

RIIS-TN-84-1

UDC-614.821, 69.029, 69.057.6

産業安全研究所技術資料

TECHNICAL NOTE OF
THE RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1984

小規模建築工事用ブラケット一側足場の 昇降設備に関する研究

——ステップ付斜材の人間工学的研究——

永 田 久 雄
江 川 義 之

労働省産業安全研究所
MINISTRY OF LABOUR
THE RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

小規模建築工事用ブラケット一側足場の 昇降設備に関する研究

—ステップ付斜材の人間工学的研究—

永 田 久 雄
江 川 義 之

Ergonomic Investigation on Installed Steps with Brace of Steel Tubular Scaffolding

by Hisao NAGATA, Yoshiyuki EGAWA

Vertical fixed ladders are commonly employed in single pole scaffoldings which are generally put up in small construction site. But most of them are not utilized to the fullest, because construction workers are apt to climb up or down by use of brace, ledger and pole. It is therefore considered that, if small steps are welded on the brace, they will much more safely climb up/down.

In this study, differences between a vertical fixed ladder and the brace with steps were investigated in respect of climbing, through human motion analysis and subjective evaluation of dimensions. Nine subjects were adopted in human motion analysis, and three of them were actual construction workers. They climbed up and down several times, and their motions were photographed by a 35 mm still camera and a video camera. The motion of the subjects was analysed by the video pictures taken at each time of 1/100 sec.

Variables from the motion time was characterized by the factor analysis method. The method of multiple image photography was adopted, using a rotary shutter camera to superimpose a number of image of the body on a single frame of a 35 mm film.

As a result, it was concluded that the brace with steps was superior to the vertical fixed ladder as a means of climbing a single pole scaffolding. It was particularly noted that the shift time into/from planning was shorter than that of the vertical fixed ladder according to the factor analysis. Preferences of dimensions of the brace with steps were examined by 111 subjects and the most preferable tread of the installed step is 21 cm. Its range from 18 cm to 24 cm is recommended. In case of setting the brace at 45 degree against a horizontal line, the horizontal length (or rise) of step intervals is 40 cm, and its range from 35 to 45 cm is recommended.

1. 緒 言

建設工事用の足場には、二列の建地、布地^{*1)}からなる本足場と、一列の建地、布地からなる一側足場がある。一側足場は、本足場と比較して、安価で軽便であり、狭い工事用敷地でも建てられる事などから、小規模工事に多く利用されている。しかし、一側足場が多く利用されている 木造家屋の 建築工事における 死傷者は、20,054 人（建設業全体の 30.0%，1981 年）を占めており、そのうち、災害の 37.6% は、高所からの墜落や転落によるものである。一側足場での墜落事故は、足場板、屋根面、梯子で多く起っている。特に梯子では乗り移り時の事故が多い。一側足場に使われる梯子は、垂直固定梯子が多いが、必ずしも充分に活用されていないのが現状である。その理由として考えられるのが、梯子の設置場所まで行くことなく、筋かい、布パイプ、建地を伝わって昇降できるからでもある。しかし、垂直固定梯子と比較して、足掛りが不確実であるために、足を滑らせ墜落する危険が増大する。そこで、筋かいにステップ材を溶接することにより、その滑りによる危険を少なくすることができると考えられる。

本報では、作業者の昇降特性を考慮したステップ付斜材が安全であるかどうかを、垂直固定梯子と比較、検討した。比較は、実験用足場を用い、昇降動作、昇降感等について行い、ステップ付斜材の好適寸法等を得たので報告する。

2. 実験方法

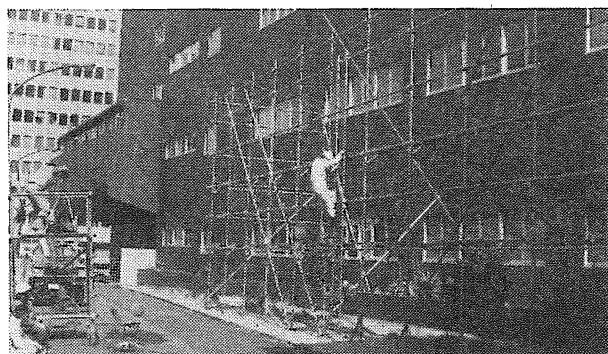
動作分析、昇降動作時間分析に主眼を置いた実験Ⅰと、ステップ付斜材の寸法等の官能検査に主眼を置いた実験Ⅱに分けて行った。

2.1 実験用足場とステップ付斜材

使用した実験Ⅰのブラケット足場^{*2)}を写 1 に示す。足場の建地間隔は、1.8 m、足場板を設置した高さは 2.0 m（一層目）、3.8 m（二層目）で板幅 40 cm である。足場の構成材は、 $\phi 48.6$ 、肉厚 2.4、材質 STK 51 の鋼管である。墜落防護用の布パイプは各層の足場板から約 90 cm の高さに設置している。実際の建築の現場では足

*1) 建築用語で建地とは垂直方向の足場材で、布地とは水平方向の足場材を意味する。

*2) 単管の一側足場の建地材にブラケット（腕木）を取付け、その上に足場板を敷いたものである。



写 1 実験Ⅰの足場及び実験の様子

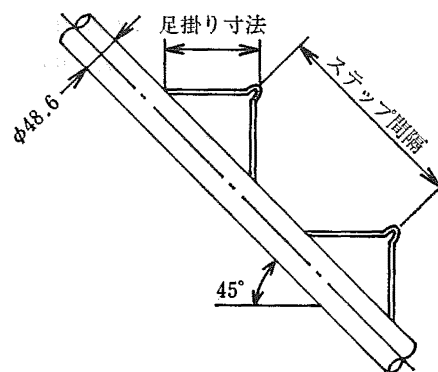


図 1 ステップ付斜材の説明図

場板とほぼ同じ高さに、昇降時の足掛け用の布パイプを取付けることが少ない。そこで、実際の現場の状況を考えて、布パイプを外した場合についても、動作分析を行っている。なお、この布パイプと足場板との間には 24 cm の空きがある。

ステップ付斜材は、図 1 に示すように、筋かいにステップ材を溶接したものである。ステップの横幅は、48 mm で鋼管の外径に等しい。ステップ付斜材は水平に対して 45° の傾きで足場本体に取付けた。実験で使用したステップ付斜材の足掛け寸法とステップ間隔を表 1 に示し

表 1 ステップ付斜材の実験寸法
(単位 cm)

記 号	足掛け寸法	ステップ間隔
L ₁	18	35
L ₂	"	40
L ₃	"	45
L ₄	"	50
L ₅	"	55
W ₁	12	45
W ₂	15	"
W ₃ =L ₃	18	"
W ₄	21	"
W ₅	24	"

表 2 足場実験Ⅰの被験者リスト

被験者	年齢	身長 cm	体重 kg	片足立ち 時間 秒	V_0 km/h	V_1 km/h	V_2 km/h
1	33	173	65	54	4.27	1.66	1.30
2	35	169	62	60以上	3.22	2.55	1.94
3	22	170	53	39.9	3.44	2.60	1.10
4	23	168	56	44	3.97	4.75	5.08
5	23	173	58	44	5.14	4.59	4.33
6	21	171	60	56	4.68	4.21	4.10
⑦	45	157	62	29	4.97	4.96	5.28
⑧	46	173	83	34	5.91	5.41	5.08
⑨	29	168	63	60以上	5.95	5.51	5.49

○印：トビ職人

た。ここで、寸法 W_3 と L_3 は同一寸法である。ステップ間隔は 35~55 cm の間を 5 cm 間隔で取り、足掛け寸法は 12~24 cm を 3 cm の間隔で取った。

実験Ⅰでは、表中の寸法 W_2 と W_3 及び垂直固定梯子を使った。垂直固定梯子の踏間隔は 31 cm、有効幅 40 cm である。写 1 に示されるように、ステップ付斜材は、それぞれ右りと左りに分けて設置してある。評価を主とした寸法の実験Ⅱでは、実験Ⅰの足場本体に、正面の左から寸法 W_3 、 W_2 、 W_5 、 W_1 、 W_4 と右上りのステップ付斜材 L_2 、 L_3 、 L_1 、 L_5 、 L_4 を取付けた。足場本体の左側面に左上りのステップ付斜材 W_3 を寸法 L_5 と L_4 の間には、垂直固定梯子（以下、梯子と略す。）を取付けた。

2.2 被 験 者

実験Ⅰでは、とび職人 3 人を含む男子計 9 人について行った。被験者のリストを表 2 に示した。表中の V_0 、 V_1 、 V_2 は、平地、一、二層目の足場板上での歩行速度である。平地歩行では、足場板の幅 (40 cm) に相当する輪郭線を描き、その範囲の水平距離 17.3 m を計 4 回歩行させてその時の平均速度を測定している。ただし、線外に足を出さないこと及び足場板の継ぎ目に相当する横線を踏まないように指示した。足場上での歩行では手摺となる布パイプの使用を認めて、平地での歩行実験と同様の距離、回数にて行った。歩行速度が上層になるほど低くなる被験者①、②、③は、高所での歩行に不慣れであると言える。とび職人⑦、⑧、⑨及び被験者④（機械体操をしている。）が、二層目での歩行速度が 5 km/h 以上になっている。高所に不慣れであると考えられるグループ①、②、③と、慣れているグループ④、⑦、⑧、⑨と、中間的なグループ⑤、⑥に、被験者の属性を分けることができる。履物はとび職人が地下足袋で、他は運動

表 3 足場実験Ⅱの被験者群の属性

	平均	S. D.	最小	最大
年 令	36.4	12.4	15	62
身長 cm	166.9	6.4	150	180
体重 kg	62.8	7.7	43	85

靴である。

被験者の昇降感に基づいた実験Ⅱでは、当研究所への来訪者、及び来館者^{*3)}等によって評価を行った。被験者は男子 111 名で、属性を表 3 に示した。

2.3 足場実験Ⅰ

動作の撮影は、足場正面の前方約 5 m の位置に可動式の架台を設置し、その台上に 35 mm のスチールカメラ、及びポータブルのビデオ撮影機を地上から約 3.2 m の高さに置いた。写 1 に実験Ⅰの様子を示した。録画済ビデオは、ビデオタイマーを通して 1/100 秒単位で時刻を画面に挿入して、大型のテープに再録画し、静止画像を 1 コマ送りで見ることができる。

実験は、地上から各層の足場板上まで、ステップ付斜材及び梯子を使ってそれぞれ計 2 回づつ昇降させ、その動作を撮影した。乗り降り時間は、一方の足がステップ材（あるいは足場板）から離れて、足場板（ステップ材）上に両足が着いた状態までとし、動作の総昇降時間は、地上（あるいは足場板）に両足で立った状態から足場板上（地上）に両足で立つまでの時間である。

いまここで、昇りの乗り降り時間を T_1 秒、降りを T_2 秒とし、昇りの総時間 T_u 、降りを T_d とする。昇降別に総時間から乗り降り時間を差し引いた値を定昇降動

*3) 産業安全技術館の見学者

作時間と定義する。すると昇りの定昇降動作時間は、 $T_3 = T_u - T_1$ (秒)、降りでは、 $T_4 = T_d - T_2$ (秒)となる。この時間変量 $T_1 \sim T_4$ を使って、梯子とステップ付斜材での動作の違いを識別する成分の抽出が可能かどうかを、主成分分析法^{文1)}によって検討し、次に主要成分の因子負荷量から梯子とステップ付斜材での動作時間の相違点の明確化を試みた。また判別分析を利用してステップ付斜材と梯子とを判別する関数を作り、それにより測定データの誤判別の頻度等について調べた。

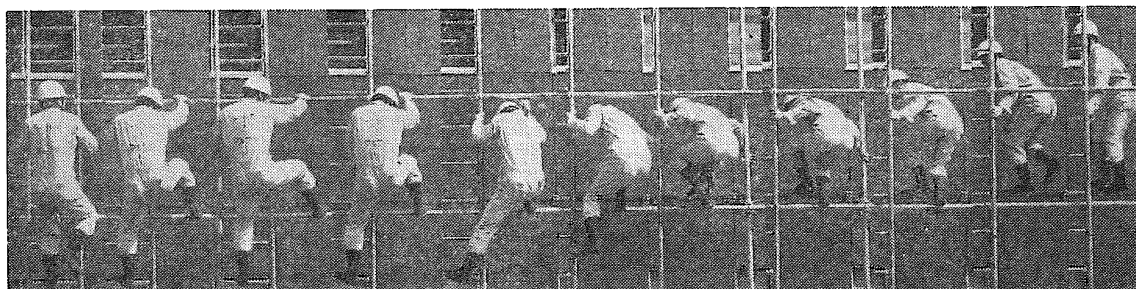
乗り移りに、梯子とステップ付斜材に大きな差が見られることから、0.26 秒間隔にスチールの連続撮影を行った。この場合、現場でのステップ付斜材の使われ方を考慮して、2 層目の足場板とはほぼ同じ高さにある布パイプを取外しての昇降実験も行ったが、梯子を使った実験では、安全を考慮^{*4)}して布パイプを取外していない。ま

*4) 一般被験者が恐怖感を訴えたため。

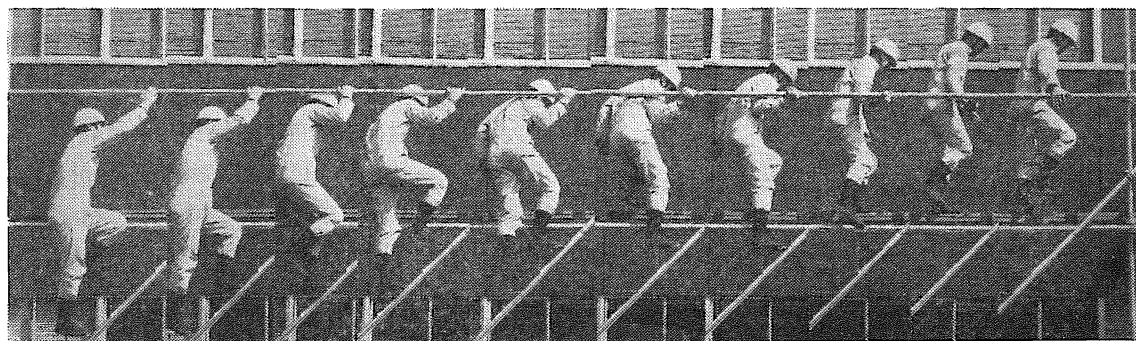
た、身体各部 4 点、足関節部、膝関節部、股関節部、ヘルメット上部に豆電球を取付けて、被験者①、②番のみについて、ステップ付斜材での昇降時の身体の動きを撮影した。撮影には、回転板式シャッターをカメラの直前に置き、身体各部の動きを等時間きざみ (0.2 秒) で多重露出撮影した。

2.4 足場実験 II

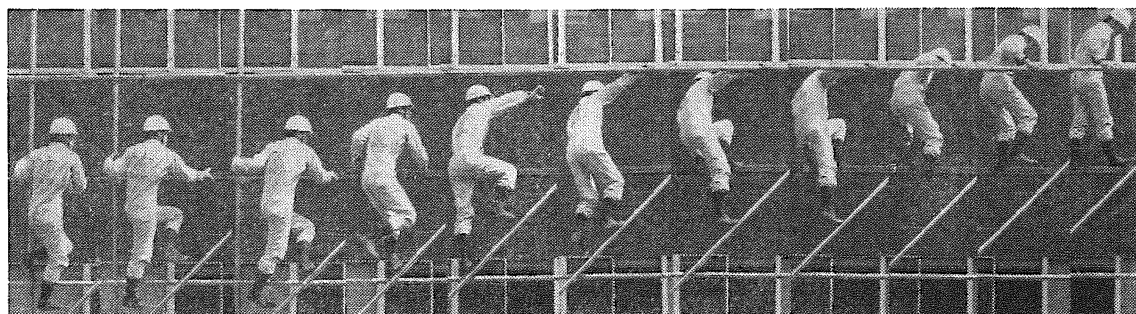
ステップ付斜材の足掛け寸法、ステップ間隔の評価は、各実験材 5 本の順位づけ法によった。右上りと左上り及び垂直固定梯子とステップ付斜材 (寸法 W_3) との比較評価を、表 4 の用語を使用して行った。この順位づけ法では、各寸法をこの用語で評価させ、用語に与えた評点で順位和を寸法別に集計した。また、被験者の判断の相関性 (等判断性) の有無はケンドールの順位相関係数の F 分布検定によって確認した。



a. 梯子への乗り移り (布パイプ有り)

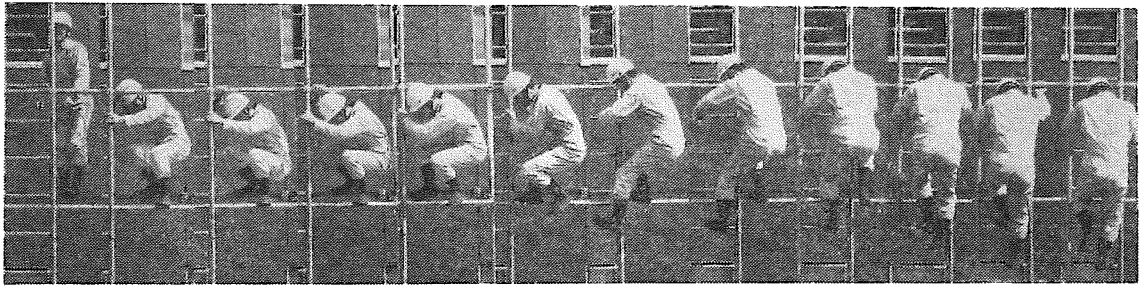


b. ステップ付斜材への乗り移り (布パイプ有り)

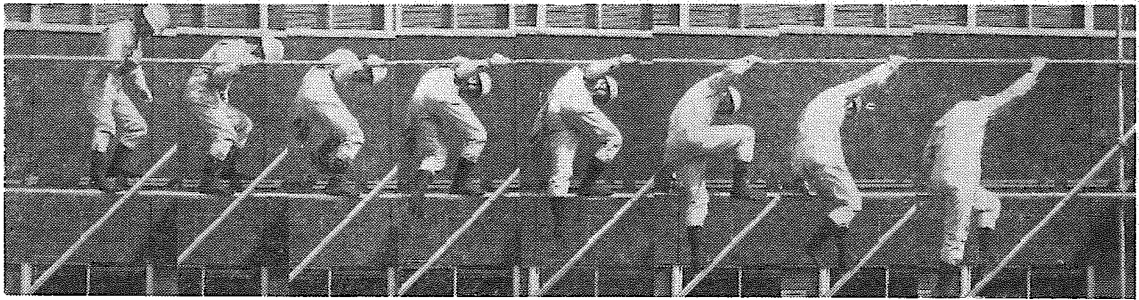


c. ステップ付斜材への乗り移り (布パイプ無し)

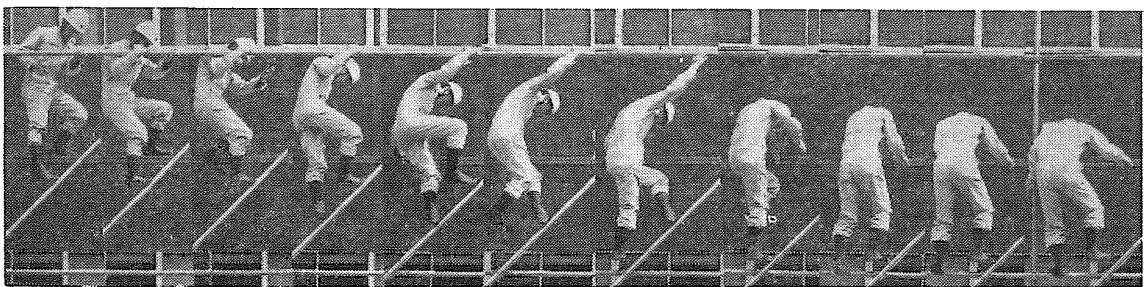
写 2 昇りの乗り移り動作 (0.26 秒間隔)



a. 梯子への乗り移り（布パイプ有り）



b. ステップ付斜材への乗り移り（布パイプ有り）



c. ステップ付斜材への乗り移り（布パイプ無し）

写 3 降りの乗り移り動作（0.26 秒間隔）

表 4 評価用語

点数	評価用語
0	なんともない
1	すこし良い
2	良い
3	かなり良い
4	非常に良い
5	極端に良い

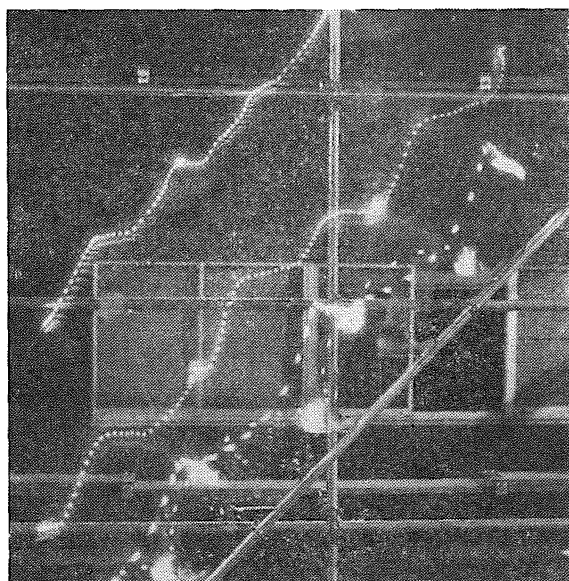
3. 実験結果及び考察

撮影されたフィルム等からの動作の観察、ビデオ撮影テープからのデータによる時間分析、官能検査による寸法等の評価について、以下に項目別に述べる。

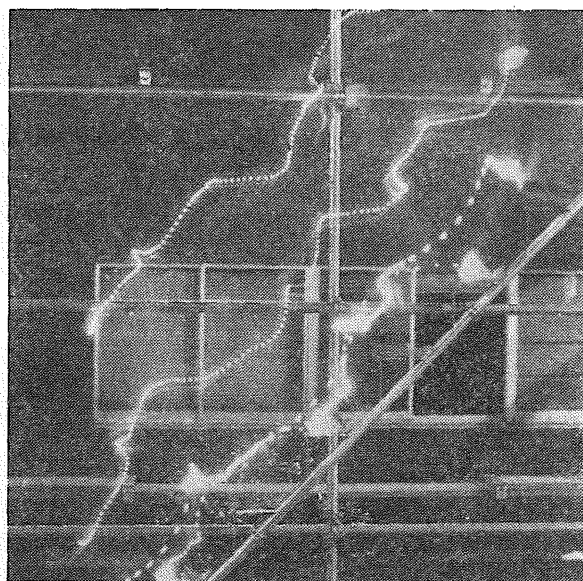
3.1 動作分析（実験 I）

二層目の足場板での乗り移り時の動作を写 2、写 3 に

示した。被験者は表 2 の⑨である。写真は連続撮影した写真を貼り合わせたものである。写 2 は昇りで、写 3 は降りの動作である。写 2・c、写 3・c は足場板と同じ高さにある布パイプを外した場合の動作である。この場合、手掛りとして足場板を利用している。写 2・b、写 3・b では、布パイプを握って昇降している。左上りの動作については、ほぼ右上りと同じパターンであった。手掛りとなる布パイプは、足場板を握るのと比較して安全である。写 2・a、写 3・a の梯子での乗り移りでは、布パイプが足掛りとして役立っており、ステップ付斜材のように手掛りとはなっていない。写 2・a の左端のほうの動作では、脚を広げて布パイプに足を掛けている。この時に、支持足か、手のどちらかが滑ったりすると即転落する危険がある。垂直固定梯子では、足場板との間に空きがあるためにこの布パイプを取外した場合の昇降は非常に危険であることがわかる。現場では手に工具等を持つての昇降も充分に考えられる。そこで、とび職人 3 人のみに木ハンマーを持たせての昇降を行わせた。ステップ付斜



昇り



降り

写 4 昇降動作の多重撮影 (0.2 秒間隔)

材では手掛けとなる布パイプがあれば、片手でも昇降が可能であったが、梯子での片手昇降は、手を次の踏棧に非常に早く移しかえなければならない。また両手を使った場合でも片手が木ハンマーのために踏棧を強く確実に握れないため、非常に危険であることが観察できた。

写 4 は多重撮影の昇りと降りの動作を示している。写 4 の降りの動作では、頭部、腰部の動きが不規則であり、垂直固定梯子での規則性のある動作とは、相違している。垂直固定梯子では手、足を規則的に動かせるが、ステップ付斜材では、建地、布パイプを手掛けとしており、降りの時には後方に目を向けて手掛りを探しながら降りなければならない、そのために、体の動きがぎこちなくなっている。

以上の動作の観察から、梯子では乗り移り時に墜落の危険があり、ステップ付斜材と比較して、手に工具等を持っての昇降も不安定であることから、安全性、作業性が劣るものと思われる。

3.2 時間分析 (実験 I)

時間分析のデータは、2 層目昇降に関する動作時間をビデオテープから 1/100 秒単位で読み取ったものを用い、そのデータ構造を、列— T_1 から T_4 までの各変量、行—各被験者群というマトリックスで構成してある。

各変量は、足場板と昇降設備との乗り移り時間を昇別に T_1 , T_2 とし、また定昇降動作時間を同じく昇降別に T_3 , T_4 として用いた。

本節においては、データ構造の有している主要な変動が、各変量のどのような関連性により構成されているの

かを解析する手法 (主成分分析法) を用いて、梯子とステップ付斜材を識別する成分を抽出した。また判別分析法を用い、梯子とステップ付斜材とを判別する関数を決定し、各被験者ごとの測定データに対しこの判別関数を適用し、誤判別の確率等について検討した。

主成分分析の結果を図 2 に示す。図中 1 ~ 9 が被験者番号、○印添付はステップ付斜材使用時のものである。

図 2 によると、各プロット点を Y 軸へ投影した時、梯子とステップ付斜材との動作時間に及ぼす相違が現われており、梯子は (+) 軸上、ステップ付斜材は (-) 軸上にプロットされている。これを換言すると第 2 主成分において梯子とステップ付斜材昇降とを識別する成分の抽出が可能であったことを示している。

そこで表 5 にもとづき、まずはじめに第 2 主成分の意味を、各変量 $T_1 \sim T_4$ が主成分に寄与する負荷量より考察してみた。

表 5 の構成は、第 1 列に第 1 主成分、第 2 列に第 2 主成分、上から固有値、累積寄与率、変量 $T_1 \sim T_4$ の固有ベクトル、その下に同じく $T_1 \sim T_4$ の各主成分の負荷量が示してある。

第 2 主成分への負荷量が正である変量は T_1 (+0.46) と T_2 (+0.72)、負である変量は T_3 (-0.44) と T_4 (-0.54) であり、負荷量の最大は降りる時の乗り移りを示す変量 T_2 となっている。これより、梯子はステップ付斜材に比べ定昇降動作時間 (T_3 , T_4) は短かいが、乗り移り (特に降りる時— T_2) に多くの動作時間を要する測定結果が第 2 主成分に抽出されている。

次に、各データを X 軸上に投影した第 1 主成分につい

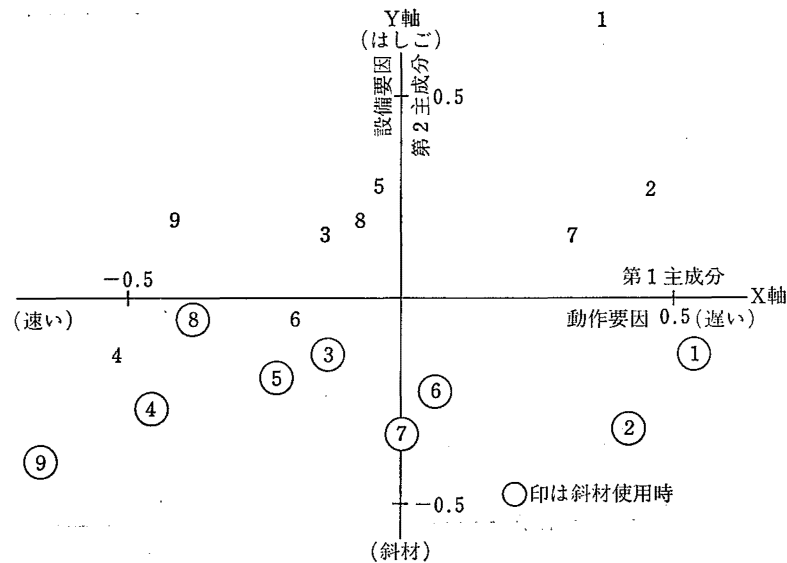


図 2 主成分軸上でみた各被験者の位置

表 5 主成分分析結果

	第 1 主成分	第 2 主成分
固有値	2.32624	1.21903
累積寄与率	58.16 (%)	88.63 (%)
固有ベクトル 1 (T_1)	0.516735	0.415688
" 2 (T_2)	0.399742	0.651437
" 3 (T_3)	0.542641	-0.401577
" 4 (T_4)	0.527951	-0.491497
因子負荷量 1 (T_1)	0.788125	0.45896
" 2 (T_2)	0.609687	0.719249
" 3 (T_3)	0.827638	-0.44338
" 4 (T_4)	0.805232	-0.54266

て述べる。第1主成分には変量 $T_1 \sim T_4$ の負荷量がすべて +0.6 以上で寄与しており、昇降設備の差よりむしろ、各被験者の昇降に要する動作時間の長短を表わす成分が抽出されている。つまり、図2の X 軸右側にプロットされた被験者ほど所要動作時間が長いことを示している。

表5の累積寄与率より、この第1主成分と第2主成分とでデータ構造の有する全変動の 88.6% までの説明が可能である。

さらに昇降設備における相違が動作時間に与える影響を知るために、判別分析法による検討を行った。

判別分析とは、前述した4つの変量 ($T_1 \sim T_4$) から梯子昇降に関するデータ群と、ステップ付斜材昇降に関するデータ群を判別する関数をマハラノビスの距離を用いて構成するものである。

$T_1 \sim T_4$ に関する測定データを平均 0, 分散 1 とする

標準変量に変換し、これを $t_1 \sim t_4$ とする。この標準変量を用いて判別関数を求めると、1) 式のような判別関数が得られた。

$$Y = 0.14 t_1 + 0.88 t_2 - 0.30 t_3 - 0.10 t_4 - 0.17 \dots\dots 1)$$

この関数は、梯子使用の場合は Y の値が正に、ステップ付斜材使用の場合は負値になるよう構成した関数である。

各変量 $t_1 \sim t_4$ の係数の絶対値をみると、最大が t_2 の +0.88, 次いで t_3 の -0.30 という結果が示されている。これらの係数より、動作時間に及ぼす最大の相違点は、足場板から昇降設備への乗り移り時間であり、次いで昇降設備を昇るのに要する時間であると言える。このことは、従来の梯子に比べてステップ付斜材は、昇るのに若干の時間を要するが、足場板からの乗り移りには短時間で動作が完了する被験者が多いという特徴を示している。

次に各被験者ごとの測定データを再度1) 式の判別関数を使って判別した結果を述べる。

ステップ付斜材使用であるにもかかわらず梯子と判別したものは9名中1名、梯子使用であるにもかかわらずステップ付斜材と判別したものは9名中2名であった。

この誤判別の原因を考察するため、前述した t_2, t_3 変量に着目し、昇降設備を昇るのに要する時間 (T_3) と足場板からの乗り移り時間 (T_2) の比 (T_3/T_2) を求めてみた。

その結果、ステップ付斜材使用時は平均 = 2.89, 標準偏差 = 0.48, 梯子使用時は平均 = 1.99, 標準偏差 = 0.42 と梯子の方が小さくなっている。

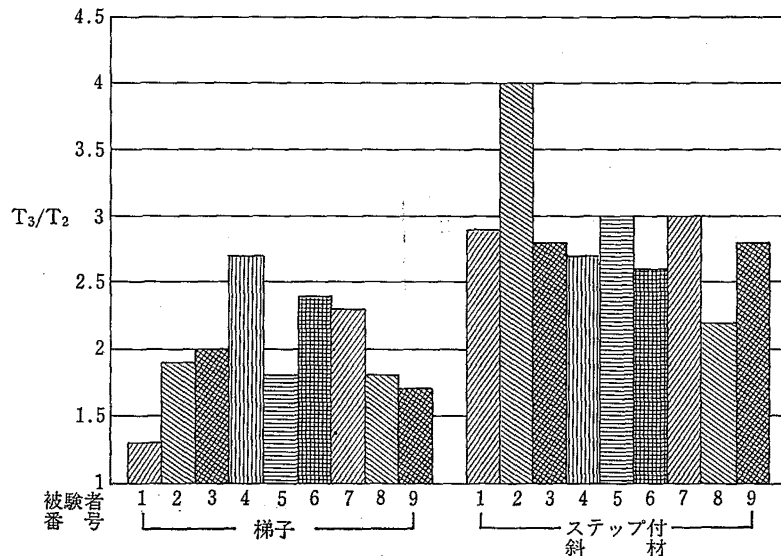


図 3 各被験者ごとの昇りの定昇降時間 (T_3) と降りの乗り降り時間 (T_2) との比 ($= \frac{T_3}{T_2}$)

図 3 は、被験者ごと (1~9) の (T_3/T_2) 値を梯子とステップ付斜材に分けて示したものである。

誤判別した被験者について時間比をみると、ステップ付斜材を梯子と判別したもの (被験者番号 8) は、2.2 とステップ付斜材の中で最も時間比が小さく、逆に梯子をステップ付斜材と判別したもの (被験者番号 4, 6) は、2.6, 2.4 と梯子の中で時間比が大きく、梯子であるにもかかわらず足場板からの乗り降り時間が短い被験者であるため、判別関数による誤判別が生じた。ここで、被験者番号 8 は、身長 173 cm, 体重 83 kg でやや肥満型タイプであり足場板からの乗り降り動作が緩慢であったこと、被験者番号 4 は機械体操を日頃行っており敏捷性のある被験者であったことなどがその原因であろうと推測される。

以上より、一般的傾向としては 1) 式によって、梯子とステップ付斜材とを動作時間により判別することが可能であると言える。

3.3 寸法等の評価 (実験 II)

図 4 に右上りと左上りのステップ付斜材の比較評価結果を、図 5 にステップ付斜材と梯子との比較評価結果を示した。横軸に評価用語 (表 4) が対応している。図 4 では左上りより右上りのステップ付斜材の方が昇降しやすい場合を正の側に置いている。図 5 では、梯子よりステップ付斜材の方が昇降しやすい場合を正の側に置いている。左上りのステップ付斜材の方が昇降しやすいとしたのが 30.6% に対して、右上りでは 62.2% と約 2 倍と

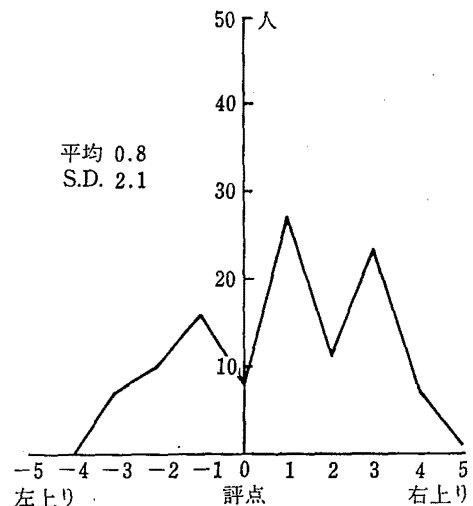


図 4 右上りと左上りの比較

なっている。但し、中立は 7.2% である。右上りのステップ付斜材を好む理由としては、右手が利腕になっている事と関連があると考えられる。右上りのステップ付斜材では主に右手を使うことが多いのが、写 2, 3 から分かる。ステップ付斜材より梯子の方が昇降しやすいと回答したのは、25.2% で、ステップ付斜材では、68.5% と約 2.7 倍になっている。中立は 6.3% である。乗り降り感から、梯子の方が良いとしたのは、9.0%、ステップ付斜材では、89.2% と 10 倍近い値となっている。中立は 1.8% である。

図 6 に、順位法による評価結果を示した。図中の総評点は順位和である。集計人数は順位づけが不完全な 2 人

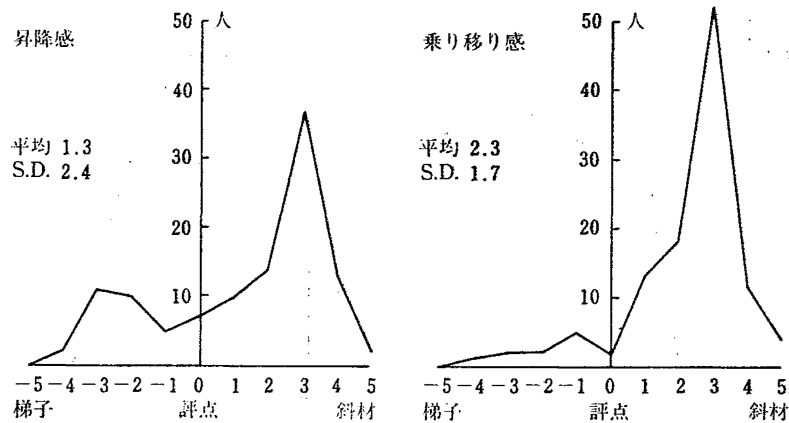


図 5 梯子とステップ付斜材の比較

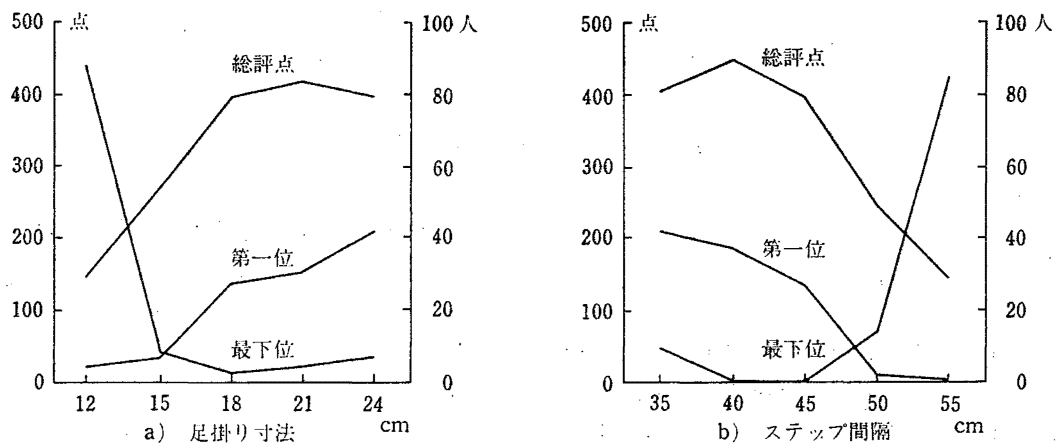


図 6 昇降感によるステップ付斜材の寸法評価

を除いた 108 人である。足掛り寸法の評価の順位相関係数 (W) は、0.447 で F_0 値 86.5, ステップ間隔の評価では、 $W=0.558$ で F_0 値 135.3 であり、危険率 1% の F 分布表から、 $F_0 > F(4, 426, 0.01)$ といずれの係数についても成立することから、被験者の判断の一致性が確認できた。足掛り寸法が 12 cm のステップ付斜材を 80.6% が最下位の評価を与えている。最大の総評点は、寸法 21 cm であり、第一位として選択された割合が最大なのは、寸法 24 cm である。ステップ間隔では、寸法 55 cm を 78.7% までが最下位に置いている。寸法 40 cm が最大の総評点となり、第一位として選択された割合が最大なのは、寸法 35 cm である。しかし、寸法 35 cm を最下位に置いたのが、8.3% いる。

次に、単純集計結果でなく、判断が正規分布すると仮定して、正規偏差率によって各ステップ付斜材の評価値を求めてみる。つまり、あるステップ付斜材が全体と比

較して上位にくる割合から、正規偏差率を得てその評価値とする^{*5)}。その値が 50% ならば、評価値 0, 90% ならば評価値 1.28, 10% ならば -1.28, となる。以上から得られた結果を図 7 に示した。

図 7 から足掛り寸法では、21 cm が最大の評価値となり、寸法 12 cm のみが、全くかけ離れた値となっている。ステップ間隔では、寸法 40 cm が最大となり、間隔が広がるほど評価値が落ちて、寸法 55 cm で最低値となっている。

以上より、ステップ付斜材は、梯子と比較して、特に乗り移り感ともに優れていると評価されている。特に乗り移り感では、被験者の 9 割近くがステップ付斜材を良しとしている。ステップ付斜材の足掛り寸法は 15 cm 以下に、ステップ間隔は 45 cm 以上になると昇降しづらくなると言える。取付けは、左上りより右上りの方が昇降感が良いと言える。

*5) 文献 3) を参照せよ。これは、一般には合成標準法と言われている。

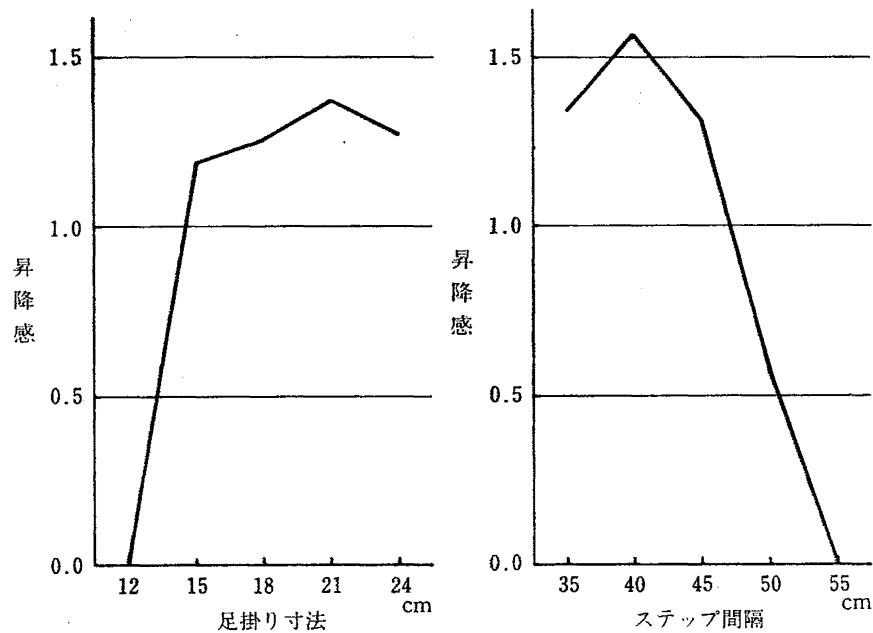


図 7 寸法と尺度値 (合成標準法)

4. 結 語

動作分析, 時間分析, 官能検査のいずれから, 垂直固定梯子よりステップ付斜材の方が優れており, 特に足場板からの乗り移りに関しては, ステップ付斜材は非常に優れている。

垂直固定梯子では, 腕にかかる力が大きく, 手に工具等を持つての昇降は非常に危険であるが, しかし, 現場では, このような昇降は頻繁にあるわけであるから, 垂直固定梯子が活用されにくい点が指適できる。また, 現場では垂直固定梯子を取付ける時に, 乗り移り時の足掛りとしての布パイプをわざわざ取付けることがない。そのために, 梯子と足場板との間にかかなりの空きがある時には, 乗り移り時がもっとも危険となる。本実験でも, 梯子と足場板との間に, 30 cm ほどの空きがあったが, 布パイプを取外した梯子での乗り移りは, 予備実験では, 一般被験者が恐怖感を訴えることが多かったので, 布パイプを取った場合の実験は行えなかった。

本研究から得られたステップ付斜材の推奨値等を表 6 に示した。ステップ付斜材は垂直固定梯子に替りうるものであると言えるが, 低層工事にのみ適用でき, どのような現場にも利用できるものでなく, できるなら階段等の昇降設備を取付ける事が最善である。ステップ付斜材の欠点は, 降りる時に手掛りを探すために, 後方に注意しながら降りなければならないことである。そのため

表 6 ステップ付斜材の推奨寸法等について

	推奨値 (cm)	推奨範囲 (cm)
足 掛 り 寸 法	21	18~24
ス テ ッ プ 間 隔	40	35~45
注 意 事 項	○ ステップは水平に取付ける事。 ○ ステップ表面は滑りにくい事。 ○ 手掛りとなる布パイプ等がある事。 ○ 斜材はできるだけ右上りに取付ける事。	

に, 手掛りとなる布パイプ等を取付けるべきで, つかみづらい足場板を手掛りとさせるべきでない。

小規模建築工事での垂直固定梯子に限らず, 他の安全設備の中にも利用されないものが多いが, 使用を義務づけるのみでなく, その利用されない理由を探り, 人間の特性を生かした安全設備を開発することが, これからの安全研究の課題と言えよう。

5. 謝 辞

官能検査の際に, 協力していただいた産業安全技術館の西山貞彦氏に心から感謝いたします。

文 献

- 1) 河口至商, 多変量解析入門, 数学ライブラリー
32, 森北出版 (1973)
- 2) 日科技連官能検査委員会, 新版官能検査ハンドブ
ック, 日科技連 (1978)
- 3) J.P ギルホード (秋重義治訳), 精神測定法, 培
風館 (1976)

(昭和 59 年 5 月 14 日受付)

産業安全研究所技術資料 RIIS-TN-84-1

昭和 59 年 8 月 30 日 発行

発行所 労働省産業安全研究所
東京都港区芝 5 丁目 35 番 1 号
電 話 (03) 453—8441 (代)

印刷所 新日本印刷株式会社

UDC 614.821, 66.029, 69.057.6

小規模建築工事用ブラケット一側足場の昇降設備に関する研究

——ステップ付斜材の人間工学的研究——

永田久雄 江川義之

産業安全研究所技術資料

RIIS-TN-84-1 (1984)

小規模建築工事用の一側足場の昇降設備として、垂直固定梯子が一般によく利用されているが、筋かい、布パイプ、建地を使って昇降できることもあって、十分に活用されていない。そこで、筋かいにステップを溶接することによって、その昇降をより安全なものにしてゆくことができると考えられる。

本研究では、垂直固定梯子とステップ付斜材の人間工学的な相違点について、動作分析、寸法の主観的な評価を通して、実験的に明らかにした。その結果、ステップ付斜材は、一側足場の昇降設備としては、垂直固定梯子より優れており、特に足場板への乗り移りの動作時間が短くてすみ安全であることが確認できた。ステップ付斜材の好適寸法を111人の被験者によって検査した結果、ステップの足掛け寸法 21 cm (推奨範囲 18~24 cm)、ステップ間隔 40 cm (推奨範囲 35~45 cm) が最適であることがわかった。

(表 6, 図 7, 写真 4, 参 3)

UDC 614.821, 69.029, 69.057.6

ERGONOMIC INVESTIGATION ON INSTALLED STEPS WITH BRACE OF STEEL
TUBULAR SCAFFOLDING

Hisao NAGATA, Yoshiyuki EGAWA

Technical Note of the Research Institute of Industrial Safety

RIIS-TN-84-1 (1984)

In this study, differences between a vertical fixed ladder and the brace with steps were investigated in respect of climbing, through human motion analysis and subjective evaluation of dimensions.

As a result, it was concluded that the brace with steps was superior to the vertical fixed ladder as a means of climbing a single pole scaffolding. It was particularly noted that the shift time into/from plating was shorter than that of the vertical fixed ladder according to the factor analysis. Preferences of dimensions of the brace with steps were examined by 111 subjects and the most preferable tread of the installed step is 21 cm. Its range from 18 cm to 24 cm is recommended. In case of setting the brace at 45 degree against a horizontal line, the horizontal length (or rise) of step intervals is 40 cm, and its range from 35 to 45 cm is recommended.

(6 tables, 7 figures, 4 photos, 3 references)