

工業標準化法 J N L A 精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

(加熱残分の測定における不確かさの推定)

平成 1 7 年 3 月

財団法人 日本塗料検査協会 東支部

目 次

1. 概要	1
2. 試料	1
3. 試験	1
4. 不確かさの要因	2
5. 不確かさの算出	2
5.1 感度係数の算出	3
5.2 各要因の不確かさ成分	3
5.2.1 試料の採取量による不確かさ	3
5.2.2 試験時間による不確かさ	3
5.2.3 試験温度による不確かさ	6
5.2.4 電子天秤校正の不確かさ	6
5.2.5 電子天秤読みの不確かさ	6
5.2.6 繰り返し測定、測定者の違い、試験機の違いの不確かさ	6
6. 加熱残分の不確かさ	8
7. まとめ	9
8. データ編	10

1. 概要

本試験方法は、JIS K 5601-1-2 で定められた試験方法であり、塗料及びワニス用バインダーとして用いられる樹脂及び樹脂溶液に対して用いられる。

また、本法によって求まる値は、絶対的なものではなく、試験時間、試験温度によって決まる相対的なものである。

なお試験は、通常の市販塗料を用い測定における不確かさの検討を行うと同時に、試験所間比較等を実施する場合のコントロールサンプルとしての可能性を調べるため、ロット内での試料のバラツキも調べた。

2. 試料

今回の実験に用いた塗料は、常温自然乾燥型の油性塗料及び2液硬化型のエポキシ樹脂塗料を選択した。

選択した塗料は、以下の2種類でそれぞれ同一ロットから2個（ロットの初期及び後期）とし合計4種類の塗料を準備した。

一般用さび止めペイント1種（JIS K 5621 1種）

Cヘルゴン 50（日本ペイント株式会社）

製品規格内での規定事項：加熱温度（ 105 ± 2 ）、加熱時間（1時間）

エポキシ樹脂塗料2種下塗り塗料（JIS K 5551 2種）

エポマリンプライマー（関西ペイント株式会社）

製品規格内での規定事項：加熱温度（ 105 ± 2 ）、加熱時間（3時間）

3. 試験

試験は、準備した上記4種類の塗料について試験装置の違い（東支部、西支部）を水準に含めJIS K 5601-1-2に従ってそれぞれの加熱残分を求めた。

なお本試験方法内では制限事項として以下の項目について規定されており、試験はこれら条件を満足する状態で実施した。

試験装置内の温度範囲（ 105 ± 2 ）

試験装置内の風速（ $0.8 \sim 1.2\text{m/sec}$ ）

試験結果の繰り返し精度（差が平均値の2%以下）

試験結果の再現精度（異なる試験の平均値の差が4%以下）

質量測定の精度（ 0.1mg まで測定可能な天秤で 1mg まで測定）

その他、試料採取量、試験時間についても本試験方法又は用いる製品規格内での規定に従った。

また、上記以外の試験条件として、既に廃止されたJIS K 5407の4.で操作として記述されており、過去の実験からもバラツキの原因として大きく影響することが判っている操作として次のことを追加した。

試験中に時々試料を攪拌し、表面乾燥により内部に溶剤を閉じこめる可能性を排除する。

4. 不確かさの要因

JIS K 5601-1-2 で規定された加熱残分の測定において、今回検討した不確かさの要因を表 1 に示す。

表 1 加熱残分の測定における不確かさの要因

要 因	内 容
試料の採取量による不確かさ	試験方法で規定、(過去データ)
試験時間による不確かさ	A タイプ (過去のデータ)
試験温度による不確かさ	A タイプ (測定)
電子天秤校正の不確かさ	B タイプ (校正値)
電子天秤読みの不確かさ	B タイプ (表示 0.0001g)
繰り返し測定の不確かさ	A タイプ (測定)
測定者の違いによる不確かさ	A タイプ (測定)
試験機の違いによる不確かさ	A タイプ (測定)

5. 不確かさの算出

JIS K 5601-1-2 の「加熱残分」における不確かさの算出を以下のように行った。
加熱残分を算出する計算式として式 を用いる。

$$NV = \frac{m_1}{m_0} \times 100 \quad \dots \dots \dots$$

m_0 : 試料の試験前質量(g)

m_1 : 試料の試験後質量(g)

NV : 加熱残分(%)

ただし、実際の測定は、3回の質量測定で試験前後の質量を求める。このため、式の m_1 及び m_0 はそれぞれ空容器の質量を差し引くことで求めるため、質量測定の不確かさは2倍となる。

従って、不確かさの伝播則を用い、式 による加熱残分の不確かさを 式で求める。

$$u(NV)^2 = \left(\frac{\partial NV}{\partial m_0} \right)^2 u(m_0)^2 + \left(\frac{\partial NV}{\partial m_1} \right)^2 u(m_1)^2 \quad \dots \dots$$

5.1 感度係数の算出

式を用いて各不確かさ成分に乘じられる項を、感度係数として、下記実際の測定値より次のように求めた。

m_0 : 試料の試験前質量 = 2.0800(g)

m_1 : 試料の試験後質量 = 1.8772(g)

NV : 加熱残分 = 90.25(%)

$$\left(\frac{\partial NV}{\partial m_0}\right)^2 = \left(-\frac{100m_1}{m_0^2}\right)^2 = \left(\frac{-100 \times 1.8772}{2.0800^2}\right)^2 = (43.389)^2$$

$$\left(\frac{\partial NV}{\partial m_1}\right)^2 = \left(\frac{100}{m_0}\right)^2 = \left(\frac{100}{2.0800}\right)^2 = (48.077)^2$$

5.2 各要因の不確かさ成分

5.2.1 試料の採取量による不確かさ

試料採取量は、試験方法内で選択するよう規定されており、製品規格で具体的な量が指定されている。

また、過去の実験より指定量の $\pm 10\%$ 程度の範囲内であれば結果に影響しないことが過去の実験より明らかになっているので今回の検討項目より除いた。

5.2.2 試験時間による不確かさ

試験時間に付いても上記採取量と同様に試験方法内で選択するよう規定されており、各製品規格で具体的に指定されている。

ただ本項目は、試験結果に直接影響すると考えられることから検討項目に加え実験を行った。

今回試験に用いた2種類の試料について加熱残分と試験(加熱)時間の関係を調べた結果を図1及び表2、表3に示す。

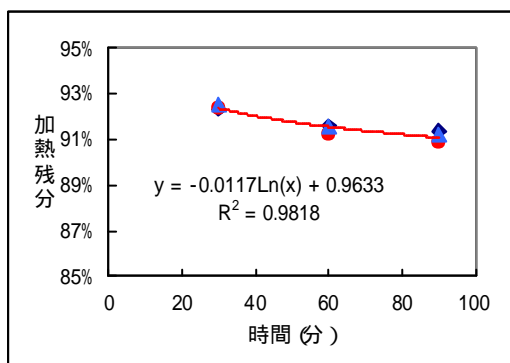
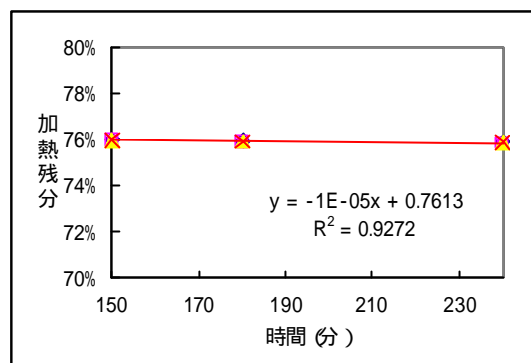
これより、特に1時間が試験時間として指定されているJIS K 5621についてはとうてい試験結果が恒量に達しておらず、本当の意味での加熱残分とは言えない状況である。

これほど極端ではないが、JIS K 5551についても同様なことが言える。但し、試験結果のバラツキに関してみれば、今回の結果でも明らかなように過去の結果からも、試験開始直後の十分な試料攪拌の実施によって問題のないレベルに収まっている。

また、今回行った実際の試験では製品規格で規定された試験時間を守っており、時間差による不確かさとしては考えられない。

従って、本実験での試験時間による不確かさは、規定された試験時間における

繰り返しのバラツキ（標準偏差）の値を用いた。



(JIS K 5621)

(JIS K 5551)

図 1 加熱残分と試験時間の関係

表 2 加熱残分と試験時間の関係 (JIS K 5621)

n	105 加熱時間(min)								
	0	30	60	90	120	150	180	240	300
1	100.00%	0.92307	0.916152	0.913845	0.913269	0.912692	0.912116	0.911539	0.911539
2	100.00%	0.923531	0.911877	0.908381	0.907216	0.906633	0.905468	0.904885	0.904303
3	100.00%	0.925388	0.915599	0.912144	0.911568	0.910992	0.910992	0.90984	0.909264
平均	100.00%	92.40%	91.45%	91.15%	91.07%	91.01%	90.95%	90.88%	90.84%
標準偏差	0.00%	0.12%	0.23%	0.28%	0.31%	0.31%	0.36%	0.35%	0.37%

表 3 加熱残分と試験時間の関係 (JIS K 5551)

n	105 加熱時間(min)								
	0	30	60	90	120	150	180	240	300
1	100.00%	0.76611	0.762583	0.761016	0.760624	0.760232	0.75984	0.759448	0.758665
2	100.00%	0.764934	0.762167	0.76019	0.76019	0.759795	0.759004	0.758609	0.757818
3	100.00%	0.7653	0.762217	0.761061	0.76029	0.759905	0.75952	0.759134	0.758363
平均	100.00%	76.54%	76.23%	76.08%	76.04%	76.00%	75.95%	75.91%	75.83%
標準偏差	0.00%	0.06%	0.02%	0.05%	0.02%	0.02%	0.04%	0.04%	0.04%

5.2.3 試験温度による不確かさ

試験の温度も試験方法内で規定されており、今回の試料は何れも 105 ± 2 とな

っている。

ただこの項目も試験結果に直接影響すると思われるため、それぞれの試料についてその影響の程度を調べた。

実際に使用している試験機では、 105 ± 1 で管理されており、装置内の風速も $0.8 \sim 1.0\text{m/S}$ でコントロールされている。

試験の結果をそれぞれ図 2、図 3 及び表 4、表 5 に示す。

一般用さび止めペイント 1 種 (JIS K 5621 1 種)

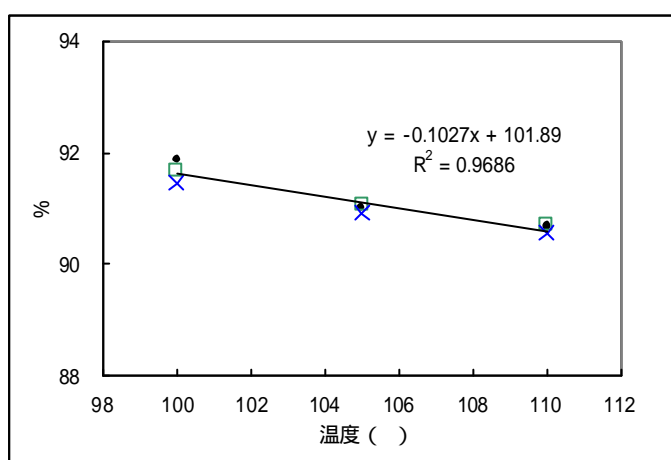


図 2 加熱残分に対する試験温度の影響

表 4 加熱残分に対する試験温度の影響

温度	1	2	3	平均
100	91.89	91.69	91.46	91.68
105	91.02	91.08	90.92	91.01
110	90.68	90.72	90.56	90.65

$$\frac{105 \pm 1}{105 \pm 2} \quad 91.106 \pm 0.103\%$$

$$105 \pm 2 \quad 91.106 \pm 0.205\%$$

エポキシ樹脂塗料 2 種下塗り塗料 (JIS K 5551 2 種)

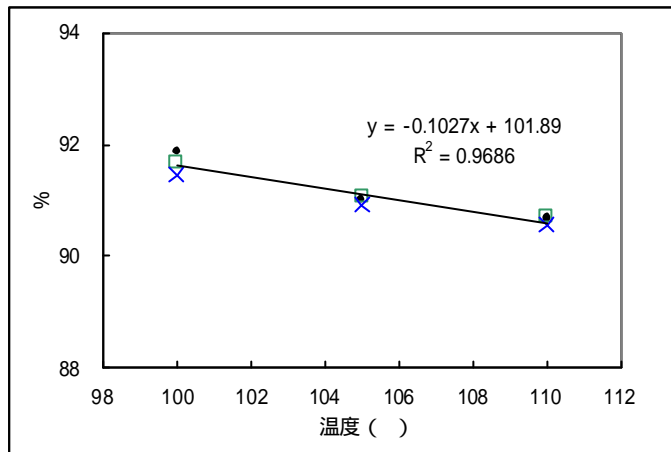


図3 加熱残分に対する試験温度の影響

表5 加熱残分に対する試験温度の影響

温度	1	2	3	平均
100	71.70	71.60	71.30	71.53
105	71.50	71.20	71.10	71.26
110	71.40	71.20	71.10	71.23

$$\frac{105 \pm 1}{105 \pm 2} \quad 71.34 \pm 0.03\%$$

$$71.34 \pm 0.06\%$$

5.2.4 電子天秤校正の不確かさ

電子天秤の校正結果より、各レンジとも $\pm 0.0001\text{g}$ 内であることからこの値をそのまま用いて、標準偏差とした。

$$= 0.0001$$

5.2.5 電子天秤読みの不確かさ

電子天秤の最少読み取り値は、 0.0001g であり、結果表示はさらに一桁下の数字を四捨五入して表しているため電子天秤の読みの不確かさは次のとおりとした。

$$s = \frac{0.0001}{2 \times \sqrt{3}} = 0.0000289$$

5.2.6 繰り返し測定、測定者の違い、試験機の違いの不確かさ

加熱残分測定の不確かさへの、繰り返し測定、測定者の違い、測定者の違いによる影響を調べるため、以下のような実験を行った。

試験の結果を分散分析表として表6～表9に示す。

繰り返し測定の不確かさ

前記2種類の試料について、それぞれ繰り返し測定数5回ずつ測定した。

測定者の違いによる不確かさ

前記2種類の試料について、それぞれ3人の測定者が測定した。

試験機の違いによる不確かさ

検査協会、東西支部の試験器を用い試験所間比較も含めて同じ試料を用いて実施した。

試験結果は、表に示すとおり各検討項目によるバラツキが少なく、全体の繰り返し誤差に埋もれてしまった。各検討項目の試験結果に対する不確かさへの影響が十分に小さく、試験結果に影響しないということでは良い結果が得られたが、不確かさの要因検討という目的に対しては、不満足な結果であった。次に同様な検討を行う場合は、バラツキとして実験結果に表れるような実験手法についても検討するよう注意する必要がある。

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
標本(ロット内の2試料 列(測定者3人))	0.114493	1	0.114493	0.85189389	0.365204	4.259675
交互作用	0.067414	2	0.033707	0.25080083	0.780191	3.402832
繰り返し誤差	0.157552	2	0.078776	0.58613881	0.564241	3.402832
	3.225549	24	0.134398			
合計	3.565007	29				

表6 JIS K 5621 加熱残分の分散分析：繰り返しのある二元配置 東支部

表7 JIS K 5551 加熱残分の分散分析：繰り返しのある二元配置 東支部

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
標本(ロット内の2試料 列(測定者3人))	0.353521	1	0.353521	2.18325162	0.152523	4.259675
交互作用	0.398479	2	0.19924	1.23045136	0.309941	3.402832
繰り返し誤差	0.641373	2	0.320686	1.98047536	0.159923	3.402832
	3.886174	24	0.161924			
合計	5.279546	29				

表8 JIS K 5621 加熱残分の分散分析：繰り返しのある二元配置 西支部

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
標本(ロット内の2試料 列(測定者3人))	0.002907	1	0.002907	0.01975686	0.889391	4.259675
交互作用	0.00121	2	0.000605	0.00411328	0.995896	3.402832
繰り返し誤差	0.269978	2	0.134989	0.91749986	0.413079	3.402832
	3.531054	24	0.147127			
合計	3.805149	29				

表9 JIS K 5551 加熱残分の分散分析：繰り返しのある二元配置 西支部

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
標本 (ロット内の2試料 列 (測定者3人))	0.026939	1	0.026939	0.10582109	0.747772	4.259675
交互作用	0.04194	2	0.02097	0.08237204	0.921188	3.402832
繰り返し誤差	0.113575	2	0.056788	0.22306972	0.801699	3.402832
	6.109768	24	0.254574			
合計	6.292222	29				

これら結果より、繰り返し測定、測定者の違い、試験機の違いの不確かさは、これまでの経験を生かし、十分注意して行うことにより全体の繰り返し誤差内に収まる。従って、今回の試験結果から求まる以上3項目の不確かさは各分散分析表で分離された値ではなく繰り返し測定の標準偏差として求めた。

6. 加熱残分の不確かさ

以上より、加熱残分測定における不確かさをバジェットシートとしてまとめ、表10に示す。なお、前4.5.6項で繰り返し測定による標準偏差値で求めた不確かさは、他の項で求めた値を含んでおりダブルカウントされている可能性が有るが、今回はそのまま足し込むかたちで不確かさを算出した。

不確かさの要因	値	確率分布	除数	感度係数	標準不確かさ
試料の採取量による不確かさ	試験方法で規定及び過去のデータより影響なし				
試験時間による不確かさ	0.12		1	1	0.12000
試験温度による不確かさ	0.10300	正規分布	1	1	0.10300
電子天秤校正の不確かさ	0.00010	正規分布	1	43.38900	0.00434
電子天秤読みの不確かさ	0.00005	矩形分布	1.73205	43.38900	0.00125
繰り返し測定の不確かさ	0.35580	正規分布	1	1	0.35580
測定者の違いによる不確かさ					
試験機の違いによる不確かさ					
合成標準不確かさ		正規分布			0.38939
拡張不確かさ	K95=2.0	正規分布			0.77878

表10 加熱残分の測定バジェットシート (JIS K 5621 1種)

これより、一般用さび止めペイント (JIS K 5621 1種) の加熱残分測定結果の表記は、

$$90.2 \pm 0.8\%$$

となる。

表 1 1 加熱残分の測定バジェットシート (JIS K 5551 2 種)

不確かさの要因	値	確率分布	除数	感度係数	標準不確かさ
試料の採取量による不確かさ	試験方法で規定及び過去のデータより影響なし				
試験時間による不確かさ	0.00018	正規分布	1	1	0.00018
試験温度による不確かさ	0.10300	正規分布	1	1	0.10300
電子天秤校正の不確かさ	0.00010	正規分布	1	43.38900	0.00434
電子天秤読みの不確かさ	0.00005	矩形分布	1.73205	43.38900	0.00125
繰り返し測定の不確かさ	0.44809	正規分布	1	1	0.44809
測定者の違いによる不確かさ					
試験機の違いによる不確かさ					
合成標準不確かさ		正規分布			0.45980
拡張不確かさ	K95=2.0	正規分布			0.91960

また、エポキシ樹脂塗料下塗り (JIS K 5551 2 種) の加熱残分測定結果の表記は、

$$71.2 \pm 0.9\%$$

となる。

7. まとめ

今回、油性のさび止め塗料 (JIS K 5621) 及び 2 液硬化型エポキシ樹脂塗料下塗 (JIS K 5551) である 2 種類の塗料を選び、加熱残分の測定における不確かさの検討を行った。

また、本試験の目的として今後技能試験を実施する場合の標準品として通常の JIS 製品が使用可能かについての検討をロット内のバラツキを調べることで実施した。

なお本試験を実施するに当たり、今までの経験から測定者が出来るだけバラツキが出ないように注意して試験を行ったため、結果として非常にバラツキの少ない試験結果が得られた。これについては、旧 JIS である K5407 において記述のあった「加熱中に試料の表面に皮が張るときは、ガラス棒で時々皮を破る。」が K 5601-1-2 では触れられていない。

しかしながら過去の経験からこのことが結果に大きく影響することが判っているため、次回規格見直しで JIS K 5601-1-2 の改正時にはこの点に関する記述を加える必要がある。

以上をふまえた上で、十分注意して試験を行えば、通常の JIS 製品の同一ロットがコントロールサンプルとして使用が可能なが判った。

8. データ編

JIS K 5621 1 種 加熱残分測定データ (その1)

東支部 測定者:A
ロット1

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6062	3.6768	2.0706	3.4818	1.8756	90.58
2	1.6150	3.6511	2.0361	3.4729	1.8579	91.25
3	1.6248	3.6689	2.0441	3.4818	1.8570	90.85
4	1.6473	3.6402	1.9929	3.4620	1.8147	91.06
5	1.5964	3.6649	2.0685	3.4788	1.8824	91.00
平均						90.95
標準偏差						0.25

ロット2

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6101	3.7065	2.0964	3.5204	1.9103	91.12
2	1.6650	3.7134	2.0484	3.5273	1.8623	90.91
3	1.6287	3.7075	2.0788	3.5214	1.8927	91.05
4	1.5954	3.6243	2.0289	3.4402	1.8448	90.93
5	1.6140	3.7234	2.1094	3.5362	1.9222	91.13
平均						91.03
標準偏差						0.10

JIS K 5621 1 種 加熱残分測定データ (その2)

東支部 測定者 B
ロット1

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6545	3.7094	2.0549	3.5171	1.8626	90.64
2	1.6484	3.6982	2.0498	3.5084	1.8600	90.74
3	1.6477	3.6910	2.0433	3.5172	1.8695	91.49
4	1.6393	3.6750	2.0357	3.4977	1.8584	91.29
5	1.6888	3.6990	2.0102	3.5145	1.8257	90.82
平均						91.00
標準偏差						0.37

ロット2

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6735	3.7467	2.0732	3.5566	1.8831	90.83
2	1.6592	3.7666	2.1074	3.5632	1.9040	90.35
3	1.6816	3.7594	2.0778	3.5577	1.8761	90.29
4	1.6537	3.6677	2.0140	3.4758	1.8221	90.47
5	1.6380	3.7452	2.1072	3.5725	1.9345	91.80
平均						90.75
標準偏差						0.63

JIS K 5621 1 種 加熱残分測定データ (その 3)

東支部 測定者 C
ロット1

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6333	3.7322	2.0989	3.5458	1.9125	91.12
2	1.6353	3.7302	2.0949	3.5419	1.9066	91.01
3	1.6283	3.7122	2.0839	3.5259	1.8976	91.06
4	1.6772	3.6763	1.9991	3.4939	1.8167	90.88
5	1.6542	3.6563	2.0021	3.4760	1.8218	90.99
平均						91.01
標準偏差						0.09

ロット2

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6522	3.7512	2.0990	3.5618	1.9096	90.98
2	1.6443	3.6483	2.0040	3.4604	1.8161	90.62
3	1.6323	3.6299	1.9976	3.4587	1.8264	91.43
4	1.6293	3.6893	2.0600	3.4881	1.8588	90.23
5	1.6512	3.6713	2.0201	3.4852	1.8340	90.79
平均	-	-	-	-	-	90.81
標準偏差						0.44

JIS K 5621 1 種 加熱残分測定データ (その4)

西支部 測定者 A

ロット1

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6344	3.7144	2.0800	3.5116	1.8772	90.25
2	1.6255	3.6882	2.0627	3.5003	1.8748	90.89
3	1.6513	3.7068	2.0555	3.5284	1.8771	91.32
4	1.6374	3.6775	2.0401	3.4851	1.8477	90.57
5	1.6216	3.7024	2.0808	3.5226	1.9010	91.36
平均						90.88
標準偏差						0.48

ロット2

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6503	3.7448	2.0945	3.5701	1.9198	91.66
2	1.6661	3.7514	2.0853	3.5693	1.9032	91.27
3	1.6166	3.7456	2.1290	3.5405	1.9239	90.37
4	1.6384	3.6617	2.0233	3.4772	1.8388	90.88
5	1.6503	3.7615	2.1112	3.5809	1.9306	91.45
平均						91.12
標準偏差						0.51

JIS K 5621 1 種 加熱残分測定データ (その5)

西支部 測定者 B

ロット1

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6672	3.7253	2.0581	3.5411	1.8739	91.05
2	1.6385	3.7025	2.0640	3.5145	1.8760	90.89
3	1.6557	3.7547	2.0990	3.5695	1.9138	91.18
4	1.6929	3.8028	2.1099	3.6148	1.9219	91.09
5	1.6473	3.7792	2.1319	3.5943	1.9470	91.33
平均						91.11
標準偏差						0.16

ロット2

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6545	3.6435	1.9890	3.4534	1.7989	90.44
2	1.6744	3.7923	2.1179	3.5952	1.9208	90.69
3	1.6398	3.7250	2.0852	3.5343	1.8945	90.85
4	1.6312	3.7087	2.0775	3.5256	1.8944	91.19
5	1.6617	3.7898	2.1281	3.6075	1.9458	91.43
平均						90.92
標準偏差						0.39

JIS K 5621 1 種 加熱残分測定データ (その6)

西支部 測定者 C

ロット1

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6382	3.7365	2.0983	3.5533	1.9151	91.27
2	1.6402	3.7343	2.0941	3.5495	1.9093	91.18
3	1.6332	3.7164	2.0832	3.5334	1.9002	91.22
4	1.6823	3.6870	2.0047	3.5015	1.8192	90.75
5	1.6593	3.6660	2.0067	3.4834	1.8241	90.90
平均						91.06
標準偏差						0.23

ロット2

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6573	3.7552	2.0979	3.5692	1.9119	91.13
2	1.6492	3.6528	2.0036	3.4675	1.8183	90.75
3	1.6372	3.6362	1.9990	3.4656	1.8284	91.47
4	1.6342	3.6931	2.0589	3.4954	1.8612	90.40
5	1.6563	3.6754	2.0191	3.4928	1.8365	90.96
平均	-	-	-	-	-	90.94
標準偏差						0.40

JIS K 5551 2 種 加熱残分測定データ (その 1)

東支部 測定者 A
ロット1

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6414	3.6768	2.0485	3.0999	1.4585	71.20
2	1.6734	3.6511	2.087	3.1527	1.4793	70.88
3	1.6224	3.6689	2.0346	3.0725	1.4501	71.27
4	1.6401	3.6402	2.0402	3.0956	1.4555	71.34
5	1.6928	3.6649	2.0195	3.1250	1.4322	70.92
平均						71.12
標準偏差						0.21

ロット2

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6558	3.7065	2.0987	3.1568	1.5010	71.52
2	1.6880	3.7134	2.0081	3.1109	1.4229	70.86
3	1.6534	3.7075	2.0523	3.1230	1.4696	71.61
4	1.6792	3.6243	2.0455	3.1288	1.4496	70.87
5	1.6823	3.7234	2.0669	3.1604	1.4781	71.51
平均						71.27
標準偏差						0.38

JIS K 5551 2 種 加熱残分測定データ (その2)

東支部 測定者 B
ロット1

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6907	3.7094	2.0401	3.1444	1.4537	71.26
2	1.6727	3.6982	2.0064	3.1105	1.4378	71.66
3	1.6485	3.6910	2.0155	3.0980	1.4495	71.92
4	1.6374	3.6750	2.0293	3.0948	1.4574	71.82
5	1.6793	3.6990	2.0108	3.1283	1.4490	72.06
平均						71.74
標準偏差						0.31

ロット2

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6976	3.7467	2.0592	3.1565	1.4589	70.85
2	1.6566	3.7666	2.0594	3.1114	1.4548	70.64
3	1.6190	3.7594	2.0184	3.0625	1.4435	71.52
4	1.6426	3.6677	2.035	3.0985	1.4559	71.54
5	1.6474	3.7452	2.0634	3.1195	1.4721	71.34
平均						71.18
標準偏差						0.41

JIS K 5551 2 種 加熱残分測定データ (その3)

東支部 測定者 C
ロット1

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6474	3.7322	2.0973	3.1411	1.4937	71.22
2	1.6696	3.7302	2.0049	3.1059	1.4363	71.64
3	1.6684	3.7122	2.058	3.1520	1.4836	72.09
4	1.6495	3.6763	2.0288	3.0948	1.4453	71.24
5	1.6523	3.6563	2	3.0645	1.4122	70.61
平均						71.36
標準偏差						0.55

ロット2

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6842	3.7512	2.0044	3.1029	1.4187	70.78
2	1.6352	3.6483	2.0317	3.0846	1.4494	71.34
3	1.6408	3.6299	2.0132	3.0830	1.4422	71.64
4	1.6870	3.6893	2.0546	3.1353	1.4483	70.49
5	1.6011	3.6713	2.0439	3.0596	1.4585	71.36
平均	-	-	-	-	-	71.12
標準偏差						0.47

JIS K 5551 2 種 加熱残分測定データ (その4)

西支部 測定者 A

ロット1

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6211	3.7144	2.0015	3.0363	1.4152	70.71
2	1.6508	3.6882	2.013	3.0776	1.4268	70.88
3	1.6413	3.7068	2.0589	3.1012	1.4599	70.91
4	1.6560	3.6775	2.0424	3.1189	1.4629	71.63
5	1.6863	3.7024	2.082	3.1715	1.4852	71.34
平均						71.09
標準偏差						0.38

ロット2

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6366	3.7448	2.0508	3.0852	1.4486	70.64
2	1.6356	3.7514	2.0421	3.0962	1.4606	71.52
3	1.6642	3.7456	2.0787	3.1328	1.4686	70.65
4	1.6359	3.6617	2.0551	3.1051	1.4692	71.49
5	1.6965	3.7615	2.0408	3.1531	1.4566	71.37
平均						71.13
標準偏差						0.45

JIS K 5551 2 種 加熱残分測定データ (その5)

西支部 測定者 B

ロット1

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6307	3.7253	2.0506	3.0983	1.4676	71.57
2	1.6586	3.7025	2.0921	3.1484	1.4898	71.21
3	1.6521	3.7547	2.0368	3.0943	1.4422	70.81
4	1.6325	3.8028	2.0654	3.0953	1.4628	70.82
5	1.6815	3.7792	2.0154	3.1263	1.4448	71.69
平均						71.22
標準偏差						0.41

ロット2

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6205	3.6435	2.0978	3.1228	1.5023	71.61
2	1.6817	3.7923	2.0404	3.1201	1.4384	70.50
3	1.6954	3.7250	2.0331	3.1321	1.4367	70.67
4	1.6890	3.7087	2.0533	3.1579	1.4689	71.54
5	1.6456	3.7898	2.0678	3.1215	1.4759	71.38
平均						71.14
標準偏差						0.52

JIS K 5551 2 種 加熱残分測定データ (その6)

西支部 測定者 C

ロット1

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6538	3.7365	2.0567	3.1015	1.4477	70.39
2	1.6991	3.7343	2.0477	3.1466	1.4475	70.69
3	1.6648	3.7164	2.0996	3.1517	1.4869	70.82
4	1.6513	3.6870	2.0375	3.1110	1.4597	71.64
5	1.6451	3.6660	2.0733	3.1362	1.4911	71.92
平均						71.09
標準偏差						0.65

ロット2

No	容器	容器 + 塗料	塗料	容器 + 残塗料	残塗料	加熱残分 (%)
1	1.6896	3.7552	2.0701	3.1556	1.4660	70.82
2	1.6385	3.6528	2.0937	3.1365	1.4980	71.55
3	1.6756	3.6362	2.057	3.1503	1.4747	71.69
4	1.6859	3.6931	2.0738	3.1765	1.4906	71.88
5	1.6776	3.6754	2.0362	3.1154	1.4378	70.61
平均	-	-	-	-	-	71.31
標準偏差						0.56

東支部

JIS K 5621加熱残分の分散分析：繰り返しのある二元配置

概要	測定者A	測定者B	測定者C	合計
試料1 (ロット内)				
標本数	5	5	5	15
合計	454.738641	454.988866	455.0610434	1364.78855
平均	90.9477281	90.9977732	91.01220869	90.98590334
分散	0.06226285	0.13896048	0.008155608	0.060640487

試料2 (ロット内)				
標本数	5	5	5	15
合計	455.137014	453.747502	454.0507182	1362.935234
平均	91.0274027	90.7495004	90.81014364	90.86234891
分散	0.01051591	0.39150983	0.19498246	0.185824825

合計				
標本数	10	10	10	
合計	909.875654	908.736368	909.1117616	
平均	90.9875654	90.8736368	90.91117616	
分散	0.03410946	0.25288664	0.101625331	

JIS K 5621加熱残分の分散分析：繰り返しのある二元配置

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	東支部	
					P-値	F境界値
標本 (ロット内の2試料	0.11449271	1	0.114492714	0.851893894	0.3652038	4.259675279
列 (測定者3人)	0.06741419	2	0.033707095	0.250800834	0.7801915	3.402831794
交互作用	0.1575516	2	0.078775801	0.586138812	0.5642411	3.402831794
繰り返し誤差	3.22554858	24	0.134397857			
合計	3.56500708	29				

西支部

JIS K 5621加熱残分の分散分析：繰り返しのある二元配置

概要	測定者A	測定者B	測定者C	合計
試料1 (ロット内)				
標本数	5	5	5	15
合計	454.3896092	455.5348317	455.3069955	1365.231436
平均	90.87792184	91.10696634	91.06139909	91.01542909
分散	0.229382738	0.025815456	0.051182522	0.098037544

試料2 (ロット内)				
標本数	5	5	5	15
合計	455.6197769	454.6108348	454.705523	1364.936135
平均	91.12395538	90.92216695	90.94110459	90.99574231
分散	0.260824318	0.154617579	0.160940769	0.173551192

合計				
標本数	10	10	10	
合計	910.0093861	910.1456664	910.0125184	
平均	91.00093861	91.01456664	91.00125184	
分散	0.234684385	0.089678797	0.098296676	

JIS K 5621加熱残分の分散分析：繰り返しのある二元配置

分散分析表						西支部
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
標本 (ロット内の2言	0.002906772	1	0.002906772	0.019756858	0.889391	4.259675
列 (測定者3人)	0.001210351	2	0.000605176	0.004113281	0.995896	3.402832
交互作用	0.269978426	2	0.134989213	0.917499859	0.413079	3.402832
繰り返し誤差	3.531053524	24	0.14712723			
合計	3.805149073	29				

東支部

JIS K 5551加熱残分の分散分析：繰り返しのある二元配置

分散分析：繰り返しのある二元配置

概要	測定者A	測定者B	測定者C	合計
試料1 (ロット内)				
標本数	5	5	5	15
合計	355.61	358.7133746	356.7981868	1071.12156
平均	71.122	71.74267492	71.35963736	71.4081041
分散	0.04372	0.095196816	0.301702274	0.19594196

試料2 (ロット内)				
標本数	5	5	5	15
合計	356.366607	355.8932912	355.6050361	1067.86493
平均	71.27332141	71.17865823	71.12100722	71.1909956
分散	0.141769763	0.167965963	0.221188709	0.15591703

合計				
標本数	10	10	10	
合計	711.976607	714.6066658	712.4032229	
平均	71.1976607	71.46066658	71.24032229	
分散	0.088800497	0.205326463	0.248213865	

JIS K 5551加熱残分の分散分析：繰り返しのある二元配置

分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	測された分散	P-値	F境界値
標本 (ロット内の2試料)	0.353520663	1	0.353520663	2.18325162	0.15252327	4.259675
列 (測定者3人)	0.398479017	2	0.199239508	1.23045136	0.309941	3.402832
交互作用	0.64137267	2	0.320686335	1.98047536	0.15992328	3.402832
繰り返し誤差	3.886174099	24	0.161923921			
合計	5.279546448	29				

西支部

JIS K 5551加熱残分の分散分析：繰り返しのある二元配置

概要	測定者A	測定者B	測定者C	合計
試料1 (ロット内)				
標本数	5	5	5	15
合計	355.4548	356.0992	355.46	1067.014068
平均	71.09096	71.21985	71.092	71.1342712
分散	0.143168	0.167085	0.42857	0.215015967

試料2 (ロット内)				
標本数	5	5	5	15
合計	355.6746	355.6885	356.55	1067.913055
平均	71.13492	71.13769	71.31	71.19420367
分散	0.204883	0.269485	0.31425	0.232504229

合計				
標本数	10	10	10	
合計	711.1294	711.7877	712.01	
平均	71.11294	71.17877	71.201	
分散	0.155226	0.195906	0.343343	

JIS K 5551加熱残分の分散分析：繰り返しのある二元配置

分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	測された分散	P-値	F境界値
標本 (ロット内の2)	0.026939	1	0.026939	0.105821088	0.747772	4.259675
列 (測定者3人)	0.04194	2	0.02097	0.082372037	0.921188	3.402832
交互作用	0.113575	2	0.056788	0.223069717	0.801699	3.402832
繰り返し誤差	6.109768	24	0.254574			
合計	6.292222	29				