

성토사면 안정관리와 프로그램

(성토사면 파괴 사례, 프로그램 설명)

Monitoring the Stability of Embankment Slope and
the Control Software.

朴性裁*

鄭京皖**

Abstract

The alluvial zone around Nakdong river in Korea is a typical soft-ground distributed over a wide range in both width and depth. Embanking on this soft-ground, there exist several problems such as settlement(for example, residual settlement), lateral displacement, slope failure, etc..

An Embankment Monitoring System (EMMS) was developed to solve these problems. The EMMS is a software which uses the measured data (settlement, lateral displacement, pore water pressure, etc.) in situ to monitor the stability of embankment and foundation soil as well as the process of consolidation at any time.

The system was used to monitor the construction of highway embankment on the soft-ground. It is proved that the EMMS was very useful to predict the stability and consolidation analysis of the embankment.

*釜山大學校 工科大學 教授

** (株)東亞地質 試驗·計測팀 次長

1. 머리말

우리나라 고속도로 역사가 25여년이 된 현재, 고속도로 공사에 따른 수많은 기술의 향상이 우리나라 건설기술 발전에 선도적인 역할을 담당해 온 사실은 아무도 부인하지 못할 것이다. 그러나 연약지반상의 고속도로 건설은 기술이나 경험이 아직 축적되지 못하였고, 예산당국의 인식부족으로 적절한 예산상의 뒷받침이 적어서 현장에서 많은 애로가 있음도 사실이라 하겠다. 고로 현장관계자들과 대학연구소간에 산학 협동 차원에서 이를 해결키 위한 협조와 노력이 있었다. 그런 와중에 연약지반에서의 각종공사에 따른 사고에는 국내외를 막론하고 허다히 많았다. 더우기 도로성토에 따른 사면 활동붕괴의 예는 구미제국은 물론 일본을 위시해서 동남아에서도 수많은 예가 있었다. 이는 그만큼 연약지반상의 성토공사가 어려울뿐만 아니라 아직 경험도 부족하고 이론적인 체계도 완벽하지 못하다는 것과 설계와 시공이 적정하지 못한 것도 그 원인이 아닐수 없다.

일반국도, 철도등 공사 준공후 영업개시 이후에도 종종 사면붕괴, 침하등의 사고가 일어나는 경우가 허다하다. 낙동강 하구지역은 하성퇴적지인 관계로 우리나라에서 가장 깊고 광범위한 지역 연약층을 형성하고 있는 지역이어서 고속도로 공사에 많은 어려움이 예상되었다. 고로 현장관계자들과 대학 연구소간에 산학협동 차원에서 이를 해결키 위한 협조와 노력이 있었다. 그러던 중 이 연약 지반에서 성토시공중 사면의 전단파괴가 발생하였다. 그러나 불행중 다행으로 시공중에 이러한 사고는 현장 종사자에게 경각심을 더 높이고 실질적으로 뼈아픈 경험을 터득케한 계기가 되고 앞으로의 안전시공과 공비 절감을 위한 값진 자료라고 생각되어야 할 것이다. 이러한 경험을 해보지 않았거나 보지도 못한 기술자는 연약지반에 관한한 유능한 기술자가 될수 없다는 인식이 있어야 할 것이다. 모든 사고에는 그 원인을 투명하게 분석하여 현장 문제 해결의 자료가 되고 후일 유사한 공사의 설계·시공에 유익한 참고자료가 될수 있어야 할 것이다. 이러한 관점에서 전공사 구간에서의 성토시공 관리상의 주의사항을 재환기 시킴과 동시에 본 성토사면 파괴(전단파괴)의 원인검토와 본인등이 개발한 성토사면 안정관리를 위한 프로그램을 소개하고자 한다.

2. 성토사면 전단파괴 사례

2.1 성토사면 전단파괴 현황

- 공사명:
양산-구포간 고속도로 건설공사
- 공사구간:
양산-구포간 제 1공구
- 전단파괴 발생위치
양산-구포 STA 0K + 000 - 0K + 240 (L = 240 m)
- 설계조건 및 현황비교

1) 성토 현황 비교표

위 치	설 계			시 공		비 고
	계획고(M)	침하량(M)	성토고(M)	침 하 량 (CM)	수평변형량 (CM)	
0K + 010	9.99	130.2	8.997	145.90	63.057	1993.8.17 현재
0K + 120	9.56	123.7	8.385	160.30	58.857	1993.8.17 현재

2) 연약지반 침도현황 비교표

설계심도 (M)	24.86 - 24.12	비 고
확인심도 (M)	25.1	

3) PACK DRAIN 시공현황 비교표

간 격	확 인 심 도	시 공 심 도	비 고
1.2 × 1.6 M	25.1 M	25.3 M	

2.2 성토사면 안전 관리를 위한 기왕의 조치들

- 1) 본 지역이 연약지반인데다 고성토(최고 약 15.0m) 공사이어서 연약지반 계측관리를 원활하게 실시하기 위해 다음과 같은 사항들이 수행되었다.
 - (1) 시험성토의 필요성 및 계획서 작성
 - (2) 연약지반상 성토시 토질조사·시험 및 계측관리 과업 지시서 작성(1992.5)
 - (3) All Sampling 등에 의한 확인조사 및 토질시험의 권장
 - (4) 조사결과에 의한 설계 점검 및 필요시 재설계
 - (5) 기타 연약지반상 성토시의 일반적인 사항
 - (6) 각 공구별로 계측관리계획서 작성방법
 - (7) 양산-구포간 고속도로 공사를 위한(2공구) 연약지반 처리공법 검토 보고서 작성
 - (8) 확장구간 시험 성토에 따른 계측관리 계획서 작성
 - (9) 확장구간 공사에 따른 기존도로부 균열발생에 대한 원인 및 대책(1992.12)
 - (10) 연약지반 공사에 따른 인접구조물 영향에 대한 검토(1992.12)
 - (11) 연약지반 성토부 균열발생에 대한 진단협조(1993. 7)
 - (12) 교대(Abut) 부분 측방유동에 관한 계측관리 계획서
 - (13) 연약지반 계측관리 프로그램 EMMS 제공
 - (14) 8차에 걸친 연약지반상 성토에 대한 계측관리 및 각종 사항에 대하여 세미나 또는 교육을 도로공사 영남권 건설사업소와 부산대학교 공과대학 토목공학과에서 실시하였고 필요에 따라 수시로 현장 방문하여 자문하였다.
- 2) 영남권 건설사업소 품질관리부와 부산대학교 생산기술연구소(박성재 교수연구실)와의 전산시스템 연결로 계측자료 및 결과를 동시에 분석할 수 있도록 하였다.
- 3) 제 1단계 운영체제(계약일로부터 1993년 3월 15일 까지)
측정 및 자료송신 : 각공구 현장
분석 : 부산대학교 생산기술연구소 및 도로공사 영남권 건설사무소
- 4) 제 2단계 운영체제(1993년 3월 16일 부터 10월 20일 까지)
효율적인 계측관리를 위해서 연약지반 계측관리를 위한 전문가 시스템(Expert System)인 EMMS(Embankment Monitoring System Ver. 1.72)를 각 공구에 2개씩 배분하여, 시공사와 감독관청이 현장에서 직접 운영할 수 있도록 하였다.
- 5) 제 3단계 운영체제(1993년 8월 31일 ~ 10월 20일 이후)
제 2단계 운영체제에서 각 현장별로 EMMS Ver 1.72로 운용하였다. 아직은 본격적인 성토작업이 시작되지 않은 지역도 있지만, BORLAND C++로 추가 개발된 EMMS Ver 2.0을 각 공구별 현장과 감독관실, 그리고 영남권 건설사업소의 컴퓨터에 탑재하여 빠른 속도로 다양하게 분석할 수 있도록 하였다.

6) 계측관리 및 연약지반처리에 관한 영남권 건설사업소의 각종 행정조치

① 1992.8.22 펌프 드레인 타설간격 결정

평균 : 1.4 × 1.4m(1.2m × 1.6m)

② 1993.5.13 시공사 합동회의

- 연약지반 계측관리 철저
- 계측관리에 대한 결과는 시공회사의 현장소장 책임
- EMMS 프로그램 제공

③ 1993.6 시공사 합동회의

- 계측관리 요원 변동지양
- 계측관리 철저
- 계측자료 수시확인 및 현장 상태 파악

④ 1993. 7.14 공문 “연약지반 계측관리 유의사항 시달”

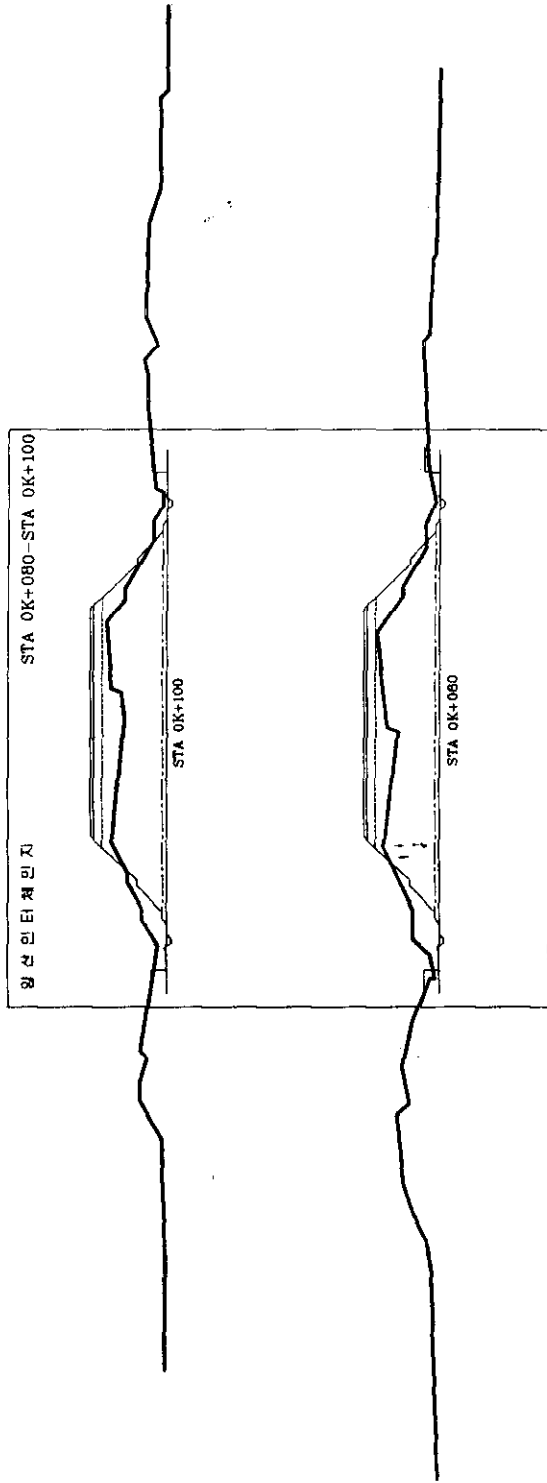
요점 : 컴퓨터 386 이상으로 보완

계측빈도 변형량 관리기준 부분수정 : 하루당 수평량변형량 0.6 cm/day 미만
성토속도 4 cm/day 미만

계측기기 수리 및 복구

계측관리 인원확보 : 기존의 2배(약 3-4인)

- 6) 전단파괴가 발생한 STA 0K + 010은 4월말과 5월 중순경 성토시, 안정성 분석 및 현장 관측상 다소의 문제가 있는 것으로 나타나 약 2개월간 방치에 들어갔음
- 7) 전단파괴가 발생한 STA 0K+010 및 STA 0K120 지점의 경사계 측정은 8월 11일 및 8월 18일 실시하였음
- 8) 전단파괴가 발생한 STA 0K+010 지점은 93년 7월 30일 부터 8월 17일까지 EL 7.402m 에서 8.997m 로 약 1.595m를 19일간 성토를 실시하였다.(하루 평균당 성토속도는 약 8.4 cm/day 임)
- 9) 전단파괴가 발생한 STA 0K+120 지점은 93년 7월 30일 부터 8월 17일까지 EL 6.615m 에서 8.385m 로 약 1.77m를 19일간 성토를 실시하였다.(하루 평균당 성토속도는 약 9.3 cm/day 임)
- 10) 1993.8.18 오후 7시경까지는 현장기술자의 현장 관찰로 이상유무를 확인할 수 없었다.
- 11) 1993.8.19일 오전 7:00경 현장 순찰시 전단파괴현상을 발견 (사진 1,2,3, 그림 1.2참조)





2.3 조사 · 실험 성과에 대한 검토

1) 토질조사 및 실험

(1) 참고자료 - 양산-구포간 고속도로 건설공사(제 1공구) 토질조사

원설계시 본지역(STA 0K+120)에 1개소의 토질조사를 실시하였다. 토질조사시 실시한 토질시험은, 심도별로 표준관입시험(SPT)에서 채취한 교란된 시료의 물리시험은 5회, 자연시료(UD)에 대한 역학시험(압밀과 직접전단 시험)은 심도 10.2-11.0m에 대해서 1회

지층변화에 따른 정확한 토질정수의 파악을 위해서는, 가능한 토질조사 1개소에 대해서 심도별로 자연시료를 여러개 채취하여 토질시험을 실시하는 것이 합리적이지만, 실제로는 그렇지 못하였다.

더구나 양산 1/C 지역에서 채취한 자연시료(UD Sample)는 전부 5개소 (BH-1 - BH-5)이지만, 공히 심도 10.2 - 11.0m 지점에서만 채취하여 설계자가 지층변화에 따른 토질정수의 설정에 많은 어려움을 겪었으리라 사료될 뿐만 아니라, $\phi = 0$ 해석을 할수 있는 비압밀 비배수의 삼축압축 시험(UU Test)이나 일축압축 시험 성과는 없었다.

한편 원설계는 Sand Drain 공법(심도 약 40m 까지)으로 되어있었다.

(2) 추가 토질조사

참고자료 - 양산-구포간 고속도로(제 1공구) 연약지반 분포지역 토질조사 기초지반평가
용역보고서

추가 토질조사시 본지역(STA 0K+020)에 1개소의 토질조사를 실시되었다.

교란시료에 대한 물리시험은 2개소에, 자연시료에 대한 역학 및 물리시험 4개소에 걸쳐 실시되었다.

(3) 연약지반 대책검토

참고자료 - 양산-구포간 고속도로(제 1공구) 연약지반처리대책 검토보고서

토질시험에 대한 사항은 보고서상에 언급되어 있지 않으며, 원설계와 추가로 실시한 토질조사와 한국지반공학회와 (주)도화지질에서 실시한 조사 및 시험결과를 비교하여 대책공법에 대한 설계를 실시하였다.

상기 사항에서 알 수 있는 바와 같이, 원설계에 지층이나 토질역학적 특성을 파악하기 위한 기초자료가 부족한 상태이다.

연약지반의 공사는 흙의 성질을 제대로 규명하고 이해하는 것이 안전하고 경제적인 공사 수행의 필수조건이며 또한 지름길이다. 외국의 사례를 보면 조사나 시험 그리고 계측관리에 투입하는 비율이 전체 공사금액의 1-3%정도에 이르고 있음을 보면, 그 중요성을 인식할 수 있는데 본공사 현장과 같이 국내에서는 가장 연약한 지반으로 심도가 깊고 광범위한 조건인 점을 감안할때 결과적으로 이러한 사태가 발생된 원인의 하나가 되었다고 볼 수 있다.

또한, 단계성토에 의한 지반의 강도증가를 확인하기 위한 조사도 필수적이다.

2) 설계

(1) 원설계

참고자료 - 양산-구포간 고속도로 건설공사(제 1공구) 토질조사

연약지반 대책공법 : Sand Drain

간 격 : 2.3m × 2.3m

Sand Mat : 50cm

P.P MAT : 5 t/m

단계성토에 대한 안전율

단계성토	성토고(m)	F _s
1	5.0	1.616
2	3.0	1.452
3	3.0	1.279

(2) 추가 토질조사시 설계

참고자료 - 양산-구포간 고속도로(제 1공구) 연약지반 분포지역 토질조사 기초지반평가
용역보고서

① 노체하부만 Sand Drain

구간	성토고(H)	압성토폭(L)	F _{Smin}	F _{S(8)}	F _{S(20)}	비고
I/C	5.0 m	-	0.970	1.007	1.632	1단계 성토
		10 m	1.116	1.154	1.212	
		12	1.173	1.219	1.288	
		14	1.243	1.303	1.369	
		16	1.341	1.444		
8.0 m	8.0 m	-	0.982	1.012	1.055	2단계 성토
		18 m	1.043		1.256	
		20	1.063	1.158	1.298	
		22	1.103	1.279	1.306	
		24	1.172	1.306		
		26	1.341			
10.2 m	10.2 m	-	0.914	0.940	0.975	3단계 성토 L ₂ = 22 m
		46 m	1.196		1.292	
		48	1.214		1.314	
		50	1.234	1.275	1.335	
		52	1.255	1.295	1.355	
		54	1.276	1.316		
		56	1.300	1.340		

② 노체하부와 압성토부 Sand Drain

구간 I/C	성토고(H)	압성토폭(L)	F_{smin}	$F_{s(8)}$	$F_{s(20)}$	비고
8.0 m		-	0.982	1.012	1.055	2단계 성토
		16 m	1.058		1.224	
		18	1.099	1.220	1.287	
10.0 m		20	1.170	1.302	1.364	3단계 성토 $L_2 = 10 m$
		-	0.914	0.940	0.975	
		30 m	1.216		1.292	
		32	1.238	1.262	1.313	
		34	1.258	1.281	1.337	
		36	1.279	1.304		
		38	1.304	1.328		

③ Sand Compaction

구간 I/C	성토고(H)	압성토높이(h)	압성토폭(L)	F_{smin}	비고
8.0 m		4 m	-	1.320	
10.0 m		4 m	5 m	1.200	
		4	7	1.238	
		4	10	1.297	

여기서 F_{smin} : Geotextile을 무시했을때 최소안전율
 $F_{s(8)}$: Geotextile 8 t/m를 사용시 안전율
 $F_{s(20)}$: Geotextile 20 t/m를 사용시 안전율

(3) 연약지반 대책검토

참고자료 - 양산-구포간 고속도로(제 1공구) 연약지반처리대책 검토보고서

상기의 검토보고서에 의하면 연약지반 대책공법으로써

- ① 샌드드레인 공법
- ② 페이퍼 드레인 공법
- ③ 샌드 콤팩션 공법
- ④ 팩 드레인 공법
- ⑤ 경량성토(EPS) 공법
- ⑥ Pile + Slab 공법

을 비교 검토하였으며, 그 중에서 팩 드레인 공법을 선정, 사면안정에 대한 대책공법으로서 다음과 같이 집중 검토하였다.

- ① 팩 드레인 + 압성토
 압성토 높이 4m, 폭 20m 이상

② 팩 드레인 + 활동방지용 강관

강관척수 1320.8 mm × 15 ton, 설치간격 1.5m

③ 팩드레인 + 보강재 (Geotextile, Geogrid, Geoweb)

인장보강재의 요구인장력은 52.09 t/m

상기 사항을 참고로 하면, 원설계에서 재설계까지 일련의 검토과정을 겪어 최종안으로 1.2×1.6m의 간격으로 압성토 없이 (PP Mat 5.0 t/m) 팩 드레인을 시공하도록 결정 되었다.

3) 현장상황 및 시공

- (1) 양산천 주변지역은 상층부가 모래질이 분포되어 있고, 낙동강 본류에 접해 있어서, 강우 등에 의한 수위변화 영향을 많이 받는 지역이다.
- (2) 도로공사 영남권 건설사업소 관내 공사구역에서 현장여건상 공정이 가장 빠른 지역이 양산-구포간 제 1공구이었다. 더구나 절토구간의 토사 또는 버력을 양산천 건너편인 양산-구포 제 2공구에 반출하도록 되어 있었다.
- (3) 올해 여름은 ('93) 어느해보다도 강우빈도가 많았고 강우량도 많은 해였으며, 이때문에 양산천 횡단을 위한 공사용 가교가 유실되었다.
- (4) 본 지역은 4월말과 5월 중순경 성토시 계측에 의한 안정성 분석결과와 현장의 시각적 관측상 다소문제가 있어서 방치중에 있었던 지역이었다.
- (5) 절토구간의 공정상 양산천 넘어 양산-구포 제 2공구에 반출 계획된 토사를 가교유실로 인하여 본 파괴 지역에 성토를 실시하였다.
- (6) 잦은 우기와 사고이전의 집중강우로 성토체체는 상당히 포화되어 연약화되었으리라 추정된다. 다만 본 지역에서 강우시와 갈수시, 또는 집중강우시의 지하수위 변화까지를 추정할 수 있는 자료는 없으므로 확인할 수는 없었다.
- (7) 현장에서 실시한 계측관리 결과에 의하면, 성토는 1993년 7월 30일부터 8월 17일까지 하루당 성토속도는 약 8.4 cm - 9.3 cm 정도로 실시되었다.
- (8) 1회당 실시한 성토고에 대한 자료는 수준측량시 오차가 다소 있지만

STA 0K+010 : 93. 8. 5 - 34 cm	
8. 7 - 45 cm	
8.14 - 42 cm	
8.17 - 38 cm	평균 40 cm
STA 0K+120 : 93. 8. 5 - 60 cm	
8. 7 - 77 cm	
8.14 - 40 cm	평균 59 cm

로 지방서에서 지시한 1회당 성토고 30cm를 능가하고 있다.

4) 계측관리

(1) 계측관리의 기준치 설정

현장에서 실시하는 계측관리 수법은 이론적인 배경이 전혀 없는 것은 아니지만, 상당부분이 경험공학적인 측면에서 도출되었다. 따라서 이러한 관리수법을 정확하고 효율적으로 적용하기 위해서는 안정성 관리를 위한 한계 기준치 설정이 필요하다.

이러한 기준치 설정을 위해서는 시험성토를 실시하여 본 연약지반에 가장 알맞는 기준치 설정이 필요하다. 선진외국뿐만 아니라 말레이시아에서도, 이러한 기준설정을 위해서 시험성토를 실시한 사례가 있다.

본 사업소 관할내에서도 이러한 시험성토를 제안하였지만, 예산과 공사기간 그리고 이해부족등의 현실적인 문제로 계획이 추진되지 못하였다.

(2) 계측관리에 대한 인식부족

국내에 현장계측 관리수법이 적용된 것은 10년 남짓으로 추정된다. 하지만 아직은 그러한 사항들이 초보단계에 있다고 해도 과언이 아니다. 따라서 계측관리를 위한 계측관리를 실시하거나 계측 기자재만 구매하여 매설·측정만하면 모든것이 이루어지는가 하는 단일한 사고 방식 뿐만아니라, 측정치 자료정리에 불과한 수준을 해석이라고 평가하는 것이 현실이다. 그러나 실질적인 계측관리는 안전하고 경제적으로 공사를 실시하기 위한 수단이지 결코 목적은 아니며 기자재가 판가를하는 것이 아니고, 토질역학적인 이론과 지식을 갖춘 기술자의 판단이 반드시 따라야 하다.

이러한 계측관리를 제대로 운용하기 위해서는 기능이 다양한 프로그램 도입이나 개발도 중요하지만, 계측관리의 필요성이나 개념을 올바르게 이해하고 그 결과를 수시로 공사에 반영할 수 있도록, 직접 공사에 관여하는 감독관청이나 시공사 또는 토공계획 수립하는 설계자의 올바른 인식이 절대적으로 필요하다.

(3) 계측관리에 종사하는 시험실 요원의 책임과 권한

조사 설계시부터 특별한 문제점을 안고 있는 현장이 아닌 일반적인 연약지반에서는 계측관리를 잘 운용하면 몇개월 정도의 공사기간을 단축할 뿐만아니라 불가피하게 연장되어야 하는 공사기간을 최소화하는 것이 결코 어려운 것은 아니라고 생각된다. 이러한 사항을 현실화시키기 위해서는 시험실 담당자만이 계측결과를 보는 것만으로 끝내버릴 일이 아니다.

안전관리 측면에서 또는 공정관리적인 측면에서 시공과 연계시켜 종합적으로 판단할 필요가 있다. 따라서 이런 문제점을 해소하기 위해서는 우선 계측관리에 종사하는 사람들의 현장 지위의 문제를 개선해야 한다. 시험실에 근무하는 담당자의 지위 향상과 우대가 곧 안전하고 경제적인 공사를 이끌어가는 방법중의 하나가 될것이다.

(4) 계측빈도와 예산

계측관리의 빈도는 많은 참고 서적들에서 보면 원칙적으로 매일 측정하도록 규정하고 있다. 그러나 현 실정에서 이러한 빈도의 계측관리는 현장에서 상당히 운영하기가 어렵다. 따라서 여러차례에 걸친 계측관리 교육시, 성토기간(성토완료후 최소 2주까지)에는 최소한 주당 2회이상, 방치기간에는 최소 주당 1회 이상의 빈도로 측정하도록 하였다.

그러나 본 사고지점에는 위험여부를 판정하는 경사계의 경우, 8월 11일과 8월 18일 측정으로 성토기간중에 주 1회에 머무르고 있다. 이런 현실적인 문제는 당 현장만의 문제가 아니다. 연약지반으로 가장 난공사 구간인 도로공사 영남권 건설사업소 관내의 대다수 공구가 이런 문제점을 안고 있다고 추정된다.

사고후 분석에 의하면 8월 11일에 측정한 경사계의 판독 결과는 안정(Stable)으로 나타났고, 8월 18일은 위험(Unstable)으로 기록되었다. 하지만 실제 측정은 8월 18일자에 실시하였고, 계측분석을 하는 컴퓨터 담당자는 공교롭게도 8월 19일 휴가중이었다. 해서 파괴 하루전의 측정 결과는 위험이었지만 그 자료는 계측기 속에서 잠자고 있었던 것이다. 역으

로 정리하면 8월 11일과 8월 18일 사이에 한번만이라도, 즉 주 2회 측정만이라도 했더라면 하는 아쉬움이 남아있다.

이런 문제를 해결하기 위해서는 실험실 인원의 충원과 우대가 필요하다고 여겨지며, 발주측으로부터의 계속반도를 높일수 있는 실질적인 예산반영도 필요하다고 본다. 이러한 요인의 제거없이는 본 공구의 남은 지역뿐만아니라, 타공구에도 계속적인 위험부담을 안고 있다고 판단된다.

(5) 연약지반 성토관리를 위한 계속관리용 프로그램

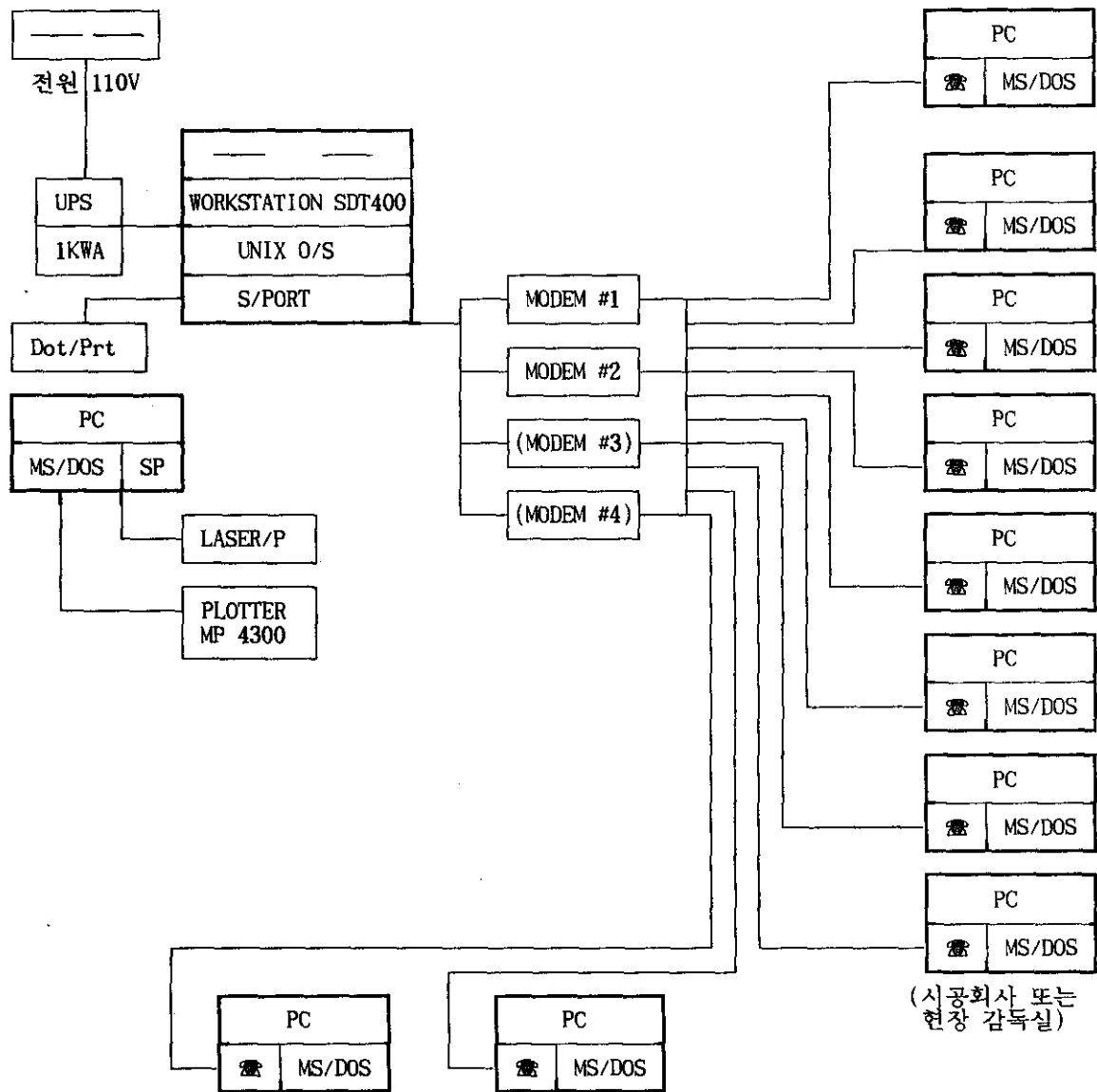
아직은 우리나라가 소프트웨어에 대한 투자나 인식이 상당히 부족한 상태이다. 현재 계속관리를 위해서 사용하고 있는 프로그램인 EMMS는 1992년 3월에 Ver 1.0이 처음 개발 되어 3인이 지속적으로 개발하고 있으며, 드디어 Ver 2.0이 탄생 하게 되었다. Ver 1.72는 Q-BASIC으로 개발·운용해왔지만, Ver 2.0은 기존방식과는 다르게 BORLAND C++ 언어로 개발하였으며, 분석방법도 대폭 보완하였다.

메뉴방식을 사용하여 데이터를 간단한 조작으로 불러들여 안정성 분석을 공구와 STA 별로 할 수 있고, 분석결과 그래프도 연속적 뿐만아니라 확대해서도(Zoom 기능) 볼 수 있다. 또한 신뢰도가 떨어지는 현장계측치의 수학적인 보완을 위해서 Smoothing (Spline Function)처리를 하였고, 레이저 프린트로의 출력기능도 보완 개발중이다.

한편, 통상 데이터 통신에 사용하고 있는 프로그램은 “이야기”라는 것이다. 현재는 이것을 주체로하여 각 현장과 부산대학교 생산기술연구소 박성재교수 연구실과 도로공사 영남권 건설사업소 사이에 데이터를 송·수신하고 있지만, 방대한 데이터 화일을 일괄적으로 관리하기에는 별도의 전문프로그램을 필요로 하는 실정이다. 따라서 현재, 통신전용 프로그램을 개발중에 있으며, 이것이 개발완료되면 현재보다 더 효과적일 뿐만 아니라, 운용시간의 절약에도 크게 기여할 것으로 믿는다.

그러나 아무리 기능이 다양한 프로그램일지라도 사용자가 현장계측치를 토대로 한 분석방법이므로 얼마만큼 자료수집에 열의를 나타내고 어떻게 운용하느냐에 따라 결과에 있어서 엄청난 차이가 날수 있다.

따라서 감독관청과 토공에 직접 관여하는 담당자들도 소프트웨어의 운용상 한계를 이해하고, 보다 적극적으로 활용할 수 있도록 대처해야 할 것이다.



(시공회사 또는
현장 감독실)

(감리)

· 도로공사 영남권 건설사업소
부산대학교 생산기술연구소
박성재교수 연구실

E M M S
EMbankment Monitoring System

연약지반상 성토공사 계측관리용 프로그램
사 용 법 설 명 서
(Ver 2. 0)

1993. 10

부산대학교 공과대학 토목공학과 박성재 교수연구실

TEL : 051-510-2349, FAX : 051-515-6810

주식회사 동아지질 조사부(계측팀)

TEL : 051-515-9958, FAX : 051-513-6681

목 차

1. 프로그램 명
2. 개발자
3. 개발연혁
4. 구성
 - 4.1 크기
 - 4.2 프로그램 내용
5. 탑재
 - 5.1 사양
 - 5.2 설치 (INSTALL)
 - 5.3 GRAPH.INI
6. 사용방법
 - 6.1 프로그램 실행
 - 6.2 데이터 입력 또는 수정
 - 6.3 데이터 불러오기
 - 6.4 Data Arrangement
 - 6.5 압밀 분석(Consolidation)
 - 6.6 안정성 분석(Stability)
 - 6.7 총괄기능
 - 6.8 옵션 (Option)
 - 6.9 프로그램 종료
 - 6.10 도움말 (Help)
7. 출력
 - 7.1 하드카피 (Hard copy) 프로그램 "PIAZZ"
 - 7.2 그래픽 출력 화면을 아래 한글 (Ver 2.1)로 불러들이는 방법
8. 경사계 자료 송신 방법
 - 8.1 자료의 ASCII화
 - 8.2 경사계 자료의 도식화(데이터 정리)
 - 8.3 데이터 통신 프로그램 "이야기"
9. 계측결과와의 현장 적용

1. 프로그램 명

EMMS(Embankment Monitoring System) Ver 2.0

본 프로그램은 연약지반상에 성토를 실시할 때 발생하는 침하, 수평변형, 간극수압 등의 계측자료를 이용해서 안정성 뿐만 압밀진행 상태를 수시로 확인 관리하기 위해 개발했다.

연약지반 처리에는 여러가지 공법이 사용되고 있지만, 특히 무처리, Sand, Papck, Paper Drain등 배수(Vertical Drain)공법의 경우에는 토질조사나 실험을 통하여 얻은 자료를 이용하여 설계·계획하지만 실제 계측결과와 비교해보면 일치하지 않는 경우가 상당히 많다.

따라서 이런 점을 보완하기 위해 현장에서 얻어진 계측결과만으로 수시로 공사에 적용할 수 있는 관리기법을 전산화하기에 이르렀다.

본 프로그램은 당초 1 - 2개의 현장에서 관리할 수 있는 정도를 목표로 추진하였지만, 현재 Ver 2.0은 10개 현장을 동시에 관리하고 있으며 더욱 그 기능을 보완할 계획이다.

추가로 개발하고자 하는 것은

1. 압밀분석 방법인 間田(Monten)법 추가
 2. Summary 기능에서 디렉토리 Sorting 기능 부여
 3. 중앙 컴퓨터와의 접속을 위한 데이터 통신(Data Communication) 프로그램 개발
 4. 다양한 출력 디바이스(Device) 제어
 5. 드레인 설계 프로그램 탑재 또는 연계
 6. 설계 수치해석 결과를 현장계측치와 비교 및 역해석
 7. 매립공사와 같은 넓은 지역에 대한 압밀 특성(최종 침하, 잔류침하, 압밀도)에 대한 콘타맵 작성
 8. Windows Version으로의 Conversion
 9. 새로운 분석방법의 제안
- 등이 있다.

2. 개발자

부산대학교 공과대학 토목공학과 : 박성재 교수, 김현정

(주) 동아지질 조사부(계측팀) : 정경환, 이경준, 주인근, 정진화

3. 개발연혁

- Ver. 1.0 : 1992. 3 : EMMS 초기 프로그램 개발, GW-BASIC
- Ver. 1.5 : 1993. 1 : 자료 입력을 우선처리후, 도식화를 처리 하도록
- Ver. 1.6 : 1993. 2 : 침하판 및 성토자료 Dimension 확장, QUICK BASIC Ver 4.5
- Ver. 1.61 : 1993. 3 : Sh_{too} 및 Sh_{max} 를 동시에 도식화
- Ver. 1.62 : 1993. 4 : Tree 형 Menu 방식
- Ver. 1.71 : 1993. 6 : 최종 자료 분석용 총괄표 작성
- Ver. 1.72 : 1993. 7 : 최종 자료 분석용 총괄표 수정 및 松尾방법 알고리즘 수정
- Ver. 2.0 : 1993.10 : BORLAND C** Ver 3.1, 메뉴(MENU) 방식

4. 구성

4.1 크기

EMMS20	EXE	283232	10-18-93	11:37a
GRAPH	INI	319	10-18-93	11:28a
KEYEXT	HLP	919	10-15-93	9:20a

4.2 PROGRAM 내용

- EMMS20 EXE : EMMS Ver 2.0의 실행화일
- GRAPH INI : 그래프에 대한 각종 설정조건을 명시하며 사용자가 임의로 설정할 수 있다.
- KEYEXT HLP : 도움말, 단축키와 데이터 화일의 확장자명 설명

5. 탑재

5.1 사양

1) 사용언어

BORLAND C++ Ver 3.1

2) 화면(DISPLAY)

COLOR 화면 : VGA 또는 SUPER VGA, 640 × 480

3) 출력

(1) PLOTTER : Ver 1.72 이전의 것만 가능함

- ① 기종 : GRAPTEC MP 4300
- ② MODE : HP-GL
- ③ DIP S/W :

DIPSW 1		DIPSW 2	
1	ON	1	ON
2	ON	2	OFF
3	ON	3	OFF
4	OFF	4	ON
5	ON	5	OFF
6	ON	6	OFF
7	OFF	7	OFF
8	ON	8	ON

(2) PRINTER

- ① 하드카피 프로그램을 사용하여 화면을 그대로 출력할 경우는 프린터 종류에 무관함
- ② 아래한글 Ver 2.1을 이용하여 출력한다.
- ③ Laser Printer : Ver 2.0 이후의 것만 가능함.
큐닉스 컴퓨터의 QLBP LS(LP1 Mode)로 출력한다.

5.2 설치(INSTALL)

DRIVE C:\에 DIRECTORY EMMS를 만들고, 그 안에 모든 FILE을 모두 COPY한다.

EMMS 프로그램이 저장된 F/DISK를 A DRIVE에 넣는다.

C:\MD EMMS

C:\CD EMMS

C:\COPY A:*,*

5.3 GRAPH. INI

그래프에 대한 각종 설정조건을 명시한다.

EDITOR로 GRAPH. INI를 불러 사용자 이름(USER NAME)을 수정하고, 동일한 이름으로 SAVE 한다.

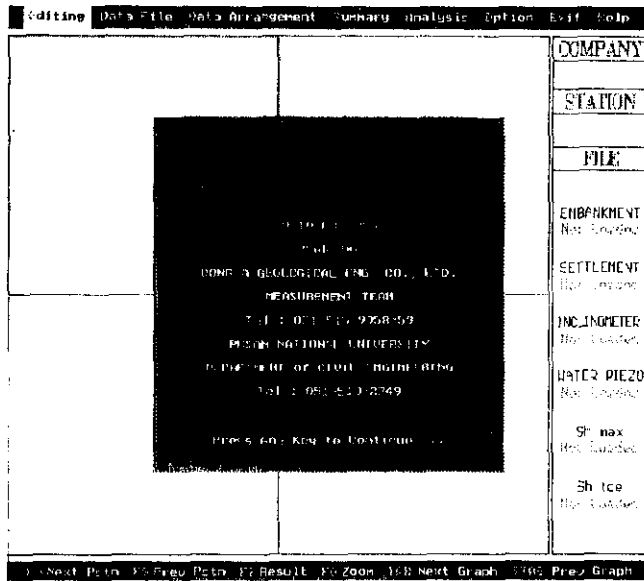
ex) EDITOR 로 GRAFT. INI를 불러 마지막 USER 부분을 수정하는 예

```
BackGround 16
DefaultBoxColor 15
ResumeBoxColor 16
CurrentBoxColor 14
HotKeyColor 15
MenuBoxColor 9
MenuBoxStringColor 14
MenuBoxBackColor 15
MenuBoxBackStrongColor 16
TickDistance 3
TickLength 4
MaxDirectoryNumber 200
MenuTextStyle 0
MenuTextSize 1
ExceedData 1
USER : PUSAN NATIONAL UNIVERSITY.
```

USER 부분의 PUSAN NATIONAL UNIVERSITY 대신에 사용자의 이름을 기입하면 된다.

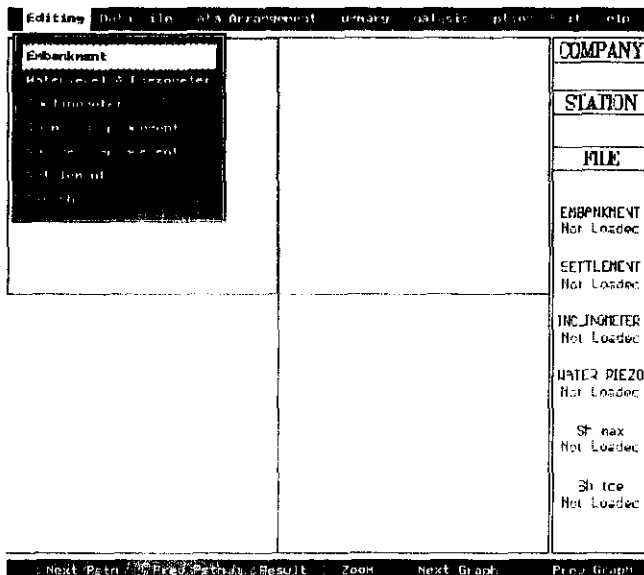
6. 사용방법

6.1 프로그램 실행



- C:\EMMS20>EMMS20 하면 프로그램이 실행된다.
- EMMS20의 초기화면이다.
- 또는 아무 키를 치면 초기화면이 사라진다.

6.2 데이터 입력 또는 수정



- 커서를 움직여 Editing 메뉴에 옮긴다.
- 을 치면 Editing 메뉴 아래에 다음 메뉴가 나타난다.

Embankment
 Waterlevel & Piezometer
 Inclinometer
 Sh max displacement
 Sh toe displacement
 Settlement
 Sketch

- Ver 1.72는 Quick BASIC 용의 EMMS 자체 EDITOR 기능이 있지만 BORLAND C++로 개발한 현재 Ver 2.0은 아직 자체 EDITOR 기능이 개발되지 않았다.

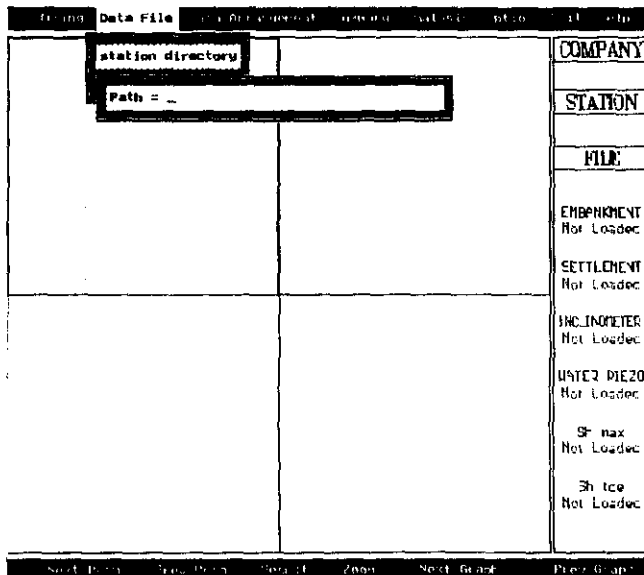
- 따라서 데이터 입력은 도스 유틸리티(DOS UTILITY)용 EDITOR 중 어느 것을 사용해도 무방하다.
- 데이터 화일을 만들때 계측기 별로 다음과 같은 확장자명을 반드시 사용해야 하고(Option 메뉴 참조) 데이터 화일명은 반드시 날짜(예 : 931024.EM)로 한다.

Embankment File : .EM? 성 토 데이터
 Settlement File : .ST? 침 하 데이터
 Inclinator File : .IN? 경사계 데이터
 Sh maximum File : .IB? 경사계의 최대수평 변형량 데이터
 Sh toe File : .IT? 경사계의 선단부 변형량 데이터
 Water Level File : .WL? 지하수 데이터
 Piezometer File : .PZ? 간극수압계 데이터

- 확장자의 ? 표는 자료번호를 나타낸다.

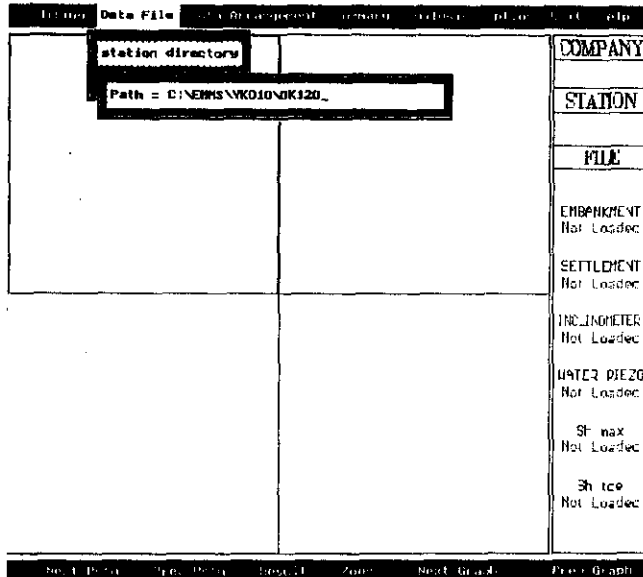
6.3 데이터 불러 오기

1) Data File 메뉴 설정



- 커서를 움직여 DATA FILE 메뉴에 옮겨 을 치면
- 화면에
 Station Directory
 Load data file
 메뉴가 나타나며, 데이터를 불러오기 위한 회사명(COMPANY)과 계측기 설치위치인 STA. NO 또는 CHAIN NO를 설정하기 위하여 Station directory 메뉴에서 을 친다.
- 화면에
 Path =
 이 나타난다.

2) COMPANY (회사) 및 STATION(계측기 설치위치) 입력

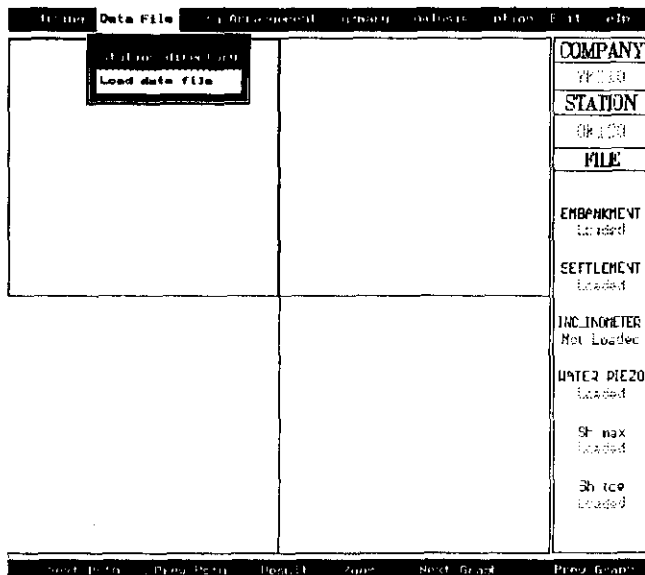


- 특정 STA 지점에 대한 화면출력, 압밀분석 또는 안정성 분석을 실시할때, 도스의 디렉토리를 지정하면 해당하는 디렉토리 아래의 데이터만 자동으로 불러 들일수 있는 준비상태가 된다.
- 작업을 하고 싶은 화일이 있는 디렉토리를 타이프한다.
- 따라서 EMMS20 프로그램을 C:\EMMS에 탑재하고, YK010 이라는 회사의 STA. NO(계측기 설치위치)가 OK120 Km 지점인 자료를 점검하고자 할때는 다음과 같이 실행하면 된다.

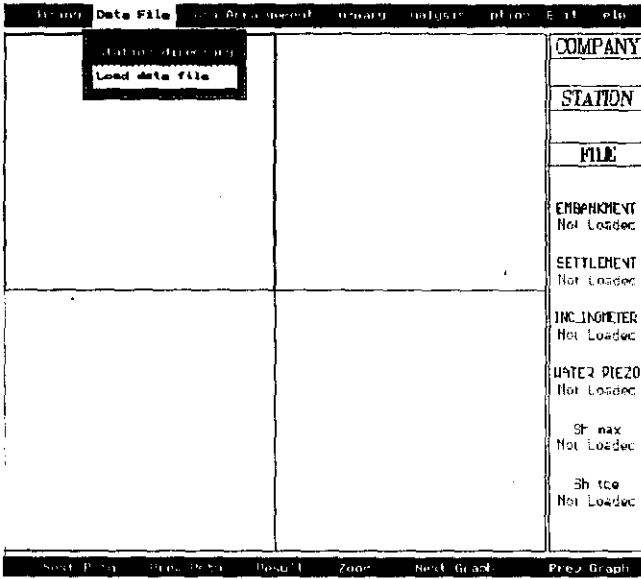
EX) C:\EMMS\YK010\OK120

- 현상태에는 우측 FILE란에 Not Loaded 로 표시되며, 이는 아직 데이터가 불러지지 않았음을 의미한다.

3) 데이터 불러오기



- LOAD DATA FILE 메뉴에 커서를 올려놓고 을 치면 Data File 메뉴 아래의 Station directory 메뉴에서 지정한 데이터가 자동적으로 불러진다.
- 우측 FILE란을 보면 현재는 데이터가 불러지기 전의 상태이므로 각 데이터에 대한 내용이 Not Loaded 로 되어 있다.

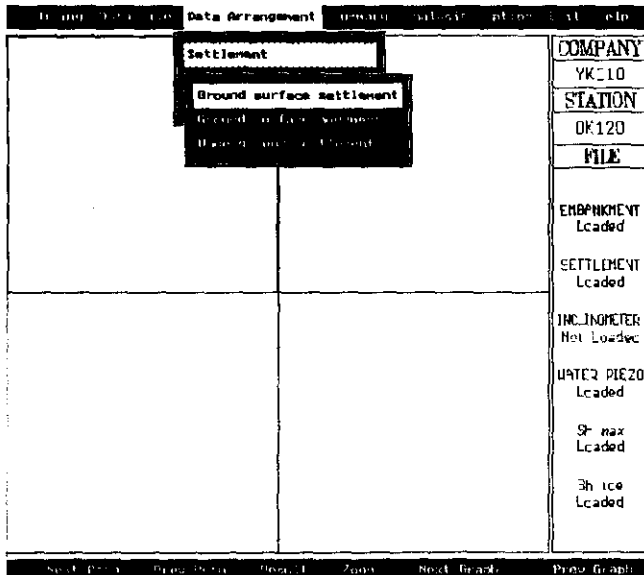


- 현재상태(시간이 조금 지난후)는 데이터가 메모리(CPU)상에 불러진 상태이다. 따라서 이전의 Not Loaded가 Loaded로 변화되었다.
- 우측에 회사(YK010), 계측지점(Ok120)이 나오고 성토, 침하, 지하수위계, 간극수압계, 경사계 데이터가 불러졌음을 알수 있다.
- 여기서 만약에 변화하지 않는 데이터가 있다면(Not Loaded 상태) 이것은 해당 디렉토리에 데이터가 존재하지 않음을 의미한다.

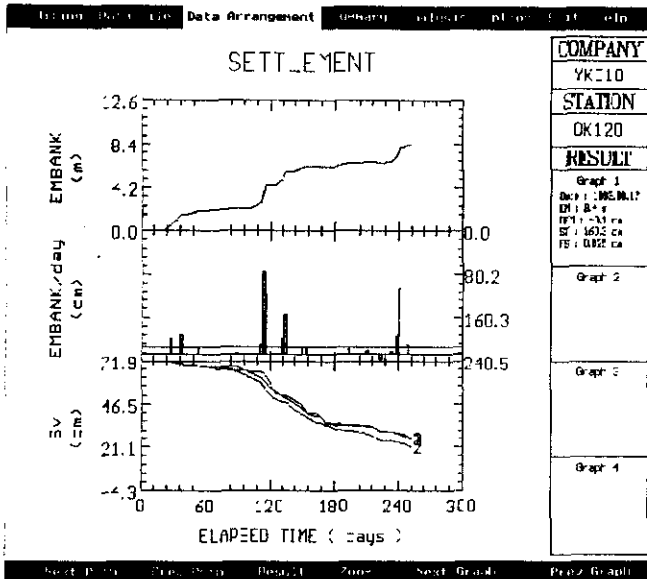
6.4 Data Arrangement

Data Arrangement는 입력한 자료의 그래프 기능에 해당한다.

1) 침하판 그림

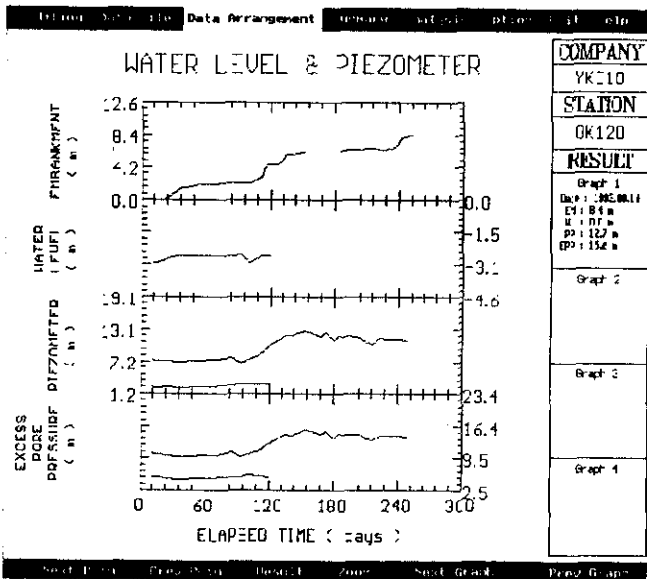


- 커서를 DATA ARRANGEMENT 메뉴에 옮기고 **Enter**를 치면
Settlement
Waterlevel & Piezometer
Inclinometer
메뉴가 나타난다.
- Settlement 메뉴에 커서를 옮겨 **Enter**를 치면
Ground Surface Settlement
(지표침하)
Ground Surface Movement
(지표변위말뚝)
Underground Settlement
(층별침하)
메뉴가 나타난다.

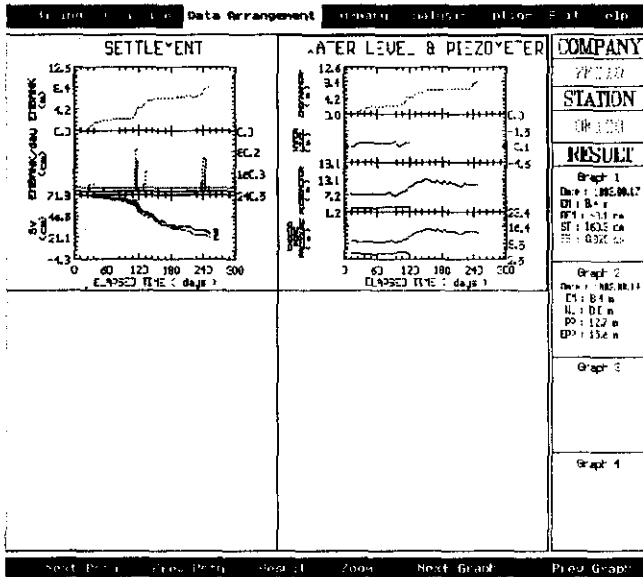


- 커서를 Ground Surface Settlement 메뉴에 옮기고, **Enter**를 치면 성토와 지표침하판의 그래프가 화면에 출력된다.

2) 지하수위계 및 간극수압계 그림

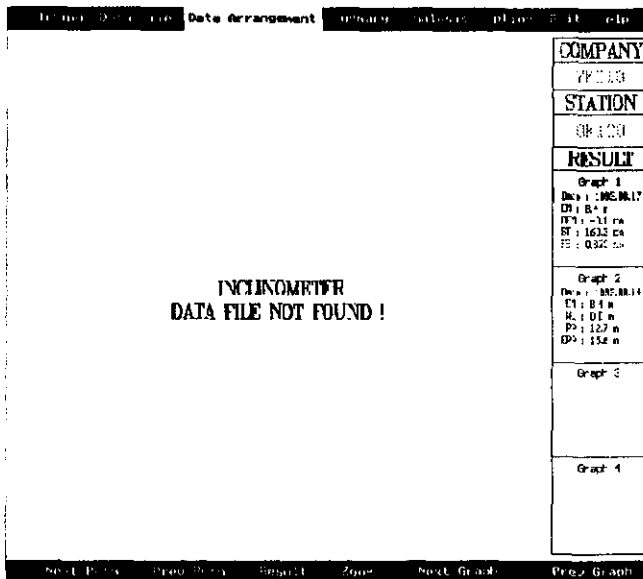


- TAB키를 움직여 보자. 노란색의 굵은 사각형이 4등분된 화면을 좌측상단 → 우측상단 → 좌측하단 → 우측하단의 방향으로 이동(Toggle)한다. (SHIFT와 TAB을 동시에 누르면 TAB만 누를때의 반대 방향으로 움직인다)
- 오른쪽 상단에 노란색 사각형을 옮겨 놓고 커서를 Waterlevel & Piezometer 메뉴에 놓은 상태에서 **Enter**를 친다.
- 지하수위계와 간극수압계의 그래프가 화면에 뜬다.



· 다음 그림을 그리기 위해 TAB키를 움직여, 노란색 사각형을 빈자리(예를들면 좌측아래)에 옮겨 놓는다.

3) 경사계 그림



· Inclinometer 메뉴에 커서를 옮겨 놓고 을 치면

Cumulative displacement

(누적 그래프)

Incremental displacement

(중분 그래프)

Absolute position

(절대치 그래프)

메뉴가 나타난다.

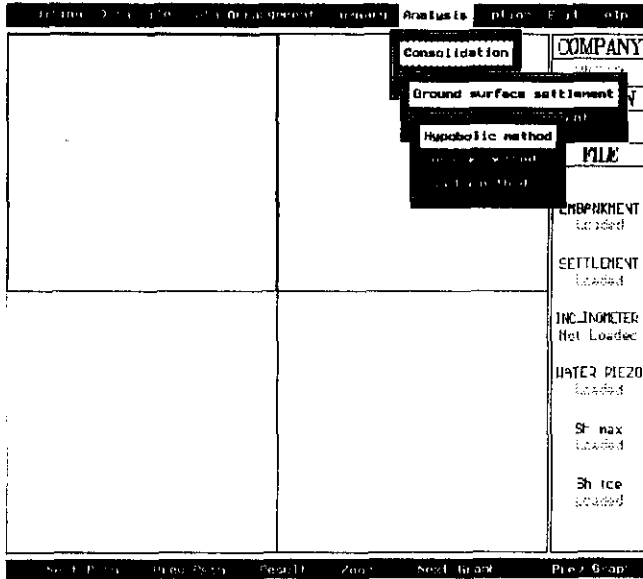
· 커서를 Cumulative displacement 메뉴에 올려 놓고 을 치면, 경사계 그래프가 화면에 그려진다. 해당되는 경사계 자료 화일(확장자명 IN의 화일)이 없을 경우는



INCLINOMETER

DATA FILE NOT FOUND !

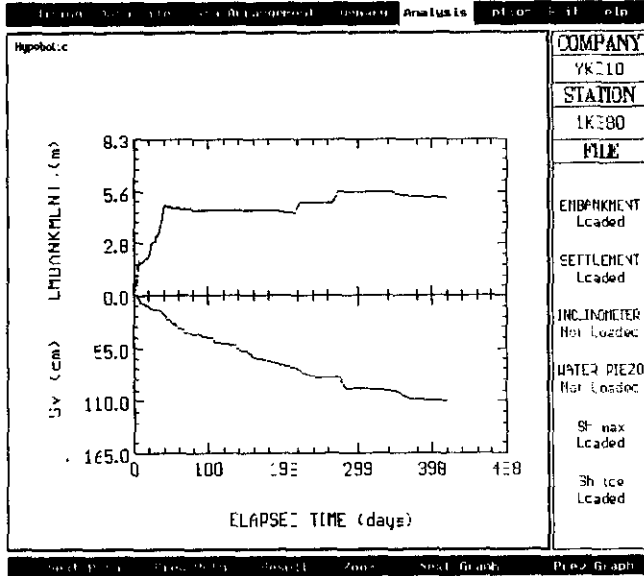
라는 메시지가 나타난다.

6.5 압밀분석 (Consolidation)

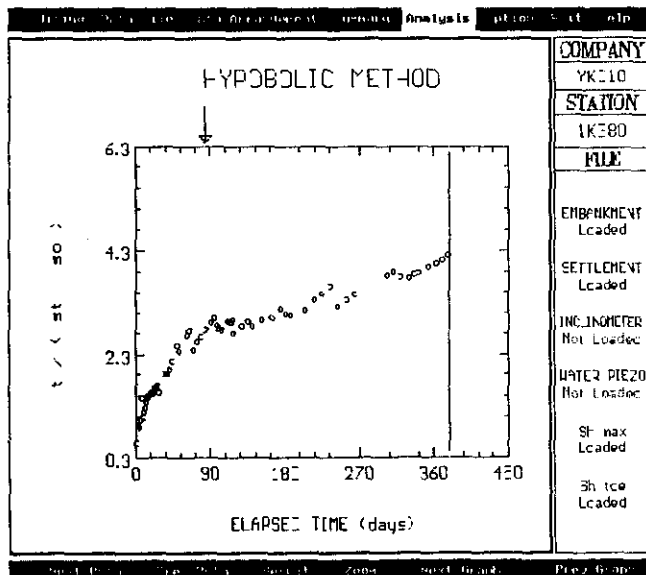


- 분석방법은 CONSOLIDATION(압밀)과 STABILITY(안정성)의 2종류가 있고 압밀분석 방법은 현재 Ver 2.0에 Hypobolic Method(雙曲線法) Hoshino Method(星野法) Asaoka Method(淺岡法)의 3가지가 있다.
- 커서를 Analysis메뉴 아래의 Conolidation메뉴에 놓고 을 치면 Ground Surface Settlement (지표침하판) Underground Settlement (층별침하계) 메뉴가 출력된다.
- 지표침하판 자료정리를 위해서 Ground Surface Settlement 메뉴에서 를 치면 Hypobolic Method Hoshino Method Asaoka Method가 출력된다.

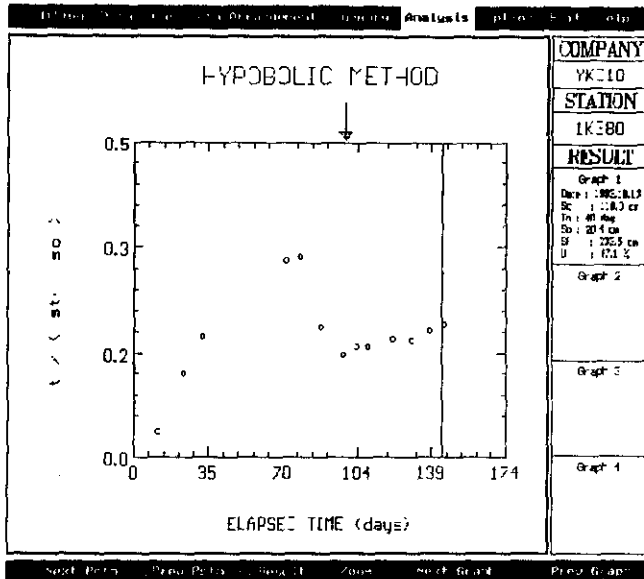
1) 雙曲線法(Hypobolic Method)



- 쌍곡선법을 선택하기 위해 Hypobolic Method 메뉴에서 를 치면 성토-침하 그래프가 화면에 출력된다.
- 커서를 움직여(수직선이 함께 움직인다) 성토가 끝나고 방치되는 시점을 초기침하량 S_0 로 선정하기 위해 을 친다.
- 커서를 움직일때 화면상단에 초기일짜 t_0 가 나타나고 노란색 수직선이 이동된다.



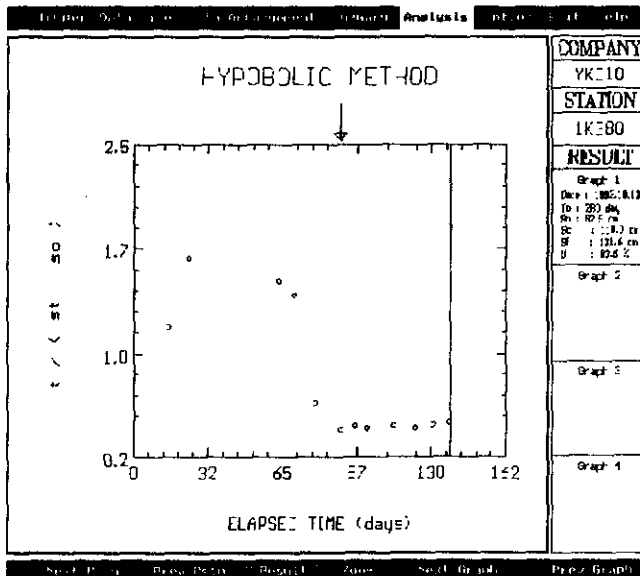
- 초기 침하량 지점에 노란색 수직선이 도달하여 를 치면, 화면은 세로축이 $t / (S_f - S_0)$ 인 쌍곡선 좌표계로 변환된 그림이 출력된다.
- 커서를 움직여 시작점과 끝점을 선택한다.
- 화면상단에 시작점과 끝점을 나타내는 화살표(↓)가 나타나며 이 구간사이에서 최소자승법(Regression)을 취하게 된다.



- RESULT란에 초기침하량의 일차 (t_0) 초기침하량일짜(S_0) 최종침하량(S_f) 잔류침하량(S_r) 압밀도(U) 등이 출력 된다.

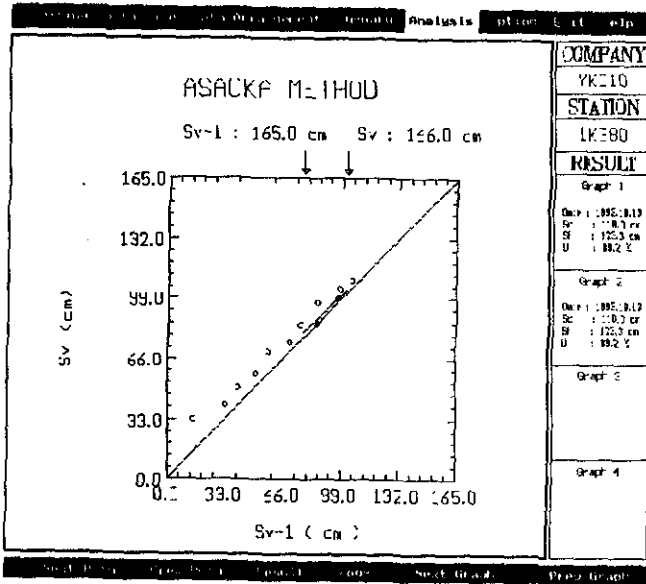
- 화면은 자동적으로 성토 침하량 그래프가 나타나고 반복해서 분석할 수 있다.
- ESC를 누르면 원상태로 복구된다.

2) 星野法 : \sqrt{t} 법 (Hoshino Method)



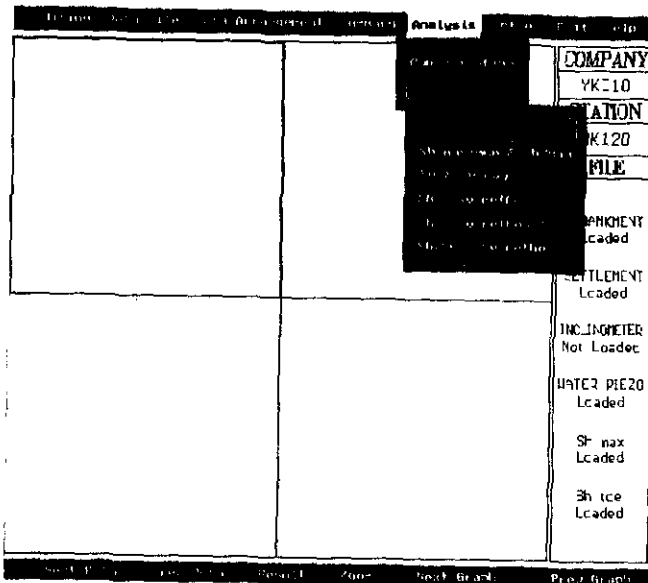
- 위와 마찬가지로 방법으로 Analysis 메뉴의 Consolidation 메뉴아래의 Ground Surface Settlement 메뉴에서 星野 (Hoshino)방법을 선택하고 쌍곡선법과 동일하게 좌표변환을 시켜 1차식의 최소자승법(Regression)의 범위를 선택하면 된다.
- 이때 세로축은 $t/(S_f - S_0)^2$ 으로 변환된다.
- 반복해서 분석을 할 수 있고, ESC를 누르면 원상태로 복구된다.

3) 淺岡法 (Asaoka Method)



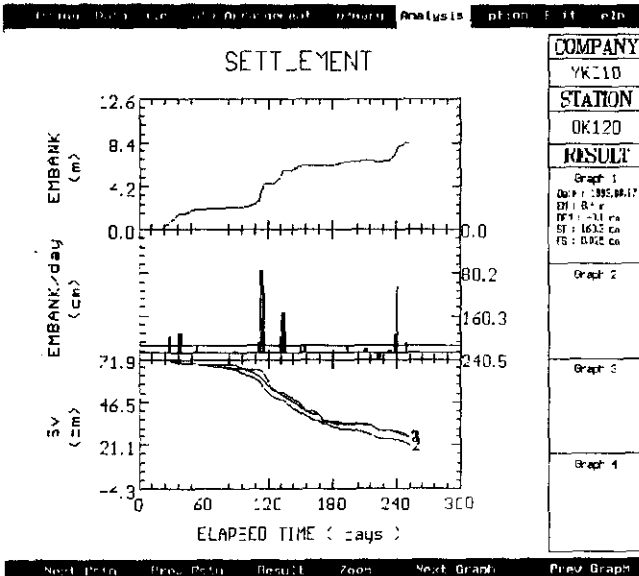
- Analysis 메뉴의 Consolidation의 메뉴 아래 Ground Surface Settlement에서 淺岡法 (Asaoka Method)을 선택하고 시작 및 종점을 선택하면 된다. (단, RESULT 란에 결과는 다른 Key를 누른 후에 나타난다.)
- 이때 세로축은 i 번째 침하량인 S_v 가, 가로축은 i-1 번째 침하량인 S_{v-1} 로 좌표 변환된다.
- Option 메뉴의 Current Situation 메뉴 아래에 있는 ASAOKA PLOT STEP 에서 데이터의 간격을 조정할 수 있다.

6.6 안정성 분석 (Stability)



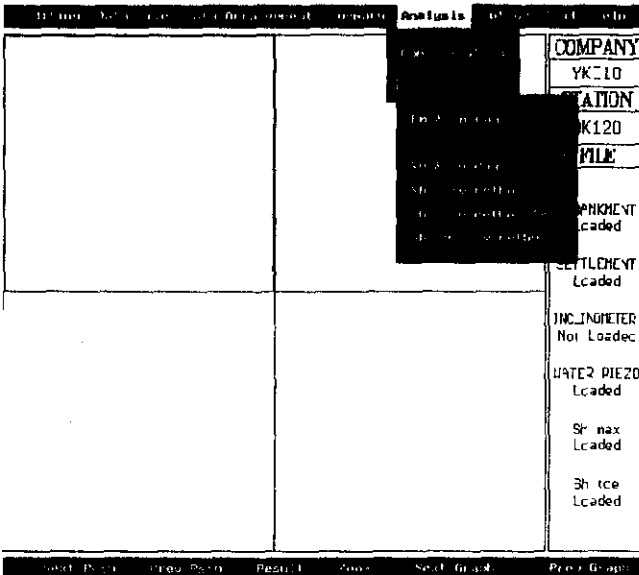
- Stability 메뉴에서 안정성 분석을 한다.
- Stability 메뉴에 을 치면 다음과 같은 메뉴가 화면에 출력된다.
 - Em & Em/day : 성토속도
 - Sv & Sv/day : 침하속도
 - Sh max & sh/day : 票原法
 - Sh - Sv Method(1) : 富水法 (1)
 - Sh - Sv method(2) : 富水法 (2)
 - Sh/Sv - Sv Method : 松尾法

1) 성토속도 관리방법

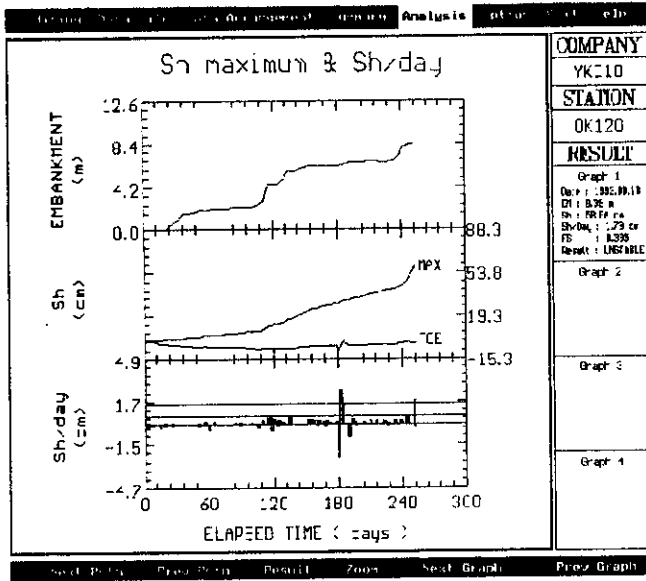


- Analysis 메뉴 아래 Stability 메뉴에서 Em & Em/day 방법을 선택하면 된다.
- 성토량과 하루당 성토속도로 안정성을 관리하며 수평기준선의 디폴트 값은 4.0 cm/day로 설정되어 있고, 사용자가 임의로 재설정할 수 있다. (재설정 방법은 Option 메뉴를 참조할 것)
- RESULT 란을 보면
 - Date : 최종계측일자
 - Em : 성토고(m)
 - DEM : 하루당 성토고(m/day)
 - St : 침하량 (cm)
 - Fs : 안전율

2) 栗原·一本方法 (Kurihara · Ichimoto Method)



- 커서를 옮겨 Analysis 메뉴 아래의 Stability 메뉴에서 Sh Maximum & Sh/Day 방법을 선택한다.



· 栗原·一本(Kurihara Ichimoto) 방법에 의한 안정성 분석결과의 그래프가 화면에 출력된다.

· RESULT 란을 보면

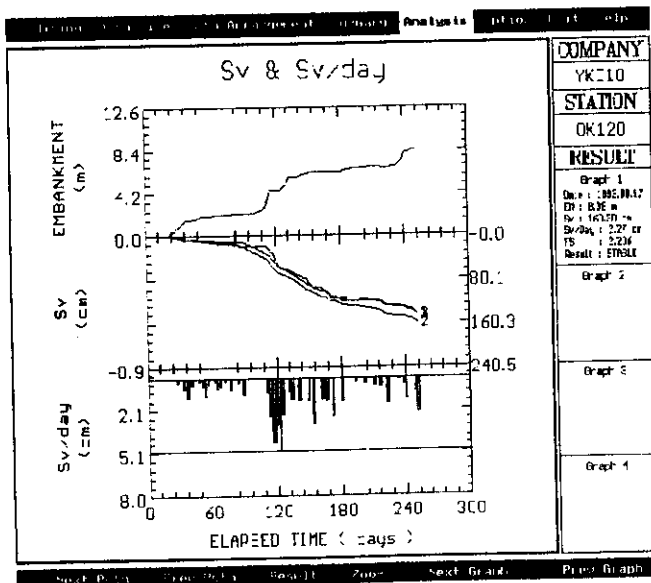
- Date : 최종계측일자
- Em : 성토고(m)
- Sh : 수평변형 누적량(cm)
- Sh/day : 1일당 수평변형량(cm/day)
- Fs : 안전율
- Result : 안정성 분석 결과

가 출력된다.

· 청색으로 표현되는 Max는 경사계의 최대 수평 변형량에 대한 결과이고, 적색으로 표현되는 Toe는 사면선단 지점의 수평변형량에 대한 분석 결과이다.

· 1일당 수평변형량은 0.6 cm와 1.5cm 값이 디폴트(Default) 값으로 설정되어 있고, 옵션(Option) 메뉴에서 0.6 cm의 값은 사용자가 임의로 변경하여 설정할 수 있다.(단, 이때 RESULT 나 Summary에도 안전율에 다른 값을 계산하도록 되어 있다)

3) 침하량 관리방법



· 위와 마찬가지로 방법으로 Analysis의 메뉴 아래 Stability 메뉴에서 Sv & Sv/day 방법을 선택하면 1일당 침하량 관리에 의한 안정성 분석 결과가 출력된다.

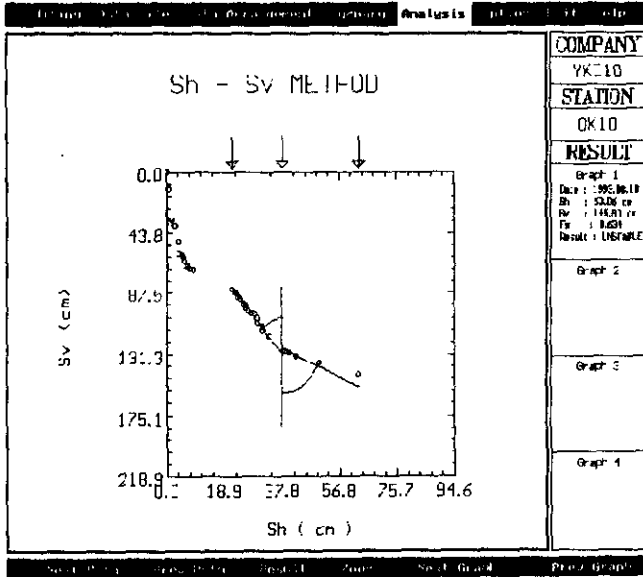
· 침하량 자료별로 그래프 색깔은 구별되며 적색으로 표현되는 수평기준선의 디폴트 값은 5.0 cm 로 설정되어 있고, 옵션메뉴에서 사용자가 임의로 재설정할 수 있다.

· RESULT 란을 보면

- Date : 최종계측일자
- Em : 성토고(m)
- Sv : 침하량(cm)
- Sv/day : 1일당 침하량(cm/day)
- Fs : 안전율
- Result : 안정성 분석 결과

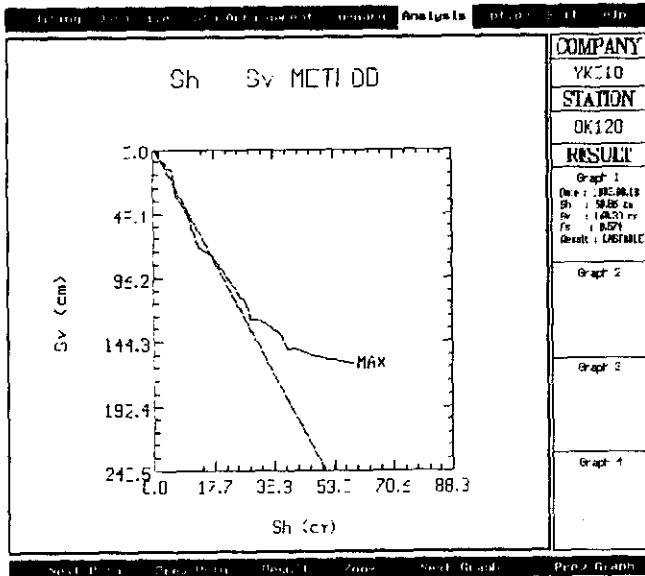
가 출력된다.

4) 富永・橋本方法 1 (Toninaga · Hashimoto Method : 1)



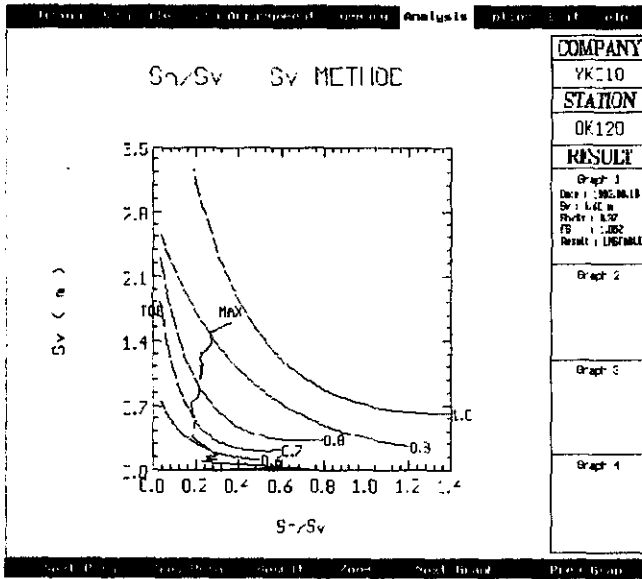
- Analysis 메뉴아래의 Stability 메뉴에서 Sh-Sv Method(1) 방법을 선택하면, 富永(Toninaga) 방법에 의한 안정성 분석결과가 출력된다
- 화살표 키를 움직여 판단하고자 하는 시점을 중간점으로 하되, 1차 Regression 이 되는 시작점과 끝점을 선정하도록 한다.
- RESULT 란을 보면
 - Date : 최종계측일자
 - Sh : 수평변형 누적량(cm)
 - Sv : 침하량(cm)
 - Fs : 안전율
 - Result : 안정성 분석 결과가 출력된다.

5) 富永・橋本方法 2 (Toninaga · Hashimoto Method : 2)



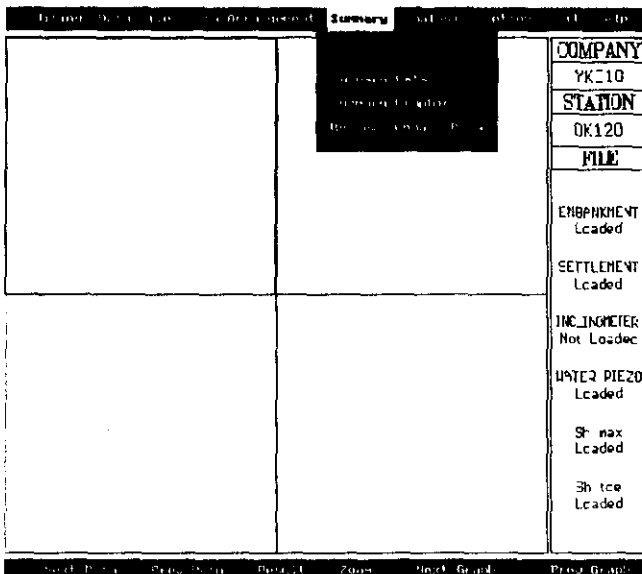
- Analysis 메뉴아래의 Stability 메뉴에서 Sh-Sv Method(2) 방법을 선택하면, 富永(Toninaga) 방법에 의한 안정성 분석결과가 출력된다
- Ver 1.72 까지는 α_1 과 α_2 의 비교방법으로 안정성을 판단하였지만, Ver 2.0에서는 지금까지의 측정치에서 1/3 지점에 해당하는 값 이전의 모든 자료를 1차식으로 최소자승법을 실시하고 (Regression), 이 결과를 E 곡선으로 선택하도록 되어 있다.
- 이 E 곡선과 계측결과와의 비로써 안정성 여부를 판단하며, 1.2 이하이면 RESULT란에 불안정(UNSTABLE)으로 나타난다.
- RESULT 란을 보면
 - Date : 최종계측일자
 - Sh : 수평변형 누적량(cm)
 - Sv : 침하량(cm)
 - Fs : 안전율
 - Result : 안정성 분석 결과가 출력된다.

6) 松尾・川村法 (Matsuo・Kawamura Method)



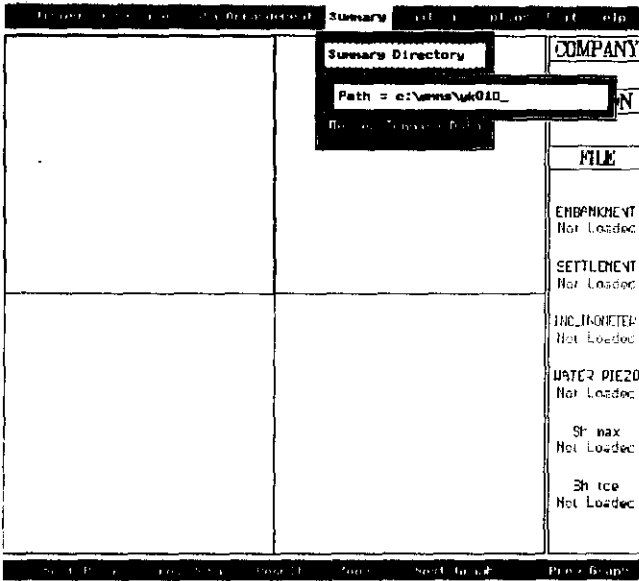
- Analysis 메뉴아래의 Stability 메뉴에서 Sh/Sv-Sv Method를 선택하면 松尾 (Matsuo)방법에 의한 안정성 분석결과가 출력된다.
- 적색으로 표현되는 Max는 경사계의 최대 수평변형량에 대한 결과이고, 분홍색으로 표현되는 Toe는 사면선단 지점의 수평변형량에 대한 분석결과이다.
- 곡선의 갯수에 대한 디폴트는 $P_f = 1.0$ 을 기준하여, 5개로 설정되어 있으며 옵션메뉴에서 사용자가 재설정할 수 있다.
- RESULT 란을 보면
 Date : 최종계측일자
 Sv : 침하량 누적량(cm)
 Sh/Sv : 수평변형량과 침하량과의 비
 Fs : 안전율
 Result : 안정성 분석 결과가 출력된다.

6.7 총괄기능



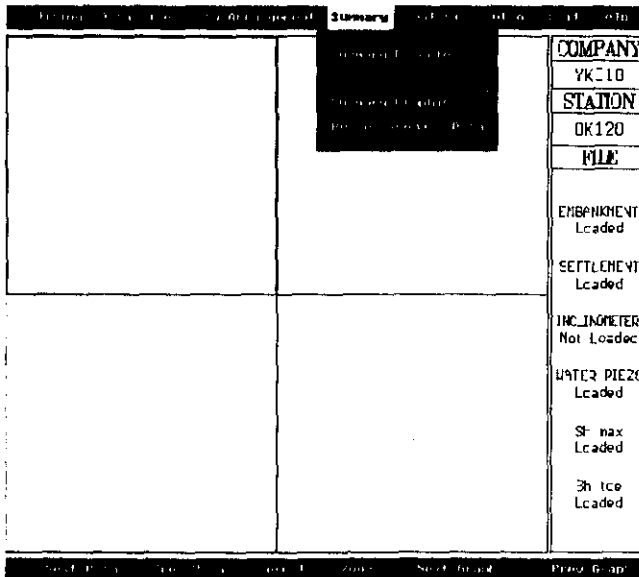
- 현재 Ver 2.0에는 Summary 메뉴에
 Summary Directory
 Summary Data
 Summary Graphic
 Review Summary Data
 메뉴가 포함되어 있다.
- Summary Directory에서 회사명을 지정하면, 해당하는 서브 디렉토리에 있는 모든 자료의 포나 그래프를 자동적으로 볼수 있다.
- Summary 메뉴에 커서를 올려놓고 **Enter**를 친다.

1) Summary Directory

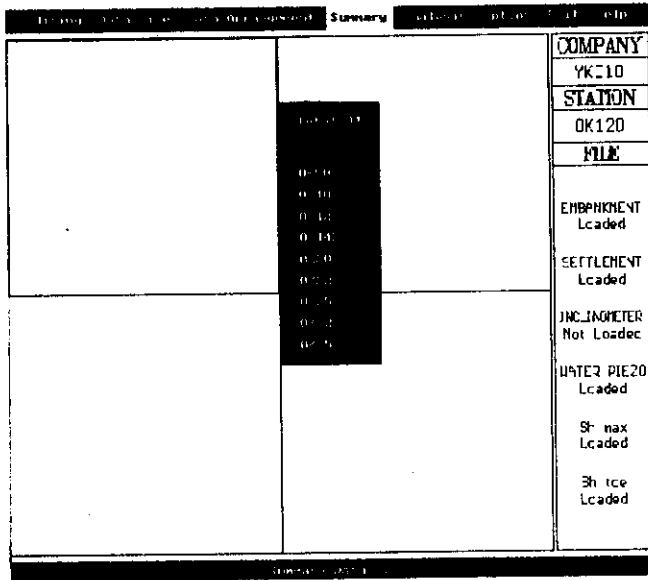


- PATH = 에 총괄표 기능을 사용하고 싶은 경로를 메뉴상태에서 입력한다.
- 가령 EMMS 디렉토리에 프로그램이 탑재되어 있을때, YK010 이라는 디렉토리명을 가진 회사의 모든 자료를 도표로 보기 위해서는 다음과 같이 입력하면 수행할 준비상태가 된다.
EX) PATH = C:\EMMS\YK010

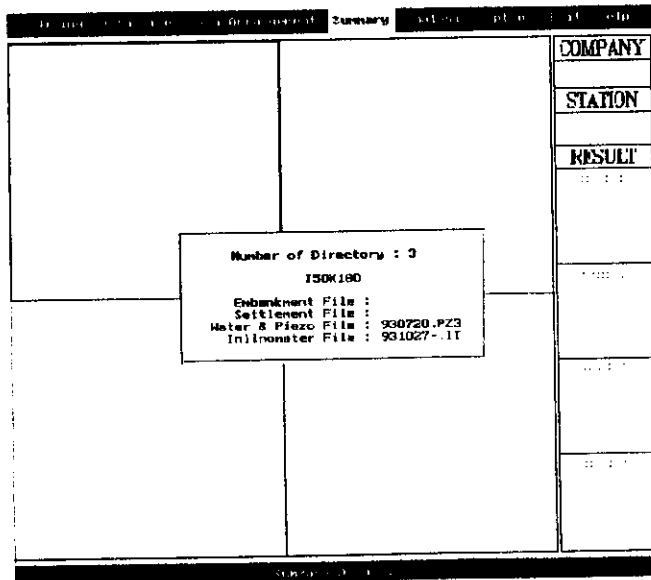
2) Summary Data



- 총괄표를 만드는 메뉴이다.
- SUMMARY DATA 메뉴에 커서를 올려 놓고 을 친다.



- 총괄표를 만들고 싶지 않은 지점은 디렉토리상에 커서를 옮겨놓고 DELETE 키를 치면 삭제가 가능하다.
- **Alt**를 치면 지정된 디렉토리만 총괄표를 만들기 시작한다.
- DELETE로 지우고 남은 디렉토리 또는 전체에 대한 총괄표를 만들기 위해서는 ESC 또는 A(All을 의미)키를 친다.



- 총괄표를 만드는 동안, 진행되어가는 디렉토리 이름과 데이터 내용들을 화면상에 출력한다.
- 에러가 발생시는 입력자료의 확인이 최우선적으로 필요하다. (자료입력 방법을 별도로 참조)

YCID	EMBANKMENT			SETTLEMENT			SETTLEMENT / DAY			
	DATE	1	2	DATE	1	2	DATE	1	2	3
CK10	33.08.07	3.2		33.08.07	134.4		33.08.07	3.900		
	33.08.14	3.4		33.08.14	143.2		33.08.14	3.029		
	33.08.17	3.0		33.08.17	145.3		33.08.17	1.900		
CK80	33.08.07	7.4		33.08.07	23.1	126.7	33.08.07	3.367	0.367	1.120
	33.08.14	3.1		33.08.14	23.9	128.7	33.08.14	3.439	1.000	C.329
	33.08.17	3.4		33.08.17	25.0	126.4	33.08.17	3.029	1.000	C.329
CK100	33.08.20	5.2		33.08.20	112.4	121.2	33.08.20	2.120	1.740	C.320
	33.08.27	5.2		33.08.27	122.3	127.4	33.08.27	2.000	0.000	C.320
	33.08.08	5.2		33.08.08	123.3	127.4	33.08.08	1.840	1.280	C.320
CK120	33.08.07	3.0		33.08.07	136.1	163.2	33.08.07	1.460	0.147	C.320
	33.08.14	3.4		33.08.14	142.0	165.7	33.08.14	1.843	0.411	C.320
	33.08.17	3.4		33.08.17	143.7	160.3	33.08.17	1.233	1.033	C.320
CK140	33.08.07	7.7		33.08.07	122.0	126.2	33.08.07	0.500	1.253	
	33.08.14	3.0		33.08.14	134.2	126.3	33.08.14	1.533	C.314	
	33.08.17	3.3		33.08.17	131.4	125.4	33.08.17	0.000	1.147	
CK200	33.08.07	7.4		33.08.07	134.1	161.5	33.08.07	1.760	1.900	C.320
	33.08.14	7.8		33.08.14	143.6	164.7	33.08.14	3.044	0.487	C.320
	33.08.17	3.0		33.08.17	143.8	167.0	33.08.17	3.000	0.767	C.320
CK220	33.08.27	7.0		33.08.27	143.9	156.0	33.08.27	3.122	0.069	C.320
	33.10.06	5.9		33.10.06	142.2	156.0	33.10.06	1.633	0.150	C.320
	33.10.13	5.3		33.10.20	142.2	155.1	33.10.20	3.000	0.014	C.320
CK280	33.10.06	5.4		33.10.06	154.1	176.7	33.10.06	3.644	0.689	C.444
	33.10.13	5.4		33.10.13	153.3	172.9	33.10.13	3.360	0.150	C.444
	33.10.20	5.6		33.10.20	153.3	177.9	33.10.20	3.000	0.000	C.444
CK320	33.10.06	5.7		33.10.06	152.8	146.8	33.10.06	3.478	0.333	C.473
	33.10.13	5.7		33.10.13	154.4	148.9	33.10.13	3.200	0.242	C.473
	33.10.20	5.7		33.10.20	154.4	148.1	33.10.20	3.000	0.020	C.473
CK380	33.07.21	5.1		33.07.08	133.9	107.7	33.07.08	3.000	0.289	C.423
	33.07.28	5.1		33.07.14	117.7	110.9	33.07.14	2.727	0.817	C.423
	33.07.08	5.1		33.07.20	114.2	120.5	33.07.20	3.600	1.417	C.423
CK400	33.07.20	5.8		33.07.20	37.9	132.8	33.07.20	3.333	1.933	C.423
	33.07.30	5.1		33.07.30	33.3	126.4	33.07.30	3.140	0.490	C.423
	33.08.07	5.1		33.08.07	39.4	140.5	33.08.07	3.022	0.487	C.423

- 총괄표를 만드는 작업이 끝나면 성토, 침하, 1일당 침하량의 총괄표가 화면에 나타난다.
- PAGE UP, PAGE DOWN을 움직여 다음 STA.을 나타내는 다음 페이지도 볼수 있다.
- 메뉴화면으로 돌아가고 싶으면 ESC키를 누른다.

YCID	EMBANKMENT			WATER LEV.			PORE PRESSURE			EXCESS PORE PRESSURE			
	DATE	1	2	DATE	1	2	DATE	1	2	3	1	2	3
CK10	33.08.07	5.2											
	33.08.14	5.5											
	33.08.17	5.3											
CK80	33.08.07	7.5											
	33.08.14	5.1											
	33.08.17	5.5											
CK100	33.08.20	4.2											
	33.08.27	4.2											
	33.08.08	4.2											
CK120	33.08.07	5.3		33.07.29	-5.37	2.96	8.32				11.28	14.28	
	33.08.14	5.4		33.08.07	-2.59	2.96	6.52				11.36	14.27	
	33.08.17	5.4		33.08.14	-2.69	2.96	6.52				11.16	14.21	
CK140	33.08.07	7.7											
	33.08.14	5.3											
	33.08.17	5.3											
CK200	33.08.07	7.4											
	33.08.14	7.3											
	33.08.17	5.3											
CK220	33.08.27	7.3											
	33.10.06	5.9											
	33.10.13	5.9											
CK280	33.10.06	5.5											
	33.10.13	5.5											
	33.10.20	5.5											
CK320	33.10.06	5.7		33.01.04	-4.39	7.33	11.41	8.83	12.22				
	33.10.13	5.7		33.03.04	-4.32	7.83	11.35	8.73	12.32				
	33.10.20	5.7		33.02.12	-4.21	7.83	11.35	8.73	12.13				
CK380	33.06.21	5.1											
	33.06.28	4.1											
	33.07.08	4.1											
CK400	33.07.20	5.3											
	33.07.30	5.1											
	33.08.07	5.1											

- 오른쪽 화살표 키를 치면 성토, 지하수 위, 간극수압, 과잉간극수압의 총괄표가 나타난다.
- PAGE UP, PAGE DOWN을 움직여 다음 페이지도 볼수 있다.
- 메뉴화면으로 돌아가고 싶으면 ESC키를 누른다.

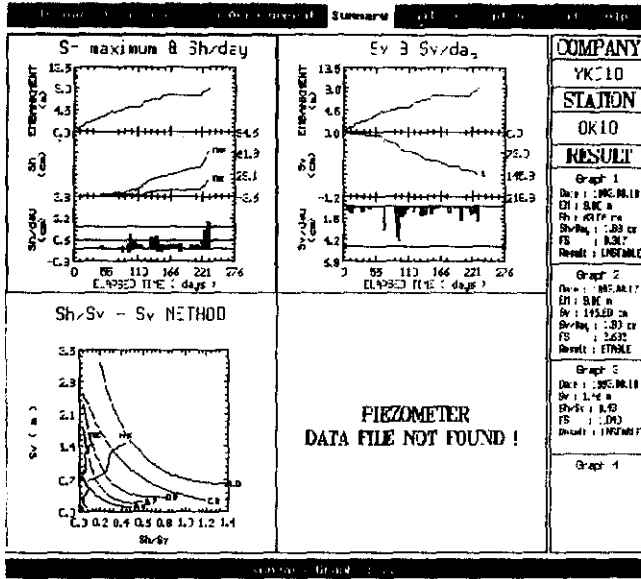
YKIC STATION	STABILITY of Sh rad (Limit of Sh/Day : 0.6)							
	DATE	NO.	SF-DAY FS	JUDGE	Sr-Sr FS	JUDGE	Sh-Sv FS	JUDGE
OK1C	33.08.08	12.2	1.823		2.30	DANGER	1.110	
	33.08.11	18.0	0.474	DANGER	2.96	DANGER	1.096	
	33.08.18	63.1	0.327	DANGER	2.96	DANGER	1.040	
OK2C								
OK1CC	33.06.07	27.0	-1.770		1.46	DANGER	1.184	
	33.06.11	26.2	1.874		1.46	DANGER	1.176	
	33.06.14	90.8	0.811	DANGER	1.46	DANGER	1.164	
OK12C	33.08.08	42.7	2.420		2.882	DANGER	1.102	
	33.08.11	46.3	0.987	DANGER	2.882	DANGER	1.081	
	33.08.18	68.8	0.326	DANGER	2.882	DANGER	1.082	
OK14C								
OK2CC								
OK22C								
OK22C	33.06.18	37.1	4.364		2.823	DANGER	1.102	
	33.06.22	37.0	3.566		2.824	DANGER	1.138	
	33.06.28	86.3	3.614		2.816	DANGER	1.136	
OK2EC								
OK4CC								

- 오른쪽 화살표 키를 치면 경사계 최대 수평변형량과 결과가 총괄표에 나타난다.
- PAGE UP, PAGE DOWN을 움직여 다음 페이지도 볼수 있다.
- 메뉴화면으로 돌아가고 싶으면 ESC키를 누른다.

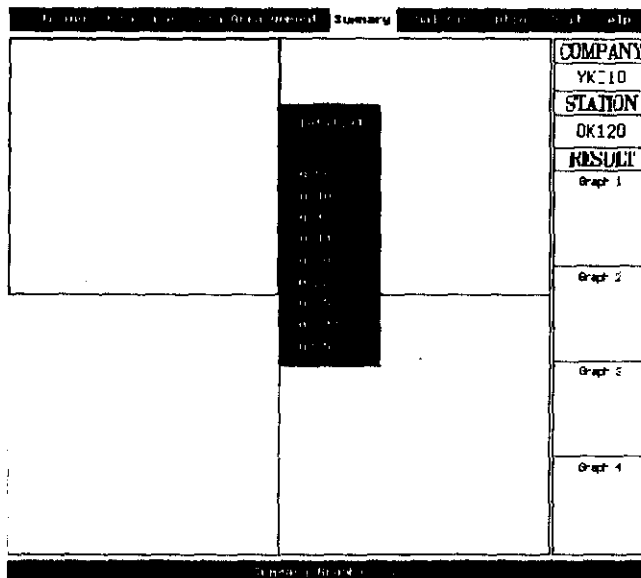
YKIC STATION	STABILITY of Sf tan (Limit of Sh/Day : 0.4)							
	DATE	NO.	SF-DAY FS	JUDGE	Sr-Sr FS	JUDGE	Sh-Sv FS	JUDGE
OK1C	33.08.08	8.9	4.182		-1.079	DANGER	2.045	
	33.08.11	14.1	0.887	DANGER	-3.068	DANGER	1.941	
	33.08.18	26.3	0.884	DANGER	-3.068	DANGER	1.219	
OK2C								
OK1CC								
OK12C	33.08.08	-8.1	7.888		-3.841	DANGER	1.928	
	33.08.11	-1.8	2.673		-3.842	DANGER	1.892	
	33.08.18	-8.3	-2.787		-3.848	DANGER	1.864	
OK14C								
OK2CC								
OK22C								
OK22C	33.06.18	-2.4	-27.884		-3.416	DANGER	1.700	
	33.06.22	-2.7	-7.430		-3.414	DANGER	1.701	
	33.06.28	-8.1	-1.889		-3.376	DANGER	1.701	
OK2EC								
OK4CC								

- 오른쪽 화살표 키를 치면 사면선단 수평변형량 경사계 데이터와 결과가 총괄표에 나타난다.
- PAGE UP, PAGE DOWN을 움직여 다음 페이지도 볼수 있다.
- 메뉴화면으로 돌아가고 싶으면 ESC키를 누른다.

3) Summary Graphic

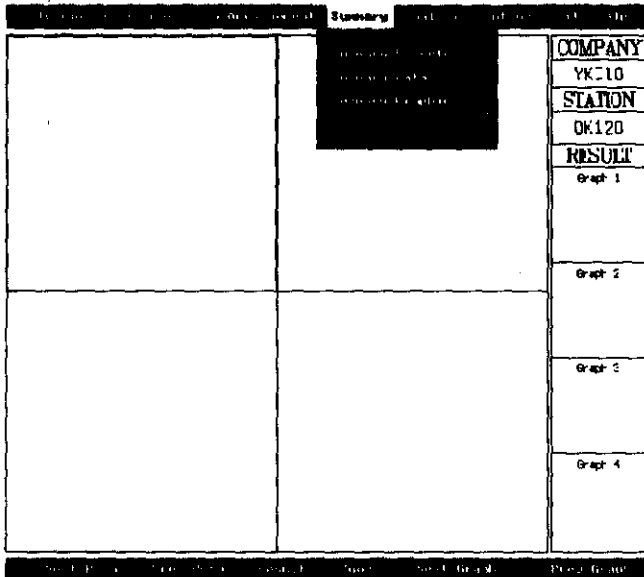


- 지정된 Summary Directory 메뉴에서 서브디렉토리의 데이터에 대한 그래프를 보기 위해서는 Summary 메뉴아래의 Summary Graphic 메뉴에 커서를 올려 놓고 **Enter** 키를 친다.
- 이 기능은 빠른 시간내에 연속적으로 STATION 또는 CHAIN NO별로 안정성 분석이나 성토 및 침하량 파악에 유리하다.
- 그래프에 대한 결과는 RESULT 란에 자동적으로 나타난다.



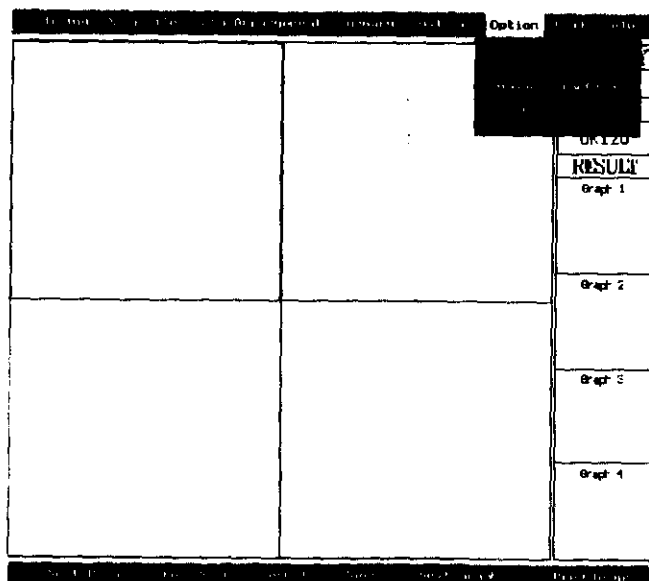
- 그래프를 보고싶지 않은 지점은 DELETE 키로 삭제가 가능하다.
- 커서를 움직여, 보고싶은 지점을 선택할 수도 있고, 전 STA 또는 CHAIN을 처음부터 한지점씩 보고 싶을 때는 ESC 키 또는 A(All을 의미)를 치면 차례 차례 그래프가 출력된다.
- 데이터의 효율적인 관리를 위해서는 디렉토리를 순서대로 만들어 놓는것이 편리하다.
- 수행도중에 메뉴화면으로 빠져나가고 싶으면 ESC를 친다.
- 해당하는 데이터가 없는 경우는 DATA FILE NOT FOUND의 메시지가 해당되는 화면에 나타난다.

4) Previous Summary Data



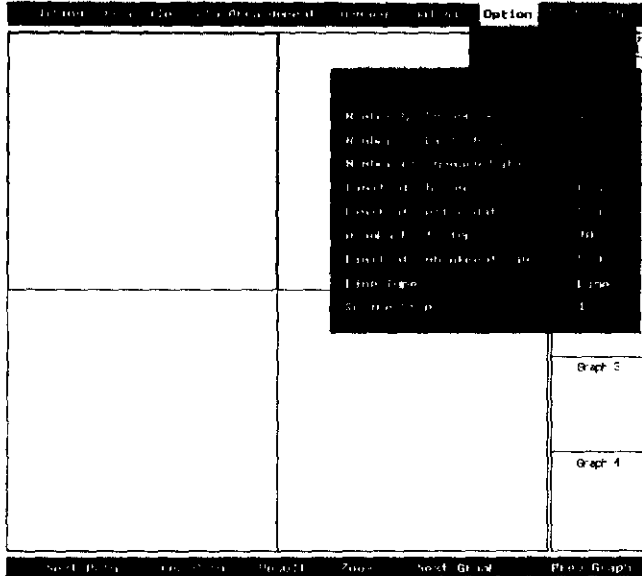
- 최후에 작성해 놓은 총괄표가 메모리되어 있다.
- Summary Graphics 메뉴의 그래프와 비교해 보면 효과적으로 관리할 수 있다.


6.8 옵션 (Option)



- 현재 Ver 2.0의 Option 메뉴에는
Current Situation
Summary Graphics
Scale
메뉴가 포함되어 있다.
- 커서를 OPTION 메뉴에서 을 친다.

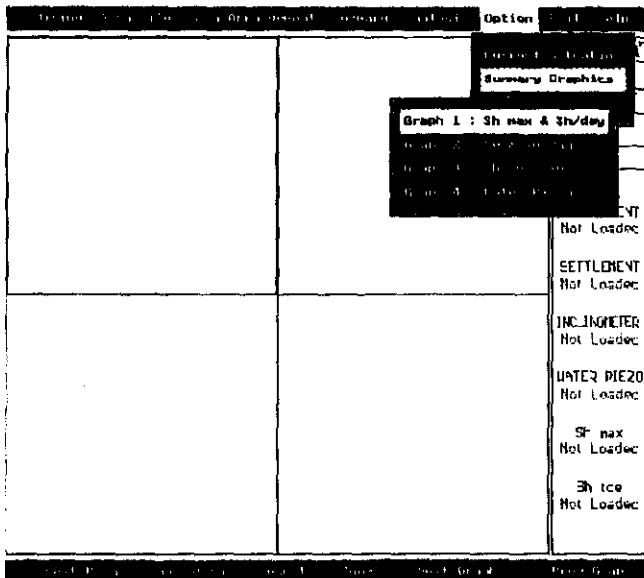
1) Current Situation



- Current Situation 메뉴에 을 치면, 현재의 디폴트(DEFAULT) 상태가 나타나며 사용자가 임의로 변경할 수도 있다.
- 다만 안정성 기준에 대한 디폴트(Default) 값을 바꾸고자할 때는 안전률도 따라서 변화하므로 이론적인 배경을 생각하여 주의를 기울여 설정할 필요가 있다.
- OUTPUT RESULT(*.OUT) : NO
출력화일을 안만든다는 뜻이다. 출력화일을 만들하고자 할때 PAGE UP 또는 PAGE DOWN을 누르면 YES로 바뀐다. 다시 한번 누르면 NO로 바뀐다(Toggle)
- NUMBER OF EMBANKMENT : 1
성토 데이터가 1개 라는 뜻이다. 3개까지 가능하다. PAGE UP, PAGE DOWN으로 갯수를 변경(Toggle)할 수 있다.
- NUMBER OF LINE(Sh/Sv-Sv) : 5
松尾(MATSUO) 안정성 분석 방법에서 파괴 포락선 곡선의 갯수를 의미한다.
- NUMBER OF SUMMARY DATA : 3
총괄표를 만들때 최근 데이터에서 역으로 3번째 앞에 있는 날짜까지를 도표로 출력 가능하다는 뜻이다. 갯수는 PAGE UP, PAGE DOWN 키로 변경 할 수 있다. 최대 5개까지이다.
- LIMIT OF Sh/Day : 0.6
栗原方法(Kurihara Method) 즉, Sh Maximum & Sh/Day으로 안정성 분석을 할때 0.6 cm/day 에서 선을 긋는다는 뜻. 숫자는 PAGE UP, PAGE DOWN 키로 변경할 수 있다. (1.5cm 선은 항상 자동적으로 그려진다)
- Limit of settle/day
침하량 관리 즉, Sv & Sv/Day로 안정성 분석을 할때 5.0 cm/day 에서 선을 긋는다는 뜻. 숫자는 PAGE UP, PAGE DOWN 키로 변경할 수 있다.
- ASAOKA PLOT STEP
淺岡方法(ASAOKA METHOD)에서 i 번째와 i-1 번째사이의 측정간격을 의미한다. 즉 淺岡方法에서는 등간격으로 측정한 침하판 자료가 필요하고, 실제 현장계측에서는 그렇게 관리한다는 것은 사실상 불가능하므로 본 Ver 2.0에서는 여기서 설정한 측정일 간격에 따라서 1차 보간하여 처리한다.

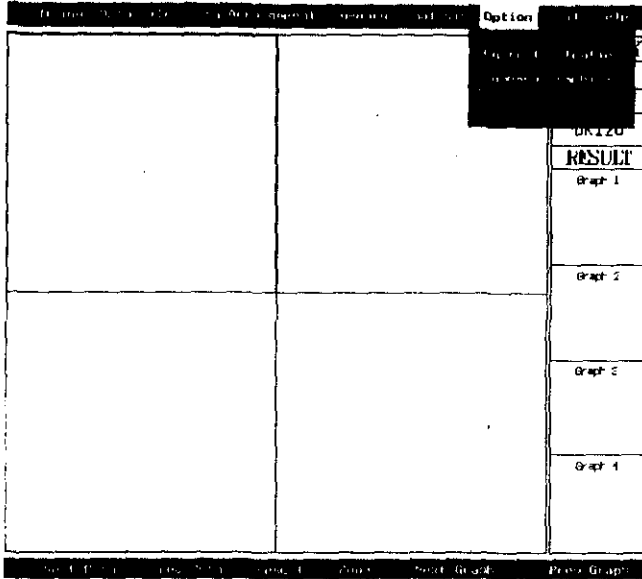
- Limit of Embankment/day
 성토관리 즉 Em & Em/Day로 안정성 분석을 할때 4.0 cm/day에서 선을 긋는다는 뜻이다. 숫자는 PAGE DOWN키로 변경할 수 있다.
- Line Type : Line
 Line은 현장계측 결과를 그대로 출력하는 것이고 Spline은 신뢰도가 떨어지는 현장계측 결과의 Smoothing을 위해서 3차 Spline 함수를 적용하는 경우이다.
- Spline step : 1
 Spline 함수 적용시 Smoothing 처리후 구간(Step)을 나누는 날짜 간격을 의미함.
- 상기의 각종 디폴트 값이 바뀌면 기준치가 달라지므로 안정성 분석의 결과인 RESULT란의 안전율 Fs도 다르게 계산되어 화면 출력된다.
- ESC 키를 치면 앞으로 돌아간다.

2) Summary Graphic



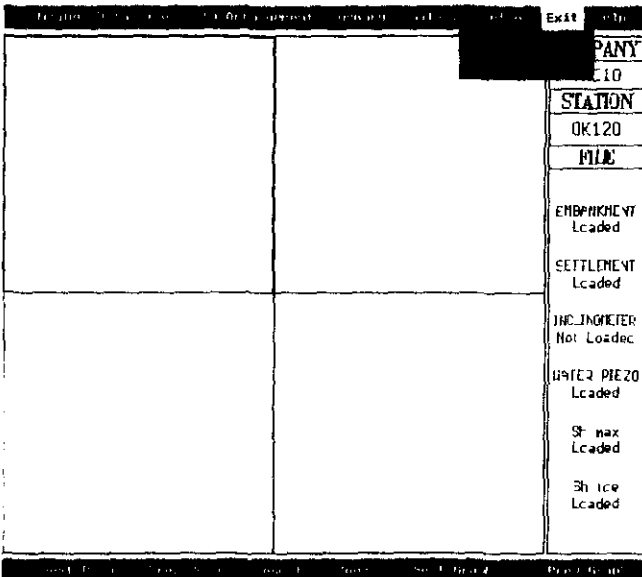
- Summary 메뉴의 Summary Graphic 메뉴를 수행할 때 각 그래프(Graph1 ~Graph4)에 그리고자 하는 종류를 Page up, Page down키를 사용하여 사용자가 임의로 설정할 수 있다.
- 디폴트는 다음과 같이 설정되어 있다.
 Graph 1 : Em & Em/day
 2 : Sv & Sv/day
 3 : Shmax & Sh/day
 4 : Sh - Sv(1)
 5 : Sh - Sv(2)
 6 : Sh/Sv - Sv
 7 : Water Piezo
- 상기 그래프의 순으로 디폴트 값을 변경할 수 있다.

3) Scale

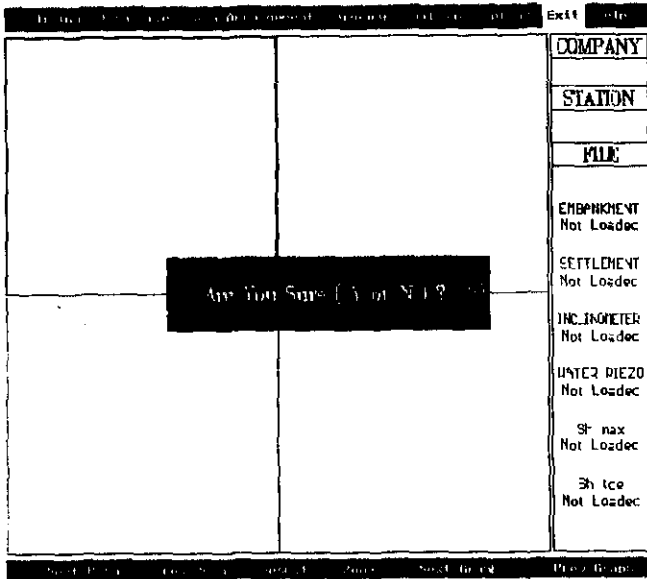


- 미완성
- 그래프의 눈금(Scale)은 현재 Ver 2.0에서는 모두 가로·세로축이 자동으로 설정되도록 프로그램되어 있다.
- 추후에 이런 눈금을 사용자가 임의로 설정할 수 있게 수정할 계획이다.

6.9 프로그램 종료

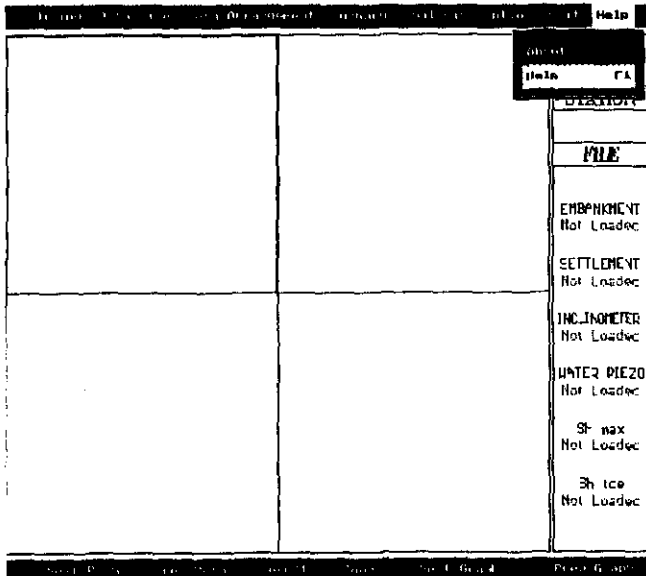


- 프로그램을 종료하고자 하면 EXIT메뉴로 커서를 옮기고 을 친다.
- EXIT Alt-X 메뉴가 나오면 을 친다.



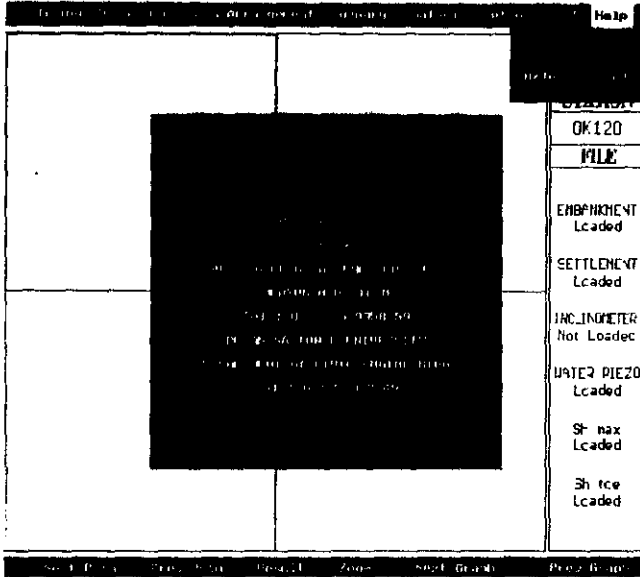
- 화면 중앙에 Are You Sure(Y or N)? 라고 실제로 종료할 것인가를 확인한다
- Y 이면 종료되고, N 이면 현상태로 되 돌아 간다.
- Hot Key인 Alt-X를 바로 눌러도 화면상에 Are You Sure(Y or N) ? 이 나와 프로그램을 종료할 것인가를 확인한다.

6.10 도움말 (Help)



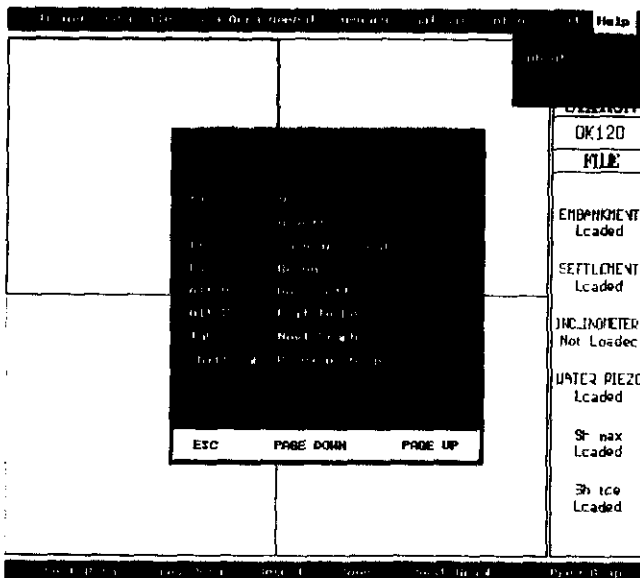
- 커서를 HELP 메뉴에 놓고 을 친다.
- 현재 Ver 2.0에는
 - About
 - Help F1
 메뉴가 포함되어 있다.

1) 버전 (Version) 표시



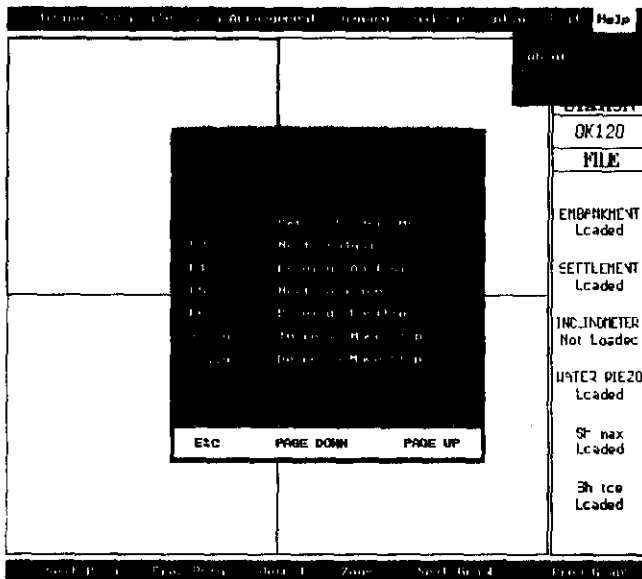
- 커서를 About 메뉴에 올려놓고 **Enter**를 친다.
- EMMS VERSION 2.0 초기화면이 나타난다. 아무 키를 치면 VERSION 표시 화면은 사라진다.

2) 도움말 (Help Key)

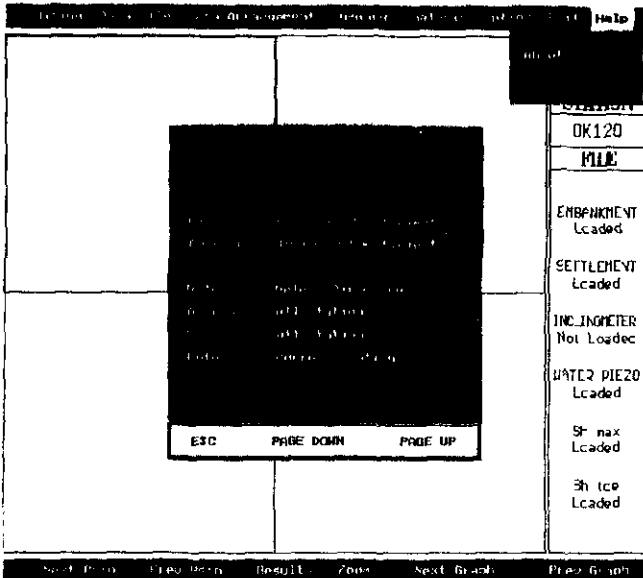


- 커서를 Help F1 메뉴에 올려놓고 **Enter**를 쳐보자.
- 도움말에 대한 설명이 나온다.
- Help : 도움말
- F7 : FILE 과 RESULT의 출력에 대한 토글(Toggle)키
- F8 : Zoom in or out 그래프를 확대할 수 있다. F8키를 한번 누르면 확대되고 한번더 누르면 원상태로 돌아간다.
- Alt-D : 도스로 잠시 나간다. EXIT 하면 다시 돌아온다
- Alt-X : 프로그램 종료

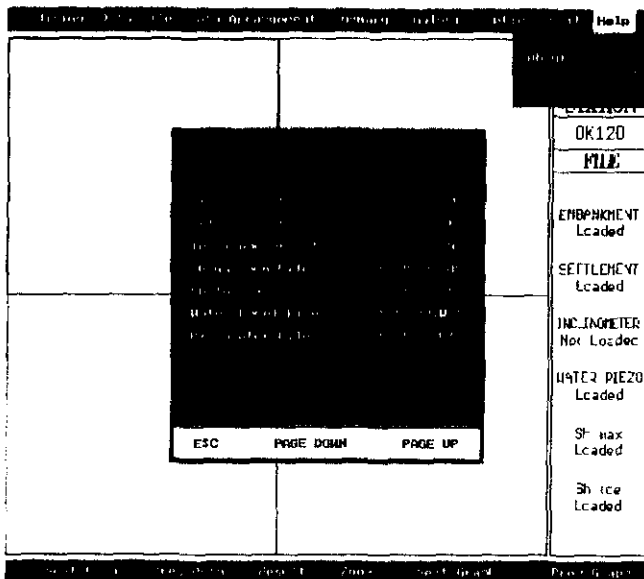
- Tab : Next Graph 굵은 노란색 사각형을 상단좌측 → 상단우측, 하단좌측 → 하단우측 방향으로 이동시켜 준다.
- Shift-Tab : 굵은 노란색 사각형을 Tab만 누를 때의 반대 방향으로 이동시켜 준다.
- 다음장을 보고싶으면 Page Up, Page Down 키를 누르고, ESC를 누르면 취소된다.



- Hypobolic & Hoshino Method
- ESC : Escape, 취소하거나 원상태로 복구할 때 사용한다.
Hypobolic & Hoshino 에서는 성토고-침하량 그래프로 돌아간다.
- F3 : Next Analysis
- F4 : Previous Analysis
- F5 : Next Position (Hypobolic)
- F6 : Previous Position (Hoshino)
- + Sign : Increase Move Step
- - Sign : Decrease Move Step
- 다음장을 보고싶으면 Page Up, Page Down 키를 누르고, ESC를 누르면 취소된다.



- Option Menu에 대한 설명이다.
- Page Down : Decrease in Option Menu 옵션 메뉴에서 디폴트(Default) 값을 변화시킬때 사용한다.
- Page Up : Increase in Option Menu 옵션 메뉴에서 디폴트(Default) 값을 변화시킬때 사용한다.
- Delete : Delete Dir in Summary, 총괄표나 총괄그래프를 작성할 때, 만들고 싶지 않은 디렉토리를 제외시킨다.
- A or a : Summary에서 전체 공구 선택
- ESC : Escape, 취소하거나 원상태로 복구할 때 사용한다.
- 다음장을 보고싶으면 Page Up, Page Down 키를 누르고, ESC를 누르면 취소된다.



- 확장자에 대한 설명이다. (확장자의 ? 표는 자료번호를 나타낸다)
- Embankment File ????????.EM? : 성토 데이터에 대한 확장자 설명
- Settlement File ????????.ST? : 침하 데이터에 대한 확장자 설명
- Inclinator File ????????.IN? : 경사계 누적증분 또는 기울기 변위량 데이터에 대한 확장자 설명
- Sh maximum File ????????.IB? : 경사계 최대 수평변형량 데이터에 대한 확장자 설명
- Sh toe File ????????.IT? : 사면선단 수평 변형량 경사계 데이터에 대한 확장자 설명

- Water Level File ????????.WL? : 지하수위계 데이터에 대한 확장자 설명
- Piezometer File ????????.PZ? : 간극수압계 데이터에 대한 확장자 설명
- ESC를 눌러 취소한다.

7. 출력

7.1 하드카피(Hard Copy) 프로그램 "PIAZZ"

PIAZZ PLUS 프로그램은 APPLICATION TECHNIQUES, INC에 의해 등록된 프로그램으로써 하드카피전용 프로그램이다.

IBM에서 만들어진 Software 인 PIAZZ PLUS가 하드디스크에 있어야만 된다.

아래에는 EMMS VER 2.0 사용시 필요한 부분만 설명한다. 자세한 내용은 APPLICATION TECHNIQUES, INC. 출판사에서 출판된 PIAZZ PLUS의 사용설명서를 참고하기 바란다.

· C:\FZP>FZP/W 하면 PIAZZ PLUS MAIN MENU가 뜬다.

```

-----[ Shading - Graphics and/or Text Menu ]-----
Conflict  ASsignment  0  A  B  C  D  E  F  Identify  Reverse  View  Quit

Show actual display colors for where conflicT is listed p.66
  
```

Currently Selected Print Shades			
Display Color	Print Shade	Display Color	Print Shade
0 -	White	8 -	
1 -		9 -	
2 -		A -	Black
3 -		B -	Conflict
4 -		C -	Conflict
5 -		D -	Conflict
6 -		E -	Conflict
7 -		F -	Conflict

· 색깔을 0과 1(배경색)은 White A, B, C, D, E, F(선, 글자)는 Black으로 선택을 했으면 Quit로 빠져나온다.

7.2 그래픽 출력 화면을 아래 한글(Ver 2.1)로 불러들이는 방법

7.3 Laser Printer

큐닉스 컴퓨터 QLBP LS(LP1 Mode)로 개발중 임.

8. 경사계 자료 송신 방법

8.1 자료의 ASCII화

경사계 자료정리는 ASCII FILE로의 변환을 필요로 하는 SINCO사 제품을 사용한 사례를 소개한다.

[C:\] CD DMM

[C:\DMM] DMM DMM 실행

화면이 나타난다.

오른쪽 아래부분에

Enter - Select	D - Change directory
Escape - Abort	F - Create Database

D를 누른다. 경사계 DATA가 있는 드라이브를 지정한다.

ex) A:

A 드라이브에 있는 경사계 DATA .HDR 이 나타나면 선택한다.

View/Edit data

open next

write ASCII 선택하면

왼쪽 아래에 ASCII output ? Y 가 나타난다. 선택.

Print/Screen/File/Quit ? F 파일에 저장한다.

Filename : 920916 저장할 file 명을 입력한다.
확장자는 입력 안해도 자동적으로 .PRN으로 저장된다.

Include Titles and Header Info ? Y

저장이 끝나면 커서는 open next 로 옮겨진다.

Next 선택하면 다음 DATA가 나타난다.

write ASCII

ASCII output ? Y

Printer/Screen/File/Quit ? F

Filename : 920903

Last record ... 라는 메시지가 왼쪽아래에 나타날때 까지반복한다.

Last record ...

Quit/Return

Quit/Return

Quit .. Return to Dos

ok to Quit ? Y/N Y Dos로 나온다.

[C:\DMM] DIR *.PRN .PRN DATA가 만들어 졌는지 확인한다.

8.2 경사계 자료의 도식화(DATA 정리)

경사계 자료정리는 프로그램 GTILT를 기준으로 한다.

[C:\DMM] GTILT

C 드라이브에 만들어진 .PRN 을 .GKN으로 바꾸려면 먼저

File → Import 09 + file에 커서를 옮겨 놓고 Enter를 친다.

ex) C:\DMM*.PRN C 드라이브에 있는 .PRN을 하나씩 가져온다.

다 했으면 Graphics → Screen 그림을 그려본다.

Cumulative Displacement A and B
Incremental Displacement A and B
Cumulative/Incremental A only
Cumulative/Incremental B only
Absolute Position A and B
Displacement/Time A only
Displacement/Time B only

.....

Chosen displacement range is 50 New value if required ?

Chosen displacement rang is 50 New value if required ?

그림이 나타난다.

다시 MENU 화면으로 가려면 ENTER를 친다.

그림을 출력하려면

Dot Matrix 선택하고

Plot length 6

Plot width 5 로 바꾸어주고 ENTER를 친다.

Go Ahead Vith Dot Matrix Plot
Return to main Menu

.....

그림이 출력된다.

DATA를 출력하려면

File → Print

First and Last flagged , A readings only, with deflections

Printer 선택하면 된다.

8.3 DATA 통신

DATA통신 프로그램인 「이야기」를 사용하여 PC와 WORKSTATION을 연결하는 것을 사례로 설명한다.

[C:\] I

[C:\I] I 이야기 실행

Alt - D 원하는 전화번호 선택. 음악소리와 함께 전화 연결.

ENTER를 3-4번 정도 치면 login이 나타남.

- 자신의 공구를 입력한다. ex) nk010 단 UNIX 명령은 소문자이어야 됨.
- SDT-400%가 나타남.
- SDT-400%에서 FILE을 보낼 때

rz -ley

Page up

z모뎀 선택

보낼 file 선택

z - MODEM 선택

음악 소리가 남.

- SDT-400%에서 file을 받을 때

sz -ley file name

Page Down

z - MODEM 선택

음악 소리가 남

- exit : UNIX에서 빠져 나옴.
- Alt - S : Dos로 나옴. 되돌아갈때 exit 입력
- Alt - X : 전화 연결 해제

9. 계측결과의 현장 적용

1) 사면안정성의 적용

TREE 방식의 MAIN MENU에서 안정성 해석 (STABILATY ANALYSIS)으로 들어가면 성토과정에 수시로 안정성을 파악할 수 있다.

(1) 성토시 수시파악

(2) 단계성토 또는 일정방치기간에의 안정성 변화를 파악하는 판단기준

따라서 이 안정성 결과를 이용하여 수시로 성토공정을 조정하거나 전체 공정의 계획변경도 가능하다.

2) 압밀특성에의 적용

TREE 방식의 MAIN MENU에서 압밀해석 (CONSOLIDATION ANALYSIS)으로 들어가면 압밀방치시 압밀상태를 파악할 수 있다. 따라서 침하판과 층별침하계 자료만으로도

(1) 최종침하량 계산

(2) 잔류침하량 계산

(3) 임의 시기의 침하량 계산이 가능할뿐만 아니라

(4) 압밀도 계산도 가능하다.

따라서 이 압밀도를 점착력의 강도증가 계산에 활용할 수 있다. 즉 예를들면

$$C_1 = C_0 + m \cdot \Delta P \cdot U$$

여기서

C_1 : 성토에 의해 증가된 점착력

C_0 : 원지반 점착력

m : 강도증가율 (흙의 종류나 하중조건에 따라 다소 차이가 있음)

ΔP : 성토하중

U : 압밀도

에서 압밀도 U 값을 알수 있으므로 추가성토에 대한 사면안정성 판단에 간접적인 계산 자료를 제공한다.

3) 계측자료의 적용 한계성

(1) 현장계측에 의해 집적된 자료는 기자재 설치에서 측정 자료정리에 이르기까지 많은 손이 가고 숙련공뿐만아니라 상당한 수준의 토질역학적인 지식을 필요로 한다.

(2) 국내 지층에 대하여 안정성에 대한 파괴 기준선 설정이 되어 있지 않다.

(3) 압밀해석

쌍곡선법 등의 침하자료에 의한 압밀도해석은 압밀도가 클수록 신뢰도가 커지므로 $U=50\%$ 미만에서는 신뢰도를 그다지 두지 않는 것이 바람직하다. 따라서 실제 강도의 증가를 확인하기 위해서 토질조사에 의한 실내시험이나 각종 Sounding Test를 실시하여 비교분석하는 것이 바람직하다.