

日本 通信土木設備의 現場과 展望

On the Future & Present of NTT Cable Tunnel Construction

鈴木修一^o
Susuki, Syuichi

ABSTRACT

This paper was addressed by fall Seminar of Society of Explosives Engineers of Korea.
In Japan, Total length of cable was 600Km and Tokyo was 260Km and it will extend cable Tunnel 5~10Km every year in Tokyo. NTT Service project has been Working as a optic Fiber net Works and In 2010, it will be done. FIF.
FTTH so call Fiber to the Home For the purpose of multiplicity. For the above project, First, it should be developing auto Non-excavation Tech, 2nd, developing soil Recycling system.

1. 日本의 電氣通信事業의 現狀과 NTT(日本 電信電話株式會社)

日本의 電氣通信事業者는 獨自的인 通信回線을 갖는 第 1種 電氣通信事業者와 獨自的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 電氣通信事業者로 區分되어 있다. 1994年度 末 現在 第 1種 電氣通信事業者 111 個社, 第 2種 電氣通信事業者는 2, 107 個社가 存在한다. NTT는 1985年에 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 國內 電氣通信事業과 通信 機器販賣 等の 附帶事業을 行하고 있다. 其後 DATA 通信事業과 移動

體 通信事業을 分離하여 現在는 資本金 7, 800 億圓, 從業員 19만 5천名, 年間設備投資額 1兆 8,500億圓, 一般 電話加入者數 5,960만 加入者를 헤아리고 있다. NTT가 提供하는 Service로는 電話 Service가 80%를 차지하고 있으나 次世代를 向한 여러가지 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 -

이들 電話 Service나 여가지의 通信 Service를 提供하는 運送 媒體로는 通信 cable에 의한 有線方式과 無線方式이 있다. 이 通信 cable은 網의 눈과같이 펼쳐져 있어 이것을

註;本 論文은 11月 7日(火) KNT 韓國通信公社建設事業團 李宗洙 土木局長을 비롯한 監督者 60餘名과 監理者 및 施工業體 幹部들을 모시고 우리 學會 秋期 Seminar에서 發表된 論文이다.

* NTT 日本電信電話(株) 土木部長

收容하는 通信土木設備는 管路(通信溝) 設備와 Tunnel 設備로 大別되고 그림-2에 表示한 바와 같이 管路(通信溝)의 總延長은 約 85만 km에 달하고 또한 Tunnel에 있어서는 總延長은 全國의으로 約 600km, 東京에서 約 260km가 되고, 年間 約 5~10km라는 Tunnel이 東京에서 建設되고 있다.

이 通信土木設備는 地震에도 높은 信賴性을 갖고있고 1月 17日 發生한 阪神大震災에 있어서도 通信土木設備는 一部 老朽化한 地下管路에 被害가 發生했을 뿐 通信 service에 影響을 미치는 것 같은 被害는 없이 Shield式 Tunnel에 대하여는 전혀 被害를 받지 않았다.

(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, 確保를 行하는 地下管路와 cable의 接續, 分岐를 行하기 위한 Man-hole이나 hand-hole이 있고 時代와 함께 그 構造나 材質도 變하여 왔다. 現在의 地下管路에는 硬質 vinyl管, 塗覆裝鋼管, 鑄鐵管의 3種類가 있으나 原則의으로 硬質 Vinyl管을 使用하고 있고, 塗覆裝鋼管, 鑄鐵管에 대하여는 軟弱地盤이나 電磁誘道 等の 制約을 받는 區間에서 使用하고 있다. 이들 管路의 口徑은 75mm이고 管路의 施設形態는 그림-3에 表示한 바와 같은 多條쌍기 方式으로 하고 있다. 이음 部는 作業성과 耐震性을 考慮하여 伸縮 이음을 採用하고 있다.(그림-4 參照) Man-hole과 hand-hole의 築造方法은 미리 工場에서 製作한 block을 現場에 固定하는 方法과 現場에서 Cement concrete를 打設하여 製作하는 方法의 두가지를 現場 狀況에 따라 나눠 使用하고 있다. 工場製作의 block

은 Cement concrete 製의 것과 樹脂를 利用한 Resin concrete 製의 것이 있다.(寫眞-1 參照) 이들의 Man-hole과 hand-hole은 現狀과 收容하는 cable條數에 의해 規格化 되어 있다.

(3) Tunnel 設備

Tunnel 設備는 地下 Cable의 大容量 占用空間을 經濟的으로 確保하는 것 및 通信 service에 대한 높은 信賴性을 確保하기 위하여 構築하는 것이다. Tunnel 設備는 地下 cable의 大容量 占用空間을 經濟的으로 確保하는 것 및 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 直 4角形(短形) Tunnel과 shield 工法에 의해 建設되는 円形 Tunnel, 또한 円形 Tunnel을 開鑿式 Tunnel이나 Man-hole에 接續하기 위한 垂直坑, Shaft로 構成되어 있다. Tunnel 內에는 그림-5에 表示한 바와 같은 Cable의 支持 및 Tunnel 內 作業者の 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 있고 이것에는 災害感, 知機能, 設備 管理機能, 出入管理機能, 放送·連絡機能을 具備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 管露條數 算出에 있어서는 光 fiber 必線이 各 家庭과 事業所까지 配線되는 時期(FTTH 完成時期)의 豫測 需要를

充足할 管路條數에 Cable 交換 等に 必要한 豫備條數를 加한 것을 必要管路條數로 하고 있다. 이 條數가 大略 30條~40條를 넘는 Root에 대하여는 原則적으로 Tunnel 設備을 하고 있고 또한 必要管路條數가 4條 以上으로 主要道路에 位置하는 Root에 대하여는 今後 管路設備보다 더욱더 信賴性이 優秀한 口徑 $\phi 300\phi 600\text{mm}$ 의 管路에 通信管路를 收容하는 中口經管 方式을 適用하여 가기로 하고 있다.

2) 管路設備의 設計上의 諸規定

道路 밑에 建設되는 通信土木設備은 道路를 管理하는 政府機關, 地方自治體에 의해 埋設 深度, 占用位置 等이 定하여져 있고 管路(通信溝) 設備의 埋設深度는 車道에서는 大概 1.2~1.5m의 深度, 歩道에 대하여는 0.9m~1.2m의 深度 程度로 되어있다. 또한 NTT의 規格으로서 cable 施設 時의 張力을 考慮하여 管路의 曲線半徑은 10m, 最大經間長은 大概 260m 以下로 하고 있다.

(2) 調査

都市의 地下空間에는 Gas, 上下水道, 電力, 通信 等の 地下設備가 比較的 얕은 深度에 大量으로 埋設되어 있다. 이 때문에 土木掘鑿하여 地下設備의 位置를 確認하고 있다. 그러나 設備記錄 圖面의 不備等에 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 深査裝置(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 深査裝置(Esper)

Esper는 試驗掘을 補完하여 埋設物 調査의 精度向上을 위하여 使用하고 있고 一般的으로는 口徑 25mm以上의 埋設管을 2m까지 深査可能하다. 測定對象物은 金屬管外에 鹽化 vinyl 管이나 空洞도 深査할 수 있다. Esper의 原理는 그림-6에 表示한 바와 같이 電磁波의 反射波를 利用하여 埋設物의 深度를 求하고 있다.(사진-3참조).

2) Water jet에 의한 Guide pipe 設置 工法(FSG 工法: Fail Safe Guidepipe)

FSG 工法은 흙막이 말뚝 等の 打設, 藥液 注入 boring 時等に 既設埋設物의 露出確認이 軟弱地盤이나 埋設物 폭주 等으로 困難할 경우에 Water jet에 의한 掘鑿과 眞空 吸引에 의한 排土를 組合하여 Guide pipe를 設置하여 設備事故 防止를 圖謀하기 위한 工法이다. 그림-7에 그 概略圖를 表示한다.

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 옛날부터 行하여져 오고 있는 開鑿工法과 路面을 掘鑿하는 일없이 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 폭주, 環境問題, 勞動情勢의 惡化 等 해마다 심해짐이 增加하는 施工環境에 대응하기 위해 그 必要性은 점점 높아지고 있다.

1) 開鑿工法

開鑿工法은 施工 順序는 그림-8에 表示한 바와 같은 施工 cycle을 반복하는 것에 의해 管路를 布設한다. 또한 最近에는 施工中인 現場에 自動車가 뛰어드는 事故가 增加하고 있고 自動車의 衝擊力을 吸收하여 作業員, 運轉者의 人的 被害를 防止하는 衝擊吸收用

Air bag을 導入中이다.

2) 非開鑿工法

非開鑿工法の 施工順序 概要를 그림-9에 表示한다. 이 工法에는 NTT가 開發한 Ace mole 工法을 主로 使用하고 있다. 이것은 推進工法으로 分類되나 獨自인 位置 檢知方法에 의해 長距離, 曲線 推進이 可能하게 되어 있다. 그 位置 知方法은 그림-10에 表示한 바와 같이 電磁波에 의한 磁界의 強度와 氣壓의 差를 利用하고 있다.

Ace mole 工法은 表-1에 표시하는 것과 같이 適用하는 管經(條數)와 土質에 의해 4 系統으로 나눈다. 10系와 30系의 推進方法은 先端裝置를 前面의 土砂에 눌러놓고 壓密하면서 無排土로 推進하는 掘鑿排土方式이다. (사진-4 참조)

3) 새로운 Man-hole 築造工法(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의 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 종래 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 없어진 것에 의해, 安全도가 현격하게 向上되었다. 다시, 建設 cost도 종래의 60%~70% 정도로 되어 있다. SPEED 工法은 30m 정도 까지 掘鑿可能하기 때문에 manhole 築造에 한하지 않고 Tunnel과 地上部를 連絡하는 shaft나 推進工法 等の 發進, 到達 垂直坑의 施工에도 使用된다. 그림-11에 SPEED 工法의 概略圖를 表示한다.

4) 地下管路의 改良工法(RIP 工法: Reinforced Inner Pipe)

光 Fiber 網을 圓滑하게 築造해가기 위해 서는 새로운 設備의 建設은 처음부터 膨大한 既設 管路 設備를 維持, 再生하여 有効하게 活用하여 가는 것이 重要하게 된다. 그래서 NTT에서는 非開鑿으로 老朽管에 挿入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에 의한 Tunnel 築造方法

특히 東京에 東部地域에서 軟弱한 沖積層이 두껍게 堆積되어 있어 심한 條件의 工事が 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의 確保困難에서 부터 長距離 推進, 急曲線, 大深度 等 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 鐵物裝置 等を 目的으로 하여 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 失板을 地中에 打設하여 흙막이 壁으로 하는 工法 外에 比較的 深度가 깊을 경우에는 미리 製作된 構造物을 地上에 設置하고 그 構造物의 內部에서 掘鑿하면서 점차 그것을 소정의 깊이까지 내려 앉히는 工法 等이 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 Conduits)을 開發하여 導入하였다.

이것은 工期短縮, 建設 cost의 削減, 作業環境의 改善을 目的으로 하고 口徑 4m의 超大型 全旋回 Boring Machine에 의해 大深度까지 高精度, 高速施工이 可能하게 되어있다. 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 等を 實現하고 있다. 그림-12에 概略圖를 表示한다. 다시 垂直坑內 塗裝을 無人 自動化한 Robot 塗裝 System이나(사진-5 참조), 垂直坑內的 階段이나 作業台 等の 鐵物 設備 設置工事を Prefab 化한 Shaft 施工이 可能하게 되어 있다.

3) 새로운 Shield Machine 發進工法(SPSS 工法: Super Packing Safety System)

Shield Machine의 垂直坑에서의 發進時 安全性 向上, Cost 削減, 工期短縮 等を 目的으로 하여 開發되었다. 종래에는 坑口の 土砂·地下水 流入 防止用的 Entrance packing과 地盤改良을 併用한 方法에 의해 Shield Machine 發進 時的 垂直坑內로의 地下水 및 土砂의 流入을 防止하고 있었으나 SPSS 工法에서는 円形 gum tube에 壓縮 空氣를 對入하는 方法에 의해 地山 壓力에 대응한 止水 및 Shield 發進 前의 止水性能 確認이 可能하게 되고 종래의 方法과 比較하여 大幅의인 信賴性 向上을 달성하였다. 또한 垂直坑의 假壁部의 切削이 可能하게 되고 Shield 發進前의 假壁部 切削作業의 省略을 實現하고 있다. (사진-7 참조)

5. 今後的 展望

NTT에서는 通信 Service의 多樣化와 高度

化를 向해 光加入者網의 構築을 進行하고 있고, 2000년까지에 主要都市의 光 Fiber 網의 構築을 完了하고 2010년까지에는 全國의 事業所·家庭으로의 光 Cable의 配線(FTTH: Fiber to the Home)을 完了할 豫定이다.(그림-13참조)

이와같은 通信 Service의 高度化에 수반하여 通信土木建設을 둘러싼 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 等の 環境問題의 深刻化 燈에 의해 그 甚한 것이 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 非開鑿 技術을 中心으로 한 建設工法의 開發導入을 進行함과 함께 掘鑿된 發生土를 되메우기 材料로 하여 Recycle하는 發生土 改良 System(SR System: Soil Recycling)等の 環境을 配慮한 工法의 開發導入도 進行하고 있다.

本學會發刊書籍

ANFO 爆劑新發破學. 東亞出版社.

新火藥發破學. 機電研究社.

新火藥發破學解說. 寶晉齋.

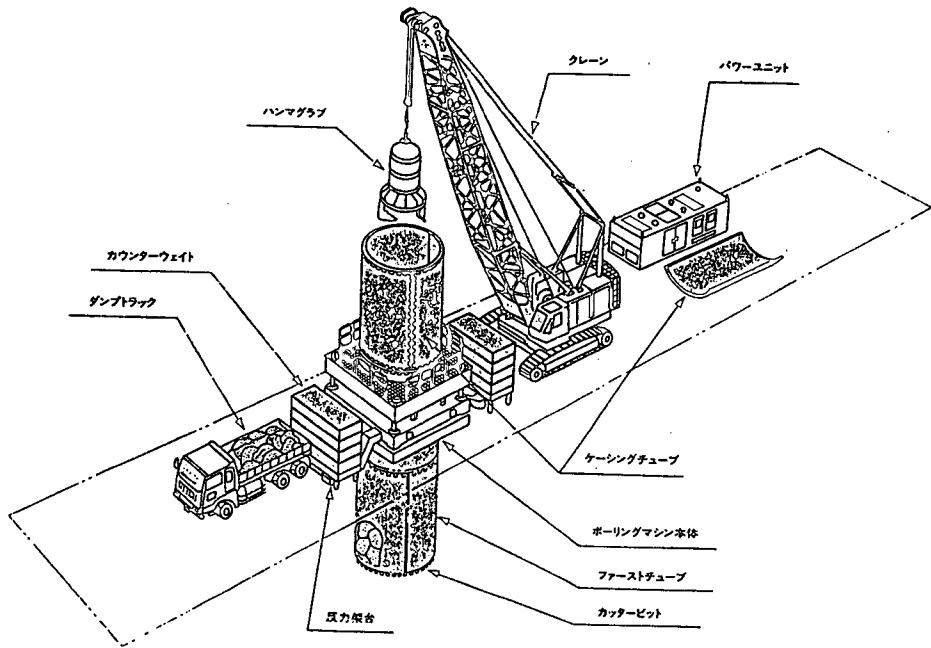
서울地下鐵工事 3, 4號線發破工法.(非賣品).

岩石 力學. 機電研究社.

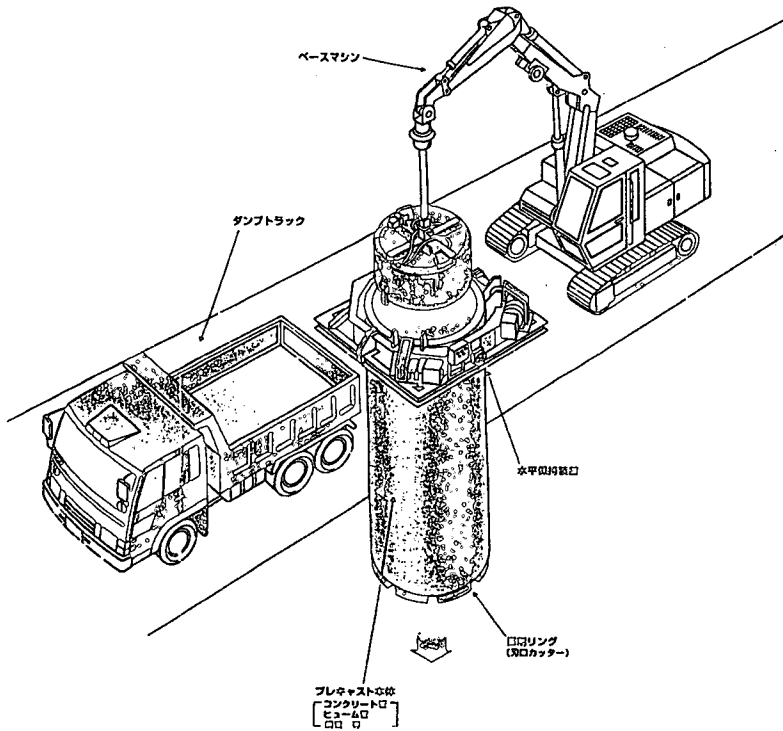
岩石 力學解說. 同上.

智山許墳博士回甲記念集.

Q U I C 4 0 0 0 工 法

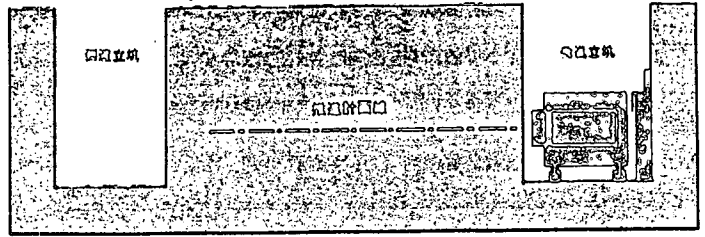


S P E E D 工 法

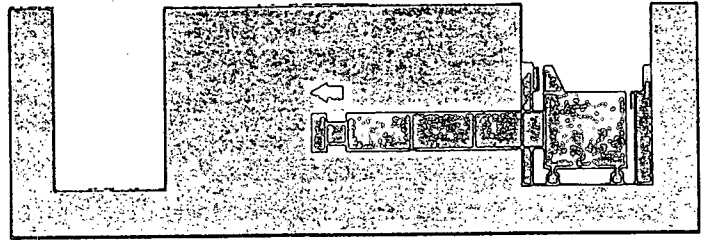


エースモールPL30 施工手順

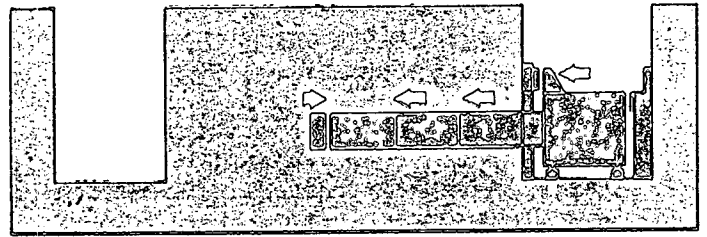
1 元押機を別途立坑に据え付けて先導体を推進計画線に合わせてセットする。



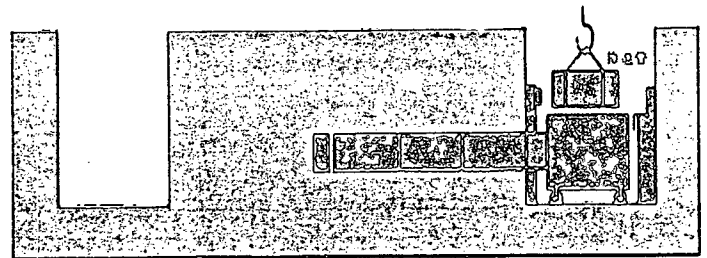
2 先端体のジャッキを伸ばし、先端ヘッドを土中に圧入する。



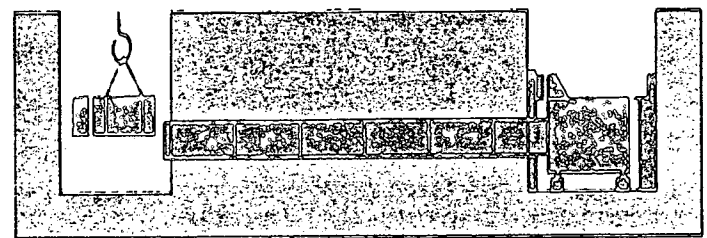
3 先端体ジャッキを縮めると同時に元押ジャッキを伸ばし推進管を押し込む。



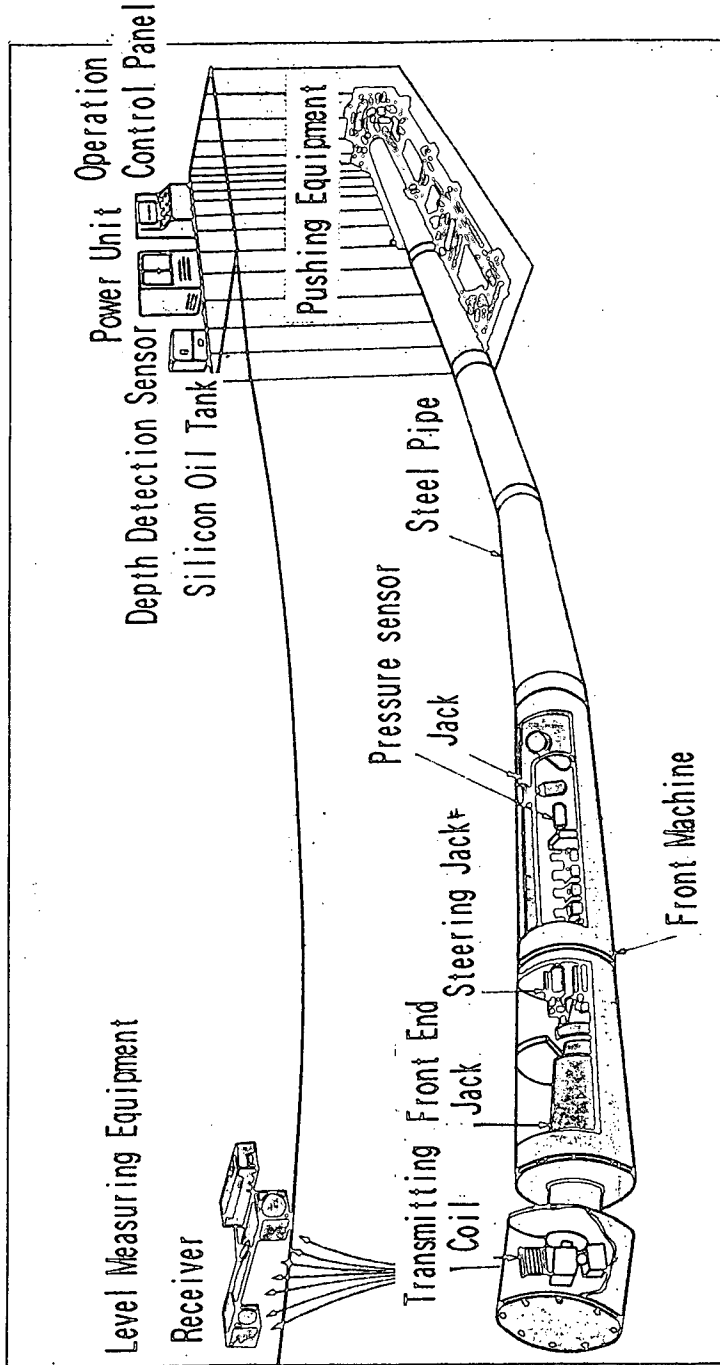
4 先端推進と元押推進の繰り返し(短推進)により管1卒の推進終了後ごとに、推進管を接続する。



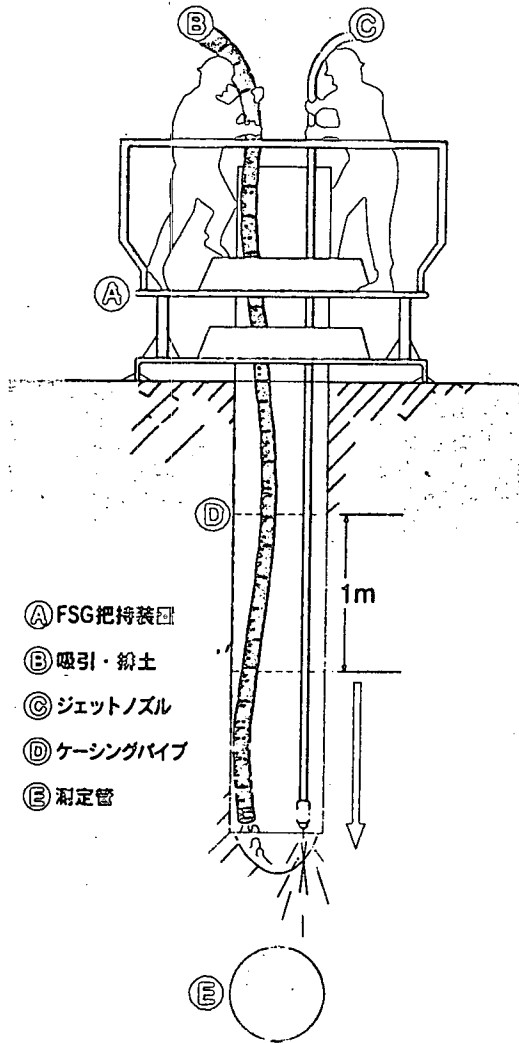
5 別途立坑より先端体を回収します。

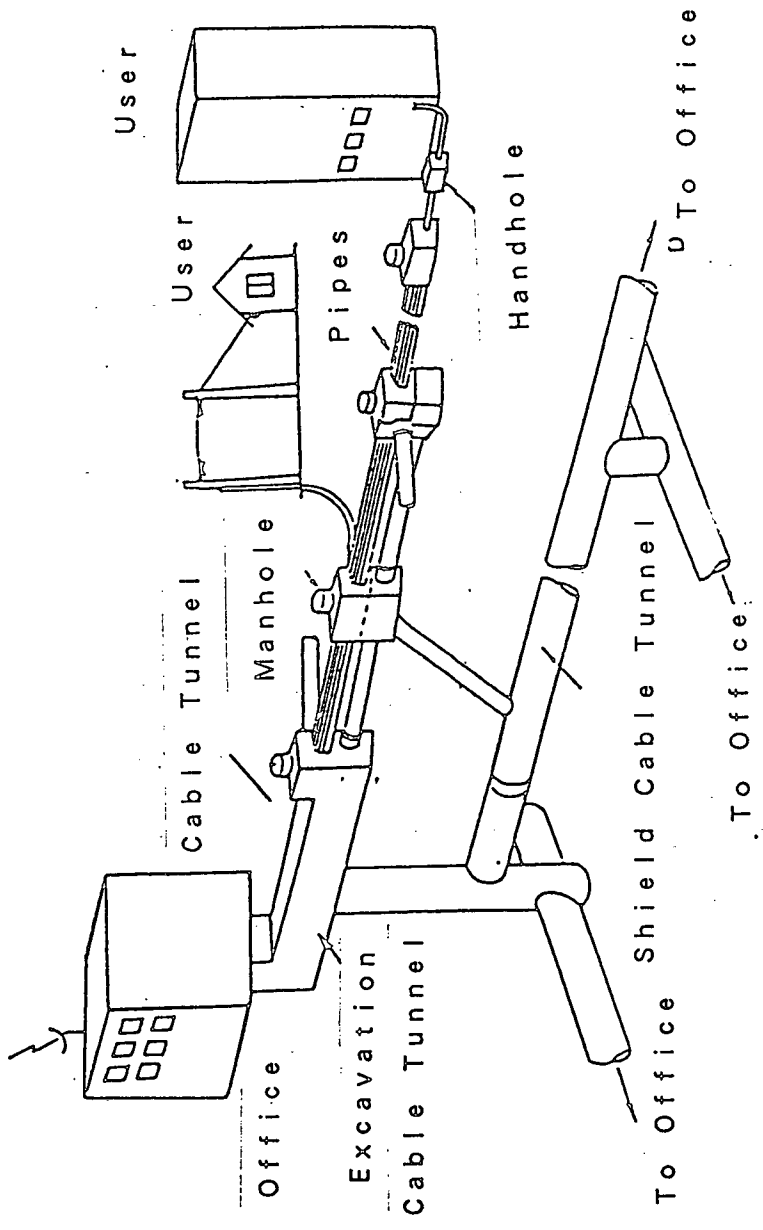


ACE MOLE PL 30



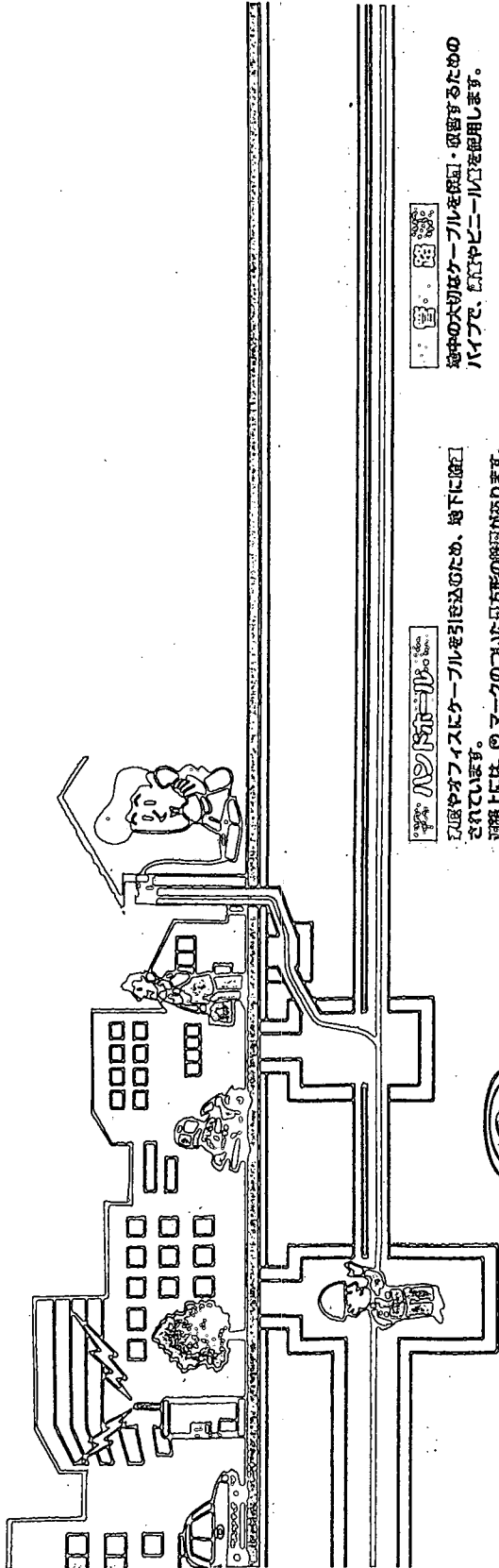
F S G 工法





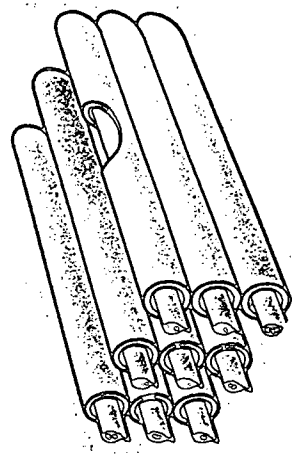
Construction Of Underground Plant For Telecommunication

管路設備の構成



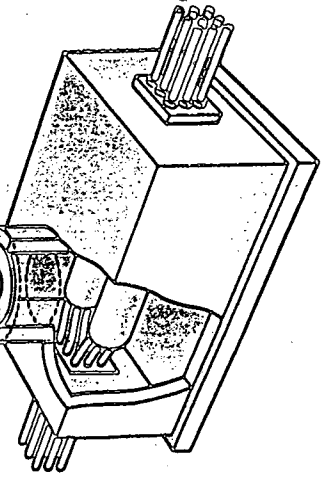
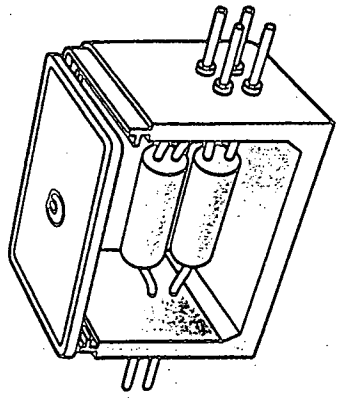
管

途中の大切なケーブルを保護・収容するためのパイプで、EJやビニール管を使用します。



マシナブル

EJ管やオフアイスにケーブルを引込込むため、地下に設置されています。Eマークのついた立方形の装置があります。



マシナブル

ケーブルの引込込みや調整作業を行うため、地下に設置します。Eマークのついた立方形の装置があります。