# アルミニウム合金製積載はしごの開発について

Development of Aluminum Alloy Carrying Ladder

島		光	男*
Œ	村		厚*
池	辺	昇	
菊	池	定	男*
宮	響	和	良**

We tried to develop a light weight carrying ladder by using aluminum alloy beam which is consist of box materials in a cross section.

As a results of experiment, we confirmed that if we make a two extension ladder with this newly-developed aluminum alloy beam at the same length as three extension ladder which is now in service, the former (net weight: 37kg) was 5kg lighter and stronger than the later.

### 1. はじめに

積載はしごの軽量化については、以前から現地 からの強い要引があり、各種はじごの強度実験を 行ってきたが、現用のものは材質的構造的に軽量 化がかなり困難である。

特別救助隊用のはしごでは、高度の作業に耐え るものが要求されるため、若干肉の厚い鋼管を使 用して強度を大きくし、普通の三連はしごよりや や重いものが使われている。

そこで、積載はしごの軽量化を具体化する方法 として、鋼管材よりも比重の軽い材料を使い、強 度の大きい構造のはしごの開発をすすめ、現在ま で開発したはしごで実用配置されたものにチタン 合金製かぎ付単はしご、チタン製三連はしご等が ある。

今回、開発したアルミニウム合金製の積載はし ごについては、これら軽量化に関する一連の研究 開発の中で実施してきたもので、チタン材よりも 価格が安く、現用の鋼管製はしごと価格、強度が ほぼ同等で、重量が軽いものを目標に試作を行っ た。試作機種としては、三連はしご及び全伸てい 長さが三連はしごと同じ長さの二連はしごである が、構造、特徴、性能等の概要について報告する。

## 2. はしごの構造、特徴

アルミニウム合金を使った消防隊用の積載はし

ごは、アメリカ、ドイツ、イギリス等の消防隊で 多く使用されているが国内では、消防隊用の積載 はしごとして設計されたものは皆無の状態である。

建築業用のアルミニウム合金製はしごを消防隊の使用条件で試験してみると荷重時のはしごのたわみが大きく、ゆれも大きく、強度的にも安全率が低いため、使用に耐えない。試作したはしごの主かん材い構造はイギリスの消防隊で実際に使われているアルミニウム合金製はしごを参考にし、新しく型材を開発したもので図1のとおり箱型の断面形状となっている。

主かん材に箱型構造を用いた理由は荷重時の曲 げに強く、伸てい時の左右のゆれが少なくできる こと、また、軽量化をはかるため側面に窓を設け ることができることなどである。

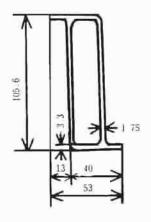


図1 試作はしごの主かんの断面形状

はしごの各連の連結方法は、図2.図3のとおり、大型のはしご車の機構と同じように主かんから13mm程度突き出したツバを2個のローラーで挟む機構を採用してあり、伸てい、縮ていがスムーズに出来る。伸てい時の爪の掛り方は、二連目、三連目の下部主かん内から爪がとび出し、一連目壁体

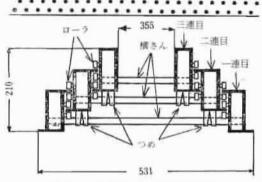


図2 三連はしごかみ合せ断面図

上部及び二連目上部の横さんにかかるようになっている。横さんは角型パイプをエキスパンド方式で主かんに締付加工してあり、損傷した場合には取替え修理も可能である。このはしごの構造上の特徴としては、箱型型材を使用したことのほか一切溶接部分がないことである。

#### 辞(太

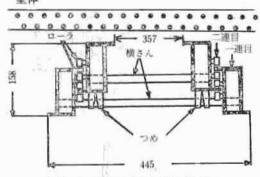


図3 二連はしごかみ合せ断面図

## 3. はしごの諸元

表1は、試作したアルミニウム合金製はしごの 諸元である。今回試作したはしごのうち三連はし ごは、試作1号機、試作2号機、試作3号機があ る。

各試作機の相違点は、1号機は各連の主かん全 側面に軽量化のための打抜き窓を設けたもの、2 号機は打抜き窓が全くないもの、3号機は一連目



写真1 試作したアルミニウム合金製はしご 左側 二連はしご(試作1号機) 右側 三連はしご(試作3号機)

の石ずきから約1.7m まで主かん内側には打抜き 窓がなく。その上部には1号機と同様に打抜き窓 を設けたものである。

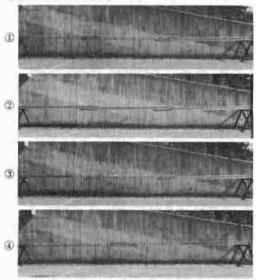


写真2 試作したアルミ三連はしご、二連はしご を側面から見た状況

三連 ①試作1号機 ②試作2号機

③試作3号機

二連 ④試作1号機

表1 アルミニウム合金製はしごの諸元

	種別	試作	アルミニウ	ム合金製は	しさ		
項	E S	三連試作1号機	三連試作2号機	三連試作 3 号機	二連試作 1 号機		
	全伸てい長さ(mm)	8.770	8.630	8 645	8.495		
	縮てい長さ(mm)	3.480	3.430	3.440	4.920		
	NA (mm)	529 (一連目) 442 (二連目) 355 (三連目)	534 (一連目) 446 (二連目) 356 (三連目)	531 (一連目) 441 (二連目) 355 (三連目)	445 (一連目) 357 (二連目)		
各部の寸法	横さん間隔(㎜)	330 203 (最下段)	325 206 (最下段)	同 左	325		
	厚 さ (mm)	最大 209 各連 105	最大 210 各連 106	最大 210 各連 106	最大 158 各連 106		
全重量	主かん材形状 寸 法 (mm)	箱型 105×53	箱型 105.6×53 105.6×40	箱型 105.6×53			
	横さん形状寸法 (111111)	角管 1.8×28×28	角管 28.6×28 肉厚 上下面1.9	側面1-6			
	全 重 量 (kg)	36	46.8	42.9	37.0		
++	使 用 材 質	アルミニウム合金	同 左	同左	同 左		
材加	比 重	2.7	同 左	同 左	同 左		
質 特 性	ヤング率(kg/mm²)	7,000	同左	同 左	同 左		
	引張り強度(kg/mm²)	29.8	同左	同左	同 左		
	0.2% 耐力值(kg/mm²)	27.0	同 左	间 左	同左		

### 4. 性能実験

## (1) 実験方法

ア たわみ及び静ひずみの測定

はしごを次の設定条件にして,はしごの各 連中央部、接合部等に60kgから180kgの静荷重 を順次加え主かん各部のたわみ及びひずみを 測定した。

#### 設定条件

- (ア) はしごを全伸ていして、水平の状態で両端を自由支持した場合
- (イ) はしごを全伸ていして、仰角75度に架て いした場合

たわみの測定は、はしごの先端から末端 まで主かんに沿って水平に糸を張り、荷重 を加えたときの主かん上面との差を鋼製ス ケールで計測した。たわみの測定点は図4. 図5に示すとおりで三連はしごでは7点 (No1~No7)を測定した。 同様に 連は しごでは各荷重点等において8点 (No1 ~No8)を測定した。

静ひずみの測定点は図4,図5に示すように三連はしごでは50点、二連はしごでは 45点、主かんの上面及び下面にストレイン ゲージを貼り、全伸ていして、地上に水平 に置いた状態を基準点として、ひずみ測定 器により測定した。

たわみ及びひずみ測定において荷重幅は いずれの場合も28mm, 両端を水平支持した 時の支点の位置はそれぞれ両端から15mm内 側とした。

なお静ひずみの測定に使用した計測器は 次のとおりである。

ストレインゲージ 共和 KFC-5-C1-23 L500-3

ひずみ測定器 共和 UCAM-8BLスキャナー 共和 USB-50AXY プロッター 渡 辺 瀬 器 マ イ ブ ロ ットWX4636R

デジタルカセット テイアックプロライン100-4



写真3 ひずみ測定状況 (水平架でい)

### イ 動ひずみの測定

はしごを全伸ていして、75度に架ていし防 火帽、防火衣、空気呼吸器等を装備した隊員 (総重量100kg)を登り降りさせ、このときの 動ひずみをペンレコーダーにより記録した。



写真 4 動ひずみ測定状況 (75度架でい)

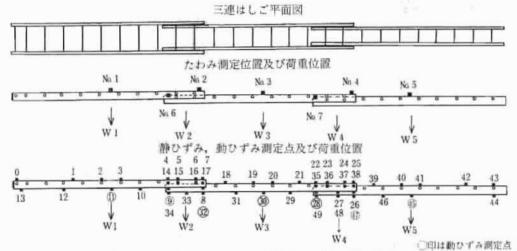


図4 三連はしごのたわみ、ひずみ測定点及び荷重位置

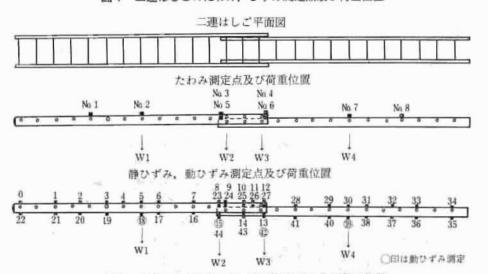


図5 二連はしごのたわみ、ひずみ測定点及び荷重位置

動りでみの相談会は、「連絡し二寸は用す 収集するは、二連出し二寸は関うに等する点 である。

費り終り内達さは1秒間に載さんを3股上 界又は薄下とし、ストップフォッチを見なかっての連点を満額した。

なが、動しすみの状立と更有した計画表は 次のとおりである。

エトレインページ ※40 KFC-3-(21-23 L566-3) プリッジボックス 対象(DB 1207

新張的 ### DPM+IN

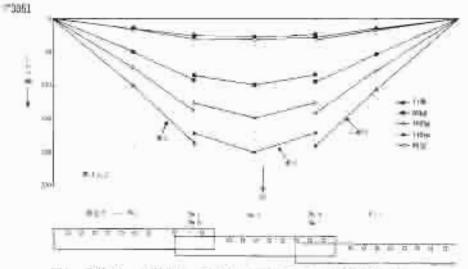
ペンショッター 補何マルチベンドコータータイ

# **亦 実際結果**

7 静前電量を付わなして各部のたらみ、サイム、作用においついった。

三連以して(配件を外替)を水平に設定し、 資準を加えた場合のたわみ及びひすみ以回る。 図7また。特殊に至ていしも場合は図る。図 9に示すた単りである。

二連はしごを水平な設面し、弱動を加えた 場合のむめみ及びりすみは図が、殴打をたる 電に製すべた場合は続は、閉び以子すとおり である。



図り、全体では、水平支持、二連貨中央に荷重を加えた場合の各部のたわみ

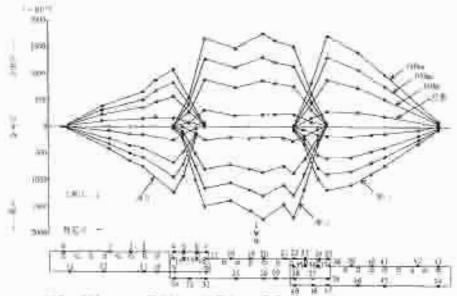


図7 全伸でい、水平支持。二連員中央に荷重を加えた場合の各部のひする

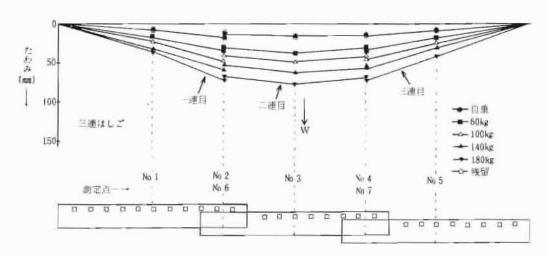


図8 全伸てい、75度架でい、二連目中央に荷重を加えた場合の各部のたわみ

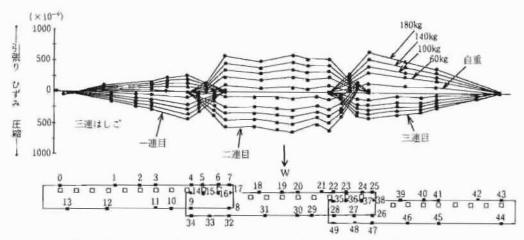


図9 全伸でい、75度架でい、二連目中央に荷重を加えた場合の各部のひずみ

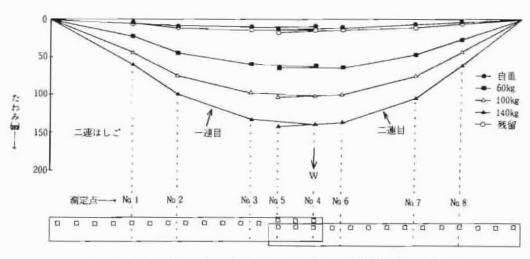


図10 全伸てい、水平支持、一連目先端に荷重を加えた場合の各部のたわみ

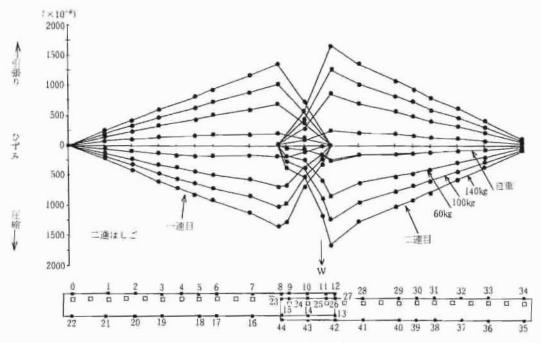


図11 全伸てい、水平支持、一連目先端に荷重を加えた場合の各部のひずみ

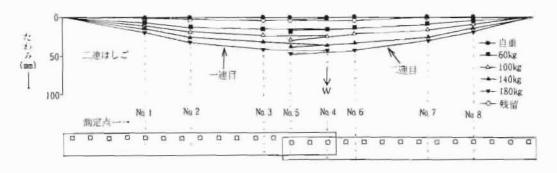


図12 全伸てい、75度架でい、一連目先端に荷重を加えた場合の各部のたわみ

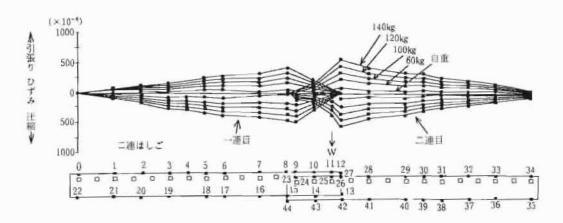


図13 全伸てい、75度架でい、一連目先端に荷重を加えた場合の各部のひずみ

一連の実験結果から各種荷重条件における して、まとめた結果は表 2、表 3 に示すとお 最大たわみ、最大ひずみ、最大応力等を抽出 りである。

表 2 試作三連はしごの各種荷重条件における最大たわみ、最大ひずみ、最大応力

# 2 4 H				.tt		ti.	14				78	*	/a	· #	- 1	,	
	-和東10世	RES	1	9 M	2	9.48	1	1 M.		1 4	M		2 9	m		3 17	m
			fotole Temi	なわみは第	5/6/A	わかみは悪	ALL:A	たれ会は撤	> FA	20	しゃん田瀬	byta	25	りずみ位置	UTA	2	trenta
	一連四中央	(40 (120)	111	- 建拉中岛	A3	二個日午会	110	-#175,00	Anst	6.21	一連打か 。 連引大海士 小集の原	676	6 is	一連拉中先	1061	7.45	-連門の・ 連打充着と が東合前
	一選目と二 連目の集合 担中収	TAN			148	二菱田中央	m					1356	9.17	・ 連介の一 連介を確立 の連合部	1825	17.40	
9,10 T. (r.	二直拉中央	100	173	Atriken.	trs	0.集点	148	電車点	1175	8.32	##4	1173	1.0	母集点	1254	# 7e	#BS
表子成類 位亦发作		140 1120:	192		<b>(58</b>	×	199		1141	1.43		5418	1.56	. K	1678	11-71	,
	- 推打士主 連担の載点 部中党	140			154	\#S eq	181	Callve				100m	11.24	三連四月二 連四克線点 四集倉裝	204E	84.34	二連目の二 連引光隔1 戸集立部
	三連目中央	110	110	1.排肚中央	112	三湖河水南	121	三春日末期	1002	2.01	41年/1	1259	11.11	有數位	1,917	9:32	MINE (I
	一直日中央	180	45	連行充衛士 前衛合路	49	-#117:00	44	-#11 € H	344	2 41		400	2.10	一歳日か二 歳日本籍士 の集合部	369	2.54	連打の一 連川大海: 小鹿日期
	通行しこ 連旦の重力 知中央	180			53	200110	15	二連計中央				435	1.15	二連打の一 連分外等と の概念部	635	4.0	
全神でい 15度音でい	二排1)中央	186 1160)	80	180 KH	62		79		tés	4 12	989	183	3.36	200	613	4.31	425
	二連日と三 連招の集役 初中央	180			35		58	上海市末期				581	4.07	三連日の二 連行先端: の値分数	746	5 22	元連門の 連ば先典で の集合部
	三维的作用	180 11601	47	5.推跃水罐	411.		п		311	2.40	三連引行二 連行主題ト 行業合領	347	2.57	+	456	1.40	

<sup>1 1</sup> 内は1 引機の効果量

# 表3 試作二連アルミはしごの各種荷重条件における最大のたわみ、最大のひずみ、最大応力

設定条件		荷重量	た	b a	U	ずみ・	応 力
	荷重位置	(kg)	たわみ (mm)	たわみ位置	ひずみ ε(×10 <sup>-4</sup> )	応 力 σ=ExT(Z/m²)	ひずみ位置
全伸てい端 平両支持	一連目中央	140	111	荷重点	1206	8.44	荷重点
	一連目と二連目 末 端 重 合 部	n	142	"	1559	10.91	"
	はしご中央	100	104	"	1222	8,55	,,,
	一連目先端と 二連目重合部	140	142	"	1626	11.38	"
	二連目中央	n	107	一連目先端と 二連目重合部	1219	8.53	n
全 伸 て い 75度架てい	一連目中央	180	37	二連目末端重合部	426	2.98	.11
	一連目と二連目 末 端 重 合 部	,11	49	"	545	3.82	,,,
	一連目先端と 二連目重合部	n	48	"	544	3.81	"
	二連目中央	"	34	"	423	2.96	"

イ 動荷重におけるはしご各部のひずみ 三連はしごを75度に架ていし、重量100kgの 隊員が巻り降りした場合のはしご各部のひず みは図14、図15に示すとおりである。また、 二連はしごについて同様の測定を行った結果 は図16、図17に示すとおりである。

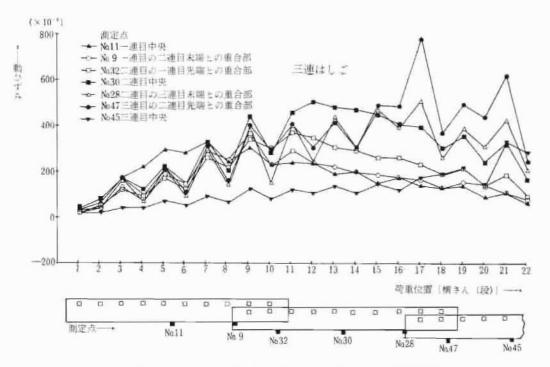


図14 全伸てい、75度に架ていし、登てい時の各部の動ひずみ

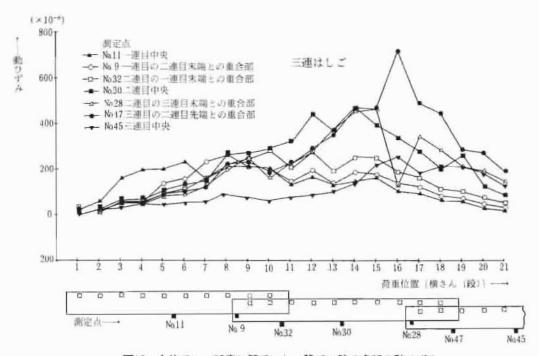
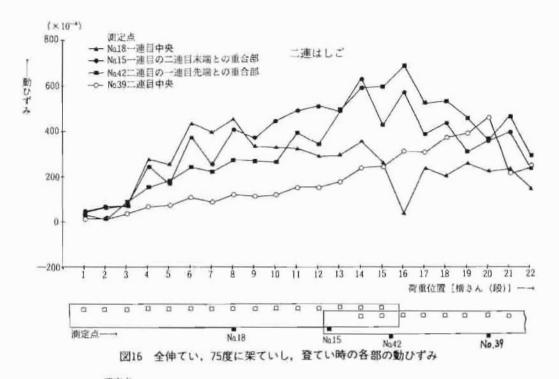


図15 全伸てい、75度に架ていし、降てい時の各部の動ひずみ



測定点  $( \times 10^{-6})$ → No.18一連目中央 600 - №15 - 連目の二連目末端との重合部 二連はしご No42二連目の一連目先端との重合部 少 №39二連目中央 動ひずみ 400 200 0 -200 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 荷重位置 [横さん (段)]-

→ No.18 No.15 No.42 図17 全伸てい、75度に架ていし、降てい時の各部の動ひずみ

n

0 0 0 0

### (3) 考察

### ア たわみ及び静ひずみについて

0 0

制定点--->

三連はしご3号機、二連はしご1号機のた わみ及び静ひずみの測定結果について考察し てみると、はしごを水平に設定し、最も大き なたわみを生じたのは、三連はしごでは、は しご中央に140kgの荷重を加えた場合、二連は しごでは、一連目先端に同様の荷重を加えた 場合である。その大きさは、それぞれ199mm, 142mmであった。たわみの出かたをみると連結 数の多い三連はしごの方に大きなたわみが出 ているが両者とも荷重時のモーメント及び主 かんの断面係数は同じである。

0 0 0

Nu39

一方静ひずみの出かたをみると三連はしご では、各連のローラーのかみ合せ部に大きな ひずみが生じており、最大ひずみの生じる荷 重位置は二連目と三連目の重合部の中間である。この時最大ひずみの生じる点は三連目の二連目先端との重合部で、この位置のひずみ2048×10-4は最大たわみを生じる荷重点の場合の最大ひずみ1679×10-4より約20%大きな値となっている。はしごを一本の梁と考えるなら、水平で両端を自由支持し中央に荷重を加えた場合にひずみもたわみも最大となるはずであるが、実験の結果からわかるとおりいくつかの連が組合わさっている場合には、荷重点の付近に局部的に大きな応力が作用している。

なお、図7に示すように E連はしごで中央 に荷重を加えた場合。三連目の引張りひずみ が圧縮側のひずみより大きく出ているが、こ れは、E連旦は主かんの下部にツバのないもの が使われており、下断面係数が上断面係数に 比べ小さくなっているためである。

二連はしごについて、ひずみの出かたを見ると二連目の一連目先端との重合部に最も大きなひずみを生じており、その大きさは  $1626 \times 10^{-6}$ であった。

はしごを仰角75度に架ていし、静荷頂を加 えた場合の最大たわみ及び最大ひずみの生ず る位置など基本的な特性は、水平支持の場合 と同様である。75度に架ていした場合は、主 かんに直角な分力としては、垂直荷重の約26 %が加わることになり、ひずみもたわみも水 平架ていよりこの割合で少なくなるはずであ る。実際には100kg荷重時の二連はしごの最大 たわみ、最大ひずみをみると水平架てい時の 約28%で、理論値とほぼ一致しているが、三 連はしごでは最大たわみが33%、最大ひずみ が29%と若干大きくなっている。これは、は しごの下側にくる連が、荷重による垂直分力 のほかに上部の連の自重をも受けるからと考 えられる。このことは、図9の三連はしごの 75度架ていにおける主かん各部のひずみの分 布状況で、下の連にくるほど引張りひずみに 対する圧縮ひずみの割合が大きくなっている ことからも推察できる。

次に、三連はしご試作1号機、試作2号機、 試作3号機について、荷重時の最大たわみ、 最大ひずみ等の出かたを表2によって考察し てみると、試作1号機は主かんの全側面に打 抜き窓があるため、軽量であるが、たわみ、 ひずみともに最も大きくなっている。試作2 号機は主かんに打抜き窓が全 くないため、 たわみ、ひずみは最も小さいが重量が最も重 くなっている。試作3号機は、伸てい縮てい 時に指に損傷危険防止のため、一連目下部主 かんの内側に打抜き窓を設けないが、その他 の部分には窓を設けてあり、たわみ、ひずみ ともに試作2号機よりやや大きくなっている。

二連はしごについては、三連はしごの強度 試験データに基づき、出来るだけ軽量で十分 な強度のあるものを目標に試作を行った結果、 表3に示すとおり最大のたわみ、最大のひず みともに三連はしご(試作3号機)より小さ く軽量(37kg)で強度の強いものを作ること ができた。これまでの実験結果に基づき三連 はしご、二連はしごについて最も荷重条件の きびしい水平140kg 荷 重時の最大 ひずみ 2048×10-\*(三連はしご)、1626×10-\*(二連 はしご)からこのときの作用応力を求めてみると、三連はしごが14.3kg/mm²、一連はしごが 11.4kg/mm²となる。今回試作したはしごの E かん材の0.2%耐力値は27.0kg/mm²であるか ら上記の応力値から安全率を求めてみると、

# 達はしごが1.90、二連はしごが2.38となる。 イ 動ひずみについて

動ひずみについては、各連の中央、各連の 重合部など静ひずみが大きく出た点について 測定を行った。動ひずみの出かたは、図14~図 17に示すとおりで、各測定点に近い横さんに 隊員が乗った場合に、それぞれ最も大きな値 が出ている。登てい時と降てい時の絶対値を 比較すると登てい時の方が降てい時より全般 的に大きな値となっている。

三連はしごの場合、最も大きなひずみが出たのは、登てい時に横さん17段目に乗った時の三連目の二連目先端との重合部(測定点Na47)でその値は780×10-0である。測定点Na47は100kgの静荷重実験でも最大ひずみ398×10-0を生じた点であり、動ひずみの値は、静ひずみの値の1-96倍である。二連はしごの場合、最も大きなひずみが出たのは、登てい時に横さん16段目に乗った時の二連目の

一連目先端との重合部 (測定点No42) で、そ の値は686×10 6である。測定点No42は100kg の静荷重実験でも最大ひずみ334×10-0を生 じた点であり、動ひずみの値は静ひずみの値 の2.03倍である。

動ひずみの最大値から応力を算出すると次 のとおりである。

三連はしごでは、

応力 σ=E×ε

E:ヤング率

=7,000×780×10-6 ε:ひずみ

 $= 5.5 \text{kg/mm}^2$ 

二連はしごでは,

応力  $\sigma = E \times \epsilon$ 

 $=7.000 \times 686 \times 10^{-4}$ 

## $=4.8 \text{kg/mm}^2$

結局。防火服、呼吸保護器等を装備した全 重量100kgの消防隊員が、今回試作したはしご に昇り降りし、動的な荷重を加えた場合。は しご主かん材に作用する最大応力は、アルミ ニウム合金製主かん材の作用応力の許容値 (0 2%耐力値) 27kg/mm2に対して17.7~20.3 %である。

## 4. ま と め

今回開発したアルミニウム合金製はしごと現用 の鋼管製はしご等との構造材質、重量、性能など総 合的に比較すると表4に示すとおりになる。

まず、重量的にみると現用の鋼管製はしごが42

表 4 各種積載はしごの諸元性能比較表

	\	極 別	現 用 調 管 製	一般市販アルミ	試作	アルミニウ	ム台金製は	L #	
項	Ħ		三連はしど	三連はしど	三連試作第1号	三連試作第2号	三連試作第3号	二連試作第1号	
	全神でし	· 長き(mm)	8,790	8,700	8.770	8,630	8,645	8,495	
	縮てい 長さ (mm) 3.5		3,500	3,800 400 (一連目) 400 (二連目) 400 (三連目)	3,480	3,430	3_440	4.920 445 (一連目) 357 (二連目)	
各部		編 (sm) 355 (一連目) 327 (二連目) 299 (三連目)			529 (一連目) 442 (二連目) 355 (三連目)	534 (一連目) 446 (二連目) 356 (三連目)	531 (一連目) 441 (二連目) 355 (三連目)		
(II)	飾さん	間隔(m)	325	350 最大 205 各連 65	330 203(最下段) 最大 209 各連 105	325 206(最下段)	回 左	325 最大 158 各連 105	
चं	,p	è (mm)	(mm) 200 (一連目) 165 (二連目) 115 (三連目)			股大 210 各連 106	問 左		
法	主管材形状寸 法 (mm)		だ 円 智 1×19×12	1 型 1.5×30×65	角 幣 105×53	荊型 105.6×5 105.6×4		箱 型 105.6×53	
		ん形状 ま (mm)	同上	円 管 3.0×30	角 賢 1.8×28×28	角 晋 28.6× 肉 厚 上下面	28 1_9 側面 1	6	
£	10	量 (kg)	42.0	21.0	36.0	46.8	42 9	37.0	
	使 用 主 憐	材 質 き 人	機械構造用炭素 調管 STKM-18 同 上	アルミニウム合 金 A-6061-T6 同 上	同 左 661B-T5 A-6063S-T5	同 左	同 左	周 左	
材質	此	垂	7.8	2.7	间 左	间 左	简 左	岡 左	
· 特	ヤング	率 (kg/m²)	21,000	7.000	岡 左	同 左	同 左	周 左	
性	引張り並	度 (kg/mm²)	65.2	31.2	30.0	向 左	闰 左	同 左	
	0.2%耐力	r値(kg/mm²)	48.9	28.6	27	间 左	同 左	周 左	
-b 10	要大たわみ 中央部に 最大ひずみ は は の 可重 応 力		記さい 最大ひずみ 1300×10 <sup>-4</sup> 3600×10 <sup>-4</sup> 荷頭 応 力 27.3kg/mm <sup>2</sup> 25.2kg/mm <sup>2</sup>		171mm	115mm	148mm	104mm 1222×10 <sup>-4</sup> 8-55kg/mm <sup>2</sup>	
					1175×10 <sup>-4</sup>	1033×10-*	1251 × 10-4		
					8.22kg/mm <sup>2</sup>	7.23kg/mm²	8.76kg/mm <sup>2</sup>		
@ /I	口えた場合	安全準	2-38	1 13	3.29	3 75	3.09	3.17	
75.6	間に関てい	最大たわみ	31mm	176mm	56mm	42mm	49mm	30 cm	
-	中央部に	最大ひずみ	400×10-*	1275×10 <sup>-4</sup>	377×10 <sup>-8</sup>	299×10-*	398×10 <sup>-4</sup>	338×10-*	
	kgの荷重	65 力	8.40kg/mm <sup>2</sup>	8.93kg/mm <sup>2</sup>	2.64kg/mm <sup>2</sup>	2.09kg/mm <sup>2</sup>	2.79kg/mm²	2.37kg/mm²	
₹#	以た場合	安全率 7.76		3.20	10.27	10.27 12.97		11.43	

kgであるのに対し、今回開発したアルミ三連はし ご (試作3号機) は、42.9kgであるから重量的に はほぼ同じであり、軽量化することが出来なかっ た。また、縮てい時の幅及び厚さが大きいため、 搬送時の取扱いなど使い勝手がよくない面がある。 しかし、外国製のこの種のはしこと比較ずるとか なり軽く、強度的にも十分な性能を備えている。

アルミ二連はしご(試作1号機)では、アルミ 三連はしごの欠点を改善する努力がなされており、 重量は37kgで現用のはしごより5kg軽量化するこ とができた。また、縮てい時の幅及び厚さもさほ ど大きくならず、搬送も比較的容易である。なお、 このはしごは二連であるが伸てい時に三連と同じ 長さに設計されているため、縮てい時には現用の 三連はしごより1.4m 長くなっている。そのため 道路幅の狭いところなどを搬送する際に曲がれる かどうか実験した結果、2 m幅の路地でも容易に 曲がることができた。さらに消防車両に積載でき るかどうかについては、現用の化学車の場合、若 干、運転席の屋根にかかる程度で積載可能であり、 普通ポンプ車の場合も積載方法を若干検討する必 要があるが、十分積載可能であると思われる。

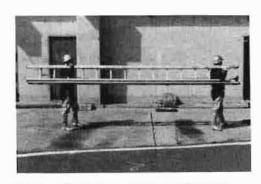


写真5 試作アルミ二連はしごの搬送状況

二連はしごにした場合には、伸てい縮てい時に 爪かけが2箇所となり、伸てい部(二連目)の重 量が三連はしごの伸てい部(二連目、三連目)よ り軽いため、伸てい縮てい操作が非常に容易であ る。

次に強度的にみた性能比較をしてみると、たわ みについては、水平、100kg荷重において、アルミ 三連はしご(試作3号機)は現用鋼管製はしごよ り56mm多く、また、アルミ二連はしごは同等ある いは12mm多い程度である。

上記と同様の荷重条件においてひずみ測定から 求めた安全率については、試作三連はしごの中で は試作2号機が3.75と最も高い、しかし、このは しごは現用のはしごより重量化になっているため 実用性が低い。

アルミ二連はしごの場合には、水平架でいの安全率が3.17で現用の鋼管製はしごの安全率2.38より30%高い値を示している。試作機の中で最も実用性の高いアルミ二連はしごについて実用上の荷重限界を推察してみると、水平、140kg荷重時の最大応力値が11.4kg/mm\*であるから、水平架でいして使用する場合には、静荷重で330kgが使用限度である。また、75度架でいの場合、100kgの動的荷車を加えた場合の最大応力が4.8kg/mm\*であるから、主かんに関しては静荷重で約500kgぐらいまで耐えられるものと思われる。

### 5. 結論

アルミニウム合金製の箱型断面形状の主かん材 を使って、軽量な積載はしごの開発を試みた結果、 現用の三連はしごと同じ長さの二連はしごであれ ば、重量が約5kg軽くなり(総重量37kg)、強度的 にも現用の鋼管はしごより強いものが作れること がわかった。

なお、今後、破壊強度を調べるため、過酷な条件で破壊実験を行う予定である。