

# 『台手動はかり』

## 概要

右図は代表的な台手動はかりで、増しおもりと送りおもりを併用して荷重と平衡させる構造となっている。ひょう量は通常2t以下である。

ひょう量が2~20tの大容量のものになると、被計量物を載せ台にクレーンで容易にのせられる構造となっている。



## 原理

図1で示すように長機の重点  $A'_2, A''_2$  と短機の重点  $A'_3, A''_3$  の4個の重点で台を直接支えている。

いま、台の任意の位置に荷重  $W$  をのせたとき、 $A'_2$  に  $W'_2$ 、 $A''_2$  に  $W''_2$ 、 $A'_3$  に  $W'_3$ 、 $A''_3$  に  $W''_3$  の分担荷重が加わり、増しおもり  $P$  とつり合ったとする。

このときの台はかりのつり合い式は

$$\begin{aligned} & W'_2 (a'_2 a_1 / b_2) \\ & + W''_2 (a''_2 a_1 / b_2) \\ & + W'_3 (a'_3 a_c a_1 / b_3 b_2) \\ & + W''_3 (a''_3 a_c a_1 / b_3 b_2) \\ & = P b_1 \quad (\text{式1}) \end{aligned}$$

となる。

台にのせる荷重  $W$  の位置が変わると、それに応じて重点  $A'_2, A''_2, A'_3, A''_3$  の負担荷重が  $W'_2, W''_2, W'_3, W''_3$  と等しくならなくなるので、もとの増しおもり  $P$  とつり合わなくなる。このことは荷重位置によって、誤差が生じることを意味している。

そこで式1の長さに関する関係が

$$a'_2 a_1 / b_2 = a''_2 a_1 / b_2 = a'_3 a_c a_1 / b_3 b_2 = a''_3 a_c a_1 / b_3 b_2$$

すなわち  $a'_2 / a_c = a''_2 / a_c = a'_3 / b_3 = a''_3 / b_3$  となるならば、式1は

$$(W'_2 + W''_2 + W'_3 + W''_3) (a_1 a'_2 / b_1 b_2) = P$$

となる。さらに、 $W'_2 + W''_2 + W'_3 + W''_3 = W$  の関係から整理されると

$$W = (b_1 b_2 / a_1 a'_2) P$$

で、荷重  $W$  の位置に関係なく、つねに  $P$  とつり合う。

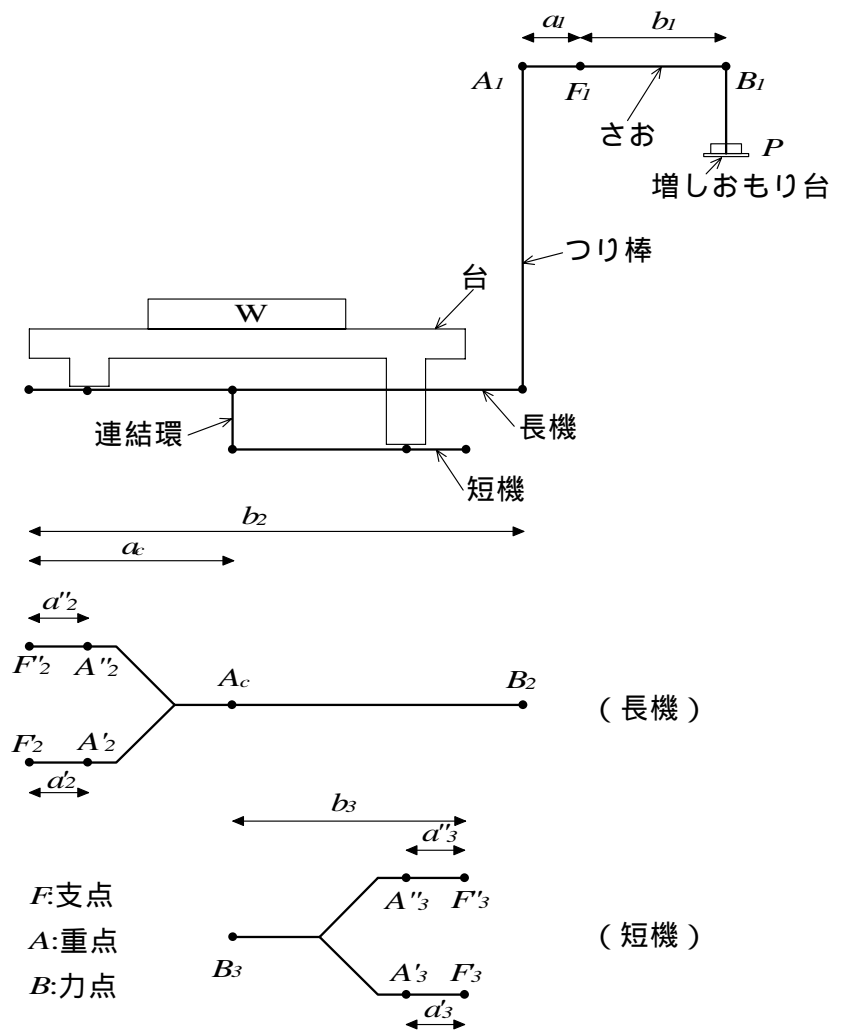


図1 台はかりの原理図

台はかりは通常  $a'_2/a_c = a''_2/a_c = a'_3/b_3 = a''_3/b_3$  なる条件を満足するように作られている。

増しおもりにその質量  $P$  の  $(b_1 b_2 / a_1 a'_2)$  倍の値 (増しおもりの掛け量という) を表記しておくこと、つり合ったときの増しおもりの掛け量を読み取ることによって、 $W$  の質量は容易に求めることができる。

### 構造

図2に示すように、かん比を大きくするために長機、短機および目盛ざおの三つのは直列連結(力点と重点とを相互に連結することをいう)されている。

長機、短機のそれぞれの支点は、台側につるされたつり環の刃受で支えられ、長機、短機のそれぞれの重点によって台が支えられている。

長機には台を直接支えている重点(これを第一重点という)の他に、第二重点がある。これと短機の力点とは連結環によって連結されているので、短機に働く力が長機に伝達される。

笠板に固定軸を有する休みハンドルの重点に目盛ざおの支点がつるされている\*1。目盛ざおの重点と長機の力点とはつり棒によって連結され、目盛ざおの力点には増しおもり台が懸垂されている。休みハンドルを掛け金にかけると、台はかりは作動状態になる\*1。

目盛ざおのつり合いを視定するために、笠板にならみ窓が取り付けられている。ならみ窓には視定をさらに正確にするために、ならみを付けてあるものもあり、度表を付けているものもある。

目盛ざおにはゼロ点を調整するための調子玉が取り付けられている。長機と短機は台側につり環でつるされているので、台が動揺して台側に触れたり、しぼられると刃受との関係位置が変わる。これを防止するのにたすきを用いて、台と台側との間隔を一定に保つようにしてある。被計量物とのつり合いは、送りおもりと増しおもりを併用して行われる。

台はかりの正しいすえつけ姿勢を示すための水平器も取り付けられている。

\*1 台はかりの一つの例で基準器類では精度が低下するため、採用は少ない。

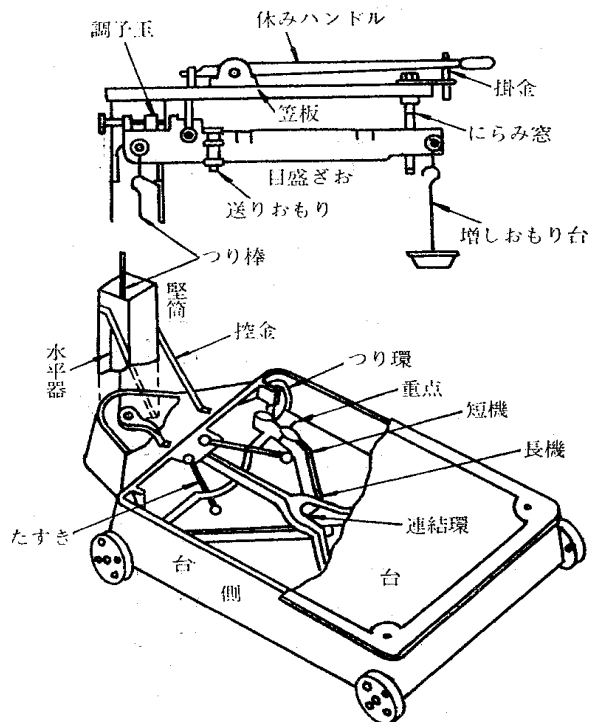


図2 台はかりの構造



## 検査

検査の方法としては、現在の「基準台手動はかり」の検査方法が応用出来る。以下に「基準台手動はかり」の検査方法を示す。

### 外観検査

詳細については計量法基準器検査規則を参照すること。そこで取り上げられている主な項目は、表記事項（器物番号、ひょう量、感量）、目盛線と指標、刃と刃受、目盛さお、送りおもり、増しおもり、風袋さお、調子玉、重心玉、水平器、取り付け方法などである。

### 性能検査項目

#### (1) 器差

下表に台はかりの器差の許容限度を記す。

適用範囲	器差の許容限度
表す質量/2500 < 目量の 1/2	目量の 1/2
目量の 1/2 ≤ 表す質量/2500 ≤ 目量	表す質量の 1/2500
表す質量/2500 > 目量	目量

感量を表記したものは、目量ではなく感量が適用となる。

#### (2) 偏置誤差（四隅の誤差）

原理のところでも述べた条件（ $a'_2/a_c = a''_2/a_c = a'_3/b_3 = a''_3/b_3$ ）を満足し、刃をすべて平行にし、かつ、てこに対して直角に取り付けられれば、偏置の誤差は生じない。

台はかりにあっては、偏置の誤差の生じる位置に被計量物をのせたときでも、器差の許容限度内で正しい値を示しているかについて検査する。

#### (3) さおしぼりの誤差

さおに不自然な力が加わったあとでも、台はかりが器差の許容限度内で正しい値を示しているかについて検査する。

#### (4) 台しぼりの誤差

台はかりが自然な状態にあるときは、すべてのたすきは遊んでいる。台がしぼられるとたすきは引っ張りまたは圧縮の力を受ける。台に力が加えられてしぼられても、その後もとの位置に復帰すれば誤差が生じないが、つり環、刃、刃受などの構造が悪いと復帰が妨げられて誤差が生ずる。

台がしぼられたとき、台はかりが器差の許容限度内で正しい値を示しているかについて検査する。

#### (5) 休み装置を働かせたときの誤差

台に被計量物をのせるとき、台に加わる衝撃によって刃をいためないように休み装置の設けられた台はかりもある。

#### (6) 傾斜誤差

台はかりが傾くと、刃と刃受けの接触変化、つり棒に働く張力の変化、てこほかの部品との摩擦などが生じ、多くの原因が重なって誤差が生ずる。

取り付けられた水平器が、明らかに水平を示さなくなるまで台はかりを傾斜させても、つねに正しい値を示しているかについて検査する。

#### (7) ゼロ点調整機構の検査

台はかりにおいて、ゼロ点が変わるのを避けることができない。そのため調子玉を取り付けることによってゼロ点を調整できるようにしてある。台はかりに異常が生じない限り、ゼロ点の変化も大きく生ずることはない。それゆえに、ゼロ点の調整範

囲は制限されている。制限内にあるか、また調子玉を最大限に働かせた状態にしたとき、台はかりが正しい値を示しているかを確認する。

#### (8) 風袋引き装置の影響

風袋引き装置を最大限に働かせたときに台はかりが正しい値を示しているかについて検査する。

#### (9) 感じの検査

補助てこである長機、短機を中性にしておく、台はかりの感度は目盛さおの感度と補助てこのてこ比との積によって示される。したがって、台はかりの目盛さおは、単独のさおとして用いられる場合に比し敏感にする必要がある。

台はかりがどれだけ敏感に感じるかについて検査する。

#### (10) ゼロ点の変化

構造上の欠陥は、ゼロ点の変化として現れる。器差検査の前後のゼロ点を確認する。

#### (11) 同一質量による繰り返しの検査

構造上の欠陥は、示度のばらつきとしても現れる。どれだけ再現性を持つか検査を行う。

#### (12) 耐久性

ひょう量の 1.5 倍の質量を負荷し放置した場合に、はかりに異常が生じないかを検査する。

#### 性能検査方法

##### (1) 検査用具

###### 標準分銅

総計が台はかりのひょう量に相当する質量となる組分銅（器差が検査をする台はかりの器差の許容限度の 1/3 を超えないもの）

###### 器差検査にて使用する組分銅

###### 耐久試験用分銅

標準分銅と併せてひょう量の 1.5 倍に相当する質量となる分銅。

###### 感じ分銅

目量（感量表記のあるものにあっては感量）の 1/2 に相当する質量の分銅。

##### (2) 検査を行う上での注意事項等

堅牢かつ水平な検査台その他の定盤の上に水平に載せて行う。ただし、土地又は建物その他の工作物に取り付けて使用される台はかりについては、この限りではない（計量法基準器規則における検査の条件）

載せ台への分銅の載せ下ろし、増しおもり台への増しおもりの載せ下ろし、送りおもりの移動および調子玉によるゼロ調整を行うときは、休み装置またはさお休めを働かせた状態にして行うこと。

##### (3) つり合いの視定について

さおの視定は、静止点を中心として同じ振幅だけ振動する状態で行うのを原則とする。特に度表の場合は振動法で静止点を求める。

##### (4) 器差の求め方

便宜上、あらかじめ載せ台の隅に目量（感量表記のあるものにあっては感量、以下同じ）に相当する質量の分銅をのせ、その静止点を見かけのゼロ点としてゼロ点を合わせる。

器差の検査をする量を設定し、それに応じた質量の標準分銅を載せ台の上ののせる。

台はかりを作動させて、見かけゼロ点におけるつり合い位置と同じ位置を示すよ

うにあらかじめのせておいた分銅を減じたり、それに新たに加える。

載せ台に分銅を加えたときは( - )とし、減じたときは( + )とすると、加減した分銅の質量が器差として求められる。

振動法を用いたときの器差はつぎの式によって求める。

$$\text{器差} = \{\Delta(n - n_0) / (n \sim n_{\Delta})\} + m$$

ここに、 : 感じ分銅

$n_0$  : ゼロ点を合わせたときの静止点

$n$  : 器差の検査をする量においてつり合わせたときの静止点

$n$  : 静止点  $n$  を求めた状態で、感じ分銅を加えたときの静止点

$m$  : 加減した分銅の質量

度表は中央の目盛を 10 とし、上の目盛を大きく読む。

さおしぼり、台しぼり、四隅、休み装置を働かせたときの狂いの各検査において器差を求めるときは、目量の 2 倍に相当する質量の分銅を載せて見かけのゼロ点を合わせること。

#### (5) 検査の手順

##### 準備

水平に据え付けられているかを確認する。

##### 空掛けにおける感じ

ゼロ点を合わせたのち、台はかりの目量（感量表記のあるものにあっては感量）の 1/2 に相当する質量の分銅を載せ台の上方約 1cm（落下させる分銅の質量が 5g 以下の場合にあっては約 2cm、1kg 以上にあっては約 5mm）の位置から落下させ、その変位量を求める。

##### 目盛さおの目盛の器差

各目盛さおについて、最大目盛の他任意の 2～3 個所の目盛の器差を求める。

目盛さおの表と裏に目盛のあるものにあっては、表裏両方の目盛について行うこと。

##### 増しおもりの器差

すべての増しおもりについて行う。

##### 荷重増加のときと減少のときの器差の検査

- 1) ゼロ点を合わせる。
- 2) 分銅を静かに加えながら、ひょう量の 1/4、2/4、3/4 およびひょう量について器差を求める。
- 3) 分銅を静かにおろしながら、ひょう量の 3/4、2/4、1/4 について器差を求める。
- 4) さらに分銅を静かにおろし、ゼロ点における器差を求める。

##### 任意の荷重における感じ

の検査中に任意の個所で、そのときの器差を求めたのち、と同様の操作で加荷重時の変位量を求める。感じを求めるために用いる分銅は、そのときの器差の許容限度に相当する質量の分銅であること。

##### 示度のばらつきの検査（同一質量による繰り返し）

任意の同一の表す量について 5 回繰り返し積み卸しを行い、器差を求める。

##### さおしぼりの検査

- 1) ゼロ点を合わせる。
- 2) ひょう量の約 1/4 の質量に相当する標準分銅を載せ台の中央におく。
- 3) 台はかりを作動状態にして、目盛さおを構造上許される範囲以内で静かに前方に動かしたのち、器差を求める。

- 4) 後方、左方、右方の各方向についても行い、それぞれにおける器差を求める。  
台しぼりの検査

- 1) ゼロ点を合わせる。
- 2) ひょう量の約 1/4 の質量に相当する標準分銅を載せ台の中央におく。
- 3) 台はかりを作動状態にして、台にひょう量の約 1/10 の質量に相当する力を前方に水平に加えたのち、器差を求める。
- 4) 後方、左方、右方の各方向についても行い、それぞれにおける器差を求める。

#### 偏置誤差の検査

- 1) ゼロ点を合わせる。
- 2) ひょう量の約 1/4 の質量に相当する標準分銅を図 3 に示す位置に順次のせる。
- 3) それぞれの位置の器差を求める。

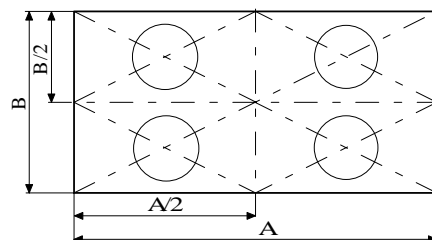


図3 分銅を載せる位置

#### 休み装置を働かせたときの誤差

- 刃と刃受けの関係位置に変化を与えるように休み装置を働かせたときの器差を求める。

- 1) ゼロ点を合わせる。
- 2) ひょう量の約 1/4 の質量に相当する標準分銅を載せ台の中央におく。
- 3) 休み装置を作動状態にしたのち、また休み状態にする。
- 4) ふたたび作動状態にして器差を求める。

#### 傾斜誤差の検査（水平器の検査）

- 1) 台はかりに付属している水平器の種類に応じ、つぎに掲げる位置まで台はかりを傾ける。

下げ振り式水平器でにらみ穴のあるものは、下げ振りがにらみ穴との間隙の 1/3 だけ移動するような位置。

下げ振り式水平器でにらみ穴のないものは、下げ振りの先端が 1mm 移動するような位置。

- 2) ゼロ点を合わせる。
- 3) ひょう量または任意の表す量における器差を求める。

#### ゼロ点調整装置についての検査

器差検査用の分銅も含めて載せ台に載せてある全ての分銅をおろし空掛けの状態にして行う。

- 1) ゼロ点を合わせる。
- 2) 調子玉を大きい移動距離を示す側へ最大限に移動させる。
- 3) 目盛さおが垂れたときは、ゼロ点におけるつり合い位置と同じ位置でつり合うように、載せ台に分銅を載せる。
- 4) 目盛さおがはねたときは、ゼロ点におけるつり合い位置と同じ位置でつり合うように、目盛さおの送りおもりを移動させる。送りおもりが何目盛動いたかを読み取る。
- 5) 目量の値の 5 倍をこえて調整できるものについては、3)または 4)のつり合い点をゼロ点として、任意の表す量についての器差を求める。

#### 風袋引き装置についての検査

- 1) 風袋引きを最大限に働かせた状態でのつり合い点をゼロ点とする。
- 2) 分銅を静かに加えて、ひょう量の 1/4、2/4、3/4 およびひょう量の器差を求める。
- 3) 分銅を静かにおろしながら、ひょう量の 3/4、2/4、1/4 について器差を求める。

- 4) さらに分銅を静かにおろし、ゼロ点における器差を求める。
- (6) 観測結果の処理
- ゼロ点の変化
- 検査手順 におけるゼロ点の変化を求める。
- 示度のばらつきの最大
- 検査手順 における各回の器差の差の最大値を求める。
- (7) 判定基準
- 台はかりの表す量の器差は、(1)に記した器差の許容限度内あること。
- 感じは次に掲げる変位より大きいこと。
- 1) 度表によりつり合いを視定するものにあっては度表の目幅の 1/2 の変位。
  - 2) にらみによりつり合いを視定するものにあっては、にらみの位置において 3mm の変位。
  - 3) にらみのないにらみ窓によりつり合いを視定するものにあっては、にらみ窓の中心から上端までの変位。
- ゼロ点の変化は、ひょう量に應ずる器差の許容限度の 1/2 以内であること。
- 同一質量による繰り返しにおいての示度のばらつきの最大は、検査を行った荷重に應ずる器差の許容限度の 1/2 以内であること。
- さおをしぼったときの器差が、その質量に應ずる器差の許容限度の 2 倍以下でなければならない。
- 台をしぼったときの器差が、その質量に應ずる器差の許容限度の 2 倍以下でなければならない。
- 偏置の位置に質量を負荷したときに、その誤差が器差の許容限度以下となるものでなければならない。
- 休み装置を働かせたときの器差が、その質量に應じる器差の許容限度の 2 倍以下でなければならない。
- 台はかりを傾斜させたときに、その誤差が器差の許容限度以下となるものでなければならない。
- ゼロ点調整装置
- 空掛けの状態におけるつり合い点の調整が正・負いずれの側にもそれぞれ目量の 20 倍を超えて調整できる構造のものでないこと。
- 風袋引きを最大限に働かせても、その誤差が器差の許容限度以下となるものでなければならない。

台手動はかり観測紙見本

測定年月日		器物番号		ひょう量		合・否			
測定者		種類		目量 or 感量		備考			
静止点変化		繰り返し(5回)			<div style="text-align: center;"> <p>四隅・台しぼり・さおしぼり</p> </div>		製造年月日		
	使用前	使用后		空掛			ひょう量	空掛の0点変化	使用前 使用后
空掛 1			第1回					感じ	空掛
2			2						ひょう量の1/4
3			3						ひょう量
感じ( )			4					器差	
さお払い			5						
表す量	器差		6					繰返し	最大値(a)
			感じ						最小値(b)
			四隅の誤差( )						差(a) - (b)
			載せ台の位置	誤差		四隅	最大値		
感じ( )			中央				最小値		
増しおもり及び器差			A		調子玉の移動量	傾斜	前後		
表す量	器差		B		にらみ窓の移動距離		mm	左右	
			C		耐荷重( )	良・不良			
			D		水準器の種類	気泡式・下振式 (1mm移動)(1mmと1/3)			
			中央		<div style="text-align: center;"> <p>主な性能規定</p> <p>器差許容値 半目量 &lt; 1/2500 &lt; 目量</p> <p>静止点変化 感じの 1/10</p> <p>感じの開き 小なる感じ 1/2</p> <p>使用前後の 半目量</p> <p>ゼロ点変化</p> <p>繰り返し 許容値の 1/2</p> <p>傾斜・四隅 許容値</p> <p>さお・台しぼり 許容値の 2 倍</p> </div>				
			感じ( )						
			台しぼり( )						
			T1						
			T2						
			感じ( )						
			さおしぼり						
			S1						
			S2						
			感じ( )						
			傾斜( )						
			水平の位置						
			前後						
			左右						
			水平						
ひょう量感じ			感じ( )						