

鋼骨鋼筋混凝土(SRC)構材剪力設計之研究

Shear Design of Steel Reinforced Concrete (SRC) Structural Members

計畫編號：NSC87-2211-E009-031

執行時間：86年8月1日至87年7月31日

主持人：翁正強 交通大學土木系所 教授

一、中文摘要

本研究係以強度疊加觀念為基礎，並配合前人實驗觀察所得之兩種剪力破壞模式來深入探討包覆形 SRC 構材之剪力強度。前人實驗觀察所得之兩種剪力破壞模式為：(1) 剪力斜裂縫產生後所造成之斜剪破壞 (diagonal shear failure)；(2) 許多小裂縫沿鋼骨翼板形成所引致鋼骨翼板與混凝土交界面之混凝土發生相對滑動之破壞模式，稱為剪力握裹破壞 (shear bond failure)。藉由了解這兩種剪力破壞的力學行為，本研究提出考量剪力握裹破壞之 SRC 構材剪力設計新方法。

此外，本研究亦嘗試對 SRC 構材之扭力強度進行探討，並基於強度疊加之概念提出一新的 SRC 構材扭力設計法。最後，本研究更嘗試探討 SRC 剪力牆之受行為，並考慮 RC 牆、內包鋼板或鋼骨斜撐之牆體與周邊 SRC 梁、柱構材之組合形式，提出相關之設計公式，以助於合理的評估 SRC 剪力牆之剪力強度。

本研究針對 SRC 構造中梁、柱構材之剪力設計、扭力設計及 SRC 剪力牆設計等問題，嘗試提出相關之建議與新的設計方法，並期望本研究之成果對國內 SRC 構造設計與工程品質之提昇能提供積極正面之意義。

關鍵詞：鋼骨鋼筋混凝土，剪力設計，強度疊加，扭力設計，SRC 剪力牆

Abstract

This research investigates the shear design related problems of steel reinforced concrete (SRC) structural members where the wide-flange steel shape is fully encased by con-

crete. In this study, two types of shear failure mode are discussed and the shear strength of an SRC member is evaluated by using the concept of direct strength superposition. These two types of shear failure are (1) failure after the formation of diagonal cracking, referred to as diagonal shear failure; (2) failure after the formation of diagonal cracks along the interface of the flange of the steel section and the concrete, referred to as shear bond failure. Based on the understanding of the fundamental mechanical behavior of shear strength in SRC members, a new design method for the shear strength of SRC members is proposed. In addition, the torsion problem of an SRC member and the strength of an SRC shear wall are also studied and new design methods using strength superposition approach are proposed.

Keyword: Steel Reinforced Concrete (SRC), Shear Design, Strength Superposition, Torsion Design, SRC Shear Wall

二、緣由與目的

相對於撓曲破壞而言，結構物的剪力破壞具有較大之不確定性，且在形成破壞時，較沒有明顯的變形伴隨發生，因此剪力破壞較撓曲破壞預警程度低。在結構設計上，一般多不允許剪力破壞在撓曲破壞之前發生。另一方面，國內過去有關 SRC 構造的研究中，大多在探討 SRC 構材彎矩、軸力及梁柱強度設計方面之問題，對剪力設計方面之問題尚未作深入之探討，

因此本文係以研究 SRC 構造中剪力設計方面之問題為主。本研究首先對 SRC 剪力牆之受力行為進行探討，並對 RC 牆、內包鋼板或鋼骨斜撐之牆體與周邊 SRC 梁、柱構材組合之 SRC 剪力牆提出相關之設計公式。

三、研究方法及成果

研究方法

在 SRC 構材之剪力設計方面：本研究以強度疊加觀念為基礎，並配合前人實驗觀察所得之兩種剪力破壞模式來深入探討包覆型 SRC 構材之剪力強度。前人實驗觀察所得之兩種剪力破壞模式為：(1)一般剪力破壞；(2)剪力握裹破壞。

在 SRC 構材之扭力設計與 SRC 剪力牆之設計方面：本研究仍以強度疊加觀念為基礎來探討 SRC 構材之扭力強度與 SRC 剪力牆相關之設計公式。

研究成果

(1) SRC 構材之剪力設計方面：

本研究考慮兩種可能之剪力破壞模式：(a)一般剪力破壞；(b)剪力握裹破壞。且能合理的預估包覆型 SRC 構材之剪力強度與獲致令人滿意的剪力設計結果。

(2) SRC 構材之扭力設計方面：

研究結果初步顯示，本研究所提出之扭力強度設計法應具理論與實用價值，因此未來期望繼續藉由試驗或廣泛搜集相關研究資料來進行更深入的驗證。

(3) SRC 剪力牆之設計方面：

本研究以強度疊加之概念，針對 RC 牆、內包鋼板或鋼骨斜撐等三種牆體與周邊梁、柱構材的組合形式，提出相關的設計方法。此外，本研究亦整合日本建築學會(AIJ)之「鐵骨鐵筋混凝土構造配筋指針(案)·同解說」(1994)與美國 NEHRP 合成構造耐震設計規定(1994)中有關 SRC 剪力牆與周邊梁、柱之接合細則規定，提出相關建議方式以供設計者參考。

四、結論與建議

本研究針對 SRC 構材受剪力之力學行

為進行深入瞭解，並考慮可能之破壞模式，提出新的 SRC 構材剪力設計法。本研究亦對 SRC 構材之扭力設計及 SRC 剪力牆設計進行探討，提出相關之建議與新的設計方法，並與國外之相關設計規範進行比較，以驗證本研究建議法之合理性。茲謹將本研究所獲致之結論摘要闡述如下：

(一) SRC 構材之剪力設計方面：研究結果顯示，建議法中可以合理反映鋼骨翼板寬度、混凝土抗壓強度、箍筋比及構材所受軸壓力等參數對包覆型 SRC 構材剪力強度的影響，其典型強度包絡線如圖 1、2 與 3 所示。

(二) SRC 構材之扭力設計方面：本研究假設包覆型 SRC 構材中鋼骨受到 RC 良好的束制，暫不考慮鋼骨局部挫屈的問題，因此僅考慮兩種極限狀態：(1)軸向應力達降伏時之極限狀態；(2)剪應力達剪力降伏時之極限狀態，並由兩種極限狀態下所計得扭力強度之較小者控制設計。至於 RC 部份之扭力強度，本研究係參照美國 ACI-318 規範(1995)之相關規定計算。因此未來期望繼續藉由試驗或廣泛搜集相關研究資料來進行更深入的驗證。

(三) SRC 剪力牆之設計方面：本研究首先對 SRC 剪力牆之受力行為進行探討，並對 RC 牆、內包鋼板或鋼骨斜撐之牆體與周邊 SRC 梁、柱構材組合之 SRC 剪力牆提出相關之設計公式。最後針對 SRC 剪力牆與周邊梁、柱之接合細則進行探討並提供建議。

五、參考文獻

1. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318M-89) and Commentary-ACI 318RM-89", American Concrete Institute, June, 1990.
2. AISC, "Manual of Steel Construction, Load and Resistance Factor Design", 1st

- Edition, American Institute of Steel Construction, Inc., Chicago, IL, 1986.
- AISC, "Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel", American Institute of Steel Construction, Inc., 1993.
 - AIJ, "AIJ Standards for Structural Calculation of Steel Reinforced Concrete Structures", Architectural Institute of Japan, September, 1991.
 - "NEHRP Recommended Provisions for The Development of Seismic Regulations for New Buildings", Building Seismic Safety Council, 1994 Edition.
 - Oehlers, D. J., and Bradford, M. A. (1995). "Composite Steel and Concrete Structural Members," Elsevier Science Inc., New York.
 - Wakabayashi, M. and Minami, K., "Experimental Study of the Hysteric Characteristics of Composite Beam-Columns", Proceedings of the U.S.A.-Japan Seminar on Composite Structures and Mixed Structural Systems, Gihodo Shuppan Co., Tokyo, Japan. pp.197~211, 1980.
 - 翁正強、陳村林, 「SRC梁柱極限設計之探討—簡單強度疊加法」, 結構工程, 第五卷, 第四期, 民國七十九年十二月, pp.51-66, 台北, 台灣。
 - 翁正強、廖慧明、張荻薇、陳誠直, 「鋼骨鋼筋混凝土構造(SRC)設計規範與解說研究」, 民國八十六年六月, 中華民國結構工程學會, 台北, 台灣。
 - 翁正強、顏聖益、管啟旭, 「結合AISC與ACI規範的SRC梁柱設計新方法」, 第二屆結構工程研討會論文集(一), 民國八十三年十一月, pp.492-501, 南投, 台灣。
 - 翁正強、王瑋傑, 「被覆形梁柱極限強度之研究：剛度分配法」, 結構工程, 第六卷, 第三期, 民國八十年九月, pp.23-43, 台北, 台灣。

六、圖表

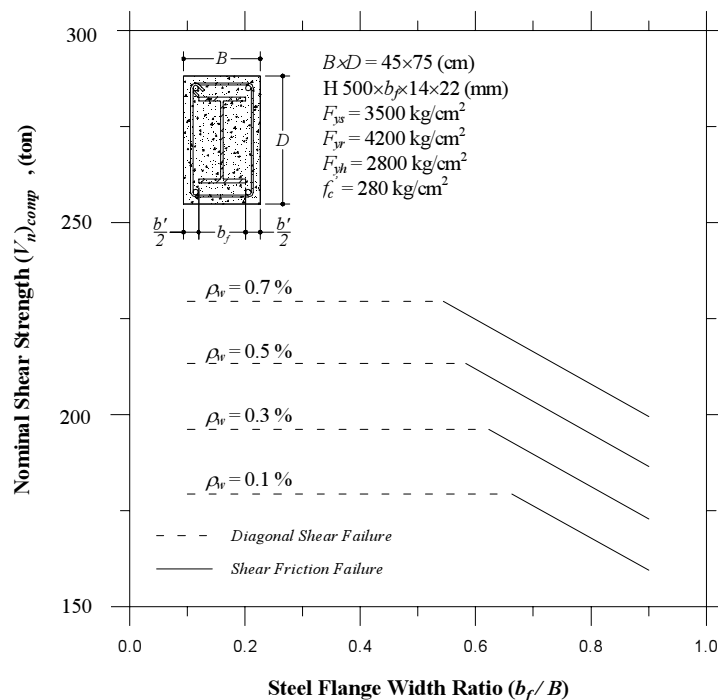


圖 1 鋼骨翼板寬度與箍筋比對包覆型 SRC 構材極限剪力強度之影響

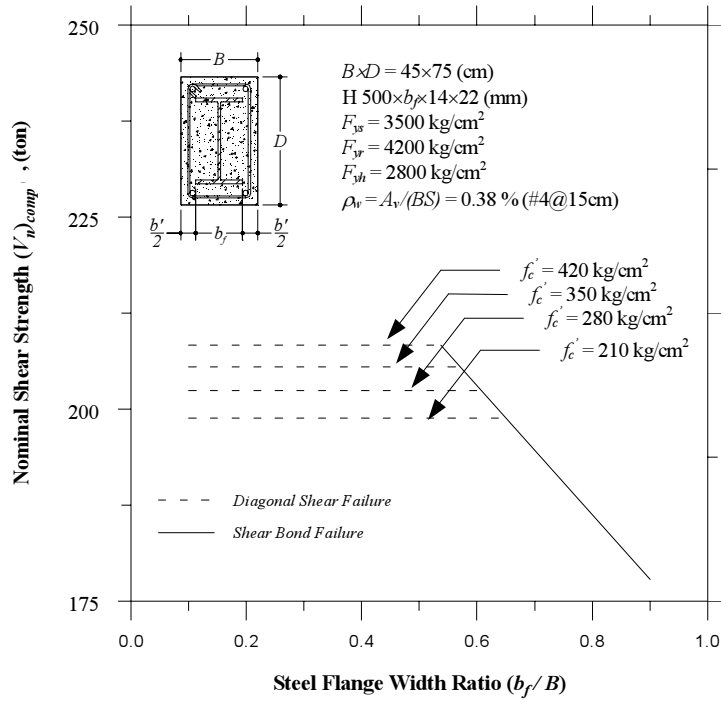


圖 2 鋼骨翼板寬度與混凝土標稱抗壓強度對包覆型 SRC 構材極限剪力強度之影響

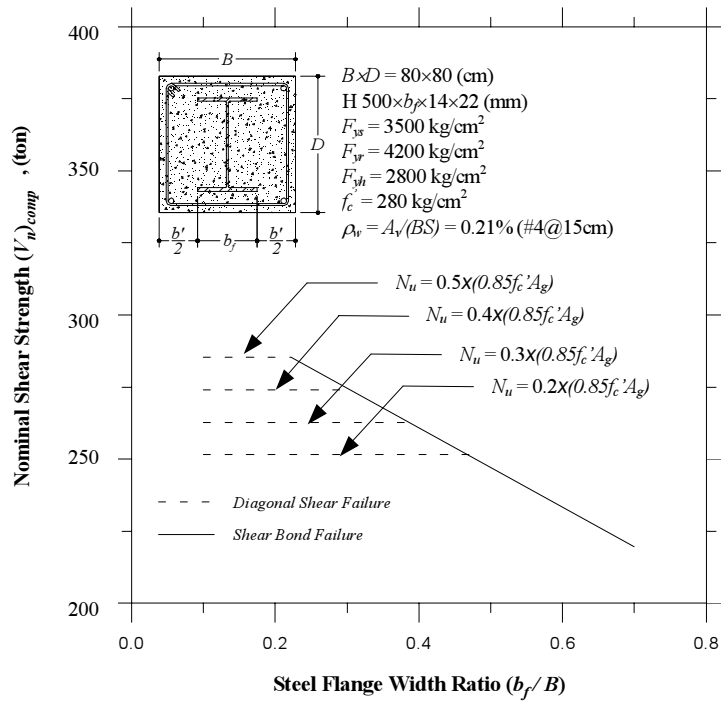


圖 3 鋼骨翼板寬度與外加軸力對包覆型 SRC 構材極限剪力強度之影響