

부표 연동식 GATE의 유출특성에 관한 기초적 연구

김 부길 · 이 병철^{*} · 고 일주 · 전 성환 · 정 종수¹

동서대학교 환경공학과

¹(주) 세일기술단

1. 서론

하수도는 하수의 배제방식에 따라 합류식 하수도와 분류식 하수도로 분류되며 합류식 하수도는 청천시 하수의 전량과 우천시 발생하는 하수량의 일부를 처리시설에 송수·처리하는 방식이다.⁽¹⁾ 기존 하수관거의 많은 부분은 합류식으로 포설되어 있으며 합류식 하수도에서 우천시의 일정유량을 처리장에 송수하고 나머지를 월류수로서 방류수역에 배출하는 기능은 우수토실에서 행하여진다. 합류식 하수도의 우수토실에 설치되는 유량 조정장치는 고정식과 기계식으로 분류되어진다.⁽²⁾ 고정식으로는 orifice, weir등이 있으며 기계식으로는 gate 및 부표 연동식 gate등이 있다. 설치현황은 P시의 경우 설치개소 198개소 중 85%인 169개소가 부표 연동식 gate로 되어있으며 weir가 7%, orifice는 4% 정도이다. 부표 연동식 gate의 개폐는 수위의 변동에 따른 부표의 높낮이에 의존하므로 우수토실에 일정량 이상의 유량이 유입되면 gate가 밀폐되어서 처리장으로의 송수가 불가능하게 되는 단점이 있다. 본연구에서는 orifice기능과 부표 연동식 gate의 기능을 접목시켜 우천시에도 항상 일정량을 처리장에 송수할 수 있는 유량조정장치에 관한 기초적인 유출특성을 조사하였다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치

본 실험에 사용된 실험장치는 Photo. 1 및 Fig. 1과 같으며, 우수토실의 재질은 스텐레스강이며 부표 연동식 gate는 아크릴로 제작하였다. 부표 연동식 gate는 기존 설비의 것과 우천시에도 일정량이 송수될 수 있도록 부표 연동식 gate의 개폐기에 $\varnothing 20\text{mm}$ 의 개구(開口)를 낸 것의 2가지를 사용하였다. 그리고 유출 관경은 50mm와 30mm의 2종류를 사용하였다



Photo. 1 실험장치

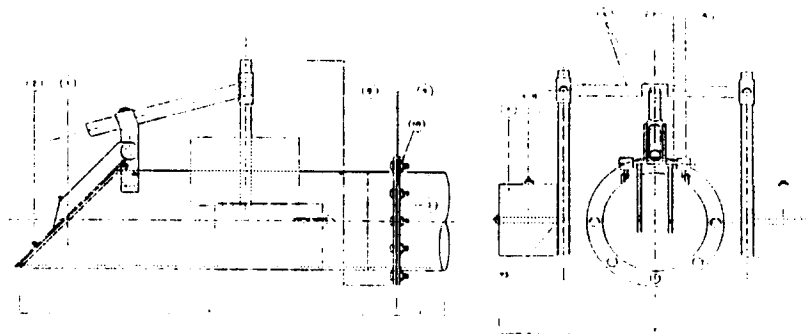


FIG. 1 부표연동식 gate의 상세도

2.2 실험방법

본 실험장치의 유입수는 수도수이며 유입수량은 Table. 1에 나타내었다. 부표 연동식 gate의 유출특성을 파악하기 위하여 우수토실에 0.14 ~ 1.5 L/sec의 수도수를 주입하고 유출 개시후 10초 간격으로 유출량을 측정하였다. 유입수량은 10%이내의 오차를 허용한 것이다

Table. 1 각 RUN별 유입수량

구분	내용		비고
관경	φ 30mm, φ 50mm		내경
GATE	開口없는 것, 開口있는 것		
유입수량	RUN. 1	RUN. 1'	1.50 L/sec
	RUN. 2	RUN. 2'	1.20 L/sec
	RUN. 3	RUN. 3'	0.80 L/sec
	RUN. 4	RUN. 4'	0.64 L/sec
	RUN. 5	RUN. 5'	0.50 L/sec
	RUN. 6	RUN. 6'	0.28 L/sec
	RUN. 7	RUN. 7'	0.14 L/sec

3.결과 및 고찰

3.1 기존 부표 연동식 gate의 유출특성(개폐기에 개구가 없는 경우)

유입수량의 변화에 따른 관경별 유출량을 Fig. 2 와 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 2와 Fig. 3에서 알 수 있듯이 유입수량의 증가에 따라서 침투유량의 크기가 작아지며 침투유량의 발생시간도 짧아졌다. 이는 유입수량의 증가에 따라 우수토실내의 수위상승 속도가 빨라지므로서 개폐기가 빨리 폐쇄된 것에 기인하는 것으로 생각된다. Fig. 2의 RUN. 5와 Fig. 3의 RUN. 7은 유입수량보다 유출량이 더 크기 때문에 개폐기가 닫히지 않았고, 유입수량이 모두 유출되는 경우이다. 개폐기가 닫힌 이후에는 수위상승으로 인한 수압의 영향으로 유출량이 경미하게 감소되었다. 그리고 각 유입수량에 따른 유출량의 비를 Table. 2와 Table. 3에 나타내었다. 개폐기 폐쇄후의 유출량의 비율은 유입수량이 적어질수록 증가하나 관경별로 유입수량의 약 2.3%, 5.4%이내의 적은 양이었다.

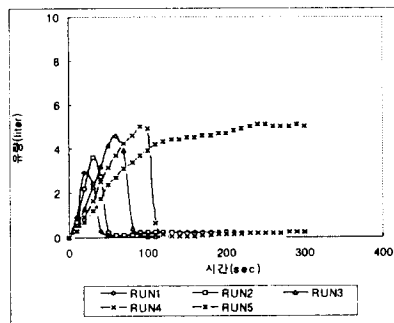


FIG. 2 유출시간과 유출량과의 관계
(기존장치, φ50mm의 경우)

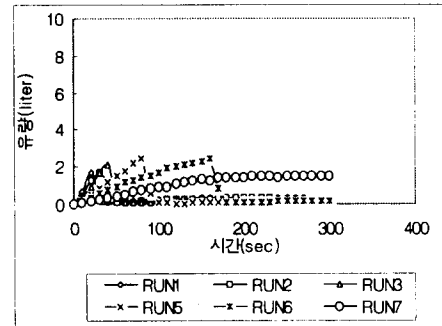


Fig. 3 유출시간과 유출량과의 관계
(기존장치, φ30mm의 경우)

Table. 2 기존 부표 연동식 gate가 폐쇄된 후의 유입유량에 대한 유출량의 비율(\varnothing 50mm 경우)

		유량(L/sec)	유출량/유입유량(%)
유 입 수 량	RUN. 1	1.5	1.2
	RUN. 2	1.2	1.5
	RUN. 3	0.8	1.7
	RUN. 6	0.64	2.3

Table. 3 기존 부표 연동식 gate가 폐쇄된 후의 유입유량에 대한 유출량의 비율(\varnothing 30mm 경우)

		유량(L/sec)	유출량/유입유량(%)
유 입 수 량	RUN. 1	1.5	1.45
	RUN. 2	1.2	1.79
	RUN. 3	0.8	2.04
	RUN. 5	0.5	2.05
	RUN. 6	0.28	5.4
	RUN. 7	0.14	-

3.2 개구를 부착한 부표 연동식 gate의 유출특성

유입수량의 변화에 따른 관경별 유출량을 Fig. 4 와 Fig. 5에 나타내었다. 관경이 50mm인 경우(Fig. 4)에는 유입수량이 증가하여도 침투유량은 거의 일정 하였으나, 침투유량의 발생시간은 짧아졌다. 이는 개폐기의 개구에 의한 폐쇄속도가 늦어진 것에 기인된다. 개폐기의 폐쇄후 개구(\varnothing 20mm)로부터의 유출량은 초기에 일시적으로 감소하는 경향을 보이다가 수위상승에 따라 계속적으로 증가하였다. Fig. 4의 RUN. 5'는 유입수량보다 유출량이 더 큰 경우로서 gate는 폐쇄되지 않고 유출량은 지수함수적으로 증가하였다. 관경이 30mm인 경우(Fig. 5)에는 개구의 직경이 20mm인 관계로 유입수량의 증가에 따라 유출량이 증가하는 orifice와 유사한 유출특성을 보였다. 그러나 유입수량이 최소량인 RUN. 5'의 경우는 Fig. 4와 비슷한 침투유량의 곡선을 나타내었다. 이는 유입수량이 적으므로 수위상승 속도가 늦어지고, 그로인하여 개폐기의 밀폐속도가 완만한 것에 기인하는 것으로 생각된다.

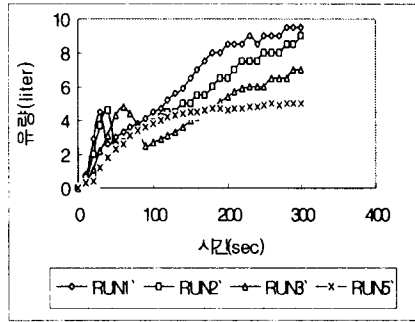


FIG. 4 유출시간과 유출량과의 관계
(개량장치, $\varnothing 50\text{mm}$ 의 경우)

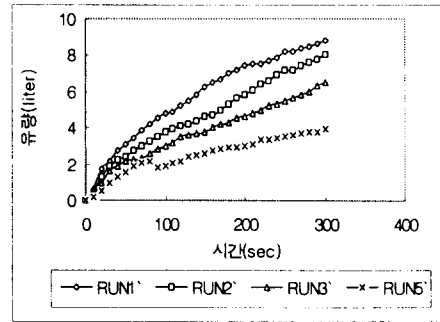


FIG. 5 유출시간과 유출량과의 관계
(개량장치, $\varnothing 30\text{mm}$ 의 경우)

3.3 기존장치와 개량장치의 유출특성 비교

실험장치의 작동시간이 240초 경과한 뒤의 기존장치와 개량장치의 관경별 유출량 및 유출비율을 Table. 4와 Table. 5에 나타내었다. 유출량은 10초간 측정하는 것이다.

Table. 4 실험실시 이후 240초 경과한 후의 유출량과 유출비율($\varnothing 50\text{mm}$ 의 경우)

	유입수량 (L/sec)	유출량(L)		유출비율(%)	
		기존	개량	기존/개량	개량/유입수량
RUN. 1	1.5	0.15	9	1.7	60
RUN. 2	1.2	0.13	8	1.6	67
RUN. 3	0.8	0.2	6	3.3	75

Table. 5 실험실시 이후 240초 경과한 후의 유출량과 유출비율($\varnothing 30\text{mm}$ 의 경우)

	유입수량 (L/sec)	유출량(L)		유출비율(%)	
		기존	개량	기존/개량	개량/유입수량
RUN. 1	1.5	0.25	8.2	3.1	55
RUN. 2	1.2	0.27	7.2	3.8	60
RUN. 3	0.8	0.23	5.5	4.2	69
RUN. 5	0.5	0.19	3.5	5.4	70

4. 결론

이상의 실험에서 얻어진 결론을 다음과 같이 요약한다.

- (1) 개량된 부표 연동식 gate의 경우, 개폐기가 폐쇄된 뒤에도 개구의 직경 크기 만큼의 일정량을 유출시킬 수 있다.
- (2) 개량된 부표 연동식 gate의 경우, 유입수량이 증가하여도 침투유량은 거의 일정하였다.
- (3) 기존 부표 연동식 gate의 경우, 유입수량의 증가에 따라서 침투유량의 크기가 작아지며 침투유량 발생시간이 짧아졌다.

5. 참고 문헌

- (1) 이 양규, “상·하수도 공학”, 보문당, p.45~48 (1996)
- (2) 한국 수도 협회, “환경부 하수도 시설 기준”, p.187~190 (1998)
- (3) 日本下水道協會, “合流式下水道越流水對策と暫定指針”, p.135~137 (1982)