

## 【Phrozen樹脂 使用者指南】

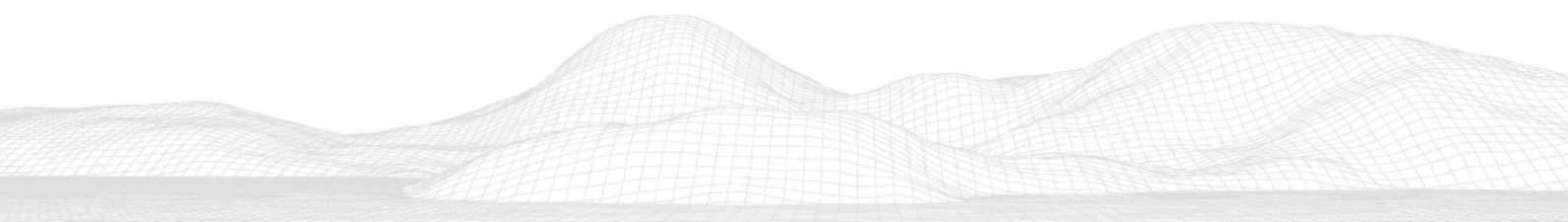
# 工程剛性樹脂: 類PC/GF ,黑色

### 大綱

在列印一個理想的物件前，我們可以先了解材料在各條件下能完整列印出物件的極限在哪；因此Phrozen提供以下設計建議，幫助您列印物件時大幅提升成功率，並印製出更符合您心目中的物件。

### 目錄

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| TDS.....                          | 1  |
| UV老化測試.....                       | 3  |
| 工業化學抗性.....                       | 4  |
| 冷熱衝擊及冷凍試驗.....                    | 6  |
| 列印.....                           | 7  |
| 列印參數.....                         | 7  |
| 清洗、靜置.....                        | 11 |
| 二固.....                           | 11 |
| 設計規格.....                         | 12 |
| 最小無支撐壁厚.....                      | 12 |
| 最小尺寸公差.....                       | 12 |
| 最小立柱直徑.....                       | 13 |
| 最小孔洞直徑.....                       | 13 |
| 最小浮雕細節寬度.....                     | 14 |
| 最小雕刻細節寬度.....                     | 14 |
| 最大水平跨橋寬度.....                     | 15 |
| Z軸最小孔洞直徑及最小雕刻凹槽寬度 (0.05mm層高)..... | 15 |
| 方塊收縮率測試 (0.05mm層高).....           | 16 |



## Section 1

### TDS

| 基礎特性            | 規範                   | 代表值                    |            |
|-----------------|----------------------|------------------------|------------|
| 外觀顏色            | -                    | 黑色                     |            |
| 黏度              | BROOKFIELD<br>LV型黏度計 | 220 - 300 cps          |            |
| 密度(液態樹脂)        | ASTM D4052-18a       | 1.12 g/cm <sup>3</sup> |            |
| 拉伸特性            | 規範                   | 代表值                    |            |
|                 |                      | UV 二固化                 | UV 二固化後熱固  |
| 斷裂拉伸強度          | ASTM D638            | 48.4 MPa               | 63.6 MPa   |
| 拉伸模量            | ASTM D638            | 2567 MPa               | 3330.7 MPa |
| 斷裂伸長率           | ASTM D638            | 9.4 %                  | 5.5 %      |
| 彎曲特性            | 規範                   | 代表值                    |            |
|                 |                      | UV 二固化                 | UV 二固化後熱固  |
| 彎曲強度            | ASTM D790            | 110.8 MPa              | 114.4 MPa  |
| 彎曲模量            | ASTM D790            | 3015.9 MPa             | 3007.5 MPa |
| 衝擊性能            | 規範                   | 代表值                    |            |
|                 |                      | UV 二固化                 | UV 二固化後熱固  |
| 懸樑缺口衝擊強度        | ASTM D256            | 39.8 J/m               | 35.5 J/m   |
| 熱性能             | 規範                   | 代表值                    |            |
|                 |                      | UV 二固化                 | UV 二固化後熱固  |
| HDT at 0.45 MPa | ASTM D648            | 65 °C                  | 95.6 °C    |

| 硬度      | 規範         | 代表值      |           |
|---------|------------|----------|-----------|
|         |            | UV 二固化   | UV 二固化後熱固 |
| Shore D | ASTM D2240 | 80 - 82D | 80 - 85D  |

- \* 所有的性能測試都是以Phrozen Sonic Mighty 8K 或 Sonic Mini 8K列印,並使用 Phrozen 清洗固化組做清洗及二固。
- \* 在照光二固化之後額外再加熱100°C 持續2小時。
- \* 固化時間拉長可提升機械性能,但也將增加不規則形變的機率。

Specimens are printed unless stated otherwise. The information in this TDS, including product recommendations, is based on our current knowledge and experience.

Descriptions, drawings, photographs, data, proportions, weights, etc. provided may change without notice and do not establish the product's contractual quality. Req

uest the relevant MSDS from your supplier or contact Phrozen Tech Co., Ltd at [sales@phrozen3d.com](mailto:sales@phrozen3d.com)

## Section 2

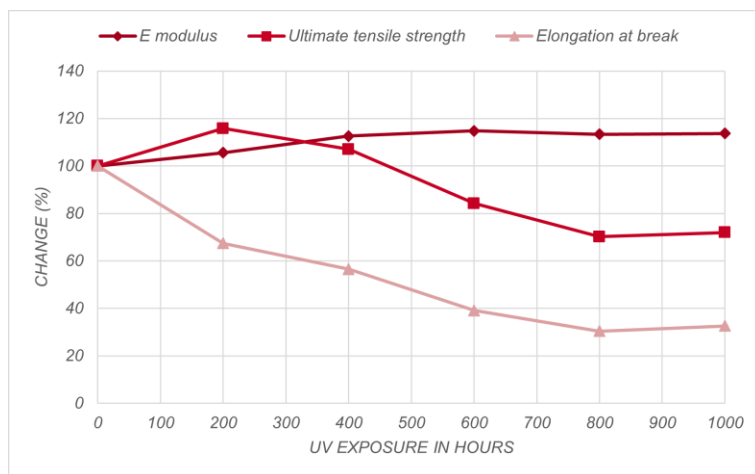
# UV老化測試

耐久性是許多產業中所使用的元件的關鍵特點，因為它們期望所使用的材料能夠抵禦多年的自然環境暴露。透過紫外線輻射的影響，光固化聚合物材料會隨著時間的推移而降解。這種老化可以由紫外線光線、高溫和水分的影响引起。老化的程度取決於持續暴露的時間和強度。

## 測試方法與樣品

參考ISO 4892-2:2013 方法 A, cycle 1,並使用ASTM D638 Type IV試片進行測試。

## 機械性能測試



UV曝光的時間與機械性能的變化

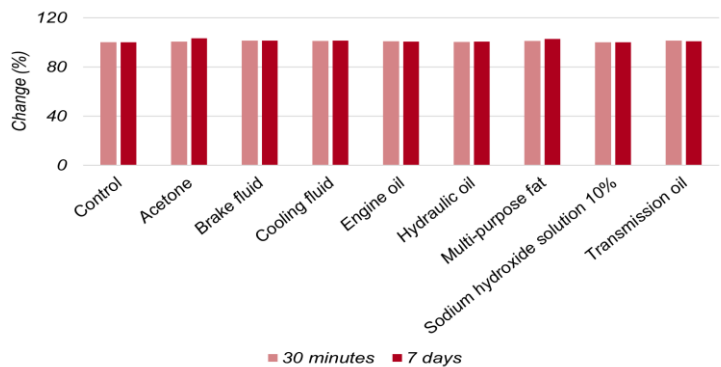
## Section 3

# 工業化學抗性

## 測試方法與樣品

將ASTM D638 type IV試片浸泡於各種溶液中,並置於室溫環境下,其中一組為浸泡30分鐘,另一組為浸泡七天,在浸泡時間結束後取出試片並風乾,再測試其重量及機械性能。

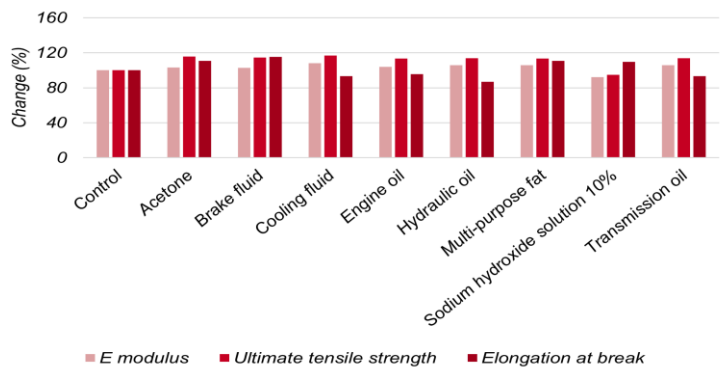
## 重量量測



浸泡一段時間後重量變化

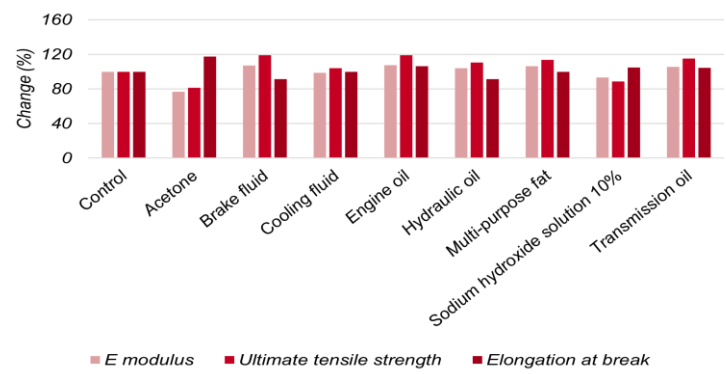
## 機械性能測試

### 30 分鐘



浸泡30分鐘後機械性能變化

7 天



浸泡7天後機械性能變化

## Section 4

# 冷熱衝擊及冷凍試驗

### 測試方法與樣品

將ASTM D638 type IV試片以下述條件進行試驗,並於循環結束後立即進行試驗,此試驗可看出材料在極端環境下的機械強度變化。

### 冷熱衝擊試驗條件:

低溫:-40°C,維持0.5小時

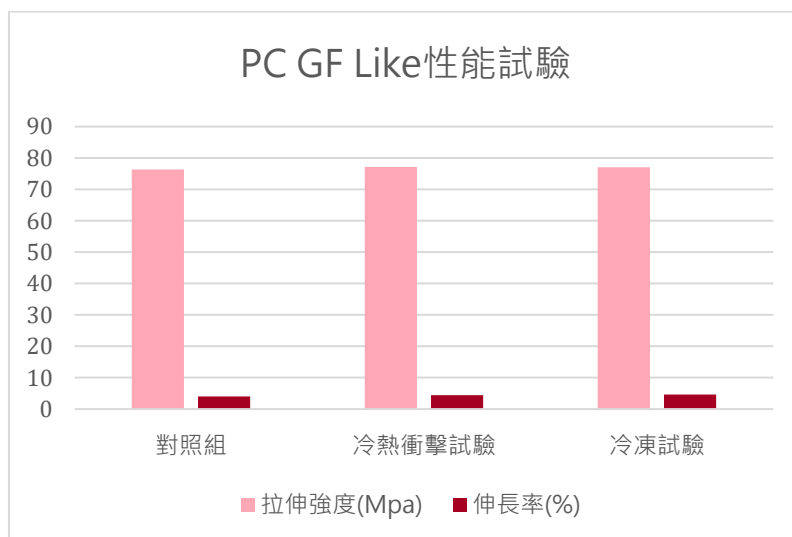
高溫:85°C,維持0.5小時

溫度轉換時間:5分鐘

共10次循環

### 冷凍試驗條件:

-40°C,維持96小時



## Section 5

# 列印

### 列印參數

|         |                            |
|---------|----------------------------|
| 測試機台    | Sonic mini / Sonic mini 4K |
| 層厚      | 50 $\mu$ m                 |
| 一般層曝光時間 | 17.5 $\pm$ 2.5 s           |
| 底層曝光時間  | 12.5 $\pm$ 2.5 s           |
| 滅燈延遲    | 11 s                       |
| 抬升距離    | 6 mm                       |
| 抬升速度    | 60 mm/min                  |

|         |                  |
|---------|------------------|
| 測試機台    | Sonic Mini 8K    |
| 層厚      | 50 $\mu$ m       |
| 一般層曝光時間 | 17.5 $\pm$ 2.5 s |
| 底層曝光時間  | 12.5 $\pm$ 2.5 s |
| 靜止時間    | 2 s              |
| 抬升距離    | 6 mm             |
| 抬升速度    | 60 mm/min        |

|         |                  |
|---------|------------------|
| 測試機台    | Sonic Mini 8K S  |
| 層厚      | 50 $\mu$ m       |
| 一般層曝光時間 | 12.5 $\pm$ 2.5 s |
| 底層曝光時間  | 8 $\pm$ 2 s      |
| 靜止時間    | 2 s              |
| 抬升距離    | 6 mm             |
| 抬升速度    | 60 mm/min        |

|         |                  |
|---------|------------------|
| 測試機台    | Sonic Mighty 4K  |
| 層厚      | 50 $\mu$ m       |
| 一般層曝光時間 | 17.5 $\pm$ 2.5 s |
| 底層曝光時間  | 12.5 $\pm$ 2.5 s |
| 滅燈延遲    | 11 s             |
| 抬升距離    | 8 mm             |
| 抬升速度    | 60 mm/min        |

|         |                  |
|---------|------------------|
| 測試機台    | Sonic Mighty 8K  |
| 層厚      | 50 $\mu$ m       |
| 一般層曝光時間 | 17.5 $\pm$ 2.5 s |
| 底層曝光時間  | 12.5 $\pm$ 2.5 s |
| 靜止時間    | 2 s              |
| 抬升距離    | 8 mm             |
| 抬升速度    | 60 mm/min        |

|         |                         |
|---------|-------------------------|
| 測試機台    | Sonic Mighty 12K (升級套件) |
| 層厚      | 50 $\mu$ m              |
| 一般層曝光時間 | 17.5 $\pm$ 2.5 s        |
| 底層曝光時間  | 12.5 $\pm$ 2.5 s        |
| 靜止時間    | 2 s                     |
| 抬升距離    | 8 mm                    |
| 抬升速度    | 60 mm/min               |

|         |                      |
|---------|----------------------|
| 測試機台    | Sonic Mighty Revo14K |
| 層厚      | 50 $\mu$ m           |
| 一般層曝光時間 | 13.5 $\pm$ 0.5 s     |
| 底層曝光時間  | 18 $\pm$ 5 s         |
| 靜止時間    | 4 s                  |
| 抬升距離    | 8 mm                 |
| 抬升速度    | 60 mm/min            |

|         |                                 |
|---------|---------------------------------|
| 測試機台    | Sonic Mighty Revo 16K<br>(升級套件) |
| 層厚      | 50 $\mu$ m                      |
| 一般層曝光時間 | 10 $\pm$ 0.5 s                  |
| 底層曝光時間  | 12 $\pm$ 5 s                    |
| 靜止時間    | 3 s                             |
| 抬升距離    | 8 mm                            |
| 抬升速度    | 60 mm/min                       |

|         |                  |
|---------|------------------|
| 測試機台    | Sonic Mega 8K*   |
| 層厚      | 50 $\mu$ m       |
| 一般層曝光時間 | 22.5 $\pm$ 2.5 s |
| 底層曝光時間  | 15 $\pm$ 5 s     |
| 靜止時間    | 2 s              |
| 抬升距離    | 8 mm             |
| 抬升速度    | 45 mm/min        |

|         |                  |
|---------|------------------|
| 測試機台    | Sonic Mega 8K S* |
| 層厚      | 50 $\mu$ m       |
| 一般層曝光時間 | 20.5 $\pm$ 2.5 s |
| 底層曝光時間  | 12.5 $\pm$ 2.5 s |
| 靜止時間    | 2 s              |
| 抬升距離    | 8 mm             |
| 抬升速度    | 60 mm/min        |

|         |                   |
|---------|-------------------|
| 測試機台    | Sonic Mega 8K V2* |
| 層厚      | 50 $\mu$ m        |
| 一般層曝光時間 | 20.5 $\pm$ 2.5 s  |
| 底層曝光時間  | 15 $\pm$ 5 s      |
| 靜止時間    | 2 s               |
| 抬升距離    | 8 mm              |
| 抬升速度    | 60 mm/min         |

- \* Mega 8K / Mega 8K S / Mega 8K V2 因拉拔力較大, 須提高固化秒數以增加列印成功率
- \* 列印時務必蓋上遮光罩, 以維持樹脂最佳列印狀態
- \* 增加靜止時間可以減緩樹脂積料, 已達到更好的解析度。

## 清洗、靜置

1. 建議使用Phrozen 後處理設備:「Phrozen清洗固化組」
2. 使用 Phrozen Wash 水流機, 添加95%乙醇, 清洗45-60秒。請勿溶劑中浸泡超過60秒, 有可能傷害物件表面。
3. 空心薄件請務必洗淨內部
4. 清洗後靜置30分鐘即可二固

\*薄件貼底印製時請小心鏟下, 有可能讓模型變形

## 二固

1. 建議使用Phrozen 二固化設備:「Phrozen 清洗固化組」、「Phrozen Mega Cure S UV後固化燈」或其他有相同波長的二固化設備等
2. 二固化時間120分鐘再加熱100°C維持2小時。

## Section 6

# 設計規格

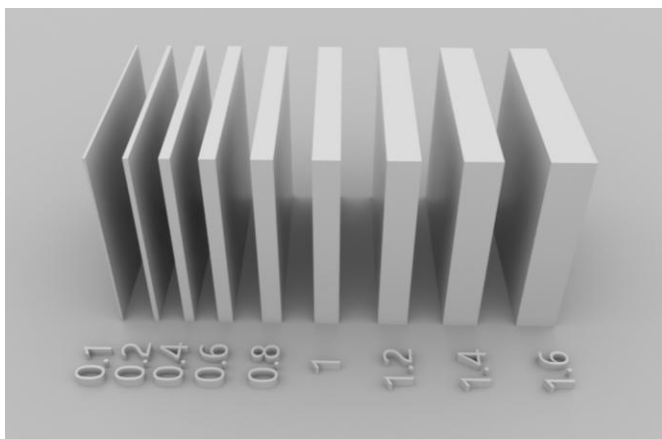
※註：所有指標均為樹脂之極限值，會依照使用機台不同有所差距※

Minimum Unsupported Wall Thickness

### 最小無支撐壁厚

此項指標為在無支撐前提下能獨立印出且無彎曲、斷裂現象之最薄厚度。

建議厚度： $\geq 0.2 \text{ mm}$

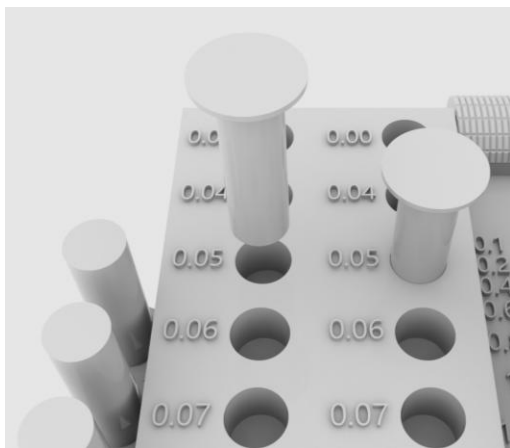


Size Tolerance, X-Y plane

### 最小尺寸公差

此項指標為平行於XY平面上的孔洞與立柱接合之最小尺寸公差。

建議公差： $\geq 0.04 \text{ mm}$

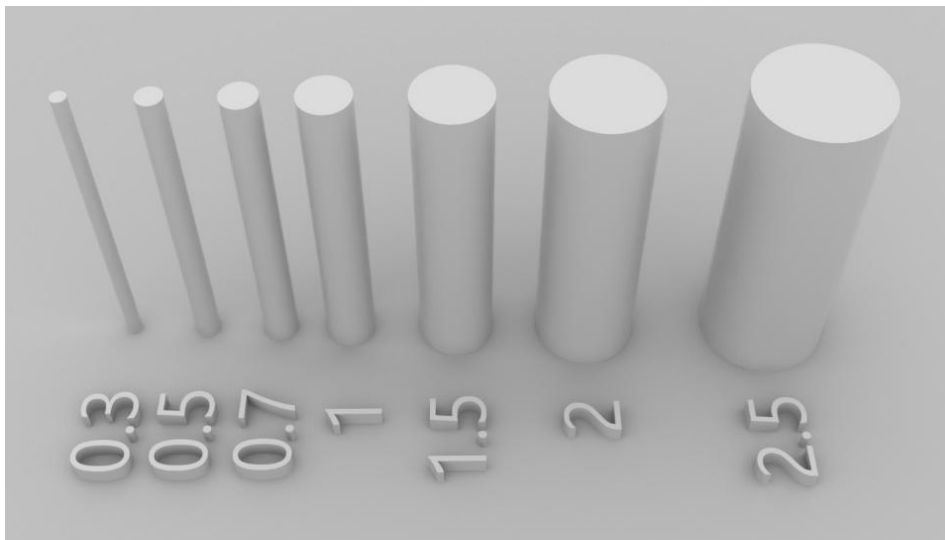


## Minimum Pin Diameter

### 最小立柱直徑

此項指標為細根及支撐能獨立印出且無彎曲、斷裂現象之最小立柱直徑。

建議直徑： $\geq 0.5 \text{ mm}$

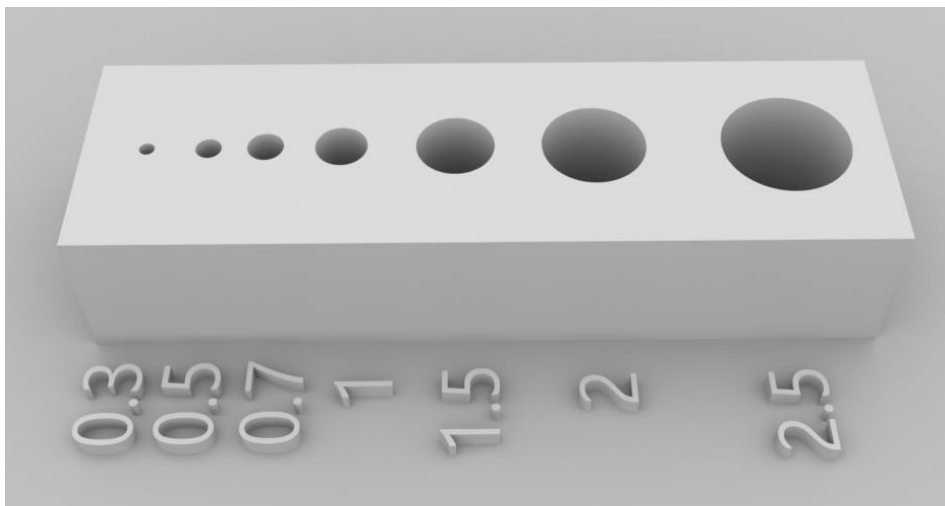


## Minimum Hole Diameter, X-Y plane

### 最小孔洞直徑

此項指標為平行於XY平面列印前提下能完整印出之最小孔洞直徑。

建議直徑： $\geq 0.3 \text{ mm}$



Minimum Embossed Detail Width, X-Y plane

## 最小浮雕細節寬度

此項指標為可完整列印浮雕細節之最低線條寬度

建議寬度：  $\geq 0.1 \text{ mm}$

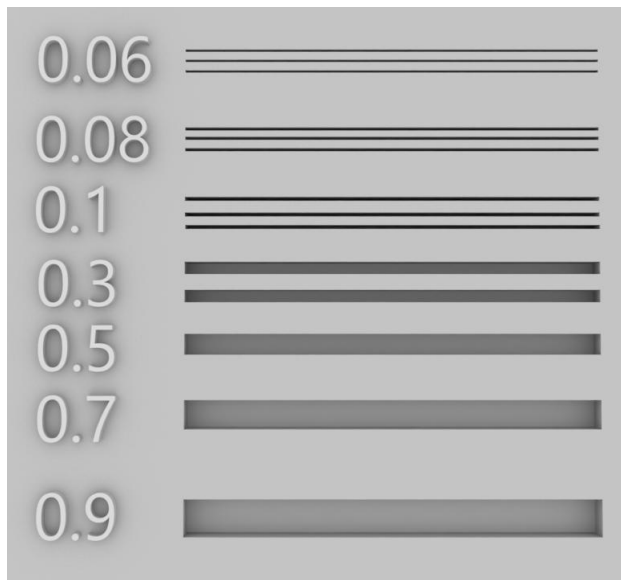


Minimum Engraved Detail Width, X-Y plane

## 最小雕刻細節寬度

此項指標為可完整列印雕刻細節之最低線條寬度

建議寬度：  $\geq 0.08 \text{ mm}$

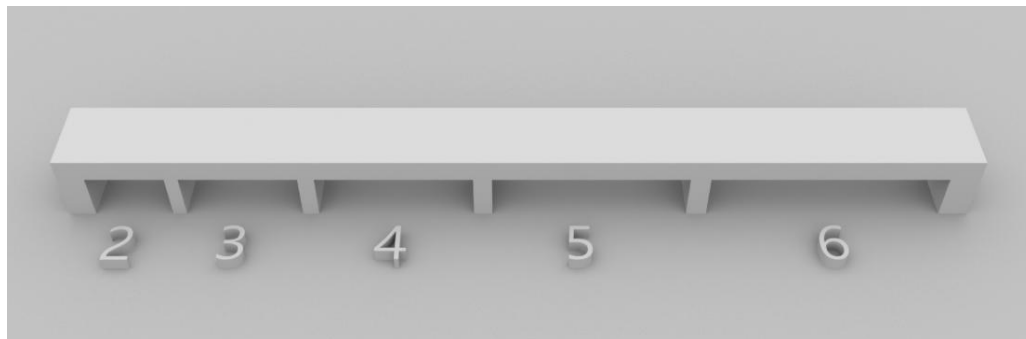


## Maximum Horizontal Bridge Span

### 最大水平跨橋寬度

此項指標為在兩側有支撐壁前提下能印出不變形懸空模型之支撐壁間最大寬度。

建議寬度： $\leq 6$  mm



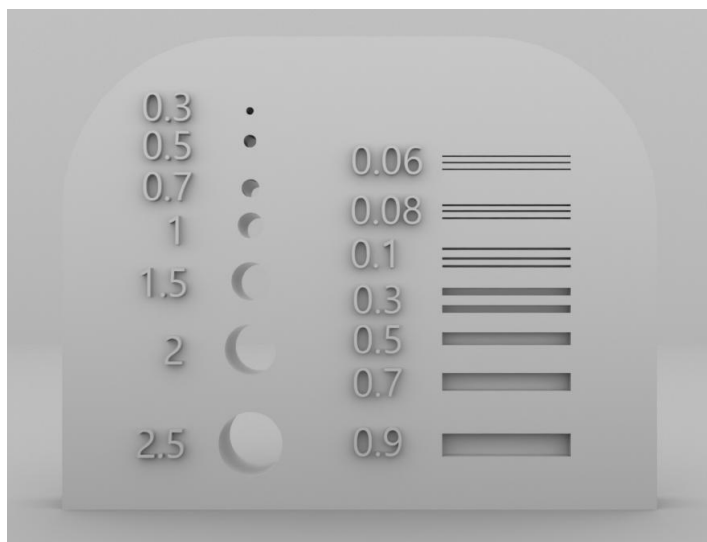
## Minimum Hole Diameter and Engraved Detail Width, Z-axis, at 0.05mm layer height

### Z軸最小孔洞直徑及最小雕刻凹槽寬度 (0.05mm層高)

此項指標為在層厚為0.05mm時Z軸上可完整印出之最小孔洞直徑及最小雕刻凹槽寬度

建議直徑： $\geq 0.7$  mm

建議寬度： $\geq 0.06$  mm



Block shrinkage test, at 0.05mm layer height

## 方塊收縮率測試 (0.05mm層高)

此項指標為平行於XY平面列印2x2x1cm的方塊,固化後以游標卡尺量測的變形量以計算收縮率。

(此測試結果僅供參考, 不同機台不同模型可能會有差異)

計算方式:  $[(\text{固化後尺寸} - \text{原始尺寸}) / \text{原始尺寸}] \times 100\%$

X軸建議收縮率: -0.2%

Y軸建議收縮率: -0.15%

