

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	点接触した二固体への通電による温度分布の経時変化
Title(English)	
著者(和文)	若林一貴
Author(English)	kazuki wakabayashi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10489号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:高橋 邦夫,高田 潤一,秋田 大輔,齋藤 卓志,齋藤 滋規
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10489号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	国際開発工学	専攻	申請学位（専攻分野）： 博士 Academic Degree Requested Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	若林一貴		指導教員（主）： Academic Advisor(main)	高橋邦夫
			指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

要旨（和文 2000 字程度）

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、“点接触した二固体への通電による温度分布の経時変化”と題し、和文 5 章よりなっている。

第 1 章“序論”では、従来研究の問題点と本研究の新規性、重要性及び目的を述べている。特に従来研究として接触抵抗を取り上げ、本論文の対象とするスケールは Holm 抵抗が支配的な範囲であることを述べ、さらに点接触する二固体の接点部は通電に伴う発熱によって変化するため伝熱解析の必要があることを示している。

第 2 章“半無限固体への通電による温度分布の経時変化”では、半無限固体モデルに対して伝熱解析を行い、温度分布の経時変化を解析的に明らかにしている。特に、接触面端部における温度に対する時間変化率が持つ特異点を解析的に処理する方法を示している。仮定として、表面からの熱損失はなく、相変態を無視し、物質定数は一様かつ一定としている。結果は無次元化された形で示されており、物質やスケールによらず適用可能である。通電後しばらくの間は温度分布が接触面端部で最高温度となる分布となる。温度分布が変化しなくなるほど十分な時間通電をした場合、接触面全面で最高温度となる分布となる。得られた温度分布変化と融点を比較することで、熔融が発生する条件を得る。さらに熔融が発生する条件の下では、熔融が発生する通電時間と熔融範囲を得る。第 2 章の結果は、半無限固体モデルに対して得られた結果である。実際の系は有限な大きさを持つ。半無限固体モデルに対して得られた結果を利用するためには、ある有限固体が半無限固体と近似可能な範囲を示すことが必要である。本論文では、「有限固体として円柱型固体を選択し、円柱型固体の場合の電流密度分布と半無限固体の場合の電流密度分布を比較すること」により、近似可能な範囲を議論する。次章では円柱固体の場合の電流密度分布について述べる。

第 3 章“円柱型固体への通電における電流密度分布”では、円柱型固体モデルの場合の電流密度分布を求め、半無限固体モデルの場合の電流密度分布に近似可能な範囲を議論している。円柱型固体モデルに対して静電場解析を行い、電流密度分布の形状及びサイズ依存性を数値計算で明らかにしている。計算には境界要素法を利用する。境界要素法では仮想的な電荷密度分布を仮定し、境界条件を満たすように電荷密度分布を決定する。得られた電荷密度分布より固体内部の電流密度分布が得られる。計算の過程で、接触面端部と円柱の角における電荷密度の特異点を解析的に処理する方法を示している。結果は無次元化された形で示されており、物質やスケールによらず適用可能である。計算結果は、「円柱長さを固定して円柱径を徐々に大きくすると、接点部近傍の電流密度分布はある分布に収束していくこと」、「収束した電流密度分布は円柱長さに依存していること」「収束した電流密度分布は円柱長さを長くしていくと半無限固体モデルの場合の電流密度分布に近づいていくこと」を示している。第 3 章の結果と円柱固体における通電による温度変化に関する見積りに基づき電極の形状及びサイズを決定し、接触通電実験を行う。接触通電実験において力と抵抗を同時計測し、Hertz 接触理論と Holm 抵抗理論を用いて接触面変化を考察する。次章では、円柱型電極を用いた接触通電実験について述べる。

第 4 章“円柱型電極を用いた接触通電実験”では、二円柱の接触通電を行い接触面の変化を考察する。円柱の形状及びサイズは、第 3 章の結果と円柱固体における通電による温度変化に関する、に基づいて決定している。円柱にはニクロムを用いる。二円柱を試験機に取り付け一定速度で二円柱を接触させ、一定荷重まで押し込む。片側の円柱の端面に曲率をつけることにより点接触させている。変位固定の下、接触状態で通電を行い、通電後しばらく待機して、引き離しを行う。実験結果より、通電前・通電中・通電後・引き離し各過程を総合的に分析することにより、接触通電による接触面変化を示している。通電前の接触面は多点接触状態である。通電により界面部が熔融する。通電量に応じて熔融の仕方は変化し、通電量が大きくなるに従って円形接触面に近づく。通電後は熱膨張により増加した力及び複数の要因により増減した抵抗が緩和する。引き離し過程では、熔融が発生していると引張力が発生する。接触面変化過程における通電による熔融過程のうち、通電量が大きくなるに従って円形接触面に近づく場合では、第 2 章により得られる熔融が発生する条件により、通電量と接触径変化の対応が説明可能である。引き離し後の界面は光学顕微鏡により観察し、熔融範囲を確認している。観察した熔融範囲は Holm 抵抗理論により推定される接触径と一致している。

第 5 章“結論”では、本論文で得られた成果と今後の展望総括している。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	国際開発工学	専攻
Department of		
学生氏名：	若林一貴	
Student's Name		

申請学位 (専攻分野)：	博士 (工学)
Academic Degree Requested	Doctor of
指導教員 (主)：	高橋邦夫
Academic Advisor(main)	
指導教員 (副)：	
Academic Advisor(sub)	

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The title of the thesis is “Change in temperature distribution by passage of current for two conductive bodies with a point contact”. This thesis consists of five chapters. In the first chapter, a background and significance of the thesis are mentioned. In the second chapter, the change in temperature distribution by the constriction of current is discussed. A semi-infinite body with a point contact is considered. Current enters from the contact area and leaves by the infinite far surface. We assumes that thermal conduction across the surface is ignorable, phase change is ignorable, and material constants are uniform and constant. The change in temperature distribution is obtained analytically. A melting condition is obtained by comparing the temperature distribution with a melting temperature. In the thermal analysis, the semi-infinite body is assumed. The actual setup has a finite body. The current density distribution has the size and shape dependence. In order to use the result for the semi-infinite body, it is important to show conditions to approximate the finite body as the semi-infinite body in term of current density distribution. A circular cylinder body is considered as a finite body. In the third chapter, the size and shape dependence of the circular cylinder electrode on the current density distribution is discussed. BEM(boundary element method) is used. The result shows the approximate conditions. In the fourth chapter, a contact and passage of current experiment by using circular cylinder electrodes is conducted. The size and shape of the cylinder is based on the result in the third chapter. NiChrome is used for the cylinder. Force and resistance are simultaneously measured. The result shows the interface melts by the passage of the current. The melting interface forms a circular contact area. The relation between the contact radius and current is explained by the melting condition obtained in the second chapter. The fifth chapter is the conclusion.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).