



台灣產品技術指南

錨栓緊固技術手冊

2026



讓我們成為你的
設計夥伴

喜利得工程服務



喜利得技術服務

我們不只是供應商，我們想讓你的設計過程更輕鬆。因此，我們提供各式各樣的技術支援服務，協助建築師和工程師在評估後選擇喜利得產品。經驗豐富的喜利得工程師和技術專家會與你的團隊合作，協助你開發獨家的結構或非結構應用。我們在建議、選擇或使用喜利得產品的專業設計和建築領域裡，致力於建立與維持客戶對我們的信任。

現場工程和防火專家

- 產品應用設計和細節協助
- 規格諮詢
- 舉辦教育研討會
- 安裝與安全訓練
- 工地特定產品支援

LEED 文件

- LEED 文件線上下載

工程設計合作

- 技術報告與核准
- 線上技術設計中心
- 技術軟體程式，例如PROFIS Engineering
- 產品應用諮詢
- 防火工法評估
- 特定專案的 CAD 支援
- 舉辦教育網路研討會
- Engineering Centre 工程中心

台灣專屬服務

- 混凝土錨栓/植筋和火藥擊釘緊固件拉拔測試
- 混凝土錨栓/植筋安裝教育訓練
- 被動式防火安裝教育訓練

Engineering Centre

工程中心



Engineering Centre 工程中心

全新 Hilti 工程中心！擴充你的技術知識

全新 Hilti 工程設計與交流平台，是您專業工程資源與解決方案一站式平台，專為工程師及建築專業人士量身打造。無論是對喜利得產品有技術問題，或單純想要增進各類設計與建築主題的技術知識，工程中心都是你的線上首選目的地。

你可以坐在辦公室或自家，舒服地觀看教學影片或技術研討會。喜利得網路講座透過簡報方式提供互動式線上學習體驗，包括產品展示、技術研討會等多種形式。無論是隨選或即時網路講座，我們的所有教育課程都可以透過工程中心平台參加。

	<h4>詢問</h4> <p>對喜利得緊固件或防火產品有技術問題嗎？在 Engineering Centre 工程中心，可向我們的任一技術支援工程師尋求專家建議，或吸取設計專業同儕的見解。只要將問題張貼在工程中心詢問即可。</p>
	<h4>學習</h4> <p>需要專業訓練積分嗎？喜利得全年都提供豐富多樣的現場網路講座，且 Engineering Centre 工程中心也有全天候的隨選網絡講座可觀看。</p>
	<h4>文章</h4> <p>深入鑽研法規範本、新測試標準、設計方法、產品創新等多種主題相關的設計主題。搜尋我們的技術文章資料庫，擴大你的知識並做好充分準備，將喜利得的創新產品和技術應用於日後的設計專案。</p>

立即前往 <https://www.hilti.com.tw/engineering/> 擴大你的技術知識。

目錄

錨栓選擇指引	5
1.0 前言	9
1.1 關於公開荷載值.....	9
1.2 認證.....	9
1.3 單位.....	9
1.4 我們的宗旨.....	9
1.5 我們的品質系統.....	9
2.0 錨栓緊固技術	10
2.1 基材	10
2.1.1 緊固基材類型.....	10
2.1.2 混凝土.....	10
2.1.3 磚石材料.....	11
2.1.4 添加物.....	12
2.2 測試資料評估	12
2.2.1 制定緊固件性能資料.....	12
2.2.2 容許荷載.....	13
2.2.3 資料的統計評估.....	13
3.0 錨栓系統	13
3.1 錨栓原理和設計	13
3.1.1 釋義.....	13
3.1.2 用於混凝土和磚石的錨栓.....	15
3.1.3 錨栓作業原理.....	15
3.1.4 錨栓在荷載下的行為.....	15
3.1.5 錨栓設計.....	16
3.1.6 ACI 318/ 建築物混凝土結構設計規範(土木401) 第 17 章強度設計— SD (LRFD).....	16
3.1.7 CSA 23.3 附件 D 限制狀態設計.....	17
3.1.8 喜利得簡化強度設計表.....	17
3.1.9 容許應力設計 (ASD).....	21
3.1.10 錨栓扭矩和預緊力.....	23
3.1.11 錨栓的抗疲勞設計.....	23
3.1.12 錨栓的防火設計.....	24
3.2 化學型錨栓系統	24
3.2.1 化學型錨栓系統總覽.....	24
3.2.2 HY-200 R V3 化學型錨栓系統.....	28
3.2.3 HIT-RE 500 V3 環氧樹脂化學型錨栓系統.....	39
3.2.4 HIT-RE 100 化學型錨栓系統.....	45
3.2.5 HVU2 膠囊式化學型錨栓系統.....	49

目錄

3.3 機械型錨栓系統	53
3.3.1 HDA 自切底錨栓	53
3.3.2 HSL4 重型膨脹錨栓	57
3.3.3 HSL3-R 重型不銹鋼膨脹錨栓	61
3.3.4 HST4 膨脹錨栓	65
3.4 歐洲技術評估標準(ETA)	68
3.4.1 HST4 膨脹錨栓	69
3.4.2 HSA 膨脹錨栓	82
3.4.3 HKD 內迫式錨栓	89
3.4.4 HKD 內迫式錨栓	95
3.4.5 HUS4 自攻錨栓	101
4.0 參考資料	107
4.1 參考標準	107
4.1.1 材料標準	107
4.1.2 ASTM 電鍍標準	107
4.2 技術參考資料	108
4.2.1 公制轉換和等值單位	108
4.2.2 材料的機械性質	109
4.2.3 螺栓螺紋資料	110
4.2.4 混凝土用鋼筋資料	111
銷售條款與細則	112

錨栓選擇指引

章節編號	基材 ^{1,2}					安裝 [*]					
	非開裂混凝土 ³	開裂混凝土	LW	輕質混凝土	混凝土砌塊	在攝氏20度下,大約	適用於Safeset ⁴ 安裝	鑽石洗孔 ⁴	水飽和混凝土	含水孔洞	浸泡(水下)
HIT-HY 200 R V3 化學藥劑	3.2.2	■	■	■	■	15/90分鐘	■	■	■		■
HIT-RE 500 V3 環氧樹酯	3.2.3	■	■	■		40分鐘/6.5小時 與HDB或TE-YRT相容	■	■	■	■	■
HIT-RE 100 環氧樹酯	3.2.4	■	■	■		30分鐘/12小時		■	■	■	■
HVU2 膠囊	3.2.5	■	■	■		5分鐘 僅與HDB相容	■	■			■ ⁵

■ 適用。可針對這項應用提供技術資料。請參考本技術指引中的相關章節。

□ 可能適用。錨栓系統在此應用方式中可運作正常。不過，無法提供實證資料。

* 表示單獨適用於文件載明的條件。如果同時有多個條件適用，請參閱本技術指引中的產品詳細資訊，或聯絡喜利得技術服務。

1 基材的差異可能很大，因此可能需要採取工地特定的錨栓測試。

2 除非另有說明，否則應以正常重量的混凝土進行測試。輕質混凝土可能適用。請參閱本技術指引中的產品特定詳細資訊，或查詢相關建築法規(ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)、IBC等)。

3 請參閱章節 2.1.2 了解開裂混凝土的定義。

4 如經備註，則鑽石鑽孔適用，不過可能受限於特定基材、安裝條件和應用方式、特定喜利得工具，或須降低荷載。請參閱本技術指引中的特定產品詳細資訊。

5 M32直徑螺桿除外。

錨栓選擇指引

認證	特色*			元件類型		防腐蝕		尺寸 ² (mm)			
	抗震	穿透式固定	高周疲勞 ¹	螺桿	內牙螺桿	鋼筋	電鍍鋅 / 機械鍍鋅	熱浸鍍鋅	不銹鋼	最小尺寸(直徑)	最大尺寸(直徑)
HIT-HY 200 R V3 化學藥劑 	AC308 AC58	■ ■ ■ ■ ■	□	□	■ ■ ■ ■ ■	■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	304/ 316	10	24
HIT-RE 500 V3 環氧樹脂 	AC308	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	□ □ □	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	304/ 316	10	24
HIT-RE 100 環氧樹脂 	AC308	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	□ □ □	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	304/ 316	10	24
HVU2 膠囊 	AC308	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	□	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	304/ 316	10	24

■ 適用。可針對這項應用提供技術資料。請參考本技術指引中的相關章節。

□ 可能適用。錨栓系統在此應用方式中可運作正常。不過，無法提供實證資料。

* 表示單獨適用於文件載明的條件。如果同時有多個條件適用，請參閱本技術指引中的產品詳細資訊，或聯絡喜利得技術服務。

1 高周疲勞和震動/衝擊荷載參考資料僅依據歐洲測試和指引進行提供。

2 文件載明的直徑為具有公開荷載資料的直徑。部分化學型錨栓系統可能使用較大的直徑元件。請聯絡喜利得了解詳細資訊。

錨栓選擇指引

章節編號	基材 ^{1,2}						特色	
	LW 非開裂混凝土	開裂混凝土 ³	輕質混凝土	混凝土 鋼承鋼上的	空心樓板	混凝土砌塊	地震	高周疲勞 ⁴
HDA 自切底錨栓	■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
HSL4 重型膨脹錨栓	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
HSL-3-R 重型膨脹錨栓	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
HST4 楊形錨栓	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
HUS4 混凝土自攻錨栓	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■

■ 適用。可針對這項應用提供技術資料。請參考本技術指引中的相關章節。

□ 可能適用。錨栓系統在此應用方式中可運作正常。不過，無法提供實證資料。

* 表示單獨適用於文件載明的條件。如果同時有多個條件適用，請參閱本技術指引中的產品詳細資訊，或聯絡喜利得技術服務。

1 基材的差異可能很大，因此可能需要採取工地特定的錨栓測試。

2 除非另有說明，否則應以正常重量的混凝土進行測試。輕質混凝土可能適用。請參閱本技術指引中的產品特定詳細資訊，或查詢相關建築法規(ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)、IBC等)。

3 請參閱章節 2.1.2 了解開裂混凝土的定義。

4 高周疲勞和震動/衝擊荷載參考資料僅依據歐洲測試和指引進行提供。

錨栓選擇指引

認證	錨栓頭類型				防腐蝕				尺寸 ¹	
	螺柱(外牙)	內螺紋	六角螺栓	沈頭/扁頭	電機械鍍鋅	熱浸鍍鋅	鍍鉻鍍鋅	不銹鋼	最小尺寸(直徑)	最大尺寸(直徑)
ICC-ESI/APMO UES	AC193	■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	316	M10 M20
COLA/LABC Supplement	AC193	■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■		M8 M20
UL	AC193	■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	316	M8 M24
FM	AC193	■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	316	M8 M24
COLA/LABC Supplement	ETA	■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	316	M8 M16

■ 適用。可針對這項應用提供技術資料。請參考本技術指引中的相關章節。

□ 可能適用。錨栓系統在此應用方式中可運作正常。不過，無法提供實證資料。

* 無鑽石空心鑽孔

1 文件載明的直徑為具有公開荷載資料的直徑。

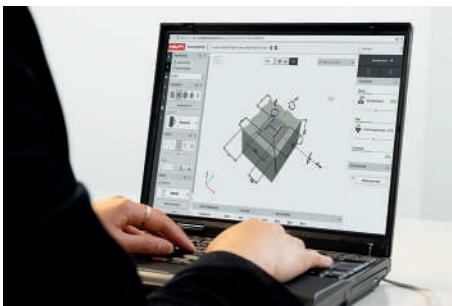


錨栓設計軟體

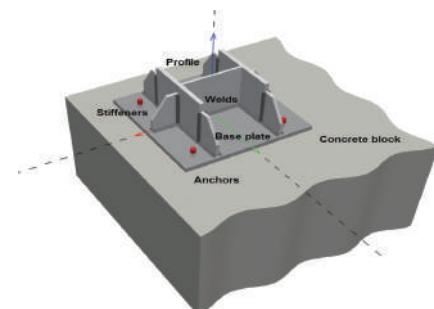


PROFIS Engineering 錨栓設計軟體能解決在我們的行業中最常見的設計挑戰，還能夠節省時間和施工成本，設計鋼材與混凝土/後置植筋的連接。

增加設計效率



• 雲端版本讓您在任何位置輕鬆查看您的設計

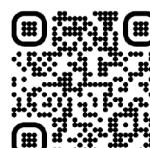


• 錨固系統綜合解決方案包括底板、加勁板和焊接

馬上註冊



了解更多資訊以及馬上
就可使用！



Engineering Centre 工程中心
提供專家建議和各式各樣的研討會

更多資訊

1.0 前言

1.1 關於荷載值

錨栓緊固技術指引的目的是為設計師或指定者補充喜利得產品和服務目錄的技術資訊。文件中所示技術資料為發行當日(請見封底)止的最新資訊。荷載值的依據為喜利得或承包測試實驗室的測試和分析計算，所用的測試程序和建築材料代表了台灣的現行實踐。

混凝土等基材的種類和工地現場條件須經現場測試才可判斷在特定工地的實際效果。資料也可能以國家標準或專業研究與分析為依據。

請注意，核准機關(例如 **ICC-ES**、**COLA** 等)所發布的報告中提供的公開設計值可能與本發行版本內含數值不同。

如需相關更新和變更資訊，請致電 **0800-221-036** 沽詢喜利得台灣股份有限公司。

1.2 認證

許多喜利得錨栓產品都有列名認證或取得核准，例如International Code Council Evaluation Services Reports (ICC-ES ESR's) 或 Underwriters Laboratories (UL) 列名認證。

列名認證和核准是由獨立第三方根據建築法規範本或各種管轄要求評估產品後所提供之。產品獲得列名認證和核准，表示產品已依據特定認可方式或測試標準經過測試和評估。

本文件所收錄的技術資料並非全部以公開核准或列名認證為依據。喜利得發布的其他資料可能不在報告的範圍內，例如現有測試標準範圍以外的應用方式。

錨栓緊固技術指引中已標示核准和列名認證資料，以便參考。產品列名認證或核准的接受與否，取決於授權單位對專案的管轄權。請務必檢視核准或列名認證資料，判斷專案預期採行的應用方式或條件是否包含在核准或列名認證的範圍。

1.3 單位

技術資料同時會以英制 和公制單位提供。文件中的公制數值係採用國際單位制 (SI)，符合1988 年綜合貿易和競爭法所修訂的1975 年公制轉換法。HSL 和 HDA 錨栓等公制產品的資料是以SI 單位呈現，並另以括號提供英制工程單位(英吋、磅等)的轉換數值。以分數表示的產品所呈現的資料為英制工程單位，並另以括號提供SI 公制轉換值。如需額外資訊，請參閱本產品技術指引的章節 4.2.1 〈公制轉換與同等數值〉。

1.4 我們的宗旨

我們充滿激情地創造熱情的客戶，建立更美好的未來！



熱情的客戶

我們為客戶辦別需求並提供創新與加值的解決方案，進而為客戶創造成功。

建立更美好的未來

對社會和環境抱持責任感。

1.5 我們的品質系統



喜利得是獲得 ISO 9001 和 ISO 14001 認證的精選台灣公司之一。這代表我們致力於鞏固品質的熱忱獲得認可，可向客戶保證喜利得制定的系統和程序能維護我們的全球市場領導者地位，且會持續評估與改善績效。

這代表，客戶完全能獲得滿足！

如需技術支援，請致電 **0800-221-036** 沽詢喜利得台灣股份有限公司。

2.0 錨栓緊固技術

2.1.1 緊固基材類型

目前使用的建材類型廣泛，因此錨栓的錨定條件也各異。市面上幾乎少有基材無法使用喜利得產品加以緊固。不過，在選擇適用的緊固件/錨栓並決定它可支撐的荷載時，基材的性質扮演著決定性的角色。設計師有責任謹慎根據基材搭配緊固件類型，以便取得預期結果。如需了解未載明的基材，請致電 0800-221-036 洽詢喜利得台灣股份有限公司。

2.1.2 混凝土

混凝土是一種合成石材，混合了水泥、粒料和水。多數情況下，混凝土會使用特殊添加物來影響或改變特定性質。相比抗拉強度，混凝土的抗壓強度更高。因此，鋼筋常被澆鑄在混凝土中來承受張力，這種組合稱為鋼筋混凝土。

水泥是一種接著劑，結合了水和粒料，透過水合程序，硬化而形成混凝土。波特蘭水泥是業界最常用的水泥，為了符合設計需求 (ASTM C150)，市場上有多種形式可供應。

用於混凝土中的粒料同時包含細粒料（通常為砂土）和粗粒料，依粒子大小分級。不同的粒料類型可用於形成特定特徵的混凝土。正常重量的混凝土通常由碎石或礫石構成，而輕質混凝土則以膨脹黏土、頁岩、石板岩或鼓風爐渣組成。輕質混凝土的使用時機為想要降低結構的靜荷載或讓地板結構達到極高防火等級時。

如果隔熱性質是首要考量，則輕質粒料會以珍珠岩、蛭石、鼓風爐渣、黏土或頁岩製成。最後，砂質輕質混凝土會以輕質粒料和天然砂土結合而成。整體而言，所有混凝土只要單位重量介於 85 到 115 pcf，就可視為結構性輕質混凝土。混凝土類型和重量相關的 ASTM 規格可摘要如下：

ASTM		
混凝土類型	骨料級配規格	混凝土單位重量 pcf
正常重量	ASTM C33	145-155
輕質粒料	ASTM C330	105-115
全輕質粒料	ASTM C 330	85-110
輕質隔熱混凝土	ASTM C 332	15-90

混凝土粒料的類型和力學特性，對用於鑽錨栓孔的鑽頭的行為有顯著影響。事實上，粒料越硬，會使鑽頭的磨損更大，從而降低鑽孔效能。

混凝土粒料的硬度也會影響動力驅動式緊固件和錨栓的荷載能力。驅動緊固件和螺栓通常可以穿透「軟性」粒料（頁岩或石灰石），但混凝土表面附近的硬性粒料（例如花崗岩）可能會對緊固件或螺栓的穿透效果有負面影響，並降低荷載能力。粒料的力學特性對錨栓效能的影響，並沒有太充分的相關知識。一般來說，較硬/密度較高的粒料（如花崗岩）通常會產生較高的混凝土錐狀破壞荷載，而輕質粒料則會產生較低的拉力和剪切能力。

混凝土通常被認為會在正常服務荷載條件下破裂，更精確而言，是指荷載所施加的拉應力或約束條件超出了抗拉強度的情況。破裂的寬度和分布情況通常可透過鋼筋來控制。若考量鋼筋提供的保護力，根據 ACI 318/ 建築物混凝土結構設計規範(土木401)，破裂寬度預期會小於約 0.012 in (0.3 mm)。在地震荷載下，鋼筋開始產生降伏應力時，混凝土彎曲裂口寬度預期會接近 $1-1/2 \times$ 靜態裂口寬度 = 0.02" (0.5 mm)。ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)和國際建築法規都保守地將開裂混凝土假設為預埋錨栓和後置錨栓設計的基準條件，因為與非開裂混凝土相比，錨栓附近存在裂縫會導致極限荷載能力降低，並增加在極限荷載下的位移。僅當能夠證明混凝土在錨栓的使用壽命週期內，在承受正常使用荷載時不會出現開裂，示範建築規範方允許針對非開裂混凝土條件進行設計。對於需要考量地震行為的設計，後置錨栓必須證明適用於開裂混凝土和地震荷載。

混凝土緊固件的極限強度數值通常與混凝土的28天

單軸抗壓強度相關（實際值，不指定）。可在 28 天內固化的混凝土可稱為綠混凝土。粒料類型、水泥替代物（例如飛灰）和添加物可能影響部分緊固件的效能，但標準單軸壓力測試所測得的混凝土強度可能不會反應這種影響。一般來說，喜利得的資料反應的測試是基於採用普通的粒料和水泥類型的普通非鋼筋混凝土。如遇疑慮，請洽詢喜利得技術服務。

若使用強度顯著較低的綠混凝土（固化時間少於 28 天），除非工地已進行過測試，驗證過緊固能力，否則建議不要在固化未滿 7 天的混凝土中安裝機械錨栓。如果在綠混凝土安裝錨栓，但在混凝土尚未完全固化前都未施加荷載，則可根據施加荷載時的混凝土強度得出錨栓承載力。

ACI 318 / 建築物混凝土結構設計規範(土木401) 章節 17.1.2 和 CSA A23.3 章節 D.1.2 要求，在混凝土中安裝化學型錨栓時，混凝土的固化時間不得少於 21 天。

當向混凝土安裝化學型錨栓時，如果混凝土固化天數少於 21 天，則建議設計工程師根據錨栓安裝時混凝土的強度評估錨栓的設計，並採用水飽和混凝土的黏結強度。建議採取現場測試，藉此驗證緊固承載力。

為錨栓鑽孔時，請避免切割混凝土的鋼筋。如不可避免，請先諮詢負責的設計工程師。

2.1.3 磚石材質

磚石是一種種類各異的建材，包括黏土磚、混凝土磚，或使用接縫砂漿黏結在一起的黏土盞磚。磚石的主要應用方式為建造牆壁，建造時水平排列和/或垂直排列 (wythe) 的方式擺放磚石構件。磚石構件的製造可採用多種形狀、大小、材質，且可為空心和實心。這種多樣性要求務必謹慎挑選錨栓或緊固系統，以便符合磚石材質的應用方式和類型。磚石這種基材通常強度比混凝土低許多。磚石構件的性能及其空腔和腹板的幾何形狀，對緊固的終極承載力有相當大的影響。

在有空腔的磚石上為錨栓鑽孔，務必小心避免表層內部的剝落。如果剝落，對於長度必須符合表層厚度的「套掛」型機械錨栓性能有相當大的影響。為了降低剝落的可能性，除非另有指定，否則鑽孔時必須將錨鑽設為只有旋轉的模式（亦即關閉鑽頭的錐擊動作）。

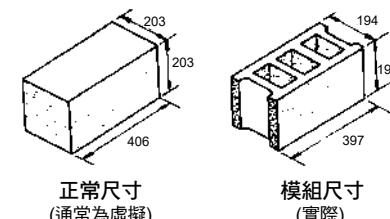
混凝土砌塊

混凝土砌塊這個詞通常用來指稱以波特蘭水泥、水和礫石粒料製成的混凝土磚石單元(CMU)。CMU 砌塊的製使用了多種

單位標準寬度 mm	最小表層厚度 mm	最小腹板厚度 mm
76 and 102	19	19
152	25	19
203 及以上	32	19

摘自 ASTM C90 - 14 表 1。

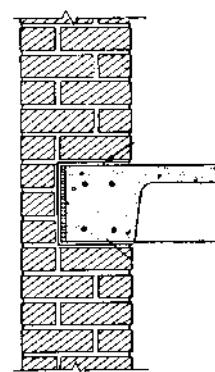
1 依據測試方法 C140 進行測試時，對三個單位所測數值的平均值。



輕質、中質或正常重量的粒料。空心和實心的承重 CMU 製造時以 ASTM C90 為依據。

CMU 的尺寸通常參照單位標準寬(152mm、203mm、254mm等)。實際尺寸為標準尺寸再減去接縫砂漿的厚度。

CMU 的建造可再經強化，強化時需將加固條以水平放置在灌漿的空間中，創造出可比擬鋼筋混凝土的複合砌塊。無論是否經過加固，如果所有空間都已灌漿，這種建造方式稱為完全灌漿。如果只在加固空間中灌漿，則稱為部分灌漿。可通過結合梁將鋼筋水平置於牆內，這種情況始終進行灌漿。也可將梯形鋼筋置於砌塊層之間的砂漿層中進行加固。灌漿時通常遵循 ASTM C476，且最低抗壓強度為 2,000 psi。混凝土磚石單元的抗壓強度通常皆於 1,250 到 4,800 psi 以上，不過組裝後的磚石達到的最大指定抗壓強度通常不會超過 210 kgf/cm²。化學和機械錨栓都適用於灌漿的 CMU。如果存在空隙或可能有空隙，請勿使用機械錨栓，且化學錨栓的置入必須結合套管，藉此預防黏結材料產生不受控的流動。在空心磚中，錨栓強度通常以表層厚度為依據，而此厚度可能各不相同。



黏土磚

黏土磚是全世界最廣泛使用的磚石單位類型。磚塊是稜柱狀的磚石單位，成分為適當混合的土壤、黏土和穩定劑（乳化瀝青）。

磚塊的成形需經過模造、壓製或擠壓，並以高溫火燒，藉此達到 ASTM C62 (實心磚) 和 C652 (空心磚) 要求的強度和耐用性。

視等級而定，黏土磚塊

的抗壓強度可能介於 1,250 到 25,000psi 以上。灌漿的多層磚石構造通常包含兩層，每層厚度為一個單位磚石，中間以 12.7mm 到 114.3mm 寬的空間（領式接縫）分隔，並通常以灌漿填補。牆體之間用拉桿連接。

此空間也可能會以垂直鋼筋強化。實心磚砌體以鄰接磚層和露頭磚層互相交錯所構成。對於磚塊，一般建議使用化學錨栓。在舊式的未強化構造（URM）中，或磚石條件不明的情況下，建議使用套管來預防接合材料不受控地流入空隙。

砂漿

砂漿的用途是在磚石單位之間提供統一承重，並將個別單位接合成為一個複合集體，可承受外在施加的荷載條件。砂漿的成分混合了水泥性原料、粒料和水，根據 ASTM C270 而按比例調和而成。水泥/石灰砂漿或磚石砂漿（各有四種類型）通常都是根據此標準而使用。

由於砂漿在確保磚石牆的結構完整性方面具有極大重要性，請務必了解後置錨栓與結構的互動方式。磚石結構中有指定的接合位置，設計錨固時務必考量後置錨栓或動力驅動式緊固件與這些位置的距離。本技術指引中有提供產品的具體指導原則。

砂漿	類型	第 28 天的平均抗壓強度， 最小 psi (MPa)
水泥石灰	M	2500 (17.2)
	S	1800 (12.4)
	N	750 (5.2)
	O	350 (2.4)
磚石水泥	M	2500 (17.2)
	S	1800 (12.4)
	N	750 (5.2)
	O	350 (2.4)

ACI 定義水泥漿是「水泥原料與水的混合，可能含或不含粒料，按照比例產生可灌注的一致濃度，構成成分不會分離。」水泥砂漿和砂漿這兩個詞彙經常會交替使用，但實際上兩者並不同。水泥砂漿並不必然包含粒料（砂漿含細粒料），並以可澆注的稠度進行供應（砂漿並非如此），且用於填補空隙（砂漿則用於黏結不同元素）。

總結而言，水泥砂漿係用於填補空間或空隙，並在建築元素之間提供接續。在某些應用方式中，水泥砂漿會在結構性承載力方面產生作用，例如

未加固的磚石結構。

在後置錨栓安裝階段，水泥砂漿須由設計方指定。為了確定設計數值而測試後置錨栓時，須根據適用的 ASTM 標準指定灌漿。

建議設計工程師熟悉性能測試中使用的水泥砂漿特性，以便加強了解本指引所發布的設計荷載具有的適用性。

2.1.4 添加物

化學添加物是指混合前或混和中添加到混凝土或砂漿基本成分（水泥、水和粒料）中的原料。化學添加物可用於強化混凝土和砂漿的塑性和硬化狀態。這些特性可經過修改，藉此提升抗壓和抗彎強度、降低可透性，並提高耐用度、防止腐蝕、減少收縮、加速或推遲初凝、提高坍度和可加工性、增強水泥效率、改善混合物經濟性等。

後置錨栓的測試是在不含添加物的混凝土中進行。設計師在考量使用後置錨栓時，應考慮添加物對混凝土產生的效應。

2.2 測試資料評估

2.2.1 制定緊固件性能資料

最先進的錨栓設計都會使用所謂的強度設計方法。透過強度設計方法，首先針對所有可能的錨栓破壞模式計算標準強度。接著，每個標準強度都會再套用強度修正參數，藉此取得設計強度。控制設計強度最後會再與因數化荷載相比。ACI 318/建築物混凝土結構設計規範（土木 401）第 17 章的規定為強度設計的使用基礎。

喜利得機械錨栓使用在混凝土中的強度設計資料取自以 ACI 355.2 和 ICC-ES AC193 規定為依據的測試。喜利得化學型錨栓使用在混凝土中的強度設計資料取自以 ACI 355.4 和 ICC-ES AC308 規定為依據的測試。

自 IBC 2003 起，IBC 建築法規即針對在混凝土中進行預埋錨栓和後置錨栓的錨固作業採取強度設計方法。

另有一種錨栓設計方法稱為「容許應力設計」，仍然可當作強度設計規定的替代方法，尤其在用於錨固至磚石基材時更常用。章節 2.2.2 詳細說明了喜利得所採用的容許應力設計規定。

喜利得機械錨栓的容許應力設計資料取自以

ASTM E488、ICCES AC01 和 AC106 為依據的測試。喜利得化學型錨栓的容許應力設計資料取自以 ASTM E1512、ASTM E488、ICC-ES AC58 和 AC60 為依據的測試。

確定容許荷載的方法有兩種：

(1) 從指定數量的單獨測試中獲得極限荷載的平均值，並對平均極限荷載套用適當的安全係數，或 (2) 對測試數據採用統計方法，將容許工作荷載與緊固效能可變性聯繫起來。

2.2.2 容許荷載

就記錄而言，錨栓的容許荷載都是在將通用安全係數套用到測試結果所得的平均極限數值後所得出，如等式(2.2.1)所示。

$$F_{all} = \bar{F} / V \quad (2.2.1)$$

其中：

\bar{F} = 根據試驗數據計算的平均極限值（群體抽樣）

V = 通用安全係數

業界在實作中為後置錨栓採用 4 到 8 的通用安全係數，已有將近三十年。業界預設通用安全係數可涵蓋現場安裝狀況及實驗室測試錨栓性能的各種預期變化。

請注意，套用到平均值的通用安全係數並未明確說明變異係數，亦即所有錨栓在測試資料的變異性方面均視為相等。

2.2.3 資料的統計評估

從大量的錨栓測試經驗所見，極限荷載通常接近常態高斯機率密度函數，如圖 2.2.1 所示。因此，便可運用統計評估技巧將阻力與特定錨栓相關的系統性能可變性聯繫起來。

IBC 根據強度設計的錨栓測試結果，採用 5% 的分位數特徵值當作測定公開設計荷載的基礎。95% 的測試荷載超出 5% 分位數值的可能性有 90%。5% 分位數的計算方法是從基於試驗次數的平均值中減去一定數量的試驗結果的標準差。請見等式(2.2.2)和 D.B.Owen 的參考統計數據表。

在一系列共 5 次的試驗中，5% 分位數值的計算方式為以 $k = 3.401$ 乘以標準偏差，然後將其從平均值中減去。

Owen, D.B., (1962) Handbook of Statistical Tables, 第 5.3. 節〈Reading〉: Addison-Wesley Publishing。

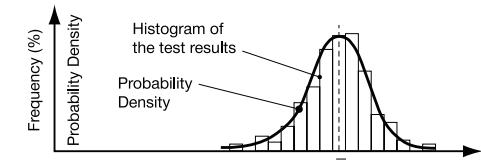


圖 2.2.1 錨栓極限荷載的頻率分布，顯示 5% 分位數的顯著性

$$R_k = \bar{F} - k \cdot s = \bar{F} (1 - k \cdot cv) \quad (2.2.2)$$

其中：

R_k = 接受測試的錨栓系統呈現的特徵抗力

\bar{F} = 接受測試的錨栓系統呈現的平均極限抗力

k = 測試樣本尺寸 n 的分布值

s = 測試資料的標準偏差

cv = 變異係數 = $\frac{s}{\bar{F}}$

因此，採用低標準偏差的系列測試將獲得更高的 5% 分位數特性設計數值。此為典型的韌性鋼材破壞模式。

特性強度設計荷載可轉換為容許荷載。請參閱第 3.1.6 節。

3.0 錨栓系統

3.1 錨栓原理和設計

3.1.1 釋義

化學型錨栓是一種後置錨栓，用於插入硬化混凝土、磚石或石材中的鑽孔。藉由錨栓和化學藥劑之間的黏合及化學藥劑和基材之間的黏合，荷載會轉移到基材。

錨栓類別是一種指定分級，對應的是與受拉錨栓相關的混凝土破壞模式的特定強度折減係數。錨栓類別的制定依據是錨栓在可靠性測試中的性能。

錨栓群組是指一組有效埋深和剛性近乎相等的錨栓，其最大錨栓間距小於臨界間距錨栓加固是一種將錨栓的完整設計荷載轉移到結構構件的加固方式。

錨栓間距是指承受載荷之錨栓間從中線到中線的距離。

附掛件是從外部安裝到混凝土表面的結構性組件，可轉移荷載到錨栓或接收錨栓的荷載。

預埋錨栓傳統上是灌入混凝土之前置入的擴頭螺栓、擴頭螺柱或彎鉤螺栓。

此外，預埋的內牙螺桿也是一種預埋錨栓。

特性承載力是一個統計詞彙，代表有 90% 的機率可確信實際強度超出標準強度的可能性達 95%。這個詞也可稱為 5% 分位數承載力。

混凝土拉破是一種混凝土破壞模式，即由於錨栓的安裝或施加的荷載而導致測試構件出現椎狀或邊緣破壞。

混凝土劈裂破壞是一種混凝土破壞模式，其中混凝土沿著穿過一個或多個錨栓軸線的平面破裂。

開裂混凝土是錨栓所在的混凝土發生的狀況。請參閱第 2.1.2 節。

臨界間距是指為了達到完整承載力，受力錨栓之間所需的最小間距。

臨界邊距是指為了達到完整承載力所需的最小邊距。

固化時間是指混合黏結性材料成分後，對照設計的機械特性和抗性，讓黏結性材料在鑽孔中達到硬化狀態所經過的時間。在經過完整固化時間後，即可施加荷載。

位移控制膨脹錨栓是一種後置錨栓，安裝方式係透過套管中的內部插銷移動或套管在膨脹元件(插銷) 上的移動，而朝向鑽孔側面膨脹。安裝完成後，就不會再進一步膨脹。

韌性鋼元件是為了管控鋼材的韌性降伏而設計的錨栓。這是通過對從成品錨具加工出來的試樣進行拉力測試來確定的。最低要求為 14% 的延伸率和 30% 的斷面收縮率。

膨脹錨栓是一種後置錨栓，用於插入硬化混凝土或磚石中的鑽孔。藉由承重、摩擦 (或兩者兼具)，與基材之間的荷載可互相轉換。

邊距是指從錨栓中線到錨栓置入所在基材空邊的距離。

有效埋深是指錨栓可與周圍混凝土來回轉換力度的整體深度。有效埋深通常是在施加拉力後，混凝土破壞表面的深度。使用預埋擴頭錨栓和擴頭螺柱時，有效埋深需從頭部承重接觸面開始測量。使用膨脹錨栓時，基材表面到膨脹元件尖端的距離即為有效埋深。

凝固時間是混合黏結性原料成分之後到開始出現明顯化學反應(特徵為黏度增加) 所經過的時間。經過凝固時間後，絕不可擾動錨栓。

最小邊距是指為了盡可能降低基材在安裝錨栓期間發生劈裂的可能性，從錨栓中線到基材邊緣必需的間距。

最小間距是指為了盡可能降低基材在安裝錨栓期間發生劈裂的可能性，相鄰的受力錨栓之間必需的中線距離。

最小構件厚度是指為了盡可能降低基材劈裂的可能性，嵌入錨栓的構件所需的最小厚度。

後置錨栓是一種安裝到硬化混凝土和磚石中的錨栓。膨脹、自切底和化學型錨栓都是後置錨栓。

投影面積是指混凝土構件的自由表面面積，用於代表預設直線破壞表面的較大基底。

撬破壞是一種破壞模式，其中錨栓的的埋深受限，並且加諸剪力荷載，展現出充分的旋轉，因而產生撬起的裂口，而主要的斷裂表面出現在施加荷載的位置後方。這種破壞模式與空邊的存與否無關。

拔出破壞是一種破壞模式，在尚未發展出完整的鋼材或混凝土承載力時將錨栓拔出混凝土，就會產生這種破壞。

在拔出破壞這種破壞模式中，錨栓主體是在完整的鋼材或混凝土承載力尚未形成時，透過膨脹機制而拔出。

側面爆出強度是指埋深較深但側蓋較薄的錨栓，在混凝土沿著內嵌頭周圍剝落，但混凝土表面頂端沒有出現重大破損時的強度。

鋼材破壞是鋼質錨栓部件破裂的破壞模式。

輔助鋼筋這種加固方式的作用是抑制潛在混凝土破損面，但不具有將錨栓的完整設計荷載轉移到結構構件的用途。

扭矩控制膨脹錨栓是一種後置膨脹錨栓，安裝方法是透過施加扭力，將椎柱拉進膨脹套筒，而使一或多個套筒或其他元件對鑽孔側面膨脹。安裝之後，拉力荷載可能造成進一步膨脹(後續膨脹)。

自切底錨栓是一種後置錨栓，藉由自切底混凝土

產生的機械聯鎖而衍生可維持拉力的強度，這種強度係藉由特殊工具或錨栓本身在安裝時所達成。

3.1.2 使用在混凝土和磚石中的錨栓

後置錨栓螺栓可用在各種建築錨定應用中，包括柱狀底版、支援機械和電氣維修、固定建築物外牆，以及錨定護欄。臨界連接意指與安全性相關的連接件，或在發生破壞時可能導致重大經濟損失的連接件，必須採用穩固的錨栓解決方案，以便提供可檢驗且耐用的荷載方式。因此，選擇適用的錨栓系統並將其納入連接設計，需要對錨定的基礎原理有透徹瞭解。

此處提供通用性概觀，而本節末尾另提供其他參考資料。

3.1.3 錨栓作業原理

專為混凝土和磚石設計的錨栓對拉力荷載發展出抗性時，是以下列一或多種機制為基礎：

摩擦：多數後置式機械膨脹錨栓都是使用這種機制來承受拉力荷載，例如 HSL-3 和 HST3。安裝錨栓時，錨栓和鑽孔牆壁之間產生的膨脹力所導致的摩擦阻力，也可能藉由混凝土的局部變形而獲得補充。摩擦力與錨栓產生的膨脹應力大小呈正比。HST3 這類扭矩控制膨脹錨栓會利用後續膨脹來增加膨脹力，藉此應對拉力荷載的增加超出實用荷載水平(預荷載) 的情況，或針對基材狀態發生變化(破裂) 時做出調整。

鍵接：自切底錨栓，以及在較小程度上，某些膨脹錨栓類型，會依賴錨栓對鑽孔牆面的變形產生的聯鎖來抵抗承受的拉力荷載。基材在錨栓支承表面的介面所產生的支承應力，可能會因為應力狀態的三軸性質而達到相對較高的水平而不會發生破裂。喜利得 HDA 這類自切底錨栓可對基材條件的變化提供更大的韌性，且在多數錨定需求中都能代表最穩固的解決方案。

黏結(黏著)：化學型錨栓系統利用化學藥劑和錨栓元件之間及化學藥劑和混凝土之間的黏結機制，將施加在錨栓元件上的荷載轉移到混凝土。可達的黏結程度會受到安裝錨栓當時的孔壁條件所影響。喜利得的 HIT-HY 200 R V3 等注射式錨栓系統可為各式各樣的錨定應用方式提供無可比擬的彈性和極高的黏結抗力。

喜利得 HIT-Z 螺桿這類混合錨栓元件結合了化學型錨栓系統的功能和扭矩控制膨脹錨栓的運作原理，讓現場條件不佳的工地得以提高可靠性。

抗剪強度：多數錨栓會透過錨栓元件對靠近基材表面的孔壁的承載而產生對剪力荷載的抵抗。剪力荷載可能會造成表面剝落，在錨栓元件上產生顯著的彎曲應力和次要拉力。

3.1.4 錨栓在荷載下的行為

承受拉力造成破壞時，錨栓可能會表現出一或多種可識別的破壞模式。這些文件包括：

- 鋼材拉力破壞
- 錨栓拔出破壞
- 化學藥劑黏著失敗
- 混凝土拉破壞
- 混凝土剪裂破壞
- 側面爆出破壞

錨栓受力發生剪力破壞時的破壞模式可依特性區分為：

- 鋼材在拉力/剪力下破壞
- 混凝土邊緣拉破壞
- 撬破壞

錨栓預應力

一般來說，安裝妥當的錨栓在預期的實用荷載水平下，不會因為施加預先指定的安裝扭力而表現出可見的撓度。外部拉力荷載會造成連接中的夾緊力降低，而相應的螺栓拉力增加很少。錨栓的預荷載力所產生的支承和摩擦力組合，可抵抗剪力荷載。

荷載水平超出夾緊荷載時，錨栓撓度會增加，且錨栓的回應會根據錨栓抗力機制而變化。能夠產生後續膨脹的膨脹錨栓會針對錐柱和膨脹元素的相對移動，呈現更大的撓度。化學型錨栓會對應。

化學藥劑和基材之間的黏著性流失而表現出剛性的變化，其中不均勻的孔壁和黏結塞栓之間的摩擦，會在位移水平增加時產生拉力抗阻。在所有案例中，錨栓/元件應力等級的提升，都會造成錨栓位移增加。

長期行為

下列為幾種可能影響後置錨栓系統長期行為的因素。

化學型錨栓系統：

- 預緊力鬆弛
- 化學抗性/耐用性
- 潛變
- 凍結/解凍條件
- 高溫
- 疲勞
- 混凝土開裂
- 腐蝕
- 火災
- 地震荷載

機械錨定系統:

- 預緊力鬆弛
 - 腐蝕
 - 疲勞
 - 火災
- 所有適用強度設計方法的喜利得化學型錨栓系統都已按照 ACI355.4 和 ICC-ES 驗收標準 AC308 進行了持續負載條件測試。

3.1.5 錨栓設計

錨栓的設計是以荷載條件和錨固承載力的評估為依據。強度設計 (SD)、極限狀態設計 (LSD) 和容許應力設計 (ASD) 方法都是目前台灣用於設計錨栓的方法。

強度設計：設計錨栓的強度設計方法已經併入多部法規中，例如 IBC 和 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)。這套方法會對多種可能的破壞模式分別指定特定強度折減係數，藉此提供個別破壞模式的強度預測，並與加上因數化荷載的控制強度比較。相比 ASD 方法，強度設計方法在預估錨栓抗性時更準確。第 3.1.6 節內容會討論已經併入 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)第 17 章的強度設計方法。

強度設計是一種先進方法，喜利得建議在適用情況下皆採用此方法。

極限狀態設計：CSA A23.3 附件 D 中有收錄並說明設計錨栓時的極限狀態設計方法。原則上，此方法遵循強度設計的概念，但應用不同的強度折減因數。相比 ASD 方法，極限狀態設計方法通常能產生更準確的錨栓抗性預估結果。第 3.1.7 節會深入討論此方法。

容許荷載：在容許應力設計方法中，容許荷載(或稱抗性)的依據是對實驗室破壞測試的平均結果套用的安全係數，無論在測試中觀察的控制破壞模式為何。安全係數的目的是計入荷載中可合理預期的變化。根據對兩個錨栓和四個錨栓的錨栓群組及空邊附近單個錨栓的測試，錨栓間距和邊距的校正值會再發展為個別係數。這些係數會在特定錨栓佈局中相乘。第 3.1.9 節會深入討論此方法。目前容許應力設計方法通常使用於磚石的應用中。

3.1.6 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)第 17 章 強度設計 — SD (LRFD)

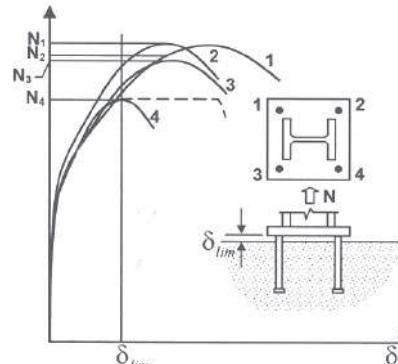
ACI 355.2、ACI 355.4、ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)第17章和ICC-ES的AC193機械錨栓允收標準和AC308 化學型錨栓允收標準皆有參照強度設計方法。

強度設計 (SD) 術語

強度設計規範中使用的術語與 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)第 2 章的詞彙一致。

荷載分佈

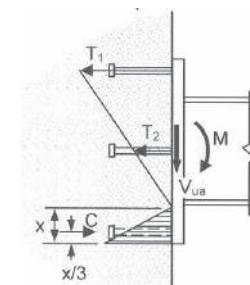
根據 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)第 17.2 節，除非標準錨栓強度明顯可見是由韌性鋼元件所控制，否則荷載分佈的測定依據應為彈性分析。採用彈性分析 (錨栓完全降伏的假設時，務必檢查變形的相容性)。



變形 (位移) 不相容性範例

多數情況下，彈性分析都會產生令人滿意的結果，且也建議採用。但請留意，若要假設錨栓荷載與施加的荷載規模以及與錨栓群組中立軸距離成線性比例，則附掛件(例如底版)的剛性與錨栓的軸向剛性相比必須充足。如需詳細了解標準柱狀底版組件的彈性荷載分布，請讀者參照 Blodgett, O., "焊接結構設計", The James F. Lincoln Arc Welding Foundation, Cleveland, Ohio。

備註：喜利得的 PROFIS 錨栓分析和設計軟體在假設剛性底版條件之下，執行了簡化的有限元件分析，在彈性的基礎上建立錨栓荷載分布。



樑牆連接的彈性荷載分布範例

螺栓彎曲 — 強度設計

ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)並未在設計準則中詳細考量螺栓彎曲的可能性。何時當間隙未灌漿時，建議將螺栓彎曲視為可能的剪力破壞模式，因為它可能成為控制剪力破壞模式。根據 ETAG 001 附件 C 第 4.2.2.4 部分，計算標準剪力強度時，可對間隙條件產生的剪力荷載執行額外的檢測。

$$V_s^M = \frac{\alpha_M \cdot M_s}{\ell}$$

其中：

$$\alpha_M = \text{彎矩校正值 } 1 \leq \alpha_M \leq 2$$

$$M_s = \text{單一錨栓的抗彎強度}$$

$$= M_s^0 \left(1 - \left(\frac{N_{ua}}{\Phi N_{sa}} \right) \right)$$

$$M_s^0 = \text{單一錨栓的特性抗彎強度}$$

$$= 1.2 \cdot S \cdot f_{u,min}$$

$$f_{u,min} = \text{錨栓元件的最低標準極限抗拉強度}$$

$$S = \text{錨栓在混凝土表面的彈性斷面模數(假設橫斷面均勻)}$$

$$= (\pi * d^3) / 32$$

$$\ell = \text{針對混凝土表面的剝落而調整內部樁桿臂，如下所示：}$$

$$= z + (n \cdot d_o)$$

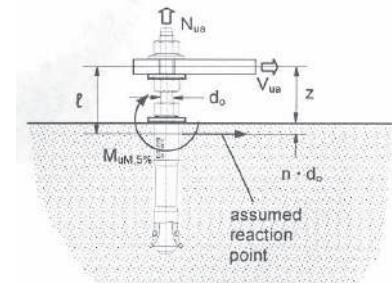
$$z = \text{從底版中央到混凝土表面的距離(隔離距離)}$$

$$d_o = \text{混凝土表面的錨栓外直徑}$$

$$n = 0, \text{在混凝土表面以螺帽和墊圈組件提供夾緊力進行加載的情況(機械錨栓必需)}$$

$$= 0.5, \text{加載時沒有在混凝土表面進行夾緊的情況，例如在混凝土表面沒有螺帽和墊圈的化學型錨栓}$$

請注意，以隔離安裝方式安裝後置式機械錨栓時，需要在混凝土表面使用螺帽和承重墊圈，如下所示，以便讓錨栓正常運作並妥善承受壓力荷載。



螺栓彎曲測定 — 強度設計

3.1.7 CSA A23.3 附件 D 極限狀態設計

CSA A23.3 附件 D 的規定中將錨栓的極限狀態設計納為參考，內容涵蓋了符合 ACI 355.2 和 ACI 355.4 評估的有頭螺栓、彎鉤螺栓和後置錨栓。此外，若要將後置錨栓使用於混凝土，必需經過 ACI 355.2 和 ACI 355.4 初步鑑定測試確認適用性。

荷載分佈

CSA A23.3 附件 D 和 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)第 17 章的規定都是以相同假設為基礎。請參考第 3.1.6.2 節了解詳情。

3.1.8 喜利得簡化設計表

喜利得簡化設計表並非異於 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)第 17 章或 CSA A23.3 附件 D 規定的新式錨栓設計「方法」，而是一系列預先計算的表格和折減因數，目的是協助設計師快速計算喜利得錨栓系統承載力的同時，依然符合 ACI 和 CSA 的法規和準則。

喜利得簡化設計表的格式類似容許應力設計 (ASD) 表和折減係數，後者是後置錨栓設計實作的標準。

喜利得簡化設計表結合了根據 ASD 方法執行計算的簡便性和法規要求的測試，以及 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)第 17 章與 CSA 附件 D 中的評估標準和技術資料。

簡化表資料開發

簡化表有兩種表格類型：單一錨栓承載力表和折減係數表。單一錨栓承載力表所示為單一錨栓的拉力和剪力設計強度(ACI)或因數化抗阻(CSA)。

此為單一錨栓在沒有邊距或混凝土厚度影響下的承載力，依據為各表下方的註解所說明的假設。

折減因數表的建立系基於對比對單一錨栓承載力與納入特定邊距、間距或混凝土厚度的影響後產生的承載力，採用的是 ACI 318/ 土木 401 第 17 章的方程式。

喜利得機械錨栓或喜利得 HIT-Z(R) 螺桿

單一錨栓的抗拉承載力是以混凝土破壞強度或拔出強度二者之中的較小值為依據：

$$ACI/AC308: \Phi N_n = \min | \Phi N_{cb} ; \Phi N_{pn} |$$

$$CSA: N_r = \min | N_{cbr} ; N_{cpr} |$$

$$\Phi N_n = N_r$$

剪力值是以攢破強度為依據。

$$ACI/AC308: \Phi V_n = \Phi V_{cp}$$

$$CSA: V_r = V_{cpr}$$

$$\Phi V_n = V_r$$

混凝土拉破和攢破的計算依據是 ACI 318/ 土木 401 第 17 章和 CSA A23.3 附件 D，並採用產品特定的 ICC-ES 評估服務報告(ESR)中的變量。這些數值是等效的。

ACI 或 CSA 並不認可扭矩控制化學型錨栓的拔出測試，因此須以 AC308 第 3.3 節和 N 值或取自 ESR-3187 的 N 來測定。此方法與機械錨栓拔出強度的計算方法類似。ACI 和 CSA 值等效。

採用標準螺桿、鋼筋和喜利得 HIS-(R)N 內牙螺桿的喜利得化學型錨栓

單一錨栓的抗拉承載力是以混凝土破壞強度或黏結強度二者之中的較小值為依據：

$$ACI: \Phi N_n = \min | \Phi N_{cb} ; \Phi N_a |$$

$$CSA/ACI: N_r = \min | N_{cbr} ; N_a |$$

$$\Phi N_n = N_r$$

剪力值是以攢破強度為依據。

$$ACI: \Phi V_n = \Phi V_{cp}$$

$$CSA/ACI: V_r = V_{cpr}$$

$$\Phi V_n = V_r$$

混凝土拉破、黏結和攢破的計算依據是 ACI 318/ 土木 401 第 17 章和 CSA A23.3 附件 D，並採用產品特定的 ICC-ES 評估服務報告(ESR)中的變量。這些值是相等的，不過數值的計算將依據美國或加拿大指定的標準混凝土抗壓強度。

所有元件的鋼材強度

鋼材強度另以其他表格提供，且依據為取自 ACI 318/ 土木 401 第 17 章和 CSA A23.3 附件 D 的計算。ACI 和 CSA 的鋼材強度折減係數不同，因此表中將 ACI 和 CSA 的數值一併列出。

如何使用簡化表計算錨栓承載力

計算單一錨栓或錨栓群組承載力的程序和本文件第 3.1.9 節目前所說明的 ASD 計算程序相同。

錨栓設計強度(因數化抗阻)的得出方式如下：

拉力：

$$ACI: N_{des} = n \cdot \min | \Phi N_n \cdot f_{AN} \cdot f_{RN} ; \Phi N_{sa} |$$

$$CSA: N_{des} = n \cdot \min | N_r \cdot f_{AN} \cdot f_{RN} ; N_{sr} |$$

剪力：

$$ACI: V_{des} = n \cdot \min | \Phi V_n \cdot f_{AV} \cdot f_{RV} \cdot f_{HV} ; \Phi V_{sa} |$$

$$CSA: V_{des} = n \cdot \min | V_r \cdot f_{AV} \cdot f_{RV} \cdot f_{HV} ; V_{sr} |$$

其中：

n = 錨栓數量

N_{des} = 設計拉力抗阻

ΦN_n = 考量混凝土拉破、拔出或黏結破壞的設計抗拉強度 (ACI)

ΦN_{sa} = 考量鋼材破壞的設計抗拉強度 (ACI)

N_r = 考量混凝土拉破、拔出或黏結破壞的因數化拉力抗阻 (CSA)

N_{sr} = 考量鋼材破壞的因數化拉力抗阻 (CSA)

V_{des} = 設計剪力抗阻

ΦV_n = 考量混凝土破壞的設計抗剪強度 (ACI)

ΦV_{sa} = 考量鋼材破壞的設計抗剪強度 (ACI)

V_r = 考量混凝土破壞的抗剪強度 (CSA)

V_{sr} = 考量鋼材破壞的因數化剪力抗阻 (CSA)

f_{AN} = 拉力的間距調整係數

f_{RN} = 拉力的邊距調整係數拉力

f_{AV} = 剪力的間距調整係數

f_{RV} = 剪力的邊距調整係數剪力

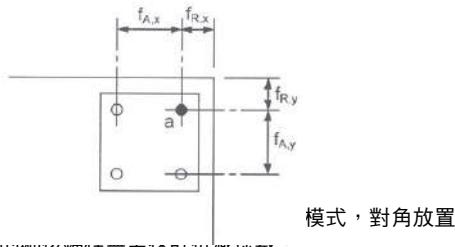
f_{HV} = 剪力的混凝土厚度調整係數 (此為 ASD 過去未使用的新係數)

調整係數應用於所有適用的邊距和間距條件。

舉例來說，根據下圖中最壞情況錨栓「a」，與錨栓群組對應的抗拉承載力估算方式如下：

$$ACI: N_{des} = 4 \cdot \Phi N_n \cdot f_{AN} \cdot f_{AY} \cdot f_{RX} \cdot f_{RY}$$

$$CSA: N_{des} = 4 \cdot N_r \cdot f_{AN} \cdot f_{AY} \cdot f_{RX} \cdot f_{RY}$$



在錨栓同時承受拉力和剪力的情況下，務須考量其相互作用。相互作用的方程式如下：

$$ACI: \frac{N_{ua}}{N_{des}} + \frac{V_{ua}}{V_{des}} \leq 1.2$$

$$CSA: \frac{N_f}{N_{des}} + \frac{V_f}{V_{des}} \leq 1.2$$

其中：

N_{ua} = 根據 ACI 318/ 土木 401 第 5 章的因數化荷載組合得出的必需抗拉強度。

V_{ua} = 根據 ACI 318/ 土木 401 第 5 章的因數化荷載組合得出的必需抗剪強度。

N_f = 根據 CSA A23.3 第 8 章的因數化荷載組合得出的必需抗拉強度。

V_f = 根據 CSA A23.3 第 8 章的因數化荷載組合得出的必需抗剪強度。

容許完整抗拉強度的條件為：

$$ACI: \frac{V_{ua}}{V_{des}} \leq 0.2$$

$$CSA: \frac{V_f}{V_{des}} \leq 0.2$$

容許完整抗剪強度的條件為：

$$ACI: \frac{N_{ua}}{N_{des}} \leq 0.2$$

$$CSA: \frac{N_f}{N_{des}} \leq 0.2$$

容許應力設計 (ASD)

從 3.1.6 節得出的 N_{des} 和 V_{des} 值地方法規要求中測定。根據破壞模式或附加元件的韌性，可能需要用到設計強度(因數化抗阻)，且將與取自 ACI 318/ 土木 401 第 5 章或 CSA A23.3 第 8 章因數化荷載組合的必需抗拉和抗剪強度進行比較。

設計強度(因數化抗阻)可轉換成 ASD 值，如下所示：

$$N_{des,ASD} = \frac{N_{des}}{\alpha_{ASD}}$$

$$V_{des,ASD} = \frac{V_{des}}{\alpha_{ASD}}$$

其中：

α_{ASD} = 當作控制荷載組合的加權平均荷載係數計算的轉換係數。

α_{ASD} 如針對 ACI，範例如下：

採用控制荷載組合的強度設計：

$$1.2D + 1.6L < \phi N_n$$

容許應力設計 (ASD)：

$$1.0D + 1.0L < \phi N_n / \alpha_{ASD}$$

因此，計算相等的安全等級時為：

$$\alpha_{ASD} = (1.2D + 1.6L) / (1.0D + 1.0L)$$

抗震設計

若要確定抗震設計強度(因數化抗阻)折減係數， α_{seis} 會套用到適用的表格數值。 α_{seis} 的數值可在相關設計表格的註解中參照。

α_{seis} 的數值拉力折減係數 α 是以測試中確定的折減係數 0.75 為基礎。表中註解有提供完整折減數據。

α_{seis} 的數值鋼材破壞的 α 值是以測試為依據，且通常只適用於剪力。不會額外套用 0.75 的係數。表中註解有提供折減數據。

且通常只適用於剪力。不會額外套用 0.75 的係數。表中註解有提供折減數據。

用於與設計強度(因數化抗阻)比較的因數化荷載和相關地震荷載組合容許應力設計(ASD)可從 ACI 或 CSA 規定和國家或從第 3.1.6 節得出的 N_{des} 和 V_{des} 值地方法規要求中測定。根據破壞模式或 for ΦN_n 附加元件的韌性，可能需要用到額外數值。

適用於化學型錨栓的持續荷載計算方式為 by multiplying the value of ΦN_n 將 N_r 值乘以 0.55，

如果靜荷載的貢獻為40%而活荷載的貢獻為60%，結果為：

$$\alpha_{ASD} = (1.2 \times 0.4 + 1.6 \times 0.6) / (1.0 \times 0.4 + 1.0 \times 0.6)$$

$$\alpha_{ASD} = 1.44$$

並將該值與因數化荷載的拉力靜荷重分量（以及任何持續的活荷載或其他荷載）進行比較。評估持續荷載時，不必考量邊緣、間距和混凝土厚度的影響。

持續荷載與倒吊施工

使用簡化表計算時，得出的設計強度（因數化抗阻）有可能正好是使用 ACI 318/ 土木 401 第 17 章或 CSA A23.3 附件 D 中的方程式的計算結果。

混凝土 / 黏結 / 拔出破壞或鋼材破壞的單一錨栓設計強度（因數化抗阻）表格使用的都是相同數值，並會使用 ACI 和 CSA 的規定來計算。

邊距影響的荷載調整係數是以邊緣附近的單一錨栓為基礎。間距的荷載調整係數是由兩個鄰接錨栓的影響決定的。每個折減係數都是針對混凝土或黏結破壞的最小值計算的。如果存在多個邊距和/或間距條件，荷載調整係數就需要相乘。相比以 ACI 或 CSA 為依據的完整計算，這種計算方式會得出保守的設計。此外，如果單一錨栓表格的破壞模式取決於混凝土破壞，而折減係數取決於黏結破壞，也會得出保守的數值（反之亦然）。

以下為針對簡化表準確性的通用摘要：

單一錨栓表格使用的值等於以 ACI 或 CSA 為根據所計算的值。

既包含荷載調整係數在內的表格數值是使用非線性的方程式所計算，線性的內插法就不適用。請使用兩個表格數值中較小者。如果應用介於混凝土抗壓強度、埋深或間距、邊距和混凝土厚度之間，就會得出保守的數值。

如為靠近某個邊緣的一個錨栓，採用邊距係數通常會得出準確的數值，前提是表格數值的破壞模式相同。如果破壞模式不同，數值就會比較保守。

如為承受拉力的二到四個錨栓，且不採計邊緣折減，套用間距係數會得出與 ACI 和 CSA 計算所得數值相等的值，前提是表格數值的控制破壞模式相同。如果破壞模式不同，數值就會比較保守。

如與不採計邊距的兩個錨栓比較，剪力的間距係數便較保守。此係數的依據為邊緣附近的間

距，對於遠離混凝土構件邊緣的安裝方式，該係數可能會趨於保守。注意：為了得出較不保守的結果，如果無需考量邊距，則可在此應用方式中使用拉力的間距係數。

如與沒有邊緣影響的錨栓比較，剪力的混凝土厚度係數較保守。此係數以邊緣附近的應用方式為基礎。在混凝土構件中間，該數值較保守。注意：為了得出較不保守的結果

重要提示：

在薄樓板角落應用四個螺栓或六個螺栓的錨栓型態時，如與根據 ACI 或 CSA 所做的計算相比，並且採用 PROFIS Engineering 時，計算結果為保守數值的可能性高達 80%。建議始終使用 PROFIS Engineering 或採用 ACI 和 CSA 的規定手動計算，藉此最佳化設計。如果簡化表的計算提供的數值無法滿足設計要求，則更需採行上述建議。即便簡化表的計算結果並不超過設計荷載，並不代表喜利得錨栓系統無法滿足設計要求。您當地的喜利得代表仍可以提供其他協助。

持續荷載與倒吊施工

簡化表仍有其他沒有考慮的限制存在：

•荷載組合：表格數值的用途是搭配 ACI 318/ 土木 401 第 5.3 節和 CSA A23.3 第 8 章的荷載組合使用。其他法規章節的荷載組合皆不納入考量。

•輔助鋼筋：包括折減係數在內的表格數值，是以條件 B 為依據，並不將輔助鋼筋的效果納入考量，也沒有影響係數可套用來採計輔助鋼筋。

•偏心荷載：目前，仍沒有方法可將係數套用到表中計算偏心荷載。

•彎矩或扭矩：雖然設計師可將彎矩或扭矩套用到錨栓系統，並取得個別錨栓的特定荷載，但表格本身並沒有特定的係數來說明錨栓系統承受的彎矩或扭矩。

•間隙：鋼材設計表並不將間隙納入考量。

•錨栓分布：簡化表的假設為正交分布，附近邊緣不超過 2 個。

根據上述內容，雖然簡化表的應用範圍有限，但設計師可使用不採計上述條件的 PROFIS Engineering。

可能仍有其他以上未提及的應用方式。如對特定應用方式有任何疑問，請聯絡喜利得。

3.1.9 容許應力設計 (ASD)

容許應力設計 (ASD) 術語

A_{nom}	標準螺栓斷面面積, in. ² (mm ²)	h_o	基材全直徑孔洞深度, in. (mm)
A_{sl}	錨栓套筒斷面面積, in. ² (mm ²)	ℓ	錨栓埋深, in. (mm)
A_{st}	螺紋部分的抗拉應力面積, in. ² (mm ²)	ℓ_{th}	錨栓可用螺紋長度, in. (mm)
c	錨栓中線到基材最近空邊的距離, in. (mm)	$M_{uM,5\%}$	錨栓的特徵抗彎強度 螺栓 (5% 分位數), in-lb (N·m)
c_{cr}	臨界邊距, in. (mm)	N_{allow}	容許拉力荷載, lb (kN)
c_{min}	最小邊距, in. (mm)	N_d	設計拉力荷載 (未因數化), lb (kN)
d	錨栓螺栓直徑 (柄直徑), in. (mm)	N_{rec}	建議拉力荷載, lb (kN)
d_{bit}	標準鑽頭直徑, in. (mm)	s	錨栓軸向間距, in. (mm)
d_h	附掛件 (例如底版) 的穿通孔直徑, in. (mm)	s_{cr}	鄰接受力錨栓之間的臨界間距, in. (mm)
d_{nom}	標準錨栓直徑, in. (mm)	s_{min}	鄰接受力錨栓之間的最小間距, in. (mm)
d_o	錨栓外直徑 (O.D.), in. (mm)	S	錨栓螺栓的彈性斷面模數, in. ³ (mm ³)
d_w	墊圈直徑, in. (mm)	s_w	錨栓螺帽的對邊寬度, in. (mm)
f_A	錨栓間距調整係數	t_{fix}	待緊固的附掛件 (例如底版) 的最大厚度, n. (mm)
f_c	經圓柱型測試得出的混凝土抗壓強度, psi (MPa)	T_{inst}	建議錨栓安裝扭矩, ft-lb (N·m)
f'_c	特定混凝土抗壓強度, psi (MPa)	T_{max}	最大鎖緊扭矩, ft-lb (N·m)
f_{RN}	邊距調整係數, 加載拉力	V_{allow}	容許剪力荷載 (根據取自測試的平均值和通用安全係數, lb (kN))
f_{RV1}	邊距的調整係數, 以垂直方向朝空邊加載剪力	V_d	設計剪力荷載 (未因數化), lb (kN)
f_{RV2}	邊距的調整係數, 以平行方向朝空邊加載剪力	V_{rec}	建議剪力荷載, lb (kN)
f_{RV3}	邊距調整係數, 以垂直方向朝空邊逆向加載剪力		
f_y	特定鋼筋降伏強度, psi (MPa)		
F_y	特定螺栓降伏強度, psi (MPa)		
F_u	特定螺栓最小極限強度, psi (MPa)		
h	用於插入錨栓的構件厚度, 以平行錨栓軸向的方向測量, in. (mm)		
h_{ef}	有效錨栓埋深, in. (mm)		
h_{min}	最小構件厚度, in. (mm)		
h_{nom}	基材表面與錨栓底部之間的距離 (錨栓安裝前可適用), in. (mm)		

一般需求和建議荷載

根據一般 ASD 原則，錨栓的設計必須滿足以下條件：

$$N_{service} \leq N_{rec}$$

$$V_{service} \leq V_{rec}$$

其中 $N_{service}$ 和 $V_{service}$ 是主導荷載組合（亦即 ASCE 7-10）產生的拉力和剪力荷載，而 N 和 V 是錨栓或錨栓群組的建議容許荷載。

ASD 方法目前收錄在磚石相關的 ICC-ES AC01、AC58、AC60 和 AC106 參考資料中。

錨栓或錨栓群組建議容許荷載的得出方法如下：

$$\text{拉力: } N_{\text{rec}} = N_{\text{allow}} \cdot f_{\text{RN}} \cdot f_A$$

$$\text{剪力: } V_{\text{rec}} = V_{\text{allow}} \cdot f_{\text{RV}} \cdot f_A$$

其中：

N_{rec} = 建議拉力荷載

N_{allow} = 容許荷載 (以實驗室破壞測試的平均值和係數為依據)

V_{rec} = 建議剪力荷載

V_{allow} = 容許剪力荷載

f_A = 錨栓間距的調整係數

f_{RN} = 邊距的調整係數，拉力荷載

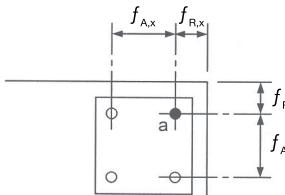
f_{RV1} = 邊距的調整係數，以垂直方向朝空邊加載剪力

f_{RV2} = 邊距調整係數，以平行方向朝空邊加載剪力

f_{RV3} = 邊距的調整係數，以垂直方向朝遠離空邊一侧加載剪力

調整係數是乘數值，適用於分別小於 c_{cr} 和 s_{cr} 的所有邊緣和間距條件。

舉例來說，與下圖的錨栓「a」對應的建議拉力荷載的評估方式如下：



$$F_{\text{rec},a} = F_{\text{allow},a} \cdot f_{R_x} \cdot f_{R_y} \cdot f_{A_x} \cdot f_{A_y}$$

請注意，對角放置的鄰接錨栓不需要任何折減係數。

臨界及最小間距和邊距

間距調整係數適用的情況為錨栓間距如下：

$$s_{\text{min}} \leq s < s_{\text{cr}}$$

其中：

s_{min} = 受力錨栓的最小間距；且

s_{cr} = 受力錨栓之間的臨界間距 (與需要折減係數的錨栓間距相等或更大的錨栓間距)

同樣地，近邊錨栓的邊距調整係數可套用在錨栓邊距如下的案例中：

$$c_{\text{min}} \leq c < c_{\text{cr}}$$

其中：

c_{min} = 最小邊距；且

c_{cr} = 臨界邊距 (與需要折減係數的邊距相等或更大的錨栓邊距)

相互作用 — ASD

錨栓同時承受拉力和剪力的情況下，就必須考量相互作用。錨栓的相互作用方程的通常形式如下：

$$V_{\text{rec}} = \left[\frac{N_d}{N_{\text{rec}}} \right] + \left[\frac{V_d}{V_{\text{rec}}} \right] \leq 1.0$$

其中：

N_d = 設計拉力荷載 (ASD)；

V_d = 設計剪力荷載 (ASD)；且

α = exponent, $1 \leq \alpha \leq 2$

用於 α 的值對應至相互作用方程式。 $\alpha = 1.0$ 的值對應至直線相互作用方程式，而 $\alpha = 5/3$ 的值對應至拋物線相互作用方程式。

橫桿臂的剪力荷載 (螺栓彎曲) — ASD

將剪力荷載作用於隔離連接時，錨栓螺栓會承受剪力和彎曲的結合，此情況適於另外對隔離條件進行評估。對於承受在隔離 z 處施加的剪力荷載的錨栓，推薦的與螺栓彎曲相關的剪力荷載可按如下方式評估：

$$V_{\text{rec}} = \frac{\alpha_M \cdot M_{\text{uM,5\%}}}{1.7 \cdot \ell}$$

其中：

α_M = 與旋轉限制相關的彎矩調整 $1 \leq \alpha_M \leq 2$

V_{rec} = 對應彎曲的建議剪力荷載

$M_{\text{uM,5\%}}$ = 對應將近 1/2 度旋轉的單一錨栓特徵抗彎能力

$$= 1.2 \cdot S \cdot f_{\text{u,min}} \left(1 - \frac{N_d}{N_{\text{rec}}} \right)$$

$f_{\text{u,min}}$ = 錨栓的最小極限抗拉強度

S = 錨栓螺栓在混凝土表面的彈性斷面模數 (假設斷面一致)

ℓ = 對針混凝土表面的剝落而調整的內部橫桿臂，如下：

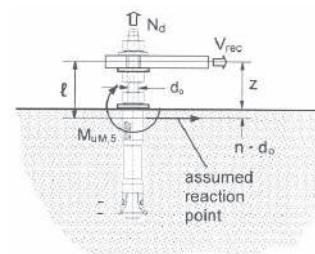
$$= z + (n \cdot d_o)$$

z = 從底版中間到混凝土表面的距離 (隔離距離)

d_o = 混凝土表面的錨栓外直徑

$n = 0$ ，適用於混凝土表面由螺帽和墊圈組件提供夾緊力時的靜態荷載 (機械錨栓所需)；

$= 0.5$ ，適用於混凝土表面沒有夾緊力的靜態荷載，例如在混凝土表面沒有螺帽和墊圈的化學型錨栓



螺栓彎曲的測定 — ASD

請注意，以隔離安裝方式安裝後置機械錨栓時，需要在混凝土表面使用螺帽和承重墊圈，如上所示，以便讓錨栓正常發揮作用。

提高短期荷載的承載力 — ASD

有些建築法規允許在針對短期的風力或地震等荷載進行設計時，提高 1/3 的承載力 (應力)。針對錨栓設計提高 1/3 荷載的由來已不可考，但通常預設可解決兩個不同問題：1) 應變率效應，即有些材質的抗性會因應暫時應力峰值而上升；以及 2) 永久與暫時性荷載同時發生的可能性較低。

雖然喜利得並未將 1/3 的增量收錄在公開的混凝土錨栓承載力中，但設計師有責任根據適用法規，判斷是否應採計此承載力增量。

3.1.10 錨栓扭矩和預緊力

應用扭矩的目的是對錨栓螺栓施以拉力。因此，重要的是，在安裝錨栓過程中，與錨栓螺帽、墊圈和螺紋錨栓元件相關的扭矩-拉力關係必須盡可能維持接近出廠的條件。

要做到這一點，最好將錨栓群組件放在原包裝中，以免在安裝錨栓前意外沾染灰塵、油污等。請注意，在安裝錨栓後企圖將它重新拉直或鐵錘敲擊導致的錨栓螺紋損壞，可能會顯著改變扭矩和拉力的關係，進而導致錨栓在荷載下運作不正

常，包括破壞。同樣地，對螺紋施用潤滑劑，可能會在施加扭矩時對錨栓產生過度預緊荷載，這也可能造成破壞。

對混凝土或磚石中的錨栓螺栓施加扭矩的可能理由有三種：

1. 產生夾緊力，因而消除相連部件的內部間隙。請注意，由於夾緊力會隨時間的推移而鬆弛，因此該夾緊力被認為並不足以允許在底版摩擦力的基礎上確定錨固的抗剪能力 (即作為滑動的關鍵條件)

2. 在錨栓中產生的預緊力，由基材(混凝土或磚石)的對應預壓力所承受。預緊力用於減少工作載荷下的錨栓位移，也可用於減少週期性載荷的疲勞效應。

3. 驗證錨固可承受建議扭矩產生的拉力預荷載。這做有助於降低錨栓過度安裝錯誤和/或基材完全不適用的可能性。

由於會在混凝土中鬆弛，在螺栓螺紋中也會有小程度鬆弛，錨栓的預緊力會隨時間而消散。對螺栓重新施以扭矩可產生較高程度的殘餘預力。

在混凝土可能發生開裂的情況(例如地震荷載)中，不應計入錨栓預緊力。

3.1.11 錨栓的抗疲勞設計

用於承受疲勞荷載的結構元件設計，對連接件設計可能有顯著影響。讀者可參考相關標準，加強了解此主題的額外資訊。錨栓的抗疲勞設計考慮以下重點：

1. 為防止錨栓元件中的應力波動而施加的預緊力可能會因為預荷載隨著時間的推移而逐漸喪失而變得複雜，特別是在基材可能發生開裂的情況下，並且許多錨栓設計沒有提供足夠的長度來允許產生有意義的預緊應變。

2. 由於荷載分布不均，錨栓群組的抗疲勞設計經常比單一錨栓的設計更為關鍵。會影響荷載分布的因素有錨栓滑移、錨栓及底版之間的環狀間隙，以及錨栓相對於底版孔洞的特定位置。因此，在錨栓群組需承受顯著疲勞荷載的情況下，建議透過鍛接墊圈、灌漿或其他方法，消除錨栓及底版之間的環狀隙。

3. 偏心距或連接時的間隙產生的次要彎曲應力，對於錨栓的疲勞行為可能很關鍵。

3.1.12 錨栓的防火設計

建築法規對於火災條件的專用錨栓設計需求通常隻字未提。不過，我們可以假設，與混凝土或磚石之間的結構性連接如果需承受持續的靜荷重和活荷載，就必須採取與其它結構鋼材同等級的火災暴露防護措施，亦即採用適當的防火材質、混凝土保護層等。

某些情況下，可能有必要確認未加以防護的錨固在火災暴露中可倖存的時間長度。火災條件下的錨栓設計是以錨栓在荷載下承受標準化時間溫度曲線 (例如 ASTM E119、ISO 834) 的效能測試資料為基準。

3.2 化學型錨栓系統

3.2.1 化學型錨栓系統總覽

喜利得在產品與教育方面處於領先地位
喜利得藉由教導使用者了解喜利得化學型錨栓系統的各種面向，成為知識與經驗分享的領導者。我們知道針對特定應用方式選擇正確化學型錨栓系統非常重要。

在比較兩種化學型錨栓系統時，使用者應特別注意以下關鍵參數：

- 基材的含水條件
- 可用或優先的鑽孔方法
- 基材條件 (例如開裂混凝土)
- 固化時間
- 安裝程序
- 黏結強度
- 溫度靈敏度
- 抗潛變性
- 檢查需求

常見問答

什麼是潛變？

潛變是指材料隨著時間緩慢且持續變形。所有材料都會經歷某程度的潛變，無論是混凝土、鋼材、石材和化學型錨栓系統都是。一般來說，不斷持續的荷載造成的微小變形很常見，且潛變只在發生過度變形時才會造成問題。

- 所有現行的喜利得化學型錨栓系統都已通過 ICC-ES AC308 或 ICC-ES AC58 的潛變測試要求。

溫度會影響化學型錨栓的性能嗎？

會，從儲藏到安裝，再到錨栓本身的整個壽命循環，溫度對化學型錨栓系統的整個生命週期都有影響。

• 溫度是影響化學型錨栓系統強度、固化時間、安裝簡易性和潛變性能的重要因素。有些化學型錨栓系統的設計適用於較冷的氣候環境，其他則是用於較暖的氣候。高溫通常會軟化黏結材料，而低溫則會讓化學藥劑無法完全固化。這兩種環境都會導致接合強度減弱。每項產品在安裝時及整個錨栓使用壽命中，都有不同的高低溫門檻值。

安裝對化學型錨栓有何影響？

對化學型錨栓系統的接合強度和性能而言，適當的安裝是對使用者最有影響的單一因素。

• 喜利得是唯一能夠提供完整解決方案的製造商，從鑽孔和清潔孔洞，到注射化學藥劑至深達 318 公分的鑽孔，通通包辦。

ICC-ES AC58 和 ICC-ES AC308 是什麼？

ICC-ES AC58 是一項 1995 年發佈的允收標準，用於評估使用在混凝土和磚石基材中的化學型錨栓系統。2005 年，ICC-ES AC308 發佈，專門用於評估混凝土中的化學型錨栓，ICC-ES AC58 則變為專用於處理磚石基材。整體而言，AC308 根據化學型錨栓系統行為的相關研究，改善了這類系統使用在混凝土時的測試和評估方式。AC58 對於使用在磚石中的化學型錨栓系統而言，仍是先進的準則。

喜利得始終專注於採取最高標準來評估化學型錨栓系統。因此，喜利得仍繼續以 AC308 和 AC58 為依據，維持使用 ICCES 評估報告來分別評估混凝土中和磚石中的化學型錨栓。

喜利得化學型錨栓系統

為了因應現代建築專案中可見的各種條件，喜利得提供最完整的化學型錨栓產品選擇。我們將它稱為 HIT 產品組合。無論您在工地現場採取什麼應用方式，喜利得都能提供適合的產品。

HIT 產品組合中的每項產品都是採用同樣嚴格的標準所開發，而在背後以經驗提供後盾的，正是為世界帶來注射式化學型錨栓系統的喜利得。

化學型錨栓	核准基材	鑽孔方法
HIT-HY 200 R V3 快速固化 鋼筋連結和重型錨定專用的終極性能混合砂漿	非開裂混凝土 開裂混凝土 灌漿磚石	 1
HIT-RE 500 V3 慢速固化 鋼筋連結和重型錨定專用的終極性能環氧樹酯砂漿	非開裂混凝土 開裂混凝土	 2
HIT-RE 100 慢速固化 混凝土中的錨定與鋼筋連結專用的高級環氧樹脂砂漿	非開裂混凝土 開裂混凝土	 3

1 必須搭配使用 HIT-Z 螺桿

2 核准在開列混凝土中搭配 TE-YRT 打毛工具使用鑽石鑽頭，在非開裂混凝土則無需打毛工具

3 在開裂混凝土使用鑽石鑽頭需要採用 TE-YRT 打毛工具

喜利得 SAFESET™ 技術簡介

在開裂與非開裂混凝土及灌漿磚石中穩固的安裝錨栓和鋼筋

無需清理

HIT-Z 螺桿

新推出的喜利得 HIT-Z 螺桿採用錐形螺旋外型，可當作扭矩控制接合錨栓來使用。這表示，如果 HIT-Z 螺桿搭配使用 HIT-HY 200 R V3，在基材高於5°C 的乾燥或水飽和混凝土中，它的外型會使它不受未清理的錨鑽孔洞影響。優勢明確：在錨定應用中的步驟更少，且可靠性極高。

可自行清理的孔洞

空心鑽頭

喜利得 TE-CD 和 TE-YD 空心鑽頭可結合 HIT-HY 200 R V3、HIT-RE 500 V3、HIT-RE 100、HIT-HY 270，和喜利得 VC 40 系列吸塵器使用，讓您後續完全不需要再清理孔洞。在可靠性更高的過程中完成鑽孔，同時以吸塵器系統清除灰塵，實質形成無塵的工環境。

開裂混凝土中的鑽石洗孔

打毛工具

喜利得 HIT-RE 500 V3 搭配 TE-YRT 打毛工具，以及 HIT-HY 200 R V3 化學藥劑搭配 HIT-Z 螺桿，是唯二經 ICC-ES 核准可用在開裂混凝土中的系統，讓鑽石洗孔中的安裝過程更輕鬆、更高效，也更可靠。

快速固化產品組合

HIT-HY 200 R V3



慢速固化產品組合

HIT-RE 500 V3



HIT-RE 100



經實證的效能

ICC-ES/IAMPO 評估報告

	ESR-4878	ESR-3814	ESR-3829
基材	非開裂混凝土、開裂混凝土、灌漿 CMU	非開裂混凝土、開裂混凝土	非開裂混凝土、開裂混凝土
推薦應用方式	錨栓和鋼筋	錨栓和鋼筋	日常錨栓和鋼筋作業
工作時間在22°C	HY 200 R V3: 9 分鐘	25 分鐘	30 分鐘
養護時間在22°C	HY 200 R V3: 60 分鐘	6.5 小時	12 小時
鑽孔方式	* *	* *	* *

*鑽石鑽孔是核准搭配使用 HIT-Z 螺桿的鑽孔方式。



無需手動清理孔洞

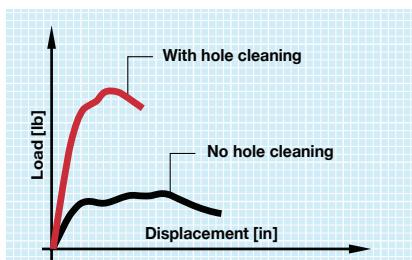
安裝錨栓和鋼筋更可靠



化學型錨栓有可能會遭遇各式各樣的施工現場條件，這是所有人都知道的事。為了應付這種問題，我們在自家高品質產品系列中加入喜利得的注射技術 (HIT)。透過喜利得SafeSet™技術，我們以搭載 VC 40 吸塵器的空心鑽頭或 HIT-Z螺桿，在安裝程序中完全省去一個步驟，無需手動清理孔洞，在技術上往前邁進了巨大的一步。

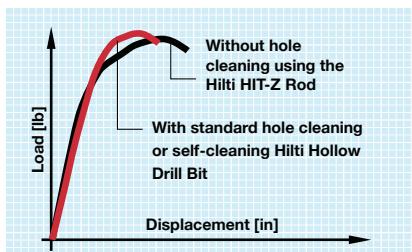
無需清理孔洞的潛在效果

以傳統的注射化學藥劑安裝螺桿或鋼筋時，如果孔洞在鑽孔後清理不足，可承載的荷載可能極低。喜利得 SafeSet™ 系統有助於省卻清理步驟，同時仍能提供優異的荷載價值。



採用 SafeSet™ 技術的喜利得 HIT-HY 200 R V3注射式化學藥劑

全新 SafeSet™ 系統，搭載 HIT-HY 200 R V3，可讓堅固點承受更高荷載，宛如以傳統安裝方法清理的孔洞。

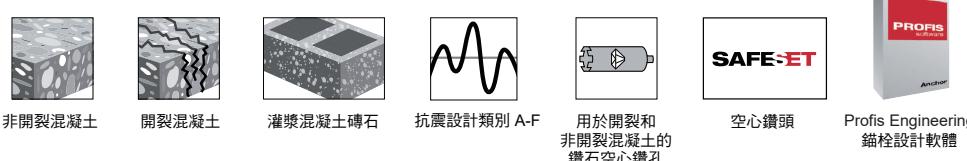


3.2.2 HY-200 R V3 化學型錨栓系統

PRODUCT DESCRIPTION

HIT-HY-200 R V3, 附 HIT-Z 螺桿、螺桿、鋼筋和 HIS-N/RN 內牙螺桿

錨栓系統	功能和優勢
喜利得 HIT-HY 200 R V3 藥劑包	<ul style="list-style-type: none"> 使用者可根據基材溫度和工地現場需求 選擇產品凝固時間適合性 以 SafeSet™ 空心鑽頭和吸塵器技術，無需清理孔洞
喜利得 HIT-Z 螺桿	<ul style="list-style-type: none"> 在乾燥或潮濕條件下，以錘鑽孔洞安裝 HIT-Z 螺桿，無需清理孔洞
喜利得 HAS-U-T (R2) 螺桿	<ul style="list-style-type: none"> 經 ICC-ES 核准，適用於開裂混凝土和抗震應用中 僅當採用額外清理步驟時，方可將 HIT-Z 螺桿安裝於鑽石空心鑽孔內。
鋼筋	<ul style="list-style-type: none"> 經 ICC-ES 核准，適用於灌漿混凝土磚石
喜利得 HIS-N/RN	



核准/列名認證

ICC-ES (國際規範委員會)	在混凝土中使用 ESR-4878 符合 ACI 318/土木 401 第 17 章/ACI 355.4/ICC-ES AC308 標準 在灌漿 CMU 中使用 ESR-4878 符合 ICC-ES 標準 在混凝土中使用 AC58 ELC-4868 符合 CSA A23.3/ ACI 355.4 標準
NSF/ANSI 標準 61	在飲用水中的使用認證
歐洲技術核准	ETA-19/0601 ETA-19/0632
洛杉磯市	洛杉磯市 2020 年 LABC 補充說明 (ESR-4868 內混凝土部分) 磚石研究報告編號 26077
佛羅里達州建築法規	2020 年佛羅里達州建築法規 (ESR-4868 內文)
美國綠色建築委員會	LEED® Credit 4.1-低放射性材料



材料規格

如需螺桿和內牙螺桿的材料規格，請參考第 3.2.8 節。

混凝土設計資料符合 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)標準

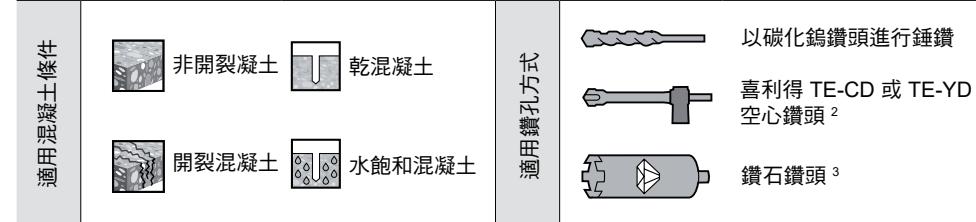
ACI 318/土木 401 第 17 章設計

本節採用的荷載值為喜利得簡化設計表。本節荷載表係使用強度設計參數和 ESR-3187 變數，以及 ACI 318/土木 401 第 17 章內的公式制定而成。如需喜利得簡化設計表的詳細說明，請參閱第 3.1.8 節。ESR-3187 資料表不包含在本節，但可在以下網址參閱：www.icc-es.org 或 www.hilti.com.tw。

HIT-HY 200 R V3 化學藥劑搭配 HIT-Z 和 HIT-Z-R 螺桿



圖 1 — 喜利得 HIT-Z 和 HIT-Z-R 安裝條件



1 在以碳化鎢鑽頭鑽孔的孔洞中安裝錨栓時，可能無需清理孔洞中的粉塵。溫度必須至少 5°C。如果溫度低於 5°C，則必須清除孔洞中的粉塵。請參閱製造商發行的安裝說明 (MPI)。

2 溫度低於 5°C 時，使用 TE-CD 或 TE-YD 空心鑽頭搭配喜利得吸塵器為清除孔中粉塵的可行方法。

3 以鑽石鑽頭鑽孔時，必須以水管和壓縮空氣清理鑽孔。請參閱 MPI。

表 1 — 搭配 HIT-HY 200 R V3 化學藥劑安裝的 HIT-Z 和 HIT-Z-R 規格

安裝資訊	符號	單位	標準錨栓直徑					
			d_o	mm	12	14	18	22
標準鑽頭直徑								
有效埋深	最小	mm	$h_{ef,min}$	mm	60	70	95	102
	最大	mm	$h_{ef,max}$	mm	114	152	190	216
被固定物開孔直徑	穿透式安裝	mm		mm	14	16	20	24
	預置	mm		mm	12	14	18	22
安裝扭矩	HIT-Z	Nm	T_{inst}	Nm	20	40	80	150
	HIT-Z-R	Nm	T_{inst}	Nm	40	90	170	220

1 使用 (2) 墊圈安裝。見圖 3。

圖 2 — 喜利得 HIT-Z 和 HIT-Z-R 規格

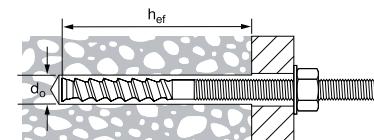


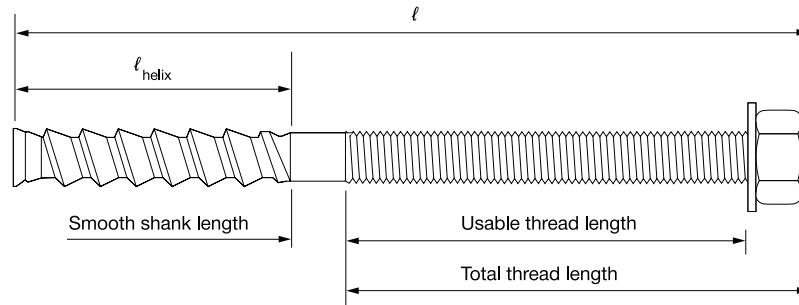
圖 3 — 使用 (2) 墊圈安裝



表 2 — 喜利得 HIT-Z 和 HIT-Z-R 螺桿長度和螺紋直徑

尺寸	ℓ 錨栓長度	ℓ_{helix} 螺旋錐長度	平滑柄部長度	螺紋總長	Usable thread 可用螺紋長度	HIT-Z 長度碼
	mm	mm	mm	mm	mm	
M10 x 85	85	57	6	21	8	D
M10 x 111	111	57	8	46	33	F
M10 x 130	130	57	8	65	52	H
M10 x 162	162	57	8	97	84	J
M12 x 114	114	63	8	43	26	F
M12 x 165	165	63	8	94	77	J
M12 x 197	197	63	8	126	109	M
M16 x 152	152	92	11	49	28	I
M16 x 203	203	92	11	100	79	M
M16 x 241	241	92	49	100	79	P
M20 x 165	165	102	8	51	26	K
M20 x 216	216	102	12	102	77	N
M20 x 248	248	102	44	102	77	Q

圖 4 — 喜利得 HIT-Z 和 HIT-Z-R 螺桿長度和螺紋直徑



HIT-HY 200 R V3 化學藥劑搭配 HAS-U-T(R2) 螺桿



圖 9 — 喜利得 HAS-U-T(R2) 螺桿安裝條件

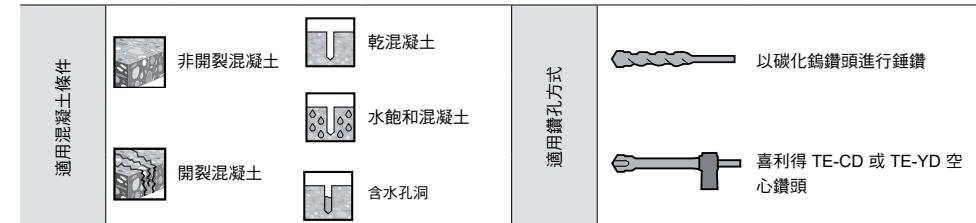


表 14 — 喜利得 HAS-U-T(R2)

安裝資訊	符號	單位	螺桿直徑, d				
			10	12	16	20	24
標準鑽頭直徑	d_o	mm	12	14	18	22	28
有效埋深							
最小	$h_{\text{ef},\text{min}}$	mm	60	70	79	89	89
最大	$h_{\text{ef},\text{max}}$	mm	191	254	318	381	445
被固定物開孔直徑							
穿透式安裝		mm	14	16	20	24	30
預置		mm	12	14	18	22	28
安裝扭矩	T_{inst}	Nm	20	40	80	136	169
最小混凝土厚度	h_{min}	mm	$h_{\text{ef}} + 30$		$h_{\text{ef}} + 2d_o$		
最小邊距	c_{min}	mm	45	45	50 ²	55 ²	60 ²
最小錨栓間距	s_{min}	mm	48	64	79	95	111

1 使用 (2) 墊圈安裝。見圖 11。

2 允許 1-3/4 英吋 (44 mm) 的邊距，前提是安裝扭矩減少至 $0.30 T_{\text{inst}}$ ($5d < s < 16\text{-in}$) 以及縮減至 $0.5 T_{\text{inst}}$ ($s > 16\text{-in}$)。

圖 10 — 喜利得 HAS-U-T(-R2) 螺桿

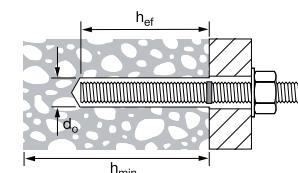


圖 11 — 使用 (2) 墊圈安裝



靜態載重設計(單錨栓)

本節所有資料適用於
 -混凝土強度: 210 kgf/cm²
 -無考慮邊距及間距影響
 -鋼材破壞
 -適用溫度範圍 A：最大短期溫度 = 55°C，最大長期溫度 = 43°C。

錨栓尺寸	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
HAS-U								
有效埋深	h_{ef} [mm]	90	110	125	170	210	240	270
HIS-N								
有效埋深	h_{ef} [mm]	90	110	125	170			

設計強度

錨栓尺寸			M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
非開裂混凝土									
拉力	HAS-U 5.8	ϕN_n [kgf]	1,922	2,784	4,163	6,602	9,065	11,075	13,215
	HAS-U 316(A4)		2,543	3,436	4,163	6,602	9,065	11,075	13,215
	HIS-N		2,202	3,109	4,163	6,602			
剪力	HAS-U 5.8	ϕV_n [kgf]	887	1,560	2,876	4,497	6,485	8,413	10,309
	HAS-U 316(A4)		1,242	2,166	4,032	6,296	9,073	8,425	10,297
	HIS-N		1,016	1,475	2,582	3,928			
開裂混凝土									
拉力	HAS-U 5.8	ϕN_n [kgf]	1,174	1,694	2,566	4,290	6,359	7,863	9,383
	HAS-U 316(A4)		1,174	1,694	2,566	4,290	6,359	7,863	9,383
	HIS-N		1,980	2,795	4,688	6,171			
剪力	HAS-U 5.8	ϕV_n [kgf]	887	1,560	2,876	4,497	6,485	8,413	10,309
	HAS-U 316(A4)		1,242	2,166	4,032	6,296	9,073	8,425	10,297
	HIS-N		1,713	2,478	4,619	7,189			

磚石設計資料

利用喜利得 HIT-HY 200 R V3 化學藥劑在灌漿 CMU 中安裝 HAS-U-T-(R2) 螺桿、竹節鋼筋和利得 HIT-Z-(R) 螺桿

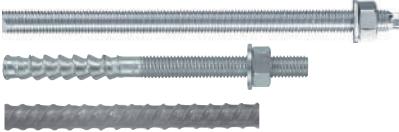


圖 9 — 喜利得 HAS-U-T-(R2) 螺桿安裝條件

材料 允許 組合	灌漿混凝土磚	適用 方式	以碳化鎢頭鑽頭進行錐鑽
			喜利得 TE-CD 或 TE-YD 空心 鑽頭

表 22 — 喜利得 HIT-HY 200 R V3 對使用在灌漿混凝土磚牆表面的螺桿、HIT-Z-(R) 螺桿和鋼筋的容許
黏著式接合抗拉荷載 1,2,3,4,5,6,7,8

標準錨栓 直徑	鋼筋 尺寸	有效埋深 (mm) ¹¹	拉力 kN	間距 ⁹		邊距 ¹⁰		
				臨界 s_{cr} mm	最小 s_{min} mm	荷載折減係數 @ s_{min}^{12}	臨界 s_{cr} mm	最小 s_{min} mm
M10	No. 3	86	343	102	0.60	305	102	0.58
					0.60	508		
					0.50	508		
					0.50	508		

表 23 — 喜利得 HIT-HY 200 R V3 對使用在灌漿混凝土磚牆表面的螺桿、HIT-Z-(R) 螺桿和鋼筋的容許
黏著式接合剪力荷載 1,2,3,4,5,6,7,8

標準錨栓 直徑	鋼筋 尺寸	有效埋深 (mm) ¹¹	剪力 kN	間距 ⁹		邊距 ¹⁰		
				臨界 s_{cr} mm	最小 s_{min} mm	荷載折減係數 @ s_{min}^{12}	臨界 s_{cr} mm	最小 s_{min} mm
M10	No. 3	86	343	102	0.56	305	102	0.60 0.44 0.22 0.19
					0.50	305		
					0.50	508		
					0.50	508		

1 所有值皆適用於以最小磚石棱柱強度 1,500 psi 安裝在完全灌漿混凝土磚石中的錨栓。根據 ASTM C90 規範，混凝土磚石單元應屬輕質、中質或重質。計算容許荷載時的安全係數為 5。

2 錨栓可安裝在磚石表面的任何位置，包括隔室、腹板和砂漿接合處。錨栓僅限在每個磚石隔室安裝一個。

3 在最小間距 (s_{min}) 和臨界間距 (s_{cr}) 之間，以及最小邊距 (c_{min}) 和臨界邊距 (c_{cr}) 之間，可使用線性內插法計算荷載值。

4 混凝土磚石厚度必須等於或大於錨栓埋深的 1.5 倍。例外：5/8 英吋和 3/4 英吋直徑的錨栓 (5 號和 6 號鋼筋) 可安裝在最小標準厚度為 8 英吋的混凝土磚石。

5 根據 IBC 第 1605.3.1 節使用基本荷載組合時，不可對地震或風力荷載而增加表列容許荷載。使用 IBC 第 1605.3.2 節的替代性基本荷載組合，包括地震或風力荷載，則可將表列容許荷載增加 33-1/3 %，或者也可將替代性基本荷載組合乘以 0.75 的折減係數。

6 容許荷載必須為經過調整的磚石或接合表列值以及表 102 和 103 中的鋼值中的較小值。

7 為了適應升高的基材溫度，應根據圖 14 調整表格中列出的容許荷載。

8 為如組合的荷載：($T_{applied}$ / $T_{allowable}$) + ($V_{applied}$ / $V_{allowable}$) ≤ 1

9 面界間距 s_{cr} 是可能施以完整荷載值的錨栓間距。最小間距 s_{min} 是存在可用數值且建議安裝的最小錨栓間距。邊距是從錨栓的中心測量到鄰接錨栓的中心。

10 面界邊距 c_{cr} 是可能施以完整荷載值的邊距。最小邊距 c_{min} 是存在可用數值且建議安裝的最小邊距。邊距是從錨栓的中心測量到最近的邊緣。

11 埋深是從混凝土磚石單元的外側表面測量。

12 荷載折減係數是乘性數值，無論間距或邊距折減係數都必須納入考量。錨栓的安裝荷載值若低於 s_{cr} 和 c_{cr} ，必須根據實際邊距 (c) 和間距 (s) 乘以適當荷載折減係數。

表 24 — 喜利得 HIT-HY 200 R V3 對使用在灌漿混凝土磚牆頂端的螺桿和鋼筋的容許黏著式接合剪力
荷載^{1,2,3,4,5,6,7}

標準錨栓直徑或 鋼筋尺寸	有效埋深 (mm) ⁸	邊距 mm ⁸	最小端距 mm	拉力 kgf (kN)	剪力荷載 kgf (kN)	
					荷載與磚石牆 邊緣平行	荷載與磚石牆 邊緣垂直
M10	114	44	203	685 (3.0)	775 (3.4)	285 (1.3)
				880 (3.9)	1,156 (5.1)	480 (2.1)
	143	44		830 (3.7)	890 (4.0)	315 (1.4)
		102		980 (4.4)	1,315 (5.8)	625 (2.8)
M16	114	44	44	770 (3.4)	605 (2.7)	235 (1.0)
M20	143			795 (3.5)	720 (3.2)	295 (1.3)

1 所有值皆適用於以最大小磚石棱柱強度 1,500 psi 安裝在完全灌漿混凝土磚石中的錨栓。根據 ASTM C90 規範，混凝土磚石單元應屬輕質、中質或重質。計算容許荷載時的安全係數為 5。

2 根據 IBC 第 1605.3.1 節使用基本荷載組合或根據 IBC 第 1605.3.2 節使用替代性基本荷載組合時。表列容許荷載不得針對地震或風力荷載而增加。

3 錨栓應容許安裝在每個混凝土砌塊上。

4 錨栓不可安裝在混凝土磚石單元的標頭接合處、翼緣或腹板。

5 容許荷載必須為經過調整的磚石或接合表列值以及表 102 和 103 中的鋼值中的較小值。

6 根據圖 14，基材溫度上升時，表列容許荷載必須調整。

7 如為組合的荷載：($T_{allowable} / T_{applied}$) + ($V_{allowable} / V_{applied}$) ≤ 1

8 表列邊距是從錨栓中線測量到混凝土砌塊邊緣。請見下圖。

9 兩個表列邊距之間的荷載值可用線性內插法計算。

喜利得 HIT-HY 200 R V3 對使用在灌漿磚
石牆的 HAS-U-T-(R2) 螺桿的規格

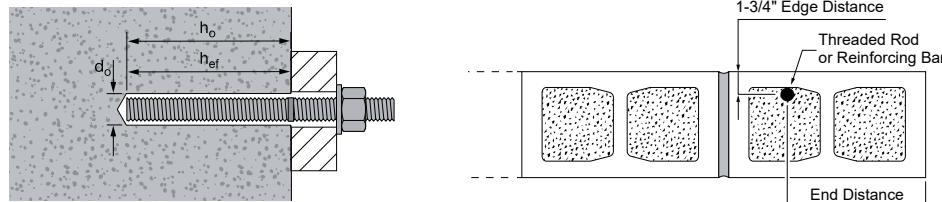


表 25 — 喜利得 HIT-HY 200 R V3 針對螺桿的容許拉力和剪力值，以鋼材強度為根據^{1,2,3}

錨栓直徑 (mm)	拉力 kgf (kN)						剪力 kgf (kN)					
	ISO 898 class 5.8	ASTM A36	ASTM A307	ASTM A193 B7	ASTM F593 CW (316/304)	HIT-(Z-R)	ISO 898 class 5.8	ASTM A36	ASTM A307	ASTM A193 B7	ASTM F593 CW (316/304)	HIT-(Z-R)
M10	1,197 (11.7)	959 (9.4)	991 (9.7)	2,066 (20.3)	1,653 (16.2)	1,556 (15.3)	617 (6.0)	494 (4.8)	510 (5.0)	1,064 (10.4)	850 (8.3)	803 (7.9)
M12	2,132 (20.9)	1,703 (16.7)	1,762 (17.3)	3,674 (36.0)	2,939 (28.8)	2,767 (27.1)	1,098 (10.8)	878 (8.6)	907 (8.9)	1,891 (18.5)	1513 (14.8)	1427 (14.0)
M16	3,329 (32.6)	2,663 (26.1)	2,756 (27.0)	5,740 (56.3)	4,593 (45.0)	4,325 (42.4)	1,715 (16.8)	1,372 (13.5)	1,420 (13.9)	2,957 (29.0)	2365 (23.2)	2229 (21.9)
M20	4,794 (47.0)	3,835 (37.6)	3,969 (38.9)	8,267 (81.1)	5,620 (55.1)	6,230 (61.1)	2,470 (24.2)	1,975 (19.4)	2,043 (20.0)	4,259 (41.8)	2896 (28.4)	3209 (31.5)

表 26 — 喜利得 HIT-HY 200 R V3 針對鋼筋的容許拉力和剪力值，以鋼材強度為根據^{1,2,3}

鋼筋尺寸	拉力 kgf (kN)			剪力 kgf (kN)		
	ASTM A615, GRADE 60			ASTM A615, GRADE 60		
#3		1483 (14.5)			764 (7.5)	
#4		2694 (26.4)			1388 (13.6)	
#5		4175 (40.9)			2152 (21.1)	
#6		5928 (58.1)			3053 (29.9)	

1 設計中使用的容許荷載必須為接合值和表列鋼值二者中較小數值。

2 用於承受風力或地震等短期荷載的螺桿容許拉力和剪力值，必須根據適當的 IBC 章節加以計算。

3 容許鋼材荷載的依據為拉力和剪力應力，兩者分別為 $0.33 \times F_u$ 和 $0.17 \times F_u$ 。

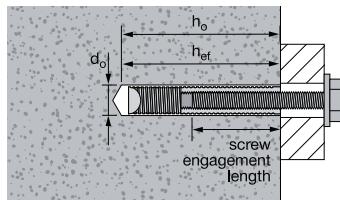


表 27 – 喜利得 HIT-HY 200 R V3 對使用在灌漿混凝土磚牆表面的 HIS-N 內牙螺桿的容許黏著式接合荷載^{1,2,3,4,5,6,7,8}

螺紋尺寸 (mm)	有效埋深 (mm) ¹¹	拉力 kgf (kN)	間距 ⁹			邊距 ¹⁰		
			s_{cr} mm	s_{min} mm	荷載折減係數 @ s_{min} ¹²	c_{cr} mm	c_{min} mm	荷載折減係數 @ c_{min} ¹²
M10	111	615 (6.0)	432	102	0.68	305	102	0.81
					0.68	508		0.74
M16	127	744 (7.3)	508					

- 所有值皆適用於以最小磚石棱柱強度 1,500 psi 安裝在完全灌漿混凝土磚石中的錨栓。根據 ASTM C90 規範，混凝土磚石單元應屬輕質、中質或重質。計算容許荷載時的安全係數為 5。
- 錨栓可安裝在磚石牆表面的任何位置，包括隔室、腹板和砂漿接合處。錨栓僅限在每個磚石隔室安裝一個。
- 最小間距 (s_{min}) 和臨界間距 (s_{cr}) 之間，以及最小邊距 (c_{min}) 和臨界邊距 (c_{cr}) 之間，可使用線性內插法計算荷載值。
- 混凝土磚石厚度必須等於或大於錨栓埋深的 1.5 倍。
- 根據 IBC 第 1605.3.1 節使用基本荷載組合時，不可針對地震或風力荷載而增加表列容許荷載。使用 IBC 第 1605.3.2 節的替代性基本荷載組合，包括地震或風力荷載，則可將表列容許荷載增加 33-1/3 %，或者也可將替代性基本荷載組合乘以 0.75 的折減係數。
- 容許荷載必須為經過調整的磚石或接合表列值以及表 102 和 103 中的鋼值中的較小值。
- 為了適應升高的基材溫度，應根據圖 14 調整表格中列出的允許載荷。
- 如為組合的荷載： $(T_{applied} / T_{allowable}) + (V_{applied} / V_{allowable}) \leq 1$
- 臨界間距 s_{cr} 是可能施以完整荷載值的錨栓間距。最小間距 s_{min} 是存在可用數值且建議安裝的最小錨栓間距。間距是從錨栓的中心測量到鄰接錨栓的中心。
- 臨界邊距 c_{cr} 是可能施以完整荷載值的邊距。最小邊距 c_{min} 是存在可用數值且建議安裝的最小邊距。邊距是從錨栓的中心測量到最近的邊緣。
- 埋深是從混凝土磚石單元的外側表面測量。
- 荷載折減係數是乘性數值，無論間距或邊距折減係數都必須納入考量。錨栓的安裝荷載值若低於 s_{cr} 和 c_{cr} ，必須根據實際邊距 (c) 和間距 (s) 乘以適當荷載折減係數。

喜利得 HIT-HY 200 R V3 對於 HIS-N 內牙螺桿在灌漿磚石牆中的規格



灌漿混凝土砌塊表面上的錨栓容許安裝位置

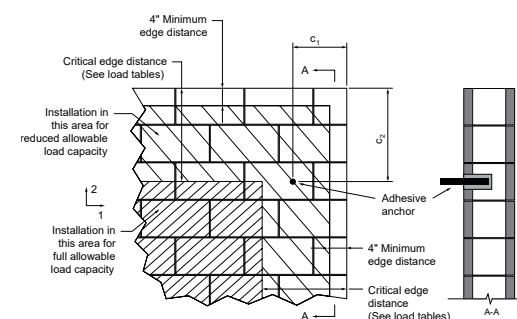
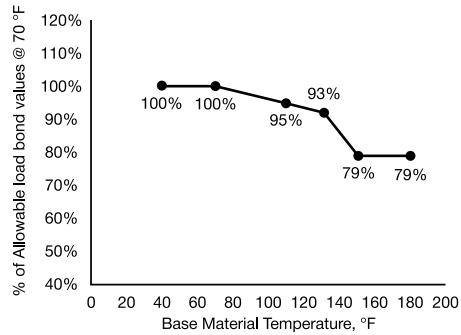


表 28 – 喜利得 HIT-HY 200 R V3 對使用在灌漿混凝土磚牆表面的 HIS-N 內牙螺桿的容許黏著式接合剪力荷載^{1,2,3,4,5,6,7,8}

螺紋尺寸	有效埋深 (mm) ¹¹	剪力 kgf (kN)	間距 ⁹			邊距 ¹⁰		
			s_{cr} mm	s_{min} mm	荷載折減係數 @ s_{min} ¹²	c_{cr} mm	c_{min} mm	荷載折減係數 @ c_{min} ¹²
M10	111	474 (4.6)	432	102	0.56	305	102	0.65
					0.50	508		1.00
M16	127	785 (7.7)	508					0.36
								0.91

- 所有值皆適用於以最小磚石棱柱強度 1,500 psi 安裝在完全灌漿混凝土磚石中的錨栓。根據 ASTM C90 規範，混凝土磚石單元應屬輕質、中質或重質。計算容許荷載時的安全係數為 5。
- 錨栓可安裝在磚石牆表面的任何位置，包括隔室、腹板和砂漿接合處。錨栓僅限在每個磚石隔室安裝一個。
- 最小間距 (s_{min}) 和臨界間距 (s_{cr}) 之間，以及最小邊距 (c_{min}) 和臨界邊距 (c_{cr}) 之間，可使用線性內插法計算荷載值。
- 混凝土磚石厚度必須等於或大於錨栓埋深的 1.5 倍。
- 根據 IBC 第 1605.3.1 節使用基本荷載組合時，不可針對地震或風力荷載而增加表列容許荷載。使用 IBC 第 1605.3.2 節的替代性基本荷載組合，包括地震或風力荷載，則可將表列容許荷載增加 33-1/3 %，或者也可將替代性基本荷載組合乘以 0.75 的折減係數。
- 容許荷載必須為經過調整的磚石或接合表列值以及表 102 和 103 中的鋼值中的☒小值。
- 為了適應升高的基材溫度，應根據圖 14 調整表格中列出的允許載荷。
- 如為組合的荷載： $(T_{applied} / T_{allowable}) + (V_{applied} / V_{allowable}) \leq 1$
- 臨界間距 s_{cr} 是可能施以完整荷載值的錨栓間距。最小間距 s_{min} 是存在可用數值且建議安裝的最小錨栓間距。間距是從錨栓的中心測量到鄰接錨栓的中心。
- 臨界邊距 c_{cr} 是可能施以完整荷載值的邊距。最小邊距 c_{min} 是存在可用數值且建議安裝的最小邊距。邊距是從錨栓的中心測量到最近的邊緣。
- 埋深是從混凝土磚石單元的外側表面測量。
- 荷載折減係數是乘性數值，無論間距或邊距折減係數都必須納入考量。錨栓的安裝荷載值若低於 s_{cr} 和 c_{cr} ，必須根據實際邊距 (c) 和間距 (s) 乘以適當荷載折減係數。

圖 14 – 溫度對於黏結強度的影響¹



1 測試程序包含將混凝土維持在高溫 24 小時，然後從控制環境中移出，並測試破壞。

安裝說明

安裝使用說明 (IFU) 隨附在每個產品包裝。您也可以在線上檢視或下載，網址為 www.hilti.com.tw。因為可能隨時變更，所以請務必確認下載的 IFU 在使用時為最新版本。為發揮完整效能，請務必正確安裝。可視需求提供培訓。如需了解 IFU 中未涉及的應用和條件，請聯絡喜利得技術服務。

材料規格

圖 15 — 喜利得 HIT-HY 200 R V3 化學藥劑固化時間和作用時間 (約略值)

HIT-HY 200-R						
		HAS HIS-N		HIT-Z ¹		
[°C]		t _{work}	t _{cure}	t _{work}	t _{cure}	Rebar
-10...-5	14...23	3 h	20 h	-	-	
-4...0	24...32	2 h	8 h	-	-	
1...5	33...41	1 h	4 h	-	-	
6...10	42...50	40 min	2.5 h	40 min	2.5 h	
11...20	51...68	15 min	1.5 h	15 min	1.5 h	
21...30	69...86	9 min	1 h	9 min	1 h	
31...40	87...104	6 min	1 h	6 min	1 h	

1 搭配 HIT-Z 螺桿安裝喜利得 HIT-HY 200 R V3 時可安裝在 14° F (-10° C) 環境，前提是鑽孔已清除粉塵。此安裝程序可使用喜利得 TE-CD 或 TE-YD 空心鑽頭完成，或使用標準螺桿並搭配清理程序。

固化的喜利得 HIT-HY 200 R V3 對化學物的抗性

化學	行為
乙酸	0.1 +
丙酮	●
氨	5% +
苯甲醇	-
鹽酸	0.1 ●
氯化石灰	0.1 +
檸檬酸	0.1 +
混凝土塑化劑	+
除冰鹽 (氯化鈣)	+
去礦質水	+
柴油	+
鑽孔粉塵懸浮物 pH 13.2	+
乙醇	96% -
乙酸乙酯	-
甲酸	0.1 +
模板油	+
汽油	+
乙二醇	●
過氧化氫	0.1 ●
乳酸	0.1 +
機油	+
丁酮	●
硝酸	0.1 ●
磷酸	0.1 +
氯化鉀 pH 13.2	+
海水	+
污水污泥	+
碳酸鈉 10%	0.1 +
次氯酸鈉 2%	2% +
硫酸	0.1 +
硫酸	30% +
甲苯	●
二甲苯	●

臨界：
- 非抗性
+ 抗性
● 有限抗性

將 HIT-RE 200 R V3 化學藥劑樣品浸入各種化合物長達一年。樣品接著於測試期結束時加以分析。樣品只要沒有顯示可見損壞，且彎曲強度折減不到 25%，即可分級為「有抗性」。樣本如有輕度損壞，例如微小裂口、碎片等，或彎曲強度折損達 25% 或以上，則分級為「有限抗性」(亦即暴露達 48 小時或以內，之後已將化學物品清除)。嚴重損壞或毀壞的樣品分級為「非抗性」。

附註：在實際使用情況下，大多數化學藥劑都包覆在基材中，暴露表面積很小。

3.2.3 HIT-RE 500 V3 環氧樹脂化學型錨栓系統

產品介紹

HIT-RE 500 V3，螺桿、鋼筋和 HIS-N/RN 內牙螺桿

錨栓系統	功能和優勢
	喜利得 HIT-RE 500 V3 藥劑包
	喜利得 HAS-U-T(R2) 螺桿
	鋼筋
	喜利得 HIS-N



非開裂混凝土



開裂混凝土



抗震設計類別 A-F



用於開裂和非開裂混凝土的鑽石空心鑽孔



空心鑽頭



Profis Engineering
錨栓設計軟體

核准/列名認證

ICC-ES (國際規範委員會)	在混凝土中使用 ESR-3814 符合 ACI 318/土木 401 第 17 章/ACI 355.2/ICC-ES AC308 標準 在混凝土中使用 ELC-3814 符合 CSA A23.3 / ACI 355.2 標準
NSF/ANSI 標準 61	在飲用水中的使用認證
歐洲技術核准	ETA-16/0142、ETA-16/0143、ETA-16/0180
洛杉磯市	洛杉磯市 2017 年 LABC 棉充說明 (符合 ESR-3814 標準)
佛羅里達州建築法規	2017 年 FBC 棉充說明 (符合 ESR-1814 標準)
美國綠色建築委員會	LEED® Credit 4.1-低放射性材料
美國運輸部	請聯絡喜利得了解各州規定



材料規格

表 1 — 充分固化 HIT-RE 500 V3 的材料性質

黏結強度 ASTM C882-13A ¹		
2 天固化	10.8 MPa 11.7 MPa	1,560 psi 1,690 psi
14 天固化		
抗壓強度 ASTM D695-10 ¹	82.7 MPa	12,000 psi
抗壓模量 ASTM D695-10 ¹	2,600 MPa	0.38×10^6 psi
抗拉強度 7 天 ASTM D638-14	49.3 MPa	7,150 psi
斷裂伸長率 ASTM D638-14	1.1%	1.1%
熱變形溫度 ASTM D648-07	50°C	122°F
吸收 ASTM D570-98	0.18%	0.18%
固化縮減線性係數 ASTM D2566-86	0.008	0.008

¹ 在 35°F、50°F、75°F 及 110°F 測試中取得的最小值。

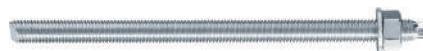
混凝土設計資料符合 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)標準

ACI 318/土木 401 第 17 章設計

本節採用的荷載值為喜利得簡化設計表。本節荷載表係使用強度設計參數和 ESR-3814 變量，以及 ACI 318/土木 401 第 17 章內的公式制定而成。如需喜利得簡化設計表的詳細說明，請參閱第 3.1.8 節。

ESR-3814 資料表不包含在本節，但可在以下網址參閱：www.icc-es.org 或 www.hilti.com.tw。

HIT-RE 500 V3 化學藥劑搭配 HAS-U-T(R2) 螺桿



適用鑽孔方式	適用混凝土條件
電錘鑽孔搭配碳化鎢鑽頭	乾混凝土 水飽和混凝土 含水孔洞 水浸泡孔 (水下)
喜利得 TE-CD 或 TE-YD 空心鑽頭和 VC 20/40 吸塵器	乾混凝土
鑽石鑽頭搭配 喜利得 TE-YRT 鑿毛工具	水飽和混凝土
鑽石鑽頭	乾混凝土 水飽和混凝土

表 8 — 喜利得 HAS-U-T(R2) 螺桿安裝條件

安裝資訊	符號	單位	螺桿直徑, d								
			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
標準鑽頭直徑	d_o	mm	10	12	14	18	22	28	30	35	
有效埋深	最小	$h_{ef,min}$	mm	60	60	70	80	90	100	110	120
	最大	$h_{ef,max}$	mm	160	200	240	320	400	480	540	600
最小被固定物開孔直徑	穿透式安裝		mm	12	14	16	20 ¹	24 ²	30 ¹	32	38
	預置		mm	10	12	14	18	22	28	29	35
安裝扭矩	T_{inst}	Nm	10	20	40	80	136	169	203	271	
最小混凝土厚度	h_{min}	mm	$h_{ef}+30$				$h_{ef}+2d_o$				
最小邊距 ²	c_{min}	mm	40	50	60	80	100	120	135	150	
最小錨栓間距	s_{min}	mm	40	50	60	80	100	120	135	150	

1. 使用 (2) 墊圈安裝。見圖 5。

2. 允許 1-3/4 英吋 44mm 的邊距，前提是安裝扭矩減少至 0.30 T_{inst} ($5d < s < 41cm$) 以及縮減至 0.5 T_{inst} ($s > 41cm$)

圖 4 — 喜利得 HAS-U-T(R2) 螺桿

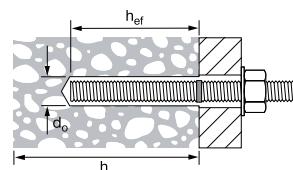


圖 5 — 使用 (2) 墊圈安裝



HIT-RE 500 V3 化學藥劑搭配 HAS-U-T(R2) 螺桿



適用鑽孔方式	適用混凝土條件
電錘鑽孔搭配碳化鎢鑽頭	乾混凝土 水飽和混凝土 含水孔洞 水浸泡孔 (水下)
喜利得 TE-CD 或 TE-YD 空心鑽頭和 VC 20/40 吸塵器 鑽石鑽頭搭配喜利得 TE-YRT 鑿毛工具	乾混凝土 水飽和混凝土
鑽石鑽頭	乾混凝土 水飽和混凝土

表 8 — 喜利得 HAS-U-T(R2) 螺桿安裝條件

安裝資訊	符號	單位	螺桿直徑, d								
			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
標準鑽頭直徑	d_o	mm	10	12	14	18	22	28	30	35	
有效埋深	最小	$h_{ef,min}$	mm	60	60	70	80	90	100	110	120
	最大	$h_{ef,max}$	mm	160	200	240	320	400	480	540	600
最小被固定物開孔直徑	穿透式安裝		mm	12	14	16	20 ¹	24 ²	30 ¹	32	38
	預置		mm	10	12	14	18	22	28	29	35
安裝扭矩	T_{inst}	Nm	10	20	40	80	136	169	203	271	
最小混凝土厚度	h_{min}	mm	$h_{ef}+30$		$h_{ef}+2d_o$						
最小邊距 ²	c_{min}	mm	40	50	60	80	100	120	135	150	
最小錨栓間距	s_{min}	mm	40	50	60	80	100	120	135	150	

1. 使用 (2) 塑圈安裝。見圖 5。

2. 允許 1-3/4 英吋 44mm 的邊距，前提是安裝扭矩減少至 0.30 T_{inst} ($5d < s < 41cm$) 以及縮減至 0.5 T_{inst} ($s > 41cm$)

圖 4 — 喜利得 HAS-U-T(-R2) 螺桿

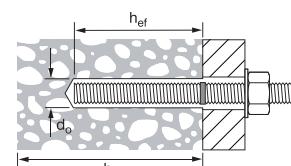


圖 5 — 使用 (2) 塑圈安裝



HIT-RE 500 V3 化學藥劑搭配 HIS-N 和 HIS-RN 內牙螺桿



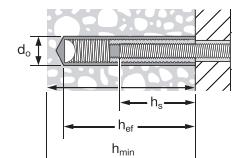
圖 7 — 喜利得 HIS-N 和 HIS-RN 內牙螺桿安裝條件

適用鑽孔方式	許可鑽孔方式	許可混凝土條件
開裂和非開裂混凝土	電錘鑽孔搭配碳化鎢鑽頭	乾混凝土 水飽和混凝土 含水孔洞 水浸泡孔 (水下)
	喜利得 TE-CD 或 TE-YD 空心鑽頭	乾混凝土
	鑽石空心鑽頭搭配喜利得 TE-YRT 鑿毛工具	水飽和混凝土
非開裂混凝土	鑽石鑽頭	乾混凝土 水飽和混凝土

表 14 — HIS-N 和 HIS-RN 規範

安裝資訊	符號	單位	單位					
			M8	M10	M12	M16	M20	
內牙螺桿外部直徑		mm	12.5	16.5	20.5	25.4	27.6	
標準鑽頭直徑	d_o	mm	14	18	22	28	32	
有效埋深	h_{ef}	mm	90	110	125	170	205	
內螺紋長度	最短	h_s	mm	8	10	12	16	20
	最長		mm	20	25	30	40	50
安裝扭矩	T_{inst}	Nm	10	20	40	81	136	
最小混凝土厚度	h_{min}	mm	120	150	170	230	270	
最小邊距	c_{min}	mm	63	83	102	127	140	
最短錨栓間距	s_{min}	mm	63	83	102	127	140	

圖 8 — 喜利得 HIS-N 和 HIS-RN 規範



靜態載重設計(單錨栓)

本節中的所有數據適用於：

- 混凝土強度:210 kgf/cm²
- 適用溫度範圍A：最大短期溫度 = 55° C，
最大長期溫度 = 43° C。
- 無邊距和間距影響
- 鋼材破壞

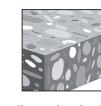
錨栓尺寸		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
HAS-U									
有效埋深	h_{ef} [mm]	80	90	110	125	170	210	240	270
HIS-N									
有效埋深	h_{ef} [mm]	90	110	125	170	205			

設計強度

錨栓尺寸		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
非開裂混凝土										
拉力	HAS-U 5.8	ϕN_n [kgf]	1,213	1,922	2,784	4,163	6,602	9,065	11,075	13,215
	HAS-U 316(A4)		1,602	2,214	3,161	4,163	6,602	9,065	11,075	13,215
	HIS-N		1,657	3,082	4,163	6,602	7,722			
剪力	HAS-U 5.8	ϕV_n [kgf]	673	887	1,560	2,876	4,497	6,485	8,413	10,309
	HAS-U 316(A4)		942	1,242	2,166	4,032	6,296	9,073	8,425	10,297
	HIS-N		1,071	1,713	2,478	4,619	7,189			
開裂混凝土										
拉力	HAS-U 5.8	ϕN_n [kgf]	835	1,174	1,694	2,566	4,290	6,359	7,863	9,383
	HAS-U 316(A4)		835	1,174	1,694	2,566	4,290	6,359	7,863	9,383
	HIS-N		1,227	1,980	2,795	4,688	6,171			
剪力	HAS-U 5.8	ϕV_n [kgf]	673	887	1,560	2,876	4,497	6,485	8,413	10,309
	HAS-U 316(A4)		942	1,242	2,166	4,032	6,296	9,073	8,425	10,297
	HIS-N		1,071	1,713	2,478	4,619	7,189			

3.2.4 HIT-RE 100 黏結型錨栓系統
產品介紹

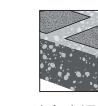
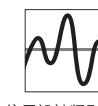
元件類型	功能和優勢
	<ul style="list-style-type: none"> • 符合 ICC-ES 的抗震要求允收標準 AC308 和 ACI355.4 • 用於含水孔洞和水下 最高可達 165 ft (50 m) • 混合管可妥善混合消除測量錯誤並儘量 減少浪費
	<ul style="list-style-type: none"> • 符合以下要求：ASTM C881-14、 類型 I、II、IV 及 V、等級 3、 類別 A、B、C • 符合以下要求：AASHTO 規範 M235、類型 I、II、IV 及 V 等級 3、類別 A、B、C
	<ul style="list-style-type: none"> • 喜利得 HAS-U-T(R2) 螺桿



非開裂混凝土



開裂混凝土

填充水泥漿的
混凝土砌塊

抗震設計類別 A-F



空心鑽頭

Profis Engineering
錨栓設計軟體

列名認證/核准	
ICC-ES (國際規範委員會)	ESR-3829
NSF/ANSI 標準 61	在飲用水中使用 HIT-RE 100 的認證
洛杉磯市	洛杉磯市 2017 年 LABC 補充說明 (符合 ESR-3829 標準)
獨立規範評估	<ul style="list-style-type: none"> IBC®/IRC® 2018 (ICC-ES AC308/ACI 355.4) IBC®/IRC® 2015 (ICC-ES AC308/ACI 355.4) IBC®/IRC® 2012 (ICC-ES AC308/ACI 355.4) IBC®/IRC® 2009 (ICC-ES AC308) LEED® : Credit 4.1-低汙染材料



用於混凝土的設計資料符合 ACI 318 標準

ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)

本節所包含的荷載值為喜利得簡化設計表。本節荷載表係使用強度設計參數和 ESR-3829 變量，以及 ACI 318/土木 401 第 17 章內的公式制定而成。

如需其他資訊或技術協助，請致電 0800-221036 與喜利得聯絡。

喜利得 HIT-RE 100 化學藥劑 HAS-U-T(R2) 螺桿



適用的混凝土條件	非開裂混凝土	乾式混凝土	充水孔	適用的鑽孔方式	電錐鑽孔搭配碳化鎢鑽頭
	開裂混凝土	水飽和混凝土	水浸泡孔(水下)		喜利得 TE-CD 或 TE-YD 空心鑽頭

表 5 — 使用 HIT-RE 100 化學藥劑安裝規格

安裝資訊		符號	單位	標準錨栓直徑							
				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
標準鑽頭直徑		d_o	mm	10	12	14	18	22	28	30	35
標準有效埋深		$h_{ef, std}$	mm	80	86	114	143	171	200	240	270
有效埋深	最短	$h_{ef, min}$	mm	60	60	70	80	90	96	108	120
	最長	$h_{ef, max}$	mm	160	200	240	320	400	480	540	600
被固定物孔的最小直徑	穿透式設置		mm	11	14	16	20	24	30	32	38
	預置		mm	9	12	14	18	22	26	29	35
安裝扭矩		T_{inst}	Nm	10	20	40	80	136	169	203	271
最小混凝土厚度		h_{min}	mm	$h_{ef} + 51$			$h_{ef} + 2d_o$				
最小邊距 ²		c_{min}	mm	40	50	60	80	100	120	135	150
最短錨栓間距		s_{min}	mm	50	50	60	80	100	120	135	150

1 使用 (2) 個墊片安裝。見圖 2。

2 允許 1-3/4 英吋 (44 mm) 的邊距，前提是安裝扭矩減少至 $0.30 T_{inst}$ for $5d < s < 16$ 英吋或減少至 $0.5 T_{inst}$ for $(s > 16\text{-in})$ 。

圖 1 — 喜利得 HAS-U-T(-R2) 螺桿

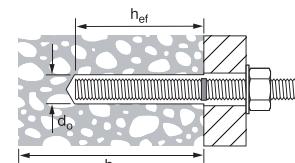


圖 2 — 使用 (2) 墊圈安裝



靜態載重設計(單錨栓)

本節中的所有數據適用於：

- 混凝土強度: 210 kgf/cm²
- 無邊距和間距影響
- 鋼材破壞
- 適用溫度範圍 A：最大短期溫度 = 55° C，最大長期溫度 = 43° C。

錨栓尺寸	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
HAS-U								
有效埋深								
h_{ef} [mm]	80	90	110	125	170	210	240	270

設計強度

錨栓尺寸	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30			
非開裂混凝土											
拉力	HAS-U 5.8	ϕN_n [kgf]		1,010	1,421	2,060	2,977	4,878	7,051	8,717	10,460
	HAS-U 316(A4)			1,010	1,421	2,060	2,977	4,878	7,051	8,717	10,460
剪力	HAS-U 5.8	ϕV_n [kgf]		673	887	1,560	2,876	4,497	6,485	8,413	10,309
	HAS-U 316(A4)			942	1,242	2,166	4,032	6,296	9,073	8,425	10,297
開裂混凝土											
拉力	HAS-U 5.8	ϕN_n [kgf]			743	971	1,471	2,378	3,254	3,835	4,068
	HAS-U 316(A4)				743	971	1,471	2,378	3,254	3,835	4,068
剪力	HAS-U 5.8	ϕV_n [kgf]			887	1,560	2,876	4,497	6,485	8,413	10,309
	HAS-U 316(A4)				1,242	2,166	3,744	6,054	8,284	8,425	10,297

安裝說明

安裝使用說明 (IFU) 隨附每個產品包裝。您也可以在線上檢視或下載，網址為 www.hilti.com.tw。因為可能隨時變更，所以請務必確認下載的 IFU 在使用時為最新版本。為發揮完整效能，請務必正確安裝。可視需求提供培訓。如需了解 IFU 中未涉及的應用和條件，請聯絡喜利得技術服務。

作業時間和固化時間 (約略值)

						
		[°C]	[°F]	work	turn in	turn out
5	41	2 1/2 h		≥ 18 h	≥ 72 h	
10	50	2 h		≥ 12 h	≥ 48 h	
15	59	1 1/2 h		≥ 6 h	≥ 24 h	
20	68	30 min		≥ 6 h	≥ 12 h	
30	86	20 min		≥ 4 h	≥ 8 h	
40	104	12 min		≥ 2 h	≥ 4 h	

材料規範

表 68 — 充分固化的 HIT-RE 100 化學藥劑的材料性質

黏結強度 ASTM C882-12 ¹	20.1 Mpa	2,920 psi
2 天固化	21.0 Mpa	3,050 psi
14 天固化		
抗壓強度 ASTM D695-10 ¹	74.3 Mpa	10,780 psi
抗壓模量 ASTM D695-10 ¹	3,731 Mpa	0.541×10^6 psi
抗拉強度 7 天 ASTM D638-10	11.7 Mpa	1,690 psi
斷裂伸長率 ASTM D638-10		0.10%
熱變形溫度 ASTM D648-07	56.8°C	134.3°F
吸收 ASTM D570-10		0.06%
固化收縮線性係數 ASTM D2566-86		0.0001

1 在 35°F、50°F、75°F 及 110°F 測試中取得的最小值。

表 9 — HIT-RE 100 的抗腐蝕性

化學	已測試抗腐蝕性	耐久	不耐久
鹼性	混凝土鑽孔	+	
	泥土 (10%) pH=12.6	+	
	混凝土鑽孔	+	
	泥土 (10%) pH=13.2	+	
鹼性	混凝土鉀鹼溶液 (10%) pH=14.0		
	乙酸 (10%) ¹	-	
溶劑	硝酸 (10%) ¹	-	
	鹽酸 (10%)	-	
	3 個月		
	硫酸 (10%)	-	
	苯甲醇		-
化學工作 用工地	乙醇		-
	乙酸乙酯		-
	丁酮 (MEK)		-
	三氯乙烯		-
	二甲苯 (混合物)	+	
環保產業 化學	化學混凝土塑化劑	+	
	工作用柴油	+	
	工地用油	+	
	汽油	+	
	模板油 (成型油)	+	
環保產業 化學	環境鹽水	+	
	化學去礦質水	+	
	鹽霧試驗	+	
	SO ₂	+	
	環境/氣候	+	

1 混凝土被酸溶解

將 HIT-RE 100 樹脂樣品浸入各種化合物長達一年。樣品已在測試期間分析完畢。無有形損壞且彎曲 (柔軟) 強度減少量低於 25% 的樣品分類為「耐久」。嚴重損壞或毀壞的樣品分類為「不耐久」。

附註：在實際使用情況下，大多數樹脂被包覆在基材中，且暴露表面積很小。

3.2.5 HVU2 膠囊式化學型錨栓系統

產品介紹

錨栓系統	功能和優勢
	<ul style="list-style-type: none"> 結合幾乎即時荷載的高效能、多功能性及方便性 快速固化 — 室溫下只要 5 分鐘 鑽石空心鑽孔適用，甚至適用於開裂混凝土和抗震應用 結實、有韌性的柔軟鋁箔藥劑包 — 破損風險小 適用於惡劣工地條件，包括水飽和混凝土和低安裝溫度 SafeSet™ 利用喜利得空心鑽頭和喜利得吸塵器自動清潔孔洞 實現幾乎無塵的應用，並遵循 OSHA 1926.1153 表 1 的標準 使用鑽孔機、衝擊起子或鎚鑽進行更快速、更方便的安裝
	
	

核准/列名認證	
ICC-ES (國際規範委員會) - 2021 年國際建築法規 / 國際住宅法規	在混凝土中使用 ESR-4372 符合 ACI 318/土木 401 第 17 章/ACI 355.4/ICC-ES AC308 標準
NSF/ANSI 標準 61	在飲用水中的使用認證
歐洲技術核准	ETA-18/0184、ETA-18/0185
洛杉磯市	2020 年 LABC 補充說明 (符合 ESR-4372 標準)
佛羅里達州建築法規	2020 年 高速颶風帶 FBC 補充說明 (符合 ESR-4372 標準)
美國綠色建築委員會	LEED® Credit 4.1-低汙染材料



用於混凝土的設計資料符合 ACI 318/ 建築物混凝土結構設計規範(土木401)

ACI 318/土木 401 第 17 章設計

本節所包含的荷載值為喜利得簡化設計表。本節荷載表係使用強度設計參數和 ESR-4372 變量，以及 ACI 318/土木 401 第 17 章內的公式制定而成。如需喜利得簡化設計表的詳細解釋，請參閱第 3.1.8 節。ESR-4372 資料表不包含在本節，但可在以下網址參閱：www.icc-es.org 或 www.hilti.com.tw。

喜利得 HVU2 錨栓膠囊和喜利得 HAS-U-T(R2) 螺桿



喜利得 HAS-U-T(R2) 螺桿附有安裝提示

圖 1 — 喜利得 HAS-U-T(R2) 螺桿安裝條件

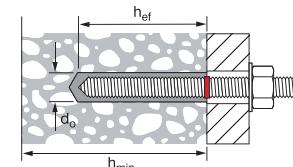
適用的混凝土條件	非開裂混凝土	乾混凝土	適用鑽孔方式	電錐鑽孔方式： 碳化鎢鑽頭
	開裂混凝土	水飽和混凝土		喜利得 TE-CD 或 TE-YD 空心鑽頭
				鑽石空心鑽孔

表 1 — 喜利得 HAS-U-T(R2) 螺桿安裝規範

安裝資訊	符號	單位	標準桿直徑 (mm)								
			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30		
標準鑽頭直徑		d_o	mm	10	11	14	17	22	28	30	35
		d_o	mm	-	12	14	17	22	28	30	35
		d_o	mm	-	-	14	17	22	28	30	35
有效埋深	h_{ef}	mm	80	90	110	125	170	210	240	270	
被固定物孔直徑	d_f	mm	9	12	14	18	22	26	30	33	
安裝扭矩	T_{inst}	Nm	10	20	40	80	150	200	270	300	
最小混凝土厚度	h_{min}	mm	110	120	140	160	220	270	300	340	
最小邊距	c_{min}	mm	40	50	60	80	100	120	135	150	
最小錨栓間距	s_{min}	mm	40	50	60	80	100	120	135	150	

1 喜利得 HAS 螺桿材料規範列於第 3.2.7 節。

圖 2 — 使用喜利得 HVU2 錨栓膠囊安裝的喜利得 HAS-U-T(R2) 螺桿



靜態載重設計(單錨栓)

本節中的所有數據適用於：

- 混凝土強度: 210 kgf/cm²
- 適用溫度範圍A：最大短期溫度 = 55°C，
最大長期溫度 = 43°C。
- 無邊距和間距影響
- 鋼材破壞

錨栓尺寸	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
HAS-U									
有效埋深	h_{ef} [mm]	80	90	110	125	170	210	240	270

設計強度

錨栓尺寸	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30			
非開裂混凝土											
拉力	HAS-U 5.8	ϕN_n [kgf]	1,226	1,421	2,784	4,163	6,602	9,065	11,075	13,215	
	HAS-U 316(A4)		1,424	1,421	3,436	4,163	6,602	9,065	11,075	13,215	
剪力	HAS-U 5.8	ϕV_n [kgf]	673	887	1,560	2,876	4,497	6,485	8,413	10,309	
	HAS-U 316(A4)		942	1,242	2,166	4,032	6,296	9,073	8,425	10,297	
開裂混凝土											
拉力	HAS-U 5.8	ϕN_n [kgf]			1,403	2,057	2,956	4,688	6,436	7,863	9,383
	HAS-U 316(A4)				1,403	2,057	2,956	4,688	6,436	7,863	9,383
剪力	HAS-U 5.8	ϕV_n [kgf]			887	1,560	2,876	4,497	6,485	8,413	10,309
	HAS-U 316(A4)				1,242	2,166	4,032	6,296	9,073	8,425	10,297

安裝說明

安裝使用說明 (IFU) 隨附每個產品包裝。您也可以在線上檢視或下載，網址為 www.hilti.com.tw。因為可能隨時變更，所以請務必確認下載的 IFU 在使用時為最新版本。為發揮完整效能，請務必正確安裝。可視需求提供培訓。如需了解 IFU 中未涉及的應用和條件，請聯絡喜利得技術服務。

材料規範

圖 5 — 喜利得 HVU2 化學藥劑固化時間 (約略值)

[°C]	[°F]	t _{cure}
-10...-6	14...22	5 h
-5...-1	23...31	3 h
0...4	32...40	40 min
5...9	41...49	20 min
10...19	50...67	10 min
20...40	68...104	5 min

表 35 — 充分固化的 HIT-RE 2 化學藥劑的材料性質

73°F (23°C) / 50% 濕度的抗壓強度	11,200 psi	77.30 N/mm ²
抗拉強度	1,241 psi	8.56 N/mm ²
24 小時後的吸水性		0.26%

表 36 性能的關鍵
- 不耐久
+ 耐久

在室溫 (77°F/25°C) 下，將固化 HVU2 化學藥劑樣品浸入各種化合物中 90 天。重量增加幅度小於 4% 的樣品評估為「耐久」，而重量增加幅度大於 6% 的樣品評估為「不耐久」。

附註：在實際使用情況下，大多數化學藥劑被包覆在基材中，且暴露表面積很小。

3.3 機械錨固系統

3.3.1 HDA 自切底錨栓

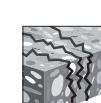
產品介紹

HDA自切底錨栓

錨栓系統	功能和優勢
HDA-P 自切底錨栓 預置類型	<ul style="list-style-type: none"> 自切底部分提供類似預埋的效能，且膨脹應力低 楔形自切底實現輕鬆、快速且可靠的錨栓安裝 在開裂混凝土中展現優秀性能 適合地震、疲勞及衝擊等動態荷載。請參閱錨栓選擇指引 切底錨栓為一種鎖鍵式固定力量行為，有助於縮小邊距與錨栓間距 穿透式設計提供了更高的抗剪能力 適合腐蝕環境的完全可拆式 316 不鏽鋼 鍍鋅塗層具有與熱浸鍍鋅相當的抗腐蝕性 ACI 349-01 核子設計指引可供使用。致電喜利得技術支持
HDA-T 自切底錨栓 穿透式設置類型	



非開裂混凝土



開裂混凝土



地震設計類別 A-F



Profis Engineering
錨栓設計軟體

核准/列名認證

ICC-ES (國際規範委員會)	混凝土中的 ESR-1546 應用符合 ACI 318/ 土木 401 第17 / ACI 355.2 / ICC-ES AC1 93
歐洲技術核准	ETA-99/0009、ETA-99/0016
洛杉磯市	研究報告編號 25939
核子品質保證	符合 NQA-1 核子品質計畫標準

材料規範

HDA-P 和 HDA-T 鍍鋅碳鋼

- 錐形螺栓符合 ISO 898 類別 8.8 的強度要求。降伏強度為 92.8 ksi (640 MPa)，而最小抗拉強度為 116 ksi (800 MPa)。
- M10 和 M12 套筒的最小抗拉強度為 123 ksi (850 MPa)。
- M16 套筒的最小抗拉強度為 101.5 ksi (700 MPa)。
- M20 套筒的最小抗拉強度為 79.8 ksi (550 MPa)。
- 螺帽和墊片為碳鋼材質。
- 所有碳鋼組件最少有 5 μm 的鍍鋅層。

HDA-PR 和 HDA-TR 不鏽鋼

- 錐形螺栓的降伏強度為 87 ksi (600 MPa)，而最小抗拉強度為 116 ksi (800 MPa)。
- M10 和 M12 套筒的最小抗拉強度為 123 ksi (850 MPa)。
- M16 套筒的最小抗拉強度為 101.5 ksi (700 MPa)。
- 螺帽符合 DIN 934 等級 A4-80 的標準。

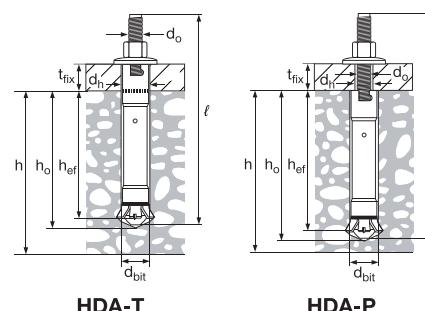
HDA-PF 和 HDA-TF 厚鍍鋅碳鋼

- 錐體螺栓符合 ISO 898 類別 8.8 的強度要求。降伏強度為 92.8 ksi (640 MPa)，而最小抗拉強度為 116 ksi (800 MPa)。
- M10 和 M12 套筒的最小抗拉強度為 123 ksi (850 MPa)。
- M16 套筒的最小抗拉強度為 101.5 ksi (700 MPa)。
- 螺帽和墊片為碳鋼材質。
- 所有碳鋼組件的平均鍍鋅厚度都有 53 μm ，符合 ASTM A153 標準。



安裝參數

圖 1 — 喜利得 HDA 規格



安裝資訊	符號	單位	標準錨栓直徑			
			M10	M12	M16	M20
錐體螺栓螺紋直徑	d_o	mm	10	12	16	20
標準鑽頭直徑 ¹	d_{bit}	mm	20	22	30	37
有效最小埋深	h_{ef}	mm	100	125	190	250
孔深	h_o	mm	107	135	203	266
最大被固定物厚度, HDA-P	t_{fix}		請參閱第 3.3.1 節			
被固定物孔直徑, HDA-P	d_h	mm	12	14	18	22
最大被固定物厚度, HDA-T	t_{fix}		請參閱表 5			
被固定物孔直徑, HDA-T	d_h	mm	21	23	32	40
錨栓長度	ℓ		請參閱第 3.3.1 節			
最小混凝土厚度 ²	h_{min}	mm	180	200	270	350
扳手尺寸	T_{inst}	Nm	50	80	120	300
		mm	17	19	24	30

1 HDA 必須與指定的 Hilti 錐鑽和 Hilti 公制制動鑽頭一起安裝。請參閱第 3.3.1.5 節。

2 HDA-P 的最小混凝土厚度。對於 HDA-T，需要額外的厚度來考慮薄的被固定物，這將增加有效埋深。

3 利用 TE 70 安裝錨栓時，對於 HDA M16: $h_{min} \geq 300\text{mm}$ (11.8in)

用於混凝土的設計資料符合 ACI 318/ 建築物混凝土結構設計規範(土木401) 標準

ACI 318/土木 401 第 17 章設計

本節所包含的荷載值為喜利得簡化設計表。本節荷載表係使用強度設計參數和 ESR-1546 變量，以及 ACI 318/土木 401 第 17 章內的公式制定而成。如需喜利得簡化設計表的詳細解釋，請參閱第 3.1.8 節。ESR-1546 資料表不包含在本節，但可在以下網址參閱：www.icc-es.org 或 www.hilti.com.tw。

靜態載重設計(單錨栓)

本節中的所有數據適用於：

- 混凝土強度: 210 kgf/cm²
- 無邊距和間距影響
- 鋼材破壞

錨栓尺寸		M10	M12	M16	M20
有效埋深	h_{ef} [mm]	100	125	190	250

設計強度

錨栓尺寸		M10	M12	M16	M20		
非開裂混凝土							
拉力	HDA-P	ϕN_n	[kgf]	3,552	5,170	9,589	14,836
	HDA-T			3,552	5,170	9,589	14,836
剪力	HDA-P	ϕV_n	[kgf]	1,478	2,148	3,997	6,124
	HDA-T			4,110	5,502	9,015	14,979
開裂混凝土							
拉力	HDA-P	ϕN_n	[kgf]	2,904	3,630	7,261	10,891
	HDA-T			2,904	3,630	7,261	10,891
剪力	HDA-P	ϕV_n	[kgf]	1,478	2,148	3,997	6,124
	HDA-T			4,110	5,502	12,196	14,979

安裝和拆卸說明

安裝使用說明 (IFU) 隨附每個產品包裝。您也可以在線上檢視或下載，網址為 www.hilti.com.tw。因為可能隨時變更，所以請務必確認下載的 IFU 在使用時為最新版本。為發揮完整效能，請務必正確安裝。

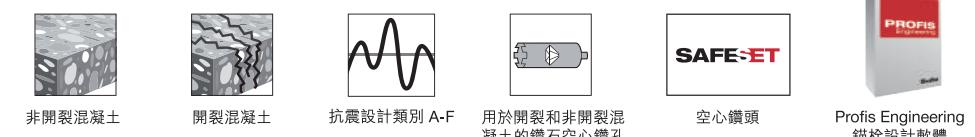
HDA 自切底錨栓可完全拆卸。基於安全目的，拆卸過程會磨損錨栓螺紋，以防止重複使用錨栓。

可視需求提供培訓。如需了解 IFU 中未涉及的應用和條件，請聯絡喜利得技術服務。

3.3.2 HSL4 重型膨脹錨栓 產品介紹

錨栓系統	功能和優勢			
 HSL4 重型膨脹錨栓	 HSL4-B 重型膨脹錨栓 搭配扭矩蓋	 HSL4-G 重型膨脹錨栓 搭配螺桿	 HSL4-SK 沉頭版本 可特別提供	<ul style="list-style-type: none"> • 核准用於混凝土受拉力區(開裂混凝土) • 經認證可用於喜利得鑽石空心工具 DD-30 或 DD-EC-1 (搭配 SPX-T 空心鑽頭) 或喜利得鑽石洗孔工具 DD-110 至 DD-250 (搭配 SPPX-H, SPX-L 或 SPX-L 手持式空心鑽頭) 所鑽的孔。 • 用於 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)第17章和 ACI 349 附錄 B 之強度設計規定的資料 • 高荷載能力 • 允許後續膨脹的應力控制膨脹 • 適合地震¹、疲勞及衝擊等動態荷載 • 鎖緊螺栓或螺帽時不得使錨栓在孔中轉動 • 根據 ICC-ES AC193 及 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)第 17 章要求的地震規範

¹ HSL4-G M24 未核准用於地震設計。



核准/列名認證	
ICC-ES (國際規範委員會)	混凝土中的 ESR-4386 符合 ACI 318/土木 401 第 17 章/ACI 355.2/ICC-ES AC193 標準
歐洲技術核准	ETA-19/0556
洛杉磯市	2020 年 LABC 补充說明 (符合 ESR-4386 標準)
核子品質保證	符合 NQA-1 核子品質計畫標準



材料規範

- HSL4、HSL4-G、HSL4-B 及 HSL4-SK 的碳鋼螺栓或螺桿符合 ISO 898-1 等級 8.8 要求的鋼材強度， $f_y > 93 \text{ ksi}$, $f_{uta} > 116 \text{ ksi}$ 。
- 螺帽、墊片、膨脹錐體、膨脹套筒及間距套筒均為碳鋼材質。
- 可折疊套筒由聚甲醛 (POM) 樹脂和熱塑性彈性體 (TPE) 製成。

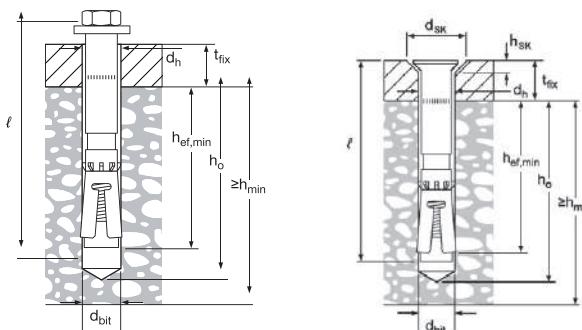
安裝參數

表 1 — HSL4 規格

詳情		HSL4 錨栓螺紋直徑									
		M8	M10	M12	M16	M20	M24				
標準鑽頭直徑 ¹	d_{bit}	mm	12	15	18	24	28	32			
最小混凝土厚度	h_{min}	mm									
最小孔深	h_o	mm	80	90	105	125	155	180			
有效最小埋深	$h_{ef,min}$	mm	60	70	80	100	125	150			
被固定物孔直徑	d_h	mm	14	17	20	26	31	35			
緊固零件 HSL4、HSL4-B 最大厚度	t_{fix}	mm	20	40	20	40	5	25	50	30	60
緊固零件 HSL4-G 最大厚度	t_{fix}	mm	20	20	100	25	50	25	50	30	60
墊片直徑	d_w	mm	20		25	30	40		45		50
安裝扭矩 HSL4	T_{inst}	Nm	15		25	60	75		145		210
安裝扭矩 HSL4-G	T_{inst}	Nm	20		27	60	70		105		180
安裝扭矩 HSL4-SK	T_{inst}	Nm	25		32	65	-		-		-
扳手尺寸 HSL4、HSL4-G	套筒	mm	13		17	19	24		30		36
扳手尺寸 HSL4-B	套筒	mm	-		-	24	30		36		41
扳手尺寸 HSL4-SK	套筒	mm	5		6	8	-		-		-
錐坑孔直徑 HSL4-SK	d_{sk}	mm	22.5		25.5	32.9	-		-		-

¹ 僅限使用公制鑽頭。

圖 1



用於混凝土的設計資料符合 ACI 318/ 建築物混凝土結構設計規範(土木401) 標準

ACI 318/土木 401 第 17 章設計

本節所包含的荷載值為喜利得簡化設計表。本節荷載表係使用強度設計參數和 ESR-4386 變量，以及 ACI 318/土木 401 第 17 章內的公式制定而成。如需喜利得簡化設計表的詳細解釋，請參閱第 3.1.8 節。ESR-4386 資料表不包含在本節，但可在以下網址參閱：www.icc-es.org 或 www.hilti.com.tw。

靜態載重設計(單錨栓)

本節中的所有數據適用於：

- 混凝土強度: 210 kgf/cm²
- 無邊距和間距影響
- 鋼材破壞

錨栓尺寸	M8	M10	M12	M16	M20	M24	
有效埋深	h_{ef} [mm]	60	70	80	100	125	150

設計強度

錨栓尺寸	M8	M10	M12	M16	M20	M24	
非開裂混凝土							
拉力	ϕN_n [kgf]	1,358	1,744	2,131	2,979	4,163	5,472
剪力	ϕV_n [kgf]	1,491	3,016	4,341	6,416	8,966	11,786
開裂混凝土							
拉力	ϕN_n [kgf]	908	1,452	2,131	2,979	4,163	5,472
剪力	ϕV_n [kgf]	1,059	3,016	4,341	6,416	8,966	11,786

表 5 — 邊距、間距及混凝土厚度要求¹

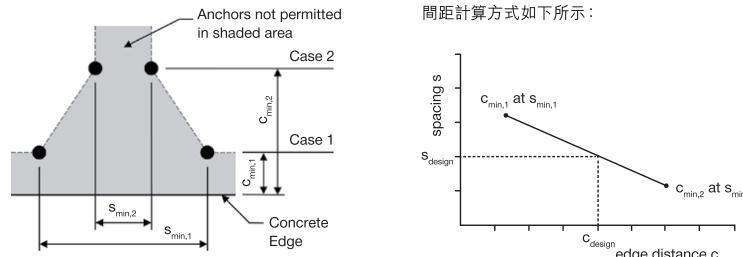
條件	尺寸參數	符號	單位	標準錨栓直徑						
				M8	M10	M12	M16	M20	M24	
A	最小混凝土厚度	h_{min}	mm	120	140	160	200	250	300	
	臨界邊距	c_{ac}	mm	110	110	120	150	225	225	
	案例 1	最小邊距	$c_{min,1}$	mm	60	70	90	120	125	150
		最短錨栓間距	$s_{min,1}$	mm	140	240	280	320	350	300
	案例 2	最小邊距	$c_{min,2}$	mm	85	125	155	200	210	210
		最短錨栓間距	$s_{min,2}$	mm	60	70	80	100	125	150
B	最小混凝土厚度	h_{min}	mm	110	120	135	160	190	225	
	臨界邊距	c_{ac}	mm	150	175	200	250	312.5	375	
	案例 1	最小邊距	$c_{min,1}$	mm	60	90	110	160	200	225
		最短錨栓間距	$s_{min,1}$	mm	180	260	320	380	400	380
	案例 2	最小邊距	$c_{min,2}$	mm	100	160	200	270	300	320
		最短錨栓間距	$s_{min,2}$	mm	60	70	80	100	125	150

1. 案例 1 和案例 2 之間允許使用線性內插法建立邊距和間距組合。

Linear interpolation for a specific edge distance c , where $c_{min,1} < c < c_{min,2}$ 會判定如下所示的容許間距：

$$s \geq s_{min,2} + \frac{(s_{min,1} - s_{min,2})}{(c_{min,1} - c_{min,2})} (c - c_{min,2})$$

圖 2



安裝說明

安裝使用說明 (IFU) 隨附每個產品包裝。您也可以在線上檢視或下載，網址為 www.hilti.com.tw。因為可能隨時變更，所以請務必確認下載的 IFU 在使用時為最新版本。為發揮完整效能，請務必正確安裝。可視需求提供培訓。如需了解 IFU 中未涉及的應用和條件，請聯絡喜利得技術服務。

3.3.3 HSL-3-R 重型不鏽鋼膨脹錨栓 產品介紹

HSL-3-R 重型不鏽鋼膨脹錨栓

錨栓系統	功能和優勢
	<ul style="list-style-type: none"> 適用於開裂受拉力區 (開裂混凝土) 用於 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範 (土木401)第 17 章和 CSA A23.3 附錄 D 之強度設計規定的資料。 高荷載能力 允許後續膨脹的應力控制膨脹 可靠的夾持零件，緊固時可協助克服間隙 鎖緊螺栓或螺帽時使錨栓不會在孔中轉動 符合 ICC-ES AC193 及 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範 (土木401)第 17 章要求的地震規範 提供邊距和間距的簡表
	
	



非開裂混凝土



開裂混凝土



抗震設計類別 A-F

Profis Engineering
錨栓設計軟體

列名認證/核准

ICC-ES (國際規範委員會)	ESR-1545
歐洲技術核准	ETA-02/0042
洛杉磯市	ESR 的 LABD 補充說明

MATERIAL SPECIFICATIONS

- 符合 DIN EN 10088-3 標準的不鏽鋼螺栓或螺桿。
- 符合 DIN EN 10088-3 標準的不鏽鋼墊片。
- 符合 ASTM A 276/276A 標準的不鏽鋼膨脹套筒。
- 符合 ASTM A 511/A 511M 標準的不鏽鋼間距套筒。
- 符合 ASTM A 511/A 511M 標準的不鏽鋼膨脹錐體。
- 可折疊套筒由聚甲醛 (POM) 樹脂製成。

安裝參數

表 1 — HSL-3-R 規範

詳情	符號	單位	標準錨栓直徑					
			M8	M10	M12	M16	M20	
標準鑽頭直徑	d_{bit}	mm	12	15	18	24	28	
最小混凝土厚度	h_{min}	mm	120	140	150	200	250	
最小孔深	h_o	mm	80	90	105	125	155	
有效最小埋深	$h_{ef,min}$	mm	60	70	80	100	125	
被固定物孔的最小直徑	d_h	mm	14	17	20	26	31	
固定裝置 HSL-3-SKR 中的錐坑孔直徑	d_{SK}	mm	22.5	25.5	32.9	不適用	不適用	
固定裝置 HSL-3-SKR 中的沉頭高度	h_{SK}	mm	5.8	6	8	不適用	不適用	
緊固零件和混凝土表面之間的最大累積差距	-	mm	4	5	8	9	12	
緊固零件 HSL-3-R 的最大厚度	$t_{fix,max}$	mm	20	40	20	40	25	60
錨栓 HSL-3-R 的整體長度	ℓ	mm	98	118	110	130	131	213
緊固零件 HSL-3-GR 的最大厚度	$t_{fix,max}$	mm	20	100	20	100	25	100
錨栓 HSL-3-GR 的整體長度	ℓ	mm	102	182	115	197	139	260
固定零件 HSL-3-SKR 的最大厚度	$t_{fix,max}$	mm	20	20	25	不適用	不適用	
錨栓 HSL-3-SKR 的整體長度	ℓ	mm	98	110	131	不適用	不適用	
安裝扭矩 HSL-3-R	T_{inst}	Nm	25	35	80	120	200	
安裝扭矩 HSL-3-GR	T_{inst}	Nm	30	50	80	120	200	
安裝扭矩 HSL-3-SKR	T_{inst}	Nm	18	50	80	不適用	不適用	
扳手尺寸 HSL-3-R · HSL-3-GR	SW	mm	13	17	19	24	30	
六角扳手尺寸 HSL-3-SKR	SW	mm	5	6	8	不適用	不適用	

圖 1 —
安裝條件中的 HSL-3-R 和 HSL-3-GR
(顯示 HSL-3-R)

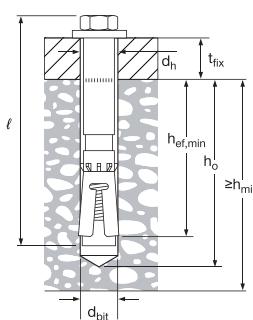
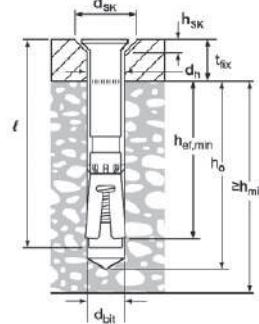


圖 2 —
安裝條件中的 HSL-3-R



用於混凝土的設計資料符合 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)

ACI 318/土木 401 第 17 章設計

本節的荷載值為喜利得簡化設計表。本節的荷載表在制定時使用了

強度設計參數、ESR-1545 的變量及 ACI 318/土木 401 第 17 章的公式。如需喜利得簡化設計表的詳細解釋, 請參閱喜利得產品技術指引 2-21 冊第 3.1.8 節。ESR-1545 資料表不包含在本節, 但可在以下網址參閱：www.icc-es.org 或 www.hilti.com.tw。

靜態載重設計(單錨栓)

本節中的所有數據適用於：

- 混凝土強度:210 kgf/cm²
- 無邊距和間距影響
- 鋼材破壞

錨栓尺寸	M8	M10	M12	M16	M20	
有效埋深	h_{ef} [mm]	60	70	80	100	125

設計強度

錨栓尺寸	M8	M10	M12	M16	M20
非開裂混凝土					

拉力	ϕN_n [kgf]	845	1,476	1,803	3,366	5,245
剪力	ϕV_n [kgf]	1,491	3,757	4,591	7,250	9,624

開裂混凝土	M8	M10	M12	M16	M20	
拉力	ϕN_n [kgf]	680	1,240	1,803	2,979	3,833
剪力	ϕV_n [kgf]	1,059	3,306	4,591	6,416	8,966

表 5 — 邊距、間距及混凝土厚度要求¹

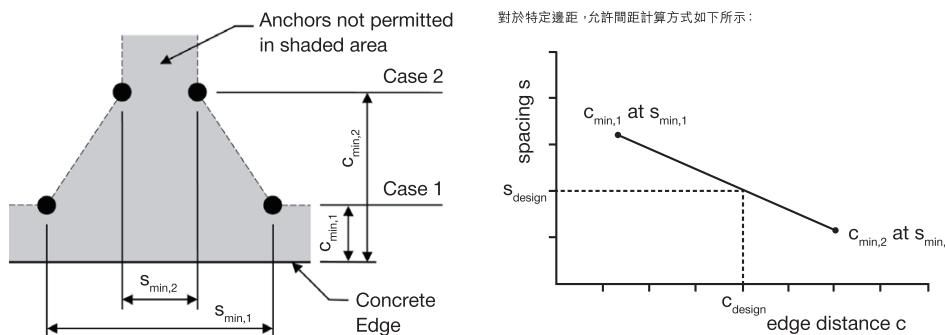
尺寸參數	符號	單位	標準錨栓直徑				
			M8	M10	M12	M16	M20
最小混凝土厚度	h_{min}	mm	120	140	150	200	250
臨界邊距	c_{ac}	mm	200	280	220	240	380
案例1	$c_{min,1}$	mm	70	90	90	100	150
	$s_{min,1}$	mm	140	160	250	240	300
案例2	$c_{min,2}$	mm	120	130	160	240	300
	$s_{min,2}$	mm	70	90	100	100	125

案例 1 和案例 2 之間允許使用線性內插法建立邊距和間距組合。

1 針對特定邊距 c 的線性內插法，其中 $c_{min,1} < c < c_{min,2}$ 會判定如下所示的容許間距：

$$s \geq s_{min,2} + \frac{(s_{min,1} - s_{min,2})}{(c_{min,1} - c_{min,2})} (c - c_{min,2})$$

圖 5 — 最小邊距和錨栓間距的內插法



安裝說明

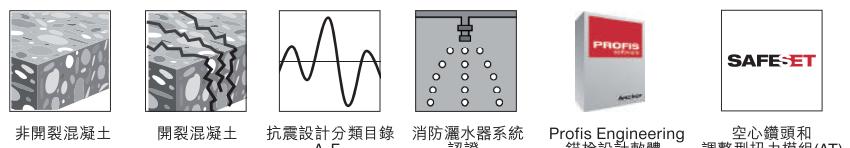
安裝使用說明 (IFU) 隨附每個產品包裝。因為可能隨時變更，所以請務必確認下載的 IFU 在使用時為最新版本。為發揮完整效能，請務必正確安裝。可視需求提供培訓。如需了解 IFU 中未涉及的應用和條件，請聯絡喜得利技術服務。

3.3.4 HST-4 膨脹錨栓

產品介紹

HST4 膨脹錨栓

錨栓系統	功能和優勢
 碳鋼 HST-4	<ul style="list-style-type: none"> 高承載力的錨栓，可用於較小的基材厚度、較小的間距及邊距。 適用於 C20/25 至 C50/60 的非開裂和開裂混凝土。 通過 ETA C1/C2 評估的結構抗震設計測試與認證。 可選擇較長的埋入深度，以獲得較高的阻抗力、較近的邊距或較小的間距。 設計彈性十足，可變埋深、邊距及間距。 經認證的免清孔和自動調整扭力模組工具，使安裝更快速可靠。 提供多樣圓蓋螺帽，以達到更美觀的應用效果。 產品長度識別標記有助於品質控制和檢驗。
 不鏽鋼 HST4-R	



核准/列名認證

歐洲技術評估	ETA-21 / 0878 / 2025.03.10
ICC-ES (國際規範委員會) * 2024 年國際建築法規 / 國際住宅法規 (IBC/IRC)	用於混凝土的 IAPMO UES ER-815 符合 ACI 318/土木 401 第 17 章/ACI 355.2/ICC-ES AC193 標準
FM (美國工廠互保研究中心) — 僅限碳鋼 HST4(M10-M16)	用於自動灑水器系統的管道吊架組件 3/8" (最大可達 4 英吋標準管道直徑)、1/2" ¹ (最大可達 8 英吋標準管道直徑)、3/4" (最大可達 12 英吋標準管道直徑)

1 1/2 英吋直徑和 1-1/2 英吋的有效埋深沒有 FM 或 UL 認證。

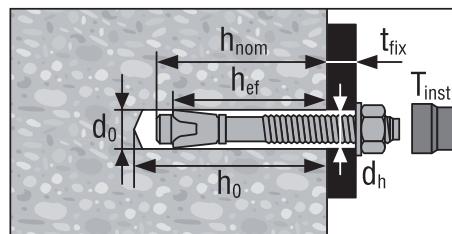


安裝參數

表 1 — HST4-R膨脹錨栓安裝參數

安裝資訊	符號	單位	標稱錨栓直徑 (mm)								
			M8		M10		M12		M16		M20
標稱鑽頭直徑	d_o	mm	8		10		12		16		20
有效最小埋深	h_{ef}	mm	30	45	30	60	40	70	65	85	101
標稱最小埋深	h_{nom}	mm	36	51	38	68	49	79	77	97	116
無清孔之混凝土最小鑽孔深度	$h_{1, NC}$	mm	56	71	58	88	69	99	97	117	136
無清孔之混凝土最小厚度	$h_{min, c}$	mm	86	101	90	118	105	135	135	155	175
有清孔之混凝土最小鑽孔深度	$h_{1, NC}$	mm	39	54	42	72	53	83	83	103	124
有清孔之混凝土最小厚度	$h_{min, c}$	mm	80	84	80	102	100	120	120	140	160
被固定物直徑	d_f	mm	9	9	12	12	14	14	18	18	22
安裝扭矩	T_{inst}	Nm	20	20	40	40	60	60	120	120	180

圖 1 — 喜利得 HST4 規格



用於混凝土的設計資料符合 ACI 318/建築物混凝土結構設計規範(土木401)

ACI 318/土木 401 第 17 章設計

本節所包含的荷載值為喜利得簡化設計表。本節荷載表係使用強度設計參數和 ESR-815 變量，以及 ACI-318/土木 401 第 17 章內的公式制定而成。如需喜利得簡化設計表的詳細解釋，請參閱第 3.1.8 節。ESR-815 資料表不包含在本節，但可在以下網址參閱：www.icc-es.org 或 www.hilti.com.tw。

靜態載重設計(單錨栓)

本節中的所有數據適用於：

- 混凝土強度: 210 kgf/cm²
- 無邊距和間距影響
- 鋼材破壞

錨栓尺寸		M8		M10		M12		M16		M20	
有效埋深	h_{ef} [mm]	30	45	30	60	40	70	65	85	101	

設計強度

錨栓尺寸			M8		M10		M12		M16		M20	
非開裂混凝土												
拉力	HST4		213	899	332	1,384	949	1,744	1,967	2,638	3,023	
	HST4-R	ϕN_n [kgf]	264	761	301	1,384	754	1,744	1,321	2,334	3,023	
剪力	HST4		383	968	427	1,253	1,023	2,108	2,817	3,592	4,262	
	HST4-R	ϕV_n [kgf]	339	908	339	1,452	812	2,194	1,611	4,341	5,249	
開裂混凝土												
拉力	HST4	ϕN_n [kgf]	166	638	264	983	663	1,535	1,374	2,054	2,661	
	HST4-R		187	540	265	983	663	1,239	1,162	2,054	2,661	
剪力	HST4		298	688	339	1,059	714	2,108	2,817	3,592	4,262	
	HST4-R	ϕV_n [kgf]	241	688	298	1,059	714	2,194	1,611	4,341	5,249	

安裝說明

安裝使用說明 (IFU) 隨附每個產品包裝。您也可以在線上檢視或下載，網址為 www.hilti.com.tw。因為可能隨時變更，所以請務必確認下載的 IFU 在使用時為最新版本。為發揮完整效能，請務必正確安裝。可視需求提供培訓。如需了解 IFU 中未涉及的應用和條件，請聯絡喜利得技術服務。



3.4 歐洲技術評估標準(ETA)



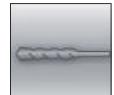
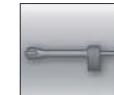
3.4.1 HST4楔形膨脹錨栓

高性能膨脹錨栓

錨栓系統	功能和優勢
	<p>HST4 HST4-R (M8-M20)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 極強的抗力值，可減少混凝土厚度需求、縮短間距和邊緣距離 • 適用於非開裂和開裂混凝土 C 12/15 至 C 80/95* • 高度可靠和安全的錨栓，用於抗震設計結構，具有ETA C1/C2評估 • 更長的埋入深度選項，以獲得更高的抗力值、更近的邊緣距離或更小的間距。 • 完全的設計靈活性，具有可變的埋入深度、邊緣和間距 • 經認證的免清孔和調整型扭力模組，安裝更快、更可靠。 • 圓頂螺母版本可提供調整型扭力模組認證 • 產品和長度辨識標誌便於品質控制和查驗
	<p>HST4 DN HST4-R DN (M8-M16)</p>
	<p>HST4 BW HST4-R BW (M8-M16)</p>



基材	負載條件
	混凝土 (非開裂)
	混凝土 (開裂)
	鋼纖維強化 混凝土(SFRC)
	靜態/擬靜態
	地震 C1/C2
	衝擊 BZS-CH
	火災阻抗

鑽孔、清潔、安裝	其他資訊
	鑽孔 (無需清孔)
	鑽石 鑽孔
	中空 鑽頭鑽孔
	衝擊扳手搭配 自動調整扭力 模組
	可變埋深
	PROFIS Engineering 工程設計 軟體
	鋼與混凝土 手冊

相關認證/證書及使用說明材料

認證/證書

認證編號	應用 / 負載條件	機關 / 實驗室	發行日期	到期日
ETA-21/0878	靜態和擬靜態 / 地震 / 火災	CSTB, Marne-la-Vallée	31-10-2024	-
GS 6.1/22-065-3-r1(HST4-R)	消防資料ZTV-ING隧道	MFPA, Leipzig	30-11-2023	-
BZS D 24-602(HST4-R)	衝擊認證	FOCP, Spiez	25-08-2024	31-12-2033

靜態和擬靜態 / 地震 / 火災

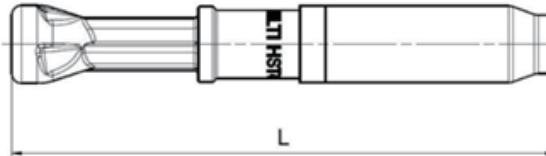
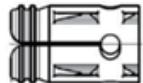
錨栓尺寸	M8	M10	M12	M16	M20
HST4	IFU HST4-M8	IFU HST4- M10	IFU HST4- M12	IFU HST4- M16	IFU HST4- M20
HST4-R	IFU HST4-R M8	IFU HST4-R M10	IFU HST4-R M12	IFU HST4-R M16	IFU HST4-R M20
填充套件	填充套件				

HST4	HST4-R	HST4 DN	HST4-R DN	HST4 BW	HST4-R BW

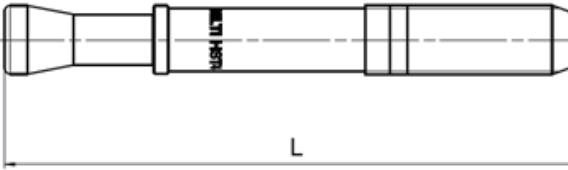
緊固件特殊尺寸

錨栓尺寸	M8	M10	M12	M16	M20
錨栓最大長度 L [mm]	115	180	260	260	260
墊圈外徑 $dw \geq$ [mm]	16	20	24	30	37
大墊圈外徑 (BW) $dw \geq$ [mm]	24	30	37	50	

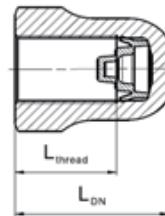
HST4(-R) (M8-M16)



HST4(-R) M20



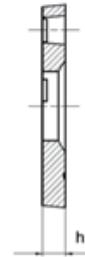
錨栓尺寸	M8	M10	M12	M16
圓蓋螺帽螺紋長度 $L_{thread,min}$ [mm]	13,3	16,8	17,8	22,3
圓蓋螺帽長度 $L_{DN,min}$ [mm]	18,1	21,9	24,0	29,5



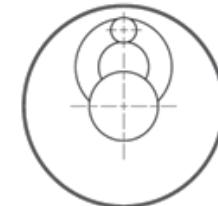
填充墊圈尺寸

錨栓尺寸	M8	M10	M12	M16	M20
直徑 L [mm]	38	42	44	52	60
填充墊圈高度 dw [mm]	5	5	5	6	6
填充墊圈和球形墊圈高度 dw [mm]	8	9	10	11	13

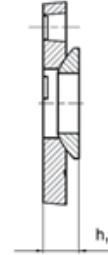
Sealing washer



Spherical washer



Filling Set



靜態和擬靜態性能基於ETA-21/0878。設計根據 EN 1992-4

本節中的所有資料適用於和

- 正確安裝(請參閱安裝指示)
- 對於單一錨栓
- 含鋼纖維(SFRC)與不含鋼纖維的 C20/25 混凝土
- 無邊距和間距影響(請參閱特性距離表)
- 劈裂破壞的特性間距和邊距僅適用於非開裂混凝土。
- 對於開裂混凝土而言，只有混凝土錐狀破壞的特徵間距和邊距才是決定性的
- 最小基材厚度(請參閱安裝細節表)
- 本節表格中為特定的埋置深度
- 本節表格中為特定的錨栓材料
- 錨鑽鑽孔, 使用喜利得空心鑽頭(M10-M20)錨鑽孔和鑽石洗孔(僅適用於 HST4-R)
- 建議負載：所有分項安全係數 $\gamma = 1,4$ 。

注意：埋置深度 $h_{ef} < 40$ mm 僅適用於 EN 1992-4 第 7.3 條和 CEN/TR 17079 中所述的多冗性非結構系統的緊固。對於其他類型的緊固件，請增加埋置深度。

有關特定的設計案例，請參閱 PROFIS Engineering。

設計抗力

錨栓尺寸	M8			M10			M12			M16			M20		
有效埋深 h_{ef} [mm]	30 ¹⁾	47	90	30 ¹⁾	60	100	40	70	125	65	85	160	101	120	180
非開裂混凝土															
拉力 HST4	5,4	10,6	12,7	5,8	16,4	20,0	9,6	22,2	28,0	19,8	29,7	36,7	33,3	33,3	33,3
HST4-R	5,4	10,6	12,7	6,2	17,6	21,3	9,6	22,2	30,7	19,8	29,7	40,0	33,3	33,3	33,3
剪力 HST4	11,0	13,0	13,0	10,8	19,8	19,8	23,9	29,9	29,9	50,3	50,3	50,3	67,1	67,1	67,1
HST4-R	11,0	13,9	13,9	11,6	22,0	22,0	23,9	33,0	33,0	57,9	57,9	57,9	77,8	77,8	77,8
開裂混凝土															
拉力 HST4	3,8	7,4	8,0	4,4	12,3	12,7	6,7	15,5	18,7	13,9	20,8	25,3	23,3	23,3	23,3
HST4-R	3,8	6,7	6,7	4,4	12,3	13,3	6,7	15,5	18,7	13,9	20,8	25,3	23,3	23,3	23,3
剪力 HST4	7,7	13,0	13,0	8,1	19,8	19,8	16,8	29,9	29,9	41,7	50,3	50,3	67,1	67,1	67,1
HST4-R	7,7	13,9	13,9	8,1	22,0	22,0	16,8	33,0	33,0	41,7	57,9	57,9	74,6	77,8	77,8

建議負載

錨栓尺寸	M8			M10			M12			M16			M20		
有效埋深 h_{ef} [mm]	30 ¹⁾	47	90	30 ¹⁾	60	100	40	70	125	65	85	160	101	120	180
非開裂混凝土															
拉力 HST4	1)	7,5	9,0	1)	11,7	14,3	6,8	15,8	20,0	14,2	21,2	26,2	23,8	23,8	23,8
HST4-R	1)	7,5	9,0	1)	12,6	15,2	6,8	15,8	21,9	14,2	21,2	28,6	23,8	23,8	23,8
剪力 HST4	1)	9,3	9,3	1)	14,2	14,2	17,1	21,4	21,4	35,9	35,9	47,9	47,9	47,9	47,9
HST4-R	1)	9,9	9,9	1)	15,7	15,7	17,1	23,6	23,6	41,4	41,4	41,4	55,5	55,5	55,5
開裂混凝土															
拉力 HST4	1)	5,3	5,7	1)	8,8	9,0	4,8	11,1	13,3	9,9	14,9	18,1	16,6	16,7	16,7
HST4-R	1)	4,8	4,8	1)	8,8	9,5	4,8	11,1	13,3	9,9	14,9	18,1	16,6	16,7	16,7
剪力 HST4	1)	9,3	9,3	1)	14,2	14,2	12,0	21,4	21,4	29,8	35,9	35,9	47,9	47,9	47,9
HST4-R	1)	9,9	9,9	1)	15,7	15,7	12,0	23,6	23,6	41,4	41,4	41,4	53,3	55,5	55,5

¹⁾請參閱「多冗性固定要求」一節

多冗性固定要求

各會員國對多冗性固定的定義見EN 1992-4 和CEN/TR 17079。如果成員國沒有定義，則可採用下列預設值。

固定點最少數量	每個固定點的最少錨栓數量	每個固定點的最大設計作用載荷 F_{sd}
3	1	2 kN
4	1	3 kN

每個緊固點的最大設計負載值 F_{sd} 在一般情況下是有效的，這表示在多冗性結構系統的設計中，所有緊固點都會被考慮到。 F_{sd} 可以是拉力、剪力或傾斜負荷載。

地震荷載基於ETA-21/0878。設計根據 EN 1992-4

本節中的所有資料適用於和

- 正確安裝(請參閱安裝指示)
- 對於單一錨栓
- C20/25 混凝土(含鋼纖維(SFRC)僅適用於C1類別)
- 無邊距和間距影響(請參閱特性距離表)
- 劈裂破壞的特性間距和邊距僅適用於非開裂混凝土。
- 對於開裂混凝土而言，只有混凝土錐狀破壞的特徵間距和邊距才是決定性的
- 最小基材厚度(見表)
- 本節表格中為特定的埋置深度
- 本節表格中為特定的錨栓材料
- 錨鑽，使用喜利得空心鑽頭(M10-M20)錨鑽孔和鑽石洗孔(僅適用於HST4-R)
- $\alpha_{gap}=1,0$ (使用Hilti填充套件)和 $\alpha_{gap}=0,5$ (不使用Hilti填充套件)

有關特定的設計案例，請參閱 PROFIS Engineering。

抗震性能C2時的設計抗力

錨栓尺寸		M8		M10		M12		M16		M20					
有效埋深	h_{ef} [mm]	47	90	60	100	40	70	125	65	85	160	101	120	180	
含或不含Hilti填充套件															
拉力	HST4	$N_{Rd,C2}$ [kN]	2,9	3,1	8,3	8,3	5,6	13,2	14,4	11,8	17,7	25,5	19,8	23,3	23,3
	HST4-R		3,0	3,3	8,4	8,5	5,7	13,2	14,7	11,8	17,7	24,5	19,8	23,3	23,3
使用Hilti填充套件($\alpha_{gap}=1,0$)															
剪力	HST4	$V_{Rd,C2}$ [kN]	8,6	8,6	14,2	14,2	14,3	21,2	21,2	31,1	35,9	35,9	63,4	67,4	67,4
	HST4-R		8,2	8,2	14,9	15,0	14,3	19,2	19,2	35,5	41,0	41,0	53,9	53,9	53,9
不含Hilti填充套件($\alpha_{gap}=0,5$)															
剪力	HST4	$V_{Rd,C2}$ [kN]	4,3	4,3	7,1	7,1	7,1	10,6	10,6	15,6	18,0	18,0	26,8	26,8	26,8
	HST4-R		4,1	4,1	7,5	7,5	7,1	9,6	9,6	17,7	20,5	20,5	19,8	19,8	19,8

抗震性能C1時的設計抗力

錨栓尺寸		M8		M10		M12		M16		M20					
有效埋深	h_{ef} [mm]	47	90	60	100	40	70	125	65	85	160	101	120	180	
含或不含															
拉力	HST4	$N_{Rd,C1}$ [kN]	6,3	7,5	10,5	12,1	5,7	13,2	17,5	11,8	17,7	24,7	19,8	23,3	23,3
	HST4-R		6,2	6,2	10,5	12,7	5,7	13,2	17,5	11,8	17,7	24,7	19,8	23,3	23,3
使用Hilti填充套件($\alpha_{gap}=1,0$)															
剪力	HST4	$V_{Rd,C1}$ [kN]	10,7	10,7	17,6	17,6	14,3	26,5	26,5	33,2	40,1	40,1	63,4	80,3	80,3
	HST4-R		12,6	12,6	18,6	18,6	14,3	31,9	31,9	35,5	48,6	48,6	63,4	82,1	82,2
不含Hilti填充套件($\alpha_{gap}=0,5$)															
剪力	HST4	$V_{Rd,C1}$ [kN]	5,4	5,4	8,8	8,8	7,1	13,3	13,3	16,6	20,0	20,1	31,0	31,0	31,0
	HST4-R		6,3	6,3	9,3	9,3	7,1	16,0	16,0	17,7	24,3	24,3	22,7	22,7	22,7

耐火性能基於ETA-21/0878。設計根據 EN 1992-4

本節中的所有資料適用於和

- 正確安裝(請參閱安裝指示)
- 對於單一錨栓
- 含鋼纖維(SFRC)與不含鋼纖維的 C20/25 混凝土
- 無邊距和間距影響(請參閱特徵間距表)
- 劈裂破壞的特性間距和邊距僅適用於非開裂混凝土。
- 對於開裂混凝土而言，只有混凝土錐狀破壞的特徵間距和邊距才是決定性的
- 最小基材厚度(見表)
- 本節表格中為特定的埋置深度
- 本節表格中為特定的錨栓材料
- 錨鑽，使用喜利得空心鑽頭(M10-M20)錨鑽孔和鑽石洗孔(僅適用於 HST4-R)
- 火災曝露下抗力的分項安全係數 $\gamma_{(M,fi)}=1,0$

注意：埋置深度 $h_{ef}<40$ mm 僅適用於 EN 1992-4 第 7.3 條和 CEN/TR 17079 中所述的多冗性非結構系統的緊固。於其他類型的緊固件，請增加埋置深度。

有關特定的設計案例，請參閱 PROFIS Engineering。

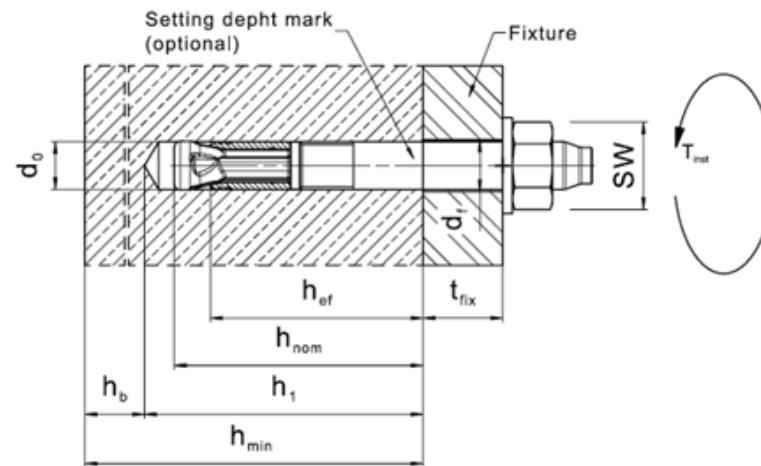
錨栓尺寸		M8		M10		M12		M16		M20						
有效埋深	h_{ef} [mm]	30 ¹⁾	47	90	30	60	100	40	70	125	65	85	160	101	120	180
火災曝露R30																
拉力	HST4 $N_{Rd,fi(30)}$ [kN]	0,8	0,9	0,9	1,0	2,4	2,4	2,0	5,2	5,2	4,4	9,5	9,5	9,1	9,1	9,1
	HST4-R	0,8	2,5	2,5	1,0	5,0	5,0	2,0	7,0	7,0	6,8	9,5	9,5	9,1	9,1	9,1
剪力	HST4 $V_{Rd,fi(30)}$ [kN]	0,9	0,9	0,9	1,5	2,4	2,4	2,3	5,2	5,2	4,4	9,7	9,7	15,2	15,2	15,2
	HST4-R	1,7	4,9	4,9	1,8	11,1	11,8	5,0	17,1	17,1	16,9	31,9	31,9	49,8	49,8	49,8
火災曝露R60																
拉力	HST4 $N_{Rd,fi(60)}$ [kN]	0,8	0,8	0,8	1,0	1,8	1,8	1,7	3,7	3,7	3,2	6,8	6,8	9,1	9,1	9,1
	HST4-R	0,8	2,5	2,5	1,0	5,0	5,0	2,0	7,0	7,0	6,8	9,5	9,5	9,1	9,1	9,1
剪力	HST4 $V_{Rd,fi(60)}$ [kN]	0,8	0,8	0,8	1,2	1,8	1,8	1,7	3,7	3,7	3,2	6,8	6,8	10,6	10,6	10,6
	HST4-R	1,7	3,6	3,6	1,8	8,4	8,4	4,4	12,2	12,2	12,6	22,8	22,8	35,5	35,5	35,5
火災曝露R90																
拉力	HST4 $N_{Rd,fi(90)}$ [kN]	0,7	0,7	0,7	0,9	1,2	1,2	1,1	2,1	2,1	2,1	3,9	3,9	6,0	6,0	6,0
	HST4-R	0,8	2,4	2,4	1,0	5,0	5,0	2,0	7,0	7,0	6,8	9,5	9,5	9,1	9,1	9,1
剪力	HST4 $V_{Rd,fi(90)}$ [kN]	0,7	0,7	0,7	0,9	1,2	1,2	1,1	2,1	2,1	2,1	3,9	3,9	6,0	6,0	6,0
	HST4-R	1,4	2,4	2,4	1,8	5,0	5,0	3,6	7,3	7,3	8,4	13,6	13,6	21,2	21,2	21,2
火災曝露R120																
拉力	HST4 $N_{Rd,fi(120)}$ [kN]	0,6	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	0,8	1,3	1,3	1,5	2,4	2,4	3,8	3,8	3,8
	HST4-R	0,7	1,7	1,7	0,8	3,3	3,3	1,6	4,8	4,8	5,4	7,6	7,6	7,3	7,3	7,3
剪力	HST4 $V_{Rd,fi(120)}$ [kN]	0,6	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	0,8	1,3	1,3	1,3	2,4	2,4	3,8	3,8	3,8
	HST4-R	1,2	1,7	1,7	1,5	3,3	3,3	3,2	4,8	4,8	6,2	9,0	9,0	14,1	14,1	14,1

¹⁾請參閱「多冗性固定要求」一節

安裝資訊

安裝細節資訊

錨栓尺寸	M8		M10		M12		M16		M20							
鑽頭的標稱直徑 d_o [mm]	8		10		12		16		20							
夾具中間隙孔的最大直徑 d_f [mm]	9		12		14		18		22							
扭矩力矩 T_{inst} [Nm]	20		40		60		120		180							
有效埋深 h_{ef} [mm]	30	47	90	30	60	100	40	70	125	65	85	160	101	120	180	
標稱埋深 h_{nom} [mm]	36	53	96	38	68	108	49	79	134	77	97	172	116	135	195	
	$h_{ef}+6$		$h_{ef}+8$		$h_{ef}+9$		$h_{ef}+12$		$h_{ef}+15$							
鑽孔深度																
錨鑽	未清孔 h_{1min} [mm]	56	73	116	58	88	128	69	99	154	97	117	192	136	155	215
		$h_{nom}+20$		$h_{nom}+20$		$h_{nom}+20$		$h_{nom}+20$		$h_{nom}+20$		$h_{nom}+20$		$h_{nom}+20$		
空心鑽	清孔 h_{1min} [mm]	39	56	99	42	72	112	53	83	138	83	103	178	124	143	203
		$h_{nom}+3$		$h_{nom}+4$		$h_{nom}+6$		$h_{nom}+8$		$h_{nom}+8$		$h_{nom}+8$		$h_{nom}+8$		
鑽石洗孔	空心鑽 h_{1min} [mm]	-	42	72	112	53	83	138	83	103	178	124	143	203		
		$h_{nom}+4$		$h_{nom}+6$		$h_{nom}+8$		$h_{nom}+8$		$h_{nom}+8$		$h_{nom}+8$		$h_{nom}+8$		
鑽孔下方混凝土厚度 h_{bmin} [mm]	46	63	106	48	78	118	59	89	144	87	107	182	126	145	205	
		$h_{nom}+10$		$h_{nom}+10$		$h_{nom}+10$		$h_{nom}+10$		$h_{nom}+10$		$h_{nom}+10$		$h_{nom}+10$		
最小混凝土厚度 h_{min} [mm]	21		27		32		34		36							
		$max(80 : 1,5 h_{ef}; h_1+h_b)$		$max(80 : 1,5 h_{ef}; h_1+h_b)$		$max(100 : 1,5 h_{ef}; h_1+h_b)$		$max(120 : 1,5 h_{ef}; h_1+h_b)$		$160 + h_{ef} - h_{ef,min}$						
夾具厚度																
喜利得填充套件厚度 h_{fs} [mm]	8		9		10		11		13							
使用喜利得填充套件的有效夾具厚度 $t_{fix,ef}$ [mm]									$t_{fix} - h_{fs}$							
特性距離HST4-R																
劈裂破壞與混凝土錐 $s_{cr,sp}$ [mm]	122	200	143	173	304	218	199	306	224	381	515	368	384	456	684	
狀破壞的間距 ^{a)} $s_{cr,N}$ [mm]	90	141	270	90	180	300	120	210	375	195	255	480	303	360	540	
劈裂破壞與混凝土錐 $c_{cr,sp}$ [mm]	61	100	72	86	152	109	99	153	112	190	258	184	192	228	342	
狀破壞的邊距 ^{a)} $c_{cr,N}$ [mm]	45	71	135	45	90	150	60	105	188	98	128	240	152	180	270	
特性距離HST4																
劈裂破壞與混凝土錐 $s_{cr,sp}$ [mm]	114	176	126	140	210	166	168	244	186	246	336	250	384	456	684	
狀破壞的間距 ^{a)} $s_{cr,N}$ [mm]	90	141	270	90	180	300	120	210	375	195	255	480	303	360	540	
劈裂破壞與混凝土錐 $c_{cr,sp}$ [mm]	57	88	63	70	105	83	84	122	93	123	168	125	192	228	342	
狀破壞的邊距 ^{a)} $c_{cr,N}$ [mm]	45	71	135	45	90	150	60	105	188	98	128	240	152	180	270	

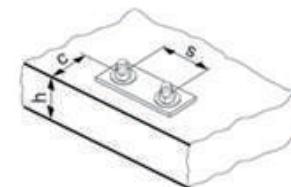
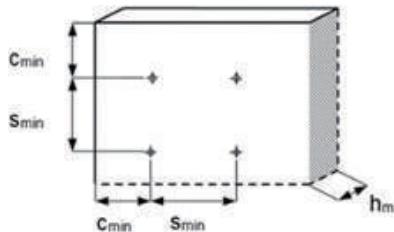


最小間距 s_{min} 、邊距 c_{min} 和所需剪裂區域 Asp,req

我們建議在 Hilti 的 PROFIS Engineering 軟體中檢查您的設計，以驗證邊距和間距值。

ETA-21/0878 依據基材厚度，提供各錨栓配置的彈性的邊距與間距計算公式。

下表中的最小間距和邊距值是針對特定錨栓配置和基材尺寸的建議。



錨栓尺寸 HST4、HST4-R		M8					
有效埋深	h_{ef} [mm]	30	47	90			
鑽孔清孔		是的	沒有	是的	沒有	是的	沒有
最小基材厚度	h_{min} [mm]	80	80	80	100	135	140
非開裂混凝土							
最小間距	s_{min} [mm]	35	35	35	35	35	35
	for c_{min} [mm]	70	70	70	55	45	45
最小邊距	c_{min} [mm]	40	40	40	40	40	40
	for s_{min} [mm]	120	120	120	70	65	55
開裂混凝土							
最小間距	s_{min} [mm]	35	35	35	35	35	35
	for c_{min} [mm]	50	50	50	50	40	40
最小邊距	c_{min} [mm]	40	40	40	40	40	40
	for s_{min} [mm]	55	55	55	35	35	35

錨栓尺寸 HST4、HST4-R		M10					
有效埋深	h_{ef} [mm]	30	60	100			
鑽孔清孔		是的	沒有	是的	沒有	是的	沒有
最小基材厚度	h_{min} [mm]	80	90	100	115	150	155
非開裂混凝土							
最小間距	s_{min} [mm]	40	40	40	40	40	40
	for c_{min} [mm]	100	90	80	70	55	55
最小邊距	c_{min} [mm]	45	45	45	45	45	45
	for s_{min} [mm]	205	170	140	105	100	90
開裂混凝土							
最小間距	s_{min} [mm]	40	40	40	40	40	40
	for c_{min} [mm]	80	70	65	55	50	50
最小邊距	c_{min} [mm]	45	45	45	45	45	45
	for s_{min} [mm]	145	115	90	60	55	50

錨栓尺寸 HST4、HST4-R		M12					
有效埋深	h_{ef} [mm]	40	70	125			
鑽孔清孔		是的	沒有	是的	沒有	是的	沒有
最小基材厚度	h_{min} [mm]	100	105	115	135	190	190
非開裂混凝土							
最小間距	s_{min} [mm]	50	50	50	50	50	50
	for c_{min} [mm]	125	120	105	90	70	70
最小邊距	c_{min} [mm]	55	55	55	55	55	55
	for s_{min} [mm]	255	235	200	145	120	120
開裂混凝土							
最小間距	s_{min} [mm]	50	50	50	50	50	50
	for c_{min} [mm]	95	90	80	65	60	60
最小邊距	c_{min} [mm]	55	55	55	55	55	55
	for s_{min} [mm]	160	145	120	75	55	55

錨栓尺寸 HST4-R		M16					
有效埋深	h_{ef} [mm]	65	85	160			
鑽孔清孔		是的	沒有	是的	沒有	是的	沒有
最小基材厚度	h_{min} [mm]	120	135	140	155	240	240
非開裂混凝土							
最小間距	s_{min} [mm]	65	65	65	65	65	65
	for c_{min} [mm]	115	100	95	85	70	70
最小邊距	c_{min} [mm]	65	65	65	65	65	65
	for s_{min} [mm]	210	165	150	120	80	80
開裂混凝土							
最小間距	s_{min} [mm]	65	65	65	65	65	65
	for c_{min} [mm]	100	85	80	70	65	65
最小邊距	c_{min} [mm]	65	65	65	65	65	65
	for s_{min} [mm]	160	120	110	80	65	65

錨栓尺寸HST4		M16					
有效埋深	h_{ef} [mm]	65			85		160
鑽孔清孔		是的	沒有	是的	沒有	是的	沒有
最小基材厚度	h_{min} [mm]	120	135	140	155	240	240
非開裂混凝土							
最小間距	s_{min} [mm]	65	65	65	65	65	65
	for c_{min} [mm]	140	125	120	105	80	80
最小邊距	c_{min} [mm]	65	65	65	65	65	65
	for s_{min} [mm]	290	235	220	180	135	135
開裂混凝土							
最小間距	s_{min} [mm]	65	65	65	65	65	65
	for c_{min} [mm]	105	90	85	75	65	65
最小邊距	c_{min} [mm]	65	65	65	65	65	65
	for s_{min} [mm]	175	135	125	95	65	65

錨栓尺寸HST4、HST4-R		M20					
有效埋深	h_{ef} [mm]	101			120		180
鑽孔清孔		是的	沒有	是的	沒有	是的	沒有
最小基材厚度							
最小間距	s_{min} [mm]	90	90	90	90	90	90
	為 c_{min} [mm]	140	125	120	110	90	90
最小邊距	c_{min} [mm]	80	80	80	80	80	80
	為 s_{min} [mm]	260	220	205	170	140	140
開裂混凝土							
最小間距	s_{min} [mm]	90	90	90	90	90	90
	為 c_{min} [mm]	100	90	85	80	80	80
最小邊距	c_{min} [mm]	80	80	80	80	80	80
	為 s_{min} [mm]	145	110	100	90	90	90

鑽孔與安裝設備

有關詳細安裝資訊，請參閱產品隨附的使用說明書 (IFU)。

電錘鑽 (有線和無線)		TE 2 - TE 70
		DD EC-1、DD 30-W、DD 150-U
鑽石洗孔機		附AT模組的扭力衝擊扳手 SIW 6AT-22-& SI-AT-22 SIW 4AT-22-& SI-AT-22
其他工具		電鎚鑽鑽頭 TE-CX、TE-YX、TE-C、TE-Y
		空心鑽頭 TE-CD、TE-YD
		鑽石洗孔鑽頭 TS、TL、SPX-T、SPX-L
		安裝工具 HS-SC
		吹氣筒

3.4.2 HSA 膨脹錨栓

用於未開裂混凝土的標準膨脹錨栓

錨栓系統	功能和優勢
HSA-HSA-F HSA-R HSA-R2 (M6-M20)	<ul style="list-style-type: none"> 快速方便的安裝方式 使用衝擊扳手和創新的SI-AT-A22系統實現自動上扭矩的ETA認證範圍 小邊距和間距 高負載 三種埋入深度，實現最大的設計靈活性 M10、M12、M16 和 M20 經ETA認證用於鑽石空心鑽孔 適用於預緊固和貫穿式緊固 可提供較長的長度，適用於木結構緊固應用
HSA-BW (M6-M20)	

基材	負載條件
非開裂混凝土	靜態/擬靜態 防火性
安裝條件	其他資訊
電錐鑽孔 (無清潔)	鑽石空心鑽孔
空心鑽頭	小邊距和間距
歐洲技術評估	CE合格
	PROFIS Engineering 設計軟體
	耐腐蝕性

核准/列名認證		
介紹	機構	簽發編號/日期
歐洲技術評估 ¹	DIBt, Berlin	ETA-11/0374 / 2022-11-03

1 本節中給出的所有數據均根據 ETA-98/0001 · 2022-11-03 發行

靜態和準靜態荷載（單錨栓）

本節中的所有數據適用於：

- 正確安裝（請參閱安裝說明）
 - 無邊距和間距影響
 - 鋼材破壞
- 混凝土 C 20/25, f_{ck} , $c_{yl} = 20 \text{ N/mm}^2$ (EN 1992-4 設計)

有效錨固深度

錨栓尺寸		M6			M8			M10		
有效錨固深度	h_{ef} [mm]	30	40	60	30	40	70	40	50	80
錨栓尺寸	M12			M16			M20			
有效錨固深度	h_{ef} [mm]	50	65	100	65	80	120	75	100	115

設計強度

錨栓尺寸			M6			M8			M10		
拉力	HSA、HSA-BW	N_{Rd} [kN]	4,0	5,0	6,0	5,4	8,3	10,7	8,3	11,6	16,7
			4,0	5,0	6,0	5,4	8,3	10,7	8,3	11,6	16,7
			4,0	5,0	6,0	5,4	8,3	10,7	8,3	11,6	16,7
剪力	HSA、HSA-BW	V_{Rd} [kN]	5,2	5,2	5,2	5,4	8,5	8,5	15,1	15,1	15,1
			5,8	5,8	5,8	5,4	9,8	9,8	18,1	18,1	18,1
			5,2	5,2	5,2	5,4	8,5	8,55	15,1	15,1	15,1
錨栓尺寸			M12			M16			M20		
拉力	HSA、HSA-BW	N_{Rd} [kN]	11,6	17,2	23,3	17,2	23,5	33,3	21,3	32,8	40,4
			11,6	17,2	23,3	17,2	23,5	33,3	21,3	32,8	40,4
			11,6	17,2	23,3	17,2	23,5	33,3	21,3 ¹	32,8 ¹	40,4 ¹
剪力	HSA、HSA-BW	V_{Rd} [kN]	23,2	23,6	23,6	40,8	40,8	40,8	42,6	68,6	68,4
			23,2	23,4	23,4	45,2	45,2	45,2	42,6	73,5	73,5
			23,2	23,6	23,6	40,8	40,8	40,8	42,6 ¹	54,9 ¹	54,9 ¹

1 數據由喜利得技術提供

材料

機械性能

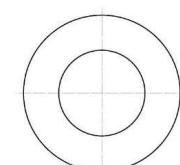
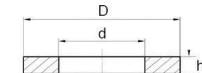
錨栓尺寸			M6		M8		M10		M12		M16		M20	
標稱抗拉強度	HSA、HSA-BW、HSA-F	$F_{uk,thread}$ [N/mm ²]	650	580	650	700	650	700	650	700	600	625	600	625
			650	560	650	580	650	580	650	580	600	625	600	625
降伏強度	HSA、HSA-BW、HSA-F	$F_{yk,thread}$ [N/mm ²]	520	464	520	560	520	560	520	560	500	500	500	500
			520	448	520	500	520	500	520	500	500	500	500	500
應力截面		A_s [mm ²]	20,1	36,6	58	84,3	157	245						
斷面模數		W [mm ³]	12,7	31,2	62,3	109,2	277,5	540,9						
特性抗彎強度	HSA、HSA-BW、HSA-F	$M_{Rk,s}$ [Nm]	9,9	21,7	48,6	91,7	216,4	454,4						
			9,9	21	48,6	76	199,8	405,7						

材料等級

零件		材料
HSA HSA-BW型	螺桿	碳鋼, 18MnV5 或 1.0511 或 1.0501 / 鍍鋅 ($\geq 5 \mu\text{m}$)
	膨脹片	碳鋼, 1.0347 / 鍍鋅 ($\geq 5 \mu\text{m}$)
	墊片	碳鋼, DIN 125 強度等級 140HV / 鍍鋅 ($\geq 5 \mu\text{m}$)
	六角螺母	碳鋼, DIN 934 強度等級 8 / 鍍鋅 ($\geq 5 \mu\text{m}$)
HSA-R2型	螺桿	不鏽鋼 A2, 1.4301
	膨脹片	不鏽鋼 A2, 1.4301
	墊片	不鏽鋼 A2, DIN 125 強度等級 140HV
	六角螺母	不鏽鋼 A2, DIN 934 強度等級 8
HSA-R型	螺桿	不鏽鋼 A4, 1.4401 或雙相鋼, 1.4362
	膨脹片	不鏽鋼 A2, 1.4301
	墊片	不鏽鋼 A4, DIN 125 強度等級 140HV
	六角螺母	不鏽鋼 A4, DIN 934 強度等級 8
HSA-F2型	螺桿	碳鋼, 18MnV5 或 1.0501 或 1.1172 / 熱浸鍍鋅 ($\geq 42 \mu\text{m}$)
	膨脹片	不鏽鋼 A2, 1.4301
	墊片	碳鋼, DIN 125 強度等級 140HV / 熱浸鍍鋅 ($\geq 42 \mu\text{m}$)
	六角螺母	碳鋼, DIN 934 強度等級 8 / 熱浸鍍鋅 ($\geq 42 \mu\text{m}$)

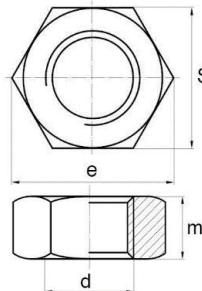
墊片尺寸

錨栓尺寸		M6	M8	M10	M12	M16	M20
內徑 d							
HSA、HSA-R2、HSA-R、HSA-F	[mm]	6,4	8,4	10,5	13,0	17,0	21
HSA-BW、HSA-R2型	[mm]	6,4	8,4	10,5	13,0	17,0	22
外徑 D							
HSA、HSA-R2、HSA-R、HSA-F	[mm]	12,0	16,0	20,0	24,0	30,0	37,0
HSA-BW、HSA-R2型	[mm]	18,0	24,0	30,0	37,0	50,0	60,0
厚度 h							
HSA、HSA-R2、HSA-R、HSA-F	[mm]	1,6	1,6	2,0	2,5	3,0	3,0
HSA-BW、HSA-R2型	[mm]	1,8	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0



螺母尺寸 — 符合 DIN 934 標準

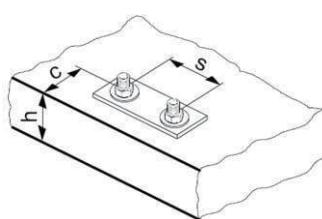
錨栓尺寸		M6	M8	M10	M12	M16	M20
尺寸	s [mm]	10	13	17	19	24	30
尺寸	e [mm]	11.05	14.38	18.90	21.10	26.75	32.95
厚度	m [mm]	5	6.5	8	10	13	16



安裝資訊

安裝詳細資訊

錨栓尺寸			M6			M8			M10		
有效錨固深度	h_{nom}	[mm]	37	47	67	39	49	10,7	50	60	90
最小基材厚度	h_{min}	[mm]	100	100	120	100	100	10,7	100	120	160
最小間距	S_{min}	[mm]	35	35	35	35	35	10,7	50	50	50
最小邊距	C_{min}	[mm]	35	35	35	40	35	8,5	50	40	40
鑽頭標稱直徑	d_0	[mm]	6			8			10		
鑽頭的切割直徑	$d_{\text{cut}} \leq$	[mm]	6,4			8,45			10,45		
鑽孔深度	h_{1z}	[mm]	42	52	72	44	54	84	55	65	95
基板開孔直徑	$d_{\text{r}} \leq$	[mm]	7			9			12		
扭緊扭矩	T_{inst}	[Nm]	5			15			25		
螺母規格	SW	[mm]	10			13			17		
錨栓尺寸			M12			M16			M20		
有效錨固深度	h_{nom}	[mm]	64	79	6,0	77	92	132	90	115	130
最小基材厚度	h_{min}	[mm]	100	140	6,0	140	160	180	160	220	220
最小間距	S_{min}	[mm]	70	70	6,0	90	90	90	195	175	175
最小邊距	C_{min}	[mm]	70	65	5,2	80	75	70	130	120	120
鑽頭標稱直徑	d_0	[mm]	12			16			20		
鑽頭的切割直徑	$d_{\text{cut}} \leq$	[mm]	12,5			16,5			20,55		
鑽孔深度	h_{1z}	[mm]	72	87	122	85	100	140	98	123	138
基板開孔直徑	$d_{\text{r}} \leq$	[mm]	14			18			22		
扭緊扭矩	T_{inst}	[Nm]	50			80			200		
螺母規格	SW	[mm]	19			24			30		



對於小於臨界間距（臨界邊距）的間距（邊距），必須折減設計負載

安裝設備

錨栓尺寸	M6	M8	M10	M12	M16	M20
鑽孔						
電錐鑽			TE2 - TE30		TE40 - TE80	
錘擊鑽孔	✓	✓	✓	✓	✓	✓
喜利得空心鑽頭 (HDB) TE-CD, TE-YD		-		✓	✓	✓
使用 DD-30W 和 C+...SPX-T 鑽頭	-	✓	✓	✓	✓	✓
盲孔清潔						
手動清潔：手動吹氣泵	✓	✓	✓	✓	✓	✓
自動清潔：喜利得 TE-CD 和 TE-YD 鑽孔的電錐鑽包括喜利得吸塵器 (VC)		-		✓	✓	✓
錨栓安裝						
手動安裝：鉗子	✓	✓	✓	✓	✓	✓
工具安裝：帶安裝工具HS-SC的電錐鑽	-	✓	✓	✓	✓	-
扭緊的方式						
手動：校正的扭矩扳手	✓	✓	✓	✓	✓	✓
自動：使用 S-TB HSA 扭力連接桿的衝擊扳手	-	喜利得 SIW 14-A/喜利得 SIW 22-A / 喜利得 SIW 6AT-A22	喜利得 SIW 22T-A / 喜利得 SIW 6AT-A22	-	-	-
衝擊扳手的速度設定	HSA, HSA-BW, HSA-F HSA-R2, HSA-R	-	1	3	- ¹	-
安裝時間	t _{set} [sec]	-	4		-	-
自動：SIW 6AT-A22 和 SI-AT-A22 的衝擊扳手調整型扭力模組	HSA, HSA-R, HSA-R2	-	✓	✓	✓	✓

1 衝擊扳手以固定速度運行

安裝參數

錨栓尺寸	M6			M8			M10			
標稱錨固深度	h _{nom} [mm]	37	47	67	39	49	79	50	60	90
有效錨固深度	h _{ef} [mm]	30	40	60	30	40	70	40	50	80
劈裂破壞的臨界間距	s _{cr,sp} [mm]	100	120	130	130	180	200	190	210	290
劈裂破壞的臨界邊距	c _{cr,sp} [mm]	50	60	65	65	90	100	95	105	145
混凝土錐狀破壞的臨界間距	s _{cr,N} [mm]	90	120	180	90	120	210	120	150	240
混凝土錐狀破壞的臨界邊距	c _{cr,N} [mm]	45	60	90	45	60	105	60	75	120
錨栓尺寸	M12			M16			M20			
標稱錨固深度	h _{nom} [mm]	64	79	114	77	92	132	90	115	130
有效錨固深度	h _{ef} [mm]	50	65	100	65	80	120	75	100	115
劈裂破壞的臨界間距	s _{cr,sp} [mm]	200	250	310	230	280	380	260	370	400
劈裂破壞的臨界邊距	c _{cr,sp} [mm]	100	125	155	115	140	190	130	185	200
混凝土錐狀破壞的臨界間距	s _{cr,N} [mm]	150	195	300	195	240	360	225	300	345
混凝土錐狀破壞的臨界邊距	c _{cr,N} [mm]	75	97,5	150	97,5	120	180	112,5	150	172,5

安裝說明 - *有關安裝的詳細資訊，請參閱產品包裝隨附的使用說明

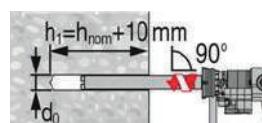
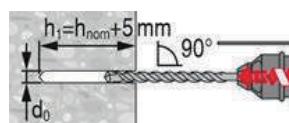
1. 鑽孔

錘擊鑽孔 (HD) : M6-M20

使用喜利得空心鑽頭 (HDB)

鑽石空心鑽孔 (DD) : M10-M20

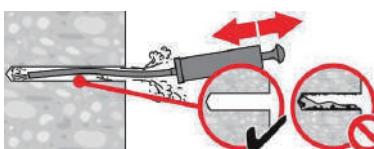
進行錘擊鑽孔 : M12-M20



2. 清潔

手動清潔 (MC) : M6-M20

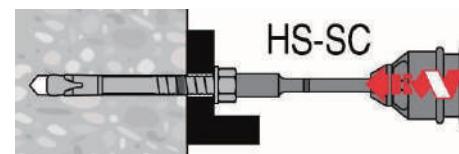
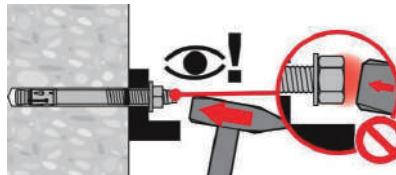
自動清潔 (AC) : M12-M20



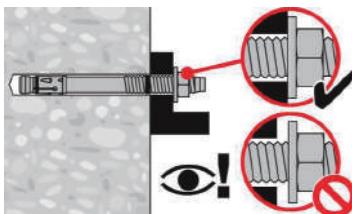
3.錨栓安裝

鉗子安裝：M6-M20

工具安裝（帶安裝工具的衝擊螺絲起子）：M8-M16



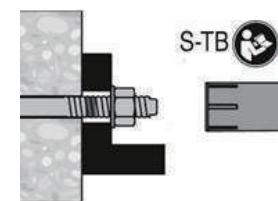
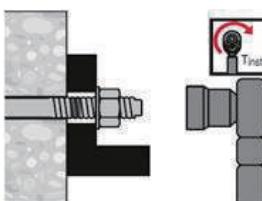
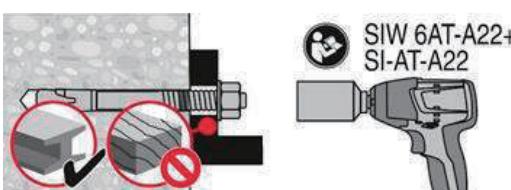
4.檢查安裝



5.錨栓扭緊

鉗子安裝：M6-M20

使用安裝工具的衝擊螺絲起子（僅適用於 HSA-F）

帶調整型扭力模組的衝擊扳手¹

¹ 可以使用與此錨栓類型相容的喜利得 SIW + SI-AT 工具的同等組合（例如喜利得 SIW 4AT-22 和 SI-AT22）

3.4.3 HKD 內迫式錨栓

用於單錨栓應用的日常標準手動設置內迫錨栓

錨栓系統	優勢
HKD (M8- M20)	<ul style="list-style-type: none"> 安裝簡單，具國際認證 簡單的目視檢查即可完成可靠的安裝 多用途使用 可搭配六角螺栓或長螺桿完成載重設計 提供不同尺寸的產品，應用範圍廣用
HKD- S(R) (M6- M20)	
HKD- E(R) (M6- M20)	

基材	負載條件
非開裂混凝土	靜態/擬靜態

安裝條件	其他資訊
電錘鑽孔	  
	歐洲技術評估 CE合格
	PROFIS Engineering 錨栓設計軟體
	A4 316 耐腐蝕性能

核准/列名認證		
介紹	機構	簽發編號/日期
歐洲技術評估 ¹	CSTB, Marne-la-Vallée	ETA-02/0032 / 2020-11-04
喜利得 技術的 數據	喜利得	

¹ 本節中給出的所有數據均根據 ETA-02/0032，發佈於 2015年1月7日

靜態和準靜態荷載 (單錨栓)

本節中的所有數據適用於：

- 正確安裝 (請參閱安裝說明)
- 最小基材厚度
- 無邊距和間距影響
- 混凝土 C 20/25, f_{ck} , $c_{yl} = 20 \text{ N/mm}^2$ (EN 1992-4 設計)
- 鋼材破壞

靜態的有效錨固深度

錨栓尺寸	M6	M8	M10	M12	M16	M8	M8	M10	M10	M12	M16	M20
有效錨固深度 h_{ef} [mm]	25	25	25	25	30	30	40	30	40	50	65	80

設計強度

錨栓尺寸			喜利得 技術數據				ETA-02/0032, 發布於 2020-11-04							
			M6 x25	M8 x25	M10 x25	M12 x25	M6 x30	M8 x30	M8 x40	M10 x30	M10 x40	M12 x50	M16 x65	M20 x80
拉力	HKD	N _{Rk} [kN]	4,1	4,1	4,1	4,1	-	5,4	6,0	5,4	8,3	11,6	17,2	23,5
	HKD-S, HKD-E		4,1	-	-	-	5,4	5,4	5,0	5,4	8,3	11,6	17,2	23,5
	HKD-SR, HKD-ER		4,1	-	-	-	5,4	5,4	-	-	8,3	11,6	17,2	23,5
剪力	HKD	V _{Rk} [kN]	4,0	4,1	4,1	4,1	-	6,9	7,3	8,0	8,8	14,6	27,0	39,6
	HKD-S, HKD-E		3,9	-	-	-	3,9	5,5	5,5	5,9	6,4	11,3	17,5	27,8
	HKD-SR, HKD-ER		4,1	-	-	-	4,2	5,5	-	-	6,9	12,3	21,1	33,6

材料

機械性能

錨栓尺寸			M6	M8	M10	M12	M16	M20
標稱抗拉強度	HKD	f _{uk} [N/mm ²]	570	570	570	570	640	590
	HKD-S, HKD-E		560	560	510	510	-	460
	HKD-SR, HKD-ER		540	540	540	540	-	540
降伏強度	HKD	f _{yk} [N/mm ²]	460	460	460	480	510	470
	HKD-S, HKD-E		440	440	410	410	-	375
	HKD-SR, HKD-ER		355	355	355	355	-	355
應力截面	HKD	A _s [mm ²]	20,7	26,7	32,7	60,1	105	167
	HKD-S, HKD-E HKD-SR, HKD-ER		20,9	26,1	28,8	58,7	-	163
斷面模數	HKD	W [mm ³]	32,3	54,6	82,9	184	431	850
	HKD-S, HKD-E HKD-SR, HKD-ER		50	79	110	264	602	1191
特性抗彎強度	5.8 級鋼	M ⁰ _{Rk,s} [Nm]	7,6	18,7	37,4	65,5	167	325
	HKD-SR HKD-ER 和 A4-70		11	26	54	92	187	454

材料品質

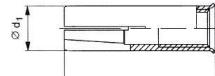
部分	材料
錨栓主體	HKD
	HKD-S, HKD-E
	HKD-SR, HKD-ER
膨脹錐	HKD
	HKD-S, HKD-E
	HKD-SR, HKD-ER

錨栓尺寸 HKD, HKD-S, HKD-E, HKD-SR, HKD-ER

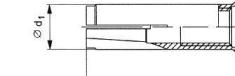
錨栓尺寸	喜利得 技術數據				ETA-02/0032, 發布於 2020-11-04									
	M6 x25	M8 x25	M10 x25	M12 x25	M6 x30	M8 x30	M8 x40	M10 x30	M10 x40	M12 x50	M16 x65	M20 x80		
有效錨固深度 h_{ef} [mm]	25	25	25	25	30	30	40	30	40	50	65	80		
錨栓直徑 d_1 [mm]	7,9	9,95	11,9	14,9	8	9,95	9,95	11,8	12	14,9	19,8	24,8		
膨脹錐直徑 d_2 [mm]	5,1	6,35	8,1	9,7	5	6,5	6,35	8,2	8,2	10,3	13,8	16,4		
膨脹錐長度 l_1 [mm]	10	7	7	7,2	15	12	16	12	16	20	29	30		

錨栓主體

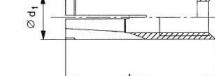
HKD



HKD-S and HKD-SR



膨脹錐

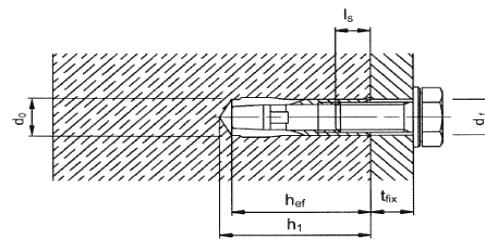


安裝資訊

安裝詳細資訊

錨栓尺寸	喜利得 技術數據				ETA-02/0032, 發布於 2015-01-07								
	M6 x25	M8 x25	M10 x25	M12 x25	M6 x30	M8 x30	M8 x40	M10 x30 ¹	M10 x40	M12 x50	M16 x65	M20 x80	
有效的埋置深度	h_{ref} [mm]	25	25	25	30	30	40	30	40	50	65	80	
鑽頭標稱直徑	d_o [mm]	8	10	12	15	8	10	10	12	12	15	20	25
鑽頭的切割直徑	$d_{\text{cut}} \leq$ [mm]	8,45	10,5	12,5	15,5	8,45	10,5	10,5	12,5	12,5	15,5	20,5	25,5
鑽孔深度	$h_1 \geq$ [mm]	27	27	27	32	33	43	33	43	54	70	85	
旋入深度	l_s, min [mm]	6	8	10	12	6	8	8	10	10	12	16	20
旋入深度	l_s, max [mm]	12	11,5	12	12	12,5	14,5	17,5	12,7	18	23,5	30,5	42
固定物開孔直徑	$d_r \leq$ [mm]	7	9	12	14	7	9	9	12	12	14	18	22
安裝扭矩	T_{inst} [mm]	4	8	15	35	4	8	8	15	15	35	60	100

1 錨栓尺寸 M10x30 只能使用螺桿

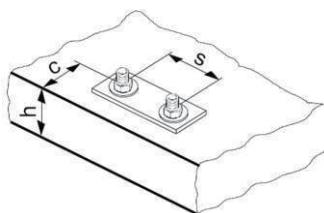


安裝設備

錨栓尺寸	M6	M8	M10	M10	M12	M16	
電錘鑽	TE1 - TE3				TE16 - TE50		
機器安裝工具	HSD- M	6x25/30	8x25/30	10x25/30	10x40	12x50	16x65
手動安裝工具	HSD-G、HSD- M	6x25/30	8x25/30	10x25/30	10x40	12x50	16x65
其他工具	鐵鎚、扭力扳手、吹氣筒						

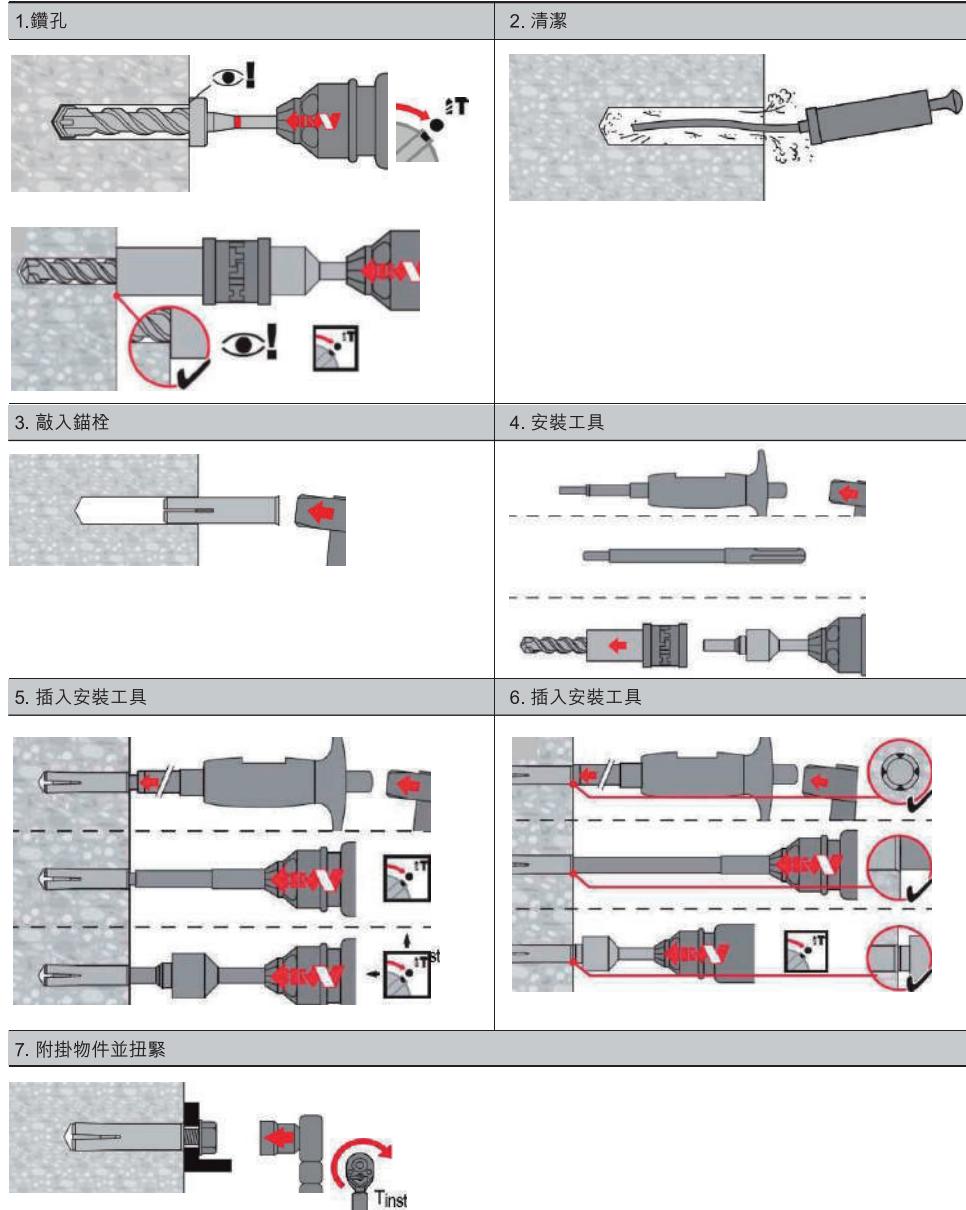
安裝參數

錨栓尺寸	喜利得技術數據				ETA-02/0032, 發布於 2015-01-07							
	M6 x25	M8 x25	M10 x25	M12 x25	M6 x30	M8 x30	M8 x40	M10 x30 ¹	M10 x40	M12 x50	M16 x65	M20 x80
最低材料厚度	h_{min} [mm]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	160
最小間距和最小邊緣距離 HKD-S (R) / HKD-E (R)	s_{min} [mm]	60	60	60	60	60	80	60	80	125	130	160
	c_{min} [mm]	88	88	88	88	105	105	140	105	140	175	280
最小間距 HKD	s_{min} [mm]	80	80	80	60	60	80	60	80	125	130	160
	$c \geq$ [mm]	140	140	140	140	105	105	140	105	140	175	280
最小邊緣距離 HKD	c_{min} [mm]	100	100	100	100	80	80	140	80	140	175	280
	$s \geq$ [mm]	150	150	150	150	120	120	80	120	80	125	160
劈裂破壞的臨界間距與邊距 HKD	$s_{\text{cr,sp}}$ [mm]	200	200	200	210	210	280	210	280	350	455	560
	$c_{\text{cr,N}}$ [mm]	100	100	100	100	105	105	140	105	140	175	227
混凝土錐狀破壞的臨界間距與邊距 HKD / HKDS-(R) / HKD-E(R)	$s_{\text{cr,N}}$ [mm]	80	80	80	80	90	90	120	90	120	150	195
	$c_{\text{cr,N}}$ [mm]	40	40	40	40	45	45	60	45	60	75	97
劈裂破壞的臨界間距與邊距 HKD-S(R) / HKD- E(R)	$s_{\text{cr,sp}}$ [mm]	176	176	176	176	210	210	280	210	280	350	455
	$c_{\text{cr,N}}$ [mm]	88	88	88	88	105	105	140	105	140	175	227



對於小於臨界間距（臨界邊距）的間距（邊距），必須折減設計負載

安裝說明—*有關安裝的詳細資訊，請參閱產品包裝隨附的使用說明



3.4.4 HKD 內迫式錨栓

用於多冗式緊固應用的日常標準手動設置內迫錨栓

錨栓系統	優勢
HKD (M6- M16)	<ul style="list-style-type: none"> 安裝簡單，具國際認證 簡單的目視檢查即可完成可靠的安裝 多用途使用 可搭配六角螺栓或長螺桿完成載重設計 提供不同尺寸的產品，應用範圍廣用
HKD- woL (M6- M16)	
HKD- S(R) (M6- M12)	
HKD- E(R) (M6- M20)	

基材	負載條件
非開裂混凝土	開裂混凝土
多冗式緊固	空心樓板
靜態/擬靜態	防火性

其他資訊	歐洲技術評估	CE合格	灌水裝置已獲認證	耐腐蝕性能

核准/列名認證		
介紹	機構	簽發編號/日期
歐洲技術評估 ¹	DIBt, Berlin	ETA-06/0047 / 2016-02-08
耐火測試報告	DIBt, Berlin	ETA-06/0047 / 2016-02-08
耐火評估報告	Warringtonfire	WF 327804/A / 2013-07-10

¹ 本節中給出的所有數據均根據 ETA-06/0047，發佈於2016年2月8日

靜態和準靜態荷載 (單錨栓)

本節中的所有數據適用於：

- 正確安裝 (請參閱安裝說明)
- 最小基材厚度
- 無邊距和間距影響
- 混凝土 C 20/25, f_{ck} , $c_{yl} = 20 \text{ N/mm}^2$
- 多冗式緊固

靜態的有效錨固深度

錨栓尺寸		M6	M6	M8	M8	M8	M10	M10	M10	M12	M12	M16
有效錨固深度	h_{ef} [mm]	25	30	25	30	40	25	30	40	25	50	65

設計強度

錨栓尺寸			M6 x25	M6 x30	M8 x25	M8 x30	M8 x40	M10 x25	M10 x30	M10 x40	M12 x25	M12 x50	M16 x65
抗力， 所有負載方向	HKD / HKD- woL	N_{Rk} [kN]	1,3	-	2.0	2.8	3.3	2.2	3.3	5.0	2.7	6.0	10.7
	HKD-S, HKD- E		-	2.0	-	2.0	3.3	-	2.7	4.0	-	4.0	-
	HKD-SR, HKD- ER		-	2.0	-	2.0	-	-	-	4.0	-	4.0	-

多冗式緊固的要求

根據歐盟的定義，多冗式緊固的定義於 EN 1992-4 和 CEN/TR 17079，在沒有給出額外定義的情況下，可以採用以下默認值。

最少固定點數量	每個固定點最小錨栓數量	每個固定點的最大設計作用數量 N_{sd}^1
3	1	2kN
4	1	3kN

¹ 緊固點的最大設計荷載值 N_{sd} 通常適用，這意味著所有緊固點都被考慮在多冗式結構系統的設計中。如果在結構系統的設計中考慮到某個(即最不利的)緊固點的失效(功能性和極限狀態)，則 N_{sd} 值可以增加，例如懸吊天花板。

材料

機械性能

錨栓尺寸			M6	M8	M10	M12	M16
標稱抗拉強度	HKD / HKD- woL	f_{uk} [N/mm ²]	570	570	570	570	640
	HKD-S, HKD- E		560	560	510	510	-
	HKD-SR, HKD- ER		540	540	540	540	-
降伏強度	HKD / HKD- woL	f_{yk} [N/mm ²]	460	460	460	480	510
	HKD-S, HKD- E		440	440	410	410	-
	HKD-SR, HKD- ER		355	355	355	355	-
應力截面	HKD / HKD- woL	A_s [mm ²]	20,7	26,7	32,7	60,1	105
	HKD-S, HKD- E		20,9	26,1	28,8	58,7	-
	HKD-SR, HKD- ER		32,3	54,6	82,9	184	431
斷面模數	HKD / HKD- woL	W [mm ³]	50	79	110	264	602
	HKD-S, HKD- E		7,6	18,7	37,4	65,5	167
	HKD-SR, HKD- ER		11	26	54	92	187
特性抗彎強度	5.8 級鋼	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	7,6	18,7	37,4	65,5	167
	HKD-SR, HKD- ER 和 A4-70		11	26	54	92	187

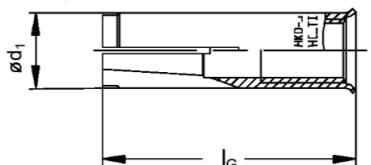
材料品質

部分	材料
錨栓主體	HKD / HKD- woL
	冷軋鋼/鍍鋅至最小 5μm
	HKD-S, HKD- E
膨脹錐	Fe/Zn5 鍍鋅最小 5μm
	不鏽鋼、1.4401, 1.4404, 1.4571 CN 10088- 3:2014
	HKD / HKD- woL
膨脹錐	冷軋鋼
	HKD-S, HKD- E
	冷軋鋼
HKD-SR, HKD- ER	不鏽鋼、1.4401, 1.4404, 1.4571 CN 10088- 3:2014

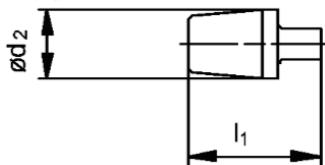
錨栓尺寸 HKD, HKD-S, HKD-E, HKD-SR, HKD- ER

錨栓尺寸	M6 x25	M8 x25	M10 x25	M12 x25	M6 x30	M8 x30	M8 x40	M10 x30	M10 x40	M12 x50	M16 x65
錨栓長度	l_g [mm]	25	30	25	30	40	20	30	40	20	50
錨栓直徑	\varnothing_{d1} [mm]	7,9	8	9,95	9,95	9,95	11,9	11,8	11,95	14,9	14,9
膨脹錐直徑	\varnothing_{d2} [mm]	5,1	5	6,35	6,5	6,35	8,1	8,2	8,2	9,7	10,3
膨脹錐長度	l_1 [mm]	10	15	7	12	16	7	12	16	7,2	20

錨栓主體



膨脹錐

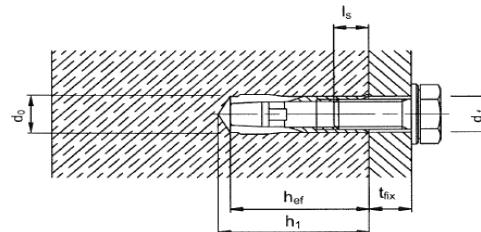


安裝資訊

安裝詳細資訊

錨栓尺寸		M6 x25	M6 x30	M8 x25 ¹	M8 x30	M8 x40	M10 x25 ¹	M10 x30 ¹	M10 x40	M12 x25 ¹	M12 x50	M16 x65
有效的埋置深度	h_{ef} [mm]	25	30	25	30	40	25	30	40	25	50	65
鑽頭標稱直徑	d_o [mm]	8	8	10	10	10	12	12	12	15	15	20
螺紋直徑	d [mm]	6	6	8	8	8	10	10	10	12	12	16
鑽孔深度	h_1 [mm]	27	32	27	33	43	27	27	43	27	54	70
固定物開孔直徑	d_f [mm]	7	7	9	9	9	12	12	12	14	14	18
安裝扭矩	T_{inst} [mm]	4	4	8	8	8	15	15	15	35	35	60
旋入深度	l_s, min [mm]	6	6	8	8	8	10	10	10	12	12	16
	l_s, max [mm]	12	12,5	11,5	14,5	17,5	12	12	18	12	23,5	30,5

1 對於尺寸為 M8x25、M10x25、M10x30 和 M12x25 的錨栓，只能使用螺桿

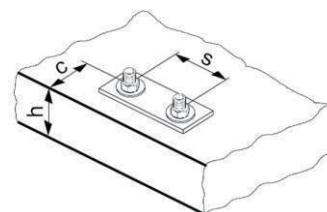


安裝設備

錨栓尺寸		M6 x25	M8 x25	M10 x25	M12 x30	M6 x30	M8 x30	M8 x40	M10 x30	M10 x40	M12 x50	M16 x65	
電錘鑽		TE 2 – TE 16						TE16 – TE50					
機器安裝工具	HSD- M	6x25/30		8x25/30		8x40		10x25/30		10x40		12x25	
手動安裝工具	HSD- G	12x50		12x65									
其他工具		鐵鎚、扭力扳手、吹氣筒											

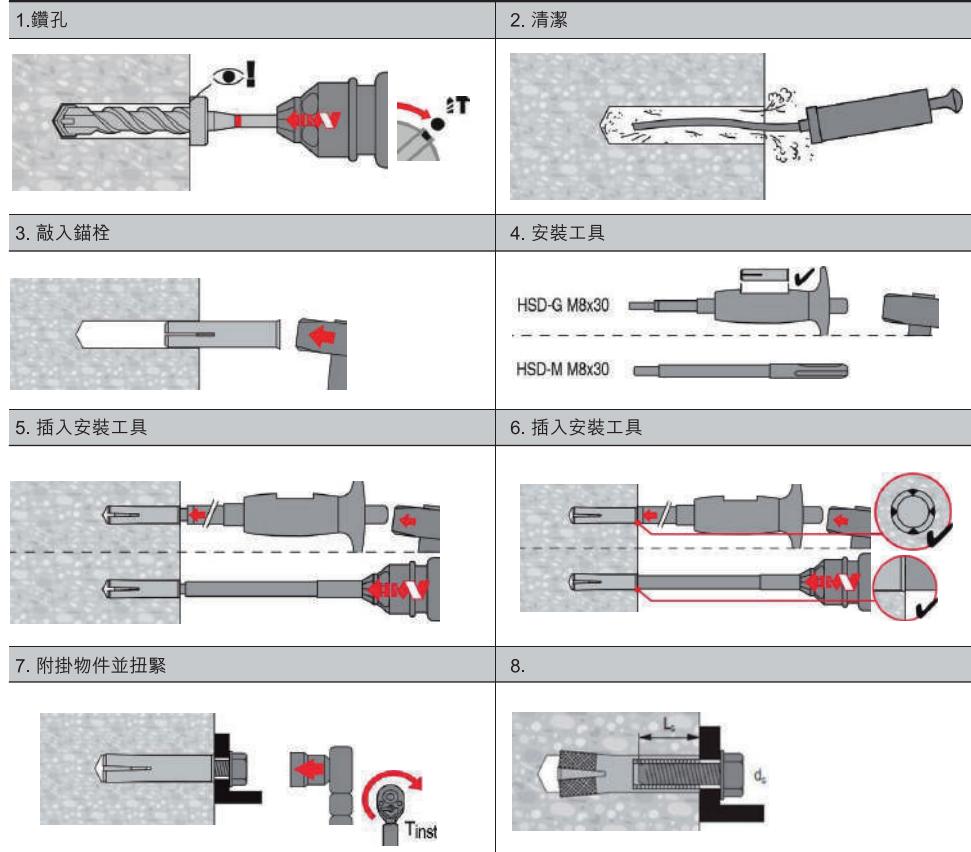
安裝參數

錨栓尺寸	M6 x25	M6 x30	M8 x25 ¹	M8 x30	M8 x40	M10 x25 ¹	M10 x30 ¹	M10 x40	M12 x25 ¹	M12 x50	M16 x65
最小間距 和 最小邊緣距離 HKD / HKD- woL											
混凝土構件最小厚度	h_{min} [mm]	100	-	100	100	100	100	100	100	100	120
最小間距	s_{min} [mm]	80	-	80	60	80	80	60	80	80	125
	$c \geq$ [mm]	140	-	140	105	140	140	105	140	140	230
最小邊緣距離	c_{min} [mm]	100	-	100	80	140	100	80	140	100	175
	$s \geq$ [mm]	150	-	150	120	80	150	120	80	150	130
混凝土最小厚度 HKD / HKD- woL											
混凝土構件最小厚度	h_{min} [mm]	80	-	80	80	80	80	80	80	-	-
最小間距	s_{min} [mm]	200	-	200	200	200	200	200	200	-	-
最小邊緣距離	c_{min} [mm]	150	-	150	150	150	150	150	150	-	-
最小間距 和 最小邊緣距離 HKD-S(R) / HKD-S(R)											
混凝土構件最小厚度	h_{min} [mm]	-	100	-	100	100	-	100	100	-	100
最小間距	s_{min} [mm]	-	60	-	60	80	-	60	80	-	125
最小邊緣距離	c_{min} [mm]	-	105	-	105	140	-	105	140	-	175
混凝土最小厚度 HKD-S(R) / HKD-S(R)											
混凝土構件最小厚度	h_{min} [mm]	-	80	-	80	80	-	80	80	-	-
最小間距	s_{min} [mm]	-	200	-	200	200	-	200	200	-	-
最小邊緣距離	c_{min} [mm]	-	150	-	150	150	-	150	150	-	-



對於小於臨界間距（臨界邊距）的間距（邊距），必須折減設計負載

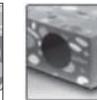
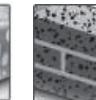
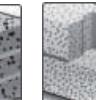
安裝說明 - *有關安裝的詳細資訊，請參閱產品包裝隨附的使用說明

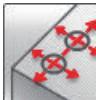


3.4.5 HUS4 自攻錨栓

用於單點緊固的終極效能自攻錨栓

錨栓系統	功能和優勢
	<ul style="list-style-type: none"> 高生產力 - 與傳統錨栓相比，鑽孔和作業量更少 開裂和非開裂混凝土的 ETA 認證 地震 C1 和 C2 的 ETA 認證 ETA 認證的可調整性 (轉鬆 - 重新鎖緊) 較小的邊距和間距 新築築混凝土可重複使用的 aBG (DIBt) 認證 ($f_{ck, cube} = 10/15/20/25 \text{ Nmm}^2$)，進行臨時應用 三種埋深，可最大限度地提高設計靈活性及混凝土承受力的靈活設計 尺寸 8 至 14 不需要清孔 具有多塗層的 HUS4-HF 和 HUS4-AF，可提供額外的防腐蝕保護 使用 H、A 及 C 頭的穿透式固定 使用 A 頭的預緊固
	
	

基材	荷載條件
	非開裂混凝土
	開裂混凝土
	空心樓板
	實心磚
	蒸壓氣泡混凝土
	PROFIS Engineering 設計軟體
	地震 ETA-C1/C2
	防火性

安裝條件	其他資訊
	
小邊距和間距	
	歐洲技術評估
	
	歐洲合格認證
	
	DIBt 核准可重用性

核准/列名認證		
介紹	機構	簽發編號/日期
歐洲技術評估	DIBt	ETA-20/0867 / 14-04-2022
防火測試報告	DIBt	ETA-20/0867 / 14-04-2022
針對臨時緊固的 aBG	DIBt	Z-21.8-2137 / 21-12-2021

*HUS4-HF 不提供尺寸 12

靜態和準靜態荷載 (單錨栓)

本節中的所有數據適用於：

- 正確安裝 (請參閱安裝說明)
- 最小基材厚度
- 無邊距和間距影響
- 混凝土 C 20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ (MPa)

設計強度

錨栓尺寸		8			10			12			14			16		
類型	HUS4	H, HF, C			H, HF, C, A, AF			H			H, HF, A, AF			H, HF		
		h_{nom1}	h_{nom2}	h_{nom3}	h_{nom1}	h_{nom2}	h_{nom3}	h_{nom1}	h_{nom2}	h_{nom3}	h_{nom1}	h_{nom2}	h_{nom3}	h_{nom1}	h_{nom2}	h_{nom3}
標稱埋置深度 h_{nom} [mm]	40	60	70	55	75	85	60	80	100	65	85	115	85	115	130	
非開裂混凝土																
拉力 N_{Rk} [kN]	5,6	10,8	13,8	7,2	14,7	18,4	10,2	16,4	23,4	11,4	17,7	28,8	14,7	30,7		
剪力 V_{Rk} [kN]	5,6	15,0	17,5	9,1	23,0	25,6	20,4	31,1	35,9	22,7	35,4	49,6	35,6	58,5		
開裂混凝土																
拉力 N_{Rk} [kN]	3,7	7,5	9,6	5,3	10,5	12,9	6,7	11,5	16,4	7,9	12,4	20,2	10,7	21,3		
剪力 V_{Rk} [kN]	3,9	15,0	17,5	6,4	21,1	25,6	14,3	22,9	32,8	15,9	24,8	40,4	25,0	49,3		

材料		8	10	12	14	16
標稱抗拉強度 f_{uk} [N/mm ²]		758	799	767	728	622
降伏強度 f_{yk} [N/mm ²]		606	639	613	582	494
受力截面 A_s [mm ²]		47,5	68,9	103	139	173
力矩 W [mm ³]		35	67	130	213	321
特性彎矩荷載 $M_{Rk,s}^0$ [Nm]		32	64	120	186	240

材料品質

類型	材料
HUS4 - H,A,C	碳鋼, 鍍鉻
HUS4 - HF,AF	碳鋼、多重塗層 ^{a)}

a) 與塗層厚度為 40 μm 的標準熱浸鍍鉻 (HDG) 系統相比，多重塗層具有更高的耐腐蝕性。

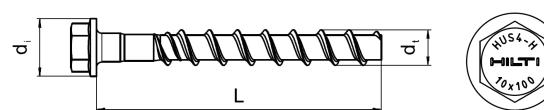
錨栓頭類型

類型	零件
HUS4-H	六角頭
HUS4-HF	
HUS4-C	沉頭
HUS4-A	外牙螺紋

喜利得 HUS4-A 尺寸 10 具有外牙螺紋 M12，而尺寸 14 具有外牙螺紋 M16

錨栓尺寸和標記 HUS4-H(F)

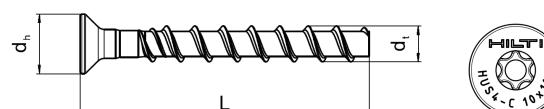
錨栓尺寸	8	10	12	14	16
類型	HUS4	H, HF	H, HF	H	H, HF
螺紋外部直徑 d_t [mm]	10,50	12,70	14,70	16,70	18,80
整合墊片直徑 d_i [mm]	17,50	20,50	23,60	29,00	32,60
螺絲長度 (最小/最大) L [mm]	45/150	60/305	70/150	75/150	100/205



HUS4: 喜利得自攻錨栓第 4 代
H: 六角頭
10: 螺絲直徑
100: 螺絲總長度

錨栓尺寸和標記 HUS4-C

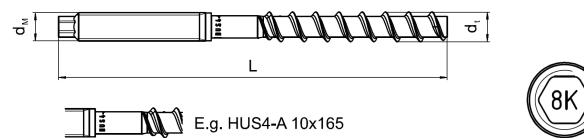
錨栓尺寸	8	10
類型	HUS4	C
螺紋外部直徑 d_t [mm]	10,50	12,70
沉頭直徑 d_h [mm]	18,00	21,00
螺絲長度 (最小/最大) L [mm]	55/85	70/120



HUS4: 喜利得自攻錨栓第 4 代
C: 沉頭
10: 螺絲直徑
100: 螺絲總長度

錨栓尺寸和標記 HUS4-A(F)

錨栓尺寸	10		14	
類型	HUS4		A, AF	
螺紋外部直徑 d_t [mm]	12,70		16,70	
公制螺紋直徑 d_M [mm]	M12		M16	
螺絲長度 (最小/最大) L [mm]	120/165		155/205	



HUS4: 喜利得自攻錨栓第4代

A: 外牙頭

10: 螺絲直徑

100: 螺絲總長度

8: 碳鋼 8.8

K: 螺絲長度 (更多資訊參見 ETA)

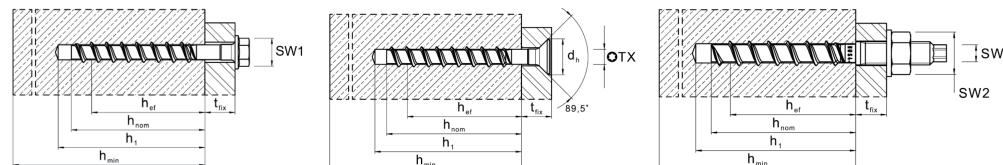
安裝資訊

尺寸 8-12 安裝詳細資料

錨栓尺寸	8			10			12		
類型	H, HF, C			H, HF, C, A, AF			H		
標稱埋置深度 [mm]	h_{nom1}	h_{nom2}	h_{nom3}	h_{nom1}	h_{nom2}	h_{nom3}	h_{nom1}	h_{nom2}	h_{nom3}
	40	60	70	55	75	85	60	80	100
鑽頭標稱直徑 d_0 [mm]	8			10			12		
鑽孔直徑 $d_t \leq$ [mm]	12			14			16		
六角頭扳手尺寸 SW1 [mm]	13			15			17		
外牙螺紋頭扳手尺寸 SW1 [mm]	-			8			-		
外牙螺紋頭螺帽扳手尺寸 SW2 [mm]	-			19			-		
沉頭星型扳手尺寸 TX	-			45			50		
沉頭直徑 d_h [mm]	18			21			-		
清潔孔的鑽孔深度；或倒吊未清潔孔 $h_t \geq$ [mm]	50	70	80	65	85	95	70	90	110
未清潔鑽孔深度在牆面或地面鑽孔 $h_t \geq$ [mm]	66	86	96	85	105	115	94	114	134

尺寸 14-16 安裝詳細資料

錨栓尺寸	14				16			
類型	H, HF, A, AF				H, HF			
標稱埋置深度 [mm]	h_{nom1} h_{nom2} h_{nom3}				h_{nom1} h_{nom2}			
	65	85	115	85	130			
鑽頭標稱直徑 d_0 [mm]	14				16			
鑽孔直徑 $d_t \leq$ [mm]	18				20			
六角頭扳手尺寸 SW1 [mm]	21				24			
外牙螺紋頭扳手尺寸 SW1 [mm]	12				-			
外牙螺紋頭螺帽扳手尺寸 SW2 [mm]	24				-			
清潔孔鑽孔深度；或倒吊未清潔孔 $h_t \geq$ [mm]	75	95	125	95	140			
未清潔鑽孔深度，在牆面或地面鑽孔 $h_t \geq$ [mm]	103	123	153	-	-			



安裝設備表：

錨栓尺寸	8	10	12	14	16
類型	HUS4	H, C, HF	H, HF, C, A, AF	H	H, HF
電鑽鑽				TE4 – TE30	
適用於混凝土、實心黏土磚及實心石灰砂磚的鑽頭	TE-CX 8	TE-CX 10	TE-CX 12	TE-CX 14	TE-CX 16
六角螺絲的套筒扳手 (SW1)	SI-S 1/2" 13S	SI-S 1/2" 15S	S 1/2" 17S	SI-S 1/2" 21S	S 1/2" 24S
用於外牙螺紋頭螺絲的套筒扳手	-	SI-S 1/2" 8S	-	SI-S 1/2" 12S	-
用於外牙螺紋頭螺絲的套筒扳手 (SW2)	-	SI-S 1/2" 19S	-	SI-S 1/2" 24S	-
用於沉頭螺絲的星型扳手	S-SY TX45	S-SY TX50	-	-	-
檢查標尺只用於重複使用性 ¹⁾	HRG 8	HRG 10	HRG 12	HRG 14	HRG 16
針對開裂混凝土和非開裂混凝土的安裝工具	SIW 6AT-A22 1/2" SIW 4AT-22 1/2" SIW 6-22 1/2" gear 1	SIW 22T-A 1/2" SIW 22T-A 3/4" SIW 6AT-A22 1/2" SIW 4AT-22 1/2" SIW 6-22 1/2" gear 1 SIW 9-A22 3/4"	SIW 22T-A 1/2" SIW 22T-A 3/4" SIW 6-22 1/2" SIW 8-22 1/2" SIW 9-A22 3/4"		
針對實心磚和氣泡混凝土的安裝工具	SIW 6AT-A22 1/2"	SIW 4AT-22 1/2"			
針對空心樓板的安裝工具	SIW 6AT-A22 1/2" SIW 4AT-22 1/2"	SIW 22T-A 1/2" SIW 22T-A 3/4" SIW 6AT-A22 1/2"			

1) 對於 HUS4-A 於 HUS4-H

安裝參數

錨栓尺寸	8		10		12		14		16					
類型	HUS4													
標稱埋置深度 h_{nom} [mm]	40	60	70	55	75	85	60	80	100	65	85	115	85	130
最小基材厚度 h_{min} [mm]	80	100	120	100	130	140	110	130	150	120	160	200	130	195
最小間距 s_{min} [mm]	35		40		50		60		90					
最小邊距 c_{min} [mm]	35		40		50		60		65					
劈裂破壞的臨界間距 $s_{cr,sp}$ [mm]	$3 h_{ef}$		$3.3 h_{ef}$		$3.3 h_{ef}$		$3.3 h_{ef}$		$3.3 h_{ef}$					
劈裂的臨界邊距 $c_{cr,sp}$ [mm]	$1.5 h_{ef}$		$1.65 h_{ef}$		$1.65 h_{ef}$		$1.65 h_{ef}$		$1.65 h_{ef}$					
混凝土錐體破壞的臨界間距 $s_{cr,N}$ [mm]					$3 h_{ef}$									
混凝土錐體破壞的臨界邊距 $c_{cr,N}$ [mm]							$1.5 h_{ef}$							

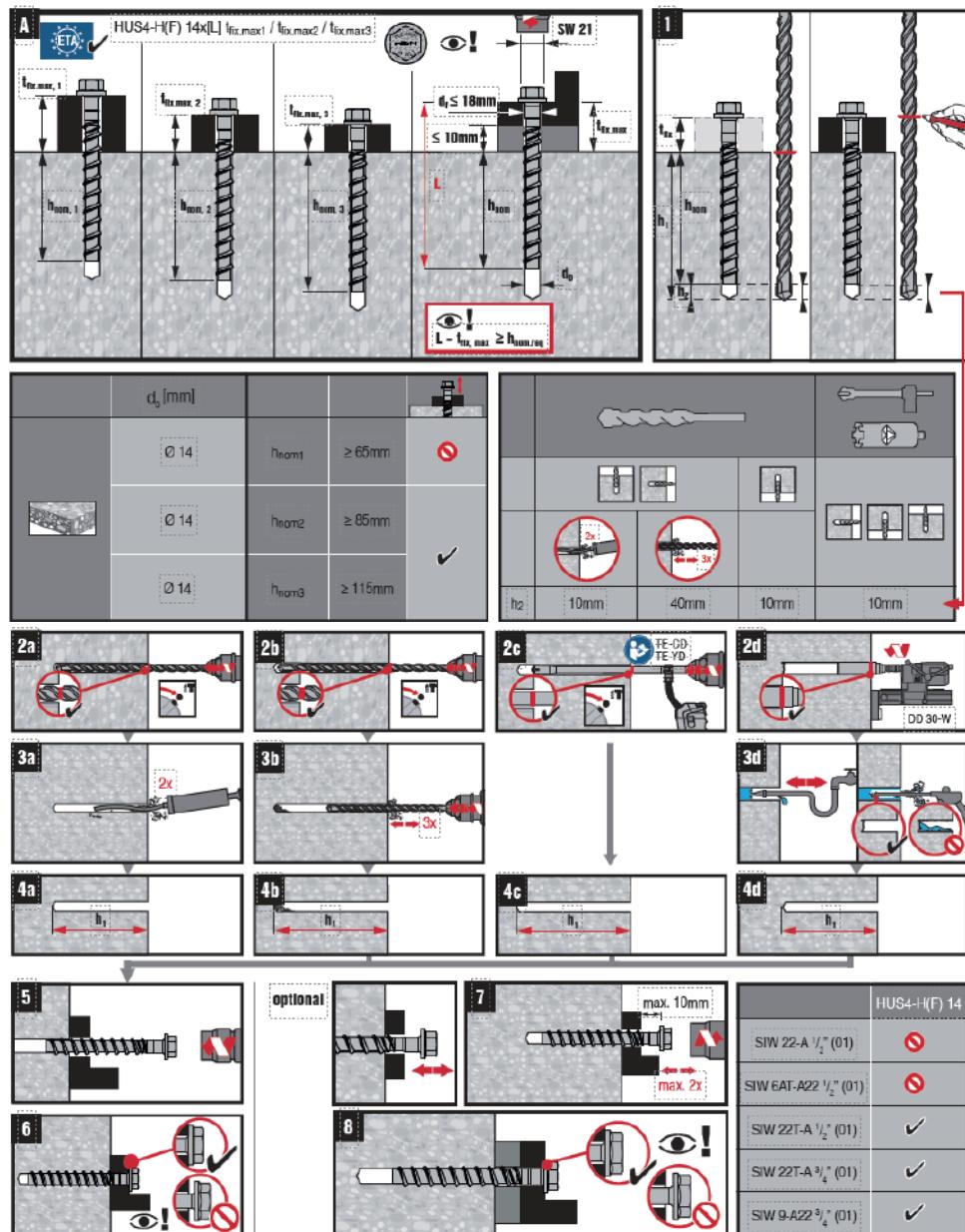
對於小於臨界距離 (臨界邊距) 的間距 (邊距)，必須減小設計荷載 (請參閱系統設計荷載)。劈裂破壞的臨界距離和臨界邊距僅適用於非開裂混凝土。

對於開裂混凝土，只有混凝土錐體破壞的臨界距離和臨界邊距是決定性因素。

設置說明

*有關安裝的詳細資料，請參閱產品包裝中提供的使用說明

調整的安裝說明



4.0 參考

4.1 參考標準

4.1.1 ASTM 材料標準

標準	標題
D638	塑膠拉伸性質的標準試驗方法
D648	在邊緣位置彎曲荷載下的塑膠撓曲溫度的標準試驗方法
D695	剛性塑膠抗壓性質的標準試驗方法
E8	金屬材料拉伸試驗的標準試驗方法
E119	建築結構和材料防火試驗的標準試驗方法
E488	混凝土構件中錨栓強度的標準試驗方法
E1190	安裝在結構構件中的動力驅動緊固件強度的標準試驗方法
E1512	試驗黏結錨栓黏結性能的標準試驗方法
F436	硬化鋼鐵墊片的標準規範
F593	不銹鋼螺栓、六角頭螺絲及螺桿的標準規範
B117	操作鹽霧（霧）設備的標準方法
B695	鋼鐵機械沉積鍍鋅塗層規範
C31	現場製作及固化混凝土試樣的標準方法
C33	混凝土骨料的標準規範
C34	結構性黏土承載牆磚的標準規範
C39	圓柱形混凝土試樣抗壓強度的標準測試方法
C42	獲取及測試混凝土鑽孔和鋸切樑的標準測試方法
C62	建築用磚的標準規範（由黏土或頁岩製成的實心磚石單元）
C90	承重混凝土磚石單元的標準規範
C150	波特蘭水泥的標準規範
C270	磚石單元砂漿的標準規範
C330	結構混凝土輕質骨料的標準規範
C332	隔熱混凝土輕質骨料的標準規範
C652	空心磚的標準規範（由黏土或頁岩製成的實心磚石單元）
C881	混凝土環氧樹脂基板黏結系統的標準規範
C882	以斜剪法測試與混凝土搭配使用之環氧樹脂系統黏結強度的標準試驗方法
C942	實驗室預置骨料混凝土灌漿抗壓強度的標準試驗方法

4.2 技術參考文件

4.2.1 公制轉換和等值單位

經 1988 年綜合貿易與競爭力法修訂之 1975 年公制轉換法將國際 (SI) 公制確定為美國首選的測量系統。許多產品目前皆以國際單位製造及供應或硬公制尺寸，例如直徑為 10 mm、12 mm、26 mm 等的錨栓螺栓。在提供或使用英吋 - 英磅系統的情況下，有時候可使用軟公制轉換。

選擇用於安裝機械錨栓的鑽頭時並非如此，這裡必須使用指定英制或公制直徑的鑽頭。如需錨栓螺栓的軟轉換直徑，請參閱表 1。如需緊固產品常用的標準公制轉換係數，請參閱表 2 和表 3。

表 1 — 直徑

英吋	硬公制轉換 (mm)	軟公制轉換 (mm)
1/4	6.35	6
5/16	7.94	8
3/8	9.52	10
1/2	12.70	12
5/8	15.88	16
3/4	19.05	20
1	25.40	25
1-1/4	31.75	32

表 2 — 英制單位至國際單位

轉換單位	目標單位	乘數
長度		
英吋 (in.)	mm (mm)	25.4000
英尺 (ft)	公尺 (m)	0.3048
面積		
平方吋 (in ²)	平方mm (mm ²)	645.1600
平方吋 (in ²)	平方公分 (cm ²)	6.4516
平方尺 (ft ²)	平方公尺 (m ²)	0.0929
體積		
立方吋 (in ³)	立方公分 (cm ³)	16.3871
平方尺 (ft ³)	立方公尺 (m ³)	0.0283
gallon (US gal)	公升 (L)	3.7854
力量		
磅力 (lbf)	牛頓 (N)	4.4482
磅力 (lbf)	KN頓 (kN)	0.0044
壓力		
磅/平方吋 (psi)	牛頓/平方mm (N/mm ²)	0.0069
磅/平方吋 (psi)	兆帕 (MPa)	0.0069
千磅/平方吋 (ksi)	兆帕 (MPa)	6.8946
磅/平方尺 (psf)	牛頓/平方公尺 (N/m ²)	47.8801
扭矩或彎矩		
英尺磅 (ft-lb)	牛頓米 (N/m)	1.3558
英吋磅 (in-lb)	牛頓米 (N/m)	0.1130
隔板剪力		
磅/英尺 (pfl)	牛頓/公尺 (N/m)	14.5939

表 3 — 國際單位至英制單位

轉換單位	目標單位	乘數
長度		
mm (mm)	英吋 (in.)	0.0394
公尺 (m)	英尺 (ft)	3.2808
面積		
平方mm (mm ²)	平方吋 (in ²)	0.0016
平方公分 (cm ²)	平方吋 (in ²)	0.1550
平方公尺 (m ²)	平方尺 (ft ²)	10.7639
體積		
立方公分 (cm ³)	立方吋 (in ³)	0.0610
立方公尺 (m ³)	立方尺 (ft ³)	35.3147
公升 (L)	gallon (US gal)	0.2642
力量		
牛頓 (N)	磅力 (lbf)	0.2248
KN頓 (kN)	磅力 (lbf)	224.8089
壓力		
牛頓/平方mm (N/mm ²)	磅/平方吋 (psi)	145.0400
兆帕 (MPa)	磅/平方吋 (psi)	145.0400
兆帕 (MPa)	千磅/平方吋 (ksi)	0.1450
牛頓/平方公尺 (N/m ²)	磅/平方尺 (psf)	0.0209
扭矩或彎矩		
牛頓米 (N/m)	英尺磅 (ft-lb)	0.7376
牛頓米 (N/m)	英吋磅 (in-lb)	8.8496
膜片剪力		
牛頓/公尺 (N/m)	磅/英尺 (pfl)	0.0685

4.2.2 材料的機械性質

表 4 — 破鋼的機械性質

等級名稱	標準尺寸	降伏強度		極限破壞強度	
		英吋	ksi	(MPa)	ksi
ASTM A36	全部	36	(248)	58	(400)
ASTM A193, B7	1/4 到 2-1/2	105	(724)	125	(862)
AISI 1038 (As Rec'd)	1/4 到 1-1/4	41	(282)	75	(517)
AISI 11L41	5/8 以上到 1	75	(517)	90	(620)
AISI 1110 M (As Rec'd)	1/4 到 5/8	44	(303)	53	(365)
AISI 12L14	5/8 到 1-1/2	60	(414)	78	(538)
AISI 1010 (As Rec'd)	1/4 到 3/4	44	(303)	53	(365)
ASTM A307	1/4 到 4	-	-	60	(414)
ASTM A325	1/2 到 1 1 以上到 1-1/2	92 81	(634) (558)	120 105	(827) (724)
ASTM A449	1/4 到 1 1 以上到 1-1/2	92 81	(634) (558)	120 105	(827) (724)
ASTM A510	3/8 到 3/4	70	(480)	87	(600)
SAE Grade 2	1/4 到 3/4 3/4 以上到 1-1/2	57 36	(393) (248)	74 60	(510) (414)
SAE Grade 5	1/4 到 1 1 以上到 1-1/2	92 81	(634) (558)	120 105	(827) (724)
SAE Grade 8	1/4 到 1-1/2	130	(896)	150	(1034)
ISO 898-1 Class 5.8	全部	58	(400)	72.5	(500)
ISO 898-1 Class 8.8	全部	92.8	(640)	116	(800)

表 5 — 不鏽鋼的機械性質

等級 ASTM/AISI	標準尺寸	降伏強度		極限破壞強度	
		英吋	ksi	(MPa)	ksi
F593 / 304 / 316	1/4 到 5/8 3/4 到 1-1/2	65 45	(448) (310)	100 85	(689) (586)
A193, B8 / 304 / 316	1/4 到 1-1/2	30	(205)	75	(515)
A276 / 304	1/4 到 9/16 大於 9/16	76 64	(524) (441)	90 75	(620) (524)
A276 / 316	1/4 到 9/16 大於 9/16	76 64	(524) (441)	90 75	(620) (524)
A493 / 304	全部	60	(414)	90	(627)
A582 / 303	全部	60	(414)	100	(689)
DIN 267 Part 11, A4-70	全部	65.3	(450)	101.5	(700)

4.2.3 螺栓螺旋資料

表 6 — UNC 粗螺紋系統的基本尺寸 — ANSI B1.1-1982

標準尺寸	基本直徑		每英吋螺紋 (n)	面積		
	主要 英吋 (D)	次要 英吋		標準 in ²	次要 ¹ in ²	拉力應力 ² in ²
No. 10	0.1900	0.1449	24	0.0284	0.0145	0.0175
No. 12	0.2160	0.1709	24	0.0366	0.0206	0.0242
1/4	0.2500	0.1959	20	0.0491	0.0269	0.0318
5/16	0.3125	0.2524	18	0.0767	0.0454	0.0524
3/8	0.3750	0.3073	16	0.1104	0.0678	0.0775
7/16	0.4375	0.3602	14	0.1503	0.0933	0.1063
1/2	0.5000	0.4167	13	0.1963	0.1257	0.1419
9/16	0.5625	0.4723	12	0.2485	0.1620	0.1819
5/8	0.6250	0.5266	11	0.3068	0.2017	0.2260
3/4	0.7500	0.6417	10	0.4418	0.3019	0.3345
7/8	0.8750	0.7547	9	0.6013	0.4192	0.4617
1	1.0000	0.8647	8	0.7854	0.5509	0.6057
1-1/8	1.1250	0.9704	7	0.9940	0.6929	0.7633
1-1/4	1.2500	1.0954	7	1.2272	0.8896	0.9691

1 小型面積 = 0.7854 (D - 1.3/n)²

2 拉力應力區 = 0.7854 (D - 0.9743/n)²

圖 1 - 螺絲螺紋的基本外形

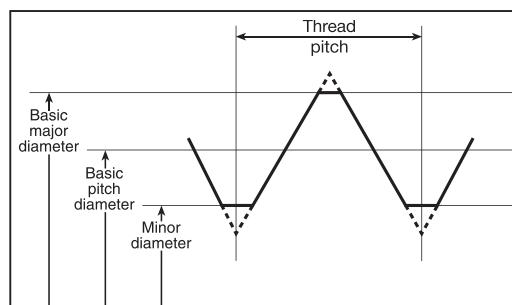


表 7 — M 形公制螺紋系統的基本尺寸 — ANSI B1.13M-1979

標準尺寸	基本直徑		螺紋節距 mm (P)	區域	
	大 mm (D)	小 mm		標準 mm ²	拉力應力 ¹ mm ²
M8	8	6.62	1.25	50.3	36.6
M10	10	8.34	1.50	78.5	58.0
M12	12	10.07	1.75	113.1	84.3
M16	16	13.80	2.00	201.1	157.0
M20	20	17.25	2.50	314.2	245.0
M24	24	20.70	3.00	452.4	353.0

1 拉力應力區 = 0.7854 (D - 0.9382 P)²

4.2.4 混凝土鋼筋資料

表 8 — 混凝土鋼筋用途之竹節鋼筋的 ASTM 基本尺寸，英制單位

鋼筋名稱號碼 ¹	標準重量 lb/ft	標準尺寸 ²		
		直徑 in.	面積 in ²	周長 in.
3	0.376	0.375	0.11	1.178
4	0.668	0.500	0.20	1.571
5	1.043	0.625	0.31	1.963
6	1.502	0.750	0.44	2.356
7	2.044	0.875	0.60	2.749
8	2.670	1.000	0.79	3.142
9	3.400	1.128	1.00	3.544
10	4.303	1.270	1.27	3.990
11	5.313	1.410	1.56	4.430
14	7.65	1.693	2.25	5.32
18	13.60	2.257	4.00	7.09

1 鋼筋名稱號碼係以標準直徑中包含的八分之一英吋數為基礎。

2 變形鋼筋的標準尺寸為近似值，並顯示為等同於每英尺重量與變形鋼筋相同的普通圓鋼筋。

表 9 — ASTM 混凝土鋼筋用竹節鋼筋的基本尺寸，SI 單位

鋼筋名稱號碼 ¹	標準重量 lb/ft	標準尺寸 ²		
		直徑 mm	面積 mm ²	周長 mm
10	0.560	9.5	71	29.9
13	0.994	12.7	129	39.9
16	1.552	15.9	199	49.9
19	2.235	19.1	284	59.8
22	3.042	22.2	387	69.8
25	3.973	25.4	510	79.8
29	5.060	28.7	645	90.0
32	6.404	32.3	819	101.3
36	7.907	35.8	1006	112.5
43	11.38	43.0	1452	135.1
57	20.24	57.3	2581	180.0

1 鋼筋名稱號碼近似於鋼筋標準直徑的mm數。

2 變形鋼筋的標準尺寸為近似值，並顯示為等同於每公尺質量與變形鋼筋相同的普通圓鋼筋。

銷售條款與細則（台灣）

台灣：

<https://www.hilti.com.tw/content/hilti/A1/TW/zh/various/footer-links/Terms%20and%20Conditions.html>



台灣產品技術指南

锚栓緊固技術手冊

2026



台灣分公司：
Hilti Taiwan Company Ltd.
新北市板橋區新站路16號24樓
客戶服務：0800-221-036

www.hilti.com.tw

喜利得是提供公平機會的僱主。
喜利得是 Hilti, Corp. 的註冊商標
©版權所有 2026 by Hilti, Inc.



本文獻包含的資料是截至出版日前的最新資料。可能根據日後的試驗進行更新及更動。如須驗證資料是否為最新狀態，請致電 0800-221-036 與喜利得客戶服務。本文獻包含的所有發佈荷載值均代表喜利得或試驗機構的試驗結果。已使用本地基材。由於材料變化性，須進行現場試驗以確定任何特定工地的實際效果。本出版品使用紅線表示雷射光束
於台灣印刷出版。

DBS-0824

