

proposal to:
date: 2016-10-

DH六階樁品-複合樁 基本技術介紹 (1)

Basic Tech. Introduction for
DH Pile of Level 6 (part 1)



德翰智慧科技公司
/ 精簡型複合式混凝土基樁



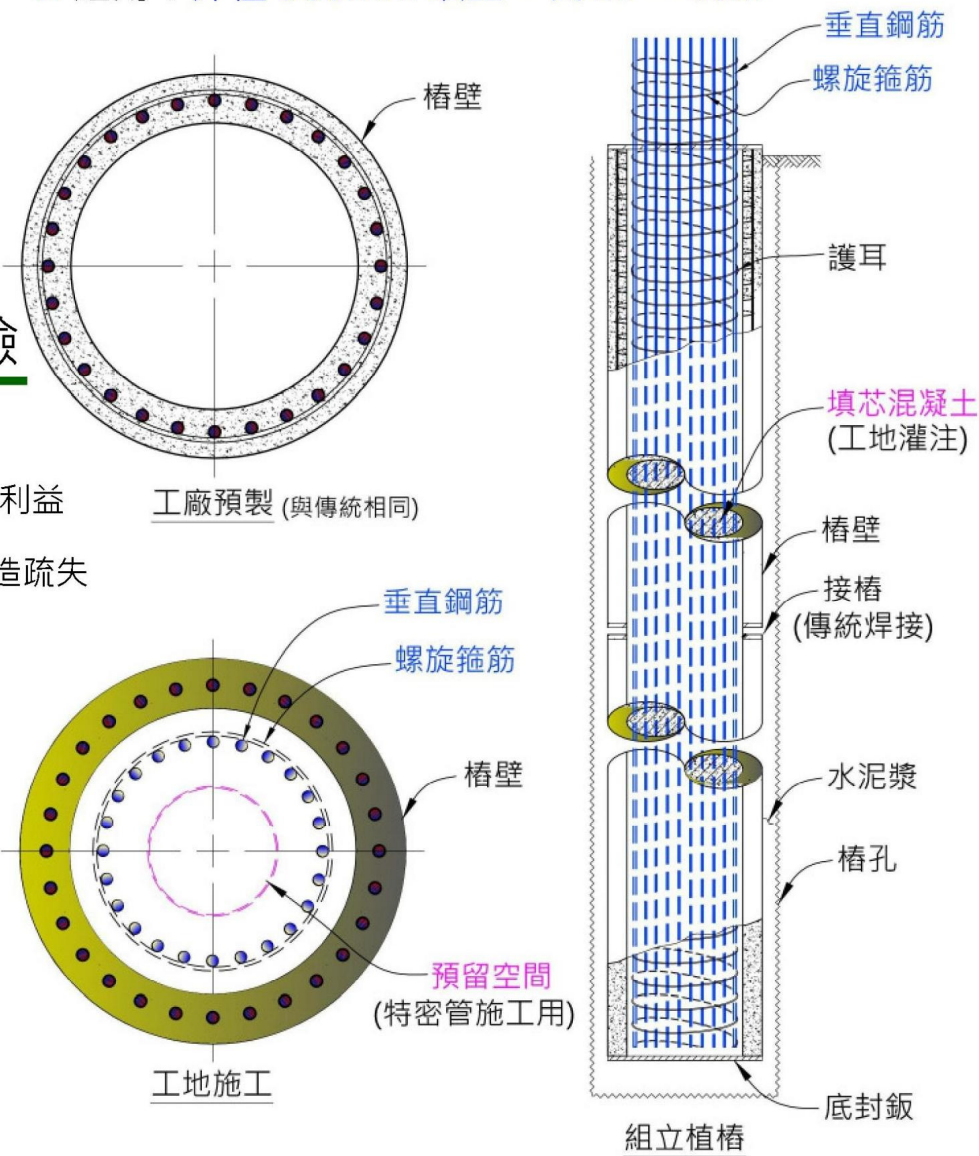
DH-PHC (P-LV.6) 精簡型複合樁

★ 適用：外徑 900mm 以上，長 20 ~ 50M

有效降低：
工程風險、財務風險、決策風險

- 工期節省：1/4 ~ 2/3 + 整合利益
- 成本節省：1/5 ~ 2/5 + 附加工種整合利益
- 品質更穩定 - 無包泥 ■ 更易品管 - 降低監造疏失

超越全套管樁的安全、克服預力基樁所有缺失。
在適宜地質條件下，最高可節省 60% 工期
和 40% 建設成本。
適合：沖積地層、摩擦樁型、軌道交通建設。
適合：預算不寬裕、工期不穩定、環境易變化。



www.dehantech.com

email: service@dehantech.com 或洽授權廠

一、定義及競爭目標

德翰六階樁品-複合樁 DH-PLV6

1.1 簡單定義

DH-PLV6 六階複合式混凝土樁

= 預力基樁(預製樁、PHC)

+ 場鑄樁

★重新組合二者的優點，並排除缺點

1.2 六階樁品(DH-PLV6)競爭標的

■ 全套管樁

- 外徑：1.0 ~ 1.4 M
- 樁長：20 ~ 40 M

■ 適用範圍：

- 軌道交通橋柱基樁 (捷運、台鐵、高鐵)
- 公路橋柱基樁 (國道級、省道級)
- 大樓基樁
- 其他

二、現有樁種比較

2.1 預製樁

→以預力基樁(PHC/PC)為例

2.2 場鑄樁

→以全套管樁為例

2.1 預製樁

以預力基樁(PHC/PC)為例

2.1.1 預鑄樁(PC/PHC)的缺失

2.1.2 預鑄樁(PC/PHC)的優點

2.1.1 預製樁(PC/PHC)的缺失

■ 傳統預力基樁存在力學缺失：(以植入樁為例)

- 上-樁頭：
 - 僅用約2~3M的膨脹混凝土填芯段作為與承台結合
→ 強度不足、易鬆脫、有嚴重缺陷、耐久性有問題
- 中-接樁
 - 僅用端鉸焊接作為上下樁間的結合
→ 有鏽蝕風險、耐久性有疑問
- 下-樁底
 - 僅用管形樁壁作為承壓面積
→ 存在應力集中問題

■ 工廠生產缺失：

● 受運輸距離影響

- 一般以 100 ~ 200 KM 為較佳供貨距離
- 某些地區運輸不便，供貨較難。(如花東)
- 山區運輸受限

● 單節長度僅能達18M

- 再長必須接樁使用。

● 樁徑受限制

- 台灣最大樁徑: 1,000 mm (CNS)
- 日本最大樁徑: 1,200 mm (JIS)
- 大陸最大樁徑: 1,400 mm (GB)

■ 施工缺失：

- 工地機具(吊車)操作不便時，有影響。
→ 如河橋等。
- 植樁地點上方受限時，有影響。
- 某些土層，鑽桿不易施工；須借助其他工法
→ 如卵礫石層等
- 植樁後，仍需養樁時間。
→ 14~28天

2.1.2 預製樁(PC/PHC)的優點

■ 工廠生產

- 品質控管佳、強度足
 - 混凝土強度達 $500 \sim 800 \text{ kg/cm}^2$
(約 $7,117 \sim 11,387 \text{ psi}$)
- 工廠製作環境佳，易於廠內直接檢驗
 - 依 CNS 2602
- 生產速度快
 - 大廠可達 500 ~ 700 M (大尺寸樁)

- 單節樁長度可達18 M
(中國曾生產達 54 M 長度)
- 樁外徑目前台灣可達 1.0 M (模具限制) ,
在訂單滿足下, 可擴增至 1.2 ~ 1.4 M 。

■ 工地施工：

- 接樁組合快速
 - 端鈹焊接結合，15~30分鐘/接頭
- 植樁速度快
 - 約10~20支/天 (視情況而定)
- 樁身無包泥
 - 預製單樁樁身無缺陷

■ 樁成形效果

- 強度形成快
 - 初期、終期強度
- 有樁徑擴張效果 (第二介面)
 - 增加承載力 (摩擦力及點承力)
- 樁頭無需打除2M浮沫段(劣質混凝土)

2.2 場鑄樁

以全套管樁為例

2.2.1 場鑄樁(全套管樁)的缺失

2.2.2 場鑄樁(全套管樁)的優點

2.2.1 場鑄樁(全套管樁)的缺失

- 施工速度緩慢
- 現場：機具動員量多、人工量多、施工暫用土地需求大、施工環境較亂
- 品質管控難度高
- 成樁後需處理樁頭劣質混凝土段(打除)
- 樁身易有包泥缺陷
- 外套管易有土層卡制損失

- 常使後續土木包待工(怠工)。
→ 工期整合損失
- 成樁較易有缺陷(失敗)

2.2.2 場鑄樁(全套管樁)的優點

- 樁徑較不受限
→ 自1.2M至3.0M、或更大
- 樁長較不受限
- 施工地點地形較不受限

三、德翰六階樁品： (DH-PLV6) 複合式混凝土樁

- 3.1 六階複合式混凝土樁優點
- 3.2 六階複合式混凝土樁缺失
- 3.3 六階複合式混凝土樁的幾個力學構造解析

3.1 六階複合式混凝土樁優點

概估：

- 成本低：降 $1/4 \sim 1/2$
- 工期短：降 $1/3 \sim 2/3$
- 品質優
- 易檢查
- 風險低：工程風險、財務風險、政治風險

■ 預製部份：

- 外樁(PHC/PC)為工廠預製。
→ 強度佳、品質穩定
- 填芯段(全長)鋼筋籠為預彎製，在工地進行快速搭接或續接。
→ 節省時間、節省工地占用土地。

■ 工地植樁施工：

- 植樁工法和傳統類似，工班操作容易
- PHC植樁速度快、穩定
估計 $1.0M\Phi*40ML$ 的施工速度
約可到達3~8組/天(視情況而定)。
- 植樁植定後，可迅速另孔植樁

- 植樁植定埋入土層，可忽略不管(植後不理)，由後續土木包緊接處理。
- 樁孔水泥漿(建議加大20cm)可形成第二界面，增加樁承載力。
 - ➔ 目前可挑戰 1.2M 全套管樁。(其他尺寸樁徑待工程量決定發展速度)

■ 填芯段RC施工

- 填芯段的鋼筋籠(預製)組立迅速、穩定
- 填芯段灌漿(特密管)迅速、穩定、強度易達成、絕無包泥。
 - 可以群區施工灌漿。
- 無需樁頭浮沫段打除
 - 節省工期、確保強度
- 填芯段可與基礎承台一併施工澆注
 - 節省工期、可幾無待工情事

3.2 六階複合式混凝土樁缺失

■ 最大樁徑仍受限制

- 目前僅能挑戰 1.0~1.4 M 的全套管樁
(其他尺寸樁徑待工程量決定發展速度)

■ 最大樁長仍受限制

- 目前以挑戰2或3節接樁為佳。
- 以20~40 M 樁長為佳。不逾50M。

■ 施工上，需使用大型吊機具。

- PHC/PC接樁後重量不輕

■ 力學上的設計注意要點

- 樁頭無法承受大彎矩。
 - 設計上，為鉸接設計，以成對基樁為佳 (如2X2、2X3、3X3樁等)。
 - 使樁頭儘量不受彎矩。
 - 以承受垂直力為主。
(因基礎承台多為巨大結構)
- 樁頂受力將在10倍樁徑內迅速消散。

3.3 六階複合式混凝土樁的幾個力學構造解析

- 六階複合式混凝土樁主要由PHC/PC的預製樁, 結合現場灌注的填芯段RC樁(全長度), 合併而成為一種新的樁種。
- 上列二種樁元件間的結合及強化, 是主要的力學構造。
- 複合樁最大的利器：**工期**。
其次：**成樁品質**。

● 複合樁主要構造：

外環: PHC/PC

內側: 填芯段RC

● 複合樁主要利用：

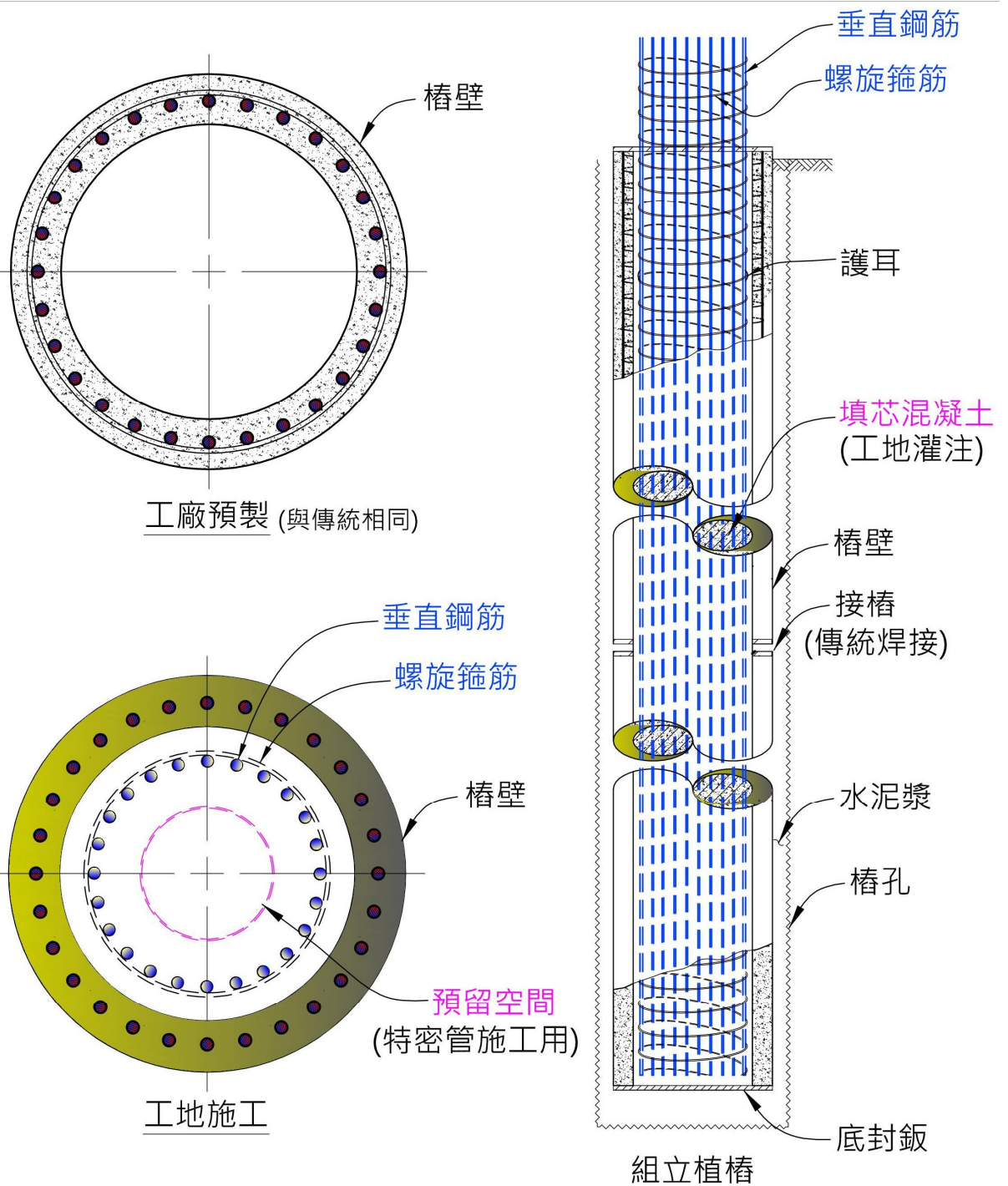
外環PHC: ($800\text{kg}/\text{cm}^2$)

迅速植樁(工期)，
使樁壁形成有強度的「模板」(品質)，
快速銜接後續土木包，
快速擁有一定的樁承載強度，(工期)

擴張成樁的外徑。(強度)

內側RC填芯段:($350\text{kg}/\text{cm}^2$)

填補PHC缺陷(接樁)，
使樁底填滿(端承載)，
且具有足夠樁頭的接合強度(鉸接)，
可與承台一併施工(工期+品質)



3.3.1 樁頂受橫力下的樁身彎矩

- 根據研究，樁頂受橫力時(鉸接設計)，樁身彎矩將迅速在 6 ~ 10M 內收斂。

複合樁承受側向荷重

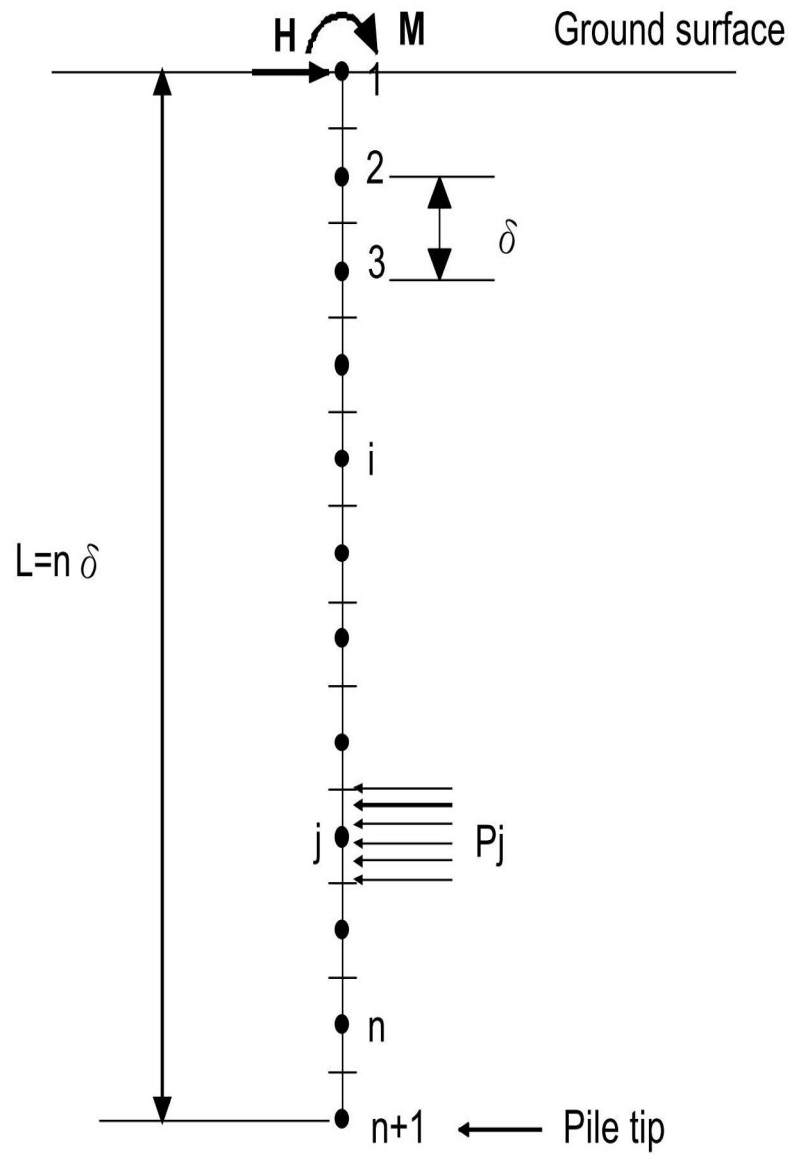


圖 2-6 基樁承受側向載重之簡化力量系統

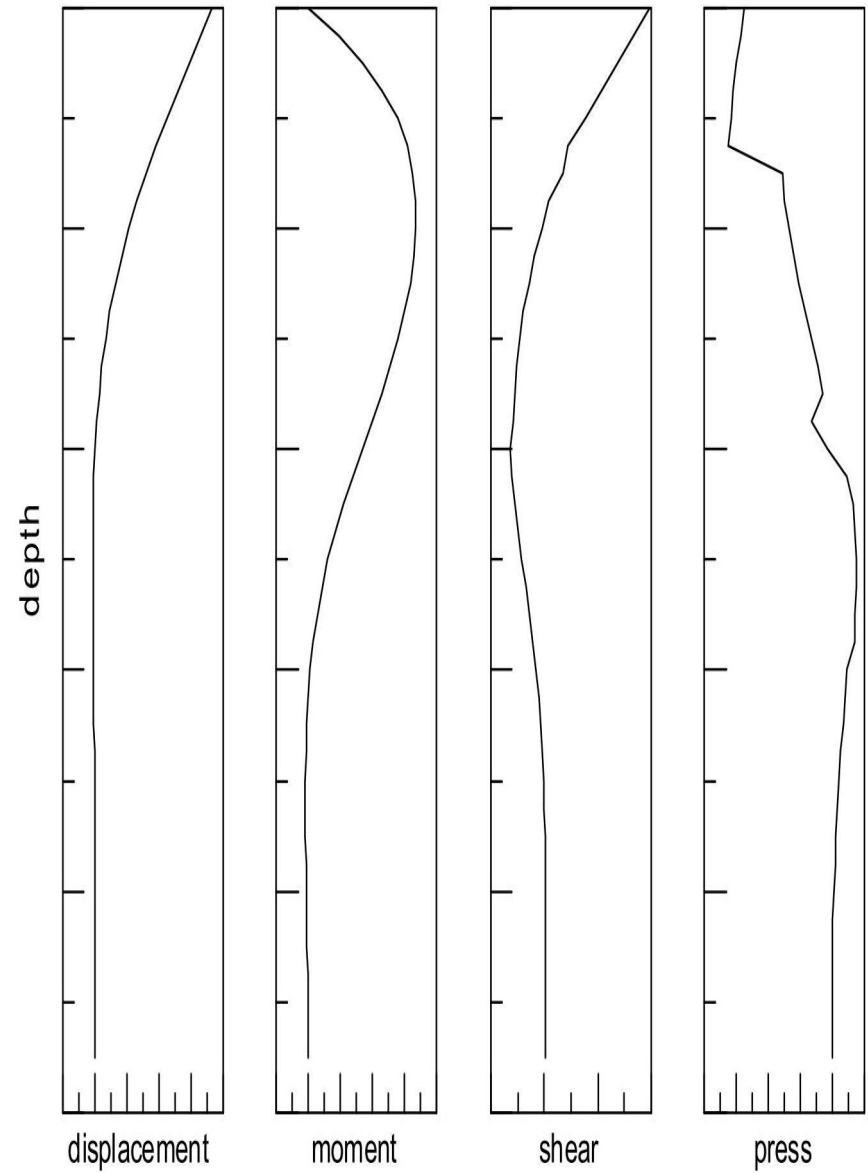


圖 2-7 典型基樁承受側向力引致的樁身變形、彎矩、剪力及土壤抵抗力圖

- 數值分析顯示，位移 (displacement)、彎矩 (moment)、剪力 (shear) 將會在**土層深度 6~10M 內**迅速收斂。

- 莊明仁(2001)結論：
「基樁承受側向荷重，發生位移的範圍大約在「**10倍樁徑以內的深度**」

- DH-PHC複合樁最上節樁可長達 16~20M。

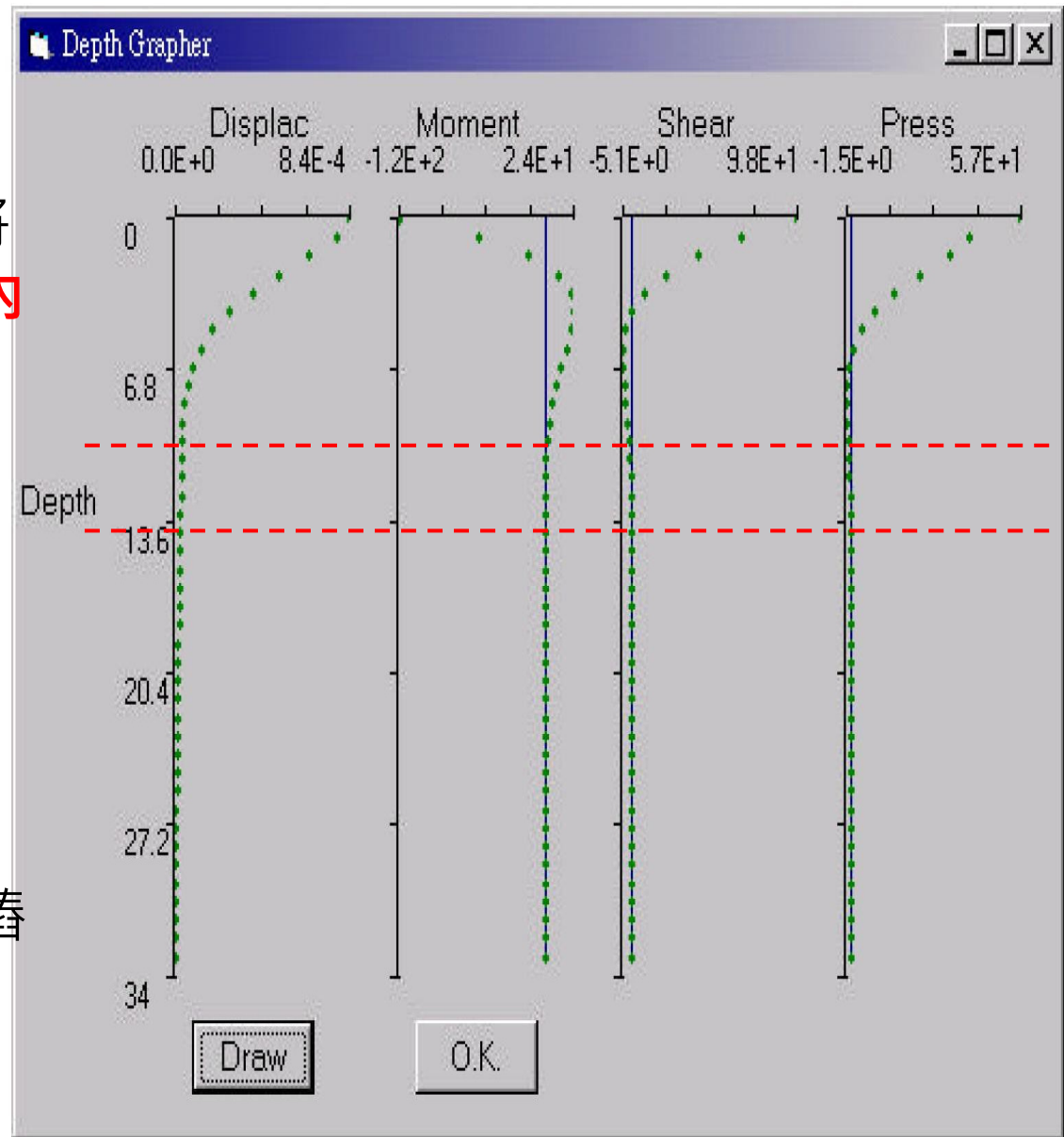


圖 3- 26 Poulos 程式輸出介面(樁身變位、彎矩、剪力與土壤反力)

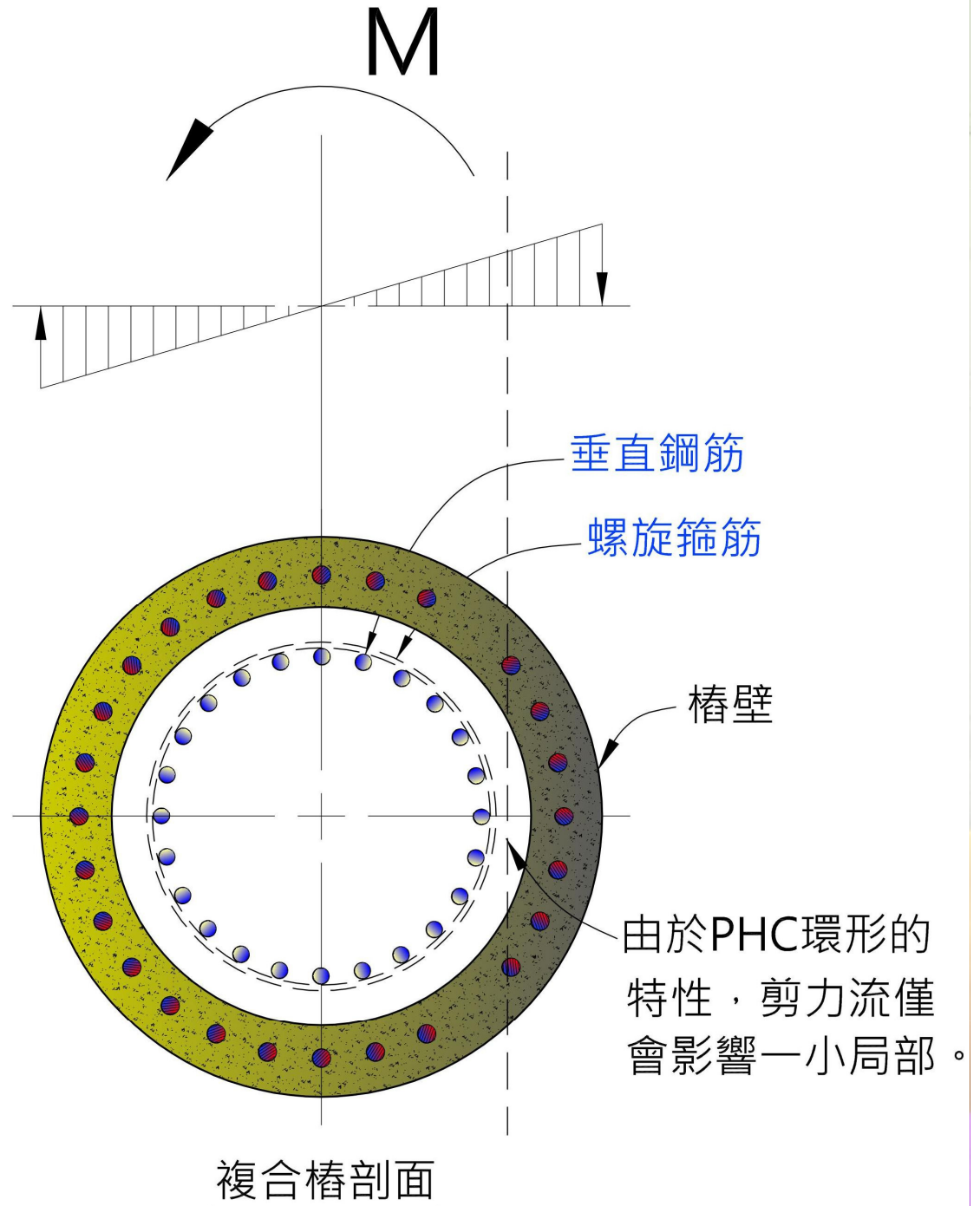
3.3.2 樁身彎矩下的剪力流(界面)

- 由於複合樁乃是由二種不同的樁元件組合而成，在接合界面上易使人有剪斷的誤覺。
- 樁身是圓形(外環PHC是環形)，在彎矩作用下，儘是小局部界面受剪力流影響。

■ 樁身是圓形(外環PHC是環形)，在彎矩作用下：

儘是小局部界面受剪力流影響。

大部份仍由PHC樁斷面承受。



3.3.3 二樁元件界面中的摩擦力

- 在外環的PHC樁、與內側填芯段(全長度)的RC樁間，由於並無鋼筋貫穿，彼此間必須由界面間的摩擦力承受。
(類似目前常用的預力基樁的樁頭處理，但更佳)

根據學者研究(下二圖)，建議界面摩擦力可訂為：
 $F_s = 9.5 \text{ kg/cm}^2$ (USD法)..... [蘇百加等,2008]

例：

以 $\Phi 1,000\text{mm}$ 的PHC
樁，壁厚 140mm ，內
徑為 720mm 。周長為
 226cm 。(CNS2602)

當填芯RC強度為

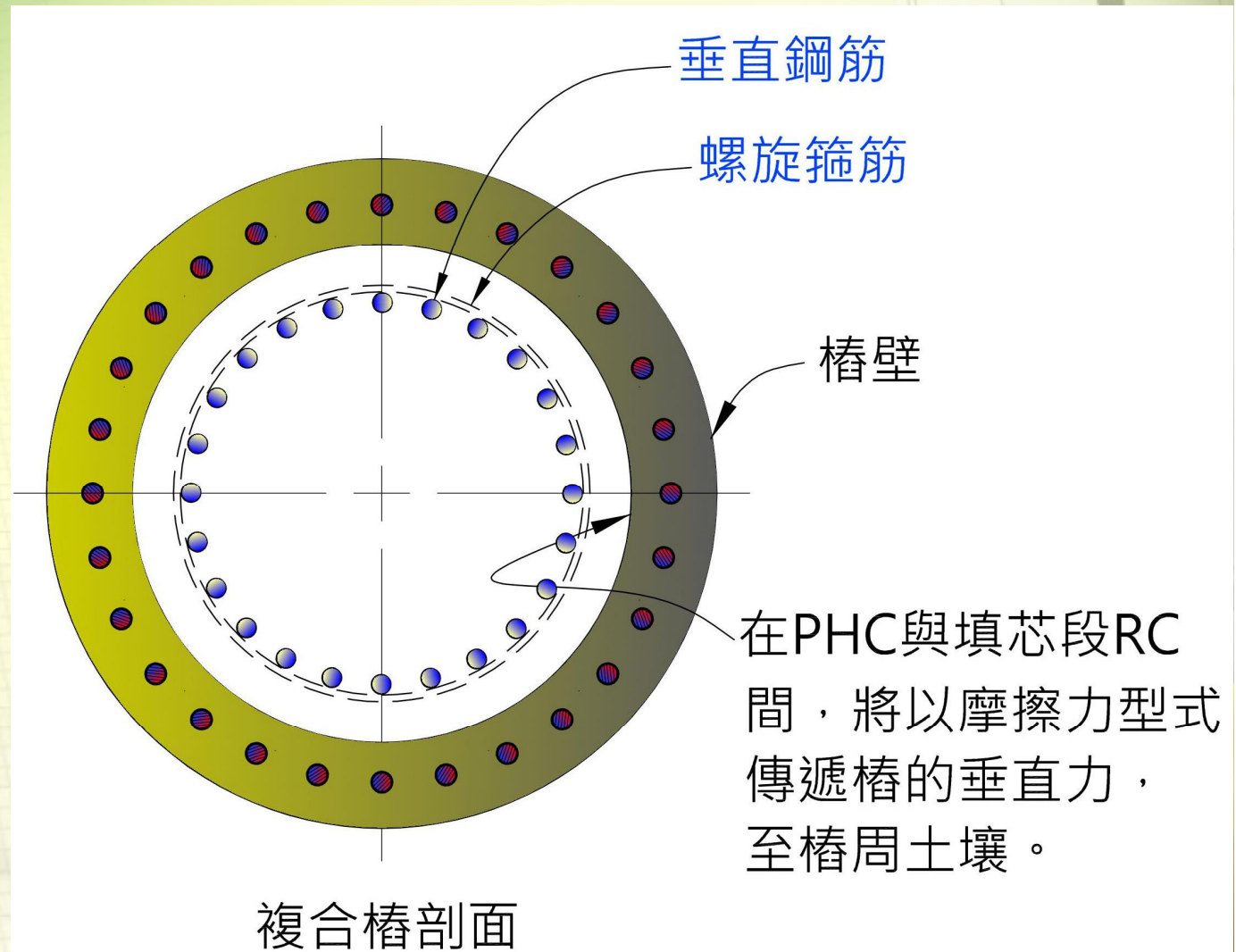
280kg/cm^2 時，

二樁元件界面的摩擦
力為：

$9.5\text{kg/cm}^2 * 226\text{cm} * 100$
 $\text{cm} = 214 \text{ ton/M}$ 。

(USD法)

當樁長為 30M 時，將
可達 $214 * 30 = 6,420 \text{ ton}$



植入式基樁樁頭錨定握裹應力案例探討

A Case Study on Anchored Bond Stress of Planted Pile Head

蘇百加¹ 莊家宏² 梁守志³ 王元靖⁴

¹ 萬鼎工程服務股份有限公司高雄大地環工部經理

² 萬鼎工程服務股份有限公司高雄大地環工部副經理

³ 中國鋼鐵股份有限公司土木工程處組長

⁴ 中國鋼鐵股份有限公司土木工程處處長

摘要

一般在基礎結構的設計上，對於承受拉拔力之打擊式或植入式基樁，均需針對基樁樁身容許拉拔力、錨定鋼筋容許拉應力及樁頭容許錨定握裹力等一併檢核，以避免基樁發生拉拔破壞。為瞭解樁頭內壁不同清理方式下，其錨定握裹之效果，本研究將樁頭內壁處理採用二種方式進行，其一為工程上慣用之方式，即直接將樁頭內壁清刷乾淨；另一則採用高壓水柱(300kg/cm²，30 liters/min)清洗。隨後在樁頭內部埋入不同長度的鋼筋，經澆置普通混凝土(280kg/cm²)再進行樁頭握裹拉力試驗。試驗結果顯示樁頭內壁經高壓水柱清洗後，基樁樁頭錨定之極限握裹應力達 9.5kg/cm²，約為僅採清刷乾淨方式之 1.5 倍，具較佳之握裹效率，設計上可廣為使用。

關鍵字：植入式基樁，內壁處理，握裹應力

參考文獻：

PHC 基樁孔壁與澆置之普通混凝土間

容許握裹應力設計案例探討

王元靖¹ 北條幸治² 林振平³


1. 中龍鋼鐵股份有限公司土木工程處處長
2. 中龍鋼鐵股份有限公司土木工程處顧問(日建設計土木)
3. 大研工程顧問有限公司大地技師

摘 要

對於高強度預力混凝土基樁(PHC Pile)樁頭與樁帽之連結，一般其做法為於樁孔中置入鋼筋籠及澆置混凝土，由於考慮 PHC 基樁孔壁上之水泥乳沫以及混凝土材料之乾縮效應可能影響連結部分之握裹應力(Bond Stress)，國內設計常採用膨脹性混凝土，然而，即使其握裹應力大小已是一基本之安全性議題，目前設計法規或標準對於其設計值尚無明確規範。

本文研究嘗試採用普通混凝土，透過現場樁頭拉力試驗結果以決定混凝土與內壁間之設計容許握裹應力。研究結論為採工作應力法(ASD Method)設計時，其容許握裹應力值建議採用 2.0 kg/cm²。

關鍵字：PHC 基樁、樁頭處理、握裹應力、普通混凝土。



■ 六階複合樁中，無法一一詳盡。有許多結構計算上的數據，仍需詳細報告，並由結構工程師計算驗證。

四、德翰六階複合式混凝土樁之 施工例

4.1 六階複合式混凝土樁之施工方法

4.1 六階複合式混凝土樁之施工例

- PHC樁和填芯段(全長度)RC部份的施工，有多種工法。下面為其中一例。
 - 多種工法細節，仍待討論。

六階複合式樁 施工例

(其中一例)

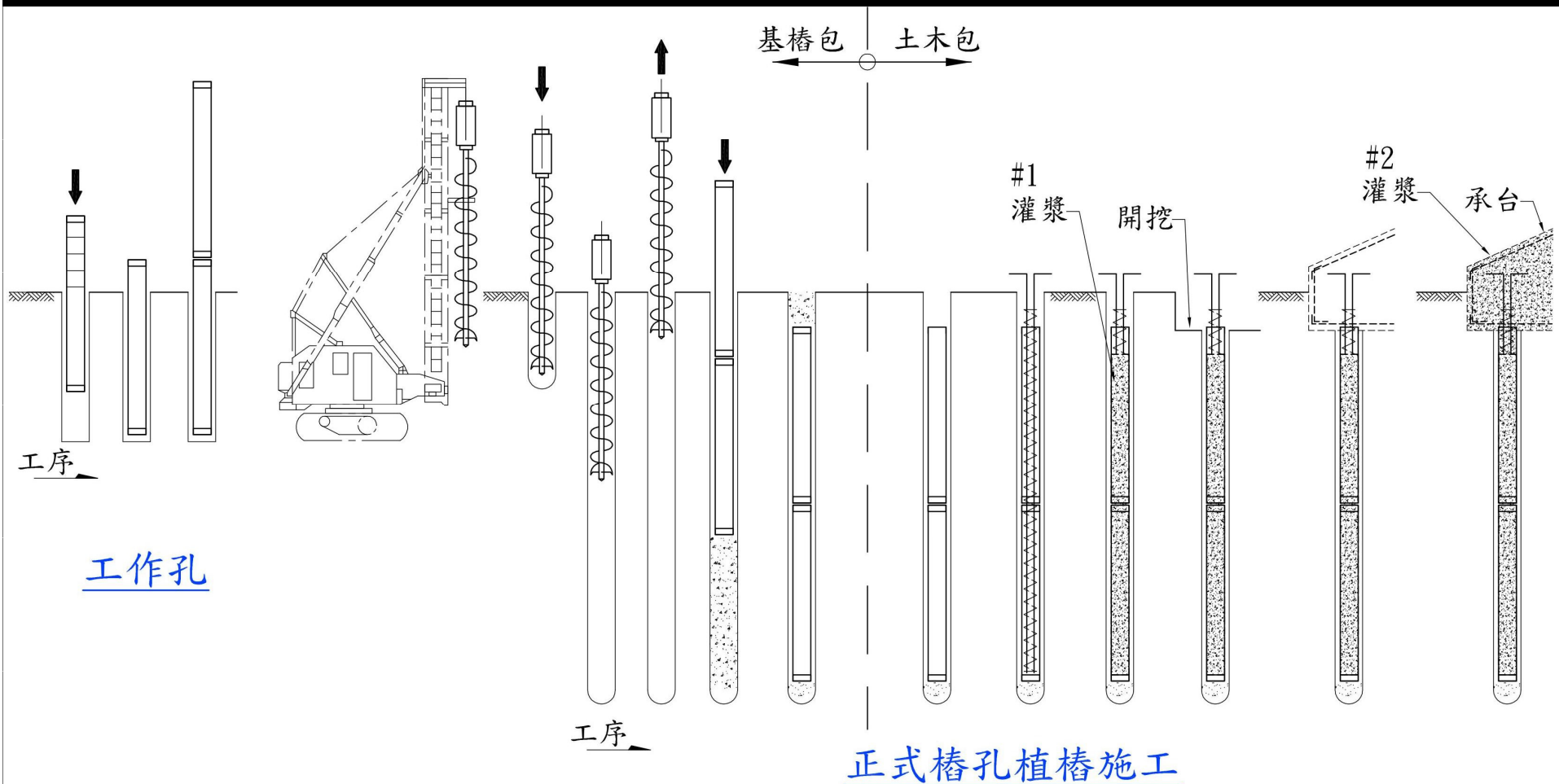
德翰六階樁品-複合樁 DH-PLV6

本例：PHC樁徑1,000mmX30ML二節接樁(15+15ML)

填芯段(全長度)配合土木包施工，先以特密管#1灌注混凝土至樁頂下3M。

再配合開挖，與承台一併施工，#2灌注混凝土。(視情形)

土木包與基樁包施工間隔，可望壓縮至3~7天。(視情形)



五、六階複合樁應用範圍

5.1 六階複合樁的研發

5.2 六階複合樁應用範圍

5.1 六階複合樁的研發

■ 導入「風險管理」的控管觀念：

1. 工程風險 (技術、工安等)

→ 讓工程能順利地完成

2. 財務風險 (成本)

→ 讓工程款項能順利地撥付

3. 決策風險 (政治風險)

→ 不要讓工程不能順利完成、
或成為決策者的後患

六階複合樁的優勢：

- 成本低：降 $1/4 \sim 1/2$
- 工期短：降 $1/3 \sim 2/3$ ，交通阻礙少
- 品質優
- 易檢查
- 風險低：工程風險、財務風險、政治風險

5.2 六階複合樁應用範圍

- 軌道交通橋柱基樁（捷運、台鐵、高鐵）
- 公路橋柱基樁（國道級、省道級）
- 大樓基樁
- 其他

軌道交通高架：以台鐵為例 (照片取自中國電子報2016-05-12網路報導)



軌道交通高架：以捷運為例 (照片取自網路報導)



高架公路：(照片取自網路報導)



討論

- 本簡報仍有眾多技術細節及施工工法，仍待詳細討論。
- 待更新資料補充。

PLV6 (六階樁品) 簡報結束

謝謝指教！



更多資訊: www.dehantech.com

標準圖 pdf、及 AutoCAD檔，皆可在官網下載區取得。

德翰六階樁品-複合樁 DH-PLV6