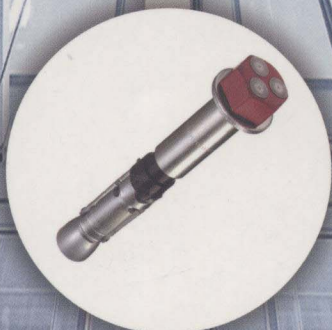
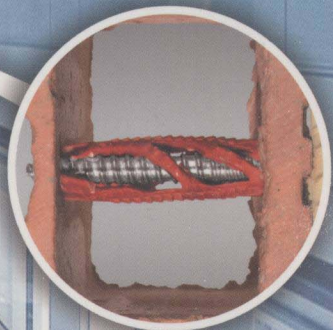


HILTI

混凝土結構用 錨栓設計與解說

喜利得(股)公司◎編著

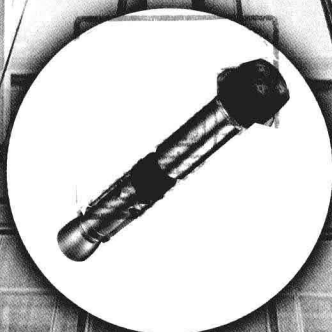
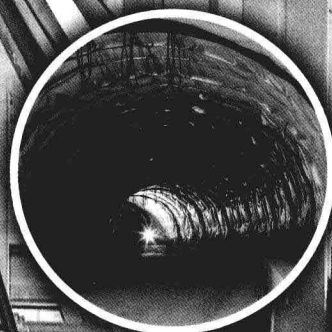
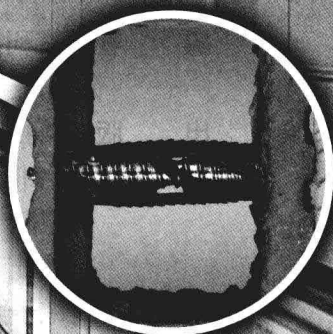
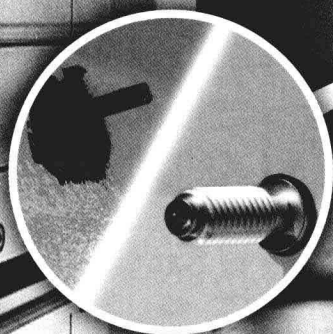


科技圖書

HILTI

混凝土結構用 錨栓設計與解說

喜利得(股)公司◎編著



 科技圖書

國家圖書館出版品預行編目資料

混凝土結構用錨栓設計與解說 / 喜利得股份有限公司編著; -- 初版 --

臺北市：科技圖書，2009.02

400 面；19×26 公分

含 參考書目

ISBN：978-957-655-461-2 (平裝)

1. 混凝土 2. 結構工程

441.555

98002334

版權所有・翻印必究

混凝土結構用錨栓設計與解說

編 著／喜利得股份有限公司

網址：<http://www.hilti.com.tw/>

出 版／科技圖書股份有限公司

地 址／台北市忠孝西路一段 50 號 17 樓之 35 室

電話：(02)2370-7080・傳真：(02)2370-6160

網址：<http://www.techbook.com.tw/>

電子郵件：techbook@ms18.hinet.net

郵撥帳號：0015697-3 戶名：科技圖書股份有限公司

印 刷／海王印刷事業股份有限公司

地址：台北縣中和市中正路 800 號 11 樓之 2

初 版／2009 年 3 月

定 價／新台幣 500 元

本書如有破損、裝訂錯誤，請寄回調換



科技圖書—Since 1969

固定技術手冊使用說明

前言

2006年7月10日，美國麻薩諸塞州的波士頓I-90州際公路隧道內，發生一起混凝土天花板掉落而造成駕駛及乘客傷死亡的事件。同年在香港發生幾起施工棚架翻落而施工工人從高空墜落死亡的事件。而這幾起意外皆因後置固定錨栓失效所造成。

在工程中採用後置固定的應用是極為普遍的，其安裝方便、放樣點位準確，讓設備物或附屬結構可以迅速的與主結構體結合，以達成安裝、增建、改建、補強等目的。後置固定物件在這兩體之間扮演著極重要的角色，一旦發生固定失效，輕則財物損失，重則造成人員傷亡。

爲了讓設計者及施工者能在施工前預防此類意外，HILTI發展出本固定技術手冊。此技術手冊在全球已經發行數十年，是爲後置固定技術之圭臬。其中提供了詳細的設計解說與施工安裝說明外，並介紹各類型後置固定的設計範例及施工規範。除本手冊外，透過HILTI強大的全球技術交流網與專業的工程師團隊，可提供設計者與施工者即時的諮詢服務，並解決施工上所遇到的難題。

以下對本手冊各章節做簡單介紹以利設計者使用。

HILTI喜利得股份有限公司

台灣區域總經理 **陳建忠**

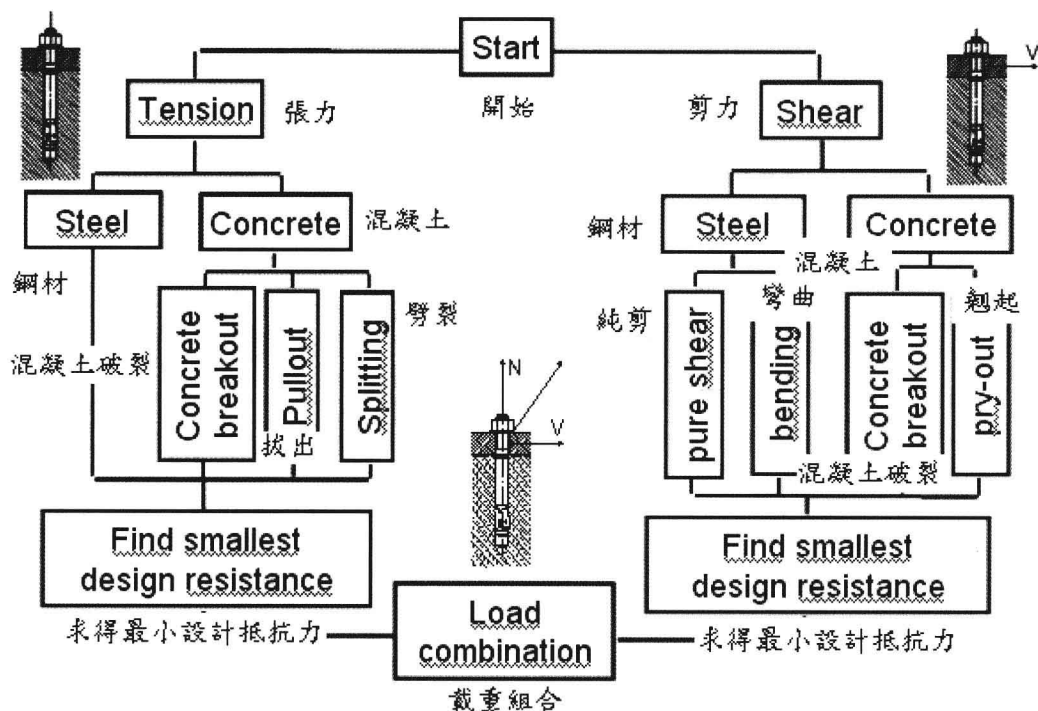
技術經理(暨結構技師) **陳逸宇**

謹識 於民國 九十八 年 二 月 二十七 日

第一章 錨栓理論與設計

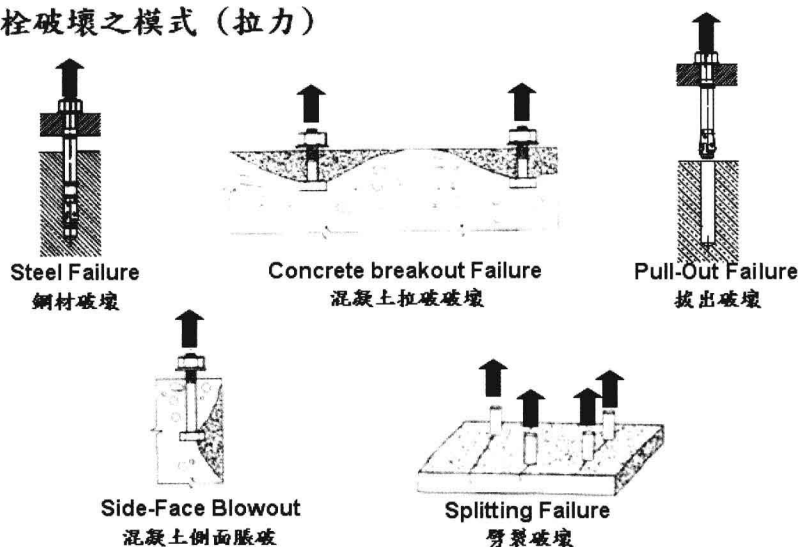
內含錨栓基本固定原理與設計流程，使用者可先研讀此章，以為進入後置式固定設計之墊腳石。本章重點在於讓設計者清楚了解採用後置固定在安全上必須考量的幾個因素；如固定基材類型、基材裂縫的影響、環境腐蝕問題、後置螺栓防火能力、動承載設計必須注意的分析等。

重點一：錨栓設計流程：

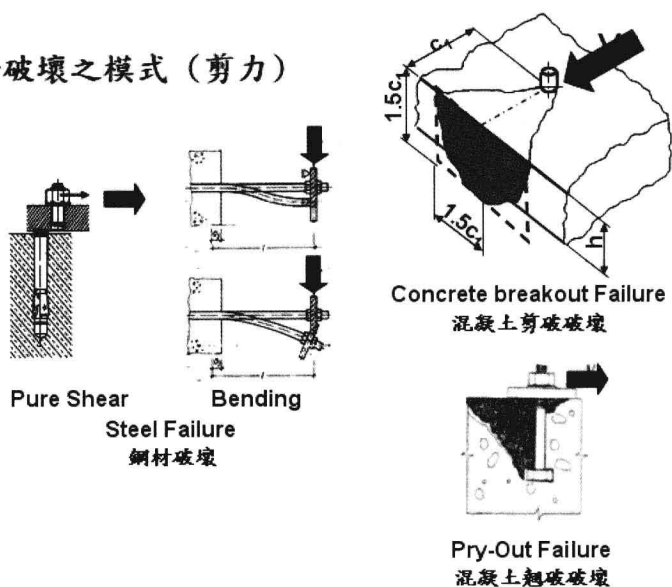


重點二：破壞模式

錨栓破壞之模式（拉力）



錨栓破壞之模式（剪力）



第二章 機械型錨栓系列

機械型錨栓擁有優異的後置固定功能，且安裝迅速，可廣泛地運用在各種嚴苛的環境要求中。

重點一：材質說明

後置金屬錨栓多為高強度碳鋼材質，但因應環境需求有不同的防腐蝕處理，甚至選用高抗腐蝕的材質如不銹鋼或高鉬鋼。

符號代表涵義：

一般金屬螺栓多為 $5\mu\text{m}$ 以上的電鍍鍍鋅。

-F代表材質有經過滲鋅或熱浸鍍鋅處理。

-R代表材質為不銹鋼，

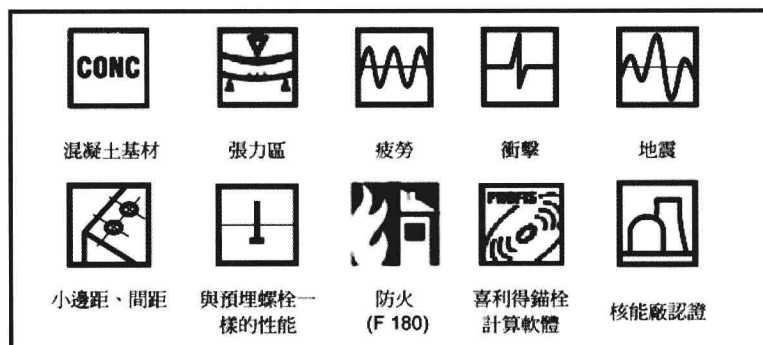
-HCR 代表材質為高鉬鋼。(約為不銹鋼防蝕能力的十倍)

	- HDA-TI/TR/TF: 穿透式自切底擴孔型錨栓	ISO 898.1之規定 8: 鋼材極限強度 $f_u = 800 \text{ N/mm}^2$ 0.8: 鋼材降伏強度 $f_y = 0.8 f_u$ $= 640 \text{ N/mm}^2$
	- HDA-P/PR/PF: 預安裝自切底擴孔型錨栓	
材質:		
HDA-TI-P:	- 冷形鋼，8.8級，最小 $5\mu\text{m}$ 的鍍鋅層	
HDA-TR/PR	- 不銹鋼，A4-80級; 1.4401、1.4571、1.4404 (SS 316, SS 316 Ti)	
HDA-TF/PF	- 碳鋼，滲鋅 $53\mu\text{m}$ 參照 ASTM A153 C、C 和 DIN EN 13811 版	

	德國DIBT	美國AISI	日本JIS
不銹鋼等級 I	A2	SS 304	SUS 304
不銹鋼等級 II	A4	SS 316	SUS 316

重點二：測試認證

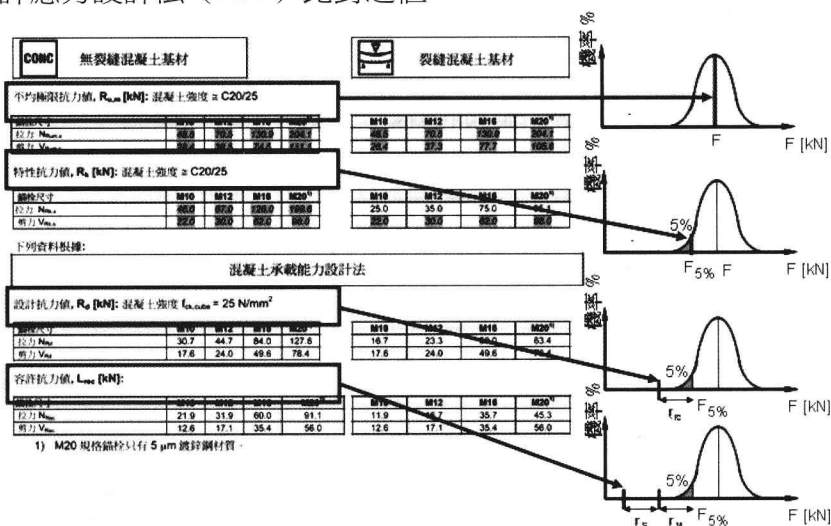
螺栓的性能圖示代表其特性優點與擁有因應不同設計需求所通過的國際認證。



重點三：抗力值之涵義

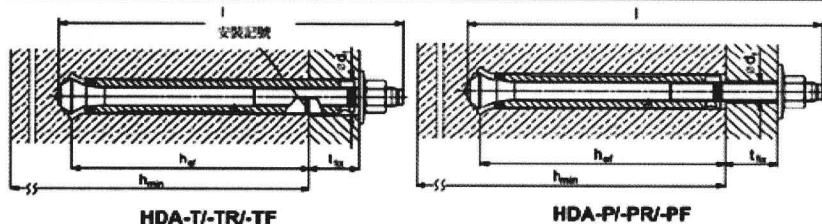
本手冊所提供螺栓之抗力值共分四種，供設計者採用

1. 平均極限抗力值：為多組試驗統計下有50%機率產生破壞之對應抗力值。
2. 特性抗力值：為多組試驗統計下有5%機率產生破壞之對應抗力值。
3. 設計抗力值：依部分安全係數設計觀念，由特性抗力值除以部份安全係數 γ_M 所得設計抗力值，適用於極限應力設計法（USD）比對之值。
4. 容許抗力值：由設計抗力值除以部份安全係數 γ_F 可得容許抗力值，適用於容許應力設計法（ASD）比對之值。



重點四：錨栓尺寸及安裝資訊

設計者在設計之前必須去了解此錨栓安裝之尺寸數據與性能條件。如固定鋼板所需之開孔大小、固定物鋼板之厚度、基材所需厚度、錨栓之機械性質等。以減低施工者錯誤安裝之困擾。而施工者也必須核對此數據，以達完整一致性之作業。



HDA-T/TF

HDA-P/PR/PF

錨栓尺寸	25- M10x195/25	22- M12x125/30	22- M12x125/50	30- M18x195/40	30- M18x195/80	37- M20x290/60	37- M20x290/100
錨栓標記	I	L	N	S	S	V	X
l [mm] 錨栓全長	190	190	210	205	295	350	410
h [mm] 基材最小厚度	170	190	190	200	270	350	350
h _{eff} [mm] 有效錨固深度	140	140	140	190	190	250	250
t _{sub} [mm] 對於 HDA-T-錨栓 基板厚度	min. 10 max. 20	10 30	10 50	15 40	15 60	20 50	20 100
t _{sub} [mm] 對於 HDA-P-錨栓 基板厚度	max. 20	30	50	40	60	50	100
d ₁ [mm] 基板開孔直徑	HDA-T: 21 HDA-P: 12	23 14	23 14	32 19	32 18	40 22	40 22
d ₂ [mm] 墊片直徑	27.5	33.5	33.5	41.5	45.5	50	50
S [mm] 螺絲規格	17	19	19	21	24	30	30
T _{max} [Nm] 扭緊扭矩	50	80	80	120	120	300	300
d ₃ [mm] 錨頭公稱直徑 Ø	20	22	22	30	30	37	37

必須使用 HILTI 指定螺絲

錨栓尺寸	M10	M12	M16	M20 ²⁾
A _s [mm ²] 應力斷面積	58	84.3	157	245
f _{yk} [N/mm ²] 公稱抗拉強度	800	800	800	800
f _{yk} [N/mm ²] 降伏強度	640	640	640	640
E _{sd} [mm ²] 彈性模數(抗力距)	62.3	109.2	217.3	540.9
M _{sec} [Nm] 建議使用彎距 ¹⁾	34.2	59.9	152.2	296.7

錨栓尺寸	M10	M12	M16	M20 ²⁾
A _s [mm ²] 應力斷面積	58	84.3	157	245
f _{yk} [N/mm ²] 公稱抗拉強度	800	800	800	800
f _{yk} [N/mm ²] 降伏強度	640	640	640	640
E _{sd} [mm ²] 彈性模數(抗力距)	610	810	2170	3760
M _{sec} [Nm] 建議使用彎距 ¹⁾	334	445	1200	2070

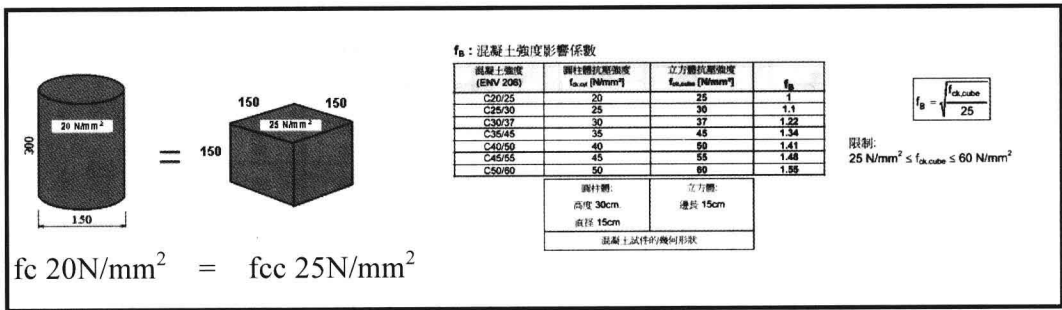
重點五：設計流程

本固定技術手冊之數據是以CCD為設計方式，提供群錨固定時錨栓之間距與混凝土之邊距之限制值與影響係數。以控制混凝土劈裂與側向脹破破壞的產生並簡化繁雜的設計流程，提供給設計者快速的手算數據資料。

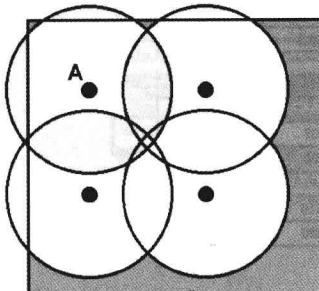
影響係數：

1. 混凝土強度影響係數 f_b

手冊中所採用混凝土強度表示分為兩種，一為 $f_{c,cyl}$ 圓柱試體抗壓強度；另一為 $f_{c,cube}$ 方塊試體抗壓強度。而本書光碟中例題五附件內亦提供混凝土強度轉換公式計算表，以方便設計者快速求出混凝土影響係數值。



2. 間距影響係數 $f_{A,N}$ 與邊距影響係數 $f_{R,N}$



$f_{A,N}$ ：錨栓間距影響係數

錨栓間距 s [mm]	錨栓尺寸			
	錨10	錨12	錨16	錨20
100	0.67			
125	0.71	0.67		
150	0.75	0.70		
175	0.82	0.75	0.67	
200	0.83	0.77	0.68	
250	0.92	0.83	0.72	0.67
300	1.00	0.90	0.76	0.70
350		0.97	0.81	0.73
375		1.00	0.83	0.75
400			0.85	0.77
450			0.89	0.80
500			0.94	0.83
550			0.98	0.87
575			1.00	0.88
600				0.90
650				0.93
750				1.00

$$f_{A,N} = 0.5 + \frac{s}{6 \cdot h_{ef}}$$

限制： $s_{min} \leq s \leq s_{cr,N}$
 $s_{min} = h_{ef}$
 $s_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef}$

$f_{R,N}$ ：錨栓邊距影響係數

錨栓邊距 c [mm]	錨栓尺寸			
	錨10	錨12	錨16	錨20
50	0.66			
100	0.76	0.66		
120	0.86	0.74		
140	0.96	0.82		
150	1.00	0.87	0.66	
160		0.90	0.68	
180		0.98	0.73	
187		1.00	0.75	
200			0.79	0.66
220			0.84	0.70
240			0.89	0.74
260			0.94	0.78
280			0.99	0.82
285			1.00	0.83
300				0.86
350				0.96
375				1.00

$$f_{R,N} = 0.27 + 0.49 \cdot \frac{c}{h_{ef}}$$

限制： $c_{min} \leq c \leq c_{cr,N}$
 $c_{min} = 0.8 \cdot h_{ef}$
 $c_{cr,N} = 1.5 \cdot h_{ef}$

注：如有三邊以上的邊距小於
 $c_{cr,N}$ ，請向喜利得的技
 術支援工程師諮詢

第三章 化學錨栓系列

本章包含化學錨栓與植筋。

重點一：化學錨栓

本手冊所提供在化學錨栓的設計上，流程與後置金屬螺栓大同小異。而須特別注意的是化學藥劑在結構物中的長期行為與使用環境。目前國內皆以 ICC(AC58 或 AC308) 中 ASTM E1512 測試方式的認證報告為安全設計的準則，其中包含藥劑長期潛變行為、潮濕環境、耐震測試、服務中溫度等。除此考量外化學錨栓的設計上必須特別注意使用於混凝土張力區與混凝土裂縫問題。化學錨栓不同於金屬栓須另外考量之影響係數：

1. 基材溫度影響係數 f_{temp}

f_{temp} : 基材溫度影響係數

錨栓安裝: 安裝、凝固和承受負載時，基材溫度介於 -5°C 至 $+5^{\circ}\text{C}$ ，此時 HIT-RE 500 的黏著力會降低。但 HIT-RE 500 植筋藥劑具有後凝固作用，當藥劑溫度達到 $+5^{\circ}\text{C}$ 以上時，黏著力可達到完全負載水平。

錨栓負載: 基材溫度超過 50°C ，將導致 HIT-RE 500 的黏著力降低。

基材溫度	f_{temp} 錨栓安裝	f_{temp} 錨栓負載
-5°C	0.8	1.0
0°C	0.9	1.0
5°C	1.0	1.0
50°C	-	1.0
60°C	-	0.85
70°C	-	0.62
80°C	-	0.5

注意：

錨栓安裝時基材溫度低於 $+5^{\circ}\text{C}$ ，或使用過程中環境溫度高於 50°C 的條件下，選用影響係數兩者中的小值。

2. 潮溼影響係數 $f_{w,sat}$

$f_{w,sat}$: 浸水飽和混凝土的影響係數

$$f_{w,sat} = 0.7$$

注意：

浸水飽和混凝土包括水中混凝土構件、水池、預先鑽好的孔浸滿水 3 天以上。在這些混凝土結構上安裝錨栓時，其承載力應折減。如果混凝土結構只在短時間內有水作用，比如使用鑽石鑽孔機具鑽孔時的用水，將不會影響承載力。

植筋：

本手冊所提供的植筋數據，是採用錨栓設計概念所得。在此設計埋深下得到的是鋼筋可發揮的容許抗力值，並非鋼筋發揮至降伏的抗力值。設計者須特別留意。

在此也對植筋設計概念做詳細解說說明：

第一、植筋是什麼？

植筋(rebar setting)是利用化學黏結的方式，將鋼筋錨固於混凝土中，以充分的發揮鋼筋的承載力量(降伏拉力)。並依靠化學藥劑的高握裹力來降低埋設深度達到如同預埋鋼筋的效果。植筋在結構工程中的應用情況如下：

A. 新建工程

施工中遺漏埋設之預留鋼筋

預留之鋼筋或續接器產生偏差或斷裂

施工狀況無法採預埋鋼筋，如採用鋼模或滑動模

B. 補強改建工程

1. 原始設計變更，必須在原結構物上連接新的結構物件，如梁、柱、托架、樓板、剪力牆間的連結。

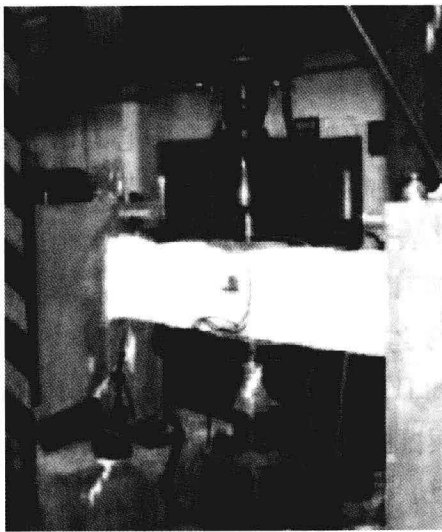
2. 加大現有梁、柱、基礎結構的斷面，以提高承載能力達到補強效果。

第二、設計理念

植筋的設計理念，是將新舊混凝土結構兩者合為一體，成為一整體(monolithic)的結構系統，植入的鋼筋性能必須與預埋鋼筋相同。所採用的化學黏著藥劑必須要能與預埋的竹節鋼筋傳遞到混凝土的握裹力相同，沿著埋設深度承均勻的線性分布。此一重要特性可藉著植筋與預埋鋼筋搭接後的拉拔試驗證明。



植筋搭接拉拔測試



梁植筋抗震性能測試

第三、破壞模式

植筋因在結構配置上間、邊距的考量下，破壞模式需注意可能產生的混凝土劈裂(splitting)、剝落(spalling)、剪斷(shear)破壞等。同時須提供滿足結構設計規範中(如ACI318、土木401-96、EU2)鋼筋發展長度之設計概念。

第四、藥劑材料的考量

設計者應對植筋材料提出以下的要求：

- A. ICC或ASTM E1512中對藥劑於結構體中長期潛變行為、潮濕、耐震等相關評估報告。
- B. 參考ASTM C882中2天藥劑握力測試的強度值，以了解藥劑所需的埋設深度等級。
- C. 防火性能與抗腐蝕性能的相關評估報告。

第五、HILTI植筋技術發展

HILTI是全球植筋技術的開創者。目前位於列支敦士登Schaan總部及德國Kaufening與美國Tulsa技術研發中心的研究人員，不斷研發新的產品及技術，並進行各項安全測試各工程期刊上發表研究成果。其發展里程碑如下：

- 1994年 發表全球第一套植筋設計指南。
- 2000年 HILTI HIT-HY150黏著劑獲得全球第一個國際產品認證，並配合台灣921地震之補強工作。
- 2001年 HILTI HIT-RE500獲得歐洲ETA與美國ICC等之國際認證，並在台灣上市。
- 2003年 與德國慕尼黑工業大學及貝魯特美國大學展開長期應用研究項目。
- 2004年 發展植筋設計軟體EX-bar。
- 2006年 於墨西哥以最新研發的安裝設備完成全球最深的植筋工程案例，18公尺深，採用HILTI HIT-RE500黏著劑。

第四章 錨栓設計方法比較

提供歐洲技術認證準則（ETAG）、美國混凝土協會（ACI 318）以及喜利得所建議之SOFA（PROFIS錨栓設計軟體）和FTM方法之間基本假設與計算方式的比較。

第五章 例題

提供給設計者九個設計範例應用，其中包含以FTM、ACI318、ETAG錨栓設計方法的計算書、動承載設計中的疲勞、衝擊載重類型計算、HILTI錨栓設計軟體與SAP結合的分析應用計算、植筋應用類型計算等。

第六章 機械型錨栓ICC評估報告及地震設計力

ACI318已將後置式金屬錨栓的設計明文化，置於附錄中，並依照ACI 355.2之模擬地震試驗檢覈之。ICC據此發展了AC193之允收標準，是目前惟一遵守ACI相關規定之標準。本章列出符合此允收標準之金屬錨栓其ICC所覈發之ESR報告中譯本，當設計者採用ACI318設計法時須以此報告所提供之數據設計。

第七章 機械型錨栓ETA認證報告

EOTA為歐盟技術協會，而整體產品品質素質的要求，均依EOTA所頒布的ETAG的規範規定執行。其產品認證報告為ETA編號。其內容包含螺栓詳細的類型介紹與機械性能數據。更重要的是其依實驗與法規所訂出螺栓各類型破壞的安全係數值提供給設計參考使用。

第八章 施工規範及應用圖說

本章內含金屬錨栓、化學錨栓與植筋工法等施工規範與標準圖說，參考公共工程委員會所製定之寫作格式，內容完整，可確保設計及施工品質。其電子檔案已收錄於本書所附光碟中，方便使用者作修改或直接套用。

第九章 DX-火藥擊釘技術資料

火藥擊釘固定快速簡便，種類繁多，應用廣泛如接地固定、簡易管路固、高架地板固定、格柵板固定等。火藥擊釘多應用於與鋼構與混凝土等基材接合。本章提供詳細技術資料供設計者比較選用。

第十章 自攻螺絲技術資料

同於火藥擊釘之快速固定優點，但自攻螺絲在於金屬接合上有著優異的性能。本章提供詳細技術資料供設計者比較選用。

讀者回饋信箱

若有任何建議或錯誤，請不吝指正，俾利再版時修正，請連繫HILTI喜利得工程部。聯繫方式如下：

喜利得 專案技術開發(暨本手冊編輯) 楊永成

E-mail: Mark.Yang@hilti.com

喜利得 專案技術開發 林正豐

E-mail: Karajan.Lin@hilti.com

喜利得 核四專案工程師 吳哲維

E-mail: Jerome.Wu@hilti.com

第1章 錨栓理論與設計

1. 基材.....	2
1.1 混凝土.....	2
1.2 磚材	3
1.3 其它類型的基材	4
1.4 為何錨栓能錨固在基材中?	5
2. 腐蝕.....	9
3. 動承載	12
3.1 錨栓的動承載設計	12
3.2 採用抗動載裝置改善抗剪能力 16	
4. 防火	18
5. 認證	22
6. 錨栓設計	27
6.1 安全概念	27
6.2 設計方法	28

第2章 機械型錨栓系列

重型負載錨栓

HDA-T/-TR/-TF/-P/-PR/-PF 自切底擴孔型	40
HSL-3 重型負載錨栓	51
HSL-G-R 不鏽鋼重型負載錨栓	60

中型負載錨栓

HST/-R/-HCR 高性能錨栓	65
-------------------------	----