

構造用アルミニウム合金材

2006年3月7日立案

1. 一般

- (1) 本章は、社会基盤構造物の設計・製作に使用するアルミニウム合金材、すなわち構造用アルミニウム合金材の機械的特性について規定する。
- (2) 構造用アルミニウム合金材として、板材と押出型材について規定する。

2. 構造用アルミニウム合金材

- (1) 構造用アルミニウム合金材に使用されるアルミニウム合金は次のとおりである。
板材 : A5083-H112, A5083-O, A6061-T6, A6061-T651
押出型材 : A5083-H112, A5083-O, A6061-T6, A6N01-T5, A6N01-T6
- (2) 構造用アルミニウム合金材の引張強さ、0.2%耐力および破断伸びの最小保証値を表1に示す。これらの値は、日本工業規格(JIS H 4000, JIS H 4100)で規定される値であって、アルミニウム合金材の製造会社が保証できる最小値である。
- (3) 破断伸びが10%未満の構造用アルミニウム合金材を構造物の設計・製作に使用してはならない。
- (4) 構造物が100℃以下の温度で使用される場合、表1に示す引張強さと0.2%耐力を、構造用アルミニウム合金材の設計計算に使用することができる。
- (5) アルミニウム合金材の製造会社が、表1に記載の引張強さおよび0.2%耐力に対して、各最小保証値より大きい値を保証できる場合には、それらを設計計算に使用してもよい。
- (6) 表1に規定されない板厚に対して、アルミニウム合金材の製造会社が、引張強さ、0.2%耐力および10%以上の破断伸びを保証できる場合には、表1に規定されない板厚の板材または押出型材を使用してもよい。この場合、引張強さと0.2%耐力に対して、アルミニウム合金材の製造会社が保証した値を設計計算で使用する。
- (7) 構造用アルミニウム合金材として使用することの妥当性が証明できる場合には、(1)に規定されないアルミニウム合金を使用することができる。

表 1 構造用アルミニウム合金材の機械的特性の最小保証値

アルミニウム合金		板厚 t (mm)	引張強さ σ_B (MPa)	0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$ (MPa)	破断伸び e (%)
板 材	A5083P-H112	$4 < t < 6.5$	285	125	11
		$6.5 < t < 40$	275	125	12
		$40 < t < 75$	275	120	12
	A5083P-O	$0.5 < t < 0.8$	275		16
		$0.8 < t < 40$	275	125	
		$40 < t < 80$	275	120	
		$80 < t < 100$	265	110	
	A6061P-T6	$0.4 < t < 0.5$	295	-	8
		$0.5 < t < 6.5$		245	10
	A6061P-T651	$6.5 < t < 13$	295	245	10
		$13 < t < 25$			9
		$25 < t < 50$			8
$50 < t < 100$		6			
押 出 形 材	A5083S-H112	$t < 130$	275	110	12
	A5083S-O	$t < 38$	275	120	14
		$38 < t < 130$		110	
	A6061S-T6	$t < 6$	265	245	8
		$6 < t$			10
	A6N01S-T5	$t < 6$	245	205	8
		$6 < t < 12$	225	175	
	A6N01S-T6	$t < 6$	265	235	8

3. 設計計算に用いる材料定数および応力とひずみの関係

設計計算に用いる構造用アルミニウム合金材の材料定数は次のとおりである。

ヤング係数 $E = 70000$ MPa

せん断弾性係数 $G = 27000$ MPa

ポアソン比 $\mu = 0.3$

線膨張係数 $= 23 \times 10^{-6}/K$

密度 $= 2700$ (kg/m³)

構造用アルミニウム合金材の応力とひずみの関係は、Ramberg-Osgood タイプで表される。

すなわち，

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} + 0.002 \left(\frac{\sigma}{\sigma_{0.2}} \right)^n$$

ここに， σ と ε ：それぞれ応力とひずみ

E ：ヤング係数

$\sigma_{0.2}$ ：0.2%耐力

n ：定数

n は，構造用アルミニウム合金材に対して次の値をとる。

非熱処理アルミニウム合金に対して $n < 10 \sim 20$

熱処理アルミニウム合金に対して $n > 20 \sim 40$

情 報

1. 質別T5 とT6の違い

本章で規定する構造用アルミニウム合金の押出型材のうち，A6061S-T6，A6N01S-T5 および A6N01S-T6 は，押出後の熱処理によって機械的特性の向上が図られる。熱処理によって所定の機械的特性を得ることを調質といい，調質の種類を質別という。T5 と T6 は質別を表す記号である。

質別 T5 は，型材を押出して常温まで冷却した後，人工時効硬化処理したものである。標準的な人工時効硬化処理は，170～180 で 8 時間保持する。

質別 T6 は，高温の型材を急冷（焼入れ）することによって高温の状態の組織を凍結する溶体化処理の後，質別 T5 と同じ人工時効硬化処理したものである。溶体化処理のままでは材料の強度は低い，人工時効処理によって材料の強度は増す。

質別 T6 の，高温の型材を急冷する方法として通常水冷が用いられる。水冷を用いる溶体化処理には次の方法がある。

(1) 押出型材を溶体化温度に上げた後，水槽に浸漬させる方法

標準的な溶体化温度は，A6061 が 515～550 ，A6N01 が 525～535 である。この方法を用いると，厚い板厚まで焼入れが可能である。一部のアルミニウム押出型材製造会社や，大型押出型材を専門に製造している軽金属押出開発株式会社でこの方法が用いられている。

(2) 高温の型材が押出された直後に，押出型材に水をかけて水冷する方法

前述の標準的な溶体化温度以上で押出された型材を直接水冷する方法である。板厚が厚くなると焼きが入りにくくなる。

JIS H 4100 「アルミニウム及びアルミニウム合金の押出型材」では，A6061S-T6 の機械的特性を，板厚 6mm 以下と板厚 6mm を超えるものの 2 つで規定し，A6N01S-T6 の機械的特性を，板厚 6mm 以下だけ規定している。アルミニウム合金材の間で，このような板厚の適用範囲に違いがあるのは，A6061S-T6 は溶体化処理方法として上記(1)，A6N01S-T6 は溶体化処理方法として上記(2)を基準にしているからである。

2. Ramberg-Osgood の応力とひずみの関係式の n の値

Ramberg-Osgood の応力とひずみの関係式の n の値は，次の参考書に基づいている。

F.M. Mazzolani: Aluminium Alloy Structures, Second edition, E & FN SPON, 1995, pp.59-67.

現在，わが国の構造用アルミニウム合金材の n の値を調査している。この調査が終了した後，設計で用いる n の値を規定する予定である。

3. 構造用アルミニウム合金材の製造範囲

3.1 板材

- (1) A5083-H112 は熱間圧延上りの板で、その製作範囲は、厚さ 1.5～250mm、幅 4m 以下、長さ 20m 以下である。定尺寸法でも供給される。
- (2) A5083-O は、熱間圧延上りの板を焼きなましたものであり、その製作範囲は、厚さ 50mm 以下、幅 3m 以下、長さ 16～17m 以下である。定尺寸法でも供給される。
- (3) A6061-T6 は厚さ 6.5mm 以下の板であり、通常、定尺寸法で供給される。
- (4) A6061-T651 は、溶体化処理後に引張加工によって残留応力を除去し、さらに人工時効処理された板で、その製作範囲は、厚さ 150mm 以下、幅 3～4m 以下、長さ 16～17m 以下である。定尺寸法でも供給される。
- (5) 定尺寸法は、400×1200mm あるいは 1000×2000mm である。通常、前者を小板、後者を大板と呼ぶ。
- (6) 上記を表 3.1 に示す。表 3.1 の値は、アルミニウム業界における製作可能最大寸法を示すもので、納期も含めた詳細についてはアルミニウム圧延会社に問合せが必要である。

表 3.1 板材の製造範囲

材質・調質	厚さ (mm)	幅 (m)	長さ (m)
A5083-H112	1.5～250	4 以下	20 以下
A5083-O	50 以下	3 以下	16～17 以下
A6061-T6	6.5 以下	0.4×1.2 1×2	
A6061-T651	150 以下	3～4 以下	16～17 以下

3.2 押出型材

- (1) A5083-H112 は熱間押出上りのソリッド型材で、ホロー型材(中空型材)は製造不可である。
- (2) A5083-O は熱間押出上りのソリッド型材を焼き鈍したものであり、ホロー型材は製造不可である。
- (3) A6N05-T5 は厚さ 12mm 以下のソリッド型材とホロー型材である。
- (4) A6N05-T6 は厚さ 6mm 以下のソリッド型材とホロー型材である。
- (5) これらの押出型材の製造には、製造限界が存在する。それは、押出型材の単位長さ当たりの質量と、押出型材断面の外接円である。前者は、押出機の付帯設備である搬送・矯正設備の容量によるものである。後者は、押出機のパワーとダイスの大きさによるものである。
- (6) 押出メーカーには数社ある。それらの一部のメーカーが共同出資する軽金属押出開発株

式会社（KOK）の押出機は日本最大の能力を有する。

(7) 押出メーカー2社とKOKにおける上記2つの製造限界を表3.2および表3.3に示す。

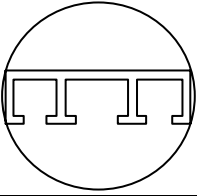
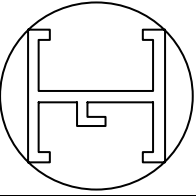
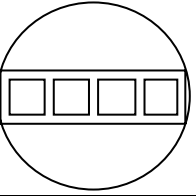
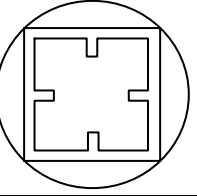
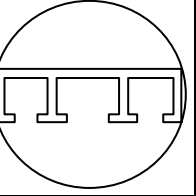
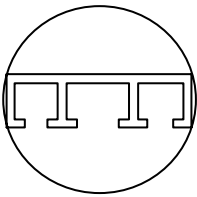
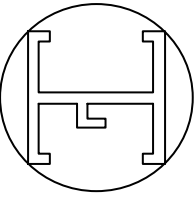
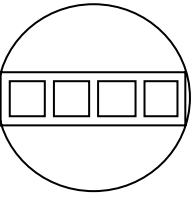
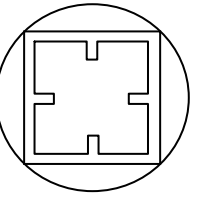
表3.2は押出型材の単位長さ当たりの質量の制限であり、表3.3は押出型材断面の外接円の制限である。

(8) 型材の詳細については関係各社に問合せが必要である。

表 3.2 押出型材の単位長さ当たりの質量の制限

メーカー	型材の1m当たりの質量制限値 (kg/m)	型材の最大断面積 (mm ²)
KOK	70 以下	25.9 × 10 ³ 以下
A 社	39 以下	14.5 × 10 ³ 以下
B 社	40 以下	14.8 × 10 ³ 以下

表 3.3 押出型材断面の外接円の制限

最大外接円の直径 (mm)					
合金	A6N01				A5083
形状	開断面		閉断面		開断面
	長方形	正方形	長方形	正方形	長方形
					
KOK	600	500	550	500	600
A 社	600	300	500	300	280
B 社	550	470	500	400	330
合金	A6061				
形状	開断面		閉断面		
	長方形	正方形	長方形	正方形	
					
KOK	600	500	550	450	
A 社	600	300	500	300	
B 社	550	470	500	400	