

地下空間利用計劃

陸軍 第17師團 副師團長
陸軍大領 鄭裕熙

地下空間利用計劃

차 례

I. 地下空間의 一般的 展望

II. 地下空間의 特性 및 利點

地下空間의 特性

地下空間의 利點

地下建設의 特殊性

地下空間 建設에 影響을 주는 外的要所

地下空間 開發利用의 障礙要所

III. 地下空間의 分類와 形態

地下空間의 區分

地下空間의 開發形態

地下施設의 分類와 種類

IV. 一般計劃 節次

V. 結 論

I . 地下空間의 一般的 展望

지하공간은 인간이 개발하지 않은 가장 큰 자원이다.

전 세계는 지하공간의 효용성을 찾아 경쟁적으로 개발하고 있으며 이용 기술도 상당한 수준으로 발전하여 현재는 지상의 시설종류와 거의 같은 모든 시설들이 지하에 건설되고 있다. 지하공간을 효율적으로 이용할 경우 지상의 여러 문제점이 되고 있는 공간부족, 공해문제, 교통혼잡 등을 지하공간이 거의 흡수 해결 해 줄수 있다. 지하공간의 이용은 여러가지 이유로 유익 하지만 그 가운데 첫째 이유는 가치있는 지상공간의 보존과 지하건설에 의한 지상과의 격리효과 이다.

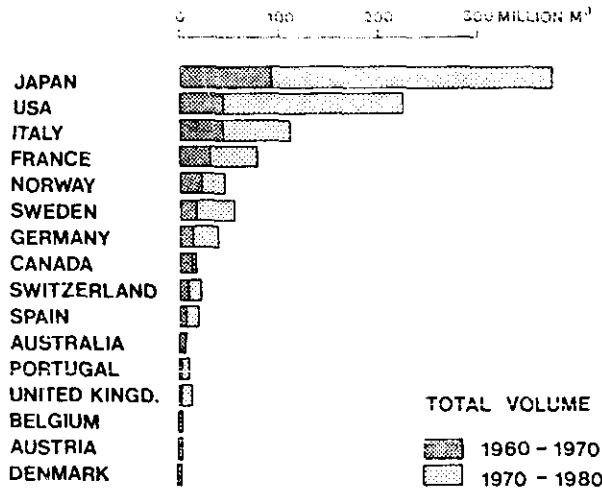
지하공간은 기호조절과 에너지 절약 효과를 제공하며 지표면에 매몰된 구조물 보다는 지하터널에 위치한 공공설비의 접근 용이성이 지하공간 이용을 더욱 효과적으로 만드는 것이다. 지하공간이용 계획은 다른 공동사회 계획들과 밀접하게 통합 되어야 한다.

지하공간 계획은 종합계획, 특정계획, 세부계획등 3 단계 수준의 계획이 필요하며 타 공동사회 계획과 협조되어야 하는 것이다.

특히, 지하공간의 개발은 지질조건에 따라 크게 좌우되기 때문에 계획된 장소에 대한 집중적인 지질조사를 실시해야 된다. 지하공간에 있어서 가장 중요한 결론은 원칙적인 경험에 근거를 두고 초기계획 단계에서 상세한 지질조사에 얻어지는 경비절약 사항이다. 지하공간 이용의 대표적인 것은 유류지하 동굴저장, 지하 하수처리시설, 상업 및 공업시설 등이 있다. 우리나라도 좁은 국토를 효율적으로 이용하기 위해서는 지하공간의 이용이 절대적으로 필요하고 시급을 요하는 것이다. 대체로 우리나라는 지하공간 개발을 위한 양호한 지형 및 지질조건을 갖추고 있으며 지상의 개발이 포화상태에 있기 때문에 앞으로 지하건설 사업의 전망은 매우 밝다고 하겠다. 그리고 아직 개발되지 않은 지하공간의 체계적이고 조직적인 개발을 위해 종합적인 지하공간 이용 계획이 수립되어야 한다.

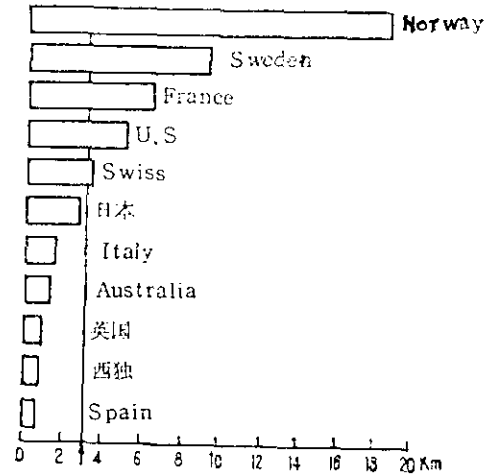
지하공간의 개발 현황을 국가적으로 비교해 보면 도표 1,2 와 같다.

터널 굴착량으로 볼때 일본과 미국이 많이 개발한 국가이지만 인구 비례로 볼때에는 노르웨이, 스웨덴 국가가 단연 높아 1,2 위를 차지한다.



Volume of tunnelling in some OECD countries

도표 1.



OECD諸國의 平均値
OECD諸國의 地下施設의 人口 100,000 人當 總延長(1970~1979 豫想)

도표 2.

지하건설의 비중 (比重)

각국의 상세한 현황은 알 수 없으나 선진국 스웨덴의 경우 1974년 지상건설 공사를 포함하여 총 건설공사비 가운데 약 10% 정도가 지하터널 및 암석공동 개발 공사에 투자되었다. 그 지하건설공사 가운데 5%는 발전소로서 주로 수력발전소 건설에 해당되는 것이고 3.5%는 저장시설로서 주로 유류저장공사이며 나머지 1.5%가 기타 도시지역내 또는 근접된 지역에 위치한 서비스 및 통신시설들에 관련된 지하공사였다. 이러한 추세는 10년 이내에 지하건설 투자는 2 배로 증가 예상되며 점차 지하건설 공사의 비중은 더욱 커질 것으로 예상된다. (도표 3)

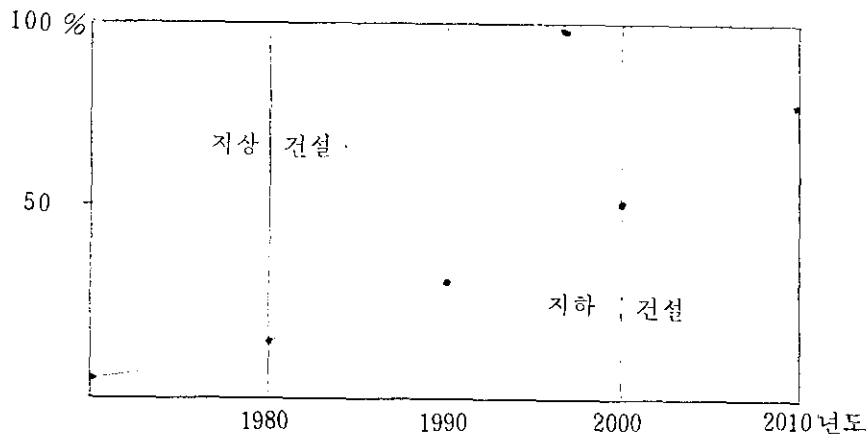


도표 3

II. 地下空間의 特性 및 利點

地下空間도 다른 天然資源이나 土地所有와 같이 하나의 중요한 空間資源이다. 도시중심지에서 공간을 확장시킬 수 있다는 것은 좋은 예이다. 만일 도시면적의 1/3 정도만 지하 30m 깊이까지 파고 들어간다 해도 우리는 지상에 건설된 것과 같은 정도의 공간을 얻을 수가 있다. 즉 도시지역을 더 이상 넓히지 않고서도 지하공간을 개발함으로써 그 收容能力을 倍加시킬 수 있는 것이다. 더우기 지상 공간을 사용하지 않으면 안되는 농장, 비행장, 경기장 같은 시설을 유지할 수 있는 공간을 더 많이 제공하게 되는 것이다.

地下空間의 特性

지하공간의 특성은 네가지로 분류할 수 있다.

첫째, 氣候影響으로 부터의 보호이다. 즉 지하공간은 비, 바람, 온도의 영향을 받지 않는다. 효과적인 절연체 역할을 함으로써 적은 에너지 소모로 요망하는 온도를 일정하게 유지할 수 있다.

둘째, 火災로 부터의 보호효과다. 큰 재난이 닥쳤을 때의 지상건축이 안고 있는 위험요소를 지하공간은 감소시켜 주거나 거의 흡수해 버린다. 사보타지나 전쟁피해로 부터 보호받을 수 있다.

셋째, 管理 및 使用의 便利性이다. 물, 연료, 전기 등을 공급하기 위한 배관시설을 지하 다용도 터널에 설치함으로써 검사, 수거 및 유지등에 편리하고 특히 시설을 파헤쳐야만 되는 불편함을 없애준다.

넷째, 外部의 觀察 및 騒音으로 부터의 보호성이다. 지하공간은 지상과 차단되어 있으므로 주요시설을 두었을때 쉽게 노출되지 않고 소리, 진동, 공해로 부터 보호받는다. 역으로 지하공간에서 생긴 소음, 공해등이 외부로 유출되는 것을 방지할 수 있다.

地下空間의 利點

(1) ENERGY 節約

지하공간은 외부온도에 큰 영향을 받지 않으므로 내부온도를 조절하는데 사용되는 에너지를 줄일 수 있으며 일개주택 (EARTH SHELTERED HOUSE)과 같은 난방에 사용되는 에너지를 75% 까지 절약할 수 있다. 또한 지질자체의 단열성으로 인하여 한번 가열하거나 냉각시켜 놓으면 그 효과가 장기간 지속되기 때문에 항상 高溫狀態로 저장해야 되는 원유저장, 그리고 냉각저장해야 되는 LNG 저장에는 관리유지면에서 많은 경비를 절약할 수 있다. 그뿐만 아니라 항상 一定溫度를 維持해야 되는 酒類貯藏 樽장, 각물저장 연구실, 전화교환소 등과 같은 시설유지에 매우 유리한 조건이 된다.

(2) 費用節感 (LOW COST)

주로 건설비용면에서 소규모 지하시설보다는 대량유류저장등 대규모 시설구축에서 비용이 적게 든다. 또한 地形과 地質에 따라 良質의 岩石地層과 地下水 有無에 따라 오히려 地上建設 보다 有利할 수 있다. 상업적 이용면에서도 地質의 상승등 지상의 불리한 조건때문에 투자비용을 크게 감소시킬 수 있다. 특히 위험시설등의 유지에 따른 보험료는 훨씬 낮은 것이다. 일단 건설후 시설운용상 경비는 더욱 감소될 수 있는 것이다.

(3) 環境保護 (ENVIRONMENT PROTECTION)

지상에 위치하지 않아도 될 시설들을 지하공간으로 이전시킴으로써 지상의 쾌적한 공간확보를 할 수 있으며 또한 지상의 문화적 유물의 보존과 훼손없이 도시개발을 위하여서는 지하공간 이용은 불가피하다. 특히 공해를 일으키는 각종 시설들 즉 약취, 소음, 화재, 시각공해를 주는 시설들을 지하공간을 이용함으로써 환경보호면에서 얻어지는 효과는 크다.

地下建設의 特殊性

지하건물은 지상건물과 여러가지 면에서 차이점을 가지고 있다. 지상에서의 건축이 빈 공간에 어떤 구조물을 축조하여 필요로 하는 활용공간을 얻어 내는 것이라면, 地下建築은 岩石層을 굴착하여 생긴 공간의 벽 자체가 구조물의 역할을 해줌으로써 필요로 하는 활용공간을 얻는 것이라고 하겠다. 이렇게 해서 형성되는 지하공간에 시설물을 설치할때 발생하는 특수한 성질을 새가지로 설명할 수 있다.

(1) 三次元的 特性

지하시설은 지상건축과 달리 지표면을 한개로 하여 각종지하시설물을 의도에 따라 가용공간내에서 전후, 좌우, 상하, 대각선 임의 방향으로 설계될 수 있으며 여러 종류의 서로 시설들이 동일위치에서 상하층부에 설치될 수 있다.

(2) 原狀復歸가 不可能한 空洞이다.

한번 굴착된 空洞은 다시 原狀態로 만들수 없다. 다시 매꾸어 봐도 원상태의 조건과 똑같은 지질을 형성시킨다는 것은 불가능한 일이다. 따라서 계획분야는 치밀하고 세심한 연구가 필요하며 주변의 암반에 대한 세밀한 조사도 병행되어야 한다. 특히 근처에 다른 공동이 있으면 지하공동을 이용하는데 제한을 받는다.

(3) 地下環境이 갖는 特殊條件

일반적으로 지하공간이 갖는 특수조건은

- ① 창문이 없고
- ② 換氣가 制限的이며
- ③ 人爲的인 室内氣候를 갖게 되고
- ④ 特殊内部施設 (특히 무복공인 경우) 을 필요로 하며
- ⑤ 대부분의 경우 垂直的인 出入口를 갖게 되고
- ⑥ 흙이나 岩石으로 된 天井

을 갖게 되기 때문에 사람들이 지하에서 느끼게 되는 감정은 개인마다 차이가 있으며 주위환경, 출입회수, 활동형태, 타인과의 접촉기회 및 실재적, 경험적, 안정도에 따라 좌우된다.

이상과 같은 지하공간의 특성을 잘 認識함으로써 계획설계시 불리한 조건을 인위적으로 개선대책을 세울 수 있으며 유리한 조건을 최대한 이용하게 된다.

(4) 地下建設에 따른 問題點

지하건설의 실제작업은 굴착으로부터 시작되며 공동이 완성되면 필요한 설비를 갖추고 운영하게 된다. 이때 야기할 수 있는 문제점을 들면
첫째, 폭파작업으로 인한 소음이나 진동발생,
둘째, 굴토된 암석의 처리를 위해 대량의 암석저전차량의 운행으로 교통혼잡야기,
셋째, 부근 주민들의 불안감,
넷째, 공동내부에서의 붕괴위험성,
다섯째, 지하수면을 저하시킬 수 있는 가능성등을 들 수 있다.

(5) 地下水面的 變化問題點

지하건설에 있어서 地下水面的 變化는 매우 重要的 意味를 갖는다.
지하수면의 降下原因은 여러 현상으로 일어날 수 있다.
첫째, 도시화로 지표면이 건물 및 도로 등으로 덮히게 되므로 물이 지하로 스며 들기 어렵다.
둘째, 건물이 지하수면보다 더 낮게 지하로 들어감에 따라 건물자체의 배수시설이 지하수를 배출시킨다.
셋째, 지하수를 식수나 다른 용도도 뽑아 사용한다.
넷째, 자연현상 즉 강수량의 변화, 증발, 기압, 지면의 용기등이 있다. 지하수면이 계속적으로 강회되는 이유는 일반적으로 몇가지 요소들이 복합적으로 작용하기 때문 이지 터널같이 한가지 원인에 의한 경우는 매우 드물다.

地下水面的 降下結果 일어나는 現象을 들면 地盤沈下, 우물의 乾燥, 식물의 生態的 變化, 건물의 나무파일 基礎의 부식 등이다.

지반침하의 피해로서는 건물의 부동침하로 구조물의 파괴를 가져오며 파일기초를 한 건물은 침하되지 않고 건물에 부속연결된 파이프시설, 배수시설, 그리고 건물주변의 마당등이 침하된다. 또한 흙이 건조되면서 파일표면에 정착하여 흙의 하중이 전달 되므로 파일이 받는 하중이 크게 증가하여 심한 경우 파일이 파괴된다.

地下空間 建設에 影響을 주는 外的 要素

지하공간을 형성하는 주위 모체의 資産에 추가하여 지하건설의 魅力은 많은 외적인 요소에 좌우된다.

• 地 形

산, 개곡, 급경사지등 평탄하지 못한 지형과 수로지역은 지하공간 쪽을 선택하게 되는 요소의 하나이다.

• 自然資源의 有用

지하에 시설을 위치시킴으로써 지상의 자연자원은 보전될 수 있다. 지하공사로 얻어지는 토석때문에 골재생산소요를 감소시킬 수 있다.

• 道市 構造物

고밀도의 도시지역에서 새로운 토지의 이용은 거의 불가능하다. 그리고 地價가 엄청나게 비싸 불가피 하게 시내로 부터 먼 지역을 찾게 된다. 지하공간은 소요 장소에 무한한 공간을 제공할 수 있다.

• 記術 水準

공사의 운용면에서의 비용비교는 사업방법 결정에 중요한 역할을 하게 된다.

지하건설의 급격한 기술발전으로 더욱 더 공사비는 경쟁적으로 감소되고 있으며 이러한 추세가 지하공간 채택의 유리한 조건이 되고 있다.

• 굴착된 土石의 處理

공동부피만큼 큰 굴착된 토석은 처리되어야 한다. 유용하게 사용가능한가 또는 환경문제로 비용을 들여 멀리 처리해야 되느냐에 따라 공사비 소요는 크게 좌우하게 된다.

地下空間 開發利用의 障礙 要素

지하공간의 개발에 좋은 조건을 갖고 있으면서도 이것을 유지하는데는 法的 制限要素를 비롯하여 기술적 주저와 심리적인 영향등 새가지 저해 요소가 있다. 먼저 기술적 저해 요소부터 분석해 보면 다음과 같다.

1. 技術的 주저

기술적인 주저는 지금까지 지상건설의 개발에만 너무 치중해 왔기 때문에 지하공사 경험은 제한되어 건설사업은 다소 예외는 있으나 보수적으로 지상에만 집착하고 있다. 또한 개발하고자 하는 지하 밑에 지질과 구조에 대한 지식과 지하건설공사에 대한 조건분석도 빈약한 상태이므로 지하공간의 건설비용은 가변성을 갖게 되는 것이다. 그러나 현재까지 개발된 고도의 지질검사방법과 시공법에 의하여 정확한 판단과 완벽한 공사를 보장할 수 있다.

2. 心理的 影響

어려조사 결과 지상과 같이 실내 분위기를 갖추었을때 지하공간이 인간에게 아무런 나쁜 영향을 미친다는 결론을 얻기 힘들다.

시각적으로 지상 환경처럼 장식을 꾸미고 출입빈도가 많은 활동성 업무이거나 사회적 접촉성이 큰 업무를 지하에 위치시키면 만족스러운 결과를 가질 수 있다.

3. 法的 制限要素

지금까지 지하공간 개발을 뒷받침한 법규가 마련되어 있지 않고, 오히려 현행 건축법의 여러 조항이 장애 요소가 되고 있다. 土地 所有權이 미치는 범위에 대하여 최초로 언급한 귀절은 고대 라틴어 격언이다. 즉 "토질 소유주는 지구 끝에서부터 하늘 끝까지를 소유한다"는 것이다. 그러나 시대의 변천과 함께 이 개념은 바뀌지 않으면 안되게 됐다. 지상에는 비행체가 날아야 되고, 지하에서는 지하철 및 공공편의시설들의 건설이 불가피하며, 광물등 유용한 자원개발을 위해서도 일정 깊이 이하의 지하공간을 공공개발을 위하여 토지소유권은 소유주가 자기의 토지로서 사용 점유할 수 있는 한계까지만 미치도록 제한해야 된다는 결론을 갖게 되었다.

(1) 私敵 地下開發 許容깊이

각국은 앞에서 나온 결론에 따라 토지소유권에 따른 지하개발 허용깊이를 제한하고 있는데 스웨덴의 경우 지하 이용권은 도시계획 규정상 토지소유주가 7 미터 깊이까지 개발 허용되고 있으며 미국은 30피트 (약 10m) 로 규정하고 있다.

한국의 경우 아직 명시된 것이 없으며, 오직 건축법 시행령중에 지하실 설치 규정에 의하여 지상건물 층수에 따라 지하실 층수와 바닥면적을 규정한 것 뿐이다. 또한 갭도공간 개발은 현행 광업권에 의해서만 가능하다. 도시지하공간의 체계적인 개발을 위하여 지하공간 구분과 제한사항 및 개발가능토록 법적인 뒷받침이 요한다. 그리고 일정한 깊이 이하를 自由地帶로 설정하여 누구든지 개발할 수 있도록 보장해 주어야 한다.

(2) 建築法規와 掩蓋住宅

만일 掩蓋住宅이 건물의 지하실이나 기초구조물로 구분된다면 거주는 금지되는 것이다. 그리고 지상의 地域區制가 지하로 연장 적용된다면 지상에서는 부적합한 갭도식 공간활용을 이유없이 금지시키게 되는 것이다. 현행 법규상 장애 요소는 다음과 같다.

첫째, 임대주택형 건축물의 비 주거시설 규정

둘째, 임대주택을 차별하는 최소 바닥면적과 높이기준

셋째, 임대주택을 고려하지 않은 최소 및 최대 대지면적 소요기준

넷째, 임대주택을 고려하지 않은 특별행정 및 설계규정으로 주차장, 차고, 벽면의 건축선 후회등 건축기준

이상과 같은 새로운 건축기준이 마련되어야만 임대주택의 개발이 가능하다.

갭도식 지하공간은 사용이 비교적 적음으로써 일반적으로 地域地區制 (ZONNING)가 설정되지 않고 지상규정을 그대로 적용하고 있는 셈이다. 지상과의 분리된 공간 특성으로 봐서 갭도식 공간에 대해서는 별도의 법주로 지역지구제가 분리 설정되어야 한다. 인가운용도 지상운용과 구분해서 처리되어야 한다.

2. 地下空間의 分類와 形態

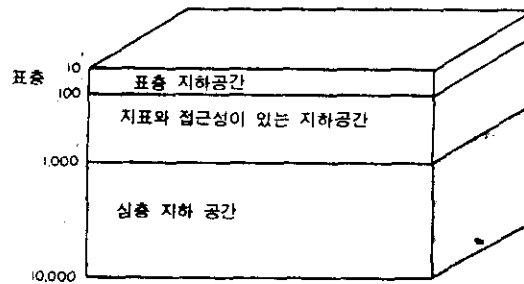
地下空間의 區分

지금까지는 지하공간의 구분개념 없이 개발되고 있으나 장차 혼란을 방지하고 체계적인 개발계획을 위해서 이용 가능한 지하전체공간을 깊이와 범위에 따라 구분하고 용도 및 기능상으로 정의해 보는 것이 중요하다.

아직까지는 국제적으로 통일된 공간개념은 없으나 AUA 부회장인 J. GAVIN WARNOCK 에 의한 구분을 소개한다.

인간이 개발이용 가능한 깊이를 10,000피트 (약 3,000m) 로 보고 3 개층으로 구분했다. (그림 1)

- 표층 지하공간 (지하 10ft - 100ft)
- 지표와 접근성이 있는 지하공간 (지하 100ft - 1,000ft)
- 심층 지하공간 (지하 1,000ft - 10,000ft)



(그림 1) 지하공간의 구분

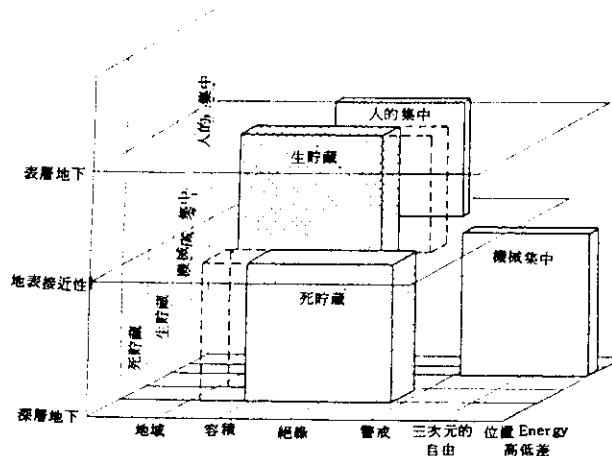
表層地下空間 (NEAR SURFACE SPACE, 지하 10' - 100') 의 범위내에서 업개건물, 건물의 지하층 개착식 지하철, 그리고 이와 비슷한 유형들이 포함된다. 다시말하면 이층은 인위적인 지붕이나 또는 지하구조물을 필요로 하는 공간이라고 할 수 있는 것이다. 地表面接近性 地下空間 (SURFACE ACCESSIBLE SPACE, 지하 100' - 1,000')은 일반자체가 구조물의 역할을 하는 암석공동으로 경사진 통로나 수직갱을 통해 접근할 수 있는 지하 공간을 의미한다. 이와 같은 시설물에는 터널형 지하철이나 지하유류저장시설 공공기관 또는 지방자치단체, 상업적 목적등의 지하시설과 지하수력발전소의 대부분이 여기에 속한다.

深層地下空間 (DEEP UNDERGROUND SPACE, 지하 1,000' - 10,000') 은 수직갱이나 엘리베이터, 기중기 등으로 접근할 수 없는 지하공동이 이에 속한다. 지하양수발전소 압축공기에 의한 에너지, 저장소, 핵, 폐기물저장소 등의 시설들이 위치하게 된다.

지하공간의 구분에는 그 이용의 기능상이나 용도에 따라 정의해 볼 수도 있다. 즉 바닥면적을 넓히기 위한 이용, 경계 (SECURITY) 의 목적상 이용, 열손실의 감소 또는 냉동력 유지, 소음 및 진동, 그리고 습도의 변화로 부터의 차단효과를 얻기 위한 이용, 지하공간의 삼차원적 특성에 따라 여러시설의 배치와 중력 또는 낙차를 이용하기 위한 것등으로 구분할 수 있다.

추가하여 공간활용면에서 구분하면 활동성저장 (LIVE STORAGE) 비활동성저장 (DEAD STORAGE), 사람의 주 활동목적, 기계설비 운영의 목적 이용으로 구분할 수 있다. 비활동성 저장은 핵폐기물 같이 영원히 저장해 두려는 것들이다. (그림 2.참조)

공간구분은 어떤 분류방법에 꼭 따라야 할 필요는 없다. 우리 독자적인 연구와 편이성에 따라 분류하면 된다고 본다.



(그림 2) 공 간 구 분

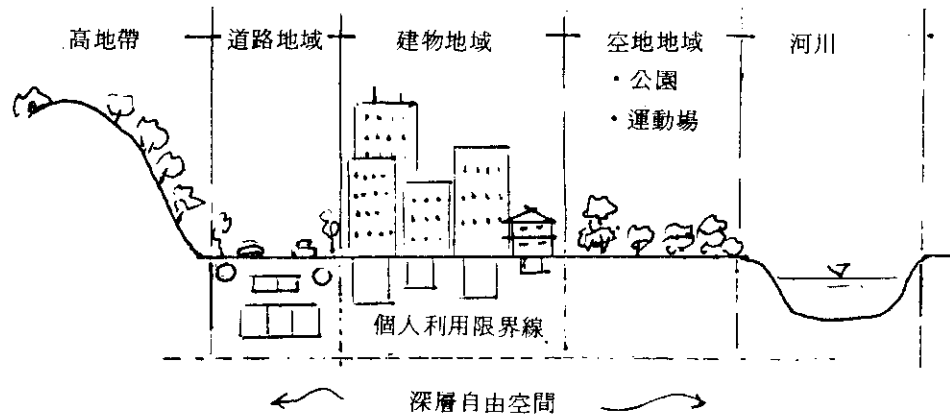
도시와 地下空間區分

도시에 있어서 지하공간을 주로 지상채계에 관련하여 개발되기 때문에 앞에서 소개한 깊이와 기능상의 구분에 추가하여 지상을 기준한 구분이 더 현실적일 수 있기 때문에 다음과 같이 구분할 수 있다. (그림 3)

• 地上을 基準한 平面的 區分 方法

- ① 건물지하공간 : 건물 지하실 또는 부속지하시설
- ② 도로지하공간 : 통행로 부분의 지하공간 (지하상가, 지하도, 공동구시설위주)
- ③ 공지 지하공간 : 운동장, 광장, 공원의 지하공간
- ④ 고지, 경사지 지하공간
- ⑤ 이전 적지 지하공간 : 시설을 옮기고 헐개되는 지역의 지하공간

이상의 구분은 통상적인 전의에 의하여 지역개념으로 구분했지만 깊이나 기능적으로 더 세부적으로 구분 가능하다. 예를들면 도로표층 또는 도로 심층지하공간이라고 표시 가능하다.



(그림 3) 도시지하실간구분

地下空間 形態

지하공간의 개발방식은 크게 2 가지로 구분된다. 하나는 암석층과 같은 자체 지지층 내를 굴착하는 방식이며 또 하나는 절개복토 (CUT AND COVER) 방식이다.

전자는 지질층 속에 갱도나 터널과 같이 굴착하여 개발한 지하공간 형태로써 LITHO-TECTURE (암반건축) 라고도 표현되며 후자는 토질환경 속에서의 건축이라 하여 TERRATECTURE (토질건축) 이라고도 표현된다. TERRATECTURE는 지표면을 굴토하고 공사로 마무리 하는 엄개식 공간 (EARTH SHELTERED SPACE)과 절개복토형 공간 (CUT AND COVER SPACE)으로 구분된다. 엄개식 공간과 절개복토형 공간은 공사면에서 유사하고 지상과의 연관성도 유사하기 때문에 계획하는 것도 비슷하다. 그러나 엄개형 구조물은 부분적으로 성토되어 있어서 용도와 미학적으로 지상과의 일체성을 고려해야 한다. 절개복공형 구조물은 봉사하는 목적이 지상용도에 보조적인 것에 가깝기 때문에 용도의 일체성은 비교적 적게 고려되는 것이다.

한편 갱도식 (MINED SPACE)공간의 이용은 진입노짐을 제외하고는 지상의 활동과 연관시킬 필요가 없다. 따라서 지표면 절단형 공간과 갱도식 공간은 공사할때 지상의 붕괴와 도시지역의 불편생애 있어서 현격한 차이를 갖는다.

坑道式 地下空間 (MINED SPACE) 計劃

갱도식 공간은 공장, 창고, 안전저장을 위한 장소로 적합하다. 특별히 연구소나 정밀장비 제작등 고도의 조절 환경을 요하는 시설운동에 가장 적합한 것이다. 이러한 공동형 공간은 암반이나 흙의 차단효과로 인하여 지상으로 부터 눈에 띄지 않기 때문에 공간내부의 운영 배치에 융통성을 갖는다.

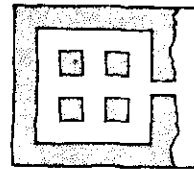
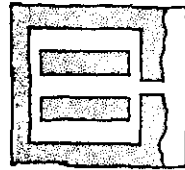
기존 또는 계획된 지상이용과의 지하 공간에 이르는 진입로 연결 문제는 지상, 지하공간 그 자체 이용간의 관계보다도 더 중요하다.

- **進入路** : 갱도식 공간의 진입로 소요는 공간이용 목적에 따라 결정된다. 물품 취급이나 생산, 저장들은 일반적으로 많은 차량활동을 요하며 작업장에 도달하기 위한 사람용 진입로도 필요하다. 가장 적은 훼손과 예산절감이 되는 진입로는 언덕이나 경사지 측면을 뚫고 들어가는 수평굴착형이다. 이것은 굴착된 암석버력처리와 중장비의 접근이 용이할 뿐만 아니라 차후 운용시 많은 물동량의 물품 반출이 용이하기 때문이다.

지하동굴의 수직접근로는 엘리베이터나 에스카레이타 그리고 인근 낮은 높이의 건물을 통하여 설치 가능하며 지상에 최소의 장애물을 주며 최소의 토지를 소요로 한다.

동굴형 지하공간에서 가장 큰 위험성은 화재다. 만일 가연성 물질만 사용 안하면 화재 발생율은 일반적으로 낮다. 그러나 진입로 구간이 길면 길수록 위험하므로 비상 출입구는 반드시 있어야 하며 입구부터 50m 이상되는 밀폐된 지점이 있어서는 안되고 2 개 이상의 출구를 갖어야 한다.

• 擴張 : 강도식 동굴형 공간은 자연 상태로 복구될순 없다. 그러나 잘 계획하면 광장이 무한히 계속될 수 있으며 광장부분은 최초계획의 한 구성체 일부분으로 보아야 한다. 그림 4 에서 두가지 전형적인 동굴 내부 형상의 변화를 보여주고 있다.

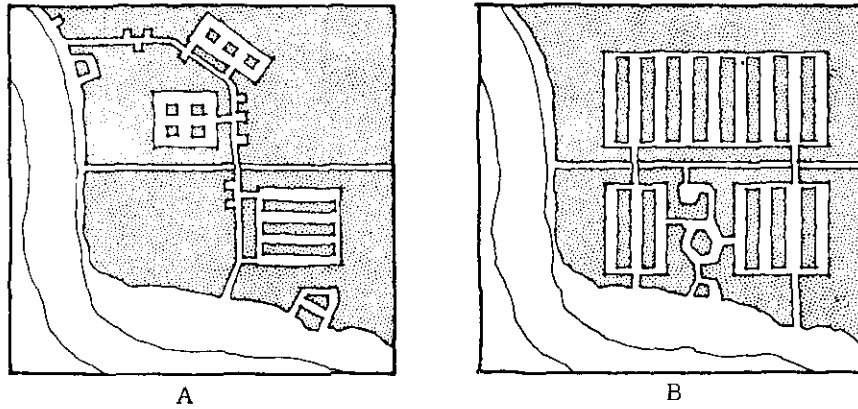


A. 조굴형 조직

B. 기둥방형

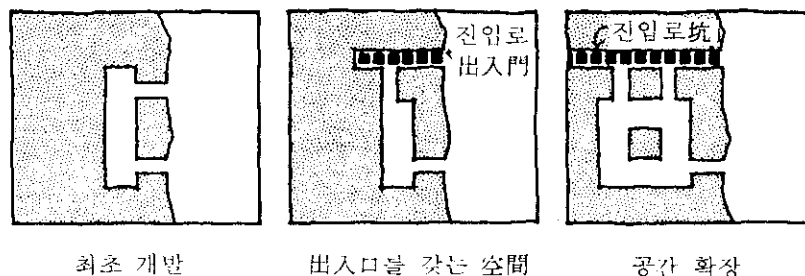
(그림 4) 전형적인 동굴지하 내부 형상의 변화

만일 내부발전 기본형이 어떤 특수공간 소요에 적합하지 못할때는 차량 순환로를 연결, 고리식으로 다른 조직의 동굴공간 군과 연결 시킬 수 있다. 이렇게 해서 조직내에 수개의 독특한 특징을 갖는 지역을 포함하여 대규모 지하공간 단지를 형성 시킬수 있다. (그림 5)



(그림 5) 대규모 지하공간 단지의 형성

동굴형 공간의 최초입구의 발전은 수정진입로가 가용한 언덕이나 단애 부분이 적절하다. 적절한 진입로의 선정은 장치 전체의 발전에 기여하고 순환기능을 이루는데 중요한 역할을 하게 된다. (그림 6) 동굴형 공간도 지하시설과 같이 전기, 통신, 급수, 하수등 똑같은 형태의 편의시설들을 필요로 한다. 동굴 공간에서는 구조학상 편의시설을 입의로 설치할 수 없기 때문에 가능한 한 봉로에 통합 설치하도록 해야 한다. 이것은 지상도로 밑에 있는 공동구 설치 개념과 같은 것이다.

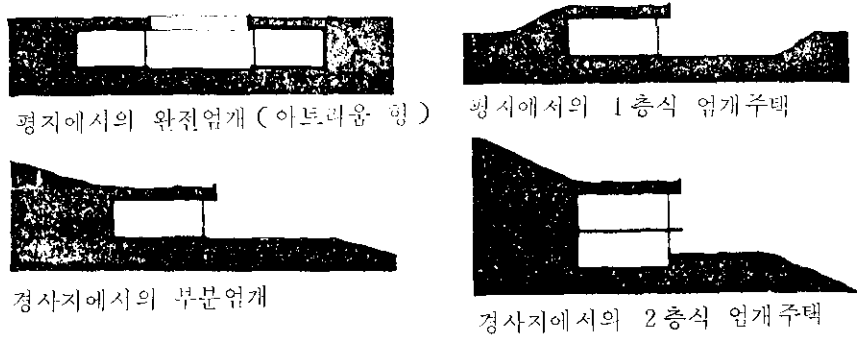


(그림 6) 동굴형 공간발전단계 입면형

掩蓋 地下空間 計劃 (TERRATECTURE)

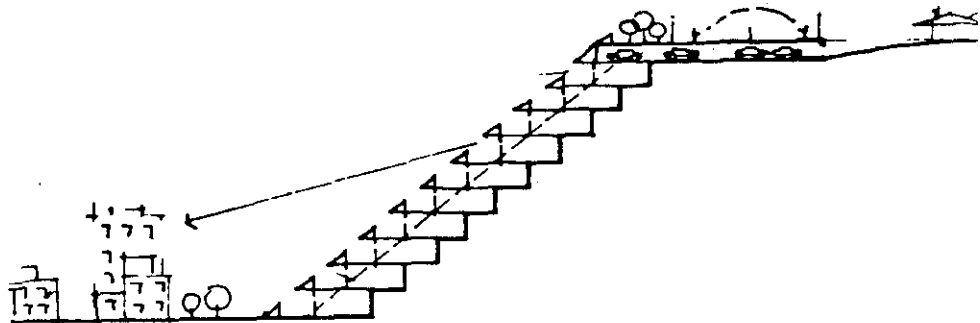
엄개공간 종류에는 입면형 (ELEVATIONAL DESIGN) 과 아트리움형 (ATRIUM DESIGN) 두가지가 있다. 평지와 경사지에 따라 몇가지 변형도 가능하다.

(그림 7) 가장 많이 사용하는 것은 입면형이다. 이 형태는 3 측면을 흠으로 성토했으며 한 면만 외부로 노출시켜 햇빛을 받도록 됐다. 단일 구조로 건축될 수도 있고 2층 구조 또는 측면 연결형등 다양하게 지을 수 있다.

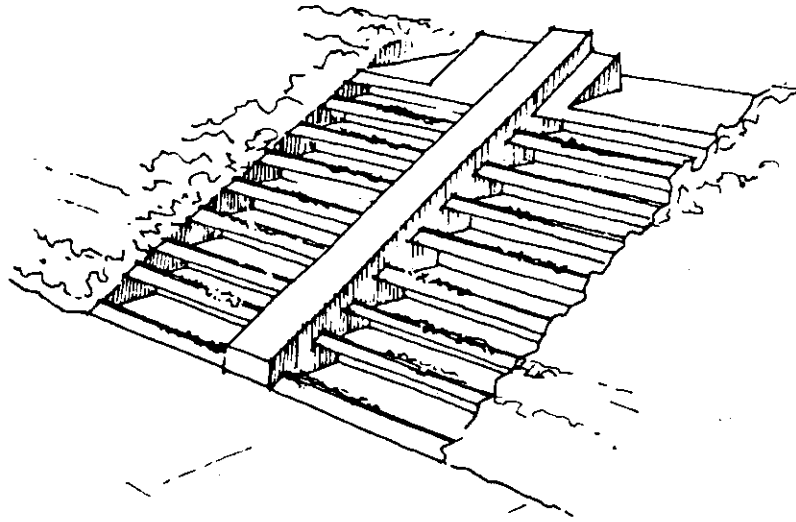


(그림 7) 엄개 공간의 종류

경사면을 따라 상하 밀폐된 통로로 연결 가능하며 대규모 시설 집합체가 형성될 수도 있다. (그림 8,9 참조)



(그림 8) 경사부지의 재개발을 위한 엄개주택의 개념도



(그림 9) 경사부지에 이용 가능한 업개주택의 개념도

아트리움형 (ATRIUM DESIGN 그림 10) 은 외벽과 지붕을 모두 높으로 성토하고 각 방의 구조물을 중앙 햇빛 받는 정원 주위에 위치시킨 형태로서 재래식 건축과 같이 평탄한 지상에 적합하다. 그러나 최대 15% 경사지까지 건설 가능하다.

업개형 구조는 주거용, 산업용, 상업용, 연구시설등 세계적으로 다양하게 건설되고 있는데 이것의 장점은 지상활동과 자연환경이 일체감을 갖는 것이며 동굴형보다 심리적으로 위축이 적은 것이다. 지상의 건물은 지면 경사 8% 이하에 건축 가능한데 업개시설은 8 - 15% 에 가장 적합한 것이다.

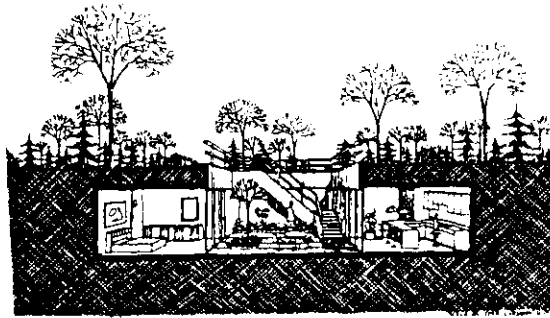
다음은 임개시설의 경사 기준이다.

경사 : 8 - 15% 단층 임개구조

15 - 25% 2 - 3층

25%이상 특수기술에 의한 임개구간

이 임개형 구조물은 배수가 용이하고 입자 분포도가 좋은 사석층 토양이 적합하다. 입면형 구조물은 겨울 햇빛받기가 용이하도록 동서로 남향을 향해 배치되어야 유리하다. 도시지역에서는 공지가 거의 없기 때문에 개별적 토지의 환경에 따라서 채택 가능 하겠다. 특히 소음이 많은 고속도로변이나 급경사지 관광지역의 일부에 제한적으로 채택 가능하다.



(그림 10) 아트리움형 단면도

地下施設의 分類

지하시설은 특수한 목적과 용도에 따라 일정한 기능을 발휘하기 위해 만들어 졌다. 이들 각 시설들은 기능별로 구분하는 방식은 다양하나 여기서는 일반적으로 알려진 용도에 따라 현재 개발된 지하공간을 종류별로 구분해 보았다.

<도표 4> 시설의 종류

시 설 종 류		사 용 용 도
지하 수송 시설 (TRANSPORTATION)	하나 혹은 다용도의 공급터널 (SUPPLY TUNNELS WITH ONE OR SEVERAL FUNCTIONS)	식수, 폐수, 하수, 열수 (FRESH, WASTE, STORM, HEATED WATER)
		가스 (GAS)
		전기, 전화선 (ELECTRICITY AND TELECOMMUNICATION CABLES)
		유해가스처리관 (PNEUMATIC WASTE DISPOSALTUBE)
	교통용 터널 (TRAFFIC TUNNEL)	지하도로 (ROAD TRAFFIC)
		지하철 (RAIL TRAFFIC)
		지하도 (PEDESTRIAN)
	산업용 공급터널 (INDUSTRIAL SUPPLY)	유류 파이프라인 (OIL PIPE LINES)
		일반/특수화물운송 (BULK TRANSPORT / PART ROAD TRANSPORT)
		자연수 (RAW WATER, PROCESS WATER)
		냉각수 (COOLING - WATER)
	저장시설 (STORAGE)	유류저장 (PETROLEUM PRODUCTS)
에너지 저장 (ENERGY STORAGE)		
식료품 저장 (FOOD STORAGE)		열수 (HEATED - WATER)
		압축공기 (COMPRESSED AIR)
		냉동저장 (COLD STORAGE)
기타 저장 시설		냉동실 (REFRIGERATED - CHAMBERS)
		곡물저장 (SILOS)
		지하문서고 (ARCHIVE)
발전소 (POWER STATION)	지하차고 (GARAGE)	
	화력 (STEAM POWER STATION)	
	핵발전소 (NUCLEAR POWER STATION)	

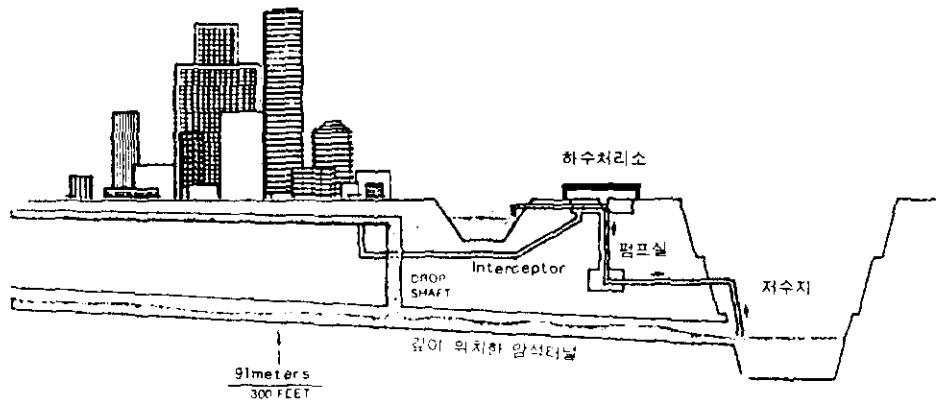
사 설 종 류		사 용 용 도	
생산 및 처리시설 (PRODUCTION AND PROCESS INSTALLATION)		수력발전소 (HYDRO-ELECTRIC POWER STATION)	
	처리시설 (TREATMENT PLANT)	폐수처리 (SEWAGE TREATMENT)	
		식수처리 (FRESH-WATER TREATMENT PLANT)	
	기타 시설	공장 (FACTORY), 농장 (농작물 재배)	
		채석장 (QUARRY)	
		지역난방 (DISTRICT - HEATING PLANT)	
단말시설 (TERMINALS)	운송단말 (TRANSPOR- TATION TERMINAL)	버스정류장 (BUS TERMINALS)	
	화물단말 (GOODS)	화물 보관소	
		통신단말 (TELECOMMUNICATION CENTRES) 변전소, 지하역 (TRANSFORMER, SUBSTATION)	
군사시설 (DEFENCE INSTALLA- TIONS)	군사시설	지휘소 (COMMAND CENTER), 미사일 시설	
	지하 대피소	핵 공격시 대피시설	
	전략적 가치가 있 는 시설	격납고, 해안 방어가치, 지하 해군기지	
임개시설 (EARTH - SHEHERING)	주거시설	엄개주택 (EARTH SHELTERED HOUSE)	연립주택 (공동주택)
			단독주택
	기타시설	사무실 (OFFICE BUILDING), 학교, 상가, 도서관 휴게실, 체육관	
기타의 유용한 시설	공공시설 (PUBLIC USE)	강의 및 회합실 (ASSEMBLY AND -TEACHING PREMISES)	
	상업시설 (ECONOMI- CAL FACILITIES)	지하상가 (SHOPPING CENTRES) 지하사무실 (OFFICE)	
(OTHER POSSIBLE USES)	오락시설 (RECREA- TION FACILITIES)	스포츠시설 (SPORTS FACILITIES)	
		사격장 (SHOOTING RANGE)	
	분묘시설	묘지시설 (BURIAL FACILITIES)	
	폐기물처리시설 (WASTE-DISPOSAL FACILITIES)	산업폐기물 (INDUSTRIAL-WASTE DISPOSAL)	
핵 폐기물 (NUCLEAR WASTE DISPOSAL)			

都心地의 地下施設

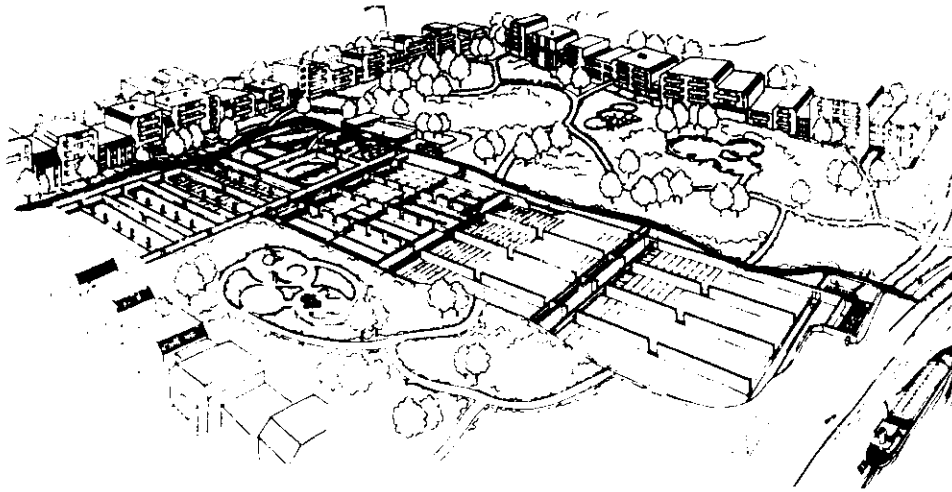
도시지하공간에도 모든 지하시설이 건설될 수 있으나 밀집된 건물지역으로 공사 활동이 제한을 받거나 굴착시 생기는 막대한 토석처리 문제로 시설종류는 선별 이용되며 또한 표층 가까운 지하공간에는 都市環境에 惡影響을 주는 시설들은 回避되는 것이 一般的 추세이다.

도시에서의 건설 가능한 시설들은 <표 4>에서 지하수송시설들로서 대부분 다 필요한 시설들이다. 대표적 시설은 지하철, 지하도 및 공동구 등이다.

생산 및 처리시설 종류로서는 식수처리시설과 폐수처리시설 (그림 11,12)과 같이 도시지하에 설치하는 것이 가장 이상적이며, 기타 발전소건설은 도심지역을 피해 근교 지하에 설치하는 경우가 많다. 최근에는 폐열 및 태양열을 이용한 지역난방 (그림 13,14) 도심지역에 계획을 많이하고 있으며 우리나라도 서울 여의도에 최초로 지역난방 (그림 15) 이 건설될 예정이다.

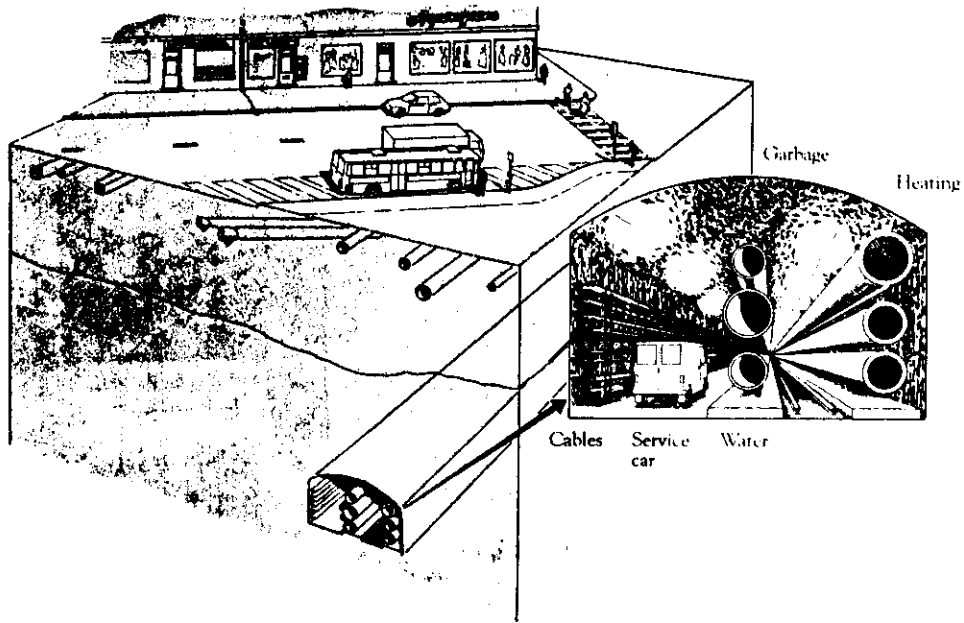


(그림 11) TARP 계획에 의한 하수처리 시설의 지하 단면도

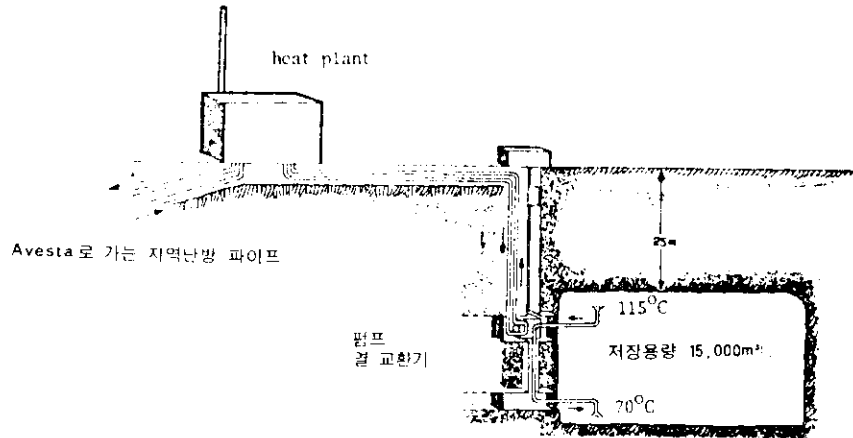


(그림 12) DOCKHAVEN 처리소의 조감도.

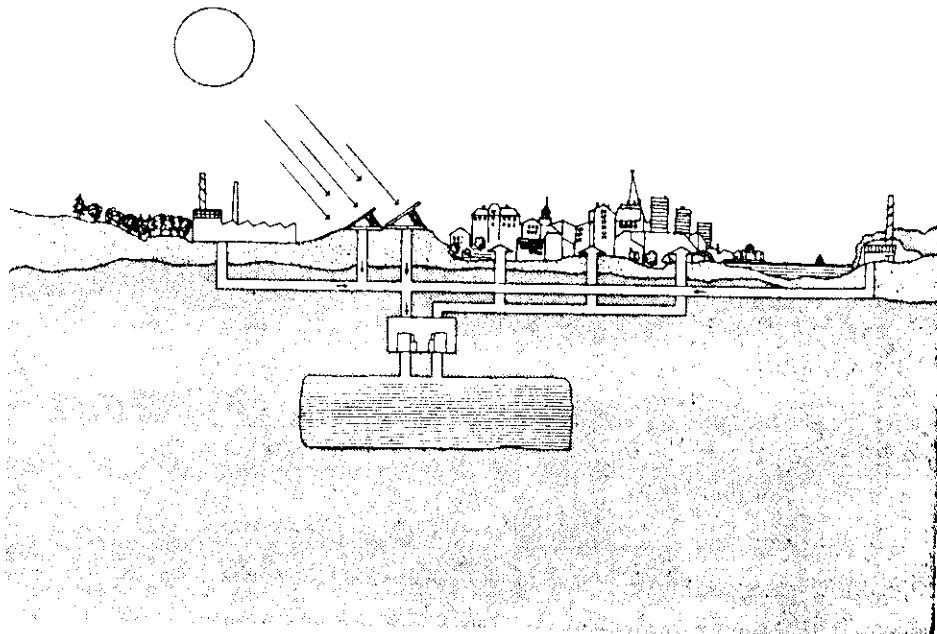
처리소 주위에 3층 - 6층 높이의 연립식 아파트가 들어서 있다.



(그림 13) 도심지의 지하 다목적용 터널

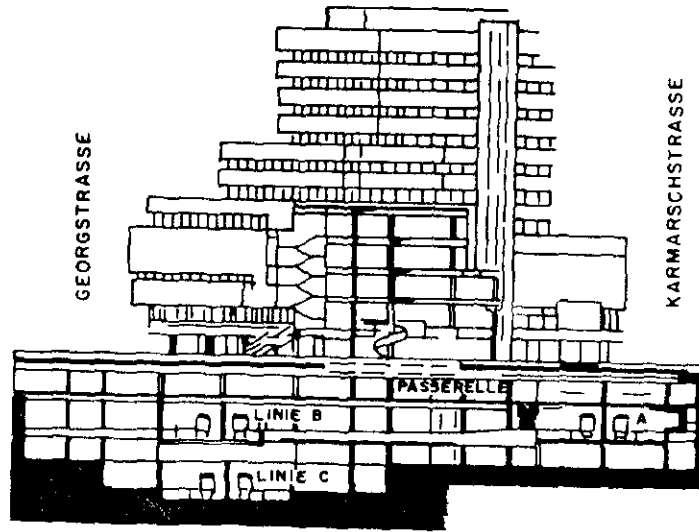


(그림 14) 15,000m³의 열수를 저장할 수 있는 능력을 가진 저장공동



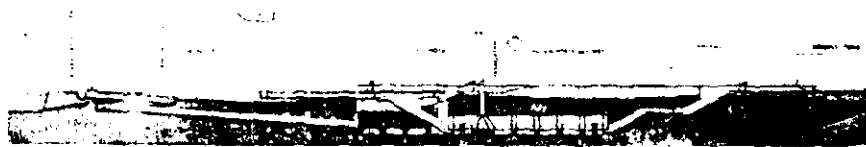
(그림 15) 태양열을 이용한 지역난방
지하공동을 이용하여 태양에너지를 모으고, 저장하고, 분배하며, 공장의
폐열도 사용한다.

斷末施設로서는 BUS 정차장, 화물보관소등 있으며 기타 통신단말 변전소, 지하역등은 지하회함으로서 도시환경의 개선에 큰 기여를 하는 것이다. (그림 16)

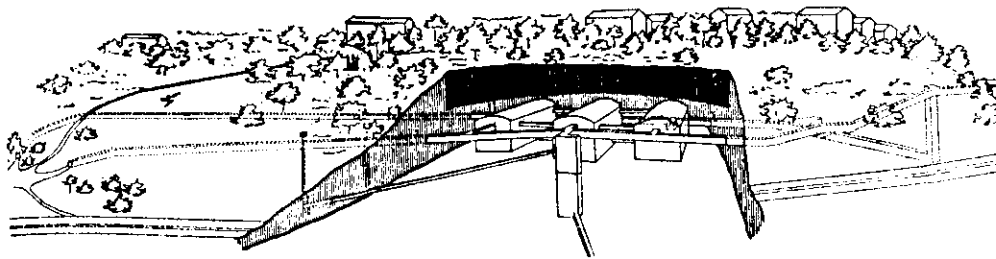


단말시설 (예 1) 종합터미널

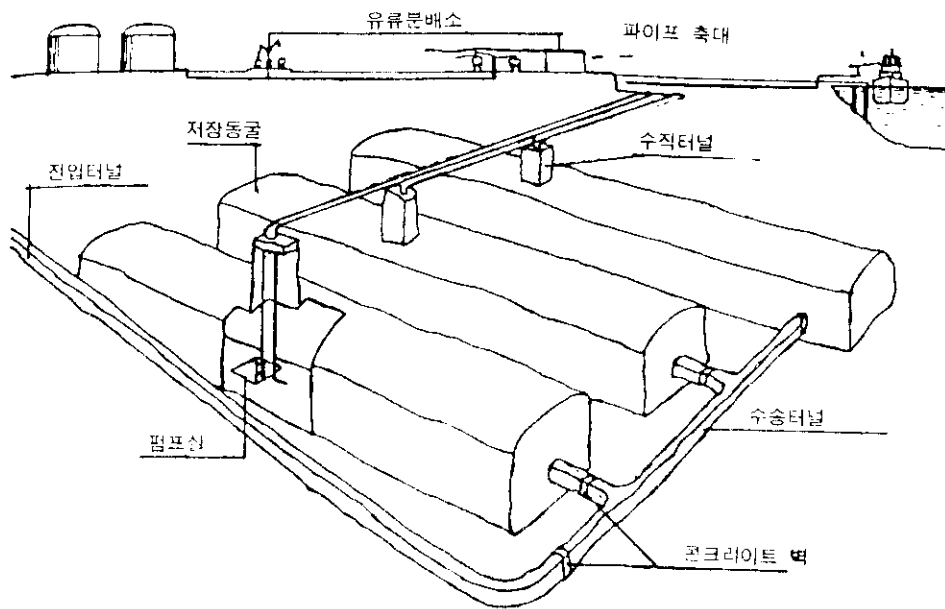
(그림 16) 지하철이 번화가의 건물 밑을 바로 지나가므로, 좀더 집약적으로 건물을 이용할 수 있게 되어 있다.



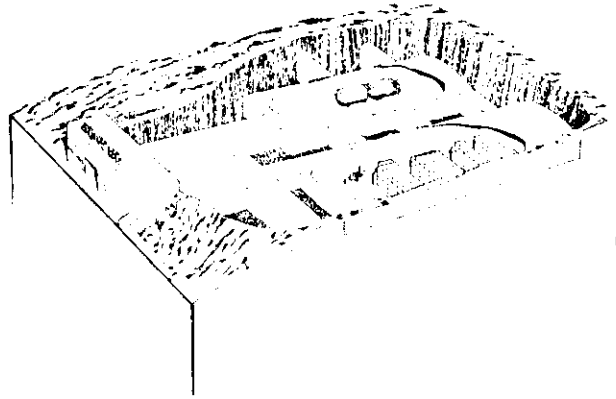
(그림 17) 단말시설 (예 2) 화물보관소



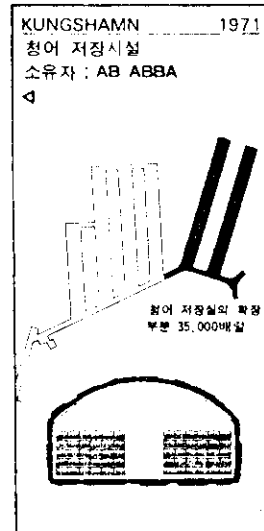
(그림 18) 지하 전화 교환소



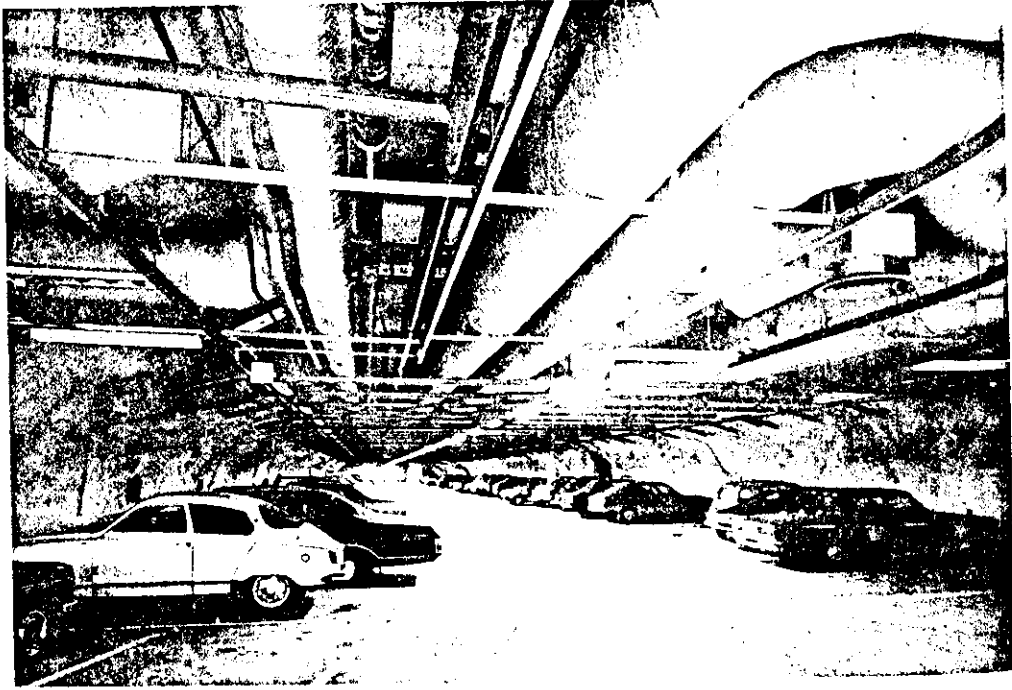
(그림 19) 유 류 저 장



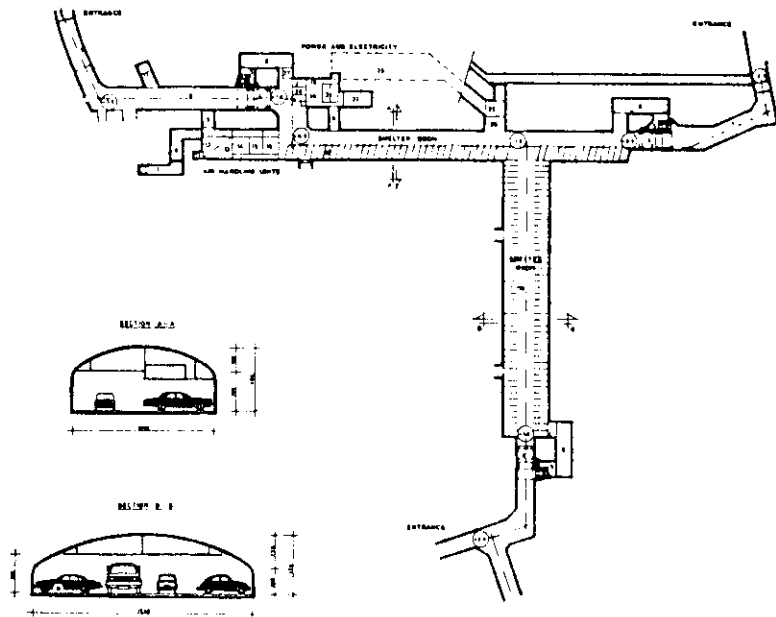
(그림 20) 스투홀름의 지하 냉동 저장시설



(그림 21) KUNGSHAMN 의 지하 청어 저장시설



(그림 22) 주차시설로 이용되고 있는 모습



(그림 23) TAHTITORNINMAK 내에서 주차장으로 이용되고 있는 위치의 단면

地下 電話交換所 (그림 18) 는 도심에 위치하여 유사시 전쟁이나 사보타지에 대하여 최대한 안정성을 제공한다.

貯藏施設로서는 유류저장 (그림 19), 에너지저장 (그림 14), 냉동저장 (그림 20, 21), 기타 文書庫, 地下倉庫 등이 대표적이다.

冷凍貯藏施設 (그림 20) 은 저장온도가 -25°C 이며 지상에 비하여 18%의 에너지를 절약할 수 있다.

地下駐車場 (그림 22, 34) 의 평시에는 주차장으로 사용되며 유사시에는 민방위 대피소로 활용된다.

酒類貯藏에는 서늘하고, 일정한 온도가 필요하므로 옛날부터 동굴이나 지하실을 이용하여 저장해 왔다. 실례로 헝가리에서 포도 재배로 가장 유명한 TOKAJHEGYALJA 지방은 산 허리를 뚫은 지하동굴을 이용하고 있다. (그림 24)

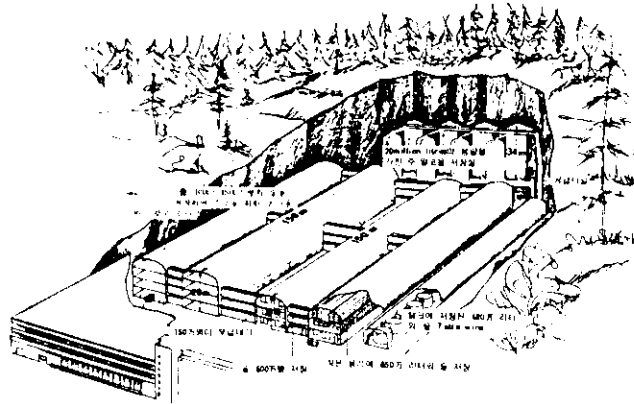
지하동굴은 수 km 나 들어가는 미로로 되어 있으며 천정이 ARCH형이 아니면서도 양질의 지층이 견고하게 지탱될 수 있도록 해주며 $8 - 12^{\circ}\text{C}$, 78 - 90%의 습도를 가진 기후속에서도 온도나 습도의 변화가 거의 없다. 이 곳에 있는 술의 저장, 숙성에 사용되는 지하공간은 총면적 $183,000\text{m}^2$ 에 달하고 있다.

防禦施設은 크게 民間이 주도하는 民防衛 施設과 軍事的 目的에서 설치된 軍防禦施設로 나눌 수 있다.

民防衛施設은 대부분 待避施設 (그림 28) 로 이루어졌고, 민방위지휘소 (그림 26, 27) 가 지하에 설치되어 전. 평시 안전하게 보존된다. 민방위 대피시설은 평시에는 주차장, 수영장, 오락장등 공익시설로 활용하는 추세에 있다.



(그림 24) TOKAJHEGYALJA 지방 지하동굴에 드림을 담긴 술이 저장된 모습



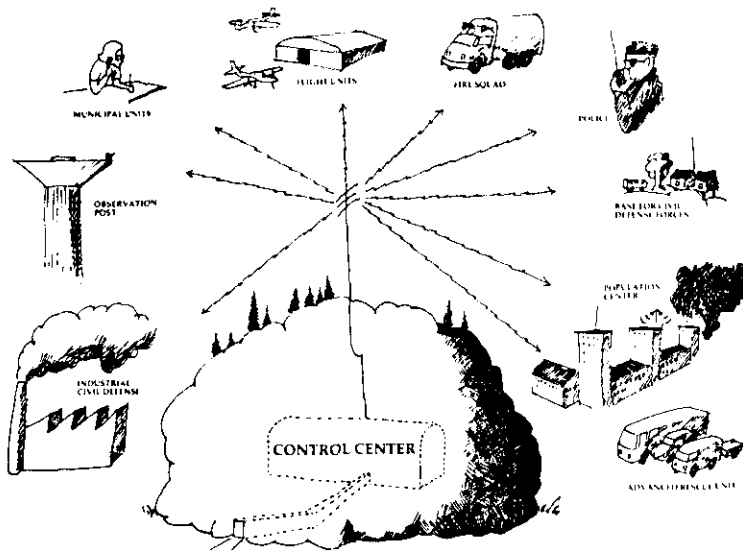
(그림 25) 스웨덴의 ARSTADAL에 있는 VIN & SPIRIT CENTRALENS 의 저장시설은 대부분 d 1 암석 내부에 설치되어 있다. 토지이용이 어렵고, 기후조건이 일정하다는 것이 지하를 택하게 된 동기가 되었다.

현재 스웨덴의 대피시설의 총수용 능력이 550 만명에 달하며 매년 20만명씩 다 수용할 수 있는 시설을 만들고 있다. (총인구 800 만명) 1인당 소요면적은 1.1 - 1.2㎡ /인을 기준하고 있으며 유사시 전인구가 대부분 다 대피할 수 있도록 전지역에 분산 설치하고 있다. 핀랜드의 헬싱키는 전체 시민의 86%인 12만명을 수용할 수 있는 대피시설을 갖추고 있는데 100 여개의 시설중 27개가 지하암석층에 있고 앞으로 5 만명을 더 수용할 수 있는 시설들을 건설 중에 있다.

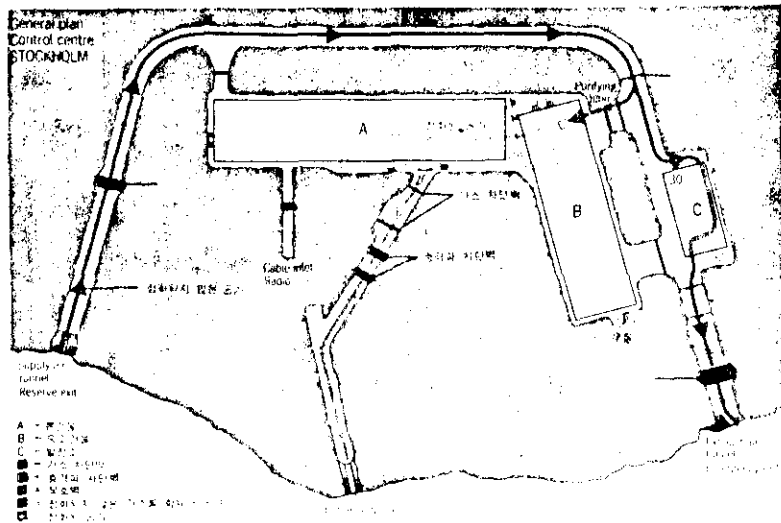
(그림 28) 은 TAHTITORNINMAKI 반공호의 配置圖를 그린 것이다. 총 연장은 2km이며 각실의 크기는 14㎡ - 130㎡이다. 총 수용 인원은 5,750 명이며 이 지역의 민방위 체제를 통제하는 중앙 지휘소가 있다. 정상시에는 그림에서와 같이 주차장으로 활용되며 240 대까지 주차가 가능하다.

掩蓋施設종류에는 임개주택 (그림 29) 을 위시하여 사무실 (그림 30) , 도서관 휴게실 (그림 32) , 학교 (그림 31) 등이 있다.

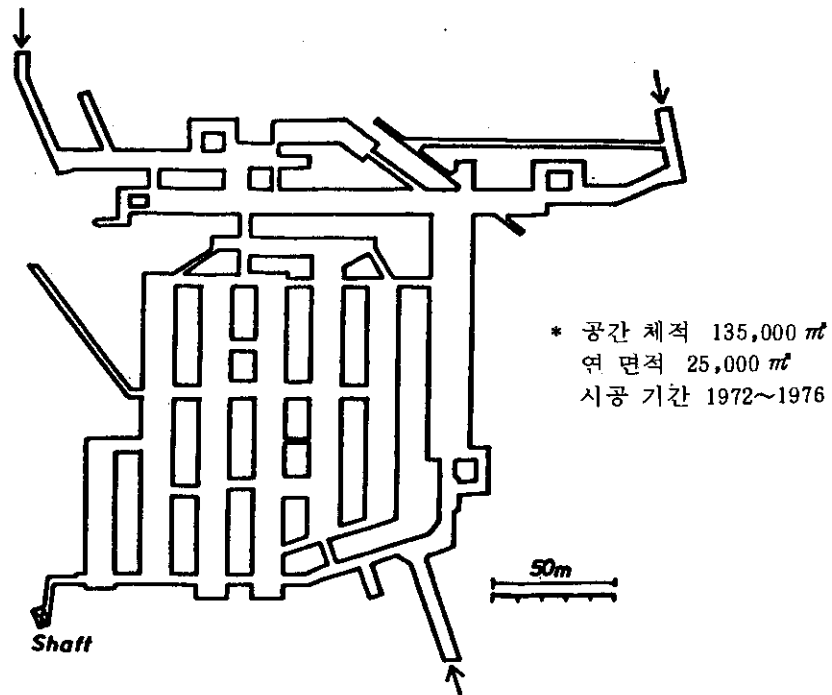
其他施設로 학교 (그림 31) , 박물관 (그림 33) 이 있으며, 지하박물관은 지상에 비해서 온도, 습도, 조도등의 변화로 인해 생기는 유물들의 부식문제와 도난방지 등으로 인한 많은 시설및 유지 비용을 줄일 수 있다. 또한 전쟁의 피해로부터 보호될 수 있으며, 인구 밀집지역에 위치함에 따른 공해로 유물이 손상되는 것을 방지할 수 있으며 현지 발굴장소의 지하에 설치할 수 있는 장점이 있다.



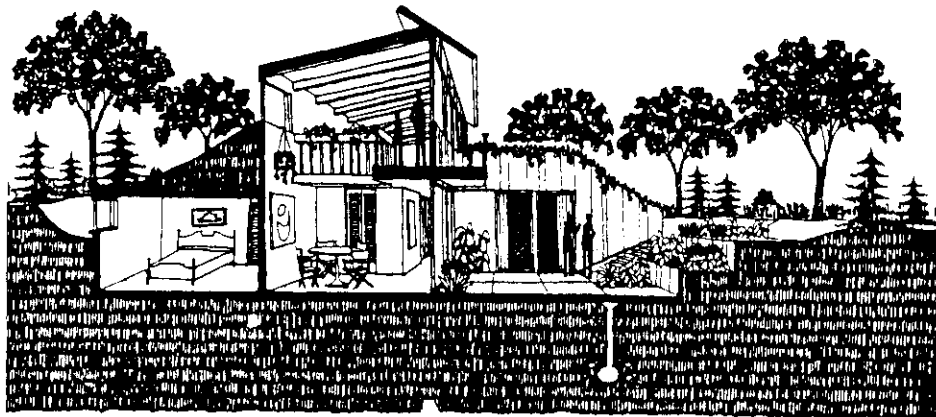
(그림 26) 민방위 지휘소는 지하에 안전하게 보존되어 있으며, 각 주요시설 및 조직과 연결되어 있다.



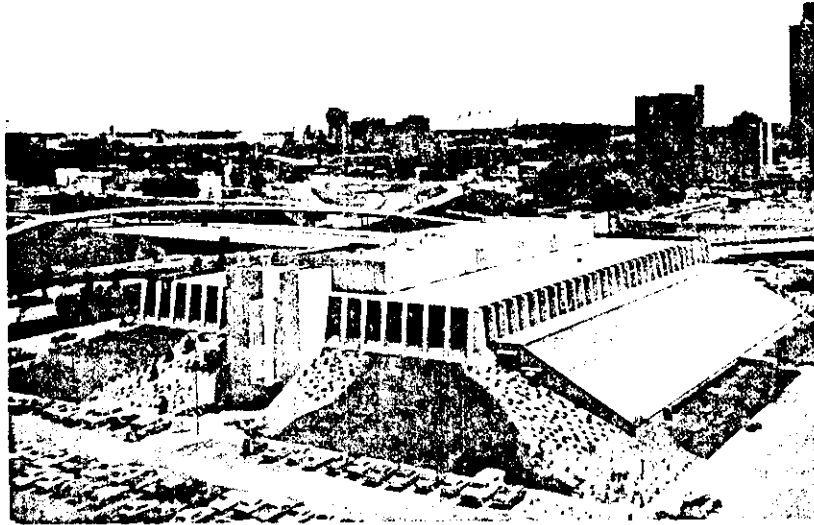
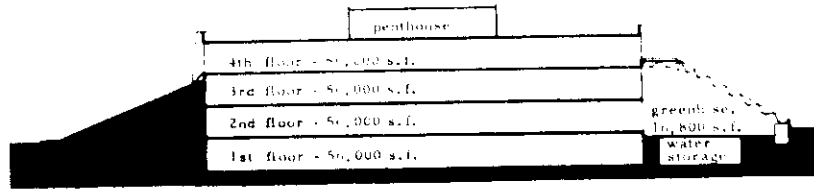
(그림 27) 스웨덴 민방위 지휘소의 지하배치도



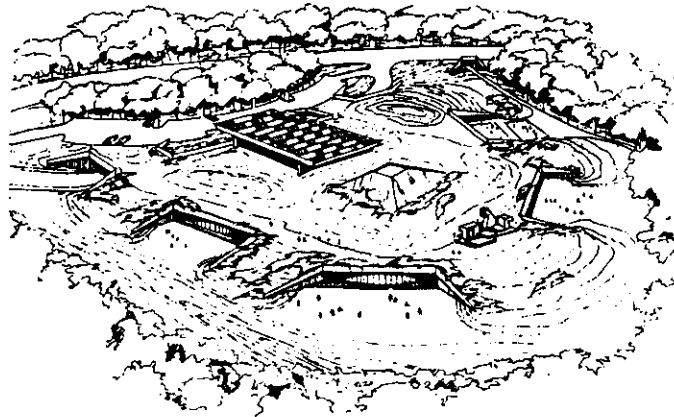
(그림 28) TAHTITORNINMAKI 암석터널의 배치도



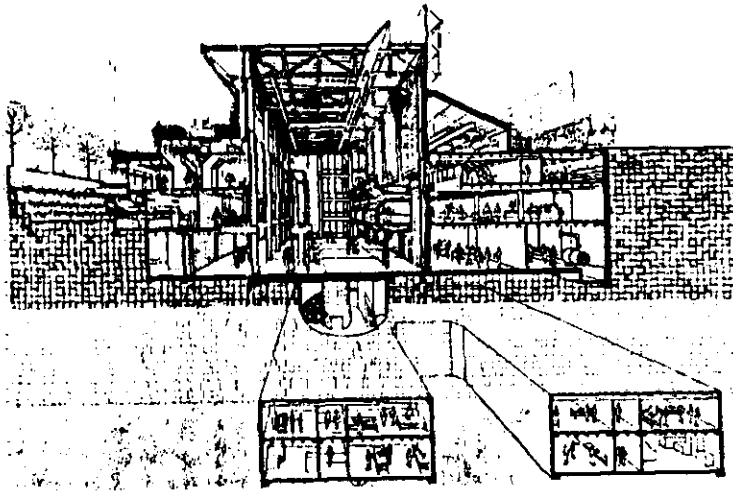
(그림 29) 엄 개 주택



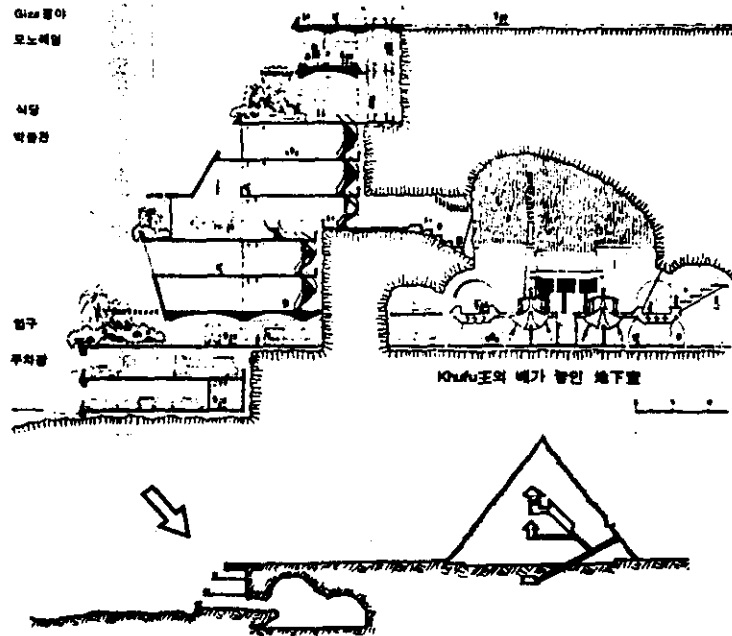
(그림 30) 미네소타의 미네아폴리스에 있는 사업기술건물이 완공된 모습이다. 4층인 이 건물은 3층까지는 높으로 덮여 있으며 16,800ft²의 식물원을 갖고 있다.



(그림 31) 버지니아 RESTON에 있는 일개된 학교

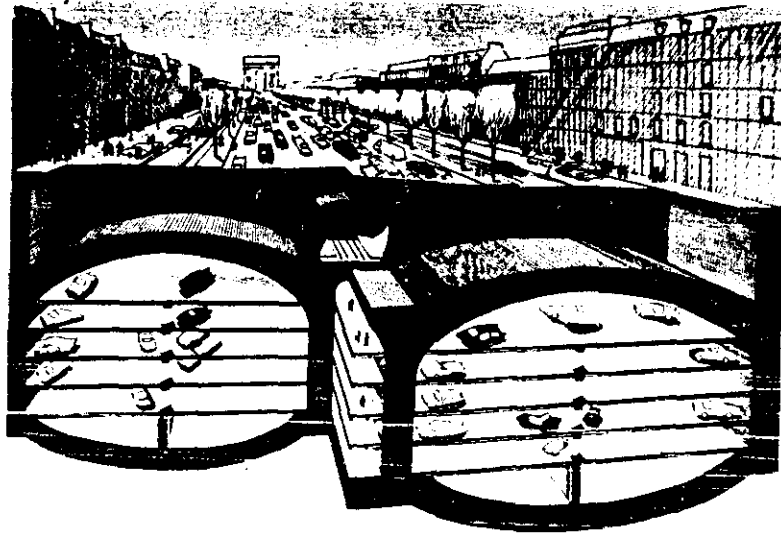


(그림 32) 도서관 휴게실



(그림 33) 지하박물관 전체의 단면도

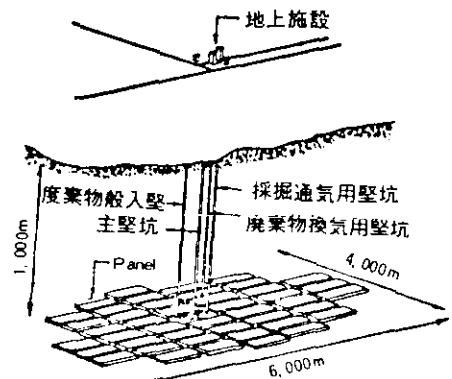
도심지의 주유간선도로 및 지하공간은 지하철, 지하도 및 주차장 (그림 35)의 건설이 바람직 하다.



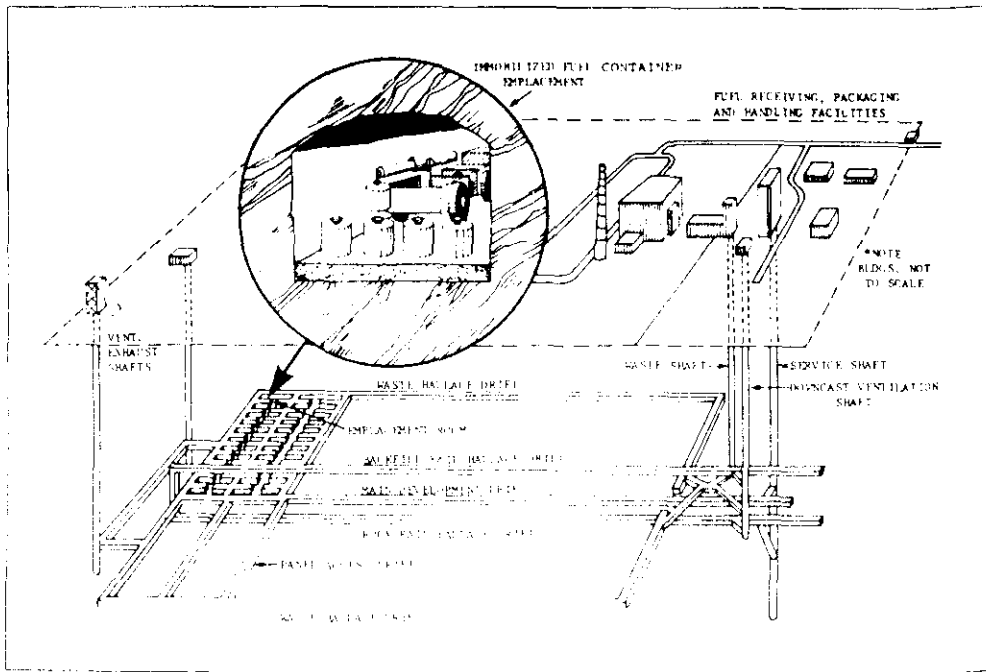
(그림 34) CROSS-SECTION OF A PARKING RAMP CONSTRUCTED UNDER PARIS'S BUSY CHAMPS ELYSEES AVENUE.



(그림 35) THIS PARKING RAMP BENEATH THE SQUARE DE LA TRINITE IS ONE OF 41 PARKING FACILITIES PROPOSED IN 1954 BY GECUS.



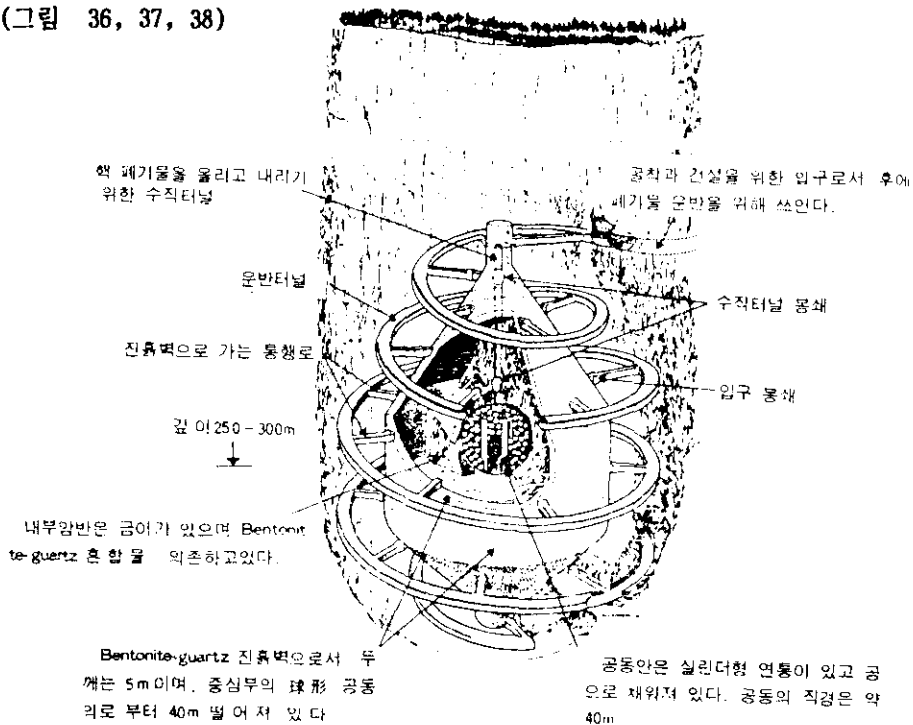
(그림 36) 지하 핵폐기물 저장시설



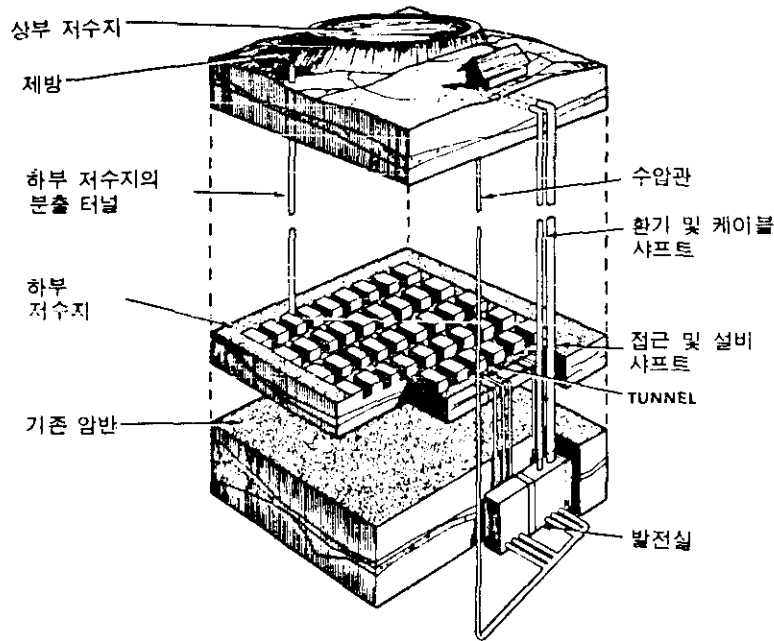
(그림 37) 결빙암층에 설치된 폐기물 저장소의 개념도 (캐나다), 원안은 고농축 재생 폐기물을 바닥에 설치하고 있는 모습.

심층 지하공간에는 지하 핵폐기물저장시설들이 건설되고 있다.

(그림 36, 37, 38)



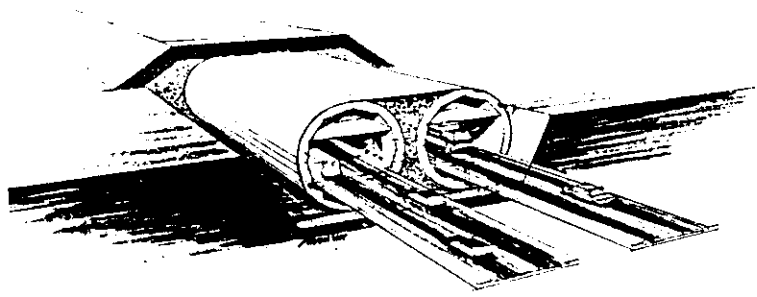
(그림 38) WP - CAVE 개념에 의한 폐기물 저장소의 전체형태



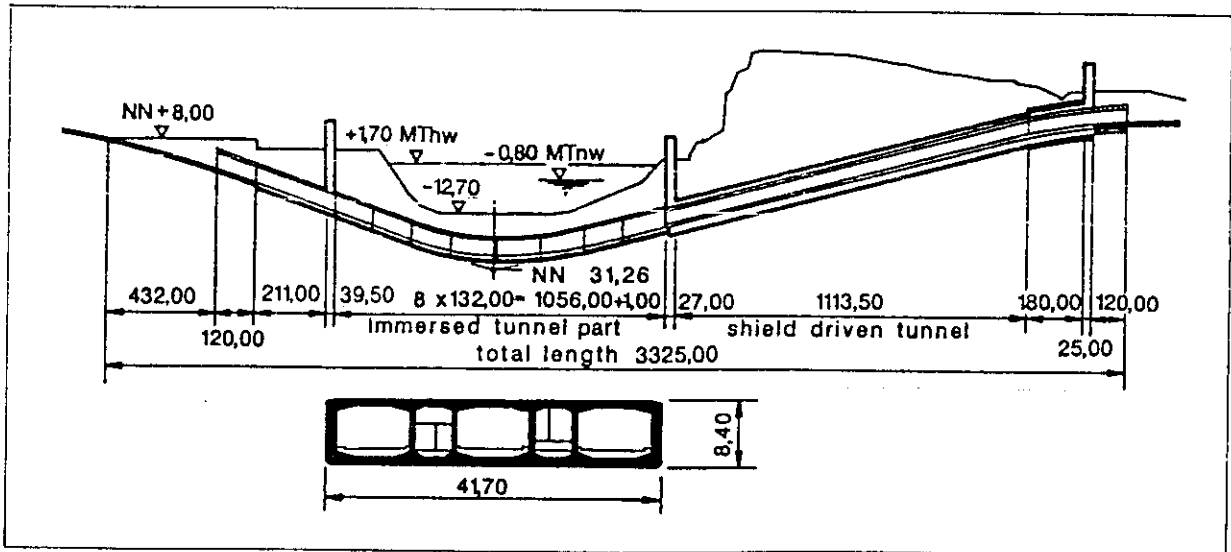
(그림 39) 지하 양수발전소의 개념도

地下陽數發展은 수력발전에 있어서 전력의 수요가 적은시간 동안의 잉여전력을 이용하여 最大部下時의 電力供給을 圓滑하게 하려는 방식이다. (그림 39) 즉 발전에 사용된 물을 지하저장소에 저장하였다가 밤이나 주말과 같이 전력의 수요가 적은 동안에 남아도는 전력을 이용 1,000 - 2,000m 위에 있는 지상저장소로 끌어 올려 전력수요가 최대가 되는 동안 이 저장된 물을 재사용하는 것이다.

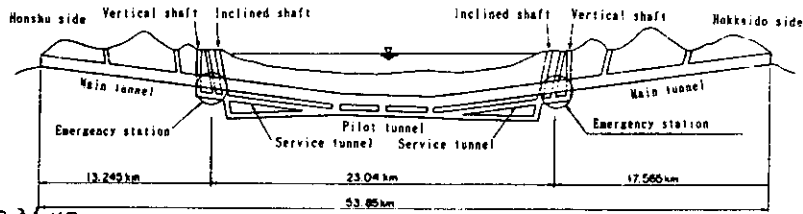
해저 지하터널은 海峽이나 江地下空間을 굴착하여 터널을 건설하는 것과 (그림 41, 42) 콘크리트관을 해저면에 CUT AND COVER (그림 40) 방식으로 건설하는 두가지 방식이 있다.



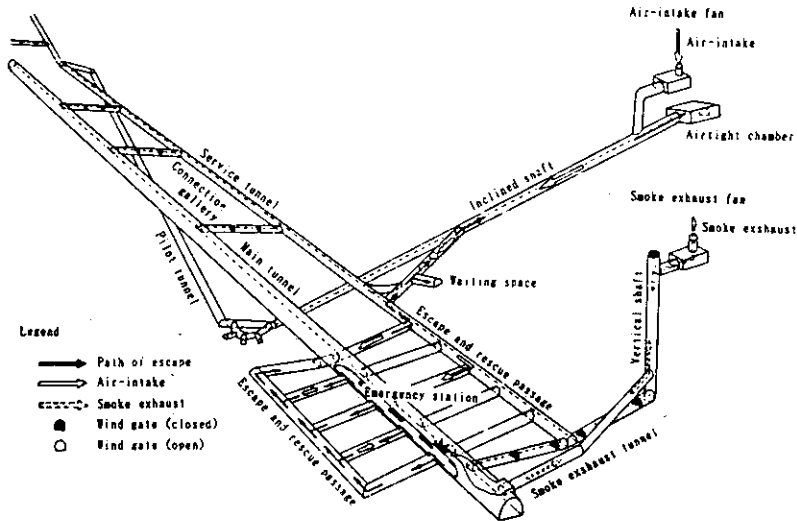
(그림 40) EUROROUTE ROAD TUNNEL



(그림 41) THE NEW ELBE TUNNEL IN HAMBURG



22142 . Location of emergency stations in the Seikan Tunnel.



(그림 43) VENTILATION IN EMERGENCY OPERATION. THE EXAMPLE ABOVE SHOWS A SOUTHBOUND TRAIN BROUGHT TO A STOP AT YOSHIOKA EMERGENCY STATION.

IV. 一般計劃節次

어떠한 계획이 실천되기 전에는 전반적인 계획 절차를 모두 밟아야 한다. 지하공간 계획에 있어서는 지상건설 공사보다 더욱 정확하고 치밀한 방법으로 계획이 추진되어야 한다. 지하시설 공사에는 미지의 요소가 무수히 많다. 중요 위치에 있는 많은 사람들이 지하건설의 경험이 부족할 뿐만 아니라 일상적인 계획절차도 덜 개발된 실정이다. 지하공간 건설은 공동사회계획과 통합되어야 한다. 따라서 3 단계 수준의 계획 형태가 필요하다.

- 細部計劃 — 개별 또는 제한된 공사의 시행을 위한 계획측량, 연구 및 방법에 목적을 둔다.
- 特定施設計劃 — 개별 공사나 협조된 조직에 관련된 기능의 요구사항과 필요성을 위한 장기 및 단기적 기준에 준한 계획함에 목표를 둔다.
- 綜合計劃 — 주로 전체적인 지역사회 개발을 위한 지침을 제공하고 계획 전망상 각개 다른 수요들을 협조하고 합리적인 자원 이용을 검토하는 것이다.

새부계획은 지하시설 건설에 있어서 기술자에게 가장 중심이 되는 것이다. 시설계획을 위한 현장조건의 상세한 지식은 특정기능과 종합계획에 필요한 통합 조정 사항이 가능한지를 판단하는데 근본적인 것이다.

하나의 완전한 광범위한 계획 체계에서는

- 종합 계획을 장기 계획
- 부분 계획을 중기 계획
- 세부 계획을 단기 계획으로 구분되며

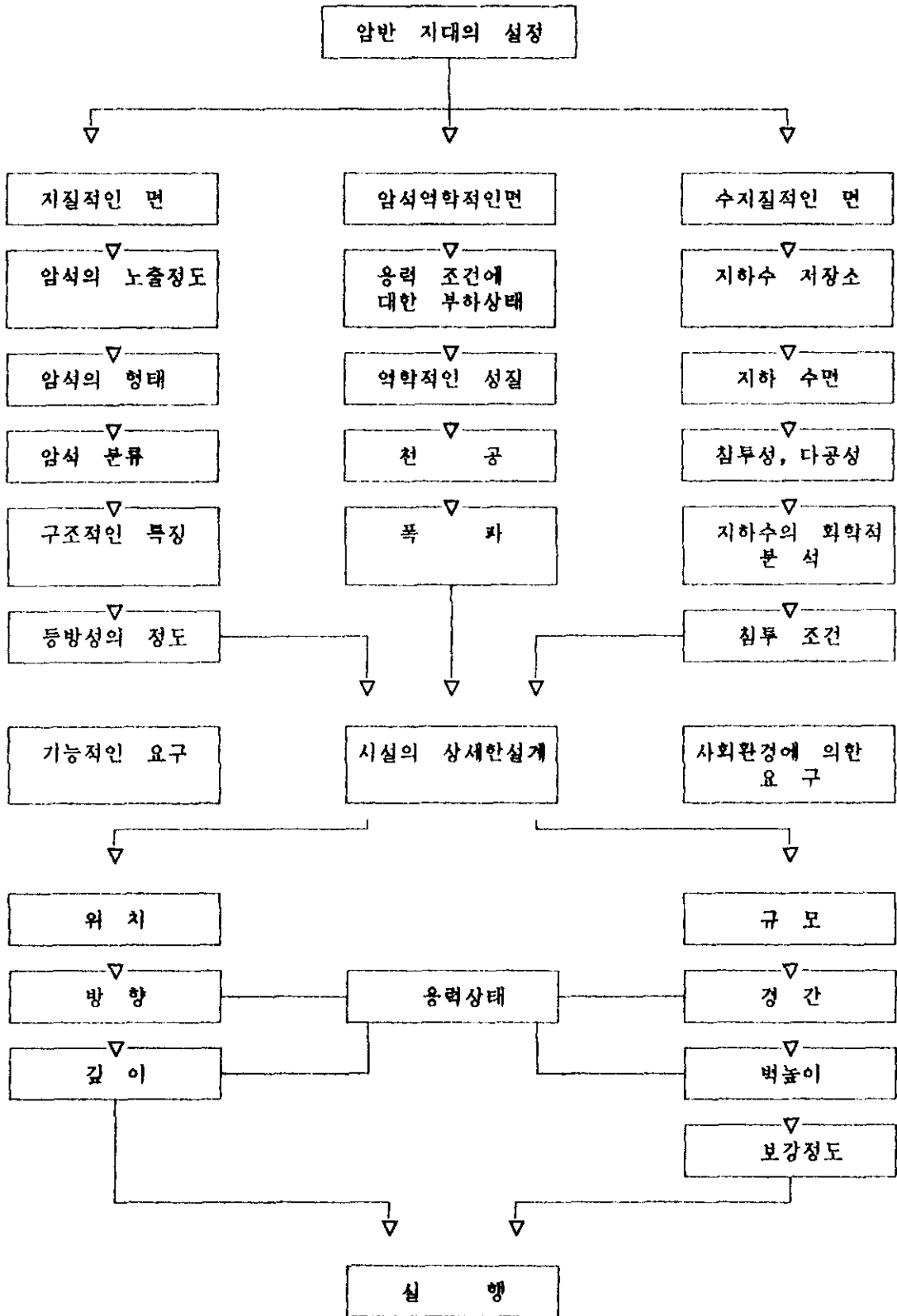
세부 계획은 3 단계 과정의 하나로 볼 수 있다.

지질계획설계 (GEO-PLANING)

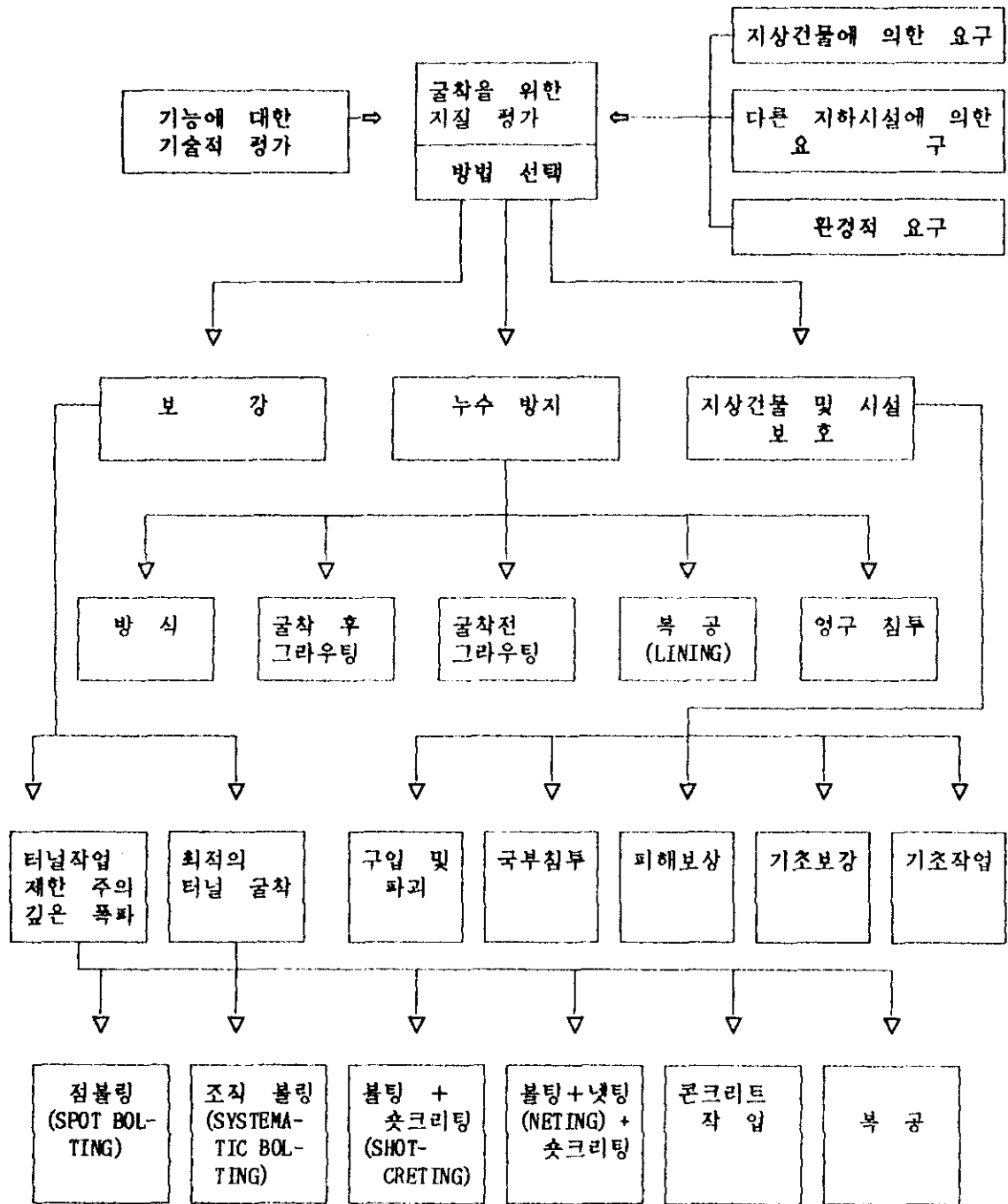
지질조사를 통한 세밀한 지질계획을 하는 중요한 이유중 하나는 지하시설을 완전히 유치하며 영구히 보전할 수 있는 기초가 되기 때문이다.

지질계획의 중요한 목적을 이루는 것은 공학적 지질특성 (ENGINEERING GEOLOGY) 과 암석역학 (ROCK MACHANIC)이며 이 기초자료에 의한 지질계획의 역할은 다섯가지로서 실행가능성 연구, 위치 선정연구, 지질학적 조사, 설계참고, 공사 작업의 감독시에 적용된다.

지질계획의 주요 과정은 다음 두 (그림 44,45)로서 설명된다.



(그림 44) 실제 굴착에 들어가기전 까지의 지질계획 비용



(그림 45) 지질평가후 굴착 과정에서 행해지는 내용들이 나타나 있다.

굴착단계에서 지질학적인 면에서 이루어져야 할 일은 크게 보강, 누수방지, 지상건물 및 시설보호의 세 가지를 들 수 있다. 이 세가지 작업에 대한 구체적인 내용은 위에 소개되어 있다. 이와 같은 작업이 제대로 이루어지기 위해서는 굴착 중에도 계속 지질에 대한 연구와 조사가 필요하다.

地質研究의 分析

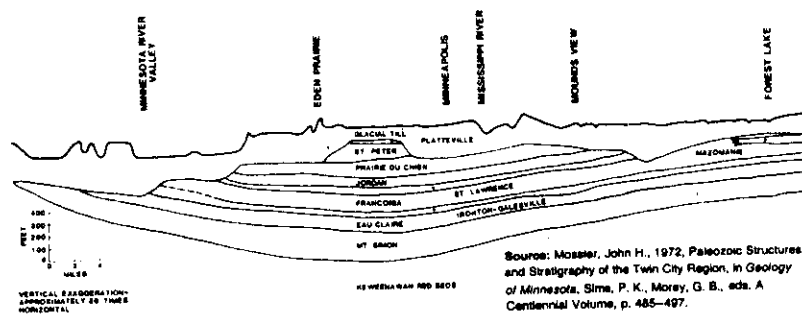
地質研究는 지하건설계획의 가장 기초가 되는 最初 計劃段階라고 할 수 있다. 지하공간 구조의 상태를 정확히 알아야 효율적인 이용계획을 수립할 수 있다. 한번 지하에 굴착된 공동을 원상태로 회복시킬 수 없기 때문에 지하건설의 계획은 치밀하고 세심한 연구와 지질조사가 필요하다. 또한 지질조사는 지하건설의 경제성 판단의 기초가 되고 차후 공사시 혼란과 피해를 방지할 수 있기 때문에 비용예산을 아껴서는 안된다.

지질연구는 국토지질연구, 지방지질연구, 지역지질연구, 지질조사, 지질보고등 단계별 조사연구가 실시되어야 한다. 주요지하시설의 입지선정을 위해서는 국토지질연구가 필요하다. 국토지질연구는 지도와 사진 기존지질조사 자료로 지역선정을 하게된다. 선정된 가능성지역에 대하여 좀 더 세밀한 지질연구를 하게 되는데 이것이 지방지질연구이다.

都市地下空間의 全般的 開發計劃을 위해서는 이 地方 地質研究를 必要로 한다. 이것 역시 지도와 사진 및 기존지질조사 자료로 실시하는데 연구의 목적은 지질조건, 지하수 상태, 시설포용능력, 이용도, 하부구조면 등에서 가능성 높은 지역을 선정하고 주위의 환경적인 문제도 검토하여야 한다. 따라서 도시지역 전반적인 지질조사가 필요하나 막대한 비용소요로 전지역에 대한 지질조사는 사실상 불가능 하고 기존 지질조사 기록 자료를 이용하는 것이 통례다. 그러나 美 MINNEAPOLIS시의 경우 市와 民間技術 團體의 合作으로 방대한 지질조사를 실시하여 암반구조, 수지질, 토양 상태, 경사지, 굴재및 유용한 광물분포상태 등을 포함하여 지하건설에 적합성을 분석한 각종 지질도 (그림 46 - 54 까지) 를 작성하였는데 이것이 최초의 도시 지하공간계획 지질도라고 할 수 있겠다.

이렇게 완성된 지질연구자료를 통하여 지하공간 이용을 위한 개발계획 지침을 마련하고 도시장기발전계획에 반영하여야 된다. 조사결과는 문서화하여 시민에게 공개하고 모두가 그 개발개념을 이해하고 개발에 적극 참여하도록 유도해야 할 것이다.

서울시의 경우 전반적인 지질조사를 위해서는 각 지하시설 개발분야에 소관부서의 주도하에 이해관계지역의 조사를 분담 실시하거나 단일통제기구에 의한 종합지질조사 실시방안 두가지 모두 고려할 수 있다. 즉 교통신, 주택, 환경, 동자부, 민방위, 분야등 기타 각 소관부서별 관민 합작으로 실시하는 것이 바람직 하다. 예산성 효율성을 기하기 위해 전반적 지역보다 주요지역을 중점적으로 난차적 조사추진이 바람직 하다고 본다.



(그림 46) 美 MINNEAPOLIS 市 지하지층도



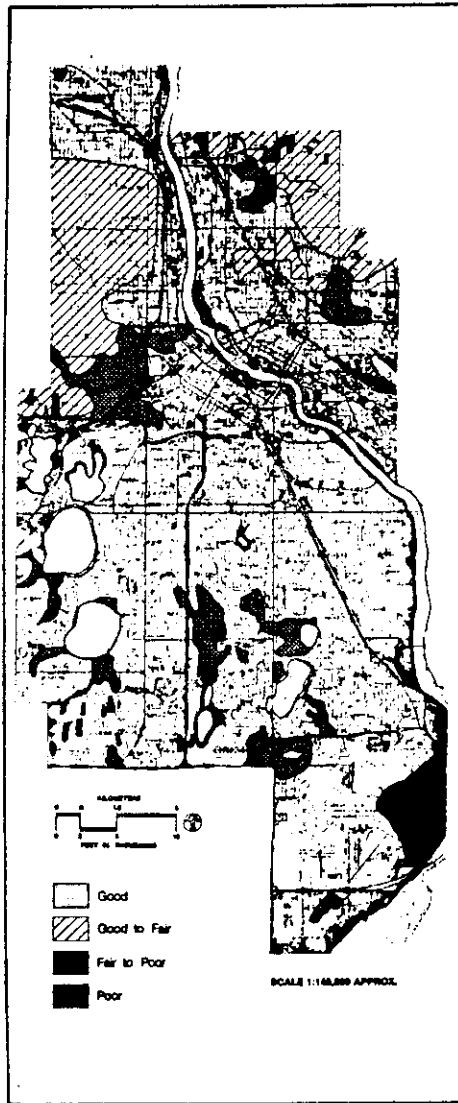
(그림 47) 암반지질도

지하공간개발에 적합한 암반층은 PLATTEVILLE 석회석층과 St PETER사석층 그리고 PRAIRIE DU CHIEN층이다.



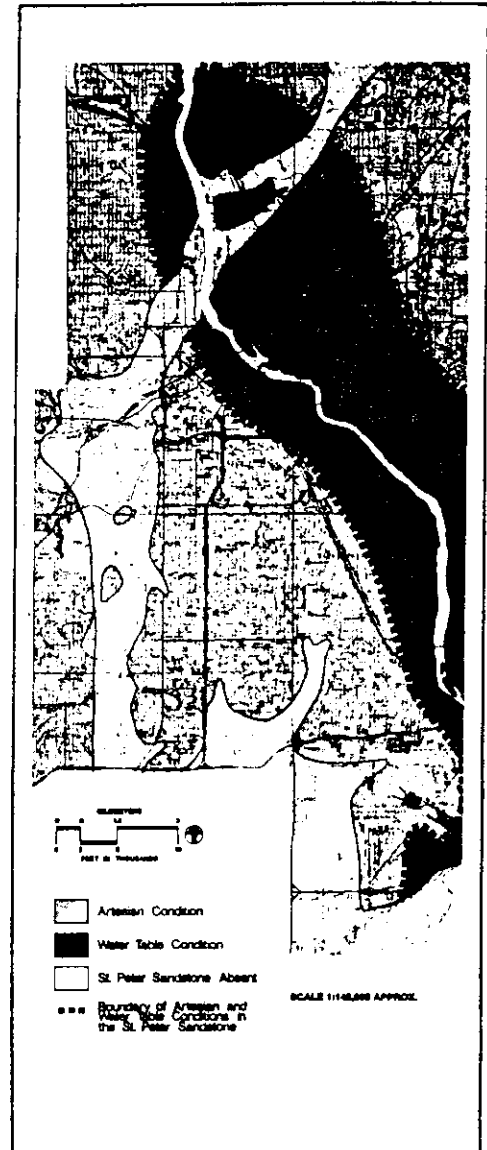
(그림 48) 석회암 상태

10' 이상의 두터 이상의 석회암층이 넓은 지하공간을 지지할 수 있는 지역을 보여준다.



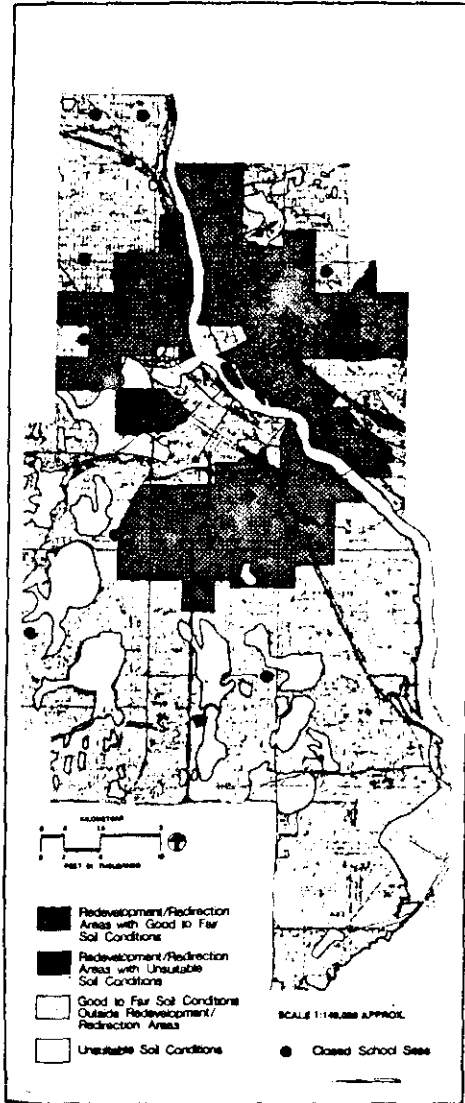
(그림 49) 질개성도 및 임개시설에 적합한 토질도

임개 및 질개복공형에 적합한 각종 토양 종류와 지표면 지형을 고려하여 공사에 적합한 범위를 간단히 식별해 놓았다.



(그림 50) 수지질도

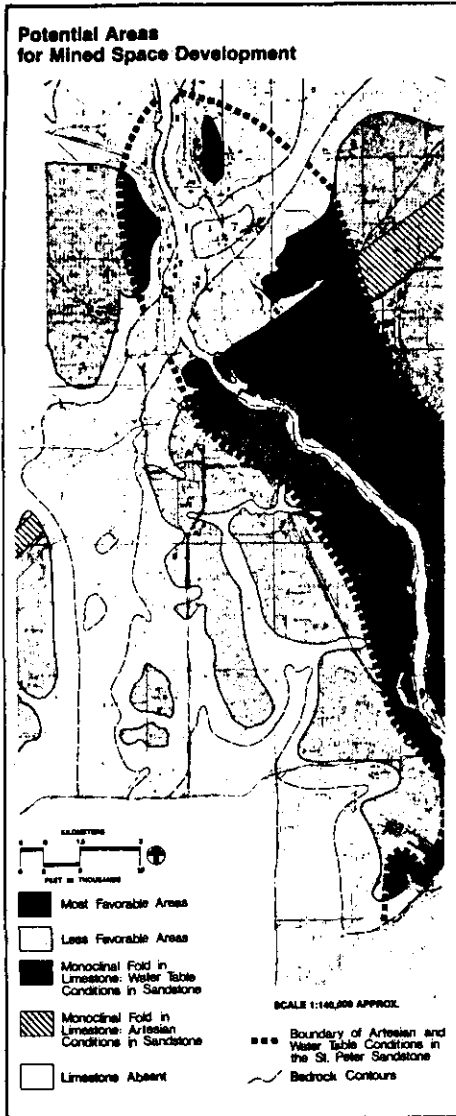
샘 및 지하수 형태의 두가지 조건이 St PETER 사석층에 존재하고 있다.



(그림 51) 재개발지역 토질적합성
 재개발함에 따라 엄개 및 질토복공형
 공사가 가능한 대단위 토지가 가용하다.

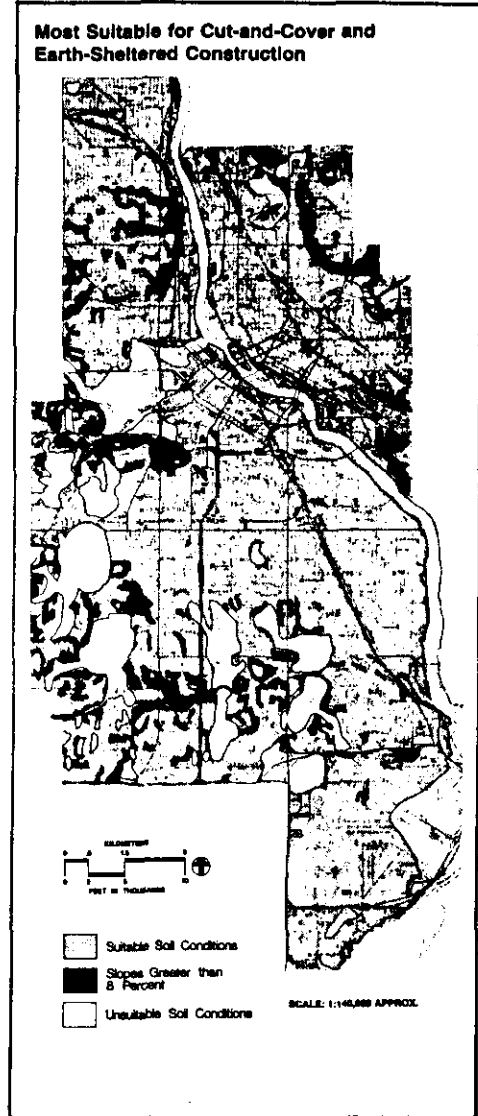


(그림 52) 지하철 가능지역과 암반구성
 석회석층의 존재로 강도굴착식 지하철
 건설에 적합한 지역이 많다.



(그림 53) 갱도식 공간 개발에 적합한 지역

암반지질과 석회석 조건 및 수지질 조건의 복합적 도면이 갱도굴착식 지하공간을 개발하는 지역을 보여준다.



(그림 54) 임개 및 절개성토 최적지대

토양적합성과 8% 이상 경사지의 복합 지도가 임개형 공사에 적합한 지역을 표시하고 있다.

地下空間 開發協力 機構設立

地下空間을 效果的으로 開發하기 위해서는 公共資源에서 각 關聯 機關의 機能을 綜合 調整할수 있는 協力機構가 必要하며 민간차원에서 전문적인 연구단체가 구성되어 민간기구의 상호 협조하에 모든 사업이 추진되어야 한다. 외국의 전문적 연구협조 단체를 들면 미국의 지하공간협회 [AUA (AMERICAN UNDERGROUND ASSOCIATION)] 가 미국의 지하공간개발 기술을 교육 전파하고 신기술 개발과 정부정책건의등 많은 역할을 하고 있으며 각종 국제기술의 교류에 기여하고 있다. 프랑스에는 [GBCUS (GROUPED` ETUADÉ ETDE COORDINATION DE +` URBANISME SOUTERRAIN : 도시기사개발 연구조정단) 1933년 설립 되어 지하공간에 관련된 모든 문제를 다루어 수많은 업적을 이룩했으며 오늘날 프랑스의 지하공간개발을 주도하고 있다.

여기에는 저명한 교수, 건축가, 기술자, 도시계획자, 지질측량기술자, 장비기술자, 모두가 망라되어 긴밀한 협조로 공동연구 개발에 참여하고 있다.

SWEDEN에서는 국제적 행사로 ROCK STORE 심포지움을 3 - 4 년 마다 STOCKHOLM 에서 개최하여 세계적인 기술개발을 주도해 나가고 있다. 또한 각국마다 터널학회, 도시 지하공간협회 등 많은 단체들이 지하공간개발분야에 대해서 정부정책을 주도해 나가고 있다. 우리나라에서는 지하공간개발 전문협조 기구가 없으며 지하공간의 특성상 국가 차원의 연구개발기구 설치가 필요하다. 현재는 지하유류저장 분야에 한하여 외국의 기술을 이용하여 석유개발공사에서 지하유류저장공사를 실시하고 있다. 무엇보다도 인구와 차량증가로 도시가 마비될 정도로 혼잡해지는 것을 대비하여 전국적인 대도시의 지하공간 개발을 서둘러 추진할 수 있도록 전담 기구의 발족이 시급하다. 특히 서울이 더욱 복잡해지기 전에 지하공간 개발을 서둘러 추진해야 되며 지하공간 개발 연구 위원회가 발족되어야 한다.

V. 結 論

地下空間은 에너지절약, 환경보호, 저경비, 도심공간의 입체화 및 지상공간의 확보 면에서 그 효용성이 전 세계적으로 인정되고 있으며 실제로 매우 多樣하게 開發 實用化 되고 있다.

우리나라의 경우, 좁은 국토를 효율적으로 이용하고 경제적인 시설의 개발을 위하여, 또한 전쟁의 위협으로부터 보호받기 위한 대피시설 및 주요 시설들의 지하화를 위한 지하공간의 개발은 절대적으로 필요한 것이다.

특히 우리나라는 지하공간 개발을 위한 풍부한 공간자원과 양호한 지질조건을 갖고 있다고 볼 수 있다. 아직 개발되지 않은 지하공간을 체계적이고 조직적인 개발을 위하여 종합적인 지하공간 이용계획을 수립하여야 한다.

政府와 民間 양쪽에 專門的인 專擔機構가 構成되어 꾸준한 研究開發을 推進하는 동시에 지하공간 개발을 원활히 하기 위한 법적 뒷받침과 세제 금융등 각종 지원 정책을 펴 나가야 할 것이다.

參 考 書 誌

- . 鄭裕熙 著 地下空間利用 1983. 기전연구소

- . 鄭裕熙 著 都市地下空間의 效用性에 관한 研究
 (석사학위 논문)

- . Birger Jansson & Torbjorn Wingvist :
 [Planning of Subsurface Use] 1977.

- . Ray sterling [Earth Sheltered Housing Design]
 The Underground Space Center University of Minnesota. 1979

- . S Magnus Bergman [Subsurface Space, Volume 1,2,3]
 Proceedings of the International Symposium.
 Stockholm, Sweden June 23-27, 1980

- . American Underground Space Association (A.U.A)
 [Underground Space] Volume 7 No.2