

실내 토질시험에 대한 학회기준 제정 및 해설서 발간의 필요성

Necessity of Establishment of Standards and Commentary for Laboratory Soil Tests by KGS

신동훈¹⁾, Dong-Hoon Shin, 김기영²⁾, Ki-Young Kim, 임은상²⁾, Eun-Sang Im, 박한규³⁾, Han-Gyu Park

¹⁾ 한국수자원공사 지반구조연구소 팀장, Head Researcher, Geotech. & Struct. Research Center, Kwater

²⁾ 한국수자원공사 지반구조연구소 책임연구원, P. Researcher, Geotech. & Struct. Research Center, Kwater

³⁾ 한국수자원공사 지반구조연구소 소장, Director, Geotech. & Struct. Research Center, Kwater

개요(SYNOPSIS) : 1990년대 중반 이후 다양하고 많은 지반조사 및 실내시험 기술이 도입되어 사용되고 있고, 이제는 상당한 경험과 데이터가 축적되고 있음에도 불구하고 우리나라 또는 우리 지반공학회와 같은 학회 차원의 조사 및 시험 기준 정립이 미흡한 실정이다. 이에 본 논문에서는 국가 차원에서 이미 제정되어 있는 지반공학 관련 조사 및 시험 기준을 선진외국의 기준 현황과 비교검토하여 우리의 현주소를 살펴보았다. 또한, 최근 건설제도의 변화와 사회 전반의 기술발전에 따라 지난 10여년간 다양하고 활발하게 시도되고 있는 실내 토질시험 실시현황 등을 살펴보고 이들에 대한 기준의 추가 제정과 해설집 발간의 필요성을 제기하였다.

Key words : 토질시험, 시험기준, 해설서

1. 서론

우리나라의 지반공학 관련 기술에 관한 기록은 고조선 때로 거슬러 올라간다. 즉, 위만(衛滿)이 집권하고 있던 시기의 고조선에서는 지금의 평양성으로 추정되는 왕검성을 축조한 것으로 알려져 있다(손영식, 1987). 토질역학 교육은 1950년대 중반부터 시작되었고, 1953년에는 광산에서 다이아몬드 비트를 사용한 시추조사가 처음으로 실시기도 했다. 이 시기의 지반조사나 시험은 모두 ASTM, AASHTO 또는 JIS 규격을 따라 이루어졌으며, 1962년에 한국공업규격이 제정되면서 압밀시험 및 전단시험 등과 같은 토질시험기준이 적용되기 시작한 것으로 보인다.

1960년대 부터 1980년대 까지의 급속한 경제발전과 함께 우리나라의 건설기술은 국내외적으로 폭발적인 발전을 이룩하게 되었으며, 그에 따라서 지반공학 기술도 매우 놀라운 속도로 발전을 거듭하였다. 1990년대 부터는 소위 토질역학 또는 지반공학에 있어서 기초적인 현장조사와 실내시험이 널리 일반화되었을 뿐만 아니라 고도화 된 지반조사 및 실내시험 장비가 도입되기 시작하여 그야말로 지반공학은 눈부신 발전을 해오고 있다.

한 가지 아쉬운 것은 1990년대 중반 이후 다양하고 많은 지반조사 및 실내시험 기술이 도입되어 사용되고 있고, 이제는 상당한 경험과 데이터가 축적되고 있음에도 불구하고 우리나라 또는 우리 지반공학회와 같은 학회 차원의 조사 및 시험 기준 정립이 미흡하다는 것이다. 우리 지반공학회도 이제 창립 30주년을 향해 달려가고 있으며, 우리나라의 근대 토질역학의 역사는 50년을 넘은지 이미 오래된 이 시점에서 우리나라 자체의 지반공학 관련 조사 및 시험 기준의 재정비 또는 신규 제정을 서둘러야 하지 않을까 한다.

한편, 기준의 재정비와 신규 제정은 본래 많은 전문가들에 의한 시간과 노력이 필요한 것이 분명하다. 이에 본 고에서는 이미 정립되어 있는 지반공학 관련 조사 및 시험은 논외로 하고, 최근 10여년간 활발하게 사용되고 있는 특수 조사 및 시험 중 실내시험에 대한 기준제정과 해설집 발간의 필요성을 논하고

자 하며, 이 제안에 대하여 회원제위의 활발한 논의와 참여를 기대해본다.

2. 실내 토질시험에 대한 국내외 기준 현황

실내 토질시험에 관한 국내외의 기준은 표 1과 같다. 표에 나타난 바와 같이 일본과 미국의 경우에는 많은 항목이 이미 기준화 되어 있는 것이 많다. 이는 물론 토질역학이라는 학문이 영국과 미국 등이 주도하여 개척된 것이고, 일본도 우리나라 보다 토질역학을 일찍 도입하였기에 당연한 것이라고 할 수도 있다. 그러나 일본의 경우에는 1950년에 토질시험에 관한 일본공업규격(JIS)이 제정된 이후 지반공학회(구 토질공학회)에서 1956년부터 “토질시험법해설집”을 발간한 바 있으며, 1969년부터는 10년 주기로 개정판을 발간하여 실무자들과 연구자들의 실무와 연구를 돕고 있는 것은 우리에게 시사하는 바가 크다 할 것이다. 일본 지반공학회가 이와 같이 토질시험법에 관한 해설집을 10년 주기로 개정을 하는 이유는 연구 및 기술의 발전과 함께 종래의 시험법 규정이나 표현이 적절하지 않은 것이 생겨나고 있고, 새로운 시험이 추가되는데 따른 기준의 추가와 그에 따른 해설의 필요성이 대두되기 때문이다. 기술이 발전하기 위해서는 무엇보다도 시험기준의 제정과 그 기준에 대한 기술자들의 정확한 이해와 적용이 필수적임은 두말할 필요가 없을 것이다.

한편, 표 1에서 눈여겨 볼 것은 일본의 경우 역학적 성질에 관한 시험기준이 매우 세부적으로 제정되어 있다는 것이다. 서론에 언급한 바와 같이 우리나라도 1990년대 부터는 지반재료의 역학적 특성에 대한 관심이 높아져 공진주/비틀전단시험, 미소변형삼축시험, 벤더엘리먼트시험, 액상화강도시험, 불포화함수특성 및 불포화전단강도시험, CRS시험 등, 대형삼축시험, 대형오이도미터시험, 대형직접전단시험 등 이전에는 하지 못했던 시험들이 시행되어 많은 시험데이터들이 축적되고 있다. 일본에서는 이러한 동향이 이미 1980-90년대에 상당히 깊게 진행되어 왔으며, 일본 자체 뿐만 아니라 국제지반공학회와 같은 국제학회의 기술위원회(예: ISSMGE TC29-Laboratory Stress Strain Strength Testing of Geomaterials) 활동을 주도하면서 이 분야의 기술을 이끌어나가고 있다. 그림 1과 2는 일본에서 얼마나 이 분야에 대한 연구와 노력이 이루어지고 있는지를 단적으로 보여준다. 이와 관련 우리학회의 지반진동위원회에서는 두 차례의 Round-Robin Test(2004, 2006)를 실시한 바 있고, 지반조사위원회에서는 계속교육의 일환으로 “지반조사결과의 해석 및 이용”에 관한 기술강좌를 개최한 것은 매우 의미 있는 일이다.

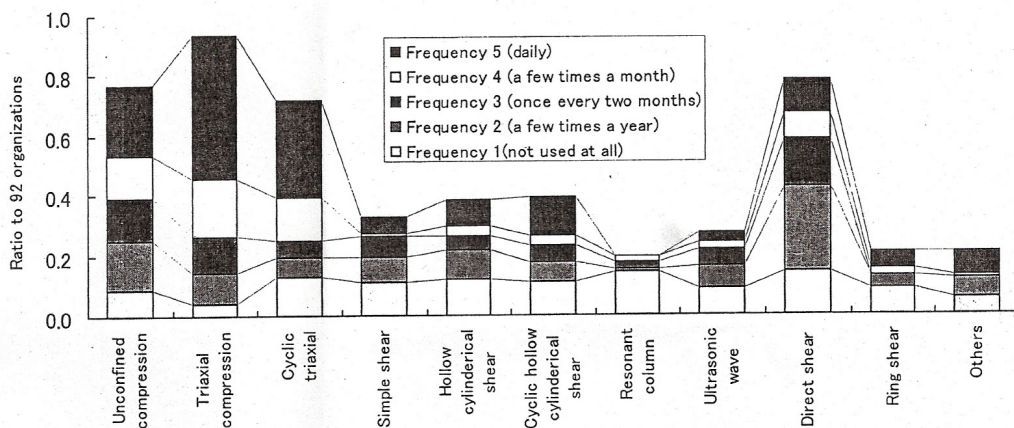


그림 1. 일본 내 실내토질시험 장비의 활용 현황(Tatsuoka, 2001)

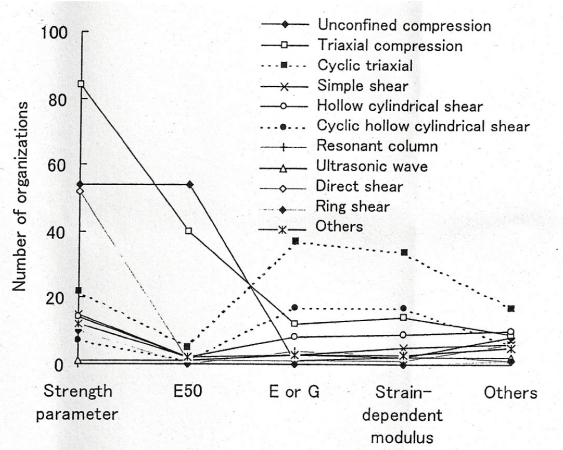


그림 2. 실내 전단시험의 목적에 관한 일본 내 앙케이트 조사결과(Tatsuoka, 2001)

표 1. 실내 토질시험에 관한 국내의 기준현황

시험항목	규격 및 기준명	KS기준	ASTM기준	JGS기준
용어, 기호 및 분류	토질역학에 관한 용어 및 기호의 정의	F 1003-82	D 653-85	0001-1979
물리시험	토질시험을 위한 교란된 흙의 시료성형 방법	F 2301-85	D 421-78	0101-1990
	흙입자의 밀도시험 방법	F 2308-86	D 854-83	0111-1990
	흙의 함수비시험 방법	F 2306-85	D 2216-80	0121-1990
	마이크로웨이브를 이용한 함수비 시험방법	-	-	0122-1995
	흙의 입도시험방법	F 2302-85	D 422-72	0131-1990
	흙의 세립분 함유율 시험 방법	F 2309-85	D1140-75	0135-1990
	흙의 액성한계, 소성한계 시험 방법	F2303, 2304	D423, 424	0141-1990
	폴콘을 이용한 흙의 액성한계시험 방법	-	-	0142-1990
	흙의 수축정수시험 방법	F 2305-85	D 427-83	0145-1990
	흙의 원심함수량 시험 방법	F 2315-86	D 425-79	
	흙의 pF시험 방법	F2103(pH시험)	D 2325-81	0151-1990
	모래의 최대밀도·최소밀도시험 방법	-	D2049-69	0161-1990
	흙의 습윤밀도시험 방법	-	-	0191-1990
	화학시험	흙의 강열감량시험 방법	-	-
흙의 유기물함유량시험 방법		-	-	0231-1990
흙의 부식함유량 시험 방법		-	-	0232-1990
흙의 수용성 성분시험 방법		-	-	0241-1990
점토광물 판정을 위한 시료조제 방법		-	-	0251-1990
흙의 분류	지반재료의 공학적 분류방법	F 2324-86	D2488-84	0051-1996
압밀시험	흙의 압밀시험 방법	F 2316-82	D2345-80	0411-1990
	흙의 정변형속도(CRS) 압밀시험 방법	-	-	0412-1990
투수시험	흙의 정수위 투수시험 방법	F 2322-85	D2434-74	0311-1990
	흙의 변수위 투수시험 방법			

표 1. (계속)

시험항목	규격 및 기준명	KS기준	ASTM기준	JGS기준
역학적 성질의 시험	흙의 일축압축시험 방법	F 2314-86	D2166-79	0511-1990
	흙의 삼축압축시험용 공시체 제작 방법	-	-	0520-1990
	흙의 비압밀비배수(UU) 삼축압축시험 방법	F 2346-82	D 2850-82	0521-1990
	흙의 압밀비배수(CU) 삼축압축시험 방법	-	D 2850-82	0522-1990
	흙의 압밀비배수(\overline{CU}) 삼축압축시험 방법	-	D 2850-82	0523-1990
	흙의 압밀배수(CD) 삼축압축시험 방법	-	D 2850-82	0524-1990
	흙의 K_0 압밀비배수삼축압축(K_0CUC)시험방법	-	-	0525-1996
	흙의 K_0 압밀비배수삼축인축(K_0CUE)시험방법	-	-	0526-1996
	조립재료의 삼축시험용 공시체제작 방법	-	-	0530-1990
	조립재료의 압밀배수(CD)삼축압축시험 방법	-	-	0531-1990
	흙의 반복비배수삼축시험 방법	-	D3999-91	0541-1990
	조립재료의 반복배수삼축시험 방법	-	-	-
	지반재료의 변형특성을 구하기 위한 반복삼축 시험 방법	-	D5311-92	0542-1995
	흙의 변형특성을 구하기 위한 반복비틀림시험 방법	-	D 4015-92	0543-1995
	흙의 압밀정체적 일면전단시험 방법	-	-	0560-1997
	흙의 압밀정압전단시험 방법	-	-	0561-1997
다짐시험	흙의 다짐시험 방법	F 2312-86	D698, 1557	0711-1990
	다짐흙의 콘지수시험 방법	-	-	0716-1990
	CBR시험	F 2320-85	D1833-78	0721-1990
안정처리시험	안정처리흙의 다짐에 의한 공시체 제작 방법	-	-	0811-1990
	안정처리흙의 정적다짐에 의한 공시체 제작 방법	-	-	0812-1990
	안정처리흙의 다짐을 안한 공시체 제작 방법	-	-	0821-1990
	약액주입에 의한 안정처리흙의 다짐에 의한 공시체 제작 방법	-	-	0831-1990

3. 기준이 제정되어 있지 않은 실내 토질시험

최근 들어 우리나라의 건설업 분야의 턴키(turn-key)제도 등이 실시되면서 지반조사와 실내 및 현장 시험을 통해 지반재료의 물성치를 정밀하게 파악하는 고급 기술에 대한 수요가 급격하게 증가하면서 대학이나 공기업 부설 연구소 등을 중심으로 한국공업규격에는 없는 특수한 시험장비가 도입되어 사용되고 있다. 현재 실시되고 있는 특수한 실내 토질시험으로는

- 공진주/비틀전단시험 (그림 3)
- 미소변형삼축시험 (그림 4)
- 벤더엘리먼트시험
- 액상화강도시험

- 불포화함수특성 및 불포화전단강도시험 (그림 5)
- CRS시험 등
- 대형삼축시험 (그림 6)
- 대형오이도미터시험 (그림 7)
- 대형직접전단시험 (그림 8)
- 진삼축시험
- 특수토에 대한 시험

등이 있다.

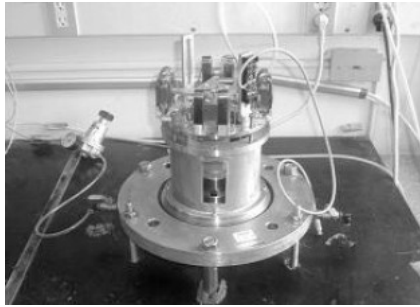


그림 3. 스토키식 공진주 시험기



그림 4. 미소변형 측정 삼축시험기



그림 5. 불포화 함수특성 시험장치



그림 6. 대형오이도미터 시험기



그림 7. 대형삼축시험기(한국수자원공사)



그림 8. 대형직접전단시험기(한국수자원공사)

이러한 시험들은 구조물의 내진설계, 필댐이나 항만시설의 설계에 사용되는 지반재료의 정적 및 동적 물성치를 산정하는데 매우 유용하게 사용된다. 그러나 이들 시험에 대해서 국내에는 아직까지 자체의 기준이 마련되어 있지 않은 관계로 일본 지반공학회(JGS) 또는 ASTM 등에 시험기준 등을 참조하여 실시되고 있는 실정이다. 그러나 국내의 각 대학, 연구기관, 건설회사, 용역회사 또는 지반조사 업체 등 학·연·산의 지반공학 관련 기관들에 있어서 이 시험들과 같이 KS규격으로 규정되어 있지 않은 특수한 시험을 수행하는 것은 현재 어려운 것으로 보인다. 그러면 지반재료의 역학적 성질에 관한 일반적 토질 시험은 문제 없이 이루어지고 있는 것일까? 이에 대한 답은 안타깝게도 “아니다”에 가깝다고 할 수 있다. 일부 기관을 제외하고는 대부분이 일반적 토질시험 조차도 정밀하게 수행을 하고 있지 못하고 있어 실제 구조물을 설계하거나 연구를 하는데 있어서 어려움을 겪는 경우가 많다. 그 이유는 지반공학을 하는 기술자들 사이에 “실험은 테크니션이 하는 낮은 수준의 일”이라는 인식이 널리 퍼져 있고, 그나마 실험에 깊은 관심을 가지고 있는 기술자라 하여도 실험장비와 방법 등에 대하여 가르쳐주는 곳이 거의 없기 때문이라고 볼 수 있다. 그러나 설계를 하거나 연구를 하거나 높은 수준의 결과물을 얻기 위해서는 지반조사와 실내 및 현장시험이 매우 계획적이고 정확하며 정밀하게 수행되어야 한다는 것은 지반공학 기술자라면 누구도 부인할 수 없을 것이다.

지난 2004년에 우리 학회 지반조사위원회에서 지반조사에 관한 사이버교재를 제작하여 배포한 것은 매우 좋은 시도이었으나 후속으로 예정되어 있던 실내시험편이 나오지 않은 것은 매우 안타까운 일이 아닐 수 없으며, 반드시 재개되어 결실을 맺어야 할 것으로 사료된다.

4. 실내시험 기준의 추가 및 해설서 발간을 위한 제언

실내시험에 대한 기준을 재정립 또는 추가하고 그에 따른 해설서를 발간하기 위해서는 우선 학회 차원의 준비위원회가 구성될 필요가 있다. 준비위원회에서는 적어도 3~4년의 기간을 갖고 기존의 시험기준에 대한 재검토, 신규 기준의 제정 및 그에 대한 해설서 제작을 추진해나갈 필요가 있다. 또한 실내시험에 대한 기술보급을 위하여 전국적인 규모의 Roundrobin Test와 시험에 대한 기술강습회 실시, 시험방법 및 시험장비 사용 등에 대한 양케이트 조사 등을 실시하여 관련 기술자들의 공감대 형성과 참여를 유도할 필요가 있다.

5. 결론

본 논문에서는 국가 차원에서 이미 제정되어 시행되고 있는 지반공학 관련 조사 및 시험 기준을 선진 외국의 기준 현황과 비교 검토하여 우리의 현주소를 살펴보았으며, 최근 건설제도의 변화와 사회 전반의 기술발전에 따라 지난 10여년간 다양하고 활발하게 시도되고 있는 실내 토질시험 실시현황 등을 살펴보고 이들에 대한 한국지반공학회 차원에서의 기준의 추가 제정과 해설집 발간의 필요성을 제기하였다. 또한 실내 토질시험에 대한 기준의 제정 및 해설집 발간을 위한 구체적인 방안으로는 학회 차원에서 준비위원회를 구성하고 최소 3~4년 동안에 기존 및 신규 기준의 제정, 실내 토질시험에 대한 기술강습회 실시, 시험방법 및 시험장비 등에 대한 양케이트 조사 분석, Roundrobin Test 실시 등을 통한 관련 기술자의 공감대와 적극적 참여 유도 등을 제안하였다.

참고문헌

1. 김동수, 김기석, 조성민, 황대진(2005), “동적물성치 획득을 위한 현장 및 실내 Round Robin Test”, 한국지반공학회지 지반, Vol.21, No.4, pp.22~36.
2. 김상규(2004), “한국 지반공학 기술사”, 한국지반공학 발자취 2004, pp.3~21.
3. 손영식(1987), 한국 성곽의 연구, 문화공보부.
4. 신동훈(2003), 필댐 수치해석을 위한 댐재료의 역학적 특성에 관한 실험적 연구(I), 한국수자원공사 수

자원연구소 WRRRI-DRC-03-4, p193.

5. 신동훈(2003), “대형진동삼축시험기를 이용한 암석재료의 동적변형특성에 관한 실험적 연구” 한국지반공학회 봄학술발표회 논문집.
6. 신동훈, 김기영, 임은상, 박한규(2006), “대형 토질시험에 의한 댐 축조재료의 역학적 성질의 조사 및 분석”, 한국지반공학회 가을학술발표회 논문집.
7. 한국지반공학회(1994), 지반공학 시리즈 1, 지반조사결과의 해석 및 이용, 구미서관.
8. 土質工學會(1989), 土質試驗の方法と解説, p.615.
9. Kuwano, J. and Katagiri(2001), "Recent state of laboratory stress-strain tests on geomaterials in Japan", Advanced Laboratory Stress-Strain Testing of Geomaterials, Tatsuoka, F., Shibuya, S. and Kuwano, R.(eds), pp.47~52.