

도봉소방서 청사
구조(내진)정밀안전진단 용역
요약 보고

2011년 6월 2일



한국시설안전공단

요 약 보 고 순 서

1. 내진성능평가란?
2. 정밀안전진단 및 내진성능평가 실시결과 요약
3. 내진보강공법 및 개략 공사비

1. 내진성능평가란?

가. 목표성능

[대상시설물의 목표성능수준]

현 기준*에서 요구하는 지진(M6.5)작용시 성능목표	현 기준에서의 내진등급	대상시설물
즉시거주 수준	내진특등급	청사(4,794.82㎡)
인명안전 수준	내진 1등급	창동안전센터(753.45㎡)
붕괴방지 수준	내진 2등급	
(붕괴)	없음	

* 현 기준 : 건축구조기준(국토해양부고시 제2009-1245호, 2009.12.29)(이하 "KBC09")

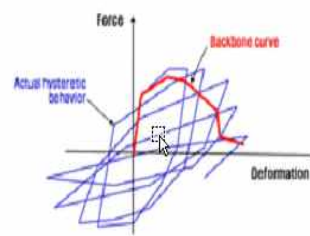
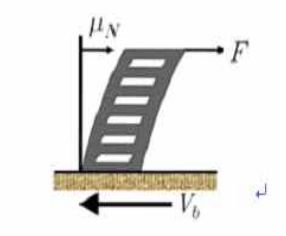
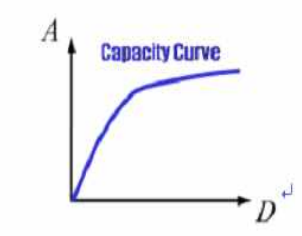
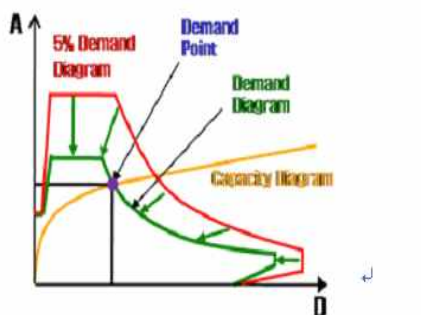
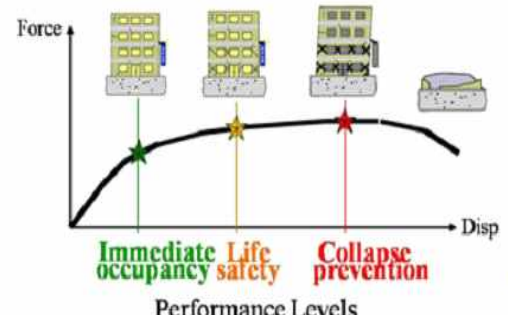
[중요도 구분 및 내진등급(KBC09)]

중요도	용도 및 규모에 따른 분류	내진등급
중요도(특)	<ul style="list-style-type: none"> -연면적 1,000㎡ 이상인 위험물 저장 및 처리시설 -연면적 1,000㎡ 이상인 국가 또는 지방자치단체의 청사, 외국공관, 소방서, 발전소, 방송국, 전신전화국 -종합병원, 수술시설이나 응급시설이 있는 병원 	내진특등급
중요도(1)	<ul style="list-style-type: none"> -연면적 1,000㎡ 미만인 위험물 저장 및 처리시설 -연면적 1,000㎡ 미만인 국가 또는 지방자치단체의 청사, 외국공관, 소방서, 발전소, 방송국, 전신전화국 -연면적 5,000㎡ 이상인 공연장, 집회장, 관람장, 전시장, 운동시설, 판매시설, 운수시설(화물터미널과 집배송시설은 제외함) -아동관련시설, 노인복지시설, 사회복지시설, 근로복지시설 -5층 이상인 숙박시설, 오피스텔, 기숙사, 아파트 -학교 -수술시설과 응급시설 모두 없는 병원, 기타 연면적 1,000㎡ 이상인 의료시설로서 중요도(특)에 해당되지 않는 건축물 	내진 1등급
중요도(2)	-중요도(특), (1), (2)에 해당하지 않는 건축물	내진 2등급
중요도(3)	<ul style="list-style-type: none"> -농업시설물, 소규모창고 -가설구조물 	내진 2등급

[성능수준의 정의]

성능수준	구조물의 상태
즉시거주	문제점이 없는 최상의 상태. 평가기준 지진작용시 구조부재의 피해는 무시할 만하며 비구조재에 손상 이 있으나 거주에 안전하며 보수와 청소를 통해 기능을 수행할 수 있음.
인명안전	평가기준 지진 작용시 구조물은 원래 횡강성과 강도를 손실하나 붕괴에 대해서는 여전히 여력을 보유하고 있음. 구조물은 영구변형이 발생. 구조물의 비구조요소에는 심각한 손상이 발생하여 기능을 수행하지 못하며 보수전 거주는 안전하지 않음. 지진 발생동안 인명안전에 대한 위험은 매우 낮음.
붕괴방지	평가기준 지진 작용시 구조부재에 큰 피해 가 예상됨. 대부분의 구조부재에서도 강도와 강성저하가 크게 일어나지만 수직하중저항시스템의 붕괴는 발생하지 않음. 여진에 의해 붕괴가능성이 있으므로 거주에 적합하지 않음. 구조물의 보수에 의한 기능의 복원이 사실상 어려움.
(붕괴)	평가기준 지진작용시 일부 수직하중저항시스템이 연직하중저항능력을 소실하여 부분적인 붕괴 혹은 전면적인 붕괴 가 발생함.

나. 내진성능평가

		
<p>- 부재의 비선형 특성 모델링</p>	<p>- 구조물의 PUSH-OVER 해석</p>	<p>- 지붕층 하중변위곡선을 능력스펙트럼으로 변환(ADRS)</p>
		
<p>- 비탄성 요구스펙트럼과 능력스펙트럼이 교차되는 성능점 선정.</p> <p>- 성능점 선정은 ATC-40, FEMA 440에 따름.</p>	<p>- IO, LS 및 CP 각각의 수준에 대해 설정된 내진성능목표에 적합한 성능구현이 가능한지 평가.</p>	

2. 정밀안전진단 및 내진성능평가 실시결과 요약

가. 일반현황					
용역명	도봉소방서청사 구조(내진)정밀안전진단	진단기간	2011.03.10~2011.06.07		
관리주체명	도봉소방서	대표자	도봉소방서장		
공동수급		계약방법	수의		
시설물구분	건축물	종류	소방서	종별	종외 시설물
준공일	청사 : 1988년 12월 창동안전센터 : 1998년8월	진단금액 (천원)	46,000	안전등급	청사 : B 창동안전센터 : B
시설물 위치	서울특별시 도봉구 방학동 708 외	시설물 규모	청사 : 지하1층/지상5층 창동안전센터 : 지하1층/지상2층		
나. 진단 및 내진성능평가 실시결과 현황					
중대결함	없음				
진단 주요결과	<ul style="list-style-type: none"> • 청사 : 안전등급은 B등급이며, 특이할만한 구조체 손상은 없고 대체로 시설물의 유지관리 상태가 양호함. • 창동안전센터 : 안전등급은 B등급이며, 특이할만한 구조체 손상은 없고 대체로 시설물의 유지관리 상태가 양호함. 				
내진성능평가 주요결과	<ul style="list-style-type: none"> • 청사 : 청사 기존부분은 붕괴 수준이며, 청사 수평중축부분은 즉시거주 수준임. 현 기준에서 요구하는 성능수준은 즉시거주 수준으로 청사의 기존부분은 내진성능의 향상이 필요함. • 창동안전센터 : 내진성능 수준은 붕괴 수준이며, 현 기준에서 요구하는 성능수준은 인명안전 수준으로 내진성능의 향상이 필요함. 				
다. 참고사항					
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 현 내진설계 기준에서 요구하는 내진성능의 수준 <ul style="list-style-type: none"> • 청사 : 즉시거주 수준 • 창동안전센터 : 인명안전 수준 					

라. 진단 외관조사 주요 결과

1) 청사

상태평가 결과 및 보수·보강		상태평가 결과 : B등급
결함발생 부재	결함종류	보수·보강(안)
보, 슬래브	보, 슬래브에 발생한 균열폭 0.2mm 이하의 미세균열	내구성에 미치는 영향이 미미하여 별도의 보수는 필요 없음
조적벽체 등 비구조체	개구부 주변 및 실간 조적벽체에 발생한 수직 및 경사균열	지하층 : 탄성 실리콘 계열 주입 지상층 : 에폭시 수지계열 충전
지상3층 바닥 (지상2층 천장)	슬래브 일부 단면손실 및 철근노출	내구성에 미치는 영향이 미미하여 별도의 보수는 필요 없음
지상5층 바닥 (지상4층 천장)	슬래브에 일부 누수흔적 발생	방수층의 주기적 관찰을 요하며 누수가 진행될 경우 방수층의 보수 필요
지붕층	기존부분과 증축부분간 E.J 부위 일부 마감 균열(벌어짐)	고탄성 봉합재 또는 방습지 부착 후 표면처리

2) 창동안전센터

상태평가 결과 및 보수·보강		상태평가 결과 : B등급
결함발생 부재	결함종류	보수·보강(안)
보	보에 발생한 균열폭 0.2mm 이하의 미세균열	내구성에 미치는 영향이 미미하여 별도의 보수는 필요 없음
조적벽체 등 비구조체	개구부 주변 및 실간 조적벽체에 발생한 수직 및 경사균열	지하층 : 탄성 실리콘 계열 주입 지상층 : 에폭시 수지계열 충전
지상2층 바닥 (지상1층 천장)	슬래브 일부 철근노출 및 부식	내구성에 미치는 영향이 미미하여 별도의 보수는 필요 없음

마. 연직하중에 의한 구조안전성검토 결과

1) 청사

안전성검토 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전성평가 결과
기둥 및 보 주요 구조부재	극한강도 설계법	현재의 상태를 기준으로 현 설계기준에 의하여 구조안전성을 검토한 결과, 모든 부재가 내력을 확보하고 있음	B등급

2) 창동안전센터

안전성검토 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전성평가 결과
기둥 및 보 주요 구조부재	극한강도 설계법	현재의 상태를 기준으로 현 설계기준에 의하여 구조안전성을 검토한 결과, 모든 부재가 내력을 확보하고 있음	B등급

바. 내진성능평가 결과

구 분	내진성능평가에 의한 성능수준	현 기준에서 요구하는 성능수준	성능향상 후 성능수준	내진보강 공법
청사 (기존부분)	붕괴	즉시거주	즉시거주	강판벽+이력댐퍼
청사 (수평증축부분)	즉시거주	즉시거주	-	내진보강 필요없음
창동안전센터	붕괴	인명안전	즉시거주	강판벽+이력댐퍼

3. 내진보강공법 및 개략 공사비

가. 일반적인 내진보강공법 사례



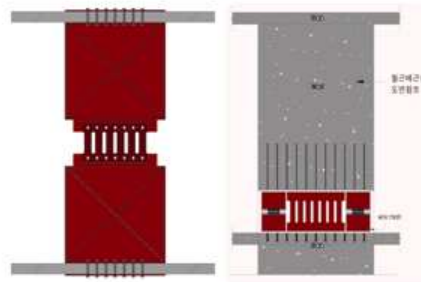
RC 전단벽 보강



강판보강



가새 보강



댐퍼 보강

나. 내진보강공법 선정시 주안점

- 1) 1층 차고는 보강재의 설치가 매우 제한적임
- 2) 외부마감(화강석, 커튼월) 복구
- 3) 내부 습식공사는 공사의 품질 보장이 매우 어려움
- 4) 미관
- 5) 공사비

다. 내진보강 공법별 성능향상 정도와 개략공사비 비교(청사)

공법명	RC전단벽 추가	철관 또는 탄소섬유시트 보강	강관벽+이력댐퍼 보강
공법개요	<ul style="list-style-type: none"> • 추가되는 RC전단벽이 발생하는 지진력을 기존 구조체와 분담시키는 방법 	<ul style="list-style-type: none"> • 내력이 부족한 부재에 강성과 연성을 증대시키는 방법 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조물의 응답자체를 저감시켜서 내진성능을 향상시키는 방법
장단점	<ul style="list-style-type: none"> • 벽체 증설시 기존 덕트 등 설비 등과 간섭되어 시공성 및 효율성이 떨어짐 • 습식공사로 공기가 길고 시공성이 떨어져 품질 보장이 어려움 • 건물의 강도를 증가시키는 방법으로 변형능력의 향상 정도는 크지 않음 • 자중 및 강성의 증가로 기초보강 비용이 추가될 수 있음 • 기존 구조부재와 신설RC벽체의 일체화가 매우 중요 	<ul style="list-style-type: none"> • 철관보강시 철관 및 앵커 등에 의하여 미관이 저해됨 • 부재단면치수의 변화가 크지 않아 평면계획에 영향이 적음 • 건물 중량에 미치는 영향이 적음 • 연성보강으로 성능향상 효과가 높지 않음 • 보강 개소가 많아질 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 건물의 동선 및 평면 등 실내환경에 영향이 거의 없음 • 다소 고가이며, 공기가 빠름 • 에너지 흡수능력이 커서 건물의 안정성을 증대시킴 • 건물의 응답을 저감시킬 경우 보강량이 다소 감소하는 경향이 있음 • 댐퍼의 제작이 매우 중요 • 기존 마감재의 해체·복구 작업 필요
보강방법	<ul style="list-style-type: none"> • 벽체 설치부위 기초에 마이크로파일 보강 • 1층~4층에 THK200 전단벽 보강 	<ul style="list-style-type: none"> • 기초보강 없음 • 1층~4층에 12t 기둥철관보강(4면) 	<ul style="list-style-type: none"> • 기초보강 없음 • 1층 일부 기둥 강관보강 • 2층~4층에 강관벽+이력댐퍼 설치(10개소)
현재성능(X-방향)	붕괴	붕괴	붕괴
보강후성능(X-방향)	즉시거주	즉시거주	즉시거주
개략공사비(m ² 당)	18,000원/m ²	26,000원/m ²	16,000원/m ²
추천공법			◎

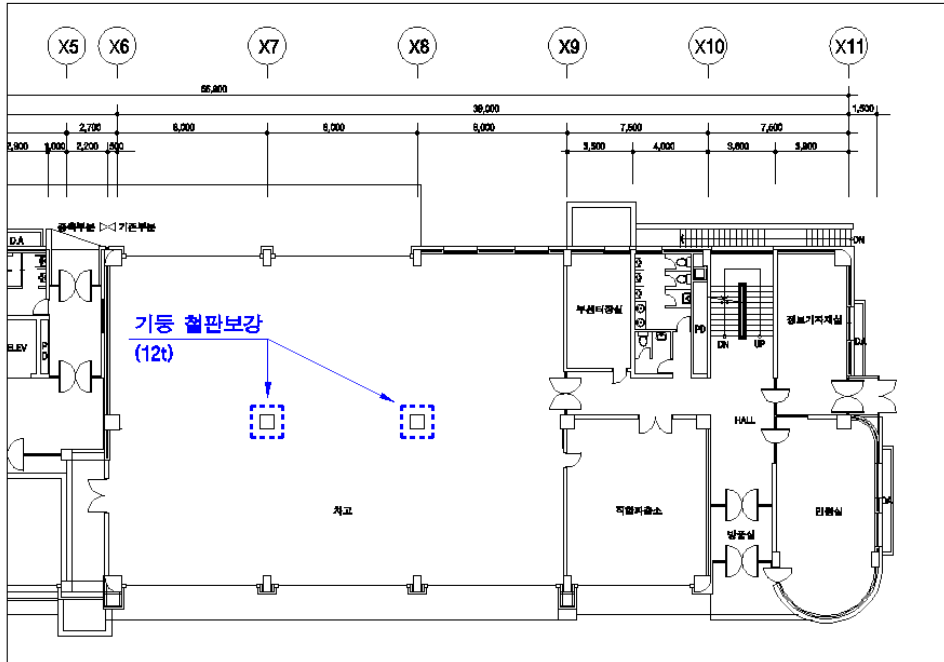
※ 상기 '개략 공사비'는 마감재의 해체·복구 비용을 포함한 순공사비임.

※ m²당 개략공사비는 연면적 기준임(m²당 개략공사비=순공사비/연면적).

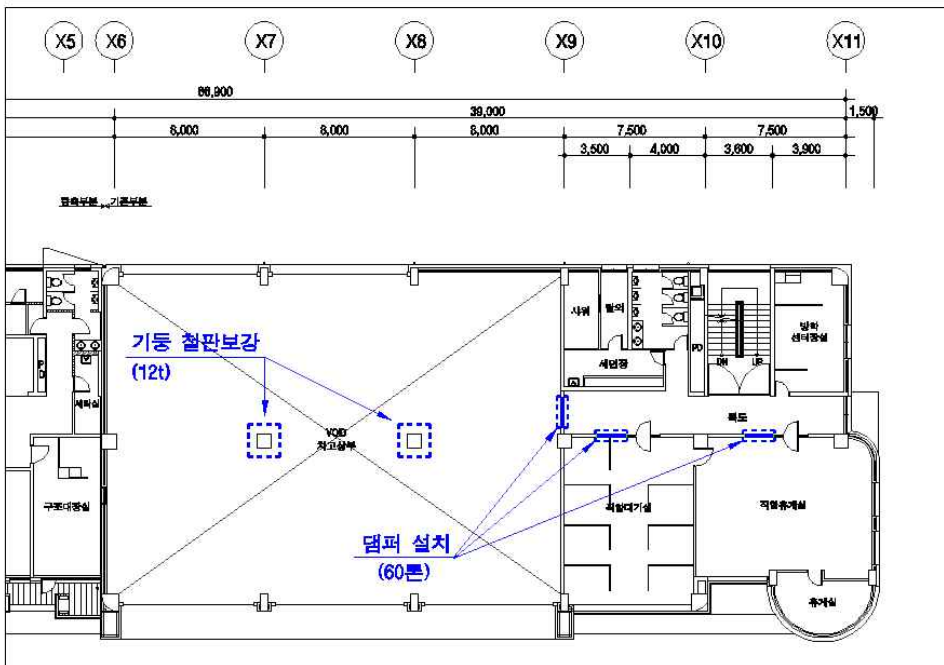
라. 내진보강위치 및 개략공사비

※ 댐퍼설치 위치는 현장여건 및 창틀, 문 등 개구부 위치에 따라 기둥과 기둥 사이에서 다소 이동이 가능함.

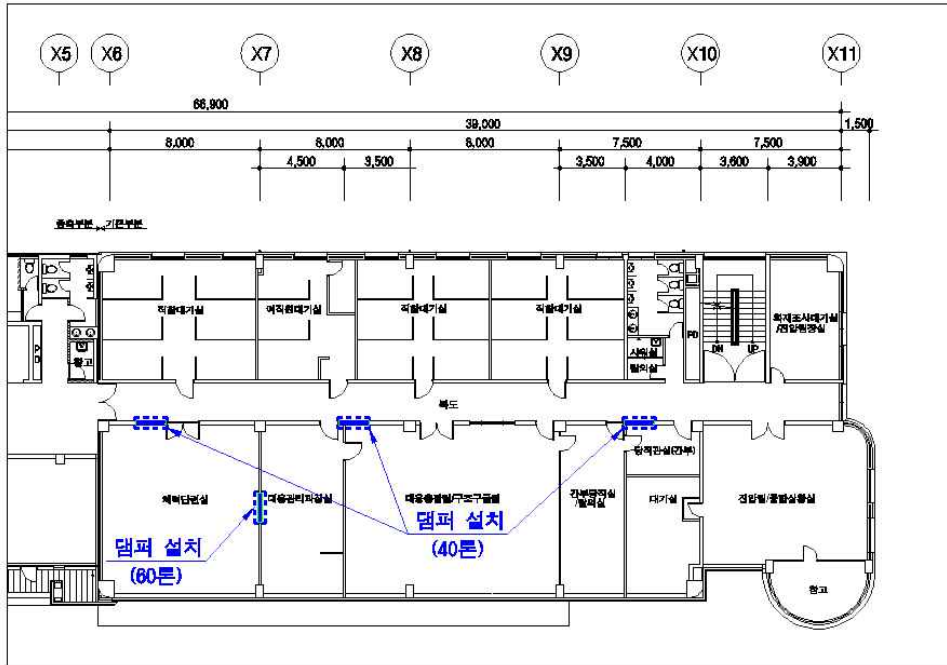
[청사 내진보강 위치 및 상세]



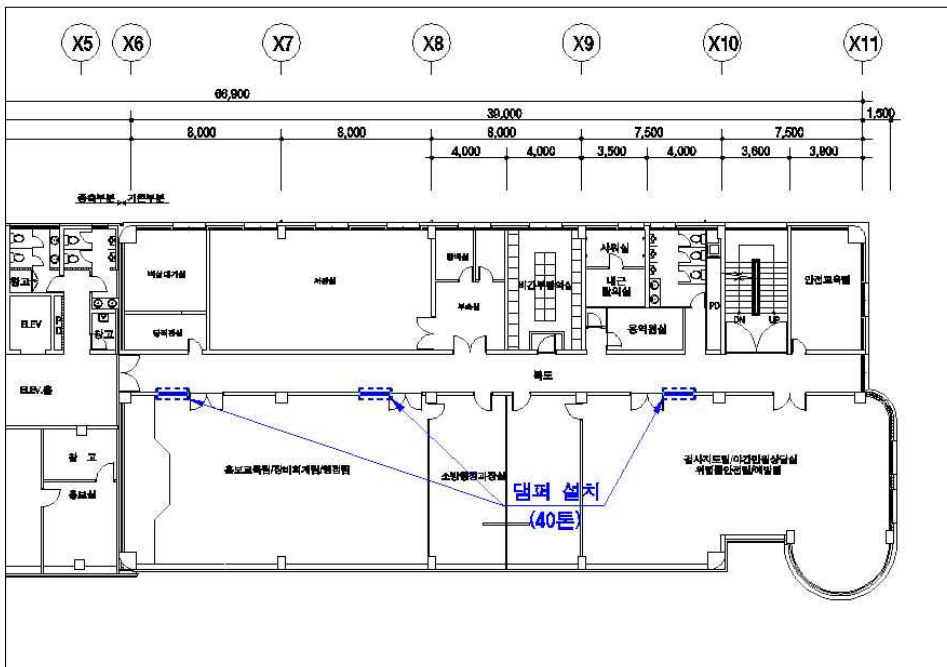
(a) 청사 지상1층 철판보강 및 댐퍼설치 위치



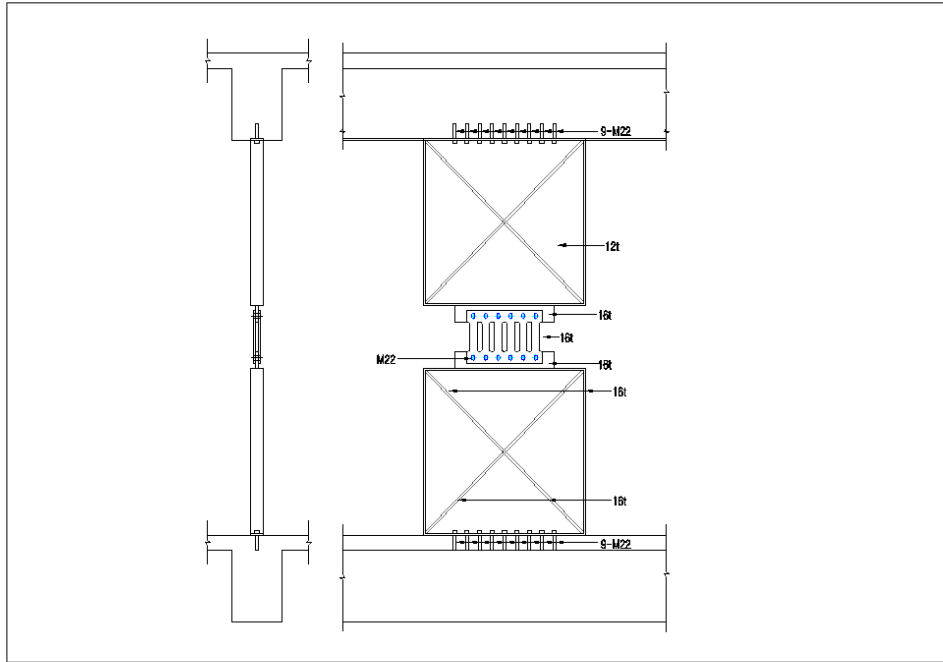
(b) 청사 지상2층 댐퍼설치 위치



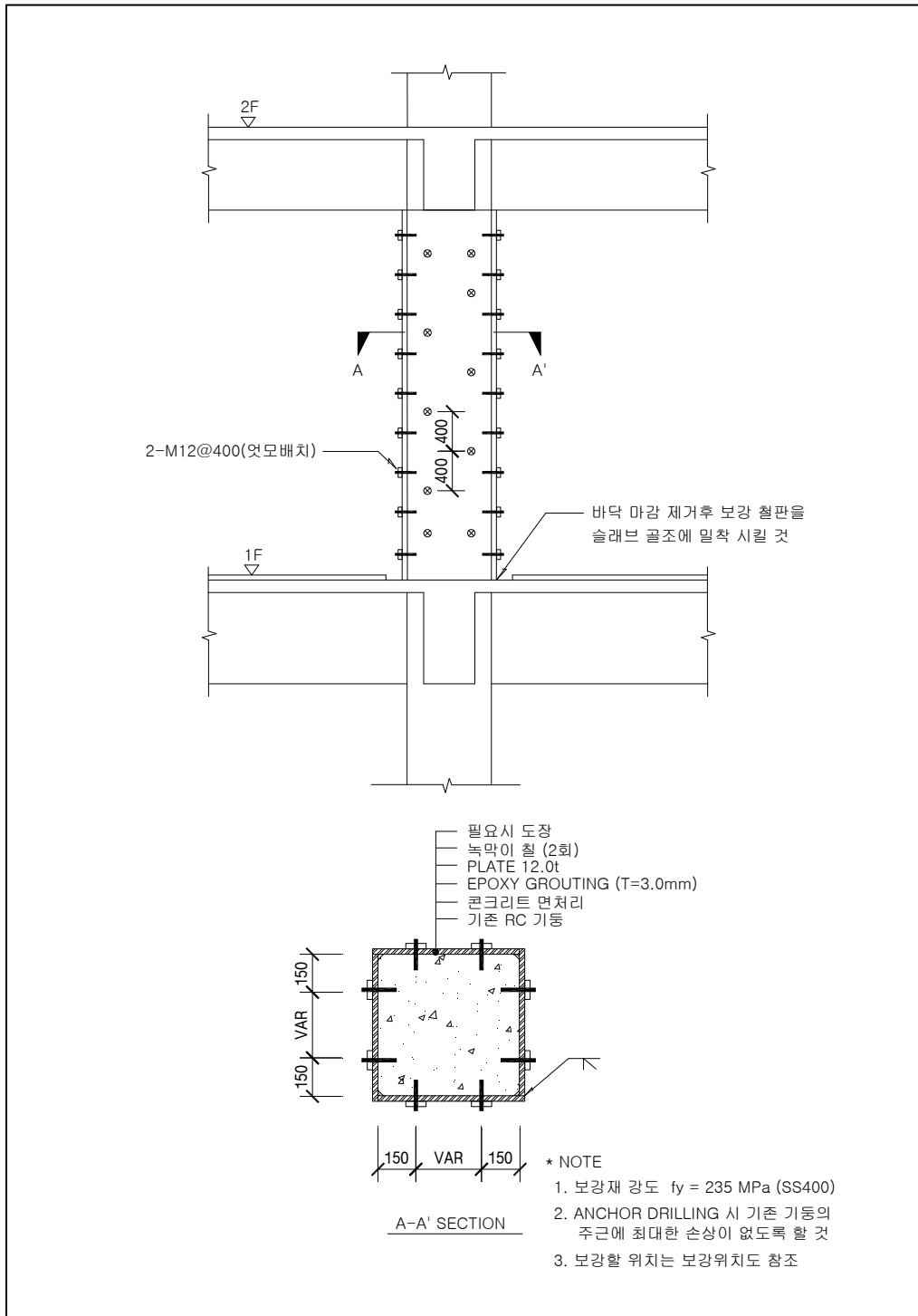
(c) 청사 지상3층 댐퍼설치 위치



(d) 청사 지상4층 댐퍼설치 위치

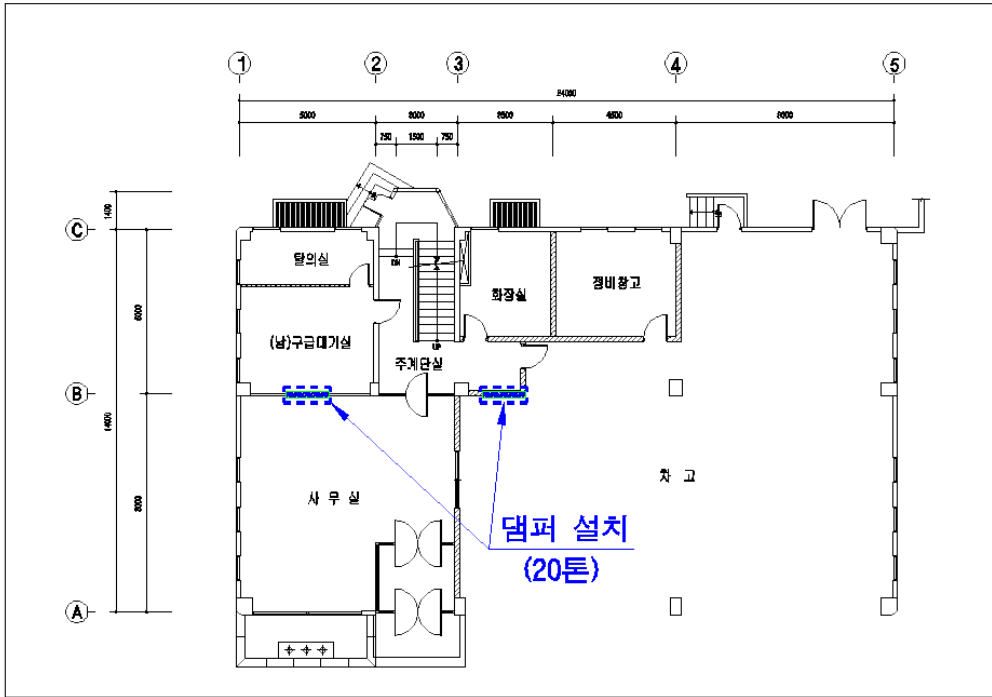


(e) 댐퍼의 기본형태(예:60톤)

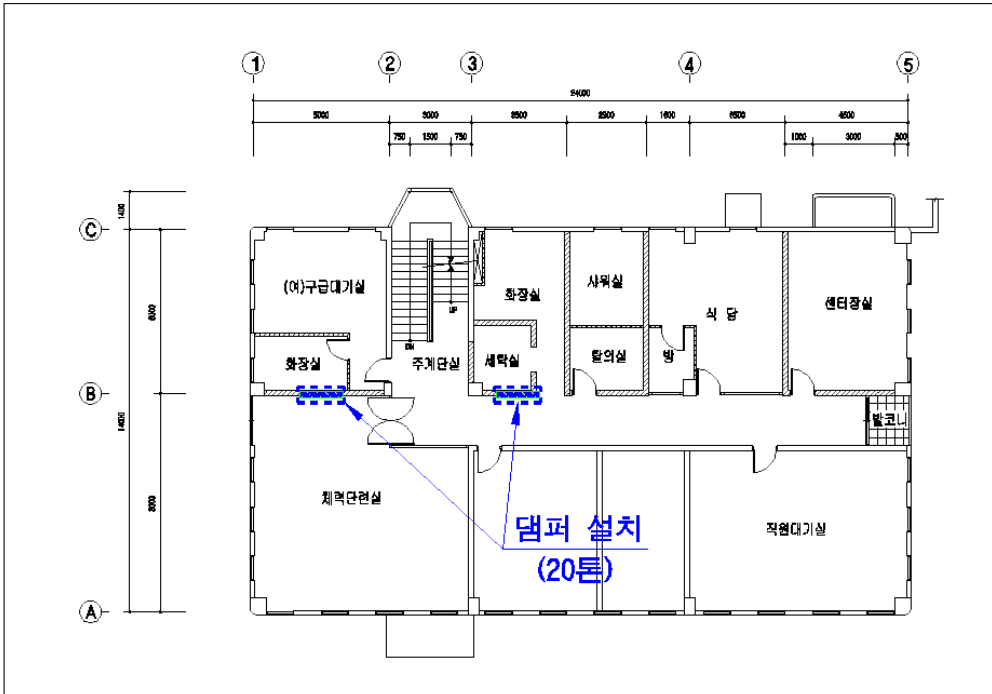


(f) 청사 기둥 철판보강 상세

[창동안전센터 내진보강 위치]



(a) 창동안전센터 지상1층 댐퍼설치 위치



(b) 창동안전센터 지상2층 댐퍼설치 위치

[청사 내진보강 개략 공사비]

내용	단위	수량	재료비		노무비		경비		계
			단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
1. 조적 벽체 철거									
철거비용	식	1	114,000	114,000	3,000,000	3,000,000	500,000	500,000	3,614,000
폐기물	식	1			300,000	300,000	700,000	700,000	1,000,000
사다리차	식	1					450,000	450,000	450,000
비계	식	1	300,000	300,000	200,000	200,000	100,000	100,000	600,000
2. 제진댐퍼 제작 및 시공									
댐퍼제작	set	10	2,000,000	20,000,000	1,500,000	15,000,000	200,000	2,000,000	37,000,000
댐퍼시공	set	10	900,000	9,000,000	900,000	9,000,000	500,000	5,000,000	23,000,000
3. 조적벽체시공									
벽돌	EA	18,000	70	1,260,000	200	3,600,000	50	900,000	5,760,000
몰탈	kg	4,200	100	420,000			50	210,000	630,000
미장몰탈	kg	10,000	100	1,000,000	250	2,500,000			3,500,000
사다리차	식	1					450,000	450,000	450,000
운반비	식	1					450,000	450,000	450,000
합 계				32,094,000		33,600,000		10,760,000	76,454,000

※ 상기 공사비는 순공사비이며, 실제 공사시 수량 등이 증가될 수 있으므로 상기 순공사비에 대하여 약 20%~30%정도 할증하는 것이 바람직함.

[창동안전센터 내진보강 개략 공사비]

내용	단위	수량	재료비		노무비		경비		계
			단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
1. 조적 벽체 철거									
철거비용	식	1	114,000	114,000	1,500,000	1,500,000	500,000	500,000	2,114,000
폐기물	식	1			300,000	300,000	700,000	700,000	1,000,000
사다리차	식	1					450,000	450,000	450,000
비계	식	1	300,000	300,000	200,000	200,000	100,000	100,000	600,000
2. 제진댐퍼 제작 및 시공									
댐퍼제작	set	4	2,000,000	8,000,000	1,500,000	6,000,000	200,000	800,000	14,800,000
댐퍼시공	set	4	900,000	3,600,000	900,000	3,600,000	500,000	2,000,000	9,200,000
3. 조적벽체시공									
벽돌	EA	4,500	70	315,000	200	900,000	50	225,000	1,440,000
몰탈	kg	2,500	100	250,000			50	125,000	375,000
미장몰탈	kg	2,500	100	250,000	250	625,000			875,000
사다리차	식	1					450,000	450,000	450,000
운반비	식	1					450,000	450,000	450,000
합 계				12,829,000		13,125,000		5,800,000	31,754,000

※ 상기 공사비는 순공사비이며, 실제 공사시 수량 등이 증가될 수 있으므로 상기 순공사비에 대하여 약 20%~30%정도 할증하는 것이 바람직함.