

2. 家屋被災範囲の算出手法

本資料では、寺田・水野(2003)(土石流による家屋被災範囲の設定手法に関する研究、国土技術政策総合研究所資料、70、146pp.)に従い、土砂災害の恐れのある地域の中で家屋が被災する区域を「家屋被災範囲」とする。また、本資料では、「家屋被災範囲」の設定は、告示に基づき行うこととする。

2.1 がけ崩れによる家屋被災範囲の設定の流れ

家屋被災範囲を設定するにあたって検討する力(急傾斜地の崩壊により建築物に作用する力)は、図 2.1 に示すように土石等の移動により建築物に作用すると想定される力(以下「移動による力」という)と土石等の堆積によって生ずる力(以下「堆積による力」という)の2つである。この2つの力のうち、いずれか1つでも、建築物が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破損を生ずることなく崩壊土砂の移動又は堆積による力に耐えることのできる力(以下、「建築物の耐力」)を上回る区域を「家屋被災範囲」とする。

なお、建築物の耐力は土石等の移動又は堆積による力が建築物に作用する場合の土石等の高さに応じて決まるものである。また、急傾斜地の崩壊の場合、作用する力の分布の形は、移動の力は矩形(深さ方向に等分布)、堆積の力は三角形となる。このため、通常の建築物の耐力は、移動の場合と堆積の場合で各々作用する土石等の高さに応じて異なることとなる。

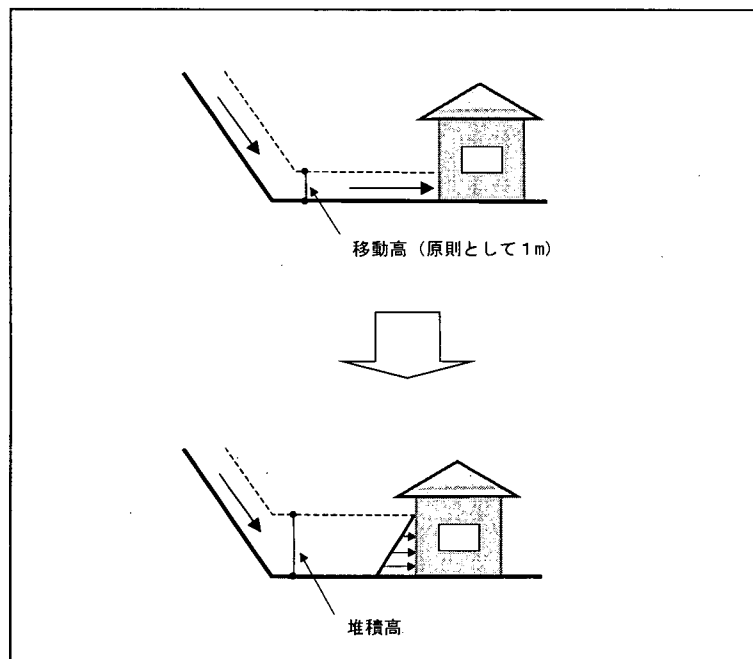


図 2.1 急傾斜地の崩壊により生じる力

がけ崩れによる家屋被災範囲の設定は以下の(1)～(7)のとおりで、図2.2に示す。

- (1) 地形の把握
- (2) 想定される崩壊による土石等の移動の高さ、堆積幅を設定する。
- (3) 想定される急傾斜地の崩壊による土石等の土質定数を設定する。
- (4) がけ下端からの距離と移動による力および堆積による力の関係の算出
- (5) 移動による力が建築物の耐力を上回る土地の範囲の設定
- (6) 堆積による力が建築物の耐力を上回る土地の範囲の設定
- (7) (5)、(6)に基づく、「家屋被災範囲」の設定

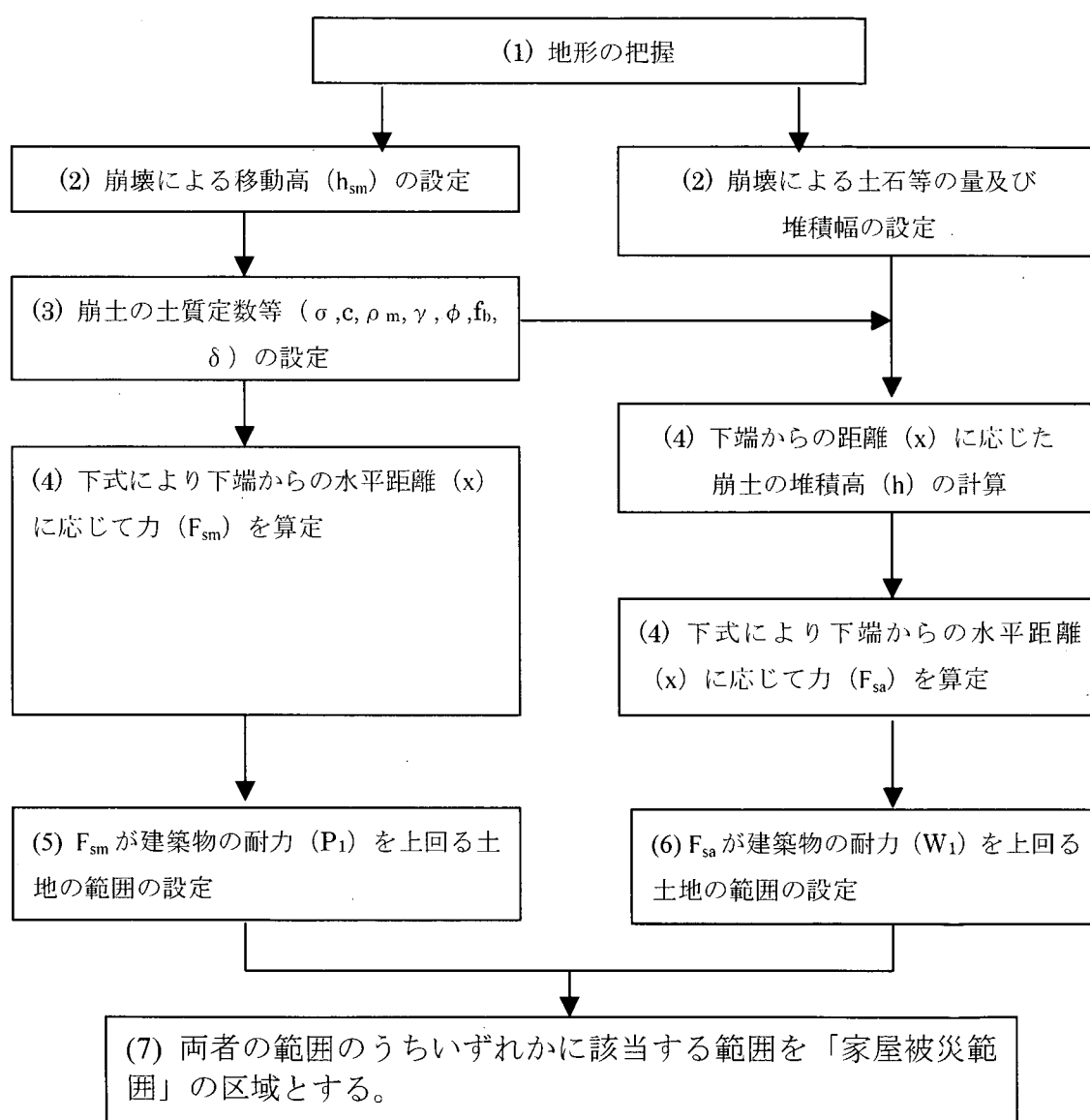


図 2.2 家屋被災範囲の設定フロー

2.2 急傾斜地崩壊発生域の地形の把握

まず、移動による力、堆積による力を算出する際に用いる斜面の傾斜度、高さは以下に定義するとおりとする。

傾斜度 急傾斜地の下端から上端を結んだ線が水平となす角度とする(図 2.1)。

高さ 急傾斜地の下端と上端の標高差(以下「高さ」という)とする。

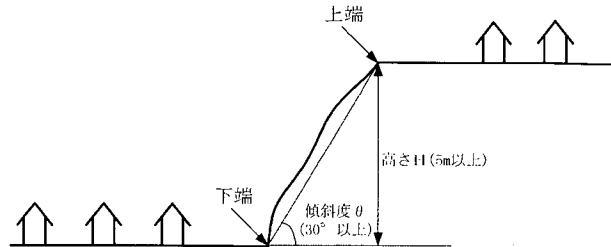


図 2.3 傾斜度及び高さの設定

急傾斜地の上下端は、遷急点や勾配 30° を下回る地点を目安に設定する(図 2.4)。また、斜面途中において局所的に急傾斜地ではない箇所が現れた場合や急傾斜地の形状が階段状を呈している場合は原則個々の斜面として扱い、斜面ごとに上端、下端を設定し、傾斜度および高さを決める。但し、上段斜面からの土砂が下段斜面に及ぶと想定される場合は、一連斜面として扱うことにする。

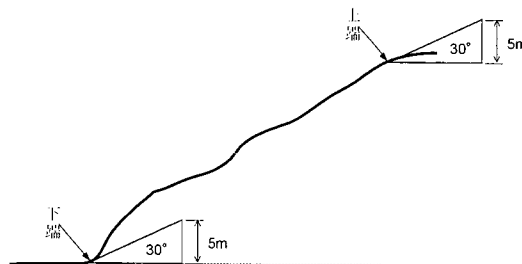


図 2.4 急傾斜地上端の設定例

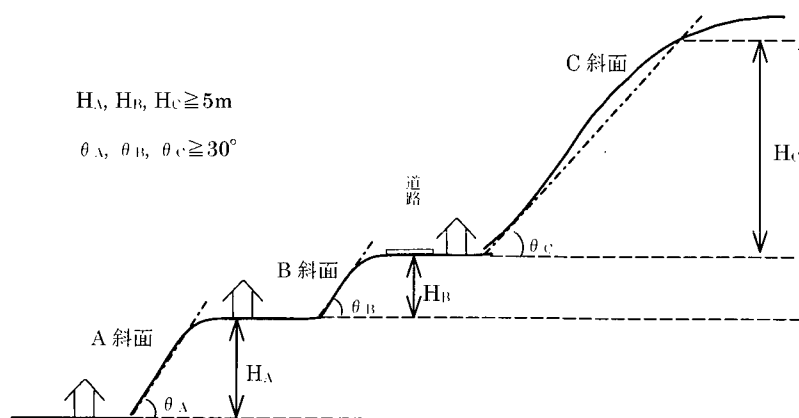


図 2.5 階段状の斜面において斜面を個々に扱い傾斜度及び高さを設定した例

2.3 移動による力の算出

急傾斜地の崩壊土砂の移動による力(F_{sm})は、次の式に従い計算する。

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

上式における変数は以下に示すとおりである。

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

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

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

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 1平方メートルにつきキロニュートン)

b_u, b_d : b の定義式に含まれる θ にそれぞれ θ_u, θ_d を代入した値

x : 急傾斜地の下端からの水平距離(単位 メートル)

H : 急傾斜地の高さ(単位 メートル)

h_{sm} : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動の高さ(単位 メートル)

θ : 傾斜度(単位 度)

θ_u : 急傾斜地の傾斜度(単位 度)

θ_d : 当該急傾斜地の下端からの平坦部の傾斜度(単位 度)

注) 建築物は通常敷地を平坦に造成して建築するのが普通であることから、原則として $\theta_d = 0$ とする(ただし、傾斜度を有したまま建築することが明らかと判断される場合には、その傾斜度を用いて計算するものとする)。

ρ_m : 土石等の密度(単位 1立方メートルにつきトン)

g : 重力加速度(単位 毎秒毎秒メートル)

σ : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の比重

c : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の容積濃度

f_b : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の流体抵抗係数

ϕ : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の内部摩擦角(単位 度)

2.4 堆積による力の算出

急傾斜地の崩壊の堆積による力(F_{sa})は、次の式に従い計算する。

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

F_{sa} : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積により建築物に作用すると想定される

力の大きさ(単位 1平方メートルにつきキロニュートン)

h :急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積高さ(単位 メートル)

ϕ :急傾斜地の崩壊に伴う土石等の内部摩擦角(単位 度)

γ :急傾斜地の崩壊に伴う土石等の単位体積重量(ただし $\gamma = \rho_m g$ と表せる)
(単位 1立方メートルにつきキロニュートン)

δ :建築物の壁面摩擦角(単位 度)

2.5 建築物の耐力の設定

移動の力に対する通常の建築物の耐力(P_1)は、次の式に従い計算する。

$$P_1 = \frac{35.3}{H_1(5.6 - H_1)} \quad \text{式 3}$$

P_1 :移動の力に対する通常の建築物の耐力(単位 1平方メートルにつきキロニュートン)

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 メートル)

また、堆積の力に対する通常の建築物の耐力(W_1)は、次の式に従い計算する。

$$W_1 = \frac{106.0}{H_2(8.4 - H_2)} \quad \text{式 4}$$

W_1 :堆積の力に対する通常の建築物の耐力(単位 1平方メートルにつきキロニュートン)

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 メートル)

2.6 家屋被災範囲の設定

ここで、下記の①又は②の範囲のいずれか又は両方に属する範囲を「家屋被災範囲」とする。

- ① 急傾斜地の下端から建築物までの水平距離等に応じて算出した土石等の移動による力(F_{sm})が土石等の移動による力に対する通常の建築物の耐力(P_1)を上回る土地の範囲
- ② 急傾斜地の下端から建築物までの水平距離等に応じて算出した土石等の堆積による力(F_{sa})が土石等の堆積による力に対する通常の建築物の耐力(W_1)を上回る土地の範囲