

平成18年度「工業標準化法JNLA制度における測定の
不確かさの推定及び技能試験用試料開発に係る調査」に係る
委託業務報告書

1. 委託業務の実施

(1) 事業目的

工業標準化法に基づくJNLA制度において、試験業者は測定の不確かさを推定する手順を持ち、かつ適用することが求められている。本事業の目的は、測定の不確かさについて調査し、その推定事例を作成すると共に、この測定事例を技術情報として広く提供することにより試験業者の測定の不確かさに係る理解の促進を図ることとする。また、測定の不確かさの調査にあたり、均質な試料を用いた試験データが必要であることから、技能試験に用いることが可能な均質な試験試料の開発に係る調査を併せて行うことを目的とする。

(2) 事業概要

紙パルプ分野において、衛生用紙は紙の生産量の約1割を占めている。特に当センター管内では、トイレットペーパーやティッシュペーパーなどの家庭紙製造業が集積しており、その品質管理及び商取引には、坪量及び破裂強さが用いられている。そこで本調査では、JIS P 4501トイレットペーパーに規定されている品質に関する測定のうち坪量及び破裂強さに関し、測定の不確かさの推定の事例を作成し、技能試験に用いることが可能な均質な試験試料の開発に係る調査を行う。

(3) 事業内容

- ① JIS P 8124に基づく坪量測定及びJIS P 8112に基づき破裂強さ測定を行う際の測定結果に影響する要因の調査。
- ② トイレットペーパーの坪量及び破裂強さ測定の不確かさの検討
「JNLAの試験における測定の不確かさの適用に関する方針」4.2(3)Ⅲ定量試験Bの考え方にに基づき、以下のように不確かさの推定を行う。
 - ②-1 トイレットペーパーの坪量に関しては、JIS P 8124 紙及び板紙一坪量測定方法により行う。①の結果に基づき、温度、湿度をコントロールした室内において、一定の面積の試料の坪量を測定する場合の不確かさについて、湿度、電子天秤、測定者などの要因について不確かさを算出する。これらの要因の不確かさを総合した坪量の不確かさを推定する。
 - ②-2 トイレットペーパーの破裂強さに関しては、JIS P 8112 紙及び板紙のミューレン低圧形試験機による破裂強さ試験方法により行う。①の結果に基づき、温度、湿度をコントロールした室内において、調湿時間、試験機、測定者などの要因について不確かさを算出する。これらの要因の不確かさを総合した破裂強さの不確かさを推定する。
- ③ 技能試験用試料の抄造条件の検討
以上の結果より、坪量及び破裂強さの均質性の高い試験試料を、生産現場の大型抄紙機により抄造したものと、角形手漉きマシンにより抄造したものを比較し、より均質性の高い試験試料を試作し、最適な抄造条件を見いだす。
- ④ 技能試験用試料の仕様の検討
以上の結果を基に、技能試験に用いることが可能な安定した均質な試験試料の開発

に係る調査を行い、均質な試験試料の仕様に対する提案を行う。
当センターでの抄紙実験などから、抄紙機の流れ方向の品質のばらつきは、横方向に比べて小さいことが経験的に分かっているが、これを実証するために、生産現場でサンプリングを行い、安定した品質の試験試料を得られるサンプリング箇所を特定する。

⑤ 調査研究委員会

第一回委員会 平成18年10月5日 富士工業技術センター

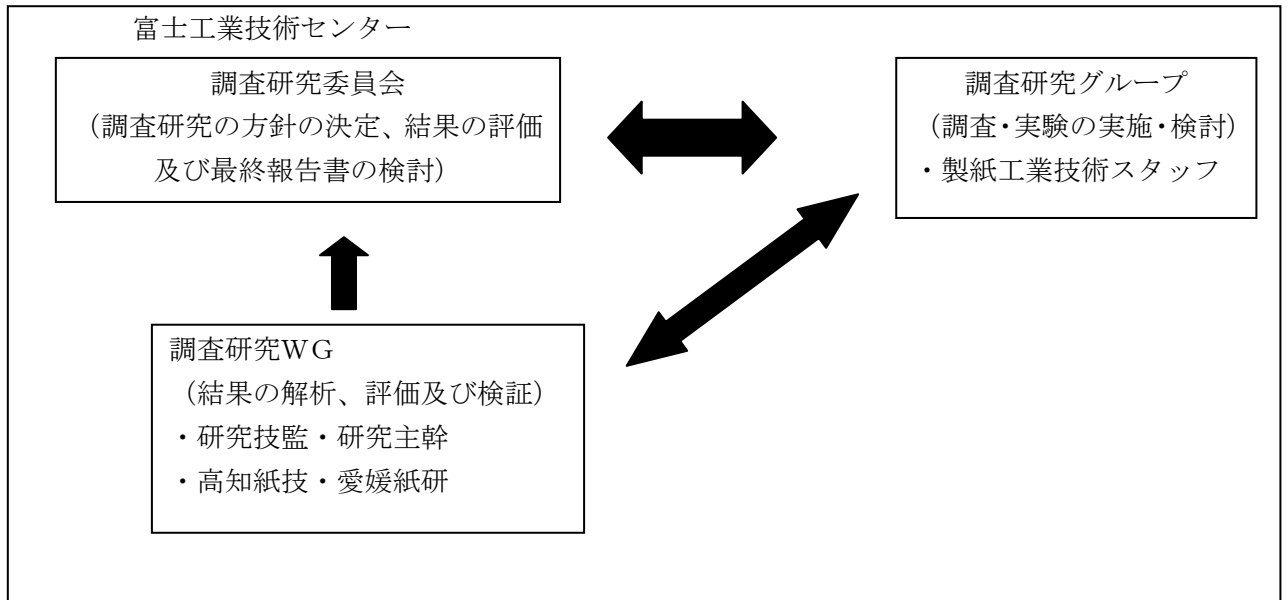
第二回委員会 平成19年2月21日 富士工業技術センター

2. 委託期間

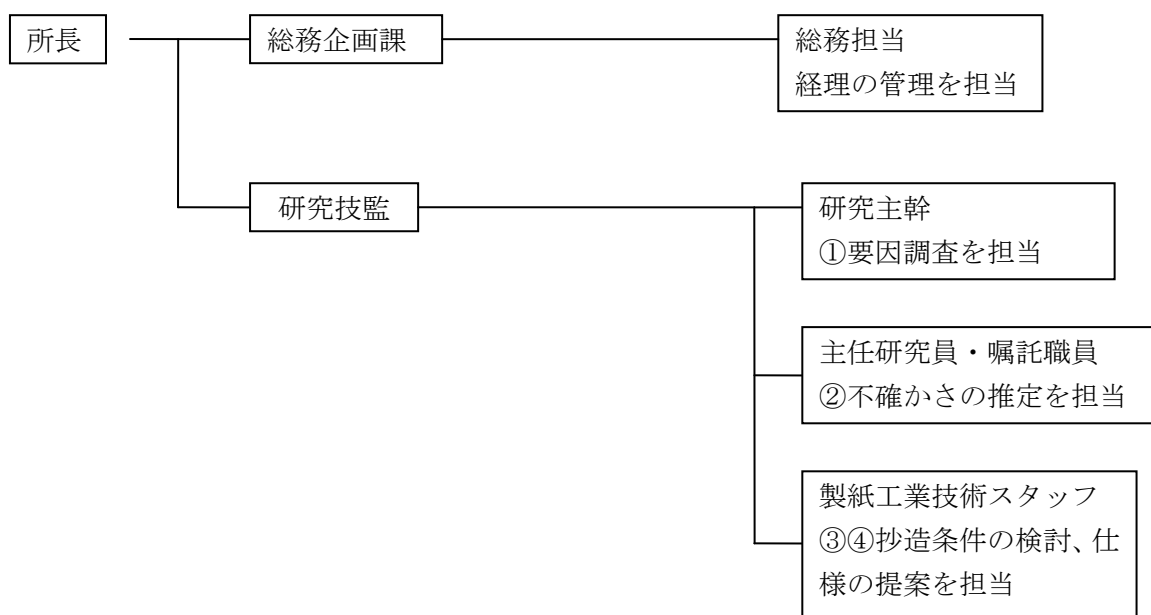
平成18年8月29日 から 平成19年2月23日

3. 実施体制

(1) 事業体制スキーム



(2) 所内体制スキーム



(3) 事業体制

委託先等名	静岡県富士工業技術センター		
業務管理者	所長 曾布川 正		
経理責任者	総務企画課 主事 浅井 聡介		
主な事業 実施場所 及び登録 研究員	所在地 〒419-8550 静岡県富士市大淵2590-1		
	名称 富士工業技術センター		
	氏名	所属・役職	担当業務内容
	牧田 輝夫	研究技監	総括 ③
	大竹 輝徳	製紙工業技術スタッフ研究主幹	① ③ ④
	堤 真一	製紙工業技術スタッフ主任研究員	② ③ ④
	目崎 陽子	嘱託職員	②
	八木 淳一	製紙工業技術スタッフ主任研究員	③ ④
	深沢 博之	製紙工業技術スタッフ主任研究員	③ ④
	村松 重緒	製紙工業技術スタッフ副主任	③ ④
齊藤 将人	製紙工業技術スタッフ副主任	③ ④	

(4) 再委託先及び共同実施先における事業体制
なし

(5) 委員会等における外部からの指導者及び協力者
調査研究委員会における登録委員

氏名	所属・役職
田中 秀幸 関 正純 森川 政昭 由澤 諭	独立行政法人 産業技術総合研究所計測標準研究部門応用統計研究室 高知県立紙産業技術センター製紙技術部長 愛媛県紙産業研究センター技術支援室専門研究員 株式会社巴川製紙所研究開発本部分析センター長

4. 研究調査の成果報告

調査研究の成果として、トイレットペーパーの坪量及び破裂強さについて繰り返し測定、湿度条件による測定等を行い、JIS P 4501 トイレットペーパーに規定する坪量測定及び破裂強さ測定における不確かさを検討した。調査研究の内容は以下のとおりである。

5. 測定の不確かさの推定

5. 1 試験方法及び条件

トイレットペーパーの坪量及び破裂強さの測定は、JIS P 4501「トイレットペーパー」に規定されている方法、JIS P 8124「紙及び板紙—坪量測定方法」、及びJIS P 8112「紙及び板紙のミューレン低圧形試験機による破裂強さ試験方法」により行った。試験条件はJIS P 4501 にはJIS P 8111「紙、板紙及びパルプ—調質及び試験のための標準状態」によるとあるが、但し書きでは室温(20 ± 5)°C、湿度(65 ± 5)%で行うと定められている。本調査研究では、湿度の影響を調べる以外の試験はJIS P 8111による標準条件{(23 ± 1)°C、(50 ± 2)% r. h.}で24時間以上調湿後、標準条件で試験を行った。

5. 2 坪量測定

5. 2. 1 測定器

坪量測定に使用した測定器は、電子式非自動はかり Sartorius 製 R200D (器物番号40120101) JCSS 認定はかり校正事業者ザルトリウス株式会社によって校正され、国際標準キログラム原器にトレーサビリティを有している。

5. 2. 2 試験片

試験片には、トイレットペーパー製造会社に依頼して作成・サンプリングした、330個のトイレットペーパーの一部を用い、1000mm に切断したものと、より均質性が高いと考えられる同一のパルプスラリーから角型手抄シートマシンにより99枚抄紙した紙を(240×240)mm に切断したものをを用いた。

5. 2. 3 不確かさの要因

J I S P 8 1 2 4に規定されている坪量測定において、今回検討した不確かさの要因を表1に示す。

表1 トイレットペーパーの坪量測定における不確かさの要因

要因	内容	
1	幅の不確かさ	Aタイプ (測定)
2	長さの不確かさ	Bタイプ (最小値)
3	電子天秤の繰り返しの不確か	Bタイプ (成績書)
4	天秤の感度	Bタイプ (成績書)
5	天秤の偏置誤差	Bタイプ (成績書)
6	繰り返し測定の不確かさ	Aタイプ (測定)
7	測定者の違いによる不確かさ	Aタイプ (測定)
8	湿度の変動による不確かさ	Aタイプ (測定)

5. 2. 4 不確かさの算出

J I S P 8 1 2 4 の坪量の不確かさの算出を以下のように行った。
坪量を算出する測定式として式①を用いる。

$$Z = m / x y \cdots \cdots \textcircled{1}$$

Z : 坪量

m : 試料の質量

x : 試料の幅

y : 試料の長さ

不確かさの伝播則により、式①による坪量の不確かさを式②で求める。

$$U^2(Z) = (1 / x y)^2 U^2(m) + (-m / x^2 y)^2 U^2(x) + (-m / x y^2)^2 U^2(y) \cdots \textcircled{2}$$

②式より各不確かさ成分に乗ずる感度係数を次のように求めた。

$$m : \text{試料の質量} = 2.1$$

$$x : \text{試料の幅} = 0.114$$

$$y : \text{試料の長さ} = 1$$

$$1 / x y = 1 / 1 \times 0.114 = 8.772$$

$$m / x^2 y = 2.1 / 0.114^2 \times 1 = 161.6$$

$$m / x y^2 = 2.1 / 0.114 \times 1^2 = 18.42$$

5. 2. 5 試験概要

(1) トイレットペーパーの幅測定の不確かさ

試験用ロールを用いて、その幅を10カ所ノギスで測定し、実験標準偏差を算出した。
測定結果を付表4に示す。

(2) 繰り返し測定及び測定者の違いによる不確かさ

トイレットペーパーを1000mmに切断し、1人の測定者が10回を1セットとし、5

セットを繰り返し測定した。また、角型手抄シートマシンにより抄紙した紙99枚を240mm角に切断し、3人の測定者で測定した。結果を付録表1・2に示す。不確かさの推定は角形手抄シートマシンにより抄紙した紙を用いた。

(3) 湿度の変動による不確かさ

JIS P 8111 (紙、板紙及びパルプ—調湿及び試験のための標準状態)では湿度は $50 \pm 2\% \text{r.h.}$ と規定されており、2%の変動が許されておりこれによる不確かさを推定するため、試験室内の湿度を55%及び46%に変化させ、坪量を測定した。結果を付録表3に示す。

5. 2. 6 結果

(1) 繰り返し測定による不確かさ

50回繰り返し測定を行い、その標準偏差を求めた。JIS P 8124では10回測定を行うことになっているので、得られた標準偏差を $\sqrt{10}$ で除して測定の平均値の不確かさを求めた。

表2 分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間 (各セットごと)	5.72E-06	4	1.43E-06	5.13013644	0.001716	2.578739
誤差	1.25E-05	45	2.79E-07			
合計	1.82E-05	49				

(2) 測定者の違いによる不確かさ

分散分析を行ったが、有意な差がでなかった。

表3 分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間 (測定者3人)	8.21E-05	2	4.1E-05	0.324341	0.723259	3.026153
誤差	0.037588	297	0.000127			
合計	0.03767	299				

(3) 坪量に及ぼす湿度の影響

湿度を55%、50%及び46%に変えた場合の坪量の変化を図1に示す。これは

$$y = 0.0122x + 17.692$$

なる回帰式で近似され、湿度2%の変化が0.0244gの変化となり18gに対し13%の変動である。この回帰式において、湿度の変化が $(50 \pm 2)\%$ の時の質量の変動値を矩形分布としてもとめた。

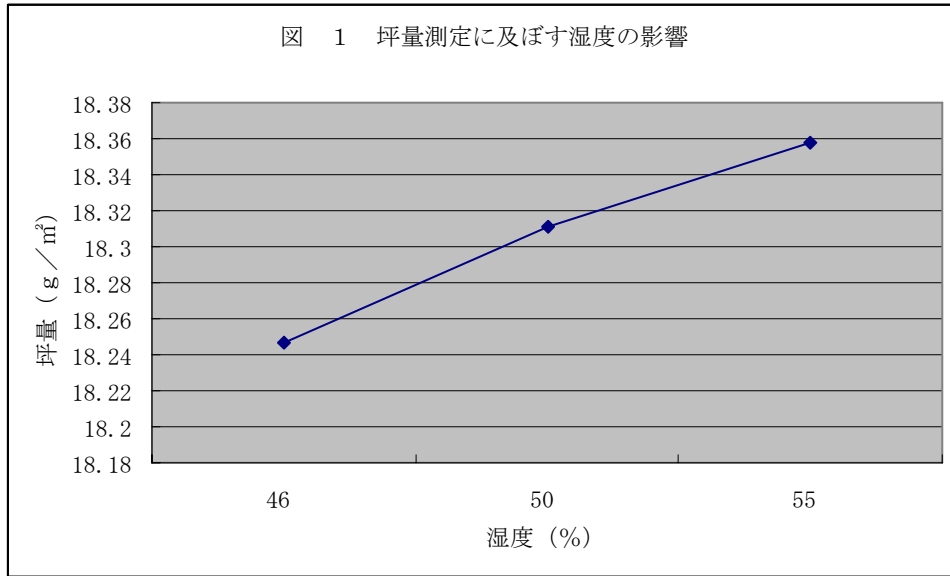


表 4 分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	0.061890986	2	0.030945493	5.270444667	0.011684209	3.354131195
グループ内	0.158530895	27	0.005871515			
合計	0.220421881	29				

(4) バジェットシート

	不確かさの要因	値	確率分布	除数	感度係数	標準不確かさ
1	幅の不確かさ	0.000047434	正規分布	1	161.6	0.0076653
2	長さの不確かさ	0.0005	矩形分布	1.732	18.42	0.005318
3	電子天秤繰り返し性の不確かさ	0.00004	矩形分布	1.732	8.772	0.0002026
4	電子天秤の感度	0.00008	矩形分布	1.732	8.772	0.0004052
5	電子天秤の偏置誤差	0.00008	矩形分布	1.732	8.772	0.0004052
6	繰り返し測定の不確かさ	0.000192962	正規分布	1	8.772	0.0016927
7	測定者の違いによる不確かさ	0	正規分布	1	8.772	0
8	湿度による不確かさ	0.0244	矩形分布	1.732	1	0.0140874
	合成標準不確かさ					0.016992
	拡張不確かさ					0.034

5. 3 破裂強さ試験

5. 3. 1 試験機

破裂強さ試験に使用した試験機は、有限会社佐川製作所製ミューレン破裂度試験機で圧力計は株式会社バルコム製デジタル圧力計VPC-D-S-A-1999kPa-P-3で校正に使用した重錘型圧力計は、産業技術総合研究所の標準にトレーサビリティが取れている。

5. 3. 2 試験片

試験片には、坪量測定に使用した角型手抄シートマシンにより99枚抄紙した紙を240×240mmに切断したものをさらに80mm角に9枚に切断したものの、トイレットペーパー製造会社に依頼して、作成・サンプリングした、330個のトイレットペーパーの一部を用い、1250mm程度の長さに切断し、ミシン目を合わせ重ねて試験片とした。

5. 3. 3 不確かさの要因

JIS P 8112に規定されている破裂強さ試験において、今回検討した不確かさの要因を表5に示す。

表5 トイレットペーパーの破裂強さ試験における不確かさの要因

要因	内容
1	圧力計校正の不確かさ
2	圧力計表示の不確かさ
3	試験片の重ね方向による不確かさ
4	繰り返し測定の不確かさ
5	測定者の違いによる不確かさ
6	湿度の変動による不確かさ

5. 3. 4

不確かさの算出

J I S P 8 1 1 2 の破裂強さの不確かさの算出を以下のように行った。
破裂強さを算出する式として式①を用いる。

$$P = x + e_{p1} + e_{p2} + e_s + e_r + e_p + e_h \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

P : 破裂強さ

x : 測定値

e_{p1} : 圧力計校正による影響

e_{p2} : 圧力計表示による影響

e_s : 試料の重ね方向による影響

e_r : 繰り返し測定による影響

e_p : 測定者による影響

e_h : 湿度による影響

不確かさの伝播則により、式①による破裂強さの不確かさを式②で求める。

$$U^2(P) = U^2(x) + U^2(e_{p1}) + U^2(e_{p2}) + U^2(e_s) + U^2(e_r) + U^2(e_p) + U^2(e_h) \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

各項の単位はすべて k P a となり、感度係数は 1 である。

5. 3. 5 試験概要

(1) 試験片の重ね方向による不確かさ

トイレットペーパーを 10 枚重ねるのにすべて抄紙方向に重ねる場合と、5 枚ずつ 90° ずらして重ねた場合を測定した。結果を付表 5 に示す。

(2) 繰り返し測定の不確かさ

角型手抄シートマシンにより抄紙し、80 mm 角に切断したもの 9 枚を同一ロットと考え、3 人の測定者が測定し、測定者と繰り返し測定とした。結果を付表 6 に示す。

(3) 湿度の変動による不確かさ

トイレットペーパーの破裂強さに及ぼす湿度の影響を調べるため、標準状態の温度

(23 ± 1) °C、で湿度を 50% 及び 46% に変化させた場合の試験用トイレットペーパー

一の破裂強さを測定した。結果を付表 7 に示す。

5. 3. 6 結果

(1) 試験片の重ねあわせによる不確かさ

分散分析を行ったが有意な差はでなかった。

表 6 分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	18.225	1	18.225	0.704133	0.406646	4.098172
グループ内	983.55	38	25.88289			
合計	1001.775	39				

(2) 繰り返し測定による不確かさ

分散分析の誤差項より標準偏差を求めた。JIS P 8112 では 20 回測定を行うことになっているので、得られた標準偏差を $\sqrt{20}$ で除して測定の平均値の不確かさを求めた。

表 7 分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	243.3444	9	27.03827	4.941004	2.82E-05	1.999115
グループ内	437.7778	80	5.472222			
合計	681.1222	89				

(3) 測定者の違いによる不確かさ

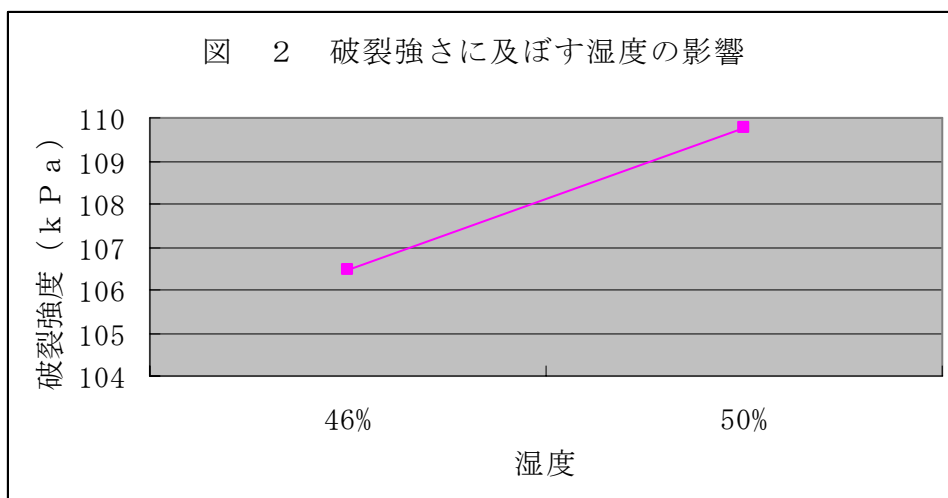
分散分析を行ったが、有意な差はでなかった。

表 8 分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	2.015638	2	1.007819	0.50662	0.608143	3.354131
グループ内	53.71111	27	1.9893			
合計	55.72675	29				

(4) 湿度の変動による不確かさ

温度を 23℃とし湿度を 46%及び 50%としたときの破裂強さの変化を図 2 に示す。



これは $y = 0.825x + 68.5$ なる式で表され、湿度 2% の変化が 1.65 kPa の変化となる。この式において、湿度の変化が (50 ± 2) % の時の質量の変動値を矩形分布としてもとめた。

表 9 分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	108.9	1	108.9	5.207248018	0.028181	4.098169
グループ内	794.7	38	20.91316			
合計	903.6	39				

5. 3. 7 バジェットシート

	不確かさの要因	値	確率分布	除数	感度係数 (kPa)	標準不確かさ
1	圧力計校正の不確かさ	1.96	矩形分布	1.732	1	1.132
2	圧力計表示の不確かさ	0.5	矩形分布	1.732	1	0.2887
3	試験片の重ね方向による不確かさ	0	正規分布	1	1	0
4	繰り返し測定の不確かさ	0.5231	正規分布	1	1	0.5231
5	測定者の違いによる不確かさ	0	正規分布	1	1	0
6	湿度による不確かさ	1.65	矩形分布	1.732	1	0.9527
	合成標準不確かさ					1.60
	拡張不確かさ					3.2

6 技能試験用試料の開発に係る調査

6. 1 市販トイレトペーパー

技能試験用試料に関しては、できるだけ均質なものが求められるため、まず市販の 15 種類のトイレトペーパーについて坪量および破裂強さのバラツキを調べた。

(1) 坪量

坪量の標準偏差に関しては、0.514から1.44までばらつき、大部分が0.054から0.2に分布しているが標準偏差が1を越すものも見られる。

図3 市販トイレトペーパーの坪量の分布

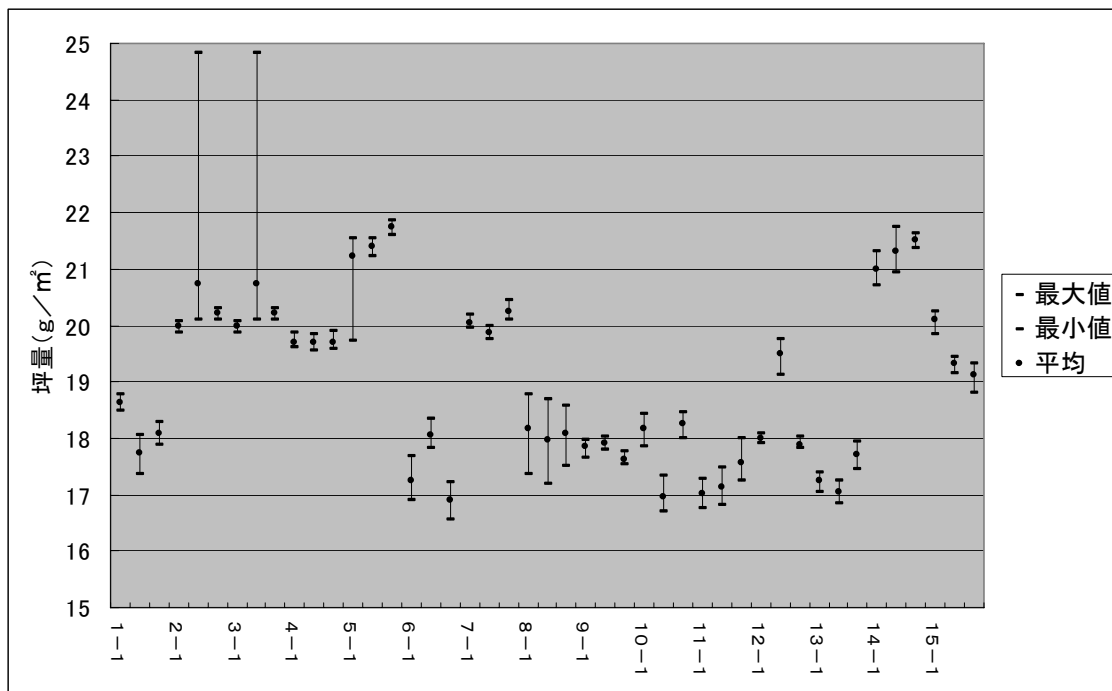
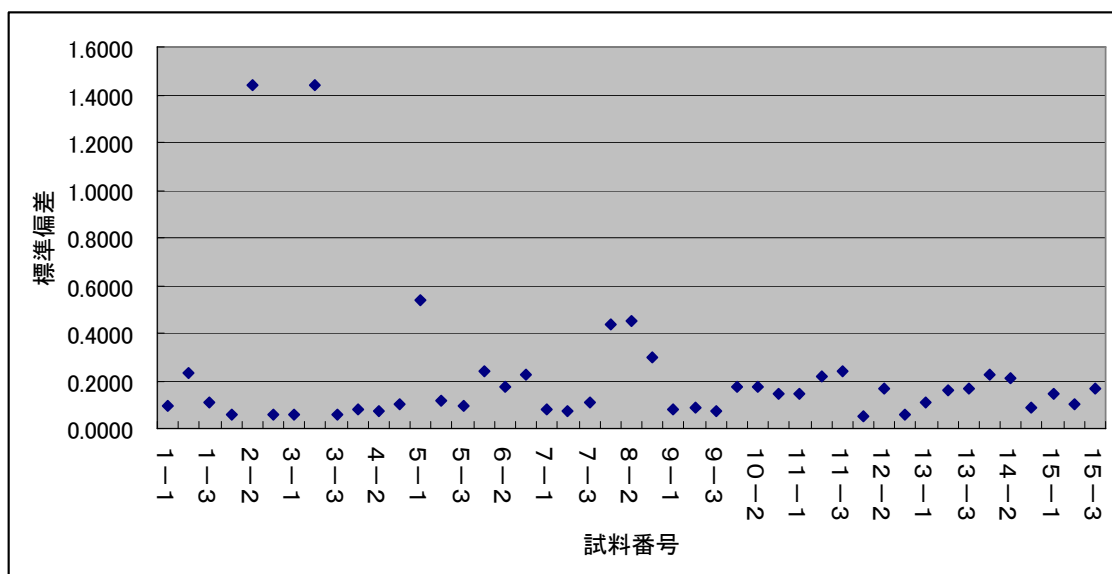


図4 市販トイレトペーパーの坪量の標準偏差の分布



(2) 破裂強さ

破裂強さの標準偏差に関しては、4.95から14.5まで分布しており、そのばらつきは大きい

図5 市販トイレットペーパーの破裂強さの分布

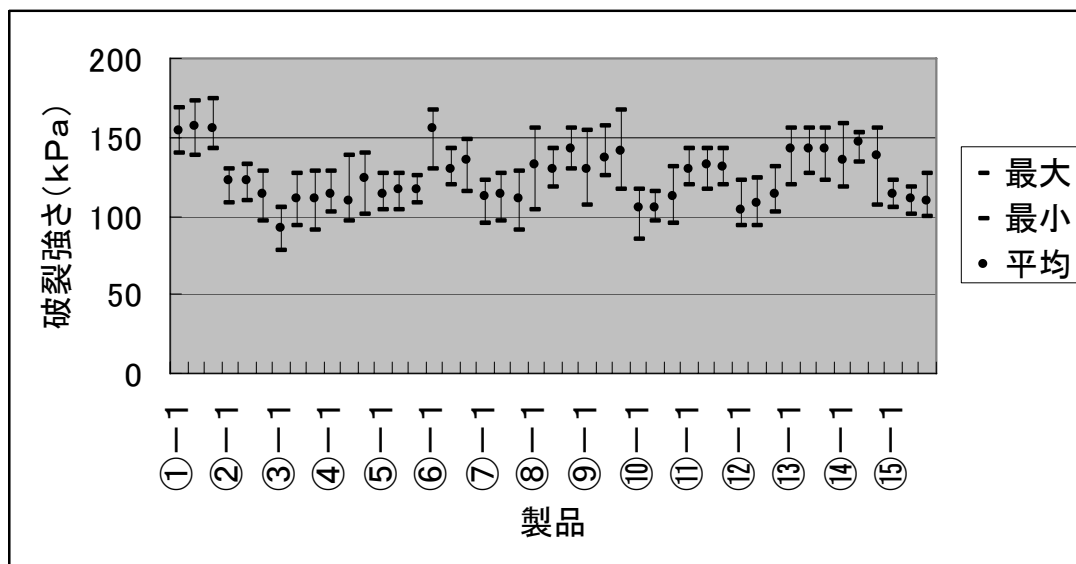
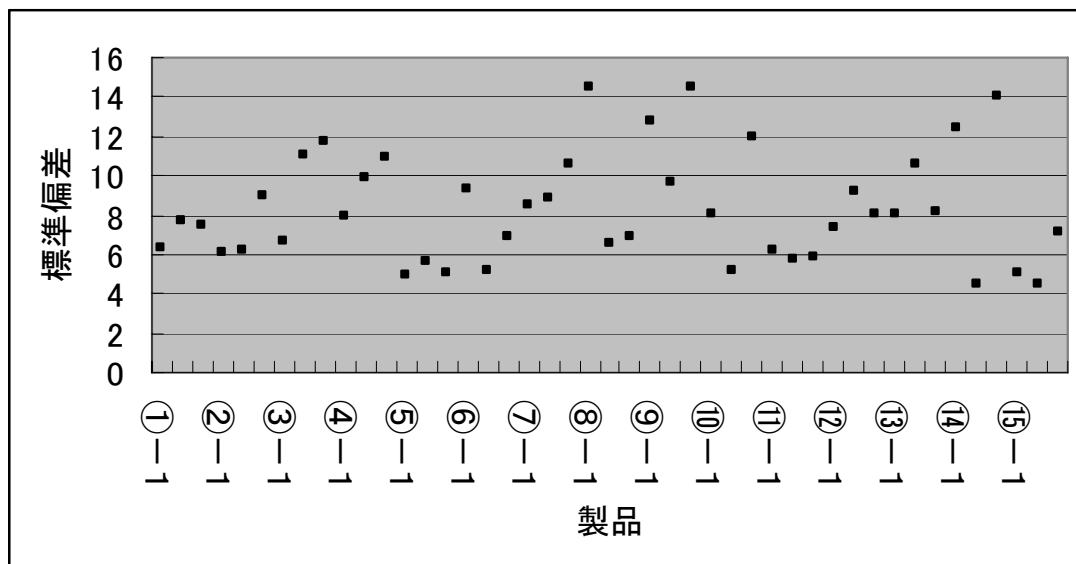


図6 市販品トイレットペーパーの破裂強さの標準偏差の分布



6. 2 試験用トイレットペーパー

(1) 坪量

坪量に関しては、縦方向は0.056から0.124に分布し、横方向は0.0717～0.131に分布と大きな違いはなかった。

図7 試験用トイレットペーパーを縦方向にサンプリングした坪量の分布

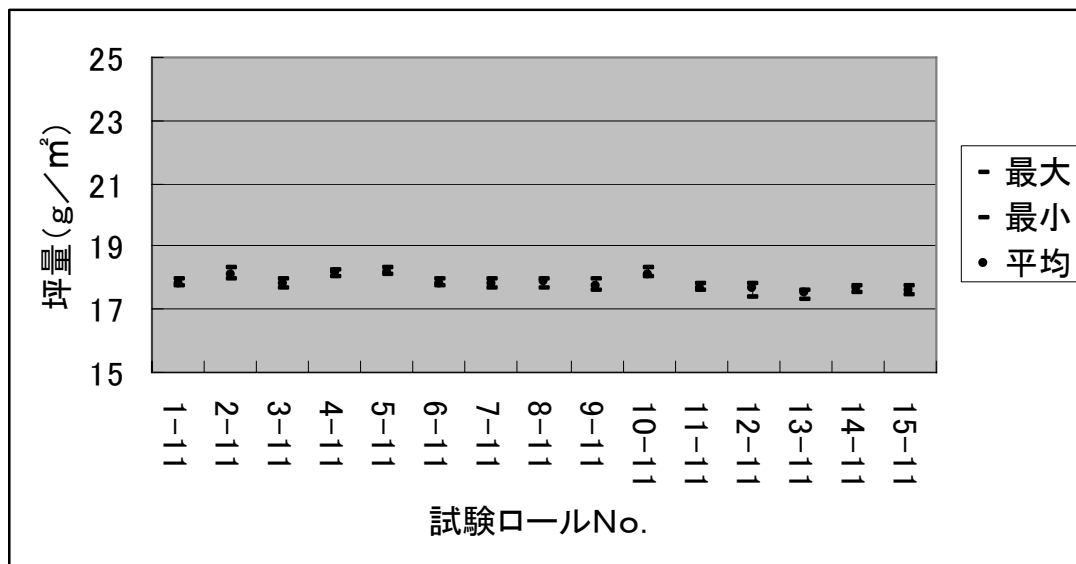


図8 試験用トイレットペーパーを縦方向にサンプリングした坪量の標準偏差の分布

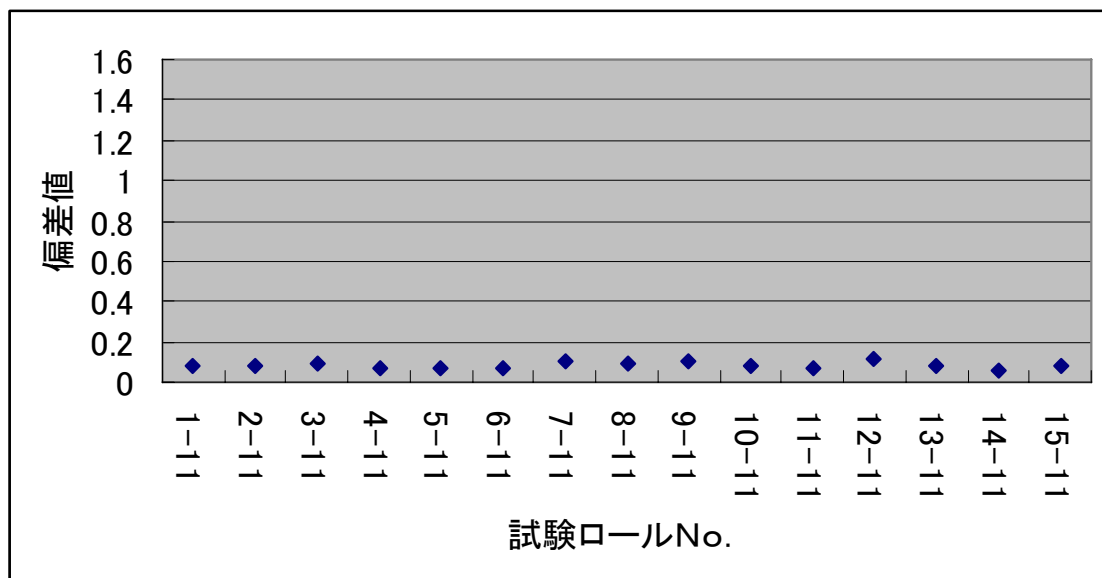


図9 試験用トイレットペーパーを横方向にサンプリングした坪量の分布

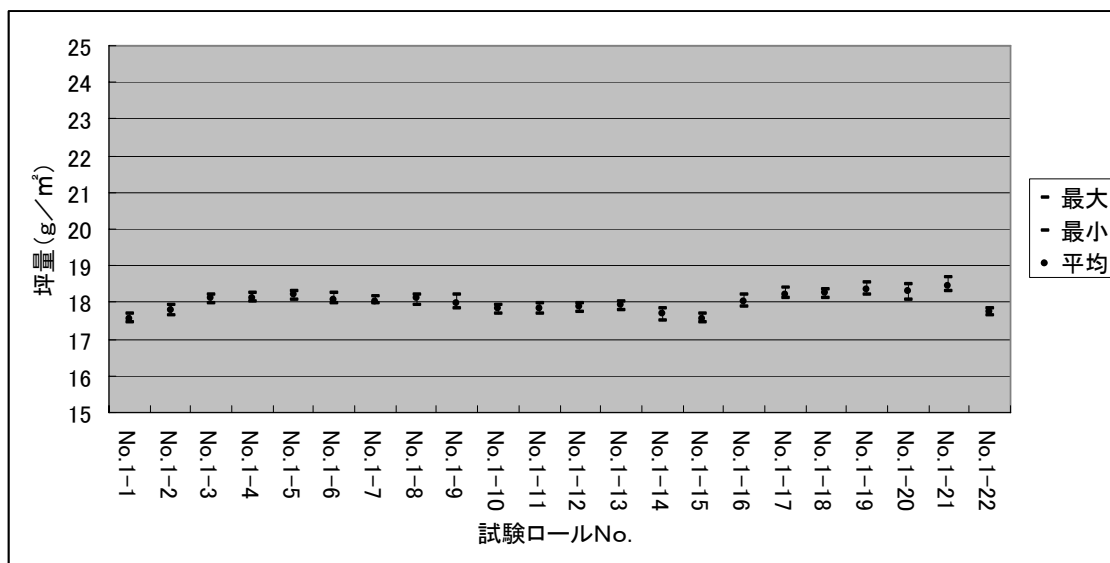
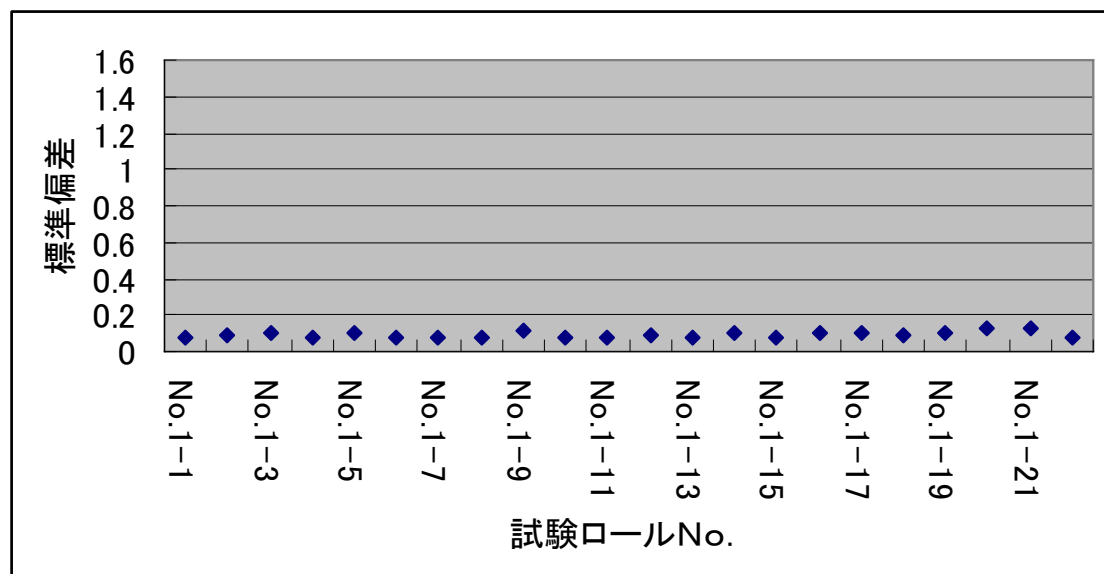


図10 試験用トイレットペーパーを横方向にサンプリングした試料の坪量の標準偏差の分布



(3) 破裂強さ

破裂強さについては縦方向は3.76~7.08、横方向は4.98~9.38と縦方向が良い傾向がみられた。

図 11 試験用トイレットペーパーを縦方向にサンプリングした試料の破裂強さの分布

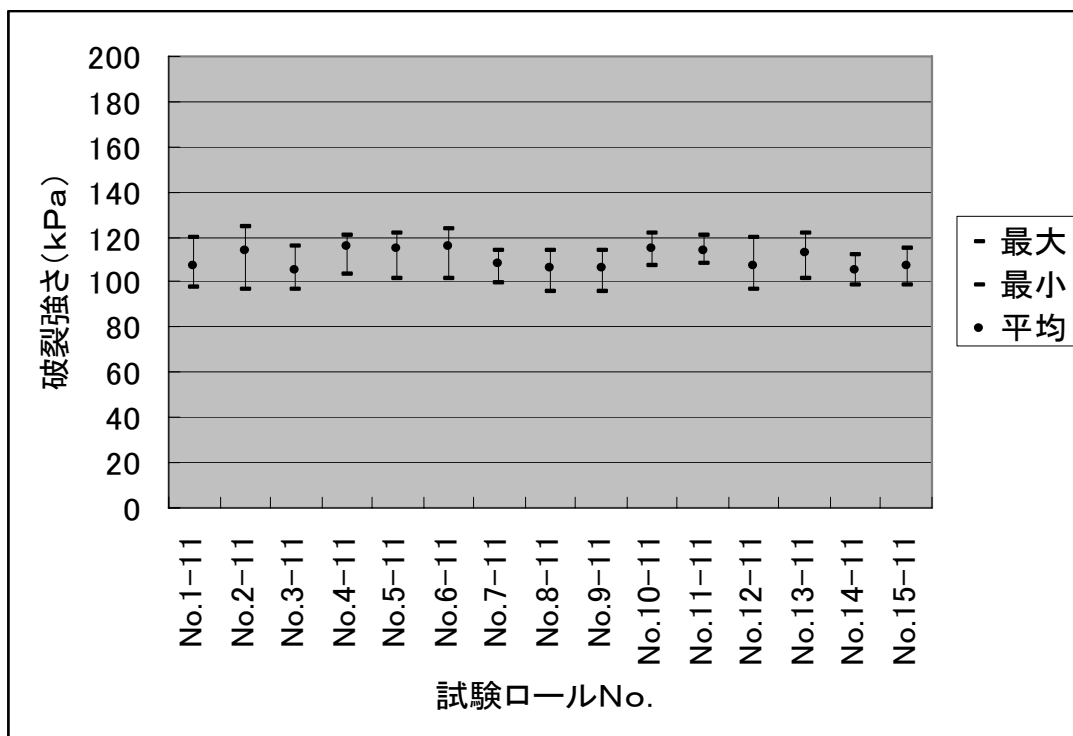


図 12 試験用トイレットペーパーを縦方向にサンプリングした試料の破裂強さの標準偏差の分布

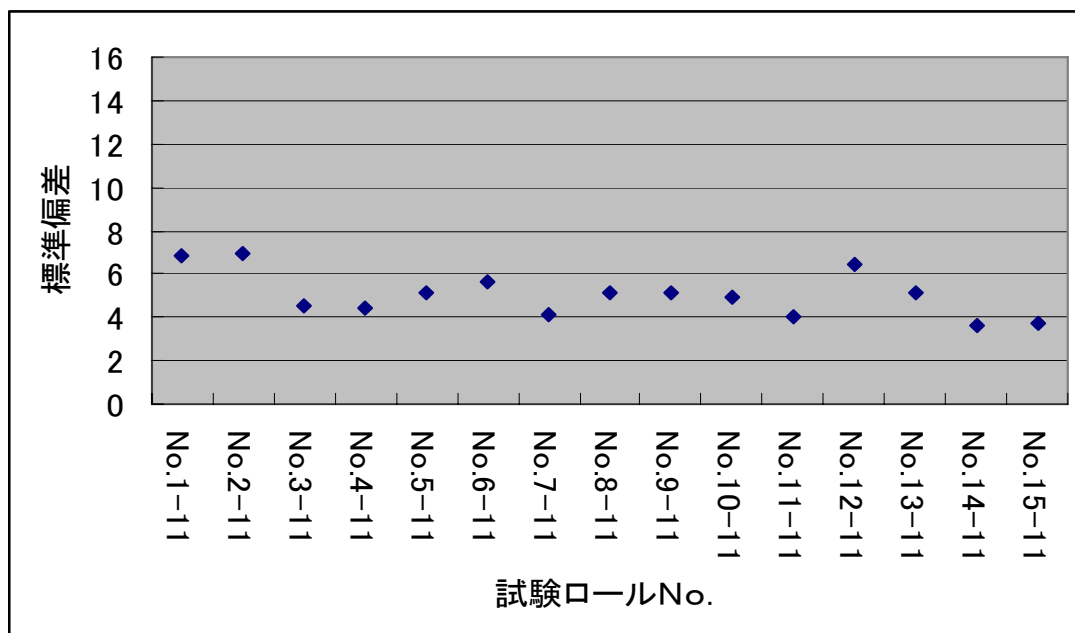


図 13 試験用トイレットペーパーを横方向にサンプリングした試料の破裂強さの分布

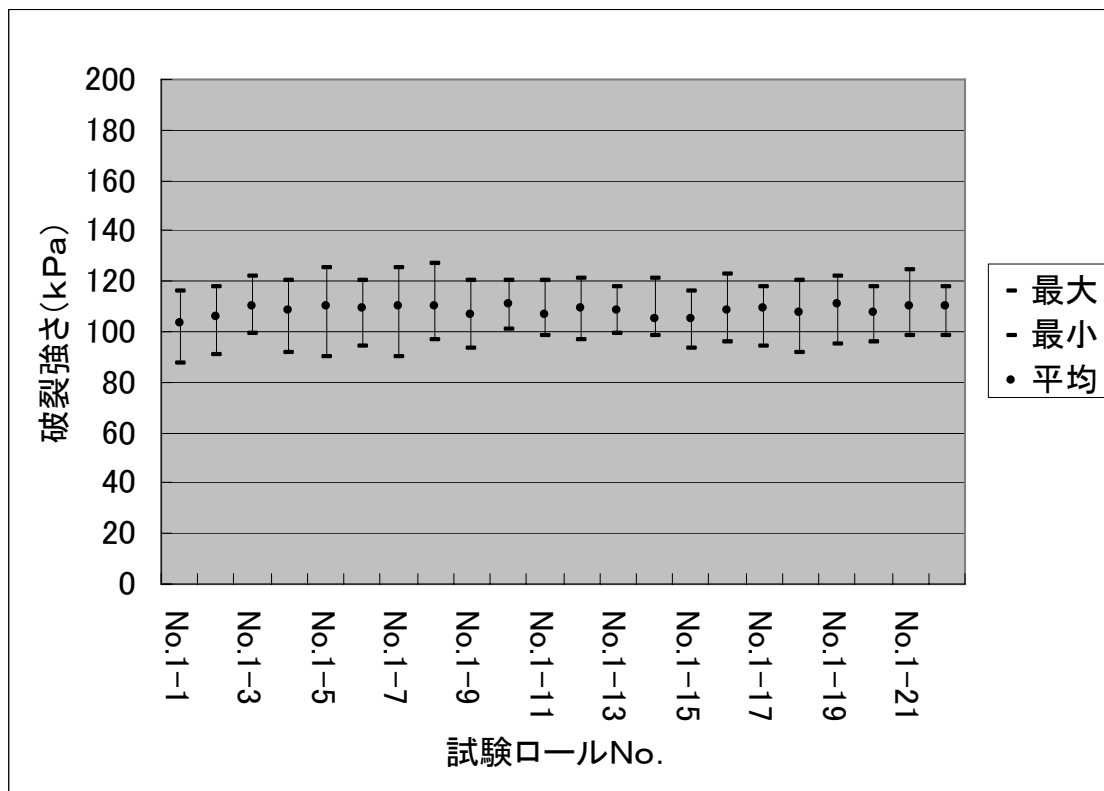
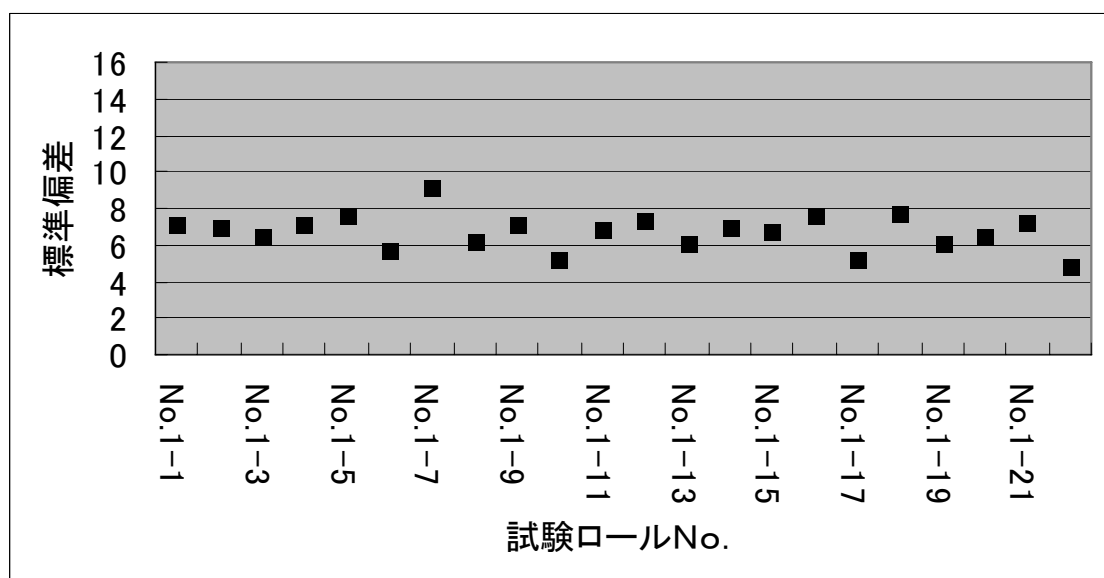


図 14 試験用トイレットペーパーを横方向にサンプリングした試料の破裂強さの標準偏差の分布



以上より技能試験用の試料としては、生産ラインにおいて慎重に生産したトイレットペーパーを縦方向にサンプリングすることで、市販のトイレットペーパーよりも安定した品質の試料が得られることが明らかである。また、紙料調整を厳密に行ったうえで、角型手漉きシートマシンを使用し、坪量が一定の範囲内に入る試料を用いて測定し、測定結果を比破裂強さとして整理すればさらに厳密な比較が可能であろう。

7 まとめ

J I S P 4501に規定するトイレットペーパーの品質に関する試験のうち坪量及び破裂強さに関する測定の不確かさの推定を行い、当センターでの不確かさは坪量に関しては、 $18.3 \pm 0.034 \text{ g/m}^2$ 、破裂強さに関しては $110 \pm 3.2 \text{ kPa}$ を得た。また、市販品と、新たに作成した試験用トイレットペーパーの比較を行い技能試験用試料に関する調査を行った。その結果、生産ラインにおいて慎重に生産したトイレットペーパーを縦方向にサンプリングすることで、市販のトイレットペーパーよりも安定した品質の試料が得られることが明らかになった。また、破裂強さに関しては、試料調整を厳密に行ったうえで、角型手漉きシートマシンを使用し、坪量が一定の範囲内に入る試料を用い、比破裂強さとして整理すればさらに厳密な比較が可能であろう。

今後の検討課題としては、坪量に関しては、一般にトイレットペーパーには微細なクレープ（しわ）を入れ、汚れをふき取りやすくしてある。従って、坪量測定のサンプリングの際に、張力を加えたとのびるため、注意が必要であり、のびてしまった場合には、破裂強さにも影響がでる可能性があり、今後さらに検討する必要がある。

また、破裂強さに関しては、使用するゴム膜の問題がある。当センターにおいては、アルミ箔を用いてゴム膜の管理を行っているが、経験的には、入手したゴム膜の1/10程度しか正常な値を示すゴム膜は得られない。従ってゴム膜の違いによる不確かさの推定及びゴム膜の劣化による不確かさの推定に関して検討が必要と思われる。

付 表

付表1 角型シートマシンで抄紙した紙の坪量の繰り返し測定及び3人の測定者による測定

N o .	測定者 A	測定者 B	測定者 C	N o .	測定者 A	測定者 B	測定者 C	N o .	測定者 A	測定者 B	測定者 C	
1	30.15972	30.2066	30.19271	35	30.07813	30.07465	30.11111	69	30.51215	30.50694	30.51389	
2	30.00694	30.02083	30.0625	36	30.14236	30.14931	30.17014	70	30.52431	30.52083	30.52431	
3	30.46007	30.48958	30.50174	37	29.99479	30.00868	30.02604	71	30.40799	30.3941	30.41146	
4	30.46007	30.44965	30.47396	38	30.17361	30.17708	30.20486	72	30.53993	30.53299	30.56076	
5	30.125	30.11632	30.14236	39	30.21875	30.23785	30.25347	73	30.60764	30.61632	30.62674	
6	30.20313	30.2309	30.22569	40	30.45486	30.52778	30.48785	74	30.39757	30.41146	30.42361	
7	30.11111	30.11979	30.14931	41	30.45833	30.50174	30.48438	75	30.64063	30.63889	30.65451	
8	30.16667	30.19097	30.19618	42	30.52431	30.55208	30.53472	76	30.43403	30.43924	30.46354	
9	30.30729	30.31944	30.32292	43	30.31597	30.33507	30.32813	77	30.44965	30.46875	30.47222	
10	30.34201	30.34549	30.35417	44	30.17882	30.1875	30.19965	78	30.33681	30.34896	30.36632	
11	30.27778	30.28125	30.29167	45	30.4184	30.42014	30.43576	79	30.36111	30.36632	30.3941	
12	30.12674	30.15451	30.15972	46	30.47222	30.48611	30.49306	80	30.44792	30.44271	30.4566	
13	30.21181	30.21528	30.22396	47	30.13368	30.14931	30.15625	81	30.40625	30.40451	30.43229	
14	30.48785	30.5	30.49653	48	30.27431	30.27083	30.28472	82	30.32118	30.31424	30.33854	
15	30.05382	30.02778	30.0625	49	30.35069	30.33681	30.36111	83	30.22743	30.21528	30.26042	
16	30.49306	30.48264	30.50868	50	30.6875	30.68056	30.69792	84	30.35764	30.35938	30.36979	
17	30.50868	30.49132	30.53299	51	30.38194	30.39063	30.41319	85	30.31076	30.32639	30.35069	
18	30.7691	30.76389	30.80729	52	30.47917	30.48958	30.51736	86	30.375	30.37847	30.39931	
19	30.33507	30.30208	30.35417	53	30.12326	30.12326	30.14236	87	30.35938	30.3559	30.36285	
20	29.95139	29.91667	29.95486	54	30.17708	30.18229	30.19792	88	30.42882	30.45139	30.46354	
21	29.92708	29.87326	29.90625	55	30.25521	30.25347	30.27778	89	30.375	30.38021	30.40278	
22	29.53819	29.48958	29.54861	56	29.9375	29.93576	29.94618	90	30.4566	30.4566	30.47049	
23	30.28472	30.22917	30.28819	57	30.25347	30.26389	30.2691	91	30.72222	30.74132	30.73958	
24	30.2066	30.15104	30.21007	58	30.55035	30.55903	30.57292	92	30.46354	30.46007	30.47743	
25	30.16146	30.11458	30.18056	59	30.21875	30.22396	30.22917	93	30.40972	30.42188	30.43056	
26	30.25868	30.24479	30.28472	60	30.19444	30.1875	30.19618	94	30.44271	30.44965	30.46354	
27	30.34722	30.3125	30.36285	61	30.64063	30.64063	30.63368	95	30.55382	30.5625	30.57639	
28	30.14931	30.14583	30.20139	62	30.42535	30.42882	30.43924	96	30.37326	30.40799	30.41319	
29	30.2066	30.18403	30.23785	63	30.43229	30.44271	30.43403	97	30.48958	30.5	30.51736	
30	30.27257	30.24132	30.30556	64	30.52951	30.52604	30.53125	98	30.49132	30.51215	30.52431	
31	30.20139	30.17188	30.22396	65	30.75694	30.75347	30.75868	99	30.31771	30.34028	30.34722	
32	30.21354	30.21181	30.26215	66	30.29861	30.29688	30.28819	最大	30.7691	30.76389	30.80729	
33	30.33507	30.32465	30.3559	67	30.37153	30.35069	30.36806	最小	29.53819	29.48958	29.54861	
34	30.4184	30.41667	30.43924	68	30.47569	30.46528	30.46701	平均	30.33332	30.33405	30.35294	
									実験標 準偏差	0.194341	0.200953	0.193529

付表 2 試験用トイレットペーパーの坪量の繰り返し測定及び3人の測定者による測定

	測定者A	測定者B	測定者C
1	18.13509	18.14386	18.14123
2	18.07193	18.07719	18.07807
3	18.08246	18.08947	18.08333
4	18.09123	18.10175	18.09737
5	18.26404	18.28333	18.27982
6	18.20439	18.22018	18.21579
7	18.29123	18.30789	18.30175
8	18.21579	18.23509	18.23246
9	18.2807	18.29737	18.30263
10	18.09123	18.10614	18.11053
1	18.12895	18.1307	18.14561
2	18.06667	18.06316	18.07895
3	18.06842	18.07018	18.08333
4	18.07544	18.07982	18.09298
5	18.25702	18.25702	18.27456
6	18.19123	18.19561	18.2114
7	18.28333	18.28596	18.29825
8	18.21579	18.2193	18.22895
9	18.2807	18.2886	18.29649
10	18.09386	18.09825	18.10351
1	18.13684	18.13509	18.12982
2	18.06667	18.06667	18.06667
3	18.07544	18.07632	18.07193
4	18.08947	18.09123	18.08246
5	18.26754	18.27281	18.26316
6	18.20439	18.21228	18.20263
7	18.28947	18.3	18.28772
8	18.22632	18.22895	18.2193
9	18.29386	18.29649	18.28947
10	2.0639	18.10789	18.09737

	測定者A	測定者B	測定者C
1	18.14298	18.14123	18.13333
2	2.0609	18.07632	18.06579
3	2.061	18.08596	18.07018
4	2.0623	18.1	18.08246
5	2.083	18.2807	18.26316
6	2.0754	18.21579	18.20263
7	2.0849	18.30263	18.28947
8	2.0773	18.2307	18.22018
9	2.0843	18.3	18.2886
10	2.0631	18.10965	18.09825
1	2.0668	18.14035	18.13596
2	2.0589	18.08333	18.07018
3	2.0596	18.08596	18.07368
4	2.0609	18.09912	18.08509
5	2.0803	18.28333	18.26579
6	2.0737	18.22105	18.20614
7	2.0826	18.30614	18.29386
8	2.0747	18.2307	18.22193
9	2.0837	18.30351	18.29298
10	2.0623	18.11316	18.10263

付表3 湿度による坪量の変動

使用試験ロール：No. 3-A			
試料 No.	55%	50%	46%
1	18.34159	18.28142	18.22655
2	18.20354	18.1531	18.09027
3	18.39735	18.33894	18.28407
4	18.31593	18.26726	18.20354
5	18.43717	18.39469	18.32743
6	18.33628	18.29381	18.23274
7	18.46195	18.4292	18.35929
8	18.37699	18.33894	18.26814
9	18.39912	18.35841	18.28761
10	18.30708	18.25487	18.18938
最大	18.46195	18.4292	18.35929
最小	18.20354	18.1531	18.09027
平均	18.3577	18.31106	18.2469
実験標準偏差	0.074261	0.078848	0.0767

付表4 ノギスによるロールの巾の測定

試験ロール： 7-19	
測定回	巾(mm)
1	114.1
2	114
3	114.1
4	114.05
5	114
6	114.1
7	114
8	114
9	114
10	114
最大	114.1
最小	114
平均	114.035
実験標準偏差	0.047434

付表5 試験片の重ね方向による破裂強さの変動

試験ロール：14-19		
	10枚とも同方向	5枚ずつ直向
1	114	114
2	120	115
3	119	119
4	105	118
5	112	113
6	119	124
7	117	116
8	114	113
9	124	129
10	106	107
11	117	114
12	113	113
13	120	120
14	112	119
15	112	107
16	116	121
17	115	118
18	120	120
19	115	123
20	120	114
最大	124	129
最小	105	107
平均	115.5	116.85
実験標準偏差	4.762794	5.392734

付表6 角形手漉きシートマシンにより抄紙した紙の破裂強さ

手すき紙 No. 1～10	破裂強さ (kPa)										8 cm×8 cm	測定者A
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
i	40	39	40	45	41	42	42	48	45	45		
ii	40	41	45	45	42	42	45	45	44	40		
iii	43	43	44	45	42	40	39	38	44	40		
iv	37	40	43	47	44	41	43	42	46	44		
v	38	44	43	45	41	42	45	46	48	45		
vi	36	43	39	47	39	41	42	40	44	38		
vii	39	42	39	41	45	41	38	42	43	45		
viii	38	37	44	43	46	38	43	47	42	45		
ix	38	40	43	42	44	40	43	46	42	40		
MAX	43	44	45	47	46	42	45	48	48	45		
MIN	36	37	39	41	39	38	38	38	42	38		
AV	38.77778	41	42.22222	44.444	42.66667	40.77778	42.22222	43.778	44.22222	42.44444		
標準偏差	1.930905	2.108185	2.148787	1.95	2.108185	1.227262	2.249829	3.2241	1.812167	2.712568		

手すき紙 No. 11～20	破裂強さ (kPa)										8 cm×8 cm	測定者B
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
i	40	41	42	37	39	45	36	42	41	42		
ii	40	44	41	41	41	46	46	42	41	46		
iii	39	43	39	41	39	47	47	39	39	42		
iv	41	38	42	41	41	38	44	45	36	44		
v	43	43	40	42	42	44	41	45	41	40		
vi	35	38	42	47	43	41	44	43	41	46		
vii	37	37	39	41	46	45	44	47	45	41		
viii	32	43	43	41	41	45	45	43	42	37		
ix	42	39	43	43	40	46	43	44	43	42		
MAX	43	44	43	47	46	47	47	47	45	46		
MIN	32	37	39	37	39	38	36	39	36	37		
AV	38.77778	40.66667	41.22222	41.556	41.33333	44.11111	43.33333	43.333	41	42.22222		
標準偏差	3.325918	2.538591	1.474055	2.4545	2.054805	2.685121	3.05505	2.1602	2.357023	2.69888		

手すき紙 No. 2 1 ~ 3 1 (2 9 欠番) 破裂強さ (kPa) 8 cm × 8 cm 測定者C

	21	22	23	24	25	26	27	28	30	31
i	40	41	40	41	41	44	41	41	40	43
ii	41	38	43	44	41	41	43	43	45	42
iii	42	43	43	41	42	44	44	43	42	44
iv	41	43	41	45	44	42	43	45	43	42
v	44	41	42	44	43	41	42	42	44	43
vi	45	42	42	42	42	43	43	36	42	44
vii	39	40	41	40	42	43	44	43	45	42
viii	41	39	42	48	45	42	46	41	47	44
ix	44	41	43	42	41	43	39	43	43	41
MAX	45	43	43	48	45	44	46	45	47	44
MIN	39	38	40	40	41	41	39	36	40	41
AV	41.88889	40.88889	41.88889	43	42.33333	42.55556	42.77778	41.889	43.44444	42.77778
標準偏差	1.911628	1.594744	0.993808	2.357	1.333333	1.06574	1.872478	2.3779	1.949992	1.030402

付表7 湿度による試験用トイレットペーパーの破裂強さ変動

試験ロール：2-18					
試験 No.	46%	50%	試験 No.	46%	50%
1	106	112	12	109	112
2	104	109	13	102	102
3	107	107	14	102	102
4	113	117	15	101	113
5	113	104	16	107	114
6	111	111	17	102	113
7	102	109	18	106	113
8	108	101	19	102	104
9	107	117	20	111	109
10	110	108	最大	113	118
11	106	118	最小	102	101
			平均	107.91	110.2727
			実験標準偏差	3.5342	5.460603