

연약지반상 위생매립지 안정성 평가에 대한 문제점 분석과 개선방향

Slope Stability Evaluation System of Sanitary Landfill on Soft Ground and Its Reliability

우동찬¹⁾, Dong-Chan Woo, 송좌빈²⁾, Jwa-Bin Song

¹⁾ 동아엔지니어링(주) 지반사업부 과장, Assistant Manager, Dept. of Geotechnical Engineering, Dong-Ah Engineering Co.

²⁾ 동아엔지니어링(주) 지반사업부 대리, Senior Engineer, Dept. of Geotechnical Engineering, Dong-Ah Engineering Co.

개요(SYNOPSIS) The purpose of this study is to evaluate the possibility of normalization of the distributions of soil parameters taken from soft ground and the reliability of the safety factors of specific objects on it, including sanitary landfill.

Through this study it is found that distributions of soil parameters could be adjusted to appropriate normal distributions as possibility density functions(PDF), and that especially the group of initial cohesions and the corresponding safety factors has a perfect linear correlation. According to those results the PDF to initial cohesion as possibility parameter can not only be transformed to the PDF to safety factor but also, consequently, the reliability of the safety factor(SF) simply based on the mean value of soil parameter(Co) can be calculated or easily picked up from the standard normal distribution table.

It is therefore concluded that even though calculated values of safety factors are over any standard requirements some possibility of risk both to the objects and natural soft ground could be still existing, and also a new standard value for this slope stability control system should be derived just by adjusting old one according to the magnitude of risk possibility.

주요어(Key words) Normal Distribution(정규분포), Reliability(신뢰도), Possibility Density Function(확률밀도함수), Risk possibility(위험확률), Uncertainty(불확실성)

1. 서론

연약지반상에 위생매립지를 축조할 경우 일반적인 연약지반 성토관리 개념만으로는 해석하기 어려운 난제들에 부딪게 되며, 안정관리의 구조 또한 내수위(침출수) 관리, 침하안정관리, 제방사면안정관리 등 외형적으로는 3 가지 서로 다른 독립된 항목의 관리내용이 매우 긴밀하게 연관되

어 역학적인 영향이 고리처럼 연결되어 있음을 간과해서는 안된다. 따라서 일반적인 일반적인 연약지반 성토관리기법으로 제시되어 있는 경험적이거나, 또는 수리해석적인(數理解析的)인 측면에서의 접근을 시도한 Asaoka, Hyperbolic, Hosino 등의 침하안정관리, Kurihara, Matsuo-Kawamura, Tominaga-Hashimoto 등의 사면안정관리기법 들을 단순 적용할 경우 방법적인 측면에서 적용상의 한계와 문제점을 인정할 수 밖에 없다.

한편, 일반적으로 연약지반상에서의 성토관리는 단계별 성토를 통해 원지반토의 압밀과정을 유도함으로써 강도증진 효과를 기대하고, 그 결과로써 한 번에 성토할 수 없는 일정단계의 하중을 장기간에 걸쳐 분산 상재하는 것이 가능한 것으로 이해되고 있으며 이 경우 차단계 하중의 재하 이전에 충분한 시간적 여유를 가지고 지반강도의 증진효과를 피하는 것이 핵심이다. 그러나 재하중이 매립물의 지속적인 반입으로 인해 발생하는 한편, 압밀축진공법이 병행되지 못하는 경우라면 매립량과 반입시기를 인위적으로 조정할 수 없어 결국은 연약지반 성토관리의 열쇠라 할 수 있는 Loading Cycle 의 조정이 불가하며 단(段)이 진행될 때마다 매립면적은 점점 축소됨으로써 오히려 재하주기는 가속적으로 짧아 질 수 밖에 없는 현실적 여건을 고려할 때 한정된 기간내에 지반강도의 증진효과는 오히려 기대수준에 이르지 못할 수 있다. 따라서 이를 중심으로 매립지의 안정성 평가시 전후관계에서 영향을 끼치는 인자(因子)들에 대한 이해와 개량된 지반강도의 실제 값을 확정하는 논의가 매립단의 증가에 따라 더욱 극명하게 대두될 수 밖에 없다.

본 연구에서는 상기의 3개 관리항목 중 연약지반상에 축조되는 매립지 제방의 사면안정성 평가를 중점 논의 하였으며 내용적으로는 매립지 안정성 평가에 있어 수반되는 초기 지반조사 결과, 특별히 지반상수의 평가에 있어 신뢰도를 부여하는 통계적 분석방법과 그에 따라 필요되는 기준 안전율(일반적으로 안전율 1.3 사용)의 변경과 책정 등을 검토하였으며 이와같은 일련의 결정과정을 통해 목적물을 시공전 대상지반의 지반의 조사수량과 시험의 수준을 포괄적으로 관리할 수 있는 기준으로도 활용할 수 있을 것이다.

2. 연약지반상에 축조된 위생매립지의 안정성 평가를 위한 주요 인자

2.1. 매립지 제방사면 하부원지반의 강도분포와 증가효과.

연약지반 상에 일정한 계획고를 가진 매립지를 조성할 경우 일시에 전하중을 재하할 수 있는 임계 매립고는 초기지반강도에 따라 차이는 있겠으나 일반적으로 수m 를 상회하지 못하는 것으로 이해되고 있다. 따라서 매립블럭의 순서에 따라 일정한 주기로 단계별 성토를 시행함으로써 매립 후 차단계 매립단이 상재되기 까지의 방치기간 동안 원지반 강도의 증가를 피하고 그 결과를 사면안정 해석의 정량적 해석법 중 하나에 적용함으로써 연속시공의 가능성을 가늠할 수 있다.

따라서 상기의 그림으로 부터 볼 수 있듯이 재하중의 변동과 사면안정해석상의 임계활동면이 지나는 궤적상의 지반강도는 재하중과 시간의 함수로 나타나고 있으며 동일한 해석단면일지라도 해석시점에 따라 안전율은 달리 평가되어야 하므로 해석시 필요한 유효단면하에서 최소한의 위치와 심도별로 원지반의 압밀도 경시변화를 확인하거나 일정주기로 지반강도의 증가효과를 확인하는 절차가 필요하며 이 때 추정되는 원지반의 강도증가에 대한 정량적 평가는 Skempton 의 식에 의해 다음과 같이 산정 할 수 있다¹⁾.

$$C_u = C_{u0} + \alpha \cdot \Delta P \cdot U \quad \dots \dots \dots (2.1)$$

- 여기에서,
- C_{u0} : 해석시점에서의 비배수강도(t/m^2)
 - C_u : 비배수강도의 증가량(t/m^2)
 - α : 강도증가율
 - ΔP : 하중증가분(t/m^2)
 - U : 압밀도(%)

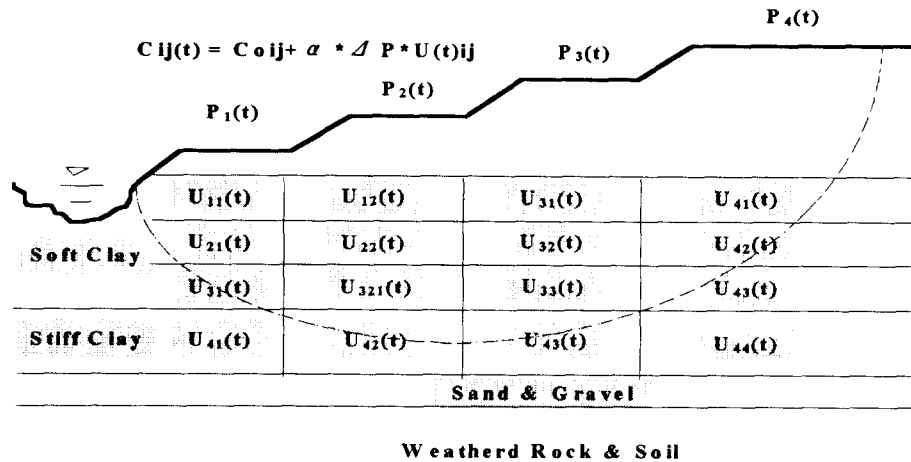


그림 1 제방사면안정 해석에 사용되는 원지반강도와 증가효과

상기의 식은 연약지반상의 제방사면안정성 검토를 위한 역학상수가 집약되어 있는 것으로 특별히 초기점착력 C_0 , 강도증가율 α 는 초기 지반조사에서 결정되는 기초지반상수로서 초기 설계의 방향을 결정하는 중요한 의미를 지니고 있에도 불구하고 조사수량과 시험의 품질에 따라 동일한 지역에 대해서도 서로 다른 평가가 존재할 수 있음을 간과할 수 없다. 따라서 이러한 조사수량이 최소한의 기준을 만족하고 있다면 결과물의 해석내지 평가 방법을 개선함으로써 일정한 대표값에 동일지역에 대한 서로 다른 조사결과로부터 유사한 해를 얻을 수 있어야 하며 또 각각의 조사결과에 신뢰도가 상호 비교될 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

따라서 동일한 환경하에서 비교적 균질하게 생성된 지반의 경우 일정량 이상의 시료를 채취하여 그 분포를 분석한다면 대표값을 중심으로 일정한 범위 내에 특정한 지반상수의 값이 밀집되어 분포되어 있음을 확인할 수 있을 것으로 본다. 이와 같이 대표값의 산정과 분포에 대한 개념은 지반공학적인 정량적 평가가 흔히 범할 수 있는 확정적 결론에 의한 경직된 해석을 벗어나 불확실성(Uncertainty) 의 가능성 즉, 위험확률(risk probability) 의 크기와 신뢰도에 대한 고려를 통해 사안별로 안정관리해석에 유연한 입장을 취할 수 있도록 하는 특징이 있다.

2.2. 확률밀도와 신뢰도

일정한 목적물을 조성하기 위해 선정된 특정지역만을 대상으로 하는 지반조사의 경우 거의 균등한 형태의 하중이력과 물성치를 가지고 있는 것으로 고려할 수 있으나 지반의 비균질성과 불연속성 등을 인해 대표적 물성값을 기준으로 하여 조사결과와 분포는 일정 범위내에 다양하게 분포되는 것으로 생각할 수 있다. 따라서 두 개의 서로 다른 지역의 지반조사에서 물성치의 대표값이 동일한 결과를 보인다 해도 그 지반의 이력과 물성의 분포상태는 동일하지는 않으며 따라서 물성치의 균질성에는 현격한 차이가 있을 수 있고 따라서 동일한 대표값을 나타내면서 보다 밀집된 분포를 가진 지반이 실 시공중 위기와 조우할 가능성이 훨씬 적다.

한편, 조사 수량이 많으면 많을수록 지반상수의 결과값은 대표값을 중심으로 좌우대칭적인 분포형태를 가지게 될 것으로 판단되며 이 경우 합리적인 분포형태의 가정은 정규분포(Normal Distribution or Gaussian Distribution) 를 따르는 것으로 고려할 수 있다⁵⁾⁶⁾⁷⁾. 이 때의 확률밀도 함수는 식(2.2) 로 나타낼 수 있다.

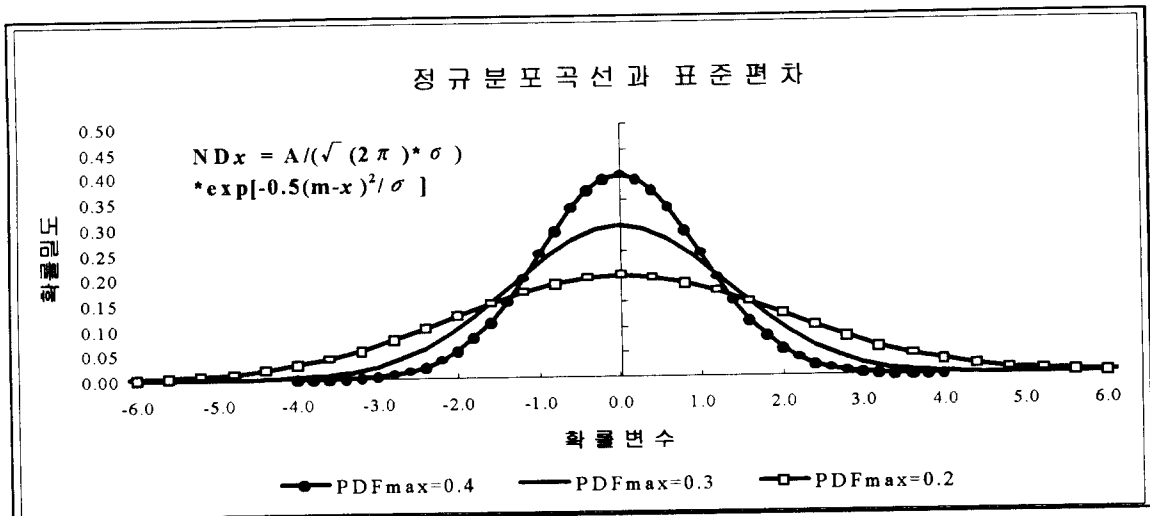


그림 2. 확률밀도함수의 정점확률(PDF $x_{max}(x)$) 과 정규분포곡선

$$f_x(x) = \frac{A}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-0.5 \frac{(m-x)^2}{\sigma^2}\right) \quad -\infty < x < \infty \quad (2.2)$$

여기에서, A : 확률분포곡선(PDF)의 정점확률을 결정하는 계수

상기의 밀도함수는 지반조사 결과의 분포가 정규화될 수 있다는 가정을 전제로 한 것이며 식(2.2)의 계수 A는 정규분포곡선(ND)의 밀집도를 결정하는 지배요소로 A=1의 조건에서 일반적으로 활용되고 있는 표준정규분포곡선과 동일하다. 그러나 실제의 지반조사 결과의 적용의 경우 조사수량의 크기에서 이미 일반적인 정규분포곡선을 만족하기에는 한계가 있으므로 그 분포의 폭은 그림 2와 같이 표준화된 정규분포곡선보다는 낮고 완만한 몇가지 형태중 하나가 될 수 있다. 따라서 식(2.2)는 표준정규분포와 유사한 분포의 형태를 가지되 그 분포의 폭을 수개 정도로 구분하여 지반조사결과에 따라 확률변수로 사용하게 될 지반상수의 분포형태를 가장 가깝게 표현할 수 있는 확률밀도함수(PDF)를 선택함으로써 신뢰도 분석이 용이하게 진행될 수 있도록 계획하였으며 결국 선택된 확률밀도함수의 정점확률(PDF_{max}(x) - 표준정규분포의 경우 0.4)의 크기는 분포의 밀집도 즉, 신뢰도의 크기로 반영됨을 알 수 있다.

그럼에도 불구하고 실제에 있어 정규분포곡선(NDF)을 추세식으로 사용하는 경우는 거의 없으며 실용적으로도 적합하지 않다. 따라서 정규화된 밀도곡선을 추정하기 위해 일차적으로 확률변수의 선형함수(4차식)를 추세식으로 사용하였으며 이 추세식의 정점확률밀도와 그에 대응하는 확

표 1 PDF(추세식) 과 정규분포함수(ND)의 정점확률과 계수산정

ND _{max} (x) (정규분포)	PDF _{max} (x) (추세식사용)	A	PDF _{max} (x)/ ND _{max} (x)	표준편차 (σ)
0.400	0.289	1.000	0.723	1.00
0.350	0.276	0.880	0.789	1.30
0.325	0.266	0.815	0.818	1.50
0.300	0.255	0.748	0.850	1.60
0.275	0.243	0.688	0.884	2.15
0.250	0.232	0.635	0.928	2.60
0.225	0.215	0.565	0.956	3.70

확률밀도함수의 정점확률밀도의 상관관계를 이용 식(2.2)의 계수 A를 산정함으로써 확률변수 사용된 임의의 지반상수의 신뢰도를 추정할 수 있도록 정규화된 확률밀도함수를 구성할 수 있으며 이때 사용된 주요인자간의 상관관계는 상기의 표1. 과 같다.

여기에서 일반적인 정규분포형의 확률곡선을 추세식(4차식)으로 산정할 경우 정점확률밀도가 작을수록 즉, 분산이 넓게 분포될수록 추세식과 정규분포함수는 거의 일치하는 것으로 나타는 반면 완전한 표준정규분포를 추세식(4차식)으로 추정할 경우 상관계수는 다소 떨어진다. 따라서 실제의 조사결과에서 정점확률이 0.3 이하인 경우 추세식 자체를 확률밀도함수(PDF) 로 적용해도 무난하며 혹은 PDF_{max(x)} 에 대응하는 ND_{max(x)} 의 계수값 A 를 선정함으로써 정규분포화된 확률밀도함수를 신뢰도 분석에 바로 적용할 수 있으나 이 경우 표준정규분포를 사용하는 것이 보다 실용적이다.

한편, 지정된 변수값 s_p 이하의 값이 선택될 확률은 $P\chi(X \mid -\infty < X \leq s_p)$ 또는 누적확률함수 $\Phi\chi$ 를 이용하여 다음 식(2.3) 으로 나타낼 수 있다.

$$\Phi(s_p) = t \tag{2.3}$$

만일 일정한 확률값 이하가 요구되는 경우에 대해서는 식(2.3)의 역함수로서 대응하는 s_p 값을 (식 2.4) 로 부터 추출해 낼 수 있다.

$$s_p = \Phi^{-1}(P) \tag{2.4}$$

실용적으로는 지반변수와 안전율과의 상관관계로 부터 지반상수가 확률변수로 되어있는 지반변수(Co) - 확률밀도함수(PDFx(Co)) 와의 관계가 안전율(SF) - 확률변수(PDFx(SF)) 로 치환될 경우 안전율 1.0 이하가 될 확률과 지반변수의 대표값에 대응하는 안전율의 크기를 동시에 확인할 수 있도록 구성하는 것이 해석과정이 보다 유리하다.

한편, 식(2.4) 를 이용하면 안전율이 1.0 이하가 될 확률이 5% 미만을 만족하기 위해 요구되는 안전율의 산정, 또는 산정된 안전율의 95%를 보장하기 관리기준값의 선정 등 보다 실제적인 측면에서의 활용이 가능하다.

3. 지반상수의 분포와 제방사면 안정성 평가

일반적으로 지반조사를 시행함에 있어서는 대상지반의 크기와 목적물의 중요성 및 공사비 정도에 따라 경험적 또는 경제적인 고려를 통해 조사수량을 결정할 수 있으며 이로 부터 얻어진 시료를 각종 시험을 통해 역학적 물성을 결정함으로써 이를 설계에 반영하고 있다. 이때 통상적으로는 소위 안전율의 개념으로써 대상지반의 물리적, 역학적 성격의 규정을 왜곡할 수 있는 조사수량의 불충분성, 채취시료의 교란과 각종 시험의 부정확성 등 일련의 불확실성(Uncertainty) 을 보상하려 하고 있으며 이경우 외형적으로는 정량적인 방식으로 인식되고 있는 반면 상대적으로 각 현장 조건에 맞는 관리기준의 설정을 위한 노력을 일축시키는 효과가 있다.

실제로 시공 과정에서는 안정해석에서 안전율이 관리기준을 상회하고 있음에도 불구하고 위기를 직면하는 경우도 있고 반대로 안전율의 관리기준이 하향 조정될 수 있으나 통상적인 관리기준에 따름으로써 불필요한 공사비의 투입과 목적물의 효용가치가 감소되는 손실을 감수해야만 한다. 따라서 지반조사 결과의 단순 산술 평균값을 일련의 해석과정에 여과없이 적용하기 보다는 조사결과와 정도(Accuracy) 를 분석하고 조사값의 분포상태를 정규화함으로써 해석결과로서의 수치적 안전율과 함께 불확실성(Uncertainty) 의 정도를 확률값과 함께 기술하는 방법이 재고되어야 한다.

3.1. 실제 지반조사 결과의 신뢰도 분석과 지반상수 분포의 정규화.

지반안정해석의 정량적 해법의 하나인 Bishop의 방법을 사용하여 현 수도권 매립지의 5단계 방 설계를 인용하여 초기지반강도에 대한 안전율의 관계를 도출하였다. 이 결과 제방 사면 안정성 평가를 위한 안전율의 분포는 지반상수의 1차 함수로 나타남을 확인하였다.

한편, 분석에 사용된 지반조사의 자료로는 유지관리용 계측기 지반조사 보고서(1991.11), 추가계측기 설치 보고서(1994.12), 3공구 기반시설 조사 보고서(1995.12) 등 각각 인천시 서구 백석동 수도권 매립지의 연약지반을 매립중 또는 매립예정 지역 들을 대상으로 조사한, 시기적으로 서로 다른 독립된 별개의 보고서를 대상으로 하되 각각 삼축시험(UU-test) 결과로부터 얻어진 초기점착력만을 분석대상으로 하였다. 특별히 3공구 기반시설 보고서로 부터는 압밀-비배수 삼축시험(CU-test) 결과중 특별히 지반강도 증가율 분포에 대한 정규화 가능성을 검토하였다(그림3.)²⁾³⁾⁴⁾

표 2 지반상수의 분포형태의 정규화 분석 (수도권매립지)

조사구분	조사수량	평균	표준편차	R ²	mean(ND)	비고
점착력(Co) kg/cm ²	49	0.23	0.05	0.829	0.245	유지관리용 계측기
	13	0.28	0.13	0.930	0.260	추가계측기 설치
	90	0.25	0.08	0.931	0.253	기반시설(3공구)
강도증가율(α)	44	0.25	0.06	0.737	0.250	기반시설(3공구)

결과는 표2. 와 같고 지반상수의 변수단위를 0.02-0.05 로 지정함으로써 구성된 dots분포를 기초로 4차식의 추세선을 이용, 정규분포의 형태를 구성할 수 있었으며 정규화시의 상관계수(Correlation)는 지반강도가 0.83-0.93, 지반강도 증가율의 경우는 0.74 로써 비교적 상관성은 높게 형성되고 있으며 이 때 얻어지는 3개 조사보고서의 평균값의 범위는 0.245 - 0.260 으로 단순산술 평균 방식으로 정의했을 경우의 평균값의 범위(0.23 - 0.28) 보다 훨씬 안정적인 분석결과를 보이고 있는 것으로 확인되었으며, 조사 수량이 클수록 표준편차가 좁아지는 경향(0.05-0.08) 이 나타나는 대신 조사시 절대 수량의 크기가 작으면 표준편차는 비교적 크게(0.13) 나타나고 있는 것으로 확인되었다. 그러나 시료조사결과의 편차 크기는 교란정도와 시험의 질에 의해 동시에 영향을 받을 수 있으므로 기본적으로 단위면적에 대한 최소시험수량의 규정과 함께 편차의 범위를 함께 고려함으로써 지반조사의 양(Quantity) 과 질(Quality) 의 문제를 병합적으로 조정할 수 있을 것으로 본다.

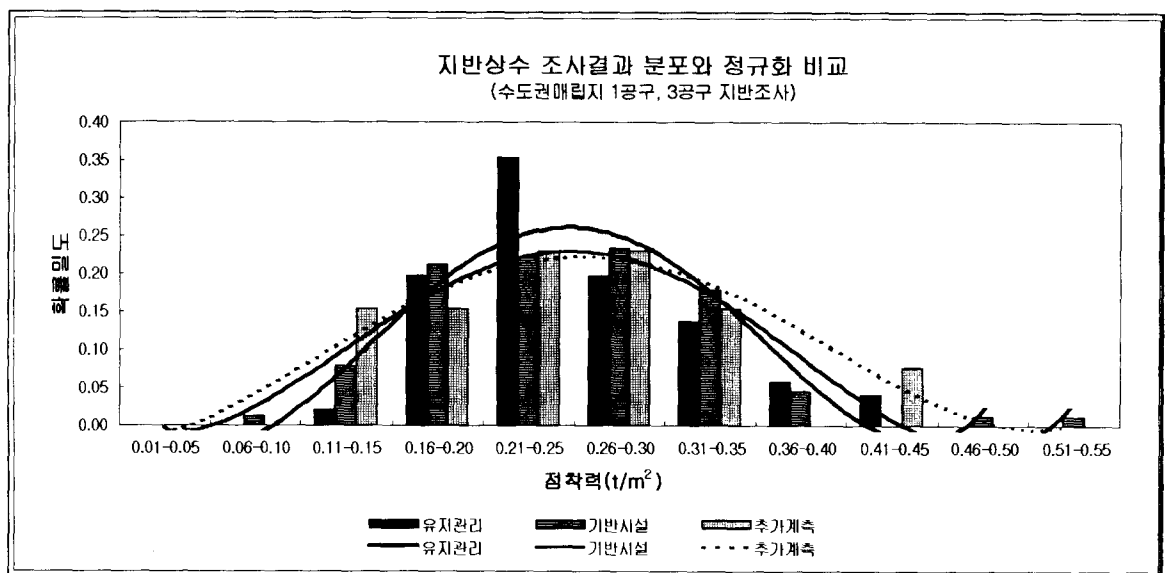


그림 3 지반상수(초기점착력)의 dots분포와 정규분포화 비교

3.2. 안전율을 뜻수로 하는 정규분포 상수(m, σ)의 결정

전 절에서 언급한 바와 같이 안전율과 지반상수의 상관관계는 직선적으로 나타나고 있으며 동시에 지반상수를 확률변수로 하는 정규화 곡선도 추정되므로 이를 이용하여 확률변수를 지반상수 대신 그에 대응하는 안전율의 값으로 변경할 수 있으며 이때 정규화 곡선의 형태는 동일하게 유지되지만 편차의 폭은 새로운 변수에 대해 동일한 비율로 조정되어야 한다.

한편, 안전율에 대한 신뢰도 확정을 위해 지반상수에 대한 확률밀도함수(Probability Density Function) 곡선을 안전율에 대한 PDF 로 변경할 경우 그에 대응하는 편차의 크기도 조정할 필요가 있으며 이상의 결과를 아래의 표3. 에 정리하였다.

표 3. 지반상수의 분포형태의 정규화 분석 (수도권매립지)

Co-SF 관계식	대표값(평균)		표준편차(σ)		비고
	Co	SF	Co	SF	
$Co=0.2946(SF) - 0.1656$	0.23	1.394	0.05	0.272	유지관리용 계측기
	0.28	1.445	0.13	0.314	추가계측기 설치
	0.25	1.455	0.18	0.316	기반시설(3공구)

3.3. 안전율의 신뢰도와 관리기준의 조정.

그림4. 는 수도권매립지 유지관리용 계측기 설치보고서(1991.12) 의 지반상수(점착력 Co) 를 기초로 분포상태를 정규화하고 현재 매립중에 있는 실제 제방단면에서의 지반상수 변화에 따른 안전율의 상관관계를 분석하여 안전율을 PDF 로 하는 해석기준을 나타내었다.

그림에서 볼 수 있듯이 안전율을 확률변수로 하는 PDF 곡선분포 중 대표값에 대응하는 안전율은 1.39로서 관리기준인 1.30을 훨씬 상회하고 있으나 분포상으로 볼 때 역학적으로 안정성이 보장되지 못하는 구간 즉, $SF \ll 1.0$ 에 해당하는 PDF 곡선하의 삼각형 면적이 PDF 곡선 전체면적

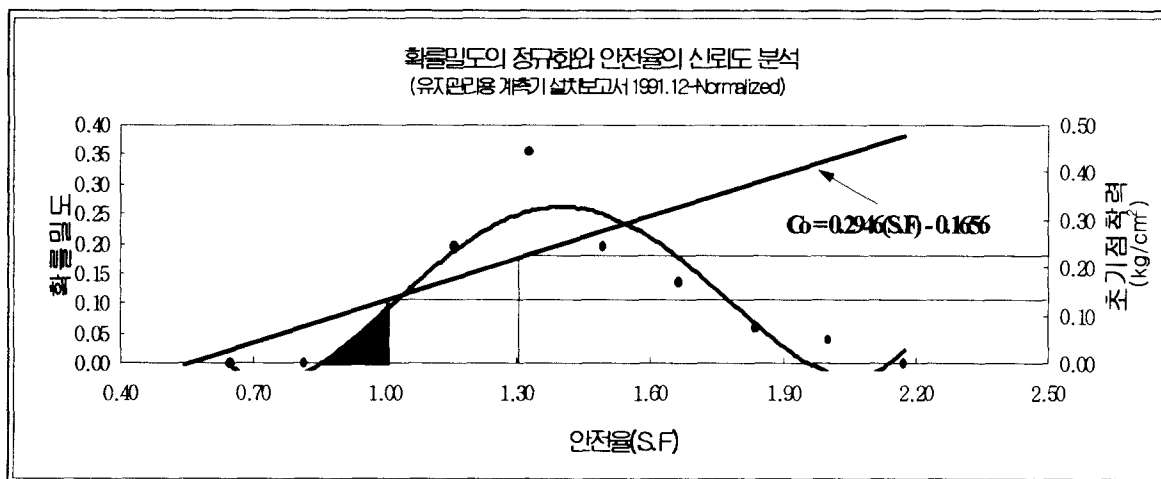


그림 4. PDF(확률밀도함수) 의 확률변수 변환과 안전율 신뢰도 분석

에 대하여 차지하는 비율이 곧 불안정성의 크기이다. 따라서 지반강도의 대표값을 취하여 안정성 관리를 시도할 경우 외형적 안전율은 만족하나 안전율의 신뢰도 문제가 따르는 것이다.

따라서 전술한 3가지 지반조사 결과의 특정제방단면의 안정성 평가에 적용한 결과를 신뢰도와 함께 표 4.에 정리하였다. 이하의 분석결과에 의하면 현재의 임의로 선정된 수도권 매립지내의 특정 블럭에 대한 제방안정성 평가는 안전율과 신뢰도가 각각 1.394-1.455 및 92-93% 의 수준인 것

으로 평가할 수 있으며 만일 95% 정도의 신뢰도를 만족하기 위한 안전율의 기준값이 요구된다면 관리기준이 1.446-1.518 즉, 1.50 정도로 상향 조정되어야만 한다.

표 4. 지반상수의 대표값 적용과 안전율의 신뢰도 (수도권매립지)

신뢰도분석	대표값(m)	편차(σ)	$z=(1-m)/\sigma$	P(sf)-%	95%신뢰도	비고
$P(sf \leq (m-1)/\sigma)$	1.394	0.272	-1.449	92.6	1.446	유지관리용 계측기
95%신뢰도에	1.445	0.314	-1.417	92.2	1.515	추가계측기 설치
대한 $S_p=1.64$	1.455	0.316	-1.440	92.5	1.518	기반시설(3공구)

5. 결론

이상의 논의 결과로 부터 현장관리 측면에서의 제방사면안정관리의 경우 연약지반 성토 중 안정관리도구를 단순 적용할 경우 상당히 관념적인 방향으로 현장관리가 유도될 가능성이 있음을 확인하였다. 따라서 향후 연약지반상의 위생매립지 축조의 경우, 정교한 제방안정관리 체계의 구현이 없는 매립지 체체(堤體) 자체의 시공중 안정관리의 실패 뿐만아니라 더 나아가 환경오염의 원인제공이 될 수 있음을 간과할 수 없다. 한편, 이를 구현하기 위한 방법으로는 가장 먼저 제방사면 안정성 평가를 정량적으로 표현하기 위한 절차로 수반되는 입력자료의 신뢰도를 극대화 시키기 위한 방안으로는 초기지반조사 결과에 대한 통계적 분석기법의 적용가능성이 확인되었으며 조사자료의 분포는 4차함수로 추세식을 구성함으로써 조사자료의 정규분포화가 가능한 것으로 나타났다. 한편 안전율과 지반상수의 상관관계를 이용 확률변수의 대상을 지반상수로 부터 대상목적물의 안전율로 치환함으로써 추정된 확률밀도함수를 직접이용하거나 또는 가정에 근거해 표준 정규분포곡선으로 부터 불확실성의 크기를 정량적으로 산출할 수 있음을 확인하였고 역으로 임의의 목적물에 대해 일정한 크기 이상의 신뢰도를 부여하는 방법으로 적정한 안전율의 산정, 즉 관리기준선을 설정할 수 있는 것으로 확인되었다.

향후 이러한 논의가 제방사면안정성 평가를 포함하여 기타 여러 가지 안정성 관리기법에 적용된다면 초기지반조사의 중요성과 함께 조사수량과 시험의 질을 병합적으로 관리할 수 있는 도구로써 활용될 가능성이 있는 것으로 본다.

참고문헌

1. “수도권 매립지(1공구) 기반시설 보완 학술용역보고서”, 수도권매립지 운영조합(1995).
2. “수도권매립지 건설사업 1단계 시설공사 유지관리용 계측기 매설보고서”, 환경처(1991).
3. “수도권매립지(1공구) 계측관리 3차공사 추가분 계측기 설치보고서”, 동아건설산업(주)(1994).
4. “수도권매립지(3공구) 기초시설 실시설계 지반조사보고서”, 수도권매립지 운영관리조합(1995).
5. Alfredo H-S. Ang, Wilson H. Tang(1975),“Probability Concepts in Engineering Planning and Design”, John Wiliey. pp. 219-376.
6. Yang H. Huang(1983),“Stability analysis of Earth Slopes”, Van Nostrnad Reinhold Company, pp. 231-236.
7. Jean-Pierre MAGNAN; Soharab BAGHERY(1980),“Statistique et probabilités en mécanique des sols Etat des connaissances”, Rapport de recherche LPCN° 109, pp. 107-165.