

1 SIMEC 현장의 개착식 박스 구조물 방수공법

글 송태언 \ SIMEC 현장 차장 \ 전화 +65-6594-6540 \ E-mail songtairn@ssyenc.com
 글 배민혁 \ SIMEC 현장 대리 \ 전화 +65-6594-6540 \ E-mail widedream@ssyenc.com

1. 머리말

콘크리트 박스 구조물의 설계, 시공, 유지관리는 상호보완적인 관계를 갖고 있으며, 설계단계에서 안전성 및 사용성을 확보하더라도 시공시에 구조적 특성 및 환경조건에 의해 신축이음 및 시공조인트 등 다양한 형태의 조인트 발생과 구조물 수축팽창에 따른 거동, 부등침하, 과다하중, 진동발생에 의한 균열로 인하여 누수가 발생된다면 향후 안전성이나 사용성에 위협 받을 가능성이 크다. 특히 콘크리트 구조물 시공 시 피할 수 없는 것이 시공조인트 부분이며, 이 부분에서 시공 후 누수가 발생할 경우에는 점검을 통해 다양한 방법으로 보수 또는 보강되어야 할 것이다. 또한 싱가포르의 섬나라이므로 지하수위가 높아 개착구조물 시공 시 지하수에 대한 방수 대책을 철저히 세워야 하며, 문순시기인 11월에서 1월 사이에는 아주 잦게 스콜이 내리므로 구조물 방수작업에 있어 신중을 기해야 한다. 이러한 방수공법은 구조물의 안전성과 사용성에 직접적인 영향을 미치는 요소이므로, 현장 시공 시 철저한 관리가 요구된다. 따라서 본고에서는 구조물 유지관리에 중대한 요소인 방수공법 중, 당 현장에서 시공되는 구조물 슬래브 및 벽체의 방수공법, 시공이음부에 대한 유지관리 방수를 위한 주입 튜브 시스템(Injection Tube System)에 대해 소개하고자 한다.

2. SIMEC 현장 박스 구조물 방수

2-1. 현장 개요

- 1) 공사 개요
 - ① 프로젝트명 : Marina Coastal Expressway (Marina South 1) C482 Project
 - ② 발주처 : LTA (Land Transport Authority)

- ③ 계약 방식 : Fixed Lump Sum Contract
- ④ 공사 금액 : SGD 929,899,570
- ⑤ 공사 기간 : 56개월(2008년 10월 31일~2013년 6월 28일)
- ⑥ 하자 보수 : 18개월



2) 과업 범위

- ① 2연 Box 구조물 : 10차선(연장 1km)
: Depress Road - 330m, Main Tunnel - 670m
- ② Slip Road : 760m/590m(2개소)
- ③ Future Stub : 110m
- ④ Future Transit Tunnel(MRT) : 285m
- ⑤ Trunk Sewer : 1,135m(D=1,800mm, Semi Shield : 972m)

2-2. 방수 관련 시방 내용

- 1) 특별시방서(Particular Specification)
특별시방서에서는 아래와 같은 사항들을 명기하고 있다.
 - ① 시공 요구사항

- ② 시공이음부 처리
- ③ 파이프 관통부 처리
- ④ Ponding 시험
- ⑤ 검사 및 보강
- ⑥ 하부슬래브 저면 방수
- ⑦ 상부슬래브 및 벽체 방수
- ⑧ 재료 요구사항
- ⑨ 타구간과의 경계면 방수 등

2) 재료 및 시공관련 시방서(M&W Specification)

특별시방서에서 언급된 방수에 대한 스케치와 함께 자세한 내용을 소개하고 있으며, 아래와 같이 싱가포르 LTA에서 요구하는 박스구조물의 방수성을 다루고 있다.

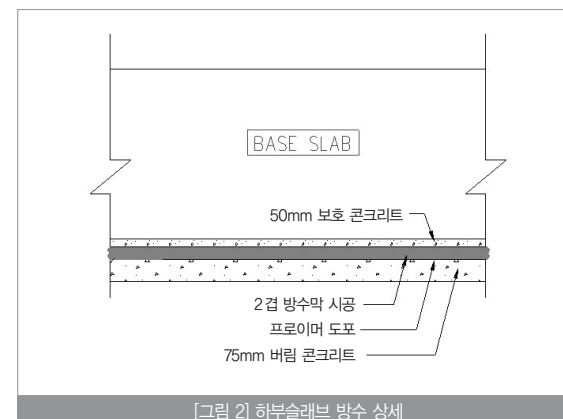
- ① 개착구간 박스구조물 외부 벽체 방수 상세 : 접착 막 또는 스프레이타입의 액체 폴리머 막 사용에 대한 내용
- ② 디월과 벽체 또는 상부슬래브 경계면 방수 상세
- ③ 상부슬래브 방수 상세 : 접착 막 또는 스프레이타입의 액체 폴리머 막 사용에 대한 내용
- ④ 지중구조물 벽체가 지표면으로 돌출되는 면에 대한 방수 방법
- ⑤ 지중구조물 상부슬래브 및 기타 노출 슬래브에 대한 방수 방법
- ⑥ 시공이음부에 대한 지수재 및 주입 튜브 시스템 관련 내용
- ⑦ 파이프, 킴포스트 또는 다른 관통물에 대한 방수 상세

2-3. 구조물 슬래브 및 벽체 방수

1) 하부슬래브

① 방수 상세

하부슬래브 방수 상세는 아래 [그림 2]와 같다. 슬래브 위치 바닥 면 정리 후 최소 75mm의 버림 콘크리트를 타설하고 방수막 접착을 도모하는 프라이머를 2회 도포하고 방수막을 55% 이상 겹치게 시공을 한 후 50mm 보호콘크리트 타설을 하여 완료한다.



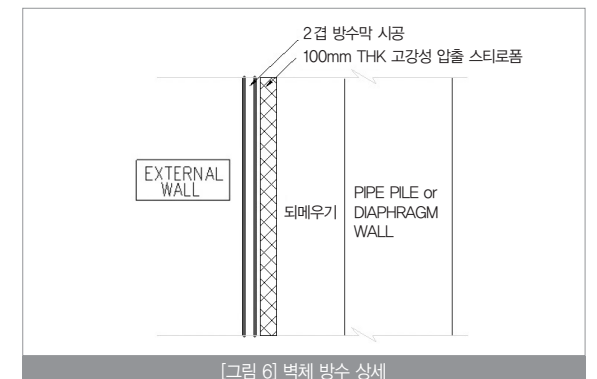
② 시험시공 사진



2) 벽체

① 방수 상세

벽체방수 상세는 아래 [그림 6]과 같다. 벽체방수는 하부슬래브와 같이 면정리 후 프라이머를 도포하고, 방수막을 55% 이상 겹치게 시공 후 되메우기 시 방수막이 찢어지는 것을 보호하기 위하여 고강성 압출 스티로폼 2겹(두께 50mm)을 설치하여 방수를 완료한다.



② 시험시공 사진



[그림 7] 벽체 프라이머 도포



[그림 8] 벽체 방수막 시공



[그림 9] 방수막 보호용 스티로폼 시공

상부슬래브까지 콘크리트 타설을 하고 나면, 방수 테스트를 하여야 한다. 방수 테스트는 특별시방서와 재료 및 시공관련 시방서에 절차 및 방법이 수록되어 있다.

당 현장에서는 총 2회에 걸쳐 방수 테스트를 수행한다. 첫 번째는 방수막 시공 전 상부슬래브에 12m x 12m x 0.15m(가로 x 세로 x 높이)규격으로 만든 다음 물을 가두고 48시간 지난 후 육안으로 상부슬래브 하면을 관찰한다. 두 번째는 같은 규격으로 방수막 시공 후 물을 가두고 48시간 지난 후 육안으로 상부 슬래브 하면을 관찰하는 방법이다.

② 시험시공 사진



[그림 11] 상부슬래브 프라이머 및 방수막 시공

2-4. 시공이음부 방수

1) 주입튜브 시스템

앞서 언급한 재료 및 시공관련 시방서에는 시공이음부에 대한 방수 지수재 및 주입튜브 시스템과 관련된 내용이 언급되어 있다. 지수재는 국내에서도 시공이음부에 설치하나, 주입튜브 시스템은 국내에서 적용되지 않는 방법으로 본고에서 소개하고자 한다.

① 주입튜브 시스템에 의한 시공이음부 누수 발생 시 방수 개요

시공이음부에서 누수가 발생하면, 주입튜브를 통해 젤 타입의 방수액을 주입한다. 주입튜브는 일정 압력 이상이면 튜브에 있는 구멍으로 방수액이 유출되며 누수가 발생된 크랙을 따라 채워지게 된다. 채워진 방수액은 일정시간이 지나면 완전히 굳게 되므로 더 이상 누수가 발생하지 않게 된다. 방수액 주입이 끝나면 물로 튜브를 청소하여 재사용할 수 있도록 한다([그림 12]).

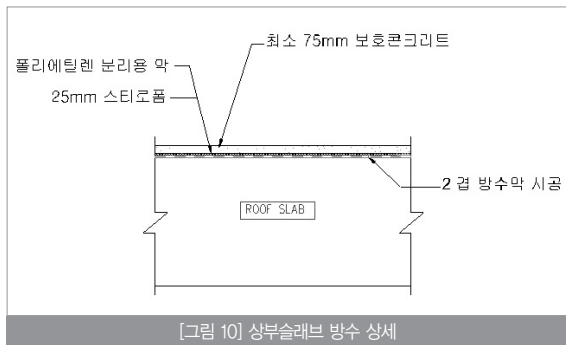
시공이음부는 일반적으로 [그림 13]과 같이 슬래브와 벽체, 벽체와 벽체 그리고 슬래브와 슬래브에 있으며, 각각의 상세는 아래 [그림 14], [그림 15] 와 같다.

3) 상부슬래브

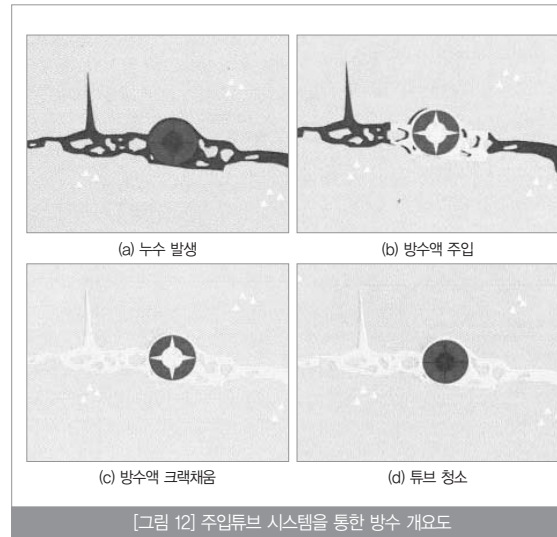
① 시공 상세

상부슬래브 방수 상세는 아래 [그림 10]과 같다.

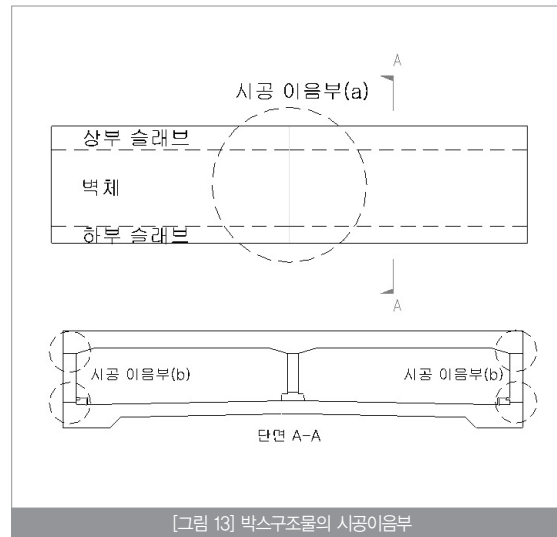
상부슬래브 상부 면정리 후 프라이머를 2회 도포하고, 방수막을 55% 이상 겹치게 시공한다.



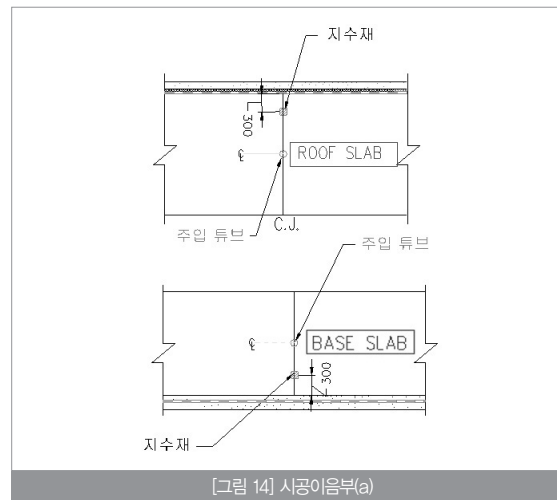
[그림 10] 상부슬래브 방수 상세



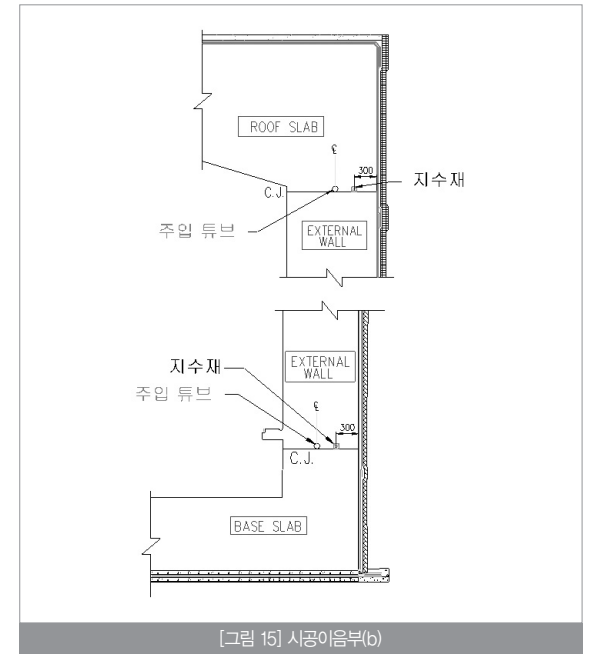
[그림 12] 주입튜브 시스템을 통한 방수 개요도



[그림 13] 박스구조물의 시공이음부



[그림 14] 시공이음부(a)



[그림 15] 시공이음부(b)

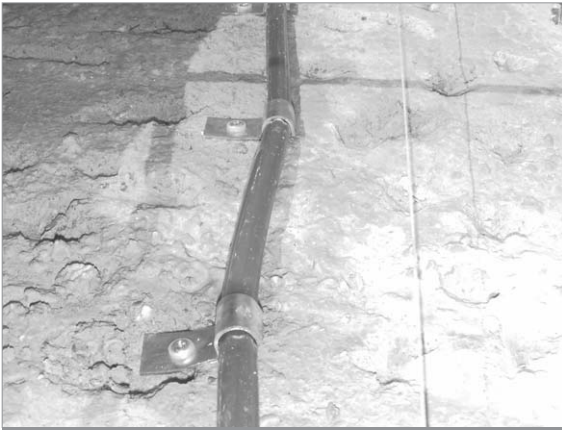
또한, 실제 시공 후 시공이음부에 대한 방수 테스트를 일반 상부 슬래브에서 하는 것과 같이 시행하여야 한다.

② 시험시공 사진

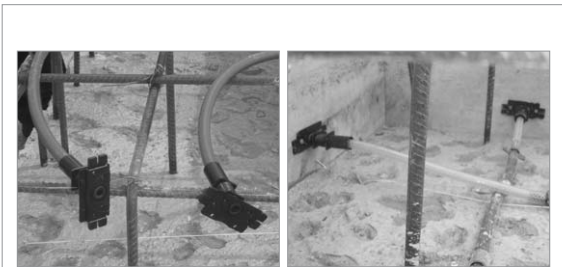
주입튜브 시스템에 대한 시험시공 사진은 아래 그림과 같다. 먼저 [그림 16]과 같이 분할 타설을 하여 시공이음부를 만들고 이음부면을 누수가 발생할 수 있도록 가공한다. 아래의 [그림 17]은 시공이음부에 설치한 한 사진이고, 양쪽 주입구는 [그림 18]에 나타내었다. [그림 19]에서 보이는 바와 같이 시험체가 완성되어 시간이 지나 벽체에 누수가 발생하면 [그림 20]과 같이 튜브 내 방수액을 누수가 멎을 때까지 충분히 주입한다. 일정 시간이 지나 [그림 21]과 같이 코어를 채워하여 확인해 보면 누수가 발생된 크랙을 따라서 젤 타입 방수액이 굳어있음을 확인할 수 있다. 이러한 주입튜브 시스템을 시공이음부에 설치할 경우 유지관리에 있어서 많이 유리하다고 판단된다.



[그림 16] 시공이음부



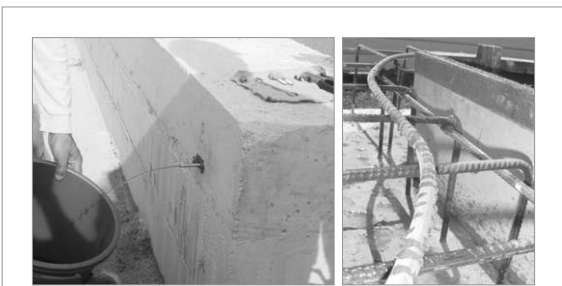
[그림 17] 시공이음부 튜브 설치



[그림 18] 주입부



[그림 19] 시험체 완성



[그림 20] 튜브 내 방수액 주입



[그림 21] 코어링 및 코어 채취

3. 맺음말

방수는 구조물의 수명을 충분히 좌지우지할 수 있는 시공아이템 이므로 방수 설계부터 적극적으로 검토 분석하고, 공사 전 및 공 사 중에 하자발생을 최소화하여 누수를 최소화 시킴으로써 유지 관리비용을 절감할 수 있을 것이다. 앞서 소개한 당 현장의 박스 구조물 방수는 국내에서 시공되어지는 것과 유사하다. 단, 시공 후 유지관리를 위해 시공이음부에 설치되는 주입튜브 시스템은 국내에서는 사용되지 않고 있으며, 특히 이러한 주입튜브 시스템을 프리캐스트 콘크리트 박스 구조물에 사용 할 경우 유지관리 면 에서 아주 좋은 장점을 가질 것으로 판단된다. 또한 본고에서 소 개한 내용이 당사의 기술공유에 한 몫이 되기를 기대한다. S

참고문헌

- ① Material and Workmanship Specification, LTA C482, 2010
- ② Particular Specification, LTA C482, 2008