

綜合的인 地形設計方法 略論**

—造景을 위한 土工事設計—

黃 琪 源*

目 次

I. 序	III. 土壤調節
II. 整 地	IV. 土工事の 主要 課題

I. 序

1. 土工事 設計의 意義

土工事(earthwork)는 造景에 있어 필수적인 사업이다. 造景은 기존의 自然環境에 변화를 초래하게 되는 바, 이 變化는 필연적으로 “땅의 모습”(earthscape)⁽¹⁾의 變化를 수반하기 때문이다. 그러나 土工事 자체가 造景의 전부는 아니고, 造景의 基盤을 조성하는 先行的인 작업이다. 땅을 덮게 되는 이른바 “地被要素”(landcover element) —植生, 鋪裝, 建物 및 構造物 등—를 올바르게 설치하고, 정착시키기 위해 이미 주어진 땅의 形質을 바꾸는 일이 土工事인 것이다. 그리고 한걸음 더 나아가서 土工事は 땅의 表面의 상태(topography)만 變化시키는 일에 국한하지 않고, 땅 속의 상태(geology)까지 變化시키는 일을 포함하게 된다. 왜냐하면 生物인 地被要素를 제대로 活着시키자면 물, 공기, 영양 등의 生育條件을 구비하여야 하고, 人工物인 地被要素를 올바르게 定着시키자면 地耐力, 排水 등의 構造條件을 갖추어야 하기 때문이며, 이러한 條件들은 地上 뿐 아니고, 地下의 상태와 관련된 것이 더 많기 때문이다.

그런데 이 두 地被要素, 生物과 人工物이 요구하는 條件이 서로 다르고 어긋나는 경우가 많다. 植物의 活着에는 흙에 함유되어 있는 유기질 영양분이 필수적인데, 이러한 성분이 많이 함유되어 있는 흙은 構造物의 地耐力에 불리하다는 상충관계를 예로서 들 수 있다.

더구나 현대에 와서 대부분의 土工事が 안전하고 저렴해야 하는 工學的·經濟的 基準에

* 서울大學校 環境大學院 環境造景學科 助教授

** 本 研究는 1984年度 文敎部 學術研究助成費의 支援에 의하여 이루어진 것이다.

(1) earthscape라는 용어는 earth+scape의 합성어로서 사전적인 의미는 “外界에서 본 地球의 모습”이다. 여기에서는 landscape에 대비하여 보다 포괄적이고 대규모의 景觀이라는 뜻과, land에 대비하여 땅의 物理的 측면을 강조한다는 뜻으로 쓰고 있다.

따라서 重裝備를 동원한 土工事方式에 의해 이루어지기 때문에 生物의 生育 條件에 대한 세심한 고려가 무시되거나 소홀하게 처리되어 버리는 경우가 대부분이다.

이러한 實務上의 慣行은 土工事に 의해 달성할 수 있고, 또한 달성해야만 하는 또 다른 주요한 목적인 “景觀의 操作”을 불가능하게 하거나, 부적합하게 해버리는 결과를 초래하고 있는 것이다.

이 研究는 이러한 實務上의 현실을 고려하여 造景을 위한 土工事設計의 基本原則과 主要課題를 요약, 설명하는 것이 목적이다.

2. 土工事の 定義

土工事(earthwork)의 辭典的 定義는 땅을 굴착하거나 흙을 돋우는 工事を 가리킨다. 그리고 土工事에서 定義하는 土工事は 整地工事(grading)와 軟弱地盤改良工事(soft ground improvement)를 가리킨다. 前者는 埤地, 道路 등의 造成을 위해서 땅을 평탄하게 고르거나 斜面을 손질하는 작업이고, 後者는 연약한 地盤의 흙을 개량, 치환, 보강하여 構造物을 지탱하기 위한 흙의 物理的 特性을 변화시키는 작업이다.

한편 造景工事에서 定義하는 土工事は 整地工事 및 軟弱地盤改良工事 뿐 아니라 흙의 生態的·化學的 特性을 변화시키는 土壤調節工事(soil conditioning)를 포함하고 있다.

이 研究에서는 土工事を 크게 整地工事와 土壤調節工事로 구분하고 整地工事は 盛土 및 切土工事로, 土壤調節工事は 軟弱地盤改良工事 및 生態基盤造成工사로 각각 나누어 다음과 같이 定義하도록 한다.

- 整地工事: 기존 地表面 地被狀態, 기울기, 標高, 起伏 등을 변경시키는 工事
 - 盛土: 다른 곳에서 흙을 현장으로 옮겨와서 보태는 工事
 - 切土: 현장에서 흙을 파내어 다른 곳으로 옮겨가는 工事
- 土壤調節工事: 기존 地下部의 흙, 공기, 수분, 유기물의 物理的·化學的·生態的 상태를 변경시키는 工事
 - 軟弱地盤改良: 物理的 상태의 변경이 주가 되는 工事
 - 生態基盤造成: 化學的·生態的 상태의 변경이 주가 되는 工事

3. 造景分野의 特性

① 對象으로 본 特性

造景이 對象으로 하는 것을 空間的, 地理的으로 보면 個人庭園에서 비롯하여 團地, 都市, 地域, 全國土, 나아가서는 地球 전체에까지 이르고, 그 形質로 보면 原生自然(wilderness)으로부터 農耕地와 같은 半自然, 都市와 같은 人工에까지 이르며, 관계되는 사람으로 보면 個人에서 集團 내지 不特定 多衆에까지 이르고 있다. 이와 같은 “廣範圍性”과 함께 또 한

가지 특성은 “連繫性”을 들 수 있다. 즉 造景은 人間이 포함되는 複雜하고 정교하게 얽힌 自然生態系와 人工生態系의 調和라는 要求를 충족시켜야 하는 것이다.

② 素材로 본 特性

造景의 特性 중에 어찌던 가장 대표적인 것이 바로 이 점이고, 또한 가장 인식이 낮은 것이 바로 이 점이다. 造景의 素材는 앞서 본 對象의 廣範圍性에 비추어 다양함을 짐작할 수 있는데 實務의次元에서 보면 크게 生物과 無生物로 나눌 수가 있다. 生物은 두말할 나위 없이 植物, 動物, 微生物인데 日常造景에서는 植物만 생각하지 動物, 微生物은 생각하지 않고, 植物에 있어서도 몇 가지 觀賞用的의 나무, 꽃, 잔디에 국한해서 생각할 뿐이다. 그러나 본래적으로는 自然植生の 중요성이 인식되어야 하겠고, 生態的 秩序를 유지하기 위한 動物과 微生物의 중요성이 또한 인식되어야 한다. 이는 작은 團地나 엄밀하게는 個人住宅의 庭園에도 적용되는 점이다.

그리고 無生物은 땅, 물, 돌, 흙, 공기등은 물론인데 여기에서 중요한 점은 이 無生物을 “살아있는(生物的) 無生物”로 본다는 점이다. 즉 이러한 無生物도 生態系를 구성하는 중요한 要素로서 生物과의 生物地化學的 循環을 위해서 제대로 살아 움직여야 한다는 뜻이다. 아마도 土木分野와 크게 다른 점이 바로 이 점일 것이다. 그런데 이 素材는 建築이나 土木의 素材와는 달리 地域的인 조건에 크게 영향을 받을 뿐 아니라, 工場製品과 같은 規格性이 없다는 점이다.⁽²⁾ 이 특성은 造景의 주요 素材가 生物이고, 對象이 국지적 環境이라는 점을 고려하면 당연하다고 하겠으나, 실제 設計, 積算, 施工, 管理등 모든 과정에서 잊혀지기 쉬운 점이다.⁽³⁾

③ 工事로 본 特性

한국의 造景工事は 크게 植栽工事와 施設工事로 나뉘어지는데,⁽⁴⁾ 外國에서는 土工事が 포함된다. 여기에서 植栽工事は 造林과 園藝, 施設物 및 土工事は 建築, 土木, 電氣, 設備 등의 분야와 領域 紛爭이 자주 일어나는 工事이다.⁽⁵⁾ 그런데 造景工事は 工種이 아주 다양한 반면에, 個別工種의 工事規模는 상대적으로 작으며, 다른 工事와의 連繫가 까다롭고, 現場性 또는 即地性이 강하다는 특성을 가지고 있으므로⁽⁶⁾ 보다 섬세하고 審美的 作業能力은 다른 分野보다도 우월하다고 하겠다.

그러나 이와 같은 특성은 非適期(한냉, 혹서 등) 施工을 불가피하게 하며, 이에 따라 損

(2) 日本造園學會(1978), 「造園ハントブック」, 東京: 技報堂, pp. 877-79.

(3) 「上掲書」, pp. 880-881.

(4) 現행 建設業法 施行令 및 同 施行規則에 제시된 22種의 單種工事중에서 造景植栽工事와 造景施設物 設置工事が 있다.

(5) “韓國造景業의 現況과 改善方向”을 주제로 한 韓國造景學會誌 發刊. 10周年紀念學術심포지움의 發表論文을 참고하라. 「韓國造景學會誌」, 제11권 제12호, pp. 35-96.

(6) 「上掲論文」 및 日本造園學會(1978), 「前掲書」, pp. 877-880.

失率과 瑕疵率이 높다는 결과를 가져온다. (7) 그리고 다른 工事用 建設機器(특히 중장비), 假設工作物, 資材 등에 의해 응고, 汚染, 植物 毀損 등이 일어나기 쉽다는 제약조건을 잘 고려해야 한다. 또한 급변하기 쉬운 現場에서의 應急處理能力이 요구되며, 素材 보호, 現場設計, 監督 및 監理 등이 필요한 것이다.

4. 土工事의 目的

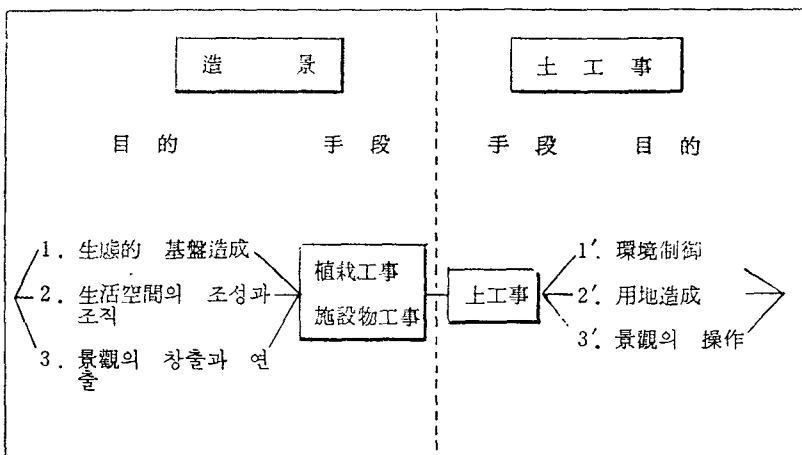
① 造景과 土工事

土工事は 造景의 作業過程중의 한 段階이자 手段이라는 作業上의 한계를 가지고 있다. 따라서 土工事의 目的은 造景의 目的을 달성하기 위한 手段이라는 連鎖關係에 놓여있다.

즉 造景의 目的은 ·生態系 基盤 조성, ·生活空間의 조성과 조직 ·景觀의 創出과 演出에 있으며, 이러한 目的을 달성하기 위한 手段으로서 植栽工事와 施設物工事を 한다. 土工事は 이 두 工事に 선행하여 基盤造成을 하는 역할을 하는데, 이 土工事의 目的은 造景의 目的과 각각 대응하는 ·環境制御, ·用地造成, ·景觀의 操作으로 구분해 볼 수 있다.

② 生態的 基盤의 造成과 環境制御

造景이 하는 일 중에서 가장 거시적이고 중요한 일이 人間生活環境의 生態的 基盤(ecological basis)을 만드는 일이다. 生態系(ecosystem)이라는 概念은 “自然”이라는 日常用語의 科學的 표현이다. 19세기에 들어서서 自然科學이 발달함에 따라 生物 자체에 대한 研究인 生物學이나, 未分化된 自然科學(博物學)을 바탕으로 하여 “生物과 그 生育環境과의 關係”를 연구하는 학문인 生態學(ecology)이 발전했고, 20세기에 와서 A.G. Tansley 등이 「시스템」 概念을 원용하여 地球 전체, 또는 그 일부를 生物的 構成要素(동물, 식물, 미생물)과 無生



〈그림 1〉 造景과 土工事의 관계

(7) 李大成(1982), 「造景工事의 瑕疵에 관한 研究」, 서울大 環境大學院 碩士學位論文.

物的 構成要素間에 相互作用이 이루어지는 일련의 「시스템」이라고 간주하고 이를 生態系라고 부르게 되었던 것이다. ⁽⁸⁾

生態系를 구성하는 이런 여러 要素들은 相互作用體系를 통해서 각각 주어진 역할을 수행함으로써 生態系 전체의 構造와 機能을 유지하는 것이다. 生物的 構成要素間의 相互作用은 “먹이”라는 媒體를 통해 物質代謝와 「에너지」흐름이 일어나는 먹이連鎖(food chain)으로 요약된다. 그리고 生物的 要素와 無生物的 要素間의 相互作用은 “生物地學的 循環”(biogeochemical cycle)을 통해, 물, 탄소, 질소, 유황, 인 등의 物質을 循環하는 과정을 취하고 있다.

이러한 生態系는 다시 自然生態系와 人工生態系(예: 都市)로 구분하기도 하고, 河川, 海岸, 山岳, 숲, 草地등과 같이 環境條件에 따라 나누기도 하며, 地域, 國家, 大陸, 地球全體(biosphere)로 구분하기도 한다. 人間을 포함한 각 生命體가 살아가는 場所(habitat)와 살아가는 方式(niche)은 각각의 특성에 적합한 生態系 속에서 適應하는 과정을 표현하게 된다.

이러한 適應過程에서 한 種이 지나치게 우세하거나, 環境의 變化가 지나치게 심하면 生態系의 질서가 교란되는 바, 현대에 와서 심각해지고 있는 여러 環境問題도 바로 이러한 環境變化의 결과라고 이해할 수 있을 것이다. 人類는 극히 최근까지 環境의 포용력에 대해서 아주 낙관적인 생각을 가지고 있었다. 땅과 물과 공기는 그 양이 무한하고, 다른 생물은 人類의 生存을 위한 수단으로서 부담없이 착취하여도 되는 것으로 믿어왔고, 또 그렇게 행동하여 왔다. 그래서 “大地는 人類의 자애로운 어머니이고, 人類는 응석받이, 또는 망나니 자식”이라고 생각해 왔던 것이다.

그러나 최근에 이르러 環境이라는 存在가 그 量과 質에 있어서 人類가 생각하는 만큼 여유가 없다는 사실이 과학적으로 밝혀지기 시작했을 뿐 아니라, 피부에 와 닿은 現象으로서 생생하게 느껴지면서 분명히 의식되기 시작했다. 그래서 環境은 더 이상 자애로운 어머니가 아니고, 엄격한 아버지로서 그 모습을 바꾸게 된 것이다. 이처럼 바뀐 인식은 바로 “우주선 지구호(Spaceship Earth)”라는 유명한 말로써 잘 표현되고 있다.

造景은 이와 같은 관심과 지식을 바탕으로 하여, 사람들이 自然環境에 손대는 행위들이 보다 분별있게 일어나도록 해 주는 일을 한다. 즉 山林이나, 河川이나, 地質構造나, 氣候나, 動植物群처럼 自然環境의 큰 열개를 이루는 要素이면서 人工環境의 크기나 질에 크게 영향을 미치는 要素에 變化를 가하고자 할 때에 人間을 포함한 生物과(人間 위주는 아님) 環境과의 관계를 충분히 고려하여 제대로, 조심스럽게 손을 댈 수 있도록 하는 일을 한다. 地域生態計劃, 廣域綠地體系計劃, 環境保全計劃, 環境影響評價 등이 이러한 일과 관계되는 計劃들이다.

(8) Robert Leo Smith (1972), “Concept of the Ecosystem,” Robert Leo Smith (1972) (ed.), *The Ecology of Man: An Ecosystem Approach*, New York: Harper & Row, Publishers, pp. 3-4.

土工事は 生態적으로 均衡상태에 놓여있던 기존의 땅을 변화시키기 때문에 뒷다무리를 제대로 하지 않으면 여러가지 災害라든지 불편을 초래할 수가 있다. 근래에 와서 대규모의 開發事業에 이른바 “環境影響評價”를 하는 것도 이런 까닭에서이다.

전통적으로 土工事に 다른 環境統制措置는 地表水의 排水, 土砂가 崩락하는 것을 막는 砂防, 각종 資源과 「에너지」의 공급과 처리(전기, 물, 연료 등의 공급, 오수, 쓰레기, 분뇨 등의 처리) 등을 주요사업으로 하고 있으나, 근래에 와서는 햇빛, 바람, 안개, 서리 등과 같은 微氣候의 조절, 防音등의 수요가 나타나고 있다.

③ 生活空間의 造成 및 組織과 用地의 造成

造景이 하는 일로서 가장 빈번한 것이 이 生活空間(특히 屋外)을 造成하고 組織하는 일이라고 하겠다. 人間이 다른 생물과 구별되는 점은 바로 人間만이 스스로의 生活을 위한 空間을 本能에 의하지 않고, 배움이나 思考를 통해 의도적으로 만들어내고, 또 여러 空間들을 엮을 수 있다는 점이다. 특히 현재에 와서는 屋內도 물론이지만 屋外의 生活空間이 확충되고 그 중요성이 점차 더해가고 있다.

造景은 옛부터 이 屋外의 生活空間을 다루어 왔는데, 이 일을 함에 있어서 다른 분야와의 다른 점을 든다면 특히 利用者라는 “사람”의 측면이 강조된다는 것이다. 다시 말해서 어떤 사람들이, 언제 어떤 목적을 가지고, 어떤 방법으로 와서는 얼마나 오랫동안 어떻게 그 空間을 쓰고 가느냐라는 정보가 그 屋外生活空間의 規模, 構造, 質에 크게 영향을 미친다는 것이다. 그리고 여기에서 말하는 利用者(user)는 建築의 注文者(client)와는 달리 多數이고 匿名이며, 不特定한 市民이라는 점에서 파악하기가 어렵다.⁽⁹⁾ 또한 土木에서는 利用者の 慾求보다는 利用者の 規模에 따른 工學的 基準만 고려하는 경우가 많은 것과는 다르다고 하겠다.

여기에서 말하는 屋外生活空間을 좀더 전문적으로 說明하면 이른바 「오픈 스페이스」(open space)라고 표현할 수 있다. 이 「오픈 스페이스」는 개발된 땅을 除外하고 남은 “자투리땅”이거나, 또는 개발되기를 기다리는 “未使用된 땅”, “노는 땅”이 아니고, 다른 土地처럼 나름대로 積極적이고 明確한 기능을 가진 땅이라는 점이 이해되어야 한다.⁽¹⁰⁾ 그리고 이 「오픈 스페이스」를 크게 나누어 보면 日常生活에서 일어나는 行爲(거주, 노동, 작업, 통근, 통학 등)나 社會生活을 위한 行爲(집회, 행사 등)도 물론이지만, 특히 餘暇生活을 위한 行爲(休息, 「레크리에이션」, 운동, 관광, 문화, 예술 등)을 위한 空間이 大宗을 이루고 있다. 公園計劃, 觀光計劃, 「레크리에이션」計劃 등이 이러한 일과 관계되는 計劃들이다.

그래서 土工事の 가장 대표적이고 보편적인 목적은 用地를 마련하는 데에 있다. 人間이

(9) Kevin Lynch (1971), *Site Planning* (2nd ed.), Cambridge: The M.I.T. Press, pp. 97-99.

(10) U.S. Dept. of the Interior (1968), *Where Not To Build: A Guide for Open Space Planning*, pp. 3-4.

지구상의 가장 우세한 種으로서 몇십만년 동안 이 땅덩이를 지배해 오면서 계속 하여온 일이 바로 이 일이라고 할 수 있을 것이다. 用地 중에서 가장 대표적인 것이 建物과 여러가지 構造物을 장치하기 위한 垡地를 조성하는 일이다. 이러한 垡地 조성은 人類가 採取 狩獵經濟와 放浪生活에서 벗어나서 農耕經濟와 定着生活을 시작하면서 나타났던 것으로서, 처음에는 극히 원시적 도구만 사용하여 자연상태의 땅에 큰 변화를 일으키지 못했으나, 현대에는 막대한 「에너지」를 사용하는 거대한 重裝備으로써 대규모로 垡地를 조성하고 있다. 그리고 經濟와 文化가 발달함에 따라 운동장, 행락지 등과 같은 屋外活動用地, 도로, 주차장, 광장, 공항 등과 같은 交通用地, 녹지, 공원등과 같은 「오픈 스페이스」를 조성하는 일이 점차 늘어가고 있다.

④ 景觀의 創出 및 演出과 景觀의 操作

造景이 하는 일로서 일반 시민들이 알고 있는 “나무나 심고, 「벤취」따위나 갖다 놓는 일”의 본질이 바로 이 일이라고 할 수 있다. 景觀이라는 概念을 環境과 같은 뜻으로 해석하기도 하나 여기서 말하는 景觀은 다음과 같은 관점에서 구별될 수 있을 것이다.

人間을 둘러싸고 있는 “外界”는 人間이 무엇이라고 命名하고 定義하기 이전에 이미 先驗的으로 存在한다. 이때 “環境”이라는 概念은 이 外界를 人間の 生存과, 生存을 위해 벌이는 活動이 가능하도록 해주는 條件인 동시에, 그 活動이 일어나는 容器, 또는 場所로서 파악하는 態度이다. 따라서 人間은 의식적이든, 무의식적이든 항상 環境 “속”에 있게 되며, 거꾸로 環境은 항상 人間을 “둘러싸고” 있게 된다. 한편 “景觀”이라는 概念은 人間이 外界를 의식하고자 할 때 비로소 그 存在가 드러나는 “모습”으로서, 人間이 景觀 “속”에 있는 것이 아니고, 景觀이 人間の 머리 “속”에 있고, 눈 “앞”에 있는 것이다. (11)

이와 같은 景觀은 인간이 손을 댄에 따라서 自然景觀(natural landscape)에서 文化景觀(cultural landscape)으로 바뀐다. (12) 이 과정에서 造景은 단순히 눈으로 보는 視覺의 차원을 넘어선 總體의 體驗을 고려하는 것이며, 機能과 美, 變化와 保存, 多樣과 統一, 個別과 全體의 調和를 추구하는 것이다. 일상적인 일로서는 造園과 修景이 여기에 해당되나 그 바탕에는 生態의 基盤과 生活空間의 造成이라는 고려가 깔려있어야 함은 물론이다.

일반적으로 土工事의 결과로서 地形의 변화가 이루어지면, 이에 따라서 눈에 보이고 景觀도 달라지게 마련이다. 즉 새로 나타난 地形을 바탕으로 하여 새로운 植栽가 이루어지고 많은 人工構造物이 지어져서 종전의 景觀과 다른 景觀이 나타나는 것이다. (13) 현재 土木工

(11) D.W. Meinig (ed.) (1979), *The Interpretation of Ordinary Landscapes*, New York: Oxford University Press, p. 3.

(12) Carl O. Sauer (1925), “The Morphology of Landscape,” John Leighly (ed.) (1963), *Land and Life: A Selection from the Writings of Carl Ortwin Sauer*, Berkeley: Univ. of California Press, pp. 315-350.

(13) John Ormsbee Simonds (1983), *Landscape Architecture*, New York: McGraw-Hill Book Co., pp. 42-45.

事 위주의 土工事에서는 工事의 효율성 추가와 重裝備의 作動 한계 때문에 새로 나타나는 景觀의 質에 대해서는 크게 고려하고 있지 못하고 있다.

II. 整 地

1. 定 義

整地(grading)는 흙을 깎아내거나(切土), 파내거나(掘土) 또는 북돋우어(盛土), 기존 地表面의 地被狀態, 기울기, 標高, 起伏 등을 변경시키는 작업이다.

2. 整地의 目的

① 用地的 造成

○ 垆地 造成: 建物, 構造物 등을 설치하기에 적합한 地被狀態, 기울기, 起伏등을 갖춘 垆地를 조성한다.

○ 交通用地 造成: 自動車道路, 鐵路, 步行路 등의 道路, 駐車場, 터미널, 廣場 등의 交通施設을 설치하기에 적합한 線形 또는 面狀의 用地를 조성한다.

○ 屋外活動用地 造成: 운동장, 행락지 등 屋外活動施設의 用地를 조성한다.

② 環境制御⁽¹⁴⁾

○ 排水(drainage): 雨水 등 땅에 떨어진 물을 다른 곳으로 흘러보냄으로써, 과도한 水分으로 인한 피해(홍수, 침수, 음습 등)를 예방하기 위해 整地를 한다. 물은 地表面 위에서 重力에 의해 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르므로 땅의 기울기를 조정하는 것이 필요하고, 물이 일정한 구간에만 흐르도록 排水溝를 만들어야 한다.

○ 砂防(erosion control): 地被狀態, 기울기, 土壤과 岩石의 構造, 氣候條件 등에 따라서 땅을 구성하고 있는 흙과 바위는 빗물과 流水에 의해 浸蝕, 崩落, 流失될 수가 있다. 이러한 현상은 人間이 필요에 의해 만든 많은 人工物과 귀중한 資源(토양, 식생) 등을 매몰, 유실시켜 많은 피해를 입히는 원인이 된다. 整地는 이러한 현상을 억제하기 위한 砂防工事의 기초를 만드는 작업이다.

○ 資源의 供給과 廢棄物의 處理: 人間の 活動에 필수적인 資源(물, 에너지, 정보 등)을 공급하고, 活動 결과 발생하는 廢棄物(물, 쓰레기, 분뇨 등)을 처리하기 위한 配管과 施設 配置를 하기 위해 整地工事를 한다.

○ 微氣候 調節(microclimate control): 바람, 온도, 습도 등과 같은 微氣候 要素를 人間活

(14) 이러한 작업들은 종래에도 土工事에 의해서 해오던 것들이다. 여기에서 강조하고자 하는 바는 이러한 작업들을 보다 종합적이고 체계적인 “環境制御”(environmental control)이라는 관점에서 접근해야한다는 점이다.

動에 바람직한 상태로 조절하기 위해 整地工事を 한다.

○公害 管理(nuisance management) : 소음, 진동 등과 같은 公害要因을 완화, 제거하거나 「프라이버시」 보호를 위하여 整地工事を 한다.

○植栽基盤 造成(planting base) : 植栽에 적합한 土壤의 깊이 등을 확보하기 위해 整地工事を 한다.

③ 景觀의 操作⁽¹⁵⁾

○地形의 強調 : 기존의 특이한 地形을 강조하거나, 평범한 地形에 視覺的 매력을 강화한다.

○視界의 확보와 차단 : 해당 地點에서 주위의 양호한 景觀을 觀賞할 수 있는 視界를 확보하거나, 불량한 景觀을 차단한다.

○景觀要素간의 連繫 : 用地와 주변 景觀(지형, 물 등)을 형태적으로 연계한다.

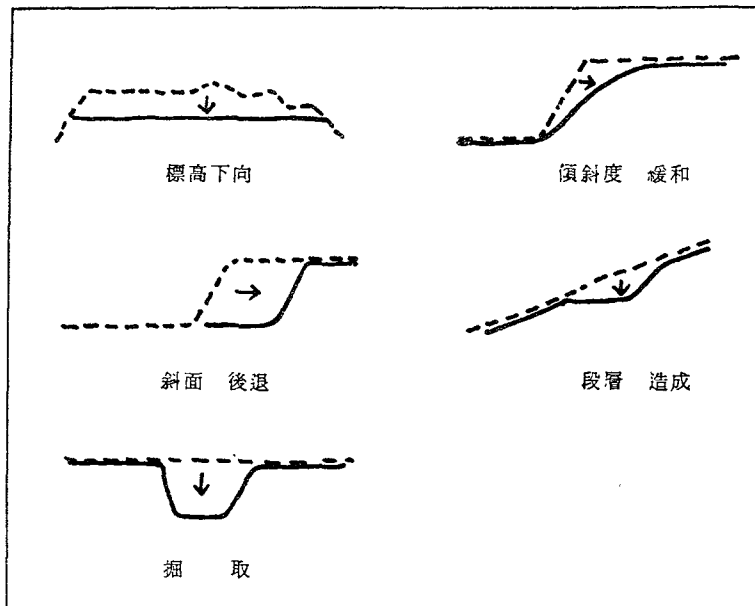
3. 方 法

(1) 切 土

① 定義 : 기존의 地形을 구성하고 있는 흙을 파내어 다른 곳으로 옮겨가는 工事

② 類型 : <그림 2> 참조

○標高下向 : 기존 地形의 標高를 전반적으로 낮추는 方法으로서, 平面의 地表面을 만들



<그림 2> 切土의 類型

(15) John Ormsbee Simonds (1983), pp'41-43.

어낸다.

- 傾斜度 緩和:急傾斜의 斜面을 切土하여 緩傾斜의 斜面을 만들어 낸다.
- 斜面 後退: 기존의 斜面을 切土하여 斜面 아래쪽의 空間을 확장한다.
- 段層 造成: 埜地, 交通路 등을 만들기 위해 斜面의 일부를 切土하여 段層을 만든다.
- 掘取: 기존 平面의 일부를 구획하여 일정한 깊이로 파낸다.

③ 考慮事項

○表土의 保存活用: 植生의 生存基盤이 되는 表土를 切土할 경우, 이 흙을 버리거나, 다른 흙과 섞지 말고 일정한 곳에 野積하였다가 다시 植栽工事に 활용해야 한다. ⁽¹⁶⁾ 그러나 粘土層(논흙)의 경우에는 이와 반대로 버리거나, 防水層 材料로 쓰는 것이 좋다.

○기초 調査의 선행: 특히 斜面의 切土에 있어서는 地質, 土質, 地下水位, 湧水, 氣象條件 등에 대한 조사가 선행되어야만 過多·過小切土, 表層滑落, 滑動破壞 등의 문제를 예방할 수 있다. 이 경우는 工事場 부근의 기존 斜面의 상태를 관찰하는 것이 큰 도움이 된다.

○切土後 保護工: 切土한 구역은 地破, 傾斜가 달라져서 雨水, 바람, 충격 등에 상당히 약하고, 地下水系가 교란되어 地面 및 地下의 상태가 대단히 불안정해진다.

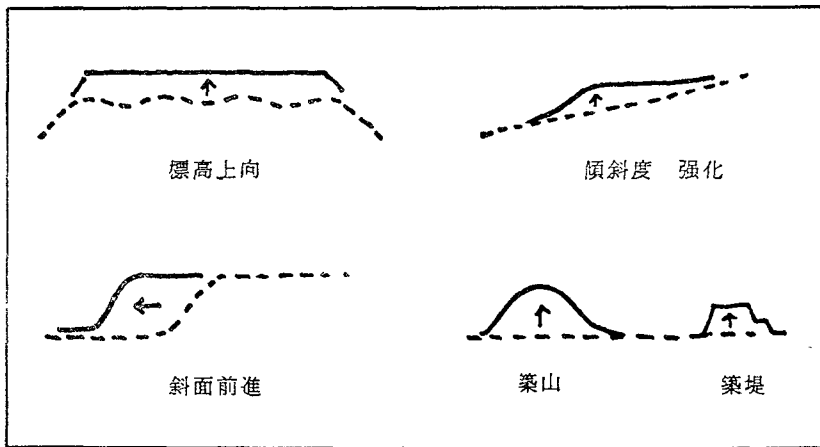
(2) 盛 土

〈표 1〉 土工事の 段階別 工程

工 程	工 種	環 境 影 響	對 策
準 備 工	○ 伐 開 ○ 地盤 및 土壤改良 등	○ 微氣候 變化 ○ 植生平衡狀態 교란	○ 復舊植栽 ○ 防 風
土 工	○ 切盛土 ○ 岩石굴취	○ 地表水流 變化 ○ 周邊土石 崩落	○ 排水路 設置 ○ 흙막이 // ○ 斜面保護
掘 削 工	○ 각종配管굴삭 ○ 기 초	○ 地下水流 變化 ○ 植生伐採 ○ 土砂유실	○ 흙막이 ○ 매립후 洗掘防止
工 作 物 工	○ 道 路 ○ 建築物 ○ 構造物	○ 植生닐채/群相차단 ○ 浸透수차단, 교란 ○ 微氣候 變化 ○ 資材에 의한 汚染	○ 노출면 植生復舊 ○ 흙막이/옹벽설치 ○ 斜面保護
植 栽 工	○ 復舊植栽 ○ 新規植栽 ○ 造 林	○ 植生景觀 變化 ○ 土地의 生産力 低下 ○ 土砂유실	○ 伐採規制 ○ 原生樹林 保護

(16) Patricia Booth (1967), "General Planting," A.E. Weddle (ed.) (1967), *Techniques of Landscape Architecture*, London: William Heinemann Ltd., pp.150-151; 農耕と園藝(編)(1979), 「土の造園デザイン」, 東京: 誠文堂新光社, pp.210-211.

- ① 定義：다른 곳에서 흙을 옮겨와서 기존의 地形을 변경시키는 공사.
- ② 類 型：〈그림 3〉 참조
- 標高 上向：기존 地形의 標高를 전반적으로 높이는 방법으로서, 이것 역시 平面의 地表面을 만들어 낸다.
- 傾斜度 強化：지나치게 緩傾斜인 斜面의 기울기를 급하게 하기 위해 흙을 덧보태는 방법이다.
- 斜面 前進：기존의 斜面에 흙을 보태어 斜面 왼쪽의 空間을 확장한다.
- 築堤 또는 築山：기존 平面의 일부를 기획하여 堤防(연속), 구릉(독립) 등의 地形을 만든다.



〈그림 3〉 盛土의 類型

③ 考慮事項⁽¹⁷⁾

○ 盛土材料：盛土를 구성하는 주요 材料이고, 施工의 難易을 좌우하며 工事 완성후의 盛土의 상태에 영향을 미치는 盛土材料의 定性的 기준은 다음과 같다.⁽¹⁸⁾

- 施工裝備의 可動性 보장
- 斜面 安定에 필요한 剪斷強度 확보
- 壓·縮性이 적을 것(沈下피해 줄임)

일반적으로 有機土, 酸性白土 등 吸水性和 壓縮性이 큰 흙이나, 凍土나 氷雪, 草木, 기타 많은 腐植物을 함유한 흙, 큰 호박돌이나 發破岩은 盛土材料로서 적합하지 않다.

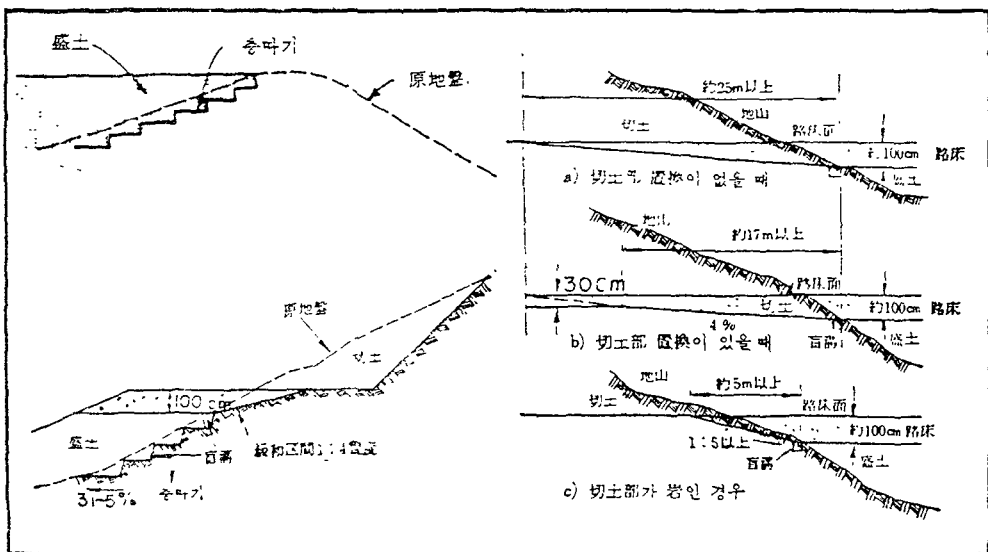
○ 과도한 다짐 억제：흙의 성질이나 상태에 따라서 다짐이 곤란하거나, 과도한 다짐에 의해 오히려 剪斷強度가 저하되는 경우가 있으므로 유의하여야 한다.⁽¹⁹⁾

(17) 대한토목학회(1983), 「토목공학 핸드북」, pp. 13-44~45.

(18) 「上揭書」, pp. 13-46~47.

(19) 「上揭書」, pp. 13-47~49.

- 撒水：盛土層은 다지기 좋고 먼지가 날리지 않게 물을 뿌려주는 것이 좋다.
 - 基礎地盤의 地耐力：基礎地盤은 盛土된 흙과 설치될 構造物의 荷重을 지탱할 수 있어야 한다. 특히 軟弱地盤인 경우에는 본격적인 조사가 선행되어야 한다.
 - 斜面的 盛土：경사진 지반에 盛土를 할 경우 地層의 境界面의 경사, 전단저항, 湧水유무 등을 조사하여야 한다.
 - 盛土의 斜面傾斜：盛土材料와 盛土高에 따른 標準傾斜度를 적용하되 현지의 地形, 地質, 地下水 상태, 洗掘 유무, 기상조건 등을 조사하고, 인접한 구조물등을 관찰해서 정하도록 한다.
 - 층따기(bench key)：기존의 地質을 구성하는 흙, 바위 등과 盛土材料인 흙과의 접착강도를 높이기 위해 기존 地形의 斜面에 계단형의 층따기를 한다.
 - 小段두기：盛土高가 어느 정도 높아지면 斜面에는 小段을 두는 것이 斜面安定과 浸蝕防止에 좋다.
- (3) 切盛土 接續部
- 不連續 支持力：切土部와 盛土部の 支持力에 차이가 나므로 그 接續部에서는 支持力의 不連續이 생긴다. 이러한 현상을 예방하기 위해서 切土部와 盛土部 사이에 기울기 1:4 정도의 緩和區間을 두는 것이 좋다.
 - 湧水/浸透水：湧水나 浸透水 등이 切盛土 接續部에 모여서 盛土部를 연약하게 하고 沈下現象을 일으키는 경우가 많으므로, 接續部에 盲溝를 설치하는 것이 좋다.



<그림 4> 切盛土 接續部の 처리

4. 地形과 等高線

3次元의 地形을 2次元으로 표현하는 방법중에서 오늘날 가장 보편적으로 쓰이는 방법은 等高線에 의한 방법이다. 整地를 위한 設計圖面은 사실상 等高線의 變更圖面이라고 해도 과언이 아니다.

① 等高線의 定義

等高線(contour line)은 어떤 약속된 基準點(reference point)이나 基準面을 중심으로 하여 같은 높이, 또는 같은 낮이에 위치하는 모든 點을 연결하여 평면상에 그린 線이다.⁽²⁰⁾

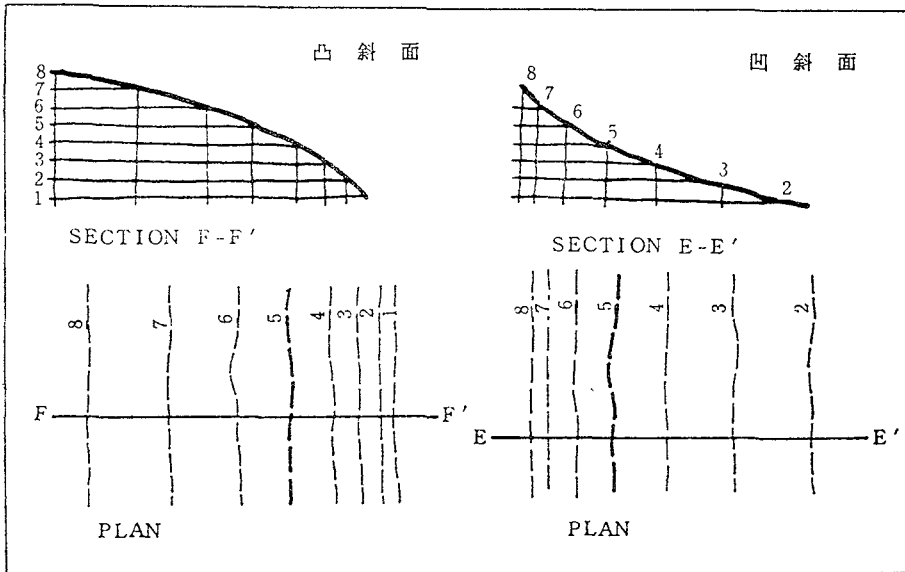
따라서 等高線 위의 모든 點은 같은 높낮이를 가지고 있다.

② 等高線의 種類

- 主曲線 : 기본이 되는 等高線(實線)
- 計曲線 : 等高線의 識別度를 높이기 위해 主曲線 5개마다 굵게 표시한 等高線(굵은 實線)
- 間曲線 : 불규칙적 地形을 표현하기 위해 主曲線의 1/2 간격으로 그은 等高線(細破線)
- 助曲線 : 間曲線을 보완하기 위해, 間曲線의 1/2 간격으로 그은 等高線(細點線)

③ 等高線의 主要性質⁽²¹⁾

- 等高線은 같은 높이의 點들을 연결하는 線이다. 그러나 이 線은 어디까지나 地形을 파



<그림 5> 凸斜面과 凹斜面

(20) William M. Marsh (1983), *Landscape Planning*, Reading, Mass.: Addison-Wesley Publishing Co., p. 204.

(21) John Sue (1976), "Landscape Grading Design," Jot D. Carpenter (ed.) (1976), *Handbook of Landscape Architectural Construction*, The Landscape Architecture Foundation, Inc., pp. 35-40.

악하기 위해 설정된 “假想的 線”이므로 실제 地形에서는 等高線이 나타나 있지 않을 뿐 아니라, 等高線과 等高線 사이에는 아무런 段差가 없고 연속된 斜面으로 형성되어 있다는 사실을 이해하여야 한다.

○높이가 다른 等高線은 懸涯(overhanging cliff), 洞穴(pierced or arched rock), 自然橋(natural bridge) 등과 같은 특이한 地形을 제외하고는 서로 교차하거나 중첩되지 않는다.

○傾斜度가 일정한 地形의 等高線은 간격이 같다. 그러므로 等高線 간격이 달라지면 傾斜度가 달라진다는 것을 표시한다.

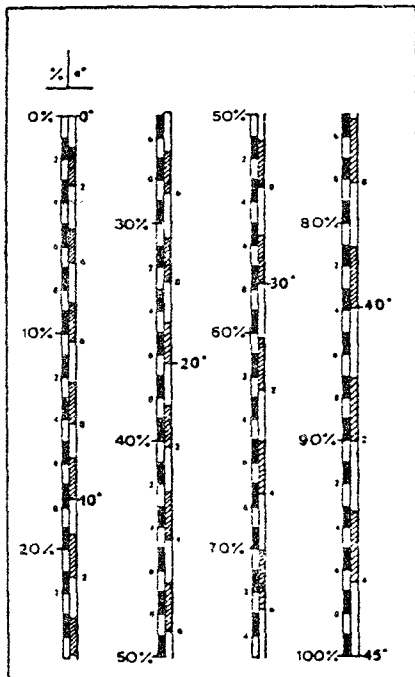
○두 等高線 사이의 거리는 실제 地表상에서 기울어진 面위에서의 길이가 아니고 가상의 地平面에 투영된 길이를 표시하고 있다. 그러므로 等高線의 간격이 좁으면 急傾斜地를, 넓으면 緩傾斜地를 표시한다.

○두 等高線 사이의 최단거리는 等高線에 직교하는 방향, 즉 그 地表面에 最大傾斜의 방향을 가르킨다. 表面排水는 이 方向으로 흐르게 된다.

④ 斜面

○斜面的 定義와 種類

斜面(slope)은 水平面에 대해 기울기를 가진 面이다. 斜面은 自然地形에서 나타나는 自然斜面과, 盛土, 切土에 의해 발생하는 人工斜面으로 크게 나누어 지기도 하고, 기울기의 정도에 따라 急傾斜面과 緩傾斜面으로 나누기도 한다.



<그림 6> 傾斜百分率과 傾斜度の 換算

또 斷面의 形狀에 따라서 凹斜面, 凸斜面, 平斜面으로 나눈다. (<그림 5> 참조)

●平斜面(uniform slope)은 기울기가 일정한 斜面으로서, 단면은 직선으로 나타난다.

●凹斜面(concave slope)는 그 단면이 平斜面에 비해 가운데가 꺼진 곡선으로 나타나며, 等高線은 높은 곳에서 뻣뻣하고 낮은 곳에서 성기게 나타난다.

●凸斜面(convex slope)는 그 단면이 平斜面에 비해 가운데가 올라온 곡선으로 나타나며, 等高線은 높은 곳에서 성기고 낮은 곳에서 뻣뻣하게 나타난다.

○傾斜度

傾斜度는 水平面에 대해 平斜面이 기울어진 정도로서, 각도 또는 傾斜百分率(percent slope)로서 표기한다.

$$\text{傾斜百分率} = \frac{\text{標高差}}{\text{수평거리}} \times 100$$

III. 土壤調節

1. 定 義

土壤調節(soil conditioning)은 土壤의 物理的, 化學的, 生態的 特性을 構造物의 설치, 植栽 등의 목적에 적합하도록 변경시키는 작업이다.

2. 土壤調節의 目的

① 構造物 設置를 위한 軟弱地盤 改良: 軟弱地盤의 地耐力을 강화하고, 透水性을 증가시켜 排水能力을 개선한다.

② 植栽를 위한 生態基盤 조성: 植物의 生育에 적합한 물, 공기, 양분, 온도 등이 유지될 수 있는 土壤條件을 갖도록 한다.

3. 土壤調節의 問題點

① 工種別로 서로 다른 基準

造景工事に 있어 대표적인 工種인 植栽工사와 構造物工사는 서로 다른 土壤의 조건을 요구하고 있다.

예를들어 土壤속의 空氣는 植物生長에 필수적이다. 즉 뿌리의 생활세포, 특히 활발하게 자라는 生長點과 伸長帶細胞의 호흡에는 O_2 가 필요하다. 土壤속의 空氣의 양은 土粒子의 크기와 구조 및 土壤水의 양에 영향을 받는데, 일반적으로 粒子가 커서 多孔性이고, 根系가 계속 물 속에 잠겨있지 않을 정도의 건조한 흙일때 뿌리에 대한 O_2 공급이 양호하다.

그런데 土壤속의 空氣는 土壤의 壓縮性和 밀접한 관계가 있다. 즉 土壤의 沈下는 固相인 土粒子나 液相인 물이 압축되는 데에서 발생하는 것이 아니라, 土壤등의 間隙을 원래 차지하고 있는 空氣, 또는 물이 빠져나간 빈자리를 채운 空氣가 압축되는 데에 주로 기인하는 것이다.

② 工程上的 불가피한 差錯

대규모 면적에 대한 植栽工사를 제외하면 대부분의 造景工사는 建築, 土木등 構造物을 위주로 하는 工사와 서로 연계되어 있다.

그런데 土工사에 있어 構造物 工사를 위주로 하여 重裝備를 동원하여 일률적으로 실시하는 경우가 대부분이라서 植栽工사를 위한 土壤調節이 무시되거나 소홀히 처리되는 문제를 일으킨다.

4. 方 法

(1) 軟弱地盤 개량⁽²²⁾

① 定 義

軟弱地盤은 일반적으로 冲積平野, 沼澤地, 山間계곡등에 퇴적된 冲積層의 연약한 自然地盤을 말하나, 埋立地와 같은 盛土에 의한 연약한 人工地盤도 포함한다.

② 구성 土壤

軟弱地盤은 軟弱粘性土로 구성된 것과 軟弱砂質土로 구성된 것으로 나누어진다.

③ 地盤 改良의 目的

- 剪斷 特性의 개량: 剪斷 파괴의 방지, 剪斷變形의 방지, 土壓의 경감등
- 壓縮性의 개량: 壓密沈下の 방지 등
- 透水性의 개량: 漏水방지, 遮水 등
- 動的 特性의 개량: 液化방지, 진동경감 등

④ 工 法

○ 地盤土의 改良: 기계적, 전기적, 화학적, 열적 수단에 의해 흙의 密度를 증가시키고, 固結시킨다.

○ 脫水: 粘土層인 경우, 荷重을 가해 발생한 過剩間隙水壓을 소산시켜 壓密시키고, 흙의 間隙比를 감소시켜 흙의 剪斷強度를 증가시킨다.

○ 다짐: 砂質土層인 경우, 진동/충격 등의 動的 힘을 가하여 모래층을 보다 조밀한 상태로 다져서 壓縮性을 감소시키고, 強度를 증가시킴으로써 地盤土의 力學的 性質을 개량시키는 공법이다.

○ 固結: 생석회(CaO), 低溫液(부라인 또는 液化低溫가스) 시멘트, 粘土水 및 각종 化學藥液등의 그라우트(grout)를 地盤의 間隙에 압입시키는 공법이다.

○ 흙의 置換: 軟弱層을 良質土로 置換하는 적극적 工法으로서 대단히 연약한 粘性土層이 地表面 부근에 존재하는 경우에 가장 효과적 공법이다. 軟弱層을 전체적, 또는 부분적으로 굴착, 제거한 후 良質土로 置換하는 굴착 置換工法과, 置換盛土의 自重, 盛土自重 또는 폭파 및 砂柱의 壓入 등에 의해 軟弱土를 강제적으로 壓出시켜 良質土로 置換시키는 強制置換工法이 있다.

○ 흙의 補強: 織布(sheet), 網(net) 및 매트리스(mattress) 등을 이용하여 地盤을 구속하든가, 또는 引張強度가 큰 補強材를 흙속에 넣어서 地盤土를 보강하여 흙의 剪斷特性을 개량하는 공법이다.

(2) 生態基盤 조성

(22) 대한토목학회(1983), 「前掲書」, pp. 6-99~104.

① 定 義

生態基盤 造成工事は 植物의 生育에 적합한 土壤環境을 조성하기 위해서 排水 調節, 土壤 「텍스투어」 改良, 다른 材料의 添加, 다른 材料와 的 置換 등을 하는 工事이다.

② 生態基盤 造成의 目的

○既存 土壤環境의 改良 : 이미 植物이 生育하고 있는 기존의 흙이 가지고 있는 生育에 적합하지 않는 조건을 제거, 완화한다.

○新生 土壤環境의 改良 : 整地工事に 의해 변화가 일어난 土壤環境을 植物의 生育에 적합하도록 조절한다.

③ 土壤과 植物生長

植物生育에 필요한 6大條件 즉 빛, 산소, 물, 온도, 적당량의 양분이 있어야 하고 有害 因子가 없어야 하는 조건중에서 빛과 온도를 제외한 條件은 土壤에 의해 결정된다.

④ 工 法⁽²³⁾

○置換 : 土壤의 保水力과 通氣性 등을 개량하기 위해 부적당한 土壤層을 걷어내고, 다른 성질의 土壤으로써 代替하는 工法이다. 保水力과 通氣性은 밀접한 관계가 있으므로 植生의 種類에 따라 적절한 土壤을 선정해야 한다.

保水力은 砂土, 砂壤土, 埴土, 植土의 순으로 保水力이 커지나, 有效水는 埴土보다 壤土, 微砂質 壤土가 많다.

○破碎 : 土壤의 透水力과 通氣性 등을 개량하기 위해 기존의 土壤層을 갈거나 파는 작업이다. 일반 農作物을 재배할 때와 같은 원리로서 土壤의 粒度和 構造등을 해당 植生에 적합하도록 변경시키는 작업이다. 특히 毛管水와 重力水를 차단하고 있는 硬盤層(hardpan)을 부수는 것이 중요한데, 본격적인 개량은 置換에 의존하는 것이 더 낫다.

○添加 : 植物의 生育에 필요한 各種 養分은 특별한 경우를 제외하고는 土壤에서 흡수된다. 그런데 土壤중의 養分은 경우에 따라 해당 植物에 적합하지 않게 존재할 뿐 아니라, 존재하더라도 植物이 이용하기 어려운 상태로 존재하는 경우가 많다. 또한 土壤의 酸度(PH)역시 植物에 따라 요구정도가 다르므로 이를 조절해줄 필요가 있다. 이를 위해 施肥, 藥品 투입 등의 작업이 요구된다.

○除去 : 土壤중에는 植物의 生育에 불리한 요소들이 존재하는 경우가 있어 이를 제거하는 작업이 필요하다. 특히 오늘날에는 土壤의 汚染이 심각하므로 盛土材料의 선정에 면밀한 주의를 기울여야 한다.

○保存 : 土壤斷面중에서 가장 上部에 있는 表土層(top soil)은 植物生育에 필요한 有機物 養分을 함유한 自生的 生育要素이다. 切盛土를 할때 미리 表土層을 걷어내어 조심스럽게 野積해 두었다가 다시 사용하는 것이 필요하며, 다른 土壤層과 뒤섞이지 않도록 하여야 한다.

(23) Garrett Eckbo (1978), *Home Landscape*, New York: McGraw-Hill, Inc., pp. 83-95.

浸蝕, 流失되지 않도록 덮개(mulching)를 씌우는 작업도 필요하다.

IV. 土工事の主要課題

이와 같은 整地和 土壤調節의 기본적인 원리와 기법을 바탕으로 하여 土工事に 있어 새로운 主要課題를 설명하면 다음과 같다.

1. 斜面(用地造成)

○斜面的 傾斜度 處理: 自然狀態의 斜面에는 항상 重力에 의해 浸蝕과 崩落을 유도하려는 힘 사이에 動的 平衡狀態가 존재하고 있다. 따라서 人工斜面을 조성하고자 할 때에는 自然斜面만큼 안정된 새로운 平衡狀態를 이루어야 하며 여기에는 많은 努力과 投資가 요구된다.





一定한 傾斜度(25°)를 초과하는 斜面은 建設이나 伐採에 의해 自然狀態를 교란하면 대규모의 崩落(failure)이 일어나기 쉬우므로 植生을 강화하고 自然狀態로 적극 보존하여야 한다. 15°~25° 사이의 斜面은 植生이 제거될 때 浸蝕(erosion)과 排水溝(gully) 形成이 일어날 가능성이 크므로 加급적 大規模 開發을 억제한다.

開發의 대상은 주로 5° 이하의 緩傾斜地 및 5~15° 사이의 區域에 국한하도록 한다.

○斜面的 標高差 處理: 基準地面에서 부터 標高差가 50m가 넘는 부분은 起伏度가 심하여 基盤施設 造成에 많은 무리가 따른다. 따라서 傾斜가 완만하거나 絕對標高 100m 이하라도 加급적 開發을 억제한다.

○小單位 分散型 土地造成: 傾斜地는 斜面의 平衡狀態가 상당히 예민하며, 斜面上에는 쉽

〈표 2〉 傾斜度 特性

分類	形態	傾斜度	開發上 留意點
緩傾斜 (gentle slope)		5°以下 (8.5% 以下)	• 最小의 管理努力으로 最大의 集約的 開發을 담당
準傾斜 (moderate slope)		5° - 15° (8.5% - 26.5%)	• 住居 및 營農이 可能하나 주의깊게 開發하지 않으면 浸蝕의 可能性이 크다
急傾斜 (steep slope)		15° - 25° (26.5% - 46.5%)	• 植生이 제거되면 浸蝕과 排水溝形成이 일어날 가능성이 크다.
最急傾斜 (very steep slope)		25°以上 (46.5%)	• 건설이나 벌채에 의하여 자연상태가 교란되면 大規模 崩落이 일어난다.

게 사용할 수 있는 部分이 한 곳에 連續으로 모여있는 경우가 별로 없다. 그러므로 傾斜地를 住居地로 轉用하고자 할 때에는 大規模 土壤移動에 의한 大單位造成보다 加급적 規模를 줄이고 局地狀態에 맞게끔 小單位로 分散시키는 것이 投資의 效率性 뿐 아니라 環境衝擊 (environmental impact)의 極小化라는 관점에서 바람직하다.

○斜面の 等高線 處理: 斜面에 있어서 道路網은 等高線에 平行하는 방법과 直交하는 방법이 있는 바, 前者는 延長이 긴 반면에 斜面에 쉽게 오르내릴 수 있는 장점이 있으므로 自動車 爲主의 主進入路에 적용하도록 하고, 後者는 延長이 짧은 대신에 오르내리기가 어려워 短距離 및 步行用에 국한하도록 한다.

住居類型은 等高線에 平行하여 低層「아파트」, 聯立住宅 등을 배치할 수 있으나, 이와 같은 面積의 平地 造成, 혹은 段狀으로의 配置에는 어차피 상당한 投資가 필요하며 接地性을 잃기 쉬우므로, 等高線과 直交하여 배치되는 「테라스 하우스」型을 적극 導入, 活用하도록 한다.

○斜面の 境界領域 處理: 斜面에서는 開發되는 部分과 保存되는 部分사이의 境界領域 (edge)에 대한 처리가 중요하다.

道路에 의해 境界를 설정하는 방법이 蠶食防止에 가장 효과적이나 과도한 斷絶感을 주기 쉬우므로 交通量이 적은 景觀道路나 緊急道路 등에 국한시킨다.

開發에 의해 境界를 설정할 때에는 잠식을 막기 위해 用途 및 所有에 있어 加급적 公共施設을 배치하여 限界를 분명하게 해준다.

露頭나 큰 나무처럼 住居地내의 點狀 保存對象物은 日常生活의 테두리속에 포함시키되, 훼손이 되지 않도록 규제할 필요가 있다.

○斜面的 視覺的 特性 處理: 斜面으로 부터의 視野는 外向한다. 따라서 여러 地點에서의 展望을 보장하기 위해 모든 構造物은 그 上部 및 後方에서의 展望을 차단하지 않도록 規模, 配置 등이 고려되어야 한다. 한편, 上部에서 下部를 내려다보게 되므로 下部에 사는 사람들의 「프라이버시」, 日照權 등이 침해되지 않도록 해야 한다.

斜面은 하늘을 背景으로 하여 輪廓影像 (silhouette)을 형성하므로 「스카이라인」을 형성하는 山頂部分에 住居를 배치하여 自然의 「스카이라인」에 융해되게 하든지, 또는 山麓部分에 住居를 배치하여 斜面이 背景이 되도록 한다.

板狀의 高層 「아파트」에 의해 平地에서 斜面을 향한 展望을 해치지 않게하며, 塔狀의 高層 「아파트」도 數와 規模를 적극 억제하도록 한다.

○斜面的 機能 配置: 斜面을 따라 올라가는 노력은 크지만 내려오는 노력은 작다. 따라서 密度, 利用頻度가 높거나 公共의 機能을 가진 施設, 예컨대 便益施設, 教育施設 등은 斜面의 下部에 두며, 斜面을 올라갈수록 利用頻度가 낮고 自然性이 강한 機能의 施設, 즉 單獨住宅 같은 것을 配置하도록 한다.

溪谷의 物理的 特性과 開發의 性格에 비추어 볼 때, 엄격히 보전되어야 할 部分은 絶對 標高 100m 이상되는 部分, 基盤標高로 부터 標高差 50m 이상되는 部分, 傾斜度 25° 이상 되는 部分, 露頭가 많은 處, 單位生活圈의 境界가 되며 主要한 「스카이라인」을 형성하는 主稜線의 山頂, 景觀이 수려한 地點, 기타 災害의 위험이 있는 地點 등이다. 그리고 開發 하되 주의깊은 計劃이 필요한 部分은 絶對標高 50~100m의 部分, 傾斜度 15°~25° 이상되는 部分, 溪谷內의 副稜線, 主排水路의 沿邊 등이다.

또한 主稜線의 山頂, 山腹이 單位生活圈의 境界를 형성하며, 谷底, 山麓 및 山腹의 一部分이 住居地로 開發되고, 溪谷의 谷端에서 과도하게 開發해 들어가는 것을 규제한다.

2. 防音(環境 制御)

① 防音의 定義와 必要性

防音은 騒音(noise), 즉 人間生活에 필요없거나 바람직하지 않은 소리를 줄이거나 없애는 행위를 뜻한다. 현대에 와서 특히 都市環境 속에서는 騒音의 종류, 양, 빈도 등이 人間의 心理的, 肉體의 安寧에 심각한 影響을 미치기 때문에 防音은 環境設計에 있어 대단히 重要한 課題로 부각되고 있다.

특히 公害가 되고 있는 것이 自動車 騒音인 바, 이것에 대한 防音은 造景分野에서 단순한 土木 構造物의 차원을 넘어서 많은 연구를 하여야 할 課題라고 하겠다.

② 騒音과 環境基準⁽²⁴⁾

○ 騒音의 표시단위

騒音의 크기를 감각적인 音響의 크기로 표시하는 방법으로서 音壓레벨(sound pressure level)과 騒音레벨(noise level)로 구분할 수 있다.

音壓 레벨은 音壓의 絶對值를 데시벨 척도로써 나타낸 것으로서 SPL로 약기한다.

$$SPL = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0} \text{ (dB)}$$

騒音레벨은 音響을 指示騒音計로 측정해서 얻어지는 폰(phone) 또는 데시벨(dB) 수이다.

○ 自動車 騒音의 허용한도

〈표 3〉 地域別 騒音 基準值(日本)

地 域 區 分	낮	아침/저녁	밤
특히 靜숙을 요하는 지역(요양지역)	45폰 이하	40폰 이하	35폰 이하
주 거 지 역	50 "	45 "	40 "
상업 및 공업지역	60 "	55 "	50 "

資料: 造景設計基準 2, p. 100.

③ 防音의 基本原理

(24) 한국중합조경공사(1976), 「造景設計基準Ⅱ」, pp. 98-114.

○騒音源의 除去 또는 移轉：이 방법은 가장 근본적인 防音方式으로서 騒音源을 아예 없애 버리거나 옮겨 버리는 것이다. 예를 들어 自動車의 通行을 금지하거나 다른 곳으로 우회시키는 것이다.

○騒音源과 受音點간의 離隔：이 방법은 騒音源과 受音點간의 距離를 띄움으로서, 距離의 증가에 따른 音響強度를 줄이는 것이다. 距離가 2배로 늘어날 때마다 點音源의 경우 약 6dB 이, 線音源의 경우 약 3dB씩 감쇄한다.

○騒音源과 受音點 사이에 遮音體 설치：위의 두가지 방법이 불가능하거나 불충분한 경우, 遮音體(담, 築堤, 樹林, 建物 등)를 騒音源과 受音點 사이에 두는 방법을 쓸 수 있다.

○騒音を 상쇄하는 다른 音源 배치：다른 音源(물소리등)을 배치하여 騒音を 상쇄하는 방법도 가능하다.

④ 防音築堤

○防音築堤는 防音を 전용으로 하거나, 또는 다른 용도이지만 防音效果가 있는 築堤(berm)를 가리킨다.

○기본 원리

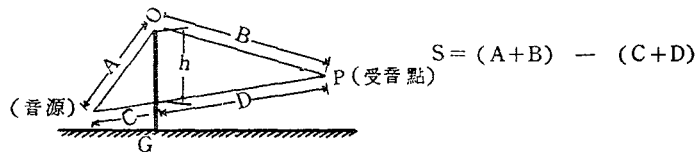
· 위의 4가지 기본적인 방법중에서, 騒音源과 受音點 사이에 遮音體를 설치하는 원리에 근거를 한다.

· 흙이 가지고 있는 吸音能力和 築堤構造의 遮音能力을 활용한다.

· 築台, 盛土, 切土, 切開등과 같은 유형에 공통된다.

○담장에 의한 減衰現象 활용

· 音源을 S, 受音點을 P, 담을 OG, 담의 유효높이를 h라고 하면, 담장이 있을 경우의 전달거리(A+B)는 없을 경우의 전달거리(C+D) 보다 길어진다. (S=거리의 차이)



〈그림 7〉 담장에 의한 傳播距離의 延長

○다음 공식에서 N값을 구하고, 〈그림 9〉에서 減衰值를 구한다.

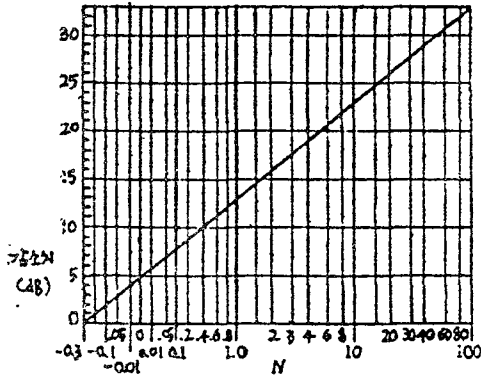
$$N = \frac{2}{\lambda} \cdot S \quad \text{이때 } \lambda = \text{파장(m)}$$

$$C = \text{음속 } 340\text{m/초}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \text{f = 주파수(Hz)}$$

(〈표 4〉의 대표치로 산정)

· 騒音源과 같은 평면위에 築堤(盛土 또는 切土)가 있을때 이 築堤는 담과 같은 減衰



資料：造景設計基準, 2, p. 103.

〈그림 8〉 담장에 의한 減衰值

〈표 4〉 車輛速度에 따르는 騒音의 代表周波數와 音源 높이

區分	速度 (km/hr)	代表周波數 (Hz)	音源 높이 (m)
交叉部	—	400	0.8
街路部	45	600	0.4
登坂部	40 以下	400	0.6
郊外部	40 以下	600	0.4
	60 以上	800	0.2

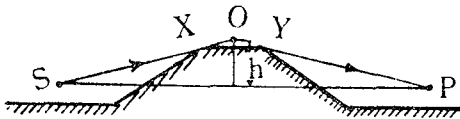
資料：造景設計基準, p. 104.

효과가 있다. 築堤는 담에 비해 많은 땅을 필요로 하나, 그 반면에 音源과 受音點간의 거리를 증대시켜 주기 때문에 減衰효과가 더 크다.

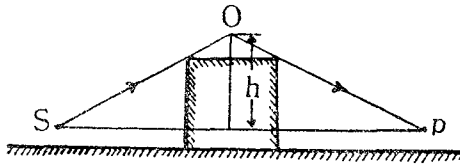
• 담의 높이가 높을수록, 波長이 짧을수록, 또는 周波數가 높을수록 音의 回折效果를 줄일 수 있어 減衰효과가 더 크다.

○ 흙의 減衰現象 활용

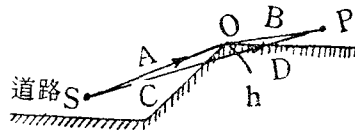
• 흙은 土粒사이의 空隙이 많은데, 音響이 이를 통과할때 흙속에서의 마찰이나 점성 저항 등에 의해 音의 「에너지」를 흡수하는 減衰效果가 있다.



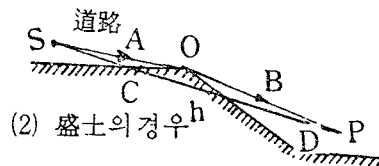
(1) 築臺의 경우



(2) 建物の 경우



(1) 切土의 경우



(2) 盛土의 경우

〈그림 9〉 築臺나 建物에 대한 假想담장 높이

〈그림 10〉 切土와 盛土의 假想담장의 높이 h

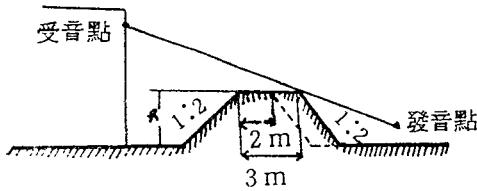
• 또한 築堤는 들어온 音을 차단하여 투과시키지 않는 遮音性이 우수한 구조이다. 일반적으로 遮音率은 내부에 작은 구멍이 뚫려 있지 않는 한 그 物體의 單位面積當 무게를 늘임으로써 증대한다. 같은 물질에서 두께를 2배로 하면 透過한다.

○ 防音築堤의 構造

• 斜面의 경사는 1:2 이상으로 하며, 斜面에 高木을 식재하고자 할 때에는 1:4 정도

를 확보하여야 한다.

- 築堤의 폭은 高木을 식재할 경우 2m를, 遮音壁을 塲設할 경우 3m를 확보하여야 한다.
- 築堤의 높이는 騒音源과 受音點간의 높이, 거리를 고려하여 앞에서 본 방식에 따라 계산한다.
- 斜面의 재료에 따른 遮音效果는 <표 5>와 같다.



<그림 11> 방음축제의 구조

<표 5> 築堤의 재료와 遮音效果

재	료	감소치 (dB)
포	장	0~ 5/100m
	흙	약 5/100m
초	지	5~10/100m
수	림	8~12/100m

資料：造景設計基準, 2, p.104.

3. 圍繞空間의 造成(景觀의 操作/用地 造成)⁽²⁵⁾

① 圍繞空間과 地形

○엄밀한 의미에서 보면 空間은 垂直的인 요소(벽, 담장, 수림, 단애 등)에 의해 限定됨으로써 비로소 3차원이라는 空間의 속성을 분명히 가지게 된다.

○自然상태의 地形에서 많이 찾아볼 수 있는 圍繞空間(분지, 계곡, 함몰부, 河川 등)이 가지고 있는 기능과 空間感을 인위적으로 재현하거나, 강화하는 것은 造景에 있어 상당히 중요한 작업이다.

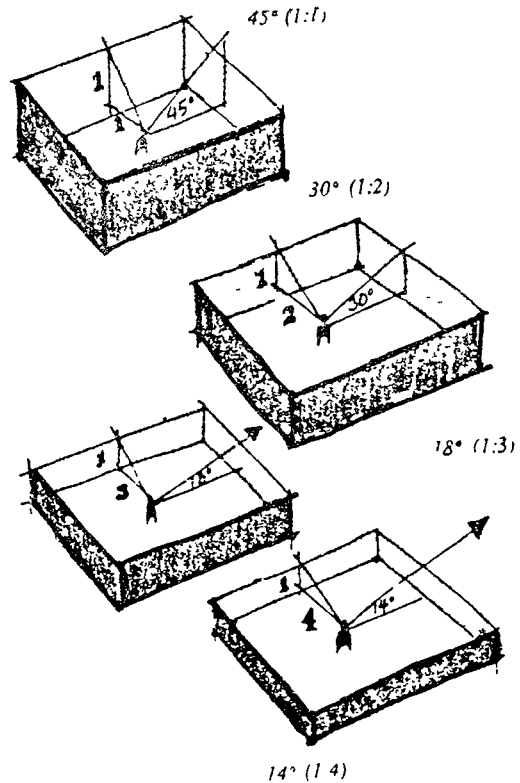
② 基本原理

○地形의 圍繞度는 人間의 空間知覺原理에 지배를 받는다.

○環境彫刻으로서의 地形操作을 추구한다.

③ 圍繞度

○둘러싸이는 空間感의 정도인 圍繞度는 수직적 요소의 높이와 視知覺 거



<그림 12> 圍繞度의 변화

(25) 篠原 修(1982), 「土木景觀論」, 東京：技報堂出版株式會社, pp.85-88.

리와의 관계에 의해 정해진다.

- 1 : 1 (45°) 이상 / 완전 圍繞
- 1 : 2 (30°) / 圍繞感의 한계
- 1 : 3 (18°) / 圍繞感의 최소치
- 1 : 4 (14°) 이하 / 圍繞感의 상실

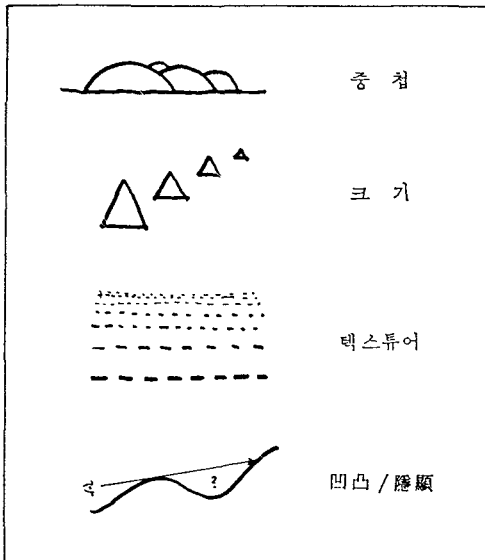
○이 원리는 수직적 요소가 壁體처럼 지평면에 직교할 경우에 해당하는 것으로서, 이를 수평면에 斜交하는 斜面에 적용하면 다음과 같다.

- 1 : 2 (30°) / 斜面이 수직요소로서 작용
- 1 : 4 (14°) 이하 / 斜面이 地平面과 구별되지 않음.

4. 空間의 깊이의 操作(景觀의 操作 / 用地造成)

① 空間의 깊이와 地形

○景觀은 3차원이라는 空間的 特性을 가지고 있어서 가까운 곳과 먼곳의 차이를 지각할 수 있다. 地形의 操作에 있어 이와 같은 空間의 깊이를 원하는 대로 형성하는 기법의 기본적 원리는 다음과 같다.



<그림 13> 공간의 깊이와 지형

② 基本原理⁽²⁶⁾

○重疊(overlap, interposition): 自然景觀에서 특히 山岳地形에서 지각할 수 있는 것이 重疊에 의한 空間의 깊이이다. 즉 가까이 있는 산과 멀리 있는 산의 遠近은 서로 다른 「텍스처」와 色調에 의해 지각되는데, 이 산들이 부분적으로 중첩되어 있음으로써 더욱 뚜렷해지는 원리이다.

○크기의 차이(size): 꼭 같은 요소들의 크기가 일정한 차이를 두고 배열되어 있을 때 지각되는 空間의 깊이이다.

○「텍스처」의 차이(texture): 꼭 같은 요소들의 粒度가 일정한 차이를 두고 배열되어 있을 때 지각되는 空間의 깊이이다.

○凹凸/隱顯: 지각되는 대상이 완전히 視界에 들어올 때 보다는 일부가 감추어져 있을 때에는 空間의 깊이가 훨씬 더 강하게 지각된다. 특히 地形의 凹凸이 있거나 凸形 斜面일 때, 또는 回折地形일 때 더욱 그러하다

(26) 樋口忠彦(1976), 「景觀の構造」, 東京: 技報堂出版株式會社.

參 考 文 獻

1. 崔杞秀(1982), 「造景施工構造學」, 一潮閣.
2. 대한토목학회(1983), 「토목공학 핸드북」.
3. 農耕と園藝(編) (1979), 「土の造園 デザイン」東京: 誠文堂新光社.
4. 篠原 修(1982), 「土木景觀計劃」, 東京: 技報堂.
5. 小柳武和 外 (1977), 「景觀論」, 東京: 彰國社.
6. 樋口忠彦(1976), 「景觀の構造」, 東京: 技報堂.
7. Carpenter, Jot D., (ed) (1976), *Handbook of Landscape Architectural Construction*, McLean, Virginia: The Landscape Architecture Fondation, Inc.
8. Eckbo, Garrett (1978), *Home Landscape*, McGraw-Hill, Inc.
9. Kevin, Lynch (1971), *Site Planning*, Cambridge: The M.I.T. Press.
10. Marsh, William M. (1983), *Landscape Planning: Environmental Applications*, Addison-Wesley Publishing Co.
11. Weddle, A.E. (1967), *Techniques of Landscape Architecture*, London: Heinemann Ltd.