

沈み込んだ海山にかかる摩擦力の効果

Effects of friction forces on a subducting seamount

馬場 俊孝[1], 堀 高峰[1], 平野 聡[2], Phil Cummins[2], 亀山 真典[3], 金田 義行[3]

Toshitaka Baba[1], Takane Hori[2], Satoshi Hirano[3], Phil Cummins[3], Masanori Kameyama[1], Yoshiyuki Kaneda[4]

[1] 海洋センター・フロンティア, [2] 海洋科学技術センター・地震フロンティア, [3] 海技センター・フロンティア

[1] FRPSD, JAMSTEC, [2] Frontier, JAMSTEC, [3] Front. Res. Prog. Subduct. Dynam., JAMSTEC, [4] JAMSTEC, Frontier

沈み込む海山がどのように変形し、応力集中するのかをシミュレーションした。最大せん断応力は、海山の前面斜面の根元付近で最も高い。また、海山の後部と海山の背後の付加体の中にもせん断応力の集中がみられた。海山は付加体との摩擦力的によって前面は伸び、後面は圧縮するといった変形をする。よって、もしこの段階で破壊するならば、海山の前面は正断層型、後面は逆断層型の破壊が発生すると考えられる。また、海山背後の付加体では、海山が移動することにより水平方向に伸ばされていたため、破壊が起こるとすれば正断層型である。

はじめに

海山や海嶺、ホルスト・グラベン構造など、海底地形にはさまざまな起伏がみられる。そういった起伏はプレート運動とともに移動し、いずれ海溝で沈み込む。海山の沈み込みが付加体の変形や地震活動にどのように影響するかは、いままでに数多く議論されてきた。しかし、海山自体の変形や破壊についてはあまり目を向けられていなかった。海山自体が破壊し発生したと考えられる地震が地震波の解析から報告されていること、海山の破片と思われる物質が付加体の中から発見されていることなどから、付加体内に沈み込んだ海山はいつか破壊し付加体内に付加していくとも考えられる。そこで本研究では、沈み込む海山がどのように変形し、応力集中するのかをシミュレーションした。

モデルと解析手法

計算には2次元有限要素法を用いた。モデルは完全弾性体の海洋性地殻と付加体の2層構造で、海洋性地殻には海山と見立てた高さ2km、幅15kmのふくらみがある。付加体の両端を水平方向に拘束し、モデル全体に重力をかけ、底面を水平方向に200m強制変位させた。海洋性地殻と付加体の間の境界面には垂直応力に比例した動摩擦力を考慮した。

結果と考察

最大せん断応力は、海山の前面斜面の根元付近で最も高い。また、海山の後部と海山の背後の付加体の中にもせん断応力の集中がみられた。以下に最大せん断応力が高くなる原因と破壊の仕方について考察する。

海山は強制変位によって付加体に押し付けられているため、海山の前面斜面の垂直応力は後面斜面よりも高い。それは大きな摩擦力をうみだし、海山の前面斜面は頂上方向へ伸ばされている。最大せん断応力の集中している位置は、垂直応力が最も大きい地点ではなく、それより少し下の最も伸びている位置と一致する。このことから、海山が付加体に押し付けられることにより最大せん断応力が集中しているのではなく、摩擦力的によって斜面方向に伸ばされることにより最大せん断応力が大きくなっていることがわかる。もし、ここで破壊が発生するならば、正断層型と考えられる。

また、同じ摩擦力的によって海山が変形したことに伴って、海山の後部では圧縮が卓越するため、最大せん断応力が高くなっており、逆断層型の破壊が発生すると考えられる。海山背後の付加体では、海山が移動することにより水平方向に伸ばされていたため、破壊が起こるとすれば正断層型である。

摩擦を考慮しない場合は、海山の前面斜面を引き上げる力が働かないので、海山前部には単純に圧縮応力が卓越してくると考えられる。摩擦を考慮する、しないによってまったく破壊メカニズムが異なる。摩擦の効果を考慮すると、海山にかかる応力は単なる圧縮ではなくなる。ゆえに海山と付加体の境界面の形状がどのようになっているかによって、海山内の応力分布が大きく異なることが予想される。

現段階における我々の数値解析では微小変形しか扱えない。そのため、この解析結果は海山の沈み込みにおけるすべての応力を表わしているのではなく、応力の変化量を表わしている。今後は大変形させ、海山が沈み込むすべて過程をシミュレーションし、どの程度の深さまで沈み込むと海山の破壊強度を超え、どのように破壊するかを定量的に明らかにすることを目的に研究を進めていく。

摩擦の効果によって付加体の下に沈み込んだ海山は、海山の前面斜面は伸張し、海山後部は圧縮場である。