

## 7 富士山火山噴火緊急減災対策砂防計画に基づき実施する緊急ハード対策

### 7.1 緊急ハード対策の方針

ハード対策の緊急対策（火山噴火緊急減災対策砂防計画）は、応急・緊急的な対応により、人命や財産、社会経済活動等が被る被害をできる限り軽減するための対策等を実施する。特に、緊急対策を効率的に実施するために必要となる、工事用道路や資機材の備蓄、用地の確保及び後方作業基地（火山防災ステーション）等の整備を平穏時より進めることとする。

（「富士山火山砂防計画の策定方針 解説 平成21年11月 p23」）

緊急ハード対策は、直接人命や財産に被害を及ぼすと考えられる降灰後の土石流、融雪型火山泥流、溶岩流を対象現象とし、これらの現象が到達すると予測される場所かつ被害が想定される箇所において実施する。なお、噴火が差し迫った段階から実施するため、安全が確保できる範囲で対策を実施する。

なお、緊急ハード対策の迅速な実施のためには、必要資機材の備蓄や用地の調整、工事用道路の整備、基礎部の施工、土捨て場等を可能な限り平常時から実施しておくことが重要である。特に、資機材や土捨て場の確保については、短期間で確保することが難しいと考えられるため、事前に確保しておく必要がある。

## 7.2 緊急ハード対策工法の実施項目

富士山山麓は深い谷が少なく、谷地形が下流まで連続せず流域界が不明瞭となる地形がみられることから、溶岩流だけでなく、融雪型火山泥流や降灰後の土石流も氾濫しやすい。そのため既設の砂防設備を除石・かさ上げすることに加えて、氾濫した流れを導流して捕捉する仮設堰堤や仮設導流堤等の実施箇所を、あらかじめ選定しておくことが重要となる。

既存の砂防設備がある場合は、除石工や既設砂防堰堤の嵩上げにより土砂捕捉量の増加を図り、必要に応じて仮設堰堤や仮設導流堤等の対策を実施する。砂防設備がない場合は、仮設堰堤や仮設導流堤等を設置する(表 7.2-1)。

対策工法の概要は以下のとおりである。

### (1) 既設砂防設備の堆砂域における除石工・掘削工

除石工・掘削工は、既存砂防設備の堆砂土砂、河道等を掘削することにより、捕捉土砂量を確保・拡充することを目的に実施する。除石・掘削した土砂は、仮設導流堤に使う大型土のうの中詰材等への流用や平時に確保された土捨て場等への運搬を検討する。

### (2) 既設砂防設備の嵩上げ

既設砂防設備を利用して、大型土のうやコンクリートブロック等により嵩上げを行い、捕捉土砂量を確保することを目的に実施する。

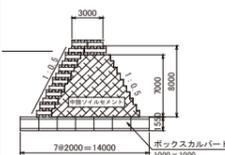
### (3) 仮設堰堤

仮設堰堤は、既存砂防設備が整備されていない箇所等で、コンクリートブロック等を設置し、流下土砂を捕捉することで、下流への被害軽減を目的に実施する。可能であれば、掘削工を併用して捕捉する土砂量の増大を図る。

### (4) 仮設導流堤

仮設導流堤は、大型土のうやコンクリートブロック等を設置して、河川断面の拡大や土石流等が保全対象を直撃することを防ぐことを目的に実施する。なお、土石流等を導流する際には、下流側の安全性が確保されていることを確認したうえで実施する。

表 7.2-1 富士山の緊急ハード対策として考えられる工法の例

工種	既存えん堤を利用した対策			既存えん堤を利用しない対策							
	既設えん堤の除石	既設えん堤の嵩上げ		仮設えん堤、仮設遊砂地			導流堤				
工法	除石工、掘削工	コンクリートブロック工	コンクリートブロック工	ブロック+中詰めソイルセメント工	柔構造物工	仮設遊砂地(掘削)	盛土工	大型土のう工	コンクリートブロック工		
機能	捕捉・一時貯留						流向制御、導流				
イメージ	 写真:1991年雲仙普賢岳の事例	 写真:2011年新燃岳の事例	 写真:2014年御嶽山の事例		 写真:2014年広島豪雨災害の事例	 写真:2000年有珠山の事例		 写真:2000年三宅島の事例	 写真:2011年新燃岳の事例		
適用条件	地形条件	・施設への重機でのアクセスが可能であること		・施設への重機でのアクセスが可能であること ・広い貯砂空間を確保できる箇所であること		・谷地形を呈していること		・施設への重機でのアクセスが可能であること		・河川と保全対象の幅が適度に確保されていること ・機材が通行可能であること	
	用地	用地確認・取得が容易		用地確認・取得に時間を要し、工事着手まで時間を要する							
	必要な資材	不要	コンクリートブロック	コンクリートブロック	コンクリートブロック・盛土材・セメント等	ワイヤーネット等	不要	盛土材	盛土材・大型土のう	コンクリートブロック	
	使用重機	一般的な重機(バックホウ、ラフタークレーン等)で施工可能				小型重機でも施工可能	一般的な重機(バックホウ等)で施工可能	一般的な重機(バックホウ、ラフタークレーン等)で施工可能			
	施設規模	えん堤の規模による	一般にHmax=5m程度	一般にHmax=5~10m程度 ※バックホウの場合、Hmax=4m程度		Hmax=5.5m 幅 20m程度以下	掘削深は最大で7m程度	一般にHmax=2~3m程度			
対象現象に対する施設効果	土石流	○	○	○	○	○	○	×	△	○	
	融雪型火山泥流	○	○	○	○	○	○	×	△	○	
	溶岩流	○	△	△	△	×	○	○	△	△	
○:適する △:やや適する ×:適さない											
施工効率(8hの場合)	掘削:220m <sup>3</sup> /日	ブロック積み:65個/日 (3tブロックを想定)	ブロック積み:65個/日 (3tブロックを想定)	ブロック積み:65個/日 ソイルセメント工:128m <sup>3</sup> /日	施工幅:0.6m/日 (H=5.5m)	掘削:220m <sup>3</sup> /日	盛土:580m <sup>3</sup> /日	土のう積み:65個/日	ブロック積み:65個/日 (3tブロックを想定)		
即効性	・用地取得などの準備工が少ない。 ・資材が不要である。 ・アクセス路、重機があれば即時対応可能。 ・除石した土砂量分の効果が期待できる。	・用地取得などの準備工が少ない。 ・平常時からアクセス路や備蓄ブロックを整備しておけば施工効率は高い。	・アクセス路、重機、備蓄ブロックがあれば即時対応可能。 ・広い貯砂空間を呈する箇所に配置できれば、大きな施設効果を期待できる。	・アクセス路、重機、備蓄ブロックがあれば即時対応可能。 ・広い貯砂空間を呈する箇所に配置できれば、大きな施設効果を期待できる。 ・コンクリートブロック堰堤と比較し、使用するブロック数が少なく済む。また、現地発生土を活用できる。	・アクセス路、重機、資機材があれば即時対応可能。 ・小型重機(モノレール、不整地運搬車)で資材運搬可能である。 ・幅2m程度のスペースで施工可能であり、伐採は必要最小限で済む。 ・事前に反力体(アンカー工)を設置した場合、さらに施工期間の短縮が可能。	・資材が不要である。 ・アクセス路、重機があれば即時対応可能。 ・掘削した土砂量分の効果が期待できる。	・土を盛るのみであるため、重機、土砂があれば即時対応可能。 ・除石等による掘削残土を活用することにより効率的な施工が可能。	・資材(大型土のう袋)の手配が必要であるが、汎用性が高いため調達は容易である。 ・除石等による掘削残土を活用することにより効率的な施工が可能。	・重機、備蓄ブロックがあれば即時対応可能。		
留意点	・土砂の仮置き場として広い土地が必要である。 ・堆砂域の伐採が必要な場合がある。	・ブロック製作(備蓄がない場合)、アクセス路整備に時間を要する。 ・嵩上げ高さには地形条件に応じて限界がある。 ・地ならしが必要な場合がある。 ・有人施工の場合、層積みで施工の方が効率的である。 ・溶岩流に対して用いる場合には、ブロック浮上防止対策が必要である。 ・堆砂域の伐採が必要な場合がある。	・ブロック製作(備蓄がない場合)、アクセス路整備に時間を要する。 ・地形条件に応じて施設高に限界がある。 ・地ならしが必要である。 ・有人施工の場合、層積みで施工の方が効率的である。 ・溶岩流に対して用いる場合には、ブロック浮上防止対策が必要である。 ・下流の洗掘の影響による本堤の破壊を防ぐため、コンクリートブロック砂防堰堤の基礎が溶岩などの基岩で無い場合は、ソイルセメント、コンクリートなどにより基礎の改良を行う。	・ブロック製作(備蓄がない場合)、アクセス路整備に時間を要する。 ・ソイルセメントが強度を発現するまでやや時間を要する。 ・地形条件に応じて施設高に限界がある。 ・地ならしが必要である。 ・溶岩流に対して用いる場合には、ブロック浮上防止対策が必要である。 ・施工箇所の伐採が必要な場合がある。	・資材納入(備蓄がない場合)に時間を要する。 ・鋼材を使用しているため、溶岩流対策には適さない。 ・施工最大幅は20m程度以下である。 ・アンカーの定着地盤が砂地盤の場合は不適である(一般的に砂礫以上であれば定着可能)。	・土砂の仮置き場として広い土地が必要である。 ・堆砂域の伐採が必要な場合がある。	・盛土材の手配が必要。 ・溶岩流の流向制御を図る場合に有効であるが、洗掘や侵食に弱い。土石流や融雪型火山泥流に対して用いる場合には、侵食防止対策が必要である。	・盛土材・大型土のうの手配が必要。 ・コンクリートブロック工に比べ強度が低い。	・ブロック製作(備蓄がない場合)に時間を要する。 ・大型土のうに比べ強度が高いことから、土石流が直撃する箇所や保全対象の直上流など重要箇所において設置することが有効。 ・溶岩流に対して用いる場合には、ブロック浮上防止対策が必要である。		

※これ以外にも、対象現象の特徴や対策箇所の状況を考慮して、新しい工法や無人化施工等の活用に取り組む

### 7.3 緊急ハード対策実施の流れ

緊急ハード対策の実施にあたっては、対策の効果が最大限発揮されるよう、噴火の推移や予想される土砂災害、対策完了までの猶予時間、実現可能性等を考慮し、実施箇所や工種・工法を選定する。

緊急ハード対策の実施にあたっては、対策の効果が最大限発揮されるよう、噴火の推移に応じて、下記項目を踏まえて実施する箇所や工種・工法を選定する。

発生が予想される土砂移動現象の種類・規模

基本対策の整備状況

保全対象（人家等、公共施設、要配慮者利用施設、重要交通網、等）の分布状況

土砂移動現象が保全対象に到達するまでの猶予時間

施設が完成または一定の効果が発現するまでに要する時間

資機材の調達と用地の確保の見込み

施工の安全性の確保

#### (1) 噴火前兆期～噴火前（噴火警戒レベル1～5に相当）

富士山の噴火シナリオでは、噴火前兆～噴火開始前では火口位置や発生する現象や規模を特定することは困難である。

緊急ハード対策は火口位置がある程度特定できた段階から開始するため、噴火の前兆が見られた時点や火山性地震の増加等の火山活動が高まった時点で、噴火警戒レベルや火山情報に関する情報を収集し、火口位置の予測に努める。

##### 1) 火口が特定されるまで

既存砂防施設の堆砂状況や破損状況、緊急対策予定地およびアクセス道路の状況を把握するため現地調査を実施する。また、必要に応じて資機材の確保、工事用道路の整備、無人化施工の準備や既存砂防施設の除石等の実施を検討する。

##### 2) 火口の範囲がある程度特定された段階

###### ・緊急ハード対策を実施するラインの選定

火口位置がある程度特定できた段階で、緊急ハード対策を実施するラインを選定する。その際には、土砂移動現象（降灰後の土石流、溶岩流、融雪型火山泥流）の想定影響範

囲を参考に、火口位置と想定されるラインに隣接するラインも緊急ハード対策の実施対象に含めるか判断する。

#### ・緊急ハード対策実施箇所の選定

この段階では発生する土砂移動現象の種類は不明であるため、想定される土砂移動現象（降灰後の土石流、溶岩流、融雪型火山泥流）のいずれに対しても効果が期待できる箇所を優先的に選定することを基本とし、保全対象との位置関係、基本対策施設の整備状況、施工時の安全性（避難対象エリア）、迅速性、積雪状況（積雪がない場合は融雪型火山泥流の発生は考慮しない）、噴火警戒レベルの上昇に伴う避難対象エリアの拡大等を考慮して、緊急ハード対策を実施するラインの中から対策実施箇所の選定および施工優先度を設定する。

#### ・工事の安全管理のための監視機器の設置

緊急ハード対策の実施対象ラインに対して、工事の安全対策のために監視機器を配置する。監視機器は避難対象エリア以遠に設置するが、土石流に対して工事関係者の避難時間が確保できない場合は、土砂災害緊急情報による基準雨量以上の降雨が予測されるかどうかで工事を中断する。

#### ・工種・工法の選定

この段階では発生する現象の種類は不明であるため、想定される土砂移動現象（降灰後の土石流、溶岩流、融雪型火山泥流）のいずれに対しても効果が期待できる工種・工法を選定する。

既存砂防施設がある場合には、早期に着手できる既存堰堤の除石・掘削および嵩上げの施工を優先して実施する。既存砂防施設がない場合は、仮設堰堤・遊砂地工や導流堤等の施工を検討するが、土砂移動現象の特性や資機材の調達状況に応じて柔軟に構造の選定や変更を行う。

### (2) 噴火後（噴火警戒レベル3～5に相当）

噴火直後は遠方からの調査および関係機関からの情報収集により、噴火様式や火口位置、発生した現象の種類と規模を確認する。その後、発生した現象に応じた緊急ハード対策を実施する。

ただし富士山の噴火シナリオでは溶岩流の流下と噴石・火山灰の飛散が同時に発生する可能性が示されている。そのため想定火口位置直下では溶岩流に対する緊急ハード対策を、火口から風下では降灰後の土石流に対する緊急減災対策を同時に行う場合があることに留意する。

## 1) 降灰が発生した場合

### ・緊急ハード対策を実施するラインの選定

降灰調査結果を踏まえ、降灰後土石流の急迫性が高まったと判断されたラインを選定する。

### ・緊急ハード対策実施箇所を選定

保全対象との位置関係、基本対策施設の整備状況、施工時の安全性（避難対象エリア）、迅速性、噴火警戒レベルの上昇に伴う避難対象エリアの拡大、等を考慮して、緊急ハード対策を実施するラインの中から対策実施箇所の選定および施工優先度を設定する。

### ・工所用道路の除灰の実施

降灰による車両の走行への影響が懸念されるため、緊急ハード対策実施箇所まで工所用道路に火山灰が堆積している場合、必要に応じて除灰を実施する。

また、通常の車では走行できない恐れがあるため、キャタピラ式の車を活用する。また、そのために平常時から車を準備しておく。

### 降灰による車両の走行への影響

#### ●火山噴火時の降灰による車両の走行への影響

- ・制動距離が通常より 1.5 倍～2 倍程度大きくなる。
- ・灰の巻き上げにより視認性が低下する。
- ・停車中に 5cm 以上降灰した場合、車両が発進できない恐れがある。
- ・二輪駆動車の場合、5cm 以上の降灰がある箇所では登坂できない可能性がある。

#### ●工所用道路に火山灰が堆積している場合の留意点

- ・工所用道路はタイヤショベル等により降灰除去を行った上で使用する。
- ・工所用道路を通行する際は、速度を落とすとともに、車間距離を十分確保する。
- ・車両は退避方向、かつ下り方向に向けて停車する。
- ・車両は四輪駆動車を用いる。また、タイヤチェーンを持参する。

参考文献：砂防学会研究発表概要版 「火山灰上の車両走行性能に関する現地実験」(国土交通省 九州技術事務所、日本工営)

### ・土石流発生検知のための監視機器設置

緊急ハード対策実施対象ラインに対して、工事の安全対策のために監視機器を配置する。監視機器の設置箇所の制約により、土石流に対して工事関係者の避難時間が確保できない場合は、無人化施工機械の使用も検討する。また、土砂災害緊急情報による基準雨量以上の降雨が予測される場合は工事を中断する。

## ・工種・工法の選定

既存砂防施設がある場合には、早期に効果の発現が期待できる既存堰堤の除石・掘削および嵩上げを優先して実施する。既存砂防施設がない場合は、仮設堰堤・遊砂地工による土石流捕捉を主体とし、地形条件や資機材の調達の見込みに応じて構造の選定を行う。

また、導流堤を施工する場合には、大型土のうやコンクリートブロック等を用いた構造を選定する。盛土工は洗掘や侵食に弱いため、土石流の到達が予測される場合は侵食防止対策を施す。

## 2) 溶岩流が発生した場合

### ・緊急ハード対策を実施するラインの選定

溶岩流が確認されたラインを選定する。

### ・緊急ハード対策実施箇所の選定

リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップで到達時間と範囲を予測し、作業の安全を確保しつつ、溶岩流の到達時期までに対策を実施して効果を発現できる箇所があるか検討する。

## ・工種・工法の選定

既存砂防施設がある箇所においては、除石・掘削および嵩上げの施工を優先して検討し、既存砂防施設がない箇所においては、仮設堰堤・遊砂地工や導流堤の施工を検討するが、溶岩流の到達までの時間的余裕や資機材調達状況に応じて柔軟に構造の選定や変更を行う。

なお、コンクリートブロックを溶岩流対策として用いる場合には、ブロック浮上防止対策を別途検討する。また、柔構造物は鋼材を使用しているため溶岩流対策には適さないことに留意する。

### ※放水による溶岩流対策について

注水による冷却は、富士山麓では水源の確保に問題があることと、たとえ豊富な水源が近くにあっても注水能力に限界があり、海岸近くの昭和58年三宅島の事例では24時間で8640m<sup>3</sup>程度の溶岩を冷却できるに過ぎないことから、輻射熱による延焼防止程度の効果しか期待できないため、緊急ハード対策として採用しないこととした。

## 3) 融雪型火山泥流が発生した場合（積雪期）

### ・緊急ハード対策を実施するラインおよび対策実施箇所の選定

融雪型火山泥流は流下速度が速いため、融雪型火山泥流発生後の対策は間に合わないと考えられる。よって、火砕流や融雪型火山泥流による被害発生状況を踏まえ、被害拡

大防止や復興・復旧に向けた対策を実施する。ただし、緊急ハード対策の再開は、安全が確保されると判断されてからとする。

なお、再度噴火発生の恐れがある場合には、次の噴火でも融雪型火山泥流が発生することに備え、噴火前～噴火前兆期の考え方と同様に火口位置から緊急ハード対策の対象ラインおよび対策実施箇所を選定する。

※非積雪期に火砕流が発生した場合の対応

噴火により山腹に降灰や火砕流等の火山噴出物が堆積している場合、浸透能の低下により表面流が発生しやすくなり、土石流が頻発するようになる。よって、火砕流発生方向や降灰範囲等を勘察し、土石流対応の緊急ハード対策の検討を行う。

**(3) 噴火終息期（噴火警戒レベル4～1に相当）**

- ・噴火が終息に向かった場合でも、数年は土石流の発生が想定されるため、緊急減災対策を継続して実施する。
- ・土砂の流出によって被害が生じた場合やその恐れがある場合は、被害の拡大防止のための緊急対策を実施し、必要に応じて恒久対策に移行する。
- ・噴火実績を踏まえて砂防計画の見直しを行う。
- ・資機材の備蓄・用地の確保、既存施設の除石・改良、対策カルテの見直し等、次の噴火に備えた平常時準備を進める。

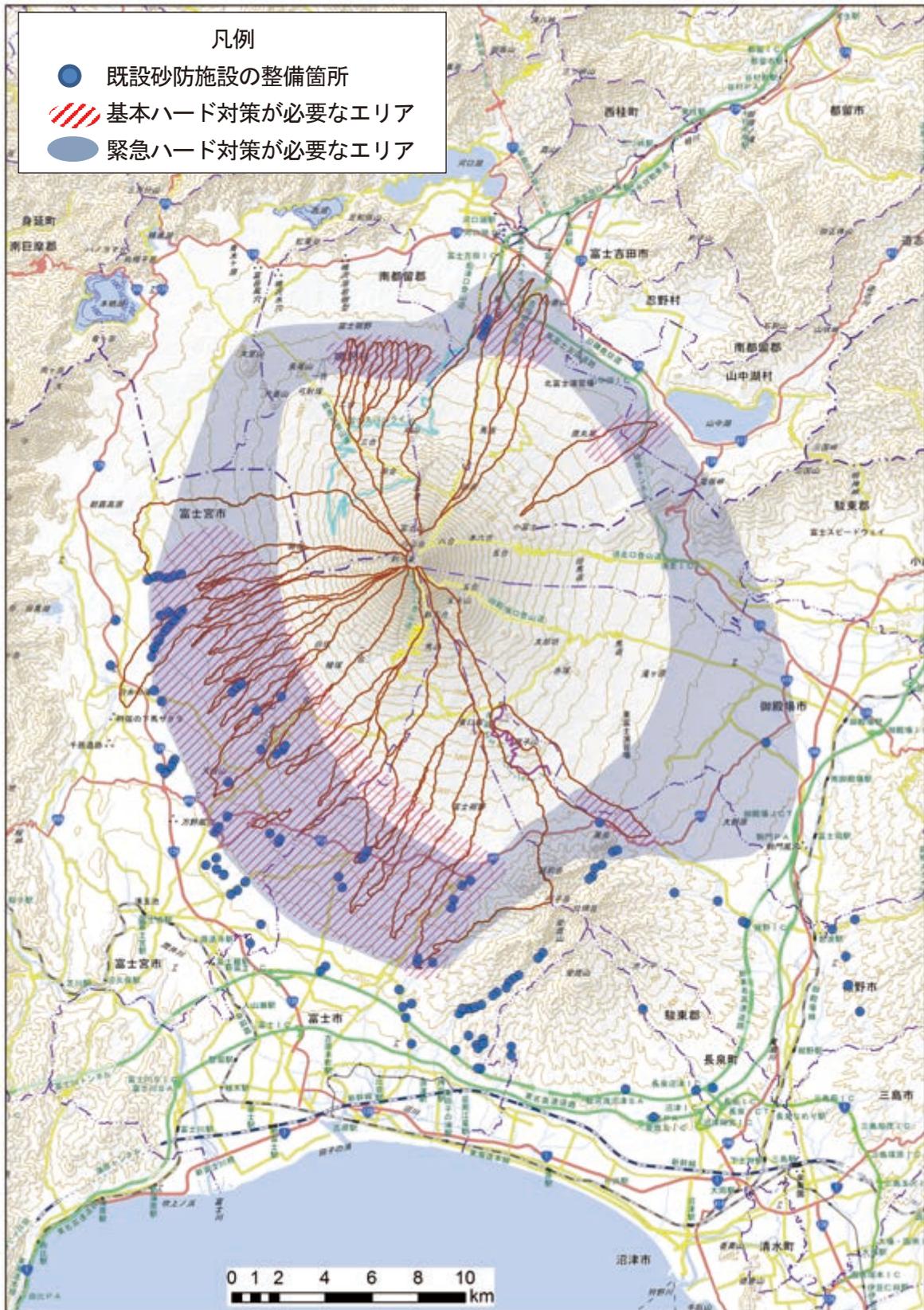


図 7.3-1 基本ハード対策（第1段階）と 緊急ハード対策 エリア

## 7.4 緊急ハード対策を実施する上での平常時からの準備事項

緊急ハード対策の実効性を高めるため、緊急時に実施する対策に必要な手続きや調整事項等を把握し、実施しておくべき準備事項とその内容を整理しておく。特に富士山麓は、国立公園や国有林、県有林、ゴルフ場等の民間施設が多く、用地に関する調整が重要となる。

緊急ハード対策の実施にあたって平常時からの準備が必要である項目と内容、調整機関は、表 7.4-1 のとおりである。緊急ハード対策は、対策可能期間や対策可能範囲、施工能力にも限界があることから、平常時からの準備を計画的に実施する必要がある(図 7.4-1)。

具体的には緊急対策カルテ(別冊)にて、緊急対策施設の本体施工、仮設、進入路の確保、資機材の調達・運搬、用地等に関して、その手続き等に要する時間の短縮のために必要な準備事項(協定・契約等の手順・方法)について定める(表 7.4-1)。

表 7.4-1 緊急ハード対策実施のため必要となる平常時からの準備事項

項目	内容	調整機関
資機材の備蓄・調達	○緊急ハード対策で使用する資材の備蓄 ○既存資機材の使用検討 ○緊急ハード対策で使用する機材の確保	県・市町村 建設業協会 国交省 等
建設業協会との協定	○緊急時に速やかに工事に着手できるように、事前に施工業者と協定	建設業協会 等
工事用道路の整備	○既設砂防堰堤の除石箇所では、一般道から堰堤サイト、および堰堤サイトから堆砂敷に降りるための工事用道路の整備	地権者 等
土捨て場の確保 備蓄資材仮置場の確保	○緊急除石や掘削等により発生する残土の土捨て場、並びに緊急ハード対策で使用する資機材の仮置場の事前確保 ○そのための土地使用の調整、工事用道路の整備	地権者 県・市町村 自衛隊 等
対策実施箇所の検討	○緊急ハード対策計画箇所の検討	地権者 県・市町村 自衛隊 等
対策実施箇所の用地の調整	○緊急ハード対策計画箇所の地籍調査 ○対策計画箇所の私有地や、公有地に対して一時的な借地・補償・買収などの調整	地権者 県・市町村 自衛隊 等
砂防指定地の指定	○緊急ハード対策計画箇所の砂防指定地指定	地権者 県・市町村 自衛隊 等
国有林・県有林・自衛隊演習場内での対処に関する調整	○国有林・県有林内での緊急ハード対策に関する調整 ○監視観測機器配置の緊急設置に関する事前調整	森林管理署 県森林環境部 自衛隊 等
工事車両の通行に関する調整	○工事車両の通行のための道路管理者・警察の事前許可申請に関する調整 ○避難用道路、緊急対策用道路の使い分けや運用に関する取り決め	市町村 警察 道路管理者 建設業協会 等
国立公園内での施設設置の許可	○自然公園特別区域内での緊急ハード対策に関する調整 ○監視観測機器配置の緊急設置に関する事前調整	環境省 (関東地方環境事務所) 等
構造物設置に対する占有許可	○導流堤等、計画箇所における土のうの設置などの占有許可及び使用許可の調整	地権者 道路管理者 警察 等
無人化施工の準備	○5.8GHzなど総務省から新たに割り当てられた周波数帯でのシステムの構築 ○無人化施工機械の調達 ○無人化施工のオペレーターの訓練	総務省 建設無人化施工協会 建設業協会 等
平常時からの実施	○実施可能な対策箇所での施設整備の実施	地権者 県・市町村 等

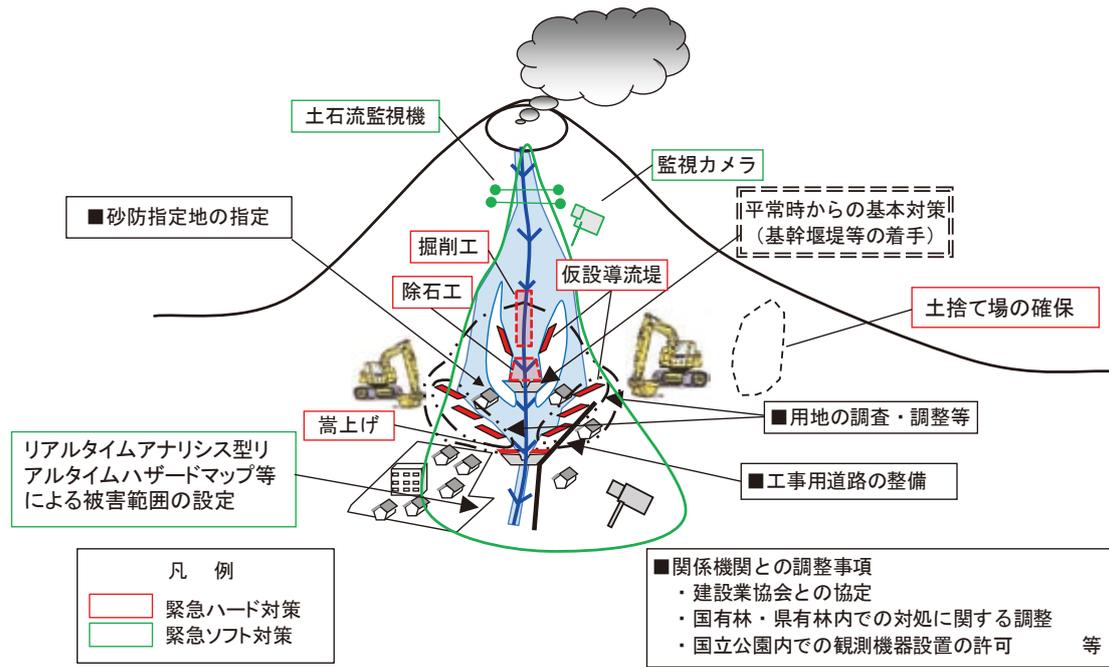


図 7.4-1 緊急ハード対策実施のため必要となる平常時からの準備事項(イメージ)