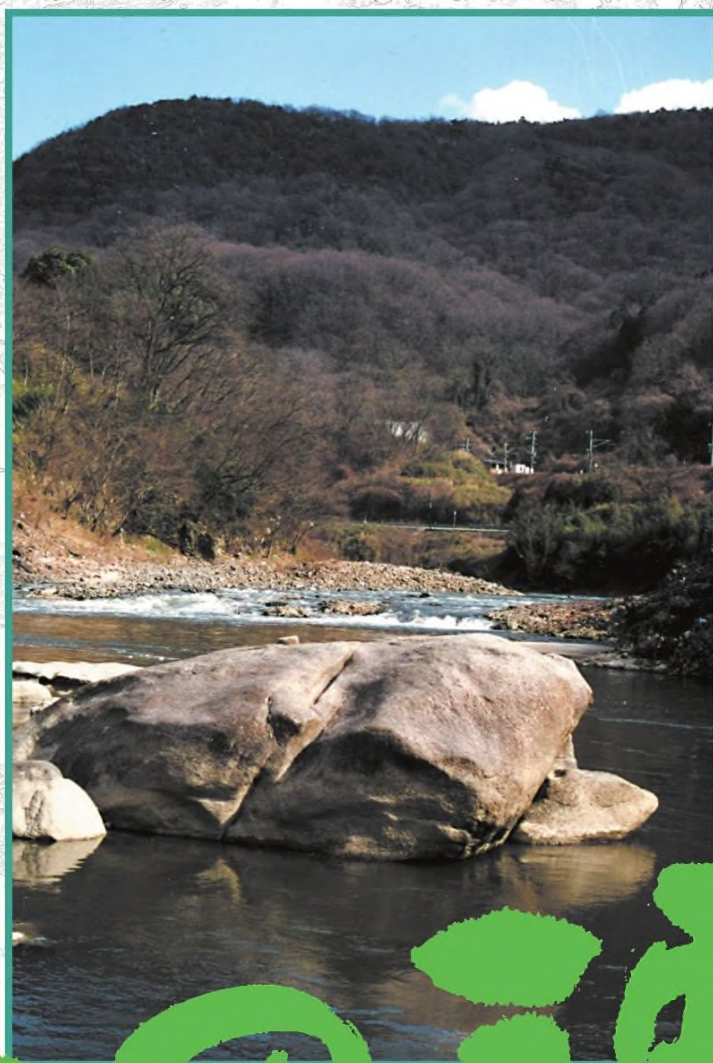


# 亀の瀬地すべり対策事業

亀の瀬地すべりは昭和37年から国が最先端の技術で対策工事を行ってきました。

いまや地区内の土塊移動=変位量はほとんどなくなりました。



# 亀の瀬

国土交通省 近畿地方整備局 大和川河川事務所

# 地すべり地区の概要

亀の瀬地すべりは、大阪府と奈良県の府県境で、大和川が奈良盆地から大阪平野に向かう渓谷部の右岸側斜面に位置します。この地は万葉の時代には竜田越えとして知られ、近世は農産物や肥料などを運ぶ船が往来するなど物流に大きな役割を果たしていました。今日も国道25号、JR関西本線が大和川の左岸沿いに並行して走り、大阪と奈良を結ぶ交通の要衝です。

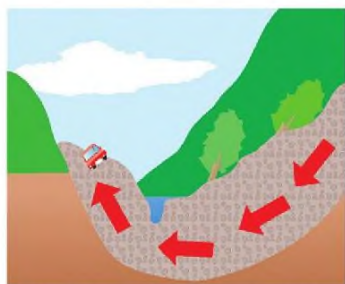


## 深くて大規模な地すべり

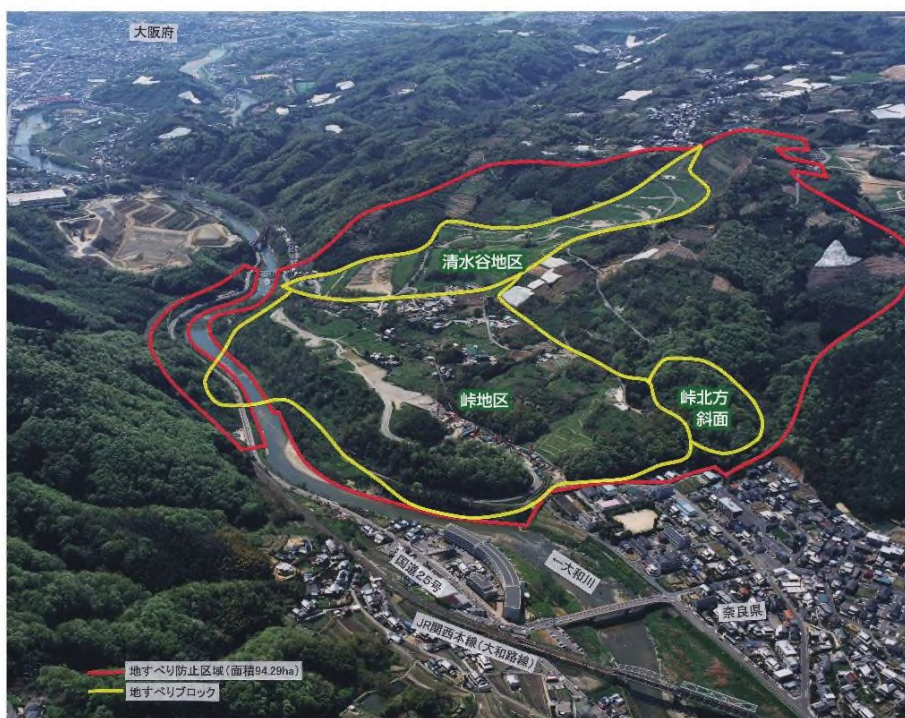
亀の瀬地すべり地は長さ1,100m、幅1,000m、最大厚さ(すべり面の深度)約70m、推定移動土塊量は1,500万 $m^3$ に及ぶ大規模なもので、末端の一部が大和川の河床下を通り左岸側に乗り上げています。このため、地すべりが起こると重要な交通路を絶つだけでなく、大和川を塞いで水害をもたらす危険性が高いのです。防止するための工事は大規模で高度の技術を必要とします。

そこで、昭和35(1960)年から国が直轄で調査を開始し、37年から

建設省(現国土交通省)の直轄事業として地すべり対策事業を実施し、近年は地すべり(地区内の土塊移動=変位量)がほとんど見られなくなりました。



地すべりによる大和川の河床隆起



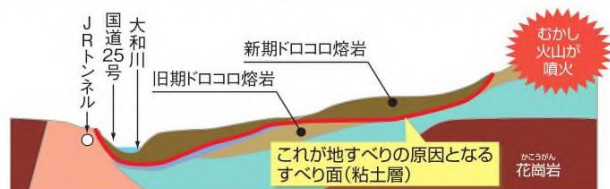
## ドロココロ火山岩が特徴的な亀の瀬の地質

亀の瀬の地質は、花崗岩の基岩の上に第三紀の火山岩や堆積岩が積み重なってできています。

特徴的なのが、亀の瀬の北方にあったドロココロ火山が数百万年前に新旧二回にわたって噴出してできたと推定される、溶岩流・ドロココロ火山岩の分布です。

峠地区の地すべり土塊は、新ドロココロ溶岩とされています。すべり面は亀の瀬礫層や原川類層の礫岩層などの地層の弱い部分に形成された、高含水性の粘性帯です。その上に荷重

の大きい厚い溶岩がのり、地殻変動等によって大和川方向に傾斜していることが考えられます。さらに大和川断層の活動、大和川による山脚部の浸食などが関係しているようです。



## 地すべり防止地区と直轄施行区域指定の経緯



大きな被害をもたらす地すべりを防止するには、大規模な工事と高度な技術を必要とします。

そこで、昭和34年10月に地すべり防止区域の指定を行い、昭和37年から建設省（現国土交通省）が本格的な地すべり防止工事を実施してきました。

面積 (ha)	告示年月日	地すべり防止地区指定	直轄施行地区指定	指定の事由
9.0	昭和34年10月23日	建設省告示第2034号		昭和6～8年の清水谷地すべり地区、同26年頃からの断続的活動を含めた範囲
	昭和37年6月19日		建設省告示第1415号	
73.54	昭和42年6月8日	建設省告示第1754号		既存直轄区域頭部の隣接地調査で、一体区域となったこととあわせて、昭和42年地すべり発生
	昭和42年12月28日		建設省告示第4587号	
奈良県 9.05	昭和43年2月5日	第118号		昭和42年地すべりの発生による災害発生の恐れ
2.7	昭和52年2月28日	建設省告示第188号	建設省告示第186号	既存地すべりの滑落崖の後背地の一体的恒久化対策

## もしも亀の瀬で地すべりが起こったら…

### 想定される現象



### 河道閉塞の発生

#### 上流側の奈良盆地在が浸水



### 閉塞土砂の決壊

#### 下流側の大阪平野が浸水



### 直接被害

- ①地すべり地内にある耕地、道路等が陥没・隆起し、家屋が崩壊
- ②国道25号の隆起による交通途絶
- ③地すべり末端部に近いためJR関西本線（大和路線）の交通途絶



被害想定エリアの模式図

### 間接被害

すべり面の一部が大和川の下を横断しているため、地すべりにより河床の隆起すると大和川が堰き止められ（河道閉塞が生じ）て天然ダムが発生し、上流側が浸水することも予想されます。さらに大和川を堰き止めていた土砂が崩壊すると、下流に一気に水が流れます。

- ①浸水による上流・奈良盆地の浸水
- ②閉塞している土砂が決壊することによって生じる下流・大阪平野の洪水

# 地すべり災害の歴史

亀の瀬地すべりは非常に長い活動史を持っています。移動土塊中から発見された木片の年代測定では約4万年前という結果がでており、地すべりはそれ以前から発生していたと見られます。万葉集に出てくる「畏(かしこ)の坂」が亀の瀬あたりの道を指し、その由来が地すべりにあったと考えられてい

るものの、明治以前の地すべりに関する記録は残されていません。

明治以降は、おもに明治36年、昭和6～8年、昭和42年に大規模な地すべりが発生し、大きな被害をもたらしました。

## 明治36年地すべり 大和川の川床が隆起、大雨で大和川が氾濫

明治36年7月、断続的に降り続く雨により、上流部が何度も浸水していたところに地すべりが発生し大和川の河床が隆起しました。これに追い討ちをかけるように梅雨の豪雨により大和川がせき上げられ、王寺駅南方の張井・三郷にかけて氾濫

しました。また、地すべり地内を通る鉄道(関西本線)もトンネル東口が崩壊しました。

当時の記録では、浸水面積44.9ha、堤防の決壊13箇所、田畑水没12.1ha、家屋の流出・崩壊など20戸です。

## 昭和6～8年地すべり 長く続いた地すべりで水平30メートル移動

昭和6年11月、田面に亀裂が発見され、峠地区を中心とする約32haに及ぶ山塊が大和川に向かって活動しはじめました。じわじわと大和川の河床が隆起し、7年2月には上流の大正橋が浸水しました。その後、梅雨時期の出水に備えて河床掘削工事を実施していましたが、7月の豪雨により河床が9m以上隆起し、河道は完全に移動してしまいました。これによって大和川は完全に閉塞され上流に浸水被害が発生しました。

また、当時亀の瀬地すべり地内を通過していた国鉄関西本線の亀の瀬トンネルも崩壊し、2月から11カ月間約1キロが徒歩区間となりました。

現在の大和川の流れは、このときに左岸

の明神山を削り取って新たに開削したもので、鉄道も地すべり地を迂回する形で大和川対岸の左岸側に新設され現在のルートとなっています。



人家の倒壊



畑地の亀裂



旧国鉄・関西本線トンネルの圧壊



大和川上流部の浸水

## 地すべり災害に押し寄せた見物人

昭和7年1月から3月、多い日には一日2万人の見物客が亀の瀬地すべりを見ようと押し寄せました。亀の瀬では紅白幕をめぐるした“野天カフェ”が出現し、地すべり写真の絵ハガキも販売されるなど、地すべり見物ブームが起こりました。



## 昭和42年地すべり 水平26メートル移動、大和川の川幅1メートル狭まる

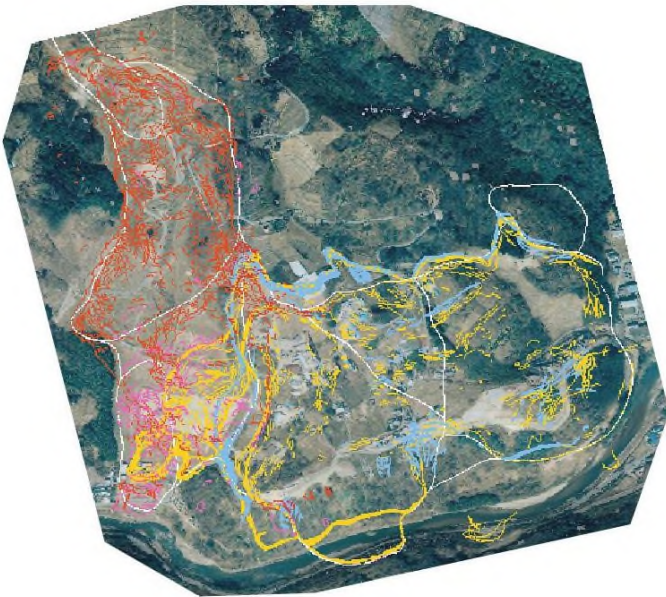
昭和42年2月、清水谷地区で亀裂が発見され、峠地区の旧地すべり地もこの影響を受けて活動しはじめ、清水谷地区とあわせて総面積約50haに及び大規模な地すべりに発展しました。大和川を越えた対岸の国道25号は約1m隆起し、大和川も250mにわたって川幅が約1m縮小しました。河床も隆起しましたが閉塞には至らず、少雨が幸いし上流部の浸水は免れました。



畑地の亀裂・陥没



国道25号の隆起



### ●各時期の地すべりで生じた亀裂

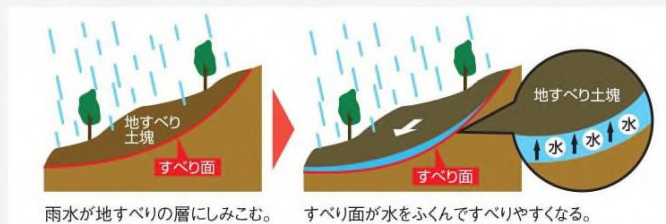
- (青) 昭和7年3月
- (黄) 昭和8年
- (ピンク) 昭和37年(小規模地すべり)
- (オレンジ) 昭和42年

### 地すべりとは

地すべりは、粘土層などのすべりやすい地層(すべり面)の上部の土塊が、地下水などの影響をうけ、ゆっくりと動き出す現象です。

地すべりはがけ崩れと比較して以下のような特徴があります。

### ●地すべり発生メカニズム



	地すべり	がけ崩れ
発現現象	特定地質、地質構造部分にすべり面を生じ地山自体が挙動	風化現象により、表面付近が劣化して発生する崩落現象
地形	30°以下の緩傾斜面	30°以上の急傾斜地
活動状況	継続的、再発性	突発的
土塊状況	乱れが少なく、原形を保ちつつ動く	土塊は攪乱される
誘因	地下水による影響	降雨の強度による影響
兆候	亀裂、陥没、隆起、地下水変動	兆候はない

# 対策工事

地すべり活動を停止または緩和させるために実施した「地すべり対策工事」は、大別すると抑制工と抑止工の2種類です。亀の瀬では、昭和37年から55年までは抑制工を中心に、56年

以降は抑制工の一種・地下水排除工を続けながら、深礎工による抑止工を主体に対策工事を進めました。

## 抑制工

地すべり地の地形、土質、地下水などの状態——自然条件を変化させることによって、地すべり運動を停止もしくは緩和させることを目的とする工事。

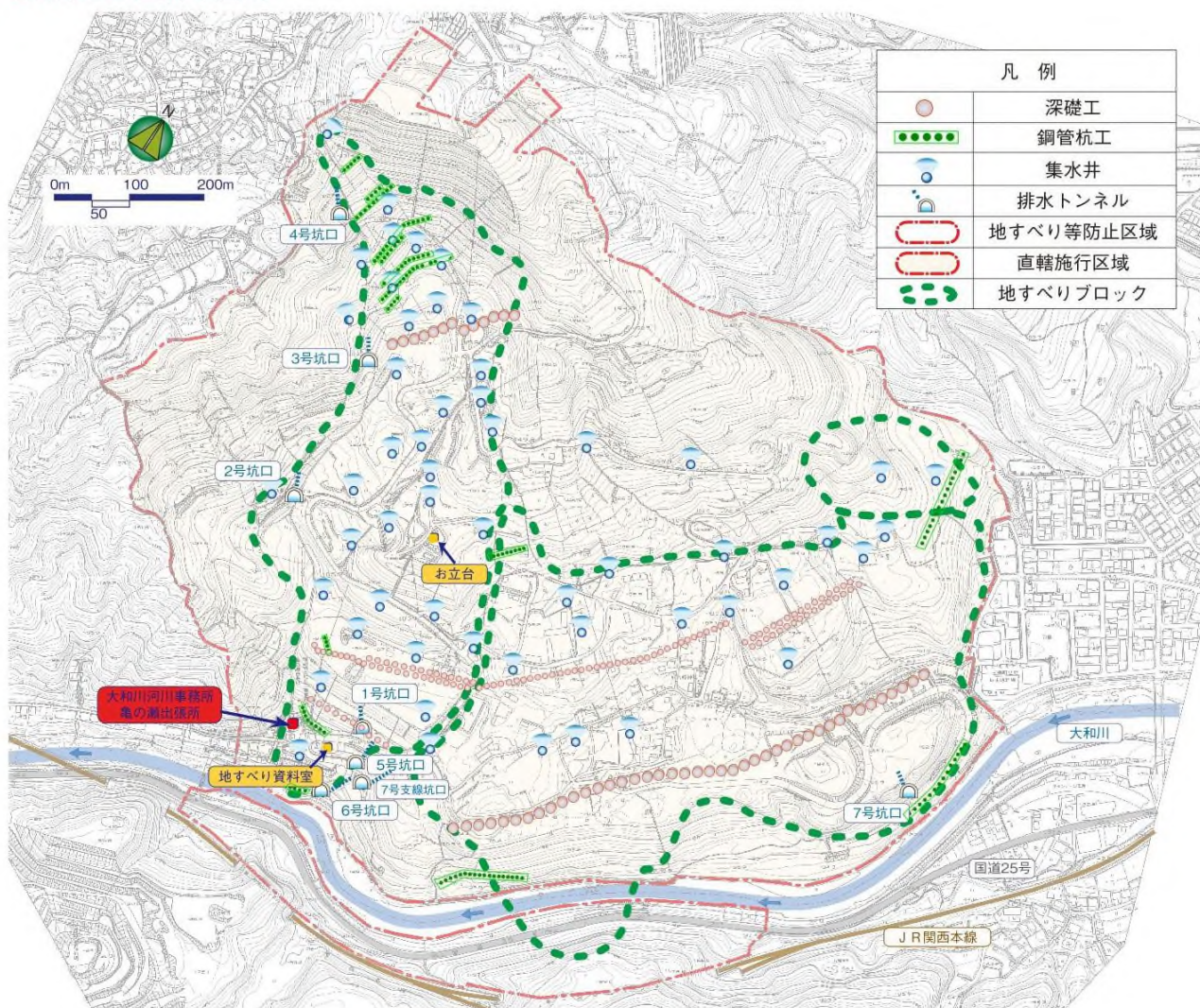
## 抑止工

杭等の構造物を移動土塊に直接打ちこみ、その抵抗力を利用して地すべり運動の一部または全部を止める工事。

### ●対策工の整備(令和2年度末現在)

種別	工種	具体的工法	数量	単位
抑制工	排土工	排土工	926,330	m <sup>3</sup>
	地表水排除工	水路工	9,932	m
	地下水排除工	横ボーリング工	7,572	m
		集水井工	54	基
集水ボーリング工		155,697	m	
抑止工	杭工	深礎工	170	基
		鋼管杭工	596	本

### ●対策工の全体平面図



# 対策工事 抑止工

## わが国最大直径6.5メートル最深96メートルの深礎工

亀の瀬地すべりでは杭工として、鋼管杭工と世界初の規模の深礎工を実施しました。

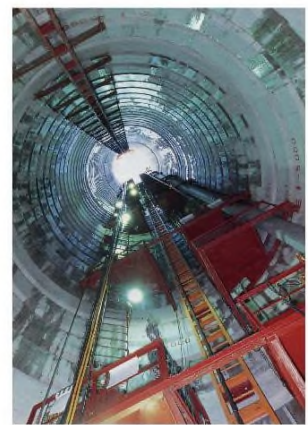
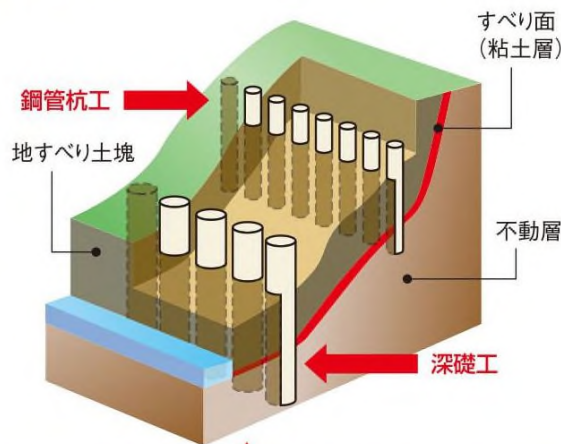
### 杭工

地すべりに抵抗して、地すべりの一部または全体を止めるために、杭を配置する。

鋼管杭工…小規模なブロックのすべりを抑止するために、地すべりの移動土塊と基盤との間に杭を挿入し、杭の強度ですべりを抑止します。



杭工(鋼管杭)



施工中の深礎工の内部

地中に造った深礎工は最大96メートル、地上三十階建てのビルの高さと同様です。

亀の瀬の対策工の主力で55本(直径6.5メートル)を施工 世界初の規模

深礎工…すべり力が大きくすべり面が深い所を抑止するために、巨大な杭を配置します。

#### ①掘削工

機械で掘削し、1m掘るごとに周りの土が崩れないように仮巻きコンクリートを設置します。

#### ②止水工

途中、地下水が流れ込まないように止水材を注入し、周りの土を固めます。

#### ③掘削工

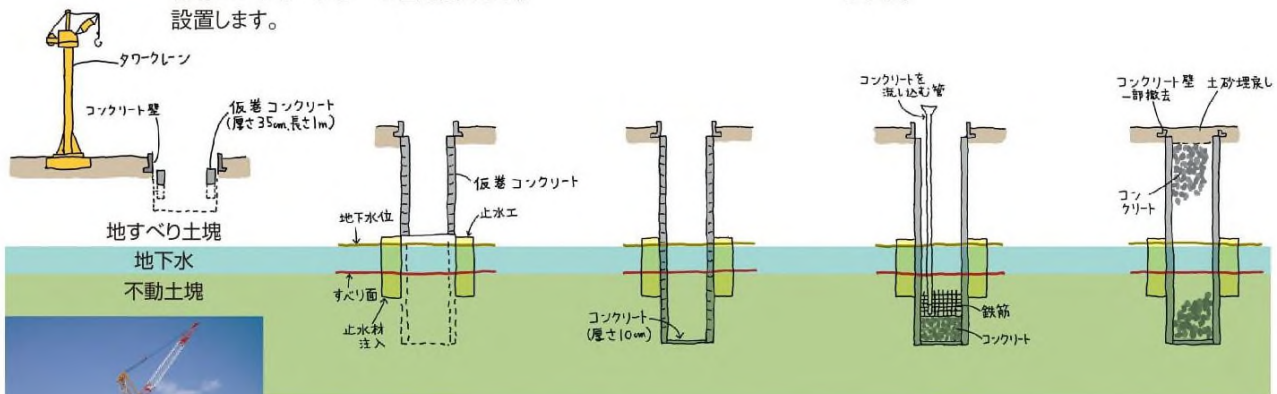
より深く掘削工と止水工を繰り返し、深度を大きくしていきます。

#### ④本体内工

下方から鉄筋を組み立て、10メートルごとにコンクリートを打設します。

#### ⑤完成

コンクリート壁の一部を撤去して、地面を平らにします。



タワークレーン

# 対策工事 抑制工

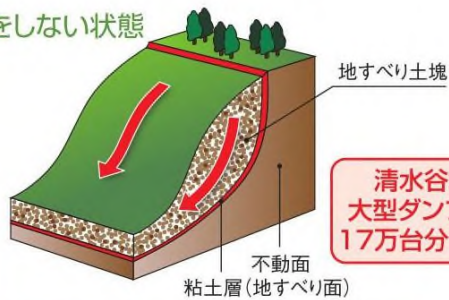
## 排土と地表・地下水の排除

亀の瀬地すべりでは3種類の抑制工を実施しました。

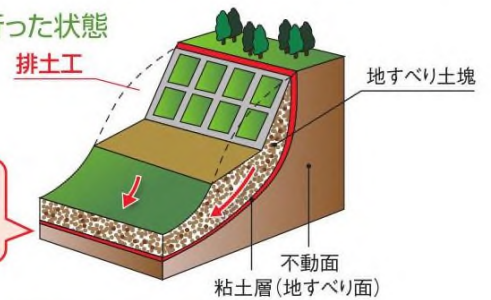
### 排土工

すべろうとする力を取り除くため、地すべりの原因となる土砂を取り除く。おもに地すべり頭部(土塊の上の部分)の土塊を取り除く。

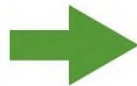
#### ●排土工をしない状態



#### ●排土工を行った状態



清水谷地区で93万m<sup>3</sup>、  
大型ダンプ(10トントラック)  
17万台分を取り除きました。



### 地表水排除工

地すべり土塊内に雨水を浸透させない、地すべり地内に降った雨を地すべり地の外に出すのが目的。

集水路・排水路などの水路を設置する。



水路工

凡 例	
	水路
	水の流れる方向
	地すべり等防止区域
	直轄施行区域
	地すべりブロック

#### ●水路工の全体配置図

おもに地すべりで生じた亀裂部分と、谷筋などの水が集まる場所を中心に、地すべり地全域に水路網を整備しています。



地区内に約9,932メートルに及ぶ水路工を整備しました。



## 地下水排除工

地すべり土塊内の地下水を地すべり地の外に出して、地下水位を低下させるのが目的。

明暗きょ工、横ボーリング工…浅層地下水を排除する。

集水井工、集水ボーリング、排水トンネル工…深層地下水を排除する。

集水ボーリングは約4,000本、156kmに及びます。

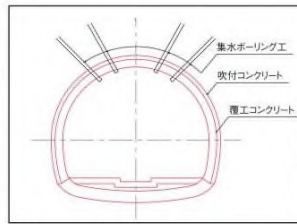


集水井地上部

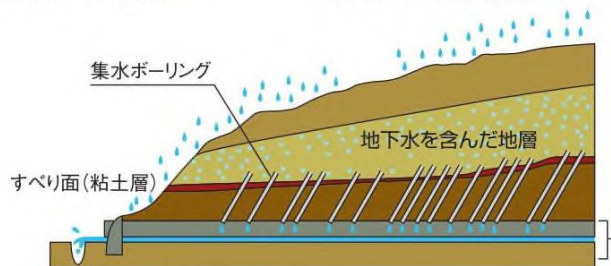
### ●排水トンネル工



排水トンネル内部

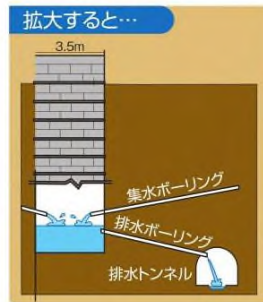


排水トンネルの断面図



排水トンネル模式断面図

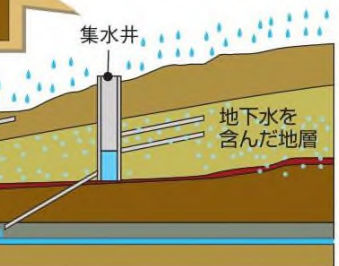
### ●集水井工



集水井模式断面図



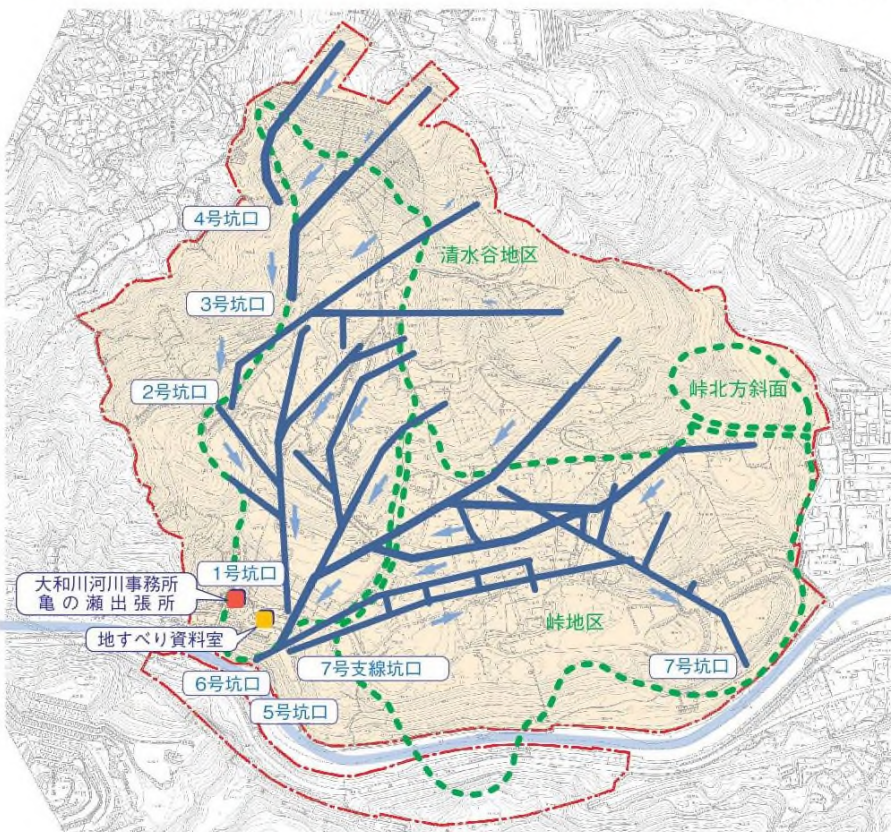
集水井内部



横ボーリング

### ●排水トンネル工の全体配置図

トンネルの位置は、地下水の分布、流動等を調査し、地層構造を把握したうえで選定し、地すべり面より下の安定した地盤に施工しました。



凡例	
	排水トンネル
	水の流れる方向
	地すべり等防止区域
	直轄施行区域
	地すべりブロック

# 地すべりの監視と対策工の効果

近年の地すべり対策事業によって地すべりは安定してきていますが、対策工事の効果を見極めるためには、なお時間をかけて丁寧に地すべりの移動量を計測するなど、永続的に監視することが必要です。

## 集中監視システムで常時、挙動をキャッチ

いま亀の瀬地すべりでは、地すべり防止工事の効果判定、異常気象時等の監視を目的に、地表・地中の移動、水の流動、構造物の挙動について、地すべり地内全域を網羅して調査・観測をしています。

地すべり防止工事の計画・実施中はボーリング調査も行いました。ボーリング孔はその後、地下水位計・孔内傾斜計等の地中観測機器を設置する場所として活用しています。

現在、伸縮計、地下水位計等によって得られた観測データは、テレメータ化(自動化)して現場から1時間毎に、出張所・事務所の地すべり集中監視システムに送られ、ほぼリアルタイムで把握しています。さらに監視強化のためのシステム整備が進み、管理担当者はこの情報を自宅や携帯電話でも把握できるようになりました。



水位計



伸縮計



流量計



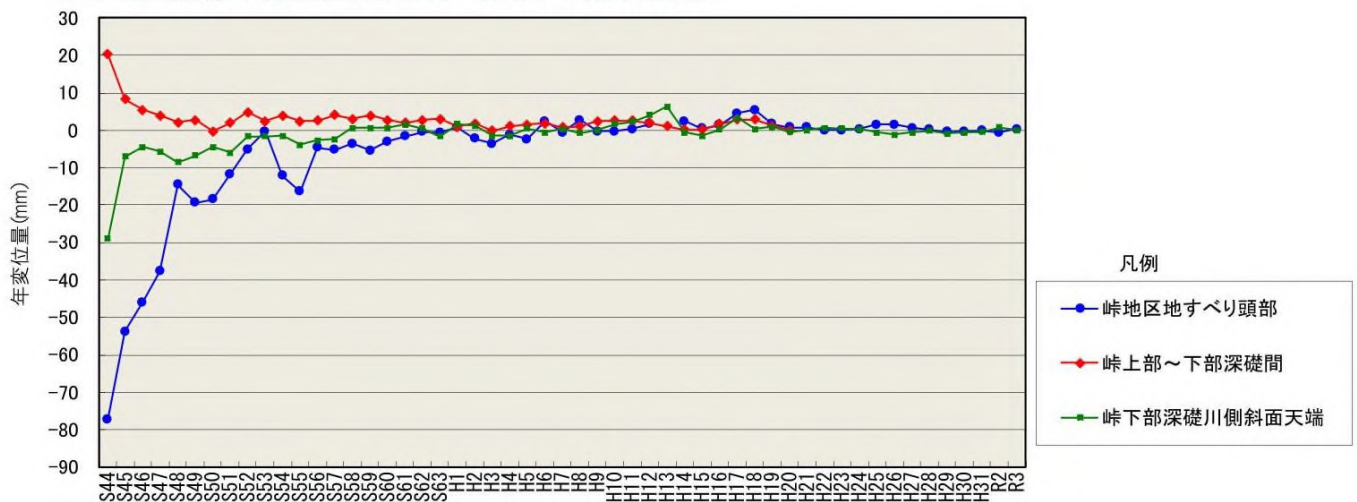
監視システム

## 排水トンネル工と深礎工により地すべり活動は大幅に縮小

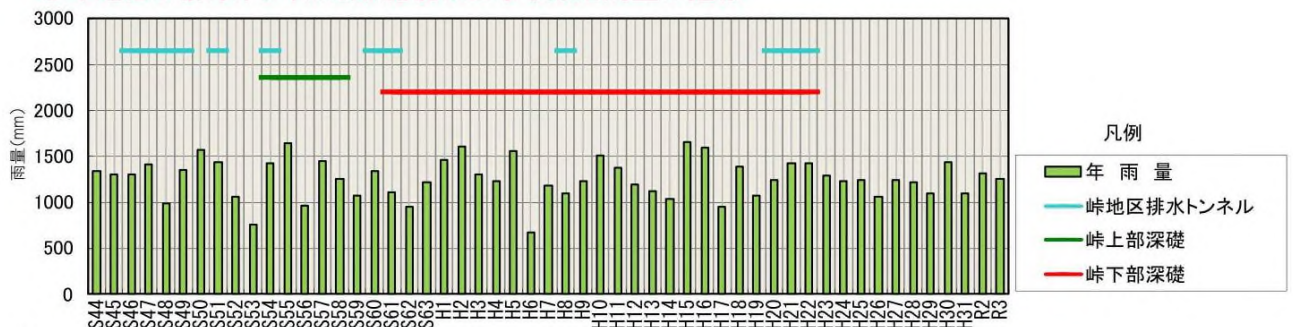
対策工の効果は現地観測機器の観測結果から得る地すべり土塊の移動量から判定できます。

対策工の進展にあわせてとくに昭和60年から移動量が極めて小さくなっています。

### ● 峠地区測線年変位量の水位(－伸び、＋縮み方向)



### ● 峠地区の排水トンネルと深礎杭の工事状況と雨量の推移





## 亀の瀬トピックス



約 80 年の時を経て発見された  
旧大阪鉄道亀瀬隧道



植樹された桜と集水井

## 亀の瀬地すべり歴史資料室

亀の瀬地すべりについてより詳しくお知りになりたい方は、「亀の瀬地すべり歴史資料室」へお越しください。過去の被害から地すべりのメカニズム、対策事業まで、地すべりについてのさまざまな情報を模型展示やパネルから得ることができる貴重な施設です。常時公開ではありませんので、見学については事前にご連絡ください。



【お問い合わせ先】  
大和川河川事務所  
流域治水課  
TEL.072-971-1381(代)  
大和川河川事務所ホームページ  
<http://www.kkr.mlit.go.jp/yamato/>