

9. 재료시험방법

9.1 인장시험

인장시험의 목적은 공업용 재료의 기계적 성질을 알기 위한 기본적인 실험으로써 반대방향으로 잡아당기는 힘에 대한 물질의 저항성을 측정하는 실험이다. 항복강도, 인장강도, 연신율, 단면 수축률 등의 기계적인 특성과 탄성한계, 비례한계, 탄성계수 등의 물리적 특성을 구할 수 있다.

한국 공업 규격 KS D 0801~11에 규정되어 있음.

연성재료 : 인장강도, 항복점, 연신율 및 단면수축률

취성재료 : 인장강도와 연신율

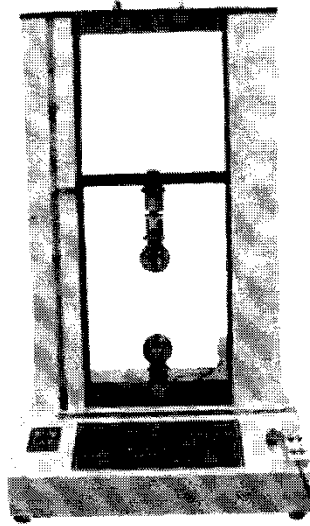


그림 9.1 인장시험기

9.1.2 금속재료 시험편의 인장시험

- 1) 자료기록표를 사용하여 얻어진 데이터를 기록한다.
- 2) 감소된 단면인 평행부의 지름을 측정하며, 고정부인 큰 지름부의 경도를 측정하여 기록해둔다.
- 3) 마킹게이지로 시험편 평행부에 표점거리를 표시한다. 응력집중이 생기지 않도록 평행부에 표점거리를 찍을 때 표면에 손상이 되지 않도록 한다.
- 4) 인장시험기에 시험편을 넣고, 상부를 먼저 고정한다.
- 5) 인장하중을 영점을 맞춘다.
- 6) 인장하중을 가한다.
- 7) 파단 후 각 하중점(항복점, 최대하중점)을 데이터에 기록한다.
- 8) 2개의 파단된 시험편을 제거하고 파단부의 지름을 측정하여 데이터를 기록한다.
- 9) 2개의 파단된 시험편을 합쳐서 표점거리간의 길이를 측정한다.
이 길이에서 원래의 표점 거리를 빼면 연신이 된다.

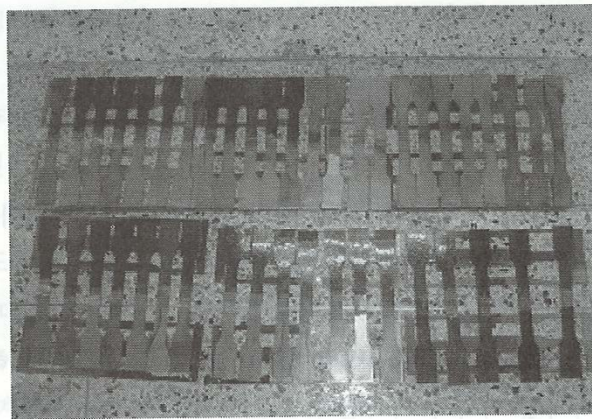


그림 9.2 인장시험편

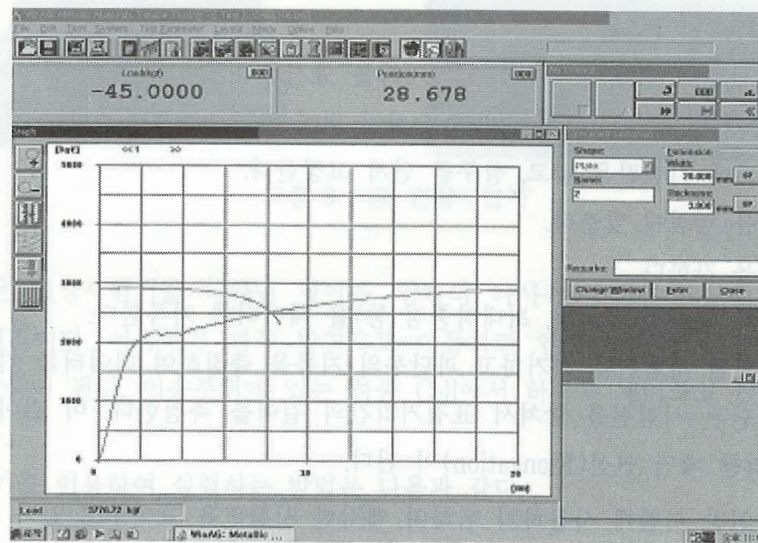


그림 9.3 인장시험 프로그램



그림 9.4 인장 시험편의 파괴

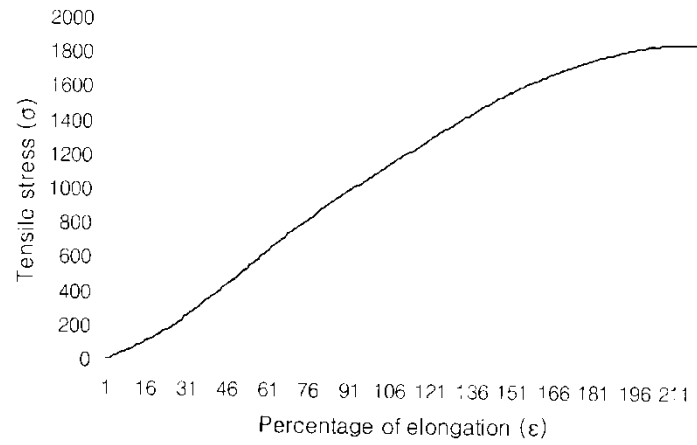


그림 9.5 시험편의 불량

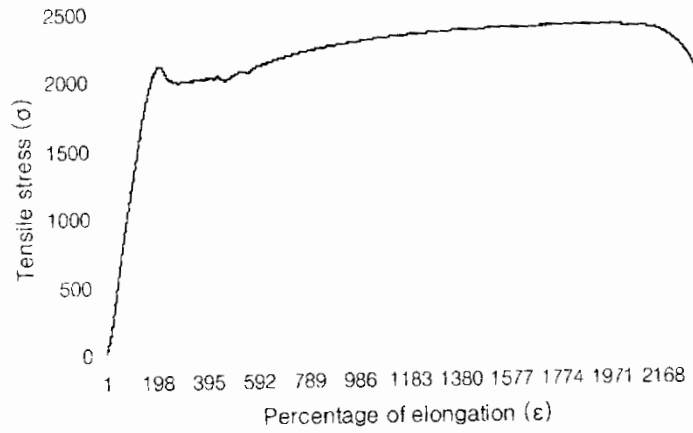


그림 9.6 L 취성곡선

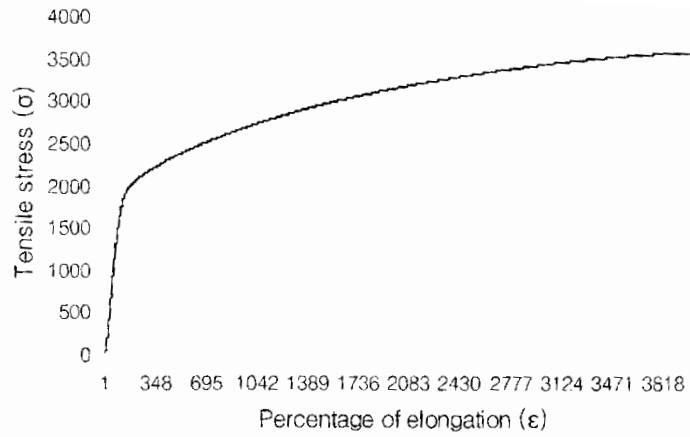


그림 9.7 L 연성곡선

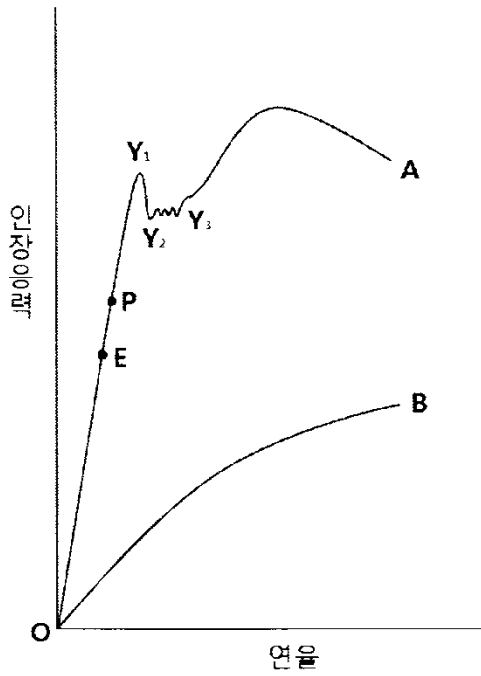


그림 9.8 인장-연장곡선

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \qquad \varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100(\%)$$

$$\phi = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100(\%)$$

9.2 압축시험

○ 압축시험은 누르는 하중을 받는 재료의 거동을 알아보는 시험이다.

시험편을 누르면서 하중과 변형량을 기록하고 이를 응력과 변형의 그래프로 나타내며 탄성한계, 비례한도, 항복점, 압축강도를 구한다.

압축강도는 재하시험기의 가압 면과 시험편의 중심축이 맞지 않으면 편심하중을 받기 때문에 정확한 압축강도에 대한 측정값을 얻을 수 없다.

KS D 2405에 시험 방법이 규정되어 있음

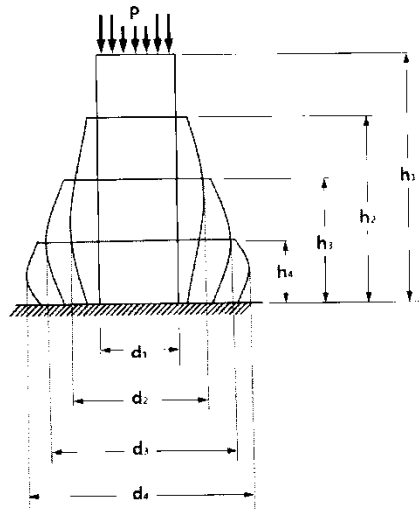


그림 9.9 압축시험에 의한
재료의 변형

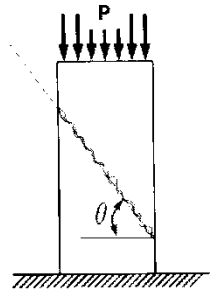


그림 9.10 압축력에 의한 재료의 파괴

압축시험은 인장시험의 공식과 동일하며 시험편의 길이 h 와 d 의 비는 다음 식과 같다.

$$h = (1.5 \sim 2.0) d$$



그림 9.11 압축시험기

9.3 굽힘시험

- 굽힘시험은 시험편을 규정된 내측반경으로 규정된 굽힘 각도가 될 때까지 구부린 부분의 표면에 생기는 균열 등의 결함을 조사하는 시험이다.

재료의 굽힘강도는 변형성능, 결함의 유무 등을 조사함.

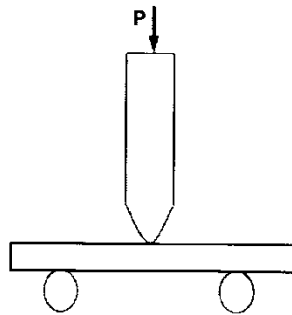


그림 9.12 L 가압 굽힘시험

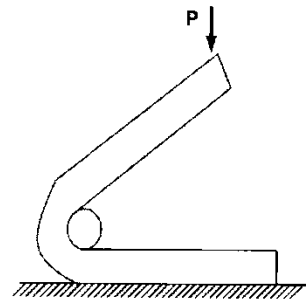


그림 9.13 감기 굽힘시험

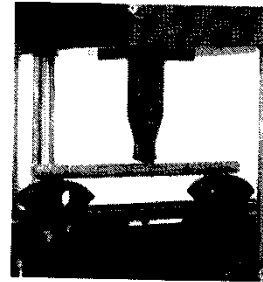
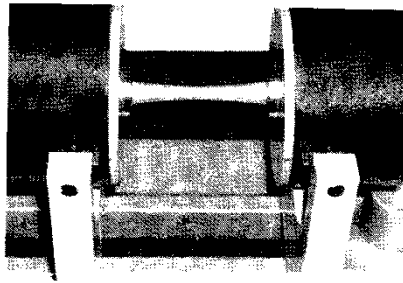


그림 9.14 L 굽힘시험기

$$\sigma = \frac{PL^3}{48 EI}$$

$$\theta = \frac{PL^3}{16 EI}$$

9.4 비틀림 시험

비틀림 시험은 시험편에 비틀림 모멘트를 가하여 기계적 성질을 조사하는 것이다. 저항력, 전단탄성계수, 전단항복응력, 전단강도, 강성률을 측정

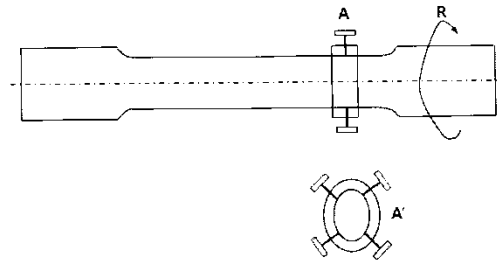


그림 9.15 비틀림 시험의 원리

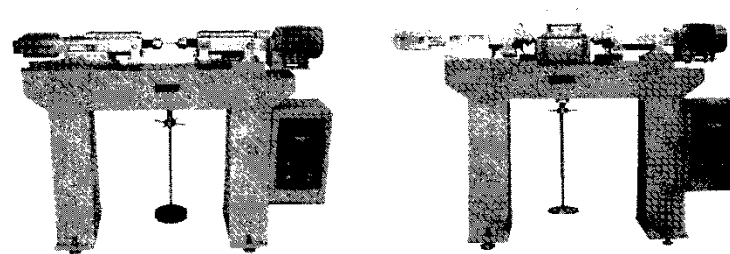
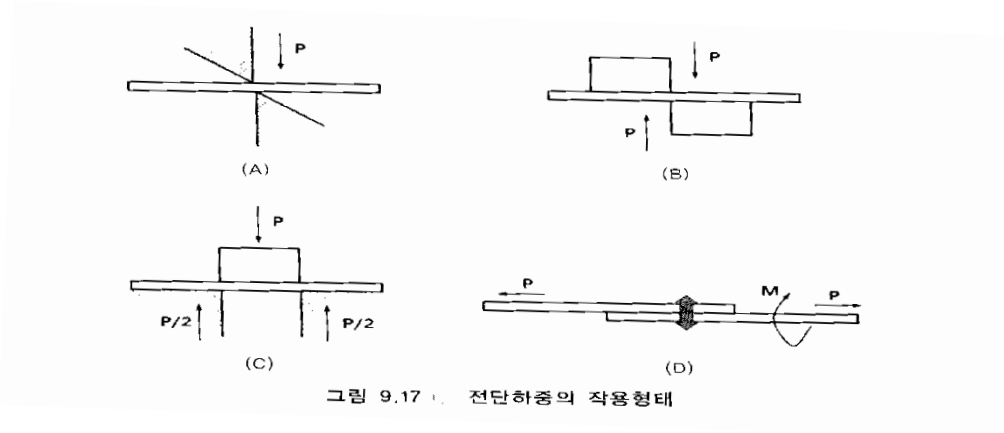


그림 9.16 비틀림 시험기

9.5 전단시험

전단시험은 면에 평행으로 작용하는 저항을 측정
이 시험을 통하여 전단강도를 구하고 인장강도로 변환할 수 있다.



A, B의 전단응력식 $\gamma = \frac{P}{A}$

C의 전단응력식 $\gamma = \frac{P}{2A}$

D의 전단응력식 $\gamma = \frac{P}{\pi/4 d^2}$

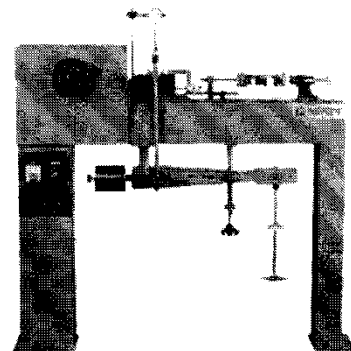
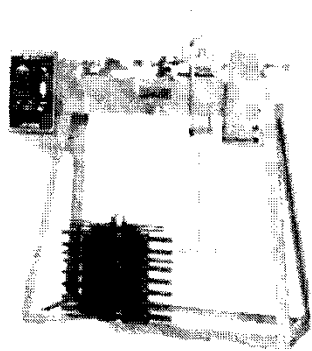


그림 9.18 전단시험기

9.6 충격시험

● 충격시험은 고속으로 가해지는 부하에 대한 재료나 제품의 저항력을 측정 인성 및 취성을 시험

외력이 가해지는 방법에 따라 충격굽힘시험, 충격비틀림시험, 충격인장시험 충격압축시험 등이 있음

산업현장에서 많이 사용되고 있는 것은 충격 굽힘시험이다.

시험에는 샤르피 충격시험기, 아이조드 충격시험기가 사용

금속재료의 충격시험에 관한 한국공업규격에는 샤르피 충격시험기

(KS B 5522), 아이조드 충격시험기(KS B 5523), 금속재료 충격시험기

(KS B 0809), 금속재료 충격시험기(KS B 0810) 등이 있다.

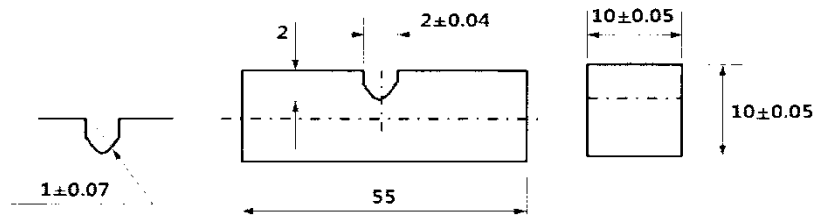


그림 9.19 샤르피 충격 시험편

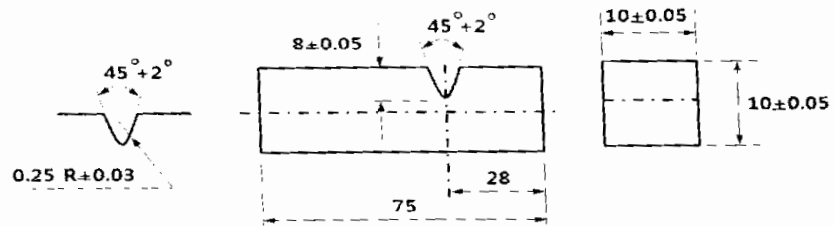


그림 9.20 아이조드 충격 시험편

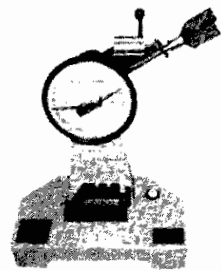


그림 9.21 아이조드 충격시험기

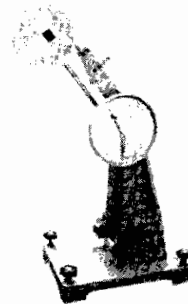


그림 9.22 샤르피 충격시험기

9.7 피로시험

피로는 금속 등의 재료가 응력이 변동 됨에 따라 그 강도가 약해지는 현상

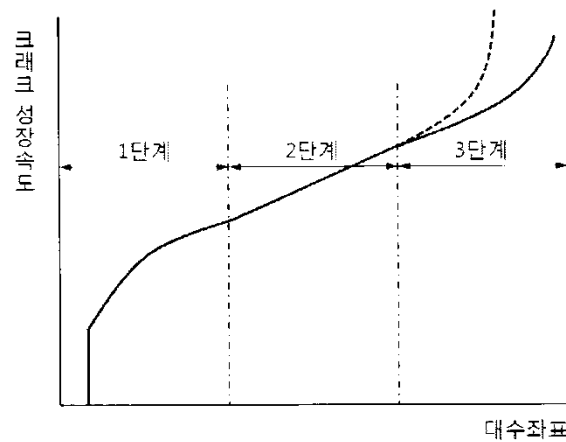


그림 9.23 피로크래크 성장속도와 응력 확대계수

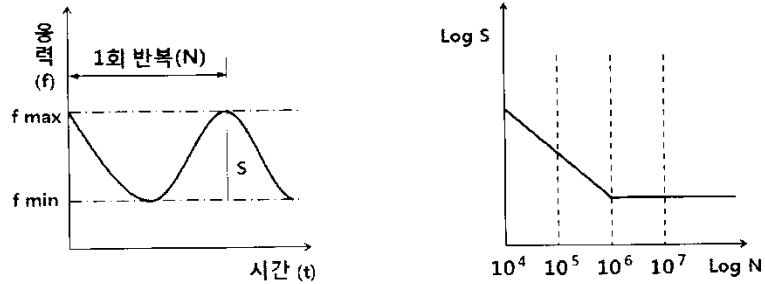


그림 9.24 S-N곡선

피로강도에 영향을 주는 인자

- 1) 노치효과는 기계부품의 노치 또는 비금속 혼합물의 영향에 의한 재료 자체의 결함.
 - 노치부에 응력이 집중되어 국부적인 변형이 발생.
 - 인장강도가 높은 재료는 피로성능이 떨어짐
- 2) 치수효과는 평활재료, 노치재료 및 시험편의 치수가 변하면 피로강도가 변화
 - 재료의 지름이 크면 피로한도를 줄일 수 있다.
- 3) 표면효과는 재료가 파괴될 때 표면에서 시작하기 때문에 피로강도는 대단히 민감
 - 표면이 거친 경우 피로한도가 떨어짐
- 4) 온도영향은 상온 이하의 저온에서 피로한도는 온도의 저하와 함께 상승
 - 사용환경의 온도를 상승하면 해결
- 5) 부식효과는 재료가 부식되었을 때 피로한도가 감소

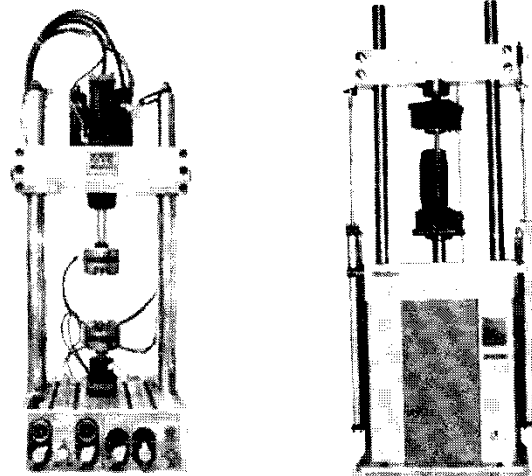


그림 9.25 피로시험기

연습 문제

1. 파괴시험 중 인장시험, 압축시험, 굽힘시험의 적용 사례를 조사하시오.
2. 전단시험, 비틀림시험, 충격시험, 피로시험의 적용 사례를 조사하시오.
3. 경도시험, 크리프시험, 마모시험의 적용 사례를 조사하시오.
4. 비파괴 시험의 종류, 적용 사례를 조사하시오.
5. 파괴시험과 비파괴 시험을 비교하시오.

5. 재료의 결함

5.1 기공

기공은 재료의 결함으로 금속 안에서 발생한 기포가 냉각될 때 재료에 남는 현상을 말함.

주조시 주물의 위쪽에서 많이 발생

5.2 크랙

재료 만들 때 냉각되는 과정에서 온도차에 의하여 발생하며, 파괴된 모양의 결함은 무부하 상태로 복잡한 형상이고, 공간 또는 충전물을 가지고 있으며, 근접하는 복수결함으로 나타남.

5.3 혼합물

혼합물은 금속을 만들 때 다른 물질이 혼합되는 것을 말함.

5.4 격자결함

원자배열이 불규칙적인 것을 격자결함이라고 하며, 점 격자결함, 선 격자결함, 면 격자결함이 있음.

치환형 점결합

모재의 원 격자에 다른 원자가 치환되어 합금성분을 나타내는 것

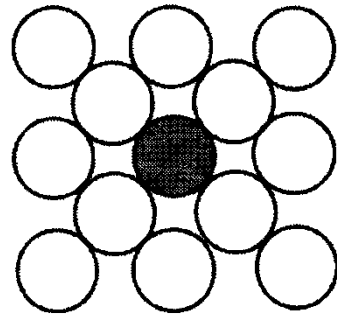


그림 5.1 치환형 점결합

침입형 점결함

원자 사이에 불순물이 혼합되어 나타난 결함
- 매우 작은 원자 예) 수소, 산소, 붕소, 질소 등

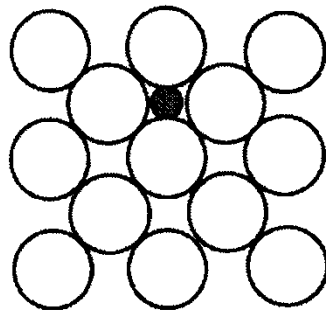


그림 5.2 침입형 점결함

공공 점결함

격자점에 원자가 존재하지 않는 상태를 말함.

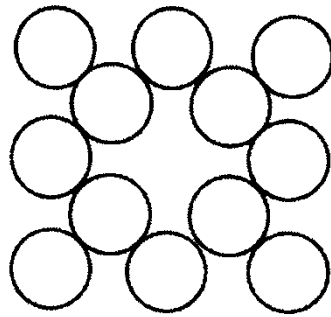



그림 5.3 공공 점결함



격자결함은 시료의 정제, 결정화, 열처리, 기계적 가공 조건 등에 따라 민감하게 증가

격자결함은 물질의 성질에 큰 영향을 주며, 열전도도나 전기전도도 뿐만 아니라 재료의 강도와 밀접한 관계가 있음.

연습 문제

1. 가공에 대하여 설명하시오.
2. 크랙에 대하여 설명하시오.
3. 혼합물에 대하여 설명하시오.
4. 격자결함 중 점결함에 대하여 설명하시오.
5. 격자결함 중 선결함 대하여 설명하시오.
6. 격자결함 중 면결함에 대하여 설명하시오.