

2019 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽  
高中組競賽規則

IDEERS2019-

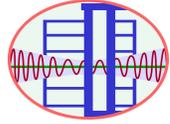
V1.1

2019-09-10

1 of 14

高中組競賽規則改版/變更說明

版次	公告日期	改版/變更說明
V1	2019-05-16	規則第一版
V1.1	2019-09-10	第 14 頁，表格最後一欄內容更新為”II-9. 未完成全部質量塊的安裝，但仍符合檢核事項 I-2 與 I-3 的規定”。



# 2019 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽

## 高中組競賽規則

IDEERS2019-  
V1.1

2019-09-10

2 of 14

本競賽以此規則為依據，但若發生本規則無法涵蓋或產生疑義時，主辦單位保留最終解釋權。

### 1. 活動說明

參與本活動之隊伍需要設計並現場完成製作一個模型，用以承受鐵塊載重並接受國家地震工程研究中心(以下簡稱本中心)振動台之測試。本活動時間共計兩天，第一天進行模型製作，主辦單位將安排 5.5 個小時的模型製作時間 (含用餐時間)，讓參賽隊伍利用主辦單位所提供之材料與工具進行模型之製作。第二天進行模型測試，所有參賽模型將同時被安裝於本中心振動台上，接受數次不同大小的人造地震測試，人造地震的地表加速度峰值(peak ground acceleration, PGA)將逐次增加，最後一次測試的 PGA 達  $800 \text{ gal}(\text{cm}/\text{s}^2)$ 。

日常生活中常見的橋墩、水塔、高速公路旁的 T 形廣告牌、電信鐵塔(設置電信設備)、高塔(設置觀景台)、煙囪(設置旋轉餐廳)等，均為具有單一集中載重的結構物，因此本年度競賽內容為製作具有單一載重平台的塔型結構物。以水塔為例：儲水量愈多愈好，並且儲水高度愈高(即水壓愈高)愈好。故本競賽以模型能夠承受的最大基底剪力與基底彎矩作為模型的性能(capability)，以模型所花費的材料重量做為模型的價格(price)。評比依據為模型的性價比(capability-price ratio, CP 值)，性價比為模型的性能與價格的比值(即  $CP = \text{capability}/\text{price}$ )。CP 值愈大，代表競賽成績愈好。

### 2. 參賽隊伍的組成

參賽隊伍必須包括四位同校之在學學生與一位指導老師。指導老師必須在報名校系任教，且模型製作過程中，指導老師不可動手參與模型的製作。

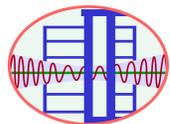
### 3. 材料與工具

除規則允許自備之工具外，參賽隊伍只能使用主辦單位提供的材料與工具進行模型製作。參賽隊伍可以自行攜帶輔助計算的文具(如筆、尺、橡皮擦、計算機等)。另外，主辦單位亦提供一定數量的 L 型尺放置於服務台借用給參賽者，用於量測及定準等用途。

#### 3.1 材料

主辦單位提供的材料包括：

項目	數量	說明
1.木質模型底板	1 塊	材質為中密度纖維板 (MDF)，底板厚度約 0.55 cm，長與寬分別為 26 cm 與 26 cm ( $\pm 0.3$ cm)。
2.木條	30 條	材質為中密度纖維板 (MDF) 之木條，用於模型、解說牌之製作。每條長約 $70 \pm 0.5$ cm，其斷面積約為 $5.5 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}(\pm 1 \text{ mm})$ 。



## 2019 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽 高中組競賽規則

IDEERS2019-  
V1.1

2019-09-10

3 of 14

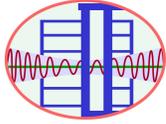
3.熱熔膠條	20 條	每條長約 30 cm 的熱熔膠條，其直徑約 6 mm。熱熔膠條僅能配合熱熔膠槍使用，做為結構構件之黏結材料，不可直接做為模型之結構構件使用。
4.橡皮筋	16 條	每條橡皮筋寬約 3 mm，厚約 1.5 mm，周長約 240 mm。
5.A4 紙張	12 張	A4 紙張 12 張。
6.棉繩	1 條	長度 4 m 之棉繩。
7.竹籤	1 支	用於小隊旗之製作。

### 3.2 工具

主辦單位提供的工具包括：

項目	數量	說明
1.壓條鎖固框	一個	用於參賽模型之建築範圍檢核。
2.剪刀	一把	一般事務用剪刀。
3.線鋸	一組	寬度約 0.9 cm，長度約 30 cm。
4.捲尺	一個	全長 5.5 m。
5.手動鑽孔器	一組	鑽頭直徑為 8 mm。
6.熱熔槍	一把	一般熱熔槍。
7.大型美工刀	二把	刀片寬度約 1.8 cm。
8.鉛筆	一支	文書用鉛筆。
9.削筆器	一個	削鉛筆用。
10.量角器	一個	文書用塑膠半圓形量角器。
11.奇異筆	一支	文書用奇異筆。
12.直尺	一支	長度 30cm 塑膠直尺。
13.棉手套	二副	使用熱熔槍時防燙傷穿戴用。
14.鐵鎚	一支	小尺寸鐵鎚。
15.銼刀	一支	小尺寸銼刀。
16.口紅膠	一條	口紅膠一條。
17.切割墊	一片	A3 大小

各隊伍於開始製作模型前，必須自行檢查材料及工具，若有損傷或短缺，請向負責裁判反應，由負責裁判進行處理。各隊伍可以使用自備的手動工具(如園藝剪、雕刻刀、砧板、不同尺寸的鑽頭等)，但禁止使用電動工具。



# 2019 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽 高中組競賽規則

IDEERS2019-  
V1.1

2019-09-10

4 of 14

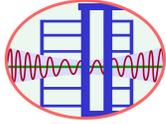


工具示意圖

## 4.模型結構

各隊伍應充份發揮創意，各種型式與形狀的模型結構均可，但模型結構必須符合以下要求：

項目	說明
4.1 基本 要求	<p>4.1.1 可使用的製作模型時間共計 5.5 小時。</p> <p>4.1.2 參賽隊伍利用所提供之材料製作構件，組合各構件成為模型。構件可為單根木條或由多根木條、棉繩、橡皮筋、紙張等材料合併組成。</p> <p>4.1.3 參賽模型須建置在主辦單位提供的模型底板（26 cm × 26 cm × 0.55 cm）上，且底板週邊 3 cm 範圍必須完全淨空，以便將底板固定在振動台上。</p> <p>4.1.4 只有一個放置質量塊的載重平台。質量塊的數目最少為 12 塊，最多為 24 塊，並且最多堆放兩層的質量塊。</p> <p>4.1.5 模型與質量塊的垂直投影必須落於底板中心 20 cm × 20 cm 的範圍內(即圖 1 之虛線範圍)。並且，不得有構件(包含熱熔膠)和質量塊的垂直投影落於底板中心 10 cm × 5 cm 的範圍內。</p> <p>4.1.6 載重平台是以木條(或含棉繩、橡皮筋、紙張等)構成的一個水平面，不可以是曲面、斜面或階梯狀。若該水平面上還有其他構件，該構件的高度不計入載重平台高度(如圖 2 與規則 4.3.6)。</p>



# 2019 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽

## 高中組競賽規則

IDEERS2019-

V1.1

2019-09-10

5 of 14

4.1.7 載重平台以木條製作，並須以木條標示其邊界，包括內邊界和外邊界。如圖 1 所示，內邊界與外邊界皆須在 4.1.5 所規定的範圍內。

4.1.8 不得採用隔震設計。

4.1.9 可製作增加美觀之包覆或裝飾。

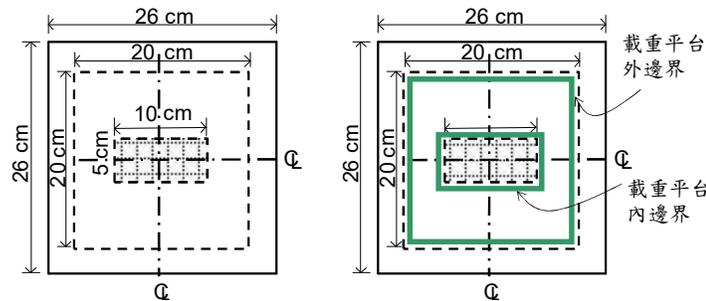


圖 1 模型建置範圍

4.2  
模  
型  
底  
板

4.2.1 可在模型底板鑽孔固定構件，且不限固定於底板之構件的數量。

4.2.2 可對固定於模型底板的構件進行加固處理，例如：擴孔、開槽埋線等。但所有孔洞必須以熱熔膠填平，不可藉此以減輕底板重量。

4.2.3 模型底板必須保持平整，以順利安裝於振動台上。

4.2.4 不得有構件(如木條、棉繩、橡皮筋)在底板反(背)面。

4.3  
模  
型  
高  
度

4.3.1  $H_{min} \leq \text{不含質量塊的模型高度(標記為 } H_{model}) \leq H_{max}$  。

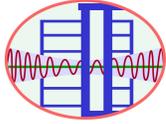
4.3.2  $H_{min} \leq \text{載重平台高度(標記為 } H_{platform}) \leq H_{max}$  。

4.3.3  $H_{min} = 50 \text{ cm}$ ， $H_{max} = 65 \text{ cm}$ 。

4.3.4 含質量塊與隊旗的模型總高度不得大於 75 cm 。

4.3.5 模型立面示意圖如圖 2。

4.3.6 上述模型高度之相關規定，皆由底板頂部起算，亦即不包含底板厚度。載重平台高度為底板頂部至載重平台頂部(即與質量塊底部接觸的水平面)的垂直距離(如圖 2)。



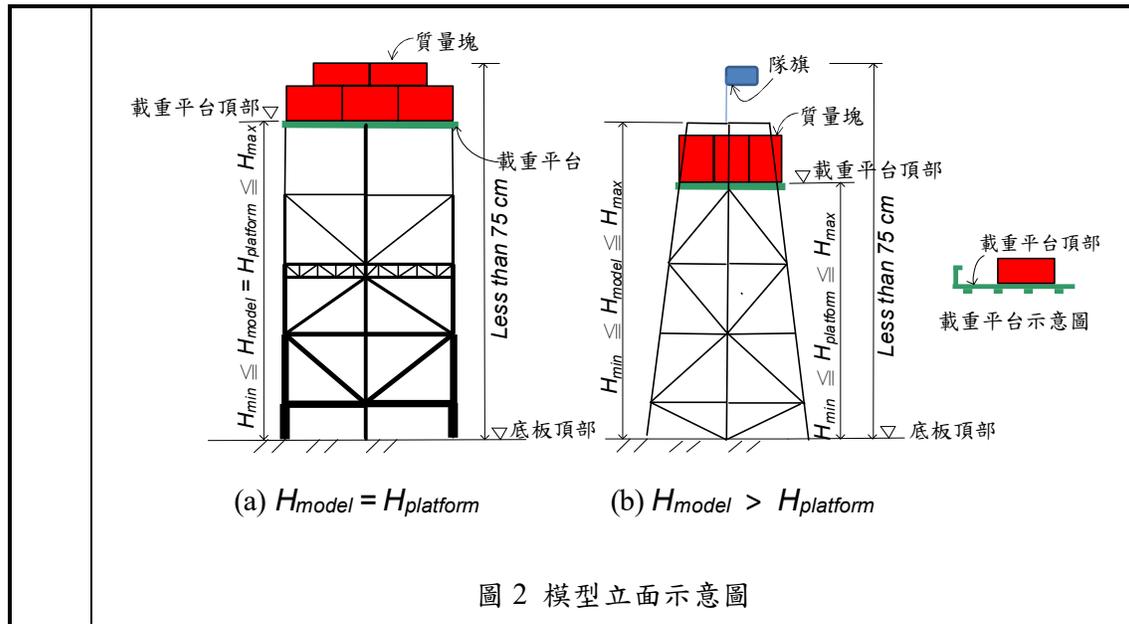
# 2019 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽

## 高中組競賽規則

IDEERS2019-  
V1.1

2019-09-10

6 of 14



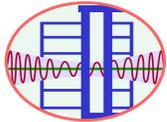
### 5. 載重規則

本活動以放置鐵塊(即質量塊)來模擬載重平台所承受的垂直向載重，每個鐵塊的重量以 635 g 計算。鐵塊的長、寬、高分別約為 6 cm、4.5 cm 與 3 cm，可能存在 $\pm 2$  mm 的尺寸誤差。鐵塊放置規則說明如下：

- 5.1 不可變更經裁判於模型審查時所確認的鐵塊數量與配置方式。
- 5.2 鐵塊必須安裝於載重平台上，不可超過載重平台的邊界，容許誤差為 5 mm。
- 5.3 鐵塊不可與柱或斜撐相接觸。
- 5.4 當安裝模型於振動台上時，一併安裝鐵塊。僅可使用熱熔膠固定鐵塊於載重平台上，不可使用其他材料，如紙張、棉繩、橡皮筋等。
- 5.5 於一 20 cm  $\times$  20 cm 的範圍內(如附件一)繪製出質量塊配置設計平面圖(含載重平台邊界)，必要時可再使用其他空白 A4 紙張繪製相關圖說。質量塊配置設計圖必須能夠清楚表示質量塊的配置方式(包含質量塊的數目及其擺放的方向與位置)，可繪製平面圖、正立面圖與側立面圖，或是 3D 透視圖等。參賽隊伍在模型製作當日中午 12 點前，必須繳交質量塊配置設計圖(可以於模型製作當日前備妥)。在模型審查及安裝模型於振動台時，上述文件將做為裁判查核之參考或依據。

### 6. 評分規則：性價比

評比依據為模型的性價比(capability-price ratio, CP 值)，CP 值愈大排名愈前。CP 值的計算如下：

	<b>2019 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽</b> <b>高中組競賽規則</b>	IDEERS2019- V1.1
		2019-09-10
		7 of 14

$$CP = \frac{\phi \times Capability}{Price} \quad (1a)$$

其中，

$$Capability = c_0 \bar{V}_{base} + c_1 \bar{M}_{base} \approx \frac{a_{max} W_{mass} / g}{V_{min}} \left( c_0 + \frac{c_1 H_{platform}}{H_{min}} \right) \quad (1b)$$

$$Price = \frac{W_{model}}{W_0} \quad (1c)$$

*Capability*：模型的性能。

*Price*：模型的價格。

$\phi$ ：折減(或懲罰)係數 =  $1 - 0.02n_v$ 。

$n_v$ ：參賽隊伍必須絕對遵守模型檢核表(附件二)中的第一類(I)檢核事項，若有違規情形，即喪失比賽資格(即  $n_v = 50$ )。此外，其它經裁判團審定為重大違規者， $n_v$ 值亦取50。模型檢核表(附件二)中的第二類(II)檢核事項係考量材料與製作可能的誤差， $n_v$ 值等於未達要求的項目總數。參賽隊伍在中午12點前，必須繳交模型檢查表(只需填好隊伍編號、學校科系名稱)。

$\bar{V}_{base}$ ：正規化基底剪力。

$\bar{M}_{base}$ ：正規化基底彎矩。

$c_0, c_1$ ：權重， $c_0 = 1$ ， $c_1 = 50/65$ 。

$a_{max}$ ：模型通過之最大測試加速度(gal)。

$g$ ：重力加速度(= 980 gal)。

$W_{mass}$ ：質量塊的總重量(N)。

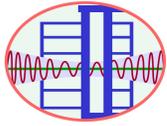
$V_{min}$ ：最小的基底剪力 =  $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 10 \text{ g/cm}^2 \times 400 \text{ gal} = 16 \text{ N}$ 。

$H_{platform}$ ：從底板正面至載重平台上緣的垂直距離(cm)。

$H_{min}$ ：模型的最小限制高度 (= 50 cm)。

$W_{model}$ ：不含底板與質量塊的模型總重量(即使用的材料總重量)(gw)。

$W_0$ ：上述總模型重量( $W_{model}$ )的目標值 (= 320 gw)。

	<b>2019 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽</b> <b>高中組競賽規則</b>	IDEERS2019- V1.1
		2019-09-10
		8 of 14

## 7. 安裝模型注意事項

- 7.1 每一隊派兩位隊員於振動台上安裝模型及鐵塊，安裝時間為 12 分鐘。模型與鐵塊安裝是否牢固，由各隊自行負責。於測試過程中，模型底板明顯鬆動，導致被判定破壞者，該隊伍不得提出異議。
- 7.2 提供每隊二支螺絲起子與足夠的螺絲，供隊員將模型固定於振動台上。
- 7.3 提供每隊一支熱熔槍與足夠的熱熔膠，供隊員將鐵塊固定於模型上。
- 7.4 除了主辦單位提供的工具與材料外，不得使用其它的工具或材料。
- 7.5 僅可進行模型安裝與鐵塊固定，不可補強模型結構。
- 7.6 於安裝模型與鐵塊時務必小心，避免碰撞到其他參賽模型或其他隊員。
- 7.7 模型底板之其中一面已貼有方位標示貼紙，該面必須朝上，即模型必須立於該底板上。當安裝模型於振動台時，貼有方位標示貼紙之角隅必須朝向實驗室之西北方。模型、振動台及控制室的相關方位如圖 3 所示，可於現場詢問工作人員。

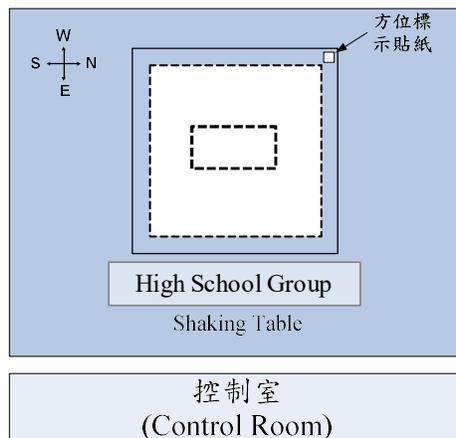


圖 3 模型於振動台之安裝方向示意圖

- 7.8 模型底板與振動台之固定方式採用金屬鎖固框，示意如圖 4。由於鎖固框四邊之孔位不同，請注意鎖固框之安裝方向。

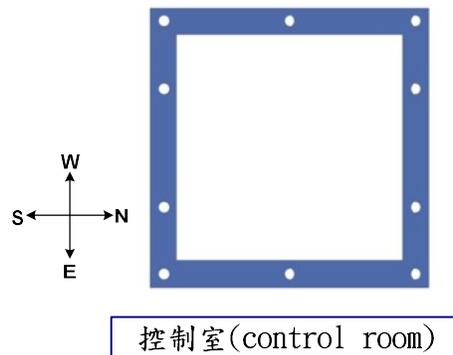
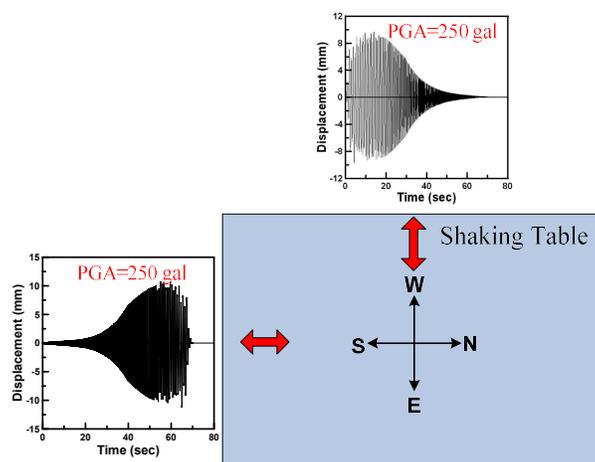


圖 4 固定底板之鎖固框

## 8.測試程序

全部參賽模型將同時安裝於本中心之振動台上進行測試。振動台產生的人造地震將涵蓋各種頻率，每一次測試所產生的人工地震為雙向正弦波變頻運動，輸入之位移歷時及方向如圖 5 所示。人造地震之大小以該次輸入之加速度值峰值(PGA)表示。

- 8.1 本競賽最多進行 6 次的測試，由小地震開始且逐次提高，其 PGA 值依序為 250 gal、400 gal、500 gal、600 gal、700 gal、800 gal。
- 8.2 若參賽模型通過 400 gal 地震力測試(相當於中央氣象局震度分級之七級地震震度)，參賽隊伍將可獲頒「耐震獎」。
- 8.3 通過 PGA 為 600 gal 之地震測試的模型才具有排名資格。
- 8.4 公佈輸入之雙向人造地震歷時記錄於比賽網站，參賽隊伍可自行下載使用。
- 8.5 輸入之雙向人造地震的位移歷時及方向如圖 5。



250gal → 400gal → 500gal → 600gal → 700gal → 800gal

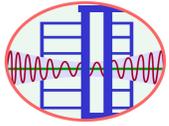
	<b>2019 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽</b> <b>高中組競賽規則</b>	IDEERS2019- V1.1
		2019-09-10
		10 of 14

圖 5 輸入之位移歷時及方向

## 9. 模型破壞標準

模型發生以下任一情形，該模型將被判定未通過該次地震力的測試，並且在下一輪測試前被移除。

- 9.1 模型倒塌。
- 9.2 載重平台發生不穩定或崩塌。
- 9.3 鐵塊脫離、掉落或發生劇烈晃動。
- 9.4 半數或半數以上的柱子脫離底板。
- 9.5 模型最大殘餘側位移量大於 10 公分。最大殘餘側位移量為振動台停止後，模型的最大側位移量
- 9.6 模型底板產生明顯鬆動不牢固者。
- 9.7 其它經裁判團認定破壞者。

## 10. 設計理念展示品

每一參賽隊伍必須於賽前製作一個設計理念展示品，該展示品可為立體或平面，以靜態或動態的方式呈現模型的設計理念。該展示品所占據的空間不得超過高度 35 cm、寬度 25 cm、縱深 25 cm 的空間大小，如圖 6 所示。該展示品以說明模型的設計理念與創意為主，「設計理念展示獎」的評選是以此展示品做為評分依據。各隊伍應於該展示品中標明學校/科系名稱。若該展示品有使用電子產品，其電力應由參賽隊伍自行負責，並且於整個抗震盃活動期間，主辦單位不擔負保管貴重物品(如電子產品等)之責任。

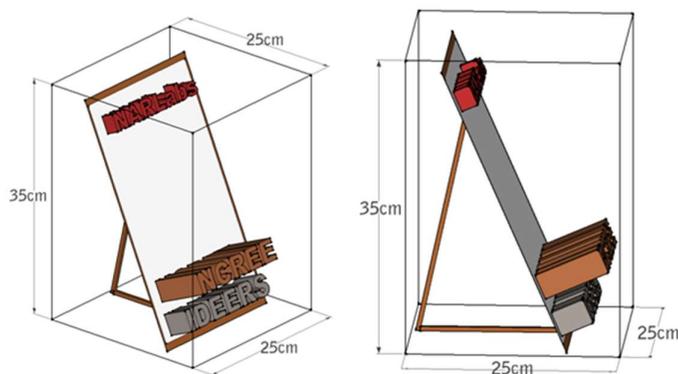
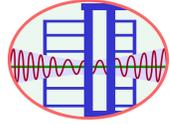


圖 6 設計理念展示品的尺寸要求



# 2019 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽

## 高中組競賽規則

IDEERS2019-  
V1.1

2019-09-10

11 of 14

### 11. 隊旗

各模型須設置隊旗一面，並且於模型製作時間內完成隊旗安裝。可預先繪製隊旗，或於比賽現場繪製隊旗，隊旗形狀不限，但尺寸以不大於 A6 紙張大小(長 14.4 cm、寬 10.5 cm，A4 紙張的四分之一)為原則。於模型製作時間內，可使用主辦單位提供之竹籤(不強制使用)固定隊旗於模型上。

### 12. 模型審查

從完成模型製作至安裝模型於振動台上的整段期間，均為模型審查期間。於模型審查期間內，若裁判發現模型有違規之處，可依規則要求參賽隊伍改正，或修改折減係數。

#### 12.1 模型審查程序：

於模型製作完畢後，開始模型審查程序如下：

(1)主持人叫號；(2)模型秤重；(3)接受裁判查驗並填寫模型審查表；(4)放置模型及設計理念展示品於指定位置，以接受拍照；(5)依序放置模型及設計理念展示品至展示台，以進行獎項評選；(6)安裝模型至振動台，準備接受測試。

#### 12.2 接受裁判查驗時應備資料：

各參賽隊伍應指派兩名隊員攜帶已完成的(1)模型、(2)模型審查表與質量塊配置設計圖、(3)設計理念展示品至指定的裁判查驗台。

12.3 在全部競賽過程中，若裁判團對於某一模型之審查結果有爭議時，裁判團可以進行該模型的重新審查，該隊人員不得拒絕或提出異議。

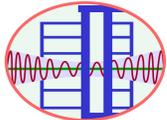
### 13. 造型獎、結構設計獎、設計理念展示獎

13.1 造型獎：裁判團依據模型的外觀造型評選最佳的隊伍，最多取三隊，每隊頒發新台幣 5,000 元及每位隊員的個人獎狀。評比項目與配分如下：

評分項目	比重	評分說明
模型造型	100%	<ul style="list-style-type: none"><li>● 模型造型之美觀程度</li><li>● 模型造型之特色或創意度</li></ul>

13.2 結構設計獎：裁判團依據模型之結構設計、耐震構想與創意理念評選最佳的隊伍，最多取三隊，每隊頒發新台幣 5,000 元及每位隊員的個人獎狀。評比項目與配分如下：

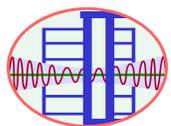
評分項目	比重	評分說明
結構設計概念	65%	<ul style="list-style-type: none"><li>● 各類構件配置之合理性</li><li>● 整體力量傳遞路徑之合理性</li></ul>

	<b>2019 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽</b> <b>高中組競賽規則</b>	IDEERS2019- V1.1
		2019-09-10
		12 of 14

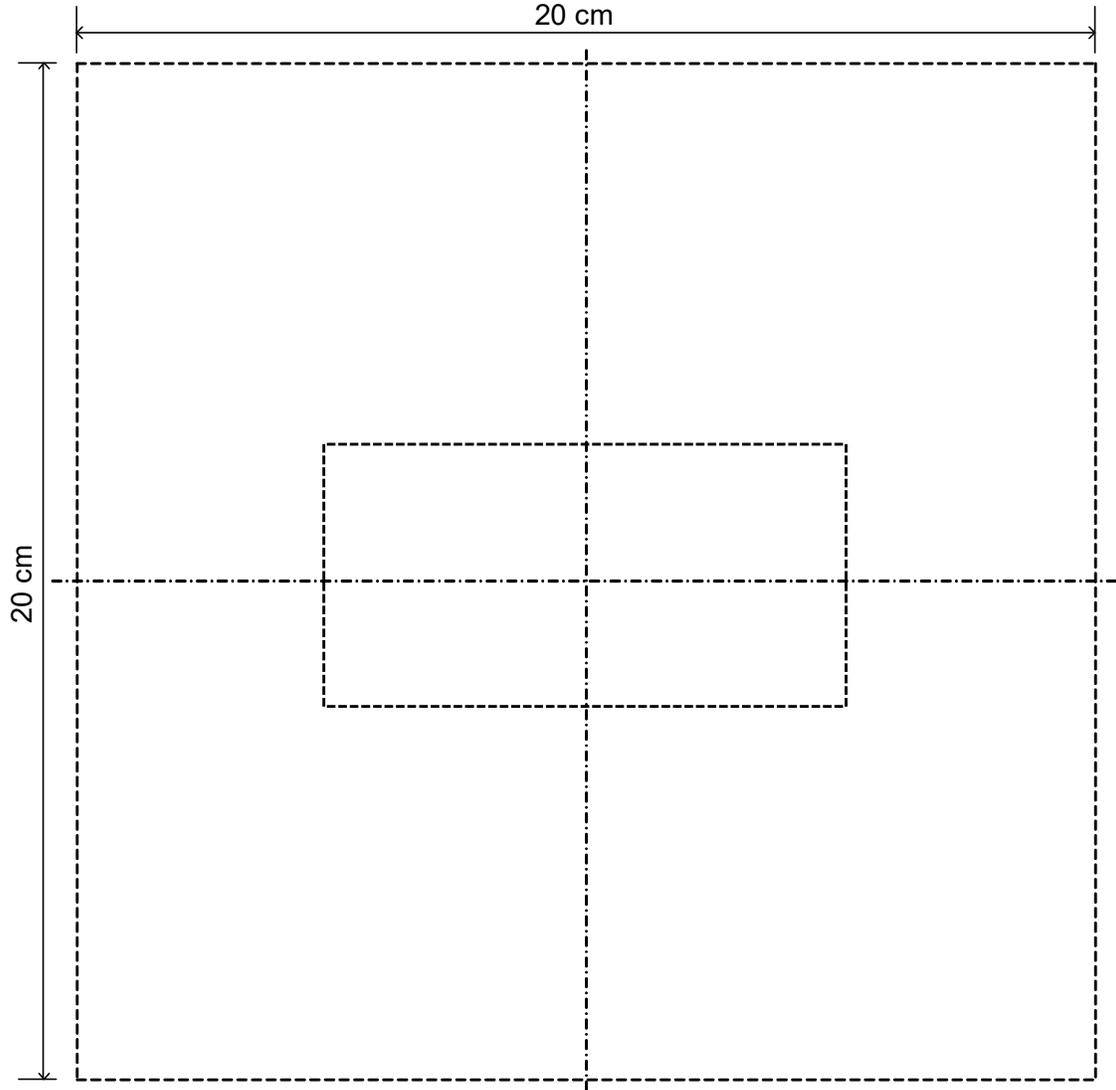
耐震構想與創意	35%	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 耐震構想之合理性</li> <li>● 耐震設計之特色或創意度</li> </ul>
---------	-----	---

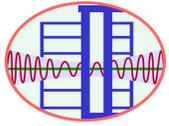
13.3 設計理念展示獎：裁判團依據設計理念展示品，評選最能有效且清楚地介紹模型設計理念的隊伍，最多取三隊，每隊頒發新台幣 3,000 元及每位隊員的個人獎狀。評比項目與配分如下：

評分項目	比重	評分說明
設計理念介紹	70%	有效且清楚說明模型設計理念與特色
展示方法	30%	展示方法的活潑度與創意度

	<b>2019 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽</b> <b>高中組競賽規則</b>	IDEERS2019- V1.1
		2019-09-10
		13 of 14

附件一 質量塊配置設計圖 (示意圖，非按實際尺寸繪製)



	<b>2019 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽</b> <b>高中組競賽規則</b>	IDEERS2019- V1.1
		2019-09-10
		14 of 14

附件二 模型檢核表

隊伍編號	學校科系名稱		審查者簽名
	模型重量(含底板，不含質量塊) $W_{gross}$	gw	
	模型底板重量 $W_b$	gw	
	$W_{model} = W_{gross} - W_b$	gw	
	質量塊數目	塊	
	載重平台高度( $H_{platform}$ )	cm	

事項	OK	NG
I-1. 只有一個放置質量塊的載重平台		
I-2. $12 \text{ 塊} \leq \text{質量塊的數目} \leq 24 \text{ 塊}$		
I-3. 最多堆放兩層的質量塊		
I-4. 載重平台須以木條標示其邊界，包括內邊界和外邊界		
I-5. 不得採用隔震設計		
I-6. 所有底板的孔洞必須以熱熔膠填平，底板必須保持平整		
I-7. 不得有構件在底板反(背)面		
I-8. 在中午 12 點前繳交質量塊配置設計圖與模型檢查表		
I-9. 清潔場地與整理工具		
I-10. 其他非屬製作誤差之明顯違規事項，如模型明顯超過邊界，高度明顯違反規定等。		
II-1. 模型建築範圍與底板週邊淨空(3cm)		
II-2. 模型的垂直投影必須落於底板中心 $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ 的範圍內		
II-3. 不得有構件和質量塊的垂直投影落於底板中心 $10\text{cm} \times 5\text{cm}$ 的範圍內		
II-4. $50 \text{ cm} \leq \text{不含質量塊的模型高度} \leq 65 \text{ cm}$		
II-5. $50 \text{ cm} \leq \text{載重平台高度} \leq 65 \text{ cm}$		
II-6. 含質量塊與隊旗的模型總高度不得大於 $75 \text{ cm}$		
II-7. 質量塊必須安裝於載重平台上，不可超過載重平台的邊界		
II-8. 質量塊不可與柱或斜撐相接觸		
II-9. 未完成全部質量塊的安裝，但仍符合檢核事項 I-2 與 I-3 的規定		
$n_v =$		

第一類檢核事項(即 I-1 至 I-10)必須絕對遵守，若有違規情形，即喪失比賽資格( $n_v = 50$ )。

第二類檢核事項(即 II-1 至 II-9)係考量材料與製作可能的誤差， $n_v$  值等於未達要求的項目總數。