

Ⅱ 編 予 防 対 策 編

Ⅱ 編 予 防 対 策 編

目 次

I. 総説-----	2-1
II. 宅地耐震対策の基本的な考え方-----	2-3
III. 対策工法の選定-----	2-4
III.1 被害形態の想定-----	2-5
III.2 面的に行う滑動崩落対策工法の選定-----	2-8
III.3 個々の宅地で行う耐震対策工法の選定-----	2-22
IV. 対策施設の設計-----	2-29
V. 対策施設の施工における留意点-----	2-30
VI. 滑動崩落対策施設の維持管理と保全-----	2-31
VI.1 滑動崩落対策施設の維持管理-----	2-31
VI.2 滑動崩落対策施設の保全-----	2-33
VII. 住民等への説明事項-----	2-37
◎参考 1 大規模盛土造成地の滑動崩落対策事例-----	2-39
◎参考 2 地すべり防止対策実施箇所における大規模盛土造成地の被災事例-----	2-41

I. 総説

本ガイドラインⅡ編は、大地震が発生する前に滑動崩落の予防を図ることを目的とし、「Ⅰ編 変動予測調査編」に基づく大規模盛土造成地の調査や安定計算結果等を踏まえ、効果的かつ経済的に宅地耐震対策を実施するための考え方を示したものである。

宅地耐震対策は、「面的に行う滑動崩落対策」と「個々の宅地で行う耐震対策」に大別され、本編では主に、それぞれの対策工法の種類と対策工法の選定の考え方について整理した。

【解 説】

現在、各地方公共団体では「Ⅰ編 変動予測調査編」に基づき、大規模盛土造成地の抽出や調査・安定計算等が実施されており、今後、宅地所有者の意向を踏まえて滑動崩落対策の検討が行われる見込みである。

また、平成 23 年 3 月の東北地方太平洋沖地震では多数の宅地が広域に被災し、「面的に行う滑動崩落対策」の重要性があらためて浮き彫りとなった。「面的に行う滑動崩落対策」とは、盛土全体の崩壊・変形の防止に加えて、原則として、盛土全体の崩壊・変形に起因する盛土表層の変形・切盛り境界等の不同沈下・擁壁変形も含めて対策するものである。なお、対策にあたっては、公共用地のほか必要に応じて個々の宅地も利用して、効果的な対策位置と仕様を検討し、盛土全体を一体的に対策することが重要かつ合理的である。

しかし、「面的に行う滑動崩落対策」には、多くの地権者の同意が必要とされ、工事に至るまでに長期間の調整が必要となることも想定される。このため、本編においては、個々の宅地で所有者が対策を実施することも想定し、「個々の宅地で行う耐震対策」についても整理した。「個々の宅地で行う耐震対策」とは、主に盛土や擁壁背面土の締固め不足などに起因する家屋の不同沈下の防止・軽減を目的とし、住宅基礎や擁壁の補強などの対策を行うものである。

個々の宅地で所有者が対策を実施するケースとしては、工事に至るまでの調整が長期化した場合などに「面的に行う滑動崩落対策」に先立ち実施するケース、「面的に行う滑動崩落対策」に加え安全性をさらに向上させるケース等が考えられる。

なお、「個々の宅地で行う耐震対策」のみを実施した場合は、仕様や対策場所によっては盛土全体の崩壊・変形による被害を軽減できることもあるが、地震時の被害を完全に防止できない可能性が高いことに留意する必要がある。「面的に行う滑動崩落対策」の早期実施を目指し、合意形成を図ることが重要である。

表Ⅰ.1 「面的に行う滑動崩落対策」と「個々の宅地で行う耐震対策」

	面的に行う滑動崩落対策	個々の宅地で行う耐震対策
工事の内容	地方公共団体等が宅地所有者の同意を得て、あるいは宅地所有者が共同して盛土全体の滑動崩落を防止するために実施する工事	宅地所有者が個々の宅地や家屋の被害を防止・軽減するために実施する工事
目的	盛土全体の崩壊・変形の防止 (原則、盛土全体の崩壊・変形に起因する盛土表層の変形・切盛り境界の不同沈下・擁壁変形も含めて防止)	主に、家屋の不同沈下の防止・軽減 (仕様や対策場所によっては、盛土全体の崩壊・変形による被害の軽減)
事業者 (実施者)	地方公共団体、宅地所有者等	宅地所有者
対策用地	公共用地、個々の宅地	個々の宅地
留意点	・公共用地のほか必要に応じて個々の宅地も利用して、効果的な対策位置と仕様を検討する必要がある。 ・盛土全体を一体的に対策するため合理的であるが、住民等の同意を得ることが必要となる。	・個々の宅地対策だけでは、地震時の被害を完全に防止できない可能性が高い。

Ⅱ. 宅地耐震対策の基本的な考え方

宅地耐震対策は、個々の住宅のみならず、周辺の公共施設等を含む地域コミュニティの保全を目的とし、盛土造成地全体の大規模な崩壊に加えて、盛土表層の崩壊や変形に対しても効果を発揮する対策工を総合的に検討する。

【解 説】

ひとたび滑動崩落が発生すると、個々の住宅の倒壊や不同沈下のみならず、ライフラインや周辺の公共施設等（道路、河川、鉄道、避難地または避難路）にも被害が生じる。これらの公共施設等を含む地域コミュニティを保全するために、滑動崩落対策を実施する。

滑動崩落対策を実施する箇所は、「Ⅰ編 変動予測調査編」に基づく調査・検討結果から判断するが、相当数の大規模盛土造成地が存在する地域では、全ての大規模盛土造成地の調査・検討を完了するのに長期間を要することも想定される。このため、滑動崩落対策の実施については、一定程度調査・検討が進んだ段階で、大規模盛土造成地の数、滑動崩落の危険性、災害発生時の影響、住民等の意向などを考慮して計画的に進めることも重要である。

滑動崩落対策の対策工法は、地盤条件、想定される被害形態、メカニズム、社会的条件、施工条件、環境条件、経済条件等と合わせて、宅地・道路や既存構造物の整備状況等、住民との円滑な合意形成などを踏まえた、総合的な検討により選定する必要がある。

また、平成 23 年 3 月の東北地方太平洋沖地震では、既設の地すべり防止対策が面的な滑動崩落に対しては一定の効果を発揮したものの、盛土表層の崩壊や変形を含めた滑動崩落対策としては十分ではなく、個々の住宅や擁壁に被害が生じた箇所が見受けられた（[参考 2](#) 参照）。このことから、宅地において住宅や擁壁被害を確実に防止するためには、盛土造成地全体の大規模な崩壊に加えて、盛土表層の崩壊や変形に対しても効果を発揮する耐震対策工を、総合的に検討することの重要性があらためて浮き彫りとなった。なお、擁壁背面土の締固め不足などに起因する家屋の不同沈下等は、面的に行う滑動崩落対策のみでは防げない場合があるため、併せて個々の宅地で行う耐震対策工を検討する必要がある。

Ⅲ. 対策工法の選定

面的に行う滑動崩落対策と個々の宅地で行う耐震対策の対策工法は、想定される被害形態を踏まえ、諸条件を総合的に検討し選定する。

【解 説】

対策工法の選定にあたっては、「Ⅰ編 変動予測調査編」に基づく調査・検討結果から、大規模盛土造成地の被害形態を想定する。

対策工法は、前述の想定被害形態を踏まえ、施工性や経済性などの諸条件を総合的に検討し、変動予測調査で想定された滑動崩落の範囲（以下「滑動ブロック」という）の安定性を確保できるものを選定する。

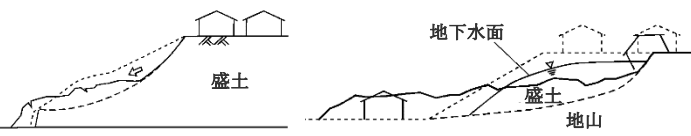
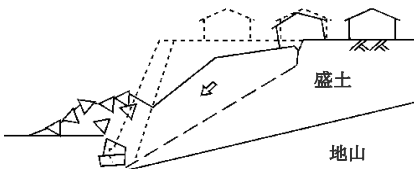
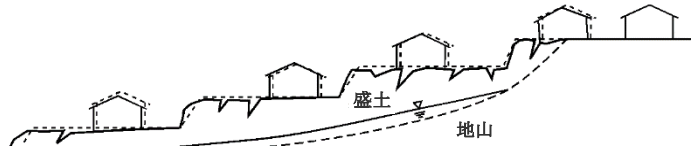
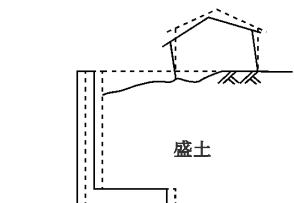
Ⅲ.1 被害形態の想定

「Ⅰ編 変動予測調査編」に基づいた検討結果から、大規模盛土造成地の被害形態を想定する。被害形態は崩壊と変形に分類され、さらに、崩壊はすべり崩壊と擁壁倒壊、変形はすべりによる変形と擁壁変形に分類される。

【解 説】

表Ⅲ.1.1 に示すように、地震時に想定される被害形態としては、すべり崩壊、擁壁倒壊および変形などが考えられる。

表Ⅲ.1.1 地震時に想定される被害形態

被害形態		模 式 図	備 考
滑動崩落	崩壊	すべり崩壊 	盛土のり面の不安定化によるすべり崩壊、盛土内の間隙水圧上昇による流動的すべり崩壊など
		擁壁倒壊 	擁壁の不安定化による擁壁倒壊・背面土の崩壊など
	変形	すべりによる変形 	盛土と地山※の境界および盛土内部の脆弱面などを不連続面とする地すべり変形
		擁壁変形 	擁壁と背面土の変形

※地山：自然地盤（このうち安定したものが基盤）

滑動崩落の被害形態としては、崩壊と変形に分類され、また崩壊はすべり崩壊と擁壁倒壊に分類される。すべり崩壊は、盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊などであり、擁壁倒壊は、擁壁の不安定化による擁壁倒壊・背面土の崩壊などである。また変形は、盛土と地山の境界などを不連続面とする地すべり変形、擁壁と背面土の変形などである。これらの被害形態は、変動予測調査で実施した現地踏査および地盤調査で判明した危険要因（地下水位が高い、盛土の下に不安定な土層が堆積している、擁壁が不安定等）、安定計算結果および地形要因等を総合的に勘案して想定する。危険要因が複数存在する場合は、被害形態も複数想定する。地震時に想定される被害形態とその危険要因の関係を表Ⅲ.1.2、表Ⅲ.1.3 に示す。

表Ⅲ.1.2 地震時に想定される被害形態とその危険要因（崩壊）

滑動崩落（崩壊） の被害形態		危険要因	模式図	盛土の 種類
崩 壊	すべり崩壊	盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊	地下水位が高く、盛土が流動化しやすい	腹付け型
				谷埋め型
	不安定な地山を通るすべり崩壊もしくは流動的すべり崩壊	盛土の下に不安定な土層が堆積	[軟弱な崖錐・崩積土]	谷埋め型 腹付け型
			[軟弱な沖積粘性土]	谷埋め型 腹付け型
			[緩い飽和沖積砂質土]	谷埋め型 腹付け型
	盛土のり面の不安定化によるすべり崩壊	盛土のり面の表面付近が不安定		谷埋め型 腹付け型
	擁壁の不安定化による擁壁倒壊・背面土の崩壊	擁壁が不安定		谷埋め型 腹付け型

表Ⅲ.1.3 地震時に想定される被害形態とその危険要因（変形）

滑動崩落（変形） の被害形態		危険要因	地形要因・ 擁壁の状態	模式図	盛土の 種類
変形	すべりによる変形	盛土と地山の境界および盛土内部の脆弱面などを不連続面とする地すべり的変形（切盛り境界の不同沈下を含む）	地下水位が高く、盛土が流動化しやすい 盛土が脆弱（盛土の締固め不足等） ひな壇部分が不安定	ひな壇形状の盛土	谷埋め型
				〔盛土全体の変形〕 ＜谷筋縦断＞ ＜谷筋横断＞	
				〔ひな壇部分の変形〕 〔盛土全体とひな壇部分の複合型変形〕 	
		地形的要因により崩壊には至らない変形（切盛り境界の不同沈下を含む）	地下水位が高く、盛土が流動化しやすい 盛土の下に不安定な土層が堆積 盛土のり面の表面付近が不安定 盛土が脆弱（盛土の締固め不足等）	地山の勾配が緩く、細長い谷を埋めた薄い盛土	谷埋め型
			谷の末端が閉塞している盛土	 ＜平面図＞	谷埋め型 腹付け型
	擁壁変形	擁壁と背面土の変形	背面土の締固め不足（特に、擁壁高が高い擁壁の背面土）	現状では背面土を含めて安定している擁壁	谷埋め型 腹付け型

Ⅲ.2 面的に行う滑動崩落対策工法の選定

面的に行う滑動崩落対策とは、盛土全体の崩壊・変形を防止するための対策施設（以下「滑動崩落対策施設」という）を設置することで、広範かつ面的な宅地被害を軽減し、周辺の公共施設等を含む地域コミュニティを保全することを目的とする。

対策にあたっては、想定被害形態、地盤条件および施工上の制約等の諸条件を勘案し、個々の宅地および道路などの周辺施設に対して、効果的かつ実現可能な工法を選定する。また、宅地内に滑動崩落対策施設を設置する場合は、将来の土地利用への影響についても十分考慮する。

【解 説】

面的に行う滑動崩落対策は、地方公共団体、宅地所有者等が協力して計画・実施するものである。対策にあたっては、宅地には住宅が林立し多くの人々が暮らしており、その住宅を撤去・移動して対策を行うことは現実的ではないことから、対策工は、道路や公園などの公共用地で実施可能な工法を基本に検討する。

ただし、公共用地で実施可能な工法だけでは、盛土表層の変形・切盛り境界の不同沈下・擁壁変形などを完全に防止できない場合には、宅地所有者の同意を得たうえで個々の宅地を利用し、住宅脇や擁壁背面などで実施可能な工法を併用することを検討する必要がある。

Ⅰ 対策工法の種類

対策工法は抑制工と抑止工に分類される。

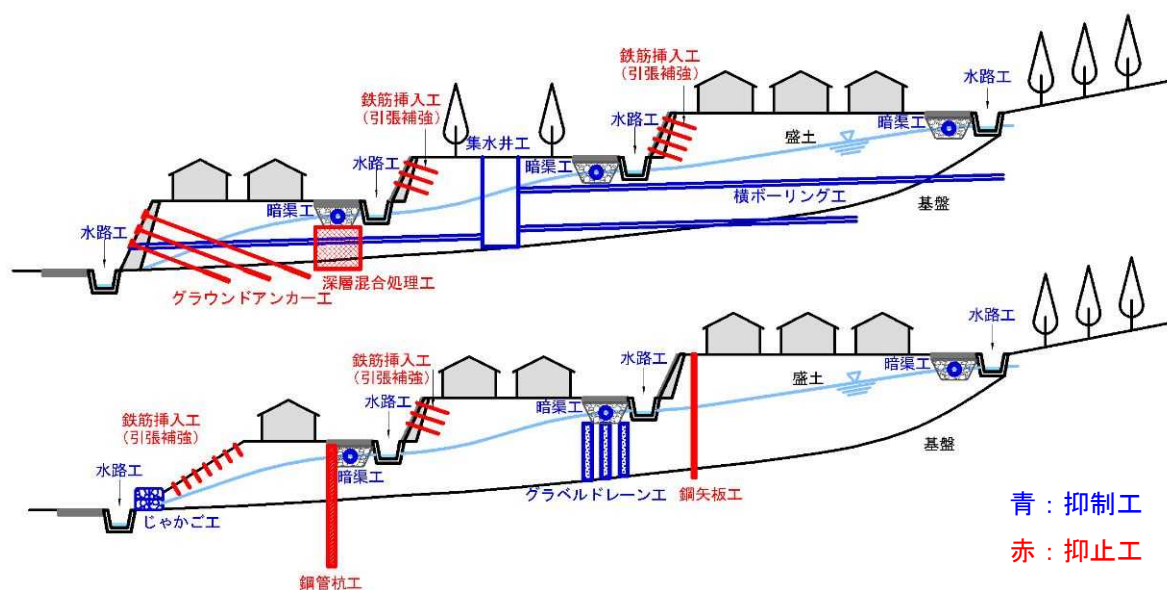
抑制工は、地下水の状態、大規模盛土造成地の地形などの条件を変化させることによって、崩壊および変形を防止する工法であり、地下水排除工法、押え盛土工法などがある。抑止工は、構造物等を設けることによって、その抵抗力により崩壊および変形を防止する工法であり、固結工法、抑止杭工法、グラウンドアンカー工法などがある。

対策工法の種類と例を表Ⅲ.2.1、対策工の配置イメージを図Ⅲ.2.1、対策工法の概要を表Ⅲ.2.2～表Ⅲ.2.3に示す。

表Ⅲ.2.1 対策工法の種類と例

分類	対策工法の種類	対策工の例
抑制工	地表水排除工法	水路工
	地下水排除工法	暗渠工、横ボーリング工、集水井工、 その他の補助的工法（じゃかご工、ふとんかご工）
	間隙水圧消散工法	グラベルドレーン工
	押え盛土工法	盛土工
	排土工法※	排土工
抑止工	固結工法	深層混合処理工、中層混合処理工、グラウト工
	抑止杭工法	鋼管杭工、H鋼杭工、鉄筋コンクリート杭工
	グラウンドアンカー工法 〔地盤補強〕 〔擁壁補強〕	グラウンドアンカー工
	地山補強土工法 〔地盤補強〕 〔擁壁補強〕	鉄筋挿入工（引張補強・圧縮補強）
	矢板工法	鋼矢板工

※ 排土工法を適用できるケースは、滑動ブロック頭部付近に空き地がある場合等に限定される。



図Ⅲ.2.1 対策工の配置イメージ

表Ⅲ.2.2 (1) 対策工法の概要 (抑制工)

分類	対策工法の種類	対策工法の概要			
		工法の概説	維持管理	対策箇所および施工スペース	概算直接工事単価 (参考)H26 年度
抑制工	地表水排除工法	降雨の浸透などによる地下水位の上昇を防止することを目的とした対策工法である。例えば、水路工などがある。	土砂や枝葉等が堆積する場合があるため、定期的に排土、清掃が必要である。	●対策箇所 大規模盛土造成地と周辺地山等との境界部の主に公共用地（道路や公園・緑地等）と、造成地内の道路等に設置する。敷地境界に設置の際は、地権者等との協議が必要な場合がある（個々の宅地を利用した対策）。 ●施工スペース 幅、深さ 0.5～1.0m程度の施工スペースが必要である。	19 千円/m程度 (U型側溝)
	地下水排除工法	地盤内に浸透した水を速やかに外部に排除する対策工法である。例えば、暗渠工、横ボーリング工、集水井工、その他の補助的工法（じゃかご工、ふとんかご工）などがある。	目詰まり等で排水不良になるので、定期的に排水量等を確認する必要がある。	●対策箇所 大規模盛土造成地内の主に公共用地に設置する。暗渠工は道路部、横ボーリング工はのり面や擁壁壁面、集水井は公園・緑地等が想定される。横ボーリングや集水井の集排水ボーリング等は、排水効果を確保するには延長が長くなり、公共用地内だけで対応できない場合があるため、地権者との協議が必要な場合がある（個々の宅地を利用した対策）。 ●施工スペース 暗渠工は幅・深さ 1～2m程度、集水井は井戸（井戸径 3.5～4.0m）の周りに幅 2～3m程度、横ボーリング工はロータリーパーカッション（スキッド型）を用いた施工が想定され、設置位置の前面に 4～5m程度の施工スペースが必要である。	9 千円/m程度 (暗渠工) 17 千円/m程度 (横ボーリング工) 450 千円/m程度 (集水井工, 集排水ボーリング工は別途)
	間隙水圧消散工法	礫や人工材料によるドレーンを地盤中に打設することによって、地震時に生じる砂質土層の過剰間隙水圧の上昇を抑制する対策工法である。例えばグラベルドレーン工などがある。	維持管理は必要ない(施工後にメンテナンスができないため、目詰まりが生じないドレーン材料を選定する必要がある)。	●対策箇所 大規模盛土造成地内の公園・緑地や空き地等の広い施工場所を利用して、対策を行う。 ●施工スペース 大型機械（幅 5m×長さ 8m程度）が施工可能なスペースが必要である。	2 千円/m程度 (グラベルドレーン工を想定)

※ 維持管理が必要な工法を選定する場合は、実施主体や費用負担のルールを事前に協議・調整する必要がある。

表Ⅲ.2.2 (2) 対策工法の概要 (抑制工)

分類	対策工法の種類	対策工法の概要			
		工法の概説	維持管理	対策箇所および施工スペース	概算直接工事単価 (参考)H26 年度
抑制工	押え盛土工法	すべりの末端部に盛土し、すべり抵抗を増加させる対策工法である。のり尻にはじゃかご工やふとんかご工を設置し、盛土内の浸透水の排水を促進するとともに、のり面崩壊を防止する。	押え盛土やかごおよびその背面地盤の変状を、定期的に目視で確認する必要がある。また、押え盛土が除去されないよう管理する必要がある。	●対策箇所 すべりの末端部ののり面や擁壁等の前面に設置する。盛土設置のための用地が必要である。 公園・緑地や空き地等が想定される。 ●施工スペース 施工スペースは、盛土規模による。盛土規模は、大規模盛土造成地の安定性から設定する必要がある。施工は、バックホーおよびブルドーザにより行う。	3.4 千円/m ³ 程度 (購入土 3.0 千円/m ³ 程度想定、運搬別途)
	排土工法	すべり頭部の盛土土塊を排除し、すべりの滑動力を低減させる工法である。排土工法を計画する場合は、その上方斜面の潜在的なすべりを誘発することがないように、事前に十分な調査・検討を行う必要がある。	排土によって形成されたのり面やその上方斜面の変状を、定期的に目視で確認する必要がある。また、排土部に盛土等により荷重がかからないよう管理する必要がある。	●対策箇所 すべり頭部の盛土土塊を排除する。排土のための用地が必要である。公園・緑地や空き地等が想定される。 ●施工スペース 施工スペースは、排土規模による。排土規模は、大規模盛土造成地の安定性から設定する必要がある。施工は、バックホーおよびブルドーザにより行う。	1.0 千円/m ³ 程度 (排土の運搬処分、排土によって形成されたのり面の保護工別途)

※ 維持管理が必要な工法を選定する場合は、実施主体や費用負担のルールを事前に協議・調整する必要がある。

表Ⅲ.2.3 (1) 対策工法の概要 (抑止工)

分類	対策工法の種類	対策工法の概要			
		工法の概説	維持管理	対策箇所および施工スペース	概算直接工事単価 (参考)H26 年度
抑止工	固結工法	軟弱な地盤にセメント・生石灰などの固化材を混合あるいは注入して地盤強度の増加を図る対策工法である。 例えば深層混合処理工やグラウト工などがある。 なお、固結工法は地下水の流動阻害を起こさない配置とし、施工にあたっては固化材の地下水への流出を防止する必要がある。また、構造物などに近接する場合はその影響を防止するため、低変位型の工法を選定する必要がある。	点検・清掃は必要ない。	●対策箇所 主に公共用地（道路や公園・緑地等）を利用して、広い範囲に対策を行う必要がある。宅地擁壁背面で対策を行う場合は、地権者との協議が必要となる（個々の宅地を利用した対策）。 ●施工スペース 施工方法により異なるが、幅 5～10m以上の施工スペースが必要である。中層混合処理工や深層混合処理工では、バックホーベースの改良機械が想定される。 高圧噴射攪拌工は施工機械がボーリングマシンであるため、施工幅は 5mが必要である。	4.6 千円/m³程度 (中層混合処理工) 3.0～7.0 千円/m³程度 (深層混合処理工) 22 千円/m³程度 (高圧噴射攪拌工、二重管、改良径 φ2.0m を想定)
	抑止杭工法	地表面から鉄筋コンクリート杭、H 鋼杭、鋼管杭等を打設して基盤層（不動層）に固定し、杭の曲げ抵抗およびせん断抵抗によってすべり抵抗を増加させる対策工法である。 なお、抑止杭工は地下水の流動阻害を起こさない配置とする必要がある。	杭周辺の地盤や構造物の変状を、定期的に目視で確認し、変状が認められる場合は、変位観測を行う必要がある。	●対策箇所 主に公共用地（道路や公園・緑地等）を利用して、杭を設置する。また宅地内に設置する場合には、地権者との協議、同意を得ることが必要となる（個々の宅地を利用した対策）。 ●施工スペース 大口径ボーリングマシンによる施工となるため、施工幅は杭中心より前後 2.5 m程度が必要である。	500～750 千円/m程度 (杭施工延長当り、鋼管杭、杭長 12<L<24 m を想定、仮設工別途)

※ 維持管理が必要な工法を選定する場合は、実施主体や費用負担のルールを事前に協議・調整する必要がある。

表Ⅲ.2.3 (2) 対策工法の概要 (抑止工)

分類	対策工法の種類	対策工法の概要			
		工法の概説	維持管理	対策箇所および施工スペース	概算直接工事単価 (参考)H26 年度
抑止工	グラウンドアンカー工法〔地盤補強〕〔擁壁補強〕	盛土のり面や既設の擁壁に高い引張り強度を有する鋼線あるいは新素材からなるワイヤー状の引張材を打設し、緊張力を付加する対策工法である。なお、擁壁補強に用いる場合は、アンカー設置による擁壁の破損を防止するため、アンカー周辺部の擁壁補強が必要となる場合がある。	アンカー周辺の地盤や構造物、アンカー頭部や受圧構造物を定期的に目視で確認し、健全性に問題がある可能性が高いと判断された場合は、リフトオフ試験などの詳細な調査を行う。	●対策箇所 主に道路脇の擁壁や造成地内のり面を利用して対策を行う。また、宅地擁壁を利用する場合には、アンカー長が7m以上と長い他、定着層を安定した地盤とすることが必要であるため、隣接する宅地内にアンカー体が入り込む場合もあるので、地権者との協議、同意を得ることが必要となる（個々の宅地を利用した対策）。 ●施工スペース ロータリーパーカッション(スキッド型)を用いた施工が想定され、アンカー設置部の前面に4～5m程度の施工スペースが必要である。	69 千円/m ² 程度 (アンカー設置面積当り、アンカー長15m、削孔径φ115mm、受圧板を想定、仮設工は別途)
	地山補強土工法〔地盤補強〕〔擁壁補強〕	盛土のり面や既設の擁壁等を鉄筋などで補強する対策工法であり、のり面の場合は直接補強材を打設、擁壁の場合は前面に吹付法枠等を設置して補強材を打設し、地震に対する安定性を確保する対策工法である。	補強材周辺の地盤や構造物および補強材頭部を、定期的に目視で確認する必要がある。	●対策箇所 主に道路脇の擁壁や造成地内のり面を利用して対策を行う。また、宅地擁壁を利用する場合には、地権者との協議、同意を得ることが必要となる（個々の宅地を利用した対策）。 ●施工スペース 施工機械は、定置式ドリルを用いた施工が想定され、補強材設置部の前面に2～3m程度の施工スペースが必要である。	35 千円/m ² 程度 (鉄筋挿入工（引張補強）を想定、対策工設置面積当り、削孔長3m、削孔径φ65mm、受圧板を想定、仮設工は別途)
	矢板工法	地表面から鋼製の矢板を打設し、矢板の曲げ抵抗およびせん断抵抗によって地盤の変形を防止する対策工法である。なお、矢板工法は地下水の流動阻害を起こさない配置とする必要がある。	矢板周辺の地盤や構造物の変状を、定期的に目視で確認し、変状が認められる場合は、変位観測を行う必要がある。	●対策箇所 主に公共用地（道路や公園・緑地等）を利用して、矢板を設置する。また宅地内に設置する場合には、地権者との協議、同意を得ることが必要となる（個々の宅地を利用した対策）。 ●施工スペース 施工機械によるが、ラフテレーンクレーン 25t 程度が搬入可能である必要がある。矢板設置位置では、幅 3～5m程度が必要である。	430 千円/m程度 (矢板施工延長当り、矢板長8.5m、排水機能付、施工：油圧圧入を想定)

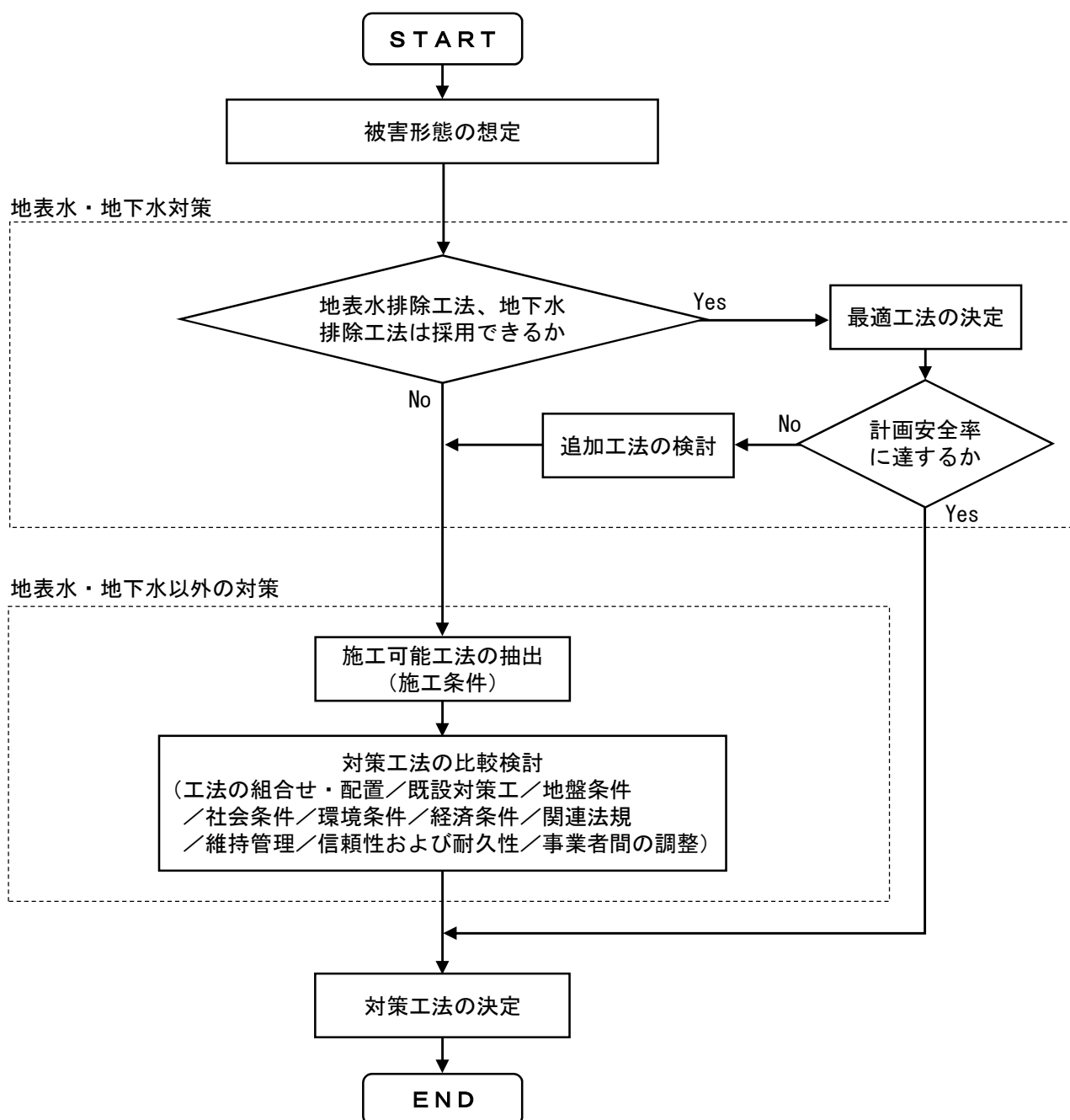
※ 維持管理が必要な工法を選定する場合は、実施主体や費用負担のルールを事前に協議・調整する必要がある。

2 対策工法の選定

対策工法は、以下の事項を総合的に検討し選定する。

- (1) 要求性能、(2) 想定被害形態、(3) 地表水・地下水対策とそれ以外の対策の組合せ、
- (4) 施工条件、(5) 既設対策工の評価、(6) 地盤条件、(7) 社会的条件、(8) 環境条件、
- (9) 経済条件、(10) 関連法規、(11) 維持管理、(12) 信頼性および耐久性、
- (13) 事業者間の調整

対策工法の選定フローを図Ⅲ.2.2に示し、以下に概説する。



図Ⅲ.2.2 対策工法の選定フロー

(1) 要求性能

- ① 二次元分割法などの安定計算で求めた地震時の安全率が、1.0 以上となる対策工法を選定する。
- ② 想定される被害形態が変形（すべりによる変形、擁壁変形）の場合、対策の必要性ならびに対策効果を検討する際に、有限要素法による地震時残留変形解析（「Ⅰ編 変動予測調査編 VI.2 安定計算 参考 6.11」参照）なども活用できる。
- ③ 対象が擁壁の場合は、地震時に想定される外力に対して、滑動、転倒、基礎地盤の沈下が生じず、擁壁躯体が破壊しない対策工法を選定する。

(2) 想定被害形態

複数の被害形態が想定される場合、想定被害形態が盛土全体とひな壇部分の複合型変形の場合は、それぞれの対策を複合的に組み合わせる、または一体工法など合理的な工法を選定する。

(3) 地表水・地下水対策とそれ以外の対策の組合せ

- ① 地表水・地下水対策とそれ以外の対策を合理的に組み合わせ、複数工法の併用も念頭に置き、適切な工法を選定する。
- ② 地下水位は滑動ブロックの安定性に強く影響するため、地表水・地下水対策は特に重要であり、地下水位が高い場合は、原則、実施すること。計画にあたっては、暗渠工や横ボーリング工などを地区全体に面的に配置することが望ましい。道路などの周辺施設に部分的にしか配置できない場合、のり尻にじゃかご工やふとんかご工を単独で設置する場合であっても一定の効果は期待できるため、可能な限り実施すること。

(4) 施工条件（施工スペース・資機材の搬入、周辺地盤への影響、施工工期等）

- ① 住宅地での施工では、施工スペースおよび搬入路が非常に狭いことが多いため、計画地の状況を詳細に確認し、施工可能な対策工法を選定する。主な必要施工条件の例を表Ⅲ.2.4に示す。

表Ⅲ.2.4 主な必要施工条件の例

対策工	主な必要施工条件
中層混合処理工	改良幅を含めて 7.0m以上の施工幅が必要
鋼管杭工	杭中心から両側に 2.5m以上の施工幅が必要
グラウンドアンカー工	設置面から 4.5m以上の施工幅が必要
鉄筋挿入工（引張補強）	設置面から 2.0m以上の施工幅が必要
鉄筋挿入工（圧縮補強）	前面に 1.0～2.0m、背面に 1.0～3.0m程度の離隔が必要

- ② 住宅等の建物に近接した施工となる場合は、周辺地盤への影響に注意する必要がある。
- ③ 住民の諸事情等により、工期や施工時期が制限される場合がある。

(5) 既設対策工の評価

- ① 既設対策工が施工されている場合は、既設対策工の機能、性状、分布、状態等を踏まえ、現況で不足する抑止力を補うよう計画する。

- ② 抑止杭等が変形することで機能を発揮する対策工が施工されている場合は、追従して発生する地表面の変形による周辺施設への影響を考慮し、変形に対する対策を補うよう計画する。
- ③ 必要に応じて既設対策工の補修も行うこととする（例えば、横ボーリング工の洗浄等）。

（６）地盤条件（土層構成、土質、地下水の状況等）

- ① 対象地盤の土層構成、土質、地下水の状況等に応じた対策工を検討する。
- ② 固結工、抑止杭工、矢板工は、地下水の流動阻害を起こさない配置を検討する。
- ③ 横ボーリング工、集水井工等の工法を選定する場合は、地盤沈下等の周辺への影響に配慮するとともに、施工後の地下水位を確認することも重要である。

（７）社会的条件（対策用地の確保、土地利用の制限等）

- ① 住宅を撤去・移動して対策を行うことは現実的でないため、道路や公園などの公共用地で実施可能な対策工を基本に検討する。ただし、公共用地の対策工だけでは地表面変形による住宅への被害が防止できない場合などは、民地の借地や施設設置による利用制約などについて住民等の同意を得ながら、個々の宅地も利用した対策を検討する。
- ② 対策用地は、対策後の土地利用（地上および地下）が一部制限される。例えば、グラウンドアンカー工や横ボーリング工を採用する場合、建物下部でのアンカー材、集水管の設置に伴う杭基礎等の施工制限、集水管の目詰まりを防止するための植樹制限等、土地利用が制限されることがある。

（８）環境条件（騒音・振動、地下水汚染、景観等）

- ① 住宅地での施工となるため、低騒音・低振動型の施工機械を選定する。
- ② 施工時の地下水汚染を防止する。
- ③ 対策工を地上に設置する場合は、景観に配慮する。

（９）経済条件（対策工事費・維持管理費等）

対策工事費だけでなく、維持管理費も含めたトータルコストを考慮する。

（１０）関連法規

対策区域内に地すべり等防止法、急傾斜地法、砂防法に基づく規制区域等を含む場合は、関連する法規による規制を受けるので、それらに準拠する。

（１１）維持管理

- ① 維持管理を必要とする対策工法を選定する場合は、可能な限り維持管理が容易な構造とするとともに、対策工全体として確認する事項や変状があった場合の対応等を取りまとめた維持管理計画を設計段階で検討する。
- ② 個々の宅地を利用した対策を実施する場合は、維持管理の実施主体と費用負担者を明確にする。例えば、グラウンドアンカー工や横ボーリング工を採用する場合、アンカーの定期的な点検や集水管の洗浄などの維持管理について、事前に住民等と協議・調整し、適切に

対応する。

(12) 信頼性および耐久性

施工実績等から、対策工の信頼性および耐久性を確認する。例えば、鋼管杭を用いる場合、腐食による信頼性および耐久性の低下が懸念されるため、各種技術指針を参考に適切な腐食しろを設定する。

(13) 事業者間の調整

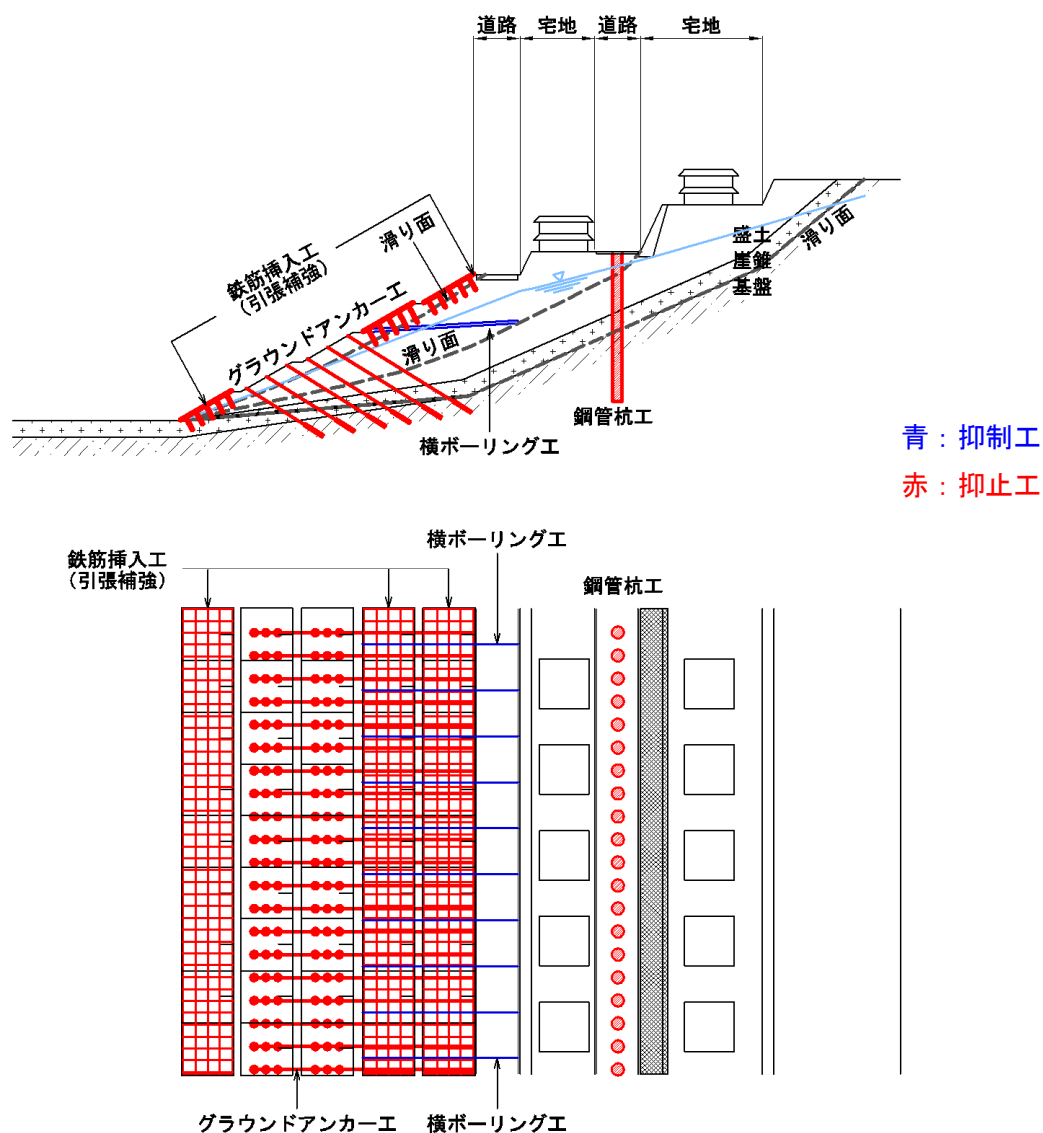
宅地耐震化事業以外に関係する事業がある場合には、事業者間で情報を共有し、工事の実施時期等を調整することで合理化を図ることが望ましい。例えば、地下埋設管の入替えに合わせて暗渠工を設置する、道路舗装の打換えに合わせて鋼管杭を設置することなどが考えられる。

③ 対策の例

(1) 公共用地内の対策だけで滑動崩落を防止できる場合の対策例

① 盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊対策の例

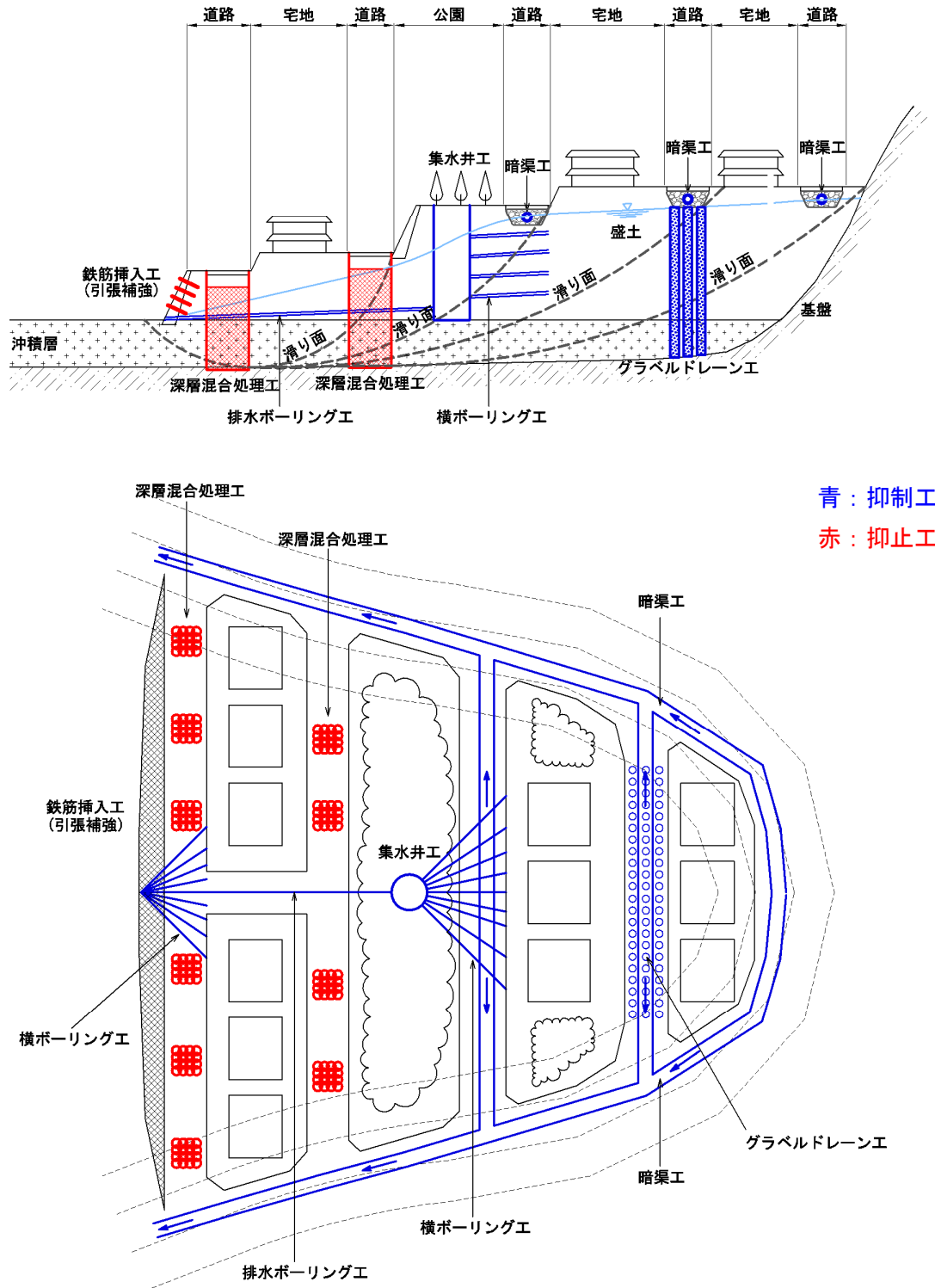
盛土内の間隙水圧の上昇が要因となる流動的すべり崩壊対策の例を図Ⅲ.2.3に示す。盛土のり面部におけるグラウンドアンカー工および横ボーリング工、道路部での抑止杭工などにより、すべり崩壊に対して所定の安全率を確保する対策が考えられる。



図Ⅲ.2.3 盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊対策の例
(公共用地内の対策だけで滑動崩落を防止できる場合の対策例)

② 不安定な地山（緩い飽和沖積砂質土）を通る流動的すべり崩壊対策の例

盛土の下に緩い飽和沖積砂質土が分布し、その流動化が要因となるすべり崩壊対策の例を図Ⅲ.2.4に示す。道路部における固結工、公園や擁壁部での集水井工および横ボーリング工などにより、すべり崩壊に対して所定の安全率を確保するとともに、道路部を利用した間隙水圧消散工により、有害な残留変形を防止する対策が考えられる。

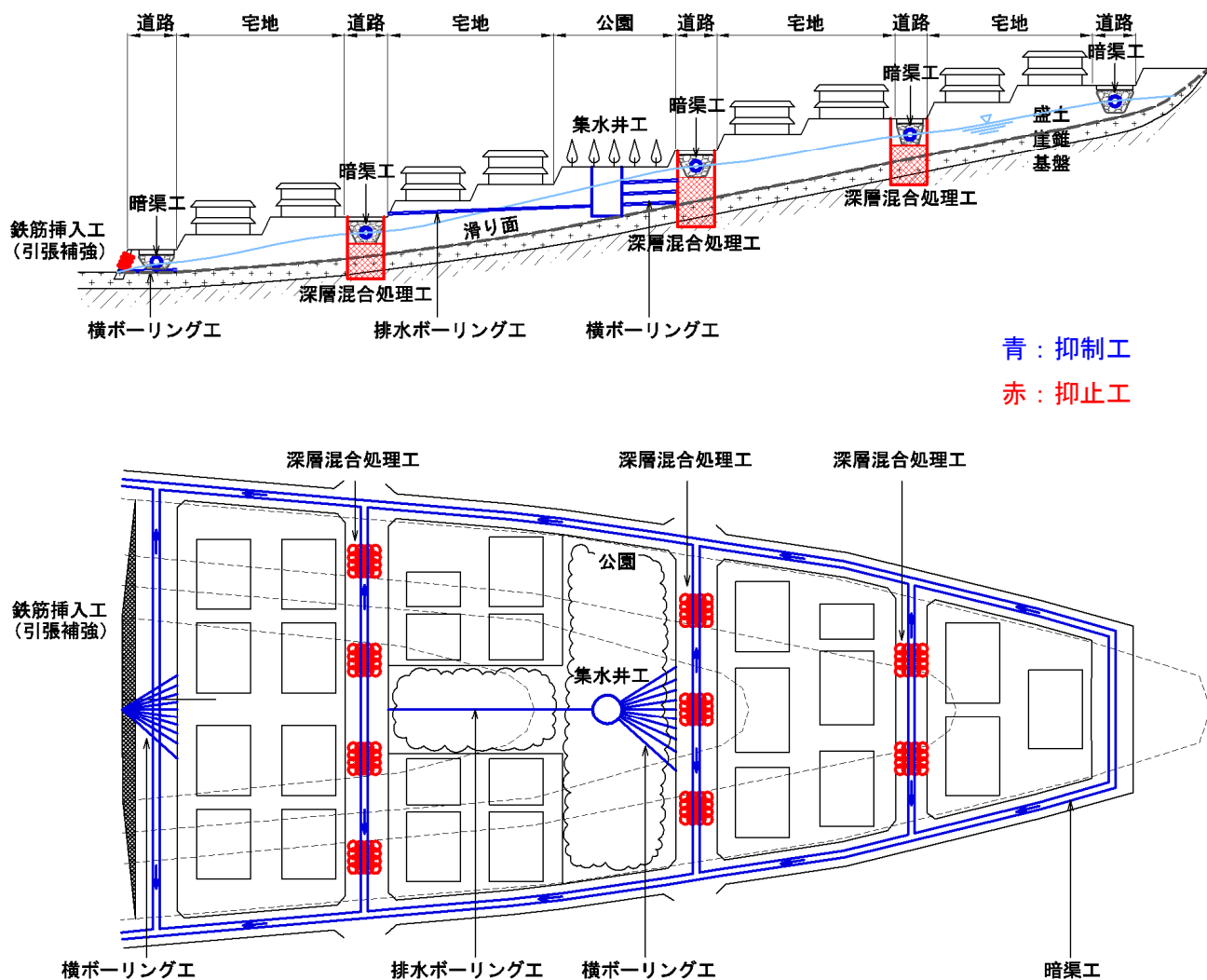


図Ⅲ.2.4 不安定な地山（緩い飽和沖積砂質土）を通る流動的すべり崩壊対策の例
（公共用地内の対策だけで滑動崩壊を防止できる場合の対策例）

③ 盛土と地山の境界などを不連続面とする地すべりの変形対策の例

地山の勾配が緩い谷埋め型盛土造成地において、盛土と地山の境界などを不連続面とする地すべりの変形対策の例を図Ⅲ.2.5に示す。

道路部における固結工もしくは間隙水圧消散工、公園や擁壁部での集水井工および横ボーリング工などにより、すべりに対して所定の安全率を確保する対策が考えられる。



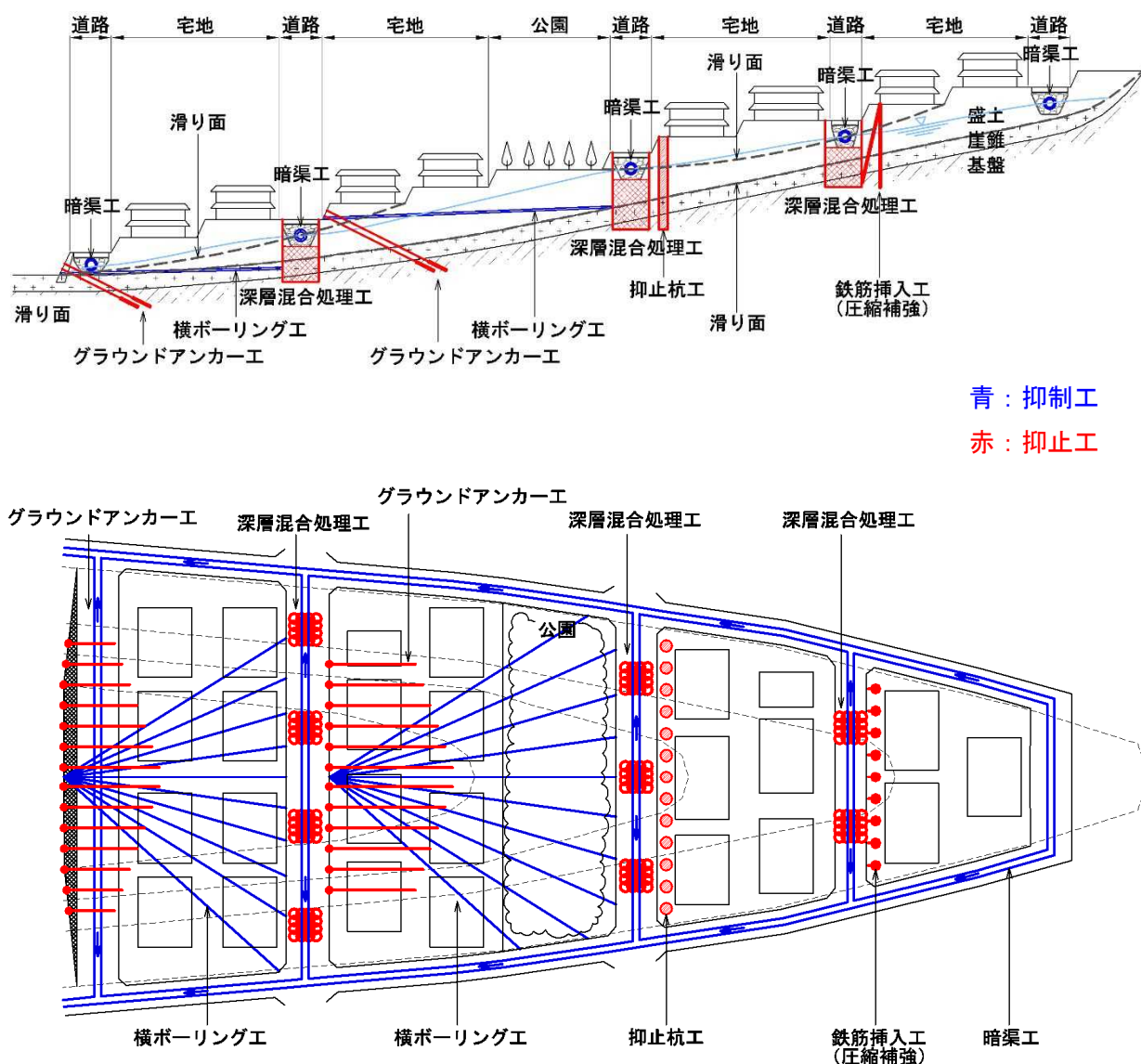
図Ⅲ.2.5 盛土と地山の境界などを不連続面とする地すべりの変形対策の例
(公共用地内の対策だけで滑動崩落を防止できる場合の対策例)

(2) 公共用地内の対策だけでは滑動崩落を防止できない場合の対策例（個々の宅地を利用した対策例）

公共用地内の対策だけでは、所定の安全率を確保できず、大規模盛土造成地の崩壊や変形を防止することが出来ない場合は、公共用地で実施する滑動崩落対策と併せて、個々の宅地を利用した（擁壁、のり面等）滑動崩落対策を行う必要がある。対策例を図Ⅲ.2.6に示す。

個々の宅地を利用した対策（擁壁、のり面等）を実施する場合は、民地内にグラウンドアンカー工等を設置することになるため、施工後の維持管理を含めた住民等との合意形成を図ることに加え、施工時には住宅に影響を与えないよう十分な措置を講ずる必要がある。

また、抑止杭工等、対策工自体が変形することで滑動崩落を抑止する対策工法を用いる場合は、住宅への影響を評価したうえで、必要に応じて変形抑制工（杭頭部アンカーの設置等）を併用する。



図Ⅲ.2.6 個々の宅地を利用した滑動崩落対策の例
(公共用地内の対策だけでは滑動崩落を防止できない場合の対策例)

Ⅲ.3 個々の宅地で行う耐震対策工法の選定

個々の宅地で行う耐震対策は、主に盛土や擁壁背面土の締固め不足などに起因する家屋の不同沈下の防止・軽減を目的とし、宅地所有者が住宅基礎や擁壁の補強などの対策を行うものである。

対策にあたっては、諸条件を勘案し、将来の土地利用への影響が小さく、個々の宅地内で施工可能な工法を選定する。

【解 説】

個々の宅地で行う耐震対策は、原則、個々の宅地内で施工可能な工法を選定する必要がある。

盛土や擁壁背面土の締固め不足などに起因する家屋の不同沈下は、切盛り境界の変形が生じることにより不安定化した擁壁近傍に位置する宅地で生じる可能性が高いと考えられる。これらの条件に該当する宅地では、盛土や擁壁を定期的に点検（観察）し、変形が生じるあるいは進行が認められる場合は、面的に行う滑動崩落対策に加え、住宅の基礎や擁壁の補強などの対策を講じることが望ましい。なお、宅地が切盛り境界に該当するかどうかについては、旧地形図や空中写真、造成時の切盛り図などで確認できる。また、擁壁の安定性については、二段擁壁や増積み擁壁など宅地の擁壁に適さない構造のもの、擁壁背面の沈下や躯体に亀裂や損傷が生じているもの、水抜き穴が詰まっているものなどは安定性が低いとされており、下記の資料により比較的簡易に概略評価および対策検討を行うことができる。

- ・ 「我が家の擁壁チェックシート（案）、国土交通省」
〈参照 URL〉 <http://www.mlit.go.jp/crd/web/jogen/pdf/check.pdf>
- ・ 「宅地擁壁の復旧技術マニュアル、国土交通省」
〈参照 URL〉 <http://www.mlit.go.jp/common/000186906.pdf>
- ・ 「宅地擁壁老朽化判定マニュアル(案)、国土交通省」
〈参照 URL〉 http://www.mlit.go.jp/crd/web/jogen/jogen_hantei.htm

対策工法の選定、対策施設の設計および施工にあたっては、「Ⅰ編 変動予測調査編」に基づく地盤調査結果を踏まえ、適宜必要な調査（各種設計指針・マニュアルに定められる地盤調査）を追加で実施する。

個々の宅地で行う耐震対策は、宅地所有者が調査費用を負担する必要があることから、スウェーデン式サウンディング（深度 10m 以内の地層構成の把握、地下水位確認、土の硬軟の把握等）やハンドオーガー（深度数 m 程度の土質試料採取、地下水位確認等）による調査を用いるなど、目的に応じてコスト削減を考慮した調査手法を積極的に取り入れる必要がある。

Ⅰ 対策工法の種類

対策工法の種類は、基本的に面的に行う滑動崩落対策と同様であるが、個々の宅地内で完結する工法に限定される。また、切盛り境界における家屋の不同沈下の軽減または被害発生後の修復が容易にできる住宅基礎の立上げ工法などもある。

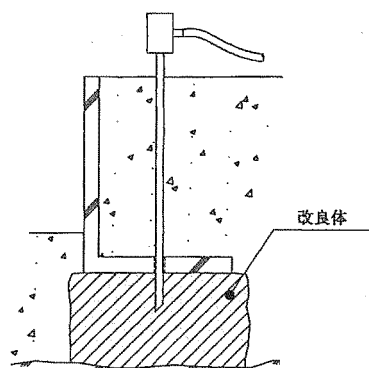
対策工法の種類と概要を表Ⅲ.3.1に、対策工法のイメージを図Ⅲ.3.1に示す。

表Ⅲ.3.1(1) 対策工法の種類と概要

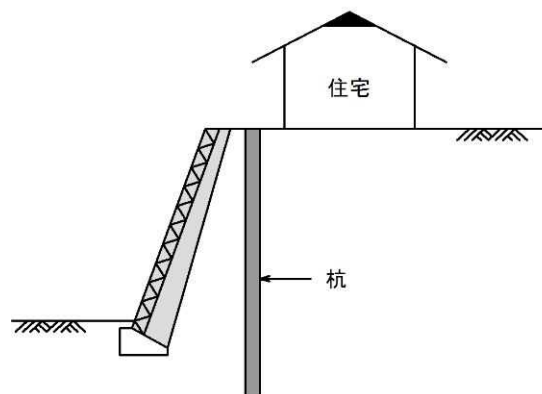
対策工法の種類	対策工法の概要			
	工法の概説	維持管理	対策箇所および施工スペース	概算直接工事単価 (参考) H26 年度
擁壁補修工法 〔擁壁補強〕	局所的な補修により、擁壁の機能を回復させる対策工法である。クラック補修や部分補強等が該当する。なお、補修できない場合は、再構築が必要となる。	擁壁工や背面地盤の変位等を、地震後に、目視にて確認する必要がある。	●対策箇所 宅地擁壁の補修および復旧が必要な箇所が対策箇所となる。 ●施工スペース 擁壁補修の場合は、擁壁前面に 1m 程度の施工スペースがあればよい。擁壁再構築の場合は、擁壁前面に 2 m 程度の施工スペースが必要である。擁壁を一時的に撤去するため、擁壁背面にも 1m 程度の施工スペースが必要となる場合もある。場合によっては、土留め杭等の併用が必要となる。	150 千円/m 程度 (重力式擁壁 H=3m の再構築を想定)
固結工法	擁壁支持力を補強すること、擁壁背面土圧を受け止めること、地盤変形を抑止することを目的に、擁壁基礎地盤もしくは、背面地盤を地盤改良により固化する対策工法である。なお、固結工法は地下水の流動阻害を起こさない配置とし、施工にあたっては固化材の地下水への流出を防止する必要がある。また、構造物などに近接する場合はその影響を防止するため、低変位型の工法を選定する必要がある。	維持管理は必要ない。	●対策箇所 擁壁基礎地盤または、擁壁背面地盤が対策箇所となる。 ●施工スペース 擁壁基礎地盤や擁壁背面地盤を対象とするため、高圧噴射攪拌工による施工が想定される。施工機械がボーリングマシンであるため、施工幅は 5m が必要である。	22 千円/m ³ 程度 (高圧噴射攪拌工、二重管、有効改良径 φ2.0m を想定)
抑止杭工法	擁壁背面部に H 鋼杭、鋼管杭等を打設して、擁壁背面土圧を受け持つとともに、地盤変形を抑止する対策工法である。	杭頭や周辺地盤の変位等を、地震後に、目視確認するとともに、定期的な観測を実施する必要がある。	●対策箇所 宅地擁壁への背面地盤からの土圧を受け持つ、地盤変形を抑止するものであるため、対策箇所は、擁壁背面部となる。 ●施工スペース 大口径ボーリングマシンを用いた施工となるため、施工幅は 5m が必要である。	220～330 千円/m 程度 (杭施工延長当り、H 鋼杭、杭長 12m 以下を想定、仮設工別途)

表Ⅲ. 3. 1 (2) 対策工法の種類と概要

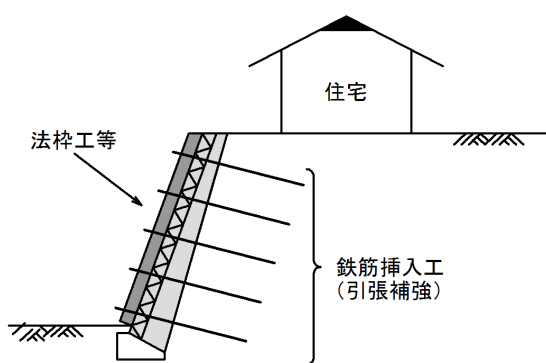
対策工法の種類	対策工法の概要			
	工法の概説	維持管理	対策箇所および施工スペース	概算直接工事単価 (参考) H26 年度
地山補強土工法 〔地盤補強〕 〔擁壁補強〕	既設の擁壁等を鉄筋などで補強する工法であり、擁壁前面に吹付法枠等を設置して補強材を打設し、地震に対する安定性を確保する対策工法である。	補強材頭部および補強された構造物、周辺地盤に対して、地震後に、目視観察を行う必要がある。	●対策箇所 宅地擁壁の補強を目的とするため、宅地擁壁が対策箇所となる。 ●施工スペース 施工機械は、定置式ドリルを用いた施工が想定され、補強材設置部の前面に 2～3m 程度の施工スペースが必要である。	35 千円/m ² 程度 (鉄筋挿入工 (引張補強) を想定、対策工設置面積当り、削孔長 3m、削孔径 φ 65mm、受圧板を想定、仮設工は別途)
グラウンドアンカー工法 〔擁壁補強〕	既設の擁壁が地震に対する安定性を満足しておらず、補修で対応できない場合に適用する。擁壁前面に受圧板等を設置した後、アンカー材を打設・緊張し、擁壁背面地盤の安定を確保する対策工法である。	アンカー頭部およびアンカーされた擁壁などの構造物、周辺地盤に対して、定期的に、目視観察を行う必要がある。	●対策箇所 宅地擁壁の補強を目的とするため、対策箇所は、宅地擁壁となる。アンカー長が 7m 以上と長い他、定着層を安定した地盤とすることが必要であるため、隣接する宅地内にアンカー一体が入り込む場合もあるので、周辺住民との協議、合意形成が必要となる。 ●施工スペース ロータリーパーカッション(スキッド型)を用いた施工が想定され、アンカー設置部の前面に 4～5m 程度の施工スペースが必要である。	69 千円/m ² 程度 (アンカー設置面積当り、アンカー長 15m、削孔径 φ 115mm、受圧板を想定、仮設工は別途)
住宅基礎の立上げ工法	鋼管杭や地盤改良により、基礎を立上げ地盤変形による被害を軽減する対策工法である。	維持管理は必要ない。	●対策箇所 鋼管杭や地盤改良は、住宅基礎の下部に設置するものであり、対策箇所は住宅範囲に一致する。 ●施工スペース 住宅の周りに幅 1～2m の施工余裕が必要である。	30～70 千円/m ² 程度 (家屋面積当り、鋼管杭、杭長 5m を想定)



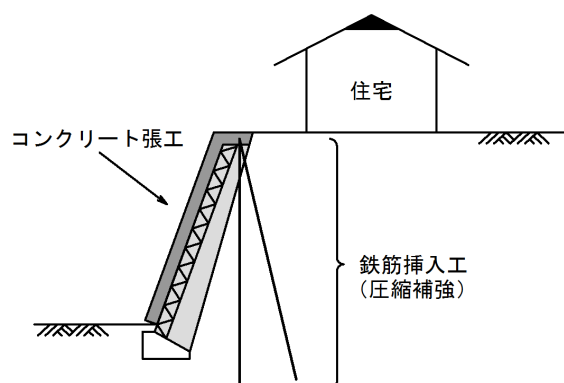
固結工法(擁壁基礎改良)



抑止杭工法

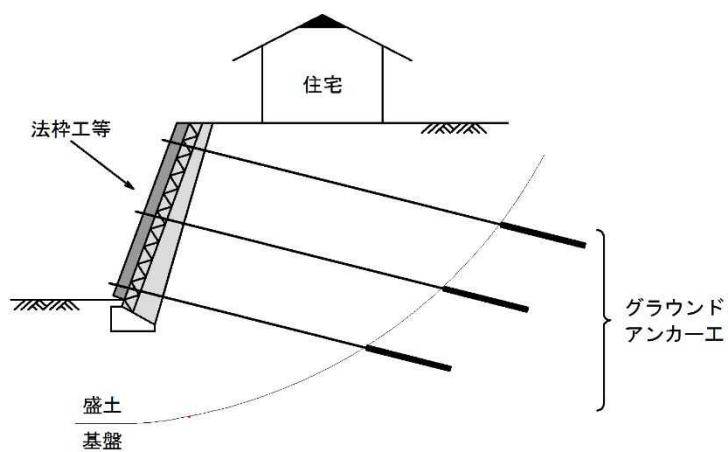


鉄筋挿入工(引張補強)

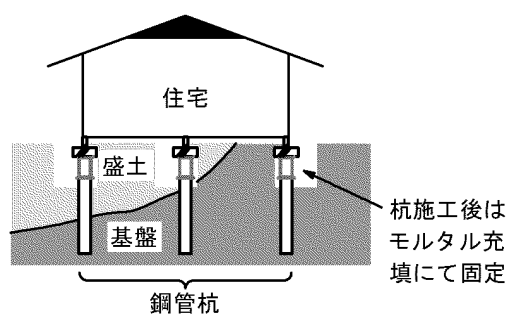


鉄筋挿入工(圧縮補強)

地山補強土工法[擁壁補強]



グラウンドアンカー工法[擁壁補強]



住宅基礎の立上げ工法(杭式)

※ 擁壁の補修・補強の方法については、「被災宅地災害復旧技術マニュアル(暫定版)
- 新潟中越地震対応 -、新潟県・国土交通省」に、検討の流れも含めてとりまとめられている
ので、参照のこと。

図Ⅲ.3.1 対策工法イメージ図

2 対策工法の選定

対策工法は、以下の事項を総合的に検討し選定する。

- (1) 想定被害形態、施工上・費用の制約、必要な整備レベル、
- (2) 対策工法の組み合わせ、(3) 地盤条件、(4) 社会的条件、
- (5) 施工条件、(6) 環境条件、(7) 経済条件、(8) 維持管理、(9) 信頼性および耐久性

(1) 想定被害形態、施工上・費用の制約、必要な整備レベル

擁壁倒壊・変形、宅地の不同沈下などの想定被害形態とその危険要因、施工上の制約および宅地所有者が負担する費用の制約等を検討し、被害防止、被害軽減、補修対応など、必要な整備レベルに応じた耐震対策工法を選定する必要がある。例えば、施工上・費用の制約がほとんどなく、防止効果が大きい対策が必要な場合は、抑止杭、擁壁補強等が考えられる。また施工上・費用の制約が大きい場合は、被害軽減策として住宅基礎の立上げ工などの建物補強工が考えられる。

(2) 対策工法の組み合わせ

対策工法の特性を合理的に組み合わせ、複数工法の併用も念頭に置き、適切な工法を選定する必要がある。

(3) 地盤条件（土層構成、土質、地下水の状況等）

- ① 対象の宅地地盤の土層構成、土質、地下水の状況等に応じた対策工を検討する必要がある。
- ② 固結工や抑止杭工は、地下水の流動阻害を起こさないような配置を検討する必要がある。

(4) 社会的条件（対策用地の確保、土地利用の制限等）

- ① 対策用地は個々の宅地内に限定する必要がある。例えば、グラウンドアンカー工は、アンカー材を敷地境界外まで施工することが必要となる場合もあるため、対策工法の選定時には慎重な検討が必要である。
- ② 対策工を設置する用地は、対策後の土地利用（地上および地下）が制限される。現時点では建物が建っていない庭などのスペースであっても、将来住宅の増改築などを行う際に支障となる可能性もあるため、これらの制約を考慮して対策工法を選定する必要がある。

(5) 施工条件（施工スペース・資機材の搬入、周辺地盤への影響、施工工期等）

- ① 個人宅地での施工となるため、施工スペースおよび搬入路が非常に狭い可能性がある。
- ② 隣地などの周辺地盤への影響に注意する必要がある。
- ③ 既存建築物、既存擁壁などへの影響に注意する必要がある。

(6) 環境条件（騒音・振動、地下水汚染、景観等）

- ① 個人宅地での施工となるため、低騒音・低振動型の施工機械を選定する必要がある。
- ② 施工時の地下水汚染を防止する必要がある。
- ③ 対策工を地上に設置する場合は、景観に配慮する必要がある。

(7) 経済条件（対策工事費）

費用対効果を考慮し、被害防止、被害軽減、補修対応など対策工の整備レベルを決定する必要がある。

(8) 維持管理

住民個人が維持管理を行うことは困難であるため、維持管理を必要としない対策工法を選定することが望ましい。

(9) 信頼性および耐久性

施工実績等から、対策工の信頼性および耐久性を確認する必要がある。

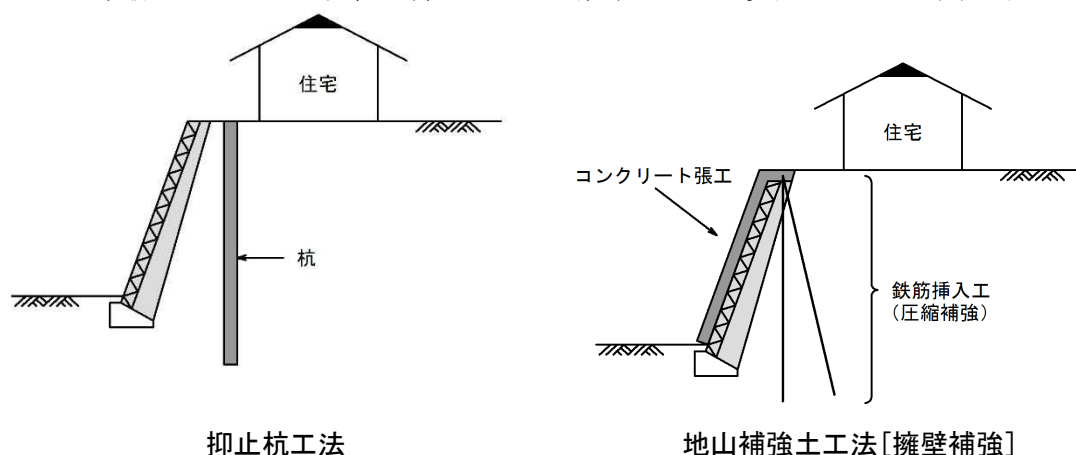
3 対策の例

(1) 擁壁の不安定化による擁壁倒壊および背面土の崩壊対策の例

擁壁倒壊防止対策（住宅への被害防止対策）の工法選定例として、費用面に制約がないもしくは、一定以上の費用が掛けられる場合は、擁壁工法（再構築含む）や、抑止杭工法または地山補強土工法などが考えられる。また、擁壁背面土の軽量化による土圧の軽減、石積み擁壁では背面土の固化や土嚢による置換なども挙げられる。

擁壁工法の場合は、耐震機能を持った擁壁の再構築が有効な手段となる。

抑止杭工法や地山補強土工法は、既存擁壁の機能が失われている、もしくは耐震機能が期待できない場合に擁壁背面地盤の安定化を図ることができ、杭の頭部連結やタイロッドの設置などにより、擁壁側への地盤変位を抑えるとより効果的である。図Ⅲ.3.2に対策の例を示す。

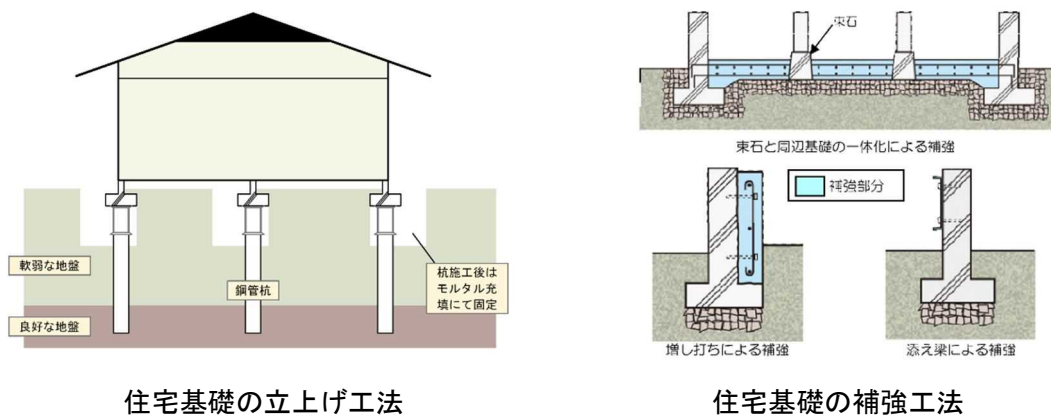


図Ⅲ.3.2 擁壁の不安定化による擁壁倒壊・背面土の崩壊対策の例（抑止杭工法、地山補強土工法）

(2) 住宅基礎等の補強の例

擁壁・背面土の変形による住宅への被害軽減対策の工法選定例としては、費用面に制約がある場合は、住宅基礎の立上げ工法や住宅基礎の補強工法などが考えられる。また、住宅周辺地盤の補強対策として、壁式地盤改良（固結工法）や木杭打設も挙げられる。

住宅基礎の立上げ工法は住宅の傾き防止、住宅基礎の補強工法は、地盤変形の低減が期待できる。但し、地震が発生した場合には、一定の被害が発生する可能性がある。図Ⅲ.3.3に対策の例を示す。



図Ⅲ.3.3 住宅基礎の立上げ工法および住宅基礎の補強工法による対策の例

Ⅳ. 対策施設の設計

対策施設の設計は、各種調査結果を踏まえ、施工や維持管理を考慮して設計条件を設定するとともに、関連法規を遵守し、設計指針等を参考に実施する。

【解 説】

対策施設の設計条件は、現地踏査、地盤調査、宅地変状調査および安定計算結果などを踏まえ、施工における材料や維持管理の方法などを考慮して設定する。設計成果は、施工や維持管理、住民等への説明に必要となるため、以下の事項を明らかにして分かりやすくとりまとめ、施工・維持管理段階に引き継ぐものとする。

【設計成果でとりまとめる事項】

- ①設計条件（地盤・地下水条件、対策施設の材料条件）、②対策によって得られる効果と範囲、③維持管理計画

対策施設の設計にあたり、遵守する主な関連法規と参考となる設計指針等を以下に示す。なお、新工法や公的機関が設計指針等を定めていない工法を採用する場合は、学識経験者等の意見を踏まえて検討すること。

【関連法規】

- ①宅地造成等規制法、②都市計画法、③地すべり等防止法、④急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律、⑤砂防法、⑥建築基準法

【設計指針等】

対策工法の種類	設計指針等
地表水排除工法	地すべり防止技術指針解説（2008年1月、土木研究所）
地下水排除工法	地すべり防止技術指針解説（2008年1月、土木研究所）
間隙水圧消散工法	道路土工 軟弱地盤対策工指針（平成24年8月、日本道路協会）
押え盛土工法	地すべり防止技術指針解説（2008年1月、土木研究所）
排土工法	地すべり防止技術指針解説（2008年1月、土木研究所）
固結工法	道路土工 軟弱地盤対策工指針（平成24年8月、日本道路協会）
抑止杭工法	地すべり防止技術指針解説（2008年1月、土木研究所）
グラウンドアンカー工法	グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説 （2012年5月、地盤工学会）
地山補強土工法	地山補強土工法設計・施工マニュアル（2011年8月、地盤工学会）
矢板工法	道路土工 軟弱地盤対策工指針（平成24年8月、日本道路協会）
擁壁工法	宅地防災マニュアルの解説（第二次改訂版） （平成19年11月、宅地防災研究会）

※ 上表の設計指針等に加え、個々の工法協会等の設計マニュアルなども確認すること。

V. 対策施設の施工における留意点

対策施設の施工は、設計条件に従い実施する。また、個々の宅地内や住宅地における工事となるため、十分な安全対策を講じるとともに、周辺環境に配慮して実施する。また、必要に応じて関係機関や関係部局と情報共有し、調整を図りつつ施工する。

【解 説】

対策施設の施工にあたっては、必要な性能が確保されるよう、設計条件を踏まえて現地の土質等の確認や使用材料の選定を行う。現地の土質等が設計条件と異なる場合は、設計の見直しを行ったうえで施工する。なお、設計の見直しを行った場合は、維持管理計画についても再検討し、その結果を施設管理者に引き継ぐものとする。

また、対策施設は、以下の点に留意して施工する。

- ① 掘削高が高い場合、家屋や擁壁などの構造物に近接する場合は、安全を確保し、周辺構造物の変状を防止するため、適切な仮設対策を講じる必要がある。
- ② 個々の宅地内や住宅地における工事となるため、次のような配慮が必要である。
 - ・低騒音・低振動の施工機械を用いる。
 - ・セメントの使用にあたっては、飛散防止対策を講じるもしくは粉塵抑制型を用いる。
 - ・地下水汚染や周辺に井戸の流量低下を防止する。
 - ・景観に配慮する。
 - ・家屋に近接する工事の場合は、工事前後に家屋調査を実施する。
- ③ 対策施設の施工にあたっては、ライフラインや電柱が支障となるケースが多く、関係機関との協議・調整、移設・切回しなどの対応が必要となる。
- ④ 周辺の道路や公園などの亀裂や水路の排水不良などにより、雨水が盛土に浸透した場合、盛土の安定性に悪影響をおよぼすことが想定される。盛土の安定性に悪影響をおよぼす変状が認められる場合は、施設管理者と情報を共有し、確実に補修を行う必要がある。なお、滑動崩落対策と重複する箇所については、施工の範囲や工程、施工の時期などを調整し、合理的に事業を進めることが望ましい。なお、盛土の安定性に悪影響をおよぼす変状の例は、「Ⅲ編 復旧対策編 Ⅷ. 対策施設の施工における留意点 **参考 8.1**」参照のこと。
- ⑤ 対策施設や擁壁などの構造物設置位置の決定にあたっては、用地境界が曖昧な場合があり、境界確定もしくは当事者間協議による調整が必要であり、時間と労力を要する点に留意する必要がある。

VI. 滑動崩落対策施設の維持管理と保全

滑動崩落対策施設は、適切に維持管理を行い、周辺工事などでその機能が損なわれることがないよう保全を図る。

【解 説】

滑動崩落対策施設は、その機能が損なわれることが無いよう、適切に維持管理を行う。

また、滑動崩落対策施設が周辺工事などで除却もしくは影響を受けた場合、その機能が損なわれ、滑動ブロックの安定性が低下し、必要な抑止力が確保できなくなるおそれがあることから、法令の規定などにに基づき施設の保全を図る。

VI.1 滑動崩落対策施設の維持管理

滑動崩落対策施設の維持管理は、設計・施工段階で作成された維持管理計画に基づき、役割分担や費用負担などのルールを地方公共団体と住民等で事前に協議・調整のうえ、適切に維持管理を行う。

【解 説】

滑動崩落対策施設の維持管理は、設計段階で作成された維持管理計画もしくは施工段階で見直された維持管理計画に基づき実施する。例えば、日常的かつ簡易な清掃や目視点検などは所有者が行い、変状があった場合には地方公共団体に速やかに連絡し、詳細な調査を地方公共団体が実施するなど所有者や地方公共団体の役割分担等について事前に協議・調整しておくことが重要である。滑動崩落対策施設は、道路等公共施設への被害を防止するなど、一定の公共性を有するものであり、その効果発現には適切な維持管理を必要とすることから、地方公共団体が管理することが望ましい。

なお、定常的または定期的な維持管理に係る費用が想定される場合には、その費用負担について事前に調整しておくことも重要である。

滑動崩落対策施設の対策工法の種類と主な点検・試験項目を表VI.1.1に示す。全ての対策工法に共通する点検のポイントは、対策施設周辺の地盤や構造物の亀裂・沈下などの変状を目視で定期的に確認することであり、その結果、異常が確認された場合は詳細な調査を実施し、原因の究明、必要に応じて対策の追加などを検討する。

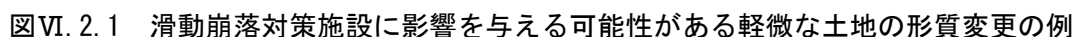
表VI. 1. 1 滑動崩落対策施設の対策工法の種類と主な点検・試験項目

分類	対策工法の種類	主な点検・試験項目		参考となる指針等
抑制工	地表水排除工法	目視点検	・土砂や枝葉等の堆積状況	—
	地下水排除工法	目視点検	・対策施設周辺の地盤や構造物の変状	—
		流量測定	・排水量	—
	間隙水圧消散工	目視点検	・対策施設周辺の地盤や構造物の変状	—
	押え盛土工法	目視点検	・押え盛土やかごの変状 ・押え盛土やかご背面地盤の変状	—
	排土工法	目視点検	・排土によって形成されたのり面やその上方斜面の変状	—
抑止工	固結工法	目視点検	・固結体周辺の地盤や構造物の変状	—
	グラウンドアンカー工法	目視点検	・アンカー周辺の地盤や構造物の変状 ・アンカー頭部の飛び出し ・頭部コンクリートの破損・落下 ・頭部キャップの破損・変形・落下 ・受圧板、受圧構造物の破損・落下	グラウンドアンカー維持管理マニュアル、2008年、土木研究所・日本アンカー協会編
		健全性調査	・リフトオフ試験 ・超音波深傷試験 ※目視点検の結果、テンドン破断など健全性に問題がある可能性が高いと判断された場合に実施	
	抑止杭工法	目視点検	・杭周辺の地盤や構造物の変状	地すべり鋼管杭設計要領（新版）、2008年5月、斜面防災対策技術協会
		変位観測	・杭周辺の地盤や構造物の変位量 ※目視点検の結果、変状が認められる場合に実施	
	矢板工法	目視点検	・矢板周辺の地盤や構造物の変状	—
		変位観測	・矢板周辺の地盤や構造物の変位量 ※目視点検の結果、変状が認められる場合に実施	
	地山補強土工法	目視点検	・補強材周辺の地盤や構造物の変状 ・頭部定着材や支圧板の浮き上がり、破損・落下、劣化	地山補強土工法設計・施工マニュアル、2011年8月、地盤工学会

滑動崩落対策施設を除却する工事もしくは影響を与える可能性がある工事に対しては、届出を求めてその計画を事前に把握し、適切に指導等を行うことで滑動崩落対策施設の保全を図ることが望ましい。

滑動崩落対策施設を除却する工事が行われた場合、滑動ブロックの安定性が損なわれ、必要な抑止力が確保できなくなるおそれがある。

このため、地方公共団体は、滑動崩落対策施設を除却する工事もしくは影響を与える可能性がある工事に対しては、届出を求めてその計画を事前に把握し、住民等に対し適切に指導・助言を行うことで滑動崩落対策施設の保全を図ることが望ましい。



(1) 宅地造成工事規制区域における規定

2-33

は、宅地造成に伴う災害の発生のおそれ大きいと認められるものがある場合においては、その災害の防止のため必要であり、かつ、土地の利用状況その他の状況からみて相当であると認められる限度において、当該宅地又は擁壁等の所有者、管理者又は占有者に対して、相当の猶予期限を付けて、擁壁等の設置若しくは改造又は地形若しくは盛土の改良のための工事を行うことを命ずることができる」ことが規定されている。

これらの規定から、宅地造成工事規制区域において、滑動崩落対策施設を除却した場合もしくは滑動崩落対策施設に影響を与えた場合、宅地の安全性が低下するため、その行為者は法第十六条第一項の規定に抵触することとなる。また、都道府県知事等は必要に応じて法第十六条第二項に基づく勧告、法第十七条第一項に基づく改善命令を行うことができる。

(2) 防災区域における規定

法第二十条第一項では「都道府県知事は、この法律の目的を達成するために必要があると認めるときは、関係市町村長の意見を聴いて、宅地造成に伴う災害で相当数の居住者その他の者に危害を生ずるものの発生のおそれ大きい一団の造成宅地（これに附帯する道路その他の土地を含み、宅地造成工事規制区域内の土地を除く。）の区域であつて政令で定める基準に該当するものを、造成宅地防災区域として指定することができる」こと、法第二十一条第一項では「防災区域内の宅地の所有者、管理者又は占有者は、宅地造成に伴う災害が生じないように、その造成宅地について擁壁等の設置又は改造その他必要な措置を講ずるように努めなければならない」こと、法第二十一条第二項では「都道府県知事は、防災区域内の造成宅地について、前条第一項の災害の防止のため必要があると認める場合においては、その造成宅地の所有者、管理者又は占有者に対し、擁壁等の設置又は改造その他宅地造成に伴う災害の防止のため必要な措置をとることを勧告することができる」こと、法第二十二条では「都道府県知事は、防災区域内の造成宅地で、第二十条第一項の災害の防止のため必要な擁壁等が設置されておらず、又は極めて不完全であるために、これを放置するときは、同項の災害の発生のおそれ大きいと認められるものがある場合においては、その災害の防止のため必要であり、かつ、土地の利用状況その他の状況からみて相当であると認められる限度において、当該造成宅地又は擁壁等の所有者、管理者又は占有者に対して、相当の猶予期限を付けて、擁壁等の設置若しくは改造又は地形若しくは盛土の改良のための工事を行うことを命ずることができる」ことが規定されている。

また、法第二十条第二項では「都道府県知事は、擁壁等の設置又は改造その他前項の災害の防止のため必要な措置を講ずることにより、造成宅地防災区域の全部又は一部について同項の指定の事由がなくなつたと認めるときは、当該造成宅地防災区域の全部又は一部について同項の指定を解除するものとする」こととされている。

これらの規定から、滑動崩落対策によって宅地の安全性が確保されれば防災区域は解除されるが、その後、滑動崩落対策施設を除却した場合もしくは滑動崩落対策施設に影響を与えた場合、宅地の安全性が低下するため、再び防災区域の指定要件に該当することとなる。このため、再度防災区域指定を行なえば、法第二十一条第一項の規定に抵触し、必要に応じて法第二十一条第二項に基づく勧告、法第二十二条第一項に基づく改善命令を行うことができることとなる。

【2】 滑動崩落対策施設を除却する工事もしくは滑動崩落対策施設に影響を与える可能性がある工事の届出に関する法令の規定

（１）宅地造成工事規制区域における規定

法第十五条第二項ならびに令第十八条では「宅地造成工事規制区域内において、高さが二メートルを超える擁壁、地表水等を排除するための排水施設又は地滑り抑止ぐい等の全部又は一部の除却の工事を行おうとする者は、その旨を都道府県知事に届出なければならない」ことが規定されている。

宅地造成工事規制区域において、滑動崩落対策施設を除却する工事を行うことは、この規定に該当するため届出が必要となる。一方、滑動崩落対策施設に影響を与える可能性がある工事の届出については、法令では規定されておらず、地方公共団体が把握できないところで工事が行われる可能性がある。

（２）防災区域における規定

防災区域における工事の届出は法令では規定されておらず、地方公共団体が把握できないところで滑動崩落対策施設を除却する工事もしくは滑動崩落対策施設に影響を与える可能性がある工事が行われる可能性がある。

【3】 ルールを定めることが望ましい事項

【1】で述べた法令の規定は、滑動崩落対策施設を除却もしくは滑動崩落対策施設に影響を与えた後の対応を可能とするものであるが、工事の内容を予め把握し、事前に対応するため、以下の事項について別途ルールを定め、事前に届出等を求めることが望ましい。

イ）対策履歴の記録と公開

- ・滑動崩落が想定される範囲
- ・防災区域に指定した範囲（防災区域を解除した範囲）、勧告を行った範囲
- ・滑動崩落対策施設の位置、深度、仕様など
- ・公開の方法（地方公共団体の窓口、インターネット、看板など）

ロ）届出を求める工事の内容と範囲

- ・例えば、滑動崩落対策施設周辺〇m以内の地盤掘削など

ルールの運用については、条例を制定する方法と宅地所有者に個別に説明する方法が考えられるが、宅地所有者に個別に説明する方法では、宅地の売買などで所有者が変わった際の継承についても十分な説明を行う必要がある。

なお、仙台市では条例を制定し、法令の届出規定には該当しないが、滑動崩落対策施設の保全において届出が必要な行為（滑動崩落対策施設の上方における建築物の新築・改築・増築、滑動崩落対策施設の上方における土地の掘削、滑動崩落対策施設を損壊する行為など）と範囲を定め、住民や民間の開発業者などに届出を義務付けている。

【仙台市造成宅地滑動崩落防止施設の保全に関する条例と施行規則】

① 仙台市造成宅地滑動崩落防止施設の保全に関する条例（平成 25 年 6 月 25 日施行）

(http://www.city.sendai.jp/soumu/bunsyo/reiki/reiki_honbun/a600RG00001114.html)

- ② 仙台市造成宅地滑動崩落防止施設の保全に関する条例施行規則(平成 25 年 6 月 25 日施行)
(http://www.city.sendai.jp/soumu/bunsyo/reiki/reiki_honbun/a600RG00001116.html)

4 工事の届出に対する指導・助言

地方公共団体は、法令もしくは別途定めたルールに基づき住民等から工事の届出があった場合、適切に指導・助言を行い、滑動崩落対策施設の保全を図ることが重要である。このため、あらかじめ以下に示すような事項について、滑動崩落対策施設の対策工法別に検討・整理し、担当部署の職員に周知する必要がある。

① 想定される工事の整理

- ・宅地：家屋の新築・増改築、物置の設置、フェンスの設置、ライフラインの敷設・更新、擁壁の再構築、車庫の新設・改修、植樹、盛土、切土など
- ・道路：舗装の打換え、ライフラインの敷設・更新、側溝の設置・更新、ガードレールや電柱の設置・更新など
- ・公園：遊具、水飲み場、ベンチおよび公園灯の設置・更新、植樹など

② 構造物などを設置してよい範囲

- ・地上部で、家屋・フェンス・植生などを設置してよい範囲
- ・地中部で、地下室・ライフラインなどを設置してよい範囲

③ 工事で掘削、盛土してよい範囲

- ・無条件で掘削、盛土してよい範囲
- ・仮設対策が必要となる掘削範囲
- ・仮設対策かつ変位拘束が必要となる掘削範囲

④ 滑動崩落対策施設を除却せざるを得ない場合の代替工

⑤ 設計条件が変化するレベルの地形改変への対応方法

- ・滑動崩落対策施設の照査方法
- ・照査の結果、安定性が確保できなかった場合の追加対策工もしくは代替工

⑥ 事例の蓄積とFAQの作成

5 履歴の管理

③で述べた対策履歴の記録とあわせて、④で述べた届出のあった工事や滑動崩落対策施設の点検・試験結果について、台帳等を作成し情報を管理していくことが望ましい。

VII. 住民等への説明事項

宅地耐震対策を円滑に進めるため、住民等を対象とした説明会等を開催する。説明会では、住民等にもわかりやすい資料により工事内容やスケジュールなどを説明し、地方公共団体と住民等が協力して対策を推進する。

【解 説】

① 説明会の開催時期

宅地耐震対策は、対策施設を個々の宅地に設置することも多く、住民等の理解と協力が不可欠である。このため、設計・施工・維持管理の各段階で説明会などを開催し、住民等の同意を得ながら宅地耐震対策を進める必要がある。宅地耐震対策と説明会の開催時期の関係を図VII.1に示す。

宅地耐震対策	説明会等	説明内容	住民等の同意が必要な事項
対策工法の選定	事業全体説明会	・対策工法とその効果 ・費用負担額（概略） ・個々の宅地で行う耐震対策の必要性等 ・維持管理の分担ルールの内容	・維持管理の分担ルール
対策施設の設計	事業個別説明	・対策施設の配置計画（概略の設置位置） ・土地利用上の制約 ・費用負担額（詳細）	・対策施設の配置計画（概略の設置位置、土地利用上の制約） ・費用負担
対策施設の施工	工事全体説明会	・工事全体の内容とスケジュール	—
	工事個別説明	・個々の宅地の工事内容とスケジュール ・対策施設の設置位置（詳細な設置位置）	・対策施設の設置位置（詳細な設置位置）
滑動崩落対策施設の維持管理	情報提供	・滑動崩落対策施設の点検結果	—

図VII.1 宅地耐震対策と説明会等の開催時期の関係

② 説明会の内容と住民等の同意が必要な事項

（１）事業全体説明会

対策工法とその効果について説明する。対策効果については、設計条件を明らかにしたうえで、対策効果の得られる範囲などを説明する。加えて、滑動崩落を対象とした対策であり、家屋の不同沈下に対しても一定の効果は期待されるが完全には防止できないこと、家屋の不同沈下が想定される宅地所有者に対しては、個々の宅地で行う耐震対策の必要性、方法、面的に行

う滑動崩落対策と併せて実施したほうがより有効であることなどを説明し、必要に応じて指導・助言を行う。

また、住民等の費用負担が生じる場合は、概略の金額を提示する。加えて、維持管理が必要な工法については、その役割や費用の分担ルールについて説明、協議する。

なお、家屋の建替えや増改築を計画している住民等に対しては、家屋の工事と対策工事の時期を調整する必要がある、家屋の有無で適用できる対策工法が異なるため、場合によっては対策工法の見直しが必要となる。

【住民等の同意が必要な事項】

- ・維持管理の分担ルール

(2) 事業個別説明

対策施設が設置される個々の宅地所有者に対し、概略の配置計画を説明する。また、将来にわたって土地利用上の制約が生じることを説明し、その範囲を提示する。

加えて、住民等の費用負担が生じる場合は、詳細の金額を提示する。

【住民等の同意が必要な事項】

- ・対策施設の配置計画（概略の設置位置、土地利用上の制約）
- ・費用負担

(3) 工事全体説明会

工事全体の内容とスケジュールなどについて説明する。施工範囲、施工方法、使用機械、資機材の搬入搬出ルートに加え、環境対策（騒音・振動、粉塵、地下水）について説明し、理解と協力を求める。

(4) 工事個別説明

対策施設が設置される個々の宅地所有者に対し、対策施設の設置位置や工事の実施時期について個別に確認・協議し、設置位置を決定するとともに、工事の承諾を得る。なお、用地境界が曖昧な場合は、当事者間で協議し対策施設の設置位置を決定する等の対応が必要となる。

【住民等の同意が必要な事項】

- ・対策施設の設置位置（詳細な設置位置）

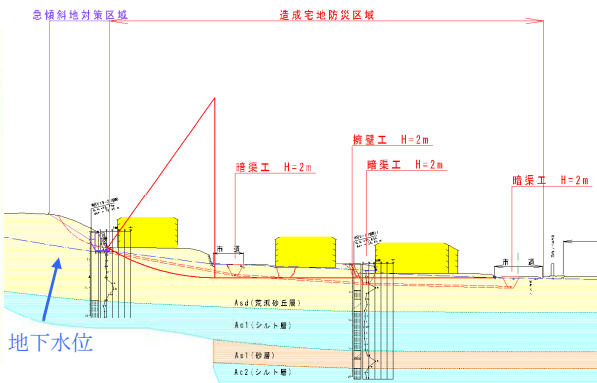
(5) 情報提供

滑動崩落対策施設の点検結果を住民等に情報提供する。点検の結果、変状等が生じている場合には説明会等を開催し、変状の程度や今後の対応について説明する。詳細調査等が必要な場合は協力を求める。

※ 実際の説明会等において住民等から質問・要望が多かった事項、復旧事業に支障となった事項について、東北地方太平洋沖地震の復旧事業の例を「Ⅲ編 復旧対策編 X. 住民等への説明事項 **参考 10.1**」に掲載しているので参照のこと。

参考 1 大規模盛土造成地の滑動崩落対策事例

(1) 宅地耐震対策（類似対策含む）の事例（その1）

対策事業名		大規模盛土造成地滑動崩落防止事業
起因となった災害		新潟県中越沖地震（2007年7月16日） ， 震度：6強
被害箇所		新潟県柏崎市山本地内
盛土形態と造成履歴		腹付け型盛土 ， 1971年
被害形態		滑動崩落－変形－すべりによる変形 （地形的要因により崩壊までには至らない変形）
変動規模		延長 70m ， 幅 200m
被害状況 現場写真等	 写-1 被害宅地の全景写真 砂丘末端の斜面で生じた急傾斜 開口亀裂  図-1 被害状況平面図 2級河川 碓氷川	
	 写-2 住宅および地盤の移動により、ブロック塀が損壊している。  写-3 住宅敷地内に発生した開口亀裂と段差の状況。  写-4 地下水排除工（暗渠工）の施工状況。DL-2.0mに設置されている。	
対策状況	選定工法	地下水排除工（暗渠工） 約 1,300m
	工法概要	2007年の新潟県中越沖地震により、粒子が均一な砂で構成された砂丘地盤上に構築されていた宅地造成地が、傾斜方向に水平移動したことで、宅地地盤に幅約 1.0mの連続した開口亀裂が発生し、住宅や宅地擁壁に大きな被害を受けた。34世帯に避難勧告が出された。復旧事業は、大規模盛土造成地滑動崩落防止事業として実施され、抑制工として地下水排除工（暗渠工）が実施された。
	対策図	 図-2 地下水排除工対策平面図  図-3 対策標準断面図

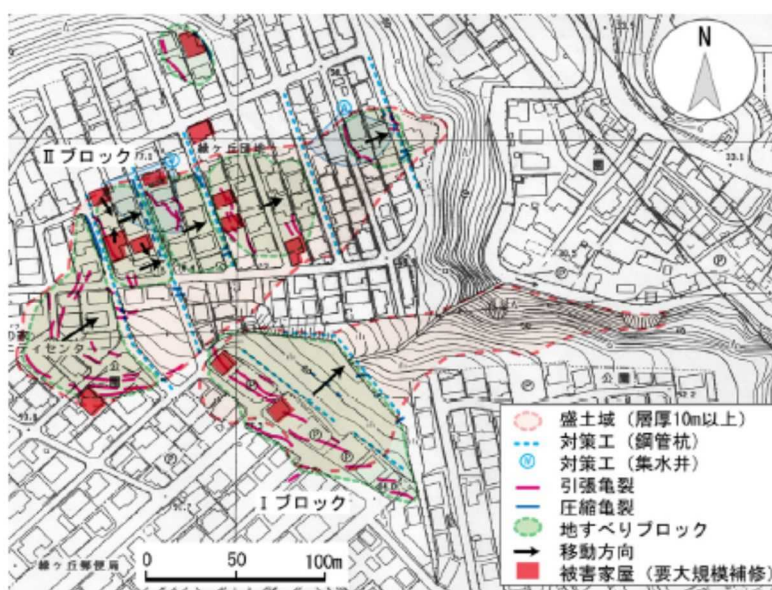
(2) 宅地耐震対策（類似対策含む）の事例（その2）

対策事業名		地すべり防止事業
起因となった災害		宮城県沖地震（1978年6月12日），震度：5
被害箇所		仙台市太白区緑ヶ丘3丁目
盛土形態と造成履歴		谷埋め型盛土，1968年頃
被害形態		滑動崩落－崩壊－すべり崩壊 (盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊)
変動規模		延長250m，幅150m
被害状況 現場写真等	図-1 1978年の宮城県沖地震による被害状況	
	図-2 1978年の宮城県沖地震時の盛土断面	
対策状況	選定工法	集水井2基，横ボーリング工2,800m，鋼管杭（φ318.5mm）449本
	工法概要	1978年の宮城県沖地震により，谷埋め型盛土造成地の一部が下方に移動し，住宅86軒が被害を受けた。復旧事業は，地すべり対策事業として実施され，抑制工として集水井や横ボーリング工等の地下水排除工，抑止工として抑止杭工（鋼管杭）が実施された。
	対策図	図-3 1978年の宮城県沖地震による対策図 図-4 対策断面イメージ図
備考 (参考文献等)		・東北地方太平洋沖地震による仙台市内及び周辺の宅地被害調査報告【沖村孝(建設工学研究所)他】 ・2011年東北地方太平洋沖地震によって発生した造成地盤の地すべり(第2報)【釜井俊孝(斜面災害研究センター)】 ・土木学会東日本大震災調査団-緊急地震被害調査報告書-第6章造成地被害【若松加寿江(関東学院大学他)】

参考2 地すべり防止対策実施箇所における大規模盛土造成地の被災事例

仙台市太白区緑ヶ丘3丁目では、1978年宮城県沖地震の被害を受け、地すべり防止対策として抑止杭5列と3基の集水井が設置されていた（図参2-①、図参2-④参照）。今般の東北地方太平洋沖地震においては、これらの対策が面的な滑動崩落に対しては一定の効果を発揮したものの、抑止杭間の地表面部において変形が発生し、盛土表面部分での局所的なのり面崩壊（図参2-②）や、住宅および宅地内の擁壁の変状（損壊・亀裂・倒壊等）（図参2-③）といった個々の宅地被害が生じた。

これらの結果から、宅地において住宅や擁壁被害を確実に防止するためには、盛土造成地全体の大規模な崩壊に加えて、盛土表面部の崩壊や変形に対しても効果を発揮する耐震対策工を、総合的に検討することの重要性が明らかとなった。



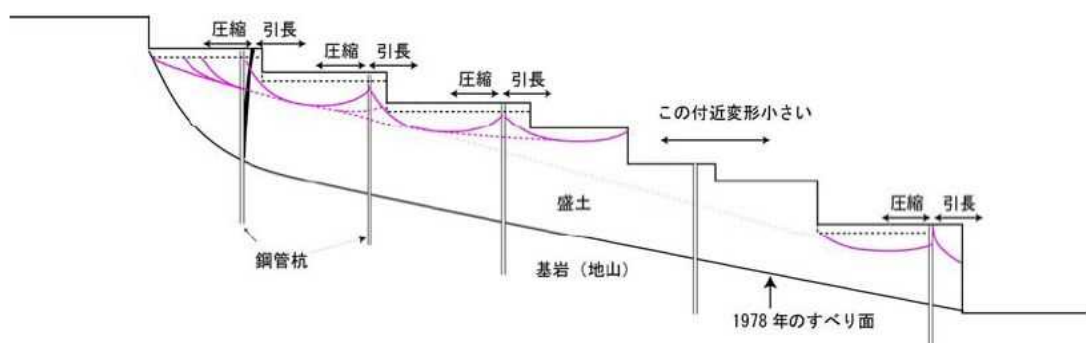
図参2-① 東北地方太平洋沖地震における
緑ヶ丘3丁目の被害状況



図参2-② 局所的なのり面崩壊



図参2-③ 杭間の変形による
家屋の損壊



図参2-④ 既設地すべり対策工と東北地方太平洋沖地震被害の関係（イメージ）