

LUNAR - A搭載用月震計の改良（中立戻り位置ずれの補正）

Improvement of seismometer for moonquake observation on LUNAR-A mission

山田 竜平[1], 白石 浩章[2], 田中 智[3], 山田 功夫[4], 小林 直樹[5], 藤村 彰夫[3], 水谷 仁[3]
Ryuhei Yamada[1], Hiroaki Shiraishi[2], Satoshi Tanaka[3], Isao Yamada[4], Naoki Kobayashi[5], Akio Fujimura[3], Hitoshi Mizutani[3]

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 宇宙研・惑星・比較惑星, [3] 宇宙研, [4] 名大・理・地震火山センター, [5] 東工大・理工・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci. Tokyo Univ, [2] Res. Div. Planetary Sci., ISAS, [3] ISAS, [4] Research Center for Seismology and Volcanology Nagoya Univ., [5] Earth and Planetary Sci, TiTech

LUNAR - Aは2003年8月にM - Vロケットにより打ち上げ予定の月探査ミッションである。LUNAR - Aでは二本のペネトレーターにより、二成分の月震計と熱流量計を月面に設置する。この観測ネットワークを用いて月の内部構造を探るのがこのミッションの目的である。設置される月震計は永久磁石による磁界中をコイルが振動することで発生する誘電起電力を利用した速度型の地震計である。

月震計の性能試験を単体で行い、キャリアレーション波形を取得して解析すると、月震計コイルの中立戻り位置に問題が見られた。すなわち、ある一方の方向に振れた後のコイルの戻り位置と、もう反対方向に振れた後のコイルの戻り位置にわずかなずれが見られることが発見された。

そこで、月震計のバネを交換したり長周期化のために用いている鉄片を除去するなど、種々の条件下で調査したところ二つの要因が判明した。一つは水平動ダイヤフラムバネに力学的に不安定な部分が存在することである。これは水平動のダイヤフラムバネがフラットなバネを使用していることに起因する。そこで、水平動のダイヤフラムバネにたわみを持たせてプリロードがかかる様に改良を施した。その結果、中立戻り位置のずれが小さくなることが確認された。もう一つの推定される原因は長周期化用ネジ材の磁氣的ヒステリシスである。月震計は固有周波数を1 Hzに調整するために、コイル両端付近に直径2 mm、長さ4 mm程度の純鉄片を取付けている。その純鉄による吸引力を高精度のロードセルを用いて計測したところ、コイル位置を数十 μm 程度ずらす力を有するヒステリシスが存在することが分かった。そこで、純鉄の代わりにヒステリシスが小さく長周期化が実現できる材質として、パーマロイ78を選んだ。この材料を用いたところ、中立戻り位置のずれは2~3 μm の値にまで減らすことが可能となった。数 μm の差位は恐らく月震計の他の部品の磁氣的な性質に起因していると思われる。これよりも小さくすることは現段階では困難と考えている。

月震観測を行ったときに、数 μm のヒステリシスの影響がどれほどあるのかどうかを検討する一つの方法として、犬山の地震観測所で、自然地動を観測し地球用地震計との比較観測を実施した。月震計と地球用地震計で取得した波形をそれぞれの特性を考慮した上で比較することにより、月震計の性能評価をした。この結果、上述の改良を施した月震計は地震計で取得した波形とほとんど一致し、満足すべき結果を得ることができた。