

# 필터재의 수압에 따른 유실량 측정

Determination of Loss Volume according to Hydraulic Pressure in Filter Materials

인현식(충북대) · 송창섭(충북대) · 임성윤(충북대)  
In, Hyun Sik · Song, Chang Seob · Lim, Sung Yoon

## Abstract

The purpose of this study is to evaluate the loss volume of base soil materials with the grain size range of filter materials for agricultural reservoir.

The test results show that the loss volume is increased with the hydraulic pressure, and the amount of loss volume for same sample is different with the filter range.

### I. 서론

수리구조물로서 댐의 역사는 아주 오래되었다. 외국에 있어서 기록에 남아 있는 가장 오래된 것은 기원전 504년, 스리랑카에 축조된 Padavil댐이고 가까운 일본의 경우에는 서기 2~3세기경에 이미 관개용 수원지의 제언으로 나타났고 당시의 것은 댐 높이가 2~3m 인 작은 하천을 가로막는 정도의 것이었다고 한다. 우리나라의 경우에는 전라북도 김제군에 있는 벽골지로 큰 저수지의 시초였다.

현재에도 우리나라에서는 수자원 확보를 위하여 많은 농업용 저수지가 건설되었고 건설되고 있으나 그에 따르는 다양한 문제점도 발생하고 있다. 일반적으로 필댐의 사고원인으로 제체의 월류, 파이핑 또는 성토 및 기초 지반의 전단강도 부족, 간극 수압 등이 직접적인 원인이 되는 경우가 많다. 따라서 본 실험은 필터의 설계기준에 따라 제작한 필터재를 가지고 제체가 얼마만큼 유실되는지 알아보는데 목적이 있다.

### II. 재료 및 시험방법

#### 가. 시료

실험에 사용된 흙은 관개개선 및 생활용수의 확보를 목적으로 충청북도 충주시 S지구에 건설된 제당의 토취장으로부터 채취하였고 다른 하나는 충청북도 괴산군 Y지구에 위치한 저수지 주변에서 채취하였다. 마지막으로 충청북도 청주시 충북대학교 야산에서 채취한 시료를 가지고 실험하였다.

흙의 물리적 성질은 Table 2.1과 같다. 통일분류법상 괴산시료는 CL에 해당하고 충주시료는 SC에 해당하며, 청주시료는 SM에 해당되었다.

Table 2.1 Physical properties of soil samples

Samples	LL (%)	PI (%)	Gs	Grain size distribution(%)						$\gamma_{dmax}$ (tf/m <sup>3</sup> )	OMC (%)	U.S.C.S
				No.4	No.10	No.40	No.200	0.01 m/m	0.002 m/m			
Goesan	44.4	22.2	2.77	100	98.6	92.2	62.5	13.7	8.4	1.54	25.6	CL
Chungju	26.4	7.0	2.66	99.6	96.4	64.9	27.3	12.3	8.9	1.91	11.2	SC
Cheongju	31.3	7.8	2.64	99.9	92.52	61.81	32.60	10.3	7.5	1.79	15.5	SM

나. 실험방법

(1) 필터의 설계

필터는 다음과 같이 Betram, Terzaghi 설계기준과 미공병단 설계기준을 만족하는 최대 입경과 최소입경의 필터를 수세한 무심천모래로 입도를 조절하여 준비하였다. 각각의 범위는 Fig. 2.3, Fig. 2.4, Fig. 2.5와 같다.

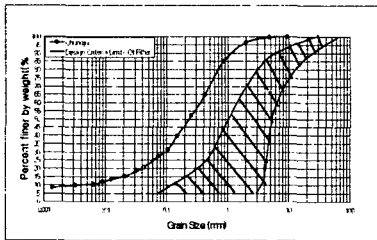


Fig. 2.3 Grainsize distribution and Filter range (Chungju)

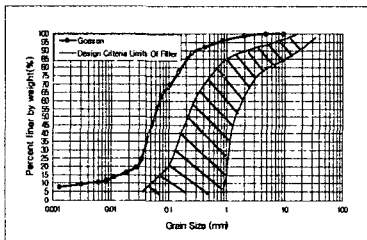


Fig. 2.4 Grainsize distribution and Filter range (Goesan)

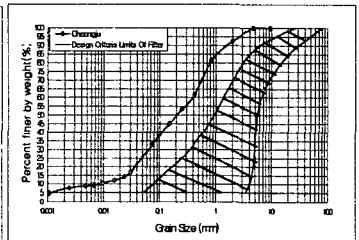


Fig. 2.5 Grainsize distribution and Filter range (Cheongju)

(2) 실험기구

실험기구는 자체 제작한 것으로 NEF (No Erosion Filter) Test에 근거를 두고 제작하였고 시험모식도는 Fig. 2.6와 같다.

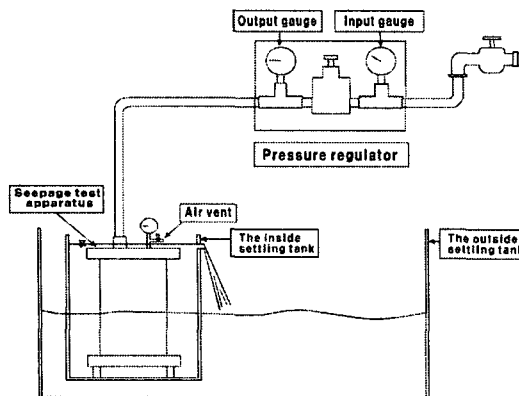


Fig. 2.6 Schematic diagram of the seepage test

### (3) 실험방법

지역별로 수압을  $1.0\text{kgf/cm}^2$ ,  $1.5\text{kgf/cm}^2$ ,  $2.0\text{kgf/cm}^2$ ,  $2.5\text{kgf/cm}^2$ ,  $3.0\text{kgf/cm}^2$  으로 나누고 필터의 설계기준에 의거하여 최대범위와 최소범위에 따라 유실량을 측정하였고 필터의 설계범위의 최대범위와 최소범위에서 각각 수압별로 지역별로 측정하였다. \_

## III. 결과 및 고찰

### 가. 수압에 따른 유실량

일반적으로 모든 시료가 높은 수압에서 유실된 많은 양의 흙이 측정되었다. 다음은 지역별, 수압별 유실량 측정 그래프이다.

#### (1) 충주시료

Fig. 3.1은 같은 조건하에 각각의 수압별로 필터의 설계기준에 의거한 최대범위와 최소범위에서 유실되는 양을 측정한 그래프이다. 수압이 증가함에 따라 유실량도 점점 증가하는 추세를 보이고 있다. 수압  $1.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 6.48g,  $2.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 7.14g,  $3.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 8.86g의 유실량이 측정되었다.

#### (2) 괴산시료

Fig. 3.2는 충주시료와 같은 조건하에 유실되는 양을 측정한 그래프이다. 충주시료와는 달리 필터 설계기준 최대범위에서 많은 양의 흙이 유실됨을 알 수 있다. 수압  $1.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 46.69g,  $2.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 57.66g,  $3.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 78.07g, 약 7~8배의 차이를 보이고 있다.

#### (3) 청주시료

Fig. 3.3에 나타난것과 같이 수압  $1.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 19.67g,  $2.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 25.79g,  $3.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 40.47g의 유실량을 보이고 있다.

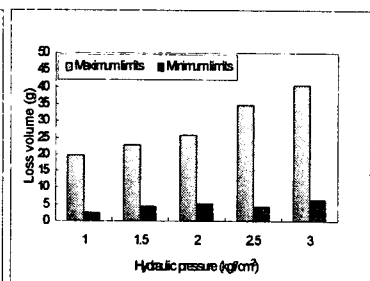
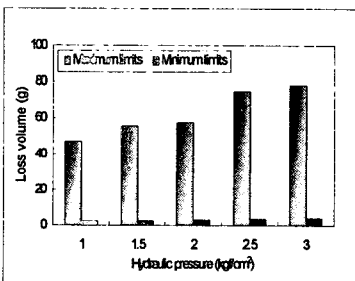
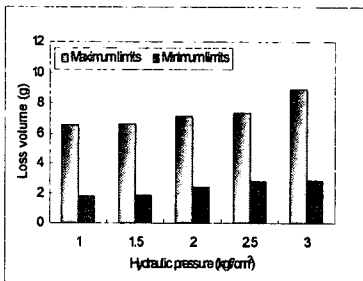


Fig. 3.1 Relationship for Loss volume - Hydraulic pressure (Chungju)

Fig. 3.2 Relationship for Loss volume - Hydraulic pressure (Goesan)

Fig. 3.3 Relationship for Loss volume - Hydraulic pressure (Cheongju)

### 나. Transition에 따른 유실량

충주와 괴산시료를 가지고 필터설계기준의 최소범위에서 Transition 존재여부에 따른 실험을 하였다. Fig. 3.4와 Fig. 3.5와 같이 Transition이 존재하는 시료가 유실량이 더 낮게 나왔음을 알 수 있다.

#### (1) 충주시료

다음 Fig. 3.3은 각각의 수압별로 Transition의 有無에 따라서 유실되는 양을 측정한 결과이다. 다음과 같이  $1.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 1.19g,  $2.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 1.65g,  $3.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 1.85g의 차이가 나타났다.

(2) 괴산시료

다음 Fig. 3.4는 충주시료와 같은 조건의 실험 결과값을 도시한 그림이다. 수압  $1.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 0.66g,  $2.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 1.14g,  $3.0\text{kgf/cm}^2$ 에서 2.29g의 차이가 나타났다. 이로써 충주시료보다는 차이가 적게 나타났으며,  $3.0\text{kgf/cm}^2$ 에서의 경우는 다른 실험과 다르게  $2.5\text{kgf/cm}^2$ 보다 더 적은 값을 나타냈다.

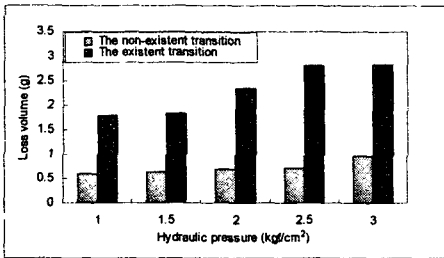


Fig. 3.4 Relationship for Loss volume - Hydraulic pressure (Chungju)

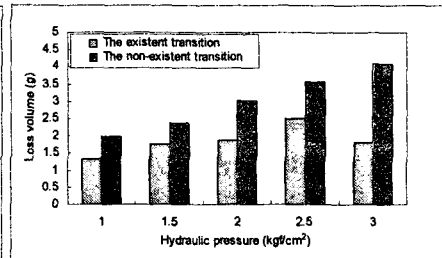


Fig. 3.5 Relationship for Loss volume - Hydraulic pressure (Goesan)

IV. 결론

필터재의 범위에 따라 보호재의 유실정도를 검토하기 위해 수압과 흙종류별로 시험한 결과는 다음과 같다.

1. 흙종류에 따라서 유실량의 차이가 있었다. 필터 설계기준 최대범위에서  $CL > SM > SC$  순으로 나타났으나 최소범위에서는  $SM > CL > SC$  순으로 나타났다.
2. 수압에 따라서는 대부분의 흙이  $3.0\text{kgf/cm}^2 > 2.0\text{kgf/cm}^2 > 1.0\text{kgf/cm}^2$  순으로 유실량의 차이를 나타냈으며 일부에서는 높은 수압에서 적어지는 경향을 보이기도 했다.
3. 필터재의 범위에 따라서는 설계기준 최소범위보다 최대범위에서 많은 유실량이 측정되었고 최소범위에서는 소량만이 측정되었다. 이것은 최대범위에서 물의 흐름이 크고 최소범위에서는 물의 흐름이 적어져 제체에 영향을 줄것이다. 따라서 필터재 설계시에 최대치와 최소치의 적절한 범위로 설계해야 할것이다.

V. 참고문헌

1. 이지원, 이경성. 1998. 댐의 설계와 시공편람. 신기술
2. H.M.Lilja, M.Rother, O.T.Ravaska. 1998. Dam Safety, A.A.Balkema, Rotterdam, Vol. 1, pp.825 - 832
3. Kenny, T.C. & Lau, D. 1985. Internal Stability of Granular Filters. Canadian Geotechn. J., 22(2). pp.215 - 225
4. Lafleur, J., Mlynarek, J. & Rollin, A.L. 1989. Filtration of broadly graded cohesionless soils. J. Geotechn. Eng., ASCE, 115(12) pp.1753 - 1768
5. Ripley, C.F. 1986. Internal Stability of Granular Filters. Discussion. Canadian Geotechn. J., Vol. 23. pp.255 - 258