

断層破砕帯における地球潮汐や地震波の増幅に及ぼされる断層形状の影響

Influence of form of fracture zone on amplification of earthtide and seismic waves at the fracture zone

谷口 慶祐 [1]

Keisuke Taniguchi [1]

[1] 京教大・教育

[1] Kyoto Univ. of Edu.

破砕帯では、伸張圧縮運動によって地球潮汐の振幅が周囲と比較して約 10 倍大きく、地震波(P波)の場合も約 5 ~ 15 倍大きい。有限要素法を用いた計算から、この増幅作用を説明するためには、破砕帯の深さは数100m以上必要である可能性が示された。また地球潮汐や地震波による断層破砕帯を境界とする相対運動は、その方向が決まっており、10m以上のブロックが破砕帯を境として一体となって運動していることがわかった。しかしこのことを有限要素法による振動解析からは再現することはできない。このことは破砕帯を境とする運動は、単に変形によってではなく、ブロック運動による可能性がある。

断層破砕帯付近での測地測量や地殻変動連続観測から、地殻は断層を境とするブロックからなることを示す結果が得られている。そこで我々は断層破砕帯を境界とするブロック運動を調べる目的で、3次元相対変位計を制作し、京大防災研北陸観測所の観測坑内にあるほぼ南北方向に走向をもち傾斜角が 90° に近い小さな断層破砕帯をまたいで設置した。この断層破砕帯は貫入岩ではない。観測開始は1986年8月である。3次元相対変位計は、距離 1 ~ 2m の 2 点間の上下、東西、南北、3方向の相対変位を測定するもので、全部で 4 台設置している。これらのうち3台は同じ断層破砕帯を挟んでいる。観測は地殻変動連続観測と地震観測に分けられる。地殻変動連続観測は、全成分を 5 分サンプリングで連続収録している。地震観測では、およそM5 以上の地震を対象とし、20Hz サンプリングでトリガーによる収録を行なっている。

1997年度秋季大会において、破砕帯では地球潮汐の振幅が周囲と比較して約 10 倍大きくなり、破砕帯をはさむものはいずれも理論より大きい、はさまないものは理論より小さくなることを示した。また地震波(P波)の場合も約 5 ~ 15 倍大きくなっており、その伝播方向によって倍率は異なる。これは破砕帯の伸張圧縮運動による変位によって説明できる。また1998年度秋季大会において断層破砕帯を境界とする相対運動の方向と、その空間的な広がりについて議論した。断層破砕帯を境界とする相対運動の方向では、1990年2月以来行っている地震観測によって得られた様々な周波数の地震波において、それらによる相対変位は、ほぼ南北走向の断層破砕帯を境として、西側に対して東側が南東上方-北西下方に相対変位するものであった。これは、地震波による断層破砕帯を境界とする相対運動は、その方向が決まっていることを示している。また実体波、表面波にかかわらずそうなることから、この範囲の周波数では周波数に依存しない。地球潮汐に関しても、地震波に見られたような常に同じ方向に相対変位する特徴はある程度見られ、その方向も地震波の場合と同じであった。このことは、数Hz ~ 数十秒の周波数帯と数時間以上の周波数帯で、同じような性質を示すことを示している。また相対運動の空間的な広がりにおいても、地球潮汐や地震波に対して、10m以上のブロックが破砕帯を境として一体となって運動していることがわかった。

今回は、有限要素法を用いた振動解析を行い、地球潮汐や地震波に対する破砕帯での増幅作用と、破砕帯の形状特に深さとの関係について次のように調べた。計算するモデルは、縦30m × 横30mでそれを1800の要素に分割した2次元の簡単なものである。

1) 垂直な破砕帯を仮定し、横から周波数 50 ~ 200Hz、振幅 10 - 9 m の SIN 波の強制変位を与え、破砕帯の両側と破砕帯ではないところの相対変位を比較した。その結果、破砕帯の深さが大きくなればなるほど、破砕帯とそうでないところの振幅比は大きくなった。先に示したように、実測データから地球潮汐では、振幅比が約 10 であり、今回の計算で約 10 倍になるためには、破砕帯の深さは、3 m となった。これと地球潮汐や大きな地震の実体波を直接比較することはできない。このモデルの場合、速度が約 2km/sec なので入力周波数が 50Hz の場合、波長は 40m であるから、破砕帯の深さ 3 m は、波長の 1/13 程度必要となる。地球潮汐や地震波に換算すると、深さは数 100m 以上は必要であろう。ただしさらに地球潮汐の周期に近づけた計算を行う必要がある。

2) 実測データでは地震のメカニズムや伝播方向に関係なく、破砕帯の両側がいつも同じ方向に動くを示した。このことは、有限要素法による振動解析からは再現することはできない。このことは破砕帯を境とする運動は、単に変形によってではなく、ブロック運動による可能性がある。