

# Volumetric Pressure Plate Extractor를 이용한 물보유함수 측정

○윤성용\*, 박재현\*\*, 김상준\*\*\*, 선우중호\*\*\*\*

## 1. 서론

대수층과 같이 포화상태의 토양에서는 지하수면을 기준으로하여 지하수위에 비례하는 정압력이 발생하지만 비포화 상태의 토양에서는 토양속의 공극에 의해 모세관현상이 발생하기 때문에 토양내 함수비에 따른 부(negative)의 압력이 발생한다. 물보유함수는 함수량에 따른 모세관 압력수두를 표시한 곡선으로 토양의 종류에 따라 그 곡선의 모양이 다르다. 물보유함수를 통하여 그 토양의 물리적 특성을 이해할 수 있을 뿐아니라 모세관 압력으로 함수량을 함수량으로 모세관압력을 추정할 수 있다. 즉 어떤 토양의 물보유함수를 알고 있을 경우, (물보유함수는 함수량에 따른 모세관 압력수두를 표시한 함수이기 때문에) 함수량만 알고 있어도 그 함수량에 대응하는 모세관압력수두를 알 수 있고 역으로 모세관압력수두를 알고 있으면 그 모세관압력수두에 대응하는 함수량을 알 수 있다. 뿐만 아니라 이 곡선을 이용하여 비포화투수계수를 구하기도 하기 때문에 비포화흐름에 있어 가장 기초가 되는 자료라 할 수 있다.

본 연구는 물보유함수 측정장치 中의 하나인 Volumetric Pressure Plate Extractor의 원리 및 활용에 관한 연구이다.

---

\* 안산공업전문대학 토목과 전임강사  
\*\* 서울대학교 토목공학과 박사과정 수료  
\*\*\* 경원대학교 토목공학과 부교수  
\*\*\*\* 서울대학교 총장

## 2. Volumetric Pressure Plate Extractor

토양시료의 모세관 압력수두를 측정하는 방법은 모세관압력수두가 매우 큰 다공성물질(Porous Ceramic)이 부착된 Tensiometer를 이용하는 직접측정방법과 TDR(Time Domain Reflectometer)을 이용하는 간접측정방법이 있다. 하지만 Tensiometer나 TDR 등을 이용하여 모세관압력수두를 측정하며 동시에 함수량 변화를 민감하게 측정하기란 어렵다. 따라서 이들 방법은 모세관압력수두만을 측정하기에는 좋은 도구이지만 함수량 변화에 따른 모세관압력수두를 측정하여 물보유함수를 얻기에는 바람직한 방법이 아니다. 그리고 Gamma-Ray를 이용하여 함수량을 측정하는 장치가 있으나 이 또한 동시에 모세관압력수두를 측정할 수는 없다. 이런 이유로 함수량변화에 따른 모세관압력수두를 측정하는데 있어 함수량과 모세관압력수두를 동시에 측정하는 장치가 필요하다. 이런 요구를 만족해주는 장치로 Volumetric Pressure Plate Extractor라는 장치가 있다(실험장치의 모식도는 그림 1과 같다).

Volumetric Pressure Plate Extractor의 측정원리는 다음과 같다. 비포화 토양은 토양 내의 공극에 의하여 모세관현상이 발생하며 모세관압력에 해당하는 흡인력으로 주위의 물을 끌어들인다. 이 때 흡수된 물은 모세관압력 만큼의 부압이 걸린 상태로 존재하게 된다. Volumetric Pressure Plate Extractor는 측정시료를 압력용기에 넣고 용기내에 양압력을 걸어주어 토양내의 물을 밀어내게 한다. 하지만 토양내의 모세관현상으로 일정한 양의 물이 빠지고 나면 더 이상의 물이 빠지지 않게 되는데, 이 때 빠져나온 물의 양을 측정하여 토양내의 남아있는 물의 양을 역산하면 걸어준 양압력하의 함수량을 구할 수 있다. 용기에 걸어준 양압력 크기는 이 때 용기내에 남아있는 토양의 함수량과 동일한 함수량을 가지고 있는 대기중의 토양이 가지는 모세관압력의 절대값과 그 크기가 같다. 양압력의 크기를 다르게 하여 용기에 압력을 걸어주고 동시에 함수량을 측정한다면 함수량에 따른 모세관압력을 동시에 측정하여 표시하는 물보유함수를 구할 수 있다. Volumetric Pressure Plate Extractor는 함수량변화에 따른 모세관압력수두를 동시에 측정하여 물보유함수를 구할 수 있는 장점을 지니고 있다. 하지만 Volumetric Pressure Plate Extractor는 측정시료를 압력용기에 넣고 모세관압력수두의 절대값(Positive)에 해

당하는 양압력을 걸어주어야 하므로 공기 축장치(Air Compressor)와 이를 조절해주는 압력조절장치(Regulator)가 필요하며 이 두 가지 압력변화를 측정할 수 있는 압력측정장치도 필요로 한다. 뿐만 아니라 용기에서 나오는 물의 양을 정밀하게 측정하는 장치도 필요하다. 이 장치는 시료를 용기내부에 넣어서 실험을 하므로 현장실험에는 적합하지 못하기 때문에 현장에서의 비포화 토양특성을 측정하고자 하면 우선 Tensiometer나 TDR 등을 이용하여 모세관압력만을 측정하고 나중에 측정지점의 토양을 채취하여 Volumetric Pressure Plate Extractor을 이용한 토양특성곡선을 구하고 이 자료를 이용하여 함수량 변화를 구하면 된다. 본 실험에서 사용한 장치는 Soil Moisture사의 제품으로 최고 -2000cm 까지 이르는 모세관 압력수두를 측정할 수 있는 제품이다. 특히 이 장치에 몇 가지 장치를 추가하여 비포화상태의 이력현상까지도 구할 수 있다.

## 參考文獻

- ① 강우영, 박재현, 박창근, 선우중호, “다공성 매질에서의 이력현상에 대한 실험적 연구”, 한국수자원학회지, 제 28권, 215-222, 1995.
- ② 윤성용, “비포화 비균질 이방성매질에서 스펙트럼 섭동방법을 이용한 추계학적 흐름 모형”, 서울대학교 공학박사 학위논문, 1994.
- ③ Klute. A., “Water Retention : Laboratory Methods”, Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods, No.9. American Society of Agronomy, 1986.
- ④ Bear, J., and A. Verruijt, Modeling Groundwater Flow and Pollution, D.Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1987.
- ⑤ Guymon, G.L., Unsaturated Zone Hydrology, PTR Printice Hall, 1994.
- ⑥ Kramer, J.H., and S.J. Cullen, Review of Vadose Zone Flow and Transport Models in Handbook of Vadose Zone Characterization & Monitoring edited by Wilson, L.G., L.G. Everett, and S.J. Cullen, LEWIS publishers, 1994.

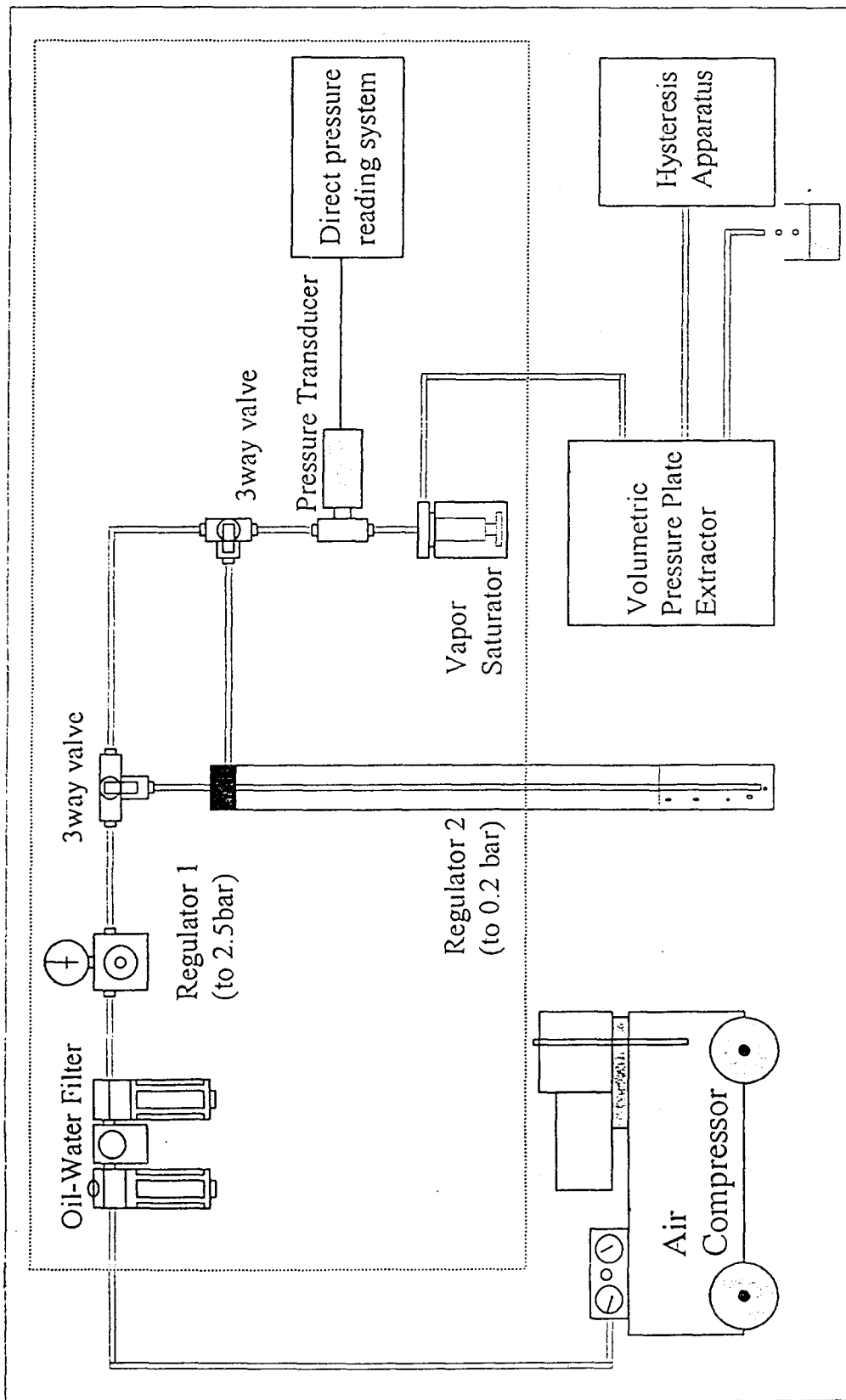


Fig. 1 Volumetric Pressure Plate Extractor