시공자 및 감리자를 위한

비구조요소

내진설계안내서

2026년판

코어건축구조기술사사무소

비구조요소 내진설계.
아직도 현장에서는 「내진설계」라는 용어로 인하여 이미 설계단계에서 검토된 것으로 착각하거나, 설계단계에서 검토되어야 하는 것으로 오해하는 경우가 있습니다. 그러나 비구조요소 및 건물외구조물의 내진설계는 공사단계에서 확인하여야 합니다. 공사단계 즉, 현장에서 건축물의 비구조요소 및 건물외구조물에 대한 내진설계에 대하여 시공자가 제대로 준비하지 못하고 감리자가 요구·지도하지 못하면, 준공단계에서 인허가청으로부터 사용승인허가신청이 보완요청으로 반려될 수 있습니다. 이러한 사례가 종종 발생하여 준공이 지체되고, 때로는 지체보상금에 대한 분쟁이 발생하기도 합니다. 그리고 심각하게는 사전에 내진설계·검토 없이 시공된 비구조요소가 후에 검토를 통해서 안전하지 못함이 드러나면 재시공을 해야 하거나, 소송 등의 법적 다툼으로 이어지는 안타까운 사례도 간혹 발생하고 있습니다.

이 안내서는 수년간 많은 비구조요소 및 건물외구조물 내진설계·검토 기술용역을 진행하면서 문의받은 내용들, 이에 대한 답변 및 의견들, 사용자의 안전을 위해 현장에서 반드시 숙지하여야 하는 유의사항들을 소개합니다.

2026년판에서 10개 주제를 새롭게 추가하였습니다.
내진특등급 건축물에서 비구조요소 내진설계·검토 대상이 되는 비구조요소 범위는 '인명안전'과 관련해서는 고민의 여지가 없지만, '기능수행'과 관련해서는 건축주·시공자·감리자에게 깊은 고민·판단이 요구되는 바, 이에 대해서 공사관계자가 합리적인 결정에 도달할 수 있도록 이번 추가되는 주제의 상당 부분에 담았습니다. 그동안 설명이 미흡했던 전기 및 기계 비구조요소와 관련한 내진설계 기준이 '26년 2월 23일자에 제정됨에 따라 내진설계 대상을 정하는 방법도 구체적으로 정리하였습니다. 기존 내용 중에서도 애매하거나 오해의 여지가 있는 부분을 보다 구체적으로 보완·수정하였습니다.

2026년 6월 1일

core
코어건축구조기술사사무소
건축구조기술사 소장 신동열

이 안내서는 시공자와 감리자가 현장에서 행정적으로 필요한 내용을 담아 이해도를 높이는 것을 주된 목적으로 작성한 것이므로 건축구조기술사가 구조역학적 안전성을 확인하는 과정인 역학적 원리·공식·기법 등에 대해서는 가급적 다루지 않습니다.

이 안내서는 무료로 배포되는 비매품입니다.
개인이라면 누구라도 자유롭게 사용하거나 인터넷 등에 제한 없이 공유할 수 있고, 정부, 지자체, 공공기관 ,학교 및 회사 등에서 교육용으로 사용하고 공유할 수 있습니다. 다만 회사가 영업을 위한 홍보자료로 사용하기 위하여 일부 내용만 인용하거나 일부 그림을 사용하는 것은 거부합니다. 그리고 이 책자의 내용을 전부 또는 일부를 편집 또는 가공하여 금전적 이익을 취하는 것도 거부합니다.

이 안내서는 비구조요소 내진설계·검토의 기술용역 업무를 수행한 코어건축구조기술사사무소가 업무 및 상담 경험을 토대로 작성하였습니다. 법령 및 기준 등 객관적인 근거를 기재함을 원칙으로 하되, 배경이나 취지, 판단 등에 근거가 기재되지 않은 것은 경험적 의견으로 보시기 바랍니다.

이 안내서를 현장 실무판단의 참고자료로 유용하게 사용하시길 바랍니다. 다만, 건설현장에서 책임구조기술자로서의 구조적 의견인 것으로 상대방을 오인시킬 의도로 작성된 문서 등에 첨부하거나 근거로 삼을 수 없고, 이해 당사자 간의 분쟁 또는 소송 등에서 다툼의 기준이나 근거로 삼을 수 없습니다.

CONTENTS

시공자 및 감리자의 이해도를 높이는 주제들

01 비구조요소는 무엇인가? ★1
02 건물외구조물은 무엇인가? 2
03 여기서 내진설계는 무엇을 의미하는가? 3
04 왜 해야 하는가? 4
05 언제 해야 하는가? 5
06 누가 해야 하는가? ★6
07 의무대상 범위는 어떻게 되는가? ★7
08 성과품은 무엇인가? 10
09 성과품은 언제 사용하나? 11
10 기술사사무소 개설등록증이 왜 중요한가? 12

보완(수정) 내용이 있는 경우 ★

실무에 도움이 될 질의·답변 사례들

공통사항

A1 I_E와 I_p는 무엇이고, 어떻게 다른가? 14
A2 일반 건물에서 비구조요소 검토대상은? ★15
A3 시험성적서로 내진설계가 인정될 수 있나? 16
A4 성과품에 현장명·주소 불기재, 날짜가 이상하면? 17
A5 성과품에 기술사사무소개설등록증이 없으면? 18
A6 내진 외에 내풍도 고려되어야 하는가? 19
A7 내진설계자가 현장방문하여 확인해야 하는가? 20
A8 건축신고 건으로 감리자가 없는 경우는? 21
A9 학교시설 신축시 비구조요소 적용범위는? ★22
A10 행정복지센터 신축시 비구조요소 적용범위는? 24
A11 내진특등급에서도 면제되는 비구조요소는? ★26

보완(수정) 내용이 있는 경우 ★

파라펫

B1 파라펫, 이미 내진설계된 것 아닌가? 28
B2 단배근으로도 충분하지 않나? 29
B3 철제난간, 유리난간도 해당되나? ★30
B4 주차장 차량추락방지 기능도 가능한가? 31
B5 파라펫 등의 비구조요소 중요도계수는? ★32

보완(수정) 내용이 있는 경우 ★

외부 치장벽돌

C1 외부치장벽돌 내진설계 검토내용은? 33
C2 사양설계를 적용할 때 유의사항은? 34
C3 사양설계에서 앵커의 면적당 설치조건은? 36
C4 연결철물의 벽면 배치는 어떤 것이 좋은가? ★37
C5 내진용 연결철물은 특허제품을 사용해야 하는가? ★38
C6 조적박침 앵글을 건물 전체 둘레에 설치하는가? 39
C7 콘크리트 조적받침턱 배근은 어떻게 하는가? 40
C8 외단열재에 벽돌타일 접착도 가능한가? ★41
C9 경량철골조에서 외부치장벽돌 설치가 가능한가? 42
C10 경골목구조에서 외부치장벽돌 설치가 가능한가? 43
C11 사후에 보강하는 방법은? 44

보완(수정) 내용이 있는 경우 ★

실무에 도움이 될 질의·답변 사례들

외부 석재마감

D1 외부석재마감 내진설계 검토내용은? ····· 45
D2 에폭시는 왜 사용하면 안되는가? ····· ★46
D3 에폭시 사용이 불가피한 경우에는? ····· 49
D4 연결철물은 왜 STS304를 사용해야 하는가? ····· 51
D5 핀(꽂음촉) 설치시 주의사항은? ····· 52
D6 지지대(단열구간 지지보강철물) 종류별 특징은? ····· 53
D7 단열구간 말굽형 지지대의 옳은 설치방향은? ····· 54
D8 석재판의 처짐을 줄이는 방법은? ····· 55
D9 석재판 크기가 다양한데, 검토기준은? ····· 56
D10 석재판을 하지각관에 지지할 때 주의사항? ····· 57
D11 앵커 인발테스트 해야 하나? ····· 58
D12 건식 석재공사에서 확인할 것은? ····· 59
D13 알루미늄 조정판의 부식 우려는? ····· 60
D14 단열일체형 석재(테라코타)패널은 어떻게? ····· 61

보완(수정) 내용이 있는 경우 ★

피난경로 칸막이벽

E1 칸막이벽 내진설계 검토내용은? ····· 62
E2 피난경로의 범위와 칸막이벽 중 내진설계 대상은? ····· 63
E3 피난경로상 칸막이벽 중 내진설계 제외대상은? ····· 64
E4 조적 칸막이벽 종류에 따른 내진특성 차이점은? ····· 65
E5 이격조인트를 설치하는 이유는? ····· 66
E6 조적 칸막이벽, 내진설계 대상과 일반의 차이는? ····· ★68
E7 상단 전도방지철물의 설치방향과 종류는? ····· 69
E8 상단 전도방지철물을 정착하는 앵커 종류는? ····· 71
E9 상단 정착용 앵커 타입 변경시 주의사항은? ····· 72
E10 단열재가 있는 경우, 상단 전도방지철물 설치는? ····· 73
E11 강재에 상단 전도방지철물 설치는 어떻게? ····· 74
E12 측단 연결철물의 설치는? ····· 75
E13 인방에 대한 주의사항은? ····· 76
E14 조적 칸막이벽 두께는? ····· 77
E15 경량 칸막이벽 내진설계 검토내용은? ····· 78
E16 경량콘크리트패널 칸막이벽은 어떻게? ····· 79
E17 아파트 복도 강판(1.6T) 칸막이벽은 어떻게? ····· 80
E18 조적 칸막이벽과 보 측면이 일직선이면? ····· 81
E19 피난약자가 사용하는 공간을 추가하는 근거는? ····· 82
E20 건식 스터드벽 수평 보강채널 위치에 대하여? ····· 83
E21 상단 전도방지철물을 수벽에 잘못 설치했을 때? ····· 84

보완(수정) 내용이 있는 경우 ★

기타

F1 피난경로상 캐노피와 계단은 어떻게? ····· 85
F2 매달린 천장은 어떻게? ····· ★86
F3 이중바닥(악세스플로어)는 어떻게? ····· ★87
F4 각종 제어반과 소화전함도 내진설계 대상인가? ····· ★88
F5 소화전함이 조적벽에 매립된 경우는? ····· 89

보완(수정) 내용이 있는 경우 ★

실무에 도움이 될 질의·답변 사례들

기타

F6 소화수조, 방파판 있어도 내진설계 대상인가? ···· 90
F7 일반물탱크, 내진설계 대상인가? ····· 91
F8 소화수조·일반물탱크, 콘크리트패드 주의사항? ···· 92
F9 조립식 물탱크, 앵커 정착부가 뜬 경우는 어떻게? ·· 93
F10 FRP물탱크는 어떻게 설치하나? ····· 94
F11 소방시설, 내진설계 발주하기 전에 ····· 97
F14 케이블트레이나 레이스웨이는 어떻게? ····· 98
F15 비상유도등은 어떻게? ····· 99
F16 피난경로상 기타 요소들도 내진설계 대상인가? ·· 100
F17 가벼운 소방용 장치의 검토대상 여부는? ····· 101
F18 설계도면에 비구조요소 상세도가 있다면? ····· 102
F19 이 안내서 공유·배포의 허용범위는? ····· 103
F20 학교시설 내진Ⅰ등급인 경우 비상유도등은? ···· 104
F21 이중바닥은 앵커로만 고정되어야 하나? ····· 105

2026년판에 추가하는 내용들

추가사항

A+12 내진특등급에서 기능수행의 의미는? ····· 107
A+13 행정복지센터 내진검토 대상 선정방법은? ···· 110
A+14 시·도·군·구청 내진검토 대상 선정방법은? ··· 112
A+15 소방서 내진검토 대상 선정방법은? ····· 114
E+22 조적 칸막이벽 천장 마감 위 몰탈 미장은? ···· 116
F+22 전기 비구조요소 중 내진설계 대상은? ····· 117
F+23 기계 비구조요소 중 내진설계 대상은? ····· 121
F+24 매달린 전기 비구조요소 신·특수공법 적용은? ·· 125
F+25 케이블트레이 내진스프링장치 설치 주의사항은? ·· 126
F+26 유리, 내진설계 대상인가? ····· 127

01 비구조요소는 무엇인가? [보완]

비구조요소란, 건축물 구조체에 부착되는 것들로서 구조부재를 제외한 모든 것들을 통칭합니다.

1) 근거

용어	정의	근거
비구조부재	차양·장식탑·비내력벽, 기타 이와 유사한 것으로서 구조해석에서 제외되는 건축물의 구성부재	KDS 41 17 00 「건축물 내진설계기준」, p.2
비구조요소	건축비구조요소와 기계·전기비구조요소를 총칭	
건축비구조요소	건축구조물을 구성하는 부재중에서 구조내력을 부담하지 않는 구성요소. 배기구, 부가물·장식물, 부착물, 비구조벽체, 악세스플로어(이중바닥), 유리·외주벽, 천장, 칸막이, 캐비닛, 파라펫, 표면마감재, 표지판·광고판 등을 포함한다	KDS 41 10 05 「건축구조기준 총칙」, pp.2~4.
기계·전기비구조요소	건축구조물에 부착된 기계 및 전기 시스템 비구조요소와 이를 지지하는 부착물 및 장비	

2) 비구조요소 내진설계 대상 [근거 : KDS 41 17 00「건축물 내진설계기준」 표18.3-1 및 표18.4-1]

건축비구조요소의 구분	대상
내부 비구조벽체 및 칸막이벽	비보강조적벽, 그밖의 벽과 칸막이
캔틸레버 부재 (횡지지되어 있지 않거나 질량중심 아래에서 구조체에 횡지지된 경우)	파라펫 및 내부 캔틸레버 비구조벽체, 굴뚝 및 골조구조에 지지된 수직 배기구, 기타 캔틸레버형 수직구조물
캔틸레버 부재 (질량중심 위에서 구조체에 횡지지된 경우)	파라펫, 굴뚝, 외측 비구조벽체
외측 비구조벽체 부재 및 접합부	벽체 부재, 벽체패널 접합부의 몸체, 연결시스템의 조임구
표면 마감재	변형이 제한된 부재 및 부착물, 변형성능이 낮은 부재 및 부착물
옥탑	건물골조가 연장된 골조의 경우 제외
천장	전체
캐비넷	바닥판에 영구적으로 지지된 높이가 1,800㎜ 이상인 캐비닛 및 책장
실험실 장비	전체
이중바닥	특수 이중바닥, 그 밖의 모든 것
부속 장치 및 장식물	전체
간판	전체
기타 강체요소	대변형이 가능한 부재 및 부착물, 변형이 제한된 부재 및 부착물, 변형성능이 낮은 재료 및 부착물
그밖의 유연한 비구조요소	대변형이 가능한 부재 및 부착물, 변형이 제한된 부재 및 부착물, 변형성능이 낮은 재료 및 부착물
건물의 지진력저항시스템에 포함되지 않은 출구 계단	전체
출구 계단 및 램프 체결 장치 및 부착 장치	전체

기계·전기비구조요소의 구분	대상
기계 및 전기 비구조요소	건기측 HVACR, 팬, 공조기, 냉난방장치, 캐비닛히터, 공기분배기 및 금속판금으로 이루어진 기타 기계요소
	습기측 HVACR, 보일러, 용광로, 공기탱크, 칠러, 온열기, 열교환기, 증발기, 공기분리기, 제조장비, 고변형성 재료로 구성된 기계요소
	에어쿨러 (핀 팬), 공냉식 열교환기, 응축기, 건식쿨러, 원격 라디에이터 및 일체형 구조강 또는 판금지지부를 가진 기계요소
	스커트지지로 지지되지 않고 19장에 포함되지 않은 엔진, 터빈, 펌프, 압축기 및 압력 용기
	19장(건물외구조물)에 포함되지 않으면서 스커트지지로 지지되는 압력용기
	엘리베이터 및 에스컬레이터 구성품
	발전기, 배터리, 인버터, 모터, 변압기 및 고변형재료로 구성된 전기요소
	모터 컨트롤 센터, 패널 보드, 스위치 기어, 계기 캐비닛 및 그 밖의 금속판금으로 이루어진 유사한 비구조요소
	통신 장비, 컴퓨터, 계측기 및 제어 장치
	질량중심 아래에서 횡지지된 냉각 및 전기타워, 지붕에 설치된 굴뚝
	질량중심 위에서 횡지지된 냉각 및 전기타워, 지붕에 설치된 굴뚝
	조명기구
	기타 기계 또는 전기 비구조요소
진동격리된 부품 및 시스템	탄성중합체 완충장치 또는 탄성주변정지장치를 가진 네오프렌 요소 및 네오프렌 격리층으로 격리된 요소 및 시스템
	탄성중합체 완충장치 또는 탄성주변정지장치를 가진 스프링 격리 장치 및 진동격리 바닥으로 격리된 요소 및 시스템
	내부적으로 격리된 요소 및 시스템
	매달림 형태의 진동방지장치를 가진 덕트 및 요소
배관시스템	파이프, 덕트, 전기전선 및 케이블트레이, 버스덕트, 급배수 배관, 공압튜브 수송시스템 등

내진Ⅰ등급 또는 내진Ⅱ등급으로 내진설계된 일반적인 건축물에서는 인명안전에 위협이 되는 요소들만 내진설계 대상이지만, 내진특등급으로 내진설계된 건축물에서는 인명안전에 추가하여 기능수행에 필요하거나 지장을 초래하는 요소들까지 내진설계 대상입니다. [*] (건물의 내진등급을 확인하는 방법은 p.8을 참조)

02 건물외구조물은 무엇인가?

건물외구조물이란, 구조물 중 건물을 제외한 구조물들입니다.

1) 근거

용어	정의	근거
건물외구조물	건축법과 주택법의 적용을 받는 구조물 중 건물을 제외한 구조물	KDS 41 17 00 「건축물 내진설계기준」, p.1
건물과 유사한 건물외구조물	건물외구조물 중 건물과 유사한 형태를 가지나 강도, 강성 혹은 질량의 분포가 건물과 다른 구조물	
건물과 유사하지 않은 건물외구조물	건물외구조물 중 건물과 유사하지 않은 형태를 가지는 구조물	

내진설계 대상 관련근거	내용
KDS 41 17 00 「건축물 내진설계기준」 19.1.1 적용범위	건물외구조물은 이 절에서 규정된 최소 설계지진력에 저항할 수 있도록 설계되어야 한다. 이 절에서 제시되지 않은 설계절차는 다른 장의 규정과 부합하여야 한다.

2) 건물외구조물 종류 [근거 : KDS 41 17 00「건축물 내진설계기준」표19.3-1 및 표19.3-2]

건물과 유사한 건물외구조물	종류 (지진력저항시스템)
1. 골조시스템	철골특수중심가새골조, 철골보통중심가새골조
2. 모멘트저항골조시스템	철골특수모멘트골조, 철근콘크리트특수모멘트골조, 철골중간모멘트골조, 철근콘크리트중간모멘트골조, 철골보통모멘트골조, 철근콘크리트 보통모멘트골조
3. 철제 적재 선반	전체
4. 철제 형강 캔틸레버 적재 선반	보통모멘트골조, 보통가새골조
5. 철제 박판 캔틸레버 적재 선반	보통모멘트골조, 보통가새골조

건물과 유사하지 않은 건물외구조물	종류 (지진력저항시스템)
1.고가탱크, 저장용기, 저장 상자 또는 깔대기형 상자	a.대칭형 가새지주에 지지된 경우, b.비가새지주 또는 비대칭 가새지주에 지지된 경우
2.안장형 받침대에 지지된 용접접합의 철골조 수평저장용기	전체
3.지면에 지지된 하부가 평평한 탱크 및 저장용기	a.철골조 또는 섬유보강 플라스틱조 : 기계적 앵커로 고정된 경우, 자체고정식일 경우, b.철근콘크리트조 또는 프리스트레스 콘크리트조 : 미끄럼방지 밑면일 경우, 고정된 유연한 밑면일 경우, 고정되지 않은 유연한 밑면일 경우, c.기타
4.기초까지 연속된 벽체를 사용한 현장타설 콘크리트 사일로, 연도, 굴뚝	전체
5. 보강조적조 구조물	전체
6. 비보강조적조 구조물	전체
7. 굴뚝 및 연도	a.콘크리트조, b.철골조
8. 표에서 언급되지 않은, 분포된 질량을 갖는 철골조 및 철근콘크리트조 단일 기둥 또는 스커트 지지 캔틸레버 구조물	(연도, 굴뚝, 사일로, 스커트 지지 수직 저장용기를 포함) a.용접 철골, b.특수상세를 가진 용접 철골, c.프리스트레스 또는 철근 콘크리트, d.특수상세를 가진 프리스트레스 또는 철근 콘크리트
9.트러스형 탑(자립형 또는 버팀줄형), 버팀줄지지 연도 및 굴뚝	전체
10. 냉각탑	a.콘크리트조 또는 철골조, b.목구조 골조
11.통신용 탑	a.트러스(철골), b.장대(철골, 목구조, 콘크리트), c.골조(철골, 목구조, 콘크리트)
12. 육상풍력발전기의 철골 지지구조물	전체
13. 놀이시설 구조물과 기념물	전체
14. 역추형 구조물	(고가탱크 및 저장용기는 제외)
15. 지면지지 캔틸레버 벽체 또는 울타리	전체
16. 간판, 표지판, 광고판	전체
17.기타	위에 포함되지 않은 자립형 구조물, 탱크 또는 저장용기

3) 물탱크는 비구조요소인가, 건물외구조물인가?

근거	주요내용
「건축구조기준에 관한 질의 회신」, 국토교통부 건축안전과-1132 ('20.6.10)	물탱크 등 건물외구조물 내진설계는 비구조요소 내진설계와는 별도의 규정이며, 별도 예외규정을 명시하고 있지 않으므로 내진설계를 수행하여야 함. [관련문서보기]

공사내용 중 창고용 선반, 물탱크, 소화수조가 있다면 건물외구조물로서 예외없이 내진설계·검토되어야 합니다.

03 여기서 내진설계는 무엇을 의미하는가?

시공자가 작성한 시공상세도에 대해서 책임구조기술자가 내진성능이 충분한지 구조적합성과 구조안전을 확인하는 것입니다.

1) 근거

근거	내용
KDS 41 10 05 「건축구조기준 총칙」 6.2 시공상세도서의 구조안전 확인	시공자가 작성한 시공상세도서 중 이 기준의 규정과 구조설계도서의 의도에 적합한지에 대하여 책임구조기술자로부터 구조적합성과 구조안전의 확인을 받아야 할 도서는 다음과 같다. ⑤ 건축 비구조요소의 설치상세도(구조적합성과 구조안전의 확인이 필요한 경우만 해당) ⑥ 건축설비(기계·전기 비구조요소)의 설치상세도

2) 비구조요소에서 내진설계 의미

무에서 유를 창조하여 시공자의 의사나 능력과 상관없이 진행하는 설계가 아니라, 시공자가 작성한 시공상세도를 설계자료로 삼아, 이에 대하여 내진성능을 적합하게 발휘할 수 있는지를 책임구조기술자가 검토하고 안전성을 확인하는 것입니다.

비구조요소 '내진설계'에서 '설계'는 시공자가 작성한 시공상세도서인 대상을 의미하고, '내진'은 그 설계(시공방법)가 내진성능을 확보하는지를 검토하는 수준·목표을 의미합니다.

04 왜 해야 하는가?

지진 발생시 전도 및 탈락 등으로 인명안전에 위협을 줄 수 있는 비구조재인 비구조요소 및 건물외구조물의 내진설계 의무사항이 법령(규칙·기준)에서 규정되었습니다.

1) 근거

근거	내용	
행정안전부 「2017 포항지진백서」 p.370	실태 및 문제점	비구조재는 내진설계 의무를 법령에서 명확히 규정하지 않아 일선 현장에서 비구조재의 내진설계가 잘 지켜지지 않는 상황
	개선방안	지진 발생 시 전도 및 탈락 등으로 인명 안전에 위협을 줄 수 있는 비구조재(위험물질 저장·지지 요소 등)의 내진설계 의무사항을 법령에서 규정하고, 내진설계 이행확인 절차 등도 마련
「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」 ('18.11.9, 개정)	의무대상	제4조(인전성) ① 건축물의 구조에 관한 설계는 건축물의 용도 · 규모 · 구조의 종별과 지반의 상황 등을 고려하여 기초·기둥·보·바닥·벽·비구조요소 등을 유효하게 배치하여 건축물 전체가 이에 작용하는 제9조에 따른 설계하중에 대하여 구조내력상 안전하도록 하여야 한다.
	검토시점	별지 제1~3호 비구조요소 비고란에 "공사단계에서 확인이 필요한 비구조요소 기재"
KDS 41 17 00 「건축물 내진설계기준」 ('19.3.14, 제정) ('22.10.11, 개정)	적용방법	1.12 기준의 구성 및 적용 (6) 비구조요소에 대한 내진설계는 18장을 따른다. (7) 건물외구조물의 내진설계는 19장을 따른다.
	구조체와 별도실시	18.1.3.3 설계의 검토와 승인 (1) 개별 비구조요소의 공인된 설계기준에 따라 내진설계를 수행하고 내진설계책임구조기술자가 이를 승인하는 경우 비구조요소의 내진설계는 구조체의 내진설계와 분리하여 수행될 수 있다. 이때 설계계산서 혹은 시험성적서를 근거로 시공상세도가 작성되어야 하며 내진설계책임구조기술자에 의해 검토 및 승인되어야 한다.

2) 계기 : 포항지진 (2017년 11월 15일 발생, 규모 5.4)

피해	내용	
인명피해	본진과 여진('18.2.11. 규모 4.6)을 포함하여 총 135명 중경상, 이재민 최대 1,747명.	
경제피해	피해액 673억원, 복구비 1,539억원 추산.	
시설피해	주택 전·반파 956동 포함 사유시설 총 33,397동, 학교시설 103동 포함 공공시설 총 317동 피해.	
비구조재 피해사례	피해종류	사례
	파라펫	Y어린이집과 흥해지역 다수의 상가들 옥상에서 파라펫이 전도 및 낙하하여 주변 차량들을 파손
	외부치장벽돌	H대학교(인명피해는 경상에 그침. 큰 인명피해를 유발할 수 있었음), H초등학교 및 포항지역 주택 다수
	외부석재마감	포항지역 다수의 아파트들의 외부석재마감이 탈락하여 주변 차량들을 파손, S중앙아트홀 및 다수
	조적 칸막이벽	H초등학교 및 포항지역 다수 주택들에서 조적채움벽 균열·파손발생, M시설 지하기계실 블록채움벽 전도
	유리	흥해지역 및 포항지역 다수의 상가에서 대형유리창이 파손, H대학교 등에서 유리창 및 창틀 파손
	천장재 및 조명기구	KTX포항역사, 포항교통방송국, S대학교, H대학교, 포항·흥해지역 다수의 학교·병원·상가
	캐비넷	J초등학교 교사가 캐비넷 전도로 얼굴이 찢어지는 부상을 입음
	엘리베이터	H대학교 12대 중 11대 기능정지, KTX포항역사 등에서 기능정지
	물탱크	H초등학교 옥상물탱크 기울어짐(전도우려), 포항지역 주택(아파트) 옥상 물탱크 파손
	배관	KTX포항역사 배관 파손으로 누수, 포항지역 다수 주택(빌라) 외부노출 가스관 파손
	기타	학상동 상가 담장 전도되어 주변 차량 파손, 포항지역 다수의 주택 담장이 파손·전도되어 인명피해 발생, H대학교 농구대 전도, 양덕지역 아파트 분수대 파손 등

지진 발생시 비구조재인 비구조요소와 건물외구조물로 인한 인명피해를 예방하기 위해서 2018년 11월 9일 개정된 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」에 따라, 2019년 3월 14일 제정된 「건축물 내진설계기준」(KDS 41 17 00)에서 정하는 방법으로 내진설계 즉, 지진에 대한 안전성이 검토·확인되어야 합니다

05 언제 해야 하는가?

공사단계에서 확인받아야 합니다.

1) 근거

근거	내용
KDS 41 17 00 「건축물 내진설계기준」 18.1.3.3(1)항	개별 비구조요소의 공인된 설계기준에 따라 내진설계를 수행하고 내진설계책임구조기술자가 이를 승인하는 경우 비구조요소의 내진설계는 구조체의 내진설계와 분리하여 수행될 수 있다. 이때 설계계산서 혹은 시험 성적서를 근거로 시공상세도가 작성되어야 하며 내진설계책임구조기술자에 의해 검토 및 승인되어야 한다.
KDS 41 10 05 「건축구조기준 총칙」 6.2(1)항	시공자가 작성한 시공상세도서 중 이 기준의 규정과 구조설계도서의 의도에 적합한지에 대하여 책임구조기술자로부터 구조적합성과 구조안전의 확인을 받아야 할 도서는 다음과 같다. ⑤ 건축 비구조요소의 설치상세도(구조적합성과 구조안전의 확인이 필요한 경우만 해당) ⑥ 건축설비(기계·전기 비구조요소)의 설치상세도
「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」 별지서식 비고란	■ 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 [별지 제2호 서식] 구조안전 및 내진설계 확인서 (5층 이하의 건축물) … 비고 13) 비구조요소 / 건축비구조요소 / … / 공사단계에서 확인이 필요한 비구조요소 기재 13) 비구조요소 / 기계 · 전기 비구조요소 / … …

2) 예외적 사례

그러나 간혹 특별한 사정에 의해 설계단계에서 비구조요소 내진설계를 미리 실시하여 설계도서에 이미 포함되는 아래의 경우도 드물게 있습니다.

설계단계에서 비구조요소 등의 내진설계를 실시하는 사례	사유(장단점)
① 모든 구성재와 부속품이 발주처가 원하는 사양(특허 등)으로 확정	장점 : 고급 또는 고성능 자재반영 단점 : 독과점업체 지명입찰 또는 독점업체 수의계약
② 모든 구성재 규격 확정, 특허가 아닌 부속품의 사양을 확정	장점 : 설계(공법)변경에 의한 증액없는 총액계약 가능 단점 : 일부 규격·사양 변경시 재검토 필요
③ 인허가청에서 건축허가 또는 착공허가시 요구하는 경우	지자체마다 유권해석이 다를 수 있으며, 소방서 등에서 허가 동의조건으로 특별히 요구하는 경우

상기의 경우에 해당하여 시공자가 입찰 또는 계약서류의 설계도서 중에서 비구조요소 '안전확인서' 및 '구조검토 계산서'를 발주처 또는 감리자로부터 제공받아서 그 내용대로 변경없이 시공하는 것이라면 시공자는 공사단계에서 내진설계에 대한 검토를 중복하여 실시할 이유는 없을 것입니다. 따라서 해당 비구조요소에 대한 안전확인서가 제공받는 설계도서에 포함되어 있는지를 확인하길 바랍니다. 그러나 이러한 사례는 지극히 드뭅니다.

따라서 일반적으로 시공자는 해당 비구조요소 공종의 실제 착공 전에 비구조요소의 안전성을 검토받아 감리자에게 확인서류를 제출하여야 합니다.

시공자가 건축구조기술사에게 의뢰합니다.

1) 시공자가 의뢰하는 근거

근거	내용
「건축법」 제24조제④항	공사시공자는 공사를 하는 데에 필요하다고 인정하거나 제25조제5항에 따라 공사감리자로부터 상세시공도면을 작성하도록 요청을 받으면 상세시공도면을 작성하여 공사감리자의 확인을 받아야 하며, 이에 따라 공사를 하여야 한다.
KDS 41 10 05 「건축구조기준 총칙」 6.2(1)항	시공자가 작성한 시공상세도서 중 이 기준의 규정과 구조설계도서의 의도에 적합한지에 대하여 책임구조기술자로부터 구조적합성과 구조안전의 확인을 받아야 할 도서는 다음과 같다. ⑤ 건축 비구조요소의 설치상세도(구조적합성과 구조안전의 확인이 필요한 경우만 해당) ⑥ 건축설비(기계·전기 비구조요소)의 설치상세도

다만 기술용역 바용을 지불해야 하는 책임은 설계도서 또는 계약서류에서 정하는 바에 따라 발주처가 별도로 부담하는 경우도 있고, 시공자의 입찰조건·계약내용에 포함된 것일 수 있습니다. 상호 확인하고 협의하여 정합니다.

2) 건축구조기술사에게 의뢰하는 근거

근거	내용
KDS 41 10 05 「건축구조기준 총칙」 2. 용어의 정의	책임구조기술자 : 건축구조분야에 대한 전문적인 지식, 풍부한 경험과 식견을 가진 전문가로서 이 기준에 따라 건축구조물의 구조에 대한 구조설계 및 구조검토, 구조검사 및 실험, 시공, 구조감리, 안전진단 등 관련업무를 책임지고 수행하는 기술자 내진공학전문가 : 내진설계시 성능기반설계법을 적용할 경우에 제3자 검토를 수행하는 건축구조기술사, 내진공학 박사학위 소지자, 건축구조 관련 박사학위 취득 후 내진공학 관련 실무 또는 연구 경력이 5년 이상인 자
표준시방서 KCS 41 10 00 「건축공사 일반사항」 1.3. 용어의 정의	관계전문기술자(책임기술자): 건축법 제2조에 따라 건축물의 구조, 설비 등 건축물과 관련된 전문기술자격을 보유하고 설계와 공사감리에 참여하여 설계자 및 공사감리자와 협력하는 자를 말한다.
「학교시설 내진설계 기준 고시」 (교육부 공고 제2020-223호, '20.4.1, 일부개정) 1.7.1 책임구조기술자의 자격	책임구조기술자는 학교 건축구조물의 내진설계 및 내진보강설계를 책임지고 수행하는 기술자로서, 책임구조기술자의 자격은 건축구조기술사로 한다. [해설] 내진구조성능확보를 위한 업무를 관장하는 책임구조기술자는 국가기술자격법에 의한 건축구조기술사로서 건설기술진흥법 제6조(건설기술용역업의 등록 등) ①항에 따라 「엔지니어링산업 진흥법」 제2조제4호에 따른 엔지니어링사업자 또는 기술사법 제6조제1항에 따른 사무소를 등록한 기술사이어야 한다. (→ 대표자가 건축구조기술사여야만 책임이 부여됨을 의미. 10 참조) [*]

즉, 의뢰 주체는 상세시공도면을 작성하는 시공자이고, 내진설계·검토 주체는 건축구조기술사입니다. 시공자는 건축구조기술사로부터 비구조요소 내진안전성 확인서류를 받아 감리자에게 제출하여 승인받은 후 시공하여야 합니다.

07 의무대상 범위는 어떻게 되는가? [보완]

먼저 비구조요소 내진설계를 해야 하는 건축물인지를 파악하고, 비구조요소 내진설계 의무대상이 광범위한지 일부에 국한하는지를 파악하고, 내진설계 의무대상들 중에서 현장 공사내용에 해당하는 것들을 특정하며, 마지막으로 누락된 요소가 없는지 확인하여 정합니다.

확인하는 순서 1 : **비구조요소 내진설계를 해야 하는 건물인가?**

1) 관련근거

법령·기준	내용	
「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」 ('18.11.9, 개정)	안전확인 대상요소	제4조(인전성) ① 건축물의 구조에 관한 설계는 건축물의 용도·규모·구조의 종별과 지반의 상황 등을 고려하여 기초·기둥·보·바닥·벽·비구조요소 등을 유효하게 배치하여 건축물 전체가 이에 작용하는 제9조에 따른 설계하중에 대하여 구조내력상 안전하도록 하여야 한다.
	관련법령	제56조(적용범위) ① 영 제32조제1항에 따른 각 단계별 구조안전(지진에 대한 구조안전을 포함한다)확인의 절차, 내용 및 방법은 제57조에서 제59조까지에 따른다.
「건축법 시행령」 ('22.12.8, 개정)	안전확인 대상건물	제32조(구조 안전의 확인) ② 제1항에 따라 구조 안전을 확인한 건축물 중 다음... 1. 층수가 2층[주요구조부인 기둥과 보를 설치하는 건축물로서 그 기둥과 보가 목재인 목구조 건축물(이하 "목구조 건축물"이라 한다)의 경우에는 3층] 이상인 건축물 2. 연면적 200㎡(목구조 건축물은 500㎡) 이상인 건축물(창고·축사·작물재배사는 제외) 3. 높이가 13미터 이상인 건축물 4. 처마높이가 9미터 이상인 건축물 5. 기둥과 기둥 사이의 거리가 10미터 이상인 건축물 6. 건축물의 용도 및 규모를 고려한 중요도가 높은 건축물(중요도 특 또는 중요도1) 7. 국가적 문화유산으로 보존가치가 있는 건축물(연면적 5,000㎡이상인 박물관·기념관 등) 8. 캔틸레버 3m이상 또는 특수한 설계·시공·공법 등이 필요한 특수구조 건축물 9. 단독주택 및 공동주택

2) 간단하게 확인하는 방법

아래와 같이 구조체(골조)에 대해 설계단계에서 작성·제출된 「구조안전 및 내진설계 확인서」에 해당 건물에 대한 내진설계 관련내용이 기재되었으면 비구조요소도 내진설계 대상이라고 판단할 수 있습니다.

■ 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 [별지 제2호 서식]

구조안전 및 내진설계 확인서 (5층 이하의 건축물)

					비고
1) 공사명	○○시설 신축공사				
2) 대지위치	○○ ○○시 ○○구 ○○동 ○○○번지 / 지역계수 S=0.22				
3) 용도	제2종 근린생활시설(제조업소)				
4) 중요도	중요도 2				
5) 규모	연면적	999.00 ㎡	층수 (높이)	지상 2층 (8.10m)	
6) 사용설계기준	건축구조기준 (KDS41)				
7) 구조계획	*구조시스템에 대한 공통분류 체계 마련* (주요구조형식 : 철근콘크리트구조)				
8) 지반 및 기초	지반분류	S_4	지하수위	GL -0.50 m	
	기초형식				
	지내력기초	설계지내력 fe = 100 kN/㎡	파일기초	해당없음	
9) 내진설계개요	「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」 및 건축구조기준에 따른 지진하중 산정시 필요사항				
	해석법	내진설계범주(D)			
		등가정적해석법			
	중요도계수	I_E = 1.0	건물유효중량	W = 7,207.76 kN	
...					

확인하는 순서 ② : **비구조요소 내진설계 의무대상이 광범위한지 또는 일부에 국한하는지?**

1) 건축물 중요도를 기준으로 정리

건축물 중요도	건축물 내진등급	비구조요소 내진설계 대상범위	비구조요소 요구내진성능
중요도 특 →	내진 특 등급 →	인명 및 기능 위협 요소 [주1] (시설물 기능수행에 필요한 것들 + 인명안전에 필요한 것들)	"기능수행" 지진 중 그리고 지진 이후에도 기능이 유지되어야 하는 특별한 건축물의 비구조요소에 요구되는 성능수준
중요도 1 →	내진 Ⅰ 등급 →	인명 위협 요소 (인명안전에 필요한 것들)	"인명안전" 지진 시 구조적으로 안전하여 인명이 보호되어야 하는 대부분 건축물의 비구조요소에 요구되는 성능수준
중요도 2 →	내진 Ⅱ 등급 →		
중요도 3 →			

2) 건축물 중요도를 확인하는 방법 : 「구조안전 및 내진설계 확인서」 내용 중 '4) 중요도'를 확인

■ 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 [별지 제2호 서식]

구조안전 및 내진설계 확인서 (5층 이하의 건축물)

1) 공사명	○○시설 신축공사	비고
2) 대지위치	○○ ○○시 ○○구 ○○동 ○○○번지 / 지역계수 S=0.22	
3) 용도	제2종 근린생활시설(제조업소)	
4) 중요도	중요도 2	
···		

[예시 : '중요도 2' → '내진등급 [Ⅱ]' → 인명안전에 필요한 비구조요소 '일부'만 해당]

확인하는 순서 ③ : **현장 공사내용에 해당하는 것은 무엇인가?**

[검토대상 표시 ; 무조건(인명안전)- ●, 조건(인명안전)- ○, 조건(기능수행)- ○]

대상요소			내진등급 [특]	내진등급 [Ⅰ] 또는 [Ⅱ]	공사포함여부 (담당자 체크)	비고
건축 비구조 요소	파라펫		●	●	( )	● : 인명안전에 위협이 되는 요소로서 공사 내용에 있으면 무조건 검토대상 ○ : 손상시 추락 또는 전도되기 쉬운 요소로서 인명안전에 위협이 되는 위치(생활공간 또는 피난경로 등)에 설치되는 조건이면 검토대상 ○ : 시설물의 지속적인 기능수행에 필요하거나 손상시 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 조건이면 검토대상
	외부치장벽돌		●	●	( )	
	외부석재마감		●	●	( )	
	피난경로상 계단		●	●	( )	
	피난경로상 캐노피		●	●	( )	
	피난경로상 칸막이벽		●	●	( )	
	대형창고매장 개방적재장치		●	●	( )	
	피난경로가 아닌 칸막이벽		●		( )	
	유리(커튼월 / 상점 앞면 / 칸막이벽 등)		○ ○	○	( )	
	외부경량마감(금속재 등) [주2]		○		( )	
	매달린 천장		○		( )	
	이중바닥		○		( )	
	캐비닛 / 장식물 / 간판 / 기타		○		( )	
기계 및 전기 비구조 요소	승강기 / 에스컬레이터		○		( )	
	스프링클러시스템	소화배관	●	●	( )	
		소방펌프)	●	●	( )	
		소화전/제어반	●	●	( )	
		비상발전기	●	●	( )	
	피난경로상 비상유도등		●	●	( )	
	매달린 배선(전선로)설비 [주3]		○ ○	○	( )	
	매달린 배관·덕트설비 [주4]		○ ○	○	( )	
	천정설치형 장비 [주5]		○ ○	○	( )	
	벽체·바닥설치형 장비 [주6]		○ ○	○	( )	
건물외 구조물	탱크(일반수조 / 위험물저장탱크)		●	●	( )	
	소화수조		●	●	( )	
	기타		●	●	( )	

2026년판에 보완하는 내용 (주석 설명)

[주1] 당초 '모두'에서 '인명 및 기능 위협 요소'로 정정합니다. 비구조요소가 대상이 될 가능성이 있다는 의미로서 그 모든 대상들 중 기능수행과 관련한 기준 18.1.2③항의 '시설물의 지속적인 기능수행' 등과 관련한 비구조요소에 대해 18.1.1(3)항에 따라 '건축주와의 협의에 따른다'는 내용을 포괄한 것이었으나, 이 조건을 구체적으로 설명하지 않아서 오해 여지가 다분하므로 이를 정정하며, 보다 구체적으로 괄호 내용으로서 설명을 추가합니다. A+12 참조.

[주2] 외부경량마감(AL시트, 내후성강판, 샌드위치판넬 등등)에 대한 내진설계 여부에 대한 문의가 많아 추가하여 표시합니다. 파라펫·외부치장벽돌·외부석재마감은 외부중량재이면서 취성적으로 파괴될 가능성이 높으므로 인명안전에 큰 위협이 되지만, 외부경량마감재는 경량재이면서 연성적으로 변형하는 것으로서 인명안전에 위협이 될 가능성은 낮기 때문에 기준 18.1.1항과 18.1.2항에 표시되지 않습니다. 내진특등급 구조물에서 외부경량마감이 시설물의 지속적인 기능수행에 필요한 경우는 드물지만, 만약 필요하다고 판단하거나 손상시 시설물의 지속적인 가동에 지장을 초래한다고 판단하는 경우에는 건축주와의 협의에 따라 내진설계 여부를 결정할 수 있습니다.

[주3] '매달린 배선(전선로)설비'는 전기 비구조요소로서 케이블트레이·부스덕트·레이스웨이·노출전선관입니다. 기본적으로 단위길이당 중량이 70N/m(=7.1kg/m) 이상이면서 추락하면 인명피해나 기능마비를 초래할 수 있다고 판단하면 내진검토 대상입니다. 도관(레이스웨이·노출전선관)은 추가 조건이 있습니다. 전기설비 내진기준이 '26년 2월 23일자 제정됨에 따라 내진설계 대상과 면제되는 조건을 F+22 에서 정리하였습니다.

[주4] '매달린 배관·덕트설비'는 기계 비구조요소로서 배관·덕트가 해당합니다. 기본적으로 단위길이당 중량이 70N/m (=7.1kg/m) 이상이면서 추락하면 인명피해나 기능마비를 초래할 수 있다고 판단하면 내진검토 대상입니다. 덕트는 추가 면제 조건이 있습니다. 기계설비 내진기준이 '26년 2월 23일자에 제정됨에 따라 내진설계 대상과 면제되는 조건을 F+23 에서 정리하였습니다.

[주5] '천정설치형 장비'는 기준 18.1.1②항에 따라 중량 100N(=10.2kg)를 초과하면서 생활공간이나 피난경로에 설치되어 추락하면 인명피해나 기능마비를 초래할 수 있다고 판단하면 내진검토 대상입니다. F+22 와 F+23 을 참조하시기 바랍니다.

[주6] '벽체·바닥설치형 장비'는 캐비넷형 전기함·냉난방 실외기·보일러 등이 해당합니다. 일반인의 출입이 제한되는 구역(전기실/기계실/옥상휀스 등)에 설치되면 인명에 위협이 된다고 볼 수 없고, 작동이 되지 않아도 시설물의 지속적인 가동에 지장을 초래하지 않는다고 판단하면 내진검토 대상이 아닙니다. F+22 와 F+23 을 참조하시기 바랍니다.

확인하는 순서 4 : **마지막으로 누락된 요소가 없는가?**

1) 유의사항

「구조안전 및 내진설계 확인서」 내용 중에 아래처럼 비구조요소가 기재되는 칸이 있습니다.

■ 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 [별지 제2호 서식]

구조안전 및 내진설계 확인서 (5층 이하의 건축물)			
···			비고
13) 비구조요소	건축비구조요소	[3건] : 파라펫, 외부치장벽돌, 피난경로상 중량벽체.	*공사단계에서 확인이 필요한 비구조요소 기재*
	기계 · 전기 비구조요소	KDS 41 17 00 18.1.1 및 2에 해당시 적용할 것.	
···			

이 내용은 설계단계에서 검토되었다는 것이 아니라, 공사단계에서 확인해야 하는 대상들을 설계단계에서 안내하기 위해 작성된 것입니다. 특히 실제 공사시점에서는 변경되어 실제와 다를 수 있음을 유의해야 합니다.

2) 「구조안전 및 내진설계 확인서」상 검토해야 하는 내용과 실제가 다를 수 있는 이유들

①	설계단계에서 골조(구조체)에 대한 구조계산·내진설계를 수행하는 시점이 실시설계 이전인 경우가 대부분이며, 건축구조기술사가 건축사로부터 제공받는 기본계획도면에 마감재 등 비구조요소 배치가 아직 확정되기 이전이라면 실제와 다르게 과하게 기재되었을 수 있음.
②	간혹 건축사로부터 비구조요소에 대한 배치계획을 포함하는 기본계획도를 제공받아 그 내용을 위 표와 같이 기재되더라도 실시설계 진행 중에 장비설치 및 마감계획 등 비구조요소가 변경되었을 수 있음.
③	시공자와의 입찰·계약 전 또는 착공 전에 발주처의 요구로 비구조요소 배치나 잡상세가 변경되었을 수 있음.

상기 ①의 경우, 기재란이 공란이거나 실제 설치하지 않는 비구조요소들이 다수 기재되었을 수 있습니다.
상기 ② 또는 ③의 경우, 실제 비구조요소의 일부가 누락되거나, 실제에 없는 비구조요소 일부가 포함되었을 수 있습니다.

시공자는 앞의 3에서 예시한 표와 같은 체크리스트를 작성하여 실제 대상요소를 꼼꼼하게 파악하고, 비구조요소 및 건물외구조물에 대한 내진설계(구조안전확인) 의뢰(발주)계획을 수립할 것을 권장합니다.

08 성과품은 무엇인가?

시공자가 건축구조기술사로부터 받아야 하는 비구조요소(또는 건물외구조물)의 성과품(확인서류)은 「구조검토계산서」와 「안전확인서」입니다.

「구조검토계산서」는 비구조요소의 구조적합성을 구조역학의 원리로 계산을 통해 증명하는 서류이고,
「안전확인서」는 비구조요소의 안전을 확인하는 서류로서, 구조검토계산서의 주요 내용이 요약되는 것이 일반적입니다.

1) 성과품에 기재되어야 하는 주요사항

「구조검토계산서」와 「안전확인서」에는 아래와 같은 이유로 해당 비구조요소가 설치되는 공사명, 현장주소 등이 기재되어야 합니다. 즉 당해 현장조건이 정확하게 반영된 것임을 서류가 증명해야 합니다.

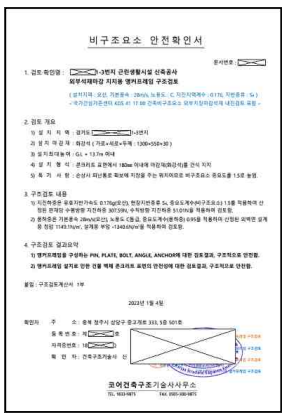
이유	내용
① 실제 외부환경 반영	동일한 건물이라도 건설지역의 외부환경, 즉 지진환경(지반등급, 지반가속도 등)과 풍환경(지역풍속, 지표면조도 등)가 달라서 비구조요소에 작용하는 외력(지진하중 및 풍하중)이 다르게 작용함.
② 실제 건물특성 반영	동일·인접한 지역에서도 건물의 규모나 지진저항시스템이 다르면 이 건물에 부착하는 비구조요소에 외력이 다르게 작용하며, 변위도 다르게 발생함.
③ 실제 요소규격 반영	비구조요소의 크기, 사양, 설치위치 및 이를 구성하거나 지지하는 부속품들이 다르면 각 부속품에 작용하는 하중효과와 발휘하는 저항효과가 달라짐.

2) 성과품에 포함되어야 하는 서류

성과품에는 법적 효력을 가지는 건축구조기술사의 날인뿐만 아니라, 직접 검토하고 작성한 자료임을 입증하는 서류로서 「국가기술자격증」과 「기술사사무소 개설등록증」이 모두 첨부되어야 합니다.

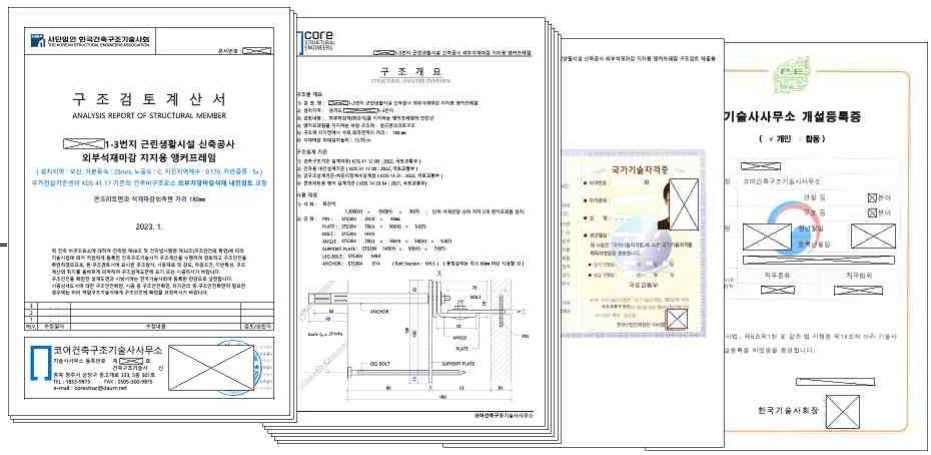
필수첨부자료	내용
국가기술자격증	「국가기술자격법」 제23조에 따른 건축구조기술사를 취득한 자임을 증빙하는 것으로서 국토교통부장관의 위탁을 받은 한국산업인력공단이 확인·발급하는 자격증
기술사사무소 개설등록증	「기술사법」 제6조에 따라 하자없는 기술사가 합법적인 직무를 수행함을 증빙하는 것으로서 과학기술정보통신부장관의 위탁을 받은 한국기술사회가 증명·발급하는 등록증

3) 성과품 예시



「안전확인서」

+



「구조검토계산서」 및 첨부서류

성과품 「구조검토계산서」와 「안전확인서」에는 해당 현장의 공사명과 현장주소가 기재되어야 하며, 건축구조기술사의 「국가기술자격증」과 「기술사사무소 개설등록증」이 함께 첨부되어야 합니다.

09 성과품은 언제 사용하나?

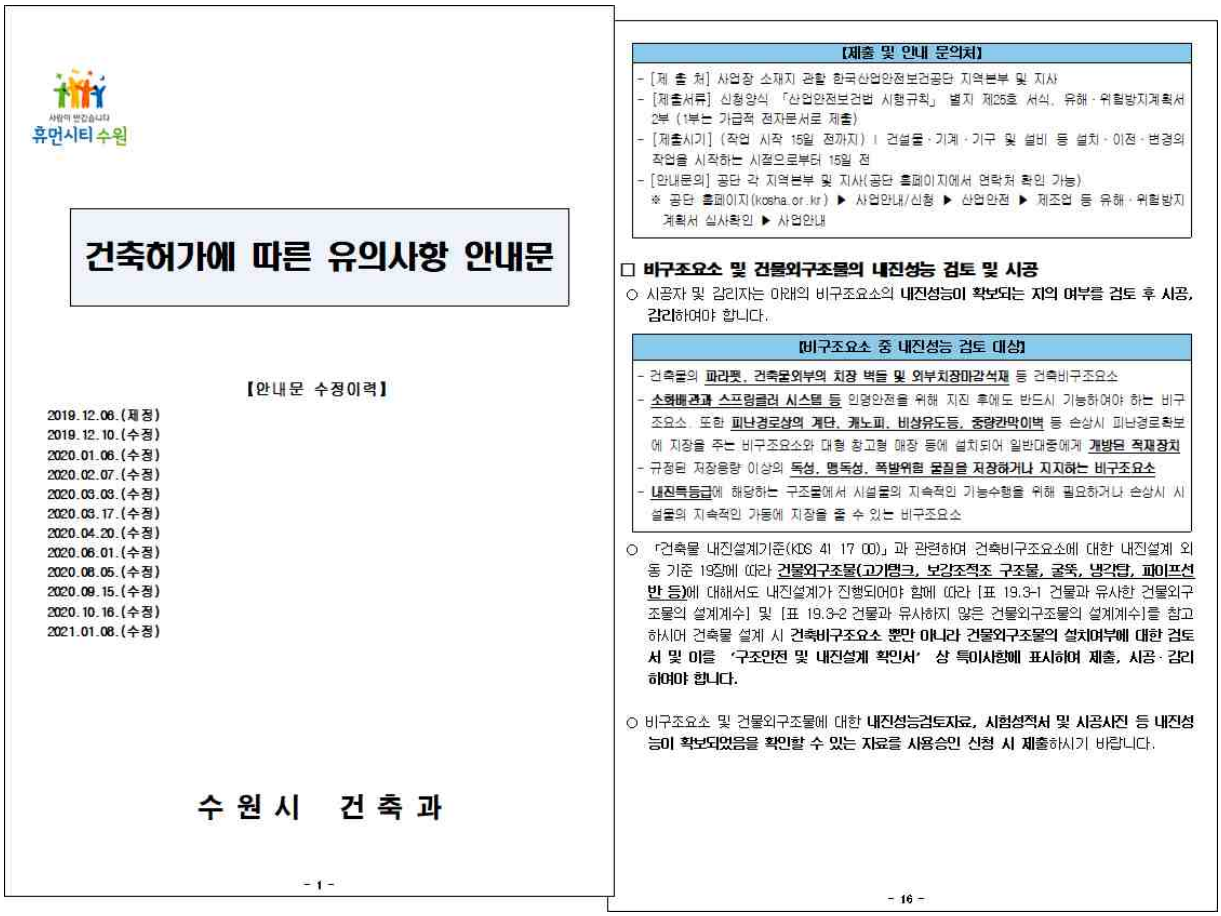
시공 전에는 감리자로부터 사전승인을 득하기 위하여, 시공 후에는 인허가청에 사용승인 신청시 첨부되어 사용됩니다.

1) 시공 전 사용

해당 비구조요소 및 건물외구조물 시공 전에 시공자가 감리자에게 「시공계획승인요청서」를 제출할 때, 시공상세도와 함께 그 안전을 확인하는 서류로서 사용됩니다. 성과품을 첨부하여 감리자에게 안전성을 증명하며, 시공계획승인을 득한 이후에 시공하여야 합니다.

근거	내용
「건축법」 제24조 제④항	공사시공자는 공사를 하는 데에 필요하다고 인정하거나 제25조제5항에 따라 공사감리자로부터 상세시공도면을 작성하도록 요청을 받으면 상세시공도면을 작성하여 공사감리자의 확인을 받아야 하며, 이에 따라 공사를 하여야 한다.
표준시방서(KCS 41 10 00) 「건축공사 일반사항」 3.2(1) ④ 시공계획서	수급인(시공자)은 착공 전에 공정계획, 인력관리계획, 시공장비계획, 장비사용계획, 자재반입계획, 품질관리계획, 안전관리계획, 환경관리계획 등에 대한 시공계획서를 담당원(감독관 또는 책임감리원)에게 제출하여 그 승인을 받아야 한다.
「학교시설 내진설계 기준 고시」 (교육부 공고 제2020-223호, '20.4.1, 일부개정)	1.7.3 책임구조기술자의 서명·날인 (1) 구조설계도서와 구조시공상세도서, 구조감리보고서 및 안전진단보고서 등은 당해 업무별 책임구조기술자의 서명·날인이 있어야 유효하다. (2) 건축주와 시공자 및 감리자는 책임구조기술자가 서명·날인한 설계도서와 시공상세도서 등으로 각종 인·허가행위 및 시공·감리를 하여야 한다.

2) 시공 후 사용 : 건축인허가청(세움터)에 사용승인신청서류에 첨부하여 제출합니다.


사람이 반긴습니다
휴먼시티 수원

건축허가에 따른 유의사항 안내문

【안내문 수정이력】

2019.12.06.(제정)
2019.12.10.(수정)
2020.01.06.(수정)
2020.02.07.(수정)
2020.03.03.(수정)
2020.03.17.(수정)
2020.04.20.(수정)
2020.06.01.(수정)
2020.08.05.(수정)
2020.09.15.(수정)
2020.10.16.(수정)
2021.01.08.(수정)

수 원 시 건 축 과

- 1 -

【제출 및 안내 문의처】

- [제 출 처] 사업장 소재지 관할 한국산업안전보건공단 지역본부 및 지사
- [제출서류] 신청양식 「산업안전보건법 시행규칙」 별지 제25호 서식, 유해·위험방지계획서 2부 (1부는 가급적 전자문서로 제출)
- [제출시기] (작업 시작 15일 전까지) ! 건설물·기계·기구 및 설비 등 설치·이전·변경의 작업을 시작하는 시점으로부터 15일 전
- [안내문의] 공단 각 지역본부 및 지사(공단 홈페이지에서 연락처 확인 가능)
  ※ 공단 홈페이지(kosha.or.kr) ▶ 사업안내/신청 ▶ 산업안전 ▶ 제조업 등 유해·위험방지계획서 심사확인 ▶ 사업안내

□ **비구조요소 및 건물외구조물의 내진성능 검토 및 시공**

○ 시공자 및 감리자는 아래의 비구조요소의 **내진성능이 확보되는 지의 여부를 검토 후 시공, 감리**하여야 합니다.

【비구조요소 중 내진성능 검토 대상】

- 건축물의 **파라펫, 건축물외부의 치장 벽돌 및 외부치장마감석재** 등 건축비구조요소
- **소화배관과 스프링클러 시스템 등** 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능하여야 하는 비구조요소. 또한 **피난경로상의 계단, 캐노피, 비상유도등, 중량칸막이벽** 등 손상시 피난경로확보에 지장을 주는 비구조요소와 대형 창고형 매장 등에 설치되어 일반대중에게 **개방된 적재장치**
- 규정된 저장용량 이상의 **독성, 맹독성, 폭발위험 물질을 저장하거나 지지하는 비구조요소**
- **내진특등급**에 해당하는 구조물에서 시설물의 지속적인 기능수행을 위해 필요하거나 손상시 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 비구조요소

○ 「건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)」과 관련하여 건축비구조요소에 대한 내진설계 외 동 기준 19장에 따라 **건물외구조물(고기평크, 보강조적조 구조물, 굴뚝, 냉각탑, 파이프선반 등)**에 대해서도 내진설계가 진행되어야 함에 따라 [표 19.3-1 건물과 유사한 건물외구조물의 설계계수] 및 [표 19.3-2 건물과 유사하지 않은 건물외구조물의 설계계수]를 참고하시어 건축물 설계 시 **건축비구조요소 뿐만 아니라 건물외구조물의 설치여부에 대한 검토서 및 이를 '구조안전 및 내진설계 확인서' 상 특이사항에 표시하여 제출, 시공·감리하여야 합니다.**

○ 비구조요소 및 건물외구조물에 대한 **내진성능검토자료, 시험성적서 및 시공사진 등 내진성능이 확보되었음을 확인할 수 있는 자료를 사용승인 신청 시 제출**하시기 바랍니다.

- 16 -

인허가청 안내문 배포사례 [출처 : 수원시청 홈페이지]

비구조요소 「구조검토계산서」와 「안전확인서」가 첨부되지 않아 사용승인신청이 보완시 승인조건으로 반려되는 사례가 증가하고 있습니다. 시공 후에도 내진 안전성을 확인할 수는 있지만, 간혹 부적합으로 결정되는 경우에 시공자는 이를 재시공해야 하는 부담이 크게 발생할 것입니다. 원칙대로 시공 전에 검토받고 안전하게 시공하시기 바랍니다.

10 「기술사사무소 개설등록증」이 왜 중요한가?

질의사례	현장 공무부장입니다. 여러 비구조요소 내진검토 중 2건을 각각 별도로 발주했습니다. 조적칸막이벽과 건식칸막이벽에 대해서 견적금액을 최저로 제시한 곳에 각각 의뢰하여 그 성과품들을 감리단에 제출하였지만 반려받았습니다. 반려 사유가 하나는 '기술사사무소 개설등록증'이 첨부되지 않아서 이를 보완하여 다시 제출하라는 것이었고, 또 하나는 '기술사사무소 개설등록증'의 직무범위가 '건축구조기술사'가 아니면 책임구조기술자로 인정할 수 없다는 것입니다. '기술사사무소 개설등록증'이 왜 중요한가요? 의뢰하고자 하는 기술사사무소가 '건축구조기술사'가 적법하게 제대로 검토·설계할 수 있는 곳인지 발주하기 전에 미리 확인하는 방법은 없나요?
답변사례	**감리단의 그러한 판단과 조치는 정당합니다. 감리단은 해당 기술사가 「기술사사무소 개설등록증」으로서 적법하게 책임을 질 수 있는지를 확인하고자 하는 것이고, 건축물의 비구조요소 설계·검토는 '건축구조'의 직무범위에 해당하므로 '건축구조기술사'가 수행하는 것이 적합하다고 판단한 것이며, 이러한 조건들을 모두 충족하여 법적인 효력을 가지는 서류를 제출할 것을 요구한 것입니다.**

1) 「기술사사무소 개설등록증」의 의미

「기술사사무소 개설등록증」은 **직무를 수행한 기술사가 책임을 지도록 만든 제도적 안전장치**의 의미를 가집니다. 여기서 책임이란 제도적으로는 기술사가 문제를 발생시켰다면 이 등록증의 취소처분을 통해서 서비스 영업활동을 못하도록 막는 것이고, 문제 있는 기술사의 영업을 차단함으로써 문제가 반복될 여지를 없애는 효과를 가집니다.

「기술사사무소 개설등록증」은 「기술사법」 제6조, 제7조, 같은 법 시행령 제18조에 따라 등록거부사유(파산, 징역, 집행유예, 거짓·부정한 방법·기준미달·정신적 제약으로 등록취소처분)가 없는 경우에 과학기술정보통신부장관의 위탁을 받아 한국기술사회가 발급하는 서류입니다.

기술사가 개업하려면 「기술사사무소 개설등록증」을 발급받아야 합니다. 따라서 '기술사사무소'라는 명칭이 가지는 의미는 상호에서 그치는 것이 아니라, 개업과 운영의 주체로서 직무를 수행한 기술사에게 그 직무의 모든 책임이 귀속되도록 만든 제도적 안전장치입니다.

「건축법」 제67조 제1항 제1호의 기술사로서 관계 전문기술자의 자격은 '「기술사법」 제6조에 따라 기술사사무소를 개설등록한 자'로 정하고 있습니다.

기술사사무소 개설등록증

(∨ 개인 ☐ 합동)

등록번호	201■-		
사무소명칭	코어건축구조기술사사무소		
기술부문	건설 등		1 분야
전문분야	구조 등		1 분야
기술사성명	신동열	생년월일	
전화번호		등록년월일	
소재지			
사무소등록 기술사의 직무의 종류 및 범위	직무종류	직무범위	
	건설(건축)	건축구조기술사	

「기술사법」 제6조제1항 및 같은 법 시행령 제18조에 따라 기술사사무소의 개설등록을 하였음을 증명합니다.

2018 년 ■ 월 ■ 일

한국기술사회장

2) 「기술사사무소 개설등록증」을 제출할 수 있는 '건축구조기술사'인지를 미리 확인하는 방법 안내

한국기술사회 홈페이지 『기술사사무소검색』에 접속 [링크 클릭]

해당 홈페이지 링크 : https://www.kpea.or.kr/kpis/company/companySearch.do

❶ '사무소명칭'란에 상호(일부) 또는 '기술사성명'란에 이름을 입력

❷ 바로 아래 검색 을 클릭

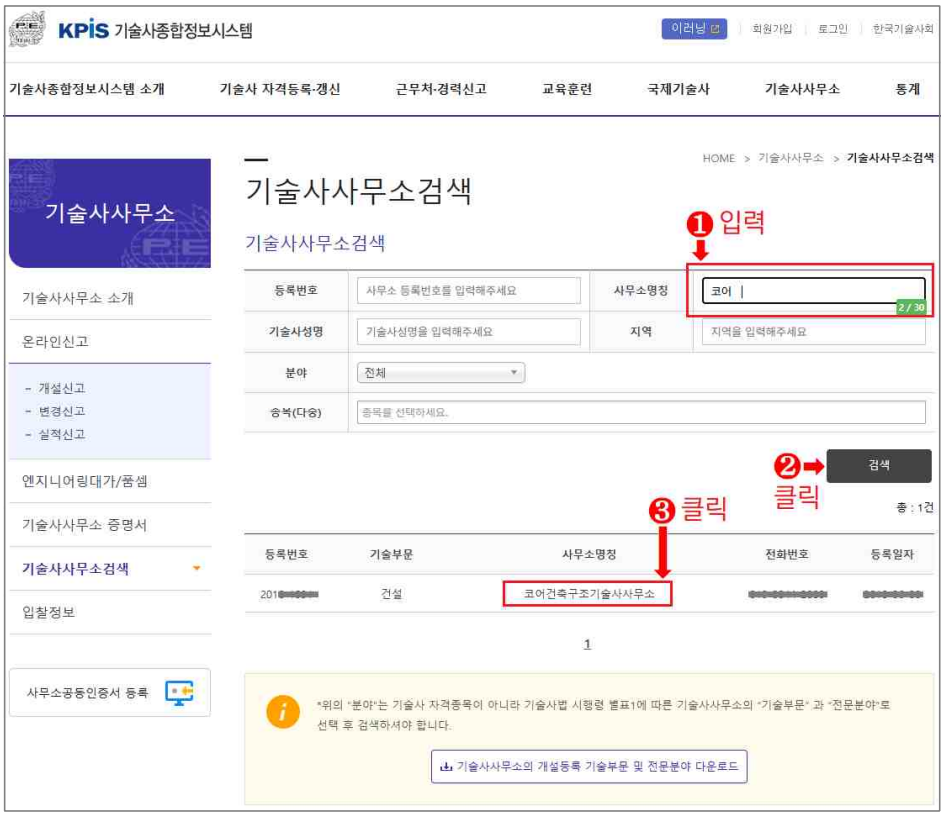
❸ 하단 검색결과로 조회된 '사무소명칭'을 클릭

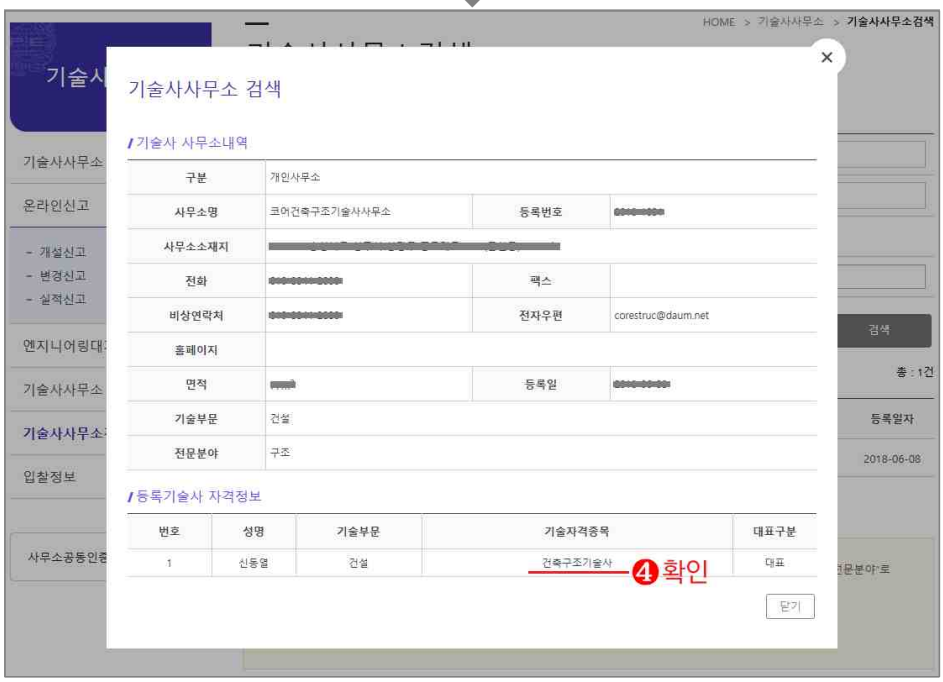
❹ 새롭게 뜨는 창에서 '등록기술사 자격정보-기술자격종목'에서 '건축구조기술사'를 확인

다음장 [확인방법 예시]를 참조하시기 바랍니다.

답변사례
(계속)

책임 기술 자격 확인 방법 예시





'건축구조기술사'가 아닌 자, 즉 전문분야가 '구조'가 아닌 사람이 구조와 관련한 직무를 수행한다는 것은 「기술사법」 제3조(기술사의 직무) 제4항 동법 시행령 제2조(기술사의 직무범위) 위반입니다.

「기술사사무소 개설등록증」은 기술적 소양을 갖춘 기술사 중에서도 소임을 다하기 위해 업을 개시하고 신뢰를 유지하며 과업을 수행할 수 있는 최소한의 요건을 갖춘 경우에 발급하는 서류입니다. '건축구조기술사' 중에서도 등록거부사유에 해당하거나 책임 있는 대표가 아닌 경우에는 자신의 성명이 기재된 「기술사사무소 개설등록증」을 제출할 수 없습니다.

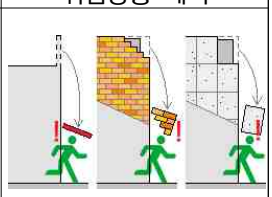
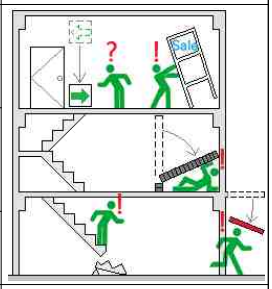
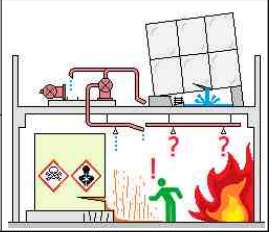
A1 I_E와 I_p는 무엇이고, 어떻게 다른가?

질의사례	I_E=1.0이면 비구조요소 내진설계가 면제되나요? 그런데 I_E에는 1.2도 있는데, I_p에는 1.0과 1.5 밖에 없습니다. I_E와 I_p는 다른 건가요?
답변사례	**I_E와 I_p는 다릅니다.** 1) I_E는 구조요소 즉, 구조체(골조 등)의 내진설계시 지진하중 산정을 위한 중요도계수 Importance factor of buildings and other structures for Earthquake loads의 약식 기호이고, I_p는 비구조요소 내진설계시 지진하중 산정을 위한 중요도계수 Importance factor of components for earthquake loads의 약식 기호입니다. 2) I_E는 건축물의 중요도에 따라, (특)은 1.5, (1)은 1.2, (2)와 (3)은 1.0로 구분합니다. I_p는 건축물과 비구조요소의 중요성에 따라, 기본적으로 1.0, 다음의 경우에는 1.5로 합니다. ① 소화배관과 스프링클러시스템, 소화수조 등 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능하여야 하는 비구조요소. 또한 피난경로상의 계단, 캐노피, 비상유도등, 칸막이벽 등 손상시 피난경로확보에 지장을 주는 비구조요소와 대형 창고형 매장 등에 설치되어 일반대중에게 개방된 적재장치 ② 규정된 저장용량 이상의 독성, 맹독성, 폭발위험 물질을 저장·지지하는 비구조요소 ③ 내진특등급(=건물중요도(특))에 해당하는 구조물에서 시설물의 지속적인 기능수행을 위해 필요하거나 손상시 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 비구조요소 즉, I_E가 1.5라면 건축물이 내진특등급이며, 위 칸 ③에 따라 이 건물에 부착되는 모든 비구조요소가 내진설계 대상이라는 의미이고, I_E가 1.2 또는 1.0이라면 건축물이 내진특등급은 아니며, 위 칸 ③에 해당하지 않으므로 모든 비구조요소가 내진설계 대상은 아니지만, 위 칸 ①과 ②에 해당하여 특히 위험한 비구조요소들과, 이외에 '② 파라펫, 건물외부의 치장 벽돌 및 외부치장 마감석재'는 중요도계수 I_p가 기본인 1.0이더라도 내진설계 대상이라는 의미입니다. **비구조요소에 작용는 지진하중 산정시 I_p=1.5는 I_p=1.0 보다 1.5배 더 크게 계산하여 반영합니다.**

A2 일반 건물에서 비구조요소 검토대상은? [보완]

질의사례	우리 현장의 건물은 내진특등급이 아닌 일반적인 건축물입니다. 내진설계 대상이 되는 비구조요소들을 파악하면, 대략 파라펫, 건물외부의 치장벽돌 및 외부치장마감석재, 소화배관과 스프링클러시스템, 소화수조 등, 피난경로상의 계단, 캐노피, 비상유도등, 칸막이벽 등 손상시 피난경로확보에 지장을 주는 비구조요소 등이 내진설계 대상이 되는 것 같습니다. 왜 이런 것들이 왜 내진설계 대상이 되는 건가요?
답변사례	**일반적인 건축물에서 비구조요소 내진설계 대상은 인명피해를 유발할 수 있는 위험요소들로 한정됩니다.**

1) 내진특등급이 아닌 일반적인 건축물에 부착되는 비구조요소들의 지진시 요구되는 내진성능수준은 '인명안전'입니다.
여러 비구조요소들 중에서 인명에 심각한 위협이 될 수 있는 요소들, 즉 파괴되거나 추락하면 인명피해를 심각하게 유발할 수 있는 위험요소들을 내진설계 대상으로 하고 있습니다. 이러한 비구조요소들은 지진이 발생할 때, 아래와 같이 크게 3가지 유형의 위험요소로 분류할 수 있습니다.

위험유형 구분	내용	위험상황 예시
① 추락시 인명피해 가능한 중량의 비구조요소들	지진으로 취성 파괴되어 추락하면 옥외로 대피했거나 건물 주변에 있는 사람들의 인명을 위협하는 건축 비구조요소 ▶[파라펫, 건물외부의 치장벽돌 및 외부치장마감석재] 추락하면 인명을 위협할 수 있는 전기·기계 비구조요소 ▶[도관 등 레이스웨이(≥60㎜), 케이블트레이(>70N/m), 전선관(≥60㎜), 냉난방 실내기(>100N) 등] [P.9 참조]	
② 건축물 내부에서 외부로의 피난을 방해할 가능성이 높은 비구조요소들	지진 발생시 파괴되면 옥외로의 피난동선을 가로막거나, 대피중인 사람들을 덮쳐 인명피해를 유발할 수 있는 것들 ▶[피난경로상의 계단, 캐노피, 칸막이벽 등] 파괴되거나 탈락되면 대피하려는 사람들에게 정상적인 피난경로를 안내할 수 없어 본연의 기능이 망실되는 것 ▶[비상유도등] 전도되면 인명피해를 유발할 수 있는 요소 ▶[대형 창고형 매장에서 일반인에 개방된 적재장치 등]	
③ 지진 2차 피해(화재·화학물유출) 예방을 위해 기능유지가 반드시 필요한 비구조요소들	지진 시 또는 직후에 2차 피해로 발생하기 쉬운 화재를 즉시 진화해야 하는 기능이 유지되어야 하는 것들 ▶[소화배관과 스프링클러시스템, 소화수조 등] 지진 발생시 또는 직후에 파괴되면 독성물질이 유출되거나 폭발 위험이 있는 것들 ▶[독성·맹독성·폭발위험 물질을 저장·지지하는 비구조요소]	

2) 부연하여 아래의 내진특등급(=건축물중요도(특))에 해당하는 건축물이라면 여러 비구조요소들 중에서 이 건축물이 지진 시에도 반드시 유지되어야 하는 특별한 '기능'수행에 **반드시 필요한** 비구조요소의 내진성능수준 또한 '기능수행'입니다.(A+12 참조)

(1) 연면적 1,000㎡ 이상인 위험물 저장 및 처리시설 [기준 KDS 41 10 05, 3.1항]
(2) 연면적 1,000㎡ 이상인 국가 또는 지방자치단체의 청사·외국공관·소방서·발전소·방송국·전신전화국, 국가 또는 지방자치단체의 데이터센터
(3) 종합병원, 수술시설이나 응급시설이 있는 병원
(4) 지진과 태풍 또는 다른 비상시의 긴급대피수용시설로 지정한 건축물
(5) 중요도(특)으로 분류된 건축물의 기능을 유지하는데 필요한 부속 건축물 및 공작물

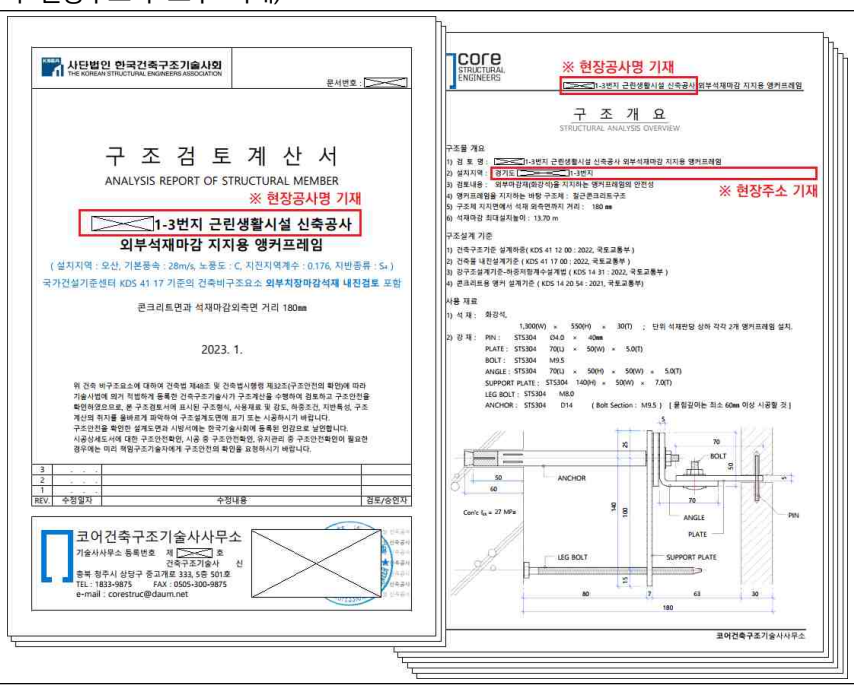
내진특등급 건축물에 부여된 특별한 '기능'수행이란, 재난관리 및 수습을 해야 하는 건축물, 위험물을 관리하여 광역적 피해를 방지해야 하는 건축물, 수술·응급 조치가 가능한 병원, 대피수용시설로 지정된 건축물 등, 그 건축물을 정의하는 기능이 지진 시에도 반드시 유지되어야 하는 기능입니다. 이러한 건축물 기능수행에 필요하거나 지장을 초래할만한 비구조요소는 지진하중도 더 크게 적용합니다. [*]

건축물 사용자 안전을 위한 가장 좋은 방법은 위험요소인 각종 비구조요소가 설치되지 않도록 설계·시공하는 것입니다. 그러나 발주자 의지불변 또는 기능상 필수 비구조요소라면 안전하게 내진설계·검토되어야 합니다.

A3 시험성적서로 내진설계가 인정될 수 있나?

질의사례	시공사가 비구조요소의 내진설계 자료로서 시공상세도와 제조사가 공인기관으로부터 발급받은 시험성적서가 포함된 시공계획승인요청 문서를 제출하였습니다. 건축구조기술사가 검토하였다는 내용과 날인은 없습니다. 이 요청문서에 대하여 시공하도록 승인하여도 될까요?
답변사례	**아래 내용을 참조하여 주의깊게 판단하시기 바랍니다.** 1) 이 질의와 관련하여 기준에서 허용하는 비구조요소 설계절차는 아래와 같이 3가지가 있습니다. 「건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)」 18.1.3.1 설계절차 (1) 비구조요소의 설계는 다음 중 하나의 절차에 의해 수행될 수 있다. ① 내진설계책임구조기술자가 18장의 규정에 따라 해당건물내 비구조요소의 내진설계를 수행하는 경우 ② 해당 비구조요소의 제조자가 정밀해석 혹은 18.1.3.2의 규정에 의한 실험을 통해 내진성능을 보유하고 있음을 입증하는 문서를 제출하는 경우 ③ 18.1.3.3의 절차에 따라 검토되고 승인된 경우 18.1.3.2 실험적 절차 (1) 18장에 규정된 해석적인 설계절차를 대신하여 실험을 통해 비구조요소 및 그 지지부의 내진성능을 확인할 수 있다. 실험적 절차에는 내진설계책임구조기술자가 인정한 공인된 실험규약이 사용되어야 하며 실험을 통해 이 기준이 요구하고 있는 내진요구사항과 동등하거나 이를 초과하는 내진성능을 보유하고 있음이 증명되어야 한다. 실험적 절차를 적용할 경우 식 (18.2-1)에 의해 산정되는 최대 지진력은 $3.2I_pW_p$를 초과할 필요는 없다. 18.1.3.3 설계의 검토와 승인 (1) 개별 비구조요소의 공인된 설계기준에 따라 내진설계를 수행하고 내진설계책임구조기술자가 이를 승인하는 경우 비구조요소의 내진설계는 구조체의 내진설계와 분리하여 수행될 수 있다. 이때 설계계산서 혹은 시험성적서를 근거로 시공상세도가 작성되어야 하며 내진설계책임구조기술자에 의해 검토 및 승인되어야 한다. 2) 위 내용에 대하여 아래와 같이 정리할 수 있습니다. 일반적 경우 : ① 내진설계책임구조기술자가 비구조요소 내진설계를 수행 특별한 경우 : ② 제조자가 실험으로 증명 [조건 : 내진설계책임구조기술자가 인정하고, 기준의 내진요구사항 충족여부를 증명하여야 함] ※ 통상 구조해석으로 내진성능을 확인할 수 없는 복잡 구성일 때 불가피하게 적용. ※ 내진설계책임구조기술자가 인정하는 실험규약 : 해당 현장에 설치될 동일 규모 및 구성으로 실험체를 실물 제작하고 진동대 실험하며, 현장조건에 작용하는 하중효과(진동대 가력조건)를 통상 내진설계책임구조기술자가 실험조건으로 제시. ※ 일부 구성부품 실험결과만으로는 비구조요소 전체 구성의 안전을 보장하지 못함. 특별한 경우 : ③ 제조자가 내진설계를 수행 [조건 : 제조자가 작성한 설계계산서/시험성적서/시공상세도에 대해 내진설계책임구조기술자가 이를 다시 검토하고 승인하여야 함] ※ 통상 소방시설 흔들림방지버팀대 및 내진스토퍼 등에 대하여 제조자가 작성한 Seismic Calculation Sheet를 내진설계책임구조기술자가 재검토하여 승인(날인). 3) 따라서 위 질문에 대하여, 상기 ②로 진행된 경우, 해당 비구조요소를 구성하는 전체 부속품이 모두 안전하다는 내용이 포함되었는지 확인하여야 하고, 그 실험이 공인된 실험규약이 사용되었다는 것을 내진설계책임구조기술자가 인정(날인)하는 내용이 포함되어야 합니다. 상기 ③로 진행된 경우, 내진설계책임구조기술자가 재검토하여 승인(날인)하는 내용이 포함되어야 합니다. **비구조요소 내진설계는 건축구조기술사에 의해 구조안전성이 검토·확인되는 것이 일반적입니다. 그러나 제출받은 시험성적서에 실험규약·조건이 당해 현장과 일치하고 구조적으로 문제가 없다는 의견·확인이 첨부되어 있다면 유효하다고 사료됩니다.**

A4 성과품에 현장명·주소 불기재, 날짜가 이상하면?

질의사례	현장대리인입니다. 비구조요소공종 전문업체로부터 구조검토계산서를 제출받아서 이를 감리단에 시공계획 승인요청문서에 첨부하여 제출하였는데, 구조검토계산서가 현장사항을 제대로 반영되지 않았다는 사유로 서류보완을 요구받았습니다. 구조검토계산서에 현장명과 현장주소는 기재되지 않았고, 검토서 날짜는 2017년도로 되어 있습니다. 이것이 문제가 될 수 있나요?
답변사례	**비구조요소는 구성부품의 규격이 제조사마다 다르고, 또 현장에서 설치되는 조건도 다양하고, 특히 건축구조물에 부착되는 특성으로 인해서 구조체 콘크리트의 강도에 따른 정착부 내진성능도 달라지며, 지반 및 건물로부터 전달받는 설계지진력도 제각각입니다. 따라서 현장에서의 설치조건과 특성을 제대로 정확하게 반영한 비구조요소 구조검토계산서라면 공사명과 현장주소를 기재되지 않았을 이유가 없습니다.** **비구조요소에 대한 내진설계 방법이 구체화되어 제시된 기준(KDS 41 17 00)은 2019년 3월 14일에 제정되었습니다. 따라서 그 이전에 작성된 구조검토계산서는 지반등급과 지진하중 산정방식이 현행 기준과 다를 수 있고, 지진하중이 과소평가된 것이라면 위험할 수도 있습니다.** 1) 근거 표준시방서「공사일반 (KCS 10 10 05)」 1.8 현장 확인 및 설계도서 검토 (1) 수급인은 공사 착수 전에 건설기술진흥법 제48조제2항에 따라 설계도서를 면밀히 검토하고, 설계도서의 오류, 누락 등으로 공사가 잘못되거나 공기가 지연되는 일이 없도록 조치하여야 한다. (2) 설계도서를 검토하고 아래와 같은 경우가 있으면 수급인의 현장대리인은 검토의견서를 첨부하여 발주자에 통지하고 발주자의 해석 또는 지시를 받은 후 공사를 시행하여야 한다. ① 설계도서의 내용이 현장 조건과 일치하는지 여부 ② … (이하생략) 상기 근거에 비추어 이와 반대되는 상황 즉, 제출받은 자료를 감리자가 현장과의 일치 여부를 검토하여 시공자에게 승인하거나 또는 보완을 지시하는 것도 감리자로서의 정당한 권한입니다. 2) 따라서 공사명이나 현장주소가 기재되지 않았거나, 작성일자가 공사시기와 상당한 차이가 있다면, 그 서류는 현장조건을 제대로 반영하여 정확하게 계산된 구조검토계산서가 아닐 가능성이 높으므로 구조검토계산서의 내용으로 설치·시공하는 것은 위험할 수 있습니다. 3) 사례(공사명과 현장주소가 모두 기재)  **시공자는 해당 구조검토계산서를 작성한 건축구조기술사에게 정확한 현장조건을 제공하여 이를 반영하고 오해 소지가 없도록 공사명과 현장주소가 표시되도록 구조검토계산서의 수정을 요청하시기 바랍니다.**

A5 성과품에 기술사사무소개설등록증이 없으면?

질의사례	시공자로부터 비구조요소 내진설계 구조검토계산서를 제출받은 감리자입니다. 해당 서류에는 안전성을 검토한 내용과 함께 내진설계·검토를 수행한 건축구조기술사의 자격증만 첨부되었습니다. 통상의 관례대로 시공자에게는 기술사사무소개설등록증이 첨부되지 않은 사유로 보완지시를 하려고 합니다. 그런데 궁금해졌습니다. 기술사사무소개설등록증이 없으면 어떤 문제가 생기고, 첨부되어야 하는 근거는 무엇인가요?
답변사례	**기술사사무소개설등록증은 해당 기술의 업무영업을 할 수 있는 적법한 요건을 갖춘 건축구조기술사임을 증명하는 서류입니다.**

1) 근거

「건설기술 진흥법」(2022.6.10.1.개정시행) 제2조(정의) 2. “건설기술”이란 다음 각 목의 사항에 관한 기술을 말한다. 가. 건설공사에 관한 ...(중략) 안전점검 및 안전성 검토 3. “건설엔지니어링”이란 다른 사람의 위탁을 받아 건설기술에 관한 업무를 수행하는 것을 말한다. 9. “건설엔지니어링사업자”란 건설엔지니어링을 영업의 수단으로 하려는 자로서 제26조에 따라 등록한 자를 말한다.
동법 제26조(건설엔지니어링업의 등록 등) ① (생략) ...「기술사법」제6조제1항에 따른 사무소를 등록한 기술사이어야 한다.
「기술사법」(2022.2.18.개정시행) 제6조(기술사사무소의 개설등록 등) ① 기술사가 개업하기 위하여 사무소를 개설하려면 과학기술정보통신부장관에게 등록을 하여야 한다. ...(생략)

2) 자격증과 등록증의 차이

구분	정의·내용[근거]	양식 샘플
국가기술자격증 (기술사)	해당 기술 분야에 관한 고도의 전문지식과 실무경험에 입각한 응용능력을 보유한 사람으로서「국가기술자격법」제10조에 따라 기술사 자격을 취득한 사람을 말한다. [기술사법 제2조]	
기술사사무소 개설등록증	기술사 중에서 기술에 관한 업무영업이 가능한 사무소 개설을 신청한 자로서 제7조(등록거부) 사유에 해당하지 않는 경우로 확인되어 발급받는 등록증 [기술사법 제6조, 제7조, 동시행령 제18조]	

즉, 기술사자격증은 해당 기술분야에 고도한 지식과 능력을 갖춘 사람이라는 자격을 증명하는 것이고, 기술사사무소개설등록증은 자격을 가진 기술사가 해당 기술 업무영업을 할 수 있는 적법한 기술사사무소 개설이 허가되어 등록되었음을 증명하는 것입니다.

따라서 시공자가 성과품으로 제공받는 건축구조기술사의 구조검토계산서에는 해당 기술 업무영업을 할 수 있는 적법한 기술사가 검토하고 작성한 것임을 증빙하는 서류로서 기술사사무소개설등록증이 첨부되는 것이 정상입니다.

기술사사무소개설등록증이 없는 기술사가 영업 즉, 기술용역 대가를 받고 직무를 수행한 결과물(구조검토계산서 및 기타서류 등)에 대해서 그 직무 자체와 결과물의 효력을 두고 시비·분쟁·소송 등의 다툼도 발생할 수 있음을 감안하여 시공자와 감리자는 기술사사무소개설등록증의 유무를 반드시 확인하시기 바랍니다.

성과품에 기술사사무소개설등록증이 포함되지 않은 경우, 단순 누락된 것일 수도 있으니 해당 건축구조기술사에게 서류보완을 요청하시기 바랍니다.

A6 내진 외에 내풍도 고려되어야 하는가?

질의사례	비구조요소 내진설계에 내풍설계도 고려되나요?
답변사례	**바람의 영향을 받는 조건이라면 내풍설계 즉, 풍하중에 대한 안전성도 포함되어야 합니다.** 1) 근거 「건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)」 13.4 비구조 조적벽체 13.4.3 면외하중 고려사항 (1) 외측에 배치된 비구조조적벽체는 풍하중을 포함하여 지진조건에 따라 안전성을 확보하여야 한다. 2) 옥내에 설치되는 비구조요소로서 외기환경 바람에 영향을 받지 않는 경우에는 내진만(때로는 유사활하중 포함) 검토하면 되지만, 옥외에 설치되어 외부기후(바람 등)에 노출되는 경우로서 '파라펫, 건물외부의 치장벽돌 및 외부치장마감석재, 옥외 탱크(수조), 옥외 비상유도등 및 조명기구 등등'은 내진뿐만 아니라, 동시에 내풍에 대해서도 구조적으로 안전해야 합니다. **비구조요소 내진설계·검토 경험에 비추어 보면 옥외에 설치되는 비구조요소 및 건물외구조물에서 주변의 풍환경과 높이에 따라 지진보다 강풍에 의한 하중효과가 더 크게 지배적으로 작용하는 사례가 많습니다. 따라서 외부에 설치되는 경우에는 내진설계·검토시 내풍도 포함하여 함께 검토되는 것이 타당합니다.**

A7 내진설계자가 현장방문하여 확인해야 하는가?

질의사례	비구조요소 공종을 착공하기 전, 내진설계를 건축구조기술사에게 의뢰하여 성과품으로 「구조검토계산서」와 「안전확인서」를 받았습니다. 안전확인서는 안전하게 시공되었음을 증명하는 서류이지 않나요? 그렇다면 「비구조요소 안전확인서」는 원래 건축구조기술사가 시공 완료된 상태를 검사·확인하고 제출하는 서류 아닌가요?
답변사례	**아닙니다. 안전확인서는 구조검토계산서의 내용이 설치·시공시 제대로 반영되는 조건에 대해서 안전하다는 것을 확인하는 서류입니다.** 1) 근거 「건축공사 감리세부기준(국토교통부고시 제2020-1011호)」 1.4 건축주 · 공사감리자 · 설계자 · 시공자의 기본 책무 등 2. 공사감리자는 다음 각 호에 따라 기본 임무를 수행하여야한다. 1) 건축주와 체결된 공사감리 계약 내용에 따라 공사감리자는 당해 공사가 설계도서 및 기타 관계서류의 내용대로 시공되는지의 여부를 확인하고 품질관리, 공정관리, 안전관리 등에 대하여 지도 · 감독한다. 2) 공사감리자는 공사감리체크리스트에 따라 설계도서에서 정한 규격 및 치수 등에 대하여 시설물의 각 공종마다 도서를 검토 · 확인하고, 육안검사 · 입회 · 시험 등의 방법으로 공사감리업무를 수행하여야 한다. 2) 비구조요소 내진설계는 시공자가 작성한 시공상세도(또는 시공조건)에 대하여 「구조검토계산서」를 통하여 역학적 원리에 근거한 내진 안전성을 검토하고 확인하는 기술용역입니다. 「안전확인서」는 「구조검토계산서」의 조건대로 시공되었을 경우에 대하여 안전하다는 것을 증명·확인하는 서류입니다. 유사한 사례로 구조체(골조 등) 구조설계에서 「구조계산서」와 함께 제출되는 「구조안전 및 내진설계 확인서」가 공사 후 시공상태확인(구조감리)의 내용이 아니라, 설계조건대로 시공된 경우에 대하여 안전하다는 것을 확인하는 서류인 것과 같습니다. **비구조요소가 「구조검토계산서」대로 시공되도록 지도·감독하는 것은 감리자의 직무이자 권한이며, 시공자가 「구조검토계산서」대로 시공하였음을 감리자가 확인했을 때 비로소 「안전확인서」의 효력이 발생하고 유지되는 것입니다.**

A8 건축신고 건으로 감리자가 없는 경우는?

질의사례	연면적 100㎡ 이하 신축주택의 건축주입니다. 소규모로 건축신고 대상이고, 구조안전을 확인해야 하는 대상에는 속하여 내진설계를 반영하였으나, 감지라는 선임하지 않을 예정입니다. 외부마감은 치장벽돌로 시공하려 하는데, 설계사무소에서는 비구조요소 내진설계 대상이니 시공자를 통해서든 제가 직접 의뢰하든 건축구조기술사에게 검토받고 공사하는 것이 좋겠다고 조언해 주었습니다. 감리자도 없는데 이런 서류가 필요한가요?
답변사례	**건축신고 대상인 건축물도 준공시에는 인허가청에 사용승인신청서류를 접수해야 합니다.** 1) 감리자를 선임하지 않아도 되는 경우라는 것이 부실하게 시공되어도 되는 건축물이라는 의미는 아니므로, 감리자의 역할을 발주자인 건축주가 직접 챙겨야 할 것입니다. 외부치장벽돌에 대한 비구조요소 내진설계를 건축주가 직접 의뢰하거나, 시공자와 협의하여 제출받으시기 바랍니다. 또한 그 서류 내용대로 시공되고 있는지는 건축주가 직접 확인하시고, 가급적이면 자재와 시공 중인 상태에 대하여 사진 및 동영상 자료를 남겨 놓으시기 바랍니다. 2) 준공시점에서 인허가청에 제출하는 사용승인신청서류에 비구조요소 내진설계의 「구조검토계산서」와 「안전확인서」 및 기타 인허가청이 요구하는 서류를 첨부하여 제출하시기 바랍니다. **건축물의 품질·안전확보과 원활한 건축행정의 협력를 위해서 건축사를 감리자로 선임할 것을 권장합니다.**

A9 학교시설 신축시 비구조요소 적용범위는? [보완]

질의사례	학교 신축 현장입니다. 강당동과 교사동 및 유치원동이 복도와 홀로 연결되어 있으며, 다만 강당동은 다른 동과의 경계에 이격조인트(E.J)를 두어 구조적으로 분리되도록 계획되어 있습니다. 건물에 대한 「구조안전 및 내진설계확인서」에는 동별 구분없이 모두 '중요도(특)'으로 기재되어 있어서, 즉 내진특등급이 됩니다. 그렇다면 모든 공간에는 내진특등급에 따라 모든 비구조요소가 내진설계·검토의 대상이라고 보아야 하나요?
답변사례	**학교시설 전체가 내진특등급을 적용하여야 하는 경우도 있고, 일부만 내진특등급을 적용해도 되는 경우도 있으며, 기본적으로 내진Ⅰ등급만 적용하는 경우도 있습니다. 건물골조에 대한 구조계산서(또는 「구조안전 및 내진설계확인서」)에 '중요도(특)', 즉 내진특등급으로 기재되어 있다 하더라도 경우에 따라서 비구조요소 내진설계·검토의 범위는 일부에 국한될 수도 있습니다.** [*]

1) 근거Ⅰ: 학교시설 중 내진특등급으로 분류되는 경우

「학교시설 내진설계기준 (2020.04)」 2.2.
(1) 학교시설의 내진등급은 내진1등급으로 분류한다. 다만, 다음에 해당되는 학교시설의 내진등급은 내진특등급으로 분류한다.
(가) 지진과 태풍 또는 비상시의 긴급대피수용시설로 지정한 학교시설
(나) 연면적의 합계가 10,000m^2 이상인 학교시설에 포함된 강당, 체육관 또는 이와 유사한 용도의 건축물
(다) 특수학교
(2) 각 내진등급에 적용하는 중요도계수는 건축구조기준에 의하여 결정한다.
(3) 두 개 이상의 건물에 공유된 부분이나 하나의 구조물이 동일한 내진등급에 속하지 않는 두 개 혹은 그 이상의 용도로 사용될 때, 각각의 용도에 해당하는 내진등급 중 중요도계수가 가장 높은 그룹으로 분류하여야 한다.
(4) 건물이 구조적으로 분리된 2개 혹은 그 이상의 부분으로 구성되어 있는 경우에는 각 부분을 독자적으로 분류할 수 있다. 다만, 한 구조물에서 구조적으로 분리된 부분이 더 높은 중요도계수를 가진 다른 부분에 대해 접근로나 탈출로를 제공하거나 인명안전요소를 공유할 경우에는 양쪽 부분 모두 높은 중요도계수를 가진 내진등급으로 분류하여야 한다.

근거Ⅱ: 긴급대피수용시설이란?

「한국교육시설안전원 학교시설 FAQ」. 참조.
1. '긴급대피수용시설'은 대피시설의 정확한 명칭은 아니며, 각 지자체의 판단에 따라 "지진 옥외대피소", "임시주거시설(지진겸용)" 등으로 지정할 수 있음.
2. '연면적의 합계가 10,000m2 이상인 학교시설'은 큰 규모의 학교로 향후 대피시설로 이용될 가능성이 높은 학교시설.
3. '강당, 체육관'은 대피시설로 활용될 가능성이 높은 곳.
4. 교사동과 강당(또는 체육관)이 분리되어 있는 경우, 강당만 특등급으로 분류함.
5. 기준 연면적의 합계 이상인 학교의 교사동과 강당(또는 체육관) 건물의 아래층에 다른 용도의 공간이 있는 경우(급식실, 교실 등) 이 부분도 특등급으로 분류함. (강당, 체육관과 1개의 건물로 볼 수 있는 모든 부분은 특등급으로 분류)

학교에 따라 "지진 옥외대피장소"로 운동장만 지정되거나, "임시주거시설(지진겸용)" 강당 등이 함께 지정됨.

2) 핵심 : 학교시설 건축물 중 긴급대피수용시설로서 "임시주거시설-지진겸용"으로 지정되는 범위가 모든 시설인지 또는 강당·체육관에만 해당하는지 확인할 것. 이는 교육청과 지자체 간의 재난/안전 예방 등의 운영계획에 따라 결정되는 사항이므로, 감리자나 시공자가 임의로 판단하여서는 안 됨. [*]

3) 절차(제안)

1 교육청 담당자는 지자체와 학교 시설물 중 "임시주거시설-지진겸용"으로 지정되는 범위를 미리 확인. (홈페이지 "국민안전24" ⇨ 안전지도 ⇨ 대피시설 ⇨ '☑ 지진겸용 임시주거시설'에 지도표기[*]된

답변사례 (계속)	‘수용가능면적’을 통해 지자체마다 강당·체육관에만 국한하는 추세인지 여부를 유추할 수 있으나, 향후 변수를 고려하여 지자체에 직접 확인하는 것을 권장함) 2 “임시주거시설-지진겸용”이 강당·체육관에만 국한되는 경우, 강당동을 교사동과 구조적으로 분리시키는 이격조인트가 설계에 반영 되었는지 여부를 감리자·시공자 또는 원 설계자를 통해 확인. 3 “임시주거시설-지진겸용”이 강당·체육관에만 국한되고 이격조인트가 설계에 반영된 경우, 원 설계자에게 강당동을 제외한 교사동 등에 대해서 「구조안전 및 내진설계확인서」에 중요도(1) 또는 내진Ⅰ등급으로 정정 요청. - 동별마다 별지로 분리 또는 ‘특이사항’에 기재 - ‘특이사항’ 작성 예시 : ‘교사동·유치원동의 비구조요소는 내진Ⅰ등급의 성능 수준을 만족할 것.’ 4 교육청·감리자·시공자가 참여하는 공사협의체에서 비구조요소 내진설계·검토 범위를 구체적으로 확정. **구조요소(주요구조체)는 파괴시 건물 전체의 붕괴로 이어질 가능성이 있어 대형 인명손실을 초래할 수 있으므로 가급적 높은 내진등급을 목표로 설계하는 것이 유리합니다. 그러나 비구조요소는 지진 시 신속한 대피를 원칙으로 하는 경우와, 긴급대피수용시설 또는 특수학교와 같이 내진특등급 수준의 기능수행 성능이 보장되어야 하는 특별성이 없는 경우라면 인명안전을 위협하는 요소만 비구조요소 내진설계·검토 대상으로 선정하여도 충분하므로 기준에서 적용 범위를 정한 것입니다.** **내진특등급인 시설물에서는 인명안전을 위협하는 비구조요소들 외에 시설물의 기능수행과 관련한 비구조요소도 내진설계·검토의 대상인데, 이에 대해서는 A+12 를 참조하시기 바랍니다.** [*]

A10 행정복지센터 신축시 비구조요소 적용범위는?

질의사례	행정복지센터 신축 현장입니다. 연면적이 1,000㎡를 넘어 내진특등급으로 설계된 것인데, 내진특등급이라 내진설계·검토를 받아야 하는 비구조요소 종류가 너무 많습니다. 대상요소를 줄일 수 없을까요?
답변사례	**공사협의체(발주자·감리자·시공자)가 아래의 내용을 참조하여 합리적으로 결정하시기 바랍니다.**

1) 내진특등급 대상의 범위

「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」[별표11] 중요도 및 중요도계수(제52조 제2항 관련)

중요도	특	…	…	…
건축물의 용도 및 규모	1..**연면적 1,000m²이상인** 위험물 저장 및 처리 시설 · 국가 또는 **지방자치단체의 청사** · 외국공관 · 소방서 · 발전소 · 방송국 · 전신전화국 · 국가 또는 지방자치단체의 데이터센터 2. 종합병원, 수술시설이나 응급시설이 있는 병원	…	…	…
중요도계수	1.5	…	…	…

동 규칙 [별표12] 건축물의 내진등급기준(제60조 관련)

건축물의 내진등급	건축물의 중요도	중요도계수(I_E)
특	별표 11에 따른 중요도 특	1.5
Ⅰ	별표 11에 따른 중요도 1	1.2
Ⅱ	별표 11에 따른 중요도 2 및 3	1.0

2) 지방자치단체 청사의 정의

지방자치단체의 종류
「지방자치법」 제2조(지방자치단체의 종류) ①지방자치단체는 다음의 두 가지 종류로 구분한다.
1.특별시, 광역시, 특별자치시, 도, 특별자치도, 2.시, 군, 구

지방자치단체 청사 정의와 범위
「공유재산 및 물품 관리법 시행령」 제95조(지방자치단체 청사의 면적기준) ①법 제94조의3제2항에 따른 청사는 다음 각 호와 같이 구분한다.
1.지방자치단체의 **본청 청사**: 지방자치단체의 장의 집무실 용도로 사용하거나 지방자치단체의 장을 보조 · 보좌하는 기관이 그 업무를 처리하기 위하여 해당 **지방자치단체가 소유하거나 사용하는 건축물**을 말한다.
2.지방자치단체의 **의회 청사**: 지방의회가 그 업무를 처리하기 위하여 해당 지방자치단체가 소유하거나 사용하는 건축물을 말한다.
[별표1] 지방자치단체의 본청 청사의 기준 면적
본청 청사의 대상: 특별시, 광역시, 특별자치시, 도, 특별자치도, 시, 군, 자치구. (이하 내용 생략)

지방자치단체 청사의 범위가 「공유재산 및 물품 관리법 시행령」 [별표1]에 기재된 '시·도·군·구청'까지 만으로 해석할 것인지, 동 시행령 제95조제1항제1호의 '지방자치단체가 소유하거나 사용하는 건축물'의 범위를 '시·도·군·구청' 예하의 '읍·면·동사무소, 주민자치센터, 행정복지센터, 보건소 등'까지 확대해서 해석할 것인지, 상기 내용만으로는 저마다 해석이 다를 수 있습니다.
그러면 '연면적 1,000m²이상인 지방자치단체의 청사'는 어떤 이유로 '내진특등급'에 속하게 되었을까요?

3) 연면적 1,000m²이상인 지방자치단체의 청사를 내진특등급으로 정한 이유

「건축구조설계기준」(건설교통부고시 제2005-81호 2005.4.5.제정) *[과거 기준이며, 속칭 **KBC 2005**]*

〈표0306.4.1.〉 내진등급과 중요도계수

내진등급		용도 및 규모	중요도계수(I_E)	
			도시계획구역	그 외 지역
(특)	**지진 후 피해복구에 필요한 중요시설을 갖추고 있거나** 유해물질을 다량 저장하고 있는 구조물	•**연면적이 1천 제곱미터 이상인** 위험물 저장 및 처리시설, 병원, 방송국, 전신전화국, 소방서, 발전소, 국가 또는 **지방자치단체의 청사**, 외국공관, 아동관련시설, 노인복지시설, 사회복지시설 및 근로복지시설 •15층 이상 아파트 및 오피스텔	1.5	1.2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

현행 기준이나 규칙에서는 이유를 추정할 만한 내용이 없지만, 과거 2005년 최초 제정된 「건축구조설계기준」에서는 '연면적 1,000m²이상인 지방자치단체의 청사' 등을 '지진 후 피해복구에 필요한 중요시설'로 본다는 근거를 확인했습니다. 우리나라만 그럴까요?

4) 해외사례 : 현행 미국기준 International Building Code **[IBC 2024]** - 최고 위험등급 시설종류

TABLE 1604.5 RISK CATEGORY OF BUILDINGS AND OTHER STRUCTURES [Risk Category IV]
Buildings and other structures designated as essential facilities and buildings where loss of function represents a substantial hazard to occupants or users, including but not limited to: • Group I-2, Condition 2 occupancies.(These facilities are characterized by their patients' inability to self-preserve due to their medical condition.) • Ambulatory care facilities having emergency surgery or emergency

답변사례
(계속)

treatment facilities. • Group I-3 occupancies other than Condition 1.(This includes facilities like correctional centers, detention centers, jails, prerelease centers, prisons, and reformatories.) • Fire, rescue, ambulance and police stations and emergency vehicle garages • Designated earthquake, hurricane or other emergency shelters. • **Designated emergency preparedness, communications and operations centers and other facilities required for emergency response.** • Public utility facilities providing power generation, potable water treatment, or wastewater treatment. • Power-generating stations and other public utility facilities required as emergency backup facilities for Risk Category IV structures. • Buildings and other structures containing quantities of highly toxic materials that : Exceed maximum allowable quantities per control area as given in Table 307.1(2) or per outdoor control area in accordancewith the International Fire Code ; and Are sufficient to pose a threat to the public if released. • Aviation control towers, air traffic control centers and emergency aircraft hangars. • Buildings and other structures having critical national defense functions. • Water storage facilities and pump structures required to maintain water pressure for fire suppression.

표 1604.5 건물과 기타 구조물의 위험등급 [위험등급 IV] → *해설 : 우리나라 '내진특등급'에 해당.*
기능을 상실하면 거주자나 사용자에게 상당한 위험을 초래할 수 있는 필수시설로 지정된 건물 및 기타 구조물로서, 아래가 포함되지만 이에 국한되지 않음: • 환자가 도움없이 대피할 수 없는 병원, 정신병원, 기타 의료시설. • 응급수술 또는 응급치료시설을 갖춘 외래진료시설. • 자발적으로 대피할 수 없는 구금 또는 교정시설. • 소방·구조·구급시설, 경찰서 및 응급차량 차고. • 지정된 지진, 허리케인 또는 기타 긴급상황을 위한 대피시설. • **긴급대응을 위해 지정된 재난대비·상황전파·재해관리 센터 및 기타 시설.** • 전력시설, 식수처리 또는 폐수처리를 관리하는 공공시설. • 발전소와 기타 위험등급 IV에 속하는 구조물을 긴급으로 지원하는 공공시설. • 고위험 독성물질을 다량으로 취급·관리하는 건물 및 기타 구조물. • 항공관제탑, 항공교통관제센터, 비상항공기격납고. • 중요한 국방 기능을 가진 건물 및 기타 구조물. • 화재진압을 위해 수압을 유지하는 데 필요한 물 저장시설과 펌프구조물.

최근 개정된 미국기준에서 우리나라 '내진특등급'에 해당하는 'Risk Category IV'는 면적조건 없이 시설기능을 주요한 요건으로 판단합니다. 또한 우리나라의 '지진 후 피해복구에 필요한 중요시설'로서 일정규모 이상의 청사는 미국의 '긴급대응을 위해 지정된 재난대비·상황전파·재해관리 거점시설'과 대응합니다.

5) '지진 후 피해복구에 필요한 중요시설'로서 '지방자치단체 청사'의 조건

「재난 및 안전관리 기본법」
제16조(지역재난안전대책본부) ①해당 관할 구역에서 재난의 수습 등에 관한 사항을 총괄·조정하고 필요한 조치를 하기 위하여 시·도지사는 시·도재난안전대책본부를 두고, 시장·군수·구청장은 시·군·구**재난안전대책본부**를 둔다.
제18조(재난안전상황실) ①행정안전부장관, 시·도지사 및 시장·군수·구청장은 재난정보의 수집·전파, 상황관리, 재난발생 시 초동조치 및 지휘 등의 업무를 수행하기 위하여 다음 각 호의 구분에 따른 **상시 재난안전상황실**을 설치·운영하여야 한다.
1.행정안전부장관: 중앙재난안전상황실, 2.시·도지사 및 시장·군수·구청장: 시·도별 및 시·군·구별 **재난안전상황실**

'지진 후 피해복구에 필요한 중요시설'로서 '재난안전대책본부' 조직을 설치·운영하여 재난정보수집·전파·상황관리·초동조치·지휘하는 지방차지단체의 청사에는 '재난안전상황실'을 두어야 합니다. 행정복지센터(읍·면·동사무소)는 통상 지역주민에게 행정·복지서비스로 편의를 제공하는 시설이며, 재난안전상황실이 없거나 긴급대피수용시설이 아닌 경우에는 '지진 후 피해복구에 필요한 중요시설'로 볼 수 없습니다.

6) 고찰

(1) 구조요소(골조)는 할 수만 있다면 기준보다 높은 중요도를 적용하는 것을 권장하는데, 건물붕괴의 가능성과 대형 인명참사의 가능성을 낮추기 때문입니다. 그러나 비구조요소는 기준보다 높은 내진등급을 적용하면 필요수준을 초과하는 내진성능목표의 달성을 위해서 필요 이상의 예산이 투입되어야 합니다.

(2) 내진특등급 건축물에서 비구조요소는 지진 후에도 시설기능이 유지되어 즉시 사용되어야 하는 '기능수행'의 내진성능목표를 가지며, 시설의 기능수행과 관련된 모든 비구조요소는 파괴되지 않아야 합니다. 내진특등급이 아닌 건축물에서 비구조요소는 인명에 위협이 되는 요소들만 파괴되지 않으면 '인명안전'의 내진성능목표를 달성합니다. 그런데 구조요소(골조) 내진등급을 더 안전하게 상향(예: I→특)했다고 해서 비구조요소도 내진특등급의 '기능수행' 내진성능목표를 그대로 따른다면 비구조요소의 내진검토 대상범위는 크게 확장되므로 비구조요소 내진검토 기술용역비와 설치공사비가 증가되어 과대한 예산의 지출을 초래하게 됩니다.

(3) 연면적 1,000m^2이상인 행정복지센터에 「재난안전상황실」이 없거나 「긴급대피수용시설」로 지정되지 않은 경우라면 비구조요소 검토대상의 범위에서 만큼은 내진특등급으로 적용하는 것은 합리적이지 못하다고 사료됩니다. 반대 사례로, 만약 시·도·군·구청의 재난안전상황실을 연면적 1,000m^2미만의 별동 건물로 증축한다면, 그 건축물은 기능목적상 내진특등급을 적용해야 하는 것이 타당한데, 단지 면적기준상 연면적 1,000m^2미만이므로 내진I등급으로 하겠다는 것도 이치에 맞지 않는 것입니다.

(4) 민간공사는 건축주가 비구조요소 파괴로 인한 재산피해의 최소화까지 원한다면 더 많은 대상에 검토비용을 더 투자할 수도 있습니다. 그러나 관급공사는 적확한 범위를 넘어서 과대한 예산이 투입되면 차후 또는 다른 건설사업에서 예산 운용에 부담으로 전가될 수 있고 시민이 누려야 할 안전상 이익에도 형평성이 깨질 수 있습니다. 예산을 낭비 없이 관리하여 '지진 후 피해복구에 필요한 중요시설'에 재투자한다면 전체 지역의 재난대응능력 향상에 크게 도움이 될 것입니다.

상기 내용에 대하여 공사협의체는 검토·협의 후, 발주처는 설계단계를 진행한 건축사와 건축구조기술사에게 「구조안전 및 내진설계 확인서」 '기타사항'에 "본 건축물의 비구조요소에 한하여 내진I등급을 적용할 것" 등으로 변경 기재하는 것에 대해 타당성을 확인받고 변경할 수 있습니다. 타당한 근거와 정당한 절차로 변경된 「구조안전 및 내진설계 확인서」는 감사 등에서 중요한 근거서류로 인정될 수 있습니다.

A11 내진특등급 건물에서도 면제되는 비구조요소는? [보완]

질의사례	내진특등급 건물이더라도 여러 비구조요소 중에 내진설계·검토를 면제할 수 있는 것은 없나요?

답변사례

내진특등급 건물의 비구조요소 중에서 기능수행·인명안전과 무관한 것과, 기능수행에 해당하더라도 아래의 조건에 해당하면 기준(KDS 41 17 00)에 의거하여 내진설계를 적용하지 않을 수 있습니다. [*]

1) 내진특등급 구조물에서 비구조요소 내진설계·검토 적용예외 대상 정리

구분	적용제외 조건	근거
기능수행과 무관한 것	시설물의 지속적인 기능수행을 위해 필요하거나 손상시 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 비구조요소가 아닌 것	KDS 41 17 00 18.1.2.(1)③
칸막이벽	칸막이벽 높이가 2.7m 이하, 칸막이벽의 단위면적당 무게가 0.48kN/m^2 이하, 칸막이벽의 수평지진 하중이 0.25kN/m^2 미만인 조건 모두를 충족할 경우	18.3.3.(3)
유리	열처리유리 혹은 중간층의 두께가 0.8㎜이하인 열강화이중유리가 노출창문틀 형식으로 사용되고 가장자리는 최소 13㎜폭의 탄성중합체 실런트, 습식보양재 등으로 보호된 경우	18.3.4.(1)③
매달린 천장	면적이 13m^2 이하이고 벽이나 처마 등으로 횡지지된 매달린 천장	18.3.5.(1)①
	석고보드 재질의 마감재가 나사나 못으로 부착된 매달린 천장으로, 전체 천장이 동일한 높이에 설치되며 벽이나 처마 등으로 횡지지된 경우	18.3.5.(1)②
앵커지지 치장벽돌벽체	본 안내서 C2 C3 참조.	18.3.9.1.2 사양설계
접착식 치장벽돌벽체	(1) 조적개체의 기준치수 두께는 67㎜ 이하, 중량은 0.73kN/㎡ 이하, 지지구조체는 치장벽돌벽체 두께 이상의 두께를 가진 철근콘크리트벽체 또는 보강조적벽체이어야 한다. (2) 치장벽돌벽체는 지지구조체에 전단강도 345kPa 이상인 접착제를 적용하여 접착하거나, 압축강도 12.5MPa 이상, 두께 9.5㎜ 이상 32㎜ 이하인 모르타르로 접착하여야 한다. 접착제나 모르타르는 치장벽돌벽체와 지지구조체 사이에 밀실하게 채워져야 한다. 모르타르를 적용할 경우 조적개체 설치 시 마지막에는 두드려서 약간의 압력을 가하여야 하며, 줄눈은 오목줄눈을 사용하여 모르타르가 압력을 받게 눌러져야 한다.	18.3.9.2.2 사양설계
매달린 비구조요소 /전기 중 조명기구 /사인보드 /천장선풍기	체인이나 다른 형태로 구조물에 매달린 비구조요소로서 다음의 모든 조건을 만족하는 경우 ① 자중의 1.4배에 해당하는 연직하중과 자중의 1.4배에 해당하는 횡하중의 조합을 견딜수 있도록 설계된 경우, 이때 횡하중의 방향은 가장 불리한 방향으로 한다. ② 18.1.3.5에 따라 타 비구조요소에 미치는 영향을 고려하는 경우 ③ 비구조요소가 수평면내에서 360도의 모든 방향으로 움직일 수 있도록 구조체와 연결된 경우	18.3.1.(2) 및 18.4.1.(2)
전기 장비 정착부	450N을 초과하는 장비의 정착부를 제조사가 인증하는 경우 (450N을 초과하는 장비의 정착부는 제조사가 인증하지 않은 경우 개별적으로 안전성을 검토하여야 한다)	18.4.2.2.(7)
전기 도관	중요도계수와 상관없이 도관의 크기가 60㎜ 미만의 규격을 가지는 경우	18.4.4.(2)②
덕트	독성, 맹독성, 가연성 가스를 수송하거나, 배연설비로 사용되지 않는 덕트로서, 단면적이 0.6m^2 미만이고 무게가 300N/m 이하인 덕트가 구조물에 튼튼히 부착된 경우	18.4.5.(1) 18.4.5.(1)②

2) 해설 정리

(1) 시설물의 기능수행과 무관한 비구조요소 판단·협의·결정

- 내진특등급에서 비구조요소에 요구되는 성능목표 : 건축물의 성능목표수준이 '기능수행'이면 비구조요소의 요구성능수준은 건축물과 동일한 '기능수행'(기준 표2.4-1)임. 즉 내진특등급 건축물의 비구조요소에 대하여 '모두' 해당한다고 해석할 수도 있지만, 기준 18.1.2.(1)③에 의하면 '일부'로 해석할 수 있음.[*]
- 비구조요소와 기능수행 : 비구조요소 중요도계수 1.5를 적용하여 내진설계를 해야 하는 대상들 중 **'내진특등급에 해당하는 구조물에서 시설물의 지속적인 기능수행을 위해 필요하거나 손상시 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 비구조요소'**(기준 18.1.2.(1)③)를 통해 대상을 선택할 수 있는 여지를 제공함.[*]
- **판단시 유의사항** : '시설물의 지속적인 기능수행을 위해 필요하거나 손상시 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는'지의 여부를 판단하는 것은 결국 주관적 판단에 의할 수밖에 없고 잘못 판단할 위험성도 있으므로 이를 판단·결정하는 주체가 비구조요소 각각에 대한 충분한 이해와 고도한 수준의 판단력이 요구됨.
- **결정시 유의사항Ⅰ** : '내진설계의 여부는 건축주와의 협의'(기준 18.1.1.(3))에 따르게 되어 있음. 가급적이면 이해당사자(건축주·사용자·감리자·시공자)가 모두 참여하여 전문적 의견과 사용상 요구를 수렴하고, 판단의 합리성을 높여서 불필요한 비용의 지출을 예방하며, 그 결정의 책임을 공유할 것을 권장함.
- **결정시 유의사항Ⅱ** : 인명안전에 위해요소가 되는 비구조요소(기준 18.1.2.(1)② 및 18.1.2.(1)①~②)들,

답변사례
(계속)

즉 [파라펫·건물외부치장벽돌·외부치장마감석재]+[소화배관과 스프링클러 시스템 등 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능하여야 하는 비구조요소]+[피난경로상의 계단·캐노피·비상유도등·칸막이벽 등 손상시 피난경로확보에 지장을 주는 비구조요소]+[대형 창고형 매장 등에 설치되어 일반대중에게 개방된 적재장치]+[독성·맹독성·폭발위험 물질을 저장하거나 지지하는 비구조요소]는 내진특등급이 아닌 건축물에서도 필수 내진설계 대상이며, 내진설계 여부를 따질 대상이 아님을 유의할 것.

(2) 칸막이벽 적용제외 조건의 근거 (미국기준 ASCE7-22, P.153)

EXCEPTION: Partitions that meet all of the following conditions:
1. The partition height does not exceed 9ft(2.7m).
2. The linear weight of the partition does not exceed 10lb(0.479kN) times the height in ft(m) of the partition.
3. The partition horizontal seismic load does not exceed 5lb/ft^2(0.24kN/m^2)

(3) 유리 적용제외 조건의 근거 (미국기준 ASCE7-22, P.154)

Annealed or heat-strengthened laminated glass in single thickness with interlayer no less than 0.030in. (0.76mm) that is captured mechanically in a wall system glazing pocket and whose perimeter is secured to the frame by a wet-glazed, gunable, curing elastomeric sealant perimeter bead of 0.5in. (13mm) minimum glass contact width, or other approved anchorage system, need not comply with this requirement.

(4) 매달린 천장 적용제외 조건의 근거 (미국기준 ASCE7-22, P.726)

- The first exemption is based on the presumption that lateral support is accomplished by the surrounding walls for areas equal to or less than 144ft^2(13.4m^2) (e.g., a 12ft×12ft(3.7m×3.7m) room). The 144ft^2(13.4m^2) limit corresponds historically to an assumed connection strength of 180lb(4.5N) and forces associated with requirements for suspended ceilings that first appeared in the 1976 Uniform Building Code (ICC 1976).
- The second exemption assumes that planar, horizontal drywall ceilings behave as diaphragms (i.e., develop inplane strength). This assumption is supported by the performance of drywall ceilings in past earthquakes.

(5) 매달린 비구조요소 적용제외 조건의 근거 (미국기준 ASCE7-22, P.150)

EXCEPTION: Components supported by chains or otherwise suspended from the structure are not required to satisfy the seismic force and relative displacement requirements, provided they meet all of the following criteria:
1. The design load for such items shall be equal to 1.4 times the operating weight acting down with a simultaneous horizontal load equal to 1.4 times the operating weight. The horizontal load shall be applied in the direction that results in the most critical loading for design.
2. Seismic interaction effects shall be considered in accordance with Section 13.2.4.
3. The connection to the structure shall allow a 360-degree range of motion in the horizontal plane.

(6) 전기 장비(캐비넷 등)의 정착부 적용제외 조건의 근거 (미국기준 ASCE7-22, P.157)

7. The attachments for additional external items weighing more than 100lb (445N) shall be specifically evaluated if not provided by the manufacturer.

(7) 전기 도관(노출전선관 등) 적용제외 조건의 근거 (미국기준 ASCE7-22, P.158)

EXCEPTION: 2. Design for the seismic forces and relative displacements of Section 13.3 shall not be required for conduit, regardless of the value of Ip, where the conduit is less than 2.5in. (64mm) trade size.

(8) 덕트 적용제외 조건의 근거 (미국기준 ASCE7-22, P.158)

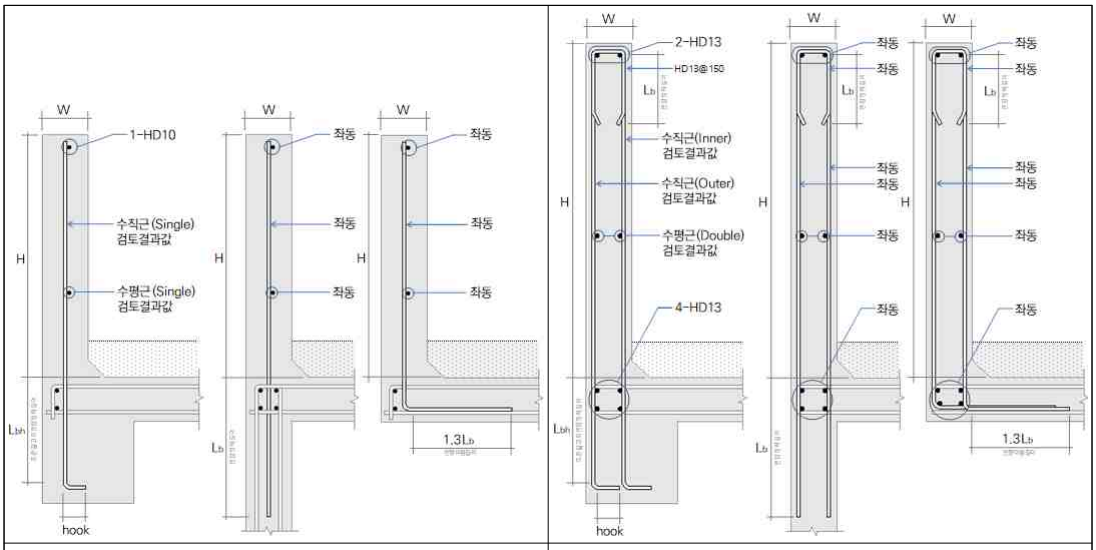
EXCEPTIONS: The following exceptions pertain to ducts not designed to carry toxic, highly toxic, or flammable gases or not used for smoke control.
2. Design for the seismic forces and relative displacements of Section 13.3 shall not be required where provisions are made to avoid impact with other ducts or mechanical components or to protect the ducts in the event of such impact, the distribution system is positively attached to the structure, and HVACR ducts have a cross-sectional area of less than 6ft^2 (0.557m^2) and weigh 20lb/ft (292N/m) or less.

인명안전에 위해요소가 되는 비구조요소는 건축물의 내진등급과 상관없이 내진설계 대상입니다.
그 외 내진특등급 건축물에서 여러 비구조요소를 대상으로 시설물 기능수행과의 관련성을 판단·결정할 때는 건축주와 협의하여야 합니다. 공사단계 시공자·감리자의 전문적 의견과, 준공 후 운영단계의 주체인 건축주·사용자의 요구를 수렴·판단·협의하여 합리적인 결정에 도달하기를 바랍니다.
내진특등급 건축물은 어떤 비구조요소 하나의 문제가 전체 시설의 기능수행 능력에 마비를 초래할 수 있습니다. 재난정보수집·전파·상황관리·초동조치·지휘하는 공무원, 응급처치 및 수술하는 의료진, 위험물을 모니터링하는 안전요원이 불안과 불편을 느낀다면 시설물의 정상적인 가동에도 지장을 줄 수 있습니다.
내진특등급 건축물은 그 특별한 기능에 문제가 생기면 그 피해가 해당 시설에만 국한되지 않고 광역적으로 지역 전체에 널리 파급될 수 있으므로 신중하게 협의하고 결정하시기 바랍니다.

B1 파라펫, 이미 내진설계된 것 아닌가?

질의사례	철근콘크리트 파라펫은 슬래브와 콘크리트로 일체로 구성되어 비구조요소는 아니라고 생각됩니다. 그리고 설계도면에 배근까지 표시되어 있다면 구조체로서 구조설계시 이미 내진까지 반영된 것이라고 볼 수 있지 않나요? 그러면 비구조요소 내진설계 대상에서 제외되지 않나요?
답변사례	**파라펫은 비구조요소 내진설계 대상입니다.** 1) 근거 「건축구조기준 총칙 (KDS 41 10 05)」 2. 용어의 정의 건축비구조요소 : **건축구조물을 구성하는 부재 중에서 구조내력을 부담하지 않는 구성요소.** 배기구, 부가물·장식물, 부착물, 비구조벽체, 악세스플로어(이중바닥), 유리·외주벽, 천장, 칸막이, 캐비닛, **파라펫**, 표면마감재, 표지판·광고판 등을 포함한다 「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 1.2 용어의 정의 비구조재 : 차양·장식탑·비내력벽, 기타 이와 유사한 것으로서 구조해석에서 제외되는 건축물의 구성부재. 설계단계에서 구조체(골조)에 대한 구조계산시 파라펫은 철근콘크리트라 하더라도 수직 돌출된 캔틸레버구조로서 통상 지진력저항시스템에는 포함되지 않고, 주요구조부에 포함되지 않습니다. 2) 설계도면 중 구조일반사항이나 구조잡상세도에 배근까지 표시되어 있더라도 이는 2019년 3월 14일 이전에 일반적으로 참고되던 전형적인 표준도면 개념의 잡상세도 수준으로서 내진이 검토되지 않았을 가능성이 큽니다. 해당 도면을 작성한 건축사사무소나 구조계산을 진행한 건축구조기술사사무소에 문의하여 그 파라펫이 비구조요소로서 내진설계가 설계단계에서 진행된 것인지 여부를 확인해보고, 극히 드문 경우지만 진행되었다고 한다면 그 파라펫에 대한 「비구조요소 안전확인서」 등을 요청하고 확보해 놓으시기 바랍니다. 그러나 경험상 이렇게 설계단계에서 검토된 사례는 수년간 두세 건에 불과했습니다. **파라펫은 건축구조물을 구성하는 부재중에서 구조내력을 부담하지 않는 부재이고, 설계단계 구조해석에서 제외되는 건축물의 구성부재로서 비구조요소입니다.**

질의사례	택지개발지구에서 근린생활시설을 신축하고 있습니다. 주변에 비슷한 공정으로 지어지고 있는 다른 현장들과 비교해보니, 파라펫의 단면 크기가 높이 1350㎜, 두께 150㎜ 정도로 비슷한데, 어떤 현장들은 단배근으로 시공하고, 또 다른 현장들은 복배근으로 시공하고 있습니다. 단배근이 더 위험하지 않나요?
답변사례	**파라펫 높이가 낮으면 단배근으로도 충분한 내력을 가질 수 있고, 높으면 단배근으로는 내력이 부족하여 위험할 수 있습니다.** 1) 파라펫 비구조요소 내진설계를 수행한 경험에 비추어 보면, 일반적인 중저층 건축물의 파라펫에서 두께는 최소한 150㎜ 이상, 가급적 200㎜를 권장하고, 높이가 900㎜ 이하면 일반적으로는 단배근이 가능하기도 하지만, 간혹 외력이 크게 작용하는 경우에는 불안전하기도 하여 가급적 복배근을 권장합니다. 수평·수직철근의 직경과 배치간격은 비구조요소 내진설계·검토결과에 따라 제각각 달라집니다.



〈단배근이 가능한 낮은 파라펫〉 〈복배근이 필요한 높은 파라펫 〉

2) 파라펫의 내력은 콘크리트의 설계기준압축강도 및 두께. 철근의 항복강도, 규격(직경), 배치간격 및 단배근 또는 복배근 여부에 따라 결정됩니다. 현장이 다르더라도 재료 및 시공 상세조건이 동일하다면 내력값도 동일합니다. 그러나 외력은 인접 현장의 건축물이더라도 다양한 조건에 따라 제각각 다르게 계산됩니다. 즉 지반조건(지반등급 등), 풍환경조건(지표면조도 등), 건물조건(기하형상비), 마감조건(마감하중) 등에 따라 외력값은 다르게 계산되며, 결국 외력이 크면 이에 충분히 저항할 수 있도록 내력을 키우기 위해서 재료 또는 시공 상세조건을 강화합니다.

비구조요소 내진설계·검토 결과에 따라 시공하시기 바랍니다.
지상 2층 이상에 주차장을 설치하는 경우에는 별도의 차량방호 안전시설(기타안전시설 3종) 설치없이 콘크리트 파라펫 자체가 차량방호·추락방지 기능을 갖도록 하려면 구조계산을 통해 두께나 배근이 더욱 강하게 요구됩니다.

B3 철제난간, 유리난간도 비구조요소 파라펫에 해당되나? [보완]

질의사례	철재난간, 유리난간도 비구조요소로서 파라펫으로 보아야 하나요?
답변사례	**개인적 견해는 비구조요소 내진설계 대상으로서의 파라펫은 철근콘크리트 난간벽 정도라고 생각합니다. 그러나 유리난간이 추락 위험성이 크다면 내진·내풍에 대한 검토가 필요할 수 있다고 판단합니다.** [*] 일반적으로 파라펫을 난간 또는 옥상난간과 혼용하여 사용하므로 자칫 광범위하게 모든 형식의 난간들이 비구조요소 내진설계 대상이라고 여길 수도 있습니다. 용어 정의도 제각각이고, 구분도 쉽지 않습니다. 1) 우선 파라펫(parapet) 정의에 대해서 살펴보면, 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙(국토교통부령 제919호)」 제38조(난간 및 난간벽) 난간 또는 난간벽을 설치하는 경우에는 철근 등으로 보강하되, 그 밑부분을 테두리보 또는 바닥판(최상층에 있어서는 옥상 바닥판을 포함한다. 이하 같다)에 정착시켜야 한다. 「주택건설기준 등에 관한 규정(대통령령 제33023호)」 제18조(난간) ① 주택단지 안의 건축물 또는 옥외에 설치하는 난간의 재료는 철근콘크리트, 파손되는 경우에도 날려 흩어지지 않는 안전유리 또는 강도 및 내구성이 있는 재료(금속제인 경우에는 부식되지 않거나 도금 또는 녹막이 등으로 부식방지처리를 한 것만 해당한다)를 사용하여 난간이 안전한 구조로 설치될 수 있게 해야 한다. 다만, 실내에 설치하는 난간의 재료는 목재로 할 수 있다. 「건설사업정보시스템-건설용어사전」 난간(欄干) hand rail, railing ① 보행자의 추락 위험을 방지하는 울타리 형상의 것. ② 계단의 짧은 기둥(난간동자) 또는 벽 위에 건너 댄 나무. 교량 상판의 측부에 설치하는 손잡이. 난간벽(欄干壁) parapet wall ① 난간동자 등을 쓰지 않고 벽체 모양으로 된 난간. 대개 지붕처마 부분에 있는 것을 말함. ... ③ 주구조물에서 돌출시킨 낮은 벽. 난간동자(欄干童子) baluster 계단의 옆 난간에 세워 댄 낮은 기둥. 난간 두겁대(頭匣杖)를 받치는 작은 기둥. 즉, 철근콘크리트 난간벽을 파라펫(parapet)으로, 기타 철재난간과 유리난간은 난간(railing)에 속한다고 볼 수 있습니다. 2) 전형적으로 시공되는 형식별 구조적 위험성을 경험에 비추어 비교·판단하면, ① 지진에 대한 위험성 : 철근콘크리트 > 유리 > 철재 ② 강풍에 대한 위험성 : 유리 > 철근콘크리트 ≫ 철재 즉, 지진 시에는 중량이 클수록 지진하중도 증가하므로 철근콘크리트 파라펫이 가장 위험하고 중량이 가장 적은 철재난간이 위험성이 낮으며, 강풍 시에는 풍압을 받는 면적이 유사한 철근콘크리트 파라펫과 유리난간 중에서도 중량이 적고 구조체에 정착이 비교적 불리한 유리난간이 가장 위험하고 풍압을 거의 받지 않는 철재난간이 위험성이 낮습니다. 3) 따라서 비구조요소 내진설계 대상로서의 파라펫 대상에는 철근콘크리트 난간과 더불어 강풍에 취약한 유리난간도 포함된다고 할 수 있습니다. 철재난간은 지진과 강풍으로 작용하는 하중효과가 미미하므로 비구조요소 내진설계 대상으로 보는 것은 무리가 있으며, 대신에 기준에서 정하는 유사활하중(손스침하중)에 대하여 안전이 우려되는 경우에 감리자는 비구조요소 내진설계와는 별개로 시공자에게 철재난간의 안전을 확인하는 근거·서류를 요구할 수 있습니다. **비구조요소 내진설계 대상으로서의 파라펫 범위에 대한 견해·판단은 인허가청마다 해석을 달리할 수 있음을 유의해야 합니다. 건축구조기술사에게 내진설계·검토를 의뢰하기 전에 인허가청에 문의하여 대상을 확정할 것을 권장합니다.**

B4 주차장 차량추락방지 기능도 가능한가?

질의사례	지식산업센터 현장입니다. 지상2층부터 옥내주차장이 계획되어 있고, 각층 주차장 파라펫은 철근콘크리트 두께 200㎜로 시공될 예정인데, 차량충돌시 추락방지 효과와 기능을 갖는지에 대해서도 검토가 가능한가요?
답변사례	**지상2층 이상의 주차장 파라펫도 비구조요소 내진설계 대상입니다. 내진설계·검토시 지진하중, 풍하중과 더불어 차량방호하중도 함께 검토해야 합니다.** 일반적인 비구조요소 파라펫은 내진·내풍에 대해서만 검토하지만, 특수한 경우로서 주차장 파라펫인 경우는 차량방호하중도 동시에 고려하여 내진설계를 진행하면 추락방지 안전시설의 기능도 겸하여 갖출 수 있습니다. 1) 우선 관련 법규를 살펴보면, 「주차장법 시행규칙(국토교통부령 제882호)」 제6조 제1항 제12호 2층 이상의 건축물식 주차장 및 특별시장 · 광역시장 · 특별자치도지사 · 시장 · 군수가 정하여 고시하는 주차장에는 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 추락방지 안전시설을 설치하여야 한다. 가. 2톤 차량이 시속 20킬로미터의 주행속도로 정면충돌하는 경우에 견딜 수 있는 강도의 구조물로서 구조계산에 의하여 안전하다고 확인된 구조물 나. 「도로법 시행령」 제3조제4호에 따른 방호(防護) 울타리 다. 2톤 차량이 시속 20킬로미터의 주행속도로 정면충돌하는 경우에 견딜 수 있는 강도의 구조물로서 「한국도로공사법」에 따라 설립된 한국도로공사, 「한국교통안전공단법」에 따라 설립된 한국교통안전공단(이하 “한국교통안전공단”이라 한다), 그 밖에 국토교통부장관이 정하여 고시하는 전문연구기관에서 인정하는 제품 라. 그 밖에 국토교통부장관이 정하여 고시하는 추락방지 안전시설 「주차장 추락방지시설의 설계 및 설치 세부지침(국토교통부고시 제2016-145호)」 제3조 제4항 "범용안전시설"이란 시행규칙 제6조제1항제12호가목에 따른 추락방지시설을 말한다. 제7조 범용안전시설은 다음 각 호의 충돌조건에 견딜 수 있는 구조로 설계되어야 하며, 부재의 소성변형 등을 생각하여 충격력을 충분히 흡수할 수 있도록 하여야 한다. 1. 충격력 : 250킬로뉴톤 이상 2. 충돌위치 : 바닥면으로부터 높이 60센티미터 이상 3. 충격력의 분포 폭 : 자동차의 범퍼 폭 160센티미터 이상 즉, 차량충격력(250kN≒25.5톤)은 일반적인 지진하중이나 풍하중보다 커서 내진설계를 하더라도 콘크리트 두께나 배근은 이 차량충격력에 의해서 결정됩니다. 2) 경험상 콘크리트 두께는 200㎜로 가능하나, 간혹 시공조건에 따라 250㎜가 요구되기도 합니다. 배근은 D13를 기본으로 검토를 시작하고, 간혹 시공조건에 따라 D16 철근이 요구되기도 하며, 배근 간격은 검토를 통해 결정됩니다. 3) 주차장 철근콘크리트 파라펫이 이미 시공된 경우에도 차량방호벽으로서 능력을 가지고 있는지 여부는 검토 가능하지만, 일반적인 파라펫 수준으로 시공된 경우라면 차량방호벽으로서 범용안전시설 기준에 미달할 수 있습니다. 이 경우에는 파라펫 콘크리트 보강공사를 하거나, 강재를 사용하는 기둥정착형, 바닥정착형, 독립형 등 3가지 기타안전시설(동 세부지침 별표) 중 선택하여 시공하여야 하므로 추가 공사비와 주차공간 사용손실이 발생할 수도 있습니다. 따라서 파라펫 구조검토는 골조공사 착수 전에 의뢰할 것을 권장합니다. **지상2층 이상의 주차장에 콘크리트 파라펫이 없거나, 콘크리트 파라펫이 있어도 차량 충돌시 충격력에 저항하지 못한다고 검토·확인된 경우에는 「주차장 추락방지시설의 설계 및 설치 세부지침」의 별표에서 정하는 기타안전시설(기둥정착형, 바닥정착형, 독립형 등 3종)을 설치기준에 맞게 별도로 설치하여야 합니다.**

B5 파라펫 등의 비구조요소 중요도계수는? [보완]

질의사례	여러 현장 감리용역을 수행하면서 다양한 비구조요소 내진검토 자료를 받아 확인하고 있습니다. 파라펫, 외부치장벽돌, 외부석재마감에 대해서 어떤 현장에서는 비구조요소 중요도계수를 1.0으로, 또 어떤 현장에서는 1.5로 계산한 구조계산검토서를 제출합니다. 둘 중에 하나는 잘못된 것인가요? 경우에 따라서 다르게 평가할 수 있다면 그 이유는 무엇인가요?
답변사례	**파라펫, 외부치장벽돌, 외부석재마감은 비구조요소 중요도계수 I_p가 1.0이 기본입니다. 다만 위험성이 높은 경우에는 1.5로 합니다.** 내진설계 대상이 되는 건축물의 비구조요소 중 취성적으로 파괴되기 쉽고 낙하할 시 인명피해가 우려되는 중량물인 파라펫, 외부치장벽돌, 외부석재마감은 내진검토 대상이며, 피난경로상의 비구조요소 중에서 손상시 피난경로확보에 지장을 주는 것과, 소방기능과 관련된 비구조요소도 내진검토 의무대상입니다. 피난경로확보에 지장을 주는 것과 소방기능에 관련된 비구조요소 등은 I_p를 1.5로 하는 것이 기본이고, 파라펫, 외부치장벽돌, 외부석재마감은 I_p를 1.0로 하는 것이 기본이지만, 위험성이 높은 경우에는 더 큰 지진력을 반영하여 안전성을 높여야 합니다. [*] 1) 근거 「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.1.1 및 2 18.1.1 적용범위 (1) 다음의 비구조요소는 18장의 규정에 따라 내진설계가 수행되어야 한다. ① 중요도계수 I_p가 1.5인 비구조요소 ② 파라펫, 건물외부의 치장 벽돌 및 외부치장마감석재 (2) 상기 (1)에 속하지 않으면서, 다음에 해당하는 전기 및 기계비구조요소는 18장의 규정에 따른 설계가 요구되지 않는다. ① 중요도계수 I_p가 1.0이면서 바닥으로부터 설치높이 1.2m 이하, 중량 1,800N 이하이고 덕트나 파이프와의 연결부가 유연한 재료로 구성되어 있는 경우 ② 중량 100N 이하, 단위길이당 중량이 70 N/m 이하인 경우 (3) 상기 (1)과 (2)에 속하지 않는 비구조요소의 내진설계 여부는 건축주와의 협의에 따른다. 18.1.2 중요도계수 (1) 비구조요소의 중요도계수 I_p는 1.0으로 한다. 단, 다음에 해당할 경우 I_p를 1.5로 한다. ① 소화배관과 스프링클러 시스템, 소화수조 등 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능하여야 하는 비구조요소. 또한 피난경로상의 계단, 캐노피, 비상유도등, 칸막이벽 등 <u>손상시 피난경로확보에 지장을 주는 비구조요소</u>와 대형 창고형 매장 등에 설치되어 일반대중에게 개방된 적재장치 ② 규정된 저장용량 이상의 독성, 맹독성, 폭발위험 물질을 저장하거나 지지하는 비구조요소 ③ 표 2.2-1의 <u>내진특등급에 해당하는 구조물에서 시설물의 지속적인 기능수행을 위해 필요하거나 손상시 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 비구조요소</u> 2) 옥외로 대피하는 경로에 속하는 출입구 주변에 있는 파라펫, 외부치장벽돌, 외부석재마감은 위험성이 높으므로 I_p를 1.5로 높여 더욱 주의 깊게 고려하여 반영할 수 있습니다. [*] **파라펫, 외부치장벽돌, 외부석재마감이라도 피난경로의 끝인 출입구 주변에 설치되거나, 차도 또는 보행로에 가깝게 위치하여 옥외로 대피한 인원이나 보행자에게 심각한 위험요소가 될 수 있다고 건축구조기술사가 판단한 경우에는 I_p를 1.5로 적용할 수 있습니다.** [*]

C1 외부치장벽돌 내진설계 검토내용은?

질의사례	외부치장벽돌 비구조요소 내진설계·검토시 구체적으로 무엇을 어떻게 검토하나요?
답변사례	**외부치장벽돌의 벽체와 이를 구조체에 연결하는 연결철물, 그리고 조적받침턱에 대해 검토합니다. 지진하중과 함께 풍하중에 의한 안전성도 검토합니다.** 1) 세부검토내용

검토부분		세부검토내용
조적벽체		① 조적벽체 휨강도 안전성 ② 조적벽체 면외 횡변위 안정성
연결철물		③ 연결철물 인장강도 안전성 ④ 조적 줄눈에서 연결철물 뽑힘강도 안전성 ⑤ 구조체(콘크리트)내 타격앙카 인발테스트 최소요구값 제시
조적받침턱	콘크리트	⑥ 조적받침턱 전단강도 안전성 ⑦ 조적받침턱 휨강도 안전성
	강재앵글	⑥ 받침턱 L형강 휨강도 안전성 ⑦ 받침턱 L형강 전단강도 안전성 ⑧ 받침턱 L형강 수직변형 안정성 ⑨ 후설치앵커 인장강도 안전성 - 강재 인장파괴 안전성 - 콘크리트 인장파괴 안전성 ⑩ 후설치앵커 전단강도 안전성 - 강재 전단파괴 안전성 - 콘크리트 전단파괴 안전성 - 콘크리트 프라이아웃파괴 안전성 ⑪ 후설치앵커 조합강도 안전성 ⑫ 콘크리트 지압파괴 안전성 ⑬ 구조체(콘크리트)내 후설치앵커 인발테스트 최소요구값 제시

2) 내진 및 내풍 검토

치장벽돌은 건축물 외피에 설치되어 외기환경에 노출되기 때문에 지진하중뿐만 아니라 풍하중에 대해서도 검토해야 합니다.

검토 경험을 바탕으로, 해안가 등 지역별 기본풍속이 크거나, 건축물에 설치되는 높이가 높다면 건축물 외측면 비구조요소에 작용하는 풍하중이 지진하중보다 더 크게, 지배적으로 작용하는 사례가 많기 때문입니다.

3) 외부치장벽돌 내진설계 2가지 방법 중 선택

① 일반설계 : 건축구조기술사가 역학원리에 따라 구조계산한 결과대로 설계·시공하는 방법

② 사양설계 : 건축구조기술사에게 검토의뢰하지 않고 기준에서 정하는 11개 조항을 준수하여 시공하는 방법

건축구조기술사마다 검토범위 및 내용은 상이할 수 있습니다.

C2 외부치장벽돌 사양설계가 무엇이고, 이를 적용할 때 유의사항은?

질의사례	사양설계 대로 시공하면 건축구조기술사에게 비구조요소 내진설계를 의뢰하지 않아도 되나요?
답변사례	**맞습니다.** 비구조요소 내진설계에서 건축구조기술사가 역학원리에 따라 계산하는 것을 '일반설계'라 하고, 계산 없이 기준에서 정하는 시공조건에 따르는 것을 '사양설계'라고 합니다. 1) 앵커지지 치장벽돌벽체의 사양설계 [KDS 41 17 00「건축물 내진설계기준」18.3.9.1.2] (1) 조적개체의 기준치수 두께는 67mm 이상 100mm 이하이어야 하며, 지지구조체는 치장벽돌벽체 두께 이상의 두께를 가진 철근콘크리트벽체 또는 보강조적벽체여야 한다. 사양설계에 따른 앵커는 주름이 잡힌 철판형 앵커, 주름이 없는 철판형 앵커, 철선 앵커, 줄눈보강근과 일체화된 앵커, 조정식 앵커로 구분된다. 치장벽돌벽체 내부면에서 지지구조체면까지의 거리는 120 mm이하여야 하며, 줄눈보강근과 일체화된 앵커나 조정식 앵커를 사용하는 경우 각각 (10)과 (11)의 120mm 초과에 대한 요구사항 만족 시 170 mm 이하를 적용할 수 있다. 앵커의 지지구조체 정착부는 실험에 의해 검증된 뽑힘강도 1 kN 이상의 정착상세를 적용하여야 한다. (2) 기본적으로 치장벽돌벽체 0.25㎡ 당 1개 이상의 앵커를 설치하여야 한다. 단, 주름이 없는 철판형 앵커, 직경 4.8mm 이상의 철선을 사용한 철선 앵커, 직경 4.8mm 이상의 보강근을 사용한 줄눈보강근과 일체화된 앵커는 0.34㎡ 당 1개 이상의 앵커를 설치할 수 있다. 내진설계범주 D에 해당하는 경우 이 면적제한은 0.75배를 적용하여야 한다. (3) 앵커의 수평 간격은 800mm 이하, 수직 간격은 600mm 이하를 만족시켜야 한다. (4) 치장벽돌벽체에 어느 한 방향으로라도 400mm를 초과하는 크기를 가진 개구부가 있는 경우 개구부로부터 300mm 이내의 구간에 900mm 이내의 간격으로 추가 앵커를 설치하여야 한다. (5) 가로줄눈의 두께는 가로줄눈에 설치되는 앵커 또는 줄눈 보강근 두께의 두배 이상이어야 한다. (6) 치장벽돌벽체를 쌓을 때 조적개체 수평방향 길이의 4분의 1 미만으로 포개지는 조적개체 쌓기가 적용된 경우에는 가로줄눈 방향으로 직경 3.7mm 이상의 철선이 수직 간격 450mm 이내로 설치되어야 한다. (7) 주름이 잡힌 철판형 앵커는 폭 20mm 이상, 두께 0.8mm 이상, 주름 부분의 고점간 또는 저점간의 거리는 7.5mm 이상 13mm 이내, 주름 부분의 고점과 저점의 높이 차는 1.5mm 이상 2.5mm 이내여야 한다. 앵커는 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간에 40mm 이상 묻혀야 하며, 15mm 이상 외부 방향으로 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간이 확보되어야 한다. (8) 주름이 없는 철판형 앵커는 폭 20mm 이상, 두께 1.5mm 이상이어야 한다. 앵커는 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간에 40mm 이상 묻혀야 하며, 15mm 이상 외부 방향으로 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간이 확보되어야 한다. 모르타르 줄눈에서의 정착 파괴를 억제하기 위해 모르타르 줄눈에 묻힌 구간에서는 직경 3.7mm 이상의 철선이 부착되어야 하며, 철선은 앵커 좌우로 각각 50mm 이상씩 돌출되어야 한다. (9) 철선 앵커는 직경이 3.7mm 이상이어야 하며, 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간에 위치하는 구부러진 부분이 50mm 이상이어야 한다. 치장벽돌벽체와 지지구조체 사이에서 철선 앵커의 접힘은 허용되지 않는다. 철선 앵커는 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간에 40mm 이상 묻혀야 하며, 15mm 이상 외부 방향으로 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간이 확보되어야 한다. (10) 줄눈보강근과 일체화된 앵커는 사다리형을 사용하여야 하며, 보강근의 직경은 3.7mm 이상이어야 한다. 치장벽돌벽체의 내부면과 이에 인접한 지지구조체면과의 거리가 120mm를 초과하는 경우에는 4.8mm 이상의 직경을 가진 보강근을 적용하여야 한다. 줄눈보강근의 교차근은 중심 간격이 400mm 이하여야 하며, 주근에 용접되어야 한다. 교차근에서의 접힘은 허용되지 않으며, 주근은 외부방향으로 15mm 이상의 모르타르 줄눈이 확보되어야 한다. (11) 조정식 앵커는 그 형태에 따라 철판형 부분, 철선 부분, 그리고 줄눈 보강근 부분을 가질 수 있다. 조정식 앵커의 각 부분은 (7), (8), (9) 및 (10)에 기술된 해당 부분의 요구사항을 만족하여야 하며, 연결부 틈새간격은 1.6mm 이하여야 한다. 다리걸침형 앵커의 경우 걸치는 철선 부분은 4.8mm 이상의 직경을 가져야 하며, 연결부에서의 이격거리는 30mm 이하, 그리고 치장벽돌벽체 내부면으로부터 연결부까지의 거리는 50mm 이하여야 한다. 조정식 앵커에서 치장벽돌벽체의 내부면과 이에 인접한 지지 구조체면과의 거리가 120mm를 초과하는 경우에는 철선 부분이 4.8mm 이상의 직경을 가진 철선 2개 이상 또는 동등 수준 이상의 강도와 강성을 가진 상세로 이루어져야 한다. 위 '사양설계' 11개 조항은, 이대로 설치·시공하면 대한민국 내에서 어떠한 악조건을 갖는 지역에서도 안전하다는 뜻입니다. 그래서 '일반설계'로 검토되는 경우보다 앵커의 설치 간격이 상당히 촘촘하고, 부속품의 규격조건도 까다롭습니다. 따라서 벽면량이 적으면 '사양설계'를 따르는 것이 '일반설계'에 따르는 검토비용을 절약할 수 있고, 벽면량이 적지 않으면 '일반설계'로 진행하는 것이 '사양설계'보다 잡철물 자재비용을 절약할 수 있어 경제적입니다.

답변사례 (계속)	2) 접착식 치장벽돌벽체의 사양설계 [KDS 41 17 00「건축물 내진설계기준」 18.3.9.2.2] (1) 조적개체의 기준치수 두께는 67mm 이하, 중량은 0.73kN/㎡ 이하, 지지구조체는 치장벽돌벽체 두께 이상의 두께를 가진 철근콘크리트벽체 또는 보강조적벽체이어야 한다. (2) 치장벽돌벽체는 지지구조체에 전단강도 345kPa 이상인 접착제를 적용하여 접착하거나, 압축강도 12.5MPa 이상, 두께 9.5mm 이상 32mm 이하인 모르타르로 접착하여야 한다. 접착제나 모르타르는 치장벽돌벽체와 지지구조체 사이에 밀실하게 채워져야 한다. 모르타르를 적용할 경우 조적개체 설치 시 마지막에는 두드려서 약간의 압력을 가하여야 하며, 줄눈은 오목줄눈을 사용하여 모르타르가 압력을 받게 눌러져야 한다. 3) 사양설계 채택의 한계 '앵커지지 치장벽돌벽체의 사양설계'에는 조적받침 앵글(인방앵글)과 철근콘크리트 내민받침턱(눈썹)에 대한 기준이 없다는 점을 유의해야 합니다. 즉 외부치장벽돌 벽면에 창호나 필로티 등의 개구부가 있다면 그 개구부의 상부 치장벽돌을 지지하는 앵글 등에 대한 구조검토가 필요하므로 이러한 경우에는 '일반설계'로 외부치장벽돌과 이를 지지하는 구성체를 포함하는 비구조요소 내진설계·검토를 한꺼번에 같이 진행하는 것이 오히려 경제적입니다. 그러나 창문 등 개구부가 없고 치장벽돌 벽면량이 크지 않다면 '사양설계'로서 시공중 감리자의 확인을 받으면서 진행하는 것을 권장합니다. **모든 종류의 비구조요소에 대해 사양설계 기준이 제공되지는 않습니다. 외부치장벽돌에 대해서만 '일반설계'와 '사양설계' 중에서 선택할 수 있습니다.**

C3 사양설계에서 앵커의 면적당 설치조건은?

질의사례	앵커지지 치장벽돌벽체의 사양설계 11개 조항 중에서 앵커설치 간격에 대하여 (2)와 (3)의 조항이 서로 상충하는 것 같습니다. (3)번 조항을 따르면 800㎜×600㎜=0.48㎡당 1개씩 설치해도 된다는 것인지, 왜 굳이 더 촘촘하게 설치해야 하는 (2)번 조항이 있는 건가요?
답변사례	**(2)항의 면적당 설치조건을 먼저 만족해야 하고, 이 면적을 이루는 앵커의 수평 간격과 수직 간격 각각은 (3)항의 최대 간격 이내로 설치되어야 합니다.**

1) 예시설명

① 기본 0.25㎡ 당 앵커 1개 설치하는 경우로서 수평 간격 500㎜, 수직 간격 500㎜으로 설치하면 수평 간격은 800㎜ 이하를 충족하고, 수직 간격도 600㎜ 이하를 충족하므로 (3)항을 만족함.
② 기본 0.25㎡ 당 앵커 1개 설치하는 경우로서 수평 간격 400㎜, 수직 간격 625㎜으로 설치하면 수평 간격은 800㎜ 이하를 충족하나, 수직 간격은 600㎜를 초과하므로 (3)항을 만족하지 못함.
③ 기본 0.25㎡ 당 앵커 1개 설치하는 경우로서 수평 간격 830㎜, 수직 간격 300㎜으로 설치하면 수직 간격은 600㎜ 이하를 충족하나, 수평 간격은 800㎜를 초과하므로 (3)항을 만족하지 못함.

2) 면적당 설치조건은 (2)항에 따라 크게 4가지가 됩니다.

구분		앵커당 최대 부담면적
내진설계범주	앵커사양	
A, B, C	일반적인 연결철물 앵커	0.25㎡ 이하
	주름 없는 철판앵커, 직경 4.8㎜ 이상인 철선앵커, 직경 4.8㎜ 이상인 줄눈보강근과 일체화된 앵커	0.34㎡ 이하
D	일반적인 연결철물 앵커	0.1875㎡ 이하 (=0.25㎡×0.75배)
	주름 없는 철판앵커, 직경 4.8㎜ 이상인 철선앵커, 직경 4.8㎜ 이상인 줄눈보강근과 일체화된 앵커	0.255㎡ 이하 (=0.34㎡×0.75배)

여기서 '내진설계범주'는 구조물의 내진등급과 지반상태에 따라 구조체(골조)의 내진설계 범위와 해석 방법을 정하는 분류등급입니다. 아래와 같이 구조체(골조)의 「구조안전 및 내진설계 확인서」에서 확인할 수 있습니다.

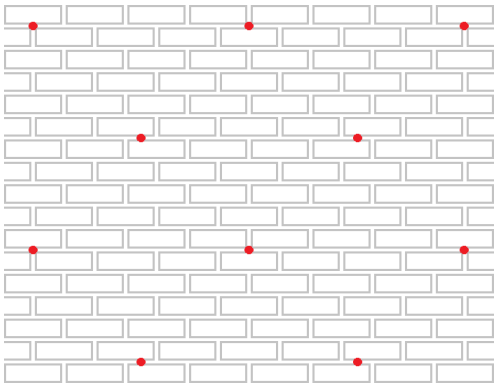
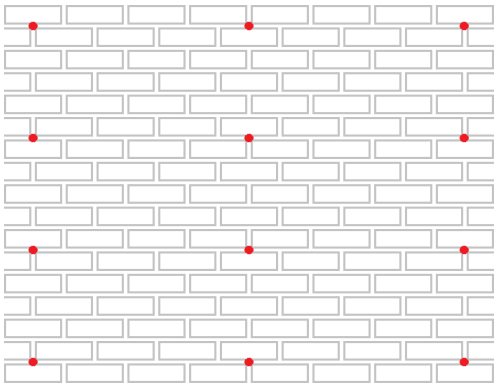
■ 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 [별지 제2호 서식]

구조안전 및 내진설계 확인서 (5층 이하의 건축물)

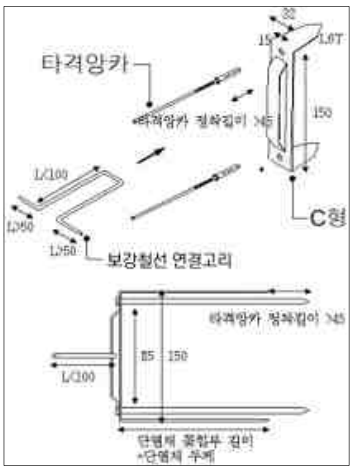
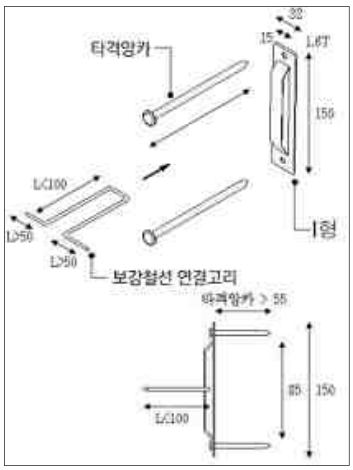
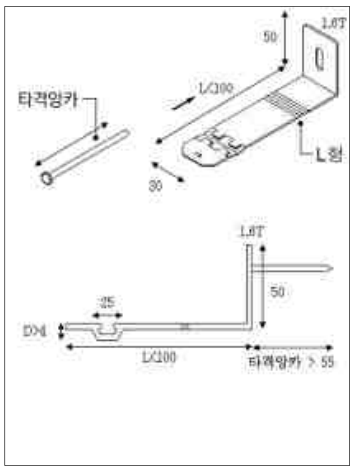
1) 공사명	○○시설 신축공사				비고
2) 대지위치	○○ ○○시 ○○구 ○○동 ○○○번지 / 지역계수 S=0.22				
3) 용도	제2종 근린생활시설(제조업소)				
4) 중요도	중요도 2				
5) 규모	연면적	999.00 ㎡	층수 (높이)	지상 2층 (8.10m)	
6) 사용설계기준	건축구조기준 (KDS41)				
7) 구조계획	*구조시스템에 대한 공통분류 체계 마련* (주요구조형식 : 철근콘크리트구조)				
8) 지반 및 기초	지반분류	S_4	지하수위	GL -0.50 m	
	기초형식				
	지내력기초	설계지내력 fe = 100 kN/㎡	파일기초	해당없음	
9) 내진설계개요	「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」 및 건축구조기준에 따른 지진하중 산정시 필요사항				
	해석법	내진설계범주(D)			
		등가정적해석법			
	중요도계수	I_E = 1.0	건물유효중량	W = 7,207.76 kN	
···					

사양설계에서 정하는 내용을 잘못 이해하여 오시공되는 경우, 일반설계 방법으로 내진설계·검토를 진행하여 안전성을 확인받는 사례도 있지만, 가끔은 불안전하다고 판정되어 재시공하는 경우도 있습니다.

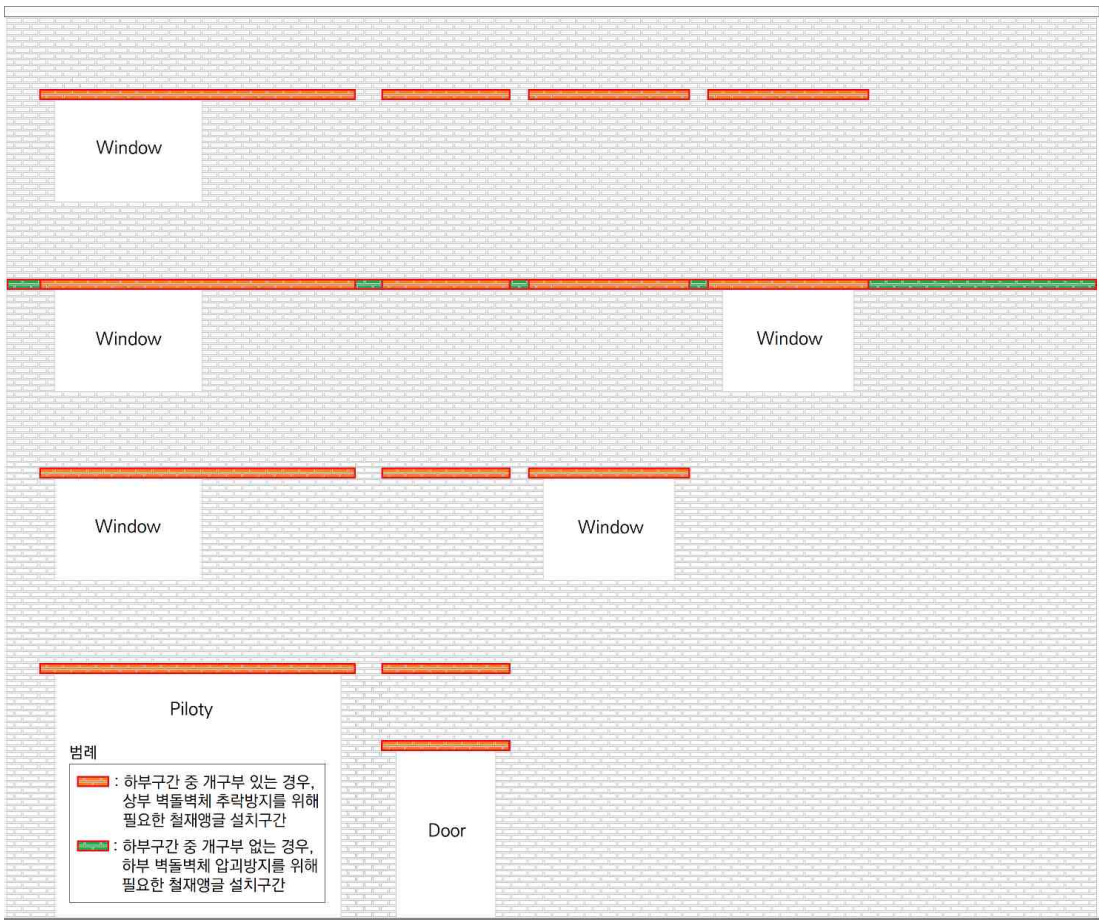
C4 연결철물(앵커)의 벽면 배치는 어떤 것이 좋은가? [보완]

질의사례	치장벽돌벽체와 콘크리트벽체를 연결하는 앵커(연결철물)을 어떤 현장에서는 수직·수평방향 정렬로 배치하고, 또 어떤 현장에서는 엇갈리게 배치하기도 합니다. 이에 대한 기준은 없나요?
답변사례	**연결철물 배치에 대해서 표준시방서에서는 엇갈리게 교대(엇모)배치하도록 하고 있으나, 최근 실험연구에 의하면 바둑판식 정렬배치가 내진성능에서 조금 더 유리한 것으로 밝혀지고 있습니다.**  〈연결철물 교대(엇모)배치〉  〈연결철물 정렬배치〉 1) 국가건설기준센터 표준시방서「벽돌공사」 KCS 41 34 02 : 2021 3.4.7 다중겹벽 쌓기 ③ 연결철물은 교대로 배치해야 하며, 연결철물 간의 수직과 수평간격은 각각 610mm와 900mm를 초과해서는 안 된다. 2) 실험연구사례 :「외벽조적벽체 연결철물의 내진성능에 관한 실험연구」한국방재학회논문집, 제18권 7호 4. 결론 (2) 연결철물의 배치는 엇모배치보다는 정렬배치로 하는 것이 바람직하다. 실험데이터에 의하면 정렬배치가 엇모배치 보다 강도에서는 1.07~1.3배, 변형에서는 약 1.13배 더 유리합니다. 3) 따라서 엇모배치로 시공하는 것이 현행의 표준이므로 이에 따르되, 정렬배치로 시공된 경우더라도 구조적으로 불리하지 않고 오히려 유리하다는 점을 감리자가 인정하여 승인한다면 건축물 사용자의 안전확보에 조금 더 도움이 될 것입니다. 4) 부연하여, 표준시방서「벽돌공사」에서 연결철물 설치 간격은 앞서 다룬 사양설계에서의 설치 간격보다 큽니다. 사양설계로 적용하여 시공하는 경우에는 비교적 엄정하게 면적당 설치개수를 만족하면서 최대 '수평 간격은 800mm 이하, 수직 간격은 600mm 이하'를 준수하여야 하고, 일반설계로 진행하는 경우에서 요구되는 설치 간격이 크게 산정되더라도 표준시방서의 내용대로 최대 '수평 간격은 900mm 이하, 수직 간격은 610mm 이하'는 감안하여 검토해야 한다는 것으로 이해할 수 있습니다. [*] **연결철물은 표준시방서를 준수하여 교대(엇모)배치로 설치하는 것을 원칙으로 하되, 정렬배치로 시공하여도 내진 성능상 불리하지 않습니다.**

C5 내진용 연결철물은 특허제품을 사용해야 하는가? [보완]

질의사례	외부치장벽돌의 비구조요소 내진설계가 이슈가 되면서 '내진용 연결철물'로서 특허제품으로 시공하도록 설계도면 잡상세도에 표시되어 있습니다. 기존에 사용하던 일반적인 C형, L형, I형 연결철물은 내진성능이 없는 것인가요? 꼭 특허제품으로만 시공하여야 하나요?
답변사례	**아닙니다. 일반 연결철물도 내진성능을 보유하고 있습니다. 비구조요소 내진설계·검토의 기본 방식은 비구조요소 보유하는 고유한 내력(내진성능)을 밝히고, 외력(지진하중)을 산정하며, 이를 서로 비교·평가하여 내력이 외력보다 크게 되도록 검토함으로써 안전한 설치조건을 제시하는 것입니다.** [*] 다만 동일한 조건(설치간격 등)으로 시공되는 경우라면 특허로 인증받고 공인시험기관의 실험 등으로 안전성이 증명된 특허제품을 사용한다면 구조적으로 더 유리할 것으로 기대됩니다. 1) 특허제품으로서 공인시험기관의 실험을 통해 내진성능을 보유하고 있음을 입증하는 문서를 제출하면 건축구조기술사를 통해 내진설계를 진행하지 않아도 됩니다. 「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.1.3.1 설계절차 (1) 비구조요소의 설계는 다음 중 하나의 절차에 의해 수행될 수 있다. ① 내진설계책임구조기술자가 18장의 규정에 따라 해당건물내 비구조요소의 내진설계를 수행하는 경우 ② 해당 비구조요소의 제조자가 정밀해석 혹은 18.1.3.2의 규정에 의한 실험을 통해 내진성능을 보유하고 있음을 입증하는 문서를 제출하는 경우 18.1.3.2 실험적 절차 (1) 18장에 규정된 해석적인 설계절차를 대신하여 실험을 통해 비구조요소 및 그 지지부의 내진성능을 확인할 수 있다. 실험적 절차에는 내진설계책임구조기술자가 인정한 공인된 실험규약이 사용되어야 하며 실험을 통해 이 기준이 요구하고 있는 내진요구사항과 동등하거나 이를 초과하는 내진성능을 보유하고 있음이 증명되어야 한다. 실험적 절차를 적용할 경우 식 (18.2-1)에 의해 산정되는 최대 지진력은 $3.2I_pW_p$를 초과할 필요는 없다. 다만, 건축구조기술사가 인정한 공인된 실험규약이 사용되어야 하며 실험을 통해 이 기준이 요구하고 있는 내진요구사항과 동등하거나 이를 초과하는 내진성능을 보유하고 있음이 증명되어야 합니다. 2) 일반 연결철물도 비구조요소 내진설계·검토를 통해서 결정되는 설치간격 등의 조건을 준수하여 설치된다면 해당 건물에서 요구되는 내진성능을 충분히 만족시킵니다. 3) 일반 연결철물의 종류  〈단열재 있을 때, 일반 C형 연결철물〉  〈단열재 없을 때, 일반 I형 연결철물〉  〈단열재 없을 때, 일반 L형 연결철물〉 **특허제품들이 '내진용'이라는 제품명칭을 사용함으로서 종래에 일반적으로 사용되던 일반 연결철물들은 내진성능이 없다고 여기는 것은 오해입니다.**

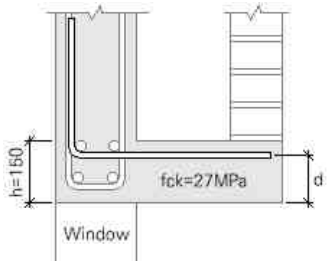
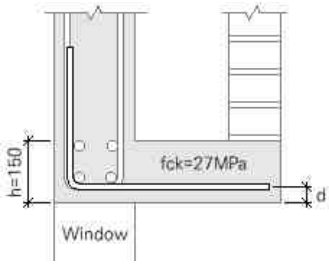
C6 조적받침 앵글은 건물 전체 둘레에 설치해야 하는가?

질의사례	조적받침 앵글에 대해서, 어떤 현장은 창문 등 개구부의 상인방 위치에만 설치하고, 또 어떤 현장은 개구부 상인방 높이에 맞춰 건물 외벽 전체둘레에 걸쳐 모두 설치합니다. 어떻게 설치하는 것이 옳은 건가요?
답변사례	**치장벽돌벽체의 전체 입면에서 수직방향으로 개구부가 있는 경우와 없는 경우에 따라 다릅니다.** 1) 수직방향으로 개구부가 있는 경우 : 개구부 상부에 개구부 폭에 양단 200㎜씩 추가된 길이를 갖는 앵글을 설치하고, 그 위에는 내진설계·검토에서 산정된 수직간격 이내마다 설치하여 치장벽돌의 중력방향하중(자중 및 수직지진하중)에 견디도록 하여야 합니다. 2) 수직방향으로 개구부가 없는 경우 : 건축물의 기초 내민받침(방석턱)에 지지되고, 수직방향으로 파라펫 또는 처마 높이까지 전체 구간에 개구부가 없다면 저층 건물에서는 조적받침 앵글을 설치할 필요가 없습니다. 그러나 개구부가 없어도 쌓는 높이가 높다면 치장벽돌 최하단은 그 위에서 누적되어 커지는 중력방향 하중에 의해 벽돌 재료의 압축강도 이상이 되면 압괴되어 파괴될 수 있습니다. 이를 예방하기 위해서 비구조요소 내진설계·검토시 개구부가 있는 경우와는 별도로 계산되어 결정되는 수직간격 이내로 조적받침 앵글을 설치하면 그 간격마다 작용하는 중력방향하중을 콘크리트 구조벽체로 전달시켜 전체 벽체의 하부가 압괴되어 파괴되는 것을 예방할 수 있습니다. 3) 조적받침 앵글설치 위치에 대한 이해를 위한 예시  **앵글의 수직방향 배치간격은 앵글두께, 앵글의 앵커볼트 관통구 위치, 앵커볼트 직경, 콘크리트 관입깊이 등에 따라 다르게 계산됩니다.**

질의사례	점토벽돌을 받치는 콘크리트인방(눈썹) 철근을 설치할 때, 상부근으로 배근하나요? 하부근으로 배근하나요?
답변사례	**개구부 상단에 콘크리트로 돌출시켜 치장벽돌벽체를 지지하는 받침턱(눈썹)에서 철근은 상부에 설치되어야 합니다.**

1) 수평 캔틸레버형식의 콘크리트 조적받침턱(눈썹)은 돌출길이가 짧아서 작용하는 휨모멘트도 비교적 크지 않기 때문에 통상 단배근으로 설치합니다. 이 철근은 상부근으로 배치되어야 제대로 내력을 발휘할 수 있으며, 하부근으로만 배치되면 내력이 부족하여 균열·파괴될 수 있습니다.

2) 약식 구조계산으로 대략 비교하면,

구분	상부근설치 : 정상시공	하부근설치 : 오류시공
단면예시		
휨강도 ØMn	*REINF. D10@300(T), SD400* *As=236㎟(/m), h=150㎜, d=125㎜,* *a=236×400/(0.85×27×1000)=4.11㎜,* *ØMn=0.85×236×400×(125-4.11/2)* *=9.86kN·m(/m)*	*REINF. D10@300(B), SD400* [*] *As=236㎟(/m), h=150㎜, d=25㎜,* *a=236×400/(0.85×27×1000)=4.11㎜,* *ØMn=0.85×236×400×(25-4.11/2)* *=1.84kN·m(/m)*
전단강도 ØVC	*ØVC=0.75×(1/6)×√(27)×(1000×125)* *=81.19kN(/m)*	*ØVC=0.75×(1/6)×√(27)×(1000×25)* *=16.24kN(/m)*

철근을 하부근으로 설치하면 상부근 설치 대비, 휨강도는 약 18.7%, 전단강도는 약 20% 수준만 발휘하게 됩니다. 치장벽돌 쌓는 높이가 높으면 균열·파괴될 우려가 큽니다.

동일한 자재를 사용하면서도 적재적소에 설치하지 않으면 구조적 효과는 현격히 감소합니다.

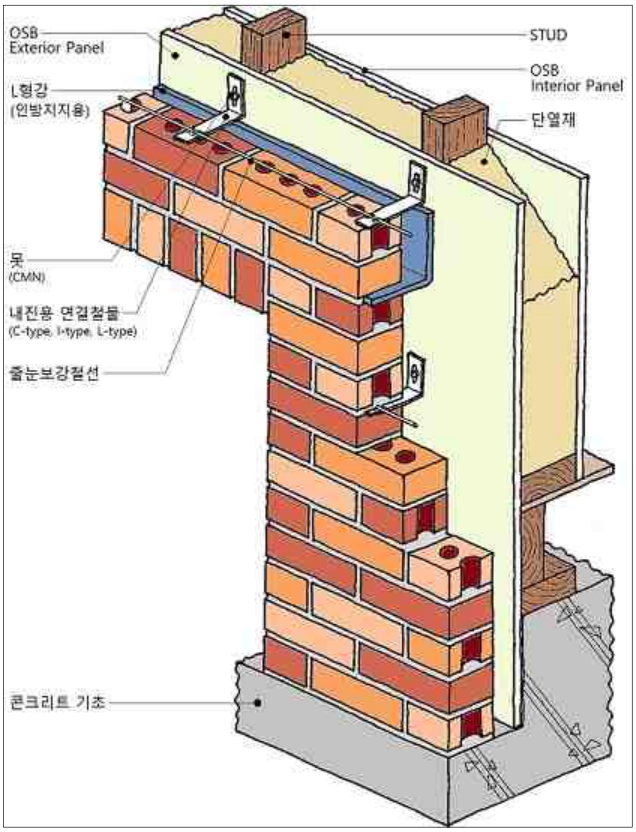
C8 외단열재에 벽돌타일 접착도 가능한가? [보완]

질의사례	외단열재 표면에 타일처럼 얇게 편을 뜬 벽돌타일을 압착하여 치장벽돌쌓기로 보이도록 설계도면에 표시되어 있습니다. 이 경우 벽돌타일은 실제 치장벽돌은 아니므로 비구조요소 내진설계 대상이 아니라고 볼 수 있나요? 만약 그래도 비구조요소 내진설계 대상이라 한다면 '접착식 치장벽돌벽체의 사양설계'의 전단강도만 확보하면 되나요?
답변사례	**위험합니다.** 1) 비구조요소 내진설계 대상이 되는 외부치장벽돌에 대하여 기준에서는 표준규격 점토벽돌만 해당한다는 조건은 없습니다. 즉, 조적개체 크기와 상관없이 탈락하여 추락할 수 있다면 인명손실을 초래할 수 있으므로 안전확보를 위해 내진설계를 하여야 합니다. 구조적으로 설명한다면, 치장벽돌, 석재마감, 타일, 유리 등은 재료 특성상 압축강도가 크지만, 시공·설치 특성상 판재의 직각방향 하중에 대한 전단강도는 상대적으로 취약해서 얇은 두께의 표면에 작용하는 외력이나 작은 충격에도 갑자기 깨지는 취성파괴가 발생하면서 추락하게 됩니다. 2) 건물 외벽에 외단열재를 설치하고, 그 외단열재에 타일을 접착하는 방식에 대하여, 구조적으로는 타일과 단열재 사이의 접착강도, 그리고 단열재와 지지구조체 사이의 접착강도가 모두 중요합니다. 그러나 이 접착강도는 구조계산으로는 산정할 수 없어 그 안전을 확인할 수 없습니다. 에폭시 등 접착제의 접착강도는 현장에서의 혼합조건(원제·경화제의 종류, 혼합비율, 비빔시간, 외기조건 등)에 따라 현격하게 달라지고, 모르타르의 접착강도 또한 현장조건(재료배합비, 외기조건 등)에 따라 다르게 되기 때문에 접착강도를 추정하여 가정할 수 없습니다. 특히 이 접착재료가 석재, 벽돌, 세라믹, 콘크리트 등이 아닌, 단열재나 합판의 표면에서 제대로 접착력을 발휘할 것인가에 대해서는 상당히 회의적입니다. [관련 뉴스 링크 (출처:KNN)] [*] 지진 시 또는 평상 시 미세한 진동, 침습으로도 단열재에서 외장타일이 분리되어 탈락할 가능성도 높고, 강풍 시에는 타일이 접착된 외단열재가 건축물 구조벽체에서 분리되어 탈락하거나 비산될 가능성도 높습니다. [*] 〈강풍으로 콘크리트 표면에서 탈락된 외단열재〉 3) '접착식 치장벽돌벽체의 사양설계'의 조건에 '접착제나 모르타르는 치장벽돌벽체와 지지구조체 사이에 밀실하게 채워져야'하고 지지구조체는 '철근콘크리트벽체 또는 보강조적벽체이어야'합니다. **비구조요소로서 치장벽돌벽체(타일포함)를 접착식(습식)으로 시공하여 내진성능을 갖는 것으로 인정받으려면 치장벽돌벽체나 타일을 철근콘크리트벽체 또는 보강조적벽체에 직접 접착해야 하고, 접착에 필요한 강도 충족 여부를 현장에서 시험하여 감리자의 승인을 받아야 합니다.**

C9 경량철골조에서 외부치장벽돌 설치가 가능한가?

질의사례	각관으로 기둥과 보를 구성하는 경량철골 주택을 시공하고 있습니다. 샌드위치판넬 외벽에 직접 치장벽돌을 쌓으면서 그 사이에 몰탈을 사춤하거나, 에폭시본드를 사용하려고 합니다. 안전에 문제가 없을까요?
답변사례	**위험합니다.** 1) 접착제나 모르타르로 치장벽돌벽체를 접착하는 방식은 '접착식 치장벽돌벽체의 사양설계'의 조건대로 시공하면 되지만, 치장벽돌벽체는 철근콘크리트벽체 또는 보강조적벽체에 직접 접착해야 합니다. 따라서 일반적인 강구조인 철골골조에서는 '접착식 치장벽돌벽체의 사양설계'를 적용할 수 없으며, 앵커지지 건식공법으로 설치되어야 합니다. 2) 일반적인 철골골조에서는 C형, I형, L형 연결철물이 정착되는 콘크리트 벽체가 없는 벽면에서 하지각관 프레임을 구성하여 하중을 구조체인 철골기둥 또는 철골보에 전달하여야 하는데, 외부 샌드위치판넬을 고정하기 위해 설치하는 Girth C형강에 겸하는 것은 위험합니다. 외주면의 기둥과 기둥, 또는 상하 보 높이의 Span 거리와 지진 및 풍환경에 따라 산정되는 외력에 대해 안전하게 설계되어야 하는데, 통상 하지각관은 큰 규격이 요구되고, 요구되는 설치 간격도 상당히 촘촘하여 경제성 측면에서 불리합니다. 3) 각관을 주요구조부재로 사용하는 경량철골골조에서는 구조적으로 위 2)보다 더욱 불리합니다. 골조로 사용되는 각관의 규격보다 치장벽돌벽체 지지를 위해 필요한 하지각관의 규격이 더 크게 요구되는 경우도 많습니다. 또한 유연한 골조의 거동 특성을 가지므로 벽면에 브레이싱 설치 등 충분한 보강조치가 없으면 비구조요소에 의해 주요구조체가 위험할 수 있습니다. 4) 위와 같이 강구조(철골골조 또는 경량철골골조 등)에서 치장벽돌벽체를 설치하는 것은 경제성과 안전성 측면에서 상당히 불리합니다. **건축주와 협의하여 경량외장재로 설계변경하는 것을 권장합니다.**

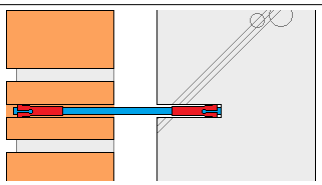
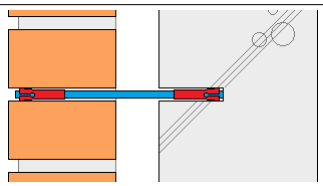
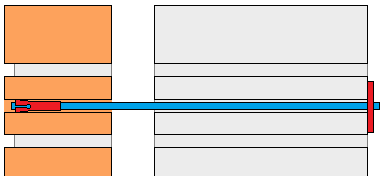
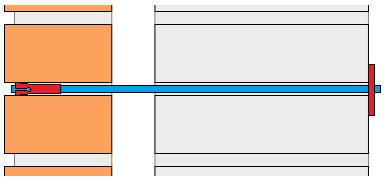
C10 경골목구조에서 외부치장벽돌 설치가 가능한가?

질의사례	토대 위에 스터드(수평간격 406㎜)를 설치하고 내외면에 OSB 구조용합판으로 설치되는 일반적인 경골목구조 전원주택을 시공하고 있습니다. OSB판넬 위에 I형 또는 L형 연결철물을 수평방향과 수직방향으로 600㎜ 간격으로 설치하여 치장벽돌을 시공하려고 합니다. 경골목구조에 치장벽돌로 외부마감하는 것에 대해서 비구조요소 내진설계가 가능한가요?
답변사례	**비구조요소 내진설계·검토가 가능합니다.** 1) 연결철물은 CMN65(8d) 또는 CMN75(10d)으로 비구조요소 내진설계 결과에 따라 결정되는 규격이 사용되어야 하고, 설치간격은 내진설계 계산으로 결정된 값을 적용합니다. 2) 개구부 상단에 설치하는 앵글은 연결철물 지지못 보다 강한 SDWH TIMBER-HEX SS 등 스크류 볼트를 사용하며, 이 앵글 아래에 한단 매달리는 벽돌은 Hook Bolt와 Insert Steel Bar를 검토하여 그 안전성을 확인합니다.  〈경골목구조 외부치장벽돌 설치개념도〉 **경골목구조에서 외부치장벽돌 연결철물을 고정하는 못은 OSB만 관통해서는 안되고, 스터드 각목에 단단하게 정착되어야 합니다. 따라서 연결철물 수평간격은 이 스터드 수평간격과 동일해야 하며, 다만 수직간격은 내진설계·검토를 통하여 결정됩니다.**

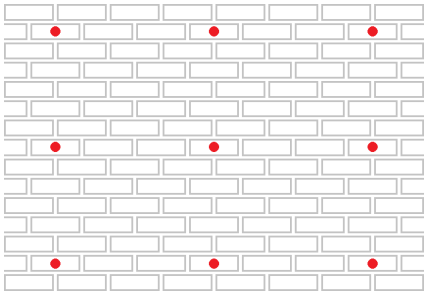
C11 사후에 보강하는 방법은?

질의사례	외벽이 점토벽돌로 마감된 건축물입니다. 준공된 지 10여 년 되었으니, 비구조요소 내진설계가 적용되지 않아서 지진이 났을 때 안전할지 궁금합니다. 만약 내진성능이 없거나 부족하면 어떻게 보강하면 될까요?
답변사례	**보강공법에 대한 내진 안전성을 검토받으면 됩니다.**

1) 기존 건축물 치장벽돌벽체 내진보강 방법

지지조건	보강연결철물 설치단면 사례	
콘크리트 벽체	 〈1안 : 치장벽돌벽체 벽돌을 관통〉 일반적으로 줄눈보다 점토벽돌 강도가 강하므로 일반적이고 권장되는 상세	 〈2안 : 치장벽돌벽체 줄눈을 관통〉 외부면에 세로균열이 있어 치장벽돌 강도가 약한 것으로 의심되고, 가로방향 철선보강이 동시에 필요할 때
시멘트벽돌 벽체	 〈1안 : 시멘트벽돌 지지벽체 벽돌을 관통〉 일반적으로 시멘트벽돌벽체의 줄눈 사춤이 양호하지 않은 경우가 많아 권장되는 상세	 〈2안 : 시멘트벽돌 지지벽체 줄눈을 관통〉 외부면에 세로균열이 있어 치장벽돌 강도가 약한 것으로 의심되고, 시멘트벽돌벽체의 줄눈 사춤이 밀실할 때 적용
비고	■ : 보강연결철물 (Ø5, STS304) ■ : 정착기구 – 치장벽돌벽체 및 콘크리트벽체 내에 화학적 에폭시정착 또는 기계적 앵커정착, – 시멘트벽돌 지지벽체 후면에는 철판 또는 와셔 부착이 일반적이나, 풍정압도 고려한다면 가급적 시멘트벽돌 지지벽체 내부에 화학적 에폭시정착을 권장함 ※ 주의 : 지지벽체에 샘플링 보강연결철물 정착한 후 인발테스트를 실시하여 내진설계 「구조검토계산서」에서 요구하는 설계인발하중 충족여부를 확인할 것	

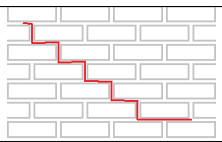
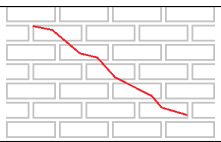
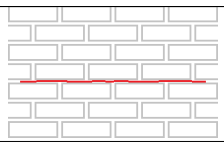
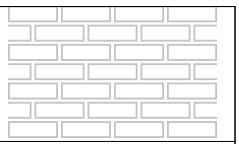
2) 보강연결철물 입면배치 사례



보강연결철물의 수평·수직간격은 내진설계·검토로 정해지며, 내풍에 대한 검토도 포함되어야 합니다.

〈참조 : 「교육시설 외부 치장벽돌 보수·보강 안내서」, 교육부, 2020.7〉

3) 기존 치장벽돌벽체 균열형상에 따른 보강대책 사례

균열형상				
추정원인	줄눈몰탈 강도가 약함	치장벽돌 강도가 약함	조적받침턱 처짐 또는 벽체 자중 과다	균열없음
보강대책	보강연결철물 벽돌 관통, 조적받침턱 안전성 검토	보강연결철물 줄눈 관통, 조적받침턱 안전성 검토	보강연결철물 벽돌 관통, 조적받침턱 보강	보강연결철물 벽돌 관통

기존 건축물로서 치장벽돌벽체이 시공된 경우에 연결철물과 조적받침턱에 대한 자재규격과 배치간격이 준공도면에 표현된 경우는 거의 없어 기존 시공상태에 대한 내진 안전성 검토는 불가능합니다. 따라서 통상 기존에 설치된 연결철물의 성능은 없는 것으로 무시하고, 새로 보강연결철물을 설치하는 조건으로 상기 보강방법 등을 반영하여 내진설계·검토를 진행합니다.

D1 외부석재마감 내진설계 검토내용은?

질의사례	외부석재마감 비구조요소 내진설계·검토시 구체적으로 무엇을 어떻게 검토하나요?
답변사례	**석재판과 이를 구조체에 연결하는 연결철물에 대해 검토하고, 정착용 앵커에 요구되는 현장인발시험 최소값을 계산하여 제시합니다. 지진하중과 함께 풍하중에 의한 안전성도 검토합니다.**

1) 세부검토내용

검토부분		세부검토내용
석재판		① 핀 주변 석재 전단파괴 가능성 ② 핀 주변 석재 Pryout파괴 가능성
연결철물	기본	③ 핀 전단강도 안전성 ④ 조정판 휨·전단강도 안전성 ⑤ 근각볼트 전단강도 안전성 ⑥ 앵글 휨·전단강도 안전성
	단열구간	⑦ 외단열재 구간에 설치되는 지지보강철물 안전성
정착용 앵커		⑧ 후설치앵커 인장강도 안전성 - 강재 인장파괴 안전성 - 콘크리트 인장파괴 안전성 ⑨ 후설치앵커 전단강도 안전성 - 강재 전단파괴 안전성 - 콘크리트 전단파괴 안전성 - 콘크리트 프라이아웃파괴 안전성 ⑩ 후설치앵커 조합강도 안전성 ⑪ 콘크리트 지압파괴 안전성 ⑫ 구조체(콘크리트)내 후설치앵커 인발테스트 최소요구값 제시
기타		⑬ 석재판의 과도한 처짐 예상검토

2) 내진과 함께 내풍도 검토

외부석재마감은 건축물 외피에 설치되어 외기환경에 노출되기 때문에 지진하중뿐만 아니라 풍하중에 대해서도 검토해야 합니다.

검토 경험을 바탕으로, 해안가 등 지역별 기본풍속이 크거나, 건축물에 설치되는 높이가 높다면 건축물 외측면 비구조요소에 작용하는 풍하중이 지진하중보다 더 크게 지배적으로 작용하는 사례가 많습니다.

3) 사양설계 기준 없음

외부치장벽돌과 달리 외부석재마감은 설치조건이 수없이 많으므로 기준에서 사양설계 방법을 제시하지 않으며, 건축구조기술사에게 의뢰하여 일반설계 방법으로 검토받아야 합니다.

건축구조기술사마다 검토범위 및 내용은 상이할 수 있습니다.

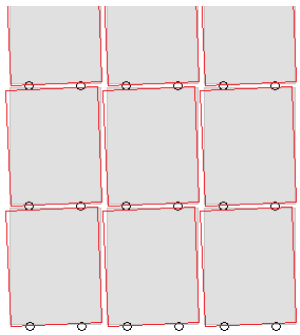
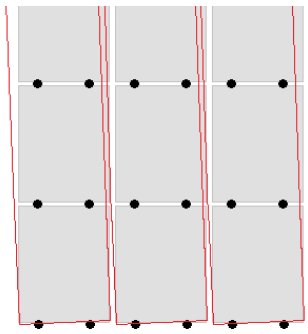
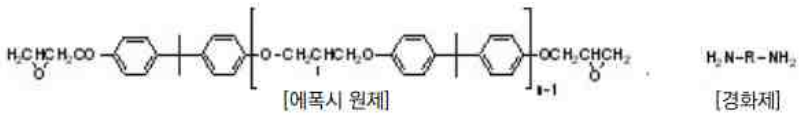
질의사례	외부석재마감 줄눈에 삽입되는 조정판 철물에 에폭시본드를 바르면 안되는 이유가 있나요?
답변사례	**연결철물과 석재는 핀으로 고정시키며 접착용 에폭시를 사용하지 않는 것이 원칙입니다.**

1) 근거

표준시방서「건식 석재공사 (KCS 41 35 06)」(2021년 8월 13일 제정) 3.1 앵커 긴결공법 (2) 연결철물은 석재의 상하 및 양단에 설치하여 하부의 것은 지지용으로, 상부의 것은 고정용으로 사용하며 **연결철물용 앵커와 석재는 핀으로 고정시키며 접착용 에폭시는 사용하지 않는다.**
표준시방서「건식 석재공사 (KCS 41 35 06)」(2023년 12월 19일 개정) [*] 3.2 앵커 긴결공법 (2) 연결철물은 석재의 상하 및 양단에 설치하여 하부의 것은 지지용으로, 상부의 것은 고정용으로 사용한다. 강풍 및 지진에 의한 순간충격에 의해 석재가 탈락하지 않도록 **연결철물용 앵커와 석재는 기계적 결합장치로 고정한다. 접착용 에폭시는 시공 단계에서** 연결철물용 앵커와 고정용 핀을 고정하기 위한 **부분 보완재로만 사용할 수 있다.** (4) 판석재와 철재가 직접 접촉하는 부분에는 **적절한 완충재(kerf sealant, setting tape 등)를 사용한다.**

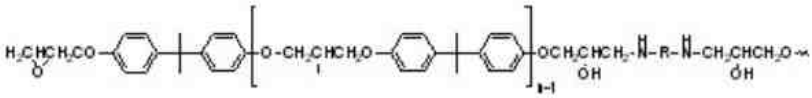
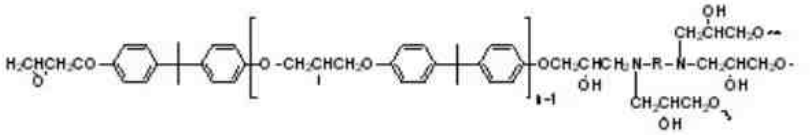
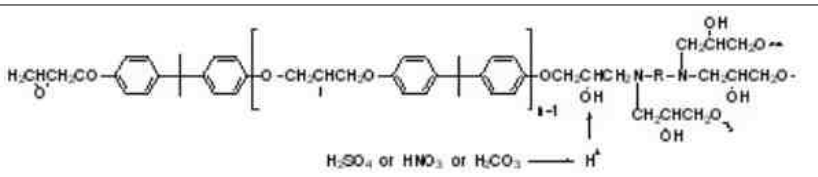
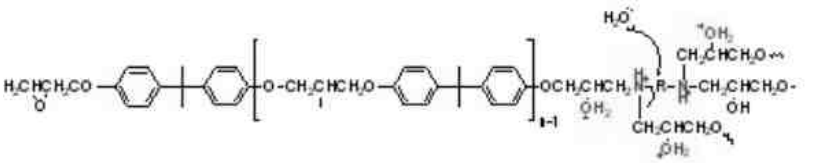
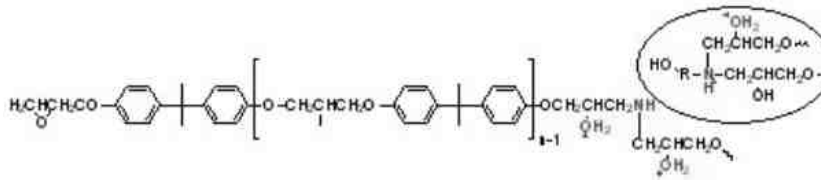
개정된 내용을 보더라도 화학적(캐미컬)이 아닌 기계적 결합을 기본으로 하고, 단지 시공단계 즉 시공 중에만 부분 보완재로서 임시적으로는 사용할 수는 있도록 배려하고 있으나, 이는 판석재 설치를 완료하면서 제거되어야 한다는 것을 '기계적 결합장치', '적절한 완충재'의 표현에서 유추할 수 있습니다.

2) 구조적 이유

①	**에폭시 접착부위는 구조적인 접착강도를 계산할 수 없어 위험함.** 에폭시 원제·경화제 종류, 혼합비, 혼합시 기온·습도 등 환경조건 등에 따라 발현되는 접착력이 제각각이고, 에폭시 바름 면적과 두께가 일정하지 않아 접착강도를 추정·산정할 수 없음.
②	**지진 또는 강풍시 에폭시 접착부의 변위와 작용력을 계산할 수 없어 위험함.** 에폭시 접착 부위에 접착력이 유지되면, 에폭시로 접착된 석재들은 전체가 하나의 큰 석재판처럼 거동하고, 설계에서 고려한 지진하중이나 풍하중 보다 작은 하중에도 상대적으로 큰 변형이 발생하며, 에폭시 접착부에서 작용하는 응력이 접착력을 상회하면 균열 발생하고 파괴됨.  〈정상적으로 핀 꽂음촉으로만 설치된 경우 변형거동〉  〈정상적으로 핀 꽂음촉으로만 설치된 경우 변형거동〉 에폭시 접착 부위에 접착력이 소멸되면, 지진 또는 강풍이 발생하지 않아도 석재가 언제라도 미끄러져 추락할 수 있고, 특히 차량·지하철 등의 진동으로도 쉽게 추락할 수 있음. 또한 핀을 설치하고도 그 주변(석재와 철재 사이 또는 석재와 석재 사이)에 에폭시로 추가 접착시킨 경우에는 접착력이 소멸되어도 평상시에는 석재가 추락할 위험이 거의 없지만, 접착력이 남아있는 동안에 지진이나 강풍에 영향을 받으면 이 또한 에폭시 접착으로 연결된 석재들이 전체가 하나의 큰 석재판 거동하기 때문에 쉽게 파괴될 수 있음.
③	**에폭시는 물에 화학적 열화되어 접착력이 점차 상실되며, 그 열화속도를 예측할 수 없어 위험함.** 에폭시 원제와 경화제 화학구조식  [에폭시 원제] [경화제]

답변사례
(계속)

③

에폭시 원제와 경화제 화학결합식	
화학반응이 완료된 상태의 화학식 (접착력 극대)	
산성비에 의한 화학구조변화	
수분에 의한 화학구조변화	
수분반응에 의한 결합끊김 (접착력 상실)	

* 출처 : 「석공사 에폭시 사용에 관한 연구」, 최준호, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 구조계 제29권 제1호, 2009.10.

따라서 핀을 설치하지 않고 에폭시로만 접착하거나, 핀을 설치하면서도 그 주변에 에폭시로 추가 접착시키는 경우에는 석재와 철재의 접착부 뿐만 아니라, 조정판, 근각볼트, 앵글, 앵커 등 모든 구성요소 각각이 전달받는 하중의 크기와 방향도 예측할 수 없어서 구조검토가 불가능하여 안전 여부를 확인할 수 없습니다.

3) '접착용 에폭시 사용금지' 조항은 2013년 7월, 국토교통부 고시에 의해 개정된 「건축공사표준시방서」부터 명시되고 있습니다.

최근 비구조요소 내진설계에 대한 이슈로 시공자나 감리자뿐만 아니라, 건축주나 사용자들도 외부 석재마감에 대한 관심이 높아지면서 에폭시로 시공된 건에 대한 분쟁·소송도 증가하고 있습니다.

에폭시 접착제를 사용하면 작업이 쉽고, 작업속도가 빨라서 노무비는 크게 줄일 수는 있겠지만, 가장 중요한 사용자의 안전은 크게 위협받게 됩니다.

4) 해외관련사례

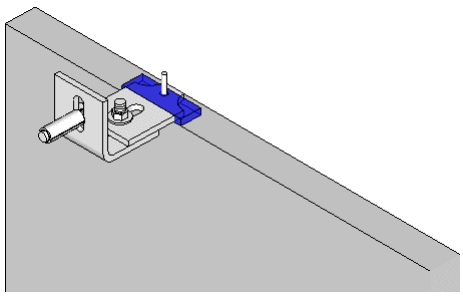
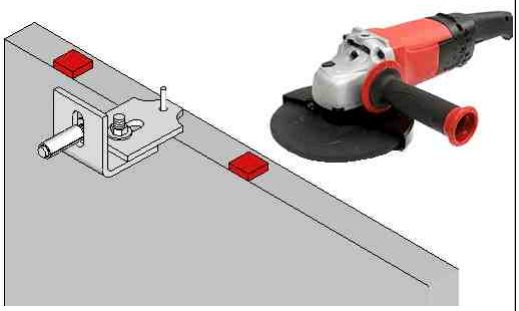
미국	AIA CONTINUING EDUCATION CENTER : 미국건축가협회 지속교육센터 Understanding Anchorage Systems for Natural Stone Cladding [November 2019] Resinous fillers, or adhesives, usually refer to epoxy. These fillers are more expensive than other options and typically have slow cure times. There are known problems withthe high level of rigidity of epoxies in their cured state, which has been associated with increased stresses near the anchor prep as a result of limited flexibility. These factors make epoxy appropriate for certain anchorage systems, but not others. For example, they are safe for securing dowels in cubic stone sections, such as stairs pieces, which are supported by the structure below, but they are not appropriate for thin stone cladding, where the requirements for a flexible connection come into play. Elastomeric fillers, such as silicone and polyurethane sealants, are popular choices for filling anchor preps in part because they are flexible in their cured state and allow for dynamic movement within the anchorage system. This characteristic is beneficial for projects where the stone cladding may require very flexible connections. 내용요지 : 경화된 에폭시는 경직성이 높아 유연성을 제한하여 앵커(꽂음촉) 주변에서 응력을 증가시킴. 하부구조물로 지지되는 계단판(챌판, 디딤판)에 사용되는 경우에는 안전하지만, 신축성 있는 연결조건이 요구되는 얇은 석재 마감에는 부적합함. 꽂음촉 주변채움은 실리콘이나 폴리우레탄실란트처럼 시공 후에도 유연한 것이 보편적임.

답변사례
(계속)

일본	日本 全国建築石材工業会 : 일본 전국건축석재공업회 Q&A 【質問】 半湿式工法に基づいて、外壁に石を張り付けたいのですが、取り付け用モルタルの変わりに、接着剤を使用してもいいものなのでしょうか？ 【回答】 半湿式工法ということですが、その工法がどのような物を考えておられるのかいささか曖昧です。昔行われていた帯トロ工法のことでしたら湿式工法に分類されます。その場合に使用されるモルタルの代わりに接着剤を使用するということであれば、実証データがありませんので当工業会として可否は判断できません。あしからずご了承下さい。但し、エポキシボンドなどは水に弱い性質を持つ物が多いですので、耐久性の面で外部に使用することはかなり注意が必要ではないかと考えます。外部の壁張りということですが、石厚２５mmで乾式工法を採用されることをお勧め致します。当工業会発刊の外壁および内壁の乾式工法設計施工指針をご参考になさって下さい。 답변요지 : 에폭시본드는 물에 약한 성질을 가진 것이 많으므로 내구성 면에서 외부에 사용하는 것은 상당한 주의가 필요함. 따라서 에폭시본드를 사용하지 않는 건식공법으로 할 것을 권장함.

5) 대책(대체공법)

석재와 앵커철물(조정판 또는 꽂음촉 등)에는 접착용 에폭시를 사용하지 않는 것은 원칙입니다. 다만 이로 인한 시공능률성 저하는 안전성 저하로도 이어질 우려가 있으므로 아래 2가지 대체공법을 제시합니다.

구분	제1안	제2안
내용	꽂음촉과 주변에 폴리우레탄실란트(PU계열) 사용	꽂음촉에서 이격된 석재 사이에 접착용 에폭시를 임시 고정용으로 사용 후, 제거 또는 컷팅
예시	 ■ : 폴리우레탄실란트	 ■ : 접착용 에폭시
순서	1. <u>꽂음촉과 주변에 실란트(PU계열)</u>을 찍어 바름 2. 상부 석재판에 꽂음촉 삽입하여 석재판 고정	1. <u>연결철물(꽂음촉)에서 떨어진 위치에 접착용 에폭시</u>를 찍어 바름 2. 상부 석재판에 꽂음촉 삽입하여 석재판 고정 3. <u>접착된 에폭시를 그라인더 컷팅</u>
요구조건	다양한 폴리우레탄 실란트 제품들 중 아래 특성을 보유한 제품을 사용할 것. 1. <u>영구적으로 점성(말랑한 성질)이 유지되는 제품</u> (에폭시 성분이 함유되지 않아야 하고, 돌처럼 딱딱하게 굳지 않는지 확인할 것) 2. <u>석재를 오염(얼룩발생)시키지 않는 제품</u>	1. 석재판 사이에 접착된 에폭시는 석재판이 고정된 직후에 <u>접착된 잔여부분이 없도록 그라인더로 완전 컷팅</u>할 것. (접착제로 연결된 부분이 남으면 지진·강풍시 응력집중으로 파괴될 수 있으므로 위험함) 2. 제거 여부에 대한 철저한 확인이 필요.

최근 접착성능이 상당히 높은 폴리우레탄실란트(PU실란트) 제품들이 다양하게 출시되고 있습니다. 에폭시 대신에 상기 제1안의 요구조건을 충족하는 폴리우레탄실란트 제품을 사용하면 시공능률을 유지할 수 있고, 구조적으로 불리하지 않습니다. 다만 제품마다 접착강도와 접착발현시간이 제각각이므로 작업자의 시공 스타일에 적합한 제품을 선정하시기 바라고, 특히 에폭시 성분이 함유되었거나, 에폭시처럼 딱딱하게 굳는 경화 제품은 사용하여서는 안 됩니다. 작업자는 시공 스타일에 적합한 제품을 선정할 때, 경화 여부도 확인하시기 바랍니다.

시공자가 상기 대체공법 제2안으로 시공하려면 작업 중 감리자의 확인을 받으면서 진행하고, 상기 외 또 다른 대체공법으로 진행하고자 할 때는 사전에 감리자에게 승인을 얻은 후에 진행하시기 바랍니다.

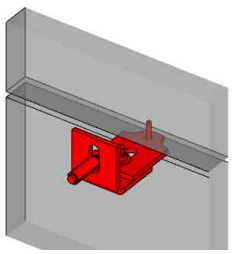
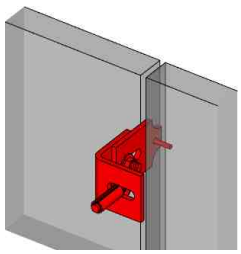
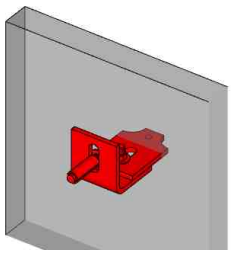
질의사례	파라펫 상단부, 필로티나 창문 상단부처럼 특별한 위치에서 연결철물은 밑걸이 방식으로 설치할 수 없어서 불가피하게 배걸이 방식으로 석재판 복판에 그라인더 홈을 파고 조정판을 삽입하면서 에폭시를 바릅니다. 구조적으로 문제가 없으려면 어떻게 시공해야 하나요?
답변사례	**아래 내용을 참조하여 시공하시기 바랍니다.**

표준시방서「건식 석재공사 (KCS 41 35 06)」3.1.(2)에서 설명하는 기본적인 밑걸이로 설치할 수 없는 파라펫 상단부, 필로티나 창문 상단부와 같은 특별한 위치에서는 배걸이와 옆걸이를 구조적으로 안전하게 조합하여 사용하여야 합니다. 이 내용은 시공자가 감리자의 승인 없이 임의 시공하면 상당한 위험(석재 탈락·추락)이 우려되므로 각별한 주의가 필요합니다.

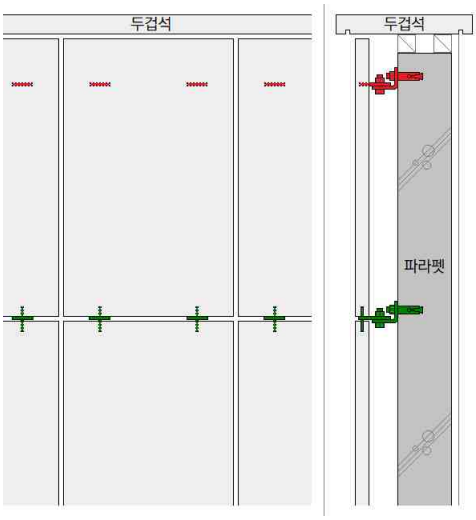
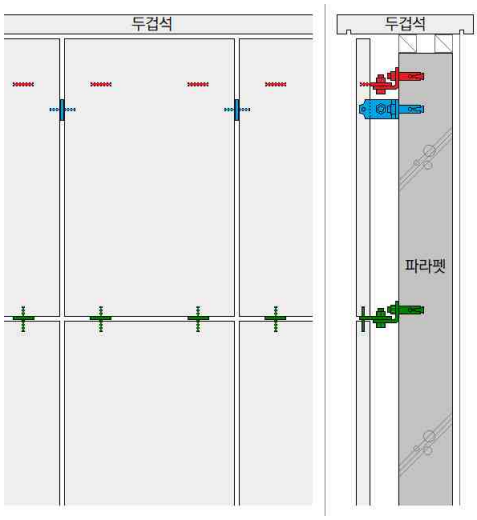
1) 근거

> 표준시방서「건식 석재공사 (KCS 41 35 06)」
> 3.1 앵커 긴결공법
> (2) 연결철물은 석재의 상하 및 양단에 설치하여 <u>하부의 것은 지지용으로, 상부의 것은 고정용으로 사용</u>하며 연결철물용 앵커와 석재는 핀으로 고정시키며 접착용 에폭시는 사용하지 않는다.

2) 전형적인 연결철물 설치사례

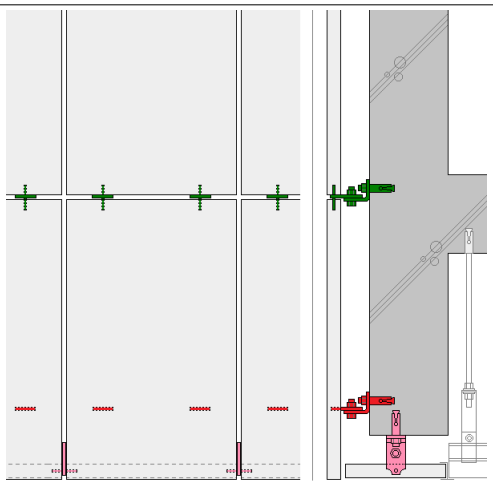
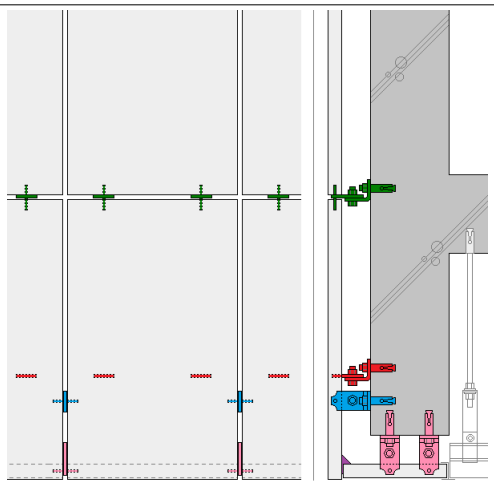
구분	밑걸이	옆걸이	배걸이
예시			
설명	표준시방서에 명기된 기본 방식이며, 수평방향 줄눈에 설치 (하부는 지지용, 상부는 고정용)	수직방향 줄눈에 설치	석재 복판에 그라인더로 홈을 파고 조정판을 삽입하여 에폭시로 접착
역학 효과	핀 : 수평하중에 대한 전단저항 발휘 조정판 : 수직하중에 대한 휨저항 발휘	핀 : 수평하중에 대한 전단저항 발휘 <u>조정판 : 수직하중에 대한 휨저항 없음</u>	<u>에폭시가 화학적 열화로 접착력 상실하면 석재판이 탈락 후 면외 전도하여 추락함</u>

3) 파라펫 상단부에서 전형적인 설치의 문제 및 개선사례

구분	전형적인 문제사례	개선사례
예시	 〈위험 입면〉 〈위험 단면〉	 〈개선 입면〉 〈개선 단면〉
문제 – 대책	[문제점] 석재판 상부 복판에 배걸이만 설치하고 에폭시로 고정하면, 에폭시가 접착력 상실시, 진동이나 작은 수평하중에도 석재판이 면외 전도하여 추락함	[대책] 수직줄눈 상부에 옆걸이를 추가 설치하면 옆걸이 핀이 수평하중에 대해 전단저항하고, 배걸이 조정판의 수직하중에 대해 휨저항하는 기능을 유지시킴
비고	■ :밑걸이 연결, ■ :옆걸이 연결, ■ :배걸이 고정	

답변사례
(계속)

4) 필로티나 창문 등 개구부의 상단에서 전형적인 설치의 문제사례 및 개선사례

구분	전형적인 문제사례	개선사례
예시	 〈위험 입면〉 〈위험 단면〉	 〈개선 입면〉 〈개선 단면〉
문제 – 대책	[문제점] 석재판 하부 복판에 배걸이만 설치하고 에폭시로 고정하면, 에폭시가 접착력 상실시, 진동이나 작은 수평하중에도 석재판이 미끄러져 추락하고, 또한 하향 옆걸이가 지지하는 수평 석재판은 불안정함	[대책] 직각으로 접하는 석재판 사이를 에폭시로 접착하고, 수직줄눈 하부에 옆걸이를 추가 설치하면 옆걸이 핀이 수평하중에 대해 전단저항하고, 배걸이 조정판의 수직하중에 대해 휨저항하는 기능을 유지시킴 [주의] 에폭시로 접착하는 최하단 석재판의 면적은 내진검토시 반영된 최대 석재판 크기보다 작아야 하고, 특히 매달리는 석재판의 크기는 하향 옆걸이 핀이 그 자중을 버틸 정도로 작아야 함. 석재판 사이 에폭시가 열화로 접착력 상실될 것에 대비하여 하향 옆걸이 추가설치를 권장함.
비고	■ :밑걸이 연결, ■ :옆걸이 연결, ■ :하향 옆걸이 연결, ■ :배걸이 고정, ■ :석재판 사이 에폭시 접착	

5) 상기 특정한 부위에서 불가피하게 배걸이로 설치하는 경우, 그 인접 부위에 옆걸이를 추가함으로써 배걸이는 수직하중에 조정판의 지지 기능만 인정하고, 옆걸이는 수평하중에 대해 핀의 고정 기능만 인정하며 설치한다면 구조적으로 문제없다는 의견입니다. 즉, 정상적인 밑걸이를 설치할 수 없다면 밑걸이의 조정판 역할을 배걸이 조정판이 맡고, 밑걸이의 핀 역할을 옆걸이 핀이 맡는 것입니다.

정상적으로 밑걸이로 설치할 수 있는 대부분의 경우에는 배걸이를 사용하지 말아야 하고, 특히 밑걸이와 옆걸이에서는 에폭시를 절대 사용하여선 안됩니다.

D4 연결철물은 왜 STS304를 사용해야 하는가?

질의사례	외부석재마감 건식공법에 사용하는 연결철물은 꼭 STS304만 사용해야 하나요?

답변사례

가급적 모든 철물은 STS304 사용을 권장하며, STS304를 사용할 수 없다면 연결철물 중 앵커(앵글, 조정판), 근각볼트, 너트, 와셔, 핀, 데파볼트, 캡(슬리브)은 KS에서 정하는 STS304 화학성분 이상인 것을 사용하여야 하고, 기타 구조재는 녹막이 처리된 것으로 사용할 수 있습니다.

1) 근거

표준시방서「건식 석재공사 (KCS 41 35 06)」
1.2 건식 석재공사 일반
(6) 건식 석재 붙임공사에 사용되는 모든 구조재 또는 트러스 철물은 반드시 녹막이처리하고 강재의 선택은 시공도에 따른다.
(7) 건식 석재붙임에 사용되는 앵커(앵글, 조정판), 근각볼트, 너트, 와셔, 핀, 데파볼트, 캡(슬리브) 등은 KCS 41 35 01(2.2)에 준하여 사용한다.

표준시방서「석공사 일반 (KCS 41 35 01)」
2.2 철물
(2) 연결철물 중 앵커, 볼트, 너트, 와셔 등은 KS B 0802 및 KS D 1652에 의한 표 2.2-1 스테인리스강(STS 304) 화학성분 기준 이상을 사용하되, 보강철물의 종류·재질·형상 및 규격은 도면 또는 공사시방서에 따른다.
표 2.2-1 스테인레스강(STS 304) 화학성분 기준

종류	C (탄소)	Si (규소)	Mn (망간)	P (인)	S (황)	Cr (크롬)	Ni (니켈)
KS 표준치	≤0.08%	≤1.00%	≤2.00%	≤0.045%	0.03%	18~20%	8~10.5%

2) 연결철물 중 앵커(앵글, 조정판), 근각볼트, 너트, 와셔, 핀, 데파볼트, 캡(슬리브)에 대하여,
여러 스테인리스강종들 중에서 STS304는 오스테나이트계에 속하고, 자성이 없거나 약하며, 내식성이 우수한 특징을 가집니다. STS304의 부식저항을 결정하는 주요 합금성분은 크롬(Cr)이고 18%~20% 범위로 함유되어야 합니다. [참조]
KS에 의해 STS304로 인정받은 제품이라면 시공자나 감리자가 그 재료의 내식성능에 대해 우려할 것이 없겠으나, 만약 STS304가 아니라면 부식저항 주요 합금성분인 크롬(Cr)이 적정 함유된 제품인지를 확인해야 합니다.

구분	내용
KS인증으로 가능한 STS명칭 (KS D 3706 : 18%≤Cr≤20%)	STS304L, STS304N1, STS304N2, STS317, STS317L, STS317N, STS836L, STS890L 등
상기 외 STS 또는 기타 강재	검사증명서(Mill Test Certificate)를 제출받아 18%≤Cr 여부확인

3) 연결철물 중 기타 구조재 또는 하지각관(트러스)에 대하여,
하지각관은 녹막이 처리된 것으로서 특히 용접 후 용접부 주변 방청처리에 각별히 신경써야 하고, 상기 2)의 앵글, 조정판, 근각볼트, 너트, 와셔, 핀, 데파볼트, 캡을 제외한 기타 구조재로서 단열구간 지지보강철물, 즉 말굽형, 까치발형, 실린더형 지지대 등은 STS304보다 Cr함유가 적더라도 가급적 스테인리스강재 사용을 권장하고, 일반강재를 사용한다면 아연도금처리된 것을 사용하여야 합니다.

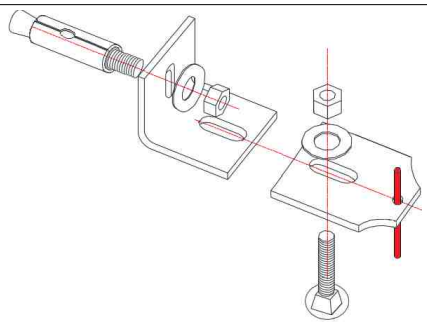
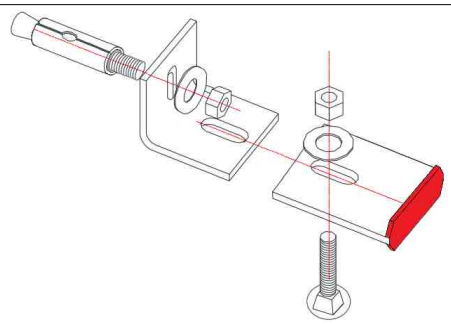
4) 주의
외장석재를 지지하는 철물은 외기 영향을 받아 쉽게 부식될 수 있으므로 높은 내식성능이 요구됩니다. 특히 휨을 받는 조정판과 앵글, 집중전단력을 받는 볼트와 핀 종류의 철물이 내식성이 약하면 녹이 쉽게 발생하고 강재 단면적이 줄어들어 전단 및 휨강도가 급격히 감소하여 쉽게 휘어지고 파단될 수 있습니다.
구조검토계산서는 지진 등에 대한 강도 안전성을 검토하며, 내식성능을 판단하지 않습니다. 따라서 계산서에서 가정한 연결철물이 STS304가 아닌 다른 강종으로 검토되었다고 해서 그대로 받아들이고 설치해서는 안됩니다. 그 강종의 제품이 내식성능 조건을 충족하는지 여부는 표준시방서 건축공사 일반사항(KCS 41 10 00) '2.1 자재관리 일반' 등의 절차에 따라서 현장에서 확인하여야 합니다.

구조검토계산서에서 가정한 강종과 다른 제품으로 설치하는 경우, 검토시 고려된 재료강도 보다 낮으면 불안전할 수 있습니다. 당초 구조검토계산서는 효력이 없어지게 됩니다. 따라서 변경되는 사항이 발생하면 시공자는 건축구조기술사에게 재검토를 의뢰하여 적합성 여부를 다시 확인해야 합니다.

D5 핀(꽂음촉) 설치시 주의사항은?

질의사례	시공자가 직경 4㎜, 길이 25㎜의 핀을 사용하겠다고 합니다. 감리 경험상 길이가 40㎜ 정도의 핀이거나, T자형 알루미늄 조정판을 사용하는 경우는 많이 봐왔는데, 문제가 없을까요?
답변사례	**적절한 길이의 핀이나, T자형 조정판 사용을 권장합니다.**

1) 일반적인 석재고정용 연결철물 부속

구분	핀(꽂음촉)	T자형 조정판
예시		
설치	상하 석재판 두께 30㎜ 중심선에 직경 6㎜ 구멍 드릴링하고, 조정판을 관통하여 석재 구멍에 삽입	상하 석재판 두께 30㎜ 중심선에 폭 3~4㎜ 그라인더 홈을 파고, 조정판 일체 선단 돌출편 삽입
규격	통상 직경 4㎜, 길이 40㎜ 또는 1.5인치(38.1㎜)	통상 석재 삽입편 두께 2㎜, 일측 돌출길이 7㎜ 내외. 조정판 폭 40~50㎜
재질	스레인리스 STS304 (KS D 3706)	알루미늄 A6063-T5 (KS D 6701)
성능	f_y = 205MPa 이상, E = 193GPa 이상	f_y =110MPa 이상, E = 69.6GPa 이상
구조 장점	석재판 Pryout강도가 T자형보다 약 1.05배 우수. 조정판 몸통 휨강도 및 전단강도가 약 2.33배 우수. (핀 조정판 폭 50㎜, T자형 조정판 폭 40㎜ 가정 비교)	연결장치 전단강도가 핀 보다 약 3.4배 우수. 석재판 전단파괴강도가 핀보다 약 2.7배 우수.
구조 단점	핀과 석재판의 전단강도가 T자형보다 비교적 작음. [대책 : 석재판 크기조정 또는 연결철물 설치추가]	조정판 몸통의 휨강도 및 전단강도가 비교적 작고, 처짐량은 비교적 크게 발생함. [대책 : 반입자재 재료시험성적서의 항복강도 확인 및 앵글 내민길이 조정]
시공 주의	석재판 설치시 핀 흔들거림으로 에폭시를 사용하려는 유혹이 생김.(에폭시 사용금지)	선단부 절취가 번거로워 에폭시사용 예방효과 큼.
비고	구조 장단점 비교는 핀 조정판은 폭 50㎜, T자형 조정판은 폭 40㎜의 통상 규격으로, 재료강도는 KS 기준값으로 가정함.	

2) 핀(꽂음촉) 길이는 약 40㎜

(1) 근거 (표준시방서 해석의 요구길이)

표준시방서「석공사 일반 (KCS 41 35 01)」 3.2.(6) 앵커구멍 뚫기는 석재 두께면과 같은 실 규격의 형판을 제작하여 석재 두께면 좌우 1/4 지점에 앵커 위치를 표시한 후 20㎜의 깊이 및 각도를 일정하게 구멍을 뚫고 압축 공기를 불어넣어 구멍 안을 깨끗이 청소한다. 청소한 구멍은 먼지나 이물질이 들어가지 않도록 테이프 등으로 막아 둔다.
표준시방서「건식 석재공사 (KCS 41 35 06)」 1.2.(1) ... 상부 석재의 고정용 조정판에서 하부 석재와의 간격을 1㎜로 유지하며, 촉구멍 깊이는 기준보다 3㎜ 이상 더 깊이 천공하여 상부 석재의 중량이 하부 석재로 전달되지 않도록 한다.
핀 길이 = 2×20㎜[상하 각각 구멍깊이]+5㎜[조정판 두께]+1㎜[하부석재와의 간격]−2×3㎜[상하 각각 천공여유] = 40㎜

(2) 핀 길이별 구조적 성능비교

구분	비교
핀 자체의 전단강도	1.5인치 : 1인치 : 3/5인치 = 1.00 : 1.00 : 1.00
석재판 Breakout파괴강도	1.5인치 : 1인치 : 3/5인치 = 1.00 : 0.90 : 0.78
석재판 Pryout파괴강도	1.5인치 : 1인치 : 3/5인치 = 1.00 : 0.77 : 0.53

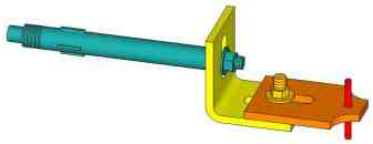
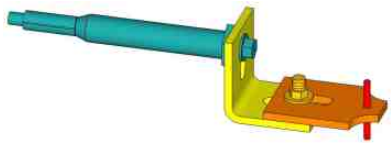
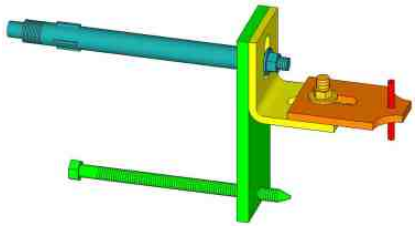
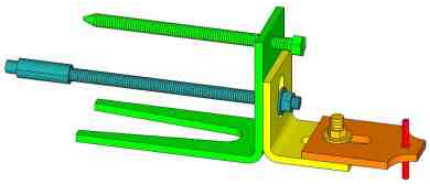
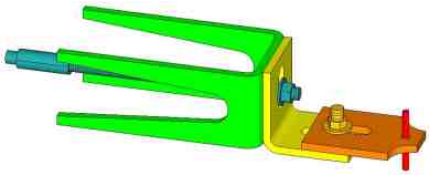
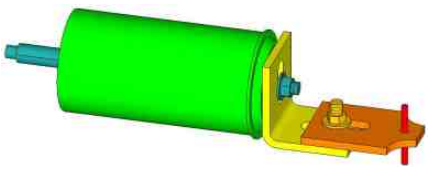
* 1.5인치=38.1㎜), 1인치=25.4㎜, 3/5인치=15.2㎜

핀 길이는 40㎜ 또는 1.5인치가 표준시방서 해석에 의한 길이며, 구조적으로도 유리합니다. 석재의 앵커 구멍 깊이가 20㎜면서 1인치 핀을 사용하겠다는 것은 상부 석재를 조정판에 에폭시를 사용하겠다는 것일 수도 있으므로 이러한 경우에는 감리자가 승인하여서는 안됩니다.

D6 지지대(단열구간 지지보강철물) 종류별 특징은?

질의사례	외부마감석재를 고정·지지하는 연결철물과 앵커로 지지되는 콘크리트벽체 사이에 외단열재가 있는 경우, 이 단열구간에 보강하여 설치하는 철물들의 종류와 특징에 대해 알고 싶습니다.
답변사례	**단열구간 지지보강철물은 형식마다 발휘하는 구조적 성능이 제각각입니다.**

1) 단열구간 지지보강철물의 종류와 구조적 특징

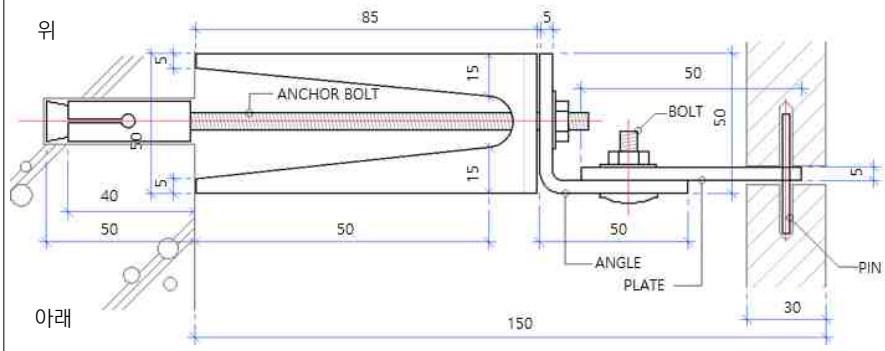
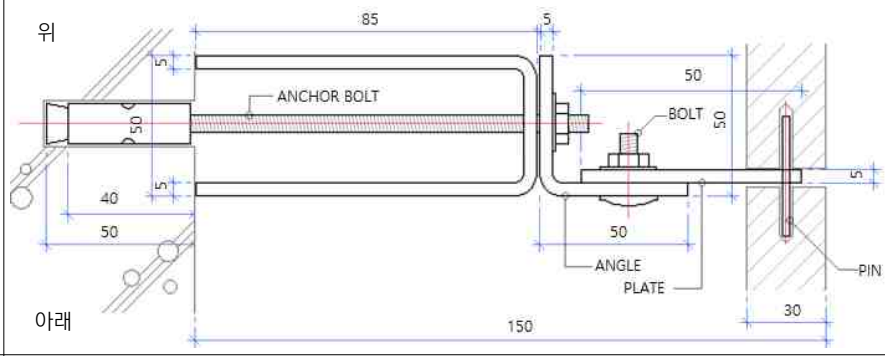
구분	예시	특징
스트롱앵커형		통상 직경 D14 또는 D16의 스트롱앵커와 지지철판이 용접되어 앵글을 지지함. 단일부재로 구성되어 설치가 간단. [단열구간이 짧은 경우에 적합]
변단면앵커형		통상 콘크리트 묻힘부 직경은 D13 내외, 단열구간부 직경 D18 내외의 변단면을 갖는 앵커와 지지철판이 용접되어 앵글을 지지함. 단일부재로 구성되어 설치가 간단. [단열구간이 짧거나 보통인 경우에 적합]
지지볼트추가형		통상 직경 D14 또는 D16의 스트롱앵커와 긴 지지철판이 결합되고, 지지철판 하부에 지지볼트가 보강되면서 선단이 콘크리트벽에 접함. 여러 부속이 조합되는 형식. [단열구간이 보통인 경우에 적합]
까치발형		통상 세트앵커 정착을 기본으로 하고, 하부가 갈라진 L형 앵글의 까치발 모양 철판과 상단에 볼트가 보강되어 각 선단이 콘크리트벽에 접함. 여러 부속이 조합되는 형식. [단열구간이 긴 경우에 적합]
말굽형		통상 세트앵커 정착을 기본으로 하고, 양측면이 갈라진 C형 찬넬의 말굽형 철판이 보강되면서 선단이 콘크리트벽에 접함. 여러 부속이 조합되는 형식. [단열구간이 긴 경우에 적합]
원통(실린더)형		통상 세트앵커 정착을 기본으로 하고, 원통형 실린더가 보강되면서 선단 둘레가 콘크리트벽에 접함. 여러 부속이 조합되는 형식. [단열구간이 긴 경우에 적합]
비고	■ :핀, ■ :조정판, ■ :앵글 및 데파볼트, , ■ :앵커 , ■ :지지보강철물	

3) 동일한 지지보강철물 종류에서 구조성능을 높이는 요령에 대하여,
경험상 전체 연결철물 구성에서 가장 취약한 것은 앵글 절곡부에 작용하는 휨모멘트, 앵글과 조정판 구간의 처짐입니다. 지지보강철물의 길이를 단열재 두께에 연연하지 않고 증가시키면서 앵글 및 조정판 길이를 설치가능한 최소 수준(조정판 70㎜, 앵글 50㎜)으로 줄이면 구조성능을 높일 수 있습니다.

강도에 대한 안전성뿐만 아니라, 처짐에 대한 안정성도 중요합니다. 지지보강철물 종류마다 처짐에 저항하는 방식과 효과는 제각각이고, 시공자가 설치계획한 지지보강철물에 대해 내진설계·검토를 진행하며, 변경이나 조정이 필요하면 시공자와 협의하여 진행합니다.

D7 단열구간 말굽형 지지대의 옳은 설치방향은?

질의사례	현장에서 연결철물을 사진처럼 샘플 시공하여 감리단의 확인을 받는 중에, 누구는 '맞다' 하고, 누구는 '틀리다. 말굽 지지대 방향을 90도 돌려야 한다'고 합니다. 누구 말이 맞나요?
답변사례	**보내주신 사진처럼 설치되는 것이 맞습니다.** 1) 말굽형 지지보강철물의 설치효과 비교

구분	예시(측면)	단면성능
정상 설치	 	b_1=5㎜ h_1≒=10㎜ $I_{x.1leg}$ = $5\times10^3/12$ = 416.67㎜^{4} $S_{x.1leg}$ = $5\times10^2/6$ = 83.33㎜^{3}
오류 설치	 	b_1≒=10㎜ h_1=5㎜ $I_{x.1leg}$ = $10\times5^3/12$ = 104.17㎜^{4} $S_{x.1leg}$ = $10\times5^2/6$ = 41.67㎜^{3}
비교	말굽형 지지보강철물을 상기 아래 그림처럼 잘못 설치하면 정상설치와 비교하여 단면2차모멘트(I_x)는 약 1/4 수준, 단면계수(S_x)는 약 1/2 수준에 불과함.	
결과	오류설치(아래 그림)하면 정상설치(윗 그림)보다 큰 처짐(약 4배) 발생하고, 저항강도는 1/2 정도만 발휘하여 위험성이 높음.	

2) 말굽형 지지보강철물은 상기 '정상설치'의 예시처럼 말굽형으로 벌어지는 판 모양이 측면에서 보이도록 설치하는 것이 정상이며, 구조적으로 수직방향 하중에 대하여 큰 강성과 강도를 발휘할 수 있습니다.

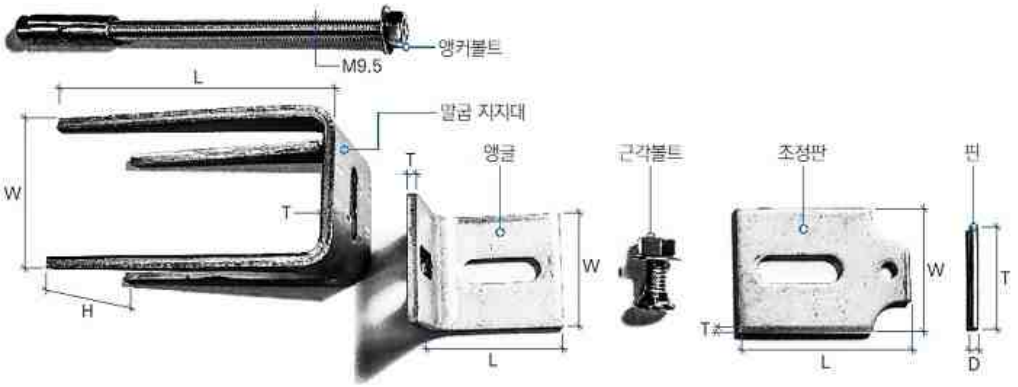
동일한 규격의 자재를 사용하면서도 제대로 설치하지 않는다면 구조적 효과는 현격히 감소하게 됩니다.

D8 석재판의 처짐을 줄이는 방법은?

질의사례	석재판 외부면이 콘크리트 벽체면에서 200㎜ 이격되어 있고, 그 사이에 단열재 두께는 100㎜이고, 석재판을 지지하는 연결철물은 단열구간에 말굽형 지지보강철물로 지지되는 경우, 석재판 처짐을 최소로 발생하게 하려면 어떻게 하면 좋을까요?
답변사례	**앵글과 조정판 폭을 넓은 것으로 하거나, 앵글의 두께를 두껍게 하거나, 말굽형 지지보강철물의 길이를 좀 더 긴 것으로 변경하는 등 여러 가지 방법들이 있습니다.**

1) 부속품 규격변경에 따른 처짐효과 비교(사례)

구분	내용	부속품 규격조건					처짐량 (사례예시)
		핀 (D×L)	조정판 (L×W×T)	앵글 (L×W×H×T)	말굽지지대 (L×W×H×T)	앵커 볼트	
1안	일반적인 기본 규격	4.0×38	70×50×5.0	70×50×50×5.0	105×50×50×5.0	M9.5	1.17㎜
2안	조정판·앵글 폭 조정	상동	70×60×5.0	70×60×50×5.0	105×50×50×5.0	상동	1.08㎜
3안	앵글 두께 조정	상동	70×50×5.0	70×50×50×6.0	105×50×50×5.0	상동	0.93㎜
4안	앵글·말굽 길이 조정	상동	70×50×5.0	50×50×50×5.0	125×50×50×5.0	상동	0.55㎜
비교	처짐 저항효과 : 4안 > 3안 > 2안 > 1안						
비고	상기 처짐량은 석재판 크기와 지진·풍환경 조건을 임의로 동일하게 적용하여 처짐 저항효과를 비교하기 위한 별도 산정한 값임. 실제의 현장조건마다 이 결과값은 달라짐.						



2) 허용처짐량

현행 설계기준·표준시방서에는 별도 정하는 바가 없으나, 과거 「건축공사 표준시방서(2006년)」에서는 공사시방서에 따르되, 별도의 정한 바가 없을 경우 1/180으로 명시(08040.1.차)되어 있었습니다.

이에 따라 일반적으로 허용처짐량은 1/180을 준용하여 적용할 수 있고, 계산된 처짐량이 허용범위로 설정한 처짐량을 약간 초과하는 경우에는 계산처짐량에 이르는 변형시의 재료응력이 항복강도 이내의 탄성범위로서 소성변형이 발생하지 않는다는 것이 증명되면 안전하다고 할 수 있습니다.

처짐 저항효과는 앵글과 말굽 지지보강철물의 길이를 적정하게 변경하는 것이 가장 탁월하고, 여의치 않다면 앵글의 두께를 두꺼운 것으로 변경하는 것도 고려할 수 있습니다.

D9 석재판 크기가 다양한데, 검토기준은?

질의사례	외장석재 크기가 다양한데, 비구조요소 내진설계시 제각각 크기마다 모두 검토하나요?
답변사례	**여러 석재판 크기들 중 가장 큰 석재판에 대해서만 대표 1건으로 검토하는 것이 일반적입니다.** 가장 큰 석재판에 작용하는 수직하중(자중 및 수직지진하중)과 수평하중(수평지진하중 및 풍하중)이 가장 크므로 가장 불리한 조건이 됩니다. 이에 대해서 검토하여 구조적으로 안전하다면 이 석재판 크기보다 작은 나머지 석재판들도 연결철물이 동일한 검토조건으로 설치될 때 당연히 안전합니다. 다만, 가장 큰 석재판 검토결과가 불안전하거나 처짐이 과대하다면 연결철물 설치개수가 상·하 각각 2개씩이 아니라 그 이상으로 요구될 수 있습니다. 이 경우에 작은 석재판들에 이 설치개수를 똑같이 적용하는 것은 경제적이지 못하므로, 이보다 작은 석재판 크기별로 검토를 누차 반복하거나, 별도 검토에 의해 연결철물 설치개수가 상·하 각각 2개씩 하여도 안전한 석재판 크기를 「구조검토계산서」에 안내하는 경우도 있습니다. **그러나 콘크리트면에서 석재판까지 거리가 다양하고, 특히 그사이 단열재 유무가 혼재되어 연결철물 구성이 다른 경우에는 각각의 시스템에 대하여 각각 검토합니다.**

D10 석재판을 하지각관에 지지할 때 주의사항?

질의사례

공동주택 정문 등의 문주나 건물 외벽 중 돌출되는 부분에 석재로 마감하려면 철골 기둥이나 콘크리트 벽과 마감재 사이 공간이 커서 하지각관으로 프레임을 만듭니다. 대부분 현장에서는 분체도장된 각관을 그대로 재단하고 용접하는데, 약하게 느껴지고, 부식도 우려됩니다. 바람직한 시공방법은 무엇인가요 ?

답변사례

각관 프레임으로 지지되는 마감은 가급적 석재마감을 삼가하고, 경량재료로 변경할 것을 적극 권장합니다. 또한 이러한 각관은 주기적으로 녹막이 재도장이 불가능하므로 용융아연도금으로 처리된 것이어야 합니다.

1) 근거

> 표준시방서「건축물 경량강구조공사 (KCS 41 31 60)」3.4.1 녹막이도장 일반
> (1) 경량강구조에 사용하는 강재의 판두께는 얇아서 부식, 녹에 의한 내력저하가 현저하므로 반드시 녹막이 조치를 한다.
> (2) 경량강구조에 사용하는 강재는 물고임에 의해 부식되기도 하므로 부재배치에 유의한다. 또한 부재는 필요에 따라 물빼기를 하여 항상 건조상태로 유지되도록 하고, 재도장 계획을 수립하며 건조상태가 유지되도록 한다.
> (3) 녹막이도장의 도막은 노출조건과 충격 등으로 열화하므로, 구조물이 항상 건전한 상태가 유지되도록 재도장 등의 계획을 수립한다.
> (4) <u>재도장이 곤란하거나 녹이 발생하기 쉬운 환경인 경우, 녹막이 용융아연도금이 필요하다</u>.

아연도금처리된 각관을 현장에서 용접하면 용접부 주변 아연피막이 연소되어 쉽게 녹이 발생합니다. 따라서 공장에서 용접하고 용융아연도금하는 것이 기본이며, 부득이 현장 용접하는 경우에 시공자는 용접부 인접 100㎜이내 범위 도금피막을 제거 후 고농도 아연분말도료를 2회 이상 도포(KCS 41 31 35, 3.4.3) 또는 기타 효과적인 보수대책을 감리자에게 보고하고, 승인을 얻어 실시하여야 합니다.

2) 각관 프레임으로 건식석재를 지지하는 경우 시공자 및 감리자가 확인할 사항

구분	확인사항
구조검토계산서의 정확성	1. 각관의 배치간격 조건이 시공계획상세도와 일치되거나 보강·보완되었나? 2. 각관간 접합에 용접치수·길이, 용접재강도 등 용접조건이 면밀히 제시되었나? 3. 각관과 브라켓앵글 용접부에 용접조건이 면밀히 제시되었나? 4. 기타 핀·조정판·앵글·앵커의 재료강도·규격·설치간격 등이 면밀히 제시되었나? 5. 특히 문주(철골구조)는 구조체의 유연 거동이 비구조요소 검토에 반영되었는가?
시공의 정확성	1. 각관은 아연도금처리된 것으로 현장에 반입되었는가? 2. 부재들의 재료강도·규격·설치간격 등이 구조검토계산서의 조건과 일치하는가? 3. 용접 등 접합부가 구조검토계산서의 조건과 일치되고 결함은 없는가? 4. 아연도금 피막에 용접한 경우 보수대책을 수립하고 감리자의 승인을 얻었는가? 5. 기타 감리자가 요구하는 사항들을 충족하는가?

위와 같이 만전을 기하여 계획·시공·검사·조치하여도 외부환경에 노출되는 각관 프레임은 숙명적으로 부식에 취약할 뿐만 아니라, 연성재료로서 변형에도 취약합니다. 각관 프레임에 작은 휨·비틀림 등 변형이 발생하여도 석재는 파괴되거나 추락할 가능성이 상당히 높으므로 위험합니다.
특히 처마 등의 아래에 매달려 설치된 석재판은 작은 진동에도 추락하게 될 가능성이 아주 높습니다.

아연도금처리가 내식성을 영구히 보장하지 않습니다. 또한 아무리 완벽한 설계검토와 설치시공이 이루어져도 외기환경에 의한 내구성 열화는 어느 때든 시작되면 급속히 진행됩니다. 문주 또는 외벽면에 과도한 돌출부를 없애는 적극적인 설계변경을 하거나, 곤란하다면 재료마감을 경량재료로 변경하는 소극적인 공법 변경이라도 권장합니다. 미적 취향을 고집할 것인지 사용자의 안전을 확보할 것인지 숙고하시기 바랍니다.

D11 앵커 인발테스트 해야 하나?

질의사례	앵커 납품업체가 공인시험검사기관에서 발급한 시험성적서를 제출받았습니다. 감리자로서 이 서류를 승인해야 할지, 인발테스트기로 현장시험을 실시하라고 해야 할지, 어떤 기준으로 승인·지시해야 할지 궁금합니다.
답변사례	**후설치 앵커는 시험을 통해 검증된 것을 사용하여야 합니다.** 1) 근거 설계기준 「콘크리트용 앵커 설계기준 (KDS 14 20 54 : 2021)」 4.1 설계 일반 (3) ③ 후설치앵커를 지진하중에 대해 사용하기 위해서는 해당 시험방법에 따라 검증하여야 한다. 2) 해당 시험방법에 따라 검증하는 방법 「LH공동주택 비구조요소 내진설계 매뉴얼 (2019.10)」 p.32에 따르면, '연결철물의 지지 구조체와의 정착부 뽑힘강도는 강도감소계수를 고려하여 안전하게 설계하여야 하며, 인장력을 받는 앵커의 지지 구조체 콘크리트의 파괴를 방지하기 위한 묻힘깊이를 고려하여야 한다. 앵커볼트의 강도는 「콘크리트 구조설계기준」 부록Ⅱ. 콘크리트용 앵커 기준에 따라 계산하거나, 신뢰성 있는 실험결과를 바탕으로 앵커 제조사에서 제공하는 값을 사용할 수 있다.' 시험방법에 따라 검증하는 방법은 현장시험과 실내시험이 있습니다. 현장시험은 샘플을 설치하고 인발시험기로 감리자 입회하에 실시하는 것입니다. 실내시험은 공인시험기관에서 실시한 실내실험 결과로서 시험성적서가 신뢰성이 있는 시험결과라고 감리자가 인정하는 것입니다. ① 현장시험 지시 : '내진설계 「구조검토계산서」에서 요구하는 값' 충족여부를 현장에서 실제 위치 주변에 통상 100㎜ 이상 이격 위치에서 샘플을 설치하여 감리자 입회하에 인발시험기를 사용하여 확인하는 방법 ② 시험성적서 인정 : 공인시험검사기관이 현장 설치조건과 동일한 시험조건(앵커규격, 모재:콘크리트, 삽입깊이 등)으로 실시한 것으로서 신뢰성 있는 실험결과라고 감리자가 인정하고, 실험결과 값이 내진설계 「구조검토계산서」에서 요구하는 값'을 상회하여 충족한다고 확인하는 경우 신뢰성 판단기준 : 공인시험검사기관이 실시하고, 시험조건(앵커규격, 콘크리트 강도, 삽입깊이 등)이 당해 현장 설치조건과 일치하는가? **공인시험검사기관이 발행한 시험성적서라 하더라도 실험조건이 현장과 일치하지 않을 수 있습니다. 따라서 감리자는 시험성적서 인정 여부를 판단할 때, 당해 현장조건과 일치하는 실험조건의 결과인지 시험성적서 내용을 꼼꼼히 살펴 확인하여야 합니다.**

D12 건식 석재공사에서 확인할 것은?

질의사례	석공사 전문공종업체가 건식공법으로 석재를 설치할 때, 감리자가 주의하여 살펴보고 점검해야 하는 것은 무엇인가요?
답변사례	**표준시방서 「건식 석재공사」(KCS 41 35 06)와 「석공사 일반」(KCS 41 35 01)을 준수하는지 확인하시기 바랍니다.**

1) 「건식 석재공사」(KCS 41 35 06) 내용정리

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="3">내용</th></tr>
<tr><td>일반</td><td colspan="3">(1) 석재역할 : 하부는 지지용으로, 석재의 상부는 고정용으로 설치. 상부 석재의 고정용 조정판에서 하부 석재와의 간격을 1㎜로 유지하며, 촉구멍 깊이는 기준보다 3㎜ 이상 더 깊이 천공하여 상부 석재의 중량이 하부 석재로 전달되지 않도록 할 것.
(2) 석재물성 : KCS 41 35 01(표2.1-1)에 따름. 특히 구조와 관련한 비중 및 압축강도의 표준은,
<table>
<tr><th>암석종류</th><th>화성암(화강석 등)</th><th>변성암(대리석 등)</th><th>수성암(사암 등)</th></tr>
<tr><td>비중</td><td>2.6</td><td>2.65~2.9</td><td>1.8~2.6</td></tr>
<tr><td>압축강도(MPa)</td><td>130</td><td>60</td><td>20~120</td></tr>
</table>
- 일부 미달시 담당원(감리자)의 승인을 받은 경우는 예외. KCS 41 35 01(2.1(5))
(3) 석재 통일성 : 색상・석질・가공형상・마감 정도・물리적 성질 등이 동일한 것.
(4) 견본품/승인 : 화강석 특유 무늬를 제외하고 눈에 띄는 반점 등을 제거, KCS 41 35 01(2.1(7))에 준하여 견본품 제출하여 담당원의 승인을 받을 것.
(5) 두께/심패드 : 석재 두께 30㎜이상 사용, 구조체에 고정하는 앵글은 석재의 중량에 의하여 하부로 밀려나지 않도록 심페드를 구조체와 앵글 사이에 끼우고 단단히 너트를 조임.
(6) 구조재 및 트러스 철물 : 반드시 녹막이처리하고 강재의 선택은 시공도에 따름.
(7) 연결철물 : 앵커(앵글, 조정판), 근각볼트, 너트, 와셔, 핀, 데파볼트, 캡(슬리브) 등은 앵커(앵글, 조정판), 근각볼트, 너트, 와셔, 핀, 데파볼트, 캡(슬리브) 등은 KCS 41 35 01(2.2)에 준하여 사용.(스테인리스강 STS304 화학성분 기준이상 사용)
(8) 끼움판 : 영구적인 자재로 고온에 변형되지 않고 화재시 인체에 해로운 유독가스가 발생하지 않는 것.
(9) 줄눈 : 석재를 오염시키지 않는 부정형 1성분형 변성실리콘을 사용.
(10) 구조계산서 : 석재의 구조적 안정을 위해 고정하중·풍하중·지진하중·운반설비 및 부속장치하중, 구조물에 의한 처짐 등의 변형과 앵커, 앵커볼트, 핀 및 부재결합은 책임기술자의 검토 및 확인 후 담당원에게 제출하여 승인을 받을 것.
(11) 결로대책 : 석재 내부의 마감면에서 결로가 생기는 경우가 많으므로 습기가 응집될 우려가 있는 부위의 줄눈에는 눈물구멍 또는 환기구를 설치할 것.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시공</td><td>앵커 긴결 공법</td><td>(1) 구조체 세트앵커 설치 : 시공도에 의하여 구조체에 수평실을 쳐서 연결철물 장착을 위한 세트 앵커용 구멍을 45㎜ 정도 천공, 캡이 구조체보다 5㎜ 정도 깊게 삽입해 외부 충격에 대처.
(2) 연결철물 역할 및 주의 : 하부의 것은 지지용으로, 상부의 것은 고정용으로 사용하며, 연결철물용 앵커와 석재는 핀으로 고정시키며 접착용 에폭시는 사용금지.
(3) 앵글과 조정판 연결 : 앵글과 조정판 연결구멍은 변위 방향으로 길게 천공하여 간격 조정.
(4) 적절한 완충재 : 판석재와 철재가 직접 접촉하는 부분에는 적절한 완충재를 사용.
(5) 확인사항 : 규격, 줄눈수평상태, 줄눈공간간격, 석재상태, 석재판고정여부, 변형여부</td></tr>
<tr><td>보양 및 청소</td><td>(1) 보양 : 마감면 오염우려시 폴리에틸렌시트 등으로 보양. 파손우려 부위(모서리 등)는 나무·스테인리스판·하드보드지(두께 3㎜ 이상)로 석재 표면에 흔적 안 남기는 테이프로 보양.
(2) 청소 : 설치완료 후 즉시 깨끗한 물로 세척하되 염산류는 사용금지.</td></tr>
<tr><td>강재 트러스 지지 공법</td><td>(1) 정의 : 구조체에 강제 트러스를 설치한 후 석재를 강재 트러스에 설치해 나가는 공법.
(2) 기준 : 트러스제작, 석재부착, 줄눈시공, 검사, 시험 등은 시공도 및 공사시방서에 따름.
(3) 구조계산서 : 강제트러스와 구조체 응력전달체계, 트러스와 트러스 사이 창호 하중에 의한 처짐검토 등에 대한 구조계산서를 책임기술자의 검토 및 확인 후 감리자 승인을 받을 것.
(4) 실물모형실험 : 실물모형시험 등으로 풍하중 등에 대한 안정성·수밀성·기밀성 등을 확인할 것.
(5) 타워크레인에 의한 양중 : 스프레더 빔, 와이어 등을 이용하여 트러스부재가 기울어지거나 과도한 응력이 걸리지 않도록 할 것.</td></tr>
</table>

2) 현장 반입되는 석재의 압축강도가 시방서 표준(상기 표의 값)에 미달하면 건축구조기술사에게 「구조검토 계산서」의 재검토를 요청하고, 감리자의 승인을 받아야 합니다.

상기 표준시방서들은 '국가건설기준센터(KCSC, https://www.kcsc.re.kr)' 첫 화면 우측 코드명에 'KCS 41 35 06' 및 'KCS 41 35 01'를 검색하여 직접 내용보기 또는 한글파일 다운로드하여 확인할 수 있습니다.

D13 알루미늄 조정판의 부식 우려는?

질의사례

건식 석공사에 조정판을 제외하고 모든 부속품은 STS304를 사용하고, 다만 조정판은 T자형 알루미늄 재질(A6063-T5 또는 A6063-T6)로 설치합니다.
그런데 이 알루미늄은 부식으로 인한 위험 우려가 없나요?

답변사례

알루미늄은 강재보다 변형에 대한 강성과 파괴에 대한 강도 측면에서는 불리하지만, 일반적인 환경에서는 부식이 진행되지 않으므로 내식성이 좋습니다.

1) 일반적인 환경에서 철과 알루미늄의 부식 비교

구분	철	알루미늄
특징	부식원인 : 산소 또는 물	부식원인 : 산소
대표적인 산화반응	$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$ $3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$	$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$
설명	철은 공기중의 산소나 물과 결합하여 부식 현상으로 붉은 색의 녹이 발생. 녹을 제거하고 방청처리를 하지 않으면 부식이 지속됨.	알루미늄은 대기 중 산소와 결합하여 부식 현상으로 투명 또는 흰색의 녹이 발생. 이 녹은 부동태 피막을 형성하여 더 이상의 부식 진행을 차단함.

2) 알루미늄의 산화피막

알루미늄도 건조한 공기에서 산소와 결합하여 2.5nm(나노미터) 두께의 Al_2O_3라는 산화알루미늄의 얇은 피막이 형성되는데, 분자구조가 상당히 치밀하여 녹이 오히려 내부가 산소와 결합되지 않도록 막는 역할을 합니다. 이 피막은 밀도에 있어서도 순수한 알루미늄보다 1.5배 높은 약 $4g/cm^2$이므로 내마모성에도 도움이 됩니다.

이러한 피막은 더 이상 내부로의 부식을 막는 보호막 역할을 하므로 부동태 피막이라고 불립니다.

이 피막은 물에는 녹지 않지만, 산성이나 알칼리성 환경에서는 쉽게 파괴되므로 산화가 계속 진행될 수도 있습니다.

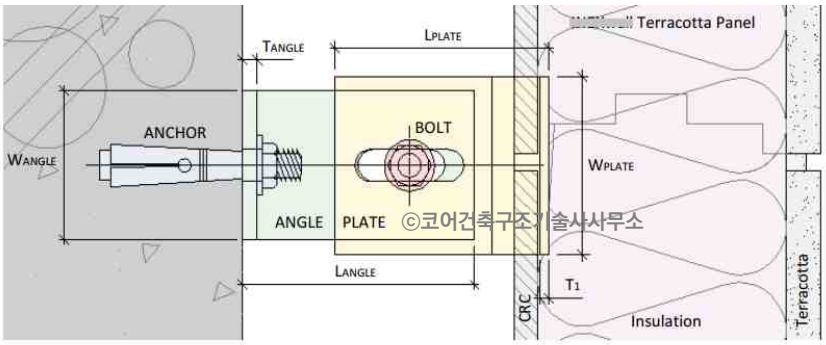
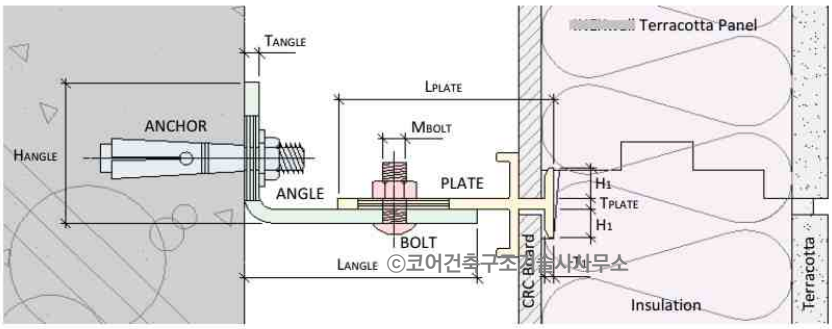
석공사 조정판에 T자형 조정판으로 사용되는 알루미늄은 일반적인 환경에서는 부식표면이 부동태 피막의 역할을 하므로 부식에 의한 피해를 우려할 필요는 없습니다. 그러나 알루미늄의 부동태 피막은 산성과 알칼리성 환경에 취약하므로 표준시방서 KCS 41 35 06에서 금지한 바를 무시하고 '석재 설치완료 후 염산류로 세척'하면 위험하고, 주변 환경이 해안가 주변이거나 제빙화학제의 영향을 받는 경우에는 염화이온의 영향으로 부동태 피막이 파괴와 생성을 반복하면서 부식이 깊게 진행될 수 있으므로 이러한 환경에서는 알루미늄의 사용을 가급적 삼가하며, 부득이 사용하려는 경우에는 표면 코팅이나 석재 줄눈에 실리콘 채움을 밀실하게 하고 영구히 유지되도록 유지관리 측면에서도 적극적인 관심과 조치가 필요합니다.

여기서 해안가 주변과 제빙화학제의 영향을 받는 경우라는 것은 비말하는 염화이온에 접할 수 있는 영역으로서 내구성 기준 등을 참조하면 해안가 주변은 해안선을 기준으로 동해안은 1km, 서·남해안은 250m, 제빙화학제(제설제)의 영향을 받는 경우는 도로 경계로부터 수평거리 10m 이내로 볼 수 있습니다.

D14 단열일체형 석재(테라코타 등)패널은 어떻게?

질의사례	당 현장 외벽마감은 얇은 테라코타 표면재에 경질우레탄폼이 일체로 접착된 단열일체형 패널로 계획되어 있습니다. 감리단으로부터 외장석재마감에 해당하므로 현장명이 기재되고 현장조건이 제대로 반영되어 검토된 비구조요소 안전확인 서류를 제출하라고 지시받아 내진설계·검토를 의뢰하고자 합니다. 일반적인 화강석(30T) 마감의 건식석재 앵커시스템과 비교했을 때, 검토내용이 많이 다른가요? 구조적 측면에서 설치 시에 각별히 유의해야 할 것이 있나요?
답변사례	**테라코타 또는 기타 석질의 표면마감재에 단열재를 접착하여 일정한 규격과 품질로 공장에서 제작·납품하는 단열일체형 패널에 대한 비구조요소 내진설계·검토는 일반적인 화강석 외부석재마감에 대한 검토내용(D1 참조)와 유사하지만 패널 제품의 특징이 되는 부위들에 대한 검토를 추가하여 실시합니다.**

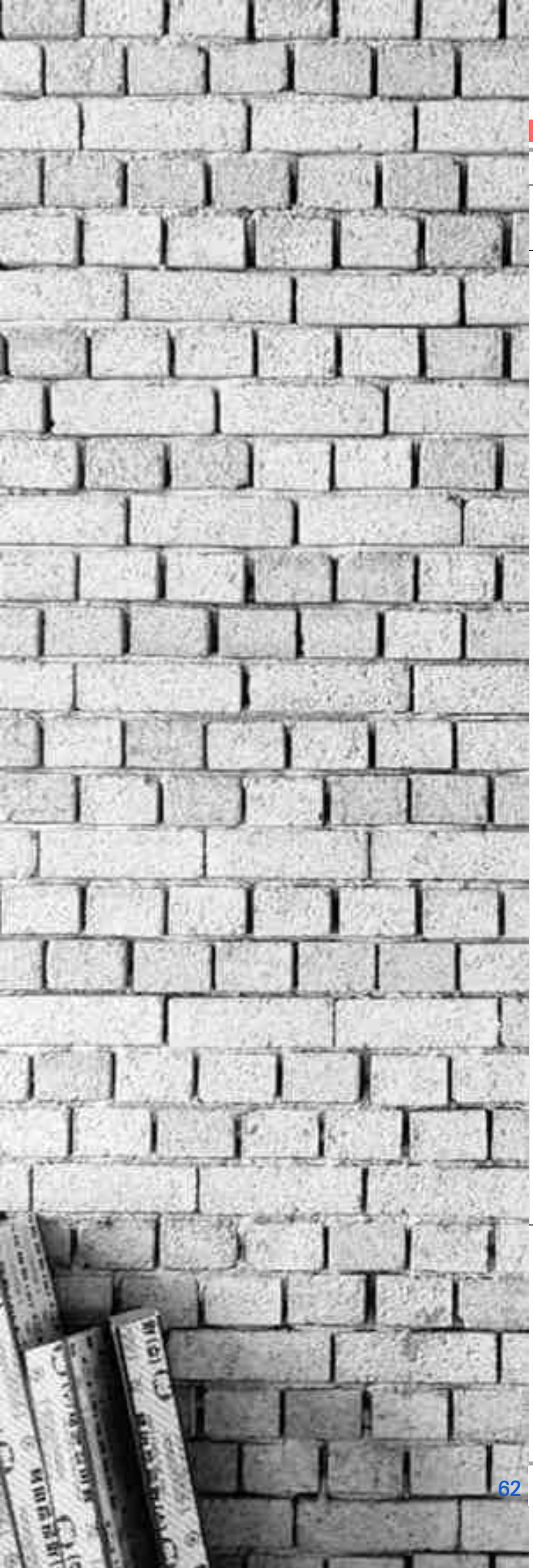
1) 단열일체형 패널 내진설계·검토 세부내용

구성 예시	 〈ANCHOR FRAME SET PLAN〉  〈ANCHOR FRAME SET SECTION〉
검토 사항	1. 조정판 선단부(T-END) 및 CRC 보드의 전단파괴에 대한 안전성 검토 2. 조정판 몸통부(BODY)의 휨 및 전단파괴에 대한 안전성 검토 3. 조정판과 앵글 사이 연결볼트의 전단파괴에 대한 안전성 검토 4. 앵글의 휨 및 전단파괴에 대한 안전성 검토 5. 앵커 볼트부 강재인장파괴 및 강재전단파괴에 대한 안전성 검토 6. 앵커 콘크리트 묻힘부에 대한 콘크리트 인장, 전단, 프라이아웃 파괴에 대한 안전성 검토 7. 앵커 인발테스트 최소요구값 제시 8. 석질 표면재 및 배면재에 요구되는 압축강도값 제시 9. 현장조건 풍하중(부압) 또는 지진하중(면외방향)에 대한 판넬 면외방향 인장 최소 요구값 제시 주) 설치 시 유의사항 : 상기 7~9는 현장시험 또는 제조사의 시험성적서로 확인할 것.

3) 내진설계·검토 진행시 필요한 자료목록

건축도면	설계개요, 기본도면 (평/입/단면도), 단열일체형 패널 시공계획상세도
구조자료	구조계산서(건물골조), 지반조사보고서

단열일체형 패널은 일반적인 화강석 마감과 비교했을 때 중량이 작고 이에 비례하여 지진하중의 영향도 감소하는 장점이 있습니다. 다만 외벽 마감으로서 풍하중의 영향은 감소하지 않으므로 지진하중보다 풍하중에 의해 구조적 안전성이 결정되는 사례가 많습니다. 특히 제품의 장점을 이끄는 특정 부위들에 대해서는 주의 깊은 검토를 포함합니다. 검토범위 및 기법은 건축구조기술사마다 다를 수 있습니다.



E1 칸막이벽 내진설계 검토내용은?

질의사례	칸막이벽 비구조요소 내진설계·검토시 구체적으로 무엇을 어떻게 검토하나요?
답변사례	**칸막이벽 중 조적 칸막이벽에 대해 설명하면, 내진검토대상 조적벽체 자체와 이를 전도되지 않도록 설치하는 상단·측단 철물, 그리고 철물들을 정착하는 앵커에 요구되는 현장인발시험 최소값을 계산하여 제시합니다. 현장제작 콘크리트 인방보에 요구되는 크기와 배근조건을 제시합니다.** 1) 세부검토내용

검토부분		세부검토내용
조적벽체		① 조적벽체 수직·수평 휨강도 안전성 ② 조적벽체 면외전도 위험가능성 ③ 조적벽체 면외처짐 안정성
상단·측단 보강철물		④ 상단 전도방지철물 규격·설치간격 계산·제시 ⑤ 측단 연결철물 설치간격 계산·제시
정착용 앵커		⑥ 상단 앵커볼트 인발테스트 최소 요구값 제시 ⑦ 측단 타격앙카 인발테스트 최소 요구값 제시
기타	내진 슬릿	⑧ 이격조인트 설치 폭 계산·제시
기타	인방 설계	⑨ 시멘트벽돌 벽체의 현장제작용 콘크리트 인방보 설계 ⑩ 보강블록 벽체의 U형블록인방보 설계 ⑪ ALC블록 벽체의 ALC기성인방보 설계·검토 ※ 기타 기성인방보 검토는 불포함

2) 비교적 경량인 칸막이벽(스터드·목재틀 형식)은 설치조건이 기준에서 정하는 조건을 충족하면 내진설계 대상에서 제외될 수 있습니다.

3) 지진하중과 내벽횡하중 동시작용
건축물 내부에 높이 1.8m 이상 내벽은 벽면에 직각방향으로 작용하는 0.25kN/m^2 이상의 내벽횡하중에 대해서도 안전해야 합니다.

건축구조기술사마다 검토범위 및 내용은 상이할 수 있습니다.

E2 피난경로의 범위와 칸막이벽 중 내진설계의 대상은?

질의사례	우리 현장은 내진특등급이 아닌 일반적인 건축물이고, 감리단으로부터 시공계획승인 요청시 피난경로상의 칸막이벽 등등에 대한 내진 구조검토계산서를 포함하여 제출하라는 지시사항을 받았습니다. 피난경로의 범위는 어디까지이고, 이 피난경로상 모든 칸막이벽은 모두 내진설계 대상인가요?
답변사례	**피난경로는 각 거실에서 옥외로 이르는 경로로서 일반적으로 복도, 홀, 계단전실, 계단 등이 해당하며, 고층건축물의 피난용 승강기 홀도 포함됩니다.**

1) 피난경로에 대하여,

구분	내용
기본 정의	「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률 시행규칙」 제34조(피난계획의 수립 · 시행) 제1항 제4호. 각 거실에서 옥외(옥상 또는 피난안전구역을 포함한다)로 이르는 피난경로
승강기 홀	승강기는 화재나 재난시 사용하지 않는 것이 상식이므로 해당 승강기의 전용홀은 피난경로가 아니지만, 고층건축물로서 법에서 정하여 설치되는 피난용 승강기의 전용 홀은 피난경로로 보아야 한다고 사료됨.
확장	동규칙 제11조 제2항 제5호에서 정의하는 피난약자(장애인, 노인, 임산부, 영유아 및 어린이 등 이동이 어려운 사람)는 신속한 대피가 어려우므로 피난약자가 전용·사용하는 장애인화장실, 환자입원·재활실, 노유자시설공간, 맘스카페 등은 엄밀하게는 피난경로에 속하지는 않지만, 이 공간에 설치되는 칸막이벽은 내진설계 대상으로 보아야 한다고 사료됨.

2) 피난경로상의 칸막이벽에 대하여,

과거 2019년 기준에서는 '중량칸막이벽'으로 명시되었으나, 2022년 개정된 기준에서는 '중량'의 정의가 모호하다는 이유로 '칸막이벽'으로 변경되었습니다.

칸막이벽 종류	종류	조건
비교적 경량인 칸막이벽	경량철골·목재 스터드에 석고보드·MDF 등 경량 재료도 취부되는 벽체	[예외조건] 아래 조건 모두를 충족하면 내진설계 대상에서 제외. ① 칸막이벽 높이가 2.7m 이하, ② 칸막이벽의 단위면적당 무게가 0.48kN/m² 이하, ③ 칸막이벽의 수평지진 하중이 0.25kN/m² 미만
비교적 중량인 조적 칸막이벽	시멘트벽돌, 속빈 콘크리트 보강블록, ALC	[설치조건] 골조(기둥 등)에 접하는 칸막이벽은 상호작용이 되지 않도록 내진슬릿(이격조인트)를 설치할 것.
비교적 중량인 칸막이벽으로서 비구조 콘크리트벽	철근이 단배근되어 구조체의 구조해석에는 불포함된 콘크리트벽체	

3) 피난경로상 칸막이벽을 내진설계·검토해야 하는 이유

내진특등급으로 설계된 건축물에서는 피난경로에 한정하지 않고 모든 칸막이벽이 지진 중 또는 그 직후에도 손상없이 기능이 유지되어야 합니다. 그러나 내진특등급이 아닌, 내진Ⅰ등급 또는 내진Ⅱ등급으로 설계된 일반적인 건축물에서는 최소한 피난경로에 접하는 칸막이벽만이라도 안전해야 이를 통하여 대피하는 사람들의 인명피해를 최소화할 수 있습니다.

지진이 발생하면 사람이 옥외로 신속하게 대피하는 것이 가장 중요합니다. 피난경로를 통하여 대피하는 중에 칸막이벽이 파괴되어 피난경로로 전도되면 인명피해가 발생할 수 있고, 사람들이 미처 대피하지 못한 상태에서 먼저 파괴되면 피난경로의 장애물이 되어 사람들은 건물에 갇히게 되고 본진으로 건물이 붕괴하거나 화재가 발생하게 되면 더욱 심각한 인명피해를 유발할 수 있습니다.

따라서 피난경로는 어떠한 경우라도 안전하게 확보되어야 하므로 피난경로에 접하는 칸막이벽은 위험요소로서 내진설계·검토 대상입니다.

피난경로상 모든 칸막이벽은 기본적으로 내진설계 대상이며, 상기의 예외조건을 만족하는 경우에만 제외됩니다.

E3 피난경로상 칸막이벽 중 내진설계 제외대상은?

질의사례	오피스텔 현장입니다. 건축물이 내진Ⅰ등급이고 피난경로상 칸막이벽에 대한 내진설계·검토를 의뢰하여 안전성을 확인하려고 합니다. 당 현장의 피난경로에 설치되는 조적 칸막이벽은 시멘트벽돌, 보강블록, ALC블록 등 다양하고, 중간층 업무시설에는 경량스터드 양면에 석고보드 2PLY로 마감하는 것도 있습니다. 칸막이벽 종류가 이처럼 다양한데, 내진설계 대상에서 면제되는 것은 없나요? 모두 내진설계 대상인가요?

답변사례

비교적 경량인 칸막이벽으로서 몇 가지 조건을 동시에 모두 충족하면 내진설계 대상에서 제외됩니다.

1) 비교적 경량인 칸막이벽으로서 내진설계 대상에서 제외되는 조건

구분	내용
근거	「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.3.3.(3) 칸막이벽 높이가 2.7m이하, 칸막이벽의 단위면적당 무게가 0.48kN/m² 이하, 칸막이벽의 수평지진하중이 0.25kN/m² 미만인 조건 모두를 충족할 경우 이 규정은 적용하지 않는다.
의견	1. 칸막이벽 높이가 2.7m이하 기준은? 바닥마감으로부터 수직한 면으로 이루어진 벽의 높이. 천장재 속으로도 수직한 면이 연속되면 이 높이도 포함됨. 다만 천장 속에서 가대 등 횡지지부재로 지지하는 경우, 바닥마감으로부터 횡지지부재가 지지하는 높이까지만 칸막이벽 높이로 볼 수 있다고 사료됨. 그러나 비교적 중량인 조적에서는 전형적인 사선 가대가 횡지지부재로서의 효과를 발휘한다고 기대할 수 없으므로 상부 슬래브까지 쌓고 상단전도방지철물 등 고정철물을 설치하여야 함.
	2. 칸막이벽의 단위면적당 무게가 0.48kN/m² 이하 여부판단은?

칸막이벽 시공사례	단위면적당 무게산출	단위면적당 무게
경량철물·목재 스터드프레임 + 내외 각각 일반석고보드 2겹	바탕(스터드+글라스울) : 0.02+0.024kN/m²(가정) 마감(석고보드12.5T) : 4p×0.042≒0.168kN/m²	0.22kN/m²(<0.48, 여)
경량철물·목재 스터드 프레임 + 내외 각각 방화석고보드 1겹	바탕(스터드+글라스울) : 0.02+0.024kN/m²(가정) 마감(석고보드12.5T) : 2p×0.042≒0.084kN/m²	0.13kN/m²(<0.48, 여)
각관 프레임 + 내외 각각 갈바륨(1.6T) 1겹	바탕(각관 프레임) : 0.2kN/m²(가정) 마감(갈바륨1.6T) : 2ply×0.13≒0.26kN/m²	0.46kN/m²(<0.48, 여)
각관 프레임 + 내외 각각 철판(6T) 1겹	바탕(각관 프레임) : 0.2kN/m²(가정) 마감(철판6T) : 2ply×0.47≒0.26kN/m²	1.14kN/m²(>0.48, 부)
ALC블록(0.5품) 4인치 (절건비중 0.55 미만)	0.55×9.8×(100/1000)≒0.54kN/m²	0.54kN/m²(>0.48, 부)
속 빈 콘크리트 블록 4인치 (A종 기건비중 1.7 미만)	1.7×9.8×(100/1000)×0.52[Ac/At]≒0.87kN/m²	0.87kN/m²(>0.48, 부)

상기는 이해를 위해 개략 산정한 것이며, 일단 조적조는 가장 가벼운 경우라도 0.48kN/m²를 상회하므로 제외대상은 될 수 없음은 분명하다는 의견임. 이 외에 비교적 경량인 칸막이벽은 가급적 1m×1m 샘플을 마련하여 직접 무게 측정할 것을 권장함.

3. 칸막이벽의 수평지진하중이 0.25kN/m² 미만 조건에 대한 기준은?
단위면적당 무게 0.48kN/m²에 대한 가장 불리한 조건(유효지반가속도 S=0.22g, 지반등급 S_5, I_P=1.5, z=h)으로 수평지진하중을 산출하면, F_a=1.3, S_{DS}=S×2.5×F_a×2/3×110%=0.5243, α_p=1, R_p=2.5, F_p=0.4$\alpha_p S_{DS} W_p$×(1+2z/h)/(R_p/I_P)≒0.182kN/m².
즉, 단위면적당 무게가 0.48kN/m² 이하라면 수평지진하중은 0.182kN/m² 이하로서 0.25kN/m² 미만인 조건을 충족함. 따라서 칸막이벽의 단위면적당 무게가 0.48kN/m² 이하 여부만 확인하는 것으로 충분하다는 의견임.

2) 비교적 중량인 조적조 칸막이벽은 상기 '의견 2'에서 살펴본 바와 같이 KS 규격품 중 가장 가벼운 것도 단위면적당 무게가 0.48kN/m²를 초과하므로 내진설계 대상에서 제외될 수 없습니다.

비교적 중량인 조적 칸막이벽은 내진설계 대상입니다.
비교적 경량인 칸막이벽도 상기 근거의 조건을 모두 충족하지 않으면 내진설계 대상입니다.

E4 조적 칸막이벽 종류에 따른 내진특성 차이점은?

질의사례	어떤 조적 칸막이벽이 내진에 좀 더 유리한가요?

답변사례

내진을 고려해야 하는 조적 칸막이벽은 벽돌 종류 등의 개체조건과, 벽체의 위치·규모·지지조건·개구부 유무 등의 설치조건과, 지반등급 등의 환경조건과, 설계지진시 거동 등의 구조체 설계조건 등 다양한 조건 모두를 반영하여 지진에 대한 안전성을 검토합니다.

1) 통상적으로 사용되는 조적 칸막이벽

종류	시멘트벽돌	속빈 콘크리트 보강블록	ALC블록
규격	0.5B 쌓기 1.0B 쌓기	4“ 6” 8“	4“ 6” 8“
쌓기	막힌 줄눈 쌓기	통줄눈 쌓기(보강철물설치)	막힌 줄눈 쌓기
마감	일면 또는 양면에 몰탈 미장	마감없음 또는 페인트칠	통상 수지마감

2) 조적 칸막이벽 벽돌 종류별 내진특성

종류	내진특성		
	지진하중	저항효과	지지철물
시멘트 벽돌	조적 중 단위면적당 무게가 가장 크고, 이에 비례하여 지진하중도 가장 크게 작용	내부가 밀실하고 외측 마감몰탈 효과도 일부 반영하여 단면성능이 비교적 높음.	상단 전도방지철물과 콘크리트에 접하는 측단 고정철물의 설치는 필수.
속빈 콘크리트 보강블록	조적 중 단위면적당 무게가 보통이고, 이에 비례하여 지진하중도 보통 수준으로 작용	내부가 밀실하지 않아 단면성능은 비교적 낮으나, 통상 @800 간격 이내 마다 연속설치되는 수직방향 보강철근으로 인해 비교적 큰 휨저항 능력을 가짐. [통상적인 보강] 수평보강 : #10 매쉬철선 (수직방향 @600이내) 수직보강 : D13 철근 (수평방향 @800이내)	수직 보강철근이 블록 내 삽입되어 그라우팅 또는 몰탈로 충실하게 채워지고, 상·하단 구조체에 통상 50㎜이상 충분히 정착되는 경우, 구조계산에 따라 상단 전도방지철물이 필요 없다고 확인되는 경우가 많음. 다만, 콘크리트에 접하는 측단 고정철물의 설치는 필수.
ALC 블록	조적 중 단위면적당 무게가 가장 작고, 이에 비례하여 지진하중도 가장 작게 작용	외측 마감몰탈은 없으나 내부가 밀실하여 단면성능은 양호하고, 중량이 가벼워 유리한 조건임.	상단 전도방지철물과 콘크리트에 접하는 측단 고정철물의 설치는 필수.

동일한 종류의 벽돌 중에서는 두께가 두꺼울수록 유리합니다. 일례로 시멘트벽돌 1.0B가 0.5B보다 지진하중은 약 2배 크게 작용하여 불리하지만, 단면적은 약 2배, 단면계수는 제곱승으로 작용하여 약 4배 크게 작용하므로 전단에 저항하는 효과는 비슷하지만 휨에 저항하는 효과는 2배 정도 더 유리합니다.

3) 종합하면,

지진하중에 대해 유리한 순서는, ALC 4“>ALC 6”>ALC 8”>보강블록 4“>보강블록 6”>보강블록 8”>시멘트벽돌 0.5B>시멘트벽돌 1.0B이고,

저항특성에 대해 유리한 순서는, 보강블록 8”>보강블록 6”>보강블록 4“>ALC 8”>ALC 6”>ALC 4“>시멘트벽돌 1.0B>시멘트벽돌 0.5B입니다.

경험적으로 조적 칸막이벽 중에서는 보강블록이 가장 유리하고, ALC블록은 양호한 편이며, 시멘트벽돌은 불리한 편입니다.

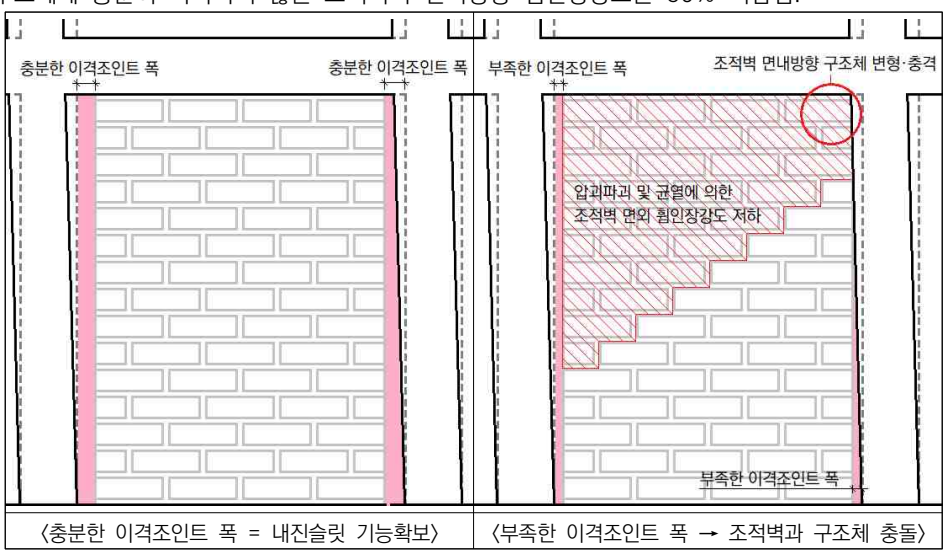
E5 이격조인트를 설치하는 이유는?

질의사례	조적벽체가 구조체 기둥이나 벽체에 접하는 부위에 일반적으로 아이소핑크를 대고 시공했습니다. 이러한 이격조인트를 설치하는 이유가 구조적으로 의미가 있는지 궁금하고, 내진설계 대상이 되면 이 간격을 얼마나 더 크게 해야 하는지도 궁금합니다.
답변사례	**이격조인트는 구조적으로 내진슬릿의 의미를 가집니다.**

1) 근거

「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.3.3.(4) 칸막이벽이 조적조 혹은 비구조 콘크리트벽으로 구성된 경우 다음을 만족하여야 한다. ① 구조설계 시 구조요소로 고려되지 않은 경우 내진슬릿과 같은 적절한 구조상세를 통해 인접한 기둥에 영향을 미치지 않도록 하여야 한다. ② 내진슬릿 없이 기둥과 밀실하게 접촉하도록 시공되는 경우 9.8.2 및 9.8.3의 규정에 따라 반드시 구조요소와의 상호작용을 고려하여 설계되어야 한다.
동기준 9.8.2 큰 강성을 발휘할 수 있는 비구조요소는 구조부재와 이격하여야 한다. 그렇지 않을 경우에는 비구조요소를 구조요소로 고려하여 구조해석과 설계에 반영해야 한다.
동기준 9.8.3 (1) 조적채움벽이 모멘트골조로부터 이격되지 않아서 구조요소로 역할을 할 경우에는 채움벽의 영향을 구조해석에서 고려하여야 한다. 조적채움벽은 조적구조기준에 따라서 설계하여야 하며, 콘크리트 기둥과 보에는 조적채움벽으로부터 전달되는 추가하중에 대하여 설계하여야 한다. (2) 조적허리벽 또는 콘크리트허리벽이 모멘트골조로부터 이격되지 않은 경우에는 허리벽에 의한 기둥길이의 감소효과를 구조해석과 설계에 반영해야 한다.

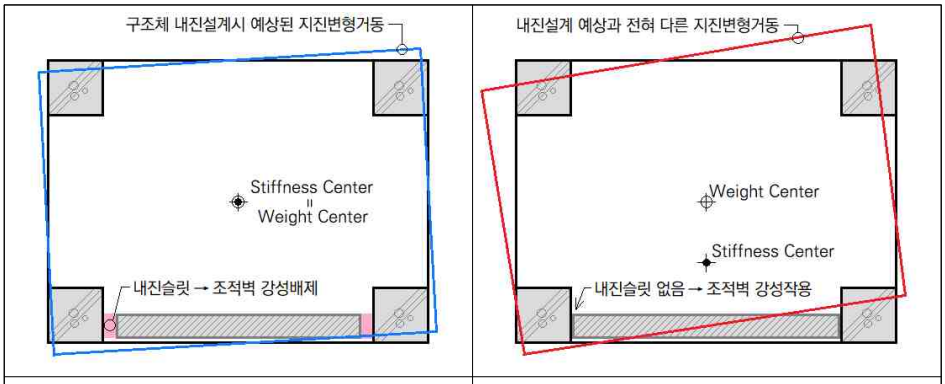
2) 구조적 이유

구분	내용
비구조요소 입장에서	**조적 강도저하,** 조적조 칸막이벽이 수직구조체(기둥·벽체)에 밀착 또는 충분히 이격되지 않으면 지진시 조적조는 수직구조체로부터 충격을 받아 균열이 발생하여 강도저하가 발생함. 면내방향으로 인접한 수직구조체에 충분히 이격되지 않은 조적벽의 면외방향 휨인장강도는 50% 저감됨.  〈충분한 이격조인트 폭 = 내진슬릿 기능확보〉 〈부족한 이격조인트 폭 → 조적벽과 구조체 충돌〉
구조요소 입장에서	**엉뚱한 변형초래, 단주효과에 의한 피해,** 구조체(골조) 내진설계시에는 조적조나 비구조 콘크리트벽은 기본적으로 하중만 고려하고 강성을

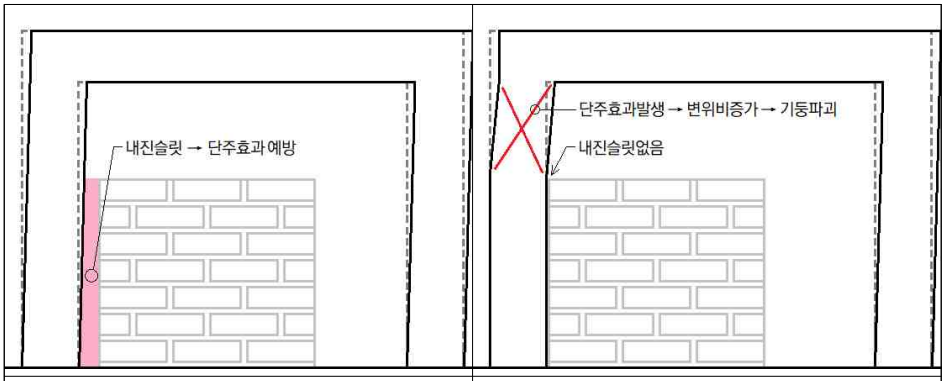
답변사례
(계속)

구조요소
입장에서
(계속)

포함하지 않는데, 시공시에 조적조나 비구조 콘크리트벽이 수직구조체에 밀착 또는 인접하여 시공하면, 내진설계를 통해 예측하고 계획한 구조체(골조)의 변형거동과 다른 거동을 초래함. 또한 수벽이나 허리벽이 기둥에 밀착되면, 기둥 전체 높이 중 변형을 수용하는 높이 구간이 줄어 상대적으로 변형비가 과도해지는 단주효과로 인해 다른 기둥들보다 쉽게 파괴됨.



〈구조체 내진설계시 예상된 구조체의 지진변형거동〉 〈비구조벽·구조체 상호작용 → 예상과 다른 지진변형거동〉



〈내진슬릿 설치 → 단주효과예방〉 〈조적벽 강성이 기둥 거동을 방해 → 단주효과발생〉

3) 충분한 이격거리의 산정

조적조 또는 비구조 콘크리트벽을 구조체(기둥·벽체)로부터 이격시켜야 하는 거리, 즉 제대로 기능하는 내진슬릿의 폭은 건축구조기술사가 전문적으로 파악하여 계산해야 안전합니다. 구조체(골조) 구조계산서의 여러 데이터값 중 비탄성 층간 변위량을 추출하고, 비구조벽체 높이를 고려하며, 중요도 계수를 적용하여 계산합니다.

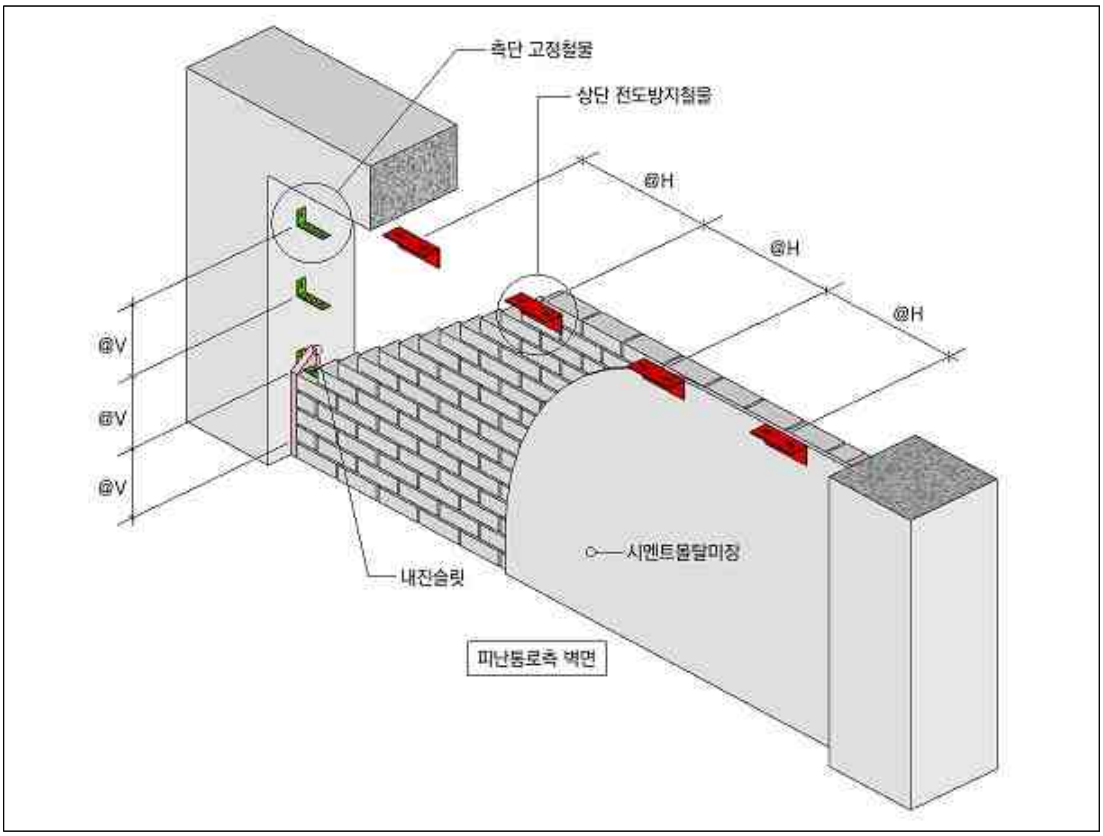
4) 불가피하게 내진슬릿을 설치하지 못하는 경우(이미 시공된 상태에서 검토를 의뢰하는 경우 등)에,

① 비구조요소 내진 안전성을 검토하는 건축구조기술사는 해당 조적벽의 강도저하를 적용해 검토할 수 있습니다. 그 결과, 조적벽이 안전할 수도 있지만, 불안전하다고 판명된 경우에는 그라인더 등으로 절취하여 구조검토계산서에서 계산된 폭 이상의 이격조인트(내진슬릿)을 설치해야만 합니다.

② 그러나 구조체에 발생하는 변형거동의 변경이나, 단주효과 등의 위험성은 시공자 또는 발주자가 구조체(골조) 내진설계를 담당한 건축구조기술자에게 별도로 요청하여 확인받아야 하는데, 비구조요소를 구조요소로 구조해석에 반영하는 사례는 거의 없고, 전체 구조시스템의 내진설계를 전면 재실시해야 함에 따른 추가기술용역비와 설계변경에 의한 공사비증가 등 부담이 상당히 커질 수 있습니다. 따라서 구조체에 접하는 조적조 또는 비구조 콘크리트벽은 충분히 계산된 이격조인트(내진슬릿)을 기본적으로 모두 설치할 것을 적극 권장합니다.

칸막이벽이 조적조 또는 비구조 콘크리트벽(수벽, 화단벽, 허리벽 포함)이 수직구조요소(기둥, 벽체)에 인접하는 경우에는 비구조요소 내진설계 대상여부를 불문하고 내진슬릿을 설치하여 서로 이격시켜야 합니다.

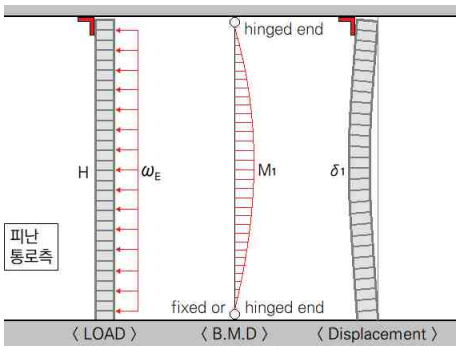
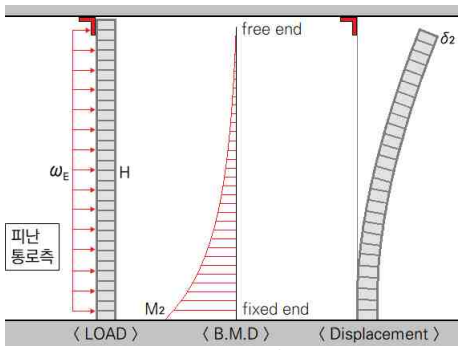
E6 조적 칸막이벽, 내진설계 대상과 일반의 시공차이는? [보완]

질의사례	똑같은 벽돌두께로 설치되는 조적 칸막이벽인데, 피난경로에 접하는 내진설계 대상인 조적 칸막이벽과 피난경로에 접하지 않는 일반적인 조적 칸막이벽이 어떤 방식으로 다르게 시공되나요? 내진설계 대상이면 어떤 특허기술이 적용되어야 하나요?
답변사례	**구조체(기둥·벽체)에 접하는 경우, 내진설계 대상이 아닌 조적 칸막이벽은 종래와 같이 측단 고정철물만 설치할 수도 있습니다. 그러나 내진설계 대상이 되는 조적 칸막이벽은 측단 고정철물뿐만 아니라 상단 전도방지철물도 설치되어야 합니다. 이때 고정철물은 특별한 특허기술 제품이 요구되지 않습니다.** [*] 1) 비구조요소 내진설계 대상 조적 칸막이벽체의 철물 설치개념  2) 상단 전도방지철물의 규격과 설치간격(@H)은 조적 칸막이벽 「구조검토계산서」 계산결과로 결정됩니다. 상단 전도방지철물이 필요없다고 계산되는 경우는 드물지만 아래와 같습니다, ① 시멘트벽돌 또는 ALC블록 : 설치높이가 낮고, 강성이 충분하며, 지진하중이 작게 작용하는 경우 ② 속 빈 콘크리트 보강블록 : 설치높이가 상당히 높지 않고, 수직보강근이 충분히 배치되면서 상·하 슬래브에 충분히 정착되며, 지진하중이 작게 작용하는 경우. [*] 3) 측단 고정철물의 설치간격(@V)도 조적 칸막이벽 「구조검토계산서」 결과로 결정됩니다. 측단 고정철물은 조적 칸막이벽이 구조체(기둥·벽체)에 인접하는 부위에 설치하며, 이격조인트(내진슬릿)의 폭이 크면 충분히 긴 L형 철물로 설치되어야 합니다. 4) 설치시작 위치 : 상단 전도방지철물 중심이 콘크리트 기둥·벽체로부터 계산된 간격 @H의 1/2 이내, 측단 고정철물은 조적 칸막이벽 상하단에 계산된 간격 @V의 1/2 이내로 설치합니다. **상단 전도방지철물과 측단 고정철물의 설치간격은 계산을 통해 결정된 간격 이내마다 설치되어야 합니다. 일반적인 자재로 비구조요소 「구조검토계산서」에서 계산결과로 정하는 자재규격과 설치간격을 준수하여 시공하면 충분한 내진성능을 확보할 수 있습니다.**

E7 상단 전도방지철물의 설치방향과 종류는?

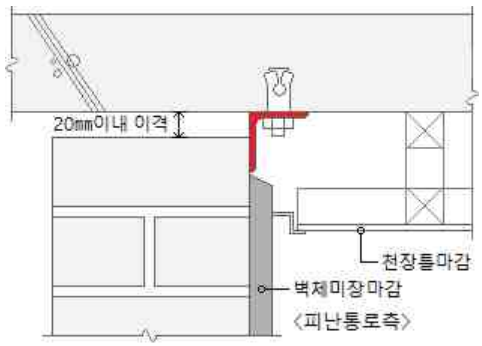
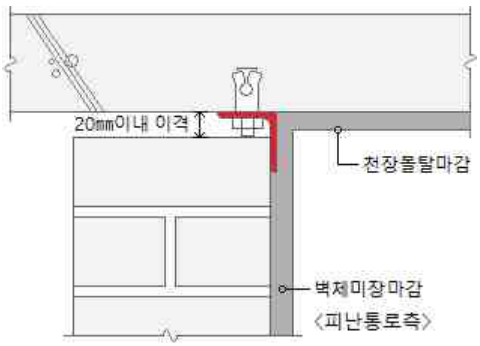
질의사례	상단 전도방지철물은 조적벽 양측면 중 꼭 피난통로측 벽면에 설치해야 하나요? 규격은 앵글로만 설치해야 하나요?
답변사례	**상단 전도방지철물은 수직판 부분이 피난통로측 벽면에 접하도록 설치해야 합니다.** **상단 전도방지철물 규격은 통상 앵글(L형)로 설치하고, 찬넬(C형)로 설치하는 경우도 있습니다.**

1) 상단 전도방지철물이 피난통로측 벽면에 설치되어야 하는 구조적 이유

구분	A. 벽체가 상단 전도방지철물이 설치된 피난통로측 방향으로 거동할 때	B. 벽체가 상단 전도방지철물이 설치 안된 피난통로측 반대 방향으로 거동할 때
역학 개념	 $M_1 \fallingdotseq \omega_E \cdot H^2/8$ $\delta_1 \fallingdotseq 5\omega_E \cdot H^4/(384E_m \cdot I_m)$	 $M_2 \fallingdotseq \omega_E \cdot H^2/2$ $\delta_2 \fallingdotseq (\omega_E \cdot H^4/(8E_m \cdot I_m)$
파괴 메커니즘	① 수평하중이 작은 경우 : $\omega_E < f_m(=M/S_m)$, 하단 지지조건 고정단 유지, 부정정구조시스템(안정) ② 수평하중이 커지면 : $\omega_E > f_{m,}$, 하단 또는 그 주변이 균열파괴하여 힌지단으로 전환, 정정구조시스템(안정) ③ 수평하중이 더 커지면 : $\omega_E \gg f_{m,}$, 중간부 균열 추가 발생하여 힌지 추가, 불안정구조시스템(불안정, 붕괴)	① 수평하중이 작은 경우 : $\omega_E < f_m$, 하단 지지조건 고정단 유지, 정정구조시스템(안정) ② 수평하중이 커지면 : $\omega_E > f_{m,}$, 하단 또는 그 주변이 균열파괴하여 힌지 추가, 불안정구조시스템(불안정, 붕괴)
효과	변형거동에 따라 조적벽에 발생하는 휨모멘트는 A 경우가 B 경우보다 대략 1/4배 수준으로 작아서 유리하고, 최대 변위는 A 경우가 B 경우보다 대략 1/9.6배 수준으로 적게 발생할 것으로 기대됨. B 거동보다 A 거동으로 파괴될 가능성이 매우 낮으므로 피난경로가 안전확보될 가능성이 높음.	

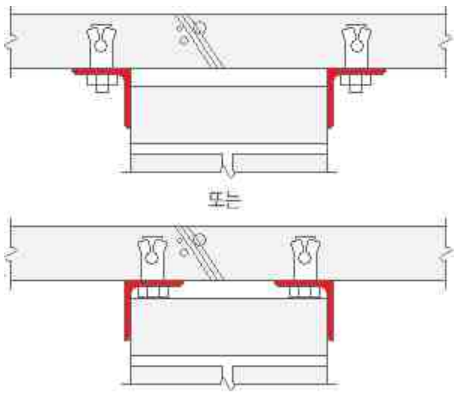
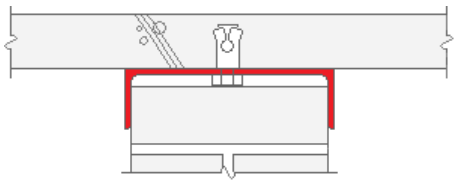
지진시 조적벽은 처음 어느 방향으로 변형하여 거동한 직후에 지반진동 지속과 중량체 관성에 의해 반대 방향으로도 거동합니다. 어느 방향 거동이 먼저인지는 중요하지 않고, 조적벽이 피난통로 방향으로 전도되지 않도록 상단 전도방지철물을 피난통로측 벽면에 설치하며 피난경로상 대피인원의 인명손실을 방지하는 것이 중요합니다.

2) 피난통로측 벽면에 상단 전도방지철물 설치사례

구분	앵커 정착부 노출형	앵커 정착부 은닉형
예시		
적용 조건	천장틀 마감이 앵커 정착부를 가릴 수 있는 경우에 보편적으로 적용. 조적쌓기 완료 이후에도 철물 설치가 가능함. 준공 이후, 보강시공이 가능함.	천장몰탈마감으로는 철물 정착용 앵커 돌출머리가 미관상 부담되는 경우(아파트복도, 계단실)에 적용. 정확한 앵커 위치를 잡고 철물을 미리 설치한 후 조적쌓기를 마무리하여야 함.

답변사례
(계속)

3) 내진특등급 건축물이거나, 또는 조적벽 양측면이 모두 피난통로에 접하는 경우

구분	앵글(L형) 설치	찬넬(C형) 설치
예시		
시공 특징	비교적 작업소요가 큼. PD 등 협소공간에서는 작업이 힘듦.	앵커 정착수가 앵글 철물의 절반(노무부담 격감). 조적벽 두께별로 요구되는 찬넬 폭이 다양함. (찬넬 양측 플랜지는 조적면에 밀착시키거나, 이격이 있으면 끼움재로 탈락되지 않도록 할 것)

건축물이 내진특등급이면 피난경로뿐만 아니라, 모든 조적벽이 내진설계 대상입니다. 건축물이 내진특등급이거나, 조적벽 양측면이 모두 피난통로에 접하는 경우에는 양측면에 상단 전도방지철물을 설치하여 어느 한쪽으로도 전도되지 않도록 해야 합니다.

찬넬(C형) 설치는 작업소요가 적어 시공성에 유리합니다. 내진특등급이 아닌 일반적인 건축물에서도 상단 전도방지철물을 찬넬(C형)로 설치하는 경우, 구조적 안전성 측면에서 유리합니다. 피난통로 반대측으로도 전도를 방지하므로 조적벽은 일반적인 건축물에서 요구되는 비구조요소 내진성능인 '인명안전' 보다 높은 '기능수행' 수준에 도달할 수 있습니다.

상단 전도방지철물은 명칭 그대로 조적벽이 보호되어야 하는 방향으로 전도되지 않도록 방지하기 위하여 설치되어야 하고, 벽면에 작용하는 휨모멘트를 약 1/4 수준으로 저감시켜 조적벽 파괴 가능성을 낮춥니다.

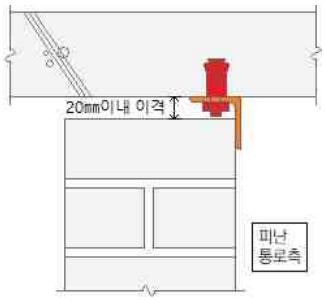
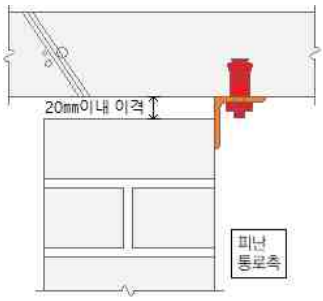
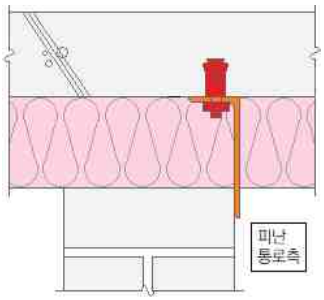
E8 상단 전도방지철물을 정착하는 앵커 종류는?

질의사례	상단 전도방지철물을 슬래브나 보에 정착시킬 때, 세트앵커만 사용해야 하나요?

답변사례

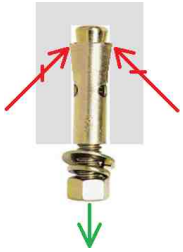
상단 전도방지철물을 어떤 조건으로 설치하는지에 따라 사용 가능한 정착용 앵커가 달라집니다.

1) 상단 전도방지철물 정착용 앵커 적용예시

구분	틈이 작은 조적벽 면내구간 정착	조적벽 면외구간 앵커정착, 틈이 큰 조적벽 면내구간 정착	
예시	 [단면-A]	 [단면-B]	 [단면-C]
적용 앵커	세트앵커, 스크류앵커, 굵은 칼블럭, 굵은 타정못	세트앵커, 스크류앵커(조건:내진인증제품)	

칼블럭과 타정못은 설치가 간편하지만 [단면-B,C]에서는 위험하므로 사용할 수 없습니다.

2) 상단 전도방지철물 정착용 앵커특징

구분	세트앵커	스크류앵커	칼블럭	타정못
예시				
시공성	비교적 번거로움	비교적 간편	비교적 간편	상당히 간편
정착특성 (인발저항)	캡 선단 확장부에 큰 집중 지압응력 저항	전구간 스크류 돌기에 작은 분산 지압응력 저항	플라스틱 캡 주면에 분산 마찰응력 저항	못 주면에 작은 분산 마찰응력 저항
성능발현 매커니즘	구멍보링→앵커삽입→캡펀칭→캡선단확장→정착완성→인발력(↓)작용→캡선단에 집중된 큰 콘크리트지압응력(↖)발생→인발저항력발휘	구멍드릴링→볼트회전관입→정착완성→인발력(↓)작용→전구간 스크류에 분산된 작은 콘크리트지압응력(↖)발생→인발저항력발휘	구멍드릴링→플라스틱캡삽입→볼트회전관입→캡압착→정착완성→인발력(↓)작용→캡주면에 콘크리트 계면마찰응력(↑)발생→인발저항력발휘	충격(화약·가스)→못타정삽입→정착완성→인발력(↓)작용→못주면에 콘크리트 계면마찰응력(↑)발생→인발저항력발휘
뽑힘이 우려되는 수준	구조체 정착부에 미세 균열이 발생(작지 않은 변형의 징후)하는 경우	구조체 정착부에 큰 균열이 발생(대변형의 징후)하는 경우	구조체 정착부에 미세 균열이 발생하지 않더라도 작은 변형은 존재하므로 뽑힘이 우려됨.	

콘크리트 수평구조체(슬래브·보)는 육안관측이 힘든 미세한 처짐 변형이 숙명적으로 발생하므로 수직방향 정착된 칼블럭 또는 타정못은 콘크리트와의 계면 사이가 벌어져 쉽게 뽑히고 탈락될 수 있어 위험합니다. 다만 앵커 관입깊이가 45㎜ 이상이고, [단면-A]와 같이 조적벽 상단면과 수평구조체 사이에 이격높이가 20㎜ 이내라면 탈락되지 않으므로 사용할 수 있다는 의견입니다.

정착용 앵커가 조적벽 면내 즉, 두께구간 내에 설치되는 경우로서 조적벽 상단과 지지구조체 사이 이격이 20㎜ 이내로 좁은 경우에는 세트앵커, 스크류앵커, 굵은 칼블럭, 굵은 타정못 모두 설치가 가능합니다. 그러나 정착용 앵커가 조적벽 면외에 설치되거나, 면내에 설치되더라도 단열재 등으로 조적벽 상단과 지지구조체 사이 이격이 크면 세트앵커, 스크류앵커 중에서만 선택하여 설치하여야 합니다.
이때 스크류앵커(동력을 이용하여 고정하는 앵커)는 지진하중에 대해 인증받은 제품을 사용해야 합니다.

E9 상단 정착용 앵커 타입 변경시 주의사항은?

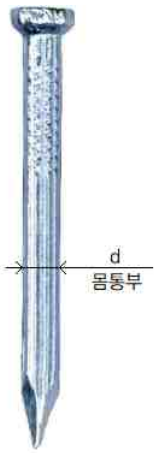
질의사례

조적 칸막이벽 내진설계·검토를 받았습니다. 「구조검토계산서」에는 정착용 앵커가 "2-M6 (Set Anchor, fy≥240MPa, h_{ef}≥45㎜)"라고 기재되고, 상단 전도방지철물 개당 2개씩, M6 이상 규격으로 항복강도는 240MPa 이상인 제품을 사용하여 관입깊이 45㎜ 이상으로 설치해야 한다고 설명되어 있습니다.
당 현장에서는 상단 전도방지철물의 수평판이 조적벽 내부로 향하고, 앵커가 철물을 관통하여 콘크리트에 정착하는 위치도 조적벽 폭 내부에 있습니다. 조적쌓기는 슬라브 밑면까지 이격 없이 몰탈 사춤할 예정입니다.
다만, 세트앵커를 수직 상향하여 설치하는 것이 불가능하지는 않으나, 작업속도와 편이성을 위해 세트앵커가 아닌, 스크류앵커나 타정못으로 변경하여 설치했으면 좋겠다는 내용으로 시공자로부터 시공계획 변경승인요청문서를 접수 받았습니다..
이를 그대로 승인해도 안전에는 문제가 없을까요? 다른 종류 앵커방식으로 변경할 때 주의사항은 없나요?

답변사례

앵커가 조적벽 폭 내부위치에 설치되면서 조적벽 상단면이 슬래브나 보 하부면에 접하여 설치되는 경우는 세트앵커, 스크류앵커, 칼블럭, 타정못으로 모두 변경할 수 있습니다. 다만 검토서에서 계산된 강도, 치수와 동등 이상인 제품이어야 하고, 관입깊이도 동등 이상으로 설치되어야 합니다.

1) 앵커종류별 치수측정 기준위치
질의하신 세트앵커의 규격 M6는 나사산(Screw Mount)이 있는 볼트류의 호칭 M에 직경이 6㎜(=1/4인치)라는 뜻이며, 이와 상응하는 다른 종류 앵커의 호칭경을 KS규격 기준으로 설명하면,

구분	세트앵커	스크류앵커	칼블럭	타정못
호칭경	M6 (나사산 외경기준)	M6 (나사산 외경기준)	M6 (나사산 외경기준)	없음 (몸통부 직경 측정)
호칭규격	KS B 1002 / 1016	KS B 1002 / 1016	KS B 1002 / 1016	KS D 7034
측정 부위				

타정못은 KS규격(콘크리트용 철못)에서 몸통직경 최대는 4.88㎜(단면적 18.7㎟)입니다. 귀 현장의 구조검토계산서상 세트앵커의 볼트 호칭경 M6의 유효단면적은 22.6㎟(Pitch=1㎜, 유효경=5.36㎜ =6.0-0.64×1.0) 이므로 상단 전도방지철물에 동일개수(2개)로 설치하면 강재단면적이 부족하여 위험합니다. 타정못은 상단 전도방지철물 개당 3개씩(3×18.7=56.1㎟) 설치하면 볼트류 2-M6의 전체 단면적(2×22.6=45.2㎟)을 상회하므로 안전합니다.

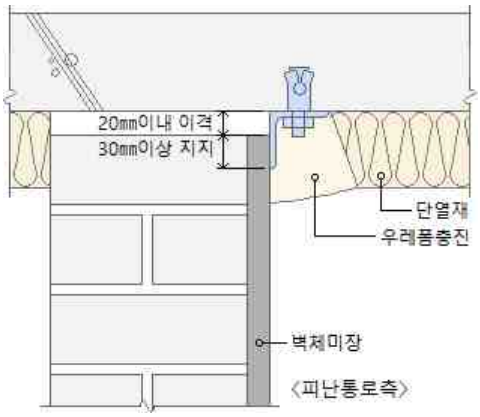
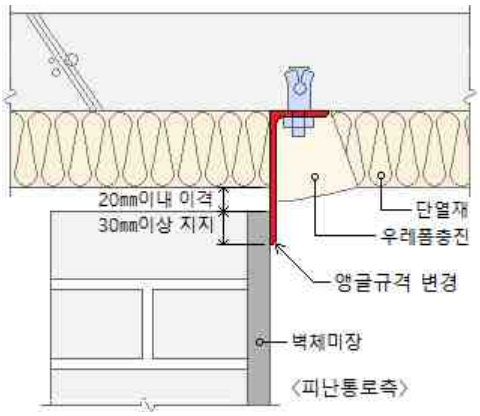
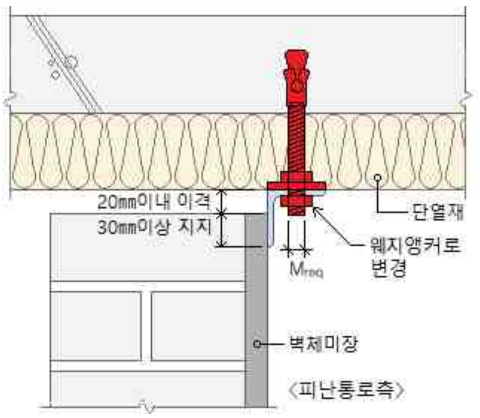
2) 조적벽 상단과 슬래브나 보 하부면 사이에 몰탈이 사춤·충진되면, 그 속에 정착용 앵커는 탈락할 가능성이 없으므로 이 경우의 앵커는 현장시험(인발테스트)이 필요 없습니다.

변경하고자 하는 앵커의 강도(항복강도=fy=YS)는 시공자가 제출하는 시험성적서로 확인하면 됩니다.
앵커종류별 치수에 대한 호칭과 직경 기준이 다르므로 해당자재 현장반입시 확인하시기 바랍니다.
이때 스크류앵커(동력을 이용하여 고정하는 앵커)는 지진하중에 대해 인증받은 제품을 사용해야 합니다.

E10 단열재가 있는 경우, 상단 전도방지철물 설치는?

질의사례	옥상 바닥슬래브 하부면에 단열재가 설치되어 있습니다. 따라서 조적 칸막이벽이 슬라브 하부면에 밀착되게 시공할 수 없습니다. 이 경우 상단 전도방지철물은 어떻게 설치하여야 하나요?
답변사례	**단열재가 있는 경우, 상단 전도방지철물 설치는 3가지 방법 중 선택하여 시공하시기 바랍니다.**

1) 단열재가 있는 경우 상단 전도방지철물 설치방법

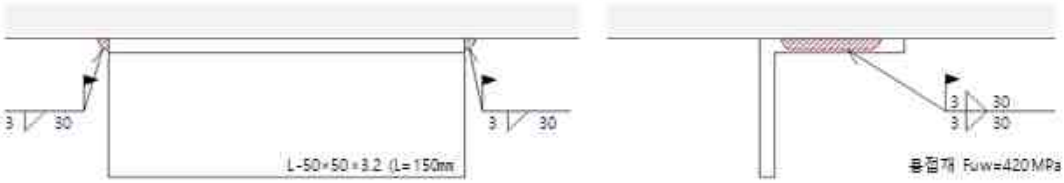
구분		예시	변경사항
단열성능 저하가 우려되지 않는 경우 〈1안〉			없음
단열성능 저하가 우려되는 경우	〈2안〉		앵글규격(높이·두께) 변경 단열재두께 / 앵글 규격 100㎜이하 / L-150×50×T(계산값) 150㎜이하 / L-200×50×T(계산값) 200㎜이하 / L-250×50×T(계산값)
	〈3안〉		웨지앵커로 변경 단열재두께 / 웨지앵커 몸통 직경 100㎜이하 / M_{req}(계산값) 150㎜이하 / M_{req}(계산값) 200㎜이하 / M_{req}(계산값)

2) 상기 변경내용 외 앵글 강종 및 길이(벽체길이방향), 앵커 강종은 당초 구조검토계산서에서 정하는 조건을 따르고, 웨지앵커 직경은 단열구간과 콘크리트 묻힘구간이 동일한 것을 기준으로 합니다.

〈2안〉의 앵글 요구두께(T)와 〈3안〉의 웨지앵커 요구직경(M_{req})은 계산을 통하여 결정됩니다.
건축물 내진설계 조건, 칸막이벽 설치위치/크기/지지조건/개구부 등 설치조건, 단열재 두께에 따라 제각각 달라집니다.

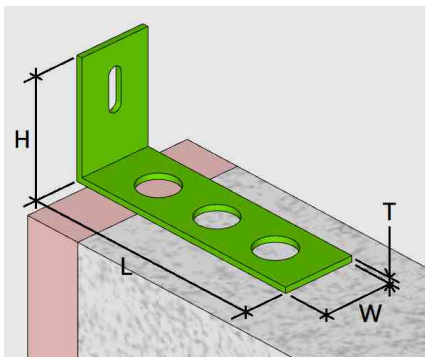
※ [2025년 개정] 〈3안〉 앵커는 몸통부 강관형 단면이 사용될 우려가 있어서 웨지앵커로 변경함. 내부 속이 꽉 찬 웨지앵커나 일반앵커로 사용이 가능함.

E11 강재에 상단 전도방지철물 설치는 어떻게?

질의사례	기둥은 철골철근콘크리트여서 측단 고정철물은 콘크리트 못으로 타정하여 설치 가능합니다. 그러나 상단 전도방지철물은 H형강 보나 데크플레이트 슬래브 철판에 설치해야 하는데, 앵커류는 사용할 수 없으므로 용접을 하고자 합니다. 용접으로 고정해도 되나요? 주의할 점은 없나요?
답변사례	**용접으로 고정합니다. 용접부 비파괴검사는 기본이지만, 조건을 충족하면 비파괴검사를 면제하고 육안검사만 실시할 수도 있습니다.** 1) 근거 현장 용접검사 비파괴시험 면제조건, 「강구조 연결 설계기준 (KDS 14 31 25)」 4.1.2.4. (4) KCS 14 31 20에 따른 품질관리 구분 '나'의 구조물 중 용접검사 비파괴시험을 면제한 경우, 필릿용접부에 대해서는 식 (4.1-2)에 의해 계산한 값의 50%를 용접의 단위길이 당 설계강도값으로 취한다. 2) 용접검사 비파괴시험 면제조건 상기 기준을 해석하면, 내진설계·검토시 접합부에 작용하는 소요강도에 2배 이상 용접강도가 확보되도록 설계된 조건이라면 비파괴시험을 면제할 수 있습니다. 3) 검토결과 사례 철골구조에서 상단 전도방지철물을 고정하는 경우 : H형강이나 데크플레이트에 아래와 같이 용접할 것.  H형강을 따라 용접하는 상단 전도방지철물의 중심간격은 P.8의 「(4) 단부시공」에서 정리한 간격 @값 이내를 준수하여야 한다. 위 용접치수와 용접길이를 준수하면, KDS 14 31 25 「강구조 연결 설계기준」에서 정하는 용접검사 비파괴시험 면제조건을 충족하므로 육안검사로 용접결함 여부만 확인하면 된다. 그러나 육안검사시 용접규격에 미달하거나 결함이 발견되면 현장 비파괴시험을 실시하거나 추가 보강용접을 하여야 한다. **용접검사 비파괴시험이 면제되는 조건으로 설계된 경우라도 육안검사는 필수이며, 육안검사시 용접규격에 미달하거나 결함이 발견되면 현장 비파괴시험을 실시하거나 추가로 보강용접을 하여야 합니다.**

E12 측단 연결철물의 설치는?

질의사례	조적 칸막이벽 측단이 구조체(기둥 또는 벽체)에 접하는 부위에 이격조인트를 설치하게 되는 경우에는 측단 연결철물은 어떤 규격을 사용해야 하고, 정착용 앵커는 어떻게 설치해야 하나요?
답변사례	**측단 연결철물은 일반적인 L형 철물을 사용하되 이격조인트 두께만큼 수평길이가 추가되어야 합니다.** 1) 일반적인 측단 연결철물 기본치수



구분	L형 철물 치수(㎜)			
	높이(H)	길이(Li)	폭(W)	두께(T)
조적벽 두께 100㎜	36	67 이상	36	1.2
조적벽 두께 150㎜	50	67 이상	50	1.2
조적벽 두께 200㎜	70	67 이상	70	1.2
두께 1.2㎜ 이상의 표면 녹발생 방지조치가 된 L형 플레이트 [근거 : 한국토지주택공사 전문시방서 LHCS 41 34 02 : 2020]				

상기 길이(Li)는 줄눈에 삽입 정착되는 기본 치수입니다.
이격조인트(내진슬릿) 두께만큼 추가된 길이(L = Li + 이격조인트 폭)의 제품을 사용하시길 바랍니다.

2) 상기 LHCS 기본치수 규격이 아닌 측단 연결철물을 사용하는 경우,
구조검토를 통해 안전성을 입증하여 감리자의 승인을 득하여야 합니다.

3) 측단 연결철물의 정착
일반적인 타정못이나 칼블럭으로서 몸통부 직경 4㎜, 관입깊이 30㎜ 이상으로 설치하고, 수직방향 설치간격은 칸막이벽마다 설치조건(위치/전체크기/개구부크기 등)에 따라 다르게 계산될 수 있습니다.

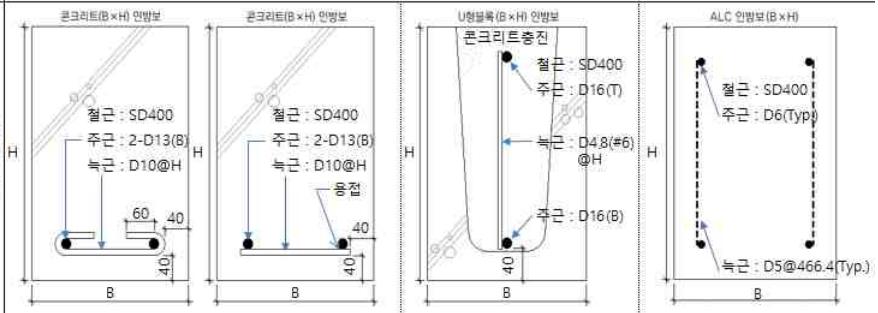
측단 연결철물을 구조체에 정착하는 앵커도 타격앙카(통상 몸통직경 4㎜이상)를 사용할 수 있습니다. 다만 측단 연결철물들의 사이간격은 구조검토계산으로 결정된 값 이내로 설치하여야 하고, 이 사이 간격은 칸막이벽 설치조건에 따라 달라질 수 있습니다.

E13 인방에 대한 주의사항은?

질의사례	조적 칸막이벽 내진검토시 인방보도 포함되나요? 당 현장에서는 시멘트벽돌 칸막이벽에는 기성인방을, 보강블록 칸막이벽에는 U형블록인방을, ALC칸막이벽에는 기성인방(ALC인방)을 사용할 예정입니다.
답변사례	**인방은 칸막이벽 중 가장 취약한 부위입니다. 「구조검토계산서」에는 인방에 대한 검토 후 설계(단면/배근) 조건을 제시하는 것이 통상적이며, 따라서 재료를 가정할 수 있는 현장제작 콘크리트 인방으로 검토되는 것이 일반적입니다. 건축구조기술사사무소마다 검토범위는 제각각 다를 수 있습니다.**

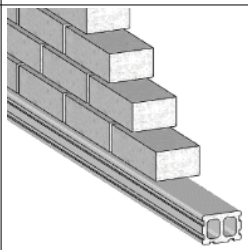
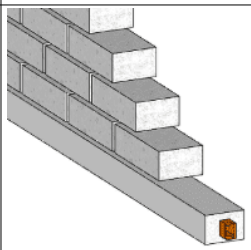
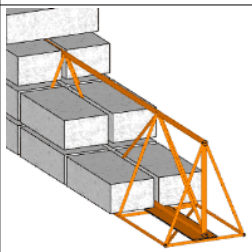
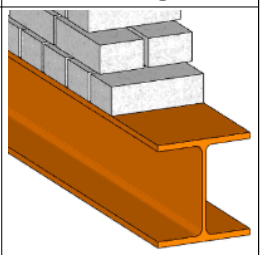
1) 당사의 검토결과 사례예시

▌콘크리트인방 및 U형블록인방 현장제작 단면, ALC인방 안전단면

구분	현장제작인방보		기성인방보
	현장제작콘크리트인방	U형블록인방	ALC인방
철근 보강 단면 상세			
특기 사항	상기 2개 단면 중 선택할 것 상하가 뒤집혀 설치되지 않도록 표시할 것	철근 및 철선의 직경은 상기 규격 이상일 것	상기 외 기성인방보의 안전은 제조·납품사가 입증할 것

상기는 특정 현장에서의 검토결과 사례입니다. 현장마다 인방규격과 배근상세 결과는 달라집니다. ALC인방를 제외한 기성인방보는 종류가 다양하고 동일 종류라도 제작사마다 재료강도가 다양하여 임의 가정하여 계산할 수 없는바, 해당제품 제조·납품사에게 「구조계산서」등 안전 확인서류를 요청하고, 또는 시험성적서 등 해당업체 기술자료를 당사에 제공하여 별도 검토를 요청할 수 있습니다.

2) 기성인방 사양별 특징

구분	중공경량인방	콘크리트스틸인방	트러스인방	철골인방
예시				
제작	시멘트+규사+무기질섬유	콘크리트+경량ㄷ형강×2	철근+철선+철판	압연H형강
제작	진공압출성형 후 고온고압증기양생	경량ㄷ형강(2개 맞물림) 콘크리트 양생	트러스형식으로 용접	열간압연된 일반적인 강재
시공	현장 절단/설치 직후 상부 조적쌓기 가능	현장 절단/설치 직후 상부 조적쌓기 가능	트러스 내 벽돌쌓기 및 양생 후 상부 조적쌓기	공장 재단, 현장 설치 직후 상부 조적쌓기 가능
구조 장점	단면성능 확보하는 위치에 중공을 형성하여 콘크리트의 약1/4로 경량	콘크리트만으로는 부족한 휨성능을 강재로 보완	조적과 강선의 합성효과로 휨성능을 높임 캠버로 처짐대응 가능	규격화된 강재로서 구조해석이 용이함
고려 사항	단일재 설치는 곤란할 수 있고 여러 개의 조합 구성을 검토할 필요있음	단일재 설치는 곤란할 수 있고 여러개의 조합 구성을 검토할 필요있음	경우에 따라 캠버나 2~3중 설치가 필요한 경우있음	현장적용 가능한 규격 중에서 강도, 처짐성능을 보유한 규격을 선택

기성인방보는 대체로 현장제작 콘크리트 인방보다 경량이므로 시공안전 확보에 유리하고, 공기단축의 효과가 있으며, 재료가 비교적 균질하여 구조적 품질성능이 비교적 일정한 장점 등이 있습니다. 현장에서 유리한 사양을 선택하고, 「구조계산서」등 안전 확인서류를 감리자에게 제출하여 승인받아야 합니다.

E14 조적 칸막이벽 두께는?

질의사례	내진특등급이 아닌 일반적인 건축물에서 피난경로상에 위치하지 않는 조적 칸막이벽은 어떻게 시공해야 하나요?
답변사례	**내진설계 대상이 아닌 조적 칸막이벽이라면, 공사시방서 등 설계도서에서 정하는 바에 따라 설치하고, 벽돌쌓기 높이나 길이는 외부에서는 두께의 18배 이내, 내부에서는 두께의 36배 이내의 조건을 충족하여야 합니다.** **내진 설계대상인 조적 칸막이벽이라면, 내진설계 「구조검토계산서」에서 정하는 바에 따라 설치하여야 합니다.** 1) 근거

내진설계 대상이 아닌 조적 칸막이벽인 경우,
「조적식구조 경험적 설계법 (KDS 41 60 40)」 4.5.
(1) 조적벽은 표 4.5-1에 주어진 간격을 초과하지 않도록 수직, 수평방향으로 횡지지를 확보하여야 한다.
표 4.5-1 경험적 설계를 위한 횡력지지

유형		최대 l/t, h/t
내력벽	속찬 또는 그라우트 충진 조적벽체	20
	기타	18
비내력벽	외부	18
	내부	36

(2) 수평적으로는 대린벽, 붙임기둥 및 기타 골조 부재에 의해 수직적으로 바닥판 및 지붕에 의해 횡지지 되어야 한다.
(3) 파라펫벽을 제외한 캔틸레버벽에서 공칭두께에 대한 높이의 비는 속찬조적개체의 경우 6, 속빈조적개체의 경우 4를 초과할 수 없다.
(4) 중공벽의 높이/두께비 계산에서 두께는 내부벽겹과 외부벽겹의 공칭두께의 합으로 산정한다. 조적개체와 모르타르의 등급이 다른 벽체들로 구성된 경우에는 가장 불리한 조합에 허용된 높이/두께비 또는 길이/두께비를 초과하지 않도록 하여야 한다.

내진설계 대상인 조적 칸막이벽인 경우,
「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 13.4.1.
(1) 비구조 조적벽체는 최소 90㎜ 이상 또는 0.035h를 확보해야 하며 공공장소 또는 비상구는 120㎜ 이상이어야 한다.
[이 조항은 제13장 조적구조에 해당하며, 비구조요소의 최소 기준으로 삼기에는 무리가 있다고 사료됨]

2) 비내력벽(조적 칸막이벽)의 외부와 내부
외부와 내부의 구분은 그 벽체가 외기(풍하중)의 영향을 받는지 여부로 판단하면 될 것입니다.

3) 조적 칸막이벽의 높이가 기준을 초과하는 경우
조적두께를 키우거나, 조적두께를 키울 수 없는 상황이면 중간에 보를 설치하여 지지높이를 줄이는 방법도 있으나, 중간 보를 설치하면 구조계의 하중전달흐름이 달라지므로 구조설계를 다시 실시해야 하는 부담이 발생할 수 있으므로 주의가 필요합니다.
상부 슬래브에서 콘크리트 수벽을 내려 조적구간 높이를 줄이는 방법이 실효적이며, 이때 수벽의 양측단은 기둥으로부터 이격조인트를 설치시켜 단주효과를 예방해야 합니다.

내진설계 대상이 아닌 조적 칸막이벽이라도 벽돌쌓기 높이나 길이가 기준보다 크다면 내벽횡하중 등을 반영하여 구조검토를 실시하고 안전을 확인해야 합니다.

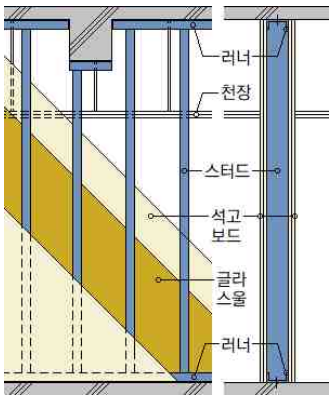
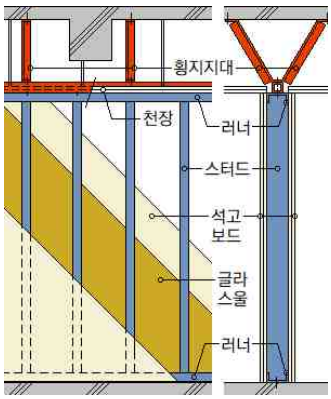
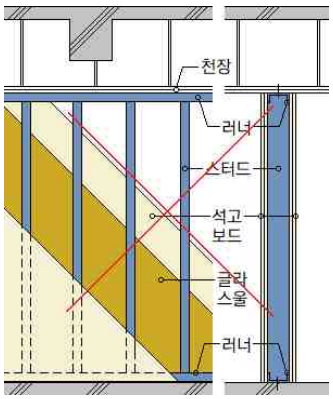
E15 경량 칸막이벽 내진설계 검토내용은?

질의사례	스터드 양면에 석고판이 접합되는 건식벽체도 내진설계 대상인가요? 내진설계 대상이라면 일반적인 시공방법과 많이 달라지나요?
답변사례	**건식벽체 등 비교적 경량인 칸막이벽은 내진특등급 건축구조물에서는 모두 내진설계 대상이고, 내진특등급이 아닌 건축구조물에서는 피난경로에 접하는 부분만 내진설계 대상입니다. 그러나 내진설계 대상 중에서도 높이와 무게조건에 따라 제외될 수 있습니다.**

1) 비교적 경량인 칸막이벽으로서 내진설계 대상에서 제외되는 조건

근거	E3 내용참조

2) 내진설계 대상이 되는 건식벽체 칸막이벽 설치방법

구분	정상설치		위험설치
	일반 권장설치	횡지지대 보강설치	
예시			
설명	상부 러너를 슬래브에 고정하여 칸막이벽 완성 후 천장설치	상부 러너를 슬래브에 고정하지 못할 때, 천장 속 횡지지대 보강	천장은 구조체만큼 강하지 못하여 칸막이벽을 천장에 고정 금지
근거	「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.3.3.(1) 높이가 1.8m 이상인 칸막이벽 또는 천장재와 연결된 칸막이벽은 건물구조체에 횡지지되어야 한다. 칸막이벽의 횡지지부재는 천장재의 횡지지부재와 별도로 설치되어야 한다.		

3) 내진설계·검토 진행시 필요한 자료목록

건축도면	설계개요, 기본도면 (평/입/단면도), 건식벽체위치도/일람표 또는 재료마감상세도
구조자료	구조계산서(건물골조), 지반조사보고서

천장 속 높이가 지나치게 높거나 슬래브에 단열재가 설치되어 건식 칸막이벽을 구조체에 직접 고정할 수 없는 경우, 앵글을 브레이스 횡지지대로 설치하고 횡지지대 경사각은 수직 기준 45°를 권장합니다.

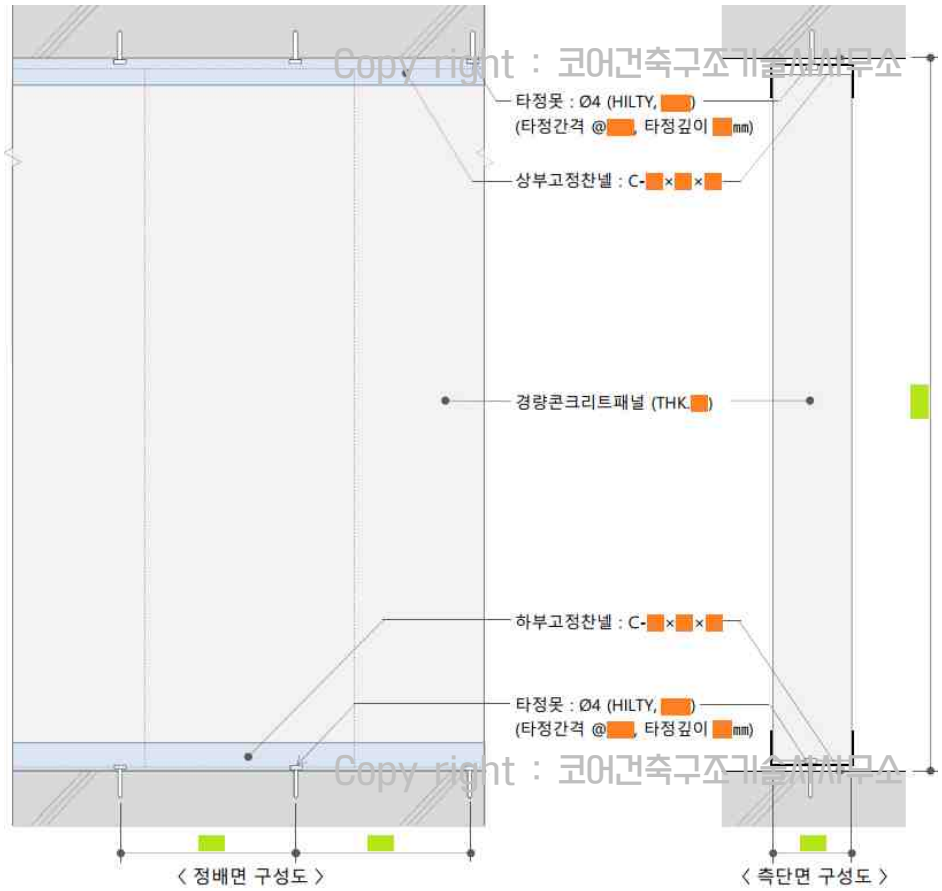
E16 경량콘크리트패널 칸막이벽은 어떻게?

질의사례	경량콘크리트패널이 칸막이벽이면 내진설계 대상인가요? 내진설계 대상이면 시공방법이 달라지나요?
답변사례	**경량콘크리트패널(ALC Pannel)은 건식으로 설치되는 벽체로서 내진특등급 건축구조물에서는 모두 내진설계 대상이고, 내진특등급이 아닌 건축구조물에서도 피난경로에 접하는 부분은 내진설계·검토 대상입니다. 종래 설치하는 방식에서 발휘되는 내진성능을 밝혀 내진안전 여부를 검토하고, 만약 내력이 부족한 경우에는 파괴·전도될 수 있으므로 안전성 확보가 가능한 수준으로 설치조건을 검토·제시합니다.**

1) 비교적 경량인 칸막이벽으로서 내진설계 대상에서 제외되는 조건

근거	E3 내용참조

2) 경량콘크리트패널 내진설계·검토 세부내용

구성 예시	
내진 검토 사항	1. 경량콘크리트패널 자체에 대한 휨강도, 전단강도에 대한 안전성 검토 2. 상하 고정찬넬에 대한 압축좌굴강도, 휨강도, 전단강도, 웨브크리플링강도에 대한 안전성 검토 3. 상하 고정찬넬에 대한 압축+휨, 휨+전단, 휨+웨브크리플링 조합강도에 대한 안전성 검토 4. 고정찬넬을 콘크리트 구조체에 정착하는 타정못에 대한 뽑힘강도, 전단강도에 대한 안전성 검토 5. 경량콘크리트패널의 면외방향 변형 안정성에 대한 검토 6. 고정찬넬 플랜지 변형 안정성에 대한 검토

3) 내진설계·검토 진행시 필요한 자료목록

건축도면	설계개요, 기본도면 (평/입/단면도), 경량콘크리트패널 벽체 일람표 또는 상세도
구조자료	구조계산서(건물골조), 지반조사보고서
재료시험성적서	콘크리트패널 휨강도 시험결과(국가공인시험기관의 시험성적서)

현장의 지반조건 및 건물에 적용된 내진설계 조건에 대하여 경량콘크리트패널의 보유 휨강도가 작거나, 두께가 얇든지 또는 지나치게 두꺼우면 벽체가 파괴될 수 있고, 고정찬넬의 규격(두께)가 얇거나, 타정철못의 규격 또는 설치간격이 적정하지 못하면 벽체가 전도될 수 있어 위험합니다.

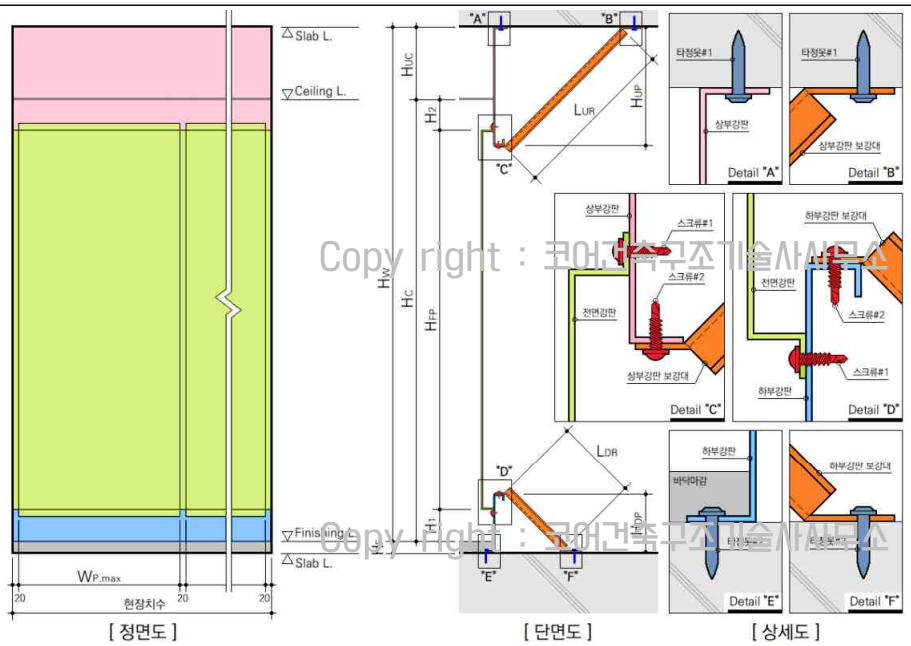
E17 아파트 복도 강판(1.6T) 칸막이벽은 어떻게?

질의사례	아파트 복도·홀에서 PS·AV·EPS·TPS실은 통상 강판(1.6T)으로 경계벽을 만듭니다. 이러한 철판 벽체도 피난경로상에 있다면 칸막이벽으로서 내진설계 대상인가요?
답변사례	**강판(1.6T)은 단위면적당 무게가 약 0.125kN/㎡이므로 기준이 되는 0.48kN/㎡보다 훨씬 가볍고, 수평 지진하중도 가장 불리한 지반조건·설치위치를 고려해도 약 0.05kN/㎡이므로 기준이 되는 0.25kN/㎡ 미만을 충족합니다. 여기에 더하여 칸막이벽 높이만 2.7m 이하라면 검토 제외조건을 모두 총족하지만, 만약 높이가 2.7m를 초과한다면 내진설계·검토 대상입니다.**

1) 비교적 경량인 칸막이벽으로서 내진설계 대상에서 제외되는 조건

근거	E3 내용참조

2) 경량콘크리트패널 내진설계·검토 세부내용

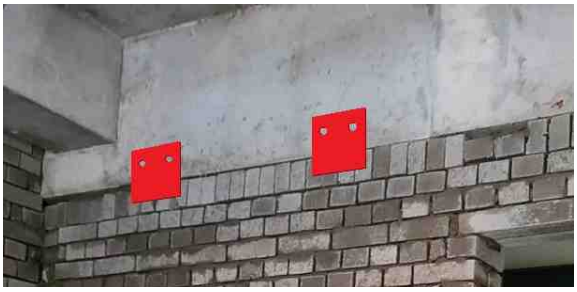
구성 예시	 부속부재 치수 및 설치간격 [단위 : ㎜] 전면강판 테두리 절곡부: A = B = 스크류#1: 전면강판 절곡부 설치, M = , 설치간격 = @ 이내 상부·하부강판 보강대: A = B = C = , 설치간격 = @ 이내 스크류#2: 상하강판 보강대 설치, M = , 설치간격 = @ 이내 타정못#1,2: 타정못#1 : 상부강판 및 상부보강대 바닥정착용 타정못#2 : 하부강판 및 하부보강대 바닥정착용 HILTY Ø = 설치간격 = @ 이내
내진 검토 사항	1. 전면 강판의 휨강도, 전단강도에 대한 안전성 및 변형 안정성 검토 2. 전면 강판 상하단 고정 스크류의 뽑힘강도, 전단강도, 전단+뽑힘 조합강도에 대한 안전성 검토 3. 상부 강판의 인장강도, 휨강도, 전단강도, 휨+전단 조합강도에 대한 안전성 검토 4. 하부 강판의 압축좌굴강도, 휨강도, 전단강도, 압축+휨, 휨+전단 조합강도에 대한 안전성 검토 5. 상·하부 강판 경사지지 보강대의 인장강도, 압축좌굴강도에 대한 안전성 검토 6. 상·하부 강판 및 경사지지 보강대 정착부 타정못의 전단강도에 대한 안전성 검토 등등

3) 내진설계·검토 진행시 필요한 자료목록

건축도면	설계개요, 기본도면 (평/입/단면도), 강판벽 설치상세도
구조자료	구조계산서(건물골조), 지반조사보고서

아파트 복도인 경우에 기준층에서는 강판벽체 높이(H_W)가 2.7m 이하인 경우가 대부분이지만, 최상층, 지하층, 또는 필로티층에서 2.7m를 초과한다면 내진검토 대상이 됩니다. 콘크리트 타설 전에 수벽높이를 조정하여 강판벽체 높이 2.7m 이하로 설치되게끔 한다면 내진설계·검토의 예외조건을 충족합니다.

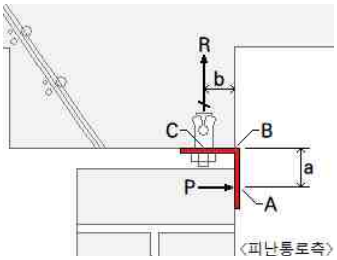
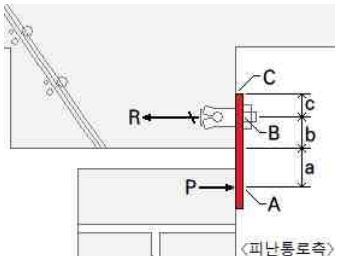
E18 조적 칸막이벽과 보의 측면이 일직선이면?

질의사례	조적 칸막이벽 상단이 슬래브가 아닌 보에 접하는 경우도 많습니다. 칸막이벽 마감을 보 측면과 맞추도록 시공해야 하는 경우에는 상단 전도방지철물(앵글)을 정착하는 앵커를 제대로 설치할 수 없습니다. 이 경우에 오른쪽 사진처럼 상단 전도방지철물을 앵글이 아닌, 평철으로 하고 앵커는 보 측면에 정착해도 될까요? 

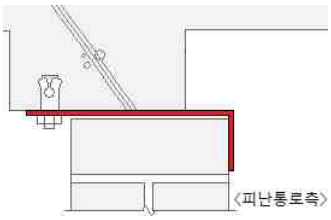
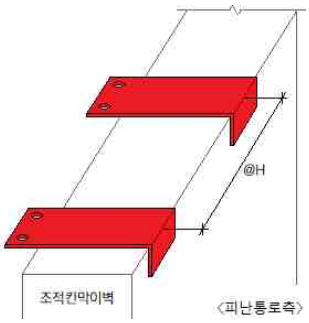
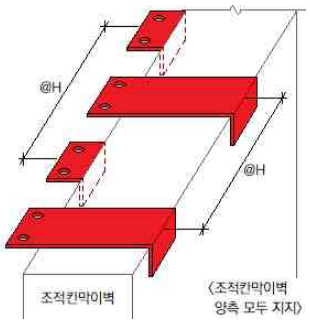
답변사례

불가능하지 않지만, 대신에 철판 두께, 앵커 직경, 앵커 정착깊이 등 치수가 크게 요구될 수 있습니다.

1) 상단 전도방지철물의 소요강도 비교

구분	제1안 - 앵글형 (권장)	제2안 - 평철형 (비권장)
특징	 $M_{max} = M_B = P \cdot a$ $T_C = R = P \cdot a/b$ $V_C = P$ (가정 a=b=35㎜, c=15㎜일 때,) $M_{max} = 35P$ $T_C = P$ $V_C = P$	 $M_{max} = M_B = P \cdot (a+b)$ $T_C = R = P \cdot (a+b+c)/c$ $V_C \fallingdotseq 0$ (가정 a=b=35㎜, c=15㎜일 때,) $M_{max} = 70P$ $T_C \fallingdotseq 5.67P$ $V_C \fallingdotseq 0$
비교	상단 전도방지철물을 앵글로 설치하는 것이 불가능한 경우에 평철형으로 설치할 수도 있으나, 상기와 같이 상단 전도방지철물에 작용하는 휨모멘트(M_{max})와 앵커에 작용하는 인발력(T_C)은 증가하므로, 단지 앵글과 동일한 평철 두께와 기존 검토된 앵커 규격으로 그대로 설치하면 보강철물로서 제대로 효력을 발휘하지 못할 가능성이 높음. 따라서 앵글형이 아닌 평철형으로 설치하고자 하는 경우에는 평철 두께와 앵커 규격 및 관입깊이는 별도로 재검토 받아야 함.	

2) 대안 예시(사후보강 사례)

보강사례 간략도	이해도-1 (내진특등급 건물이 아닌 경우)	이해도-2 (내진특등급 건물인 경우)
 기존 검토된 상단 전도방지철물의 규격 중에서 앵커가 설치되는 판요소 길이만 현장에서 요구되는 치수로 변경		

앵글을 도저히 설치할 수 없거나, 현장에서 임의로 평철로 설치한 것이 역학적으로 'NG'로 판명된 경우에는 위 사례와 같이 추가하여 보강할 수도 있습니다.

앵글형이나 평철형이나 무게가 같더라도 단면형상과 지지조건에 따라 작용력과 저항력이 크게 달라져 위험할 수 있습니다. 평철형으로 설치하는 경우에는 별도로 재검토를 받고 변경되는 규격을 적용하며, 상기 '대안 예시'의 사례를 적용하는 경우에는 책임구조기술자의 의견 및 감리자의 승인이 필요합니다.

E19 피난경로에 피난약자가 사용하는 공간을 추가해야 하는 근거는?

질의사례	내진특등급이 아닌 일반적인 건축물로서 공동주택 신축현장입니다. 앞의 「E2. 피난경로의 범위와 칸막이벽 중 내진설계 대상」의 답변사례에서 '피난약자가 전용·사용하는 공간은 엄밀하게는 피난경로에 속하지 않지만, 이 공간에 설치되는 칸막이벽은 내진설계 대상으로 보아야 한다고 사료됨'이라고 답변되어 있는데, 이 경우에 당 현장은 어린이집, 경로당, 맘스카페, 근린생활시설과 주민공동시설 내에 장애인 화장실까지 내진을 적용하는 공사 범위가 크게 확대됩니다. 이런 부분까지 포함해야 한다는 기준이 존재한다면 당연히 따라야겠지만, 그렇지 않다면 공사비 증가가 부담되므로 내진을 적용하는 것에 대해서 주저할 수밖에 없습니다. 명확한 기준이 있다면 알려주시기 바랍니다.
답변사례	**E2의 내용을 보다 적극적으로 이해한다면 피난약자(노유자, 임산부, 장애인 등)의 전용·사용공간은 광의적으로 피난경로에 속한다고 보아도 전혀 무리가 없을 것입니다.** 1) 근거 「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.1.2.(1) 비구조요소의 중요도계수 I_p는 1.0으로 한다. 단, 다음에 해당할 경우 I_p를 1.5로 한다. ① 소화배관과 스프링클러 시스템, 소화수조 등 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능하여야 하는 비구조요소. 또한 피난경로상의 계단, 캐노피, 비상유도등, 칸막이벽 등 손상시 피난경로확보에 지장을 주는 비구조요소와 대형 창고형 매장 등에 설치되어 일반대중에게 개방된 적재장치 「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률」 제36조(피난계획의 수립 및 시행) ② 피난계획에는 그 소방안전관리대상물의 구조, 피난시설 등을 고려하여 설정한 피난경로가 포함되어야 한다. 「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률 시행규칙」 제34항(피난계획의 수립 · 시행) 제①항 4. 각 거실에서 옥외(옥상 또는 피난안전구역을 포함한다)로 이르는 피난경로 5. 피난약자 및 피난약자를 동반한 사람의 피난동선과 피난방법 「학교시설 내진설계기준 (2020.04)」 2.2.(1) 학교시설의 내진등급은 내진1등급으로 분류한다. 다만, 다음에 해당되는 학교시설의 내진등급은 내진특등급으로 분류한다. (가) 지진과 태풍 또는 비상시의 긴급대피수용시설로 지정한 학교시설 (나) 연면적의 합계가 10,000m2 이상인 학교시설에 포함된 강당, 체육관 또는 이와 유사한 용도의 건축물 (다) 특수학교 2) 피난경로의 범위에 대한 고찰 현재까지의 기준에는 '피난경로'로만 범위를 기재하고 있고, '피난약자를 위한 공간을 포함하여야 한다'라는 조건은 없으나, '피난경로'에 대한 정의를 살필 때 「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률 시행규칙」 제1항에는 '각 거실에서 옥외로 이르는' 범위로 좁은 뜻의 피난경로 외에도 '피난약자 및 피난약자를 동반한 사람의 피난동선'까지 피난계획 수립의 범위에 포함됩니다. 또한 「학교시설 내진설계기준」을 보더라도 주사용자가 피난약자인 특수학교는 건축구조물 전체를 내진특등급으로 분류합니다. 이로써 광의적 의미의 피난경로는 좁은 의미로서 거실에서 옥외로 이르는' 경로에 추가하여 '피난약자의 피난동선'까지를 함께 포함하여 피난계획의 대상이 되는 공간 범위까지 볼 수도 있고, 여기서 피난약자의 피난동선은 피난행동의 속도를 감안할 때 '각 거실로부터'가 아니라 피난약자의 전용·사용공간까지 포함하는 범위까지 보는 것이 타당하다고 사료됩니다. **비구조요소는 지진이 발생하면 인명을 위협하는 위험요소가 됩니다. 이러한 위험으로부터 모든 사람은 동등한 안전수준을 보장받아야 합니다.**

E20 건식 스터드 칸막이벽 수평 보강채널 위치에 대하여?

질의사례

내진검토를 받은 건식 스터드 칸막이벽 설치 중, C-STUD에 보강채널 설치를 위해 타공된 위치가 「구조검토계산서」에서 요구하는 위치와 다르게 타공되어 있음이 확인되어 작업이 중지되었습니다. 문제의 벽체는 지상1~6층에 계획된 DW3이고, 벽체 높이는 가장 높은 층간 높이인 지상1층을 기준으로 5820㎜로 검토되었고. 수평 보강채널은 벽체 높이의 1/2에 설치하게 되어있어 그대로 시공하였습니다.

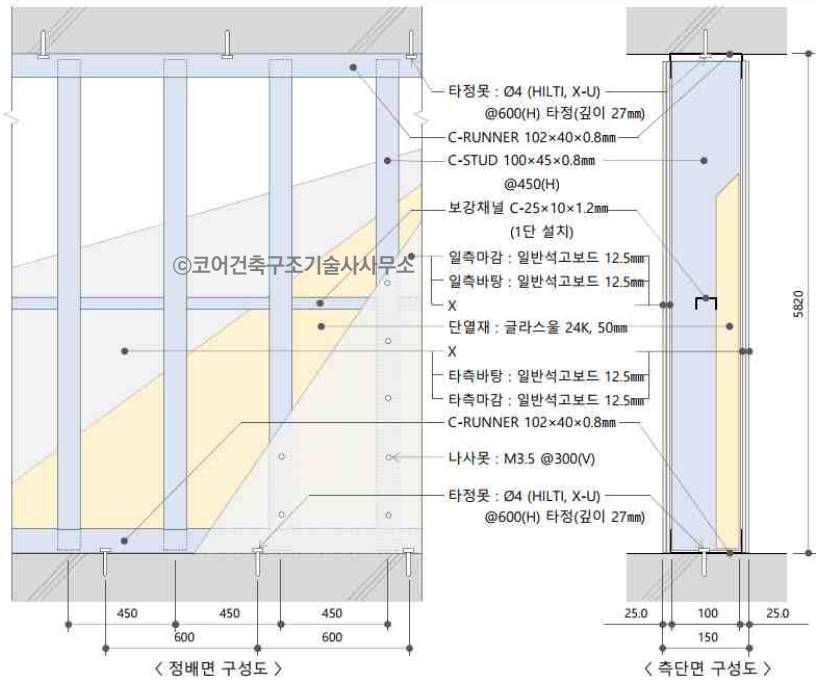
DW3

건식 스터드(C-STUD) 칸막이벽

Ⅰ. 벽체 DW3 결과요약

1. 시공·설치조건

구분	시공·설치조건
설치위치	1F~6F
벽체높이	5820 ㎜ 이내
석고보드	일측마감 : 일반석고보드 12.5㎜ / 타측마감 : 일반석고보드 12.5㎜
단열재	단열재는 글라스울 밀도 24K 이상 제품을 타공높이 27㎜ 이상으로 설치
보강채널 (CHANNEL)	보강채널 C-25×10×1.2㎜ 1단 설치 (스터드 높이에서 1/2 위치에 설치)



〈 정배면 구성도 〉 〈 측단면 구성도 〉

그러나 지상2~5층의 벽체 높이는 5250㎜이고 이 벽체들에서 수평 보강채널 설치를 위해 타공된 높이는 그 벽체 높이의 1/2, 즉 정중앙 높이가 아니라 아래 끝으로부터 2910㎜에 있습니다. 안전할까요?

답변사례

건식 스터드 벽체의 내진검토는 스터드, 러너, 석고보드 고정 나사못, 러너 정착 타정못 등을 검토하며, 스터드가 압축좌굴이나 휨(횡비틀림)좌굴 등에 안전하지 못할 때, 보강채널을 설치함으로써 비횡지지 구간길이를 줄여서 내력, 즉 설계강도를 높일 필요가 있을 때 검토에 반영하며, 그에 따라 설치되어야 합니다.

1) 이 건에 대한 답변

귀 현장에 계획된 DW3 벽체는 1개의 수평 보강채널이 최대 벽체 높이의 1/2 위치에 설치하도록 하여 비횡지지 구간길이 즉, 러너 정착부와 보강채널까지 수직거리가 2910㎜ 이내를 만족해야 합니다. 일부 층에서 실제의 벽체 높이가 검토에 고려한 최대 벽체 높이보다 높지 않고, 동시에 러너 정착부와 보강채널까지 수직거리도 2910㎜ 이내를 만족하므로, 당초에 검토된 설계압축좌굴강도와 설계휨좌굴강도는 감소하지 않으므로 안전합니다. 따라서 별도의 추가검토는 필요하지 않습니다.

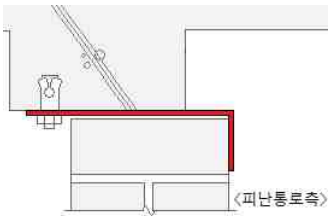
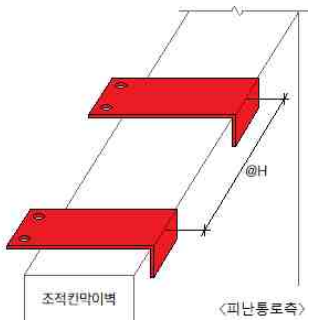
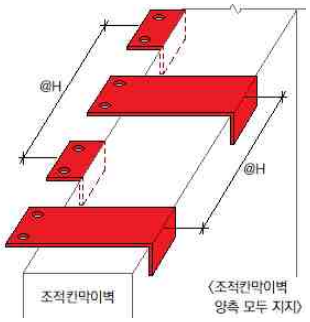
2) 유의사항

위 내용은 특정 현장에서의 사례를 소개한 것이며, 이 시공·설치조건을 타 현장에서 내진검토 없이 임의로 차용하여 시공하면 위험합니다.

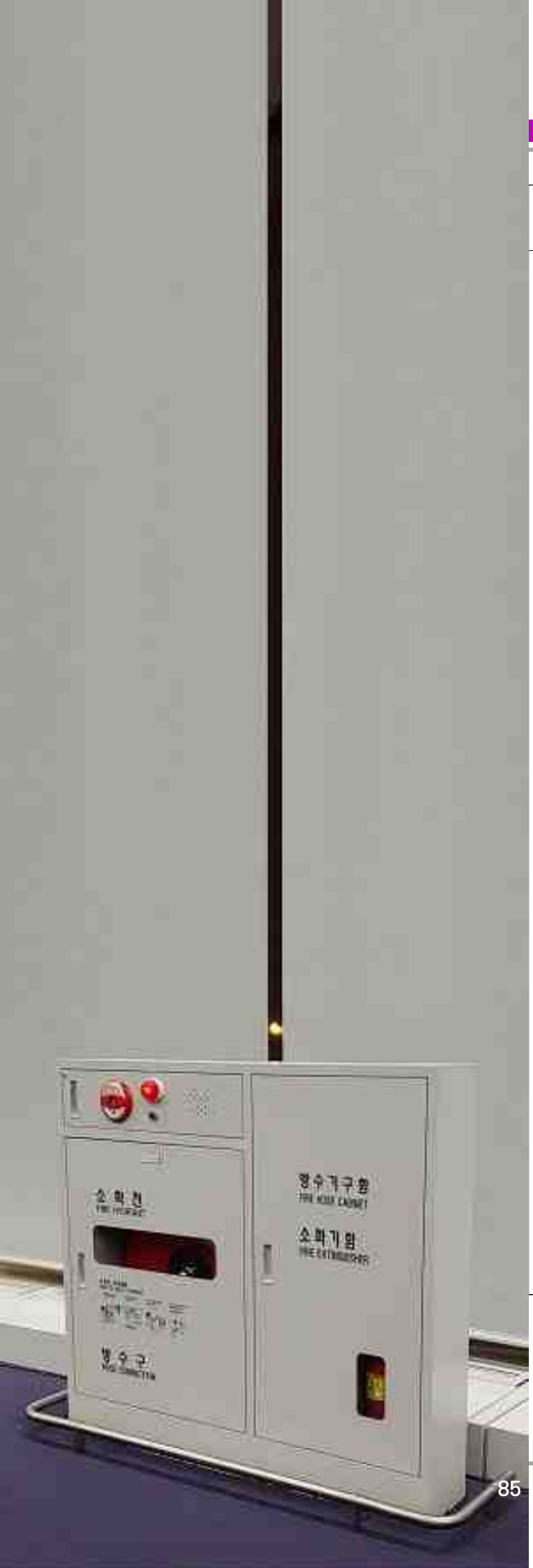
건식 스터드 벽체의 내진검토 구조해석의 검토범위 및 기법은 건축구조기술사마다 다를 수 있습니다.

E21 상단 전도방지철물을 수벽에 잘못 설치했을 때?

질의사례	E+18 에서 안내한 내용에 따라 상단 전도방지철물에 평철은 사용하지 않았으나, 오른쪽 사진처럼 앵글을 세워서 설치하였는데, 감리단으로부터 재시공을 지시받았습니다. 사진처럼 설치하면 안 되나요?
답변사례	**사진처럼 설치하면 안 됩니다. 감리단의 지시에 따르시기 바랍니다.** 1) 이유 정착부 당 앵커 개수가 1개 밖에 되지 않고 또 지렛대 효과로 앵커에 요구되는 인발력은 지대하게 커지며, 또 앵글이 앵커의 축을 기준으로 회전할 수 있으므로 안정성도 크게 우려됩니다. 2) 대책 : P.90에서 소개한 '2) 대안 예시(사후보강 사례)'

보강사례 간략도	이해도-1 (내진특등급 건물이 아닌 경우)	이해도-2 (내진특등급 건물인 경우)
 기존 검토된 상단 전도방지철물의 규격 중에서 앵커가 설치되는 판요소 길이만 현장에서 요구되는 치수로 변경	 	

조적벽체를 전부 또는 일부를 철거하고 재시공할 수 있지만, 이에 따른 작업소요량이 크게 부담되거나 공정계획에 차질이 심각하게 우려되는 경우에는 상기의 대책으로 소개한 방법으로 보강할 수도 있으며, 다만 이 사례를 적용하는 경우에는 책임구조기술자의 의견을 구하고 감리자의 승인을 득하여야 합니다.



F1 피난경로상 캐노피와 계단은 어떻게?

질의사례	피난경로상에 있는 캐노피나 계단은 모두 내진설계·검토대상인가요?
답변사례	**아닙니다. 지진력저항시스템의 일부인 경우에는 비구조요소에 포함되지 않습니다.** 1) 근거 「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.3.7 피난경로상의 계단 및 램프 (1) 지진력저항시스템의 일부가 아니고 단지 그에 부착된 피난경로상의 계단 및 램프는 다이어프램 변형을 포함하여 18.2.3에 정의된 지진 상대변위를 수용할 수 있어야 한다. 순 상대변위는 임의의 수평방향으로 발생한다고 가정해야 한다. 이러한 요소는 다음의 요구 사항에 따라 직접적으로 구조에 지지되거나 기계적 연결 및 고정장치를 통해 지지되어야 한다. 동기준 표18.3-1 건축비구조요소 … / … … / 건물의 지진력저항시스템에 포함되지 않은 출구 계단 … / … … 2) 지진력저항시스템의 일부란, 지진력에 저항하도록 구성된 구조시스템의 일부, 즉 내진설계된 구조물에 속하는 구조요소입니다. 구조체(골조)와 동일한 철골 또는 철근콘크리트면서 내진 적용된 구조계산서에 포함된 구조체로서 이미 구조설계에 반영된 경우입니다. 계단과 캐노피(내민 슬래브)가 구조계산서에 구조해석 되어 포함된 경우는 (파라펫과는 달리) 주요구조부에 해당하기 때문에 구조요소로서 검토되었다는 것이며, 이미 구조요소로서 검토된 것은 비구조요소로 볼 수는 없는 것입니다. **구조체(골조) 구조계산서에 구조해석 내용이 포함되지 않은 피난경로상의 캐노피(각관트러스 또는 유리캐노피 등)나 계단(인테리어회전계단 또는 철재램프 등)은 비구조요소로서 내진설계·검토의 대상입니다.**

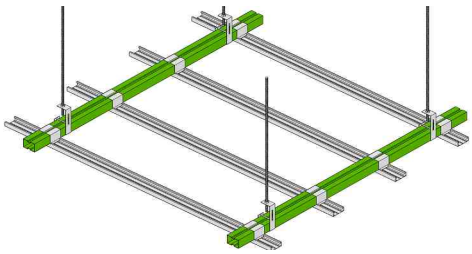
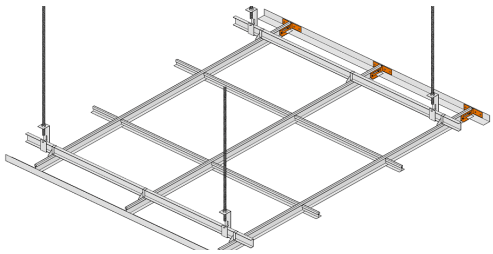
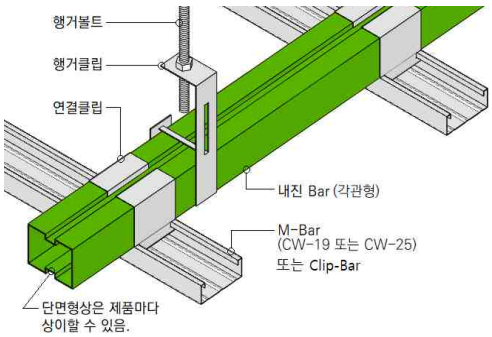
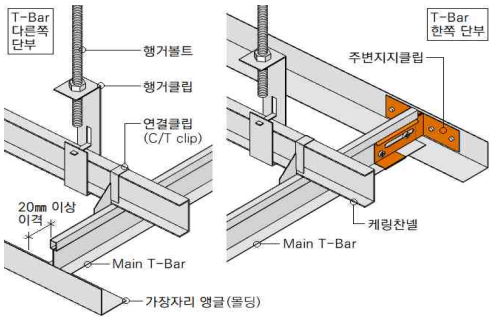
질의사례	M-Bar, Clip-Bar, T-Bar, 석고보드 마감 등 모든 천장재가 내진설계 대상인가요? 내진설계 대상이면 시공방법이 달라지나요?
답변사례	**아래의 두 가지 예외조건에 해당하지 않으면서, 내진특등급으로 설계된 건축물에서 기능수행에 필요하다고 판단하는 경우에는 내진설계 대상입니다. A+12 를 참조하시기 바랍니다.[*]** **천장재가 내진설계 대상에 해당되면 일부 부재규격 또는 설치상세가 달라집니다.**

1) 근거

「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.3.5.
(1) 매달린 천장은 아래 조항을 따라야 한다. 단, 다음은 예외로 한다.
① 면적이 13m^{2}이하이고 벽이나 처마 등으로 횡지지된 매달린 천장
② 석고보드 재질의 마감재가 나사나 못으로 부착된 매달린 천장으로, 전체 천장이 동일한 높이에 설치되며 벽이나 처마 등으로 횡지지된 경우

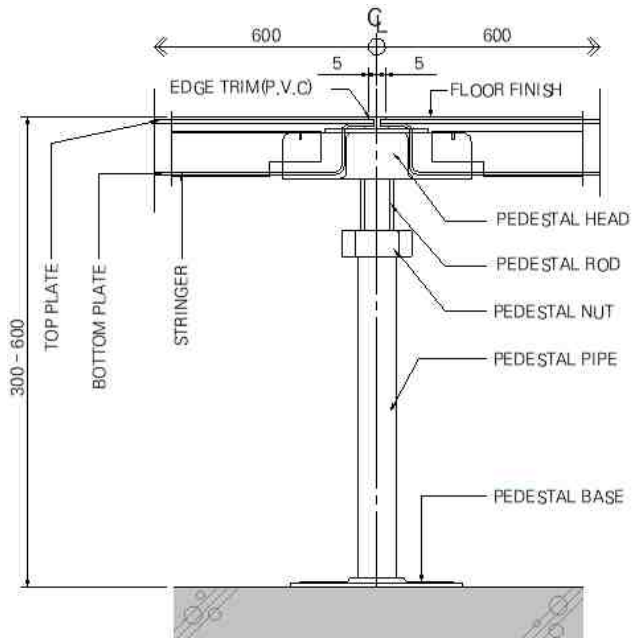
동기준 18.3.5.2.(1).②.가.
인증된 주변지지클립이 사용되지 않는 한 가장자리에 사용되는 앵글이나 채널단면의 폭은 50㎜ 이상이어야 한다. 가장자리 앵글이나 채널단면은 벽에 매립된 스터드에 나사로 접합되거나 다른 구조부재에 단단히 접합되어야 한다. 주변지지클립은 18.1.3.2에 따라 승인된 시험 기준에 따라 인증되어야 한다. 주변지지클립은 클립당 최소 2개의 나사로 가장자리 앵글 또는 채널에 부착되어야 하며, 천장의 모든 가장자리를 따라 설치되어야 한다. 천장그리드의 한쪽 단부는 가장자리 앵글, 채널 또는 주변지지클립에 부착되어야 하며 다른쪽 단부는 벽으로부터 20㎜의 유격을 가지고 가장자리 앵글, 채널 또는 주변지지클립 위에서 자유롭게 미끄러질 수 있도록 설치되어야 한다.

2) 내진을 위한 필수 구성요소

구분	M-Bar System, Clip-Bar System [*]	T-Bar System
필수 조건	M-BAR 또는 Clip-Bar + 캐링찬넬 대신에 폭 50㎜ 이상인 내진BAR	T-BAR(Main, Cross) 한쪽 주변지지클립 + 다른 한쪽은 20㎜ 이격하고 가장자리 앵글받침
시스템 예시		
구성 상세		
내진 개념	지진 시 천장틀이 벽에 충돌하면 M-Bar나 Clip-Bar보다 설치간격이 큰 케링찬넬에 큰 압축력이 작용하여 찬넬이 좌굴·변형하면서 천장이 파괴·추락할 가능성 높음. 따라서 압축좌굴강도가 상대적으로 큰 각관 등을 내진 Bar로서 케링찬넬을 대체함.	직각방향 모두 통상@600 설치되는 Main T-Bar와 Cross T-Bar는 한쪽 단부에 주변지지클립을 설치하여 천장이 벽체 거동에 종속·이동되는 것을 허용하되, 다른쪽 단부는 충분히 이격하여 벽면에 충돌되지 않도록 함. 달대 높이가 길고 지진시 건물 변위가 크면 계산에 따라 더 큰 간격이 요구될 수 있음.

내진설계 대상에 해당되는 경우에 M-Bar System에서는 캐링찬넬을 각관 등으로 변경을, T-Bar System에서는 주변지지클립 추가설치 및 이격거리 등이 내진설계 「구조검토계산서」로 결정됩니다.

질의사례	악세스플로어 또는 OA플로어 등 이중바닥은 모두 내진설계 대상인가요? 내진설계 대상이면 시공방법이 달라지나요?
답변사례	**내진특등급으로 설계된 건축물에서 기능수행에 필요하다고 판단하는 경우에는 내진설계 대상입니다. A+12 를 참조하시기 바랍니다.[*]** **이중바닥 위에 설치되는 장비 영향에 따라 주요 구성부재의 규격 등이 달라질 수도 있습니다.** **이중바닥 시스템뿐만 아니라, 그 위에 설치되는 장비의 전도 위험성 여부도 포함하여 검토해야 합니다.** 1) 근거 「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.3.6.1. (2) 이중바닥 패널에 고정된 장비의 전도효과도 고려하여야 한다. 인장력을 받지 않도록 설계되는 슬립온 헤드를 사용할 경우 장비에 의해 발생하는 전도모멘트를 지지할 수 있는지 검토되어야 한다. 2) 내진성능 확보을 위해 권장되는 주요 구성요소 규격

주요 구성요소		권장규격	권장강도 (강종)
Stringer		□-20×30×1.4t	fy=295MPa (SGC295Y)
Pedestal	Pedestal Pipe	D22×1.4t 또는 D34×1.8t	fy=295MPa (SGC295Y)
	Pedestal Base	PL-80×80×2.0t 또는 그 이상	fy=295MPa (SGC295Y)
예시			

Pedestal Base는 일반적으로 슬래브에 접착제로 접착되지만, 장비 하중에 따라 큰 지진력이 작용하는 경우에는 내진설계 「구조검토계산서」 결과에서 콘크리트 못 또는 Set Anchor 설치가 요구될 수 있습니다.

내진설계 대상에 해당되는 경우에 내진설계 「구조검토계산서」를 통하여 시공자가 설치를 계획한 Floor, Stringer, Pedestal 규격 및 Pedestal Base 하부 지지조건으로 검토를 실시하여 내진성능이 부족하면, 적정한 규격 및 지지방법으로 변경될 수 있습니다.

F4 각종 제어반과 소화전함도 내진설계 대상인가? [보완]

질의사례	수배전반, MCC 및 각종 제어반 등 캐비넷형 장비와 소화전함은 모두 내진설계 대상인가요? 내진설계 대상이면 시공방법이 달라지나요?
답변사례	**소화전함은 모두 내진설계 대상입니다.** **소방과 관련한 기능이 포함되어 있는 장비는 소화전함 외에도 모두 내진설계 대상이고, 소방과 관련 없는 장비는 본 안내서 F+22 및 F+23의 내용을 참조하시기 바랍니다. 내진Ⅰ등급 또는 내진Ⅱ등급으로 설계된 건축물에서 소방 이외에 설치높이 1.2m 이하면서 중량 1,800N 이하이고 덕트나 파이프와의 연결부가 유연한 재료로 구성되어 있는 장비만 내진설계 대상이 아닙니다.** [*] 1) 근거Ⅰ 「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.1.2. (1) 비구조요소의 중요도계수 Ip는 1.0으로 한다. 단, 다음에 해당할 경우 Ip를 1.5로 한다. ① 소화배관과 스프링클러 시스템, 소화수조 등 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능하여야 하는 비구조요소. 또한 피난경로상의 계단, 캐노피, 비상유도등, 칸막이벽 등 손상시 피난경로확보에 지장을 주는 비구조요소와 대형 창고형 매장 등에 설치되어 일반대중에게 개방된 적재장치 동기준 18.1.2. (2) 상기 (1)에 속하지 않으면서, 다음에 해당하는 전기 및 기계비구조요소는 18장의 규정에 따른 설계가 요구되지 않는다. ① 중요도계수 Ip가 1.0이면서 바닥으로부터 설치높이 1.2m 이하, 중량 1,800N 이하이고 덕트나 파이프와의 연결부가 유연한 재료로 구성되어 있는 경우 동기준 18.4.2.2. (7) 450N을 초과하는 장비의 정착부는 제조사가 인증하지 않은 경우 개별적으로 안전성을 검토하여야 한다. 2) 근거Ⅱ 「소방시설의 내진설계 기준 (소방청고시 제2022-76호)」 제14조(제어반 등) 1. 제어반등의 지진하중은 제3조의2제2항에 따라 계산하고, 앵커볼트는 제3조의2제3항에 따라 설치하여야 한다. 단, 제어반등의 하중이 450N 이하이고 내력벽 또는 기둥에 설치하는 경우 직경 8㎜ 이상의 고정용 볼트 4개 이상으로 고정할 수 있다. 2. 건축물의 구조부재인 내력벽·바닥 또는 기둥 등에 고정하여야 하며, 바닥에 설치하는 경우 지진하중에 의해 전도가 발생하지 않도록 설치하여야 한다. 3. 제어반등은 지진 발생 시 기능이 유지되어야 한다. 동기준 제16조(소화전함) 1. 지진 시 파손 및 변형이 발생하지 않아야 하며, 개폐에 장애가 발생하지 않아야 한다. 2. 건축물의 구조부재인 내력벽·바닥 또는 기둥 등에 고정하여야 하며, 바닥에 설치하는 경우 지진하중에 의해 전도가 발생하지 않도록 설치하여야 한다. 3. 소화전함의 지진하중은 제3조의2제2항에 따라 계산하고, 앵커볼트는 제3조의2제3항에 따라 설치하여야 한다. 단, 소화전함의 하중이 450N 이하이고 내력벽 또는 기둥에 설치하는 경우 직경 8㎜ 이상의 고정용 볼트 4개 이상으로 고정할 수 있다. 3) 소화전함 및 제어반에 대한 내진설계 실시여부에 대한 의견 ① 소형 소방용 제어반 등(무게 450N 이하)을 벽체나 기둥에 설치하는 경우 제조사의 설치기준에 대하여 공인시험기관에서 성능을 확인한 직경 8㎜ 이상의 인증받은 콘크리트 고정용 앵커볼트 4개소 이상으로 고정할 수 있으며, 벽체는 내력을 가진 콘크리트 구조부재이거나 이와 동등한 부재이어야 한다는 의견입니다. ② 제어반 등을 내력벽면에 매립형으로 설치하는 경우는 내진설계된 것으로 볼 수 있다는 의견입니다. **소화전함이나 기타 제어반이 구조벽체에 매립되거나, 무게가 450N(=45.9kg) 이하로서 제조사가 공인시험기관을 통하여 내진 안전성을 인증받은 앵커볼트(M8 이상) 4개로 고정하는 경우에는 개별적으로 건축구조기술사에게 내진설계·검토를 의뢰할 필요가 없습니다.** [*]

F5 소화전함이 조적벽에 매립된 경우는?

질의사례	소방감리입니다. 당 현장에 설치되는 옥내 소화전함 중에는 조적벽에 매립되는 것이 있습니다. 이 조적벽도 내력벽으로 볼 수 있나요?
답변사례	**내력벽은 구조적으로 안전하다고 확인된 콘크리트 벽체입니다. 조적벽은 비구조요소로서 구조부재가 아니므로 내력벽으로 볼 수 없습니다.**

1) 소화전함의 설치조건

구분	근거「소방시설의 내진설계기준」제16조	해석
본체 내진안전성	1. 지진시 파손 및 변형이 발생하지 않아야 하며, 개폐에 장애가 발생하지 않아야 한다.	제품 본체는 파손 · 변형 · 개폐 안전성에 대해 공인된 품질인증기관이 실험으로 해당규격 제품인증한 것이라면 본체에 대한 내진설계·검토는 불필요할 것으로 사료됨.
고정조건 및 전도가능성 검토	2. 건축물의 구조부재인 내력벽 · 바닥 또는 기둥 등에 고정하여야 하며, 바닥에 설치하는 경우 지진하중에 의해 전도가 발생하지 않도록 설치하여야 한다.	본체는 구조부재에 고정하여야 하고, 본체 제품인증과는 별개로 전도 가능성에 대해 내진설계 · 검토되어야 함.
정착부 내진안전성	3. 소화전함의 지진하중은 제3조의2제2항에 따라 계산하고, 앵커볼트는 제3조의2제3항에 따라 설치하여야 한다.	본체에 작용하는 지진하중을 산정하여 이 하중을 전달받는 정착부(앵커볼트)의 구조 안전성에 대해 내진설계 · 검토되어야 함.
면제조건	3. ...단, 소화전함의 하중이 450N이하이고 내력벽 또는 기둥에 설치하는 경우 직경 8㎜ 이상의 고정용 볼트 4개 이상으로 고정할 수 있다.	소화전함 하중 450N(≒45.9kg) 이하로서 구조부재에 직경 8㎜ 이상인 앵커볼트 4개 이상으로 고정하면 상기 2 및 3의 전도가능성과 정착부 내진안전성에 대한 내진설계 · 검토는 생략할 수 있음.

2) 소화전함이 조적벽에 매립되거나 고정되는 경우에 대한 대책방안

대책방안		확인사항
인접한 콘크리트 구조벽체로 위치변경이 가능한 경우	노출형 고정	소화전함이 과도하게 무겁지 않으면 구조적으로 문제없음
	매립형 설치	소화전함이 설치되는 빈공간이 구조벽체에 설계반영된 성능에 심각한 저하가 우려되므로 당초 구조설계자에게 설치가능 여부를 확인받을 것
위치변경이 불가능하여 원래의 위치에 설치해야 하는 경우	조적벽에 노출형 고정 또는 매립형 설치	조적벽이 지진으로 파괴되거나 전도되면 소화전함 기능이 상실되므로, 해당 조적벽 전체 구간은 비구조요소로서 내진설계 · 시공되어야 함. 특히 상단전도방지철물은 피난경로측과 그 반대측에 모두 설치하여 지진시 어느 방향으로도 파괴되거나 전도되지 않도록 조치하여야 함.
	조적벽을 구조벽체로 변경	당초 구조체에 대한 내진설계시 예상한 변형거동과 전혀 다른 거동이 발생하여 전체 지진력저항시스템에 붕괴 등 심각한 악영향을 초래할 수 있으므로 권장하지 않으며, 이를 추진하는 경우에는 반드시 당초 구조설계자에게 내진설계 재검토를 요청하여야 함.

소화전함은 구조부재에 고정하는 것이 기본이고, 구조부재가 아닌 조적벽 등 비구조요소에 지지되는 것은 바람직하지 않습니다. 부득이 비구조요소에 벽면 노출형 또는 매립형 소화전함을 설치하거나, 자립형 소화전함을 덮칠 수 있는 위치에 비구조요소들이 있다면 이 조적벽 등은 비구조요소 내진설계·검토가 되어야 하고, 그 결과대로 엄격하게 시공하여 안전을 확보하여야 합니다.

F6 소화수조, 방파판이 있어도 내진설계 대상인가?

질의사례	물탱크 제작·설치업체는 방파판을 설치하면 내진설계가 면제된다고 하는데, 감리자는 콘크리트 패드까지 포함해서 건축구조기술사가 검토·확인한 「구조계산서」를 제출해야 한다고 합니다. 누구 말이 맞나요?
답변사례	**감리자의 주장이 맞습니다. 관련 기준이 2021년 2월 19일에 개정되었습니다.**

1) 근거 : 「소방시설의 내진설계 기준」

구분	과거	현행 ('21.2.19. 개정)
제4조 제1항	수원에 대한 내진설계는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. 1. 소화수조 및 저수조는 슬로싱(Sloshing) 현상을 방지하기 위하여 수조내부에는 다음 각 호에 따라 방파판을 설치하여야 한다. 가. 두께 1.6㎜ 이상의 강철판 또는 이와 동등 이상의 강도·내열성 및 내식성이 있는 금속성의 것으로 할 것. 나. 하나의 구획부분에 2개 이상의 방파판을 설치하는 경우 수직방향의 움직임을 방지할 수 있는 버팀대를 설치할 것. 2. 건축물과 일체로 타설되지 아니한 소화수조 및 저수조는 지진에 의하여 손상되거나 과도한 변위가 발생하지 않도록 하여야 한다.	수조는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. 1. 수조는 지진에 의하여 손상되거나 과도한 변위가 발생하지 않도록 기초(패드포함), 본체 및 연결부분의 구조안전성을 확인하여야 한다. 2. 수조는 건축물의 구조부재나 구조부재와 연결된 수조 기초부(패드)에 고정하여 지진 시 파손(손상), 변형, 이동, 전도 등이 발생하지 않아야 한다. 3. 수조와 연결되는 소화배관에는 지진 시 상대변위를 고려하여 가요성이음장치를 설치하여야 한다.
내용	방파판 설치의무	방파판 설치의무 삭제, 구조안전성 확인할 내용에 기초(패드)포함, 가요성이음장치 설치의무

2) 의견

기존 기준의 방파판 설치는 지진시 슬로싱(대류성분하중)을 교란하여 상판 파괴를 예방하는 효과는 어느 정도 기대해 볼 수는 있겠지만, 큰 지진력으로 작용하는 충격성분의 유체동하중에 대한 효과는 미지수이며 크게 기대되지 않습니다. 그러나 이 방파판을 설치한다고 해서 내진성능에 불리할 것은 없습니다. 다만 방파판의 유체 중 대류성분 교란효과가 동수압 저감에 얼마나 기여될지 구조계산으로 예측할 수는 없으나, 크지는 않더라도 약간의 도움은 될 것으로는 기대됩니다.

방파판 설치의무 내용은 삭제되었고, 기초(패드)를 포함하여 내진설계·검토가 이뤄져야 합니다.

F7 일반물탱크, 내진설계 대상인가?

질의사례	소화수조가 아닌 일반급수용 물탱크도 내진설계 대상인가요?
답변사례	**건축물의 내진등급과 상관없이 모든 종류의 물탱크는 건물외구조물로서 내진설계 대상입니다.**

1) 근거

「건축물 내진설계기준」알림(건물외구조물 내진설계), 서울특별시 공문서(건축기획과-11277, 대시민공개)

1.「지진·화산재해대책법」제14조 및 같은법 시행령 제10조에 따른 내진설계기준 공통적용사항 등이 반영된 「건축구조기준」(국토교통부고시 제2019-117호, 2019.3.14.)과 관련입니다.

2.「건축구조기준」이 일부 개정되어 지진 발생 시 건축물의 비구조요소, 건물외구조물(물탱크 등)의 내진설계 기준이 보완 시행되었으나, 기계전기 비구조요소 및 건물외구조물(물탱크 등)의 내진설계가 누락되는 사례가 있어 알려드리오니 시 건축공사 발주사업 및 사업계획승인, 건축인허가 시「건축구조기준(건축물 내진설계 기준)」이행에 철저를 기하여 주시기 바랍니다.

3. 또한, 비구조요소 내진설계는 중요도계수에 따라 중요도계수가 1.5인 경우에 내진설계 대상으로 분류하고 있으나, 건물외구조물의 내진설계는 별도의 예외 규정을 명시하고 있지 않고 있습니다. 따라서 물탱크 등이 설치되는 건축물은 물탱크 등(건물외구조물)의 내진성능 확보를 위해「건축물 내진설계기준(KSD411700), 19장. 건물외구조물」의 규정에 부합되는 설계를 하여야 하며, "구조안전 및 내진설계 확인서" 17)특이사항 란에 관련 사항이 기재될 수 있도록 시행하여 주시기 바랍니다.

공문열람 : https://opengov.seoul.go.kr/sanction/20588634

「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 19.6.1.(1)

(1)... 탱크 및 저장용기에는 철근콘크리트, 프리스트레스콘크리트, 강재, 알루미늄, 섬유강화플라스틱 재료를 사용한다. 건물 내부에 설치되어 건물 구조체에 의하여 지지되는 탱크는 19.2에 따라 설계한다.

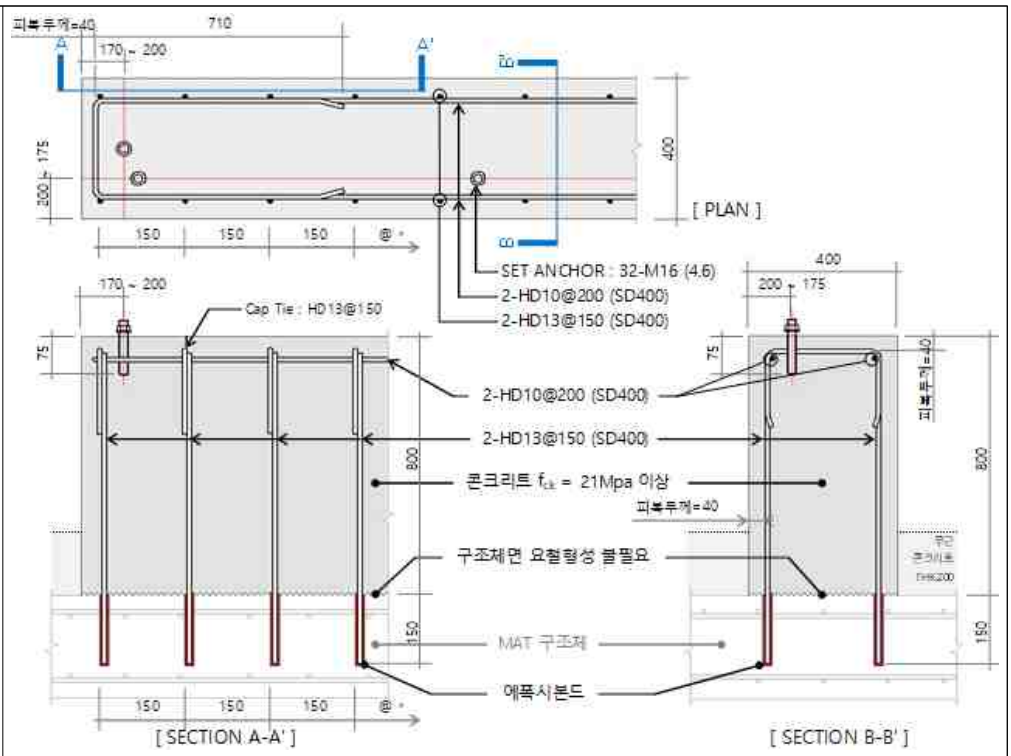
2) 물탱크 파괴시 우려되는 피해

구분	소화수조	일반수조
소방기능 상실	지진시 평소보다 화재발생 가능성이 상당히 높은데, 소방용수를 제대로 공급할 수 없어 소방능력 상실로 막대한 인명피해를 유발할 수 있음	무관
피난방해	피난통로가 침수되거나 미끄러져서 대피를 지대하게 방해할 수 있음	좌동
기타 안전관련	옥탑층 등에서 전도되면 구조체에 충격을 주어 붕괴를 촉진시킬 가능성이 있고, 지하층 등에서 파괴·누수되면 인접한 기계·전기실 장비가 침수되어 기능이 상실되고, 누전·감전에 의한 피해를 유발할 수 있음	좌동

수조(물탱크)는 지진시 또는 그 직후에 충격, 누수, 누전, 화재 등 피해를 유발할 수 있는 심각한 위험요소이므로 건물외구조물로서 내진설계를 면제받는 예외규정이 없는 것으로 사료됩니다.

질의사례	수조(물탱크)의 콘크리트패드에서 수직철근을 연결꽂음철근(다우얼, 사시낑) 수준으로 시공 관례대로 배근하려고 하는데, 콘크리트패드가 내진설계 범위에 포함되면 철근이 좀 더 필요해지나요?
답변사례	**수조의 콘크리트패드가 내진설계 범위에 포함되면서 바닥 구조체에 정착되어 수직으로 설치되는 연결철근(Dowel Bar)으로는 부족할 수 있습니다.** 1) 사례

예시



비고	상기 내용은 특정한 수조의 「구조검토계산서」에 첨부된 사례이므로 다른 현장에 적용할 수 없음

2) 콘크리트패드 수직철근에 요구되는 수준변화

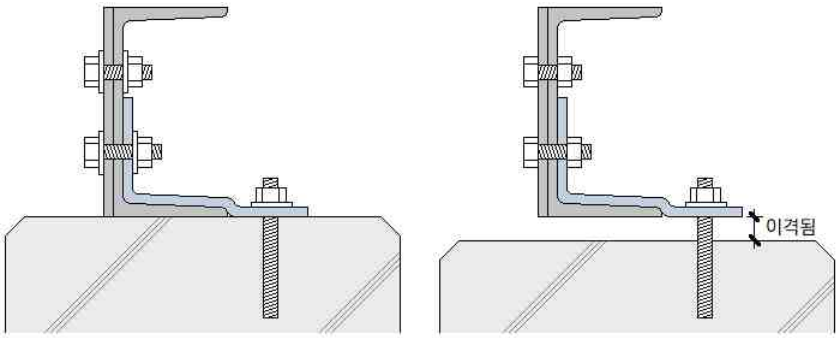
구분	구조적 요구수준	시공적 요구수준
종래	수축·온도철근으로서 균열방지	패드 내 설치될 배근을 위한 연결용 다우얼철근
현재	수축·온도철근 수준 이상의 휨철근	하부 구조체에 선설치 또는 에폭시 정착철근

콘크리트패드의 수직철근은 종래에 후속 시공(배근)을 위한 연결철근(Dowel Bar)으로서 듬성듬성 설치되었지만, 이제는 구조적으로 중요한 휨철근으로서 중요한 역할을 하므로 내진설계를 통해 결정되는 철근 규격, 설치간격, 정착깊이 등을 준수하여 설치되어야 합니다.

F9 조립식 물탱크, 앵커 정착부가 뜬 경우는 어떻게?

질의사례

소화용과 일반급수용 SMC 물탱크를 조립하기 직전에 아래 그림과 같이 하부 강재틀과 콘크리트 패드 사이가 이격되는 부위가 발생했습니다. 물탱크 설치업체는 앵커 주변에 철판을 끼워 넣겠다고 하는데, 괜찮을까요? 만약 문제가 있다면 어떤 조치가 필요할까요?



〈정상 설치된 부위〉 〈우려되는 부위〉

답변사례

조립식 물탱크에서 기초 보강재로 사용되는 앵글이나 찬넬의 강재틀은 콘크리트 패드에 밀착된 상태를 기본조건으로 가정하여 검토합니다.

1) 강재틀과 콘크리트패드에 이격이 발생하는 경우 예상되는 구조적 문제점

정상적인 설치조건	앵커볼트에 작용하는 인장력, 전단력, 인장력과 전단력의 동시 작용의 조합력에 대하여 설계기준 KDS 14 20 54 「콘크리트용 앵커 설계기준」에 따라 안전성을 검토함
이격발생시 문제점	앵커볼트에 작용하는 수평력(전단력)에 이격거리를 곱한 크기만큼의 휨모멘트가 발생함 앵커볼트에는 이러한 휨모멘트가 발생하지 않도록 하는 것이 바람직하고, 내진설계·검토에서 고려되지 않은 휨모멘트가 발생하면 콘크리트 정착부에서 항복 또는 파괴가 발생할 수 있음

2) 대책

구분	방안
사전조치	콘크리트 타설전 거푸집에 정확한 높이로 먹메김을 하고, 타설 높이를 균등하게 할 것
사후조치	이격이 발생했는가? YES → 책임구조기술자에게 재검토 의뢰 NO → OK 재검토 결과, 보강조치가 필요한가? YES → 보강 실시 NO → OK [보강 1안] : 기성의 내진 스토퍼로서 재검토를 통해 안전이 확인된 규격을 설치 [보강 2안] : 기성의 내진 스토퍼 설치가 불가능한 경우, 재검토를 통해 제시된 철물제작설치 [유의사항] : 이격된 틈에 단순하게 철판 끼움재 또는 무수축 몰탈을 채우는 것만으로는 앵커볼트에 발생하는 휨모멘트 저감을 기대하기 어려움

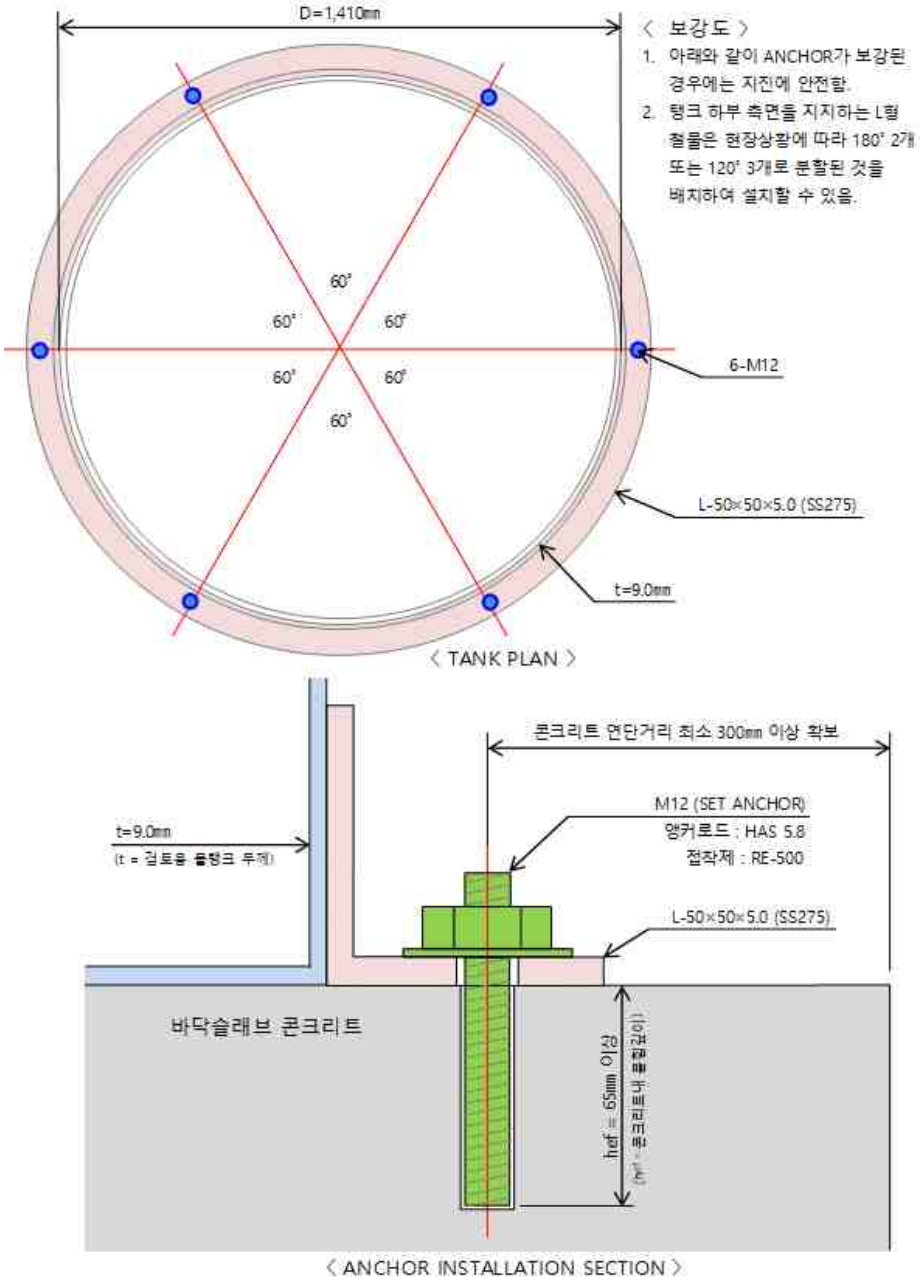
콘크리트패드와 강재틀을 연결하는 앵커볼트 설치는 철근콘크리트 전문시공업체와 물탱크 전문설치업체 간에 긴밀한 협력이 필수입니다. 세심한 주의를 기울여 정확한 시공이 이루어지지 않으면 공종 간 다툼도 발생하기 쉽고, 구조적으로 위험합니다. 따라서 시공자 및 감리자는 콘크리트패드 타설 전에 관련된 전문업체가 상호 요구사항과 유의사항을 공유하고 숙지하도록 공종협의를 열어 사전조치할 것을 권장합니다.

공종간 불협으로 이격 등이 발생하면 당초 내진설계·검토의 취지·가정과는 다르게 불완전한 상태가 된 것입니다. 책임구조기술자에게 재검토를 의뢰하여 안전성 여부를 확인받아야 합니다. 필요시에는 보강 대책을 제시받아 조치하여야 합니다.

F10 FRP물탱크는 어떻게 설치하나?

질의사례	소규모 주택을 시공하고 있습니다. FRP물탱크는 내진설계가 힘들 것 같은데, 설치할 수 없는 건가요?
답변사례	**건축허가 대상뿐만 아니라, 건축신고 대상이더라도 그 건축물이 내진설계 대상인 경우에 여기에 설치되는 물탱크도 용도나 규모, 형식에 상관없이 내진설계·검토 대상입니다.**

1) 사례

예시	
비고	상기 내용은 특정한 FRP물탱크의 「구조검토계산서」에 첨부된 사례이므로 일반적으로 적용할 수 없음

2) FRP 물탱크에 인발력이 작용하거나 활동안정성이 부족한 경우 요구되는 앵커 수는 최소 4개 이상

근거	「API STANDARD 650」 5.12 TANK ANCHORAGE (p.5-79) N = number of anchors (a minimum of 4 is required)

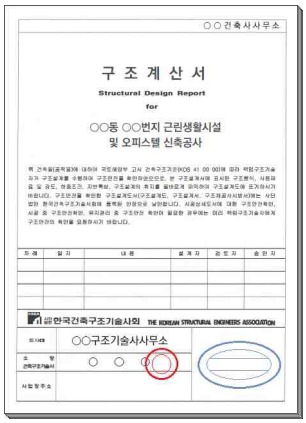
FRP물탱크도 내진설계 대상으로 검토되고 있습니다. 옥내에 설치되는 경우에는 내진(만수시 관성작용)만 검토되고, 옥외에 설치되는 경우에는 내풍(빈 상태에서 풍압작용)도 함께 검토됩니다.

F11 소방시설, 내진설계 발주하기 전에 확인할 사항?

질의사례	준공 사용승인 신청시 지자체로부터 소화배관 등 소방내진에 대한 내진안전성 검토·확인서류를 보완하여 재신청하라는 요청을 받고 반려되었습니다. 소방설계도서 중 스프링클러 흔들림방지버팀대와 소방펌프(가압송수장치) 내진스토퍼에 대한 '내진계산서(Seismic Calculations)'만으로는 부족한가요?
답변사례	**소방설비 내진제품(수조, 가압송수장치, 배관, 제어반등, 소화전함, 비상전원, 가스계 및 분말소화설비 등)은 제품 자체가 인증받은 경우라 하더라도 그 제품을 설치하는 조건에 대해서는 기술사사무소 개설등록된 내진설계 책임구조기술자가 구조안전성을 확인하여야 합니다.** 1) 근거 「소방시설의 내진설계 기준 (소방청고시 제2022-76호)」 제3조의2(공통 적용사항) ② 지진하중은 다음 각 호의 기준에 따라 계산한다. 1. 소방시설의 지진하중은 "건축물 내진설계기준" 중 비구조요소의 설계지진력 산정방법을 따른다. ③ 앵커볼트는 다음 각 호의 기준에 따라 설치한다. 1. 수조, 가압송수장치, 함, 제어반등, 비상전원, 가스계 및 분말소화설비의 저장용기 등은 "건축물 내진설계기준" 비구조요소의 정착부의 기준에 따라 앵커볼트를 설치하여야 한다. 4. 건축물 부착 형태에 따른 프라잉효과나 편심을 고려하여 수평지진하중의 작용하중을 구하고 앵커볼트 최대허용하중과 작용하중과의 내진설계 적정성을 평가하여 설치하여야 한다. ④ 수조 · 가압송수장치 · 제어반등 및 비상전원 등을 바닥에 고정하는 경우 기초(패드 포함)부분의 구조안전성을 확인하여야 한다. 동기준 제9조(흔들림 방지 버팀대) ③ 흔들림 방지 버팀대는 소방청장이 고시한 「흔들림 방지 버팀대의 성능인증 및 제품검사의 기술기준」에 따라 성능인증 및 제품검사를 받은 것으로 설치하여야 한다. 제품 본체에 대해서는 성능인증 및 제품검사 받은 것으로 설치하여야 하며, 이 제품에 작용하는 지진하중과 설치조건은 현장마다 제각각이므로 설치조건에 대한 구조안전성은 내진설계·검토를 통해 확인되어야 합니다. 특히 정착부(앵커볼트)에 대한 안전성이 확인되어야 하고, 수조 · 가압송수장치 · 제어반등 및 비상전원 등을 바닥에 고정하는 경우에는 기초(패드 포함)부분의 구조안전성 확인과 함께 전도 등이 발생하지 않도록 내진설계·검토에 반영되어야 합니다. 2) 소방설계도서 중 스프링클러 흔들림방지버팀대와 소방펌프(가압송수장치) 내진스토퍼 등에 대한 내진계산서(Seismic Calculations)에 내진설계 책임구조기술자가 검토·확인하였다는 내용이 없다면 설계도서로만 유효하며, 구조안전성 검토·확인서류로서는 불비하다고 판단됩니다. **제품 본체에 대해서는 성능인증 및 제품검사 받은 것으로 설치하여야 하며, 이 제품에 작용하는 지진하중과 설치조건은 현장마다 제각각이므로 설치조건에 대한 구조안전성은 내진설계·검토를 통해 확인되어야 합니다.**

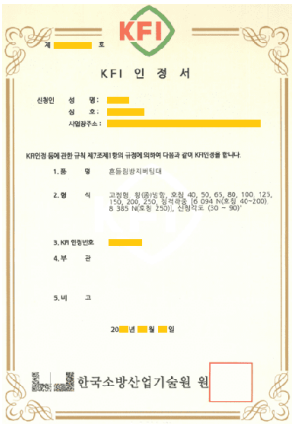
F12 소화배관, 흔들림 방지 버팀대는 어떻게?

질의사례	소화배관 내진설계·검토서류가 불비하다는 사유로 사용승인신청이 서류보완을 조건으로 반려되었습니다. 어떤 자료들을 제공하면서 의뢰하면 되나요? 어떤 성과품을 받아서 재신청하면 되나요?
답변사례	**소화배관은 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능하여야 하는 비구조요소로서 건축물의 내진등급과 상관없이 내진설계·검토 대상입니다.** 1) 의뢰시 제공할 자료

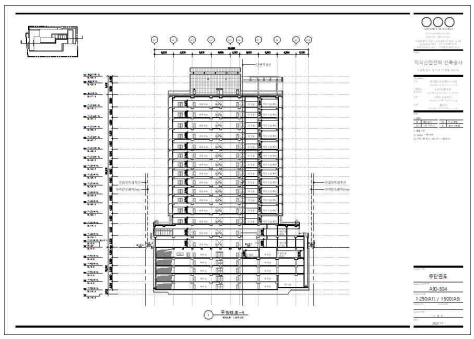


① 구조계산서 (골조)

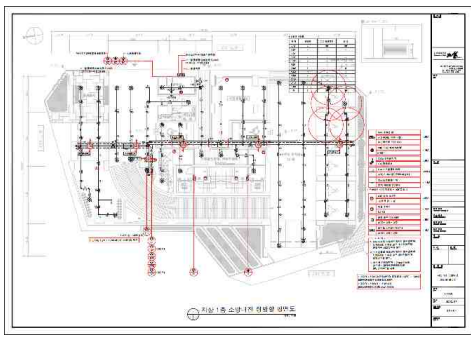
② 흔들림 방지 버팀대 계산서



③ 인증서 및 시험성적서

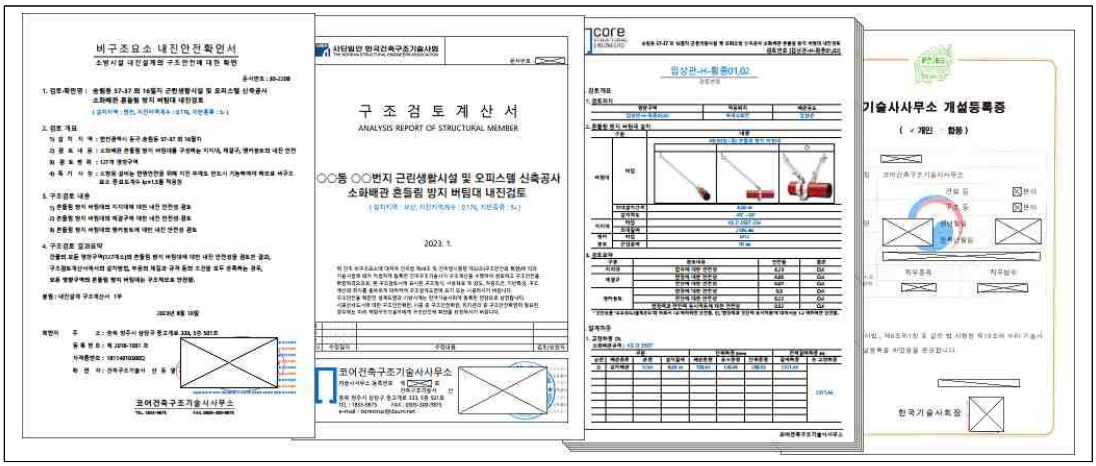


④ 건축기본도면 (설계개요, 평/입/단면도)



⑤ 소화배관 계통도 (버팀대 배치포함)

2) 흔들림 방지 버팀대 내진설계·검토 성과품



소화배관에 작용하는 지진력이 건축 구조물에 전달되고 흔들림이 발생하지 않도록 하기 위하여 흔들림 방지 버팀대가 구조물과 일체화되어 견고하게 설치되어야 합니다. 소화배관의 내진설계·검토는 모든 흔들림 방지 버팀대들이 내력을 충분히 발휘할 수 있는지 여부를 내진설계 책임구조기술자로부터 확인받는 것입니다.

F13 소방펌프와 비상발전기는 어떻게?

질의사례	소방펌프와 비상발전기에 대한 내진설계 구조검토계산서가 기준에서 정하는 검토사항 중 일부가 누락된 사유로 사용승인(준공)신청이 반려되었습니다. 어떤 검토사항이 포함되어야 하나요?
답변사례	**소방펌프(가압송수장치), 비상발전기 등 스프링클러 시스템은 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능하여야 하는 비구조요소로서 건축물의 내진등급과 상관없이 내진설계·검토 대상입니다.**

1) 근거

「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.1.2.(1)
비구조요소의 중요도계수 I_p는 1.0으로 한다. 단, 다음에 해당할 경우 I_p를 1.5로 한다.
① <u>소화배관과 스프링클러 시스템, 소화수조 등 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능하여야 하는 비구조요소</u>. 또한 피난경로상의 계단, 캐노피, 비상유도등, 칸막이벽 등 손상시 피난경로확보에 지장을 주는 비구조요소와 대형 창고형 매장 등에 설치되어 일반대중에게 개방된 적재장치
② … (이하생략)

2) 장비별 요구되는 검토사항

구분	규모가 작고 무게가 적은 소방펌프 등	규모가 크거나 무게가 큰 비상발전기 등
검토 사항	① 내진스토퍼의 안전성 ② 정착부(앵커볼트)의 안전성	① 본체 넘어짐(전도)에 대한 안정성 ② 패드 미끄러짐(활동)에 대한 안정성 ③ 내진스토퍼의 안전성 ④ 정착부(앵커볼트)의 안전성
판단	소규모 장비는 ①과 ②를 만족하면 전도 및 미끄러짐에 대한 안정성도 충분히 만족함	무게중심이 높으면 전도 위험성이 우려되고 무게가 크면 활동 위험성이 우려되므로 보다 불리하게 KDS 41 17 00 건물외구조물 19.3.6.2② 전도 및 안정성 평가를 고려하는 것이 타당함

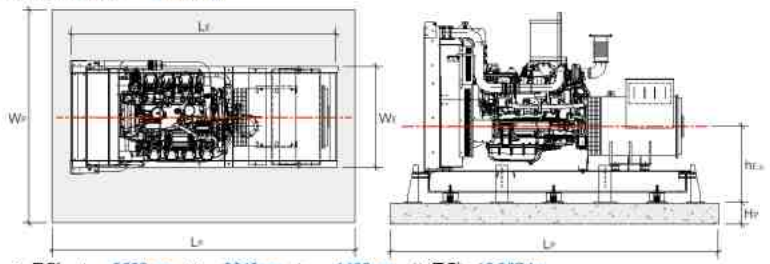
3) 사례

core STRUCTURAL ENGINEERS

○○○ 복합개발사업 비상발전기 내진검토
[발전기 모델명 : C1500D6]

1500kW
발전용량

Ⅰ. 발전기 개요
1. 발전기 모델명 : C1500D6



1) 규격 : L_E = 5690 ㎜, W_E = 2040 ㎜, $h_{E.c}$ = 1400 ㎜ 2) 중량 : 10,967 kg

2. 내진스토퍼 : MST-5000
1) 강종 : SS275
2) 규격 : Base PL L_{BS} = 200 ㎜, Channel H_C = 140 ㎜,
3) 설치 : 장변설치개수 = 4EA
단변설치개수 = 4EA

3. 앵커볼트 : 4 -M20
1) 강종 : 4.6등급
2) 설치 : 묻힘깊이 = 80㎜ 이상
연단이격거리 = 120㎜이상

4. 콘크리트패드
1) 설계압축강도, f_{ck} = 21MPa
2) 크기 : L_p = 6.5 m
W_p = 2.7 m
H_p = 0.40 m

5. 검토요약

구분	검토내용	안전율	결과
안정성	발전기 장비의 전도 위험성	0.48	O.K
	발전기 패드 미끄러짐 위험성	0.40	O.K
내진스토퍼	휨에 대한 안전성	0.18	O.K
앵커볼트	인장을 받은 앵커의 강재강도	0.20	O.K
	인장을 받은 앵커의 콘크리트 파괴강도	0.64	O.K
	전단을 받은 앵커의 강재강도	0.02	O.K
	전단을 받은 앵커의 콘크리트 파괴강도	0.22	O.K
	전단을 받은 앵커의 콘크리트 프라이아웃강도	0.06	O.K
	인장력과 전단력 동시작용에 대한 안전성	0.64	O.K
시험성적서	앵커볼트 인발하중 결과치 적합성 검토	0.74	O.K

* 안전율은 '소요강도/설계강도'의 비로서 1.0 이하이면 안전함. 단, '인장력과 전단력 동시작용'에 대해서는 1.2 이하이면 안전함.

비구조요소로서 정착부(앵커볼트 등)의 안전성 검토는 기본이고, 장비가 크거나 무거우면 전도 및 활동 등 안정성에 대한 검토도 함께 고려되어야 합니다.

F14 케이블트레이나 레이스웨이는 어떻게?

질의사례	내진특등급이 아닌 일반적인 건축구조물입니다. 발주처가 케이블트레이에 비구조요소 내진설계를 적용하여 시공할 것을 요구하고 있습니다. 내진설계 대상이 되면 시공방법이 어떻게 바뀌게 되나요?
답변사례	**내진특등급이 아닌 경우로서 비상유도등 기능이 없으면서 연결부가 유연한 재료로 구성되고 배선을 포함하는 단위길이당 중량이 70N/m(≒7.1kg/m) 이하를 모두 충족하는 케이블트레이 등 매달리는 전기·기계 비구조요소는 내진설계 대상은 아닙니다. 다만 내진설계 대상이 아닌 비구조요소라도 건축주(발주처)가 내진설계를 요구하는 경우에는 협의하여 정하면 되고, 설계도서 또는 계약조건에 명시된 경우라면 이행사항으로서 따르면 될 것입니다.**

1) 케이블트레이 내진설계에 요구되는 조건

「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.4.4 도관, 케이블 트레이 및 전선로

(1) <u>케이블 트레이와 전선로는 18.2의 설계지진력과 상대변위에 대해 설계되어야 한다.</u>

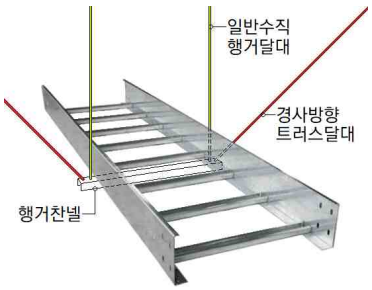
(2) 60mm 이상의 규격을 가진 도관으로 패널, 케비넷, 혹은 지진에 의해 상대변위가 발생하는 요소에 연결된 경우 18.2의 설계지진력과 상대변위를 만족하도록 설계되거나 유연한 연결부를 가져야 한다.
단, 다음의 경우는 예외로 한다.

① I_p가 1.0인 전선로로써 상대변위를 수용할 수 있도록 유연한 연결부 혹은 그 밖의 장치가 적용되고 케이블트레이나 전선로가 구조물에 튼튼히 고정된 경우 설계지진력과 상대변위를 고려하지 않을 수 있다.

② 중요도계수와 상관없이 도관의 크기가 60㎜ 미만의 규격을 가지는 경우 설계지진력과 상대변위를 고려하지 않을 수 있다.

③ 내진조인트를 지나가는 도관, 케이블 트레이 및 전선로로서 I_p가 1.5인 경우 규격과 상관없이 상대변위에 대해 설계되어야 한다.

2) 내진성능을 갖는 케이블트레이 시공밥법 소개

구분	강성이 큰 지지대 설치방식	트러스(경사부재) 추가 설치방식	내진(스프링)장치 설치방식
예시			
구조 특성	각관 또는 찬넬 등 강성이 큰 수직부재를 사용, 상하단 지점은 고정단 상세를 적용함.	종래 일반적인 행거 시스템에 경사재(Diagonal Tensile Rod)를 추가하여 트러스형식을 구현함.	행거달대 상단부 주변에 면진 기능을 갖는 스프링장치 설치를 통해 지진력 전달을 차단함.
시공 장점	경사재가 없으므로 주변 타용도 배관·덕트 등에 방해 없이 설치.	종래 일반적인 행거시스템에서 행거 찬넬 교체 및 경사달대를 추가하여 내진성능을 확보할 수 있음.	종래 일반적인 행거시스템에서 내진(스프링)행거장치만 추가하여 내진성능을 확보할 수 있음. 경사재가 없으므로 주변 타용도 배관·덕트 등에 방해 없이 설치.
시공 단점	부재 중량이 비교적 크고 시공 편이성이 비교적 불리함.	경사재가 주변 타용도 배관·덕트 등과 겹칠 가능성이 있어 설치구역이 제한됨. 경사달대는 트레이 진행방향과 그 직각 방향 모두 필요한 경우가 대부분임.	특허제품 장치단가를 고려할 것. 공진효과 가능성에 대한 회피 설계·검토가 필수로 요구됨. 모든 행거달대에 설치하여야 함.

케이블트레이 및 레이스웨이와 같은 매달린 전기·기계 비구조요소의 내진설계·검토는 설계지진력에 대한 모든 부재의 안전성을 검토하여 파괴되지 않는지 확인하고, 상대변위에 대한 안정성을 검토하여 과도한 변위로 주된 내용물(케이블 및 전선 등)이 기능상실(추락·단선)되지 않도록 확인하는 것입니다.

질의사례	비상유도등도 비구조요소 내진설계 대상인가요? 내진설계를 거치면 설치방법이 바뀌나요?
답변사례	**비상유도등은 건축물의 내진등급과 상관없이 그 정착부에 대한 내진설계·검토는 필수입니다.**

1) 근거

「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.1.2.(1) 비구조요소의 중요도계수 I_p는 1.0으로 한다. 단, 다음에 해당할 경우 I_p를 1.5로 한다. ① 소화배관과 스프링클러 시스템, 소화수조 등 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능하여야 하는 비구조요소. 또한 피난경로상의 계단, 캐노피, <u>비상유도등</u>, 칸막이벽 등 손상시 피난경로확보에 지장을 주는 비구조요소와 대형 창고형 매장 등에 설치되어 일반대중에게 개방된 적재장치
동기준 18.1.1 적용범위 (1) 다음의 비구조요소는 18장의 규정에 따라 내진설계가 수행되어야 한다. ① <u>중요도계수 I_p가 1.5인 비구조요소</u> ② 파라펫, 건물외부의 치장벽돌 및 외부치장마감석재 (2) <u>상기 (1)에 속하지 않으면서</u>, 다음에 해당하는 전기 및 기계비구조요소는 18장의 규정에 따른 설계가 요구되지 않는다. ① 중요도계수 I_p가 1.0이면서 바닥으로부터 설치높이 1.2m 이하, 중량 1,800N 이하이고 덕트나 파이프와의 연결부가 유연한 재료로 구성되어 있는 경우 ② <u>중량 100N 이하</u>, 단위길이당 중량이 70 N/m 이하인 경우
한국전기기술기준위원회 내진설계고시 KECG6701-2021 「발전용 수력 및 화력시설 설비 정착부 내진설계지침」 제10조 제7항 제6호 다음의 전기 및 계측제어설비는 대상설비의 손상이 설비의 보호 및 안전정지에 지장을 초래하고 2차 피해를 일으킬 우려가 있는 가장 중요한 장치에 해당하므로 최상위의 등급으로 분류한다. ...중략... 바. <u>조명설비(비상등)</u>

대부분의 비상유도등은 중량이 100N(≒10.2kg) 미만이지만, 피난유도의 핵심적인 요소로서 중요도계수 I_p는 1.5를 부여받은 비구조요소이므로 내진설계·검토 예외대상에 해당되지 않습니다.

2) 비상유도등 내진성능에 요구되는 검토사항

제품사양	일반적으로 벽부형 대/중/소, 천정양면형 대/중/소 등 건물 내 위치별로 다양한 규격이 제각각 설치되므로 어느 규격만 특정하지 않고 일반적인 모든 규격을 검토하는 것이 일반적임.
검토내용	비상유도등 자체는 플라스틱 등 기성제품 본체가 아닌, 정착부에 대하여 지진시 탈락될 가능성이 없는지를 검토·확인하는 것으로서 일반적으로 아래 2가지 조건에 대하여 검토함. ① 비상유도등이 폭스 내 브라켓 판에 직결스크류 볼트로 정착시키는 부위에 대한 안전성 ② 비상유도등이 기둥 또는 벽 구조체에 칼블럭으로 정착시키는 부위에 대한 안전성
유의사항 [지지조건]	구조체 내 매립된 폭스나 구조체에 직접 정착되는 경우는 내진설계로서 안전성 검토내용이 유효하나, 비구조체 칸막이벽이나 문틀에 설치하는 경우 해당 지지요소에 대해서도 지진에 대한 안전성 검토가 추가로 필요하므로 가급적 구조체에 정착시키는 것을 적극 권장하며, 특히 천장에 설치하는 경우에는 천장 마감재에 직접 설치해서는 안되고, 천정형 비상유도등을 전용으로 지지하는 트러스 또는 팬던트를 천정 속 상부 슬래브 구조체에 단단히 고정하고, 지진시 천장 이동이나 천장마감재의 추락에 영향을 받지 않도록 정착부와 천장마감재 사이에 충분한 이격을 둘 것.

비상유도등은 다른 비구조요소보다 자중이 작고 이에 작용하는 지진하중도 크지 않아서 외력에 대한 부담은 크지 않지만, 재난시 대피하는 인원에게 신속한 피난경로를 안내·유도하는 기능을 가지는 가장 중요한 비구조요소입니다. 정착이 부실하여 지진시 탈락되면 피난인원의 대피에 혼란을 야기하여 건물 내 체류시간이 길어지고 건물이 붕괴시 막대한 인명피해를 유발할 수 있습니다. 때문에 내진설계·검토를 통해 결정된 볼트규격 및 정착조건을 따라 안전하게 설치되어야 합니다.

F16 피난경로상 기타 비구조요소들도 내진설계 대상인가?

질의사례	내진특등급이 아닌 건축구조물의 현장소장입니다. 발주처와 감리단에서 '피난경로상의 계단, 캐노피, 비상유도등, 칸막이벽 등 손상시 피난경로확보에 지장을 주는 비구조요소'라는 기준의 내용을 근거로 '...등'을 기타 비구조요소들도 포함한다는 확대의 의미로 해석하여 피난경로상의 천장과 유리칸막이도 내진설계 검토서 제출을 요구합니다. 정당한 요구로 보아야 할까요?
답변사례	**'등(等)'은 사전적으로도 확대 의미를 갖는 의존명사이면서 또 한정 의미를 갖는 의존명사로도 사용됩니다. 어떤 범위를 정함에 있어서 이처럼 서로 반대되는 의미가 공존하므로 '등'의 의미를 각자 유리한 입장에서 원하는 바대로 해석하는 것은 다툼의 여지가 커서 피해야 할 것이며, 대신에 '손상시 피난경로확보에 지장을 주는 비구조요소'라는 내용이 의도하는 바를 유추하고, 그 해결방법을 아래와 같이 제안합니다.** 1) 근거 「국어사전」'등' 等 1. 의존명사 두 개 이상의 사물을 벌여 말할 때, 그 마지막 명사 뒤에 쓰여, 그와 같은 종류의 어떤 사물이나 사실이 열거되어 있음을 나타내는 말. 2. 의존명사 두 개 이상의 사물을 벌여 말할 때, 그 마지막 명사 뒤에 쓰여, 제시한 대상만으로 한정함을 나타내는 말. 2) 피난경로상 검토대상 여부에 대한 고찰 내진특등급인 건물에서는 피난경로에서 뿐만 아니라 모든 비구조요소가 내진검토의 대상이므로 해당 유무에 대한 판단에 고민할 이유가 없지만, 내진특등급이 아닌 건물에서 특히 피난경로상의 비구조요소 중 검토 대상이 되는 요소는 '손상시 피난경로확보에 지장을 주는 비구조요소'라고 명시된 바, '매달린 천장'과 '유리칸막이'의 포함 여부에 대해서는 아래의 고찰을 참조하여 결정하길 바랍니다. 「매달린 천장」 : 매달린 천장이 지진으로 파괴될 때, 과연 피난경로 확보에 지장을 줄 수 있는가. 지진 시 매달린 천장은 건물 흔들림에 대하여 관성적으로 전후좌우로 거동하여 벽에 부딪쳐 충격을 받음. 이때 매달린 천장이 M-BAR 또는 T-BAR 및 기타 부속재가 경량천장틀로 구성된 경우에 이 부재들은 열린 단면을 가지면서 세장하기 때문에 작은 충격력에도 쉽게 좌굴변형되어 뒤틀리게 됨, 이러한 좌굴변형이 발생하면 여기에 얹혀진 또는 피스로 고정된 마감재(흡음타일 또는 비부착식 천장패널)들은 천장틀에서 분리·탈락하여 추락함. '① 면적이 13㎡이하이고 벽이나 처마 등에 횡지지된 천장'은 충격력이 미미하여 검토의 예외대상이고, 특히 '② 석고보드 마감재가 나사나 못으로 부착되면서 동일한 높이에 설치되고 벽이나 처마 등에 횡지지된 경우'에도 마감재가 탈락하거나 천장틀이 뒤틀려 파괴될 가능성이 낮아 검토의 예외대상으로 함. 이를 고려하면 매달린 천장이 지진으로 파괴될 때, 가장 우려되는 피해는 마감재의 분리·탈락에 의한 추락으로 유추할 수 있음. 마감재가 분리·탈락하면 매달린 천장에 부담되는 고정하중이 감소하고 이에 비례하여 발생하는 지진하중도 감소하므로 전산볼트가 끊어져서 천장 전체가 추락할 가능성은 마감재가 탈락할수록 점차 감소함. 내진특등급의 건물은 재난 중에도 인원이 상주하면서 재난관리, 응급수술, 대피 등의 기능이 유지되어야 하므로 장비 손상이나 인원 불안이 없도록 마감재 추락을 허용하지 않는 것이 내진설계·검토의 주안점임. 내진특등급이 아닌 건물에서 경량천장틀에서 추락한 마감재는 바닥면에 깔리어 피난경로 확보에 지장을 준다고 보기 힘듦. 단, 석고보드 마감재가 나사나 못으로 부착되면서 단차를 두어 동일하지 않은 높이에 설치되거나 벽이나 처마 등에 횡지지 되지 못한 경우에는 과대한 흔들림으로 전산볼트가 끊어져서 천장 전체가 추락할 우려가 커지므로 피난경로 확보에 지장을 줄 수 있음. 이 경우에는 상기 ②의 검토 예외대상 조건에 부합하도록 설치·시공하는 것으로 설계 변경할 것을 권장함. 「유리칸막이」 : 유리칸막이가 지진으로 파괴될 때, 과연 피난경로 확보에 지장을 줄 수 있는가. 프레임에 유리가 끼워진 유리칸막이는 지진 시 변형하는 프레임과 변형하지 않는 유리 사이에 유격이 충분하지 않을 때, 유리가 순간적으로 깨지는 취성파괴가 발생할 수 있음. 지진 시 구조물의 상대변위에 대하여 유리의 상대변위를 해석하여 유리와 틀 사이에 접촉이 발생하는지 여부를 확인하는 내진설계·검토를 진행하거나, 검토의 예외조건인 '열처리유리 혹은 중간층의 두께가 0.8㎜이하인 열강화이중유리가 노출창문틀 형식으로 사용되고 가장자리는 최소 13㎜폭의 탄성중합체 실런트, 습식보양재 등으로 보호된 경우'에 부합하도록 설치·시공할 것을 권장함. **내진특등급의 아닌 건물의 피난경로상 '매달린 천장'과 '유리칸막이' 비구조요소에 대하여 검토의 대상 여부를 고민하여 결정할 때, '등' 뿐만 아니라, '피난경로확보' 또는 '피난경로확보에 지장'에 대한 해석도 사람마다 제각각 다를 수 있으므로 상기 고찰의 내용에서와 같이 가급적이면 내진설계·검토의 예외조건에 부합하도록 설치·시공하여 위험성을 낮출 것을 권장합니다.**

F17 가벼운 소방용 장치의 검토대상 여부는?

질의사례	20kg(≒200N) 정도로 가벼운 화재수신기를 바닥슬래브 고정시킨 프레임에 설치하려고 합니다. 철골구조 건축물이라서 앵커로 고정할 수 있는 콘크리트 내력벽이 없기 때문입니다. 소방감리자께서 비구조요소 내진안전을 확인하는 서류를 제출하라고 요구합니다. 450N(≒45.9kg) 이하라면 내진앵커 4개로 정착시키는 것으로 내진설계·검토 없이 설치가 가능한 것 아닌가요?
답변사례	**이 경우는 프레임 유무와 상관없이 무게가 가벼워도 내진설계·검토를 통해 안전성을 확인해야 합니다. 소방시설로서 소화전함과 제어반 등의 경우에는 하중이 450N이면서 내력벽면 또는 기둥에 설치하는 경우에만 직경 8㎜ 이상의 앵커볼트 4개 이상으로 고정하면 내진설계·검토 없이 설치가 가능합니다.**

1) 근거 Ⅰ

「소방시설의 내진설계 기준 (소방청고시 제2022-76호)」 제14조(제어반 등)
1. 제어반등의 지진하중은 제3조의2제2항에 따라 계산하고, 앵커볼트는 제3조의2제3항에 따라 설치하여야 한다. 단, 제어반등의 **하중이 450N 이하이고 내력벽 또는 기둥에 설치하는 경우 직경 8㎜ 이상의 고정용 볼트 4개 이상으로 고정**할 수 있다.
2. 건축물의 구조부재인 내력벽·바닥 또는 기둥 등에 고정하여야 하며, 바닥에 설치하는 경우 지진하중에 의해 전도가 발생하지 않도록 설치하여야 한다.
3. 제어반등은 지진 발생 시 기능이 유지되어야 한다.

동기준 제16조(소화전함)
1. 지진 시 파손 및 변형이 발생하지 않아야 하며, 개폐에 장애가 발생하지 않아야 한다.
2. 건축물의 구조부재인 내력벽·바닥 또는 기둥 등에 고정하여야 하며, 바닥에 설치하는 경우 지진하중에 의해 전도가 발생하지 않도록 설치하여야 한다.
3. 소화전함의 지진하중은 제3조의2제2항에 따라 계산하고, 앵커볼트는 제3조의2제3항에 따라 설치하여야 한다. 단, 소화전함의 **하중이 450N 이하이고 내력벽 또는 기둥에 설치하는 경우 직경 8㎜ 이상의 고정용 볼트 4개 이상으로 고정**할 수 있다.

2) 근거 Ⅱ

동기준의 해설서(1.0) 제14조 해설 1항「제어반등 내진설계의 개념」
가. 제어반등은 수신기(중계반 포함), 동력제어반, 감시제어반, 비상전원(발전기, 엔진펌프), 가스계 및 분말 소화설비의 제어반등, 자동식기동장치 등 소방시설의 내진설계에 영향을 주는 제어반등을 말한다.
나. 소방시설에 설치되는 제어반등을 화재 시 소화약제 공급 및 전력공급 등 중요한 역할을 하므로 지진 발생 시 전도되어 그 기능을 상실하거나 전기 및 기계장치들이 손상되지 않아야 한다. 즉 지진 발생 후에도 구조적으로 번도 방지되어야 하며 기능을 유지할 수 있도록 해야 한다.

동기준의 해설서(1.0) 제14조 해설 2항「제어반등의 상세 설계」
가. 소형 소방용 제어반등(무게 450N 이하)을 벽체나 기둥에 설치하는 경우 제조사의 설치기준(공인시험기관에서 성능을 확인한 직경 8㎜ 이상의 인증받은 콘크리트 고정용 앵커볼트(LRFD) 4개소 이상으로 고정할 수 있으며, 벽체는 내력을 가진 구조부재이거나 이와 동등한 부재이어야 한다.
나. 제어반등을 내력벽면에 매립형으로 설치하는 경우에는 내진설계된 것으로 본다.

3) 사례별 내진설계·검토 대상 여부

구분	제어반 등 무게	앵커로 정착하는 위치	내진설계·검토 대상 여부
사례1	45.9kg 이하	내력벽에 매립	해당없음
사례2	45.9kg 이하	내력벽 또는 기둥에 4-M8 앵커로 고정	해당없음
사례3	45.9kg 이하	내력벽 또는 기둥에 2-M8 앵커로 고정	해당함
사례4	45.9kg 이하	바닥 슬래브 또는 상부 슬래브·보에 정착	해당함
사례5	45.9kg 초과	내력벽·기둥·슬래브 및 기타	해당함

소화전함이나 제어반(수신기 및 기타)등이 내력벽에 매립되지 않거나, 내력벽이나 기둥에 M8 이상의 앵커볼트 4개 이상으로 정착하여 고정되지 않으면 450N(=45.9kg) 이하로서 가벼운 것이라도 내진설계·검토를 의뢰하여 그 결과물을 감리자에게 제출하여 승인받은 후 설치해야 합니다.

소방청 2023년 3월 15일 게시자료 '소방시설의 내진설계 기준 해설서(1.0)'를 참조하시기 바랍니다.

F18 설계도면에 비구조요소 상세도가 있다면?

질의사례	설계도면에 비구조요소에 대한 상세도가 있다면 공사단계에서 내진설계·검토를 생략해도 될까요? 착공 전에 설계도면을 파악하는 중에 궁금한 것이 있어 문의합니다. 구조일반사항에는 파라펫에 대하여 높은 경우와 낮은 경우 각각에 대한 배근이 표기되어 있고, 잡상세도에 수조 콘크리트패드에 대한 배근이 표기되어 있습니다. 또한 잡상세도에는 외부치장벽돌에 대한 설치상세가 표시되어 있고, 외부석재마감에 대해서도 각종 철물의 규격이 표시되어 있습니다. 그런데 최근에야 비로소 선정된 석공사 업체가 공종 협의에 참여하여 석재 외관 마감도(속칭 돌와리 나눔도)가 확정되고 석재판 크기가 결정되었는데, 도면의 철물 규격을 그대로 적용해도 되는지 궁금해졌습니다. 설계도면에 비구조요소에 대한 상세가 구체적으로 표시되어 있다면 설계단계에서 이미 비구조요소 내진설계·검토가 완료된 것으로 보고, 공사단계에서 확인을 생략하고 도면대로 시공해도 될까요?
답변사례	**설계도면에 각종 비구조요소에 대하여 구체적인 상세가 표시된 경우, 설계단계 용역을 수행한 건축사사무소 또는 건축구조기술사사무소에 해당 비구조요소가 내진설계·검토된 것인지 확인하시기 바랍니다.**

1) 착공 전 설계도서 파악 후 비구조요소에 대한 확인

구분	절차(제안)
확인 절차	설계도면에 비구조요소에 대한 상세가 구체적인가? YES → 설계 담당자에게 문의·확인할 것. "설계단계에서 비구조요소 내진설계가 반영된 것인가?" YES → 설계단계에 참여한 건축구조기술사에게 해당 비구조요소에 대한 '안전확인서' 및 '구조검토계산서'를 요청하여 확보할 것. NO → 공사단계에서 내진설계·검토를 의뢰할 것. NO → 공사단계에서 내진설계·검토를 의뢰할 것.

2) 설계도서에 비구조요소에 대한 상세가 구체적으로 표시되는 사례의 사정과 문제점

구분	이유	문제점
사례 1	비구조요소가 내진설계 대상이 되기 전('19년 3월 14일 이전)에 이미 구조요소가 아닌 것들에 대한 위험성을 우려하여 표준시공 개념으로 제시하던 표시들이 기준 제정 이후에 삭제되지 않은 경우.	공사단계 시공자는 비구조요소에 대하여 설계단계에서 내진검토가 완료된 것으로 오인할 수 있음.
사례 2	발주자와 설계자가 특별한 사정에 의한 계약조건에 따라 설계단계 용역범위에 비구조요소 내진설계·검토를 포함하여 수행한 경우.	비구조요소 규격 및 설치조건 등이 변경되는 경우에는 변경조건에 따른 재검토를 의뢰·확인해야 함.

3) 건축사사무소의 설계도서 작성에 대한 제언

기준이 제정되기 전에는 구조요소가 아닌 것들에 대한 위험을 우려하여 최소 시공조치를 제시하는 개념으로 상세를 안내하여 사용자의 안전을 도모하였으나, 기준이 제정된 이후에는 설계도면에서 계산으로 검토되지 않은 비구조요소에 관련한 상세도는 표시하지 않는 것이 보편적인 추세입니다. 검토되지 않은 비구조요소 상세가 설계도면에 없으면 시공자는 이 공백을 어떻게 처리할지 대책을 강구하면서 내진검토를 수행해야 된다는 사실을 인지하는 경우가 많습니다. 그러나 시공경험이 풍부한 시공자 중에는 더러 상세가 없는 부분을 경험상 임의 시공하는 위험한 사례도 발생할 수 있습니다. 설계자는 설계도서에 **'비구조요소는 수급인(시공자)가 해당공종 실착공 전에 내진검토를 건축구조기술사에게 의뢰하여 그 안전을 확인하는 서류를 감리자에게 제출하고 승인받은 후에 시공하여야 한다'** 등의 문구를 표시하여 시공자의 오인 가능성을 보다 적극적으로 방지하도록 도울 수 있습니다.

시공자는 설계단계에서 비구조요소가 이미 내진설계에 반영된 것으로 임의 단정하지 말고, 설계담당자에게 문의하여 반영 여부를 확인하고, 관련한 제반의 '안전확인서류'를 확보하여야 합니다. 설계단계에서 이미 비구조요소 내진설계·검토를 완료한 것인지를 확인하는 것도 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」 별지 서식에서 안내하는 '공사단계에서 확인'하는 책임의 범위에 속한다고 볼 수 있습니다.

F19 이 안내서 공유·배포의 허용범위는?

질의사례	○○지역에서 활동하는 건축사입니다. 우리 지역 건축사들께 이 안내서를 출력·제본·배포하여 세미나를 개최하고자 합니다. 안내서 서두에서 '교육용으로 사용하고 공유'할 수 있고, 다만 '편집 또는 가공하여 금전적 이익을 취하는 것'은 거부한다고 하였습니다. ○○지역 건축사회 회원 건축사들 중 세미나 참석하는 분들께 이 안내서 원본 그대로 편집 없이 출력·제본하여 배포하면서 출력·제본 비용을 받는다면 금전적 이익을 취하는 것으로 보는지 확인하고자 합니다.
답변사례	**이 안내서를 교육 자료로 채택해 주신 것에 감사드립니다.** **아울러 회사 홈페이지나 개인 블로그를 통해서 이 안내서를 널리 공유해 주시는 건축사·기술사·직장인·학생 여러분들께도 깊이 감사드립니다.** **발표자가 그 소속된 회사·학교·협회 및 각종 단체 내에서 구성원들을 위한 교육 또는 공지의 목적으로 책자형식으로 출력·제본하여 배포하는 경우에는 인쇄소에 지불하는 비용 그대로 구성원들에게 청구하는 것은 금전적 이익을 취한 것으로 볼 수 없습니다. 그러나 책자를 제공받는 구성원에게 출력·제본비에 더하여 편집비 또는 기타의 경비를 추가하는 것은 금전적 이익을 취한 것으로 볼 수 있습니다. 세미나실 대여비용, 식사·다과비용 등에도 실비 외에 이익을 추가한다면 이 안내서를 판매하여 금전적 이익을 취한 것으로 볼 수 있지만, 강의료 등의 보수를 주관단체로부터 지급 받는 경우에는 이 안내서를 판매하여 이득을 취한 것으로 보지 않습니다.**

F20 학교시설 내진Ⅰ등급인 경우 비상유도등은 내진설계 대상에서 제외될 수 있나?

질의사례

교육부고시 제2020-223호「학교시설 내진설계 기준 고시」'제6장 비구조요소'의 '6.2 적용범위'(p.76)에 '〈표 6-1〉 내진등급별 설계대상 비구조요소'에서 비상유도등은 학교시설이 내진1등급이면 설계대상으로 표시되지 않았습니다.

<표 6-1> 내진등급별 설계대상 비구조요소

비구조요소		학교시설의 내진등급	
분류	세부항목	내진특등급	내진1등급
건축 비구조요소	파라펫, 건물외부의 치장 벽돌 및 외부치장마감석재	○	○
	조적칸막이벽 또는 중량 칸막이벽 (채움벽, 허리벽)	○	○
	대피경로상의 계단과 캐노피	○	○
	매달린 천정	○	
	무거운 조명기구	○	
	유리창	○	
	기타 대피시설로서의 기능유지를 위해 필요한 건축비구조요소	○	
기계/전기 비구조요소	인화성물질 등 위험물을 저장하거나 지지하는 비구조요소	○	○
	비상유도등	○	
	방송통신설비	○	
	중앙냉난방설비	○	
	천정에 부착된 에어컨	○	
	조리실의 급탕설비	○	
	기타 대피시설로서의 기능유지를 위해 필요한 기계/전기 설비	○	
배관	소화배관 및 스프링클러	○	○
	가스관	○	○
	압력배관	○	

국토교통부「건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00 : 2022)」'제18장 비구조요소'의 '18.1.2.(1)①'에서 피난경로상의 비상유도등 등은 비구조요소 중요도계수 Ip를 1.5로 하는 것으로 명시되어 있어서 '18.1.1(1)①'에 해당하므로 내진설계를 수행하도록 되어 있습니다. 모든 건물에서도 비상유도등은 무조건 내진설계 대상인데, 학교시설이 내진1등급이면 비상유도등은 비구조요소 내진설계를 하지 않아도 되나요?

답변사례

건축물이 내진특등급이 아니더라도 피난경로상 비상유도등은 당연히 비구조요소 내진설계 대상입니다.

1) 근거

「학교시설 내진설계기준 (교육부고시 제2020-223호)」 제6장 비구조요소

6.1 일반사항

이 장은 학교건물 내 비구조요소의 내진설계에 대한 사항을 규정한다. 학교건물에 영구히 설치되는 건축, 기계 및 전기설비 등의 비구조요소와 그 지지부 및 연결부는 이 장과 건축물 내진설계기준의 규정에 따라 설계되어야 한다.

6.2 적용범위

[해설] 건축물 내진설계기준에서 비구조요소의 설계규정은 18장에 기술되어 있다. 〈표 6-1〉은 학교건물에서 흔히 사용되는 비구조요소의 종류를 정리한 것이다. 건축물 내진설계기준에서 반드시 내진설계가 수행되어야 하는 비구조요소로는 중요도계수 I_p가 1.5인 비구조요소와 파라펫, 건물외부의 치장 벽돌 및 외부치장마감석재이며 나머지 비구조요소는 건축주와의 협의를 따르도록 하고 있다.

6.3 중요도계수

비구조요소의 중요도계수 I_p는 건축물 내진설계기준을 따른다.

2) 판단

「학교시설 내진설계기준」 '6.1 일반사항'에 따르면, '제6장 비구조요소'는 「건축물 내진설계기준」에 따라 설계되어야 하고, 다만 〈표 6-1〉은 학교건물에서 흔히 사용되는 비구조요소의 종류를 정리한 것입니다. 정리하면서 중요한 표시가 누락된 오류라고 사료됩니다.

학교시설물이 '내진Ⅰ등급'이라면 비상유도등은 내진설계를 하지 않아도 되는 합리적인 이유는 찾을 수 없고 유추할 수도 없습니다. 비상유도등은 모든 비구조요소 중에서도 유일하게 재난시 대피하는 인원에게 신속한 피난경로를 안내·유도하는 기능을 제공하는 가장 중요한 비구조요소입니다.

F21 이중바닥은 앵커로만 고정되어야 하나?

질의사례	내진특등급 건축물 신축현장입니다. 이중바닥 Access Floor가 공사내용에 있어서 비구조요소 내진검토를 의뢰하려고 합니다. 다만 외부 민원인이 Access Floor가 내진성능을 가지려면 바닥에 모두 앵커로 고정되어야 한다고 하며, 이를 확인하기 위해 '설치상세도'와 '검토계산서' 등의 자료를 열람해야겠다고 주장합니다. Access Floor 베이스 플레이트를 앵커로 고정해야 하는 것이 맞나요?
답변사례	**'이중바닥'은 '특수 이중바닥'과 일반적인 것으로 구분됩니다. 가새를 설치할 수밖에 없는 '특수 이중바닥'인 경우에는 앵커로만 지지하여야 합니다. 그러나 이 조건은 일반적인 '이중바닥'에서까지 강제되는 조건은 아닙니다.** 1) 근거 「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.3.6 이중바닥 18.3.6.1 일반사항 (1) 이중바닥의 무게 W_p는 바닥시스템의 무게와 바닥에 고정된 모든 장비무게의 100%, 그리고 바닥에 지지되지만 고정되지 않은 장비 전체무게의 25%를 포함하여야 한다. 지진하중 F_p는 이중바닥의 상부면에 작용하며 지지구조체로 전달되어야 한다. (2) 이중바닥 패널에 고정된 장비의 전도효과도 고려하여야 한다. 인장력을 받지 않도록 설계되는 슬립온 헤드를 사용할 경우 장비에 의해 발생하는 전도모멘트를 지지할 수 있는지 검토되어야 한다. (3) 전도효과에 대해 각 지주를 검토할 때 고려되는 축력의 크기는 전체 중 그 지주가 담당하는 분담면적에 의한 크기를 초과할 수 없다. 18.3.6.2 특수 이중바닥 (1) 다음의 조건들을 만족할 경우 특수 이중바닥으로 간주하여 표 18.3-1의 특수 이중바닥의 설계계수를 사용할 수 있다. ① 이중바닥의 접합부가 기계적 접합, 18.5(1)② 및 ④에 따라 설계된 앵커, 용접 또는 지압을 통해 지진하중을 지지할 경우 그 설계하중은 공인된 설계기준에 부합하거나 실험에 의해 인증되어야 한다. ② 지진하중은 마찰력이나 동력고정앵커, 접착제로 지지되어서는 안된다. ③ 가새의 해석과 설계시 개별부재의 압축좌굴을 고려하여야 한다. ④ 가새와 지주부재의 재료는 관련산업규격을 만족하여야 한다. 단, 전기배관은 가새와 지주부재로 사용될 수 없다. ⑤ 수평격자구조는 지진하중에 의한 축력에 견딜 수 있어야 하며 지주와 기계적 접합으로 연결되어야 한다. 2) 판단 내진특등급 건축물에서 내진설계·검토의 대상이 되는 이중바닥은 '일반'적인 것과 '특수'한 것으로 구분합니다. 여기서 상기 기준의 ①~⑤의 조건을 준수해야 하는 '특수 이중바닥'은 일반적인 이중바닥보다 바닥면의 높이가 상당히 높거나 중량이 상당히 큰 장비를 지지하는 경우 등 기본적인 시스템 방식으로는 내진 안전성을 확보할 수 없을 때 적용합니다. (1) 특수 이중바닥으로 검토되는 대상은 상기 ①~⑤의 조건이 모두 시공에 반영되어야 하므로 지지부는 기계적 앵커로 바닥 슬래브 콘크리트에 정착되어야 합니다. (2) 일반 이중바닥으로 검토 중 위험하다고 판단되면 의뢰인과 협의 후 '특수 이중바닥'으로 전환하여 검토될 수 있고 그에 따라 지지부는 기계적 앵커로 바닥 슬래브 콘크리트에 정착되어야 합니다. (3) 일반 이중바닥으로 모든 구성부재들이 안전하다고 판단되고 다만 지지부만 위험하다고 판단되면 '특수 이중바닥'의 조건(①~⑤) 중 정착부 앵커 외에 나머지는 적용하지 않을 수 있습니다. (4) 일반 이중바닥으로 모든 구성부재들이 안전하고 지지부도 접착제로 가능하다고 판단되면 통상의 설치방법(에폭시본드)으로 설치할 수 있습니다. **내진검토 결과에 따라서 앵커 설치가 필요할 수도 있고 접착제(에폭시본드)로도 충분할 수도 있습니다. 건축구조기술사가 계산하고 판단하여 「비구조요소 내진검토계산서」에서 제시한 대로 설치하면 됩니다. 민원인이 공사·설계의 열람·공개를 원하는 경우에는 시공자나 감리자가 임의로 결정할 수 없으며, 당연히 건축주(발주처)가 결정할 사항입니다. 공공기관인 경우 「행정안전부 보안업무규정·시행규칙·시행세칙」, 「공공기관 정보공개에 관한 법률·시행령·시행규칙」, 각 지방자치단체의 조례 등에 따라 공개 시 전쟁·테러 및 각종 범죄에 노출됨으로 인하여 국가보안·시설안전·공익 보장에 해를 끼칠 수 있는지 등을 기관장 또는 보안담당관이 심의·판단하여 결정합니다.** **특히 이중바닥이 설치되는 공간은 통상 중요한 방재·보안전산 장비가 설치되므로 보안관리가 엄격합니다.**

2026년판에 추가하는 내용들

2025년판 이후,
새로운 주제의 질의에 답변드린 내용을
정리하여 2026년판에 추가합니다.

A+12 내진특등급에서 기능수행의 의미는?

질의사례	당 현장은 내진특등급이고 착공 단계에 있으며, 비구조요소 내진설계·검토 기술용역에 대해 발주계획 중입니다. '내진특등급에 해당하는 구조물에서 시설물의 지속적인 기능수행을 위해 필요하거나 손상시 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 비구조요소'는 비구조요소 중요도계수 I_p를 1.5로 하도록 되어 있는데, 여기서 기능수행의 의미가 궁금합니다.

답변사례

'기능수행'의 해석에 따라 비구조요소의 내진설계·검토 적용 범위가 크게 달라집니다.(07 참조)

비구조요소 관련 '기능수행'을 넓은 의미로서 '평상시 일반 기능인 건물 용도'로 본다면 적용 범위는 '모든 또는 대부분 비구조요소'가 될 수 있습니다. 그러나 좁은 의미로서 '지진 시 손상되지 않고 지진 후에도 반드시 지속적으로 유지되어야 하는 핵심 기능'으로 본다면 적용 범위는 크게 줄어듭니다.

1) 관련 근거

「건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)」 20. 기능수행 고려사항

20.1 일반사항

(1) **<u>기능수행 성능수준은 지진 이후에도 건축물이 그 용도에 따른 고유한 기능을 그대로 유지하여 지진 이전과 다름없이 사용될 수 있음을 의미</u>**한다. 이를 위하여 구조적 안전성 외에도 건축물의 용도와 관련된 각종 설비 및 내용물이 고유의 기능을 유지하면서 작동할 수 있어야 한다.

(2) 기능수행 성능수준에서 기능수행이 요구되는 비구조요소의 최소범위는 18.1.2에서 I_p=1.5를 적용하도록 요구되는 비구조요소이다.

(3) 발주자가 요구하는 경우 15장에 따라서 성능목표, 지진위험도를 결정하고 해당 지진위험도에 대하여 비구조재의 기능수행 수준을 만족하도록 설계한다.

(4) 기능수행 성능수준이 요구되는 건축물은 이 기준에서 정한 수준의 지진 발생 직후 처짐, 횡변형 또는 다른 변형이 해당 시설물의 기능 장애를 유발하지 않도록 구조시스템과 부재 및 연결부가 충분한 강도와 강성을 갖도록 설계하여야 한다.

(5) 기능수행 성능수준이 요구되는 비구조요소의 시스템 및 그 정착부는 이 기준에서 정한 수준의 지진 발생 직후 해당 시설물의 기능에 장애가 발생하지 않도록 충분한 강도와 강성을 갖도록 설계되어야 한다.

(6) 기능수행 성능수준이 요구되는 기계 및 전기 비구조요소의 시스템 및 그 구성요소는 이 기준에서 정한 수준의 지진 발생 직후 중요한 기능을 수행할 수 있도록 설계되거나, 인증되거나 또는 보호되어야 한다.

⋮

20.3 건축 비구조요소의 기능수행

(1) 기능수행이 요구되는 건축 비구조요소는 해당 성능목표에 대하여 18장에 따라서 내진안전성이 확보되어야 한다.

(2) 인명안전에 관련된 건축비구조요소는 18장에 따라서 내진안전성이 확보되어야 한다.

20.4 기계 및 전기 비구조요소의 기능수행

(1) 20.1(2)에 따라 기능수행이 요구되는 비구조요소 중 기계 및 전기 비구조요소는 18.1.3.2 및 18.1.3.4에 따라 기능수행에 해당되는 내진성능을 입증하여야 한다.

(2) 기능수행이 요구되지 않는 내진설계대상 기계 및 전기 비구조요소는 18장에 따라서 내진안전성이 확보되어야 한다.

2) 기능수행 의미의 견해 차이에 대한 정리

구분		내용
원인		KDS 41 17 00 기준에 비구조요소 관련 '기능수행'에 대한 명쾌한 정의·범위 내용이 없음. 상기 근거 중 **'건축물이 그 용도에 따른 고유한 기능'**을 '건축물의 **기본적 용도의 일반기능**'인지, '건축물의 여러 용도 중 지진 시에도 유지되어야 하는 **특별한 용도의 핵심기능**'인지 해석이 각자 다를 수 있음.
추정		건축물마다 각각의 고유한 용도 또는 핵심 기능이 다양하므로 재난 시 운영계획 등에 따라 건축주(발주처 또는 사용주체)와의 협의에 따라 결정할 수 있는 자율성을 제공하였다고 볼 수 있음. 정의나 범위가 구체적으로 지나치게 한정되면 그 범위 너머의 필수 요소 채택에 부담이 발생할 수 있고, 정작 특수한 경우에 내진검토가 필요한 비구조요소가 배제될 위험성이 있다고 추정.
대상 범위 차이	기능 견해 차이	비구조요소 내진설계·검토 실시 대상 (예시)
	건축물 평시 운영의 **일반기능**	인명안전 관련 요소: A 실시, B 실시, C 실시, D 실시, E 실시 기능수행 관련 요소: F 실시, G 실시, H 실시, I 실시, J 실시, K 실시, L 실시, M 실시, N 실시, O 실시
	건축물에 특별히 부여된 **핵심기능**	인명안전 관련 요소: A 실시, B 실시, C 실시, D 실시, E 실시 기능수행 관련 요소: F 실시, ~~G 제외~~, ~~H 제외~~, ~~I 제외~~, ~~J 제외~~, ~~K 제외~~, ~~L 제외~~, M 실시, ~~N 제외~~, ~~O 제외~~

답변사례
(계속)

3) 기능수행의 의미를 유추할 수 있는 관련 전문 자료

구분	내용
비구조요소 기능수행의 중요성	「IBC 내진기준 소개 및 해설」, 태림문화사, 2003년, P.252. '비구조요소 중에는 파괴시 인간의 생명을 위협하는 부류가 있고, **피해복구 시설물의 기능을 상실케 하는 부류**가 있고, 국부적인 자체파손으로 국한되는 부류가 있다. (중략) 특히 **지진 후 피해복구 및 응급조치를 하여야 하는 병원, 소방서 및 관공서 등 건물의 비구조요소 파손에 의한 기능상실은 설상가상의 또 다른 재앙**이라고 할 수 있다. 이러한 경우 **지진 후 피해복구용으로 활용할 건축구조물이 안전하게 유지되도록 설계**에서 고려한 중요도계수가 무색해진다고 할 수 있다. 비구조요소의 적절한 내진설계는 극히 적은 비용으로 달성가능하며 그 효과는 생명 보존 및 엄청난 비용의 절약으로 나타날 것이다.'
기능수행을 넓은 의미로 해석한 사례	「건축물 내진설계기준 해설」, 대한건축학회, 2019년, P.141. '내진특등급의 구조물은 설계지진 후에도 기능을 유지할 수 있어야 한다. 따라서 내진특등급 구조물 내 **대부분의 비구조요소**는 중요도계수 I_p를 1.5로 하여 설계되어야 한다.'
기능수행을 핵심 의미로 해석한 사례	「건축물 내진설계기준 해설」, 대한건축학회, 2019년, P.142. '지진 후 기능 손실이 심각한 영향을 초래하는 **비구조요소(예를 들어 소방펌프 장비 및 병원용 비상전원, 무정전 전원공급 장치 등)**는 설계지진 후에도 반드시 기능을 유지할 것이 요구된다.'
	미국기준 ASCE7-22, P.724 For structures in Risk Category IV, the potential disruption of **essential function** caused by component failure must also be considered. 위험범주 IV 구조물(우리나라 내진특등급)에 대해서는 비구조요소 파괴로 인한 **필수 기능**의 잠재적 중단도 고려해야 한다. **Concerns regarding loss of function are most often associated with mechanical and electrical components.** Architectural damage, unless severe, can be accommodated temporarily. **기능상실에 대한 우려는 대부분 기계 및 전기 비구조요소와 관련이 있다.** 심각한 경우가 아니라면 건축적 손상을 일시적으로 수용할 수 있다.

4) 고찰

상기 전문 자료의 해설에서도 넓은 의미와 핵심 의미가 공존합니다. 그러나 넓은 의미로 해석한 사례에서도 '대부분'이라는 범위로 언급하고 있어서 예외가 되는 '일부분'도 존재함을 인정하고 있습니다.

따라서 기능수행을 핵심 의미로서 봄이 합리적이고 타당합니다. 제각기 다양한 비구조요소에 대해서 기능수행 여부를 판단할 때, 그것이 손상되면 시설물의 고유하고 특별한 기능에 마비를 초래하는 핵심적 요소인지 또는 그 핵심적 요소에 손상을 초래할만한 위험한 요소인지, 아니면 손상되면 단지 불편함만 초래하는 편의적 요소인지를 분류하는 협의 진행을 권장합니다.

5) 의견

'기능수행'도 결과적으로는 인명안전과 관련됩니다. 다만 일반적인 '인명안전'의 범위가 그 하나의 건축물에만 한정된 것이라면, 기능수행의 효과는 그 시설물을 넘어서 더 넓게 광역적인 지역 범위까지 확장되어 수많은 인명안전에 크게 기여합니다.

내진특등급 건축물의 지진 시 필요한 용도로서 아래와 같이 핵심기능을 살펴보면 '기능수행'이 왜 '광역적으로 더 많은 인명안전'을 뜻하는지 충분히 유추할 수 있습니다. (A2 참조)

(1) 일정 규모(연면적 1,000㎡) 이상의 위험물 저장·처리시설은 지진 시 관리·제어 기능이 마비되면 폭발/가스유출이 발생할 가능성이 높아지고 그 피해 범위는 광역적이므로 수많은 인명피해를 발생시킬 수 있으므로 그 인명피해를 예방하기 위해 내진특등급이 부여된 것입니다.

(2) 일정 규모 이상의 국가 또는 지방자치단체의 청사(시·도·군·구청)는 「재난 및 안전관리 기본법」에 의거해 재난안전상황실을 설치하여 재난 발생시 재난정보 수집·전파, 상황관리, 초동조치·지휘 등의 업무를 수행하는 기능이, 소방서는 구조·구난·응급수송 등의 기능이, 방송국·전신전화국·데이터센터는 재난정보 전파의 기능이, 발전소는 재난 시에도 필요한 전기공급을 유지하여 앞의 모든 중요한 시설물이 가동되도록 하고 사회혼란·사고피해가 증가되지 않도록 하는 기능이 유지되어야 합니다. 이러한 기능들이 모두 정상적으로 유지되어야만 인명피해 증가를 막을 수 있으므로 내진특등급이 부여된 것입니다.

(3) 종합병원, 수술·응급시설을 갖춘 병원은 지진 시 상해를 입거나 구조되어 응급수송된 환자에게 신속한 의료 조치를 제공하는 기능이 유지되어야 하므로 내진특등급이 부여된 것입니다.

(4) 비상시 긴급대피수용시설로 지정된 건축물은 재난 시 대피·임시거주하는 지역주민의 인명안전을 보호하기 위해서 내진특등급이 부여된 것입니다.

상기의 건축물들은 그 기능이 재난 시에 지역적으로 또는 국가적으로 광역에 걸쳐 수많은 인명안전을

답변사례 (계속)	보호하는 특별하게 중요한 기능이 유지되어야 하므로 내진특등급으로 분류된 것입니다. 당연한 말이지만 사람 목숨보다 더 중요한 것은 없습니다. 내진특등급 건축물의 핵심기능이 마비되면 설상가상의 참담한 재앙이 발생할 수밖에 없고, 핵심기능이 유지되면 인명피해는 최소화될 수 있습니다. 예산을 엉뚱한 곳에 낭비하지 않고 핵심을 파악하여 집중시키면 미래에 더 많은 생명을 살릴 수 있습니다. 본 안내서 2023-2024년판에서는 넓은 의미의 기능수행에 대해서만 안내하였고, 2025년판부터는 A10, A11를 추가하여 판단 다양성을 감안한 좁은 의미로서의 고찰·견해를 소개하였으며, 2026년판에서는 A+13 ~ A+15를 통해 다양한 용도의 내진특등급 시설물에 대해서 기능수행과 관련한 비구조요소 내진설계·검토 대상 선정방법·절차의 예시·사례를 소개하였습니다.

A+13 행정복지센터의 비구조요소 내진검토 대상 선정방법은?

질의사례	내진특등급으로 설계된 행정복지센터 건립현장의 감리자입니다. A11 을 통해서 내진특등급 시설물이더라도 모든 비구조요소가 내진설계·검토 의무대상은 아닌 것으로 어느 정도는 이해했습니다. 다만 '기능수행'과 관련하여 내진설계·검토의 대상으로 결정하는 절차·방법이 궁금합니다.

답변사례

행정복지센터 또는 주민자치센터는 기본적인 행정민원업무 외에도 주민복지, 문화, 체육, 자원봉사 등의 역할도 가집니다. 과거에 동·면사무소로서 행정민원을 위한 소규모 공공업무시설에서, 발전하는 사회적 요구에 따라 각종 지원 및 편의 공간들이 추가되어 연면적이 1,000㎡를 넘는 복합용도로 설계되는 경우가 대부분입니다. 건축주(발주처·사용기관)이 기능수행의 의미를 좁은 의미로 '지진 시 손상되지 않고 지진 후에도 반드시 지속적으로 유지되어야 하는 핵심 기능'으로 본다'고 가정할 때, 시설물 사용주체가 지진 발생 시 인원 대피 및 장비운영을 어떻게 할지, 그 계획을 바탕으로 비구조요소 내진설계·검토 대상을 선정하는 방법·절차의 예시를 아래와 같이 소개합니다.

1) 행정복지센터·주민센터 비구조요소 내진설계·검토 대상 선정방법·절차(안)

절차	방법 (예시)	비고
1단계	공사협의체(건축주/감리단/시공사)를 소집하여 본 안건의 공사회의를 개시	공사회의록 작성
2단계	인명의 안전을 위협하는 대상들을 파악하여 내진검토·설계의 추진·의뢰를 의결함. ('인명안전' 내진성능목표는 모든 시설물의 기본 조건임)	A2 참조
3단계	해당 행정복지센터가 '기능수행' 내진 성능목표에 해당하는지에 대해 파악·결정 3-1단계: 지진 시에 재난관리를 위해서 또는 지진 직후에 피해복구를 위해서 '재난안전대책본부'에 소속된 공무원이 시설물에 상주하여야 하는가? 3-2단계: 지진 시에도 중요한 행정전산 자료가 '국가정보기록원'에 실시간으로 이전되지 않고, 자체 서버 등 장비가 항시 가동 유지되어야 하는가? 3-3단계: 시설물이 재난시 주민을 위한 '긴급대피수용시설'로 지정되어 있는가? 상기 세 가지 조건 중에 어느 하나도 해당하지 않으며, 지진 시 모든 인원이 신속하게 옥외로 대피하여야 하는 경우, 이 시설물은 '기능수행'에 필요한 비구조요소는 없다고 사료됨. (이 경우 '2단계'에서 결정된 대상만 내진설계·검토 대상으로 확정 후 협의 종료)	발주처(사용기관)의 시설물 운영계획·방침·의견이 중요
4단계	'기능수행'에 필요한 비구조요소 대상을 협의하여 선정	A11 참조

2) 협의 예시

4단계 (예시)		
대상요소	협의 사례	결론(안)
외부경량마감	시공자 : 당 시설물에는 석재나 치장벽돌보다 경량인 알루미늄 복합판넬 외벽 마감이 하지각관틀에 설치되는 것으로 계획되어 있습니다. 건축주 : 이 마감재가 내진설계검토 대상이 되는지, 전문가 의견은 어떻습니까? 감리자 : 이 마감재는 경량이고 휘어질 수 있는 연성재질로서 하지각관에 고정하는 직결볼트의 개수를 충분히 설치하면 지진 시 어떤 볼트가 끊어지거나 뽑히더라도 판넬 한 장이 추락할 가능성은 희박하며, 만약 어떤 한 장이 손상되어도 주변 판넬에 연쇄적인 영향을 끼치지 않습니다. 또 외부에 설치되는 경량재료는 중량재료와 달리 지진하중보다 풍하중 등 외기 영향을 더 크게 받으므로 내풍 안전성만 확인되면 내진 안전성도 갖춘 것으로 볼 수 있습니다. 다만 건축구조기술사가 작성한 외부마감 구조검토서에 풍하중 효과가 지진하중 효과보다 크다는 의견과 근거만 있으면 별도로 내진설계검토를 의뢰할 이유는 없다고 판단합니다. 시공자 : 감리단에 판넬과 하지틀에 대해서 감리단이 요구하는 수준의 구조검토서류를 제출하겠습니다. 건축주 : 그렇다면 시설물 기능수행에 지장을 준다고 볼 수 없으므로 '건축물 내진설계기준' 제18.1.1(3)항에 따라 외부경량마감은 비구조요소 내진설계검토 대상에서 제외하는 것으로 의결합니다.	내진검토 대상에서 제외함
매달린 천장	시공자 : 당 시설물에는 천장 마감이 M-바에 텍스 마감, M-바에 석고보드 인테리어 마감, 그리고 CLIP-바가 계획되어 있습니다. 건축주 : 통신실 서버는 지진 시에도 작동되어야 하고, 공무원, 민원인, 기타 사용자 등 모든 사람은 지진 시 건물 밖으로 대피하는 것이 원칙입니다.	내진검토 대상에서 제외함

답변사례
(계속)

매달린 천장	감리자 : 지진 시에도 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 비구조요소는 내진설계 대상입니다. 그리고 지진 시 모든 사람이 옥외로 신속 대피해야 한다면 소방과 피난경로에 계단/캐노피/비상유도/칸막이벽 등(A2 참조)과 매달린 중량 전기·기계비구조요소 등을 제외한 실내 비구조요소는 내진설계 대상으로 볼 수 없습니다. 다만 통신실에 서버 등 중요한 장비가 지속적으로 가동되어야 한다면 이 장비에 손상을 유발할 수 있는 요소는 내진설계 대상입니다. 당 현장 통신실은 실면적이 12㎡이고, 천장 마감이 M바에 텍스 마감으로 계획되어 있습니다. 즉 천장 면적이 13m^2 이하이므로 내진설계 면제조건(A11 참조)에 해당합니다. 따라서 통신실 면적이 더 크게 변경되지만 않는다면 당 시설물에서 비구조요소 내진설계검토의 대상이 되는 천장은 없습니다. 건축주 : 그렇다면 천장은 비구조요소 내진설계검토 대상에서 제외하는 것으로 의결합니다.	내진검토 대상에서 제외함
이중바닥	시공자 : 당 시설물에서 이중바닥은 통신실에 악세스플로어, 체력단련실과 문화강당에 시스템마루틀이 계획되어 있습니다. 건축주 : 통신실의 서버는 지진 시에도 작동되어야 하고, 체력단련실은 편의시설 공간이며, 문화강당은 피난대피시설 공간으로 지정되지 않았습니다. 감리자 : 통신실 서버는 중요한 장비로서 지진 시에도 지속적으로 가동되어야 한다면 이 장비에 손상을 유발할 수 있는 비구조요소는 내진설계 대상입니다. 통신실 실면적이 13m^2 이하이므로 천장은 면제조건에 해당하지만, 이중바닥은 면적에 따른 면제조건이 없습니다. 따라서 통신실 악세스플로어는 비구조요소 내진설계검토의 대상입니다. 건축주 : 그렇다면 이중바닥 중에서 통신실 악세스플로어만 비구조요소 내진설계 검토의 대상으로 의결합니다.	통신실 악세스 플로어에 한하여 내진검토 대상으로 결정함
⋮	(생략)	

연면적과 시설물 용도에 따라서 건축물의 중요도가 결정되고, 이에 따라 연면적이 큰 행정복지센터 또는 주민자치센터의 구조요소(골조)가 내진특등급으로 내진 설계되는 경우도 많은데, A10 의 '고찰'에서 언급한 바처럼 골조가 내진특등급이므로 비구조요소 내진설계·검토 적용의 범위도 문구적·기계적으로 따른다면 안전의 이익에 비하여 과도한 예산 낭비의 손실을 초래할 수 있습니다. 상기와 같이 비구조요소 내진설계·검토 대상을 선정하는 방법·절차의 예시를 소개하오니 업무에 참조하시기 바랍니다.

A+14 시청·도청·군청·구청의 비구조요소 내진검토 대상 선정방법은?

질의사례	재난안전상황실을 설치하는 구청 이상의 청사 건립공사 시, '기능수행'과 관련된 내진설계·검토의 비구조요소 대상을 결정하는 절차와 방법이 궁금합니다.
답변사례	**「재난 및 안전관리 기본법」에 의거, 구청 이상인 시청·도청·군청·구청의 시설물에는 '재난안전상황실'을 설치하여야 하고, 그 행정기관장이 재난정보의 수집·전파, 상황관리, 재난발생 시 초동조치·지휘 등의 업무를 수행하여야 합니다. 그러므로 구청 이상의 청사가 내진특등급을 부여받게 된 '기능수행'의 의미는 단지 일상적인 행정업무가 아니라 '재난관리'을 의미한다고 사료됩니다.(A10의 '고찰' 참조)** **재난관리의 행정 거점시설로서 시청·도청·군청·구청의 시설물에서 비구조요소 내진설계·검토의 대상을 결정할 때, 먼저 특별한 '기능수행'을 위한 시설공간 범위를 확정하고, 후에 확정된 시설공간 범위에 속하는 여러 비구조요소들 중에서도 '시설물의 지속적인 기능수행을 위해 필요하거나 손상시 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는' 것을 선별하여 결정한다면 효과적인 안전 대응과 효율적인 예산 절감을 모두 성취할 수 있을 것으로 기대합니다. 비구조요소 내진설계·검토 대상을 선정하는 방법·절차의 예시를 아래와 같이 소개합니다.**

1) 시청·도청·군청·구청 비구조요소 내진설계·검토 대상 선정방법·절차(안)

절차	방법	비고
1단계	공사협의체(건축주/감리단/시공사)를 소집하여 본 안건의 공사회의를 개시	공사회의록 작성
2단계	인명의 안전을 위협하는 대상들을 파악하여 내진검토·설계의 추진·의뢰를 의결함. ('인명안전' 내진성능목표는 모든 시설물의 기본 조건임)	A2 참조
3단계	지진 시 정상 운영되어야 하는 시설공간 범위를 확정하여 의결함. 1안: 재난관리의 핵심 시설공간로서 '재난상황실'만 지정함. (강당 등이 '피난대피시설공간'으로 지정된 경우, 이를 포함) 2안: 1안 + 재난관리와 관련이 있는 '재난구호물자창고/충무시설' 등도 포함함. 3안: 1안 또는 2안 + 재난관리 공간의 정상적 가동을 위해 필요한 기능을 제공하는 '전기실/기계실/통신실/전산실' 등도 포함함. 4안: 3안 + 재난관리 공간의 출입을 위한 '통로' 및 인접 '화장실/샤워장' 등 재난관리공무원의 편의를 고려한 공간을 포함함. 5안: 본청 청사의 모든 공간 또는 의회 청사까지 포함한 모든 공간.	발주처(사용기관)의 시설물 운영계획·방침·의견이 중요 발주처(사용기관)의 시설물 운영계획·방침·의견이 중요
4단계	상기 3단계에서 확정한 공간 범위의 '기능수행'에 반드시 필요하거나 손상시 운영·가동에 지장을 초래할 비구조요소 대상을 협의하여 선정	

2) 협의 예시

4단계 (예시 : 3단계에서 3안으로 결정하는 경우)		
대상요소	협의 사례	결론(안)
외부경량마감	A+13 참조	
유리 (커튼월 등)	시공자 : 본청 공사에 커튼월 및 유리 칸막이벽이 계획되어 있습니다. 건축주 : 이 커튼월과 유리 칸막이벽이 내진설계검토 대상이 되는지, 전문가 의견은 어떻습니까? 감리자 : 커튼월의 유리가 탈락하면 지상으로 대피한 민원인과 공무원의 인명안전에 큰 위협이 됩니다. 또한 옥내 칸막이벽 유리가 탈락하면 원활한 피난경로를 통한 대피 이동에 지장을 초래할 수 있습니다. 시공자 : 본청에 설치되는 커튼월을 구성하는 프레임, 브라켓, 앵커정착부는 풍하중과 고정하중에 대해 Mock-up Test 구조성능시험을 실시하거나, 구조계산을 의뢰할 예정입니다. 그러나 그 성능시험·구조계산 내용에는 지진 시 건물 흔들릴 때, 프레임이 함께 따라 변형할 것인데 유리가 변형하는 프레임과 접촉하여 깨지거나 탈락하는지 여부에 대한 내용은 포함하지 않습니다. 감리자 : 커튼월과 칸막이벽 등에 끼워진 유리에 대해 유리와 틀 사이에 유격이 얼마나 필요한지 확인받는 것이 필요합니다. 건축주 : 유리가 탈락하면 인명안전에 위협이 될 수 있으므로 비구조요소 내진설계 검토 대상으로 정하고 검토를 의뢰할 것을 의결합니다.	내진검토 대상으로 결정함
매달린 천장	시공자 : 재난상황실/다목적강당은 M-바에 석고보드 인테리어 마감, 재난구호물자	

답변사례 (계속)	매달린 천장	창고/충무시설/전기실/기계실은 천장 마감이 없으며, 통신실/전산실은 M-바에 텍스 마감으로 계획되어 있습니다. 건축주 : 본청 다목적강당은 피난대피시설 공간으로 지정되지 않았습니다. 감리자 : 다목적강당 피난대피시설 지정과 상관없이 재난상황실/다목적강당의 천장은 석고보드로 마감되고 전체 천장이 동일한 높이에 설치되며 모든 테두리가 벽면에 접하므로 내진설계 면제조건(A11 참조)에 해당합니다. 구호물자 창고/충무시설/전기실/기계실은 천장 마감이 없으므로 언급할 것도 없습니다. 다만 통신실/전산실은 실면적이 각각 130㎡와 115㎡이고, 천장 마감이 M-바에 텍스로 계획되어 있습니다. 즉 천장 면적이 13m^{2}를 초과하고 마감이 석고보드 재질이 아니므로 내진설계 면제조건(A11 참조)에 해당하지 않으며 비구조요소 내진설계검토의 대상입니다. 건축주 : 재난상황실 면적이 통신실보다 더 넓고, 재난 시 핵심공간으로서 더 중요하다고 보는데, 재난상황실 천정은 내진대상에서 면제되고 통신실 천정은 내진대상이 된다는 것이 납득이 안 됩니다. 감리자 : 마감방식의 차이입니다. 천장 마감 위에 M바 등 경량천정틀 구성방식은 같지만, 내진설계검토를 하지 않은 경량천정틀에 텍스만 설치하면 경량 천정틀이 뒤틀리면서 텍스가 추락할 우려가 크고, 전체 동일한 높이에 설치되는 석고보드 마감은 다이어프램이라는 격막 강성효과를 가져서 경량 천정틀이 뒤틀리는 것을 방지하기 때문에 그만큼 안전하므로 내진설계 검토가 면제되는 것입니다. 시공자 : 통신실과 전산실의 중요한 장비가 지속 가동되기 위해서 이 천장은 내진설계 검토가 진행되어야 하지만, 더 확실하게 안전을 확보하기 위해서 천장 마감을 없애고 콘크리트면처리 후 수성페인트로 설계변경하는 것을 건의합니다. 슬래브와 당초 계획된 천장 사이 높이차가 크지 않으므로 조명 등을 슬래브에 고정하고 조도를 조절하면 사용상 불편은 없을 것입니다. 건축주 : 보다 확실한 안전성을 확보하기 위해서 통신실과 전산실은 시공사 의견대로 설계변경하는 것이 타당하다고 봅니다. 본 회의록을 첨부하여 감리단에 설계변경 실정보고를 제출하시기 바랍니다. 그 조건으로 천장은 비구조요소 내진설계검토 대상에서 제외하는 것으로 의결합니다.	설계변경 조건부, 내진검토 대상에서 제외함
	이중바닥	A+13 참조	
	⋮	(생략)	

다른 자연재난(태풍, 홍수, 대설, 한파 및 기타)과 달리, 지진은 재난안전상황실이 설치된 청사 시설물도 피해 대상이 될 수도 있습니다. 지진 시에는 재난안전상황실 전담일력(상황실장 및 상황근무자)의 안전도 보장하고 지진재난관리의 기능수행 유지에 문제가 없어야 합니다. 「재난 및 안전관리 기본법 시행령」 제23조제2항에 따라 대체상황실을 옥외에 임시 운영하는 등의 세부적인 운영계획을 수립·점검하고 준비·훈련하면 미증유의 큰 지진에도 재난관리 기능이 유지될 것입니다.

A+15 소방서의 비구조요소 내진검토 대상 선정방법은?

질의사례	소방서 또는 119안전센터 신축 시, '기능수행'과 관련된 내진설계·검토의 비구조요소 대상을 결정하는 절차·방법이 궁금합니다.
답변사례	**비구조요소 내진설계·검토 대상을 선정하는 방법·절차의 예시를 아래와 같이 소개하오니, 참조하시기 바랍니다.**

1) 소방서 또는 119안전센터 비구조요소 내진설계·검토 대상 선정방법·절차(안)

절차	방법	비고
1단계	공사협의체(건축주/감리단/시공사)를 소집하여 본 안건의 공사회의를 개시	공사회의록 작성
2단계	인명의 안전을 위협하는 대상들을 파악하여 내진검토·설계의 추진·의뢰를 의결함. ('인명안전' 내진성능목표는 모든 시설물의 기본 조건임)	A2 참조
3단계	지진 시 정상 운영되어야 하는 시설공간 범위를 확정하여 의결함. 1안: 재난수습의 핵심 시설공간로서 '종합상황실/차고/장비창고'만 지정하고, 전기 부문에서는 '상황접수·전달'에 필요한 최소 계통만 포함. 2안: 1안 + 대상 공간에 근무 요원이 필수적으로 사용하여야 하는 '사무실/대기실/샤워장/화장실' 등의 공간을 포함하여 지정하고, 전기/기계 부문에서는 이 공간의 사용에 지장을 초래하지 않는 모든 계통을 포함. 3안: '체력단련실/휴게실'을 포함한 시설 내 모든 공간 및 모든 전기/기계 계통.	발주처(사용기관)의 시설물 운영계획·방침·의견이 중요 발주처(사용기관)의 시설물 운영계획·방침·의견이 중요
4단계	상기 3단계에서 확정한 공간 범위의 '기능수행'에 반드시 필요하거나 손상시 운영·가동에 지장을 초래할 비구조요소 대상을 협의하여 선정	

2) 협의 예시

4단계 (예시 : 3단계에서 2안으로 결정하는 경우)		
대상요소	협의 사례	결론(안)
외부경량마감	A+13 참조	
커튼월	A+14 참조	
매달린 천장	시공자 : 차고/창고/전기실/기계실은 천장 마감이 없고, 화장실/샤워실은 CLIP-바에 SMC마감, 그 외 모든 실 천장은 M-바에 석고보드 인테리어 마감으로 계획되어 있습니다. 감리자 : CLIP-바에 SMC마감으로 계획된 화장실/샤워실은 천장 면적이 13m^{2}를 초과하므로 내진설계검토의 대상입니다. 나머지 M-바에 석고보드 마감으로 계획된 곳들 중에서 대부분 전체 천장이 동일한 높이에 설치되며 모든 테두리가 벽면에 접하므로 내진설계 면제조건(A11 참조)에 해당하지만, 로비/홀에는 간접등박스가 계획되어 전체 천장이 동일한 높이에 설치되는 것이 아니므로 내진설계검토의 대상입니다. 로비/홀 천장 석고보드 마감에 단차를 두는 미적인 효과보다 기능적, 안전적 효과를 우선적으로 추구하는 것이 바람직하다는 의견입니다. 간접등박스를 없애고 천장 석고보드 마감이 단차 없이 전체 동일한 높이로 설치되도록 설계변경하는 것을 건의합니다. 경미한 설계변경이지만 안전에 큰 효과가 있습니다. 단지 내진설계검토 면제 때문이 아니라, 사용자들의 안전을 더 크게 확보하기 위해서입니다. 건축주 : 감리자 의견에 동의합니다. 이 건의에 대해 시공사는 설계변경 실정보고를 감리단을 경유하여 제출해주시기 바랍니다. 시공자 : 이 부분에 대해 전기공종 및 인테리어공종과 협의하여 설계변경 실정보고를 제출하겠습니다. 건축주 : 화장실/샤워실 CLIP-바는 비구조요소 내진설계검토를 진행하는 것으로 의결하고, 나머지 부분 로비/홀 천장마감은 직원들의 의견을 수렴하여 설계변경 진행 여부를 결정해 통지하겠습니다.	설계변경 조건부, 내진검토 대상에서 일부 제외함
이중바닥	A+13 참조	
간판	시공자 : 건축물 정면에 문자형 찬넬 간판이 계획되어 있습니다. 건축주 : 이 간판이 내진설계검토 대상이 되는지, 전문가 의견은 어떻습니까? 감리자 : 이 간판이 당 소방서 시설물에 '기능수행'으로서 필요한 것인지에 대해서 건축주(발주처/사용기관)의 견해가 중요합니다. 내진특등급 시설물에서	

답변사례 (계속)	간판	간판의 기능수행은 재난 시 외부인이 긴급하게 방문할 이유가 있을 때에 외부인이 육안으로 시설물 위치를 발견하여 방문하도록 하는 역할을 가진다고 판단하면, 긴급대피수용시설/종합병원/수술·응급병원 등은 간판이 기능수행에 중요하다고 볼 수 있습니다. 그러나 소방서는 소방·구급요원이 출동하는 곳이지 외부인이 긴급하게 이곳을 방문하는 곳은 아닌 것으로 봅니다. 건축주 : 긴급한 상황에서 외부인이 이곳 소방서를 찾기보다 우리가 출동하는 것이 시간 다툼에서 절대적으로 유리하다는 것은 상식입니다. 그러나 재난이 발생해서 경황이 없으면 외부인이 그 생각을 미처 못 할 수도 있습니다. 또 소방서 주변 거주민이더라도 혼란스러운 상황이라면 평소에 기억하던 곳도 기억하지 못할 수도 있습니다. 이런 상황을 모두 염두하면 당 소방서에서 간판은 '기능수행'으로서 중요하다고 봅니다. 감리자 : 간판은 외부에 설치되고 문자형 찬넬처럼 자중이 비교적 크지 않은 것들은 통상 지진하중보다 외기환경 즉 풍하중에 더 큰 영향을 받습니다. 그렇다고 내진설계검토가 무조건 면제될 수 있다는 것은 아니지만, 건축구조기술사가 간판 정착부 등이 풍하중에 안전하고 그 풍하중이 간판에서 발생하는 지진하중보다 크므로 탈락될 위험 없이 안전하다는 의견과 근거를 포함해서 구조검토서를 제출하면 지진하중을 고려한 것이므로 별도로 내진설계·검토를 의뢰할 필요는 없다고 판단합니다. 시공자 : 감리단에서 요구하는 조건으로 구조검토서류를 제출하고 승인받은 후에 간판 설치를 진행하겠습니다. 건축주 : 간판은 감리단에서 요구한 조건대로 구조검토서류가 충족하면, 비구조요소 내진설계검토 대상에서 제외하는 것으로 의결합니다.	조건부, 내진검토 대상에서 제외함
	⋮	(생략)	

소방청·소방본부 및 소방서는 「재난 및 안전관리 기본법」에서 정한 긴급구조기관으로서, 평시의 일반 사무공간도 재난 시 연속하여 운영되어야 하는 공간이 될 수 있으며, 장비(소방차·구급차 등)와 소방·구급요원 모두 구조·구급·수색 등에 전문화된 핵심 자산으로서 '기능수행'이라는 범위에 적극적으로 고려되어야 할 것입니다.

E+22 조적 칸막이벽 천장 마감 위 몰탈 미장은?

질의사례	당 현장 조적벽체는 칸막이벽으로서 내진검토를 진행했습니다. 그 구조검토계산서에 기재된 바를 준수하여 시공하였습니다. 다만 천장이 설치되는 시멘트벽돌 조적 칸막이벽에서 미장을 천장 바로 위에서 끝내도 되는지, 또는 천장 속까지 모두 다 미장을 해야만 하는 것인지에 대한 별도의 언급이 없어서 천장 속 미장을 생략했는데, 감리단으로부터 구조검토계산서에 이를 생략해도 된다는 내용이 없으면 조적벽체 전체 높이에 미장을 실시하거나, 또는 구조검토계산서 또는 구조의견서 등에 건축구조기술사가 이를 생략해도 된다는 내용과 근거를 보완하여 제출하라는 보완요구 문서를 받았습니다. 어떻게 할까요?
답변사례	**조적 칸막이벽 내진설계·검토는 설치조건(벽체의 길이/높이/개구부유무/단부조건 및 설치 층수 등)에 따라 안전성 결과는 제각각 다르므로 천장 상부 미장의 필요 여부에 대해 간단하게 답변할 수 없습니다. 구조검토계산서에 별도 언급이 없으면 벽면의 전체 높이에 미장을 동일 적용하는 것으로 가정하여 검토된 것일 수 있습니다. 따라서 감리자의 우려와 요구는 당연합니다. 이에 대해 해당 내진설계·검토를 수행한 건축구조기술사에게 문의하거나, 또는 이에 대한 추가 검토가 가능한지 여부를 상담하시기 바랍니다.** 1) 이유 조적 칸막이벽 중 시멘트벽돌의 경우는 실제 시공시 일면 또는 양면에 몰탈 미장이 대부분 필수이며, 이 미장을 내진설계·검토 시 일반적으로 아래와 같이 반영합니다. (1) 미장 마감 두께의 질량을 하중효과에 반영하여 보다 불리한 조건 하에서 안전성을 추구함. (2) 미장 마감이 일면만 설치되거나 얇게 시공될 가능성을 감안하여 강도(안전) 및 강성(변형) 검토시 두께의 일부만 반영하여 보다 불리한 조건 하에서 안전성과 안정성을 추구함. 따라서 기본적으로 미장이 고려된 조적 칸막이벽 높이 중 일부 구간에 실제 미장을 하지 않는 경우에는 부담이 되는 하중효과가 감소하면서 저항성능 효과 또한 감소하는데, 이 두 효과가 감소하는 차이가 비례적이지 않기 때문에 부분적 또는 전체적으로 하중효과보다 저항성능 효과가 더 크게 감소하여 위험할 수도 있습니다. 2) 사례 core STRUCTURAL ENGINEERS [redacted] 건립사업 피난경로상 조적 칸막이벽 내진검토 (8) 각 벽체별 미장 조건 천장 마감 등과 관련하여 몰탈 미장의 시공 높이는 아래를 참조하고, 이 조건의 높이에 최소 한면 이상 미장할 것. 번호 / 벽면 미장 시공 / 번호 / 벽면 미장 시공 / 번호 / 벽면 미장 시공 W7 / 미장 없음 / W8 / 조적벽 전체 높이에 미장 필수 / W9 / 조적벽 천장 위 미장 생략가능 …〈중략〉… □검토내용 W8 *KS F 4004에 따른 비중공시멘트벽돌(190×90×57)을 1.0B 막힌줄눈쌓기 시공* [당초 검토시 몰탈미장을 고려하였고, 천장 속 몰탈미장을 생략하는 경우의 안전성에 대해 아래와 같이 검토함] [Condition] 미장 제외시, ω_u' = [redacted] ⋮〈중략〉 [Check] $M_{u1}/\varnothing M_{n1}$ = [redacted] > 1.0 ---------> N.G $M_{u2}/\varnothing M_{n2}$ = [redacted] > 1.0 ---------> N.G $V_u/\varnothing V_n$ = [redacted] < 1.0 ---------> O.K δ_{calc}/δ_a = [redacted] < 1.0 ---------> O.K [Result] **W8 조적벽체는 천장 속까지 조적벽면 전체 높이에 걸쳐 최소 한면 이상에 몰탈미장이 시공되어야 함.** 3) 대책 제공받은 구조검토계산서 등에 미장의 천장 속 생략 여부에 대한 내용이 없다면 모든 벽면에 동일하게 미장을 하는 것으로 가정하여 검토되었을 가능성이 크므로, 시공 부담이 크지 않다면 이에 따라야 할 것입니다. 만약 시공 부담이 크다면 이에 대하여 기 수행한 건축구조기술사와 상담하시고 의견서 제공이 가능한지 문의하시기 바랍니다. **조적 칸막이벽체의 내진설계·검토 구조해석의 검토범위 및 기법은 건축구조기술사마다 다를 수 있습니다. 미장의 천장 속 생략 가능 여부에 대한 검토를 포함하는 경우도 있고, 벽면 전체에 미장 시공을 가정하여 이에 대한 검토를 포함하지 않을 수도 있습니다. 따라서 천장 속 미장을 생략하여 시공할 가능성이 있다면 의뢰하기 전에 건축구조기술사에게 이를 포함한 검토가 가능한지 미리 확인하시기 바랍니다.**

F+22 전기 비구조요소 중 내진설계 대상은?

질의사례	전기 또는 통신공사의 여러 비구조요소 중 내진설계 대상은 무엇인가요?

답변사례

2026년 2월 23일, KDS 32 17 00「건축물 전기설비 내진 설계기준」이 제정되었습니다. 이 기준의 제정을 계기로 전기 비구조요소의 내진설계 대상을 안내합니다.

1) 전기 비구조요소의 내진설계 목적 및 적용범위

「건축물 전기설비 내진 설계기준(KDS 32 17 00)」

1.1 목적

(1) 이 기준은 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)에 의거 **인명안전을 위해 반드시 지진 후에도 기능을 유지해야 하는 전기 비구조요소** 내진에 대한 표준적 설계방법을 제공하여 합리적인 계획, 설계를 도모하는 데 목적이 있다.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)에 따라 다음에 해당하는 중요도 계수 I_p가 1.5인 전기 비구조요소의 내진설계에 적용한다.

① 소방부하 및 비상부하에 전기를 공급하는 예비전원설비, 배분전반, 제어반 및 배선설비 등 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능이 유지되어야 하는 전기 비구조요소

② 피난경로 확보에 필요한 비상조명등, 유도등과 관련 배선설비 등의 비구조요소

③ 내진특등급에 해당하는 건축물에서 전기설비의 지속적인 기능수행을 위해 필요하거나 손상 시 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 비구조요소

(2) 중요도 계수 I_p가 1.0인 전기 비구조요소 중 KDS 41 17 00의 18.1.1(2)에서 정한 사항은 이 기준에 따른 내진설계가 요구되지 않는다.

「건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)」 18.1.1 적용범위

(1) 다음의 비구조요소는 18장의 규정에 따라 내진설계가 수행되어야 한다.

① 중요도계수 I_p가 1.5인 비구조요소

② 파라펫, 건물외부의 치장 벽돌 및 외부치장마감석재

(2) 상기 (1)에 속하지 않으면서, 다음에 해당하는 전기 및 기계비구조요소는 18장의 규정에 따른 설계가 요구되지 않는다.

① 중요도계수 I_p가 1.0이면서 바닥으로부터 설치높이 1.2m 이하, 중량 1,800N 이하이고 덕트나 파이프와의 연결부가 유연한 재료로 구성되어 있는 경우

② 중량 100N 이하, 단위길이당 중량이 70 N/m 이하인 경우

(3) 상기 (1)과 (2)에 속하지 않는 비구조요소의 내진설계 여부는 건축주와의 협의에 따른다.

(3) 중요도 계수 I_p가 1.0인 전기 비구조요소의 내진설계를 수행하는 경우 이 기준을 적용할 수 있다.

2) 전기 비구조요소 내진설계 대상의 종류

상기 기준의 적용범위를 토대로 비구조요소 내진설계를 수행해야 하는 대상을 정리하면,

기능분류	시설물 내진등급 조건	적용 I_p	대상		설명 구분
소방·비상	모두	1.5	인명안전에 관련된 소방부하 및 비상부하에 전기를 공급하는 계통 일체		1
피난	모두	1.5	비상조명등, 유도등과 관련된 배선설비 등		2
기능수행	특등급	1.5	시설물의 중요한 기능수행을 위해 필요한 전기설비		3
일반	모두	1.0	바닥설치 전기설비	바닥으로부터 설치높이 1.2m를 초과하는 전기설비	4
				바닥으로부터 설치높이 1.2m 이하면서 중량 1,800N를 초과하는 [배분전반·제어반·자가발전설비·배터리랙 등] 전기설비	
			매달린 전기설비	중량 100N를 초과하거나, 단위길이당 중량이 70 N/m를 초과하는 [케이블트레이·버스덕트·레이스웨이·노출전선관 등] 전기설비	5

1 : 소방부하 관련 전기설비, 즉 소방전기는 인명안전과 직결되므로 필수 검토 대상입니다.
비상부하 관련 전기설비(비상발전기·UPS 등) 중 비상부하에 '화재 시 부하'용량이 반영된 경우는 소방부하(1)에 속하고, 제연설비·승강기에 부하용량이 반영된 경우는 인명안전을 위한 것이므로 1에 속한다고 볼 수 있으며, 비상조명등·유도등에 부하용량이 반영된 경우는 2에 속하므로 역시 필수 검토 대상입니다.

2 : 피난경로상의 비상유도등 자체는 정착부에 대한 검토를 진행(F15 참조)합니다. 천정형 유도등이 팬던트 방식으로 수직 노출된 전선관에 의해 매달리는 경우, 지진 시 과도한 흔들림이 발생할 수 있고, 과도한 흔들림이 발생하면 전선관 내부 배선이 단락되거나 전선관이 변형·파괴될 수

답변사례
(계속)

있으므로 내진검토가 필요합니다.(아래 사례 참조)

core STRUCTURAL ENGINEERS

[redacted] 신축공사 비상유도등 내진검토

5. 기타 주요사항

1) 본 검토서는 '건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00 : 2022)에 따라 기계 및 전기 비구조요소로서 비상유도등을 정착하는 정착부(고정철물)에 대한 내풍설계 및 내진설계 검토를 포함함.

2) 각 비상유도등의 규격별 크기와 무게가 모두 본 검토에서 가정한 것보다 작으면 본 검토의 결과는 유효하게 적용됨.

3) 비상유도등의 크기나 무게가 본 검토의 조건보다 크거나, 설치조건이 다른 경우에는 재검토를 요청하여야 함.

4) 비상유도등을 정착하는 지지바탕은 철근콘크리트 또는 강구조(철골) 등 구조체를 기본으로 하며, 조적벽체나 천정마감등 구조체가 아닌 지지바탕에 고정되는 경우에는 그 지지바탕이 비구조요소로서 지진시에도 안전하다고 확인된 경우에 한하여 설치 가능함.

5) 만약 천정형 비상유도등을 천정 구조체에 직접 설치할 수 없는 경우에는 지지연결재로서의 팬던트 파이프 자재 및 그 정착부에 대하여 아래의 조건을 충족하여야 한다.

(1) 천정형 유도등 팬던트는 지하주차장 또는 기타 옥내공간 등 풍하중이 작용하지 않는 곳에 설치하여야 하고, 팬던트 전선관에 매달리는 유도등 무게는 [redacted] kg 이하이어야 함. 유도등을 지지하는 팬던트 전선관은 가벼워서 시공성이 높은 알루미늄 전선관 1종과 변형저항성이 비교적 우수한 강제전선관 3종 등 총 4가지를 동시에 검토함으로써 현장에서 자재 선택의 가능성을 부여하였음. 검토결과를 요약하면 아래의 ①~④와 같음.

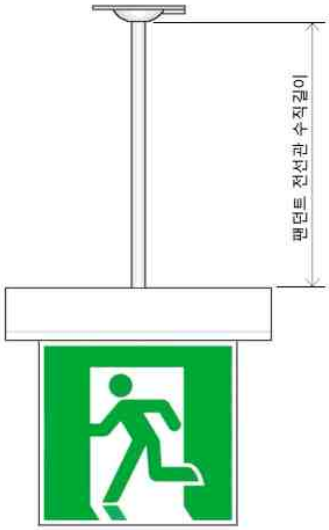
- 아 래 -

① 알루미늄관 Ø20 (KS규격 : 외경 20㎜, 두께 2㎜)를 사용하는 경우에는 팬던트 전선관 수직길이는 [redacted]㎜ 이하일 때 안전함.

② 강제전선관 E19 (KS규격 : 외경 19.1㎜, 두께 1.2㎜)을 사용하는 경우에는 팬던트 전선관 수직길이는 [redacted]㎜ 이하일 때 안전함.

③ 강제전선관 E25 (KS규격 : 외경 25.4㎜, 두께 1.2㎜)을 사용하는 경우에는 팬던트 전선관 수직길이는 [redacted]㎜ 이하일 때 안전함.

④ 강제전선관 C25 (KS규격 : 외경 25.4㎜, 두께 1.6㎜)을 사용하는 경우에는 팬던트 전선관 수직길이는 [redacted]㎜ 이하일 때 안전함.



1 또는 2에 속하지 않지만 전도 또는 추락하면 1 또는 2의 설비에 손상을 줄 수 있는 위치에 설치되는 비구조요소라면 내진검토 대상입니다.

3 : 내진특등급 건축물의 전기설비 중에서 아래 두 가지 중에 속하는 전기 비구조요소가 해당됩니다.

① 중요한 기능을 갖는 전기설비로서 지속적인 기능수행이 요구되는 전기 비구조요소

② 그 자체는 중요하지 않지만, 파괴되어 추락 또는 전도되면 중요한 장치를 손상시켜 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 위치에 설치되는 전기 비구조요소

다양한 전기 비구조요소 중에서 상기에 해당하는 내진설계·검토 대상을 결정하는 것은 건축주(발주처/사용주체)와 건설전문가(감리자/시공자)가 함께 협의하여 결정하는 것이 바람직합니다. 지진 시에도 파괴되지 않고 지진 후에도 가동되어야 하는 핵심 설비가 어떤 것인지는 시설물의 운영에 관한 계획·방침·경험 등을 보유한 운영주체인 건축주(발주처/사용주체)만이 특정할 수 있습니다. 또한 건축주가 특정한 핵심 설비에 대해서 다양한 공종 및 계통설비 중 손상을 일으킬 수 있는 비구조요소는 공사계획을 파악한 건설전문가가 추려내 특정할 수 있습니다. 상호 긴밀한 협력과 논의를 통해서만이 합리적이고 효율적인 결정, 즉 불필요한 예산낭비를 방지하면서 기능수행 능력을 안정적으로 확보할 수 있는 결정에 도달할 수 있습니다.

내진특등급이 아닌 시설물이더라도 은행의 전산·서버장치와 같이 지진 후에도 지속 가동되어야 한다고 건축주가 판단한다면 기준(KDS 41 17 00) 18.1.1의 (3)항에 따라 건축주는 시공자와 협의하여 자율적으로 검토 진행을 결정할 수 있습니다.

4 : 1, 2, 3에 해당하지 않는 바닥설치형 전기설비 배전반·분전반·제어반·자가발전설비·배터리랙 등은 정착부가 튼튼하지 않으면 지진 시 전도될 수 있습니다. **전도 시 사람을 덮칠 수 있는 위치에 설치될 경우에는 인명안전을 위협하는 요소로서 내진검토 대상**입니다. 바닥설치형 전기설비가 전기실/옥상휀스구역 등 출입통제되는 곳에 설치되면 지진 시 전도되더라도 인명안전에 위협이 될 가능성은 낮습니다. 내진검토보다 더욱 근본적이고 효과적인 조치는 관리적 측면에 있다고 여겨집니다. 접근 통제구역 설정·관리, 관리자 재난안전 행동수칙 수립·관리, 2차 전도 될 수 있는 휀스를 장비높이 이상 적정하게 이격하여 설치하는 것 등등 세심한 관리적 예방조치가 더욱 중요합니다.

답변사례
(계속)

그러나 이러한 관리적 예방조치를 할 수 없거나, 하더라도 인명안전의 위협이 있다고 우려되면 내진검토를 통해 정착부가 충분히 안전한지 확인하고 보강할 수 있습니다. 중량 1,800N(≒183kg)를 초과하는 바닥설치형 전기설비는 내진검토를 통해 정착부의 안전성을 검토합니다. 중량 1,800N 이하면서 450N(≒45.9kg)를 초과하는 장비는 제품공급 제조사가 인증하는 방법으로 설치 시 정착부에 대한 내진검토를 생략할 수 있습니다.

「건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)」 18.4.2.2 전기 비구조요소 (7) 450N을 초과하는 장비의 정착부는 제조사가 인증하지 않은 경우 개별적으로 안전성을 검토하여야 한다.
「소방시설의 내진설계 기준 해설서(1.0)」 P.38. 해설 5. 비구조요소 내진설계의 완화 가. 중량이 450N 미만인 제어반등, 소화전함 및 함류 등을 벽면에 고정하는 경우에는 이 기준 제14조 제1항에 따라 설치하여야 한다. 나. 배관과 가지배관 등에서는 행가와 천장간 거리간격에 따라 흔들림 방지 버팀대와 가지배관 고정장치의 설치 완화조건이 이 기준에 적용되어 있다. 다. 기타 "건축물 내진설계기준"의 비구조요소의 기계 및 전기설비의 설치기준에 따라 제품공급 제조사의 설치 기준 및 사양에 따른다. 라. "건축물 내진설계기준"에서는 중요도계수(I_p)가 1.0이면서 바닥으로부터 설치높이 1.2m이하, 중량 1,800N 이하이고 닥트나 파이프와의 연결부가 유연한 재료로 구성되어 있는 경우는 비구조요소의 기계 및 전기설비 시공상세 또는 시방(제품공급 제조사의 설치기준)에 따르는 방법이 제시되어 있으나, 소방시설은 중요도 계수(I_p) 1.5를 적용하므로 가목과 나목을 제외한 완화조건은 해당되지 않는다.

중량 450N 이하의 장비를 내력벽면 또는 기둥에 설치하는 경우 직경 8㎜ 이상의 고정용 볼트 4개 이상으로 고정(「소방시설의 내진설계 기준」, 제14조제1항)하면 그 정착부에 대한 내진검토를 생략할 수 있습니다.

5 : 매달리는 전기설비 중에서 무거운 것은 지진 시 과도하게 흔들리면 행거볼트가 파단되어 추락할 수 있는데, 이때 매달리는 **무거운 전기설비가 생활공간이나 피난경로 상에 배치된 경우에는 인명안전을 위협하므로 내진검토 대상**입니다. 이때 무거운 전기설비라 함은 장비(기기·장치)가 중량 100N(≒10.2kg) 초과, 배선설비(전선로)는 단위길이당 중량이 70N/m(≒7.1kg/m)를 초과하는 경우입니다.

매달리는 장비로서 천장에 부착되거나 전산볼트 등 행거에 매달리는 전등(조명기구)·전열·통신·방송(TV·빔프로젝트·스피커 등) 등의 비구조요소가 3에 해당하지 않으면서 그 중량이 100N 이하라면 내진검토를 생략할 수 있습니다. (I_p=1.5인 소방부하·비상부하 관련 장비는 제외)

매달리는 배선설비로서 천장에 부착되거나 전산볼트 등 행거에 매달리는 케이블트레이·버스덕트·전선관 등의 비구조요소가 3에 해당하지 않으면서 그 단위길이당 중량이 70N/m이하라면 내진검토를 생략할 수 있는데, 다만 여기에 전선관(레이스웨이·노출전선관 등의 도관)은 크기가 60㎜ 미만이어야 하는 추가 조건도 충족해야 합니다.

무겁다고 무조건 내진검토 대상이 되는 것이 아니라, 소방·비상·피난·기능수행·인명안전을 위협하지 않으면 검토대상이 아닙니다. 그러나 예를 들면 일반적인 케이블트레이가 소방·비상·기능수행과 무관하더라도 생활공간이나 피난경로 상에 설치되면 인명안전을 위협하는 요소가 됩니다.

「건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)」 18.4.4 도관, 케이블 트레이 및 전선로 단, 다음의 경우는 예외로 한다. ① I_p가 1.0인 전선로로써 상대변위를 수용할 수 있도록 유연한 연결부 혹은 그 밖의 장치가 적용되고 케이블트레이나 전선로가 구조물에 튼튼히 고정된 경우 설계지진력과 상대변위를 고려하지 않을 수 있다. ② 중요도계수와 상관없이 도관의 크기가 60㎜ 미만의 규격을 가지는 경우 설계지진력과 상대변위를 고려하지 않을 수 있다. ③ 내진조인트를 지나가는 도관, 케이블 트레이 및 전선로로서 I_p가 1.5인 경우 규격과 상관없이 상대변위에 대해 설계되어야 한다.
[해설] ① '설계지진력과 상대변위를 고려하지 않을 수 있다'는 내진설계 대상이 아니라는 의미다. '케이블트레이나 전선로가 구조물에 튼튼히 고정된 경우'는 「건축물 전기설비 내진 설계기준(KDS 32 17 00)」 4.3.(4)의 ①과 같이 '지진 발생 시 파손 및 변형이 발생하지 않도록 벽 또는 바닥에 U채널(U-Channel) 등 동등 성능 이상의 고정장치로 고정', 즉 케이블트레이·버스덕트·전선관 등이 매달리지 않고 구조체에 밀착되면서 고정장치로 고정되는 경우로 이해할 수 있다. ② 이 조항은 1·2·3에서는 완화되는 조건이지만, 5에서는 추가 구속되는 조건이다. 레이스웨이·노출전선관 등 도관의 크기가 60㎜ 미만이면 내진설계를 생략할 수 있는 이유는 금속 배관이 지니는

답변사례
(계속)

유연성 때문이며, 이에 대하여 「소방시설의 내진설계 기준 해설서(1.0)」 P.63은 '소방설비에 적용되는 대부분의 금속성 배관은 어느 정도의 유연성은 확보하고 있는 것으로 알려져 있으며, 배관의 직경이 작은 경우에 더욱 그러하다. 그러므로 금속성 배관 직경이 50A 이하인 경우에는 슬리브의 설치나 관통부의 최소 이격거리만 유지하면 유연성만으로도 건축물의 층간 변형에 대응이 가능'이라는 설명으로 기준의 배경을 이해할 수 있다. 배관규격 50A는 외경이 약 60.5㎜이다. 크기 60㎜ 미만은 원형 단면인 강제 전선관에서는 외경을, 사각 단면인 레이스웨이에서는 단면 사선의 가장 큰 치수를 기준으로 본다.

② '내진조인트'는 건축물을 구조적으로 분리하는 경계에 연접한 각 구조물이 지진 시 서로 충돌하는 것을 방지하기 위해 이격시키는 부위로서, 각 구조물의 지진 시 거동이 서로 다르므로 이 부위를 지나는 배선설비는 크게 변형할 수 있으므로 1·2·3에 해당하는 I_p=1.5인 경우에 상기 ②의 완화 조건이 적용되지 않는다.

배선설비로서 단위길이당 중량에 대해서,
케이블트레이는 조립구성체(Side Rail + Rung + 기타부속)와 포설·적재되는 모든 전선의 무게를 합산한 단위길이당 중량을 기준으로 합니다.
버스덕트는 최소 규격(AL 3W 600A) 단위길이당 중량이 통상 70N/m를 초과(LS전선 7.58kg/m, 대한전선 12.2kg/m, 현대중공업 12.08kg/m)합니다.
레이스웨이는 도관+배선의 m당 중량에 부착물(조명 또는 주차센서 등)의 무게를 m당 중량으로 환산하여 모두 합산한 값을 기준으로 하지만, 대부분 단면상 최대치수가 60㎜를 초과합니다.
노출전선관은 강제 전선관과 내부 배선의 m당 중량을 합산한 값이 70N/m를 초과하거나, 외경이 60㎜ 이상이면 내진검토 대상입니다.

3) 전기 비구조요소 내진설계 대상 여부를 판단하는 요령
전기 비구조요소 각각이 내진설계 대상인지 판단하는 방법을 아래와 같이 소개합니다.

단계	조건	판단		비고
		예	아니오	
1단계	소방부하 또는 비상부하와 관련된 요소인가?	→[내진검토대상]	→[2단계]	1 참조
2단계	피난 활동시 반드시 필요한 요소인가?	→[내진검토대상]	→[3단계]	2 참조
3단계	전도 또는 추락하면 소방/비상/피난용 설비에 손상을 줄 수 있는 위치에 설치되는 요소인가?	→[내진검토대상]	→[4단계]	
4단계	시설물이 내진특등급(=중요도(특))인가?	→[5단계]	→[7단계]	3 참조
5단계	시설물의 핵심 기능수행에 반드시 필요한 요소인가?	→[내진검토대상]	→[6단계]	
6단계	이 요소가 추락 또는 전도되면 핵심 주요 장비에 고장을 일으킬 수 있는 위치에 설치되는가?	→[내진검토대상]	→[8단계]	
7단계	시설물이 내진특등급은 아니지만 이 요소가 손상되면 경제적 손실이 심각하여 내진검토가 되길 원하는가?	→건축주와의 협의에 따름	→[8단계]	
8단계	바닥설치형 전기 비구조요소인가?	→[9단계]	→[12단계]	4 참조
9단계	출입이 통제되는 안전구역에 설치되는 요소인가?	→[검토대상아님]	→[10단계]	
10단계	중량이 1800N을 초과하는 요소인가?	→[내진검토대상]	→[11단계]	
11단계	설비 제조사가 인증하는 정착방법으로 설치되는가?	→[검토대상아님]	→[12단계]	
12단계	천정에 매달리는 전기 비구조요소인가?	→[13단계]	→종료	5 참조
13단계	이 요소가 추락하면 인명안전을 위협할 수 있는 생활공간이나 피난경로 등에 설치되는가?	→[14단계]	→[검토대상아님]	
14단계	전기장치의 무게가 100N을 초과하거나, 배선선로로서 단위길이당 70N/m를 초과하는가?	→[내진검토대상]	→[15단계]	
15단계	레이스웨이나 노출전선관으로서 크기(최대단면치수)가 60㎜를 초과하는가?	→[내진검토대상]	→[검토대상아님] →종료	

비구조요소가 손상시 해당 시설물 내부의 '인명안전'을 위협할 수 있거나, 내진특등급 시설물로서 광역적인 인명안전을 위해 가동·유지되어야 하는 '기능수행'을 마비시킬 수 있다면 내진검토의 대상이 됩니다.
상기의 내용을 토대로 07, A2의 내용을 보완하였습니다.
통신·방송·자동제어설비 등은 별도의 내진설계기준이 아직 없으므로 상기 전기 비구조요소의 기준을 준용하여 참조하시기 바랍니다.

F+23 기계 비구조요소 중 내진설계 대상은?

질의사례	기계설비의 여러 비구조요소 중 내진설계 대상은 무엇인가요?

답변사례

전기와 마찬가지로 기계설비에 대해서도 2026년 2월 23일에 KDS 31 70 20「기계설비 내진」기준이 제정되었습니다. 기계 비구조요소 중 소방 관련 기계설비는「소방시설의 내진설계 기준」에 따라 필수 내진설계·검토의 대상으로서 본 장에서 재차 거론하지 않으며, 소방과 관련 없는 기계 비구조요소의 내진설계 대상을 안내합니다.

1) 기계 비구조요소의 내진설계 적용범위

「기계설비 내진(KDS 31 70 20)」

1.1 목적

이 기준은 건축물과 시설물(이하 건축물)에 설치된 기계설비의 내진성능 확보에 필요한 최소 설계요건을 규정한 것으로서, 지진 발생 시 기계설비의 **파손 및 기능상실을 방지하여 2차 피해를 최소화하고 인명 안전을 확보**하는 것을 목적으로 한다.

4.2 내진설계 적용범위 및 중요도계수

기계설비의 내진설계 적용범위와 중요도계수는 KDS 41 17 00의 18.1에 따른다.

「건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)」 18.1 일반

18.1.1 적용범위

(1) 다음의 비구조요소는 18장의 규정에 따라 내진설계가 수행되어야 한다.

① 중요도계수 I_p가 1.5인 비구조요소

동기준 18.1.2 중요도계수

(1) 비구조요소의 중요도계수 I_p는 1.0으로 한다. 단, 다음에 해당할 경우 I_p를 1.5로 한다.

① 소화배관과 스프링클러 시스템, 소화수조 등 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능하여야 하는 비구조요소. 또한 ...(이하생략)

② 규정된 저장용량 이상의 독성, 맹독성, 폭발위험 물질을 저장하거나 지지하는 비구조요소

③ 내진특등급에 해당하는 구조물에서 시설물의 지속적인 기능수행을 위해 필요하거나 손상시 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 비구조요소

② 파라펫, 건물외부의 치장 벽돌 및 외부치장마감석재

(2) 상기 (1)에 속하지 않으면서, 다음에 해당하는 전기 및 기계비구조요소는 18장의 규정에 따른 설계가 요구되지 않는다.

① 중요도계수 I_p가 1.0이면서 바닥으로부터 설치높이 1.2m 이하, 중량 1,800N 이하이고 덕트나 파이프와의 연결부가 유연한 재료로 구성되어 있는 경우

② 중량 100N 이하, 단위길이당 중량이 70 N/m 이하인 경우

(3) 상기 (1)과 (2)에 속하지 않는 비구조요소의 내진설계 여부는 건축주와의 협의에 따른다.

2) 기계 비구조요소 내진설계 대상

상기 기준의 적용범위를 토대로 비구조요소 내진설계를 수행해야 하는 대상을 정리하면,

기능분류	시설물 내진등급 조건	적용 I_p	대상		설명 구분
가스·배연	모두	1.5	독성, 맹독성, 가연성 가스를 저장·수송하는 설비, 배연설비		1
기능수행	특등급	1.5	시설물의 중요한 기능수행을 위해 필요한 기계설비		2
일반	모두	1.0	바닥설치형	바닥으로부터 설치높이 1.2m를 초과하는 기계설비	3
				바닥으로부터 설치높이 1.2m 이하면서 중량 1,800N(≒183kg)를 초과하는 [장비] 기계설비	
			천정설치형	중량 100N(≒10.2kg)를 초과하거나, 단위길이당 중량이 70 N/m (≒7.1kg/m)를 초과하는 [배관·덕트] 기계설비	4
			벽체설치형	바닥으로부터 설치높이 1.2m를 초과하는 기계설비	5

1 : 독성·가스·배연 관련 기계설비는 인명안전과 직결되므로 필수 대상입니다. 중요도계수가 1.5인 위험물질과 관련된 비구조요소 본체는 제조자가 정밀해석과 진동대 실험 등을 통해 해당 설계지진 시에도 위험물질이 유출되지 않음을 증명(KDS 41 17 00, 18.1.3.4(1)②)하여야 합니다. 그 정착부 및 배연 관련 기계설비는 내진검토 대상입니다.

답변사례 (계속)	독성·가스·배연 관련 기계설비에 속하지 않지만 전도 또는 추락하면 이러한 설비에 손상을 줄 수 있는 위치에 설치되는 비구조요소도 내진검토 대상입니다. 2 : 내진특등급 건축물의 기계설비 중에서 아래 두 가지 중에 속하는 기계 비구조요소가 해당됩니다. ① 중요한 기능을 갖는 설비로서 지속적인 기능수행이 요구되는 기계 비구조요소 ② 그 자체는 중요하지 않지만, 파괴되어 추락 또는 전도되면 중요한 장치를 손상시켜 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 위치에 설치되는 기계 비구조요소 다양한 기계 비구조요소 중에서 상기에 해당하는 내진설계·검토 대상을 결정하는 것은 건축주(발주처/사용주체)와 건설전문가(감리자/시공자)가 함께 협의하여 결정하는 것이 바람직합니다. 지진 시에도 파괴되지 않고 지진 후에도 가동되어야 하는 핵심 설비가 어떤 것인지는 시설물의 운영에 관한 계획·방침·경험 등을 보유한 운영주체인 건축주(발주처/사용주체)만이 특정할 수 있습니다. 또한 건축주가 특정한 핵심 설비에 대해서 다양한 공종 및 계통설비 중 손상을 일으킬 수 있는 비구조요소는 공사계획을 파악한 건설전문가가 추려내 특정할 수 있습니다. 상호 긴밀한 협력과 논의를 통해서만이 합리적이고 효율적인 결정, 즉 불필요한 예산낭비를 방지하면서 기능수행 능력을 안정적으로 확보할 수 있는 결정에 도달할 수 있습니다. 내진특등급이 아닌 시설물이더라도 냉장창고의 냉동·냉장설비와 같이 지진 후에도 지속 가동되어야 한다고 건축주가 판단한다면 기준(KDS 41 17 00) 18.1.1의 (3)항에 따라 건축주는 시공자와 협의하여 자율적으로 검토 진행을 결정할 수 있습니다. 3 : 1, 2에 해당하지 않는 바닥설치형 기계설비 냉난방실외기·펌프·보일러 등은 정착부가 튼튼하지 않으면 지진 시 전도될 수 있습니다. **전도 시 사람을 덮칠 수 있는 위치에 설치될 경우에는 인명안전을 위협하는 요소로서 내진검토 대상**입니다. 바닥설치형 기계설비가 기계실/옥상휀스구역 등 출입통제되는 곳에 설치되면 지진 시 전도되더라도 인명안전에 위협이 될 가능성은 낮습니다. 내진검토보다 더욱 근본적이고 효과적인 조치는 관리적 측면에 있다고 여겨집니다. 접근 통제 구역 설정·관리, 관리자 재난안전 행동수칙 수립·관리, 2차 전도될 수 있는 휀스를 장비높이 이상 적정하게 이격하여 설치하는 것 등등 세심한 관리적 예방조치가 더욱 중요합니다. 그러나 이러한 관리적 예방조치를 할 수 없거나, 하더라도 인명안전의 위협이 있다고 우려되면 내진검토를 통해 정착부가 충분히 안전한지 확인하고 보강할 수 있습니다. 중량 1,800N(≒183kg)를 초과하는 바닥설치형 전기설비는 내진검토를 통해 정착부의 안전성을 검토합니다. 중량 1,800N 이하면서 450N(≒45.9kg)를 초과하는 장비는 제품공급 제조사가 인증하는 방법으로 설치 시 정착부에 대한 내진검토를 생략할 수 있습니다. 중량 450N 이하의 장비를 내력벽면 또는 기둥에 설치하는 경우 직경 8㎜ 이상의 고정용 볼트 4개 이상으로 고정(「소방시설의 내진설계 기준」, 제14조제1항)하면 그 정착부에 대한 내진검토를 생략할 수 있습니다. 내진검토 대상이 되는 비구조요소를 지지하는 콘크리트 기초는 구조안전성을 확인하여야 하며, 다만 바닥 구조체와 동시 타설되어 완벽히 일체화된 경우에는 검토 범위에서 제외할 수 있다는 의견입니다. 비구조요소와 바닥정착부 사이에 지지부(내진받침대 또는 선반지지대 등)가 있다면, 역시 인명안전에 위협이 될 수 있는 위치에 설치될 경우에는 지지부와 그 정착부는 내진검토의 대상입니다. 4 : 천정설치형 기계설비 중에서, 장비(장비)는 중량 100N(≒10.2kg) 초과, 배관·덕트는 단위길이당 중량이 70N/m(≒7.1kg/m)를 초과하는 무거운 것은 지진시 과도하게 흔들리면 행거볼트가 파단되어 추락할 수 있으며, 이때 **매달리는 무거운 기계설비가 생활공간이나 피난경로 상에 배치되는 경우에는 인명안전을 위협하므로 내진검토 대상**입니다. 매달리는 장비로서 전산볼트 등 행거에 매달리는 장비(냉난방실내기·전열교환기 등)의 비구조요소가 1, 2에 해당하지 않으면서 그 중량이 100N 미만이면 내진검토를 생략할 수 있습니다. 전산볼트 등 행거에 매달리는 배관·덕트 등의 비구조요소가 1, 2에 해당하지 않으면서 그 단위길이당 중량이 70N/m 미만이면 내진검토를 생략할 수 있는데, 여기에 더해서 배연설비가 아닌 덕트는 단면적이 0.6㎡ 미만이면서 무게가 300N/m(≒30.6kg/m) 이하이고 구조물에 튼튼히 부착된 경우에는 내진검토를 생략할 수 있습니다. 「건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)」 18.4.5 덕트 ① I_p가 1.0인 덕트로서 상대변위를 수용하는 유연한 연결부 혹은 그 밖의 장치가 적용되고 덕트가 구조물에 튼튼히 고정된 경우 설계지진력과 상대변위를 고려하지 않을 수 있다. ② 18.2의 지진력 및 상대변위에 대한 설계는 다른 덕트 또는 기계 구성 요소와의 충돌을 방지하거나

답변사례
(계속)

> ② 18.2의 지진력 및 상대변위에 대한 설계는 다른 덕트 또는 기계 구성 요소와의 충돌을 방지하거나 그러한 충격이 가해질 경우 덕트를 보호하기 위한 조항이 있는 경우, 혹은 단면적이 0.6 미만이고 무게가 300N/m 이하인 덕트가 구조물에 튼튼히 부착된 경우 요구되지 않는다.

설비배관도 1, 2에 해당하지 않으면서 구조물에 밀착하여 튼튼하게 부착된 경우라면 덕트의 내진검토 생략 조건을 준용할 수 있다고 판단됩니다.
여기서 '튼튼히 부착'이란, 덕트를 구조체에 밀착시켜 앵커로 고정하는 것이며, 이때 앵커의 인발 및 전단 저항강도는 각각 앵커가 부담하는 자중의 1.4배 이상이면 충분하며(KDS 41 17 00, 18.4.1(2)①준용판단), 항복강도 500MPa 이상의 앵커를 사용하는 경우에는 비연성앵커로 간주하여 초과강도계수를 반영해 1.4의 2배를 적용하여 자중의 2.8배 이상 인발저항강도와 전단저항강도를 갖추었는지 시험성적서 또는 현장실험으로 확인하면 충분하다는 의견입니다.

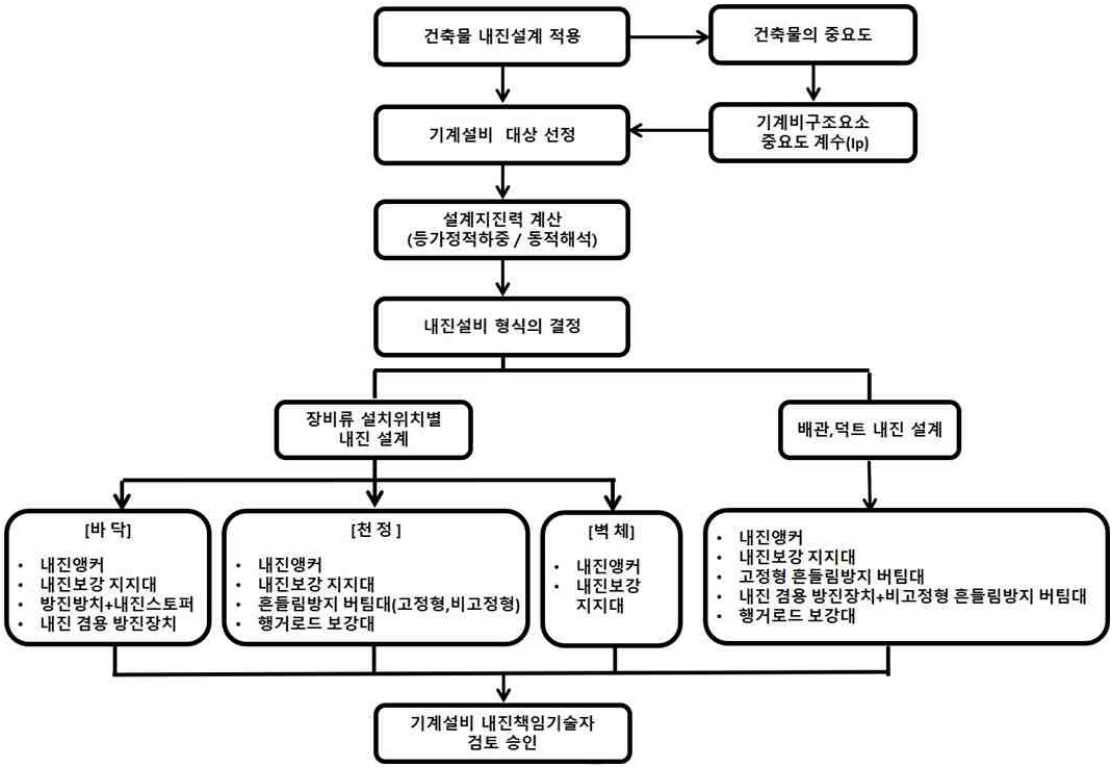
5 : 벽체설치형 기계설비 중에서, **생활공간이나 피난경로 상에 배치되는 경우에는 탈락하여 전도되거나 추락하면 인명안전을 위협할 수 있으므로 내진검토 대상**입니다. 중량이 450N 이하의 장비를 내력벽면 또는 기둥에 설치하는 경우 직경 8㎜ 이상의 고정용 볼트 4개 이상으로 고정하면 내진검토를 생략할 수 있습니다. 이때 고정되는 벽체는 구조체를 기본으로 하고, 조적벽체인 경우에는 그 벽체가 내진검토를 통해 내진 보강되는 조건에서 고정할 수 있으며, 건식벽체인 경우에는 벽체를 구성하는 요소들과 분리된 별도 시스템의 지지대를 설치하여야 합니다.

> 「기계설비 내진(KDS 31 17 20)」 4.4.2.4 벽체설치형 장비
> (1) 벽체에 설치되는 장비의 내진설계는 이 기준의 4.4.2.2와 4.4.2.3을 따르며, 장비가 설치되는 벽체 구조부재는 내진설계가 적용된 구조부재이어야 한다.
> (2) 비구조 벽체에 장비가 설치되는 경우에는 벽체를 내진 보강하거나, 벽체와 분리되고 내진설계가 적용된 지지대를 이용하여 장비를 설치한다.

3) 기계 비구조요소 내진설계 대상 여부를 판단하는 요령 (소방은 필수로서 언급 생략)
기계 비구조요소 각각이 내진설계 대상인지 판단하는 방법을 아래와 같이 소개합니다.

단계	조건	판단		비고
		예	아니오	
1단계	독성/맹독성/가연성 가스 관련 계통의 요소인가?	→정착부 [내진검토대상]	→[2단계]	1 참조
2단계	배연설비 계통의 요소인가?	→[내진검토대상]	→[3단계]	
3단계	전도 또는 추락하면 독성/맹독성/가연성/배연 설비에 손상을 줄 수 있는 위치에 설치되는 요소인가?	→[내진검토대상]	→[4단계]	
4단계	시설물이 내진특등급(=중요도(특))인가?	→[5단계]	→[7단계]	2 참조
5단계	시설물의 핵심 기능수행에 반드시 필요한 요소인가?	→[내진검토대상]	→[6단계]	
6단계	이 요소가 추락 또는 전도되면 핵심 주요 장비에 고장을 일으킬 수 있는 위치에 설치되는가?	→[내진검토대상]	→[8단계]	
7단계	시설물이 내진특등급은 아니지만 이 요소가 손상되면 경제적 손실이 심각하여 내진검토가 되길 원하는가?	→건축주와의 협의에 따름	→[8단계]	
8단계	바닥설치형 기계 비구조요소인가?	→[9단계]	→[12단계]	3 참조
9단계	출입이 통제되는 안전구역에 설치되는 요소인가?	→[검토대상아님]	→[10단계]	
10단계	중량이 1800N을 초과하는 요소인가?	→[내진검토대상]	→[11단계]	
11단계	설비 제조사가 인증하는 정착방법으로 설치되는가?	→[검토대상아님]	→[12단계]	
12단계	천정설치형 기계 비구조요소인가?	→[13단계]	→[16단계]	4 참조
13단계	이 요소가 추락하면 인명안전을 위협할 수 있는 생활공간이나 피난경로 등에 설치되는가?	→[14단계]	→[검토대상아님]	
14단계	기계장치의 무게가 100N을 초과하거나, 배관/덕트로서 단위길이당 70N/m를 초과하는가?	→[내진검토대상]	→[15단계]	
15단계	벽면설치형 기계 비구조요소인가?	→[16단계]	→종료	5 참조
16단계	중량이 450N을 초과하는 요소인가?	→[내진검토대상]	→[검토대상아님] →종료	

금번 제정된 KDS 31 70 20「기계설비 내진」은 기계설비의 내진설계는 KDS 41 17 00의 18.1.3.1의

답변사례 (계속)	**설계절차에 따라 내진설계책임구조기술자(건축구조기술사)가 내진설계를 수행하거나, 기계설비 설계자가 기계설비분야 내진설계책임기술자(건축기계설비기술사)와 협력하여 내진설계를 진행하고, 설계계산서 혹은 시험성적서를 근거로 작성된 기계설비 내진설계도서는 건축기계설비기술사에 의해 검토된 후 건축구조기술사에게 제출하도록 규정하고 있습니다.**  **즉 기계설비의 내진설계·검토의 수행 주체는 건축구조기술사 또는 건축기계설비기술사입니다.**

F+24 매달린 전기 비구조요소에 신공법·특수공법 적용이 가능한지?

질의사례	전기 감리자입니다. 매달린 전기 비구조요소들을 지지하는 방식에서 내진지지대만 사용 가능한가요? 금번에 제정된 「건축물 전기설비 내진 설계기준」에서는 내진지지대 방식만 기재되어 있는데, 이제부터 신공법·특수공법은 현장에서 적용할 수 없는 건가요? 당 현장 전기공사에는 매달린 케이블트레이, 부스덕트, 레이스웨이, 노출전선관이 계획되어 있고, 대부분의 현장들과 마찬가지로 전기뿐만 아니라, 소방·통신·자동제어·공조·냉난방·위생배관 등등 수많은 세부 공종들이 천정에 계획되어 있습니다. 그러나 각 설비들이 서로 겹치지 않도록 꼼꼼하게 설계하였어도 시공을 위해 관련 공종업체 전체 협의를 시작하면, 종래의 내진지지대로는 경사부재가 공간을 추가로 더 차지하기 때문에 도면 계획과는 달리 실제로 각 공종 상호 간에 간섭이 심하고, 시공사들 사이에 다툼도 자주 발생합니다. 심지어 자신들의 설비를 설치하기 위해서 다른 공종에서 설치한 내진지지대를 휘어버리거나 끊어 버리는 경우도 있습니다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 신공법을 현장에서 채택해도 기준 및 절차상 문제가 없을지 궁금합니다.
답변사례	**신공법·특수공법 적용은 유효합니다.** **해석상 모호한 부분에 대해 국가건설기준센터로부터 답변받은 내용을 아래와 같이 공유합니다.** 1) 근거 「국가건설기준센터 Q&A」 #7306 「KDS 32 17 00 (건축물 전기설비 내진 설계기준) 내진설계 적용범위 및 신공법 제한여부 문의」 Q: 금번 '26년 2월 23일자에 제정된 이 기준 KDS 32 17 00 (건축물 전기설비 내진 설계기준)에 대해서 몇몇 문구의 해석이 모호한 부분이 있습니다...〈중략〉 공법에 대하여 매달리는 전기 비구조요소는 내진지지대 방식만 적용하여야 하는지요? (1) 조항 : 1.2(1)에는 '이 기준은 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)에 따라 다음에 해당하는 중요도 계수 Ip가 1.5인 전기 비구조요소의 내진설계에 적용한다'라고 되어 있고, 매달리는 방식(케이블트레이, 부스덕트, 전선관 등)에 대해서 조항 4.2 내지 4.4와 같이 내진지지대 방식만 거론되어 있습니다. (2) 해석1안 : 그렇다면 Ip가 1.5가 되는 '소방부하 및 비상부하에 전기를 공급하는 설비'와 '지속적인 기능 수행을 위해 필요하거나 손상 시 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 비구조요소'에 해당하는 케이블트레이, 부스덕트, 전선관 등은 내진지지대 방식으로만 설계하여야 한다는 것인지요? (3) 해석2안 : 아니라면,「전기설비 일반사항(KDS 32 10 10)」1.8 신공법·특수공법 적용 "(1) 신공법·특수공법을 적용하여 시행하는 공사에 관한 것은 전력기술관리법 등에 따라 설계도서가 작성되어야 하며, 발주자와 협의하여 시행하여야 한다"를 본 기준보다 상위 기준내용으로 보아서 '내진지지대 방식은 표준적인 사항일 뿐이고, Ip가 1.5이더라도 '내진지지대 방식' 외에도 '신공법·특수공법'을 적용할 수 있다고 해석해도 되는지요? (4) 고찰 : 이 또한 해석에 따라 설계 또는 시공시 신공법·특수공법을 적용하고 싶어도, 적용하여서는 안되는 것으로 이해할 가능성이 큽니다. 이에 대해 표준시방서「전기설비공사 일반사항(KCS 32 10 10)」 1.11 신공법·특수공법을 적용 "(1) 전기설비 공사용 기술 및 자재는 국가 및 국가 기관에서 인증한 신공법·특수공법을 우선하여 적용할 수 있다."고 되어 있으면서, 또한 "(2) 공법의 채택은 설계도 및 공사시방서에 따른다."라고 되어 있는데, 설계기준(KDS 32 10 10)에서는 '신공법·특수공법'에 대한 언급이 없으므로 설계시 고려 대상에서 제외될 여지가 크고, 자동적으로 현장에서도 표준시방서(KCS 32 10 10)의 1.11(2)에 따라 '내진 지지대' 방식 외의 '신공법·특수공법'은 '설계도 및 공사시방서'에 없으므로 채택해서는 안되는 것으로 판단하는 것이 당연하다고 여길 여지가 큽니다. A: 해석2안에서 설명한 바와 같이 설계기준에 명시되어 있지 않은 신기술, 신공법이라도 발주자의 승인을 얻어 적용할 수 있습니다...〈후략〉 2) 상기 Q&A 전문 링크: https://www.kcsc.re.kr/board/qnadetail/8926 **국가건설기준센터는 설계 시 '설계기준에 명시되어 있지 않은 신기술, 신공법이라도 발주자의 승인을 얻어 적용할 수 있다'고 판단하였습니다.** **시공 시에는 표준시방서「전기설비 일반사항(KDS 32 10 10)」 1.8항에 의거, '국가 및 국가 기관에서 인증한 신공법·특수공법을 우선하여 적용'할 수 있습니다.**

F+25 케이블트레이 등 매달린 비구조요소에 내진스프링장치 설치시 주의사항은?

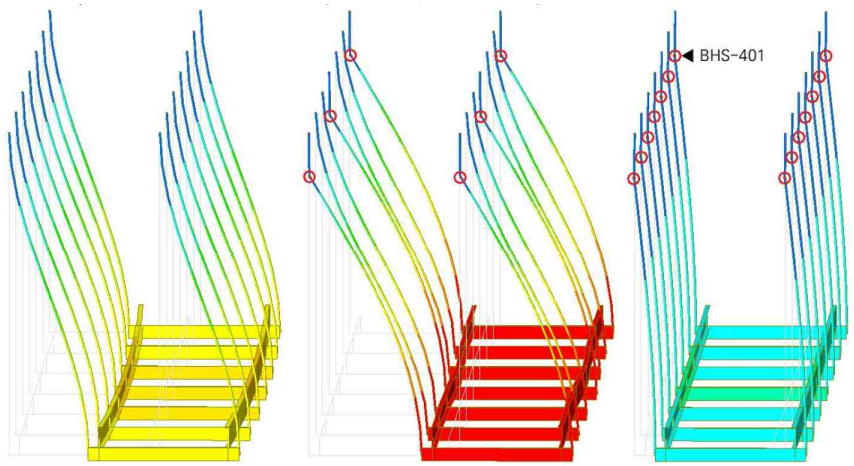
질의사례	케이블트레이, 부스덕트, 레이스웨이, 노출전선관에 내진스프링장치를 설치할 때, 주의할 사항이 있을까요?

답변사례

매달린 전기·기계 비구조요소 내진을 적용하는 방식은 대표적으로 세 가지가 있습니다.(F14 참조)
그 중에서 내진스프링장치를 설치하는 경우에는 매달린 비구조요소를 지지하는 모든 전산볼트(행거)에 설치되어야 하고, 내진설계·검토를 통해서 계산·제시된 최적 위치에 설치되어야 합니다.

1) 내진스프링장치를 모든 전산볼트에 설치해야 하는 이유

일부 전산볼트에만 부분적으로 내진스프링장치를 설치하는 경우에는 내진스프링장치를 전혀 사용하지 않는 경우보다 오히려 더 큰 변형이 발생하며, 이때 내진스프링장치를 설치하지 않은 경우에는 역학적으로 전산볼트의 상단 정착부에서 파단될 가능성이 높음. 즉 부분적으로 일부 전산볼트에만 내진스프링장치를 설치하면 그 설치 비율만큼 성능효과는 발생하지 않으며, 오히려 아래와 같이 과대한 변형에 의한 파단하는 역효과가 발생하므로 더욱 위험함.



[ALT#1] BHS-401 미설치시 [ALT#2] BHS-401 부분 설치시 [ALT#3] BHS-401 전부 설치시

비교실험 동영상 링크 : YouTube [출처: 범호정공]

2) 내진스프링장치의 최적 설치위치를 검토해야 하는 이유

재래방식의 내진지지대뿐만 아니라, 신공법의 내진스프링장치도 비구조요소 내진설계·검토는 필수임.
내진스프링장치는 설치하기만 하면 안전한 것이 아니라, 전산볼트 중 어느 위치에 설치되는지에 따라서 내진성능효과가 크게 달라짐. 전산볼트 파단을 방지하는 강도 안전성, 수평변위 안정성, 공진효과 회피 가능성에 대해 종합적으로 내진설계·검토된 위치에 설치되어야만 최적의 효과가 발휘됨.

core STRUCTURAL ENGINEERS

[예시]

□□□□ 신축공사 전기 CABLE TRAY 내진검토

4. 검토구간

총 13개 구간에 대하여 아래와 같이 번호를 부여하여 검토.

번호	검토구간	배선용도
1	지하1층 전기실	전기
2	지하1층 전기실-EPS	전기
3	지하1층 전기실-주차장	전기
4	지하1층 전기실-기계실	전기
5	지상1층 1구간	전기
6	지상1층 2구간	전기
7	지상2층 3구간	전기
8	지상2층 4구간	전기
9	지상3층 5구간	전기
10	지상3층 6구간	전기
11	지상4층 7구간	전기
12	강당	전기

5. 구간별 설치조건

케이블트레이 설치구간마다의 서로다른 설치조건을 아래와 같이 정리함.

번호	트레이설치		행거 채널 간격 (m)[2]	행거(달대)			BHS-401[4] 설치위치 (mm) (슬래브하부기준)
	폭W (mm)[1]	상하 단수		직경 (inch)	최장 (m)[3]	최단 (m)[3]	
1	900	1	1.5	3/8'	1.50	0.90	150 이내
2	600	1	1.5	3/8'	1.50	0.90	150 이내
3	600	1	1.5	3/8'	1.50	0.90	130 이내
4	400	1	1.5	3/8'	1.50	0.90	150 이내
5	400	1	1.5	3/8'	1.50	0.90	250 이내
6	400	1	1.5	3/8'	1.50	0.90	250 이내
7	400	1	1.5	3/8'	1.50	0.90	200 이내
8	400	1	1.5	3/8'	1.50	0.90	200 이내
9	400	1	1.5	3/8'	1.50	0.90	180 이내
10	400	1	1.5	3/8'	1.50	0.90	180 이내
11	400	1	1.5	3/8'	1.50	0.90	180 이내
12	200	1	1.5	3/8'	1.50	0.90	200 이내

내진스프링장치는 경사재(내진지지대) 설치가 불필요하므로 타공종 설비와의 간섭에 대한 부담이 적고 설치가 간편하지만, 모든 전산볼트에 설치되어야 하고 또 최적 위치에 설치되어야 합니다.
타공종 설비와 간섭 우려가 없는 환경에서 재래식 내진지지대 방식을 적용하려면 「건축물 전기설비 내진설계기준(KDS 32 17 00)」 4.2~4항 조건에 따라 실시된 내진설계 결과를 준수하여 시공하면 됩니다.

질의사례	커튼월, 상점 앞면, 칸막이벽 등에 끼워진 유리도 비구조요소 내진설계 대상인가요? 내진설계 대상이라면 어떤 이유로, 유리의 어떤 부분을 내진설계 한다는 것인가요?
답변사례	**내진설계 대상입니다. 다만 기준의 예외조건에 해당한다면 내진설계 대상이 아닙니다.** 한 건축물에도 커튼월, 상점 유리, 칸막이벽, 외부 창호, 내부 창호에 다양한 크기의 유리가 설치됩니다. 프레임과 유리 사이의 유격, 즉 유리 단부 클리어런스가 충분히 크지 않으면 지진 시 발생하는 프레임의 면내 변형에 의해 유리판이 눌려 압축력이 가해지는 순간 깨집니다. 커튼월, 상점 유리, 외부 창호 등 건축물 외피에 설치되는 유리판의 상단 높이가 보행자 도로면으로부터 3m가 넘으면 유리 깨짐과 함께 추락하면서 인명에 위협이 됩니다. 또 칸막이벽, 내부 창호, 방풍실 등의 유리가 건축물 피난경로에 그 유리가 깨져서 바닥에 깔리면 미끄러짐 등으로 신속한 대피 활동에 지장을 초래할 수도 있습니다.

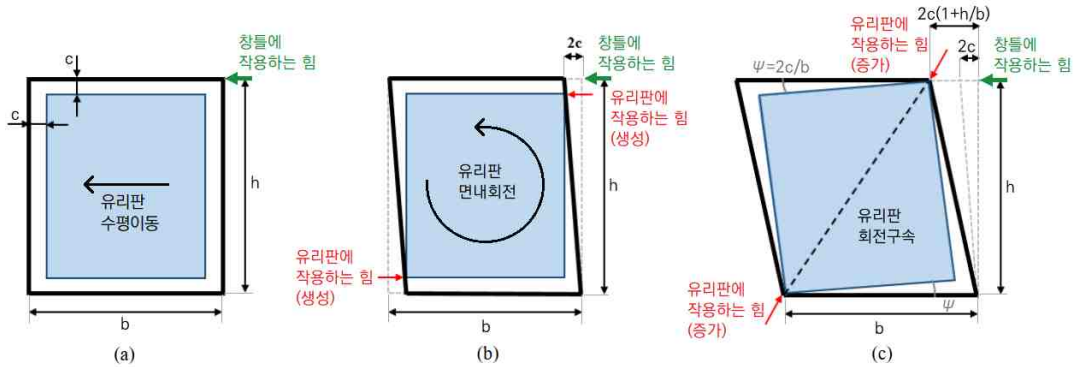
1) 근거

「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.3.4
(1) 커튼월, 상점 앞면, 칸막이벽에 끼워진 유리는 식 (18.3-1)의 상대변위 요구조건을 만족하여야 한다.

$$\Delta_{fallout} \geq 1.25D_{pl} \quad (18.3\text{-}1)$$

미국기준 ASCE7-22, P.724.
When subjected to seismic motion, components may pose a direct falling hazard to building occupants or to people outside the building (as in the case of parapets, exterior cladding, and glazing). 비구조요소(파라펫, 외부마감, 유리 등)는 건물 거주자나 건물 외부 사람들에게 직접 낙하하여 위험을 초래할 수 있다.
Partitions and interior and exterior glazing must accommodate story drift without failure that will cause a life-safety hazard. Design judgment must be used to assess potential life-safety hazards and the likelihood of life-threatening damage. 칸막이벽과 내부 및 외부의 유리는 인명안전 위험을 초래할 수 있는 파괴가 발생하지 않도록 (지진시 발생하는) 층간변위를 수용해야 한다. 잠재적인 인명안전 위험과 인명을 위협하는 손상 가능성을 평가하기 위해 내진설계 여부를 판단해야 한다.

2) 지진 시 유리 파괴(깨짐) 메커니즘



(a) 지진 시 건축물의 층간 변위가 발생하기 시작하는 순간, 구조체에 정착·구속된 프레임(창틀)도 변형이 시작되며, 프레임 속 유리판도 프레임 변형에 따라 수평으로 이동함.
(b) 건축물의 층간 변위가 커지면서 이에 종속된 프레임의 변형(상대 수평변위)도 커지며, 변형된 프레임이 변형하지 않는 유리판에 접하기 시작하면 유리판에 힘이 작용하기 시작하며 이때 유리판은 응력으로 저항하지 않고 유격(단부 클리어런스) 범위 내에서 회전하여 변형하는 것으로 해소함.
(c) 건축물의 층간 변위가 더욱 커지면 이에 따라 프레임도 점차 두드러진 평행사변형의 형상으로 변형하고, 어느 순간에 유리판이 더 이상 회전할 수 없는 구속 상태가 되면 유리판에 작용하는 힘이 압축력으로서 증가하며, 그 압축력이 유리판의 응력을 초과하는 순간에 유리판은 취성파괴, 즉 갑자기 깨짐.

미국기준 ASCE7-22, PP.729-730.
Equation (13.5-2) is derived from Sheet Glass Association of Japan (1982) and is similar to an equation in Bouwkamp and Meehan (1960) that permits calculation of the story drift required to cause glass-to-frame contact in a given rectangular window frame. Both calculations are based on the principle that a rectangular window frame (specifically, one that is anchored mechanically to adjacent stories of a structure) becomes a parallelogram as a result of story drift, and that glass-to-frame contact occurs when the length of the shorter diagonal of the parallelogram is equal to the diagonal of the glass panel itself. 계산식 (13.5-2, 우리 기준의 식 18.3-1)은 일본판유리협회(1982)에서 도출된 것으로, 주어진 직사각형 창틀에서 유리-프레임 접촉을 일으키는 데 필요한 층간 허용변위에 대한 Bouwkamp와 Mehan(1960)의 계산식과 유사하다. 두 계산 모두 직사각형 창틀이 층간 변위의 결과로 평행사변형이 되고, 평행사변형의 짧은 대각선 길이가 유리 패널 자체의 대각선 길이와 같을 때 유리-프레임 접촉이 발생한다는 원리에 기반한다.

관련 동영상 링크 : YouTube [출처: YTN]

답변사례
(계속)

3) 유리의 내진설계·검토 예외조건

「건축물 내진설계기준 (KDS 41 17 00)」 18.3.4.(1)
단, 다음 조건을 만족하는 경우 예외로 한다.

① 유리와 틀사이에 유격이 충분하여 요구되는 상대변위에서 유리와 틀사이에 접촉이 발생하지 않는 경우, 즉 식 (18.3-2)를 만족하는 경우

$$D_{clear} \geq 1.25D_{pI} \quad (18.3\text{-}2)$$

⋮

② 내진 1등급 혹은 2등급 건축물에서 강화유리 재질의 통유리패널이 건물에 인접한 보도면으로부터 3m 이하의 높이에 설치된 경우

③ 열처리유리 혹은 중간층의 두께가 0.8㎜ 이하인 열강화이중유리가 노출창문틀 형식으로 사용되고 가장자리는 최소 13㎜ 폭의 탄성중합체 실런트, 습식보양재 등으로 보호된 경우

4) 내진설계·검토 사례

core STRUCTURAL ENGINEERS

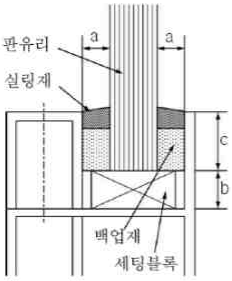
[redacted] 공동주택 신축공사
유리깨짐 방지를 위한 내진검토

4. 기타 주요사항

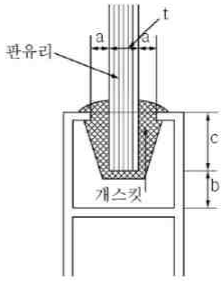
1) 본 검토서는 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00 : 2022)에 따라 건축비구조요소로서 커튼월, 상점 앞면, 칸막이벽 등등에 설치되는 유리의 지진 시 깨짐 방지를 위하여 유리 규격별로 내진안전유격을 제시함.

2) 본 검토 건축물이 특별한 사정으로 인해 구조체에 대한 내진설계가 변경되어 재설계되는 본 유리깨짐에 대해서 재검토를 요청하여야 함.

3) 유리는 설계도서(공사시방서)에 정한 바가 없는 경우에는 국가건설기준 표준시방서 KCS 41 55 09(유리공사)에서 정하는 기준에 따름. 내용 중 표준시방서에서 정하는 유리 끼우기 시공시 유격은 아래와 같음.



[실링재에 의한 커튼월 공법]



[개스킷 사용 시의 경우]

가. 면 클리어런스: 판두께 10mm 이하에서는 5mm, 판두께 12mm 이상에서는 6mm를 최소치로 하며, 최소치 미만이 될 때는 담당원과 협의한다.
나. 단부 클리어런스: 판두께를 최소치로 한다. 단, 바닥에 지지되는 면은 배수성을 고려하여 7mm를 최소치로 한다.
다. 지지 깊이: 판두께의 1.2배(최소 10mm 이상) 이상으로 한다. 단, 복층 유리의 지지 깊이는 외부측 유리 두께에 6mm 더한 값(최소 10mm 이상) 이상, 열선 흡수 판유리 및 열선반사 판유리는 판두께의 1.0배 이상으로 한다.

※ 본 검토서의 '내진안전유격'은 표준시방서의 '단부 클리어런스'(상기 그림의 b 치수)에 해당함.
본 검토서의 '내진안전유격' 검토결과 치수가 상기 표준시방서에서 정하는 '단부 클리어런스' 요구치수보다 크면 '내진안전유격' 검토결과 치수를 적용하고, 표준시방서에서 정하는 '단부 클리어런스' 요구치수보다 작으면 '단부 클리어런스' 요구치수를 적용할 것.
'면 클리어런스'(상기 그림의 a치수)와 '지지 깊이'(상기 그림의 c치수)는 본 검토서에서 다루지 않는 범위이므로 표준시방서의 내용을 적용할 것.

4) 본 검토서의 내용은 [redacted] 공동주택 신축공사의 프레임에 끼워지는 유리에만 유효함.

5) 상기에 언급되지 않는 사항은 국가건설기준센터 표준시방서(KCS 41 55 09)의 내용에 따라 시공하여야 함.

구조물에 내진설계로 반영된 설계 지진에서도 이러한 유리들이 깨지지 않으려면 유리와 프레임 사이에 요구되는 유격, 즉 '단부 클리어런스' 요구치수를 내진설계를 통해 확인하고, 창호 제작 시에 반영되도록 하여야 합니다. 창호 전체 시스템에 대한 Mock-up test(구조성능실험) 또는 프레임 구조검토 용역 발주시에 유리 깨짐에 대한 내진검토를 포함하는 것으로 조건을 붙이거나, 또는 유리 깨짐에 대해서만 별도로 내진설계를 의뢰할 수도 있습니다.

건축물마다 유리가 설치되는 창호의 종류, 위치, 크기는 제각각인데, 이 유리가 깨져서 추락하거나 피난 경로를 통한 대피 활동에 지장을 초래하여 '인명안전'에 위협이 될 수 있고, 건축물의 '기능수행'에 지장을 초래할 수 있습니다. 이러한 유리들이 예외조건에 해당하지 않는다면 내진설계 대상입니다.

건축물 하나에도 수많은 비구조요소들이 있는데,
이 모든 비구조요소가 내진설계 대상이 되나요?

아닙니다.
내진특등급 건출물에서도 마찬가지입니다.

지진이 발생할 때 위험요소가 되는 비구조요소가
내진설계 대상입니다.
일반 건축물은 인명안전을 위협하는 비구조요소가,
내진특등급 건축물은 인명안전과 기능수행을 위협
하는 비구조요소가 내진설계 대상입니다.

건축물 사용자의 안전을 위한 가장 좋은 방법은
무엇보다 위험요소가 되는 여러 비구조요소들이
설치되지 않도록 설계하고 시공하는 것입니다.

그러나 여러 가지 이유로 설계를 변경할 수 없거나,
기능상 반드시 설치해야만 하는 비구조요소라면
확실하고 안전하게 검토되고 설치되어야 합니다.

시공자 및 감리자를 위한 비구조요소 내진설계안내서
2026년판 정가 : 없음 (비매품)

저 자 : 신동열
발행처 : 코어건축구조기술사사무소
☎ 1833-9875
https://www.corest.co.kr
발행일 : 2026년 6월 1일
ISBN : 979-11-984114-0-2 (95540)

비매품/무료
95540
9 791198 411402
ISBN 979-11-984114-0-2 (PDF)

인지를 생략합니다. 복제를 불허합니다.