

第一章 緒論

1.1 前言

為了應付地狹人稠的都會區，建築物往高樓層發展已經是必然的趨勢。而鋼骨建築結構已被廣泛利用於高樓層之建築結構上，因鋼骨建材具有優良之強度、勁度及延展性，且結構物之總重量輕、營建工期短及施工上對環境的影響較小等因素，造成鋼結構之建築成為高樓層結構系統中的最佳選擇。

而台灣位於環太平洋地震帶上，由於歐亞板塊與菲律賓板塊的相對運動，導致台灣地震次數頻繁，因此韌性鋼骨抗彎構架之梁柱接頭，對於台灣之高樓層鋼骨建築結構顯得尤其重要，而傳統之韌性鋼骨梁柱接頭，其接合形式為梁腹板與柱之剪力板螺栓接合，而梁翼板則與柱面採全滲透焊接接合，期望鋼骨能在此種接合形式下，於梁柱接合區產生塑性轉角，並利用鋼材優良之延展性，產生塑性變形來消釋地震之能量。

然而在近年來在美國北領地區、日本阪神與台灣集集分別發生規模強大之地震，於地震後發現許多傳統的韌性鋼骨梁柱接頭，產生非預期之脆性破壞，其中破壞的形式分別為梁下翼板之背墊板與柱板接合處破壞、柱板之層裂或撕裂破壞、梁翼兩側之全滲透焊道處開裂破壞等等。而造成破壞的主要原因為，梁柱接頭區所需要之彎矩需求大，且由於斷面幾何的不連續，造成梁柱接頭區產生高應力集中之現象，使得梁柱接頭區未發生預期的塑性變形來消釋能量，即因高應力集中之現象造成脆性破壞。

而為了改善傳統梁柱接頭之破壞行為，國內外學者提出了許多新形式的梁柱接頭，其中主要分為減弱式及補強式接頭兩種，其目的均為使梁之塑性變形遠離梁柱接頭區，避免梁柱接頭區因極高之應力集中現象而造成脆性破壞，因此使傳統梁柱接頭之塑性變形遠離梁柱接頭區之焊道，即為

研究探討的重點項目。

1.2 文獻回顧

1.2.1 蓋板補強式梁柱接頭

蓋板補強是指於梁上下翼板各加置一片鋼板，以提高梁翼板之厚度，使梁柱接頭區之彎矩容量增加的補強形式。

1. M. D. Engelhardt 和 T. A. Sabol (1997)

Engelhardt 和 Sabol (1997) 之蓋板梁柱接頭試體設計為，上側之蓋板採用梯形削切，其目的為了使梁翼板之力量，能穩定的由蓋板傳遞並減少應力集中之效應，而下側之蓋板形狀採用矩形，其目的為了方便焊接的施工性（圖 1.1）。其設計細節為假設梁之塑角發生於蓋板端部，並以此處梁達 $1.2M_p$ 時投影至柱面之彎矩強度作為設計需求，其中 M_p 為梁的實際塑性彎矩強度，而蓋板斷面積之選定為使近柱面之蓋板，在最大彎矩強度發生時仍保持在彈性範圍。

而 Engelhardt 和 Sabol 共製作 12 組蓋板梁柱接頭試體，試驗結果顯示其中有 10 組試體可發揮較高之塑性轉角，且於蓋板端部之梁翼板及腹板均出現局部挫屈，而其中 2 組於較低塑性轉角時就發生脆性之破壞。

2. A. S. Whittaker 和 T. Kim (2002)

Whittaker 和 Kim (2002) 之蓋板梁柱接頭試體設計為兩種（圖 1.2），分別為（1）梁翼板、蓋板與柱採全滲透焊接，及（2）蓋板與柱採全滲透焊接和，但梁翼板與柱之間並無任何接合。其設計細節為假設梁塑角發生於蓋板端部 $1/4$ 梁深之位置，並以此處梁達 $1.1M_p$ 時投影至柱面之彎矩強度作為設計需求，其中 M_p 為梁的實際塑性彎矩強度，而蓋板斷面積之選定為使近柱面之蓋板，在最大彎矩強度發生時仍保持在彈性範圍。

而 Whittaker 和 Kim 共製作 10 組蓋板梁柱接頭試體，其中 5 組試體為梁翼板、蓋板與柱採全滲透焊接和，另外 5 組試體為蓋板與柱採全滲透焊接和，但梁翼板與柱之間並無任何接合，試驗結果顯示 10 組試體均有良好之韌性行為，且於蓋板端部之梁翼板及腹板均出現局部挫屈現象。

1.2.2 托梁補強式梁柱接頭

1. C. H. Lee 和 C. M. Uang (2001)

托梁補強是指於梁下翼板加置一塊 T 形托梁（圖 1.3），而其接合方式為 T 形托梁的腹板端部垂直焊接於梁下翼板，T 形托梁的翼板則與下翼板平行，且與柱垂直焊接接合，且藉由加入 T 形托梁使梁柱接頭區之勁度增加，使塑角移至 T 形托梁之端部。設計細節為假設梁之塑角發生於 T 形托梁端部，且假設塑角處達 $1.1M_{pe}$ 時，梁下翼板與 T 形托梁之交接處有兩個未知的水平力及垂直力，而藉由變位協和之關係，令梁下翼板與 T 形托梁交接處之水平及垂直變形相同，即可建立兩個方程式來求解交接處之水平力及垂直力。而 T 形托梁之選定為所求得之水平力及垂直力，傳遞至 T 形托梁時，其 T 形托梁需保持在彈性範圍之內，其中 M_{pe} 為梁之標稱塑性彎矩，若梁材質為 A36 則需乘上材料變異係數 1.5，若梁材質為 A572 Gr.50 則需乘上材料變異係數 1.3。而利用此設計方法所進行之梁柱接頭試驗，其試驗結果顯示，試體均能發揮良好的韌性行為且層間側位移角均可達到 4 % 以上。

1.2.3 肋板補強式梁柱接頭

1. C. C. Chen 和 C. C. Lin (2004)

Chen 和 Lin (2004) 之肋板補強是於梁上下翼板外側，對應於腹板之扇形開口處各加置一塊平行於腹板之鋼板（圖 1.4），以降低梁腹扇形開口

之應力集中效應，並提高梁柱接頭區之彎矩容量，使塑角移至肋板圓弧末端。設計細節為假設梁之塑角發生於肋板圓弧末端，並以此處肋板補強後之塑性彎矩與梁預期之塑性彎矩比值達 1.05 時，將其彎矩投影至柱面之彎矩強度作為設計需求，而肋板斷面積之選定為加入肋板補強的梁柱接頭，其彎矩強度與設計需求彎矩之比值達 1.05 至 1.20 之間。

而 Chen 和 Lin 共製作了 6 組試體，其中 1 組為傳統未加入肋板補強之梁柱接頭試體，另外 5 組為加入肋板補強之梁柱接頭試體。試驗結果顯示，未加入肋板補強之梁柱接頭試體於塑性轉角 1.1% 時，下翼板即發生脆性破壞。而 5 組加入肋板補強之梁柱接頭試體，其中 3 組試體有良好之韌性行為，於試驗結束時之最大塑性轉角介於 3.19% 至 4.01% 之間，而利用此 3 組試驗成功之試體反推塑角處的彎矩，可知其塑角處之彎矩可分別達到 $1.24M_p$ 、 $1.22M_p$ 及 $1.20M_p$ ，其中 M_p 為梁的實際塑性彎矩強度。而試驗後其彎矩容量與設計需求彎矩之比值建議採用 1.05 至 1.15 之間。

1.3 研究動機

根據上節各個學者所研究之補強式梁柱接頭發現，其補強形式均於梁之上下翼板外側加置各個不同形式的鋼板，但若今欲補強已興建完成之老舊鋼結構建築，或其結構之梁柱接頭需於完工後進行補強時，則上述於梁之上下翼板外側加置鋼板的補強形式，則會造成施工困難，或於施工時需將現有結構物之天花板或樓板拆除，才可於梁上下翼板外側加置補強式之鋼板。因此本研究為了克服上述之缺點，研擬將原本於梁上下翼板外側之補強式鋼板，移往梁上下翼板之內側，並藉此來提高補強式接頭之施工性能。

1.4 研究目的

本研究重點著重於此種補強形式之梁柱接頭，其設計方法、塑角位置、彈性勁度、強度、韌性行為及能量消釋能力，而研究之敘述如下：

1. 參考各個學者所提出之補強式梁柱接頭設計概念，發展出此梁翼內側加勁補強接頭之設計方法，而由 1.2 節文獻回顧中，各個補強式接頭之塑角彎矩強度，其假設之範圍介於 $1.1M_p$ 至 $1.2M_p$ 之間，而由 Chen 和 Lin(2004) 之肋板補強式梁柱接頭試驗中得到，其塑角彎矩強度可發展至 $1.20M_p$ 到 $1.24M_p$ 之間，此結果與 FEMA 350 (2000) 中所提出的塑角彎矩強度建議值吻合，因此本研究之補強式接頭，其塑角彎矩強度之假設則採用 FEMA 350 (2000) 之建議值或其建議公式。而塑角發生位置於設計時之假設，各學者依補強形式之不同，其塑角位置之假設亦不相同，其中肋板補強式接頭其塑角發生於肋板圓弧末端，而蓋板補強式接頭其塑角發生於蓋板端部或距蓋板 1/4 梁深之位置，而托翼補強式接頭其塑角發生於 T 形托梁端部。評估各個補強式接頭之塑角位置後，本研究之補強式接頭其塑角位置應使用較保守之假設，因此本研究將其塑角位置假設為距加勁板端部 1/4 梁深處。而設計時彎矩容量與彎矩需求之比值，則參考 Chen 和 Lin(2004) 之肋板補強式梁柱接頭所提出之建議值 1.05 至 1.15 之間。
2. 依據試驗結果，可進一步修正原本設計之假設，如塑角彎矩強度、塑角發生位置及彎矩容量與彎矩需求之比值。
3. 依據試驗結果，於非線性有限元素軟體 ABAQUS (2003) 中，建立本研究之補強式接頭的分析模型，並與實驗試體進行比較，藉由 ABAQUS 中之各項參數，來探討本研究試體之力學行為。
4. 針對本研究之補強式接頭進行有限元素之參數研究，藉由改變補強式加勁板的厚度、深度及長度，來探討其對於梁柱接頭之影響。

1.5 研究內容

本研究內容共分六個章節，除了本章外，第二章為介紹鋼骨梁柱梁翼內側加勁補強接頭試體設計，並規劃及安排各個試體。第三章為梁翼內側加勁板（IFS）試體實驗與結果分析，介紹 IFS 試體之試驗現象觀察及分析梁柱接頭試驗之結果。第四章為全深梁腹內側加勁板（FDWS）試體實驗與結果分析，介紹 FDWS 試體之試驗現象觀察及分析梁柱接頭試驗之結果。第五章為有限元素分析，以有限元素軟體 ABAQUS 分析討論各試體之力學行為，以及進行本研究補強形式之梁柱接頭參數研究。第六章為結論與建議。

