

W04b C/C 複合材料による軽量鏡開発

小原直樹(東大理)、大坪政司、常田佐久、岡田則夫、中桐正夫、野口本和(国立天文台)、尾崎毅志、竹谷元、久米将実、Steve Hahn(三菱電機)

我々は、C/C(炭素繊維・炭素マトリクス) 複合材料を用いた、可視-赤外望遠鏡のための軽量反射鏡の開発を行っている。C/C 複合材料は加工が容易なため、リブ構造を形成することで剛性を保ちつつ、鏡全体の構造的軽量化が可能である。C/C 材自体は、SiC や C/SiC より等重量あたりの変形量 (ρ^3/E) が小さく優れており、また、他の優れた鏡材である Be より低熱膨張(擬似等方積層により C/C 単体で $CTE = -0.3 \sim -1 \times 10^{-6}$ ppm) で、かつ大型化に可能性がある点で将来性がある。この C/C 材は、それだけでは鏡面とならず表面を改良して鏡面化することが課題となるが、現在、加工・研磨の特性から Ni メッキ(カニゼン)を採用、開発を進めている。

C/C 鏡における熱変形の大きさ・空間スケールを評価するため、75mm 角平面鏡サンプルを製作し熱試験を行ったので、その結果を報告する。サンプルは、C/C 製ハニカムサンドイッチ構造コアに C/C 基盤を接着、その上に Ni メッキを施し鏡面化したものである。常温 ± 50 での波面を干渉計で測定した結果、熱変形は 2.8nmRMS/K であった。Ni メッキ厚のむらによる鏡全体の低周波変形(2nmRMS/K) はメッキの精密切削・研磨で、ハニカムコアスケールの中周波変形(1.7nmRMS/K) は表面基盤を厚くするかコア周期を細かくする事で、解決できる見通しである。C/C 表層の炭素繊維束の織り目スケールの高周波変形(1nmRMS/K) は繊維の束・織り目を細かくするなどの手段で抑えられると考え、テストピースレベルでの試験を続けている。低・中周波変形をなくし高周波変形を 1/8 に抑えれば、 ± 10 の熱変形が $1/200\lambda$ RMS 程度(波長 $0.5\mu\text{m}$) となり、実用レベルとなる。

本年会では、C/C 軽量鏡概要、平面サンプル熱試験結果、及びそれを踏まえた熱変形改良の進捗を報告する。