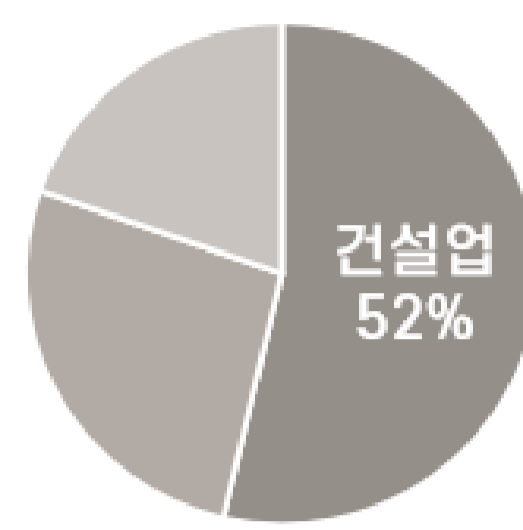


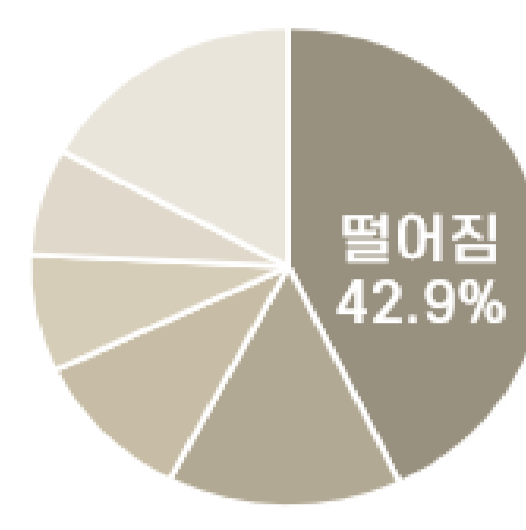
I. 연구 배경

업종별 사망사고 발생 현황



■ 건설업 ■ 제조업 ■ 기타업종

주요 재해유형별 사망사고 발생 현황



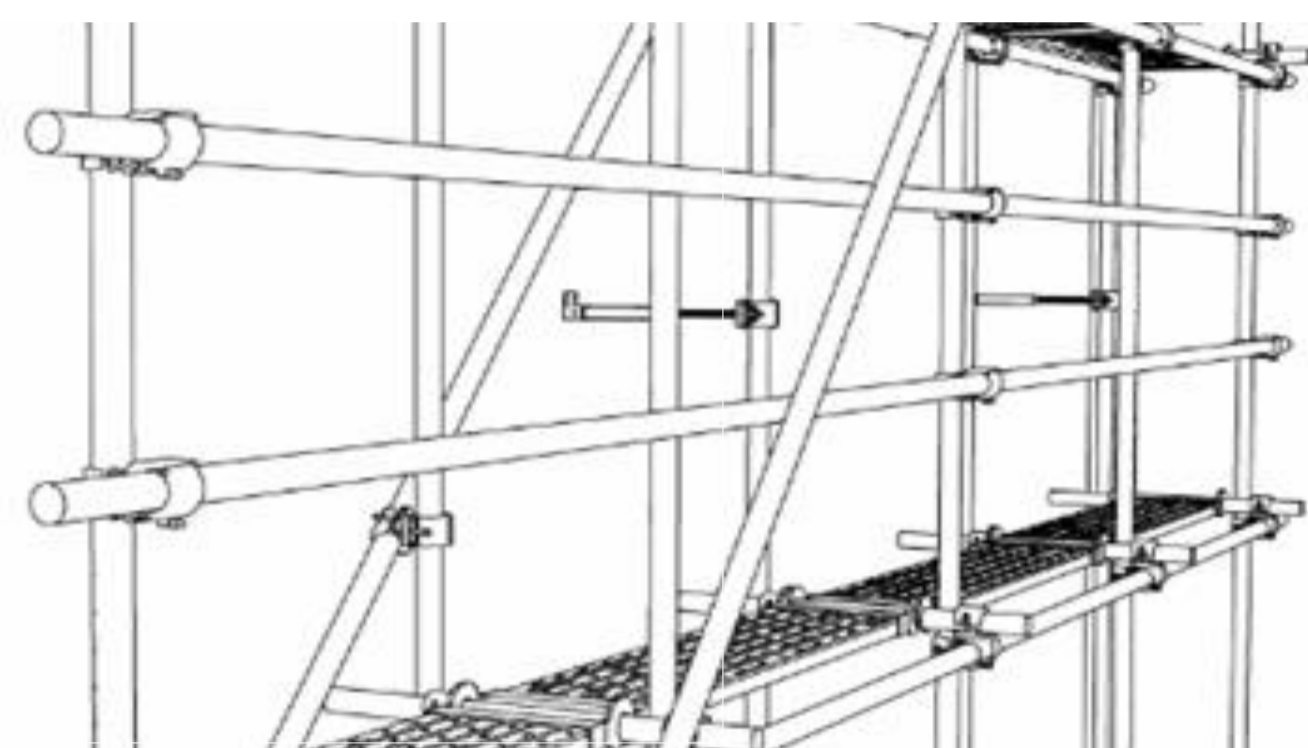
■ 떨어짐 ■ 끼임 ■ 부딪힘
■ 물체에 맞음 ■ 깔림, 뒤집힘 ■ 기타

- 경제협력개발기구(OECD)에 가입된 38개국 중 우리나라의 사고사망만인율(0.43%)은 34위에 그치는 매우 저조한 수준이며, 재해유형별 사망사고 중 추락사고 발생률이 절반에 가까운 수치로 나타남
- 주요 원인을 조사한 결과 가설 구조물(비계, 거푸집 등) 작업 도중 근로자의 불안정한 행동으로 인해 발생하는 사고가 잦았으며, 특히 비계 작업 시 '안전고리 미체결' 비중이 60% 가량을 차지함

원인분석

비계 접합부의 교차 부근에서 발생하는 안전고리 탈부착 과정의 번거로움이 근로자의 위험행동을 야기하여 안전고리 미체결로 인한 추락사고율 증가

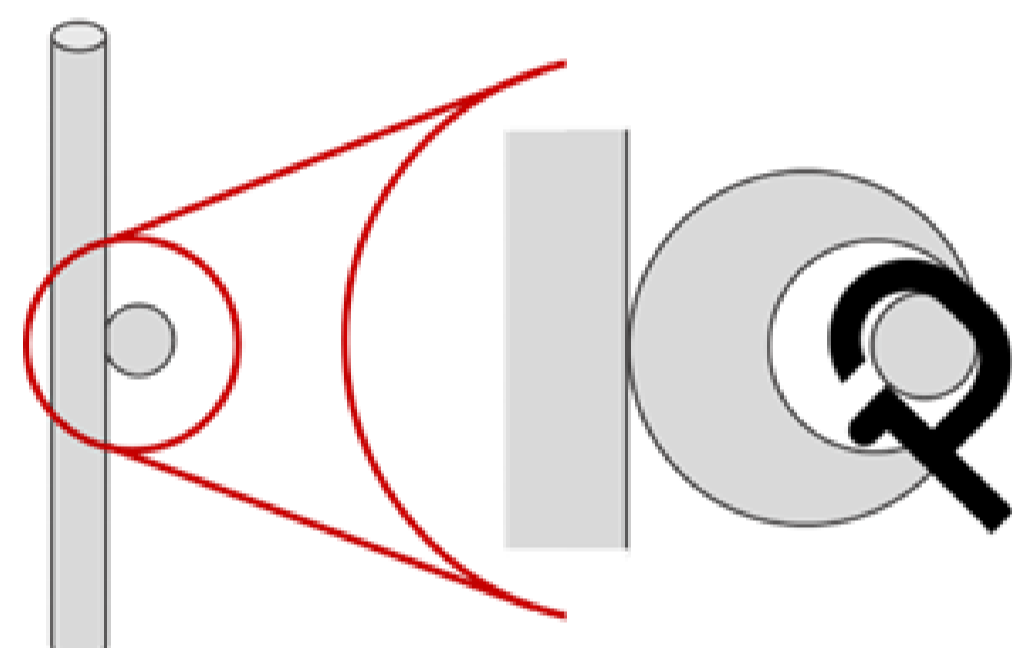
→ 비계 강관의 교차부에서의 막힘 구간 해결 필요성



II. 연구 목표

안전고리의 재체결 과정이 생략된 강관 비계를 설계하여 근로자의 작업 수행 능력 향상을 기대함

커트레일에서 모티브를 얻어 연속적인 이동경로 형성
→ 강관 내 작은 틈새를 내어 구슬을 삽입한 뒤 연결고리와 함께 이동시키는 방법을 구상함



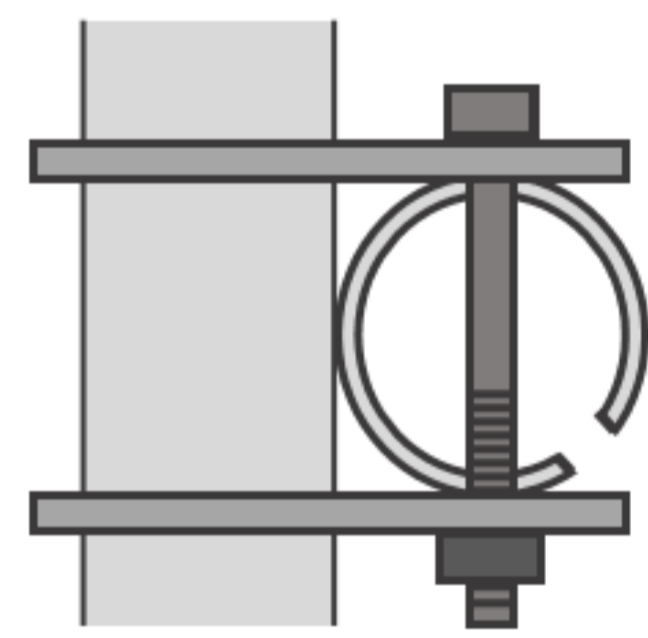
III. 연구 진행 방향

(1) 강관의 규격 및 접합

강관재질	외경	두께	
KD D3566 일반구조용 탄소 강관	SGT355	48.6	2.3



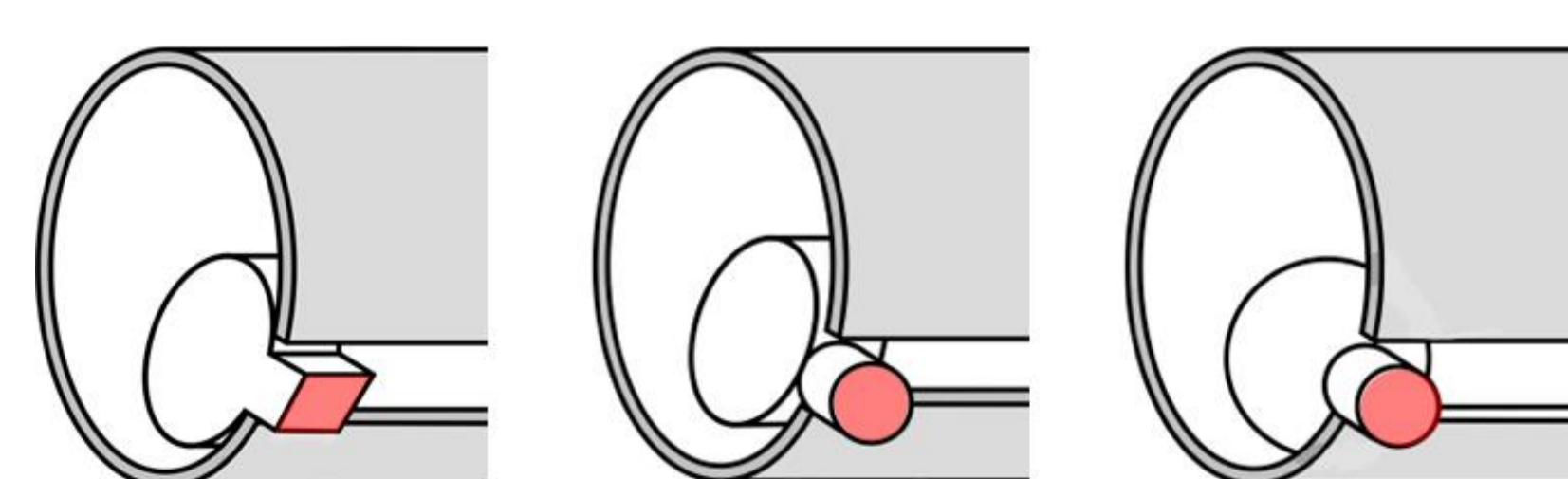
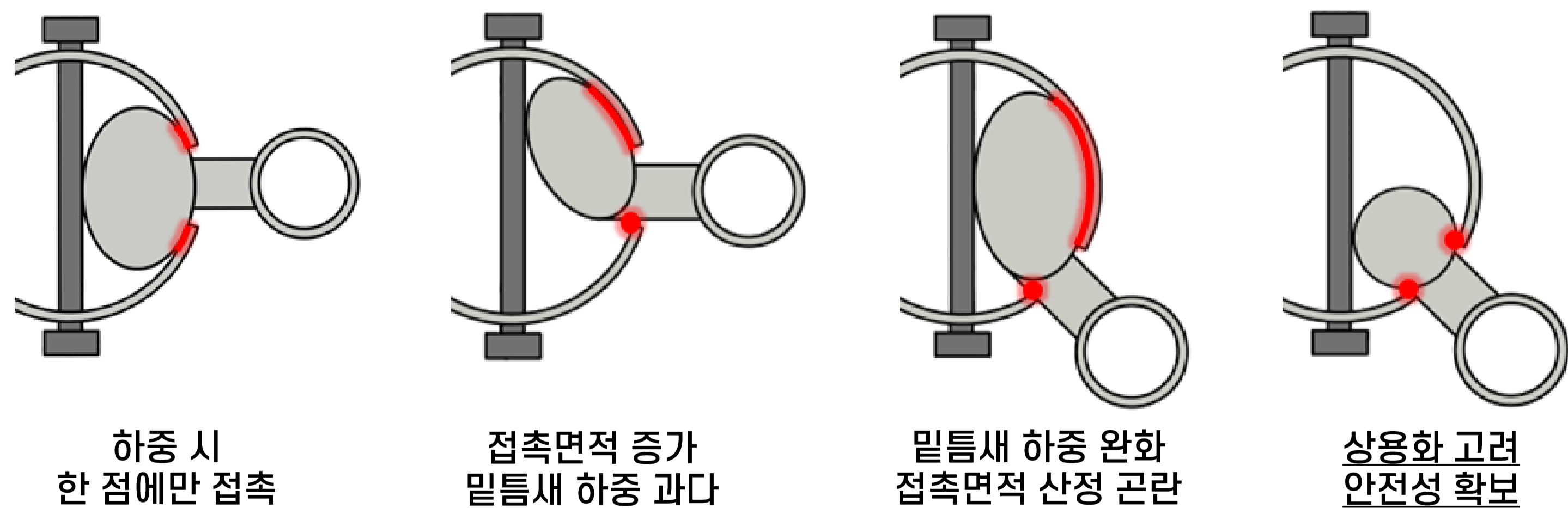
철골용 단일 클램프를 사용하여 수직재 고정



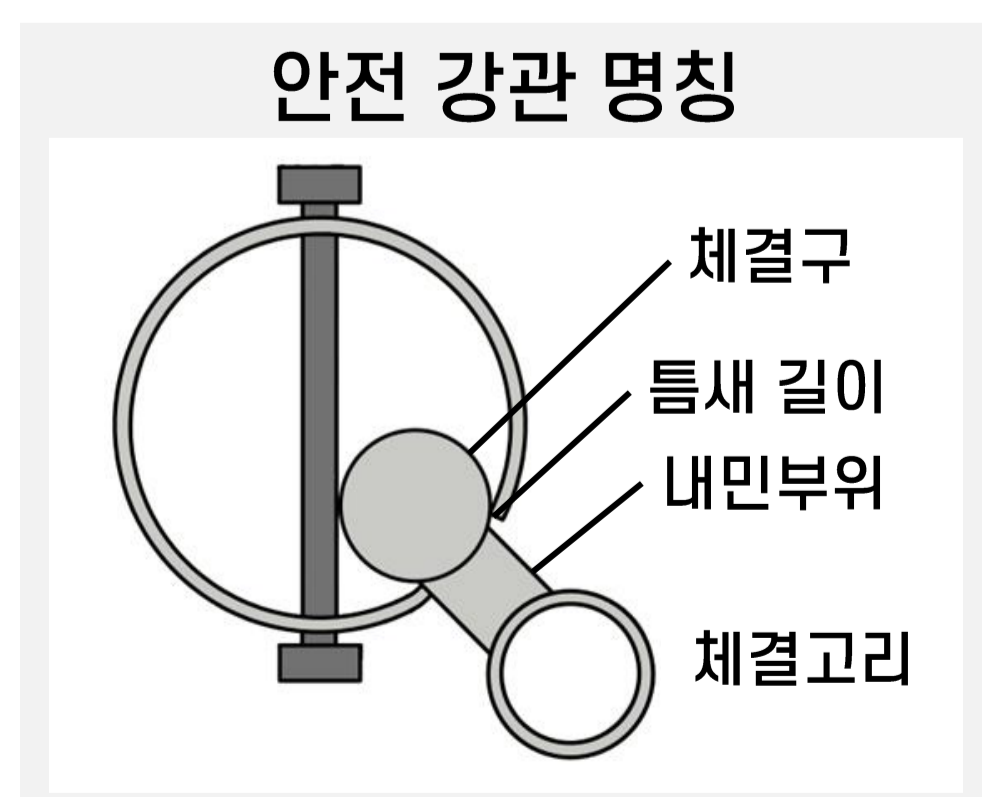
나사못을 체결해 수평재 고정

이중 고정형 클램프를 대체한 새로운 접합 방식을 고안하여 교차부 막힘 현상 해결

(2) 체결구 디자인 선정 과정



강관과 체결구의 마찰면적을 감소함으로써 사용성을 증대함



(3) 체결구 탈락 방지를 위한 연구과정

STEP 1	STEP 2	STEP 3	STEP 4
내민부위직경 선정	강관 틈새 길이 설정	변형 후 틈새 길이 파악	체결구 직경 설정

(4) 강관 틈새 길이 및 체결구 직경 설정

① 체결구 내민부위 직경 선정

20대	30대	40대	50-60대	전체
87.38	93.28	92.06	84.08	89.2

20~60대 성인 남성 몸무게 상위 10% 계산
충격계수 1.3 할증

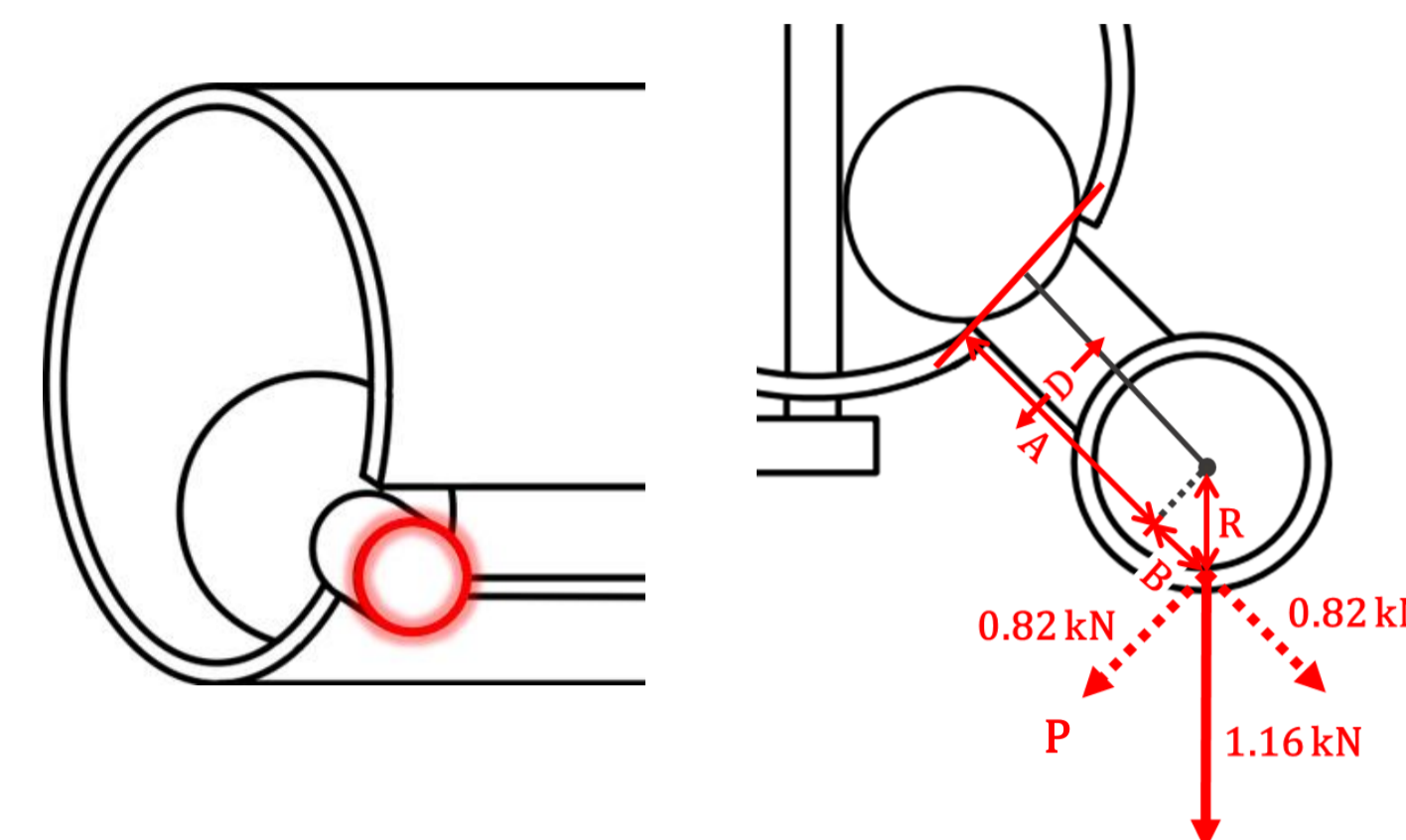
$$F = (89.2) \times (1.3) = 1.16 \text{ kN}$$

[가정] $A = 20 \text{ mm}$, $R = 10 \text{ mm}$

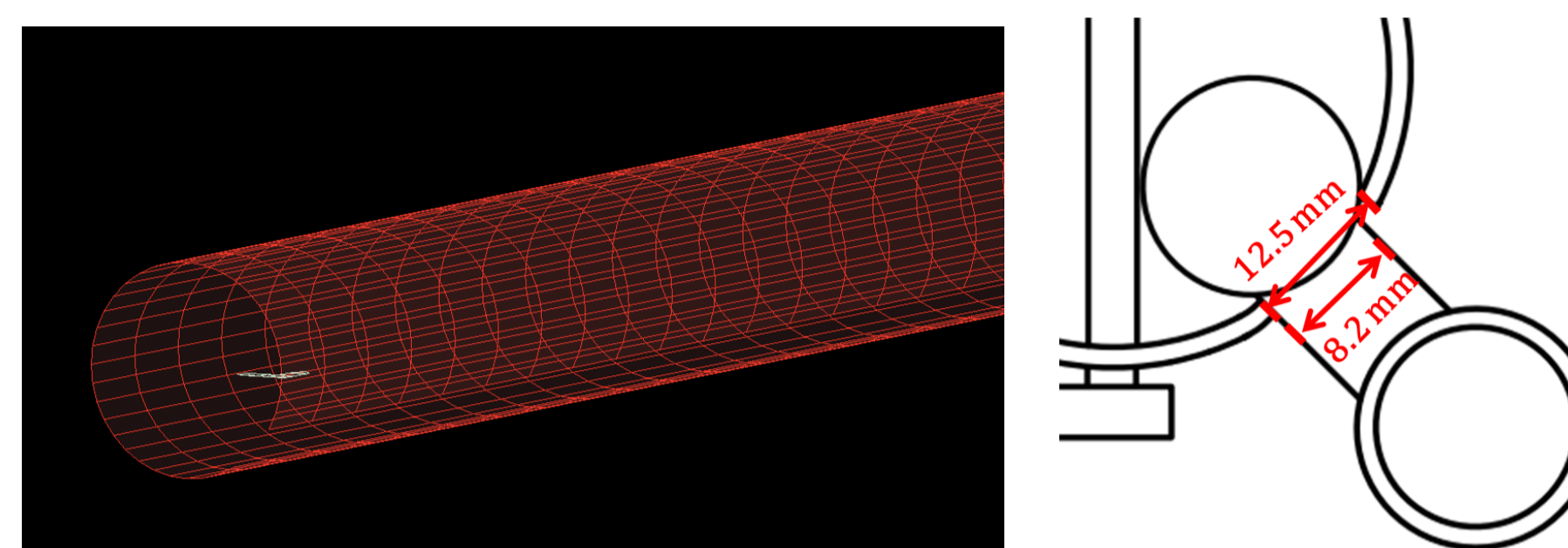
응력 ≤ 항복응력 × 하중계수

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{M}{Z} \leq 0.9 \times 355$$

체결구 내민부위 직경 $D = 8.2 \text{ mm}$

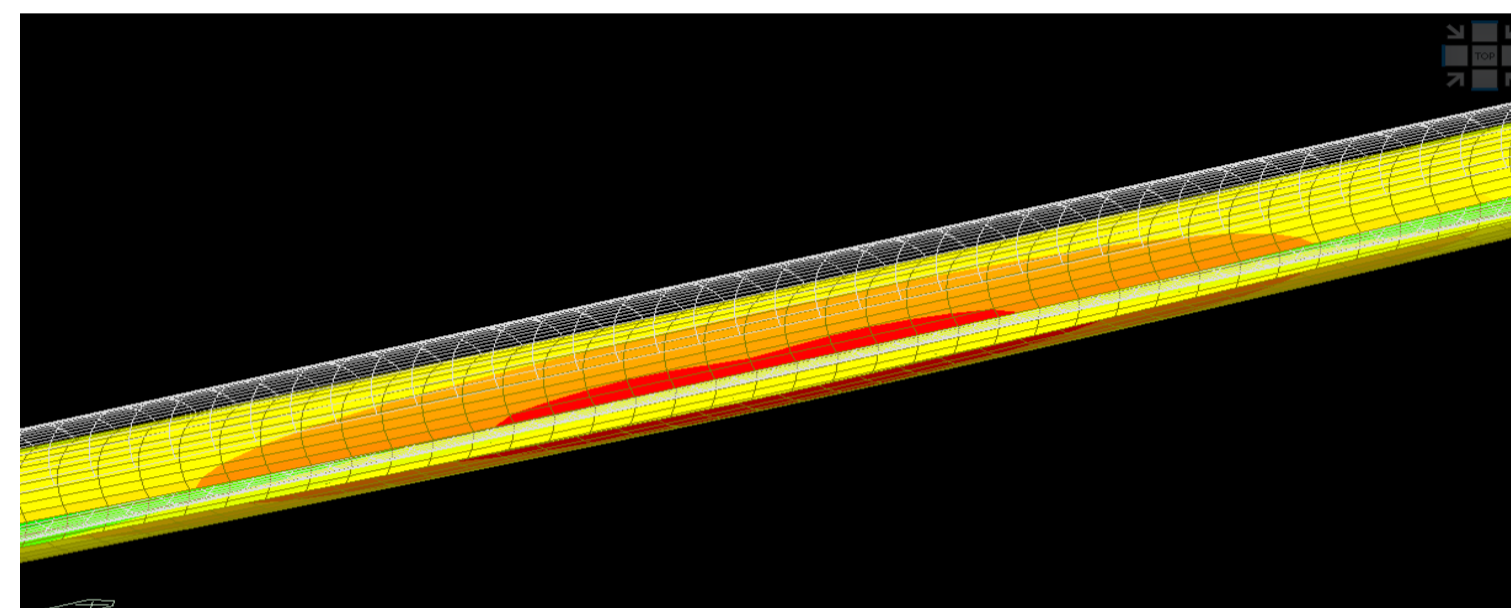


② 강관 틈새 길이 설정



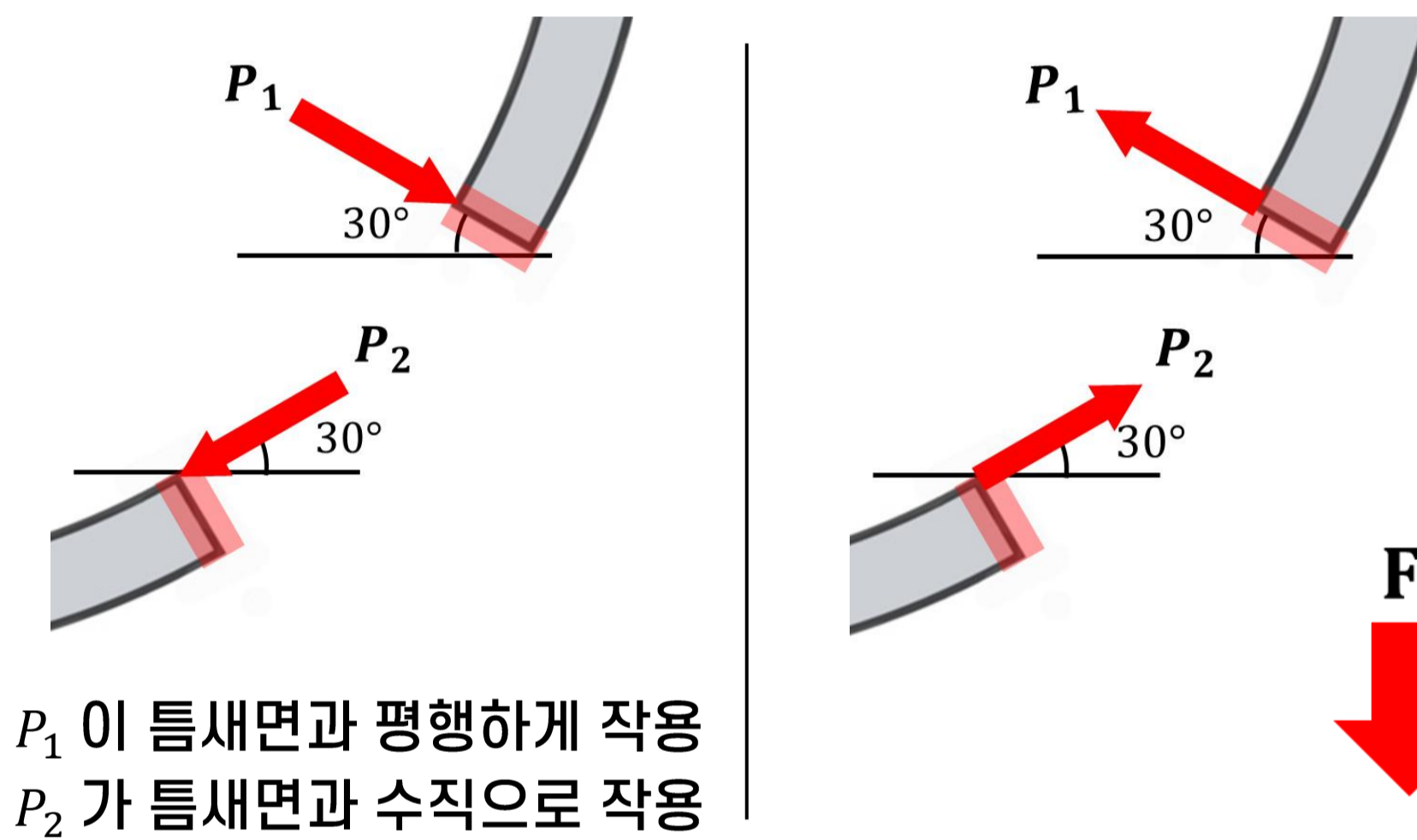
사용성을 고려하여
틈새부위 폭을 12.5mm로 설정

③ 변형 후 틈새 길이 파악



강관 규격 제한 규정에 따라
최대 변형을 보고자
제한 길이인 1.8m 로 강관을 구현함

[강관이 받는 하중 산정]

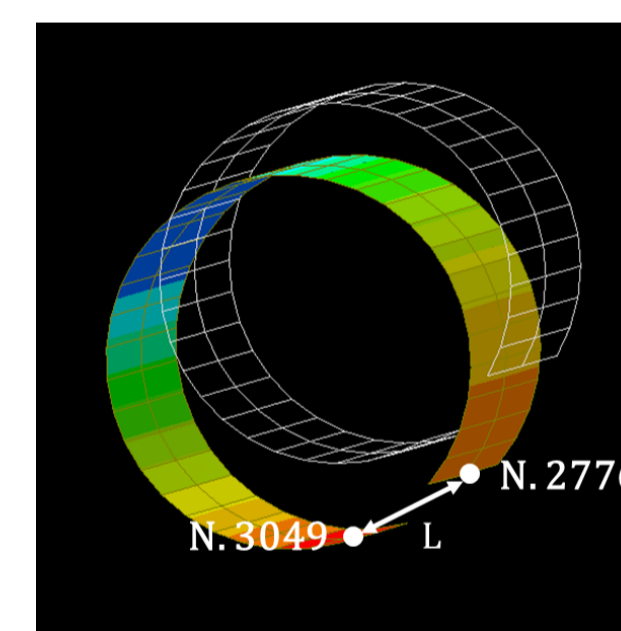


P_1, P_2 의 반력이 F 과 힘의 평형이므로
(반력) $P_1 = 1.16 \text{ kN}$, $P_2 = 1.16 \text{ kN}$

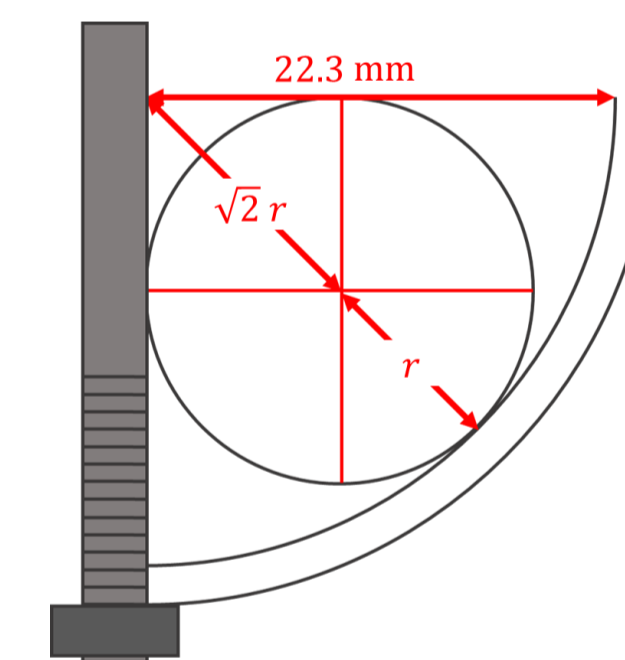
$$\therefore P_{1Y} = 1.00 \text{ kN}, P_{1Z} = -0.58 \text{ kN}$$

$$P_{2Y} = -1.00 \text{ kN}, P_{2Z} = -0.58 \text{ kN}$$

④ 체결구 직경 선정



기존 틈새 길이 = 12.5 mm
약 2.7 mm 벌여짐
 $\therefore L = 15.18 \text{ mm}$



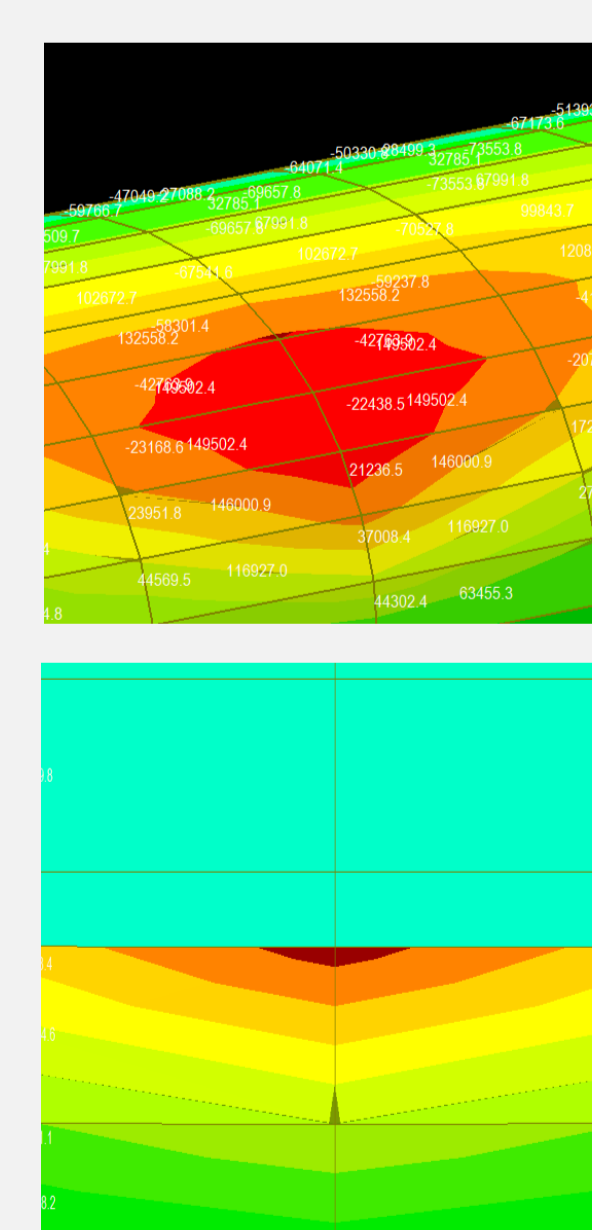
$$\sqrt{2}r + r = 22.3$$

$$r = 9.24$$

$$\therefore 2r = 18.48 \text{ mm}$$

$$15.18 \text{ mm} \text{ (체결구 최소 직경)} < 17.5 \text{ mm} \text{ (체결구 직경 선정)} < 18.48 \text{ mm} \text{ (체결구 최대 직경)}$$

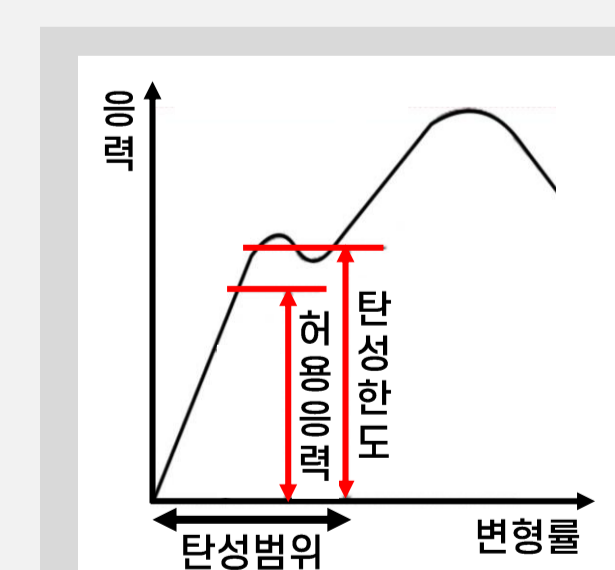
(5) 탄성 · 비탄성 검토



허용 전단응력 $F_v = 0.4 \times F_y = 142 \text{ MPa}$ < 최대 전단응력 149.502 MPa

허용 압축응력 $F_c = \frac{F_y}{1.5 \times 1.15} = 205.78 \text{ MPa}$ < 최대 압축응력 269.244 MPa

항복강도 355 MPa



탄성 범위 내에 거동 → 강관 재사용 가능

IV. 기대 효과 및 한계점

[기대효과]

- 비계 기둥이 접하는 교차부마다 안전난간 위에 걸린 고리를 탈부착하던 기존의 체결방식을 탈피하고 연속 이동이 가능한 비계 강관을 설계하여 작업자의 시공능력을 향상함
- 기준 법령에 따른 동일한 규격 및 재질의 강관을 사용하여 실제 현장에서의 활용성을 증대함
- 추락하중에 대한 구조 검토 시 확인된 강관의 처짐이 경미하여 근로자의 안전성을 확보함
- 최대 응력 계산 시 탄성 범위 내에서 거동하므로 강관의 재사용 및 원가 절감이 가능함

[한계점]

- 설계 기준이 강관 비계에 국한되어 있음
→ 일체화된 접합부를 조립하는 방식인 시스템비계의 경우 적용이 불가능
- 허용응력 범위 내 거동할 수 있도록 추가적인 대안의 필요성
- 강관의 처짐은 검토했으나, 체결고리의 안전성을 고려하지 않았으므로 확인해야함