

1. はじめに 2004年7月末に徳島県那賀川流域を襲った台風10号は、1300mmを越える雨量をもたらし、数多くの山腹崩壊を引き起こした<sup>1)</sup>。このような山腹崩壊は時として天然ダムを形成し、山地流域における水と土砂の流出過程に対して大きな影響を及ぼすと考えられる。そこで本研究では、台風10号の際に木沢村阿津江地区において発生した地すべり型の大規模崩壊を対象として、天然ダムの形成過程と侵食過程に関する数値シミュレーションを行い、斜面崩壊過程の違いが本川の土砂流出に与える影響を明らかにする。

2. 天然ダムの形成過程に関する数値シミュレーション

図-1に示すように、阿津江地区の崩壊は長さ1000m、幅100mを越える巨大なものであった。本研究では、この崩壊によって生じた土塊が斜面を流れ下り、河道上に堆積する過程をハイブリッド土石流モデル<sup>2)</sup>によって解析する。

ハイブリッド土石流モデルは有限差分法による土石流の2次元汎濫堆積モデルと、土塊の運動をラグランジュ的に解析する手法とを組み合わせたものであり、平成15年に水俣市で発生した土石流の再現計算にも用いられている。崩壊土塊は図-2に示すように複数の円柱ブロックの集合体として表されるものと考え、各円柱の下部は侵食可能な飽和土、上部は侵食されない不飽和土で構成されるものとしている。円柱底面に作用するせん断力により、土塊の飽和土は侵食されて流動層を形成する。この流動層の運動に関しては一般的な土石流と同様の2次元解析を行い、土塊の運動に関しては底面のせん断力と円柱間の相互作用及び重力を考慮して解析している。

観測結果<sup>1)</sup>を基に崩壊土塊の初期形状を図-3のように設定した。飽和層の厚さに関しては、総雨量が1300mmを越えていたことと、降雨の末期に崩壊が生じたことなどを考慮して3mとした。土石流の計算グリッドは一辺20mの正方形で、円柱ブロックの直径は19.4m、土塊の容積濃度は0.5、粒径は5mm、計算の時間ステップは0.02秒とし、土塊の移動速度が2m/s以下になれば停止・堆積するものとしている。

計算は崩壊の発生パターンを変化させて4ケース行った。CASE1では土塊が一斉に滑動を始めるものとし、CASE2~4では縦断方向に1/3ずつ分かれて崩壊が発生するものとした。崩壊発生インターバルはCASE2では20秒、CASE3では100秒である。CASE4では十分な間隔をあけて崩壊が発生した場合を想定して、全ての崩壊発生時に初期河床形状を与えている。

図-4に各ケースの最終的な土砂堆積厚さの空間分布を示している。CASE1では他のケースに比べ崩壊土砂が広い範囲に到達していることが分かる。崩壊土砂は対岸を100m以上かけあがり、幅400m以上にわたって谷を埋めている。CASE2とCASE

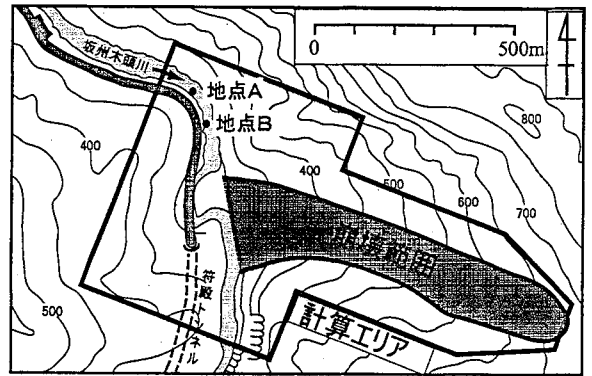


図-1

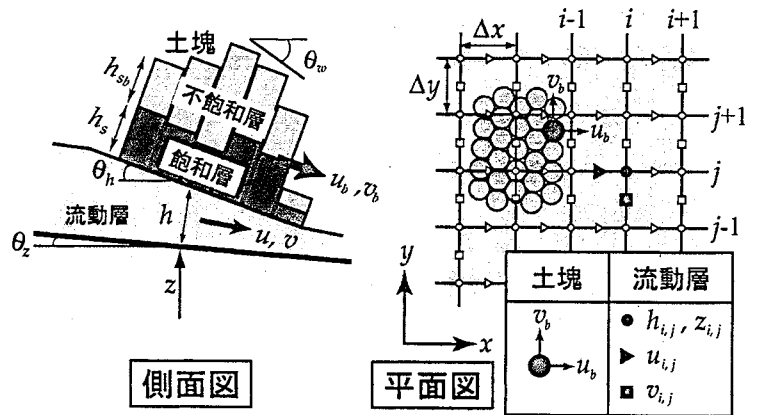


図-2

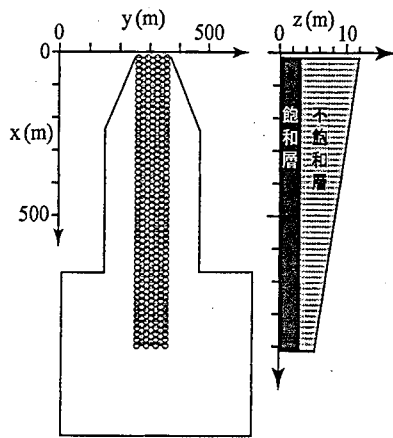


図-3

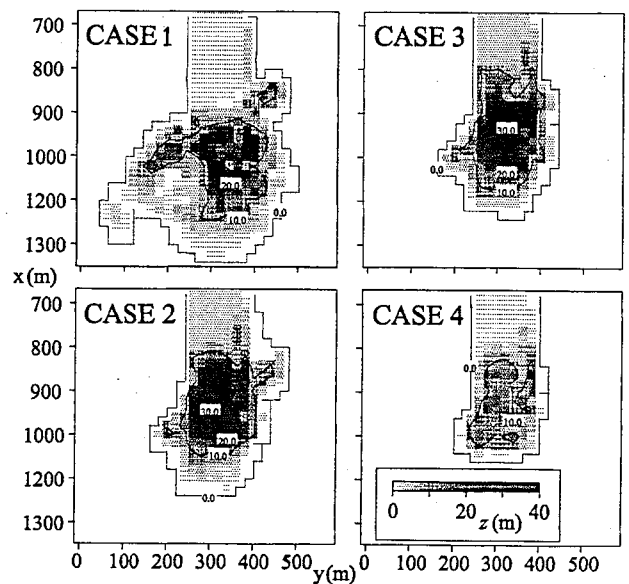


図-4

3は似通った結果となり、土砂が広がる範囲はCASE 1に比べて小さくなるものの、天然ダムの高さはCASE 1よりも高くなっている。CASE 4では上部1/3の土塊のみが堆積するため、天然ダムの規模は小さなものとなる。

**3. 天然ダムの侵食過程に関する数値シミュレーション** 図-4に示された各ケースの天然ダムの最終形状を初期条件として、2次元モデル<sup>3)</sup>を用いて天然ダムの侵食過程に関する数値シミュレーションを行った。計算に用いたモデルは掃流砂を対象とし、流路の側岸侵食や局所勾配が安息角を越えることによる小規模な崩落は考慮しているが、天然ダムの円弧すべりによる破壊は考慮していない。上流端からは一定の供給流量(300m<sup>3</sup>/s)を与え、土砂の供給はしていない。

図-5に旧河道中心線に沿った天然ダム縦断形状の時間的変化に関する計算結果が示されている。CASE 2はCASE 3とほぼ同様の結果であるのでここでは省略している。これらを見ると、天然ダムの下流側斜面が侵食され、次第に天然ダムの高さが低くなっていくことが分かる。

図-6には図-1に示されたA地点とB地点における水位の時間的変動に関する計算結果が示され、図-7には計算領域の下流端における流出流量と流出土砂量に関する計算結果が示されている。これらを見ると、天然ダムが高いほど、上流側の水位上昇は激しくなり、越流後の流量と流砂量も増大することが分かる。実際には崩壊地点の上流の河道脇に立っている住居は浸水による被害を免れており、崩壊土砂はいくつかのブロックに分かれて時間間隔をあげながら河道に到達したことが推測される。

**4. おわりに** ハイブリッド土石流モデルによる天然ダムの形成過程に関する計算から、崩壊の発生プロセスが天然ダムのサイズに大きな影響を与えることが判明した。また、2次元河床変動モデルによる天然ダムの侵食過程に関する計算から、天然ダムの高さが高いほど下流への流出流量や流砂量のピークが大きくなることが分かった。

**参考文献**

- 1) 日浦啓全・海堀正博・末峯章・里深好文・埜大三：2004年台風10号豪雨による徳島県木沢村と上那賀町における土砂災害緊急報告(速報)，砂防学会誌，Vol.57 No.4，pp.39-47，2004.
- 2) 里深好文：ハイブリッド土石流モデルによる平成15年水俣市集川の土石流に関する再現計算，水工学論文集，第48巻，pp.925-930，2004年.
- 3) 高橋保・里深好文：貯水池逆流システムによるフラッシング排砂に関する研究，京都大学防災研究所年報，第45号B，pp.91-100，2002年.

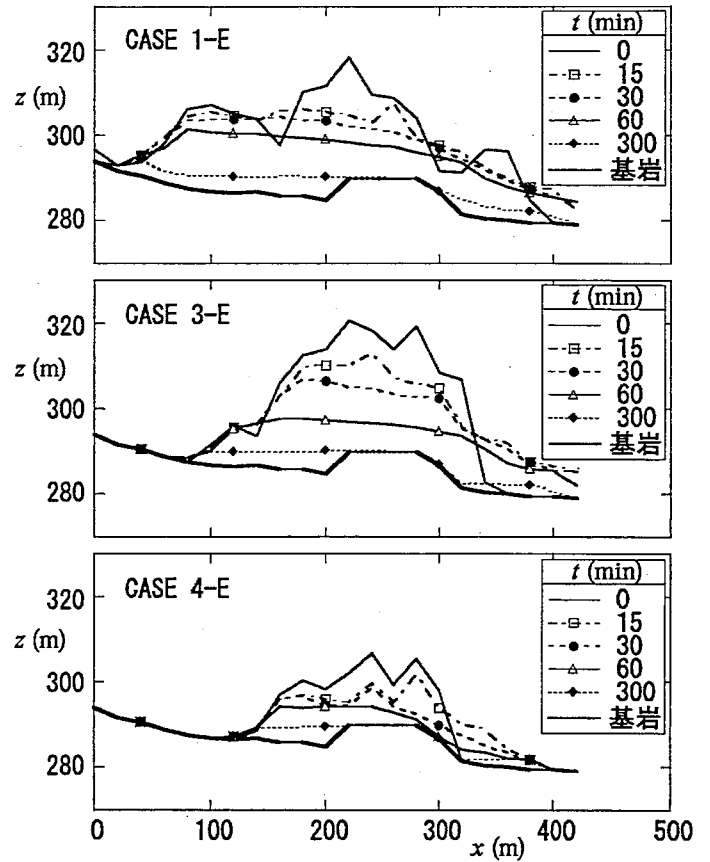


図-5

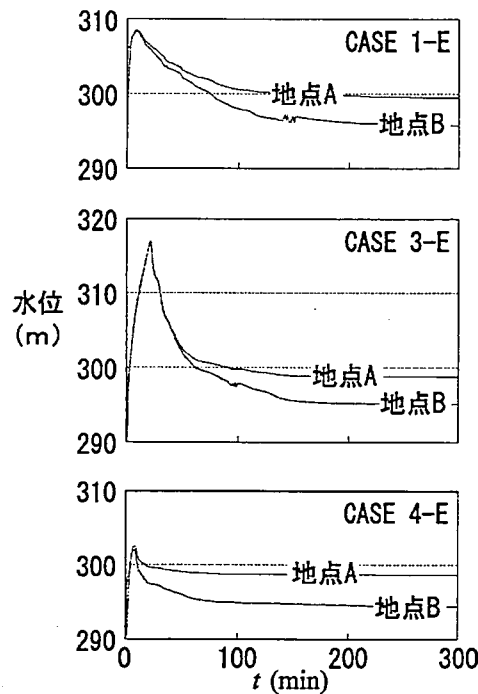


図-6

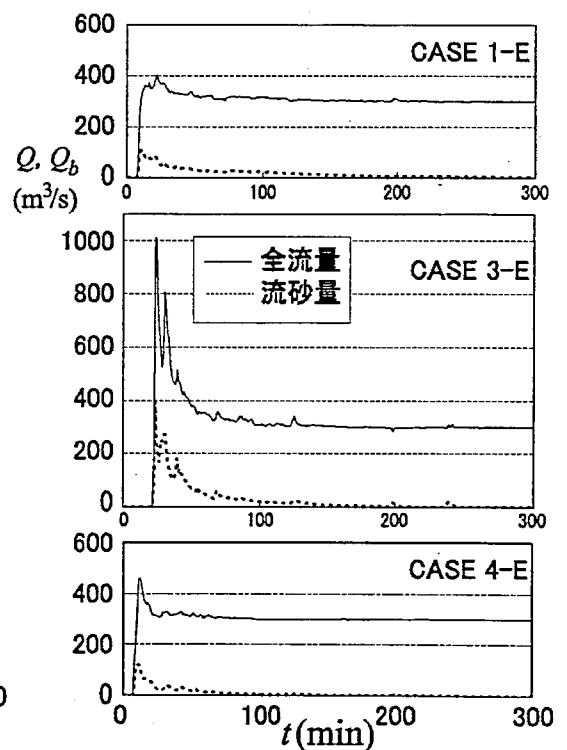


図-7