

水中堆積物の重力流れと再堆積の過程

宮本順司・佐々真志・徳山領一・関口秀雄

1. はじめに

我が国の河口沿岸域は、人口や社会資本、産業が集中しており人間活動にとって重要な場であるだけでなく、干潟や砂州などが形成されていることもあり、生態環境としても重要な場である。しかしながら、河口沿岸域の多くは未固結堆積物から構成された低平地であるため、波、潮位変動、地震などの環境外力の作用によって不安定化しやすく、液状化、土砂流出、海底地すべり、混濁流などの災害が発生しやすい。これらの現象は急激な地形変化をもたらし、沿岸環境にも大きな影響を及ぼすと考えられる。

本研究は、水中砂地盤の液状化、流動化にともなう堆積物の重力流れの流況と再堆積の過程を水槽実験により詳しく観察することを目的としている。本研究では、砂地盤を液状化、流動化させるために上向き浸透流を発生させた。予備実験として、簡易な砂柱の浸透実験装置を用いて、上向き浸透流速と砂地盤の状態の変化との関係を調べた。即ち、流速の増大とともに、砂地盤は固体状態（No movement）から液状化状態（Liquefaction）、流動化状態（Fluidization）、浮遊状態（Suspension）と遷移する。ここで、流動化状態とは砂地盤の体積が膨張し間隙比が初期の2倍から3倍になるものの、砂粒子が上昇し続けずにその状態を保っている状態のことをさしている。

2. 重力流れ再現装置

液状化土／流動化土の重力流れを再現するために用いた水槽の断面を図1に示す。水槽には鉛直可動壁が設置されている。可動壁はエアシリンダーに直結しており、約4m/秒の速さで鉛直方向に引き上げることができる。可動壁を下ろした状態で砂地盤を水中落下によって形成した。次いで、ポンプを用いて上向き浸透流を砂地盤内に発生させ、地盤を液状化／流動化の状態にする。その状態において可動壁を急速に引き上げ、重力流れを発生させた。本研究では、地盤材料としてケイ砂5、6、7号を用意し、目的に応じて単独で使用したり、混合させて使用した。

3. 重力流れの観察

本装置を用いて再現された流動化土の重力流れの状況を図2に示す。実験条件としては、上向き浸透流速、初期地盤厚、初期地盤相対密度の違いが、流動速度、流動距離、再堆積後の形状に及ぼす影響を調べた。次に、マクロレンズを搭載した高速CCDカメラ（撮影間隔1/250秒、シャッター開閉時間1/1000秒）を用いて重力流れの内部構造を観察した。カメラ画像をPIV手法を用いて画像解析することにより、重力流れ内部の速度場の変化を観察した（図3）。今後は、均等係数の大きい砂材料を用いて重力流れの実験を行い、流動中の分級過程、再堆積後の地盤のアーキテクチャや級化構造を調べていく予定である。

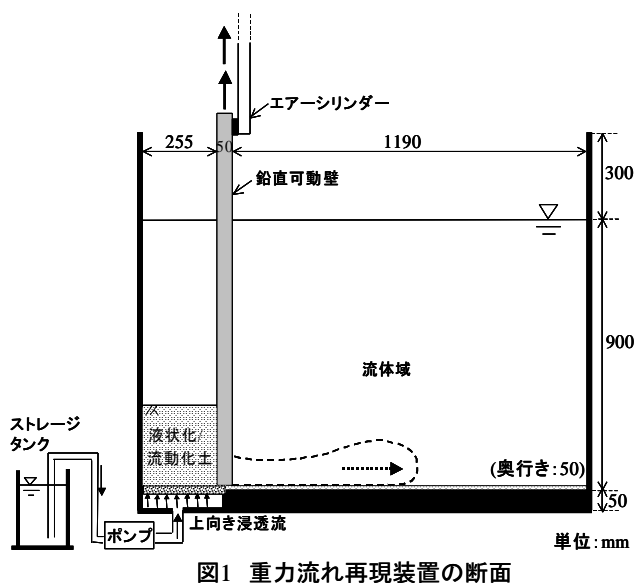


図1 重力流れ再現装置の断面

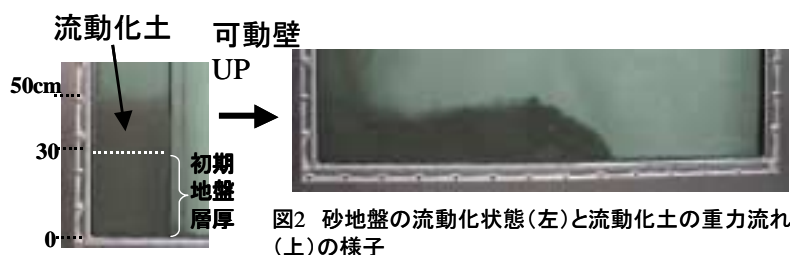


図2 砂地盤の流動化状態（左）と流動化土の重力流れ（上）の様子

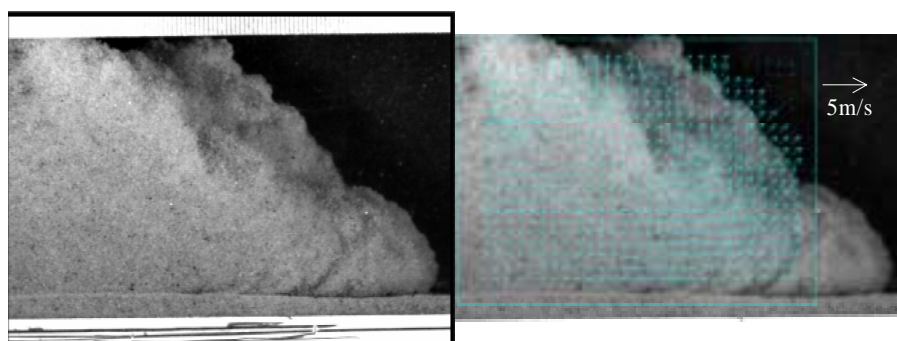


図3 重力流れ頭部の高速CCDカメラ画像（左）とPIV手法により求めた速度場（右）