



ものづくり技術

回路および電磁場解析シミュレータ

基礎工学研究科

教授 阿部 真之

Researchmap <https://researchmap.jp/read0089681>

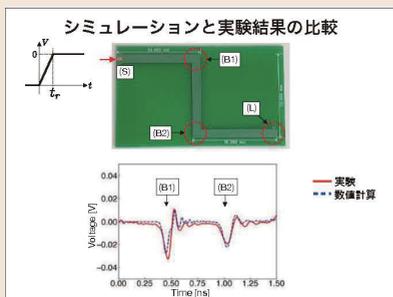
研究の概要

これまでの回路・電磁界シミュレータでは解くことができない回路および周辺電磁界も問題を時間軸(および周波数軸)で解くことが可能である。

1. 集中定数回路および伝送線路、電磁場放出(アンテナ現象)を一括してセルフコンシステントに数値計算できる
2. 定性的な議論が多いコモドモードを定式化し、電磁ノイズの基本方程式との関係性を示すことができる完全導体でなくても計算できる
3. アンテナ、フィルタ、レーダー解析などの厳密計算に
4. 発展させることが可能である

社会実装に向けた将来展望

電磁ノイズ低減、アンテナ解析、メタマテリアル

手法：物理学としてノイズを捉える
(理論+実験)

基本方程式

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

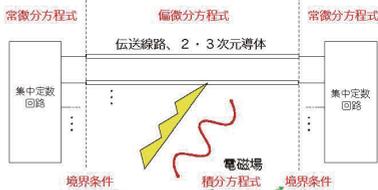
$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)) - \nabla^2 \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mu_0 \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$



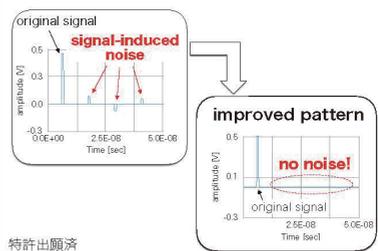
Phys. Soc. Japan (2012)
Scientific Reports (2019)
J. Phys. Soc. Jpn. (2018)

電磁ノイズシミュレータが解く問題



電磁場の数値計算 H. Toki and K. Sato, J. Phys. Soc. Japan (2012)
境界条件 M. Abe and H. Toki, Scientific Reports (2019)

(成果例) 単相低ノイズ電源



特許出願済



特許

特開2017-204724、特許6516389 他出願済

論文

DOI:10.1038/s41598-018-36383-3 他

参考URL

キーワード

回路・電磁界シミュレータ、電磁ノイズ

“物づくり”に変革をもたらす 接着性改善技術

工学研究科・附属精密工学研究センター

助教 大久保 雄司

Researchmap <https://researchmap.jp/okb>



研究の概要

くっつかない材料の代表例は、フライパンのテフロン加工でお馴染みのフッ素樹脂 (PTFE) である。PTFEの表面は、表面エネルギーが低く、低分子量の脆い層 (脆弱層) も存在するため、接着剤すらもくっつかない。このPTFEがくっつくようになる唯一の方法として、Na薬剤処理がある。この方法は、Naを含む劇薬にPTFEを浸漬して引き上げるだけで、接着性を劇的に改善できる。ただし、この薬剤は、作業者への身体的負担および環境負荷が大きく、廃液処理の問題が生じる。また、PTFEを変色させ、さらに、その表面は凸凹になる。そこで、我々の研究グループは、プラズマを利用し、人体にも環境にも優しく、変色も起こさない上に、PTFEの表面を凸凹にすることなく接着性を改善する技術を開発した。

社会実装に向けた将来展望

Na薬剤処理に代わる接着性改善技術として利用されることはもちろんだが、5G対応のプリント配線板への利用も期待されている。周波数の増加に伴って一度に送信できる情報量は多くなるが、伝送損失も大きくなる。この伝送損失を小さくするためには「比誘電率と誘電正接が小さい材料 (PTFE) の使用」と「金属配線と基板材料の界面粗さ低減」が必要である。開発した技術は、基板材料としてPTFEの利用を可能にし、さらに界面粗さを小さくできるため、超低伝送損失のプリント配線板を作製できる可能性を秘めている。

“物づくり”に変革をもたらす接着性改善技術 ―熱アシストプラズマ処理―

従来法

低接着

プラズマ

PTFE (Teflon®)

PTFE

成功例1: ステンレス鋼 (SUS304板)

材料表面 (PTFE)

本開発手法

高接着

ヒーター

プラズマ

PTFE (Teflon®)

PTFE

成功例2: 金属 (Cu板, Cu箔)

材料表面 (PTFE)

接着剤無しで強力接着を実現

“物”の表面を改質し、新しい“物づくり”へとつなげる

6 安全な環境にやさしい

9 産業と研究開発の連携を促す

12 つくば未来技術数

特許

WO2015/129675 (特許第6551391号)、特開2016-056363、特開2017-043829 (特許第6564283号)、WO2017/126191A1 (特許第6150094号)、特開2019-137731、特開2019-199641等複数出願

論文

Adhesive-free adhesion between polytetrafluoroethylene (PTFE) and isobutylene-isoprene rubber (IR) via heat-assisted plasma treatment RSC Advances, Vol. 7, No. 11, pp. 6432-6438, (2017).
Drastic improvement in adhesion property of polytetrafluoroethylene (PTFE) via heat-assisted plasma treatment using a heater Scientific Reports, Vol. 7, Art. no. 9476 (pp.1-9), (2017)
フッ素樹脂の接着性を劇的に改善する熱アシストプラズマ処理の開発 日本接着学会誌, 第54巻, 第1号, pp. 4-16, (2018).
Adhesive-free adhesion between heat-assisted plasma-treated fluoropolymers (PTFE, PFA) and plasma-jet-treated polydimethylsiloxane (PDMS) and its application Scientific Reports, Vol. 8, Art. no. 18058 (pp.1-11), (2018).

参考URL

http://www.upst.eng.osaka-u.ac.jp/endo_lab/

キーワード

接着、フッ素樹脂、プラズマ、異種材料、Beyond 5G

省ティーチングでソフトタッチ制御が可能なロボットシステムの事業化

基礎工学研究科 システム創成専攻

助教 小山 佳祐

Researchmap <https://researchmap.jp/koyama028>



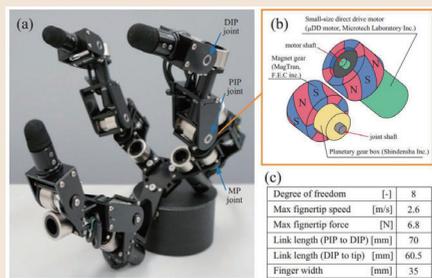
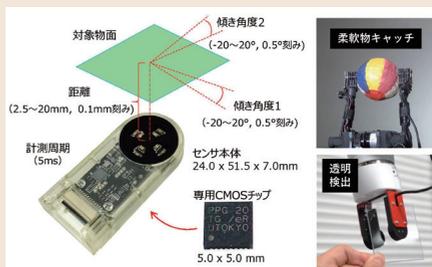
研究の概要

人間が机上のボールペンを握む際には、①机面に沿って指先をスライドさせ、②ペン側面に沿って指腹の方向を瞬時に調整する。このソフトタッチでの動作を工学的に如何に高速、安全、高耐久、省ティーチングで実現するかが製造業におけるロボティクスの本質的な問題である。

本プロジェクトでは、①と②を可能とするソフトタッチ制御により、既存技術では自動化が困難であった人手作業の自動化を実現し、新たなマーケット開拓を目指す。ソフトタッチ制御を実現するためのキーとなる技術シーズは、①高速で繊細な力制御を実現する超低摩擦アクチュエータと、②指腹の向きを接触力ゼロで瞬時に調整可能とする超近接覚センサの二つである。二つの技術シーズの組み合わせにより、事前のロボットの教示作業を削減しつつ、既存のロボット技術では実現困難とされてきた食品/物流倉庫内の人手作業の自動化を実現する。

社会実装に向けた将来展望

精密部品の組立作業や、柔軟食品を扱う作業のほか、試験管・シャーレの精密な操作といった難自動化作業をターゲットとし、まずは超近接覚センサを備えた協働ロボットシステムを開発する。そして、超低摩擦アクチュエータに関しては、制御システムの汎用化・低コスト化を進めることで、顧客要求・環境にマッチしたプロトタイプを開発する。



特許

- ①特開2020-201072 アレイ型近接覚センサ, 石川 正俊, 妹尾 拓, 下条 誠, 小山 佳祐
- ②特開2020-190552 近接覚センサ, 石川 正俊, 妹尾 拓, 下条 誠, 小山 佳祐
- ③特開2020-189359 ロボットハンド、ロボットハンドの制御装置、およびロボットシステム
石川 正俊, 妹尾 拓, 下条 誠, 小山 佳祐

論文

- [1] Keisuke Koyama, Makoto Shimojo, Taku Senoo, and Masatoshi Ishikawa: High-Speed High-Precision Proximity Sensor for Detection of Tilt, Distance, and Contact, IEEE Robotics and Automation Letters, Vol.3, No.4, pp.3224-3231 (2018).
- [2] Keisuke Koyama, Kenichi Murakami, Taku Senoo, Makoto Shimojo and Masatoshi Ishikawa: High-speed, Small-deformation Catching of Soft Objects based on Active Vision and Proximity Sensing, IEEE Robotics and Automation Letters, Vol. 4, No. 2, pp. 578-585, 2019.
- [3] 小山佳祐, 堀邊隆介, 安田博, 万俣偉, 原田研介, 石川正俊: ワンボード・USB給電タイプ的高速・高精度近接覚センサの開発とプリガラス制御の解析, ロボット学会誌レター2021, 39巻9号, pp. 862-865, 2021.

参考URL

<https://kk-hs-sa.website/research/indexj.html>

キーワード

近接覚センサ、低摩擦アクチュエータ、ロボットハンド

金属材料の完全接合を実現する 低温線形摩擦接合

接合科学研究所

特任准教授 森貞 好昭 教授 藤井 英俊

Researchmap

<https://researchmap.jp/morisada>

Researchmap

<https://researchmap.jp/read0051741>

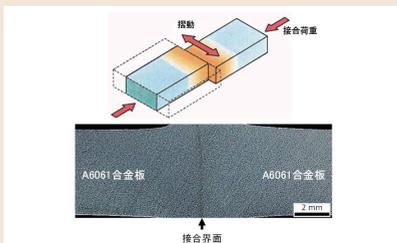


研究の概要

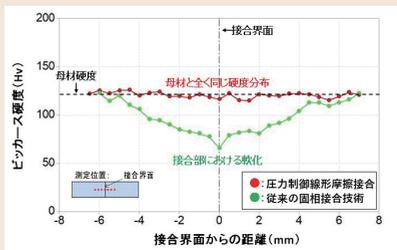
我々の研究グループは、あたかも接合部が存在せず、各種金属材料同士をそのまま連続的に接合することができる「完全接合」技術を確立した。例えば、鋼は無変態接合によって接合部の脆化を抑制でき、アルミニウム合金では熱影響部の軟化を完全に抑制することができる。接合した材料同士を押し付けながら昇温する固相接合に関して、「大きな接合圧力を印加することで接合温度が低下する」という意外な接合原理の発見により、接合圧力で接合温度を正確に制御することに成功した。従来の接合方法では接合部は構造体の特異点となり、金属材料が本来有する優れた特性を十分に活用することができなかったが、圧力制御線形摩擦接合では接合部を母材と同等と見做すことができる。

社会実装に向けた将来展望

本研究成果により、接合部における強度及び信頼性の低下を考慮することが不要となり、様々な手法で高強度化された鋼やアルミニウム合金等の各種金属材料の特性がそのまま反映される良好な接合構造体を得ることができる。また、金属構造体の製造のみならず、部分的な補強技術や補修技術としても活用できる。さらに、材料特性の劣化に留意することなく、金属材を任意の形状及び大きさに組み上げていくことも可能となることから、切削によって材料を除去する従来の製造方法から、必要最小限の材料を付加する製造方法への転換にも寄与することが期待される。



(図) 圧力制御線形摩擦接合の模式図とA6061アルミニウム合金継手の断面写真
アルミニウム合金板材同士が極めて薄い接合界面を介して接合されています。



(図) A6061アルミニウム合金接合部の硬度分布
圧力制御線形摩擦接合で得られた接合部は母材と同じ硬度分布を有しています。このような硬度分布は、あらゆる金属材料の接合部に形成させることができます。



特許

特許6819958、特許6819959

論文

R. Kuroiwa, H. Liu, Y. Aoki, S. Yoon, H. Fujii, G. Murayama and M. Yasuyama, Microstructure control of medium carbon steel joints by low-temperature linear friction welding, Science and Technology of Welding and Joining, 25 (2020) 1-9.

参考URL

<https://www.youtube.com/watch?v=ybW2uMjFE9U>

キーワード

金属材料、固相接合、接合温度、熱影響部、硬度分布