新しいアルミニウム合金製品の設計上の検討

NEW DESIGN FOR ASSEMBLIES OF ALUMINUM ALLOYS

国 本 隆*
TAKASHI KUNIMOTO
池 田 良 一
RYOICHI IKEDA
山 田 高
TAKASHI YAMADA

After the war, the aluminum alloys found its uses in the industry in time of peace. But designers and users only had so poor knowledge for these materials that many troubles have been caused in the field where aluminum alloys barely found its uses.

Then, taking the utmost care for the specialities of these materials, we successfully designed the ladder and the reeling machine as described in this report.

Main factors in designing these assemblies are shown as follows.

(A) The ladder.

(1) Safety; This ladder must be so strong that it is safely used on the high trass of the electric power transmission tower.

(2) Lightness; It must be easily carried folding double and hanged up to the high trass.

(B) The reeling machine.

(1) Strength; It must be stronger than the wooden one as same weight.

(2) Vibration; It is little in using condition for their constructive rigidity.

(3) Adjustment; User can adjust its circumference.

1. 緒 言

航空機の主材料であり軽合金を平和産業に应用する事は簡単な様で仲々困難な問題である。何となれば従来使用されていた材料に置換えてそれより優秀であるという事、亦使用者が軽合金に対する認識を持つ事、亦設計者が極めて広範囲な知識を以て適材適所に妥当なる設計をする事が必要であるから。今から紹介する製品は一つは地上2~30mの処で架線工事をする特殊梯子、他の一つは紡績にて盛んに使用されている繰機である。前者は竹後者は木と鉄類で作られていたものである。

2. 具備条件

2.1 梯 子

(1) 作業場が地上より 25~30m の高さにあるから絶対安全である事。(2) 作業個所が移動する為梯子の折疊組立が容易なる事。(3) 作業は2人で行い器具の重量も考慮して荷重は 150kgとする。尚この荷重は一方に集中する場合もある。如何なる個所に於ても 150kgに耐える事。(4) 高所に於ける取扱い容易なる為総重量 27kg程度。

(5) ビームに使用するアングルは次の4種類で共通に使用し得る事。(6) 梯子の組立折疊容易なる事。

2.2 繰 機

(1) 重量は現在使用の程度。(2) 250r.p.mに於て振れが極めて小なる事。(3) 折疊容易。

(4) 円周の調節可能。(5) ローラが折れざる事。

3. 構造概要

3.1 梯 子

第1図の通りでDパイプとそれらを結合する鋳物製金具と共に銲接した。規格寸法は図示の通りであるがこれが一般使用状況は写真1の如くして用いる。組換使用状況は第1図に附記してある通り。従つて蝶番部分は鋼棒を通しこれが抜止めとワイヤロープの取付金具を取付けたカラーを挿入セットボルトで廻し止めしてある。ワイヤーは長さの調節可能な様チェーンの数を多くしこれによつて為す。

3.2 繰 機

写真2並に第2図の通りでローラ、枠、竿、の三

* 株式会社大阪アルミニウム製作所 技術課長
Osaka Aluminum Works Ltd.

つに大別する事が出来る。ローラは従来4吋程度のチンプレート又は鋼管で出来ていたが強度剛性を考慮し6吋の径として、デュラルミンが半田がきかないため肋材をアルミニウム合金鋳物とし、体は1.2～1.4mmのSDCH板を円筒形に整形しブロックの長さは約600～700mm位とし合目は帯状共板にて鉄結した。端肋材並に軸受肋材はアルミニウム合金鋳物で作し軸部は回り止抜止を考慮した形の鋳鉄を鑄込みとする。各ブロックの体と肋材結合は一方は皿鉄結、他方は特殊ナットでローラに組立、心出靜的のバランスを取る様にしてある。竿は従来は木製亦は鉄製であるがアルミニウム合金鋳物で図の如き形状のものにした。竿との結合部を考慮する事に依り図の通りの結合金具を竿に挿しボルト締により外周の調整可能ならしめた。ローラとの嵌合部は木製と異り間隙を極めて小ならしめる事により回転による振れの原因を小ならしめた。竿は従来の木製と同一寸度としデュラルミン板を整形して円状にした（押出型材を用いるのも一案である。）表面は陽極酸化皮膜をかけ耐蝕性並に滑りを良好ならしめている。

写 眞 1

写 眞 2

第 1 表

4. 強度計算概要

4.1 梯 子

(1) 荷重条件 総荷重 28kg 運用荷重 150kg

安全率 3 (2) 使用材料及性質

(3) 各部材の計算 (η : 強度率)

第 2 表

名 称	附 号	抗張力 kg/mm ²
焼入デュラルミンパイプ	17SW	38
アルミニウム合金鋳物		15
軟鋼		42
アルミ鋼板	52S	15

名 称	曲 げ	引 張	圧 縮	剪 断	記 事
主 要 桁(横)	$M_b/Z = \frac{3.75 \times 10^4}{3.05 \times 10^3} \eta = 1.03$ $\delta = \frac{w l^3}{48EI} = 45\text{mm}$	$\eta = 59$	$\eta = 10$	$\eta = 38$	
主 要 桁(縦)	$M_b = 6.66 \times 10^4 \text{kg/mm}$ $M_p + M_w = 6.66 \times 10^4 \text{kg/mm}$ $\eta = 1.0$	$\eta = 50$	~	~	Mp Mw はパイプ及び木の耐える曲げモーメント
足 踏 桁	$M_b/Z = \frac{6.55 \times 10^3}{5.2 \times 10^2} \eta = 1.2$ $\delta = \frac{w l^3}{192EI} = 0.8\text{mm}$	~		$\eta = 2.1$	
接 合 金 具	~	$\eta = 8.4$		$\eta = 2.5$	

第 1 図

第 2 図

第 3 表

名 称	引 張	剪 断	記 事
接 合 軸	~	$\eta=4.7$	~
ワイヤ	$\eta=6.7$	~	5φ
チェーン	$\eta=6.2$	~	6φ
ロープ	$\eta=5.0$	~	16φ

4.2 総 機

(1) ローラの撓み並に限界速度 従来の計算公式を利用して計算し併せて従来のものと比較すると第4表の通りである。(普通50ハンクのものが一番多く使用されているが60ハンクのものもあるので安全を見越し60ハンクについて検討した。)

(2) 竿の曲げモーメント及び応力 これは実際に公式を誘導し数値計算する必要がある。* 日本繊維機械学会誌第4巻8号(昭和26.9.8) 参考の事。概要を述べると

M_n =各支点に於ける曲げモーメント(kg/mm)

l_n =一端より各支点までの距離 (mm)

P =折疊力 (kg) (第3図参照)

E =ヤング率 (kg/mm²)

I =慣性モーメント (mm⁴)

x =任意の位置までの距離 (mm)

$y=x$ 点に於ける撓みの量 (mm)

$K=M/O$ =実験結果より得たる常数

M =振りモーメント (kg mm)

(iv) $l_3 < x < l_4$

$$(l_4 - l_1)M_1 + (l_4 - l_2)M_2 + (l_4 - l_3)M_3 - \frac{EI}{K}M_4 = \frac{P}{2}l_4^2 - C_1 \quad (4)$$

(v) $l_4 < x < l_5$

$$(l_5 - l_1)M_1 + (l_5 - l_2)M_2 + (l_5 - l_3)M_3 + (l_5 - l_4)M_4 - \frac{EI}{K}M_5 = \frac{P}{2}l_5^2 - C_1 \quad (5)$$

(vi) $l_5 < x < l_5'$

$$C_{11} = C_9 - l_5 M_5 = C_1 - M_1 l_1 - M_2 l_2 - M_3 l_3 - M_4 l_4 - M_5 l_5$$

(vii) $l_5' < x < x_0$

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -Pl_5' + M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5$$

$$(l_3 - l_1)M_1 + (l_3 - l_2)M_2 + (l_3 - l_3)M_3 + (l_3 - l_4)M_4 + (l_3 - l_5)M_5 - \frac{EI}{K}M_6$$

$$= Pl_5' \left(l_5 - \frac{l_5'}{2} \right) - C_1 \quad (6)$$

$$\therefore M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 = Pl_5' \quad (7)$$

試みに次の如き数値計算をする。

$l_1=230$ mm, $l_2=1040$ mm, $l_3=1820$ mm,

$l_4=2590$ mm, $l_5=3370$ mm, $l_5'=3750$ mm

$l_3=4150$ mm, $I=19371$ mm⁴, $E=7000$ kg/mm²

$P=4$ kg, $K=34380$ kg/mm

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) より

第 4 表

種 類	項 目	直 径 (吋)	板 厚 (mm)	ヤング率 kg/mm ²	慣性モーメント mm ⁴	剛性率 $\frac{E \times I}{\text{kg} \cdot \text{mm}^2}$	重 量 (kg)		撓み (mm)		限界速度 (r.p.m)	
							ローラ の み	全 体	ローラ の み	全 体	ローラ の み	全 体
デュラ	ローラ	6	1.2	7000	1.63×10^6	1.14×10^{10}	11.8	39	0.21	0.70	1031	567
チン	ローラ	4	0.5	21000	2.03×10^5	43×10^3	12.4	38	0.60	1.82	614	351
記	事 実 測	実 測	計 算	計 算	計 算	計 算	実 測	実 測	計 算	計 算	計 算	計 算

O =振り角 (°)

(i) $0 < x < l_1$

$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -px$ 積分して $x=l_1$ に於て

$$-\frac{EI}{K}M_1 = \frac{P}{2}l_1^2 - C_1 \quad (1)$$

(ii) $l_1 < x < l_2$

$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -px + M_1$ 積分して $x=l_2$ に於て

$$(l_2 - l_1)M_1 - \frac{EI}{K}M_2 = \frac{P}{2}l_2^2 - C_1 \quad (2)$$

(iii) $l_2 < x < l_3$

$$(l_3 - l_1)M_1 + (l_3 - l_2)M_2 - \frac{EI}{K}M_3 = \frac{P}{2}l_3^2 - C_1 \quad (3)$$

$M_1=2683$ kgmm, $M_2=2714$ kgmm, $M_3=2747$ kgmm, $M_4=2523$ kgmm, $M_5=2235$ kgmm, $M_6=2048$ kgmm.

竿の撓み量 (l_5' の位置の g) は

$$EI(y) x=l_5' = 3842 \times 10^7$$

$$l_5' = 283.5 \text{ mm}$$

$$\sigma = M/Z = \frac{2813}{\frac{19371}{25.4}} = 1.84 \text{ kg/mm}^2$$

曲げモーメントは第4図の通りである。

第 4 図

(P 147 へ)

(P 124 より)

5 結 論

5.1 梯 子

- (1) 竹梯子は撓みが非常に大きく安全感に乏しいが軽合金製は撓みが少い。従つて安全感が大である。(2) 折疊組換え容易の為取扱いが便利である。(3) 鉄構ビームに取付容易且確實である。(4) 横振れの度合が少い。(5) 耐蝕性がよい。

5.2 網 櫓

- (1) 重量を現在程度に抑えて強度大ならしめるにはデュラルミン製がよい。(2) 腕を木製より軽合金製にする方が振れの原因を少くし且折疊其他の構造に適する様考える事が出来る。(3) 竿は温度湿度に左右されない材料が良い。その点で軽合金製の方が良い。亦竿が木であると糸の引懸りの原因となる。軽合金はかかる心配が無い。(4) 限界速度の向上は糸の張力とにらみ合せ回転速度をあげる事により生産能力の向上を計る事が出来る。(5) 耐蝕性の良好且修理が容易である。

5.3 綜 合 所 見

以上は従来の材料に置換えるに軽合金を以てした2, 3の例に就いて申述べたのであるが唯単に寸法のみを同一にして材料を換えたのでは従来の軽合金車両の失敗を繰返すに過ぎない。緒言で申した様に充分検討を加えより優秀なものを使用者の要求を満足する様設計する必要がある。