Japan Welding Society

435 導電性セラミックス/金属接合体の残留応力分布

秋田県工業技術センター　○木村光彦　浅利孝一
秋田大学工学資源学部　後藤正治　麻生節夫　大口健一

Distribution of Residual stress on Electrical Ceramics/Metal Joint

by Mitsuhiko KIMURA, Koichi ASARI, Shoji GOTO, Setsuo ASO and Kenichi OHGUCHI

キーワード：残留応力，X線，セラミックス
Keywords: Residual stress, X-Ray, Ceramics

1. はじめに

放電加工により複雑形状に加工可能な導電性セラミックスと金属接合体の実用化が期待されている．セラミックス/金属接合体の強度的な信頼性を確保するためには，接合行程の冷却時に発生する残留応力について把握することが非常に重要である．そこで，本研究では，導電性サイアロンと金属接合体の信頼性評価法を確立するための第一段階として，導電性サイアロンと SKS3合金工具鋼を，２種類のろう層厚さで活性金属ろうを用いて真空ろう付けし，その接合体の残留応力測定，及び接合体構成材料の引張試験結果などに基づき数値解析的考察を実施した．

2. 実験方法

2.1 接合方法

本実験で用いた試料は，25×5×20mm の寸法の，セラミックスとして導電性サイアロン（日立金属㈱ HCN-40），金属として合金工具鋼(SKS3)であり，ろう材は Ti 入り銀ろう（田中貴金属㈱70.5Ag27.5Cu2Ti）を用いた．各試料表面を平面研削盤により研削仕上げ(Ry<2μm)したのち，それぞれアセトンで超音波洗浄を300s 行って使用した．

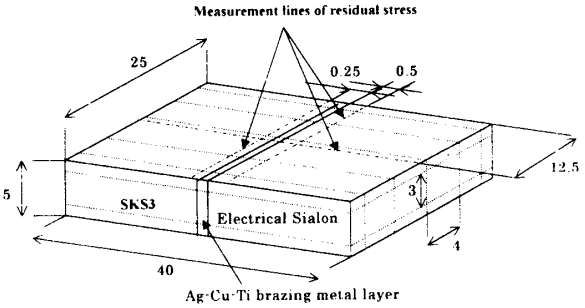

Fig. 1 Schematic view of brazed joint sample.

真空中（5.0×10^{-2}Pa 程度）で W ワイヤーを(直径100, 400μm)接合面の両端に置くことによりろう層厚さを制御して，Ti 入り銀ろうを用い25×5mm の面で接合し，Fig. 1に示す25×5×40mm の接合試験片を作製した．接合は1113K, 300s の条件で行い，その際のろう層厚さ(100, 400μm)が，接合体の残留応力分布に対しどのように影響するかについて検討した．

2.2 残留応力測定方法

接合体の残留応力の測定は，接合試験片のセラミックス側，及び金属側を X 線応力測定法により行った．測定条件を Table 1に，測定位置を Fig. 1に示す．金属側については，真空炉でのろう付けにより研削加工による残留応力がキャンセルされるため，測定値を接合

Table 1 Condition of X-Ray stress analysis.

Cr-Kα	40(kV), 40(mA)	40(kV), 40(mA)
Diffraction	(311) plate of TiN	(211) plate of Fe
Incident colimator	φ1.0(mm)	φ0.5(mm)
Stress constant, K	-914.1(MPa/deg.)*	-318.0(MPa/deg.)
Detector	PSPC with V Filter	PSPC with V Filter

*(250GPa, 0.19, 127deg)[1]

NII-Electronic Library Service

による残留応力とすることができる．セラミックス側については，研削加工による残留応力が真空炉ろう付けでキャンセルされないため，接合による残留応力の影響が無い接合界面から10mm 以上の測定値を平均し，研削加工による残留応力値として差し引いた．

3. 結果及び考察

3.1 接合体の残留応力分布

Wワイヤーを用いてろう層厚さを100, 400μm に制御して接合した接合体の中心線上の残留応力σ_x分布を Fig. 2に，σ_y分布を Fig. 3示す．接合体の接合界面に平行な方向の残留応力σ_xは，ろう材との界面において，セラミックス側及び金属側の値がそれぞれ圧縮応力及び引張応力となり，その絶対値がよく一致した．その絶対値はセラミックス側及び金属側共に接合界面から5mm 程度まで100MPa 程度と比較的高い値を示した．また，ろう層厚さ100μm に比較して，400μm の場合は若干残留応力値が小さくなった．接合界面に垂直方向の残留応力σ_yは，接合界面では，それぞれセラミックス側で引張応力，金属側で圧縮応力を示した．その絶対値はセラミックス側ではσ_xに比較すると，より界面近傍で高い値を示し，数 mm 離れると残留応力は無くなった．金属側では接合界面近傍で圧縮応力を示すが，界面から離れると引張応力へと変化し，5mm 程度離れた位置でもσ_xと同様に100MPa 程度の応力を示した．この金属側のσ_y応力変化は，栗田[2]らの３次元 FEM 解析結果とよく一致している．また，ろう層厚さ100μm に比較し，400μm の場合は，セラミックス側，及び金属側共に接合界面近傍の残留応力値がσ_xよりも大きく低下し，接合試験片から切り出した曲げ試験片の４点曲げ強度の差によく一致した．

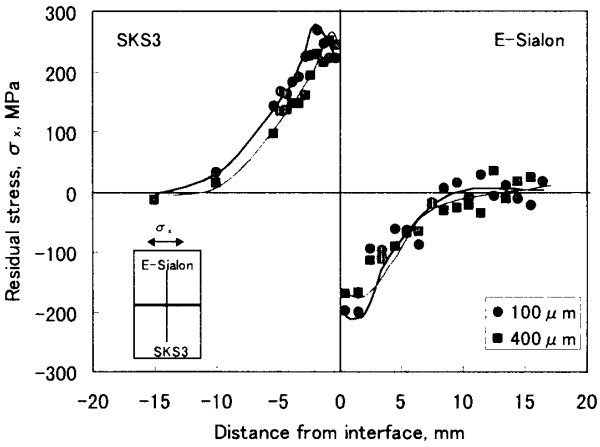

Fig. 2 Relation between residual stress σ_x and distance from interface brazed for 300s at 1113K with 100μm and 400μm thickness of brazing metal layer.

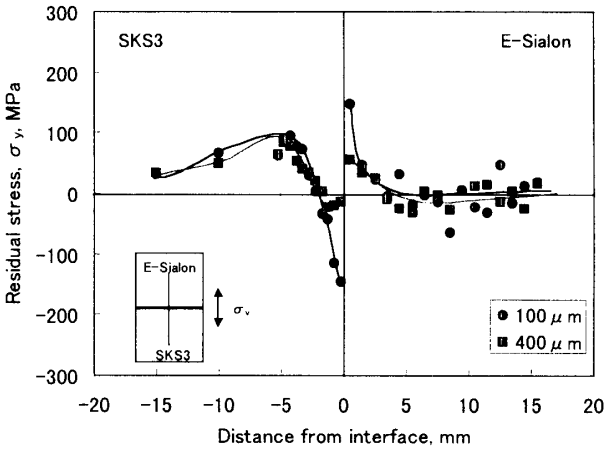

Fig. 3 Relation between residual stress σ_y and distance from interface brazed for 300s at 1113K with 100μm and 400μm thickness of brazing metal layer.

参考文献

1) Tatsuya Matsue, Takao Hanabusa and Yasukazu Ikeuchi, "X-Ray Study on Repeated Bending Loading Process of TiN and TiC Coated Materials", J. Soc. Mat. Sci, Japan, 45-10, (1996), P1119-1124.

2)Masanori Kurita, Kiyohiro Yoneda, Jun Iijima and Akira Saitoh, "Three-Dimensional Residual Stress Analysis for Silicon Nitride Brazed to Streel Plate", J. Soc. Mat. Sci, Japan, 42-477, (1993), P620-626.

NII-Electronic Library Service