

高強度預力混凝土版樁

PRESTRESSED HIGH STRENGTH SPUN CONCRETE SHEET PILE



振農水泥製品股份有限公司
TSEN LUNG CONCRETE INDUSTRIAL CO., LTD.

公司簡介 INTRODUCTION

成 立 日 期：民國55年
 資 本 額：壹億八仟萬元（民國87年）
 工 廠 佔 地：10.8公頃
 員 工 人 數：250人/3 line
 每日最高生產量：2000Ts/day-shift或400pcs/day-shift
 主要營業項目：PHC & PC基樁

PHC 版樁
 PC 電桿
 RC 混凝土管
 RC 人孔
 RC 弓型環片
 PCS 箱涵
 F.1 PC樁植入工法
 PSCP 無鋼襯預力混凝土管
 PCCP 鋼襯預力混凝土管

簡

介：民國55年公司成立，設廠於台南縣產銷R.C水管，廣銷嘉南平原農田水利及市鎮、工業區開發。
 民國58年增設基樁及電桿工廠。供應十大建設中鋼、中船、高速公路、石油化工、新國宅等重大建設深受好評。
 民國68年新設大型PHC樁廠於岡山鎮，研製高強度基樁。
 民國78年引進自動化生產設備，品質、產量倍增。
 民國79年董事改組、資本擴充、辦公室自動化、管理報表化。
 民國80年因應環保意識抬頭，引進無噪音、無震動植入式施工法。
 民國81年起為配合國家六年建設，正計劃籌聚鉅資，設立高雄第二廠。
 民國83年開立新生產線，產製RC弓型環片。
 民國84年通過台灣省聯合廠商檢驗合格，生產PSCP及PCCP預力混凝土管。
 民國85年量產農地重劃預籌U型溝。供應台塑麥寮六輕建廠50%以上基樁。
 民國87年通過ISO9002認證，大型基樁 $\phi 1200\text{mm}$ 自動化生產設備。

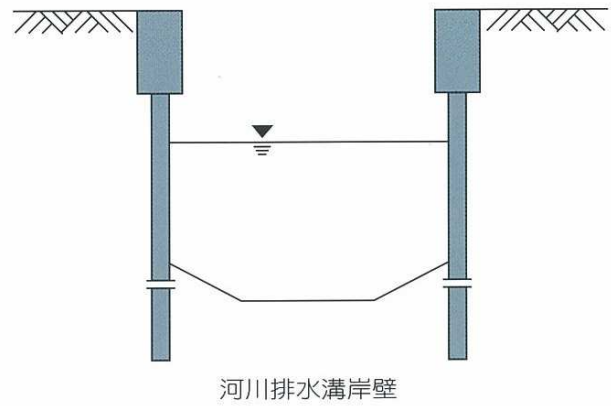
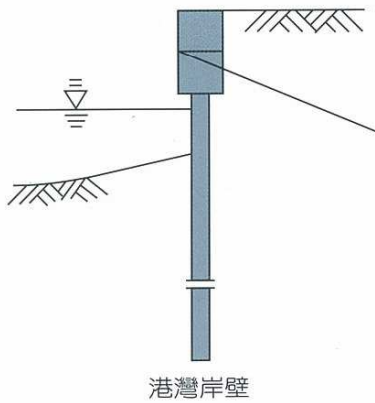
目次 CONTENTS

● 公 司 簡 介	INTRODUCTION OF COMPANY.....	1
● 版 樁 牆 適 用 範 圍	PROPER RANGE OF SHEET PILE.....	2
● 版 樁 特 性	SHEET PILE CHARACTERISTICS.....	3
● 版 樁 施 工 圖	SHEET PILE CONSTRUCTION.....	4
● 都市混凝土壁體	RETAINING WALL FOR CITY.....	5
● 河川混凝土護岸	RETAINING WALL FOR RIVER.....	7
● 版樁簡易施工說明	BRIEF ILLUSTRATION FOR SHEET PILE.....	9
● 版 樁 構 造 圖	DRAWING FOR SHEET PILE.....	11
● 版 樁 製 造 流 程	PROCESS OF SHEET PILE.....	13
● 版 樁 結 構 計 算	STRUCTURAL DESIGN OF SHEET PILE.....	15
● 其 它	OTHERS.....	17

版樁牆適用範圍

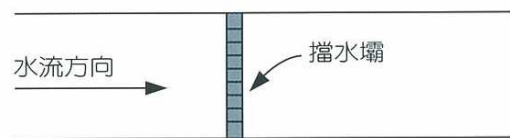
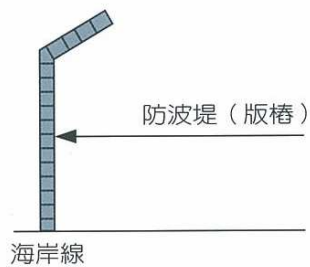
沿岸構造物

包括碼頭、岸壁、船塢及墩基之隔牆

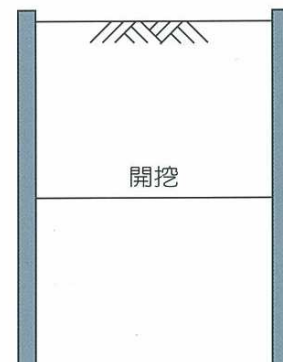
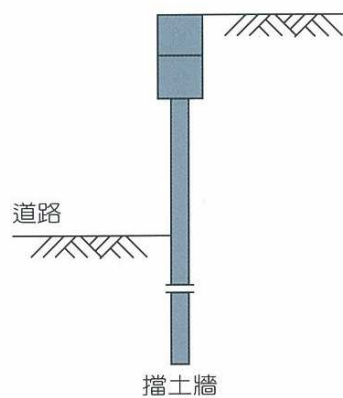


水工結構物

包括運河船閘、擋水壩、開堰及防波堤



建築結構物



版 樁 特 性

品質優良、强度高：

1. 使用壓縮強度 800kg/cm^2 之混凝土經高溫高壓、AUTOCLAVE養生，能縮短養生期間，迅速交貨。
2. 版樁受壓力側，因混凝土强度高、可節省壓力筋使用，達到高經濟效應。
3. 工廠預鑄、品質可靠、檢驗正確。
4. 湍流地段，加長版樁長度可防止地基淘空，並為永久性結構，不需經常養護。
5. 施工期間，低噪音、低震動。

抗 彎 曲 大：

使用先拉法在高強度混凝土內導入預力，使壁體抗彎曲能力增大。

經 濟：

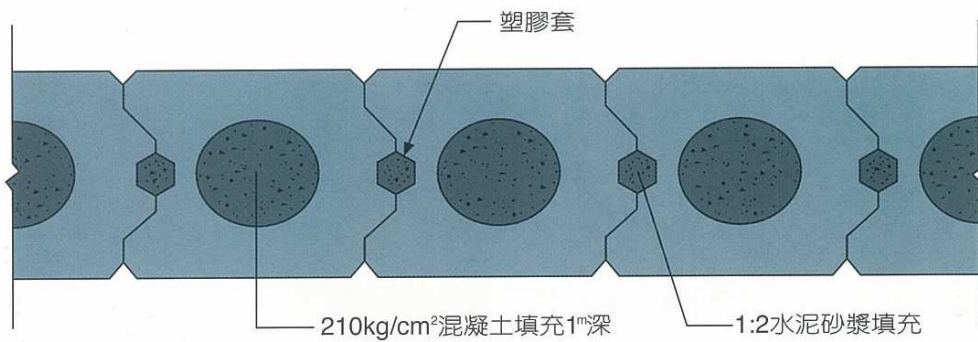
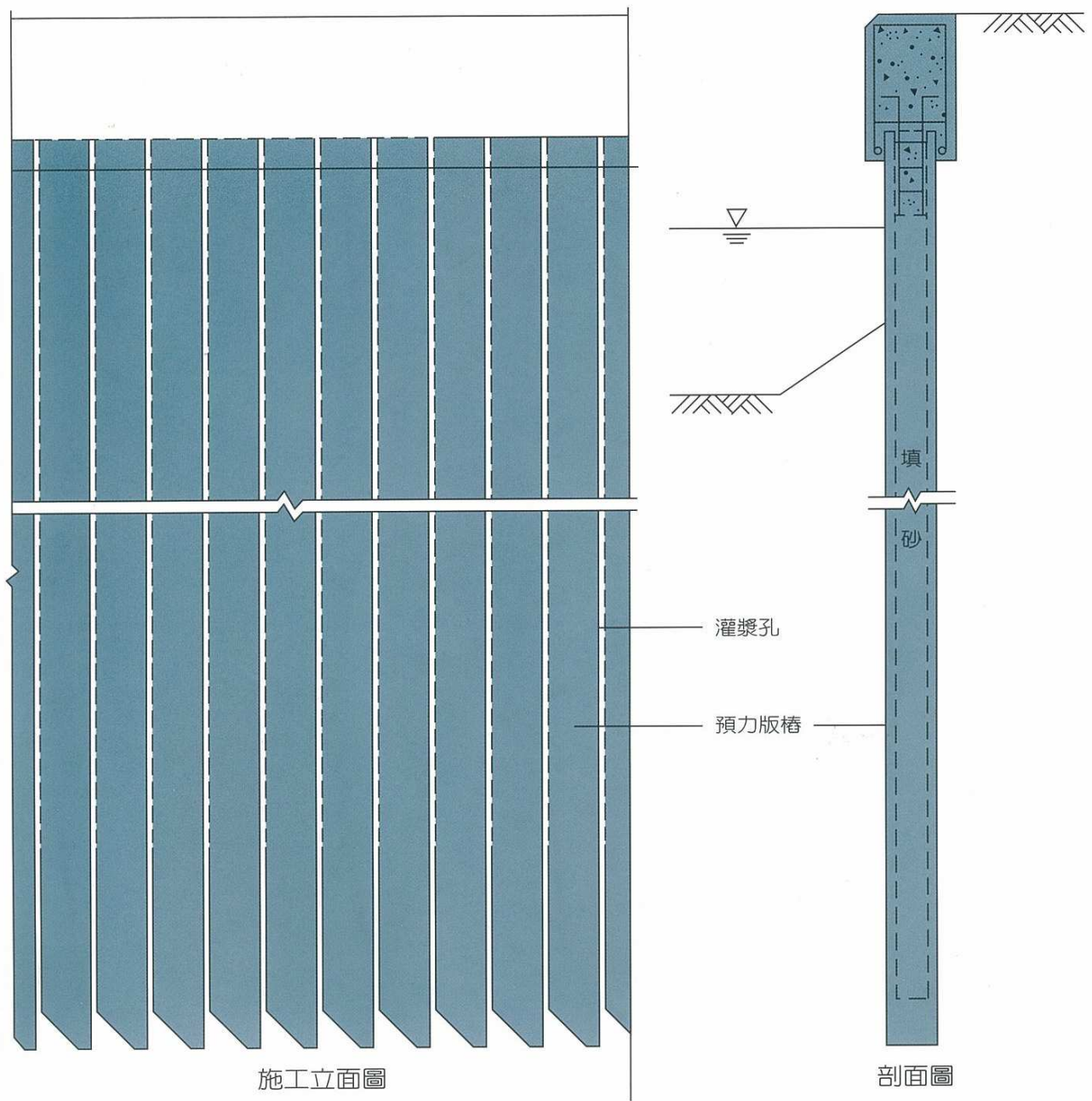
1. 施工易，縮短工期。
2. 擋土、防水一次完成。
3. 節省使用材料。
4. 離心式混凝土水密性良好，可耐沖刷。
5. 經AUTOCLAVE養生，混凝土結晶變化後，可防酸且耐腐蝕，延長結構物壽命。
6. 用水沖工法，施工費便宜、快速，用植入工法，適用於都市內、乾淨美觀。
7. 懸臂式版樁設計可盡地使用，增加土地利用。



▲ 中山高速公路拓寬高雄都會區版樁植入工法



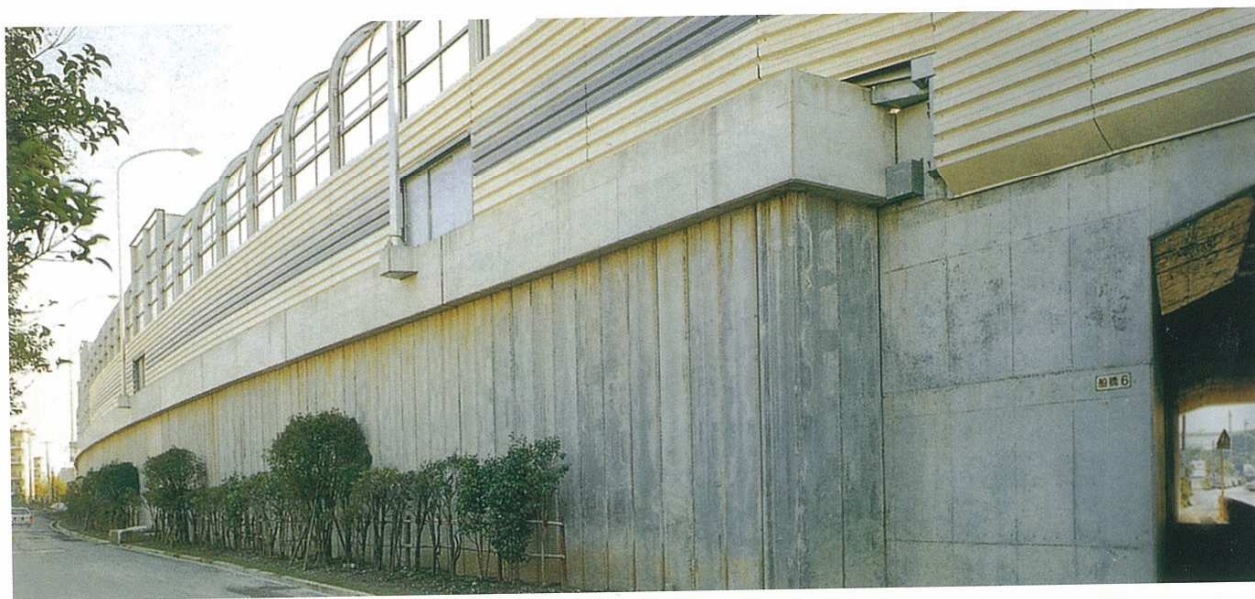
版樁施工圖



PC版樁排列圖

創造新都市空間的預鑄混凝土壁體

護 壁



創造新都市空間的預鑄混凝土壁體



建立河川安全的預鑄混凝土壁體

護 岸



建立河川安全的預鑄混凝土壁體



預力版樁簡易施工說明

版樁製造及驗收：

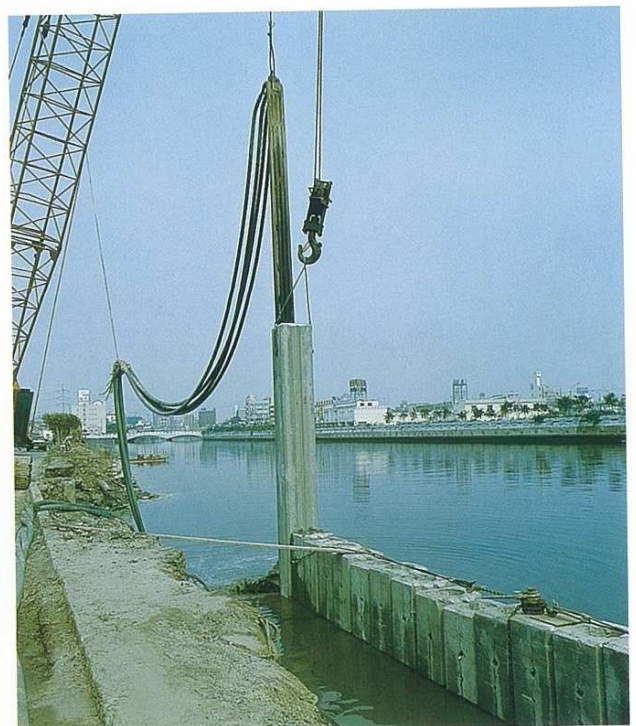
參照CNS 7935預力混凝土版樁規範，混凝土強度 $f'_c \geq 800\text{kg/cm}^2$ 需經AUTOCLAVE養生。

版樁施工：

1. 打設版樁時應先放水，將樁位下之砂沖至鬆動。
2. 版樁就位後，繼續沖水，使版樁自行下沉。
3. 沖樁至樁剩餘半公尺，再以樁錘打至設計深度。
4. 版樁吊起至垂直位置後，樁兩旁應設置固定樁位之夾架。
5. 應利用鋼索及絞緊器，向後方拉緊，使施工時，版樁能密合。
6. 版樁接縫不得超過1公分。
7. 版樁打設完成後，先用高壓水沖洗接縫孔，並立即將五分之一公厘厚之塑膠套裝入孔內，並灌入1比2之水泥砂漿。
8. 灌漿工作需於三分鐘內完成，以防河砂回流。



▲ 吊樁 (step 1)



▲ 沖樁 (step 2)

預力版樁簡易施工說明

預力混凝土版樁施工實績

工 程 名 稱	時 間	長 度	數 量
台北市基隆河截彎取直低水護岸	82~84年	10~15M	25000支
台北市社子島堤防	77~85年	8~11M	20000支
台灣省住都局鳳山溪整治	84年	15M	1000支
宜蘭縣美湖大排	85年	10~12M	3500支
台南市運河整治護岸	76~85年	10~15M	30000支
高雄市仁愛河整治護岸	83~85年	13~18M	5000支
高雄市旗津公園海岸護岸	84~85年	14M	1000支
國道工程局中山高速公路人行路橋	84年	15M	60支
台灣省水利局阿公店溪整治	83~85年	10~14M	2500支
台灣省漁業局中心漁港	80~82年	13M	1000支
台灣省公路局新西螺大橋橋墩保護	87年	15M	1500支
國道工程局中山高拓寬工程（高雄都會區）	88年	13M	8000支



▲ 沖樁完成 (step 3)



▲ 帽樑施作 (step 4)

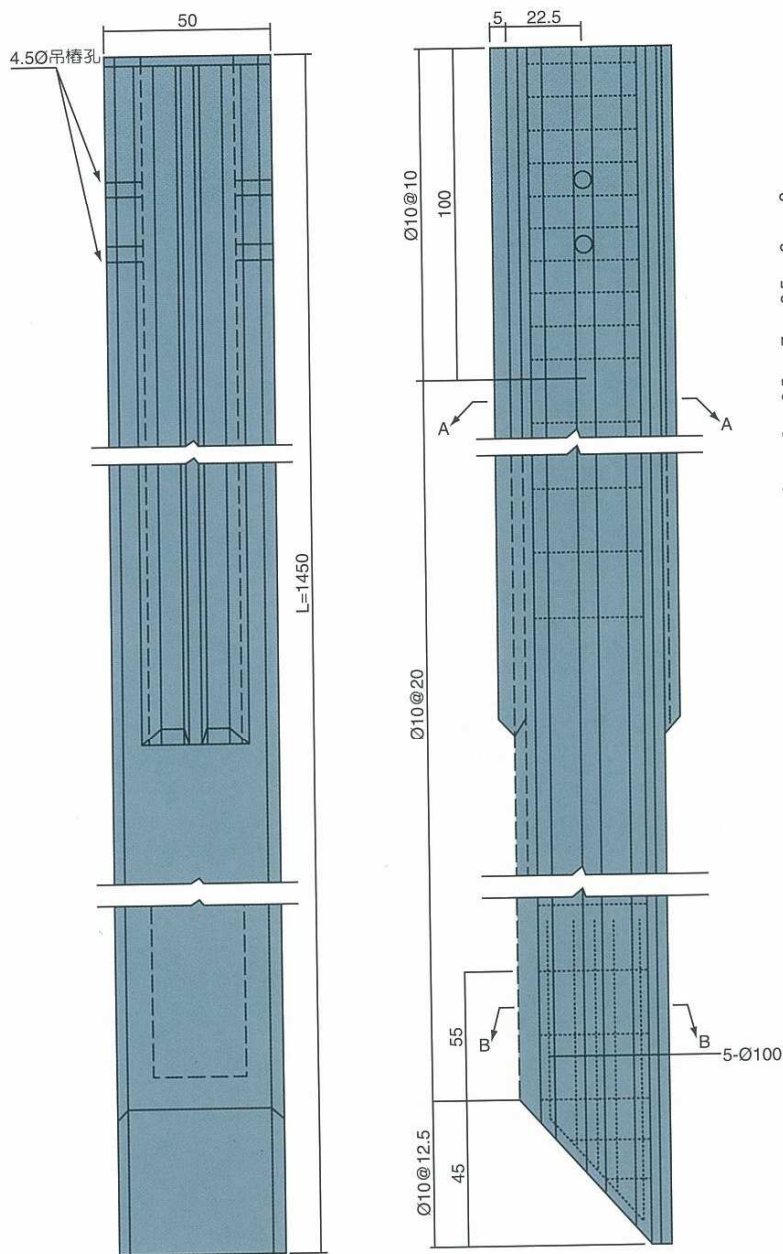


▲ 冠牆施作 (step 5)

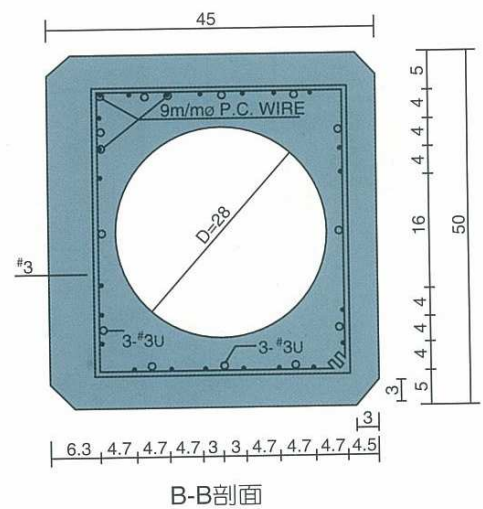
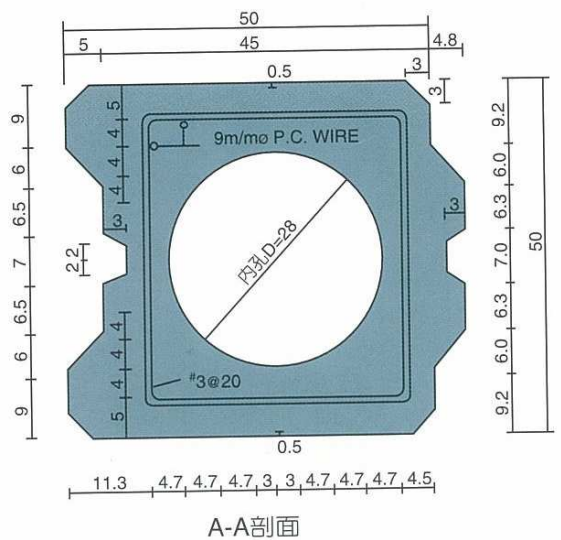


▲ 完成景觀 (step 6)

□ 50cmx50cm預力混凝土版樁構造圖



□500mmx500mm剖面圖



鋼線直徑 m/m	11	11	9	9	7	7	7
鋼線條數 pcs	28	20	28	20	28	20	16
裂紋時彎距 T-M	35	28	25	22	20	18	15
建議擋土高度 M	6 以下	5 以下	4.5 以下	4 以下	3.5 以下	3 以下	2.5 以下
樁 長 M	18	16	16	14	12	10	8

預力版樁製造流程



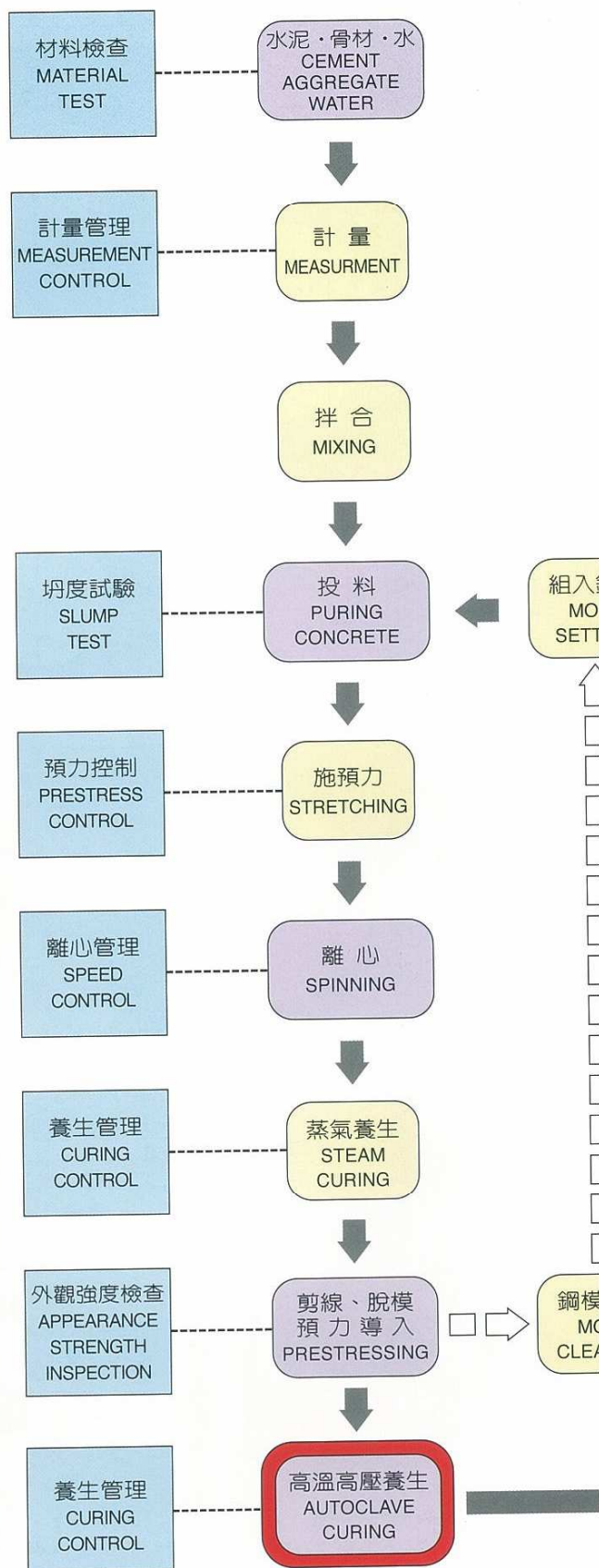
▲ 鋼筋籠編組 STEEL CAGE



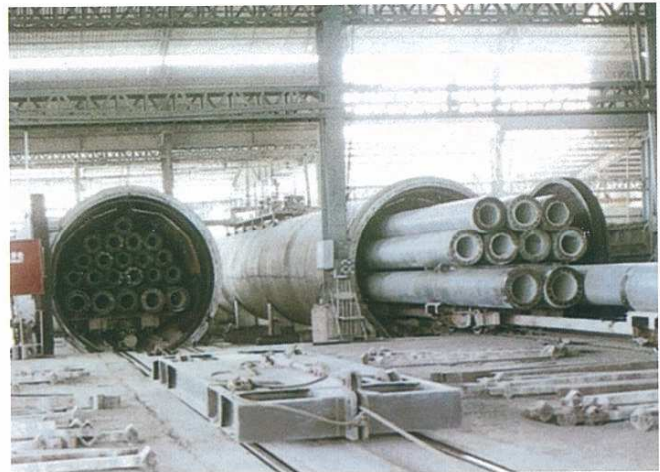
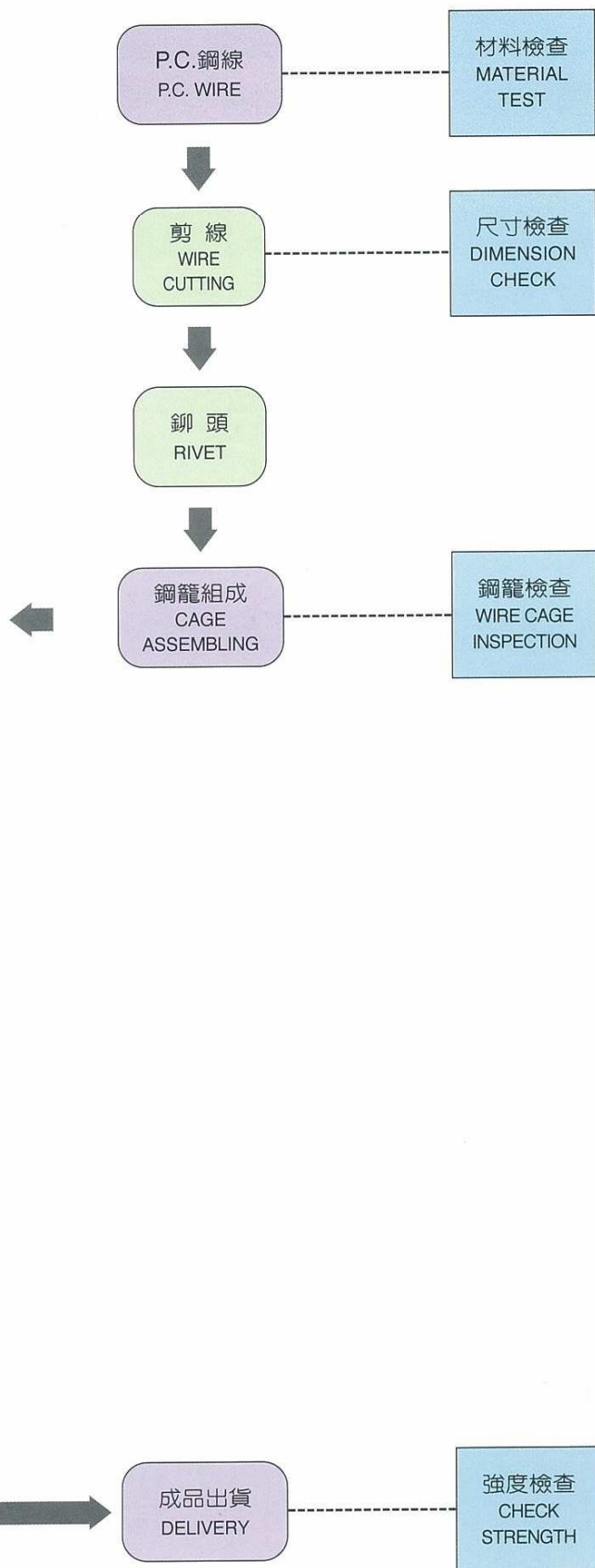
▲ 鋼線緊張 P.C. WIRE PRETENTION



▲ 離心 SPILLING



預力版樁製造流程



▲ 高溫高壓蒸氣養生 AUTOCLAVE CURING



▲ 脫模 PILE REMOLDEN



▲ 成品堆置場 PRODUCTION SETTING

預力版樁樁體結構設計

一、預力版樁混凝土容許壓力度

項 目	記 號	單 位	PHC		PC		公 式
			常 時	地震時	常 時	地震時	
混凝土圓柱試體抗壓強度	σ_{ck}	kg/cm ²	≥ 800		≥ 500		
混凝土容許拉應力	σ'_{ck}	"	45		36		$\sigma'_{ck}=1.59\sqrt{\sigma_{ck}}$
混凝土彎曲時容許拉應力	σ_{bu}	"	60		60		
設計用軸向容許壓縮應力	σ_{ca}	"	224	336	140	210	註1
設計用彎曲時容許壓縮應力	σ_{ca}	"	264	396	165	248	註2
受設計載重時 容許拉應力	$40 < \sigma_{ce} < 60$	σ_{ta}	"	-10	-20	-10	σ_{ce} 為有效預力
	$60 < \sigma_{ce} < 80$	σ_{ta}	"	-20	-40	-20	
壓縮破壞時變形量	ϵ_{cu}		2.5×10^{-3}		2.5×10^{-3}		
張力破壞時變形量	ϵ_{tu}		1.8×10^{-4}		1.8×10^{-4}		
彈性係數	E_c	kg/cm ²	5×10^5		4.0×10^5		註3
彈性係數比	n		4		5		
潛變係數	ϕ		2.0		2.0		
乾縮係數	ϵ_s		20×10^{-5}		20×10^{-5}		

註1 承受載重設計時軸向容許壓縮力

常 時： $\sigma_{ca}=0.33 \sigma_{ck} \times 0.85$

地震時： $\sigma_{ca}=1.5 \times (0.33 \sigma_{ck} \times 0.85)$

註2 承受載重設計時彎曲容許壓應力

常 時： $\sigma_{ca}=0.33 \sigma_{ck}$

地震時： $\sigma_{ca}=1.5 \times (0.33 \sigma_{ck})$

註3 混凝土彈性係數

混凝土強度	250	300	400	500	600	800
E_c	2.75×10^5	3×10^5	3.5×10^5	4.0×10^5	4.5×10^5	5.0×10^5

二、PC WIRE規範 CNS3332 或 PC BAR規範 CNS 9272

直 徑	σ_{pu} 極限抗拉強度	σ_{py} 降伏抗拉強度	伸長率	單線面積
7.0m/m	15500kg/cm ² 以上	13500kg/cm ² 以上	4.5%以上	0.385cm ²
9.0m/m	14500kg/cm ² 以上	12500kg/cm ² 以上	4.5%以上	0.636cm ²
11m/m	14500kg/cm ² 以上	13000kg/cm ² 以上	4.5%以上	0.900cm ²
13m/m	14500kg/cm ² 以上	13000kg/cm ² 以上	4.5%以上	1.250cm ²

PC鋼線彈性係數 $E_s=2 \times 10^6$ kg/cm²

PC鋼線鬆弛應力縮減率 $K=0.05$

鋼線起始拉應力 σ_{pi} 為 $0.8 \sigma_{py} \geq \sigma_{pi} \leq 0.7 \sigma_{pu}$

預力版樁樁體結構設計

三、混凝土有效預力計算

(1) σ_{pt} 預力導入時，鋼線預應力(kg/cm²)

$$\sigma_{pt} = \frac{\sigma_{pi}(1 - K/2)}{1 + n'(A_p/A_c)}$$

$$n' = E_p/E_c'$$

A_p : pc鋼線總斷面積(cm²)

A_c : 混凝土之斷面積(cm²)

n' : 預力導入時之彈性係數比

E_c' : 預力導入時混凝土之彈性係數

(2) σ_{ct} 預力導入時，混凝土預應力(kg/cm²)

$$\sigma_{ct} = (\sigma_{pt} \cdot A_p) / A_c$$

(3) $\Delta \sigma_{po}$ 混凝土潛變及乾縮預應力損失量(kg/cm²)

$$\Delta \sigma_{po} = \frac{n \cdot \psi \cdot \sigma_{ct} + \epsilon \cdot E_p}{1 + n(\sigma_{ct} / \sigma_{pt})(1 + \psi/2)}$$

(4) $\Delta \sigma_{pr}$ 鋼線鬆弛應力減少量

$$\Delta \sigma_{pr} = (1/2) \cdot K \cdot \sigma_{pt}$$

(5) σ_{pe} 鋼線有效預應力

$$\sigma_{pe} = \sigma_{pt} - (\Delta \sigma_{pr} + \Delta \sigma_{po})$$

(6) σ_{ce} 混凝土有效預應力

$$\sigma_{ce} = \sigma_{pe} \cdot A_p / A_c$$

四、樁體開列彎矩(T-M)

M_{cr} 混凝土開列時彎矩(T-M)

$$M_{cr} = Z_e(\sigma_{ce} - \sigma_{bu}) / 1000$$

$$Z_e = I_{cx} / 0.5H + I_{px}(n-1) / 0.5H$$

$$E_{px} = \sum \alpha \cdot \gamma x^2$$

$$E_{cx} = (BH / 12) - (\pi D^4 / 64)$$

A_p : 鋼線總斷面積(cm²)

Z_e : 換算斷面係數(cm²)

I_{cx} : 混凝土慣性矩(cm⁴)

I_{px} : 鋼線慣性矩(cm⁴)

五、容許軸向荷重(T)

$$R_a = (0.85 \sigma_{ck} - \sigma_{ce}) A_e / (1000 \cdot N)$$

$$A_e = A_c + n \cdot A_p$$

N : 安全係數 $N=4$ 常時

$N=3$ 地震時

A_e : 換算斷面積

六、樁體極限彎矩(T-M)

M_u = 樁體破壞時極限彎矩(T-M)

$$M_u = \sum \sigma_{pu} \cdot A_p \cdot D$$

七、混凝土受外力時(M-N)容許範圍

M_a : 壓縮側受軸力 N 時容許彎曲壓力

M_a' : 張力側受軸力 N 時容許彎曲壓力

$$M_a = Z_e \left(\sigma_{ca} - \frac{N}{A_e} - \sigma_{ce} \right)$$

$$M_a' = Z_e \left(\sigma_{ce} + \frac{N}{A_e} - \sigma_{ta} \right)$$

國內擋土工實例



▲ 施工中



▲ 施工後

(高市 旗津海岸觀海亭)



▲ 施工中



▲ 施工後

(高縣 阿公店溪整治)



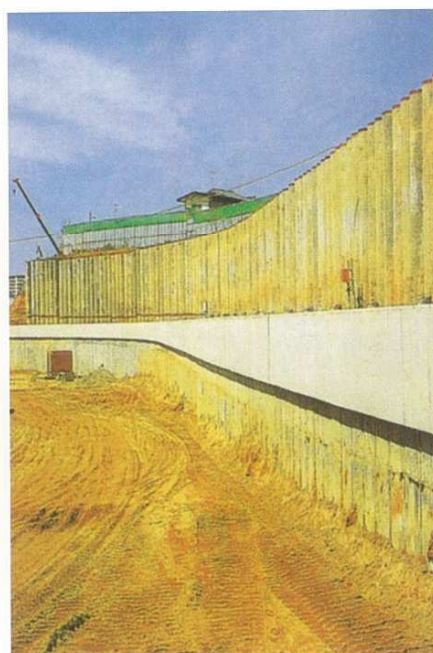
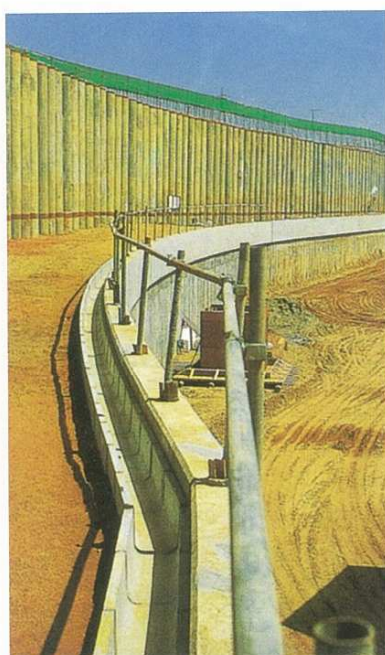
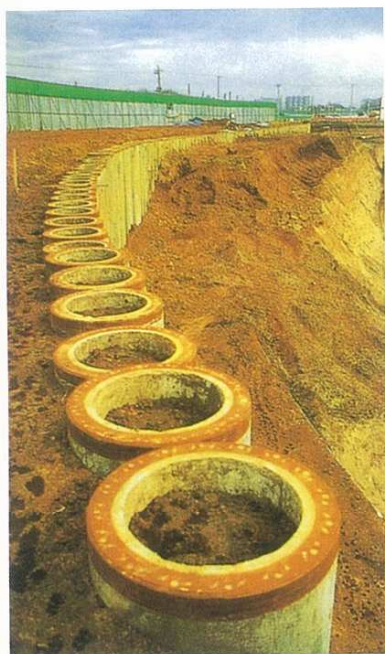
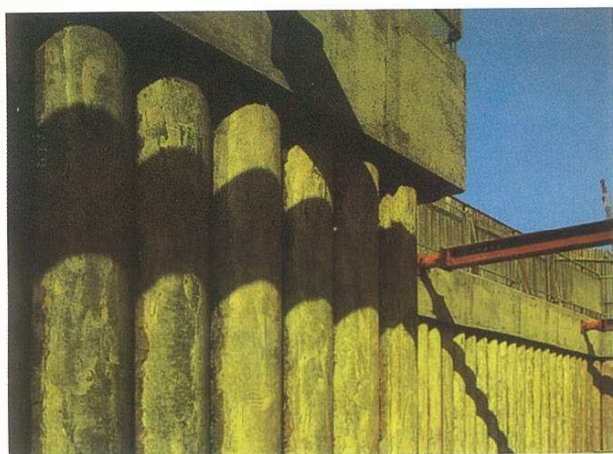
▲ 施工中



▲ 施工後

(後勁溪整治)

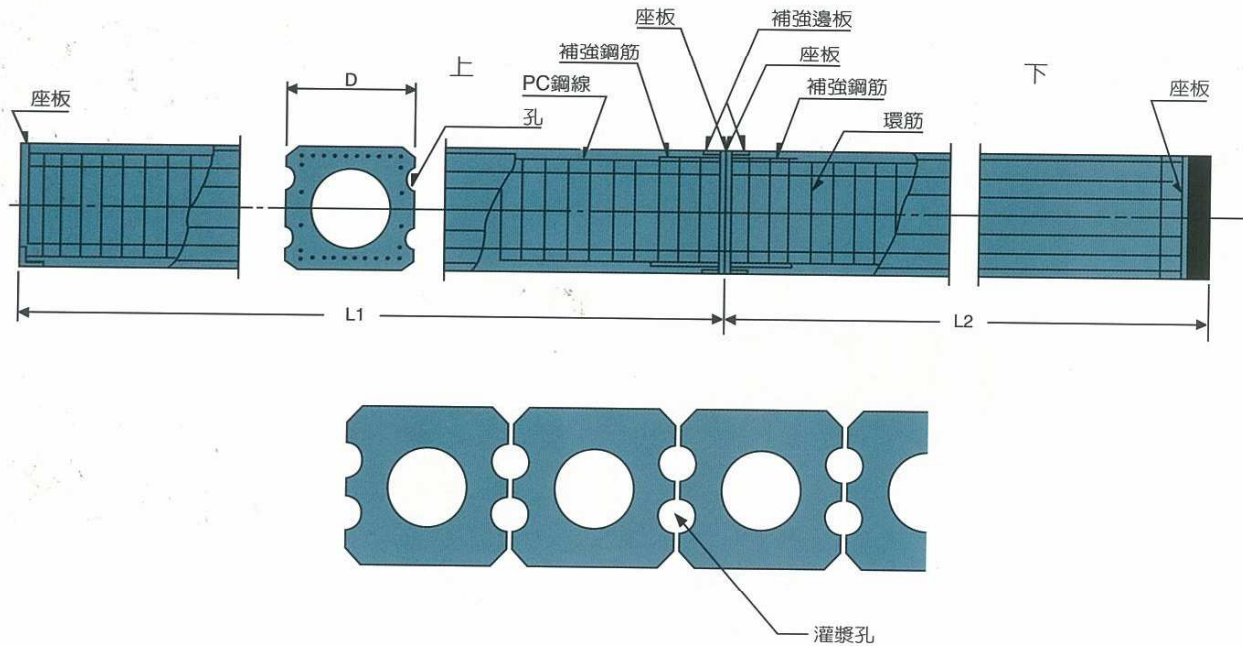
國外擋土工實例



國外離心式擋土排樁標準圖

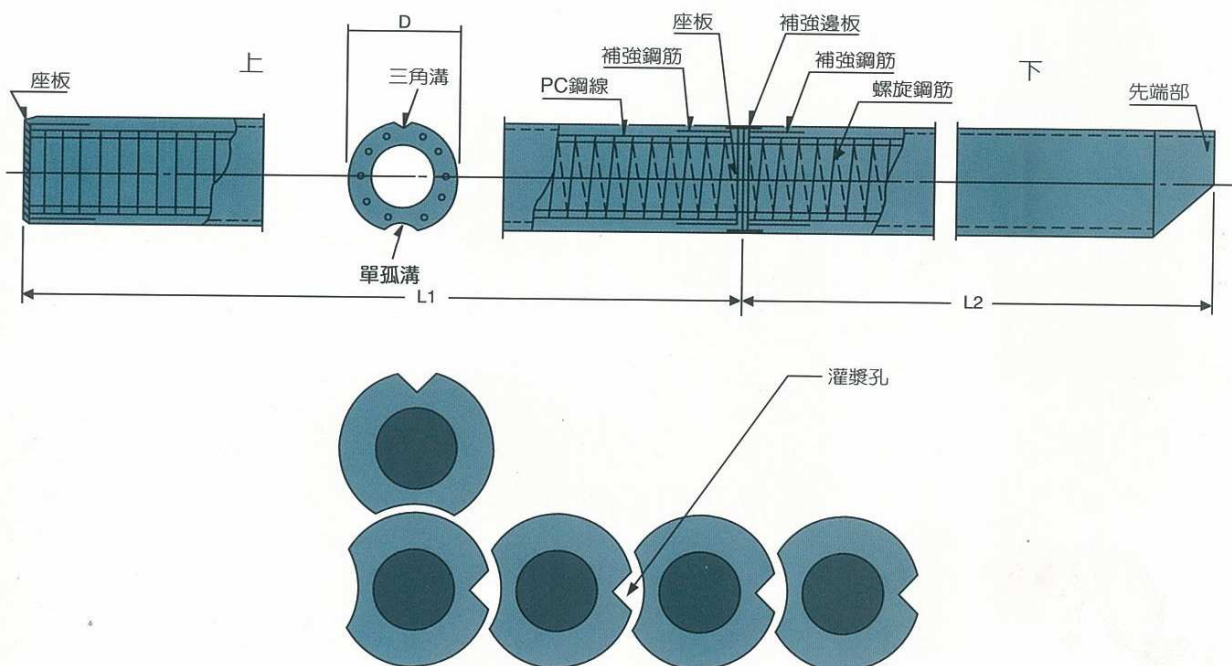
擋土壁體標準構造圖

D=400□~600□
L1=10~15m
L2=10~15m



擋土壁體標準構造圖

D=400Ø~500Ø
L1=8~15m
L2=8~15m



預力混凝土樁規範

一、預力鋼線圈

(符合CNS 3332之9m/m P.C Wire)

抗張強度	$f_{pu}=14,500\text{kg/mm}^2$
降伏點應力	$f_{py}=12,500\text{kg/mm}^2$
伸張點	4.5%以上(標距100mm)

二、混凝土抗壓強度 $f_c'=800\text{kg/cm}^2$ (經AUTOCLAVE養生)

三、環筋及補助筋須符合CNS 560

四、承製商資格

- (1)須有正字工廠登記，並經政府所屬機構先拉法預力混凝土基樁廠商登記，核定製樁口徑達700mm D級以上能力者。
- (2)應設有預力混凝土先拉法之工廠，並具備有蒸氣鍋爐及高溫高壓生槽(3.0m, L=36m)(勞工檢查委員會檢查合格)。
- (3)混凝土應使用全自動制拌合機拌合混凝土，蒸氣養護應附有溫度控制設備以嚴格控制溫度(台灣省度量衡檢驗所檢查合格)。
- (4)施預力設備能量200T以上之鋼線施預力機(公立學術單位或檢驗位檢查合格)。
- (5)應有品質控制試驗室，並有30T萬能試驗機，200T混凝土承壓強度機，以備業主驗料之用(商檢局檢驗合格)。

五、驗收依據CNS 2602, $M_{cr}=T_m$, 並檢覆結構計畫書

預力版樁說明書

一、版樁之製造及運輸

- (1)本工程所用之版樁應參照CNS 7935預力混凝土版樁之規定辦理其形狀尺度則依設計圖之規定，另其製造時需高溫高壓蒸氣養護。
- (2)版樁開裂彎矩強度每一根為，有關其抗彎試驗採抽樣檢驗，以每100支版樁為一組(尾數比照辦理)，每組抽驗兩支，如皆合格，則視整組樁合格，如有一支未標準，需從該組樁中再抽四支試驗，如四支均合格，則該組除已知不合格之外，全組其餘樁視為合格，如該四支中有一支不合格，則該組全部視為不合格。
- (3)有關版樁破壞彎矩試驗得視需求要，要求承包商作該試驗，其費用已列施工費內，承包商不得要求另外計價。
- (4)本工程版樁之施工運輸道路及置樁場地由工程承包商負責管理，其運輸道路及置樁場地之工程費用包括於本範圍內，完工後承包商得依現場工程師之督導復原不另給價。

二、版樁之施設

- (1)承包商於投標前應親自勘察施工場地，自行決定使用船機與否，施工用船機等設備費用均包括於版樁施工項目內，決標後得標商不得提出其他費用之要求。
- (2)版樁打設所需之船機與施工機具均由工程承包商自備。

- (3)打設版樁時應先放水將樁位下之沙至鬆動程度，版樁就位後再繼續水使版樁自行下沉，至剩餘50公分時再以樁錘打下至設計深度，如沖樁時遇有失落塊石或其他硬質土壤而無法沖下時須改用樁打擊，使其下沉至設計深度。
- (4)版樁施工吊樁時，利用二點水起吊，吊放時應輕起輕放不得使樁有撞擊或受力不均現象，如吊放不慎致有折裂情形時由承包商負責。
- (5)打設版樁之位置其現有護坡等障礙物應清除乾淨，其費用包括於施工項目內不另給價。
- (6)版樁吊起轉至垂直位置後，緩緩於預定位置上，樁之兩旁應設置固定樁位之夾架，並在樁之前方設置滾輪並利用鋼索及絞緊器向後方拉緊，使其與相鄰版樁密切接合，固定樁位之夾架應以H鋼做成夾架於施工時不發生彎曲。
- (7)打設版樁時每支版樁接縫不得超過一公分，前後傾斜不得大於樁長之百分之一，直線位置偏差不得大於一公分，樁頂高差不得大於三公分。
- (8)版樁施工中須隨時測量，若版樁縫間隙與直線偏差超過一公分，須即將版樁吊起，重新沖放，直至合格為止。

三、版樁接縫灌漿

- (1)版樁打設完後，先用高壓沖水機將留於接縫孔內之河沙泥土沖走後立即將五分之一公厘之塑膠套裝入孔內並立即灌入1:2水泥砂漿。
- (2)灌漿工作必須於三分鐘內完成，以免河沙回流孔內。
- (3)版樁接縫灌漿時應先估算孔縫容積，施工後使用量未達此標準即表示有河沙回流，應即重新沖洗孔縫再行灌漿至合格為止。

四、本說明書如有未盡事宜，應依工地工程師指示辦理

混凝土版樁安定分析準則

一、荷重：

- (1)殘留水壓(Residual Water Pressure): 根據牆背地下水位與護岸前水位之差, 計算殘留水壓力。
- (2)地震力: 由於高雄屬輕度地震區, 故採用之地震係數為 $k_h=0.10$, $k_v=0$
- (3)土壓力: 採用庫倫(Coulomb)公式, 計算土壤土壓力係數。
- (4)超載重(Surcharge):
正常荷重情況考慮 0.5 T/m^2
異常荷重情況考慮 0.2 T/m^2

二、土壤性質：

- (1)護岸外側所填之摻砂石料
土壤單位重 $r_d = 1.80 \text{ T/m}^3$ (常時土重)
 $r_{sat} = 1.85 \text{ T/m}^3$ (飽和土重)
土壤內摩擦角 $\phi = 30^\circ$
- (2)護岸內外側現有土壤：
(a)以打樁法施工者：
土壤單位重 $r_d = 1.80 \text{ T/m}^3$ (常時土重)
 $r_{sat} = 1.85 \text{ T/m}^3$ (飽和土重)
土壤內摩擦角 $\phi = 27.0^\circ$
(b)底部3.00m以上以沖樁法施工者：
 1. 沖樁段(底部3.00m以上)
土壤單位重 $r_{sat} = 1.45 \text{ T/m}^3$ (泥水重)
土壤內摩擦角 $\phi = 25^\circ$
 2. 打樁段(底部3.00m)
土壤單位重 $r_d = 1.80 \text{ T/m}^3$ (常時土重)
 $r_{sat} = 1.85 \text{ T/m}^3$ (飽和土重)
土壤內摩擦角 $\phi = 28.0^\circ$
 3. 沖樁段及打樁段之平均土壤單位重及土壤內摩擦角
$$r_{sat(avg)} = \frac{1.85 \times 3.00 + 1.45 \times 7.00}{10.00} \div 1.60 \text{ T/m}^3$$
$$\phi(avg) = \frac{28.0 \times 3.00 + 25.0 \times 7.00}{10.00} \div 26.0^\circ$$

三、地震動水壓：

- (1)地震動水壓力採用Westergard之公式計算
動水壓 $p_b = 7/8 \times k_h \times r_w \times \sqrt{H \times Z}$

式中 r_w = 水之單位重

H = 水深

Z = 自水面算起之水深

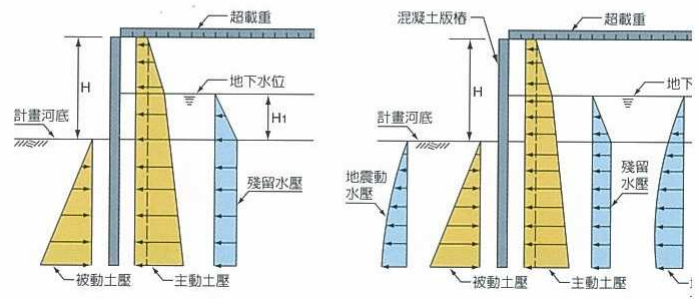
總動水壓力 $F'b = 0.583 \times k_h \times r_w \times H^2$

- (2)土壤內孔隙水(地下水)之動水壓力採用以Westergard法計算。

四、荷重情況：

採用之荷重情況如下：

- (1)正常荷重情況(NL)——
地下水位：平均水深約1.20m
河道水位：由於下游設有治平橋截流站，故本河河道內平時考慮為無水之狀態。
超載重： 0.5 T/m^2
- (2)異常荷重情況(EX)——
正常荷重情況(NL)+地震力(0.10g)
惟超載重為 0.2 T/m^2



(1)正常荷重情況(NL)

(2)異常荷重情況(EX)

荷重情況示意圖

五、安全係數：

混凝土版樁安定之安全係數：

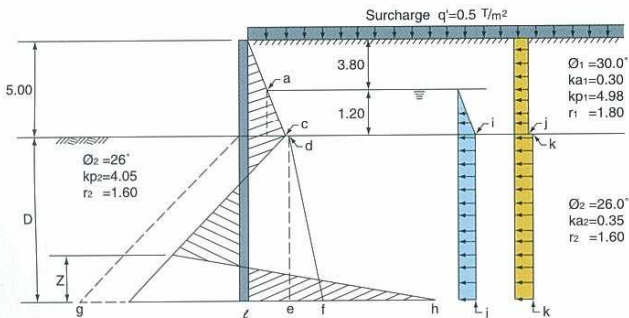
正常荷重情況 $F.S. \geq 1.50$

異常荷重情況 $F.S. \geq 1.10$

混凝土版樁安定分析計算範例

正常荷重情況(NL)：

沖打樁法施工底部3m以上以沖樁法施工。



(A)各點之壓力強度計算：

點名	計算式
Pa	$r_1 k_{a1} H_1 = 1.80 \times 0.30 \times 3.80 = 2.05$
Pb	$r_1 k_{a1} H_1 = 1.80 \times 0.30 \times 3.80 = 2.05$
Pc	$r_1 k_{a1} H_2 = 0.85 \times 0.30 \times 1.20 = 0.31$
Pd	$(r_1 H_1 + r_1' H_2) k_{a2} = (1.80 \times 3.80 + 0.85 \times 1.20) \times 0.35 = 2.75$
Pe	$(r_1 H_1 + r_1' H_2) k_{a2} = (1.80 \times 3.80 + 0.85 \times 1.20) \times 0.35 = 2.75$
Pf	$r_2' k_{a2} D = 0.60 \times 0.35 \times D = 0.21D$
Pg	$r_2' D (k_{p2} - k_{a2}) - p_d = 0.60 \times D \times (4.05 - 0.35) - 2.75 = 2.22D - 2.75$
Ph	$r_1 k_{p1} H_1 + r_1' k_{p1} H_2 + r_2' D (k_{p2} - k_{a2}) = 1.80 \times 4.98 \times 3.80 + 0.85 \times 4.98 \times 1.20 + 0.60 \times D \times (4.05 - 0.35) = 39.14 + 2.22D$
Pi	$r_w H_2 = 1.0 \times 1.20 = 1.20$
Pj	$k_{a1} q = 0.30 \times 0.50 = 0.15$
Pk	$k_{a2} q = 0.35 \times 0.50 = 0.18$

(B) From Statics：

(1) $\sum F_H = 0$

水平力	計算式
P1	$1/2 \times p_{a1} \times H_1 = 1/2 \times 2.05 \times 3.80 = 3.90$
P2	$p_{b1} \times H_2 = 2.05 \times 1.20 = 2.46$
P3	$1/2 \times p_{c1} \times H_2 = 1/2 \times 0.31 \times 1.20 = 0.19$
P4	$p_{d1} \times D = 2.75 \times D = 2.75D$
P5	$1/2 \times p_{i1} \times D = 1/2 \times 0.21 \times D = 0.11D^2$
P6	$1/2 \times (p_{g1} + p_{h1}) \times Z = 1/2 \times (2.22D - 2.75 + 39.14 + 2.22D) \times Z = 2.22DZ + 18.20Z$
P7	$-1/2 \times (p_{g1} + p_{e1} + p_{i1}) \times D = -1/2 \times (2.22D - 2.75 + 2.75 + 0.21D) \times D = -1.22D^2$
P8	$1/2 \times p_{i1} \times H_2 = 1/2 \times 1.20 \times 1.20 = 0.72$
P9	$p_{i1} \times D = 1.20 \times D = 1.20D$
P10	$p_{j1} \times H = 0.15 \times 5.00 = 0.75$
P11	$p_{k1} \times D = 0.18 \times D = 0.18D$
Σ	$-1.11D^2 + 4.13D + (2.22D + 18.20)Z + 8.02$

$$\therefore -1.11D^2 + 4.13D + (2.22D + 18.20)Z + 8.02 = 0 \rightarrow Z = \frac{1.11D^2 - 4.13D - 8.02}{2.22D + 18.20}$$

(2) $\sum M_c = 0$

	水平力	計算式	力矩 $C +$
P1	3.90	$H_1/3 + H_2 + D = 3.80/3 + 1.20 + D$	$9.62 + 3.90D$
P2	2.46	$H_2/2 + D = 1.20/2 + D$	$1.48 + 2.46D$
P3	0.19	$H_2/3 + D = 1.20/3 + D$	$0.08 + 0.19D$
P4	2.75D	$D/2$	$1.38D^2$
P5	0.11D ²	$D/3$	$0.04D^3$
P6	2.22DZ + 18.20Z	$Z/3$	$0.74DZ^2 + 6.07Z^2$
P7	-1.22D ²	$D/3$	$-0.41D^3$
P8	0.72	$H_2/3 + D = 1.20/3 + D$	$0.29 + 0.72D$
P9	1.20D	$D/2$	$0.60D^2$
P10	0.75	$H/2 + D = 5.00/2 + D$	$1.88 + 0.75D$
P11	0.18D	$D/2$	$0.09D^2$
Σ			$-0.37D^3 + 2.07D^2 + 8.02D + 0.74DZ^2 + 6.07Z^2 + 13.35$

$$\therefore -0.37D^3 + 2.07D^2 + 8.02D + 0.74DZ^2 + 6.07Z^2 + 13.35 = 0$$

$$(C) \text{ 由 } \begin{cases} Z = \frac{1.11D^2 - 4.13D - 8.02}{2.22D + 18.20} \\ -0.37D^3 + 2.07D^2 + 8.02D + 0.74DZ^2 + 6.07Z^2 + 13.35 = 0 \end{cases}$$

二式，Try $D = 9.01^m$

$$\text{得 } Z = \frac{1.11 \times 9.01^2 - 4.13 \times 9.01 - 8.02}{2.22 \times 9.01 + 18.20} = 1.17$$

$$\begin{aligned} & -0.37D^3 + 2.07D^2 + 8.02D + 0.74DZ^2 + 6.07Z^2 + 13.35 \\ &= -0.37 \times 9.01^3 + 2.07 \times 9.01^2 + 8.02 \times 9.01 + 0.74 \times 9.01 \times 1.17^2 \\ &+ 6.07 \times 1.17^2 + 13.35 \\ &= 0.46 \approx 0 \quad (\text{O.K.}) \end{aligned}$$

(D) 求 Safety Factor:

(1) Use 14.0^m 版樁

$$D_{use} = 14.0 + 1.35 - 5.04 = 10.31^m$$

$$(S.F.) = 10.31 / 9.01 = 1.14 < 1.50 \quad (\text{N.G.})$$

(2) Use 15.0^m 版樁

$$D_{use} = 15.0 + 1.35 - 5.04 = 11.31^m$$

$$(S.F.) = 11.31 / 9.01 = 1.26 < 1.50 \quad (\text{N.G.})$$

(3) Use 16.0^m 版樁

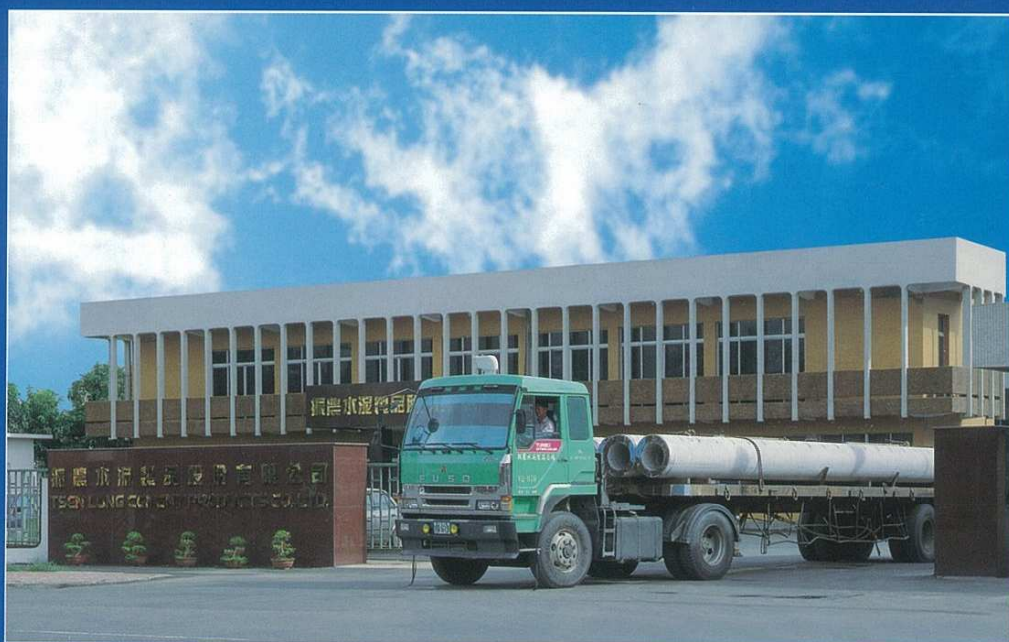
$$(S.F.) = 12.31 / 9.01 = 1.37 < 1.50 \quad (\text{N.G.})$$

(4) Use 17.0^m 版樁

$$(S.F.) = 13.31 / 9.01 = 1.48 = 1.50 \quad (\text{Say O.K.})$$

(5) Use 18.0^m 版樁

$$(S.F.) = 14.31 / 9.01 = 1.59 > 1.50 \quad (\text{O.K.})$$



振農水泥製品股份有限公司 預鑄混凝土廠

高雄辦事處：高雄市新興區中東街258號

TEL：(07)2232123

岡山總廠：高雄縣岡山镇嘉新東路90號

TEL：(07)6219161~5

FAX：(07)6216989