- ① 地震直後の滑落崖は比較的滑らかな面を形成していたが、現在は単に雨裂とは考えられない変化の大きい斜面に変化している。
- ② 溶結凝灰岩と軽石質凝灰岩の境界面
 - ・ 両層の境界に溝状凹地と緩斜面が形成された
 - ・ 中央部付近では軽石質凝灰岩を含む崩壊により、両層境界は大きく後退した。
 - ・ 上記の両サイドでは、両層の層界が大きくせり出した。
- ③ 滑落崖中腹部に沿って山落ちの亀裂が発生している。この亀裂は地震発生直後から発達しはじめたものである（09/06/23 撮影写真でも確認）。
- ④ M地点では、S45° E 方向に約3.5m、K地点では、S30° E 方向に約7mの移動が確認される。
- ⑤ 地震直後から開始した陥没運動は、軽石質凝灰岩の破壊が原因である可能性が高い。このため、08/06/27以降に軽石質凝灰岩内にすべり面を有する規模の大きな崩壊が発生した。

（3）レーザプロファイラによる地形変化

- ① 地震後1ヶ月間の地形変化は極めて大きく、滑落崖上部で最大40m以上低下し、滑落崖下部から脚部にかけて大きく上昇している。変化は右側壁側が大きい。
- ② 地表標高の上昇と低下の境界は、w t - p t 境界付近に相当している。崖錐が到達していない滑落崖中部で上昇が生じている。
- ③ 08年07月以降の変化は、右側壁側下部で上昇が顕著である。上昇範囲は、滑落崖下部の p t に相当する。
- ④ 滑落崖上部の w t では崩壊により標高が低下し、滑落崖下部では p t が押し出され標高が上昇しており、右側壁側で顕著である。

（4）移動観測結果

- ① 伸縮計による観測結果では、変位の累積がみられ、危険な状態である。
- ② G P S / T S による結果では、中央部で最も水平・鉛直変位が大きく、右側壁に近づくほど移動方向は東寄りになる。
- ③ 冠頭部では、陥没により鉛直変位が大きいですが、右側壁に近い部分では水平変位が大きくなる。

（5）拡大崩壊の構造と運動の推定

- ① 拡大崩壊の構造
 - ・ 拡大亀裂は陥没にともなって形成された陥没帯上流壁である。
 - ・ 滑落崖中部の w t ・ p t 境界に陥没帯の下流壁が形成された。
 - ・ 陥没は、p t が斜面下方に大きくせり出す変形をともないつつ発達した。せり出しは右側壁側が大きく、せり出し量は5～7mに達し、陥没量に匹敵する。
 - ・ 同時に p t には、垂直性の亀裂が形成され、岩盤は著しく脆弱化している。
 - ・ p t 内にはすでにすべり面が形成され、さらに垂直性の変位が加わっている。すべり面は直線に近い形状で、現在の滑落崖脚部より下位に形成されているが、さほど深くはないと推測される。
- ② 拡大崩壊の運動

- ・ G P. 8 付近の土塊は、南東側を p t に拘束され、 G P. 7 B の大きな変形にともなって、 G P. 7 B 方向に変形が生じている。
- ・ G P. 7 A 付近には w t がほとんど分布しないため、陥没が発生しにくい条件にある。このため、 G P. 7 A は水平変位量に対して鉛直変位量が小さい
- ・ 右側壁寄りには正断層系の亀裂が発達しており、すべり面は C から M に向かって、下り傾斜をなし、比較的浅い位置にあると推測される。

③ 今後の予測

- ・ 冠頭部は現在も活動中であり、 w t は今後さらに破壊が進むため、降雨や崩壊等により、崩壊が発生する危険が高い。また、右側壁の変位が進行すると、陥没を助長する恐れがある。

（６）排土工とその効果

- ① 応急排土工により、 $F = 1.02 \sim 1.05$ の安定度が確保され、豪雨時にも安定が図られるため、全体ブロックの滑動する危険性が低下し、ダムを安定的に運用することができる。
- ② 拡大亀裂が不安定化した場合、さらに背後に生じた亀裂が拡大する可能性がある。拡大亀裂の安定化で、重要な市道の保全が図られる。
- ③ 応急排土工では、中小規模崩壊の発生は抑制できない、当面はモニタリングによる監視が必要である。

２．荒砥沢ダムへの土砂流出状況と対策の必要性について

２．１ 荒砥沢ダムへの土砂流出の特徴と対策の考え方

（１）地すべりブロック内の流域形状（４流域に区分）と特徴

- ① 流域 1（ブロック上部の滑落崖から右岸部側）
裸地面積が最も大きく、浸食等による土砂生産量が多いため、土砂流出の危険性が高い流域。窪地が見られるため、これらの堆砂効果を検討。
流路は滑落崖直下から第 1 リッジ西側の湛水池、第 3 陥没帯の湛水池、ヒアヒクラ沢合流部、シズミクラ沢合流部を経て、ダム湖に流入するが、各湛水地間にみられる転石の堆積域で地表水は伏流しており、自然の土砂桿止が機能している。
- ② 流域 2（左岸部中腹部）
閉じた地形で地外への流出がない流域で、裸地がわずかに分布するのみで土砂生産が少ない。
- ③ 流域 3（左岸側中腹部から擾乱帯）
閉じた流域であるが、地すべり地外からの流入もあることから、立坑を用いた暗渠工で導水工事が実施されている。
- ④ 流域 4（変形の少ない移動体を含む地すべり末端部）
ダム湖に向けて解放された流域であり最も土砂流出の危険が高いが、すでに杭打工、山腹工、流路工、谷止工が着手されている。

（２）地形変化と土砂流出の実態（レーザプロファイラによる地形変化の特徴）

- ① 08 年 06 月～08 年 07 月（全体ブロック内）
 - ・ 差分は $+5,200\text{ m}^3$ の増加している。
 - ・ 滑落崖の崩壊や拡大亀裂下方の沈下による減少と滑落崖直下に堆積した増加の変化が大きく、大規模な変化は頭部に集中している。
 - ・ 右岸下部の流路沿いに低下（マイナス）がみられる。

- ② 08 年 07 月～09 年 10 月（全体ブロック内）
 - ・ 差分は $-75,900\text{ m}^3$ の減少。
 - ・ 滑落崖付近での地形変化がみられるが、変化量は小さくなってきている。
 - ・ 右側壁側の流路沿い、末端部で変化がみられるが工事の影響も加味されている。
- ③ 08 年 06 月～08 年 07 月（流域区分毎）
 - ・ 流域 1：差分は $+109,300\text{ m}^3$ 。拡大亀裂の沈下と滑落崖の崩壊、せり出しの影響が大きい。
 - ・ 流域 2，3：差分が小さく、地形変化が小さい。流域の閉塞性が影響している。
 - ・ 流域 4：右岸流路沿いで減少が顕著、約 49 km^3 程度がダム湖に流出した可能性がある。
- ④ 08 年 07 月～09 年 10 月（流域区分毎）
 - ・ 流域 1：地すべり発生当初の 1 ヶ月間に比べて地形変化が小さくなり、徐々に収束してきている。
 - ・ 流域 2，3：差分が小さく、地形変化が小さい。流域の閉塞性が影響している。
 - ・ 流域 4：末端部での変化が顕著。工事の影響（土砂移動、湛水解消）が多分にあり、実際の流出量は不明である。

（３）今後の土砂流出予想と対策

- ① 林地許可申請で用いられる平均的な土砂流出量（裸地： $200 \sim 400\text{ m}^3/\text{ha}$ 、草地： $15\text{ m}^3/\text{ha}$ 、森林： $1\text{ m}^3/\text{ha}$ ）を用いて試算すると、流域 1 での流出土砂量は約 5 km^3 が見込まれる。
- ② 流域 1 内にみられる湛水地を流出土砂のポケットとしてカウントすれば、 $\min 117\text{ km}^3$ （09 年 10 月 L P による算出）、 $\sim \max 132\text{ km}^3$ （08 年 06 月 L P による算出）が見込むことができるため、土砂流出の抑制に寄与すると考えられる。

（４）土砂流出の特徴と対策の考え方

- ① 流域 1：土砂の生産源となるが、流域内の窪地がポケットとしての機能を期待できることから人工物などにより土砂を貯留する必要性が小さい。
- ② 流域 2，3：閉塞している斜面であり、対策を要しない。
- ③ 流域 4：ダム湖に面しているとともに、最大の土砂の生産源である。土砂流出経路沿いや人工斜面などは早期に緑化を図る必要がある。

２．２ 緑化手法の検討

（１）緑化目標

- ① 立地条件、基礎工、植生工の必要性などから緑化目標を設定して、目標に応じた緑化手法を選定する。
- ② 緑化目標（自然遷移緑化／経済林造成／自然林造成／低木林・草地造成など）

（２）ゾーニング

- ① 冠頭部法面（切り土）／切土工平坦部／冠頭部法面（自然）／リッジ急勾配裸地法面・陥没帯巨礫分布緩斜面・樹木傾倒区域／流路工法面／末端盛土法面／造林地
- ② 冠頭部法面と流路工法面、末端部盛土では、早期緑化が必要であるが、その他は当面は自然の回復に委ね、地形変化・植生遷移、今後の土砂流出などのモニタリングを行う。

3. 対策工施工後の景観シミュレーションとビューポイント等

3.1 危険箇所の抽出とビューポイント等の整理

(1) 拡大崩壊の崩壊土砂の到達距離と危険箇所抽出図

- ① 拡大崩壊については、地震後1ヶ月間に発生した崩壊（LPに比較）の下部で現地調査を実施して、到達距離を確認。現地調査結果を基礎に個別要素法のパラメータ調整を行い、このパラメータを解析に用いた。
- ② 拡大崩壊深度の検証ができていないため、「浅い深度」、「深いすべり」、「任意すべり」の3ケースについて個別要素法による土塊の到達距離を試算した。
- ③ 拡大崩壊の到達距離は、崩壊土砂のほとんどは、2H（Hは高さ）の範囲に収まるが、いくつかの土塊は2Hを超える。3Hの範囲であれば、崩壊土砂が到達する危険は小さい。
- ④ 拡大崩壊以外については、経験的に用いられている「2H」と現地地形から到達範囲を推定して、「危険箇所抽出図」を作成。

(2) ビューポイント

- ① 地すべり末端部（地すべり末端部の事業実施状況と荒砥沢ダム）
- ② 変形の少ない移動体（移動体内の道路の変形状況と地すべりにより寸断された林道）
- ③ 変形の少ない移動体（移動体内に残存する道路終点から地すべり中腹の望む）
- ④ 2陥没帯～第2リッジ（左岸側、寸断された市道より、頭部滑落崖、第2リッジを望む）
- ⑤ 第2陥没帯（第1、第2リッジ間の陥没帯、湛水地）
- ⑥ 冠頭部左側壁側（寸断された私道より、頭部滑落崖、リッジ、陥没帯を望む）

3.2 対策工施工後の景観シミュレーション

G I Sを用いた可視領域解析と各始点場からの景観（上記、①～⑥）

3.3 応急排土工実施後のモニタリングについて

(1) モニタリングの目的と手法

- ① 地すべりの変位、小ブロック化の監視（ボーリング、GPS、LP）
- ② 拡大亀裂の動態監視（GPS、伸縮計、LP）
- ③ 滑落崖の動態監視、機構解明（地上LP）
- ④ リアルタイムの監視（自動観測システム）
- ⑤ 地形、植生の変化の追跡（VMC、全方位写真、植生調査）
- ⑥ 流出土砂量の把握（土砂量、水質）