

桃山時代に製作された銀銭の残留応力分布の評価

はじめに

豊臣秀吉が武勲の恩賞として戦国武将に与えたと伝えられる銀製の古銭について、試料表面の残留応力分布を評価しました。歴史的な文化財の製作方法を調べることは当時の技術水準や伝統技法を知る上で非常に重要な作業となりますが、多くの場合、技法書のような文献は残されておらず、匠の技の詳細は明らかになっていません。そこで、金属文化財の時代背景や製作方法の解明を目指し、加工法や熱処理条件の異なる古銭について、非破壊かつ非接触で分析可能なX線回折法により残留応力分布を評価しました。

測定・解析例

「永楽通寶」と呼ばれる2種類の銀銭(鑄造品と打刻品)について残留応力を測定した結果、表1に示すように、鑄造品ではいずれの測定箇所においても約100 MPa以下の圧縮応力が観測されました。これは、金属が冷えて固まる際の凝固収縮によるものであると考えられ、鑄造で作られたことを示唆しています。一方、打刻品はほぼゼロ応力と見なせる応力緩和した状態であり、打刻後に焼鈍することで残留応力が除去されたことを示唆しています。ここでは、文字が刻印されている面を表、その反対の面を裏としました。また、成分については、鑄造品は銀に30 mass%の銅を含んでいますが、打刻品はほぼ純銀であり、製作方法に応じて硬さの異なる材料を使い分けていたと推察されます。その他、金属組織も調べられており、鑄造品には溶接部などでも特徴的な樹状組織(デンドライト)が生成している、X線透過像からは内部に鬆(ス)は見られず、当時の鑄造技術が高いレベルで確立されていたことが分かります。

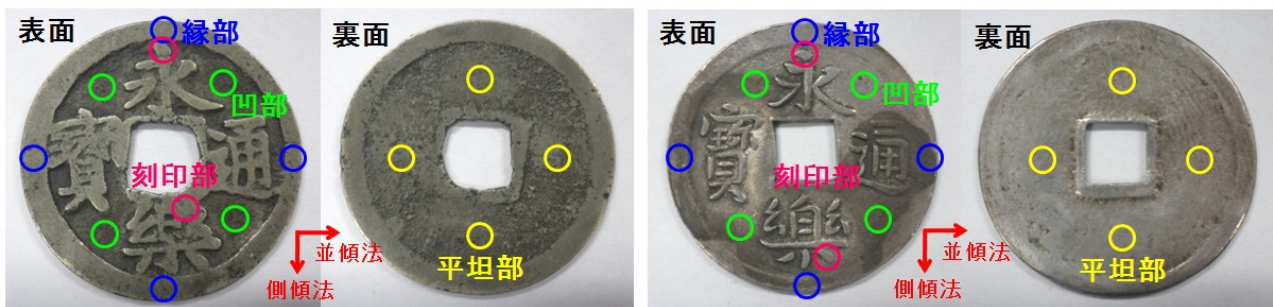


図1 銀銭の表裏に対する測定箇所および測定方向(左:鑄造品 / 右:打刻品)

表1 銀銭の表面と裏面に関する残留応力測定結果

測定箇所		応力値±信頼限界値(MPa)	
		鑄造品	打刻品
表面	刻印部(赤色) 2箇所 の平均値	(並)-84.88±16.71 (側)-109.09±10.60	(並)3.45±7.68 (側)-3.94±5.84
	縁部(青色) 4箇所 の平均値	(並)-90.94±4.56 (側)-96.88±5.50	(並)-7.85±2.00 (側)-14.06±2.16
	凹部(緑色) 3,4箇所 の平均値	(並)-71.98±12.47 (側)-37.28±9.67	(並)11.35±1.86 (側)-1.66±1.98
裏面	平坦部(黄色) 4箇所 の平均値	(並)-48.71±5.55 (側)-68.36±7.68	(並)-5.19±1.85 (側)-6.03±2.25

(並):並傾法による測定結果 (側):側傾法による測定結果

共同研究: 東京藝術大学大学院 美術研究科 文化財保存学専攻 桐野 文良 教授

推奨装置

▶ 微小部X線応力測定装置 AutoMATE II

測定条件 : X線源:Cr管球, 測定法:ψ₀-一定法, 測定反射:Ag(222), 無歪回折角:152.21°, ψ角:0~40°, コリメーター径:Φ0.5 mm, 計数時間:300 sec, 揺動:±5°, ヤング率:87300 MPa, ポアソン比:0.354, 応力定数:-139 MPa/deg

(K1114ja)