

活線近接作業における活線と足場位置との離隔距離

電気課 寺 沢 正 義

A Safe Distance between a High Voltage Live Line and a Pole-step on which Various Working Approaching the Line is Done.

by M. Terasawa

Workers on poles, approaching high voltage live line, may have possible electric shock hazards from the overhead lines as a result of contacting parts of their bodies with the line.

This paper reports on the safe distance between a working pole-step and a high voltage overhead live line, which has been investigated with reference to such as statures, arm-lengths of workers.

1. 緒 言

高圧2回線または高低圧線が架線されている電柱において、上部の高圧線は活線のままで、その直下の停電している高圧線または低圧線についての作業を行なうような活線近接作業においては、作業者が頭上の高圧活線に上肢などが接触して感電する危険がある。

柱上作業においては、一般に作業者は足場釘に位置し、または昇柱器を用いて任意の位置に足場を定めて、安全帯を用いた姿勢で作業を行ない、その作業は主として上肢の運動を伴う手作業である。作業者が上記の姿勢で、上肢を頭上に伸した場合に高圧線に接触するか否かは、作業用足場位置から高圧線までの距離、安全帯を用いたときの電柱表面から腹部表面までの距離、作業者の身長、腕長などが関係する。そこで、このような活線近接作業において高圧線に接触するおそれのない限界の作業用足場位置と高圧線との必要離隔距離を、前記の各条件との関連において求めるための資料をうる目的で調査ならびに若干の測定実験を行なった。

2. 柱上作業についての調査

高圧線と作業者の足場位置との必要離隔距離には、作業者の身長、腕長、安全帯を用いる場合の電柱表面と腹部表面との水平距離などが関係する。そこで、必要離隔距離の測定実験を行なう際の基礎資料にするために、柱上における電気作業の経験者についてこれらの実態調査

を行なった。

2.1 調査方法

(1) 調査対象

K電気工事(株)における柱上電気作業者のうち、昇柱器による昇柱経験者を対象とし昇柱器を使用する作業について、調査を行なった。これは、適正な作業用足場位置を求める場合に、足場釘による作業では、この足場釘の位置に拘束されて、作業者の足場位置を自由に選択できないが、昇柱器を用いて昇柱すれば、被経者の身長などに応じた適正な位置が選定でき、一層正確を期すことができると考えたからである。

(2) 調査事項

(i) 身長(図1参照)

素足の場合… X_1

履物着用の場合… X_2

(ii) 腕長(被験者を図

1のように踵、尻、

背中、後頭部を壁面

をつけて立たせ、腕

を一杯に前方に伸ば

したときの右手また

は左手の中指先端か

ら壁面までの水平距

離)

右…… Y_1 ・左…… Y_2

(iii) 電柱表面と腹部表面との水面距離(図2のよ

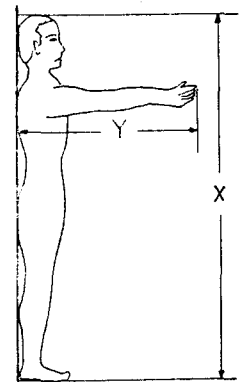


図 1

うに、柱上において安全帯を用いて腕木の取替え作業を行なう場合に、被験者が最も作業しやすい姿勢を保ったときの電柱表面と腹部表面との距離)

水平距離……D

(二) 作業対象腕木と足場位置との距離(図2のように、柱上

において、腕木の取替え作業を行なう場合に、被験者が最も作業しやすい姿勢を保ったときの作業用足場位置の腕木中心からの距離)

高圧腕木の場合… H_1 ・低圧腕木の場合… H_2

(三) 柱上安全帯のベルトの締付位置(図3のように、柱上作業のために安全帯を取付けて地上に起立した場合のロープ用の角環またはD部分でのベルトの中心部の高さ)

ベルトの締付位置…Z

(3) 調査方法

質問紙形式により行った。

2.2 調査結果

K電気工事において柱上作業員として認定を得た者約2,500名中昇柱器による昇柱経験者1165例について、集計した結果は表1のとおりである。

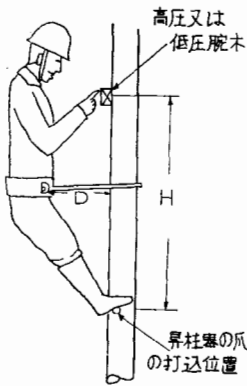


図 2

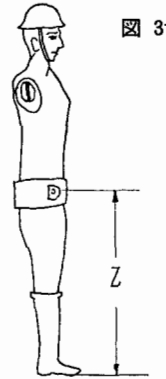


図 3

3. 上肢挙上時の到達点の測定実験

作業者が任意の足場釘に位置し、上肢を真直に挙上した場合の最高到達点を測定した。これは、その足場釘を基点として最高到達点までの距離と高圧活線までの距離との関係を求めるために行なったものである。

3.1 実験装置

- (1) 模擬柱の頭部を当研究所内に建柱し、これに足場釘を取付け被験者を昇柱させ、この足場釘に位置させて実験を行なった。
- (2) 上肢到達点の測定には赤外線式動作限界測定装置を用いた。この装置は図4のように17組の受発光器、および制御器からなるもので、被験者に感知されないように空間内に予め面として展張した赤外線を手などがこれをしゃ断した場合、この空間的位置ならびにしゃ断回数を記録するものである。受発光器を、図5に示す上下移動装置に取付け、赤外線面を徐々に下げ挙上した上肢がこの赤外線面をしゃ断した点をその到達点とした。

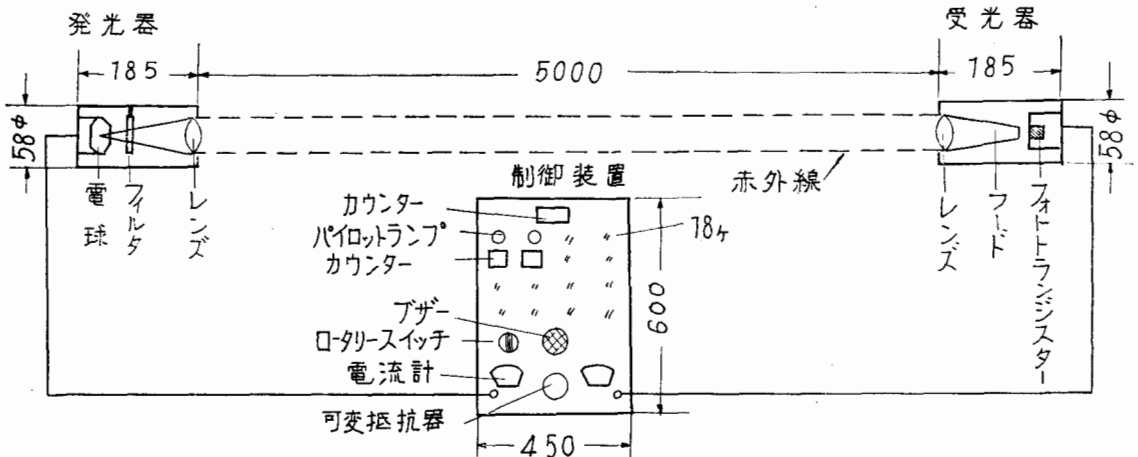


図 4

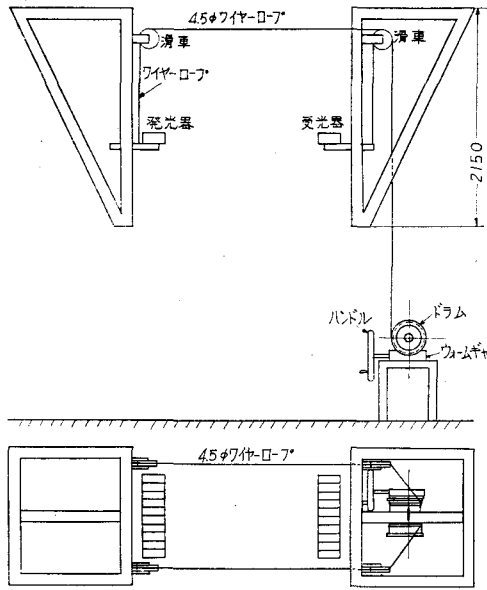


図 5

3. 2 実験方法

3.1の(1)の模擬柱に取付けた足場釘に被験者の両足底のはぼ中央部を置き、膝は真直に伸ばし上体は電柱軸と並行になるようにし、電柱表面と被験者の腹部表面との水平間隔Dをおのおの300mm, 400mm, 500mmに保った状態で体重を安全帯にかけた姿勢をとる。2で行なった1165例の調査結果によるとDの幅の分布は表2(10位までの順位を示した)のとおりで、また、表1によるとその最低値は220.00mmであったが、5%ile値, 50%ile値および95%ile値はそれぞれ約300, 400, 500mmであったので上記のような段階に設定した。

つぎに、この状態で右手は胴綱のフック部分を握り、左上肢を体軸に沿って上方に真直に伸ばしたときの左中脂先端の到達点を動作限界測定装置によって測定した。

表 1 電柱上における作業用足場位置の調査結果

単位 mm

	身長 (裸足) X_1	身長 (履物着用) X_2	前方腕長 (右) Y_1	前方腕長 (左) Y_2	ベルト高 (直立時) Z	高圧腕木 と足場間隔 H_1	低圧腕木 と足場間隔 H_2	電柱表面 と腹部間隔 D
\bar{x}	1,639.44	1,659.35	793.33	791.05	908.57	1,160.42	1,128.20	386.58
σ	56.84	59.06	56.88	56.55	65.46	156.46	135.84	70.71
最小値	1,490.00	1,505.00	500.00	500.00	700.00	700.00	700.00	220.00
最大値	1,890.00	1,950.00	900.00	900.00	1,170.00	1,700.00	1,520.00	650.00
5%ileの値	1,551.20	1,566.89	699.74	699.85	800.43	903.43	903.12	291.38
50%ileの値	1,641.96	1,660.17	802.20	801.54	909.66	1,173.00	1,104.21	394.04
95%ileの値	1,739.92	1,757.96	872.42	872.30	1,003.26	1,403.48	1,350.44	503.48

相関係数	単回帰方程式	yの信頼区間		bの信頼区間	
		上限	下限	上限	下限
$Y_1 X_1$	.398 $X_1 = .398Y_1 + 1,323.69$	1,639.53	1,639.36	.400	.396
$Y_1 X_2$	.3716 $X_2 = .385Y_1 + 1,353.27$	1,659.43	1,659.25	.387	.384
$H_1 X_2$	.1921 $X_2 = .073H_1 + 1,575.20$	1,659.44	1,659.25	.073	.718
$H_2 X_2$	.1942 $X_2 = .084H_2 + 1,564.27$	1,659.44	1,659.25	.085	.837
$D Z$	.9450 $Z = .087D + 874.75$	908.68	908.46	.089	.860
$D Y_1$	-.8541 $Y_1 = -.007D + 795.98$	793.42	793.23	-.006	-.008

単回帰式は $y = bx + a$ とする。信頼区間は信頼係数95%自由度 ∞ とする

表 2

順位	度数	D の 幅 (mm)
1	243	391—400
2	161	341—350
3	118	300—310
4	88	441—450
5	70	491—500
6	41	371—380
7	40	411—420
8	33	401—410
9	32	361—370
10	29	321—330

表 3 左上肢挙上時の到達点の測定値

単位 mm

被 験 者		左上肢到達距離(Y)		
身長 (着靴時x)	左腕長 (z)	D=300	D=400	D=500
1,620	753	1,796	1,753	1,686
1,624	734	1,815	1,736	1,686
1,628	762	1,869	1,810	1,741
1,638	739	1,855	1,805	1,683
1,671	748	1,805	1,750	1,715
1,673	786	1,865	1,800	1,737
1,675	777	1,907	1,835	1,723
1,682	814	1,858	1,795	1,680
1,691	793	1,885	1,821	1,752
1,707	740	1,914	1,773	1,680
1,720	842	2,012	1,960	1,842
1,720	752	1,885	1,814	1,708
1,733	817	1,869	1,810	1,733
1,745	796	1,940	1,855	1,740
1,760	830	1,990	1,946	1,896
1,779	823	1,987	1,915	1,836

3. 3 実験結果

16名の被験者についてDを変数とした場合の左上肢到達点距離の測定値は表3のとおりである。表4は表3から、 $x \cdot z$ およびDを変数としたときの平均値と標準偏差ならびに x と y および z と y との相関係数などを求めたものである。この実験は被験者が少なかつたが、参考までにDに対する x と y との関係を回帰直線で図示すると図6のとおりである。

4. 調査および実験結果の考察

4. 1 柱上作業者についての調査結果

(1) 身長分布

履物着用時の身長は最小値と最大値の幅がかなり広く、身長の度数分布曲線(身長の級間の幅を10mmとした場合の度数分布表による)は、50%ile値1,660.17mmを頂点として身長の高い方へか

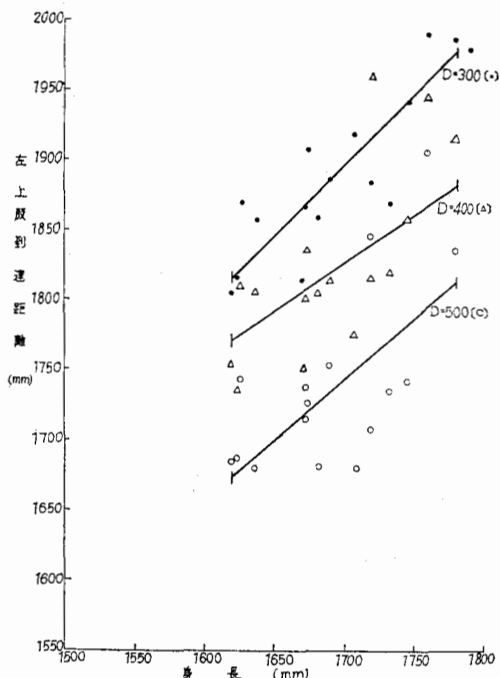


図 6

なり長く傾いており、度数0の場合が多い。柱上作業では極端に身長が長いと、それだけ高压線に接近する危険があるので余り好ましくないと考えられる。176cmまでのものが柱上作業者として適任と仮に考えれば、この調査結果では1,165名のうち大体95%ile値以上の身長のもの53名が不適格者になり、180cmまでをとれば98%ile値以上の24名がはずれることになる。

(2) 腕長と身長との相関係数は0.398でかなり低い値を示した。これは、腕長を測定する場合に、腕を一杯に前方に伸ばすと被験者によっては背の部分が壁面から僅かに離れる性格の者があり、この個人差が大きかったものと思われる。僅かに離れても測定値に影響があるので、このような結果になったものと解される。

(3) 腕木一足場釘間隔の測定値には腕木の高低によって当然のことながらほとんど差は認められなかった。

4. 2 上肢挙上時の到達点の測定結果

(1) 上肢の到達点は一部の被験者の場合では、大きくばらついている。これは、個人差がかなり影響したものと思われる。しかし、身長および腕長に対してそれぞれかなり高い相関を示している。

(2) Dが300mmおよび500mmの場合は単回帰直線

表4 上肢挙上の到達点測定結果

単位 mm

	身長 x	左腕長 z	左上肢の到達距離 y		
			D=300	D=400	D=500
\bar{x}	1,694.125	781.625	1,890.750	1,823.625	1,739.875
σ	47.74	34.52	62.82	44.46	62.46
相 関 係 数					
			D=300	D=400	D=500
y-x			0.782	0.750	0.665
y-z			0.704	0.733	0.650
単 回 帰 方 程 式					
			D=300	D=400	D=500
y-x			$y=1.02x+162.74$	$y=0.9x+654.67$	$y=0.87x+265.98$
y-z			$y=1.28z+890.27$	$y=0.94z+1,088.89$	$y=1.17z+825.37$

は類似しているが、400mmのときはこれらと多少異なる直線を示した。これは、300mmおよび500mmに保った場合に比べて、400mmのときは姿勢がかなり不安定になるため、上肢の挙上の仕方もまた不調になるためと思われる。

5. 結 語

- (1) 高圧活線と作業用足場位置との離隔距離
 作業者の基準のとり方に問題があるが、仮にこの調査結果の95%ile値を選定すれば、D=300mmとした場合の上肢到達距離は図6から約1,960mmになる。この距離に高圧線に対する接近危険限界距離および作業用工具などを持った場合の安

全率を考えた距離を加えたものが、活線近接作業などにおける高圧線に接触するおそれのない限界すなわち、高圧線と足場位置との安全な離隔距離として求めることができる。同じ身長の人に対し、Dを小さく設定する程上肢到達点は上方に達する。したがって、Dを小さくした場合の活線と足場位置の必要離隔距離を定めておけばそれだけ安全率は高くなる。したがって、この場合5%ile値の約300mmを基準にして安全率を高くとった。また、身長の場合も95%ile値をとり安全率を高く考えているので、全体の安全率はおおの積になるのでかなり高いも

のが期待できる。

したがって、既設の装柱において作業を行なう際は、作業者の頭上の高圧活線直下の、この離隔距離の位置を活線に接触するおそれのほとんどない安全率の高い作業用足場位置として選定することができる。また、この位置に見やすいようにマーキングを施し、両足がこの位置を超えると予測される場合は活線近接作業といえども活線を絶縁防護するための基準にすることができる。

- (2) 装柱設計時の作業用足場位置ならびに高低圧腕木間隔などの設計基礎資料にすることができるものと考えられる。