

大型試料のせん断すべり時における透過弾性波の特徴

#川方裕則^{1,2}・吉光奈奈¹・福山英一²・溝口一^{3,2}・山下太²・東郷徹宏²
佐藤誠^{4,2}・土井一生¹

1)立命館大, 2)防災科研, 3)電中研, 4)(株)エイ・イー・エス

二軸せん断試験において、不安定すべりに先立って断層面を透過する弾性波の透過効率が上昇し、すべりにともなって降下することが知られている(例えば, Yoshioka and Iwasa, 2006)。このことは不安定すべりの準備過程に関する重要な知見であり、その空間分布を調べることは、準備過程とすべり挙動との関係を明らかにするうえで不可欠である。

我々は、防災科学技術研究所の大型振動台を用いた大型二軸せん断試験機を構築し、メートル・オーダーの大型岩石試料を用いた二軸せん断試験を実施した(図1)。試料には、ひずみ計測用の半導体ひずみゲージや AE 計測用の PZT が貼り付けられ、軸荷重とせん断荷重を計測するロードセルの出力とともに集録され、多項目計測が実施された。

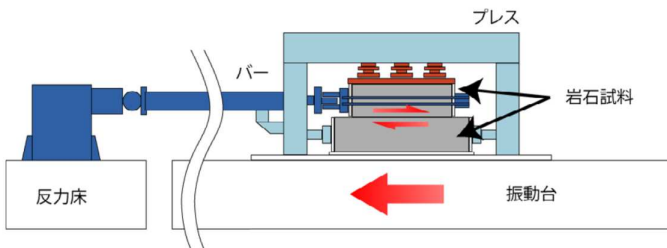


図1(上). 大型振動台上に載荷装置と岩石試料を設置した様子。(下). 載荷装置と岩石試料, 振動台の模式図。

これに加え、試料の上端に透過弾性波送振用の広帯域圧電トランスデューサを3か所、試料の下端に透過弾性波受振用の広帯域圧電トランスデューサを8か所設置し、透過弾性波の連続多点計測を実施した。送振用トランスデューサには基準周波数 60 kHz の連続正弦波を印加し、受振用トランスデューサの記録は 20 Msp/s で連続集録した。固着すべり条件での試験の際には、すべりに伴ってすべり条痕を示すガウジが生成され、当初は均質に研磨されていた接触面に、強い不均質が生じた(図2)。

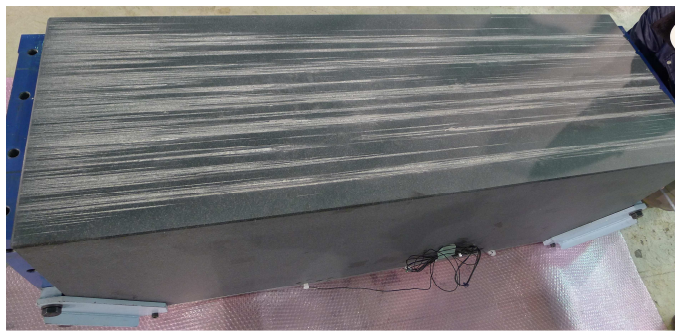


図2(上). 固着すべり後の試料表面の様子。(下). すべり条痕の拡大。

小さい音を伴う小すべりイベント(アコースティック=エミッション: AE)に引き続く、大きな音を伴う大すべり AE が間欠的に発生し、そのたびに受振用のトランスデューサに大振幅の波動が記録された(図3)。

低速(0.1 mm/sec)でせん断荷重を加えた試験の際

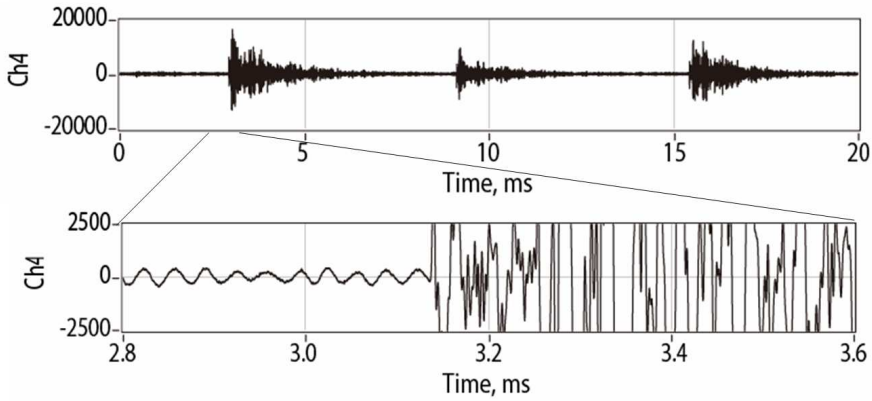


図3(上). 集録された波形の例。

図3(下). AEの初動付近の拡大。

に得られた受振波形を用いて、透過弾性波の振幅と位相を調べた。位相検波の原理を用いて、60 kHz 成分の振幅と位相の時刻歴を推定した結果を図4に示す。70 秒程度の間隔で、大きな音を伴いながら大すべりが発生し、それに対応する振幅の増減と位相の変化、およびそれに引き続く振幅と位相の回復がみられた。しかしながら、これらの値は大 AE により大いに乱された波形記録を用いて推定されたものである。今後、推定値の信頼性の向上を図るとともに、大すべり過程や先行する小すべりイベントの時空間的な詳細と透過弾性波の振幅と位相の時空間分布の関係を明らかにしていく。

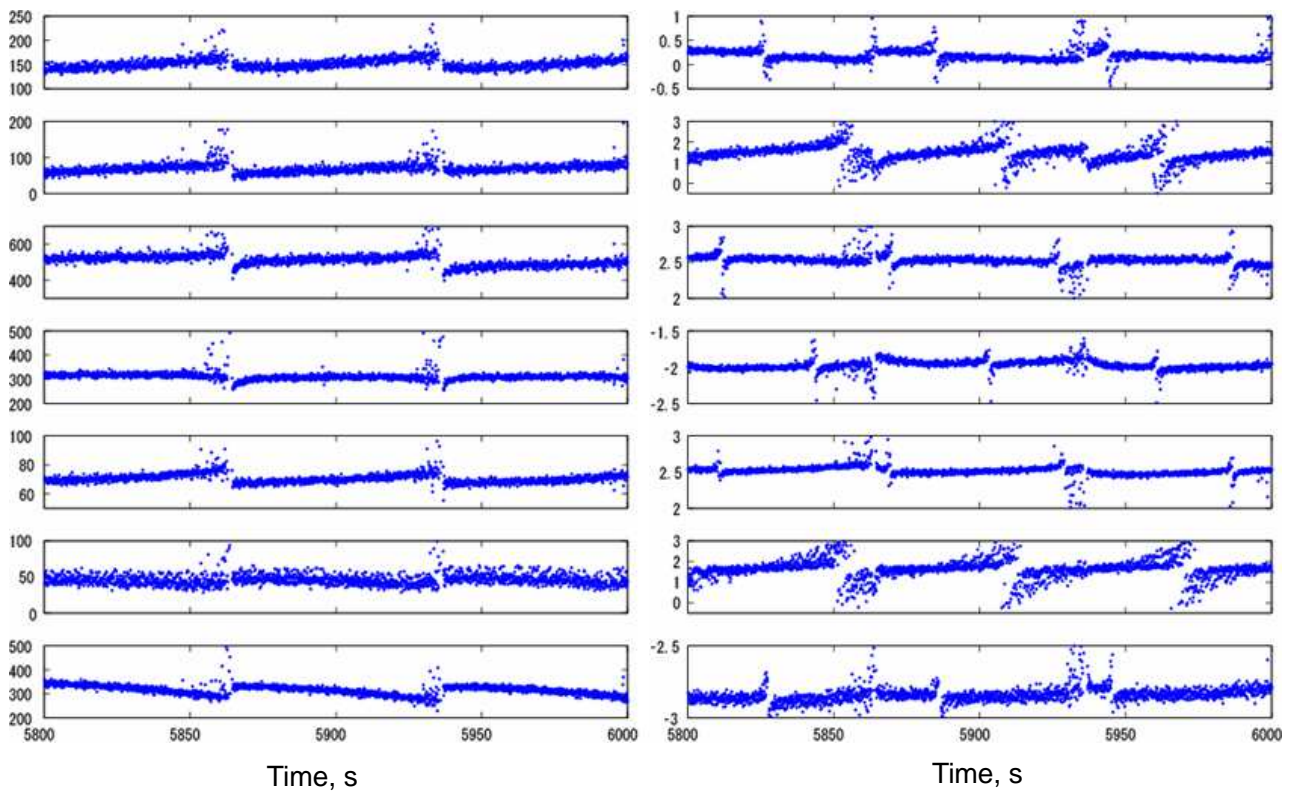


図4. 低速試験の際に計測された透過弾性波記録から推定された、60 kHz の正弦波振幅(左)と位相(右)の時間変化の例。上からCh1～Ch7を表している。Chs1,3,5,6,7は、試料奥行き方向の中央にすべり方向に沿うように順に設置されており、Chs2, 4は、Ch3 とすべり方向には同じ位置になるように奥行き方向に配置されている。

謝辞: 本研究は、防災科研プロジェクト研究「地殻活動の観測予測技術開発」および科研費 MEXT/JSPS (23340131) によっておこなわれたものである。