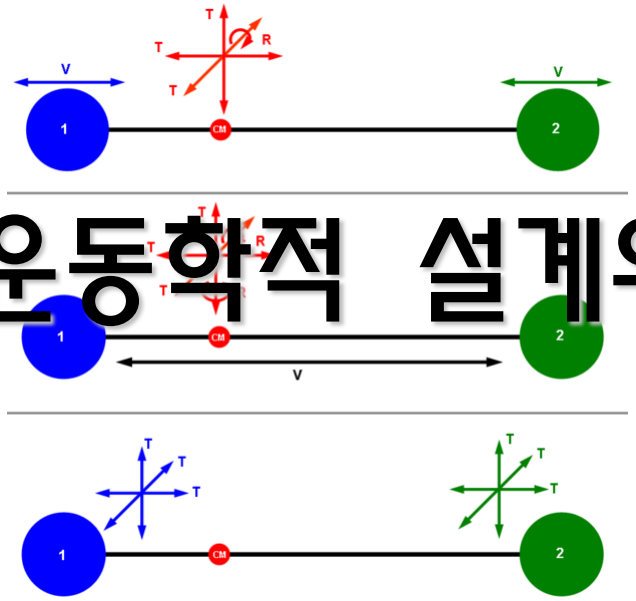
정밀공학 (Precision Engineering)



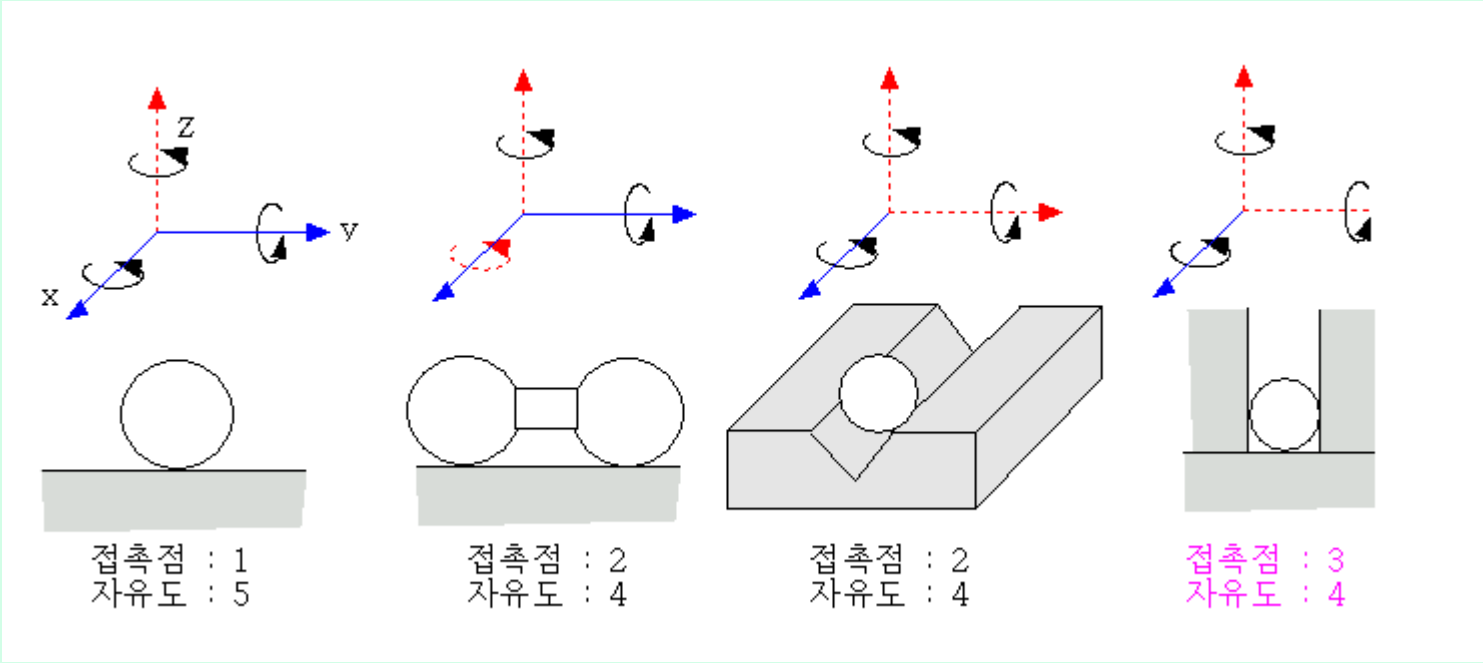
제9장 운동학적 설계의 원리

제 9 장 수업내용

- 운동학적 설계의 원리(The Principle of Kinematic Design)
  - 자유도의 개념
    - 자유도(degree of freedom)와 구속(constraints)
    - 구속과 접촉점(contact points)
    - 불필요한 구속조건의 제거
  - 운동학적 설계의 원리
  - 점제한조건(point constraints)
  - 운동학적 설계 예
    - Taper shank
    - 공작기계의 프레임의 베드상의 고정
    - Exact constraint design

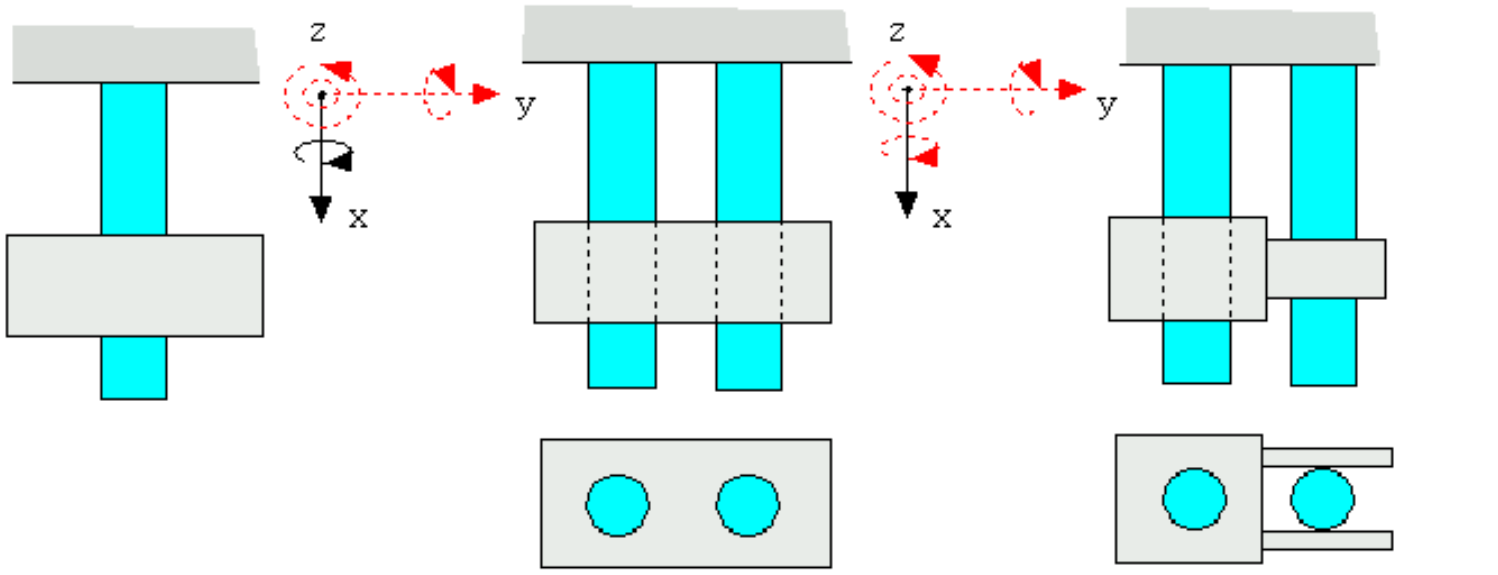
자유도의 개념

- **자유도(degree of freedom)와 구속(constraints)**
  - 강체의 자유도 : 3 translation(x, y, z) + 3 rotation(roll, pitch, yaw)
  - 구속 + 잔류 자유도 = 6
- **구속과 접촉점**
  - 구속의 수 = 유효 접촉점의 수



자유도의 개념

❑ 불필요한 구속조건의 제거



자유도 : 2
x방향의 이동, 회전

자유도 : 1
x방향의 이동
y, z방향의 이동,회전구속 중복
정밀도 극복이 어렵다.

자유도 : 1
x방향의 이동
z방향의 이동구속만 중복
제작, 조립, 공차면에서 유리

운동학적 설계의 원리

"최소한의 힘으로 작동되는
매우 정밀하고 유연한 운동을 얻기 위해서는
과도한 제한조건은 피하여야 한다."

점제한조건(point constraints)

❑ 접촉의 종류

- ➢ line contact : 2 point constraint
- ➢ plane contact : 3 point constraints
- ➢ cylindrical contact : 4 point constraints
- ➢ spherical contact : 3 point constraints

❑ 구현 비교 예

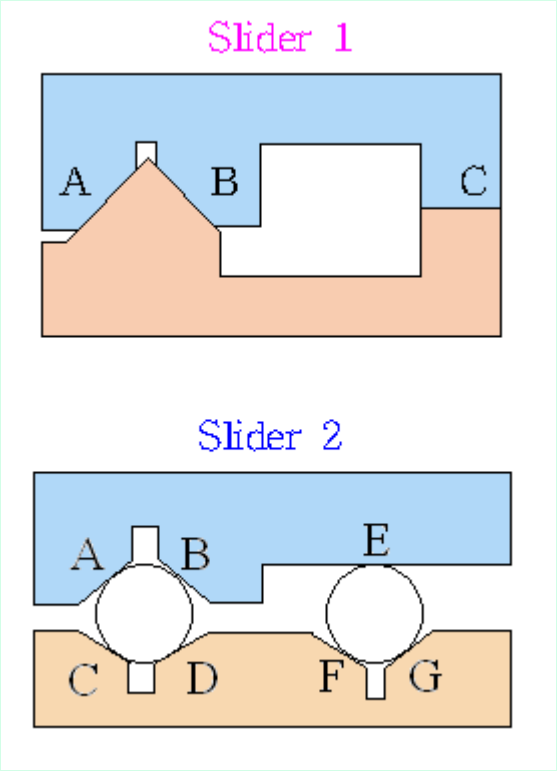
- ➢ Slider 1 : 일반적인 V-평면 결합형 안내면

  A~C : 면접촉, 3점 구속

  ➔ 9points ➔ 1 자유도 + 5 구속
- ➢ Slider 2 : 3점지지형 볼 안내면

  A~F : 점 접촉

  ➔ 7 points ➔ 1 자유도 + 5 구속



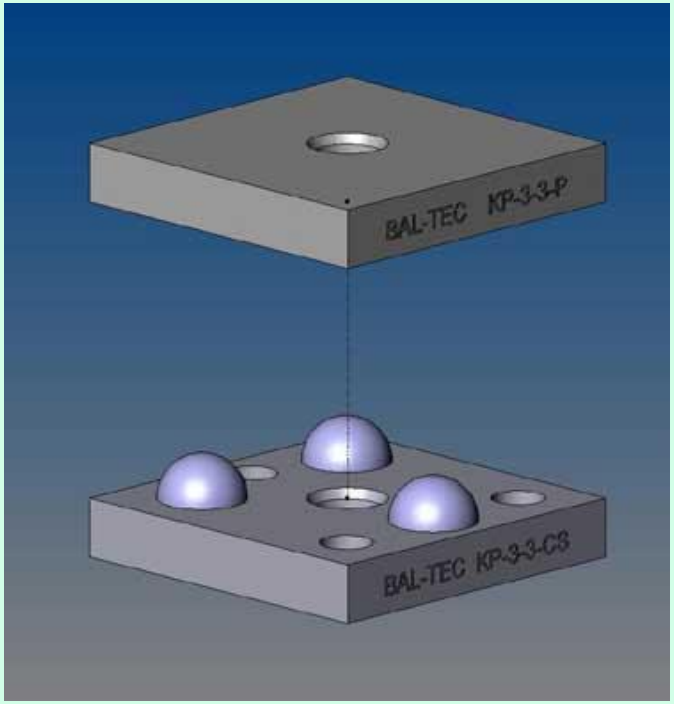
❑ 기타 고려사항

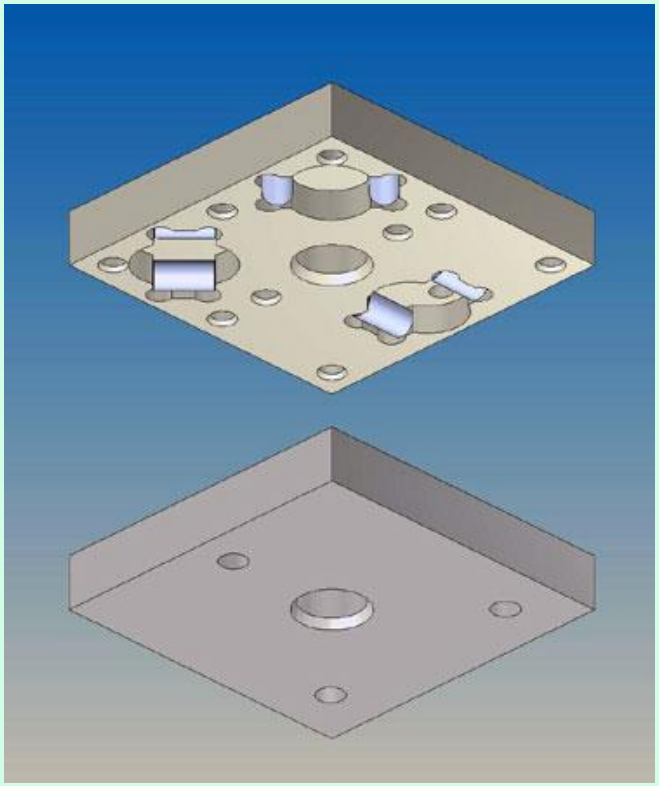
- ➢ 점 접촉은 마모, 파손 등의 문제 ➔ 내구성 부족
- ➢ 점 접촉은 필터효과가 부족 ➔ 고정밀측정기에 부적합

운동학적 설계의 계

"운동학적 설계를 위해서는
과도한 면, 선 접촉을
점접촉으로 변환하여야 한다."

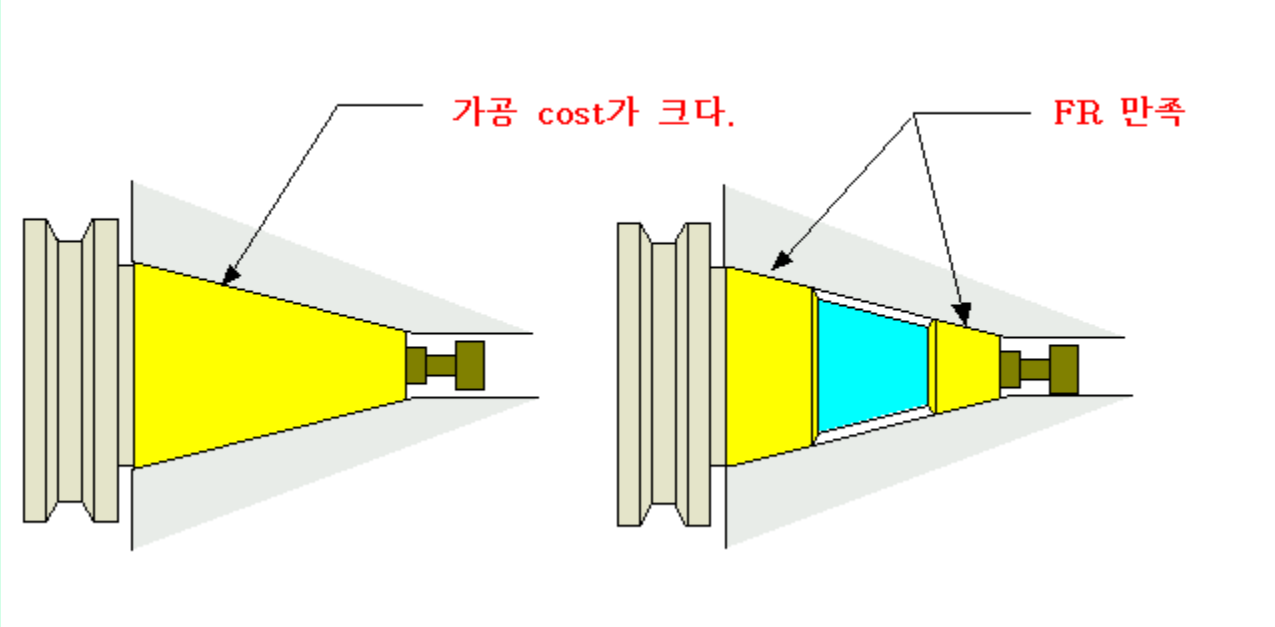
Kinematic platform





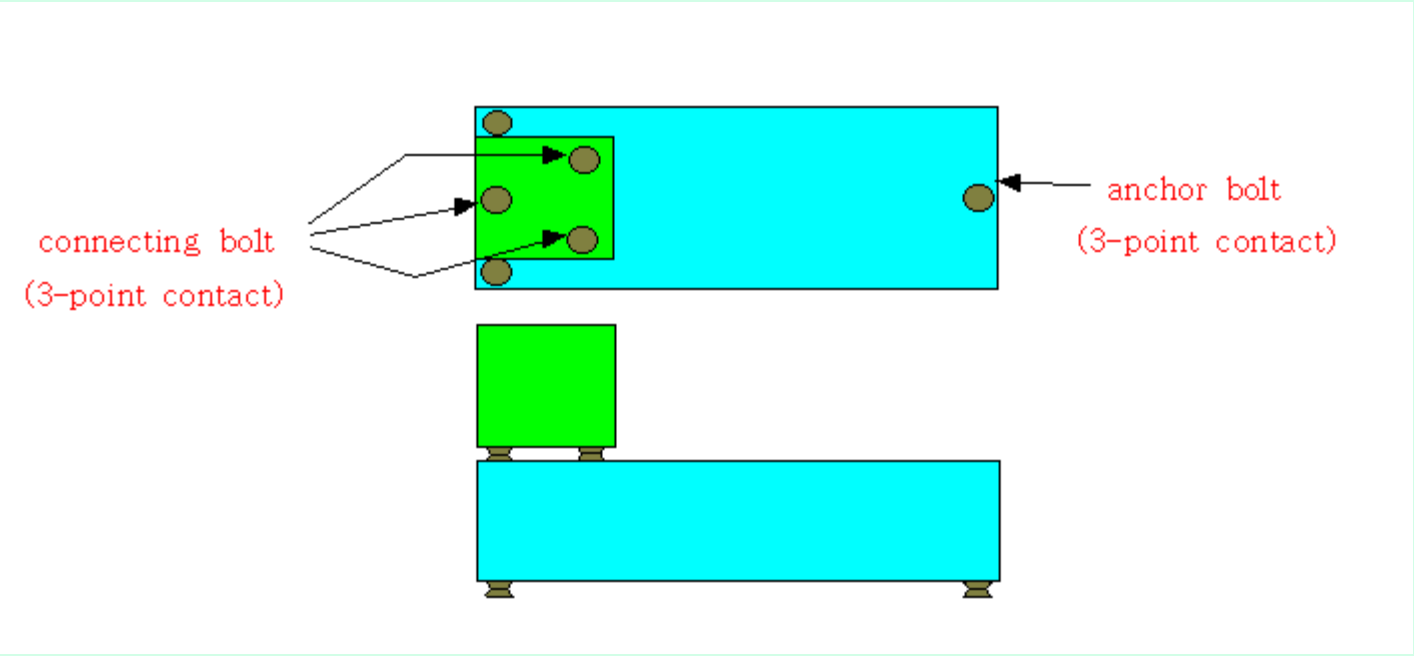
운동학적 설계 예

- **taper shank**
  - FR : 고정, alignment, 수월한 교환 등
  - 좌측의 형태의 경우 fitting을 위하여 극심한 가공정밀도 요구
    ➔ FR 위배
  - 우측의 경우 공정은 늘지만 낮은 가공정밀도로도 FR만족



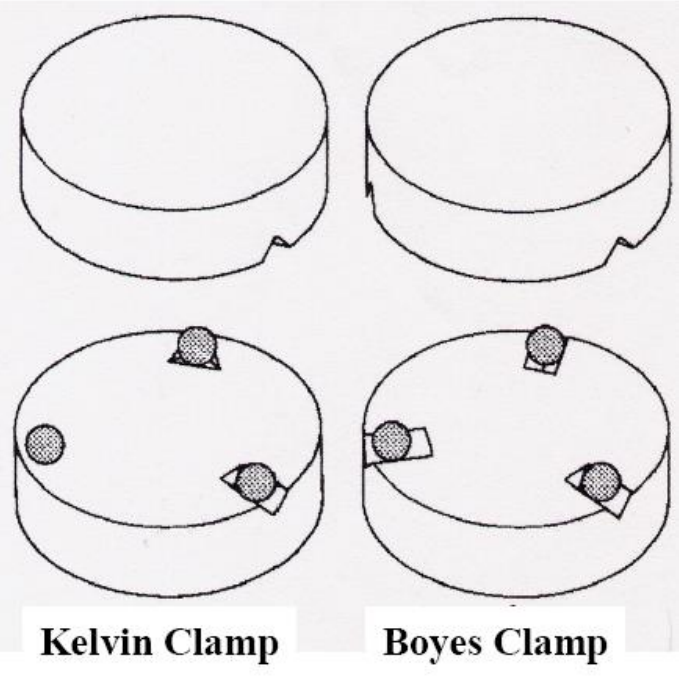
운동학적 설계 예

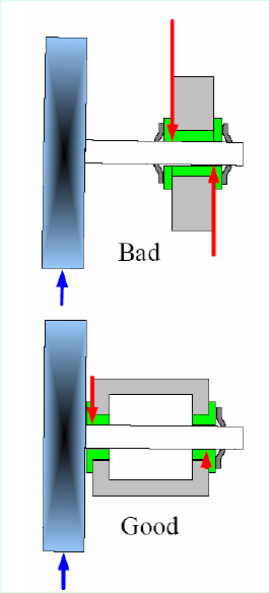
- 공작기계의 프레임의 베드 상의 고정
  - flat-flat접촉의 경우 편평도(flatness)를 극도로 높여야 할뿐만 아니라 조립 시에 변형의 발생의 여지가 있다.

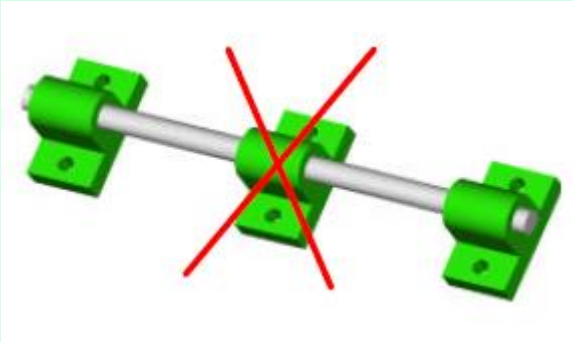


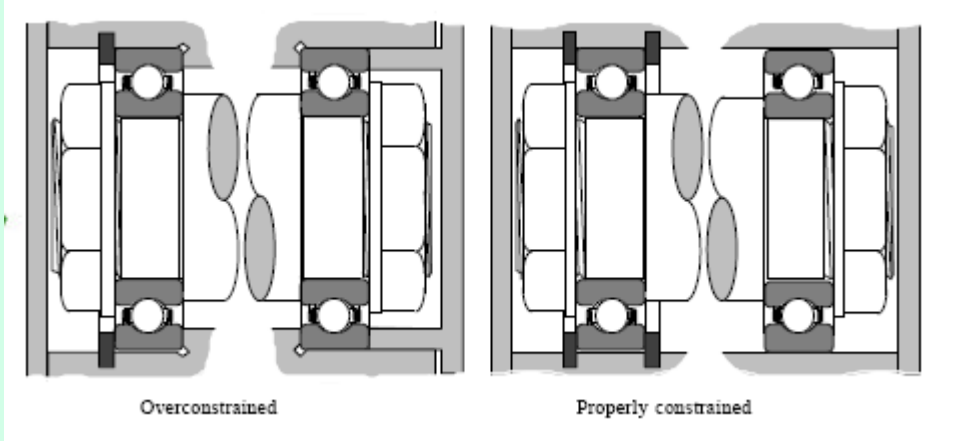
운동학적 설계 예

- Exact constraint designs

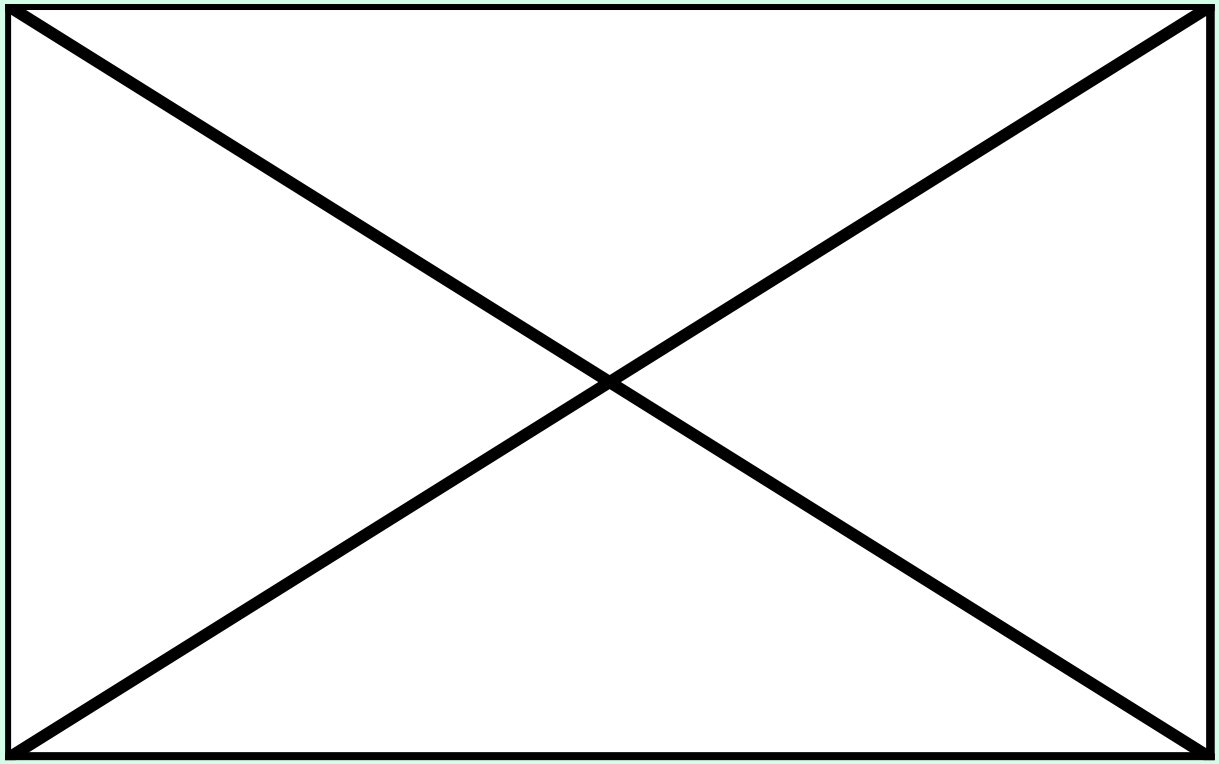
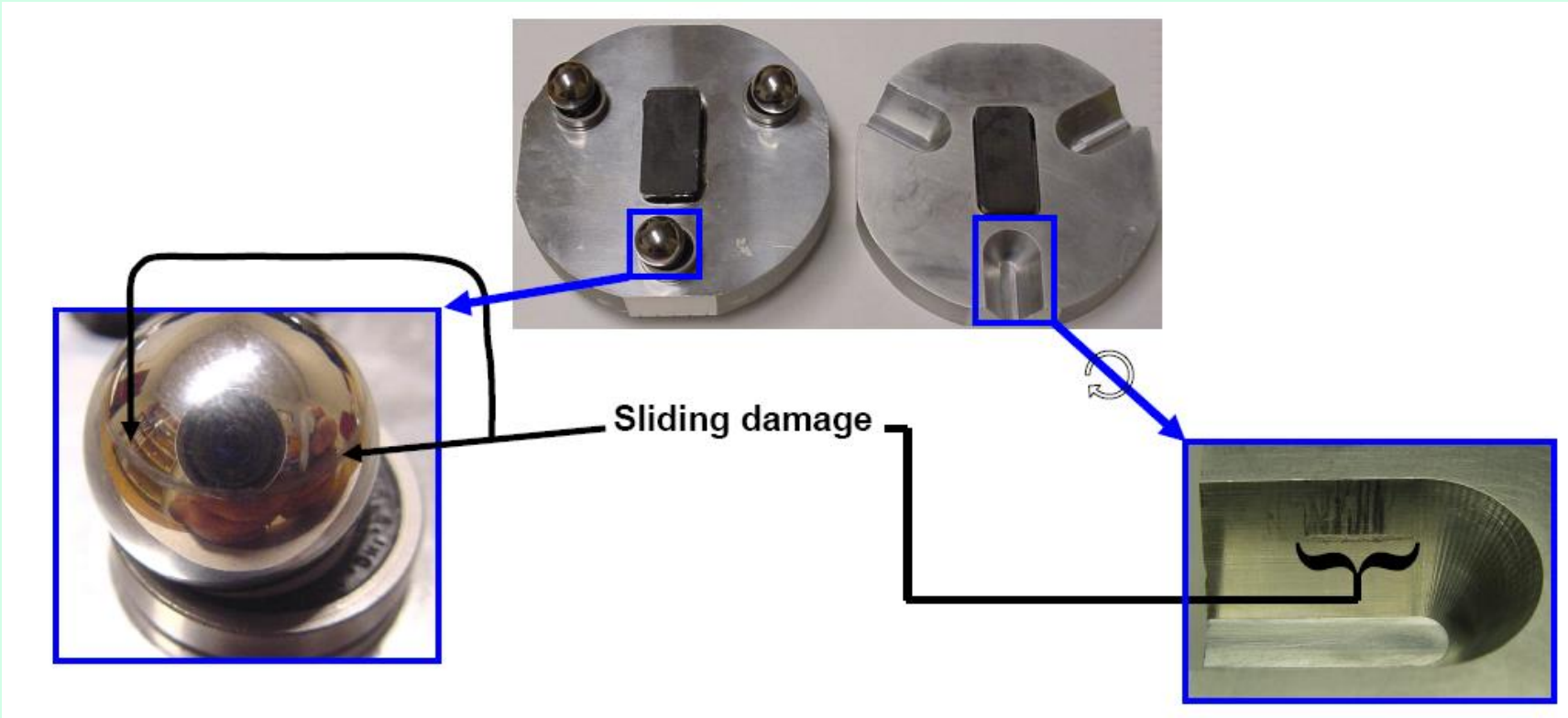








The end of Ch. 9



접접촉에 따른 마모 예