

附錄 B 懸吊式輕鋼架天花板耐震施工指南

1. 適用範圍

本施工指南適用於一般規則性建築物中懸吊式輕鋼架天花板之耐震工法。

解說：

本施工指南適用於設計地震時樓版加速度峰值在 1600 gal 以下之抗震懸吊式輕鋼架天花板（以下簡稱天花板）【1】；對於天花板面積小於 13m² 且四周均有牆壁與上方結構體相連者，得免依本指南施做。

建築物依本規範規定屬不規則性結構者，使用本指南時須特別注意可能因振動過大或變形過大造成之破壞問題。

本施工指南係參考國內外相關研究及規定彙編而成，與本指南有不同之作法時，使用者仍須依照專業知識加以判斷。

2. 相關標準

ASTM C 635 “Specification for the Manufacture, Performance, and Testing of Metal Suspension Systems for Acoustical Tile and Lay-in Panel Ceilings”

ASTM C 636 “Recommended Practice for Installation of Metal Ceiling Suspension Systems for Acoustical and Lay-in Panels”

ASTM E 580-06,08 Standard Practice for Installation of Ceiling Suspension Systems for Acoustical Tile and lay-in Panels in Areas Subject to Earthquake Ground Motions

建築物耐震設計規範及解說

解說：

ASTM C635 及 C636 是針對輕鋼架天花板在垂直載重下的需求而訂定的各項規格，因此若不考慮地震影響時，僅需參用此二標準即可。若要防止地震損壞的影響，除依 ASTM C635 及 C636 外，尚須使用本施工指南。

本施工指南主要參考 ASTM E580-06 及-08 內容，配合國內狀況並參酌專家意見編修而成，有鑑於國內地震的高危險度，主要參考 ASTM E580-06 之強震區規定。

3. 耐震工法

3.1 懸吊式輕鋼架天花板系統

3.1.1 天花板系統（以下簡稱本系統）之組件包括主架、副架、收邊材、懸吊線、固定螺絲等。

3.1.2 本系統應符合 ASTM C635 載重等級規定之中型與重型等級，但只承受天花板材

及其他承載重量少於 $6.1\text{kgf}/\text{m}^2$ ($60\text{N}/\text{m}^2$) 之輕型天花板系統者，不在此限。

3.1.3 主副架桿件及其扣接處和延展裝置(expansion devices)的平均極限強度應能抵抗兩倍實際載重或至少 80kgf 的軸向張力及壓力載重。實施軸向張力載重試驗時，應考慮任意向之 5° 的安裝偏差；或可採用偏心載重方式，於扣接處兩向，以各邊不大於 60 公分的二根桿件上，取 2.5 公分的偏心距進行。扣接處之各種接續器應採機械式互鎖裝置(mechanical interlocking type)。

3.1.4 上項試驗數據應採用至少三組以上的測試平均值，且任一測試值與平均值之偏差應在 $\pm 10\%$ 以內。

解說：

在 ASTM C635 中，對於不同 T 型骨架有明確的垂直載重等級規定，分為輕型、中型、重型三種。輕型指在跨距為 122 公分 (4 呎) 載重為 $7.4\text{kgf}/\text{m}$ 時，跨中變形量在跨距 (主架支承間距) $1/360$ 以下者，中型為載重增加至 $17.9\text{kgf}/\text{m}$ ，重型為載重增加至 $23.8\text{kgf}/\text{m}$ 者。

惟國內並無相類似規定，因此本施工指南仍依照 ASTM C635 對於不同載重等級的定義，規劃耐震部分的建議條文。

3.2 懸吊系統之施工

3.2.1 天花板在牆壁處之收邊材除非經檢核具結構支撐能力，否則一般牆壁上之角材(L 形或槽形)均視為裝飾用材，不具支撐垂直載重之能力。

3.2.2 主架和副架須有兩鄰邊固定於牆壁側之收邊材 (圖 1, A-A, B-B)；未固定於另兩鄰接牆壁收邊材之主架與副架，其末端與牆壁須留有 1.2 公分的空隙。(圖 1, C-C, D-D)

3.2.3 若為明架與半明架式懸吊天花板系統，主架之間須有固定連桿(positively connected stabilizer strut)或以副架來連接，連桿或副架最大間距不可超過 150 公分。距離牆壁 60 公分內，須設有固定連桿或副架。

3.2.4 懸吊線部分

3.2.4.1 主架的懸吊線間距，須每隔 120 公分設有直徑不小於 2.7 公釐(#12)的鍍鋅鋼線，或每隔 150 公分設有直徑不小於 3.4 公釐(#10)的鍍鋅鋼線。若有其他方式可以證明具有相同耐震效用者，得加大間距。

3.2.4.2 連接天花板骨架和上方支撐物 (一般為結構體) 之垂直懸吊線，在骨架連接處須至少繞 3 圈，而與上方支撐物間之連接器則須能承重至少 45 公斤。(圖 2)

3.2.4.3 從垂直方向起算，懸吊線之傾斜度不可超過 1:6 (10 度)，否則需有另一相對稱的傾斜懸吊線。(圖 2)

3.2.4.4 懸吊線上方不可連接或纏繞於設備物或其他物體。如有他物遮擋，而無法直接懸吊至建築結構體時，須設置吊架。(圖 3)

3.2.4.5 天花板面積大於 100 平方公尺以上，如無結構計算時，為確保天花板系統能束制水平向地震振動，須使用 4 條直徑 2.7 公釐(#12)的斜拉線，固定在與副架交接處 5 公分範圍內的主架上；斜拉鋼線的水平夾角不可大於 45 度。此外尚須於

主架設置一根垂直桿用以抵抗斜拉線產生的垂直分力，此桿與斜拉線成為斜拉線組。斜拉線在水平面上之投影應互為 90 度垂直。斜拉線組之施作間距為 360 公分，且第一個設置處須在距離牆壁 180 公分內。(圖 1，E-E)

3.2.4.6 設置於無水平向束制的水管或風管附近的斜拉線組，兩者須相距 15 公分以上。

3.2.4.7 距離牆壁或天花板不連續面 20 公分內，主架和副架的末端均須有直徑 2.7 公釐的懸吊線或其他經核可之支撐物。

3.2.4.8 斜拉線須固定於結構體與骨架之間。計算斜拉線組之強度時，須以實際設計載重估算，取安全係數 2.0，且至少需為 90 公斤。

3.2.4.9 天花板面積超過 250 平方公尺的連續天花板應裝設地震隔離縫，如垂壁之類的高剛度支撐材，使各單元面積小於 250 平方公尺，且其邊界應支撐在結構體或全高的隔間牆上；每個單元應允許有 2 公分的側向振動量而不至於撞擊他物。

解說：

主副架與收邊材的固定可利用一般自攻螺絲施工，螺絲尺寸宜在 #7 以上。根據以往的研究顯示【2】，可採用的鍍鋅鋼線之容許設計強度值為：每支#8 取 165 kgf、#10 取 109 kgf、#12 取 72 kgf。

計算地震力斜拉線組的安全係數為 2.0，與垂直載重的安全係數不必然一樣。

3.2.4.4 節中用來懸吊天花板之吊架，當跨距超過 120 公分時，可使用斷面高度至少為 32 公釐之冷軋工字形組合斷面。

3.3 燈具安裝

3.3.1 除非有獨立的懸吊措施，否則燈具均須確實固定連接(positively connected)於天花板上。每個燈具至少要有兩個連接裝置，且每個連接裝置在任一方向上均能承受燈具的全部重量。

3.3.2 安裝於天花板的燈具，應用夾具裝置確實固定於天花板之骨架。備用懸吊線(safety wire)的一端應連接在夾具裝置上，另一端應固定於鄰旁的懸吊線掛鉤或上方結構體，懸吊線可為鬆弛狀態。燈具的重量不可以超過支撐骨架的設計承載值。

3.3.3 使用中型等級天花板系統時，燈具每個角落 75 公釐內，各需有一條直徑 2.7 公釐(#12)的懸吊線連接在骨架上。前後兩個燈具可共用同一條懸吊線。若使用重型等級系統，且為 120 公分以下模矩者，不須懸吊措施。

3.3.4 自懸式(pendant-hung)燈具吊件應使用直徑 3.8 公釐(#9)的懸吊線或經核可之支撐裝置，直接固定至上方結構體作支撐，不可懸吊於天花板系統。

3.3.5 重量大於 9 公斤但少於 25 公斤的燈具，除須遵守 3.3.3 節之規定，另須使用兩條直徑 2.7 公釐的備用懸吊線連接燈具至上方結構體。

3.3.6 重量超過 25 公斤的燈具應以經核可的懸吊鉤具直接連接上方的結構體作支撐。

3.3.7 硬式電線管(rigid conduit)不得用以固定燈具。

解說：

中型及重型等級骨架的定義係參考 ASTM C635。

獨立懸吊措施係指燈具直接與結構體相連者。備用懸吊線之安裝並非用於傳遞垂直載重，而係用以防止燈具於震後掉落。3.3.5 及 3.3.6 節中對於不同等級骨架之吊線規定，

請參見圖 4。

3.4 空調設備之施工

- 3.4.1 安裝在天花板上的空調風口或其他設備物，其重量少於 9 公斤者，需固定 (positively attached) 於主架或與主架具同等載重能力之副架。
- 3.4.2 空調風口或其他設備物若重量超過 9 公斤但少於 25 公斤者，除須遵守 3.4.1 節規定外，另需有 2 條直徑 2.7 公釐(#12)的備用懸吊線，連接設備物至天花板系統的懸吊掛鉤(ceiling system hanger)或上方結構體。
- 3.4.3 空調風口或其他設備物若重量超過 25 公斤，應直接以審核通過的懸吊鉤具連接至上方結構體。

3.5 與輕隔間牆連接

若隔間牆無法於上下兩端固定，輕鋼架天花板需提供永久性或活動式隔間牆水平向的支撐，則隔間牆與天花板連接處、天花板系統本身之構件以及斜撐，均應設計使能支撐隔間牆於法規水平載重作用時產生的水平向作用力；該作用力應另外加計在本規範所規定之天花板地震載重之上。

3.6 試驗報告

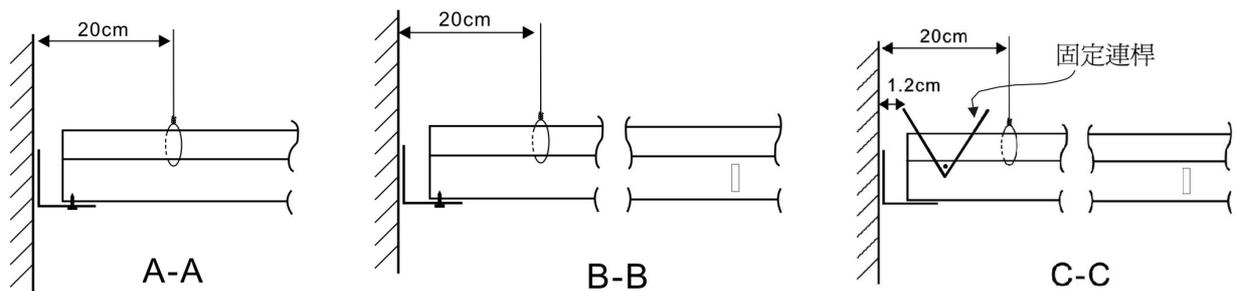
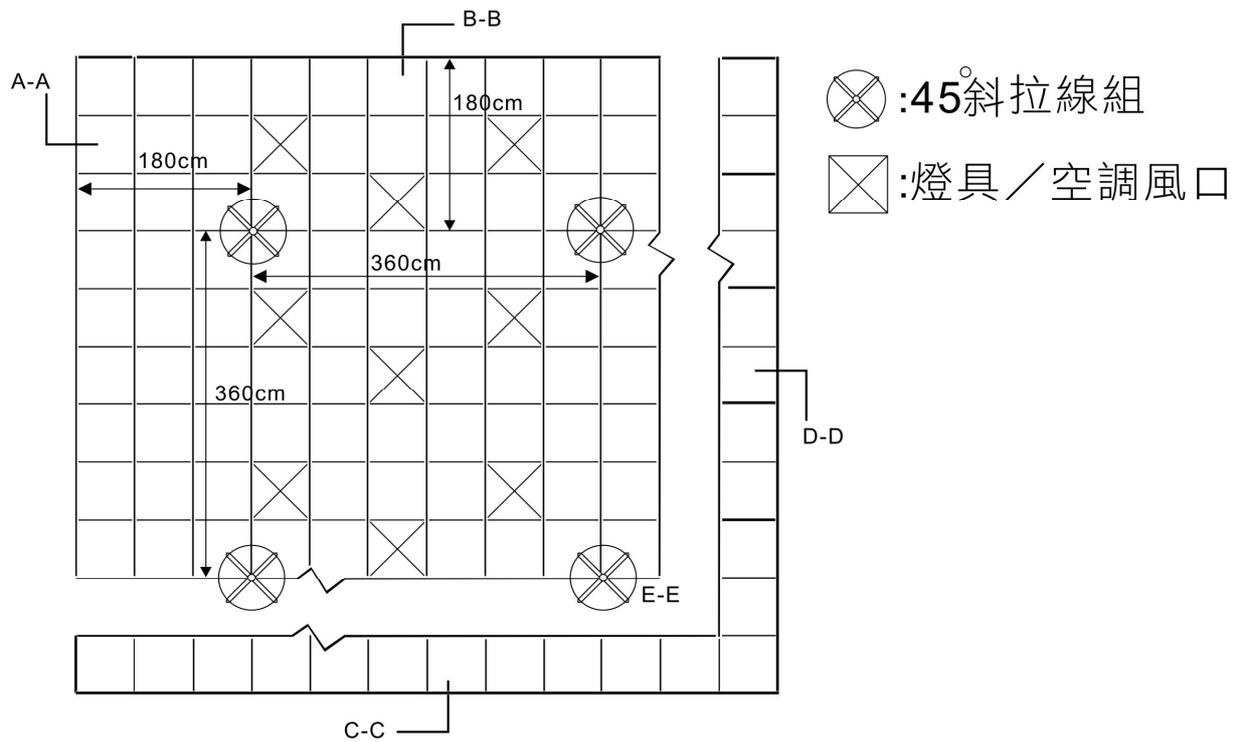
- 3.6.1 每個天花板系統製造商都應提供主架搭接器(main runner splices)、副架連接器(cross runner intersection)和延展裝置(expansion devices)等之張力和壓力測試報告。
- 3.6.2 所有測試均應由合格的第三者機構執行。

3.7 施工圖及施工說明

- 3.7.1 施工圖應清楚標示所有系統組件，並定義或顯示所有支撐細節、燈具連接、側邊側力支撐、隔間支撐等。定義可以參考本標準或其他核可的系統。容許施工誤差亦應標示。

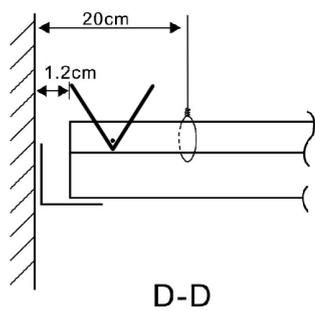
參考文獻：

- 【1】 Yao, G. C., Y. L. Chung, and N.C. Lien(2002) Seismic Performance Investigation of Office Furniture and Direct Hung Suspended Ceiling, Proc. 7th US National Conference on Earthquake Engineering, Boston, USA July 22-26.
- 【2】 林耀煌(1990)，營造工程模版及支撐設施標準，內政部營建署專題研究計畫成果報告。

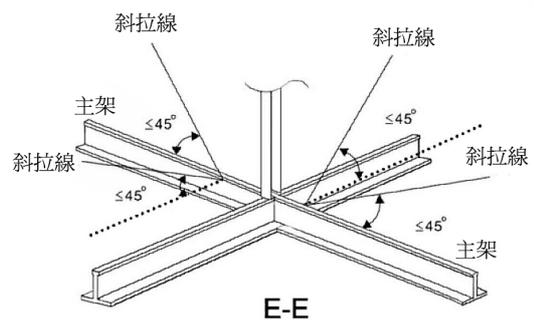


主架和副架須固定於兩鄰接牆壁側

未固定於另兩鄰接牆壁收邊材之主架



未固定於另兩鄰接牆壁收邊材之副架



固定在與副架交接處 5 公分範圍內的主架上，
作成 45 度斜拉線組

圖 1 牆邊第一條懸吊線與 45 度斜拉線組之施作

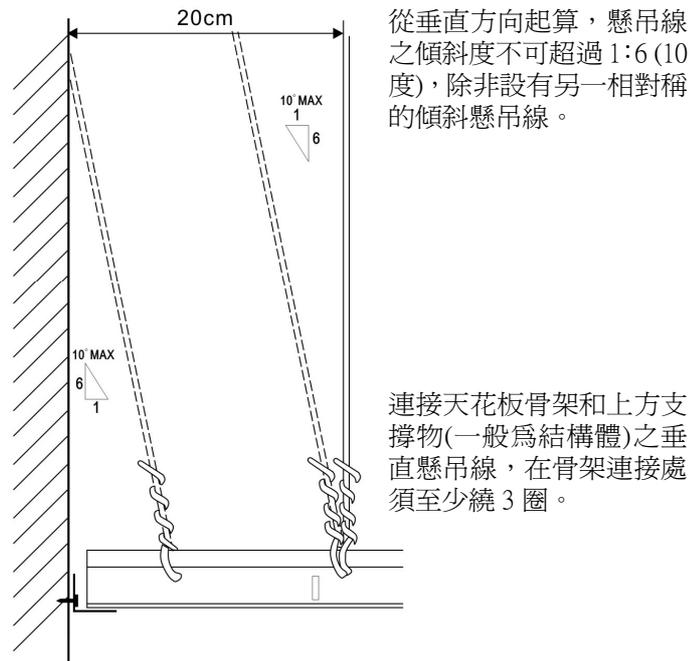


圖 2 懸吊線與骨架連接處細部

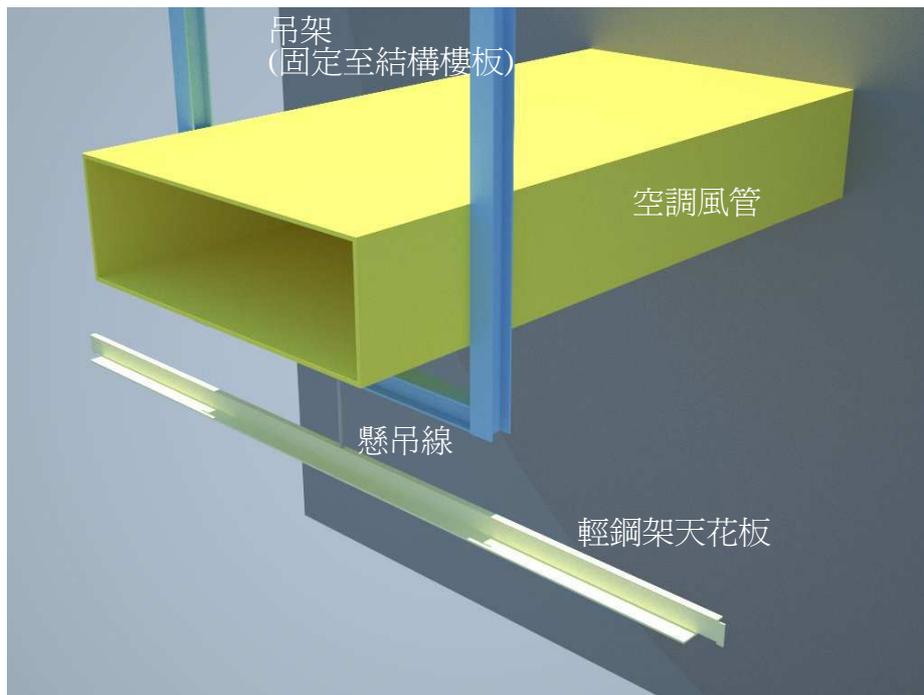


圖 3 懸吊線無法直接固定至結構樓板時須另設置固定用吊架

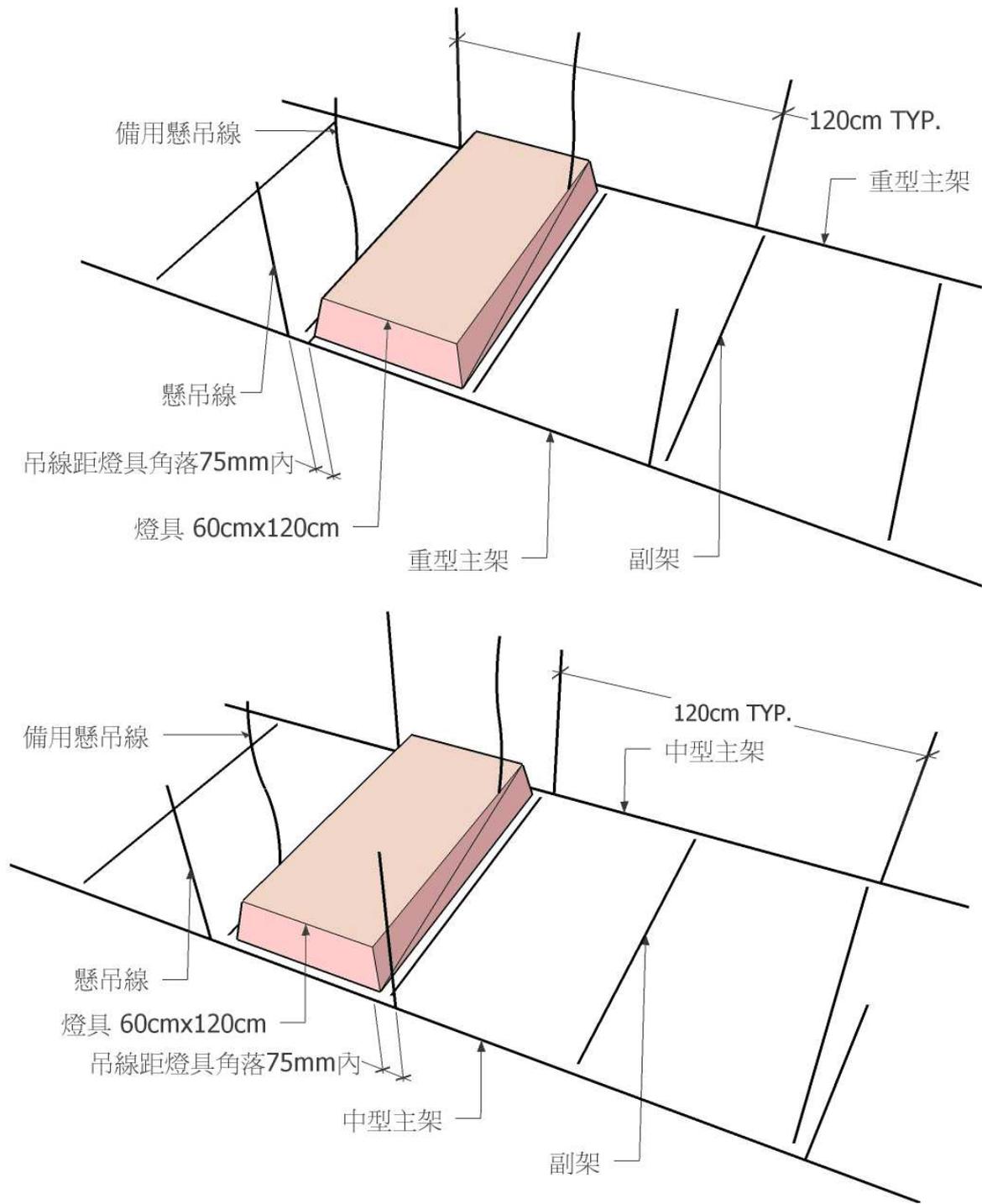


圖 4 不同等級骨架上燈具之懸吊方式