

## 粒子と粘性流体の複合体の流れが引き起こす振動現象

## Oscillation phenomena induced by flow of composite of particle and viscous fluid

# 高嶋 晋一郎 [1]; 栗田 敬 [2]

# Shinichirou Takashima[1]; Kei Kurita[2]

[1] 東大・地震研; [2] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo; [2] ERI, Univ. of Tokyo

## はじめに

深部では低周波地震や微動といった振動が発生しており、その領域には流体の存在が示唆されることから、振動の発生には流体が関与すると考えられている。この現象について更に研究を進めていくには、振動発生の具体的な物理イメージが必要であると考えられるが、そのような物理イメージは殆ど提案されていない。本研究の目的は、この振動現象の発生物理プロセスとしてどんなものがあり得るのかを探ることである。

工学分野では、流体が関与した様々な現象が観察されている。例えば、壁が変形する通路を流体が流れる（例えば Pedley 1998）、流路の途中に圧力制御弁がある中を流体が流れる（例えば Misra et al., 2002）、通路内を多数の粒子が流れる（例えば Bertho et al, 2002）といったシステムでは適当な条件下で自発的に振動が生じる。今回は多数の粒子がパイプ中を流れる系に注目した。低周波地震や微動の中にはスペクトルにピークが存在する場合があります、今回はこのスペクトルピークを持つ振動に注目した。

## 実験方法

円筒状のパイプ（直径 6 cm）にプラスチック粒子（直径約 0.5 mm）とグリセリン水溶液を混ぜて入れる。このパイプの一端をグリセリン水溶液の入ったタンクと接続し、他端には細いチューブ（直径約 2.2 mm）を取り付ける。タンクからグリセリン水溶液をパイプ内に流し入れ、チューブの脇に設置したビデオカメラでチューブ内の流れの様子を撮影する。パイプに圧力センサーをはめ込み、内部の圧力を測定する。パイプ内にかかる圧力と液体の粘性率を変えて、この系の特徴を調べた。

## 結果

浸透流とサスペンション流という 2 つの流動様式が存在することがわかった。浸透流は圧力が低い状態で見られ、サスペンション流は高圧状態で実現する。サスペンション流になるにはある大きさ以上の圧力差が必要なことから、この流動様式の変化は固液複合体の降伏強度的な性質によって支配されていることが示唆される。

圧力の時間変化についてその振幅スペクトルを調べた。浸透流からサスペンション流に移り変わる境界付近で発生するサスペンション流が、スペクトルにピークがあり振幅の大きな振動を示すことがわかった。

その圧力振動を示す流れを画像データから調べると、液体割合が圧力振動に対応して変動することがわかった。小さな圧力のときにチューブ内を流れるサスペンションの液体割合が高くなり、大きな圧力のとき低い液体割合になる。

この振動の特徴的周波数を流体の粘性率と圧力差を変えて調べた結果、特徴的周波数は流量に比例した。

## 議論

液体割合の多いサスペンションをチューブ内に流すとき、サスペンションの粘性が低いので、低圧で流すことができる。一方、液体割合が少なく粘性が高いサスペンションの場合、チューブ内を流すには高い圧力が必要となる。チューブ内を液体割合の多いサスペンションと少ないサスペンションが交互に流れることで、規則的な圧力振動が生じたと考えられる。

このような振動を説明する単純なモデルを作ること、実験室スケールとフィールドスケールをつなぐスケージング則を見つけることが今後の課題である。