

透過P波の振幅から推定した岩石接触面の固着度合とその時間変化

Characteristics of asperity contacts and its time dependency estimated from transmitted P-wave

加納 靖之 [1], 川方 裕則 [2], 柳谷 俊 [3]

Yasuyuki Kano [1], Hironori Kawakata [1], Takashi Yanagidani [1]

[1] 京大防災研・地震予知, [2] 京大・防災研, [3] 京大・防災研・地震予知セ

[1] RCEP, DPRI, Kyoto Univ.

地震は断層での摩擦すべり現象であるという考えにもとづき、摩擦構成則を明らかにする実験や、その結果に基づいて行われる数値シミュレーションなどの研究がなされている。これらは接触面をもつ剛体どうしの運動としてとらえているものが主だが、断層運動の解明に向けてすべり現象を連続体的に扱う視点が今後重要と思われる。今回の実験では、接触面を透過する弾性波を16本のパスにおいて測定することにより、接触面の固着度合を時間的・空間的に推定する。透過弾性波の振幅は、時間的には増加の傾向を示し、空間的分布は一樣でない。このような固着度合の時空間分布を示した上で、すべり破壊の開始点との関連も議論する。

はじめに：地震は断層での破壊とすべりであるという考えにもとづき、さまざまな室内実験が行われてきた。摩擦すべり実験の成果として、いくつかの摩擦の構成則が提案され、それらの構成則をもとにした数値シミュレーションも行われてきた。しかしながら、これらの実験では、主として、摩擦現象は接触面をもつ剛体どうしの運動として扱われていた。また、断層面におけるすべり現象が、強度の高いところで起こる破壊によるものなのか、弱面がすべて起こるものなのか、という問題は依然として解けていない。現実の断層面が不規則かつ不均質であることから、断層すべりに関する新たな知見を得るためには、摩擦すべり現象の連続体的な取り扱いが今後重要になってくると考えられる。そこで、今回の実験では、接触面を透過する弾性波の振幅を用いて、岩石ブロック間の固着度合の時間的・空間的な推定を行い、すべりの開始点との対応を調べた。

実験の概要：なめらかに削った岩石サンプルの面どうしを接触させ、サンプルに貼った複数のPZT素子により透過弾性波の測定と破壊開始点の決定とを同時に行う。用意した2つの岩石サンプルに平面研削を施し、なめらかな面をもつ直方体状に成形する（174mm x 174mm x 178mm, 174mm x 216mm x 25mm）。それらの岩石サンプルを重ねあわせ、上側のサンプルの上端面に送波用のPZT素子（P波、共振周波数650kHz）を1つ貼り、下側のサンプルの下端面には受波用に16個のPZT素子（P波、共振周波数1MHz）を貼る。送波のために入力するパルスの電圧は、100Vである。接触面を通過したP波を測定することにより、接触面の固着度合の空間分布や時間的な変化を推定することができる。また、上側のサンプルの側面に貼ったPZT素子（P波、共振周波数1MHz, 4つ）によって、すべりに伴う微小な破壊によって生ずる弾性波を測定し、破壊の開始点を推定する。各波形は複数のデジタルオシロスコープによって収録し、収録機器全体の制御とデータの保存はパーソナルコンピュータによって行う。透過弾性波の測定において、1回の測定で収録される波形は、生波形と、S/N比をあげるために数100回程度のアベレージングを施したものの2種類で、収録間隔は自由に変更できる。各オシロスコープにおける収録時間のずれをなくすため、パルスジェネレーターからのトリガ信号により同期している。透過弾性波の振幅は非常に小さいため、アンプによって100倍に増幅している。一方、すべり破壊による弾性波は自己トリガによって別に収録され、地震の震源を決めるのと同じ方法ですべり開始点を推定する。接触面上でのすべりを実現するために、上側のサンプルにロープを取り付け、滑車を介して荷重をかける。ここでは、水による荷重を利用し、剪断応力増加速度が一定に保たれるように調節する。

実験結果：準備段階の実験結果として透過弾性波の振幅が時間的にも空間的にも一樣でないことがあげられる。同時刻における透過弾性波の振幅が一樣ではないことから、固着度合が空間的に一樣ではないことがうかがえる。また、時間的には振幅が増加する傾向がみられ、時間と共に固着度合が増していく様子がとらえられている。しかしながら、16本のパスのそれぞれが異なった長さや角度をもつことや、サンプルが完全に水平に重ね合わせられていないことによる歪みの影響など、考慮しなければならない点が少なからず存在する。これらの問題の一部は、同じ大きさで、接触面をもたない岩石サンプルを用いて、同じ幾何配置にしたPZTで弾性波の測定を行うことで改善できると考えている。本発表では、さらに、すべりの開始点と関連付けて議論する予定である。