

## 저류판 특성을 이용한 침전지 경사판에 관한 연구

양원영<sup>†</sup>

창원전문대학 토목환경과

### A Study on the Settler of Inclination Plate using Fin Character

Won Young Yang<sup>†</sup>

Dept. of Civil and Environmental Engineering, Changwon College

(Received 13 January 2006, Accepted 25 April 2006)

#### Abstract

The purpose of this paper, was to compare its result with both the settler of inclination plate and the settler of stick fin through the pilot test to know optimized interval of fin. According to intervals of fin, We get most optimized interval of fin in laboratory is inclination plate with 60° and wide of fin with 50 mm, interval of fin with 150 mm. The result of laboratory showed 67.6~70.6%, 70.4~74.2% for the settler of inclination plate, the settler of inclination plate stick fin. The sedimentation efficiency of the settler of inclination plate stick fin showed 2.8% higher than the sedimentation efficiency of the settler of inclination plate. From now on, Inclination plate settler stick fin requirement in study.

**keywords** : Fin, Inclination plate, Purification plant, Sedimentation efficiency, Settler

## 1. 서론

현재 우리나라 도시지역의 상수도에 대한 시민들의 인식이 양적이고, 질적인 면에서 높은 기대를 갖고 있다. 일반적인 상수도 정수시설은 크게 침전, 여과, 소독으로 나누어지며, 그 중 침전은 여과 전처리 공정으로 중요하며 침전 처리수의 수질에 따라서 그 다음 단위조작인 여과지 운전 에 크게 영향을 미칠 뿐만 아니라 정수처리계통 전체의 효율을 결정지을 수 있는 중요한 단위공정이다. 침전지에서는 원수와 함께 유입되는 탁도가 효율적으로 침전 제거되어야만 양질의 수돗물을 생산하여 수요자에게 공급할 수 있다. 수처리 특성은 물 속에 있는 탁한 물질을 응집시켜 침전하여 제거시키기 위해 침전지내 구조물의 다양한 조건에 따라 여러 가지 특성이 보여 진다. 약품 침전지 약품주입, 혼합 플록 형성의 단계를 거쳐 크고, 무겁게 성장한 플록의 대부분을 침전 분리작용에 의하여 제거함으로 인하여 후속 공정인 급속 여과지에 걸리는 부담을 경감하기 위한 공정으로 기존 정수장 침전지보다 침전효율을 높임으로서 양질의 상수도를 얻을 수 있다. Oregon주의 Corvallis정수장에서는 다층여과방식과 60°의 경사판(Tube settler)을 이용한 침전지내 경사판 설치 등을 통하여 생산량을 2.5배 증가시키는 등의 많은 정수처리능력 향상사례가 있다(김 등, 1992). 1970년대에 경사판상면에 저류판을 부착한 Finned Channel Separator의 구상으로 비약적으로 용적효율을 증가

시킬 수 있게 되어 체류시간 20분 정도의 침전지에서 필요한 제거율을 얻을 수 있게 되었다고 한다(丹保憲仁 등, 1985).

본 연구는 수처리 특성을 이용하여 저류판의 최적의 조건을 파악하기 위해 경사판에 저류판을 여러 가지 조건으로 부착하여 최적의 조건을 알아내기 위한 연구로서 실험실에서 기준이 되는 경사판 침전지와 비교하여 분석하는 Pilot Test를 실시하였으며, 실험결과로 저류판 침전지의 가장 좋은 조건을 파악함으로써 정수장 효율을 높이고 경제적인 효과를 얻고자 한다.

## 2. 실험장치 및 방법

### 2.1. 실험장치

본 연구에서는 모 정수장침전지(폭 × 길이 × 깊이 : 19.6 × 63.7 × 4.5 m)를 모델로 하여, 실험실에서 기하학적 상사법칙을 적용하여 폭, 길이를 1/32.67로 scale down하면 폭은 0.6 m, 길이는 1.95 m인 일반침전지 모형의 제원이 된다. 여기서 경사판침전지의 길이는 일반침전지의 길이를 0.615 비율로 축소하여 길이 : 폭 = 2 : 1이며, 모형(폭 × 길이 × 깊이 : 0.6 × 1.2 × 0.35 m)을 제작하였다(신 등, 1992; Kawamura, 1981). 실험장치는 Fig. 1과 같이 혼화지, 플록(Floc) 형성지, 침전지, 유출탱크로 이루어졌으며, ① 침전지내 경사판 구조물을 설치하고, ② 침전지내 여러 조건으로 저류판을 경사판에 부착하여 설치하였다. 침전지에서 처리되어지는 유출수는 침전처리수 Tank를 설치하여 Pilot Test를 실시하였다(김 등, 1992). 혼화지는 급속교반기

<sup>†</sup>To whom correspondence should be addressed.  
yangwonyoung@hanmail.net

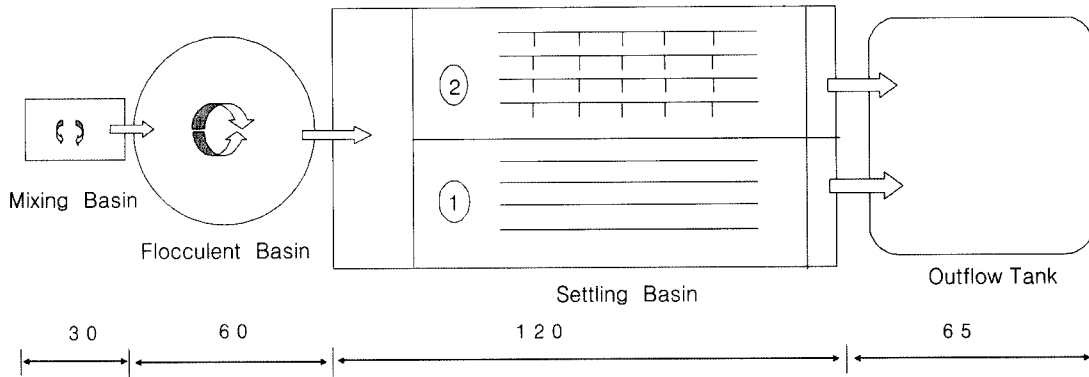


Fig. 1. Schematic diagram of the pilot test apparatus (unit : cm).

의 속도조절장치로 약 160회/분으로 회전하여 응집약품이 가능한 균등하게 분포되도록 교반을 시켰고, 플록 형성지는 완속교반기의 속도조절장치로 약 50회/분으로 회전시켜 약 품과 탁한물질이 서로 플록이 잘 형성될 수 있도록 하였다. 혼화지에서의 체류시간은 약 2분 정도이며, 플록형성지의 체류시간은 약 40분 정도가 되게 하였다(한, 1995a, 1995b). 그리고 침전지내의 일정수위를 유지하기 위해 침전지 유출 부분의 위어(Weir)를 설치하였으며, 경사판은 침전지내 중간부분에 설치하였고, 경사판에 저류판 간격을 변화시킨 조건하에서 실험을 실시하였다.

2.2. 실험방법

침전지 실험의 정확도를 확보하기 위해 혼화지, 플록 형성지, 침전지, 유출탱크를 아크릴 가공업자에게 주문 제작하여 실험실에서 실험을 실시하였으며, 혼화지에 유입된 원수는 실험실에서 사용되는 상수도 지하수에 자연수의 탁함과 유사한 화학용 시약 카오린(Kaolin)을 조정한 표준액이 사용되어 원수의 탁도를 25 NTU로 조제하였으며, 응집제는 황산알루미늄[Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> · 14~18H<sub>2</sub>O]을 사용하였다. 그리고 알카리제(NaOH) 및 응집제량은 Jar Test를 실시하여 주입량 산정 실험을 통하여 약품의 최적정량 주입율은 응집제 81 ppm, 알카리제 47 ppm으로 산정되었다(김 등, 1993; 丹保憲仁, 1985).

침전지의 속도는 체적에 의한 유량측정으로 유입수 및 유출수에서 비이커와 Stop Watch를 사용하여 조정하였고, 측정항목은 pH, 수온, 부유물질 등 침전지 유입부, 유출부에서 각각 3회 이상 시료를 채수하여 측정하였다. pH와 수온은 직접 침전지에서 측정을 하였고, 부유물질은 Standard Methods에 준하여 측정을 실시하였다(APHA, 1992).

3. 실험결과 및 고찰

침전지 유입부 및 유출부에서 측정치의 정확도를 높이기 위해 10회 탁도를 측정하였다. 유입부의 중앙부분에서 측정하였으며, 유출부는 경사판 침전지와 저류판 침전지에서 처리수를 각각 측정하였다. 실험조건으로 침전지 유입부에서 정류벽까지 150 mm, 정류벽에서 경사판까지 150 mm, 경사판 길이 700 mm, 경사판에서 위어(Weir)까지 150 mm, 위어 폭 50 mm이며, 경사판의 크기는 경사판 길이 700 mm, 폭 270 mm이며, 경사판의 경사각도는 60°로 하였다. 그리고, 저류판은 경사판 한쪽에만 부착하였는데, 저류판의 크기는 저류판의 길이 270 mm, 폭 50 mm이고, 저류판의 간격은 50, 100, 150, 200, 300 mm로 부착시켜 저류판을 부착한 경사판 각도는 60°로 하여 실험을 실시한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

3.1. 실험결과

3.1.1. 저류판 간격 50 mm인 경우의 저류판 침전지

경사판의 경사판 각도를 60°로 한 경사판 침전지와 수처리 특성을 비교하기 위해 침전지 경사판에 저류판을 한면에 저류판 폭 50 mm, 간격 50 mm로 저류판을 경사판에 부착한 경사판 각도는 60°로 하여 침전지 수처리의 최적의 조건을 찾고자 실험한 결과 다음 Table 1 및 Fig. 2와 같이 나타났다. Table 1은 플록형성지에서 유출된 탁한 물질을 침전지 규모가 같은 조건으로 경사판 침전지와 저류판 침전지에서 탁한 물질을 처리한 실험 결과이다. 실험 측정치의 정확도를 높이기 위해 같은 조건에서 실험을 10회 실시하였다. 실험 측정치는 침전지 유입부의 탁도는 47.8~50.7 NTU로 나타났으며, 경사판 침전지 유출부의 탁도는 12.3~14.2 NTU, 저류판 침전지 유출부의 탁도는 11.6~13.9 NTU로 나타났다. Fig. 2는 경사판 침전지와 저류판 간격이 50 mm일 때 저류판 침전지의 침전효율 실험결과이다. 침전지내의 수온은 16°C, pH는 7.2~7.3로 나타났다. 경사판

Table 1. Turbidity with settler of fin stick 50 mm interval (NTU)

Laboratory times		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inflow settler		48.5	50.7	50.2	47.8	49.1	47.9	50.1	49.6	50.1	48.2
Outflow settler	Inclination plate settler	13.1	13.8	13.8	12.5	12.7	12.3	14.2	13.2	14.0	12.4
	Fin settler	12.6	13.5	13.4	11.6	12.1	11.8	13.9	12.9	13.8	12.2

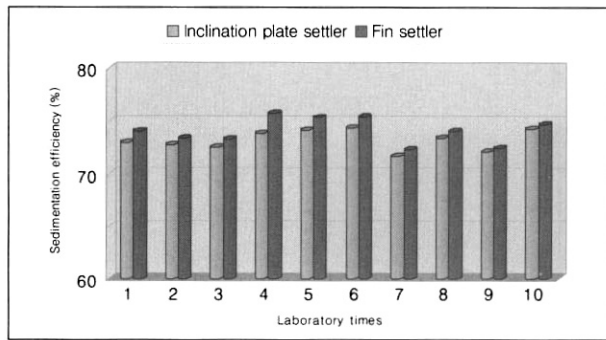


Fig. 2. Sedimentation efficiency with fin stick 50 mm interval.

침전지의 침전효율은 71.7~74.3%이고, 저류판 침전지의 침전효율은 72.3~75.7%로 나타내는 것을 보여주고 있다.

3.1.2. 저류판 간격 100 mm인 경우의 저류판 침전지

경사판의 경사판 각도를 60°로 한 경사판 침전지와 수처리 특성을 비교하기 위해 침전지 경사판에 저류판을 한면에 저류판 폭 50 mm, 간격 100 mm로 저류판을 경사판에 부착한 경사판 각도는 60°로 하여 침전지 수처리의 최적의 조건을 찾고자 실험한 결과 다음 Table 2 및 Fig. 3과 같이 나타났다.

Table 2는 플록형성지에서 유출된 탁한 물질을 침전지 규모가 같은 조건으로 경사판 침전지와 저류판 침전지에서 탁한 물질을 처리한 실험 결과이다. 실험 측정치의 정확도를 높이기 위해 같은 조건에서 실험을 10회 실시하였다. 실험 측정치는 침전지 유입부의 탁도는 48.7~51.7 NTU로

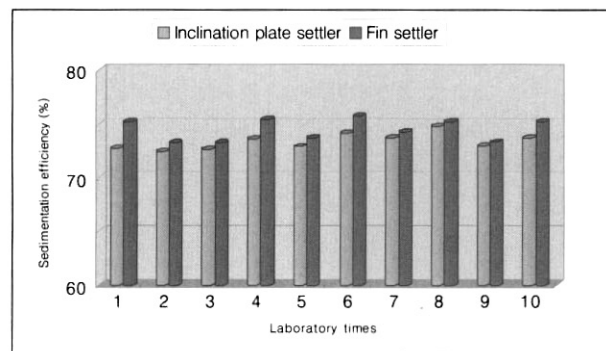


Fig. 3. Sedimentation efficiency with fin stick 100 mm interval.

Table 2. Turbidity with settler of fin stick 100 mm interval (NTU)

Laboratory times		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inflow settler		49.5	51.2	52.3	50.8	48.7	49.8	51.7	49.2	49.1	51.3
Outflow settler	Inclination plate settler	13.5	14.1	14.3	13.4	13.2	12.9	13.6	12.4	13.3	13.5
	Fin settler	12.3	13.7	14.0	12.5	12.8	12.1	13.3	12.2	13.1	12.7

Table 3. Turbidity with settler of fin stick 150 mm interval (NTU)

Laboratory times		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inflow settler		50.7	50.4	51.3	52.7	51.3	52.3	49.7	50.7	52.0	49.3
Outflow settler	Inclination plate settler	15.3	14.8	16.2	15.8	15.2	16.4	16.1	15.7	15.3	15.2
	Fin settler	13.5	14.2	15.2	14.6	14.7	13.5	13.4	14.7	14.7	13.3

나타났으며, 경사판 침전지 유출부의 탁도는 12.4~14.3 NTU, 저류판 침전지 유출부의 탁도는 12.1~14.0 NTU로 나타났다.

Fig. 2는 경사판 침전지와 저류판 간격이 100 mm일 때 저류판 침전지의 침전효율 실험결과이다. 침전지내의 수온은 13°C, pH는 7.2로 나타났다. 경사판 침전지의 침전효율은 72.5~74.8%이고, 저류판 침전지의 침전효율은 73.2~75.7%로 나타내는 것을 보여주고 있다.

3.1.3. 저류판 간격 150 mm인 경우의 저류판 침전지

경사판의 경사판 각도를 60°로 한 경사판 침전지와 수처리 특성을 비교하기 위해 침전지 경사판에 저류판을 한면에 저류판 폭 50 mm, 간격 150 mm로 저류판을 경사판에 부착한 경사판 각도는 60°로 하여 침전지 수처리의 최적의 조건을 찾고자 실험한 결과 다음 Table 3 및 Fig. 4와 같이 나타났다.

Table 3은 플록형성지에서 유출된 탁한 물질을 침전지 규모가 같은 조건으로 경사판 침전지와 저류판 침전지에서 탁한 물질을 처리한 실험 결과이다. 실험 측정치의 정확도를 높이기 위해 같은 조건에서 실험을 10회 실시하였다. 실험 측정치는 침전지 유입부의 탁도는 49.3~52.7 NTU로 나타났으며, 경사판 침전지 유출부의 탁도는 14.8~16.4 NTU, 저류판 침전지 유출부의 탁도는 13.3~15.2 NTU로 나타났다.

Fig. 4는 경사판 침전지와 저류판 간격이 150 mm일 때 저류판 침전지의 침전효율 실험결과이다. 침전지내의 수온

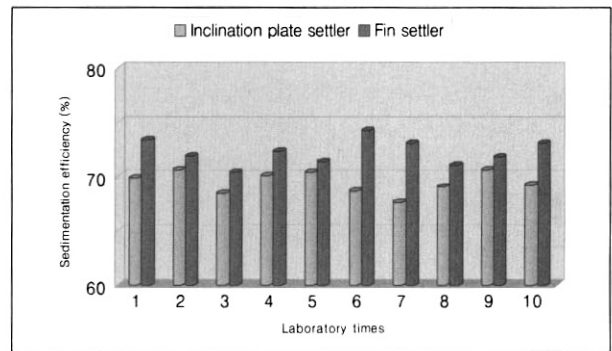


Fig. 4. Sedimentation efficiency with fin stick 150 mm interval.

은 13°C, pH는 7.1~7.2로 나타났다. 경사판 침전지의 침전효율은 67.6~70.6%이고, 저류판 침전지의 침전효율은 70.4~74.2%로 나타내는 것을 보여주고 있다.

3.1.4. 저류판 간격 200 mm인 경우의 저류판 침전지

경사판의 경사판 각도를 60°로 한 경사판 침전지와 수처리 특성을 비교하기 위해 침전지 경사판에 저류판을 한면에 저류판 폭 50 mm, 간격 200 mm로 저류판을 경사판에 부착한 경사판 각도는 60°로 하여 침전지 수처리의 최적의 조건을 찾고자 실험한 결과 다음 Table 4 및 Fig. 5와 같이 나타났다.

Table 4는 플록형성지에서 유출된 탁한 물질을 침전지 규모가 같은 조건으로 경사판 침전지와 저류판 침전지에서 탁한 물질을 처리한 실험 결과이다. 실험 측정치의 정확도를 높이기 위해 같은 조건에서 실험을 10회 실시하였다. 실험 측정치는 침전지 유입부의 탁도는 48.2~51.2 NTU로 나타났으며, 경사판 침전지 유출부의 탁도는 13.2~15.1 NTU, 저류판 침전지 유출부의 탁도는 13.1~14.9 NTU로 나타났다.

Fig. 5는 경사판 침전지와 저류판 간격이 200 mm일 때 저류판 침전지의 침전효율 실험결과이다. 침전지내의 수온은 16°C, pH는 7.3으로 나타났다. 경사판 침전지의 침전효율은 69.3~73.7%이고, 저류판 침전지의 침전효율은 69.7~74.2%로 나타내는 것을 보여주고 있다.

3.1.5. 저류판 간격 300 mm인 경우의 저류판 침전지

경사판의 경사판 각도를 60°로 한 경사판 침전지와 수처리

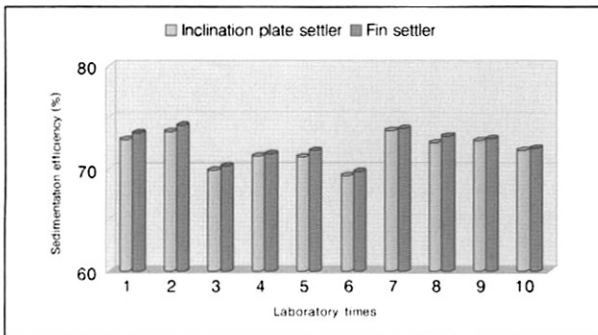


Fig. 5. Sedimentation efficiency with fin stick 200 mm interval.

리 특성을 비교하기 위해 침전지 경사판에 저류판을 한면에 저류판 폭 50 mm, 간격 300 mm로 저류판을 경사판에 부착한 경사판 각도는 60°로 하여 침전지 수처리의 최적의 조건을 찾고자 실험한 결과 다음 Table 5 및 Fig. 6과 같이 나타났다.

Table 5는 플록형성지에서 유출된 탁한 물질을 침전지 규모가 같은 조건으로 경사판 침전지와 저류판 침전지에서 탁한 물질을 처리한 실험 결과이다. 실험 측정치의 정확도를 높이기 위해 같은 조건에서 실험을 10회 실시하였다. 실험 측정치는 침전지 유입부의 탁도는 45.3~49.2 NTU로 나타났으며, 경사판 침전지 유출부의 탁도는 12.7~14.7 NTU, 저류판 침전지 유출부의 탁도는 12.5~14.7 NTU로 나타났다.

Fig. 6은 경사판 침전지와 저류판 간격이 300 mm일 때 저류판 침전지의 침전효율 실험결과이다. 침전지내의 수온은 17°C, pH는 7.2~7.3로 나타났다. 경사판 침전지의 침전효율은 68.9~73.0%이고, 저류판 침전지의 침전효율은 68.9~73.2%로 나타내는 것을 보여주고 있다.

3.2. 실험결과에 따른 고찰

경사판 각도 60°, 경사판과 경사판 간격 100 mm일 때 경사판 침전지와 수처리 특성을 비교하기 위해 침전지 경사판에 저류판을 한면에 저류판 폭 50 mm로 하여 저류판 부착 경사판 각도 및 간격은 동일 조건으로 하고, 저류판 간격을 여러 조건으로 침전지 수처리의 최적의 조건을 찾고자 다음 Table 6, Fig. 7과 같이 나타났다.

Table 6에 의하면 저류판 간격이 150 mm일 때 경사판침

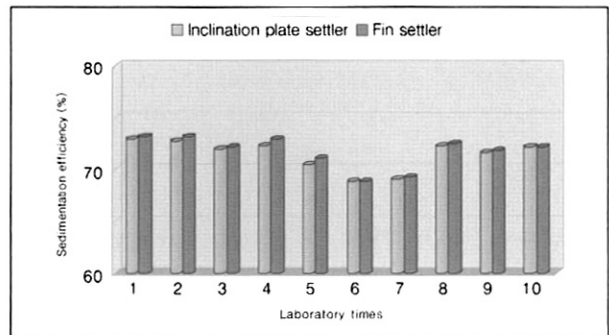


Fig. 6. Sedimentation efficiency with fin stick 300 mm interval.

Table 4. Turbidity with settler of fin stick 200 mm interval (NTU)

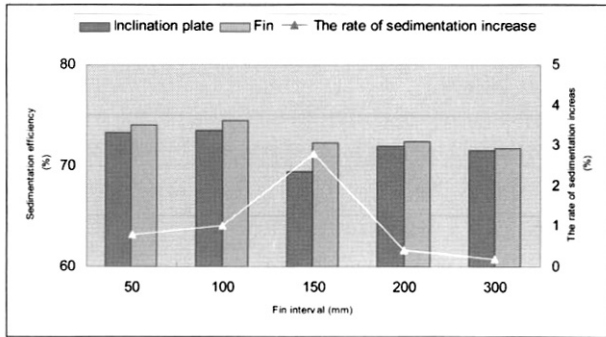
Laboratory times		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inflow settler		50.5	51.2	48.7	49.3	48.5	49.2	50.2	50.3	49.1	48.2
Outflow settler	Inclination plate settler	13.7	13.5	14.7	14.2	14.0	15.1	13.2	13.8	13.4	13.6
	Fin settler	13.4	13.2	14.5	14.1	13.7	14.9	13.1	13.5	13.3	13.5

Table 5. Turbidity with settler of fin stick 300 mm interval (NTU)

Laboratory times		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inflow settler		48.1	49.2	45.3	46.2	48.1	47.2	45.6	45.8	46.2	48.6
Outflow settler	Inclination plate settler	13.0	13.4	12.7	12.8	14.2	14.7	14.1	12.7	13.1	13.5
	Fin settler	12.9	13.2	12.6	12.5	13.9	14.7	14.0	12.6	13.0	13.5

**Table 6.** The rate of sedimentation increase

Interval of stick fin (mm)	50	100	150	200	300	
Water temperature (°C)	16	13	13	16	17	
pH	7.2~7.3	7.2	7.1~7.2	7.3	7.2~7.3	
Inflow concentration (NTU)	49.2	50.4	51.0	49.5	47.0	
Outflow concentration (NTU)	Inclination plate	13.2	13.4	15.6	13.9	13.4
	Fin	12.8	12.9	14.2	13.7	13.3
Sedimentation efficiency (%)	Inclination plate	73.2	73.4	69.4	71.9	71.5
	Fin	74.0	74.4	72.2	72.3	71.7
The rate of sedimentation increase (%)	0.8	1.0	2.8	0.4	0.2	



**Fig. 7.** The rate of sedimentation increase with fin stick.

전지의 침전효율은 69.4%이고, 저류판침전지의 침전효율은 72.2%으로 나타내는 것을 보여주고 있다. 그리고, 저류판 간격이 50 mm일 때 0.8%, 100 mm일 때 1.0%, 150 mm일 때 2.8%, 200 mm일 때 0.4%, 300 mm일 때는 0.2%의 침전증가율을 나타내는 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 분석하면, 저류판 침전지는 경사판 침전지와 비교해 보면 저류판 폭 50 mm, 저류판 간격 150 mm인 경우에 가장 높은 침전증가율을 보여주는 것으로 나타내고 있으므로 최적의 조건임을 알 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 경사판에 저류판 폭을 50 mm로 부착하여 저류판 간격 50, 100, 150, 200, 300 mm에 따른 침전특성을 파악하고자 경사판침전지, 저류판부착 경사판침전지의 같은 조건에서의 실험을 통하여 침전특성 비교검토를 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 경사판에 저류판 폭 50 mm일 때 저류판 간격 여러조건 중의 150 mm인 경우 침전지내 유입부 농도가 51.0 NTU이고, 경사판 유출부는 15.6 NTU, 저류판 유출부는 14.2 NTU로 나타났다.
- 2) 경사판침전지, 저류판부착 경사판침전지 실험을 통하여 침전특성을 분석한 결과 저류판 간격이 150 mm일 때

경사판 67.6~70.6%, 저류판 70.4~74.2%의 침전효율이 나타났다.

- 3) 침전증가율은 저류판 폭이 50 mm일 때 0.8%, 100 mm일 때 1.0%, 150 mm일 때, 2.8%, 200 mm일 때 0.4%, 300 mm일 때 0.2%로 나타났다.
- 4) 따라서, 저류판 폭이 50 mm이고, 저류판 간격이 150 mm일 때 저류판부착 경사판침전지가 경사판침전지보다 2.8% 침전증가율로 저류판 간격의 다른 조건에 비하여 최적의 조건임을 보여 주고 있다.

연구결과, 저류판 간격이 150 mm일 때 유입 농도가 다른 경우보다 높게 나타났으며, 따라서 유출부의 농도가 다소 높았지만 상대적으로 침전증가율이 상승하였던 부분에 대해서는 앞으로 좀 더 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료됩니다.

#### 참고문헌

김양일, 최규희, 정수처리시스템의 처리 능력 향상을 위한 PILOT PLANT의 설치, *한국수문학회지 기술보고*, pp. 345-353 (1992).

김홍석, 김성현, Jar-Test를 이용한 응집체 주입율 결정에 관한 실험연구, *상하수도학회지*, 7(2), pp. 39-46 (1993).

신항식, 최규운, 백홍기, 淨水處理 能力 向上을 위한 PILOT PLANT의 縮尺決定에 關한 研究, *大韓上下水道學會*, pp. 203-211 (1992).

한무영, 응집의 이론(I), *상하수도학회지*, 9(3), pp. 65-77 (1995a).

한무영, 응집의 이론(II), *상하수도학회지*, 9(4), pp. 63-72 (1995b).

丹保憲仁, 橋本克紘, 長谷川 孝雄, 菅原通彦, フィソドチャソネル・セバレタ(III), *水道協會雜誌*, 51(12), pp. 29-38 (1982).

丹保憲仁, 淨水の 技術, *技報堂出版*, pp. 37-74 (1985).

APHA, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 18th edition, Washington, D.C. (1992).

Kawamura, S., Hydraulic Scale-model Simulation of the Sedimentation Process, *JAWWA*, pp. 435-452 (1981).