

圖 4 膨脹螺栓（實心牆使用）

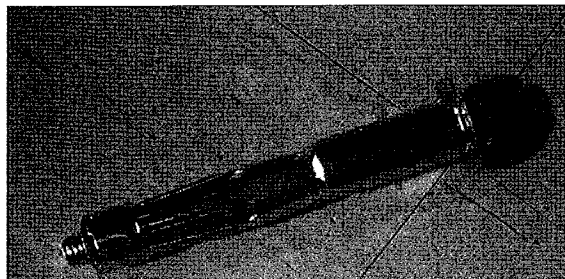


圖 5 中空膨脹螺栓（中空牆使用）

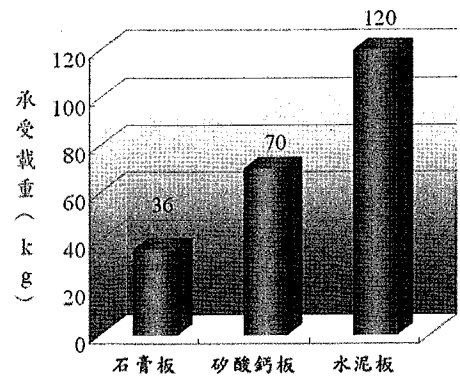


圖 7 不同板材進行數值模擬之承載重量

### 三、設備吊掛承載性模擬

利用結構力學原理，如圖 6，將常用的洗臉盆尺寸帶入計算，將外力  $P$  設定為 CNS 規範之安全承載 113.4kg，另加上洗臉盆重量  $W$  為 20kg，算得一根螺栓所承受的軸向力為 1938N（牛頓）。然後藉由輕隔間骨架常用間距 30cm 與 45cm，以及安裝時可能會遇到的單一板材與橫跨二板材之情況，分別帶入電腦數值模擬分析軟體進行結構行為分析，得到不同板材所能承受的載重分別為：石膏板 36kg；矽酸蓋板 70kg；纖維水泥板 120kg（圖 7）。

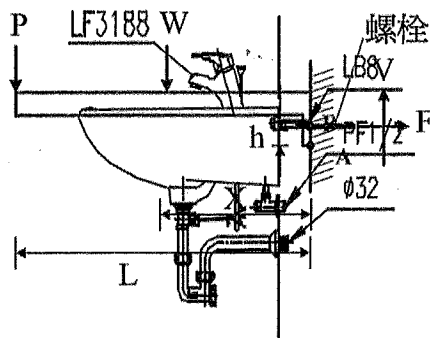


圖 6 臉盆固定結構分析

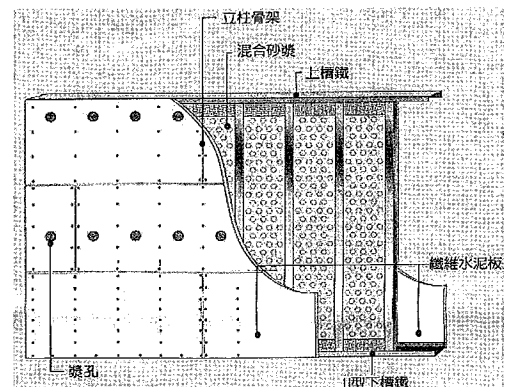
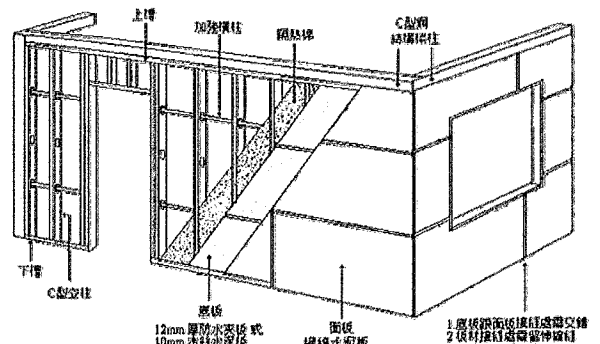
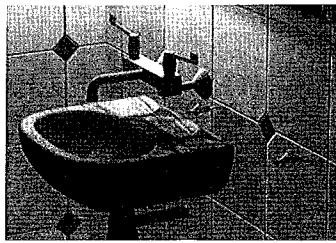


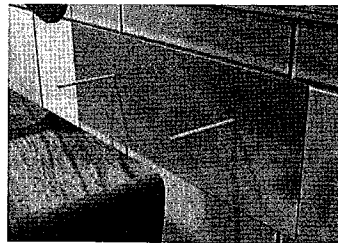
圖 8 乾式工法及濕式工法構成圖

表 2 設備固定於輕隔間之改善方向、影響與方式

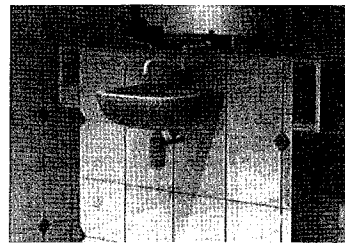
設備固定改善方向	改善影響	改善對象	改善方式
	不影響原來外觀與結構	牆壁板材	中空膨脹螺栓 加大安裝面積 增設假牆
	不影響原來結構	骨架支撐	鋼板補強(鎖骨架)
	影響原來結構	內部補強	加橫桿鎖於立柱 橫桿加鐵板鎖於立柱 輕質混凝土補強
	影響原來外觀	外部支撐	支撐架支撐



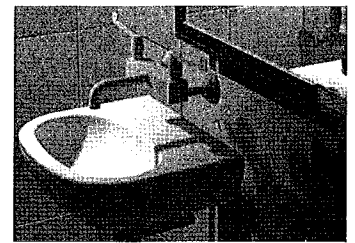
中空膨脹螺栓（僅板支撐）



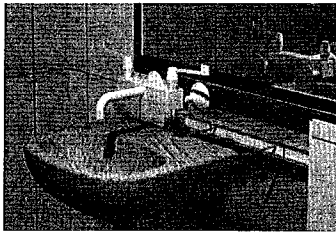
加大安裝面積（僅板支撐）



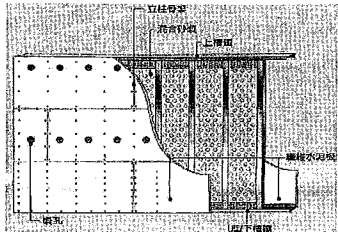
增設假牆（獨立結構系統）



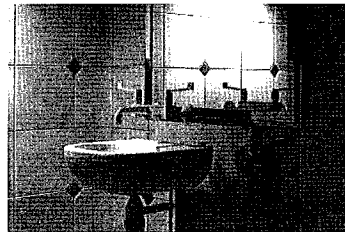
鋼板補強（複合支撐）



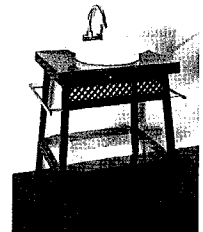
加橫桿鎖於立柱（複合支撐）



輕質混凝土補強（複合支撐）



橫桿加鐵板鎖於立柱（複合支撐）



支撐架（獨立結構系統）

圖 9 改善後外觀對整體影響之八種改善方式

## 五、可行性探討

根據實驗成果的分析，大致將成果分為二類，一類為僅板支撐之吊掛可行性，另一類為複合支撐之吊掛可行性。

### （一）僅板支撐之吊掛可行性

1. 單純僅板材吊掛衛生設備，僅有 9mm 的纖維水泥板能承載超過 100kg 之載重。
2. 對稱的板材安裝所能承載之載重大於非對稱的板材安裝，差異約大 2 成。
3. 設備中央的板有與立柱結合者承載之載重大於單純只有板者，差異約大 2 成。
4. 9mm 板厚承載之載重大於 6mm 板厚，差異約 1.6 至 2 倍，端視板材型式。
5. 加大安裝面積雖能減少每根螺栓的承載力，卻會有顯著之塊狀剪力發生，不建議使用。

### （二）複合支撐之吊掛可行性

1. 鐵板鎖於立柱所能承受之載重大於 CNS 規範，且板厚越厚，承載力越大。

2. 在輕隔間內部所橫桿加勁是業界常用的工法，但由於橫桿會發生挫曲，因此承載強度不大，再加上因細長比的關係，間隔大反而承載力較小。
3. 但若將橫桿與鐵板並用，則承載強度則能提升，因為其與版所承受的勁度有關，因此鐵板面越大，所能承受的強度越高。
4. 業界常用的鑽孔澆灌輕質混凝土工法，常使用保立龍代替粗骨材，這種工法應該改善，因為水泥砂漿與保立龍的握裹力不好，容易在鑽孔後產生弱介面而持續拉裂。本研究建議改採 1:1:3 之水泥砂漿澆灌，其承載強度則能超過 280kg，且靜置 20 分鐘不破壞。
5. 複合支撐，除僅加橫桿鎖於立柱以外，其他方式皆能滿足 CNS 要求之 113.4kg 承載
6. 增設假牆與支撐架支撐方式，皆直接由地面承載衛生設備之載重，因此就本體設備的結構性，得以滿足 CNS 之承載載重（唯應注意接合構件本體之強度是否足夠）

表 3 外部與內部不同版材及改善位置之承載強度表

改善位置	設備固定改善方式	設定條件	承載強度
外部不同板材	鐵板鎖於立柱	6mm 矽酸鈣板	122.96kg
		6mm 纖維水泥板	135.52kg
		9mm 矽酸鈣板	202.65kg
		9mm 纖維水泥板	215.73kg
內部相同板材	橫桿鎖於立柱	立柱間隔 30cm	96.68kg
		立柱間隔 45cm	82kg
	橫桿加鐵板鎖於立柱	立柱間隔 30cm	174.12kg
		立柱間隔 45cm	214.38kg
	澆置輕質混凝土	水：水泥：砂（1：1：3）	280kg 靜置 20 分鐘

## 作者簡介

李孟杰 博士目前為國立台中技術學院室內設計系助理教授，曾任國立台灣科技大學建築系助理教授，亦曾留學德國慕尼黑工業大學（TUM）與在德國應用科學研究院建築物理研究所（FHG-IBP）擔任客座研究員。研究課題以建築給排水系統與建築節能為主，並在該些領域有所研究與論文發表，特別是在永續課題下的綠建築水資源與節能部分，有許多研究成果與專利許可。