

混凝土錨固扣件 – 一般要求

文/王維銘

1 前言

混凝土是一種廣泛用於世界各地結構應用的材料，因此錨固連接其他材料有其需求。錨固到混凝土可藉由鋼件，如螺紋桿、螺絲，或專門的錨件，部分嵌入在基礎混凝土，並用於連接額外的構件。混凝土錨固扣件用於將結構元件及非結構元件與混凝土連接。混凝土錨固扣件是用於解決材料連接於混凝土緊固的解決方案，可解決材料於混凝土間的連接問題。此連接由不同的組件結合組成，例如：錨固螺絲（也稱為錨固扣件）、螺紋錨件、鋼板、加強劑（參見圖1）。混凝土錨固螺絲或螺紋錨件通常適用於永久及臨時應用，包括用於實心磚及空心塊（磚）。錨固螺絲或螺紋錨件將一個物體連接到另一個物體至定位的扣件，包含其以螺紋旋合、釘子、黏合劑或其他簡單的扣件於不切實際或不正確情況下。換而言之，錨固螺絲或螺紋錨件是一種用於將一個或多個物體連接到磚石或混凝土表面型

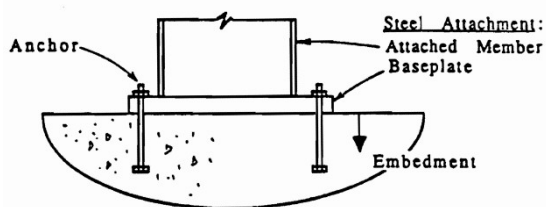


圖1 結構和非結構元素與混凝土的連接
資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Anchor_bolt

2 混凝土錨固扣件的類型

於混凝土中的扣件通常可以用扣件將力轉移到基礎材料的機制進行區分。這些機制是摩擦、鑲合或化學黏合（參見圖2）。於混凝土中的錨固系統的失效機制（如：混凝土體斷裂或鋼鐵材料失效），決定於施加的負載力的最大限制。特別是對於安全相關的錨固系統的特殊應用及核准使用過程，越來越受到關注。所有錨固可以分為兩種基本類型，類型可以分為定位澆鑄錨固的或後置式錨固的。定位澆鑄錨固的優點是更可靠的可預測其行為及破壞失效模式，但需要高度的定位精度，以確保它們的正確排列在混凝土硬化後無法移動。後置式錨固通常使用專有方法連接到硬化混凝土上，允許在確保放置時正確排列的自由度，但具錨固的性能及能力的變異性。

態的扣件。在具有脆性本質的磚石或混凝土的情況下，可以將錨固螺絲或螺紋錨件用於此類應用，以確保連接的物件或物體保持原位。錨固螺絲或螺紋錨件常於兩種表面是有用的：

- 1) 在極端堅硬的表面上，如岩石、磚石或混凝土，
- 2) 在空心表面，如實心磚和空心板牆塊（磚）及天花板...特別是在表面後面沒有方便的木樁或樑的地方。

附著在鋼筋混凝土地基上的鋼柱排列以表示結構元件之間的連接。一般常見情況是非結構元件於鋼筋混凝土牆立面表面系統之間連結接附在結構件上的連接。文獻上有許多樣式的錨固螺絲或螺紋錨件，每個樣式都有不同的強度及弱點。安裝在乾牆中的錨固螺絲或螺紋錨件在混凝土中可能強度不足。也許錨的最大問題是幾乎所有錨固螺絲或螺紋錨件在混凝土中第一次安裝時「感覺」強度十足，然而，隨著時間的推移，與牆面材料不匹配的錨固螺絲或螺紋錨件最終將鬆動，對牆壁、懸掛和牆下的任何物造成損壞！

混凝土錨固螺絲或螺紋錨件傳遞不同類型的負載：張力應力和剪切應力。錨固螺絲或螺紋錨件可以容納多少負載？它取決於 1) 要負載的物件類型，2) 使錨固螺絲或螺紋錨件安裝的表面類型，3) 表面狀況...當然，4) 錨固螺絲或螺紋錨件的類型。

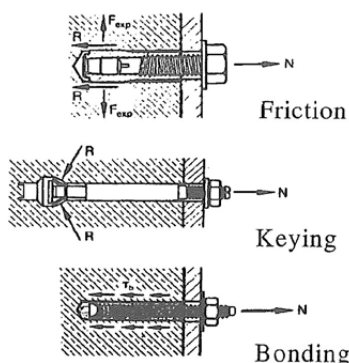


圖2 錨固扣件將負載力轉移到基礎材料的工作原理
[資料來源：page 22, July 2014, Anchor technology and design, Hilti]

2.1 定位澆鑄錨固扣件

最簡單、強度最高的錨固螺絲形式為就地水泥灌漿澆鑄的錨固螺絲，其嵌入式末端由標準六角頭螺絲及具華司、90度彎角，或某種鍛造或焊接法蘭組成。對於所有定位水泥灌漿澆鑄錨固扣件的型式，負載轉移機構均是機械性互鎖（mechanical interlock），例如：灌漿預先澆鑄錨固扣件嵌入混凝土的部分，藉由接觸區域承受壓力傳遞施加的負載應力（軸

向應力或剪切應力）。在破壞失效條件下，如果傳遞純張力，承受壓力水準可高於混凝土壓縮強度的10倍。

用途包括地板及建築物混凝土澆鑄到混凝土地基上時將用於錨定機械之錨固螺絲。各種典型的可處理棄置的附加件，主要是塑膠，用於在混凝土就地澆鑄前，使錨固螺絲放置固定及排列。此外，其位置也必須與強化錨固的佈局



相協調。最簡單的錨固途徑通道用於預製混凝土連接，錨固途徑通道可以是熱軋成形或冷成型型鋼，其中放置T型螺紋件以便將負載轉移到基礎材料。（參見圖 3）其錨固件可能為帶頭的柱樁，它由一個鋼板與帶頭螺柱樁焊接。如果錨槽是螺紋套筒，則它由一個管組成，其內螺紋被錨定回混凝土中。最近用於混凝土—鋼鐵複合結構作為剪切連接器（鋼筋續接器）。

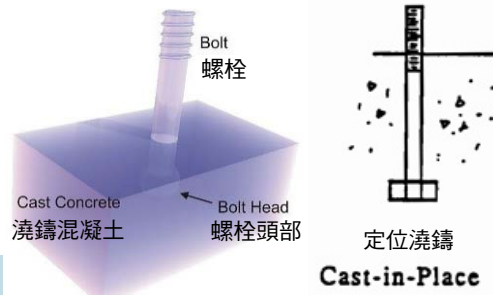


圖3 螺栓用於預製混凝土，以便將負載轉移到基地材料。

2.2後置式錨固扣件

一旦混凝土澆注及被設定後，您必須使用後置式錨件。

這種類型的後置式錨件，在硬化及養生固化中的混凝土(hardened and cured concrete)鑽孔，進行錨固安裝。在混凝土硬化後，後置式錨件可安裝在任何鑽孔作業後的位置，並根據他們的操作原則加以區分。

2.2.1機械膨脹錨固扣件

後置式錨固扣件原是幾家公司專有生產的產品。機械膨脹錨栓 (MEA) 力量的傳遞機制係基於膨脹力保證的摩擦力造成的機械互鎖。膨脹力摩擦力作用如圖 4 所示。當機械膨脹錨栓 (MEA) 插入預鑽孔時，錨固膨脹並在混凝土承受力量。它們價格低廉且易於安裝，但具有相對較小的抗拉強度，並不推薦使用於近乎可能開裂的混凝土之張力區。

機械膨脹錨栓 (MEAs) 有很多種型式，其中楔形錨固是最常見的設計。其他類型包括套筒錨固扣件(sleeve anchors)、錘擊錨固扣件(strike anchors)及鑽孔擴底下切式錨固扣件(undercut anchors)。對固定在磚石或混凝土中的物體應用機械膨脹錨件，應使用扭矩控制或位移控制進行錨固。使用扭矩控制錨固時，錨件插入鑽孔後的孔位中，並將指定的扭矩施加到帶有扭矩扳手的螺紋頭部或螺帽上進行固定。使用位移控制錨固時，膨脹錨固扣件通常由擴展套筒和錐形擴展塞組成，因此套筒內部螺紋接受螺紋元件通過。如圖 5 所示，旋緊螺栓會導致機械膨脹設計功能被驅動到套筒上，從而將其膨脹，並導致其對所固定孔位中的材料進行壓縮。表 1 列出了機械膨脹錨栓的優點和缺點。

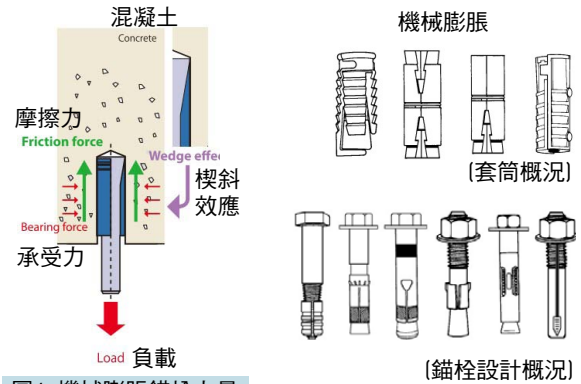


圖4 機械膨脹錨栓力量的傳遞機作用摩擦

用扳手設置。利用螺紋的機械優勢獲得高膨脹壓力。

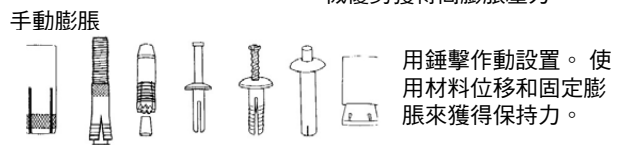


圖5 機械膨脹錨的設計概要種類

表一. 機械膨脹錨栓的優缺點

機械膨脹(扭矩控制錨固)	
優點	缺點
<ul style="list-style-type: none"> •能立即負載 •能再鎖緊 •設置操作能感受 •安裝扭矩能量測 •螺樁及套筒型式為螺栓 尺寸/孔徑尺寸 •套筒外殼接受螺紋棒 •使用適當長度時，套筒型式在空心板牆塊(磚)中工作 •有些是可移動及可重複使用的 •使用廣泛 	<ul style="list-style-type: none"> •套筒型式需要定位孔 •螺樁及套筒在負載下滑動 •完全由鋼製成的型式不宜用於高振動。 •螺栓尺寸/孔徑尺寸是不可移動 •錨固長度受限於螺栓尺寸/孔徑尺寸
手動膨脹(位移控制膨脹錨固)	
優點	缺點
<ul style="list-style-type: none"> •為淺孔設計 •套筒外殼接受螺紋棒 •快速設置操作 	<ul style="list-style-type: none"> •不能再鎖緊 •難以判斷設置是否正確 •扭矩不能核對 •不應用於碎化或老舊的混凝土。



2.2.2 鑽孔擴底下切式錨固扣件

鑽孔擴底下切式錨固扣件的特點是混凝土基礎材料中，提供下切式擴底強力的機械互鎖機構。特殊的鑽孔操作允許在錨固頭端及孔壁之間建構一個接觸面，在其中傳遞交換承受應力（參見圖6）。力量的傳遞機制係基於機械互鎖。機械互鎖由製成底切扇錐形狀段部位形成，這些扇錐段以轉動螺帽將錐形體拉入扇錐段或在錐形圓錐體上驅動套筒。鑽孔擴底下切可能由特殊的鑽孔系統或錨栓安裝時本身形成。擴底下切孔可能於錨栓錨固安裝前鑽取擴底下切孔形成，或錨栓屬於自下切錨栓設計，於錨固安裝時設置可以自行鑽取擴底下切孔形。

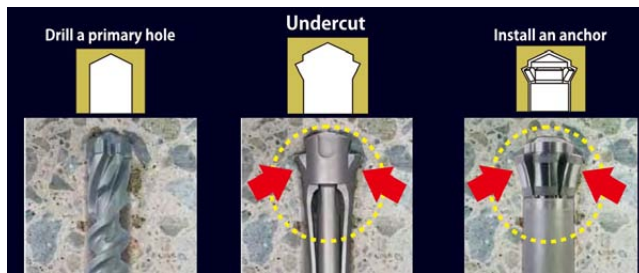


圖6 特殊的鑽孔操作在錨固頭端及孔壁間建構下切擴底之應力承面

鑽孔擴底下切式錨固扣件是專為混凝土而設計的，但有些可用於緻密的石材。所有鑽孔擴底下切式錨栓的共同點是在混凝土內建立正向的機械互鎖。不論單獨的鑽孔技術或在安裝過程中由錨栓本身在混凝土中形成的下切形狀來實現，此桿部的錐形部分打開上方錨固段外殼，使設置在混凝土中下切式擴底孔中。

此互鎖與某些機械膨脹錨栓的類型不同，破壞失效模式始終由從錨固點錨栓底部生成的混凝土錐體形成。這意味著錨栓錨固時，允許在錨栓錨固安裝後，即使在開裂的裂縫中安置，安裝後能與混凝土一樣堅固作業。鑽孔擴底下切式錨栓在開裂或非開裂混凝土中工作的能力，加上良好的動態抵抗力及多樣式組合構造及表面處理，使其成為最通用的錨栓類型之一。

2.2.3 黏合錨固扣件

黏合錨固系統通常由鋼製錨棒，同時亦可為具螺紋或傳力桿（帶脊肋鋼筋）及黏合材料組成。黏合材料具體取決於孔徑，可輕鬆的定義為黏合附著或膠泥漿黏結。黏合錨固扣件也稱為黏合附著錨件或化學錨件。黏合錨固材料是一種黏合附著劑（也稱為膠泥），通常由環氧樹脂、聚酯樹脂或乙烯基樹脂組成。此黏合錨固的性能類型為「承力負載能力」，特別是在張力負載下。黏合錨固扣件，無論是黏合附著還是膠泥漿黏結，通常以相同的方式安裝。使用旋轉式衝擊錘工具或中心金剛石鑽頭在基礎混凝土中鑽孔。然後用刷子、壓縮空氣及/或噴水器清潔鑽孔。然後，使用黏合材料填充孔，並將錨棒插入孔的底部，此過程因製造商而異。黏合附著錨件通常安裝有黏合材料填縫槍工具或由具黏合材料的玻璃膠囊，混合孔中的元件，而膠結的錨體像混凝土一樣混合在該處或由製造商準備使用。然後，根據製造商的建議，允許黏接材料固化，通常24小時到28天之間，然後可以施加負載。（圖7）

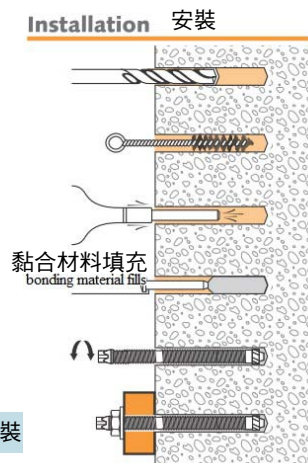


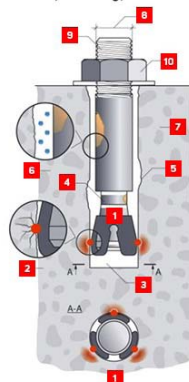
圖7 黏合錨固扣件系統之安裝

力量傳遞轉移機制基於有機材料結合提供的黏結應力。可同時使用帶脊肋和螺紋桿棒，並可由試驗性地瞭解局部黏結機制的變化。在帶脊肋棒中，抵抗阻力通常基於混凝土及脊肋之間的剪力行為形成，反過來螺紋桿棒則為混凝土與膠泥漿黏結間的摩擦為主。

黏合錨件的「承力負載能力」與孔的清潔條件密切相關。有試驗結果顯示，清潔條件使承力負載能力降低高達60%。同樣適用於混凝土的濕度條件，對於水分高濕度混凝土，使用聚酯樹脂時的使承力負載能力降低為20%。其他議題還包含高溫性質行為及潛變回應。通常，膠泥漿黏結錨件可以包括高分子聚合物或膠結水泥材料，而其黏結依賴高分子聚合物材料。由於鑽孔直徑較大，可安裝具錨頭的錨棒或非帶錨頭的錨棒。具錨頭的錨棒使可能的破壞失效改變，並在較低的嵌入深度下達到承力負載能力。

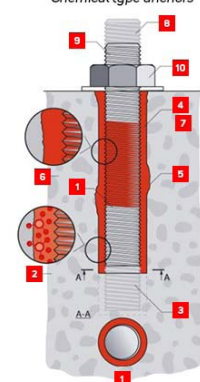
化學錨件，也被稱為化學螺樁，也可以安裝設置在混凝土基板的邊緣及通過磚石塊。非膨脹性質大大降低了周圍混凝土裂開的可能性。這非常適合將圍欄的物件固定在較淺的板塊或混凝土樓梯上，以及類似的應用。最後，化學錨固方式讓您有機會正在化學固化時對螺樁的對準進行細微調整，而機械錨件需要每次精密鑽孔，如果沒有，則無法使用。機械膨脹錨固扣件及黏合錨固扣件的比較如圖8所示。

膨脹類型錨固扣件 Expansion type anchors



1. 負載施加於嵌入的長度
2. 應力直接注入基地
3. 設置深度有限
4. 桿本體具螺紋有較高的穩定性
5. 對不完善的孔形為不理想的
6. 導致水進入引起腐蝕
7. 不適合較軟的基地材料
8. 限制於固定尺寸、長度及直徑
9. 可以指定高等級的鋼材
10. 扭矩過大會破壞固定狀況

化學類型錨固扣件 Chemical type anchors



1. 負載集中於限定的長度
2. 分子鏈結發生，不分攤任何應力
3. 無設置深度限制，可予以指定
4. 金屬錨件能包含看不見的弱點
5. 化學注射可以填充不完善的鑽孔
6. 保護固定件免受腐蝕
7. 適合所有的基地材料
8. 可用於大範圍之尺寸排列
9. 受限制於固定等級的鋼材
10. 能施加增加的扭矩負載。

圖8 機械膨脹錨固扣件及黏合錨固扣件的比較
[資料來源：<https://www.allfasteners.com.au/news-articles/what-is-a-chemical-anchor>]



2.2.4 螺絲錨件

螺絲錨件有時稱為螺旋錨件。螺絲錨件在基礎混凝土材料上具有安裝低膨脹應力、快速及高強度的特性。螺絲錨件安裝進入混凝土前，應在混凝土預鑽圓柱形孔。螺絲錨件的特殊螺旋螺紋在安裝時將預鑽圓柱形孔混凝土結構切入形成內螺紋（參見圖 9）。混凝土螺絲錨件具美觀及設計有優良的負載阻力。這些螺絲錨件也很容易移除，也是具有臨時固定用途的優點。目前大多數的螺絲錨件產品使用說明指引規定螺絲錨件產品僅能使用一次，這是因為執行重複使用時會使混凝土結構形成的內螺紋磨耗。現在有一些產品都配有磨損指示器"Go/No-Go"儀錶，以確定混凝土螺絲錨件是否適合在該處可否重複使用。混凝土螺絲錨件的力傳遞機制係基於螺絲螺旋紋與混凝土螺距之間的集中壓力交換傳遞。由於切割螺紋牙部在驅動安裝過程中的磨損，因此改進螺旋紋切割牙部，以達到更好地安裝並減少磨損是有必要性的。如果在安裝驅動過程中減少切割螺紋齒的磨損，應可使螺絲錨件有效的連接咬合。降低磨損及增強混凝土螺紋應是提供更有效連接咬合的解決方案。混凝土錨件應用於腐蝕環境氣氛時，腐蝕即成議題。混凝土螺絲錨件的設計亦將不銹鋼材料及列入並考量其預期用途之使用。客製化高耐腐蝕性性能且易於安裝之高品質螺絲錨件產品已被開發成功。高品質螺絲錨件是一種雙金屬材料，安裝時具有合金鋼螺紋切削工具的性能及低磨損特性功能硬化之尾部，而本身安裝後具有不銹鋼優秀的防腐特性（見圖10）。

在混凝土建築實務應用時，螺絲錨固扣件應是可靠、高性能且易於安裝、越來越受到認可的。由於後置式的螺絲錨固扣件是具有獨特機械和尺寸特性的專有系統，因此有必要根據公認的標準加以評估其結構特性。與當前用於後置式的膨脹錨固扣件、鑽孔擴底下切式錨固扣件、黏合錨固扣件符合評定認定資格的過程並無不同。錨固扣件的評定認定資格標準涉及一個測試方案：藉由參考試驗來確定理想條件下錨固扣件性能的基準；可靠性試驗用於確定錨固扣件在惡劣條件下及長期使

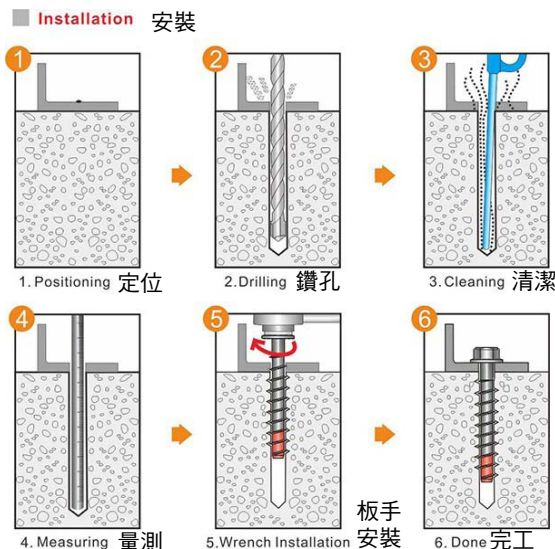


圖9 螺紋螺絲錨固扣件安裝程序
[資料來源: 世鎧精密股份有限公司 - <https://www.shehkai.com>]

用時的性能；服務條件試驗以確定錨固扣件負載於典型服務條件下的錨固性能，如剪力負載或安裝在角落時的錨固性能；及鑑別試驗以確定錨固扣件的屬性是否符合製造商的規格。螺絲錨件所需的評定認定資格測試最初在歐洲建立規範標準，於歐盟ETAG 001標準為「Acceptance Criteria for Mechanical Anchors in Concrete Elements」及後續美國的ICC-ES AC 193標準；ICC-ES AC 193標準參考ACI 355.2標準建立所需的標準為「Qualification of Post-Installed Mechanical Anchors in Concrete」，但AC 193標準在測試方案中對螺絲錨固扣件增加額外的試驗，以處理解決混凝土螺絲錨固扣件一些獨特考量的事項，例如：螺絲錨固扣件安裝的氬脆化試驗及安裝的驗證方法。

安全正確地應用於錨固混凝土或磚石時，鑽孔是一種常見必要應完成的活動。在混凝土、磚牆或砌牆塊中鑽孔，作為創建管道或架通道的路徑。需要鑽孔才能安裝混凝土扣件或錨件。（混凝土扣件或錨件自己本身將不會是這鑽孔情況的焦點）。使用適當的鑽孔工具或旋轉工具鑽在混凝土鑽孔的應用中非常重要。對基地材料而言，使用錯誤的鑽孔工具或參數，如：鑽頭、鑽孔速度、鑽孔深度，將對鑽孔孔徑及鑽孔深度有足夠決定性的影響，特別在於鑽孔時造成產生混凝土非預期性的裂紋。錨固區域承載錨固負載的

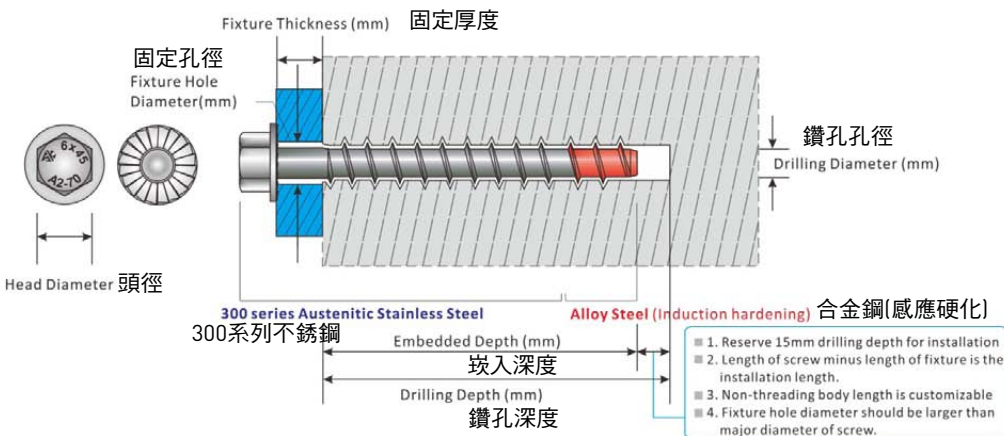


圖10 客製化高耐蝕性易安裝之複合螺絲錨件
[資料來源: 世鎧精密股份有限公司 - <https://www.shehkai.com>]

能力會因意外混凝土開裂而降低。選擇使用螺絲錨件之狀況，在安裝驅動螺絲錨件之前，鑽孔是使螺紋與混凝土螺紋緊密咬合的關鍵。鑽孔大小及鑽孔深度的公差應比其他類型的錨類型錨固扣件（如：膨脹錨固扣件、黏合錨固扣件）更受關注。螺絲錨件製造商或設計者的技術規格資料應正確要求所需的鑽頭尺寸、鑽孔工具及鑽孔工作說明。

