

令和 6 年 5 月 24 日現在

機関番号：34407
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2018～2023
課題番号：18K03843
研究課題名（和文）磁気と電流の方向・強度を考慮した立体複雑形状部の定量的電磁非破壊検査手法の構築

研究課題名（英文）Construction of quantitative electromagnetic non-destructive inspection technique in complex 3D shape portion with consideration of direction and strength of magnetic field and current

研究代表者
福岡 克弘（Fukuoka, Katsuhiko）
大阪産業大学・工学部・教授

研究者番号：40512778
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：プラント構造物や機械部品は複雑な形状部を有しているのが一般的であり、それらの部位における検査の信頼性向上が喫緊の開発課題となっている。本研究では、立体的で複雑な形状をした部位における効率的で且つ信頼性の高い検査を実現するため、磁気と電流の強度とその方向を3次元的に制御した高速・高精度・高感度な電磁非破壊検査システムの検討を試みた。さらに、探傷結果から傷形状を定量的に評価するのに有利な探傷手法、およびその定量的評価手法を検討し、探傷と評価の両面における高度化に取り組んだ。

研究成果の学術的意義や社会的意義
傷の見落としによる損傷から、人命が奪われる事故が発生している現状が存在する。また、高度成長期に製造・建築され老朽化した構造物などの強度劣化による事故の不安も問題視されてきている。さらに保守検査においては、傷を定量的に評価して、継続運用の可否を判断することが求められる。本研究では、現状の非破壊検査における技術的な問題点を明らかにし、その解決策を検討した。まず、探傷の信頼性を向上させるため、各種探傷法における高感度化を検討し、微小な傷まで発見できる手法の開発に取り組んだ。特に、検査が難しい複雑形状部における探傷感度の向上を検討した。さらに、各種探傷法において、傷の定量的評価手法を確立した。

研究成果の概要（英文）：Many plant structures and mechanical components have complex shapes. Therefore, enhancing the reliability of inspections in complex-shaped parts is an urgent development challenge. In this study, we investigated an electromagnetic non-destructive testing system that controls the intensity and direction of magnetic and electric currents in three dimensions to achieve efficient and reliable inspection of sites with three-dimensional and complex shapes. Furthermore, we examined detection methods advantageous for quantitatively evaluating defect shapes from inspection results.

研究分野：非破壊検査

キーワード：非破壊検査 磁粉探傷試験 渦電流探傷試験 磁化 回転磁界 定量的評価 高感度化 鉄鋼材

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

傷の見落としによる損傷から、人命が奪われる事故が発生している現状が存在する。また、高度成長期に製造・建築され老朽化した構造物などの強度劣化による事故の不安も問題視されてきている。さらに保守検査においては、傷を定量的に評価して、継続運用の可否を判断することが求められる。本研究では、現状の非破壊検査における技術的な問題点を明らかにし、その解決策を検討した。

2. 研究の目的

プラント構造物や機械部品を安心・安全に使用するためには、検査対象の隅々まで漏れなく検査でき、微小な傷まで発見可能な非破壊検査手法が必須である。しかし、プラント構造物や機械部品は複雑な形状部を有しているのが一般的であり、それらの部位における検査の信頼性向上が喫緊の開発課題となっている。本研究では、立体的で複雑な形状をした部位における効率的で且つ信頼性の高い検査を実現するため、磁気と電流の強度とその方向を3次元的に制御した高速・高精度・高感度な電磁非破壊検査システムの検討を試みた。さらに、探傷結果から傷形状を定量的に評価するのに有利な探傷手法、およびその定量的評価手法を検討し、探傷と評価の両面における高度化を目的とした。

3. 研究の方法

以下の3項目の研究内容に取り組んだ。

(1) 3次元回転磁界による複雑形状部の全面および全方向磁化の検討

雑形状部を有する立体形状試験体の磁化の最適化に関する研究に取り組んだ。3次元回転磁界発生磁化器を用いて、試験体の全試験面において、全方向に均一な磁化が可能な磁化システムの最適条件設計を検討した。図1に3次元回転磁界を発生させるためのマルチコイル型磁化器を示す。このマルチコイル型磁化器を2台対向して設置することで、3次元立体空間における回転磁界の発生を検討した。図2に対向マルチコイル型磁化器の有限要素法解析モデルを示す。図3のように、本研究で検討する磁化システムでは、対向して配置した2つの6極のマルチコイル型磁化器のうち、一方の磁化器の磁極を電氣的に切り替える。各磁化器において対角線上にあるコイル(RとR', SとS', TとT')には逆位相の電流を流す。対向する磁化器の相対的な電流位相(以下、位相差と呼ぶ)を変化させ、各試験面(XY, YZ, ZX面)における磁束密度分布を評価した。位相差0°では、対向配置した両磁化器の磁極コイルの電流位相を同位相に設定し、対向する各相から逆方向に磁束が発生する。位相差180°では、電流位相を逆位相に設定し、同方向に磁束が発生する。

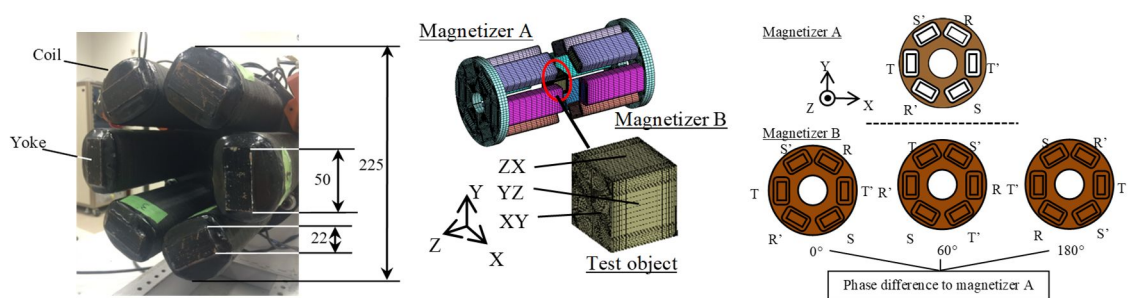


図1 マルチコイル型磁化器

図2 解析モデル

図3 磁極の配置と電流位相差

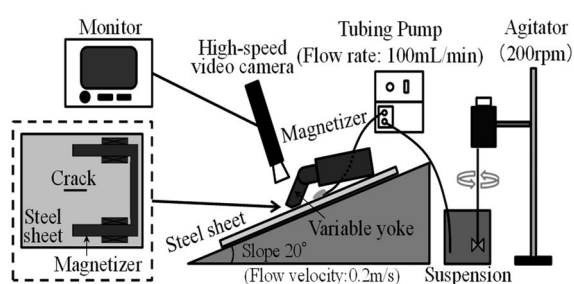


図4 高速度カメラによる磁粉模様の観察

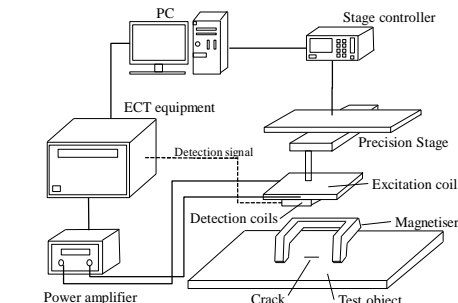


図5 交流磁気飽和 ECT 探傷システム

(2) 磁粉探傷試験による極微小傷の探傷と傷形状の定量的評価の検討

一般的には不可能とされている磁粉探傷試験における傷形状の定量的評価を検討した。傷の形状と付着磁粉量の関係を明らかにするため、図4に示す高速度ビデオカメラを用いた傷への

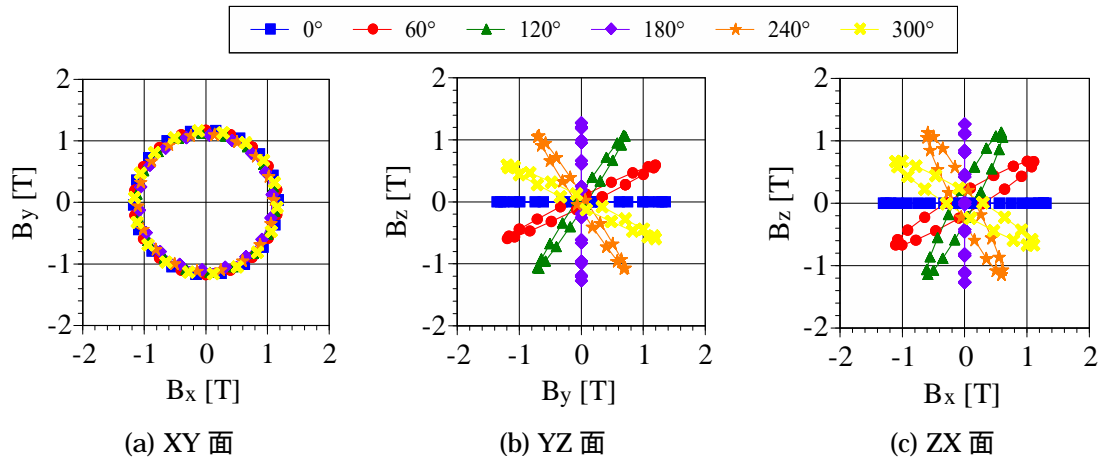


図6 各面における磁束密度のリサージュ曲線

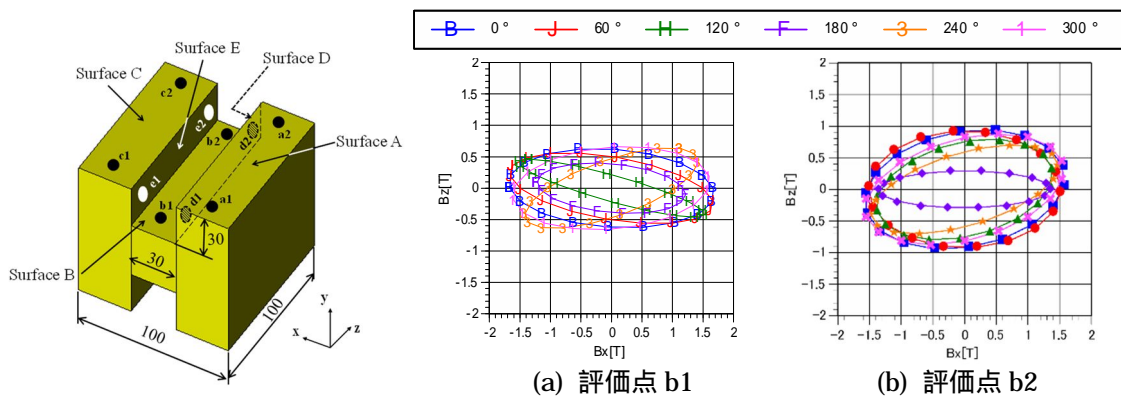


図7 複雑形状試験体

図8 評価点 b1 および b2 における磁束密度分布

磁粉付着過程の動画像計測を行った。傷に付着する磁粉を上面と側面からそれぞれ観察し、磁粉の幅と高さを計測することで、付着磁粉量を評価した。傷深さおよび傷幅をそれぞれ変化させた試験体を用意し、傷に付着する磁粉量（磁粉の高さおよび幅）から傷形状（深さおよび幅）を定量的に評価する手法を検討した。

(3) 渦電流探傷試験による極微小傷の探傷と傷形状の定量的評価の検討

鉄鋼材に渦電流探傷試験（Eddy current testing : ECT）を適用した場合、鋼材中に分布する透磁率のばらつきに起因する磁気ノイズにより、探傷信号の S/N 比が低下し、微小な傷を検出できない問題点がある。そのため、試験体を磁気飽和するまで磁化することにより、磁気ノイズを低減させる磁気飽和 ECT が用いられる。一般的には磁気飽和 ECT の磁化には直流磁化が用いられるが、交流磁化を用いた場合、ECT の検査領域である材料表面において試験体の板厚に影響されない磁化が可能となることや、探傷後の脱磁処理が不要となるなどのメリットがある。そこで、鉄鋼材における極微小傷の探傷を目的として、交流磁化による磁気飽和を用いた渦電流探傷試験の高感度化を検討した。図 5 に探傷システムを示す。探傷信号から傷形状を定量的評価するため、ECT プロローブは傷の分布形状を把握しやすい様渦電流プロローブを選定し、プロローブを作製した。磁気飽和 ECT において試験体を磁化するのは、ヨーク型磁化器を用いた。

4. 研究成果

(1) 3次元回転磁界による複雑形状部の全面および全方向磁化の検討

立体形状試験体の各試験面にて全方向の磁化が得られるかを確認するため、寸法の異なる立方体試験体の磁化分布を数値解析評価した。本研究成果報告においては一例として、160mm × 160mm × 160mm の立方体試験体での各試験面（XY、YZ、ZX 面）における磁束密度分布（リサージュ曲線）を図 6 に示す。評価位置は各試験面の中心位置とした。対向する 2 つの磁化器における磁極の位相差を、0、60、120、180、240、300° としたときの評価結果を示す。(a) の磁化器と対面する XY 面では、全ての位相差においてリサージュ曲線は真円となる。つまり、回転磁束密度は XY の全方向で均一な分布となる。しかし、磁束密度の強度は位相差により異なり、位相差 0° で最大、位相差 180° で最小となることが確認できる。(b) の YZ 面および(c) の ZX 面では、各位相差において、一方向のみ磁束密度が大きい、直線状のリサージュ曲線となる。また、リサージュ曲線の角度は位相差により変化し、位相差が 360° 変化すると、大きな磁束密度が得られる角度も 360° 回転する。つまり、対向する磁極の位相差を変化させることで、YZ、ZX 面においても、全方向の磁束密度を得られることが確認される。次に、試験体のサイズを変更し磁束密度分布を評価することにより、磁化器と試験体の最適な相対サイズの検討を行った。その結果、試験体と

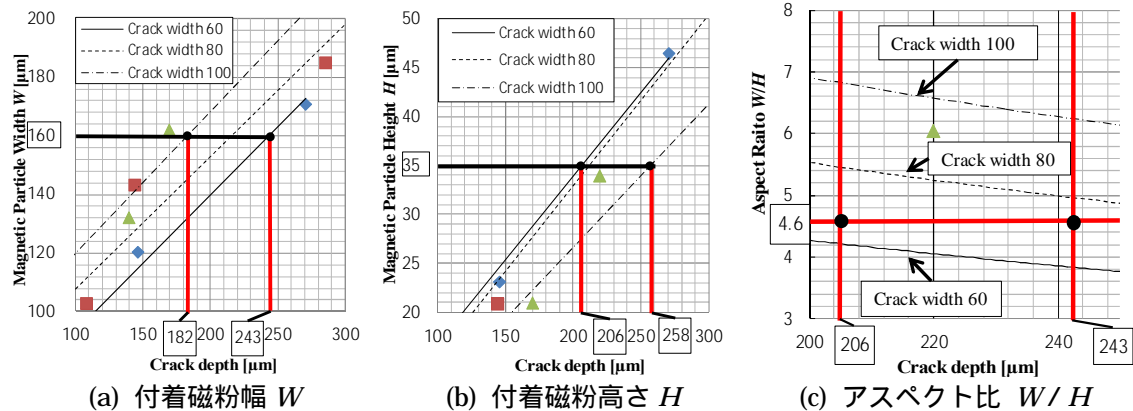


図9 磁粉模様からの傷形状の定量的評価

磁化器の相対的なサイズに応じて、試験体各面の磁束密度分布およびその大きさが変化することを確認した。各結果を比較検討した結果、磁化器の磁極内壁と試験体の側面が一致する相対サイズが最適であることが確認された。

以上のことから、各試験面において全方向の磁化が得られ、一度の探傷試験で立体形状試験体の試験体全面の全方向傷を探傷できる見通しを得た。次のステップとして、複雑形状部の全面および全方向磁化を検討するため、図7に示す凹凸部を有するH形状試験体の各位置における全方向磁化を有限要素法解析により評価した。数値解析結果の一例(凹部における結果)を図8に示す。評価点b1とb2共に、電流位相差を変更することにより、強い磁化が得られる方向が変わることが判る。磁粉探傷試験において必要とされる磁束密度の目安は1Tであるが、試験体の形状が複雑になったことで、評価点b1の B_z 方向の磁束密度が低くなることが確認される。今後、試験体と磁化器との相対配置角度を変更すること、試験体へ強制的に電流を流して磁化することにより、強い磁束密度の得られる方向の制御を検討していく予定である。

(2) 磁粉探傷試験による極微小傷の探傷と傷形状の定量的評価の検討

高速度カメラにより傷への磁粉の付着を観察し、その結果より付着磁粉量(幅と高さ)を評価した。傷幅をパラメータにして、付着磁粉量と傷深さとの関係を図9(a), (b)に示す。(a)は付着磁粉幅 W 、(b)は付着磁粉高さ H である。ここで、付着磁粉幅が160 μm、付着磁粉高さが35 μmの磁粉探傷試験の結果が得られた場合を仮定して、傷形状の定量的評価を考える。そのためここでは、(a)は付着磁粉幅が160 μm近傍、(b)は付着磁粉高さが35 μm近傍の拡大図を示す。これらの結果より、深い傷ほど磁粉の幅と高さは共に比例関係で増加することが判る。しかし、傷幅と付着磁粉の関係に着目すると、傷の幅が狭いほど、付着磁粉の幅は狭くなるが、付着磁粉の高さは高くなることが確認される。そこで、付着磁粉の幅と高さの割合 W/H (以下、アスペクト比) を求め図9(c)に示す。傷の深さや幅によりアスペクト比は変化し、深い傷ほど高さ方向に付着する磁粉の割合が大きくなることが確認できる。図9(a)~(c)の結果を用いて、付着磁粉幅が160 μm、付着磁粉高さが35 μmの磁粉探傷試験の結果が得られた場合における、傷形状の定量的評価を以下のように試みた。

まず、図9(a)と(b)を用いて、傷深さの推定範囲を求める。(a)の付着磁粉幅と傷深さの関係から付着磁粉幅が160 μmにおける傷深さは、182 μm(傷幅100 μm)~243 μm(傷幅60 μm)の範囲と求められる。(b)の付着磁粉高さとの関係から、付着磁粉高さが35 μmにおける傷深さは、206 μm(傷幅60 μm)~258 μm(傷幅100 μm)の範囲と求められる。この2つの推定値を合わせ、傷深さの範囲は206 μm~243 μmと推定される。

次に、傷幅を推定する。仮定した付着磁粉の幅は160 μm、高さは35 μmであるため、アスペクト比 W/H は4.6となる。 W/H が4.6で、求めた傷深さが206 μm~243 μmの範囲にある傷幅を(c)から読み取ると、65 μm~75 μmと求められる。

したがって、推定される傷の形状は、傷深さ206 μm~258 μm、傷幅65 μm~75 μmの範囲であると評価される。

以上の結果より、磁粉探傷試験結果である付着磁粉の幅と高さを用いた「傷深さの推定」、およびアスペクト比と推定された傷深さを用いた「傷幅の推定」を行うことで、磁粉探傷試験における傷形状の定量的評価が可能であることを確認した。

(3) 渦電流探傷試験による極微小傷の探傷と傷形状の定量的評価の検討

本研究報告においては、以下の試験条件での結果を一例として示す。交流磁気飽和磁化の方向は、傷の長手方向に対して平行方向とした。ECTにおける探傷周波数は50kHzとし、渦電流が傷の長手方向に対して直交方向に分布するように、ECTプローブの励磁コイルを配置した。ECTとの同期を考慮した交流(周波数60Hz)により試験体を磁化することにより、交流磁気飽和ECTを実施した。交流磁化において、磁化器から発生する交流磁束を磁化器ヨークに巻いた

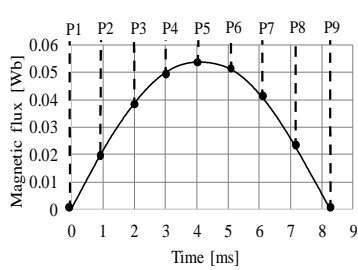


図 10 磁化-探傷の同期条件

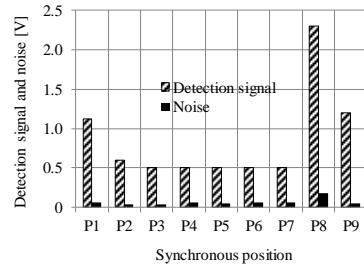


図 11 探傷信号 S とノイズ N

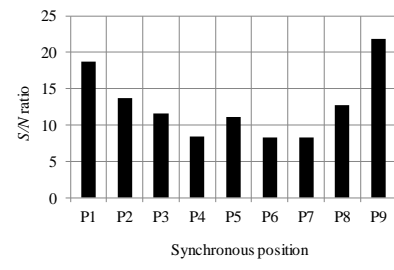
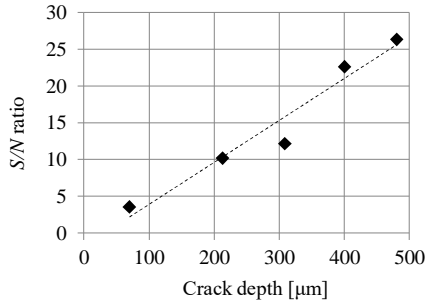
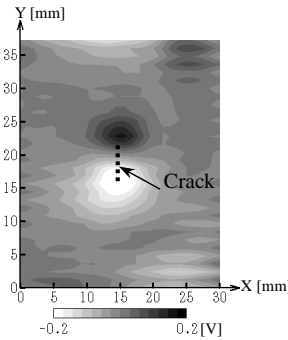


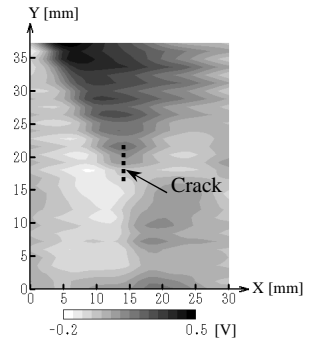
図 12 S/N 比



(a) 傷深さと S/N 比の関係



(b) 傷深さ 70 μm



(c) 傷深さ 43 μm

図 13 同期条件 P9 における探傷結果

サーチコイルにより測定し、その波形を図 10 に示す。磁気飽和のための磁化と ECT との同期を取る箇所（以下、同期条件と呼ぶ）を P1～P9 と変更し、各同期条件における探傷結果を評価した。図 11 に同期条件の違いによる探傷信号強度 S とノイズ N 、図 12 に S/N 比をそれぞれ示す。探傷に用いた傷は、幅 100 μm 、長さ 6mm、深さ 308 μm の放電加工により作製した矩形傷である。図 11 より、同期条件 P2～P7 では探傷信号強度が低下し、同期条件 P8 では最大となる。また、同期条件 P1～P6 および P9 ではノイズは減少し、同期条件 P7 および P8 においてノイズが増加することが判る。以上により、図 12 の探傷信号の S/N 比は、同期条件 P1 と P9 において最大となる。したがって、磁化と探傷の同期条件の違いによって探傷結果が異なり、最適な同期条件が存在することが確認された。

次に、 S/N 比が最大となる同期条件 P9 における探傷感度を検証した。図 13(a) に各傷深さと S/N 比の関係を示す。また、図 13(b)(c) に傷深さ 70、43 μm の探傷結果のコンター図を示す。コンター図のスケールには探傷信号の強度を示し、X 軸、Y 軸には座標位置を示す。(a)(b) より交流磁化を用いた ECT において最適な同期条件で試験することにより、深さ 70 μm の極微小傷を 3.6 の S/N 比で探傷可能であり、ECT の探傷システムとして十分高感度であることが確認された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 福岡克弘、北村理	4. 巻 Vol.32, No.2
2. 論文標題 大型対象物における磁粉探傷試験の信頼性向上のための3D回転磁界の適用 - 凹凸部を有する立方体試験体の各部における全方向磁化の評価 -	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 日本AEM学会誌	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 福岡克弘	4. 巻 Vol.72, No.11
2. 論文標題 高感度な全方向き裂探傷を可能とするマルチコイル型磁粉探傷磁化装置の検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 非破壊検査	6. 最初と最後の頁 506-510
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 福岡克弘	4. 巻 Vol.28, No.2
2. 論文標題 回転磁界を用いた立体形状部における全方向傷の磁粉探傷試験の検討と探傷性能評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本AEM学会誌	6. 最初と最後の頁 63-68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14243/jsaem.28.63	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 福岡克弘	4. 巻 Vol.19, No.3
2. 論文標題 大阪産業大学における電磁応用工学研究室の新規設立	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 保全学	6. 最初と最後の頁 40-45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 福岡克弘	4. 巻 Vol.69, No.11
2. 論文標題 回転磁界を用いた磁粉探傷試験における回転磁界の広範囲化と均一化の検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 非破壊検査	6. 最初と最後の頁 542-547
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Chikami Tatsuya, Fukuoka Katsuhiko	4. 巻 59
2. 論文標題 Consideration of magnetic saturation ECT using AC magnetisation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics	6. 最初と最後の頁 1331 ~ 1339
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/JAE-171125	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukuoka Katsuhiko, Hasegawa Ryo	4. 巻 59
2. 論文標題 Flaw detection for microcrack in spring steel and estimation of crack shape with eddy current testing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics	6. 最初と最後の頁 1267 ~ 1274
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/JAE-171123	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hasegawa Ryo, Fukuoka Katsuhiko	4. 巻 138
2. 論文標題 Estimation of Crack Shape with Two-way Excitation Eddy Current Testing Probe	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Fundamentals and Materials	6. 最初と最後の頁 505 ~ 511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejfms.138.505	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukuoka Katsuhiro, Kobayashi Masaki, Ozaki Tomohiro, Oikawa Yoshiro	4. 巻 138
2. 論文標題 Consideration of Multi-coil Type Magnetization System for Magnetic Particle Testing of Omnidirectional Crack in All Surfaces of 3D Shape Test Object	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Fundamentals and Materials	6. 最初と最後の頁 141 ~ 146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejfms.138.141	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 福岡克弘、北村 理
2. 発表標題 三次元回転磁界を用いた大型構造物の磁粉探傷試験の検討
3. 学会等名 電気学会、マグネティックス研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 福岡克弘、北村 理
2. 発表標題 大型試験対象物の磁粉探傷試験における3D回転磁界の適用による高感度化
3. 学会等名 日本AEM学会、第32回MAGDAコンファレンス
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 福岡克弘、北村 理
2. 発表標題 大型試験対象物の保守検査を対象にした3次元回転磁界による磁粉探傷試験
3. 学会等名 日本保全学会、第19回学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 福岡克弘、北村 理
2. 発表標題 3次元回転磁界を用いた大型構造物の高感度磁粉探傷試験の検討
3. 学会等名 第35回電磁力関連のダイナミックシンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 福岡克弘
2. 発表標題 電磁気応用非破壊検査における高感度化および傷の定量的評価
3. 学会等名 日本高圧力技術協会、エネルギーの貯槽の安全性と非破壊検査の委員会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 葛玖浩、遊佐訓孝、福岡克弘
2. 発表標題 Comparison study on ECT SNR improvement using AC and DC magnetization
3. 学会等名 日本非破壊検査協会、第23回表面探傷シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福岡克弘、千頭龍哉
2. 発表標題 交流磁化による磁気飽和渦電流探傷試験での同期条件の違いにおける探傷信号の評価
3. 学会等名 第31回電磁力関連のダイナミックシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福岡克弘、長谷川諒
2. 発表標題 磁気飽和ECTによる微小き裂の探傷と傷形状推定
3. 学会等名 日本保全学会、第16回学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福岡克弘、長谷川諒
2. 発表標題 渦電流探傷試験を用いたばね鋼の高感度探傷と傷形状の評価
3. 学会等名 電気学会、令和元年 基礎・材料・共通部門大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福岡克弘
2. 発表標題 回転磁界を用いた立体形状部における全方向傷の磁粉探傷試験の検討と探傷性能評価
3. 学会等名 日本AEM学会、第28回MAGDAコンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福岡克弘、長谷川諒
2. 発表標題 鋼材中の微小傷の検出と傷形状推定評価のための2方向励磁ECTプローブの検討
3. 学会等名 日本非破壊検査協会、第22回表面探傷シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三輪登芳、福岡克弘、今田知希、児島隆治、尾崎智裕、小林正樹
2. 発表標題 回転磁界を用いた複雑形状部における磁粉探傷試験の実施と数値解析による磁束密度分布評価
3. 学会等名 電気学会、マグネティックス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山崎和希、福岡克弘、渡邊裕文
2. 発表標題 磁気飽和ECTでの傷周辺における磁化分布と渦電流分布の関係評価
3. 学会等名 電気学会、マグネティックス研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福岡克弘、千頭龍哉
2. 発表標題 鉄鋼材の渦電流探傷試験に適用する交流磁気飽和磁化の条件評価
3. 学会等名 電気学会、マグネティックス研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福岡克弘、三輪登芳、小林正樹、尾崎智裕
2. 発表標題 立体形状試験体の全面探傷を目的とした磁粉探傷試験用磁化システムの開発評価
3. 学会等名 日本保全学会、第15回学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福岡克弘、長谷川諒
2. 発表標題 2方向一様渦電流プローブを用いた丸棒鋼材の高感度探傷とき裂形状の推定
3. 学会等名 第30回電磁力関連のダイナミックシンポジウム
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

大阪産業大学研究者データベース
https://kenkyu-s.osaka-sandai.ac.jp/index.php?action=pages_view_main&active_action=cvclient_view_main_init&cvid=read0143944&display_type=cv&block_id=264&gl=1*deczbg*_ga*NjA2MzMzNjA0LjE2MzY0MzA4NjU.*_ga_E5S19HB3Q0*MTcxNjI4NTc3MC40NC4xLjE3MTYyODU3OTQuMzYuMC4w#_264

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------