

지형공간정보체계를 이용한 지반정보의 보간방법 정확도 비교 Comparison of Accuracy according to Interpolation for Geotechnical Information using GIS

이종출¹⁾ · 강인준²⁾ · 김희규³⁾ · 노태호⁴⁾

Lee, Jong Chool · Kang, In Joon · Kim, Hee Gyoo · Roh, Tae Ho

¹⁾ 부경대학교 공과대학 건설공학부 교수(E-mail:jclee@pknu.ac.kr)

²⁾ 부산대학교 공과대학 토목공학과 교수(E-mail:ijkang@pusan.ac.kr)

³⁾ 경남정보대학 건설정보과 교수(E-mail:kimhg51@hanmail.net)

⁴⁾ 부경대학교 대학원 토목공학과 박사수료(E-mail:rth1348@mail1.pknu.ac.kr)

Abstract

As develop of civilization many structure and facilities will constructed forever scientifically and systematically. The prerequisite of those construction have been behaved with plan and investigation of field. When investigation method that ground of distribution and character for many structure are various, many parts of various method have been conducted by the boring method in order to condition, distribution and character for ground. And indirected method of ground investigation data have been interpolated, various methods have been conducted in method of interpolation.

Therefore, in this study, we would estimate efficiency that accuracy according to interpolation using the data of ground information by comparable unique density.

1. 서론

문명의 발달과 동시에 많은 구조물 및 그에 제반되는 시설들이 과거에서부터 현재 및 미래에도 과학적이고 체계적으로 건설되어 질 것이며, 이러한 건설공사의 첫째 단계의 필수요인은 계획 및 현장조사가 우선적으로 시행되고 있다. 그리고 많은 건설공사의 조사시 지반의 분포 및 지질의 특성 등을 조사하는 방법은 여러 가지의 방법으로 수행되어 지고 있으며, 그 중 많은 부분을 시추조사로 지질의 상태 및 특성을 해석하게 된다. 하지만 많은 자원과 시간을 투자하여 획득된 이러한 지반정보의 결과 등을 관리 및 공유의 미비로 인하여 해당되는 건설공사의 자료로만 활용되고, 많은 부분의 자료들이 소모의 형태로 사용되며, 심지어는 지반정보획득의 중복 투자까지 소요되고 있는 실정이다.

또한, 이러한 지반조사의 자료의 간접 획득 방법 중 보간을 통하여 획득하며, 보간의 방법에는 여러 가지의 방법들이 활용되고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 비교적 균일한 조밀도로 획득된 지반정보자료를 이용하여 보간별로 의한 정확도를 비교하여 그 효용성을 평가하고자 한다.

2. 지형공간정보체계

지형공간정보체계는 지구 및 우주공간 등 인간활동공간에 관련된 제반 과학적 현상을 정보화하고 시·공간적 분석을 통하여 그 효용성을 극대화하기 위한 정보체계이다. 지형공간정보체계를 이루는 지형공간정보는 위치정보와 특성정보로 구분할 수 있다. 위치정보는 공간적 해석이 가능하도록 대상물에 절대적 또는 상대적 위치를 부여하기 위한 것이고, 특성정보는 도형정보, 영상정보, 속성정보를 구성된다. 또한, 과학의 발달과 점차 고성능화 되어가는 PC를 이용하여 이러한 체계를 이용하고자 하는 시도는 여러 분야에서 그 활용성이 점차 넓혀져 가고 있는 실정이며, GPS나 수치사진영상을 이용하여 더욱 더 활용의 범위가 확대되어 간다.

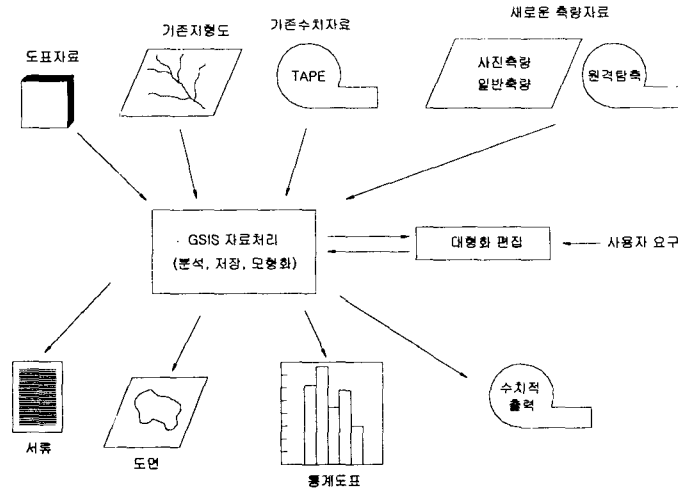


그림 1. 지형공간정보체계의 구성

3. 토질조사 및 지반정보

일반적으로 사용되는 토질조사방법들 중 몇 가지를 나타내면 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

표 1. 지반조사의 방법

예비조사(현장답사)	탐 사	현장조사
육안관찰 항공사진 지질보고서 및 지질도 과거시공기록	지구물리적 방법 전기적 방법 시굴 - 시료채취 및 시험 시추 - 시료채취 및 시험	관입시험 베인시험 지하수위 - 간극수압 시험 양수시험 재하시험 다짐시험

주어진 프로젝트에 있어서 토질조사계획은 프로젝트의 성격, 중요성, 관련지반의 성질에 따라 달라진다. 예를 들어 대형댐 프로젝트는 고속도로 프로젝트 보다 더 완벽한 지반조사가 요구되고 연약점토지반은 자갈지반보다 더 많은 조사를 필요로 한다. 표 1에 나열한 토질조사중 예비조사의 첫 4가지 방법은 보통 대단위 지반조사시 전체부지에 대한 일반적인 사항을 파악하는데 그 목적이 있다. 지구물리적 방법은 지층을 탐사하는데 이용하는 방법으로 짧은 시간에 비교적 많은 지층을 조사할 수 있는 장점이 있다.

시굴이나 시추로부터 채취된 시료는 실내시험을 수행함으로써 토질조사에 폭 넓게 사용되며 특히 중요한 구조물이나 지층분포가 비교적 균일한 지반에서 유용하게 쓰인다. 시굴로부터 양질의 불교란시료를 얻을 수 있으나 상대적으로 얇은 깊이에서만 가능하다. 시굴은 손이나 백호우 또는 도저를 사용하는 반면, 시추는 케이싱을 사용하거나, 케이싱 없는 오거를 사용한다.

깊은 심도로부터 양질의 불교란시료를 채취하는 데는 어려움이 따른다. 시료채취 과정, 시료운반, 시료준비과정에서 흙은 지층에서 받던 상태와는 아주 다른 응력상태에 놓이게 되는데 이러한 응력변화는 흙의 거동을 야기 시킨다. 게다가 시료채취, 운반, 시료준비작업은 보통 시료에 변형을 야기해 흙 구조조를 변화시키기 때문에 실내시험에 의해 정확한 현장지반특성을 결정하는 것은 실제로 매우 어려운 일이라 할 수 있다.

현장시험의 중요성은 교란에 예민한 흙이나, 흙이 수직 수평으로 변화하는 지반에서 특히 강조되고 있으며, 가장 널리 사용되고 있는 현장시험은 관입시험이다.

4. 보간(Interpolation)

보간법은 관측을 통해 얻어진 관측값을 이용하여, 관측이 실행된 영역 내에서 조사되지 않은 변수값을 평가하는 과정이다. 보간법의 종류에는 여러 가지가 있지만 그 중 많이 사용되는 것들을 간략하게 소개한다면, 첫 번째는 크리징 보간법을 들 수 있다. 크리징(Kriging)은 광산업에서 사용하기 위한 최적의 보간법으로 개발되었다. 크리징 보간법의 기초는 점들 사이의 분산이 공간에 걸쳐 변화하는 비이다. 이것은 점에서의 값 사이의 평균차가 점 사이의 거리에 따라 어떻게 변화하는 가를 보여주는 분산도를 표현된다. 두 번째는 역거리 보간법(Inverse Distance to a Power : I.D.P)으로 토폴러(doppler)의 법칙을 바탕으로 하며, 이는 절대위치의 값을 계산할 때 측정거리보다 가까운 이웃점들의 값이 더욱 영향력이 있다는 직관적인 개념이다. 끝으로 불규칙 삼각망(Triangulated Irregular Network : TIN)은 수치모형이 가지는 자료의 중복을 줄일 수 있으며, 지형공간정보체계와 자동지도제작, 그리고 등고선 처리 프로그램과 같은 여러 분야에서 많이 사용되고 있는 방법이다. 표고행렬과 달리 불규칙 삼각망은 기복의 변화가 작은 지역에서는 절점의 수를 적게하고, 기복의 변화가 심한 지역에서는 절점의 수를 증가시킴으로써 자료량을 조절하는 장점이 있다.

5. 자료의 적용

본 연구 대상지역은 1997년 7월 경, 부산 광역시 ○○구에 위치한 총 102개소중의 비교적 간격이 일정한 약 48개소에 대하여 지반조사자료에 이용하였으며, 연구 대상지역의 시추공의 위치를 나타내면 그림 2와 같으며, 각 시추공의 표면에 대하여 불규칙 삼각망에 의한 보간한 결과는 그림 3과 같다.

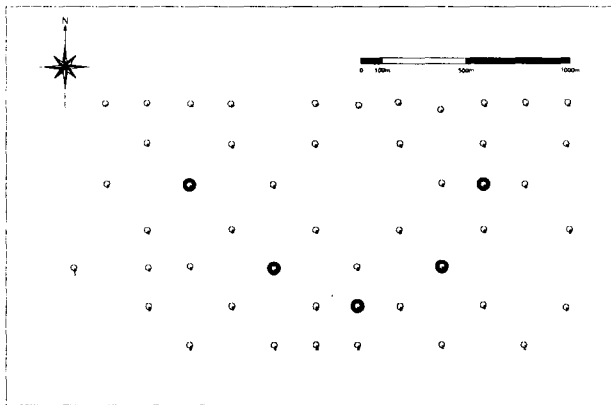


그림 2. 지형공간정보체계의 구성

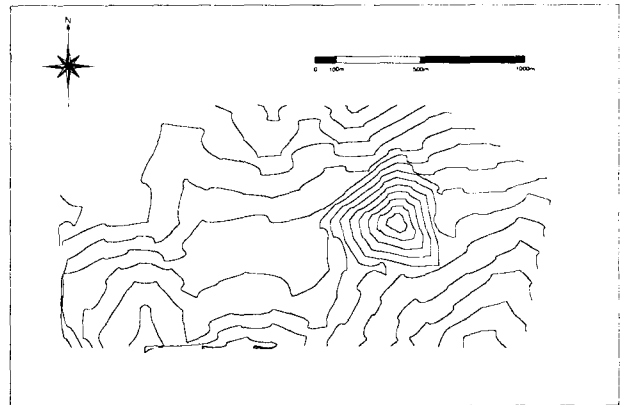


그림 3. 불규칙 삼각망에 의한 보간 결과

또한, 각 보간법의 검측을 위해서 보간에 필요한 비교적 영향을 주지 않는 점들(브레이크 라인에 포함된 측정점)을 무작위로 5점을 선정하였으며, 앞의 선정된 5점들을 제외하여 각 보간법으로 보간을 하여서 비교하였다. 무작위로 선정된 5점의 좌표는 다음 표 2와 같으며, 그림으로 나타내면 그림 2에서 나타낼 수 있다.

표 2. 지반조사의 검측점

Boring Number	X Coordinate(m)	Y Coordinate(m)	Z Coordinate(m)	Remark
41	175,803.86	182105.38	-1.98	
47	175,801.34	183,508.82	-1.45	
77	176,204.95	182,508.28	-1.15	
81	176,196.91	183,308.86	-1.02	
94	176,386.11	182,905.24	-0.48	

6. 분석

우선 선정된 48개의 위치 및 속성(지층자료)을 입력한 후, 각 지층에 대한 TIN, 크리징, IDW에 대한 보간을 수행한 후, Vector 자료를 Grid 자료로 변환하였다. 다음 그림 4와 그림 5는 GIS Tool 인 Arc View을 사용하여 자료를 구축한 그림이다. 그림 4는 각 측점에 대한 지층 구간별 3차원의 자료를 나타내었으며, 그림 5는 각 지층별의 TIN을 보간한 그림을 나타내고 있다.

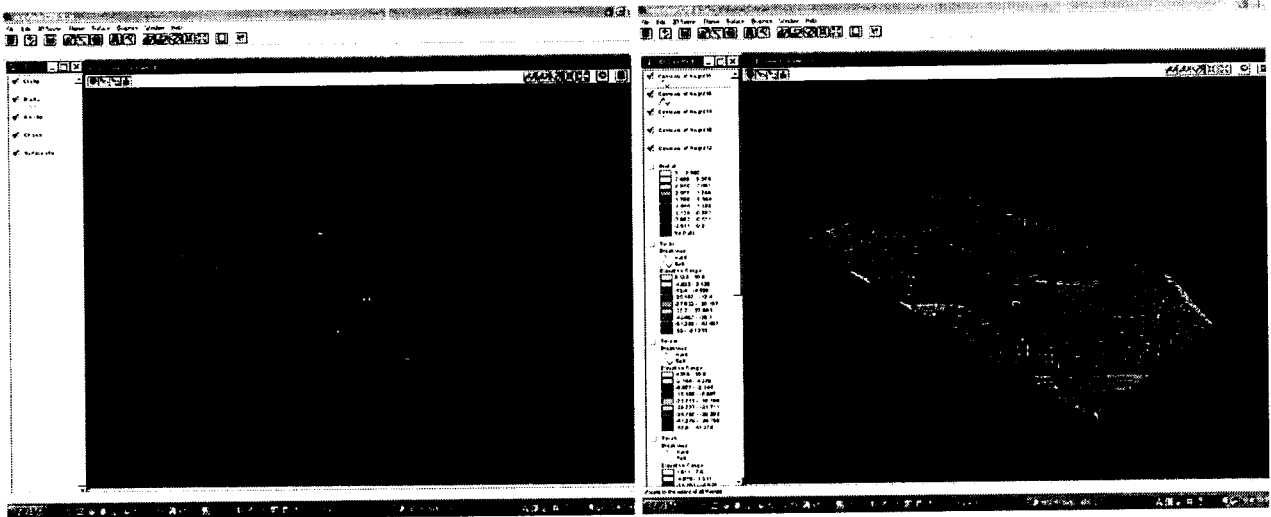


그림 4. 측점에 대한 지층 구간별 3차원 모식도

그림 5. TIN에 의한 각 지층별 보간도

표 3은 여러 가지의 보간법을 적용하여 선정된 5개소의 측정자료와 보간된 자료로서 그 차이량을 확인해 보았다.

다소 많은 부분들의 차이량을 보이지만, 비교적 Triangulation with Linear Interpolation의 보간이 다른 보간법보다는 다소 정확함을 확인할 수 있었다.

이러한 차이량을 나타내면 그림 6과 같이 나타낼 수 있다.

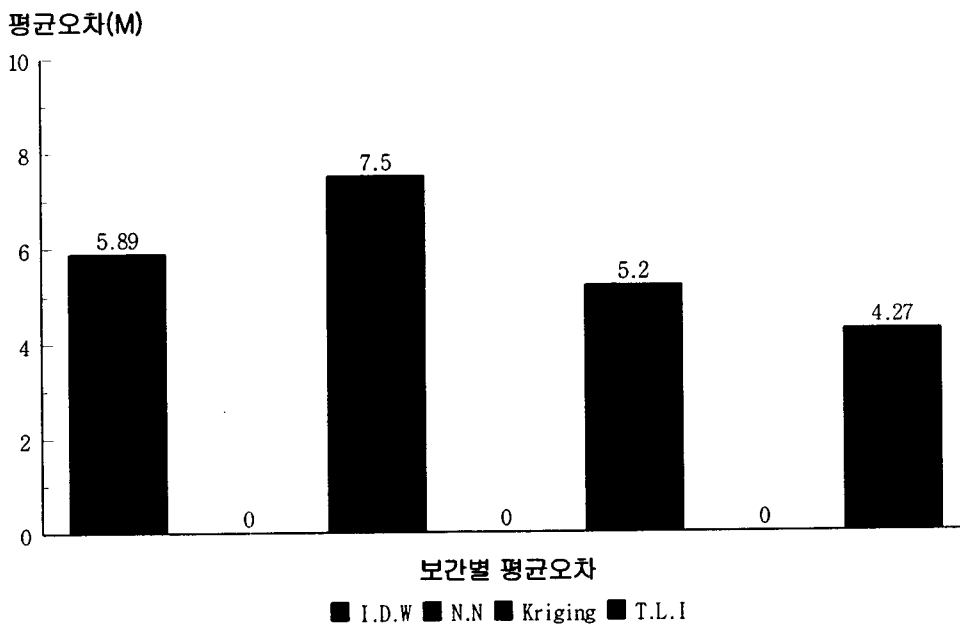


그림 6. 보간법별 비교

표 3. 보간에 의한 차이량

보 간 법	보링 번호	Z좌표의 차이량 (m)		비 고	보 간 법	보링 번호	Z좌표의 차이량 (m)		비 고
I.D.W	41	A 구간	+0.02		Kriging	41	A 구간	+0.48	
		B 구간	+4.24				B 구간	+3.66	
		C 구간	-4.15				C 구간	-2.45	
		D 구간	-7.50				D 구간	-1.05	
		E 구간	-4.65				E 구간	+1.62	
	47	A 구간	-0.13			47	A 구간	-0.20	
		B 구간	-5.72				B 구간	-5.36	
		C 구간	+5.13				C 구간	+8.62	
		D 구간	+13.75				D 구간	+13.54	
		E 구간	+11.90				E 구간	+14.98	
	77	A 구간	+0.19			77	A 구간	+0.31	
		B 구간	+2.06				B 구간	-0.45	
		C 구간	-22.79				C 구간	-25.41	
		D 구간	-11.41				D 구간	-10.74	
		E 구간	-9.22				E 구간	-8.71	
	81	A 구간	+0.02			81	A 구간	-0.15	
		B 구간	-1.52				B 구간	-1.91	
		C 구간	-15.93				C 구간	-10.18	
		D 구간	-4.80				D 구간	+5.00	
		E 구간	-9.10				E 구간	+0.88	
94	A 구간	+0.38		94	A 구간	+0.28			
	B 구간	-2.67			B 구간	-4.79			
	C 구간	+1.30			C 구간	+1.90			
	D 구간	-4.95			D 구간	-3.91			
	E 구간	-3.73			E 구간	-3.46			
Nearest Neighbor	41	A 구간	+0.35		Triangulation with Linear Interpolation	41	A 구간	+0.05	
		B 구간	+0.17				B 구간	+3.71	
		C 구간	-7.20				C 구간	-0.27	
		D 구간	+1.80				D 구간	-4.44	
		E 구간	+0.50				E 구간	-1.30	
	47	A 구간	-0.67			47	A 구간	-0.24	
		B 구간	-11.22				B 구간	-6.10	
		C 구간	+15.90				C 구간	+7.97	
		D 구간	+27.00				D 구간	+12.23	
		E 구간	+28.00				E 구간	+9.07	
	77	A 구간	+0.09			77	A 구간	-0.08	
		B 구간	+0.09				B 구간	-0.08	
		C 구간	-8.40				C 구간	-20.94	
		D 구간	+7.00				D 구간	-6.76	
		E 구간	+12.20				E 구간	-3.31	
	81	A 구간	+0.18			81	A 구간	-0.05	
		B 구간	-5.80				B 구간	+1.33	
		C 구간	-16.4				C 구간	-15.73	
		D 구간	+4.50				D 구간	+2.00	
		E 구간	-5.20				E 구간	-3.03	
94	A 구간	-0.13		94	A 구간	+0.14			
	B 구간	-4.65			B 구간	+4.38			
	C 구간	-6.10			C 구간	+2.88			
	D 구간	-12.80			D 구간	+0.22			
	E 구간	-11.00			E 구간	+0.49			

7. 결론

지반조사의 자료를 이용하여 GIS Tool인 Arc View을 이용하여 보간에 의한 자료를 분석한 결과, 다소의 차이는 보였지만 Triangulation with Linear Interpolation의 보간이 비교적 타 보간에 비해 더 정확함을 알 수 있었으며, 향후 지반조사에 대한 더욱 신뢰성 있는 보간이 연구된다면, 지형공간정보체계와 더불어 더욱 편리하고 경제적인 지반자료에 구축과 관리가 이루어지리라고 생각된다.

참고문헌

- 안조범(2003), **지반침하지역 지반조사 자료의 통합해석을 위한 전문가시스템 개발**, 박사학위논문, 전남대학교 대학원.
- 유복모(2000), **지형공간정보론**, 동명사.
- 이수곤(1998), **서울의 지반공학도 작성기법 및 정보 관리시스템 연구**, **학술발표회 논문집**, 대한토목학회.
- 신종호, 이인모(1995), **토질역학**, (주)엔지니어즈
- 이종출, 김희규, 김대현, 노태호(2003), **수치측량을 이용한 토공량 산정 적용**, **춘계학술발표회 논문집**, 한국측량학회