

土石流による家屋の全壊・半壊の再現と氾濫特性 Reproduction and Inundation Characteristics of Complete/Partial Destruction of Houses Due to Debris Flow

○中本英利・竹林洋史・藤田正治

○Hidetoshi NAKAMOTO, Hiroshi TAKEBAYASHI, Masaharu FUJITA

A lot of houses were destructed by the debris flow in Yagi 3 Chome, Asaminamiku, Hiroshima in 2014. In this study, two dimensional debris flow numerical simulation considering destruction process of houses is performed and effect of houses on the inundation area of debris flow is discussed. The developed numerical analysis model can reproduce the conditions of complete/partial destruction of houses. If the houses in the inundation area are neglected, debris flow spreads widely and forms debris flow alluvial fan. As a result, the difference of inundation area between with house case and without house cases becomes large. This information must be important for evacuation act, when it is difficult to evacuate to far refuge under heavy rain conditions.

1. はじめに

近年、短時間で高強度の豪雨による表層崩壊の発生、それに起因した土石流により宅地が被災する土砂災害が頻発している。溪流出口の宅地域における土石流の氾濫特性については、地形や建物等の影響により複雑な形状で氾濫するため、数値シミュレーションによる動態解析が行われるが、10m～20m程度の解析格子を用いて解析することが多く、宅地内の家屋等の形状を考慮した解析はほとんど実施されていない。また、家屋を考慮していても、不透過な非破壊構造物として扱っており、家屋の破壊過程を組み込んだ土石流の数値シミュレーションに関する研究事例は見られない。

本研究では、宅地内の家屋の一部が全壊・半壊した2014年の広島市安佐南区八木三丁目で発生した土石流を対象とし、家屋の破壊過程を考慮した平面二次元の土石流数値シミュレーションを実施し、家屋の存在が土石流の氾濫域に与える影響を検討する。

2. 数値シミュレーションの概要

(1) モデルの概要

本解析では、江頭らの構成則を用いるとともに層流域上に乱流域を考慮した平面二次元土石流モデル¹⁾を用いる。家屋に作用する応力は、図1のように、家屋形状を複数の解析格子で表現し、各解析格子をコントロールボリュームとして作用する力を計算することで、家屋の破壊・非破壊の判

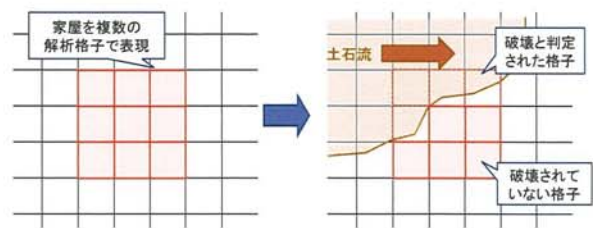


図1 家屋の破壊・非破壊の考え方

定に用いた。これは、土石流によって破壊された家屋を見ると、半壊家屋が多く、家屋形状が変化しやすく、家屋全体が一つの剛体の様には振る舞わないためである。家屋の解析格子に働く単位幅あたりの流下方向の応力 F_{hx} は以下のように土石流による圧力と家屋に作用する流体力の和で評価する。

$$F_{hx} = \frac{1}{2} \rho_m g h^2 \cos \theta + \rho_m h u^2 \quad (1)$$

ここに、 g は重力、 ρ_m は以下の関係がある。

$$\rho_m = (\sigma - \rho) \bar{c} + \rho \quad (2)$$

単位幅当たりの家屋破壊限界応力については、家屋の構造によって異なると考えられる。本解析では被災後の広島市安佐南区八木三丁目の家屋の全壊・半壊状況の再現から最適な値を設定するものとした。

(2) 解析条件

解析条件は、Case1:家屋の破壊を考慮した解析、Case2:家屋を不透過な非破壊構造物として扱った

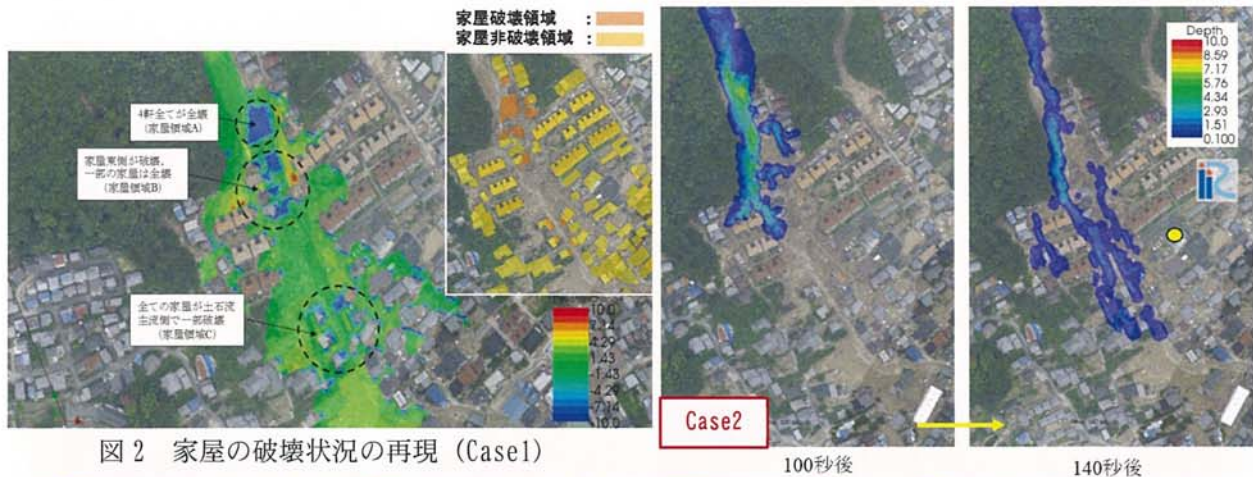


図2 家屋の破壊状況の再現 (Case1)

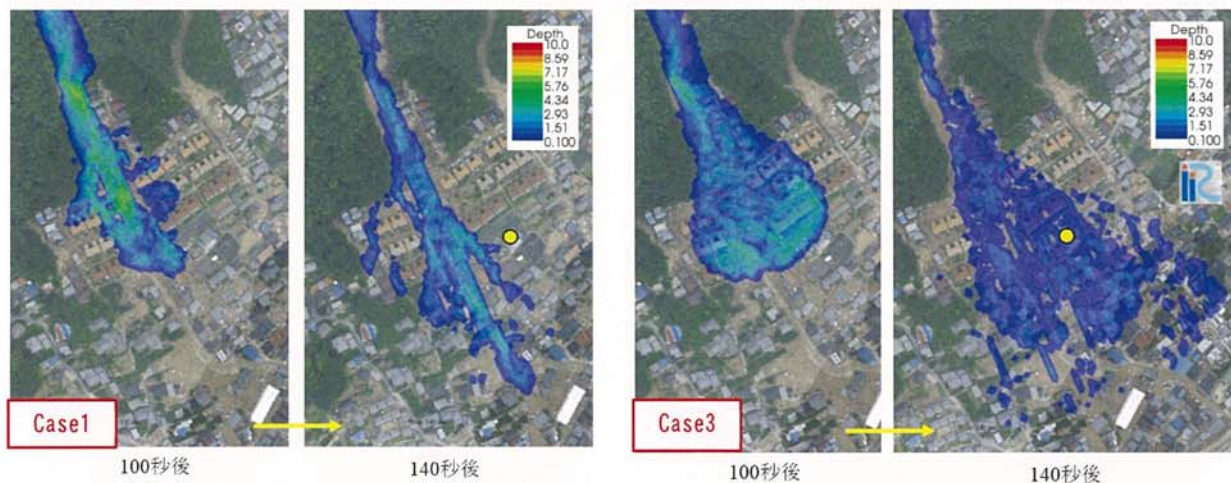


図3 家屋の破壊及び非考慮が土石流の流動深・氾濫域に与える影響 (経過時間は崩壊開始からの時間)

解析, Case3: 家屋の存在を無視した解析の3種類を実施した. 家屋の破壊は木造家屋のみで発生するとし, RC 構造の建物は破壊しないものとした. 家屋は複数の解析格子で表現されており, 破壊限界を超えた部分のみが破壊と判断されるため, 半壊・一部破壊家屋などが評価可能である.

3. 結果と考察

図2に, Case1で得られた土石流流下後の住宅地での地盤高さの変化量の平面分布を被災後の写真と重ね合わせたものを示す. 図中に青色で示されている地点は家屋が破壊されたと判断された地点である. 溪流出口の直下流に位置する家屋領域Aでは, 全ての家屋が全壊したという解析結果となっている. さらに下流の家屋領域Bは, 一部の家屋が全壊し, 半壊家屋も存在している. さらに下流の家屋領域Cを見ると, 全壊と判定された家屋は無いが, 一部損壊している家屋が見られ, 被災後の写真と計算結果が一致していることがわかる. なお, 単位幅あたりの家屋破壊限界応力は800kN/mを全ての木造家屋に適用した. 本解析モ

デルによって土石流で全壊・半壊する可能性のある家屋を評価することがある程度可能であると考えられる.

図3にCase1と家屋の破壊を考慮していないCase2, 家屋の存在を無視したCase3の住宅地での土石流の深さの時空間的な変化を示す. Case2のように, 家屋の破壊を無視すると, 家屋の上流域に土砂の堆積域が形成されるため, 氾濫範囲が狭くなることがわかる. 家屋の存在を無視したCase3では, 家屋を考慮しないことにより, 土石流は扇形に広く薄く流れ, 土石流扇状地を形成していることがわかる. また, Case1と比較すると土石流の氾濫域が大きく異なっており, 宅地においては, 家屋の存在を考慮した解析の必要性が高いことがわかる.

参考文献

- 1) 竹林洋史, 江頭進治, 藤田正治: 2013年10月に伊豆大島で発生した泥流の平面二次元解析, 河川技術論文集, Vol.20, pp391-396, 2014.