
포항 초곡 계룡 리슈빌아파트 긴급정밀점검보고서

2017년 12월 28일

[제 출 문]

계룡건설 귀중

귀사에서 의뢰한 “포항 초곡 계룡 리슈빌아파트 긴급 정밀점검” 보고서를 다음과 같이 제출합니다.

2017년 12월 28일

사단
법인 **한국건축구조기술사회**
회 장 정 광 량

-
- 책임기술자 : 김성호 (사)한국건축구조기술사회 부 회 장 건축구조기술사
조동진 (사)한국건축구조기술사회 위 원 장 건축구조기술사
 - 검토위원 : 김영민 (사)한국건축구조기술사회 위 원 장 건축구조기술사
 - 자문위원 :

점 검 결 과

본 점검의 대상구조물인 초곡지구 계룡 리슈빌 아파트는 지하2층, 지상17~29층으로 건설중인 8개동의 공동주택으로 2017년 11월 15일에 규모 5.4로 발생한 포항지진의 진앙지인 포항시 북구 흥해읍 용천리 547-2 일대에서 직선거리로 3.6km 떨어진 인근에 위치하고 있다. 이에 공사목적물에 대한 지진피해를 확인하고 피해원인 분석과 필요부위에 대한 적절한 조치방안을 마련하기 위하여 본 긴급 정밀점검을 실시하게 되었다. 따라서 본 점검에서는 공사목적물에 대하여 구조부분에 대한 설계 및 시공의 적정성, 지진피해 발생현황을 각종 자료검토 및 현장조사, 구조검토를 통하여 확인하고 상태평가를 실시하였으며 피해부위에 대해서는 보수·보강방안을 작성·제시하였다. 점검의 결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 구조설계의 적정성

본 점검의 대상구조물인 계룡 리슈빌 아파트는 지하2층, 지상17~29층으로 건설중인 8개동의 공동주택이다. 전동이 일자형 평면을 갖는 철근콘크리트 전단벽식 구조로서 전단벽체가 지하주차장까지 연속되어 지상층에서 필로티가 형성되는 구조에 비하여 내진성능에서 상대적으로 우수한 구조방식으로 평가된다. 구조설계의 적정성은 구조계산서 및 구조설계를 위한 해석모델, 구조도면을 검토하는 것으로 평가하였다. 검토결과 대상구조물은 지진 및 풍하중 횡변위에 대한 안정성, 기초 침하에 대한 안정성, 구조물을 구성하는 기초, 벽체 및 슬래브, 보의 내력에 대한 안전성, 수평부재의 사용성에서 모두 법규에서 정하고 있는 기준을 만족하도록 설계된 것으로 확인되어 구조설계에 문제가 없는 것으로 평가된다.

2. 시공의 적정성

대상구조물은 2018년 9월 준공예정으로 점검시점에서 골조공사가 전동 완료된 상태로 마감공사가 진행중이었다. 시공의 적정성 평가에서는 공사목적물의 구조부분이 설계도면 및 시방서에 부합되도록 시공되었는지 관련자료 검토 및 현장조사를 통하여 확인하였다. 골조를 구성하는 주 재료인 철근 및 콘크리트의 품질 및 현장적용을 확인한 결과 설계도서와 부합되는 것으로 나타났으며, 3회에 걸쳐 실시된 기존의 현장 안전점검 보고서를 검토한 결과 안전점검에서 선정한 샘플위치 및 부재에 대하여 부재치수, 콘크리트 강도, 배근이 설계도서의 요구사항과 부합되는 것으로 파악되었다. 또한 본 점검에서는 추가적인 확인을 위하여 배근시공의 적합성, 콘크리트 강도를 비파괴 조사하였으며 조사항목의 각 결과들이 모두 설계도서의 요구사항에 부합되고 있는 것으로 나타나서 시공의 적정성에는 문제가 없는 것으로 평가된다.

3. 지진피해 발생 현황

3.1 건축물 횡변위

지진피해 사항으로 가장 우려되는 피해형태는 부등침하나 골조변형으로 인한 전체 건축물의 횡변위이다. 점검에서는 이를 확인하기 위하여 관련자료를 검토하고 동별 수직도를 실측하여 지진으로 인한 횡변

위 발생여부를 확인하였다. 대상구조물의 경우 아파트동은 파일기초, 지하주차장은 지내력기초로 설계 및 시공되었다. 동별 수직도 조사결과 조사된 모든 개소에서 시공목표값인 1/500을 만족하고 있으며 목표값 이내로 조사된 수직도 값들도 조사 위치별로 일정한 경향이 나타나지 않는 것으로 평가되었다. 위의 자료 검토 및 현장조사 결과를 종합할 때 금번 포항지진으로 인하여 대상구조물에 구조안전에 영향을 미칠 수 있는 유의미한 횡변위는 발생하지 않은 것으로 판단된다.

3.2 구조부재 피해

구조부재에 발생한 결함은 가장 많은 빈도를 차지하는 것이 벽체의 출입구나 창호 등 개구부 모서리에 발생한 사선방향 균열이다. 철근콘크리트 구조물에서 벽체 개구부의 모서리는 상시하중 상태에서도 응력 집중으로 인하여 균열이 발생하게 되는 부분이며 지진하중이 작용하는 경우에도 또한 횡력을 부담하는 벽체에서 응력이 집중될 수 있는 부분이므로 조사된 벽체 개구부 모서리 균열을 지진하중의 영향과 무관하게 발생한 것, 지진하중의 영향으로 발생한 것과 확장된 것을 발생형태나 위치로 구분할 수는 없다. 조사된 벽체 개구부 모서리에 발생한 균열은 전반적으로 균열의 폭이 0.2~0.5mm 정도로서 구조부재의 내력을 저하시키거나 안전성에 영향을 미치지 않는 수준인 것으로 판단된다.

조사된 구조부재 결함들 중 위의 벽체 개구부 모서리에 발생한 균열들 외에 다용도실 슬래브에 균열이 발생한 세대들이 다수 있었으며, 부분적으로 경미한 콘크리트의 피복 탈락이 조사되었다. 일반적으로 철근콘크리트 벽식구조의 아파트 건축물에서 슬래브에 발생하는 균열의 원인은 콘크리트의 건조수축에 의한 것이 가장 일반적이다. 건조수축에 의한 균열은 콘크리트가 경화되면서 내부의 잉여수가 증발하면서 수축하려고 할 때 인접부재에 의하여 수축이 제어되게 되므로 발생하는 균열로서 슬래브와 같이 단면이 얇고 면적이 큰 부재에 가장 많이 발생하게 된다. 다용도실은 좁은 면적에 강성이 큰 철근콘크리트 전단벽체에 둘러 쌓여진 형태이므로 건조수축 균열의 발생에 있어서 세대내에서 가장 불리한 조건이며 발생한 균열의 형태도 건조수축균열의 형태와 전반적으로 일치하는 것으로 나타났다. 그러나 다용도실의 면적에 대비하여 조사된 균열의 빈도가 크고 일부 세대에서는 지진으로 발생하는 전형적인 균열형태인 X자 형의 균열이 발견되었다. 지진의 영향으로 슬래브에 발생한 균열은 벽체의 전단저항으로 발생하는 응력이나 변형이 슬래브에 전이되면서 발생하게 되며, 다용도실 바닥슬래브 및 인접 외벽의 균열 및 손상은 다용도실 위치가 외부 내력벽의 불연속 부위에 접해있어 지진으로 인한 응력집중이 원인으로 판단된다. 즉, 다용도실 슬래브에 발생한 균열, 손상은 건조수축이 원인이 된 것과 지진시 벽체응력이나 변형의 전이에 의한 것이 복합된 것으로 판단된다. 균열의 폭은 전반적으로 0.2~0.5mm 정도이며 균열이 발생한 슬래브 및 인접 지지부재에 변형은 관찰되지 않았다. 균열 및 주변부재의 현황을 고려할 때 구조안전에 영향을 미칠수 있는 결함은 아닌 것으로 판단된다.

3.3 비구조부재 피해

조사된 피해현황에서 비구조부재에 발생한 결함은 조적벽체에 발생한 균열이다. 조적벽체는 중량에 비

하여 강도나 강성이 작아 지진피해가 예상되는 부분이다. 대상구조물에도 지진피해로 추정되는 균열이 발생되었으며 균열의 양상은 크게 비교적 면적이 큰 조적벽체에 발생한 수직방향이나 수직방향에 가까운 균열, 조적벽체 개구부의 모서리에서 시작되는 균열, 구조부재와의 연결부에서 발생한 이격 등을 들 수 있다. 조적벽체에 발생한 균열들도 상시하중에서 발생하는 형태와 중복되는 것들이 있으나 지진영향으로 신규 발생되었거나 확장된 부분들이 다수인 것으로 추정된다. 다만 균열이 발생한 조적벽체에서도 전도나 배부름, 탈락과 같은 현상은 관찰되지 않았다.

4. 지진피해 고찰

대상건축물과 같은 철근콘크리트 벽식 구조물에서 지진 영향으로 발생할 수 있는 피해사항 들 중 가장 교과적으로 언급되는 내용은 벽체에 발생하는 X자형의 균열이다. 지진이 왕복하는 전단력으로 작용하게 되므로 전단력을 부담하는 벽체에서(공동주택에서는 사실상 모든 철근콘크리트 벽체에 해당한다) 지진으로 인한 전단응력이 균열응력을 초과하는 경우 발생하게 된다. 본 점검에서는 건축물 내외부에 대하여 전수조사를 실시하였으며 전동에 걸쳐서 내외부 철근콘크리트 벽체에서 위 형태의 균열은 발생하지 않은 것으로 나타나서 2017년도 11월 15일에 발생한 포항지진에 대하여 전단벽체의 전단저항 및 응력분배가 탄성한도 이내의 적절한 수준으로 이루어진 것으로 평가된다.

조사된 결함들은 구조부재 및 비구조부재에 발생한 균열들로 철근콘크리트 벽체의 개구부 모서리에 발생한 균열, 다용도실 슬래브에 발생한 균열, 비구조부재인 조적벽체에 발생한 균열들이다. 해당 균열들은 대부분 상시하중 상태에서 발생하는 형태와 중복되는 부분이 많았으며 지진 이전에 발생되어 있었던 것과 지진영향으로 확장된 부분, 지진으로 신규 발생한 균열들이 혼재되어 있는 것으로 판단된다. 균열부위에서 발생할 수 있는 해당 부재 및 인접부재의 변형은 대부분 나타나지 않았으며, 다만 부분적으로 경미한 피복 탈락, 철근노출 등이 조사되었다. 종합적으로 균열 및 손상의 폭, 양상, 발생부위 등을 고려할 때 구조부재의 내력저하가 우려되는 정도의 큰 결함은 발생하지 않은 것으로 판단된다.

5. 종합결론

점검의 대상구조물인 초곡지구 계룡 리슈빌아파트는 2017년 11월 15일에 발생한 포항지진의 진앙지에서 직선거리로 불과 3.6km 이격된 지점에 위치하고 있어 지진으로 건물 안전성에 문제가 발생하지 않았는지 우려가 충분히 제기될 수 있는 상황이다. 본 점검에서는 이를 확인하기 위하여 구조설계의 적정성 검토, 시공의 적정성 검토, 지진피해 현황조사를 수행하였다.

구조설계의 적정성과 시공의 적정성은 대체로 문제가 없는 것으로 나타났다. 지진피해에 대한 현황조사는 아파트 세대 전수조사를 원칙으로 하였으며, 현황조사 결과 발생한 결함은 주로 부분적인 균열 및 경미한 콘크리트 파손 등이며 구조내력을 저하시키거나 안전성에 문제가 될 만한 심각한 결함은 발생하지 않은 것으로 나타났으며 또한 발생한 균열들도 대부분 상시하중 상태에서 발생하는 균열형상과 중복되는 형태가 많았다. 많은 건축물들을 심각하게 파손시킨 포항지진의 규모와 진앙지에서 매우 가까운 지리적 불리함에도 불구하고 이와 같이 지진피해가 경미한 균열 및 파손에 한정된 것은 적절한 설계와 시공이 이루어

어진 때문으로 판단된다.

점검에서 수행된 조사결과들을 종합적으로 판단할 때 금번 포항지진에 대하여 구조물의 안전성에는 문제가 발생하지 않았으며 지진영향으로 발생한 표면상의 경미한 결함들은 비교적 간단한 보수조치로서 성능을 회복하는 것이 가능한 것으로 판단된다.

6. 보수·보강방안

본 점검에서 수행된 결과들을 종합해 볼 때 보강을 요하는 구조부재는 없는 것으로 판단된다. 현황조사에서 조사된 균열은 내구성을 회복할 수 있도록 적절한 보수를 실시하여야 한다. 보수방법은 철근콘크리트 부재에 발생한 폭 0.3mm이상의 균열에 대해서는 에폭시수지 주입공법을 적용하고, 0.3mm미만의 균열에 대해서는 외부의 습기나 공기 등이 침투하지 못하도록 표면처리공법을 적용한다. 일부분이기는 하지만 콘크리트 표면이 탈락된 부위는 에폭시몰탈이나 폴리머시멘트몰탈로 보수하여야 하며, 이때 기존의 콘크리트와 부착이 잘 되도록 적절한 조치를 하여야 한다. 조적벽체에 발생한 균열은 충전공법을 적용한다. 공법의 세부내용은 [4장, 보수·보강방안]에 기술하였다.