

16.6 シリーズ6 タイプ(c)試験規定

16.6.1 試験6(c): 外部火災(ボンファイヤ)試験

16.6.1.1 はじめに

これは爆発性物質または物品の包装品、あるいは無包装の爆発性物品について、火炎に包まれた場合に、大量爆発または危険飛散物、放射熱および／または激しい燃焼、あるいはその他の危険な効果があるかどうかを判定するために行う試験である。

16.6.1.2 装置および材料

以下の物が必要である。

- a. 物質あるいは物品の包装品または無包装の物品の体積が 0.05 m^3 未満の場合は、総体積が 0.15 m^3 以上となるのに十分な包装品あるいは無包装の物品。
- b. 物質あるいは物品の包装品または無包装の物品の体積が 0.05 m^3 以上の場合は、3個の包装品または無包装の物品。物質あるいは物品の包装品または無包装の物品の体積が 0.15 m^3 を超える場合は、所管官庁は試験される3個の包装品または無包装の物品の要件を免除することができる。
- c. 製品を燃料の上に保持し、適切に加熱するための金属製格子。木製のクリブ火炎を用いる場合には格子は地上 1.0 m、液体炭化水素プール火炎を用いる場合は、格子は地上 0.5 m の高さに設置する。
- d. 必要ならば、包装品または無包装物品を支持格子上にまとめておくための革ひもまたはワイヤ。
- e. 30 分以上、または必要ならば物質または物品が火炎に対し明らかに反応するまで火が燃え続けているのに十分な燃料(16.6.1.3.8 参照)。
- f. 2方向以上から燃料に点火するための適切な点火方法。例えば薪の火炎の場合は、木材を浸すための灯油および木毛付き花火用点火薬。
- g. 証拠スクリーンとしての $2000 \text{ mm} \times 2000 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ の 1100-0 アルミニウムシート(ブリネル硬度 23、引っ張り強度 90 MPa)3枚、またはそれに相当するものと、それらを垂直に保持するための適切な支持具。証

抛スクリーンは枠にしっかりと固定する。証抛スクリーンとして1枚以上のパネルを使用する場合には、各パネルはすべての継ぎ目で支持する。

- h. カラーで結果を記録するための、映画用またはビデオ用カメラ。高速用および常速用のものが望ましい。

爆風圧測定装置、放射熱測定装置、および関連記録装置を使用してもよい。

16. 6. 1. 3 手順

16. 6. 1. 3. 1 輸送時の状態および形状の包装品または無法装品の必要数を、金属製格子の上にできるだけ相互に密着させて置く。包装品は飛散物が証抛スクリーンに当たる確率が最大になるような向きに置く。必要ならば、試験中保持するために包装品または無包装物品を鋼製帯で囲んでもよい。包装品または無包装品が火炎に包まれるように、燃料を格子の下に配置する。熱の散逸を防ぐために横風に対する対策が必要であろう。適切な加熱方法としては、800°C以上の火炎温度を作り出す木摺格子を使った火炎、液体またはガス燃料による火炎がある。

16. 6. 1. 3. 2 ひとつの方法としては、平衡を保った空気／燃料比をもち、事象を見えにくくする煙が出過ぎるのを防ぎ、様々な種類の包装爆発物を10～30分間反応させるのに十分な強さと継続時間をもって燃烧する木材火炎が挙げられる。適切な方法としては、空気乾燥した木材片(約50 mm 平方)を、包装品または無包装物品を支える金属製格子(地上1 m)の下に、その金属製格子の底面まで格子状に積み上げる方法がある。木材は、包装品または無包装品の面積よりも広く、各方向に1 m以上、格子間の間隔は約100 mmとなるように積み上げる。

16. 6. 1. 3. 3 木材火炎の代わりに、同程度の激しさの火炎が得られるならば、適切な液体燃料を満たした容器や、木材と液体燃料火炎の組合せを用いることができる。液体プール火炎を用いる場合、容器の面積は包装品あるいは無包装物品の面積よりも広く、各方向に1 m以上あることが必要である。格子台と容器の間隔は約0.5 mとする。この方法を用いる前に、試験結果が疑問となるような、爆発物と液体燃料との間の消火作用または逆相互作用が起こりうるかどうかを検討しなければならない。

16. 6. 1. 3. 4 ガスを燃料として用いる場合、燃焼面積は包装品あるいは無包装物品の面積よりも広く、全ての方向に 1 m 以上あることが必要である。ガスは、火炎が包装品の周囲に均等に分散するように供給すること。ガス溜めは、火炎が少なくとも 30 分間継続するのに十分な大きさがなければならない。ガスの点火は遠隔で点火する火工品によるか、またはあらかじめ存在する点火源に隣接するガスの遠隔操作による放出による。

16. 6. 1. 3. 5 垂直な証拠スクリーンは、包装品あるいは無包装物品の端から 4 m の距離の 3 個の四分円の中にそれぞれ立てる。炎に長くさらされると、アルミニウムシートの飛散物に対する抵抗力が変化する可能性があるため、風下の四分円にはスクリーンを立てない。シートは、その中心が包装品または無包装物品の中心と同じ高さになるように設置するか、あるいは地上 1.0 m 未満の高さならば、地上に接するように設置する。試験前に証拠スクリーンに穴やへこみがある場合には、それらが試験中にできたものとはっきり区別できるように印をつける。

16. 6. 1. 3. 6 点火システムをセットし、燃料に 2 方向から（一方は風上）同時に点火する。風速が 6 m/s を超える場合には試験は行わない。**試験機関が定める消火後の安全待機時間を遵守すること。**

16. 6. 1. 3. 7 以下の事象を観察する。

- a. 爆発の証拠
- b. 潜在的に危険性のある飛散物
- c. 熱効果

16. 6. 1. 3. 8 試験は通常 1 回だけ実施する。ただし火炎のために使用した木材やその他の燃料が使い果たされたにも関わらず、未消費の爆発性物質が燃え残りの中や火の近くに多量に残った場合は、火炎の強さおよび／または継続時間を増すために、より多量の燃料を使って、あるいは別の方法を用いて、再度試験を行う。試験結果から危険等級が判定できない場合には、更に試験を行う。

16. 6. 1. 4 試験判定基準および結果査定方法

16. 6. 1. 4. 1 結果を査定し製品を分類するための、[図 10.3](#) (ボックス 26, 28, 30, 32, 33, 35, 36)の質問に答えるために、以下の基準が用いられる。

16. 6. 1. 4. 2 大量爆発が起これば、その製品は危険等級1. 1に分類される。大量爆発が起こったとみなされるのは、包装品または無包装物品の爆発性内容物すべての同時爆発を想定することによる実質的な危険が査定されるような、相当の割合で爆発が起こった場合である。

16. 6. 1. 4. 3 大量爆発が起これなくとも以下のいずれかが起こった場合：

- a. 証拠スクリーンのいずれかに貫通孔がある(16.6.1.3.5 参照)。
- b. [図 16.6.1.1](#) に示す距離－質量関係によって査定される 20 J を超える運動エネルギーを持つ金属製飛散物がある。

このような場合には、その製品は危険等級 1. 2 に分類される。

16. 6. 1. 4. 4 製品が危険等級1. 1 あるいは1. 2 に分類されるような現象は起これないが、以下のいずれかが起こった場合：

- a. いずれかの証拠スクリーンを超えてファイヤボールあるいはジェット火炎が広がる。
- b. 製品から飛び出す燃焼中飛散物が、包装品あるいは無包装物品の縁から 15 m 以上遠くへ投げ出される。
- c. 製品の燃焼時間が、正味爆発物質量 100 kg に対し 35 秒未満であると測定される(熱流束効果の評価におけるスケーリング時間測定に関する [16.6.1.4.8 の注](#)参照)。代替方法としては、物品または低エネルギー物質の場合、燃焼している製品の放射度が、火炎の放射度を、包装品または無包装物品の縁から 15 m の地点で 4 kW/m² を超える場合。放射度は、最大出力時に 5 秒以上測定する。

このような場合には、その製品は危険等級1. 3 に分類される。

16. 6. 1. 4. 5 製品が危険等級1. 1, 1. 2, 1. 3 に分類されるような現象は起これないが、以下のいずれかが起こった場合：

- a. 火炎の焰から 1 m 以上ファイヤボールあるいはジェット火炎が広がる。

- b. 製品から飛び出す燃焼中飛散物が、包装品あるいは無包装物品の縁から 5 m 以上遠くへ投げ出される。
- c. 証拠スクリーンのいずれかに 4 mm 以上のへこみができる。
- d. [図 16.6.1.1](#) に示す距離－質量関係によって査定される 8 J を超える運動エネルギーを持つ金属製飛散物がある。
- e. 製品の燃焼時間が、正味爆発物質量 100 kg に対し 330 秒未満であると測定される(熱流束効果の評価におけるスケーリング時間測定に関する [16.6.1.4.8 の注参照](#))。

このような場合には、その製品は危険等級 1. 4 で、S以外の隔離区分に分類される。

16. 6. 1. 4. 6 製品が危険等級 1. 1, 1. 2, 1. 3, 1. 4 (隔離区分 S 以外)に分類されるような現象が全く起こらず、熱、爆風、飛散物効果がごく近くでの消火あるいはその他の緊急措置行動を著しく妨げない場合、その製品は危険等級 1. 4、隔離区分 S とされる。

16. 6. 1. 4. 7 危険な効果が全くない場合、その製品はクラス 1 から除外できるとみなされる。図 10.3 のボックス 35, 36 に示される可能性としては、

- a. その製品が実際の爆発あるいは火工効果を起こす目的で製造された物品である場合：
 - (i) 装置自身の外部になんらかの影響(飛散物、火炎、熱、大きい音など)がある場合、その装置はクラス 1 から除外されず、包装されたその製品は危険等級 1. 4、隔離区分 S とされる。モデル規則 2.1.1.1(b) 項は明らかに包装品ではなく装置に言及している。よってこの評価は、包装または密閉のない装置の機能に関わる試験に基づいて行うことが、通常必要である。試験 6(c) において、上記の影響が観察される場合が時としてあるが、その場合はその後の試験を実施せず、その製品は 1. 4 S とされる。
 - (ii) 装置自身の外部に影響(飛散物、火炎、熱、大きい音など)がない場合、モデル規則 2.1.1.1(b) 項に従い、その無包装装置はクラス 1 から除外される。モデル規則 2.1.1.1(b) 項は明らかに包装品ではなく装置に言及している。よってこの評価は、包装または密閉のない装置の機能に関わる試験に基づいて行うことが、通常必要である。

- b. その製品が実際の爆発あるいは火工効果を起こす目的で製造された物品でない場合、モデル規則 2.1.1.1(b) 項に従い、その製品はクラス1から除外される。

16. 6. 1. 4. 8 熱流束効果の評価におけるスケーリング時間測定に関する注

注:

- (1) 35 秒/100 kg の値(16.6.1.4.4 (c) 参照)は 15 m での平均熱流束 4 kW/m^2 に対応しており、 12500 J/g の仮定燃焼熱に基づいている。真の燃焼熱が著しく異なる場合、燃焼時間 35 秒を訂正してもよい。例えば、 8372 J/g の燃焼熱の場合、 $(8372/12500) \times 35 \text{ 秒} = 23.4 \text{ 秒}$ が、同じ熱流束レベルになる。100 kg 以外の質量の訂正は、スケーリング関係に従って行う。例を表 16.2 に示す。
- (2) 330 秒/100 kg の値(16.6.1.4.5 (e) 参照)は 5 m での平均熱流束 4 kW/m^2 に対応しており、 12500 J/g の仮定燃焼熱に基づいている。真の燃焼熱が著しく異なる場合、燃焼時間 330 秒を訂正してもよい。例えば、 8372 J/g の燃焼熱の場合、 $(8372/12500) \times 330 \text{ 秒} = 221 \text{ 秒}$ が、同じ熱流束レベルになる。100 kg 以外の質量の訂正は、スケーリング関係に従って行う。例を表 16.2 に示す。
- (3) いくつかの燃焼時間試験で、個々の包装品あるいは物品が、同一とみなされる事象で別々に燃焼することがある。このような場合、それぞれ別々の事象の燃焼時間と質量を使用する。

表 16. 2 質量変化に対する熱流束の比較値

質量(kg)	1.3/1.4		1.4/1.4S	
	熱流束(15 m)	燃焼時間(s)	熱流束(5 m)	燃焼時間(s)
20	1.36 kW/m^2	21.7	1.36 kW/m^2	195
50	2.5	29.6	2.5	260
100	4	35	4	330
200	6.3	46.3	6.3	419

500	11.7	63.3	11.7	569
-----	------	------	------	-----

注：熱流束は $(m/m_0)^{2/3}$ を基準としてスケール化される。
 時間は $(m/m_0)^{1/3}$ を基準としてスケール化される。

熱流束の値は次の方程式で計算する：

$$F = \frac{C \times E}{4\pi R^2 t}$$

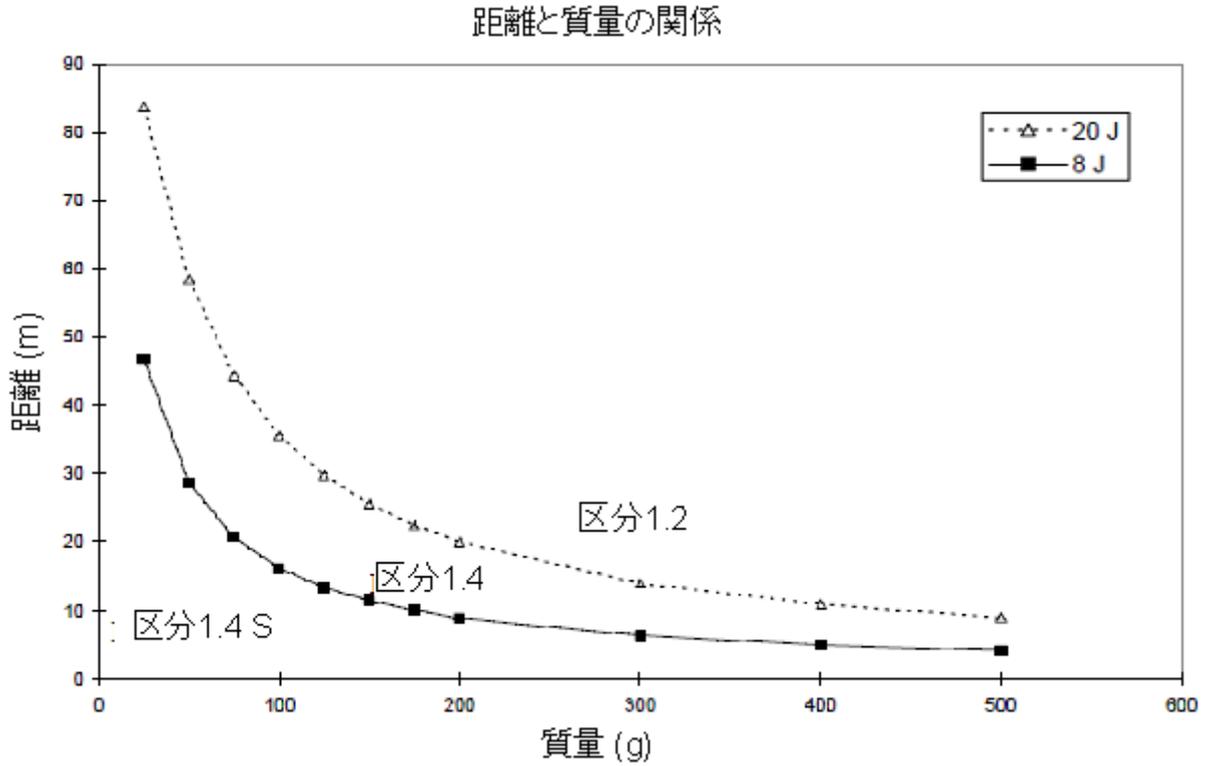
ここで：

- F = 熱流束 (kW/m²)
- C = 定数 = 0.33
- E = 全エネルギー含有量 (ジュール)
- R = 火炎から露出位置までの距離 (メートル)
- T = 観察された燃焼時間 (秒)
-

16. 6. 1. 5 試験結果例

物質	包装状態	現象	結果
マスクキシレン	3 × 50 kg ファイバーボードラム	穏やかな燃焼のみ	クラス1ではない

図16. 6. 1. 1 20 Jおよび8 Jの運動エネルギーを持った金属飛散物の距離－質量関係^(注)



質量	飛散距離(m)	
	20 J	8J
(g)		
25	83.6	46.8
50	58.4	28.7
75	44.4	20.6
100	35.6	16.2
125	29.8	13.3
150	25.6	11.4
175	22.43	10
200	20	8.8

300	13.9	6.3
400	10.9	4.9
500	8.9	4.1

20 J および 8 J の運動エネルギーを持った金属飛散物のデータ例

注： 図 16.6.1.1 に示されたデータは金属飛散物に基づいている。非金属飛散物では違った結果が得られ、危険である可能性がある。非金属飛散物による危険も考慮する必要がある。