

緩降機支持金具の開発について

Development of instrument for fixing descending lifeline.

島 光 男*
 石 川 泰 弘**
 神 田 淳*
 橋 本 嘉 洋***

We developed a portable instrument for fixing the descending lifeline on a towerblock's window when the accident with no refuge way.

The intensity of the arm for suspending on descending lifeline have enough to descend a man, and weight is 7kg.

1. はじめに

高層建物には、階段のほか各種の避難器具が設置されているが、煙、熱気等で避難手段を断たれた人々が窓から救助を求めている場合がある。このような場合、通常は消防隊のはしご車を架けていて救助を行うが、はしご車が使えない場合等には救命索発射銃を使って救助ロープ誘導索を打ち込む方法、上階から救助ロープや縄はしごを用いる方法、ヘリコプターを使う方法などの救助活動が行われる。しかし、いずれの方法も高度な技術と人員、時間を要し、特に多数の要救助者がいる場合、迅速に救助することは容易ではない。そこで、消防隊の救助器具として車載されている緩降機を利用すれば取扱いが容易で連続降下ができることから、支持点の設定さえ可能であれば多数救助器具として有効であるといえる。

そこで、窓下の腰壁等に容易に設定できる軽量小型な可搬型緩降機支持金具（以下「支持金具」という。）を開発したのでその概要を報告する。

2. 構造概要

支持金具の外観、構造及び諸元は、写真1から3、図1、表1及び表2に示すとおりである。

本支持金具は、窓下の腰壁等に取付けるための主かん、固定するための固定板、緩降機取付けアーム、アームステー及びアイボルト等から構成され、16～24cmの壁厚にはそのまま取付けられ、そ

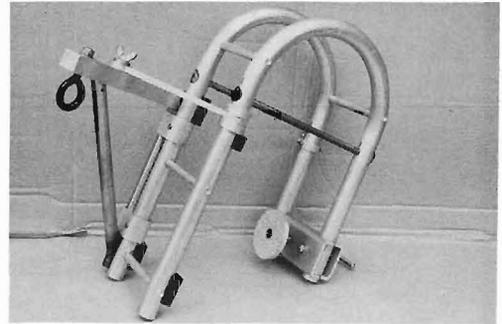


写真1 緩降機支持金具の外観

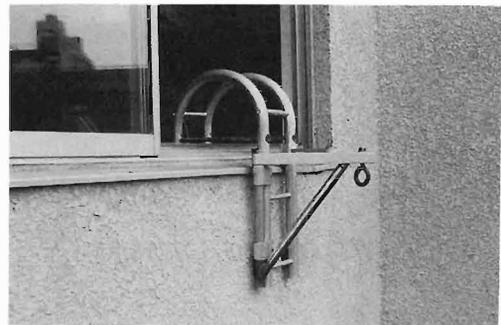


写真2 建物に設定した状況（建物外側）

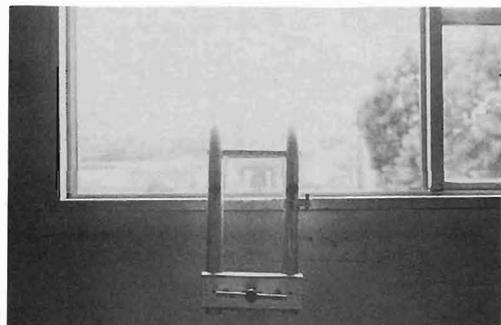


写真3 建物に設定した状況（建物内側）

*第三研究室 **保谷消防署 ***大森消防署

れ未満の壁厚は当て木を使用すれば取付け可能である。また、1人で搬送及び設定できるよう小型

軽量に設計されている。

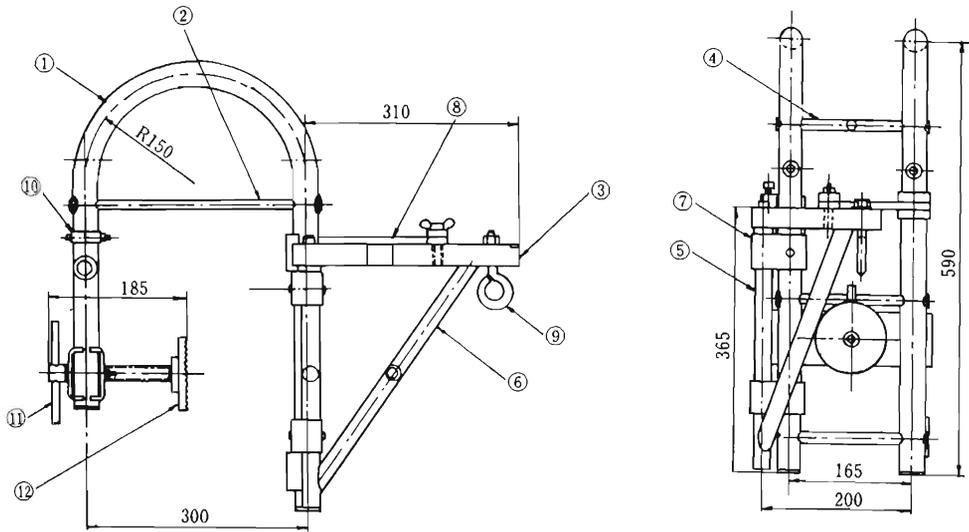


図1 緩降機支持金具の構造

表1 各部の名称等

番号	部品名	材質	数量	記事
1	主 かん	アルミニウム	2	A5056TE φ34
2	支持 棒	ステンレス	2	φ12
3	アーム	アルミニウム	1	A5056TE
4	横 さ ん	〃	4	A5056TE φ15
5	回 転 軸	ステンレス	1	
6	アームステー	〃	1	φ25
7	回 転 軸 受	アルミニウム	2	A5056TE
8	アーム固定棒	〃	1	〃
9	アイボルト	C35C	1	
10	アーム収納フック	アルミニウム	1	A5056TE
11	ボルトハンドル	SS41	1	
12	固 定 板	アルミニウム	1	A5056TE φ108

3. 使用方法

支持金具は、図2に示すように窓の下部壁体をはさむように設定し、先端に緩降機を取付ける。次に避難者は室内で緩降機のベルトを装着し、単はしごを使って建物外壁に沿って降り、緩降機で懸垂降下する。また、救助隊が避難者のいる上階

の窓に支持金具及び緩降機を設定し、緩降機のベルトを避難者のいる窓に垂下させる方法もある。

表2 仕様諸元

項 目	寸 法 等
全 長	620mm (350mm)
全 幅	240mm (240mm)
全 高	620mm (620mm)
重 量	7 kg
取付け可能範囲	壁厚 160mm~240mm

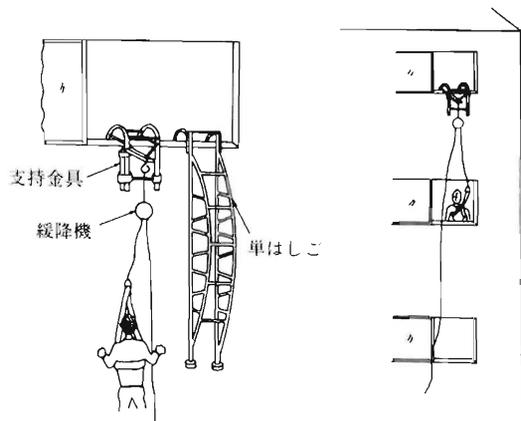


図2 緩降機支持金具の使用方法

4. 性能実験（強度測定）

(1) 実験項目

- ア 静ひずみ測定（静荷重に対する強度測定）
- イ 動ひずみ測定（動荷重に対する強度測定）

(2) 実験設備及び方法

ア 静ひずみ測定

支持金具の溶接部分、曲り部分及びはめあい部分等の42ヵ所にひずみゲージを貼り付け図3のように設定した。荷重量は、支持金具のフックにおもり箱を吊るし、おもり箱を含む重量を20kgから360kgまで20kgづつ順次増加させ、その都度、支持金具各部のひずみ量を測定した。

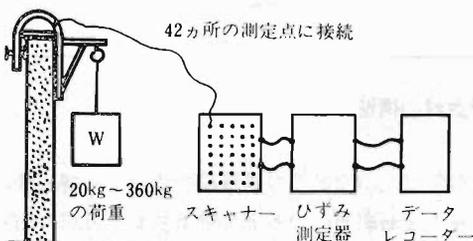


図3 静ひずみ測定要領

イ 動ひずみ測定

ひずみゲージ貼り付け箇所は、図4のとおり静ひずみ測定の結果のうち、ひずみの大きかった6ヵ所とし、次の動的荷重条件におけるひずみ量を測定した。

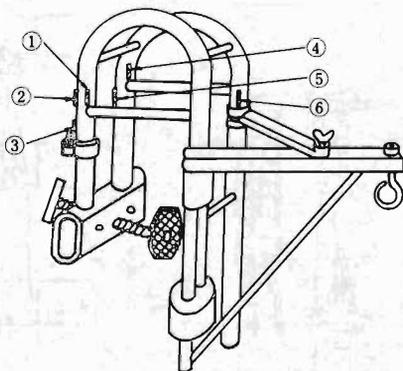


図4 動ひずみ測定点

(ア) ダミー降下時の動ひずみ測定

図5及び写真4の設備で、荷重を50kgから100kgまで10kgづつ順次増加させ降下中の動ひずみを測定した。

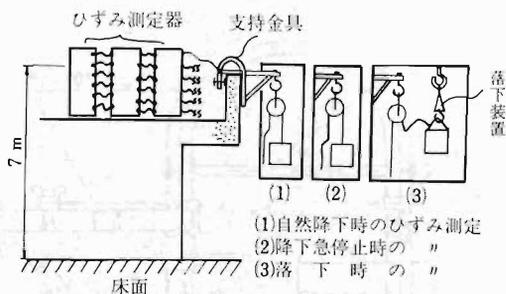


図5 動ひずみ測定要領

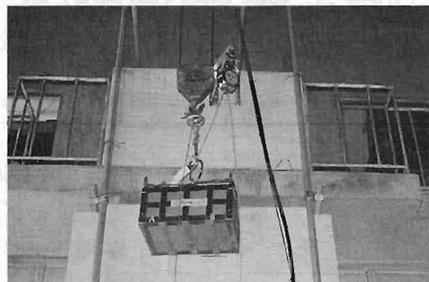


写真4 自然降下時の動ひずみ測定状況

(イ) ダミー急停止時の動ひずみ測定

降下中何らかの原因で緩降機が急停止した場合を想定し、図5及び写真5の設備で人間1人に見立てた63kgのダミーを1m、2m、3mとそれぞれ降下させ急停止した時の動ひずみを測定した。



写真5 降下急停止時の動ひずみ測定状況

(ウ) ダミー落下時の動ひずみ測定

降下時にロープにたるみがある場合など、そのたるみの分だけ急激に落下することを想定し、図5及び写真6の設備で65kgのダミーを20cmから1mまで20cm間隔で落下させた時の動ひずみを測定した。



写真6 落下時の動ひずみ測定状況

(3) 実験結果及び考察

ア 静ひずみ測定結果と応力について

大きなひずみを生じる点は、図6に示す曲り管保持棒の貫通部A、B、C及びD点である。最大応力は、360kgの荷重の時、 $9.32\text{kg}/\text{mm}^2$ で、この値は0.2%耐力値（使用アルミ材A5056TEでは約 $10\text{kg}/\text{mm}^2$ ）に近い値であるため静荷重時には360kg程度が限界である。

曲がり管保持棒

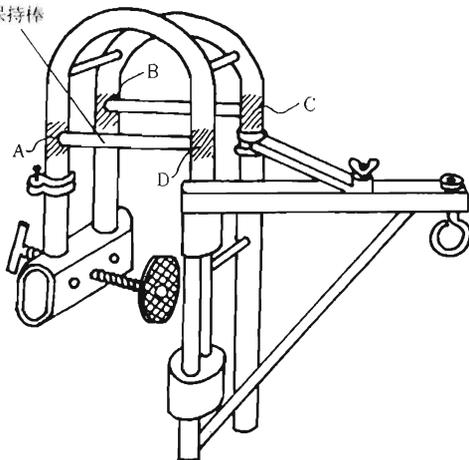


図6 静荷重時における応力の分布

イ 動ひずみ測定結果と応力について

支持金具の安全率（0.2%耐力値÷許容応力）については、積載はしごの通常使用条件（75'全伸てい）あるいははしご車の安全基準などにおいては「2」程度で設計されていることから、本支持金具についても安全率を「2」とすると、本支持金具の材質では荷重時の最大応力を $5\text{kg}/\text{mm}^2$ 以下にする必要がある。

実験結果は表3～5に示すとおりであり、どの実験においてもゲージNo.3に最も大きな応力が作用しているため、その点に着目して考察すると、本支持金具を壁体に取り付け、締め付けただけで $363\sim 373\times 10^{-6}$ のひずみ（ $2.61\text{kg}/\text{mm}^2$ 程度の応力）が生じている。この値は、許容応力の約1/2であり、さらに荷重を加えると締め付け時の応力と同方向に応力が作用している。したがって、支持金具を締め付けた時の応力を考慮する必要がある。

表3 降下時の動ひずみ測定結果

荷重 (kg)	降下 速度 (m/s)	ひ ず み (×10 ⁻⁶)					
		測 定 点					
		1	2	3	4	5	6
		※-238	※373	※363	※-214	※275	※239
50	0.38	-310	500	543	-250	315	275
60	0.9	-328	533	568	-260	328	313
70	0.98	-343	568	605	-276	355	348
80	1.1	-365	603	643	-290	385	370
90	1.18	-383	643	693	-319	420	383
100	1.26	-408	688	743	-339	445	403

※支持金具締め付け時の応力

表4 降下急停止時の動ひずみ測定結果

荷重 (kg)	降下 急停止 距離 (m)	ひ ず み (×10 ⁻⁶)					
		測 定 点					
		1	2	3	4	5	6
63	1	-588	1063	1088	-579	880	625
	2	-600	1093	1113	-595	875	637
	3	-599	1070	1090	-602	880	650

表5 落下時の動ひずみ測定結果

荷重 (kg)	降下 距離 (cm)	ひ ず み (×10 ⁻⁶)					
		測 定 点					
		1	2	3	4	5	6
63	20	-438	743	738	-329	600	569
	40	-773	1343	1393	-764	1205	639
	60	-778	1373	1413	-949	1310	929
	80	-768	1473	1523	-1044	1355	1049
	100	-858	1583	1633	-1089	1465	1239

(ア) 降下時の応力について

図7は、荷重量を50kgから100kgまで順次増加し、通常の降下時に発生した応力の最大値を示したものである。これをみると、荷重量にほぼ比例して応力が増加しており、応力の限界を 5 kg/mm^2 とすると、許容吊下げ荷重は90kg以下となる。

$$\begin{aligned} E &: \text{ヤング率} \\ \text{応力 } \sigma &= E \cdot \varepsilon = 7000 \text{ kg/mm}^2 \\ \varepsilon &: \text{ひずみ} \end{aligned}$$

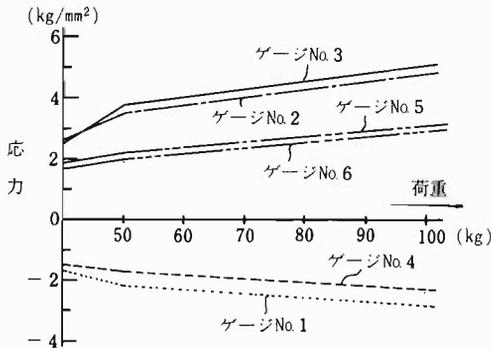


図7 降下時の応力図

(イ) 降下急停止時の応力について

図8は、63kgのダミーを降下急停止させた時に発生した応力の最大値を示したものである。これをみると、降下距離に全く関係なく一定である。これは、緩降機が等速度に降下させているためである。最大応力値は、いずれも 8 kg/mm^2 以下であり、材料の0.2%耐力値 10 kg/mm^2 を超えることはなかった。なお、図9に降下急停止時の動ひずみ波形を示した。

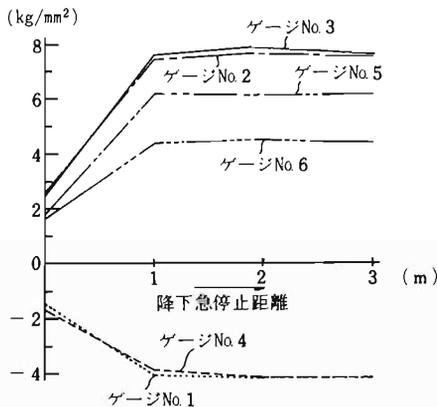


図8 降下急停止時の応力図

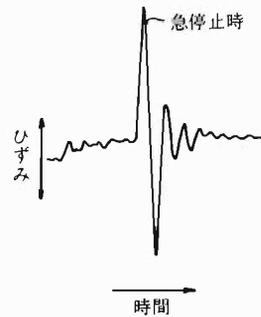


図9 降下急停止時の動ひずみ波形例

(ウ) 落下時の応力について

図10は、緩降機のロープ降下機構が不具合になった場合あるいはロープのたるみがあった場合を想定し63kgのダミーを落下させた時に発生した応力の最大値を示したものである。これをみると許容落下高さは20cm程度である。

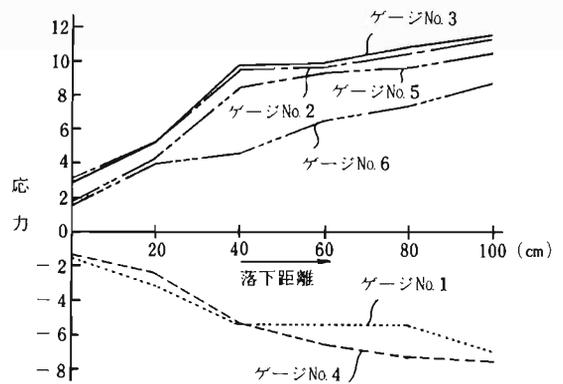


図10 落下急停止時の応力図

5. まとめ

(1) 試作機の実用性能について

以上の実験結果から試作した支持金具の強度については実用上必要な強度があり、人間1人が自然に降下している状態においては全く問題ないといえる。しかし、何らかの原因で緩降機が急停止した場合や降下開始時にロープにゆるみがある状態で降下した時のように衝撃的な荷

重がかかる場合を考慮し、通常の使用条件における安全率を「3」以上にしておく必要がある。

したがって、重量をおさえながら強度をさらに上げ、安全な器具とするためには、本試作機では、使用材料としてアルミニウム合金 A5056 TE を使用したが、A2014TE(0.2%耐力値37kg/mm²)等の強度の強い材料に変更し試作してみるなど、さらに改良の余地がある。

(2) 緩降機の活用効果及び利点について

救助器具としての緩降機の利点を活かすため本研究を行ったものである。ロープ、カラビナ等を利用した支持点設定方法が現在行われているが、これらの方法と比較して今回開発した可搬型の緩降機支持金具が避難あるいは救助活動の効率化に役立つものとなれば幸いである。