

愛國西路陸橋托底工程

設計與施工之考慮

Design and Construction Considerations

For Underpinning of Ai-Kuo Road Overpass

高聰忠\*

鄭志達\*\*

\* 亞新工程顧問股份有限公司大地部副理及台北市區地下鐵路主體  
工程設計計劃工程師

\*\* 中華工程公司北鐵施工處主任

愛國西路陸橋托底工程  
設計與施工之考慮

Design and Construction Considerations  
for Underpinning of Ai-Kuo Road Overpass

摘 要

擬建之台北市區地下鐵路將經過愛國西路陸橋下方，而該橋之P<sub>10</sub>橋墩正好位於隧道範圍內(圖一及圖二)。對於P<sub>10</sub>橋墩與隧道主體結構之衝突，地鐵工程處決定採用托底法，將P<sub>10</sub>橋墩之重量傳於隧道兩旁之連續壁擋土牆上。本文討論設計時所考慮之因素及設計之施工步驟。

ABSTRACT

The proposed Taipei underground railway is crossing beneath the Ai-Kuo Road Overpass bridge. The bridge pier (P<sub>10</sub>) is located inside the tunnel (Figure 1 and 2). The Taipei Railway Underground Project Office (TRUPO) has decided to underpin the pier and transfer the pier load to the exterior retaining walls of the tunnel. This paper discusses the design considerations and proposed construction steps which incorporate various constraints of the project.

## 二 愛國西路陸橋與地下鐵之關係

愛國西路陸橋之上部結構為鋼樑混凝土面版，寬八米，雙車道，其橋墩為鋼筋混凝土單柱式墩體，基礎為鋼管樁，樁長約 45 m，擬建之地下鐵未來將有四股軌道，但目前之設計部分僅包含兩側之兩股軌道，其餘兩股軌道將於爾後之擴充工程中完成。

解決  $P_{10}$  橋墩與隧道主體衝突之方法，不外乎有二，一為遷移法即為將  $P_{10}$  橋墩遷至隧道主體之外，另一方法為托底法，即為在橋墩下構築托底樑版以承載橋墩，再將橋墩之荷重經由托底樑版傳至隧道外側新建之基礎。

### 三、設計及施工時必須考慮之因素

本工程之施工區域位於愛國西路陸橋之圓環內，北面緊鄰現行之縱貫線，其他三面均為中華路所環繞，再加以上有桂林路及南寧路陸橋橫跨其上，施工空中非常侷促。而且本地區位於台北市鬧區內，工區器材之運送，管線之處理，及對臨近居民商店之影響均須於設計施工時詳加考慮，本段闡述在本工程設計施工時所考慮之因素：

- 1 施工空間之限制：在本區域內，桂林路陸橋逐漸降低，其施工高度僅有五至六米，故於陸橋下施工時，所使用之機械，必須要能配合此等限制。又工區北面緊鄰目前營運之縱貫鐵路，施工機械必須與現有鐵路之高壓線及迴流線保持適當之安全距離。
- 2 交通之維持：本施工地處鬧區，縱貫線之車次達 5 分 / 次，中華路之尖峰交通量為 650 PCU，桂林陸橋之尖峰交通量亦達 1100 PCU，而且鄰近街道交通量多呈飽和，施工時應儘量減少對現有鐵公路交通之影響，對於陸橋上之交通亦需力求保持。
- 3 地下鐵擴建之考慮：目前規劃之地下鐵在本區域內為兩軌道，將來將擴建為四軌道，擴建之隧道與目前規劃之隧道間僅有 2.5 公尺之距離，設計時必須考慮到(1)目前設計之兩股軌道之永久及臨時結構不可侵入擴建之二股軌道空間，(2)在設計托底工程時托底之結構必須考慮到當目前規劃之地下鐵及將來擴建之地下鐵施工之影響。
- 4 鐵公路交通所產生震動對施工之影響：本施工因鄰近鐵公路，故施工時舉凡開挖之穩定性及混凝土之澆築均須考慮交通所產生之荷重及震動。

5. 施工車輛之控制：出入本施工區之工程車輛，必須經過市區之街道，故混凝土預拌車須避免於尖峰時間進入工地，以免因交通阻滯，而使混凝土預拌時間過久，而喪失其工作度。
6. 管線之考慮：本施工區內有高壓電線，瓦斯管線及軍警電話線等管線穿越其中。施工時，必須考慮到施工機械及施工器材對其所產生之壓力，其中尤以瓦斯管線須要特別注意。

## 四托底工程

解決 P<sub>10</sub> 橋墩與隧道之衝突方法有二，一為遷移法，即將 P<sub>10</sub> 橋墩遷至隧道主體以外，遷移橋墩時，須先行造好新橋墩，後將上部橋樑版拆除，改架新樑版，此法將阻斷愛國西路陸橋交通約 2 至 3 個月，對該地區之交通影響甚大（圖三）。第二方法即為托底法，托底工程之施工範圍可限定於圓環區內，對於交通之影響甚微，至於工程費用亦較遷移法經濟，是故於本工程中經地下鐵工程處同意，決定採用托底法。

### 4.1 土層分布與土壤工程特性

本區段之土層仍是屬於台北盆地之松山層，其簡化土層狀況如圖四所示，可用為設計和分析的依據。茲將其分布狀況和土壤工程特性由上而下分述如下：

#### (1) 沉泥質粗土層（0 ~ 7 m）

本層次之粘土層屬於軟至中等稠度，標準貫入試驗 N 值在 4 至 6 之間。本層次屬於台北盆地松山層之第六次層。

#### (2) 沉泥質細砂層：（7 m ~ 17 m 深）

本層次為疏鬆至中等緊密程度之沉泥質細砂層，是松山層之第五次層，其標準貫入試驗 N 值在 6 至 16 之間，隨深度而增加。

#### (3) 沉泥質粘土層：（17 m ~ 24 m）

本層次屬中等至堅實稠度之沉泥質粘土，是松山層之第四次層其標準貫入試驗 N 值在 7 至 11 之間。

(4) 沉泥質細砂或砂質沉泥層：( 24 m ~ 32 m )

本層次屬於松山層之第三次層，其標準貫入試驗 N 值在 20 至 30 之間，屬中等緊密程度。

深度在 32 m 深以下依次為松山層第二次層之沉泥層，第一次層之細砂層及緊密礫石層之景美層。

#### 4.2 托底工程施工步驟

本工程所設計之施工步驟可以簡述如下：

步驟一：拆除現有蓄水池，綠地上之瓦斯加壓站，部分道路鋪石，將工地適當整平。

步驟二：鑽掘四根反循環基樁（圖五），以為臨時支撐之支座，此四根反循環基樁分別設置於現有橋墩之四角。而且位於陸橋橋面之外，以利反循環基樁之工作。其直徑 140 cm 長度為 28 m，支撐於第三次層之沉泥質細砂層上。

步驟三：施築連續壁，於規劃之隧道箱涵兩側施築連續壁，其寬度 8 米，厚度 1 米，長度 48 米，是 P<sub>10</sub> 橋墩托底之永久結構，其底部座落於第二次層之礫石層上。施築此二片連續壁須於橋下施工，其施工空間有限，因此需要特殊矮小之連續壁機械，其高度為 5.5 米。當連續壁施築過程中經過第五次層之疏鬆沉泥質細砂層，極可能受火車之振動影響及受橋墩振動及水平力之影響而產生坍孔，為防止此坍孔而於施築連續壁前須於連續壁之兩側進行土質改良，東面靠火車之一邊採用預疊樁來防止坍孔，西面臨道路之一邊則採用化學灌漿來防止坍孔及因坍孔所

可能引起之  $P_{10}$  橋墩之基樁之變形。

步驟四：於反循環基樁上施築臨時支柱及架設托架鋼樑（圖六），臨時支柱仍利用反循環基樁直接伸至地面上成為墩柱，墩柱頂部並埋設錨碇螺栓以安裝托架鋼樑。托架鋼樑共有兩組，有效跨徑分別為11公尺及5公尺。

步驟五：架設油壓系統及施加預力以支撐  $P_{10}$  橋墩載重，托底作業之起重系統包括兩種，一為油壓千斤頂，一為螺紋千斤頂，由於  $P_{10}$  橋墩之靜載重具有偏心（上部結構之橋面位於曲線上且有超高），因此兩側墩帽之加壓力並不相等，在加壓時墩帽之兩側將無法同步作業，加壓時先以油壓千斤頂緩慢進行，逐步檢核壓力。並監視橋墩變形情形，以維持橋樑之安全。加壓作業完成後，應立刻以螺紋千斤頂代替油壓千斤頂，為避免帽樑產生裂痕，加壓之壓力僅為  $P_{10}$  橋墩所承載呆重之百分之九十。由於  $P_{10}$  墩帽底部為斜面，必須先以鋼樁造之托座作成水平面以承受千斤頂之推力，托座與墩帽之間將加入一層3公分之人造橡膠墊以調整接觸面壓力，使其分布較為均勻。

步驟六：開挖至原橋墩樁帽底面後，切除樁帽及部分墩柱（圖七），因樁帽之底部位於托底樑版下約 450 mm，因此現有橋墩除須打除部分墩柱及全部基礎之外，尚須將墩柱之主筋截短。

步驟七：再操作油壓系統，增加預力，將  $P_{10}$  橋墩往上預拱 1 公

分之後，施築托底版，並將橋墩柱與托底版作適當接合，托底版厚度為 1800 mm，與連續壁之間為鉸接。預拱之 1 公分乃為預計當橋重傳至連續壁時，連續壁所可能產生之變形。施築托底版時為防止陸橋震動傳至托底版，而影響水泥之養生，當澆注托底版混凝土時，陸橋上之交通必須暫時封閉五日，而托底版之水泥亦必須加入早強劑。

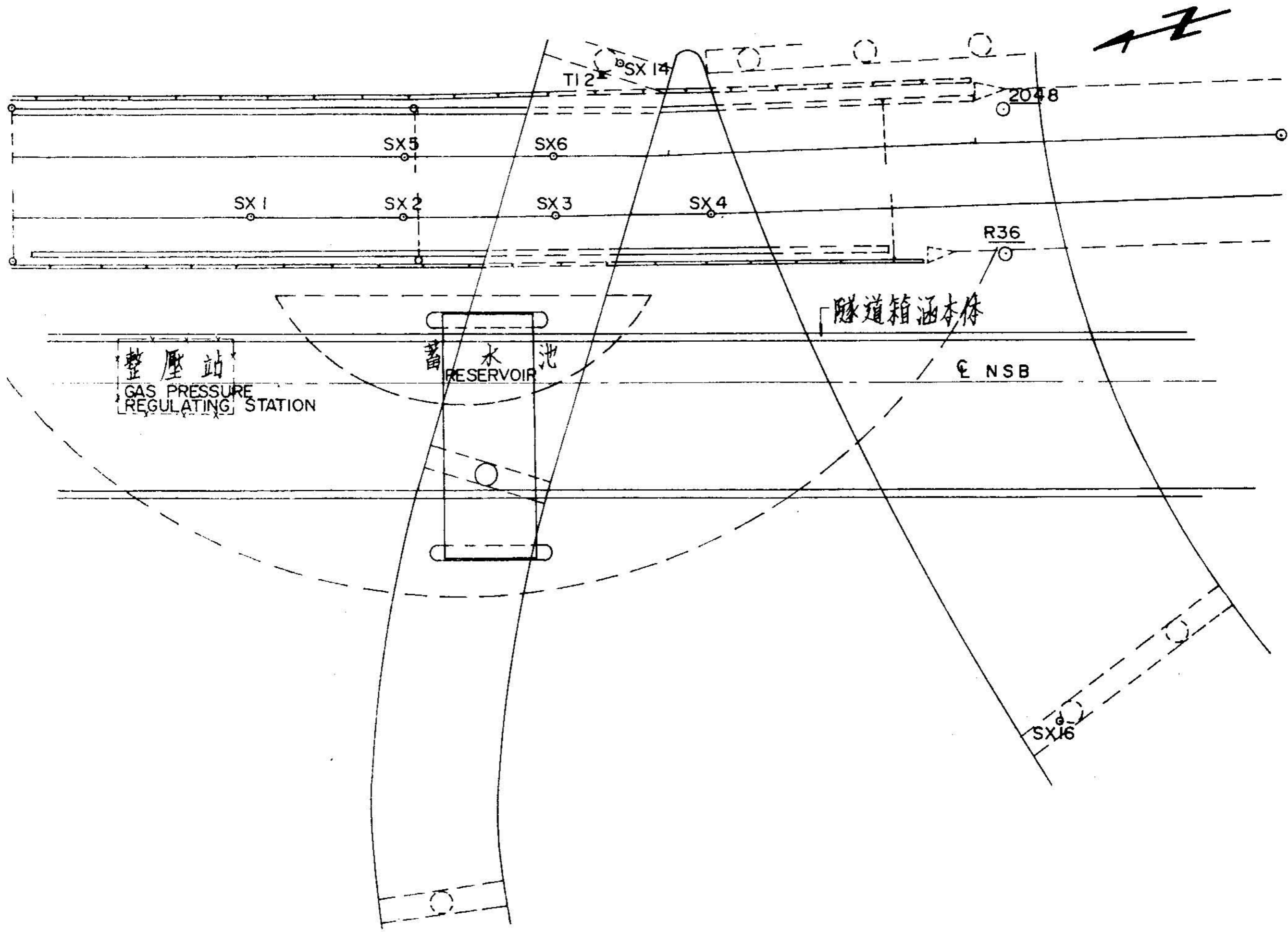
步驟八：當新築之托底版達設計強度後，逐步降低油壓系統之預力，直至全部鬆解之後，拆除臨時支撐系統，完成全部托底工程。

## 三 結 論

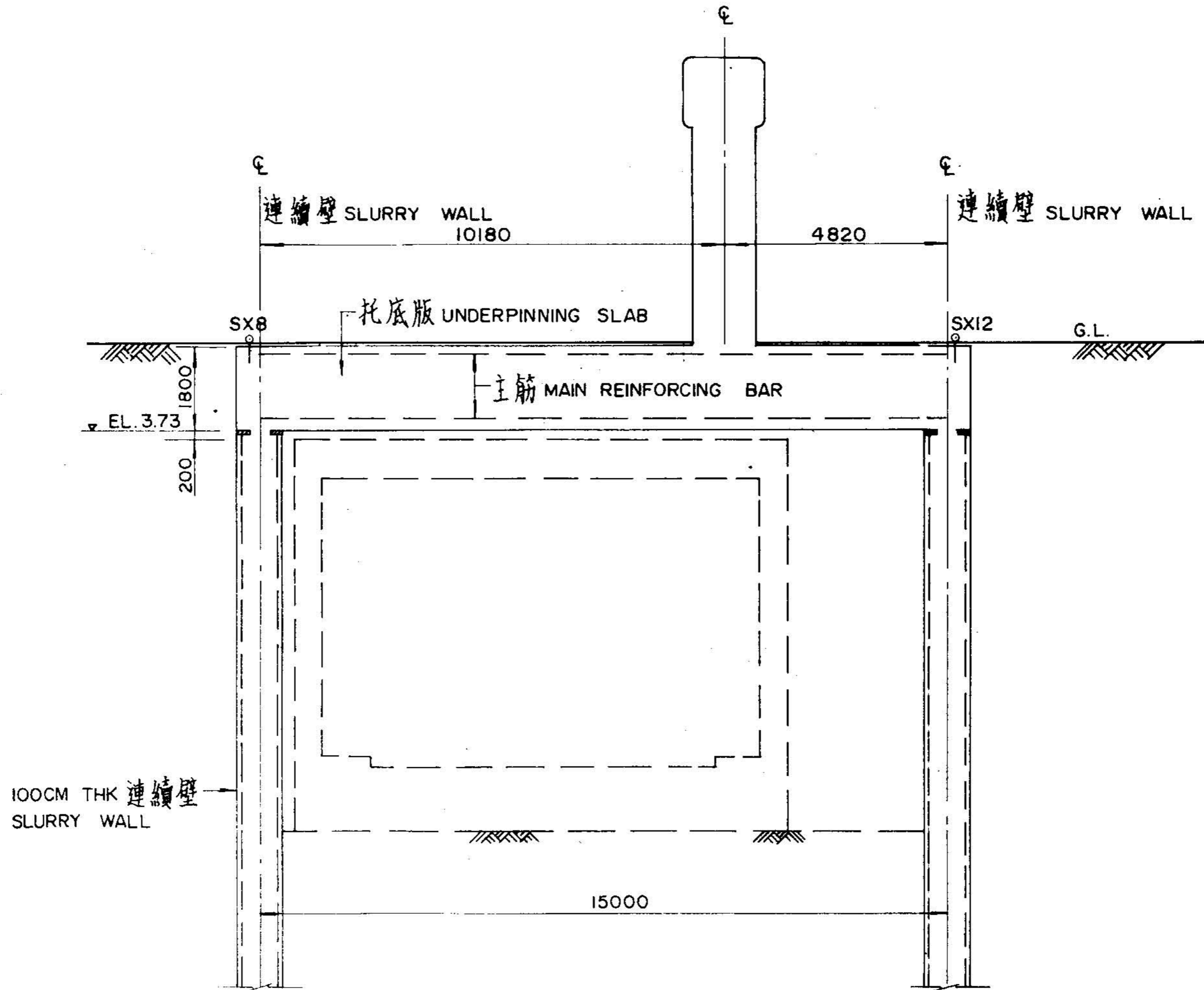
為解決愛國西路陸橋 P<sub>10</sub> 橋墩與規劃中之台北市地下鐵路隧道主體之衝突，台北市地下鐵工程處仍決定採取托底法將 P<sub>10</sub> 橋墩之荷重傳至隧道外側新建之連續壁上。

本文闡述設計時所考慮之因素，並簡介施工之步驟。本工程特殊考慮之因素包括：

- 1 施工空間之限制。
- 2 交通之維持。
- 3 地下鐵施工時對托底結構之影響。
- 4 鐵公路交通所產生震動對施工之影響。
- 5 施工車輛之控制。
- 6 管線之考慮。



圖一 工程平面圖



圖二 工程立面圖

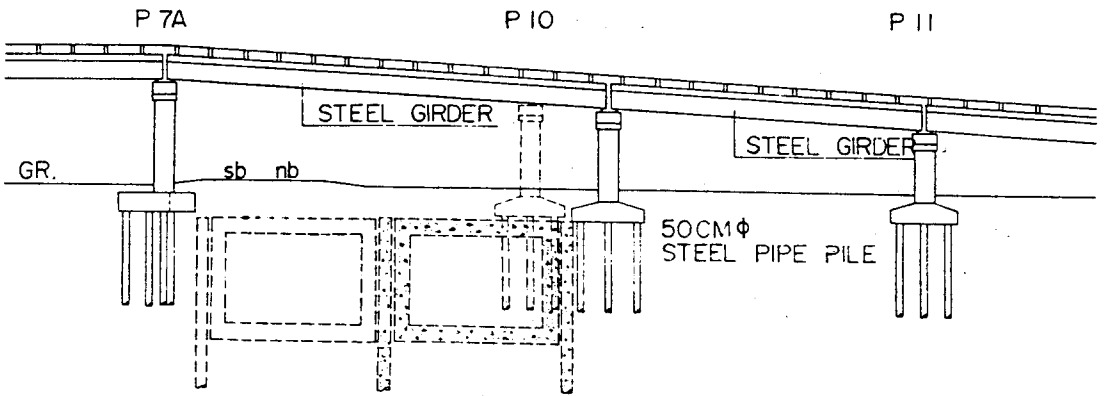
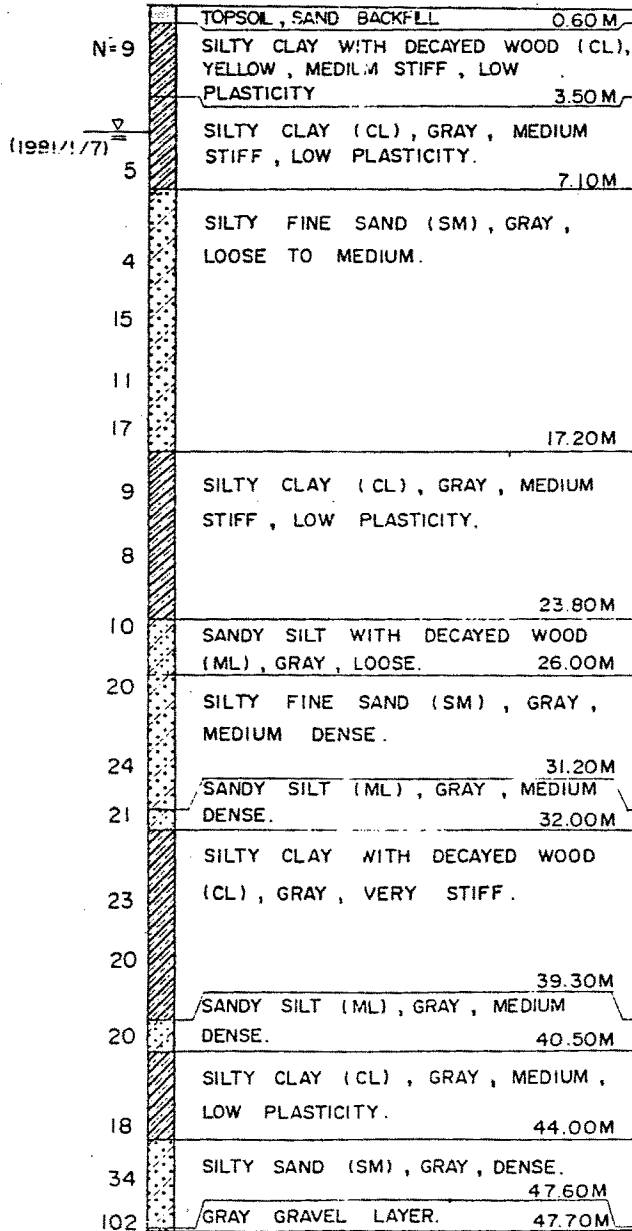
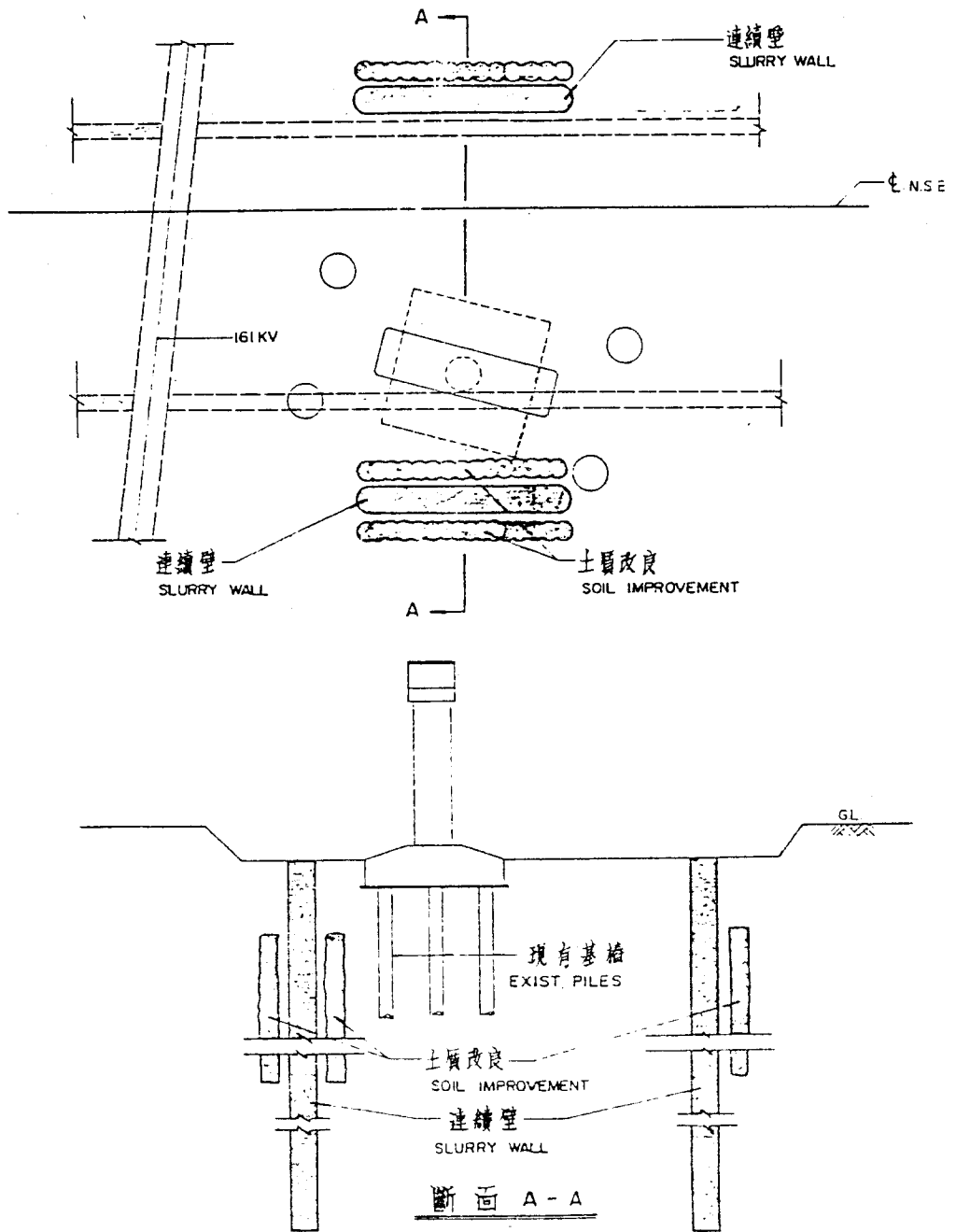


圖 三 移 橋 案

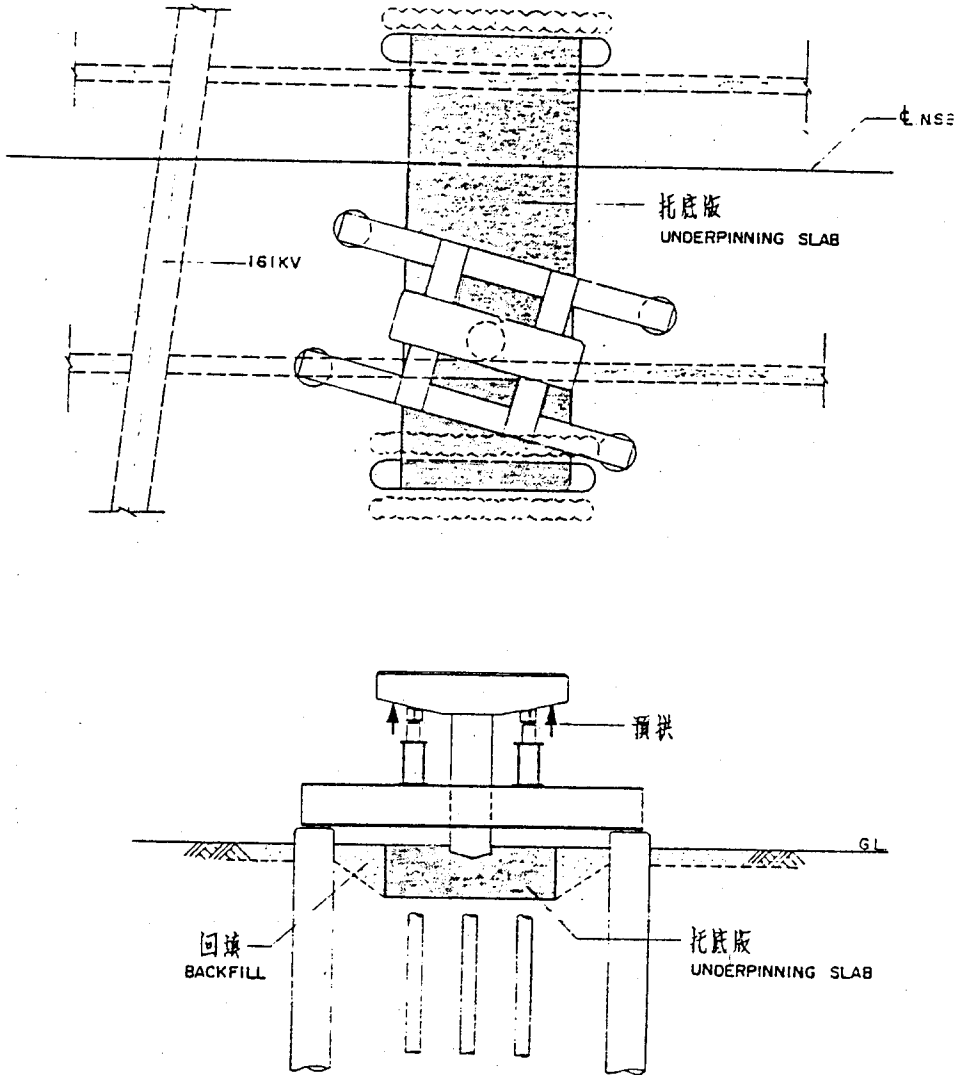
BH-13  
EL+5.95M



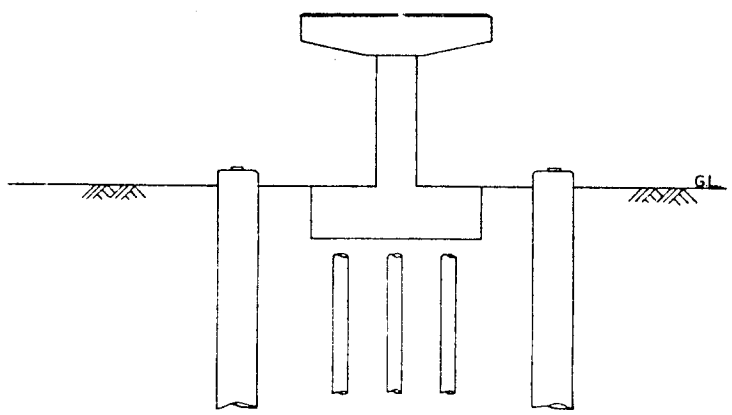
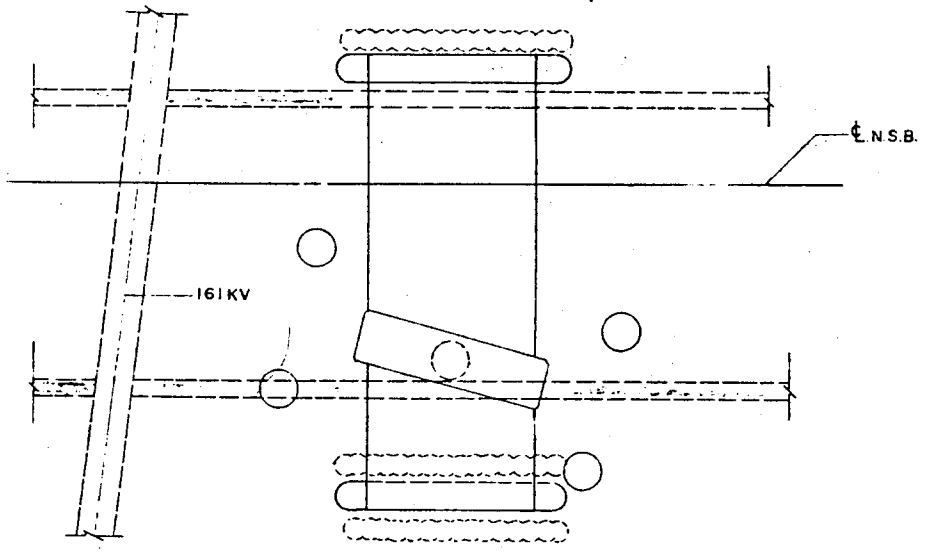
圖四 土層狀況圖



圖五 土質改良及連續壁施築



圖六 施築托底構架，施加預力及施築托底版



圖七 托底完成圖