

# 室內裝修常見既有結構物 梁穿孔破壞行為之探討

\*陳映汝 (YING-JU CHEN)  
中國科技大學建築系研究生

田恬(TIAN TIAN)  
中國科技大學建築系研究生

## 摘要

本研究探討室內裝修常見梁穿孔對結構強度和穩定性的影響。梁穿孔可能導致彎矩和剪力承載能力的減弱，進而產生破壞。穿孔也可能導致梁底部或頂部產生裂縫或變形。對於室內設計業者而言，梁穿孔的考量是十分重要的。此外，室內設計業者較缺乏專業的力學知識，導致在梁的穿孔設計上容易犯錯。因此，本文也收集了一些不當穿孔的案例，並對其進行了分析，並介紹了梁的基本理論和相關規範，如梁的彎矩和剪力圖等，以幫助室內設計業者能更好地了解梁的力學機制，並介紹一些常見的梁穿孔錯誤案例。

**關鍵詞：**結構梁穿孔，既有橫梁補強，橫梁

## Investigation of Common Beam Perforation Failure in Existing Interior Structural Elements in Renovation

### Abstract

This study investigates the impact of common beam perforation in interior refurbishment on structural strength and stability. Beam perforation can result in a reduction in bending moment and shear load-carrying capacity, leading to structural failure. It may also cause cracks or deformations at the bottom or top of the beam. Consideration of beam perforation is crucial for interior design practitioners. Additionally, due to their limited knowledge of mechanics, interior design professionals are prone to making mistakes in beam perforation design. Therefore, this paper collects improper perforation case studies, conducts analyses, and introduces the basic theory and relevant standards of beams, such as bending moment and shear force diagrams, to enhance the understanding of beam mechanics among interior design practitioners and to highlight common mistakes in beam perforation.

**Keywords :** Structural beam perforation, existing beam reinforcement, beam

## 一、前言

近年來，隨著建築物使用年限的上升，室內裝修工程愈加常見，裝修工程多半需要在既有結構物上進行操作，例如穿孔或洗洞等，以滿足使用者的需求。然而這些改變可能會導致結構物強度、穩定性或耐久性的降低或破壞，進而對安全造成潛在之威脅。因此，對於既有結構物梁穿孔破壞行為的探討以及補強方法，對於室內設計從業人員而言是至關重要的。本研究旨在分析室內裝修常見的梁穿孔破壞行為及其補強方法，及介紹既有結構梁穿孔破壞種類，以期為廣大室內設計從業人員和相關專業人士提供參考和借鑒。

## 二、基本理論及相關規範

### 2.1 梁的力學機制

梁是一種長度比寬度和高度大很多的結構元件，它的主要作用是承受和分散上方結構或負載的重量。梁的力學行為是基於梁的材料和幾何形狀，以及梁所受外部負載的類型和強度。當一根梁承受載荷時，它會產生彎矩和剪力。彎矩將導致梁產生張力和壓力。這些張力和壓力的大小取決於梁的材料和合型，以及所施加的載荷大小和位置。而剪力是垂直於梁的軸線方向施加的力，導致梁內部產生剪應力。如果剪應力超過梁材料的強度，梁就會剪力破壞行為。

總之，梁的力學行為很複雜，需要考慮許多因素，例如材料、幾何形狀和外部負載。了解梁的力學行為是建築設計中非常重要的一個方面，因為它能幫助設計師確保結構的安全和穩定。

### 2.2 剪力及彎矩介紹

剪力和彎矩是構件（如梁）在受到外部荷載作用下產生的兩種力學效應。

1. 剪力 (Shear Force):
  - A. 剪力是指梁截面上垂直方向的力分量。
  - B. 當外部力作用在梁上時，會在梁截面內部產生剪力。
  - C. 剪力的大小取決於外部力的大小、應力的分佈以及梁截面的形狀。
  - D. 在穩定狀態下，剪力通常在梁的支點處達到最大值。
2. 彎矩 (Bending Moment):
  - A. 彎矩是指梁截面上垂直方向的力矩。
  - B. 當外部力作用在梁上時，會在梁上產生彎曲變形，進而產生彎矩。
  - C. 彎矩的大小取決於外部力的大小、應力的分佈以及梁的幾何特性。在穩定狀態下，彎矩通常在梁的跨度中達到最大值。

2.3 梁受力彎矩及剪力及其應力圖如下

圖1 連續梁剪力與彎矩圖

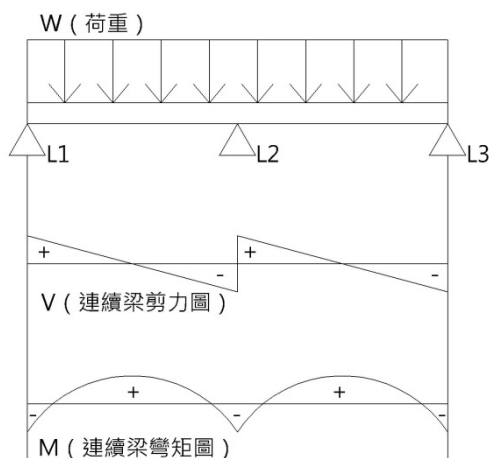


圖2 懸臂梁剪力與彎矩圖

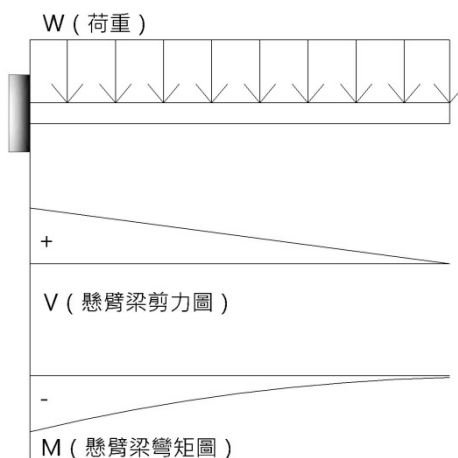
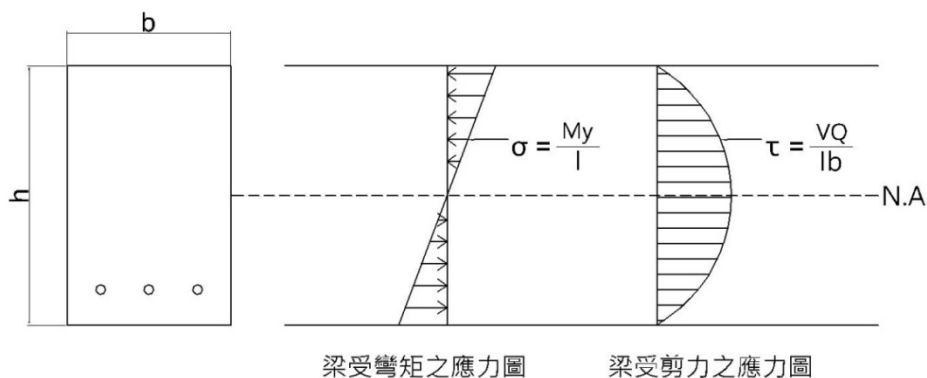


圖3 梁斷面應力圖示-剪力與彎矩



三、梁破壞形態及開孔位置原則

3.1 梁的破壞之裂縫形態

裂縫形態		
可能造成之因素	梁下鋼筋保護層厚度不足，導致鋼筋鏽蝕產生裂縫。	梁側鋼筋保護層厚度不足，導致鋼筋鏽蝕產生裂縫。
裂縫形態		
可能造成之因素	撓曲裂縫，受載重產生之撓度所引起。	剪力裂縫，受平行於其軸方向的力造成。

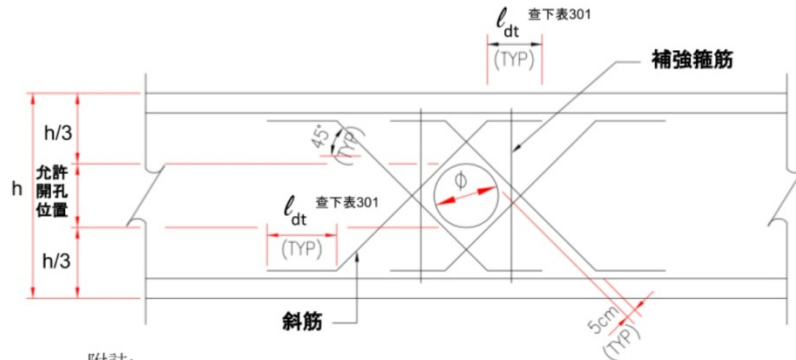
### 3.2 梁的開孔位置的原則

依據圖1和圖2，梁開孔位置須先了解是連續梁或是懸臂梁之構架型態，再以其開孔位置了解彎矩和剪力之大小分布後決定之。因此開孔之原則：

1. 避開距柱梁深2倍範圍之圍軸。
2. 應選擇彎矩及剪力影響最少區域。
3. 應選擇梁斷面受拉區域，以免減少受壓斷面致影響梁之抗彎能力。

### 3.3 一般新建工程梁開孔規定如下圖示

圖4 台北土木技師公會RC06.604梁穿孔補強詳圖



附註:

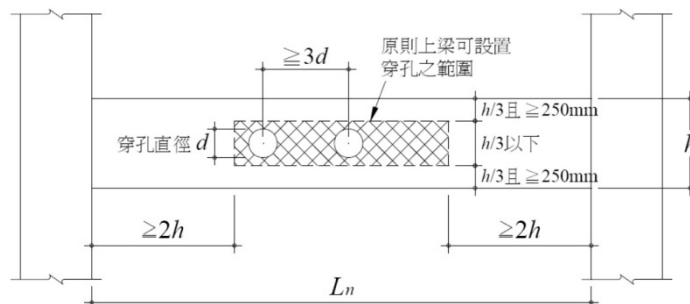
1.  $\phi$  穿孔孔徑(單位:cm)。
2. 穿孔位置必需在中央 1/3 梁深區域內。
3. 距柱面兩倍梁深範圍內不得穿孔。
4. 各穿孔水平排列之中心間距至少須相距  $3\phi$  或 30cm 以上。
5. 各補強鋼筋須自鋼筋彎折處起有足夠伸展長度。
6. 穿孔外緣與鋼筋距離須滿足相關保護層厚度之需求。
7. 每支(束)斜筋之號數同箍筋。
8. 開孔兩側之垂直補強箍筋號數同箍筋, 各側支數同切斷之箍筋數。  
(即兩側之補強箍筋數量之加總應為開孔切斷之箍筋數量之兩倍)

依據混凝土結構設計規範13.13.5

除經結構工程師核准者外，管道、管線或套管埋置(非穿越構材)於混凝土中時，管之外徑不得大於版、牆或梁厚之 1/3，中心間距不得小於管徑之 3 倍，埋設位置並不得影響結構物之強度，並須符合下列規定：

1. 除作放熱及融雪用者外，管在版內須置於頂層與底層鋼筋之間。
2. 管及配件外包之混凝土直接受風雨侵襲者，其厚度不得少於 40 mm。不接受風雨侵襲者，其厚度不得少於 20 mm。
3. 與管垂直之方向須設置鋼筋，其量不得少於混凝土斷面積之 0.2%。
4. 管安裝時不得切斷或彎曲鋼筋，並不得移動鋼筋之位置。

圖5 混凝土結構設計規範13.13.5



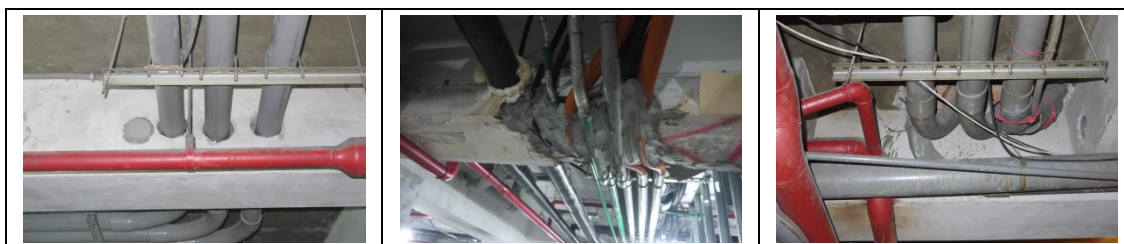
## 四、梁穿孔案例解析及補強方式

### 4.1 梁穿孔案例解析

室內裝修業常因不了解梁之受力機制，因此穿孔導致影響之結構安全性，下列為常見之案例，提出並說明其影響。

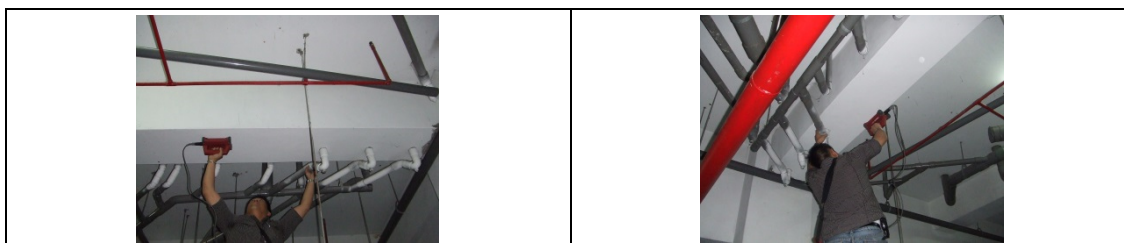
1. 梁連續穿孔間距太密，洗斷箍筋，影響梁斷面抗剪力能力。

表一



2. 梁穿孔靠近圍束由底往上穿，導致影響梁的抗彎及抗剪力。

表二



3. 圍束區穿孔，導致影響梁的抗彎及抗剪力。

表三



4. 一般梁開孔尺寸建議在梁深1/3內，開孔過大截斷主筋影響強度。

表四



### 4.2 既有結構物梁穿孔補強方式

1. 鋼板補強：藉由鋼板之高承载力，在 RC 梁柱的剪力、彎矩強度或圍束力不足時，輔以環氧樹脂及化學錨栓，將鋼板和受損結構體，如梁、柱、版等合為一體，提高結構體之強度及韌性以抵抗外力。

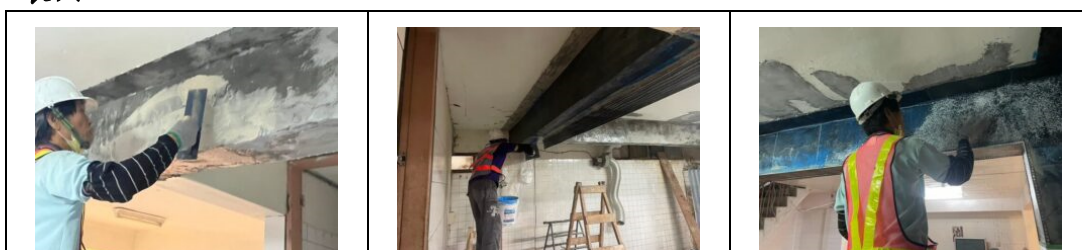


表五



2. 碳纖維補強：碳纖維包覆補強工法是將柔軟的強化碳纖維片，以環氧樹脂接著劑緊緊包覆在鋼筋混凝土的結構體外，將碳纖維及結構體合而為一，以增加剪力強度而達到增加結構體之韌性。

表六



## 五、結論

根據本次研究的結果，梁穿孔對結構強度和穩定性具有顯著的影響，特別是在彎矩和剪力承載能力方面。選擇不當的穿孔位置可能導致梁的破壞，例如裂縫和變形的產生。在室內設計領域，設計師通常缺乏力學知識，容易犯下梁穿孔設計的錯誤。因此，我們建議室內設計業者加強對梁的力學機制和基本理論的了解，以提高對梁穿孔行為的認識。然而，在實施任何結構補強之前，我們建議諮詢專業的工程師或相關專家，以確保所選擇的補強方案符合安全性和適用性的要求。透過適當的設計和補強措施，我們可以有效地提升梁的強度和穩定性，確保室內裝修的結構安全性與可靠性。

## 六、參考文獻

1. 林長勳，「忠明營造技術期刊」，pp.33-49，2016。
2. 陳正平，臺灣省土木技師公會技師報，「距柱面二倍梁深範圍內 地梁穿孔是否適當？」，2022。
3. 陳正平，臺灣省土木技師公會技師報，「鋼筋混凝土梁受剪開裂後是否還可提供梁式剪力強度」，2017。
4. 張奇偉，黃科銘，臺灣省土木技師公會技師報，「鋼筋混凝土結構物裂縫損壞模式之探討」，2022。
5. 中華民國內政部營建署，「混凝土結構設計規範」，2021。
6. 台北土木技師公會，「鋼筋混凝土結構參考圖」，2018。
7. 承鴻興，北市金融大樓梁穿孔鋼板補強工程，2019。
8. JC 光好，統一超商士東路3 梁碳纖維貼附 XY 向補強工程。