



Title	三次元立体画像再構築システムの開発と二相ステンレス鋼脆性破壊解析への適用
Author(s)	北川, 良彦
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46996
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 ^{きた}北 ^{がわ}川 ^{よし}良 ^{ひこ}彦

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 20324 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 18 年 3 月 24 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第1項該当

工学研究科生産科学専攻

学 位 論 文 名 三次元立体画像再構築システムの開発と二相ステンレス鋼脆性破壊解析への適用

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 池内 建二

(副査)

教 授 西本 和俊 助教授 村田 雅人

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、破面の三次元定量解析を行うことを目的として、走査電子顕微鏡で撮影したステレオ写真から、パーソナルコンピュータによって破面の高精度な三次元立体画像を再構築するシステムを開発した。これを二相ステンレス鋼溶接熱影響部の再現試料の衝撃破壊解析へ適用し、溶接部における脆性破壊挙動を微細組織と破面形態の観点から明らかにしようとした。

第1章は緒論であり、本研究の必要性および目的を述べた。

第2章では三次元立体画像再構築システムの開発を行った。破面の三次元形状を得るためには、二枚一組のステレオ写真から対応点の座標を決定する必要がある。本章ではこれを画像処理によって高精度に行う独自のアルゴリズムを提案した。再構築された三次元像と実破面形状とは、500倍程度の観察倍率でサブミクロンのオーダーで一致しており、ティアリッジ等の微細な凹凸までも定量評価できることが示された。

第3章では二相ステンレス鋼溶接熱影響部のピーク温度と組織変化、および破面形態との関係を調査した。ピーク温度の上昇に伴ってオーステナイトの分布間隔が広がり、液体窒素温度での破壊は、二次割れを伴うせん断破壊的なものから、フェライト粒のへき開破壊が破面のほぼ全体を占めるものへと変化した。ボンド部のへき開破面において、三次元像を用いたファセット方位の測定を行ったところ、数個の隣接するファセットより構成される方位のそろった領域が観察された。これらの領域はそれぞれ単一のフェライト粒に対応し、ウィドマンステッテンオーステナイトによってフェライト粒内の割れが細分化されることが示された。

第4章では溶接ボンド部において冷却速度を変化させたときの、フェライト粒成長およびオーステナイト生成と靱性との関係について調査した。冷却時間の増加に伴ってフェライト粒が粗大化し、粒界オーステナイトの成長およびウィドマンステッテンオーステナイト量の増加が観察された。破面上に生じているステップおよび方位変化よりファセットサイズを測定したところ、ウィドマンステッテンオーステナイト量の増加とファセットの細分化に対応関係があることがわかった。さらにファセットサイズの減少と延性-脆性遷移温度低下との対応関係が明らかとなった。

第5章では溶接ボンド部の試料に種々の温度で再加熱を行い、二次オーステナイトの形態が溶接ボンド部の靱性に及ぼす影響を調査した。靱性は、フェライト粒内に粒状オーステナイトが密に分布する組織形態となる再加熱温度 1273 K のときに最も高くなった。破面の三次元像および断面組織から、粒状オーステナイトによって破面上にステ

ップが形成されファセットが細分化されるのが観察された。さらにティアリッジも形成されており、これらが延性-脆性遷移温度の低下に寄与していることが示された。

第6章においては前章までに得られた結果より総括を行った。

論文審査の結果の要旨

本研究は、材料破面の三次元定量解析に適用するために、走査電子顕微鏡によるステレオ写真から破面の三次元立体像を再構築するシステムを開発しようとするもので、特に材料組織との比較・検討の可能な高精度化を目指した点に特長がある。さらに、この手法を用い、溶接熱影響による靱性低下が重要な課題となっている二相ステンレス鋼溶接熱影響部の衝撃破壊の解析を試みている。

まず二相ステンレス鋼溶接熱影響部の破壊現象および三次元立体像再構築システムによる破面解析に関する従来の研究を概観し、本研究の必要性および目的を述べている。

三次元立体像再構築システムの開発においては、まず破面の高さ情報を得るために、観察角度を変えて撮影した二枚一組のステレオ写真から対応点の座標を決定する必要がある。ここでは、パーソナルコンピュータを用いた画像処理によって、対応点の座標を高精度に決定する独自のアルゴリズムを提案し、再構築された三次元像と実破面形状とは、500倍程度の観察倍率でサブミクロンの単位で一致し、ティアリッジ等の破面上の微細な凹凸までも定量的に評価できることを示している。

この三次元立体像再構築システムを、二相ステンレス鋼溶接熱影響部の低温脆性破面に適用し、溶接熱履歴のピーク温度および冷却速度に伴う組織変化と破面形態との比較から、フェライトおよびオーステナイト組織の形態および形成量によって靱性変化の説明を試みている。さらにピーク温度の上昇と共に支配的となるフェライト粒へき開破面のファセット方位解析を行い、その結果、方位のそろった数個のファセットで構成される領域が形成されること、またその領域がフェライト粒径に、ファセットがウィドマンステッテンオーステナイトの間隔にほぼ対応した大きさを持つことから、このオーステナイトがフェライト粒内を進展する割れの障害となり、靱性向上に貢献するとの結論を導いている。

冷却速度については、その低下がフェライト粒径と、ウィドマンステッテンオーステナイト量の増加をもたらすが、後者による破面ファセットの細分化が靱性を支配し、ファセットサイズの対数と延性-脆性遷移温度との間に直線関係が成立することを見出している。

さらに多層盛り溶接時の後続パスによる再加熱により生成する二次オーステナイトの形態が溶接熱影響部の靱性に及ぼす影響を調査している。この結果、フェライト粒内に粒状の二次オーステナイトが密に分布する組織形態となる時に(加熱温度 1273 K)最も高靱性となること、また粒状オーステナイトもファセットを細分化する効果を有し、さらにそれ自身が延性破壊しティアリッジを形成することから、延性-脆性遷移温度の低下に寄与していると結論している。

以上のように、本論文は材料破面の三次元定量解析用の立体像を再構築するための新しい高精度システムを開発し、二相ステンレス鋼溶接熱影響部の低温脆性破壊解析に適用して靱性を支配する組織要因について有益な知見を得ており、基礎、応用の両面において工学的に寄与する所が大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。