

## 地下空間 開發現況 및 그 展望

宣 勇<sup>1)</sup>, 朴昌雨<sup>2)</sup>

### 1. 序 言

人類가 有史以前 生活을 始作한 以來, 地下空間은 人間에게 有用한 空間으로 使用되어 왔습니다. 프랑스 돌드뉴地方의 라스코 동굴壁畫에서 당시 人類의 穴居生活을 發見할 수 있으며, 全世界에 分布되어 있는 地下遺蹟을 통해 人間의 文化源流를 追跡할 수 있습니다. 先史時代부터 人類는 혹심한 自然氣候의 變化나 맹수로부터 保護 받기 위해 自然이 창조한 天然洞窟을 隱身處로 使用하였으며, 이후에는 文明發達과 더불어 生活의 必要性에 의해 當時 技術을 動員하여 人工洞窟 또는 터널을 開發하여 地下空間이 주는 利點과 惠澤을 누려왔습니다. 그러나, 오늘날에는 科學文明이 급속히 發達됨에 따라 地球上의 에너지 資源을 最大限 사용할 수 있게 되어 오히려 環境汚染은 물론 資源枯渴의 結果를 招來한 나머지, 향후 社會가 그 救濟策으로 地下로 復歸하는 것은 當然한 歸結인 것입니다.

全世界的으로 平面擴大를 거듭해 오던 現代都市는 都市化의 代價로 人間에게 돌려 주는 大氣汚染, 騒音 등의 環境破壞와 過密化에 따른 經濟的 損失 등으로 인해 開發制限區域을 스스로 만들어 都市의 再生 또는 活性化를 위

해 開發의 方向을 都市內部로 轉換시켜 都市의 立體的 高度利用을 追求하게 되었습니다. 따라서, 地下空間은 都市民의 都市生活에 必要한 快適한 環境造成을 위해 새로운 意味를 부여 받게 된 것입니다.

그러나, 單純한 地下擴大로 都市空間의 容量만을 增大시킨다면 都市機能은 麻痺될 것입니다. 都市機能을 支援해 주는 道路, 鐵道, 에너지供給, 上下水道, 情報通信, 쓰레기處理 등의 都市基盤施設을 開發整備함에 있어서 優先적으로 이러한 라이프라인의 結節點을 都市據點으로 하여 地上과 地下空間을 總體的으로 開發하여야 할 것입니다. 아직 未利用의 狀態인 地下空間은 “뉴 프론티어”임에 분명하지만 일단 開發해 버리면 再生이 不可能하기 때문에 明白한 開發目標과 充分한 配慮가 없는 限 손대어서는 안될 空間이기 때문입니다. 地下空間의 有効한 利用은 都市基盤施設의 整備와 地上의 豊饒로운 自然을 前提로 한 快適하고 便利한 都市空間의 創造인 것입니다.

### 2. 地下空間의 歷史

#### 2.1 古代의 地下空間

有史以前부터, 人類는 自然이 創造한 地下空

\* 1991年 12月 接受.

1) 正會員. (주)삼림컨설팅트 대표이사.

2) (주)삼림컨설팅트.

間을 利用해 왔습니다. 혹심한 自然氣候의 變化와 무서운 맹수로부터 保護받기 위한 最適의 隱身處로서의 洞窟이 그것입니다. 또한 文明의 發達과 技術의 發展을 바탕으로 人間은 社會 文化生活에 必要한 空間으로 人工洞窟과 터널을 利用하여 왔습니다.

#### 가. 터어키의 카파도시아

A.D. 8世紀初 基督教徒에 의해 防禦目的으로 建設된 大規模 洞窟카파도시아(Cappadocia)는 沙漠의 荒涼한 氣候 및 地形條件을 克服하고 不足한 建築資材를 挽回하기 위하여 10만평 規模의 火山凝灰岩 溪谷에 길이 6km의 地下通路와 높이 3~10層의 41개 空間(Cluster)을 掘穿하므로써 3만명 收容의 地下都市를 形成하였습니다.



Fig 1. 카파도시아洞窟(터어키)

#### 나. 튀니시아의 마트마타

A.D. 數世紀頃부터 북아프리카 南部의 튀니시아를 中心으로 沙漠의 酷독한 氣候에 對處하

기 위하여 높이 4.5m의 Artrium形態의 中庭(Court yard)을 中心으로 沙岩土質의 岩盤을 掘穿하여 住居環境을 造成하였습니다.

#### 다. 中國의 야오똥住宅

中國大陸의 中·西北部인 河南, 山西地方은 多孔質 土壤의 黃土(Loess)地帶로 이미 B.C. 4世紀부터 不規則한 降雨量과 乾燥氣候에 對處하기 위하여 掘穿과 濕度調節이 容易한 點을 利用한 地下穴居 生活이 이루어졌습니다. 現在도 3천 5백만명이 生活하고 있으며 特異한 것은 이들이 他地域住民에 비해 健康하며 長壽한다는 事實입니다.



Fig. 2 야오똥住宅(中國, 河南省)

#### 라. 其他의 施設

地下空間이 갖는 恒溫, 恒濕性を 일찌기 認識하여 古代 이집트人은 穀物과 물을 地下에 貯藏하였으며 王의 부덤으로 盜掘 및 腐敗防止를 위하여 피라미드밑 地下空間을 擇하였습니다. 우리나라에도 겨울에 얼음을 보관하여 여름에 사용했던 石氷庫가 있습니다. 그외에도 宗教儀式을 위한 施設로서 宗教의 雰圍氣造成을 위하여 中國 敎皇, 龍門 石窟과 우리나라 石窟庵과 같은 天然洞窟이나 人工의 石窟을 利用하였습니다. 또한 모든길은 로마로 통한다고 했듯이 로마時代에는 上水道, 公衆沐浴 施

設로의 導水 및 下水路가 地下에 設置되기도 하였습니다.

## 2.2 中世의 地下空間

中世 프랑스 남부 LOIRE와 CHER 溪谷을 中心으로 露出岩盤을 이용한 石窟住居空間은 土窟에 비해 内部 構造의 利用을 능동적으로 極大化시킬 수 있었으며 現在에도 使用되고 있는 이 地方의 洞窟住居는 地質과 水脈 (Hydrology) 등의 適切한 活用으로 매우 安樂하고 個人的 프라이버시가 保障된 地下空間生活를 營爲하는 좋은 例입니다. 中世 유럽의 中心地였던 프랑스 파리는 로마時代 以後 發展해 온 土木技術을 利用하여 都市全域에 걸쳐 下水道網을 갖춰 왔습니다.

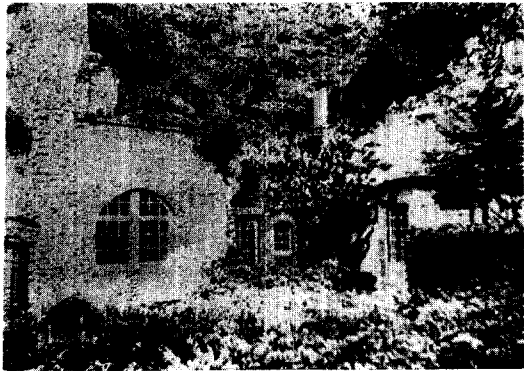


Fig. 3 라르石窟住宅(프랑스)

## 2.3 現代의 地下空間

19世紀 産業革命 以後 掘搾裝備 및 技術의 發達과 더불어 岩盤掘搾이 쉽고 빠르고 安全해 짐에 따라 地下空間의 利用은 道路터널, 地下鐵 등으로 擴大되었으며, 20世紀 以後에는 두 차례의 世界大戰을 겪으면서 現代의 高度武器의 威力을 切感한 國家를 中心으로 軍事施設의 地下化가 推進되어 왔으며 그 중에서 미국, 스위스, 노르웨이, 스웨덴, 핀란드 등의 國家에서는 軍事 및 民防衛施設로서 地下施設을 계속

發展시켜왔습니다. 이 當時에는 地下空間이 갖는 經濟性보다는 國家的 安保次元에서 地下施設을 政策的으로 建設하여 왔던 것입니다. 1970年代 以後現在에 이르러서는 體育施設, 文化施設 및 각종 産業施設의 地下空間이 갖는 經濟性, 에너지節約 이외에 自然環境 保護 및 景觀保全의 側面에서 社會的으로 부각되면서 地下空間은 第2의 生存空間으로 認識되기에 이르렀습니다.

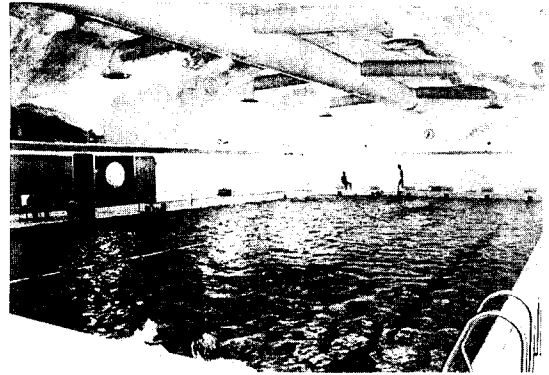


Fig. 4 조빅 水泳場(노르웨이)

## 3. 地下空間의 概念

### 3.1 地下空間의 定義

地下空間은, 미국 地下空間協會(American Underground Space Association)의 定義에 의하면, 經濟的 利用이 可能한 範圍內에서 地表面의 下部에 自然的으로 形成되었거나 또는 人爲的으로 造成된 일정 規模의 空間資源으로 規定하고 있으며, 이와같이 形成 또는 造成된 空間資源內에 一定目的의 施設이 첨가된 경우에 이를 地下施設 또는 地下施設空間이라고 定義하고 있습니다. 美國地下空間協會는 地殼構造를 勸案하여 地下空間을 다시 表層地下空間(3~30m), 地表接近地下空間(30~300m), 深層地下空間(300~3,000m)으로 區分하고 있습니다.

### 3.2 地下空間의 必要性

地下空間에 대한 一般의 先入觀은 鑛山の 落盤事故와 建物地下層의 火災事件을 聯想하여 어둡고 답답하며 危險한 場所로 認識하거나 오늘날의 劣惡한 地下商街를 想起하여 否定的인 느낌을 갖게 할 수 있지만 先進外國의 地下空間活用事例를 살펴보면 우리에게 무한한 可能性을 提示하여 주고 있습니다. 高度로 發達된 科學技術을 바탕으로 現代의 地下施設 관련의 開發工法 및 裝備는 從來의 規模를 超越하고 있으며 디자인 技法은 우리의 漠然한 先入見을 一掃해 주고 있습니다.

더우기 現代社會의 爆發的인 人口急增과 高度의 經濟發展에 수반한 資源難, 環境汚染 등의 深刻性으로 인해 地上開發만으로는 限界에 到達하였으며 또한 最近에는 地下空間이 갖는 遮斷性, 恒溫恒濕性, 耐震性 등의 利點으로 하여 오히려 地上空間이 갖지 못하는 다음의 몇 가지 側面에서 새롭게 認識되어 地下空間의 必要性이 擡頭되고 있는 實情입니다.

#### 가. 地下空間의 供給不足

人間의 諸般 活動은 歷史的 變遷과 文化의 發達, 政治 經濟 社會의 與件 變化와 함께 多樣하게 變化해 오고 있음에도 그 活動舞臺는 좁은 地上空間에 限定되어 왔습니다. 그러나, 活動基盤이 되는 土地에 대한 欲求가 量的으로 增大되고 質的으로 多樣化해 가고 있는데 反하여 需要增大에 並行되어야 할 地上土地의 供給은 限界點에 到達한 것입니다.

#### 나. 自然環境 및 景觀保全

大都市의 集中과 無秩序한 都市膨脹으로 인한 심각한 交通難과 騒音 大氣汚染 각종 廢棄物 排出 등 環境汚染 現象이 加重되고 있어 이들 施設의 地下 設置로 都市生活 施設擴充은 물론 自然景觀保護 및 都市環境 改善에 기여할 수 있습니다.

#### 다. 에너지 節約

高度 産業化에 따른 大量消費時代를 맞아 可用資源의 枯渴 및 에너지難에 逢着함에 있어 地下空間은 암석 그 自體가 保溫保冷材로써 우리나라의 경우 年中 15℃를 유지할 수 있어 內部 溫度調節 및 施設 維持管理에 消費되는 에너지의 節約 效果가 있습니다.

#### 라. 經濟性

最近 터널 技術의 發達로 地下施設의 工事費는 技術進步만큼 減少趨勢에 있는 반면 都心部의 地價는 급격히 上昇하고 있고 더우기 地下 構造物은 補修管理面에서 地上建物에 비해 월등하며 施設維持面에서도 節約效果가 있기 때문에 地下空間開發의 經濟的 妥當性이 好轉되기 시작한 것입니다.

## 4. 地下空間 開發技術의 發達

### 4.1 過去의 掘擗技術

最初의 人類가 自然洞窟을 이용해 生活을 시작한 以來, 屍身의 埋葬을 위하여, 敵을 奇襲의 으로 攻擊하기 위하여, 貴金屬을 採鑛하기 위하여, 사람의 移動과 물과 같은 資源運搬을 위하여 인간은 정과 망치를 使用하여 地下空間을 掘擗하여 왔습니다.

— 紀元前 약 4만년 남아프리카의 스와지랜드에서 裝飾用 岩石 採取를 위하여 動物의 뼈와 날카로운 自然石을 使用하여 岩石을 採取하였고, 기원전 3천년 이집트에서는 王의 무덤과 食水 貯藏을 위하여 黃銅을 材料로 한 甕을 使用하여 피라밋트와 터널을 만들었습니다. 그 당시 이미 岩盤에 구멍을 뚫고 燧石을 利用하여 일정 形狀의 岩石을 採取하였고, 岩盤을 불로 加熱하고 물 또는 식초를 부어 갑자기 冷却시키는 掘擗技術이 利用되었으며, 터널 補強을 위하여 木材支保를 使用하였습니다.

— 그리스 로마時代에는 주로 鐵製로 만든 정과 불을 使用하여 岩盤을 掘擗하였으며, 掘擗된 空間을 支持하기 위하여 돌기둥을 남겼습니다. 특히 로마는 軍事, 交通, 水路와 排水 등 多樣한 目的으로 地下空間을 活用하였는데 地下水面 밑의 掘擗에는 水車를 利用하여 排水하였고 換氣를 위하여 수직터널을 掘擗하였습니다. 그러나 아직 測量技術이 不足하여 直線距離 350m의 실로암 터널이 약 525m의 지그재그로 掘擗되었으며 掘進能力은 일주일에 7m 정도였습니다.

— 中世以後 14世紀 黑色火藥의 發明은 掘進速度를 상당히 增加시켰으나, 터널내로 流入된 地下水處理는 큰 問題였습니다. 오늘날과 같은 掘擗技術의 始初는 産業革命 以後 증기기관을 動力源으로 한 排水펌프의 登場, 1864년 蒸氣機關을 이용한 穿孔裝備의 發明과 1875년 노벨의 다이내마이트 發明이라 할 수 있습니다.

#### 4.2 現代의 技術開發

世界 2次大戰以後 科學技術의 發達は 날로 向上하여 오늘날에는 더 빠르고, 더 經濟的이고, 더 安全하게 掘擗할 수 있는 方法이 開發되었습니다. 高層建物 등의 既存 地上建築物에 아무런 影響을 주지 않고 岩盤을 掘擗할 수 있는 無振動發破工法, 쉘드工法과 같은 새로운 공법과 로드헤드, TBM 등 尖端裝備開發로 振動과 騒音을 줄이면서 1일 20m까지 掘進이 可能하고 都市地下水를 制御할 수 있는 여러가지 止水工法이 活用되고 있습니다.

工事中 또는 施工完了後 地下空間을 活用할 때 周邊岩盤에서 나타날 수 있는 地溫의 變化, 地震에 의한 振動 등 岩盤의 움직임을 電子感應機에 의해 미리 豫測 對備할 수 있고 地下空間內的 換氣와 關聯하여 컴퓨터 分析에 의해 먼지뿐만 아니라 放射能까지도 除去할 수가 있습니다.



Fig. 5 TBM(Tunnelling Boring Machine)

地下空間은 일단 形成되면 原狀回復이 不可能한 特性으로 해서 地下空間 開發時 地下의 地質構造를 精確히 把握하는 것은 重要한 일입니다. 오늘날의 調査技術은 人工衛星을 利用한 廣域地質調査는 물론 重力, 磁力, 地震波, 電氣와 電磁波를 利用한 岩盤物理探査에 의해 암반속을 마치 텔레비전처럼 透視할 수 있으며 地下 수천미터까지 掘擗調査가 可能한 試錐機가 開發되어 地下의 암반狀態를 거의 精確하게 把握할 수 있습니다.

또한, 地下空間의 經濟的이고 合理的인 施工과 關連한 컴퓨터 技術發達로 地質調査資料의 分析處理를 통해 施工時 發生할 수 있는 問題點을 시뮬레이션하여 最適設計가 可能합니다. 한편 地下空間開發에 필요한 掘擗, 補強, 防水 등의 技術 이외에도 地下空間의 安定性, 快適性 提高라는 側面에서 換氣, 防災는 물론 太陽光線의 室內導入 技術發達도 흔히 地下空間에 대해 느낄 수 있는 閉鎖感, 孤立感 등의 心理的 沮害要因을 除去할 수 있게 되었습니다.

## 5. 地下空間의 活用 事例

### 5.1 地下 空間 施設

地下空間은 人類가 地球上에서 生活을 始作

하면서부터 꾸준히 利用되어 왔지만 오늘날과 같이 積極的으로 開發된 것은 世界 2次大戰 以後로서 미국, 캐나다, 스웨덴, 노르웨이, 핀란드, 스위스, 프랑스, 그리고 日本이 地下空間을 잘 活用하고 있는 나라들 입니다. 地下施設로 利用되는 空間은 生成方法에 의해 天然洞窟과 人工洞窟로 구분됩니다. 鍾乳窟, 熔岩洞窟과 같은 天然洞窟은 觀光施設로 그 活用도가 높으며, 人爲的으로 造成된 空間은 採鑛을 目的으로 生成된 후 버려진 廢鑛, 遊休鑛山을 食料品 貯藏 등의 他目的으로 轉用하는 境遇와 特定目的의 地下施設을 위해 시공된 地下空間을 活用하는 境遇로 區分할 수 있습니다.

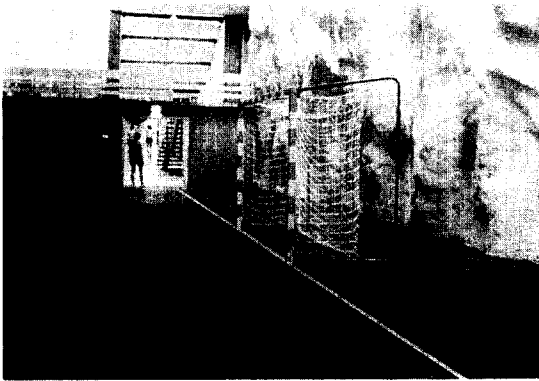


Fig. 6 홀리아體育館(노르웨이, 오슬로)

地下空間 開發 活用に 있어 採石하고 남은 부수적 地下空洞을 綜合計劃에 따라 他 目的으로 轉用한 代表的인 例는 美國 미조리州 캔사스시 티입니다. 캔사스시티는 美國 中央部에 立地한 交通의 要衝地로서 大都市圈 全域에 걸쳐 四方 50마일까지 良質의 石灰岩層으로 形成되어 있어 1940年代부터 建設 資材用途의 石灰岩을 採石한 以來, 오늘날에는 全體規模 500만 평중 60만평을 貯藏倉庫, 製造工場오피스 등으로 活用하고 있으며 每年 15~20만평이 他 目的으로의 轉用을 위해 開發되고 있습니다.

特定 目的을 위해 地下空間을 開發 活用한 代表的인 例로는 노르웨이, 스웨덴, 핀란드 등 스칸디나비아 國家의 地下施設을 들 수 있습니다. 氷河作用에 의한 피요르드의 特殊地形과 우리나라와 같은 花崗 片磨岩의 地質條件을 갖춘 스칸디나비아 國家中 노르웨이는 世界 2次大戰中 독일군에 의해 점령당한 쓰라린 歷史를 가지고 있어 現在 NATO 會員國으로서 일찍부터 軍事施設 및 民防衛施設을 主軸으로 地下施設이 잘 發達해 있으며 스웨덴, 핀란드는 發電所를 비롯하여 各種 貯藏, 供給處理施設 등의 産業施設이 地下에 設置되어 있습니다. 北歐諸國은 世界的인 社會福祉國家로서 平時에는 地域單位의 文化, 體育施設로 使用하고 非常時에는 民防衛施設로 活用하고 있습니다.

一般的으로 地下空間이라고 하면 地下鐵, 地下道, 地下商街, 地下駐車場, 그리고 上下水道, 電話, 通信 등의 都市基盤施設을 聯想하지만 先進國家에서는 海低터널 등의 地下道路 및 鐵道를 위시하여 住宅, 教會, 學校, 圖書館, 研究所, 博物館, 美術館, 뮤직홀 등의 生活文化施設, 水泳場, 射擊場, 아이스링크 스포츠홀 등의 體育施設, 油類, 에너지, 農水產物 등의 貯藏施設과 에너지供給 및 쓰레기 廢棄物, 下水處理施設, 그리고 地下河川, 地下排水路, 發電所 등... 일체의 都市生活에 필요한 施設들이 地上施設 및 自然景觀과 잘 調和를 이루며 地下空間을 活用하고 있는 것을 볼 수 있습니다.

#### 가. 캔사스 地下空間의 經驗

캔사스시티는 美國 中心部の 미조리州에 위치하여 半徑 50마일 以內에 世界最大의 市場圈을 갖고 있는 交通 要衝地로서, 캔사스시티 全域에 걸쳐 있는 Bethany Falls라는 石灰岩層을 1940年代 開發한 以來 오늘날에는 全世界 地下空間活用の 본보기가 되고 있습니다.



Fig. 7 지오스페이스入口터널(미국, 캔사스)

1950年代以後 都市成長에 따른 都市空間需要增大와 1970年代初의 石油波動을契機로 그동안 建設骨材용으로 採石한 5百餘萬평의 地下空間中 60萬평 以上이 倉庫(85%), 工場(6%), 오피스(5%) 등으로 使用되고 있으며 每年 15~20萬평의 채석으로 생긴 공간이 他用途로 轉換 利用되고 있습니다. 캔사스시地下空間에는 現在 Great Midwest社를 爲始한 8個 會社, 16個 施設에 3千餘名이 勤務하고, 그중 倉庫施設의 貯藏容量은 市全體의 1/7에 該當하며 大型貨物 車輛 80臺가 同時에 積載할 수 있는 施設과 列車 積荷施設 등이 갖추어져 있습니다. 특히 開發規模 50萬평중 道路, 駐車場, 荷役場所 6萬평 包含 20萬평을 使用中에 있는 GM社는 地下活用の 費用節減效果, 즉 倉庫施設投資 40~50%, 倉庫維持管理 80~90%, 오피스 維持管理 50~80%를 經驗하여 임대공간을 계속 擴大하고 있으며 또한 長期計劃에 따라 地上部에는 住居, 商業, 레크리에이션施設을 추진하고 있습니다. 캔사스地下空間業界는 1976년 結成한 地下空間 開發協會(ADA)를 中心으로 民·官·學界의 協力體制아래 地下空間 開發活用に 관한 各種 制度補完 및 技術調查研究을 계속하

여 1980年頃에는 地下空間開發에 관한 建築法 및 用途地域制를 制定하였습니다.



Fig 8.지오스페이스酒類倉庫(미국, 캔사스)

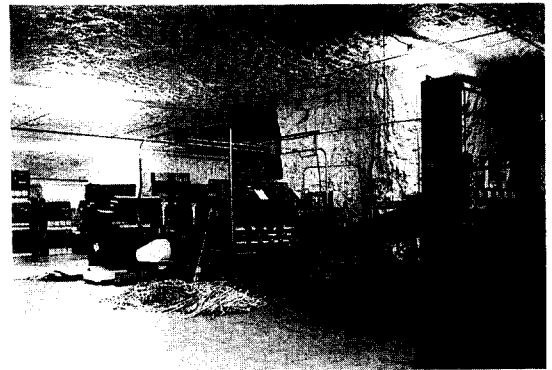


Fig. 9 지오스페이스製造工場(미국, 캔사스)

#### 나. 都市生活施設

**Seaward Town House:** 바위나 흙속 또는 흙을 덮는 建築形態인 覆土住宅(Earth Sheltered House)은 西部開拓時代부터 使用되어 온 움집을 開發시킨 것으로서 1970年代 中반이후 本格 研究되어 오늘날에는 에너지節約, 災害로부터의 保護, 警備 對策, 土地의 效率的 利用을 비롯한 周邊景觀과 調和를 이루는 造形美的인 觀點에서도 높게 評價받고 있습니다. 現在 美國에는 數千世帶의 覆土住宅이 있습니다.

그중에서도 1979年에 完工한 미네소타의 시

워드타운住宅은 道路邊의 傾斜진 垜地를 利用하여 造成한 太陽熱 住宅團地로 低廉한 工事費, 에너지 節減의 事例입니다.

**Tempeliaukio教會**:핀란드 헬싱기에 所在한 템펠리아우키오는 地中教會로서 建築物로서 뿐만 아니라 音響效果面에서도 헬싱기 第一의 觀光名所로 有明합니다. 유리와 철근콘크리트로 된 아트리움 形態의 지붕構造, 自然 그대로의 掘搾마감 處理, 그리고 音樂의 機能으로 “音樂의 巢(Acoustic Nets)”라고 일컬어지는 V字型 홈 처리가 그것입니다.

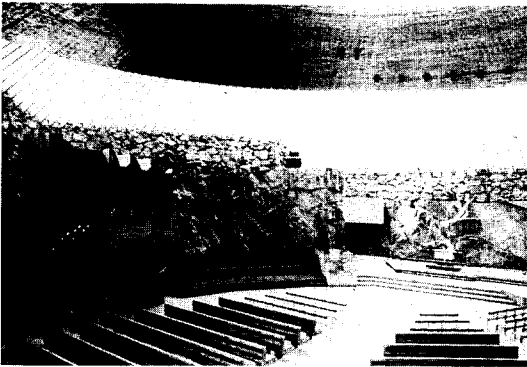


Fig. 10 템펠리아우키오教會(핀란드, 헬싱키)

**Retretti 共同群**:핀란드에는 劇場, 集會場, 會議場 등의 公共施設이 地下에 設置되어 있습니다만, 東部地域 Punkaharju에 所在한 레트레티비 空洞群은 露出岩盤의 表面處理와 照明, 水系를 利用한 劇的 霧圍氣演出로 餘暇文化的 行事的 場所로서 널리 利用되고 있습니다. 空洞容積 35,000m<sup>3</sup> 延面積 10,000m<sup>2</sup>의 洞窟空間은 建設 1段階로 1984년에 16,000m<sup>2</sup>의 美術展示空間을 完工했으며 2段階로는 14,000m<sup>2</sup>의 空間을 造成하여 1千名 收容可能한 콘서트홀(1,900m<sup>2</sup>)과 레스토랑(350m<sup>2</sup>)을 1985년에 完工하였습니다. 특히, 템펠리아우키오教會에서 應用的 音響效果와 湖水에 떠 있는 듯한 舞臺가 돋보입니다.

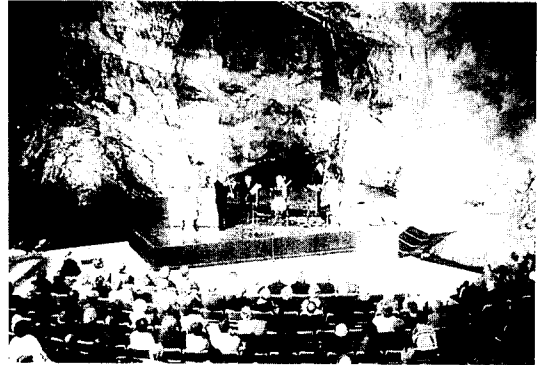


Fig. 11 레트레티콘서트홀(핀란드)

**Lapland 地下溫泉**:地下空間은 觀光, 娛樂目的으로 活用될 경우에 전혀 새로운 空間이 될 수 있습니다. 空間의 크기, 높이, 幅 등 다양한 變化가 可能하고 斜壁, 突起, 峽谷 등 多様な 表現이 可能합니다. 大空洞에 溫泉을 活用한 事例로서 핀란드 살라튼츄리旅行센타가 라플란드호텔 附近에 推進中에 있는 地下溫泉센타가 있습니다.

**Holmia Sports 센타**:1960年代 후반 以後 스칸디나비아國家를 중심으로 發達한 地下스포츠센타는 美術館, 劇場 등 多數人을 收容할 수 있는 施設과 함께 平時에는 體育, 集會, 文化趣味活動의 場所로 使用하고 非常時에는 民防衛施設로 活用하는 이중목적(Dual Purpose)에 의해 建設되어 왔습니다. 노르웨이 오슬로에 所在한 홈리아 스포츠센타는 53,000m<sup>2</sup>의 岩石을 掘搾한 延面積 7,500m<sup>2</sup>에 6레인의 길이 25m 水泳場 幅 25m 길이 45m의 多用途 스포츠홀을 爲始하여 헬스크럽, 락카룸, 샴위룸 등의 附帶施設을 갖추고 있으며, 非常時에는 7千名을 待避시킬 수 있도록 防火門(Blast Door), 化生放 필터裝置(NBC Filter System), 非常發電機 등이 具備되어 있습니다. 世界的으로 建設된 最大規模의 지하공동은 中國의 白雲岩內에 設置된 42m 幅의 格納庫施設이며 30~40m 規模



로는 油類備蓄, 核廢棄物處理空間, 水力發電所 施設 등이 있습니다. 그러나, 最近 노르웨이는 1994년 冬季올림픽을 위해 60m幅의 아이스하키장을 建設中에 있습니다.

**Fremont 國民學校:**美國에서 學校는 地下建築分野에서 初期부터 取扱한 主要施設로 캘리포니아 산타아나에 있는 프리몬트國交는 좋은 例입니다. 地表面을 1.5m 깊이로 파내어 建設한 후 지붕에 흙을 덮어 運動場을 만들었고 이 部分의 表高를 隣接 公園과 같게 하여 周邊環境과 調和를 이루고 있으며 특히 地域社會와의 緊密한 紐帶關係를 可能케 하고 있습니다.

**CME 빌딩:**1983年 美國土木學會로부터 最優秀 施設로 選定된 미네소타주립大學 미네아폴리스 캠퍼스내의 土木資源工學 建物は 代表的인 地下構造物로 評價받고 있습니다. 95% 以上이 地下인 이 建物は 開挖 空間(Earth Space)과 地下 30m의 掘挖空間(Mined Space)으로 區分되어 2個의 垂直路(Shaft)로 連結됩니다. 4,500㎡에

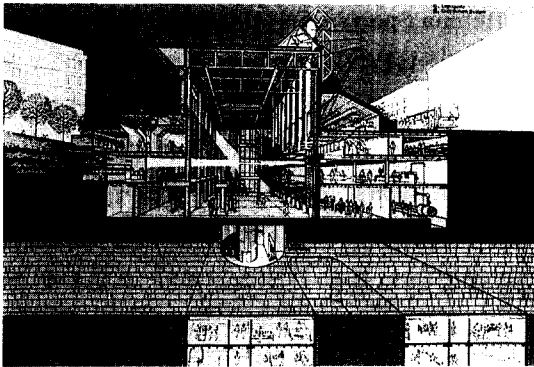


Fig. 12 미네소타大 CME빌딩(미국, 미네아폴리스)

달하는 地下空間은 實驗室 및 事務室로 利用되고 있으며 太陽光(Solar Optical System)을 利用하여 太陽光을 地下施設에 導入하고 있습니다.

**Cornell大學 圖書館:**1964年 建設된 일리노이大學의 地下 圖書館과 같이 當初에는 에너지

節約이 主目的이었지만, 圖書館의 地下化에 따른 地上의 綠地空間 確保가 可能해지면서 都市中心街에 位置한 휴스턴大學은 學生會館을 地下에 建設하였으며, 코넬大學과 퍼듀大學은 由緒깊은 既存建物 내지 周邊環境을 損傷함이 없이 地下에 增設 設置한 좋은 例입니다.

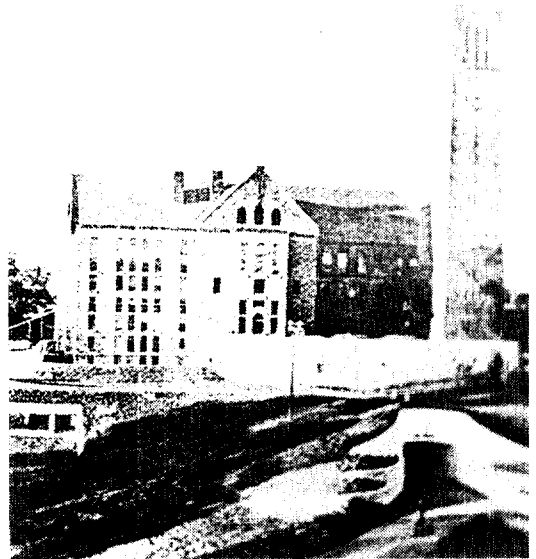


Fig. 13 코넬大圖書館增築建物(미국)

#### 다. 道路 및 交通施設

**세계의 地下鐵:**世界最初の 地下鐵은 1863年 런던에서 開通된 6.7km를 嚆矢로 歐美國家 大都市를 中心으로 開發된 이래 1986年 現在 74個 都市에서 地下鐵이 建設 運營되고 있습니다. 東洋에서는 1927年 東京을 始初로 1969年 北京에 이어 3번째로 1974年 서울 地下鐵 1號線이 開通되었습니다. 130年の 地下鐵 歷史에 비해 우리는 20년도 채 못되었지만, 規模面에서는 뉴욕 416km(地下延長 232km), 런던 398km(163km), 파리 294km(204km), 모스크바 220km(184km), 東京 200km(167km) 다음입니다.



Fig. 14 스톡홀름地下鐵(스웨덴)

日本の地下商街: 우리나라 地下道の 歴史는 解放前에 建設된 南大門 地下道로 거슬러 올라 갑니다만, 現代의 意味의 地下道(地下商街)는 1974年 地下鐵 開通에 비롯되어 오늘날 全國 40余個所 25萬㎡에 달하고 있습니다. 이 중 85~90%가 서울을 包含한 首都圈에 集中되어 있습니다. 이에 비해 1955年 以後 本格的으로 開發된 日本의 地下商街는 70余個所 약 85萬㎡의 規模로, 東京 14個所 22萬㎡, 나고야 18個所 16萬㎡, 오사카 7個所 9萬㎡의 분포를 나타내며 個所當 規模面에서는 우리가 5千㎡인데 반해 日本은 1萬㎡입니다. 그러나 日本의 1萬㎡ 이상 規模 地下商街는 25個所의 67萬㎡로



Fig. 15 이케부쿠로地下콩코스(일본, 동경)

施設規模面에서는 世界水準입니다.

青函터널: 1988年 혼슈(本州), 시고꾸(四國)를 連結하는 세도大橋가 建設되어 日本列島는 하나로 連結되었습니다. 1970年代初 東海道 新幹線 建設과 더불어 全日本 高速鐵道 네트워크를 開發하고자 24年の 工事 期間끝에 總延長 54km(海低 34km)의 세이칸터널이 1987年 完工되었던 것입니다. 既存 鐵道の 驛間 最大距離가 23km이기 때문에 서비스터널이 만나는 地點 2곳에 非常驛을 設置하였고 驛이 있는 主 터널 兩側에는 40m 間隔으로 待避通路를 設置하며 또한 驛에서 斜坑으로 誘導되는 待避루트에는 待避所를 設置했습니다. 總工事費 6千 9百億엔(國家補助 50% 公債調達 30%)에 대한 採算性은 未知數이지만 1,200萬名의 人力과 엄청난 物的資源(시멘트 85萬톤, 鐵鋼 17萬톤)이 投入되었습니다.

海低터널: 피요르트라는 特殊 地形條件으로 일찍부터 道路터널을 建設해 온 노르웨이는 1981年 最初의 海低터널(Vardo, 3km)을 開發한 이후 西部地域의 Giake섬에 飛行場을 建設하면서 섬과 Alesund를 連結하는 2個의 海低터널(3차선, 3.5km와 4.2km)을 建設한 바 있습니다. 今後에는 既存 프로젝트의 連續事業으로 Giske섬과 Godayt섬을 連結하는 터널을 計劃하고 있습니다. 이 터널의 斷面은 50㎡로서 最低 레벨 155m b.s.l 海低 바닥 밑 30m를 通過하며 穿孔 發破工法에 의해 開發됩니다. 한편, 最大깊이 630m의 Hareidsula 計劃이 推進中에 있으며 本土와 North Cape를 連結하는 Magerory터널(6.7km)은 TBM에 의한 全斷面掘削이 檢討中에 있습니다.

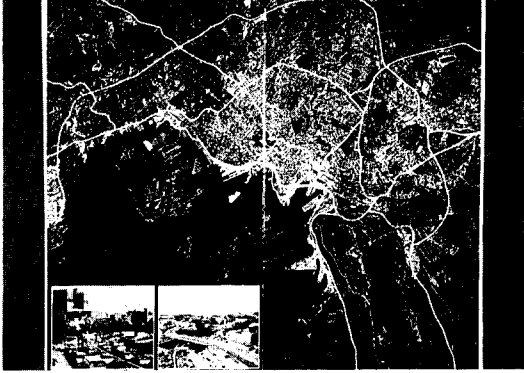


Fig. 16 오슬로 E18高速道路(노르웨이)

Oslo道路터널:人口 50余萬名에 不過한 노르웨이 首都 오슬로시는 2000年代를 對備함은 물론 現在의 市廳廣場 一日交通量 6萬余臺를 地下에 收容하고자 1985年 都心地下橫斷 高速道路(E 18)計劃을 樹立하여 1987年 着工한 以來 터널區間은 完了되었으나 1993年 完工을 目標로 地下인터체인지 및 海底터널 工事を 進行中에 있습니다.

總區間 3.3km中 完成된 2個의 3車線 地下터널은 1.5km이고 都心の 東側에 位置한 Bjorvika灣 橫斷터널은 8車線 400m이며, 地下 인터체인지로는 都心環狀 高速道路와 連結됩니다. 開發에 있어 700m에 대하여는 開挖方式(Cut & Cover)을 使用하고 그외의 區間은 穿孔發破工法을 使用합니다.



Fig. 17 地下下水處理施設(노르웨이)

#### 라. 供給處理施設

Oset 上水處理場:오슬로 市民이 所要하는 上水の 75%를 供給하는 오셋處理場은 配水池를 包含한 모든 施設이 山속 岩盤속에 設置되어 있습니다. 4年余에 걸친 工事끝에 完工되었고 6m<sup>3</sup>/秒의 給水能力을 갖고 있습니다. 地上의 管理室을 除外하면 配水施設, 水處理施設, 펌프室 등 一體가 40萬m<sup>3</sup>를 掘穿하여 만든 地下空洞內에 있어 維持管理 및 警備가 容易하여 여러면에서 完璧하다는 評價를 받고 있습니다.

下水處理場:下水處理場의 位置選定에 관한 世界 共通的으로 該當地域 住民의 強力한 반대 뿐만 아니라 稼動에 따른 諸般被害가 人體는 물론 周邊環境에 惡影響을 미칠 수 있기 때문에 準備段階에서부터 綿密한 檢討를 要하고 있습니다. 스톡홀름의 境遇는 50km 떨어진 발틱海 沿岸의 리딩고(Lidingo)에 카팔라(Kappala)地下 下水處理場을 設置하여 54萬名의 住民下水 및 隣接廢水를 處理하고 있으며, 오슬로는 西南쪽 30km 地點의 브레카스(Brjekas)에 35萬m<sup>3</sup>의 岩盤을 掘穿하여 3m<sup>3</sup>/秒 處理能力의 VEAS 地下處理場을 設置하여 60萬名의 住民下水를 處理하고 있습니다.

#### 마. 貯藏施設

油類貯藏:우리나라는 1970年代 以後 原油備蓄基地 및 LPG貯藏施設이 建設되었지만 스웨덴을 包含한 스칸디나비아國家는 冬節期の 結氷 및 敷地確保의 어려움으로 1940年代 以後 本格 開發되어 現在 약 200余個所 16億 배럴의 貯藏容量에 이르고 있습니다. 貯藏方式은 岩鹽層의 溶解 내지 廢鑛利用의 방식이 있으나 貯藏容量 10萬m<sup>3</sup> 以上일 때 地上構造物 보다 低廉하기 때문에 大部分의 地下空間은 岩盤層을 掘穿하여 無覆工(Unlining) 狀態의 貯藏方式을 採擇하고 있습니다. 특히 물보다 가벼운 기름의 性質을 利用하여 地下空間을 地下水位

밑에 設置하고 水壁孔을 利用한 水帳幕(Water Curtain)을 設置하였습니다. 地下貯藏은 저렴한 工事費 이외에 環境保全, 防護能力이 地上 施設에 비해 越等하며 維持補修 費用은 30~50%에 不過합니다.

**低溫冷凍倉庫:** 얼마전 MBC放送의 北韓消息 프로그램에서 紹介된 바에 따르면 國內로 搬入 되는 冬태가 地下倉庫에 貯藏된 것이라 합니다. 노르웨이, 스웨덴에서는 아이스크림工場, 맥주 및 酒類工場 또는 魚類, 肉類 冷凍倉庫가 地下에 設置되어 優秀한 效果를 立證하고 있습니다. 특히 酒類는 別途의 施設없이 貯藏이 可



Fig. 18 리버프라이저低溫倉庫(노르웨이)

能하며 2°C 程度의 低溫貯藏(Cold Storage)은 地上施設 에너지 消費量의 20%에 不過합니다. 스톡홀름 所在의 冷凍會社인 “Cold Store”의 경우 貯藏溫度 -25°C일 때 地上施設보다 25%가 節減되고 있습니다. 또한 地上施設은 夏節期溫度를 基準하여 設置하여야 하기 때문에 初期設備投資가 많은데 비해 地下倉庫는 20~25%를 節減할 수 있습니다.

**물貯藏:** 폐쇄된 지상물탱크에 비해 新鮮한 狀態維持는 물론 汚染을 防止할 수 있고 一定量以上(5萬톤)일 때 地上貯藏庫보다 建設工事費가 低廉하기 때문에 노르웨이는 數個의 地下貯藏施設을 設置 運營해 오고 있습니다. 크리스티안선트 貯藏洞窟(16,000m<sup>3</sup>), 트로트헤임貯藏洞窟(20,000m<sup>3</sup>), 그로헤이아 貯藏洞窟(48,000

m<sup>3</sup>)이 代表的인 例입니다.



Fig. 19 크리스티안선트水貯藏洞窟(노르웨이)

**Huntorf 壓縮空氣貯藏:** 壓縮空氣貯藏의 基本原理는 發電所의 剩餘電力을 壓縮空氣로 에너지를 변환 貯藏한 후 필요시 저장된 압축공기로 發電機를 가동시킴으로써 電力 生産을 增幅시키는 效果를 얻는 것으로 高壓의 壓縮空氣를 天然의 地下空間에 貯藏하는 것입니다. 1977年 世界最初 稼動을 시작한 獨逸 헌돌프貯藏施設은 岩鹽層을 鎔解시켜 造成한 2個의 地下空間(貯藏容量 15萬m<sup>3</sup>)을 압축공기저장용으로 利用한 것입니다.

**Avesta 熱水貯藏:** 스웨덴의 에너지 消費量중 30~40%는 暖房에 使用되며 主에너지源은 原油에 依存하기 때문에 에너지 節約的 側面에서 일찍부터 工場 廢熱이나 太陽熱로 加熱한 熱水를 地下空洞에 貯藏하는 方法을 研究하여 스톡홀름 北西쪽 아베스타에 그 施設을 設置하고 實用段階에 있습니다. 地下水面아래에 無覆工(unlining) 狀態로 造成된 地下貯藏空間은 地上의 熱交換機와 連結되어 數週日內에는 85~125°C, 數個月의 長期貯藏時에는 10~95°C의

溫度 維持가 可能합니다.

5.2 都市計劃과 地下空間

先進都市들은 共通的으로 社會經濟의 高度成長에 따른 都市民의 生活水準 向上에 附應하여 都市生活의 便益性, 都市環境의 快適性 등을 提高시키고자 1950年代 以後부터는 騒音, 振動 등의 公害로부터의 保護, 都市環境 및 景觀保全, 에너지節約 등의 地下空間 特性을 最大限 反映하게 되었습니다. 지난 70年代初 全世界的인 石油波動으로 擡頭되기 始作한 에너지 危機 高潮와 함께 美國 AUA(地下空間研究會)와 世界터널技術協會를 中心으로 地下空間에 關聯된 調查 研究가 繼續되어, 1972年 美國워싱턴에서 開催된 OECD(經濟協力開發機構) 國際會議에서는 “21世紀의 都市는 地上의 使用을 住宅, 公園, 廣場에 限定시키고 運輸, 交通, 通信電力, 水道, 가스 등은 물론 駐車場, 倉庫, 쓰레기, 下水의 處理施設을 모두 地下에 收容할 것이다.” 라고 提案한 바 있습니다. 오늘날에는 地下掘擗을 위시한 自然光의 室內導入, 換氣, 防災 등의 科學技術의 發達로 地下環境의 安全性, 快適性을 向上시키기에 이르렀습니다.

가. 地下步行者專用 네트워크

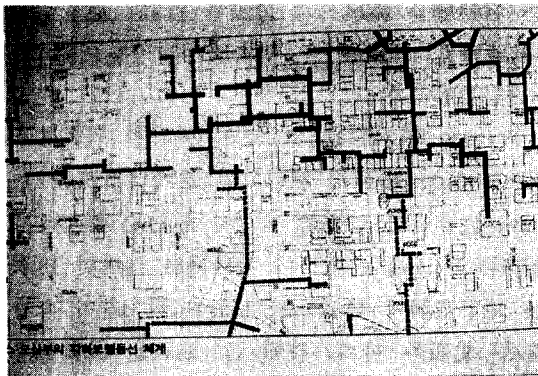


Fig. 20 都心地下步行네트워크(미국, 달라스)

美國달라스 都心地下步行者專用콘코스

- 8個 블록을 連結하는 步行路

- 1.3km의 業務地域, 7만㎡의 商業地域, 1萬臺의 駐車空間 連結

- 開發財源中 5%는 公共支援, 95%는 民間負擔

美國뉴욕록펠로센타 步行者專用地下通路

- '58년 RCA建物과 TIME LIFE建物の 地下連結을 始初로 13個 블록에 步行者네트워크를 形成

- 地下廣場을 中心으로 한 綜合的 서비스制度 導入으로 世界最大의 業務, 商業, 娛樂의 複合 施設로 強化

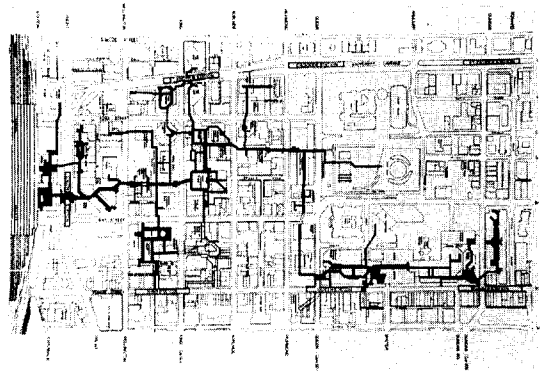


Fig. 21 都心地下步行네트워크(캐나다, 몬트리올)

캐나다 몬트리올프레이스빌마리지하네트워크

- 1.2km의 步行路가 1.8km의 業務地域과 91萬㎡의 商業地域 등 2.9km의 U字 形態의 네트워크 形成

- 12個所의 地下鐵驛, 12個所의 오피스빌딩, 25個所의 映畫館, 130個所의 飲食店, 25個所의 銀行, 2個所의 國際展示홀, 1萬千 2百臺의 駐車場을 有機的으로 連結

- 民間主導의 開發로 無秩序 및 公共性 缺如라는 批判이 있지만 最近 官側의 積極의 指導下에 開發 擴大

캐나다토론토 都心地下步行者專用네트워크

- 유니온驛에서 市廳舍에 이르는 金融地區 및

이른센타를 포함한 商業地區를 中心으로 5個의 地下鐵驛을 連結하는 5km의 地下步行 通路

- 30個所의 오피스빌딩, 20個所의 駐車場, 3個所의 호텔, 1千余個所의 小賣店, 2個所의 百貨店을 連結

- 現在 유니온驛에서 컨벤션센타로의 接續 및 센토크라이어驛을 中心으로 한 10個所 以上の 開發計劃 推進中

#### 프랑스 파리지하하수도과 레 아르 再開發

1832年 콜레라 大流行 以後 百年以上の 歷史를 지닌 下水道는 總延長 2千km에 達하고, 1900年 開通한 地下鐵의 地下部分은 200km로 뉴욕에 버금가는 規模를 가진 파리도시는 1960年初 景觀保全과 環境改善의 라데팡스 再開發을 始初로

- 포람데알(第1期): 郊外高速鐵道(REP)驛前 地下 25m의 開된 廣場에 쇼핑센타, 公共通路, 地下道路網, 駐車場을 設置

- 쇼핑文化施設(第2期): 中世 回廊을 연상케하는 TOP LIGHT 採光方式을 導入하여 쇼핑센타를 包含한 콘서트홀, 劇場, 圖書館, 水泳場, 體育館, 熱帶植物園 등의 文化施設 設置

#### 모스크바 地下 都市計劃

- 1935年 開通한 總 延長 160km의 地下鐵을 中心으로 1萬 8千 에이커에 該當하는 地上施設의 地下誘致 計劃

#### 스위스제네바레만湖水 地下駐車場

- 歷史的 舊市街地에서의 景觀保全的 側面에서 1日 5千臺 收容規模의 몽블랑駐車場(地下 4層)을 湖水 아래에 設置

- 코로나반 驛前에는 900臺 收容의 駐車場(地下 3層)에 30余個의 店舖를 併設하여 쇼핑散策路 形成

나. 日本 지오프론트 開發計劃

1970年代 以後 大都市의 土地不足, 地價昂騰

을 背景으로 中央官署의 主導下에 民·官·學界 合同研究會가 構成되어 地下空間活用に 關한 具體的인 프로젝트가 本格 進行中에 있습니다. 代表的인 研究會로서 都市地下空間 活用研究會(建設省都市局), 地下空間 道路利用研究會(同道路局), 大深度 地下鐵道 建設調査研究會(運輸省), 地下空間 活用技術 評價委員會(通產省)中에 1987年 12月에 發足한 都市地下空間 活用委員會는 建設, 不動產, 電力, 가스, 金融, 製造 메이커 等 社會各界의 75社를 會員으로 한 最大規模입니다.

都市施設計劃, 土地利用, 法 制度, 居住環境, 地下都市構想 實現方案 등의 6個 分科가 設置 運營中에 있는 同 研究會의 지오프론트計劃에 의하면 駐車場情報센타, 各種 交通시스템과 같이 大規模 空間을 要하는 施設, 都市美化 내지 環境保全上 忌避對象이 되고 있는 貯藏 및 處理施設, 其他 데이터 베이스, 研究實驗施設 등을 地下에 設置하고 地上에는 住居, 公園, 文化施設로 活用하도록 推進되고 있습니다.

한편, 東京市는 '86年 以後 5個副都心(新宿, 池袋, 上野, 淺草, 綿絲町)의 地下埋設物 現況 調査 및 埋設計劃을 樹立한 바 있으며 八重洲, 有樂町地區, 시부야地區, 池袋地區에 對해 地下空間計劃地區를 設定하고, 促進區域과 誘導區域으로 區分하여 地下交通, 供給處理, 通信시스템의 地下利用 方向 및 相互配置調整이 第3次 東京都 長期計劃에 따라 施行段階에 와 있습니다.

ALICE CITY: 다이세이 建設은 大都市의 都市問題解決은 물론 에너지 節約型的 21世紀 都市建設을 위해, 都心再開發 및 뉴타운開發을 통한 都市機能의 多核空間 配分, 新交通시스템(Park & Ride System)導入으로 效率的 空間配分 誘導, 에너지 및 水資源의 시스템化(Alice Infora system, Aqua-eco System)를 概念으로 알리스시티計劃을 發表한 바 있습니다.

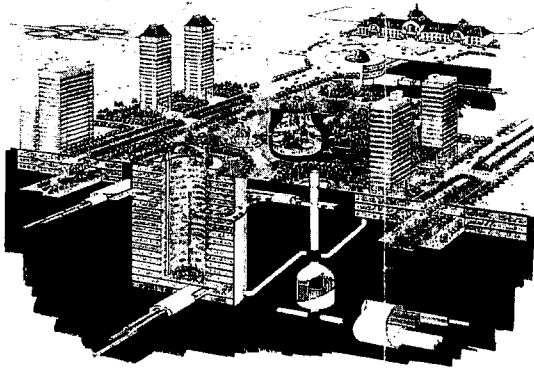


Fig. 22 알리스 開發概念(都心再開發)

**都心再開發:** 20萬人을 收容할 수 있는 100헥타아르 土地를 開發區域으로 하여 Under-Pinning工法에 의해 터미널(直徑 120m, 깊이 180m), 오피스(直徑 80m, 깊이 140m), 인프라(直徑 80m), 타운(幅 30m, 깊이 25m)을 建設합니다.

**ALICE OFFICE 空間:** 大深度地下鐵驛과 既存驛, 地下高速道路터미널과 地上을 連結하는 ACCESS空間으로, 郊外 住居者는 地下高速道路를 利用하여 都心에 進入하고 都心에서는 PARK & RIDE시스템에 의해 大深度地下鐵을 비롯한 새로운 交通網을 利用할 수 있습니다. 오피스空間의 中心은 複合型 地下鐵로 驛施設 이외에 公共施設, 店鋪, 事務所 및 防災센터 등을 併設하며 太陽돔과 아트트리움空間으로 快適한 環境을 造成합니다. 한편, 地上의 餘裕空間에는 休息의 場으로 都市의 오아시스 “그린 아일랜드”를 만들어 물의 自然淨化를 통해 酷暑와 酷暑를 輕減시킬 수 있습니다.

**ALICE TOWN 空間:** 建物の 地下層과 地下街를 一體化시켜 都市民이 모여 즐길 수 있는 開放된 空間으로 自動車 公害로부터 解放되어 散策과 쇼핑을 즐길 수 있는 街路(Alice Road), 스포츠아리나와 劇場이 있는 廣場(Alice Plaza) 등을 設置합니다. 天井을 높이고

自然採光方式을 採擇함은 물론 나무, 물, 바람이 있는 快適한 空間을 造成하여 都市民들이 自然과 接觸하며 休息할 수 있도록 해줍니다.

#### 東京 21 프로젝트(日本, 戶田建設)

토다建設이 휴먼 디자인에 立脚한 自然과 人間의 調和를 目標로 地上과 地下를 調和롭게 融合시킨 새로운 토달空間의 創出을 爲해 超高度 空間利用의 일환으로 提案한 것입니다.

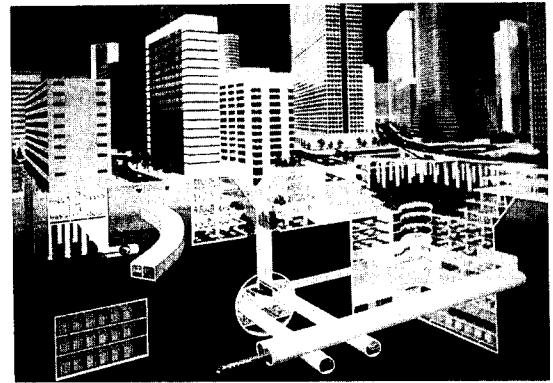


Fig. 23 다케나가(竹中) 지오블럭네트워크構想

#### 지오 아트트리움 프라자(日本, 戶田建設)

토다建設은 “東京 21 프로젝트”를 具體化시키는 方法의 일환으로 이미 都心近郊의 表層地下를 利用한 交通基盤整備가 進行中에 있듯이, 公共用地와 私유地의 一體活用을 前提로 하여 地上과 地下空間을 總體概念으로 據點 開發化시켜서 터미널과 쇼핑空間의 高附加價值 空間 創出을 提案하고 있습니다. 特徵으로는, 全天候 아트트리움 空間과 大型 影像, 昇降 스테이지의 이벤트 施設 設置, 商業施設, 휘트니스클럽, 衛星스튜디오, 오피스, 駐車場, 地下交通터미널, 커뮤니티防災센터, 備蓄倉庫의 24時間型 複合施設 設置 그리고 地下터미널과의 防災區劃 및 二重側室의 特別避難路 設置로 安全性 確保를 圖謀합니다.

### 都市 지오 그리드 構想

高度情報都市로서의 東京의 未來를 豫想하여 體系화된 地下空間利用을 目標로 한 大規模 시뮬레이션 計劃으로 地上部の 公園, 學校 등의 地下를 據點施設로 利用하여 격자모양으로 配置하고, 各各을 地下네트워크로 連結하면서 시스템의 規模를 增殖시키는 方法으로 既存都市 施設의 沮害없이 都市機能을 擴大시킨다는 構想입니다.

### HyMaC 構想

허니콤 매트릭스는 邊길이 50m, 깊이 70m의 六角形 構造物을 基本으로 하여 6個 單位 六角形의 地下都市空間을 創出하고자 하는 計劃입니다. 1유닛 中央의 六脚柱空間은 個別 아트리움이 되고, 6유닛 中央에 巨大한 아트리움을 設置하여 地下空間 全體에 自然採光을 導入하며, 유닛은 벌집과 같이 地形에 따라 自由스럽게 連結이 可能합니다. 基本原理는 “뉴마틱 케이슨 工法”에 의해 높이 70m의 빌딩을 順次的으로 構築하면서 相互 連結시켜 地下空間을 造成하는 것으로 地上에는 公園綠地를 造成하고 地下部에 住宅, 商業, 스포츠, 文化, 公共, 社會, 交通 및 에너지 關聯施設 등의 生活空間을 확보합니다.

### 아오야마地區 GIA 構想

高度情報化時代에 對處할 수 있도록 東京 青山(아오야마)地區에 “휴먼 크리에이티브, 인터페이스, 어뮤즈먼트”를 基本概念으로 情報發信, 情報間 다이나믹한 만남 등을 통해 創造活動活性化空間, 自己回歸을 위한 리후렉스空間을 創出합니다.

- 크리에이티브센터: 大容量의 데이터베이스, 廣域 VAN, 하이비전 등을 設置한 綜合情報 集積空間과 情報生活化 研究 및 비즈니스 活動을 爲한 創造支援空間의 造成
- 멀티 미디어홀: 最尖端 프리젠테이션機能을

設置한 表現이미지, 커뮤니케이션의 多目的空間의 各種情報의 交流, 코디네이트를 통해 創造 行爲로의 誘導 내지 動機附與 演出

- 어뮤즈먼트 센터: 一年내내 스키, 수영, 써핑 등이 可能한 全天候 시티 리조트空間으로 멀티스크린, 레이저光線, 호로그램을 통해 文化再 充填의 場, 科學體驗의 場을 演出

### 지오블록 네트워크 構想

都心 및 副都心の 블록規模를 對象으로 連續 地下壁構築工法 등에 의해 既存 建物밑에 새로운 基礎를 構築하여 地下層을 增設하며 既存建築物間의 空地나 交叉點 등에는 大規模 선긋가든(Sunken Garden)을 設置하여 地下空間에 自然採光이 可能한 自然의 廣場(Sky Court)을 造成하고자 하는 構想으로, 地下空間의 構築 및 快適環境創造 시스템開發과 關聯하여 基礎工法, 地下水 對策工法, 基盤施設의 네트워크를 爲한 터널工法 및 自然의 無公害, 에너지節約型의 人工環境制御 및 防災시스템을 開發中에 있습니다.

## 6. 서울市の 地下開發 可能性

서울은 人口 1,100萬名이 605km<sup>2</sup>의 狹小한 面積에서 生活하고 있습니다. 더우기 서울市の 35%가 山과 구릉이고 보면, 世界 第一의 地價로 代表되는 日本 東京의 人口 1,200만명이 2,160km<sup>2</sup>의 面積에서 살고 있는 것과 比較할 때, 서울市民의 1人當 生活面積은 東京의 5분지 1의 水準에 不過합니다. 이를 바꿔 말하면 서울市民은 東京地價의 5배 되는 黃金의 땅에서 生活을 營爲하는 셈입니다.

다행히 서울地域의 地盤은 花崗 片磨岩의 岩盤으로 構成되어 있고, 地下空間은 거의 비어 있어 地下空間 開發에 유리한 具備 條件을 가지고 있습니다. 따라서 지금까지는 서울市 空



間構造上 制約 條件이었던 北漢山, 南山, 鞍山, 아차산을 위시하여 牛眠山, 冠岳山 그리고 漢江의 地下空間을 잘 利用한다면 世界의 어느 都市도 갖고 있지 못한 自然景觀을 最大限 만끽하면서 삭막해가는 都市環境을 改善함은 물론 增大하는 各種 都市施設을 擴充해 나갈 수 있을 것입니다.

### 6.1 自然地形을 利用한 交通難 解消

서울시는 2000년까지 都市 交通難 解消의 一環으로 地下鐵 增設을 爲始한 都市外廓幹線 循環道路 및 都心貫通의 地下道路 建設 등의 交通計劃을 발표한 바 있지만, 現在와 같은 北漢山, 南山 등에서의 도로터널 建設로 局部的인 交通機能만 遂行할 것이 아니라 大單位地下 駐車場 및 生活水準 向上에 수반되는 都市生活 및 文化施設을 併設함으로써 體系的이고도 效率的인 地下道路, 地下駐車場的 네트워크 形成은 물론 都市施設 擴充에 寄與할 수 있을 것입니다.

### 6.2 自然環境과 어울린 地下步行시스템

現在 地下鐵을 中心으로 散在 開發되어 있는 地下 步行通路 내지 地下商街를 서울시 中央에 위치한 南山, 漢江을 爲始한 公園綠地 등의 오픈 스페이스와 教育文化施設 등의 公共施設과 連繫 開發함으로써 積極的인 步行專用 네트워크를 驅逐해 나갈 수 있을 것입니다.

### 6.3 主要 驛勢圈의 總體積 開發利用

社會 文化水準의 向上과 더불어 增大一路에 있는 美術館, 博物館, 뮤직홀 등의 文化施設과 水泳場, 스포츠 홀 등의 體育施設은 地下空間 活用이 유리한 만큼 驛勢圈 中心의 大規模 地下駐車場 建設과 並行하여 地下體育 文化施設을 建設함으로써 土地의 高度 利用은 물론 에너지節減에 寄與할 것입니다.

### 6.4 地下化 可能施設의 地下施設

産業化 및 巨大 都市化에 따른 舊市街地에서의 住宅 및 學校의 工場과의 混在, 高架道路 등의 都市高速道路 建設에 따른 住居環境 惡化 및 地域斷絶 그리고 需要增大가 豫想되는 學校 建設에 必要한 運動場 敷地 確保의 어려움 등이 深刻해지는 狀況에서 道路, 工場을 地下에 設置하여 住居環境 改善에 寄與할 수 있으며 教室, 體育館을 地下에 設置하므로써 都市環境을 改善할 수 있습니다.

### 6.5 供給處理施設의 地下 設置

生活 文化水準의 質的 向上에 수반되는 大量 消費, 大量 排出時代를 맞이하여 大規模 施設 用地를 要求하는 水源池, 配水池 등의 供給施設과 쓰레기, 下水 處理 施設 및 地域暖冷房 施設의 地下設置로 住宅, 公園, 綠地 등 生活施設의 擴充은 물론 都市環境 改善에 寄與할 수 있으며 各種 에너지, 農水產物, 食料品 등의 大規模 貯藏施設을 都市近郊 交通要衝地의 地下에 設置함으로써 遠距離 貨物輸送에 따른 交通難 解消에 寄與할 수 있습니다.

## 7. 結 言

向後 都市計劃 또는 都市開發을 推進함에 있어서 地下空間을 活用한 多層構造的인 都市建設은 必然的인 歸結이라고 하겠습니다. 地下空間은 그 自體가 갖는 特性 즉, 地表로부터의 遮斷性, 恒溫 恒濕性, 耐震性 등으로 加重되는 서울, 釜山 등의 大都市에서는 좀 더 나은 環境을 追求하고자 하는 社會的 欲求와 더불어 各種 都市問題를 輕減시킬 수 있는 唯一한 空間資源인 것입니다. 그러나 地下空間의 廣範圍한 活用을 制限하는 要素로서 法制度的인 制約, 技術的인 躊躇 그리고 心理的 影響이 아직 存在하고 있습니다.

**法 制度的인 制約:**最近 地下鐵建設과 關聯하여 地下 20~40m 以內的 空間에 대해 一定補償基準을 마련하고 있지만, 土地所有權의 範圍 내지 地下開發利用權에 대한 明白한 法規가 마련되어야 할 것이며, 建築法上 地上建築 爲主의 進入路, 換氣, 採礦, 日照權 및 地域 地區制 등의 規定은 研究 檢討가 要求됩니다.

**技術的인 躊躇:**現在 個別的으로 이루어지는 高層建物 地下層, 地下鐵, 地下道, 各種都市 基盤設施의 無秩序한 地下開發에 대한 調査 分析이 貧弱한 狀態입니다. 일단 形成된 地下空間은 變更이 不可能한 點을 勘案하여 新規 都市計劃設施의 地下設置에 앞서 正確한 地質構造 및 지하수 분포와 既存 地下 施設物에 대한 調査分析和 아울러 綜合的인 地下利用計劃을 樹立해야 할 것입니다.

**心理的 拒否感:**閉鎖空間에 대한 不安感은 百貨店, 地下商街나 先進 地下鐵驛과 같이 空調, 換氣, 太陽光의 室內導入에 의한 快適環境造成으로 克服段階에 있으나, 大深度地下活用時의 換氣 制約, 非常 待避에 관한 研究가 繼續되어야 할 것입니다.

都市計劃은 快適한 環境속에서 便利한 生活을 營爲할 수 있도록 計劃하고 實踐하는 것입니다. 서울시의 “地下空間利用 綜合計劃”發表는 오히려 낮은 감이 있지만 開發活用の 活性化를 위하여는 官·民·學界가 한마음이 되어 慎重하게 推進해 나가야 할 것입니다. 地下開發計劃은 計劃家, 技術者, 法律家 등 各界 專門家の 實質的인 協力體制가 要求되며, 또한 一般大衆의 認識 轉換을 前提로 하여야 할 것입니다.