

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-291979

(P2005-291979A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl.⁷
GO1B 11/16F I
GO1B 11/16 Zテーマコード(参考)
2FO65

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2004-108651 (P2004-108651)
(22) 出願日 平成16年4月1日(2004.4.1)(71) 出願人 592244376
住友金属テクノロジー株式会社
兵庫県尼崎市扶桑町1番8号
(74) 代理人 100083585
弁理士 穂上 照忠
(74) 代理人 100093469
弁理士 杉岡 幹二
(72) 発明者 中澤 佳亮
兵庫県尼崎市扶桑町1番8号住友金属テ
クノロジー株式会社内
Fターム(参考) 2F065 AA65 CC06 FF56 JJ03 PP11

(54) 【発明の名称】 金属箔マーカによるひずみ計測方法

(57) 【要約】

【課題】酸化しない金属箔を被測定金属材料表面に溶接し、高温での材料の微小変形をその金属箔のスペックルパターン計測で求める方法における、計測精度向上方法の提供。

【解決手段】金属箔と被測定部材との間に両者とは異なる金属層、たとえば、厚さ0.04~0.1mmのニッケル層を介在させて厚さ0.1~0.5mmの白金箔を溶接することにより、白金箔と被測定部材との溶接密着性を向上させて変形による剥離を抑制し、高温使用時の被測定部材の変形の測定精度を改善したひずみ計測方法。

【選択図】なし。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属箔を被測定材表面に溶接し、被測定材の微小変形を該金属箔の変形から光学的に検出する方法であって、箔には耐酸化性のすぐれた金属を用い、金属箔と被測定材との間に両者とは異なる金属層を介在させて溶接し、高温使用時の被測定材の変形をその金属箔表面の変形により検出することを特徴とするひずみ計測方法。

【請求項 2】

金属箔として白金箔を用い、被測定材と白金箔との間にニッケルの層を介在させて溶接したことを特徴とする、請求項 1 に記載の高温使用時の変形を検出するひずみ計測方法。

【請求項 3】

金属箔に厚さ 0.1~0.5mm の白金箔を用い、被測定材と白金箔との間に厚さ 0.04~0.1mm のニッケルの層を介在させて白金箔を溶接したことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の高温使用時の変形を検出するひずみ計測方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高温で使用される金属材料の変形を検出する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

高温高圧下で長時間使用される火力発電用ボイラや石油精製プラント等の機器においては、用いられる金属材料が時間と共にクリープ変形し、ついには破壊に至るため、使用中にどの程度変形したかを知ること、さらには破壊に至るまでの余寿命を知るとは長期安定運転のためには極めて重要である。変形のひずみ量の測定は、たとえば、管状の部材であればその外径、肉厚を計測する方法が最も一般的であり、部材表面上に目印を 2ヶ所以上刻印しておき、目印間の距離の変化を測定する方法も用いられてきた。

20

【0003】

しかし、これらの寸法計測では、形状不連続部や溶接部などの局所的な変形を求めることは困難である。また、微小部分のひずみ計測方法として、被測定部分の表面を研磨しその面の炭化物などを抽出して、分布状態を電子顕微鏡にて観察し計測する方法もあるが、金属材質により変化の現れ方が異なったり、寿命の終期に近づかなければ十分な確度で計測できないなどの難点がある。

30

【0004】

これに対し、スペckルパターンによる微小部分の変形測定方法を、このクリープ変形のひずみ量の計測に利用しようという提案がある。このスペckルパターンによるひずみ測定方法とは、たとえば、物体の表面に細かい凹凸を付け、それによる反射光映像をあらかじめ撮影しておき、応力が加えられ変形した後、再度反射光映像を撮影し、両者の映像の差からデジタル画像処理技術により変位を計測して、ひずみの大きさやその分布を知る方法である。

【0005】

金属材料は高温で長時間使用されるとき、酸化も同時に進行し表面状態が大きく変化して反射光も大きく影響を受ける。そこで、表面酸化の影響を避けるため、被測定部分の表面に酸化しない薄い皮膜を取り付け、その皮膜のスペckルパターン変化の測定により目的とする部分の微小ひずみを計測する（非特許文献 1 参照）。この場合、被測定部分に白金箔を溶接しておき、この白金箔の表面凹凸によるスペckルパターンを利用する。白金は高温長時間の使用の間表面が酸化することなく、箔にして被測定金属部材表面に溶接すれば部材の変形に応じて変形し、金属部材のひずみおよびその分布は上記スペckルパターン計測の方法にて測定が可能である。

40

【0006】

しかしながら、この白金箔を実際にボイラチューブおよびそれに相当する金属部材の表

50

面に溶接し、高温での使用前後の計測からのひずみ量の測定を検討した結果、部材の変形と表面の箔の変形との間にずれの発生することがあり、金属部材は変形しているにもかかわらず、白金箔にはひずみが現れていないなど、安定した計測がかならずしも十分におこなわれていないことがわかった。

【0007】

【非特許文献1】アール、ヴァンヴルペン(R.van Vulpen)他著「高温用部材における補修溶接部のクリープひずみ計測(Creep Monitoring of Repair Welds in High Temperature Components)」,第3回ヒダアンドインテグリティコンファレンス“補修溶接した高温部材の完全性”(3rd Hida & Integrity Conference“Integrity of High Temperatures Repair Welds”)、ポルトガル、アイエスキュー(ISQ)、2002年9月16-18日、p.219-226

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の課題は、高温で酸化しない金属箔、たとえば白金箔を被測定金属材料表面に溶接し、スペックルパターン計測にてその微小ひずみを測定する方法において、高温での使用時に白金箔が金属材料から剥離することなく密着し、材料の変形と表面の箔の変形との間のずれを極めて少なくして、精度の高い計測を可能にする方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

スペックルパターン計測により高温でのクリープひずみ量を測定する方法の検討のため、金属材料試験片表面に白金箔を溶接し、その試験片に高温長時間応力を印加してクリープを生じさせ、白金箔のスペックルパターンによる結果との対比を調査した。その結果、試験片は均一変形しているにもかかわらず、溶接した白金箔のスペックルパターンでは、ひずみの小さい部分と大きな部分とが現れる場合のあることがわかってきた。

20

【0010】

被測定部材のひずみと表面の白金箔のひずみとのずれの原因について、断面観察等により調べた結果、溶接後、高温にて長時間経過する過程で、箔と被測定部材との間に剥離が生じていることがわかった。そこで、溶接電流や溶接時の加圧力を変えたり、スポット溶接の網目を荒くしたり細くしたりして、この剥離現象の軽減をはかったが、かならずしも十分に抑止することはできなかった。

30

【0011】

このような表面の白金箔の被測定部材からの剥離現象を、試験片に高温でクリープを生じさせて、それにより調査するには、クリープ試験機を多数使用する必要があり、試験処理の進行が大きく限定される。また、この剥離現象は、被測定部材と白金箔との接合が不十分なためであり、より強固に接合されておれば、剥離は生じないと思われた。そこでまず、白金箔の接合状態確認のため、溶接条件を変えた試験片を種々作製し、ひずみ除去の熱処理後、冷間で引張変形を加えて、白金箔のひずみ分布をスペックルパターン計測により調べ、変形後その均一性および溶接の健全性を検討した。

【0012】

引張変形の大きさを増していくと、変形量が4%を超えるようになれば、ほとんどの試験片で白金箔に剥離が生じてくる。しかし、このような試験においても剥離が発生しない程度にまで十分接合しておれば、高温でのクリープでも剥離は生じないと考えられた。そこで、冷間での引張変形を5%とし、この変形でも剥離しない溶接方法あるいは溶接条件がないのか、さらに検討を進めた。

40

【0013】

上述の調査を進める過程で、白金箔を2.25Cr-1Mo鋼などの耐熱金属部材に直接溶接するのではなく、ニッケルメッキあるいはニッケル箔の中間層を介在させ、それを介して白金箔を溶接すれば、引張変形後の白金箔の剥離が防止できることが見出された。

【0014】

そこで、引張試験片の表面にNiメッキを施し、その上に白金箔を溶接して、いくつか

50

の条件でクリープ変形をおこなわせた後、スペckルパターンによるひずみの計測および白金箔の剥離の有無を種々調査をおこなった。その結果、溶接条件に特別の配慮を払わなくても、クリープを生じさせたとき剥離を生じることなく白金箔が被測定部材と同様に變形し、ひずみを微小部分に至るまで検出できることが確認された。

【0015】

このように、ニッケルの層を介在させることにより、變形時の白金箔の剥離が防止できるようになった理由はあきらかではないが、一つには、被測定金属材料より耐酸化性がすぐれているので、白金箔と被測定金属材料表面との間の酸化物生成が抑制されたこと、もう一つには、ニッケルは耐熱金属材料部材より融点が低く、同じ溶接条件でも溶着部分が拡大されたことによるのではないかと思われる。

10

【0016】

この高温で酸化しない金属箔としては、金箔あるいはパラジウム箔なども使用できる。しかし、安定した測定、価格、入手のしやすさ等から、白金箔が最も好ましい。また、中間層の金属としては、銅または銀等も適用できるが、被測定金属材料とのより安定した密着性を得るには、Niがより好ましいと判断された。

【0017】

以上のような検討結果から、さらに限界条件をあきらかにして本発明を完成させた。本発明の要旨は次のとおりである。

【0018】

(1) 金属箔を被測定金属部材表面に溶接し、被測定部材の微小變形を該金属箔の變形から光学的に検出する方法であって、箔には耐酸化性のすぐれた金属を用い、金属箔と被測定部材との間に両者とは異なる金属層を介在させて溶接し、高温使用時の被測定部材の變形をその金属箔表面の變形により検出することを特徴とするひずみ計測方法。

20

【0019】

(2) 金属箔として白金箔を用い、被測定材と白金箔との間にニッケルの層を介在させて溶接したことを特徴とする上記(1)の高温使用時の變形を検出するひずみ計測方法。

【0020】

(3) 金属箔に厚さ0.1~0.5mmの白金箔を用い、被測定金属部材と白金箔との間に厚さ0.04~0.1mmのニッケルの層を介在させて白金箔を溶接することを特徴とする上記(1)または(2)の高温使用時の變形を検出するひずみ計測方法。

30

【発明の効果】

【0021】

本発明は、高温高圧下で長時間使用される火力発電用ボイラや石油精製プラント等の機器に用いられる金属材料部材が時間と共にクリープ變形する際の、クリープひずみの大きさや分布を、スペckルパターン計測の手法にて測定しようとするときに適用する。すなわち被測定部材の表面に、長時間の高温使用でも酸化しない金属箔、たとえば白金箔を溶接し、その白金箔の使用前および使用後のスペckルパターンの画像処理により、變形の大きさや分布を測定するが、本発明の方法を用いることにより、金属箔と被測定金属材料との密着性が向上し、微小なひずみも容易に検出することができ、余寿命予測の精度を向上させ、機器操業の安全性を高めることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

本発明は高温で使用される金属部材の表面に、高温で酸化せず、しかも部材のクリープなどの變形とともに變形する金属箔を溶接し、箔表面スペckルパターンの使用前後の画像解析から金属箔の變形を計測して、部材のひずみ量を求める方法を改善したものである。すなわち、高温で酸化しない金属箔と被測定部材表面との間に、両者とは異なる金属層を挿入する。

【0023】

このスペckルパターン検出に用いる金属箔としては金、パラジウムなども使用できるが、高温で酸化せず、變形にも十分対応でき、かつコストや入手の容易さから、白金箔を

50

用いるのが望ましい。白金箔の厚さは、薄すぎると溶接などの取り扱い時や高温使用時の破損のおそれがあり、厚すぎると被測定部材の変形に追従できなくなるので、0.1~0.5mm程度のもを用いるのがよい。また、その大きさや形状はとくに限定するものではないが、主として微小部分の変形を対象とし、画像解析をおこなうことから、一辺5~20mm程度の矩形または正方形、あるいは面積が20~400mm²程度の多角形、円形、楕円形等のもを用いればよい。これは被測定面積が小さくなりすぎると測定精度が悪くなり、測定しない部分にまで面積を拡大するのは無駄になるからである。

【0024】

被測定部材の金属箔を溶接する部分には、被測定部材とも金属箔とも異なる金属、たとえば銅、銀、ニッケル等の層を介在させる。金属箔に白金を用いる場合には、この金属層はニッケルを用いるのが密着性がすぐれていて好ましい。その場合、被測定部材の表面にメッキを施す等の方法で、金属層を中間に介在させる。そうすれば、高温使用中の被測定部材と表面の金属箔との剥離がなくなり、被測定部材の変形を表面の金属箔が忠実に追従できるようになる。また、介在させる金属層、たとえばニッケルメッキの範囲は、白金箔が直接被測定部材表面に接しないよう、白金箔よりも大きくしておけばよい。

10

【0025】

金属層としてニッケルメッキを用いる場合、メッキ層の厚さは、0.04~0.1mmであることが好ましい。これは0.04mmを下回るとニッケル層介在の効果が現れず剥離を生じるおそれがあり、ニッケル層を厚くして0.1mmを超えるようになると、次第に被測定部材の変形に白金箔が追従しにくくなり、その変形の差が大きくなっていくからである。

20

【0026】

被測定部材のメッキ部分への箔の溶接は、スポット溶接法またはシーム溶接法を採用すればよく、金属箔、たとえば白金箔の上から電極チップ等を押す通電溶着させる。被測定部材の変形と金属箔の変形との差を小さくするためには、溶接部の間隔をできるだけ小さくすることが好ましい。すなわち、スポット溶接の場合は打点間隔を小さくし、シーム溶接の場合は格子状としシームの間隔を狭くする。

【0027】

上述のニッケルメッキは、電気メッキ、無電解メッキ等いずれの方法でもよい。またメッキの適用が困難な場合は、上記範囲の厚さのニッケル箔を用いてもよい。この場合、被測定部材表面にニッケル箔と白金箔を重ねておき、ずれを生じないように、スポット溶接などにて固定した後、溶接部の間隔を小さくしたスポット溶接またはシーム溶接をおこなえばよい。

30

【実施例1】

【0028】

2.25Cr-1Mo鋼を用い、1辺13mmの正方形断面を有し平行部の長さ約60mm、標点距離50mmの高温引張用試験片を作製した。この試験片の中央部に、スルファミン酸ニッケルの電解液による通常の電気メッキ法にて厚さを変えてニッケルメッキをおこない、その上に厚さが0.3mmで一辺10mmの正方形の白金箔を溶接し、白金箔の表面にサンドブラストにより模様を付け、600℃、12時間の歪み取りのための熱処理をおこなった。この試験片に標点間の目標変形量5%のひずみを加え、変形前後のスペckルパターン計測により、白金箔全面のひずみ分布を測定した。

40

【0029】

白金箔の溶接は、まず白金箔を試験片の所定位置にスポット溶接にて仮止めし、図1に示すように溶接機の回転する棒状の電極4を白金箔2に押しつけ、通電しつつ移動させて格子状にシーム溶接をおこなった。

【0030】

これらの試験片にて変形前後のスペckルパターン計測により白金箔の変形量を調べると、全面がほぼ均一に変形している場合は、被測定材と白金箔の密着性が良好であるが、密着性が悪く剥離を生じている場合は、白金箔の変形が不均一になり、変形した部分と変形しない部分とが現れる。

50

【 0 0 3 1 】

表 1 に、各試験片における標点間で実測した試験片のひずみ量、ニッケルメッキの厚さ、変形後の白金箔の剥離の有無、スペckルパターン計測により測定したひずみ量、および標点間計測による実測ひずみ量とスペckルパターン計測によるひずみ量との差をそれぞれ示す。また、このニッケルメッキの厚さに対する、実測ひずみ量とスペckルパターン計測によるひずみ量との差の変化を図 2 に示す。

【 0 0 3 2 】

【表 1】

表 1

試料番号	Niメッキ厚さ (mm)	実測ひずみ (%)	※ 白金箔の剥離	スペckル計測ひずみ (%)	実測とスペckルとの差 (%)
1	0.010	4.80	×	測定不能	—
2	0.010	4.80	×	〃	—
3	0.015	4.86	×	〃	—
4	0.030	4.94	△	〃	—
5	0.025	4.82	×	〃	—
6	0.035	4.76	○	4.12	0.64
7	0.050	4.72	○	4.15	0.57
8	0.045	4.82	○	4.20	0.62
9	0.050	4.80	○	4.16	0.64
10	0.050	4.82	○	4.13	0.69
11	0.100	4.78	○	4.28	0.50
12	0.095	4.86	○	4.12	0.74
13	0.100	4.80	○	4.05	0.75
14	0.095	4.80	○	4.17	0.63
15	0.150	4.76	○	3.81	0.95
16	0.215	4.82	○	3.73	1.09
17	0.260	4.78	○	3.66	1.12

※ ○:剥離なし、△:一部剥離、×:剥離

【 0 0 3 3 】

この表 1 および図 2 の結果からあきらかなように、被測定材の 2.25Cr - 1Mo 鋼と、表面に溶接した酸化しない金属の白金箔との間に、ニッケルのような異種金属中間層がないか、あっても薄い場合、被測定材の変形により白金箔との間に剥離が生じるが、適当な厚さのニッケル層を介在させると密着性が向上し、表面の白金層のスペckルパターン計測で、被測定材の微小ひずみを計測できることがわかる。しかし、中間層が厚くなりすぎると、図 2 からわかるように、被測定材の変形と白金箔の変形とのずれが大きくなり、精確な計測ができなくなるおそれが出てくる。

【 0 0 3 4 】

ニッケルメッキの厚さが薄く剥離を生じた溶接方法では、クリープ試験片に同様な方法で白金箔を溶接し、実際に変形させたとき、半数以上に剥離が観察された。しかし、ニッケルメッキの厚さを増した溶接方法では、変形時に剥離は生じていない。ただし、ニッケルメッキの厚さが 0.1mm を超える場合、変形後の白金箔のスペckルパターンによるひずみ計測は、試験片による直接の伸び計測の値との相違が大きくなっていく。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

【図1】金属箔を被測定部材の表面に溶接する方法の1例を説明する模式図である。

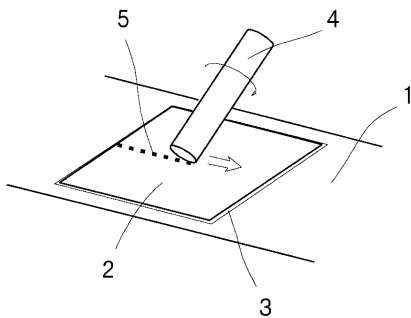
【図2】被測定部材の実測ひずみ量と表面の白金箔のスペックルパターン計測により求めたひずみ量との差におよぼす、ニッケルメッキ中間層の厚さの影響を示す図である。

【符号の説明】

【0036】

- 1、被測定部材
- 2、非酸化性金属箔（白金箔）
- 3、中間層（ニッケルメッキ層）
- 4、溶接電極
- 5、溶接ビード

【図1】



【図2】

