

スロースリップ検知のための長基線レーザー伸縮計の開発

Development of a long baseline laser-extensometer for observation of slow-slip events

勝間田 明男 [1]; 山本 剛靖 [2]; 浜田 信生 [3]; 吉川 澄夫 [3]

Akio Katsumata[1]; Takeyasu Yamamoto[2]; Nobuo HAMADA[3]; Sumio Yoshikawa[3]

[1] 気象研究所; [2] 気象研; [3] 気象庁

[1] Meteorological Research Institute, JMA; [2] MRI; [3] JMA

気象研究所では、スロースリップイベント検知を主たる目的とした長基線の地殻変動観測用レーザー伸縮計の開発を行っている。最終的に数100mまでの長基線にする予定であるが、2007年12月より200mの長さで試験観測を開始した。ここでは、そのレーザー伸縮計の構成と得られたデータについて簡単に紹介する。

レーザー伸縮計はマイケルソン干渉計として構成している。光の波長は数100nmであるので、基線長数100mでは1波長の変化は 10^{-9} の歪変化に相当し、ポアホール測器なみの分解能となっている。また、長基線とすることにより長期安定性が得られるものと期待している。長期的な安定した観測を得るためには、干渉計の全ての構成要素において、その安定度が見積もられている必要がある。構成要素として、レーザー発振周波数・構成光学部品の相対位置・光路媒質の屈折率などがある。

レーザー装置としてネオアーク社のヨウ素安定化レーザーを用いている。公称値として 10^{-12} の長期安定性があるとされているので、 10^{-9} を想定した歪変化に対して十分な安定性を持っていると言える。

レーザー光はビームスプリッターにより分割し、片方を測定光、他方を参照光として、参照光に対する測定光の変化を干渉縞の動きとして捉える。参照光に対して $1/4$ 波長板の挿入により $1/2$ だけ位相をずらした2つの直交した直線偏光の光強度を得て、変化が伸びであるか縮みであるかを判定している。参照光はリフレクターにより折り返しているが、ビームスプリッター・リフレクター間の距離が変化すると、参照光光路長が変化し測定値にそのまま影響をあたえる。ビームスプリッターとリフレクター間の距離は10cmほどであるが、一般的な 10^{-6} 程度の線熱膨張係数を持つ素材を使ってしまうと、数度の温度変化が無視できない影響をあたえる。そこで、ビームスプリッターとリフレクターはスーパーインバーのプレート上にマウントした。

安定した干渉光を得るため及び空気の屈折率の影響をのぞくために、光路は真空としている。光路全体においても 10^{-9} の歪量に相当する気圧1Pa未満とするため、ターボ分子ポンプを用いた高真空の排気システムとしている。

2007年12月より、試験観測を開始した。観測システムとしてまだ完成された状態ではないが、地球潮汐を十分な感度で検知しており基本動作の確認ができた。

なお、地殻変動観測用マイケルソン干渉計の構成において、東京大学地震研究所の新谷昌人助教授より協力いただいた。