

(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2004-124151
(P2004-124151A)

(43) 公開日 平成16年4月22日(2004.4.22)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 F 1/04	C 2 2 F 1/04 A	
// C 2 2 F 1/00	C 2 2 F 1/00 6 O 2	
	C 2 2 F 1/00 6 2 3	
	C 2 2 F 1/00 6 3 O K	
	C 2 2 F 1/00 6 8 2	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2002-288956 (P2002-288956)	(71) 出願人 396020800 科学技術振興事業団 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(22) 出願日 平成14年10月1日(2002.10.1)	(71) 出願人 591270556 名古屋市 愛知県名古屋市中区三の丸3丁目1番1号
特許法第30条第1項適用申請有り 平成14年4月17日 社団法人軽金属学会発行の「第102回春期大会講演概要集」に発表	(74) 代理人 100092392 弁理士 小倉 亘
	(72) 発明者 金武 直幸 岐阜県岐阜市光町3-8
	(72) 発明者 西脇 武志 岐阜県岐阜市茜部大野2-139

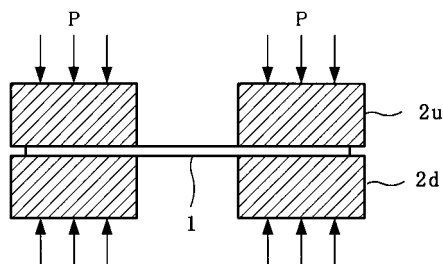
(54) 【発明の名称】 アルミニウム合金の熱処理方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 プレス成形に先立って大きな加工変形を受ける部位を予め軟質化しておくことにより、加工欠陥がなく形状精度の良好な成形品を得る。

【解決手段】 アルミニウム合金板から切り出されたブランク1の加工予定部位に高温の金属ブロック2u、2dを押し当て、金属ブロック2u、2dと接触しているブランク1を局部的に急速加熱し、接触部分を局部軟化する。素材としては、時効硬化型、析出硬化型、加工硬化型等、金属間化合物や第2相の析出によって強度が向上するアルミニウム合金が好ましい。ブランク1を局部的に急速加熱する金属ブロック2u、2dには、好ましくは350℃以上に高温加熱された銅製ブロックが使用され、1MPa以上の加圧力でブランクの加工予定部位に押し当てられる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ブランクの加工予定部位に高温の金属ブロックを押し当て、金属ブロックからの熱伝達で金属ブロックと接触しているブランクを局部的に急速加熱し、接触部分を局部軟化することを特徴とするアルミニウム合金の熱処理方法。

【請求項 2】

ブランクを切り出す前のアルミニウム合金板又はアルミニウム合金板から切り出されたブランクに金属ブロックを押し当てて加工予定部位を急速加熱する請求項 1 記載の熱処理方法。

【請求項 3】

350 以上に高温加熱された金属ブロックを 1MPa 以上の加圧力でアルミニウム合金のブランクに押し当てる請求項 1 又は 2 記載の熱処理方法。

【請求項 4】

金属ブロックとの接触で局部軟化した軟化領域と非接触部の硬質領域との間の強度遷移幅を 20mm 以下に規制する請求項 1 又は 2 記載の熱処理方法。

【請求項 5】

硬質領域の強度を基準として軟化領域の強度を 10% 以上低下させる請求項 1 又は 2 記載の熱処理方法。

【請求項 6】

時効硬化型又は加工硬化型アルミニウム合金を素材に使用する請求項 1 ~ 5 何れかに記載の熱処理方法。

【請求項 7】

高温加熱された金属ブロックの押圧によって軟化された軟化領域の強度が金属ブロックに接触しなかった硬質領域の強度の 90% 以下であり、軟化領域と硬質領域との間の強度遷移幅が 20mm 以下に調整されているプレス加工用アルミニウム合金板。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【産業上の利用分野】**

本発明は、軽量性を活用し自動車部品、電子機器のケーシング、電気機器のハウジング等、広範な分野で使用されているアルミニウム合金のプレス成形性を改善する熱処理方法に関する。

【0002】**【従来技術】**

アルミニウム合金は、軽量で耐食性にも優れていることから自動車部品、電子機器のケーシング、電気機器のハウジング等の素材に使用され、プレス成形によって製品形状に加工されている。製品によっては、極めて大きな絞り比で加工される場合もある。

プレス成形される素材には、加工中に不均一な変形が生じる。そこで、変形様式に対応した適度の強度差や延性差を予め素材内に与えておくこと高い成形限界での加工が可能となる。たとえば、特開 2000-80418 号公報では、熱処理により被熱処理部を局部的に軟化させ鋼板の成形性を向上させている。アルミニウム合金でも、ポンチ荷重を受ける中央部を硬く強く、縮みフランジ変形する周辺部を変形しやすい軟化状態に局部的な時効処理で調質することが「塑性と加工」第 27 巻第 311 号第 1363 ~ 1368 頁に紹介されている。

【0003】**【発明が解決しようとする課題】**

アルミニウム合金の内部に強度差をつける従来の方法は、必要な強度差を得るのに時間がかかり、生産性も低い。しかも、製品形状によっては適用できないこともあり、負担の大きな設備が必要となる。

本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、短時間の熱処理で必要強度差をアルミニウム合金につけ、大掛かりな設備投資を必要とせず大量生産に適した方法

10

20

30

40

50

でアルミニウム合金の加工性を向上することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明の熱処理方法は、その目的を達成するため、ブランクの加工予定部位に高温の金属ブロックを押し当て、金属ブロックからの熱伝達で金属ブロックと接触しているブランクを局部的に急速加熱し、接触部分を局部軟化することを特徴とする。

素材としては、時効硬化型、析出硬化型、加工硬化型等、金属間化合物や第2相の析出によって強度が向上するアルミニウム合金が好ましい。ブランクを切り出す前のアルミニウム合金板に金属ブロックを押し当てて急速加熱する方法、アルミニウム合金板から切り出されたブランクに金属ブロックを押し当てて急速加熱する方法の何れによっても加工予定部位を局部軟化できる。

10

【0005】

ブランクを局部的に急速加熱する加圧加熱体には、350以上に高温加熱された金属ブロックが使用され、1MPa以上の加圧力でブランクの加工予定部位に押し当てられる。金属ブロックと接触した部位の昇温特性は金属ブロックの加熱温度、加圧力に影響される。金属ブロックとの接触で軟化した軟化領域の強度を非接触部位（硬質領域）の強度の90%以下、軟化領域と非接触部の硬質領域との間の強度遷移幅を20mm以下に規制するとき、絞り比を大きく設定しても割れ、破断、座屈等の加工欠陥がない製品形状にブランクをプレス成形できる。

【0006】

20

【作用】

アルミニウム合金板のブランク1をリング状の加圧加熱体2u、2d（図1）で挟み、所定の加圧力Pを付与した状態でブランク1を急速加熱すると、加圧加熱体2u、2dと接触している部分が急速に昇温し、ブランク1に析出しているMg₂Si、Si、Cu等の金属間化合物や第2相（以下、“金属間化合物”で総称する）がマトリックスに固溶する。加圧加熱体2u、2dとしてはリング状に限らず、加工形状を考慮して適宜の形状に整形されたブロックの使用が可能なのは勿論である。

【0007】

金属間化合物の固溶により被加熱部が軟化領域1s（図3）となり、加圧加熱体2u、2dによる加熱を受けていない残りの部分（硬質領域1h）は当初の強度を維持する。金属間化合物の固溶の他に、アルミニウム合金板の製造過程で導入されている歪、残留応力が急速加熱で解放されることによってもブランク1が局部的に軟化する。

30

【0008】

使用可能なアルミニウム合金は、特に材質に制約を受けるものではないが、急速加熱による局部軟化を活用する上で金属間化合物として析出しやすいMg、Si、Cu、Fe等を含む組成が好ましく、時効硬化型、析出硬化型、加工硬化型等がある。具体的には、Mg：0.4～4.0質量%、Si：0.2～2.0質量%、Cu：0.2～6.0質量%の1種又は2種以上を含む時効硬化型又は加工硬化型アルミニウム合金が挙げられる。

加熱到達温度はアルミニウム合金の種類にもよるが、350以上に設定することにより析出している大半の金属間化合物がマトリックスに固溶し、歪、応力も解放される。

40

【0009】

加圧加熱体2u、2dとしては、たとえば高温加熱された金属ブロックが使用される。高温の金属ブロック2u、2dをブランク1に押し当てると、極めて短時間で金属間化合物がマトリックスに固溶する温度域までブランク1が局部的に昇温する。昇温状態を所定時間維持することにより、金属間化合物が固溶し、歪、応力が解放された軟化領域1sに改質される。前掲の時効硬化型アルミニウム合金板を局部軟化後に観察すると、硬質領域1hでは析出物の平均粒子間隙が1μm以下になっているのに対し、軟化領域1sではMg、Si、Cuが合計で0.5質量%以上の割合でマトリックスに固溶している。その結果、金属ブロック2u、2dによる加熱を受けていない硬質領域1hとの間に強度差が生じる。加工性の向上に有効な強度差は、5秒以内の加熱保持で達成できる。

50

【0010】

軟化領域1sと硬質領域1hとの間に強度差をつけたブランク1は、たとえばダイ3に載置され、周辺部をしわ抑え4で固定される(図2)。この状態でポンチ5をダイ開口に押し込むと、ダイ3,ポンチ5の形状に倣ってブランク1が塑性変形する。ダイ3としわ抑え4に挟まれる被挟持部1cが最も大きく塑性変形することから、この部分に軟化領域1sが位置するように加圧加熱体2u,2dで局部軟化したブランク1を使用する。ダイ3の肩部に当る近傍も塑性変形量が大きいが、この部分の強度を低下させると成形時に割れが生じやすくなるので、ダイ3の肩部を避けて軟化領域1sを設定することが好ましい。

【0011】

軟化領域1sは、ポンチ5の押込みに追従して高い精度で目標形状に塑性変形し、成形後に変形領域1dとなる。変形領域1dは加工硬化により硬質化するが、軟化領域1sから形成されたフランジ部は軟質のままである。 10

ポンチ5の先端が接触する部分(ポンチ当接部1p)は、塑性変形量が小さいため当初の強度を維持していても、割れ,破断等の加工欠陥が生じない。軟化領域1sが大きいほどプレス成形性が向上するが、被挟持部1cの全域を軟化する必要はなく、被挟持部1cの面積比20%以上を軟化しておくだけでプレス成形性の向上が期待できる。

【0012】

本発明者等は、局部軟化がプレス成形性に及ぼす影響を更に調査・検討した。その結果、350 以上に加熱された金属ブロック(加圧加熱体2u,2d)をブランク1に押し付けて加熱するとき、金属-金属接触で加圧加熱体2u,2dからブランク1への熱伝達が促進され、5秒以内の極めて短時間で軟化領域1sが形成されることを解明した。金属ブロックとしては、被加熱体であるブランク1に比較して熱容量が大きく、熱伝導性の良好な銅,銅合金等が好ましい。 20

【0013】

金属ブロック2u,2dが押圧されたアルミニウム合金のブランク1は、100 /秒以上の昇温速度で350 以上の高温に達し、当該高温域に5秒以内保持された後、金属ブロック2u,2dを取り外し、直ちに200 以下まで冷却される。金属ブロック2u,2dの加圧力Pは、ブランク1への熱伝達を促進させる上で1MPa以上に設定することが好ましい。

【0014】

350 以上に加熱された金属ブロック2u,2dを1MPa以上の加圧力Pでブランク1に押し付けることにより、ブランク1が極めて短時間で局部加熱されると共に、被加熱部(硬質領域1h)に対する熱影響も抑制される。しかも、軟化領域1sと硬質領域1hとの間に生じる強度遷移幅を20mm以下に抑えられ、硬質領域1hの強度に比較して90%以下に強度低下した軟化領域1sが形成される。 30

他方、加圧力Pが不足すると金属ブロック2u,2d/ブランク1の界面に隙間が生じやすく、350 以上の高温に達するのに時間を要するため、金属ブロック2u,2dに接触していない部分も熱影響を受けて軟化する。この場合、軟化領域1sと硬質領域1hとの間の強度遷移幅が広がり、大きな強度差も得られがたい。

高温の金属ブロック2u,2dを押圧することによって局部軟化したブランク1をプレス成形するとき、軟化領域1sが優先的に塑性変形し、精度良く製品形状に加工される。加工品を観察すると、破断,割れ,座屈等の加工欠陥が検出されず、肉厚変動のない変形領域1dが形成される。 40

【0015】

軟化領域1sの優先的な塑性変形は、硬質領域1hと軟化領域1sとの強度差が大きいほど生じやすく、硬質領域1hの強度を規準として軟化領域1sの強度を90%以上低下させることが好ましい。強度遷移幅は、加工予定部位の強度を選択的に低下させ、加工予定部位以外の強度低下を引き起こさないように20mm以下に抑えることが好ましい。強度遷移幅が大きすぎてポンチ5の肩部に当接する部分までも軟化すると、却ってプレス成形性が低下する傾向を示す。 50

溶体化処理で局部軟化したブランクから得られたプレス成形品に時効処理等の熱処理を施すと、プレス成形後も残存する軟化領域 1 s の形成によって低下した強度を回復できる。たとえば、200 以下の温度に 10 分以上加熱する時効処理によって、軟化領域 1 s の強度が硬質領域 1 h と同じレベルまで回復する。

【0016】

【実施例】

表 1 に示した組成をもつ板厚 1 mm のアルミニウム合金冷延板から切り出した半径 45 mm の円板状ブランクを試験片に使用した。合金 No. 1, 2 は、500 で溶体化処理した後、160 × 18 時間の時効処理で Mg, Si, Cu 等を金属間化合物として析出させることにより高強度化した時効硬化型アルミニウム合金である。合金 No. 3 は、Mg 添加により固溶強化したアルミニウム合金を 50% 冷間加工して高強度化した加工硬化型アルミニウム合金である。

10

【0017】

表 1：使用したアルミニウム合金の組成

合金 No.	合金成分及び含有量 (質量%)			
	Mg	Si	Cu	Mn
1	1.0	0.6	0.3	0.03
2	0.5	0.8	4.5	0.8
3	2.5	0.2	0.1	0.1

20

【0018】

500 に加熱したリング状の銅製ブロック 2 u, 2 d を加圧力 P : 3 MPa で各ブランク 1 に押し当て、ブランク 1 と接触している部分でブランク 1 の昇温速度を測定した。熱伝導性の良好な銅製ブロック 2 u, 2 d を押し当てたとき、金属間化合物の固溶、歪、応力の解放に有効な 350 以上の温度域にブランク 1 が極短時間で昇温した。他方、熱伝導性が低い鉄製ブロックを押し当てた場合、昇温速度が若干小さいものの、5 秒以内の短時間で 350 以上の温度域に達した。(図 4)

30

【0019】

内径が 46 mm (例 1), 53 mm (例 2), 60 mm (例 3) と異なる 3 種類の銅製ブロック 2 u, 2 d を用意した。各銅製ブロック 2 u, 2 d を 500 に加熱し、合金 No. 1 のブランク 1 に 0.6 秒押し当てた後、ブランク 1 を水冷した。冷却後にブランク 1 の硬さを半径方向に測定し、銅製ブロック 2 u, 2 d による局部加熱がブランク 1 の軟化に及ぼす影響を調査した。何れの場合も銅製ブロック 2 u, 2 d に接触した部位(軟化領域 1 s)は、非接触部位(硬質領域 1 h)のビッカース硬さに比較して大幅に軟化していた。軟化領域 1 s と硬質領域 1 h との間の強度遷移幅も 20 mm 以下に抑えられていた。(図 5)

40

急速加熱による軟化領域 1 s の形成は、合金 No. 2, 3 のアルミニウム合金板でも同様な傾向を示した。

【0020】

局部加熱で軟化領域 1 s を形成した合金 No. 1 のブランク 1 を直径 60 ~ 80 mm の円板状に切断し、内径 33 mm のカップ形状にプレス成形した。プレス成形では、開口直径 36.2 mm のダイ 3 にブランク 1 をセットし、ブランク 1 の周縁部をしわ抑え 4 で抑え、クリアランスを 0.6 mm に設定してしわ抑え力 2 kN で直径 33 mm, 肩アール 5 mm

50

mのポンチ5をダイ3に押し込んだ。

プレス成形品の加工部位を観察し、破断、割れ等の有無を調査した。ST材、T6材、O材等では限界絞り比が2.0に留まり、2.0を超える絞り比でプレス成形するとポンチ5の肩部に当たった個所に破断が生じていた。

【0021】

他方、銅製ブロック2u, 2dを用いた急速加熱で軟化領域1sを形成したブランク1では、絞り比2.3でも破断、亀裂等の加工欠陥を生じることなくプレス成形できた。なかでも、内径47mmの銅製ブロック2u, 2dを用いて適正面積の軟化領域1sを形成したブランク1では、絞り比2.4の深絞りによっても加工欠陥が発生しなかった。

この対比から明らかなように、プレス成形時に大きく塑性変形する個所を予め軟化領域1sとしておくことにより、絞り比を高く設定した深絞り加工によっても破断、割れ等の加工欠陥を生じることなく、形状精度の良好なプレス成形品が得られることが確認された。局部加熱による軟化領域1sの形成が深絞り性の向上に及ぼす影響は、No.2, 3のアルミニウム合金板でも同様であった。

10

【0022】

【発明の効果】

以上に説明したように、大きな加工変形を受ける部位を予め軟化しておくことにより、高い絞り比でプレス成形した場合でも破断、割れ等の加工欠陥がなく、形状精度の良好な成形品が得られる。高温加熱された金属ブロックをブランクの加工予定部位に極短時間押し付けるだけで深絞り性向上に有効な軟化領域が形成されるため、時効処理による軟質化に比較して処理時間が大幅に短縮され、設備負担も軽減される。このように、簡単な操作でアルミニウム合金の加工性が改善されるので、従来法では困難であった複雑形状の製品も容易に且つ工数の少ないプレス成形で製造できる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】ブランクの加工予定部位に軟化領域を形成する説明図

【図2】局部的に軟質化したブランクをプレス成形金型のダイとポンチとの間にセットした状態を示す図

【図3】ブランクがプレス成形品になるまでの材質、形状変化を示す図

【図4】高温加熱された金属ブロックが押し当てられたブランクの昇温特性を示すグラフ

【図5】金属ブロックを用いて局部加熱されたブランクの半径方向に沿った硬さ分布を示すグラフ

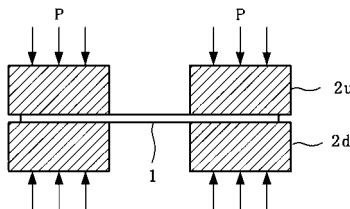
30

【図6】軟化領域の形成が深絞り性の向上に及ぼす影響を従来材と対比したグラフ

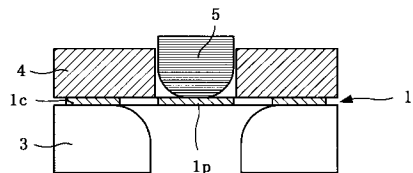
【符号の説明】

1：ブランク 1s：軟化領域 1h：硬質領域 1d：変形領域 1c：被挟持部
 1p：ポンチ当接部 2u, 2d：加圧加熱体（金属ブロック，銅製ブロック）
 3：ダイ 4：しわ抑え 5：ポンチ

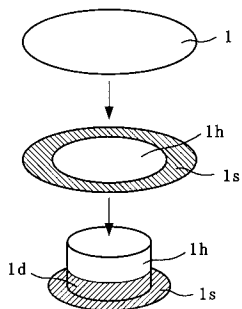
【図1】



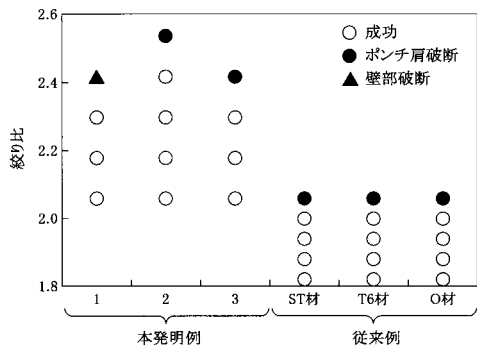
【図2】



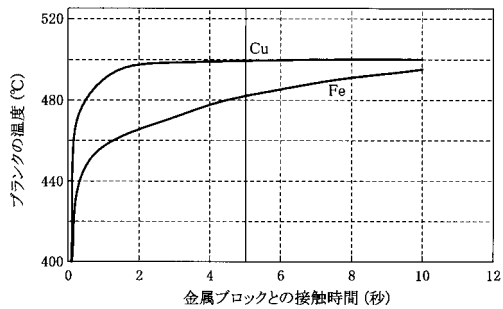
【図3】



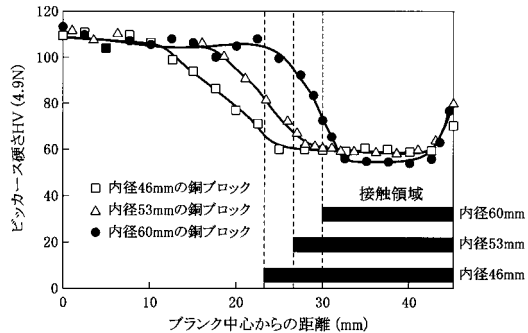
【図6】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

C 2 2 F 1/00 6 9 1 B