

第 02468 章

反循環式鑽掘混凝土基樁

1. 通則

1.1 本章概要

說明橋梁、建築物及其他構造物所用反循環式鑽掘混凝土基樁作為承載基樁，包括材料、設備、施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

1.2.1 使用反循環式鑽掘機鑽掘，孔壁以穩定液及泥漿穩定之，並將泥碴由孔底直接抽出，形成長孔後吊放鋼筋、澆置混凝土而形成基樁。

1.2.2 打入保護管

1.2.3 鑽孔

1.2.4 設置沉澱池

1.2.5 穩定液

1.2.6 抽沉泥

1.2.7 吊放鋼筋籠

1.2.8 澆置水中混凝土

1.2.9 拔除保護管

1.2.10 樁頭處理

1.3 相關章節

1.3.1 第 03050 章--混凝土基本材料及施工一般要求

1.3.2 第 03310 章--結構用混凝土

1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準(CNS)

CNS 560 鋼筋混凝土用鋼筋

1.5 資料送審

1.5.1 品質管理計畫

1.5.2 施工計畫

(1) 施工計畫內容應包括工程概要，土質柱狀圖、基樁配置圖、基樁規格、施工機具及附屬設備、材料、預定進度表、施工要點、施工順序、臨時設施、品質管理、安全對策、紀錄方式及基樁載重試驗等必要事項。

(2) 承包商須針對其工作範圍提出有關設備、材料、機具、施工方法及施工進度等詳細計畫，經工程司核可後方得施工，其計畫書應包括下列項目：

A. 施工順序及各步驟之方法及使用機具說明。

B. 施工中孔壁之穩定、檢測及調整方法。

C. 穩定液之混合及機具說明。

D. 鋼筋籠之施工製造圖及分節詳細設計。

1.5.3 工作圖

1.5.4 廠商資料

2. 產品

2.1 材料

2.1.1 水

(1) 鑽掘用水不得含過量油脂、有機質、其他有害工程品質之物質。

(2) 混凝土拌合用水必須潔淨並符合第 03050 章「混凝土基本材料及施工一般要求」之有關規定。

- 2.1.2 混凝土：基樁工程所有使用之混凝土應符合第 03050 章「混凝土基本材料及施工一般要求」及第 03310 章「結構用混凝土」之規定，其 28 天抗壓強度為 245kgf/cm^2 以上，混凝土之坍度須在 10~20cm。
- 2.1.3 緩凝擴散劑：所用之混凝土，如須延緩其凝固時間，得採用緩凝劑，承包商應提出緩凝劑使用計畫，包括緩凝劑種類、用量及該緩凝劑原製造廠說明，經審核同意後使用。
- 2.1.4 鋼筋應使用竹節鋼筋，竹節鋼筋應符合 CNS 560 之規定。

3. 施工

3.1 準備工作

- 3.1.1 承包商應詳閱土壤鑽探報告之地質狀況及分析，同時應以本身之施工經驗配合工程附近地質狀況做參考。
- 3.1.2 反循環式鑽掘機 (Reverse Circulation Drill Machine) 之主要機具設備如下規定：
 - (1) 唧吸泵 (Suction Pump)：泵傳動軸內徑為 15cm 以上。
 - (2) 動力引擎或馬達。
 - (3) 旋轉台。
 - (4) 豎架高 3m 以上。
 - (5) 保護鋼管 (Casing)、鑽桿 (Drilling Pipe)、特密管 (Tremie Pipe) 等。
 - (6) 吊車：其吊桿長度應配合鋼筋籠吊裝每節高度。
- 3.1.3 反循環式鑽掘機之鑽掘能量需符合設計圖說所要求之基樁直徑與深度。
- 3.1.4 承包商應指派對反循環式基樁施工技術有充分專門知識及富有實際經驗之工程師至少 1 人長駐工地，並僱用足夠人數之熟練技術工人負責。
- 3.1.5 承包商應準備足夠之備材及零件，以免中途工程停頓，如因機件故障或其他原因而致工程不能按預定進行時，概由承包商負責。

3.2 施工方法

3.2.1 定位

- (1) 承包商須按設計，訂定樁位正中心線，標定基樁正確位置，並經工程司實地核定。每支基樁正確位置處均應打設至少 3m 以上之保護鋼管、須使用口徑稍大之鑽頭鑽孔至相當深度，始吊放保護鋼管，鋼管須儘量保持垂直不得偏斜，其垂直度應經測量，斜度超過 1/200 時，應拔起重新裝設。
- (2) 施工中應檢測樁位是否偏離並及時調整。

3.2.2 鋼套管

- (1) 為確保水頭壓及防止因機具過重或振動導致表層土壤崩塌，必須在鑽孔前打設鋼套管以資保護。
- (2) 套管入土深度除設計圖說上註明外，應視地質、地下水位及防止鋼管下端漏水之有效地層位置等決定之。
- (3) 鋼套管頂部高度視需要而定，使管內水頭高度至少能使孔壁產生 0.2kgf/cm^2 以上的水壓。
- (4) 鋼管之管壁厚應依直徑、長度及所受衝擊力而定，以免發生變形或損傷，其厚度以不小於 6mm 為原則。

3.2.3 鑽掘

- (1) 施工時依地下土層之性質，選擇用適當鑽頭施工，鑽掘時鑽桿須垂直，位置須準確，其偏差應於許可差範圍內。
- (2) 在陸地施工時得於適當位置設置泥漿沉澱池，使排出之泥砂沉澱。在現場挖坑式之沉澱池應有足夠容量，以免鑽掘時排出之泥漿及穩定液之循環在工地漫流。此外，大容量沉澱池使穩定液留滯時間長，提高掘出之泥砂沉澱分離之效果，或填加藥劑，加速懸浮質沉澱，促進固液分離。施工場地受限制時，應使用鐵製容器儲存泥漿，沉澱池或儲存容器中積存之泥砂應即時挖出並運離工地棄置，俾使沉澱池或容器能保持足夠之容量。
- (3) 鑽掘過程中為防止孔壁崩坍，應經常派員監視或檢查，並應視地層

狀況採用靜水壓法、穩定液法或鋼壁法，並視需要添加穩定液之稠度或將保護管加長。為防止孔壁崩坍，鑽掘孔內之泥水位應經常保持在地下水位之上至少 1.0m，如地下水位接近地表面時，應在地表面上加接保護鋼管，使孔內水位能保持在地下水位以上 1.0m。

- (4) 保護管之厚度不得小於 6mm，其上下端須予加強，以防止打入地下時變形或開裂，其直徑不得大於基樁直徑 15cm。保護管不得於樁孔已鑽至相當深度後再行放置；應先在樁位處鑽挖裝設，並以重錘將保護管垂直打下，不得偏斜，至管口露出地面約 20cm 處止。
- (5) 樁機轉盤之安裝，不得直接壓於保護管上，應使其腳架置於地面上，墊以方木，使樁機放置穩固，以免保護管受壓沉陷或位移。鑽掘中，如鑽桿擺動嚴重時，將影響基樁之精確度，應降低鑽機之轉速，以減少孔壁坍崩之可能。
- (6) 鑽掘過程中如遇堅硬之土層或流木等障礙物，不能鑽掘至預定深度時，應即研擬替代方案，提送工程司審核。平時施鑽過程中，原則上不得中途停止，如因特殊事故中途停止時，須報備並列入紀錄，同時應妥善保護已鑽成之壁孔。鑽至設計深度時，應即由工程司會同取樣及測定深度。
- (7) 鑽孔作業完成應立即準備下一步工作，不可使之停頓，萬一無法繼續施工至澆置混凝土完成時，不得立即移機，應派專人看管，注意孔內水位變化，每隔 1 小時須轉動鑽桿 5 分鐘，使其保持泥漿水之均勻，並隨時補充穩定液，且保持應有之水位。
- (8) 樁孔完成後應以超音波檢測儀或其他經工程司同意之有效方法檢測樁孔斷面及垂直度。樁孔許可傾斜度為 1/100。樁位最大偏差不得超過 15cm。
- (9) 經工程司核對深度並測量底部沉澱量，孔中沉澱不得超過 30cm，如超過 30cm 者，應重新抽吸沉砂後，始可吊放鋼筋籠。為減少孔底沉澱物，可於樁孔鑽掘完成後將鑽頭稍為提起，緩慢空轉，使泥水循環約 10 分鐘以降低孔內泥水濃度。孔底處理之適當時間，以鋼

筋籠吊放完畢澆置水中混凝土之前行之。

- (10) 鑽掘樁孔到達預定深度後，發生崩坍之現象，除應防止繼續崩坍外，並應清除坍下之砂土，使達到原來鑽掘之深度，始可放置鋼筋籠。
- (11) 鑽掘樁孔至高透水性土層時，易發生逸水現象，使孔內之水位急劇下降，而致影響孔壁坍落，故宜立即補充泥水，增加泥水比重，使用穩定劑等，以穩定孔壁；如情況嚴重時，應將鑽機移開，迅速回填適當材料，以防坍陷。
- (12) 如因樁孔附近地面有超載荷重時，保護管穿入粗砂層有湧水現象而致生孔壁坍落時，應即減少載重，加深保護管使伸至低透水土層，或調整泥水比重以控制之。
- (13) 基樁施工中，依據現場樁施工及控制紀錄，研判是否需要使用穩定液，以增加工程之安全並提高工作效率及施工之品質。若設計圖未有規定時，穩定液之調配使用、測定及檢驗控制如下表之規定：

穩定液檢驗表

項 目	範圍（以 20℃ 為準）	檢 驗 法	測定時間及次數
比重	1.02~1.22(使用中) 1.05(混凝土澆置前)	漿 密 度 天 平 (Mud Balance)	鑽挖前後、下雨後、混凝土澆置前
黏滯性	20~35 秒	漏 斗 黏 滯 性 儀 (500/500c. c. Marsh FunnelViscometer)	每日測定情況同上
濾過度	滲透量少於 15C. C. 泥漿膜厚小於 2mm	濾過壓試器測試壓力 (3kgf/cm ²) (Filter Press Tester)	每 5 日測定一次
pH 值	7~12	pH 值顯示儀	混凝土澆置前後

含砂量	小於 5%（使用中）	200 號篩	每 5 日測定一次
-----	------------	--------	-----------

- (14)穩定液須用清水調配，水中不得含有油質、不合規定之酸鹼物、有機物質或其他雜質。穩定液放置 10 小時，水之分離度應在 5%以內，穩定液注入樁 6 小時後，液面下降應保持在 20cm 以內，否則工程司得視情形增加穩定液之濃度。
- (15)上列測定次數為一般情形下之測量次數，工程司得增減實際測量之次數。同時下雨前後、久置後、停工前及土層有變化情況時，應照工程司之指示，加做必要之試驗。
- (16)穩定液控制紀錄至少應包括試驗時間、取樣地點、工作狀況及上表所列之檢驗項目。

3.2.4 鋼筋籠之製作與吊放

- (1) 主副鋼筋按設計圖說之配置施工，為防吊裝時鋼筋籠之分離或變形，主鋼筋須加環筋以點銲銲牢外，主鋼筋之搭接處亦以電銲連結。每處電銲長度不得少於 3cm，並使用低氫銲條依照 AWS D12.1 預熱後施工。
- (2) 無論設計圖說上有無註明，鋼筋籠外側須加做間隔鋼片，以便控制鋼筋籠保護層之厚度，其放置方向與主鋼筋平行（即與環筋垂直），間隔鋼片如設計圖說所示，間距約為 200cm。
- (3) 鋼筋籠如有變形，不得放入已鑽掘完成之樁孔內，應即吊起，加以修正後再行放入。鋼筋籠吊放入樁孔內，如下至中途發現鋼筋籠無法放下時，不得強行壓入，隨即吊起，查明原因補救後，再繼續施工。鋼筋籠應以 2 點吊放，以避免鋼筋籠下端負荷，致引起鋼筋籠之彎曲或接頭之變形。

3.2.5 混凝土澆置

- (1) 鋼筋籠放置完成後，隨即放置特密管，接合處必需密合不滲水，管底離樁底約 30cm，並依鑽掘樁孔之深度，配置特密管之長度，每支特密管之長度為 0.5~3m 不等，所有使用之特密管長除最頂三支之

長度為調整長度之不等長管外，其餘之管長需均等，不等長之管不得放入樁內使用。

- (2) 特密管放置完成後，應將孔內之泥漿水或穩定液反循環抽出，並置換清水，同時用強力抽水機清除底部沉積物，完成後方可澆置混凝土。泥水循環處理至少 20 分鐘以上，且於澆置混凝土 5 分鐘前不得停止。
- (3) 特密管之管徑為 20~25cm，管之上端裝有漏斗，下方設有鐵製活門及與管徑同大之橡皮栓塞 (Plunger)，當混凝土大量灌入漏斗，迫使活門及橡皮栓塞壓入導管，逼降管內泥漿水，使其從管底溢出，並使樁孔之水不致流入管內。
- (4) 混凝土澆置時，特密管須經常埋入混凝土內至少 1.5m，每次提昇特密管前，需先行估計後，方可確定提取支數，及埋留混凝土內之管長，不可一次取管到混凝土頂，影響混凝土品質或使管無法拔出。
- (5) 應採用預拌混凝土，混凝土澆置準備工作完成後，經工程司檢查核准，始可出車，其出車次應加以控制，不得太密集，以免出廠時間與澆置時間相差過久，影響品質；車次太過於疏少，亦將影響混凝土之澆置品質，致使已澆置之混凝土發生初凝。
- (6) 澆置混凝土時，應經常保持保護管內水位在地下水位上 1m 以上之高度，沉澱池內之出水口應關閉堵塞，逐漸上升之泥水應使用水泵抽出，不得用溢流方式漫流至整個場地。
- (7) 混凝土須連續澆置，一次完成，如施工中途因故停留時間稍長，不得已時可將特密管上下稍微抽動，但其速度不宜太快、幅度亦不宜太大、避免澆置之混凝土形成冷縮縫。
- (8) 如設計圖規定樁頭須與基礎混凝土聯結時，則混凝土應澆置至高出設計高度如設計圖所規定或至少 50cm]，並將保護管拔除，俟基礎開挖後，將高出部份鑿除使基樁內鋼筋露出，並將鋼筋按設計圖說示直入或彎入基礎混凝土中。
- (9) 每支基樁之施工過程，自鑽掘、吊放鋼筋籠至澆置混凝土必須連續

不斷日夜施工，直至完成為止，中途不得停止。

(10) 基樁完成後，樁頂至地面間之孔穴應以細砂填平，並蓋以適當材料，附加區隔與標示以免危險。

3.2.6 崩坍處理

- (1) 承包商應於施工計畫中擬就孔壁崩塌處理對策，以利施工。
- (2) 施工時若鑽頭抵達預定深度後發生孔壁崩坍，除設法防止再崩坍外，應即除盡坍下之砂土。
- (3) 若在設置鋼筋籠後發生崩坍，仍應設法清除後始得澆置混凝土。

3.3 檢驗

3.3.1 報表

每支樁之施工，承包商應製作報表報請工程司備查，其紀錄包括下列各項：

- (1) 基樁編號。
- (2) 開挖開始之日期、時間。
- (3) 開挖完成之日期、時間。
- (4) 遇到困難或障礙及其處理情形之詳細說明。
- (5) 鋼筋籠吊放完成之日期、時間。
- (6) 混凝土澆置開始日期、時間。
- (7) 混凝土澆置完成日期、時間。
- (8) 開挖時由取出之土壤紀錄地質之變化及水位之變化。
- (9) 混凝土理論計算數量及實際澆置數量與澆置中遇到困難或障礙。
- (10) 混凝土澆置頂高。
- (11) 穩定液灌入，調整與試驗之日期、時間及其成果。
- (12) 混凝土試體澆置及抗壓試驗之日期、時間及其成果。

3.3.2 每支基樁開挖完成後，須於樁中心線做超音波探測，測定垂直度及實際開挖之斷面，經工程司認可合格後方得吊放鋼筋籠。

3.3.3 混凝土澆置混凝土時須取樣，取樣組數、養護、混凝土試體依第 03050

章「混凝土基本材料及施工一般要求」之規定。

4. 計量與計價

4.1 計量

- 4.1.1 反循環式鑽掘混凝土基樁之計量長度依基樁載重試驗結果而決定，並以自基礎底板底面至基樁底面間之長度為計量標準，並按工程司核可之不同直徑，以實作長度以公尺或實作支數（註明長度）計量。
- 4.1.2 基樁澆置混凝土時，無論係由於土質影響或施工操作上缺失而致所使用之混凝土數量超出設計數量以上時，均由承包商自行負責。

4.2 計價

- 4.2.1 反循環式鑽掘混凝土基樁之計價長度，係以自基礎底板底面至基樁底面間之長度為計價標準，並按工程司核可之不同直徑，以實作長度以公尺或實作支數（註明長度）計價。
- 4.2.2 反循環式鑽掘混凝土基樁，其單價已包括樁位定位、保護鋼管之裝除、鑽挖、檢驗、鋼筋籠製作及吊放、混凝土澆置、鑽頭處理等工作所需之人工、材料、工具、機具、設備、運輸及其他為完成本工作所必需之費用在內。
- 4.2.3 引樁及廢樁之費用已包括在反循環式鑽掘混凝土基樁單價內，不另計價。
- 4.2.4 若因承包商施工不當而致廢樁，經工程司同意後補樁，其一切費用由承包商負責。
- 4.2.5 劣質混凝土及樁頭打除費用應另予編列計價。

〈本章結束〉