

복합공간 개발을 위한 지반정보 관리시스템의 통계분석 모듈 개발 The development of statistical analysis module for the part of the new standardized geotechnical database computer program

김정열¹⁾, Jeong-Yeol Kim, 김현기²⁾, Hyun-Ki Kim, 김한샘³⁾, Han-Saem Kim, 정충기⁴⁾, Choong-Ki Chung

¹⁾국민대학교 건설시스템공학부 석사과정, Research Assistant, Dept. of Civil Engineering, Kookmin University

²⁾국민대학교 건설시스템공학부 조교수, Assistant Professor, Dept. of Civil Engineering, Kookmin University

³⁾서울대학교 건설환경공학부 박사과정, Doctor course, Dept. of Civil Engineering, Seoul National University

⁴⁾서울대학교 건설환경공학부 교수, Professor, Dept. of Civil Engineering, Seoul National University

SYNOPSIS : The statistical analysis module is developed for the part of the new standardized geotechnical database computer program. The purpose of this module is that the geotechnical engineers can optimize the underground construction process of the underdeveloped urban area rehabilitation by this module providing the statistical information for the geotechnical decision making and risk assessment. This module will be modified to offer the statistical information sustainable for the newly adapted geotechnical limit-state design methods.

Key words : urban area rehabilitation, geotechnical decision making, risk assessment

1. 서 론

도심지 내 대규모 지하공사를 진행하는 경우에 공사 현장의 지반 조건이나 지중 구조물에 대한 정보를 정확하게 파악하는 것은 공사의 계획 및 진행에 있어서 매우 중요하다. 대부분의 경우에는 기존의 지반조사 자료를 바탕으로 추가적인 지반 조사를 통해 이 문제를 해결하고 있으나, 지반정보 자료의 수집 및 정리에 대한 과정이 체계적으로 정립되어 있지 않기 때문에 이에 따른 상당한 경제적, 시간적 손실이 불가피한 것이 현실이다. 이에 본 연구에서는 도심지 개발에 따른 지하 공간 정보의 데이터베이스 구축에 있어서 주어진 여러 자료를 통합하여 지하 공간 개발에 필요한 기본적인 통계적 자료를 제시하는 프로그램 모듈을 제안하고자 한다. 본 시스템은 기존의 지반조사 자료를 바탕으로 최적의 추가 지반조사

범위를 결정하고, 최종적으로 얻어진 자료를 3차원 보간기법을 이용하여 대상 지반 내부를 재구성하며, 굴착이나 개착을 하는 경우에 있어서 현장의 지반 조건을 영상화하여 미리 살펴볼 수 있도록 하고, 제반 구조물 설계에 필요한 지반 정수 결정을 위해 미리 설정한 관심 대상 영역에 대해 통계처리 된 자료를 제시함으로써 도심지 지하공간의 개발을 최적화하는 것을 목표로 한다(서울대학교, 2010).

2. 복합 공간 개발을 위한 지반정보 시스템

2.1 지반정보 입출력 모듈

다음 그림1에서 제시하고 있는 복합 공간 개발을 위한 지반정보 통합시스템은 모든 현장 자료 및 해석 결과 자료를 포함하는 데이터베이스 모듈과 표준화된 방법에 따라 현장 자료를 데이터베이스에 입력하고, 입력된 정보를 수정/보완하는 자료 입력 모듈, 지구통계학적 방법인 크리깅 기법을 이용하여 공간적으로 분포하는 이산 자료를 보간 하여 대상 영역 전체에 대한 추정 정보를 제시하는 공간 보간 모듈, 그리고 관심대상 영역에 대한 자료를 통계적으로 처리하여 보유하고 있는 정보와 이를 바탕으로 결정된 설계정수에 대한 신뢰도를 가늠할 수 있는 통계분석 모듈, 그리고 수집된 모든 정보를 정리하여 2D/3D 그래프, 평면도, 단면도 등의 원하는 형태로 가시화하는 정보 가시화 및 출력 모듈로 구성된다.

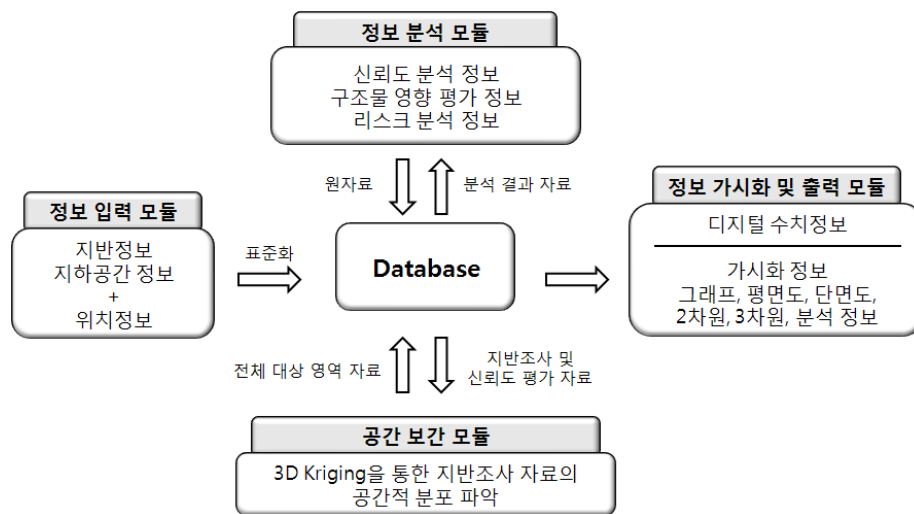


그림 1. 복합 공간 개발을 위한 지반정보 통합시스템 구성도(서울대학교, 2010)

현장 자료 및 해석 결과 자료로 구성되는 데이터베이스는 다음 그림2에서 보이는 것과 같이 조사지점별로 얻어진 지반 조사 자료를 육하원칙에 따라 측정인, 측정일자, 측정위치, 측정방법, 측정 물리량, 참고사항 등을 체계적으로 저장하도록 하고 있다. 시험방법에 따라 측정되는 물리량의 종류 및 측정 빈도 등이 다를 수 있기 때문에 SPT, CPTu, FVT, 프래셔미터 시험 등의 일반적인 현장지반조사 자료와 탄성과 시험, 전기비저항 탐사시험 등의 물리탐사 자료, 그리고 삼축 압축시험이나 압밀시험과 같은 실내시험 자료를 각 시험법에 따

라 입력할 수 있도록 하였다.

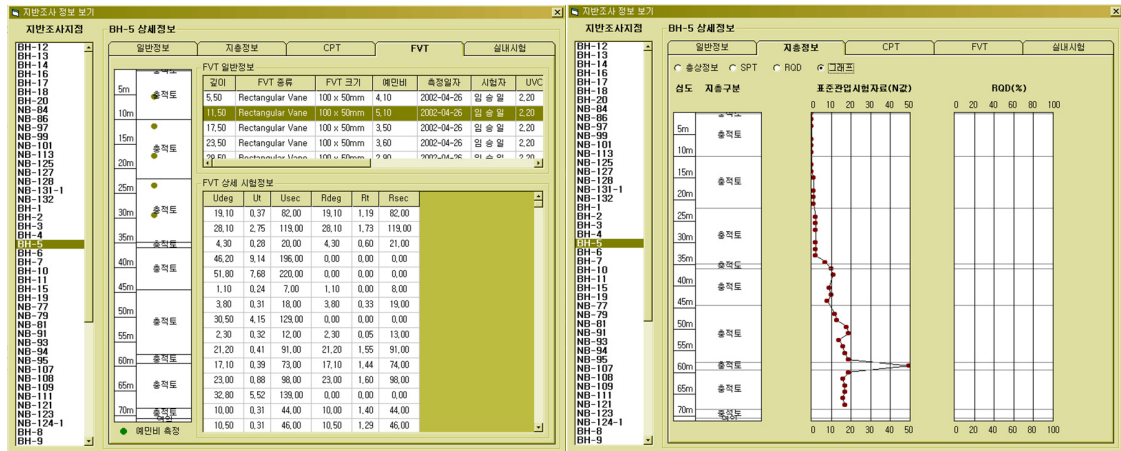


그림 2. 통합 DB 시스템 지반조사 결과의 입력 예시 (서울대학교, 2010)

위와 같이 입력하여 얻은 데이터베이스를 3차원 공간 보간 기법을 적용하여 다음 그림3과 같이 지반 내부의 공간 자료를 가시화된 영상으로 표현할 수 있다. 이 가시화 모듈은 임의로 지정한 관심 영역에 대해 구축된 공간 보간 정보를 3차원 영상으로 나타내게 되며, 지반 및 지하 공간 정보와 함께 통계 분석, 인접 구조물 영향 평가, 리스크 분석 등을 통해 얻어진 여러 자료에 대한 공간적 분포를 함께 보여주게 된다.

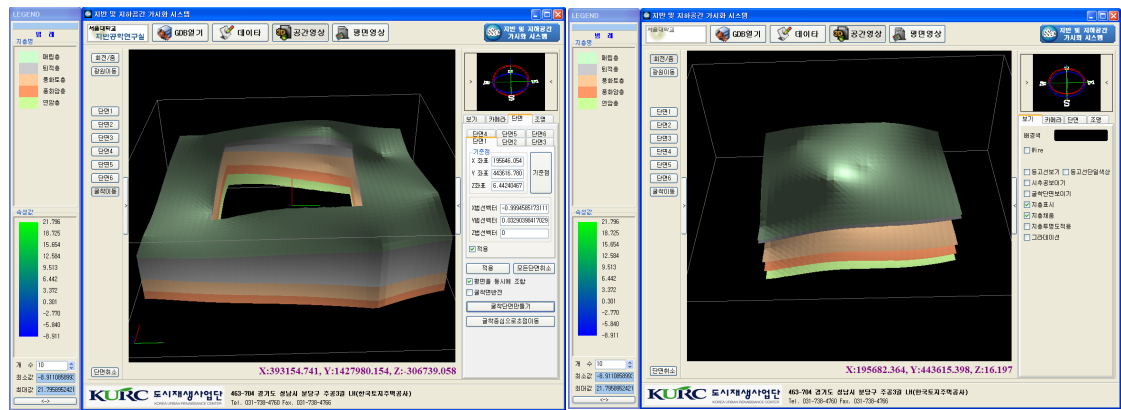


그림 3. 통합 DB시스템 3차원 가시화 출력 예시(서울대학교, 2010)

2.2 지반정보시스템의 통계분석 모듈

설정된 구역 내에서 얻어진 지반 조사 자료는 다음 그림4에서 보이는 것과 같은 통계분석 모듈을 통해 다양한 분석 결과를 얻을 수 있다. 통계분석 모듈은 주어진 대상 지반에 대해서 측정 물리량을 바탕으로 이상치 분석과 같은 정량적 기법에 의해 지층을 구분하고, 각 지층에 존재하는 물리량에 대한 기본적인 통계 분석 자료인 평균, 표준편차, 왜도, 첨도 등

을 통해 해당 물리량의 가장 근접한 확률분포 형태를 제시하며, 정의된 신뢰수준에 따른 분포상의 확률적 극한값을 제안하여 지하구조물 설계 정수 결정에 도움을 줄 수 있도록 구성하였다. 또한, 각 측정 자료의 공간 분포를 이용하여 지층내부에 존재하는 물리량의 상관거리(correlation length) 등을 산정함으로써 위치적 상관관계를 설계에 반영할 수 있도록 하고 있다.

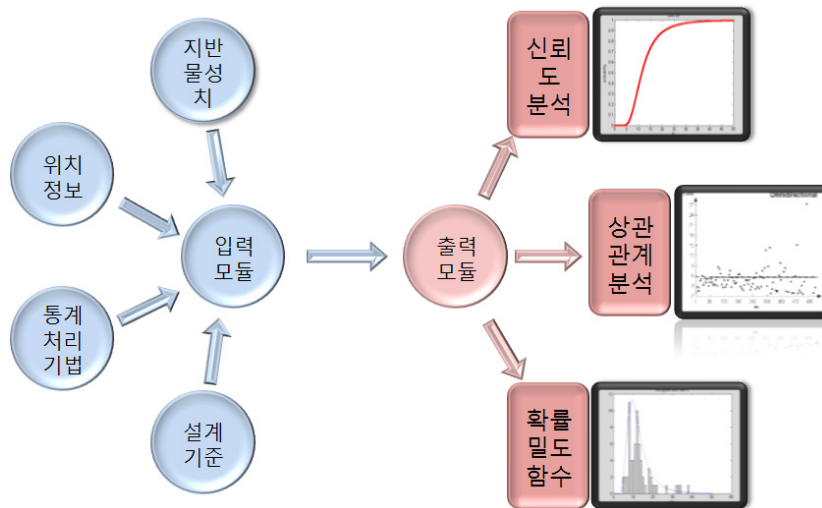


그림 4. 통계분석 모듈의 개념도

설정된 자료의 확률 분포 함수는 Pearson 도표, Beta함수 도표, K-S 검정 등의 방법을 통해 결정할 수 있다. 이 가운데 Pearson 도표는 주어진 자료의 왜도와 첨도를 이용하여 산정한 β_1 , β_2 두 계수의 값을 통해서 가장 가까운 확률 분포 형태를 알 수 있다. 그리고 Beta 함수 도표는 주어진 이산 형태의 자료에 대해 최소값, 최대값, 평균값, 표준편차를 고려하여 두 개의 계수 α , β 를 산정하고 이를 분류도표에 적용함으로써 분포 형태를 결정할 수 있다 (Harr, 1987; Baecher and Christian, 2003).

본 연구에서 적용한 이상치 분석은 지반조사 결과를 적절하게 수 개의 하위그룹으로 분류한 뒤 각 하위그룹에서의 극한값들의 분포에 합당한 GEV(Generalized Extreme Value) 확률 분포 함수를 산정하여 설계수준에 따라 정의한 신뢰수준에 해당하는 문턱값을 이상치로 결정하는 통계기법을 의미한다(Park and Sohn, 2006; 김정열 외, 2010).

본 모듈 프로그램은 MATLAB을 기반으로 하여 작성되었으며 시스템의 메인 프로그램이 C#으로 이루어져 있기 때문에 이와 연동하여 작동할 수 있도록 MATLAB Builder NE라는 MATLAB tool을 사용하였다(Simon et al., 2002). 이를 통해 MATLAB에서 제공하는 여러 함수를 참조하여 C# 프로그램에서의 이용이 가능하다(MATLAB, 2007).

3. 요약 및 결론

복합 공간 개발을 위한 지반조사 및 지하 공간 자료의 디지털 정보화 시스템의 개발을 위해 지반 조사 결과 자료를 통합, 분석하여 지하 공간 개발에 필요한 기본적인 통계적 자료를 제시하는 프로그램 모듈을 제안하였다. 이를 통해 지하구조물 설계에 필요한 설계정수 결정과정과 결정된 설계정수의 신뢰도 및 추가 지반조사에 대한 필요성 여부 등을 정량적으로 평가함으로써 도심지 지하공간의 개발을 최적화하고자 하였다. 향후 많은 토목구조물 설계에서 활용하고 있는 한계상태 설계법 적용에 필요한 여러 통계적 자료를 본 모듈을 통해 표준화하여 제공할 수 있도록 수정, 보완할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 2006년도 첨단도시개발사업(07도시재생B03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 김정열, 김현기, 조남준 (2010), “이질적 지반의 확률적 지층 구분을 위한 이상치 분석의 적용”, 한국 지반 공학회 2010년 봄 학술 발표대회 논문집
2. 서울대학교 건설환경공학부 (2010), 도시재생 사업 4차년도 자체 평가 보고서-4세세부 복합공간 개발을 위한 지반조사 및 지하공간 자료의 디지털 정보화 시스템 개발
3. Baecher, G.B. and Christian, J.T. (2003), "Reliability and Statistics in Geotechnical Engineering", John Wiley & Sons Inc., pp. 194~203
4. Harr, M.E. (1987), Reliability based design in civil engineering, McGraw Hill, pp. 79~96.
5. MATLAB Builder NE User's Guide, Version R2007b(2007), MathWorks, Inc.
6. Park, H.W. and Sohn, H.(2006), "Parameter estimation of the generalized extreme value distribution for structural health monitoring" Probab. Eng. Mech., Vol.21 pp. 366~376.
7. Simon, R., Burt, H., Craig, M. and Christian, N. (2002), Professional C#, Wrox Press Ltd, USA.