

電子回路基板材料の試験方法

■処理条件について

例 C-96/20/65 + D-2/100
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

- (1)と(6) のアルファベットは試験片の処理を示します。
処理の種類は次の通りです。
A: 受理のままの状態で行いません。
C: 恒温・恒湿の空气中で処理を行います。
D: 恒温の水中で浸漬処理を行います。
E: 恒温の空气中で処理を行います。
S: 規定する温度の溶融はんだ上に規定時間浮かべます。

	試験温度 (°C)	試験時間 (秒)
S ₀	246	5
S ₁	246	10
S ₂	260	5
S ₃	260	10
S ₄	260	20

- (2)と(7)は処理の時間(単位:時間)、(3)と(8)は処理の温度(単位:°C)、(4)は処理の相対湿度(単位:%)を示します。

- (5)は2種類の処理を行うときに+の記号でつなぎ、その順番に処理を行います。

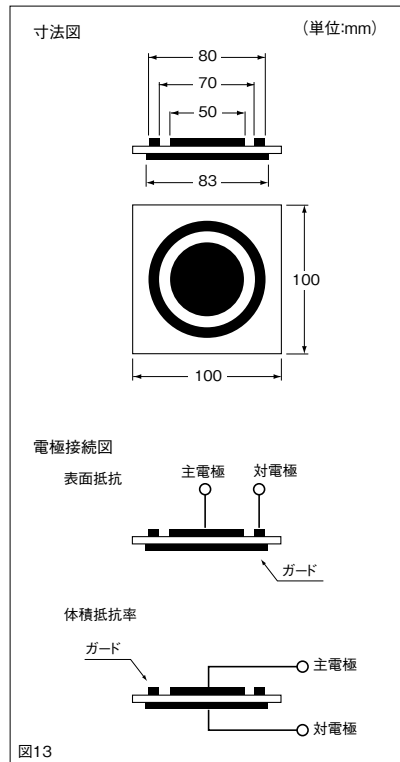
- 例に示す処理条件は温度20°C、湿度65%の恒温恒湿の空气中で96時間処理を行い、次に100°Cで煮沸中の恒温の水中に2時間浸漬処理することを示します。

■体積抵抗率・表面抵抗

基板の表面電極間の絶縁抵抗を表面抵抗、基板の体積(厚さ)方向を1cm³の立方体と考え、相対する両面間の電気抵抗を体積抵抗率といいます。

JIS C 6481に基づき、図13のような試験片を作製し、常態(C-96/20/65)および吸湿処理(C-96/40/90)後の表面抵抗(MΩ)、体積抵抗率(MΩ・m)を測定します。

$$\text{体積抵抗率} = \frac{\text{体積抵抗} \times \text{電極面積}}{\text{板厚}} \quad (\text{M}\Omega \cdot \text{m})$$



片面板の場合、上部電極は銅箔をエッチングして作製し、下部電極は導電性シルバーペイントを印刷して作製します。

■絶縁抵抗

基板の絶縁性を求めます。銅箔回路を設計するためには基板の絶縁抵抗値が必要です。JIS C 6481に基づき、図14、図15のような試験片を作製し、常態(C-96/20/65)および煮沸処理(D-2/100)後の絶縁抵抗(MΩ)を測定します。これを応用し、回路間の抵抗値の測定等を行います。

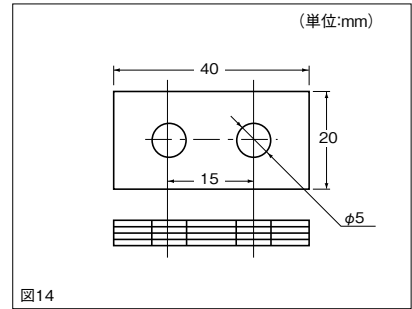


図14

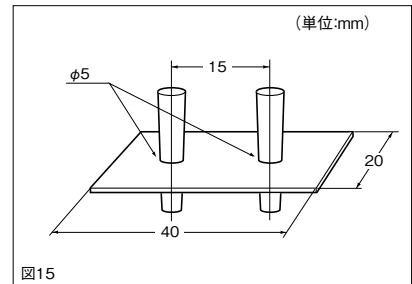


図15

■比誘電率・誘電正接

基板の比誘電率が大きくなると、高周波の電気が通り易くなり、高周波絶縁が劣化します。誘電正接が大きくなると基板の内部発熱が大きくなります。JIS C 6481に基づき図16のような試験片を作製し、常態(C-96/20/65)および吸水処理(D-24/23)後の比誘電率、誘電正接を測定します。なお、JIS C 6481では、板厚別に寸法(試験片、電極)を規定していますが、当社では0.5~3.2mmの全板厚に対し同じ寸法の試験片・電極を採用しています。

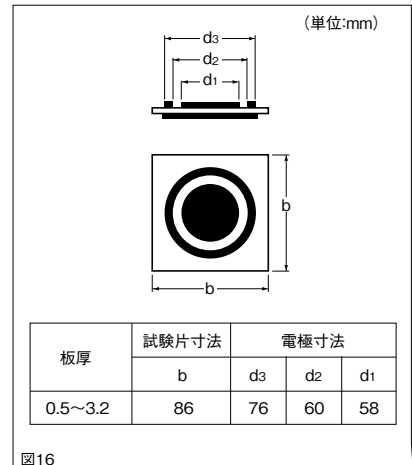
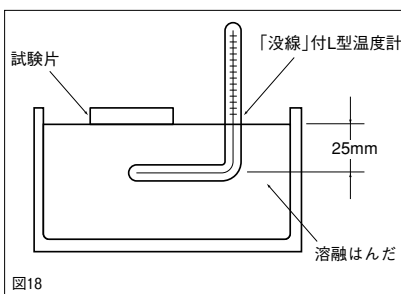
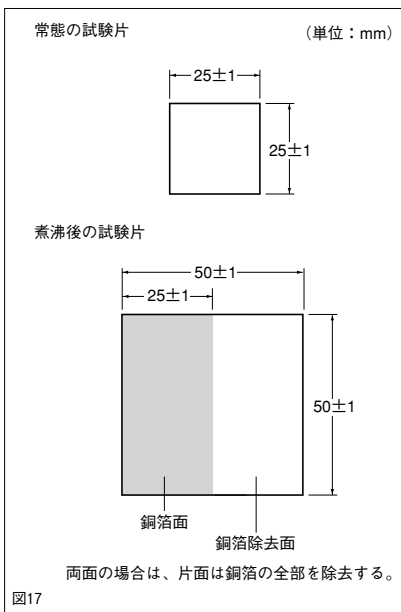


図16

■はんだ耐熱性

基板材料は高熱を加えると、絶縁層と銅箔の間や絶縁層内にふくれ(はくり)が発生します。JIS C 6481に基づき、図17のような試験片を作製し、銅箔面を下にして溶融はんだ槽に浮かせ、規定の時間処理した後、銅箔面および基板材料にふくれが生じていないか試験します。規定の溶融はんだの温度と時間は、本文106ページの「処理条件について」をご覧ください。

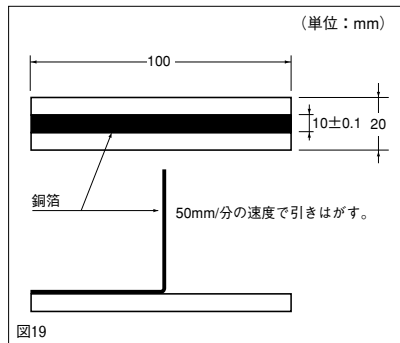
なお、煮沸後の処理条件はD-1/100で行います。この試験は電子回路基板のはんだ付け条件の設定に特に重要な項目です。



■銅箔引き剥がし強さ

はんだ耐熱性と共に重要な特性の一つで、銅箔と絶縁層との密着力を求めます。実装部品の重量や密度と銅箔回路の大きさ(幅)、長さとの関係を算出する基本的項目です。

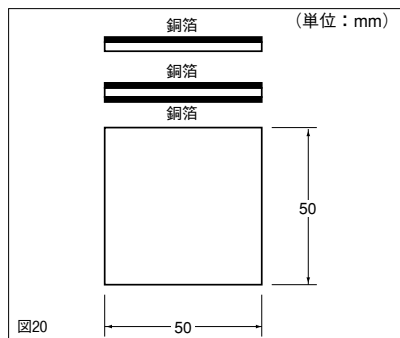
まず、JIS C 6481に基づき図17のような試験片をエッチングまたはその他の方法で作製します。続いて、引き剥がした銅箔の一端を引っ張り試験機に固定し、図19に示すように銅箔面に垂直になる方向に引っ張ります。この試験を、(1)常態(A)と(2)はんだ処理後(S)で行い銅箔引き剥がし強さ N/mm を測定します。



■耐熱性

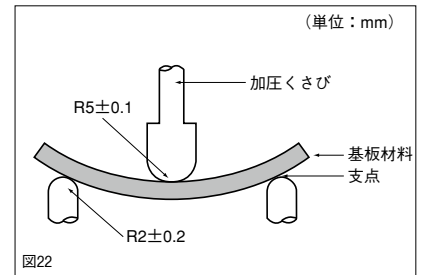
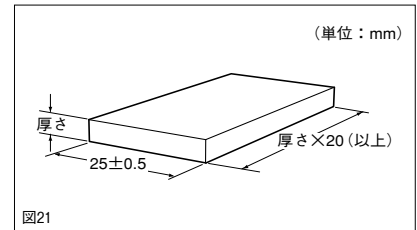
電子回路基板製造での加熱工程および、使用時の部品からの発熱、使用雰囲気温度などに耐えられるか測定します。

JIS C 6481に基づき、図20のような試験片を作製し、空気循環装置付き恒温槽において規定時間だけ処理をした後、変色程度や銅箔および基板材料のふくれ、はがれなどの有無を調べます。



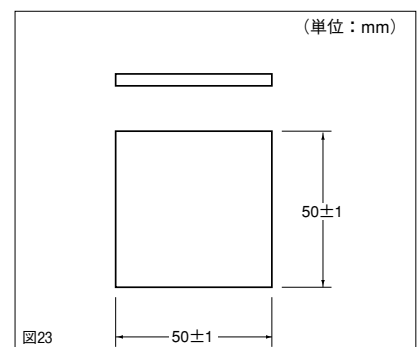
■曲げ強さ

基板の強さを示すもので、基板の中央部に加圧具で荷重をかけ、試験片が折れた時の力を算出します。JIS C 6481に基づき図21のような試験片を作製し、基板材料の層に垂直方向の曲げ強さ N/mm² を測定します。



■吸水率

電子回路基板製造工程中や実際の使用時あるいは保管中に基板が吸湿すると電気特性が低下します。JIS C 6481に基づき、銅箔をエッチングで除去した図23のような試験片を作製し、吸水率(%)を測定します。



■耐燃性

電子回路基板は、熱的影響を受けやすく発火点(着火点)を越す異常高温になると燃焼します。電子回路基板の火災安全性に関する技術基準は各国の法規や規格で規制されています。

●UL法(UL 94)

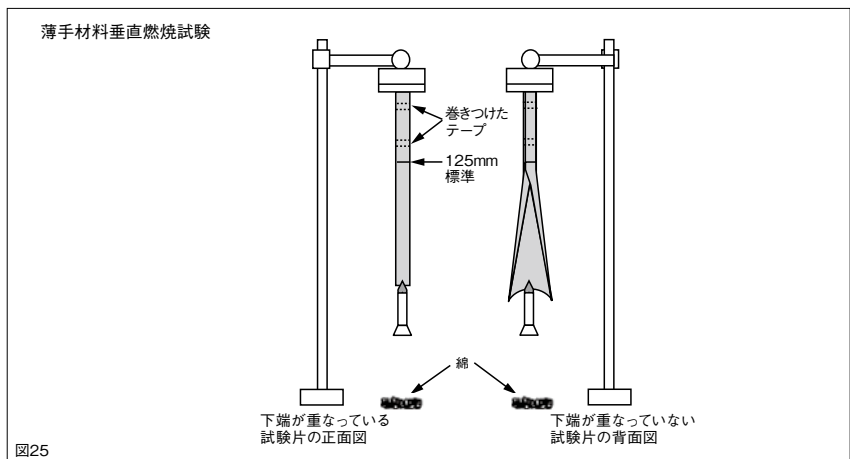
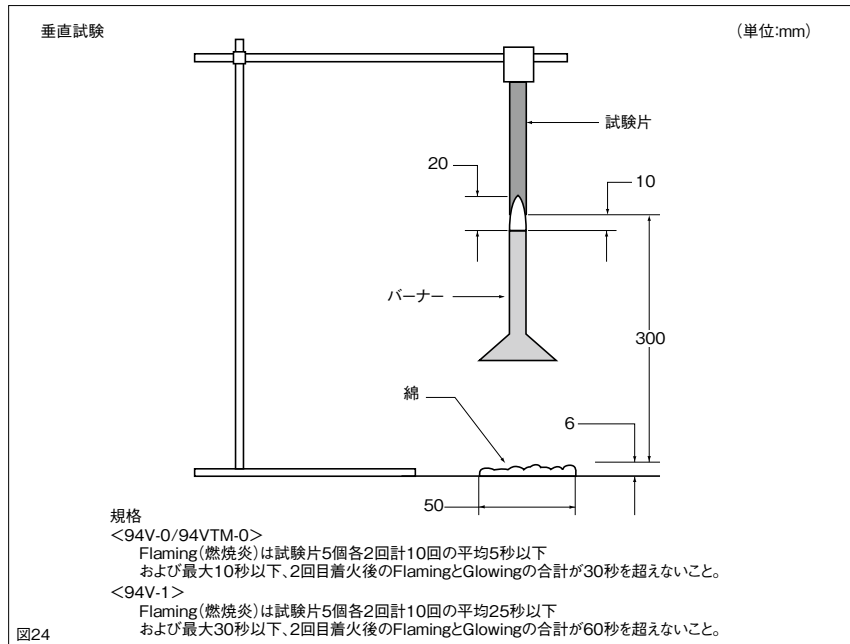
アメリカの代表的な安全に関する試験機関が定めた耐燃性を示す指標の1つで、以下2通りの方法で測定しています。

〈垂直燃焼試験 94V〉

原厚のまま長さ 125 ± 5 mm、幅 13.0 ± 0.5 mmの銅箔を除去した試験片を作製し、図24のような装置で10秒間の接炎を2回行い、基板材料の耐燃性(秒)を測定します。

〈薄手材料垂直燃焼試験 94VTM〉

長さ 200 ± 5 mm、幅 50 ± 1 mmの試験片を作製し、底から125mmの所に標線をつけ、直径 12.7 ± 0.5 mmのマンドレルの縦軸にぴったりと巻きつけ、標線の上方75mm以内を接着テープで固定し、マンドレルを取り外す。図25のような装置で3秒間の接炎を2回行い、基板材料の耐燃性(秒)を測定します。



■耐アルカリ性

JIS C 6481に基づき、図17と同じ 25 ± 1 mm角の試験片を作製し、銅箔を除去します。次に、濃度3%、温度 40°C の水酸化ナトリウムに3分間浸漬した後、流水中で 20 ± 10 分間洗浄し、外観の変化を目視により評価します。

■パンチング加工性

電子回路基板加工において重要な項目です。

当社独自のパンチング試験用金型を使用し、温度別のパンチング性(層間はくり、クラック、硬さ、孔径収縮等)を評価します。この特性は、パンチング後の製品外観、パンチングプレスの能力、金型の材質選択の基準となる大切な試験です。

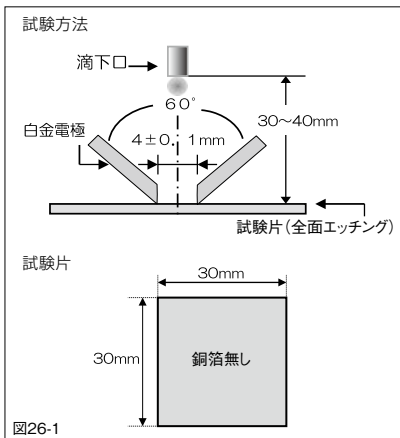
■耐トラッキング性

電子回路基板に高電圧が印加された場合、絶縁層がトラッキング破壊し、導通する場合があります。通常、白金電極を用いて試験(IEC法)をしますが、当社ではより現実に近い独自のパターン法でも試験を行っています。

●IEC法 60112(第4版)

100~600V(25V間隔)の電圧を印加した電極間中央に、塩化アンモニウム0.1%水溶液を30秒間隔で滴下し、絶縁破壊までの滴下数を求めます。(図26-1)

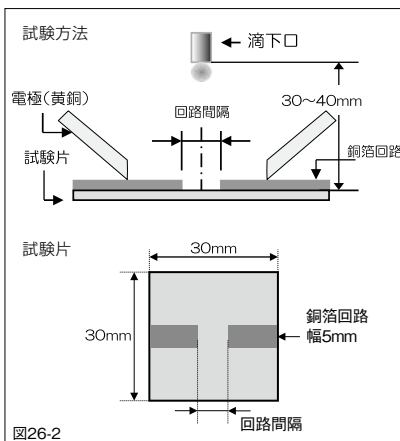
この試験を5個の試験片にて行い、その全てが50滴で破壊を起こさない最高電圧(CTI)を求めて耐トラッキング性を評価します。



●パターン法

100~600V(25V間隔)の電圧を印加した試験片表面に形成した銅箔回路間中央に、塩化アンモニウム0.1%水溶液などを30秒間隔で滴下し、絶縁破壊までの滴下数を求めます。(図26-2)

この試験を5個の試験片にて行い、その全てが50滴で破壊を起こさない最高電圧(CTI)を求めて耐トラッキング性を評価します。

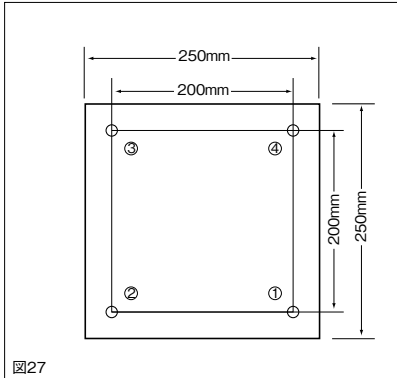


■寸法変化率(FR-4)

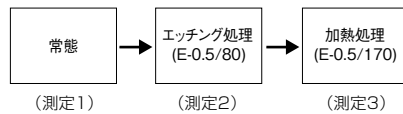
(当社社内試験法)

1.基板材料

基板材料の定尺1枚より250×250mmのサンプルを4枚、図27のように穴あけを行います。測定スパン200mmで、基板タテ方向①-②、③-④ 基板ヨコ方向②-③、④-① 4サンプル、タテ、ヨコ各々n=8の測定を行います。

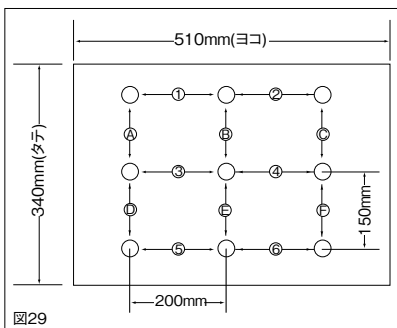
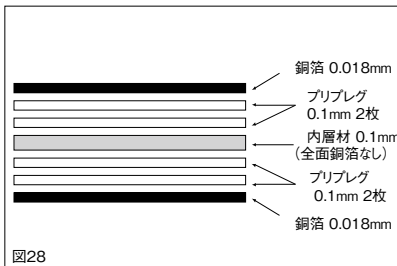


試験条件

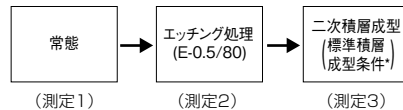


2.二次積層成型後

●内層材とプリプレグ



試験条件



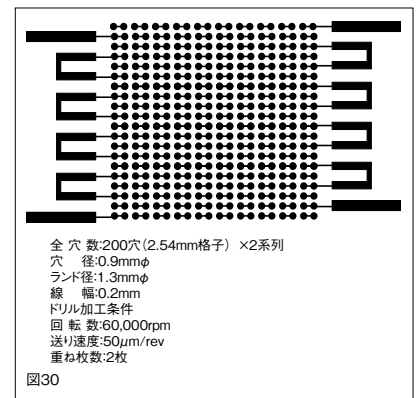
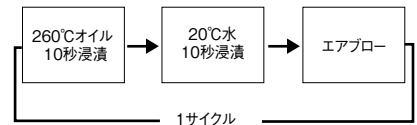
*内層材を測定
*標準積層成型条件につきましては、本文99ページをご覧ください。

■スルーホール信頼性

(当社社内試験法)

1.銅スルーホール

図30のテストパターンに銅スルーホールめっきをした試験片を作製し下記の熱衝撃を与え、断線までのサイクル数をカウントします。



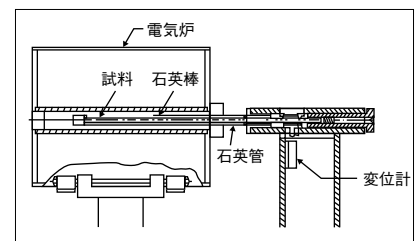
2.銀スルーホール

図30のテストパターンに銀スルーホール加工をした試験片を作製し、銅スルーホールと同じ試験条件で熱衝撃を与え、導通抵抗変化率が20%を超えるまでのサイクル数を測定します。

■加熱膨張収縮率

【ディラトメーター法】

電気炉にて試験片を加熱、その際に生じる変位量を変位計で測定し、試験片の膨張収縮を測定します。



■ドリル加工性

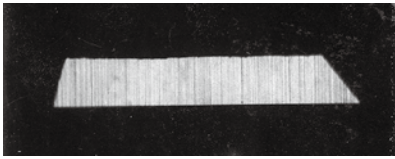
(当社社内試験法)

ドリル加工性はスルーホールめっき後の導通信頼性に影響を与えるので十分に注意して工程管理を行う必要があります。

1.ドリル摩耗量

穴あけ数に応じて切刃の摩耗や欠けが生じ穴内壁がきれいに仕上がらなかったり、異常な発熱(摩擦熱)を生じたりします。

写真2.ドリル摩耗状態



使用前ドリル



使用後ドリル

2.加工穴の内壁粗さ

ドリル加工し、銅スルーホールめっきした試験片を樹脂にてモールドし、顕微鏡(400倍)にて加工穴の内壁粗さ(Hmax)を測定します。

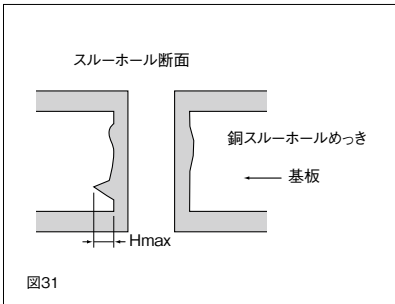


図31

■電子回路基板の反り

(当社社内試験法)

電子回路基板を定盤の上に置き、電子回路基板の四隅で持ち上がり量が最も大きいところを反り量として測定します。

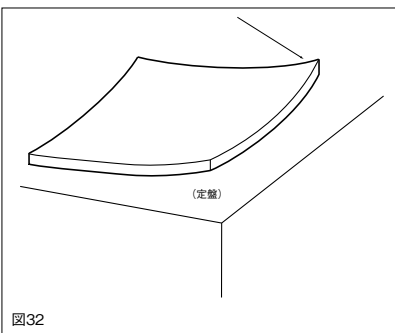


図32

■プリプレグ試験方法

(JIS C 6521に準じます)

1.試験片の作り方

試験片はプリプレグの両端より30mm以上中心によったところから、ガラス繊維方向に対して45°に約100×100mmの大きさに切断します。

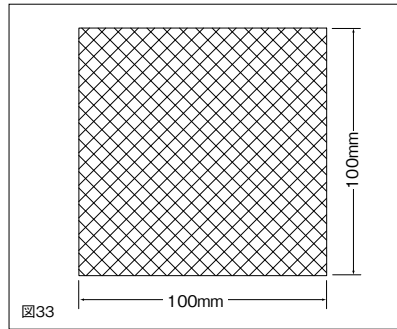


図33

2.樹脂量

まず試験片を、0.001g単位まで正確に秤量します。次に、予め加熱しデシケータ中で冷却したルツボに試験片を入れ、480～600℃の炉中で60分以上加熱し、完全焼却します。

ルツボはそのままデシケータ中で室温まで放冷し、再び0.001g単位まで秤量します。

計算式

$$\text{樹脂量}(\%) = \frac{a-b}{a} \times 100$$

a: 焼却前の試験片重量
b: 焼却後の試験片重量

樹脂量II(樹脂量換算法:充填材含有品に適用)

プリプレグを20cm角に2枚カットし、2枚を併せて秤量します(W₀)。ガラスクロスの重量(g/m²)の換算値をW₁とし、次式により樹脂量を算出します。

$$\text{樹脂量}(\%) = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100$$

3.樹脂流れ

試験方法は、JIS C 6521により、成型条件(圧力、温度、時間)は受渡当事者間で決めることになっています。

当社では、打ち抜き法を標準として採用しています。試験片を100±0.3mmに切断、総量20g程度になるように秤量します。

予め170±3℃に調整した試験用プレスに試験片を入れ1.37±0.14MPa(14±1.4kg/cm²)の圧力で20分間加圧した後、流し出した樹脂を取り除き、再び試験片を秤量します。

計算式

$$\text{樹脂流れ}(\%) = \frac{a-b}{a} \times 100$$

a: 積層成型前の試験片重量
b: 積層成型後の試験片重量

4.揮発分

試験片を秤量し、予め160±3℃に調整された乾燥機中で15分間加熱します。デシケータ中で室温まで冷却した後、再び秤量します。

計算式

$$\text{揮発分}(\%) = \frac{a-b}{a} \times 100$$

a: 加熱前の試験片重量
b: 加熱後の試験片重量

5.硬化時間

樹脂粉約0.2gを所定温度±1.5℃の熱盤上に置き、テフロン棒でかき混ぜ、ゲル化するまでの時間を測定します。

