

上秋津区域の治山対策に関する技術検討会（第3回）

資料-4 対策方針

令和2年5月

林野庁近畿中国森林管理局

1 調査結果の考察

① [地表面伸縮計の測定データからの考察]

Aブロックは、多雨期に活動が活性化し、寡雨期でも月3～4mmの変位の累積が生じており、年間を通して活動している。末端の小ブロック（A1-1,2等）は、2020年1月末の降雨に伴って変位量の増加が認められたが、3月時点は小康状態となっていることから、降雨との連動性が高い活動となっている。なお、Aブロック及び末端の小ブロックともに2019年7月28日発生崩壊前後を比較すると、寡雨期の変位量が微増傾向となっており、地すべり活動がやや活発化している可能性がある。

② [孔内傾斜計の測定データからの考察]

当地すべりの変動形態は、A、A-0ブロックのせん断ゾーン型とA-1ブロックのせん断面型に大きく2つのタイプが存在すると考えられ、斜面末端に近いブロックはせん断面型すべり面を呈している傾向が認められることから、崩壊性が顕著な変動形態となっている。

③ [干渉 SAR 解析からの考察]

Aブロック頭部の変形（沈下）が地すべり中腹部や末端部よりも顕著であるため、地すべり上部の変形によるひずみが末端部に蓄積されている可能性が高い。このことに起因して、直下に重要な保全対象（人家・県道・河川）が位置する小ブロックでの複数回の崩壊や落石が発生していると考えられる。

④ [地質調査結果の推定すべり面や地下水位観測、三次元浸透流解析からの考察]

Aブロックのすべり面よりも地下水面が高い範囲は、A-1ブロック中央付近に位置している。なお、Aブロックの北側には高角度の割れ目群が存在し、その部分で地下水が大きく低下していると想定され、Aブロックへの北側からの地下水の供給は少ないと考えられる。

⑤ [対策工の効果]

BV-A5地点（A及びA0ブロック）について、実効雨量を求め回帰分析を行った結果、2018年（地下水排除工（ボーリング暗きょ工）施工前）に比べ、2019年（施工後）は、同じ実効雨量での地下水位低下が認められ、地下水排除工の効果が確認された。

2 基本方針

① 1の①、③のとおり2019年7.28発生崩壊のような基盤岩急崖斜面の崩壊を抑止するには、根本的にはAブロック本体の地すべり活動を小康化させる必要があり、年間を通じて活動しているAブロック（A0,A1,Dブロックを包括）の変位発生を沈静化させる対策が重要である。

② 1の②で崩壊性が認められている小ブロックの恒久的な対策は、上記①の理由からAブロックの地すべり活動を沈静化させた後でなければ講じることができないため、それまでの間の保全対象を守る対策として応急対策工（落石防護柵、補強土壁等）のほか、地盤傾斜計・地表伸縮計・落石検知センサー等による監視を計画し恒久対策工完了までのリスクを低減させることとする。

③ せん断型変位が明瞭なA1ブロックを先行して対策の施工（1～3号集水井工）を進めているが、せん断型変位の分布については不明な箇所も多いため、今後の調査結果をふまえて対策に活かすこととする。

④ 地すべり対策の工法としては、1の⑤のとおり地下水排除工による地下水低下効果が確認出来たことから、地下水排除工（集水井工や排水トンネル工等）を主体とした防止工法を計画する。

⑤ 地下水排除工の施工箇所については、1の④で判明した地下水の分布状況から、A1ブロック中央付近を優先して集中的に計画する。なお、今後の調査により更なる地下水帯が確認された場合は当該箇所においても地下水排除工を計画する。

⑥ 地下水排除工によりAブロックの地すべり活動が沈静化した段階で、各ブロックに必要な抑止工（アンカー工等）を実施し、目標安全率を達成する。

1 ~ 10 地表伸縮計 (S-1~10)
 1 ~ 23 地盤傾斜計 (T-1~23)
 A 落石センサー
 (A, CD, DE, F, G, H, I, J)
 ① ~ ⑤ パトランプ
 ▲ 監視カメラ
 ■ 雨量計

Aブロック
 A1ブロック
 A0ブロック
 A0-1ブロック
 A0-2ブロック
 Dブロック
 D-1ブロック
 D-2ブロック
 A1-1ブロック
 A1-2ブロック

1 ~ 10
 1 ~ 23
 A
 ① ~ ⑤
 ▲
 ■

至田辺市
 施工中
 2019. 7. 28 崩壊
 県道迂回路
 至龍神村

図.1 監視機器及びブロック位置図

図.1 監視機器及びブロック位置図

3.対策の対象とするブロック（見直し後）

想定される土砂移動現象（対策エリア）及び対策の対象となるブロックについて以下のとおりとする。

(1)地すべりエリア

緩慢な地すべり活動が継続しているブロック。

(2)大規模崩壊エリア

地すべりによる押し出しやブロックトップリング等の作用により比較的大規模な崩壊（2019年7月28日崩壊規模：幅1mあたり150 m³程度）が想定されるブロック。または大規模な崩壊により土石流発生が懸念されるブロック（D-1,2ブロック）。

(3)小規模崩壊及び落石エリア

Aブロック端部に位置し、落石や小規模な崩壊（幅1mあたり10 m³程度）が想定される急崖斜面。

図2に上記(1)～(3)の範囲図を示す。

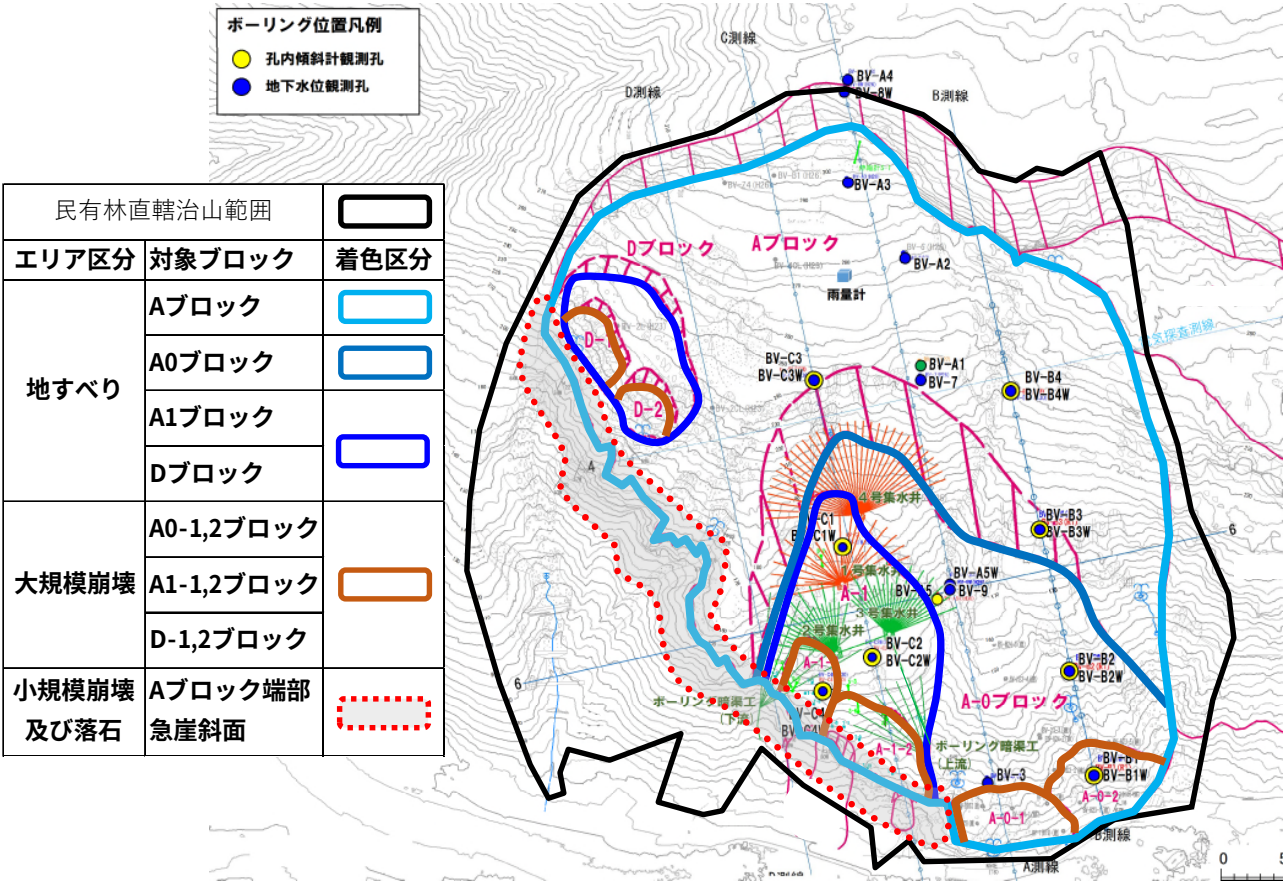


図2 整備対象エリア範囲図

4.各整備対象エリアの対策方針（案）

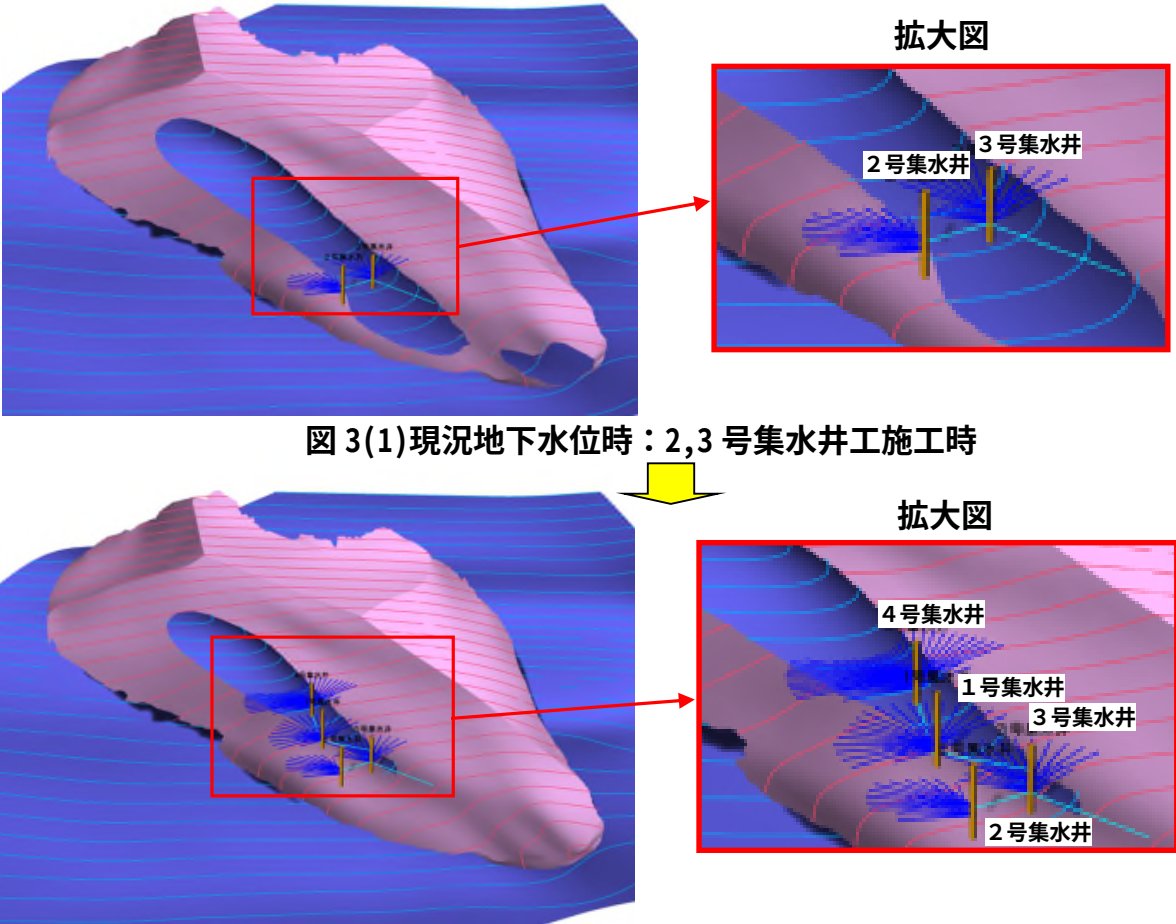
各整備対象エリア毎の対策方針を以下に示すと共に、対策の概要について表1に総括する。

①地すべりエリア（Aブロック）

- ・初期安全率を0.98、目標安全率を1.10とする。
- ・地下水排除工（集水井工、排水トンネル工等）により地下水低下を図る。
- ・地下水排除工による不足安全率については抑止工（アンカー工等）により負担する。
- ・純三次元安定解析による安定解析により安全率を算定する（図3参照）。

<<Aブロック対策工と安全率の推移>>	
初期安全率	F0=0.98
集水井工（1～4号）	→ ↓
地下水低下時安全率	F1=1.031
集水井工（5号～）、抑止工（アンカー工等）	→ ↓
抑止工施工後安全率	F2=1.100（目標1.10）

- *今後、D測線等の調査により更に広範囲な地下水分布やブロックへの流入地下水が認められ、地下水排除工のみで目標安全率を達成できる場合には抑止工を行わない。
- *5号集水井は、Dブロックの移動方向・規模・賦存地下水が確認され、集水井工による地下水排除工が有効であると判断された場合に計画する。
- *6,7号集水井はAブロックに対し1～4号集水井にて十分な効果が得られない場合に検討を行うものとする。
- *8号集水井、排水トンネルについては、今後の調査により深層地下水の水位とすべり変位の連動が認められた場合に検討を行うものとする。



- ・初期安全率を 0.98、目標安全率を 1.10 とする。
- ・地下水排除工（集水井工）により地下水低下を図る。
- ・地下水排除工による不足安全率については抑止工（A ブロックアンカー工等）により負担する。
- ・極限平衡法による安定解析により安全率を算定する。

<<A0, A1, Dブロック対策工と安全率の推移>>

<u>初期安全率</u>	F0=0.98
集水井工（1号～）	→ ↓
<u>地下水低下時安全率</u>	F1=1.014～1.050
抑止工（アンカー工等）	→ ↓
<u>抑止工施工後安全率</u>	F2≥1.100（目標 1.10）

- ※今後、D測線等の調査により更に広範囲な地下水分布やブロックへの流入地下水が認められ、地下水排除工のみで目標安全率を満足できる場合には抑止工を行わない。
- ※5号集水井工については、今年度実施予定のD測線調査観測によりDブロックの移動方向・規模・賦存地下水が確認され、集水井工による地下水排除工が有効であると判断された場合に計画する。
- ※6,7号集水井はA0ブロックに対し1~4号集水井にて十分な効果が得られない場合に検討を行うものとする。

- ・初期安全率を 0.98、目標安全率を 1.20 とする。
- ・地下水排除工による安全率の上昇は期待しがたいことから、抑止工（アンカー工等）による対策とする。
- ・極限平衡法による安定解析により安全率を算定する。

<< A0-1,A0-2 ブロック、A1-1, A1-2 ブロック、D-1,2 ブロック対策工と安全率の推移>>

初期安全率	F0=0.98
抑止工（アンカー工等）	→ ↓
抑止工施工後安全率	F1=1.230（目標 1.20）

- ・D-1,2 ブロックについては突発的な崩壊発生による土石流の発生に対して治山ダム工を予防的に配置する。

- ・突発的な小崩壊や落石に対して、応急対策工（落石防護柵、落石防護補強土擁壁、ロープ伏工、補強土工①）による抑止を図る。
- ・恒久対策工として補強土工②（鉄筋挿入工併用被覆工）により斜面の安定化を図る。恒久対策は地すべりエリアの対策完了（安全率 1.10 以上達成）及び大規模崩壊エリアの対策完

了（安全率 1.20 以上達成）後とする。なお、対策範囲については、地すべりエリア、大規模崩壊エリア対策完了後に精査を行う。

- ・突発的な落石に関し、地盤傾斜計、落石センサー、監視カメラにより警戒監視体制を構築する。

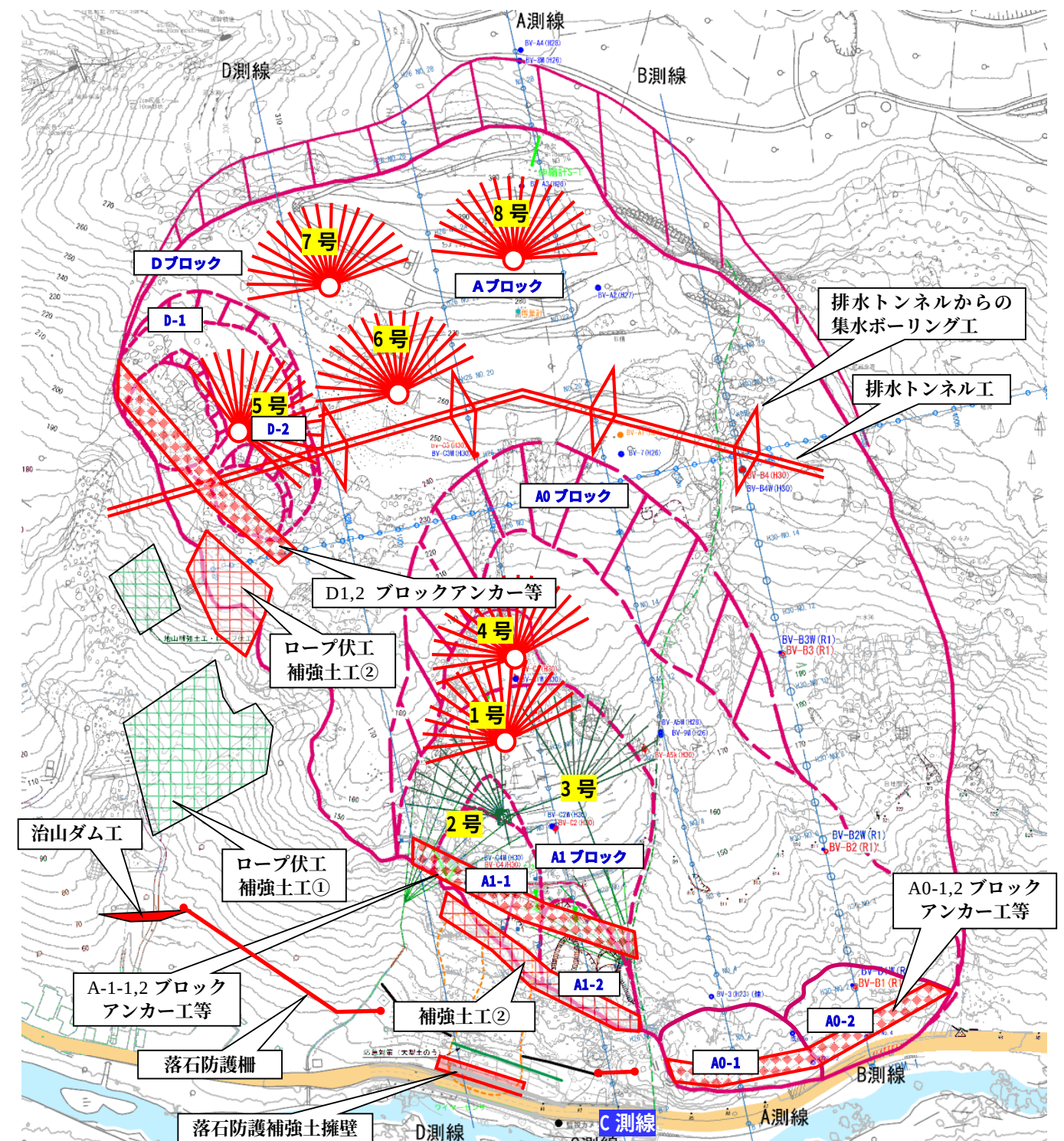


図 4 対策工全体計画図

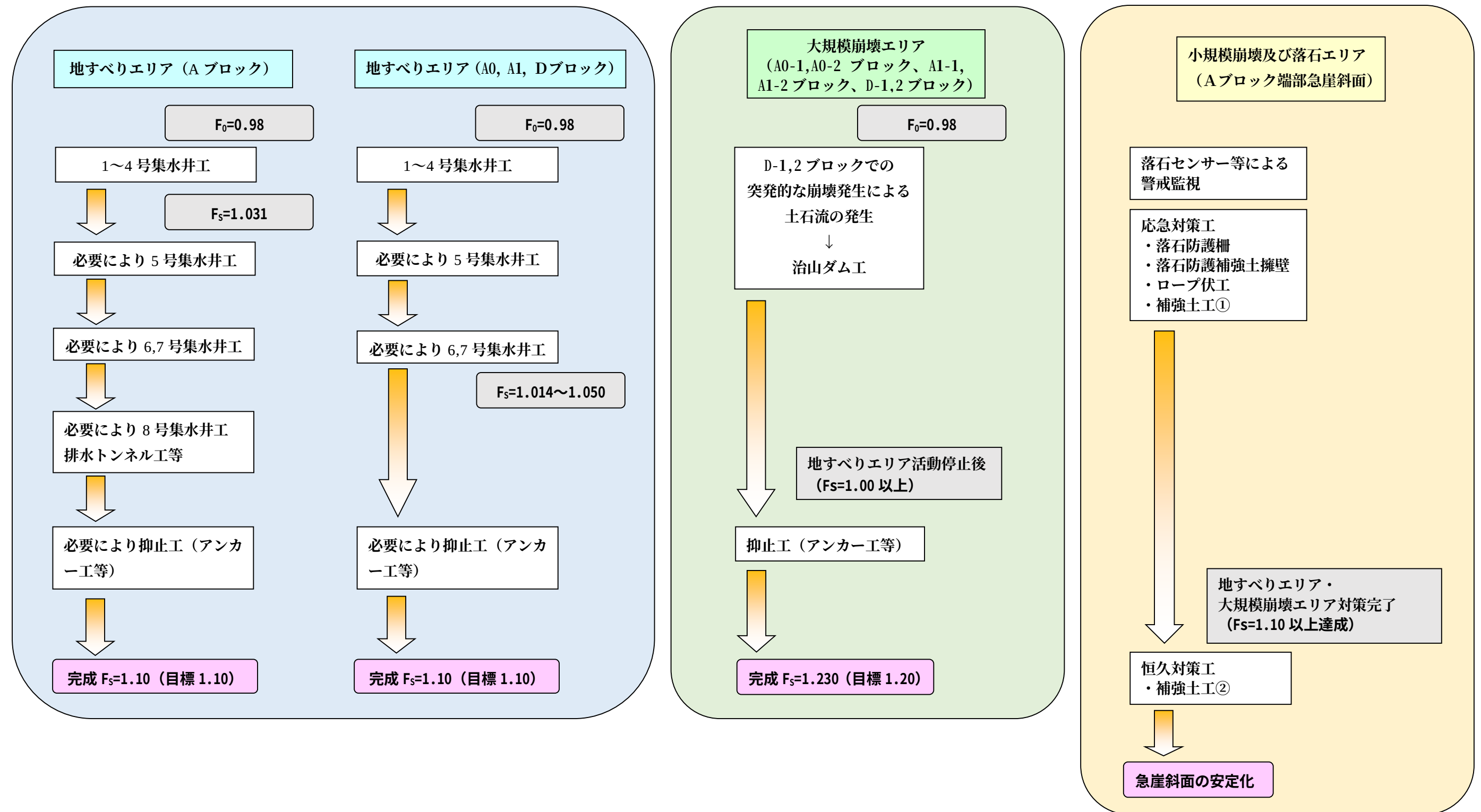


図5 対策工フロー

表1 各ブロックにおける対策工総括表

各ブロックの対策方針総括表											
ブロック名	ゾーニング区分 (対象とする土砂移動現象)	土塊規模	保全対象	対策工			計画安全率の推移				備考
				抑制工	抑止工	その他	初期安全率 F0	地下水位低下後 F1	抑止工実施後 F2	目標安全率 Fp	
Aブロック	地すべり	11,520千㎡	県道 右会津川 人家1戸	D測線の調査結果を ふまえた上で追加地 下水排除工を検討	追加地下水排除工が 不可能な場合、アン カー工により目標安 全率達成	－	0.98	1.031 (1～4号集水井工) (排水トンネル工)	1.100 (アンカー工等)	1.10	
A0ブロック	地すべり	5,760千㎡	県道 右会津川	1～4号集水井工	アンカー工等	－	0.98	1.014 (1～4号集水井工)	1.100以上 (Aブロックアンカー 工等)	1.10	
A0-1ブロック	大規模崩壊	64千㎡	県道	－	アンカー工等	－	0.98	－	1.230 (アンカー工)	1.20	
A0-2ブロック	大規模崩壊	89.6千㎡	県道	－	アンカー工等	－	0.98	－	1.230 (アンカー工)	1.20	
A-1ブロック	地すべり	936千㎡	県道 右会津川	1～3号集水井工	A0ブロックアン カー工,A1-1,2ブ ロックアンカー工	－	0.98	1.020 (1～3号集水井工)	1.100以上 (Aブロックアンカー 工等)	1.10	
A1-1ブロック	大規模崩壊	33.6千㎡	県道	－	アンカー工等	－	0.98	－	1.230 (アンカー工)	1.20	
A1-2ブロック	大規模崩壊	72千㎡	県道	－	アンカー工等	－	0.98	－	1.230 (アンカー工)	1.20	
Dブロック	地すべり	216千㎡	県道 人家1戸	5号集水井工	アンカー工等	－	0.98	1.05 (5号集水井工)	1.100 (アンカー工)	1.10	
D-1ブロック	大規模崩壊 (土石流)	150㎡/m (7,200㎡)	県道 人家1戸	－	アンカー工等 (Dブロック併用)	突発的な崩壊発生に備 えて計画貯砂量13,900 ㎡の治山ダム工により 流出土砂13,600㎡を捕 捉(整備率102%)	0.98	－	1.230 (アンカー工等)	1.20	流出土砂量 =D1+D2 =7200+ 6400 =13,600㎡
D-2ブロック	大規模崩壊 (土石流)	150㎡/m (6,400㎡)	県道 人家1戸	－	アンカー工等 (Dブロック併用)		0.98	－	1.230 (アンカー工等)	1.20	
Aブロック端部 急崖斜面	小規模崩壊及び 落石	10㎡/m	県道 人家1戸	－	－	補強土工,落石防護補強 土擁壁,落石防護柵,ロー プ伏工	－	－	－	－	

5.警戒避難の対策

i-sensor により常時監視を行っている機器の配置図を図6、機器一覧表を表2に示す。

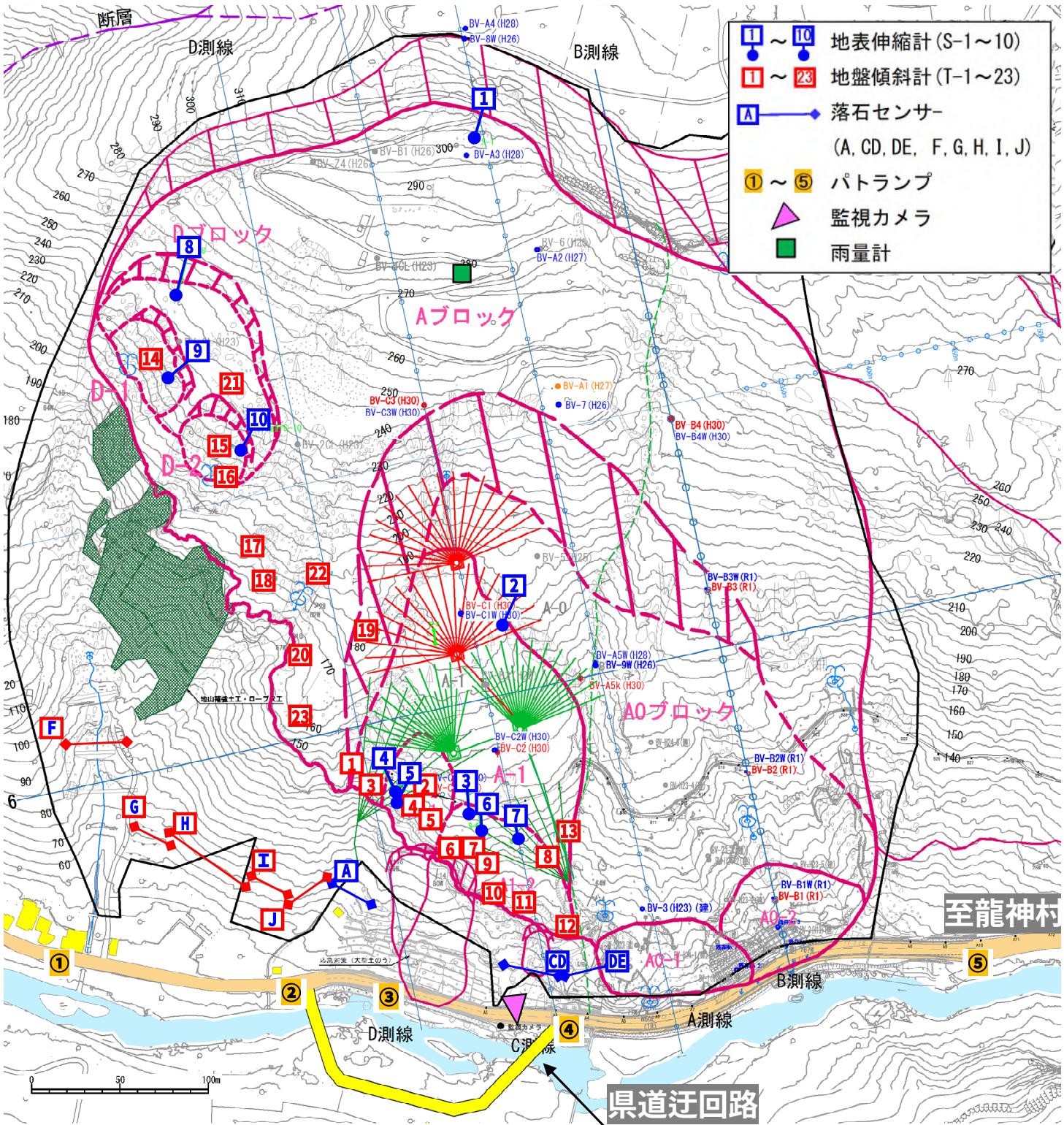


図6 観測機器設置位置図

表2 常時観測計測機器一覧表

各ブロックの警戒計測機器							
ブロック名	ゾーニング区分 (対象とする土砂移動現象)	土塊規模	保全対象	常時監視機器（監視に用いない定期観測機器を除く）			備考
				地表伸縮計	地盤傾斜計	落石センサー	
Aブロック	地すべり	11,520千㎡	県道 右会津川 人家1戸	S-1	－	－	
A0ブロック	地すべり	5,760千㎡	県道 右会津川	S-2	－	－	
A0-1ブロック	大規模崩壊	64千㎡	県道	－	－	－	
A0-2ブロック	大規模崩壊	89.6千㎡	県道	－	－	－	
A-1ブロック	地すべり	936千㎡	県道 右会津川	－	－	－	
A1-1ブロック	大規模崩壊	33.6千㎡	県道	S-4,5	T1～T5	－	
A1-2ブロック	大規模崩壊	72千㎡	県道	S-3,6,7	T6～T13	－	
Dブロック	地すべり	216千㎡	県道 人家1戸	－	T-14	－	
D-1ブロック	大規模崩壊 (土石流)	150㎡/m (7,200㎡)	県道 人家1戸	－	T-15	－	
D-2ブロック	大規模崩壊 (土石流)	150㎡/m (6,400㎡)	県道 人家1戸	－	T-23	－	
Aブロック端部 急崖斜面	小規模崩壊及び 落石	10㎡/m	県道 人家1戸	－	T-16～23	県道直上部に 約270m	

＊常時監視機器：監視を主目的としてWEBにより常時観測データを取得している機器。＊定期観測機器：孔内傾斜計・水位計・GPSのように地すべり機構の解析を目的として定期観測により観測データを取得している機器。定期観測機器については資料-2に記載。