

通信土木設備의 現狀과 今後의 展望
통신 토목 시설 현황과 미래 전망
 On the present and Future for Cable Tunnels Facilities in Japan
지방홍수
 ※ 志 方 弘 樹
 Shikada, Hiroki

1. 日本의 電氣通信事業의 現狀과 NTT [日本電信電話(株)]

日本의 電氣通信事業者는 獨自인 通信回線을 갖는 第1種 電氣通信 事業者와 獨自인 通信回線을 갖지 않고 第1種 電氣通信 事業者의 通信回線을 利用하여 Service를 提供하는 第2種 通信事業者 1,111個社, 第2種 電氣通信 事業者 2,107個社가 存在한다.

NTT는 1985년에 日本電信電話 公社를 民營化하여 誕生한 日本最大의 第1種 電氣通信 事業者이고 日本國內 電氣通信事業과 通信機器 販賣等의 附帶事業을 行하고 있다. 그 후 Data 通信 事業과 移動體通信事業을 分離하여 現在는 資本金 7,956億圓, 從業員 18만 5천명, 年間設備 投者額 1조 9,890億圓, 一般 電話加入者數 6,077만 加入에 이르고 있다. NTT가 提供하는 Service로는 電話 Service가 80%를 占하고 있으나 次世代를 向한 여러가지의 Digital 通信 Service도 提供하고 있다.

2. 通信土木設備의 概要

(1) 通信土木設備의 構成

NTT가 電話 Service나 여러가지 通信 Service를 提供하는 傳送媒體에는 通信 Cable 은 그물과 같이 쳐져 있고 이것을 收容하는 通信土木設備은 高度情報會社를 支持하는 基盤 (Infra structure) 이라고

말할 수 있다. 通信土木設備은 管路(通信溝)設備과 Tunnel 設備로 大別되고 管路(通信溝)의 總延長은 約 65만 Km에 달하고 또한 Tunnel에 있어서는 總延長이 全國에서 約 600Km, 東京에서 200Km가 되고 年間 約 5~10Km의 Tunnel이 東京에서 建設되고 있다.

이 通信土木設備은 地盤에도 높은 信賴性이 있고 1995年 1月 17日에 發生한 阪神大震災에 있어서는 通信土木設備은 一部老朽化한 地下 管路에 被害가 發生한것 뿐이며 通信 Service에 影響을 미치는것 같은 被害는 없었고, Shield式 Tunnel에 있어서는 전혀 被害를 받지 않는다.

(2) 管路(通信溝)設備

管路設備에는 地下Cable의 占用空間을 確保하고 그의 收容과 保護를 行하는 地下 管路와 Cable의 接續과 分岐를 行하기 위한 hand hole 이있고 時代 와 함께 그 構造나 材質도 變化하여 왔다.

現在의 地下管路에는 硬質 Vinyl 管 塗覆 裝鋼管, 鑄鐵管의 3종류가 있으나 原則的으로 硬質 Vinyl管을 使用하고 있고 塗覆裝鋼管, 鑄鐵管에 대하여는 軟弱地盤이나 電 磁誘導等의 制約을 받는 區間에서 使用하고 있다. 이들 管路의 口徑은 75mm이고 管路의 布設形態는 多條多段 쌓기 方式으로 하고 있다. 이음部는 作業性和 耐震性을 考慮하여 伸縮이음을 採用하고 있다.

man hole과 hand hole의 築造方法은 미리 工場에서 製作한 block을 現場에 움직이지 않도록 固定시키는 方法과 現場에서 Cement Concrete를 打設하여 築造하는 方法의 두 方法을 現場狀況에 따라 나누어 사용하고 있다. 工場에서 製作한 block은 Cement Concrete 製の 것과 樹脂를 利用한 Resin Concrete 제의 것이 있다. 이들의 man hole 과 hand hole은 形狀과 收容하는 Cable 條數에 의해 規格化 되어있다.

(3) Tunnel 設備

Tunnel設備는 地下Cable의 收容을 大容量 占用空間을 經濟的으로 確保하고 通信 Service에 대한 높은 信賴性을 確保하기 위하여 構築하는 것이다.

Tunnel設備는 開鑿工法에 의해 建設되는 직4각형 Tunnel, Shield工法에 의해 建設되는 円形 Tunnel 및 円形 Tunnel과 開鑿式 Tunnel이나 man hole에 接續하기 위한 垂直抗·shaft로 構成되어 있다.

Tunnel內에는 Cable의 支持 및 Tunnel內 作業者的 安全을 確保하기 위한 諸設備가 設置되어 있다. 또한 災害防止,安全確保,設備管理의 效率化를 目的으로 한 Tunnel 管理 System을 導入하고 이것에는 災害予知機能, 設備管理機能, 出入管理機能, 放送連結 機能을 裝置하고 있다.

1) 開鑿工法

開鑿工法の 施工順序는 施工 cycle을 반복함에 의해 管路를 布設한다. 또한 最近에는 施工中의 現場으로 自動車가 날아드는 事故가 增加하고 있어 自動車の 衝擊力을 吸收하여 作業員 및 運轉者의 人的被害를 防止하는 衝擊吸收用 air bag 을 導入할 豫定이다.

2) 非開鑿工法

非開鑿 工法에는 NTT가 開發한 Ace mole 工法을 주로 하는 使用하고 있다. 이것은 推進工法으로 分類되나 獨自的인 位置檢知方法에 의해 長距離 曲線推進이 可能하게 되었었다. 이 位置檢知 方法은 電 磁波에 의한 磁界의 強度와 電壓의 着을 利用하고 있다.

또한 最近에는 獨自的인 方向修正機能을 갖고 중 2000mm円形 垂直坑에서 發進可能한 泥土壓Anger方式 (DACs工法)도 使用하고 있다. Ace mole 工法은 適用하는 管經(條數)과 土質에 따라 4系線으로 나누어진다. 10系와 30系の 推進 方法은 先端裝置를 前面의 土砂에 밀어놓고 壓密하면서 無排土로 推進하는 壓入方式을 採用하고 있다. 또한 15系와 35系는 先端裝置의 前面에 土砂를 掘鑿排土 하면서 推進하는 掘鑿排土方式이다.

3) 새로운 mole hole 築造方法(SPEED工法 ; Special Excavate Equipment of no Dangerous)

NTT에서는 man hole 築造工事의 工事期間短縮, 作業環境改善, 安全性 向上을 目的으로 한 SPEED工法을 開發導入 하였다. 이 工法은 Ring & Bucket形式에 의해 施工의 大幅的인 機械化를 圖謀하고 또한 從來 Block工法으로 5日정도 必要하였던 工事期間을 2日로 短縮하고 또한 掘鑿坑內에서의 作業이 없어진것에 의해 安全性이 현격하게 向上되었다.

다시 建設 cost로 從來의 60~70%정도로 되어있다. SPEED工法은 30m정도까지 掘鑿可能하기 때문에 man hole 築造에 限하지 않고 Tunnel과 地上部를 連結하는 Shaft나 推進工法等의 發進·到達 垂直坑 등의 施工에도 利用된다.

4) 地下管路의 改良工法

(RIP工法 : Reinforced Inner Pipe)

光 Fiber 網을 円滑하게 構築하기 위해서는 새로운 設備의 建設은 원래부터 膨大한 既設管路設備를 維持·再生하여 有效하게 活用하여 가는 것이 重要하게 된다.

그래서 NTT에서는 非開鑿으로 老朽管을 再生하는 RIP工法을 開發導入하고 있다.

이 RIP工法은 硬質 Plastic製의 Pipe를 老朽管에 插入하여 熱加工에 의해 管路內面에서 強度·氣密性을 確保하는 工法이다.

(2) Tunnel 設備施工方法

現在 Tunnel 設備의 大部分은 shield工法에 의해 建設되고 있다.

1) Shield工法은 泥水加壓式이나 土壓式등의 密閉形과 開放形으로 大別된다. 最近의 工事에서는 거의가 軟弱地盤이나 高水壓등의 惡條件에 對應할 수 있고 安全性이 높은 密閉形으로 施工되고 있다. 특히 東京의 東部地域에는 軟弱한 沖積層이 두껍게 堆積되어 있고 극심한 條件의 工事가 많다. 또한 都市의 過密化에 의해 重要構造物과의 近接施工이나 垂直坑用地的 確保困難에서 長距離推進·急曲線·大深度등의 難工事도 增加하고 있다.

Tunnel 掘鑿과 同時에 一次覆工이 施工되나 다시 防水나 金物設置의등을 目的으로 하고 Tunnel 內側에 Concrete를 치는 二次覆工을 施工하고 있다.

2) 垂直坑 築造方法

垂直坑 築造에는 一般的인 矢板을 地中에 打設하여 흙막이 壁으로 하는 工法外에 比較的 深度가 깊은 경우에는 미리 製作된 構造物을 地上에 設置하고 그 構造物의 內部에 掘鑿하면서 차례차례 그것을 所定の

깊이까지 내려놓는 工法등이 使用되는 일도 있다.

또한 NTT에서는 새로운 垂直坑 築造工法인 QUIC 4000工法(Quick Small Shaft Shaft Interfaced Condtits)을 開發導入하였다. 이것은 工期短縮, 建設Cost의 消滅, 作業環境의 改善을 目的으로 하고 口徑 4m Boring machine에 의해 大深度까지 高精度 ,高速施工이 可能하게 되었다. 종래의 工法과 比較하여 75%以上の 工期短縮, 20~30%의 Cost down, 壓氣下에서의 劣惡한 作業環境 解消등을 實現하고 있다. 다시 垂直坑內 塗裝을 無人 自動化한 Robot 塗裝 System이나, 垂直坑內 段階이나 作業台등의 金物設備設置工事を 프래하브化한 Shaft用 組立金物 工法등을 開發導入하여 말할것도 없이 高速·低Cost 施工이 可能하게 되어 있다.

3) 새로운 Shield machine 發進工法

(SPSS工法:Super Packing Safty System) Shield machine이 垂直坑으로부터 發進時의 安全性 向上, Cost 消滅, 工期短縮등을 目的으로하여 開發되었다. 종래는 坑口の 土砂, 地下水 流入 防止用의 Entrance Packing과 地盤改良을 併用한 方法에 의해 Shield machine 發進時의 垂直坑內로의 地下水 및 土砂의 流入을 防止하고 있었다. SPSS工法에서는 円形 gum tube에 壓縮空氣를 封入하는 方法에 의해 地下水壓에 對應한 止水 및 Shield 發進前의 止水性能確認이 可能하게 되고 從來의 方法과 比較하여 大幅的인 信賴性向上을 달성 하였다. 또한 垂直坑의 假壁部에 鐵筋이 不必要한 新系材 Concrete를 採用함에 의해 Shield machine의 Bit로 假壁部의 초소이 可能하게 되었다. Shield machine의 Bit로 假壁部 조소作業의 省略을 實現하고 있다.

3. 計劃·設計·調査方法

(1) 計劃·設計

1) 通信土木設備의 設置條件

通信土木設備의 管路 條數算出에 있어서는 光 Fiber 心線이 各家庭·事業所까지 配線되는 時期(FTTH ; Fiber to home 完成時期)의 予測需要를 充足하는 管路條數에 Cable 交換등에 必要한 予備관 條數를 더한것을 必要管路 條數로 하고있다.

FTTH 完成時期의 予測需要에 대하여는 行政이 定한 都市計劃(容積率,用途指定,有效수地面積)base에 將來의 事業所, 住宅數를 推定하고 各 事業所·住宅에 光 Fiber 心線을 割當하는 方法으로 實施하고 이다. 이 予測需要를 充足시키는 管路條數가 大개 30條~40條를 초과하는 route에 대하여는 原則적으로 Tunnel 設備을 適用하고 있고 또한 必要管路條數가 4條以上으로 主要道路에 位置하는 route 또는 中繼 route에 대하여는 中300~中600mm의 管路에 通信管路를 收容하는 中口經管方式을 適用하여 가는 것으로 하고 있다.

Tunnel의 規格에 대하여는 收容 Cable제수에 따라 0號~5號의 6 type가 있다. 단 今後 構築하는 Tunnel route에 대하여는 原則적으로 管 Fiber Cable만의 收容으로 되기 때문에 0號 또는 1號 Tunnel로 待반이 適用 可能하다.

2) 管路設備의 設計上의 諸規定

管路下에 建設되는 通信土木設備는 道路를 管理하는 政府機關, 地方自治체에 의해 埋設深度, 占用位置등이 定해져 있고 管路(通信溝)設備의 埋設深度는 車道에서는 大개 1.2~1.5m정도, 步道에 대하여는 0.9m~1.2m정도로 되어 있다. 또한 NTT 規格으로서 Cable 부設時의 張力을 고려하여

管路의 曲線半徑등의 線形, man hole 相互間의 經間長이 規定되어 있고 最小曲線半徑은 10m, 最大 經間長은 大개 250m 이하로 하고 있다.

(2) 調査

都市의 地下空間에는 Gas, 上下水道, 電力, 通信등의 地下設備가 比較的 얕은 深度로 大量으로 埋設되어 있다. 이 때문에 土木굴착 工事에서는 設備記錄圖에 의거하여 굴착예정개소의 一部를 事전에 굴착하여 地下設備의 위치를 확인하고 있다. 그러나 設備記錄圖面의 不備등에 의해 地下設備의 損傷事故가 發生하고 社會적으로 큰 影響을 미치는 일이 있다. 이 때문에 NTT에서는 電磁波에 의한 非開鑿埋設物 探查裝置(Esper)나 Water jet에 의한 Guide Pipe 設置 工法(FSG工法)을 開發 導入하고 있다.

1) 電磁波에 의한 非開鑿 埋設物 探查裝置(Esper)

Esper는 試驗堀 埋設物調査의 精度向上을 위하여 使用하고 있고 一般적으로는 25mm以上の 埋設管을 2m까지 探查可能하다. 測定對象物은 金屬管外에 塩化Vinyl管이나 空洞도 探查할 수 있다. Esper의 原理는 電磁波의 反射波를 利用하여 埋設物의 深度를 구하고 있다.

2) Water jet에 의한 Guide Pipe 設置工法 (FSG工法 : Fail Safe Guide Pipe)

FSG工法은 흙막이 말뚝등의 打設, 藥液注入 Boring시 등에 既設埋設物의 露出 확인이 軟弱地盤이나 埋設物 폭주등으로 곤란한 경우에 Water jet에 의한 굴착과 진공吸引에 의한 排土를 組合하여 Guide Pipe를 설치하여 設備事故防止를 圖謀하기 위

한 工法이다.

3) 道路管理 system (ROADIS)

道路管理System은 都市道路地下에 埋設되어 있는 占用物件(電話, 電氣, Gas, 下水道, 上水道, 交通地下鐵等)에 관한 각종 情報를 Computer 를 利用하여 종합적으로 管理하고 通信回線등을 통하여 도로관리자나 公營사업자에게 都市道路등의 埋設物의 管路의 徑, 종류 및 깊이등의 정보를 제공 하는 System이다.

또한 NTT 로서는 獨自의 所外管路設備등을 管理하고 設備計劃, 設計, 竣工等の 大幅的인 效率化를 도모함과 함께 슬로슬화에 의한 設備data의 精度向上을 위하여 CAPS(Computer Aided Outside Plant Designing and Prant-record Databaso System)을 併用하고 있다.

4. 通信土木設備의 施工方法

(1) 管路(通信溝)設備施工方法

管路(通信溝) 設備施工 方法에는 종래부터 行하여지고 있는 開鑿工法과 路面을 굴착 하는일 없이 施工하는 非開鑿工法이 있다. 非開鑿工法은 道路交通量의 增大, 地下埋設物의 輻輳, 환경문제, 노동情勢의 惡化등 해가 갈수록 심함이 증가하는 施工환경에 對應하기 위해 그 필요성은 점점 높아져 가고 있다.

5. 管路 및 Tunnel의 維持補修

1) 管路는 해가 지남에 따라 外部壓力에 의한 破損이나 偏平이 發生하고 管路에 Cable의 布設을 할 수 없게 된다. 그래서 5年에 1회는 管路通過試驗을 行하고 不通 管路에는 Pipe Camera등으로 狀況을 확인하고 補修를 行한다. 補修方法으로는 非開鑿으로 行하는 Lining工法이나 偏平矯正工.

法등이 있다.

2) Tunnel의 補修

Tunnel에 대하여는 Tunnel의 本體와 Tunnel內設備 (電氣設備, 金物設備, Tunnel 管理 System등)의 點檢이 있고 Tunnel 本體에 대하여 完成後 1~2年이 經過後 定期點檢을 實施하고 以後 3年의 周期로 點檢을 실시하고 있다. Tunnel內 設備에 대하여는 各各의 點檢周期를 定하고 不良한 경우에는 設備의 交替등으로 대처하고 있다. 또한 Tunnel 本體는 Concrete의 전열 등에 의해 漏水가 發生하기 때문에 전열個 所의 點檢에 重點을 두고 cut方式에 의해 補修를 行하고 있다.

6. 今後의 展望

NTT에서는 通信 Service의 多樣化와 高度化를 向하여 光加入者網의 構築을 進行하고 있고 2000年까지 主要都市의 光Fiber 網의 構築을 完了하고 2010年 까지는 全國의 事業所, 家庭으로의 光 Cable의 配線 (FTTH : Fiber to home)을 完了할 予定이다. 이와같은 通信 Service의 高度化에 수반하여 通信土木設備는 지금 以上으로 그 重要性이 增加하고 있으나 그 한편으로 通信土木設備 建設을 둘러싸는 狀況은 建設 勞動者의 高齡化에 의한 勞動者不足, 騒音, 建設殘土등의 環境問題의 深刻化등에 의해 그 심함은 增加하고 있다. 이러한 狀況中 에서 高度情報社會의 基盤設備로서의 信賴性을 갖춘 通信土木設備를 構築하여 가기 위하여 高度로 自動化된 非改築技術을 中心으로한 建設工法의 開發導入을 進行함과 함께 굴착된 發生土를 되메우기 材料로서 Recycle하는 發生土 改良 System(SR System : Soil Recycling)등의 環境을 배려한 工法의 開發導入도 進行하고 있다.

7. 歐美의 通信土木設備의 概要

1) 美國의 通信土木設備의 概要

ATT分割時에 通信土木 設備를 地域會社 7社(RHC)에 分配하여 基本的으로는 所有 하고 있지 않은 거의 地域會社 7社(RHC)에서 借用하고 있다.

地域會社 7社(RHC)의 하나로 California 州, Nevada州에서 事業을 行하는 Cable 뿐 이고 Central Office의 地下에서 直接 各 man hole로 뻗치고 있다. 管路設備는 內經은 90mm로서 Vinyl 管路와 Steel管路가 있다. 光 Fiber Cable은 1個의 管路에 3個의 롤게이트 Vinyl管을 넣어 그 中에 布設 하고 있다.

2) 英國의 通信土木設備 概要

BT의 管路設備는 內經90mm의 Vinyl管 이 주이고 需要密度가 낮은 Area等에서는 內經 50mm의 管을 使用하는 경우도 있다. 또한 住宅등으로의 供給管路는 25mm管路 를 使用하고 있다.

既設 Cable이 있는 管路로의 光Fiber Cable의 收容에 대하여는 內經 26mm 또 는 38mm의 內管을 넣고 그 中에 光 Fiber Cable을 收容하고 있다.

3) 日本과 歐美에 있어서의 通信 Cable의 地中化 狀況

地中化 狀況은 日本에 비해 歐州는 앞서있다. 特히 都市部에 있어서도 歐美 는 日本에 비해 地中化率이 훨씬 앞서 있는 모양이다.

4) 日本과 歐美에서의 土木工事 建設 Cost의 比較

歐美에 있어서 通信土木工事 그 자체의 Data가 없기 때문에 道路工事に 있어서의 建設Cost를 比較하면 日本은 獨逸과 同等 하고 美·英國보다 높은 Cost로 되어있다. 그 要因은 勞務費, 材料費, 機械損料등이 美·英國과 比較하여 日本이 높은 Cost이기 때문이다.

勞務費에 대하여는 日本은 美·英國과 比較하여 物價가 높은 것 外에 建設作業員의 高齡化가 進行되고 있는 것을 들 수 있다. 또한 日本의 建設材料費가 높은 Cost의 要因으로서의 資材의 流通段階로서 商社, 販賣店등의 數가 많은것, 資材의 Stock yard의 협소등도 있어서 소량 購入이 되 기 쉬운것 등이 있다.

自然條件이나 社會的 要因에 의한 것으로서 地震이 많고 軟弱한 것이나 都市構造등 을 背景으로 耐震基準, 防火基準이 嚴하기 때문에 主要資材의 使用料가 많아져서 建設備가 增加하게 된다. 또한 都市의 過密 등에서 工事의 周邊環境으로의 配慮이기 때문에 隣近對策등으로 費用이 드는것 등이 있다