

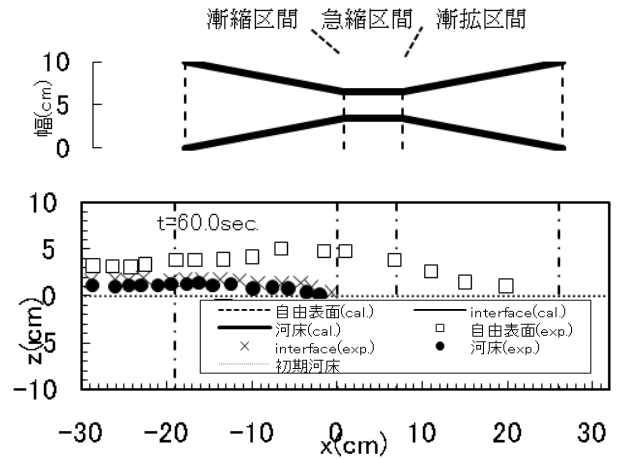
急縮拡幅部を有する急勾配水路での高濃度固液混相流の挙動に関する水路実験

京都府立大学大学院 ○織田哲暢
 京都府立大学大学院 高濱淳一郎

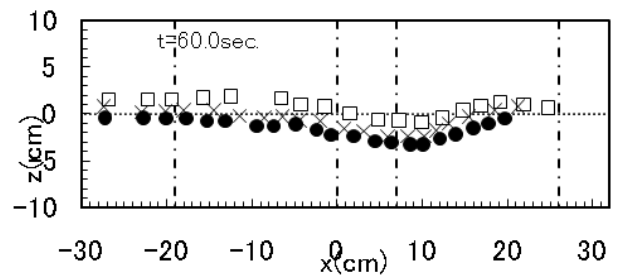
1. はじめに 日本は多くの土砂災害に見舞われてきたという背景から、土砂災害の防止・軽減のためにハード面・ソフト面での対策が重要な課題となっている。特に土石流においては一連の挙動を予測・評価するためのシミュレーションモデルを確立することが重要となっている。シミュレーションモデルの予測精度を向上させるためには、地形が急激に変化する場所での土石流や、急勾配領域で見られる流れの砂礫移動層と水流層を有する掃流状集合流動の挙動を解明することが重要である。そこで本研究では急縮拡幅部を通過する土石流と掃流状集合流動の水路実験を実施した。

2. 実験の概要 全長 6m, 幅 10cm, 高さ 40cm の水路を使用し、水路の途中に急縮拡幅部を設けた。河床勾配は 15.9°, 8.0°, 4.1° の三種類で水路実験を行った。河床状態は固定床と飽和移動床の二種類である。平均粒径 2.97mm の一様砂と水を定常状態になるまで供給し、不等流を形成させた。供給濃度は固定床の 15.9° は 0.319, 8.0° は 0.081, 4.1° は 0.020, 移動床の 8.0° は 0.083, 4.1° は 0.020 である。そして、急縮部周辺での自由表面、砂礫層と水流層の境界(interface)および河床高の時間的变化を記録し、二層流モデル(高濱, 2001)による数値解析と比較した。その際、水路幅が狭まることで生じる流下方向の圧力勾配を考慮する必要があると考えられるため、侵食堆積速度式(江頭ら, 1997)の平衡勾配に圧力項を付加したものとししないものの二種類を用いた(高濱ら, 2002)。固定床実験において急縮部より上流については、定常状態となった時の河床の堆積を記録した。

3. 実験結果と考察 代表的なものを図-1に示す。一番上の図は急縮部周辺での水路幅の縦断変化を示したものである。水路幅が最も狭い区間(急縮区間)の上流端を原点とし、初期河床に沿って x 軸をとり、

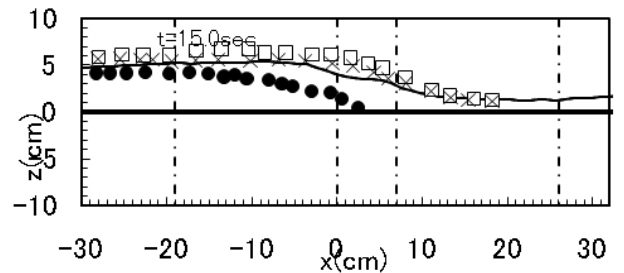


(a) $\theta = 4.1^\circ$ 固定床

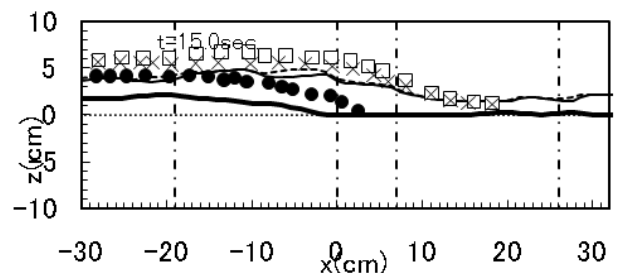


(b) $\theta = 4.1^\circ$ 移動床

図-1 固定床と移動床における実験結果の比較



(a) $\theta = 15.9^\circ$ 固定床圧力項無し



(b) $\theta = 15.9^\circ$ 固定床圧力項有り

図-3 固定床における実験と数値解析の結果の比較

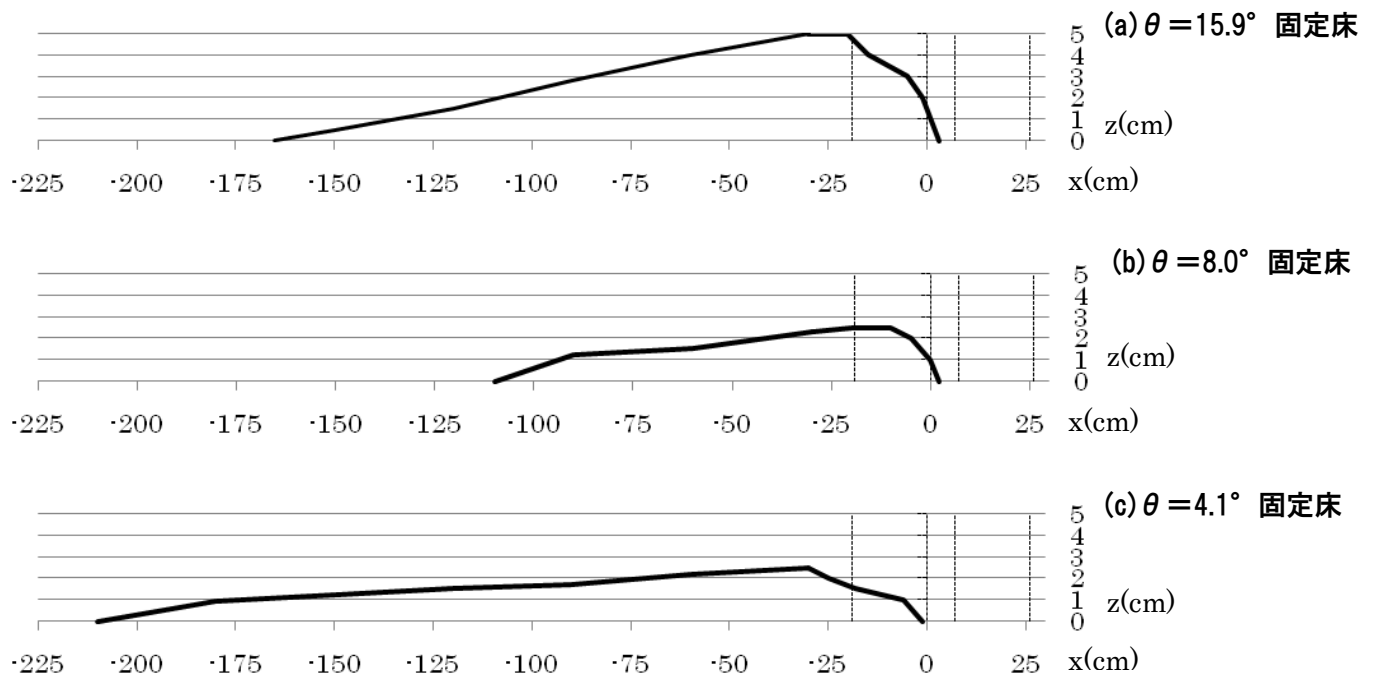


図-2 固定床における定常状態となったときの堆積

それに鉛直上向きに z 軸をとる。縦の点線は急縮拡幅部の角を示している。全ての条件下において、固定床では急縮部から上流側に堆積が見られた。それに対して移動床では堆積は起こらず、急縮部で侵食が見られた。

次に、定常状態となったときの固定床における河床全体の堆積を図-2に示す。今回の実験条件(供給濃度)では、(a)に比べて勾配の緩い(b)では堆積の上流端が下流方向に移動しているが、最も勾配の緩い(c)のときに堆積の上流端が最も上流にあった。

固定床における水路床勾配 15.9° での実験結果は、自由表面や interface は漸縮区間で上に凸の形状を示し、河床は急縮区間上流側で堆積を示す。これについては次のように考えられる。急縮部に向かって土石流が壁面の幅が狭まる事により、高さ方向に逃げて深さを増しながら流動するため流速が低下し運動力も低下する。その上に上流から流下してきた運動量の大きい土石流が運動量の小さい土石流に乗り上げながら流下しているために上に凸の形状が生じる。また幅の拡幅により土石流の位置エネルギーが運動エネルギーに変わることで土石流の流動を加速し、それに伴って河床が堆積しなくなる。また、固定床及び移動床における緩勾配 8.0° 、 4.1° での実験結果は図-1にも示したように 15.9° の場合と同

様に自由表面や interface は漸縮区間で上に凸の形状を示し、河床は固定床では急縮区間上流側で堆積、移動床では急縮区間で侵食を示す。これについても 15.9° の場合と同様に考えられるが、侵食深や堆積厚は 15.9° の場合に比べて小さくなる。

数値解析の結果については図-3に示すように固定床、及び移動床においては圧力項を付加しない場合は自由表面や interface は実験値と近い値となるが、固定床における漸縮区間での堆積や移動床における急縮区間での侵食のような河床の侵食堆積は示さない。それに対して、圧力項を付加した場合は河床の侵食堆積を表現できるようになる。しかしながら、自由表面や interface は圧力項を付加しない場合に比べると実験値よりやや低い位置となる。

4. おわりに 実験結果と数値解析の結果の比較については、発表会当日に詳細を紹介する予定である。

参考文献 江頭進治・宮本邦明・伊藤隆郭(1997)：掃流砂量に関する力学的解釈，水工学論文集，第41巻，p.789-794，高濱淳一郎(2001)：土石流による土砂流出過程の予防法とその適用性に関する研究，岐阜大学大学院学位論文，高濱淳一郎・藤田裕一郎・蜂谷圭・坂本麻矢(2002)：勾配急減点近傍における土石流の堆積過程に関する実験とその解析，水工学論文集，第46巻，p.683-688