

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4695355号
(P4695355)

(45) 発行日 平成23年6月8日 (2011.6.8)

(24) 登録日 平成23年3月4日 (2011.3.4)

(51) Int.Cl.	F I
E O 2 F 3/38 (2006.01)	E O 2 F 3/38 A
B 2 3 K 31/00 (2006.01)	B 2 3 K 31/00 F
B 2 3 K 9/00 (2006.01)	B 2 3 K 9/00 5 O 1 B
B 2 3 K 103/04 (2006.01)	B 2 3 K 103/04

請求項の数 6 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2004-208329 (P2004-208329)	(73) 特許権者	000006655
(22) 出願日	平成16年7月15日 (2004.7.15)		新日本製鐵株式会社
(65) 公開番号	特開2006-26682 (P2006-26682A)		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(43) 公開日	平成18年2月2日 (2006.2.2)	(74) 代理人	100097995
審査請求日	平成18年9月7日 (2006.9.7)		弁理士 松本 悦一
		(74) 代理人	100074790
			弁理士 椎名 彊
		(72) 発明者	野瀬 哲郎
			千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株
			式会社 技術開発本部内
		(72) 発明者	中島 清孝
			千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株
			式会社 技術開発本部内
		審査官	深田 高義
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

建設機械のブーム・アーム部材であって、前記ブーム・アーム部材の溶接部に完全溶け込み溶接部を含み、該完全溶け込み溶接部の止端部に加振打撃痕を有することを特徴とする、溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材。

【請求項2】

前記加振打撃痕の底部表面の残留応力が10MPa以上の圧縮残留応力であることを特徴とする、請求項1に記載の溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材。

【請求項3】

前記加振打撃痕の底部表面の鋼材結晶粒径が5μm以下であることを特徴とする、請求項1または請求項2に記載の溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材。

10

【請求項4】

前記完全溶け込み溶接部が、ブーム・アームを構成する上板、側板、下板の各鋼板溶接部、ブーム・アーム内補剛隔壁鋼板とブーム・アームの各鋼板溶接部、軸受部鋳造ブラケットと鋼板溶接部、および／または、バケット、アーム、ブームの各シリンダー両端固定部溶接部であることを特徴とする、請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材。

【請求項5】

建設機械のブーム・アーム部材の製造方法であって、該ブーム・アームの溶接部のうち所定の溶接部を完全溶け込み溶接部とし、該完全溶け込み溶接部の止端部に加振打撃処理

20

を施すことを特徴とする、溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材の製造方法。

【請求項 6】

前記完全溶け込み溶接部が、ブーム・アームを構成する上板、側板、下板の各鋼板溶接部、ブーム・アーム内補剛隔壁鋼板とブーム・アームの各鋼板溶接部、軸受部鋳造ブラケットと鋼板溶接部、および／または、バケット、アーム、ブームの各シリンダー両端固定部溶接部であることを特徴とする、請求項 5 に記載の溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、パワーショベルなどの建設機械のブーム・アーム部材は、建設機械の動作中、常に繰り返し荷重を受けており、溶接部の疲労強度に対する安全性を十分に考慮する必要がある。

一般に、溶接部の疲労強度は母材の疲労強度に比べて著しく低い、その理由としては、溶接止端部の応力集中、溶接止端部での引張残留応力場の形成、溶接熱影響部の結晶粒粗大化が主な原因と知られている。

20

その対策として、従来は溶接部にグラインダー処理を行うことによって、溶接部に応力集中が発生しないようにする方法や、溶接後のブーム・アーム部材を熱処理炉に入れて後熱処理するいわゆる S R 処理を施すことにより、溶接部の引張残留応力を低減する方法が用いられていた。

しかし、グラインダー処理は、作業効率が悪い、溶接部を削り過ぎて継ぎ手の強度を低下させてしまうなどオペレータの熟練度によってその効果が大きく左右されるという問題があった。

また、S R 処理を施すには大型の熱処理炉が必要となり、多大な設備費と操業コストがかかるという問題点があった。

30

【0003】

また、特許文献 1 には、金属材料の疲労が問題となる箇所について、前処理を行った後、超音波衝撃処理を行い、さらに、その後、品質保証検査を行うことによって、金属材料の疲労寿命を向上させる方法が提案されており、超音波衝撃処理で、溶接止端部が、曲率をもって変形して、応力集中の度合いが変わることが開示されている。

さらに、特許文献 2 には、2 枚の重ね合わせた端部を溶接した重ね隅肉溶接継手の溶接止端部の近傍を超音波振動端子で打撃する疲労強度向上方法が提案されている。

しかし、特許文献 1 や特許文献 2 には、超音波打撃処理を建設機械のブーム・アームに適用する場所およびその条件について検討がなされていなかった。

40

【特許文献 1】特開 2003-113418 号公報

【特許文献 2】特開 2004-130313 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、前述のような従来技術の問題点を解決し、溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材およびその製造方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は前述の課題を解決するために鋭意検討の結果なされたもので、建設機械のブーム・アーム部材の完全溶け込み溶接部の止端部に振動端子により加振打撃痕を設けること

50

によって、溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材およびその疲労強度向上方法を提供するものであり、その要旨とするところは特許請求の範囲に記載した通りの下記内容である。

(1) 建設機械のブーム・アーム部材であって、前記ブーム・アーム部材の溶接部に完全溶け込み溶接部を含み、該完全溶け込み溶接部の止端部に加振打撃痕を有することを特徴とする、溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材。

(2) 前記加振打撃痕の底部表面の残留応力が10MPa以上の圧縮残留応力であることを特徴とする、(1)に記載の溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材。

(3) 前記加振打撃痕の底部表面の鋼材結晶粒径が $5\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、(1)または(2)に記載の溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材。

(4) 前記完全溶け込み溶接部が、ブーム・アームを構成する上板、側板、下板の各鋼板溶接部、ブーム・アーム内補剛隔壁鋼板とブーム・アームの各鋼板溶接部、軸受部鋳造ブラケットと鋼板溶接部、および／または、バケット、アーム、ブームの各シリンダー両端固定部溶接部であることを特徴とする、(1)ないし(3)のいずれか1項に記載の溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材。

【0006】

(5) 建設機械のブーム・アーム部材の製造方法であって、該ブーム・アームの溶接部のうち所定の溶接部を完全溶け込み溶接部とし、該完全溶け込み溶接部の止端部に加振打撃処理を施すことを特徴とする、溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材の製造方法。

(6) 前記完全溶け込み溶接部が、ブーム・アームを構成する上板、側板、下板の各鋼板溶接部、ブーム・アーム内補剛隔壁鋼板とブーム・アームの各鋼板溶接部、軸受部鋳造ブラケットと鋼板溶接部、および／または、バケット、アーム、ブームの各シリンダー両端固定部溶接部であることを特徴とする、(5)に記載の溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材の製造方法。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、建設機械のブーム・アーム部材の完全溶け込み溶接部の止端部に振動端子により加振打撃痕を設けることによって、溶接部疲労強度に優れる建設機械のブーム・アーム部材およびその製造方法を提供することができるなど、産業上有用な著しい効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本発明の実施の形態について、図1ないし図8を用いて詳細に説明する。

図1ないし図3は、本発明の対象である建設機械のブーム・アームを例示する図である。

図1は、建設機械の例として斜視図で示したパワーショベルの全体概略図であり、1は上部旋回体、2は下部走行体、3はブーム、4はアーム、5はバケットを示す。

パワーショベルが建設現場における土砂の掘削・運搬などの作業を行う都度、ブーム3やアーム4に軸力および曲げ力からなる繰り返し荷重が働いて、溶接部にき裂が生じて疲労破壊を引き起こす場合がある。

図2はブームの構造を斜視図で、図3はアームの構造を側面図で、それぞれ概略的に示す図である。

図2および図3において、6は上板、7は側板、8は下板、9は補強隔壁板、10は軸受部鋳造ブラケット、11はシリンダー固定部を示す。

図2および図3に示すように、ブーム・アームの構造は、ボックス構造となっており、その断面は、矩形の閉断面となっている軸方向の変形だけでなく曲げ変形にも強い構造となっている。

【0009】

図4は、本発明のブーム・アーム部材の断面を例示する図である。

図4において、6は上板、7は側板、8は下板、12は溶接金属、13は止端部、14は振動端子を示す。

本発明は、建設機械のブーム・アーム部材であって、前記ブーム・アーム部材の溶接部に完全溶け込み溶接部を含み、該完全溶け込み溶接部の止端部に加振打撃痕を有することを特徴とする。

図4に示すように、本発明は、完全溶け込み溶接部の止端部13を振動端子14で打撃して、最も応力集中が生じ易い止端部13に加振打撃痕を付与して、止端部13における残留応力を圧縮残留応力にすることによって、溶接部疲労強度を向上させることができる。

ここに、完全溶け込み溶接部とは、図4に示すように、溶接金属12が溶接対象とする鋼板の板厚方向の全域にわたっている溶接部をいう。

本発明において、加振打撃処理を施す溶接部を完全溶け込み溶接部とするのは、完全溶け込み溶接でなければ、未溶着部が部材溶接部位に残留し、その未溶着部（ルート部）の先端に応力集中が生じ、同ルート部から疲労き裂が発生進展しやすくなるためであり、さらに同ルート部が溶接部内部に埋没してしまうため、たとえ外部から加振打撃処理を施してもルート部先端領域の残留応力を引張りから圧縮に変えることができないからである。

また、溶接部疲労強度を向上させるためには、前記加振打撃痕の底部表面の残留応力は10MPa以上の圧縮残留応力とすることが好ましい。

なお、本発明においては、ブーム・アームの材質は問わないが、建設機械に多用されることからSS400、SM400、SM490、SM570などの構造用鋼が好ましい。

【0010】

図5および図6は、本発明を適用するブーム・アームの溶接部の代表的な例を断面図で概略的に示す図である。

図5および図6において、8は下板、9は補剛隔壁板、12は溶接金属、13は止端部、14は振動端子を示す。

図5は、下板8同士を突合せ溶接する場合を示し、図6は下板8と補剛隔壁板9とをT字溶接する場合を示す。

このように、本発明を適用する溶接止端部は、前述のように完全溶け込み溶接部であればよく、ブーム・アームを構成する上板、側板、下板の各鋼板溶接部の止端部、ブーム・アーム内補剛隔壁鋼板とブーム・アームの各鋼板溶接部の止端部、軸受部鋳造ブラケットと鋼板溶接部の止端部、および／または、バケット、アーム、ブームの各シリンダー両端固定部溶接部の止端部のいずれでもよい。

【0011】

図7および図8は、本発明に用いる振動端子を例示する図である。

図7において、14は振動端子、15は振動装置を示す。

まず、図7に示すように、溶接止端部の表面を、振動端子14で打撃する。

振動装置15を用いて、振動端子14の先端部を振動させながら溶接止端部の表面を、10Hz～50kHzの周波数にて、0.01～4kWの仕事率にて加振打撃を施すことが好ましい。

10Hz～50kHzの周波数にて、0.01～4kWの仕事率にて加振打撃を施すことによって、前記加振打撃痕の底部表面の残留応力を10MPa以上の圧縮残留応力にすることができると共に、鋼材結晶粒径を5 μ m以下にすることができる。

溶接止端部の表面を打撃することによって、残留応力が圧縮残留応力となるメカニズムは、10Hz～50kHzの周波数にて加振させた振動端子14で、0.01～4kWの仕事率にて打撃することによって、止端部表面が塑性流動し、打撃痕の形成に伴い表面近傍に圧縮残留応力場を形成するためである。

また、微細結晶化するメカニズムは、10Hz～50kHzの周波数にて加振させた振動端子14で、0.01～4kWの仕事率にて打撃することによって、止端部表面が加工発熱し、この加工発熱が逃げない断熱状態で繰返し打撃加工することによって、熱間鍛造と同じような効果を生じるものと考えられる。

【0012】

振動端子 1 4 の周波数の限定理由は、周波数を 10Hz 以上とするのは、10Hz 未満では、打撃による熱の断熱効果が得られないからであり、また周波数を 50kHz 以下とするのは、超音波など工業的に適用できる振動装置によって得られる周波数が一般に 50kHz 以下だからである。

振動端子 1 4 の仕事率を 0.01kW 以上とするのは、0.01kW 未満では、打撃処理に要する処理時間が長くなり過ぎるからであり、4kW 以下とするのはこれを越える仕事率で打撃しても効果が飽和するため経済性が低下するからである。

また、振動端子 1 4 は、図 7 に示すような棒状であり、該棒の先端部の被処理材である金属製品と接触する断面積は小さすぎると処理時間が長くなる一方で、断面積が大きすぎると微細化効果が十分でないため、0.01mm² 以上、100mm² 以下にすることが好ましい。

10

なお、図 7 に示す実施形態では、振動端子 1 4 は単数であるが、図 8 に示すように複数の振動端子を設けてもよい。

【0013】

図 8 の実施形態においては、複数の振動端子 1 4 を束ねて用い、束ねた振動端子 1 4 の全体を上下方向と左右方向に同時に振動させる。

そのため、上下方向、左右方向それぞれの方向の振動を発生させるために、複数の振動装置 1 5 を設けている。

このように、振動端子 1 4 を、上下、左右に同時に振動させて溶接止端部の表面を打撃することによって、集合組織の形成が抑制され、結晶粒を等軸化させることができるので、表層部を微細結晶化させることができる。

20

なお、振動端子 1 4 は単数として、上下、左右に振動させてもよく、また、左右の振動の代わりに、振動端子を旋回または揺動させても同様の効果を得ることができる。

【実施例 1】

【0014】

図 9 に示すような、建設機械のブーム・アームに相当する SS400 の箱型試験体に本発明を適用した結果を以下に示す。

図 9 において、6 は上板、7 は側板、8 は下板、1 2 は溶接金属を示す。

図 9 に示すように、溶接金属 1 2 の止端部に前述の 1 本の振動端子を用いて加振打撃処理を行い、X 線 - S i n 2 ψ 法を用いて圧痕底部の残留応力を測定したところ、溶接ビードに平行方向の残留応力は - 2 5 1 MPa ~ - 4 3 1 MPa、溶接ビードに垂直方向の残留応力は - 8 5 MPa ~ - 2 8 6 MPa といずれも圧縮残留応力となった。

30

また、加振打撃痕の底部表面の鋼材結晶粒径の平均値は 1 . 0 μ m だった。

次に、図 9 に示すように、矢印の方向に繰り返し荷重を負荷したところ、溶接ままで加振打撃処理を行う前には約 5 0 MPa だった疲労強度（疲労限）が、箱の外表面、内表面共に溶接止端部に加振打撃処理を行った後は、約 1 1 0 MPa となり、本発明を適用することによって建設機械のブーム・アームの疲労強度が 2 倍以上に向上することが示唆された。

この加振打撃処理による疲労強度の著しい向上は、溶接止端部の残留応力が大きな圧縮残留応力となったこと、および、打撃痕形成により溶接止端部の曲率半径が増大し応力集中が低減したことにより、繰り返し荷重による疲労き裂発生・進展の駆動力が低減したことに起因し、さらには、疲労き裂の発生しやすい溶接止端部の応力集中領域の表面組織が微細化され、き裂の発生抵抗が高まったことに起因すると考えられる。

40

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】本発明の対象である建設機械の例として斜視図で示したパワーショベルの全体概略図である。

【図 2】本発明の対象であるブームの構造を斜視図で概略的に示す図である。

【図 3】本発明の対象であるアームの構造を側面図で概略的に示す図である。

【図 4】本発明を適用するブーム・アームの溶接部の一例を断面図で概略的に示す図である。

50

【図５】本発明を適用するブーム・アームの溶接部の他の例を断面図で概略的に示す図である。

【図６】本発明を適用するブーム・アームの溶接部のさらに他の例を断面図で概略的に示す図である。

【図７】本発明に用いる振動端子を例示する図である。

【図８】本発明に用いる振動端子を例示する図である。

【図９】建設機械のブーム・アームに相当する箱型の試験体を示す図である。

【符号の説明】

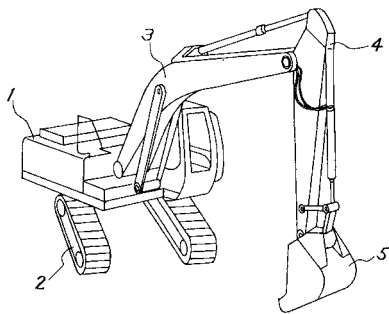
【００１６】

- １ 上部旋回体
- ２ 下部走行体
- ３ ブーム
- ４ アーム
- ５ バケット
- ６ 上板
- ７ 側板
- ８ 下板
- ９ 補剛隔壁板
- １０ 軸受部 casting ブラケット
- １１ シリンダー固定部
- １２ 溶接金属
- １３ 止端部
- １４ 振動端子
- １５ 振動装置

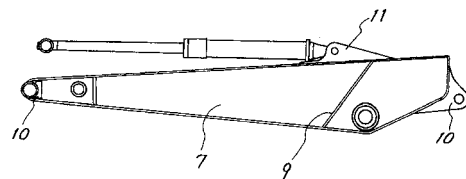
10

20

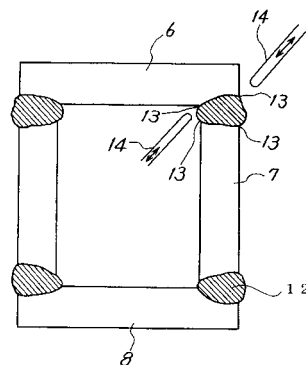
【図１】



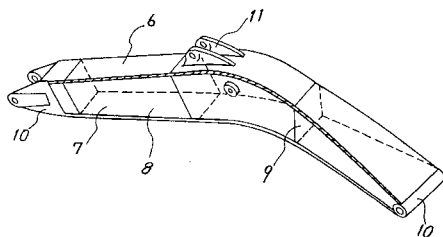
【図３】



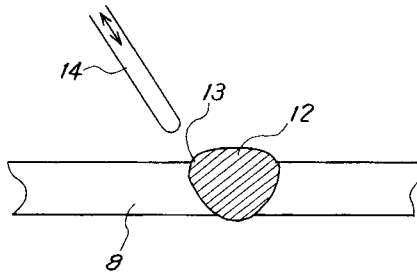
【図４】



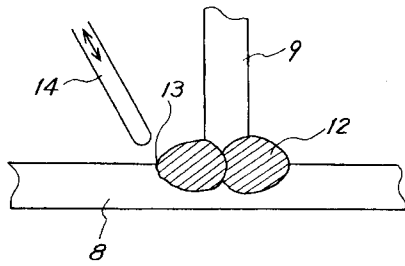
【図２】



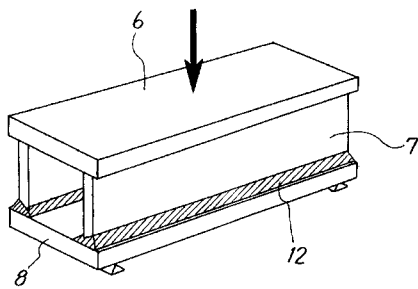
【図 5】



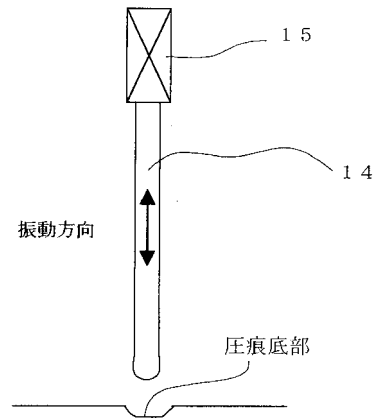
【図 6】



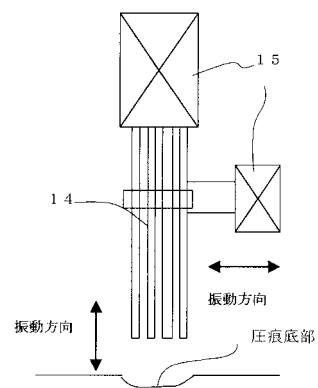
【図 9】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-248573 (JP, A)
特開2004-130315 (JP, A)
特開2004-149843 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E02F 3/38
B23K 9/00
B23K 31/00
B23K 103/04