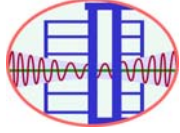


2011 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽
大專組競賽規則

大專組競賽規則改版/變更說明

版次	公告日期	改版/變更說明
V1	2011-06-15	無
V2	2011-08-25	1. 規則 5.2 增加說明文字。 2. 圖 12 更新。



2011 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽

大專組競賽規則

IDEERS2011-V2

2011-08-25

1 of 12

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房屋結構模型，用以承受鐵塊載重並抵抗國家地震工程研究中心(以下簡稱本中心)振動台所產生的人工地震。

本活動分為兩天進行，第一天進行模型製作，主辦單位將安排 6.5 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，並施加不同大小的人工地震，人工地震將由小地震開始，逐漸加大至最大加速度 800 gal。

本競賽主要以效率比(*Efficiency Ratio*)做為評比依據，效率比是根據房屋結構模型的質量、加權承載鐵塊數量與模型能抵抗的最大地震力來進行計算，並根據效率比高低來排列比賽名次。

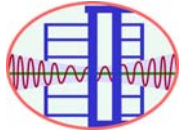
為提高比賽之困難度與趣味性，本年度之競賽主題為「平面不規則基地」問題，讓參賽隊伍發揮巧思以克服問題，建造出經濟且耐震之結構模型。

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

參賽隊伍一律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筆、尺、橡皮擦、計算機等文具，但僅可使用於材料尺寸之標記與輔助計算，不可用於模型材料之切削用途。



2011 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽 大專組競賽規則

IDEERS2011-V2

2011-08-25

2 of 12

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 公分，長與寬分別為 24 公分與 24 公分(±0.3 公分)。
2.木條	40 條	材質為中密度纖維板 (MDF) 之木條，用於模型與解說牌之製作。每條長約 70 ± 0.5 公分，其斷面積約為 5.5×4 公釐(±1 公釐)。
3.熱熔膠	20 條	每條長約 30 公分的熱熔膠，其直徑約 6 公釐。
4.橡皮筋	16 條	每條橡皮筋寬約 3 公釐，厚約 1.5 公釐，周長約 240 公釐。
5.A4 紙張	10 張	A4 紙張 10 張
6.棉繩	1 條	棉繩長度為 200 公分。
7.竹籤	1 支	用於小隊旗之製作。
8.解說牌底板	1 片	用於解說牌之製作。

3.2 工具

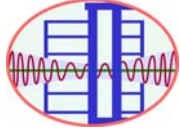
主辦單位提供的工具包括：

項目	數量	說明
1.剪刀	一把	一般事務用剪刀。
2.線鋸	一組	寬度約 0.9cm，長度約 30cm。
3.捲尺	一個	全長 5.5m。
4.手動鑽孔器	一組	鑽頭直徑為 8mm。
5.熱熔槍	一把	一般熱熔槍。
6.大型美工刀	一把	刀片寬度約 1.8cm。

參賽隊伍於開始製作模型前，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。

4.模型結構規則

為鼓勵參賽隊伍充份發揮創意，參賽模型可以製作為各種型式與形狀，但模型必須符合以下要求：



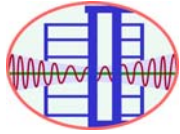
2011 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽 大專組競賽規則

IDEERS2011-V2

2011-08-25

3 of 12

項目	說明
4.1 基本結構	<p>參賽模型之結構系統須符合建築常規，具有房屋結構的基本骨架，即由梁、柱、板、牆、斜撐等結構元件所建構成。唯參賽隊伍可以但不強制要求製作建築美觀之包覆或裝飾，但必須符合相關淨空要求，亦不得阻礙裁判檢視模型或計算樓板面積。</p> <div data-bbox="874 577 1018 898" data-label="Image"></div> <p data-bbox="804 943 1098 976">圖 1 房屋模型示意圖</p>
4.2 模型建築範圍	<p>參賽模型將建置在主辦單位提供的模型底板（24×24×0.55 公分）上。底板週邊 2 公分範圍必須完全淨空，以便將底板固定在振動台上(違反者將被取消參賽資格或加與嚴厲的懲罰質量)。建築範圍為圖 2 之六邊形平面範圍，即整個模型垂直投影必須座落於灰色六邊形平面區域內，不可平移或旋轉。</p> <div data-bbox="746 1227 1161 1637" data-label="Diagram"></div> <p data-bbox="820 1682 1088 1715">圖 2 模型建置範圍</p>
4.3 模型底板鑽孔固定木條數	<p>參賽隊伍可在模型底板鑽孔以固定柱子，但於底板鑽孔固定之木條最多為 16 根。除必要的鑽孔外，模型底板須保持完整。模型底板之底面必須保持平整，不可有任何材料(如木條、熱熔膠、棉繩、橡皮筋等)凸出，否則於模型審查時須自行切除乾淨。</p>
4.4 模型樓層數	<p>模型樓層定義如圖 3 所示，模型總高度至少須達 55 公分且不得超過 70 公分，模型總高度計算至屋頂層樓地板上緣。模型結構至少必須具有 5 個完整樓層，即除 1 樓外，須有 5 個放置鐵塊</p>



2011 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽 大專組競賽規則

IDEERS2011-V2

2011-08-25

4 of 12

之樓地板。除了 1 樓外，其餘樓層(含屋頂層)均須放置質量塊。

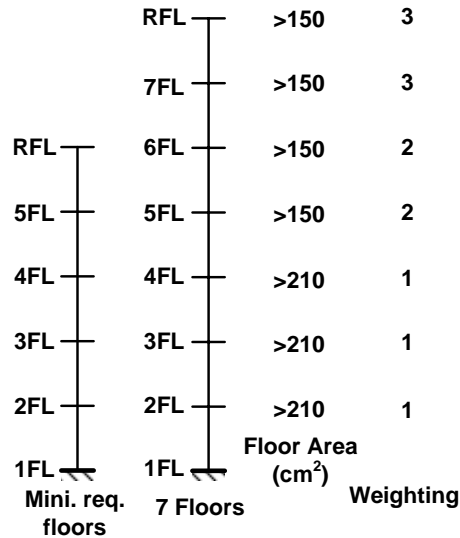


圖 3 模型樓層定義、樓地板面積要求及鐵塊權重說明

4.5 樓地板面積

各樓層之樓地板面積定義為與柱相接之大梁所圍面積(計算至大梁外緣)。其中，大梁定義為兩端均須與柱相接的梁；且柱須固定於 1 樓底板後連續向上延伸。梁、柱構件必須採斷面完整之木條。如圖 3 所示，模型 4 樓及其以下樓層之樓地板面積不得小於 210 平方公分，其餘樓層之樓地板面積不得小於 150 平方公分。模型總樓地板面積必須在 930 至 2000 平方公分的範圍內(不含 1 樓)。1 樓不列入面積計算，亦不放置鐵塊。

4.6 樓層淨高

每個樓層淨高必須至少 8 公分。樓層淨高的計算是由上層最低大梁下緣至下層最高大梁上緣，如圖 4 所示。

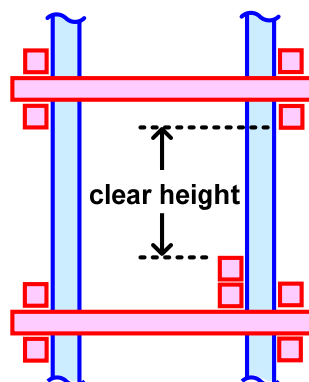
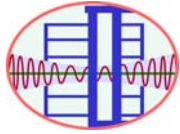


圖 4 樓層淨高示意圖

4.7 樓層外部淨空

在一個真實的房屋中，每一樓層周圍都會有門窗等開口空間。在本活動中，參賽模型每一樓層外圍必須保留至少一半以上的



周圍空間不能安置任何材料，亦即，每一層樓之斜撐、斜柱或牆所佔的投影長度(例如圖 5 所示之 x_1 、 x_2)不得超過該樓板總周長之半。注意，斜撐、斜柱或牆所佔的投影長度須考慮其向上或向下之投影。

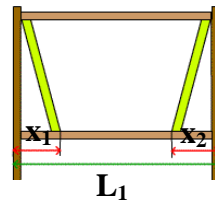


圖 5

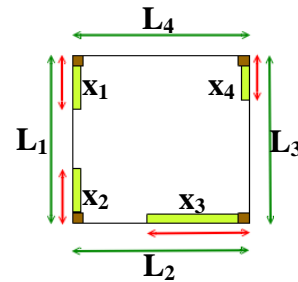


圖 6

4.7.1 參考圖 5 (側視圖)，在模型的這個面，最外側之柱間距 L_i (包含柱寬)，斜撐遮蓋的投影長度 x_i (包含斜撐本身寬度)。

4.7.2 參見圖 6 (俯視圖)，將模型各個面所測量到的綠色箭頭長度相加得到樓層外圍總距 $\sum L_i$ ，亦將各個面所測量之斜撐佔用長度相加得到斜撐佔用長度總和 $\sum x_i$ ，則須滿足下列條件：

$$\sum x_i / \sum L_i < 50\% \quad \text{公式(1)}$$

4.7.3 若模型中某相鄰兩樓層中某一面向的較高樓層寬度較其下樓層寬度為小(如圖 7a 及圖 7b)，以斜撐向下投影到頂部所佔用的距離計算其 x_i ，同時 L_i 亦以其下樓層之柱間距為準；反之，若某相鄰兩樓層中某一面向的較高樓層寬度較其下樓層寬度為大(如圖 8a 及圖 8b)，則以斜撐向上投影至頂部所佔用的距離計算其 x_i ，同時 L_i 亦以其上樓層之柱間距為準。

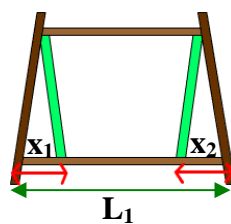


圖 7a

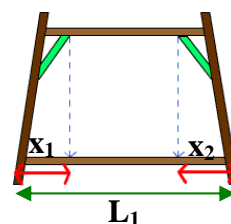
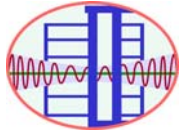


圖 7b



2011 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽 大專組競賽規則

IDEERS2011-V2

2011-08-25

6 of 12

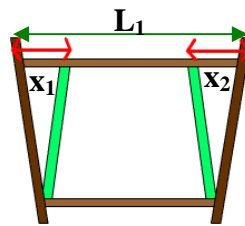


圖 8a

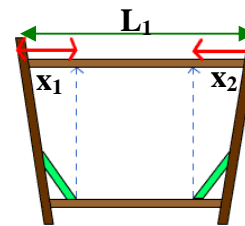


圖 8b

4.7.4 本競賽規定之模型外圍與內部空間限制，無論使用任何材料（如木條、棉繩、紙張等）製作，所占用的空間都必須計算。

4.8 樓層內部淨空

每一樓層內部垂直剖面上的材料，不允許形成封閉空間，必須留下 5 公分以上的距離作為出入通道。

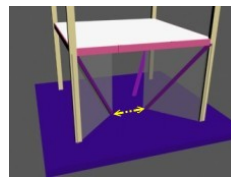


圖 9

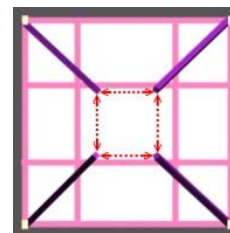


圖 10

4.8.1 在模型內部所增加的材料(圖 9)，從垂直投影來看，每個空間都需要保留通道，因此圖 10 中紅色箭頭所示之距離至少須 5 公分。

4.8.2 若模型內部垂直剖面上的材料過於接近外牆，則視為模型外牆的斜撐(圖 11)，以該構件端部距離該層樓板外緣之距離來判斷，若小於 2.5 公分則視為外牆斜撐。

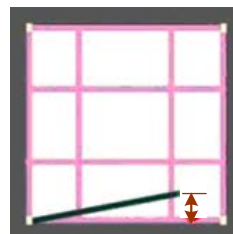
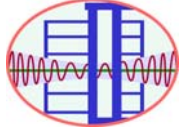


圖 11 模型內外斜撐說明



2011 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽

大專組競賽規則

IDEERS2011-V2

2011-08-25

7 of 12

5.載重規則

實際房屋結構均會承受多種類型之載重。在本活動中，以放置鐵塊來模擬樓層所承受的垂直向載重，鐵塊放置規則說明如下：

5.1 每個鐵塊的重量以 635 公克計算。鐵塊的長、寬、高約分別為 6 公分、4.5 公分與 3 公分，並可能存在 ± 2 公釐的尺寸誤差。

5.2 每平方公分樓地板面積必須承載 10 公克載重，各樓層鐵塊配置數量依樓地板面積進行計算。鐵塊配置數量以公式(2)進行計算，計算所得塊數若有小數點則無條件進位。模型之建築總面積為 295 cm^2 ，其對應之配置鐵塊數為 $295 \times 10 / 635 = 4.65$ ，故各樓層可配置鐵塊數上限值為 5 塊，各樓層可配置鐵塊數取決於實際樓地板面積。

$$\text{Calculated Steel Blocks} = \text{Floor Area (cm}^2\text{)} \times 10 / 635 \quad \text{公式(2)}$$

5.3 鐵塊須平放或立放於樓地板，但不可上下堆疊。

5.4 鐵塊可放置於大梁或小梁上，唯不可與柱或斜撐相接觸，否則視為結構的一部份，該樓層之淨高、淨空將以接觸點的最高位置進行計算。

5.5 鐵塊必須安裝於大梁所圍之樓地板面積內，不可突出於樓板。

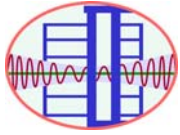
5.6 鐵塊在模型被固定在振動台上時一併安裝，鐵塊僅可使用熱熔膠進行固定，不可使用其他材料如紙張、棉繩、橡皮筋等。

範例：

Floor No.	Floor Area (cm ²) (A)	Calculated Steel Blocks (B)=(A) x 10 / 635	Required Steel Blocks (C)
RFL	150	2.36	3
7FL	170	2.68	3
6FL	180	2.83	3
5FL	195	3.07	4
4FL	240	3.78	4
3FL	250	3.94	4
2FL	260	4.10	5

6.評分規則:效率比 ER

本競賽主要評比依據為「效率比(ER: Efficiency Ratio)」，依模型效率比進行排名，效率比乃是將模型可承受最大加速度乘與總加權鐵塊數後，再除以模型建造材料質量(包含懲罰質量)，利用愈少材料抵抗愈大地震力的隊伍其效率比則愈高，提高模型總加權鐵塊數亦可提高效率比，「效率比 ER」之計算公式詳細說明如下：

	2011 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽 大專組競賽規則	IDEERS2011-V2
		2011-08-25
		8 of 12

$$ER(\text{Efficiency Ratio}) = \frac{I \cdot \sum W_i}{M_M - M_B + M_p} \quad \text{公式(3)}$$

其中，

I ：為模型能承受的最大地震力大小(gal)。

$\sum W_i$ ：為模型各樓層之總加權鐵塊數，各樓層之鐵塊權重如圖 3 所示，對於 2 樓、3 樓及 4 樓之鐵塊權重為 1；對於 5 樓及 6 樓，鐵塊權重為 2；對於 7 樓及以上的樓層，鐵塊權重為 3。

M_M ：為模型結構本身質量 (含底板，但不含鐵塊)。

M_B ：為模型底板質量 (底板於模型製作前已先秤重)。

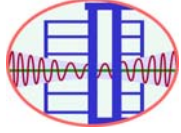
M_p ：為違反模型製作規則的懲罰質量，計算規則如表 1 所列，非整數部份將按比例計算，有關懲罰質量的詳細計算，請參考模型審查表。

表 1 懲罰質量計算規則

項 目	懲罰質量
1.場地清潔及工具整理	500g
2.模型建築範圍與底板週邊淨空($\geq 2\text{cm}$)	500g
3.模型總高度($55\text{cm} \leq H \leq 70\text{cm}$)	200g
4.模型總樓地板面積($930\text{cm}^2 \leq A \leq 2000\text{cm}^2$)	100g
5.模型底板鑽孔固定木條數(≤ 16 支)	50g / 支
6.各樓層之淨高($\geq 8\text{cm}$)	50g / cm
7.各樓層之外部淨空($\sum x_i / \sum L_i < 50\%$)	10g / %
8.各樓層之內部淨空($\geq 5\text{cm}$)	100g / cm
9.各樓層之樓地板面積(2-4FL: $\geq 210\text{cm}^2$; 5FL-RFL : 150cm^2)	5g / cm^2

範例：某參賽隊伍在模型審查時秤重得知其模型質量為 750 克(M_M)，而底板質量於賽前已秤重得知為 275 克(M_B)，該隊因違反模型製作規則，經審查裁判判定須加計懲罰質量 50 克(M_p)。該模型在 2、3、4、5、6 及頂層樓地板分別放置 5、5、5、5、4、3 塊鐵塊，並在測試中通過 700gal 地震力測試(I)，但在緊接下來的 800gal 測試崩塌了，則該隊伍模型效率比 ER 為 56，計算式如下：

$$ER = \frac{I \cdot \sum W_i}{M_M - M_B + M_p} = \frac{700 \cdot (5 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 2 + 4 \cdot 2 + 3 \cdot 3)}{750 - 275 + 50} = 56$$



2011 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽

大專組競賽規則

IDEERS2011-V2

2011-08-25

9 of 12

7. 參賽模型安裝

在進行模型抗震能力測試之前，主辦單位將會安排時間讓參賽隊伍自行將參賽模型安裝於振動台上，以及安裝鐵塊於模型上。

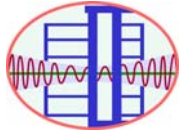
- 7.1 每一個參賽隊伍可自行選派兩名隊員，於振動台上負責該隊模型與鐵塊安裝的工作。模型與鐵塊安裝時間共計 15 分鐘。模型與鐵塊安裝是否牢固，由隊員自行負責。
- 7.2 主辦單位提供每隊一支螺絲起子與足夠的螺絲，供隊員將模型固定於振動台上。
- 7.3 主辦單位提供每隊一支熱熔槍與足夠的熱熔膠，供隊員將鐵塊固定於模型上。
- 7.4 除了主辦單位提供的工具與材料外，不得使用其它的工具或材料。
- 7.5 僅可進行模型安裝與鐵塊固定，不可補強模型本體結構。
- 7.6 於安裝模型與鐵塊時務必小心，以避免碰撞到已完成安裝之參賽模型或台上其他安裝隊員。
- 7.7 主辦單位於所有參賽隊伍安裝完畢後，為確保所有模型之安全，工作人員會再次檢核所有模型安裝是否牢靠，必要時會再協助加強模型底板之固定。
- 7.8 模型與鐵塊安裝完畢後，裁判將檢核各組模型，若發生下列情事，嚴重者將被取消排名資格：

- 7.8.1 各樓層所安裝鐵塊數與模型審查表不一致。
- 7.8.2 以熱熔膠將鐵塊與柱、斜撐相黏結。
- 7.8.3 鐵塊突出樓地板外。

8. 抗震測試程序

所有參賽模型將同時安裝於本中心之地震模擬振動台上進行抗震能力測試，振動台產生人造地震將涵蓋各種頻率，每一次測試所產生的人工地震將為由小逐漸變大的雙向正弦波變頻運動，輸入之位移歷時及方向詳如圖 12 所示。

- 8.1 本競賽最多將進行六輪的抗震能力測試，將由小地震開始施加且逐次提高，其最大加速度依序為 250gal、400gal、500gal、600gal、700gal 與 800gal。
- 8.2 若參賽模型通過 400gal 地震力測試(相當於七級地震強度)，參賽隊伍將可獲頒「耐震獎」肯定。
- 8.3 當參賽模型通過 600gal 地震力測試，始具效率比排名資格。
- 8.4 本競賽使用之雙向人造地震歷時檔案，公佈於比賽網站，參賽隊伍可自行下載使用，
- 8.5 本競賽所稱之方位，以實驗室標示方位為準，實驗室標示方位及模型安裝方向詳見圖 13。



2011 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽 大專組競賽規則

IDEERS2011-V2

2011-08-25

10 of 12

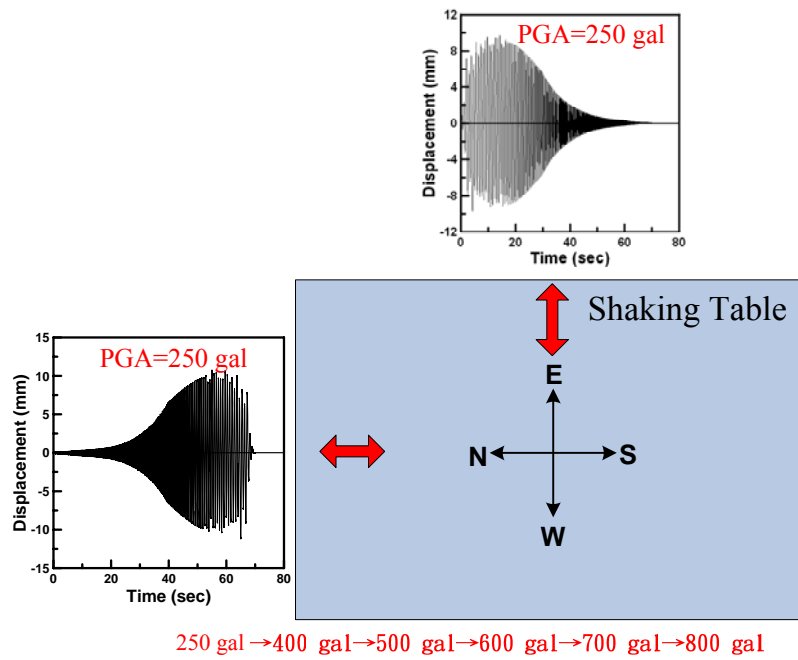


圖 12 輸入之位移歷時及方向

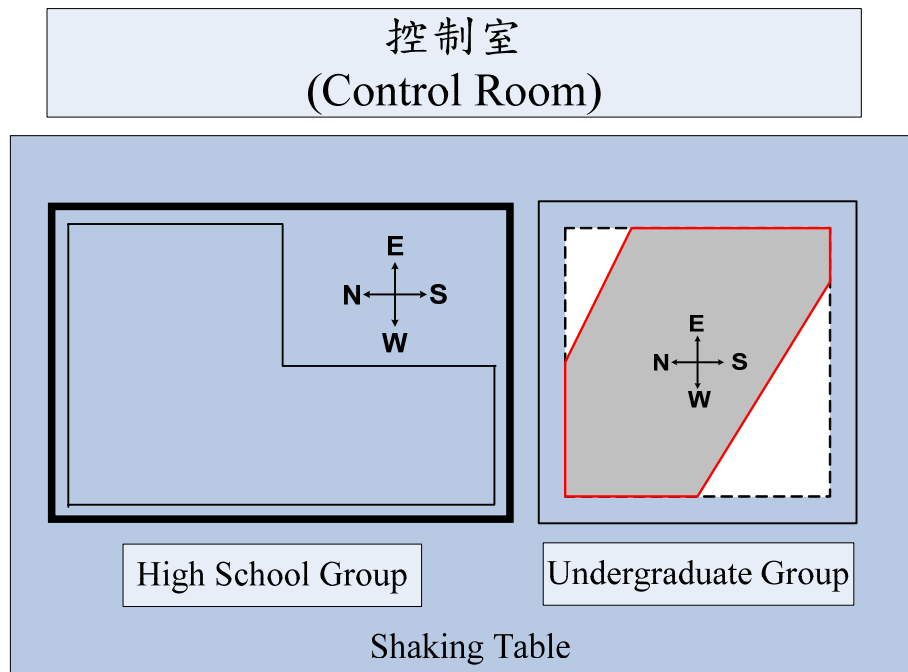
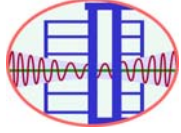


圖 13 模型於振動台之安裝方向示意圖



9. 模型破壞準則

在振動台測試中，一旦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。

- 9.1 模型任何一樓層發生不穩定或崩塌。
- 9.2 鐵塊脫離、掉落或發生劇烈晃動。
- 9.3 半數或半數以上的柱子脫離底板。
- 9.4 模型最大傾斜投影位移量達 10 公分(包括 10 公分)。
- 9.5 其它經裁判團認定破壞者。

10. 模型解說海報製作

10.1 解說海報：每一參賽隊伍必須於賽前製作一張模型解說海報，尺寸為 A4 紙張大小(長 29.7 公分，寬 21 公分)，描述該隊模型的設計理念與創意。各隊伍應於海報頂部標明學校/科系名稱。

10.2 解說牌：參賽小隊須在模型製作時間內，完成解說牌之製作，並將模型解說海報黏貼至解說牌上，解說牌以大會提供之薄木板與木條進行製作，說明簡圖如下：

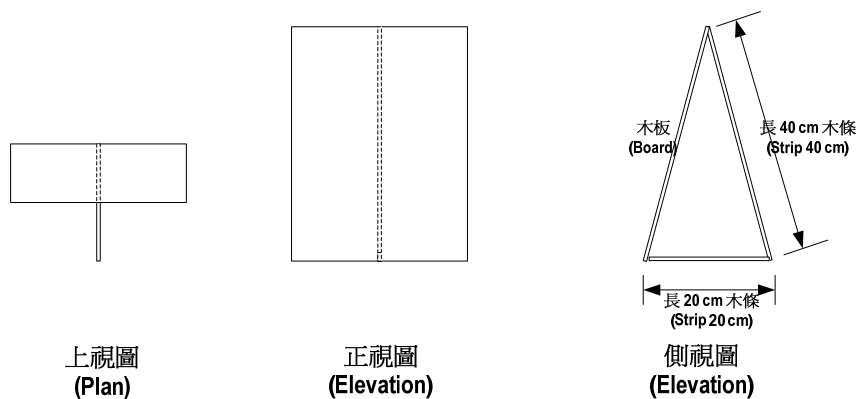
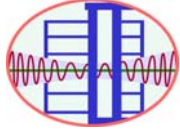


圖 14 模型解說牌製作說明

11. 隊旗製作與安裝

各參賽隊伍之模型上須設計隊旗一面，且隊旗須於模型製作時間內完成安裝。小隊旗幟可預先繪製或於比賽現場繪製，旗幟形狀不限，但尺寸以不大於 A6 紙張大小(長 14.4 公分、寬 10.5 公分，A4 紙張的四分之一)為原則，於模型製作時間內，與大會提供之竹籤(不限定使用)組合並固定於模型上。



2011 抗震盃-地震工程模型製作國際競賽 大專組競賽規則

IDEERS2011-V2

2011-08-25

12 of 12

12.特別注意事項

- 12.1 本年度競賽規則有大幅度修改，請參賽隊伍務必仔細研讀本規則，若有任何疑問，務必請負責裁判進行解釋與說明，主要之修訂項目包括：
- 12.1.1 木條長度改為 70 公分。
 - 12.1.2 模型建築範圍改變。
 - 12.1.3 模型底板鑽孔數量規定改為限制鑽孔固定木條數量。
 - 12.1.4 本年度設有模型最低及最高高度限制。
 - 12.1.5 最少樓層數增加，今年模型至少必須具有 5 個完整樓層。
 - 12.1.6 用以計算樓地板面積之大梁定義修改，大梁定義為兩端均與柱相接之梁。
 - 12.1.7 模型各樓層最小樓地板面積要求提高。
 - 12.1.8 本年度配置加載鐵塊數須依實際樓地板面積進行計算。
 - 12.1.9 鐵塊權重改變，由低樓層至高樓層，權重由 1 變化至 3。
 - 12.1.10 各項懲罰質量提高，請參賽隊伍設計模型時應仔細檢核。
- 12.2 為節省裁判計算模型各層樓地板面積的時間，參賽隊伍必須在模型製作前，先完成計算草圖，讓負責裁判瞭解樓層面積的計算方式。
- 12.3 為縮短裁判審查時間，參賽隊伍於模型審查前，須完成模型檢查表，以供審查裁判參考。
- 12.4 參賽隊伍於模型製作結束後，須將場地整理乾淨、工具排列整理，否則於模型審查時將被處以懲罰質量 500g。

Check Table of 2011 IDEERS Undergraduate Teams

Team No.		School Name	
M_M (Mass of the Model)		g	Reviewer
M_B (Mass of the Base Board)		g	
M_P (Weight Penalty)		g	
$M_M - M_B + M_P =$		g	

1. Field cleanup & tools collation <input type="checkbox"/> O.K. <input type="checkbox"/> N.G.	Penalty (500g)
2. Building range & board boundary clear width (≥ 2 cm)	Penalty (500g)
cm	
3. Model height ($55\text{cm} \leq H \leq 70\text{cm}$)	Penalty (200g)
cm	
4. Total floor area ($930 \leq A \leq 2000 \text{ cm}^2$)	Penalty (100g)
cm	
5. No. of wood sticks fixed on the base board (≤ 16 sticks)	Penalty (50g/stick)
sticks	

6. Clear Height (≥ 8 cm)	Penalty (50g/cm)
7FL:	cm g
6FL:	cm g
5FL:	cm g
4FL:	cm g
3FL:	cm g
2FL:	cm g
1FL:	cm g

7. Exterior clearance ($\sum x_i / \sum L_i < 50\%$)				Penalty (10g/1%)
	$\sum L_i$	$\sum x_i$	$\sum x_i / \sum L_i$	
7FL:			%	g
6FL:			%	g
5FL:			%	g
4FL:			%	g
3FL:			%	g
2FL:			%	g
1FL:			%	g

8. Interior clearance (> 5 cm)		Penalty (100g/cm)
7FL:	cm	g
6FL:	cm	g
5FL:	cm	g
4FL:	cm	g
3FL:	cm	g
2FL:	cm	g
1FL:	cm	g

9. Floor area (each floor)			Penalty (5g/cm²)
8FL:	cm ²	$\geq 150\text{cm}^2$	g
7FL:	cm ²	$\geq 150\text{cm}^2$	g
6FL:	cm ²	$\geq 150\text{cm}^2$	g
5FL:	cm ²	$\geq 150\text{cm}^2$	g
4FL:	cm ²	$\geq 210\text{cm}^2$	g
3FL:	cm ²	$\geq 210\text{cm}^2$	g
2FL:	cm ²	$\geq 210\text{cm}^2$	g
Total:		cm ²	

Number of steel blocks of each floor		Weighting	Wi
8FL:		x 3 =	
7FL:		x 3 =	
6FL:		x 2 =	
5FL:		x 2 =	
4FL:		x 1 =	
3FL:		x 1 =	
2FL:		x 1 =	
Total		$\sum W_i =$	

Unit:
Area: cm² Length&Height: cm Mass: gram