

# 필라스터(Pilaster)를 이용한 슬러리월 내진보강 공법

Slurry Wall Seismic Reinforcement Method Using Pilaster

조 동 진 Joe, Dong-Jin

(주)한화건설 부장, 건축사업본부 기술혁신팀장

Building Engineering Team Manager, Hanwha E&C

runjoe@hanwha.com

## 머리말

지하 구조물 내진설계 기준이 포함된 KDS 41 17 00이 2019년 3월 14일 시행됨에 따라 기존과 달리 건축물의 지하구조물에 대한 내진설계를 수행하여야 한다. 따라서, 지하외벽의 역할이 기존의 토압에 대한 면외저항 외에도 지진하중, 지진토압, 정적토압에 의한 면내방향의 전단벽 부재 역할이 부가되어 이에 대한 추가 검토가 필요해졌다.

## 슬러리월의 지하구조물 내진설계 이슈

슬러리월은 굴착단계에서의 흙막이벽과 영구 지하외벽 역할을 동시에 수행하는 요소이며, 각각의 패널로 나뉜 벽체가 면외방향에 대해서는 슬래브를 지점으로 연속성이 확보되지만 면내방향에 대해서는 벽체의 일체성이 확보되지 않는 구조형식이다.

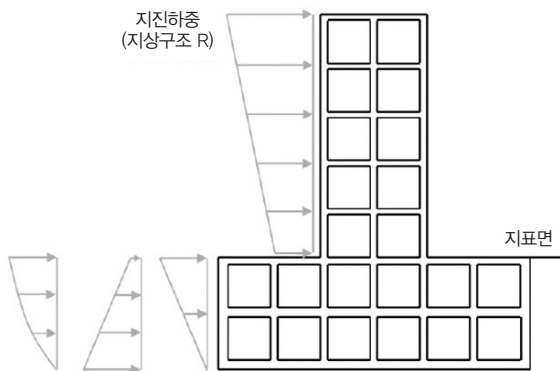


그림 1. 작용하는 지진하중과 지진토압, 정적토압

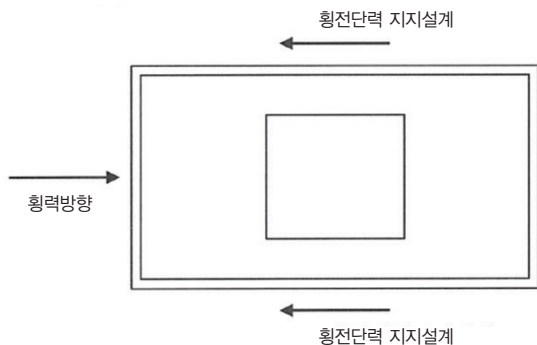


그림 2. 지하층 횡력에 대한 지하외벽 저항 개념도

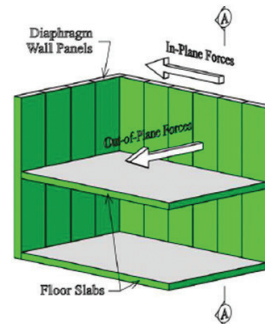


그림 3. 슬러리월 개념도

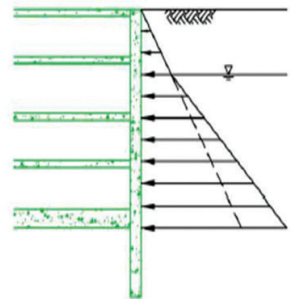


그림 4. A-A 단면(하중)

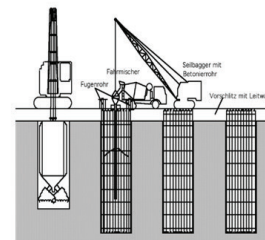


그림 5. 선행패널 공사

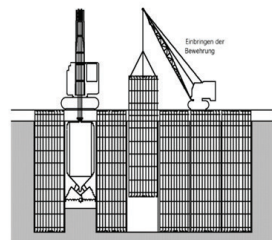


그림 6. 후행패널 공사



그림 7. 개별 거동

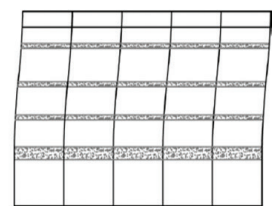


그림 8. 일체화 거동

## 슬러리월의 일체화 공법개발 배경

슬러리월은 각각의 패널 단위로 시공되기 때문에 각 패널 간의 수평철근은 단절되어 있으며, 패널 간 콘크리트는 밀착되어 시공되지만 계면 활성도가 높은 벤토나이트 액이 충전되어 있는 상태에서 수중 콘크리트로 타설되기 때문에 패널 간 접착면의 콘크리트 마찰력에 대한 평가 방법 또한 규정되어 있지 않다. 따라서 보수적으로 패널 간의 콘크리트면 마찰은 고려하지 않는 것이 타당하며, 패널 간 연결부에 전단철근을 배치하여 전단응력에 대한 일체성을 확보하는 방안에 대해 검토하였다. 이러한 전단철근을 연결하는 방법은 실현 가능성과 품질이 가장 중요한 요소라고 판단하여 개발 초기부터 당사는 CWS엔지니어링(구조설계), 범양이엔씨(연속벽 시공) 3사 간 긴밀하게 협업하여 실현 가능하고 직관적으로 품질을 확인할 수 있는 슬러리월 내진보강 공법(Pilaster jointed Slurry Wall System, 이하 PSS공법)을 개발하였다(22년 1월26일 특허 등록 완료).

## 슬러리월의 일체성 확보 방안(Pilaster 보강)

당사가 개발한 방식은 다음과 같다. 벽기둥 형태의 부재(Pilaster)를 슬러리월 조인트에 후시공하여 패널과 패널을 일체화하는 방법이다. 필라스터 시공부에 전단 연결철근을 커플러를 이용하여 매립하고 필라스터 시공 후에는 매립된 철근이 패널 간 전단력에 대해 저항하도록 하는 방법이다.

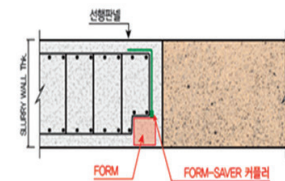


그림 9. 내진보강(선형패널)

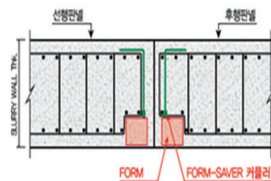


그림 10. 내진보강(후형패널)

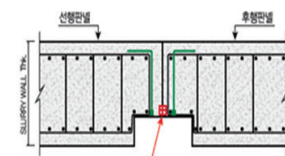


그림 11. 보강면 품질 확인

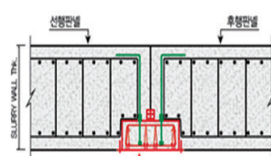


그림 12. Pilaster 보강실시

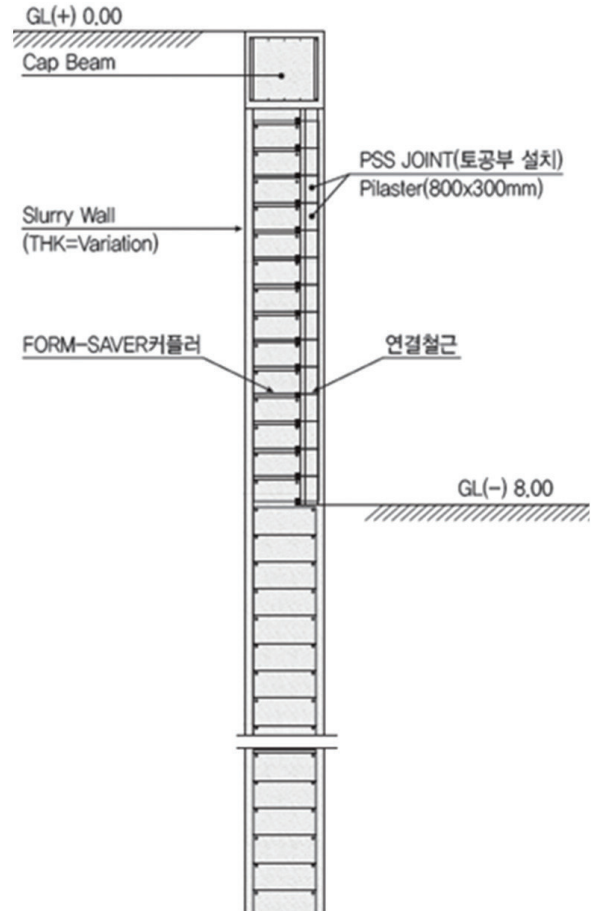


그림 13. Pilaster 보강된 슬러리월 단면도

해당 공법의 특징은 종래의 슬러리월 시공방식과 동일한 공사방법으로 시공시 리스크가 없으며, 작업자의 전문적 학습 없이도 기존과 동일한 수준의 성과를 낼 수 있다. 특히 여타의 공법과 다르게 추가 공정 또는 부가적인 양중 계획 등이 필요하지 않은 것이 가장 큰 특징이라 할 수 있다.

또한 해당공법의 주요 공정인 Pilaster 구간 선시공부분은 전체공기와 무관하게 현장여건에 따라 시공 가능하다. 언제든지 발생할 수 있는 현장이슈에 효과적으로 대응할 수 있으며, 내진보강 공정의 완료시점에 대한 제약이 전혀 없으므로, 전체 공사기간에 영향을 주지 않는 장점이 있다. 그리고 Pilaster 구간의 면을 완전히 노출 시킨 후 내진 보강을 실시하므로 내진보강의 핵심과제인 품질을 보장할 수 있는 것이 특징이다. 마지막으로 앞서 설명한 장점들에 의해서 현장에서 발생할 수 있는 리스크로부터 자유로운 공법으로 기존 지하연속벽 전체 공사비와 비교하여 큰 비용증가 없이 내진보강을 실시할 수 있다.



## 슬러리월 내진보강 공법의 시공순서

당사가 개발한 슬러리월 내진보강 공법(PSS 공법)은 크게 지하연속벽의 철근망을 조립(내진보강용 정착철근 포함)하여 매립하는 단계인 선행공정과, 내진보강철근을 배근하고 거푸집을 설치하여 타설하는 후행공정으로 나누어진다. 앞서 설명한 대로 종래의 슬러리월 배근작업에서 일정량의 커플러가 결합되어 있는 정착 철근을 연결하고, 콘크리트 타설시 공간을 확보할 수 있도록 스티로폼을 결속만 해주면 된다.



그림 14. 지하연속벽 철근망 조립



그림 15. 내진보강용 정착철근(커플러) 설치



그림 16. 스티로폼 설치



그림 17. 철근망 근입 및 콘크리트 타설



그림 16. 스티로폼 설치



그림 17. 철근망 근입 및 콘크리트 타설

## 철근일체형 데크 거푸집 개발

Pilaster는 후시공 단계에서 내진보강 철근배근과 거푸집 설치 콘크리트 타설 순으로 진행된다. 이에 당사는 현장에서 업무를 최소화하고자 철근 일체형 데크 거푸집을 개발하였다. 3.6m 높이기준 약120kg(철근포함)으로 순타현장의 경우 타워크레인 양중, 역타현장의 경우 지게차 양중 방식을 고려 하였다.



그림 18. 합판데크



그림 19. 선조립 철근



그림 20. 철근일체형 데크거푸집

합판데크와 철근을 조립하여 현장으로 운반하고, Pilaster 보강구간 홈에 밀어 넣고 고정하는 방식으로 작업할 수 있다. 이런 개발을 통해서 현장 작업량을 획기적으로 단축하였다.



그림 21. 철근일체형 데크 거푸집 적용효과



## PSS공법 적용 사례

앞에서 기술한 다양한 장점을 통해서 당사가 개발한 PSS 공법적용 문의가 타 건설사로부터 여러 차례 들어오고 있는 실정이다. 이 중에서 실제 시공 중인 현장 사례를 소개하고자 한다. 해당 현장은 청계천과 2개의 지하철역에 인접해 있으며, 굴착공사 단계에서 슬러리월 공정이 매우 중요한 현장이다. 해당 사업의 시공사는 여러 가지 슬러리월의 내진보강 공법을 비교 검토하여 당사의 공법을 적용한 현장이다.

공사명	지역	시공사	진행상황
용답동 장기전세주택	서울	SK에코플랜트	시공중
청라157 오피스텔	인천	이테크 건설	시공중
울산 달동 주상복합	울산	이테크 건설	시공중
남양주 별내 생숙	경기	한화건설	설계중
공항시장 주상복합	서울	한화건설	설계중
포항 죽도동 주상복합	경북	-	설계중
속초 조양동 주상복합	강원	-	설계중
부산 송정동 오피스텔	부산	-	설계중
부산 북항 02부지 개발	부산	-	설계중
시흥 월곶 오피스텔	경기	-	설계중

## 현장개요

공 사 명 : 용답동 역세권 장기전세주택 신축공사

대지위치 : 서울시 성동구 용답동 121번지 일원

시 공 사 : SK에코플랜트

건물용도 : 아파트 및 부대복리시설

건물규모 : 지하 5층 / 지상 34층



그림 22. 현장주변 현황

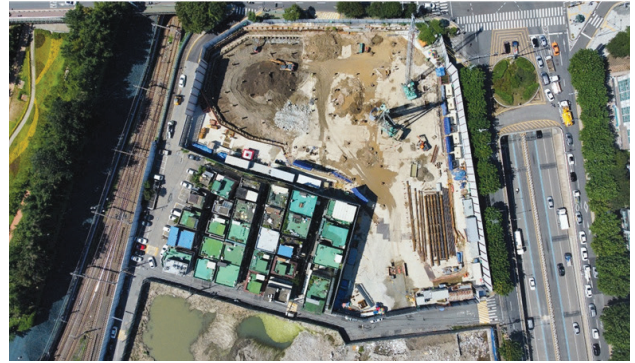


그림 23. 현장 전경사진 - 1



그림 24. 현장 전경사진 - 2

## 맺음말

최근 건설업계는 비상식적인 원자재 비용 상승과 더불어 중대재해 처벌법 시행 등으로 많은 어려움을 겪고 있다. 사업의 계획단계부터 준공까지 많은 변수들이 발생하는 특성이 존재함에도 불구하고 자원과 시간의 제약 때문에 모든 변수를 수용할 수 없는 것이 시장의 현실이다. 이에 당사는 지하 내진설계 의무화 이슈를 가볍게 받아들이지 않고 슬러리월의 내진보강 공법을 순수 국내기술로 독자적으로 개발하였다. 또한 한국건축구조기술사회에 해당 이슈를 최초로 공론화 하였다(21년 4월 기술사 회지 학술기사 게재). 이후 지금까지 여러 프로젝트에 설계 및 시공에 대한 기술지원을 수행하고 있으며, 건설업계 종사자로서 사회적인 이슈와 요구에 합리적으로 문제를 해결해 나가는 기조에 동참하고자 한다. 그 첫걸음으로 당사가 개발한 지하연속벽 내진보강 공법이 보다 널리 활용되기를 희망한다.ㄱ