

건축 구조체 부상방지를 위한 SDM 공법



홍 종 인 대표이사
(주)시그마기술이엔지

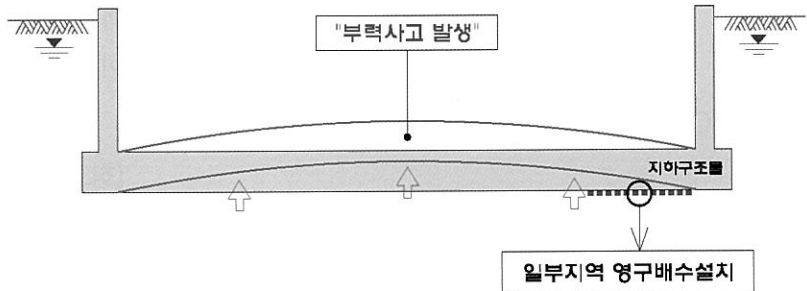
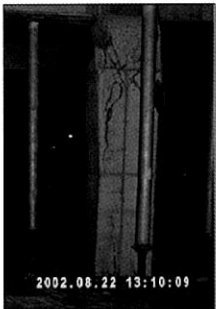


이 준 전무이사
(주)시그마기술이엔지

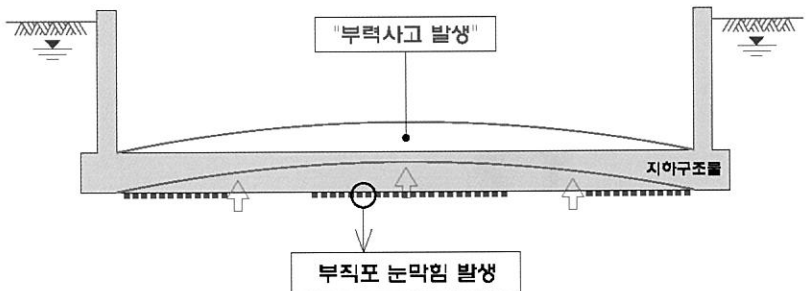
1. 지하수의 양압력에 의한 부상사고 사례

지하수에 의한 부력사고는 매년 집중되는 장마에 의한 지하수위 상승 및 게릴라성 집중호우에 의하여 발생된다. 이에 대한 대책으로 부상방지공법을 적용해도 부직포(토목섬유)의 투수성능 저하현상, 즉 부직포의 눈막힘(Clogging) 현상에 의해

구조체의 부상이 발생하는 경우가 있다. 그림 1과 그림 2는 부력방지대책이 미흡하거나 부력방지대책을 적용하였다 하더라도 부직포의 눈막힘현상 발생으로 지하구조체가 부상하여 심각한 손상이 발생한 경우이다. 그림 1은 설계 당초 지하수위가 낮아서 부력에 대한 대책공법을 일부 적용하였으나 게릴라성



[그림 1] 부상방지대책 미흡에 의한 사고(기둥 및 바닥 균열)



[그림 2] 부직포 눈막힘(Clogging)에 의한 사고(기둥 및 바닥 균열)

집중호우에 의해 부상된 현장이며 그림 2는 부상방지대책으로 영구배수를 적용하였지만 세립자에 의한 부직포의 눈막힘(Clogging)현상 발생으로 구조체의 부상이 발생한 사례이다.

2. SDM 공법의 소개

2.1 공법의 개요

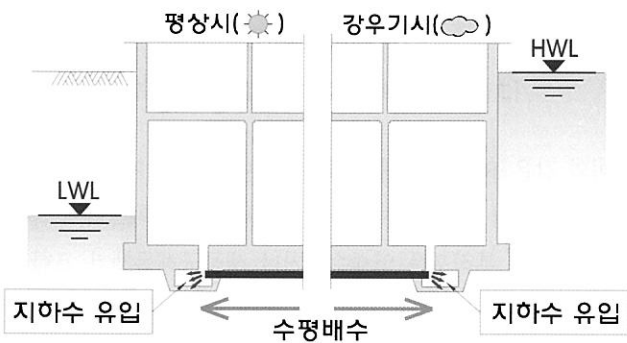
지금까지 지하구조물에 적용되었던 부상방지공법은 Rock Anchor공법 또는 영구배수공법등이 주로 적용되어 왔다. 이들 공법은 나름대로 적용성을 가지고 있으나 공법의 특성상 내재된 취약점을 포함하고 있어 이에 대한 개선이 요망되었다.

우선 Rock Anchor 공법은 장점에 비하여 공사비가 너무 고가인 것이 현장 적용의 어려움이었으며, 그림 3의 영구배수공법은 공사비면에서 경제적이지만 영구적인 지하수 펌핑에 의한 유지관리비용의 발생 및 주변 지반 침하에 의한 민원 발생등으로 적용을 어렵게 만들었다. 본 SDM 공법은 그림 4와 같이 연직관을 이용 한시적 펌핑 및 지반침하 방지를 유도하여 민원의 발생요인을 최소화 하도록 하였다. 또한 부직포

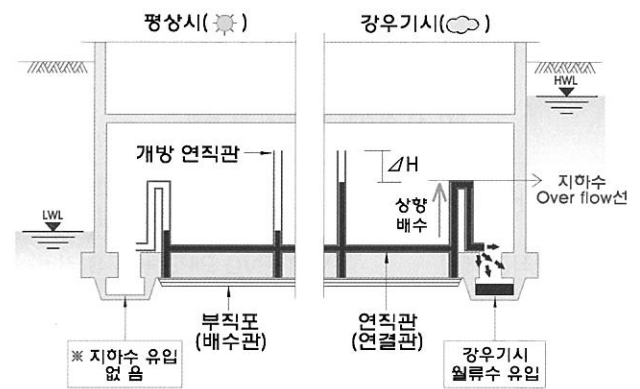
의 눈막힘 발생량을 계측하고 이에 따른 부직포의 투수성능을 정상화 시킬 수 있는 시스템을 겸비하여 영구적인 부상방지 대책으로서의 경제성과 신뢰성을 향상시켰다.

2.2 SDM공법 - 상수위제어 시스템

SDM공법을 구성하고 있는 상수위제어 시스템은 그림 5와 같이 구조물의 자체 부력저항력이 반영된 소정의 높이에 상단 개방 연직관을 설치하여 이를 통해 지하수를 유동시키는 시스템이다. 즉 외부 지하수위가 연직관 설치 높이와 비교하여 연직관 높이를 초과하는 경우에만 지하수의 월류(Over Flow)가 발생하여 구조체의 안정을 유지하도록 한다. 이에 따라 일반 영구배수공법에 비하여 유입 지하수 발생량이 극감하며 지하구조물 주변의 지하수위의 저하 현상이 미미하여 주변 지반의 침하현상을 방지할 수 있다.

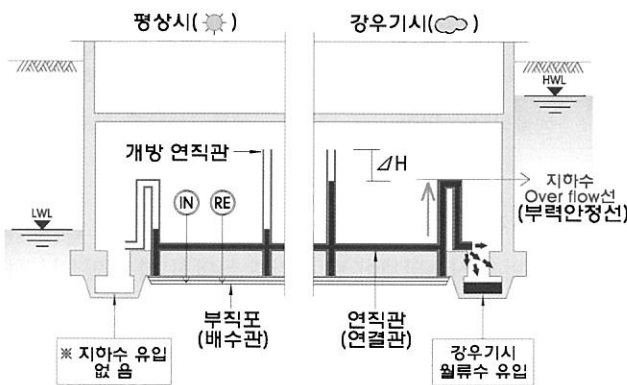


[그림 3] 영구배수공법

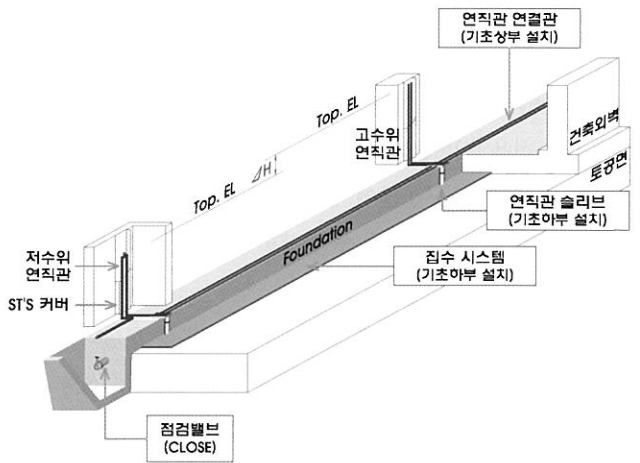


[그림 5] 상수위제어 시스템 표준도

그림 6은 상수위제어 시스템의 설계적용 상세로서 3개의 주요 요소로 구성되어 있다. 우선 기초저면의 토공면상에 부직



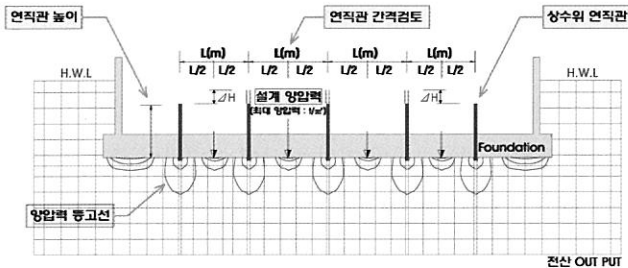
[그림 4] SDM공법



[그림 6] 상수위제어 시스템 시공도

포로 감싸여진 배수관(집수시스템)을 설치한 후 지하수위를 제어하기 위한 연직관 슬리브(시점부)를 설치한다. 다음은 건축구체콘크리트 타설 후 연직관을 연결하기 위한 연직관 연결관이 설치되며 마지막으로 지하수위를 제어하기 위한 연직관 및 보호용 ST'S 커버가 설치된다.

물론 연직관 높이 및 간격에 따른 구조검토는 그림 7과 같이 SEEP/W 유한요소해석을 이용하여 기초하부에 작용하는 설계양압력이 허용치 이하가 되도록 계획한다.



[그림 7] 상수위제어 시스템의 유한요소해석

[표 1] 연직관 설치위치 및 제원

연직관 설치 위치	최외벽부 기둥배면 (기타 기둥부 설치 없음)
연직관 제원	VG1-PVC PIPE +ST'S 커버

2.3 SDM공법 - 부직포눈막힘 계측 및 정상화시스템

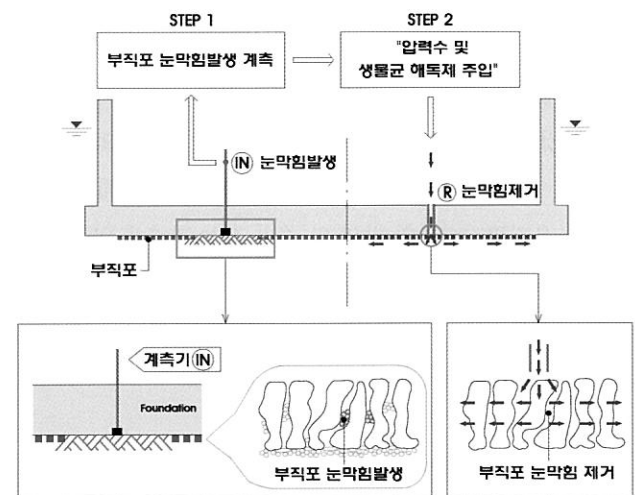
현재 적용되고 있는 영구배수공법은 유입수를 통하여 유동하는 토립자를 필터링하여 배수관의 막힘을 방지하기 위한 토목섬유가 토공면에 직접 접하여 설치된다. 이에 따라 장기적인 세립자의 유입 및 생물균 등의 번식에 의하여 부직포의 투수성능이 저하되는 눈막힘(Clogging)현상이 발생하곤 한다.

눈막힘(Clogging)현상은 단순히 토목섬유의 투수성능 저하로만 한정되는 것이 아니라 유입되는 지하수의 적정 배수가 억제되어 허용양압력을 초과하는 지하수압이 기초저면에 작용하게 된다. 이는 구조물에 심각한 손상을 줄 수 있는 상향압력으로 작용하여 공용기간 중 발생할 수 있는 사고사례중 하나가 될 수 있다.

SDM 공법을 구성하는 부직포눈막힘 계측 및 정상화시스템은 이와 같은 부직포의 장기적인 눈막힘에 의한 투수성능저하량을 미연에 계측하여 이를 정상화 시킬 수 있는 정보화 시스템이다. 그림 8 과 같이 토목섬유가 미 설치된 토공면에 작용

되는 양압력을 계측 할 수 있는 시스템을 설치하고, 부직포의 투수성능이 변화되면 이에 따라 나타나는 기초저면의 순수양압력 변화량을 계측하게 된다.

계측에 의하여 허용치 이상의 양압력 발생량이 감지되면 그림 8 에 도시된 바와 같이 부직포와 직결된 점검구(R)를 통하여 부직포의 투수성능을 정상상태로 회복시킨다. 일반적으로 지반에 설치된 부직포는 언급한 바와같이 지중의 세립자 또는 생물균 즉 이끼류등에 의하여 배수구멍의 막힘이 발생한다. 요즘과 같이 지하수가 여러 공해물질로 오염된 경우 이로 인한 눈막힘이 발생할 수도 있다.



[그림 8] 부직포 눈막힘 계측 및 정상화시스템

이와 같은 요인에 의해 부직포의 투수성능이 기춘치이하로 저하되면 점검구(R)를 통하여 표 2에 나타난 바와같이 고압수를 주입하여 부직포를 역세수하거나 생물균해독제가 포함된 고압수를 동일방법으로 주입하여 부직포의 기능을 정상상태로 회복시킨다.

[표 2] 눈막힘원인 및 제거방법

부직포 눈막힘요인	제거방법
세립자에 의한 눈막힘	고압수에 의한 역세수
생물학적 눈막힘	생물균해독제 살포

2.4 SDM 공법 적용 사례

SDM 공법은 상수위제어 및 부직포 눈막힘 계측 및 정상화 시스템으로 구성되어 있으며 국내 다수의 현장에 적용중에 있다. 표 3은 영구배수와 비교된 SDM 공법의 유입지하수의 배출량이며 표 4는 부직포 눈막힘 발생량 계측결과이다.

[표 3] SDM 공법과 영구배수공법 배출량비교(년간)

구 분	SDM공법	영구배수공법
A site	2,505m ³ (1백만원)	22,470m ³ (8백만원)
B site	53,955m ³ (2천만원)	145,900m ³ (5천만원)

[표 4] 눈막힘 발생량 계측결과

구 분	설계양압력	계측양압력	부직포투수성능
l1	2.5m	2.3m	O.K
l2	2.5m	2.5m	O.K
l3	2.5m	2.4m	O.K

근래 서울시를 비롯한 각 지자체에서 친환경 정책에 따라 유출지하수에 대한 하수도사용료를 부과하고 있으며 앞으로 점점 강화될것으로 전망된다. SDM 공법은 표 3에서와 같이 유출 지하수량을 상당수 감소시킬 수 있으므로 향후 각 지자체의 친환경대책에 부합할 수 있을 것이다.

또한 표 4와 같이 토목섬유의 고유기능인 투수성능의 계측을 통하여 고가의 구조물을 부력사고로부터 안전할 수 있도록 신뢰성을 향상시켰다.

상기에 언급된 바와 같이 건축구조물에 적용되던 기존의 부상방지공법은 장기적인 유지관리비용발생, 주변지반침하 발생, 주요부재의 장기적 기능저하문제 등의 가시적인 취약점과 지자체의 친환경정책 등으로 적용의 어려움이 있었다. SDM 공법은 계측 정보화를 통하여 신뢰성을 갖추었으며 환경친화적인 기능을 동시에 이룰수 있는 부상방지공법이다. 다음은 SDM공법이 적용된 국내 현장 사례이다.



[그림 9] 세종시 정부종합청사 신축현장



[그림 10] 래미안 아파트 신축현장



[그림 11] 센트레빌 아파트 신축현장

5. 맺는말

이상으로 (주)시그마기술이엔지에서 개발하여 적용중인 SDM 공법의 특징 및 관련 상세를 간략히 소개하였다. 위에서 설명한 바와 같이 SDM공법은 환경친화적이며 사후기능유지를 위한 정보화시스템을 갖춘 부상방지공법으로서 앞으로 국내 건축물의 안전성 향상에 많은 기여가 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

1. 장연수, 이광열 (2006), "지반환경공학", pp.411 - 412.
2. (사)한국지반공학회 (1998), "지반공학시리즈 토목섬유", pp.115 - 118.
3. LH, SH공사 (2012), "부상방지설계안 및 설계기준".

※ 건축 구조체의 부상방지를 위한 SDM 공법에 대해 궁금한 사항은 아래의 연락처로 문의 바랍니다.

(주)시그마기술 이엔지 기술팀 02-3443-7755