

特殊 Tunnel의 Case Study

翻譯 編輯室

1. Methane Gas 湧出 Tunnel 設計

妙法寺 tunnel(假称)은 一般 地方道 禮拜 長岡線의 道路改良의 一環으로서 西山町 大學 妙法寺~劑羽村 大學 油田間에 計劃된 것으로 延長 1070m의 對向 2車線의 道路 tunnel이다.

妙法寺 tunnel의 計劃線上에는 예전에 石油의 採掘이 行해지고 있었다고 하는 古井戶가 多數(約 50個) 存在하고 더구나 tunnel은 古井戶의 밑을 約 20m의 土被로 通過하는 것으로 되어 있어서 可燃性 gas의 湧出의 可能性이 큰 地質條件이다.

Boring 調査에 의하면 上記한 古井戶가 掘鑿되어 있는 地層은, 石油을 包藏하는 背斜構造를 나타내고 油徵이 보이며 methane gas를 主로 하는 石油系의 可燃性 gas도 檢出되어 있다.

類似한 地層中을 掘鑿한 北陸 自動車道의 上越 以西의 一聯의 tunnel 工事に 있어서 可燃性 gas의 湧出이 問題가 된 tunnel의 地山 岩石試料中에는 10ml/kg 以上の methane gas가 含有되어 있었다고 傳해지고 있다.

妙法寺 tunnel인 경우의 gas 湧出量의 정도는 地質調査에 의하면 Boring core 中の Methane gas 含有量으로서 31ml/kg가 報告되어 있고, 調査結果로부터 掘鑿時의 gas 湧出量을 定量的으로 推定하는 것은 無理가 있는 것으로 적어도 本tunnel의 掘鑿時에는 爆發限界

以上の 可燃性 gas의 湧出은 可할 수 없는 것으로 判斷할 수 있다.

따라서 tunnel 掘鑿에 있어서는 gas 爆發事故防止를 위해 万全의 態勢를 취하고, 임할 必要가 있다.

設計는 이와같은 地質條件을 밝아서 gas 爆發事故 防止를 基本으로 하여 計劃하였으나 gas 湧出量이 적다고 보여지는 走點側의 555m의 區間은 安全性을 상하게 하지 않는 範圍內에서 經濟性を 考慮하여 換氣를 增強한 普通工法을 基本으로 하여 計劃하였다.

이것 안쪽의 終點側 515m는 爆發限界 以上の 可燃性 gas의 湧出을 前提로 하여 安全性을 優先한 特殊工法에 의해 計劃 하였다.

但, 普通工法區間에 있어서도 gas 探查 先進 boring에 의해 前方 地産內의 可燃性 gas의 動向을 探索하면서 掘鑿하는 것이 必須條件이고 만일 可燃性 gas의 湧出이 危險한 level이라고 推定될 경우에는 特殊工法으로 工法을 變更하는 것으로 하여 計劃하였다.

또한 可燃性 gas에 대한 着火源이 되기 쉬운 電力 cable, switch 類는 當初부터 防爆型을 採用할 計劃으로 하였다.

Tunnel 位置의 地質은 椎谷層으로 強大한 膨脹性 土壓 때문에 難工事を 強化하고 있는 北越 北線 鍋立山 tunnel과 같은 地層이나, 妙法寺 tunnel의 경우는 土被가 얇고 더구나 地山의 諸

物性值도 鍋立山 tunnel과 같은 膨脹性を 나타내는 範圍內는 아니다.

但, 浸水崩壞性は 크므로 掘鑿時에는 地山을 될 수 있는대로 弛緩시키지 않는 工法(弛緩에 의해 發生할 可能性이 있음)을 취할 必要가 있고 補助工法을 併用하는 pattern을 設定하였다.

坑口位置 計劃에 있어서는 地山の 安走를 破壞하면 land sliding이 發生하기 쉬운 地層인 것 및 4m의 積雪深을 考慮하여 될 수 있는대로 切土法面을 만들지 않도록 配慮하였다.

起點側 坑口部에 대해서는 支持地盤의 位置確認의 sounding을 實施하였으나 當初推定되어 있던 位置보다도 깊은 것을 알고 坑門 및 擁壁의 基礎를 말뚝 基礎로 設計하였다.

2. 地下鐵 工事

2-1. 地下鐵의 建設工法

地下鐵의 建設工事は 一般의으로 驛은 開鑿工法에 의하여 驛間 tunnel은 shield 工法에 의하여 施工한다.

驛間의 Shield tunnel은 開鑿工法에 의하여 築造된 驛의 箱子形 tunnel을 作業基地로 하여 다음 驛까지의 區間을 shield 機械를 使用하여 橫穴式으로 掘進하는 것에 의하여 築造한다. 最近의 shield tunnel 工法은 主로 泥水式 shield 工法을 採用하고 있다.

2-2 開着工法

開着工法이란 우선 tunnel의 兩側에 鋼말뚝이던가 concrete製의 흙막이壁이라고 부르는 壁을 만들고 그 사이의 土砂를 所定の 깊이까지 掘鑿하여 그 內側에 鐵筋 concrete의 箱子形 tunnel을 만드는 方法이다.

地下鐵의 驛은 一般의으로 道路 밑에 開鑿工事に 의하여 築造하기 때문에 路上交通이나 道路 밑의 gas 管, 水道 等の 埋設物에 支障을 주지 않도록 工事を 進行할 必要가 있다. 道路에서

의 開着工事は 처음에 車道內에 工事 space를 確保하고 그 中에서 흙막이 壁의 工事を 行하고 차례차례로 掘鑿하는 路面을 覆工板으로 덮는다. 다음에 그 밑에서 側部에서의 土壓을 누리기 위하여 鋼製의 支保工을 設置하면서 掘鑿을 行한다. 이때 埋設物은 steel beam으로 매달아서 方壺하여 둔다. 所定の 깊이까지 掘鑿하고 下床部부터 鐵筋을 組立하고 concrete를 打設하여 拘縮한다. 그 후 그 上部에 土砂를 되메우기하여 道路를 復舊하고 工事が 完了된다.

흙막이 壁은 掘鑿에 의하여 周邊의 地盤을 沈下시키지 않고 또한 壁面에서 脫水가 없는 構造로 한다. 施工方法은 Earth auger로 地中에 구멍을 파고 그 中에 mortar를 充填하고 鋼말뚝을 建入하고 連續하여 만드는 것으로 『柱例式 地下 連續壁』이라고 한다. 最近에는 흙막이壁의 連續性 및 施工性を 높이기 위하여 한번에 3~4 個의 孔을 팔 수 있는 多軸式도 使用하고 있다.

또한 特히 軟弱한 地盤이나 깊은 掘鑿을 할 경우에는 鐵筋 concrete의 壁을 地中에 만드는 『地下 連續壁』을 使用한다.

○ 開鑿工法の 順序

○ 準備工

○ 步道 切鑿

現狀의 車線을 確保하고 車道內에 갱타機나 土砂捲上機 等を 設置할 space를 만들기 위하여 步道의 植樹帶部分 等を 撤去하고 車道로 옮겨 만든다.

○ 흙막이 壁

이제부터 만드는 tunnel의 兩側에 Earth auger라고 부르는 송곳을 두손으로 돌려 비비면서 구멍을 뚫는 式의 穿孔機로, 地中에 直徑 40~50cm의 孔을 뚫고 이 中에 mortar를 注入하고 鋼말뚝을 꽂아 세운다. 이 말뚝을 連續의으로 만들어 흙막이 壁으로 한다.

○ 路面 覆工

道路面을 1m 정도 掘下하고 steel beam을 設置하여 그 위에 全面에 覆工板을 敷設한다.

- 掘鑿, 支保工

道路의 中央에 作業帶를 設置하고 그곳에 土砂捲上機를 設置하여 차례차례로 鋼製支保工을 設置하면서 아래를 向하여 掘鑿한다.

- 埋設物을 매다는 防護

掘鑿中 gas管, 水道 等の 埋設物을 專用的 steel beam에 매달아 防護한다.

- tunnel 構築工

掘鑿完了戶 tunnel의 下床에서 차례차례로 鐵筋을 組立하고 거푸집을 set하고, 그 中에 concrete를 친다.

- 埋設物 復舊

- 되메움

- 路面 覆工 撤去

- 흙막이 壁 頭部 撤去

- 道路 復舊

- 建築, 電氣, 軌道工事

tunnel의 完了되면 良質 土砂로 되메우기 하고 道路를 復舊한다.

이 工事와 並行하여 tunnel內의 施設工事(建築, 電氣, 軌道)를 行한다.

3. 泥水式 Shield 工法

Shield 工法은 円筒形의 鋼製틀로 組立한 Shield 機械를 使用하여 地中을 橫穴式으로 掘鑿하는 工法이다. 판 穴의 內側은 미리 工場에서 만든 Segment라고 부르는 Concrete block으로 덮고 tunnel을 完成시킨다.

泥水式 Shield 工法은 shield 機械의 前面에 泥水를 채우는 것에 의하여 前方의 흙과 물을 抑制하면서 掘進하는 工法이다. 泥水에는 前方의 흙과 물의 壓力에 相應한 壓力이 걸려있기 때문에 前方의 흙의 弛緩이나 地下水의 低下는 전혀 생기지 않는다.

이와같이 泥水式 shield 工法은 工事에 의한 地表面의 沈下가 생기지 않는 가장 安全性이 높은 shield 工法の 하나이다.

地下鐵道의 Shield tunnel은 1個의 tunnel 中의 1個의 電車가 通過하는 『單線型』과 往復 2個의 電車가 通過하는 『複線型』이 있다. Shield tunnel의 크기는 單線型으로 6.5m 정도, 複線型으로 10m 정도가 된다.

施工의 順序

泥水式 Shield 工法은 우선 開鑿工法에 의해 築造한 驛이 되는 箱子型 tunnel 內에 泥水處理 設備, 資材搬出入用 crance 等を 設置한다. 이것과 並行하여 工場에서 製作한 Shield 機械를 分割하여 Box 型 tunnel內에 搬入하고 組立한다. 다음에 Box 型 tunnel의 端部의 흙막이 壁을 부수고 Shield 機械를 轟 中에 挿入하고 掘進을 開始한다. 掘鑿한 土砂는 泥水와함께 排泥管으로 後方의 處理設備로 送出된다. Shield 機械 後部에서는 Erector에 의하여 segment를 組立하여 tunnel을 完成시킨다.

다음 驛에 到達한 곳에서 Box 型 tunnel 端部의 흙막이 壁을 헐고 円筒形의 鋼殼만을 轟 中에 남기고 Shield 機械 內部的 機器를 解體 撤去한다.

Segment 內의 低部에는 道床 concrete를 치고 最戶에 軌道, 電車線 等を 設置한다.

4. 臨海 副都心の 共同溝

4-1. 供給處理施設 整備目標와 共同溝 方式의 採用

臨海 副都心에 있어서의 上·下水道, 쓰레기 處理, 電氣 및 gas 等の 供給處理 施設은 高度 정보化 社會의 到來, 高度 技術의 進展 等を 밝고 21 世紀를 向하여 理想的인 都市에 適合한 것을 目標로 하고 있다.

이 때문에 다음의 6項目的 達成을 目標로 하고 整備를 推進한다.

- 安全하고 安定된 供給處理

- 地域內 處理의 原則

있다. 橋脚의 位置는 有名西運河의 航路制限과 隣接橋梁의 橋脚 基礎 및 地下埋設物과의 關係에 의해 決定하고 있다.

이 때문에 『最大支間은 230m』로 길고 『最大桁高도 10m』에 달하며 이 形式의 橋梁으로서는 日本 內에서 有數의 規模를 자랑하는 것이 된다. 또한 橋梁 全體로서의 剛性を 높이기 위하여 橋脚과 主桁과를 剛結한 rahmen 構造를 採用하고 있는것도 큰 特徵이다.

5-3. 景觀 重視

橋脚에서는 化粧板을 裝置하고 corner 部를 둥그렇게 하고 上下方向에도 taper를 붙쳐 景觀上의 配慮를 行하고 있다.

sharp한 box beam과 soft한 橋脚이 어울려서 힘이 強하고 리드미칼한 曲線橋가 運河에 떠

오르게 될 것이다.

5-4. 耐風對策

風洞試驗의 缺課 主 beam의 galloping 振動의 發生이 豫測되기 때문에 中央徑間部에 耐豊對策으로서 『下部 skirt』를 設置하고 있다.

5-5. 架設工法

主 beam의 架設은 安全性, 工期, 航路에 대한 制弱 等에 대하여 比較檢討한 結果 floating crane에 의한 『大 block 一括 架設 工法』을 採用하고 있다. 主 beam을 6個의 block(最大 block 約 1,950t)으로 나누어 製作하고 架設地點까지 desk barge로 輸送하고 floating crane으로 一括 架設한다. 架設完了는 1993年 가을로 豫定하고 있다.

【對政府 建議】

~~~~~

우리는 建設 技術者이다. 그리고 發破工事 專門業 免許도 얻을 수 있다.

Suggestion demonstrated to Government

우리 학회

~~~~~



- 省energy·節水型의 都市를 만들
- 都市環境의 保全
- 都市空間의 有效活用
- 未來型 都市에 適合한 機能의 附與

安全하고 安定된 供給處理施設을 圖謀하기 위하여 臨海 副都心 地域內의 供給處理施設의 配管은 共同溝 方式에 의해 行하는 것으로 하고 있다.

4-2. 共同溝 整備事業 概要

共同溝 system은 各 需要先에 直接 供給하기 위하여 幹線의 管路를 收容하는 『供給管 共同溝』와 供給管 共同溝에서 分岐하는 『mini 共同溝』로 構成한다. 더욱이 路上施設이 되는 信號·情報板·電話 等の 施設에는 『carbu system』으로 供給한다.

共同溝 整備 計劃

	全體計劃	始動期計劃
供給管共同溝	11,800m	8,310m
mini 共同溝	12,080m	7,500m
計	24,880m	15,810m

整備 Schedule

種別	年度	始 動 期							
		元	2	3	4	5	6	7	8~
共同溝system	計劃調査								
供給管共同溝				工事					
mini 共同溝						工事			

4-3. 共同溝內 收容物件

上水管 W, 中水管 I, 下水管 D, gas管 G, 電力 cable E, 通信 cable T, 情報通信 calbe T', 地域 冷暖房用 熱供給 導管 DHC, 쓰레기 收集管 R.

通常인 共同溝內에 包含되어 있는 收容物件 外에 東京 Teleport town에 適合한 地域 冷暖房用 熱供給管 및 쓰레기 收集管이 追加되어 있다.

4-4. 液狀化 對策工

臨海 副都心の 共同溝는 關東大地震級の 地震에도 견딜 수 있는 構造로 하고 災害에 강한 Life line의 確保를 圖謀하고 있다. 具體的인 例로서 以下에 表示하는 對策을 原則으로 하고 適切한 工法을 選擇하고 있다.

① 共同溝 床附面下의 흙막이 内部가 上層은 液狀化 한다고 判定된 上層의 下面까지 深層混合 處理工法에 의해 地盤改良을 行한다.

② 되메우기는 cement 處理한 液狀化 되지 않는 掘鑿土를 使用하여 行한다.

③ 흙막이 壁은 周邊地盤의 液狀化에 의한 過剩, 間隔水壓의 傳播를 遮斷하기 위하여 非液狀化層에 1m 以上 根入하고 工事終了戶에도 殘置한다.

5. 有名西 運河橋의 概要

5-1. 路線 概要

首都高速道路 12號線은 高速道路 灣岸線과 首都高速道路 1號線과를, 東京灣을 橫斷하여 連結하는 都市 高速道路網의 幹線으로서 建設되고 있다.

이 路線은 千葉方面 및 神奈川方面에서 都心部으로 向하는 交通을 迂回시켜 箱崎·江戶橋 interchange 附近의 交通混雜을 緩和시킴과함께 羽田空港 및 臨海部 副都心과 都心間을 連結하는 것을 目的으로 하고 있다.

5-2. 構造概要

本橋는 12號線의 灣岸線側에 位置하고 有名西 運河의 航路를 傾斜로 타 넘는 『4徑間 連續鋼床板 曲線 box beam rahmen 橋』로서 計劃되어

1. 關聯法 改正

◎ 建設技術 管理法 施行令 改正(第4條 관련) :

建設 技術者의 범위 追加

【火藥類 管理 技術士 火藥類 管理 技師 1,2級
鑛山保安 技師 1, 2級 試錐技師 1, 2級 石材
技師 1, 2級】

◎ 建設業 法 (第 10條 1項) : 發破工事業 追加

2. 建議事項

1) 火藥類의 使用 90%가 建設分野이고 火藥類 管理 技術者의 95%가 建設分野에서 活動하고 있는 現時點에서 늦은 감은 있으나 建設 技術者로 追加함은 너무도 當然한 일이다.

2) 흙을 다루는 자가 돌까지 다룰수는 없다.

3) 專門化 추세에 따라 發破工事は 火藥類 管理技術者인 專門家가 해야 大型事故를 막을 수 있고 安全作業을 期할 수 있다. 따라서 發破工事業 專門業을 新設하라.

우리의 宿願 事業이든 上記 施行令改正建議는 그동안 數次의 論難 끝에 3月 25日 國土開發院 主催로 建設會館에서 公聽會가 開催된 바 있다. 그러나 既得權을 讓步 안하겠다는 大韓專門 建設協會 一般 土工 工事 會員들 約 200余名이 이마에 頭巾과 어깨띠를 걸치고 發破工事業 專門業 新設 決死反對의 示威로 뜻하지 않았던 기습으로 因하여 場內 霧圍氣는 잘나가던 그간의 對

政府協商이 즐지에 白紙化 되고 말았다. 그렇다고 우리는 이대로 주저 앉을 수는 없다. 技術士 技師 1, 2級 및 技能工을 비롯한 關聯業體들은 4月 17日을 期하여 果川 廳舍(建設交通部) 앞에서 마지막 群衆示威로 우리의 뜻을 貫徹하기 爲해서 모임을 가진바 있다. 京鄉各地에서 雲集한 技師, 그리고 朝鮮, 東亞大學의 꿈나무들 約 400名이 아침부터 구호를 외치며 요란한 확성기 소리를 내면서 長官面談을 要請 하였다. 정오가 되자 드디어 代表들(許墳 博士, 姜大雨 教授, 朴政奉 技術士, 姜井山 技師)과 建設經濟 審議管 秋秉直 局長과의 協商이 始作되었다.

合意事項

建設技術管理法 施行令 改正(第4條 관련)

1. 火藥類管理 技術資格者를 建設技術者의 범위 내에 追加한다.
2. 建設業法(第10條 1項)

現行 一般 土工專門業에다 發破工事業을 明記하여 火藥管理者도 所定の 節次에 따라 一般 土工專門業(發破工事業) 免許를 딸 수 있도록 한 것이다. 다시말하자면 一般 土工專門業도 發破工事業을 하기 爲해서는 常勤火藥類管理 技術者를 採用해야 되는 것이다. 초조하게 기다리고 있던 우리 火藥類管理技術者들에게 合意事項을 報告하니 一部에서는 不滿의 소리도 있었으나 일단 우리의 뜻을 이룩 했다는 安堵感으로 또 내일을 期約하면서 다함께 웃는 낯으로 解散하였다.