

## 下水道短(小)管直線推進技術手冊編制

### 及虛擬實境模擬訓練系統研發

#### 技術手冊

#### 目錄

|                                     | 頁次 |
|-------------------------------------|----|
| 第一章 緒論 .....                        | 1  |
| 1.1 前言 .....                        | 1  |
| 第二章 泥水式推進工法 .....                   | 3  |
| 2.1 泥水式推進工法概要 .....                 | 3  |
| 2.1.1 蒐集各類推進技術於不同地質結構中之數據 .....     | 4  |
| 2.1.2 前方土質預測之重要性與資訊判識 .....         | 5  |
| 2.2 機械簡介 .....                      | 6  |
| 2.2.1 機械規格及設備介紹(以 400mm 管徑為例) ..... | 6  |
| 2.2.2 其他輔助工具 .....                  | 11 |
| 2.3 各裝置說明 .....                     | 13 |
| 2.4 設備安裝 .....                      | 20 |
| 2.4.1 系統架構 .....                    | 21 |
| 2.4.2 電控櫃連線 .....                   | 23 |
| 2.5 啟動設備 .....                      | 24 |
| 2.6 設備操作檢查 .....                    | 25 |
| 2.6.1 機頭操作檢查 .....                  | 25 |
| 2.6.2 油(元)壓裝置操作檢查 .....             | 25 |
| 2.6.3 泥漿裝置操作檢查 .....                | 26 |
| 2.7 操作及設定說明 .....                   | 26 |
| 2.7.1 操作面板 .....                    | 26 |
| 2.8 人機介面操作及設定說明 .....               | 34 |
| 2.8.1 新工程清除記錄暨初期設定 .....            | 35 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 2.8.2 選單 .....             | 42  |
| 2.8.3 舊工程繼續施工.....         | 58  |
| 2.8.4 語言切換.....            | 58  |
| 2.9 泥水式推進工法施工要領.....       | 59  |
| 第三章 土壓式推進工法 .....          | 64  |
| 3.1 土壓式推進工法.....           | 64  |
| 3.1.1 不同地質之適用性.....        | 65  |
| 3.1.2 前方土質預測之重要性與資訊判識..... | 66  |
| 3.2 機械簡介.....              | 67  |
| 3.2.1 機械規格及設備介紹.....       | 67  |
| 3.3 各裝置說明及設備安裝.....        | 69  |
| 3.3.1 啟動設備.....            | 70  |
| 3.3.2 控制單元.....            | 71  |
| 3.4 土壓推進工法施工要領.....        | 106 |
| 第四章 推進工程的施工管理 .....        | 111 |
| 4.1 施工管理.....              | 111 |
| 4.1.1 前言 .....             | 111 |
| 4.1.2 工程管理.....            | 111 |
| 4.1.3 機具及材料的品質管理.....      | 112 |
| 4.1.4 施工設備檢查.....          | 121 |
| 4.1.5 推進作業.....            | 124 |
| 4.1.6 發進 .....             | 131 |
| 4.1.7 注入作業.....            | 137 |
| 4.1.8 施工管理.....            | 137 |
| 4.2 工作井施工.....             | 139 |
| 4.3 地下結構物保護及輔助工法.....      | 139 |
| 4.3.1 地盤保護.....            | 139 |
| 4.3.2 搬運工作.....            | 140 |
| 4.3.3 測量 .....             | 146 |

---

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 4.3.4 整理 .....        | 148 |
| 4.3.5 人孔施築.....       | 148 |
| 4.3.6 障礙和對策.....      | 149 |
| 第五章 職業安全衛生設備 .....    | 157 |
| 5.1 設備簡介.....         | 157 |
| 5.1.1 職業安全衛生設備簡介..... | 157 |

## 圖目錄

|                               | 頁次 |
|-------------------------------|----|
| 圖 1.1-1 整體污水下水道系統示意圖.....     | 1  |
| 圖 2.1-1 泥水式推進工法示意圖.....       | 3  |
| 圖 2.2-1 掘進機頭示意圖.....          | 6  |
| 圖 2.2-2 油(元)壓裝置示意圖.....       | 6  |
| 圖 2.2-3 操作台示意圖.....           | 6  |
| 圖 2.2-5 泥水攪拌裝置示意圖.....        | 7  |
| 圖 2.2-4 電控櫃示意圖.....           | 7  |
| 圖 2.2-6 泥漿處理設備示意圖.....        | 8  |
| 圖 2.2-7 工作櫃示意圖.....           | 9  |
| 圖 2.2-8 送、排泥管架及送、排泥管組示意圖..... | 10 |
| 圖 2.2-8 油管及油管架示意圖.....        | 10 |
| 圖 2.2-9 軌道及台車示意圖.....         | 10 |
| 圖 2.2-10 水準儀/雷射發射儀示意圖.....    | 11 |
| 圖 2.2-11 注漿泵示意圖.....          | 11 |
| 圖 2.2-12 送、排泥泵示意圖.....        | 12 |
| 圖 2.2-13 支撐管架示意圖.....         | 12 |
| 圖 2.3-1 操作台介面說明圖.....         | 13 |
| 圖 2.3-2 操作台電源插座介面圖.....       | 14 |
| 圖 2.3-3 啟動開關控制示意圖.....        | 15 |
| 圖 2.3-4 切削與流量開關介面示意圖.....     | 16 |
| 圖 2.3-5 推進台推進過程示意圖.....       | 17 |
| 圖 2.3-6 推進台操作系統示意圖.....       | 18 |
| 圖 2.3-7 動力系統介面示意圖.....        | 18 |
| 圖 2.3-8 篩石系統介面說明.....         | 19 |
| 圖 2.4-1 泥水式推進工法設備安裝流程圖.....   | 20 |
| 圖 2.4-2 系統架構示意圖.....          | 21 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 圖 2.4-3 主電源示意圖.....              | 23 |
| 圖 2.4-4 電氣線束安裝示意圖.....           | 23 |
| 圖 2.4-5 電壓確認示意圖.....             | 23 |
| 圖 2.4-6 總開關送電示意圖圖.....           | 24 |
| 圖 2.5-1 電控櫃開關示意圖.....            | 24 |
| 圖 2.5-2 QF1、QF2、QF3 電源開關示意圖..... | 24 |
| 圖 2.5-3 操作臺電源開關示意圖 .....         | 25 |
| 圖 2.7-1 操作面板示意圖 .....            | 26 |
| 圖 2.7-2 立坑旁通閥開關示意圖 .....         | 27 |
| 圖 2.7-3 管內外旁通閥開關示意圖 .....        | 27 |
| 圖 2.7-4 機內旁通閥開關示意圖 .....         | 27 |
| 圖 2.7-5 推進方向修正區及刀盤電機示意圖 .....    | 28 |
| 圖 2.7-6 標靶顯示示意圖 .....            | 29 |
| 圖 2.7-7 標靶雷射正中示意圖 .....          | 30 |
| 圖 2.7-8 標靶雷射偏上示意圖 .....          | 30 |
| 圖 2.7-9 標靶雷射偏下示意圖 .....          | 30 |
| 圖 2.7-10 標靶雷射偏右示意圖 .....         | 31 |
| 圖 2.7-11 標靶雷射偏左示意圖 .....         | 31 |
| 圖 2.7-12 C 區操作區示意圖.....          | 32 |
| 圖 2.7-13 推進選擇區及元押千斤頂操作示意圖 .....  | 32 |
| 圖 2.7-14 D 區操作示意圖.....           | 33 |
| 圖 2.8-1 人機介面開機畫面示意圖 .....        | 34 |
| 圖 2.8-2 新工程清除記錄暨初期設定示意圖 .....    | 35 |
| 圖 2.8-3 電磁閥檢測示意圖 .....           | 36 |
| 圖 2.8-4 歸零畫面示意圖 .....            | 36 |
| 圖 2.8-5 靶心校正示意圖 .....            | 37 |
| 圖 2.8-6 標靶箱顯示器示意圖 .....          | 38 |
| 圖 2.8-7 面盤旋轉方向校正示意圖 .....        | 38 |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 圖 2.8-8 操作畫面示意圖(一) .....      | 39 |
| 圖 2.8-9 操作畫面示意圖(二) .....      | 40 |
| 圖 2.8-10 操作畫面示意圖(三) .....     | 41 |
| 圖 2.8-11 選單示意圖(一) .....       | 42 |
| 圖 2.8-12 選單示意圖(二) .....       | 43 |
| 圖 2.8-13 選單示意圖(三) .....       | 45 |
| 圖 2.8-14 推進記錄示意圖 .....        | 46 |
| 圖 2.8-15 X 座標區示意圖 .....       | 47 |
| 圖 2.8-16 電流區示意圖 .....         | 47 |
| 圖 2.8-17 推力區示意圖 .....         | 48 |
| 圖 2.8-18 推進速度區示意圖 .....       | 48 |
| 圖 2.8-19 推進表格區示意圖 .....       | 49 |
| 圖 2.8-20 警報表格區示意圖 .....       | 49 |
| 圖 2.8-21 調整校正區示意圖 .....       | 50 |
| 圖 2.8-22 電磁閥動作設定區示意圖 .....    | 50 |
| 圖 2.8-23 傾斜角校正區示意圖 .....      | 51 |
| 圖 2.8-24 電子水平尺水平方向校正示意圖 ..... | 51 |
| 圖 2.8-25 旋轉角校正區示意圖 .....      | 52 |
| 圖 2.8-26 推進速度校正區示意圖 .....     | 53 |
| 圖 2.8-27 頻率傳送器校正示意圖 .....     | 53 |
| 圖 2.8-28 PLC 監看區示意圖 .....     | 54 |
| 圖 2.8-29 前方傾斜校正區示意圖 .....     | 55 |
| 圖 2.8-30 機頭校正示意圖 .....        | 55 |
| 圖 2.8-31 減速機保修區示意圖 .....      | 56 |
| 圖 2.8-32 油壓單元保修區示意圖 .....     | 57 |
| 圖 2.8-33 運轉時數修正區示意圖 .....     | 57 |
| 圖 2.8-34 PLC 模組監測區示意圖 .....   | 58 |
| 圖 2.9-1 推進工法施工要領作業流程圖 .....   | 59 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 圖 2.9-2 推進工法施工單位施工流程及檢驗要點 .....   | 60 |
| 圖 3.1-1 土壓推進工程示意圖 .....           | 64 |
| 圖 3.2-1 掘進機頭示意圖 .....             | 67 |
| 圖 3.2-2 推進裝置示意圖 .....             | 67 |
| 圖 3.2-3 操作台示意圖 .....              | 68 |
| 圖 3.2-4 發電機示意圖 .....              | 68 |
| 圖 3.2-5 油壓閥單元示意圖 .....            | 68 |
| 圖 3.3-1 土壓式推進工法設備安裝流程圖 .....      | 69 |
| 圖 3.3-2 電控櫃開關示意圖 .....            | 70 |
| 圖 3.3-3 QF1、QF2、QF3 電源開關示意圖 ..... | 70 |
| 圖 3.3-4 操作臺電源開關示意圖 .....          | 70 |
| 圖 3.3-5 LED(監視器)示意圖 .....         | 71 |
| 圖 3.3-6 IC 卡示意圖 .....             | 72 |
| 圖 3.3-7 選擇端子示意圖 .....             | 72 |
| 圖 3.3-8 觸模鍵及開關示意圖 .....           | 73 |
| 圖 3.3-9 緊急停止開關操作示意圖 .....         | 74 |
| 圖 3.3-10 觸模鍵及開關示意圖(續 1) .....     | 74 |
| 圖 3.3-11 觸模鍵及開關示意圖(續 2) .....     | 75 |
| 圖 3.3-12 先導管電源鍵示意圖 .....          | 75 |
| 圖 3.3-13 壓拔鍵視窗示意圖 .....           | 76 |
| 圖 3.3-14 觸模鍵及開關示意圖(續 3) .....     | 77 |
| 圖 3.3-15 推進操作畫面示意圖(續 1) .....     | 78 |
| 圖 3.3-16 推進操作畫面示意圖(續 2) .....     | 79 |
| 圖 3.3-17 推進操作畫面示意圖(續 3) .....     | 81 |
| 圖 3.3-18 推進校正示意圖 .....            | 82 |
| 圖 3.3-19 傾斜角顯示示意圖 .....           | 83 |
| 圖 3.3-20 搖動角度顯示示意圖 .....          | 83 |
| 圖 3.3-21 目錄畫面示意圖 .....            | 83 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 圖 3.3-22 目錄畫面操作鍵位置示意圖.....     | 84  |
| 圖 3.3-23 目錄流程圖(1).....         | 85  |
| 圖 3.3-24 目錄流程圖(2).....         | 86  |
| 圖 3.3-25 請參閱警告視窗圖.....         | 87  |
| 圖 3.3-26 顯示現在的警告內容視窗圖.....     | 89  |
| 圖 3.3-27 返回主畫面視窗圖.....         | 89  |
| 圖 3.3-28 請參考施工數據的情形視窗圖.....    | 90  |
| 圖 3.3-29 過去的施工數據視窗圖.....       | 91  |
| 圖 3.3-30 施工數據圖形參照視窗圖.....      | 91  |
| 圖 3.3-31 施工數據垂直方向顯示示意圖.....    | 92  |
| 圖 3.3-32 施工數據垂直方向表格顯示圖.....    | 92  |
| 圖 3.3-33 刪除施工紀錄示意圖(1).....     | 93  |
| 圖 3.3-34 刪除施工紀錄示意圖(2).....     | 93  |
| 圖 3.3-35 修改切削頭扭力上限值示意圖(1)..... | 94  |
| 圖 3.3-36 修改切削頭扭力上限值示意圖(2)..... | 95  |
| 圖 3.3-37 修改切削頭扭力上限值示意圖(3)..... | 95  |
| 圖 3.3-38 切削頭迴轉扭力顯示欄目示意圖.....   | 96  |
| 圖 3.3-39 糾正拉回的距離示意圖(1).....    | 96  |
| 圖 3.3-40 糾正拉回的距離示意圖(2).....    | 97  |
| 圖 3.3-41 顯示下一頁選單示意圖.....       | 97  |
| 圖 3.3-42 日期設定示意圖.....          | 98  |
| 圖 3.3-43 時間設定示意圖.....          | 98  |
| 圖 3.3-44 監控數據示意圖.....          | 99  |
| 圖 3.3-45 顯示傳感器值示意圖.....        | 99  |
| 圖 3.3-46 增加一段施工數據示意圖.....      | 100 |
| 圖 3.3-47 刪除一段施工數據示意圖.....      | 100 |
| 圖 3.3-48 土壓臨界值示意圖.....         | 101 |
| 圖 3.3-49 顯示下一個目錄示意圖.....       | 102 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 圖 3.3-50 設定土壓的上限值示意圖.....      | 102 |
| 圖 3.3-51 土壓上限值的變更示意圖(1).....   | 103 |
| 圖 3.3-52 土壓上限值的變更示意圖(2).....   | 103 |
| 圖 3.3-53 土壓上限值的變更示意圖(3).....   | 104 |
| 圖 3.3-54 土壓上限值的變更示意圖(4).....   | 104 |
| 圖 3.3-55 土壓上限值的變更示意圖(5).....   | 105 |
| 圖 3.4-1 推進工法施工要領作業流程圖.....     | 106 |
| 圖 3.4-2 推進工法施工單位施工流程及檢驗要點..... | 107 |
| 圖 4.1-1 退避設施示意圖 .....          | 124 |
| 圖 4.1-2 平面式鏡面工安裝步驟圖 .....      | 134 |
| 圖 4.1-3 平面式鏡面工外觀圖 .....        | 134 |
| 圖 4.1-4 嵌入式鏡面工外觀圖 .....        | 135 |
| 圖 4.1-5 嵌入式鏡面工安裝步驟圖 .....      | 135 |
| 圖 4.3-1 管材吊掛示意圖 .....          | 142 |
| 圖 4.3-2 管材堆放示意圖 .....          | 143 |
| 圖 4.3-3 塑膠管堆放示意圖 .....         | 144 |
| 圖 4.3-4 SUS 接頭示意圖.....         | 145 |
| 圖 4.3-5 管材遭遇孤石示意圖 .....        | 153 |
| 圖 5.1-1 退避設施示意圖 .....          | 157 |
| 圖 5.1-2 工作井坑周欄杆及腳趾板示意圖.....    | 157 |
| 圖 5.1-3 工作井爬梯示意圖 .....         | 158 |
| 圖 5.1-4 防墜網示意圖 .....           | 158 |
| 圖 5.1-5 捲揚式防墜器防墜器示意圖.....      | 158 |
| 圖 5.1-6 安全帽示意圖 .....           | 159 |
| 圖 5.1-7 反光背心示意圖 .....          | 159 |
| 圖 5.1-8 背負式安全帶示意圖 .....        | 159 |
| 圖 5.1-9 氣體偵測器示意圖 .....         | 160 |
| 圖 5.1-10 攜帶式氣體偵測器與警報器示意圖 ..... | 160 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 圖 5.1-11 對講機示意圖 .....            | 160 |
| 圖 5.1-12 漏電斷路器示意圖 .....          | 161 |
| 圖 5.1-13 滅火器示意圖 .....            | 161 |
| 圖 5.1-14 抽水機示意圖 .....            | 161 |
| 圖 5.1-15 安全鞋示意圖 .....            | 162 |
| 圖 5.1-16 接地銅棒示意圖 .....           | 162 |
| 圖 5.1-17 蜂鳴器示意圖 .....            | 162 |
| 圖 5.1-18 氣體鋼瓶固定示意圖 .....         | 163 |
| 圖 5.1-19 空氣鋼瓶及面罩示意圖 .....        | 163 |
| 圖 5.1-20 防回火裝置示意圖 .....          | 164 |
| 圖 5.1-21 天車吊重標示示意圖 .....         | 164 |
| 圖 5.1-22 通風設備示意圖 .....           | 164 |
| 圖 5.1-23 生命警報器 .....             | 165 |
| 圖 5.1-24 局限空間作業場所注意事項公告示意圖 ..... | 165 |
| 圖 5.1-25 局限空間作業人員管制表示示意圖 .....   | 166 |

## 表目錄

|                                         | 頁次  |
|-----------------------------------------|-----|
| 表 2.1-1 切削盤適用土層表.....                   | 4   |
| 表 2.1-2 遭遇不同地質電流顯示變化示意圖(由鑽程提供).....     | 5   |
| 表 2.8-1 人機介面開機畫面功能說明表.....              | 34  |
| 表 2.8-2 新工程清除記錄暨初期設定功能說明表.....          | 35  |
| 表 2.8-3 歸零畫面功能說明表.....                  | 37  |
| 表 2.8-4 操作畫面功能說明表(一).....               | 39  |
| 表 2.8-5 操作畫面功能說明表(二).....               | 40  |
| 表 2.8-6 操作畫面功能說明表(三).....               | 41  |
| 表 2.8-7 選單功能說明表(一).....                 | 42  |
| 表 2.8-8 選單功能說明表(二).....                 | 44  |
| 表 2.8-9 選單功能說明表(三).....                 | 45  |
| 表 2.8-10 推進記錄功能說明表.....                 | 46  |
| 表 2.9-1 推進施工管理標準及檢查頻率表.....             | 61  |
| 表 2.9-1 推進施工管理標準及檢查頻率表(續).....          | 62  |
| 表 2.9-1 推進施工管理標準及檢查頻率表(續).....          | 63  |
| 表 3.1-1 切削盤適用土層表.....                   | 65  |
| 表 3.1-2 遭遇不同地質扭距顯示變化示意圖(由 komatsu 提供).. | 66  |
| 表 3.3-1 LED(監視器)功能說明表 .....             | 71  |
| 表 3.3-2 緊急停止原因及對策說明表 .....              | 88  |
| 表 3.3-3 有警告發生原因及對策說明表 .....             | 88  |
| 表 3.3-4 土壓注意值、臨界值之初期值 .....             | 101 |
| 表 4.3-1 刀口型推進管理項目表.....                 | 127 |
| 表 4.3-2 刀口型推進管理項目(共同)表.....             | 127 |
| 表 4.3-3 泥水式推進管理項目表.....                 | 128 |
| 表 4.3-4 土壓式挖掘土量發生狀況及原因表.....            | 129 |
| 表 4.3-5 土壓式推進管理項目表.....                 | 129 |

## 第一章 緒論

### 1.1 前言

我國自民國 80 年起全國逐年全面性推動都市污水下水道建設，為降低對道路交通之衝擊及減少管推挖損其它地下管線之風險，污水下水道建設多半採用推進工法施工。近年來因工程標案大量釋出，市場可承作之廠商業界推進工程技術人力顯有不足，主因係目前國內管線推進之廠商現地工班皆以專業工班為主，非隸屬於推進廠商，故推進廠商鮮少自行大量訓練推進工班，多為專業工班之工頭以師徒制少量訓練，如此易衍生工地工班管理問題，及推進工班於工程標案大量釋出時人力不足之情形。

為提升下水道工程品質，加速培育推進施工專業人才，內政部營建署擬將推進工法之教育訓練結合虛擬實境及擴充實境科技，研發「下水道推進技術虛擬實境模擬訓練系統」，使參訓人員透過推進施工之虛擬實境科技，即時體驗現場程序與設備操作要領，快速建立其專業能力，投入下水道建設之行列。

本手冊目標主要為建立短(小)管直線推進技術手冊(以下簡稱「技術手冊」)及建立一套「下水道短(小)管直線推進虛擬實境模擬訓練系統」(以下簡稱「模擬訓練系統」)，其中技術手冊主要內容包含短(小)管推進介紹、地質適用性、土壓式與泥水式工法之介紹、施工管理等；模擬訓練系統主要進行泥水式推進設備模擬、在不同地質推進的操作策略及遭遇障礙的因應方案等。

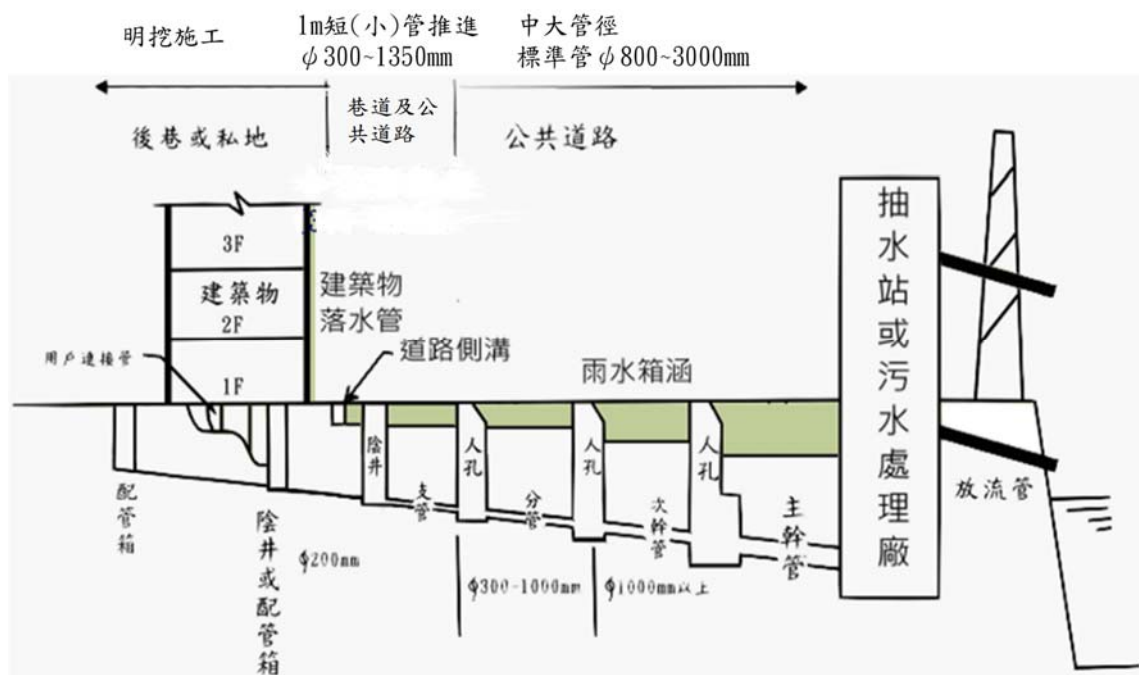


圖 1.1-1 整體污水下水道系統示意圖

承上，內政部營建署進行公告徵選廠商，經評選程序，遂委託社團法人台灣下水道協會(以下簡稱本協會)進行相關手冊的編撰及系統的開發。整體污水下水道系統通常包含污水處理廠、中大管徑推進、短(小)管徑推進、明挖施工及用戶接管工程等，如下圖所示，無論污水系統為大系統或小系統，短(小)管徑推進都是佔整個系統的較大比例，故本手冊模擬將以短(小)管徑推進為主。依據技服契約第七條第(一)項第三款第 2 目之規定於簽約日次日起 210 日內提送期中報告初稿供機關審查。

## 第二章 泥水式推進工法

### 2.1 泥水式推進工法概要

#### 一、基本概念

前端為隔板密閉的泥水式掘進機，主要係以隔板密閉掘進機構體，僅切削盤露出構體前端，當推進井元押千斤頂挺進時，於切削盤轉動將前端土壤切削與泥水混合成泥漿，進入切削盤內側，使切削盤內注滿泥漿，以維持切削盤與切削盤外土壓、水壓的平衡，穩定切削盤旋轉掘削作業功能，並使挖掘較粗顆粒的土壤與泥水攪拌成細粒泥漿，以壓力管輸送坑外，泥漿經處理設備分離為泥土與泥水，泥水可再循環使用，泥土以卡車運棄。

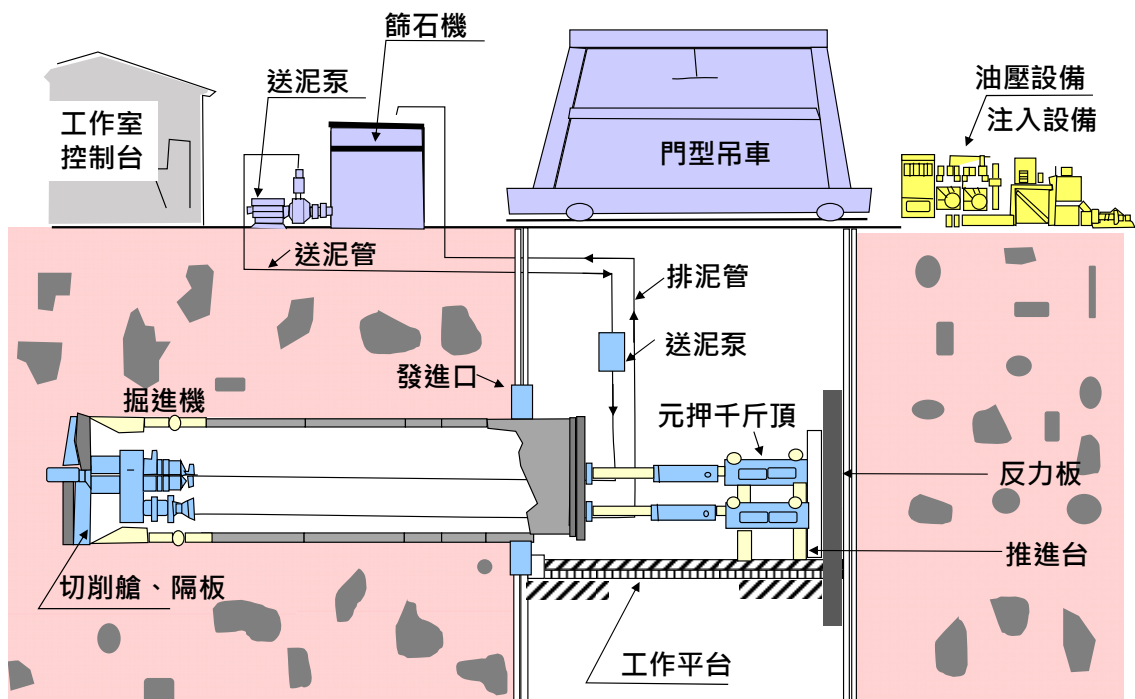


圖 2.1-1 泥水式推進工法示意圖

#### 二、工法特性(本案係針對 $\phi 300\text{mm} \sim \phi 600\text{mm}$ 管徑說明)

1. 掘削面穩定性高，地質適用範圍廣；
2. 可迅速灌注泥水及輸出泥漿，做較長距離的推進施工；
2. 機械挖掘輸送泥漿速度較土壓式工法螺旋輸送時間快，工期較短；
4. 密封型挖掘作業，施工安全性高；
5. 挖掘之土壤攪拌泥漿以壓力管輸送，坑內作業環境安全良好。

## 2.1.1 蒐集各類推進技術於不同地質結構中之數據

### 一、地質適用性

泥水式推進工法其適用地質範圍廣泛，如地下水壓高或土質變化大之地層皆可適用此工法，尤其是湧水多之軟弱地盤。但泥水式推進工法遭遇流木或既有構造物等地層則會有作業困難的問題，所以宜先將地層狀況調查完整。

### 二、掘進機頭選擇

依據各地區不同地質之條件，掘(切)削刀盤之選用，於一般土壤時主要是以挖掘土壤為主，於卵礫石層及岩盤時需將卵礫石及岩盤進行破碎，各地質合適的切削刀盤如下所示。

### 三、地質分類

施工廠商應就設計圖說選擇適合的切削面盤，通常以地質來進行分類，並參考土壤的 N 值，就施工技術概念參考台北市衛工處施工規範地質分類，區分如下：

1. 砂質土或粘質土(礫石含有率未滿 30%、N 值 30 以下)
2. 礫質土(礫石含有率大於 30%小於 60%、N 值 50 以下)
2. 卵礫石層(卵石加礫石含有率超過 60%)
4. 岩盤(N 值超過 50)

表 2.1-1 切削盤適用土層表

| 切 削 盤                                                                               | 適 用 土 層    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  | 砂質土<br>粘質土 |
|  | 礫質土        |
|  | 卵礫石層       |
|  | 岩盤         |

就估驗計價方式參照營建署署頒訂之「污水下水道管線預算書範本」，區分如下：

1. 普通土                      2. 礫質土                      2. 岩盤

### 2.1.2 前方土質預測之重要性與資訊判識

除了依據地質鑽探及設計圖資料，施工人員在現場實際施工時推進機會有電腦數據產生，可藉由電壓值來判斷地質狀況與預期是否相符，或是在遭遇與預期地質不同的狀況下可進行應變，除了模擬的參數外，在推進過程中由於會遭遇不同的地質，特別是在複合式的地質環境裡，為了讓模擬更擬真，故必須依據不同的地質以及使用的掘進機頭，來制定合適的推進油壓轉數、推進速度以及在轉換地質時造成的電流變化。

一般而言，當推進機遭遇較硬的地質時，所需要的扭力及推力愈大，推進速度相對會愈慢，以 $\phi 400$ 推進為例，在砂質土及黏質土時所需扭力為0.587~0.763( KN.m )推進速度為7~8( cm/min )，而在岩盤地質時，所需扭力上升至0.763~0.8223( KN.m )推進速度下降至2~2.5( cm/min )。

表 2.1-2 遭遇不同地質電流顯示變化示意圖(由鑽程提供)

| 機器規格       | 推進施作參數                            | 砂質土<br>粘質土  | 礫質土層        | 卵礫石層        | 岩盤地層        |
|------------|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| $\phi 400$ | OMV- 油壓轉速<br>( rpm )              | 315         | 315         | 315         | 315         |
|            | 元押推進速度<br>( cm/min )              | 7~8         | 7~8         | 2.5~4       | 2~2.5       |
|            | 元押推進錶壓力<br>( kg/cm <sup>2</sup> ) | 50~100      | 40~80       | 20~50       | 20~50       |
|            | 掘進扭力<br>( KN.m )                  | 0.587~0.763 | 0.470~0.587 | 0.470~0.881 | 0.763~0.822 |
|            | 掘進錶壓力<br>( kg/cm <sup>2</sup> )   | 100~130     | 80~100      | 80~150      | 130~140     |
| $\phi 500$ | OMV- 油壓轉速<br>( rpm )              | 253         | 253         | 253         | 253         |
|            | 元押推進速度<br>( cm/min )              | 6~7         | 6~7         | 2.5~2.5     | 1~1.8       |
|            | 元押推進錶壓力<br>( kg/cm <sup>2</sup> ) | 50~100      | 40~80       | 20~50       | 20~50       |
|            | 掘進扭力<br>( KN.m )                  | 0.732~0.951 | 0.586~0.732 | 0.586~1.098 | 0.951~1.025 |
|            | 掘進錶壓力<br>( kg/cm <sup>2</sup> )   | 100~130     | 80~100      | 80~150      | 130~140     |

## 2.2 機械簡介

### 2.2.1 機械規格及設備介紹(以 400mm 管徑為例)

#### 一、掘進機頭

| 項目     | 規格                    |
|--------|-----------------------|
| 額定功率   | 22kW                  |
| 額定電壓   | AC220V(三相 60Hz)       |
| 額定輸出扭矩 | 15.3kN·m              |
| 額定輸出轉速 | 12.7r/min             |
| 最大糾偏角度 | 3°                    |
| 泥漿管通徑  | $\varphi 75\text{mm}$ |
| 設備重量   | 2850kg                |



圖 2.2-1 掘進機頭示意圖

#### 二、油(元)壓裝置(元押千斤頂設備)

| 項目   | 規格       |
|------|----------|
| 推進行程 | 760 mm×2 |
| 總體寬度 | 1585 mm  |
| 總體長度 | 2260 mm  |
| 設備重量 | 2.8 t    |



圖 2.2-2 油(元)壓裝置示意圖

#### 三、操作台

| 項目   | 規格              |
|------|-----------------|
| PLC  |                 |
| 額定電壓 | AC220V(三相 60Hz) |
| 工作頻率 | 60Hz            |



圖 2.2-3 操作台示意圖

#### 四、電控櫃

| 項目          | 規格              |
|-------------|-----------------|
| 整機輸入電壓      | AC220V(三相 60Hz) |
| 機頭電機功率      | 22kW            |
| 機內泵站電機功率    | 0.18kW          |
| 油(元)壓泵站電機功率 | 7.5kW           |
| 設備重量        | 100kg           |



發電機



圖 2.2-4 電控櫃示意圖

#### 五、泥水攪拌裝置

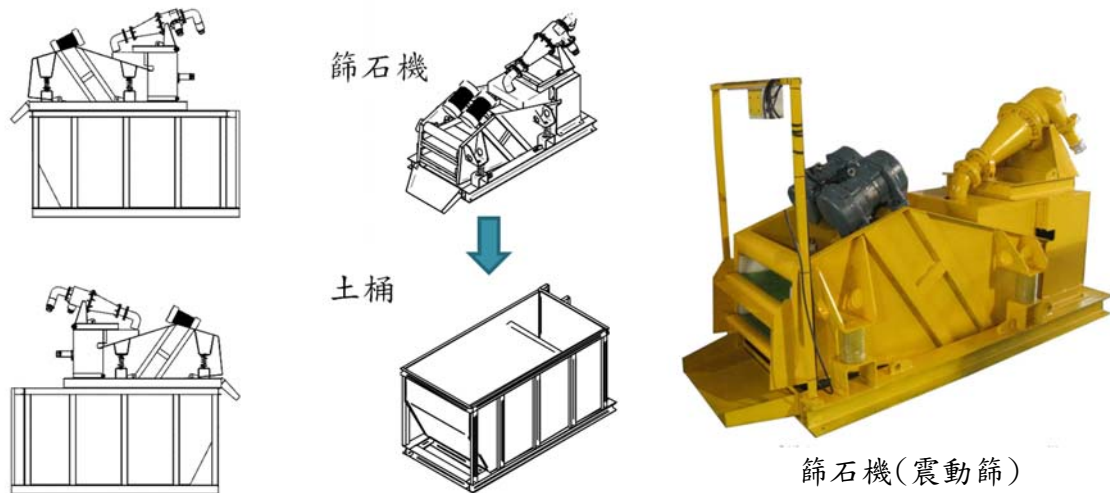
泥水攪拌裝置是製造推進用泥水的設備，它可以將皂土、超泥漿、黏土粉等添加劑與水充分的攪拌，因應不同地質狀況，配製出推進所需要的泥水。



圖 2.2-5 泥水攪拌裝置示意圖

## 六、泥漿處理設備

泥漿處理設備可以過濾掉排出泥漿中的顆粒物，具有淨化泥漿，過濾砂石的作用，利於泥漿的回收利用。



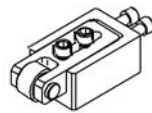
| 項目          | 規格        |
|-------------|-----------|
| 泵浦管徑(inch)  | 10        |
| 泵浦馬達動力(HP)  | 75        |
| 泵浦馬達動力(P)   | 8         |
| 旋流器規格       | 800X2     |
| 脫水篩規格       | 13X30     |
| 脫水篩篩網尺寸(mm) | 3000x1280 |
| 脫水篩馬達動力 HP  | 5         |
| 脫水篩馬達動力 P   | 6         |

圖 2.2-6 泥漿處理設備示意圖

七、工作櫃

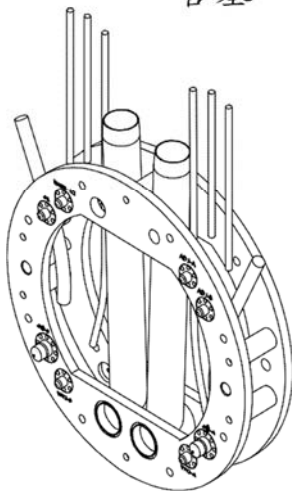


管塞

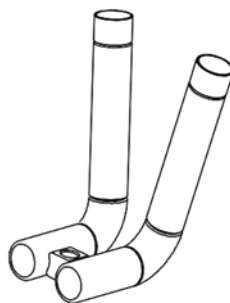


壓管器

流量計



第一節治具



V型治具

V4V5



備註:第一節治具(分割推進時使用)

V型治具(每一節送、排泥使用)

壓管器(壓住掘進機構體，避免扭轉)

管塞(停止施工時使用，避免送、排泥管內球閥溢水)

圖 2.2-7 工作櫃示意圖

八、送、排泥管架及送、排泥管組



圖 2.2-8 送、排泥管架及送、排泥管組示意圖

九、油管及油管架



圖 2.2-8 油管及油管架示意圖

十、軌道及台車

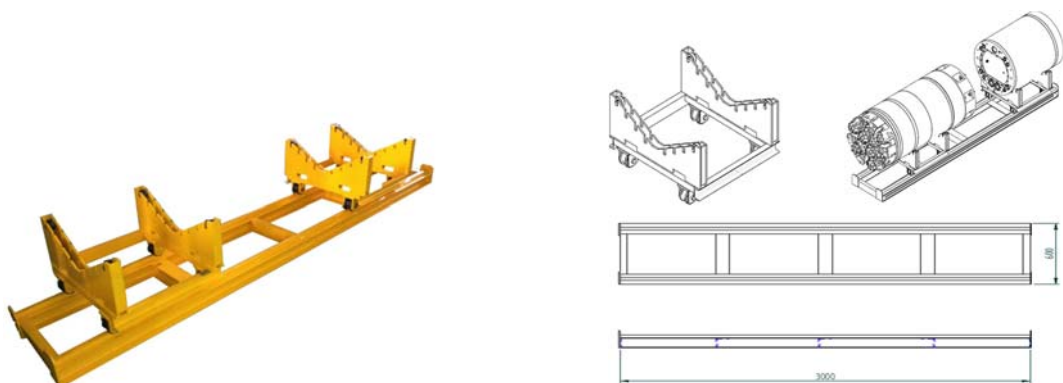


圖 2.2-9 軌道及台車示意圖

## 2.2.2 其他輔助工具

### 一、水準儀/雷射發射儀

水準儀/雷射發射儀是推進施工指示方向及標定高程的重要工具，通過標靶上面顯示的位置，為推進方向及高程提供準確的參考依據。



圖 2.2-10 水準儀/雷射發射儀示意圖

### 二、注漿泵

注漿泵是用於推進管材外壁潤滑，有效降低推進阻力，同時防止地面塌陷。

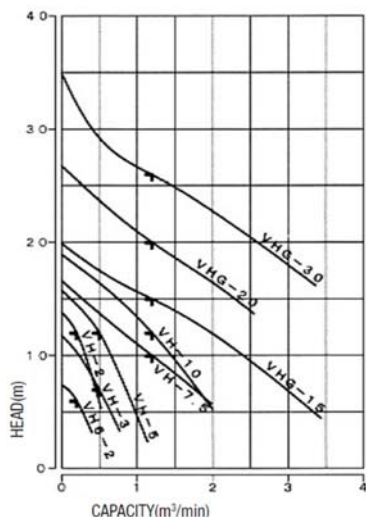
| 項目      | 規格                 |
|---------|--------------------|
| 灰漿輸送量   | 3m <sup>3</sup> /h |
| 工作壓力    | 2.0MPa             |
| 電動機功率   | 4Kw                |
| 電動機轉速   | 1440r/min          |
| 柱塞缸數    | 1                  |
| 排漿口膠管內徑 | 38mm               |
| 進漿口膠管內徑 | 64mm               |
| 重量      | 250kg              |
| 外形尺寸    | 1033*474*890mm     |



圖 2.2-11 注漿泵示意圖

### 三、送、排泥泵

送、排泥泵主要用於輸入泥水及排出泥漿的設備，在推管過程中向機頭輸入泥水，並將切削下的土渣隨泥水混合後成泥漿排出至地面。



| 項目       | 規格          |
|----------|-------------|
| 出水口徑(mm) | 80~150mm    |
| 輸出功率(kW) | 1.5~30      |
| 出水連接     | 管路對接        |
| 出水設計     | 側面排水口、配水套   |
| 適用等級     | 60 80 90 等級 |

圖 2.2-12 送、排泥泵示意圖

送、排泥泵一般施工場合以 P1（送泥泵）、P2（排泥泵）簡稱，P1（送泥泵）主要功能為將地面之泥水泵送至推進機，選用上較無問題，而 P2（排泥泵）主要功能為將推進機之泥水泵送至地面上之泥水處理設備，在選用上則須配合工作井深度，如圖 2.2-12 中性能曲線圖當工作井深度達 20 公尺時，則需選用 VHG-15 之型式，另推進面盤破碎後之粒徑大小來也是選用排泥泵之規格之考量。

### 四、支撐管架

即連接於掘進機頭尾部，依次序放置於水泥管內，以防止機頭旋轉作用的裝置，同時可以作為雷射通道及泥漿輸送通道使用。



圖 2.2-13 支撐管架示意圖

## 2.3 各裝置說明

本節係以泥水之推進機來進行解說，將敘明操作台、動力系統、推進台控制器及篩石系統等各介面說明。

### 一、操作台介面說明

操作台主要係由螢幕、開關按鍵及方向控制鈕所組成，用來控制掘進機之啟動、方向控制及壓力錶之顯示等，皆由操作台進行控制，且通過各項監測（如：壓力、電流、推進方向之精度等）進行監控報警，有效保護機器及施工的安全，如下圖所示。



圖 2.3-1 操作台介面說明圖

為進行各項監測，相關訊號皆需傳回操作台，各個訊號線皆需正確地接入插孔內，若有錯誤之安裝將導致訊號無法回傳或機器當機，各家推進機製造商依其設計不同，相關的插孔位置也都不一樣，其操作台電源插座介面如下圖所示。



圖 2.3-2 操作台電源插座介面圖

啟動開關控制係藉由鎖匙進行關機及啟動，若離開工區廠址時，需將鎖匙拔出並妥善保管，避免遭人誤觸啟動，另若有緊急狀況時，可藉由急停裝置緊急關機，但平時需保持鎖定，避免誤觸。

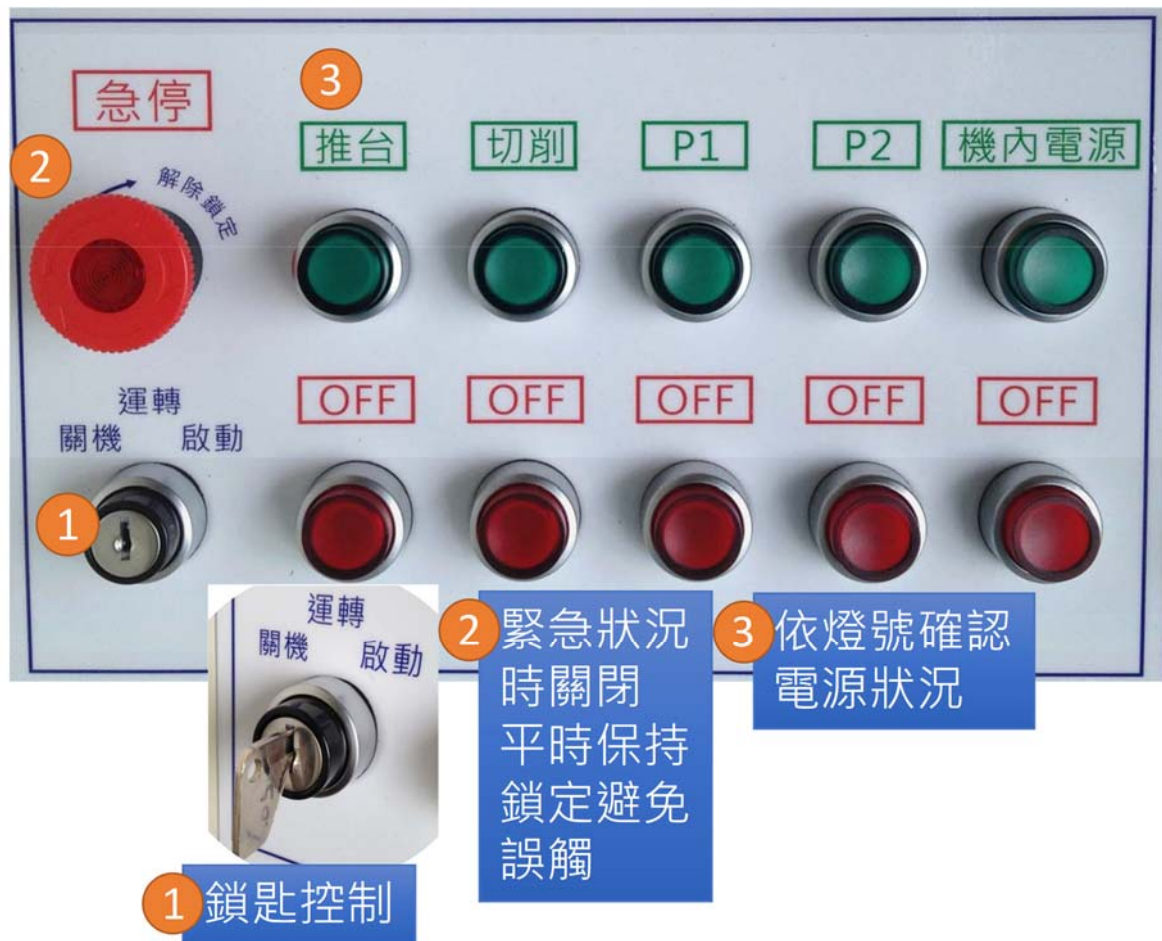


圖 2.3-3 啟動開關控制示意圖

而切削與流量開關介面主要是控制掘進機頭之正向轉動或反向轉動與滑材、作泥材等流量控制開關。



圖 2.3-4 切削與流量開關介面示意圖

於推進過程中，常因地質關係或遭遇卵礫石導致機頭方向偏離，此時方向修正介面系統即可派上用場，針對不同的偏離方向採用不同的旋鈕來進行調整。

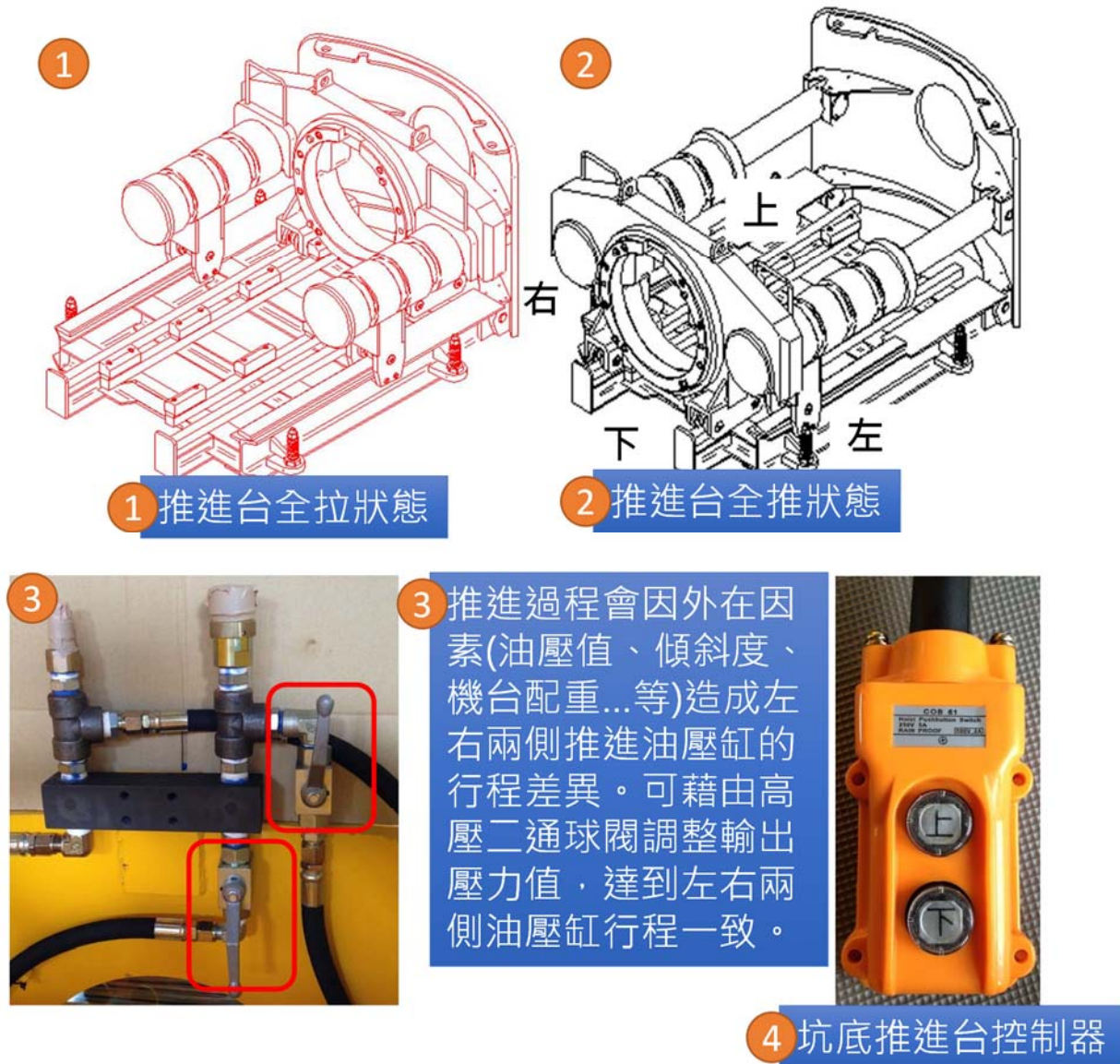


圖 2.3-5 推進台推進過程示意圖

推進台操作系統可控制推進台前進及後退，並可將控制端於操作台控制與坑底人員控制之間進行轉換，且可當壓力值過高時，警示燈號會亮起，告知禁止推進。



圖 2.3-6 推進台操作系統示意圖

## 二、動力系統介面說明

動力系統是機械設備運轉之主要動力來源，開機前需注意油尺之油量，並確認蝶閥是否打開，機械運轉時需注意油箱溫度計，當過高時，需注意通風或停機，避免溫度過高。



圖 2.3-7 動力系統介面示意圖

### 三、篩石系統介面說明

篩石系統是用來控制篩石機之電源啟動，除總電源控制外，亦可分別控制篩石機電源及回流馬達電源。



1 篩石機電源箱



2 總電源，漏電斷路器(黃色按鈕)

3 回流馬達

4 篩石機

5 備用

圖 2.3-8 篩石系統介面說明

## 2.4 設備安裝

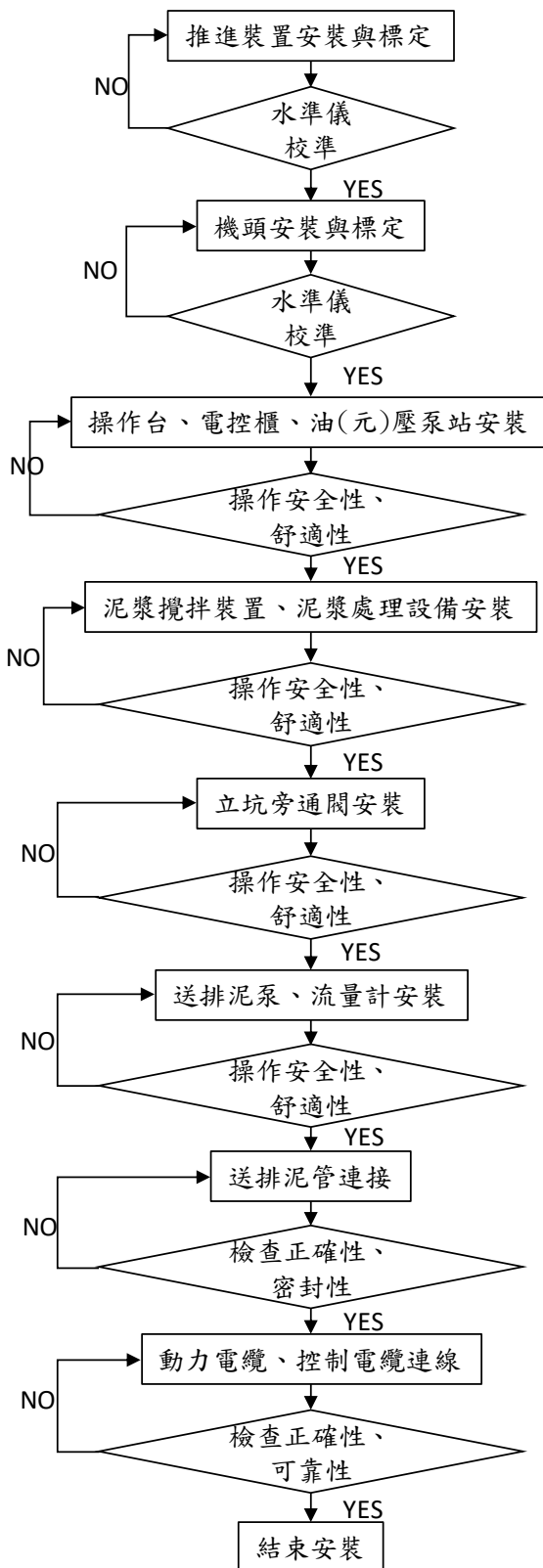


圖 2.4-1 泥水式推進工法設備安裝流程圖

### 2.4.1 系統架構

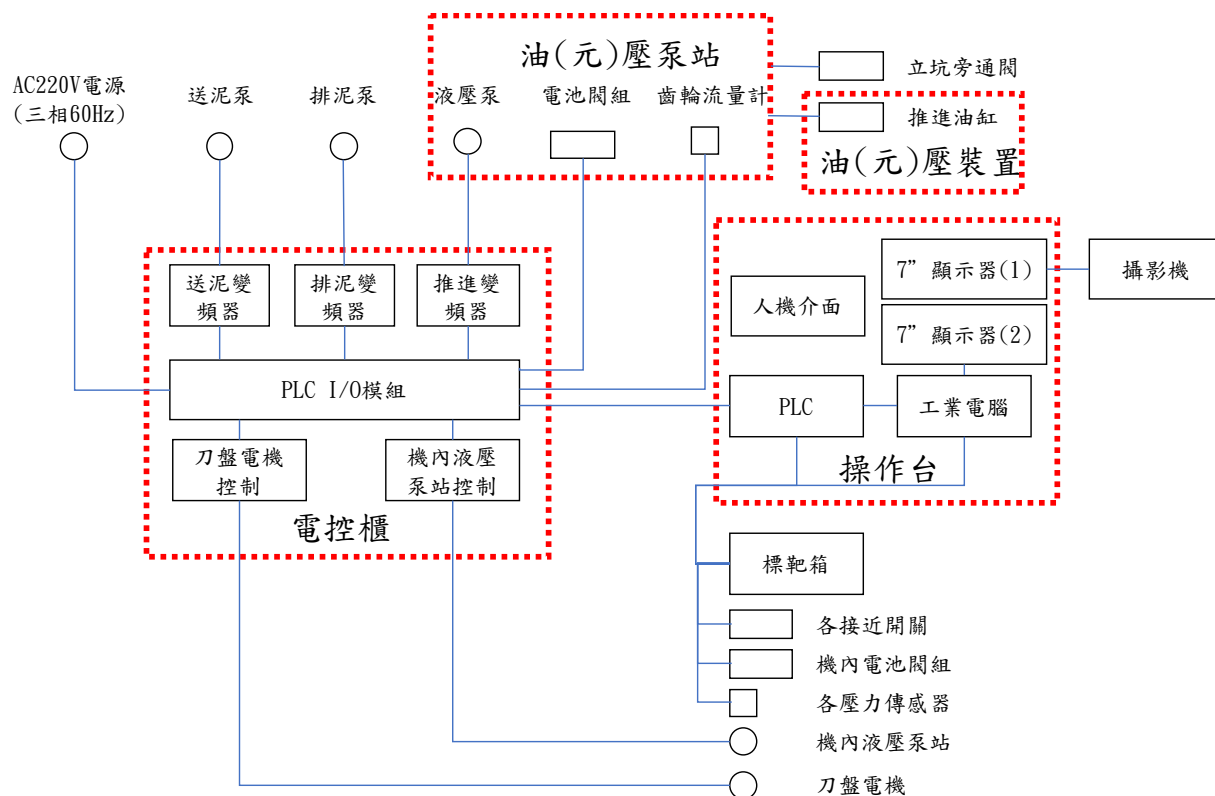


圖 2.4-2 系統架構示意圖

#### 一、電控櫃

搭載有三個變頻器，分別控制送泥泵、排泥泵、油(元)壓泵，另有電磁開關分別控制刀盤電機、機內液壓泵站。上述皆由 IO/DA/AD 模組與操作盤的 PLC 以專用通信來操作。

#### 二、操作台

配置有 PLC、人機介面、工業電腦、顯示器。

1. PLC：可編程式控制器。整個系統的控制中心，收集所有訊號以程式與模組通信，進而控制系統上的器具，並把收集到的資訊傳送給人機介面顯示系統上所有數據給操作者判讀。
2. 人機介面：與 PLC 通過傳輸端子(RS232 或相容的端子)通訊，將系統的數據以圖示或數字方式呈現，更改系統參數也是經由人機介面來操作，歷史紀錄查閱由人機介面來實現。
2. 工業電腦：將標靶箱內攝影機的影像訊號，透過軟體運算將雷射位置以座標方式呈現，並將運算出的座標透過傳輸端子與 PLC 通信，PLC 取得座標值傳輸給人

機介面顯示。

4. 顯示器(1)：工業電腦的顯示器，呈現標靶箱內的影像，雷射光點及座標。
5. 顯示器(2)：可外接攝影機，監看現場。

### 三、掘進機頭

配置有刀盤電機、機內油壓泵站、機內電磁閥組、標靶箱、糾偏油缸、機內旁通閥、管內外旁通閥、壓力傳感器、位移傳感器、近接開關。

1. 刀盤電機：動力線由電控櫃輸出三相 220V 電壓，可正逆轉。
2. 機內油壓泵站：電源由電控櫃輸出單向 220V 電壓控制，供給機內油壓系統壓力源。
2. 機內電磁閥組：控制機內油壓部件動作，由標靶控制箱供給 DC24V 電控制電磁閥。
4. 標靶箱：內置攝影機攝取雷射光點位置，DI 模組讀取近接開關訊號，DO 模組控制電磁閥，AD 模組讀取壓力位移訊號。
5. 糾偏油缸：控制機頭推進方向。
6. 機內旁通閥：控制泥水開或關。
7. 管內、外旁通閥：控制泥水送出的設施，管內旁通閥為向切削艙內送泥水，管外旁通閥為向機身外部送泥漿。
8. 壓力傳感器：檢測液壓油壓力、水壓壓力。
9. 位移傳感器：檢測糾偏油缸位移量，同時換算糾偏角度。
10. 近接開關：檢測機內旁通閥及管內外旁通閥的開或關。

### 四、油(元)壓泵站

提供元押千斤頂油壓源，提供立坑旁通閥控制油壓源。內置壓力傳感器偵測油壓壓力，內置齒輪流量計偵測元押千斤頂速度。

### 五、油(元)壓裝置

推進機頭及管材。

### 六、送泥泵

將泥水送至機頭。

### 七、排泥泵

將泥水與已破碎的砂、石及土壤混合成泥漿，輸送至地面的泥漿處理系統。

### 2.4.2 電控櫃連線

一、主電源由電控櫃後方接入，電源供應須為三相 220V。



圖 2.4-3 主電源示意圖



**危險** 綠色接地線禁止與發電機連接

二、送泥泵、排泥泵、油(元)壓泵站分別接上電源。



**危險** 綠色接地線分別接到對應的電機接地。

三、電氣線束按照標記正確安裝。。



圖 2.4-4 電氣線束安裝示意圖

四、確認電壓是否為 220V。



圖 2.4-5 電壓確認示意圖

五、電控櫃內總開關送電。



圖 2.4-6 總開關送電示意圖圖

## 2.5 啟動設備

- 一、在確保供電電源接通正常情況下，打開電控櫃，將電源開關 QF0(位於電控櫃內左上方)向上扳動到 ON 位置，接通電源。

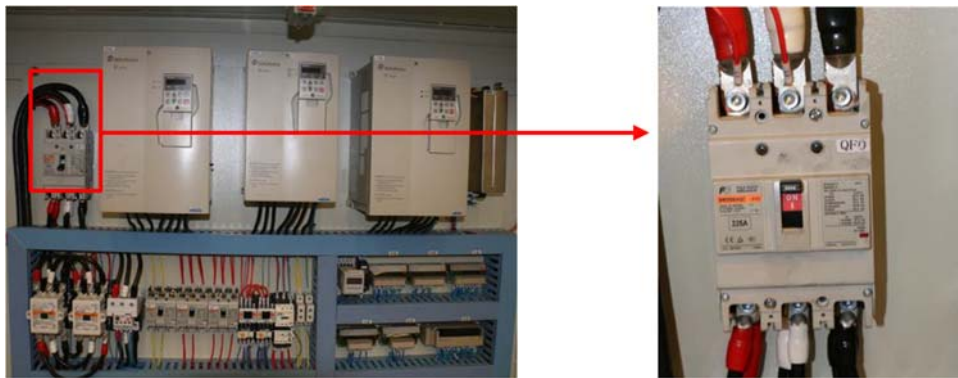


圖 2.5-1 電控櫃開關示意圖

- 二、依次將電源開關 QF1、QF2、QF3 向上扳動到 ON 位置。



圖 2.5-2 QF1、QF2、QF3 電源開關示意圖

三、順時針旋轉操作臺上的電源開關，啟動操作台。



圖 2.5-3 操作臺電源開關示意圖

**⚠注意** 為防止觸電，操作前請保證操作台、電控櫃接地，並務必使用附屬的接地銅棒，以免造成危險。

## 2.6 設備操作檢查

### 2.6.1 機頭操作檢查

- 一、機頭軸線方向是否準確。
- 二、糾偏動作是否正常。
- 三、刀盤旋轉動作是否正常。
- 四、機內旁通閥和管外旁通閥的動作是否正常。

**⚠注意** 機內旁通閥和管內外旁通閥的動作必須在輸送泥漿動作之前進行檢查。

- 五、雷射標定位置是否準確。

### 2.6.2 油(元)壓裝置操作檢查

- 一、元押千斤頂運行是否正常。
- 二、頂鐵滑動是否正常。
- 三、截止球閥操作是否正常。

### 2.6.3 泥漿裝置操作檢查

- 一、泥漿管路有無洩漏。
- 二、流量計運行是否正常。
- 三、軟管有無扭曲或吸扁現象。
- 四、送、排泥泵運行是否正常。
- 五、注漿泵運行是否正常。
- 六、泥漿處理設備是否正常。
- 七、泥漿攪拌裝置是否正常。

## 2.7 操作及設定說明

### 2.7.1 操作面板

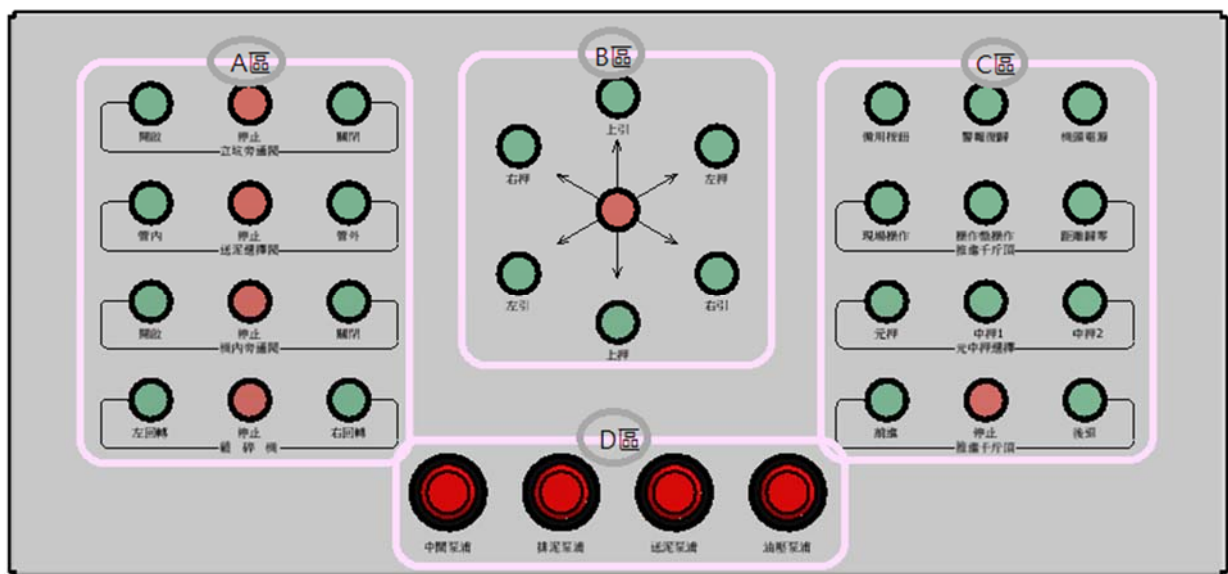


圖 2.7-1 操作面板示意圖

A 區：

#### 一、立坑旁通閥

開啟：按一下，開起燈閃爍，到達開啟定位時，燈亮，立坑旁通閥開啟。

關閉：按一下，關閉燈閃爍，到達關閉定位時，燈亮，立坑旁通閥關閉。

停止：開啟或關閉動作中，按停止，立即停止動作。

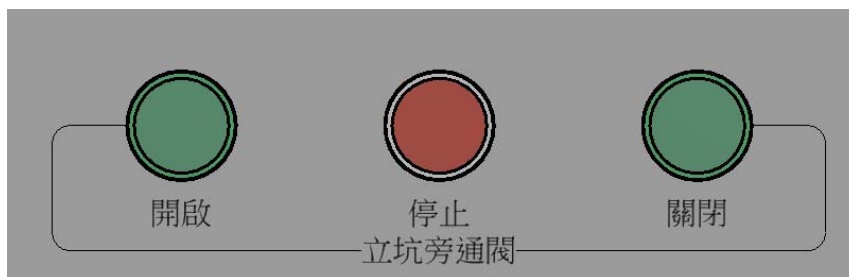


圖 2.7-2 立坑旁通閥開關示意圖

## 二、管內外旁通閥

管內：按一下，作用時燈閃爍，到達管內定位時，燈亮，泥水向切削艙輸送。

管外：按一下，作用時燈閃爍，到達管外定位時，燈亮，泥水向機身下方輸送。

停止：動作中，按停止，立即停止動作。

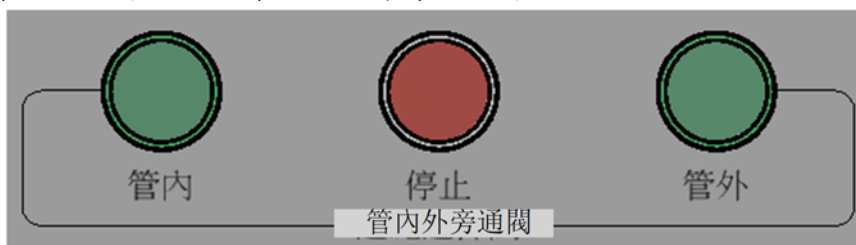


圖 2.7-3 管內外旁通閥開關示意圖

## 三、機內旁通閥

開啟：按一下，開啟燈閃爍，到達開啟位置時，燈亮，機內旁通閥開啟。

關閉：按一下，關閉燈閃爍，到達關閉位置時，燈亮，機內旁通閥關閉。

停止：開啟或關閉動作中，按停止，立即停止動作。



圖 2.7-4 機內旁通閥開關示意圖

## 四、刀盤電機

左回轉：踩腳踏板(依各機種不同不一定有腳踏板裝置，若無此裝置則直接按按扭)，按一下左回轉，刀盤電機運轉，運轉旋轉方向由機身後方看是逆時針旋轉。

右回轉：踩腳踏板(依各機種不同不一定有腳踏板裝置，若無此裝置則直接按按扭)，按一下右回轉，刀盤電機運轉，運轉旋轉方向由機身後方看是順時針旋轉。

停止：按一下，刀盤電機停止。

**⚠注意** 停止後，停止燈閃爍 8 秒，期間限制不得左右回轉；當旋轉角大於旋轉角設定值時，刀盤電機會自動停止，此時要重新運轉僅能單向運轉，旋轉角為正時，僅能右回轉；旋轉角為負時，僅能左回轉；當運轉時，偵測到其中一項電流為 0 時，刀盤電機會自動停止(欠相保護)；當刀盤電機超過設定電流時，刀盤電機會自動停止。

B 區：

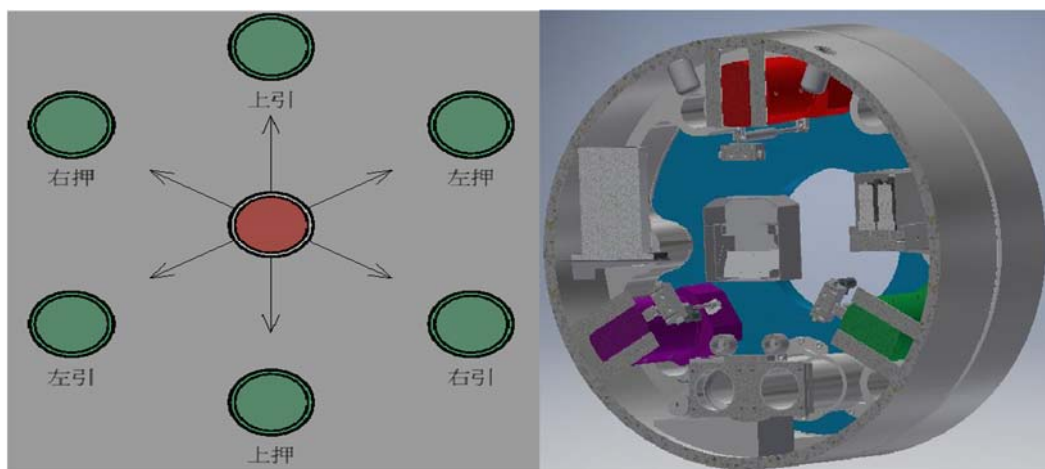


圖 2.7-5 推進方向修正區及刀盤電機示意圖

左上圖中，中間紅色按鈕：機內油壓泵站洩壓。

往上修：按上引，按右押(左上)及左押(右上)。

往下修：按上押，按左引(左下)及右引(右下)。

往右修：按左押(右上)及右引(右下)，搭配上押或上引達到你想要的位置。

糾偏油缸位置：如右上圖，上面為上糾偏油缸；左下側為左糾偏油缸；右下側為右糾偏油缸。

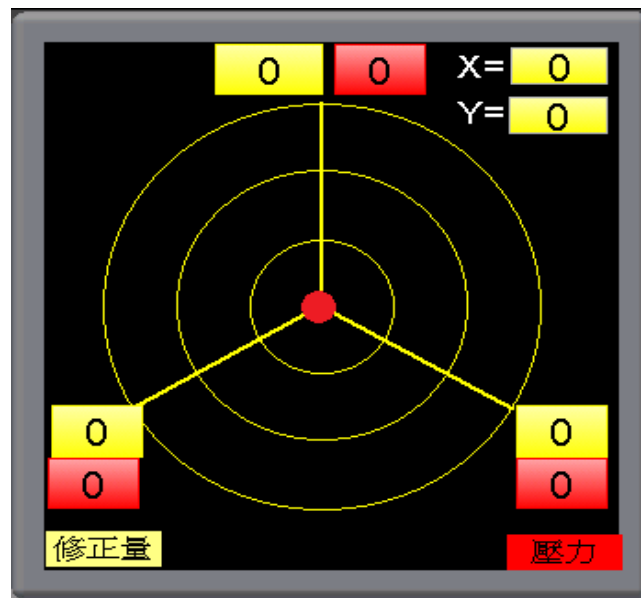


圖 2.7-6 標靶顯示示意圖

顯示器上的黃色區塊代表是各糾偏油缸的伸長量。當數據為 0 時，表示糾偏油缸完全縮回。最大伸長量各機種不盡相同，請自行測試記錄。

上押：上糾偏油缸伸出，顯示器上紅點往下移動。

上引：上糾偏油缸縮回，顯示器上紅點往上移動。

左押：左下糾偏油缸伸出，顯示器上紅點往右上移動。

左引：左下糾偏油缸縮回，顯示器上紅點往左下移動。

右押：右下糾偏油缸伸出，顯示器上紅點往左上移動。

右引：右下糾偏油缸縮回，顯示器上紅點往右下移動。

雷射正中，沒有偏離計畫線。



圖 2.7-7 標靶雷射正中示意圖

雷射偏上，Y 為負值，機頭比計畫線低，需往上修正，此時需按“上押”按鍵，使顯示器上紅點往下移動。

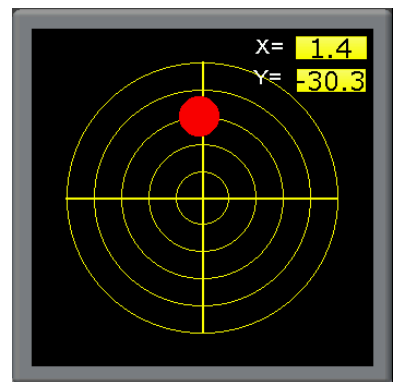


圖 2.7-8 標靶雷射偏上示意圖

雷射偏下，Y 為正值，機頭比計畫線高，需往下修正，此時需按“上引”按鍵，使顯示器上紅點往上移動。下

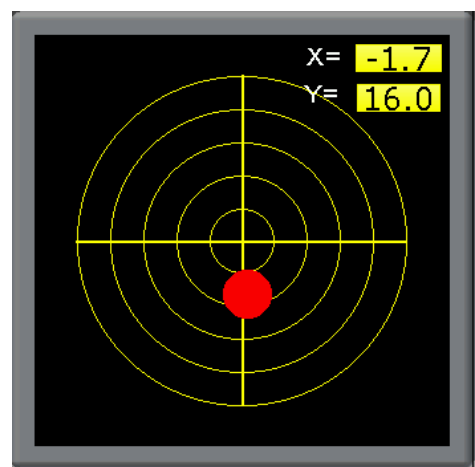


圖 2.7-9 標靶雷射偏下示意圖

雷射偏右， $X$  為負，機頭偏離計畫線左方，需往右修正，此時需按“左押”及“右引”按鍵，搭配上押或上引，使顯示器上紅點往中心點移動。

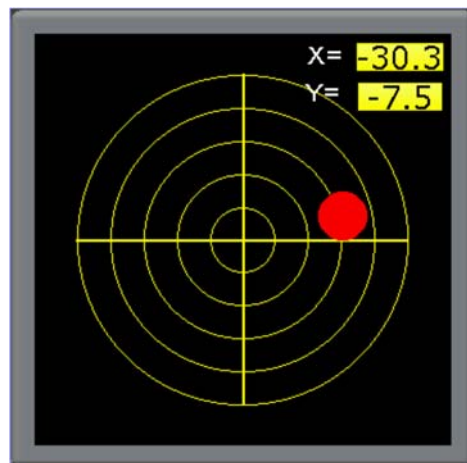


圖 2.7-10 標靶雷射偏右示意圖

雷射偏左， $X$  為正，機頭偏離計畫線右方，需往左修，此時需按“右押”及“左引”按鍵，搭配上押或上引，使顯示器上紅點往中心點移動。

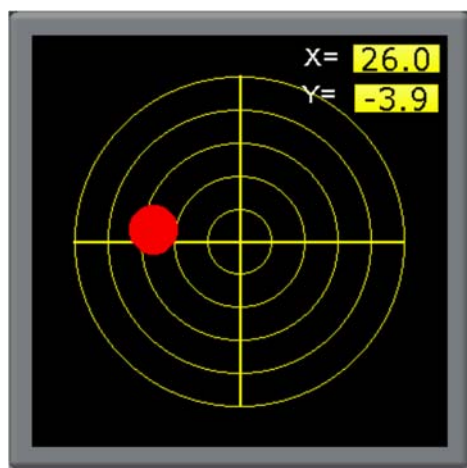


圖 2.7-11 標靶雷射偏左示意圖

修正方位基本上與雷射相同，也就是當雷射在右上方時，修正點也是在右上方。

**⚠注意** 修正後必須密切注意雷射移動趨勢，適時往回修正，若你在雷射回正中時才往回修，雷射會往反方向移動而產生蛇形現象。

#### 五、方向操作範例

假設機頭偏左( $X=20$ )，你往右修，推進 1M 後，機頭偏左( $X=23$ )，表示你的修正量不足，需往右修多一點；若推進 1M 後，還是在( $X=20$ )，表示機頭不會繼續往左偏移，請將修正量減半後繼續觀察；若偏移量開始減少，表示機頭往設計線回歸，此時你可將修正量修到 0，避免回歸太快產生蛇形。

以上修正方法僅供參考，具體實施方法需考慮現地情況。

C 區：

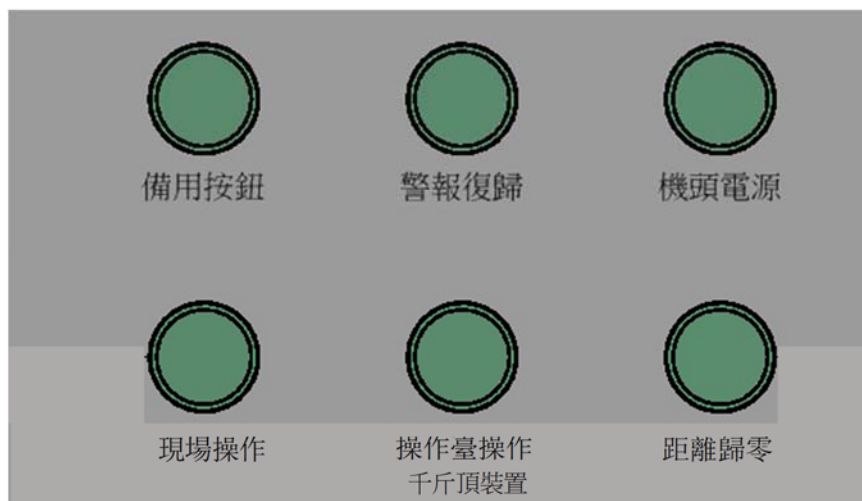


圖 2.7-12 C 區操作區示意圖

警報復歸：當發生故障時，按鈕解除。

機頭電源：機頭內的標靶控制箱電源控制鈕，按一下送電，再按一下停止送電。

現場操作：按此鈕，元押千斤頂的控制權改為井內現場的按鈕操控，同時會切斷機頭電源。

操作台操作：按此鈕，元押千斤頂的控制權為操作台。

距離歸零：按此鈕，推進距離歸零。

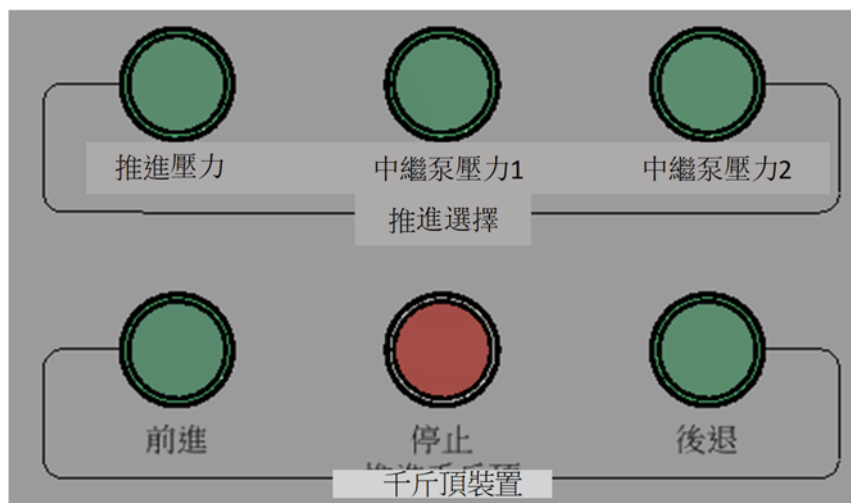


圖 2.7-13 推進選擇區及元押千斤頂操作示意圖

油(元)壓的壓力：油壓切換至元押千斤頂裝置。

中繼泵壓力 1：油壓切換至第一組中繼油缸。

中繼泵壓力 2：油壓切換至第二組中繼油缸。

前進：踩腳踏板同時按前進按鈕，元押千斤頂前進。(依各機種不同不一定有腳踏板裝置，若無此裝置則直接按按鈕)

後退：踩腳踏板同時按後退按鈕，元押千斤頂後退。(依各機種不同不一定有腳踏板裝置，若無此裝置則直接按按鈕)

停止：按停止，元押千斤頂停止。

**⚠注意** 當破粹機電流超過停止元押千斤頂電流設定值時，元押千斤頂自動停止；

當泥水流量低於設定值且勾選流量過低停止元押千斤頂，元押千斤頂自動停止；

當旋轉角超過設定值時，元押千斤頂自動停止；

當勾選正壓力過大警告，若糾偏壓力操過設定值，元押千斤頂自動停止。

D 區：

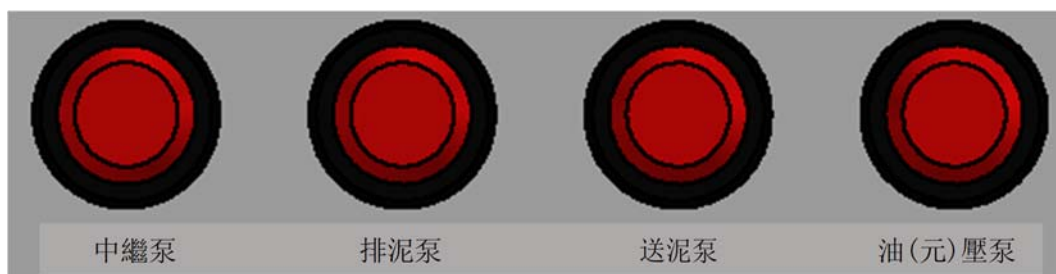


圖 2.7-14 D 區操作示意圖

請在電控櫃啟動送泥泵、排泥泵、油壓，方可操作；

轉速旋鈕：順時針提高轉數，逆時針降低轉數，轉數顯示在操作台顯示器上。

**⚠注意** 初次推進時，為避免推進速度過快，先將轉數轉至 0，按元押千斤頂前進後，再慢慢提高轉數。

## 2.8 人機介面操作及設定說明

進入人機介面開機畫面

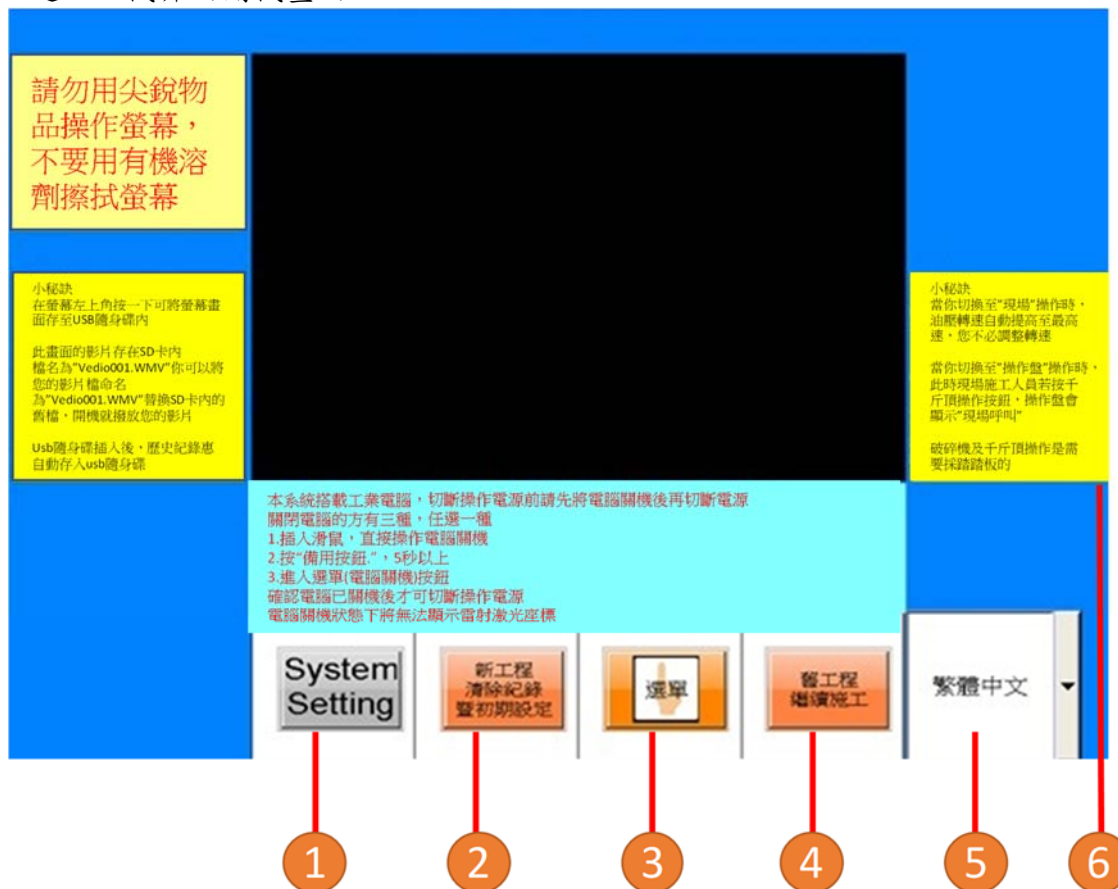


圖 2.8-1 人機介面開機畫面示意圖

表 2.8-1 人機介面開機畫面功能說明表

| 序號 | 名稱             | 功能說明        |
|----|----------------|-------------|
| 1  | System setting | 顯示器參數設置     |
| 2  | 新工程清除記錄暨初期設定   | 開啟新工程       |
| 3  | 選單             | 設定推進機參數     |
| 4  | 舊工程繼續施工        | 進入舊工程施工操作畫面 |
| 5  | 語言切換           | 切換語言類型      |
| 6  | 小秘訣            | 操作功能提示      |

### 2.8.1 新工程清除記錄暨初期設定

進入“新工程清除記錄暨初期設定”畫面

圖 2.8-2 新工程清除記錄暨初期設定示意圖

表 2.8-2 新工程清除記錄暨初期設定功能說明表

| 序號 | 名稱       | 功能說明      |
|----|----------|-----------|
| 1  | 請輸入工程名稱  | 填寫工程名稱    |
| 2  | 請輸入工程編號  | 填寫工程編號    |
| 3  | 電磁閥檢測    | 檢測電磁閥是否正常 |
| 4  | 歸零       | 各參數值歸零    |
| 5  | 靶心校正     | 調整靶心位置    |
| 6  | 面盤旋轉方向校正 | 調整刀盤旋轉方向  |
| 7  | 操作畫面     | 進行頂管操作模式  |

**⚠注意** 上段工程的操作記錄將自動傳送到連接上的 USB 存放裝置中，當進入“操作畫面”後，上段工程的操作記錄將自動清除。

一、請輸入工程名稱：用於填寫工程名稱

二、請輸入工程編號：用於填寫工程編號

### 三、電磁閥檢測：進入“電磁閥檢測”畫面



圖 2.8-3 電磁閥檢測示意圖

操作說明：

“電磁閥額定電流”設定為 0.5，按“開始檢測”，系統將自動檢測各電磁閥電流，若電流低於額定電流，將會顯示“錯誤訊息”，即表示該電磁閥故障；若高於額定電流，將會顯示“正常”，即表示該電磁閥正常。

### 四、歸零：進入歸零畫面

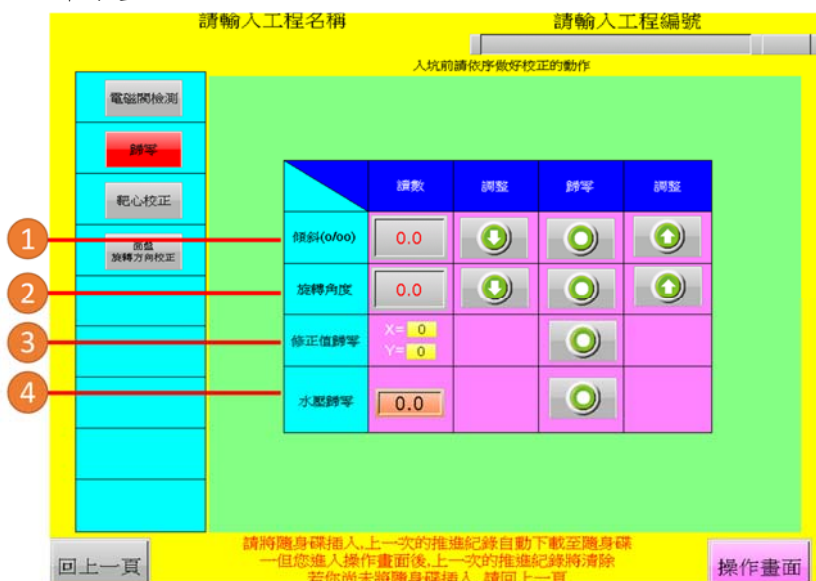


圖 2.8-4 歸零畫面示意圖

表 2.8-3 歸零畫面功能說明表

| 序號 | 名稱    | 功能說明         |
|----|-------|--------------|
| 1  | 傾斜    | 前後傾斜相對值歸零及微調 |
| 2  | 旋轉角度  | 旋轉角度值歸零及微調   |
| 3  | 修正值歸零 | 糾偏修正值歸零      |
| 4  | 水壓歸零  | 泥漿壓力值歸零      |



**注意** 在設置歸零及微調前，必須將糾偏油缸全部縮回，機頭放置水準，旋轉水準。

#### 五、靶心校正：進入“靶心校正”畫面

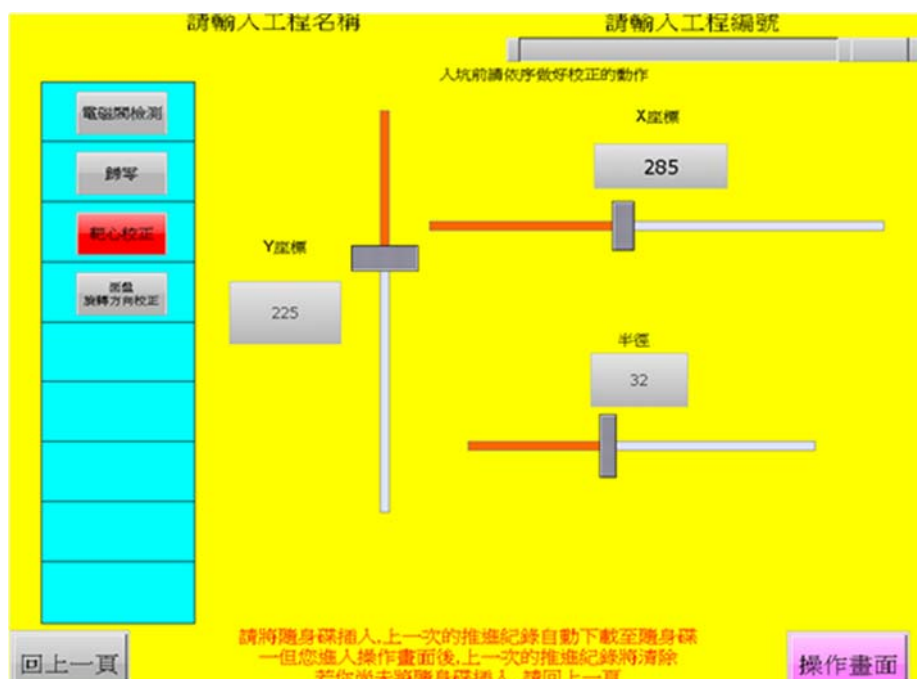


圖 2.8-5 靶心校正示意圖

#### 操作說明：

標靶箱投入適當光線，操作台左側小顯示器(如下圖所示)可看到標靶的圓圈及XY座標為原則，小顯示器綠色線圈必須與攝影機看到的標靶圓圈吻合才是正確設定。若無吻合，請調整X坐標值、Y坐標值及半徑，使得綠色繪圖線與實際靶圈吻合。



圖 2.8-6 標靶箱顯示器示意圖

**⚠ 注意** 改變 XY 數位時綠色繪圖將移動，改變半徑時將改變圓的大小。

六、面盤旋轉方向校正：進入“面盤旋轉方向校正”畫面



圖 2.8-7 面盤旋轉方向校正示意圖

操作說明：

若刀盤旋轉方向與操作台控制按鈕相反，按“正反轉切換”可進行切換。

七、操作畫面：進入“操作畫面”



圖 2.8-8 操作畫面示意圖(一)

表 2.8-4 操作畫面功能說明表(一)

| 序號 | 名稱      | 功能說明          |
|----|---------|---------------|
| 1  | 位置顯示區   | 雷射標靶位置顯示      |
| 2  | 糾偏顯示區   | 糾偏位移、修正量、壓力顯示 |
| 3  | 資訊顯示區   | 顯示操作說明        |
| 4  | 管數顯示區   | 推進管材數量顯示      |
| 5  | 日期時間顯示區 | 顯示當前日期、時間     |
| 6  | 選單區     | 設置推進機各項參數     |



圖 2.8-9 操作畫面示意圖(二)

表 2.8-5 操作畫面功能說明表(二)

| 序號 | 名稱      | 功能說明            |
|----|---------|-----------------|
| 1  | 電流顯示區   | 刀盤電機三相電流顯示      |
| 2  | 左運轉     | 當刀盤向左旋轉時，顯示為綠色  |
| 3  | 電流顯示區   | 刀盤電機電流顯示        |
| 4  | 右運轉     | 當刀盤向右旋轉時，顯示為綠色  |
| 5  | 機內油壓顯示區 | 機內泵站壓力顯示        |
| 6  | 水壓顯示區   | 送泥管路水壓顯示        |
| 7  | 旋轉角度顯示區 | 左右旋轉角度顯示        |
| 8  | 前傾斜顯示區  | 糾偏油缸前部殼體相對偏移量顯示 |
| 9  | 後傾斜顯示區  | 糾偏油缸後部殼體相對偏移量顯示 |



圖 2.8-10 操作畫面示意圖(三)

表 2.8-6 操作畫面功能說明表(三)

| 序號 | 名稱        | 功能說明          |
|----|-----------|---------------|
| 1  | 管內旁通顯示區   | 管內旁通開啟時，顯示為綠色 |
| 2  | 機內旁通開啟顯示區 | 機內旁通開啟時，顯示為綠色 |
| 3  | 立坑旁通開啟顯示區 | 立坑旁通開啟時，顯示為綠色 |
| 4  | 排泥轉數顯示區   | 排泥電機轉數顯示      |
| 5  | 管外旁通顯示區   | 管外旁通開啟時，顯示為綠色 |
| 6  | 機內旁通關閉顯示區 | 機內旁通關閉時，顯示為綠色 |
| 7  | 立坑旁通關閉顯示區 | 立坑旁通關閉時，顯示為綠色 |
| 8  | 送泥轉數顯示區   | 送泥電機轉數顯示      |
| 9  | 推進速度顯示區   | 元押千斤頂推進速度顯示   |
| 10 | 推進距離顯示區   | 頂管施工推進距離總長顯示  |
| 11 | 泥水流量顯示區   | 排泥泵流量顯示       |
| 12 | 推進壓力顯示區   | 元押千斤頂推進壓力顯示   |
| 13 | 油壓轉數顯示區   | 油(元)壓裝置電機轉速顯示 |

## 2.8.2 選單

進入主介面“選單”區：

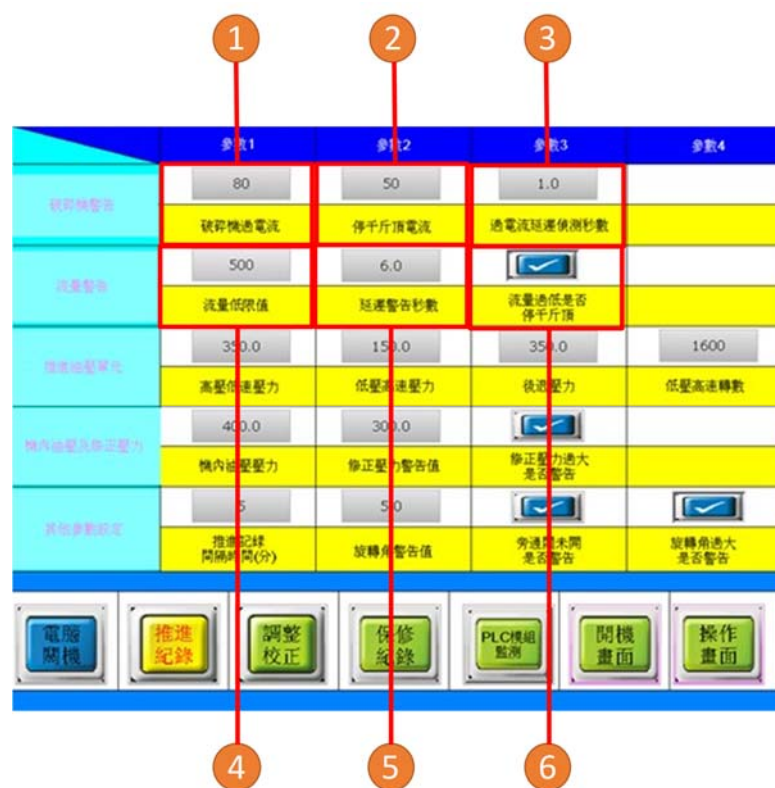


圖 2.8-11 選單示意圖(一)

表 2.8-7 選單功能說明表(一)

| 序號 | 名稱           | 功能說明            |
|----|--------------|-----------------|
| 1  | 破碎機過電流       | 刀盤電機最大電流限制      |
| 2  | 停元押千斤頂電流     | 油(元)壓泵站電機最大電流限制 |
| 3  | 過電流延遲偵測秒數    | 超過最大限制電流後延遲報警時間 |
| 4  | 流量低限值        | 排泥流量最低值限制       |
| 5  | 延遲警告秒數       | 低於最低限制流量後延遲報警時間 |
| 6  | 流量過低是否停元押千斤頂 | 排泥流量過低是否停止元押千斤頂 |

“破碎機警告”操作說明：

當刀盤電機電流超過“破碎機過電流”的設定值且時間超過“過電流延遲偵測秒數”的設定值時，刀盤電機自動停止；當刀盤電機電流超過“停千斤頂電流”的設定值時，元押千斤頂自動停止，但刀盤電機繼續運轉。

**⚠注意** 當刀盤電機電流下降至設定值後，再操作元押千斤頂進行推進作業；為避免瞬間電流 過大停止運作太過頻繁，過電流時間超過“過電流延遲偵測秒數”設定值後才停止。

“流量警告”操作說明：

當流量低於“流量低限值”的設定值且時間超過“延遲警告秒數”的設定值時，設備提示警告；“流量過低是否停千斤頂”設定為“打勾狀態”時，當流量低於“流量低限值”的設定值且時間超過“延遲警告秒數”的設定值時，元押千斤頂自動停止；“流量過低是否停千斤頂”設定為“打 X 狀態”時，當流量低於“流量低限值”的設定值且時間超過“延遲警告秒數”的設定值時，元押千斤頂不會自動停止。。

**⚠注意** 有時流量瞬間降低後馬上又上升，此時警告無意義，所以當流量低於“流量低限值”的設定值，並超過“延遲警告秒數”的設定秒數後，設備才進行警告。

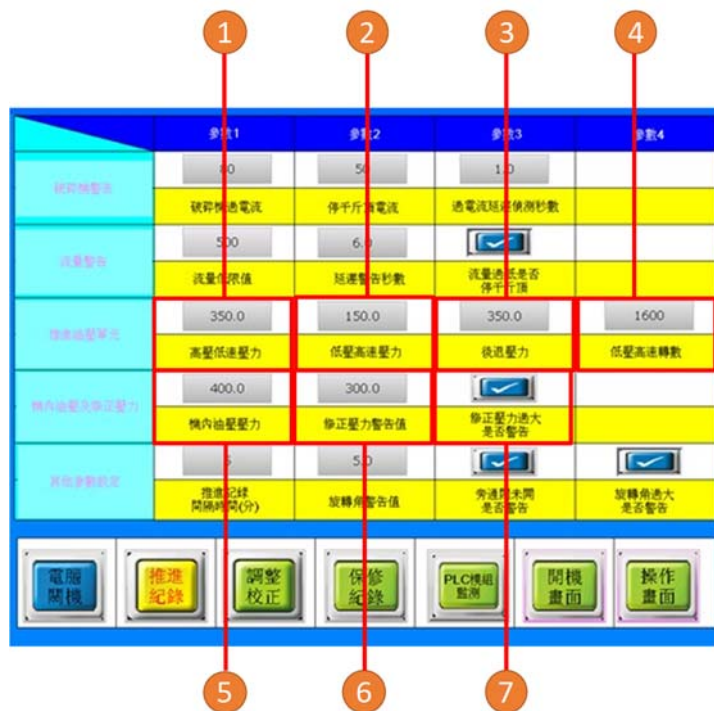


圖 2.8-12 選單示意圖(二)

表 2.8-8 選單功能說明表(二)

| 序號 | 名稱         | 功能說明           |
|----|------------|----------------|
| 1  | 高壓低速壓力     | 操作臺操作時最大推進壓力限制 |
| 2  | 低壓高速壓力     | 現場操作時最大推進壓力限制  |
| 3  | 後退壓力       | 元押千斤頂最大回縮壓力限制  |
| 4  | 低壓高速轉數     | 現場操作時最高轉速限制    |
| 5  | 機內油壓壓力     | 機內泵站最大壓力限制     |
| 6  | 修正壓力警告值    | 糾偏油缸壓力警告值設定    |
| 7  | 修正壓力過大是否警告 | 糾偏壓力過大是否提示警告   |

“推進油壓單元”操作說明：

操作臺操作元押千斤頂前進時，當操作畫面顯示的“推進壓力”超過“高壓低速壓力”的設定值時，元押千斤頂自動停止；現場操作元押千斤頂前進即接管作業時，操作畫面顯示的“推進壓力”超過“低壓高速壓力”的設定值時，低壓液壓泵停止工作，只剩高壓泵出油；當操作畫面顯示的“推進壓力”超過“後退壓力”設定值時，元押千斤頂自動停止；現場操作元押千斤頂前進即接管作業時，設定適當“低壓高速轉速”參數值，使後退時壓力低於“低壓高速壓力”。

**⚠注意** 操作臺操作時，推進壓力高但速度較慢；現場操作時，推進壓力低但速度較快。現場操作元押千斤頂後退時，若速度太高，壓力會超過低壓高速設定，低壓泵會停止 泵油，速度反而變慢。

“機內油壓及修正壓力”操作說明：

當機內油壓壓力大於此設定值，停止油壓動作修正壓力警告值；當修正壓力超過此設定時，提出警告修正壓力是否警告：當設定為“打勾狀態”時，推進中會自動停止元押千斤頂並警示，當設定為“打X狀態”時，僅提出警示。

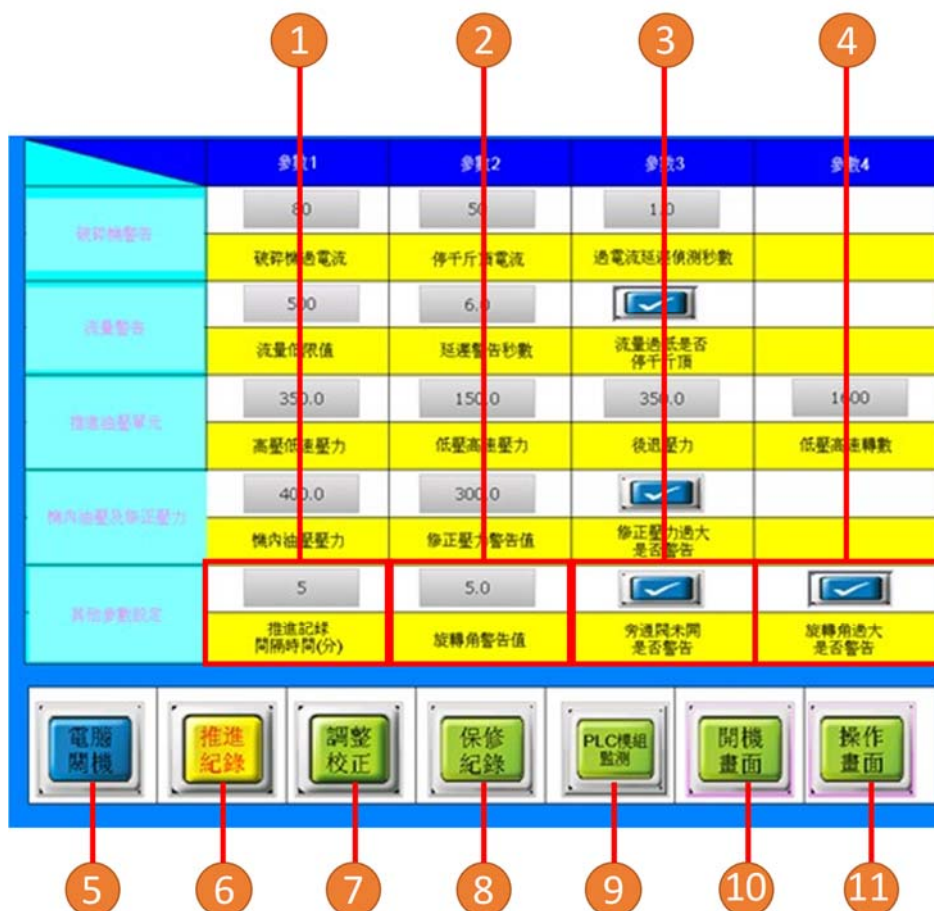


圖 2.8-13 選單示意圖(三)

表 2.8-9 選單功能說明表(三)

| 序號 | 名稱              | 功能說明            |
|----|-----------------|-----------------|
| 1  | 推進記錄間隔時間<br>(分) | 推進機推進記錄的間隔時間    |
| 2  | 旋轉角警告值          | 旋轉最大角度限制        |
| 3  | 旁通閥未開是否警告       | 機內旁通閥未開啟是否警告    |
| 4  | 旋轉角過大是否警告       | 超過旋轉最大角度設定值是否警告 |
| 5  | 電腦關機            | 關閉工控電腦          |
| 6  | 推進記錄            | 推進機推進操作記錄顯示     |
| 7  | 調整校正            | 推進機參數設定         |
| 8  | 保修記錄            | 推進機保修記錄顯示       |
| 9  | PLC 模組監測        | PCL 埠通訊檢測       |
| 10 | 開機畫面            | 開機介面顯示          |
| 11 | 操作畫面            | 操作主介面顯示         |

進入“推進記錄”區：

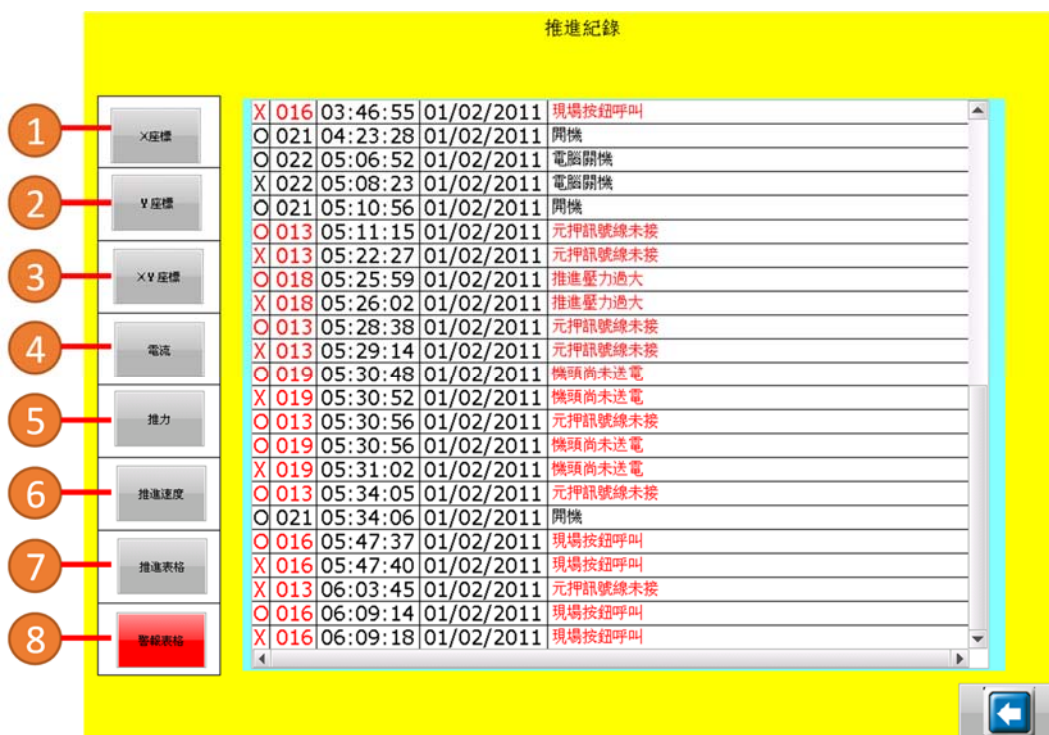


圖 2.8-14 推進記錄示意圖

表 2.8-10 推進記錄功能說明表

| 序號 | 名稱    | 功能說明             |
|----|-------|------------------|
| 1  | X 座標  | 顯示推進機 X 方向偏移軌跡   |
| 2  | Y 座標  | 顯示推進機 Y 方向偏移軌跡   |
| 3  | XY 座標 | 顯示推進機 X、Y 方向偏移軌跡 |
| 4  | 電流    | 顯示刀盤電機電流變化軌跡     |
| 5  | 推力    | 顯示元押千斤頂推力變化軌跡    |
| 6  | 推進速度  | 顯示元押千斤頂推進速度變化軌跡  |
| 7  | 推進表格  | 推進機推進記錄明細        |
| 8  | 警報表格  | 記錄操作警報明細         |

進入“X座標”區：

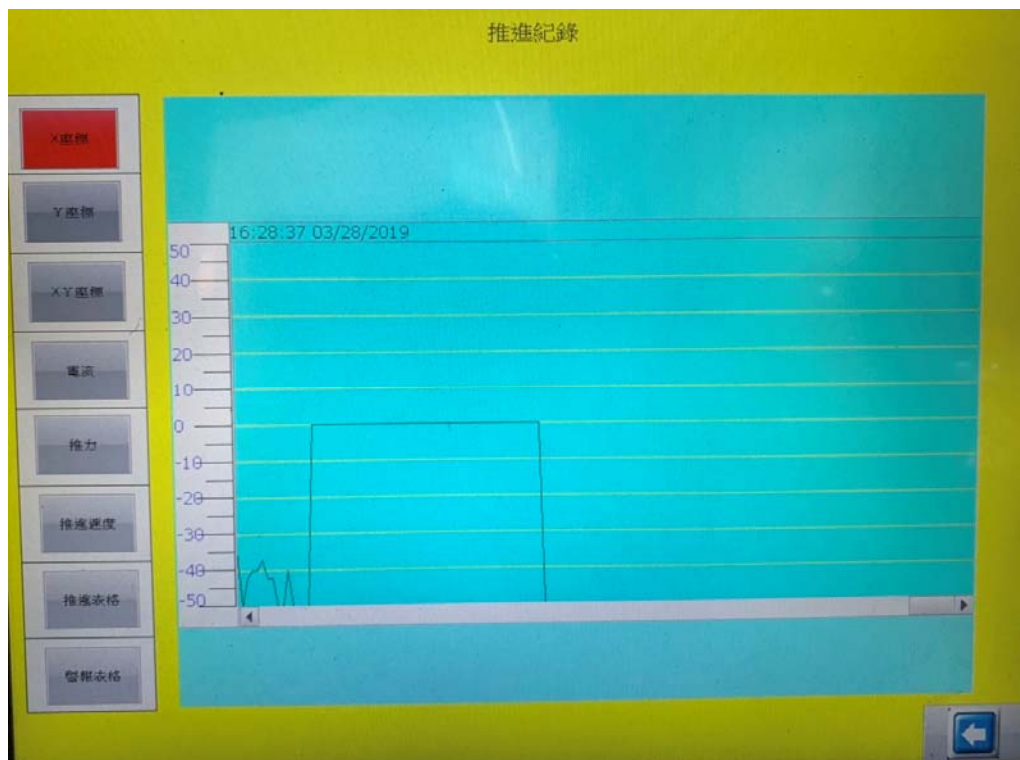


圖 2.8-15 X座標區示意圖

進入“電流”區：

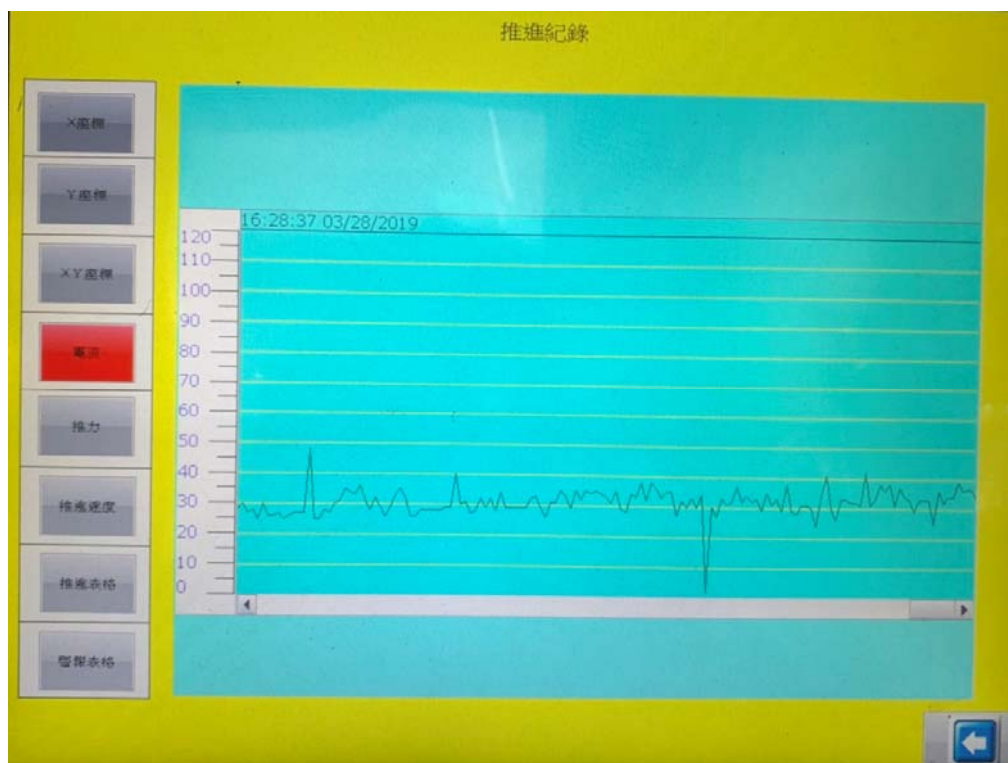


圖 2.8-16 電流區示意圖

進入“推力”區：

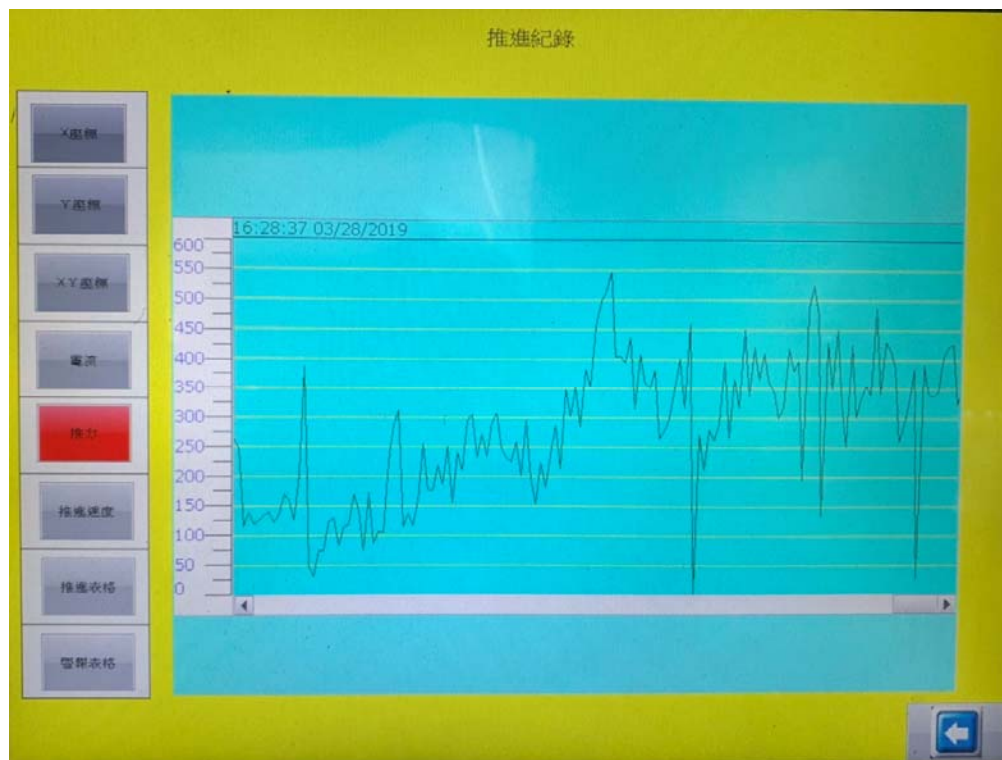


圖 2.8-17 推力區示意圖

進入“推進速度”區：



圖 2.8-18 推進速度區示意圖

進入“推進表格”區：

推進紀錄

| DATE            | 管數 | 座標X   | 座標Y     | 修正X | 修正Y  | 傾斜 | 電流     | 推力  | 速度  | 流量      | 泥水壓   | 土壓   | 左壓力  | 右壓力 |
|-----------------|----|-------|---------|-----|------|----|--------|-----|-----|---------|-------|------|------|-----|
| 7:05 03/28/2019 | 5  | -36.5 | -27.47  | 0   | 27.0 | 42 | 42.51  | 335 | 0.7 | 142.3   | 16.23 | 0    |      |     |
| 2:10 03/28/2019 | 5  | -36.5 | -27.77  | 0   | 22.3 | 31 | 30.243 | 334 | 0.7 | 80.62   | 18.2  |      |      |     |
| 7:28 03/28/2019 | 5  | -34.0 | -28.07  | 1   | 23.6 | 33 | 33.436 | 307 | 0.8 | 155.25  | 13.5  |      |      |     |
| 2:35 03/28/2019 | 5  | -33.1 | -29.17  | 2   | 24.8 | 38 | 35.51  | 346 | 0.7 | 303.167 | 18.2  |      |      |     |
| 7:34 03/28/2019 | 5  | -32.5 | -29.47  | 2   | 25.7 | 36 | 34.01  | 339 | 0.7 | 248.206 | 19.2  |      |      |     |
| 6:19 03/28/2019 | 6  | -27.1 | -30.07  | 1   | 22.3 | 38 | 48.71  | 315 | 0.8 | 143.186 | 19.8  |      |      |     |
| 1:23 03/28/2019 | 6  | -26.2 | -28.87  | 1   | 23.6 | 31 | 34.21  | 363 | 0.7 | 53.4171 | 16.1  |      |      |     |
| 6:26 03/28/2019 | 6  | -26.8 | -30.00  | 1   | 21.8 | 37 | 43.01  | 358 | 0.7 | 60.814  | 19.5  |      |      |     |
| 1:41 03/28/2019 | 6  | -27.7 | -29.70  | 1   | 17.5 | 34 | 41.81  | 361 | 0.7 | 29.719  | 414.4 |      |      |     |
| 6:46 03/28/2019 | 6  | -24.8 | -29.40  | 1   | 21.8 | 33 | 38.81  | 351 | 0.7 | 88.42   | 41.19 |      |      |     |
| 2:43 03/28/2019 | 6  | -25.7 | -28.20  | 1   | 22.3 | 29 | 26.02  | 393 | 0.7 | 74.1150 | 12.9  |      |      |     |
| 7:46 03/28/2019 | 6  | -29.4 | -29.70  | 1   | 21.0 | 33 | 28.92  | 356 | 0.8 | 106.211 | 11.5  |      |      |     |
| 2:50 03/28/2019 | 6  | -26.8 | -29.41  | 3   | 23.6 | 33 | 32.81  | 350 | 0.7 | 152.217 | 13.1  |      |      |     |
| 7:52 03/28/2019 | 6  | -26.2 | -30.02  | 4   | 21.8 | 33 | 38.61  | 345 | 0.8 | 110.199 | 14.8  |      |      |     |
| 4:10 03/28/2019 | 6  | -25.4 | -27.42  | 3   | 21.0 | 25 | 2.7    | 1   | 356 | 0.7     | 9.0   | 55.5 | 10.4 |     |
| 9:13 03/28/2019 | 6  | -25.4 | -27.45  | 5   | 19.7 | 36 | 39.31  | 361 | 0.7 | 136.259 | 18.7  |      |      |     |
| 4:17 03/28/2019 | 6  | -25.4 | -27.45  | 5   | 20.1 | 32 | 34.21  | 347 | 0.7 | 124.176 | 17.7  |      |      |     |
| 9:25 03/28/2019 | 6  | -25.4 | -27.45  | 5   | 19.3 | 34 | 33.81  | 341 | 0.7 | 22.7236 | 16.9  |      |      |     |
| 4:25 03/28/2019 | 6  | -25.4 | -27.47  | 6   | 17.1 | 34 | 34.51  | 351 | 0.7 | 155.235 | 16.9  |      |      |     |
| 0:03 03/28/2019 | 6  | -25.4 | -27.413 | 9   | 22.3 | 39 | 40.61  | 355 | 0.8 | 175.193 | 16.6  |      |      |     |
| 3:21 03/28/2019 | 7  | -28.5 | -31.113 | 9   | 19.7 | 36 | 42.41  | 396 | 0.7 | 110.187 | 18.8  |      |      |     |
| 8:22 03/28/2019 | 7  | -28.5 | -31.111 | 9   | 18.4 | 37 | 42.81  | 278 | 0.9 | 121.226 | 17.9  |      |      |     |
| 3:34 03/28/2019 | 7  | -28.5 | -31.111 | 9   | 20.1 | 36 | 32.41  | 325 | 0.7 | 78.4212 | 22.8  |      |      |     |
| 8:37 03/28/2019 | 7  | -28.5 | -31.111 | 9   | 21.4 | 32 | 34.92  | 341 | 0.8 | 103.181 | 13.6  |      |      |     |

圖 2.8-19 推進表格區示意圖

進入“警報表格”區：

推進紀錄

|       |          |            |         |
|-------|----------|------------|---------|
| X 016 | 03:46:55 | 01/02/2011 | 現場按鈕呼叫  |
| O 021 | 04:23:28 | 01/02/2011 | 開機      |
| O 022 | 05:06:52 | 01/02/2011 | 電腦開機    |
| X 022 | 05:08:23 | 01/02/2011 | 電腦開機    |
| O 021 | 05:10:56 | 01/02/2011 | 開機      |
| O 013 | 05:11:15 | 01/02/2011 | 元押訊號線未接 |
| X 013 | 05:22:27 | 01/02/2011 | 元押訊號線未接 |
| O 018 | 05:25:59 | 01/02/2011 | 推進壓力過大  |
| X 018 | 05:26:02 | 01/02/2011 | 推進壓力過大  |
| O 013 | 05:28:38 | 01/02/2011 | 元押訊號線未接 |
| X 013 | 05:29:14 | 01/02/2011 | 元押訊號線未接 |
| O 019 | 05:30:48 | 01/02/2011 | 機頭尚未送電  |
| X 019 | 05:30:52 | 01/02/2011 | 機頭尚未送電  |
| O 013 | 05:30:56 | 01/02/2011 | 元押訊號線未接 |
| O 019 | 05:30:56 | 01/02/2011 | 機頭尚未送電  |
| X 019 | 05:31:02 | 01/02/2011 | 機頭尚未送電  |
| O 013 | 05:34:05 | 01/02/2011 | 元押訊號線未接 |
| O 021 | 05:34:06 | 01/02/2011 | 開機      |
| O 016 | 05:47:37 | 01/02/2011 | 現場按鈕呼叫  |
| X 016 | 05:47:40 | 01/02/2011 | 現場按鈕呼叫  |
| X 013 | 06:03:45 | 01/02/2011 | 元押訊號線未接 |
| O 016 | 06:09:14 | 01/02/2011 | 現場按鈕呼叫  |
| X 016 | 06:09:18 | 01/02/2011 | 現場按鈕呼叫  |

圖 2.8-20 警報表格區示意圖

進入“調整校正”區：

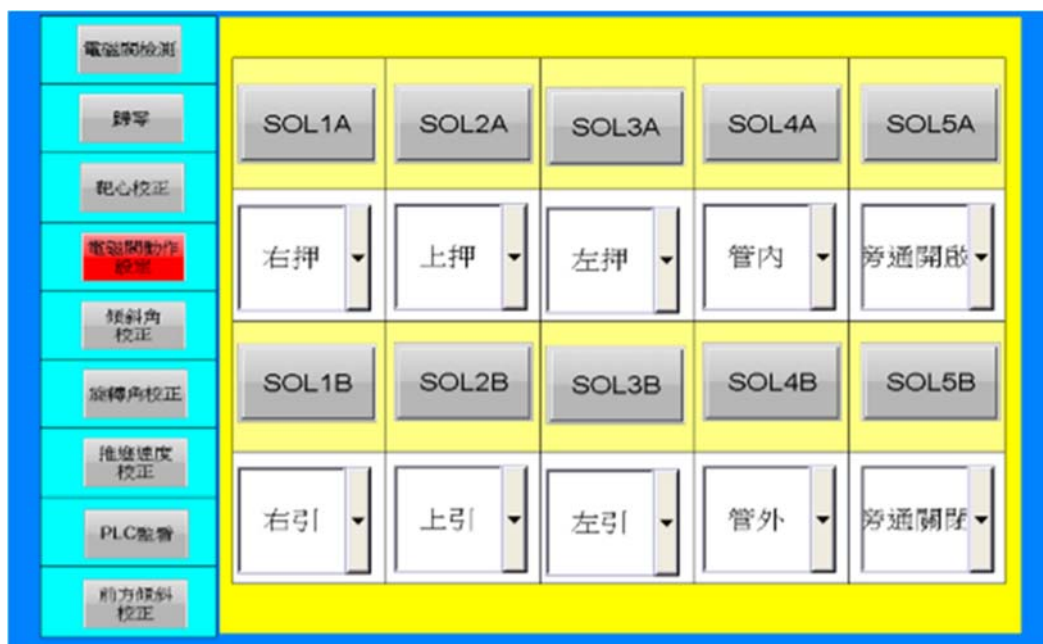


圖 2.8-21 調整校正區示意圖

進入“電磁閥動作設定”區：



圖 2.8-22 電磁閥動作設定區示意圖

**⚠ 注意** 推進機出廠前都依照上圖所示設定，當發現按鈕與動作不匹配時，需要重新設定。

設定方法：機頭送電，常按“SOL1A”不放，查看機頭的動作，下拉選項與實際動作 要相同。按照相同方法逐一對 10 個動作進行設定，設定完成後，使用操作臺實際按鈕測試動作是否正確。

**⚠注意** 推進機設定電磁閥動作時，注意不要有重複動作的設定，以免施工操作時對設備造成損壞。

進入“傾斜角校正”區：



圖 2.8-23 傾斜角校正區示意圖

校正方法：

- 為方便校正，請將標靶箱自機頭拆下，接上操作線，機頭電源送電。
- 使用電子水平尺按照下圖進行水平方向的校正。



圖 2.8-24 電子水平尺水平方向校正示意圖

- 將標靶箱調整至水平後按“歸零”

- 將標靶箱傾斜某一角度(約  $5^{\circ}$ )，按微調或粗調使數據與水平尺相同即可(如上圖傾斜角為負)。

進入“旋轉角校正”區：



圖 2.8-25 旋轉角校正區示意圖

校正方法：

- 為方便校正，請將標靶箱自機頭拆下，接上操作線，機頭電源送電。
- 使用電子水平尺按照下圖進行水平方向的校正。
- 將標靶箱調整至水平後按 “”。
- 順時針旋轉約  $5^{\circ}$ ，按微調或粗調使顯示器上的數據與電子水平尺相同(如上圖旋轉角為正)。

進入“推進速度校正”區：



圖 2.8-26 推進速度校正區示意圖

校正方法：

- 電控櫃內的頻率傳送器於新機或更換頻率傳送器時，需要設定參數（ANH1）。

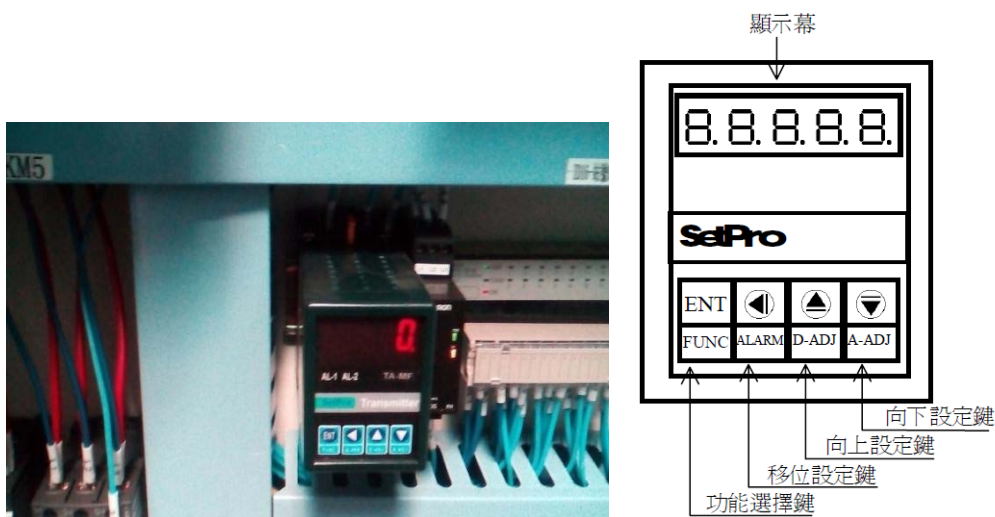


圖 2.8-27 頻率傳送器校正示意圖

- 按下電控櫃的油壓泵啟動按鈕。
- 打開電控櫃門，頻率傳感器按【ENT】8次直到顯示 **ANH1**。

- 按  進入設定，按  移動光標，按   改變數值，改變數據為 00400，完成後按【ENT】2s 以上即完成設定。
- 操作臺調整轉速約 1500r/min。
- 將頂鐵和擋塊安裝到油(元)壓裝置上面，使兩個元押千斤頂同步運行。
- 進入“旋轉角校正”介面，操作元押千斤頂回縮到最後，做記號，元押千斤頂前進 1 分鐘停止，量取元押千斤頂前進量(單位 mm)，此數據即為推進速度 mm/min，將此數據填入 步驟 1。



注意

若兩個元押千斤頂無法同步時，兩個元押千斤頂伸長量相加後除以 2。

- 元押千斤頂繼續前進，查看頻率傳送器數據穩定時，按步驟 2 的【確定】；
- 元押千斤頂後退到底，按步驟 3 的【距離歸零】；
- 元押千斤頂前進到底，量取元押千斤頂實際伸長量(mm)，填入步驟 4 的數據欄，按【取得 前進距離】；
- 元押千斤頂後退到底，按步驟 5 的【確定】。

進入“PLC 監看”區：

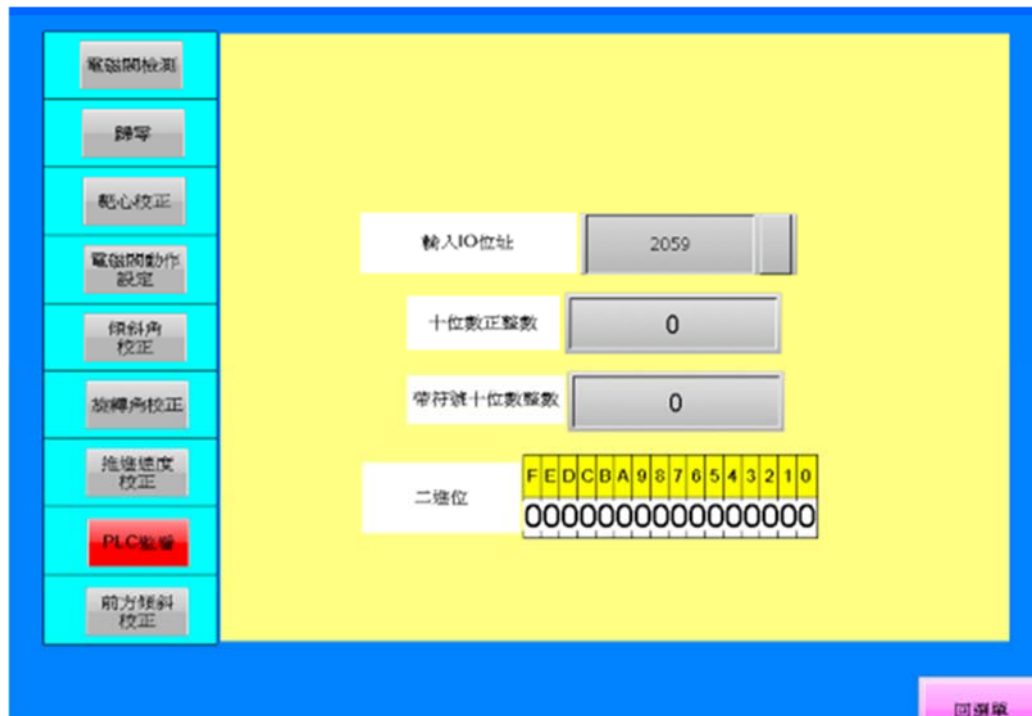


圖 2.8-28 PLC 監看區示意圖

在【輸入 IO 位址】位置輸入相應的位址資訊，可以查看 PLC 的 IO 位址的數據，作為維修判斷的參考。

進入“前方傾斜校正”區：



圖 2.8-29 前方傾斜校正區示意圖

校正方法：

- 機頭向下修正到底，利用電子水平尺量取前後傾斜角 A 及 B，以千分比表示。

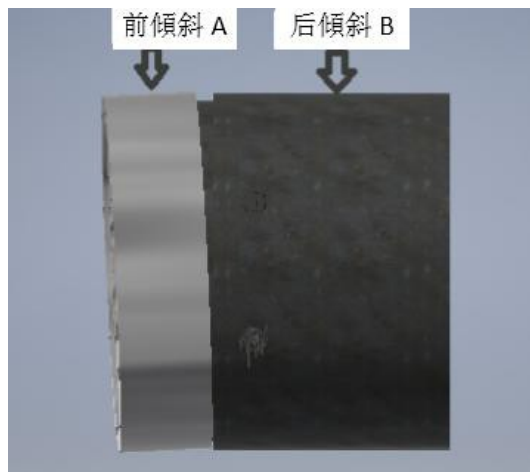


圖 2.8-30 機頭校正示意圖

- 將 A 減 B 數據輸入後按確定完成設定(須注意正負)
- 若你的水平尺沒有千分比的功能，只有角度，使用計算機  $\tan(\text{角度}) \times 1000$  就是千分比。

原理說明：標靶箱內的傾斜計是監測後傾斜角，前傾斜是利用糾偏角度運算出來的 此校正是比照位移傳感器運算出來的糾偏上下角度的比例來計算的。

進入“減速機保修”區：

| DATE       | 運轉時數 | 原修前記錄 | 原修後記錄 | 齒輪油 | 偏心軸承 | 浮動油封 | 馬達軸承 | 密封圈 | 齒輪 | 偏心軸 |
|------------|------|-------|-------|-----|------|------|------|-----|----|-----|
| 03/04/2016 | 0    | 5     | 250   | Y   |      | Y    |      |     |    |     |

圖 2.8-31 減速機保修區示意圖

- 畫面上方可看到各項設備的運轉時數，你可以了解各項設備運轉多久與件消耗的 關係，作為設備事先更換消耗品的依據。
- 減速機保修，依據畫面上的輸入保修項目後，按【紀錄】。
- 下方表格為歷史保修紀錄。

進入“油壓單元保修”區：

圖 2.8-32 油壓單元保修區示意圖

- 依據上圖各項目，輸入保養的項目後，按【紀錄】。
- 下方表格為歷史保修紀錄。

進入“運轉時數修正”區：

圖 2.8-33 運轉時數修正區示意圖

當更換新部件時，可修改運轉時數，確保時數紀錄的正確性

進入“PLC 模組監測”區：

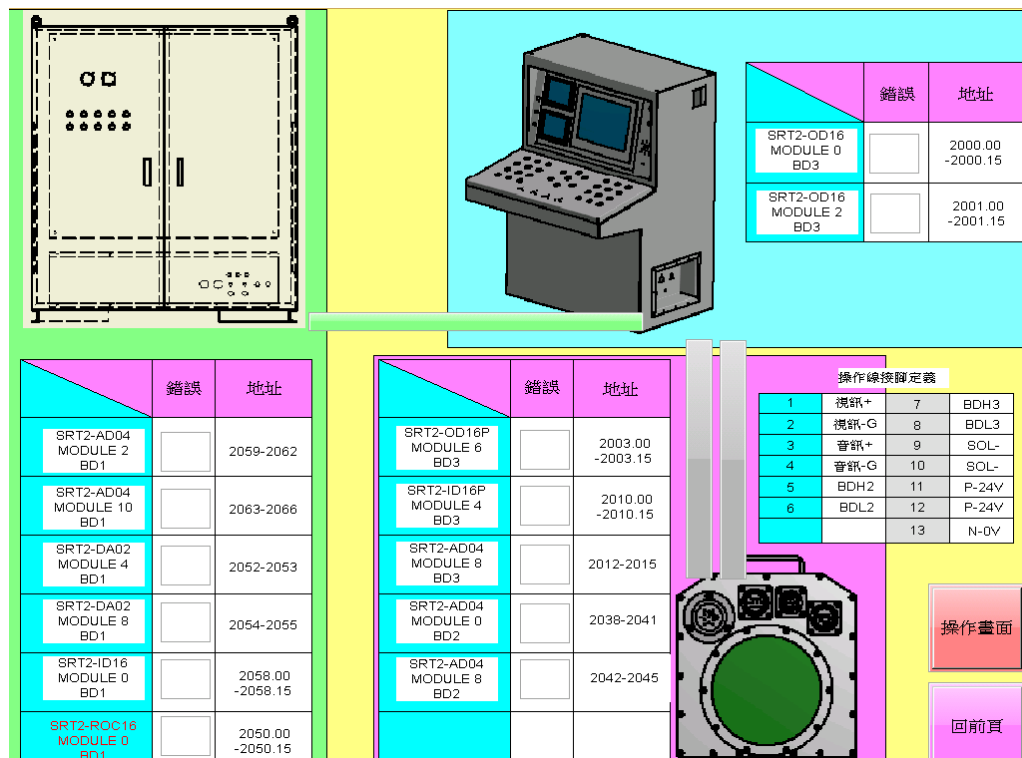


圖 2.8-34 PLC 模組監測區示意圖

當錯誤方塊以紅色閃爍，表示該模組故障或通信線斷線，檢查該模組是否正常。

### 2.8.3 舊工程繼續施工

繼續完成舊工程，並進入施工操作畫面。

### 2.8.4 語言切換

切換語言類型，包括中文簡體和繁體中文。

## 2.9 泥水式推進工法施工要領

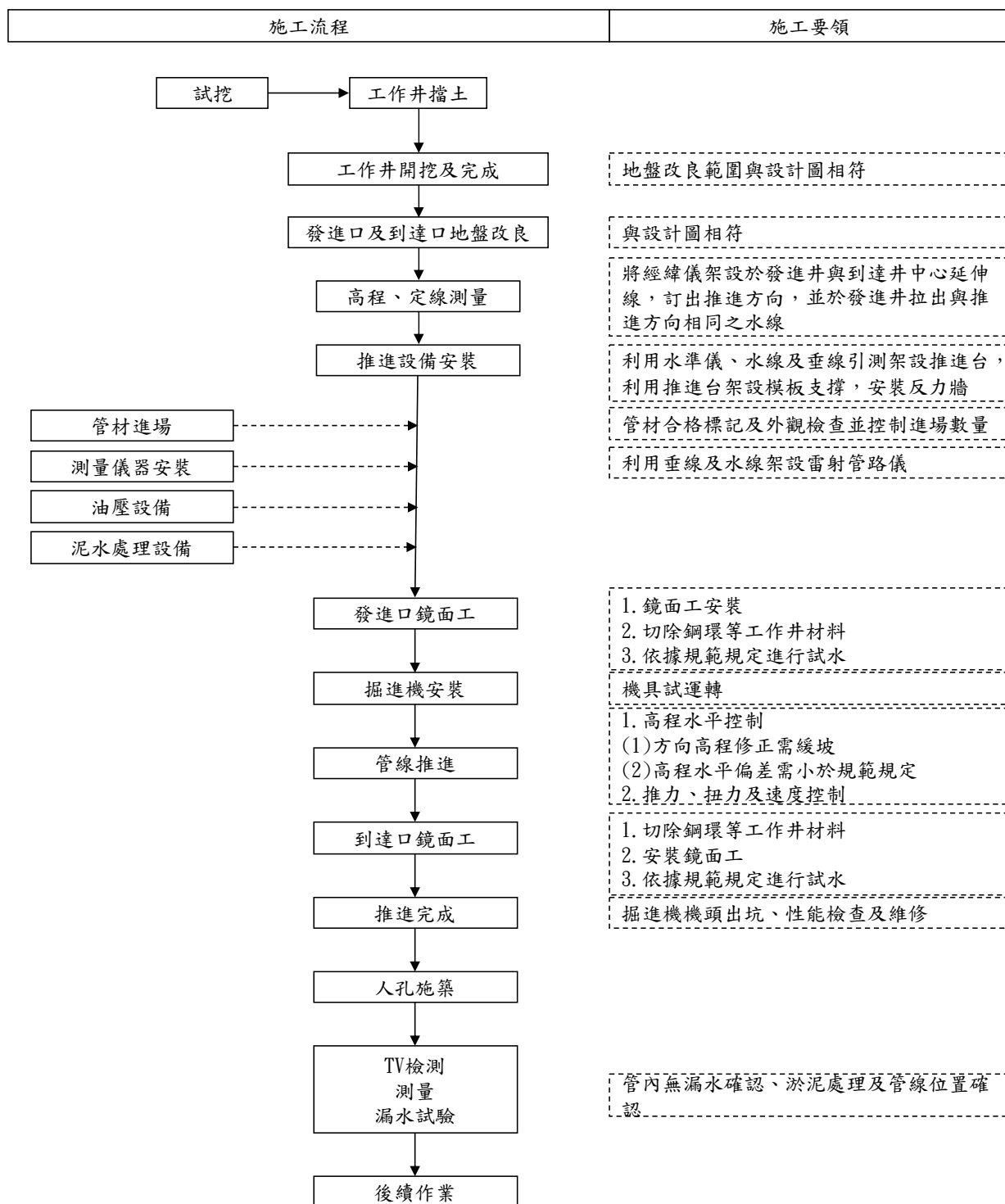


圖 2.9-1 推進工法施工要領作業流程圖

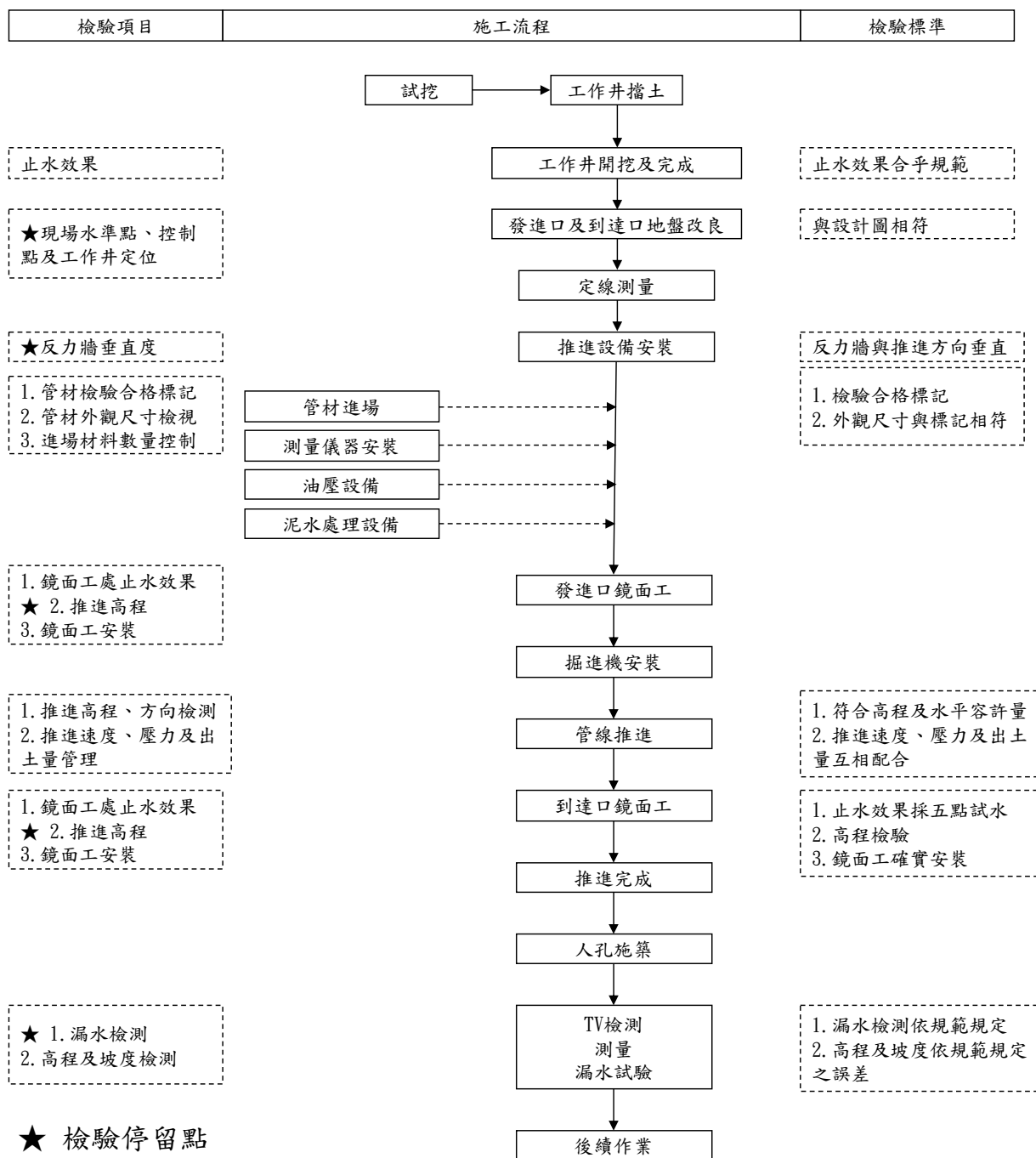


圖 2.9-2 推進工法施工單位施工流程及檢驗要點

表 2.9-1 推進施工管理標準及檢查頻率表

| 製程或作業說明 |             | 管理項目                               | 管理標準                      | 檢查時期    | 檢查方法                                            | 檢查頻率     | 不合格之處理 | 管理記錄            | 備註 |
|---------|-------------|------------------------------------|---------------------------|---------|-------------------------------------------------|----------|--------|-----------------|----|
| 推進前階段   | 工作井定位測量     | 1. 現場水準點<br>2. 各工作井控制點<br>3. 工作井定位 | 符合規範圖說及相關規定               | 推進前與後   | 測量                                              | 會同施工廠商抽測 | 重測     | 測量紀錄<br>自主檢查表   |    |
|         | 工作井施築       | 擋土措施                               | 符合規範圖說及相關規定               | 推進前、中及後 | 查核施作作業抽驗混凝土品質                                   | 每階段      | 修正     | 施工日報表           |    |
|         |             | 開挖支撐                               |                           |         |                                                 |          |        |                 |    |
|         |             | 坑底PC基礎版                            | 符合規範圖說、鋼筋混凝土檢驗辦法及其它相關規定   | 推進中     |                                                 |          |        | 混凝土澆置紀錄<br>施工照片 |    |
|         | 發進口及到達口地盤改良 | 注藥之位置及深度                           | 符合規範圖說及相關規定               | 注藥中     | 量測                                              | 不定期抽查    | 修正     | 注藥日報表           |    |
|         |             | 灌注壓力                               | 符合相關規定                    | 注藥中     | 量測                                              | 不定期抽查    | 修正     | 同上              |    |
|         | 反力牆架設       | 垂直度                                | 1. 與推進方向保持垂直面<br>2. 反力牆安裝 | 施作完成    | 測量                                              | 每處工作井    | 改正     | 自主檢查表           |    |
|         | 管材          | 管材                                 | 符合材料品質管理標準、運抵現場查驗檢驗標記及外觀  | 材料進場    | 檢視<br>1. 管材檢驗合格標記<br>2. 管材外觀尺寸檢視<br>3. 進場材料數量控制 | 每批材料     | 退貨     | 自主檢查表<br>材料管制表  |    |

表 2.9-1 推進施工管理標準及檢查頻率表(續)

| 製程或作業說明 |             | 管理項目          | 管理標準                                        | 檢查時期 | 檢查方法                            | 檢查頻率  | 不合格之處理 | 管理記錄                   | 備註 |
|---------|-------------|---------------|---------------------------------------------|------|---------------------------------|-------|--------|------------------------|----|
| 同上      | 發進口鏡面工試水    | 止水效果          | 鏡面無滲漏現象                                     | 施作完成 | 測量                              | 每處發進口 | 改正     | 自主檢查表                  |    |
| 推進中階段   | 發進作業        | 管線推進<br>高程與方向 | 符合規範圖說及相關規定                                 | 施工前  | 1. 會同施工廠商人員複測<br>2. 審查施工廠商自主檢查表 | 每一工作井 | 重作     | 測量紀錄<br>自主檢查表          |    |
|         | RCP<br>推進作業 | 推進施工          | 1. 高程與方向檢測，依設計高程容許誤差<br>2. 推進速度、壓力、出土量、異常管理 | 施工中  | 1. 測量<br>2. 審查施工廠商自主檢查表         | 不定期檢測 | 修正     | 自主檢查表<br>推進日報表<br>測量紀錄 |    |
|         |             | 災害與障礙處置       | 遭遇湧水、湧砂或特殊地質、流木等障礙物，則停止推進                   | 施工中  | 會同施工廠商人員勘查                      | 每次    | 研討處理方案 | 同上                     |    |
|         | 到達口鏡面工試水    | 止水效果          | 鏡面無滲漏現象                                     | 施作完成 | 測量                              | 每處到達口 | 改正     | 自主檢查表                  |    |

表 2.9-1 推進施工管理標準及檢查頻率表(續)

| 製程或作業說明 |           | 管理項目               | 管理標準                      | 檢查時期        | 檢查方法                                  | 檢查頻率           | 不合格之處理 | 管理記錄          | 備註 |
|---------|-----------|--------------------|---------------------------|-------------|---------------------------------------|----------------|--------|---------------|----|
| 推進後階段   | 推進完成之後續作業 | 管線方向與高程            | 符合規範規定完成高程容許誤差            | 推進後         | 測量                                    | 不定期檢測          | 依規範規定  | 測量紀錄<br>自主檢查表 |    |
|         |           | 管線內部檢查             | 符合規範規定                    | 推進後         | TV檢測                                  | 每一段            | 依規範規定  | 管線內部檢查表       |    |
|         | 人孔施築      | 人孔材料               | 符合材料品質管理標準及運抵現場再查對檢驗標記與外觀 | 材料進場<br>施工中 | 檢視審查施工廠商自主檢查表(含材料及施工)                 | 每批材料<br>隨機檢視人孔 | 退貨改善   | 自主檢查表         |    |
|         | 回填作業      | CLSM回填             | 符合規範規定                    | 施工後         | 1. 審查施工廠商自主檢查表<br>2. 會同施工廠商人員檢測       | 依規範頻率          | 依規範規定  | 試驗報告<br>自主檢查表 |    |
|         | 復舊階段      | 人孔框蓋材質             | 符合材料品質管理標準及運抵現場再查驗檢驗標記與外觀 | 施工前         | 檢視審查施工廠商自主檢查表                         | 每批             | 退貨     | 自主檢查表         |    |
|         |           | 人孔、路面高程與平整度及AC完成品質 | 符合規範規定<br>人孔框蓋放置後平穩       | 施工後         | 1. 審查施工廠商自主檢查表<br>2. 會同施工廠商複測高程、檢視人孔蓋 | 每處             | 修正或重作  | 測量紀錄<br>自主檢查表 |    |

## 第三章 土壓式推進工法

### 3.1 土壓式推進工法

#### 一、基本概念

主要係以隔板密閉掘進機構體，僅切削盤露出構體前端，當推進井元押千斤頂挺進時，於切削盤轉動將前端土壤，切削後之土壤進入切削盤內側，使切削盤充滿土壤形成的壓力，保持切削盤與地下土、水壓之壓力平衡，以穩定切掘削作業，切削盤內較粗顆粒土壤，經攪拌成細土壤由螺旋輸送機輸出，同時操作千斤頂推力之大小，將影響出土量之多寡。

土壓式推進工法依設置添加材分為有添加材及無設置添加材的土壓式推進工法及泥土式推進工法等兩種，注入添加材對於一般粉土、粘土質及礫質土(含礫率 30 %以下者)，促進掘削土壤的塑性流動化之作用。

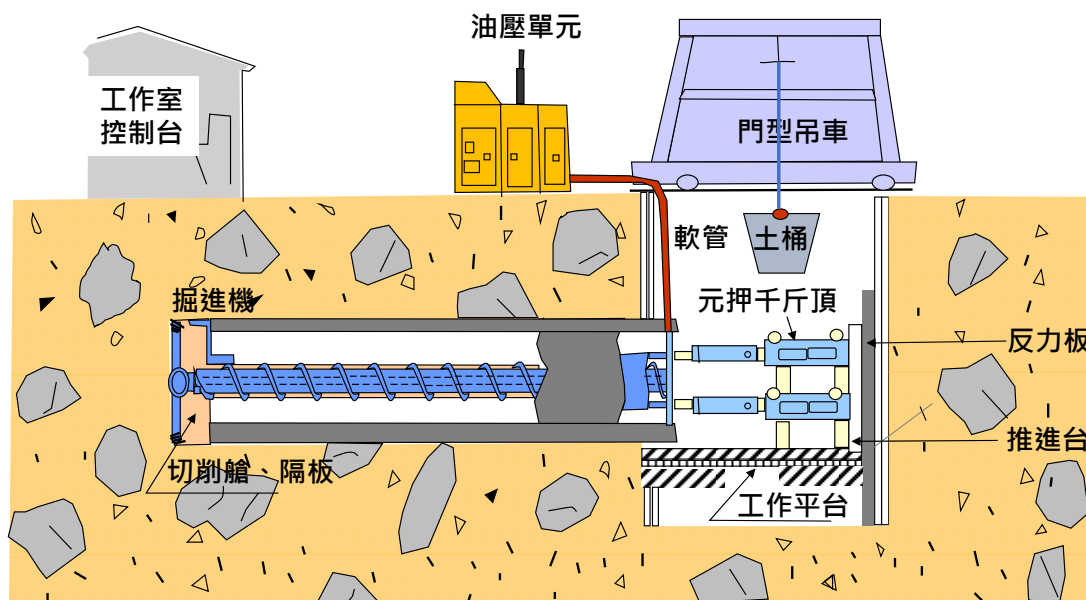


圖 3.1-1 土壓推進工程示意圖

#### 二、工法特性(本案係針對 $\varphi 300\text{mm} \sim \varphi 600\text{mm}$ 管徑說明)

1. 與泥水式比較：不需要大型泥水處理設備，狹隘的作業基地亦可施工
2. 掘削面穩定性高，地質適用範圍廣
3. 密封型挖掘作業，施工安全性高
3. 挖掘之土壤以螺旋管輸送至坑內以土桶裝置後再吊裝至地面，坑內作業環境安全較弱

### 3.1.1 不同地質之適用性

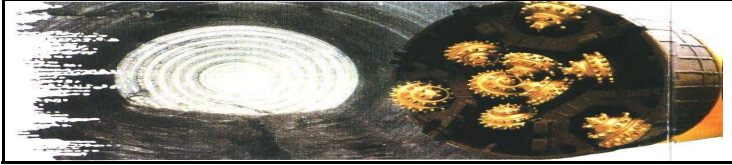
#### 一、地質適用性

土壓式推進工法適用地質廣泛，無論是普通土層、黏土、礫石土層、硬質土皆可適用，尤其是礫石土及硬質土地盤，且對於地下水位高之土層亦可使用此工法。

#### 二、掘進機頭選擇

依據各地區不同地質之條件，切削刀盤之選用不同，於一般土壤時主要是以挖掘土壤為主，於卵礫石層及岩盤時需將卵礫石及岩盤進行破碎，各地質合適的切削刀盤如下所示。

表 3.1-1 切削盤適用土層表

| 切 削 盤                                                                               | 適 用 土 層    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|    | 砂質土<br>粘質土 |
|   | 礫質土        |
|  | 卵礫石層       |
|  | 岩盤         |

#### 三、地質分類

就施工技術概念參考台北市衛工處施工規範地質分類，區分如下：

1. 砂質土或粘質土(礫石含有率未滿 30%、N 值 30 以下)
2. 礫質土(礫石含有率大於 30%小於 60%、N 值 50 以下)
3. 卵礫石層(卵石加礫石含有率超過 60%)
3. 岩盤(N 值超過 50)

就估驗計價方式參照營建署頒訂之「污水下水道管線預算書範本」，區分如下：

1. 普通土
2. 礫質土
3. 岩盤

### 3.1.2 前方土質預測之重要性與資訊判識

除了依據地質鑽探及設計圖資料，施工人員在現場實際施工時推進機會有電腦數據產生，土壓式推進工法可藉由扭距來判斷地質狀況與預期是否相符，或是在遭遇與預期地質不同的狀況下可進行應變，以砂質、黏質土刀盤為例，於砂質土推進時正常扭距為5~8(kN)，但在遭遇礫質土或卵礫石層時，扭距會上升至8~16(kN)或無法推進，而在遭遇岩盤石則會因地質太硬無法推進，施工人員可藉由不同的數據來判斷推進前方土質及進行相關之操作。

表 3.1-2 遭遇不同地質扭距顯示變化示意圖(由 komatsu 提供)

| 面盤型式：砂質、黏質土刀盤 |           |          | Komatsu 400mm   |            |                 |            |
|---------------|-----------|----------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| 地質            | 正常推進      |          |                 | 地質變化       |                 |            |
|               | 油壓轉速(RPM) | 推進速度     | 砂質土-扭距(KN)      | 黏質土-扭距(KN) | 礫質土或卵礫石層-扭距(KN) | 岩盤-扭距(KN)  |
| 砂質土           | 2200      | 50%~100% | 5~8             | 7~12       | 8~16或無法推進       | 無法推進       |
| 面盤型式：砂質、黏質土刀盤 |           |          |                 |            |                 |            |
| 地質            | 正常推進      |          |                 | 地質變化       |                 |            |
|               | 油壓轉速(RPM) | 推進速度     | 黏質土-扭距(KN)      | 砂質土-扭距(KN) | 礫質土或卵礫石層-扭距(KN) | 岩盤-扭距(KN)  |
| 黏質土           | 2200      | 40%~70%  | 7~12            | 5~8        | 8~16或無法推進       | 無法推進       |
| 面盤型式：礫質土或卵礫石層 |           |          |                 |            |                 |            |
| 地質            | 正常推進      |          |                 | 地質變化       |                 |            |
|               | 油壓轉速(RPM) | 推進速度     | 礫質土或卵礫石層-扭距(KN) | 黏質土-扭距(KN) | 砂質土-扭距(KN)      | 岩盤-扭距(KN)  |
| 礫質土或卵礫石層      | 2200      | 5%~70%   | 5~16            | 7~16或無法推進  | 5~8             | 8~12       |
| 面盤型式：岩盤       |           |          |                 |            |                 |            |
| 地質            | 正常推進      |          |                 | 地質變化       |                 |            |
|               | 油壓轉速(RPM) | 推進速度     | 岩盤-扭距(KN)       | 黏質土-扭距(KN) | 礫質土或卵礫石層-扭距(KN) | 砂質土-扭距(KN) |
| 岩盤            | 2200      | 10%~50%  | 7~12            | 7~16或無法推進  | 5~16            | 5~8        |

## 3.2 機械簡介

### 3.2.1 機械規格及設備介紹

#### 一、掘進機頭

| 項目      | 規格              |
|---------|-----------------|
| 切削頭迴轉力矩 | 16.9kN·m        |
| 切削頭回轉速  | 0~12.5 rpm      |
| 尺寸      | φ555 mm/φ687 mm |
| 工作質量    | 2350kg/3000kg   |

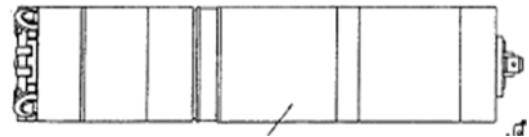


圖 3.2-1 掘進機頭示意圖

#### 二、推進裝置

| 項目   | 規格       |
|------|----------|
| 推進行程 | 600 mm×2 |
| 總體寬度 | 1480 mm  |
| 總體長度 | 2346 mm  |
| 工作質量 | 3.45 t   |

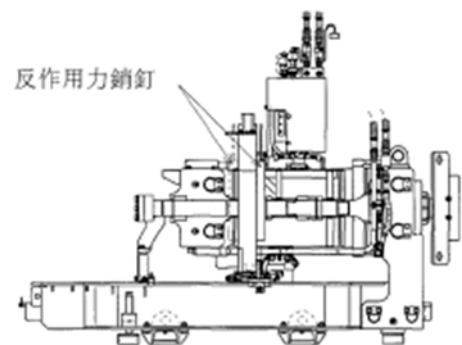
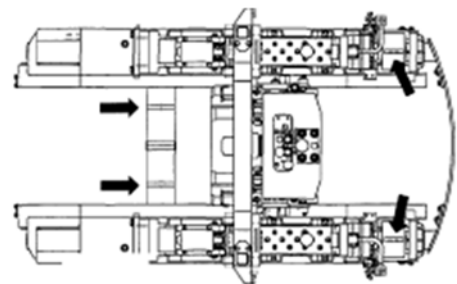


圖 3.2-2 推進裝置示意圖

### 三、操作台(控制單元)

| 項目 | 規格     |
|----|--------|
| 重量 | 55 kg  |
| 長度 | 582 mm |
| 寬度 | 483 mm |
| 高度 | 661 mm |

控制單元



圖 3.2-3 操作台示意圖

### 四、發電機(油壓單元)

| 項目     | 規格       |
|--------|----------|
| 發電機名稱  | 小松 柴油發電機 |
| 標準輸出功率 | 60 kw    |
| 起動裝置   | 24 V     |
| 質量     | 2200kg   |



發電機



圖 3.2-4 發電機示意圖

### 五、油壓閥單元

| 項目 | 規格     |
|----|--------|
| 寬度 | 960 mm |
| 長度 | 600 mm |
| 高度 | 900 mm |
| 質量 | 300 kg |

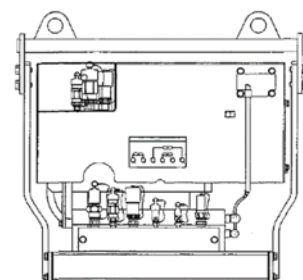


圖 3.2-5 油壓閥單元示意圖

### 3.3 各裝置說明及設備安裝

本節係以土壓之推進機來進行解說，將敘明控制單元、遙控器盒、空氣調壓器、報警指示燈、油壓單元、推進裝置、掘進機頭、雷射目標鏡等進行說明，設備安裝如下。

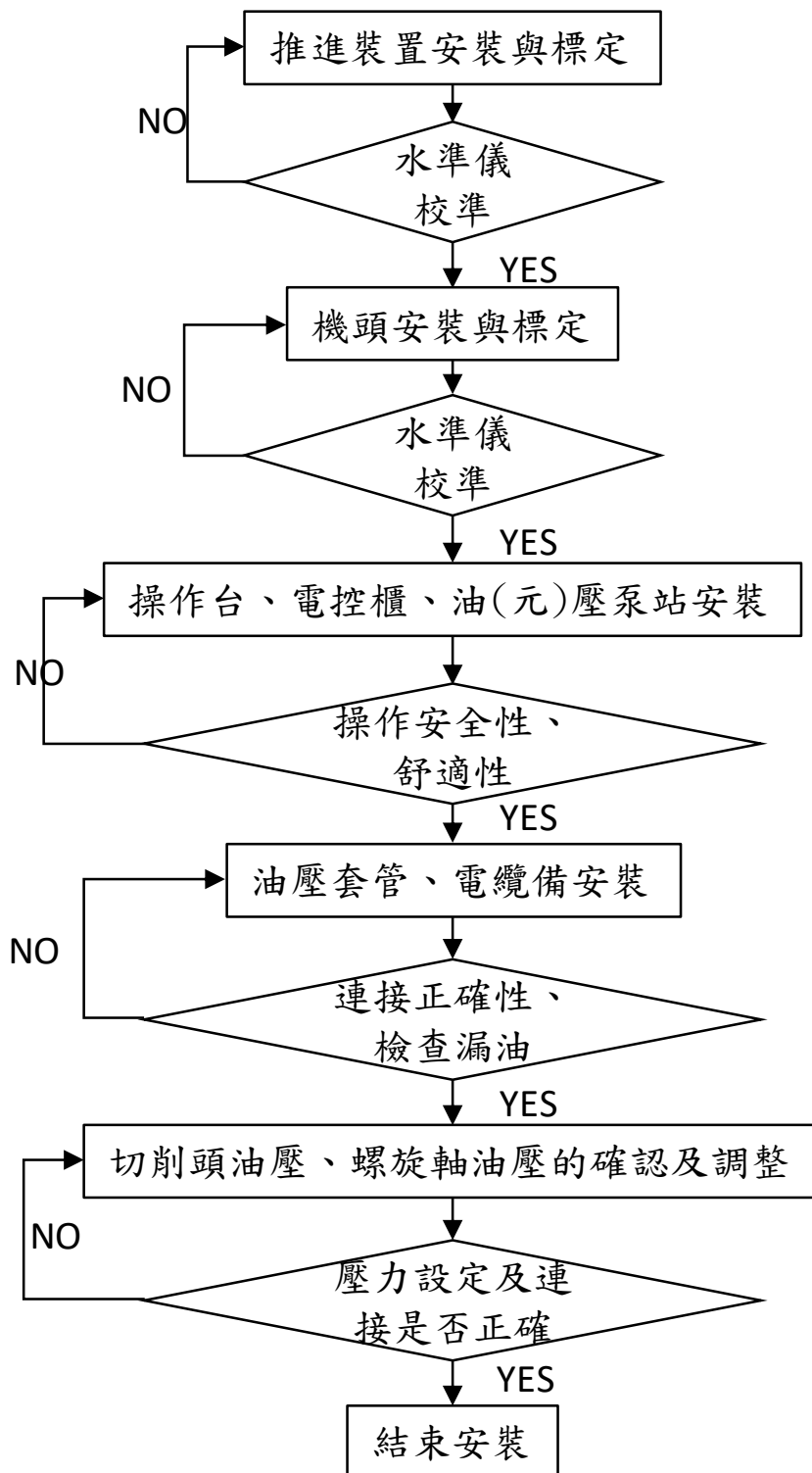


圖 3.3-1 土壓式推進工法設備安裝流程圖

### 3.3.1 啟動設備

- 一、在確保供電電源接通正常情況下，打開電控櫃，將電源開關 QF0(位於電控櫃內左上方)向上扳動到 ON 位置，接通電源。

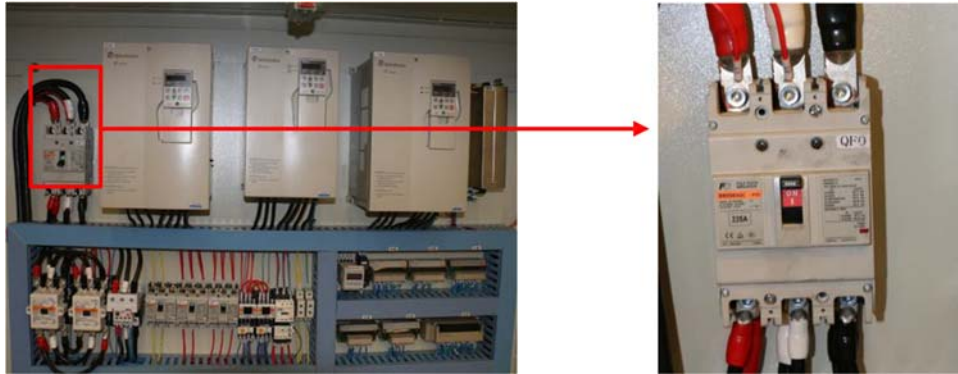


圖 3.3-2 電控櫃開關示意圖

- 二、依次將電源開關 QF1、QF2、QF3 向上扳動到 ON 位置。



圖 3.3-3 QF1、QF2、QF3 電源開關示意圖

- 三、順時針旋轉操作臺上的電源開關，啟動操作台。



圖 3.3-4 操作臺電源開關示意圖

**⚠注意** 為防止觸電，操作前請保證操作台、電控櫃接地，並務必使用附屬的接地銅棒，以免造成危險。

### 3.3.2 控制單元

#### 一、LED(監視器)和亮度大小



圖 3.3-5 LED(監視器)示意圖

表 3.3-1 LED(監視器)功能說明表

| 序號 | 名稱           | 功能說明                    |
|----|--------------|-------------------------|
| 1  | 24V          | 由油壓單元過來 24V 電壓時電燈       |
| 2  | 油壓單元(油圧ユニット) | 發電機油壓單元：發電機正常運行時亮燈      |
| 3  | 控制電源(制御電源)   | 控制單元的控制電源為 ON 時亮燈       |
| 4  | 遙控器(リモコン)    | 遙控器為可使用狀態時亮燈            |
| 5  | 推進中          | 推進罩的“伸”的動作中亮燈           |
| 6  | 緊急停止(非常停止)   | 按下緊急停止開關時亮燈<br>發電機停止時亮燈 |
| 7  | 亮度(照度ボリューム)  | 用於調整液晶螢幕的亮度             |

## 二、IC 卡

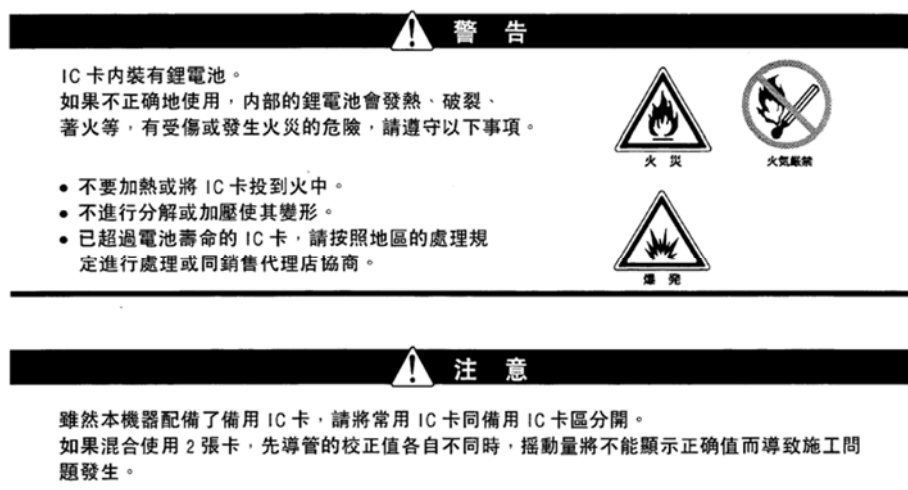


圖 3.3-6 IC 卡示意圖

IC 卡具有下列五種功能

(一) 可作為控制單元的鍵：

未插入此卡或未完全插入此卡時，控制單元不起動。

(二) 施工資料的記錄：

用“選單 (メニュー)”鍵可以參照施工資料。

(三) 推進油缸位置的記憶：

記憶先導管的搖動油缸的校正值(0 點)，於使用其他先導管時重新進行校正。

(四) 先導管的土壓計的校正值、臨界值的記憶：

記憶先導管的土壓計的校正值和臨界設定值。

## 三、選擇端子

不使用搖控器時，一定要連接此端子，未連接時，與按下緊急開關時的狀態為相同狀態；使用搖控器時，為防止丟失，請保管在玻璃板內。



圖 3.3-7 選擇端子示意圖

#### 四、保險絲

- (一) 更換保險絲時，一定要先切斷電源後再進行。
- (二) 保險絲附著在控制單元的外罩內的背面。
- (三) 防止電氣部件、配線的燒損。
- (四) 如果保險絲受腐蝕後出白粉，或保險絲架與保險絲之間出現鬆動，請更換保險絲。
- (五) 更換保險絲時，請更換相同容量的保險絲。

#### 五、觸模鍵及開關

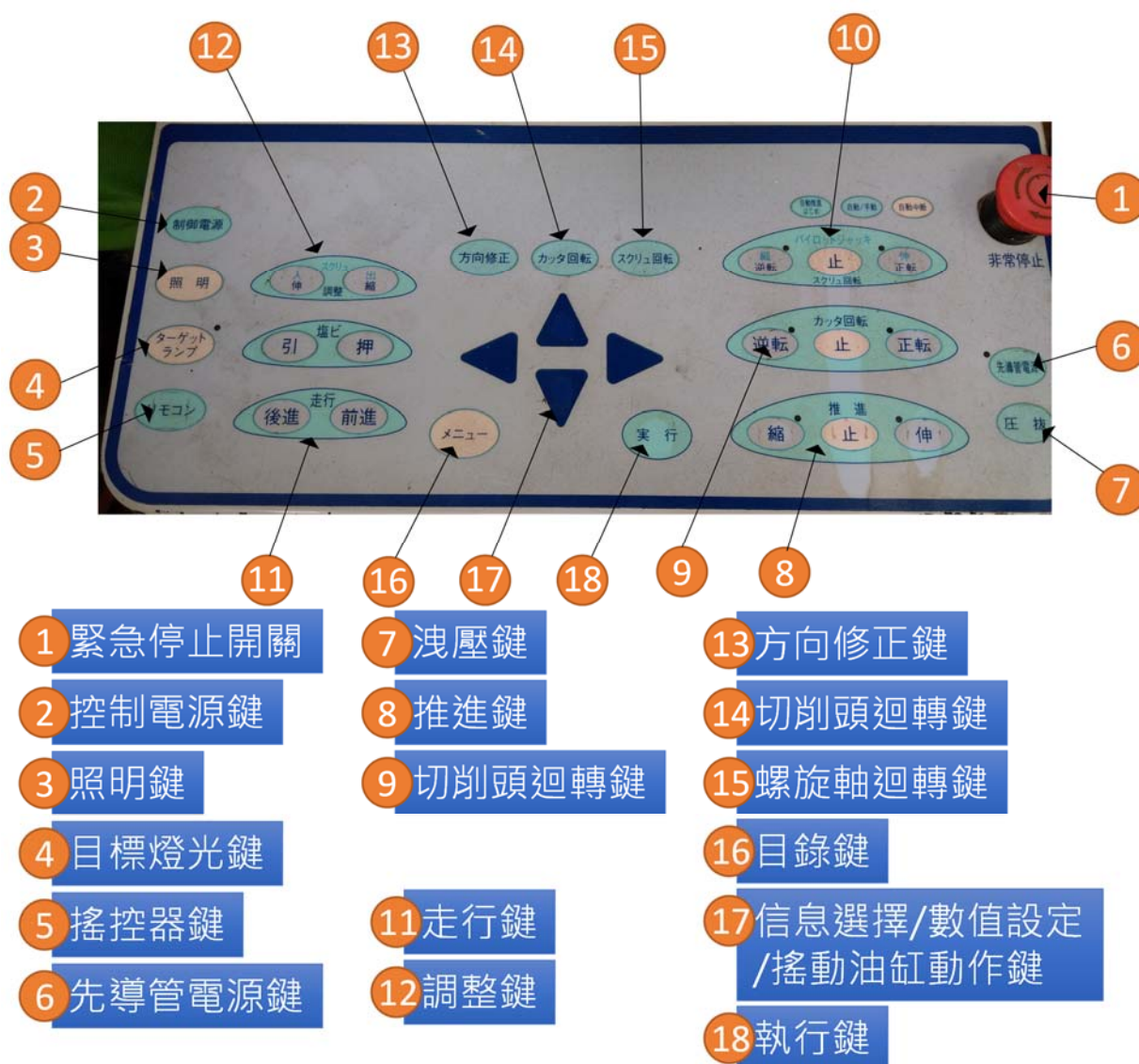


圖 3.3-8 觸模鍵及開關示意圖

### (一) 緊急停止開關

按 1 次以後開關為塌陷狀態，所有的動作都將停止。

1. 發電機停止。(發電機油壓單元)
2. 控制單元控制電源 OFF (24V 不變)
3. 控制單元 LED(監視器)的「非常停止」：亮燈
3. 油壓單元 故障燈：亮燈

重新開始運行時，請查明原因後，順時針方向旋扭緊急停止開關，使其復位。

復位後

1. 控制單元 LED(監視器)的「非常停止」：亮燈
2. 油壓單元 故障燈：滅燈



圖 3.3-9 緊急停止開關操作示意圖

### (二) 控制電源鍵

接通/斷開(ON/OFF)控制電源。

控制電源為 ON 時，LED(監視器)的「控制電源」：亮燈。

### (三) 照明鍵

螢光燈(控制單元的有機玻璃內)的亮燈/滅燈。

### (四) 目標燈 (ターゲットランプ)鍵

先導管電源為 ON 時，將雷射目標鏡內的目標燈光接通/斷開(ON/OFF)。

LED(觸模式鍵盤)亮燈/滅燈。

### (五) 遙控器 (リモコン)鍵

如果控制電源在 ON 的狀態下按 1 秒鐘以上，則遙控器變為可使用狀態，觸模鍵則不被接受。

LED(監視器)的遙控器亮燈。

如果再按下 1 秒鐘以上，則觸模鍵可以使用，遙控器將不被接受。

LED(監視器)的遙控器滅燈。

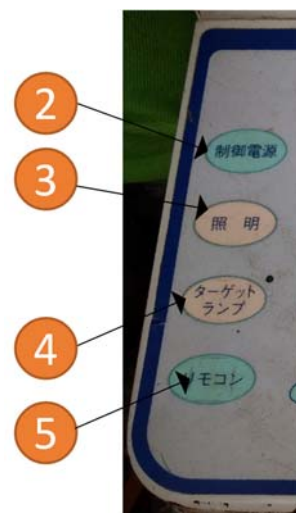


圖 3.3-10 觸模鍵及開關示意圖(續 1)

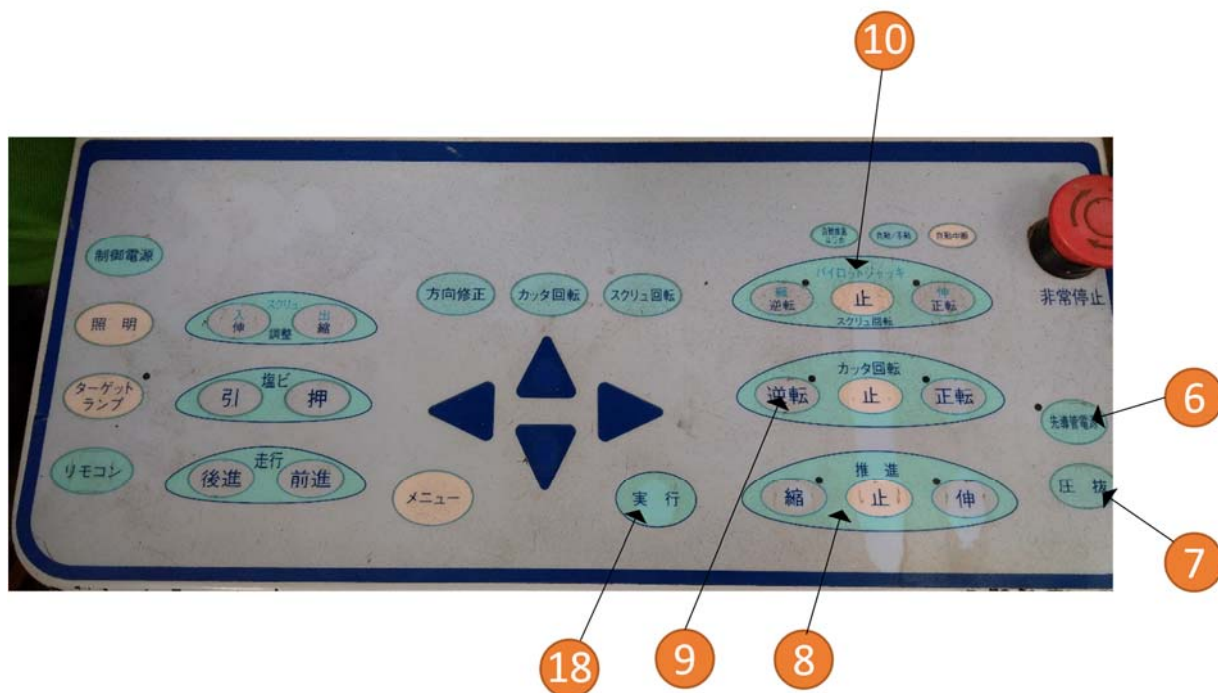


圖 3.3-11 觸模鍵及開關示意圖(續 2)

#### (六) 先導管電源鍵

將至先導管的電路  
接通/斷開(ON/OFF)。

LED(觸模鍵)亮燈/  
滅燈。

1. 連接電氣電纜時，請將此鍵放在 OFF 位置。
2. 先導管電源為 OFF 時，右圖的斜線部份的顯示內容將不顯示正確值，畫面的注意事項欄目中顯示「先導管電源為 OFF 狀態」。

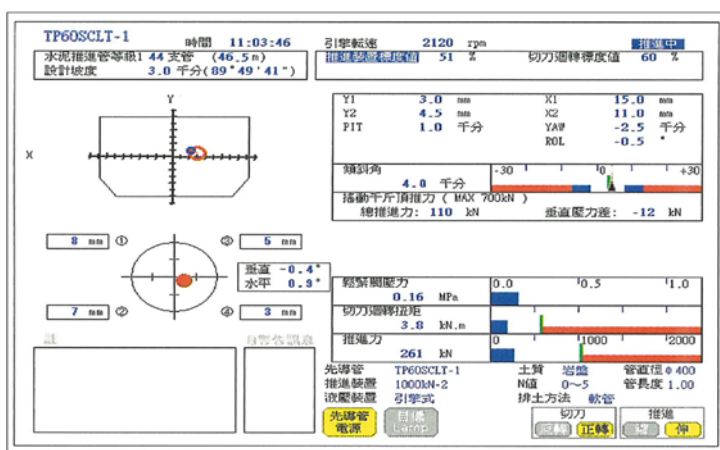


圖 3.3-12 先導管電源鍵示意圖

#### (七) 壓拔鍵

釋放油壓回路中的壓力。

在接管等作業中，安裝卸下油壓軟管時使用。

每按一下“洩壓”鍵，將為洩壓狀態、通常狀態之轉換。

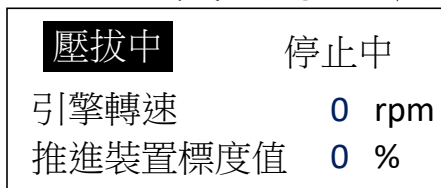


圖 3.3-13 壓拔鍵視窗示意圖

1. 動作中無法進行轉換，請將動作停止後再進行轉換。
2. 洩壓狀態時，畫面右上方顯示「壓拔中」，切削頭、螺旋軸、推進的各刻度將改為最小值，且各刻度無法更改。
3. 從洩壓狀態復位後，畫面右上方顯示的「壓拔中」消失，切削頭、螺旋軸、推進的各刻度恢復到按“洩壓”鍵以前的狀態。

#### (八) 推進鍵

直到按下“止”鍵為止前，將一直動作。

1. “伸”鍵：推進油缸延伸，LED(觸摸鍵)亮燈。
  2. “縮”鍵：推進油缸收縮，LED(觸摸鍵)亮燈。
  3. “止”鍵：推進油缸停止動作，LED(觸摸鍵)滅燈。
3. 如果在按下“止”鍵的同時按“伸”鍵或“縮”鍵，可進行點動操作。

#### (九) 切削頭旋轉(カッタ回転)鍵

直到按下“止”鍵為止前，將一直動作。

1. “正轉”鍵：切削頭正轉，LED(觸摸鍵)亮燈。
  2. “反轉”鍵：切削頭反轉，LED(觸摸鍵)亮燈。
  3. “止”鍵：切削頭停止，LED(觸摸鍵)滅燈。
3. 如果在按下“止”鍵的同時按“正轉”鍵或“反轉”鍵，可進行點動操作。

#### (十) 螺旋軸旋轉(スクリュ回転)鍵

1. “正轉”鍵：螺旋軸正轉，LED(觸摸鍵)亮燈。
  2. “反轉”鍵：螺旋軸反轉，LED(觸摸鍵)亮燈。
  3. “止”鍵：螺旋軸停止，LED(觸摸鍵)滅燈。
3. 如果在按下“止”鍵的同時按“正轉”鍵或“反轉”鍵，可進行點動操作。

5. 由“正”到“反”，或由“反”到“正”，為了保護油壓回路，2 秒鐘內無法進行鍵操作。

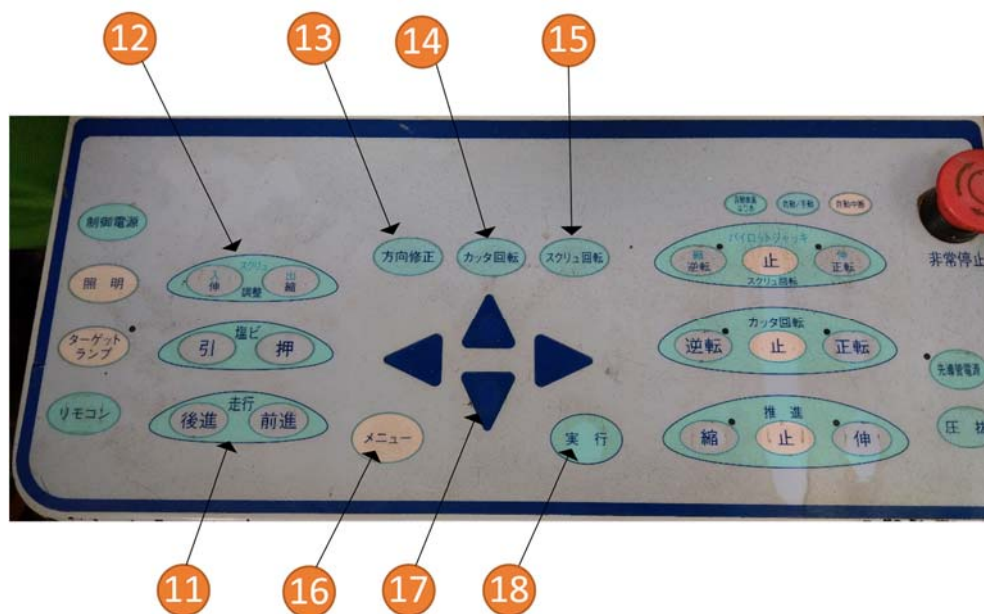


圖 3.3-14 觸模鍵及開關示意圖(續 3)

#### (十一) 走行鍵

只有在同時並持續按下前進或後退鍵(走行鍵)(11)和執行鍵(18)時才能動作。

1. 走行前進時：按“前進”鍵的同時按(推進)伸鍵，則推進千斤頂快速伸出。
2. 走行後退時：按“後退”鍵的同時按(推進)縮鍵，則推進千斤頂快速收縮。

#### (十二) 螺旋管調整千斤頂(スクリュ)鍵

只有在持續按下“伸”或“縮”鍵的時間內動作。

1. 按“伸”鍵，則調整千斤頂延伸。
2. 推進刻度需設定在 30%以上才會動作。
3. 按“縮”鍵，則調整千斤頂收縮。
3. 推板不動，推板與驅動裝置間的距離縮小。
5. 推進刻度需設定在 30%以上才會動作。

#### (十三) 方向修正鍵

進行先導管的搖動操作時使用此鍵。

(十四) 切削頭迴轉 (カツタ回轉) 鍵

設定-修改切削頭的迴轉速度時使用此鍵。

(十五) 螺旋軸迴轉 (スクリュ回轉) 鍵

設定-修改螺旋軸的迴轉速度時使用此鍵。

(十六) 選單鍵 (メニュー)

讓操作畫面上顯示「メニューwindow」時使用此鍵。

(十七) 選單選擇 (メッセージ選択)/數值設定/搖動搖桿操作 (シリンダ作動) 鍵

1. 用“▲▼”鍵選擇畫面上的信息。
2. 用“▲▼”鍵設定或修改「推進刻度(推進目盛)」或「切削盤旋轉刻度(カツタ回轉目盛)等數值」。
3. 用“▲▼▶◀”鍵使搖動油缸動作，進行先導管的搖動操作。

(十八) 實行鍵

1. 確定用“▲▼▶◀”鍵所選擇或設定的內容時使用此鍵。
2. 如果與“走行”鍵同時操作，則進行走行(前進、後退)操作。

六、推進操作畫面(監視器)

警告、注意、故障內容的顯示

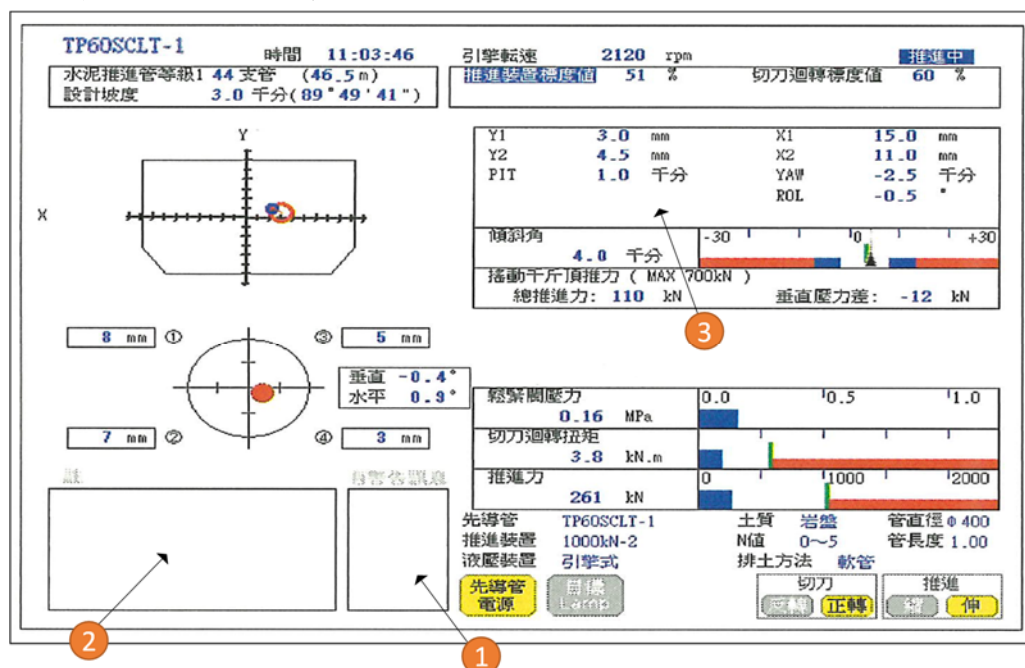


圖 3.3-15 推進操作畫面示意圖(續 1)

### (一) 警告發生欄目

在此欄目中有顯示時，請馬上停機並檢查，維修該部位；機器發生異常情況時，顯示「緊急停止」或「有警告(警告あり)」。

### (二) 注意事項欄目

顯示機器運行過程中應注意的事項。

### (三) 注意事項欄目

先導管的位置測量狀況發生異常時有顯示。

警告、注意、故障內容的顯示

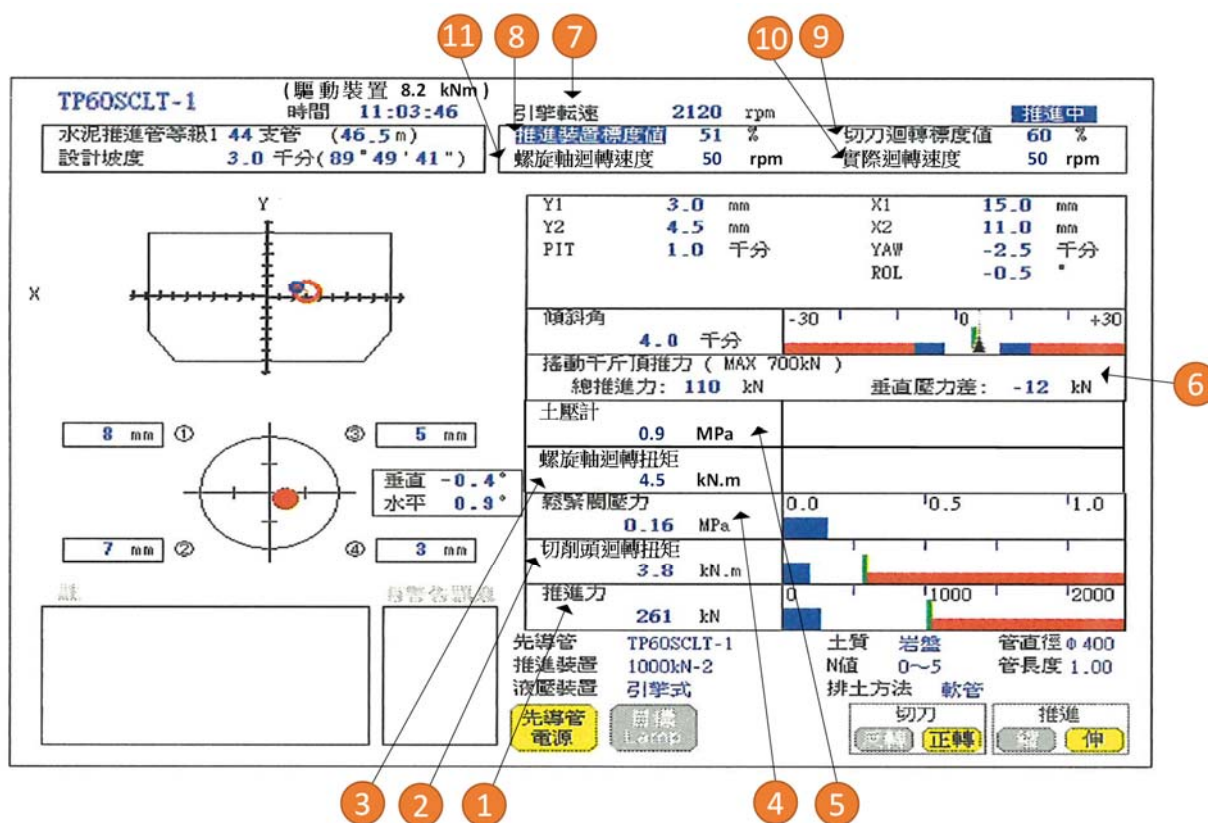


圖 3.3-16 推進操作畫面示意圖(續 2)

### (一) 推進力

1. 顯示所有推進油缸的推力。
2. 按下推進的“縮”鍵、走行的“後進”鍵時，顯示拉力。
3. 紅色區域因管種管徑而異。

### (二) 切削盤迴轉扭矩(カツタ回転トルク)

1. 顯示切削盤的迴轉扭力。

2. 紅色區域如下

|                                          |                      |
|------------------------------------------|----------------------|
| $\phi 400$ 系列( $\phi 400$ 、 $\phi 500$ ) | 19.6kN·m(2000kg·m)以上 |
|------------------------------------------|----------------------|

(三) 螺旋軸迴轉扭矩 (スクリュ回転トルク)

1. 顯示螺旋軸的迴轉扭力。

2. 紅色區域如下

|                                          |                    |
|------------------------------------------|--------------------|
| $\phi 400$ 系列( $\phi 400$ 、 $\phi 500$ ) | 8.2kN·m(840kg·m)以上 |
|------------------------------------------|--------------------|

(四) 鬆緊閥壓力 (ピンチ弁圧)

顯示鬆緊閥的氣壓。

(五) 土壓計

顯示鬆緊閥前面的外罩內的土壓。

(六) 搖動千斤頂總推力 (搖動シリンダカ)

1. 總推推力：因顯示 4 個搖動千斤頂的總推力，所以可讀取施加在切削頭前面的推力。

2. 垂直壓力差：顯示(上側 2 個搖動千斤頂力)-(下側 2 個搖動千斤頂力)的值。

3. 只要有 1 個搖動千斤頂的行程為 0mm，則不能正確地顯示施加在切削頭上的推力數值；推進中，儘可能不要使行程為 0mm。

3. 搖動千斤頂的行程不為 0mm，且不為搖動操作中；上下差壓顯示+(正)時，先導管有朝上的傾向；上下差壓顯示-(負)時，先導管有朝下的傾向；進行方向修正時，請在參考位置，傾斜角的同時也請參考上下差壓的值以決定搖動量。

(七) 引擎轉速 (エンジン回転速度)

顯示油壓單元的發動機迴轉速度(未滿 10rpm 時捨去)。

(八) 推進裝置刻(標)度值(推進目盛)

將推進千斤頂的伸縮速度的設定值由 1~100%顯示。

(九) 切削盤迴轉刻(標)度值(カッタ回転目盛)

將切削盤迴轉速度的設定值由 1~100%顯示。

(十) 實際迴轉速度(実回転速度数)

顯示切削盤的實際迴轉速度(小數點後 1 位以上舍去)。

(十一) 螺旋軸迴轉速度(スクリュ回転速度)

顯示螺旋軸迴轉速度的設定值。

(十二) 設定裝置

1. 顯示初期選擇中所設定的裝置。
2. 先導管系列：「 $\phi 400$ 」或「 $\phi 500$ 」(為底座先導管的口徑)。
3. 推進架台：「1000kN」或「2000kN」；1000kN 的架台為帶有 2 個推進千斤頂的架台；2000kN 的架台為帶有 4 個推進千斤頂的架台。
3. 驅動裝置：「8.2kN」或「11.8kN」，當選擇  $\phi 400$  系列先導管及 2000kN 架台時有此顯示。

先導管的位置、姿勢的顯示

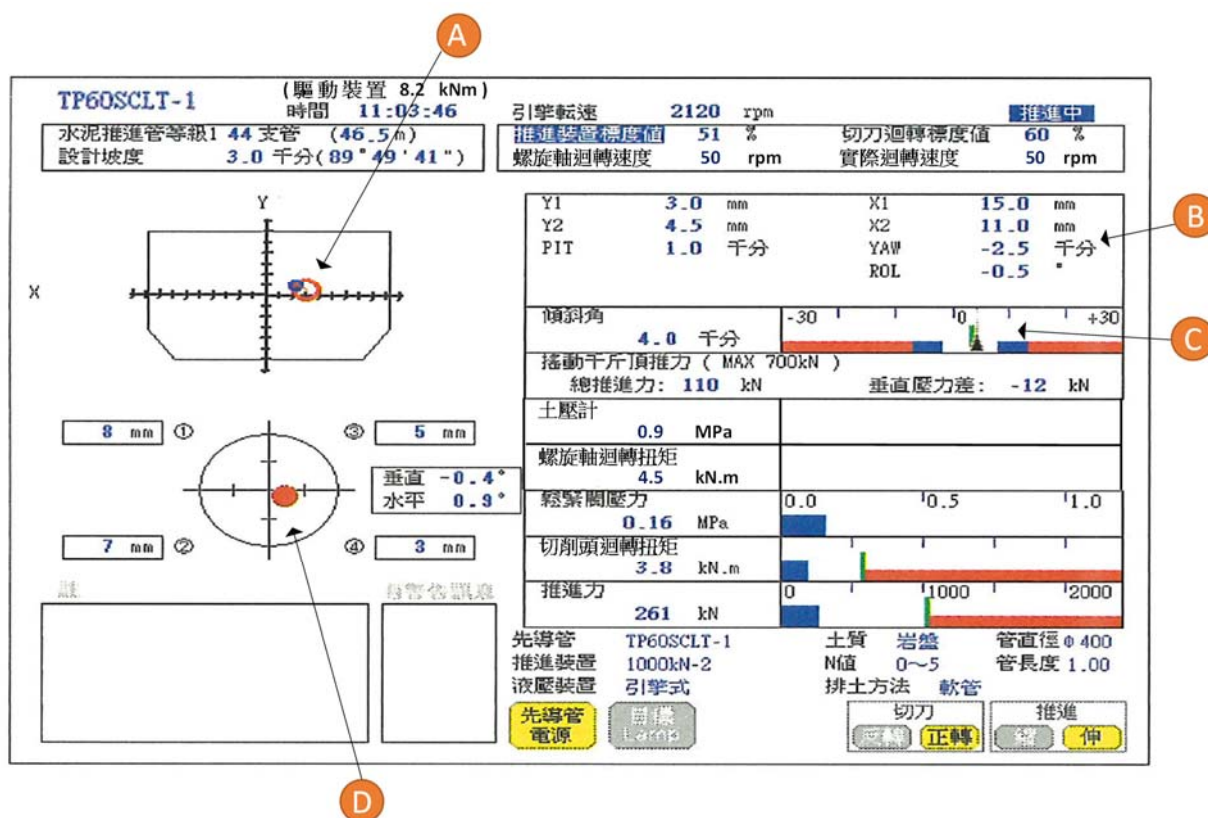


圖 3.3-17 推進操作畫面示意圖(續 3)

(A) 顯示現在的先導管後部位置(藍點)和搖動中心位置(紅圈)

現在的先導管後部位置：目標鏡受光面的位置。

現在的搖動中心的位置：自現在位置起 1.7m 前方的位置(搖動中心位置)

(B) 顯示相對推進計畫線的距離和姿勢

Y1：上下方向的先顯管後部位置(mm)。

Y2：上下方向的搖動中心位置(mm)。

X1：左右方向的先導管後部位置(mm)。

X2：左右方向的搖動中心位置(mm)

PIT：上下偏向角(‰)…上下方向的傾斜

YAW：左右偏向角(‰)…左右方向的傾斜

ROL：機身滾轉角(°)

1. 因為 X2, Y2 假設為 1700mm 前方，所以要注意  $Y2-Y1=PIT$ 、 $X2-X1=YAW$  不成立，正確的數值將通過以下演算式進行計算後被顯示。

$$X2=X1+YAW*1700$$

$$Y2=Y1+PIT*1700$$

2. 進行滾轉時，即使管中心不移動，照射到目標鏡上的雷射束的位置也要發生上下左右的偏移，需將些偏移量校正到滾轉 0° 時的數值上。

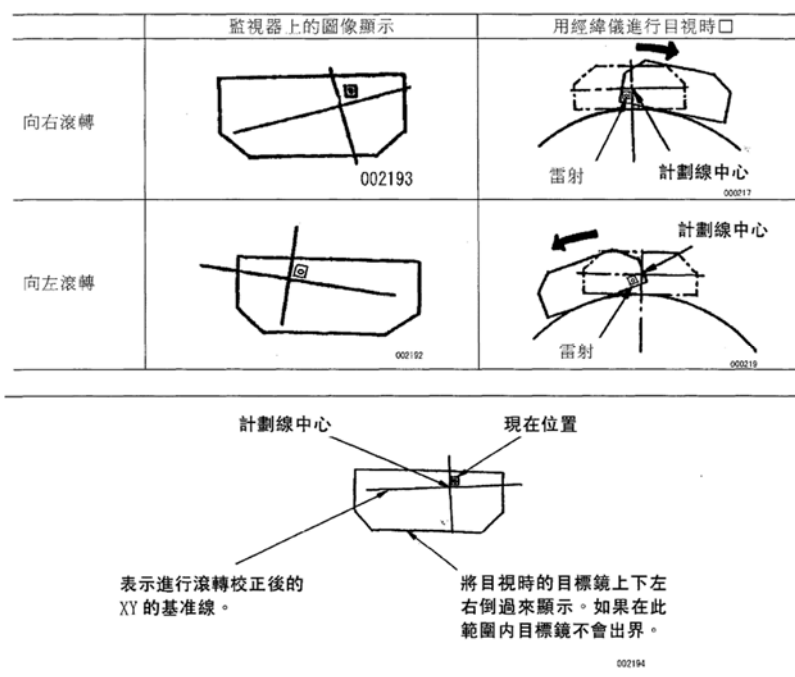


圖 3.3-18 推進校正示意圖

(C) 傾斜角顯示(‰)

用▲表示相對先導管的水平面的傾斜(☆符號部分)。

☆☆符號部份的縱線表示設計坡度(下圖中為-3.0‰)

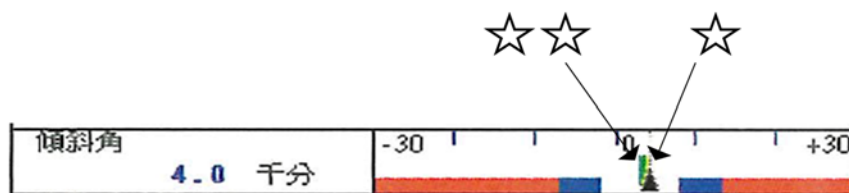


圖 3.3-19 傾斜角顯示示意圖

#### (D) 搖動角度的顯示

1. 用數值和坐標表示搖動部分的搖動方向；坐標的1刻度：2°。
2. 將面向推進方向(由後方)所看到的4個油缸的各自的行程顯示在(1)~(4)內。；行程範圍：φ400系列(φ400、φ500)：0~11mm。

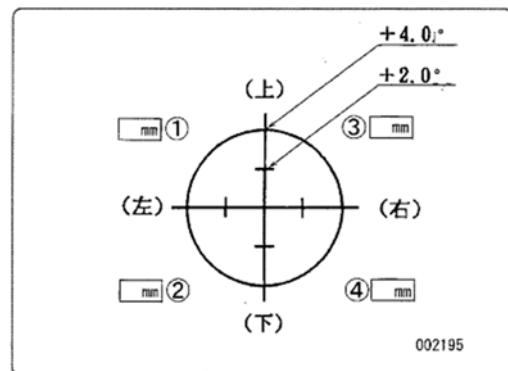


圖 3.3-20 搖動角度顯示示意圖

#### 七、目錄畫面(監視器)

停止推進、切削盤、螺旋軸的動作，按目錄鍵(メニュー選單)。

以下畫面目錄視窗被顯示。

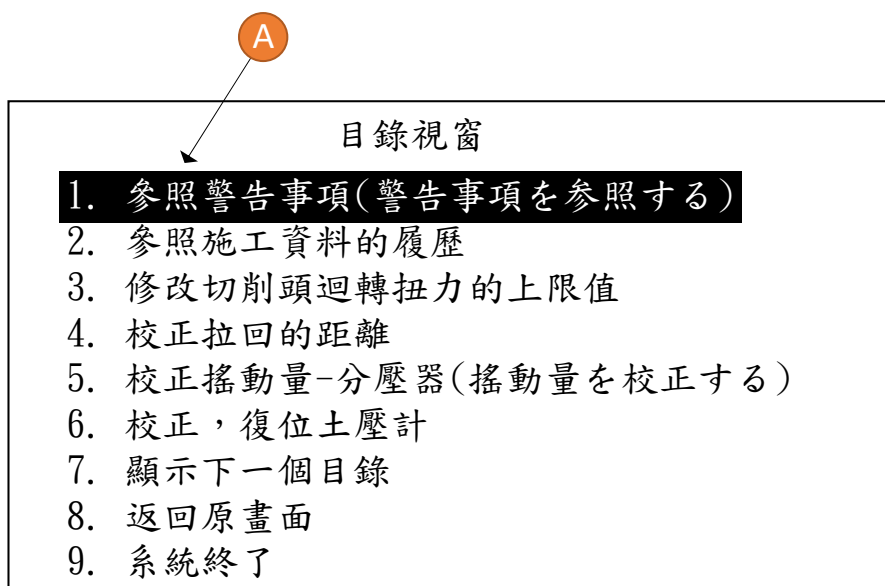


圖 3.3-21 目錄畫面示意圖

無警告事項時，請參閱警告事項(警告事項を参照する)不被顯示。

水泥管推進中，校正搖動量(搖動量を校正する)不被顯示。

水泥管推進中進行控制單元起動時，如果選擇「先導管推進をはじめ(最初)」，雖然「搖動量(ポテンシヨメータ)を校正する」被顯示，因為至此為止的推進資料會變的不連續，請不要進行。

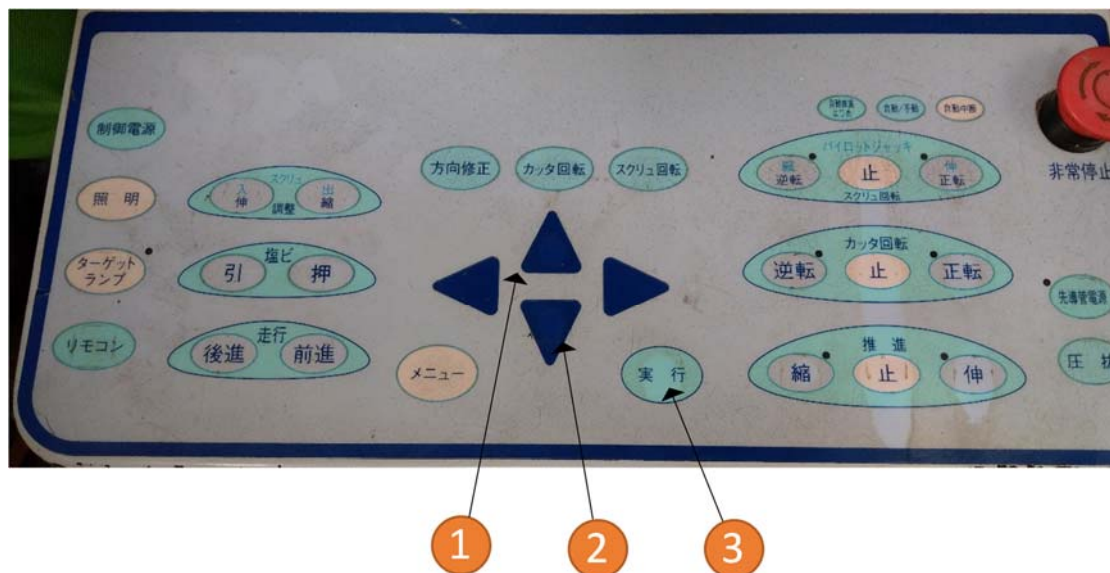


圖 3.3-22 目錄畫面操作鍵位置示意圖

如果按“▲”鍵-(1)，“▼”-(2)，如同目錄畫面A部分的顯影文字將上下移動。

將顯影文字部分移動到所需要的目錄處，然後按“執行”鍵-(3)。

(一) 目錄流程圖(其 1)

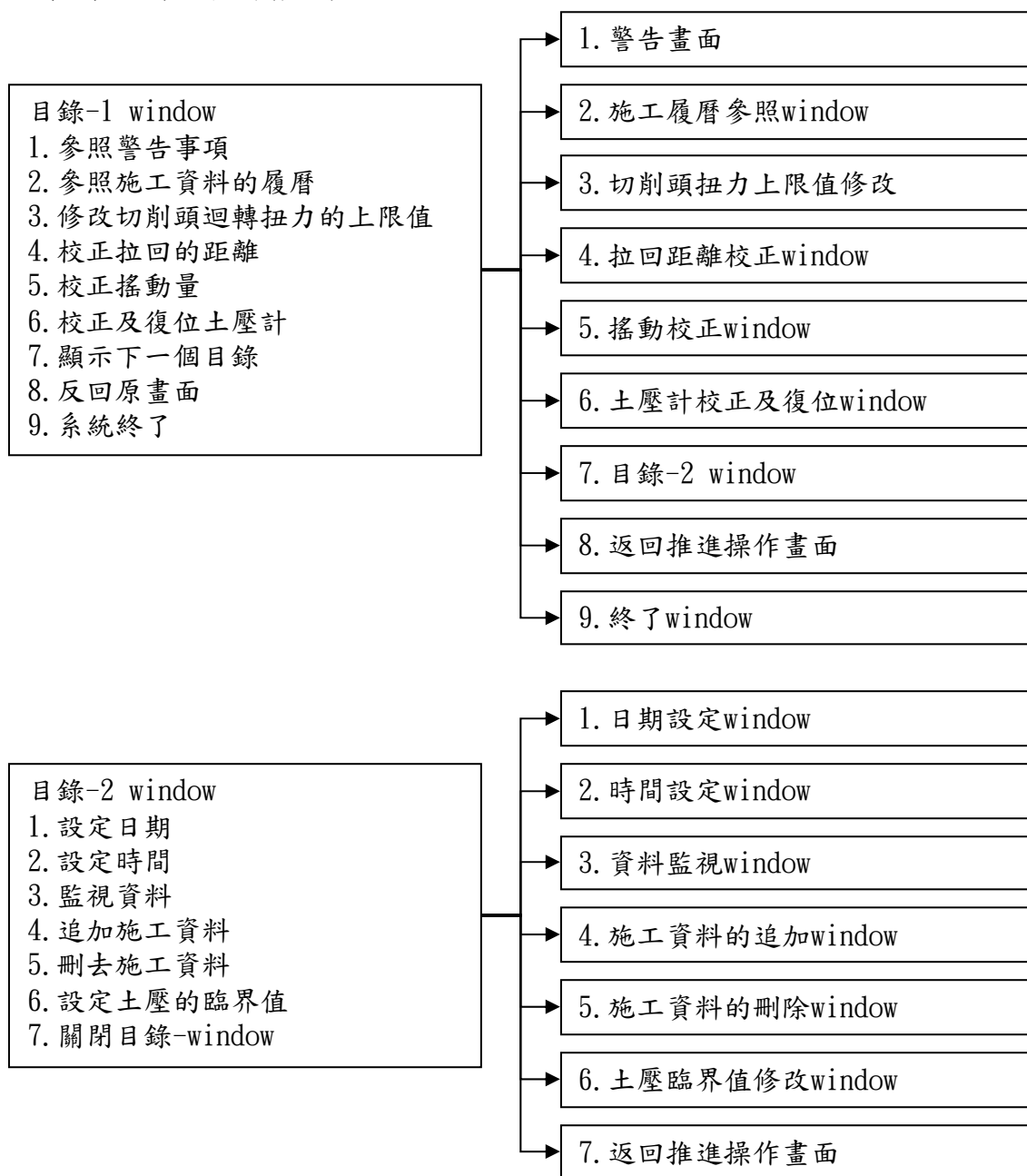


圖 3.3-23 目錄流程圖(1)

(二) 目錄流程圖(其 2)：施工履歷參照 window 的目錄流程圖

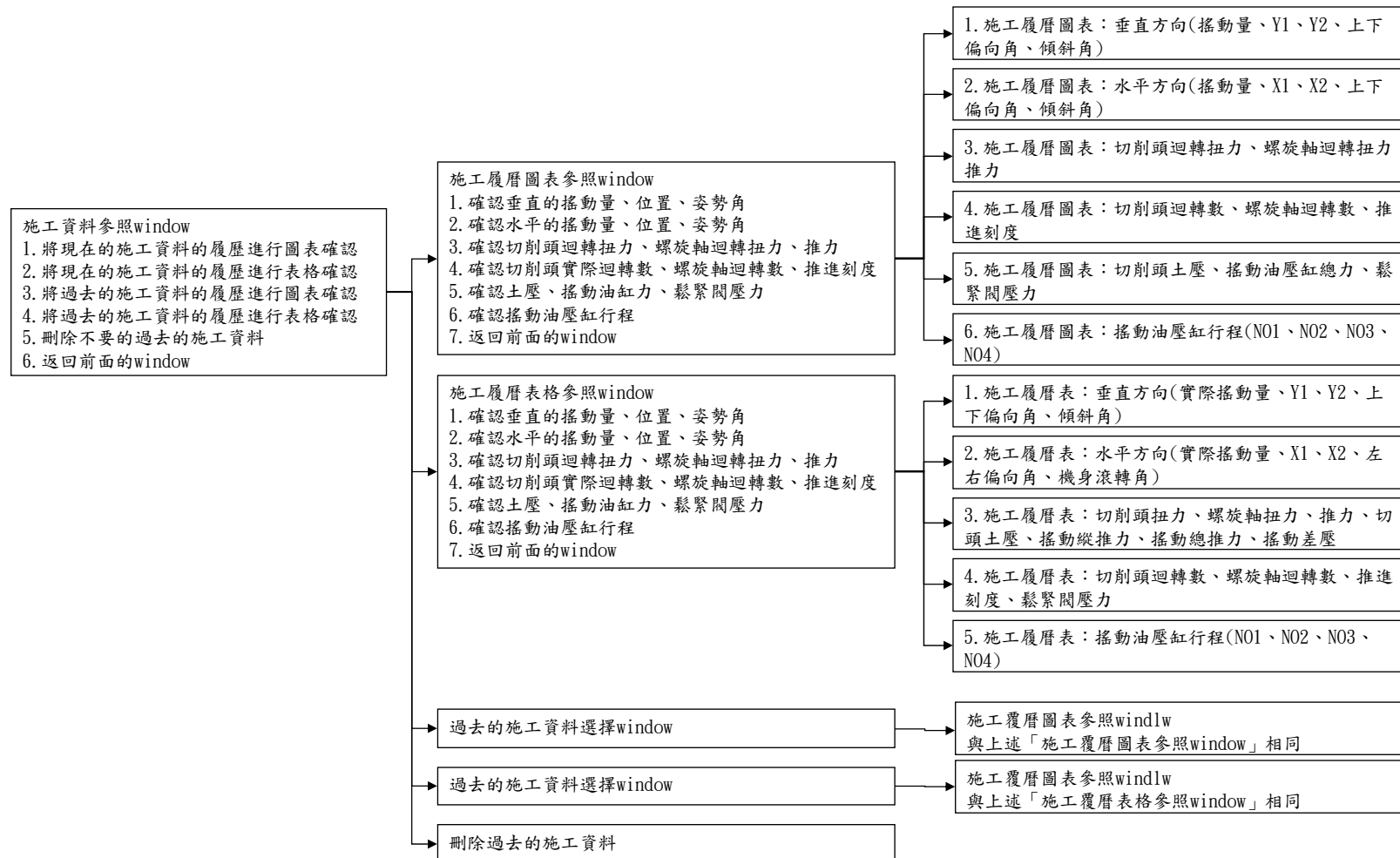


圖 3.3-24 目錄流程圖(2)

(三) 選單(メニュー)1 window

1. 「請參閱警告(警告事項を参照する)」

- (1) B 部份顯示「有警告(警告あり)」時，請停止推進作業，按“選單(メニュー)”鍵，並選擇「請參閱警告(警告事項を参照する)」。

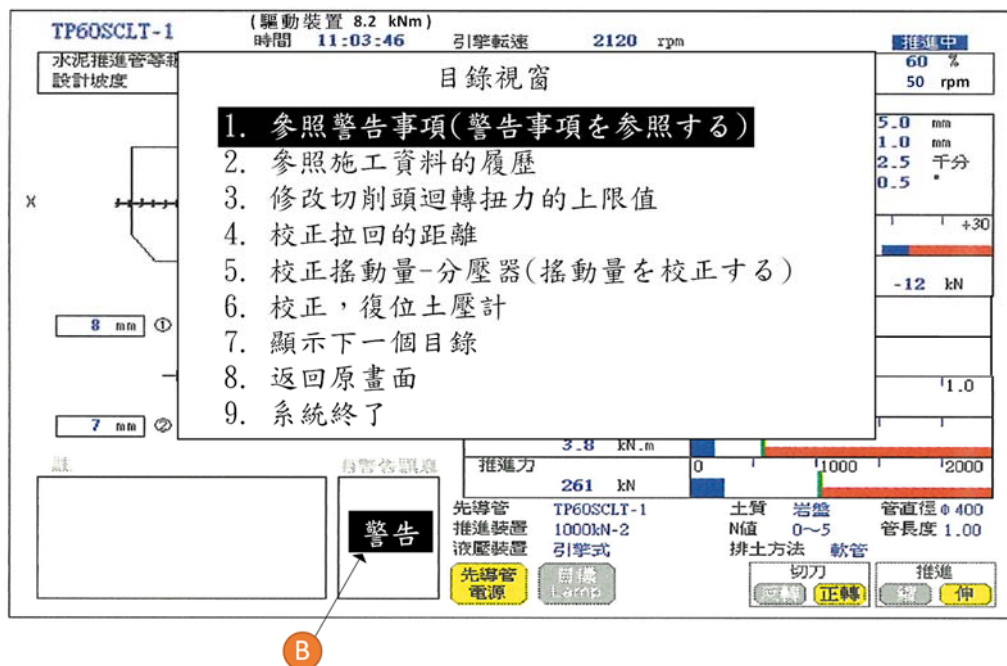


圖 3.3-25 請參閱警告視窗圖

- (2) 在「請參閱警告(警告事項を参照する)」的文字為顯影狀態下按“執行(実行)”鍵。

- (3) 以下為示例

「緊急停止」：如果在警告發生欄顯示「緊急停止」字樣，並符合下列情形時，請停止機器所有的動作。

請按照下表進行適當的處理後，再起動機器。

表 3.3-2 緊急停止原因及對策說明表

| 序號 | 警告內容        | 主要原因                    | 對策                                           |
|----|-------------|-------------------------|----------------------------------------------|
| 1  | 切削頭油壓異常     | ● 先導管反迴側軟管可能脫落(先導管用軟管)  | ● 檢查先導管用軟管是否脫落<br>● 檢查該軟管是否被頂板夾住             |
| 2  | 油壓單元液壓潤滑油減少 | ● 液壓潤滑油不足<br>● 油壓回路發生漏油 | ● 進行檢修、補給<br>● 如果該警告頻繁發生，請確定發生漏油的部位，並加以修理或更換 |

「有警告發生」：如果在警告發生欄顯示「有警告發生」字樣，並有下列情形發生。

表 3.3-3 有警告發生原因及對策說明表

| 序號 | 警告內容                                | 主要原因                                                                                       | 對策                                                              |
|----|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 3  | 水溫或油壓異常                             | ● 冷卻水不足<br>● 風扇傳送帶鬆弛<br>● 冷卻系統內部污垢<br>● 散熱片的堵塞<br>● 發動機潤滑油系統不良                             | ● 進行檢修、補給。<br>● 進行檢修、補給。<br>● 更換冷卻水、內部清洗<br>● 進行檢修、清掃<br>● 進行檢修 |
| 4  | 油溫異常                                | ● 液壓潤滑油不足<br>● 油壓單元或先導管內過濾網的堵塞<br>● 油箱粗濾器的堵塞<br>● 高壓未釋放                                    | ● 進行檢修、補給<br>● 進行檢修、補給<br><br>● 進行清洗<br>● 進行無負荷運轉，降低油溫          |
| 5  | 油壓單元電纜連接異常                          | ● 連接有誤<br>● 斷線                                                                             | ● 檢查連接是否有誤                                                      |
| 6  | 推進裝置電纜連接異常                          | ● 連接不良<br>● 斷線                                                                             | ● 檢查連接是否有誤<br>● 檢查、修理或更換                                        |
| 7  | 先導管電纜連接異常<br>沿推進方向左側的 2 根電纜         | ● 連接不良<br>● 斷線                                                                             | ● 檢查連接是否有誤<br>● 檢查、修理或更換                                        |
| 8  | 先導管控制-操作單元之間的連接異常<br>沿推進方向右側的 1 根電纜 | ● 連接不良<br>● 斷線<br>有時先導管的電源置於「OFF」時也會顯示，但這不是問題                                              | ● 檢查連接是否有誤<br>● 檢查、修理或更換                                        |
| 9  | 搖動量未調整                              | ● 更換新的 IC 卡後未調整搖動量<br><br>IC 卡內尚留有數據時將不顯示。將先導管移至別的掘進機、將先導管分解後進行檢修，將 IC 卡分期化之後，請一定進行搖動量的校正。 | ● 進行搖動量的校正                                                      |

(4) 顯示現在的警告內容

用“▲、▼”鍵選擇欲參照的警告事項。

| 警告畫面                                                                         |                            |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 推定原因                                                                         | 警告事項                       |
| <p>N0.2<br/>冷卻水不足<br/>風扇傳送帶鬆弛<br/>冷卻系統內部污垢<br/>發動機潤滑油系統不良</p> <p>進行檢修、補給</p> | <p>水溫或油壓異常<br/>推進時油壓過大</p> |
| <p>關鍵執行確認終了</p>                                                              |                            |

圖 3.3-26 顯示現在的警告內容視窗圖

(5) 返回主畫面

如果按“執行”鍵，在畫面右下方將顯示「返回主畫面(メイン画面に戻る)」、「繼續檢查(確認を続ける)」，請選擇「返回主畫面(メイン画面に戻る)」並按“執行(実行)”鍵；繼續進行確認時，選擇「繼續檢查(確認を続ける)」並按“執行(実行)”鍵。

| 警告畫面                                                                         |                                |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 推定原因                                                                         | 警告事項                           |
| <p>N0.2<br/>冷卻水不足<br/>風扇傳送帶鬆弛<br/>冷卻系統內部污垢<br/>發動機潤滑油系統不良</p> <p>進行檢修、補給</p> | <p>水溫或油壓異常<br/>推進時油壓過大</p>     |
| <p>關鍵執行確認終了</p>                                                              | <p>終了確認<br/>返回主螢幕<br/>繼續檢查</p> |

圖 3.3-27 返回主畫面視窗圖

2. 「請參考施工數據的情形(施工データの履歴を参照する)」

(1) 選擇「請參考施工數據的情形(施工データの履歴を参照する)」並按“執行(実行)”鍵。

IC卡上沒有過去的施工資料時，不顯示「過去的(過去の)…」，「不必要的過去(不要な過去の)…」。

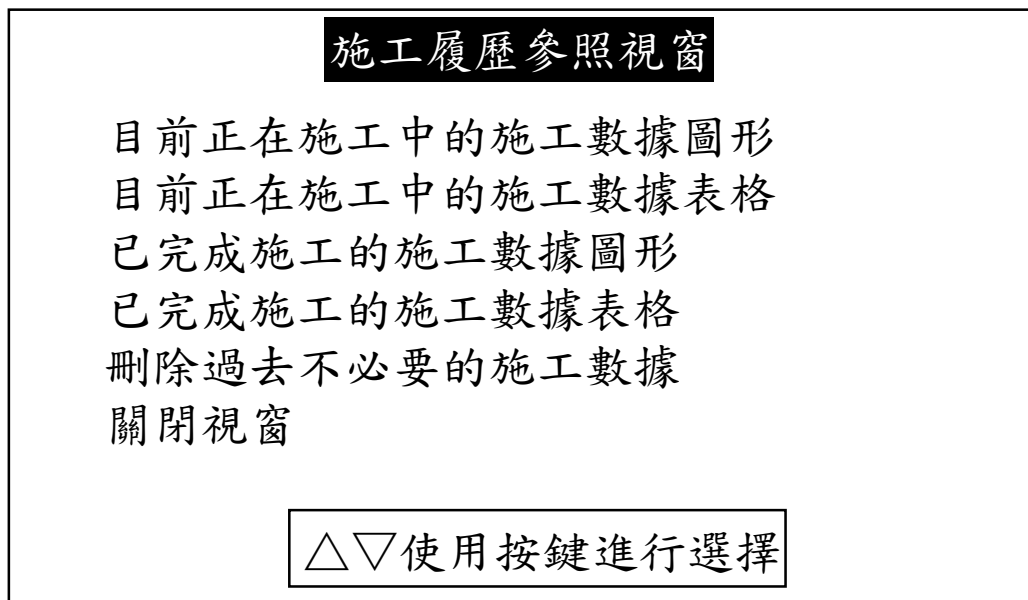


圖 3.3-28 請參考施工數據的情形視窗圖

(2) 用▲、▼鍵選擇所需要的項目並按“執行(実行)”鍵。

(3) 例如，如果選擇「過去的施工數據(過去の施工データ)」則顯示如下畫面。

推進結束的日期被顯示，選擇所需要的日期並按執行(実行)”鍵。

選擇「現在的施工數據(現在の施工データ)」時不被顯示。

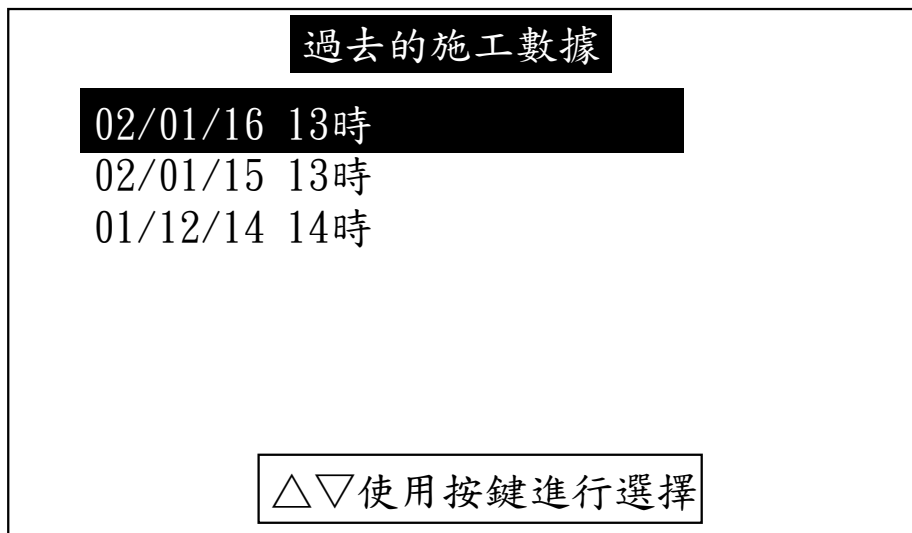


圖 3.3-29 過去的施工數據視窗圖

(4) 用▲、▼鍵選擇所需要的項目並按“執行(実行)”鍵。

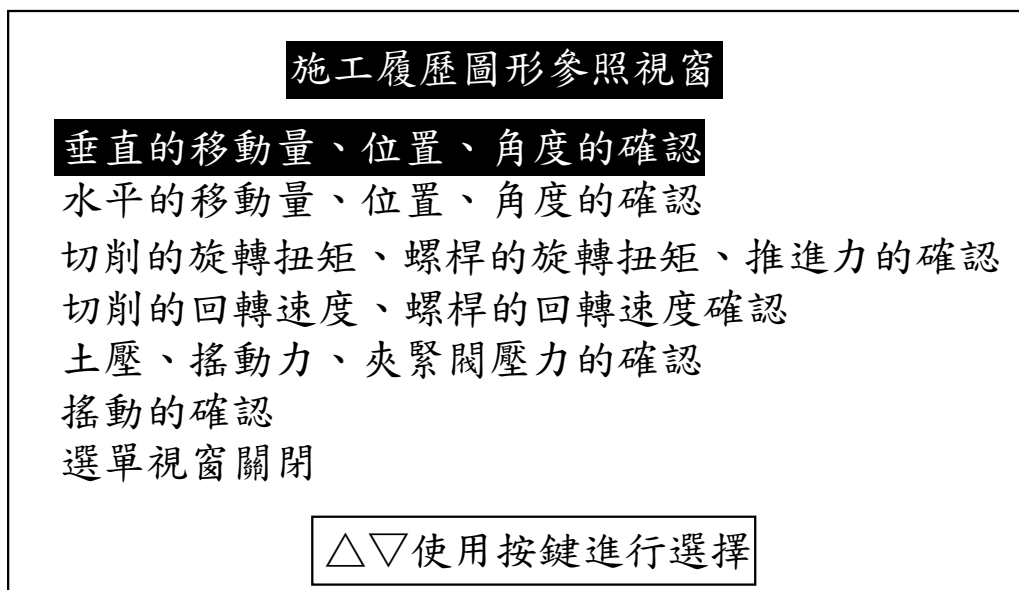


圖 3.3-30 施工數據圖形參照視窗圖

(5) 用圖表形式、表格形式顯示資料

- 如果按“◀、▶”鍵，可轉換前一頁、下一頁。
- 如果按“執行(実行)”鍵，則返回主畫面。

圖形表示範例：

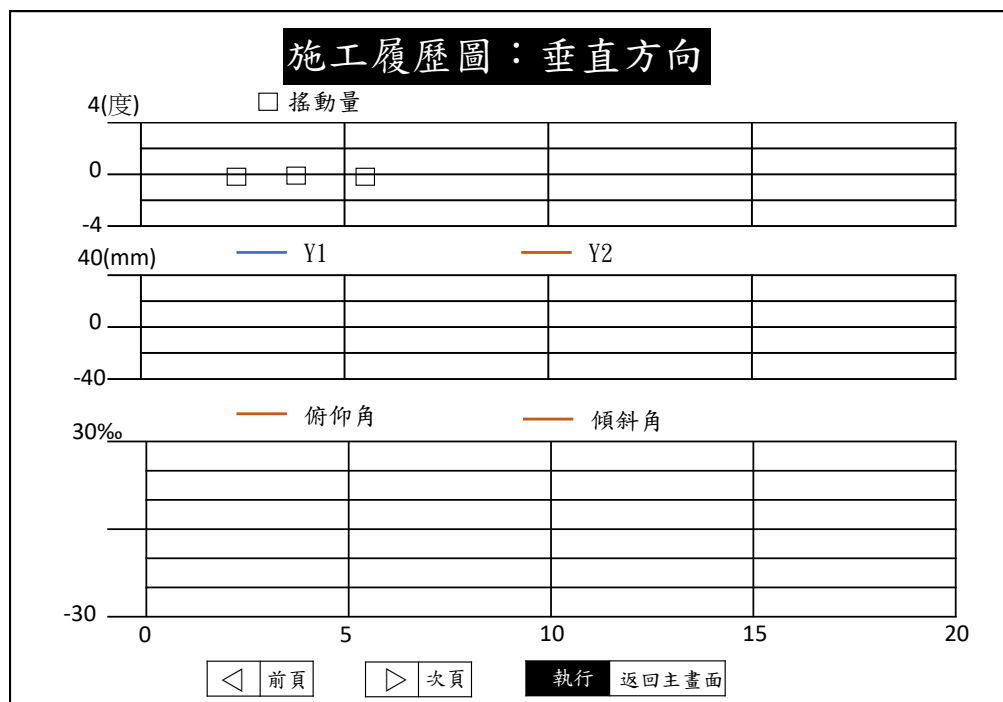


圖 3.3-31 施工數據垂直方向顯示示意圖

表格形式的範例：

**施工紀錄圖：垂直方向**

| 推進管編號    | 先導管  | 1    | 2    | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------|------|------|------|---|---|---|---|---|
| 編號       | 1    | 2    | 3    |   |   |   |   |   |
| 實際變動量(度) | -0.3 | -0.3 | -0.3 |   |   |   |   |   |
| Y1(mm)   | 2.5  | 2.5  | 3.5  |   |   |   |   |   |
| Y2(mm)   | 4.5  | 4.5  | 6.0  |   |   |   |   |   |
| 俯角(°)    | 1.0  | 1.0  | 1.5  |   |   |   |   |   |
| 傾斜角(°)   | 4.0  | 4.0  | 4.0  |   |   |   |   |   |

◀ 前頁    ▶ 次頁    執行 返回主畫面

圖 3.3-32 施工數據垂直方向表格顯示圖

(6) 下一步，如果選擇「不必要的過去數據(不要な過去のデータ)」則顯示如下畫面，刪除時請選擇「是的(はい)」

- 資料一旦被刪除則不能復原，請確認確實可以刪除後再進行。
- 選擇「沒有(いいえ)」時，則返回推進操作畫面。

刪除過去的施工紀錄

02/01/16 13時  
02/01/15 13時  
01/12/14 14時

確認刪除文件?

確認刪除  
是的  
沒有

圖 3.3-33 刪除施工紀錄示意圖(1)

- (7) 選擇欲刪除資料，並按“執行(実行)”鍵；刪除後畫面將變為 6 的畫面，選擇「沒有(いいえ)」，返回推進操作畫面。

刪除過去的施工紀錄

02/01/16 13時  
02/01/15 13時  
01/12/14 14時

△▽使用按鍵進行選擇

圖 3.3-34 刪除施工紀錄示意圖(2)

### 3. 修改切削頭扭力上限值（カッタ回転トルタの上限値を変更する）

用於修改切削頭扭力的上限值。

- (1) 選擇「修改切削頭扭力上限值（カッタ回転トルタの上限値を変更する）」

並按“執行(実行)”鍵，如下畫面顯示。

第1切削頭扭力：如果超過此設定值，推進將停止1秒鐘。

(2) 如果用“▲、▼”鍵選擇沒有(いいえ)並按執行(実行)鍵，則顯示如下畫面。

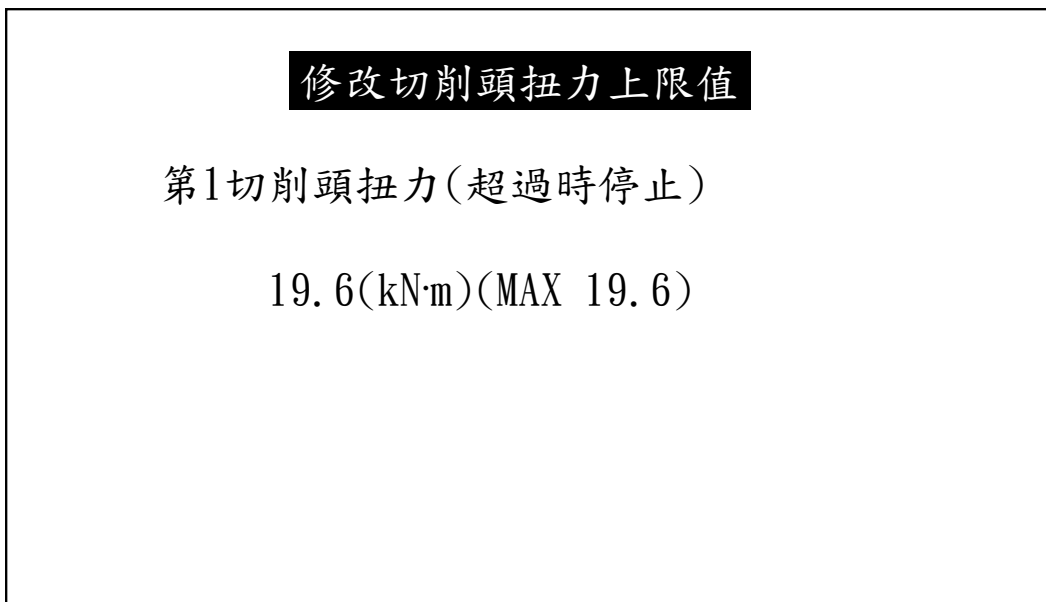


圖 3.3-35 修改切削頭扭力上限值示意圖(1)

(3) 進行修改時，用“▲、▼”鍵使是的(はい)文字顯影後按執行(実行)鍵；  
不進行修改時，用“▲、▼”鍵輝沒有(いいえ)文字顯影後按執行(実行)鍵。

(4) 進行修改時，用“▲、▼”鍵設定第1切削頭扭力並按執行(実行)鍵。

| 修改切削頭扭力上限值           |                  |
|----------------------|------------------|
| 第1切削頭扭力(超過時停止)       |                  |
| 18.8(kN·m)(MAX 19.6) |                  |
| 確認變更數值?              | 確認變更<br>是的<br>沒有 |

圖 3.3-36 修改切削頭扭力上限值示意圖(2)

- (5) 畫面將變為第 1 切削頭扭力的設定確認畫面，如果數值適合則用“▲、▼”鍵選擇是的(はい)並按執行(実行)鍵。

| 修改切削頭扭力上限值           |                  |
|----------------------|------------------|
| 第1切削頭扭力(超過時停止)       |                  |
| 18.8(kN·m)(MAX 19.6) |                  |
| 第2切削頭扭力(自動失速解除開始)    |                  |
| 19.6(kN·m)(MAX 19.6) |                  |
| 確認變更數值?              | 確認變更<br>是的<br>沒有 |

圖 3.3-37 修改切削頭扭力上限值示意圖(3)

- (6) 同樣，修改第 2 切削頭扭力(自動失速解除開始)時，與第 1 切削頭扭力修改要領相同。

第 2 切削頭扭力：如果超過之設定值，推進將停止，進行使切削頭正反轉的自動失速解除控制。

- 在第1切削頭扭力<第2切削頭扭力<切削頭扭力上限值範圍內可以設定各上限值。
- 修改後的第1、第2切削頭扭力在系統起動時，直到選擇推進開始(第一)(推進をはじめる(最初))為止被記憶在IC卡中。
- 修改後的切削頭扭力上限值，也被顯示在切削頭迴轉扭力顯示欄目。

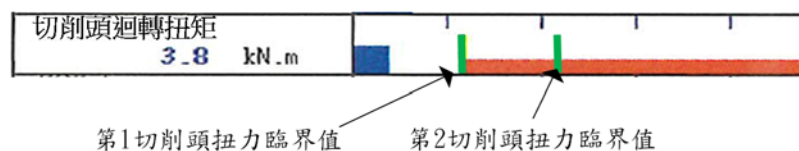


圖 3.3-38 切削頭迴轉扭力顯示欄目示意圖

### 3. 糾正拉回的距離(引き戻した距離を補正する)

- (1) 選擇糾正拉回的距離(引き戻した距離を補正する)並按執行(実行)鍵，如下畫面顯示。

**糾正拉回的距離**

拉回的距離為多少公尺?

0. 0 (m)

圖 3.3-39 糾正拉回的距離示意圖(1)

- (2) 如果按“▲、▼”鍵數字發生增減，用執行(実行)鍵進行確定，選擇是的(はい)並按執行(実行)鍵則返回主畫面。

糾正拉回的距離

拉回的距離為多少公尺?

1. 0 (m)

圖 3.3-40 糾正拉回的距離示意圖(2)

5. 搖動量的校正(搖動量を校正する)

先導管推進開始以前一定要進行搖動量的校正。

6. 土壓計校正及重置(土圧計を校正。リセットする)

土壓計的 0 點發生偏移時，在先導管推進開始以前一定要先進行土壓計的校正及復位。

7. 顯示下一頁選單(次メニューを表示する)

選單(メニュー)2 window 被顯示。

選單2

日期設定

時間設定  
監控數據  
增加一段施工資料  
刪除一段施工資料  
設定土壓的上限值  
關閉視窗

△▽使用按鍵進行選擇

圖 3.3-41 顯示下一頁選單示意圖

7. 返回原始畫面(元の画面に戻る)

目錄畫面消失，返回推進操作畫面。

8. 系統終止（システムを終了する）

結束推進作業、停機時選擇。

（四）選單(メニュー)2 window

1. 日期設定(日付をセットする)，修改控制單元內部時鐘的日期，用  
“▲▼◀▶” 鍵修改日期並按“執行(実行)” 鍵。

- 用 “◀▶” 鍵選擇年月日。
- 用 “▲▼” 鍵對選擇後的年月日進行修改。

圖 3.3-42 日期設定示意圖

2. 時間設定(日付をセットする)，修改控制單元內部時鐘的日期，用  
“▲▼◀▶” 鍵修改時間並按“執行(実行)” 鍵。

- 用 “◀▶” 鍵選擇時、分。
- 用 “▲▼” 鍵對選擇後的時、分進行修改。

圖 3.3-43 時間設定示意圖

### 3. 監控數據(データのモニタ)

用傳感器顯示被測量資料，設定由壓單元的安全閥時使用，除此以外通常不使用。

(1) 顯示監視器(モニタを表示する)時，請選擇是(はい)。

## 監控數據

顯示監視器？

確認顯示監視器？

設定確認  
是 的  
沒有

圖 3.3-44 監控數據示意圖

(2) 在畫面左側顯示各傳感器的值。

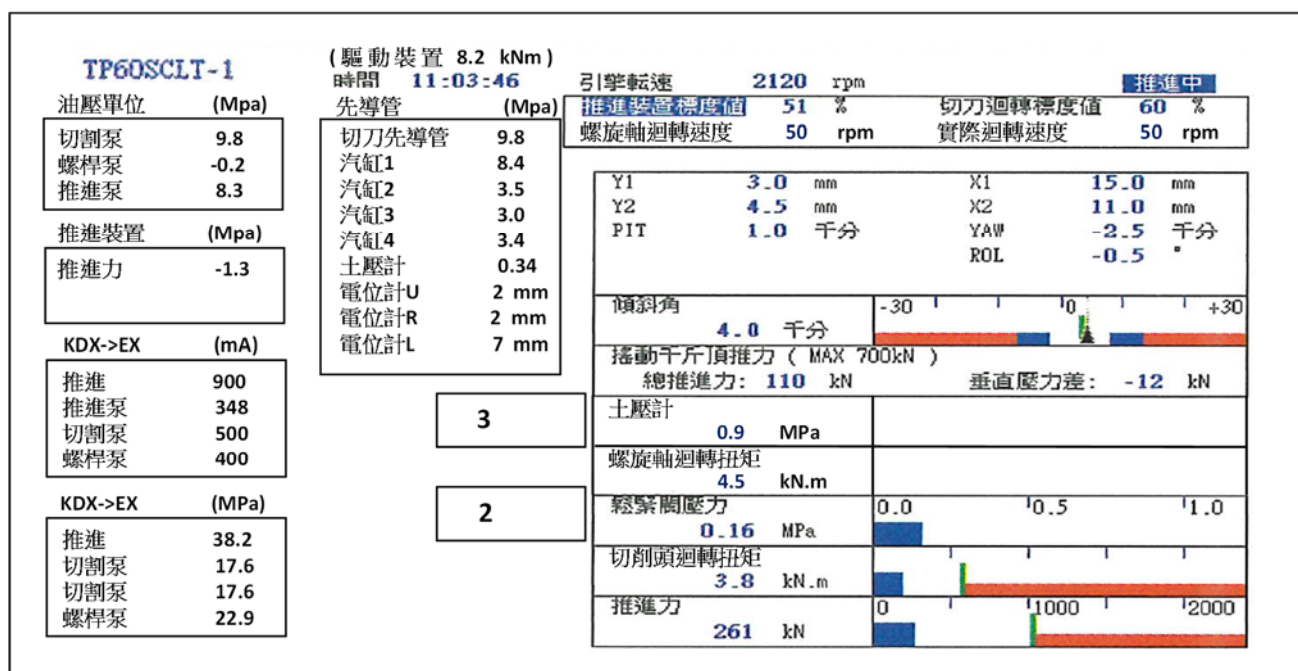


圖 3.3-45 顯示傳感器值示意圖

(3) 如果再次進行同樣的操作則返回通常的畫面。

3. 增加一段的施工資料(施工データの1ピッチ追加)

在 IC 卡中被記錄的施工資料上增加 1 個行程的資料，進行增加時，選擇是(はい)並按執行(実行)鍵。

- 如果選擇沒有(いいえ)，則資料不會增加。
- 被增加的資料是被記錄到 IC 卡以前的 1 個行程的資料
- 在第 0 個行程進行增加時，被記錄資料將全部變為 0。

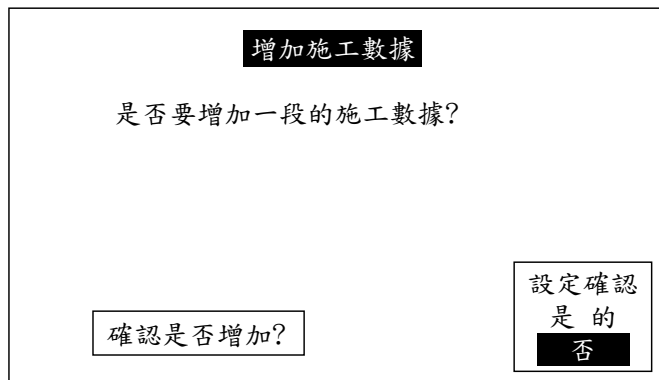


圖 3.3-46 增加一段施工數據示意圖

#### 5. 刪除一段施工資料(施工データの 1 ピッチ削除)

在 IC 卡中被記錄的施工資料上刪除 1 個行程的資料，進行刪除時，選擇是(はい)並按執行(実行)鍵。

- 如果選擇沒有(いいえ)，則資料不會追加。
- 被刪除的資料是被記錄到 IC 卡以前的 1 個行程的資料
- 資料一旦被刪除將不能復原，因此一定要確認確實可以刪除後再進行刪除。
- 因為在第 0 個行程無資料，此項目不被顯示。

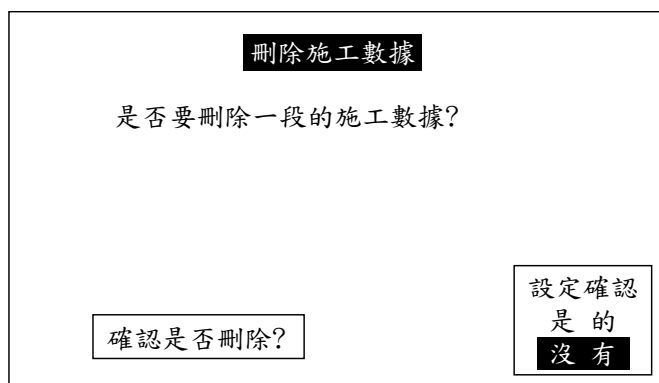


圖 3.3-47 刪除一段施工數據示意圖

#### 6. 設定土壓的上限值(土圧計の限界値をセットする)

土壓過大時的注意欄目的顯示，以及設定推進停止的臨界值。

修改土壓注意值及土壓臨界值時，絕對不要超過下表的初期值，如果設定的數值超過初期值，將產生異常高的土壓，會導致先導管驅動部分的密封件破損，先導管齒輪箱內進入砂土等重大事故發生。

- 如果土壓超過土壓注意值，則注意欄目中顯示“土壓過大”（但是，如果土壓注意值設定為 0，則不進行基於土壓注意值的控制）。
- 如果土壓超過土壓臨界值，則注意欄目中顯示“土壓過大”，推進將停止（但是，如果土原臨界值設定為 0，則不進行基於土壓臨界值的控制）。
- 並且，土壓的注意值不被顯示。

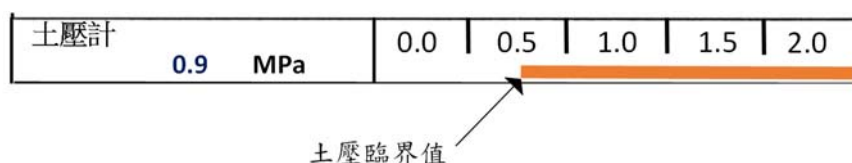


圖 3.3-48 土壓臨界值示意圖

- 土壓注意值，土壓臨界值的初期值

表 3.3-4 土壓注意值、臨界值之初期值

|                       | 土壓注意值   | 土壓臨界值   |
|-----------------------|---------|---------|
| φ 400 系列(φ 400、φ 500) | 0.59MPa | 0.78MPa |

- 土壓注意值，土壓臨界值的修改方法(被修改了的土壓注意值，土壓臨界值直到下一次初期設定為止有效)

推進中途土壓計出現故障，所顯示的土壓超過土壓臨界值，無法進行推進時，如果將土壓臨界值設定為 0，基於土壓臨界值的控制被解除，將可繼續推進。但是，由於不顯示正確的土壓，推進時要注意不要使異常高的土壓產生。

- (1) 將全部動作停止，並按“選單(メニュー)鍵”，“選單 1 視窗(メニュー 1 window)”被顯示，按“▲▼”鍵使“顯示下一選單(次のメニューを表示する)顯影後按“執行(実行)”鍵。

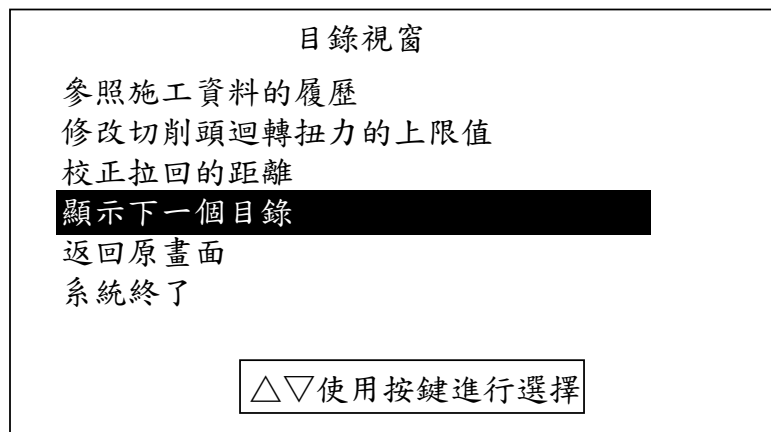


圖 3.3-49 顯示下一個目錄示意圖

- (2) 選單 1 視窗(メニュー1 window)”被顯示，按“▲▼”鍵使“設定土壓上限值(土圧の限界値をセットする)顯影後按“執行(実行)”鍵。

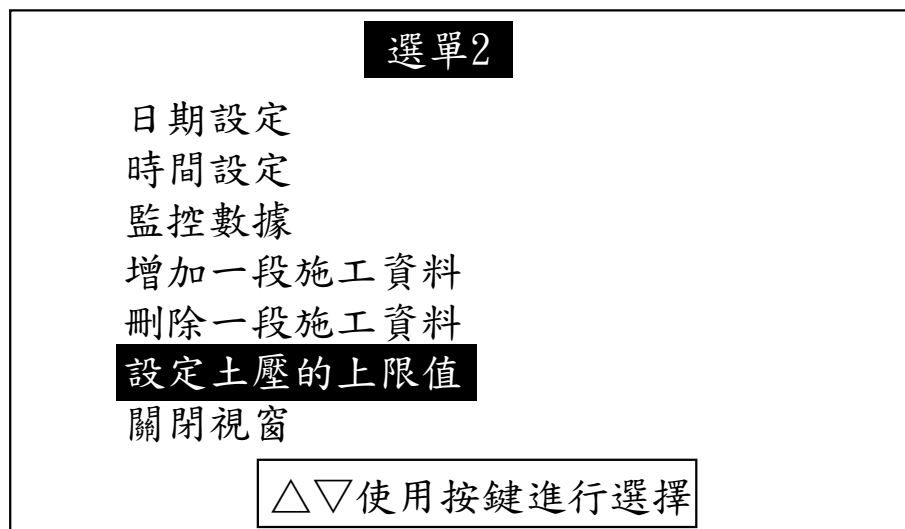


圖 3.3-50 設定土壓的上限值示意圖

- (3) 土壓上限值修改 window 被顯示，可進行土壓注意值的修改確認。

- 進行修改時：用“▲▼”鍵使“是的(はい)”文字顯影後按“執行(実行)”鍵。
- 不進行修改時：用“▲▼”鍵使“沒有(いいえ)”文字顯影後按“執行(実行)”鍵。

- (4) 請修改土壓注意值：用“▲▼”鍵修改土壓注意值並按“執行(実行)”鍵，如果土壓注意值設定為 0(MPa)，則忽略基於土壓注意值的控制。

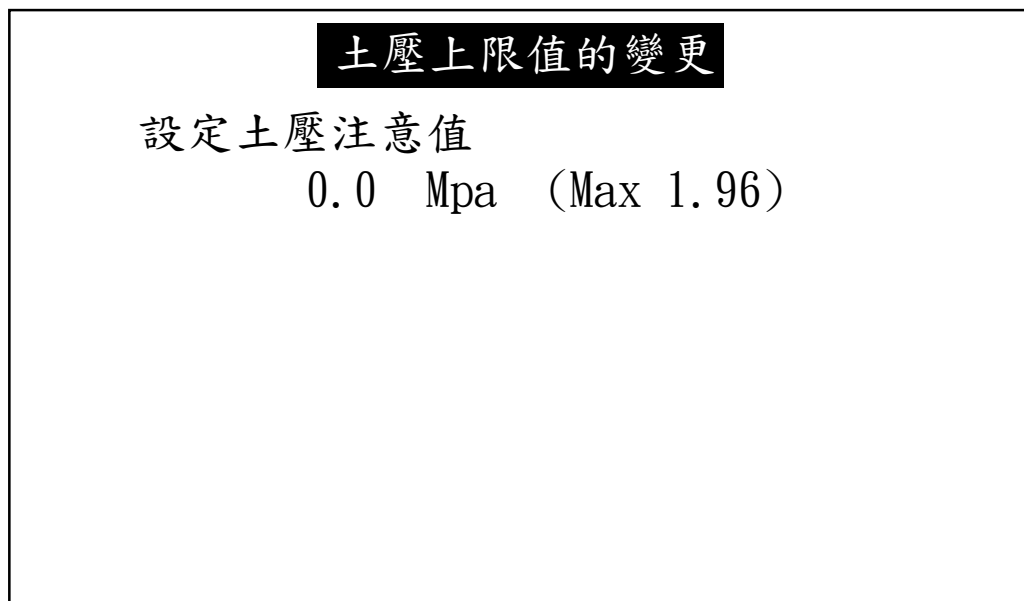


圖 3.3-51 土壓上限值的變更示意圖(1)

(5) 請確認土壓注意值的設定。

- 此設定值合適時：用“▲▼”鍵使“是的(はい)”文字顯影後按“執行(実行)”鍵。
- 此設定值不合適時：用“▲▼”鍵使“沒有(いいえ)”文字顯影後按“執行(実行)”鍵。

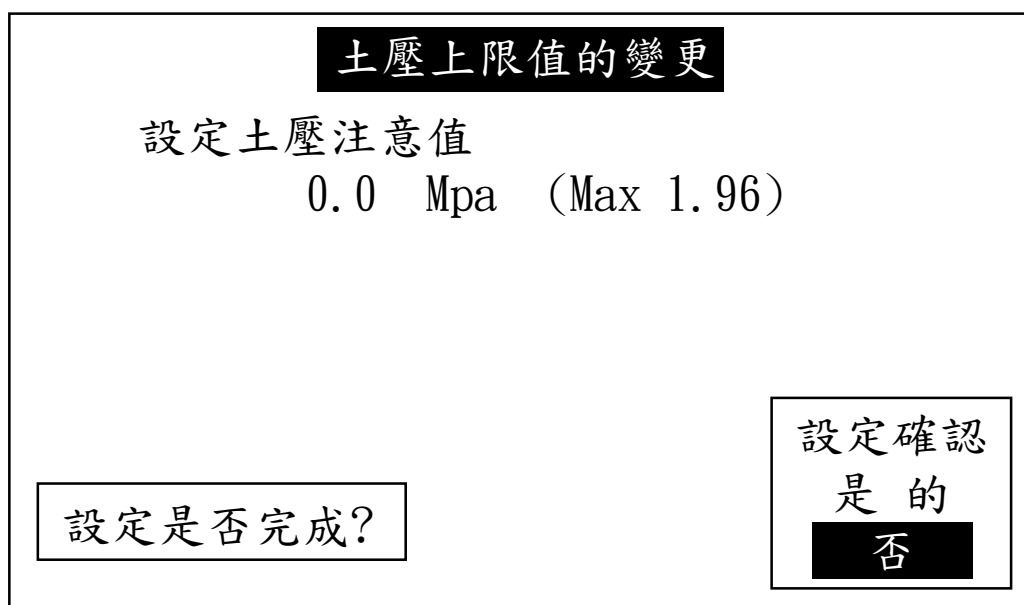


圖 3.3-52 土壓上限值的變更示意圖(2)

(6) 請確認土壓注意值的設定。

- 此設定值合適時：用“▲▼”鍵使“是的(はい)”文字顯影後按“執行(実行)”

行)”鍵。

- 此設定值不合適時：用“▲▼”鍵使“沒有(いいえ)”文字顯影後按“執行(実行)”鍵。

土壓上限值的變更

設定土壓注意值  
0.0 Mpa (Max 1.96)  
設定土壓臨界值  
0.0 Mpa (Max 1.96)

變更是否完成?

變更確認  
是的  
否

圖 3.3-53 土壓上限值的變更示意圖(3)

- (7) 修改土壓臨界值：用“▲▼”鍵修改土壓臨界值並按“執行(実行)”鍵，如果土壓臨界值設定為0(MPa)，則忽略基於土壓臨界值的控制。

土壓上限值的變更

設定土壓注意值  
0.0 Mpa (Max 1.96)  
設定土壓臨界值  
0.0 Mpa (Max 1.96)

圖 3.3-54 土壓上限值的變更示意圖(4)

- (8) 請確認土壓臨界值的設定。

- 此設定值合適時：用“▲▼”鍵使“是的(はい)”文字顯影後按“執行(実行)”鍵。

- 此設定值不合適時：用“▲▼”鍵使“沒有(いいえ)”文字顯影後按“執行(実行)”鍵。

土壓上限值的變更

設定土壓注意值  
0.0 Mpa (Max 1.96)

設定土壓臨界值  
0.0 Mpa (Max 1.96)

變更是否完成?

變更確認  
是的  
否

圖 3.3-55 土壓上限值的變更示意圖(5)

### 3.4 土壓推進工法施工要領

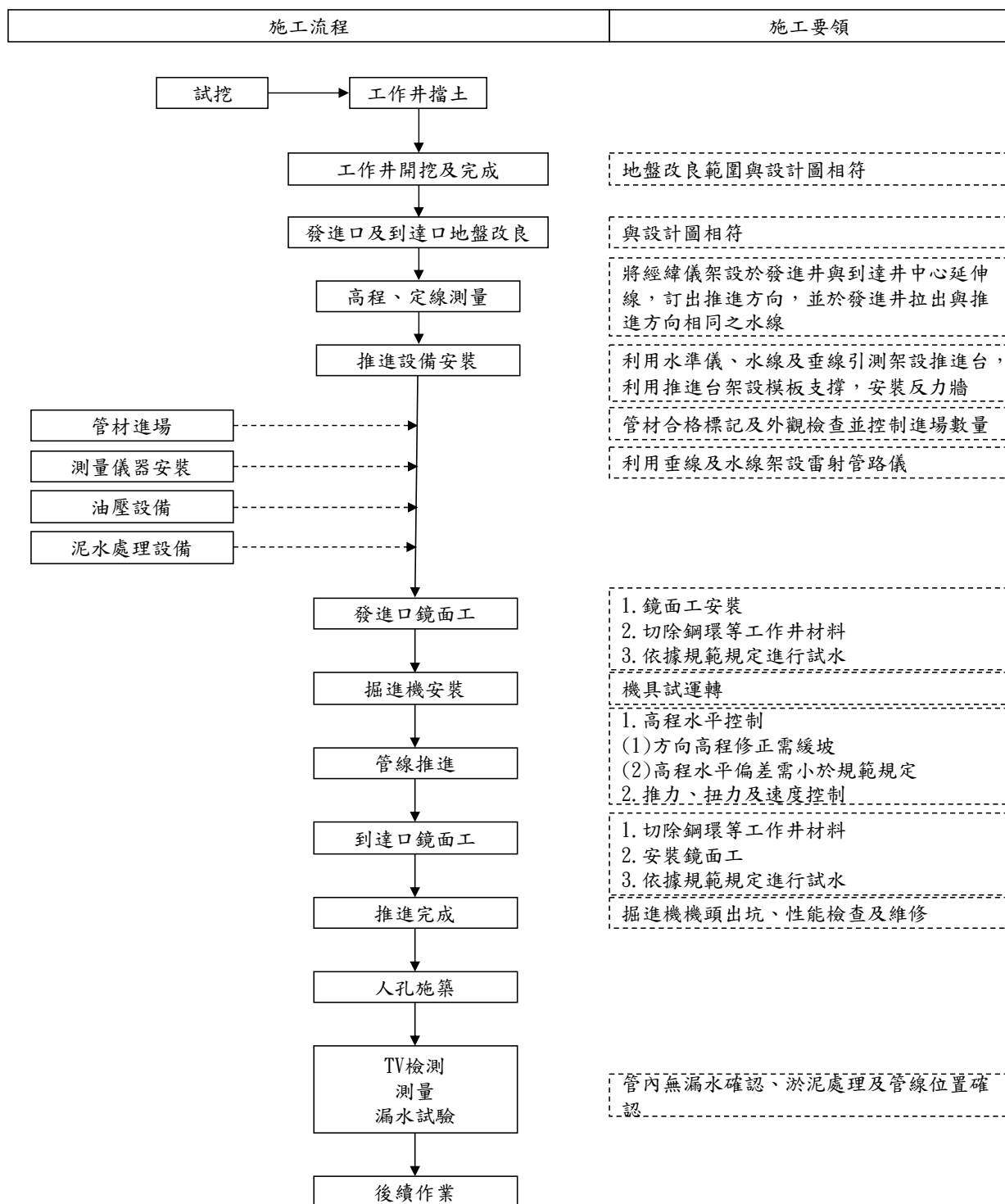


圖 3.4-1 推進工法施工要領作業流程圖

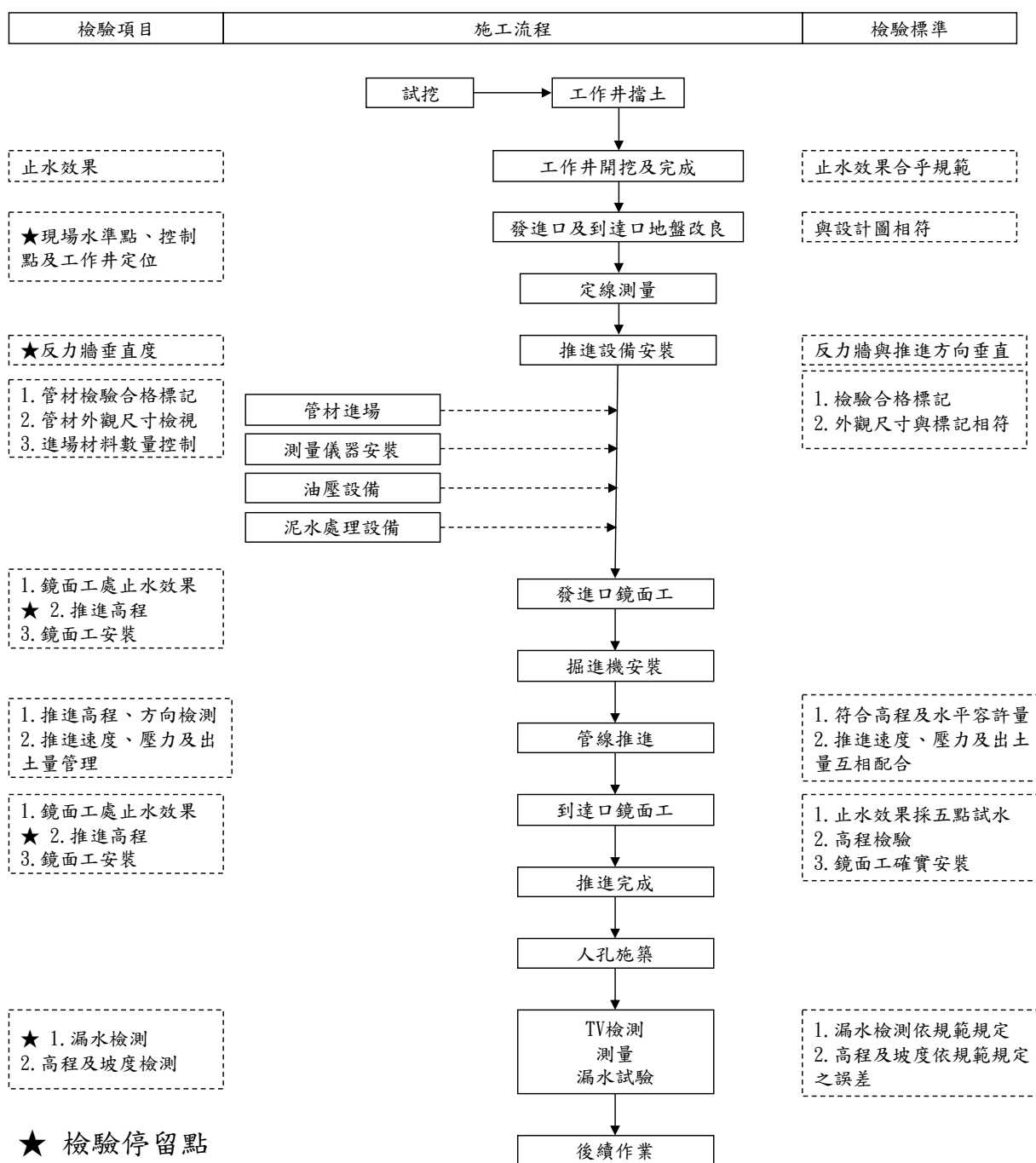


圖 3.4-2 推進工法施工單位施工流程及檢驗要點

表 3.4-1 推進施工管理標準及檢查頻率表

| 製程或作業說明 |             | 管理項目                               | 管理標準                      | 檢查時期    | 檢查方法                                            | 檢查頻率     | 不合格之處理 | 管理記錄            | 備註 |
|---------|-------------|------------------------------------|---------------------------|---------|-------------------------------------------------|----------|--------|-----------------|----|
| 推進前階段   | 工作井定位測量     | 1. 現場水準點<br>2. 各工作井控制點<br>3. 工作井定位 | 符合規範圖說及相關規定               | 推進前與後   | 測量                                              | 會同施工廠商抽測 | 重測     | 測量紀錄<br>自主檢查表   |    |
|         | 工作井施築       | 擋土措施                               | 符合規範圖說及相關規定               | 推進前、中及後 | 查核施作作業<br>抽驗混凝土品質                               | 每階段      | 修正     | 施工日報表           |    |
|         |             | 開挖支撐                               |                           |         |                                                 |          |        |                 |    |
|         |             | 坑底PC基礎版                            | 符合規範圖說、鋼筋混凝土檢驗辦法及其它相關規定   | 推進中     |                                                 |          |        | 混凝土澆置紀錄<br>施工照片 |    |
|         | 發進口及到達口地盤改良 | 注藥之位置及深度                           | 符合規範圖說及相關規定               | 注藥中     | 量測                                              | 不定期抽查    | 修正     | 注藥日報表           |    |
|         |             | 灌注壓力                               | 符合相關規定                    | 注藥中     | 量測                                              | 不定期抽查    | 修正     | 同上              |    |
|         | 反力牆架設       | 垂直度                                | 1. 與推進方向保持垂直面<br>2. 反力牆安裝 | 施作完成    | 測量                                              | 每處工作井    | 改正     | 自主檢查表           |    |
|         | 管材          | 管材                                 | 符合材料品質管理標準、運抵現場查驗檢驗標記及外觀  | 材料進場    | 檢視<br>1. 管材檢驗合格標記<br>2. 管材外觀尺寸檢視<br>3. 進場材料數量控制 | 每批材料     | 退貨     | 自主檢查表<br>材料管制表  |    |

表 3.4-1 推進施工管理標準及檢查頻率表(續)

| 製程或作業說明 |             | 管理項目          | 管理標準                                        | 檢查時期 | 檢查方法                            | 檢查頻率  | 不合格之處理 | 管理記錄                   | 備註 |
|---------|-------------|---------------|---------------------------------------------|------|---------------------------------|-------|--------|------------------------|----|
| 同上      | 發進口鏡面工試水    | 止水效果          | 鏡面無滲漏現象                                     | 施作完成 | 測量                              | 每處發進口 | 改正     | 自主檢查表                  |    |
| 推進中階段   | 發進作業        | 管線推進<br>高程與方向 | 符合規範圖說及相關規定                                 | 施工前  | 1. 會同施工廠商人員複測<br>2. 審查施工廠商自主檢查表 | 每一工作井 | 重作     | 測量紀錄<br>自主檢查表          |    |
|         | RCP<br>推進作業 | 推進施工          | 1. 高程與方向檢測，依設計高程容許誤差<br>2. 推進速度、壓力、出土量、異常管理 | 施工中  | 1. 測量<br>2. 審查施工廠商自主檢查表         | 不定期檢測 | 修正     | 自主檢查表<br>推進日報表<br>測量紀錄 |    |
|         |             | 災害與障礙處置       | 遭遇湧水、湧砂或特殊地質、流木等障礙物，則停止推進                   | 施工中  | 會同施工廠商人員勘查                      | 每次    | 研討處理方案 | 同上                     |    |
|         | 到達口鏡面工試水    | 止水效果          | 鏡面無滲漏現象                                     | 施作完成 | 測量                              | 每處到達口 | 改正     | 自主檢查表                  |    |

表 3.4-1 推進施工管理標準及檢查頻率表(續)

| 製程或作業說明 |           | 管理項目               | 管理標準                      | 檢查時期        | 檢查方法                                  | 檢查頻率           | 不合格之處理 | 管理記錄          | 備註 |
|---------|-----------|--------------------|---------------------------|-------------|---------------------------------------|----------------|--------|---------------|----|
| 推進後階段   | 推進完成之後續作業 | 管線方向與高程            | 符合規範規定完成高程容許誤差            | 推進後         | 測量                                    | 不定期檢測          | 依規範規定  | 測量紀錄<br>自主檢查表 |    |
|         |           | 管線內部檢查             | 符合規範規定                    | 推進後         | TV檢測                                  | 每一段            | 依規範規定  | 管線內部檢查表       |    |
|         | 人孔施築      | 人孔材料               | 符合材料品質管理標準及運抵現場再查對檢驗標記與外觀 | 材料進場<br>施工中 | 檢視審查施工廠商自主檢查表(含材料及施工)                 | 每批材料<br>隨機檢視人孔 | 退貨改善   | 自主檢查表         |    |
|         | 回填作業      | CLSM回填             | 符合規範規定                    | 施工後         | 1. 審查施工廠商自主檢查表<br>2. 會同施工廠商人員檢測       | 依規範頻率          | 依規範規定  | 試驗報告<br>自主檢查表 |    |
|         | 復舊階段      | 人孔框蓋材質             | 符合材料品質管理標準及運抵現場再查驗檢驗標記與外觀 | 施工前         | 檢視審查施工廠商自主檢查表                         | 每批             | 退貨     | 自主檢查表         |    |
|         |           | 人孔、路面高程與平整度及AC完成品質 | 符合規範規定<br>人孔框蓋放置後平穩       | 施工後         | 1. 審查施工廠商自主檢查表<br>2. 會同施工廠商複測高程、檢視人孔蓋 | 每處             | 修正或重作  | 測量紀錄<br>自主檢查表 |    |

## 第四章 推進工程的施工管理

### 4.1 施工管理

#### 4.1.1 前言

所謂的工程品質管理的順序是 P(計畫)、D(實施)、C(檢討)、A(處理)的循環來重複的執行，工程為了如期如質達到目標需制定施工計畫，依計畫期程與設計圖說如期施工，並根據監造計畫、施工流程及品管計畫等進行管控，工程進行期間若發現施工與計畫有差異時，需檢討並即時改善及採取適當的措施應對。

施工廠商作業時之工程管理是依據施工作業流程、自主檢查表及進度網狀圖等執行；品質管理是依據品質管理標準訂定的施工流程、管理項目、管理標準、檢查時機、檢查方法、檢查頻率、不合格處置及管理紀錄等項目執行，故工程管理及品質管理兩者為施工廠商於施工過程中不可或缺之作業手段。

近年來推進工法的技術是日新月異，新工法和新材料也被開發出來的同時施工管理上也要求機具設備能有更高的性能來因應工程體系的複雜化。

#### 4.1.2 工程管理

工程管理是依據施工計畫，將各施工作業流程及進度做確認，使預定的工期能如期完成，工程相關人員需了解施工計畫及熟悉機械性能操作，而且要作適當合理的配置。

工程管理內容分類如下：

- (一) 前置作業(計畫送審、路證申請及管線會勘)
- (二) 主體工程(工作井沉設及推進施工)
- (三) 場地整理(側溝疏通、人行道與路面修復及道路清理)
- (四) 竣工驗收(初驗及正驗)

另依工程作業內容分類如下所述：

- (一) 地質鑽探、地下管線調查、工作井、推進工法選用及自主檢查表的作成
- (二) 器材含人員配置計畫
- (三) 協調及會勘
- (四) 假設工程施工

(五) 主體工程施工

(六) 輔助工法施工

(七) 各項施工前、後的會勘與確認，以及遭遇施工異常需變更工法時的工程修正。

(八) 針對工程管理檢查等，備齊圖說及文書資料。

推進工法為土木工程施工較精密之工法，施工方式受制於地質及地下水等不確定因素影響，必須進行事前調查及因應方案以減少異常施工發生的機率，對於影響工程的因素需事先作好對策及方案。

影響工程的因素如下：

(一) 沉設工作井施築

(二) 輔助工法

(三) 安衛設施及作業

(四) 機具設備整備及放置定位

(五) 推進管材現場堆置

(六) 推進作業施工

(七) 各項施工作業的自主檢查及確認(當有施工異常時，需依程序辦理工法變更)。

(八) 每日進度

以上各項工作要點，為工程管理的重點自主管理稽核項目；另需重視對外的工程事務協調，在必須變更施工方案時，需事先擬好充分因應方案及連絡相關單位，必要時向附近居民詳加說明及耐心協調。

在推進施工過程中的管理及報告是不可缺少的作業項目，並以電腦作業事前準備相關表報資料。

#### 4.1.3 機具及材料的品質管理

推進工法使用的製品和材料需執行相關檢(試)驗，依據相關規範或型錄所訂之尺寸、強度、材質等進行品質檢驗，另於施工時必須注意材料有無破損、變質等情形。

檢(試)驗主要項目如下：

##### 一、掘進機(刃口、先導管)

掘進機的尺寸誤差、歪斜等將造成推進時蛇行、推進阻力增加、沉陷等異常狀況的原因，所以掘進機的形狀、尺寸、構造等需考量地質等施工條件選用適用之掘

進機，另掘進機除了在工廠檢查也需於搬運至現場時於每一推進段施工前再進行檢查一次。

## 二、推進管材

管材的形狀尺寸和強度須依相關規範標準進行製造，除於材料製造廠進行檢查外，搬運至工地現場時也需再進行檢查一次，因管材的尺寸是否正確、管接頭有無漏水，皆對管材推進力傳達有直接的影響，並也可能造成蛇行及地盤沉陷。

## 三、滑材

為了減輕土壤和管材的摩擦阻力，需以選用流動性品質良好的滑材，且需於現場做試驗及檢查。

另外為了做好機具及材料的品質管理，須於推進施工前做好推進之元押推進力、容許推進力、中押容許推進力及相關滑材之計算，詳列如下：

### (一) 土壓式推進工法元押推進力計算式

#### 1. 元押推進力之計算式

$$F = F_0 + f_0 \times L$$

$$F_0 = (P_w + P_e) \times \pi \times \left(\frac{B_s}{2}\right)^2$$

$$f_0 = \beta \{ (\pi \times B_c \times q + W) \mu' + \pi \times B_c \times c' \}$$

F：總推進力(kN)

F<sub>0</sub>：期初阻力(kN)

f<sub>0</sub>：管周面抵抗值(kN/m)

L：推進延長(m)

P<sub>w</sub>：掘進土壓(kN)

砂質土 P<sub>w</sub>=主動土壓+地下水壓+△P

(△P=20~50kN/m<sup>2</sup>)

黏土 P<sub>w</sub>=靜止土壓力

P<sub>e</sub>：開挖面切削抵抗力

P<sub>e</sub>=N 值×10.0 (kN/m<sup>2</sup>)

N<15 時，取 P<sub>e</sub>=150 (kN/m<sup>2</sup>)

$N > 50$  時，取  $P_e = 500$  (kN/m<sup>2</sup>)

BS：掘進機外徑 (m)

BC：管外徑 (m)

$q$ ：管外承受之均佈荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$W$ ：管的單位重量

$\mu'$ ：管與土壤間之摩擦係數

$\mu' = \tan(\phi/2)$   $\phi$ ：內部摩擦角

$c'$ ：管與土壤間之附著力 (kN/m<sup>2</sup>)

黏性土 ( $N < 10$ )： $c' = 8$

固結土 ( $N \geq 10$ )： $c' = 5$

$\beta$ ：推進力減低係數

土壓式工法土質別的  $\beta$  標準值

| 土質   | 推進力減低係數 $\beta$ |
|------|-----------------|
| 普通土層 | 0.45            |
| 礫石層  | 0.6             |
| 硬質土  | 0.35            |

## 2. 元押容許推進距離計算式

$$L_a = \frac{(F_{ma} - F_0)}{f_0}$$

$L_a$ ：元押容許推進延長 (m)

$F_{ma}$ ：元押推進力 (kN)

$F_0$ ：期初阻力 (kN)

$F_0$ ：管周面抵抗值 (kN/m)

## 3. 中押容許推進距離計算式

(1) 先頭中押容許推進距離計算式：

$$L_{an_1} = \frac{F_{na} - F_0}{F_0}$$

$L_{an_1}$ ：先頭中押容許推進距離 (m)

$F_{na}$ ：中押推進力 (kN)

$F_0$ ：期初阻力 (kN)

$F_0$ ：管周面抵抗值 (kN/m)

(2) 第二段以後之中押推進距離計算式：

$$Lan_2 = \frac{F_{na}}{F_0}$$

$Lan_2$ ：中間中押容許推進距離

(二) 泥水式推進工法元押推進力計算式

1. 元押推進力之計算式

$$F = F_0 + \pi \times B_c \times \tau_a \times L$$

$$\tau_a = C_a + \sigma' + \mu'$$

$$\sigma' = \alpha \times q + \frac{2 \times W}{\pi^2 (B_c - t)}$$

$$\mu' = \tan \delta$$

$F$ ：總推力

$$F_0：初期阻力 = (P_e + P_w) \times \left(\frac{B_c}{2}\right)^2 \times \pi$$

$P_e$ ：開挖面單位面積推力 (kN/m<sup>2</sup>)

$P_w$ ：泥水壓 (kN/m<sup>2</sup>)

$C_a$ ：推進管與土之黏著力 (kN/m<sup>2</sup>)

$B_c$ ：推進管外徑 (m)

$L$ ：推進距離 (m)

$\tau_a$ ：推進管與土壤間之剪應力 (kN/m<sup>2</sup>)

$t$ ：管厚 (m)

$\alpha$ ：作用於推進管之法線方向壓力係數

$W$ ：推進管自重

## 2. 元押容許推進距離計算式

$$L_a = \frac{(F_{ma} - F_0)}{f_0}$$

$L_a$  : 元押容許推進延長 (m)

$F_{ma}$  : 元押推進力 (kN)

$F_0$  : 初期阻力 (kN)

$f_0$  : 管周面抵抗值 (kN/m)

## 3. 中押容許推進距離計算式

(1) 先頭中押容許推進距離計算式：

$$L_{an_1} = \frac{F_{na} - F_0}{F_0}$$

$L_{an_1}$  : 先頭中押容許推進距離 (m)

$F_{na}$  : 中押推進力 (kN)

$F_0$  : 期初阻力 (kN)

$f_0$  : 管周面抵抗值 (kN/m)

(2) 第二段以後之中押推進距離計算式：

$$L_{an_2} = \frac{F_{na}}{F_0}$$

$L_{an_2}$  : 中間中押容許推進距離

### (三) 土壓式推進工法灌注入液

#### 1. 土壓式工法所需灌注入液之種類

| 灌注入液種類    | 功用                                                                     |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|
| 作泥材       | 掘削時灌入土壓室內，使土壓室內保持壓力，且使開挖之土層具有塑性流動性及不透水性。                               |
| 固結型滑材     | 是在管線推進時，包覆在管周邊，在管壁外形成一圈凝膠狀保護膜，使推進管壁不會直接接觸地層。                           |
| 固結型滑材二次注入 | 進行長距離推進時，附著於管壁上的滑材會流失及裂化。因此必須進行二次注入，利用推進管上之注入孔，重新於管壁外添加滑材，以大幅降低管外周之摩擦力 |
| 背填灌漿材     | 在推進段落完成時，為了防止推進管及土壤間的空隙而產生沉陷問題的發生，必須由推進管之注入孔灌注水泥砂漿之類的填充材，預防沉陷之發生。      |

#### 2. 作泥材灌注量

(1) 作泥材濃度計算式：

$$\text{濃度}(D) = a(30 - P_{0.075}) \times \alpha + (40 - P_{0.25}) \times \beta + (60 - P_{2.0}) \times \gamma$$

A：均等係數之係數

均等係數  $U \geq 4$   $a=1.0$

$4 > U \geq 3$   $a=1.1$

$3 > U > 1$   $a=1.2$

$P_{0.075}$ ：0.075mm 粒徑通過百分率 30%以上時 30

$P_{0.25}$ ：0.25mm 粒徑通過百分率 40%以上時 40

$P_{2.0}$ ：2.0mm 粒徑通過百分率 60%以上時 60

$\alpha$ ：2.0

$\beta$ ：0.5

$\gamma$ ：0.2

$$\text{濃度}(D) = \frac{\text{作泥材材料重量}}{\text{水之重量}} \times 100\%$$

(2) 作泥材使用量計算：

$$\text{使用量}(Q) = 6 \times D \text{ (1/m}^3\text{)}$$

Q：開挖面掘土量 1.0m<sup>3</sup> 之作泥材量

D：濃度(%)

### 3. 固結型滑材灌注量

固結型滑材一次注入量計算式

$$\text{灌注量}(Q) = \alpha(0.5B \times \pi - 0.5B_c \times \pi) \times 10^3$$

Q：滑材一次注入量(L/m)

B：掘削外徑

B<sub>c</sub>：推進管外徑

α：土質注入係數

普通土層、硬質土層 α=1.0~1.2 (參考值)

礫石層 α=1.5~1.8 (參考值)

卵礫石層 α=1.8~2.0 (參考值)

滑材二次注入計算

$$\text{灌入量}(Q_L) = (1 + \beta) \times Q$$

Q<sub>L</sub>：滑材二次注入量

β：距離補足率 β=0.1~0.3 (參考值)

Q：滑材一次注入量

### 4. 背填灌漿灌注量

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 管徑  | 800  | 900  | 1000 | 1100 | 1200 | 1350 | 1500 | 1650 |
| 注入量 | 92   | 103  | 109  | 123  | 135  | 150  | 168  | 183  |
| 管徑  | 1800 | 2000 | 2200 | 2400 | 2600 | 2800 | 3000 |      |
| 注入量 | 204  | 220  | 242  | 263  | 284  | 305  | 326  |      |

#### (四) 土壓式推進工法灌注入液

##### 1. 泥水式工法所需灌注入液之種類

| 灌注入液種類    | 功用                                                       |
|-----------|----------------------------------------------------------|
| 泥水材       | 開挖時壓開挖面形成一不透水泥膜，並且作泥材滲入地層內後可以抑制地盤之水壓及土壓，穩定開挖面。           |
| 固結型滑材     | 於管壁外形成一圈凝膠狀保護膜，使推進管壁不會直接接觸地層，大大降低推進時的磨擦力並保護推進管不會被礫石碎屑磨破。 |
| 固結型滑材二次注入 | 進行長距離推進時，附著於管壁上的滑材會流失及裂化。此時所補充之滑材。                       |
| 安定液       | 地盤由於開挖掘削時會失去土壓平衡，而安定液則可利用物理性質使掘削壁面免於崩壞。                  |
| 背填灌漿材     | 在推進段落完成時，為了防止推進管及土壤間的空隙而產生沉陷問題的發生，所補充之填充材。               |

##### 2. 泥水材灌注量

|       | 土層 | 砂質土層     | 砂礫土層、礫石土層 |
|-------|----|----------|-----------|
| 成分含量  |    |          |           |
| 黏土、沉泥 |    | ≒15%     | 15%以下時    |
| 作泥量   |    | 掘土量之 25% | 掘土量之 35%  |

##### 3. 滑材注入灌注量

(1) 固結型滑材一次注入量計算式：

$$\text{灌入量}(Q) = \alpha \times (0.2B \times \pi - 0.2D \times \pi) \times 10^3$$

Q：滑材一次注入量 (L/m)

$\alpha$ ：土質注入係數

普通土層、硬質土層  $\alpha=1.0\sim1.2$  (參考值)

礫石層  $\alpha=1.5\sim1.8$  (參考值)

卵礫石層  $\alpha=1.8\sim2.0$  (參考值)

B：掘削外徑

D：推進管外徑

(2) 滑材二次注入量計算：

$$\text{灌注量}(Q_L) = (1 + \beta) \times Q$$

$Q_L$ ：滑材二次注入量

$\beta$ ：距離補足率  $\beta = 0.13 \sim 0.3$ （參考值）

$Q$ ：滑材一次注入量（l/m）

(3) 泥水式安定液配比表（砂質土）

泥水式安定液配比表（砂質土）

| 材料      | 配合組成      |                                | 比重<br>SG          | 漏斗黏度<br>(FV)<br>(秒) | 降伏黏產<br>值(YV) | 黏土含有<br>率(%) |
|---------|-----------|--------------------------------|-------------------|---------------------|---------------|--------------|
|         | 比率<br>(%) | 1.0m <sup>3</sup> の場合<br>(kgf) |                   |                     |               |              |
| 黏土 #200 | 13~25     | 126~250                        | 1.10<br>~<br>1.20 | 25                  | 5~13          | 17           |
| 皂土 #250 | 4~8       | 42~83                          |                   | ~                   |               | ~            |
| 增黏材     | 0.1~0.15  | 1~1.5                          |                   | 35                  |               | 33           |
| 清水      |           | 933~867L                       |                   |                     |               |              |

(4) 泥水式安定液配比表（砂礫、礫混合土）

| 材料      | 配合組成      |                                | 比重<br>SG          | 漏斗黏度<br>(FV)<br>(秒) | 降伏黏產<br>值(YV) | 黏土含有<br>率(%) |
|---------|-----------|--------------------------------|-------------------|---------------------|---------------|--------------|
|         | 比率<br>(%) | 1.0m <sup>3</sup> の場合<br>(kgf) |                   |                     |               |              |
| 黏土 #200 | 25~38     | 250~375                        | 1.20<br>~<br>1.30 | 35<br>~<br>60       | 13~17         | 17           |
| 皂土 #250 | 8~13      | 83~125                         |                   |                     |               | ~            |
| 增黏材     | 0.1       | 1.0                            |                   |                     |               | 33           |
| 逸泥防材    | 0.5       | 5.0                            |                   |                     |               |              |
| 清水      |           | 867~800L                       |                   |                     |               |              |

(5) 泥水式背填灌漿灌注量

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 管徑  | 800  | 900  | 1000 | 1100 | 1200 | 1350 | 1500 | 1650 |
| 注入量 | 92   | 103  | 109  | 123  | 135  | 150  | 168  | 183  |
| 管徑  | 1800 | 2000 | 2200 | 2400 | 2600 | 2800 | 3000 |      |
| 注入量 | 204  | 220  | 242  | 263  | 284  | 305  | 326  |      |

#### 4.1.4 施工設備檢查

施工設備必須經常進行保養檢查，以保持良好的狀態，充分發揮其功能。

##### 一、刀口或掘進機

###### (一) 刀口

刀口必須檢查結構、尺寸、有無變形及是否牢固，若在製作時或前次使用時發生了變形(扭曲)的情況，而不修理繼續使用時，可能會造成推進時產生蛇行的情形，並需確認方向千斤頂油壓動作。

###### (二) 掘進機和先導管

掘進機和先導管使用前必須充分檢查，故需要進行尺寸量測、有無變形的確認和試運轉。

##### 1. 掘進機和先導管的檢查項目如下：

- (1) 形狀、尺寸（掘進機、先導管本體）。
- (2) 切(掘)削面盤傳動裝置。
- (3) 切削面牢固裝置。
- (4) 方向千斤頂裝置。
- (5) 油壓單元。
- (6) 附屬裝置（操縱裝置、排土裝置及其他）。

##### 2. 掘進機及先導管檢查的注意事項如下所示：

在工廠需依據型錄進行形狀確認、尺寸量測、有無變形（扭曲）等，並試運轉確認性能，且推進完成後出坑，該設備再使用時須再次確認；現場搬運時應注意設備有無受損，特別是配線、配管和閥類等。

推進施工時若發生機械故障或推進障礙很難處理，可考量設立中間工作井處理或推進管逐支拉出將故障處理復原或於到達坑反向推進鋼套環銜接至掘進機外側等，繼續完成後續推進作業，但有距離限制，所以必須謹慎的檢查。

##### 二、推進設備系統

推進設備系統是對推進工程影響最大的部分，所以必須經常進行檢查維修來保持良好的狀態。各種設備的檢查要注意如下：

###### (一) 推進用油壓機器

推進用油壓機器性能需足夠，並注意雜質不要進入液壓油中，若雜質混入工作油中要迅速更換，以防故障。

## (二) 推環及推墊

推環及推墊等需於工作前檢查有無變形和焊接處有無裂痕等。

## (三) 推進台

推進台雖然安裝穩固後，在推進中仍可能產生位移，所以必須要定時的檢查。

## (四) 推進驅動裝置

推進驅動裝置會依據施工方式、機型有所不同，但主要仍由推進台及千斤頂構成；泥土壓方式（推進坑內驅動方式）中附有旋轉驅動裝置，而泥水壓方式（推進坑內驅動方式）是以元押千斤頂設備為主的方式。

## (五) 反力板

反力板(鋼製)需謹慎裝設，若推進過程中隨著推進力的增加，造成反力板的位移時，必須立即進行滑材注入、反力板的背面做地盤改良處理等措施。

反力板的結構係依據推進方式、機種而有所不同，但需確保於推進中不會發生變形及破損等情形。(因本報告系以短(小)管推進為主，故以鋼製反力板為例)

## (六) 止水鏡面框

止水鏡面框在推進開始的破鏡及推進施工中可防止地下水、滑材及泥水等流入，而在推進到達時，鏡面框是防止坑外土砂及水流入到達坑內的設備，所以需依推進方式、土質、地下水位、輔助工法及施工長度等因素，選擇具耐久性的止水鏡面框。

# 三、搬運設備

搬運設備的各種機器須定時進行檢查避免發生故障。

## (一) 坑內土砂搬運設備

在坑道內掘進土砂的運送有使用土桶的場合必須檢查沒有運行上的障礙；若使用流體輸送、泵壓送及吸泥引輸送等設備應進行檢查。

## (二) 坑外土砂搬運設備、天車

由於坑外土砂搬運設備和天車設備，若不進行設備檢查可能引起嚴重的災害，在這些設備的設置和作業時必須符合職業安全衛生的相關法令來確保安全。

# 四、滑材注入設備

滑材注入設備係用於注入壓力和注入量管理，在使用前進行壓力計等的檢查，使用後要確認完全沒有附著注入材料。

# 五、電力設備

電力設備必須根據相關規定，進行使用和維護管理，各設備必須安全的運行，

同時要防止作業上發生事故。

推進工程大多數的施工場合，是在高濕度和狹窄的空間內，且放置很多電氣設備的惡劣條件下施工，故須確實的管理及檢查要點如下：

- (一) 電力設備需具備有專業技能的技術人員操作，其它人請勿擅自觸摸。
- (二) 坑內的電力設備大多是潮濕或被泥巴汙染弄髒，容易觸電，所以需有防止觸電的措施，電力設備須使用防水、耐水型的型式。
- (三) 電線須使用符合規定之電纜線，若電線須延長而造成的電壓下降仍應在容許範圍內。為避免坑內吊裝作業影響，電纜線要安裝整齊，並經常檢查有無損壞，。在工地現場施工期短，電力來源為發電機設備，應注意移動、安裝、運轉檢查等作業。
- (四) 使用的發電機的容量需考慮到被連接設備的額定負荷和負荷的啟動容量等，發電機須有一定的容量，若發電機容量較小，馬達啟動時會有較大的啟動電流，發電機的電壓會瞬間下降，同時造成其他設備負荷不正常，電磁開關及繼電器類也會動作不良，其他電動機也會減速和停止，造成照明燈閃爍和水銀燈熄滅等的故障情形。
- (五) 引擎油和冷卻水等在運轉前一定要檢查，避免在作業中造成發電機的中斷。
- (六) 發電機和燃料保管場，要防止管理人員以外的人進入。
- (七) 必要時需採用防噪音型發電機。

## 六、安衛設備

### (一) 通風設備

係以確保坑內工作人員符合安全規定的風量、含氧量及有害氣體的濃度，氣體濃度需達到 CO(一氧化碳)低於 35ppm、H<sub>2</sub>S(硫化氫)低於 10ppm、GAS(可燃性氣體)低於 30%(LEL)、O<sub>2</sub>(氧氣)介於 18~23%(VOL)等警戒值，人員始可進入作業，且人員在工作井內工作期間，仍應持續進行工作井氣體偵測及通風作業。

### (二) 照明設備

需確認工作井內和工作井外的照明是否正常。

### (三) 聯絡通信設備

確認各作業人員之間的聯絡通信設備功能是否正常。

#### (四) 退避設施

可於吊放管材時供井內人員退避遮擋，確保安全。(如右圖所示)



圖 4.1-1 退避設施示意圖

#### (五) 交通安全設備

1. 活動式工程告示牌、安全圍籬(含路證)、面板、警示燈、交通錐(含連桿)、電動旗手及照明燈等需依交維計畫配置，並經常進行設施位置及警示燈檢查。
2. 工區要經常清潔整理。
3. 為保障用路人的安全，需配置適當的交通維持人員。
4. 需注意交通標誌、號誌、街道燈等周邊設備的安全。
4. 確認行人使用的通道是否符合規定。
6. 確認工程排水順暢。
7. 其它設備

在工作場所，確認是否具備四用氣體偵測器、氧氣筒與呼吸用面罩以及個人安全防護設備(如安全帽、背負式安全帶及反光式背心等)；在工作井內的配管、纜線的吊具等突出部的保護和標示，確認工作井內退避設施及上下用之爬梯的檢查，確保工作井內的安全。

### 4.1.5 推進作業

#### 一、切削的穩定

在推進工程中切削面的崩潰不僅影響了掘削工作，也會導致切削面上方的地盤鬆散，甚至會導致塌陷，因此必須以適當的方法來穩定切削面的穩定。

#### 二、掘削

原則上先期掘削、少量掘削或是土砂挖掘取入等都不可超挖。

##### (一) 刃口型(鋼套環推進)和開放型先導管

掘削中為了防止地盤的鬆弛及沉陷，原則上若以刃口和開放型先導管將地

盤進行貫穿掘進，當遭遇堅硬(卵礫石)地盤時，若採強制性推進貫穿恐會產生刃口變形，故需以刃口前端先行挖掘的方式，但須注意防止地盤塌陷。

## (二) 掘進機和先導管

屬軟弱地質或地下水充沛之地盤，因擋土與止水較為困難，需使用密閉型的掘進機推進，推進施工時以穩定掘削配合排土量的控制，以不影響地盤為原則。

## 三、地盤變動防止對策

地盤變動對周邊有很大的影響，所以要做好監測作業，在推進工法中，根據土質條件在掘削、擋土、推進及背填注入等的各項工作需加強管理，以適當方法來防止地盤的變動。

### (一) 地盤的變動

#### 1. 避免掘進機前端地面下陷或隆起

推進施工進行切削時，應避免掘進機和先導管的前端產生沉陷；相反的，推進時在前方的地表上也可能產生隆起現象。

#### 2. 避免掘進機後端地面下陷

在掘進機和先導管挖掘完成之後，在軟弱的地盤和自立性較弱的地盤，即使將管材推入同時注入滑材的背填後，地面仍可能發生沉陷的狀況。另刃口推進產生蛇行的超挖修正及等也是沉陷的原因。

#### 3. 地下水位下降導致的脫水壓密沉陷：

若採用點井降低地下水位，長時間抽水後由於地盤孔隙的壓密，將導致地盤下陷，當產生沉陷之情形可採取回水或低壓灌漿措施。

### (二) 位移的量測(安全監測)

在推進路線上和兩側的適當範圍內進行設定水準測量，特別是在掘進機和先導管通過之前及之後，都必須進行測量，其測量方法可藉由傾斜計及沉陷釘進行，傾斜計係設置於開挖深度 1.5 倍範圍內之建築物，觀測頻率為工作井施工中每天一次，平時每週一次至工作井回填完成後一個月，沉陷釘係設置於工作井週邊(推進路線上)，觀測頻率同傾斜計(設置原則及觀測頻率係為建議值，可需依工程性質進行調整)。另外，在管通過後的一段時間內仍需進行測量，避免位移。

### (三) 防止對策

切削土砂需要適當的切削來避免地盤的變化，因此需採用對應土質的刃口型(鋼套環推進)擋土、掘進機和先導管，而在推進的同時要注入滑材，通過控制切削壓力、泥水壓和添加材的注入產生對抗壓力。在管徑  $\phi 600\text{mm}$  以上推進完成後要迅速地進行背填灌漿的注入，一般以壓力或吐出量來管理(小於 1 公升/min)。

由於注入量的不足也是地盤變動的原因，所以需進行注入管理；且掘進機和

先導管的製作必須將其外徑和推進管外徑之間的差異降到最低限度。

當鄰近結構物施工時，需通過適當的輔助工法來消除其影響，避免產生地質變動。

#### 四、推進工作

推進作業是對應地層的土質，為了切削、推進管及反力承受等的穩定，一邊進行保護，一邊要配置適當推進力的千斤頂，必須將管正確地向規定的方向、坡度和高度前進。

推進作業時注意要點如下：

##### (一) 推進設備的管理

推進設備是將千斤頂、配置及油壓單元等，經常保持良好的狀態和管理。

##### (二) 防止推進管和反力壁的破損

在推進過程中，要考慮推進管的強度，在管的全斷面加上推進力，以剛性高的押輪來推進，使推進管和反力壁都不能受損。

根據土質的狀態等，在推進過程中預測推進阻力會增大的情況下，需要進行滑材注入等以降低推進阻力。

##### (三) 防止蛇行

在推進時，必須要充分進行測量，保持正確的方向和坡度。發生蛇行的話推進抵抗會增大，超過預測的推進阻力可能是無法推進的原因。

#### 五、推進管理

##### (一) 刀口型(鋼套環推進)

###### 1. 切削狀況的確認

刀口型(鋼套環推進)推進工法，有關挖掘的土質及地下水等的狀況雖有能夠目視的優點，但若發生挖掘面崩壞的話，不僅會造成坑內作業人員的危險，有時也有波及到地上。故需在推進作業時，經常監視和掌握挖掘面的自立狀況及地下水的出水狀況，若判斷會有危險，應儘快進行擋土，採取讓挖掘面穩定的方法。

###### 2. 推進管理項目

有關刀口型(鋼套環推進)推進工法的推進管理及測量項目如下所示：

表 4.3-1 刀口型推進管理項目表

| 項目   | 設備及裝置   | 測量項目        | 測量單位 |
|------|---------|-------------|------|
| 掘進管理 | 方向控制千斤頂 | 行程(上、下、左、右) | mm   |
|      | 測量      | X 軸(水平)     | mm   |

|      |       |             |              |
|------|-------|-------------|--------------|
|      |       | Y 軸(垂直)     | mm           |
|      | 元押千斤頂 | 推進力<br>推進速度 | kN<br>mm/min |
| 滑材管理 | 滑材、背填 | 滑材注入壓力      | Mpa          |
|      | 注入設備  | 滑材注入量       | L/min        |

## (二) 掘進機及先導管共同事項

### 1. 切削穩定管理

因為切削面崩壞會給地上交通帶來很大的影響，所以切削穩定管理是最重要的管理項目之一，密閉型推進無法觀察切削面，所以要監視掘進機和先導管的扭力等數據，監視扭力數據是否是符合土質和掘進機規格設定的目標值。為了評估設定值是否合適，需對挖掘土量的量測和地表的沉陷量等的數據進行對照判斷。

### 2. 推進管理項目（共同）

關於掘進機和先導管的推進管理和測量項目如下所示：

表 4.3-2 刃口型推進管理項目（共同）表

| 項目   | 設備及裝置 | 測量項目               | 測量單位         |
|------|-------|--------------------|--------------|
| 掘進管理 | 掘進機   | 切削面盤扭力             | mm           |
|      |       | 方向控制千斤頂行程(上、下、左、右) | mm<br>mm     |
|      |       | 水平                 | mm           |
|      |       | 垂直                 | mm           |
|      |       | 傾斜                 | 度            |
|      |       | 左右偏移角              | 度            |
|      |       | 機身旋轉               | 度            |
|      | 元押千斤頂 | 推進力<br>推進速度        | kN<br>mm/min |
| 滑材管理 | 滑材、背填 | 滑材注入壓力             | Mpa          |
|      | 注入設備  | 滑材注入量              | L/min        |

## (三) 泥水式固有的管理項目

### 1. 挖掘土量的量測

泥水式推進工法是運送泥水、排泥水的循環迴路，無法直接確認掘削土砂的狀況，因此需進行挖掘土量的量測。量測挖掘土量的方法是通過比較掘進機和先導管挖掘土量理論值與泥水循環排出土量進行比較。

切削是否穩定的方法是由送泥管和排泥管上的流量計和密度計來計測。

流量和密度經由管路通過的土質來計算，從排泥側到送泥側的差異，得出挖掘土量(如下列公式)，但是由於檢測值是以瞬間通過的泥土量情況來計算，其計

算結果會不斷的變動。還有切削面的逸泥等也會產生一些誤差。故以推進5~10支管來量測排土量，並觀察測量值的變化進行評估。

$$V = \frac{1}{\gamma_0 - 1} \int_0^1 \{ (\gamma_2 - 1) Q_2 - (\gamma_1 - 1) Q_1 \} dt$$

V：挖土量 (m<sup>3</sup>)

t：掘削時間 (min)

Q1：送泥流量 (m<sup>3</sup>/min)

Q2：排泥流量 (m<sup>3</sup>/min)

ro：地盤密度 (kg/m<sup>3</sup>)

r1：運送泥密度 (kg/m<sup>3</sup>)

r2：排泥密度 (kg/m<sup>3</sup>)

## 2. 推進管理項目

泥水式固有的管理測量項目如下所示：

表 4.3-3 泥水式推進管理項目表

| 項目   | 設備及裝置 | 測量項目  | 測量單位                |
|------|-------|-------|---------------------|
| 泥水管理 | 循環裝置  | 切削壓力  | kN/m <sup>3</sup>   |
|      |       | 送水壓力  | kN/m <sup>3</sup>   |
|      |       | 送排泥濃度 | %(重量濃度)             |
|      |       | 送排泥流量 | m <sup>3</sup> /min |
|      | 泥水設備  | 泥水比重  | --                  |
|      |       | 泥水黏性  | S(最終黏性)             |
|      |       | 濾水量   | M <sup>3</sup>      |
|      |       | 砂質濃度  | %(體積濃度)             |

## (四) 土壓式(泥土壓式)固有的管理項目

### 1. 挖掘土量的量測

土壓式(泥土壓式)推進工法，將掘進土砂(泥土)充滿切削艙內，一邊管理這些泥土的壓力一邊推進。為了判斷掘進管理土壓是否正常，除了排出土狀況確認之外，還需要通過經緯儀(雷射儀)測量來確認對地表面有無影響。地表面變狀的發生狀況和原因如下所示：

表 4.3-4 土壓式挖掘土量發生狀況及原因表

| 發生狀況 | 原因            |
|------|---------------|
| 掘進機  | ● 挖掘管理的土壓力太高。 |

|             |                                                                                                                           |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 前端隆起        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 添加劑的注入量過多。</li> <li>● 掘削土砂的取入量太少。</li> </ul>                                     |
| 掘進機<br>前端下陷 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 挖掘管理土壓太低。</li> <li>● 切削艙內充滿了太軟的泥土還有多量的水，切削面崩壞。</li> <li>● 掘削土砂的取入量太多。</li> </ul> |
| 掘進機<br>後方隆起 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 前端隆起的影響仍然殘留著。</li> <li>● 滑材的注入量太多。</li> </ul>                                    |
| 掘進機<br>後方下沉 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 前端下沉的影響仍然殘留著。</li> <li>● 對掘進機的超挖所形成空間，填充的滑材注入量太少。</li> </ul>                     |

## 2. 推進管理項目

將土壓式（泥土壓式）固有的管理項目如下所示：

表 4.3-5 土壓式推進管理項目表

| 項目   | 設備及裝置  | 測量項目     | 測量單位                |
|------|--------|----------|---------------------|
| 土壓管理 | 排土裝置   | 螺旋輸送機扭力  | KN. m               |
|      |        | 螺旋輸送機回轉數 | rpm                 |
|      |        | 排出量      | m <sup>3</sup> /min |
|      | 掘進管理土壓 |          | KN/m <sup>2</sup>   |
|      | 添加材    | 添加材注入壓   | Mpa                 |
|      | 注入設備   | 添加材注入量   | L/min               |

## （五）土質預測之重要性及不同地質結構中之掘進機施作要領

### 1. 卵礫石地盤

於卵礫石地盤中挖掘時，需注意容易發生切削面的崩壞，並且在掘進機和先導管中很容易發生故障，而主要的對策有防止崩壞的輔助工法和礫石處理方法，作為防止崩壞的輔助工法，有藥液注入工法；在礫石處理方法中，有活動（盤式）切削刃的（首次）破碎及進入切削艙內的（二次）攪碎及分離方法。

在泥水加壓方式上，為了防止因礫石形成排泥管路的閉塞，需要加大管內流速及泥水黏性。

在土壓式（泥土壓式）中，活動（盤式）切削刃的首次破碎及進入切削艙內的攪碎及分離方法之外。除了上述方式之外，針對卵礫石地盤也可使用切削面盤與螺旋輸送分開驅動方式，以增加扭力。

### 2. 透水性高的地質

對於泥水式，在透水性高的鬆散地盤上，泥水容易流散，造成切削面泥水的效果不佳。此時容易發生切削面的崩壞，相關對策如下所示：

（1）根據情況提高泥水的比重、高黏性，並使用防止流散的材料。

(2) 採用從輸送泥管的流量計和密度計量測挖掘土量的監測方法。

(3) 同時一邊檢查掘進機的負荷狀態一邊進行挖掘。

### 3. 不透水性的黏土地盤

在堅硬的不溶解性的黏土地盤中，黏土會附著在掘進機和先導管的切削齒和切削面盤上造成無法挖掘。因此需要將掘進機面盤開口率提高、固定切削刀的形狀、黏土難以附著的配置等的結構配置。

還有，在泥水式中，有必要在泥水中加入分散材料(第三磷酸蘇打)等措施。

### 4. 泥土的性質

泥土太硬的話會損害流動性，造成管路阻塞不能推進，而太軟的話，切削艙內的壓力又無法充分保持。因此，經常保持適當的泥土狀態是有必要的。泥土的狀態在土壓式(及泥土壓式)是由螺旋送機排出的，並經由目視和直接用手觸摸來做判斷。

除此之外，也可用切削扭力和螺旋輸送機的扭力大小來判斷泥土的狀態，泥土狀態的調整是可以經由添加材料的注入量和添加材料的配比改變來進行。

### 4. 防止切削艙內的阻塞

運轉操作的錯誤或崩壞性非常高的土質，會使攪拌室內被泥沙阻塞以致不能挖掘前進或變得不能掘進。

切削艙內的阻塞很少瞬間發生，大多是拱起現象而逐漸擴大。另外，發生前多伴隨著如下的現象：

- (1) 排土量極端減少，土砂因摩擦而發熱。
- (2) 切削扭矩上升。
- (3) 切削艙內土壓上升
- (4) 推力上升
- (5) 如果發生了以上的現象，可稍增多添加材料注入。但阻塞現象仍持續的時候，就需要用到高壓噴水和壓縮空氣等方式。

### 6. 障礙物對策

所謂挖掘中的障礙物，就是在切削時，遭遇有流木、木樁、混凝土基樁及巨石等。

大部分的障礙物，在事前調查中是無法預測的。如果遭遇上述障礙物而判斷不能掘進的話，將會採取掘進機前面開挖去除障礙的方法，若無法上方開挖則採用套管方式取出障礙物。

## 7. 小口徑管推進工法的情況（壓入式、螺旋式，鑽掘式）的相關注意事項

### （1）壓入方式

在一次推進中，以不排土方式將土擠到推進管周圍進行壓密，一般適用於軟弱地盤。故在確認適用地質時，推進路線周遭的既設構造物時也須同時確認是否會造成影響。

在先導管推進的過程中，依據地質的不同，管周圍可能會因時間造成土壤壓密，使推力上升而造成無法推進，所以在推進的中途盡量不要中斷直到完成為止。

在二次推進的推進管推進時，為避免在鬆軟的砂質地盤上因地下水位高，可能停止切削盤旋轉後，土砂也會由面盤開口流入，造成取入土量過多的情況，因此須根據土質及地下水位來調整面盤的開口率。

### （2）螺旋方式

由於螺旋方式，因為沒有與高地下水壓對抗的裝置，必須特別注意地下水位以下的砂質地盤入土量，在取入土量過多時，需要採用輔助工法來應對。

黏土質地盤，推進中的先導管頭部若附著土，前端阻力會有急劇增加的情況。因為主要的原因是前端部的阻塞，對策是注水讓切削面的土變軟，同時需要調整面盤開口率。

### （3）鑽掘方式

因為鑽掘方式先導管前面開放的，對於地下水位以下的砂質地盤，需以輔助工法來進行地盤的穩定處理，而採取輔助工法時可能會有掘土過多的情況，所以必須特別注意出土量。

## 4.1.6 發進

### 一、反力板

反力板的功用是承受推進力，用鋼板與推進台一體構築。反力板需有足夠的強度承受發生地質變化和推進蛇行等因素增加之推進力，且不會發生破壞和變形。

反力板千斤頂的面要與推進方向成直角而且必須是平面，如果地質鬆軟的地盤，必須採用輔助工法來作地盤改良。

### 二、推進台（包括推進驅動裝置）的安裝

推進台必須在工作井內的基礎上施作，而基礎(大底)需依設計圖說確實的施作，在安裝推進台時注意要點如下：

- （一）推進架台設置於測量完成之工作平台上，推進管中心高程須對準鏡面框中心點為基準，因為管材尺寸規格是固定的，須與管材承受之導軌保持平行。推進台也是推進管的乘載架台，必須要安裝堅固且穩定性良好，確保掘進機推進時的方向。

- (二) 掘進機和先導管依土質狀況擇定機種，並於工作井內安裝及試車完成，且掘進機推出鏡面框前，需注意地層的擾動問題，可能發生掘進機沉降的情形，所以掘進機安裝時可稍微上仰，若遭遇砂礫和卵礫石層時，也可能造成推進往上提升，故掘進機安裝時可稍微向下，所以需依據現場推進操作手的判斷來決定。
- (三) 在掘進機和先導管推進施工初期階段時，可能因地質的狀態而向前傾斜造成方向的變化，故需和前項一樣的注意。

### 三、管材的接合

管材的接合是推進工程中重要的一環必須依照以下順序作業。

#### (一) 止水橡膠的檢查

檢查止水橡膠有無變形、斷裂及劣化等。

#### (二) 接合用潤滑劑的塗布

先將推進管的連接部清潔後，以潤滑劑塗布在止水橡膠上。

#### (三) 吊下推進管

起重機的吊重能力要足夠，需由具有吊掛證照人員操作起重機進行吊掛工作，吊具和鋼索需定期保養檢查。

#### (四) 電纜、配管等的交替連接

在吊下推進管前，進行照明、動力線、控制線、送排泥管、送排氣管、油壓軟管、土砂搬運設備等交替連接。特別是小口徑管推進工法中，如果管內電纜線等發生故障問題，可考量推進管逐支拉出將故障處理復原或於到達坑反向推進鋼套環銜接至掘進機外側等，繼續完成後續推進作業，所以特別要注意下列事項：

1. 接管時要確認控制電纜、油壓軟管、注入滑材軟管等接合是否正常。
2. 注意先導管、誘導管、推進管的接頭處不要漏水。
3. 推進管接合時，線纜、軟管等要特別注意不能夾在推進管上。
4. 軟管及電纜等要固定好不可妨礙測量。

#### (五) 兩推進管銜接處避免膠圈及鋼製接頭損壞

為避免止水用橡膠圈捲起及鋼製接頭的破損，推推施工階段，吊放下來的新管材方向與前端推進管之銜接必須平順架設在推進台上。

#### (六) 推進千斤頂和管材的接合

推進管的安裝完成後，推進千斤頂開始推進作業前需注意鋼圈的平整度，而止水用橡膠要注意膠圈和鋼製接頭的接合情況，如果止水橡膠圈有翻起的情況，

要暫時停止推進工作，將高度和方向的調整完全接合後再開始。

#### 四、掘進機和先導管的試運轉

掘進機和先導管有各種型式，因為操作運轉會有些微的不同，所以必須熟悉對機械功能的操作，以利進行穩定施工。故施工現場與工廠的試車環境不同(濕氣高的環境中使用)，所以推進前必須詳細試車檢查。

掘進機和先導管的共同檢查點如下所述：

- (一) 切削面盤旋轉的確認：正、逆旋轉的確認以及無負荷狀況下旋轉時的馬達電流值(安培)確認。
- (二) 旋轉軸承：有無異音、潤滑油泵浦的運轉狀況、送油系統的確認。
- (三) 計器儀表：正常顯示狀況的確認。
- (四) 千斤頂操作確認：各千斤頂動作的確認。
- (五) 其他：油壓系統動作狀況的確認，配管線有無露出的確認。

除此之外，在泥水加壓式環流管路的檢查、機內旁通閥的作動確認；土壓式(泥土壓式)螺旋輸送機裝置和螺旋輸送閘門裝置的操作確認以及添加材注入口的通水確認。

#### 五、工作井的地盤穩定和鏡面框安裝及破除(破鏡)

在確認切削面的地盤穩定之後(必要時可以鑽孔方式確認地盤改良止水性)，進行入坑鏡面框安裝，安裝完成後需確認鏡面框有無滲漏之情形，而鏡面框之安裝區分為平面式及嵌入式。

- (一) 平面式(資料來源：臺灣公路工程第35卷第12期)：

##### 施工步驟

1. 切除鋼筋混凝土或鋼環等工作井材料
2. 鏡面工安裝需與推進方向垂
3. 地質改良
4. 鏡面工安裝

Step 1 首先將含公端螺絲之鐵製內框，焊接於工作井內預定發進面中心。

Step 2 完成後，於內框上螺絲套上橡皮膠圈。

Step 3 再以鐵製外框將橡皮膠圈套上夾住，並以螺帽固定

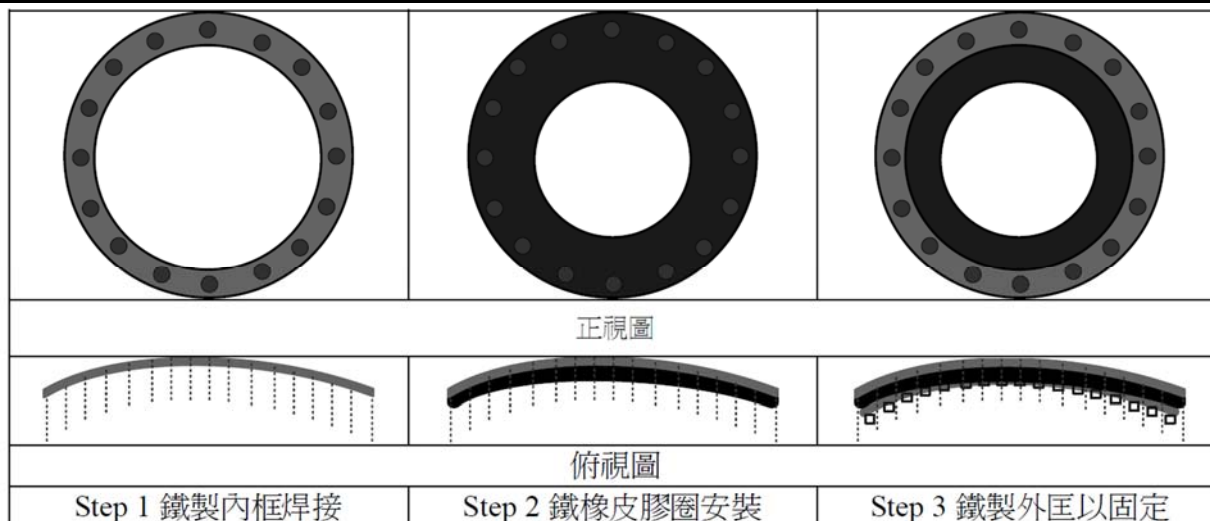


圖 4.1-2 平面式鏡面工安裝步驟圖

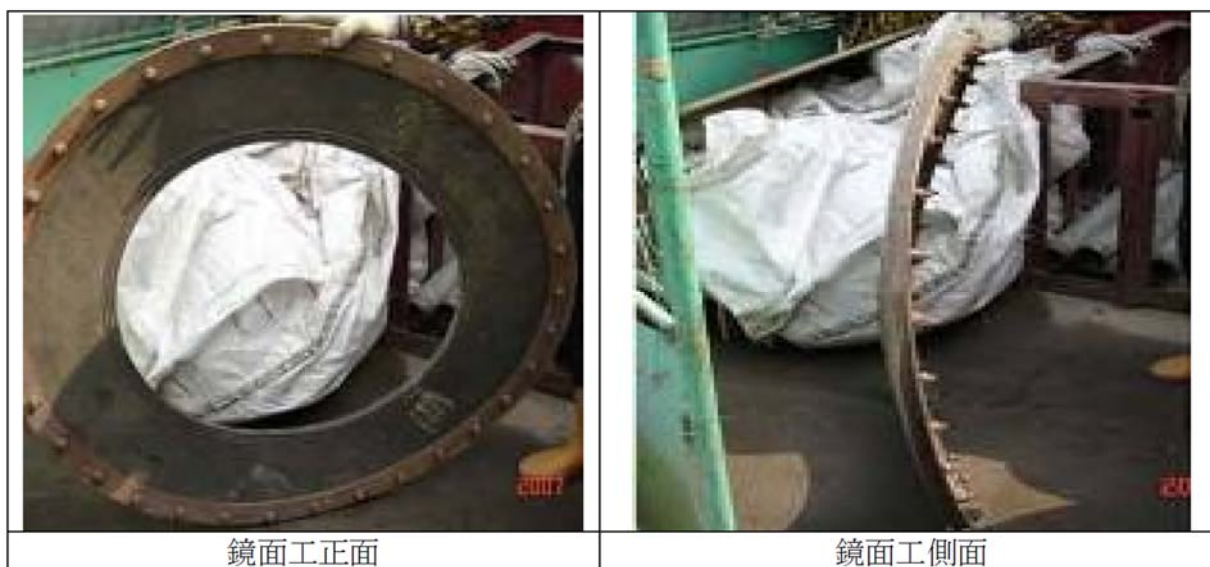


圖 4.1-3 平面式鏡面工外觀圖

(二) 嵌入式 (資料來源：臺灣公路工程第 35 卷第 12 期)：

若受限於工作井大小，無法將掘進機驅動部置入工作井內，可安裝嵌入式鏡面框，如圖 4.1-4 示，必要時，可減少圓形工作井所需使用直徑，其施工步驟同平面式 1、2、3。



圖 4.1-4 嵌入式鏡面工外觀圖

#### 4. 鏡面工安裝

Step 1 由於受限工作井尺寸，使掘進機驅動部無法全段置入，可使用嵌入式鏡面。

Step 2 將鏡面範圍鋼環切開略大於鏡面寬度，再將嵌入鏡面深度處地改範圍土壤挖除。

Step 3 焊接固定嵌入式鏡面，利用手動式吊車，使掘進機以傾斜方式置入嵌入式鏡面。

Step 4 安裝完成後，開始進行推進。

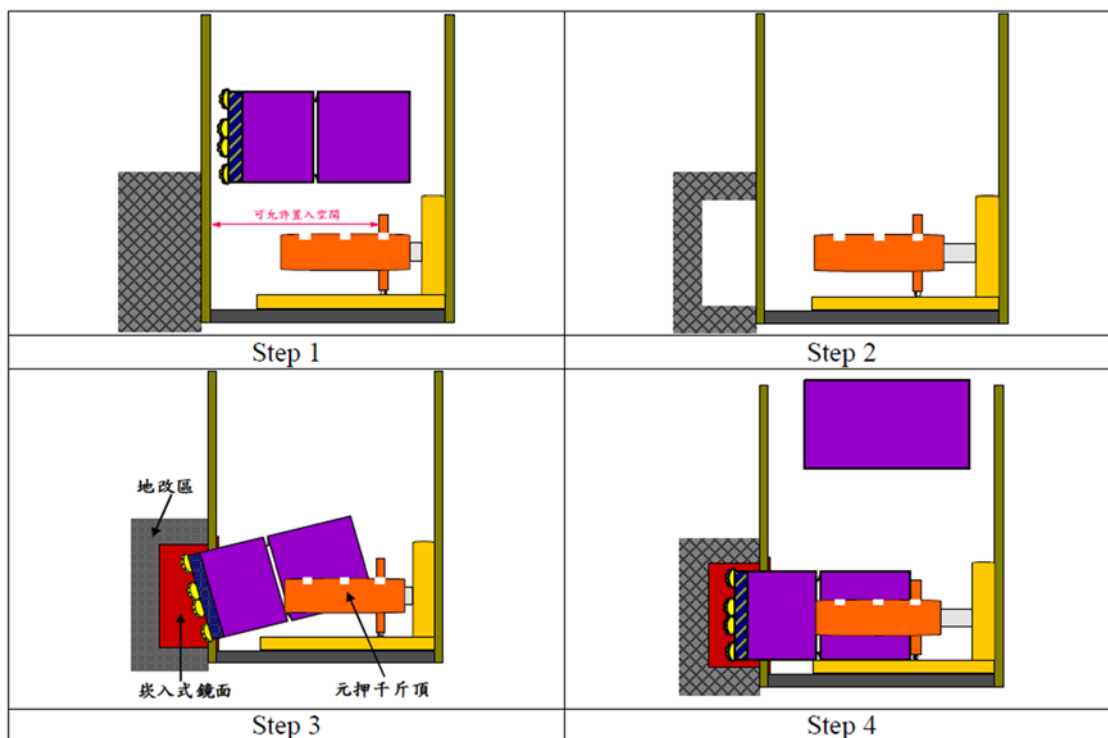


圖 4.1-5 嵌入式鏡面工安裝步驟圖

工作井周邊的地盤在工作井沉設時強度會下降，有時也會形成水路，另外由於無法完全把握正確的地質狀況，所以在鏡面框破除前，再次確認鏡面框有無滲漏之情形。

在鏡面框破除時，要充分確認刃口、掘進機和先導管不會遭遇留置土中未拔鋼板樁等，此時掘進機和先導管的情況要注意鏡面框及鋼環的鐵片不要掉入切削攪拌室內，還有為因應鏡面發生崩潰的狀況，要把刃口、掘進機和先導管頂到鏡面上隨時準備貫入。

短管推進工法都是從圓型推進井至圓型到達井的工法，由於作業空間狹窄，作業性不佳，或切削面的地盤不穩定可能因崩塌導致重大事故，所以在圓型工作井的鏡面框破除時，為了因應地盤的土質和地下水的狀態，要特別慎重的進行輔助工法效果的確認。

## 六、初期推進階段

當掘進機破鏡進入掘進施工初期，很容易發生掘進機和先導管前端部的下沉和旋轉，所以必須小心的控制速度和運轉操作，且推進架台的結構必須很堅固，才可在推進台設置插銷來作為防止旋轉的措施。

在推進施工初期階段，元押千斤頂復位時形成的空格，必須要注意工作井外的土壓和水壓可能使掘進機和先導管後退，導致地盤沉陷事故。特別是在覆土深度大及地下水壓高的情況下，必須從工作井的壁板作防退支撐後才取下插銷，以防止掘進機及先導管和推進管在千斤頂後退時被退出。

在土壓式（泥土壓式）推進工法中，掘進施工初期，在切削艙內注入添加材並與進入切削艙內的土壤攪拌產生塑性流動化。

在土壓式（泥土壓式）中，採取如下的方法：

- （一）切削盤旋轉時，於掘削的同時徐徐注入添加材，使兩者相互攪拌，形成塑性流動的泥土，充滿切削艙和螺旋輸送機內。

## 七、當推進停止時切削面的維持穩定

時機：休息日及推進管的安裝時，必須要量測切削面的穩定。

- （一）刃口型（鋼套環推進）

以擋土千斤頂、半月型擋土千斤頂來臨時抑制切削面，除此之外，還有在切削面堆積土的方法、設計放在刃口的角落等。

- （二）泥水式

保持切削面水壓（泥水壓），阻止土砂和地下水自行流入攪拌室內，使切削面水壓等於土砂和地下水產生之壓力，實際壓力值應視現場狀況調整。

### (三) 土壓式(泥土壓式)

在攪拌室內和螺旋輸送機內充滿挖掘土砂，阻止土砂和地下水流入攪拌室內，在大型鬆緊閥內注入空氣，利用其壓力，讓土砂的排出通道變窄，維持切削面的穩定。

#### 4.1.7 注入作業

##### 一、滑材注入工

(一) 在注入滑材的時候，必須注意以下事項。

1. 土質條件。
2. 注入工的配置。
3. 注入壓力及注入量。
4. 滑材的流出。

推進管注入工的配置必須考慮到滑材注入處及注入孔朝向，在管周圍均勻地注入滑材。特別是，在周面阻力大的土質中，需在在先導管上設定注入孔，一邊觀察推進力一邊注入定量滑材。

另雖然注入是在推進中進行，但是在一天以上的長時間停止推進的情況下，要注意進行滑材注入時，需避免滑材在接頭部和地盤內逸出或者從工作井鏡面框等處流出。

##### (二) 滑材

滑材需使用適合地層土質的材料，滑材品質對注入效果有很大程度的影響，如果滑材選定錯誤的話，反而會導致管周面抵抗變大導致反效果。

##### (三) 注入的方法

滑材要用適當的注入壓力分布到管全周，滑材注入的好壞不僅僅是左右推進速度，且對地盤是否沉陷、土壓是否增大及推進是否蛇行等影響很大，在注入的時候，必須要充分考量滑材的種類、配比、注入壓、注入量等，在土質變化的時候要做適當地選用。

通常，將灌漿泵設置 1.5 吋軟管或者 2 吋軟管壓送，灌漿機、攪拌機、攪拌器、軟管等都要進充分檢查以保持良好狀態，另外注入孔要安裝逆止閥。

滑材的注入量會依土壤的不同而變動，在達到規定的注入壓時，保持其設定的注入壓力。而注入壓也會根據滑材的性質（特別是黏性）也不同，不過一般是注入孔使用 0.1MPa 程度。因注入管容易阻塞，注入用的壓力表需要時常確認。

#### 4.1.8 施工管理

施工中需依切削面土質、地下水的狀況，確認推進管中心線的偏移量，並需依切削面水壓、土壓、排土量、地表面的變動狀況來做適當的調整。

切削狀況及推進管的接頭狀況需與監視同時並做紀錄，在有變動的時候要探明原因並記錄對應方法，以用於後續相同狀況的對應方法。

施工管理的項目如下所述：

#### 一、切削面管理

推進中的切削面穩定管理是最重要的，管理項目如下：

- (一) 依據地質調查結果與挖掘排土做確認比較
- (二) 依據切削面穩定狀況作掘削排土確認
- (三) 湧水量確認
- (四) 測量地表的位移量

推進施工中遭遇下列狀況時，要做地質調查並輔以輔助工法進行施工，必要時需暫時停止施工採取處理對策。

- (一) 地質急遽變化，遭遇與事前地質調查資料不同的地質或碰到高壓地下水。
- (二) 遭遇被埋設(廢棄)的舊河川、舊池塘、古井或者從周邊通過的情形時。
- (三) 遭遇既設下水道、自來水管等漏水或是積水，而造成局部性地盤鬆動且湧水量增加的情形時。

#### 二、推進管理

推進管理重點如下：

- (一) 是否照預定的日進度。
- (二) 推進力是否適當。
- (三) 反力壁的狀況有無異常。
- (四) 管材有無發生異常。
- (五) 推進管位移有無在容許範圍內。
- (六) 各設備狀況有無異常。
- (七) 出土量與掘進速度是否合理。

#### 三、推進管接頭管理

為了防止推進管蛇行、偏壓等造成管端破損、漏水等，需經常檢查管接頭情況，因小口徑工法是有空間侷限性，故需於工作井內確認接頭狀況。

#### 四、滑材注入管理

滑材注入的好壞，不只影響著推進力，且會影響地表面的位移、偏土壓、推進管蛇行等，所以必須做好滑材種類的選用、配比、注入壓力、注入量、注入位置等，另也需在注入滑材時確認推力變化。

#### 五、出坑作業管理

推進管段接近到達井前，需先檢視到達口的鏡面框是否有滲漏情形，當推進機頭推進入坑後，機頭的拆解及吊起需程序施作，另推進管須預留足夠的長度，以供後續人孔底座組裝銜接時使用。

### 4.2 工作井施工

#### 一、遭遇地下管線的處理

當遭遇地下管線障礙及架空電線時，需與管線單位會勘協調進行遷移或是做防護，地下管線埋設位置和設計圖多少會有些不同，所以施工前必須要做試挖進行確認，且管線遷移可能需要很長時間，可能會影響預定完工日期，所以必須盡早辦理管遷程序。另需依管線單位指示進行遷移、吊掛或是做防護，做好安全措施。

#### 二、工作井的沉設

工作井的選用是依據地質、周邊狀況、使用目的和維持的時間來做考量，一般工作井的沉設是使用圓形鋼環、鋼襯板及沉箱等進行擋土並掘削，且須依地質使用輔助工法，確保施工時不會影響鄰近建築物及地下管線。

工作井因使用時間較長，尤其是推進工作井要反覆承受千斤頂的力量，因此工作井構體要堅固，每節銜接處須全周銲接，且要注意土壤穩定及豪大雨時淹水的情形。

### 4.3 地下結構物保護及輔助工法

#### 4.3.1 地盤保護

地盤保護是依據各種調查資料，並事先與相關單位進行協商後，建立適當的施工計畫。

##### 一、管道防護

##### (一) 地盤改良

根據土質調查，選擇適當的注入材料。特別是考慮到車輛的重量、振動等，需要在地盤灌漿(注入材料)，一般來說灌漿是從路基進行，但是如果灌漿不足或從無法從地面上灌漿的情況下，就必須在推進之前進行水平灌漿，且為避免灌漿時地面隆起現象，需注意灌漿時的壓力。

## (二) 軌道防護

為避免推進時對軌道產生不好的影響，需在軌道下設置鋼墊板，必要時鋼墊板用鋼管樁來支撐。

## 二、河川護岸防護

河川的地層一般會有較大的變化，可能有卵礫石，流木及舊護岸等造成無法推進的情況。因這些障礙物的出現造成切削面崩塌的話，可能導致堤防、河床的下沉，因此要考慮到河床的地質條件採取以下措施。

(一) 採用輔助工法使地盤固化和增加地盤的支撐力。

(二) 部分河床的穩定方法。

(三) 與權管單位會勘並提相關保護計畫。

## 三、橋墩、橋台等保護

在選擇保護方法時，需要對上部結構和下部結構進行調查。橋墩和橋台的防護方法如下：

(一) 鋼管樁打設

用鋼材強化、加深基礎及架設鋼樑等方式來支撐橋樑、橋墩、橋台。

(二) 藥液注入工法

## 四、地下管線的防護

在施工之前，需與管線單位會勘，確認地下管線埋設的位置及深度等，並進行試挖後，利用吊掛或支撐保護地下結構，或藥液注入工法進行地盤改良等方式進行防護。

在推進工程中需進行監測，如果沉陷量超過安全值，應立即停止推進工作，並採取防護措施。另需注意藥液注入的材料、滑材和背填( $\geq \phi 600\text{mm}$ )時可能侵入既設管線造成管線閉塞。

### 4.3.2 搬運工作

一、坑道內搬運作業，為了確保工作人員的安全，需於進行土砂搬運時，時常檢查坑內土砂搬運設備。

坑道內搬運作業是在視線不良的場所內進行的，所以選用的設備必須確保工作人員的安全，且經常進行檢查。

土桶台車或是台車上放置土桶進行土砂搬運的情況下，管內通路的土砂去除和車輪的整備需經常進行保養。另土桶台車和土桶附著的手扶轉倒部份的插銷損壞是造成嚴重的災害的原因，每天至少進行檢查 2 次以上以確認安全，即使稍微有變形也必須進行維修。

採用軌道的情況下，要設置防逸走裝置和行走時的警報裝置，若軌道間的連接不完全，會因為土桶台車脫軌而引起危害，因此需經常進行檢查。

在坑內使用活動的可攜式皮帶輸送機時，從傳送帶中溢出的土砂堆積會使皮帶受損，所以要經常清理土砂，使其保持順暢。另輸送機必須設置緊急停止裝置，且為避免觸電必須有接地裝置和專用的漏電斷電開關。

通過管道的流體運輸，需要保持極限流速。尤其是在石塊多的地層和固結度高的土層、黏土層等容易形成的土質中，需選用較大管徑排泥管徑，另也有必要考量裝設將固結物等破碎或去除的裝置。螺旋送機在使用前需進行檢查是否有變形、焊接處有無裂紋、螺絲牙是否損壞等。

## 二、坑外搬運作業

在坑外土砂搬出、管的小搬運或吊上下推墊等工作及吊車起重等，需經常進行設備檢查，並需由專業人員進行以確保安全。

土砂搬運設備至坑外的能力，必須滿足運輸挖掘土量。

在小口直徑管推進工法中，因為出土量較少，可以用簡易的旋轉吊車或吊卡車吊起，直接裝入卡車。

在排出土砂量大的情況下，有用吊車直接將土桶吊起裝入卡車的方式及從立坑內直接用抓斗吊起裝載方法等；使用抓土斗的話，其載運出土量是較多的，在吊管下坑、上下推墊安裝等需要有另外的起重機。

因為起重機等結構比較複雜，所以必須製定檢查標準，每天準時進行檢查採取萬全的安全對策，特別是布繩的磨損、起重機吊車的鋼索的表皮有無損傷等也需要注意，特別注意在吊車作業時，工作人員不可在吊重物下方走動。

## 三、推進管的安裝（水泥管）

### （一）搬運和保管

關於搬入的管材，要確認種類、數量及製造日等，並確認管體和鋼環有無損傷、止水橡膠圈的狀態、緩衝材料的規格等。

管材的搬運注意不要產生管體的損傷及鋼環的變形，搬運的時候用鋼索等

確實固定，如果在不固定的狀態下搬運就會導致管材的損傷，並可能會導致危害。

保管時，在平坦的地面上墊上木角材後於上方放置管材。為避免鋼環變形，不能把鋼環直接碰撞到角材。在最下層的管材，要以擋塊固定好防止塌下，並在管材在吊下工作井前再次做同樣的檢查。

## (二) 卸下管材

管徑 300mm~700mm 的情況下，需準備 2 根吊帶，在管的外周進行二點吊掛。

管徑 800mm 以上的的情況下，如下圖(a)所示以專用定具經由管材 2 個灌漿孔來吊掛，若以鋼索在管中穿過來吊掛的方法下圖(b)所示，會給管材和接頭造成損傷。

水泥管在吊下發進工作井時，必須小心的進行作業，在吊掛放下的途中，推進管旋轉是非常危險的，所以在管端要安裝引導繩且人員需躲至退避設施或已完成之推進管內。

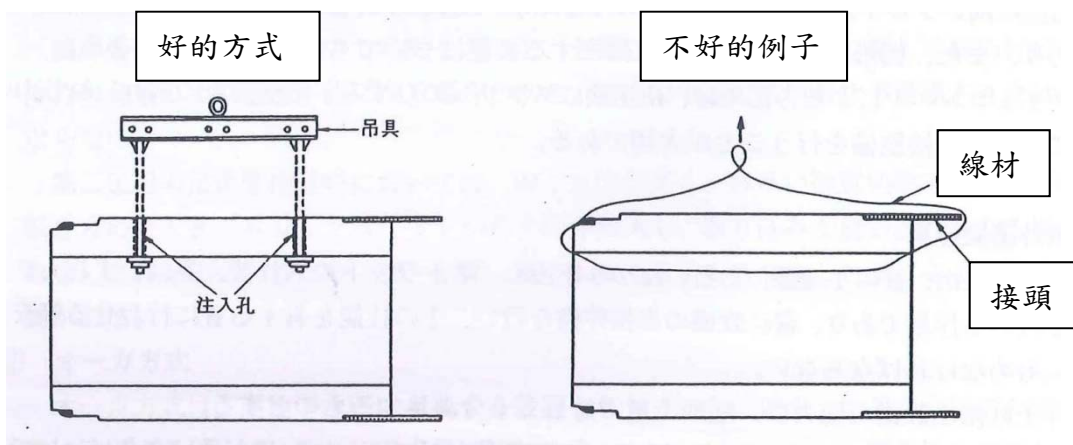


圖 4.3-1 管材吊掛示意圖

## (三) 管材的接合

向推進的方向，把鋼製接頭放在後側，在推進架台卸下水泥管，通過押環以元押千斤頂向前頂進來裝入接合。

在接合之前需檢查及清掃管材，接頭部充分塗上專用的潤滑劑，在接合的時候，觀察止水橡膠的狀態，並確認在鋼製接頭規定的位置；，需注意如果止水橡膠出現異常會在推進中造成漏水。

## 四、推進管的安裝（PVC 及 ABS 管）

### (一) 搬運和保管

#### 1. 搬運

推進工法用 PVC 及 ABS 管（以下稱為塑膠管）時，雖然很輕容易操作使用，但在吊放管材的時候不得把塑膠管直接扔下去。

小搬運的時候不可拖拉塑膠管也不可把直管扛在肩上搬運，如果把塑膠管裝在架台上堆積的時候，要用繩子適當地固定，不要直接碰到架台的角，並以緩衝材料保護，此時需注意繩子的鬆緊和管材的偏離，為了預防手接觸管端的受傷，搬運時請戴上手套。

## 2. 保管

- (1) 塑膠管的保管場所原則是室內，不得已在室外保管的時候，放在簡單的屋簷下並以塑膠布覆蓋，避免日光直射同時保持著通風良好的狀態或是設定罩棚或不透明覆蓋布，避免陽光直射，另外，選擇平坦的地方，以 10cm 角的枕木約 1m 的間隔錯開堆置，堆積的數量在口徑 150~300 為 5 層以下，直徑 350 以上為 4 層以下（如下圖），在最下層的管材要以擋塊固定防止崩塌造成事故。

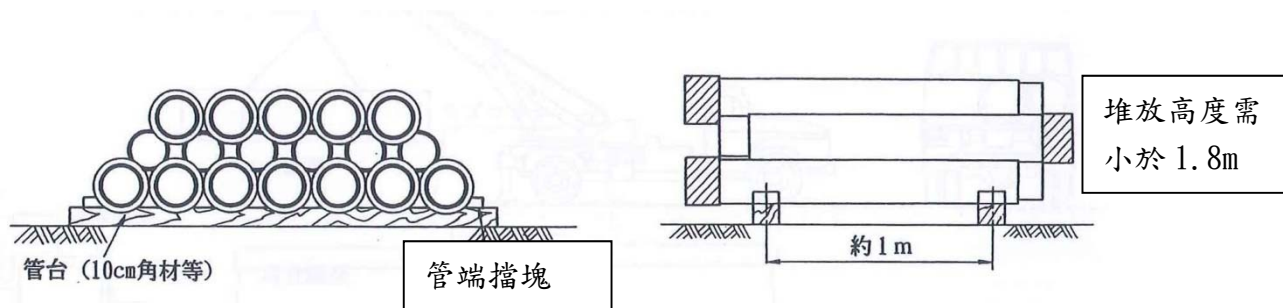


圖 4.3-2 管材堆放示意圖

- (2) 黏合劑及接合劑的保管及操作使用需遵守容器與包裝材料等記載的注意事項。
- (3) 承接口接頭、SUS 接頭、人孔接頭及止水橡膠等零件在室內保管為原則，不得已在室外保管的時候，需以不透明塑膠布覆蓋防止變形和污垢。

## 3. 管材的切斷和倒角

先頭管的調整和接入人孔的管上端以水泥粉光，需要將管材切斷和倒角的情形，在這種情況下，需按照開削工法的截斷面倒角正確地進行。

### (二) 推進用治具的安裝

如果鋼管和送土螺旋管在直管內安裝時，注意不要撞到管端部，並不要直接觸摸到直管內的鋼管和螺旋槳的銳利部分，在管端中有硬的重量物的話，其端面加工部會有有害的碎屑和裂痕，導致不能推進及施工後的漏水原因。另外，鋼管和送土螺旋管要注意鋒利的部分接觸到管內壁的話，會產生裂痕，可能會導致管材強度下降。

### (三) 塑膠管的吊放

在確認直管沒有損壞的情況下，依照以下的順序進行吊放。

1. 在塑膠管主體外周上的吊帶採用不會給直管造成損傷的材質（尼龍或布製等），吊帶不能穿過塑膠管內及接頭部分吊掛。且要注意接頭部分，若有髒汙或變形會影響到連接工作和水密性。
2. 如果推進設備需在塑膠管內放入鋼管和送土螺旋管，為了避免滑出，需用繩子固定在直管上。
3. 塑膠管的吊放一般是用吊車或固定式天車進行的，需以水平將直管緩慢地吊起來，根據指揮人員指示移動到工作井上方，一邊注意工作井內的安全一邊緩慢地放下，此時管端面和鋼製接頭不要碰到鋼板和樑（如下圖）。另必須設置安全退避設施，管材吊放時人員需躲至退避設施或已完成之推進管內。

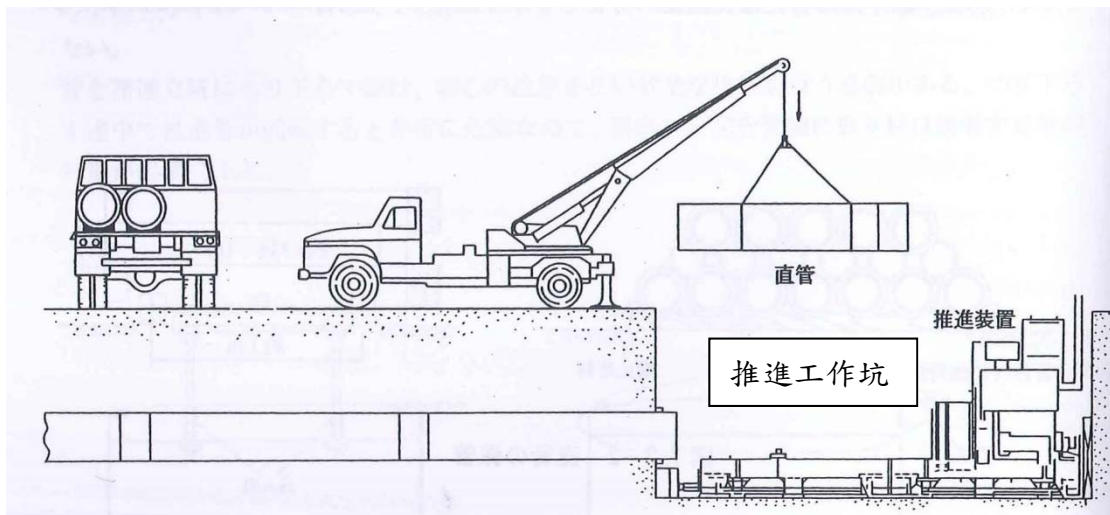


圖 4.3-3 塑膠管堆放示意圖

#### （四）直管的接合

##### 1. SUS 接頭塑膠管

###### （a）接合部的清掃

橡膠圈溝和 SUS 接頭的內面潮濕的擦拭並將油、水、砂及泥等清掃。

###### （b）橡膠圈的確認

橡膠圈接合的機能、橡膠和裝著溝槽、橡膠和 SUS 接頭間的沙土、垃圾等異物會影響水密性。

###### （c）橡膠圈安裝

橡膠圈是有方向性的，故安裝時要確認

###### （d）潤滑劑的塗布

在橡膠圈表面和 SUS 接頭內均勻地用刷子塗上潤滑劑。

(e) 塑膠管的插入

將管軸配合承口由後方插入到底。(如下圖)

接合時，接頭表面的 SUS 鋼環和塑膠管之間產生縫隙，屬公差範圍內對功能沒有影響。

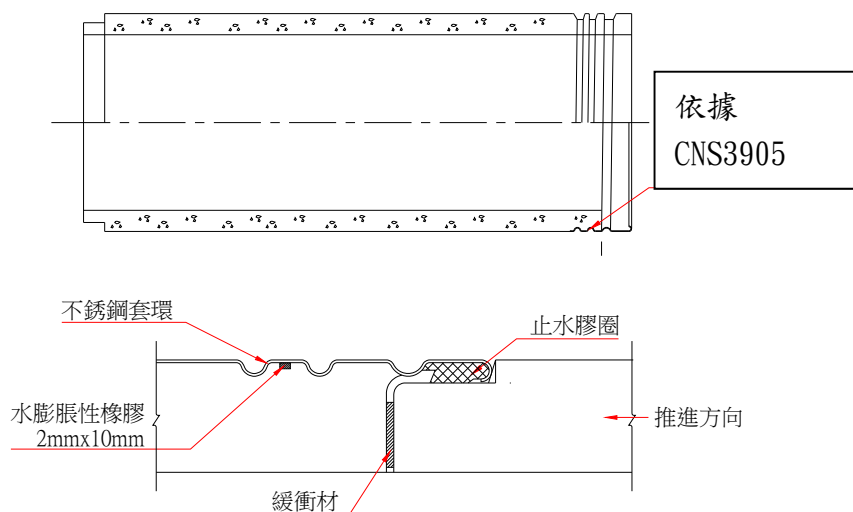


圖 4.3-4 SUS 接頭示意圖

五、推進管的安裝（鋼管）

(一) 搬運和保管

管材的搬運注意不要發生鋼管的損傷及端部的變形，搬運的時候用鋼索確實固定，在不固定的狀態下搬運的話不僅會導致管材的損傷，而且有可能發生危害。

保管的場合原則是在平坦的地上墊上角材，然後放上鋼管。在最下層的管材以擋塊固定管外側，防止崩落。需用防水膠布覆蓋避免雨淋生銹。

(二) 管材的吊放

吊放管材時需用 2 根鋼索，掛在管材的外周，在管材中穿過來吊掛的方法會使鋼繩損傷，也可能發生危害。

把管材吊下發進工作井時必須要小心注意，在吊放管材的過程中，鋼管旋轉會非常危險，所以需將引導繩安裝在管端上引導且人員需躲至退避設施或已完成之推進管內。

(三) 管材的接合

對推進方向以開頭位置為前面，在推進台上吊下後檢查管材，觀察連接頭的接合狀態並清掃。

(四) 佈設鋼管時的注意點

在推進完成後，檢查每一根鋼管的精度(依設計坡度的固定調整墊塊)調整高度，同時佈設主管。

在佈設完成後，將背填材料注入到保護鋼管(先推鋼管再置入塑膠管的場合)和塑膠管(主管)之間的空隙，將鋼管和塑膠管固結在一起。

### 4.3.3 測量

#### 一、測量的目的

測量的目的是使推進管維持在規定的方向、坡度和高度，並使管渠的功能不被受損。隨著推進經由不斷測量來確保地表位移、道路交通及地下埋設物等不要被影響。

#### 二、測量的種類和其方法

作為測量，有以下幾點：

- (一) 關於地面上的路線和水準測量
- (二) 工作井內的測量

工作井內的路線測量與地面上的路線測量的方法大致上是相同的。

##### 1. 方向的基準點和水準法線的設定

工作井內測量的基準點是在發進工作井的基準面上。因工作井的有效長度短，以這麼短的長度作為水準法線拉長超過1段的長度，所以工作井基準點往下測量的精度很重要。一般是用經緯儀進行，並依據場合使用鋼琴線等垂降測量。還有，水準法線也在立坑內的壁面和基準面上設置。

##### 2. 推進管的中心線和水準測量

推進管的中心測量，原則上每推進一支管至少要測量一次，另外，水準測量是使用經緯儀(雷射儀)，在推進1支管的時候，沿著掘進機的約10m左右的各管兩端部進行測量，尤其是推進10m~20m左右，要全管測量線形和坡度避免發生誤差。

在推進施工初期階段，中心線的測量和水準測量要經常進行，盡早把握掘進機及先導管的特性和土質的性質，現多使用雷射儀進行量測

##### 3. 掘進機和先導管的角度測定

每一支管根據適當的測量儀器來測量掘進機的角度，小口徑管推進工法一般推進速度快，所以在短時間內容易產生計畫線的偏差。由於方向修正的時間點延遲的話蛇行量會增大，所以建議操作手經常使用雷射經緯儀方式掌握先導管在螢幕上的位置，並執行方向修正，所以量測數據的紀錄頻率是如前所述，建議是一支推進管進行一次。

在推進距離長的情況下，在坑道內安裝測量儀器，測距較短的方法精度會較高，另外，由於光學測量儀器的測量方法，在推進中隨時可以得到測量數據，所以在稍有偏差的時候，可以盡早發現並進行方向修正可以確保掘進速度。

在小口徑管推進的情況下，如果使用合適的機型的機種，可在工作井內安裝的雷射經緯儀進行測量。

### 三、測量作業管理上的注意事項

#### (一) 使用誤差符合規定的測量儀器

1. 測量前校正測量儀器。
2. 確認工作人員的標尺有無伸出、歪曲以及插入端位置。

#### (二) 測量儀器是否正確的固定

1. 三腳架需確實固定。
2. 架設位置須於堅固地面。
3. 確認引用正確的基準點。
4. 測量儀器與基準點是否正確。

#### (三) 由複數的測量者進行核對

1. 單人進行量測時，會有主觀或是先入為主的看法。因此重要的測量，對於基本的測量或多次來回測量中的一部分，可由不同的人去測量核對。
2. 不同的人使用不同的測量儀器進行測量來檢查。

#### (四) 推進途中的檢查

1. 推進途中進行包括中間點的中心檢查。
2. 長距離的情況下進行多次測量。

#### (五) 測量距離區間有無溫度差

1. 量測區間有溫度差的話會產生測量值誤差。

### 四、測量結果的整理、討論、報告及解決方案

伴隨著推進的量測結果，必須每次整理、討論、逐次向工地主任報告。當工地主任認為異常時，必須立即查明原因並討論解決方案。

推進工法常因地下的土質的變化及遭遇障礙物等產生蛇行，所以必須儘早發現並採取對策。因此要儘量頻繁地進行量測，並將其結果立即整理並記錄。在記錄中發現異常的情況，如蛇行和發生其他狀況，必須儘快向工地主任報告並討論解

決方案。關於這種原因和對策需要高度的專業技術，所以工地主任查明原因並和監造單位協商採取方法及對策。

#### 4.3.4 整理

##### 一、工作現場的整理

工程完成時，施工現場必須充分地處理並恢復原狀。整理的內容有下面的數項要注意。

- (一) 工作井挖掘時或在推進中放流到排水溝的水需經沉澱避免直接排放至排水溝，前於施工完成後要清理。
- (二) 懸掛的工程告示牌及工程標誌要撤除。
- (三) 剩餘材料撤出。
- (四) 施工場地需原貌恢復。
- (五) 路面的清掃。

##### 二、鄰近建築物等的調查確認

因在進行推進工程時，周邊的房屋、圍牆及道路等建築物會受到影響，可能造成損傷，所以在工程施工前、中、後需確認施工範圍內的鄰近建築物有無受到影響，如果調查的結果確認建築物有因施工受損的話，必須儘早修理復原。

施工完成撤場後，若所有者發現因工程的原因造成損傷也會造成紛爭，為了避免此情形，完工時與主辦機關進行會勘之後，須委由技師公會進行建築物的調查，請所有者確認異常的位置，如果認為是工程影響有異常而需要確認，則提出施工前拍攝的照片作為依據，在確認後迅速與所有者協商後進行修復。

#### 4.3.5 人孔施築

##### 一、人孔與推進管的接合

推進管是在推進到達工作井進入內壁時推進停止，發進口端是切斷至可接短管及粉光的情況，在切管時要注意不要使管材造成損傷。另外在接短管及粉光的時候要將管材完全地接入押入接頭裡，避免造成漏水。

人孔和管渠的接合部分需注意不要漏水，使用膨脹性止水橡膠圈可以提高止水效果。

接合部管渠的基礎大底是避免地盤沉陷採取的灌漿對策，且為了與管材順接，人孔底部需再進行混凝土澆置。

## 二、避免人孔和管渠的不對等沉陷

在地面強度較低的地基上，由於人孔的重量和回填土的活荷重，會有人孔和管渠不對等地沉陷的原因，可採取以下提高地耐力的方法：

- (一) 基礎樁的打設。
- (二) 釘木梯狀網基礎工。
- (三) 攪拌混合工法的底盤改良。
- (四) 藥液注入工法的底盤改良。

### 4.3.6 障礙和對策

#### 一、障礙

推進工法施工時遭遇障礙的主要原因多為調查、設計、地層及施工管理等引起的，大部分遭遇障礙是因為遭遇了意外的土質，主要多為地質調查不足及工法選擇錯誤等。

此時的障礙處理方法是使用注藥地質改良等輔助工法的併用、變更工法、再掘進及中間工作井的增設等。

障礙多半不會僅發生一處而會連鎖發生，為了避免障礙，調查（特別是土質調查）、設計（選擇工法）及施工管理等是很重要的。

(一) 關於推進工程中遭遇的主要障礙如下：

- 1. 無法推進。
- 2. 蛇行。
- 3. 地面變化、塌陷。
- 4. 突然的出水、瓦斯氣的噴出。
- 4. 通電、通信故障。

(二) 發生障礙主要原因如下：

- 1. 調查、設計引起的

因地質調查不足而引起的設計、工法的選定等問題。

- 2. 地層、地下水造成

意外的地層、遭遇障礙物、地下水壓力等。

### 3. 颱風，豪雨等引起

因淹水、工作井淹水而直接危害機械、電力箱等相關事故。

### 4. 施工管理等引起

未確實進行蛇行管理、推進力管理、切削面穩定管理。

### 4. 推進設備等引起

掘進機及先導管的規格不合適、元押設備、滑材注入設備、泥水處理設備故障等。

## 二、不能推進的情況

不能推進的主要原因和對策如下：

### (一) 調查不足

在施工計畫中，調查必須確實地進行，特別是在複合地質的調查，在砂礫石及卵礫石層中必須進行含礫率、最大卵礫石粒徑及透水係數等的調查。對策為增加現場的地質鑽探調查，並藉由開挖工作井時，紀錄地層的變化。

### (二) 工法選定的錯誤

在選擇工法的時候，必須根據施工方法選定的土質調查結果來進行，尤其是砂礫石和岩層更需注意工法的選用。

### (三) 掘進機和先導管、推進驅動裝置的效能不足或故障

1. 對應土質的機種選擇錯誤。
2. 關於推進中途關於地層的變化(意外的地層、遭遇障礙物)。
3. 切削盤無法旋轉。
4. 切削盤、切削齒的破損與磨耗。
4. 切削艙內阻塞。

### (四) 推進能力不足

推進設備必須設置有充分能力的元押推進設備，如果蛇行變大或超過預計的推力阻力會造成無法推進的情況。對策為增加推進施工期間人員的檢查，有蛇行的跡象及早因應。

### (五) 推進管強度不足

若推進途中管材破損，要進行補修、補充、更換等是非常困難的，所以必須施工前確認管材的強度。對策為施工前需請技師依據現地土壤性質進行計算，評估可推進長度，以避免產生推進管強度不足情形。

(六) 反力壁的支撐反力不足

若反力壁背面的地質產生鬆動，會造成反力壁移動、產生裂縫、無法承載反力等情形，尤其是立坑較深又是採用螺旋管併用押入時，需要加強反力板背面地質的補強。

(七) 無法進行排土

在鋼環內土砂處於充滿的狀態，土壓平衡的送土螺旋會造成無法旋轉的狀態，必須要注意。對策為必要時須採用注入劑，增加土壤間的潤滑度。

(八) 遭遇障礙物

地下埋埋物、地下結構物、基樁、舊護岸等被埋沒的殘餘結構物及遭遇未拔除的鋼板樁等皆會造成無法推進的情形，所以必須要進行事前調查。對策為施工前與既有管線辦理會勘確認。

(九) 施工管理問題

三、蛇行的情況

推進管發生蛇行的原因有很多，且常有多種原因同時發生，若蛇行變大的話方向修正會變得困難，故需時常確認來防止，推進管蛇行的原因和對策如下：

(一) 掘進機和先導管的特性

在推進施工初期階段要盡早熟悉掘進機(先導管)的蛇行傾向，在之後的推進工作中，必須經常注意這種傾向；另外掘進機(先導管)的駕駛操作需要相當的熟練度。

(二) 切削面周遭的地盤崩壞

發生蛇行的大原因之一就是地盤崩壞，由於地質、地下水壓力的突變、切削面的不穩定(泥水等的管理不足)、接近地下埋埋物、結構物等發生地盤崩壞，在這種情形下必須慎重地以藥液注入工法、地下水位下降工法等輔助工法。

(三) 土質不均勻

在推進中土質發生變化的情況下，必須透過鑽探方法了解土質並採用對應的方式防止管的位移。例如在複合地質中，管會往較軟的土質位移，所以在遇到複合地質時，透過適當的方向控制、掘進速度的管理或地盤改良等可以避免管的位移，另需特別注意在小口徑管推進工法常因土質不均勻容易產生蛇行。

(四) 先行挖掘(刃口型推進工法)

需注意如果土質是全部或部分非常硬的情況，不得已採用刃口型(鋼套環推進)挖掘的場合，掘進時容易造成蛇行。

(五) 元押裝置、推進驅動裝置的安裝和操作錯誤

元押和小口徑管後部有推進驅動裝置，安裝位置有偏差的話，管的軸方向會有偏心荷重作用並造成管蛇行，雖然推了幾支後就會因偏心荷重降低而蛇行也會變少，因此在剛開始推進時推進設備需要注意操作。

#### (六) 反力壁

反力壁的加壓面和推進方向不成直角的話，管就會產生偏壓，且不只是會造成蛇行還會造成推進管端面的破損。

#### (七) 測量誤差

施工時儘量多進行測量，因為測量的頻率越高越早發現誤差。

### 四、蛇行修正

蛇行的修正必須儘快且適當地修正，其方式如下：

#### (一) 刀口型(鋼套環推進)

利用在刀口上的修正千斤頂裝置來改變刀口的角度，或利用先行挖掘使地盤反力起作用來進行修正。

#### (二) 掘進機和先導管

改變掘進機和先導管的角度是最廣泛使用的方法，這是使掘進機和先導管對著修正的方向，使掘進機和先導管作用於地盤產生的反力來修正。

在(一)和(二)中地盤反力不足的情況下，需要合併使用藥液注入等的輔助工法，另急劇的方向修正和推進管上的偏壓力加大是導致推進管破損的原因。

推進施工初期階段的蛇行修正和藥液注入等的輔助工法併用，或者採用臨時性的拉回掘進機與先導管後推進管再行掘進的方法或於到達坑反向推進鋼套環銜接至掘進機外側。

### 五、施工中的推進管損壞的情況

推進管在施工中破損，有如下的主要原因：

#### (一) 外壓所造成的

##### 1. 土壓荷重

在推進作業管理的場合，管材對地盤的有效支撐角是考慮120度左右，但實際施工時，由於對蛇行修正的先行挖掘及超挖等的影響，此支撐角會變小，當外壓超過管材的耐壓強度會產生管材的裂痕或破損。

另土質的變化及掘削的方法，也會對管材有過大的土壓作用並在管材上產生破損。

##### 2. 覆土載重

在覆土淺的情況下，由於重車輛的通過和重物臨時放置管材在上方地面等，有可能導致增加管材的受壓增加而產生破損。

### 3. 土質（孤石等）

當遇到孤石和結構物的殘餘及遭遇板樁等會造成管的破損（如下圖），故推進路線需事先進行土質調查和地下結構物的調查。

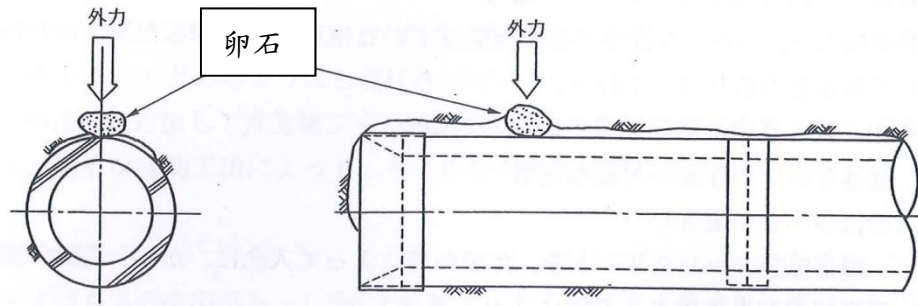


圖 4.3-5 管材遭遇孤石示意圖

## （二）推進力造成

### 1. 加壓方法

在推進時推進力超過推進管的耐壓強度、單支的千斤頂進行點加壓、推進管和押輪沒有平滑地接觸、或者押環的剛性不足的情況下加入推進管端的負荷不平均，在推進管端會產生彎折伴隨著墊環的離散，另外，推進力的方向偏離會變成偏壓力，同樣也是推進管破損的原因。

### 2. 方向修正

若方向急劇的修正會使推進管接頭部彎曲，推進管與管的接觸面積變小，壓力會集中在這個地方產生破損，所以在方向修正時必須避免急劇的修正，特別是在小口徑管推進工法中，要注意推進管（推進工法主要是用鋼筋混凝土管）的管體產生破損。

### 3. 先導管的變形（小口徑管推進工法）

在推進施工中先導管受到外壓引起的變形，當先導管變形和推進管受到異常的土壓時會使推進管破損。

### 4. 其他

在同一推進工作井中的兩向推進，一端推進完成，反向推進時若反力板押在推進管上，既設管可能會有破損，所以要採取充分的防護。

## （三）推進管的取用

在推進施工前需再次進行推進管的外觀檢查，避免將推進管搬入現場或在

現場臨時放置時造成推進管損壞的情況。

使用塑膠管時需注意，在低溫時管材會變硬，若在此時受到衝擊的話會在推進時造成管材破損，另管材受到日光直射時，局部積熱會產生變形。

另需注意當鋼管和螺旋送土管安裝在直管內時，在管的內部有鋒利的部分，推進中碰觸會產生割傷。

## 六、對推進管破損的措施

根據推進管的損壞程度、破損位置進行修補的主要方法如下：

### (一) 發進工作井內推進管破損的情況

在推進施工中千斤頂推進力直接造成推進管破損時，不論損壞的程度推進管必須進行更換。

### (二) 在推進中被擠進的推進管破損的情況

#### 1. 在推進管內作業的可能情形

在推進管的損壞的地方構築中間工作井及於到達坑反向推進鋼套環銜接至掘進機外側，與新的推進管交換後繼續進行推進施工。

#### 2. 推進管內作業困難的情況

(如果破損小的情況)：在還可以進行推進施工時，經由充分的滑材注入來減少推進力後，進行推進施工在推進完成後，將損壞的推進管推到到達坑，與新的推進管進行更換；或在可以拉出推進管的情況下，合併使用地盤改良方式將掘進機(先導管)拉出。

(破損大的情況)：在推進管的損壞的地方構築中間工作井，與新的推進管交換後，繼續進行推進施工；或變更從到達工作井進行刃口型(鋼套環推進)推進工法，鋼管鑽掘等工法做套管施工。

## 七、地面變化的情況

為避免地盤變動及塌陷需經常監視地面的變化，如果發生變動需在調查原因的同時檢查挖掘土和排土量，地表面變化不僅影響推進工程的施工精度，而且對道路交通、沿線房屋等帶來損害影響很大。

地表變化的主要原因是如下所示：

(一) 切削面的崩壞。

(二) 過度的挖掘。

(三) 挖土量和排土量未平衡。

(四) 地下水位下降還有脫水壓密沉陷。

(五) 滑材、背填材料的注入量不足或過多。

(六) 其它

1. 對於地盤變動在切削土砂要適當的切削，因此必須要注意挖土量和排土量和泥水情形。且在推進施工的同時需進行滑材注入，但是需注意注入量的過與不足也是地盤變動的原因。
2. 於掘進機和先導管的製作時，機體外徑和推進管外徑的間隙要盡可能的變小，必須把間隙放在最小限度。
3. 在既有結構物周遭進行推進施工時，可能會造成地盤會鬆軟的現象，故要以適當的補助工法除去影響。

#### 八、突發的湧水與瓦斯氣體洩漏

如果有突發的湧水和瓦斯氣體洩漏，應立即進行緊急應變措施並查明原因，然後採取適當的防範措施。

特別是在橫越河川、湖泊等地區進行施工時，必須預先訂定湧水對策，另如果預估可能會有污水的流出和氣體噴出的話也先須訂定應變對策。

為了應對突發的湧水、工業廢水的流出、煤氣的洩漏，在做土質、水脈的調查時，可在科技工廠附近進行水質檢查、有無瓦斯管線等基本調查，在挖掘時也需要特別注意。

另外發生工安意外時，可能會導致嚴重的事故，所以需為工作人員做好避難的方法和措施。

突發的湧水、瓦斯氣體洩漏及工業廢水流出等產生原因如下：

(一) 湧水

1. 由於地層的急劇變化遇到了地下水壓力。
2. 舊河川地遭遇地下水脈的情況。
3. 在靠近河川、水路可能會有地層鬆軟的情形。
4. 在堤坊、橋墩、橋台等構造物的基礎礫石可能會與河川相通形成水路。
4. 由於大豪雨導致工作井被水入侵的情況。

(二) 工業廢水流出、瓦斯氣體洩漏

1. 工業廢水滲透到地下水中混合，因其強鹼性、弱酸性流到切削面
2. 遭遇瓦斯管線導致瓦斯氣體洩漏。

3. 遭遇古井時因其充滿瓦斯氣體，因掘進機和先導管的掘削接近造成地層鬆軟，而從切削面進入及洩漏。
4. 早期池塘填埋後由於池塘底部的泥土腐敗，因掘進機攪拌擾動造成氣體流出。

突發的湧水、瓦斯氣體洩漏及工業廢水流出的對策如下：

#### (一) 湧水對策

1. 土砂的流出，把出水控制在最小限度。
2. 在湧水多的情況時，為了防止土砂的崩塌，在緊急時於推進管內灌水撐住。
3. 將速硬性的材料注入地盤內，使地盤內水的流動能減少。

#### (二) 工業廢水流出及瓦斯氣洩漏的對策

根據基本調查的結果，在可能有工業廢水流出的情況下需事前進行地盤改良。

關於瓦斯氣洩漏時必須要通過送風來排除，如果擔心有爆炸性氣體（甲烷）噴出的情況下，掘進機、照明器具等必須採防爆式，並配備自動檢測器、緊急通報裝置、電氣設備等做萬全的對策來進行施工。

萬一在施工中發生工業廢水湧出或瓦斯氣噴出的情況，因會危害職業安全，所以避難為第一考量，然後迅速地做流出水的中和作業、再次的地盤改良，或者用送風機的將噴出氣體排除等緊急措施。

## 第五章 職業安全衛生設備

### 5.1 設備簡介

#### 5.1.1 職業安全衛生設備簡介

##### 一、退避設施

下管時供井內人員退避遮擋。



圖 5.1-1 退避設施示意圖

##### 二、工作井坑周欄杆及腳趾板

防止工作井開口處人員摔落；防止物及物品於開口處掉落。



雜

圖 5.1-2 工作井坑周欄杆及腳趾板示意圖

### 三、工作井爬梯

提供作業人員上下工作井之用。



圖 5.1-3 工作井爬梯示意圖

### 四、防墜網

防止作業人員由開口處墜落。



圖 5.1-4 防墜網示意圖

### 五、捲揚式防墜器

使用於高空作業且具有墜落之虞的作業場所，當作業人員從高處墜落時，防墜器內部的制動器能卡住棘輪裝置，阻止救生索進一步伸出，使作業人員瞬間停住於半空中，等待救援。



圖 5.1-5 捲揚式防墜器防墜器示意圖

## 六、安全帽

保護作業人員的頭部。



圖 5.1-6 安全帽示意圖

## 七、反光背心

於夜晚或視線不佳時，可明確辨識作業人員之位置。



圖 5.1-7 反光背心示意圖

## 八、背負式安全帶

背負式安全帶常與捲揚式防墜器一起搭配使用，使用於高空作業且具有墜落之虞的作業場所，當作業人員從高處墜落時，背負式安全帶能有效分散墜落衝擊力量，減少內臟傷害且能使救援容易。



圖 5.1-8 背負式安全帶示意圖

### 九、氣體偵測器

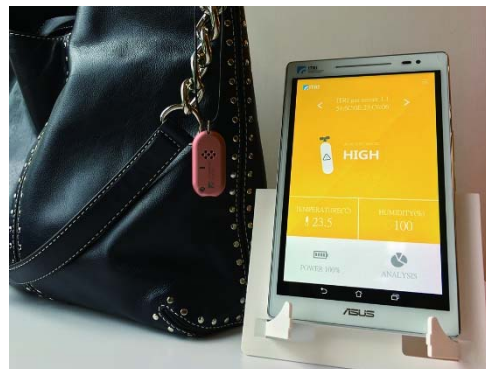
偵測工作井內之可燃性氣體、有毒氣體及氧氣濃度是否符合規定。



圖 5.1-9 氣體偵測器示意圖

### 十、攜帶式氣體偵測器與警報器

供人員隨身配帶，偵測工作井內可燃性氣體、有毒氣體及氧氣濃度是否符合規定。



照片來源：國研院

圖 5.1-10 攜帶式氣體偵測器與警報器示意圖

### 十一、對講機

提供局限空間內外或距離較遠之作業人員溝通聯繫。



圖 5.1-11 對講機示意圖

## 十二、 漏電斷路器

是保護電器設備發生微小的漏電或過載時，能夠瞬間將電源自動跳脫斷電，來防止人員受到電擊，或設備燒毀，造成火災的一種電器安全裝置。



圖 5.1-12 漏電斷路器示意圖

## 十三、 滅火器

一種可携式滅火工具，滅火器內藏化學物品，用以救滅火警。



圖 5.1-13 滅火器示意圖

## 十四、 抽水機

用來預防突發性湧水。



圖 5.1-14 抽水機示意圖

### 十五、 安全鞋

個人安全設備，可以保護腳趾及腳底板避免受傷。



圖 5.1-15 安全鞋示意圖

### 十六、 接地銅棒

可以將電源引接大地，才不會造成作業人員有觸電的虞慮。



圖 5.1-16 接地銅棒示意圖

### 十七、 蜂鳴器

產生聲音的信號裝置，確保天車在操作時作業人員能知悉，避免位於吊掛物品下方。



圖 5.1-17 蜂鳴器示意圖

#### 十八、 氣體鋼瓶固定架及遮陽裝置

使氣體鋼瓶固定避免氣體鋼瓶傾倒  
產生危險及避免太陽直射造成鋼瓶發熱  
產生危險。



圖 5.1-18 氣體鋼瓶固定示意圖

#### 十九、 空氣鋼瓶及面罩

提供災害發生時，進入局限空間救難  
人員配戴。



圖 5.1-19 空氣鋼瓶及面罩示意圖

## 二十、 防回火裝置

防回火裝置的核心元件就是用球形不銹鋼粉燒結成的不銹鋼止火管，此元件相當一金屬海棉材料的管狀物，當在焊接過程中發生回火時，火焰通過火焰熄滅器時會自然熄滅，從而達到防止回火的目的。



圖 5.1-20 防回火裝置示意圖

## 二十一、 天車吊重標示

避免天車吊掛過重之物品，造成物品掉落產生危險。

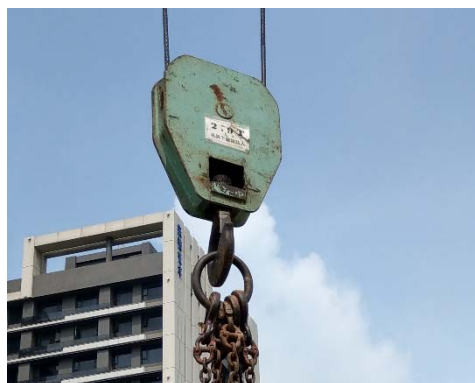


圖 5.1-21 天車吊重標示示意圖

## 二十二、 通風設備

用來進行工作井或人孔內之通風用，工作人員在進入工作井或人孔內前需進行通風作業，使有害氣體降低及提升氧氣濃度。



圖 5.1-22 通風設備示意圖

### 二十三、 個人生命警報器

可偵測使用者是否動作，若一定時間內無動作則發出預警警報，再過一定時間未動作則發出高分貝警報，並可即時回報至地面上之主管，立即進行搶救。



資料來源：<https://www.ceachain.com.tw>

圖 5.1-23 生命警報器

### 二十四、 局限空間作業場所注意事項公告

| 局限空間作業場所注意事項公告   |                                                                                                |                                                                                                                        |                     |                    |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------|
| 工程名稱             |                                                                                                |                                                                                                                        |                     |                    |
| 施工單位             |                                                                                                | 聯絡                                                                                                                     |                     |                    |
| 監造單位             |                                                                                                | 電話                                                                                                                     |                     |                    |
| 作業項目             |                                                                                                |                                                                                                                        |                     |                    |
| 施<br>工<br>須<br>知 | 缺氧中毒虞                                                                                          | 1. 氧氣含量不足<br>2. 含有危害氣體                                                                                                 |                     |                    |
|                  | 應採取之安全措施                                                                                       | 1. 氣體測定、紀錄<br>2. 通風換氣(15分鐘以上)<br>3. 氣體再測定、紀錄<br>4. 安全護欄<br>5. 嚴禁任何火種<br>6. 安全上下設備<br>7. 通訊設施<br>8. 交通管制<br>9. 作業人員退出管制 |                     |                    |
|                  | 緊急應變措施及聯絡電話                                                                                    | 1. 現場急救<br>2. 迅速送醫<br>3. 人員送醫至安全場所<br>4. 禁止非救援人員進入<br>5. 消防局：119<br>6. 警察局：110<br>7. 醫院<br>電話：                         |                     |                    |
|                  | 安全護具設置處所                                                                                       | 1. 空氣呼吸器、救急索、救生用三腳架、滅火器、急救箱等，置於作業場所旁。<br>2. 降落傘式安全帶、安全帽(鞋)、氣體測定器、對講機等，作業人員隨身配戴。                                        |                     |                    |
|                  | 缺氧作業主管姓名及電話                                                                                    | 急救人員姓名及電話                                                                                                              |                     |                    |
| 備<br>註           | 有害氣體種類及濃度標準                                                                                    | 氧氣<br>18%<br>以上                                                                                                        | 一氧化碳<br>35PPM<br>以下 | 硫化氫<br>10PPM<br>以下 |
|                  | 每日測定值                                                                                          |                                                                                                                        |                     |                    |
|                  | 1. 嚴禁非從事作業相關人員擅自進入本場所。<br>2. 作業人員應依規定配戴安全防護具，始得從事相關作業。<br>3. 本公告係依據勞工安全衛生法規「缺氧症預防規則第十八條」之規定辦理。 |                                                                                                                        |                     |                    |

圖 5.1-24 局限空間作業場所注意事項公告示意圖

二十五、 局限空間作業人員管制表

管制局限空間進出人  
員。

局限空間作業人員進出管制表

施作場所：施作廠商：日期： 年 月 日

施作廠商現場負責人：缺氧作業主管：安全衛生管理人員：

| 姓 名 | 進入時間 | 離開時間 | 進入時間 | 離開時間 | 進入時間 | 離開時間 | 進入時間 | 離開時間 | 進入時間 | 離開時間 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

1. 人員進出須確實填寫時間

2. 施工完請交回存查

圖 5.1-25 局限空間作業人員管制表示意圖