2019 구조물 내진설계 경진대회 요강

▌대회 주제 : 구조물의 성능기반 내진설계

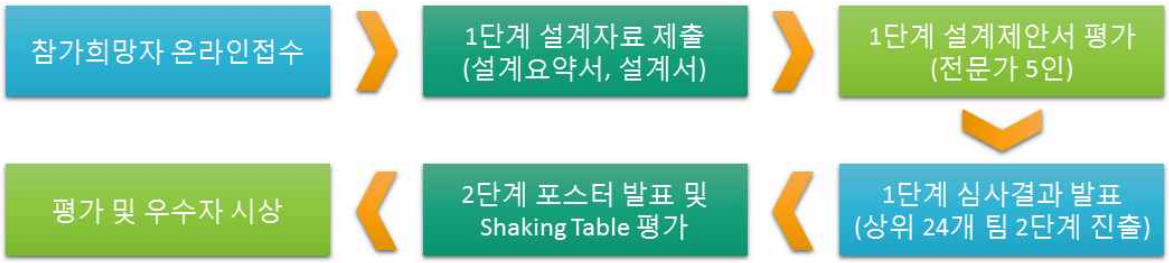
▌추진 목적

- 구조물의 지진 안전성을 확보하기 위한 아이디어 발굴 및 학습 기회를 제공함으로써, 미래 엔지니어가 갖추어야 할 기술 능력 및 공학적 사고능력 향상
- 내진설계기준(KDS 17 00 00)에 따른 구조물의 내진 등급과 목표 내진성능 수준에 대한 이해 증진 및 홍보
- 구조물 내진설계 분야에 관한 창조적 사고 능력을 갖춘 우수인력 양성의 기회 마련 및 창의적 내진기술 개발 기대
- 대회 준비기간 동안 적극적인 팀 활동 및 공정한 경쟁을 통하여 참가자들이 리더십을 배양할 수 있고 관련지식을 상호 교류할 수 있는 자리 마련

▌세부추진계획

① 참여대상 : 대학생 (1~4학년) / 1팀당 4인

② 추진절차



③ 접수 : 홈페이지 온라인 접수 < http://contest.koced.or.kr >

④ 접수기간 : 2019. 04. 29 ~ 2019. 06. 30.

⑤ 제출서류

- 참가신청서 온라인 양식
- 설계제안서 10페이지 이내(구조계산서, 도면, 내역서 포함) 온라인 제출 (경진대회 요강 작품 평가 기준 참조)

▌구조물 제작 및 심사기준

① 구조물의 내진설계 목표와 성능수준의 이해

② 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력

③ 500년 빈도 지진발생 시 기능수행 수준 내진설계

④ 2,400년 빈도 지진발생 시 붕괴방지 수준 내진설계

⑤ 설계지진 초과 시 구조물의 파괴를 유도하는 정밀한 설계

⑥ 시공성과 경제성을 고려하고 구조물의 아름다움을 추구하는 설계

⑦ 구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술

▌작품 제작 규정

1. **[원칙]** 작품은 4층 이상으로 제작되어야 하며, 각 층은 규정된 하중을 정적으로 지지할 수 있어야 한다.

2. **[구조]** 작품의 구조는 다음 각 항의 조건을 모두 만족해야 한다.
   ① 기초판은 1층의 바닥면이 되며, 최상층은 천장을 가져야 한다(옥상에도 하중블록을 설치해야 함).
   ② 각 층의 바닥 면적은 10,000㎟ 이상, 30,000㎟ 이하이어야 한다. 여기서 바닥 면적의 산정 기준은 최외각 기둥 부재를 이은 면적으로 정의한다.
   ※ 기둥 부재 : 상시하중에 대하여 압축력을 지지하는 모든 부재를 의미함.
   ③ 바닥은 반드시 면(Plate)으로 구성할 필요는 없다. 예를 들어 몇 개의 선형 부재(Strip)를 연결한 형태도 가능하다. 다만, 이 경우 바닥을 구성하는 선형부재는 층에 배치되는 하중 블록을 충분히 지지할 수 있어야 한다.
   ④ 각 층의 높이는 200mm 이상으로, 총 높이 800mm 이상 900mm 이하가 되어야 하며, 각 층간은 분명한 경계를 가져야 하며, 층고는 각 층의 바닥면 간격을 기준으로 측정한다.
   ※ 바닥면은 각 층에 하중 블록이 배치되는 면으로 정의하며, 층고는 하중 블록 저면의 높이를 기준으로 함.
   ⑤ 각 층에는 하중 블록의 낙하를 방지하기 위한 시설이 설치되어야 한다.
   ⑥ 구조부재의 연결은 제공되는 제작 재료만을 사용하여야 한다.

3. **[하중]** 하중은 각 층에 6kg 이상의 강재 하중블록세트(하중 블록 개당 0.5kg)를 설치하며, 총 24kg 이상의 하중블록이 설치되어야 한다. 각 층에 설치하는 하중블록은 해당 층의 고정하중을 의미한다. 하중블록의 설치는 다음의 규정을 만족하여야 한다.
   ① 하중블록의 규격은 26㎜ × 50㎜ × 50㎜(높이×가로×세로)이며, 자유로운 형태로 배치가 가능하다. 다만, 주어진 최소 24kg의 하중 블록은 상시상태에서 중력하중이 바닥면에 지지되어야 하며, 그렇지 않은 경우의 하중 블록은 본 요강에서 정의하는 고정하중으로 인정되지 않는다.
   ② 1층 바닥에는 하중블록을 설치하지 않으며, 1층 바닥을 제외한 나머지 층의 바닥면과 최상층 상부면에는 하중블록을 설치하여야 한다. 예를 들어 4층의 모형인 경우, 최소한 6 kg 하중블록세트 4조가 필요하다.
   ③ 하중블록은 접착제를 이용하여 상호간 또는 구조물에 직접 고정할 수도 있다.
   ④ 하중블록을 고정하기 위한 용도로는 주최 측에서 제공하는 제작 재료 내에서 자유롭게 사용할 수 있다.

4. **[기초]** 기초판은 MDF 판재로 제공되며, 제작되는 작품은 기초판 내에 설치되어야 한다.
   ① 기초판의 크기는 400㎜ × 400㎜ × 6㎜ 이며, 구조물과 기초를 연결하기 위한 용도로만 사용된다.
   ② 각 팀에서는 기초를 진동대와 연결(목재용 screw 볼트)하기 위한 최소한의 공간(최외각으로부터 20mm)을 확보하여야 한다.
   ③ 구조물과 기초를 연결하기 위한 용도로 기초판을 천공할 수 있다.
   ④ 기초판을 절단 및 가공하여 작품 제작에 활용할 수 없다.

5. **[제작비용]** 작품 제작에 필요한 제작 비용에 제한은 없으나, 2,400 백만원을 기준금액으로 하여 경제성 평가 시에 반영한다.
   ① 기준금액을 초과하는 팀은 진동대 시험 전 감점 대상이 되며, 감점은 10백만원 당 5점으로 한다.
   ② 제작비용이 1,200 백만원 이하를 만족하는 경우 경제성 부분에서 만점을 부여하고 1,200 백만원 이상 2,400 백만원 이하인 경우 차등적으로 경제성 점수를 부여함

6. **[제작시간]** 작품 제작에 소요되는 시간은 하중블록을 설치하는 시간을 포함하여 총 5시간을 초과할 수 없다.

▌작품 제작 재료

1. 제작 재료는 지정된 장소에서만 구입이 가능하며, 각 팀의 팀장만이 구입할 수 있다. 현장에서 구입할 수 있는 제작 재료는 다음과 같다.

재료명	단위	규격	단위수량 [개]	단가 [백만원]	비고
MDF Base (기초판)	개	400mm×400mm×6mm	1	-	기본제공
MDF Strip	개	600mm×4mm×6mm	1	10	
MDF Plate	개	200mm×200mm×6mm	1	100	
면줄	식	600mm	1	10	
A4지	장	A4	1	10	
접착제	개	20g	1	200	

2. 재료를 가공하기 위한 공구는 각 팀에서 지참하여야 한다. 단, 현장에서는 전기 공급이 지원되지 않으므로 전원연결이 필요한 전동공구는 사용이 불가하다. 충전방식인 경우에는 지정된 장소에서 충전하여 사용할 수 있다.

3. 재료의 구입 수량에는 제한이 없으나, 총 구입 비용이 2,400백만원을 초과할 시 규정에 따라 감점의 대상이 된다.

4. 대회당일 14:00까지는 남은 재료에 대하여 반납이 가능하다. 다만, 지급된 재료를 반납하는 경우에는 단위수량만 가능하다. 예로, 면줄을 1/2만(300mm) 사용하고 1/2을 반납할 수는 없다.

5. MDF Plate는 절단, 가공하여 다양한 용도로 활용할 수 있으나, Plate를 절단하여 Strip과 같은 형태로 제작, 시공하는 것은 불가하다.

6. MDF Base(기초판)는 기본 자재로 지급되며, 1회에 한하여 교환이 가능하다. MDF Base를 절취, 가공하여 작품에 적용할 수 없다.

7. 상기 5, 6 항의 제한 사항을 제외하고는 가공방법에 특별한 제한이 없다.

8. 지급되는 MDF Strip, MDF Plate, 면줄, A4지 이외에 구조물의 장식을 목적으로 하는 재료는 대회장에 반입하여 구조물에 설치하는 것이 허용된다. 단, 이러한 장식물이 구조물의 내진성능 향상에 기여하지 않아야 한다. 예) MDF 도색을 위한 유성팬, 옥상에 설치되는 교기, 팀 깃발 등

▌진동대 실험 규정

1. 구조물에 작용하는 지진력은 진동대의 가진에 의해서 결정된다. 각 팀 작품의 내진성능을 평가하기 위하여 진동대를 이용해 인공의 지진을 발생시킨다. 필요에 따라 Sine Sweeping 가진(일정한 진동수 범위에서 동일한 가속도를 갖는 정현파를 연속적으로 상승 또는 하강시키면서 가진하는 방법)을 실시한다.

2. 인공지진파는 국토교통부 건설기준 내진설계기준(KDS 17 00 00 : 2018)에 따른 가속도표준설계응답스펙트럼에 기초하여 제작한 가속도 시간이력을 사용하며, 지진파형은 참가팀에게 제공하지 않는다.

3. 내진설계목표 및 성능수준
   - 내진설계 일반에 관한 사항은 첨부의 내진설계기준(KDS 17 00 00)을 참조하되, 본 대회에서는 아래에서 정의하는 위험도계수와 내진성능수준을 적용한다.

   1) 목표 지진하중(지진구역 및 지진위험도)
      - 지진구역 : Ⅰ
      - 지진구역 계수(Z) : 0.11g
      - 지반종류 : S_2 얕고 단단한 지반
      - 위험도계수(I) :

재현주기	위험도계수(I)※					
	50년	100년	200년	500년	1,000년	2,400년
위험도계수(I)	1.0	1.5	2.0	2.7	3.8	5.4

※ 위험도 계수는 본 대회에서 진동대 성능 및 실험 수준을 고려하여 임의로 제시한 것임.

   2) 성능목표
      - 본 대회에서 작품은 '내진특등급'으로 설계, 제작되어야 한다.
      - 500년 재현주기 지진에 대해 기능수행, 즉시복구, 장기복구/인명보호 수준을 만족하여야 한다.
      - 2400년 재현주기 지진에 대해 붕괴방지 수준을 만족하여야 한다.

설계지진 재현주기(년)	내진성능수준			
	기능수행	즉시복구	장기복구/ 인명보호	붕괴방지
500	내진특등급	내진특등급	내진특등급	
2400				내진특등급

※ 본 대회에서 기능수행, 즉시복구, 장기복구, 인명보호의 성능 수준은 동일한 것으로 가정함.

4. 본 대회에서 적용하는 성능수준은 다음과 같이 정의한다.

   1) 기능수행/즉시복구/장기복구(인명보호) : 구조적 손상이 발생하지 않는 상태로 기타 요소(e.g. 팀 표식 깃발 등)의 파손 및 낙하는 허용

   2) 붕괴방지 : 다음에서 제시한 손상이 발생하지 않은 상태

   ① 구조물이 완전히 붕괴되는 경우
   ② 어느 한 층의 하중블록이 추락하는 경우
   ③ 작품이 바닥판을 이탈하는 경우
   ④ 기둥 및 가새 부재 등 수직하중을 지지하는 부재가 3개 이상 완전 파단이 발생한 경우
   ⑤ 그 외, 심사위원 2인 이상이 파괴되었다고 판단의견을 제시하는 경우

5. 인공지진파 제작을 위한 설계스펙트럼 주파수 대역은 0.5 Hz에서 30 Hz이다.

6. 인공지진파는 상관관계(Coherence)가 0.3 이하인 두 개의 지진파를 수평 2방향(X축, Y축)으로 동시에 가진한다.

7. Sine Sweeping 가진은 일정한 Peak의 정현파를 임의의 주파수 대역에서 임의 속도로 증가 또는 하강시키면서 가진한다.

8. Sine Sweeping 가진은 수평 1방향(X축)으로 가진한다.

9. 인공지진파는 최대 가속도 0.2g부터 단계적으로 증가시키면서 최대 1.2g 수준까지 가진한다. 최종 가진 후에도 붕괴되지 않는 작품에 대해 Sine Sweeping 가진을 실시하며 가속도 수준은 모형의 상태에 따라 현장에서 결정한다.

▌작품 평가 기준

1. 대회 진행은 1단계로 설계안을 접수하고, 모든 설계안에 대해 심사위원의 정성적 평가를 실시한다. 이 중에서 상위 24개 팀을 최종 결선 진출팀으로 선발한다. 상위 24위 인근에 동점을 받은 팀이 다수인 경우, 동점을 받은 팀 중 진출 팀은 다음의 요건들을 순서대로 검토하여 정한다. 단, 등수는 변하지 않는다.

   ① 다양한 학교 참여를 위하여 동일 학교 팀이 상위에 없는 팀
   ② 내진구조에 대한 이해 및 설계 능력의 점수 획득이 높은 팀
   ③ 구조물 설계 예산이 적은 팀

2. 2단계에서는 1단계에서 선발된 24개 팀의 설계제안 포스터 발표와 진동대 시험(Shaking Table Test) 평가를 부산대학교 지진방재연구센터에서 실시한다.

구성	대상	제출형식	접수
1단계 : 설계제안서 평가	접수된 모든 작품	○ 설계제안서[1]	이메일 혹은 홈페이지 (추후공지)
2단계 : 포스터 발표[2] 및 Shaking Table 평가	1단계의 접수 작품 중 상위 24개 팀	○ 포스터(60cm×60cm) ○ 모형작품	발표 현장제작 및 검증

1) 설계제안서
- 필수작성내용 : 팀명, 팀원(구성 및 역할), 설계 및 디자인 개요, 도면, 구조설계 내역, 제작비 예산 내역
- 제작 양식에는 제한이 없으며, A4 사이즈 10 페이지 이내로 작성 (초과분에 대해서는 평가 시 제외)
- 제출 파일형식 : PDF

2) 포스터 전시와 발표(presentation) 평가
- 포스터 출력물과 PDF 파일을 대회 현장에 지참
- 발표시간 5분, 질의응답 2분 (발표자료 : 포스터 파일)

3. 각 평가 단계에서의 배점 기준은 다음과 같다.

구성	평가내용		배점 (100)	심사위원구성
1단계	제안형식의 기능성, 독창성, 디자인 우수성		10	지진방재연구센터 1인 국내 내진전문가 4인 = 총 5인
	내진구조에 대한 이해 및 설계 능력		10	
2단계	설계안 설명 (포스터 발표 및 토론)		10	지진방재연구센터 1인 국내 내진전문가 4인 = 총 5인
	모형제작 및 Shaking Table 실험	시공성 : 10	70	
		경제성 : 10		
		구조성 : 50		

○ 1단계 : 전문가 5인에 의한 정성적 평가
- 각 팀에서 제안한 작품의 기능 및 디자인, 독창성과 내진구조에 대한 이해 및 설계 능력에 대한 평가를 받는다.
- 1단계 평가의 점수 합산 결과, 상위 24개 팀이 최종 결선에 참가하며 점수는 최종 결선 총점에 포함된다.

○ 2단계 : 전문가 5인에 의한 정성적 평가, 모형제작 및 실험에 의한 정량적 평가
- 설계안 설명(포스터 발표 및 토론) : 제안내용 설명(연관성), 전체적인 포스터의 내용 및 구성, 참여도 등 평가 (정성적 평가)

- 모형제작 및 Shaking Table 실험 :

① 시공성 : 시공속도 50% (정량적-시공성A), 시공방법 및 적절성 50% (정성적-시공성B)
여기서, 시공속도는 완공순서의 등수에 따라 점수를 배분하며, 점수배분은 다음과 같다.
(완공순서는 진동대 설치 완료 기준임)

등수	1	2 - 5	6 - 10	11 - 15	16 -20	21 - 24
시공성A	5	4	3	2	1	0

② 경제성 : 각 팀의 시공비용에 따른 절대평가를 수행하며, 점수배분은 다음과 같다.

제작비용(백만원)	점수	비고
1,200	10	-
(차등적용)	(차등적용)	-
2,400	5	-
2,400 초과	(제작비용 – 2,400)/10 x –5	(감점)

③ 구조성 : 지진력에 대한 구조의 거동을 정성적(심사위원)으로 평가 (40%) - 구조성A
실험결과에 의한 구조물의 내진성능의 절대평가(60%) - 구조성B
* 설계된 구조물의 파괴는 목표 가속도(0.7g)에 정규분포 하여 발생할 것을 가정하고 해당 가속도 기준으로 다음 표와 같이 배점.

파괴 가속도	0.2 <	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
구조성B	9	14	19	25	28	30	28	25	19	14	9

○ 각 단계별 감점사항 : 다음의 경우에 감점되며, 총 감점점수가 50점 초과시 진동대 실험에 참여가 제한됨.

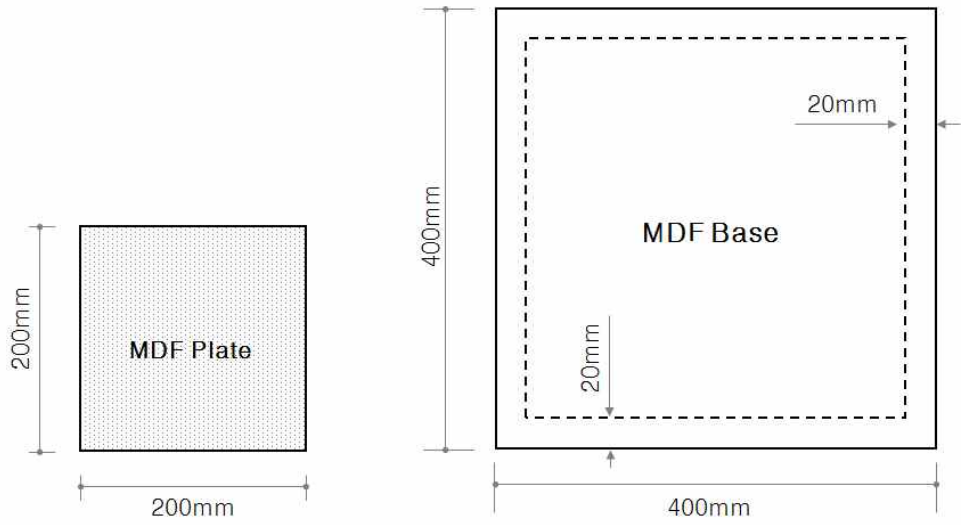
- 각 층의 하중블록 설치 수량 부족 (0.5 kg 당 20점 감점)
- 면적 기준을 만족하지 않는 경우 (2,500 ㎟ 당 20점 감점)
- 층고 기준을 만족하지 않는 경우 (10 mm 당 10점 감점)
- 작품의 기초면적이 기초 바닥판 크기를 초과하는 경우 (50점)
- 주어진 제작시간을 초과하는 경우 (최초 10분 당 10점, 30분 초과 시 진동대 실험 참여 제한)
- 지급된 재료 이외의 반입한 재료를 사용하여 작품을 제작하는 경우 (100점)
  * 단 작품의 장식 또는 치장을 위한 도색, 기타 비구조 부재 설치는 허용함.
    예1) 작품 최상부에 빨대 등을 설치하고 각 출전 팀의 소속 학교 교기를 설치하는 경우
    예2) Strip을 꾸미기 위한 도색
    예3) 작품 전면에 팀을 알리기 위한 종이 표시 설치(단일 부재에 풀로 부착하는 것만 허용) 등.
- 진동대 실험 중 주최측에서 제시한 붕괴방지 이전의 성능목표를 달성하지 못한 경우
  (1개 부재 손상 시 1점 감점, 2개 부재 손상 시 2점 감점)

- 운영진의 요청/지시사항 거부 (1회당 20점 감점)
- 기타 제작규정에서 제한하고 있는 사항 위반 (1회당 10점)

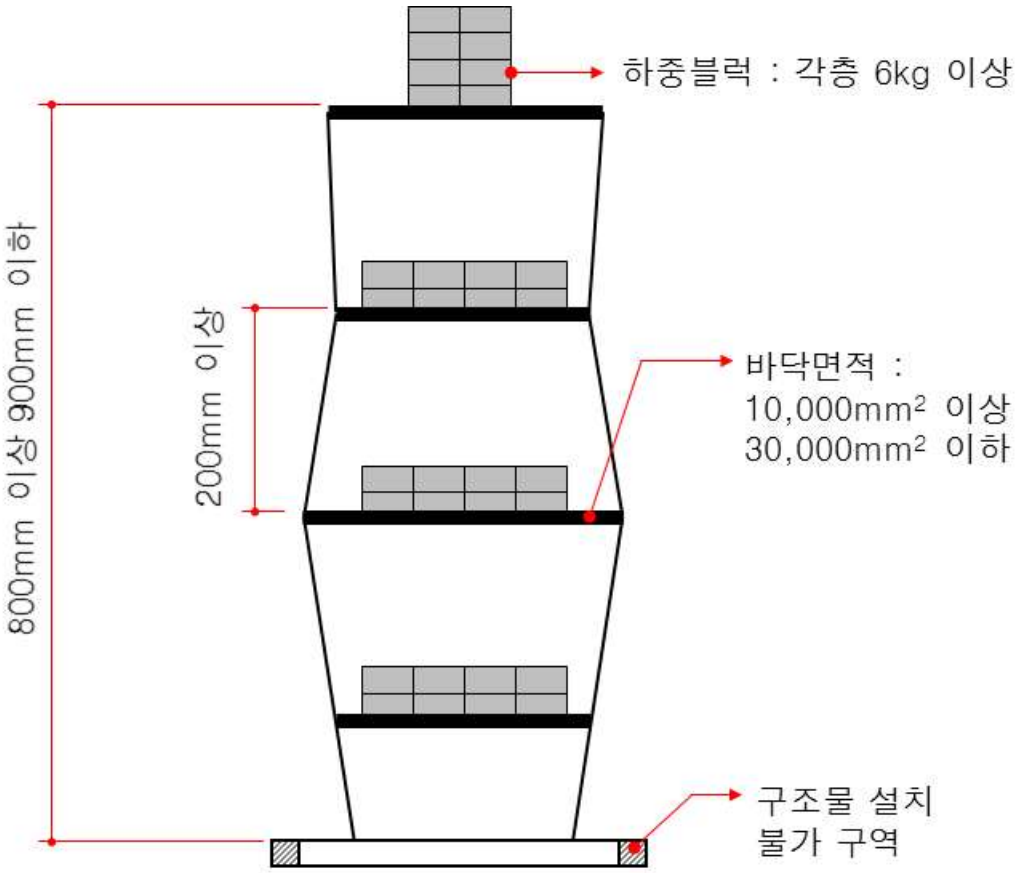
○ 결과정리 :
- 각 단계의 점수와 감점사항을 합산하여 많은 점수를 득한 팀의 순서로 순위 결정
- 동점이 발생할 경우, 다음의 순서에 의하여 순위를 결정함.
  ① 구조성 B의 점수가 높은 팀
  ② 구조성 A의 점수가 높은 팀
  ③ 경제성 점수가 높은 팀
  ④ 시공성 점수가 높은 팀
  ⑤ 포스터 발표 점수가 높은 팀
  ⑥ 구조물 설계 예산(1단계)이 적은 팀
  ⑦ 내진구조에 대한 이해 및 설계 능력(1단계) 점수가 높은 팀
  * ③항은 2단계 모형제작에서 사용된 금액을 기준으로 하며, ⑥항은 1단계에서 작성된 예산을 기준으로 한다.
- 점수는 100점을 만점으로 함.
- 각 단계의 점수는 다음 단계에서 공개함.

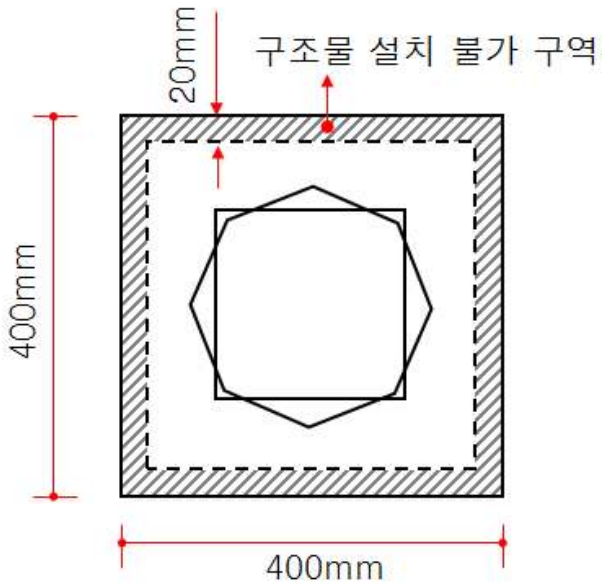
○ 참고사항 :
- 본 대회에 출품, 제작한 작품 및 포스터, 본선 대회 등에서 촬영된 영상물 등의 소유권은 부산대학교 지진방재연구센터에 있음.

▌MDF Plate 및 Base의 규격



▌ 구조물 제작 예 (참고용)


하중블럭 : 각층 6kg 이상
800mm 이상 900mm 이하
200mm 이상
바닥면적 :
10,000mm² 이상
30,000mm² 이하
구조물 설치
불가 구역


20mm
구조물 설치 불가 구역
400mm
400mm