

KAGRA 用防振装置の開発 XVIII (制御系)

総研大、国立天文台^A、東大宇宙線研^B、東大理^C、Univ. Sannio^D、INFN Rome^E、NIKHEF^F
奥富弘基、高橋竜太郎^A、正田亜八香^A、藤井善範^C、F. E. Pena Arellano^A、M. Barton^A、
平田直篤^A、石崎秀晴^A、関口貴令^B、阿久津智忠^A、大石奈緒子^A、麻生洋一^A、
R. Flaminio^A、山元一広^B、内山隆^B、宮川治^B、上泉眞裕^B、R. DeSalvo^D、E. Majorana^E、
我妻一博^F、J. van Heijningen^F、KAGRA collaboration

Development of Vibration Isolation System for KAGRA XVIII (Control System)

Sokendai, ^ANAOJ, ^BICRR, ^CUniv. of Tokyo, ^DUniv. Sannio, ^EINFN Rome, ^FNIKHEF
K. Okutomi, R. Takahashi^A, A. Shoda^A, Y. Fujii^C, Fabian E. Pena Arellano^A,
Mark Barton^A, N. Hirata^A, H. Ishizaki^A, T. Sekiguchi^B, T. Akutsu^A,
N. Ohishi^A, Y. Aso^A, R. Flaminio^A, K. Yamamoto^B, T. Uchiyama^B,
O. Miyakawa^B, H. Kamiizumi^B, R. DeSalvo^D, E. Majorana^E,
K. Agatsuma^F, J. van Heijningen^F, KAGRA collaboration

大型低温重力波望遠鏡 KAGRA では、レーザー干渉計を利用して重力波による鏡同士の距離の微小変化を検出する。そのため、重力波以外の要因による鏡の揺れを抑制することが重要となる。地上における重力波検出器では地面振動が鏡を揺らす主な要因となるため、地面振動を鏡に伝わりにくくするための防振装置が必要となる。

防振装置への要求は、1) 観測帯域 (10 Hz 以上) において鏡の揺れを歪み感度 $h \lesssim 10^{-23} [\text{Hz}^{-1}]$ 相当に抑制すること、2) 干渉計の動作点引き込みや安定な運用のために鏡の変位・速度の RMS 振幅を抑制すること、の 2 点である。そこで KAGRA では SAS (Seismic Attenuation System) と呼ばれる低周波防振システムを用いる。この防振装置では、鏡を多段振り子に懸架することで鏡の並進方向の受動防振を行う。振り子の懸架点は金属の板バネを用いて支えられており、鏡の垂直方向の共振周波数を数 100 mHz – 数 Hz 程度まで低くする工夫がなされている。また共振周波数付近の振動については、ダンピング制御によって RMS 振幅の低減を行う。振り子の各段には変位センサ/アクチュエータユニットが搭載されており、センサ信号を自由度ごとに処理してそれぞれのアクチュエータへフィードバックすることで、振り子の振動を低減する。

干渉計の動作のためには鏡の精密な位置・アラインメントの制御も必要になる。そのため、鏡はリコイルマスと呼ばれるカウンター質量とともに懸架されており、鏡とリコイルマスの相対変位・角度を調整することで干渉計の制御を行う。このように干渉計用アクチュエータを地面振動から分離することで、制御雑音を低減することができる。防振装置のすべての制御系は、統合されたデジタルシステムによって管理されている。

KAGRA は 2015 年度内の試運転開始のため、現在も装置のインストールが進められている。今回の講演では、防振装置の制御試験の現状について報告する。