

広島大学大学院 ○古澤 英生
広島大学総合科学部 海堀 正博

1. はじめに

土石流に含まれる流木や巨石が土石流災害を拡大させるものとして位置づけられる一方で、土石流が樹林のある氾濫場に流れ込むと、土石流を構成していた巨石や流木が立木と絡み合い、ピーバーダム状のものを形成し、土砂を堆積させていることが現地調査でも確認されている¹⁾。これは流木が土石流の堆積・停止に貢献している一例と言うことができる。土石流に含まれる流木については、発生・堆積機構や流下時の運動機構についての研究は行われている²⁾が、土石流自身の運動に対して、どのような影響をもたらすのかについての検討例は少ない。土石流が流入すると氾濫場の樹林も流木化することから、流木を含んだ土石流の流動性についての研究は重要なことであると考えられる。

そこで、土石流そのものが構成材料、特に流木によって流動性が変化するのかを確かめる実験を行った。この実験では三軸圧縮試験機内で一種の流動化状態をつくり出し、供試体内に擬似流木があることによる抵抗の度合いについて検討を行った。

2. 実験方法

試料には豊浦標準砂を用いた。この実験では液状化破壊を発生させ、試料を流動させる必要があるので、低密度で、きれいな円柱形になるように供試体を作成した。この実験の目的は流木を含んだときの土石流の流動性への影響を見るための実験であるので、試料を詰める途中で任意の数の擬似木を供試体内に詰めることにした。供試体作成後、注水し飽和させた後に、非排水の応力制御方式で軸圧を少しづつ加え、供試体を液状化破壊し、流動させた。実験開始から終了までの供試体の挙動については、供試体上下の荷重・軸変位・側圧・供試体上下の間隙水圧計をセンサーにより計測したデータや供試体破壊を撮影したVTRを使い、解析を行った。

3. 実験結果および考察

今回の供試体の実験条件としては、間隙比が1.06～1.10、飽和度が72.8～83.8%の範囲で実験を行った。これらの値については供試体内部に混入した擬似木の体積・重量および擬似木が吸水した水量は除いた値となっている。

実験で得られたデータの一例を図1に示す。図のような波形分析により実験結果の検討を行った。この実験は、間隙比1.09、飽和度74.2%、擬似木25本の条件のものである。擬似木の体積が供試体の全体積に対する割合（以下、擬似木体積率）は0.30%であった。供試体が流動現象を起こした様子は、下部の間隙水圧が急激に上昇すると同時に変位が進行し、それに追随する形で上部の間隙水圧も上昇していることからわかる。そのことは、VTRによって液状化破壊が下部から発生したことからも確認できた。

供試体が流動すると、試料である豊浦標準砂が液体のような状態になり、急速に変形が進むので、上部・下部荷重計の値は急速に減少する。しかし、変位が進む過程で、上部・下部荷重計の値が回復する傾向が見られることが挙動の特徴である。供試体の変位中に上部・下部荷重が回復する傾向があるものは、供試体内部の擬似木が絡み合うことにより供試体荷重の回復につながっていると考えられる。

他に見られた擬似木の混入による挙動の特徴としては、図2（実験条件：間隙比1.09、飽和度76.1%、擬似木40本（擬似木体積率0.47%））のように、液状化によって供試体が変形する途中に、変位が一時停止するという現象である。この現象も上部・下部荷重計の値の回復が見られることから、擬似木による供試体の強度回復が変位を一時停止させる挙動を起こしたものと見られる。図1の実験と比較すると変位速度は大きかったが、変位の一時停止という現象になったことを踏まえると、擬似木の本数（または擬似木体積率）の増加による影響も考えられる。

変位速度が非常に速い場合（完全に液状化状態になった場合）においては、上部荷重計の値が回復する傾向をとらえ

ることができなかつたものもある(図3、実験条件:間隙比1.09、飽和度80.4%、擬似木本数60本(擬似木体積率0.70%)。このため、下部荷重計のみに出ているような回復する傾向というものは、液状化によって破壊した土砂が下部荷重計に載っていく状態を表したものと思われる。

波形分析の結果から供試体の変位開始後から変位速度が最大になるまでの荷重計の値の変化については、

- ①しばらくたってから、急に上昇する傾向を示す
- ②上部・下部荷重計の値が上下しながらも上昇する傾向を示す
- ③ほぼ一定速度で上昇する傾向を示す

①②については図1、2で表されているもので、擬似木の影響により強度の回復が見られるもの、③については図3のような挙動で、破壊土砂が下部荷重計の上に載る挙動だけをとらえたものと考えられる。

4まとめ

今回の実験では、擬似土石流の流動性が非常に大きな現象については擬似木がもたらす影響は顕著には見られかなかった。しかし、流動の大きさによっては擬似木により、擬似土石流の流動自体を抑制する傾向と思われる挙動が見られた。このことは、勾配が緩くなることで土石流の流動が小さくなるような氾濫場において、樹林を巻き込むことで、さらに流動を減勢させる効果を発揮することにつながるものと考えられる。今後、実験を重ねることで関連性を明らかにしていきたい。

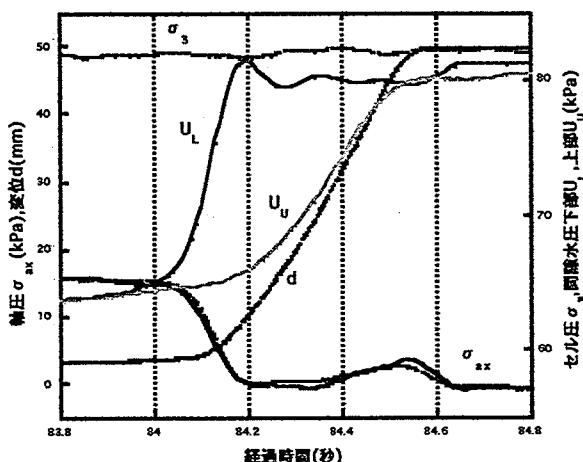


図1 三軸圧縮試験の結果（その1）

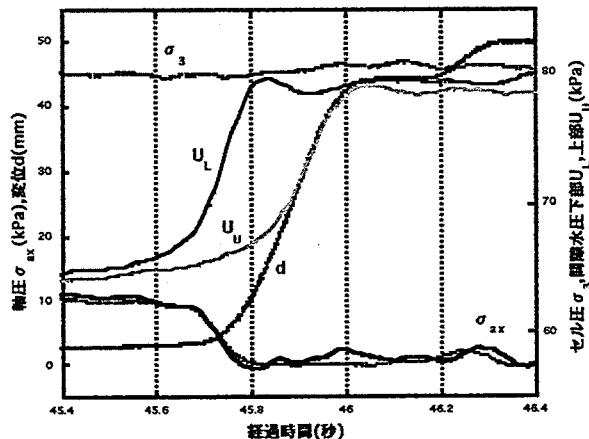


図2 三軸圧縮試験の結果（その2）

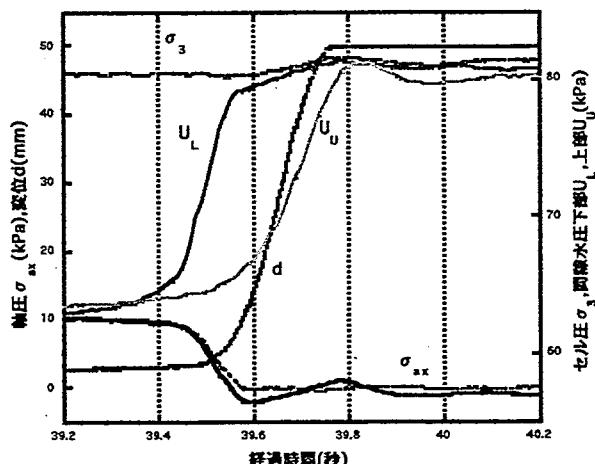


図3 三軸圧縮試験の結果（その3）

引用文献

- 1)古澤・海堀 (2002) 土石流の流動を抑制した自然的要因についての考察、広島大学総合科学部紀要IV
- 2)水山ら (1991) 流木の運動・堆積機構と対策工に関する研究、土木研究所報告第183号-3