

콘크리트 전단키에 의한 지하연속벽 수직시공이음부의 전단저항 성능

Shear Resistance Performance of Vertical Construction Joints in Slurry Walls Using Concrete Shear Keys

이정영¹ · 김승원^{2*} · 김두기³

Lee, Jeong-Young¹ · Kim, Seung-Weon^{2*} · Kim, Doo-Kie³

Abstract : Current building structural standards require the shear strength and rigidity in the design of vertical construction joints in a slurry wall. This paper proposes a shear key resistance method for shear connection of vertical construction joints, and compares its structural performance with the currently prevalent method of shear friction rebar. The study found the structural performance of the shear key resistance method was significantly better than that of the shear friction rebar method.

키워드 : 연속벽, 패널 조인트, 내진설계, 전단강도, 전단변형

Keywords : slurry wall, panel joint, seismic design, shear strength, shear displacement

1. 서론

연속벽공법에 의해 시공된 지하외벽은 불가피하게 수직 시공이음부가 형성되므로 이 수직 시공이음부로 인하여 지하외벽의 면내 전단 강도와 강성이 크게 감소된다. 따라서 건축구조설계기준[1,2,3]에서 요구하는 수직이음부의 면내 전단강도와 전단강성을 확보할 수 있도록 보강할 필요가 있다. 현재 국내에서 주로 사용하고 있는 전단마찰철근에 의한 접합방식은 최대전단강도가 큰 전단변형에서 발생되므로 수직이음부에 수직변형이 크게 발생되어 지하구조물의 횡변위가 증가되는 단점을 갖고 있다. 이 연구에서는 낮은 전단변형에서 큰 전단강도가 발휘되는 콘크리트 전단키 접합방식을 제안하고 구조성능을 나타내는 힘-변형 상관도를 유한요소해석에 의해 도출하여 전단마찰철근 접합방식과 구조성능을 비교한다. 이 힘-변형 상관도는 지하구조물의 층간 변위 산정, 지하층 영향을 고려한 유효중폭계수를 구하기 위한 지진토압에 의한 지하구조물의 횡변위 산정에 사용된다.

2. 전단마찰철근 및 콘크리트전단키 전단접합부의 전단력에 대한 구조성능

수직 이음부의 전단접합부의 구조성능을 다음 방법으로 도출한 힘-변형 상관도로 표 1에 나타내었다.

2.1 전단마찰철근에 의한 접합부

전단마찰철근에 의한 전단 접합부의 힘-변위 상관도는 이미 다른 연구자들에 의해 개발된 일련의 해석 공식들[4,5]을 사용하여 다월/현수 작용에 대한 탄성 및 비탄성 거동 곡선을 1차, 2차 해석법에 의해 도출하였다.

2.2 콘크리트 전단키에 의한 접합부

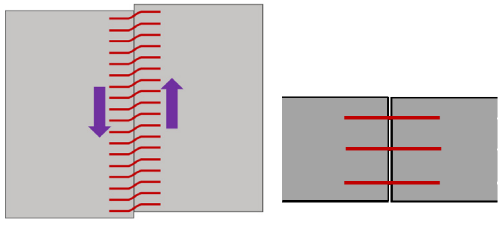
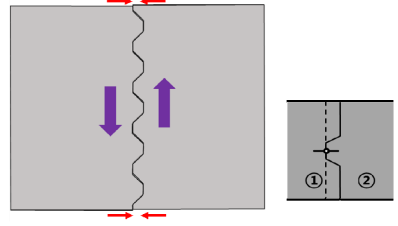
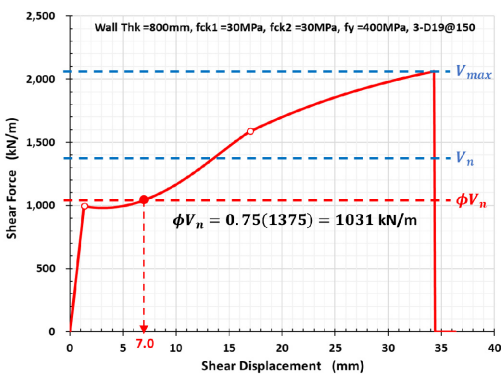
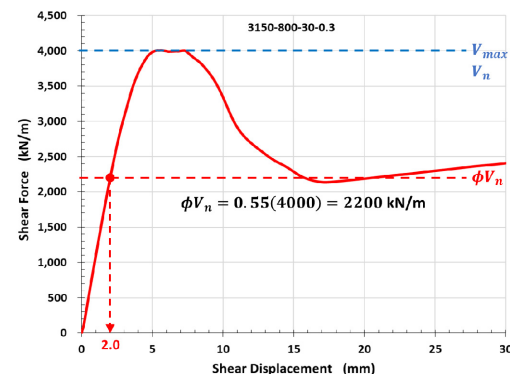
콘크리트 전단키에 의한 접합부의 힘-변위 상관도는 재료강도, 벽두께, 전단키 형상 및 구속응력 크기 등에 따라 다르다. 전단키에 대한 각 나라의 기준은 제한된 조건에서의 전단강도 산정식만 제공되었고, 힘의 크기에 따른 변형은 구할 수 없다. 따라서 콘크리트 전단키에 의한 접합부의 힘-변위 상관도는 일반적으로 유한요소해석에 의해 구한다. 이 연구에서도 힘-변위 상관도는 Abaqus[6]에 의한 비선형해석에 의해 도출하였다.

1) 시지엔지니어링(주), 대표

2) 뉴테크구조기술사사무소, 대표, 교신저자(kimseungweon@nate.com)

3) 공주대학교 건설환경공학과, 교수

표 1. 두 종류 전단 접합부의 힘-변위 상관도

| 전단마찰철근에 의한 전단 접합부 | 콘크리트 전단키에 의한 전단 접합부 |
|---|---|
|  |  |
| <p>전단마찰철근: 3-D19@150, SD400 구속응력: $(3 \times 286.5 \times 400) / (3150 / 150) / (800 \times 3150) = 2.865 \text{ MPa}$ 설계기준의 공칭전단강도(V_n) 산정시 적용한 마찰계수: $\mu = 0.6$</p> | <p>전단키: 수직간격 300mm, 길이 225mm, 깊이 75mm, 경사각 45도 테두리보 길이방향철근: 10-D16, SD400 구속응력: $(10 \times 198.6 \times 400) / (800 \times 3150) = 0.315 \text{ MPa} \Rightarrow 0.3 \text{ MPa}$</p> |
|  |  |
| <p>그림 1. 전단마찰철근 접합부의 힘-변위 상관도</p> | <p>그림 2. 콘크리트 전단키 접합부의 힘-변위 상관도</p> |

공통 조건 : 연속벽 두께 800mm, 콘크리트 설계기준 압축강도 30MPa, 전단접합부 길이 3.15m, 해석시 접촉면 마찰계수 $\mu = 0.3$

3. 결론

연구결과에 의하면 전단마찰철근에 의한 전단접합부의 최대전단강도는 큰 전단변형에서 발현되고, 콘크리트 전단키에 의한 전단 접합부의 최대전단강도는 상대적으로 작은 전단변형에서 발현된다. 또한 전단접합부의 전단강도와 전단강성은 콘크리트 전단키 접합부가 전단마찰철근 접합부에 비해 훨씬 높다. 따라서 콘크리트 전단키 접합부는 다른 전단접합방식에 비해 지하연속벽의 수직 시공이음부의 내진 보강에 효율적으로 적용할 수 있다. 결과적으로 이 연구에서 제시한 콘크리트 전단키 접합부는 적은 비용과 단순 시공으로 높은 전단강도를 확보할 수 있으며 총지진하중에 의한 횡변위와 지진토압에 의한 횡변위를 크게 감소시킬 수 있다.

감사의 글

본 논문은 행정안전부의 방재안전분야 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 국토교통부, KDS 41 17 00 건축물 내진설계기준. 국가건설기준센터, 2022.
2. (사) 대한건축학회, 건축물의 지하구조 내진설계 지침. (사) 대한건축학회, 2020.
3. 국토교통부, KDS 41 19 00 건축물 기초구조 설계기준. 국가건설기준센터, 2022.
4. JesperH Sørensen, LinhC Hoang, John F. Olesen, GregorFischer, Testing and modeling dowel and catenary action in rebars crossing shear joints in RC.
5. FIB, Structural Concrete Volume 1. Practical design of Structural Concrete.
6. Dassault Systèmes. ABAQUS/CAE 2023 Documentation.