

## 지리정보시스템을 이용한 시화지역의 토공량 분석

송 무영<sup>\*1</sup>, 하 정은<sup>\*1</sup>, 송 영화<sup>\*1</sup>, 김 윤종<sup>\*2</sup>

\*1 : 충남대학교 지질학과

\*2 : 한국자원연구소, 책임연구원

### 1. 서 론

지리정보시스템은 1980년 이후에 자연자원 관리뿐만 아니라 환경관리를 비롯하여 현재에는 지하시설물 관리 및 도시정보 관리 등을 위한 수단으로써 여러 분야에서 필수적으로 활용되고 있는데 그러한 예로 한국의 사회기반 시설물 GIS 구축방안(이태식 외, 1994), GIS를 이용한 통신선로 시설관리(최지선, 1994), GIS를 이용한 하천공간 데이터베이스 구축에 관한 연구(이태식 외, 1994), 금강유역 토양 유실 분석을 위한 GIS 응용연구(김윤종 외, 1994)등 있다. 특히 지질학 분야에서는 1980년 후반부터 미국을 중심으로 하여 자연자원 관리, 지하수 조사, 석유 탐사 및 지질재해 분석 등을 위한 많은 응용기술 들이 개발되고 있으며, 국내에서도 지반의 지질공학적 특성분석을 위한 GIS 구축방안(김윤종 외, 1994), 수자원 관리와 보호를 위한 GIS 활용 연구(김윤종 외, 1993) 등이 활발히 연구되고 있다. 본 연구에서는 이러한 지리정보시스템을 이용하여 북위 37°00' 00" ~ 37°20' 00", 동경 126°30' 00" ~ 126°55' 00"에 해당하는 시화지역과 남양만에 대하여 해저 지형변화에 따른 토공량 분석을 실시하였다. 1994년 1월에 방조제의 물막이 공사가 끝난 시화지구와, 남양만에 방조제를 설치할 것을 가상으로 하고, 해안지역을 매립한다고 가정하여 공사이전에 토공량을 미리 예측해보는 것이 이 논문의 주요 목적이라 하겠다. 특히 시화지구에서 추진중인 간척지에 대하여 토공량과 매립깊이를 분석하여 간척지 상부지역의 인공호수로부터 호수 하부지역을 준설하였을 경우 최종적으로 생성된 호수의 깊이를 동시에 분석하였다.

## 2. 본 문

### 2-1 지리정보시스템 데이터베이스 구축 과정

Fig.2-1은 연구지역의 지리정보시스템 데이터베이스 구축과정을 요약한 것이다. 본 논문을 위하여 기본자료로 1:100,000축척 지형도인 대부도와 수원도 폭 그리고 1:250,000, 1:75,000 도폭의 해도를 이용하였으며 이 자료들을 기초로 하여 등고, 수계1,수계2, 도로, 해안선 등에 대한 초기 자료층들을 작성하였다. 그리고 그들 각각에 대하여 스캐닝을 실시하여 수치화시킨후, 이 래스터 영상을 Cadcore프로그램을 써서 반자동 벡터라이징을 실시하였다. 데이터베이스 구축과 분석을 위해서는 ARC/INFO GIS 시스템이 사용되었으며, 또한 디지털라이징작업을 통하여 핵심자료를 점형태 자료구조로 입력하였다. Table 2-1은 본 연구에서 작성된 모든 자료층들을 나타내주고 있다. 1-5까지의 자료층들은 트레이싱 작업을 거치게되는 초기자료층들이며 6과 15는 디지털라이저를 통하여 생성된 자료층들이며 나머지 자료층들은 이후의 분석과정에서 새롭게 생성되는 자료층들이다.

Table 2-1 GIS Data Layers made in survey area

	data layer	source data
1	contour	1/10만 대부도, 수원 도폭
2	road	"
3	waterl(line:river)	"
4	waterp(polygone: lake	"
5	coast	"
6	highway	"
7	atotal	"
8	asitel	"
9	aslp	"
10	aslptin	"
11	aslp. tab	"
12	aslplat	"
13	asitellat	"
14	acffnsl	"
15	seatopo	1/25만, 1/7만5천, 1/5만

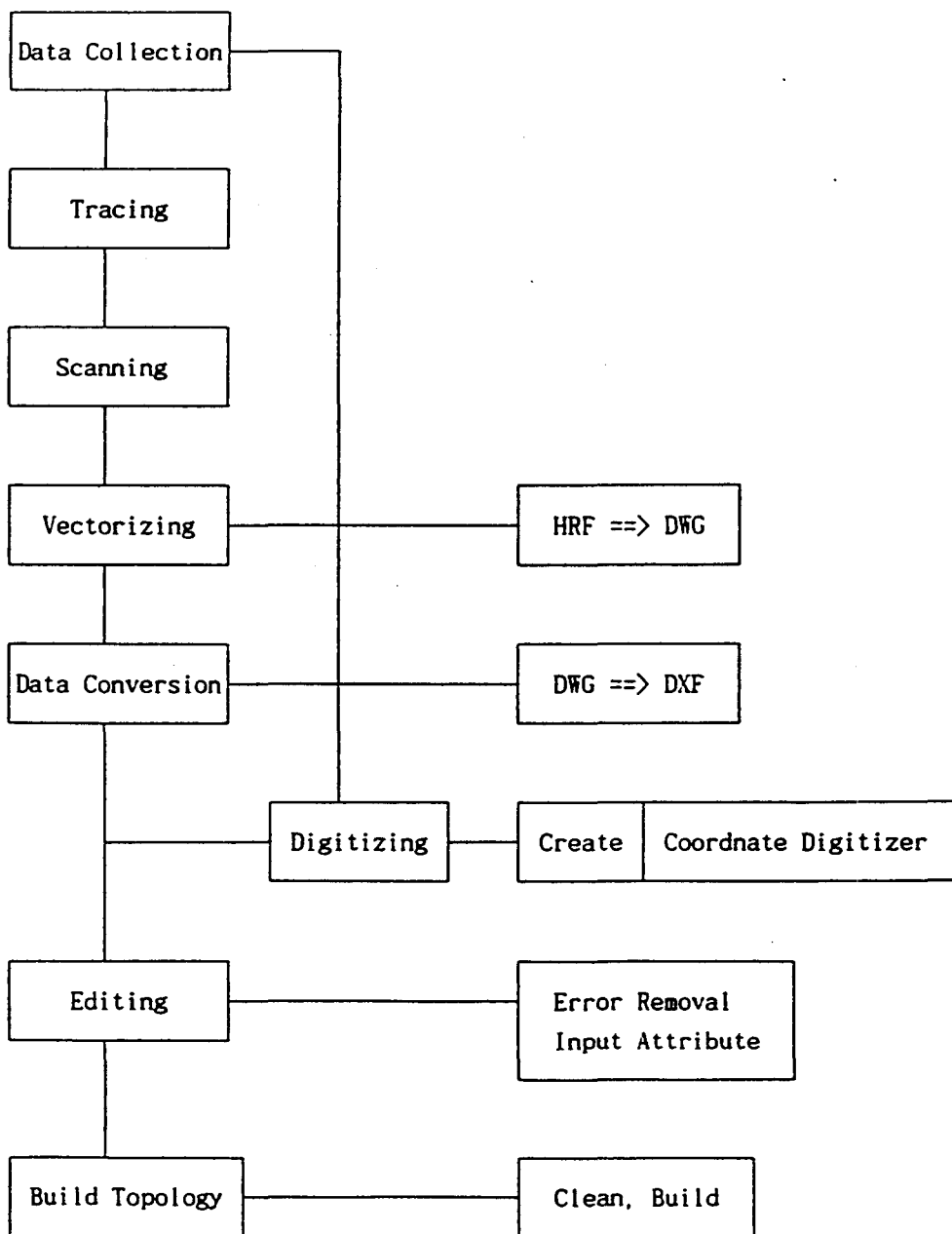


Fig. 2-1 Construction of GIS database

## 2-2 투영 및 축척변환

본 연구에서 기본자료로 사용된 지도는 한 지점의 위치를 표현하는데 있어서 경도, 위도 값으로 나타내는 경위도 좌표계와 TM좌표계로 되어있다. 그러나 우리가 시스템을 이용하여 자료를 입력할 때는 일차적으로 Cm나 inch단위로 입력이 된다. 그리하여 본 절에서는 입력된 커버리지를 알맞은 투영법의 좌표로 바꾸어 주었으며 Cm나 inch의 단위를 실좌표의 단위인 m나 ft로 축척을 변환시키는 작업을 실시하였다(Fig.2-2).

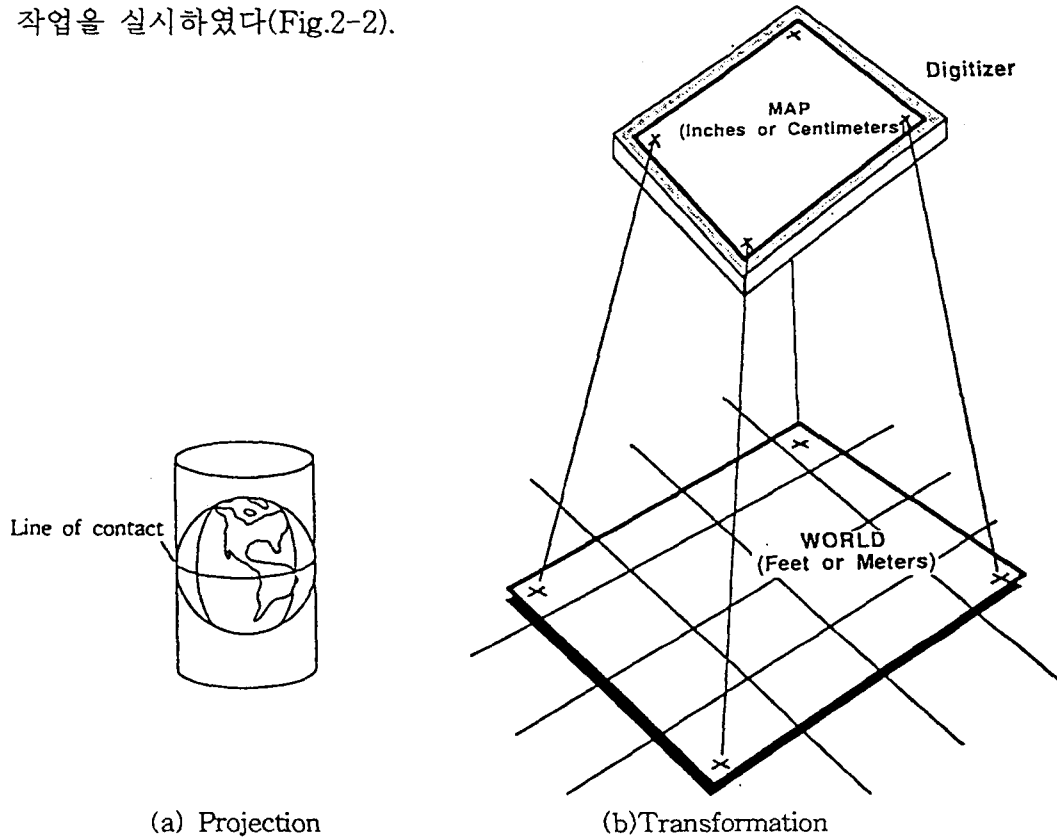


Fig.2-2 Concepts of transformation and projection(Chung Cheong Buk Do,1992)

## 2-3 ARC/INFO 상에서의 토공량 분석 방법

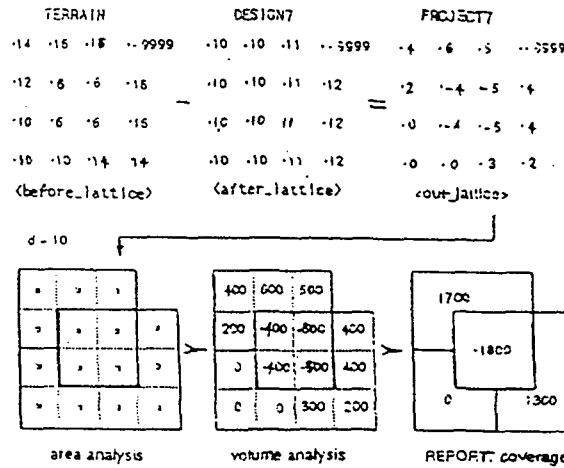
본 연구의 주 목적이라할 수 있는 토공량계산이란 대상지역에 대하여 필요한 토공량 계산 즉, 계획시 변경된 지형에 대한 절토량 및 성토량을 분석하는 것이다. ARC/INFO를 이용한 토공량 분석을 위해서는 Fig.2-3과 같은 방법으로 토공량이 계산된다. 본 절에서는 이러한 분석의 처리방법을 설명하였으며 이와같은 방법의 의해 다음절에서는 실제적인 토공량 분석이 실시 될 것이다.

<< 자료처리방법 >>

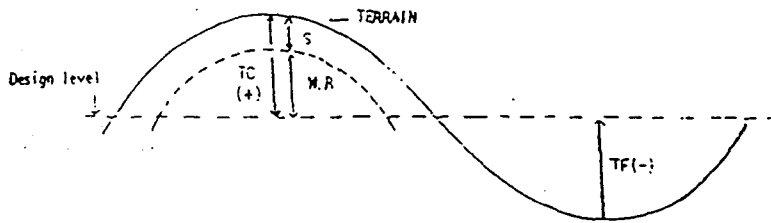
① 기존 지형을 반영하는 고도값을 가지는 Coverage(Fig.2-3-(a):Terrain)와 변화된 지형의 고도값을 가지는 Coverage(Fig.2-3-(b):Design)를 준비한다. 고도차를 반영하는 LATTICE data를 만들기 위하여 각각의 Coverage를 TIN data 구조로 만든 후 LATTICE data로 만든다.

② 절토(Cut) 및 성토량(Fill)을 나타내기 위하여 기존 지형(Terrain)에서 계획 지형(Design)을 감함으로써, 그 변화량을 가지는 LATTICE data를 만든다. 일정지역에 대하여 수행할 것인가를 결정한 다음 추출 작업을 실행하고, 그 내용을 Coverage로 저장한다.

③ 지형의 변화량을 가지고 있는 Coverage.pat에 있는 각 절토(+) 및 성토(-)에 관계되는 item을 가지고 그 양을 계산한다(한국자원연구소,1993).



(A) Cut & Fill operation



TC : Total Cut depth(+)  
 S : Soil  
 WR : Weathered Rock  
 TF : Total Fill depth(-)

(B) A profile of design level

Fig.2-3 Cut & Fill analysis(한국자원연구소,1993)

## 2-4 연구지역의 토공량 계산

### 2-4-1 시화 지역

본 지역은 Fig.2-5에서 상부는 호수공원으로, 하부는 간척지로 변경될 개발지역이다. 이 분석의 목적은 간척지의 토공량 계산과 매립깊이를 알아서 앞으로의 주변환경 변화를 분석해 보는 것이다. 또한 간척지를 매립하기 위한 토공량을 호수공원의 하부에서 충당한다고 가정하였을 때 호수공원 하부의 준설이후 심도를 추정하였다. 이러한 분석은 Fig.2-3과 같은 자료처리방법을 이용하였으며 근번 연구에서 활용한 실제 분석 작업 과정은 다음과 같다.

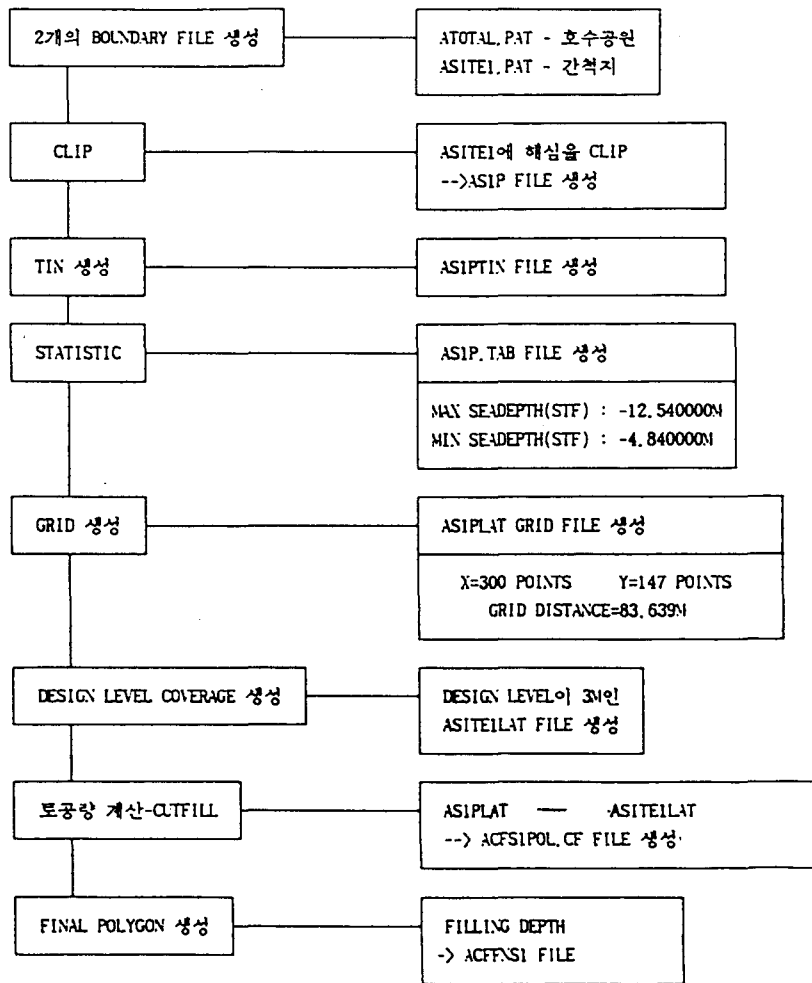


Fig.2-4 Procedure of Cut & Fill analysis

Fig.2-4와 같이 우선 호수공원(ATOTAL.PAT)과 간척지(ASITE1.PAT)만을 보여주는 각각의 화일을 생성한 후 간척지에 해심자료를 가지고 있는

seatopo(Table 2-1)를 CLIP하여 AS1P라는 자료를 만들었다. 이것으로 수학적 내삽법을 사용하여 ASP라는 해저지형을 등치선으로 표시하는 선 자료를 만들 수 있다. 그 다음에 AS1P에 TIN을 생성하여 AS1PTIN 화일을 만든후 해심의 최대값과 최소값을 분석해 보았다. 그 결과 -12.540m, -4.840m의 최대값과 최소값을 얻었다. 이때 생성된 화일이 AS1P.TAB이다. 또한 ARC/INFO를 이용한 토공량 분석을 위해서는 TIN 자료로부터 GRID형태의 자료를 만들어서 분석하여야 한다. 이러한 GRID형태의 자료를 생성하기 위하여 GRID 간격은 83.639M로 하였으며 X=300 Points, Y=147 Points로 잡았다. 이때 생성된 GRID화일이 AS1PLAT이다. 이후에 기준설계고도(Design Level)를 3M로 하는 ASITE1LAT를 생성하여 2-3절에서 설명한 방법을 이용하여 토공량을 분석하게 된다. 이와같은 과정에 의해서 얻을 수 있는 토공량 분석결과가 Table 2-2에 표시되었다. 매립을 위한 기준 설계치를 3m로 하였을 경우 연구지역의 매립체적은 442,434,955.984m<sup>3</sup> 이며 매립지의 넓이는 70,074,544.596m<sup>2</sup> 이다. 연구지역 상부의 호수지역의 면적은 54,772,756.867m<sup>2</sup> 이었다. 이것은 ATOTAL.PAT화일을 LIST하여 얻을 수 있다. 서언에서 언급한 바와같이 간척지를 본 호수공원의 하부에서 준설할 경우에 예상되는 최종 호수공원의 깊이는 442,434,955.984m<sup>3</sup>/54,772,756.867m<sup>2</sup>(매립체적/호수공원의 면적) = 8.077m로 계산이 되었다. 동시에 Fig.2-5는 심도에 따른 매립 깊이를 나타낸 그림으로써 최고 깊이는 10-20m정도로 예상되며 매립 깊이가 가장 넓게 분포하는 지역은 2m 이하 지역이다.

Table 2-2. Cut & Fill Volume(m<sup>3</sup>), Area(m<sup>2</sup>)

CUT-VOL	0.000
FILL-VOL	442434955.984
BALANCE-VOL	-431953398.097
CUT-AREA	0.000
FILL-AREA	70074544.596
GRADED-AREA	81421346.167
NOT-GRADED	8268754.289
TOTAL-AREA	89690100.456

## Cut & Fill of SITE 1 (Sihwa area, 1994)

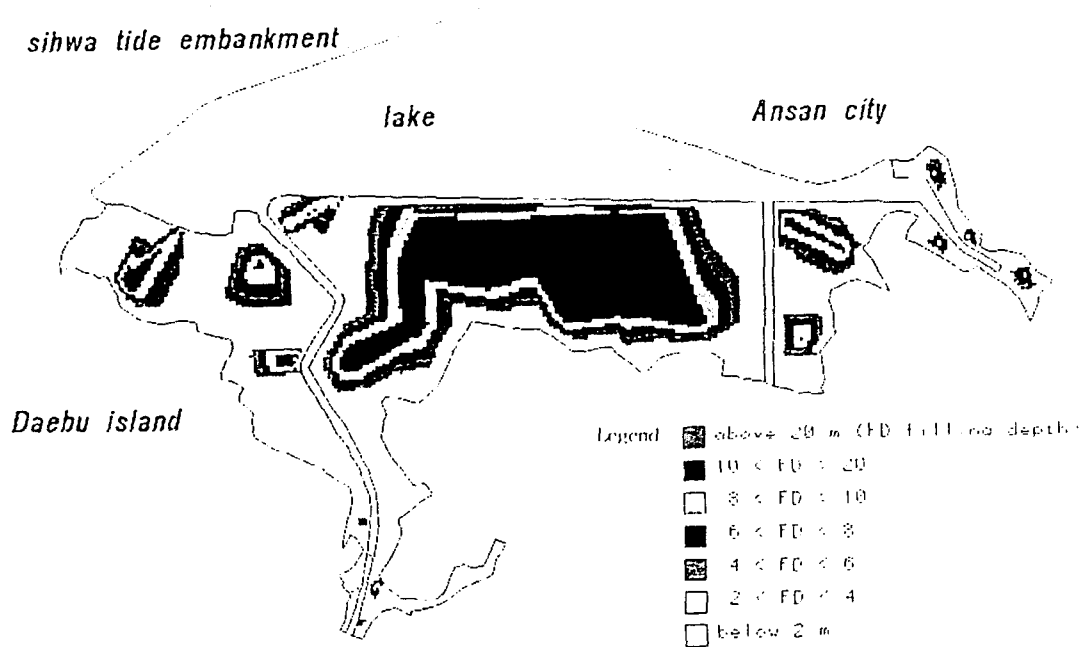


Fig.2-5 Cut & Fill analysis Sihwa area

### 2-4-2 남양만 전체지역 분석

본 절에서는 앞절(2-4-1)에서 시화지구에 한하여 실시하였던 토공량 계산방법과 동일한 과정으로 Fig.2-6의 남양만 전체지역에 대하여, SITE1과 SITE2로 구분하여 2차 토공량 분석을 실시하였다. 본 계산과정에서도 기준설계고도를 3ML로 설정하였으며, Fig.2-4와 같은 과정으로 토공량을 계산하였다. Table 2-3에서 SITE1과 SITE2, 각각의 매립체적과 면적값을 나타내고 있다. SITE1 지역은 시화방조제와 먼 바다까지 포함한 지역으로, 계산된 매립체적은 1,792,914,355.400m<sup>3</sup>이다. 남양만과 안산지역사이를 나타내는 SITE2의 전체적인 매립체적은 5,742,572,478.148m<sup>3</sup>이었으며, Fig.2-6에서의 매립깊이를 볼때 바다가 계곡의 형태를 이루고 있고, 최고 매립깊이는 30~40m로 계산되었다.



Table 2-3 Cut & Fill volume(m<sup>3</sup>),area(m<sup>2</sup>) in site 1 and site 2

	site 1	site 2
CUT-VOL	0.000	0.000
FILL-VOL	1792914355.400	5742572478.148
BALANCE-VOL	-1792914355.400	-5742572478.148
CUT-AREA	0.000	0.000
FILL-AREA	188963752.666	406742382.548
GRADED-AREA	188963752.666	406742382.548
NOT-GRADED	0.000	0.000
TOTAL-AREA	188963752.666	406742382.548

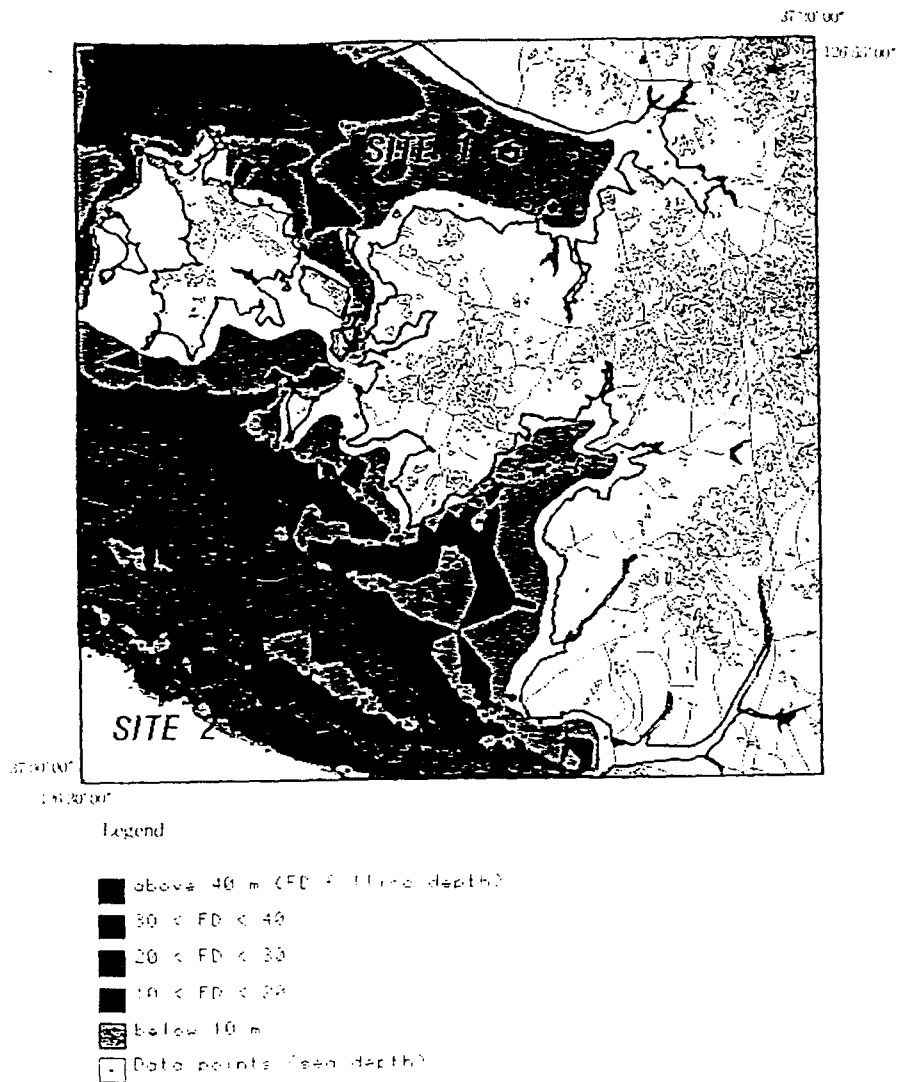


Fig.2-6 Cut & Fill analysis of Sihwa and Namyang area

## 2-5 결 론

지금까지는 토목 공사를 위하여 수작업 혹은 일부 CAD를 이용하여 이러한 분석이 실시되었다. 지리정보시스템은 모든 자연환경 정보를 통합된 시스템 내에서 종합적으로 분석할 수 있는 기능을 제공하고 있으므로 지금까지 어려웠던 분석절차를 단순화시켜 주었으며 분석을 경제적으로 할 수 있도록 해주었다.

본 연구에서 수행한 시화지역과 남양만일대의 지리자료를 지리정보시스템을 이용하여 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 시화간척지의 매립을 위한 체적과 매립지역의 넓이는  $442,434,955.980\text{m}^3$ ,  $7,0074,544.596\text{m}^2$  이다. 그리고 호수공원의 면적이  $54,772,756.867\text{m}^2$  로 나타났다. 이러한 자료들을 이용하여 매립에 필요한 토공량을 호수공원의 하부에서 충당한 이후의 호수공원의 심도를 추정할 수 있다. 이것은 매립체적을 호수공원의 면적으로 나누어줌으로써 가능하며 계산결과 약 8m일 것이라는 개략적인 수치를 얻을 수 있었다. 최대 매립깊이는 약 10-20m이었으며 최저매립깊이는 4m이하였다. 특히 4m이하 되는 지역이 전체적으로 볼때 가장 많은 부분을 차지하고 있는 것으로 보아 매립지역으로써 적당한 곳으로 여겨진다.

둘째, 시화지역과 남양만 전체에 대하여 분석을 실시한 결과 시화지역 전체의 매립체적과 면적은  $1,792,914,355.400\text{m}^3$ ,  $188,963,752.666\text{m}^2$  이었으며 남양만의 매립체적과 면적은  $5,742,572,478.148\text{m}^3$ ,  $406,742,382.548\text{m}^2$  로 나타났다. 최대 매립깊이는 30-40m이며 10m이하 지역이 전체적으로 볼때 가장많은 면적을 차지하고 있었다.

본 연구지역을 위하여 구축된 지리정보시스템의 데이터베이스는 다른 목적의 환경분석을 위하여도 요긴하게 쓰여질 수 있으며, 토공량 분석 결과들은 앞으로의 간척지 매립에 따른 토목공사를 위한 기본자료로 이용될 수 있다. 근번 연구에서는 간척지의 매립량을 호수공원 바닥에서 준설하는 것으로 계산을 추정하였지만 이러한 매립토들은 연구지역 부근의 육지에서도 채취하여 운반되어질수 있다. 이러한 경우에 본 연구에서 계산된 매립깊이에 따른 체적계산은 육지지역에서의 절취량을 계산할 수 있는 것이다.

## 참 고 문 헌

김윤종 외 4, 1994, 금강유역 토양유실 분석을 위한 GIS 응용연구, 한국GIS학회지, 제2권 제2호, p.165~174.

김윤종 외 2, 1994, 지반의 지질공학적 특성분석을 위한 GIS 활용연구, 한국GIS학회지, 제2권 제1호, p.39~46.

김윤종 외 1993, 수자원 관리와 보호를 위한 GIS 활용연구, 지질공학학회지, 제3권 제3호, pp.253-266.

남양 지질도폭 설명서(1:50,000), 1972, 국립지질 조사소.

대한민국 수로국, 1992, 조석표 제 1권

안양 도폭(1:50,000), 1975, 국립지질 광물연구소.

유일현 외 6, 1993, 환경지질도 작성기법 연구(II), 한국자원연구소, P.1~77.

이태식 외 2, 1994, 한국의 사회기반시설물 GIS 구축방안, 한국GIS학회지, 제2권 제1호, p.27~38.

충청북도, 1992, 지리정보시스템 사용자 지침서, p.1~268.

최지선, 1994, 지리정보시스템을 이용한 통신선로시설 관리, 한국GIS학회지, 제2권 제1호, p.53~63.