

Q-34 アルミニウム材料の質別記号について教えてください。

A-34 アルミニウム材料は、非熱処理型合金（加工硬化型合金ともいう）・熱処理型合金に大別できますが、ともに冷間加工の程度や熱処理の種類によって、各種の機械的性質を有する材料に調質することができ、これらの調質の相違を区別するため、質別（Temper）記号が作られています（JIS H 0001）。その基本となる質別記号は **Table 1** のように四つに区分され、基本記号の H 及び T には、更に細分記号が与えられます。なお、これらの質別記号は、鋳物やダイカストにも同じ要領で適用されます。

1) 非熱処理型合金材に関する質別記号

H の細分記号は、基本記号 H の後につねに二つ又はそれ以上の数字をつけます。例えば、HXn のように示しますが、ここで H のあとの最初の数字 X (=1~3) は、**Table 2** に示す基本的な作業の組合せにより与えられます。更に、この HX のあとにつづく数字 n は、最終の加工硬化の程度により与えられるもので、**Table 3** にその記号と

意味を示します。

冷間加工を与えていくと、その機械的性質は、**Fig. 1** のように加工度（冷間圧延率）の増加とともに、引張強さ・耐力を増し、伸びが減少します。すなわち、同じ化学成分をもつ合金が冷間加工度を変えることによって、ある範囲でその機械的性質、特に引張強さ、耐力及び伸びを変化させます。

硬化が進んだ材料を引続き加工するには、一度高温に加熱し軟化することが必要です。これを怠ると破断しますが、一度軟化したものは破断することなく、引きつぎ塑性変形（成形加工）が行われます。アルミニウム合金を高温に加熱すると、材種により多少異なりますが、**Fig. 2** に示した1100（純アルミニウム）では、約200℃までは引張強さ・耐力が徐々に減少し伸びは増加します。これは、材料内に残留している応力（加工ひずみ）が加熱による解消によって軟化するためです。約200℃を超えると、引張強さ・耐力は急減し、その材料固有の数値に落ちつき、ほぼ横ばいとなります。これは、組織的に新しく微細な結晶粒が各所に発生し、いわゆる再結晶粒子がみられるように

Table 1 基本記号、定義及び意味

基本記号	定 義	意 味
F ⁽²⁾	製造のままのもの	加工硬化又は熱処理について特別の調整をしない製造工程から得られるもの。
O	焼なまししたもの	展伸材については、最も軟らかい状態を得るように焼なまししたもの。 鋳物については、伸びの増加又は寸法安定化のために焼なまししたもの。
H ⁽³⁾	加工硬化したもの	適度の軟らかさにするための追加熱処理の有無にかかわらず、加工硬化によって強さを増加したもの。
T	熱処理によって F・O・H 以外の安定な質別にしたもの	安定な質別にするため、追加加工硬化の有無にかかわらず、熱処理したもの

注：(2) 展伸材については、機械的性能を規定しない。

(3) 展伸材だけに適用。

Table 2 HX の細分記号及びその意味

記号	意 味
H1	加工硬化だけのもの： 所定の機械的性質を得るために追加熱処理を行わずに加工硬化だけしたもの。
H2	加工硬化後適度に軟化熱処理したもの： 所定の値以上に加工硬化した後に適度の熱処理によって所定の強さまで低下したもの。常温で時効軟化する合金については、この質別は H3 質別とほぼ同等の強さをもつ。そのほかの合金については、この質別は、H1 質別とほぼ同等の強さをもつが、伸びは幾分高い値を示す。
H3	加工硬化後安定処理したもの： 加工硬化した製品を低温加熱によって安定化処理したもの。その結果、強さは幾分低下し、伸びは増加する。この安定化処理は、常温で徐々に時効軟化するマグネシウムを含む合金にだけ適用する。

Table 3 HXn の細分記号及びその意味

細分記号	意 味	参 考
HX1	引張強さが 0 と HX2 の中間のもの.	1/8 硬質
HX2	引張強さが 0 と HX4 の中間のもの.	1/4 硬質
HX3	引張強さが HX2 と HX4 の中間のもの.	3/8 硬質
HX4	引張強さが 0 と HX8 の中間のもの.	1/2 硬質
HX5	引張強さが HX4 と HX6 の中間のもの.	5/8 硬質
HX6	引張強さが HX4 と HX8 の中間のもの.	3/4 硬質
HX7	引張強さが HX6 と HX8 の中間のもの.	7/8 硬質
HX8	断面減少率ほぼ75%冷間加工したとき, 得られる引張強さのもの.	硬 質
HX9	断面減少率ほぼ75%以上冷間加工したとき, 得られる引張強さのもの.	特 硬 質

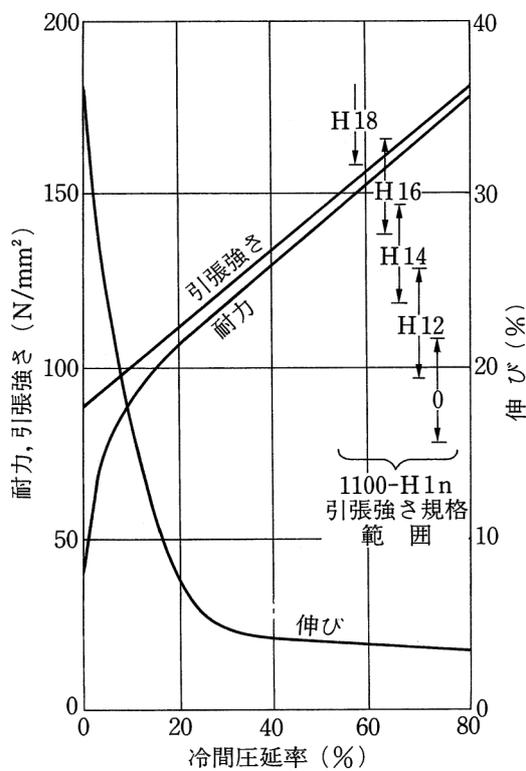


Fig. 1 1100の冷間加工による機械的性質の挙動

なり, 昇温に伴いそれが次第に成長し, その結果, 機械的性質が次第に軟化するためです. このように, 冷間加工及び後で述べる熱処理により硬化した材料は高温で軟化するので, このような作業を軟化処理 (焼なまし又は焼鈍) と言います. この完全に軟化処理をした材料が軟質材 (−O) で, 軟化処理の過程で加熱温度を操作することにより, H22~H28 の各種質別の材料が作られます. ところで, H1n と H2n を比較すると, たとえば H14 と H24 では引張強さはほぼ同じ程度ですが, H24 は耐力がやや低く, 伸びが大きく, 成形性は H24 の方が優れます. 成形性が重視される場合は, H2n が使用されることが多いです.

次に安定化処理に関してですが, マグネシウムを含む

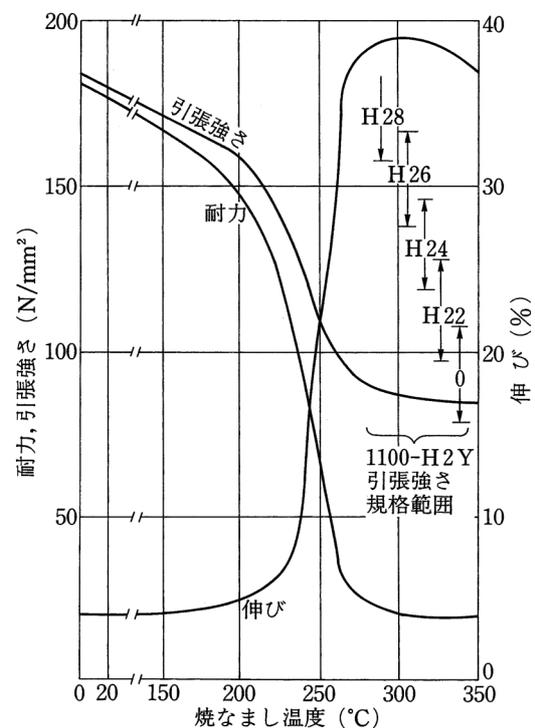


Fig. 2 1100の焼鈍軟化特性, 加工硬化特性とO, H2nの引張強さの規格範囲の関係

5000シリーズならびに3000シリーズ合金に冷間加工を施した後, 室温に長時間放置すると, β 相が粒界およびすべり線に優先析出して固溶 Mg 量が減少するために強度がわずかに低下し, 伸びがわずかに増加するという時効軟化が生じます. この経年変化を安定化させるために, 加工後に150°C前後で加熱して予め β 相を析出させておく処理を安定化処理と言ひ, 質別記号では H3n となります.

2) 熱処理型合金材に関する質別記号

熱処理材に与える基本記号 T には, そのあとにつねに一つ又はそれ以上の数字が細分記号としてつけられます. Tのあとに続く数字 (X) は Table 4 に示す基本的な処理の順序によります. なお, TXのあとに数字を与えて

Table 4 TX の細分記号及びその意味

細分記号	意 味
T1	高温加工から冷却後自然時効させたもの： 押出材のように高温の製造工程から冷却後積極的に冷間加工を行わないで、十分に安定な状態まで自然時効させたもの。したがって、矯正してもその冷間加工の効果が小さいもの。
T2	高温加工から冷却後冷間冷工を行い、更に自然時効させたもの： 押出材のように高温の製造工程から冷却後強さを増加させるため冷間加工を行い、更に十分に安定な状態まで自然時効させたもの。
T3	溶体化処理後冷間加工を行い、更に自然時効させたもの： 溶体化処理後強さを増加させるために冷間加工を行い、更に十分に安定な状態まで自然時効させたもの。
T4	溶体化処理後自然時効させたもの： 溶体化処理後冷間加工を行わないで、十分に安定な状態まで自然時効させたもの。したがって、矯正してもその冷間加工の効果が小さいもの。
T5	高温加工から冷却後人工時効硬化処理したもの： 鋳物又は押出材のように高温の製造工程から冷却後積極的に冷間加工を行わないで、人工時効硬化処理したもの。したがって、矯正してもその冷間加工の効果が小さいもの。
T6	溶体化処理後人工時効硬化処理したもの： 溶体化処理後積極的に冷間加工を行わないで、人工時効硬化処理したもの。したがって、矯正してもその冷間加工の効果が小さいもの。
T7	溶体化処理後安定化処理したもの： 溶体化処理後特別の性質を調整するため、最大強さを得る人工時効硬化処理条件を超えて過剰時効処理したもの。
T8 ⁽²⁾	溶体化処理後冷間加工を行い、更に人工時効硬化処理したもの： 溶体化処理後強さを増加させるため冷間加工を行い、更に人工時効硬化処理したもの。
T9 ⁽³⁾	溶体化処理後人工時効硬化処理を行い、更に冷間加工したもの： 溶体化処理後人工時効硬化処理を行い、強さを増加させるため、更に冷間加工したもの。
T10	高温加工から冷却後冷間加工を行い、更に人工時効硬化処理したもの： 押出材のように高温の製造工程から冷却後強さを増加させるため冷間加工を行い、更に人工時効硬化処理したもの。

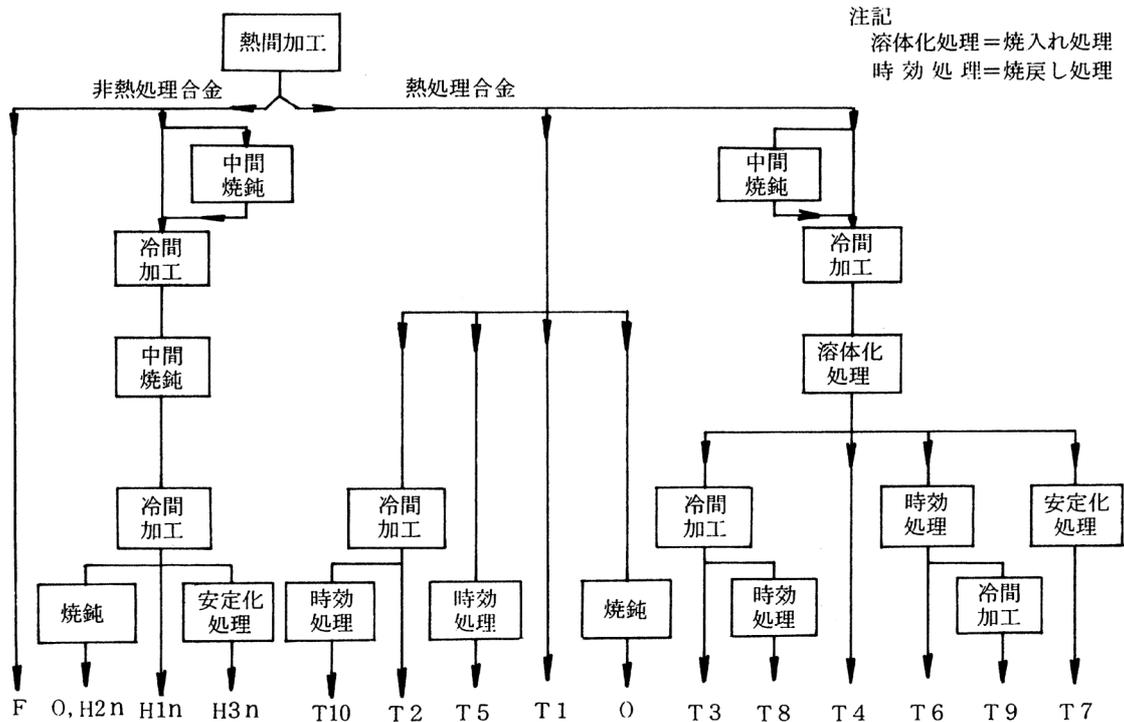


Fig. 3 展伸材の調質フローチャートと質別記号

TXYとしますが、このYは特定の処理方法あるいは特定の機械的性質を示すものに対して与えられる記号です。

溶体化処理にて過飽和に固溶したものは不安定で、過剰分は固溶体から析出して安定になろうとする傾向があります。したがって、この溶体化処理後の合金は、初めは焼なまし状態のように軟化していますが、温度の上昇や時間の経過につれて次第に硬化します。この硬化現象を時効硬化といい、常温で硬化するものを常温時効硬化（自然時効硬化）、高温で硬化するものを高温時効硬化（人工時効硬化）と言います。これらの溶体化処理、時効硬化処理などを組み合わせて、各種調質を行ないます。

以上、Hタイプ、Tタイプの調質フローチャートと質別記号をまとめると **Fig. 3** のようになります。

なお、上記基本的な質別記号以外にも応力腐食割れや残留応力除去などを目的とした調質もあり、これらの質別記号の詳細は、JIS H 0001（アルミニウム及びアルミニウム合金の質別記号）などを参照下さい。

参 考 文 献

- ④軽金属溶接構造協会発行 アルミニウム合金構造物の溶接施工管理 2009年.
- ④軽金属協会発行 アルミニウム材料の基礎と工業技術 1991年.