

The 4th International Conference SSTT2016

室蘭工業大学 機械航空創造系学科

もの創造系領域 機械工学ユニット

助教 瀧田 敦子

(平成 28 年度国際会議等参加助成 AF-2016050)

キーワード：インデンテーション法，クリープ変形，FEM 解析

1. 開催日時

2016 年 10 月 12 日～10 月 14 日

2. 開催場所

中国，上海，華東理工大学

3. 国際会議報告

3. 1 国際会議の概要

The 4th International Conference Small Specimen Test Technique2016 (SSTT2016)は，スモールパンチ試験やインデンテーション試験，硬さ試験などの微小構造材料を対象にした評価手法に関する国際会議である。数ミリからマイクロメートルレベルの微小試験片を対象とした試験技術に関する研究報告，およびそれら技術に関する専門性の高い議論が行われる。本会議は2年に1度開催され，今回が4回目の開催である。日本，中国，ドイツ，チェコ，イギリスなど18か国から60名の参加があった。

塑性加工に伴う加工部付近の変形を適切な後処理工程で取り除くためには，加工後における製品の変形状態を把握する必要がある。変形状態の把握には微小試験技術を用いることが期待されており，本会議は世界各国の研究者，技術者から注目される国際会議の1つである。専門分野が非常に限られた国際会議であり，試験片微小領域の強度評価を専門とする研究者により多くの講演がなされた。

本会議にて，著者は自身の研究テーマであるインデンテーション試験に関して他国の研究者らと議論する機会に恵まれ，関連分野の研究動向を知ることができた。また，インデンテーション試験に類似したスモールパンチ試験に関する研究成果報告から自身の研究へのヒントを得ることもできた。

3. 2 研究発表の概要

本国際会議にて，著者は“Evaluation of Creep Deformation by Indentation Test with a Constant Depth - Applicability for Inhomogeneous Materials”というタイトルで研究報告を行った。報告内容は以下の通りである。

電子実装基板の設計段階では，強度信頼性評価のためにFEM解析が行われる。正確な強度信頼性評価を行うためには，実装状態におけるはんだ接続部の変形，特にクリープ変形挙動を考慮してFEM解析を実施する必要がある。微小領域のクリープ変形を評価する有効な方法の一つにインデンテーションクリープ試験がある。しかし，得られるクリープ特性が引張クリープ試験で評価する単軸応力下のクリープ変形挙動に一致しないという問題点をもつ。著者らはこれまでにインデンテーション試験で単軸応力下のクリープ挙動を評価できない原因が応力の評価方法にあることを明らかにしている⁽¹⁾。圧子押し込み深さ保持試験なるインデンテーション試験を提案し，半球面と仮定し

た圧子押し込み時の主応力面を応力評価の基準にすることでインデンテーション法による微小領域のクリープ変形の評価手法を確立した⁽²⁾。しかし，評価手法は数値実験により提案された手法であり，数値実験には均質試料を仮定したはんだ試料モデルを用いた。実際の電子実装基板はんだ接続部には共晶組織を有する鉛フリーはんだが用いられるため，インデンテーション試験は不均質試料に対して実施される。そこで本研究では，応力評価のための主応力面を考慮した基準面の決定手法，およびそれを用いた定常クリープ特性評価手法の不均質試料への適用性を検証した。

初相，共晶相の2つの相を有する不均質はんだモデルを用いて圧子押し込み位置による主応力分布への影響を調査した。Vickers 圧子を模擬した弾性体の圧子モデルを弾・塑性・クリープ挙動を示す不均質モデルに40 μ m押し込む工程をシミュレーションした。初相と共晶相の弾性特性にはナノインデンテーション試験で測定した各相のヤング率を用いており⁽³⁾，塑性特性とクリープ特性は引張クリープ試験から取得した構成則を用いて同一の挙動とした。初相，共晶相，粒界の3か所に圧子モデルを押し込んだ。基準面積の決定に係る第3主応力分布を確認したところ，不均質モデルの場合にも均質モデルと同様に第3主応力面は同心球状に分布し，提案の手法で基準面積を決定できることが分かった。また，圧子押し込み位置による主応力分布の相違がないことも明らかになった。

不均質モデルを構成する初相，共晶相の変形挙動の組合せについても主応力分布への影響を調査した。初相の変形挙動を(i)弾・塑性・クリープ，(ii)弾・塑性，(iii)弾性の3種類として，弾・塑性・クリープ変形をする共晶相とそれぞれ組み合わせた不均質試料モデルを用いて，圧子押し込み試験のFEM解析を実施した。その結果，弾性の初相，弾・塑性・クリープ挙動を示す共晶相の組合せのように構成相の変形挙動が大きく異なる場合を除いて主応力面を球面と仮定することができ，微小領域のクリープ挙動も評価可能であることが分かった。

謝辞

本国際会議の参加にあたり，公益財団法人天田財団より国際会議参加助成を賜りました。貴重な機会をいただきまして，深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) A. Takita, K. Sasaki, K. Ohguchi, Journal of Electronic Materials, 43, 7, (2014), 2530-2539
- 2) A. Takita, K. Sasaki, K. Ohguchi, R. Takeda, Experimental Mechanics, 55, 6, (2015), 1081-1091
- 3) M. Sadiq, J.S. Lecomte, M. Cherkaoui, J. Electron. Packag., 137, 3, 2015, pp.031005-031005-5.