

批核及驗收程序

CA – 協調及顧問室	
對承建商在新奧工法(九澳隧道)中有關地型監測工作之質量控制	文件編號： ARP/CA/03
	修改號： A
	日期： 2013-08-28
	頁碼： 1 of 7

在興建隧道期間的監測工作是使用完整的新奧工法(New Austrian Tunnelling Method, NATM)。新奧工法可形容為“監測數據為設計的依據”，此工法是建基於監測岩土條件收斂或發散。

監測工作應由承建商按照設計規範來執行，去解決任何尚未解決的問題。

此文件指出與地形監測的工作應由承建商執行，即：

1. 在隧道的兩端各建造 3 個測量標柱
2. 測定上述 6 個測量標柱的座標
3. 安裝及觀測監測點
4. 雷射掃瞄
5. 地質評估報告

參考座標系統

使用澳門製圖座標系統，並使用平均海水面作高程系統。最少 3 個標柱式主控制點(Main Control Points, MCP)安設於隧道兩端附近用來定義一個獨一的項目參考座標系統(Project Reference System, PRS)。項目參考座標系統會由 MCP 向隧道內部延伸。在 MCP 座標計算完成後，不可再添加其他點作主控制點。

主控制點的位置及具體

主控制點的配置及設計是為了隧道的放樣和監測。監測精度需要達至毫米(mm)，在建興期與使用期均需進行監測，不過隨時間不同，其頻率可能會不同。

每個 MCP 最少應有一個已測定平均海水面高度的水準點。標柱及水準點都必須編有點號，並標示於旁。

主控點的位置應由承建商按下列原則選定：

1. 位於穩定的地方
2. 在工程進行時不會受到影響或造成影響

主控點應由承建商建置：

1. 在任何工程活動前
2. 按 Fig1 a)及 b) 建造標柱，Fig 2 為標柱與不同監測儀器之接觸面。

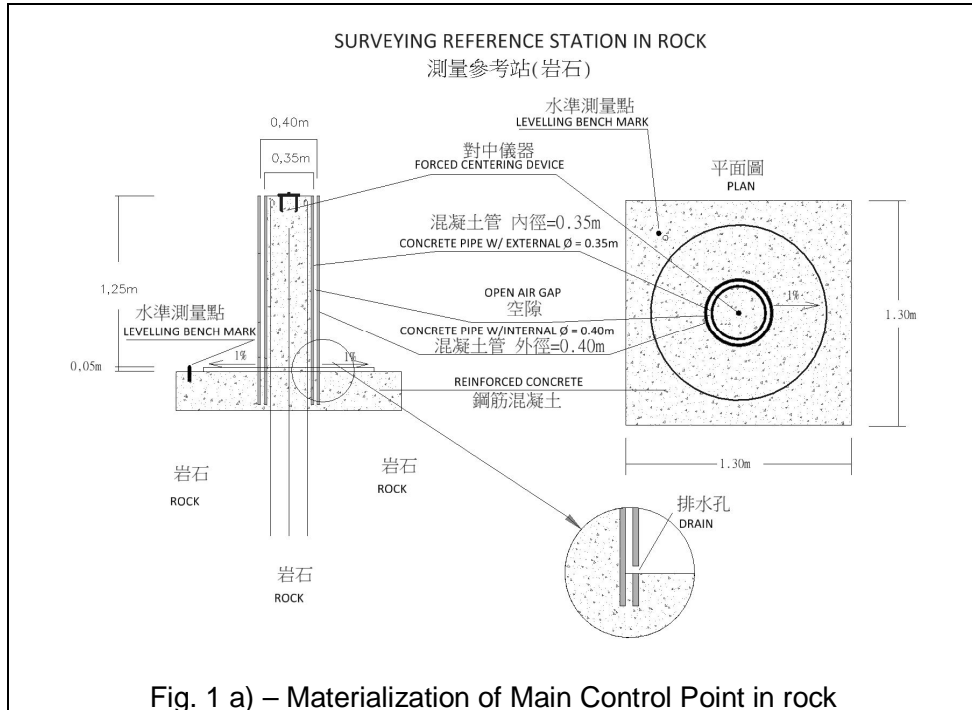


Fig. 1 a) – Materialization of Main Control Point in rock

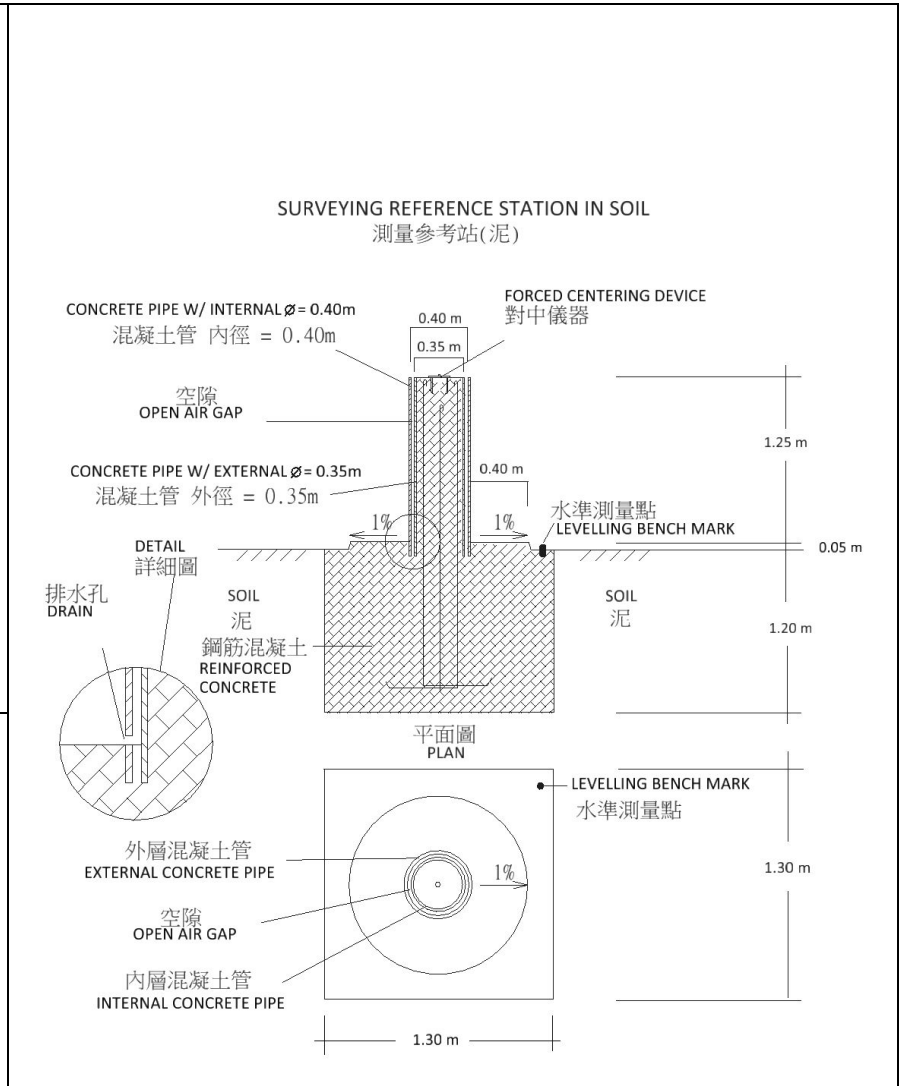


Fig. 1 b) – Materialization of Main Control Point in soil

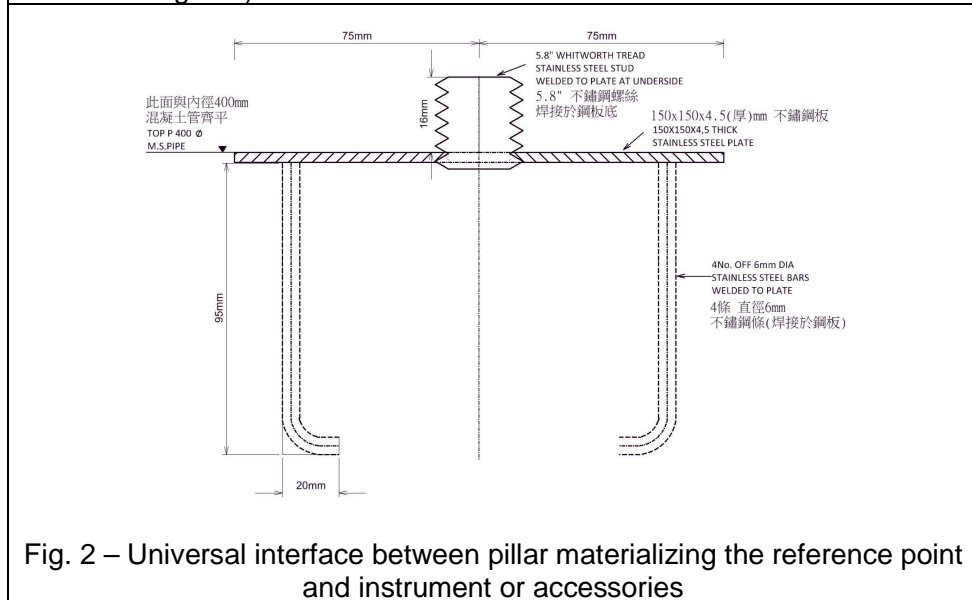


Fig. 2 – Universal interface between pillar materializing the reference point and instrument or accessories

批核及驗收程序

CA – 協調及顧問室	
對承建商在新奧工法(九澳隧道)中有關地型監測工作之質量控制	文件編號： ARP/CA/03
	修改號： A
	日期： 2013-08-28
	頁碼： 3 of 7

主控制點的 M, P 及 N 座標值應由承建商分 3 階段測定：

1. Phase I - GNSS 觀測 M 及 P：

- a. 使用澳門地圖繪製暨地籍局 MosRef 系統的參考站(詳列於 Table I)
- b. 上下午分別各觀測一小時
- c. 3 條基線都必須用作解算，不可有任何一條基線被拒

2. Phase II – 高精度的地形測量求定 M 及 P：

- a. 全站儀精度為 5"及 1mm+1ppm
- b. 聯測所有 MCP，包括隧道 2 端
- c. 解算：使用第一階段 GNSS 的結果將 2 個距離最遠 MCP 的 M 及 P 座標固定，把其餘點視作新點。

3. Phase III – 精準水準測量求定

- a. 測量標柱水準點的高程
- b. 儀器精度為 0.3mm/km
- c. 鋼鋼尺
- d. 兩測回
- e. 聯測隧道兩端的所有標柱

此座標系統，由承建商實現及解算用作指定項目名為項目參考座標系統，座標參數為 XYZ。在 MCP 座標計算完成後，不可再添加其他點作主控制點。

批核及驗收程序

CA – 協調及顧問室	
對承建商在新奧工法(九澳隧道)中有關地型監測工作之質量控制	文件編號： ARP/CA/03
	修改號： A
	日期： 2013-08-28
	頁碼： 4 of 7

TABLE I – MosRef 系統 GNSS 參考站 (DSCC)			
	FOMO	COAL	DSMG
衛星類型	GPS, GLONASS	GPS, GLONASS	GPS, GLONASS
接收器型號	Leica GRX1200+ GNSS	Leica GRX1200+ GNSS	Leica GPS GRX1200 GG Pro
天線型號	Leica AR25 R3	Leica AR25 R3	Leica AT504 GG
資料格式	RINEX	RINEX	RINEX

項目參考座標系統的延伸

此座標系統會由承建商按照施工進度利用臨時控制點延伸至隧道內部。然而，當隧道內部開始逐步完成時，承建商須按照 fig. 3 來裝設控制點：

1. 隨著施工的進行，承建商所設置的控制點將會遠離隧道外的 MCP，因此需要使用前次的控制點來測定不能和 MCP 通視的控制點座標
2. 結構安全監控
3. 雷射掃瞄的快速設置
4. 與施工相關的所有放樣及監測

這些控制點名為隧道控制點(Tunnel Control Points, TCP)，承建商須將 TCP 的點號標示在附近的牆面或儀器平台之上。



Fig.3 – Two types of steel wall plate

批核及驗收程序

CA – 協調及顧問室	
對承建商在新奧工法(九澳隧道)中有關地型監測工作之質量控制	文件編號： ARP/CA/03
	修改號： A
	日期： 2013-08-28
	頁碼： 5 of 7

MCP 及 TCP 應每 3 個月進行一次觀測作檢核之用，檢核應該只使用 MCP 及 TCP。水準點同樣需要每 3 個月進行檢核。除非發現異常情況，否則不需要進行隧道南北兩端聯測的檢核。

MCP 及 TCP 的測定和檢核應以文件作記錄存檔。

監測點

監測點應按照設計來裝設。監測點應：

1. 在岩石預埋桿
 - a. 桿的長度需突出最終內襯層，或
 - b. 每當完成一層內襯就重新安裝，但這會失去點的記錄
2. 稜鏡應：
 - a. 被業主及業主的顧問接受
 - b. 由兩邊觀測
 - c. 可被雷射掃描及全站儀觀測
 - d. 可從桿上移除

監測點的第一次觀測應使用全站儀進行。其後可以使用雷射掃描。

無論雷射掃描或全站儀只要 TCP 上的平台是可用，則須安設在平台上進行觀測。

監測頻率

監測頻率是根據設計文件來制定的。對監測點進行監測可使用全站儀或雷射掃描。

批核及驗收程序

CA – 協調及顧問室	
對承建商在新奧工法(九澳隧道)中有關地型監測工作之質量控制	文件編號： ARP/CA/03
	修改號： A
	日期： 2013-08-28
	頁碼： 6 of 7

報告

承建商提供的結果應包括：

1. 每一截面
2. 時間相關 (由監測點裝設後直至被特意移除或移位)
3. 需展示多次位移觀測的記錄，包括：最近的位移(最近的量測值與前次相比)以及累積總位移(從初始量測值起算)

以及：

1. 所有監測點、TCP 及 MCP 的 3 個方向的位移量以數據形式表示
2. 所有監測點、TCP 及 MCP 的 3 個方向的位移量以圖像形式表示
3. 以數據方式表示其收斂值
4. 以圖像形式表示其收斂值

雷射掃描

承建商在進行施工前應先將隧道設計的 3D 模型轉換成 DXF, DWG 或 DGN 檔及隧道表面的幾何形狀轉成 OBJ 或 STL 檔交給業主。

雷射掃描應由承建商進行：

1. 超挖(over excavation)及欠挖(under excavation)的匯報
2. 點位監測(精度較全站儀低)
3. 監測隧道表面的形變
4. 地質和岩土測繪和評估.
5. 地下水滲漏測繪

批核及驗收程序

CA – 協調及顧問室	
對承建商在新奧工法(九澳隧道)中有關地型監測工作之質量控制	文件編號： ARP/CA/03
	修改號： A
	日期： 2013-08-28
	頁碼： 7 of 7

6. 噴漿混凝土或任何其他類型的襯片厚度的評估
7. 隧道建成後的模型建置 (路面,設施等等)

點密度及空隙

平均點密度應大於一點每立方公分。空隙應小於掃瞄範圍的 10%。

報告

在隧道挖掘工作進行時，承建商應提交以下資料：

1. 機械開挖或爆破開挖後，超挖與欠挖的圖形及數據報告
2. 噴射混凝土或任何其他類型內襯的厚度
3. 岩栓間的距離
4. 在對開挖面進行任何處理前的岩土分析
5. 由雷射反射強度圖制作的地下水滲漏測繪
6. 開挖後與時間關聯的收斂曲線
7. 地應力的逆分析
8. 岩楔分析
9. 監測點的位移矢量的組成部分
10. 形變圖
11. 所有主要表面的最終幾何形狀與設計圖的相比