

數值標高模型을 利用한 난지도 쓰레기 埋立場의 利用計劃에 관한 研究

A Study on Utilization Plan of Nangido Landfill Using Digital Elevation Model

이재기* · 조재호** · 이현직*** · 이인성****

Lee Jae-Kee · Cho Jae-Ho · Lee Hyun-Jik · Lee In-Sung

要 旨

대규모 쓰레기 埋立場의 新設計劃을 추진하기 위해서는 既存 埋立場의 利用狀態에 대한 正確한 現況分析을 통해 利用計劃이 先行되어야 하며, 이를 위해 現 埋立場의 쓰레기 埋立量과 도시 경관 및 諸般條件에 符合되는 與否를 파악하기 위해 現 埋立狀態에 대한 正確한 분석이 隨伴되어야 한다. 本 研究에서는 航空寫眞撮影에 의해 構築된 數值標高模型을 이용하여 現 쓰레기 埋立狀態 및 埋立量의 正確한 분석을 隨行하기 위해 地形分類에 따른 最適 資料補間方法和 面·體積決定方法을 決定함으로써, 現在 쓰레기 埋立場의 장래 利用計劃에 正確한 基礎資料를 제공하는데 目的이 있다.

本 研究의 隨行結果 對象地域의 地形分類를 객관적으로 隨行하기 위한 알고리즘을 定立하였으며, 標本資料에 대해 各 地形의 最適補間法和 面·體積決定方法을 결정하였다. 또한 이와 같이 얻어진 결과를 난지도 쓰레기 埋立場에 適用함으로써 埋立現況 및 埋立可能量을 分析할 수 있었다.

ABSTRACT

For the design of a large-scale landfill, the future utilization plan of the landfill ought to precede based on the analysis of existing facility. Analysis for the present condition of reclamation must include accurate assesment of volume and other consideration such as urban scenery.

In this study an optimum data interpolation scheme area/volume determination method based on the classification of topography were combined for the correct assessment of sweeping volume. Combined model was compared with the real data of Digital Elevation Model constructed by aero photography. The new model aims at providing basic information for the design and utilization of a new landfill.

A a result of this study, we made an algorithm to perform the classification of the topography in the area of interest objectively. In addition, we decided optimal data interpolation scheme and area/volume calculation method for given topography.

Finally, we applied the developed methodology to Nangido Landfill to assess current landfill situation and potential capacity when landfilling is resumed.

1. 序 論

대규모 都市施設物의 이용 計劃을 樹立하기 위해서는 現 施設物의 正確한 現況把握이 필요하며, 이를

위해 一般測量方法和 航空寫眞測量方法을 이용할 수 있다.

一般測量에 의한 쓰레기 埋立狀態의 把握 및 埋立量 결정을 위해서는 埋立狀態의 파악시 필요한 地形圖製作을 위해 基準點測量 및 細部測量이 수행되어야 함은 물론, 埋立量 決定을 위해 中心線測量 및 縱·橫斷測量이 수행되어야 함에 따라 非經濟的이며 作業條件에서도 많은 制約이 따른다.

*충북대학교 공과대학 교수
**충북대학교 공과대학 박사과정
***충북대학교 공과대학 강사
****충북대학교 산업대학원 석사과정

이에 반해 航空寫眞測量에 의한 방법은 모든 작업의 一括處理가 가능하여 단시간에 正確한 現況分析이 가능하고, 資料의 正確度에 均일성이 보장되며 數值標高模型 및 正射寫眞地圖의 생성 등 계속적인 資料의 活用에 長點이 많음에 따라 최근에 대규모 土木施設物과 레저시설의 計劃 및 設計에 많이 活用되고 있는 實情이다.

航空寫眞測量의 응용분야 중 하나인 數值標高模型은 지형의 標高값을 기준으로 航空寫眞攝影된 지역을 數值化하는 방법으로 지형의 空間分析, 最適 路線選定, 土工量決定 등에 活用이 가능하며 최근에는 地理情報시스템(geographic information system : GIS)의 데이터 베이스(data base) 설계에도 活用되고 있다.

일반적으로 數值標高模型에 의한 地形分析 및 토공량 결정의 正確度는 資料取得方法과 지형의 상태에 따른 資料補間方法 및 面·體積決定方法에 의해 좌우된다.

따라서, 本 研究에서는 航空寫眞攝影에 의해 構築된 數值標高模型을 이용하여 地形分類에 따른 最適 資料補間方法과 面·體積決定方法을 결정함으로써, 現 쓰레기 매립상태 및 埋立量의 正確한 분석을 수행하고, 現 쓰레기 埋立場의 將來 利用計劃 및 新設計劃에 正確한 基礎資料를 제공하는 데 目的이 있다.

2. 航空寫眞測量에 의한 數值標高模型의 形成 理論

일반적으로 數值標高模型의 正確性和 效率性を 유지하기 위해서는 첫째, 地形情報資料의 取得이 가장 效率적인 방법이어야 하며 둘째, 가능한한 最小의 資料로 구성되어야 하고 셋째, 充分한 正確度를 유지하여야 하며 넷째, 資料補間을 가장 간단하고 效率적인 방법에 의해 단시간 내에 이루어져야 한다.^{1,2)}

따라서 任意 地形에 대해 數值標高模型을 형성하기 위해서는 資料取得 方法에 의해 取得된 標高資料를 이용하여 地形起伏에 따른 적절한 地形의 分類을 수행한 후, 分類된 지형의 起伏를 幾何學적으로 적절히 표현하기 위한 資料補間을 수행하여야 한다.

2.1 地形의 分類

數值標高模型의 資料處理를 正確하고 效率적으로 수행하기 위한 地形分類 方法에는 定性的인 방법과

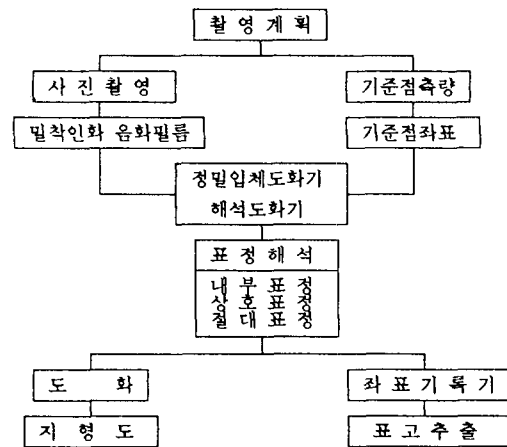


그림 1. 항공사진 입체모형에 의한 자료취득 흐름도.

定量的인 방법 및 이들 두 방법을 혼합한 混合方法으로 분류된다.

定性的인 방법에 의한 地形의 分類는 主觀的인 判斷에 의해 對象地域을 平地, 丘陵地, 山地 및 人爲的인 地形 등으로 分類하는 방법으로 地形狀態에 따른 資料取得 方法에 대한 評價와 地形起伏 等級에 따른 資料補間 結果에 대한 평가 등을 고려하지 못하는 반면, 定量的인 방법은 地形起伏狀態를 數值的으로 표시할 수 있는 因子에 의해 客觀的으로 분류한다.

이와 같은 地形分類를 위한 因子는 지형의 物理的 特性을 概念的으로 묘사할 수 있어야 하며, 數值形態로 觀測이 가능하여 統計的 解析에 適當하여야 하고, 縮尺이 다른 경우에도 적용 가능하여야 하는 條件을 만족하여야 한다.³⁾

地形分類에 일반적으로 이용되는 因子에는 地形의 傾斜度, 最大標高差, 절선 및 頂點의 數, 지형의 복잡성 등이 있으며, 本 研究에서는 地形描寫의 媒介變數로 地形의 傾斜와 曲率, 突出頻度分布, 平面의 分布, 水 平面積에 대한 表面的의 比 및 調和벡터의 크기에 의해 분류하였다.⁴⁾

2.2 資料의 補間

資料의 補間은 주어진 基地點의 標高를 이용하여 地表面의 형상에 가장 유사한 數學的函數에 의해 未知點의 標高를 결정하는 방법으로 內插과 外插으로 분류되며, 地形의 補間에서는 주로 內插法이 이용된다.

복잡한 曲面形態로 구성되는 地形을 數值的으로

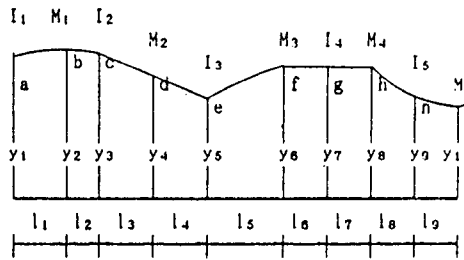


그림 2. 혼합식에 의한 경계면의 단면적.

표현하기 위해서는 地形資料의 抽出方法, 地形資料의 分布 및 密度, 地形을 補間하기 위한 資料의 探索方法 및 標高를 구하기 위한 補間法(interpolation) 등이 중요한 要素가 된다.

특히, 本 研究의 목적이 쓰레기 埋立量을 효율적으로 결정하고 現 埋立狀態를 정확하게 把握하기 위해서는 원래 地形과 유사한 형태로 數值標高模型을 형성하고 埋立量 결정의 正確度에 중요한 要因이 되는 標高資料를 효율적으로 취득하는데 이용되는 最適의 地形補間方法이 결정되어야 한다.

數值標高模型 구축의 대부분을 차지하는 資料補間 방법은 지형의 條件 및 資料抽出의 密度를 고려하여 선택되며, 주로 線形補間法(linear interpolation)과 曲線補間法(curve interpolation) 및 曲面補間法(curved surface interpolation)이 이용된다.

本 研究에서 이용한 補間方法은 최근의 연구에서 일반적인 數值標高模型의 補間方法으로 많이 이용되는 Spline 補間法, 距離輕重率 函數法, Kriging 補間法 및 最小曲率法을 이용하였다.⁵⁻⁷⁾

3. 數值標高模型에 의한 쓰레기 埋立量 決定 理論

數值標高模型에 의해 쓰레기 埋立量을 正確히 결정하기 위해서는 實際 埋立場의 지형과 유사한 斷面의 境界面을 설정하여 最適의 결정 방법으로 斷面積을 결정한 후, 地形形狀에 적합한 體積決定方法을 적용하여야 한다.

3.1 數值標高模型에 의한 斷面積 決定

3.1.1 支距法에 의한 斷面積

복잡하게 굴곡진 境界線으로 이루어진 斷面の 斷

面積 결정에 이용되는 支距法은 불규칙한 境界面을 부분적으로 直線化하여 多角形을 형성한 후, 三角法面積 계산 방법으로 直線部 내의 面積을 계산하고, 屈曲 境界面과 直線部 사이의 支距를 재어 사다리꼴 공식이나 심프슨法則(simpron's rule)을 이용하는 방법이다.⁸⁾

3.1.2 支距法の 應用에 의한 斷面積

支距法을 이용한 面積計算에서 支距의 선택은 面積決定의 正確度에 큰 영향을 미치며 특히 地表面 境界의 最小點, 最大點 및 變曲點에 대해서는 반드시 支距를 선택할 필요가 있다.

따라서, 本 研究에서는 境界面을 最適化 하기 위해 最大, 最小點에 대해서는 3차 곡선을 작용하고 變曲點에 대해서는 1차 직선을 적용하여 혼합한 支距法の 응용 방법을 쓰레기 埋立量 결정에 이용하였다.^{9,10)}

그림 2와 같이 a에서 p까지 형성된 曲線 境界面에서 b, f, h, p는 最大點 및 最小點이 되며 a, c, e, n은 變曲點 또는 曲線의 終點이 되고 d, g는 中間點이 된다.

그림 2에 대한 전체 면적은 3차 곡선 a b c, 직선 c e, 곡선 e f, 직선 f h, 곡선 h n p, 아래의 면적을 더함으로써 식 (1)과 같이 결정된다.

$$A = \frac{1}{4} \{ y_{11}l_1 + y_{12}(l_2 + l_3) + y_{13}(l_4 + l_5) + y_{14}(l_6 + l_7) + y_{15}(l_8 + l_9) \} \quad (1)$$

또한, 식 (1)을 일반식으로 나타내면 식 (2)와 같이 된다.

$$A = \frac{1}{4} \left[\sum_{i=1}^k y_{1i}(l_{L,i} + l_{R,i}) + 3 \sum_{i=1}^j y_{M,i}(l_{L,M,i} + l_{R,M,i}) \right] \quad (2)$$

3.2 數值標高模型에 의한 體積 決定

일반적으로 쓰레기 埋立量의 결정에 영향을 미치는 요소는 資料點의 標高 正確度와 資料의 密度 및 資料點의 분포가 있다.

쓰레기 埋立量의 결정에 이용될 수 있는 體積決定方法에는 埋立量을 구하고자 하는 쓰레기 埋立場의 縱·橫斷面으로 분류하여 斷面法에 의한 體積決定方法과 일반적인 數值標高模型을 통한 體積決定時 이용되는 點高法이 있다.¹¹⁾

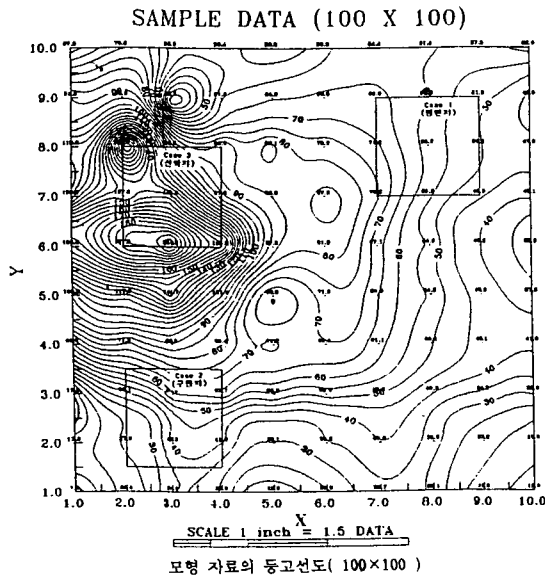


그림 3. 모형자료 및 분석 Case의 등고선도.

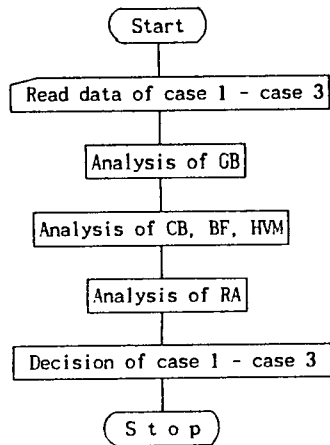


그림 4. 지형분류 변수를 이용한 분석 Case의 객관적 지형분류 흐름도.

4. 모델실험을 통한最適資料補間法 및 埋立量 算定方法의 決定

대규모 쓰레기 埋立場의 將來 利用計劃을 수립하기 위해서는 現 埋立狀態의 파악 및 쓰레기 埋立量을 결정하여야 하며, 이를 위해 本 研究에서는 航空寫眞의 立體模型을 이용하여 대상 지역의 數值標高資料를 취득하였다.

數值標高資料를 이용하여 쓰레기 埋立場의 埋立狀

표 1. 분석 Case의 특성

(단위 : m)

분 류	격자크기	최소표고	최대표고	비 고
Case 1	3×3	45.90	76.20	평탄지
Case 2	3×3	24.01	71.49	구릉지
Case 3	3×3	90.20	204.00	산악지

態 및 埋立量을 파악하기 위해서는 實際 地形의 상태와 유사하게 數值標高模型을 구축하기 위한 資料補間方法이 지형의 상태에 적합하여야 함은 물론 埋立量決定을 위한 面·體積算定方法이 정확하여야 한다.

따라서, 本 研究에서는 假想으로 설정된 模型資料를 통해 地形分類에 따른 最適 資料補間 方法 및 面·體積算定方法을 결정한 후, 실제 對象地인 난지도 쓰레기 埋立場의 장래 이용 계획에 적용하였다.

4.1 模型資料의 形成 및 分析 Case 選定

資料補間方法 및 面·體積決定方法의 最適化를 위해 연구에 이용한 模型資料는 그림 3과 같이 對象地域內에 平地, 丘陵地, 山地의 특성을 共有하고 있는 100 m×100 m의 正規格子形 假想資料로써, 主觀的 判斷에 의해 3 Case의 模型資料를 형성하였다. 主觀的 判斷에 의해 分類된 각 분석 Case의 특성은 표 1과 같다.

4.2 分析 Case에 대한 客觀的 地形分類

本 研究에서는 그림 3과 같이 主觀的 判斷에 의해 분류된 분석 Case 자료를 5개의 地形分類變數를 이용하여 그림 4와 같은 과정으로 客觀的 地形分類를 수행하였다.

따라서, 客觀的 地形分類를 위해 적용한 地形分類變數는 各 資料點의 傾斜를 나타내는 變數인 平均傾斜度(GB), 起伏變化量을 나타내는 變數인 平均曲率(GB)와 突出頻度(BF) 및 調和벡터량(HVM), 資料點區域內의 水平面積에 대한 表面의 比(RA)이다. 분석 Case에 대한 客觀的 地形分類 結果는 표 2와 같다.

이상과 같은 主觀的으로 분류한 분석 Case에 대해 5가지 分類變數를 이용한 客觀的 地形 分類를 수행한 結果, 平均曲率에 의한 분류를 제외하고는 다른 모든 變數를 이용한 分類에서 Case 1은 緩傾斜의 平坦地,

표 2. 지형분류 변수에 의한 분석 Case의 지형분류 결과

분류	평균 경사도 (GB : %)	평균 곡률 (CB)	돌출 빈도 (BF)	조화 벡터량 (HVM)	면적비 (RA : %)
Case 1	19.81	1.42	1.99	2.51	2.93
Case 2	29.34	2.24	4.21	9.17	4.87
Case 3	98.47	38.21	11.32	19.81	87.42

Case 2는 準傾斜의 丘陵地, Case 3은 急傾斜의 山岳地로 분류되었다.

따라서, 主觀적으로 선정된 분석 Case에 대해 客觀的 分類變數로 定量化함으로써 기존의 主觀的 판단에 의한 地形分類로 인해 발생하는 문제점을 해결할 수 있었다.

4.3 最適 資料補間 方法의 決定

本 研究에서는 앞절에서 客觀的 地形分類를 수행한 분석 Case에 대해 地形分類에 따른 最適 資料補間 方法을 결정하기 위해 4가지 補間方法을 도입하여 21×21 크기의 正規格子로 資料補間을 수행한 標高2 값을 初期資料의 표고값과 비교하여 殘差의 平均(MR)과 殘差의 標準偏差(SDR)를 분석한 결과는 표 3 및 그림 5와 같다.

平坦地로 분류된 Case 1, 2에서는 距離輕重率 函數法을 제외하고는 다른 補間方法에서 유사한 標高 誤差를 나타내었으며, Kriging 補間方法이 가장 양호한 結果값을 나타내었으나 資料處理時間에서 이점이 많은 最小曲率法 및 Spline 補間法도 所要正確度의 資料補間을 수행할 수 있었다.

또한, 丘陵地로 분류된 Case 2에서는 距離輕重率 函數法-最小曲率法-Spline 補間法-Kriging 補間法 순으로 標高殘差가 크게 나타났으며, 急傾斜의 山岳地로 분류된 Case 3에서는 다른 방법에 비해 Kriging 補

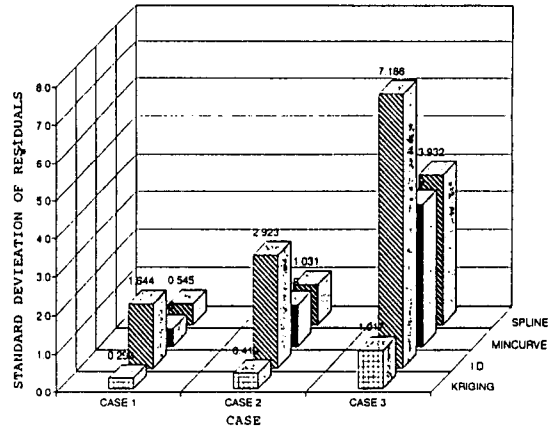


그림 5. 보간법에 따른 분석 Case의 표고 잔차.

間法의 正確度가 가장 양호함을 알 수 있었다.

이상과 같이 地形의 狀態에 따른 最適 資料補間 方法을 결정하기 위해 客觀的 地形分類를 수행한 분석 Case에 대해 4가지 補間方法을 이용하여 標高 正確度를 분석한 결과, 모든 Case에서 Kriging 補間方法이 가장 적합하였으며 急傾斜의 山岳地를 제외하고는 緩傾斜인 平坦地에서는 最小曲率法, 丘陵地에서는 Spline 補間方法도 적합함을 알 수 있었다.

4.4 地形分類에 따른 最適 面·體積算定方法의 決定

本 研究에서는 客觀的 地形分類에 따른 最適의 面積 및 體積算定方法을 결정하기 위해 앞절에서 분석된 각 地形分類에 따른 最適 資料補間方法을 적용한 3 가지 分析資料, 平坦地에서는 最小曲率 補間法을 丘陵地에서는 Spline 補間法을 山岳地에서는 Kriging 補間法을 이용하여 수행하였다.

本 研究에서 적용한 面積決定方法은 사다리꼴 公式, 심프슨 1, 2法則 및 本 研究를 통해 개발된 混合公式이며, 體積決定方法으로 兩端面平均法, 中央斷面法,

표 3. 보간법에 따른 분석 Case의 표고 잔차 분석

Case	Spline		최소곡률법		거리경중률법		Kriging	
	MR	SDR	MR	SDR	MR	SDR	MR	SDR
1	0.180	0.545	-0.149	0.459	-0.111	1.644	0.033	0.293
2	0.257	1.031	0.578	1.058	-0.205	2.923	-0.149	0.419
3	0.246	3.932	-1.169	3.719	-1.096	7.186	0.164	1.017

표 4. 분석자료의 최확토공량

(단위 : m³)

지형분류	보간방법	최확토공량
평탄지	최소곡률법	216.83
구릉지	Spline보간	151.37
산악지	Kriging보간	492.88

角柱公式 및 點高法을 적용하여 이 방법을 조합한 13가지의 분석 Case를 설정하였다. 最適 面·體積算定方法의 결정에 이용된 분석 Case는 표5와 같다.

표5와 같이 面積 및 體積決定方法을 조합한 13가지 분석 Case를 最適 資料補間方法으로 補間된 平坦地(plane), 丘陵地(slope) 및 山岳地(mountain) 資料에 적용하여 基準標高 0 상태에서 土工量을 결정하였으며, 결정된 土工量을 표4의 最確 土工量과 비교하여 相對誤差를 분석하였다. 각 분석 Case에 대해 결정된 土工量 및 相對誤差는 표6 및 그림6과 같다.

面·體積決定方法에 따른 正確度 分析에서는 面積決定方法과 관계없이 角柱公式을 이용한 경우(Case 3, 6, 9, 12)에서 가장 적은 土工量 誤差를 나타내었으며, 객관적으로 분류된 모든 지형에서 심프슨 제2법칙 및 本 研究에서 적용한 混合公式의 이용이 양호한 正確度를 나타내었다. 그러나, 混合公式을 이용할 경우 體積決定方法으로 兩斷面平均法과 中央斷面法의 적용하는 것은 바람직하지 않음을 알 수 있었으며, 모든 지형에서 點高法의 적용도 좋지 않은 土工量算定 正確度를 나타내었다.

이상과 같이 客觀的 地形分類를 수행하여 最適 資料補間方法으로 數值標高模型을 구축한 3가지 標本 資料에 대해 面·體積決定方法을 조합한 12가지 분석 Case를 통해 土工量의 正確度를 분석한 결과, 심프슨

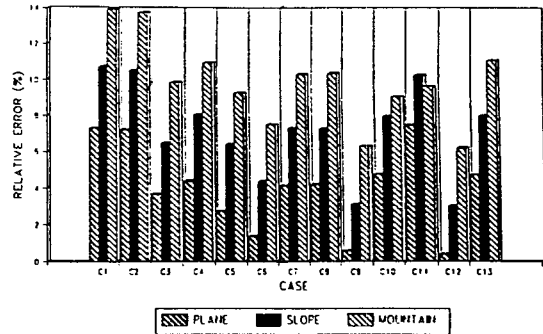


그림 6. 면·체적 결정방법에 따른 토공량의 상대오차.

제2법칙 및 混合公式에 角柱公式을 組合한 方法이 가장 最適의 土工量決定方法임을 알 수 있었다.

5. 난지도 쓰레기 埋立場의 利用計劃

5.1 數值標高模型의 構築

本 研究에서는 現 埋立場의 現況分析 및 매립량을 결정하기 위해 航空寫眞測量을 수행하였다. 地形圖의 제작 및 數值標高模型의 基本 資料인 對象地域의 標高資料를 취득하기 위한 航空寫眞測量은 焦點距離 153 mm인 廣角 WILD RC 10 航空測量用 寫眞機를 이용하여 寫眞縮尺 1 : 15,000으로 수행된 航空寫眞 撮影과 촬영된 사진의 標定解析에 이용되는 基準點을 결정하기 위한 基準點測量으로 나누어 수행되었다. 취득된 航空寫眞과 基準點成果는 Zeiss P2 精密立體 圖畫機에 의해 1 : 3,000 地形圖로 제작된은 물론, 精密座標記錄機에 의해 本 研究의 基礎資料인 對象地域의 標高資料를 취득하는데 이용되었다.

對象地域의 標高資料는 50 m×50 m의 正規格子形으로 취득되었으며, 이를 이용하여 對象地域에 本

표 5. 최적 면·체적 산정방법의 결정을 위한 분석 Case

Case	면적결정방법	체적결정방법	Case	면적결정방법	체적결정방법
C1	사다리꼴공식	양단면평균법	C7	심프슨 2법칙	양단면평균법
C2	"	중앙단면법	C8	"	중앙단면법
C3	"	각주공식	C9	"	각주공식
C4	심프슨 1법칙	양단면평균법	C10	혼합방식	양단면평균법
C5	"	중앙단면법	C11	"	중앙단면법
C6	"	각주공식	C12	"	각주공식
C13	접 고 법				

표 6. 면·체적 결정방법에 따른 분석 Case의 토공량 및 상대오차

(단위 : 토공량(m³), 상대오차(%))

Case	면적 결정 방법	체적 결정 방법	평탄지(Plane)			구릉지(Slope)			산악지(Mountain)		
			토공량	편차	상대	토공량	편차	상대	토공량	편차	상대
1	사다리꼴 방법	양단면	232.63	15.80	7.29	167.59	16.22	10.72	561.57	68.69	13.94
2		중 앙	232.41	15.58	7.19	167.29	15.92	10.52	560.63	67.75	13.75
3		각 주	224.82	7.99	3.68	161.18	9.81	6.48	541.50	48.62	9.86
4	심프슨 1법칙	양단면	226.32	9.49	4.39	163.57	12.20	8.06	546.78	53.90	10.94
5		중 앙	222.75	5.92	2.73	161.05	9.68	6.40	538.60	45.72	9.27
6		각 주	219.85	3.02	1.39	157.96	6.59	4.36	529.72	36.84	7.47
7	심프슨 2법칙	양단면	225.76	8.93	4.12	162.39	11.02	7.28	543.69	50.81	10.31
8		중 앙	225.96	9.13	4.21	162.35	10.98	7.26	543.97	51.09	10.37
9		각 주	218.11	1.28	0.59	156.10	4.73	3.13	523.99	31.11	6.31
10	혼합 공식 방법	양단면	227.21	10.38	4.76	163.42	12.05	7.96	537.52	44.64	9.06
11		중 앙	233.08	16.25	7.49	166.94	15.57	10.29	540.56	47.68	9.67
12		각 주	217.70	0.87	0.40	155.98	4.61	3.05	523.62	30.74	6.24
13	점 고 법		227.17	10.34	4.77	163.44	12.07	7.98	547.49	54.61	11.08

표 7. 대상지역의 지형분류 결과

평균경사도	평균곡률	돌출빈도	조화벡터량	면적비
101.32%	24.28%	11.94%	10.37%	48.76%

연구에서 적용한 5가지 地形分類因子에 의해 客觀的 地形分類를 수행하였다.

표 7에 나타난 바와 같이 本 研究의 對象地域은 景觀 및 악취 제거의 目的으로 少段을 제작하여 쓰레기를 埋立한 관계로 埋立場의 지형은 平坦地에 가까운 상태이나, 平均傾斜度 및 調和벡터량이 일반적인 山岳地形에 비해 크게 나타났으며, 다른 모든 요소들도 山岳 地形으로 분류되었다.

따라서, 研究 對象地域은 客觀적 地形分類에 의해 山岳地로 분류됨에 따라 模型實驗에서 결정된 山岳地의 最適 資料補間方法인 Kriging 補間法 및 사각형 분할방법에 의한 자료 탐색법을 이용하여 20 m×20 m의 正規格子로 156 m×115 m 크기의 數值標高模型을 형성하였다. 本 研究에서 구축된 對象地域의 數值標高模型에 대한 특성은 표 8과 같다.

5.2 埋立場의 現況分析

표 8. 대상지역의 수치표고모형 특성

내 용	특 성
보간방법	Kriging 보간법
탐색방법	사각형 분할법
격자크기(m)	156×20
격자간격(m)	20×20
X좌표 범위(Tm)	450,780-453,060
Y좌표 범위(Tm)	187,940-191,040
표고범위(m)	1.33-81.01

本 研究에서는 航空寫眞測量에 의해 형성된 數值標高模型을 이용하여 對象地域의 2차원 等高線圖 및 3차원 透視圖를 작성하여 對象地域의 土地利用現況, 景觀分析 및 쓰레기 매립 상태를 파악하였다.

그림 7 및 8에서 나타난 바와 같이 航空寫眞에 의한 數值標高模型을 이용하여 對象地域의 총면적 제 1, 2 埋立場의 면적을 결정할 수 있었으며, 現 埋立場의 埋立狀態 및 景觀分析을 수행할 수 있었다. 埋立場의 土地利用分析에서는 총 면적 815,327坪 중, 제1매립장 197,062坪과 제2埋立場의 119,077坪을 제외한 나머지가 附帶施設로 이용되고 있음을 알 수 있었으며, 現 埋立場을 제외한 활용 가능 地域으로는 조립주재과

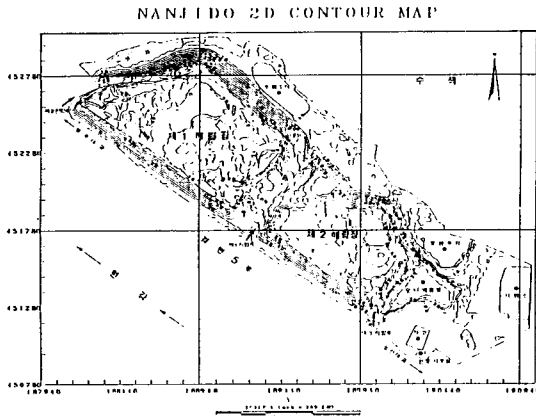


그림 7. 수치표고모형으로 작성된 대상지역의 2차원 평면도.

꽃묘지사이 만이 이용 가능 지역으로 分析되었다. 또한, 各 埋立場의 造립주택과 現 埋立標高의 分포는 第1埋立場이 21.39~80.44 m 범위로 나타났으며, 第2埋立場은 20.42~81.01 m로 나타나 두 埋立場 모두 비슷한 상태의 쓰레기 매립 상태를 나타내었다.

5.3 埋立場의 將來 利用計劃

난지도 쓰레기 埋立場의 쓰레기 埋立量의 파악은 模型實驗을 통해 결정된 山岳地의 最適 土工量決定 方法인 混合方式에 角柱公式을 調合한 土工量決定 方法으로 수행되었다.

埋立場의 총 매립량의 결정은 對象地域의 最適標高인 1, 3 m를 基準標高로 하여 결정하였으며, 各 埋立場의 將來 埋立可能量의 파악에서는 앞 절에서

표 9. 난지도 쓰레기 매립장의 현황분석

항 목	제1매립장	제2매립장
면적(M ²)	659,448 m ² (197,062평)	393,645 m ² (119,077평)
표고분포(M)	21.39-80.44	20.42-81.01
총면적(M ²)	2,695,300 m ² (815,327평)	

분석된 各 埋立場의 標高分布를 이용하여 基準標高를 60 m, 70 m, 80 m, 90 m로 설정하여 切土量과 盛土量으로 분류하여 결정하였다. 各 埋立場의 基準標高別 埋立可能量은 표 10과 같다.

표 10에 나타난 바와 같이 基準標高를 변화시켜 各 埋立場의 埋立可能量을 파악한 결과, 周邊環境의 영향에 의해 高度制限을 받게되는 標高 90 m까지 將來 可能埋立量을 결정할 수 있었다.

이상과 같이 최근 이전 계획이 구체적으로 논의되고 있는 수도권의 대규모 都市施設物 중에 하나인 난지도 쓰레기 埋立場에 대해 航空寫眞에 의해 구축된 數值 標高模型을 이용하여 現況分析 및 將來 可能埋立量을 파악한 결과, 現 埋立場의 利用可能實態 및 移轉計劃의 基礎資料를 제공할 수 있음은 물론 既存의 方法에 비해 더욱 正確性和 經濟性을 기할 수 있음을 알 수 있었다.

6. 結 論

本 研究는 최근 도시의 확장으로 문제시되고 있는

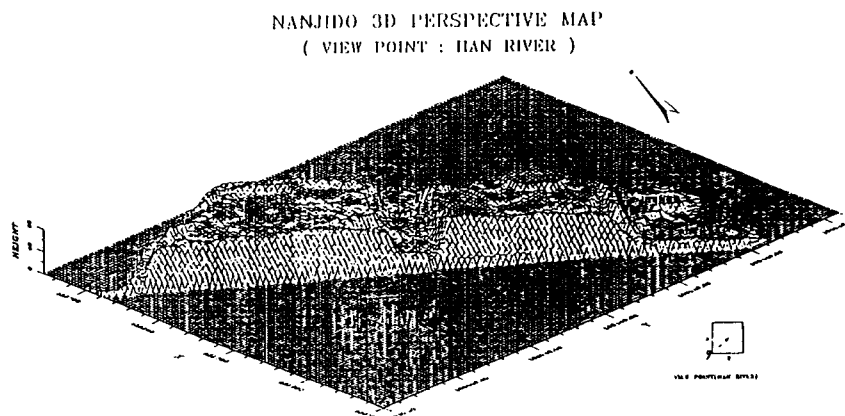


그림 8. 난지도 쓰레기 매립장의 관점별 3차원 투시도(한강).

표 10. 제 1, 2매립장의 매립 가능량

(단위 : m³)

기준표고	제1 매립장			제2 매립장		
	절토량	성토량	차 이	절토량	성토량	차 이
60 m	351560	3298210	217250	1815730	1158290	675440
70 m	471550	6822310	-6350760	288888	3247450	-2958562
80 m	187	12918900	-12918713	374	6574930	-6574556
90 m	0	19486800	-19486800	0	10190600	-10190600

대규모 都市施設物의 利用計劃을 樹立하기 위해 寫眞測量의 應用分野인 數值標高模型을 활용하는 연구로 本 研究의 隨行結果 다음과 같은 結論을 얻을 수 있었다.

1. 本 研究를 통해 對象地形의 地形分類를 객관적으로 수행하기 위한 알고리즘을 定立할 수 있었다.

2. 객관적 地形分類를 수행한 地形에 대해 資料補間方法을 변화시켜 분석한 결과 모든 地形에서 Kriging 補間法이 가장 補間 正確度가 양호하였으며 急傾斜의 山岳地를 제외하고는 平坦地에서는 最小曲率法, 丘陵地에서는 Spline 補間法도 적용 가능함을 알 수 있었다.

3. 最適 補間方法을 적용한 지형에 대해 面·體積 決定方法을 調合하여, 土工量의 正確度를 분석한 결과, 모든 지형에서 사다리꼴 公式과 兩斷面 平均法을 적용한 방법은 바람직하지 않으며, 심프슨 제2법칙 및 混合公式에 角柱公式을 調合한 방법이 가장 最適의 土工量決定方法임을 알 수 있었다.

4. 객관적 地形分類를 통해 地形別 最適 資料補間 및 土工量決定方法을 적용하여 난지도 쓰레기 매립장의 埋立現況 및 埋立可能量을 분석한 결과, 數值標高模型을 활용한 本 研究의 방법이 대규모 都市施設物의 利用計劃 및 移轉計劃의 수립에 基礎資料를 제공할 수 있음은 물론, 既存方法에 비해 더욱 경제 적임을 알 수 있었다.

參考文獻

1. Temfli, K., "Spectral Analysis of Terrain Relief for the Accuracy Estimation of Digital Terrain Mo-

dels", *ITC Journal*, Vol.3, 1980.
 2. Frederikson, P., →*Terrain Analysis and Accuracy Prediction by means of the Fourier Transformation*~, XIV ICP Congress Comm., VI, Presented Paper, Hamburg 1980, pp.284-293.
 3. Doyle, F. J., "Digital Terrain Models: An Overview", *PE & RS*, Vol.44, No.12, December 1978, pp. 1481-1485.
 4. Wilier, C. L. R. and R. A. Laflame, →*The Digital Terrain Model Theory and Application*~, P. E., 1958.
 5. 유복모, 권 현, 김인섭, "수치지형모델에 있어서 지형분류와 보간에 관한 연구", 한국측지학회, 제8권, 2호, 1990, pp.53-61.
 6. 권 현, "수치지형모델에 있어서 지형의 분류에 따른 보간법 적용에 관한 연구", 연세대학교 박사학위논문, 1988.
 7. Delfinder, P. and J. P. Delhomme, "Optimum Interpolation by Kriging", *Display and Analysis of Spatial Data*, NATO Advanced Study Institute, 1982, pp.94-114.
 8. Ismat, M. and El-Hassan, "Irregular Boundary Area Computation by Simpson's 3/8 Rule", *ASCE, Journal of Surveying Engineering*, Vol.113, No.3, 1987, pp.127-132.
 9. Easa Said, M., "Area of Irregular Region with Unequal Intervals", *ASCE, Journal of Surveying Engineering*, Vol.114, No.2, 1988, pp.50-58.
 10. Yousuf, M. Siyam, "Precision in Cross-Sectional Area Calculations on Earthwork Determination", *ASCE, Journal of Surveying Engineering*, Vol.113, No.3, 1987.
 11. Linkwitz, K., "Digital Terrain Models", *ITC Journal*, 1970, pp.34-76.