

하수저류시설 운영 전략 연구

Operation Strategy for a Multi-functional Storage Facility

윤소영 · 임윤대 · 오재일*

Soyoung Yun · Yoonda Lim · Jeill Oh*

중앙대학교 사회기반시스템공학부

(2011년 11월 29일 접수; 2011년 12월 12일 수정; 2011년 12월 13일 채택)

Abstract

The frequent occurrence of sewer flooding and the intermittent discharge of non-point pollutions into the receiving water body are emerging issues recently due to the climate change and urbanization. These problems might be solved by introducing a multi-functional storage facility. Unlike a single-purpose storage facility, a multi-purpose storage facility should be operated at an instant to meet for flood prevention, reduction of non-point pollution and/or rainwater reuse. Considering various operational combinations it is suggested that prevention of sewer flooding coupled with reduction of non-point pollution is the most effective operational strategy for a multi-functional storage facility.

Key words: combined sewer overflow (CSO), non-point pollution, operation, sewer flooding, storage facility, urban drainage

주제어: 합류식하수관거월류수, 비점오염, 운영, 도심침수, 저류시설, 도시배수

1. 서론

저류시설이란 강우시 발생하는 우수를 우수지 및 하천으로 유입되기 전에 일시적으로 저류시켜 외부 수위가 낮아진 후에 방류하여 유출량을 감소시키거나 최소화하기 위하여 설치하는 유입·차집 시설, 저류지(조), 방류 시설들을 말한다(소방방재청, 2007). 현재 국내의 저류조 사업의 관리주체는 사업목적에 따라 지자체, 국토해양부, 소방방재청, 환경부 등이 있을 수 있으며, 하수도시스템과 연계된 저류조는 하수저류시설로 칭하여 환경부에서 관리한다. 특히 최근의 이상기후에 따른 빈번한 집중강우 발생과 도시 지역 우천시 오염부하량 삭감관점에서 하수도시스템

을 통한 도시배수 문제가 새로운 패러다임으로 전개되고 있으며, 기존의 배수시스템을 능가하는 혹은 보완하는 하수저류시설의 도입은 그 필요성이 증대하고 있다. 특히 침수방재 기능, 비점오염저감 기능, 물재이용 증대 기능, 물순환 기능, 수자원확보 기능 등 도시지역의 저류조의 기능이 다양하게 진화하고 있다. 한편 저류조는 다양한 운영관리 방안을 통해 그 기능을 최대화하는 방안을 도출하는 것이 매우 중요하다. 수량과 수질을 동시에 제어하는 기능을 낮은 비용으로 달성하기 위한 노력은 매우 중요하며(Field et al., 2004), 최소의 비용으로 최대의 저류조 활용효과를 얻기 위해서는 다양한 저류조 운영 시나리오에 대한 심층 검토가 필요하다. 특히 집중강우시에는 침두유

* Corresponding author Tel: +82-2-820-5339, FAX: +82-2-812-1834, E-mail: ohjeill@cau.ac.kr (J.L,Oh)

량 저류에 활용하고 평시 강우시에는 CSO와 비점오염원 저감 등에 다양하게 활용할 수 있도록 탄력적인 운영계획을 수립하여야 한다(환경부, 2011(a)). 따라서 본 연구에서는 침수방지, 도시비점오염저감, 수자원 확보의 단일 목적의 저류시설 운영관리 방안 에 대해 먼저 검토하고, 최종적으로 다양한 조합(침수 방지+도시비점오염저감, 도시비점오염저감+수자원 확보, 침수방지+수자원 확보)의 저류조 운영 시나리오를 검토하여 가장 타당한 다기능적 하수저류시설의 전략적 운영관리 방안을 제시하고자 하였다.

2. 저류시설 기능별 운영방안

저류시설 사용 목적에 따른 다양한 사례별 운영방안에 대해서 검토함으로써 다기능, 복합적 저류조 활용에 대한 방향성을 도출하고자 한다.

2.1 침수방지를 위한 저류시설의 운영방안

침수방지를 위한 저류조 시설은 강우시 침투 유출시점의 우수유출수를 저류하였다가 강우 종료 후 하천 홍수위를 고려하여 저류수를 배출하며, 저류수의 수질에 따라 간이처리를 실시하며 오염도가 높은 침전물은 제거하고 방류한다. 침수방지를 위한 저류시설은 항상 비워진 상태로 유지하여 후속강우를 대비하도록 운영함이 일반적이다. 아래 Fig. 1은 침수방지를 위한 저류시설의 사례로 목포시의 용당 1 저류조의 운영 시나리오 모식도이다. 홍수시 저지대 침수지역에 있는 관거 내부 수위계의 신호에 따라 저류조에 수문을 개방하여 분배맨홀을 통해 유입되는 우수유출수를 저류한다.

2.2 도시비점오염 저감을 위한 저류시설의 운영방안

우천시 도시에서 발생하는 오염부하를 저감하는 목적으로 저류시설을 사용할 경우 크게 합류식 지역에서의 저류조 운영방식과 분류식 지역에서의 저류조 운영방식으로 나누어 검토하고자 한다.

2.2.1 합류식 지역에서의 저류시설 운영방안

합류식하수관거시스템은 단일 관망을 통하여 지역 내 우수와 우수를 배제하는 방식으로 청천시에는 계획 우수량에 비해 현저히 작은 유량인 우수와 일부 침입수가 유하하기 때문에 유속이 느린 관거 바닥에 오염물이 침전되어 적체된다. 한편 청천시 도시 지표면에는 각종 도시활동 과정에서 발생한 오염물들이 퇴적되었다가 강우시에 지표면 세척과 함께 유출되고, 관거내에 퇴적된 오염물이 유속과 소류력의 증가에 따라 부상되어 강우초기에 고농도의 오염물질이 우수토구를 통해 유출되게 된다. 따라서 합류식 지역에서 오염부하저감을 위한 저류시설은 유량증가로 인하여 발생하는 CSO의 발생 횟수를 줄이거나, CSO에 의한 주변 수계에 미치는 오염부하를 저감하는 것을 목적으로 운영되는 것이 일반적이다. 자체 수처리 능력이 없는 일반적인 저류시설의 경우 저류된 저류수 전량을 하수처리장으로 이송하여 처리하며, 간이처리가 가능한 저류조의 경우 상황에 따라 처리 후 직접 방류하기도 한다.

Fig. 2는 합류식 지역에서 CSO 저감을 위한 저류조 운영방식의 예로서 경기도 구리시의 CSO 저류시설의 처리계통도 및 운영방식을 나타낸 모식도이다. 우수 토실에서 월류(2.5Q 초과)가 발생하게 되면, 이송관

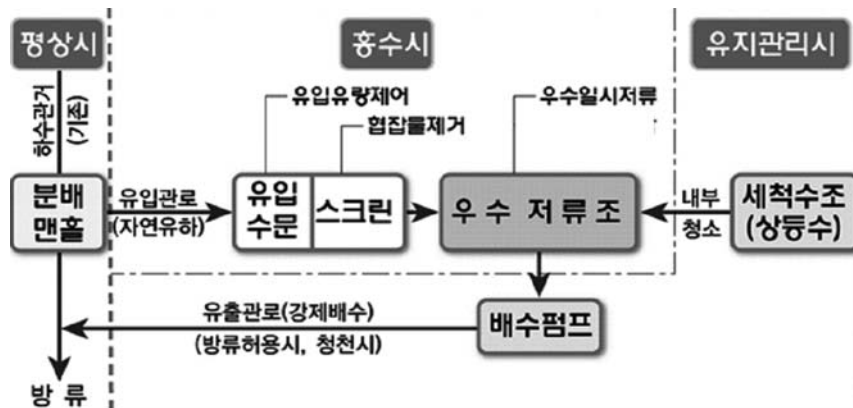


Fig. 1 목포시 용당 1 저류조의 침수방지를 위한 저류시설의 운영 시나리오 (목포시, 2006)

로를 통해 저류시설로 월류수가 이송되게 되고 추후에 하수처리장으로 연계 처리되기 전까지 저류조에 임시 저류된다.

Fig. 3은 또 하나의 사례로써 미국 시애틀의 CSO 저류(이송)터널의 운영 시나리오이다. 청천시에는 하수 터널을 이용하지 않고, 우천시에는 하수관거 용량을 초과하는 CSO를 하수터널에 우선 저류하며, 강우 종료 후에는 하수처리시설에 연계하여 처리하는 방식이다.

2.2.2 분류식 지역에서의 저류시설 운영방안

우수관거와 하수관거가 완전히 분리된 분류식 지역에서의 저류조는 비점오염저감을 위해 우수관거를

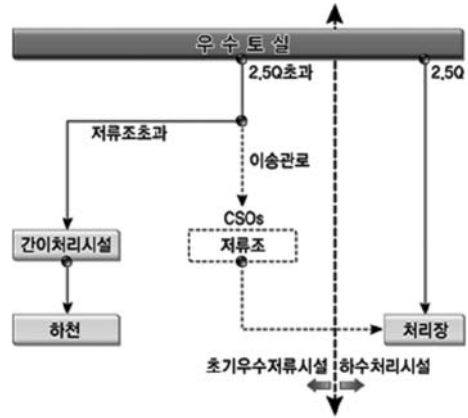
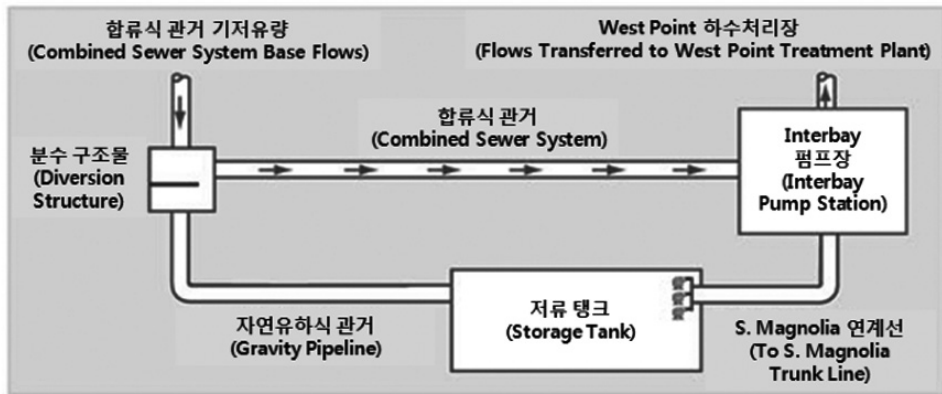
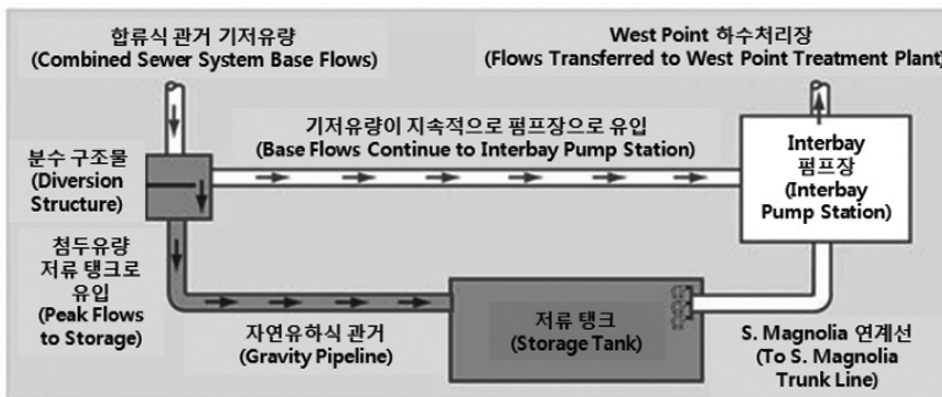


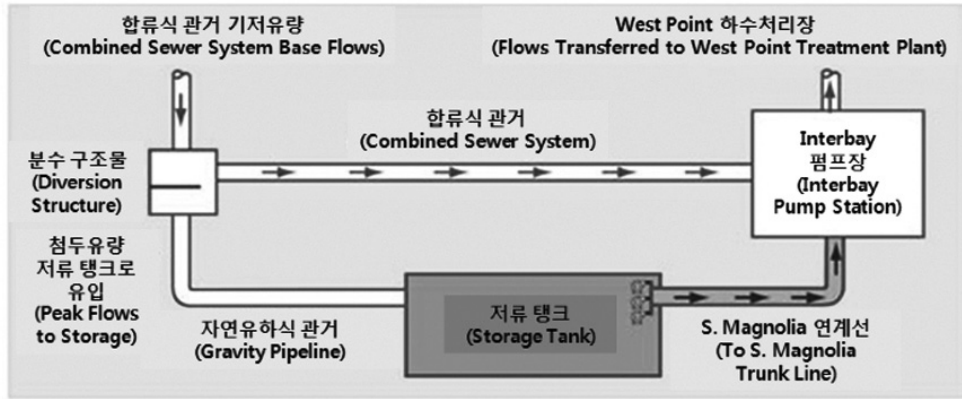
Fig. 2 구리시 수택처리구역의 CSO 저감을 위한 저류시설의 운영 시나리오 (한국환경공단, 2006)



(a) 청천시



(b) 우천시



(c) 강우 종료 후

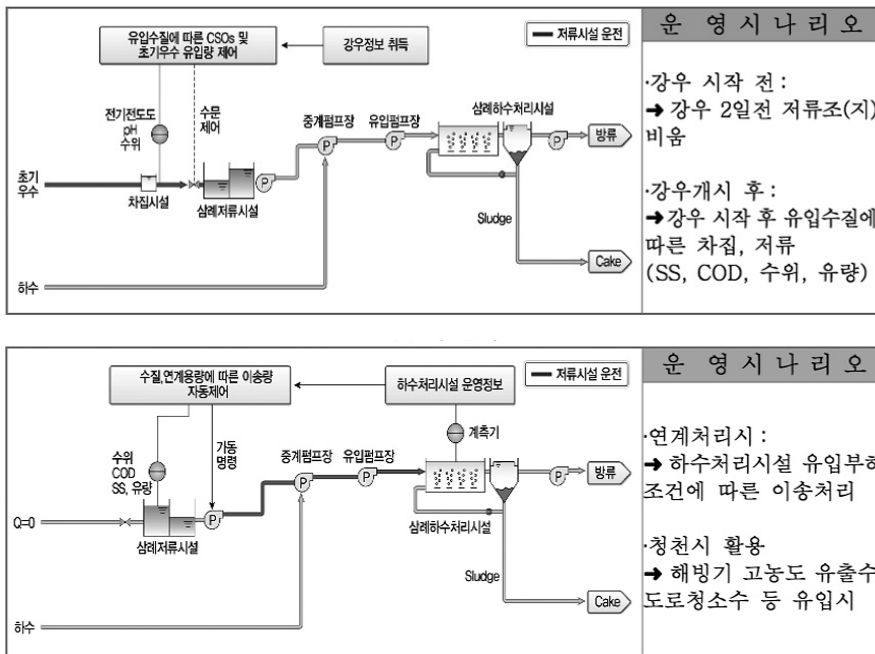
Fig. 3 미국 시애틀의 CSO 저류(이송)터널의 오염부하 저감을 위한 운영 시나리오 (SPU, 2010)

통해 이송되는 우수 중에 노면세척수에 의해 오염농도가 높은 초기우수 저감을 목적으로 한다. 저류수의 처리는 초기우수의 오염부하저감율을 극대화 할 수 있도록 하수처리시설에 연계 처리하는 것이 일반적이다. 하지만 일반적으로 분류식 지역의 우수관망이 적절히 관리된다면 초기우수는 수계에서 허용 가능한 것으로 간주하며, 적절히 관리가 되지 못하여 오점 등의 문제가 심각할 경우 초기오염우수를 처리하기

위한 방안을 세운다. Fig. 4는 설치 계획 중인 새만금 1권역의 삼례 저류시설의 운영시나리오이다. 초기우수의 유입수질을 측정하여 고농도 우수유출수를 저류함으로써 도시지역 비점오염에 의한 수계의 오염부하를 저감한다.

2.2.3 합병식 지역에서의 저류시설 운영방안

합병식 지역에서는 합류식 하수관에 분류식 우수관



(a) 우천시

(b) 강우 종료 후

Fig. 4 새만금 1권역 삼례 저류시설의 도시비점오염 저감을 위한 저류시설의 운영 시나리오 (한국환경공단, 2010)

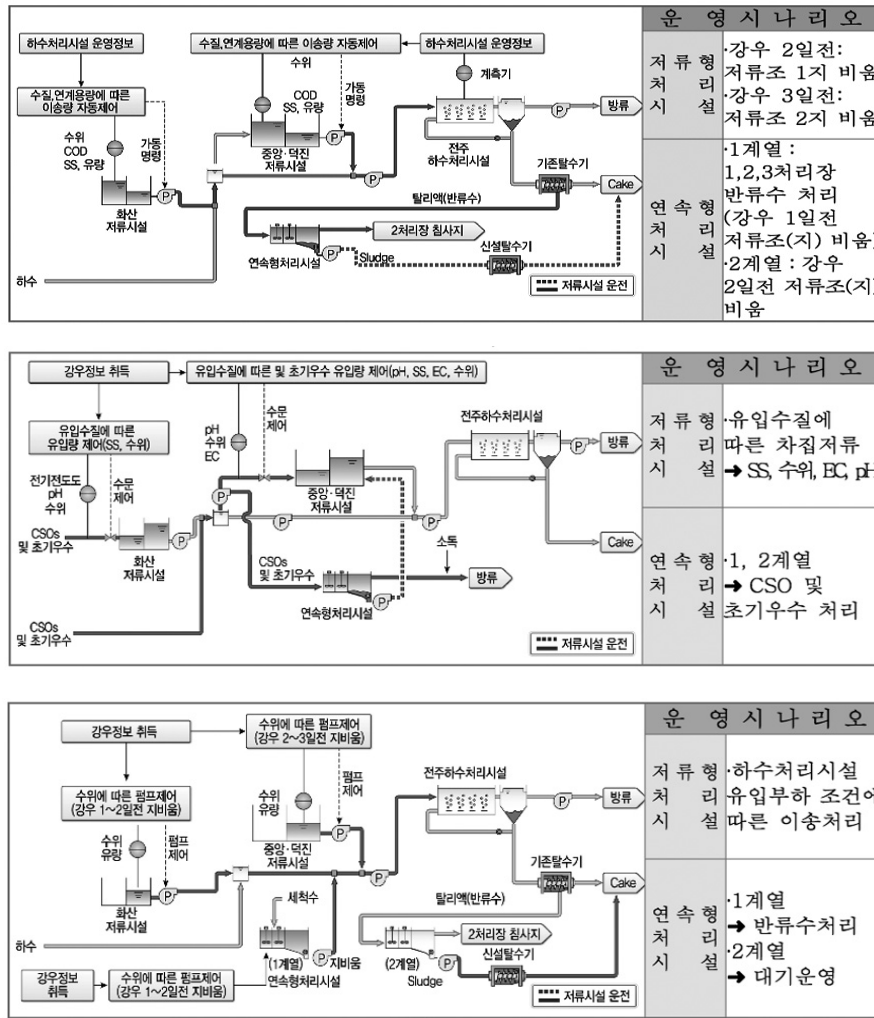


Fig. 5 새만금 1권역 중앙·덕진, 화산 저류시설의 CSO 및 도시비점오염 저감을 위한 저류시설의 운영 시나리오 (한국환경공단, 2010)

이 함께 존재한다. 합병식 지역에서의 저류시설 운영 방안은 강우사상에 따라 CSO와 초기우수의 저류·배제 방식의 차이가 발생한다. 한편 궁극적으로 국내의 하수관거정비 방향은 분류식으로 진행이 되기 때문에 합병식 지역의 저류조는 현재 CSO 처리에서 분류식 초기우수 처리 형태로 전환되는 저류조 운영시나리오가 될 수 있다. Fig. 5는 설치 계획 중인 새만금 1 권역의 중앙·덕진, 화산 저류시설의 운영 시나리오이다. 이 지역은 합병식지역으로 중앙·덕진은 저류형 처리시설과 연속형 처리시설이 함께 설치될 계획이며, 화산은 저류형 처리시설만이 설치될 계획이다.

Fig. 6은 미국 보스턴의 CSO 이송터널의 비점오염 저감을 위한 저류시설 차집시스템을 나타낸 모식도이며, Table 1은

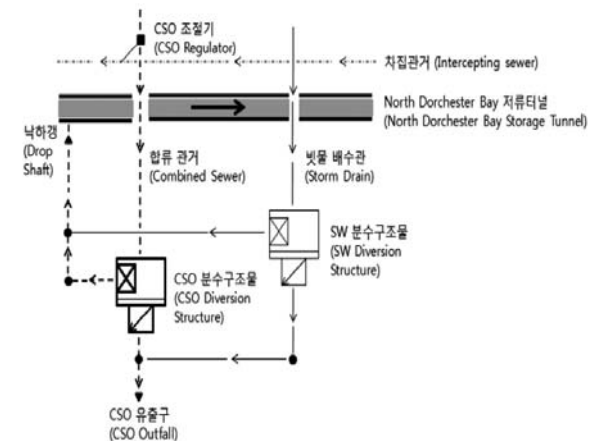


Fig. 6 미국 보스턴 CSO 이송터널의 비점오염 저감을 위한 저류시설 차집시스템 (MWRA, 2010)

Table 1 미국 보스턴 CSO 이송터널의 비점오염 저감을 위한 저류시설의 운영 시나리오 (MWRA, 2010)

상황	운전계획
계획빈도 1년 강우 발생 (24시간 지속)	● 하수터널 내 CSO 및 SW (Storm Water) 동시 저류
계획빈도 1~5년 강우 발생 (24시간 지속)	● 하수터널 내 CSO 및 SW의 초기우수만을 동시 저류, 초기우수 발생이 끝나는 시점에 SW는 하천 으로 방류
계획빈도 5~25년 강우 발생 (24시간 지속)	● 하수터널 내 CSO만을 저류

그것의 운영시나리오를 정리한 표이다. 강우량이 적은 경우 CSO와 초기우수를 같이 저류하며, 강우량이 많은 경우 오염부하가 더 높은 CSO를 주로 저류한다.

2.3 수자원 확보를 위한 저류시설의 운영방안

빗물재이용 등의 대체 수자원 확보가 목적인 저류 시설은 주로 침투유량 발생이후 오염도가 낮은 우수를 저장한 후 재이용에 활용하게 되며, 저류수의 재이용을 위해 수요량의 발생이전기간 동안 장기간을 저류한다. 지역의 여건에 따라 저류수는 수질차이가 크며, 재이용수의 사용처에 부합되는 수질관리를 수행하여야 하므로 도시 청소, 화장실, 농사 등과 같은 사용목적 및 용도가 명확해야 하고 용도에 따른 유연한 운영이 필요한 문제점이 있다. 따라서 저류수는 필요에 따라 고도처리 및 소독 처리가 요구되기도 한다. 일본 츠와치섬 빗물하수저류시설은 처리수의 재이용을 목적으로 설치되어 운영되고 있으며, 싱가포르 DTSS는 하수처리 및 처리수의 재이용을 목적으로 설치되

어 운영되고 있다. Fig. 7은 서울 자양동의 스타시티의 빗물저장처리시설의 운영 시나리오이다.

3. 저류시설의 다기능 적용성 검토

3.1 침수방지와 도시비점오염저감을 위한 운영방안

저류시설은 단일 목적만을 가지고 운영될 수 있으나, 단일 목적들의 조합을 통해 저류시설의 효율성을 극대화 할 수 있다. 침수방지와 비점오염저감으로의 활용은 평상시의 강우가 발생하면 초기우수를 저류하고 집중호우 때에는 침투유량을 저류하는 방식이다. 일반강우와 집중호우를 구분하여 운영해야 하지만 둘 다 후속 강우에 대해서는 이전 저류공간의 확보를 위하여 강우종료 후 즉시 저류수를 배출해야하는 운영방법에 있어 유사성을 가지고 있다. 시설용량의 경우 침수방지와 비점오염저감이라는 두 가지 목적을 동시에 충족하기 위해 과다산정 될 수 있으며, 저류수는 방류부하저감을 위한 적절한 처리가 시행되어야 한다(Table 2).

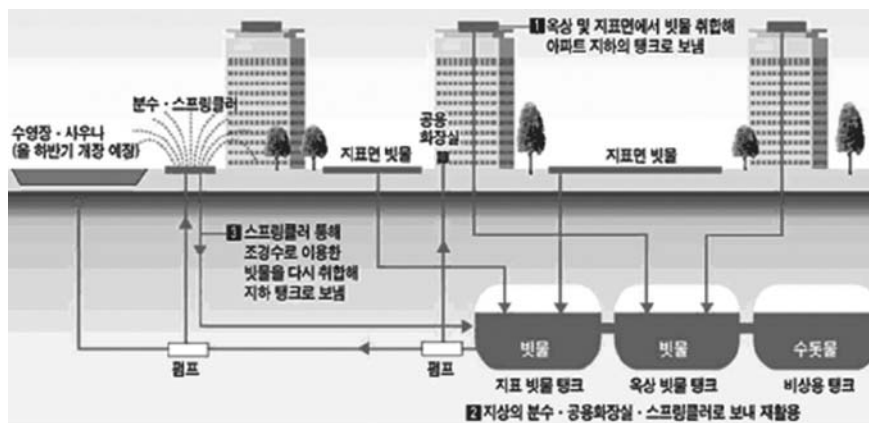
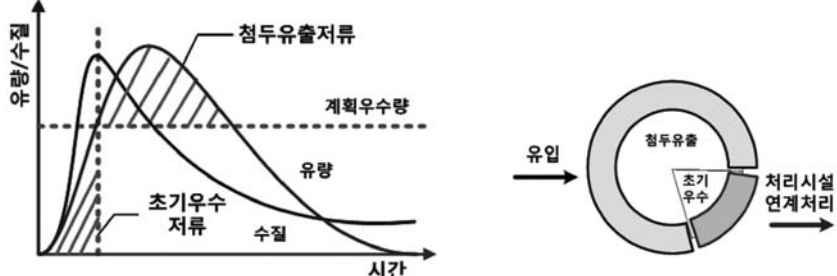


Fig. 7 스타시티의 빗물저장처리시설의 운영시나리오 (<http://joongang.joinsmsn.com/>)

Table 2 침수방지 + 비점오염저감 운영방안

상황	침수방지 + 비점오염저감
개요도	
특징	<ul style="list-style-type: none"> ● 강우시 초기우수 저류 ● 우기 및 집중호우시 침두유출량 저류
수질관리	<ul style="list-style-type: none"> ● 일반강우와 집중호우 구분 운영으로 운영방법이 복잡 ● 후속 강우 대비 빠른 배수의 운영방법의 유사성 ● 두 가지 목적 동시충족을 위해 시설용량 과다 소요

3.2 도시비점오염저감과 수자원 확보를 위한 운영방안

비점오염저감과 수자원 확보를 위한 하수저류시설은 오염도가 높은 초기우수와 재이용수량을 구분하여 저장 후 활용하게 된다. 비점오염저감은 빠른 배수의 운영방법을 수행하고, 재이용은 장기저류의 운영

방법이 수행되므로 침수방지와 재이용에서와 마찬가지로 운영방법이 상충하게 된다. 오염농도가 높은 우수가 재이용저류조에 유입될 경우 수질관리(처리비용 부담)에 어려움이 발생한다(Table 3).

Table 3 비점오염저감 + 수자원 확보 운영방안

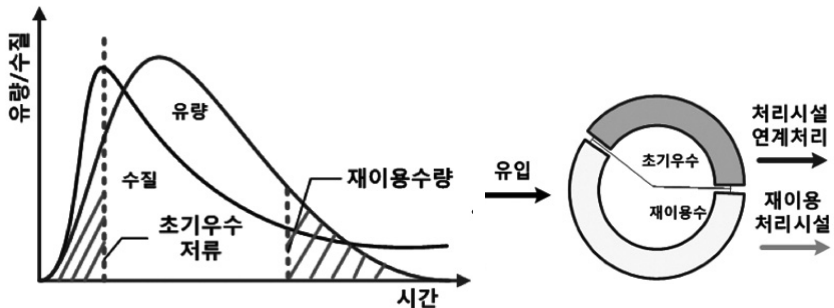
구분	비점오염저감 + 수자원 확보
개요도	
특징	<ul style="list-style-type: none"> ● 오염도가 높은 초기우수와 재이용수량을 구분하여 저장 후 활용
수질관리	<ul style="list-style-type: none"> ● 비점오염저감 운영방법(빠른 배수)과 재이용 운영방법(장기저류)의 상충 ● 두 가지 목적을 동시충족을 위해 시설용량 과다 소요
수질관리	<ul style="list-style-type: none"> ● 재이용 용도에 따른 처리비용 과다 소요 ● 초기우수 방류부하저감을 위한 적절한 처리시행

Table 4 침수방지 + 수자원 확보 운영방안

구분	침수방지 + 수자원 확보
개요도	
특징	<ul style="list-style-type: none"> ● 우기 및 집중호우시 침두유출량 저류 ● 건기시 필요 수량 재이용
수질관리	<ul style="list-style-type: none"> ● 침수방지 운영방법(빠른 배수)과 재이용 운영방법(장기저류)의 상충 ● 하절기 시설운영이 집중, 건기시 사용빈도 낮아 수자원 확보 곤란 ● 장기저류시 재이용수 수질저하 ● 재이용 용도에 따른 처리비용 과다 소요

3.3 침수방지와 수자원 확보를 위한 운영방안

침수방지와 수자원 확보의 기능 수행을 위해서는 우기 및 집중호우 발생시 침두유출량을 저류하고 건기시 필요 수량을 재이용하게 된다. 운영방법에 있어 침수방지를 위한 빠른 배수와 재이용을 위한 장기저류의 운영방법이 상충하게 된다. 또한 장기저류를 할 경우 수질저하가 우려되며, 저류수의 활용 용도에 따라 적절한 처리를 수행해야 한다. 큰 비가 발생하는 발생빈도 관점에서 고찰하면 이러한 저류시설은 주

로 하절기에 집중 운영되나, 이 시기는 실질적으로 물이 풍부한 시기라서 실질적인 대체수자원 활용도가 낮은 모순이 발생하게 된다(Table 4).

3.4 기타 고려방안

저류시설은 강우 시기에 따라 각기 다른 운영 방식을 갖추고 있다. 크게 청천시, 우천시, 강우 종료 후로 나눌 수 있으며, 그에 따른 기본 운영방안은 다음 Table 5에 정리하여 나타내었다.

Table 5 강우사상 시기에 따른 저류시설 운영방안

분 류	주 요 관 리 내 용
청 천 시	<ul style="list-style-type: none"> ● 하수도시설 이상발생시 저류시설로 유입시켜 공공수역에 미처리 방류되지 않도록 운영 ● 우천시 충분한 기능을 발휘할 수 있도록 청천시에 정기점검을 실시
우 천 시	<ul style="list-style-type: none"> ● 오염부하가 높은 초기우수 및 CSO는 저류시설에 우선 저류 ● 시설 초과유량에 대한 대책을 수립하여 수계로 방류되는 방류부하량저감과 우수유출저감을 동시에 만족할 수 있도록 함.
강우종료 후	<ul style="list-style-type: none"> ● 저류시설 내 저류수는 인근 하수처리시설에 연계처리를 원칙으로 하며, 불가피할 경우 적절한 자체 처리방안을 수립함. ● 연계 하수처리시설 여건을 감안하여 약 3~5일 이내 연계처리하는 것을 원칙으로 하며, 가급적 빠른 시일 내에 처리함. ● 시설 내 잔류 퇴적물을 완전히 처리할 수 있는 방안을 수립하고, 환기대책을 수립하여 시설유지관리에 문제가 없도록 계획

Table 6 계절변화에 따른 저류시설의 운영방안

구분	운영방안
봄, 가을	<ul style="list-style-type: none"> ● 건기 지속시 고농도 초기우수 및 CSO 발생 <ul style="list-style-type: none"> - 전량 저류수 하수처리시설 연계처리 - 초기우수 효과 고려 3~5일 이내 연계처리
여름	<ul style="list-style-type: none"> ● 집중호우 및 강우빈도 높음 <ul style="list-style-type: none"> - 빠른시간내 배수, 후속강우 대비 - 내부시설의 사전점검, 침수방지 필요
겨울	<ul style="list-style-type: none"> ● 저류량 및 시설사용빈도 저하 <ul style="list-style-type: none"> - 내부청결 및 건조, 해충, 약취방지 - 내부시설의 동파 방지

Table 6은 계절적 변화에 따른 저류시설의 운영방안에 대해 나타내었다. 대형저류시설의 우수 저류시기는 국내 강우 특성상 겨울을 제외한 봄, 여름, 가을로 구별되며, 특히 비가 오지 않는 겨울철이 지난 봄철에 누적된 비점오염원에 의한 수질관리에 유의하여야 하며, 집중강우기(7월~9월)에는 침수해소 목적을 위한 수량 관리가 중요하다. 봄철은 겨울동안 노면에 축적된 오염물질과 관거유량의 저하로 인해 축적된 침전물, 황사로 인한 오염물질이 강우시 고농도로 유출되므로, 대형저류시설로 유입 후 가급적 전량 하수처리시설과 연계처리하거나 고도처리 후 방류하는 것이 바람직하며, 저류수의 재이용시 고도처리가 필요하므로 경제성이 떨어질 수 있다. 초기우수의 효과를 고려해 가급적 연계처리는 3~5일 이내 실시하며, 후속강우에 대비한다. 집중강우기(7월~9월)에는 100mm 이상의 집중호우가 빈번하게 발생하고 강우 주기도 매우 짧아지기 때문에 대형저류시설의 효율적인 운영을 위해서 오염도가 높지 않은 저류수는 가급적 빠른시간 내 간이처리 후 방류하여 저류공간을 확보하여 후속강우에 대비하는 것이 바람직하다. 또한 다량의 강우가 일시적으로 유입되기 때문에 저류시설내부의 수위 계측설비, 월류장치, 밸브 등을 사전 점검하여 침수 피해를 방지하도록 한다. 겨울철은 저류할 수 있는 강우의 양이 극히 적으므로 이 시기에는 특별한 재이용 등의 목적으로 저류수를 확보하지 않을 경우 저류시설 내부를 청결하고 건조하게 유지하여 부패로 인한 악취, 세균번식, 모기, 파리 등의 유충 번식 등의 문제를 차단해야 하며, 재이용수를 확보할 경우 저류수를 장기간 저류해야 하므로 수질 및 위생 관리에 만전을 기해야 한다. 지하에 대형저류시설내

부는 수온이 10~20℃ 내외로 유지되어 사용하는데 지장이 없지만 그렇지 않은 경우에는 수온관리가 필요하다. 특히 센서류, 송·배관설비, 펌프설비에 대한 동파가 생기지 않도록 대비하여야 한다.

4. 하수저류시설의 다기능 운영방안 종합 검토

하수저류시설의 설치목적에 따른 기능설정은 각 기능 간에 시설 운영방안에 있어서 상호 연계성 또는 배타성을 지니므로 신중한 접근이 필요하다. 다목적으로 적용하기 위해서는 특히 목표기능, 침수측면, 이수목적, 다른 대체 수자원과의 연계성, 경제적 조건, 처리방식, 유지관리 측면 등의 여러 사항을 검토하여 설치하도록 해야 한다. 아래의 Table 7에 다기능 목적에 따른 하수저류시설 운영방안을 체계적으로 정리하였다. 앞 절의 내용들과 Table 7을 통해 하수저류시설 기능별 운영관리 방안은 Fig. 8과 같은 종합적 흐름으로 판단할 수 있다.

5. 결론


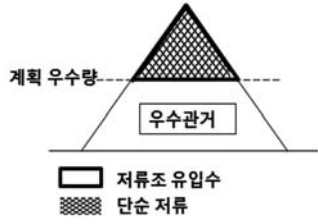
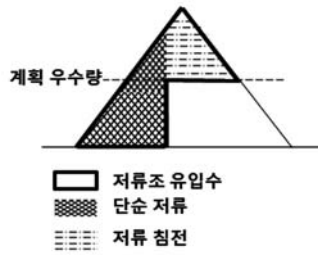
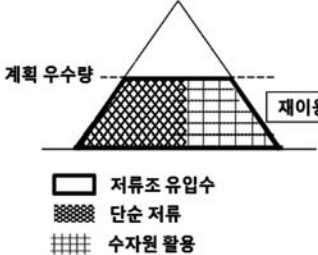

저류시설은 침수방지, 도시비점오염저감, 수자원 확보와 같은 단일 목적만으로 운영될 수 있으나, 여러 기능을 통합한 다기능 형태로도 운영된다. 특히 환경부에서 하수저류시설이라고 정의하는 저류조 타입은 다기능 조합 중에서도 침수방지 기능과 도시비점오염방지 기능을 결합한 복합 운영 형태를 지향한다. 이러한 다기능 목적의 하수저류시설을 설치할 경우 지역 특성과 목적에 맞는 적합한 운영관리 방안을 마련하여 단일기능 간의 교란 없이 최대의 효율을 이끌어 낼 수 있도록 해야 한다. 침수방지와 비점오염 저감이라는 다기능에 주안점을 둔 하수저류시설의 침수방지 기능을 위해서는 침투유출량을 저류하여 강우 중

료 후 신속히 배출해야 하며, CSO 및 초기우수 비점 오염저감을 위해서는 초기강우를 저류하였다가 강우 종료 후 연계처리하는 방식을 취하여 오염부하 저감을 꾀할 수 있다. 두 방식은 계절적인 적용시기(침수 방지-여름, 비점오염저감-봄/가을)가 상이하여 하나의 하수저류시설을 통해 복합적인 사업 기대효과를 얻을 수 있다. 한편, 수자원 확보를 위한 저류수의 재

이용은 저류시기와 재이용시기의 차이로 인해 운영 면에서 비효율적이며, 단기간에 수요처와 수요량 확보가 현실적으로 어렵고, 재이용을 위한 저류수의 오염물질 추가 처리가 예상된다. 또한 다른 기능들과의 운영방법이 상이(신속히 저류조를 비울 수 없음)하므로 다기능 하수저류시설로써 다른 기능들과 조합하여 적용하기에는 한계성이 있다.

Table 7 하수저류시설 다기능 목적에 따른 운영형식 검토

형식	적용성	운영방안 / 저감효과		수문곡선
I	도시비점 오염저감 (합류식 지역) + 침수방지가능	운영 방안	<ul style="list-style-type: none"> 차집관거 용량 상회시 대형하수저류시설 유입 만수시에도 차집관거용량을 상회하는 수량을 유입하여 침전 후 방류 	<p>3Q 차집관거차집량 1Q 계획오수량 차집관거</p> <p> <input type="checkbox"/> 저류조 유입수 <input checked="" type="checkbox"/> 단순 저류 <input checked="" type="checkbox"/> 저류 침전 </p>
		오염 부하 저감	<ul style="list-style-type: none"> 하수저류시설내 침전작용으로 간이처리후 방류 처리장내에 간이처리량 발생 적은 강우시 하수저류시설 미유입으로 설치 효과 감소 	
		유출 저감	<ul style="list-style-type: none"> 우수유출 침투유량 저감효과 저빈도의 강우에 저감효과 미흡 	
II	도시비점 오염저감 (합류식 지역) + 침수방지가능	운영 방안	<ul style="list-style-type: none"> 차집관거 용량 상회시 대형하수저류시설 유입 만수 후 유입수는 공공수역 미처리 방류 	<p>3Q 차집관거차집량 1Q 계획오수량 차집관거</p> <p> <input type="checkbox"/> 저류조 유입수 <input checked="" type="checkbox"/> 단순 저류 <input checked="" type="checkbox"/> 미처리 하수 </p>
		오염 부하 저감	<ul style="list-style-type: none"> 하수저류시설 만수 후 미처리하수 발생 처리장내에 간이처리량 발생 대형하수저류시설의 용량이 크면 효과적임 III형과 비교시 미처리하수량이 적음유출저감 	
		유출 저감	<ul style="list-style-type: none"> 우수유출 침투유량 저감효과 저빈도의 호우에 저감효과 미흡 	
III	도시비점 오염저감 (합류식 지역) + 침수방지가능	운영 방안	<ul style="list-style-type: none"> 계획오수량 상회시 대형하수저류시설로 유입 만수 전까지 계획하수량만 처리장으로 이송 만수 후에 유입수는 공공수역 미처리 방류 	<p>3Q 차집관거차집량 1Q 계획오수량 차집관거</p> <p> <input type="checkbox"/> 저류조 유입수 <input checked="" type="checkbox"/> 단순 저류 <input checked="" type="checkbox"/> 미처리 하수 </p>
		오염 부하 저감	<ul style="list-style-type: none"> 하수저류시설 만수 전까지 처리장 내 간이 처리 미발생 사용빈도가 높고 적은 강우시 효과적임 처리장 방류부하량 삭감효과가 큼 	
		유출 저감	<ul style="list-style-type: none"> 우수유출 침투유량 저감효과 침투발생시간 지체효과 	

형식	적용성	운영방안 / 저감효과		수문곡선
IV	도시비점 오염저감가능 (합류식 지역)	운영 방안	<ul style="list-style-type: none"> ● 계획우수량 상회 시 차집관거용량 이하의 차집우수량을 대형하수저류시설로 유입 ● 차집량 이상의 하수는 직접 방류 	
		오염 부하 저감	<ul style="list-style-type: none"> ● 처리장내 간이처리량이 감소 ● 적은 강우시에는 III형과 같은 효과 있으나 강우량이 늘어나면 CSO 발생량이 많음 	
		유출 저감	<ul style="list-style-type: none"> ● 유출저감효과 미흡 	
V	침수방지가능	운영 방안	<ul style="list-style-type: none"> ● 우수관거의 계획우수량 상회시 대형하수저류시설 유입 	
		오염 부하 저감	<ul style="list-style-type: none"> ● 계획우수량 이상만 유입되므로 초기우수 저감효과 미흡 ● 적은 강우시 하수저류시설 미유입으로 설치 효과 감소 	
		유출 저감	<ul style="list-style-type: none"> ● 우수유출 첨두유량 저감효과 ● 저빈도의 강우에 저감효과 미흡 	
VI	도시비점 오염저감 (분류식 지역) + 침수방지가능	운영 방안	<ul style="list-style-type: none"> ● 강우시작 후 하수저류시설 만수시까지 저류 이후 유입되는 우수는 침전 후 방류 	
		오염 부하 저감	<ul style="list-style-type: none"> ● 초기우수 저감효과 높음 ● 사용빈도가 높고 적은 강우시 효과적임 ● 침전방류시 초기우수 유출가능성 있음 	
		유출 저감	<ul style="list-style-type: none"> ● 우수유출 첨두유량 저감효과 ● 첨두발생시간 지체효과 	
VII	도시비점 오염저감 (분류식 지역) + 수자원확보가능	운영 방안	<ul style="list-style-type: none"> ● 강우시작 후 별도 초기우수저류 공간을 확보하여 연계처리 ● 강우종료 후 재이용에 필요한 시간동안 저류하여 재이용수로 활용 	
		오염 부하 저감	<ul style="list-style-type: none"> ● 초기우수 저감효과 높음 ● 비점오염 유입시 재이용수 수질저하 	
		유출 저감	<ul style="list-style-type: none"> ● 우수유출 첨두유량 저감효과 ● 첨두발생시간 지체효과 	
VIII	침수방지 + 수자원 확보가능	운영 방안	<ul style="list-style-type: none"> ● 우수관거의 계획우수량 상회시 대형하수저류시설 유입 ● 강우종료 후 재이용에 필요한 시간동안 저류 	
		오염 부하저감	<ul style="list-style-type: none"> ● 초기우수 저감효과 미흡 	
		유출 저감	<ul style="list-style-type: none"> ● 우수유출 첨두유량 저감효과 ● 첨두발생시간 지체효과 미흡 	

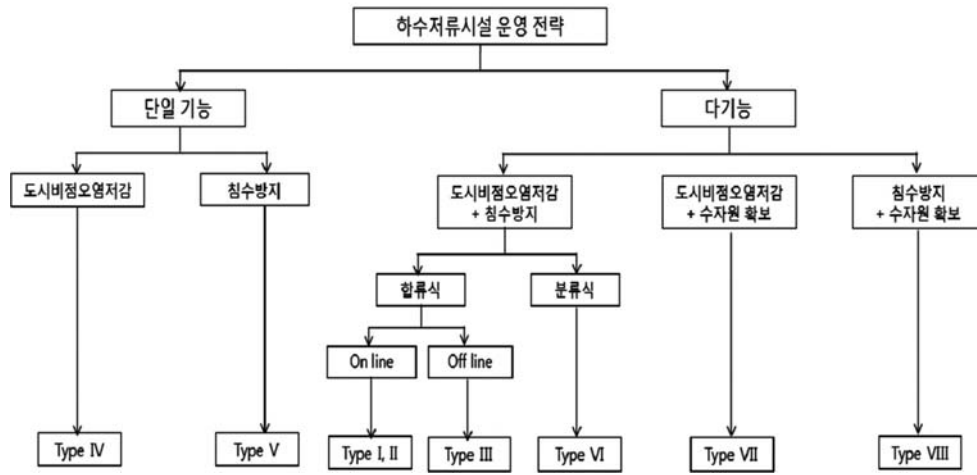


Fig. 8 하수처리시설 기능별 운영관리방안 종합 흐름도

사사

본 연구는 환경부 “차세대 에코이노베이션기술개발사업”으로 지원받은 과제임.

참고문헌

목포시 (2006) 목포시 하수관거정비 임대형 민자사업(BTL) 기본 설계보고서
 소방방재청 (2007) 기후변화대응과, 우수유출 저감시설의 종류, 구조, 설치 및 유지관리 기준
 한국환경공단 (2006) 구리시 초기우수처리시설 시범설치공사
 한국환경공단 (2010) 새만금유역 CSOs 및 초기우수 처리시설 설치사업
 환경부 (2011(a)) 공공하수도시설 운영·관리 업무지침
 환경부 (2011(b)) 하수도시설기준

Field, R., Sullivan, D., Tafuri, A.N. (2004) Management of Combined Sewer Overflows, Lewis Publishers
 Massachusetts Water Resources Authority(MWRA) (2010) North Dorchester Bay CSO Project Update.
 Seattle Public Utilities(SPU) (2010) CSO Reduction Program Sounding Board - CSO Control Approaches & Criteria.
<http://joongang.joinsmsn.com/>