－研究－

操作性を考慮した引き違い窓の検討（第1報）

－開閉操作力の実態調査－

平間　昭光　　澤田　哲則　　朝倉　靖弘
佐藤　義明　　佐藤　晃壽＊1

Examination of Sliding Windows that Considers Operativeness(I)

-Research on window operating force -

Akimitsu HIRAMA　Tetsunori SAWADA　Nobuhiro ASAKURA
Yoshiaki SATOH　Terutoshi SATOH

To determine actual conditions for window operating force in highly airtight and highly insulated houses, we measured the opening and closing forces of sliding windows and outswinging casements that were installed in detached houses in the city of Asahikawa. The results were as follows:

1) For sliding windows, the opening force was higher than the closing force (t-test, P=0.0002). There was no significant correlation between opening force and closing force (R^2=0.196).
2) For sliding windows, there was no significant correlation between operating force and sash weight.
3) For outswinging casements, there was a significant correlation between opening force and closing force (R^2=0.759), but there was no significant difference between opening force and closing force (t-test, P>0.05).
4) For outswinging casements, there was no significant correlation between operating force and sash weight.

Key words: window operating force, opening force, closing force, sliding window, outswinging casement
開閉操作力，開力，閉力，引き違い窓，外開き窓

高気密・高断熱住宅に導入されている窓の開閉操作力の実態を調査することを目的に，旭川市内の一戸建て住宅において引き違い窓と外開き窓の開閉操作力測定を行い，以下の結果を得た。

1）引き違い窓では，開き操作時に，閉力に比べて大きな力が必要となるが（t-test, P=0.0002），開力と閉力の間に相関関係は認められなかった（R^2=0.196）。
2）引き違い窓では，開閉操作力と障子重量の間に相関関係が認められなかった。
3）外開き窓では，開力と閉力の間に有意な相関関係が認められたが（R^2=0.759），操作力の大きさに有意な差は認められなかった（t-test, P>0.05）。
4）外開き窓では，開閉操作力と障子重量の間に相関関係が認められなかった。

1. はじめに

住宅の高断熱化，高気密化は，性能の優れた窓やドアなどの住宅部品を生み出してきた。しかし，高齢者，障害者，子供などにとっては，窓やドアの気密性能・水密性能を重視するあまりに開閉時の操作力が大きくなり，開閉操作に困難や制限が生じていることがある。これは，高齢者を対象とした住宅のバリア実態調査[1,2]からも指摘されており，操作性についての評価手法の確立と操作性の良い開口部品の開発が求められている。

そこで，林産試験場と北海道立北方建築総合研究所では，窓の開閉操作性評価手法の確立とともに，窓の気密性，水密性能を損なうことなく，開閉性の良い窓の設計製作方法について検討を行うことを目的として，共同研究「窓の操作性評価技術の開発」[3]を行っている。本報ではこの一環として行なった開閉操作力の実態調査について報告する。

2. 調査方法

2.1 概要

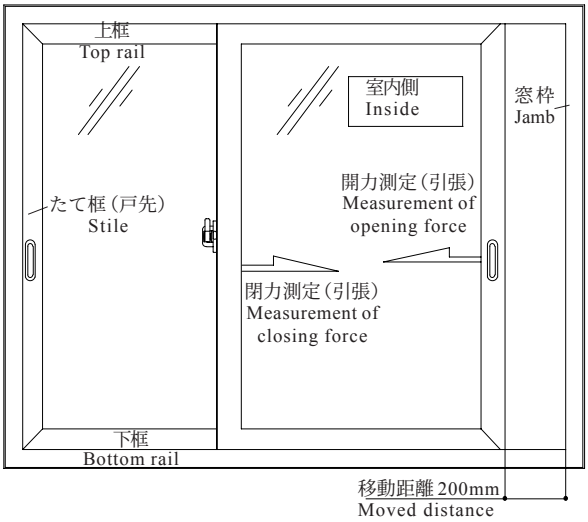
北海道の住宅に導入されている引き違い窓，外開き窓の開閉操作力の実態を調査することを目的に，旭川市内の一戸建て住宅10軒（竣工　1996年以降）において現場測定を行った。

2.2 測定方法

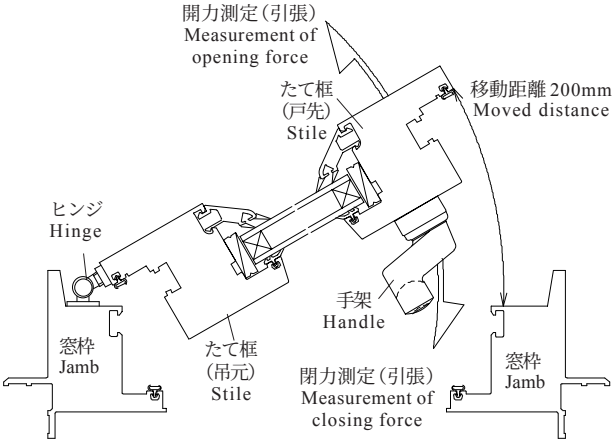
開力と閉力の測定は，おおむね10回程度開閉操作を繰り返した後，秤量98Nのばね秤（はかり）を使用し4.9Nの精度で数値を読み取り記録した。

引き違い窓は，彫込み引き手や手架のあるものはその高さでばね秤を取付け，それ以外のものは障子の高さのほぼ中央にばね秤を取付けて，ばね秤の移動速度がおおむね600～750mm/minとなるように水平方向に引っ張った。開力は，障子が200mm移動するまでに要した最大の力とし，閉力はおおむね一定速度で動き出してから施錠できる状態に戻るまでに要した最大の力とした（**第1図**）。

外開き窓は，ラッチを開放した状態で手架の位置にワイヤーを巻きつけ，ばね秤を取り付けた。ばね秤の移動速度がおおむね600～750mm/minとなるように開閉操作を行い，開力は障子が200mm移動するまでに要した最大の力とし，閉力は障子を200mm開いた状態から完全にラッチングできる状態に戻るまでに要した最大の力とした（**第2図**）。



第1図　開閉操作力試験の概要（引き違い窓）
Fig. 1. An illustrated scheme for a measurement of operating force(sliding window).



第2図　開閉操作力試験の概要（外開き窓）
Fig. 2. An illustrated scheme for a measurement of operating force(outswinging casement).

3. 測定結果

3.1 引き違い窓

引き違い窓の概要および測定結果を**第1～2表**に示す。開力の平均は33.6N，母平均（n=20）の95%区間推定値は28.4～38.7Nで，閉力の平均は21.3N，母平均の95%区間推定値は17.8～24.8Nとなり，閉力が有意に小さくなることが確認できた（t-test, P=0.0002）（**第3図**）。

これは，閉力測定時には，たて框（かまち）の気密材が障子や枠に擦れることなくばね秤の移動速度で障子が閉まる

第1表　供試体の概要（引き違い窓）

Table 1. Outline of specimens (sliding window).

供試体 Specimen No.	レールの材質 Tracking material	召合せ上部気密材 Top sealing type on meeting stile	召合せ下部気密材 Bottom sealing type on meeting stile	たて框気密材（召合） Weatherstrip type of meeting stile	たて框気密材（戸先） Weatherstrip type of stile	上框気密材 Weatherstrip type of top rail	下框気密材 Weatherstrip type of bottom rail
1-L [a]	アルミ製	モヘア系（フィン付）	P-f	R	P-f＋R [g]	P-f	P-f
1-R [b]	Aluminum	P-f [c]	↑	無し	R	↑	↑
2-L	↑	↑	↑	Non	↑	↑	↑
2-R	↑	↑	↑	R	P-f＋R	↑	↑
3-L	PVC製	ゴム系	S	P-f	P-f	↑	↑
3-R	Polyvinyl chloride	R [d]	↑	Non	↑	↑	↑
4-L	↑	スポンジ系	P	R	↑	↑	↑
4-R	↑	S [e]	↑	↑	↑	↑	↑
5-L	↑	R	S	↑	R	R	R
5-R	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
6-L	↑	↑	R	↑	↑	P-f	P-f
6-R	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
7-L	↑	↑	S	↑	↑	P	P
7-R	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
8-L	↑	S	P	↑	P-f	P-f	P-f
8-R	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
9-L	↑	↑	S	↑	↑	↑	↑
9-R	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
10-L	↑	モヘア系	P	↑	R	R	R
10-R	↑	P [f]	↑	↑	↑	↑	↑

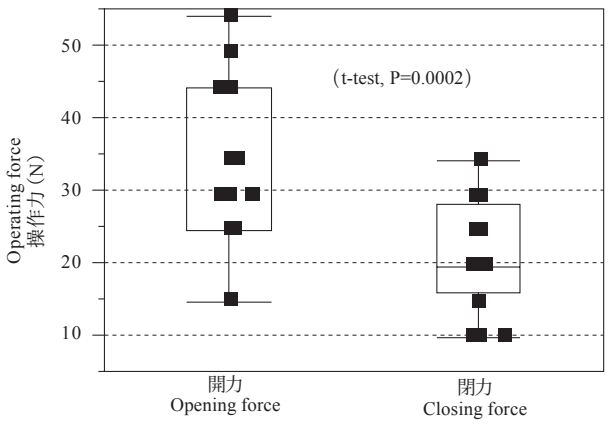
a）室内側から見て左側の障子，b）室内側から見て右側の障子，c）モヘア系（フィン付き），d）ゴム系，e）スポンジ系，f）モヘア系，g）フィン付きモヘアとゴム系の併用

a) Outside sash; b) Inside sash; c) Pile type (Attached fin seal); d) Rubber type; e) Sponge type; f) Pile type; g) The combined use of P-fand R

第2表　測定結果の概要（引き違い窓）

Table 2. Results of measurement of opening and closing force (sliding window).

供試体 Specimen No.	開力（N） Opening force	閉力（N） Closing force	障子寸法 Sash size 高さ（mm） Hight	障子寸法 Sash size 幅（mm） Width	推定障子重量（kg） Estimated sash weight
1-L	44.1	29.4	1415	885	18.8
1-R	24.5	24.5	1375	900	18.6
2-L	29.4	19.6	1375	900	18.6
2-R	34.3	24.5	1415	885	18.8
3-L	44.1	34.3	1910	1298	37.2
3-R	49.0	29.4	1910	1298	37.2
4-L	24.5	19.6	1160	867	15.1
4-R	29.4	14.7	1160	867	15.1
5-L	29.4	19.6	1757	822	21.7
5-R	24.5	19.6	1710	822	21.1
6-L	34.3	19.6	1765	1330	35.2
6-R	24.5	19.6	1740	1330	34.7
7-L	34.3	24.5	1945	852	24.9
7-R	24.5	29.4	1905	852	24.3
8-L	53.9	9.8	1512	912	20.7
8-R	24.5	9.8	1512	912	20.7
9-L	53.9	34.3	1905	1302	37.2
9-R	29.4	14.7	1905	1302	37.2
10-L	44.1	19.6	1510	1300	29.4
10-R	14.7	9.8	1510	1300	29.4
平均 Average	33.6	21.3			

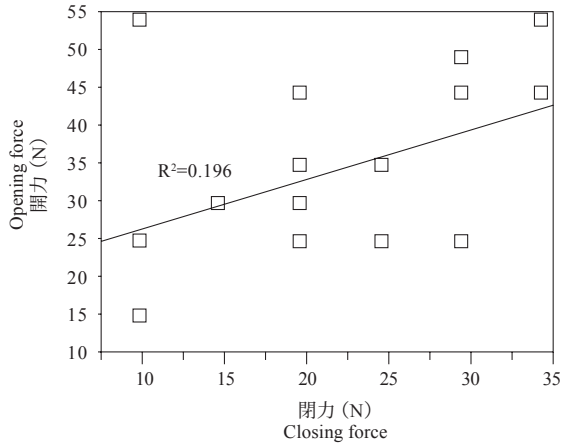


第3図　開閉操作力（引き違い窓）
Fig. 3. Opening and closing force (sliding window).

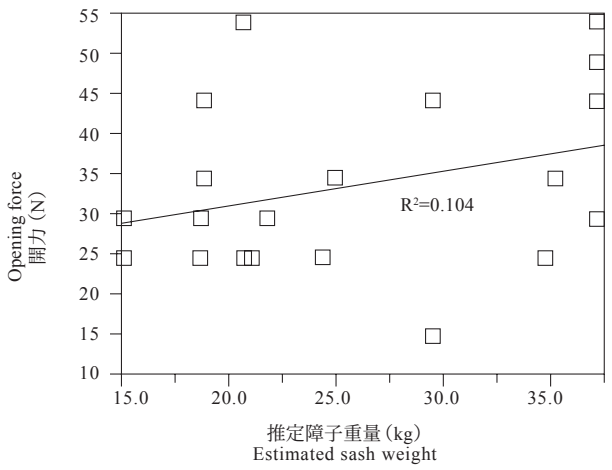
が，開力測定時には，たて框の気密材が押しつぶされた状態で枠と密着しているため，大きな摩擦抵抗が働いて開力が大きくなると思われる。しかし，今回の測定では，開力と閉力に大きな差がないものや閉力が大きいものもあり，開閉操作時の気密材の接触面積や変形状態などの変化に伴う摩擦抵抗の影響や，立て付け時の調整具合などが原因していると考えられる。また，開力と閉力の関係では，開力が大きくなれば閉力も大きくなるといった有意な差はみられなかった（**第4図**）。

今回測定した現場の窓は，すべてが複層ガラスで，厚さも17.5～19mmとほぼ同じであり，障子の材質もすべてPVC製であったことから，単位面積あたりの障子重量を15kg/m^{2}と推定し，開力と閉力との関係について検討を行った。

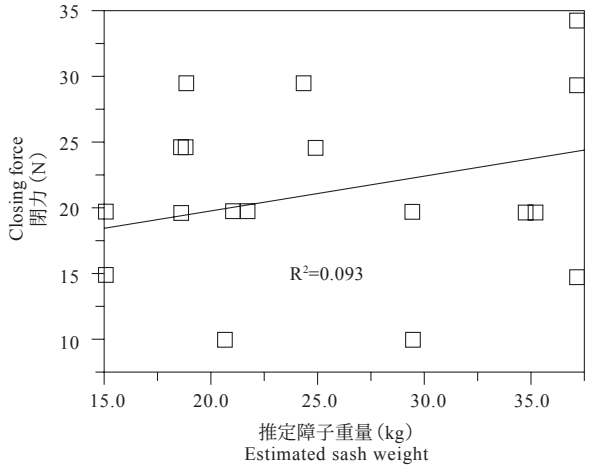
その結果，軽い障子ほど開力と閉力が小さくなるといった傾向はみられなかった（**第5～6図**）。



第4図　開力と閉力の関係（引き違い窓）
Fig. 4. Relationship between opening and closing force (sliding window).



第5図　開力と推定障子重量の関係（引き違い窓）
Fig. 5. Relationship between opening force and estimated sash weight (sliding window).



第6図　閉力と推定障子重量の関係（引き違い窓）
Fig. 6. Relationship between closing force and estimated sash weight (sliding window).

3.2　外開き窓

外開き窓の概要および測定結果を**第3～4表**に示す。開力の平均は22.5N，母平均（n=10）の95%区間推定値は13.0～32.1Nで，閉力の平均は28.9N，母平均の95%区間推定値は19.0～38.7Nであった。

閉操作ではラッチングが完了するまで気密材を押しつぶす力が必要となるため，閉力の方が開力より大きくなると思われたが，その傾向はみられるものの有意な差は確認できなかった（**第7図**）。今回測定した現場の窓は，すべてが複層ガラスで厚さも17.5～19mmとほぼ同じであり，障子の材質もすべてPVC製だったので，単位面積あたりの障子重量を15kg/m^{2}と推定し，開力と閉力との関係について検討を行った。

第3表　供試体の概要（外開き窓）

Table 3. Outline of specimens (outswinging casement).

供試体番号 Specimen No.	開閉金物の種類と数（n） Type and number of hinge
1	上下にフリクションヒンジ（2個） Two friction stays locate top and bottom
2	下にフリクションヒンジ（1個）＋上部，中央部，下部にヒンジ（3個） One friction stay locate bottom +Three hinges locate top and middle and bottom
3	下にフリクションヒンジ（1個）＋上部，下部にヒンジ（2個） One friction stay locate bottom +Two hinges locate top and bottom
4	上下にフリクションヒンジ（2個） Two friction stays locate top and bottom
5	上下にフリクションヒンジ（2個） Two friction stays locate top and bottom
6	上下にフリクションヒンジ（2個） Two friction stays locate top and bottom
7	下にフリクションヒンジ（1個）＋上部，下部にヒンジ（2個） One friction stay locate bottom +Two hinges locate top and bottom
8	上下にフリクションヒンジ（2個） Two friction stays locate top and bottom
9	下にフリクションヒンジ（1個）＋上部，中央部，下部にヒンジ（3個） One friction stay locate bottom +Three hinges locate top and middle and bottom
10	上にフリクションヒンジ（1個）＋上部，中央部，下部にヒンジ（3個） One friction stay locate top +Three hinges locate top and middle and bottom

注)枠周り及び障子周りの気密材はゴム系が使用されていた。
Note) All the weatherstrips of frame and sash were rubber type.

第4表　測定結果の概要（外開き窓）

Table 4. Results of measurement of opening and closing force (outswinging casement).

供試体 Specimen No.	開力（N） Opening force	閉力（N） Closing force	障子寸法 Sash size 高さ（mm） Hight	障子寸法 Sash size 幅（mm） Width	推定障子重量（kg） Estimated sash weight
1	24.5	39.2	1395	735	15.4
2	19.6	24.5	1705	596	15.2
3	9.8	19.6	1378	678	14.0
4	49.0	49.0	1245	434	8.1
5	14.7	29.4	1442	740	16.0
6	39.2	44.1	1396	434	9.1
7	9.8	9.8	1088	583	9.5
8	19.6	19.6	1745	445	11.6
9	9.8	24.5	1883	761	21.5
10	29.4	29.4	1970	710	21.0
平均 Average	22.5	28.9			

その結果，開力と閉力の相関関係では，決定係数が0.759（$P<0.001$）となり，開力が大きければ閉力も大きくなる有意な傾向がみられた（**第8図**）が，軽い障子ほど開力と閉力が小さくなるといった傾向はみられなかった（**第9～10図**）。

今回の測定による外開き窓の開力と閉力の大きさについては，障子の重量や気密材の変形具合に伴う反発力よりも，吊り元側に使用されている金物の性能や状態などの違いが影響していると思われる。

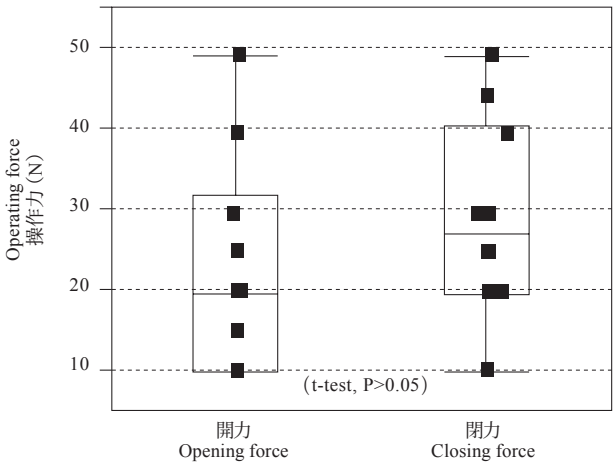
4．まとめ

今回の実態調査の結果は，以下の通りであった。

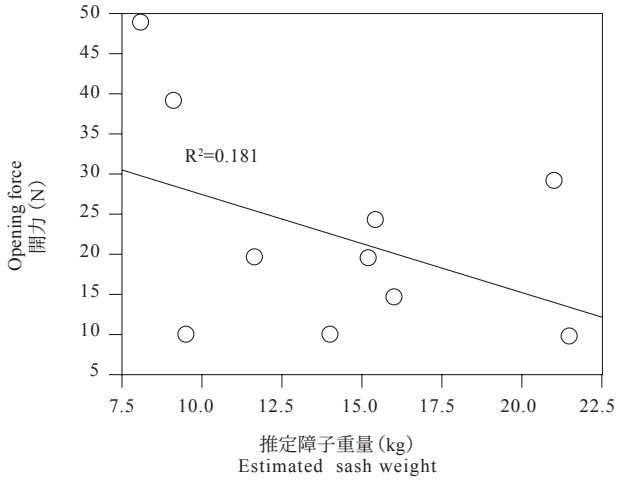
1）引き違い窓では，開き操作時により大きな力が必要となるが，開力と閉力の間に相関関係は認められなかった。

2）引き違い窓では，開閉操作力と障子重量の間に相関関係が認められなかった。

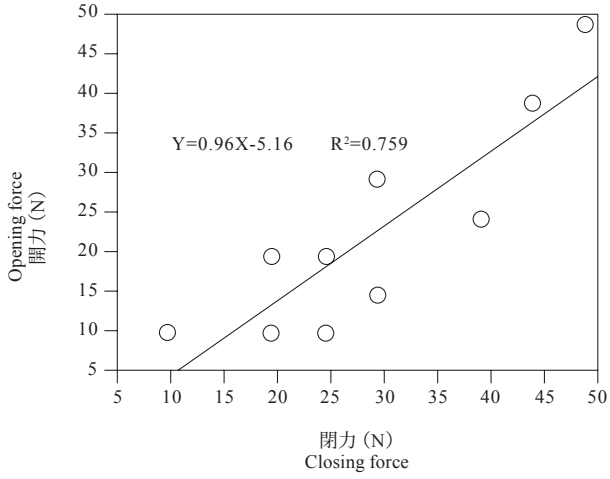
3）外開き窓では，開力と閉力の間に有意な相関関係が認められたが，操作力の大きさに有意な差は認めら



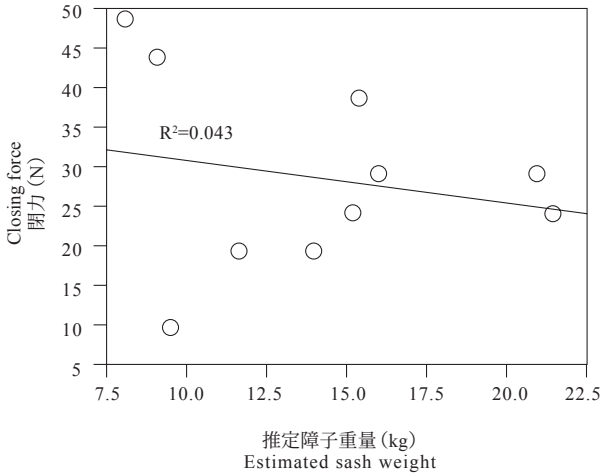
第7図　開閉操作力（外開き窓）
Fig. 7. Opening and closing force (outswinging casement).



第9図　開力と推定障子重量の関係（外開き窓）
Fig. 9. Relationship between opening force and estimated sash weight (outswinging casement).



第8図　開力と閉力の関係（外開き窓）
Fig. 8. Relationship between opening and closing force (outswinging casement).



第10図　閉力と推定障子重量の関係（外開き窓）
Fig. 10. Rerationship between closing force and estimated sash weight (outswinging casement).

れなかった。

4）外開き窓では，開閉操作力と障子重量の間に相関関係が認められなかった。

次報では，北海道立北方建築総合研究所で行った操作力と開閉性評価の関係分析，高齢者の動作特性と開閉動作特性などの結果に基づき，操作性と気密・水密性を考慮した引き違い窓の設計試作を行いその特性を明らかにする。

文　　献

1）北海道立工業試験場，北海道立寒地住宅都市研究所，北海道立林産試験場，北海道立心身障害者総合相談所：“北国型福祉社会における住生活環境整備に関する研究報告書”(1996).

2）北海道立工業試験場，北海道立寒地住宅都市研究所，北海道立林産試験場，北海道立心身障害者総合相談所：“北国型福祉社会における住生活環境整備に関する研究報告書”(1997).

3）北方建築総合研究所，北海道立林産試験場：“窓の操作性評価技術の開発”(2003).

－性能部　性能開発科－
－＊1：技術部　合板科－

（原稿受理：03.8.28）