

新しいタッチウエイト度量衡法

The New Touchweight Metrology

著者：デービット・C・スタンウッド、RPT

ピアノテクニシャンズギルド・ボストン支部

この論文はピアノテクニシャンズジャーナル1996年6月号に掲載されたものです

翻訳：中村祐司、ARPT、ニュージーランド

前書き

ピアノ製作者あるいはピアノ修復者として我々は、アクション機構の重さバランスを測定するための未熟で古臭い方法を受け継いできています。ハンマーの重さはアクションの長い「てこ」の向こう端に取り付けられていて、音やタッチに大きく影響を与えています。しかしハンマーの重さの目安としては、原反（ハンマーフェルトを切り出す前の一枚の大きなフェルト）の重さをパウンド単位で表示して使ってきました。

また、我々は鍵盤とハンマーの動きの比はだいたい1：5であると考えただけで、この数字を正確に測定したり、てこ比率による問題点を追求する方法を求めて来ませんでした。ダウンウエイトを一番の指標として鍵盤は「バランス」調整されています。しかし静的な平衡を意味するはずの「バランス」が、動いている鍵盤から求められるダウンウエイト値で調整されているというのはどうしたことでしょう。

ピアノのアクションの重さは鍵盤の支点よりも後ろ側に載っているのだから、鍵盤手前側ではそれが上向きの力として働いているのを我々は知っています。ですから手前側に鍵盤鉛を詰めてタッチが重すぎないようにしているわけです。

アクション部品の重さはどのように手前側の重さに関わっているのでしょうか？どのようにそれらの重さが伝わって鍵盤手前での上向きの力となって働いているのでしょうか？鍵盤手前に働く下向きの力はどれくらいあるのでしょうか？現在一般的に知られている知識ではこれらのような大事な質問に答えることができないのです。

タッチウエイトの新しい計量・測定方法

私は新しく開発した計量・測定方法を利用して、それらの質問と多くの疑問への答えを見つけ出しました。計量や計測を扱う科学の分野は度量衡学と呼ばれていますので、私はこの新しく開発したやり方を「新タッチウエイト度量衡法」と名付けました。この新タッチウエイト度量衡法では、各アクション部品の重さとそれぞれのてこ比率の組み合わせによって生じる鍵盤手前での上向きと下向きの静的な力の平衡の様子を明確にします。ピアノのアクションは複雑な機構に見えますが、実際にはハンマーが弦に向かっていく運動を作る単純な「てこ」のような動きをしています。カタパルトのような仕組みで、支点から見て片側は短い腕を持ち、もう一方は長い腕を持っているのです。長い方の腕はウイペンとシャンクを使用して折り畳まれています。これはエンジニアが「折りたたまれた梁」と呼ぶ仕組みです。

新タッチウエイト度量衡法はアクションの折りたたまれた「てこ」を、平衡状態にある一本の天秤棒のように考えます。図1はそれを説明しています。ここでBはバランスウエイト、Fはフロントウエイト、Wは鍵盤レシオの作動点（キャプスタン）におけるウイペンウエイト、Sはストライクレシオの作動点（打弦点）におけるストライクウエイトです。

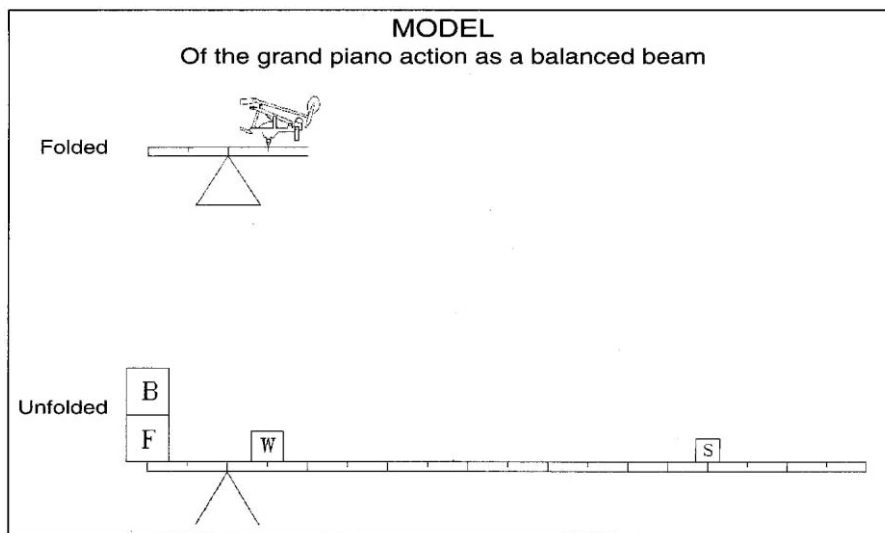


図1：釣り合っているグランドアクションの天秤棒モデル

図2は鍵盤の手前での静的な力の平衡状態を示しています。鍵盤支点の奥側にあるウイペンウエイトが鍵盤レシオを通じて鍵盤手前に上向きの力を与えています（ウイペンバランスウエイト）。そして同じく奥側のハンマーの重さ（ストライクウエイト）がシャंकとウイペンそして鍵盤の全部のてこ比率の組み合わせ（ストライクレシオ）を通じて鍵盤手前に上向きの力を与えています（ストライクバランスウエイト）。ですから平衡状態にある上向きと下向きの静的な力を等式の形で表すと次のようになります。

バランスウエイト+フロントウエイト=（ウイペンウエイト×鍵盤レシオ）+（ストライクウエイト×ストライクレシオ）

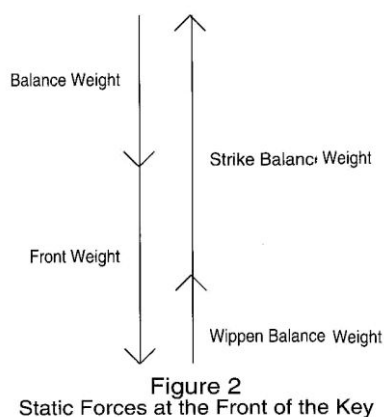


図2：鍵盤手前における静的な力の詳細

各要素の詳細説明

バランスウエイト

通常にセットされた鍵盤の計測点における静的な上向きの力を相殺して釣り合わせる重さ。バランスウエイトは、アップウエイトとダウンウエイトを測定し下記の公式に当てはめて求める。

バランスウエイト=（アップウエイト+ダウンウエイト）÷2

アップウェイトとダウンウェイトを測定するときには鍵盤前面の垂直面から13mm（計測点）のところに測定用おもりの重心が来るように載せる。バランスウェイトを鍵盤手前に載せた時に、釣り合った天秤のように動きがない状態になる。その状態から追加の測定用おもりを載せて静かに鍵盤が沈み出すときの重さがダウンウェイト値で、バランスウェイトから適宜おもりを取り除いて鍵盤が静かに上がり出すときの重さがアップウェイト値。

フロントウェイト

鍵盤バランス点を支点として鍵盤を水平に置いた時に計測点で計量する回転重さ。鍵盤手前での静的な下向きの力。

フロントウェイト計測時には鍵盤の支点部分の下にくさび型の支点を置き、鍵盤バランス穴の中心を横切るようにする。その上で計測点の真下にデジタル秤に載せたローラーベアリングが来るようにして測定する。鍵盤はアクション内で通常的位置にあるときと同じように水平にセットする。

ローラーベアリングの垂直位置は鍵盤前面の垂直面から13mm（計測点）の位置に来る（写真1）。

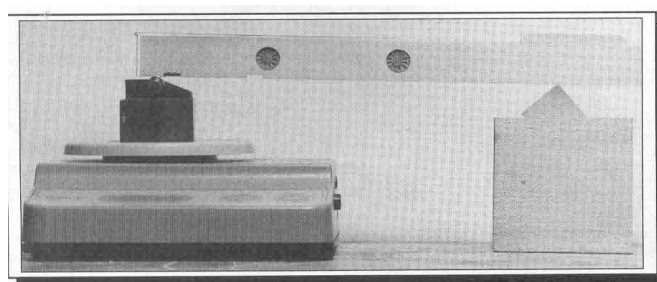


Photo 1 — A keystick on the Front Weight jig.

写真1：鍵盤がフロントウェイト測定ジグの上に乗っている様子

ウイペンウェイト

ウイペンセンターを支点とした時に、ウイペンヒールのキャプスタンとの接点で計量される回転重さ。ウイペンヒールのキャプスタンとの接点位置にローラーベアリングをセットする。ウイペンフレンジセンターがフェルトのくさびの垂直上になるように載せられる。必要に伴い、小さい木材を使ってフレンジが回転しないようにサポートする。（写真2）

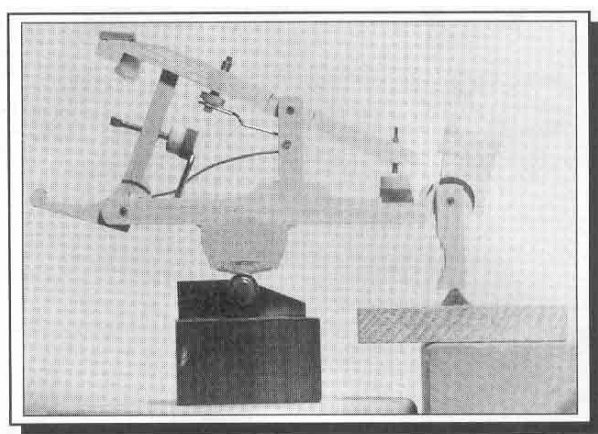


Photo 2 — A wippen on the weighing jig.

写真2：測定ジグに乗ったウイペン

ストライクウェイト

シャンクフレンジのセンター位置を支点として打弦線上で計測したハンマーウェイトとシャンクの回転重さの合計。ハンマーの打弦線が秤に載せたフェルトのくさびに載るようにする。支点は垂直に立てたフレンジの下部で、ローラーベアリングに載せた時にフレンジセンター

がローラーの中心垂直上に来るように載せる。ローラーの高さは測定時にシャンクが水平になるように調整する。トランプを使って高さの微調整ができる。(写真3)

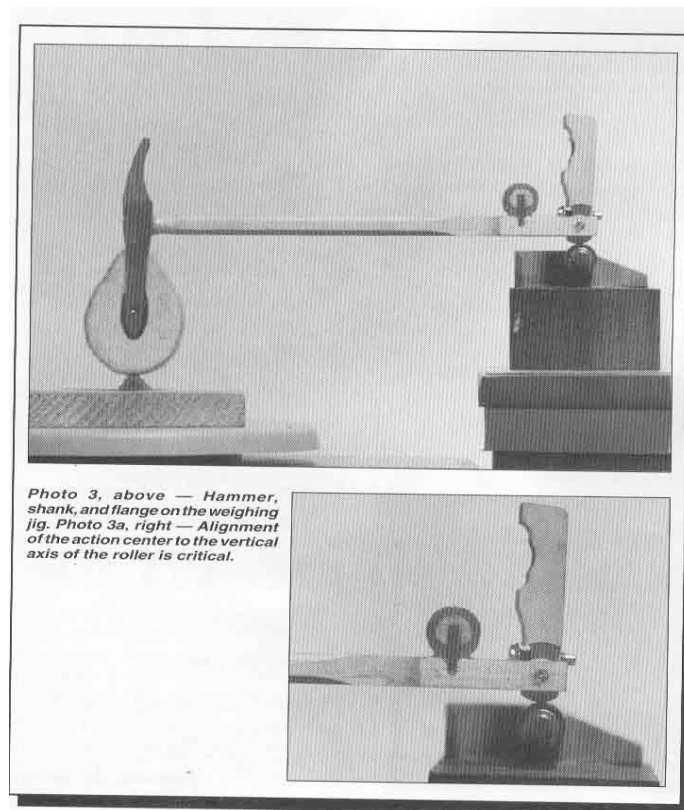


写真3の上：測定ジグに載ったハンマーアッセンブリー、写真3の右下：フレンジセンターとローラーの中心が垂直線上で一致する

鍵盤レシオ

キャプスタン部にかかる下向きの力が、鍵盤を通して鍵盤手前の計測点で上向きの力に変換される時のそれらの力の比。鍵盤はフロントウエイトを測定するときと同じにまずセットする。そして鍵盤手前に少なくともフロントウエイトが70gになるようにおもりを載せる。このおもりは測定時にフロントが浮いてしまわないようにする役割を果たす。この時点でデジタル秤をリセットし表示を0(ゼロ)グラムにする(デジタル秤には秤にどのような重さが載っていたとしても表示をゼロにできる機能、tareボタン、を備えている)。50gのおもりを2つ用意しそれをキャプスタンの前後にそれぞれ置いて、それらの重心がキャプスタンとウイペンヒールの接点に来るようにする。秤の表示からどのように100gが鍵盤手前の計量点に伝わっているか読み取ることができる。たとえば表示が-57.0gだったとすると鍵盤レシオは0.57となる。(写真4)

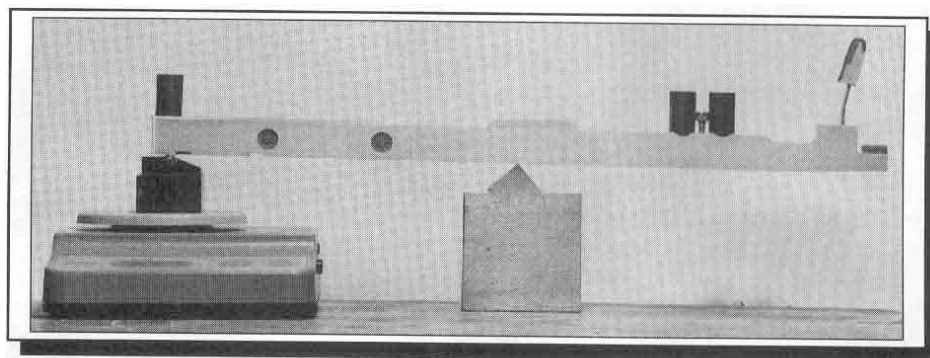


Photo 4 — Taking Key Ratio on the Jig.

写真4：ジグに載せて鍵盤レシオを測定する

ウイペンバランスウエイト

ウイペンウエイトが鍵盤を通じて計測点におよぼす静的な上向きの力。次の計算式で求められる。

$$\text{ウイペンバランスウエイト} = \text{鍵盤レシオ} \times \text{ウイペンウエイト}$$

トップアクションバランスウエイト

ウイペン・ハンマーそしてシャンクのてこによる重さが計測点におよぼす静的な上向きの力の合計値。次の計算式で求められる。

$$\text{トップアクションバランスウエイト} = \text{バランスウエイト} + \text{フロントウエイト}$$

ストライクバランスウエイト

ハンマーとシャンクのてこによる重さが計測点におよぼす静的な上向きの力。次の計算式で求められる。

$$\text{ストライクバランスウエイト} = \text{トップアクションバランスウエイト} - \text{ウイペンバランスウエイト}$$

ストライクレシオ

1 g のストライクウエイトが鍵盤計測点でバランスする重さ。次の計算式で求められる。

$$\text{ストライクレシオ} = \text{ストライクバランスウエイト} \div \text{ストライクウエイト}$$

まとめ

新タッチウエイト度量衡法はダウンウエイトとアップウエイトによる古い度量衡法を、新しく開発されたバランスウエイトの概念を通じて新しい方法に橋渡しをするものです。ですから伝統的なタッチウエイトの測定要素をそのまま使ってこの新しい方法を続けていくことが可能です。

新タッチウエイト度量衡法によって知ることのできる情報の数々は、今まで我々が知る事のなかった有用な情報をもたらしてくれます。特に重要な効用はシャンクについてままの状態ハンマーの重さを測ることができるということと、ストライクレシオの計算ができることです。新タッチウエイト度量衡法はアクション機構の平衡をより完全に理解するために必要な足場と法則を提供してくれるので、非常に有益なツールとなるでしょう。

上記で説明した構成要素は新タッチウエイト度量衡法で使用する要素と方法のほんの一部です。その他の要素や方法論の詳細については将来的に発表していく予定です。次に発表する論文では新タッチウエイト度量衡法を使った研究結果を報告した上で、ストライクレシオとてこ比率の間にある関係性を議論していきます。そこから力学的にタッチを評価付けする方法論について説明できるものと思います。

後注：

1、私の知る限り、バランスウエイトについて始めて言及したのはドン・ガルト、RPTで、1969年4月号のピアノテクニシャンズジャーナルにて発表した論文「ピアノアクションに含まれる摩擦抵抗」の中でそれをウエイトレジスタンスと呼びました。ピアノテクニシャンズジャーナル1990年の10月号でデービット・C・スタンウッド、RPT、が鍵盤の鉛調整方法を述べた論文の中でバランスウエイトを定義付けしました。

2、新タッチウエイト度量衡法に関する作業をするには0.1g単位で150gまで測定可能なデジタル秤が必要です。また、計測では計測部や支点部にアイドラーベアリングを使いますが、これは機械部品を扱う店から購入可能です。うまく手に入らないときはルーターで使用するストレート倣いビットで代用できます。

3、鍵盤レシオ以外の測定要素では小数点以下1桁の値を使用します。鍵盤レシオの測定・計算では小数点以下2桁の値を使用します。

デービット・C・スタンウッドから日本語訳読者へのメッセージ：

私の論文がこのたび中村祐司氏の協力で日本語に訳され、日本のピアノ技術者のみなさんに紹介されることになったことを大変嬉しく思います。

この論文は1996年6月に発表されました。ただし、この論文で紹介した方法は現在は使われておりません。その後開発された専用測定ジグや、改訂された計量方法はピアノテクニシャンズギルドジャーナルの2000年2月・3月そして4月号に掲載された私の論文で紹介しています。私のウェブサイト上にあるそれらの日本語訳をどうぞご覧ください (www.stanwoodpiano.com)。市販されている測定用キット「タッチデザイナーのためのツールキット (The Touch Designers Tool Kit)」を使用しますと、簡単に効果的に測定ができます。そのキットに添付されているブックレットで新タッチウエイト度量衡法を詳しく説明しています。ぜひ参考になさってください。

2014年12月