

降低營建人力需求構造研發 多單元鋼管鋼網牆之強度與韌性

Development of low labor intensity structural system-strength and ductility of multiple steel tube-concrete wall units

主管單位：內政部建築研究所

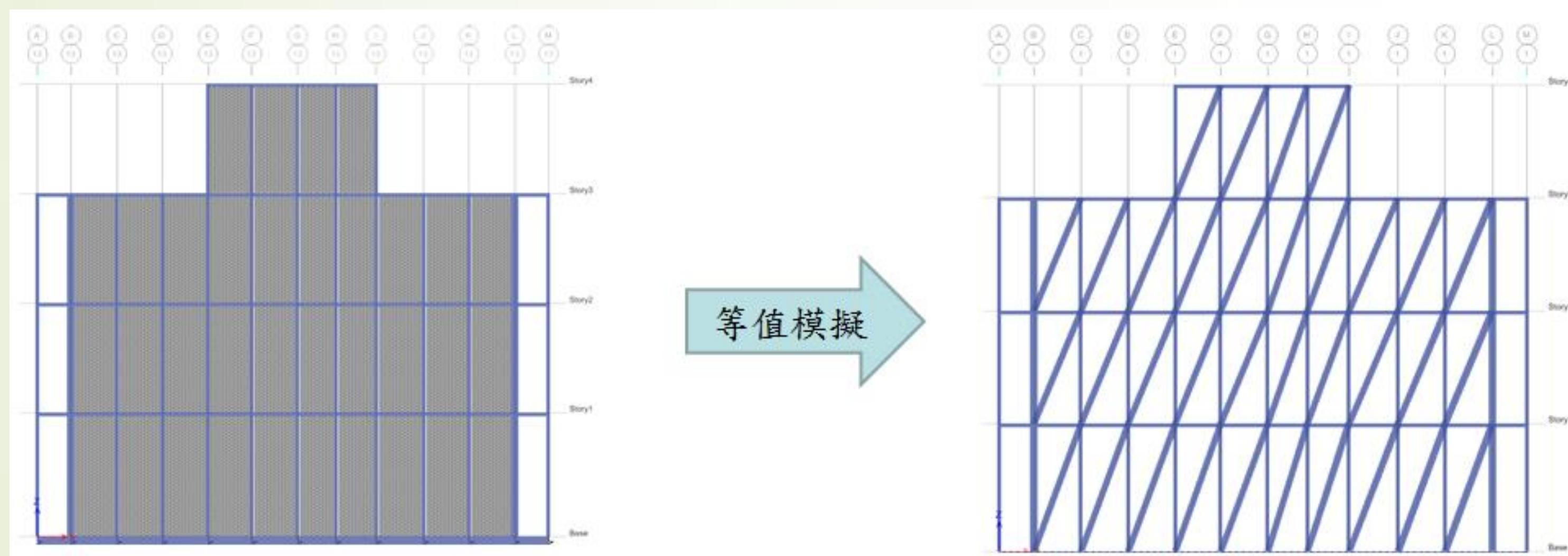
計畫主持人：陳正誠 / 國立臺灣科技大學營建工程系

研究助理：林曉芳、吳合鑫、葉泓毅

一、研究緣起

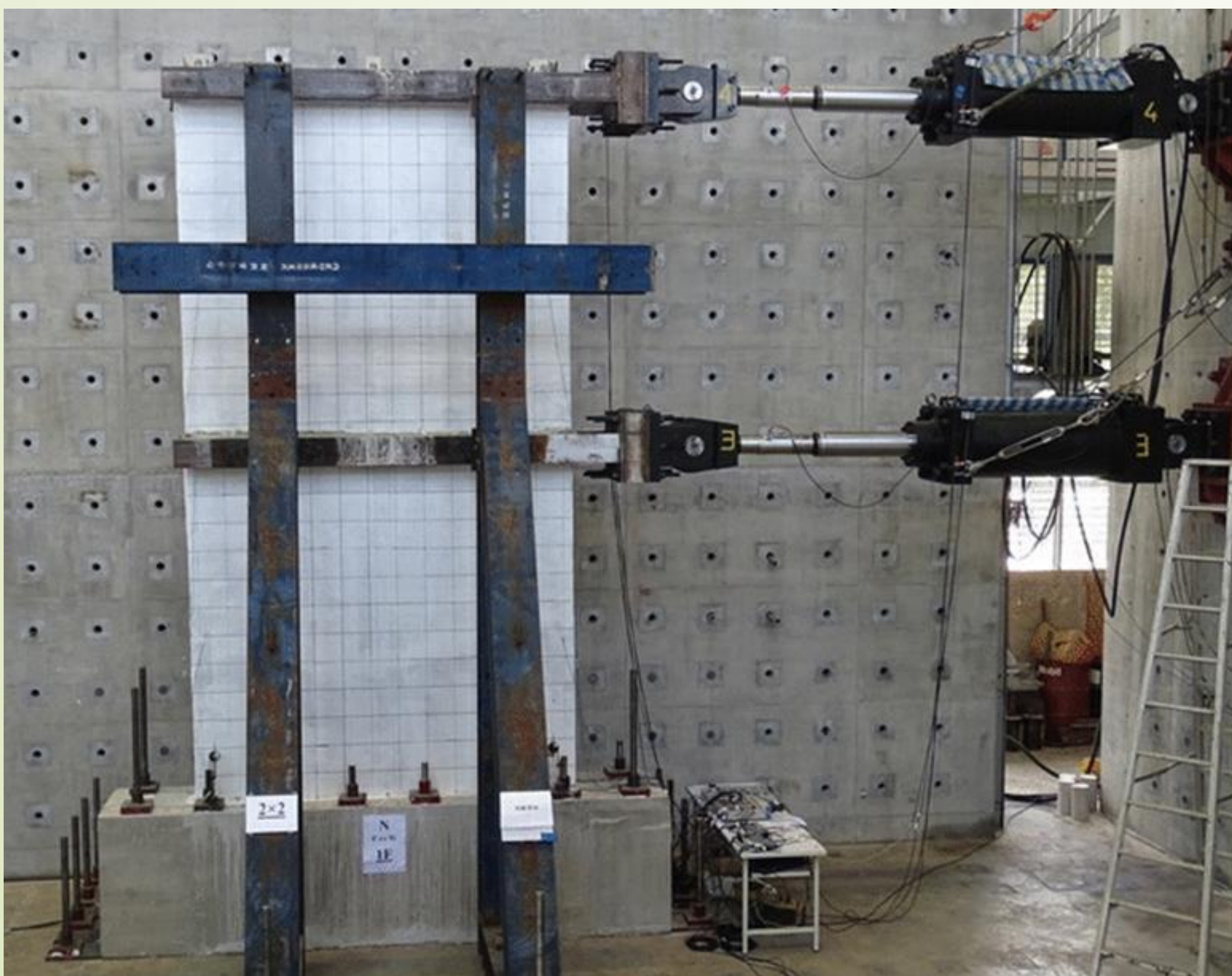
受到少子化的影響，營造業基層勞動人力招募不易，且未來人力缺乏的情況會越來越嚴重。現今勞動市場逐漸邁向高齡化，需要高勞動力的鋼筋混凝土構造建造時間及成本逐漸高漲。鋼結構可以在工廠製作桿件、在工地吊裝，桿件製作可以系統化，加上工地吊裝迅速，不但可以縮短施工時間，也可以大幅降低人力需求。鋼管鋼網牆系統適用於12m以下之低樓層街屋結構，由鋼管支架、免拆模鋼網牆及樓版組成，過去的研究結果顯示，鋼管鋼網牆系統是不但具有施工便利性、省工、美觀同時具有使用性佳等特性，值得進一步研發並推廣之。不過要落實於實際結構，尚須了解其強度與韌性容量，並建立設計方法，提供結構設計時參考。台科大於2017年研究單一單元鋼管鋼網牆的結構試驗結果[3]顯示，鋼管鋼網牆單元擁有相當高的強度，且耐震設計時之結構系統韌性容量R可以達到3.2以上。結構分析與設計時，每一單元的鋼網牆在可以採用等值斜撐模擬之，當單一單元鋼管鋼網牆中水平鋼管兩端近似固接時，牆腹強度可完全發揮。

鋼管鋼網牆系統組成



二、研究方法及過程

過去的試驗雖然已經求得等值斜撐之相關設計參數，只是試驗試體的數量偏少。有鑑於此，本研究規劃3組單一單元鋼管鋼網牆試體進行反復載重結構試驗，以增加單一單元鋼管鋼網牆試驗結果，進一步提高等值斜撐設計參數的準確性與可靠性。一棟房屋之結構由多個鋼管鋼網牆單元組成，因此多單元鋼管鋼網牆系統的強度與韌性需要進一步探討，以確認多單元鋼管鋼網牆系統具有足夠的強度與韌性。此外，結構分析之分析模型也必須經由試驗結果來評估其準確性及可靠性。因此，本研究規劃1組一層三跨鋼管鋼網牆試體，探討含有內柱之鋼管鋼網牆系統受力行為，以及規劃1組二層二跨鋼管鋼網牆試體，探討兩層樓之鋼管鋼網牆系統受力行為。



人力需求分析

以一戶三層樓街屋為例：

- ✓ 樓地板面積134 m² (40.5坪)。
- ✓ 僅計算上部結構施工現場所需人力、工作日。
- ✓ 該案例以鋼管鋼網牆系統建造，傳統RC工法之數據為建造單位以過去之建造經驗估算。



鋼管鋼網牆

傳統RC

工項	工數	工作日
組立工	5	4
鋼網牆工	8	14
混凝土工	6	1
總和	138	工日

工種	工數	工作日
鋼筋工	5	15
模板工(釘)	9	21
混凝土工	4	3
模板工(拆)	4	6
總和		300 工日

技術需求高
最耗人力

- 節省162工日，節省54%人力需求。
- 減少26個工作日，減少58%建造時間。

三、研究成果

經過實際案例之工程成本與工期分析，可發現相較於傳統RC結構，鋼管鋼網牆系統節省54%的施工人力及58%的建造時間。若國內每年興建之1~4層樓的房屋構造中有10%使用鋼管鋼網牆系統，估計未來每年可減少6,840個營建人力需求。

本研究完成5座鋼管鋼網牆試體之載重試驗，另外整合過去研究所完成之6座單一單元試體，一共有11座鋼管鋼網牆試體，其中包含9座一層一跨試體、1座一層三跨試體及1座二層二跨試體。綜合上述試體之試驗結果發現：(1) 以等值斜撐分析方法進行多單元鋼管鋼網牆結構系統之設計為一可行的方式；(2) 等值斜撐強度，其有效面積， t 為牆體寬度， d 為牆體對角線長度，設計強度；(3) 水平鋼管與垂直鋼管連接可以採用簡易接頭或是直接銲接，採用簡易接頭之結點垂直剪力強度；採用銲接且水平鋼管斷面為RHS 100x100之結點垂直剪力強度；採用銲接且水平鋼管斷面為RHS 200x100估算其垂直剪力強度為，設計強度；(4) 根據試驗及分析結果，建議結構設計時系統韌性容量R取3.0。(5) 鋼管鋼網牆系統之開發，乃基於模組化之考量，研究成果之應用需要在所設定之範圍內，符合本報告所設定材料、桿件尺寸、單元尺寸等限制。

經過本案研究，鋼管鋼網牆系統可以有效降低營建人力需求及工時，也證實分析模型之可行性，且取得各項設計參數。鋼管鋼網牆街屋已經有數個實例，施工性佳，本報告亦提出設計方法及一個設計案例，供工程師參考。整體而言，鋼管鋼網牆系統的發展已漸成熟，值得積極推廣之。

