

新タッチウエイト度量衡法の視点を通して見た グランドアクション

LOOKING AT GRAND PIANOS THROUGH THE EYES OF THE NEW TOUCHWEIGHT METROLOGY

デービット・C・スタンウッドによる概論

A BRIEF BY DAVID C. STANWOOD

2000年2月1日

この論文はピアノテクニシャンズジャーナル2000年3月号掲載のために書かれました。

翻訳：中村祐司、ARPT, ニュージーランド

この論文の著作権はデービット・C・スタンウッドによって保護されています。

スタンウッド・ピアノ・イノベーション社
STANWOOD PIANO INNOVATIONS INC.
RR1 BOX 340
VINEYARD HAVEN, MASSACHUSETTS
USA 02568
508 693 1583
stanwoodpiano.com

概要

ストライクウエイト、ストライクウエイトレシオそしてフロントウエイトの研究はタッチウエイトの謎に新しい光を当て、ピアノのタッチや音色の向上のための新しい方向性を開拓しました。

導入

1996年の6月に「新しいタッチウエイト度量衡法」をピアノテクニシャンズジャーナルにて発表しました。それはグランドアクションのタッチウエイトの分析に当たって、伝統的なタッチウエイトの要素であるアップウエイトとダウンウエイトに加えて、各部品の重さと重さによるてこ比率を導入し「バランスの等式」としてまとめ上げたものです。

ピアノテクニシャンズジャーナル2000年2月号では「新タッチウエイト度量衡法の作業標準」を発表し、その内容が更新されました。現在に至るこの研究の過程において、タッチウエイト度量衡法を使用する技術者は年々増え、彼らがそれぞれの仕事の中からデータを集め、その結果膨大な量のデータが蓄積されました。

そのデータ群をこの新しい度量衡法の視点を通して分析することで、以前は知ることのできなかった事実を説明できるようになりました。そこには良い知らせも悪い知らせもありました。伝統的なパウンド（訳注：英米で使用されてきた重さの単位）によるハンマーの重さ表示やダウンウエイトによる調整方法が生み出すばらつきの大きさ、そしてそれを「正しい」やり方として用いてきたのは悪いニュースであったと言えます。反対に良い知らせとしては、新タッチウエイト度量衡法が以前には想像すらできなかった自由度を持ってピアノのデザイン・製造や改造を高い水準で実現することができるようになったことがあげられます。アクションの性質を的確に把握し、タッチと音色を融合させながら個々の要素を正すことができるようになったからです。

方法

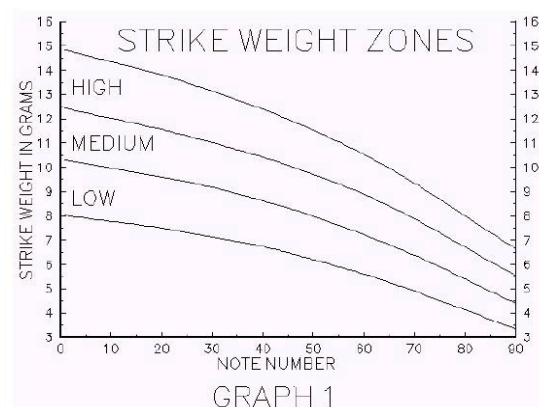
研究グループは、工場のオリジナル品・工場での修理品、そしていくつかの部品販売会社の交換用部品を新タッチウエイト度量衡法の標準手順を使ってデータを取ってきました。後述されるデータを収集した部品は、特別に記載のない限り過去5年以内に製造されたものを使っています。研究対象の部品をその個別の軽重レベルと一台全体でのばらつき具合について、品質と数量の両面から調査しました。

結果と議論

この論文ではストライクウエイト、ストライクウエイトレシオそしてフロントウエイトに関連して「私達が知らなかったことって何だったんだい？」という質問に対する大まかな答えを書きました。紹介したグラフでは各種アクションの特徴を抽出してお見せしています。最高級のアクションの特徴とその側面、同時に一般的に見られる不規則性とその品質を落としているという状況をご覧ください。

ストライクウエイトゾーンの調査結果

ストライクウエイトの研究の中で得た最初の成果は、その「標準」範囲を設定したことでした。9年にわたるデータの研究を元に、研究グループとして標準となるストライクウエイトゾーンの輪郭についての合意がグラフ1のようになされました。ゾーンの中を細分化するため、高め・中位・低めと呼ぶ3つの領域にそれぞれ均等な幅で分けました。



グラフ 1：ストライクウェイトゾーンと 3つの領域（高め、中位、低め）

ご覧のように、ストライクウェイトゾーンのグラフには 2つの明確な特徴があります。1つは、そのゾーンの幅が低音の方で広い、ということ、もう一つは指標となる線が曲線である、という所です。表 1 に各音ごとの 3つ領域での数値を示しました。

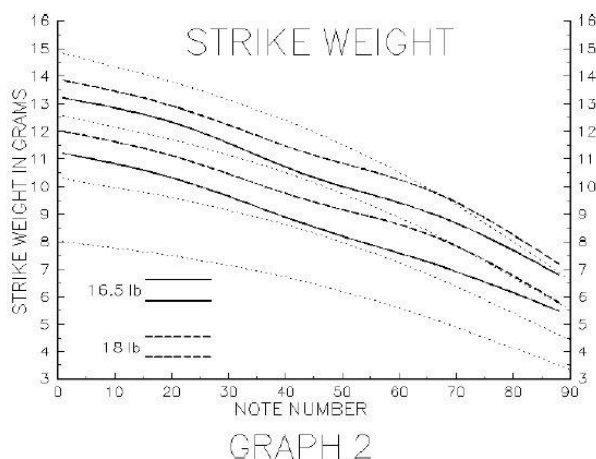
TABLE 1 - Normal Strike Weight Zone Delineators in Grams.

Note	LOW	MEDIUM	HIGH	Note	LOW	MEDIUM	HIGH
1	8.0	10.3	12.4	45	6.5	8.3	10.1
2	8.0	10.3	12.4	46	6.4	8.3	10.0
3	8.0	10.2	12.3	47	6.4	8.2	9.9
4	7.9	10.2	12.3	48	6.3	8.1	9.9
5	7.9	10.2	12.2	49	6.3	8.1	9.8
6	7.9	10.1	12.2	50	6.2	8.0	9.7
7	7.9	10.1	12.2	51	6.1	7.9	9.6
8	7.8	10.1	12.1	52	6.1	7.9	9.6
9	7.8	10.0	12.1	53	6.0	7.8	9.5
10	7.8	10.0	12.0	54	6.0	7.7	9.4
11	7.7	9.9	12.0	55	5.9	7.6	9.3
12	7.7	9.9	11.9	56	5.9	7.5	9.2
13	7.7	9.9	11.9	57	5.8	7.5	9.2
14	7.7	9.8	11.8	58	5.7	7.4	9.1
15	7.6	9.8	11.8	59	5.7	7.3	9.0
16	7.6	9.8	11.7	60	5.6	7.2	8.9
17	7.6	9.7	11.7	61	5.5	7.1	8.8
18	7.6	9.7	11.7	62	5.5	7.1	8.7
19	7.5	9.6	11.6	63	5.4	7.0	8.6
20	7.5	9.6	11.6	64	5.3	6.9	8.5
21	7.5	9.6	11.5	65	5.3	6.8	8.4
22	7.4	9.5	11.5	66	5.2	6.7	8.3
23	7.4	9.5	11.4	67	5.1	6.6	8.2
24	7.4	9.4	11.3	68	5.1	6.6	8.1
25	7.3	9.4	11.3	69	5.0	6.5	8.0
26	7.3	9.4	11.2	70	4.9	6.4	7.9
27	7.3	9.3	11.2	71	4.8	6.3	7.8
28	7.2	9.3	11.1	72	4.8	6.2	7.6
29	7.2	9.2	11.1	73	4.7	6.1	7.5
30	7.1	9.2	11.0	74	4.6	6.0	7.4
31	7.1	9.1	11.0	75	4.5	5.9	7.3
32	7.1	9.1	10.9	76	4.4	5.8	7.2
33	7.0	9.0	10.8	77	4.4	5.7	7.1
34	7.0	9.0	10.8	78	4.3	5.6	6.9
35	7.0	8.9	10.7	79	4.2	5.5	6.8
36	6.9	8.9	10.7	80	4.1	5.4	6.7
37	6.9	8.8	10.6	81	4.1	5.3	6.6
38	6.8	8.7	10.5	82	4.0	5.2	6.5
39	6.8	8.7	10.5	83	3.9	5.1	6.4
40	6.7	8.6	10.4	84	3.8	5.0	6.2
41	6.7	8.6	10.4	85	3.7	4.9	6.1
42	6.6	8.5	10.3	86	3.7	4.8	6.0
43	6.6	8.4	10.2	87	3.6	4.7	5.9
44	6.5	8.4	10.2	88	3.5	4.6	5.8

表 1：標準ストライクウェイト範囲（単位はグラム）

注：上記のストライクウェイトの数値からハンマーウェイトを求めるには、ストライクウェイトからシャンクストライクウェイトを引き算します。シャンクストライクウェイトが良く分からない場合や単体で測定できない場合は一般的な平均値として 1.7 g を用いると良いでしょう。

あるピアノのストライクウェイトを他のピアノと比べたときに、その重さに大きな差があることが良くあります。異なるパウンドによる重さ評価を与えられたハンマーでも、実際の重さがその表示と逆転している現象も良く見かけます。たとえばグラフ2では、著名な高級ピアノメーカーの最新商品でのストライクウェイトを比較した様子です。どちらのグループのハンマーも同じ工場で1994年から1999年の間に生産されています。一つのグループは16.5パウンド表示のハンマーのストライクウェイトの分布で、もう一つは18パウンド表示のハンマーです。グラフでわかる通り、18パウンド表示のハンマーと16.5パウンド表示のハンマーのストライクウェイト範囲が大きく重なっているのが分かります。個々の事例でも16.5パウンド表示のハンマーの方が18パウンド表示のハンマーより重い、という逆転した現象が多く見られるのです。



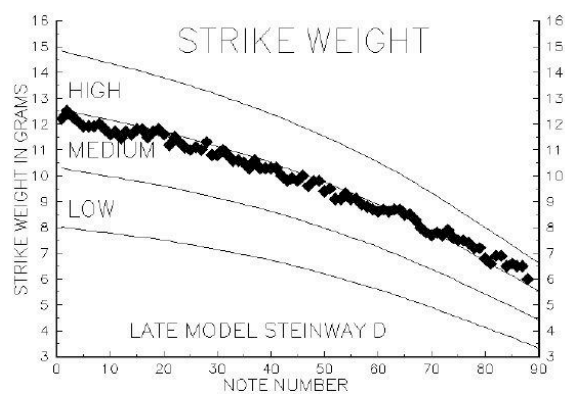
グラフ2：16.5パウンド表示のハンマー（2本の実線）ならびに18パウンド表示のハンマー（2本の破線）のストライクウェイト分布の実際

同じ重さ評価のハンマーを使用していても、製造会社が異なると出来上がったときのストライクウェイトの重さに相当のばらつきがあります。大修理されたピアノを比較すると、それよりもさらに大きな差が観察されました。大修理では技術者によってハンマー加工のアプローチに大きな違いがあるからです。ハンマーやシャックを極限まで削り落として減量する技術者もいれば、反対に減量加工を最小限に留めようとする技術者もいるのです。

音質の面からストライクウェイトの影響について考察してみましょう。普通は高めゾーンのストライクウェイトを持つハンマーの方が大きい音響エネルギーを作り出していることを観察することができます。具体的に言えば、高めゾーンのストライクウェイトを持つピアノの方が低めゾーンのピアノよりもマイクロフォンを通した信号レベルが大きいことが観察されるのです。大きい音響エネルギーは、たとえば交響楽団とのコンチェルトやジャズのコンボのようにピアノが他の楽器と一緒に使われる場面で、ピアノの音を他の楽器と比べて際立たせる能力として発揮されることでしょう。また、高めゾーンのストライクウェイトを持つピアノは大きなホールの後ろの方の席や野外でのコンサートでも聞こえやすいでしょう。あるいは満員でおしゃべりでうるさいレストランでも高めゾーンのストライクウェイトを持つピアノの方が騒音の中でもよりたやすく音が聞こえます。

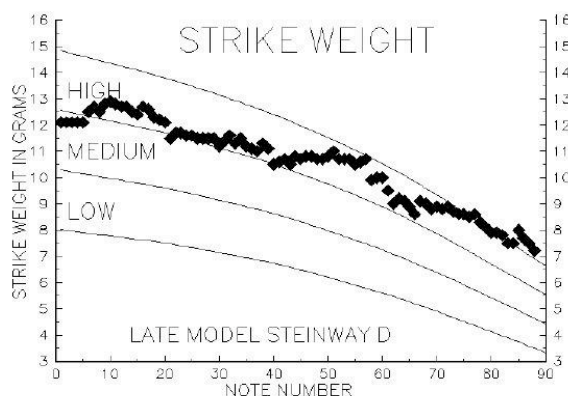
技術者の視点から見てみますと、低めゾーンのストライクウェイトを持つハンマーでは、ハンマーが柔らかめの方が容易に整音を済ませることができます。高めのストライクウェイトを持つハンマーでは、フェルトの密度が高く固い方が思いの通りの音をより容易に作り出すことができます。

ストライクウェイトの滑らかさの大きなばらつきは一般的に見られます。極端な例を上げてみます。ニューヨークスタインウェイ社の最近のコンサートピアノ2台で、工場出荷状態でのストライクウェイトを見てみましょう。グラフ3は、ストライクウェイトが滑らかに仕上がったセットの様子で、非常にまれにしか見られないサンプルです。グラフ4では、これもまれにしか見れない位のばらつきのあるストライクウェイト分布を持ったサンプルです。グラフ4のピアノでは57鍵と58鍵の間に0.8gもの差が見られますし、同じく56鍵と62鍵の間には1.6gもの差があります。このようなストライクウェイトのばらつきは、どんなピアノ製造メーカーであっても珍しくありません。



GRAPH 3

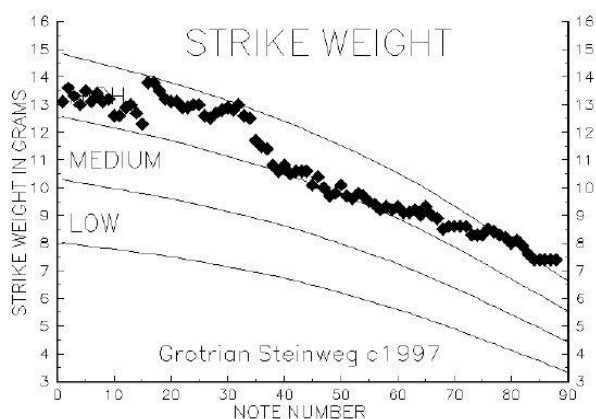
グラフ 3：最近のスタインウェイモデルDでの滑らかなストライクウェイトの例



GRAPH 4

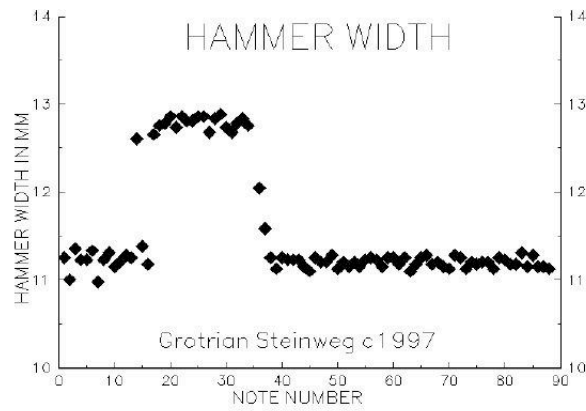
グラフ 4：グラフ 3 と同じ時期の同じモデルでのばらつきの大きなストライクウェイトの例

ストライクウェイトのばらつきを追求していくと、いくつかの一般的な原因を見つけることができます。ハンマーの幅の違いがその一つで、それがストライクウェイトのばらつきに大きく影響しています。これはピアノ業界に広く見られる問題点です。例としてレンナーハンマーが装着されたグロトリアンシュタインヴェグの新しいモデルでハンマーの幅とストライクウェイトの関係について見てみましょう。グラフ 5 にはストライクウェイトが示されています。グラフ 6 にはそのピアノのハンマーの幅が示されています。



GRAPH 5

グラフ 5：グロトリアン・シュタインベグのストライクウェイト



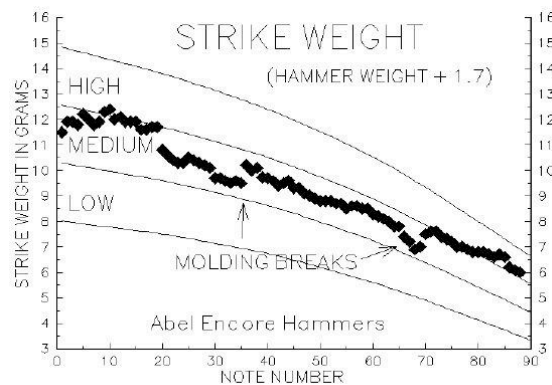
GRAPH 6

グラフ 6：同じピアノでのハンマーの幅

1 6 鍵から 3 4 鍵の音の間でハンマーの幅が広く加工されているのがお分かりになると思います。このピアノの場合、この部分でハンマーの幅は約 1.6 mm 広くなっていました。ストライクウェイトでの換算では 1 mm で 0.6 g、あるいは 1.6 mm で 1.0 g の増加です。一般にストライクウェイトのばらつき度は低音域に特に見られます。これは低音域のハンマーはフェルトの量が多いので少しの幅の違いでもストライクウェイトへの影響が大きいからです。

ストライクウェイトの不均一さのとても一般的な原因が、ハンマーウッドに使用されている材料の密度の違いであることに驚かされます。一台分のセットでは同じ樹種で作られているハンマーウッドですが、ウッド材をはぎ合わせる際に、重めの部材と軽めの部材とが隣り合わせに接着されるとその重さの違いが目立ちます。

グラフ 7 でご覧頂くのは最近ドイツのアーベル社で製作されたハンマーのセットです。ハンマーウッドの継ぎ目がストライクウェイトの段差と一致しています。3 5 鍵と 3 6 鍵の間には 0.7 g の違いがあることに注目してください。



GRAPH 7

グラフ 7：アーベル社「アンコール」ハンマーでのストライクウェイト（ハンマーウェイト + 1.7 g で計算）。ウッドに使用されている材料の密度の違いで段差（図中矢印の所）ができています。

さらに、もう一つストライクウェイトの不均一さをもたらすのはシャンクストライクウェイトのばらつきです。高級部品メーカーであるドイツ・レンナー社のシャンクの分析結果を表 2 に載せました。このセットでは最も軽い六角型シャンクと最も重い六角型シャンクではシャンクストライクウェイトで 0.6 g もの差がありました。もう一つ注意していただきたいのは、一番軽い六角型シャンクのシャンクストライクウェイトが一番重いたる型シャンクよりも軽いということです。

TABLE II

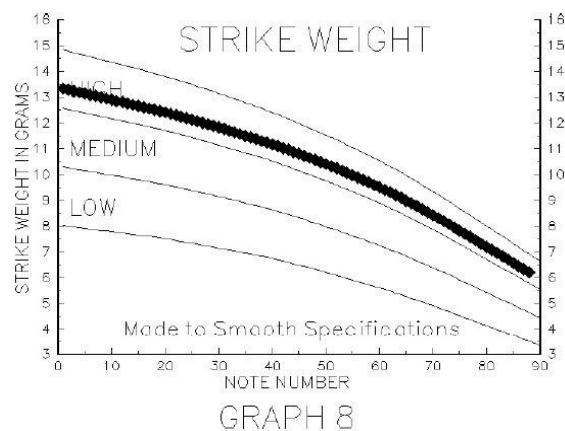
Shank Count vs. Shank Strike Weight in grams

FULL SHANKS	2 - 2.1	NARROW SHANKS	2 - 1.7
	8 - 2.0		8 - 1.6
	10 - 1.9		6 - 1.5
	23 - 1.8		2 - 1.4
	17 - 1.7		2 - 1.3
	7 - 1.6		
	1 - 1.5		

表2：シャンクストライクウェイトの値と該当するシャンクの本数

ストライクウェイトのばらつきの多少と、音色・タッチとの重要な相互関係が見出されました。滑らかなストライクウェイトを持ったピアノの方が一般的により満足できる音色とタッチを持っています。

アクションのデータは音色やタッチの評価も含みます。ストライクウェイトをグラフ8のようなスムーズな曲線を描くようにハンマーウェイトの調整をする際に、調整の前後で音色やタッチを評価するのです。ピアニストの評価では、ストライクウェイトを滑らかに調整したものの方が音色やタッチが改善されていると何度も報告されています。



グラフ8：滑らかに調整されたストライクウェイト

それに加えて、ストライクウェイトを調整したハンマーでは、針刺しなどを行う通常の整音作業において、はるかに少ない作業量で済むことも分かってきました。

ストライクウェイトの変化をより多く知る出発点としてわれわれはグラフ8のストライクウェイトを調整したピアノを使って実験を行いました。このピアノに一般的に使われている小さなバインダークリップをシャンクに付けることによって、滑らかなストライクウェイトを保持しながら重さレベルを変えることができます。図1にあるように、クリップによって1.0 gのストライクウェイトを加えることができます。

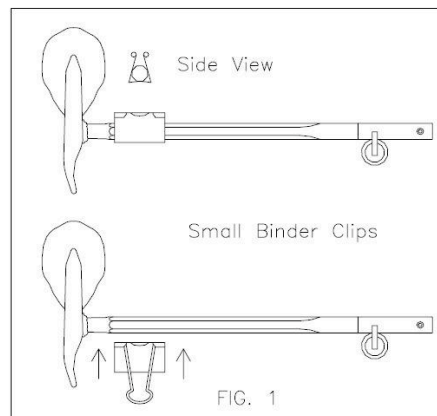


図1：実験で使ったバインダークリップの装着方法

ピアニストに元の状態でまず弾いてもらって、音色とタッチについてコメントをもらっておきます。そして、クリップをつける間ちょっと待っていてもらい、あらためて弾いてもらいます。そしてその変化を話してもらいます。1. 0 g の増加は音色やタッチにかなり大きな違いをもたらすことを発見しました。ピアニストの反応の多くは「全く違うピアノみたい」というものでした。弾き心地は著しく重くなり、音色が明らかにまろやかさを増しました。たとえ 0. 5 g の違いであっても明らかな違いがあり、アマチュアのピアニストでもその違いがわかるくらいです。

ストライクウェイトレシオ

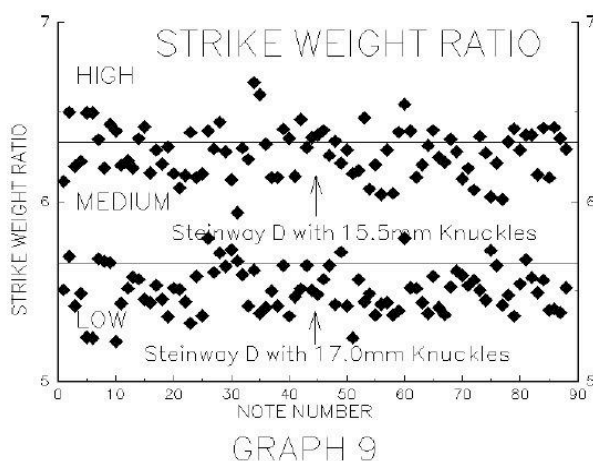
「普通」のストライクレシオの範囲は 5. 0 から 7. 0 と設定することができました。範囲設定をするに当たっては、表 3 に示したようにその幅を均等に 3 分割して指標とします。表の中のカッコ内に示した「Leverage (レバレッジ)」はピアニストがハンマーを動かす時の鍵盤側で入れる力の値とハンマー側で出力される力の値の比率、つまり出力／入力比を意味します。低いストライクウェイトレシオのアクションは高めの出力／入力比を持ちます。つまりこの場合は鍵盤での入力の大きさが、ハンマーでの出力時に増幅される幅が大きいのです。高めのストライクウェイトレシオのアクションでは逆に低めの出力／入力比となります。

TABLE III STRIKE WEIGHT RATIO ZONES

HIGH	7.0 - 6.3	(Low Leverage)
MEDIUM	6.3 - 5.7	(Medium Leverage)
LOW	5.7 - 5.0	(High Leverage)

表3 ストライクウェイトレシオ範囲

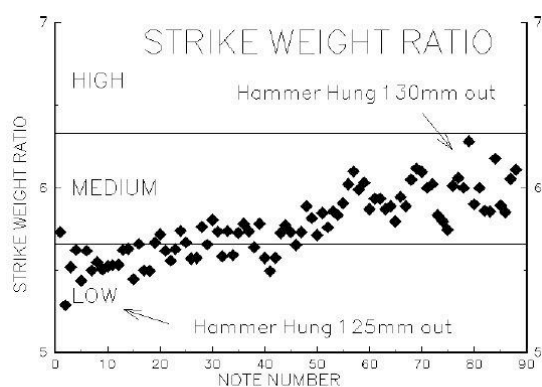
多様なストライクウェイトレシオ値が業界内に存在しています。グラフ 9 は同じメーカーの同じモデル 2 台でのストライクレシオを比較しています。かなり異なったレシオ値を持っているのが読み取れます。このケースでは異なるレシオ値の主要な原因はシャンクローラーの位置にありました。レシオの高いピアノではシャンクセンターピンから 15. 5 mm のところにローラーの中心線が来ているのに比べ、レシオの低いものはその寸法が 17. 0 mm ありました。



グラフ 9 : シャンクローラーとシャンクセンター間の距離によるストライクウェイトレシオの違い

鍵盤レシオやキャプスタンとワイペンヒールの接点位置もストライクウェイトレシオを変化させる要因となります。

さらに、ハンマー付けの位置、シャンクセンターピンからハンマー中心線までの距離によってもストライクウェイトレシオは影響を受けます（グラフ 10）。この例では低音のハンマーがシャンクセンターから 125 mm に接着されていて、ストライクウェイトレシオは 5. 5 でした。同じピアノの最高音では接着距離が 130 mm で、レシオは 6. 1 と高くなっていました。



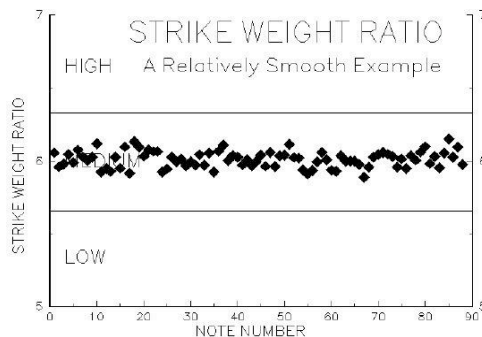
GRAPH 10

グラフ10：ハンマーウッド中心とシャンクセンター間の距離によるストライクウェイトレシオの違い

通常高いストライクウェイトレシオを持つアクションで普通のタッチ感を得るためには低めのストライクウェイトを必要とします。逆に低めのストライクウェイトレシオを持つアクションでは普通のタッチ感を得るために高めのストライクウェイトを必要とします。

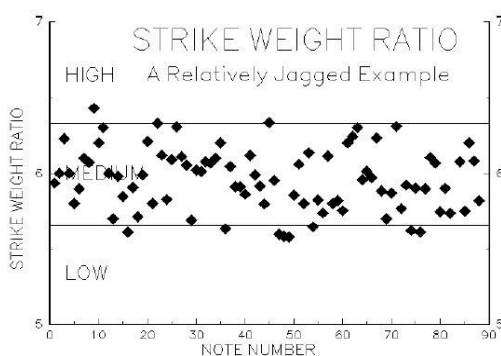
ストライクウェイトレシオが5.0未満のアクションの場合は普通タッチを出すために深すぎる鍵盤あがきや短い打弦距離を必要とします。それは打弦力を弱める方向の調整です。ストライクウェイトレシオが7.0以上の場合にはたとえとても軽いハンマーを使ったとしても、タッチがとても重くなります。普通のタッチ感を得るためにはとても浅いあがきと長い打弦距離が必要となるでしょう。

一台の中でもストライクウェイトレシオの値は普通にばらつきがあります。とても滑らかなストライクウェイトレシオの例をグラフ11で見てみます。ハンブルグ製スタインウェイのDモデルです。逆にかなりがたがたしているストライクウェイトレシオの例をグラフ12でご覧ください。このピアノはアクションが大修理されており、修理時に交換されたシャンクローラーが前後位置ばらばらに接着されていました。



GRAPH 11

グラフ11：比較的滑らかなストライクウェイトレシオの例



GRAPH 12

グラフ12：不均一なストライクウェイトレシオの例

一部の音のストライクウェイトが全体から特に外れているという不規則性は、キャプスタンが基準の直線上から外れて植わっていたり、シャンクローラーが直線から外れて前後にばらついていることが原因になっていることが多いようです。これらは通常見られるばらつきの一部となっています。

フロントウェイト

「鍵盤に鉛が多く入りすぎているのではないだろうか？」という質問には、フロントウェイトを測定することである程度答えることが可能です。なぜならフロントウェイトの値は、主に鍵盤の中の鍵盤鉛の数と配置によって決定されるからです。

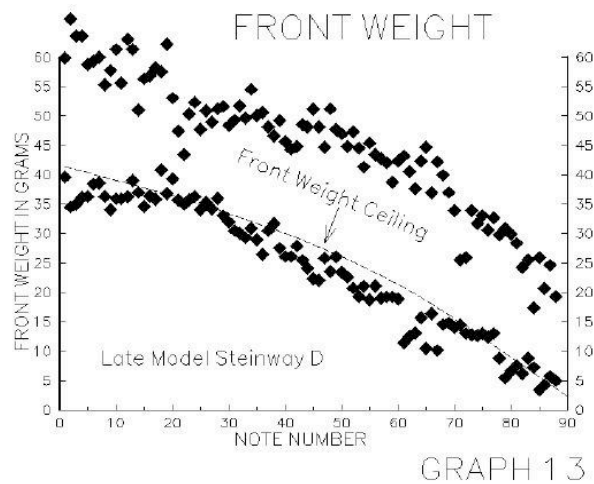
表4は個別の鍵盤番号での推奨フロントウェイト最大値を表示したものです。もしフロントウェイト値がこの上限よりも大きいならば、鍵盤鉛の数が多すぎると言って良いでしょう。この数値は「フロントウェイトシーリング」と呼び、フロントウェイトの指標として利用します。

TABLE VI - Front Weight Ceiling in grams

Note	Ceiling	Note	Ceiling	Note	Ceiling	Note	Ceiling
1	41.3	23	35.5	45	28.1	67	17.4
2	41.1	24	35.2	46	27.7	68	16.8
3	40.8	25	34.9	47	27.3	69	16.2
4	40.6	26	34.6	48	26.9	70	15.5
5	40.3	27	34.3	49	26.4	71	14.9
6	40.1	28	34.0	50	26.0	72	14.3
7	39.8	29	33.7	51	25.6	73	13.6
8	39.5	30	33.3	52	25.1	74	13.0
9	39.3	31	33.0	53	24.7	75	12.3
10	39.0	32	32.7	54	24.2	76	11.6
11	38.8	33	32.4	55	23.8	77	11.0
12	38.5	34	32.1	56	23.3	78	10.3
13	38.3	35	31.7	57	22.8	79	9.6
14	38.0	36	31.4	58	22.3	80	9.0
15	37.8	37	31.0	59	21.8	81	8.3
16	37.5	38	30.7	60	21.3	82	7.6
17	37.2	39	30.4	61	20.8	83	7.0
18	37.0	40	30.0	62	20.2	84	6.3
19	36.7	41	29.6	63	19.7	85	5.6
20	36.4	42	29.3	64	19.1	86	5.0
21	36.1	43	28.9	65	18.6	87	4.3
22	35.8	44	28.5	66	18.0	88	3.7

表4：各音ごとに設定されたフロントウェイトシーリング値（単位はg）

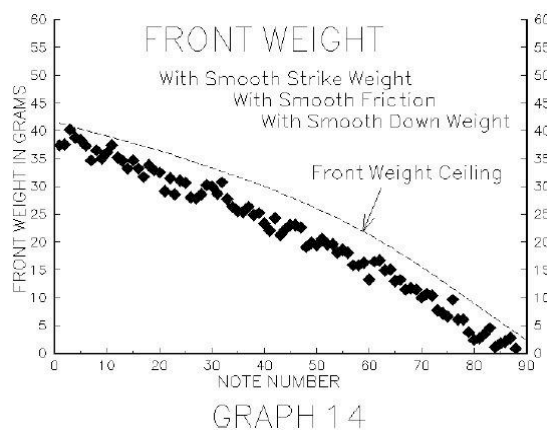
業界全体に見られるフロントウェイトの不均一さは過小評価されています。たとえば、グラフ13で示したのは、2台の新しいニューヨークスタインウェイのコンサートグランドピアノから取ったデータです。工場で鍵盤鉛調整が行われています。



グラフ 13：新しいスタインウェイモデルD 2 台のフロントウエイト例

多様なフロントウエイトレベルの質を見ると、高めのフロントウエイトを持つアクションは重く、連打性が遅いという傾向を持っています。反対に軽めのフロントウエイトを持つアクションでは、軽いタッチで良好な連打性を持っています。最も連打性の良いアクションは、高めのストライクウエイトで低めのフロントウエイトを持っているということが観察されました。

フロントウエイトの不均一さもまた業界全体に見られており、これも過小評価されています。伝統的なやり方で達成された滑らかなフロントウエイトを持つピアノの例をグラフ 14 で示しました。これは伝統的なパウンドで表示されたハンマーウエイトとダウンウエイト基準で調整されています。



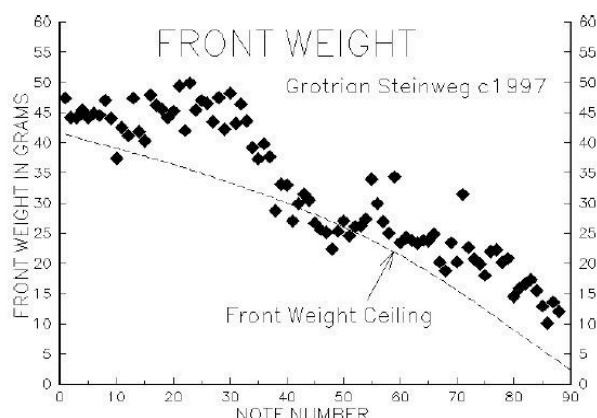
グラフ 14：滑らかなストライクウエイト、フリクションそしてダウンウエイトを持ち伝統的な方法によって調整されたフロントウエイトの例

このような滑らかなフロントウエイトは、ストライクウエイトがとても滑らかでバランスウエイトがとても均一な状態か、ストライクウエイトが滑らかでダウンウエイトそしてフリクションがとても均一な状態でなされた鍵盤鉛調整の結果として見られます。

フロントウエイトのばらつきはストライクウエイトレシオのばらつきによる結果です。均一なストライクウエイトレシオが、均一なフロントウエイトの結果をもたらすのです。ばらつきの大きいストライクウエイトレシオは、ばらつきの大きいフロントウエイトをもたらす結果になるでしょう。

例えば、グラフ 11 に見られるような滑らかなストライクレシオを持つアクションでは、グラフ 12 に見られるようなばらつきの大きいアクションレシオを持つアクションよりも、均一で滑らかなフロントウエイトを得ることができるでしょう。ばらつきの多い例としてグラフ 15 を上げてみます。このような結果は、ダウンウエイトのみで鍵盤鉛調整が行われ、しかもストライクウエイトやフリクションがかなり不均一だったことによって現れます。この例では、16 鍵から 34 鍵の間でのストライクウエイトの傾向が、フロントウエイトの傾向に見事に投影されているのがわかります（ストライクウエイトが重いのでフロントウエイトも重くなっている）。フロントウエイトの傾向から極端にずれ

ている55鍵、59鍵そして71鍵は鍵盤鉛調整をされた時にハンマーフレンジが固かったのが影響していました。

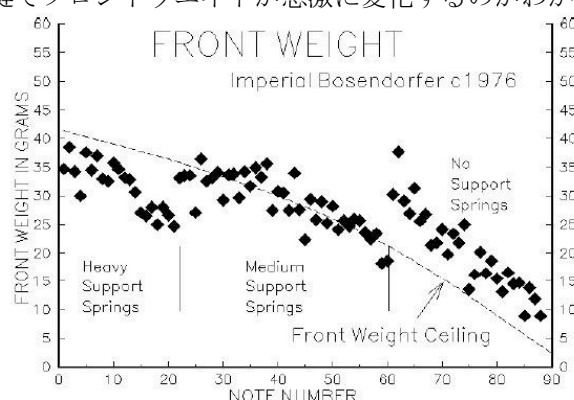


GRAPH 15

グラフ15：1997年頃製造のグロトリアンスタインヴェグのフロントウエイト

この例では規定のダウンウエイト値で鍵盤鉛調整をしていたので、過度なフリクションをバランスさせるために余分な鍵盤鉛が詰められていたのです。鍵盤ブッシングが固い場合に生じるフリクションのばらつきは、フロントウエイトの不規則性の最も一般的な原因と言えるでしょう。ダウンウエイトを基準に鍵盤鉛調整をするとそれが顕著に現れます。

非常に大きなフロントウエイトのばらつきが、ワイペンサポートスプリングを使用し、工場で鍵盤鉛調整が行われたピアノすべてに見られました。ちなみにこのスプリングはヘルパースプリング、あるいはアシストスプリングとも呼ばれます。グラフ16で示した例はベーゼンドルファのコンサートグランドピアノ、インペリアルモデルです。サポートスプリングの寸法が変わる22鍵とスプリングの装着有無の境となる61鍵でフロントウエイトが急激に変化するのがわかります。



GRAPH 16

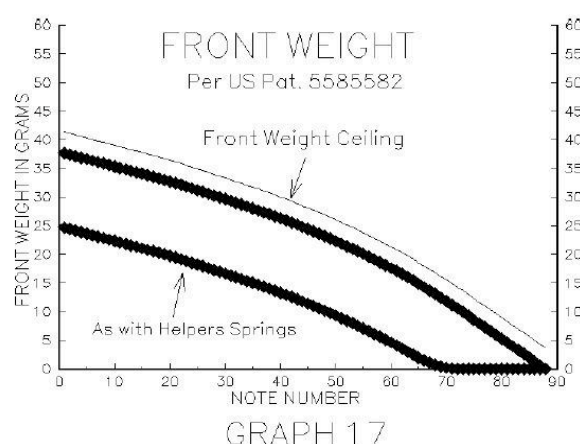
グラフ16：1976年頃製造のベーゼンドルファ・インペリアルのフロントウエイト例

これは鍵盤鉛調整をする際にスプリングの強さが正確に揃えられていないこと、強さの揃っていないスプリングを効かせた状態で鉛調整されたことが原因になっています。サポートスプリングを持つアクションは次の方法によって滑らかなフロントウエイトに調整することができます。まずスプリングを外した状態で最終的に調整するバランスウエイトにスプリングから得るであろう力を足した暫定バランスウエイト値を基準に鍵盤鉛調整をします。そしてスプリングを接続した後、個々のスプリングの働く力を調整して最終バランスウエイトに調整していくのです。この方法で調整されたアクションを弾くと、タッチの感じと反応がとても均一なるということが分かっています。

別な角度からワイペンの働きを考察してみましょう。鍵盤とハンマーはワイペンを介して運動しています。アクションが連打されるときにはレペティションレバーの働きが大きく関わっています。たとえばハンマーが軽めで鍵盤が重め（鍵盤鉛が多く入っている）の時はレペティションレバーの開く力はハンマーを持ち上げる方向により多くかかります。逆にハンマーが重めで鍵盤が軽めの時にはその力が鍵盤手前を持ち上げる方向に多くかかりますので、この場合鍵盤の戻りをより素早くする働きをします。

ウイペンサポートスプリングはハンマーを持ち上げる方向で働き、鍵盤への加重を減らす働きをするので、スプリングを強めることにより、バランスウェイトを軽くすることができます。バランスウェイトとフロントウェイトは相互に関係していますので、バランスウェイトが軽くなる分をフロントウェイトを軽くすることに使うことも可能です。ですから、ウイペンサポートスプリングを使うことでフロントウェイトを軽くすることができ、鍵盤の戻りをよりいっそう素早くできるので、連打性も向上します。

フロントウェイト曲線の滑らかさがタッチの反応の均一性と明らかな関係を持っているのが確認されました。フロントウェイトがばらついているとアクションの反応が不均一になります。逆にフロントウェイトが滑らかに調整されていると、アクションの反応は均一で滑らかになります。最高の状態に調整されたときのフロントウェイトは、フロントウェイト標準値を元にデジタル秤を利用して鍵盤鉛調整を行ったときに得ることができます。この方法はアメリカ合衆国特許5585582番（1996年12月17日）で記述されています。グラフ17では、この特許による方法で調整された二種類のフロントウェイト曲線を表示しています。低めに表示されているフロントウェイト曲線は88鍵全部にウイペンサポートスプリングが装着されています。



グラフ17：特許番号5585582に記述された方法によって調整されたフロントウェイト例

まとめ

これまで見てきた結果から次のような結論を導くことができるでしょう。ハンマーの重さの「パウンド」表示は大まかな目安としてしか使い道がなく、実際のハンマーウェイトの指標としては本質的に意味を持ちません。

ストライクウェイト0.5gの違いでもピアニストにとっては大きな違いであると感じられます。そして0.5g以上のばらつきというのは市場にある大部分のピアノに普通に見られます。ですから、それらのばらつきを修正することができれば、多くのピアノの質が劇的に改善するであろうことに疑いの余地がありません。さらに研究グループの直接体験から得た結論の一つは、ストライクウェイトが均一に調整されていることが整音の基盤になる、ということです。この基盤は最も良い音色を引き出すためにとても重要です。針入れや硬化剤を使って個々のハンマーの音色のばらつきをならす整音作業を劇的に減らす効果があります。

ストライクウェイトとストライクウェイトレシオ、そしてフロントウェイトの関係性を関連付けることによって動的なタッチウェイトを理解するためのヒントを得ることができます。ダウンウェイトはピアノのタッチに対する間違った先入観を与えています。実際に弾いているときに鍵盤に与えられる圧力を測定するにはハイテクな測定装置が必要となりますし、それは通常の我々の業務範囲を超えています。

しかしながらストライクウェイトとストライクウェイトレシオそしてフロントウェイトの一定の組み合わせで決まるアクションのバランスは、アクションの動的な状況をどのようにデザインできるのか実用的な方法を提供してくれます。ストライクウェイトやストライクウェイトレシオそしてフロント

ウェイトを考慮せずに、規定のダウンウェイトに調整するために鍵盤鉛を詰める、という方法はある種の精神安定剤を飲むのと同じようなことで、問題の根本的な解決を避けているのです。

ピアノ製造メーカーやアクションの平衡調整をする技術者は、ストライクウェイトレシオとそれに見合うストライクウェイトには調整可能な範囲があるということを理解することが必要です。その上で、部品を設計したり、交換部品を選択したりするべきでしょう。そして鍵盤鉛調整はフロントウェイトを均一に滑らかに設定できるような方法で行われるべきです。

ウイペンスポートスプリングは多くの人によって間違った理解をされています。この有益な部品はタッチウェイトの知識不足によって未熟な形で使われてきました。これを邪魔だからと取り除いてしまう技術者は彼らの無知をさらけ出しているようなものです。これはそのまま捨て去ってしまうのではなく、むしろもっと詳細を知ってその便利さを理解した上で、タッチウェイトをデザインするためにどのように使えるのかを学ぶべきでしょう。

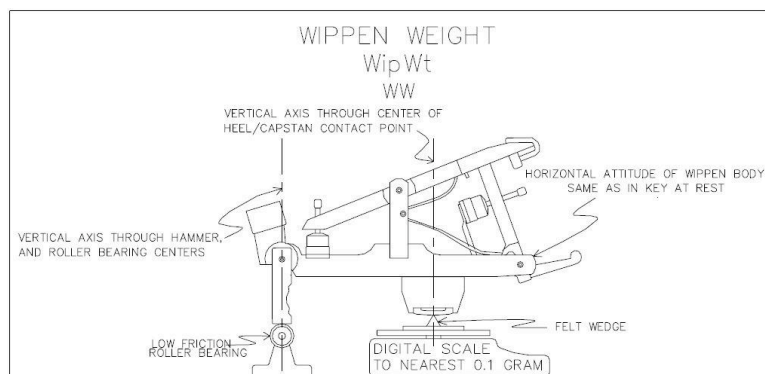
新タッチウエイト度量衡法に使用される用語の定義と略称一覧

アップウエイト (U)

鍵盤がゆっくりと上がってくると同時にハンマーがゆっくりと安定した状態で下がっていく時の、計測点に必要な最大限の重さ。1 g 単位で計測する。

ウイペンウエイト (WW)

ウイペンフレンジセンターを摩擦抵抗のない支点到垂直線上に置いた時に、キャプスタンとウイペンヒールの接点において計測される重さ。0.1 g 単位で計測する。



ウイペンバランスウエイト (WBW)

ウイペンウエイトが鍵盤を通して伝わる時の計測点における上方向の力。ウイペンウエイトと鍵盤レシオを掛け合わせた数値。 $KR \times WW$ で計算される。

計測点

各種の計測・計量をするときの基準点、鍵盤手前から13 mmあるいは1/2 インチの位置。アップウエイトとダウンウエイトはおもりの重心がこの位置に来るように置いて測定する。フロントウエイトを計量するときは測定用ローラーベアリングをデジタル秤に載せた後、そこに鍵盤の計測点に来るようにセットする。バランスウエイトに関わるすべての要素の計量は静的な上方向の力、下方向の力の両方ともに、この計量点を通して数量化される。

鍵盤ウエイトレシオ (KR)

キャプスタンとウイペンヒールの接点にかかる下向きの方と、鍵盤を通じて計測点で測定される上向きの方の比。あるいはキャプスタンとヒールの接点における1 g が計測点でバランスされるために必要な重さ。

鍵盤フリクションウエイト (KF)

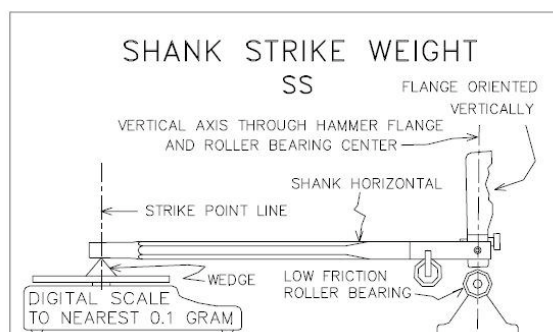
アクション内の摩擦抵抗の一部で、鍵盤ブッシングによる摩擦抵抗値。1 g 単位で測定される。鍵盤を箴に納め、アクションを載せずにフロントウエイトを仮のおもりでゼロにした状態で鍵盤がゆっくりと下がるときに計量点に載せた最小限の重さ。

サポートスプリングバランスウエイト (BWS)

サポートスプリングが連結されている状態と外された状態でのバランスウエイトの差。

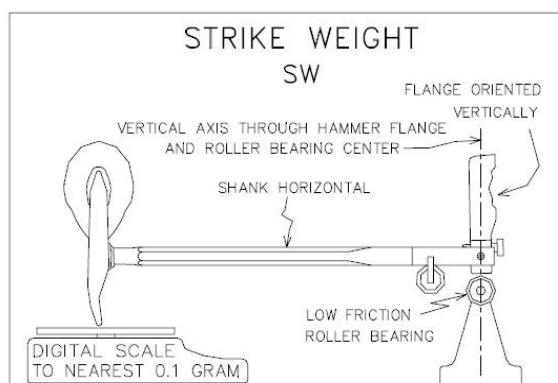
シャンクストライクウェイト (SS)

シャンクフレンジを垂直に立てた上で、そのセンターが摩擦抵抗のない支点の垂線上に来るように載せ、シャンクを水平にセットした時のシャンク先端部のハンマーの打弦線の円弧上の位置で測定した重さ。0.1 g 単位で計測される。



ストライクウェイト (SW)

シャンクフレンジを垂直に立てた上で、そのセンターが摩擦抵抗のない支点の垂線上に来るように載せ、シャンクを水平にセットし、ハンマーの打弦線の円弧上で測定した重さ。0.1 g 単位で測定される。



ストライクウェイトレシオ (R)

ストライクウェイトの下向きの力と、その力がシャンク・ウイペンそして鍵盤を通じて計測点で計測されたときの向上きの力の比。あるいは、1 g のストライクウェイトをバランスさせるために計測点で必要な重さ。

計算式： $SBW \div SW$

ストライクバランスウェイト (SBW)

ストライクウェイトがシャンクとウイペンそして鍵盤を通じて伝わった時の計測点での向上きの力。

計算式： $TBW - WBW$

ダウンウェイト (D)

鍵盤がゆっくりと下がっていくと同時にハンマーがゆっくりと安定した状態で上がっていく時の、計測点で必要な重さ。1 g 単位で計測する。

トップアクションバランスウエイト (TBW)

ワイペンウエイトが鍵盤を通じて伝わった時の計測点での上向きの力と、ストライクウエイトがシャンクとワイペンそして鍵盤を通じて伝わったときの計測点での上向きの力の合計。

計算式： $BW + FW$

バランスウエイト (BW)

アクション全体が静的に釣り合った時に計測点に載せられたおもりの重さ。

計算式： $(DW + UW) \div 2$

ハンマーウエイト (HW)

シャンクを取り除いたときのハンマーの重さ。

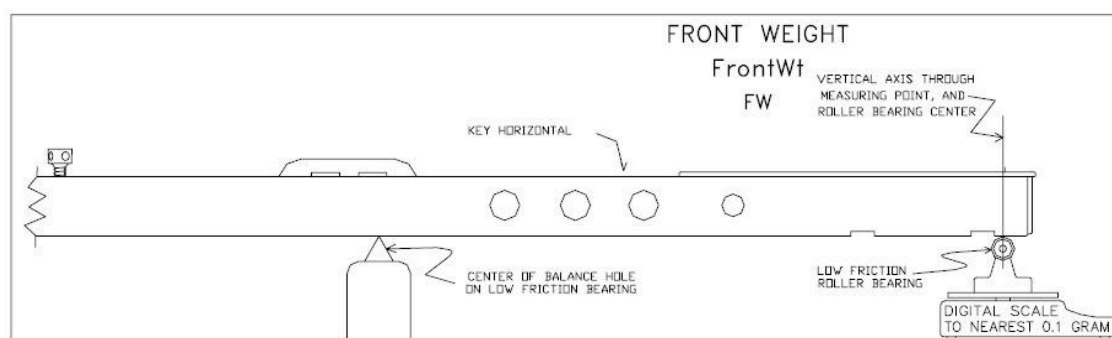
フリクションウエイト (F)

鍵盤がゆっくりと沈んでいくと同時にハンマーがゆっくりと安定した状態で上がっていく時に必要なバランスウエイトに追加される最小限の重さの量。あるいは鍵盤がゆっくりと上がると同時にハンマーがゆっくりと安定した状態で下がる時に必要なバランスウエイトから減量される最小限の重さ。

計算式： $(DW - UW) \div 2$

フロントウエイト (FW)

鍵盤が水平にバランスピンの中心を支点として乗せられた状態で計測点で 0.1 g 単位で測られる重さ。



平衡の等式

新タッチウエイト度量衡法においてアクションが平衡状態になっていることを記述するための方程式。ピアノテクニシャンズジャーナル 1996 年 6 月号で紹介された。

計算式： $BW + FW = (WW \times KR) + (SW \times R)$