

Global Report

고속도로 환경에서의 우수

침투 : 지침 매뉴얼

1. 개요 및 방향
2. 조기의사결정 및 임시모범관리실천(BMP) 선택을 위한 구성작업 계획
3. 우선순위 분석 및 조사를 통한 임시 모범관리실천(BMP) 선택 확인
4. 침투 모범관리실천(BMP)의 설계, 시공 및 유지 관리에 대한 주요 고려사항
5. BMP 선정 및 크기조정 사례연구

1. 개요 및 방향

이 지침 매뉴얼의 목적은 고속도로 환경에서 침투(infiltration) 모범관리실천(BMP)의 평가, 선택, 배치, 설계 및 구축을 지원하는 것입니다. 또한 침투사용에 대한 제한사항을 식별하고 비 침투기반우수관리접근 방식의 필요성을 결정하기위한 것입니다. 이 지침 매뉴얼은 지역지침을 보완하고 알리고 기획자, 설계자, 규제자 및 정책입안자를 위한 자료입니다. 이 지침서의 목표는 고속도로 환경의 우수침투에 대한 책임 있는 결정을 지원하는 것으로, 침투를 포함하는 프로젝트를 위한 효과적인 시스템설계가 포함되어 있습니다.

이 지침매뉴얼을 준비하면서 연구팀은 침투를 제한할 수 있는 광범위한 문제를 고려했습니다. 연구팀은 프로젝트 제공 프로세스의 각 단계에서 이러한 한계를 평가하고 극복하기위한 접근방식을 정의함으로써 실용적인 지침의 개발을 지원했습니다. 또한, 개념적 한계를 극복하기위한 접근방식(예 : 체제 및 기본 원칙)을 포함하였으며, 보다 구체적인 한계에 초점을 맞춘 상세지침(예 : 주제별 가이드, 도구, 설계적응, 구성 및 체크리스트)도 제공합니다.

이 지침매뉴얼은 프로젝트 요약보고서와 함께 제공되며, 보완적인 역할을 하기 위한 것입니다. 지침 매뉴얼은 운송계획자, 설계자, 규제자 및 정책입안자를 포함한 대상 사용자에게 기술지침을 제공합니다. 프로젝트 요약보고서는 이 지침매뉴얼 및 관련 소프트웨어 도구의 개발을 지원하는데 사용되는 연구노력 및 방법에 대한 참고문서를 제공합니다. 프로젝트 요약보고서는 TRB 웹사이트 (www.trb.org)에서 "NCHRP Research Report 922"를 검색하여 찾을 수 있습니다.

1.1 이 지침서의 주요 특징 및 용도

이 지침서에는 단계적 의사결정 체제로 구성된 5개의 장이 포함되어 있습니다. 이 지침매뉴얼의 본문은 효율적인 자료역할을 하며 주요문제에 대한 방향을 제공합니다. 부록 및 Microsoft Excel 기반사용자 도구는 선택한 문제에 대한 집중적인 기술참고를 제공합니다. 부록A는 여기에 게시되어 있으며 부록B부터 J는 TRB 웹사이트 (www.trb.org)에서 "NCHRP Research Report 922"를 검색하여 찾을 수 있습니다. <표 1>은 이 지침서의 주요기능을 강조합니다. 다음 단락은 지침매뉴얼의 구성과 각 절의 용도를 요약합니다.

1.2 고속도로 환경에서 빗물관리에 대한 침투접근방식소개

우수 관리에 대한 침투접근방식에는 우수유출수를 토양으로 침투하게 하는 엔지니어링시스템의 설계, 건설 및 운영관리가 포함됩니다. "침투 BMP(모범관리실천)"라고 하는 이러한 시스템은 우수유출수 및 관련 오염물질의 양을 줄여 우수시스템으로 배출하고 지표유출을 통해 물을 받는 것을 목적으로 합니다.

1.3 우수 침투를 고려하는 근거

DOT(Departments of Transportation, 교통국)와 프로젝트 설계자가 빗물관리 접근방식의 일부로 어떤 형태의 빗물침투를 고려하는 데는 여러 가지 이유가 있습니다. 예는 다음과 같습니다.

- 우수의 침투는 국가 오염물질 배출제거시스템(NPDES) 허가 또는 총 일일 최대부하(TMDL)와 같은 해당 사용규정을 준수하기 위해 고려되거나 구현되어야 할 수 있습니다.
- BMP(침투모범관리실천)의 오염물질 제거성능은 부피감소가 증가 할 때 향상될 수 있습니다.
- 침투는 유리한 조건에서 다른 우수관리방식보다 비용 효율적일 수 있으며 때로는 전체 우수관리 설계 비용을 줄이는데 도움이 될 수 있습니다 (예 : 우수 유입구 및 배관감소). 대부분의 경우 추가 비용 없이 일정수준의 침입이 우연히 발생합니다.

- 지하수 증가 및 지천(합류 또는 기 저류가 더 깨끗한 경향이 있고 직접적인 지표유출과 비교하여 자연적인 흐름체제를 모방하는 경향이 있기 때문에 침투했다가 나중에 물받이로 들어가는 물)에 대한 수리학적 부하감소와 같은 여러 이점을 실현할 수 있습니다.
- 이러한 잠재적인 동기와 이점이 주어질 때, 일정수준의 침투를 포함하는 접근방식은 고속도로 환경에서 우수관리 응용프로그램을 고려해야 합니다.

1.4 우수관리 접근방식으로서 침투에 대한 주요 제한사항

우수침투접근법에는 잠재적인 한계가 있습니다. 침투제한에는 5가지 일반적인 범주가 있습니다.

1) 물리적 타당성: 물리적 타당성과 관련된 주요 제한은 다음과 같습니다.

- 침투에 대한 압축(의도적 또는 비의도적)효과를 포함하여 의도된 침투표면(즉, 더 투과성이 높은 매체와 기본토양사이의 경계면)에서의 토양침투속도
- 제한 층, 지하수 둔덕 잠재성 및 관련 침투율 저하를 포함한 침투체적을 수용 할 수 있는 토양 / 지하수 수용기의 용량
- 고속도로 환경 내 침투표면에 사용할 수 있는 공간의 양

2) 인프라 또는 환경에 대한 영향: 빗물침투는 다음과 같은 잠재적인 위험을 초래합니다.

- 구조물, 기초 및 경사면과 관련된 지반 공학적 위험
- 기초, 보조기층 재료 및 포장도로의 무결함성에 대한 영향과 같은 도로손상
- 우수에 기인한 오염물질로 인한 지하수 수질저하 및 토양이나 지하수의 오염물질
- 인공적으로 상승된 지하수위를 포함하는 비정상적인 물 균형효과는 건조한 지역에서 하천시스템을 일시적이거나 다년간 간헐적(가능한 서식지 변화 포함)으로 변경시킬 수 있습니다.

3) 운영관리 제한: 성능유지가능여부 침투BMP(모범관리실천)는 다음과 같은 운영관리 문제에 취약할 수 있습니다.

- 퇴적물부하로 인한 시스템 막힘
- 막힌 표면에 접근하기 어려움
- 막힘 등의 경우 기능을 복원하는데 효과적인 개선노력에 대한 불확실성 문제발생
- 허용가능한 수준의 초목유지
- 허용 가능한 비용으로 안전하고 일관되게 유지관리를 수행하기위한 기타 문제

4) 실제 한계: 이 제한범주는 침입 BMP(모범관리실천)를 계획, 설계, 구현 및 운영하는 것과 관련된 실질적인 요소와 관련됩니다.

5) 프로그램관리 제한: 이 등급의 제한은 고속도로 환경에서 침투의 이용확대와 관련될 수 있는 프로그램 관리문제와 관련이 있습니다. DOT 프로그램 관리자와의 검토 및 대화 중에 다음을 포함한 몇 가지 문제가 확인되었습니다.

- 장기 책임: 침투 BMP(모범관리실천)를 광범위하게 사용하면 관리목록기능, 규정준수보고, 장기 운영 관리 자금조달, 지방 정부와의 MOU 개발 및 관련인력요구와 연관된 DOT책임이 증가 할 수 있습니다. 이러한 문제는 모든 우수제어접근방식에 적용됩니다. 그러나 어떤 침투 BMP(모범관리실천)의 수명주기비용 및 관리요구사항의 불확실성은 보다 정의된 비용 및 운영요구사항이 있는 기존의 우수관리접근방식에 비해 장기 책임을 정량화하는 것을 더 어렵게 만들 수 있습니다.
- 법적책임: 신중한 선별 및 설계과정을 거치더라도 침투 BMP(모범관리실천)는 지하수오염, 지반 공학적 파괴, 물 권리 및 기타문제와 관련된 법적책임을 제기할 가능성이 있습니다. DOT는 효과적인 기술지침 및 프로젝트 검토절차를 통해 이러한 위험을 제한할 수 있지만, 우수침투로 인해 발생하는

법적책임을 제거하는 것이 모든 경우에 현실적으로 가능하지는 않습니다.

- 규정준수 모니터링: 사용되는 BMP(모범관리실천) 유형 및 해당 규정에 따라 성능 및 영향을 평가하기 위해 준수모니터링 프로그램이 필요할 수 있습니다.
- 토지이용계획과의 적합성: 침투접근방식은 원수보호구역 및 수원보호구역과 같은 지역토지이용계획과 적합하지 않을 수 있습니다. DOT 프로그램 관리자는 기관정책 및 기술지침을 설정할 때 이러한 요소를 고려해야 합니다. 이러한 문제는 다른 종류의 침투접근방식에 따라 다릅니다 (절 1.5에 설명됨). 또한 구성은 이러한 조직의 위험을 줄이기 위해 적절한 BMP(모범관리실천) 선택, 설계, 구성 및 유지관리를 안내하도록 설계되었습니다.

1.5 침투접근방식의 분류

의사 결정 및 구현구성은 침투접근방식의 1). 전체적인 침투, 2). 최대화 부분침투, 3). 우발적 침투. 세 분류를 중심으로 구성됩니다.

이러한 분류는 주로 (1) 작동 가능한 상태를 유지하기 위해 특정 최소 침투율에 의존하는 정도, (2) 제공된 침투정도 및 (3) 침투목표의 특이성에 대한 설계접근방식에 따라 다릅니다.

1.6 침투 BMP(모범관리실천) 메뉴

이 지침매뉴얼은 먼저 침투접근방식의 분류를 기반으로 한 다음 개별 BMP(모범관리실천)유형의 특성에 기반하는 의사결정 구성을 제시합니다. 개별 BMP의 속성 및 적용 가능성에 대한 지식은 BMP 실행가능성 및 임시BMP선택에 대한 합리적인 계획수준의 결정을 지원할 수 있습니다.

<표 2>는 이 지침서에서 지원하는 침투 BMP의 메뉴를 요약 합니다 (일반적인 대체용어는 괄호 안에 표시됨). 각각에 대한 사실자료는 부록 A에 제공됩니다. (원문참조)

1.7 전체적인 침투평가 및 의사결정 구성

이 지침매뉴얼은 침투평가를 수행하고, 침투한계를 평가하고, 주어진 현장에 대해 침투접근방식에 대한 결정을 내리기위해 구조화된 구성을 제안합니다. 이 구성은 적절한 침투접근방식의 효율적인 조사 및 선택을 지원하기위한 것입니다. 주어진 프로젝트와 현장조건에 대한 결정적인 질문에 초점을 맞춰 효율성을 향상 시키도록 설계되었습니다. 이 구성의 전반적인 목표는 해당규정을 효율적으로 준수하기 위해 현장조건과 침투목표를 달성하는데 적절한 침투접근방식을 일치시키는 것입니다. <그림 1>은 이 절차의 개요를 제공합니다.(원문참조)

2. 조기의사결정 및 임시모범관리실천(BMP) 선택을 위한 구성작업 계획

이 장에서는 침투접근방식에 대한 결정을 지원하기위한 지침으로, 전체침투 및 평가 그리고 의사결정 구성의 처음 두 단계인 (1) 침투접근방식의 예비선택을 지원하기위한 목표설정 및 예비계획조사, (2) BMP 유형의 임시선택(부록 A의 BMP(모범관리실천) 사실자료 참조) 및 위치를 지원 합니다.

이 장에서는 고려해야 할 다양한 개념을 소개하지만 이 절차는 효율적이고 대부분의 경우 "데스크 톱" 방법을 사용하여 수행할 수 있습니다. 이 절차의 주요 구성요소 및 관련 평가도구는 <표 3>에 요약되어 있습니다. 이 장에서 의사결정도구는 정보를 구성하여 조기의사결정을 문서화하는 수단을 제공합니다. <그림 2>는 이러한 구성요소와 침투평가 및 의사결정절차 순서도의 관계를 보여줍니다.

이 장에서 설명하는 구성은 침투기반접근방식을 평가하고 개발하는 첫 번째 단계로 계획수준 현장평가를 포함한 초기 프로젝트 범위지정 및 예비계획 노력을 강조합니다. 나머지 단계는 이러한 예비계획 결

정을 기반으로 합니다. 예비계획 단계의 일부로 예비 데스크톱 조사를 수행하는 것은 일반적인 프로젝트 제공과 다를 수 있습니다. 그러나 이러한 단계를 일찍 수행하면 다음과 같은 이점이 있습니다.

- 조기식별은 여전히 가능한 경우 잠재적인 고품질 침투영역을 보존할 수 있습니다.
- 최우선 제약조건을 조기에 식별하면 관련이 없고 비용이 많이 드는 현장조사의 필요성을 없앨 수 있습니다.
- 예비 스크리닝은 보다 엄격한 설계단계평가의 범위를 침투 BMP가 배치될 가능성이 있는 영역에만 집중할 수 있으므로 더 큰 규모의 세부조사를 수행할 필요성을 완화할 수 있습니다.
- 임시 BMP 유형을 조기에 선택하면 선택한 BMP의 타당성을 결정하는데 특정한 질문에 답하기 위해 설계단계평가의 범위에 초점을 맞출 수 있습니다.

단계적 현장평가구성이 모든 프로젝트에서 적합하지는 않을 수 있습니다. 프로젝트팀은 현장평가범위지정의 일부로 프로젝트 규모, 예산, 일정, 토양변동성 및 기존정보를 고려해야 합니다. 어떤 경우에는 예비 스크리닝 및 설계단계 자료요구를 모두 지원하는 정보를 수집하는데 일회성 동원이 적절할 수 있습니다. 프로젝트팀은 프로젝트별 요인 및 지역기준에 따라 2장의 권장사항을 조정해야 합니다.

2.1 침투 목표 설정

계획 및 설계팀은 침투와 관련된 기본목표를 평가하는 것으로 시작해야 합니다. 이는 BMP 전략의 선택을 알리고 후속단계에서 침투조사의 노력수준을 안내할 수 있습니다. 침투와 관련된 목표가 더 엄격하거나 침투를 성공적으로 활용하는 것과 관련된 상당한 비용절감이 있는 경우, 침투조사를 위해 더 많은 노력이 정당화될 수 있습니다. 목표가 더 유연하거나 침투 외에 다른 접근방식으로 충족될 수 있는 경우 현장조사 및 BMP선택에 더 효율적인 접근방식을 사용하는 것이 적절할 수 있습니다.

2.2 BMP(모범관리실천) 선택을 지원하기 위한 예비타당성분석

예비계획 또는 예비단계는 프로젝트개발의 초기단계를 말하며, 이상적으로는 환경허가 등의 허가가 동시에 진행됩니다. 이 단계에서 프로젝트팀은 프로젝트의 일반적인 범위를 알고, 프로젝트 제약조건을 결정하고 부지를 배치하고 우수관리접근방식을 결정하기 위해 노력합니다. 프로젝트 팀은 이 단계에서 다음을 포함하여 침투타당성평가를 시작하여 우수관리결과를 개선할 수 있습니다.

- 조건이 가장 적합한 공간을 지정하십시오.
- 의사결정을 지원하고 확인하기 위해 관련자료 요구사항에 대한 후속조사에 집중합니다.
- 대체접근방식 및 대체프로젝트제공방법의 필요성을 결정합니다.

이 단원의 목적은 이 단계에서 적용할 수 있는 계획수준의 침투가능성조사를 요약하는 것입니다. 이 단계에서 프로젝트팀은 물리적 제약, 지하수 및 지반 공학적 타당성, 침투능력의 특성화를 지원하기 위해 기존 현장정보 및 간편한 현장평가기술에 대한 검토를 기반으로 정보를 수집합니다. 그런 다음 프로젝트팀은 설정된 침투목표와 함께 2.3절에서 이 정보를 사용하여 프로젝트에 대한 예비침투접근방식을 선택합니다.

이 장은 가능한 경우 주로 데스크톱 방법과 신속한 현장방법에 의존합니다. 현장수준 자료는 타이밍 및 현지 접근제한으로 인해 이 단계에서 항상 실행가능하지 않을 수 있습니다. 프로젝트팀이 초기결정을 지원하기 위해 현장자료를 얻을 수 있다면 이러한 결정을 수정해야 할 잠재성을 줄일 수 있습니다.

2.3 예비침투접근법 선택

이 단계는 사용자가 확립된 침투목표 (절 2.1) 및 예비침투실행가능성 (절 2.2)과 일치하는 예비침투접근방식을 선택하도록 안내합니다. 이 단계의 기본요소는 다음과 같습니다 (그림 5 참조).

1. 침투의 예비타당성과 바람직한지를 결정하기 위해 현장평가 자료를 수집합니다.
2. 침투목표의 맥락에서 예비현장평가 자료를 해석합니다.
3. 잠정적으로 침투전략을 선택 하십시오 : (1) 전체 침투, (2) 최대화하는 부분침투, (3) 부수적 침투 또는 (4) 대체 비 침투접근방식. 다음 부분에서는 이러한 각 단계에 대한 지침을 제공합니다. 이 프로세스를 시작할 때 고려해야 할 두 가지 주요 개념이 있습니다.
 - 침투는“예” 또는 “아니오”로 결정이 되어서는 안됩니다. 침입의 양을 제한할 수 있는 일부조건이 존재하지만 이 결정은 종종 단순한 "예"또는 "아니요"가 아닙니다. 더 자주, 프로젝트 제안자들이 직면하는 실질적인 결정은 적용 가능한 BMP크기 요구사항(예 : 전체침투)을 충족하기 위해 침투에 전적으로 의존할지 아니면 부분적 또는 부수적 침투를 촉진하는 관행을 사용하는 동시에 크기 요구사항을 충족하는 추가 비 침투절차를 제공할지 여부입니다.
 - 임시선택은 최종적이지 않을 수 있습니다. 이는 침투가 실행 가능한 것으로 판단하기 위해 신속하거나 거친 방법을 사용하는 경우 특히 그렇습니다. 프로젝트팀은 종종 특정 BMP위치에서 시험을 통해 예비결과를 확인해야 합니다. BMP 유형의 임시선택은 더 정제된 방법이 타당성에 대한 다른 결과를 산출하는 경우 변경될 수 있습니다.

2.4 임시 BMP(모범관리실천) 선정

이 단원에서는 의사결정 절차의 2단계를 지원 합니다 (그림 6 참조). 이 단계에는 프로젝트의 BMP유형 및 위치를 임시로 선택하는 작업이 포함됩니다. 이는 절 2.2 및 2.3의 예비결과를 기반으로 해야 합니다 (총괄적으로 의사결정과정의 1 단계). 이 단계의 목적은 필요한 경우 적절한 확인조사 및 분석범위를 지정할 수 있도록 잠재적 BMP위치와 BMP유형을 좁히는 것입니다. 이 단계의 결과는 일시적일 수 있습니다.

주요 질문은 다음과 같습니다.

- 예비침투타당성범주와 침투목표의 중첩을 고려할 때 어떤 BMP가 가장 적절합니까? (절 2.4.2)
- 침투가 구현될 수 있는 현장영역에 대해 적용가능하거나 적합한 BMP(위치, 형상 및 사용 가능한 공간의 크기 고려)는 무엇입니까? (절 2.4.3)
- 어떤 BMP가 지역기후와 호환됩니까? (절 2.4.4)
- 여러 BMP를 사용할 수 있는 경우 다른 결정요소와 비교하여 어떻게 비교합니까? (절 2.4.5)
 - 상대적인 지반공학 위험수준
 - 지하수 수질위험의 상대적 수준
 - 상대적 안전
 - 상대적 전체 수명주기비용
 - 상대적 운영관리 요구사항

3. 우선순위 분석 및 조사를 통한 임시 모범관리실천(BMP) 선택 확인

이 장에서는 침투접근방식, BMP 유형 및 위치의 예비선택을 확인하거나 수정하는데 필요할 수 있는 우선순위분석 및 현장조사에 대한 지침을 제공합니다. 이것은 전반적인 의사결정 과정의 3단계입니다.

3.1 계획자취별 BMP(모범관리실천) 확인절차

다음 단원에서는 2단계에서 결정된 임시위치에서 선택한 침투 BMP유형을 확인하거나 수정하기 위해 권장되는 다음 단계를 설명합니다. 이 프로세스의 개요는 <그림9>에 제공됩니다. 이러한 자취번호는 <표 10>에 제시된 모형과 일치합니다. 자취는 다음 하위 단원에서 자세히 설명합니다. <그림 9>를 사용하려면 왼쪽 열에서 임시로 선택한 BMP에 가장 적합한 자취번호를 찾습니다. 유형 및 위치. 잠정적으로 선택된 BMP가 적절한지 확인하는데 필요한 분석 및 조사를 결정하기 위해 읽어보십시오. 다음 하위단원에서 자세한 설명을 제공합니다.

3.2 설계 침투율

모든 전체침투BMP와 지정된 침투성능을 충족하도록 설계중인 부분침투 BMP에 대해 설계수준 침투시험이 필요합니다. 설계수준 침투시험은 예비계획 침투임계값을 확인하고 설계 침투율을 개발하는데 사용됩니다. 특정 침투율에 의존하지 않고 침투의 특정 정량화를 달성하도록 설계할 필요가 없는 부분침투 BMP에는 설계단계 시험이 필요하지 않을 수 있습니다.

3.3 크기 및 성능타당성

설계 침투율은 부지에 지원할 수 있는 BMP 유형, 이러한 BMP에 대해 허용 가능한 저수깊이, 특정 설계유수유출체적 (예 : 85백분위수)을 포착하는데 필요한 발자취에 중요한 영향을 미칩니다.) 또는 장기 성능기준을 완성 합니다 (예 : 장기유출량의 80 %를 처리하거나 침투).

BMP의 가용공간이 더 제한됨에 따라 BMP의 저수깊이는 일반적으로 유사한 양의 빗물저장 공간을 제공하기 위해 증가해야 합니다. 이것은 재하비용을 증가시킬 수 있으며, 결과적으로 수위저하 시간을 증가시키고 지하수 독 및 막힘 위험을 증가시킬 수 있습니다. 결과적으로 공간이 제한적이고 침투율이 보통인 현장에서는 크기 및 성능 목표를 달성하기 위해 침투에만 의존하는 것이 불가능할 수 있습니다.

<표 23>은 다양한 유형의 완전 침투 BMP를 지원하는데 일반적으로 필요한 최소설계 침투율 범위와 대표적인 1인치 강우에서 유출물을 잡아내고 저장하는데 필요한 관련 부하비용을 요약합니다.

3.4 지반조사결과 및 권장사항

빗물침투가 고속도로 환경근처 또는 내에 있을 때 침투를 평가하는 지질보고서는 일반적으로 표준관행입니다. 부록 E는 침투에 대한 지질보고서의 내용을 평가하고 권장하는 요소에 대한 지침을 제공합니다.

3.5 지하수 수질조사 결과 및 권장사항

예비평가로부터의 개선지역 지하수의 복잡성과 적용 가능한 지하수수질기준에 따라 개선은 상대적으로 적은 노력에서 상당한 노력까지 다양할 수 있습니다. 예비심사 (2.2.5 절)의 일환으로 프로젝트팀은 추가평가의 필요성을 식별해야 합니다.

3.6 대체 프로젝트 인도

프로젝트 인도는 계약자 접촉, 건설 감독 및 계약 종료시 유지보수책임 이전을 포함하여 프로젝트를 설계, 입찰, 계약 및 건설하는 접근방식을 의미합니다. 일반적인 프로젝트 인도절차("설계입찰구축"이라고 함)에는 설계자와 공식적인 관계가 없는 계약자에 의한 계획개발, 입찰, 건설이 포함됩니다. 침투접근법과 관련된 이 계약 절차의 잠재적 한계는 원문을 참조하시기 바랍니다.

3.7 3단계 결과 — 타당성조사결과

<표 24>는 이 단원에 설명된 방법 및 기준의 타당성 결정을 확인하기 위한 모형을 제공합니다. 각 측정 기준에 대해 침투가 지원되는 정도를 결정하려면 현지지침을 참조해야 합니다. 이를 위해서는 현장별 요구 사항을 결정하기 위해 현지규제당국 및 기술전문가와 협의가 필요할 수 있습니다. 시작점으로, 타

당성 기준의 예가 3.2 ~ 3.5절에 요약되어 있으며 지역 기준이 없는 경우 참고자료로 사용할 수 있습니다. 각 요소를 평가할 때 설계팀은 현장 설계, BMP설계 또는 기타 프로젝트개발측면을 통해 위험을 완화하기 위한 합리적인 접근방식을 고려해야 합니다. 3.2절 ~ 3.5절에서는 침투가능성을 개선하기 위한 합리적인 완화접근법의 예를 제공합니다.

<표 24>는 사이트에 적용되지 않거나 간단한 설명으로 해결할 수 없는 문제에 대한 의사결정을 문서화하는 방법으로 사용하기 위한 것입니다. 의사결정을 문서화하는 방법으로 사용됩니다. 더 많은 현장별 평가가 필요한 문제의 경우 적용 가능한 보고서 또는 연구를 참조하여 <표 24>를 작성할 수 있습니다.

4. 침투 모범관리실천(BMP)의 설계, 시공 및 유지관리에 대한 주요 고려사항

4.1 개요

DOT와의 조사 및 인터뷰(프로젝트 요약보고서 참조)를 통해 연구팀은 DOT가 침투 BMP의 설계, 시공 및 운영관리에서 직면하는 문제에 대한 시사점을 얻을 수 있습니다. 다음은 이러한 조사 및 인터뷰의 주요내용입니다

- 가장 일반적인 실패원인은 (1) 부지에 대한 불완전한 정보로 인해 부적절한 설계가정으로 이어지고 (2) 프로젝트 건설단계에서 BMP의 압축 또는 막힘(compaction or clogging)과 관련이 있었습니다.
- 가장 까다로운 설계문제는 (1) 철저한 조사를 수행한 후에도 장기적으로 원래규모 침투율의 나머지 불확실성과 (2) BMP를 위한 충분한 공간을 제공하는 문제였습니다. 다양한 다른 요인들도 확인되었습니다.
- 응답자들은 적절하게 고려해야 하는 많은 요소에 대해 언급했습니다. 하나의 누락된 요소로 인해 조기 BMP 실패가 발생할 수 있습니다.
- 응답자들은 특히 BMP의 성능과 상존가능성이 침투율에만 의존하는 경우 유지보수 계획 및 구현과 관련된 문제를 확인했습니다. 유지보수 요구사항의 불확실성은 침투 BMP사용에 중요한 장벽입니다.
- 응답자들은 또한 BMP가 유지될 수 있는 방식으로 선택되고 설계되었는지 확인하기 위해 각 설계 단계에서 운영관리 담당자와 상의하는 것이 중요하다고 강조했습니다.
- 마지막으로 응답자들은 춥고 건조한 기후에 적용되는 몇 가지 고려사항을 확인 했습니다 (부록 I 참조). 이 장에는 침투 BMP의 설계, 구성 및 운영관리를 개선하기 위한 세 가지 주요접근방식이 포함되어 있습니다.
- 설계 및 시공계획의 일부로 제안된 BMP의 잠재적인 실패형태를 평가합니다. 이를 통해 이러한 오류 발생위험을 줄이거나 오류가 발생할 경우 결과를 줄이기 위한 접근방식을 식별할 수 있습니다. 부록 J는 침투 BMP 실패에 대한 몇 가지 사례연구를 제공합니다.
- 현장조건, 시공방법 및 향후 운영관리의 불확실성에 대한 현실적인 평가를 수행합니다. 이 평가는 이러한 불확실성 범위 내에서 작동 가능한 상태를 유지할 가능성이 더 높은 설계개발을 지원하는데 사용할 수 있습니다 (즉, 더 탄력적 임).
- 설계 프로세스의 일부로 운영관리 요구사항 및 방법을 평가하고 시스템 설계와 관련하여 운영관리 직원의 의견을 구합니다. 이는 수용 가능한 비용으로보다 효율적으로 운영하고 유지관리할 수 있는 BMP 설계를 지원할 수 있습니다.

4.2 토양 및 막힘 및 관련 설계결정

막힘은 침투 및 여과 BMP에 내재된 과정입니다. 대부분의 경우 관련 질문은 막힘 발생 여부가 아니라 막힘 발생빈도와 발생시 침투율을 복원하는데 필요한 사항입니다. 침투 또는 여과 BMP가 막힐 것으로 예상되는 속도는 다음을 포함한 여러 요인의 함수입니다.

- 배수지역에서 퇴적물부하
- 퇴적물부하에 대한 BMP 발자국
- 토질 및 매체특성
- 식생의 존재 및 식생유형
- 전처리 사용

- 도로 염분 및 샌딩

일부 요인은 프로젝트설계자의 통제를 벗어난 것일 수 있지만 (예 : 도로 유출의 퇴적물 농도, BMP에 사용할 수 있는 자취 및 토양속성) 나머지 프로젝트 설계결정은 다음을 포함하여 막힘 위험에 큰 영향을 미칠 수 있습니다.

4.3 전처리 BMP의 선택

전처리 BMP는 퇴적물축적 및 관련 막힘 속도를 줄여 BMP수명을 연장할 수 있습니다. (4.2절 및 부록 F) 지하수수질에 대한 잠재적 영향을 피하기 위해 전처리 BMP의 사용이 필요할 수 있습니다. (부록 D 및 3 장 참조) <표 26>에는 잠재적인 전처리 BMP가 포함되어 있으며 이러한 BMP가 막힘 및 지하수 보호를 얼마나 잘 처리하는지 분류하고 적절한 사용을 설명합니다. 설계자는 프로젝트별 인자에 근거해 전처리 옵션선택을 지원하는 이 표를 사용할 수 있습니다.

4.4 침투 BMP(모범관리실천)에 대한 적응형 설계접근방식

침투 BMP(모범관리실천)의 조사 및 설계에서 적절한 신뢰를 얻을 수없는 경우가 있지만 엄격한 침투목표는 전체침투를 달성하려는 인센티브를 생성합니다. 이는 대부분 건설 활동이 발생하기 전에 신뢰할 수 있는 본격적인 장기 침투율을 확신할 수없는 경우입니다. 예는 다음과 같습니다.

- 소규모 시험을 전체 운영으로 안정적으로 변환할 수 없음
- 시공 후 체적밀도 및 수정된 토양의 투과성을 예측하기 어려움
- 시공 전에 제안된 BMP 위치 침투표면에 접근할 수 없음 (예 : 허가 또는 굴착요건)
- 건설영향으로부터 침투영역을 보호할 수 없음과 이러한 영향을 완전히 해결할 수 있는 능력에 대한 불확실성

이러한 경우 적응형 설계접근방식(예 : 기본 제공되는 비상 침투 BMP계획)이 중요한 역할을 할 수 있습니다. 이 옵션은 완전침투 BMP가 제안될 때마다 권장됩니다.

적응형 설계를 통해 BMP의 최종등급에 도달한 후 최종 확인시험을 수행할 수도 있습니다. 이를 통해 보다 신뢰할 수 있는 침투시험방법을 사용할 수 있습니다. 부록 B는 BMP의 확인시험에 적용할 수 있는 시험방법에 대한 지침을 제공합니다.

4.5 설계 수명을 연장하기위한 기타 설계 접근법 또는 복원력 향상

4.5.1 희생 토질층

침투 또는 여과 BMP의 막힘 속도는 유지보수 간격을 결정할 수 있습니다. 다른 모든 것이 동일하기 때문에 높은 침투율로 시작하는 시스템은 낮은 침투율로 시작하는 시스템보다 유지보수가 필요하기 전에 더 많은 막힘을 견뎌낼 수 있습니다. 희생토양 또는 매체 층은 매립된 전처리 층 역할을 하기 위해 덜 투과성인 기본 토질 위에 배치된 재료 층(모래, 토양, 공학 매체)으로 구성 됩니다 (그림 15 참조).

더 높은 투과성으로 인해 더 많은 퇴적물이 기본 층의 제한속도에 도달하기 전에 이 층에 적재 될 수 있습니다. 또한 이 물질이 유입되는 퇴적물보다 상당히 거칠면 표면 여과(케이프 여과라고도 함)보다는 매체에서 심층 여과 공정이 우세할 가능성이 더 높습니다. 재료는 일반적으로 깊이 여과가 우세 할 때 더 큰 하중을 수용 할 수 있습니다. 개념기준에는 다음이 포함됩니다.

- 침투성은 기초토질보다 5 ~ 10배 높습니다.
- 층 깊이는 6-12인치입니다.
- 균등 계수(D60 / D10)는 약 1.5입니다 (즉, 상당히 균일한 재료).
- 평균 입자크기는 0.5mm ~ 2mm입니다.
- BMP는 희생 층을 주기적으로 제거하고 제거할 수 있도록 설계되었습니다.
- 희생 층은 지면압력이 낮은 장비를 사용하여 느슨하게 배치되고 가볍게 압축됩니다. 약 80lb / ft³의 목표 체적밀도가 권장됩니다. 설계는 희생층의 약 10% 퇴적을 허용해야 합니다.

4.6 침투 및 여과 BMP에 대한 영향을 줄이기 위한 건설현장관리 및 단계

침투 및 여과 BMP는 건설 활동 중 또는 직후에 침전 및 압축에 취약합니다. 이러한 문제는 침투 및 여과 BMP 실패의 가장 일반적인 원인 중 하나입니다. 여러 건설단계접근방식을 사용하여 이러한 위험을 줄이거나 발생하는 경우 이를 해결할 수 있습니다.

4.7 BMP 운영관리 촉진을 위한 설계

모든 구조적 우수BMP와 마찬가지로 침투 BMP는 작동 가능한 상태를 유지하기 위해 정기적인 유지보수 및 검사가 필요합니다. 모범사례로서 설계자는 설계단계부터 운영관리 직원과 상의해야 합니다. 이로 인해 유지관리가 더 간단한 설계가 될 수 있습니다. 경우에 따라 추가 설계복잡성과 비용이 유지관리를 단순화 할 수 있습니다. 또한 유지보수에 실패한 경우 BMP가 성능저하 또는 성가신 조건에 덜 민감하게 만들 수 있습니다. 이 절의 규정은 운영관리 비용을 제어하는 BMP 설계를 생성합니다.

4.8 운영관리 매뉴얼

시설별 운영관리 매뉴얼의 개발은 시설을 유지 관리할 책임이 있는 주체에게 유지관리요구를 전달하는데 도움이 될 수 있습니다.

4.9 건설 후 모니터링

구축된 침투 BMP(모범관리실천)를 모니터링하면 다양한 의문과 현재 자료 격차를 해결할 수 있습니다. 모니터링은 유지관리계획, 수행평가, 영향평가 등 다양한 목적에 사용될 수 있습니다.

5. BMP 선정 및 크기조정 사례연구

이 장에서는 지역기관 및 프로젝트 제안자가 침투 BMP의 선택 및 설계에 어떻게 접근했는지에 대한 사례연구를 제공합니다. 각 사례연구는 사용된 절차의 하이라이트와 내린 결정을 보여줍니다. 또한 각 사례연구에는 이 지침서에 설명된 의사결정 절차가 이러한 사례에 어떻게 적용될 수 있었는지 요약하는 단원이 포함되어 있습니다. 이 지침매뉴얼의 마지막 부분에는 매뉴얼의 각 단계에 매칭된 사례가 정렬되어 있습니다.

5.1 사례 연구-WSDOT 여과 스트립 설계 방법론

WSDOT(워싱턴 교통국)는 다양한 형태의 식생여과스트립 BMP로 주내5개소의 일부를 개조하고 BMP 성능을 평가하기 위해 모니터링을 수행했습니다. 이 설치의 WSDOT가 MS4 허가요건을 준수하는데도 도움이 되었습니다. 여과스트립은 2010년 5월에 설계되었으며 2011년 9월에 시공이 완료 되었습니다. 이 사례연구는 이러한 시스템에 사용된 현장조사 및 설계절차의 하이라이트를 제공합니다. 이 프로젝트의 일환으로 사용되는 조사 및 설계 절차는 워싱턴 주 고속도로에 있는 다른 식생여과스트립설치와 유사합니다.

5.2 사례연구 — 새 프로젝트를 위한 적응형 설계접근법

미국 남서부의 새로 계획된 공동체는 엄격한 규제조사를 거쳐 환경허가 및 설계의 일환으로 침투에 대한 엄격한 고려를 수행해야 했습니다. 단지 운송프로젝트는 아니지만 이 프로젝트의 요약은 DOT 프로젝트, 특히 중앙 집중식 시설에서 빗물침투를 제안하는 새로운 프로젝트에 적용 됩니다.

5.3 사례연구-Ballard Rain Gardens에서 얻은 교훈

2010년에 시애틀 시설공단(SPU)은 Ballard 지역의 ROW 도시 8개 블록에 생물저류시설을 설치했습니다. 건설 후 겨울에 광범위한 실패가 기록되었습니다. SPU는 셀의 약 1/3이 배수되지 않고, 1/3은 너무 느리게 배수되고, 1/3은 설계된 대로 작동하고 있다고 판단했습니다 (그림 25). 이러한 문제를 해결하려

면 시설 40%를 제거하고 지하배수시설을 50% 개조했습니다. SPU의 계획, 설계 및 건설절차 (Tackett 및 Colwell n.d.)에 대한 회고적 평가는 도시가 도로변 침투 BMP를 계획하고 설계하는 방식에 변화를 불러일으키는 교훈을 보여주었습니다.

5.4 요약

이러한 사례연구는 의사결정 절차에 대한 간략한 개요와 실제 침투프로젝트에서 얻은 교훈을 제공합니다. 이러한 사례연구는 또한 이 지침서에 설명된 의사결정구조를 실제 프로젝트에 적용할 수 있는 방법을 소개합니다. BMP 실패에 초점을 맞춘 침입 BMP에 대한 추가 사례연구는 원문 부록 J에 포함되어 있습니다.

<원문제목> Stormwater Infiltration in the Highway Environment: Guidance Manual

<원문출처> National Academy of Sciences(TRANSPORTATION RESEARCH BOARD)