

特許英語通信文と英文明細書作成へのガイド(7)*

会員 藤芳 寛治

明細書モデル4．形状記憶合金

[4.01] 発明の名称

形状記憶合金用具を用いる機械加工孔の冷間加工方法

Method of cold working for machined holes using a shape memory alloy tool

[4.02] 発明の要約

構造部材に空けられる機械加工孔は一般に、その構造部材の疲労寿命を劣化させるので、この孔(16)を冷間加工して疲労寿命を回復向上させることが行われるが、本発明は形状記憶合金部材(10)を用いる新規な冷間加工方法に関する。即ち、該構造部材(12,14)を固定する為に、該孔(16)に嵌合される固定用具のモデルを形状記憶合金を用いて作る。このとき、そのモデルの直径を該形状記憶合金が臨界転移温度以上で、膨張して、“締め嵌め合い”を実現するようにする。次いで、臨界転移温度以上の温度で構造部材(12,14)を“締め嵌め合い”の状態に維持すれば、構造部材の孔(16)の周辺は常に冷間加工の効果を受けた状態となり、疲労寿命向上の目的が達成される。

Abstract of the Invention

Generally, machined holes formed in a structural member will impair the fatigue life time of the structural member concerned, so that the cold working of the holes (16) is intended for recovery of the fatigue life. This invention is concerned with a new cold working method with use of a shape memory alloy piece (10). That is, a model of a fastening tool for fixing such structural members (12,14) is molded from a shape memory alloy, wherein the model shape memory alloy's diameter is adjusted to realize “the interference fit” resulted from its expansion. Thence, if the structural members(12,14) are kept above its critical transitional temperature or kept in “the interference fit” status, a circumferential area of the hole (16) is always subjected to the cold working effect, resulting in the enhancement of the fatigue life.

[4.03] 発明の分野

本発明は機械加工孔が設けられた構造金属材料を補強する為の、冷間加工方法に関し、更に詳細に云えば、前記加工孔には一般にリベット、ボルトのような緊締用具を通して、複数の構造材料を固定するが、この緊締作業の前に行われる、形状記憶合金を用いる新規な冷間加工法に関する。

Field of the Invention

This invention relates to a cold working for enforcement of a structural metal member which has been formed with machined holes. In particularly, to a new cold working method with use of a shape memory alloy to be performed prior to the fastening work wherein a fastening tool,

* (1)は2001年1月号,(2)は3月号,(3)は4月号,(4)は7月号,(5)は9月号,(6)は2002年1月号に掲載

for instance, rivet, bolt, is placed through such hole to fix a plurality of such structural members .

[4.04] 発明の背景

航空機などの飛行構造体では、緊締用の機械加工孔に発生する亀裂は、主として飛行構造体を構成する材料の疲労に起因する。そして、孔の周辺で起こる応力の集中が疲労の原因となる。緊締用の孔の疲労耐性の向上は、望ましくは、孔の無い構造材料のそれに匹敵するレベル迄向上させることを意図している。

Background of the Invention

Referring to an aircraft body like an airplane, cracking occurring at machined fastener holes is majorly caused by the fatigue problem in the structural material constituting the flying body, and the fatigue is resulted from the intensification of stress resident at the edge of a hole . The fatigue life enhancement of a fastener hole is intended to improve the fatigue performance, hopefully to a level comparable to that of the structural material with no holes.

[4.05] 航空機、宇宙船のような構造物の製作又は組立では、最初に、ボルト、リベット、その他の緊締具を通すべき孔をドリル又はパンチで空け、次いで、孔の周囲の金属を冷間加工することは長い間の実務である。冷間加工の方法について述べると、ドリル孔又はパンチ孔の冷間加工に採用されてきた従来の方法の1つは、孔よりも僅かに大きな直径を有する球体を、強制的に孔を通過させて、孔を拡大し孔の周辺の金属を圧縮する方法である。

締め込み嵌合の緊締具（例えば、ボルト、ピン、リベット、及び/又はブッシング）を孔の中に設けることで、構造物の疲労寿命は増大する。締め込み嵌合によりもたらされる改良は次の2つの効果の結合の結果である。第1に、緊締具を通して有効に荷重を移動させる為に、孔の表面における応力強度が大きく減少する。第2に、締め込み嵌合の度合いに応じて、締め込み嵌合緊締具は孔の近傍に、疲労寿命を延長させる（都合のよい）圧縮性の応力を生じさせることである。

It has long been the practice, in the fabrication or assembly of, such as, aircraft and aerospace structures, to first drill or punch holes through the metal through which bolts, rivets, or fasteners are to pass, and to then cold work the metal around the hole . Referring to methods for cold working, one method heretofore practiced in cold working of drilled or punched holes has been to force a ball having a diameter slightly larger than the hole to pass through the hole, enlarging it and compressing the metal around the hole .

Fatigue life of the structure is increased by the placement of interference fit fasteners (including bolts, pins, rivets, and/or bushings) in holes . The improvement offered by interference fit is resulted from a combination of the following two effects . First, the stress intensity at the hole surface is significantly reduced because of highly effective load transfer through the fastener . Second, depending upon the level of interference, the interference fit fastener induces favorable compressive stresses near the hole which prolong fatigue life .

[4.06] 発明の概要

此処に提案の発明は“形状記憶”合金と呼ばれる、特定の金属材料を使用することを基礎としている。この合金は塑性変形と加熱の繰り返しを受けると、その後は、原始の形状に戻る（拡大又は縮小）ことが出来る。この効果は材料中のマルテンサイト成分の熱弾性転移に依存する。例えば、ニチノールと呼ばれるニッケルチタン（NiTi）系の形状記憶合金が好適である。その転移温度は約 - 150 と + 100 の間にあるように調節し得る。マ

ルテンサイト成分で変形する合金、例えば、NiTi でつくられたボルトは、もしピッタリはまる孔に挿入されると、その転移温度以上に加熱された場合に原始の寸法に拡大するので、応力と変位を発生する。転移の間に発生する応力は極端に高くなり、容易に 100ksi を越えるレベルになる。ボルトが起こす変位は孔の永久的な冷間拡大となり、もしボルトが孔に放置される場合は、2 つの間で締め嵌合となる。

Summary of the Invention

Proposed invention is based upon the use of certain metallic materials, the so-called " shape memory " alloys, which can revert (expand or contract) to their original shape after they have undergone a sequence of plastic deformation and heating . The effect depends upon the thermoelastic martensitic transformation of the material . For example, nickel-titanium(NiTi) shape memory alloys such as Nitinol are preferred . They have transformation temperatures that can be adjusted to occur between approximately - 150 and + 100 . A bolt made from an alloy deformable with the martensitic material, such as an NiTi, if placed in a snug hole, will generate stress and displacement when the material is heated above its transformation temperature and expand to its original size . Stresses generated during transformation can be extremely high, easily reaching levels greater than 100 ksi . The displacement caused by the bolt can result in permanent cold expansion of the hole and, if the bolt is left in the hole, an interference fit is realized between the two .

[4.07] 本発明は幾つかの実施態様を含むが、その第 1 は形状記憶合金だけから作られた冷間加工道具である。これを、孔に挿入して加熱すると、膨張して、孔の永久的冷間拡大が起こり、孔周辺に好都合な圧縮性応力が分散残留する。それから、冷却すれば、冷間加工道具は収縮するので、容易に取り除き得る。

The present invention includes several embodiments, the first of which is a cold working tool fabricated entirely from shape memory alloy material . The tool is inserted into a hole and warmed to expand, thereby it causes permanent cold expansion of the hole and a favorable distribution of compressive residual stresses around the hole edge . Then the cold working tool may be removed by cooling because the tool contracts for easy withdrawal .

[4.08] 第 2 の実施態様では、二つの利益が孔の疲労寿命の性質にもたらされる。この場合は、前記の冷間加工道具は用いない。ブッシングを孔に挿入して、拡張させる。そして、前記の道具の場合と異なり、ブッシングは、ブッシングと構造材との間に放射状の締めり緊締領域をつくらせるように、その場所に放置しておくのである。二つの利益は孔の冷間加工とその後の、締めり緊締であり、孔の周辺の材料に好都合である。

In the second embodiment, a dual benefit may be imparted to the fatigue life characteristics of a hole . In this embodiment, instead of a cold working tool as just described, a bushing is inserted into the hole and expanded . However, unlike tool as described above, the bushing is left in place so as to form a radial interference region between the bushing and the structural material . The dual benefits are the cold working of the hole and the subsequent interference fit, favorable to the material around the hole .

[4.09] 図面の簡単な説明

図面 1A から 1C は、冷間加工処理の間に、冷間加工道具が構造材に挿入され、引き抜かれる状態を示す断面図である。

図面 2A と 2B は構造材につくられた孔に、形状記憶合金でつくられ、締め嵌合を行うブッシングが挿入され

た状態を示す断面図である。

Brief Description of the Figures

Figs.1A-1C are cross-sectional views of a cold working tool being inserted and withdrawn from a structural member during cold working treatment .

Figs.2A and 2B are cross-sectional views illustrating the insertion of a shape memory alloy interference bushing inserted into a hole through a structural member .

[4.10] 発明の詳細な説明

図面 1A から 1C について述べると、この第 1 の実施例は冷間加工道具の場合を例示している。図 1A において、道具は符番 10 で一般的に示されており、中実の円筒形で、2 枚の構造板 12、14 の内部につくられた、共軸整合関係にある孔 16 中に容易に挿入出来るように一端を丸くしたものが描かれている。道具のボディは、既に述べた種類の形状記憶合金で作られており、該形状記憶合金材料が合金の臨界転移温度以下にある時に、孔 16 を通って挿入される。図 1A に示したように、道具の外径は孔の直径よりも小さい。

Detailed Description of the Invention

Referring to Figs.1A to 1C, a first embodiment is illustrated as a cold working tool . In Fig.1A the tool is generally indicated by reference numeral 10 and is seen to include a solid cylindrical member having a rounded end for permitting easy entry into coaxially located hole 16 through two structural plates 12 and 14 . The body of the tool is fabricated of a shape memory alloy of the type previously discussed and is inserted through the hole 16 when the shape memory alloy piece is below the critical transition temperature of the alloy . As indicated in Fig.1A, the outer diameter of the tool piece is smaller than the diameter of the hole .

[4.11] 図 1B では、挿入された状態を示し、臨界転移温度以上で道具を構成している合金が加温された結果、直径が大きくなっていることを示している。即ち、符番 18 で示すように、道具は拡大し、孔 16 の壁は変形して、その結果、符番 20 で示す冷間加工領域をつくったのである。冷間加工した孔から道具を取り出す為には、道具が挿入時の大きさ（図 1A）に近づくように、道具を構成する形状記憶合金を臨界転移温度以下に冷却する必要がある。この冷却により、道具 10 は図 1C に示す拡大された冷間加工孔 16 から引き抜き可能となる。冷間加工のもたらす結果は疲労寿命の向上に寄与するものである。

In Fig.1B the tool is illustrated in the inserted position and indicates an enlarged diameter as a result of warming the tool alloy piece above the critical transition temperature . As a result, the tool becomes enlarged, as indicated by reference numeral 18 and deforms the wall of the hole 16 so as to form a cold worked region, generally indicated by reference numeral 20 . In order to remove the tool from a cold worked hole, it is necessary to cool the shape memory alloy piece of the tool below the critical transition temperature so that it approaches the size it had upon insertion (Fig.1A), which allows the tool 10 to be withdrawn from the enlarged cold worked hole 16', as indicated in Fig.1C . The result of the cold working is a desirable enhancement of the fatigue life .

[4.12] 図 2A と 2B は第 2 の実施例に関し、先に説明した形状記憶合金で作られたブッシング 26 が 2 枚の構造板 22、24 の内部につくられた、共軸整合関係にある孔 28 中に挿入される場合を例示している。図 2A では、ブッシングの外径は孔 28 の直径よりも小さいが、ブッシングの形状記憶合金はその臨界転移温度よりも低い状態である。従って、この条件はブッシングを孔の中に滑らせて挿入し得る。そして、形状記憶合金の温度を臨界転移温

度よりも高くすると、ブッシングは符番 30 で示すように拡大し、ブッシングと孔との間で締め嵌合がつくられる。ブッシングの膨張は孔の周辺の壁領域において冷間加工を生じさせるが、この領域を締め嵌合領域 32 で示す。この冷間加工孔は締め嵌合ブッシングの存在により、構造材 22, 24 の疲労寿命を向上させる。

Figs 2A and 2B illustrate a second embodiment wherein a bushing 26, fabricated from the previously discussed shaped memory alloy piece, becomes inserted within coaxially aligned hole 28 through structural members 22 and 24. In Fig.2A the outer diameter of the bushing is less than the diameter of the hole 28 while the shape memory alloy piece of the bushing remains below the critical transition temperature. So this condition allows the bushing to be slipped into the hole. Then, the temperature of the shape memory alloy piece is raised above the critical transition temperature so that the bushing expands, as indicated by reference numeral 30 and an interference fit results between the bushing and the hole. Expansion of the bushing causes cold wall area around the hole and is generally indicated by the interference region 32. This cold worked hole enhances the fatigue life of the structural member 22,24 because of the existence of the interference bushing 26.

[4.13] クレーム

疲労寿命を向上させるため、構造部材 (12, 14) に機械加工でつくられた穴 (16) に冷間加工を行う方法であって、次のステップを含む:

開口を有する、少なくとも 2 つの構造部材 (12, 14) を重ね合わせ、各板に設けた穴 (16) を他の穴と整合すること;

形状記憶合金からなる概ね円筒状の物体 (10) をつくること;

物体 (10) を構造部材 (12, 14) に設けた整合穴 (16) 中に位置させること;

物体 (10) を、その外径を拡大する為、その臨界温度以上に加温すること;

物体 (10) が拡大するに従って、穴 (16) に冷間加工を与えること。

Claim

Method for cold working of machined holes (16) formed in structural members (12, 14) to enhance fatigue life, comprising the steps of:

stacking at least two apertured structural members (12, 14) together, a hole (16) in each plate being aligned to another;

forming a generally cylindrical piece (10) of shape memory alloy;

positioning the piece (10) into an aligned hole (16) formed in the structural members (12, 14);

warming the piece (10) above its critical transitional temperature to expand its outer diameter;

cold working the hole (16) as the piece (10) expands .

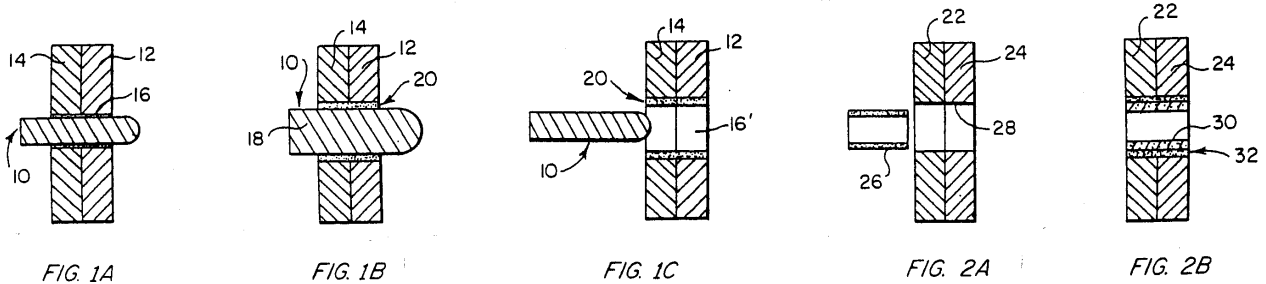
[4.14] 符合の説明

List of Reference Numerals

10	道具, 形状記憶合金	tool,
12, 14	構造板	two structural plates,
16	孔	hole,
16'	拡大した冷間加工孔	enlarged cold worked hole
18	拡大した道具	enlarged tool

20	冷間加工領域	cold worked region
22,24	構造部材	structural members
26	ブッシング	bushing
28	共軸整合した孔に挿入した	inserted within coaxially aligned holes
30	膨張したブッシング	expanded bushing
32	締め嵌合領域	interference region

[4.15]



(原稿受領 2001.6.28)

「パテント」本文をホームページに掲載します

本誌は、2002年1月号から本文を日本弁理士会ホームページ (URL=<http://www.jpaa.or.jp/>) でもご覧になれます。

各月号のホームページへの掲載開始は、「パテント」発行月から2ヵ月後の月初めとします。掲載記事の全文検索も可能となる予定です。

1985年1月号以降の掲載記事については、同じく日本弁理士会ホームページから目次検索が可能となっていますので併せてご活用下さい (URL=<http://ucgi.jpaa.or.jp/pindex/>)。

なお、本誌はこれまで通り定期購読が可能です。掲載記事を発行月に確実にご覧になりたい方は定期購読をご利用下さい。

日本弁理士会広報課行 FAX 03-3581-9188

パテント定期購読申込書

ふりがな お名前		ふりがな 団体名	
送付先住所	〒 -		
電話番号	() -	定期購読開始号	
FAX番号	() -		年 月号から

「パテント」誌の年間購読をご希望の方は、上記の購読申込用紙にご記入の上、FAXして下さい。

(宛先: 〒100-0013 東京都千代田区霞が関3-4-2 日本弁理士会広報課パテント担当行)

年間購読料 9,450円 (送料・消費税込) 海外からの申込は、雑誌代 8,400円 (@700×12) + 送料