

氏名	宋楠楠
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第5544号
学位授与の日付	平成29年3月24日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	金属構造物の低周波磁気非破壊検査方法の研究開発
論文審査委員	教授 塚田 啓二 教授 船曳 繁之 准教授 紀和 利彦

学位論文内容の要旨

近年、金属工業製品やインフラを対象とした内部探傷検査として磁気的非破壊検査法が広く注目されている。楠楠しかし、磁気的非破壊検査計法である渦電流探傷検査法と漏洩磁束検査法は、実際の検査の場面では検出結果の安定性、計測システムの簡便性など多くの課題があり、特に表面検査に限定されているという大きな問題があった。本研究では、内部まで検査できる新たな検査方法として低周波磁場印加を用いた非破壊検査方法の開発を行った。ここで、低周波磁気を印加したときの各種対象の磁気応答を計測するためのシステムの最適化を行った。また提案したシステムの有効性を確認するため、有限要素法を用いてシミュレーションを行い、新たな方法の妥当性を理論的に議論した後、提案した計測システムを製作し実測を行った。

ここで、対象としては磁性体である鋼板のスポット溶接の接合強度判定、非磁性体であるアルミや磁性体である鋼板の表面のみならず内部き裂検出の可能性について検討を行った。

鋼板のスポット溶接の良品判定を、従来超音波検査でしかできなかったものを新たに開発した低周波渦電流検査法で判定ができないか試みた。ここで、新たな解析方法として複数周波数での位相変化を3次元的に画像化することを行い、内部スリットの検出、傷の位置、サイズ、深さの判断ができる内部構造の画像化に成功した。この結果、スポット溶接内部のナゲット部分の品質評価ができ、スポット溶接の接合強度判定が可能であることを初めて報告した。

また、厚い非強磁性体金属板のアルミ板に対しては、磁気センサを用いた低周波渦電流法を開発し、検出磁場の強度と位相を評価パラメータとして利用し、表面のみならず内部スリットの検出、傷の位置、サイズ、深さの判断ができようになったとともに、傷内部構造の画像化に成功した。

強磁性体金属板の場合、渦電流探傷検査では表皮効果が強く磁性体としての磁化信号が無視できなくなるため、新たな方法として磁気センサを用いた漏洩磁束検査法を開発して信号解析した。従来の漏洩磁束検査法を用いて鋼板を計測する場合、対象物を磁化飽和させる必要があったため、新たな装置では対象物を磁化飽和させず、微小信号を磁気センサで検出する漏洩磁束検査法を提案した。この方法により大きな電源を必要とせず、鋼板の表面のみならず内部の傷の検出、とその位置、サイズ、深さの判断ができるようになった。

以上、本研究により低周波磁気をを用いた新たな渦電流探傷法と漏洩磁束検査システムを開発し、従来表面しか検査できなかったものを、内部まで検査可能とすることができ、その有効性を明らかにした。

論文審査結果の要旨

宋楠楠君は磁気センサを用いた非破壊検査方法の新しい装置とその解析方法について研究を行ってきた。その対象物として従来磁気計測では測定できなかった、鋼板のスポット溶接内部の接合評価や、非磁性体のアルミニウムや磁性体の鋼板などの内部のき裂検査を行った。これらの検査を実現するために新しい手法として低周波磁場印加と磁気センサで検出する方法を開発して、欠陥の信号を検出することに成功した。また、装置開発ばかりでなく、信号解析によりだれでもが判別できる画像化にも成功して、新たな検査結果提示方法として開発することに成功している。このように新たな装置と解析手法を生み出すとともに、これらの成果を査読付きの国際論文誌に論文として掲載された。また、この内容は日本非破壊検査協会の表面 3 部門若手研究優秀賞も受賞しており社会の評価を得ている。このように、博士（工学）としてふさわしい資質を身に付けており、講座会議で満場一致で合格判定の承認を得ることができたので報告する。