



日本土砂災害防止相關基礎 調查手冊(急傾斜地崩塌編)



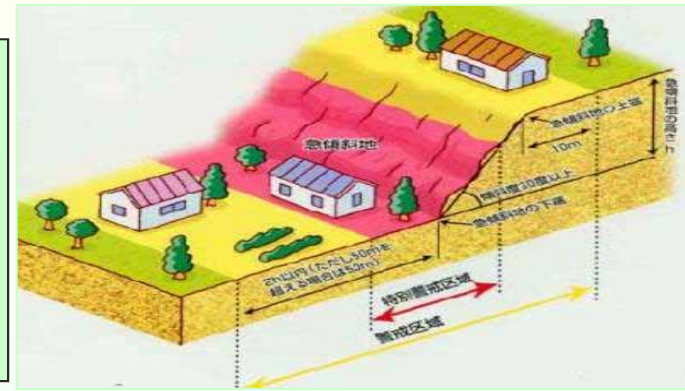
水土保持局技術研究發展小組
副總工程司 陳振宇

2017/09/19

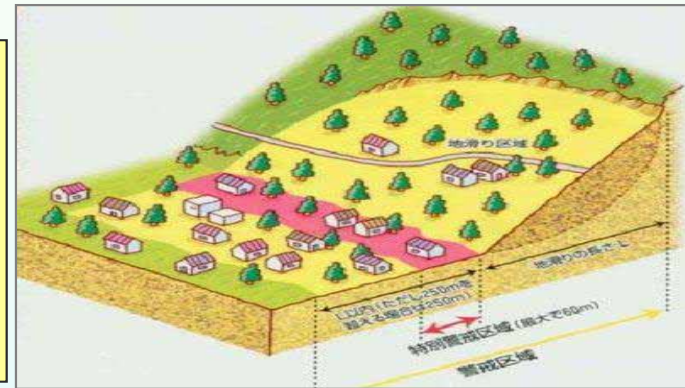
■現況與問題

- ✓ 坡地土砂災害包含：崩塌、地滑、土石流
- ✓ 目前僅有土石流已建立相關災害管理機制，與災害潛勢區域之劃設手冊(土石流潛勢溪流劃設作業手冊)
- ✓ 如要擴及至所有的坡地土砂災害，中央與地方如何分工？
- ✓ 國土計畫法之國土保育地區(第一類、第二類)後續如何劃設？如何管理？

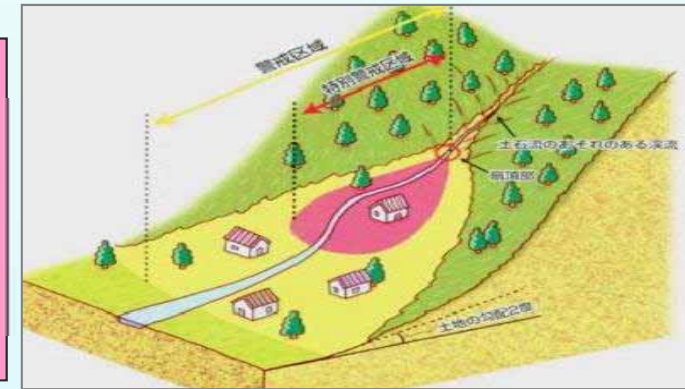
急傾斜地
崩塌災害
(約佔63%)



地滑災害
(約占17%)



土石流災害
(約佔20%)



是否先可參考日本土砂災害防止法の作法?



日本土砂災害防止法對於災害潛勢區之管制作為

1999年廣島土砂災後，2000年頒布實施

土砂災害防止法*とは、土砂災害から国民の生命を守るため、土砂災害のおそれのある区域について危険の周知、警戒避難態勢の整備、住宅等の新規立地の抑制、既存住宅の移転促進等のソフト対策を推進しようとするものです。

※正式名称「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」

土砂災害防止対策基本指針の作成【国土交通省】

- ・土砂災害防止対策の基本的事項
- ・基礎調査の実施指針
- ・土砂災害警戒区域等の指定指針 等



基礎調査の実施【都道府県】

- ・区域指定及び土砂災害防止対策に必要な調査を実施



土砂災害警戒区域の指定【都道府県】 (土砂災害のおそれがある区域)

- 情報伝達、警戒避難体制等の整備【市町村等】

土砂災害特別警戒区域の指定【都道府県】 (建築物に損壊が生じ、住民等の生命又は身体に著しい危害が生じるおそれがある区域)

- 特定開発行為に対する許可制
対象：住宅宅地分譲、災害時要援護者関連施設のための開発行為
- 建築物の構造規制
- 建築物の移転等の勧告

基礎調査の実施

溪流や斜面など土砂災害により被害を受けるおそれのある区域の地形、地質、土地利用状況について調査



区域の指定

基礎調査に基づき、土砂災害のおそれのある区域等を指定

<警戒避難体制>

- ・市町村地域防災計画
(災害対策基本法)

<建築物の構造規制>

- ・居室を有する建築物の構造耐力に関する基準の設定
(建築基準法)

<移転支援>

- ・住宅金融支援機構融資等

於土砂災害特別警戒区域内興建自用住宅不屬於須申請「特定開發行為許可」的範圍，但須滿足相關建物構造規範

政府盡到完整資訊揭露的義務，至於要不要蓋「自用住宅」是民眾的權利

土砂災害防止に関する基礎調査マニュアル
(案)

(共通編)

平成 27 年 3 月 (改訂)
(2015 年)

岩手県県土整備部砂防災害課

- 基礎調査工作依法**大約每5年需進行一次**，為使調查結果具有一致性，各都道府縣多依據國土交通省公布之規範訂有相關作業手冊。
- 例如岩手縣即訂有「土砂災害防止相關基礎調查手冊」，並分為「**共通編、崩塌編、土石流編、地滑編**」共四冊，內容完整詳實，可供國內建立相關調查手冊參考。

■ 急傾斜地崩塌災害潛勢基礎調查流程

參共通編

本編內容

參共通編

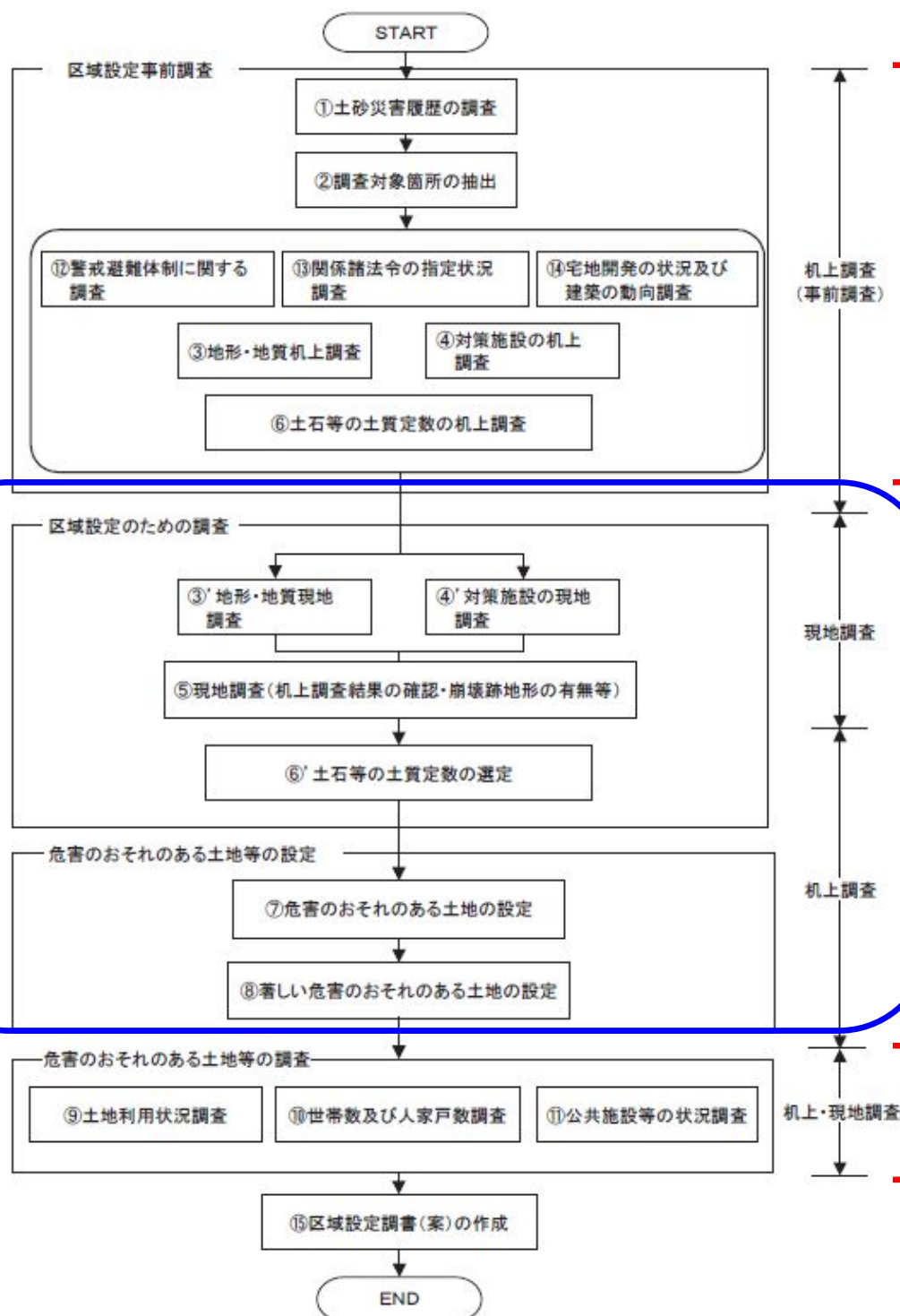
1.地形調查

2.地質及崩塌規模想定調查

3.治理工程現況調查

4.崩塌災害歷史調查

5.崩塌災害潛勢地區劃定方式





日本土砂災害防止相關基礎調查手冊(急傾斜地崩塌編)

Outline

- 1.地形調查
- 2.地質及崩塌規模想定調查
- 3.治理工程現況調查
- 4.崩塌災害歷史調查
- 5.崩塌災害潛勢地區劃定方式



1.地形調查

- 1.1 製作坡度分類圖
- 1.2 設定橫斷面線
- 1.3 設定陡坡之上、下端
- 1.4 定義坡度及坡高
- 1.5 定義陡坡下端起算之地面坡度
- 1.6 設定陡坡之左、右端
- 1.7 多階陡坡之設定
- 1.8 地形條件之現地確認
- 1.9 下端位置內外業調查結果不同時之修正法
- 1.10 土石作用力之方向設定

1.地形調査

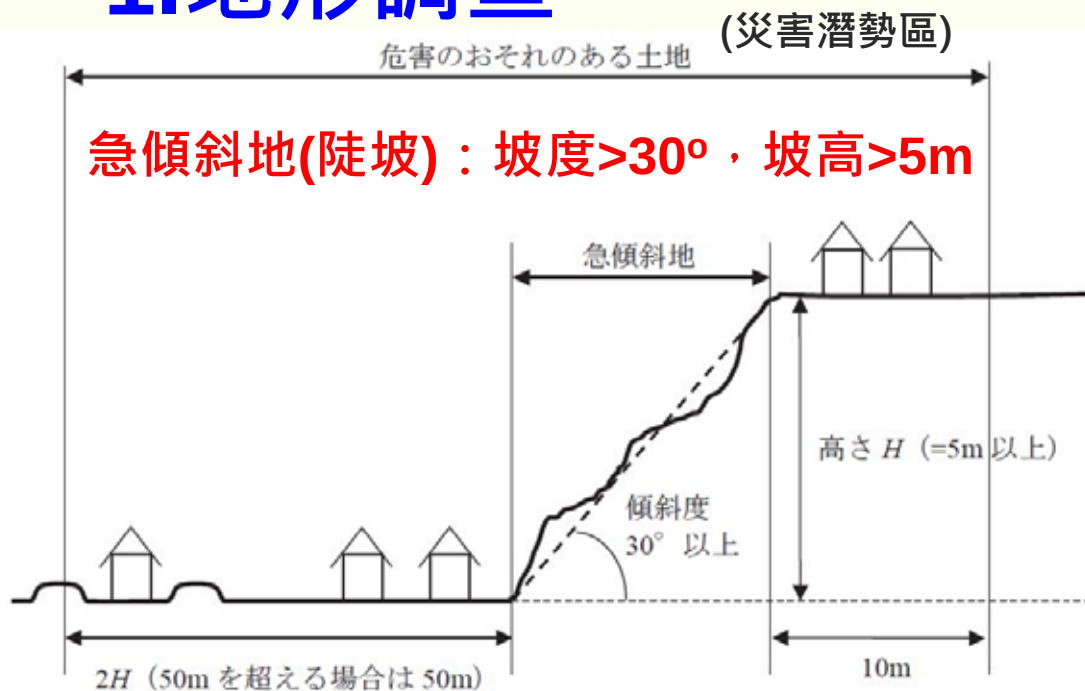


図 1.1 調査対象箇所の概念図

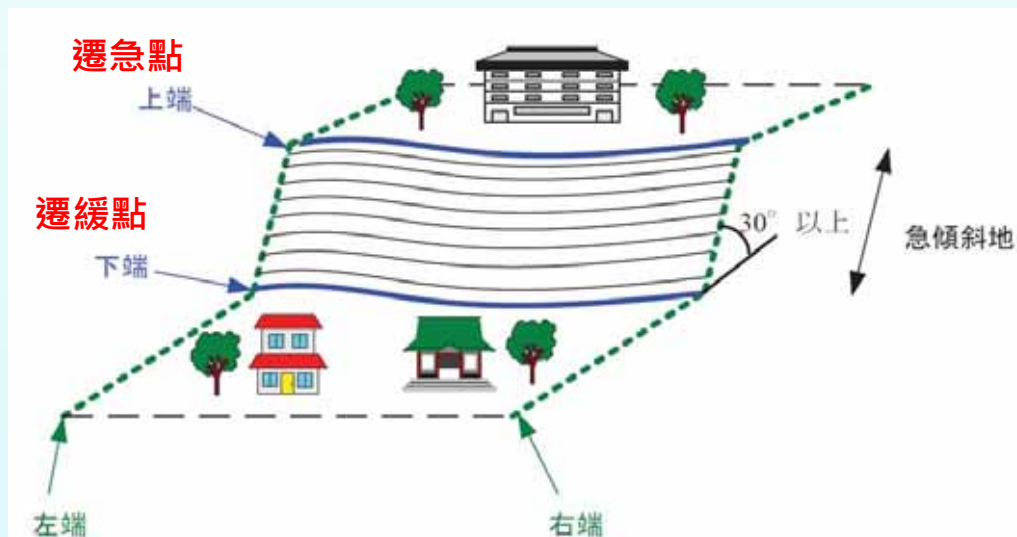


図 1.2 斜面各部の名称

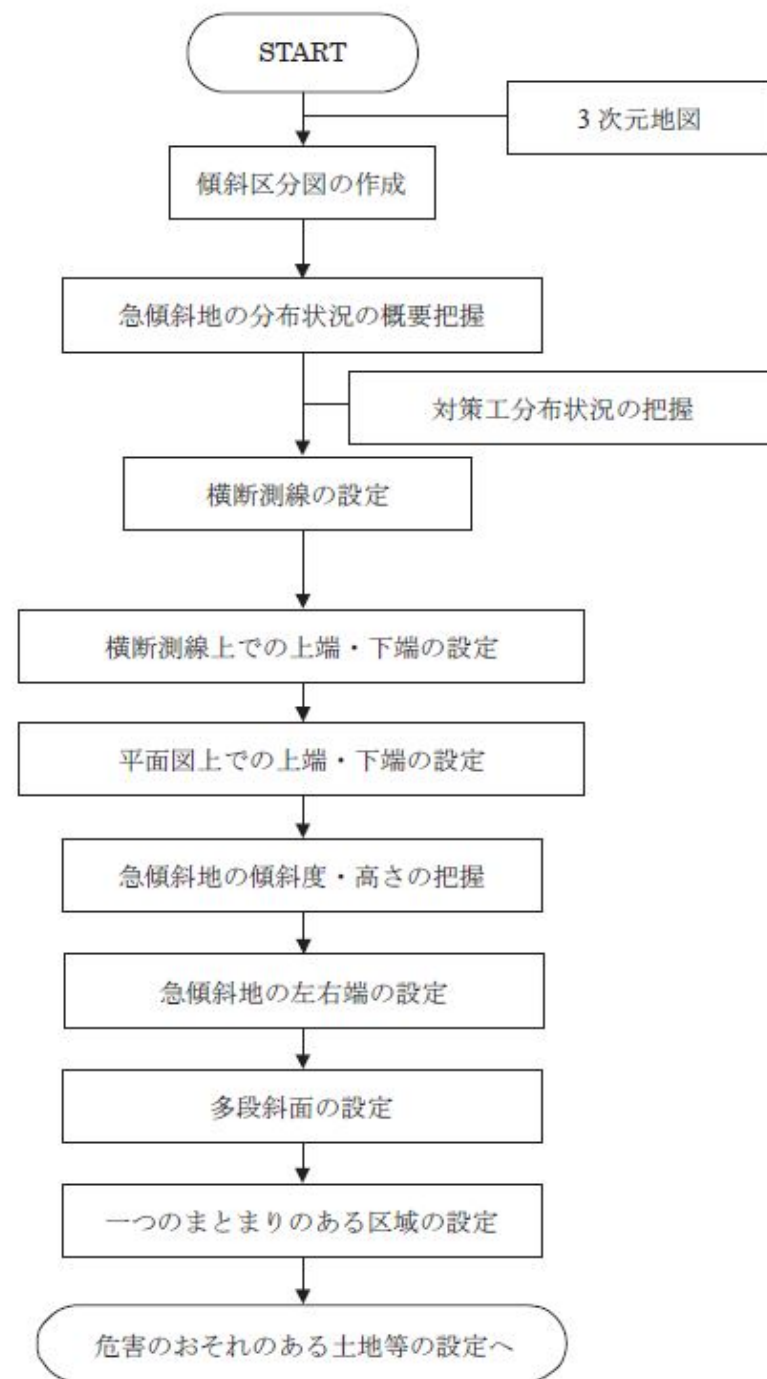


図 1.3 地形調査の流れ

1.1 製作坡度分類圖

- 以1/2,500之砂防基盤圖製成TIN(三角網格)，將調查區分為三類：

$$0 \leq \theta < 8^\circ, 8 \leq \theta < 30^\circ, 30^\circ \leq \theta$$

為避免因地形資料誤差，必要時可增加如25~30°、30~35°之分類

表Ⅲ-1-2 岩手県における開発可能な平坦地の条件

傾斜度	8° 未満	一般的に宅地開発が行われる傾斜度 都市的土地利用の場合、機械の導入に大きな 支障がないので工事は容易 (「土地・水情報の基礎と応用」(1992))
面積	386m ²	岩手県における平均宅地面積 1998年 (平成14年度岩手県統計資料；岩手県HP)

1.2 設定横斷面線

- 原則每20m間隔畫1條
- 由坡面下方往上最大坡度方向
- 如遇集水形坡面，應增加輔助線

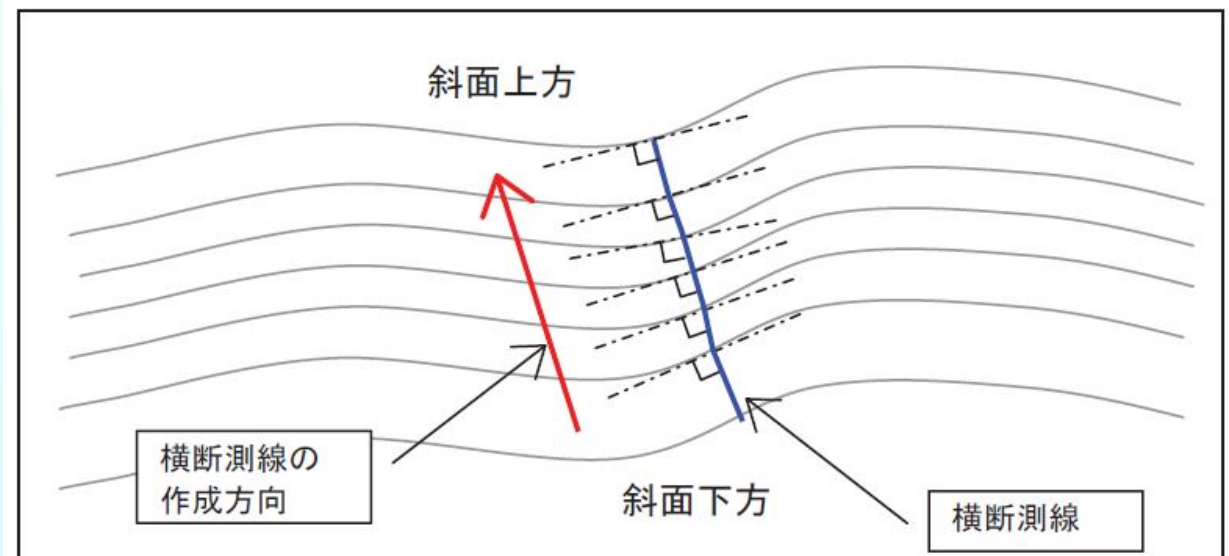


図 1.4 横断測線の方法

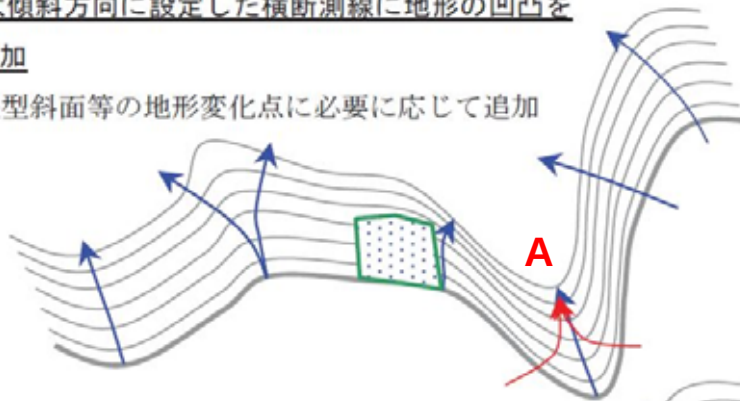


1.2 設定橫斷面線

- ① 每20m間隔1條，尾根型(山脊A)坡面，應增加輔助線
- ② 集水型(山谷B)坡面，應增加輔助線
- ③ 治理工程二端或設施高程變化處，應增加輔助線
- ④ 將所有橫斷面線依序編號

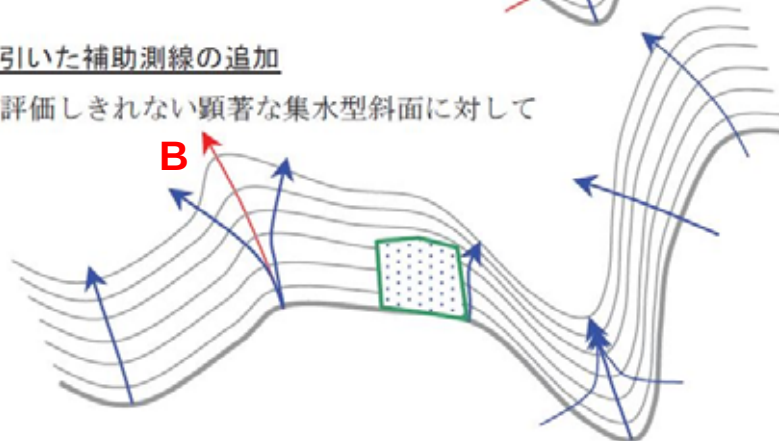
① 概ね 20m 間隔で最大傾斜方向に設定した横断測線に地形の凹凸を考慮した補助測線の追加

集水型斜面、尾根型斜面等の地形変化点に必要な応じて追加



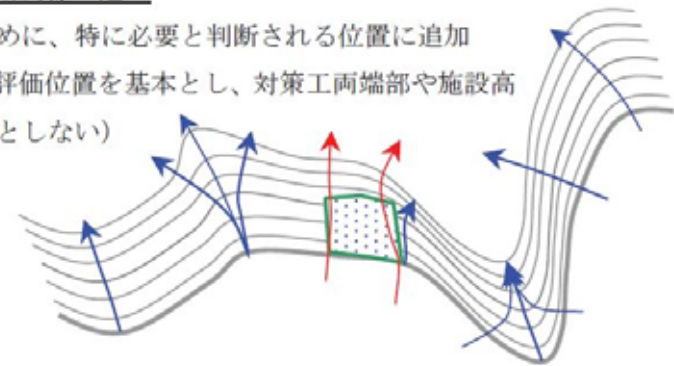
② 集水型斜面の谷筋に引いた補助測線の追加

最大傾斜方向では評価しきれない顕著な集水型斜面に対して必要な応じて追加



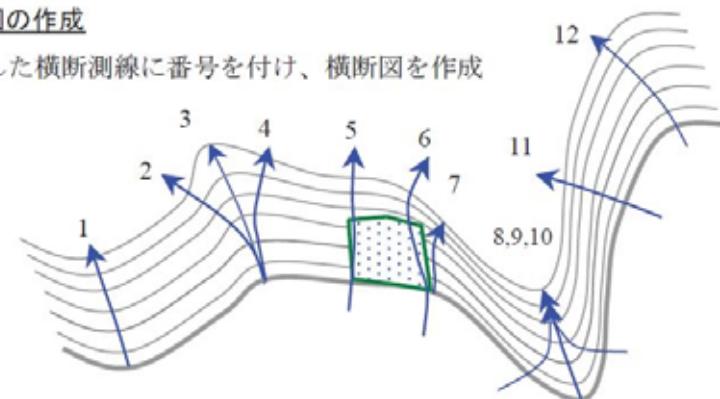
③ 対策施設端を考慮した横断測線の追加

対策施設を評価するために、特に必要と判断される位置に追加
(ただし、代表的な施設評価位置を基本とし、対策工両端部や施設高変化位置の全てを対象としない)



④ 横断図の作成

設定した横断測線に番号を付け、横断図を作成



1.2 設定橫斷面線

■ 當上、下端均有保全對象，且 (1) 上端線地形變化較大時，或 (2) 上端處間隔 $> 40\text{m}$ 時，增加輔助線

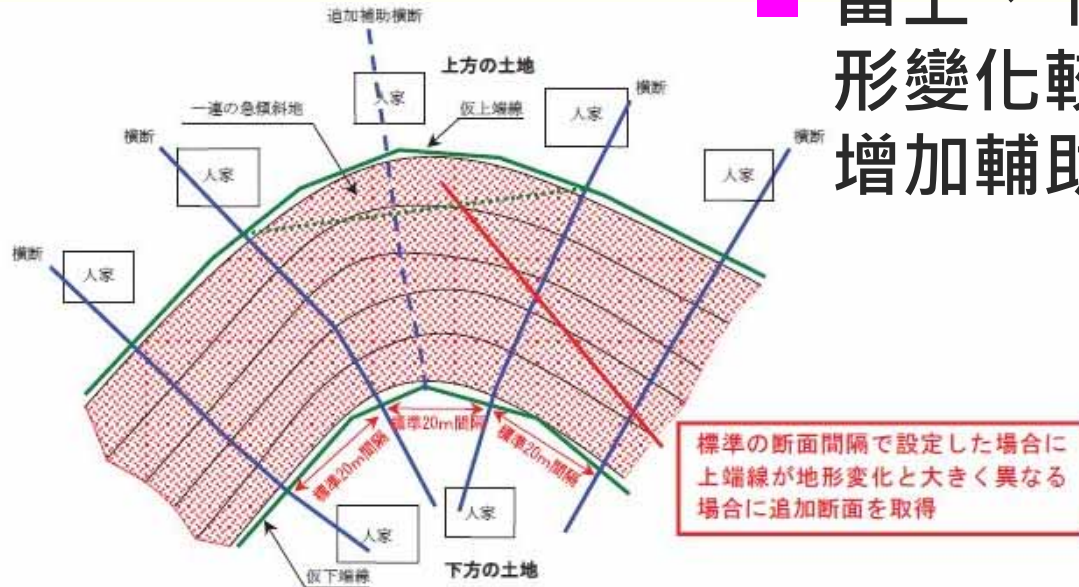


図 1.6 横断位置で決定される上端線が地形変化位置と大きく異なる場合の追加横断

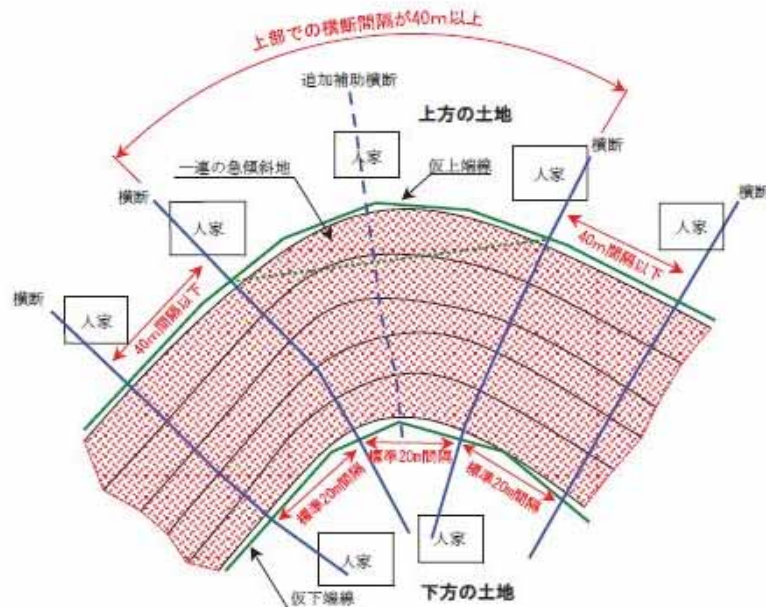
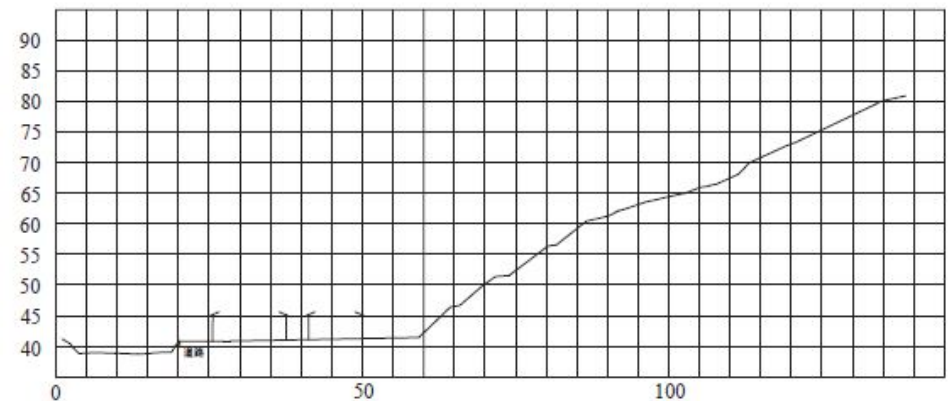


図 1.7 横断間隔が一方の斜面利用部で間隔 40m 以上となる場合の追加横断



投影時須將折線拉為直線

図 1.8 デジタルデータを用いた横断面図作成例

1.3 設定陡坡之上、下端

1.3.1 陡坡下端之設定法

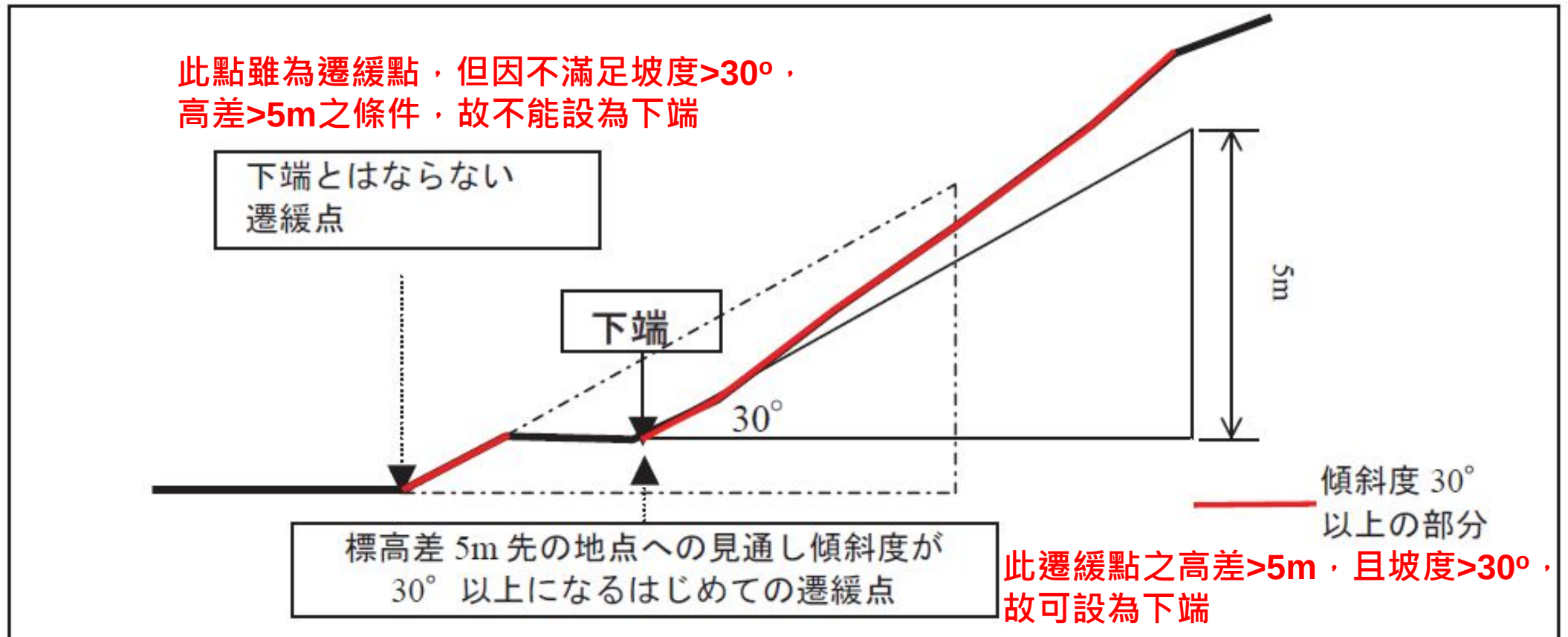


図 1.9 下端の設定基準



1.3.1 陡坡下端之設定法

優質、效率、團隊

此點雖滿足坡度 $>30^\circ$ ，高差 $>5\text{m}$ 之條件，但其 5m 高差範圍內之坡度未滿 30° ，故不能設為下端

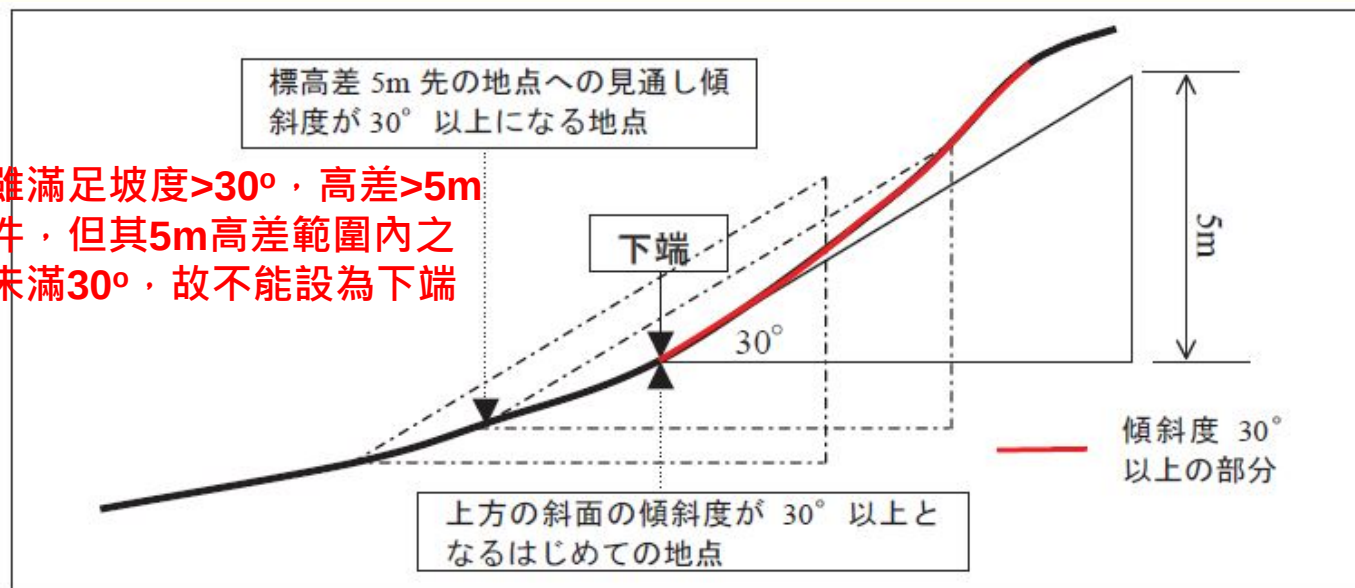


図 1.10 遷緩点が不明瞭な場合の下端の設定

■ 遷緩点不明瞭之坡面
下端設定法

✓ 想像用一個三角板向
右移動，直到找到紅
線(坡面)均在三角板
的斜邊上方時，三角
板之頂點即為下端

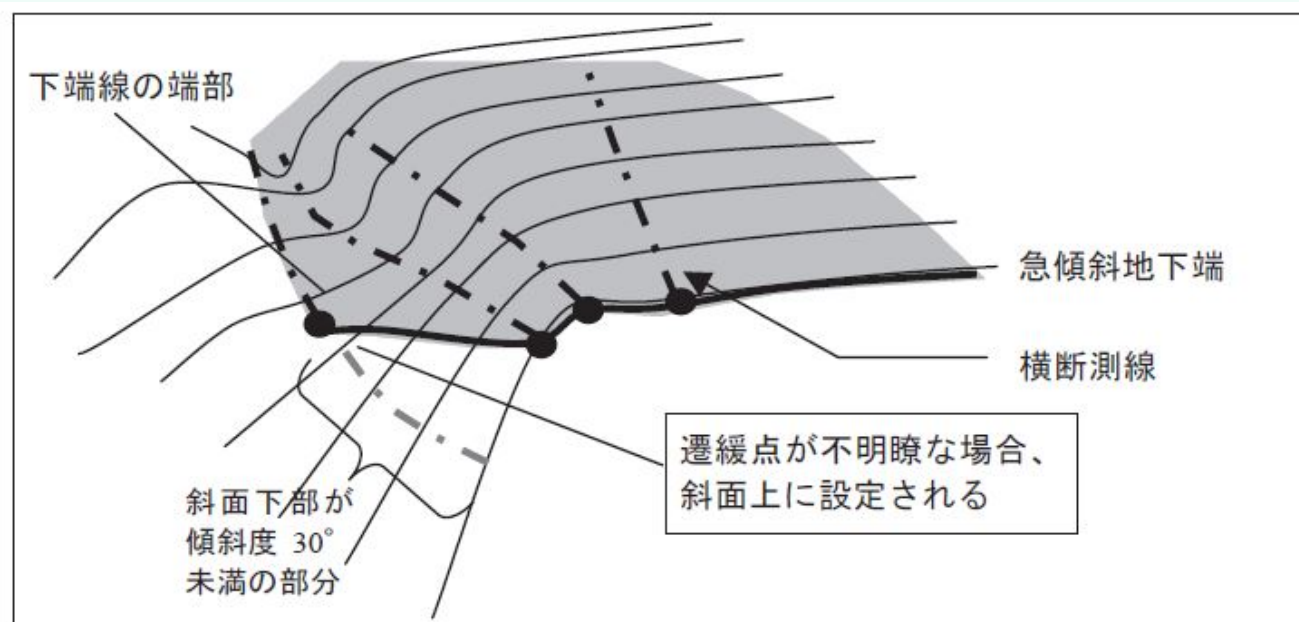


図 1.11 遷緩点が不明瞭な場合の下端の設定（平面図上）

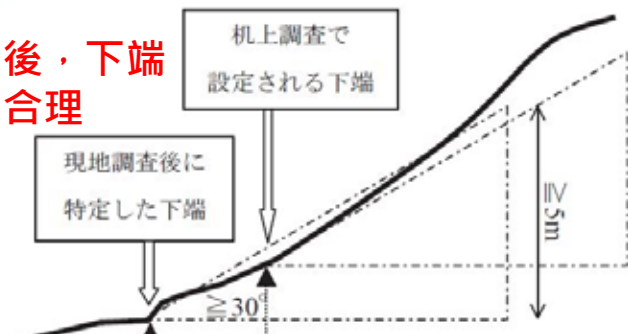


1.3.1 陡坡下端之設定法

優質、效率、團隊

上述の定義の他、他の下端においても下端位置が傾斜変換点（遷緩点）になく、その近傍に傾斜変換点（遷緩点）が存在する場合には、現地再現が容易な遷緩点に下端を設定することができる。これについては、現地確認を必要とする。

經現場確認後，下端
改在此處較合理



傾斜変換点（遷緩点）で、標高差5m先の地点への見通し傾斜度が30°以上である地点

標高差5m先の地点への見通し勾傾斜度が30°以上の地点かつ上方の斜面の傾斜度が30°以上となるのはじめての地点(三角形の長辺が急傾斜地の下に沈む時の鋭角頂点)

図 1.12 遷緩点に下端を設定する事例

如坡面下方有治理工程施作時，因考量擋土牆背面整坡所致之微地形變化，故下端設定方式建議如圖1.13

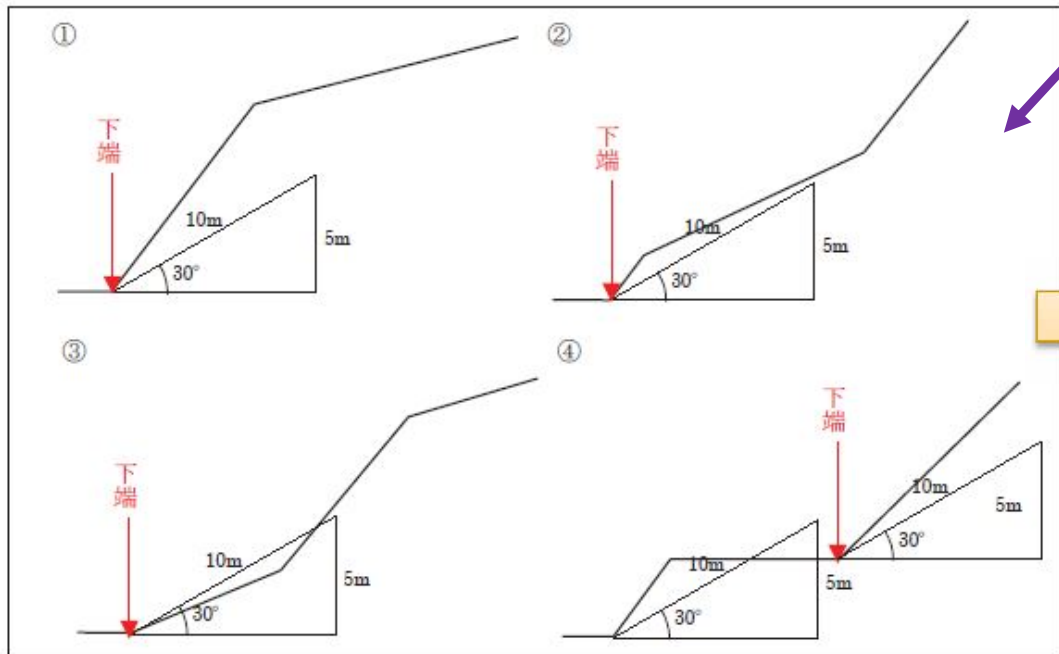


図 1.13 急傾斜地の下端の設定例（断面図上）



図 1.14 高さ5m未満で傾斜度30°以上の斜面が急傾斜地下部にある場合の設定例

考量治理工程後，下端位置改為紫色線 15



1.3.2 陡坡上端之設定法

優質、效率、團隊

想像用一個三角板向右移動，直到找到黑線(坡面)均在三角板的斜邊下方時，三角板之頂點即為上端

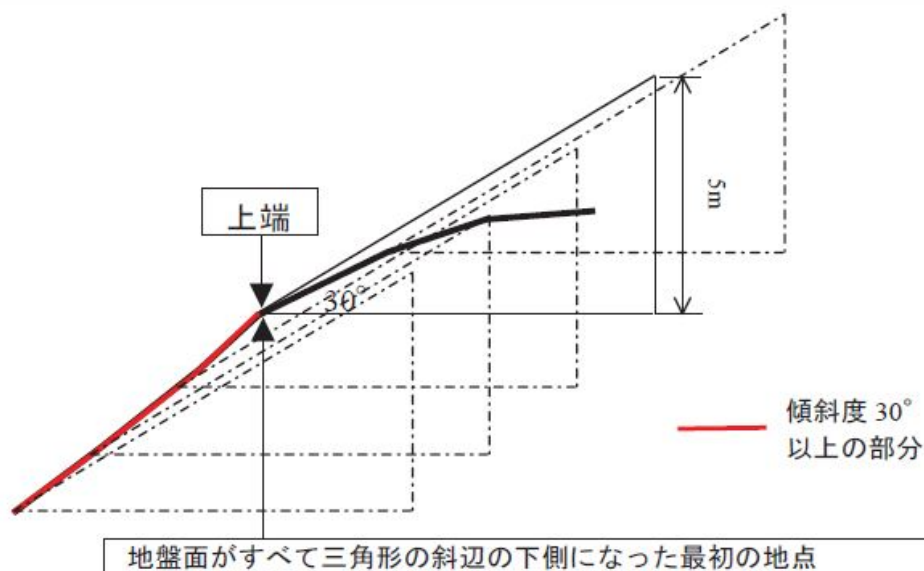


図 1.15 上端の設定基準

即便坡面上有局部地形高差小於5m，坡度 $<30^\circ$ 之狀況，仍將其視為急傾斜地

標高差 5m 以内の緩斜面は急傾斜地として取扱う

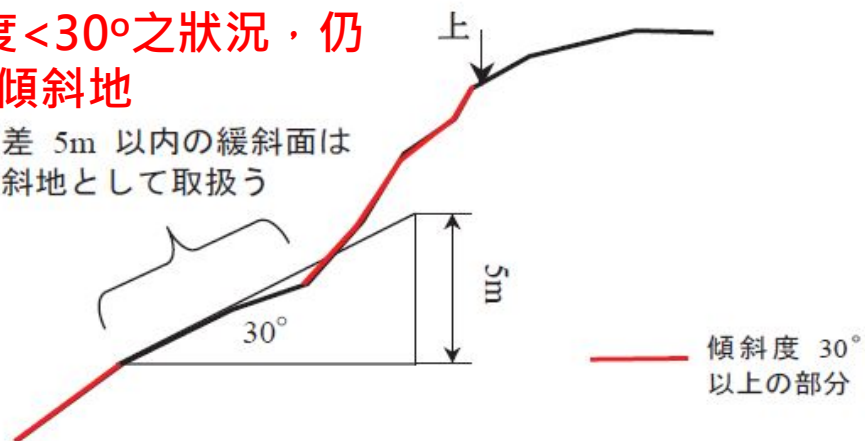
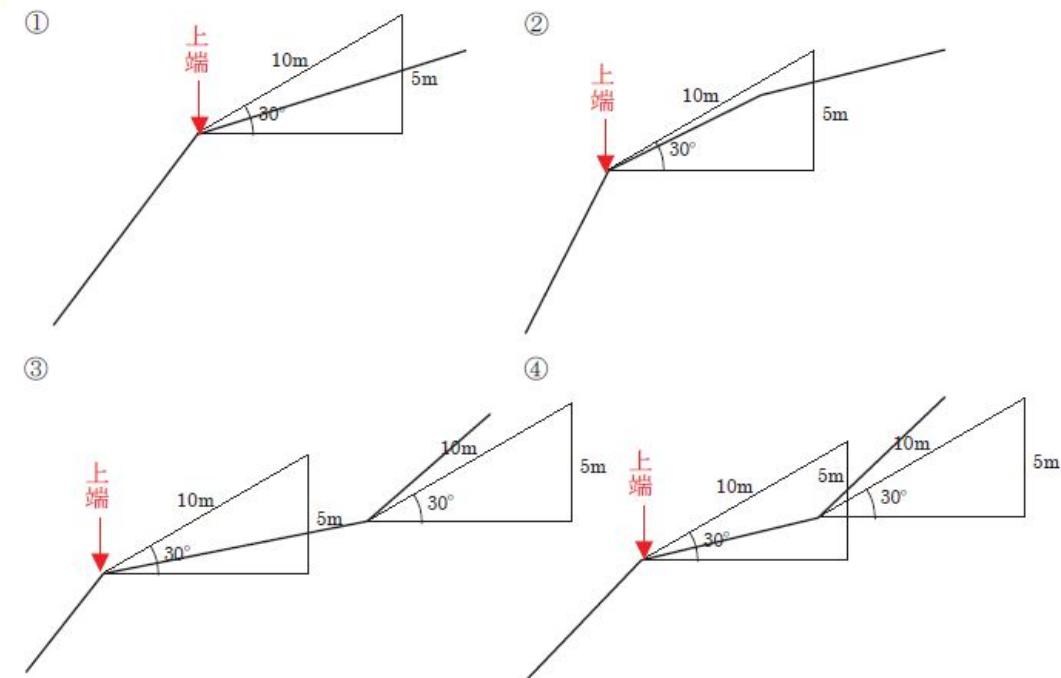


図 1.16 斜面上の局所的な緩斜面部の取扱い



③④については階段状の斜面として上部の急傾斜地との連続性を検討する必要がある。

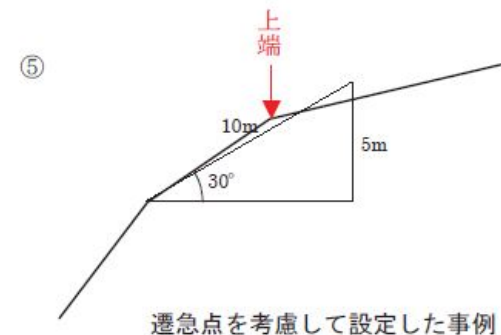


図 1.17 急傾斜地の上端の設定例（断面図上）



1.3.2 陡坡上端之設定法

優質、效率、團隊



図 1.18 急傾斜地の上端の設定例（平面図上）

1.3.3 連續小陡坡之上下端設定法

- 地形橫斷面上有2個小規模急傾斜地時，最下端至最上端之陡坡預估坡度 $>30^\circ$ 時，可將之視為一個坡面
- 但如為3個以上，除上述條件外，尚須加上最下端陡坡的下端到最上方陡坡上端之連線坡度 $>30^\circ$ 之條件

可視為一整個坡面

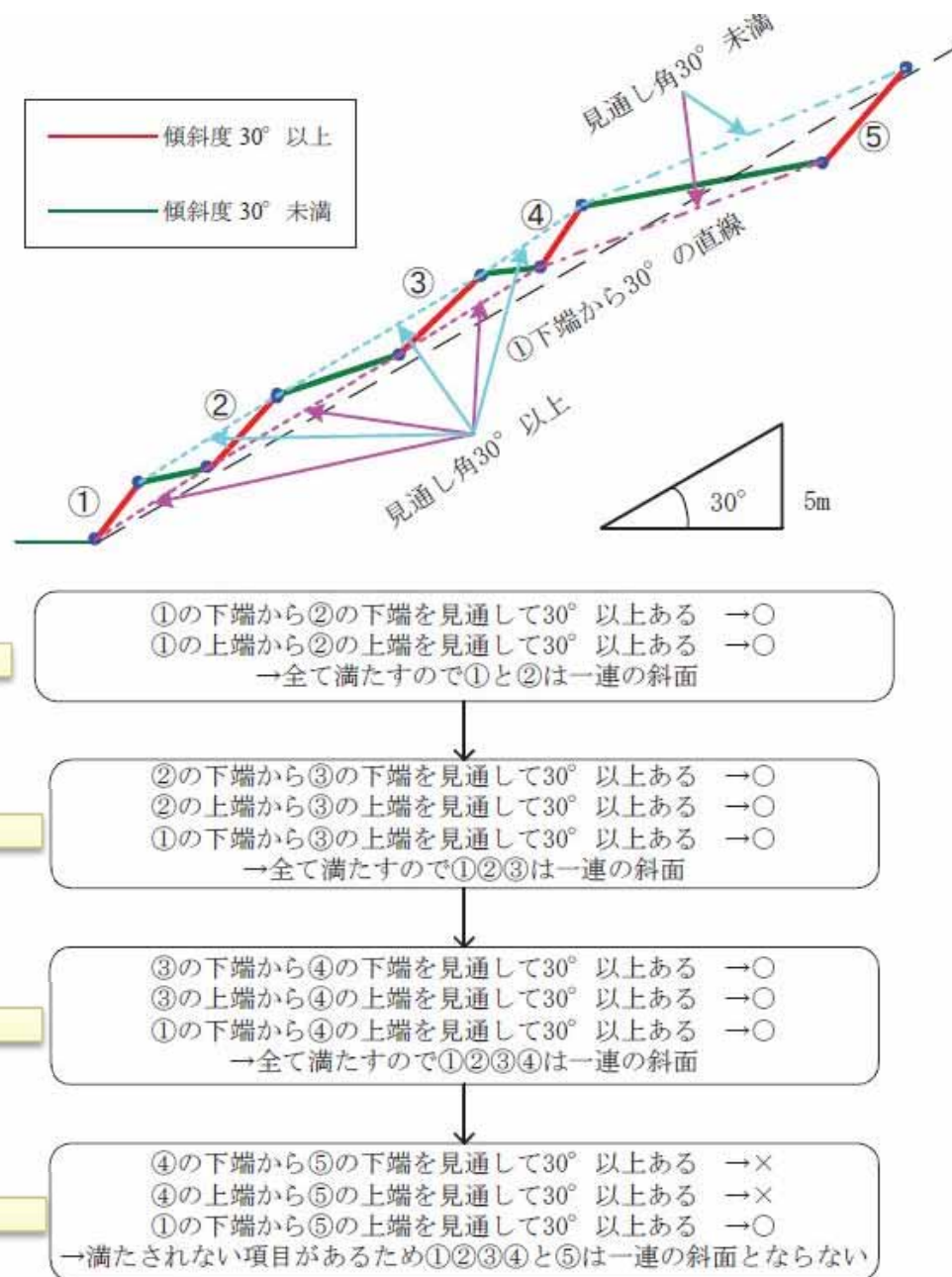
可視為一整個坡面

可視為一整個坡面

因某些項目不滿足，故不能視為一整個坡面

- 以上原則只適用於各段高差 $<5\text{m}$ 之場合，如 $>5\text{m}$ ，則須改用1.7節之法

【解説】



このような斜面において、①②③④の一連の急傾斜地の高さが 5m 以上となる場合、⑤については「高さ 5m 未満で傾斜度が 30° 以上の斜面が急傾斜地下部（あるいは上部）にある場合」の方法により連続性を検討する。

図 1.19 高さ 5m 未満で傾斜度が 30° 以上の小規模な急傾斜地が連続する場合の
上端・下端の設定例



1.4 定義坡度及坡高

(1) 「傾斜度 (θ_u)」の求め方

3次元地図上の横断測線で作成した地形断面から、急傾斜地の「傾斜度 (θ_u)」を求める。

急傾斜地の「傾斜度 (θ_u)」は、急傾斜地の下端から上端を結んだ線が水平となす角度を求める。

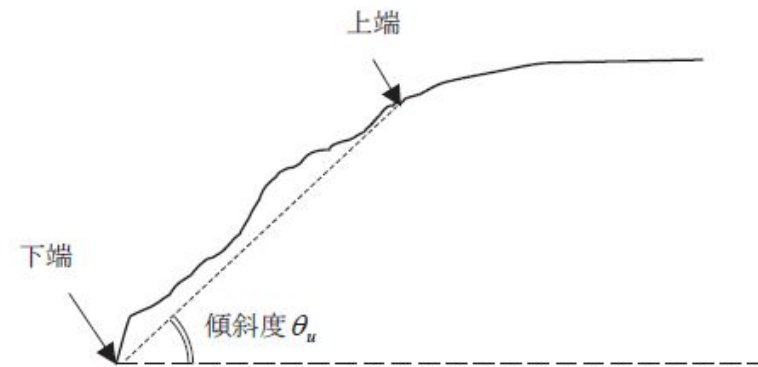


図 1.20 傾斜度の求め方

(2) 「高さ (H)」の求め方

3次元地図上の横断測線で作成した地形断面から、急傾斜地の「高さ (H)」を求める。

急傾斜地の「高さ (H)」は、急傾斜地の下端と上端の標高差から求める。

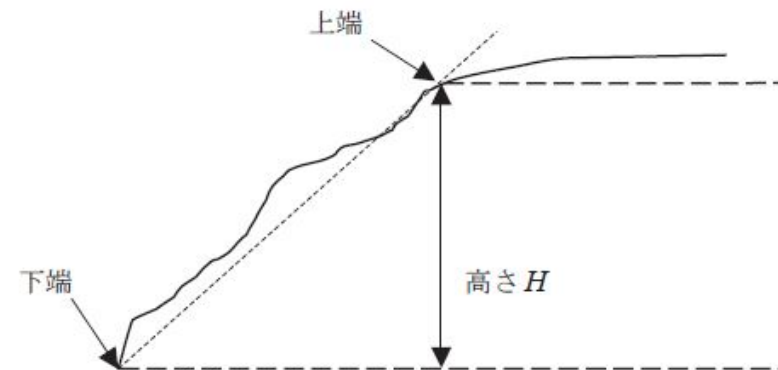


図 1.21 高さの求め方

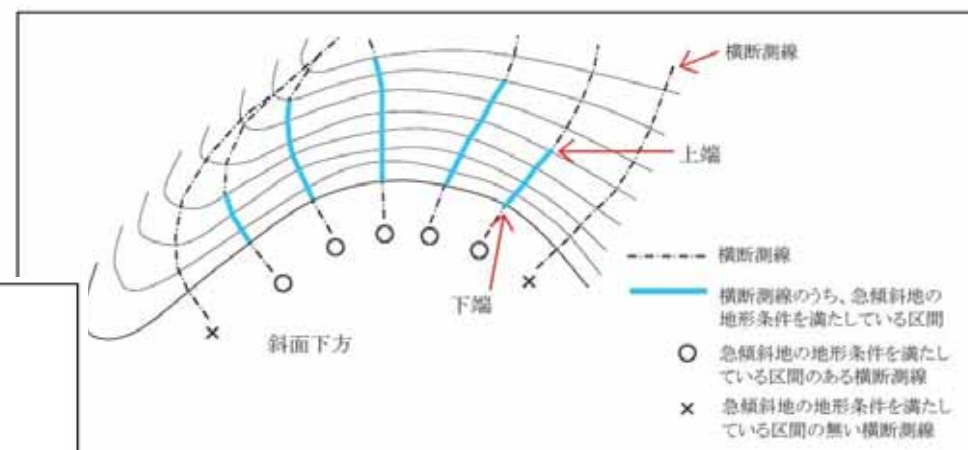
1.5 定義陡坡下端起算之地面坡度

■ 陡坡下端起算之地面坡度，原則上取為 0°

1.6 設定陡坡之左、右端

■ 設定原則

- ✓ 陡坡二側**未滿足**坡度 $>30^\circ$ ，高差 $>5\text{m}$ 處，以面向坡面的左側為左端
- ✓ 如為一連續坡面範圍，以有無保全對象及地形條件作為設定原則



標準横断間隔で急傾斜地の両側で傾斜 30° 未満または高さ 5m 未満となる場合

藍線為滿足坡度 $>30^\circ$ ，高差 $>5\text{m}$ 之斷面區間

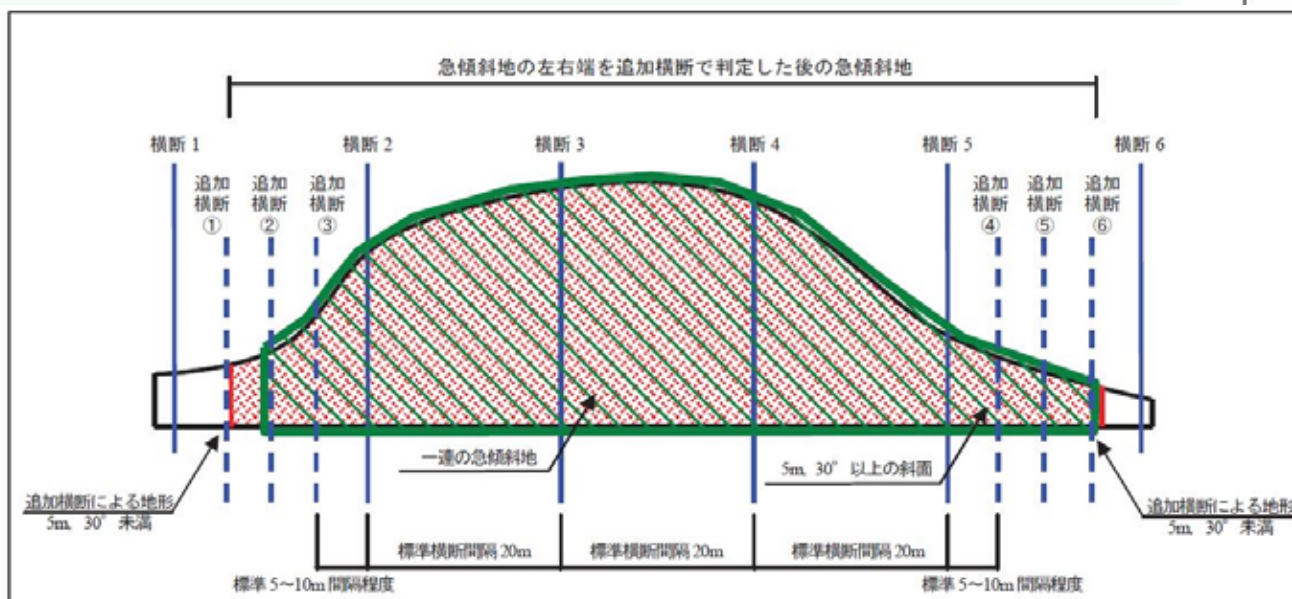


図 1.23 判断し難い場合の急傾斜地左右端判定の考え方（正面図としてのイメージ）

- 1) 両端横断の高さ 5m 未満または勾配 30° 未満である場合に $5\sim 10\text{m}$ 間隔程度で追加横断
- 2) 追加横断が高さ 5m 以上かつ勾配 30° 以上である場合は追加横断位置が左右端
- 3) 追加横断が高さ 5m 未満または勾配 30° 未満である場合は手前の横断位置が左右端

- 二側横断面未滿足坡度 $>30^\circ$ ，高差 $>5\text{m}$ 處以 $5\sim 10\text{m}$ 間隔追加横断面
- 以逐步逼近方式，訂出左、右端



1.6 設定陡坡之左、右端

■ 設定原則

- ✓ 陡坡二側未滿足坡度 $>30^\circ$ ，高差 $>5\text{m}$ 處，以面向坡面的左側為左端
- ✓ 如為一連續坡面範圍，以有無保全對象及地形條件作為設定原則

■ 如為一連續坡面範圍，左右端設定依以a、b之順序檢討設定

a. 以歷年危險箇所為調查範圍時

- 1) 形成山谷地形之境界線(依據1/2500地形圖)
- 2) 既有之鄰近危險箇所之左右端
- 3) 明顯的山脊線
- 4) 崩塌地之左右端
- 5) 行政區界

b. 新調查出的保全對象

■ 如陡坡地內有部份緩坡面存在，且未將視為一整體坡面之場合

- ✓ 以階梯狀方式設定上下端，且上方坡面崩塌之土石不會影響到下方坡面時，則依緩坡面上的土地利用狀況判斷之(例如此緩坡面未來是否會變成建地、蓋房或是興建道路)

1.7 多階段陡坡之設定

- 階狀坡地下邊坡之上端至上邊坡之下端，其距離小於表1.1所列之「顯著災害潛勢區」參考值時，須將該上下邊坡視為一整體

- 本節所列之原則，適用於各段高差>5m之場合，如<5m時，請參1.3.3節

表 1.1 斜面高・傾斜度による「著しい危害のおそれのある土地」の対応表（参考）

斜面高(m) 傾斜度(°)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
30	4.5	6.9	8.2	8.9	9.3	9.5	9.7	9.7	9.7	9.8
35	4.7	7.5	9.0	9.8	10.3	10.7	10.8	11.0	11.0	11.1
40	4.6	7.5	9.1	10.1	10.7	11.1	11.3	11.5	11.6	11.7
45	4.3	7.1	8.8	9.8	10.5	10.9	11.2	11.4	11.5	11.6
50	3.8	6.4	8.0	9.1	9.8	10.3	10.6	10.8	11.0	11.1
55	3.1	5.5	7.0	8.0	8.7	9.2	9.5	9.7	9.9	10.0
60	2.4	4.4	5.7	6.7	8.1	8.1	8.1	8.3	8.4	8.6
65	1.6	3.2	4.3	5.1	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
70	1.2	2.6	3.3	4.7	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3

※単位：急傾斜地下端から下方の著しい危害のおそれのある土地の範囲（m）

※ゴシック体は斜面高さが一定の場合に、「著しい危害のおそれのある土地」が大きくなる傾斜度を示す。

※内部摩擦角 $\phi=30^\circ$ ，土石等の単位体積重量 $\gamma=18(\text{kN/m}^3)$ で計算

※対策施設は考慮していない。

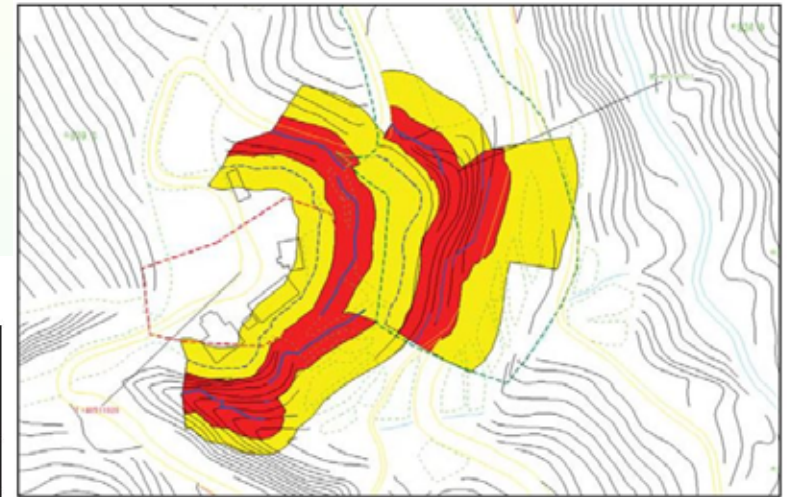


図 1.24 階段状斜面の区域設定事例

※上段・下段でそれぞれ区域を設定した事例。

上下段を一連の斜面とすることも可能だが、斜面中腹の平坦地がすべて「著しい危害のおそれのある土地」となってしまうことから、上下の斜面を分割して考えた事例。

- 案例：上下邊坡間之平坦地寬度大於「顯著災害潛勢區」時，此上下邊坡之紅區可分開劃設之情形(即不視為一整體)

1.7 多階陡坡之設定

(1) 多階陡坡之基本考慮原則

□ 多階陡坡之坡度及坡高設定方式

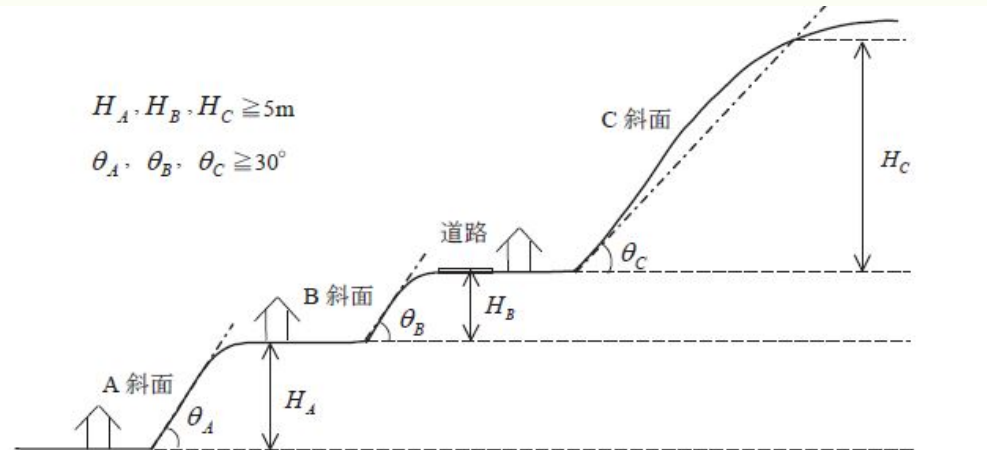


圖 1.25 階段狀斜面において斜面を個々に扱い傾斜度及び高さを設定した例

□ 視為一整體之多階陡坡之坡度及坡高設定方式

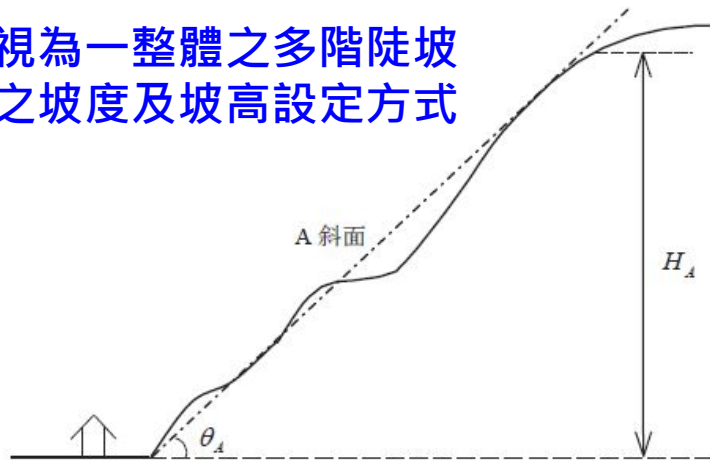


圖 1.26 階段狀斜面において一連斜面として扱い傾斜度及び高さを設定した例

(2) 多階陡坡之判斷基準

□ 上下邊坡間之平坦地寬度大於「顯著災害潛勢區」時，此上下邊坡之紅區可分開劃設

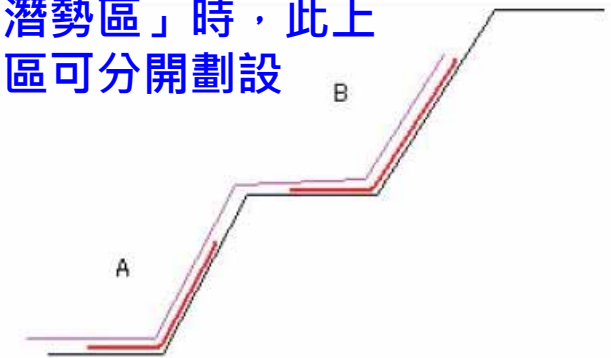


圖 1.27 平坦部に不必要なレッドゾーンが生じる場合

□ 如上邊坡之紅區已超過下邊坡之紅區，以上邊坡為主

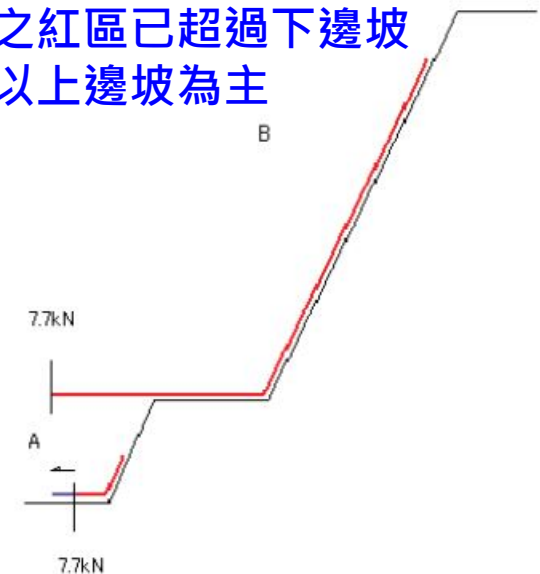


圖 1.28 上段の力又は距離が下段の力又は距離を上回る場合



1.7 多階陡坡之設定

(3) 特殊狀況下多階陡坡處理方式 (例：不視為一整體的多階陡坡)

- 雖然上邊坡設定之紅區範圍已超過下邊坡之上端，但因中間沒有保全對象，故上端之位置仍設為此處

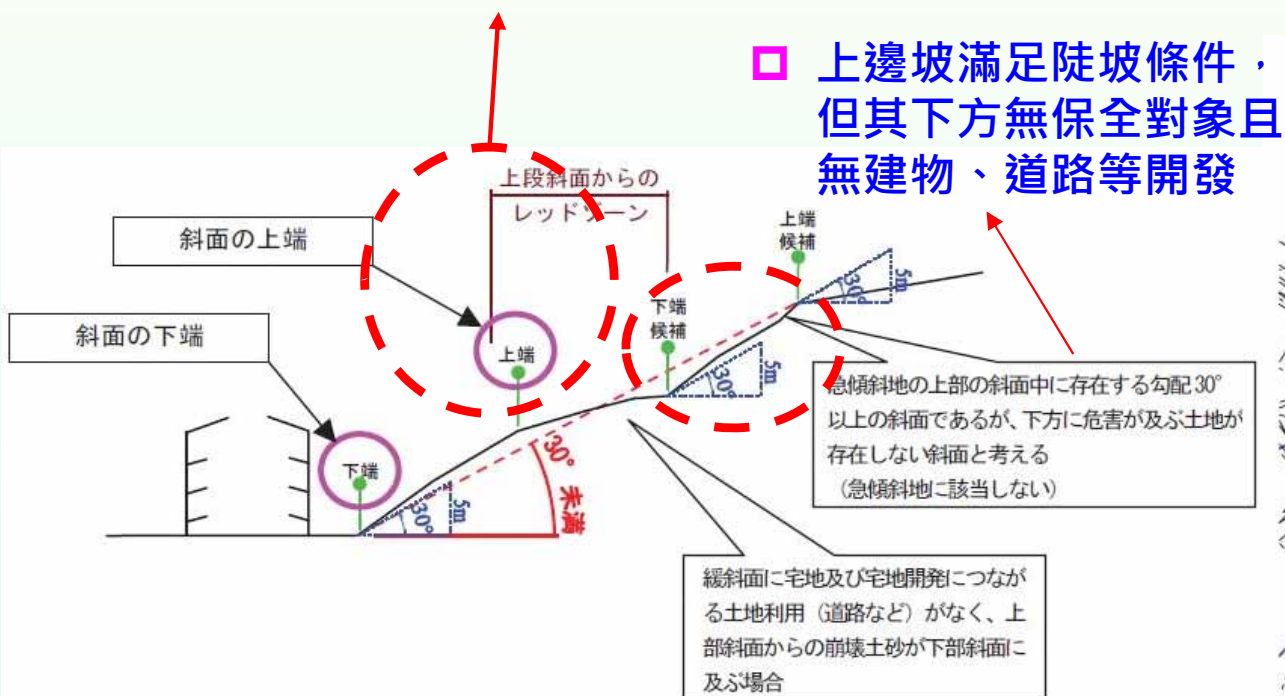


図 1.29 一連の急傾斜地とした場合に条件を満足しない場合の対応事例-1

(4) 一整體的多階陡坡其他注意事項

- 為使坡面最陡方向一致，必要時橫斷面線須部份重疊

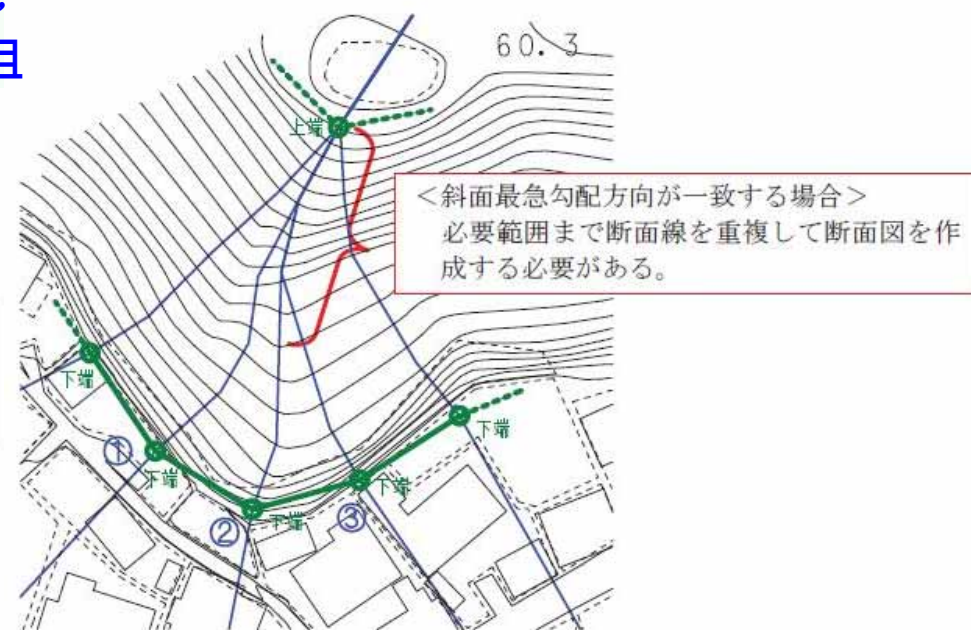


図 1.30 斜面上部で断面線が重複する場合の例



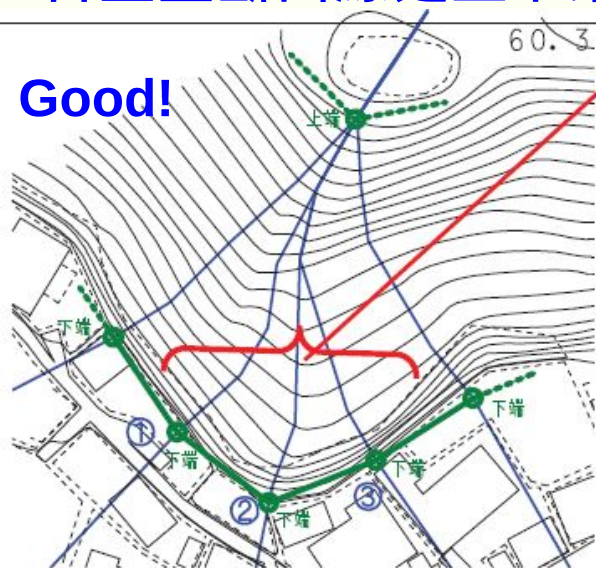
1.7 多階段坡之設定

<上下端位置之綜合判斷案例>

優質、效率、團隊

□ 各重疊斷面線之上下端處坡度均大於 30° 時

Good!



<概要>

断面①

上端（隣接断面と共有）と下端で求まる勾配が 30° 以上

断面②

上端（隣接断面と共有）と下端で求まる勾配が 30° 以上

断面③

上端（隣接断面と共有）と下端で求まる勾配が 30° 以上

<対応>

上端線：重複断面上の同一上端位置から上端線を設定

下端線：各断面上の下端位置を結ぶ線を下端線として設定

同上の事例で、各断面での下端位置が斜面途中に設定される場合のイメージ

NG!



- 同上例・但將下端設在坡面中段之情形
→不自然→NG



1.7 多階陡坡之設定

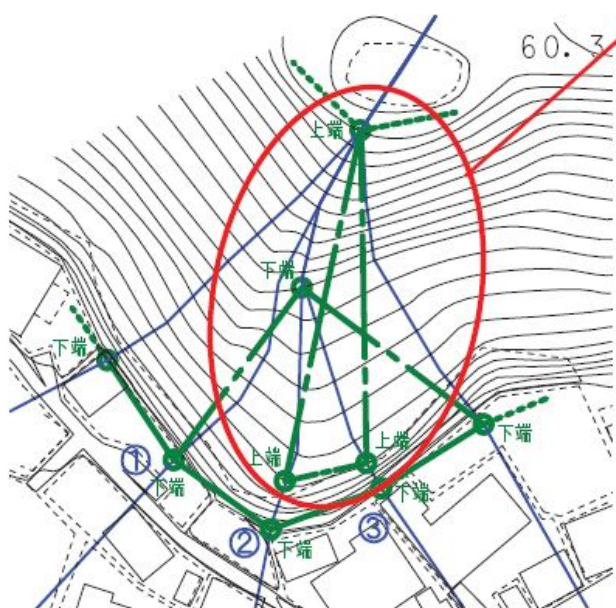
<上下端位置之綜合判斷案例>

優質、效率、團隊

□ 各重疊斷面線之上下端處坡度未滿 30° 時

✓ 不同橫斷面線之上下端線發生交錯之情形，宜將上下端位置作調整

✓ 排除局部斷面，下端線調整後之案例



<概要>

断面①

上端（隣接断面と共有）と下端で求まる勾配が 30° 以上

断面②

斜面途中に緩斜面があり2段斜面となる。下端線は2段設定できるが上端線は2段設定できない。

断面③

斜面途中に緩斜面があり2段斜面となる。下端線は2段設定できるが上端線は2段設定できない。

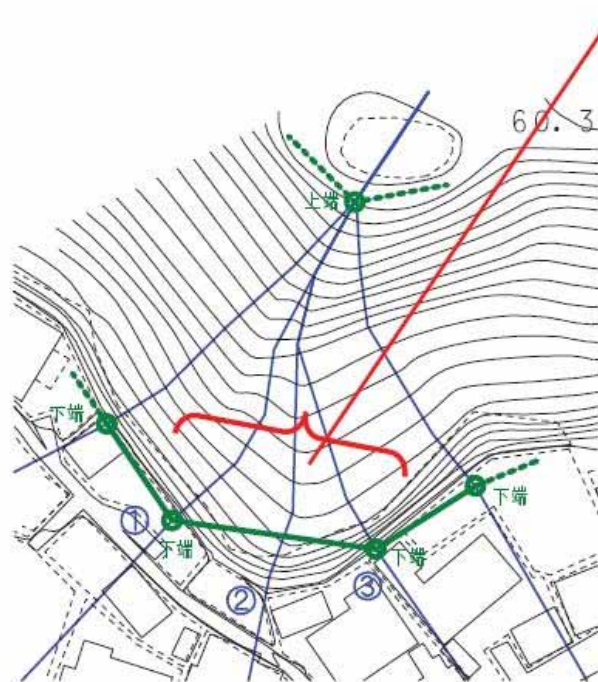
<対応>

上端線：最上端位置で上端線を設定

下端線：最下端位置で下端線を設定

注) 最上端と最下端で求められる勾配が 30° 未満となる場合は別途検討 (a-1, a-2 の判断)

図 1.35 断面線が重複する場合で多段斜面として設定した場合に上下端線が交錯する場合のイメージ



<概要>

断面①

上端（隣接断面と共有）と下端で求まる勾配が 30° 以上

断面②

上端（隣接断面と共有）は存在することになるが、断面地形が 30° 未満となり下端が存在しない

断面③

上端（隣接断面と共有）と下端で求まる勾配が 30° 以上

<対応>

上端線：最上端位置で上端線を設定

下端線：最下端位置で下端線を設定

このとき局所的に 30° 未満となる断面線は対象外として下端線を設定

注) ただし、 30° 未満の断面が連続する場合などについては、急傾斜地の分割とあわせて検討することを基本とする。

図 1.36 断面線が重複する場合で隣接断面状況から、局所的な断面を除いて下端線を設定する場合のイメージ



1.8 地形條件之現地確認

■ 室內作業後，應至現地確認：

- ✓ 橫斷面線
- ✓ 下端之現地設定
- ✓ 上端的現地確認
- ✓ 坡度及坡高之確認
- ✓ 左右端之現地確認

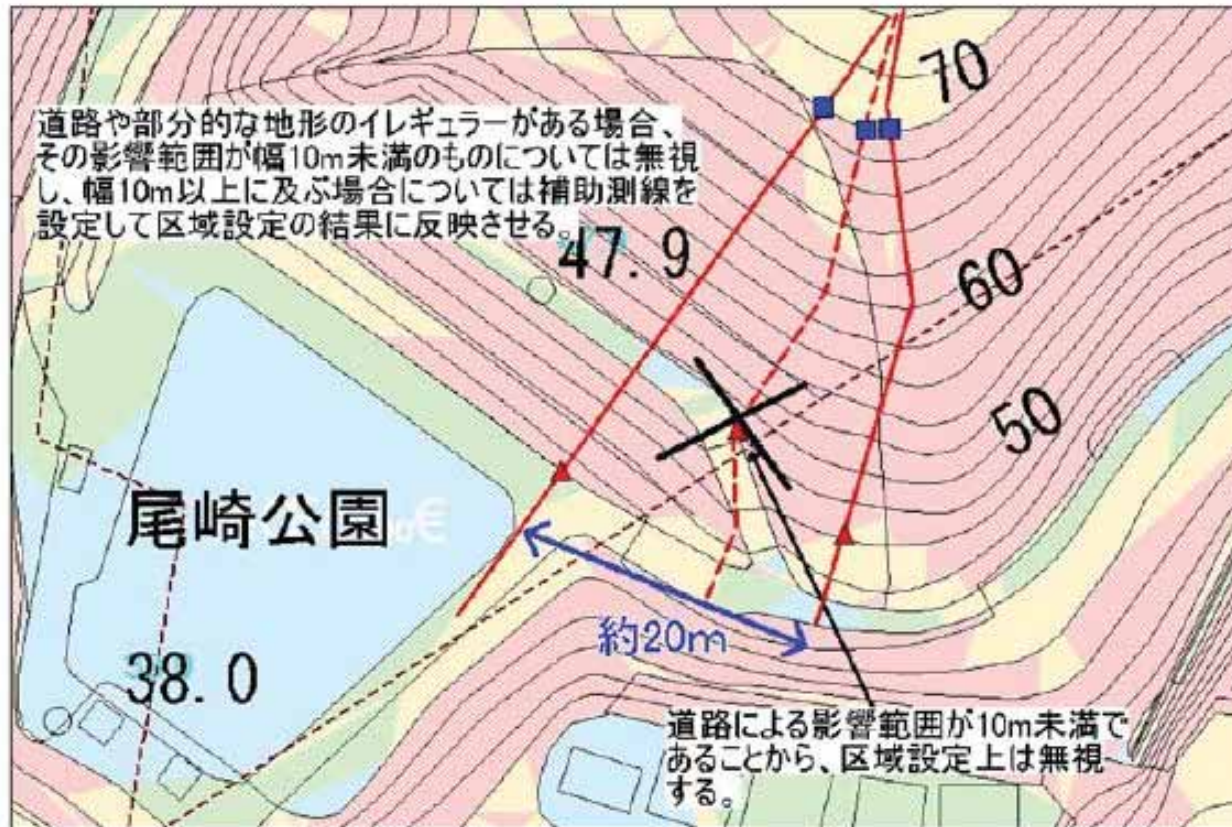


図 1.37 局所的地形イレギュラーの事例

□ 局部地形不規則案例

- ✓ 因道路影響，其範圍不到10m者，毋須考慮



1.9 下端位置内外業調査結果不同時之修正法

(1) 現地調査結果による机上の下端位置の修正方法

机上の下端位置を現地調査の結果によって修正する場合は、図 1.39 の方法により修正する。

この際、斜面が 30° 未満または、比高 5m 未満となった場合は簡易横断計測等により斜面を確定する。

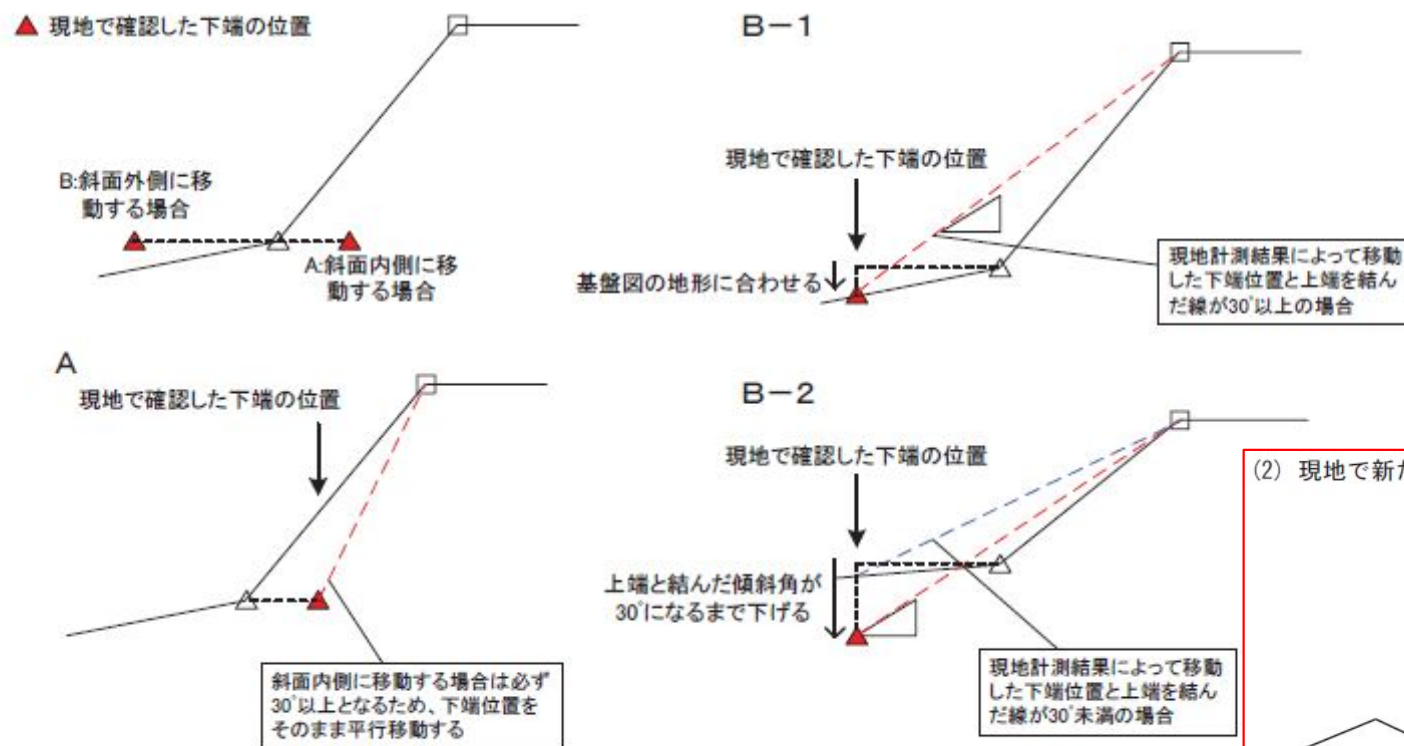


図 1.38 現地調査結果による机上の下端位置の修正方法

(2) 現地で新たに断面を追加した場合の机上への再現方法（断面図）

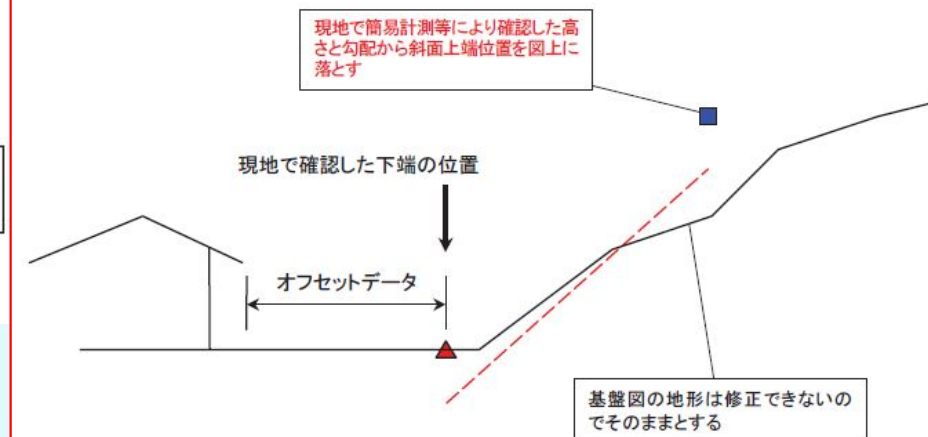
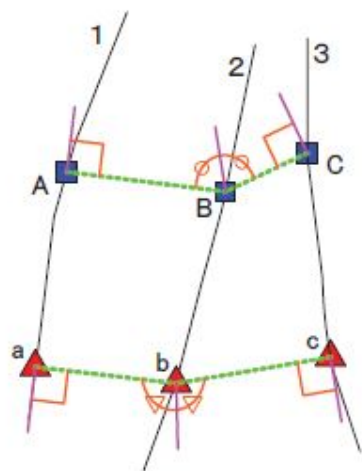
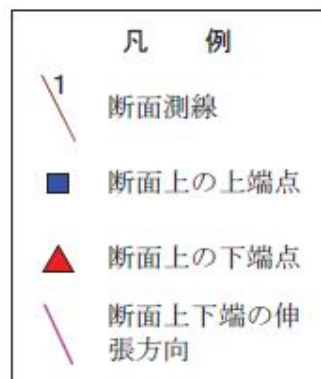
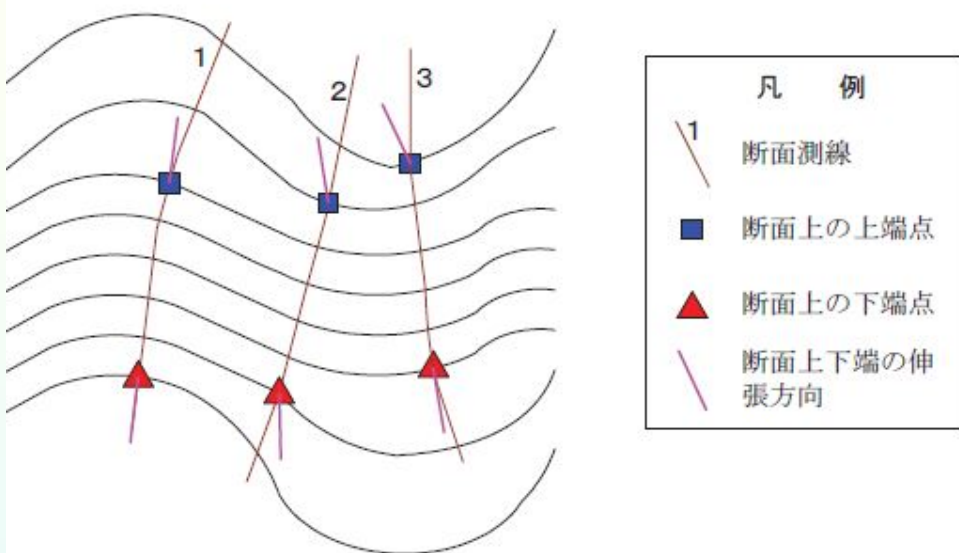


図 1.39 現地で新たに断面を追加した場合の机上への再現方法（断面図）

1.10 土石作用力之方向設定

□ 取相鄰2條上(下)端點連線之角平分線，即為土石作用力方向



【斜面端部の延長方向の設定】

斜面端部の上下端の延長方向は、端部の断面線の上端（下端）と隣接する断面の上端（下端）を結んだ線の直行方向に設定する。

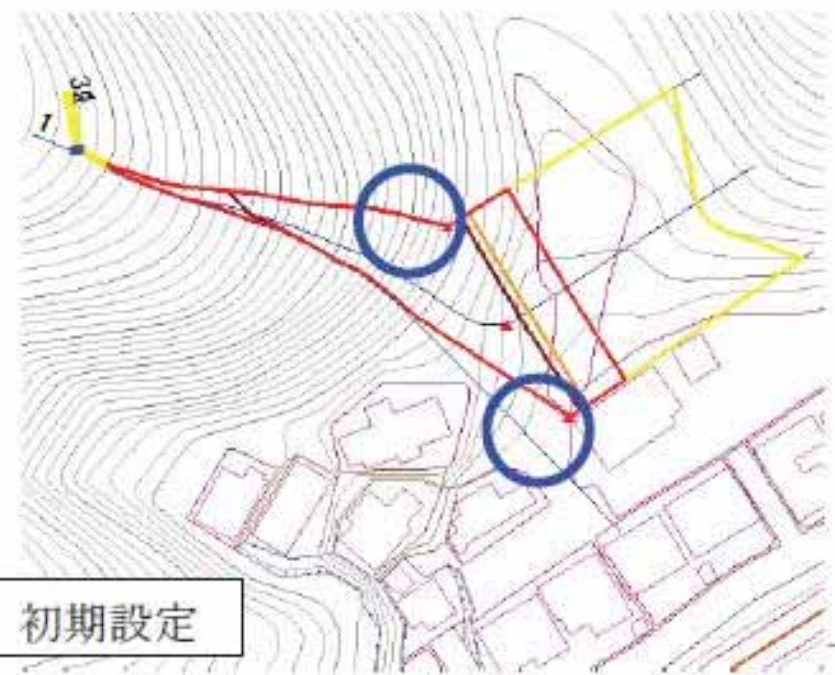
例）断面測線 1 の上端方向は、AとBを結んだ線に直行する方向とする。

【斜面内の断面上下端の延長方向の設定】

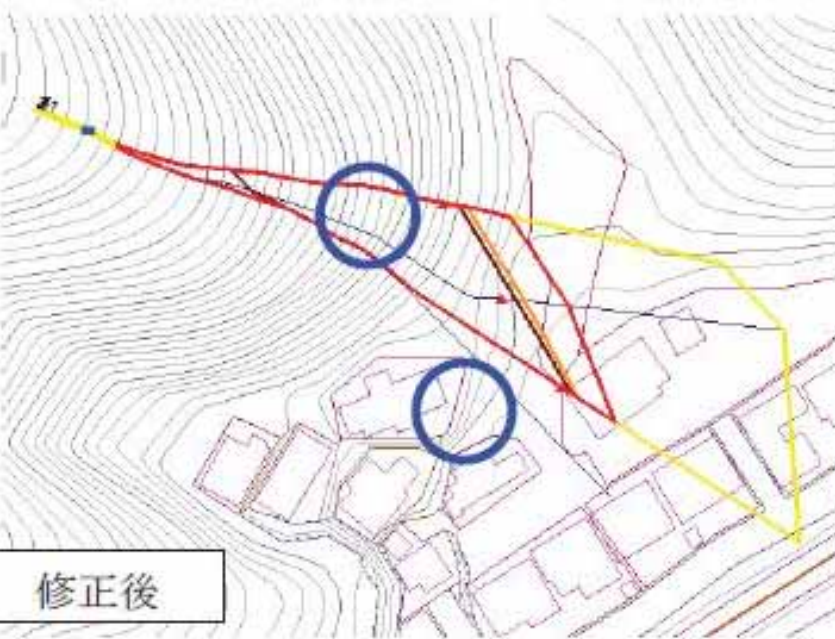
斜面内にある断面端部の上下端の延長方向は、当該断面線の上端（下端）と隣接する断面の上端（下端）を結んだ線がなす角を二等分した方向に設定する。

例）断面測線 2 の上端方向は、AとB、BとCを結んだ線がなす角を二等分する方向とする。

図 1.40 土石等の力の展開方向延長方法の解説図



初期設定



修正後

最後仍應依現地狀況調整結果



2.地質及崩塌規模想定調查

2.1 地質調查

2.2 崩塌規模想定調查

2.3 現地地質調查

2.1 地質調查

- 土壤參數將作為後續設定顯著災害潛勢區之參考依據
- 如地質判斷不易時，或作為一般案例解說時，建議可採用
 $\gamma=18\text{KN/m}^2$, $\phi=30^\circ$

表 2.1 土質定数等の一覧

項 目	記 号	単 位	参考値
土石等の比重	σ	t/m ³	2.6
土石等の容積濃度	c	—	0.5
土石等の密度	ρ_m	—	1.8
土石等の単位体積重量	γ	kN/m ³	14~20 ¹⁾
土石等の内部摩擦角	ϕ	°	15~40 ²⁾
土石等の流体抵抗係数	f_b	—	0.025
建築物の壁面摩擦角	δ	°	$\phi \times 2/3$

注 1) 道路土工—擁壁工指針—(平成 11 年 3 月)による—
 注 2) 新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成 8 年 4 月)

表 2.2 土石等の単位堆積重量設定例及び地表の状況・地盤の状況との対応

土 質	単位体積重量 γ (kN/m ³)	せん断抵抗角 (ϕ :°) (内部摩擦角)	地表の状況	地盤の状況
砂及び砂礫 (礫質土)	18	35	・風化、亀裂が発達していない岩 ・風化、亀裂が発達した岩 ・亀裂が発達、開口しており転石・浮石が点在する	・硬岩 溶岩・集塊岩等も含む 斜面中に未風化の部分が露岩している場合 ・軟岩 第三紀層・頁岩・砂岩等で斜面中に未風化の部分が露岩している場合 ・段丘堆積物
砂質土	17	30	・礫混じり土、砂質土	・硬岩 表層部の風化が進行し斜面中に露岩が認められない場合 ・軟岩 表層部の風化が進行し斜面中に露岩が認められない場合 ・強風化岩 (マサ・温泉余土等) ・火山碎屑物 風化集塊岩・凝灰角礫岩等 ・崩積土
粘性土	14	25	・粘質土	・火山碎屑物 (シラス・ローム等)

・土質と土石等の単位堆積重量・内部摩擦角の設定例については「道路土工—擁壁工指針—(平成 11 年 3 月)」を参考とした。

・地表の状況・地盤の状況の区分は「急傾斜地崩壊危険箇所等点検要領」に準拠した。

2.2 崩塌規模想定調査

□ 為定義崩塌時土石移動時之衝擊力及堆積時之土壓力，以作為後續設定**顯著災害潛勢區**之參考依據，必先設定**土石移動高(h_{sm})**及**崩塌土方量(V)**與**崩塌寬度(W)**

□ 想定土石移動高(h_{sm})

- ✓ 依據日本崩塌資料庫統計結果，淺層崩塌最大深度在2m以下者，佔90%
- ✓ 研究顯示土石移動高約為崩塌深的一半
- ✓ 故 h_{sm} 一般設為1m

□ 想定崩塌土方量(V)與崩塌寬度(W)

- ✓ 依據日本崩塌資料庫，以坡高分為8組，每組崩塌量之90%結果如表2.3
- ✓ 若現地調查資料結果比表2.3參考值為大時，則採現調結果

表 2.3 急傾斜地の高さ想定崩壊土量・想定崩壊幅の関係

急傾斜地の高さ H (m)	崩壊土量 V (m ³)	崩壊幅 W (m)	土砂の断面積 S (m ²)
$5 \leq H < 10$	41.9	13.8	3.0
$10 \leq H < 15$	78.9	17.1	4.6
$15 \leq H < 20$	101.2	18.6	5.4
$20 \leq H < 25$	150.0	21.2	7.1
$25 \leq H < 30$	214.3	23.9	9.0
$30 \leq H < 40$	238.3	24.8	9.6
$40 \leq H < 50$	371.4	28.8	12.9
$50 \leq H$	500.0	31.8	15.7

出典：「土砂災害防止に関する基礎調査の手引き」（平成 13 年 6 月，財団法人砂防ボランティア整備推進機構）参考資料（参表 4-2）」改訂版
ただし、土砂の単位断面積（ S ）は V/W として算出している。

2.3 現地地質調查

- 土壤特性判斷之標準可參表 2.4
- 坡面如以風化岩盤為主體時，由風化狀態所對應之崩塌土體去評估土壤參數，不必考慮剝離型的落石等
- 但如坡面為無表土且無淺崩及落石等非常堅固之岩盤時，如要認定無危險性，仍需與監督員討論後才能確認

表 2.4 土質の判断基準の目安

区 分	判断基準
粘性土	(シルト+粘土) 分を 50%以上含む土
砂質土	(シルト+粘土) 分が 50%以下であり、残りの成分で砂分の方が礫分より多い土
礫質土	(シルト+粘土) 分が 50%以下であり、残りの成分で礫分の方が砂分より多い土



3.治理工程現況調查

- 3.1 治理工程等之施工狀況調查
- 3.2 治理工程之成效評估
- 3.3 由管理者評估治理工程之成效
- 3.4 災源地治理工程之成效評估
- 3.5 待命型治理工程之成效評估



3.1 治理工程等之施工状況調査

優質、效率、團隊

□ 調査項目

✓ 有無工程及其類型

- 將工程位置及範圍標示於1/2500地形圖
- 類型分類參表3.1

✓ 掌握有無延長及其規模

- 延長係指每種工程在陡坡下端平行方向延長
- 如工程保護對象位於陡坡上端，而下端無保全對象，則於上端平行方向延長

✓ 施作單位

- 急傾斜地崩壊対策事業(地方政府)
- 治山事業(中央、地方政府)
- その他の事業(中央、地方政府)
- 個人設施
- :

表 3.1 対策施設等の種類と調査項目

区 分	工 種	調査項目
のり切	のり切	不安定土塊（オーバーハング、浮石等）を除去する切土工
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
急傾斜地の崩壊を防止するための施設の設置	擁壁工	延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・擁壁天端の幅・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・擁壁天端の幅・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
	アンカー工	延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
	杭工	延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
	押さえ盛土工	延長・高さ（最大値）・盛土の幅・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
	柵工	延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
	張工	延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
のり面保護施設	植生工	延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
	吹付工	延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
	のり砕工	延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
	柵工	延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
	ジャカゴ工	延長・高さ（最大値）・カゴ工の幅・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・カゴ工の幅・事業種・施工年
排水施設	地表水排除工	延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
土石等を堆積させるための施設の設置	待受け式擁壁工	延長・高さ（最大値）・事業種・施工年
		延長・高さ（最大値）・事業種・施工年



3.2 治理工程之成效評估

- 治理工程分為「災源地治理工程」及「待命型治理工程」
- 又可分為
 - ✓ 政府設施(包含急傾斜地崩壊対策事業、治山事業)
 - ✓ 民間設施
 - ✓ 其他設施

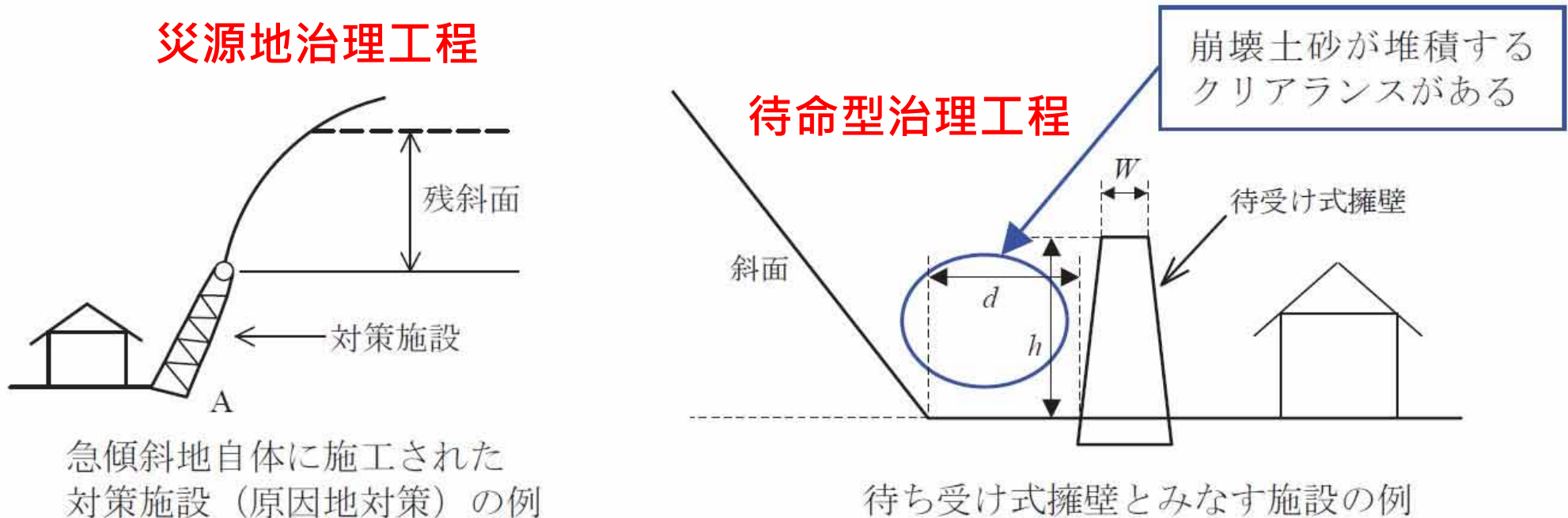


図 3.1 原因地対策施設と待ち受け式擁壁の模式図

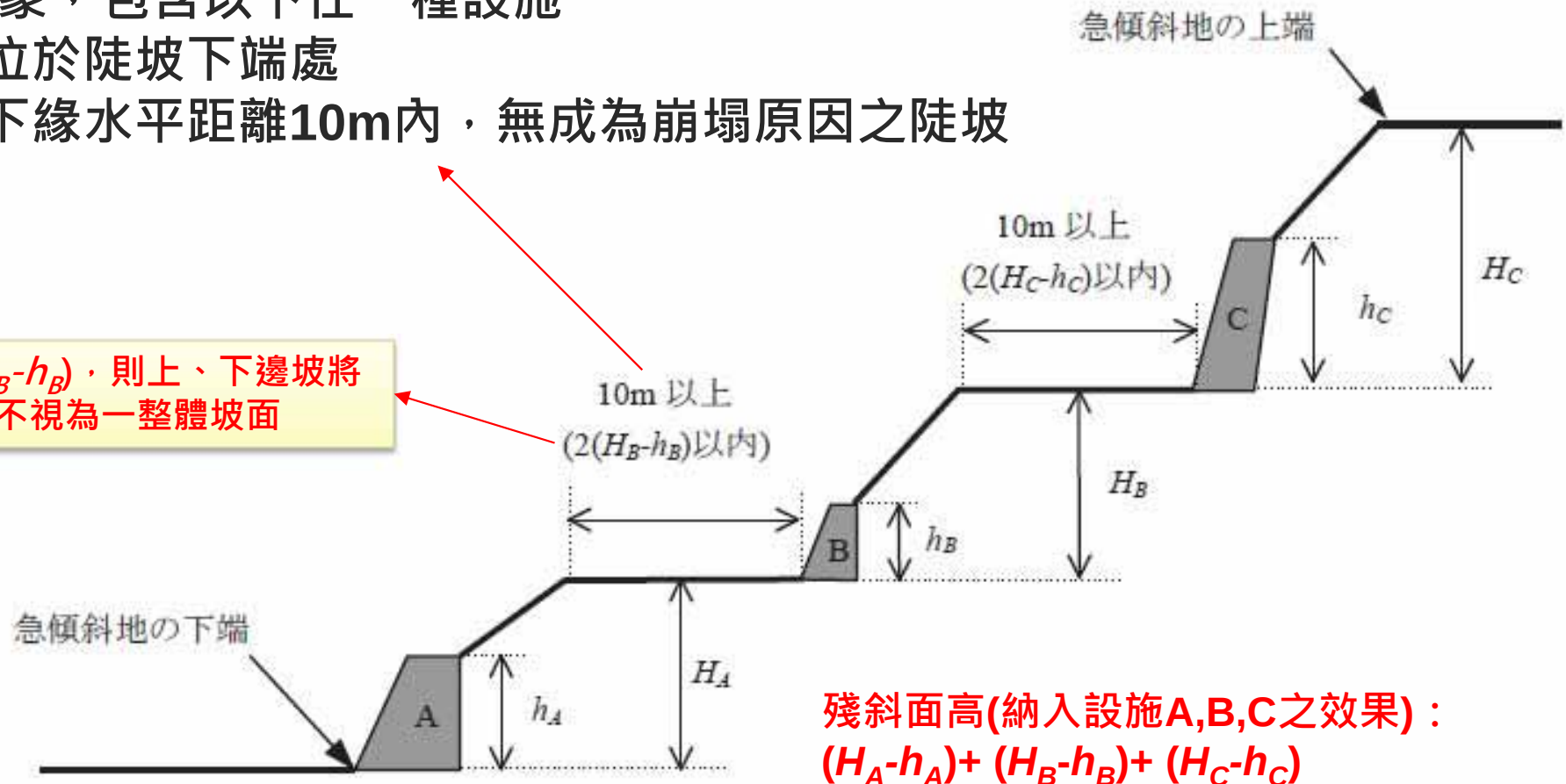
3.3 由管理者評估治理工程之成效

3.1.1 災源地治理工程之調查

□ 調查對象，包含以下任一種設施

- ✓ 工程位於陡坡下端處
- ✓ 工程下緣水平距離10m內，無成為崩塌原因之陡坡

若超過 $2(H_B - h_B)$ ，則上、下邊坡將個別討論，不視為一整體坡面



殘斜面高(納入設施A,B,C之效果)：
 $(H_A - h_A) + (H_B - h_B) + (H_C - h_C)$

殘斜面の高さ（施設 A、B、C の効果量を加味）： ~~$(H_A - h_A) + H_B + (H_C - h_C)$~~

（ただし、 ~~$(H_A - h_A)$, H_B , $(H_C - h_C)$~~ いずれも $\geq 5\text{m}$ であること）

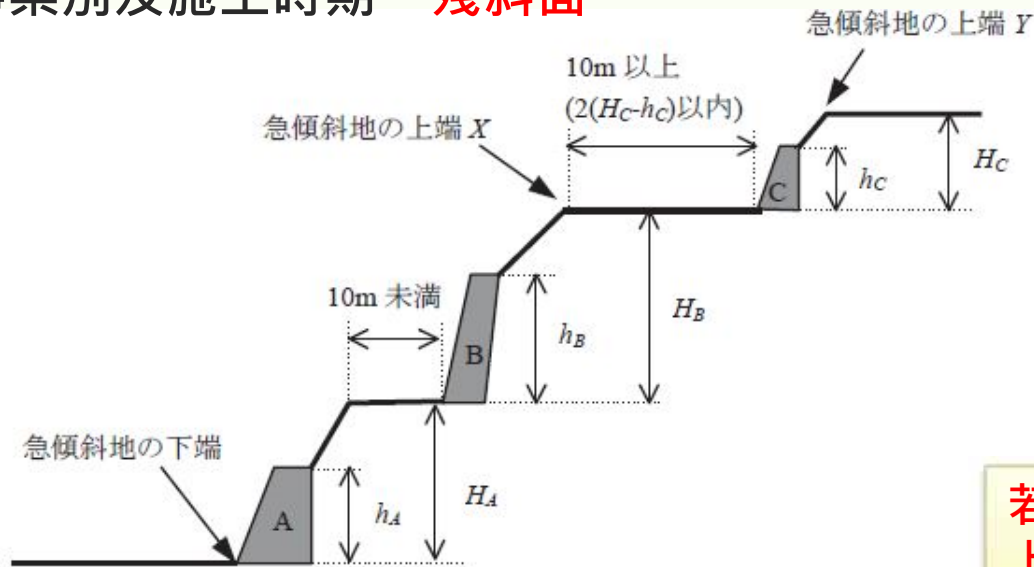
$(H_A - h_A)$, $(H_B - h_B)$, $(H_C - h_C)$ 任一個均 $\geq 5\text{m}$

図 3.3 原因地対策施設の対象範囲（例 1）

3.3 由管理者評估治理工程之成效

3.3.1 災源地治理工程之調查

- 調查項目：種類、延長、構造與材質、事業別及施工時期、**殘斜面**



殘斜面の高さ（施設 A, C の効果量のみ加味）： $(H_A - h_A) + H_B + (H_C - h_C)$

（ただし、 $(H_A - h_A)$, H_B , $(H_C - h_C)$ いずれも $\geq 5\text{m}$ であること→急傾斜地の上端は Y 地点）

殘斜面の高さ（施設 A の効果量のみ加味）： $(H_A - h_A) + H_B$

（ただし、 $(H_A - h_A)$, $H_B \geq 5\text{m}$ 、 $(H_C - h_C) < 5\text{m}$ の場合→急傾斜地の上端は X 地点）

この図の場合、施設 B の下部側 10m 以内に崩壊の原因となる斜面（急傾斜地）が存在することから、施設 B の効果は計上しない。

また、 $(H_C - h_C) < 5\text{m}$ の場合は施設 C を含む斜面が単独で急傾斜地として成り立たない（急傾斜地と見なさない）ことから、下部斜面との連続を検討する際には対象外となる。

図 3.4 原因地対策施設の対象範囲（例 2）

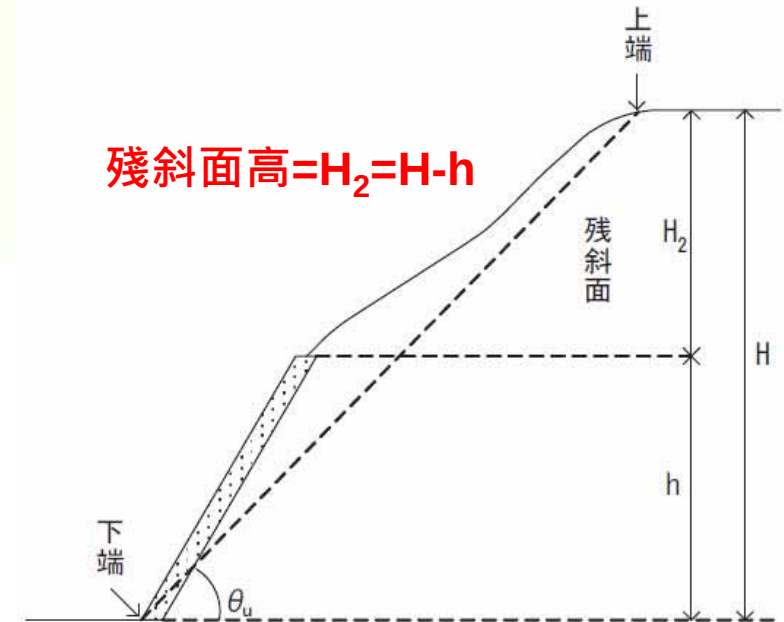


図 3.5 殘斜面の模式図

若 $(H_A - h_A)$, H_B , $(H_C - h_C)$ 任一個均 $\geq 5\text{m}$ ，則陡坡上端設在 Y 點，殘斜面高 $= (H_A - h_A) + H_B + (H_C - h_C)$

若 $(H_A - h_A)$, H_B 均 $\geq 5\text{m}$ ，但 $(H_C - h_C) < 5\text{m}$ ，則陡坡上端設在 X 點，殘斜面高 $= (H_A - h_A) + H_B$

此處因設施 B 下緣 10m 內有崩塌原因之陡坡，故設施 B 之效果不計入

當 $(H_C - h_C) < 5\text{m}$ 時，亦即設施 C 之坡面不被視為陡坡，故討論其下部及連續坡面時，將被排除



3.3 由管理者評估治理工程之成效

3.3.2 待命型治理工程之調查

- 調查項目：種類、延長、構造與材質、事業別及施工時期、**庫容區(ポケット)之斷面積**、**設施上部的攔石網(ストーンガード)規格等**

攔石網(ストーンガード)

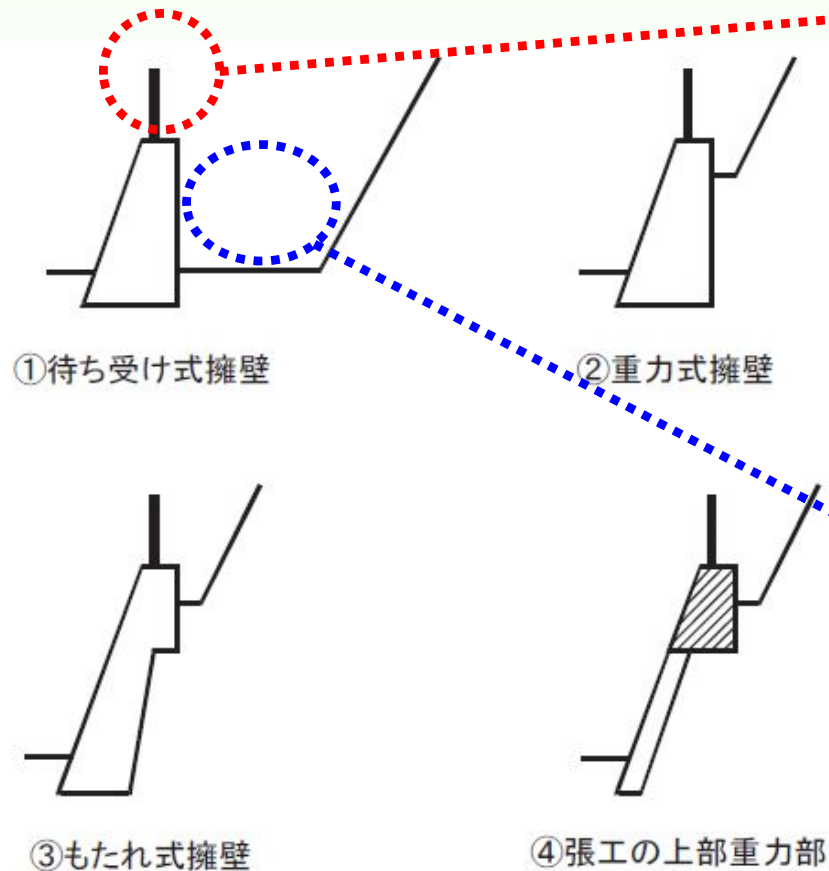


図 3.6 対象とする対策施設の例

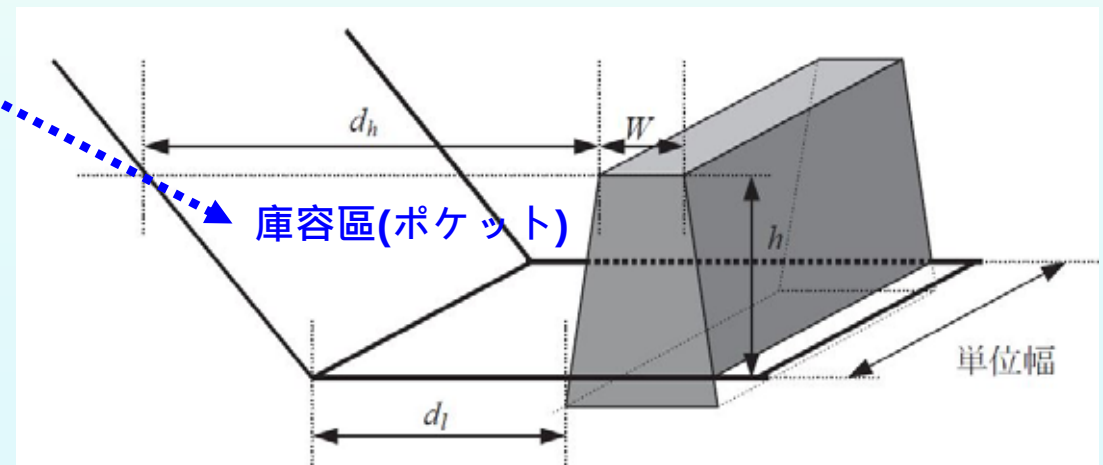


図 3.7 待受け式擁壁の計測箇所



3.4 災源地治理工程之成效評估

(1) 依設施位置之成效評估

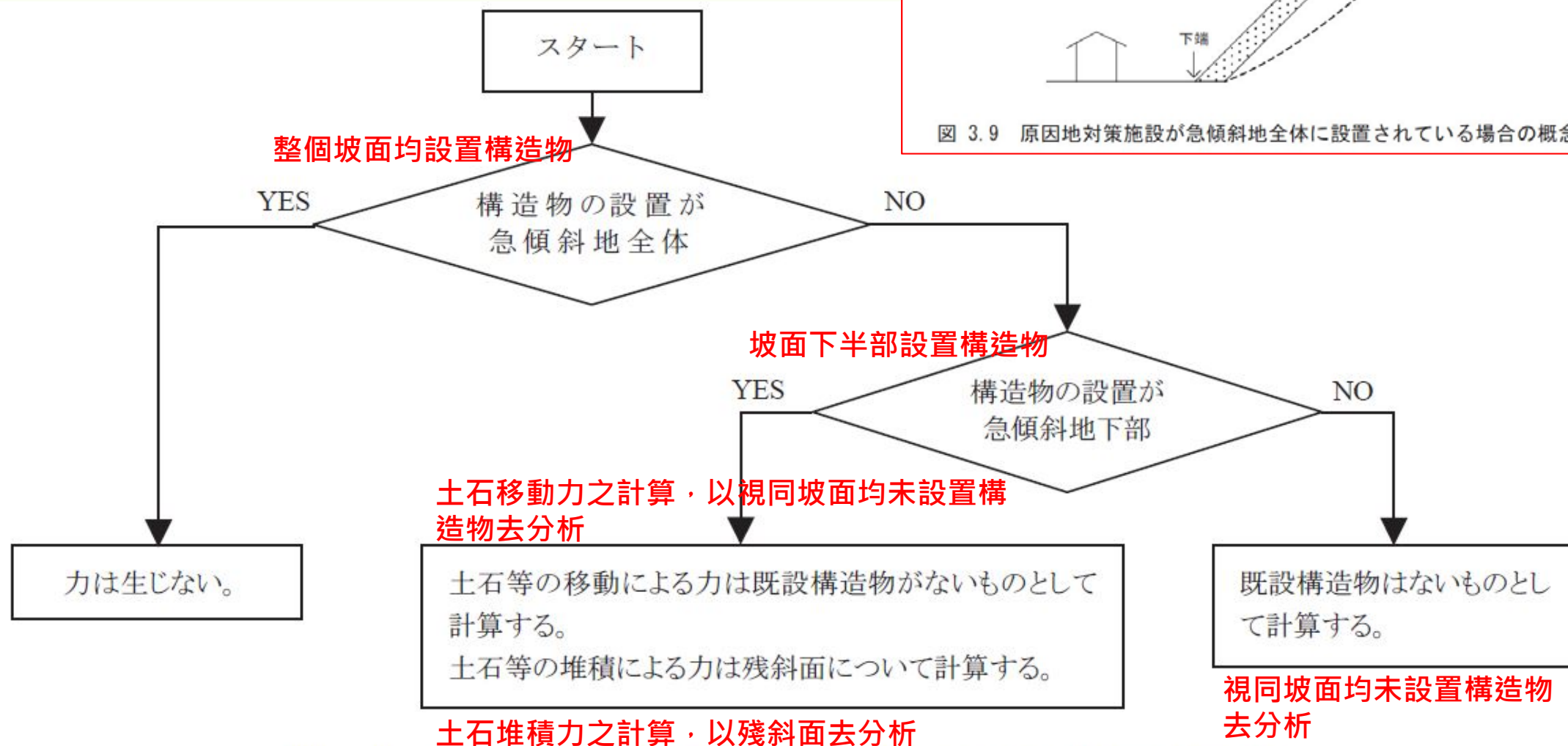
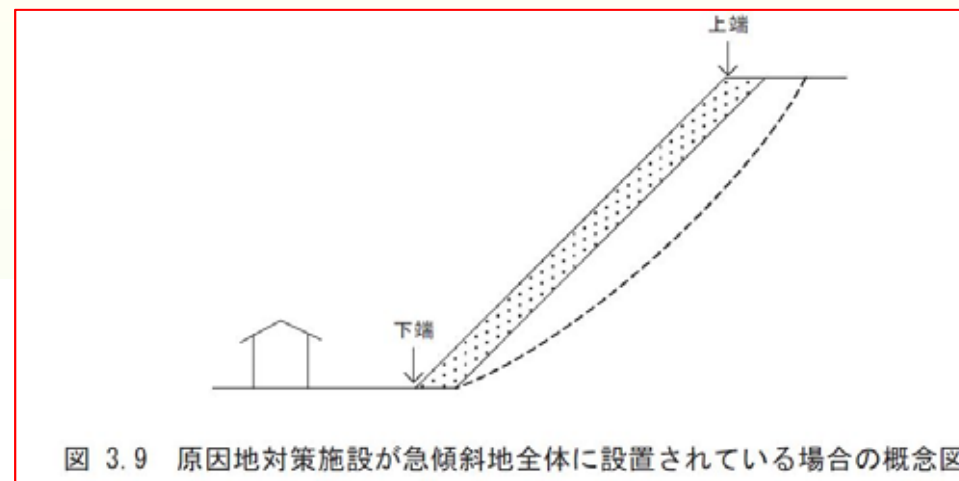


図 3.8 原因地对策が施工されている場合の施設効果の考え方



3.4 災源地治理工程之成效評估

優質、效率、團隊

(1) 依設施位置之成效評估

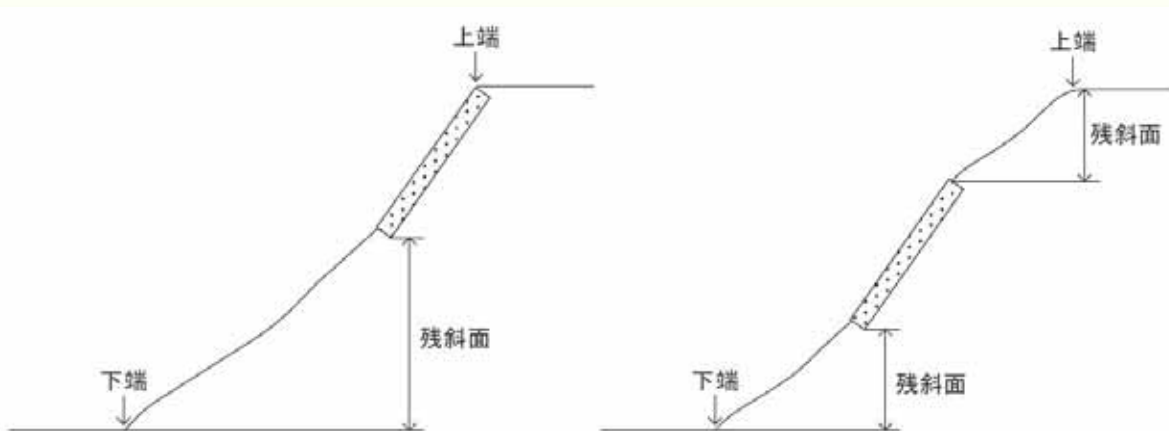


圖 3.10 原因地対策施設(表面工)が急傾斜地の中部に設置(上図)と上部に設置(下図)されている場合の概念図

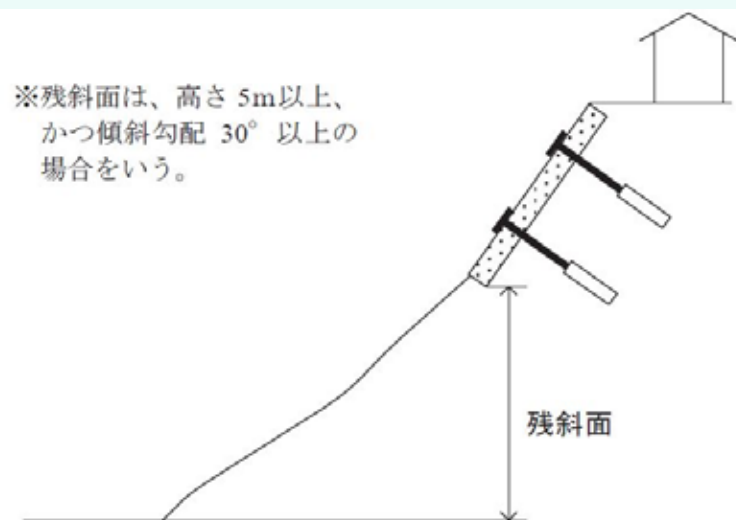


圖 3.11 原因地対策施設(擁壁工等)が急傾斜地の上部に設置されている場合の概念図

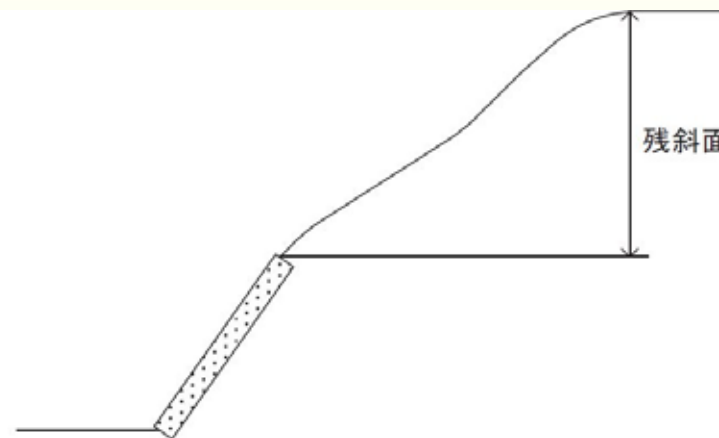


圖 3.12 原因地対策施設が急傾斜地の下部に設置されている場合の概念図

(2) 設施變化後之成效評估

■ 檢查項目：

- ① 設施有變形
- ② 設施有卡住
- ③ 設施有明顯裂縫
- ④ 材料(如混凝土、鋼筋等)有劣化現象
有上述變化時，應注意設施頂部
- ⑤ 背面之地表有無龜裂
- ⑥ 背面之地表有無高差
- ⑦ 背面之地表有無下陷
- ⑧ 前面有無隆起



3.5 待命型治理工程之成效評估

(1) 待命型治理工程之成效評估基準

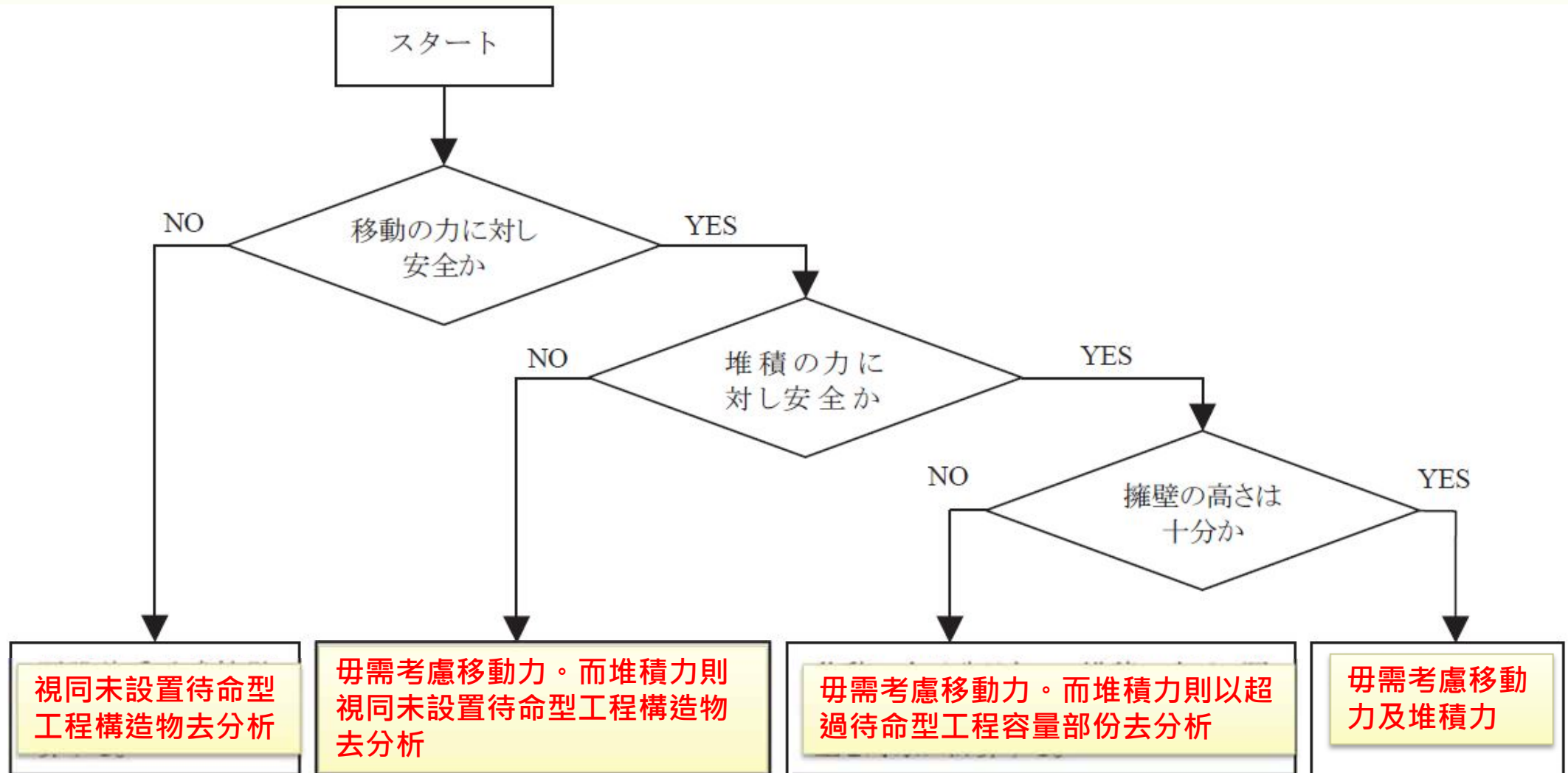


図 3.13 待受け式対策施設の効果評価基準



3.5 待命型治理工程之成效評估

優質、效率、團隊

(2)待命型擋土牆之成效評估

① 移動衝擊力之安全評估，應考慮滑動、傾倒、下陷、破損等狀況

待受け擁壁が受ける崩壊土砂の衝撃力（ F ）は、以下のとおりとする。

原則として $\alpha=0.5$ とするが、 $\alpha \neq 0.5$ とする必要があるときは、下記出典に示す事務連絡を参考に監督員と協議のうえ、慎重に取り扱うものとする。

$$F = \alpha \cdot F_{sm}$$

F_{sm} : 移動の力 (kN/m²)

α : 衝撃力緩和係数

(出典：国土交通省河川局砂防部保全課 事務連絡 平成 15 年 10 月 21 日)

- ② 堆積力之安全評估，應考慮滑動、傾倒、下陷等狀況
- ③ 容量相關安全評估

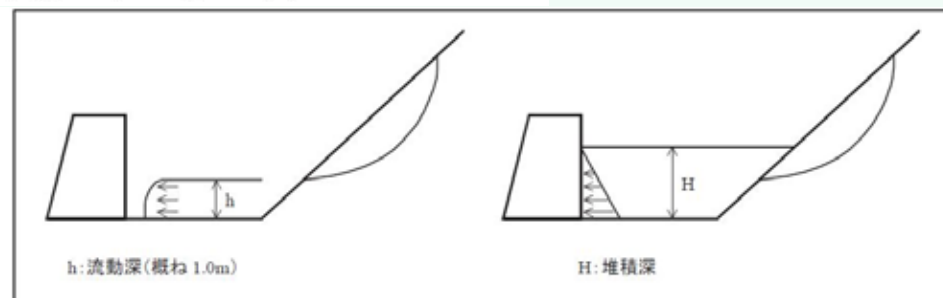


図 3.14 崩壊土砂による衝撃力とその後の堆積による土圧

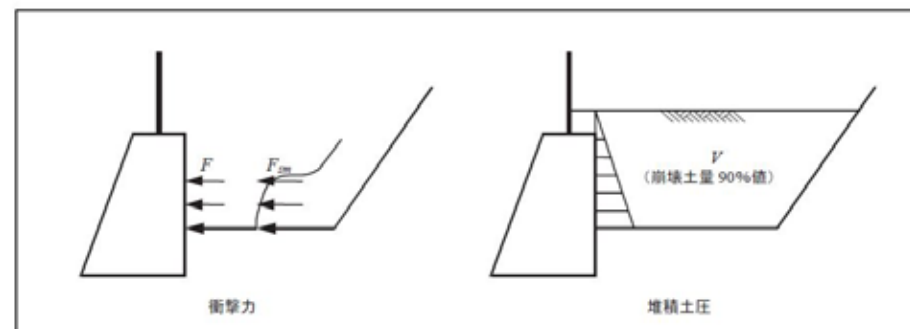


図 3.15 待ち受け擁壁に作用する力



3.5 待命型治理工程之成效評估

(3)待命型擋土牆之成效評估方法

- ① 移動衝擊力之安全評估，應考慮滑動、傾倒、下陷、破損等狀況
- ② 堆積力之安全評估，應考慮滑動、傾倒、下陷等狀況
- ③ 容量相關安全評估

表 3.2 安全率

荷重ケース		衝擊力作用時	崩壊土砂堆積時
状態図			
安全率	滑動	$F_s > 1.0$	$F_s \geq 1.2$
	転倒	$ e \leq B/3$	$ e \leq B/3$
	支持地盤の支持力	$q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 1.0$	$q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 2.0$



4.崩塌災害歷史調查

4.1 歷史災害履歷調查

4.2 崩塌想定相關調查

4.1 歷史災害履歷調查

- 發生時間(年月日時)、位置(平面坐標)
- 崩塌規模，如表4.1
- 傷亡人數、被災房屋構造(木造、非木造)、受災規模(全毀、半毀、部份)、受災戶數
- 降雨量(連續雨量、24小時雨量、災前1小時雨量)
- 其他(土壤參數等)

表 4.1 崩塌の規模の把握方法

記号	項 目	単位	精 度	記号	項 目	単位	精 度
H_1	急傾斜地の高さ	m	小数点第1位	θ	急傾斜地の傾斜度	m	小数点第1位
H_2	崩塌高	m	小数点第1位	D	崩塌深	m	小数点第1位
W_1	崩塌幅	m	小数点第1位	W_2	土石等の広がり幅	m	小数点第1位
L_1	崩塌長	m	小数点第1位	L_2	土石等の到達距離	m	整数
—	土石等の量 (実績)	m ³	整数				

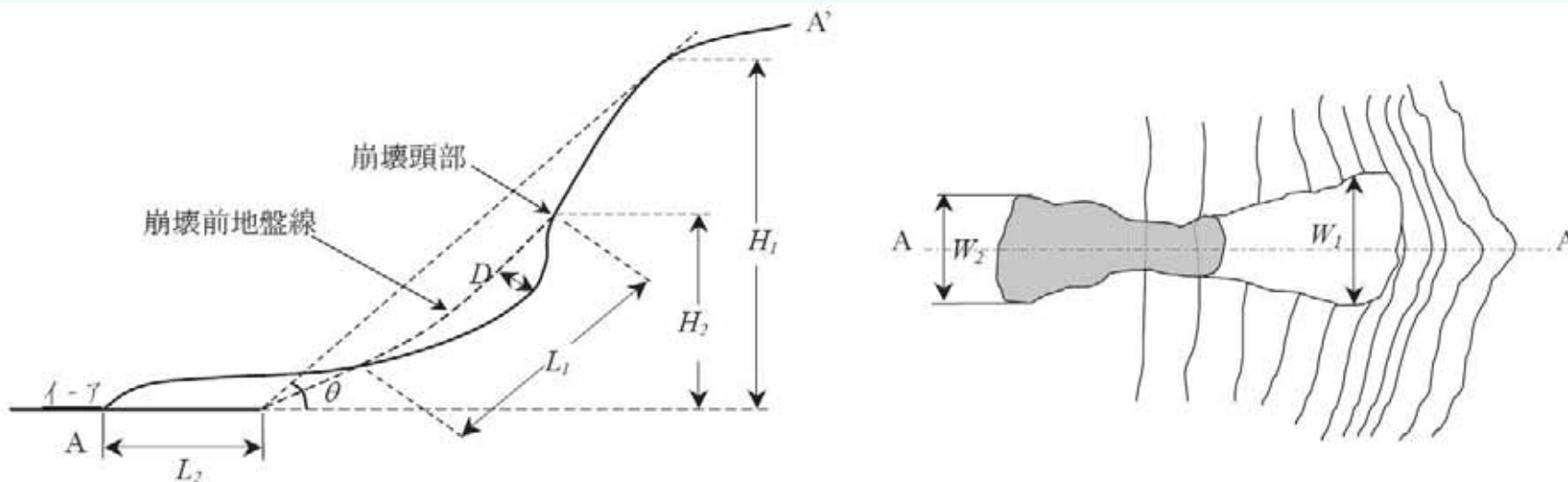


図 4.1 崩塌状況の模式図

4.2 崩塌想定之相關調查

■ 基於災害履歷調查的方法

- ✓ 周邊地區有相同地形、地質之坡面災害時，可參考推定之
- ✓ 前項所稱之「有相同地形、地質之坡面」，以下面3條件定之
 - 地理條件：該陡坡二端起連續陡坡之下端100m範圍內
 - 地形條件：同為山脊型/谷形/平行坡面，坡度、坡高類似
 - 地質條件：1/50,000地質圖上地質條件相同

■ 著重於坡面地形變化的方法

- ✓ 由該坡面之過去崩塌遺跡推定

■ 基於崩塌災害歷史資料的方法

- ✓ 由表2.3之參考數據去推定

表 2.3 急傾斜地の高さ想定崩壊土量・想定崩壊幅の関係

急傾斜地の 高さ H (m)	崩壊土量 V (m ³)	崩壊幅 W (m)	土砂の断面積 S (m ²)
$5 \leq H < 10$	41.9	13.8	3.0
$10 \leq H < 15$	78.9	17.1	4.6
$15 \leq H < 20$	101.2	18.6	5.4
$20 \leq H < 25$	150.0	21.2	7.1
$25 \leq H < 30$	214.3	23.9	9.0
$30 \leq H < 40$	238.3	24.8	9.6
$40 \leq H < 50$	371.4	28.8	12.9
$50 \leq H$	500.0	31.8	15.7

出典：「土砂災害防止に関する基礎調査の手引き」（平成 13 年 6 月，財団法人砂防フロンティア整備推進機構）参考資料（参表 4-2）」改訂版
ただし、土砂の単位断面積（ S ）は V/W として算出している。



5.崩塌災害潛勢地區劃定方式

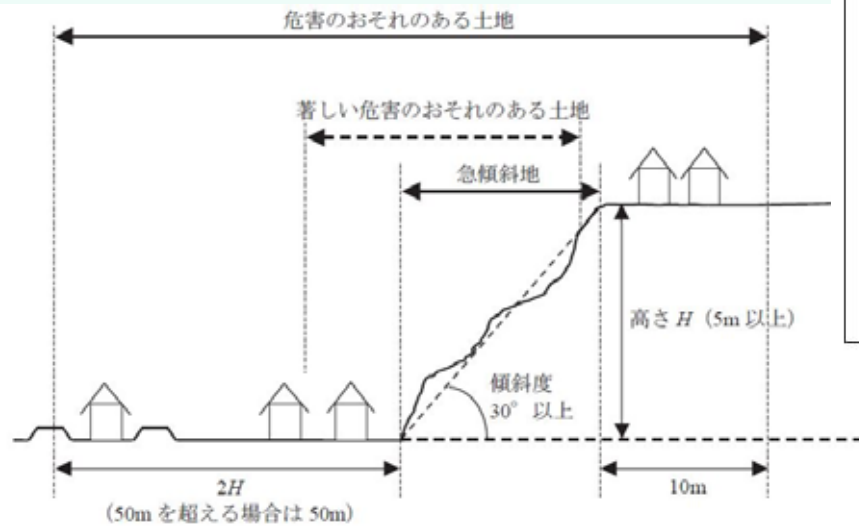
5.1 災害潛勢區之設定(黃區)

5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)

5.崩壊災害潛勢地區劃定方式



図 5.1 危害のおそれのある土地等の区域設定フロー



* 急傾斜地下端からの水平距離は崩壊により建築物に作用する力が通常の居室を有する建築物の耐力を上回る範囲とする。

図 5.2 危害のおそれのある土地等の設定概念図

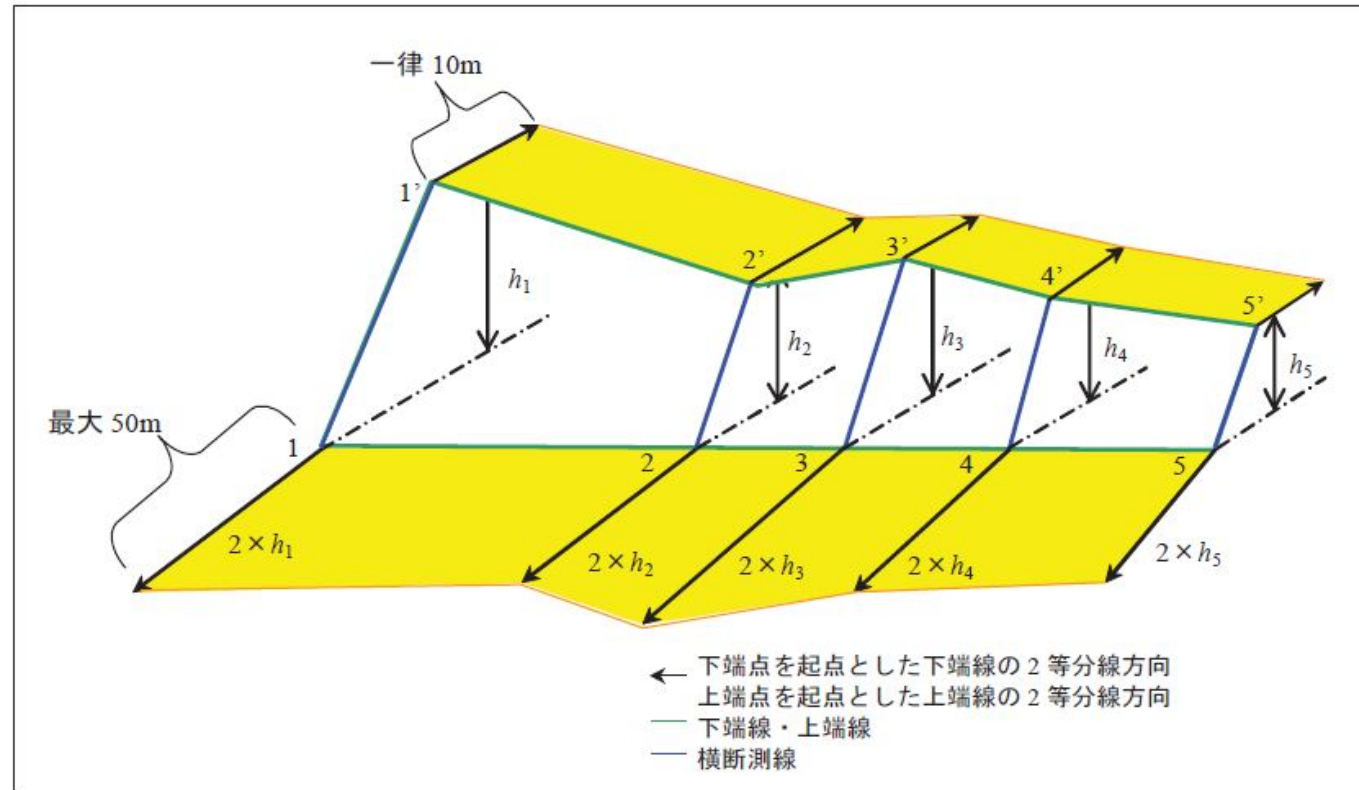


図 5.3 危害のおそれのある土地等の設定概念図

5.1 災害潛勢區之設定(黃區)

5.1.1 災害潛勢區上端之設定

- 取橫斷面之上端點連線之角平分線方向，延伸10m處，即為黃區之上端點
- 在橫斷面之左右端處，因無角平分線，故取垂直方向
- 最後仍需依現地狀況土砂可能移動方向修正

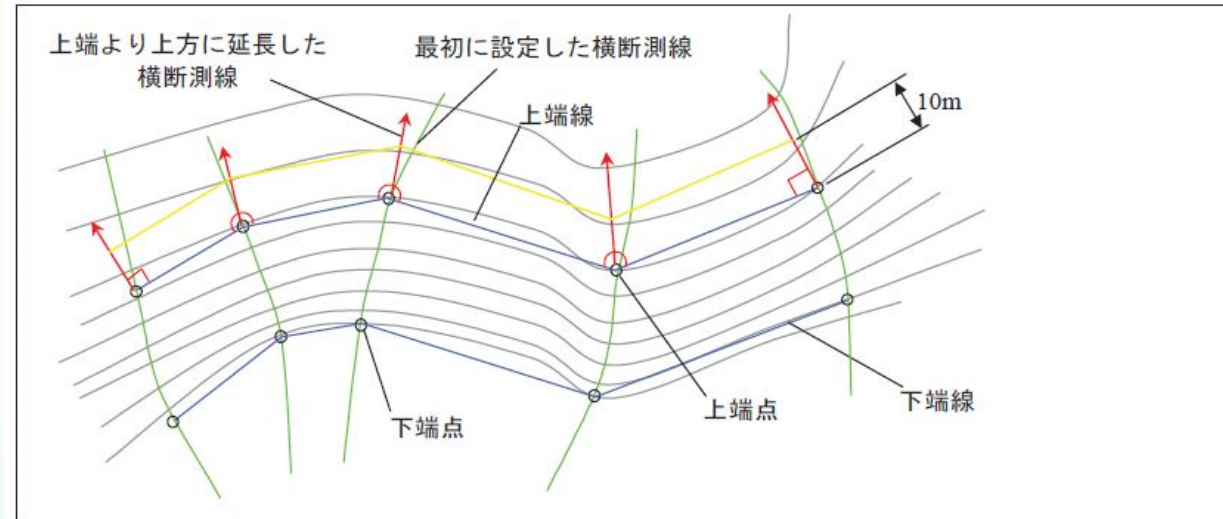


図 5.5 「危害のおそれのある土地」の上端の設定方法

5.1.2 災害潛勢區下端之設定

- 取橫斷面之下端點連線之角平分線方向，延伸坡高2倍(但不逾50m)處，即為黃區之下端點
- 在橫斷面之左右端處，因無角平分線，故取垂直方向
- 最後仍需依現地狀況土砂可能移動方向修正

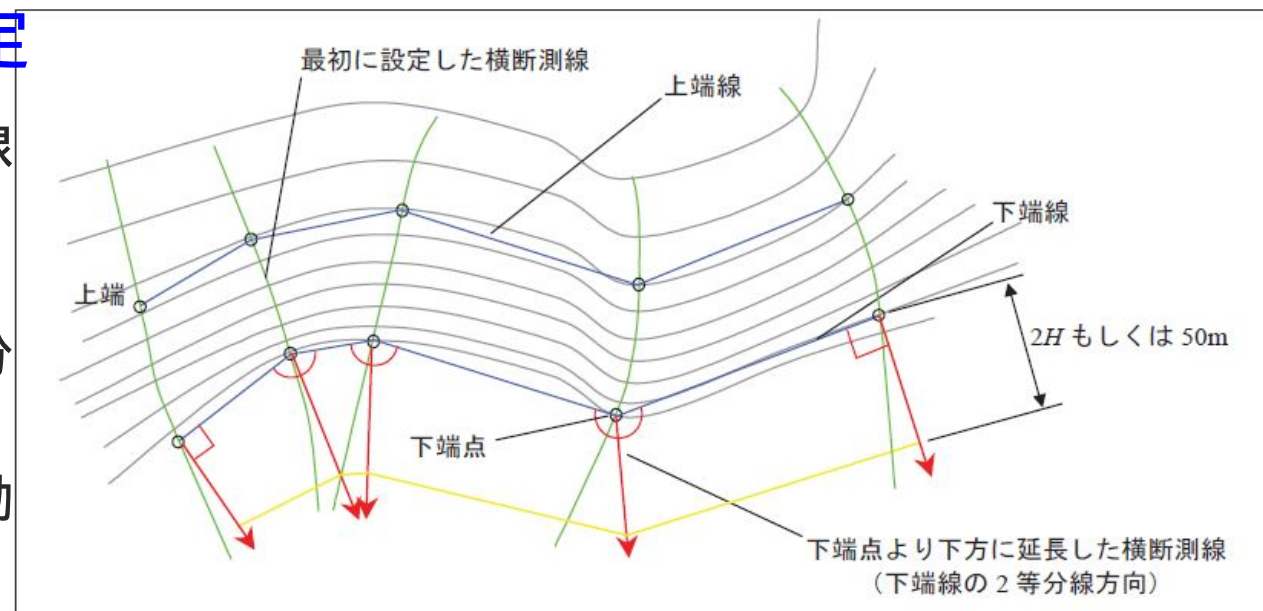


図 5.6 「危害のおそれのある土地」の下端の設定方法



5.1 災害潛勢區之設定(黃區)

5.1.3 災害潛勢區範圍設定

(1) 横斷面線之延長線交叉之狀況

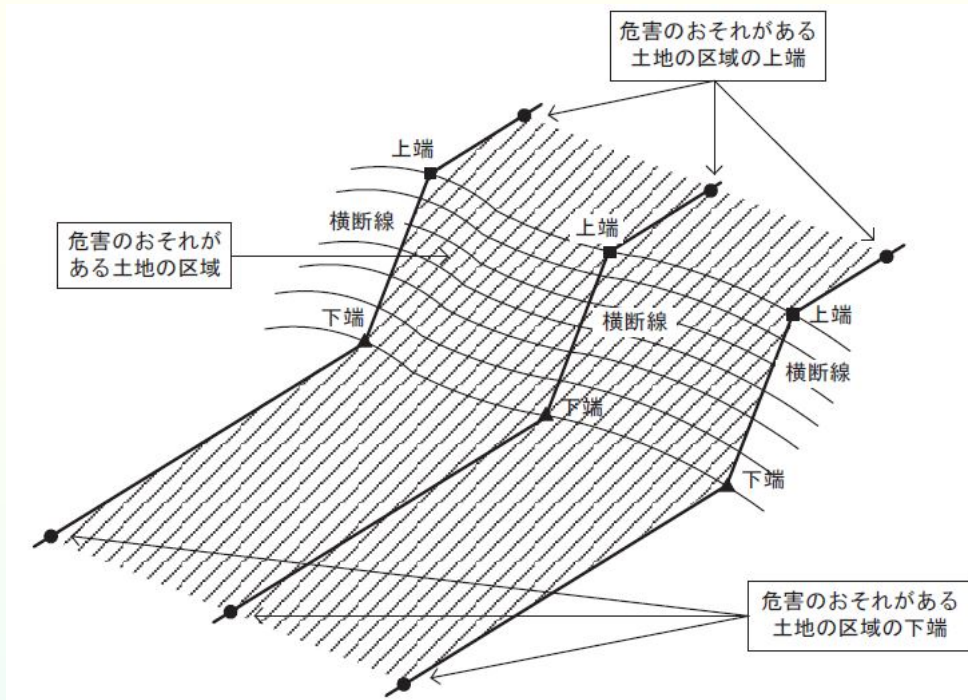
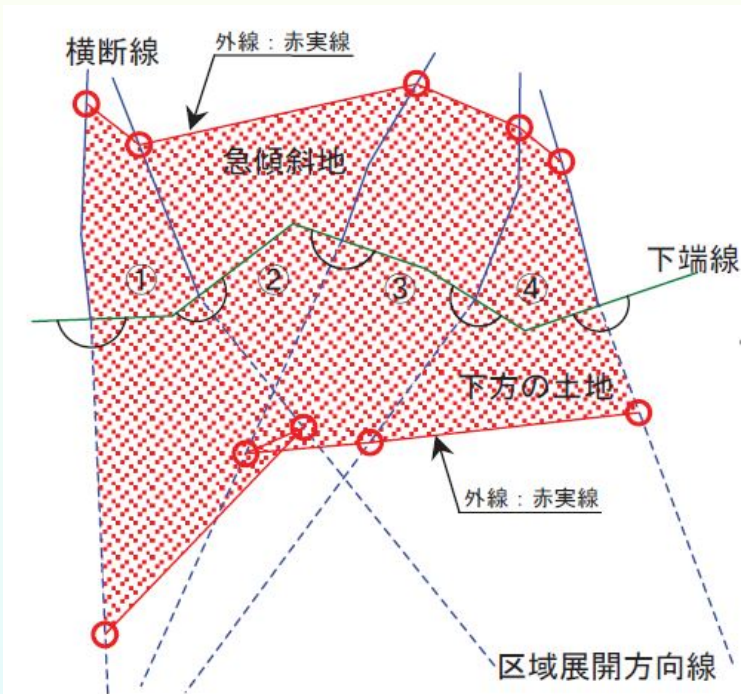


図 5.8 危険のおそれがある土地の範囲の設定例

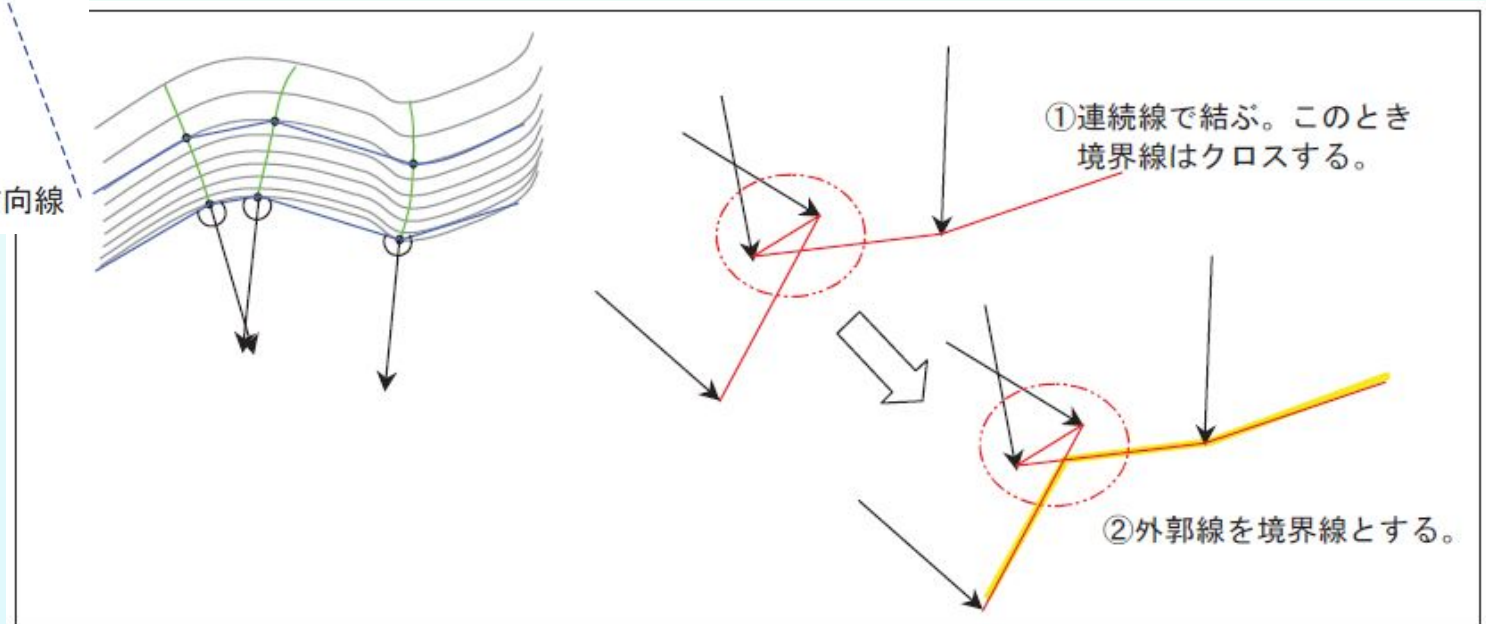


図 5.9 2等分線による区域展開線が交差する場合

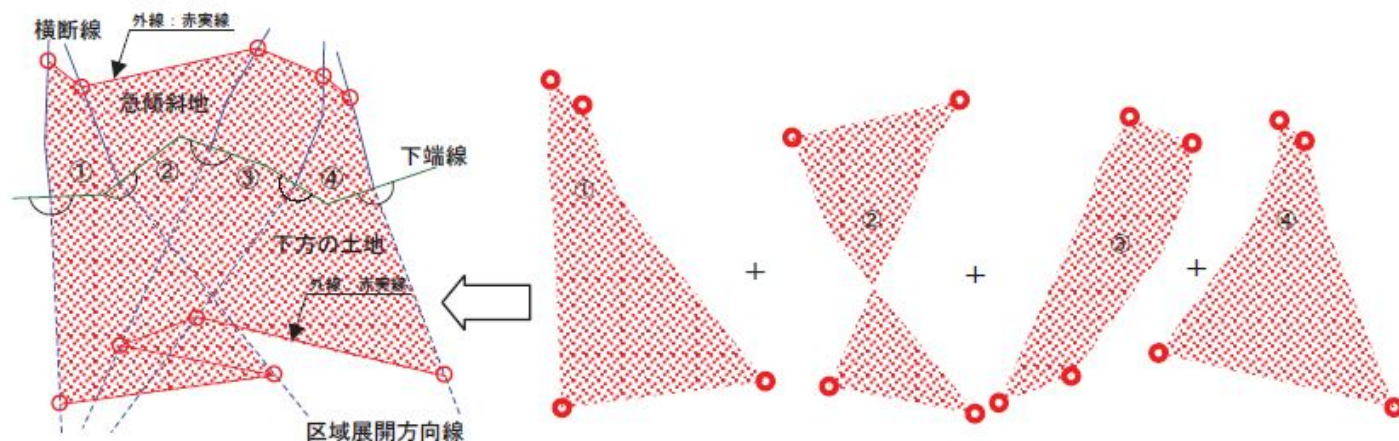


5.1 災害潛勢區之設定(黃區)

5.1.3 災害潛勢區範圍設定

(2)區域外線有凹凸形狀時之狀況

① 区域外線で設定した場合に凹凸が生じるケース-1



上記の区域を隣接する横断線及び区域展開方向線上の点の接合した線で包括される区域に修正

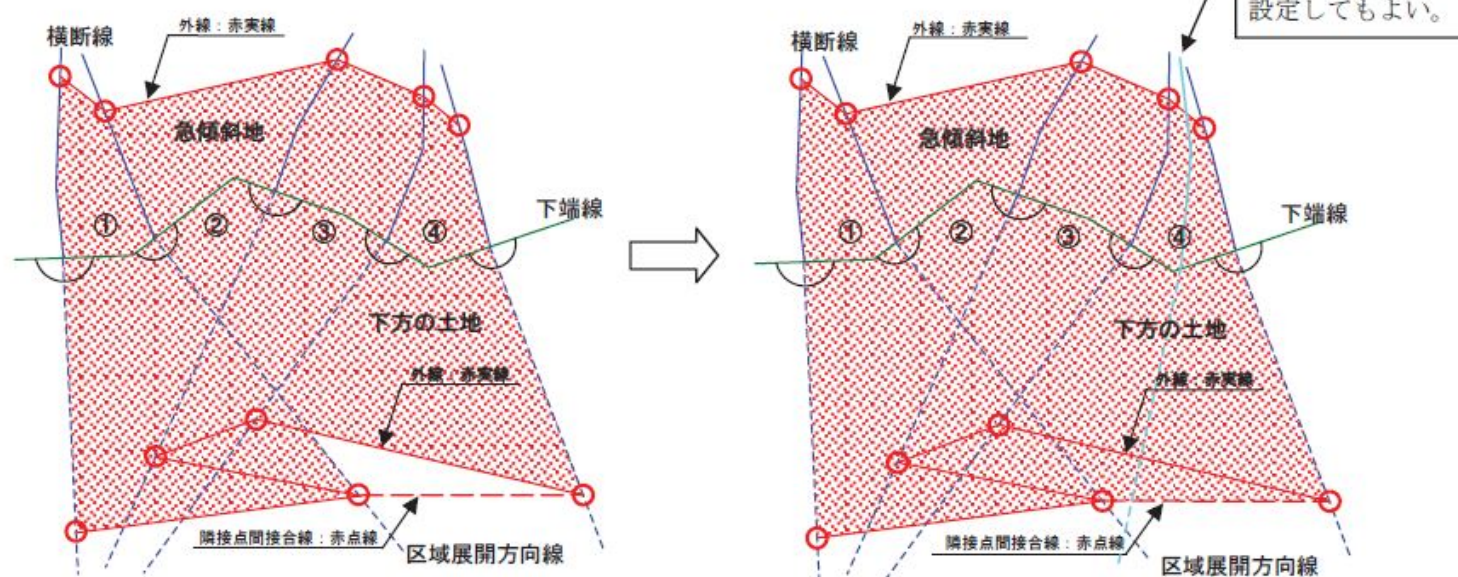


図 5.11 隣接点間接合線により包括した区域の設定方法例-1

5.1 災害潛勢區之設定(黃區)

5.1.3 災害潛勢區範圍設定

② 区域外線で設定した場合に凹凸が生じるケース-2

(2) 区域外線有凹凸形狀時之狀況

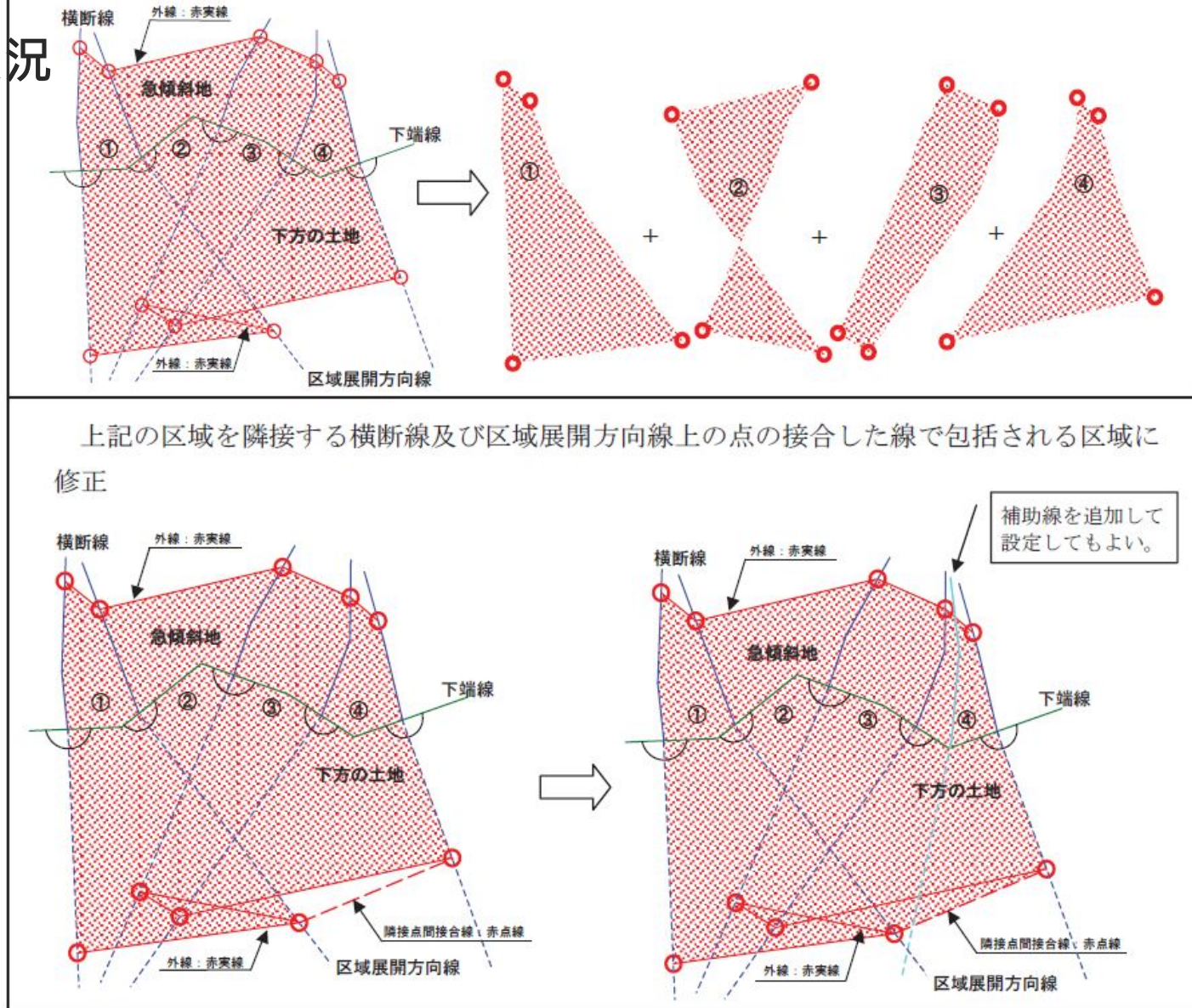


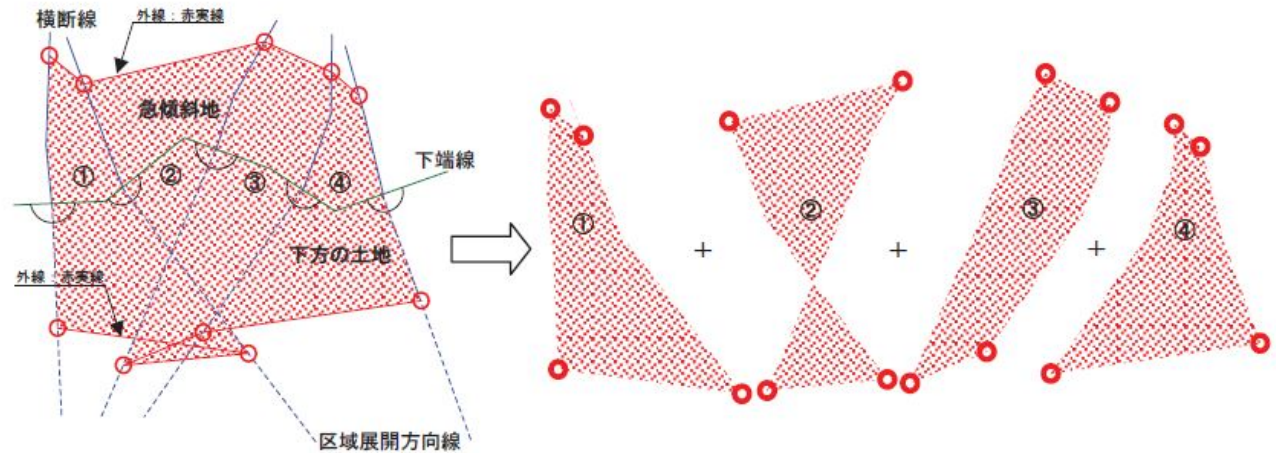
図 5.12 隣接点間接合線により包括した区域の設定方法例-2

5.1 災害潛勢區之設定(黃區)

5.1.3 災害潛勢區範圍設定

(2) 區域外線有凹凸形狀時之狀況

③ 區域外線で設定した場合に凹凸が生じるケース-3



上記の区域を隣接する横断線及び区域展開方向線上の点の接合した線で包括される区域に修正

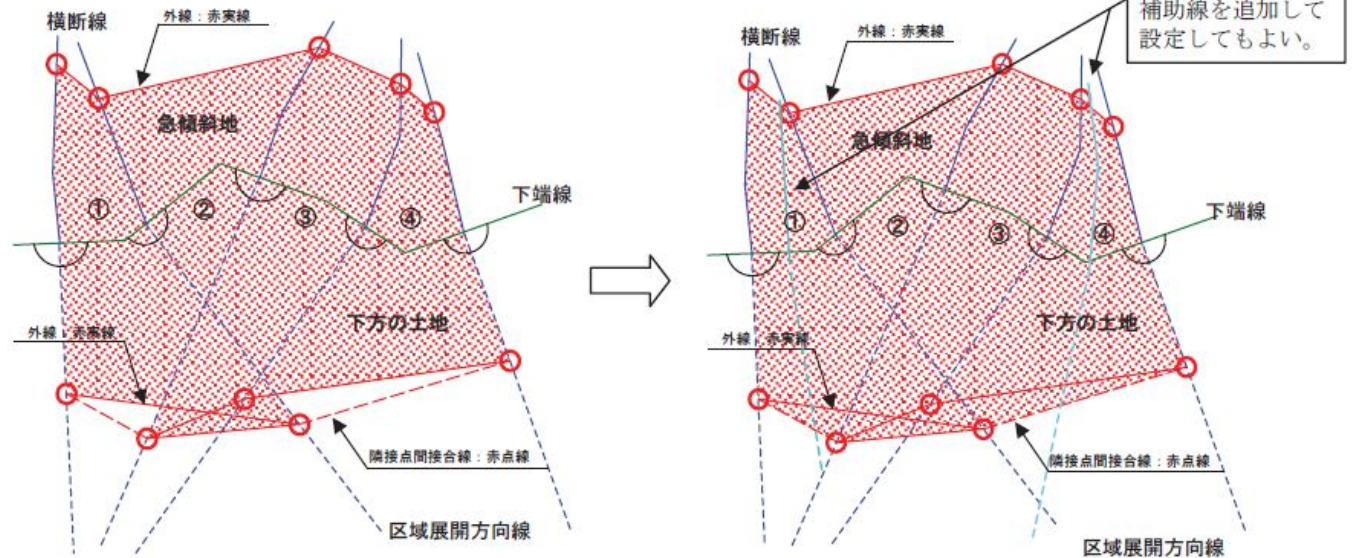
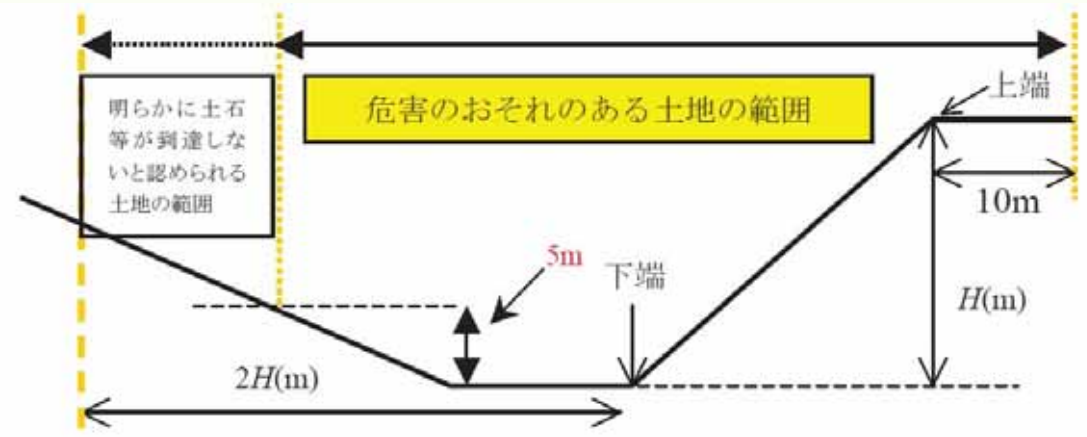


図 5.13 隣接点間接合線により包括した区域の設定方法例-3

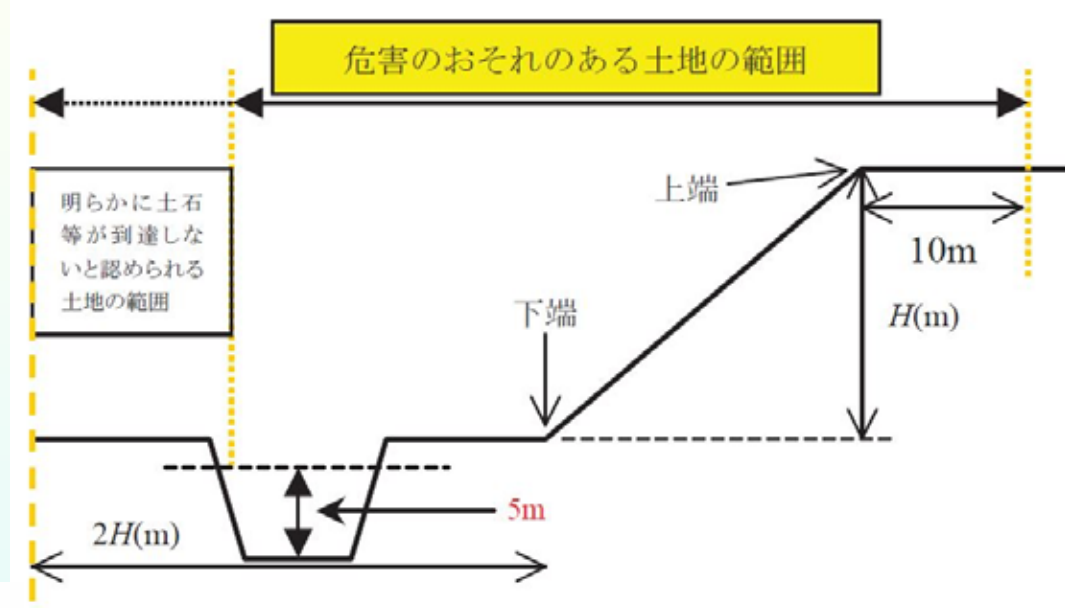
5.1 災害潛勢區之設定(黃區)

5.1.4 地形上明顯土石不可能到達之區域設定

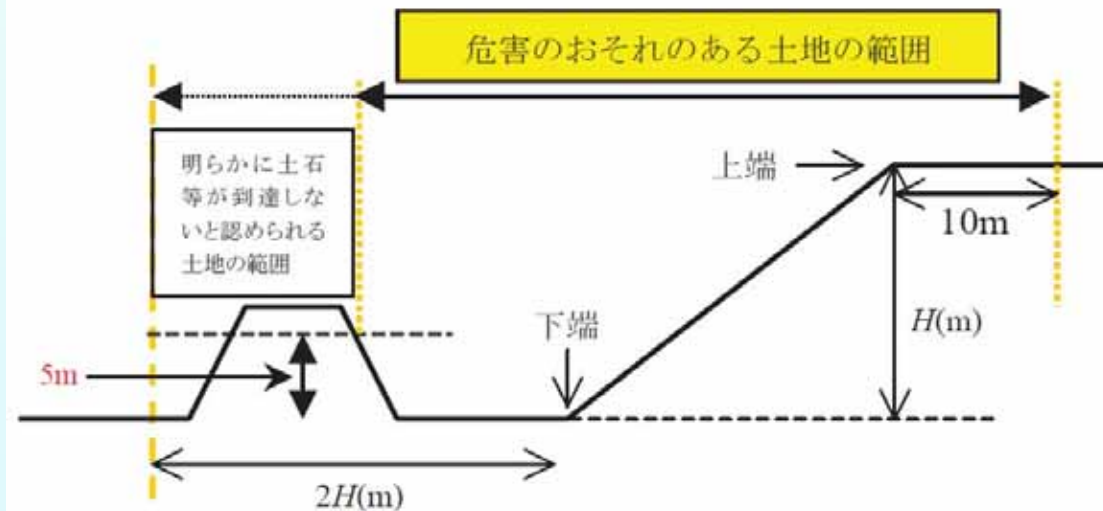
(1) 對岸斜面高差 $>5\text{m}$ 區域



(2) 河川、水路、深槽、道路高差 $>5\text{m}$ 區域



(3) 土堤高差 $>5\text{m}$ 區域



5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)

- 紅區之設定須考慮土石移動時之衝擊力(簡稱移動力)及土石堆積時之堆積力(簡稱堆積力)
- 移動力(F_{sm})為均勻荷重分布
- 堆積力(F_{sa})為三角形分布

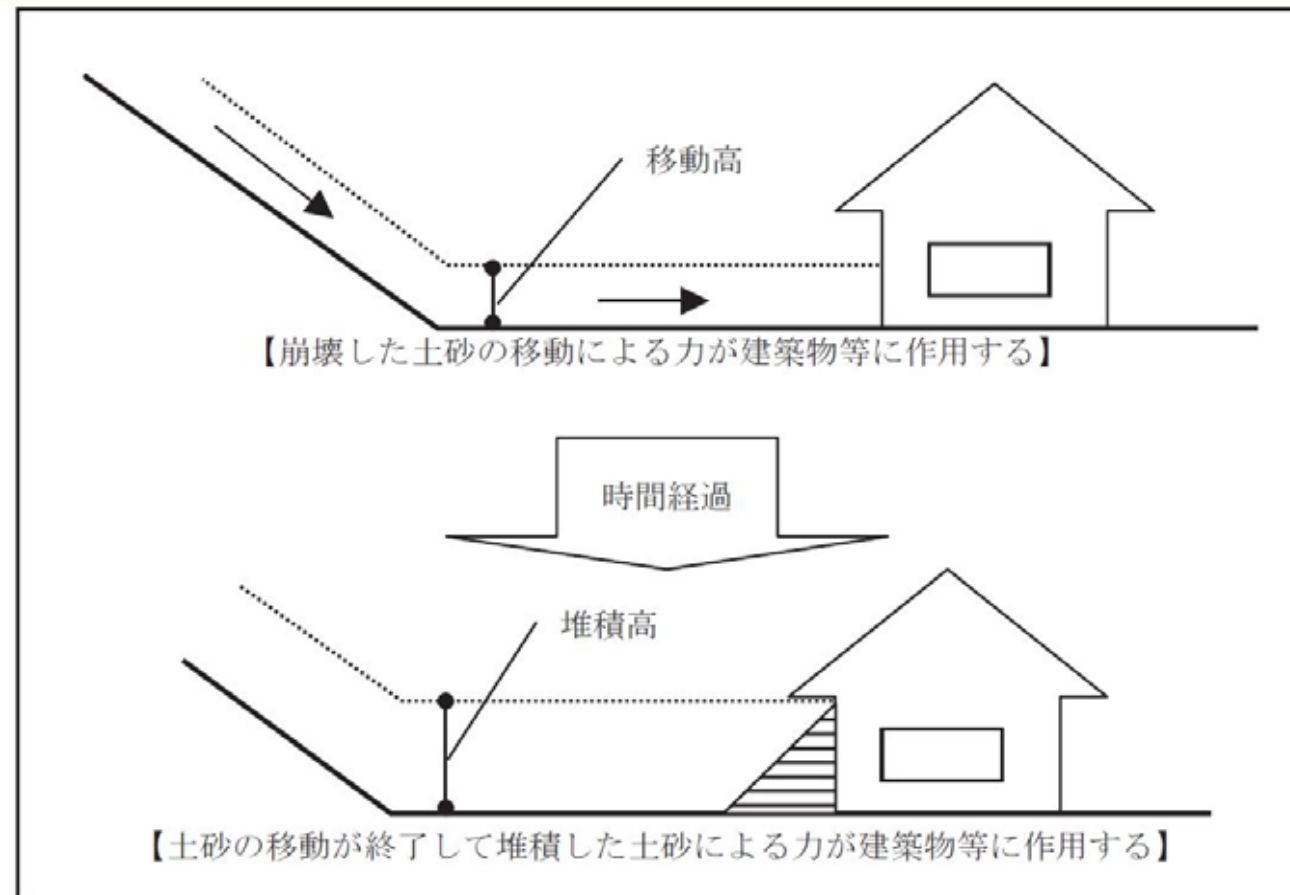
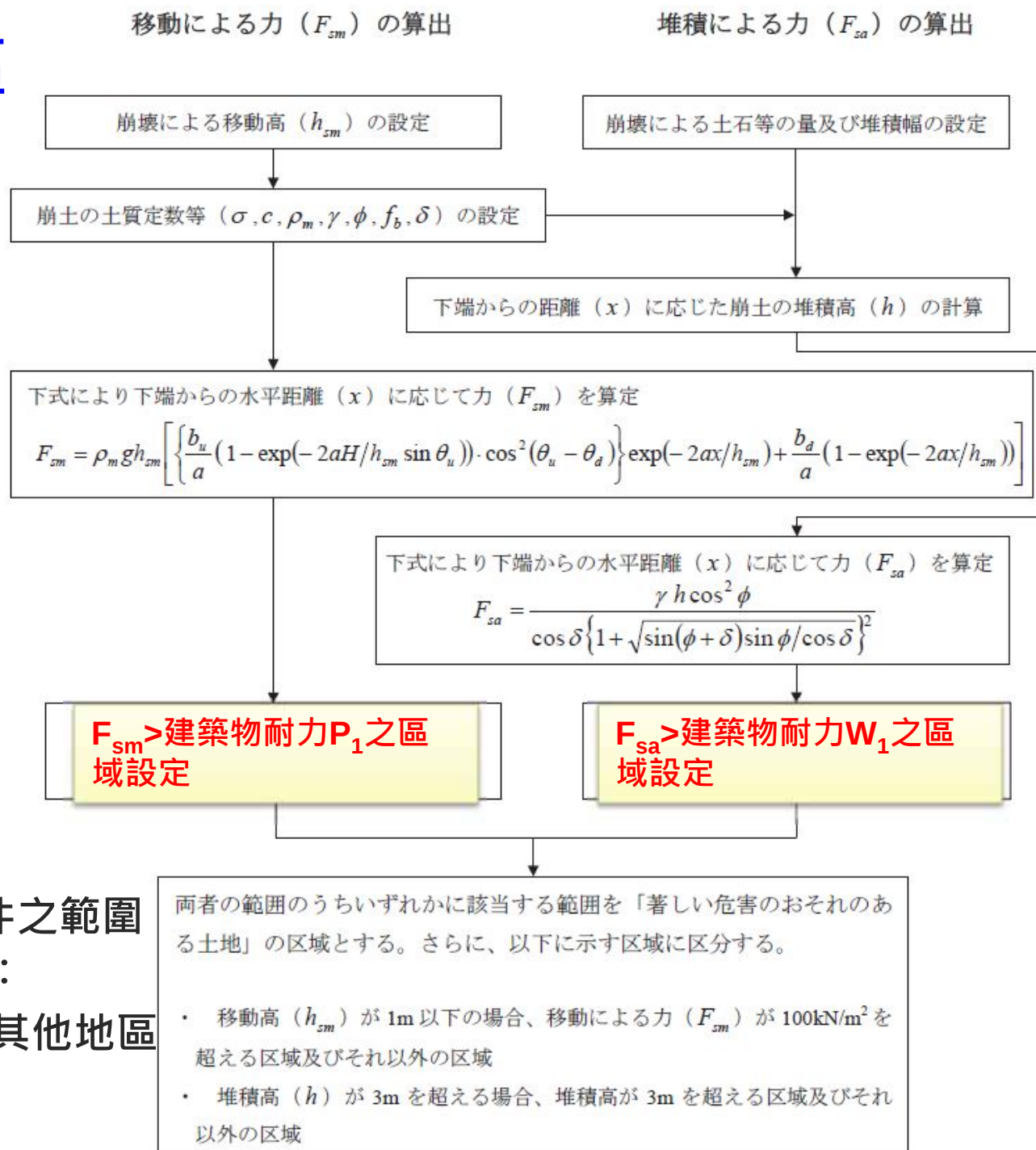


図 5.15 急傾斜地の崩壊により生じる力のイメージ

5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)



■ 符合($F_{sm} > P_1$)或($F_{sa} > W_1$)任一條件之範圍即設為紅區，且紅區內又可分為：

✓ 移動高<1m 且 $F_{sm} > 100\text{KN/m}^2$ 及其他地區

✓ 堆積高>3m及其他地區

圖 5.16 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定フロー

5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)

(1) 區域設定範圍

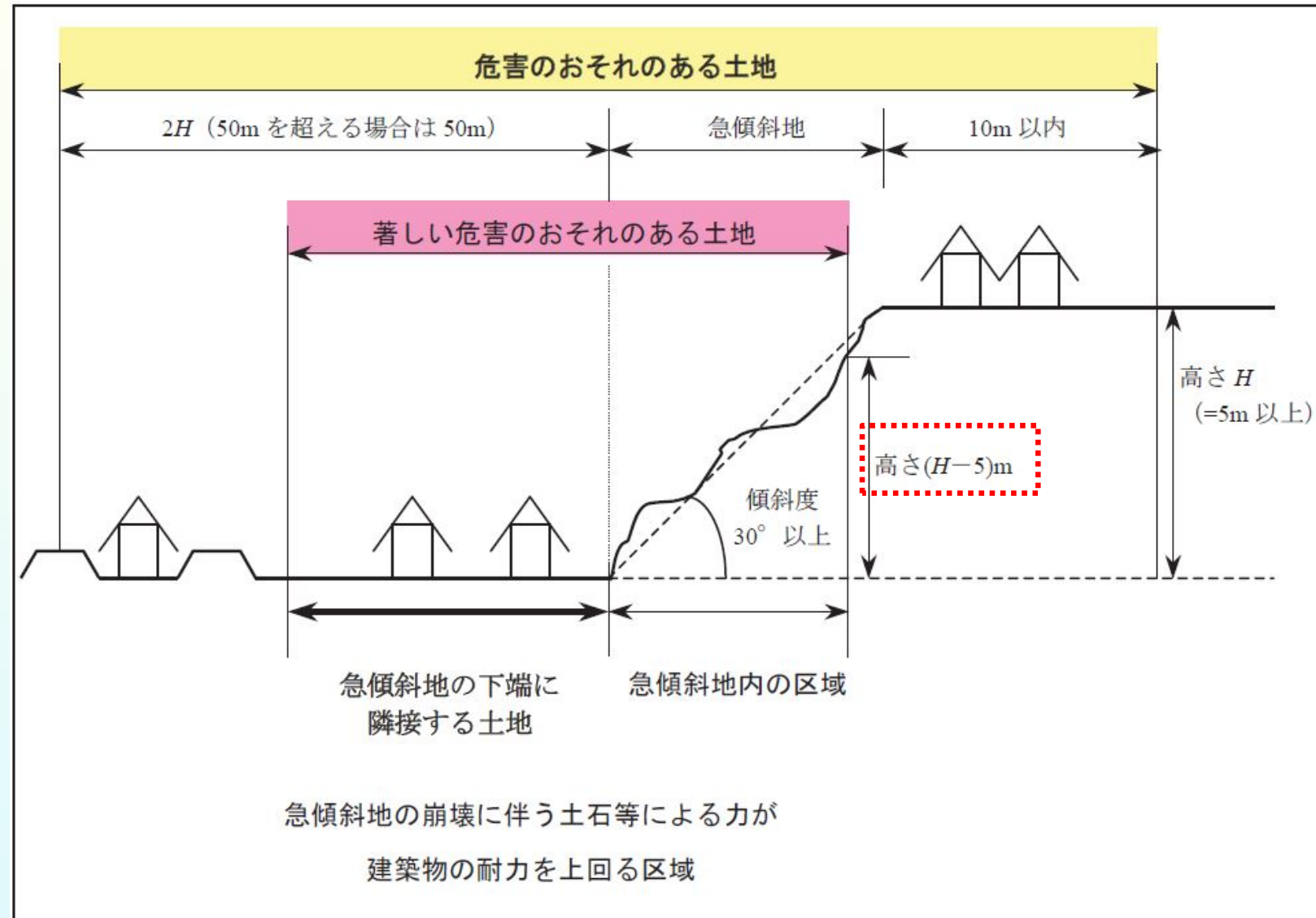


図 5.17 著しい危害のおそれがある土地の区域模式図

5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)

(1) 區域設定之考量原則

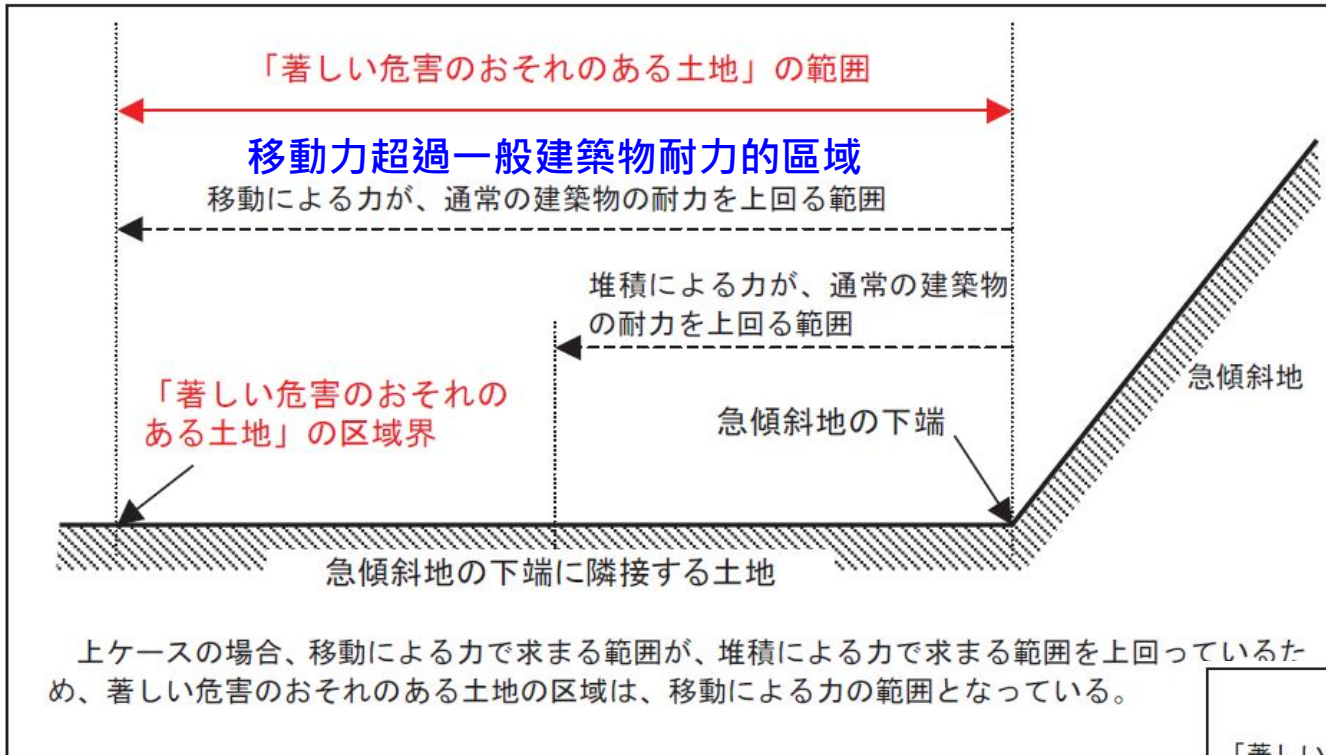


図 5.18 下端に隣接する土地の設定の考え方

■ 紅區之下邊界取依移動力及依堆積力所設定邊界之較遠處

■ 紅區之上邊界取在自陡坡上端向下5m高差處

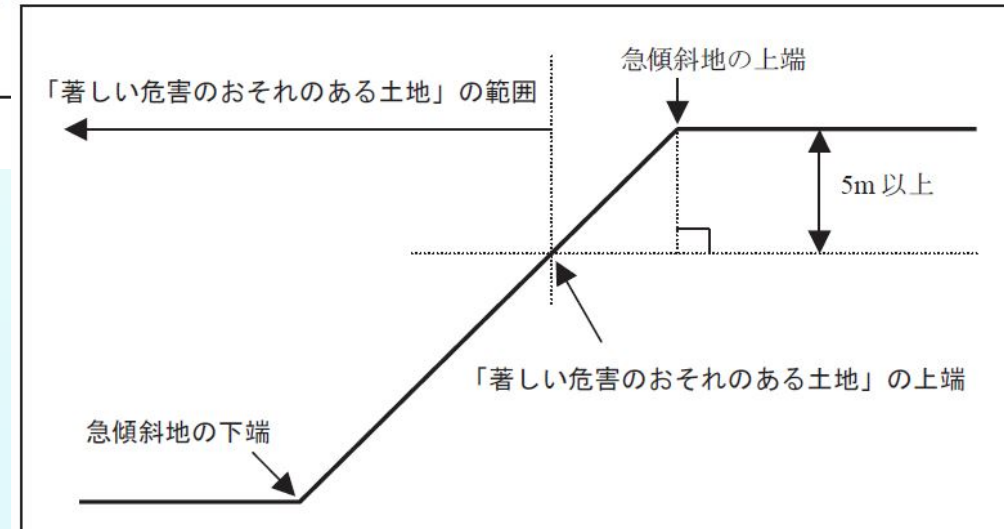


図 5.19 急傾斜地内の設定の考え方



5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)

5.2.1 移動力 F_{sm} 之求法

- 土石移動高(h_{sm})，一般設為1m
- 陡坡下端至某建築物之水平距離(x)，此為決定紅區範圍之主要變數
- 陡坡下端鄰近之土地坡度(θ_d)，一般設為0度

$$F_{sm} = \rho_m g h_{sm} \left[\left\{ \frac{b_u}{a} (1 - \exp(-2aH/h_{sm} \sin \theta_u)) \cos^2(\theta_u - \theta_d) \right\} \right. \\ \left. \exp(-2ax/h_{sm}) + \frac{b_d}{a} (1 - \exp(-2ax/h_{sm})) \right]$$

F_{sm} 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動により建築物の地上部分に作用すると想定される力の大きさ (単位: kN/m²)

ρ_m 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の密度 (単位: t/m³)

g 重力加速度 (単位: m/s²)

h_{sm} 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の移動の高さ (単位: m)

b_u 次の式によって計算した係数

$$b_u = \cos \theta_u \left\{ \tan \theta_u - \frac{(\sigma - 1)c}{(\sigma - 1)c + 1} \tan \phi \right\}$$

θ_u 急傾斜地の傾斜度 (単位: °)

σ 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の比重

c 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の容積濃度

ϕ 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の内部摩擦角 (単位: °)

a 次の式によって計算した係数

$$a = \frac{2}{(\sigma - 1)c + 1} f_b$$

σ 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の比重

c 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の容積濃度

f_b 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の流体抵抗係数

H 急傾斜地の高さ (単位: m)

θ_u 急傾斜地の傾斜度 (単位: °)

θ_d 急傾斜地の下端に隣接する急傾斜地以外の土地の傾斜度 (単位: °)

x 急傾斜地の下端から当該建築物までの水平距離 (単位: m)

b_d 次の式によって計算した係数

$$b_d = \cos \theta_d \left\{ \tan \theta_d - \frac{(\sigma - 1)c}{(\sigma - 1)c + 1} \tan \phi \right\}$$

θ_d 急傾斜地の下端に隣接する急傾斜地以外の土地の傾斜度 (単位: °)

σ 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の比重

c 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の容積濃度

ϕ 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の内部摩擦角 (単位: °)



5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)

5.2.2 堆積力 F_{sa} 之求法

■ 崩塌土石之堆積高度(h)

- ✓ 水平堆積高 h_1
- ✓ 錐狀堆積高 h (實務上為此)

■ 最大崩塌寬度(W)及斷面積(S)

- ✓ 如有現地調查資料，採用之
- ✓ 如無，可用表2.3之參考值

表 2.3 急傾斜地の高さ想定崩壊土量・想定崩壊幅の関係

急傾斜地の高さ H (m)	崩壊土量 V (m ³)	崩壊幅 W (m)	土砂の断面積 S (m ²)
$5 \leq H < 10$	41.9	13.8	3.0
$10 \leq H < 15$	78.9	17.1	4.6
$15 \leq H < 20$	101.2	18.6	5.4
$20 \leq H < 25$	150.0	21.2	7.1
$25 \leq H < 30$	214.3	23.9	9.0
$30 \leq H < 40$	238.3	24.8	9.6
$40 \leq H < 50$	371.4	28.8	12.9
$50 \leq H$	500.0	31.8	15.7

出典：「土砂災害防止に関する基礎調査の手引き」（平成 13 年 6 月，財団法人砂防フロンティア整備推進機構）参考資料（参表 4-2）」改訂版
ただし、土砂の単位断面積（ S ）は V/W として算出している。

$$F_{sa} = \frac{\gamma h \cos^2 \phi}{\cos \delta \left\{ 1 + \sqrt{\sin(\phi + \delta) \sin \phi / \cos \delta} \right\}^2}$$

F_{sa} 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積により建築物の地上部分に作用すると想定される力の大きさ（単位：kN/m²）

γ 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積時の当該土石等の単位堆積重量（単位：kN/m³）

h 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積時の当該土石等の堆積の高さ（単位：m）

ϕ 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積時の当該土石等の内部摩擦角（単位：°）

δ 建築物の壁面摩擦角（単位：°） $\delta = \psi * 2/3$ (°)

堆積高 $h > 0$ より、

$$h = \frac{1}{2} \left(\sqrt{W^2 \tan^2 \theta + 4Wh_1 \tan \theta} - W \tan \theta \right)$$

h : 土砂が堆積勾配をもって堆積するときの堆積高（m）

h_1 : 水平に土砂が堆積するときの堆積高（m）

$$h_1 = \frac{-X_1 + \sqrt{X_1^2 + 2S \cdot \tan(90 - \theta_u)}}{\tan(90 - \theta_u)}$$

S : 土砂の断面積（単位あたりの土砂量）= V/W (m²)

θ_u : 斜面勾配（°）

X_1 : 急傾斜地の下端から当該建築物までの水平距離（m）

V : 崩壊土量（m³）

W : 最大崩壊幅（m）

d : 堆積勾配（ θ ）による最大高さ（m）

$$d = \frac{W}{2} \tan \theta$$

θ : 堆積勾配 = 30°



5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)

5.2.2 堆積力 F_{sa} 之求法

■ 崩塌土石之堆積高度(h)

- ✓ 水平堆積高 h_1
- ✓ 錐狀堆積高 h (實務上為此)

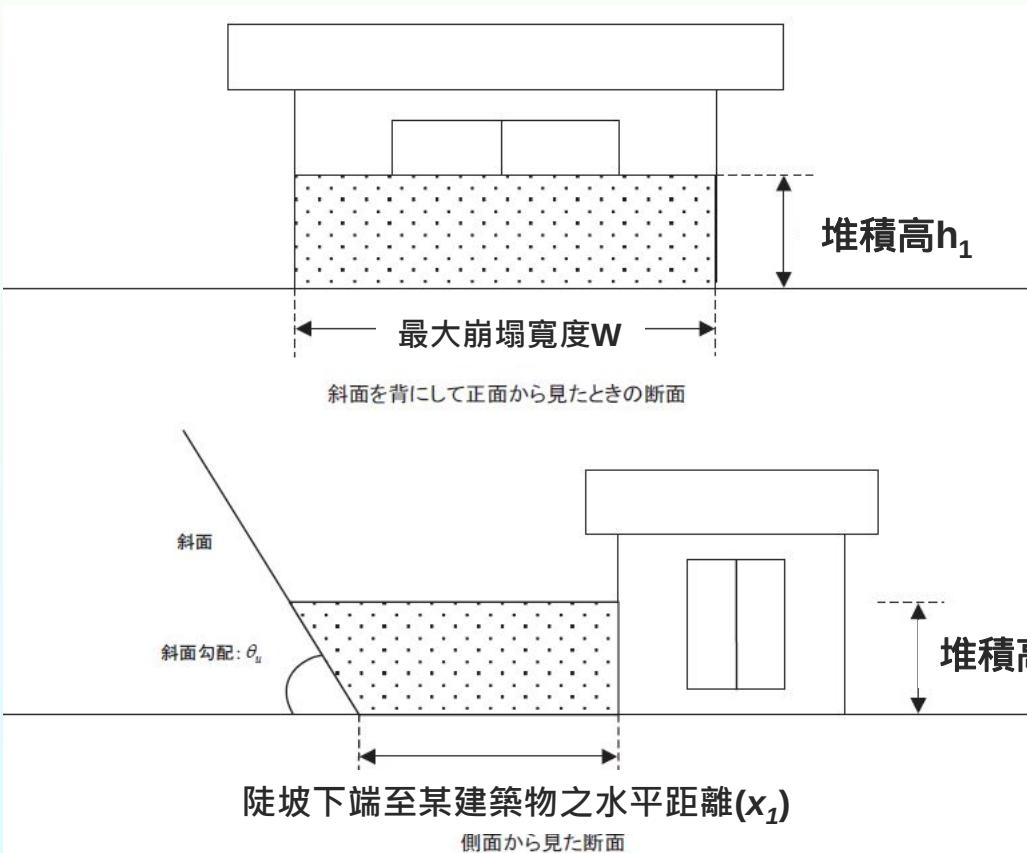


図 5.20 水平に土砂が堆積するときの堆積高 (h_1) の模式図

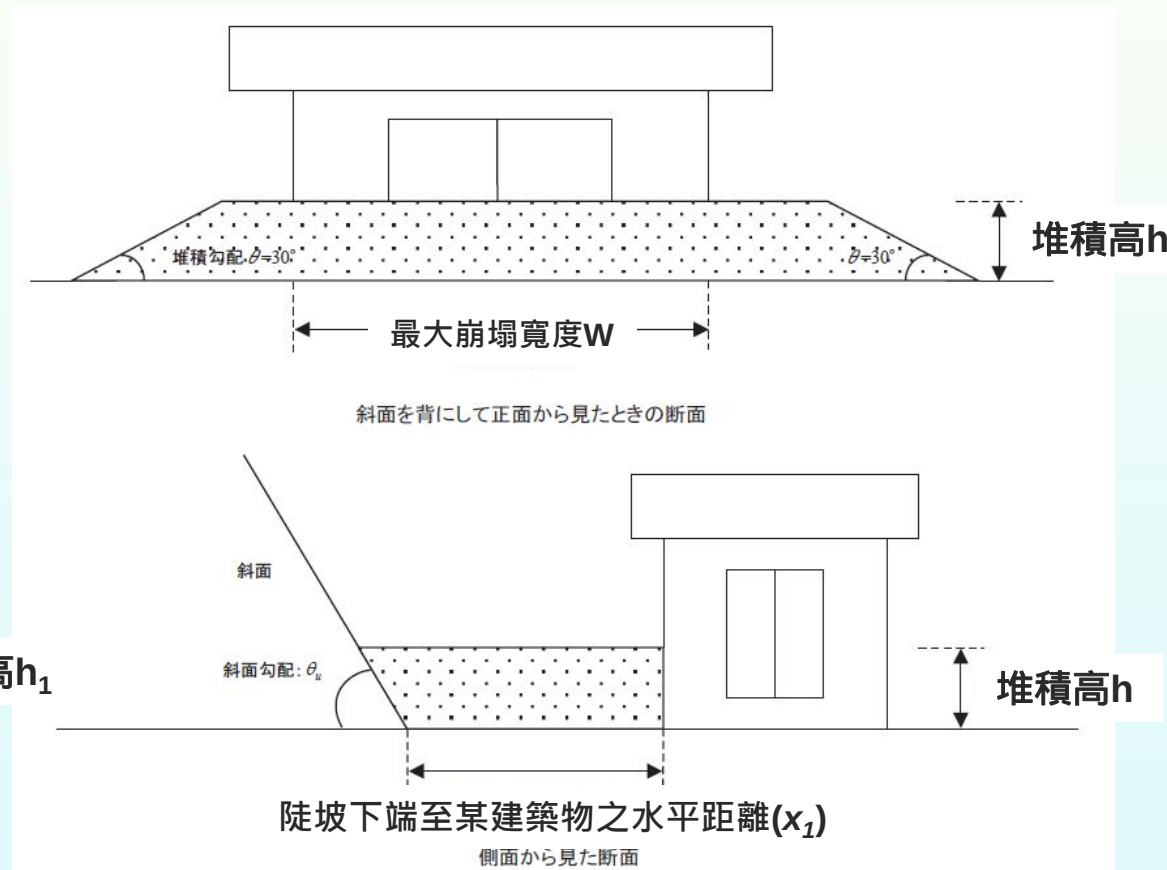


図 5.21 土砂が堆積勾配をもって堆積するときの堆積高 (h) の模式図



5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)

5.2.2 堆積力 F_{sa} 之求法

■ 超過待命式擋土牆容量之土砂堆積高(h')

$$h_1' = \frac{-X_3 + (X_3^2 + 2S_1 \cdot \tan(90 - \theta_1))^{\frac{1}{2}}}{\tan(90 - \theta_1)}$$

S : 土砂の断面積 (m^2)

θ_1 = 急傾斜地之坡度

S_1 : 待受け式擁壁の容量を超えて堆積する土砂の断面積 (m^2)

$$S_1 = S - S_2 = S - \frac{y^2}{2 \tan \theta_1} - y \cdot X_2$$

S_2 : 待受け式擁壁のポケット容量内に堆積する土砂の断面積 (m^2)

X_2 : 急傾斜地の下端から待受け式擁壁までの距離 (m)

X_3 : 急傾斜地の下端から待受け式擁壁の容量を超えて堆積する土砂の到達距離 (m)

$$X_3 = \left(\frac{y}{\tan \theta_1} \right) + L$$

L : 急傾斜地の下端から特別警戒区域の端部までの距離 (m)

y : 待受け式擁壁の高さ (m)

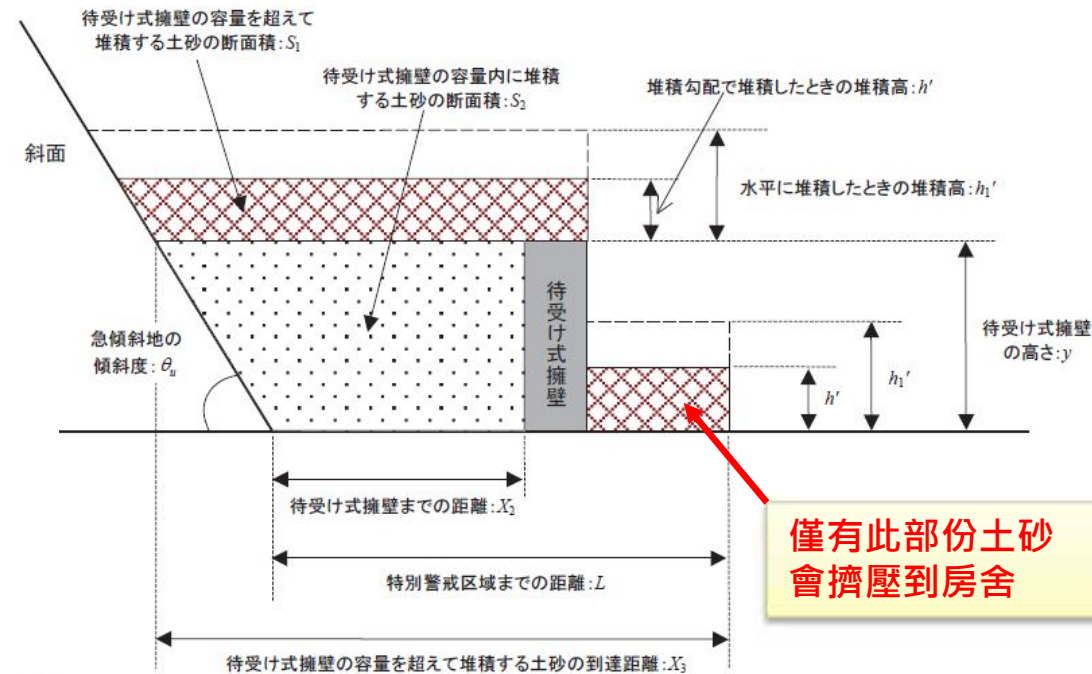


圖 5.22 待受け式擁壁の容量を超える土砂の堆積イメージ

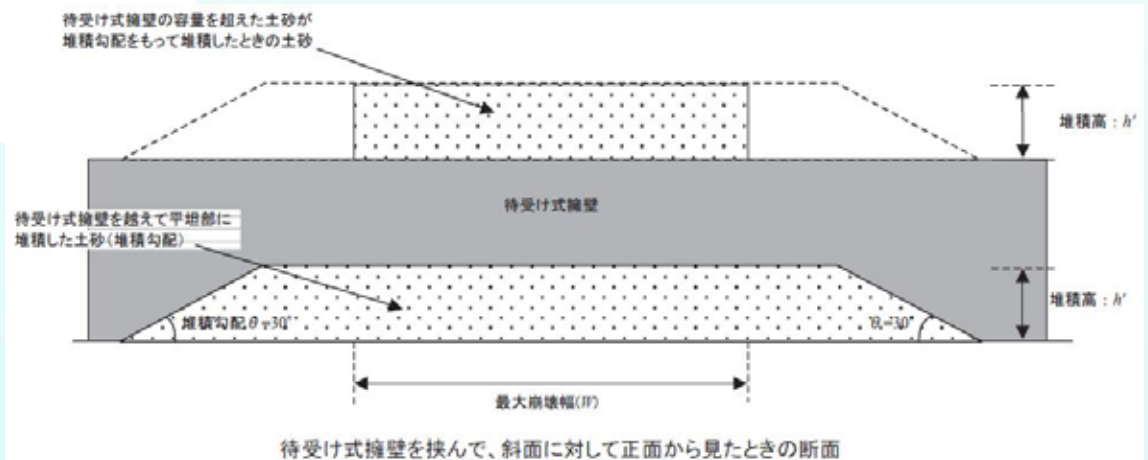


圖 5.23 待受け式擁壁の容量を超えた土砂が堆積勾配をもって堆積するときの堆積高 (h') の模式図



5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)

5.2.3 移動力對應之一般建築物之耐力 P_1 之求法

(1)計算式

$$P_1 = \frac{35.3}{H_1(5.6 - H_1)}$$

設 $H_1 = 1m$, $P_1 = \frac{35.3}{1 * (5.6 - 1)} = 7.7$

(2)作用於建築物之土石高(H_1)

✓一般設 $H_1 = h_{sm} = 1m$

P_1 通常の建築物が急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動に対して住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれのある損壊を生ずることなく耐えることのできる力の大きさ (単位: kN/m^2)

H_1 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動により力が通常の建築物に作用する場合の土石等の高さ (単位: m)

5.2.4 堆積力對應之一般建築物之耐力 W_1 之求法

(1)計算式

$$W_1 = \frac{106.0}{H_2(8.4 - H_2)}$$

(2)作用於建築物之土石高(H_2)

✓無待命式擋土牆時, $H_2 = h =$ 錐狀堆積高

✓有待命式擋土牆時, $H_2 = h' =$ 超過擋土牆容量錐狀堆積高

W_1 通常の建築物が急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積に対して住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれのある損壊を生ずることなく耐えることのできる力の大きさ (単位: kN/m^2)

H_2 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積により力が通常の建築物に作用する場合の土石等の高さ (単位: m)

設 $H_2 = 1m$, $W_1 = \frac{106}{1 * (8.4 - 1)} = 14.3$



5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)

5.2.5 設定顯著災害潛勢區之計算法

- 自陡坡下端開始，以每10cm增量方式逐步定出土石力大於建物耐力的紅區範圍
- 斷面及計算相關數據，取至小數點第一位

5.2.6 顯著災害潛勢區下端相鄰土地範圍之設定

- 由下表知，自陡坡下端12.9m處即為紅區下邊界

表 5.3 力の比較結果と実際の区域設定範囲の例

急傾斜地下端 からの距離 (m)	衝撃力 (kN/m ²)	比較 結果	耐力 (kN/m ²)	「著しい危害のおそれ のある土地」の範囲
12.8	10.0	>	7.7	区域設定
12.9	8.0	>	7.7	区域設定
13.0	7.7	<	7.7	—
13.1	7.2	<	7.7	—
13.2	6.9	<	7.7	—

この表の場合、12.9m 地点では衝撃力が耐力を上回っており、これより遠い地点まで区域設定されることが読みとれる。

一方、13.0m 地点では耐力が衝撃力を上回っていることから、区域設定範囲は 12.9m 地点から 13.0m 地点の間のいずれかであることが推定される。

今回の基礎調査においては評価を 0.1m 刻みとしていることから、12.9m 地点までを「著しい危害のおそれのある土地」として設定する。

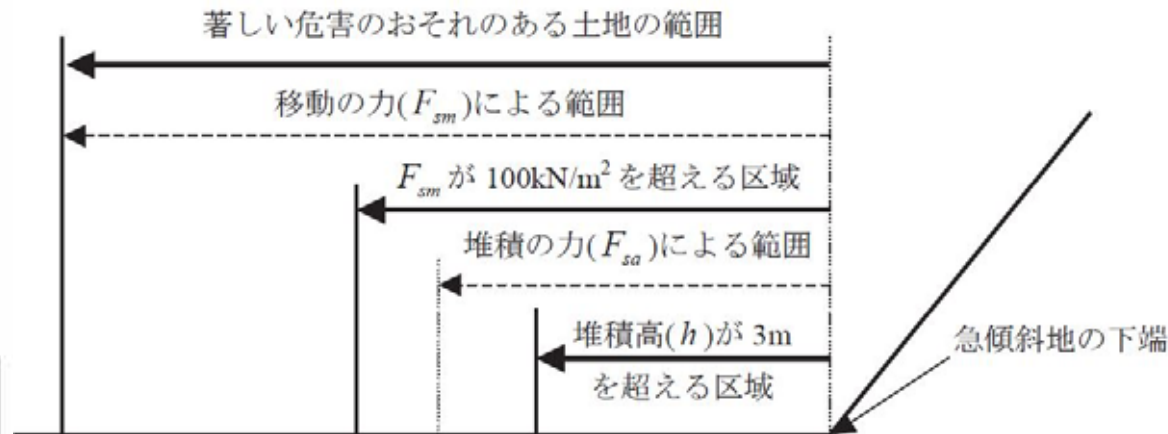


図 5.25 「著しい危害のおそれのある土地」内の区域区分例



5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)

5.2.7 陡坡內之顯著災害潛勢區設定方法

- 自陡坡上端垂直高差5m處之點即為紅區之上端
- 陡坡上任一點之移動力計算方式如左下圖
- 陡坡上任一點之堆積力計算方式如右下圖

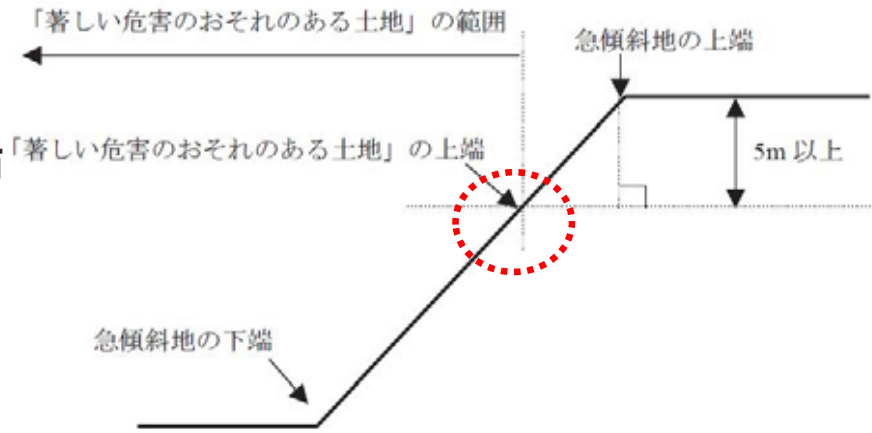


図 5.26 「著しい危害のおそれのある土地」の上端の設定位置

$\theta_u' = \theta_u$ (一定) θ_u : 急傾斜地全体の傾斜度
 $\theta_d = 0(^{\circ})$ θ_d : 当該急傾斜地の下端からの平坦部の傾斜度
 $x = 0(\text{m})$ x : 急傾斜地の下端からの水平距離
 h = [急傾斜地上端と算出地点との高低差(m)]

$\theta_u' = \theta_u$ (一定) θ_u : 急傾斜地全体の傾斜度
 h = [急傾斜地上端と算出地点との高低差(m)]

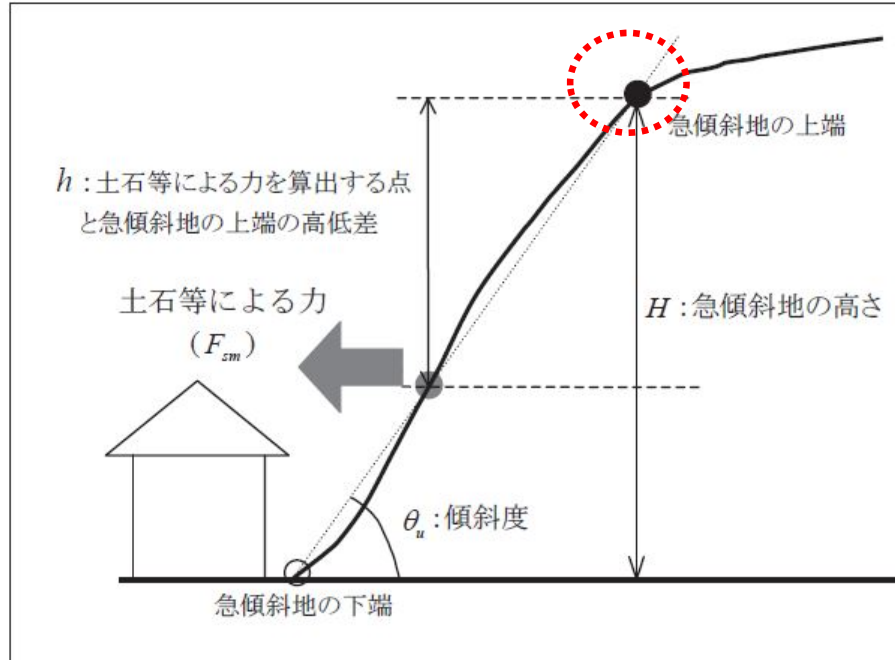


図 5.27 急傾斜地内の力の算出概念 (移動による力)

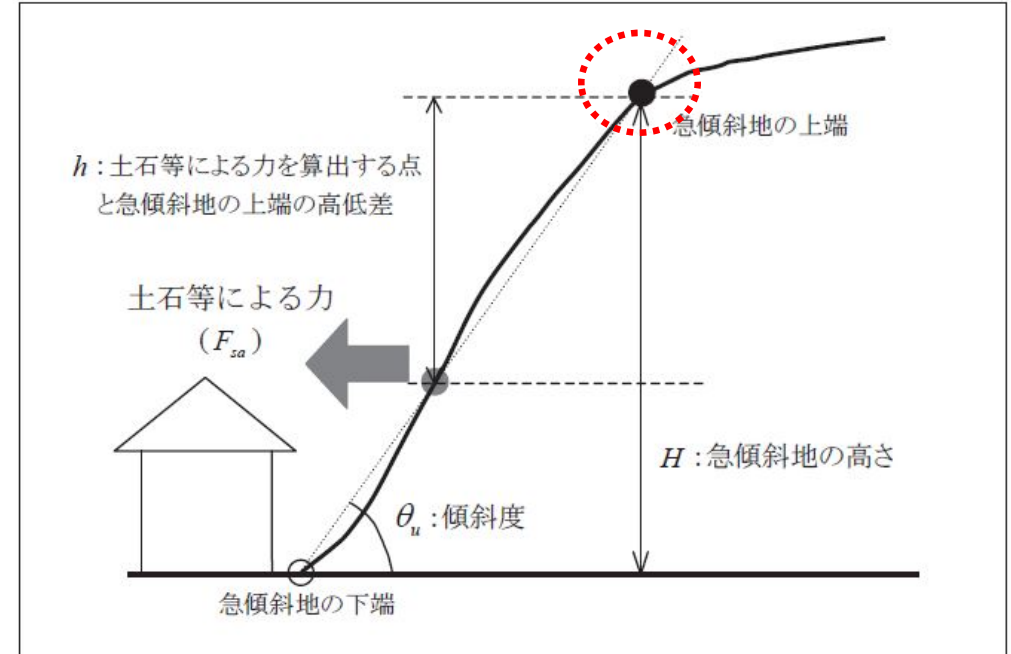


図 5.28 急傾斜地内の力の算出概念 (堆積による力)



5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)

5.2.8 依據地形橫斷測線結果修正

- 紅區範圍設定方式同黃區，以上(下)端點連線之角平分線方向延伸設定紅區上(下)邊界線

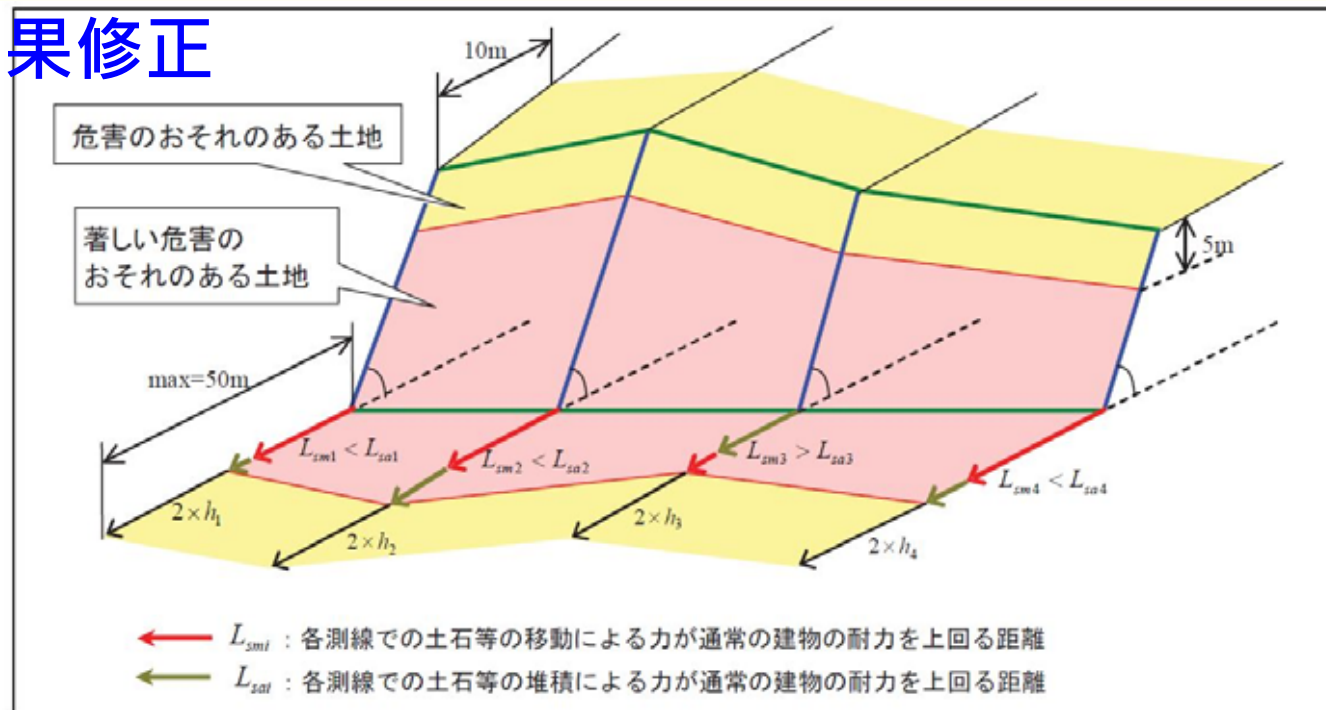


図 5.31 著しい危害のおそれのある土地の区域設定説明図③

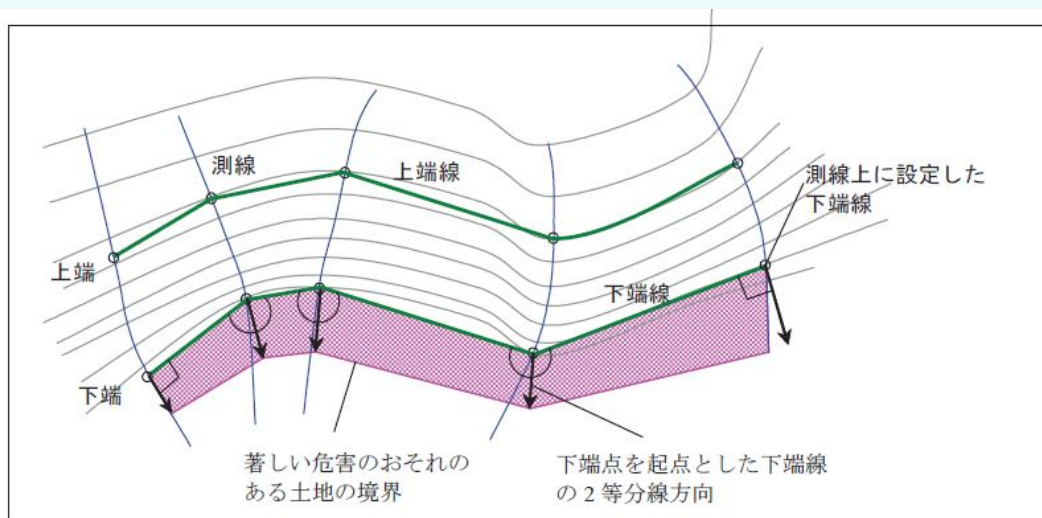


図 5.29 著しい危害のおそれのある土地の区域設定説明図① (急傾斜地の下端に隣接する土地)

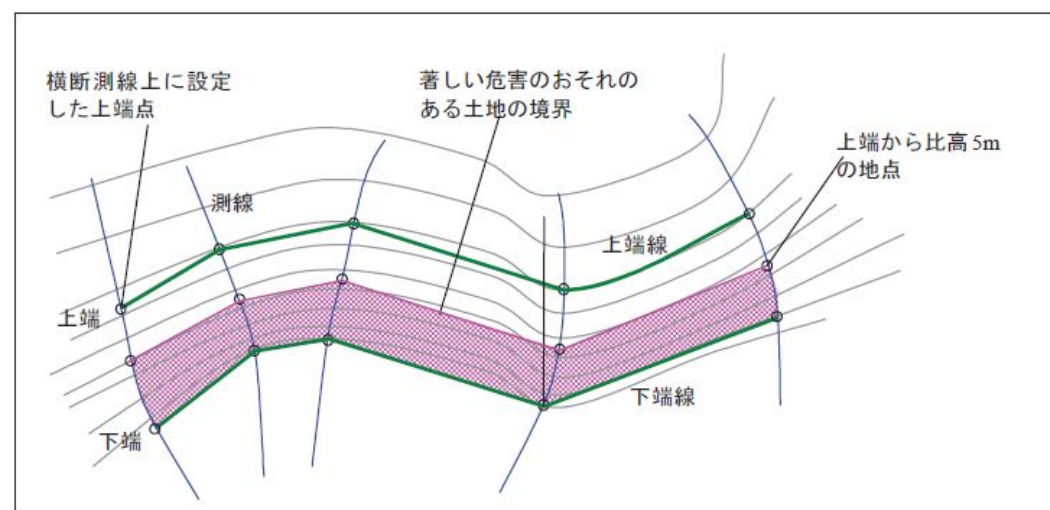


図 5.30 著しい危害のおそれのある土地の区域設定説明図② (急傾斜地内)

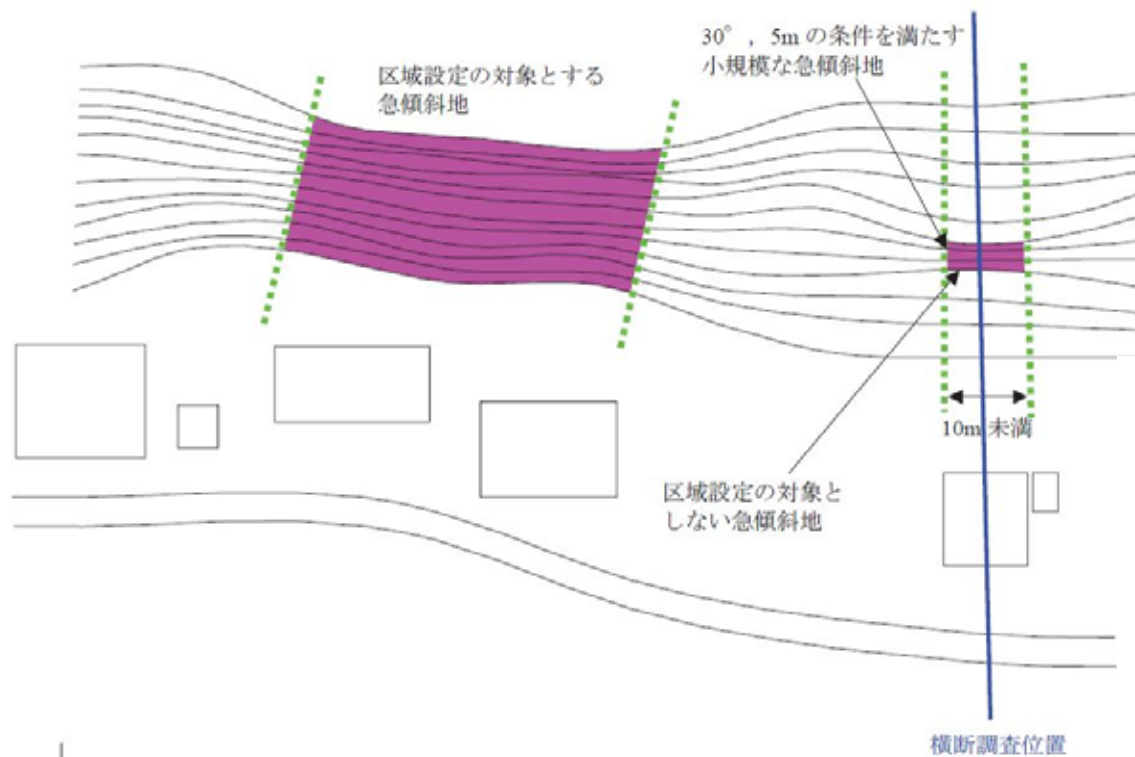


5.2 顯著災害潛勢區之設定(紅區)

5.2.8 依據地形橫斷測線結果修正

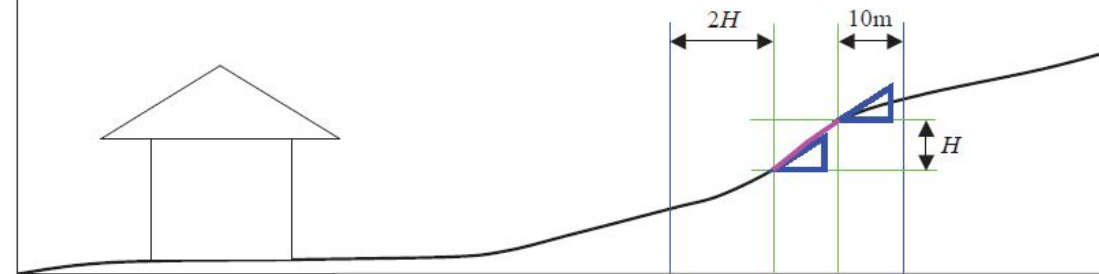
- 滿足陡坡條件但寬度 $<10\text{m}$ 者，不列入陡坡評估範圍(因寬度 $<$ 一般房屋)

急傾斜地の最低延長=10(m)



■ 小規模陡坡之處理方式

- ✓ 地形剖面上以坡高 H 推定有災害潛勢範圍，若此範圍內未來無保全對象，則此陡坡毋需設定紅、黃區



地形横断図上で斜面高さ H から危害のおそれのある土地の区域の概略範囲を推定する。

区域が将来的に人家等の立地が予想されない場合は、区域設定の対象としない

図 5.32 小規模な急傾斜地の取扱い方法



■ 結語

- 本手冊對於執行過程可能產生之疑義均有詳細解說及圖表，有利於執行成果之一致性與客觀性
- 日本現行劃設方式，除針對有保全對象者外，另已考慮目前雖無，但未來可能有的地區一併考量
- 表2.1、表2.2土壤參數建議值、**表2.3坡高與崩塌土方量及崩塌寬度關係表**等，均**仰賴長期基本資料之建立**
- 日本定義高差 $>5\text{m}$ 處，即為土砂不可能到達之地區，此與台灣目前定義高差 $>10\sim 12\text{m}$ 明顯不同
- 台灣目前僅針對土石流潛勢範圍有劃設標準，尚無淺層崩塌潛勢範圍劃設方式，本手冊或可作為借鏡



謝謝聆聽
敬請指教