

(15-009) ○○○ 비축창고 신축 중 붕괴

공사명	○○ 비축창고 신축공사		
사고일시	2015년 05월 31일(일) 10:50분경	기상상태	맑음
소재지	인천시 중구 신흥동3가	사고 종류	붕괴
구조물 손상	철골구조(PEB)	인적피해	사망 1명, 중상 2명, 경상 3명
장비 손실	카고크레인 등 다수	안전관리계획서 수립 대상 여부	해당(), 해당없음(○)

사고개요	① 공사개요 <ul style="list-style-type: none"> ○ 공사종류: 기타 ○ 연면적: 7,956㎡ ○ 규모: 지하 0층/지상 1층(최고높이 13.3m)
	② 사고경위 <ul style="list-style-type: none"> ○ 철골 메인부재 설치 완료 후, 중도리 작업도중 PEB메인 부재에 횡비틀임 전도가 발생되어 근로자 1명 사망, 3명 부상.
	③ 사고원인 <ul style="list-style-type: none"> ○ PEB공사가 특수구조 건축물공사임에도 불구하고 PEB공사 시공경험과 전문지식이 부족한 현장소장과 감리자가 배치. ○ 구조적 완성체를 형성(기둥과 기둥 사이에 벽체 가새 설치, 지붕보 설치 후 당김줄 설치, 중도리 및 지붕보 가새 설치)한 다음 연속적으로 시공하여야 하나 이를 준수하지 않음. ○ PEB기둥 및 지붕보 설치시 중도리와 벽면·지붕 가새 및 당김줄의 설치를 통해 구조적 안전성을 확보해야 하나 가새를 설치하지 않은 상태에서 당김줄을 해제.

재발방지 대책	<ul style="list-style-type: none"> ○ PEB 공사 등 특수구조 공사의 설계도서는 공사 순서, 공사 중 주의사항 등을 명확하게 기술하여야 함. ○ 시공사는 감리 및 감독에게 통보 없이 안전조치를 적절히 취하지 않고 휴일공사 또는 야간공사 금지. ○ 공사 발주시 특수구조 건축물(PEB 등)공사는 공사 규모에 관계없이 특급기술자(건축시공기술사)가 현장대리인으로 배치되도록 할 필요가 있음. ○ 시공사는 시공순서, 공사중 주의사항, 시공상세도, 품질 및 안전계획 등을 포함한 시공계획서를 작성하여 승인을 득한 후 작업자들에게 교육을 실시하고 철저한 공사관리를 하여야 함.
---------	--

사고원인
분석

① 설계 측면의 사고원인

- 본 PEB공사의 설계도서를 분석한 결과, 가정한 설계하중 등은 건축구조기준(KBC-2009)에 따라 적절하게 설계되었고, 설계된 부재 크기 등 설계 결과물은 본 붕괴사고에 영향을 주지 않을 것으로 판단되었다.

② 공사관리 측면의 사고원인

- PEB공사가 특수구조 건축물공사임에도 불구하고 PEB 시공경험과 전문 지식이 부족한 현장소장, 감리자가 배치되어 기술적 공사관리 미흡
- 작업자 안전교육, 신규 작업자(크레인기사 등) 안전교육, 기계장비 신호수 미배치 등 안전관리 미흡
- 하도급업체인 ○○○강재가 붕괴사고가 발생한 ○○○오션리조트 철골제작·시공업체임에도 시공 및 안전관리 미흡

③ 시공 측면의 사고원인

- 18개 골조를 일괄 시공하고, 벽면가새를 설치하지 않은 상태에서 중도리 및 솜을지붕 등을 설치하였으며, 시공이 완료되지 않은 상태에서 당김줄을 사전에 제거하였을뿐 아니라, 췌기 또한 미리 제거하여 이에 따른 기둥 기울음 등으로 지붕보가 횡좌굴 되면서 연쇄적으로 붕괴
- 시공계획서 상의 PEB 설치순서 미준수
- 시공 품질관리(시험) 준수 여부

④ 구조적 측면의 사고원인

- 벽면가새 미 설치시 거동 : 시공시 2개 골조(기둥과 지붕보)가 완성되면 벽면가새와 지붕가새를 설치하여야 하나, 당 건물은 전체 18개 골조가 완성 될 때까지 벽면가새와 지붕가새를 설치하지 않아 수평방향으로 횡지지요소가 전혀 없어 불안정한 구조였으며, 작은 횡력(제작 및 설치오차, 작업하중, 풍하중, 횡비틀림 등)에 의해서도 쉽게 전도될 수 있음
- 베이스플레이트 하부 췌기 제거시 거동 : 전체 골조의 가새가 설치되어 있지 않은 상태에서는 전체 골조의 불안정성으로 인하여 작은 외부충격에도 전체 골조가 붕괴될 수 있음에도, 사고 당시 베이스플레이트 하부의 췌기를 제거하는 작업을 수행 중이었는데, 붕괴 시뮬레이션 결과 췌기 제거로 인하여 베이스플레이트가 5mm정도주저 앉거나 3H/200각도의 변형이 발생하는 경우 지붕보의 횡비틀림 변형에 따른 전체 골조의 횡좌굴에 의하여 붕괴되는 것으로 나타났음
- 당김줄 한방향 해제시 거동 : 만약, X3열 당김줄을 모두 해제하였다면 미상의 작은 횡력(제작 및 설치오차, 작업하중, 풍하중, 횡비틀림 등)에도 건물은 건물길이방향으로 전도되면서 붕괴하였을 것이고, X3열 당김줄을 한방향만 해제 하였다면 남은 당김줄이 횡력으로 작용하여 직접적인 붕괴하중으로 작용하였을 것임
- 전체 PEB 건축물의 붕괴 발생 과정 : 시공 편의만을 위하여 지붕 및 벽면가새를 설치하지 않았고 작업에 방해가 된다고 당김줄을 사전에 제거하고 각 부위의 볼트들을 규정대로 조이지 않은 상태에서 기둥 아래에 그라우팅을 하기 위하여 췌기를 제거하여 X2/Y6 기둥에 아래로 변위가 발생하고 동쪽으로 기울음이 발생하여 지붕보(X2/Y2-X2/Y6) 중 긴쪽에 횡좌굴이 발생하여 붕괴되어 전체 PEB 건축물 붕괴를 초래한 것으로 추정

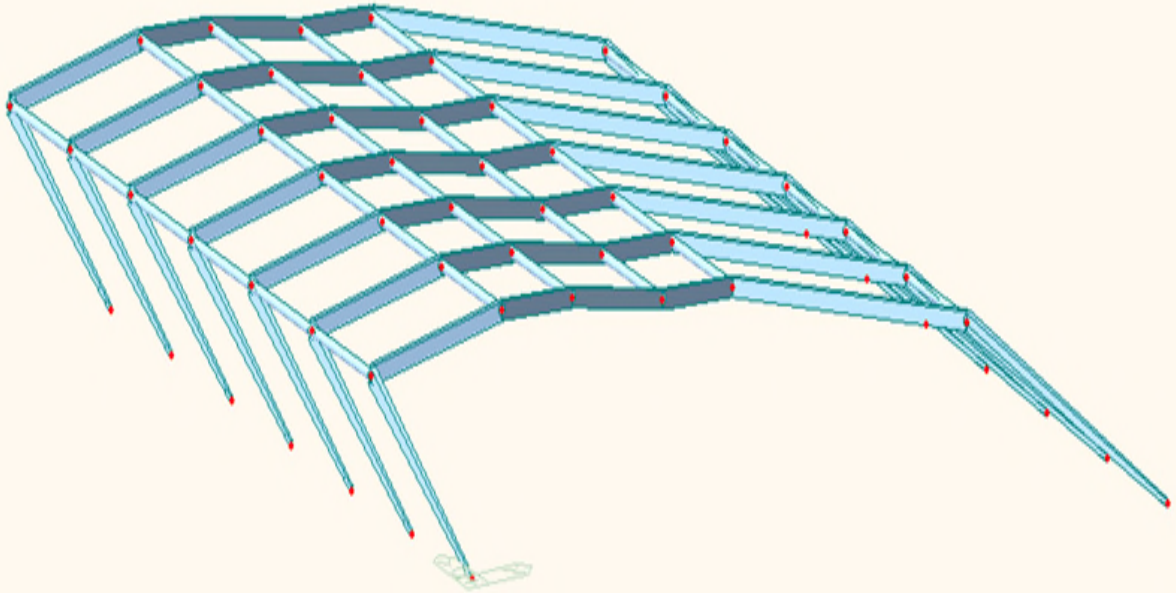
⑤ 소결

- 시공 편의를 위하여 수평방향으로 무너짐을 방지하는 지붕 및 벽면가새 미설치
- 쓰러짐을 방지하기 위하여 설치되어 있던 당김줄이 작업에 방해된다고 제거
- 기둥 밑에 기둥의 수평을 유지시켜 주기위해 설치되어 있던 췌기 제거

사고현장 위치도

사고 사진	붕괴 원인 개념도(추정)
-------	---------------

일부부재 전도에 의한
연쇄붕괴 발생



사고 사진

붕괴 원인 개념도(추정)



사고 사진

사고현장