

超音波照射による固液混合材料の異方構造の消去

理工学部 一般教育(物理) 教授 中原 明生、理工学研究所 研究員 松尾 洋介

目的・背景

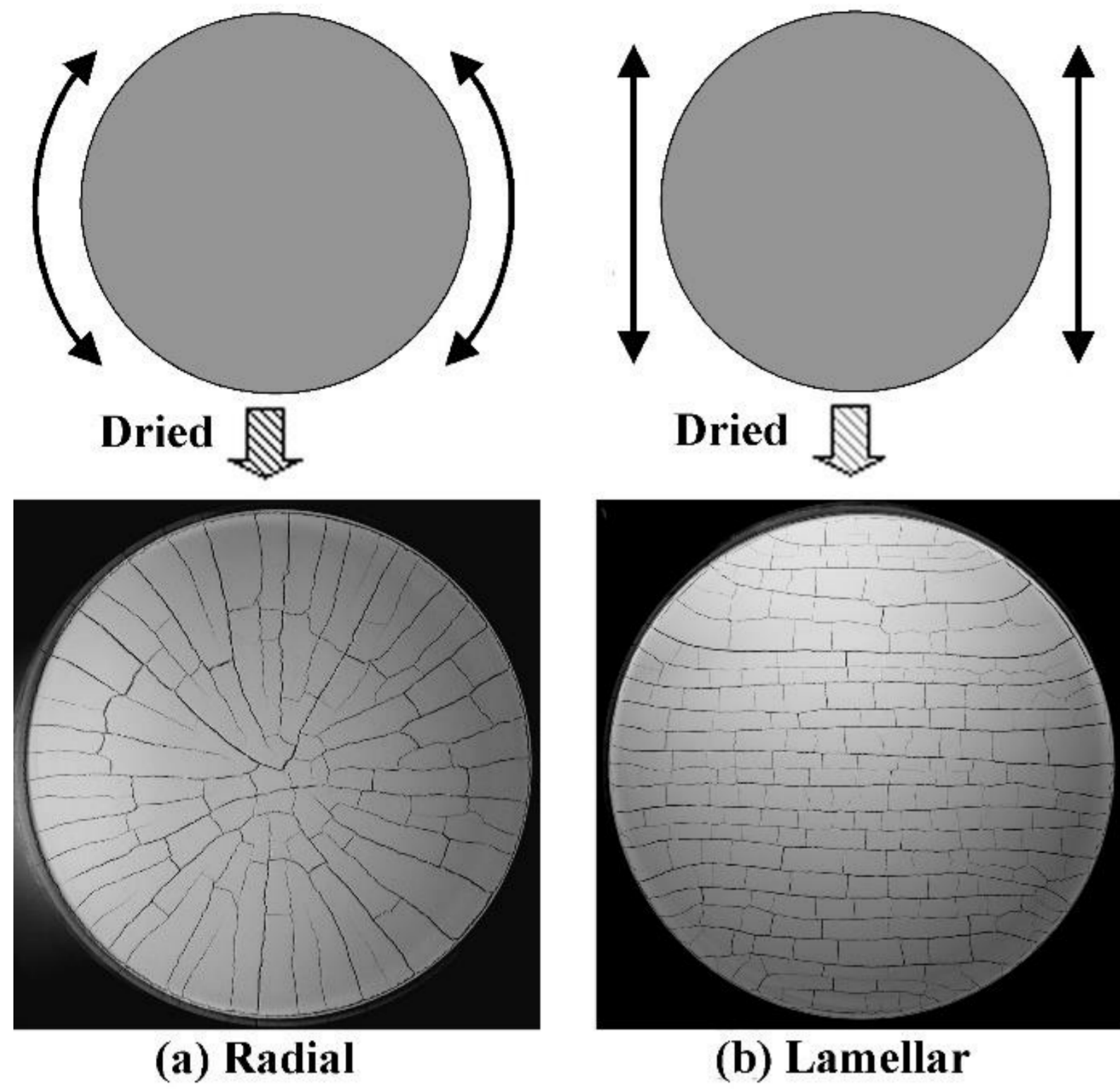


図1: 振動の記憶と縞状亀裂パターン

粉と水を混ぜた高濃度の固液混合材料(ペースト)は振動や流れを記憶する。その記憶は固液混合材料自体を直接観察しても分からないが、乾燥させた時に発生する亀裂パターンの形状として視覚化される。記憶には少なくとも「振動の記憶」と「流れの記憶」の2種類があることが報告されている。固液混合材料が振動を記憶した際は、乾燥破壊時に発生する亀裂は図1のように振動方向に対し垂直に進行する。一方、流れを記憶した際は、図2のように流れの方向に平行に乾燥亀裂が進行する(ペーストのメモリー効果)。

記憶を形成する要因として、ミクロには粉粒子の異方的な内部構造が振動や流れによって形成されたと考えられる。記憶によって亀裂の進行方向が決まるということは、記憶を操作すれば亀裂の進行方向や材料物性の異方性を制御できることになるので、幅広い応用が考えられる。

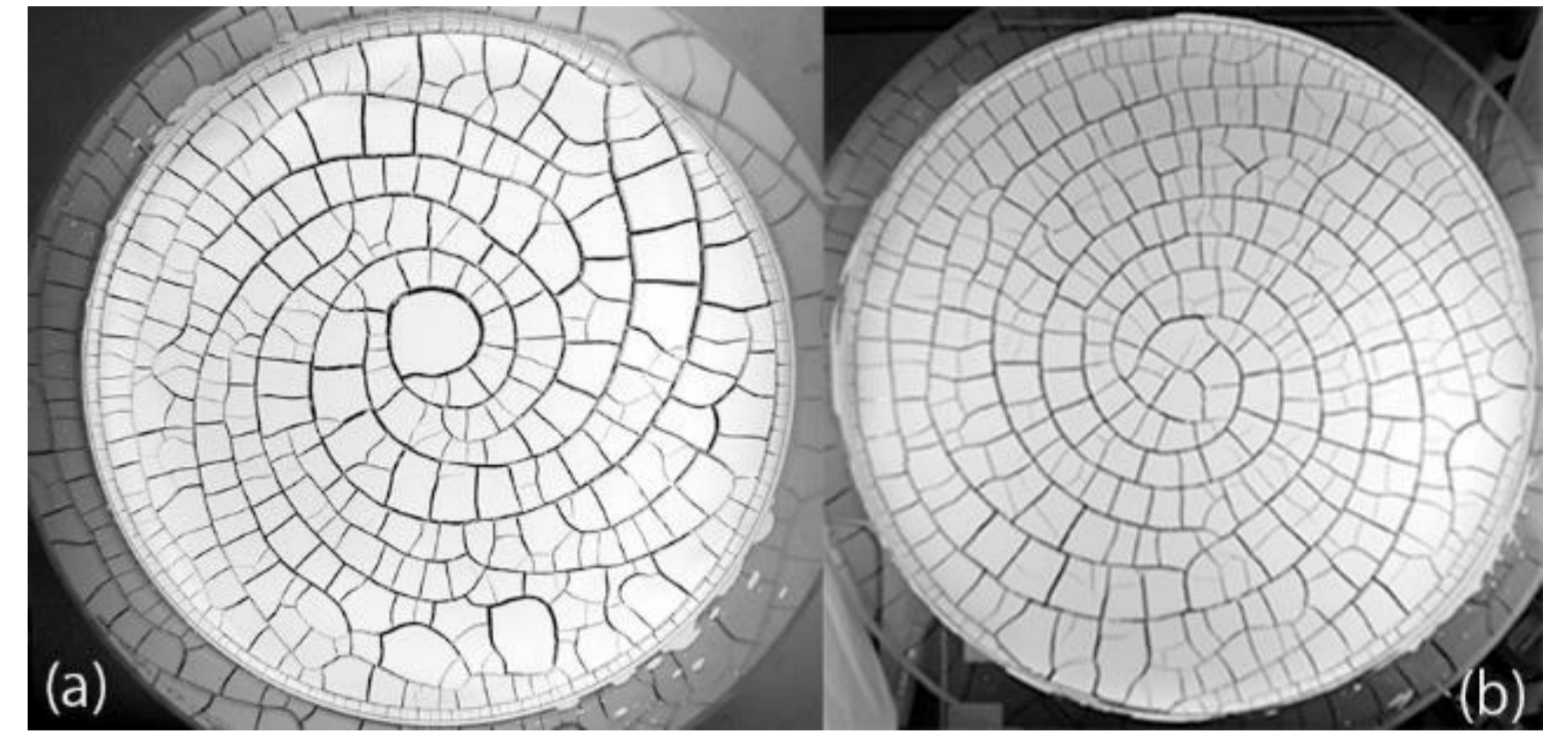


図2: 流れの記憶とらせん状亀裂

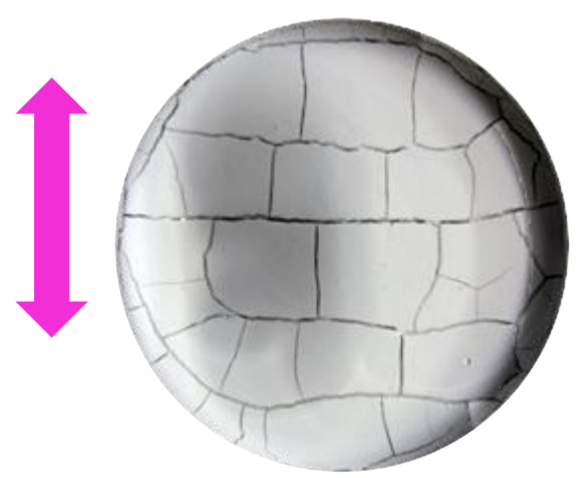
原理・方法

振動や流れの記憶は亀裂の進行方向を制御することに応用できるが、この手法は破壊を誘導するための制御である。今回、記憶を消去することによって固液混合材料を一様化して破壊自体を起こしにくい等方的構造にすることを旨とする。記憶を消去する手法としては、固液混合材料に超音波を照射することによって内部振動を引き起こし、粉粒子の異方的なネットワーク構造を破壊し構造を均一化して、固液混合材料の破壊強度を増加させる。(日本物理学会誌第70巻3号171ページ)

結果・まとめ

①振動を記憶した固液混合材料に超音波を照射することで、振動の記憶を形成する異方構造を消去することに成功した。

1. 水平振動のみ



垂直縞状亀裂(振動の記憶)

1. 水平振動 2. 超音波照射 37[kHz]



セル状亀裂(記憶を消去)

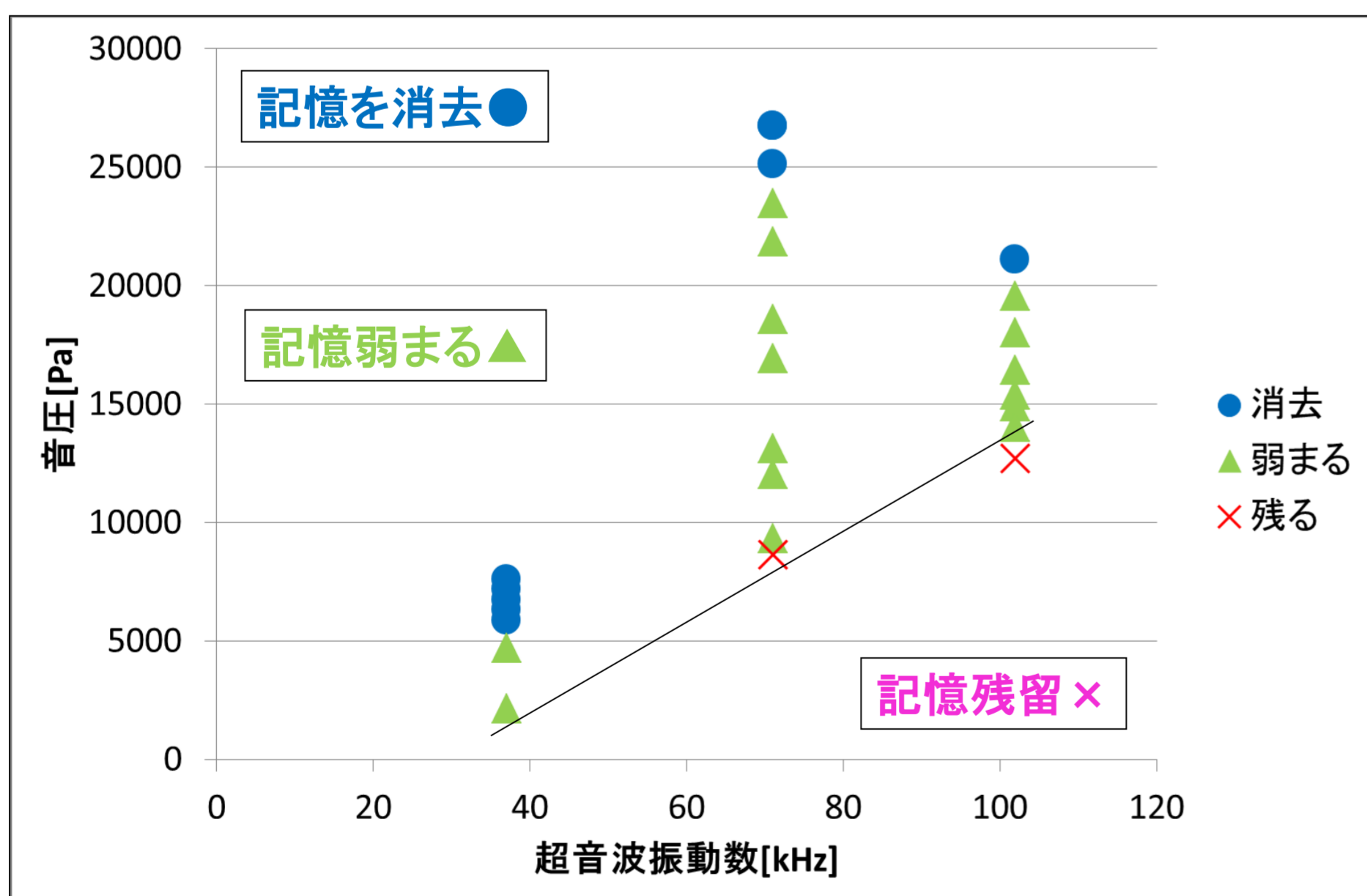
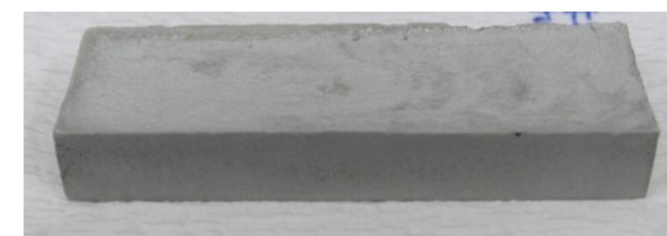


図4: 超音波照射による振動の記憶の消去実験

②容器に流し込んだモルタルに振動を加えることにより破壊強度が増加することが知られているが、その後超音波を照射することによりさらに破壊強度を増加させることに成功した。

1. 水平振動のみ



1. 水平振動 2. 超音波照射 42[kHz]

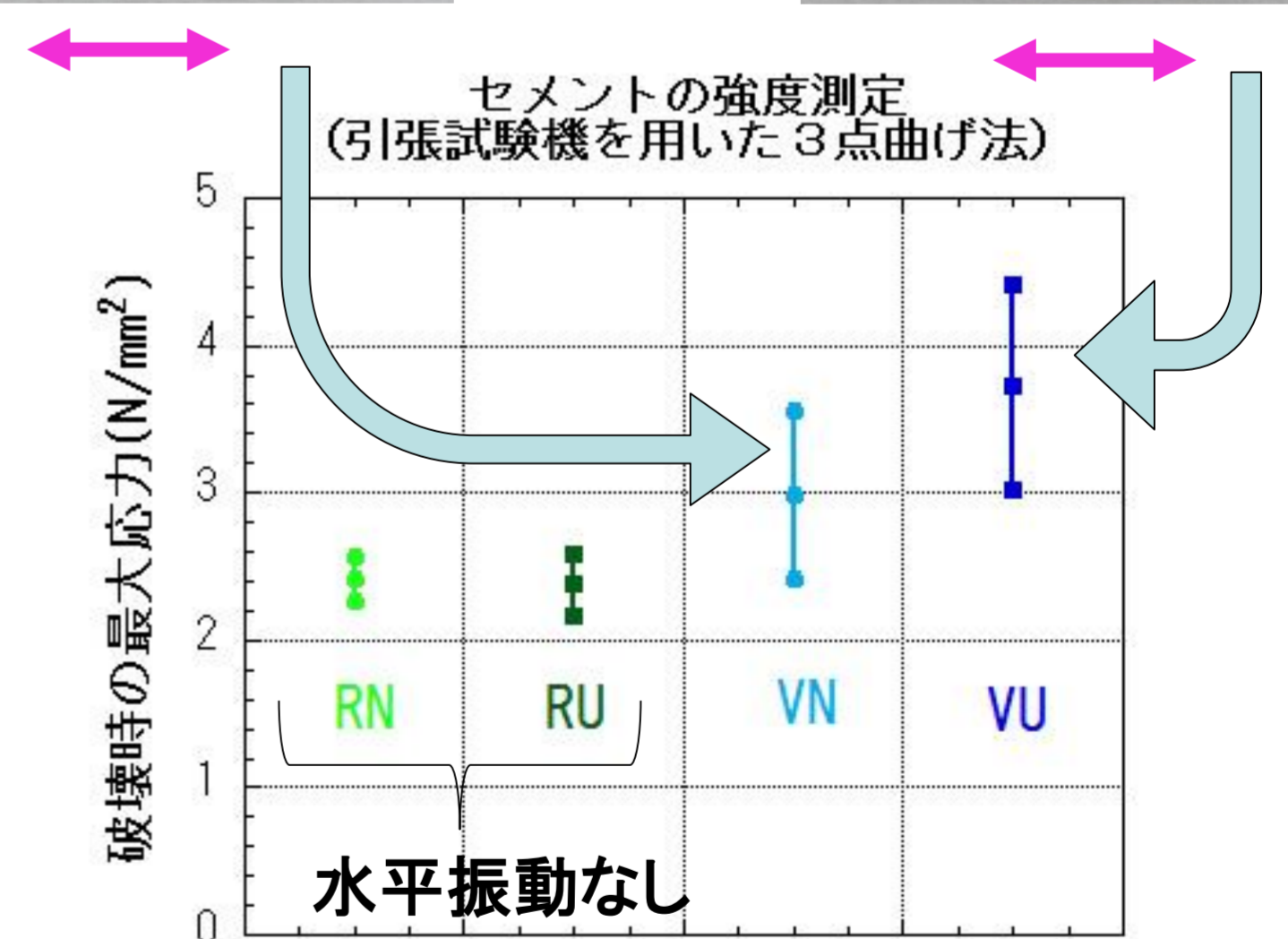
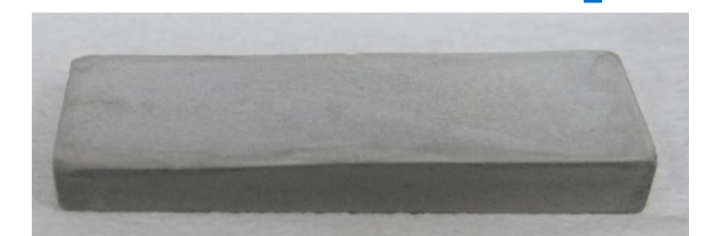


図5: 超音波照射によるモルタルの破壊強度の増加実験

中原明生, 松尾洋介, 伊藤丸人, 米山瞭汰,
「超音波照射による固液混合材料の異方構造の消去」
特願 2014-038777, 2014-2-28
材料混合法 PCT/JP2015/055607

応用分野・用途

- 固液混合材料の破壊と材料物性の異方性の制御
- 破壊の予知
- 岩石の記憶から過去の地震、地殻変動の検出
- セメント、コンクリートの振動の記憶の消去による破壊強度の強化
- 3Dプリンターで作る造形物の積層構造の平滑化