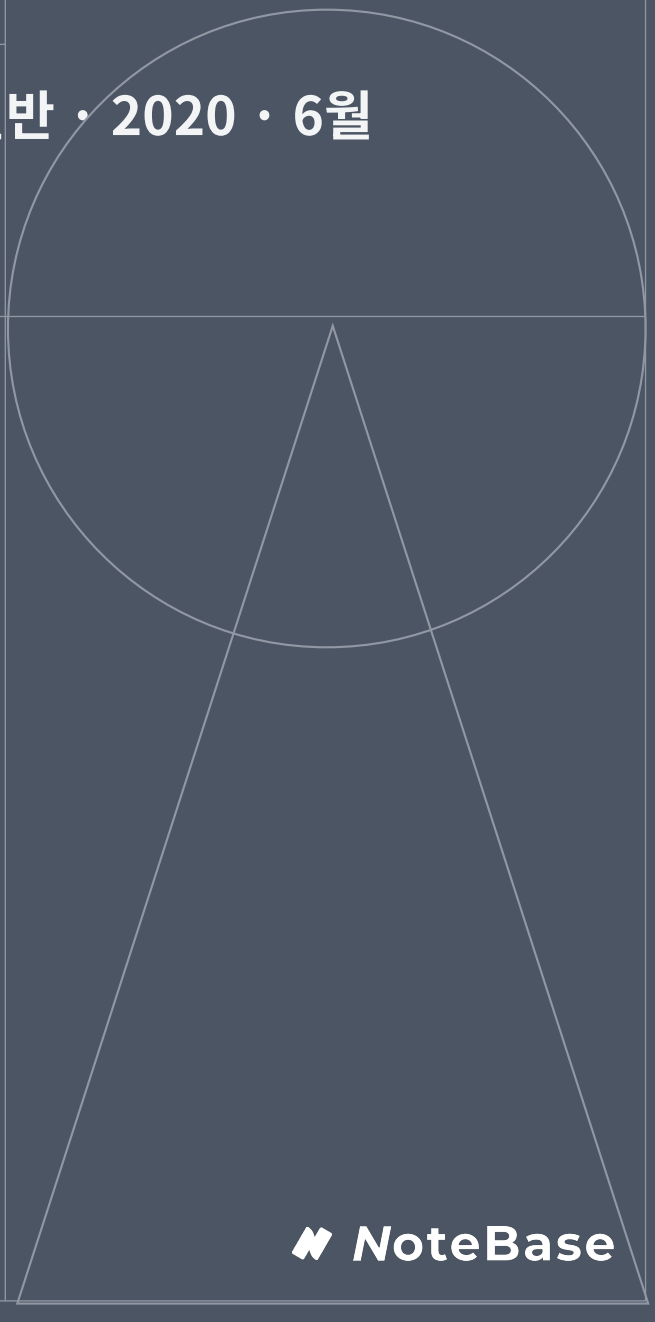
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 선박일반 · 2020 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 선박일반 · 2020 · 6월

공무원/서울시/9급 · 선박일반 · 2020 · 6월

문 1. 선박의 6자유도 운동 중에서 운동의 성격이 가장 다른 것은?

① sway

② roll

③ pitch

④ yaw

정답 1번

간단한 해설

sway는 선체가 좌우로 이동하는 **병진운동**이다. roll·pitch·yaw는 각각의 축을 중심으로 선체의 자세나 방향이 바뀌는 **회전운동**이다.

NoteBase

선지별 해설

선박의 6자유도 운동은 선체의 위치가 바뀌는 세 가지 병진운동과 축을 중심으로 선체가 도는 세 가지 회전운동으로 나뉜다. 각 선지가 어느 운동에 속하는지를 같은 기준으로 비교한다.

① sway: 선체가 폭 방향, 즉 좌우로 이동하는 **병진운동**이다. 선체가 좌우로 기울어지는 roll과 달리, sway 자체는 선체의 기울기 변화가 아니라 위치 변화이다.

② roll: 선수와 선미를 잇는 **길이 방향의 축을 중심으로 회전**하는 횡동요이다. 선체가 좌우로 번갈아 기울어지는 회전운동이다.

③ pitch: 선체의 **폭 방향의 축을 중심으로 회전**하는 종동요이다. 선수가 올라가면 선미가 내려가고, 선수가 내려가면 선미가 올라가는 회전운동이다.

④ yaw: 선체의 **수직축을 중심으로 회전**하는 선수동요이다. 선수가 좌우로 돌아가면서 선체가 향하는 방향이 바뀌는 회전운동이다.

병진운동인지 회전운동인지를 기준으로 비교하면, ②·③·④는 모두 회전운동이고 ① sway만 병진운동이므로 운동의 성격이 다르다.

NoteBase

문 2. <보기>의 (가), (나), (다)에 들어갈 선체에 관한 명칭을 가장 옳게 나열한 것은?

<보기>
(가) 건현 갑판 현측선이 선체의 전후방향으로 휘어진 것
(나) 선저와 선측을 연결하는 곡선 부분
(다) 횡단면상에서 갑판보가 선체 중심선에서 양현으로 휘어진 것

① (가): 선저만곡부(bilge), (나): 캠버(camber), (다): 현호(sheer)
② (가): 캠버(camber), (나): 현호(sheer), (다): 선저만곡부(bilge)
③ (가): 선저만곡부(bilge), (나): 현호(sheer), (다): 캠버(camber)
④ (가): 현호(sheer), (나): 선저만곡부(bilge), (다): 캠버(camber)

정답 4번

간단한 해설

현호와 캠버는 모두 갑판의 휨을 나타내지만, 현호는 **선수·선미를 잇는 전후방향**, 캠버는 **중심선에서 양현으로 향하는 횡방향**의 휨이다. 선저와 선측이 만나는 곡선 부분은 선저만곡부이다.

대응 관계 해설

(가) 현호(sheer): 건현 갑판의 현측선이 **선체의 전후방향으로 휘어진 것**이다. 배를 옆에서 볼 때 갑판의 현측선이 중앙부보다 선수·선미 쪽에서 높아지는 형태로 이해할 수 있다. 갑판의 좌우 방향 휨인 캠버와 구별한다.

(나) 선저만곡부(bilge): **선저와 선측을 곡선으로 연결하는 부분**이다. 선저는 배의 바닥, 선측은 배의 옆면이므로, 횡단면에서 바닥이 옆면으로 이어지며 둥글게 굽는 부위에 해당한다. 갑판의 휨을 뜻하는 현호·캠버와는 위치가 다르다.

(다) 캠버(camber): 횡단면에서 갑판을 받치는 갑판보가 **선체 중심선에서 양현으로 휘어진 것**이다. 일반적으로 갑판 중앙이 높고 좌우 가장자리가 낮은 형태이며, 현호와 달리 배의 폭 방향에서 나타나는 휨이다.

따라서 (가) 현호, (나) 선저만곡부, (다) 캠버의 대응은 ④와 일치한다.

NoteBase

문 3. 길이 20m, 폭 6m, 높이 4m, 자체질량 60ton의 직육면체 형태의 바지선이 잔잔한 강물에 떠 있다. 이 바지선 내부에 밀도가 2.5ton/m^3인 화물을 바닥부터 평평하게 채운다고 가정했을 때, 바지선이 가라앉지 않기 위한 최대 화물 적재 높이로 가장 옳은 것은? (단, 강물의 밀도는 1ton/m^3이고 중력가속도는 g=10m/s^2로 한다.)

① 1.0m

② 1.2m

③ 1.4m

④ 1.6m

정답 3번

간단한 해설

바지선이 밀어낼 수 있는 강물의 최대 질량은 480 ton이므로, **자체질량 60 ton을 뺀** 420 ton까지 화물을 실을 수 있다. 이를 화물의 밀도와 바닥 넓이로 나누면 최대 적재 높이는 1.4 m이다.

계산 과정

한계 상태: 아르키메데스 원리에 따라 부력은 바지선이 밀어낸 강물의 무게와 같다. 떠 있는 동안에는 이 부력이 선체와 화물의 전체 무게를 지탱한다. 최대 적재 한계는 **수면이 선체 윗면에 이르는 상태**이므로, 물에 잠긴 높이를 선체 높이인 4 m로 둔다. 부력과 전체 무게에는 같은 중력가속도 g = 10 m/s^2가 곱해지므로, 평형식에서 이를 약분하여 질량끼리 비교할 수 있다.

최대 배수량: 직육면체 선체가 밀어낼 수 있는 강물의 최대 부피는 20 × 6 × 4 = 480 m^3이다. 강물의 밀도가 1 ton/m^3이므로, 이때 밀어낸 강물의 질량은 1 × 480 = 480 ton이다. 따라서 480 ton은 **선체와 화물을 합한 전체 질량의 한계**이다.

화물의 최대 질량: 전체 질량 한계에서 선체 자체질량을 빼야 한다. 따라서 실을 수 있는 화물의 최대 질량은 480 − 60 = 420 ton이다.

화물 적재 높이: 바닥 넓이는 20 × 6 = 120 m^2이다. 화물을 평평하게 채우므로 화물 부피는 바닥 넓이와 적재 높이의 곱이고, 화물 질량은 여기에 밀도 2.5 ton/m^3를 곱한 값이다. 따라서 적재 높이 h는 $h = \frac{420}{2.5 \cdot 120} = 1.4\text{m}$이다. 이는 ③의 1.4 m에 해당한다.

NoteBase

문 4. 선체구조 양식에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 구조가 간단하여 건조가 용이하고 화물 공간 내에 돌출물이 적은 구조는 횡식 구조이다.

② 선체 중량이 가벼워 재화 중량이 증가하는 구조는 종식 구조이다.

③ 횡식 구조의 늑골 간격은 종식 구조의 늑골 간격보다 짧다.

④ 갑판과 선저는 횡식 구조로 되어 있고, 선측은 종식 구조로 되어 있는 구조는 혼합식 구조이다.

정답 4번

간단한 해설

④는 혼합식 구조의 종식·횡식 적용 부위를 뒤바꾸었다. 일반적인 혼합식 구조는 **갑판과 선저에 종식 구조**를, **선측에 횡식 구조**를 적용한다.

선지별 해설

① O: 횡식 구조는 선체의 길이 방향을 따라 횡늑골을 촘촘히 배치하고 갑판보·늑판 등과 연결하는 방식이다. 구조와 접합이 비교적 단순하여 건조가 쉽고, 종식 구조에서 종부재를 지지하는 깊은 특설늑골에 비해 **화물창 안으로 크게 돌출되는 부재가 적어** 화물 공간을 이용하기 좋다.

② O: 종식 구조는 보강재를 선수에서 선미로 이어지는 방향으로 배치하여 선체의 길이 방향 굽힘에 효율적으로 저항한다. 필요한 종강도를 확보하면서 **선체 구조 중량을 줄일 수 있다**. 같은 허용 배수량이라면 선체 자체의 중량이 줄어든 만큼 화물·연료 등을 실을 수 있는 재화 중량이 증가한다.

③ O: 횡식 구조에서는 횡늑골을 짧은 간격으로 배치하여 외판을 지지한다. 종식 구조에서는 촘촘한 종부재를 간격이 넓은 특설늑골 등으로 지지하므로, **선체 길이 방향의 횡늑골 간격**은 횡식 구조 쪽이 짧다. 여기서 비교하는 것은 종부재끼리의 간격이 아니라 횡방향 지지부재의 배치 간격이다.

④ X: 일반적인 혼합식 구조는 **갑판·선저를 종식, 선측을 횡식**으로 구성한다. 선체가 길이 방향으로 굽을 때 갑판과 선저는 큰 인장·압축 응력을 받으므로 종식 구조로 보강하고, 선측에는 횡식 구조를 적용하여 두 방식의 장점을 결합한다. 선지의 갑판·선저와 선측에 적용한 구조 양식을 서로 바꾸어야 한다.

NoteBase

문 5. 선체 진동의 기진력에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 선박에 진동을 유발하는 주요 기진원은 프로펠러와 주기관이다.

② 프로펠러 기진력의 기본진동수는 프로펠러 회전수와 프로펠러 날개수의 곱으로 주어지는 날개진동수이다.

③ 터빈 기관의 경우 기진력은 무시될 수 있다.

④ 프로펠러 축전달 기진력은 프로펠러 날개 주위에 생기는 와동(vortex)에 의하여 프로펠러 주변 선체 표면에 작용하는 변동압력이다.

정답 4번

간단한 해설

④의 선체 표면에 작용하는 변동압력은 **표면 기진력**에 대한 설명이다. **축전달 기진력**은 프로펠러에 작용하는 변동하는 힘과 모멘트가 축과 베어링을 거쳐 선체로 전달되는 것이다.

선지별 해설

① O: 선체를 진동시키는 주요 기진원은 **프로펠러와 주기관**이다. 프로펠러는 불균일한 유입 유동 속에서 회전하면서 변동하는 힘과 압력을 만들고, 디젤 주기관은 연소에 따른 가스압력과 운동부의 관성력 등으로 선체를 가진한다.

② O: 프로펠러가 한 바퀴 돌면 각 날개가 차례로 같은 위치를 통과하므로, 기진력의 기본진동수인 날개진동수는 **회전진동수와 날개 수의 곱**이다. 회전수를 초당 회전수로 나타내어 날개 수를 곱하면 날개진동수의 단위는 Hz가 된다.

③ O: 터빈은 왕복운동 기관과 달리 회전운동을 하며, **회전체가 균형을 이루는 정상 운전 상태**에서는 선체를 가진하는 힘이 작아 무시할 수 있다. 이는 터빈에서 진동이 전혀 발생할 수 없다는 뜻은 아니며, 회전체의 불균형이나 날개 손상 등이 있으면 진동이 발생할 수 있다.

④ X: 프로펠러 주변 선체 표면에 작용하는 변동압력은 **표면 기진력**이다. 축전달 기진력은 불균일한 유동으로 프로펠러에 생기는 변동하는 힘과 모멘트가 프로펠러 축을 따라 전달되고, 추력베어링이나 축을 지지하는 베어링을 거쳐 선체에 작용하는 것이다. 따라서 두 기진력은 각각 물을 통해 선체 표면에 작용하는 경로와 축·베어링을 통해 전달되는 경로로 구별한다.

NoteBase

문 6. 선박에 침수가 발생했을 때의 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 침수가 발생한 구역에서는 부력을 상실한다.

② 메타센터 반지름(BM)이 증가한다.

③ 침하와 트림에 의해 부심의 연직높이가 상승한다.

④ 복원모멘트의 크기가 감소한다.

정답 2번

간단한 해설

침수로 부력을 제공하는 유효 수선면의 2차 모멘트가 줄어들면 **메타센터 반지름(BM)은 일반적으로 감소한다**. 부심이 높아지는 것과 BM이 커지는 것은 서로 다른 변화이다.

선지별 해설

① O: 외부 해수와 자유롭게 통하는 침수 구획은 더 이상 선체를 지지하는 유효한 부력을 제공하지 못한다. 이를 **부력 상실**로 취급하며, 선박은 상실한 부력을 나머지 구역에서 보충할 때까지 더 가라앉는다.

② X: 메타센터 반지름 BM은 부심 B에서 메타센터 M까지의 거리이며, $BM = \frac{I}{\nabla}$로 나타낸다. I는 유효 수선면의 해당 경사축에 대한 면적 2차 모멘트이고, ∇는 부력을 제공하는 배수용적이다. 침수 구획의 수선면이 유효 수선면에서 제외되면 I가 줄어들므로, BM은 일반적으로 **증가가 아니라 감소**한다.

③ O: 부심은 부력을 제공하는 수중 체적의 중심이다. 침수로 원래 수면 아래 구획의 부력이 상실되면, 침하에 따라 원래 수면 위에 있던 선체 부분이 새로 잠겨 부력을 보충한다. 이처럼 부력이 더 높은 위치에서 보충되므로 **부심의 연직높이 KB가 상승**한다. 트림은 선수·선미의 흘수가 달라지는 변화로, 침수 위치에 따라 부력의 분포를 바꾸어 부심 높이에 추가적인 변화를 준다.

④ O: 복원모멘트는 기울어진 선박을 원래 자세로 되돌리는 모멘트이다. 부력 상실법에서 무게중심 높이 KG가 변하지 않는다면, 메타센터 높이는 $GM = KB + BM - KG$로 결정된다. 침수 시 KB의 상승은 복원성에 유리하게 작용하지만, 일반적으로 BM 감소의 영향이 더 커 GM이 작아진다. 따라서 **같은 작은 횡경사각에서 복원모멘트가 감소**하여 선박이 원래 자세로 돌아가려는 능력이 약해진다.

NoteBase

문 7. <보기>의 선체 종강도에 대한 설명 중에서 옳은 항목을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 선체에 굽힘모멘트가 발생하는 이유는 배의 중량과 부력이 배 길이 방향으로 서로 다르게 분포하고 있기 때문이다.
ㄴ. 선체에 작용하는 선체 전단력은 선체의 분포 하중을 미분해서 얻어낼 수 있다.
ㄷ. 선체에 작용하는 굽힘모멘트는 선체 전단력을 적분해서 얻어낼 수 있다.
ㄹ. 선체 전단력의 크기는 선체의 선수, 선미에서 최댓값을 가진다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄱ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ

정답 2번

간단한 해설

선체의 중량과 부력은 전체 합이 같아도 길이 방향의 분포가 달라 굽힘을 일으킨다. 이때 **분포하중을 적분하면 전단력**이 되고, **전단력을 적분하면 굽힘모멘트**가 된다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. O: 평형 상태로 떠 있는 배는 전체 중량과 전체 부력이 같지만, 각 구간의 중량과 부력이 반드시 같지는 않다. 이러한 **길이 방향의 분포 차이**가 순분포하중을 만들고, 이 하중 때문에 선체 내부에 전단력과 굽힘모멘트가 발생한다.

ㄴ. X: 선체 전단력은 분포하중을 미분하는 것이 아니라 **적분하여** 구한다. 한쪽 끝에서 특정 단면까지 작용하는 순분포하중을 누적한 값이 그 단면의 전단력에 대응한다. 반대로 전단력을 길이 방향으로 미분하면 분포하중과의 관계를 얻는다.

ㄷ. O: 굽힘모멘트는 **전단력을 길이 방향으로 적분**하여 구한다. 한쪽 끝에서 해당 단면까지의 전단력 곡선 아래 면적을 부호에 따라 누적하면 그 단면의 굽힘모멘트를 얻는다. 즉 분포하중에서 전단력을 구한 뒤 한 번 더 적분하는 관계이다.

ㄹ. X: 자유롭게 떠 있는 선체의 종강도 해석에서 양 끝은 자유단이므로 **선수와 선미 끝의 전단력은 0**이다. 전단력의 크기가 가장 큰 위치는 양 끝이 아니라 선체 내부에 나타나며, 구체적인 위치와 크기는 중량과 부력의 분포에 따라 달라진다.

옳은 보기는 ㄱ과 ㄷ이며, 이 조합은 ②에 해당한다.

NoteBase

문 8. 선박의 조종 성능에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 지그재그 시운전에서 정의되는 관성이탈각은 선회 성능의 지표로 사용된다.

② 침로 안정성과 선회 성능은 서로 반대 경향을 가진다.

③ 프로펠러 추진을 하는 선박은 일반적으로 아주 작은 각도이지만 타를 틀어주어야 직진하게 된다.

④ 선회지름이 작을수록 선수가 회전하는 각속도는 크며 선회 성능은 좋아진다.

정답 1번

간단한 해설

관성이탈각은 반대 타를 준 뒤에도 선수가 기존 회두 방향으로 더 돌아간 각도이다. 이는 **회두를 억제하고 침로를 유지하는 성능**의 지표이며, 선회 성능은 선회지름 등으로 평가한다.

선지별 해설

① X: 지그재그 시운전에서는 선수방향이 정해진 각도만큼 바뀌면 반대쪽으로 타를 돌린다. 이때 관성 때문에 선수는 곧바로 회두 방향을 바꾸지 못하고 기존 방향으로 더 돌아가는데, 그 추가 회두각이 관성이탈각이다. 따라서 관성이탈각은 선회 성능이 아니라 **회두 억제·보침 성능**을 평가하는 지표이다. 같은 시험 조건에서는 이 각이 작을수록 반대 타로 회두를 잘 억제한다.

② O: 침로 안정성은 외란으로 생긴 회두 운동이 가라앉아 직선 운동을 유지하려는 성질이고, 선회 성능은 타를 사용하여 진행 방향을 바꾸는 능력이다. 직선 운동을 유지하려는 성질이 강하면 방향을 바꾸기 어려워지고, 쉽게 선회하는 선박은 침로를 유지하기 어려워지는 **상반된 경향**이 있다.

③ O: 프로펠러의 회전과 불균일한 유입류는 전진 추력 외에 횡방향 힘과 회두 모멘트를 발생시킬 수 있다. 특히 1축 프로펠러선에서는 이 작용을 상쇄하도록 **작은 보정 타각**을 주어 직진 침로를 유지한다. 따라서 타각이 정확히 0이어야만 직진하는 것은 아니다.

④ O: **같은 속력으로 정상 선회할 때** 선회지름이 작으면 같은 시간에 더 큰 각도로 선수방향이 바뀌므로 회두 각속도가 커진다. 또한 더 작은 수역에서 방향을 바꿀 수 있으므로 선회지름이 작을수록 선회 성능이 좋다고 평가한다.

NoteBase

문 9. 해상에서 조난사고가 발생할 경우 생존자가 생존을 위하여 취해야 할 조치사항을 우선 순위대로 가장 바르게 나열한 것은?

① 식량 > 식수 > 조난위치표시 > 방호

② 식수 > 식량 > 방호 > 조난위치표시

③ 조난위치표시 > 식수 > 식량 > 방호

④ 방호 > 조난위치표시 > 식수 > 식량

정답 4번

간단한 해설

해상 조난에서는 익수와 저체온증 등 **즉각적인 생명 위협을 막는 방호**가 먼저이며, 이어 구조자가 발견할 수 있도록 위치를 알린다. 구조를 기다리는 동안에는 식량 부족보다 **탈수 방지**가 더 시급하므로 식수를 식량보다 우선한다.

올바른 순서

방호 → 조난위치표시 → 식수 → 식량

방호: 바다와 기상 환경의 위험으로부터 몸을 보호하는 조치이다. 구명조끼 등으로 부력을 확보하고 추위와 젖음으로 인한 체온 손실을 줄인다. 익수와 저체온증은 짧은 시간에도 생명을 위협하므로 **즉각적인 위험에서 생존을 확보**하는 것이 가장 우선한다.

조난위치표시: 긴급한 위험에 대한 방호와 함께, 구조자가 생존자의 위치를 찾을 수 있도록 신호를 보낸다. 조난위치발신장치나 무선통신, 신호용 장비 등을 이용해 **발견과 구조 가능성을 높이는 조치**이므로 식수·식량 확보보다 우선한다.

식수: 구조를 기다리는 동안 마실 물을 확보하고 보유한 물을 관리하여 탈수를 막는다. 인체는 음식이 없는 경우보다 물이 없는 경우에 생존이 더 빨리 위협받으므로 **식량보다 식수 확보가 우선**한다.

식량: 장기간 표류할 때 필요한 에너지를 보충하기 위해 확보하고 관리한다. 음식 부족의 영향은 즉각적인 환경 위험이나 수분 부족보다 늦게 나타나므로, 제시된 네 조치 중 우선순위가 가장 낮다.

NoteBase

문 10. 고스큐 프로펠러(highly skewed propeller)의 특징으로 가장 옳지 않은 것은?

① 제작이 용이하다.

② 소음 및 진동 측면에서 성능이 우수하다.

③ 불균일한 반류 중에 회전하는 프로펠러의 날개에 작용하는 변동압력을 감소시킨다.

④ 날개 끝 부분의 구조강도가 취약할 수 있다.

정답 1번

간단한 해설

고스큐 프로펠러는 날개가 회전 방향의 뒤쪽으로 크게 휘어진 복잡한 형상이므로, 일반적인 프로펠러보다 **제작과 가공이 어렵다**.

선지별 해설

① X: 고스큐 프로펠러는 날개를 회전 방향의 뒤쪽으로 크게 휘게 한 프로펠러이다. 날개 형상이 복잡하고 설계된 곡면을 정밀하게 구현해야 하므로 **제작과 가공이 어렵다**. '제작이 용이하다'는 이를 반대로 설명한 것이다.

② O: 고스큐 형상은 회전 중 날개에 걸리는 하중의 급격한 변화와 공동현상(캐비테이션)에 따른 압력변동을 완화하는 데 유리하다. 이에 따라 프로펠러가 일으키는 **소음과 선체 진동을 줄일 수 있다**.

③ O: 반류는 선체 뒤에서 유속 등이 달라진 물의 흐름으로, 프로펠러에 유입되는 속도가 위치에 따라 균일하지 않을 수 있다. 고스큐 날개는 반경별 부분이 이러한 유속 변화 구역을 **서로 다른 시점에 통과**하므로, 날개 전체에 하중 변화가 한꺼번에 집중되는 것을 완화한다. 이로써 날개에 작용하는 변동압력을 감소시킨다.

④ O: 날개를 크게 휘게 하면 날개 끝 쪽에서 굽힘·비틀림 응력이 커질 수 있다. 따라서 설계에 따라 **날개 끝 부분의 구조강도가 취약할 수 있으며**, 충분한 두께와 강도를 확보하도록 검토해야 한다. 소음·진동을 줄이는 유체역학적 장점이 구조강도까지 보장하는 것은 아니다.

NoteBase

문 11. 선박이 전진전속으로 항진 중 후진전속을 발령한 시점부터 선박이 정지한 시각까지의 타력으로 가장 옳은 것은?

① 정지타력
② 발동타력
③ 반전타력
④ 회두타력

정답 3번

간단한 해설

전진 중인 선박에 **후진전속을 발령하여 선체가 정지할 때까지**의 타력을 반전타력이라고 한다. 기관을 단순히 정지시키는 정지타력과는 구별된다.

개념 구분

반전타력: 전진전속으로 항진하던 선박에 후진전속을 발령한 때부터 선체가 정지할 때까지의 타력이다. 후진전속을 발령해도 선박은 관성 때문에 즉시 멈추지 않으며, 후진 추력이 전진 운동을 억제하면서 속력이 줄어든다. 이때의 끝점은 **전진 속력이 0이 되는 시점**이며, 실제로 후진하기 시작한 뒤의 운동까지 포함하지 않는다.

정지타력과의 구별: 정지타력은 전진 중 **기관정지를 명령한 때부터** 선체가 정지할 때까지의 타력이다. 두 개념 모두 선체가 멈출 때까지를 다루지만, 반전타력은 후진 추력을 이용하고 정지타력은 기관을 정지시킨다는 점이 다르다. 문제에서는 후진전속을 발령했으므로 반전타력에 해당한다.

NoteBase

문 12. 길이 40m, 폭 10m, 깊이 5m, 흘수 1m인 직육면체 형상의 바지선이 있을 때, $KB = 0.5m$, $BM_L = 133.33m$, $KG = 2m$일 때, MTC의 값 [Mg·m/cm]으로 가장 가까운 것은? (단, KB는 부심의 높이, BM_L은 종메타센터 반지름, KG는 선체 중량의 중심높이, MTC는 1cm 트림을 일으키는 모멘트이고, 물의 밀도는 1Mg/m^{3}이다.)

① 13.18Mg·m/cm

② 26.36Mg·m/cm

③ 39.54Mg·m/cm

④ 52.72Mg·m/cm

정답 1번

간단한 해설

배수량 400Mg과 종메타센터 높이 131.83m를 이용하면, **트림을 1cm 변화시키는 데 필요한 모멘트**는 약 13.18Mg·m/cm이다.

계산 과정

배수량: 물에 떠 있는 바지선의 질량은 밀어낸 물의 질량과 같다. 직육면체의 수중 부피는 길이 × 폭 × 흘수이므로 40 × 10 × 1 = 400m^{3}이다. 물의 밀도가 1Mg/m^{3}이므로 배수량 W는 400Mg이다. 이때 사용하는 높이는 **선체 깊이 5m가 아니라 흘수 1m**이다.

종메타센터 높이: MTC 계산에는 무게중심 G에서 종메타센터까지의 높이 GM_L을 사용한다. 선저에서 종메타센터까지의 높이는 $KB + BM_L$이므로, 여기서 무게중심 높이 KG를 뺀다. 따라서 $GM_L = KB + BM_L - KG$이며, 0.5 + 133.33 − 2 = 131.83m이다. **부심 기준의 반지름**인 BM_L과 구별한다.

MTC 공식: 트림은 선수 흘수와 선미 흘수의 차이이다. 작은 트림 변화에서는 필요한 모멘트가 배수량 W, 종메타센터 높이 GM_L, 트림 변화량에 비례하고 선체 길이 L에 반비례한다. L을 m로 쓰고 트림 변화량을 1cm로 정하면 MTC $= \frac{W \cdot GM_L}{100L}$이다. 분모의 100은 **1cm를 0.01m로 환산**하기 위한 값이다.

수치 대입: MTC $= \frac{400 \cdot 131.83}{100 \cdot 40}$이므로 13.183Mg·m/cm이다. 소수 둘째 자리까지 나타내면 13.18Mg·m/cm이며, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 13. 선박 추진 기관 및 추진 연료에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 디젤기관이 과급기(turbo charger)의 개발로 기관의 성능 향상에 큰 진보가 이루어졌다.

② 디젤기관의 전자 제어 시스템의 개발로 연료밸브, 배기밸브 등의 연소과정을 직접 제어함으로써 배출가스 저감, 운전비용 절감의 효과를 거두었다.

③ 천연가스(메탄)를 사용하는 엔진은 중유나 디젤연료에 비해 산화질소와 황산화물은 상당히 줄였지만, 이산화탄소의 배출 비율은 줄어들지 않는다.

④ 바이오 디젤은 일반 석유로부터 생산된 디젤에 비해 스모그를 만드는 하이드로카본의 생성이 훨씬 적으며, 바이오 알코올도 매연의 발생량이 줄어든다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '이산화탄소의 배출 비율은 줄어들지 않는다'는 설명이 잘못되었다. 메탄은 중유·디젤보다 수소에 대한 탄소의 비율이 낮아, **같은 에너지를 얻을 때 연소로 배출하는 이산화탄소가 적다**.

선지별 해설

① O: 과급기는 배기가스의 에너지로 터빈을 돌리고, 이와 연결된 압축기로 공기를 압축하여 실린더에 공급한다. 같은 크기의 기관에 **더 많은 공기와 산소를 공급**하면 더 많은 연료를 연소시킬 수 있으므로 출력이 커진다. 이처럼 배기가스 에너지를 활용하는 과급 기술은 디젤기관의 성능 향상에 기여하였다.

② O: 전자 제어 시스템은 운전 상태에 맞추어 **연료 분사량·분사 시기와 배기밸브의 작동 시기** 등을 조절한다. 이를 통해 부하에 맞는 연소 상태를 만들고 불필요한 연료 소모를 줄일 수 있으므로, 배출가스 저감과 연료비 등 운전비용 절감에 도움이 된다.

③ X: 천연가스의 주성분인 메탄은 중유·디젤보다 수소에 대한 탄소의 비율이 낮다. 따라서 **같은 에너지를 얻는 데 필요한 연소 과정의 이산화탄소 배출량도 감소**하므로, '이산화탄소의 배출 비율은 줄어들지 않는다'를 '이산화탄소 배출도 줄어든다'로 고쳐야 한다. 또한 천연가스는 황 함량이 매우 낮아 황산화물 배출이 적고, 희박연소 방식의 가스기관은 연소 온도를 낮추어 질소산화물 배출도 줄일 수 있다.

④ O: 바이오디젤은 석유계 디젤에 비해 스모그 형성에 관여하는 미연소 탄화수소의 배출을 줄이는 특성이 있다. 바이오디젤과 바이오알코올은 **연료 분자에 산소를 포함**하여 연소 중 탄소 성분의 산화를 돕고, 바이오알코올은 매연을 이루는 그을음의 생성도 줄이는 데 도움이 된다. 실제 저감 정도는 연료의 혼합비, 기관과 운전 조건에 따라 달라진다.

NoteBase

문 14. 선박 또는 해양시설로부터 오염물질 배출을 신고하려는 자는 서면·구술·전화 또는 무선통신 등을 이용하여 신속하게 하여야 한다. 이때 신고사항으로 가장 옳지 않은 것은?

① 배출된 오염물질의 종류, 추정량 및 확산상황, 응급조치 상황

② 해양오염사고 방제조치의 일시, 장소 및 결과

③ 사고선박 또는 시설의 명칭, 종류 및 규모

④ 해면상태 및 기상상태

정답 2번

①

배출 신고사항에는 **오염물질의 추정량·확산상황과 응급조치상황**이 포함된다. 해양시설의 경우에는 **오염물질의 종류**도 신고사항으로 명시한다.

선박에서의 오염방지에 관한 규칙 제51조(선박으로부터 오염물질이 배출되는 경우의 신고)
① 법 제63조에 따라 선박으로부터의 오염물질 배출을 신고하는 자는 서면 · 구술 · 전화 또는 무선통신 등을 이용하여 신속하게 하여야 하며, 그 신고사항은 다음 각 호와 같다.
2. 배출된 오염물질의 추정량 및 확산상황과 응급조치상황

해양환경관리법 시행규칙 제29조(해양시설로부터의 오염물질 배출신고)
① 법 제63조에 따라 해양시설로부터의 오염물질 배출을 신고하려는 자는 서면 · 구술 · 전화 또는 무선통신 등을 이용하여 신속하게 하여야 하며, 그 신고사항은 다음 각 호와 같다.
2. 배출된 오염물질의 종류, 추정량 및 확산상황과 응급조치상황

NoteBase

②

신고사항은 **해양오염사고의 발생일시·장소 및 원인**이다. 선지의 '방제조치의 일시·장소 및 결과'는 배출 신고사항으로 열거되어 있지 않다.

선박에서의 오염방지에 관한 규칙 제51조(선박으로부터 오염물질이 배출되는 경우의 신고)
① 법 제63조에 따라 선박으로부터의 오염물질 배출을 신고하는 자는 서면 · 구술 · 전화 또는 무선통신 등을 이용하여 신속하게 하여야 하며, 그 신고사항은 다음 각 호와 같다.
1. 해양오염사고의 발생일시 · 장소 및 원인
2. 배출된 오염물질의 추정량 및 확산상황과 응급조치상황
3. 사고선박 또는 시설의 명칭, 종류 및 규모
4. 해면상태 및 기상상태

해양환경관리법 시행규칙 제29조(해양시설로부터의 오염물질 배출신고)
① 법 제63조에 따라 해양시설로부터의 오염물질 배출을 신고하려는 자는 서면 · 구술 · 전화 또는 무선통신 등을 이용하여 신속하게 하여야 하며, 그 신고사항은 다음 각 호와 같다.
1. 해양오염사고의 발생일시 · 장소 및 원인
2. 배출된 오염물질의 종류, 추정량 및 확산상황과 응급조치상황
3. 사고선박 또는 시설의 명칭, 종류 및 규모
4. 해면상태 및 기상상태

③

오염물질 배출을 신고할 때에는 **사고선박 또는 시설의 명칭·종류 및 규모**를 신고해야 한다.

선박에서의 오염방지에 관한 규칙 제51조(선박으로부터 오염물질이 배출되는 경우의 신고)
① 법 제63조에 따라 선박으로부터의 오염물질 배출을 신고하는 자는 서면 · 구술 · 전화 또는 무선통신 등을 이용하여 신속하게 하여야 하며, 그 신고사항은 다음 각 호와 같다.
3. 사고선박 또는 시설의 명칭, 종류 및 규모

해양환경관리법 시행규칙 제29조(해양시설로부터의 오염물질 배출신고)
① 법 제63조에 따라 해양시설로부터의 오염물질 배출을 신고하려는 자는 서면 · 구술 · 전화 또는 무선통신 등을 이용하여 신속하게 하여야 하며, 그 신고사항은 다음 각 호와 같다.
3. 사고선박 또는 시설의 명칭, 종류 및 규모

NoteBase

④

오염물질 배출을 신고할 때에는 **해면상태 및 기상상태**를 신고해야 한다.

선박에서의 오염방지에 관한 규칙 제51조(선박으로부터 오염물질이 배출되는 경우의 신고)
① 법 제63조에 따라 선박으로부터의 오염물질 배출을 신고하는 자는 서면 · 구술 · 전화 또는 무선통신 등을 이용하여 신속하게 하여야 하며, 그 신고사항은 다음 각 호와 같다.
4. 해면상태 및 기상상태

해양환경관리법 시행규칙 제29조(해양시설로부터의 오염물질 배출신고)
① 법 제63조에 따라 해양시설로부터의 오염물질 배출을 신고하려는 자는 서면 · 구술 · 전화 또는 무선통신 등을 이용하여 신속하게 하여야 하며, 그 신고사항은 다음 각 호와 같다.
4. 해면상태 및 기상상태

NoteBase

문 15. 선박을 안전하게 계류하는 원칙으로 가장 옳지 않은 것은?

① 계류삭은 배의 길이 방향에 직각으로 배치한다.

② 배의 전후 움직임을 막는 계류삭은 가능한 한 현측에 평행하게 배치한다.

③ 계류삭이 계류지점에서 안벽과 이루는 각은 가능한 한 둔각을 이루도록 한다.

④ 계류삭의 배치는 가능한 한 선수 선미 대칭으로 한다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '가능한 한 둔각'이라는 설명이 잘못되었다. 계류삭은 **수평면과 이루는 각을 가능한 한 작게** 하여, 장력이 선박의 수평 이동을 억제하는 데 효과적으로 작용하도록 한다.

선지별 해설

① O: 배가 안벽에서 떨어지는 횡방향 움직임을 막는 브레스트 라인의 배치 원칙이다. 이 계류삭을 **배의 길이 방향에 직각으로** 배치하면 장력이 횡방향으로 효과적으로 작용한다. 계류삭의 배치 방향은 억제하려는 움직임에 따라 구분한다.

② O: 배의 전후 움직임을 막는 계류삭은 스프링 라인이다. 이를 **현측에 가능한 한 평행하게** 배치하면 장력의 길이 방향 성분을 크게 하여 배가 안벽을 따라 앞뒤로 움직이는 것을 억제한다.

③ X: 계류삭을 계류지점에서 가능한 한 둔각으로 배치하는 것은 계류 원칙이 아니다. 원문의 '안벽과 이루는 각'은 각을 재는 기준이 명확하지 않아, 위에서 본 수평 배치각과 옆에서 본 수직 경사각을 구분할 필요가 있다. 수평 배치각은 ①·②처럼 억제하려는 움직임에 맞추어 정하며, 모든 계류삭을 둔각으로 배치하지 않는다. 이와 별개로 상하 방향의 기울기는 **수평면과 이루는 각을 가능한 한 작게** 하여 완만하게 유지한다. 같은 장력이라도 계류삭이 가파르게 서면 선박의 수평 이동을 억제하는 힘이 작아지기 때문이다.

④ O: 계류삭은 가능한 한 **선수와 선미에 대칭으로** 배치한다. 이렇게 하면 선박을 붙잡는 힘이 선수와 선미에 고르게 분담되어 한쪽으로 치우치거나 선체가 돌아가는 움직임을 억제하기 쉽다.

NoteBase

문 16. <보기>의 저항시험에 대한 설명 중에서 옳은 항목을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 모형시험을 통해서 실선의 저항을 추정하는 방법이다.
ㄴ. 실선과 모형선의 레이놀즈 수를 동일하게 맞추어야 한다.
ㄷ. 실선과 모형선의 크기 비율이 100 : 1일 때, 모형선의 선속은 실선의 1/10로 한다.
ㄹ. 프루드 수가 같을 때, 실선과 모형선의 잉여 저항의 크기는 동일하다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄱ, ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

정답 2번

간단한 해설

모형선의 속도는 실선과 **프루드 수가 같아지도록** 정하므로, 길이가 실선의 1/100이면 속도는 실선의 1/10이 된다. 이때 같다고 가정하는 것은 잉여 저항의 힘 자체가 아니라 **잉여 저항계수**이다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. O: 저항시험은 실선과 기하학적으로 닮은 모형선을 수조에서 끌어 저항을 측정하고, 그 결과를 이용하여 실선의 저항을 추정하는 시험이다. 모형선에서 측정한 저항을 그대로 쓰는 것이 아니라, **크기 차이와 마찰저항의 영향을 고려하여 실선 값으로 환산**한다.

ㄴ. X: 일반적인 모형선 저항시험에서는 레이놀즈 수가 아니라 **프루드 수를 동일하게** 맞춘다. 프루드 수는 $Fr = \frac{V}{\sqrt{gL}}$이며, V는 선속, L은 선체의 대표 길이, g는 중력가속도이다. 이를 같게 하여 파도 생성에 관한 상사성을 확보한다. 레이놀즈 수는 점성의 영향을 나타내며, 같은 물과 중력 조건에서 크기가 다른 실선과 모형선의 프루드 수 및 레이놀즈 수를 동시에 같게 할 수 없으므로 마찰저항의 차이는 별도로 보정한다.

ㄷ. O: 프루드 수를 같게 하면 **속도비는 길이비의 제곱근**이 된다. 실선을 s, 모형선을 m으로 나타내면 $\frac{V_m}{V_s} = \sqrt{\frac{L_m}{L_s}}$이다. 실선과 모형선의 길이비가 100 : 1이므로 $\frac{V_m}{V_s} = \sqrt{\frac{1}{100}} = \frac{1}{10}$이 되어, 모형선의 선속은 실선의 1/10로 정한다.

ㄹ. X: 기하학적으로 닮은 실선과 모형선에서 프루드 수가 같을 때 같다고 가정하는 것은 **무차원량인 잉여저항계수**이다. 잉여 저항 자체는 힘이므로 선체 크기와 속도의 영향을 받는다. 프루드의 비교법칙에 따르면 같은 밀도의 물에서 대응하는 속도로 운항할 때 잉여 저항은 선체 길이의 세제곱에 비례하므로, 실선과 모형선의 잉여저항 크기가 동일하다는 설명은 잘못이다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄷ이며, 이 조합은 ②에 해당한다.

NoteBase

문 18. 선체 국부진동의 특징으로 가장 옳지 않은 것은?

① 상부구조 고유진동수는 보통 100Hz 부근에서 발생한다.

② 선체의 과도 진동을 예방하기 위해서 설계 시 가장 먼저 고려해야 할 것은 공진회피 설계이다.

③ 상부구조의 전후진동을 유발하는 주요 기진원으로 프로펠러에 의한 표면전달력과 축전달력, 추력 변동력 등이 있다.

④ 상부구조의 수평진동형의 주요 기진원으로는 주기관의 안내력 모멘트도 있다.

정답 1번

간단한 해설

상부구조의 대표적인 전후 기본 고유진동수는 **약 6–10 Hz**로, 보통 100 Hz 부근이라는 설명은 맞지 않는다. 실제 고유진동수는 상부구조의 형상·질량과 지지부의 강성에 따라 달라진다.

선지별 해설

① X: 상부구조의 진동에서 주로 문제가 되는 전후 기본 진동의 고유진동수는 **대체로 6–10 Hz 부근**이다. 따라서 '보통 100 Hz 부근'을 이와 같은 낮은 주파수 범위로 고쳐야 한다. 고유진동수는 구조물이 자유롭게 진동할 때의 진동수로, 상부구조의 높이와 형상, 질량, 격벽 배치 및 하부 지지구조의 강성에 따라 달라진다.

② O: 기진력의 진동수가 구조물의 고유진동수에 가까워지면 공진으로 진폭이 크게 증가할 수 있다. 이를 막으려면 설계 초기부터 **기진진동수와 고유진동수가 겹치지 않도록** 해야 한다. 기관·프로펠러의 운전 조건을 고려하여 구조 강성이나 프로펠러 날개 수 등을 조정하는 것이 공진회피 설계의 예이다.

③ O: 프로펠러의 주기적인 압력 변동은 선미 외판을 통해 표면전달력으로 전달되고, 프로펠러에 작용하는 변동력은 축계와 베어링을 통해 선체로 전달된다. 특히 추력 변동은 추력베어링을 거쳐 전달된다. 이러한 힘이 선미와 상부구조의 지지부를 진동시키므로 **상부구조의 전후 굽힘·흔들림**을 유발할 수 있다.

④ O: 주기관의 안내력 모멘트는 커넥팅로드·크랭크 기구의 작동으로 크로스헤드에 생기는 횡방향 반력에서 비롯된다. 이 모멘트는 기관의 좌우 흔들림이나 비틀림을 일으키며, 기관 지지부를 통해 선체 구조로 전달된다. 따라서 **상부구조의 수평진동을 일으키는 기진원**이 될 수 있다.

NoteBase

문 19. 잔잔한 정수 중에 떠 있는 배가 운동을 하면서 발생시키는 파로 가장 옳은 것은?

① 스웰(swell)

② 입사파(incidence wave)

③ 방사파(radiation wave)

④ 산란파(scattered wave)

정답 3번

간단한 해설

잔잔한 물에서 **배의 운동으로 발생하여 주변으로 퍼지는 파**를 방사파라고 한다. 파를 만들어 내는 원인이 배 자체의 운동이라는 점이 핵심이다.

개념 구분

방사파(radiation wave): 외부에서 들어오는 파가 없는 정수 중에서 배가 운동할 때 발생하는 파이다. 예를 들어 배가 위아래로 움직이면 주변 물도 움직이면서 수면에 파가 생겨 바깥으로 퍼진다. 문제의 '잔잔한 정수'와 '배가 운동을 하면서 발생'이라는 조건은 **선체의 운동이 파를 만들어 내는 방사파**에 해당한다.

입사파와 산란파: 입사파는 외부에서 배를 향해 진행해 오는 파이다. 산란파는 입사파가 선체를 만나면서 그 영향을 받아 생기는 파이다. 두 개념은 **이미 존재하는 입사파**를 전제로 하며, 정수 중 선체 운동으로 생기는 방사파와 구별된다.

스웰(swell): 바람에 의해 발생한 파가 발생 해역을 벗어나 전파되어 온 너울이다. 배의 운동으로 새로 만들어지는 파를 뜻하지 않는다.

NoteBase

문 20. 구조물의 파괴 모드에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 대부분의 구조물은 주로 극한응력을 기준으로 부재가 받는 응력이 그 이하가 되는 탄성거동을 하도록 설계한다.

② 얇은 판재의 면에 수직방향으로 작용하는 하중에 갑작스럽게 변형이 발생한 후 즉시 붕괴에 이르게 되는 현상을 좌굴(buckling)이라고 한다.

③ 주기적인 변동하중이 반복적으로 작용하면 응력의 크기가 항복응력보다 훨씬 낮은 응력에도 균열이 발생하여 파단에 이르게 되는 현상을 피로파괴라고 한다.

④ 저온환경에서 구조물에 충격이 가해지면 재료 속 작은 결함이 급속히 전파되어 파단에 이르게 되는 현상을 연성파괴라고 한다.

정답 3번

간단한 해설

피로파괴는 **반복되는 변동하중**으로 균열이 발생하고 성장하여 파단에 이르는 현상이다. 한 번의 하중으로는 항복하지 않을 정도의 **항복응력보다 낮은 응력**에서도 반복 횟수가 쌓이면 발생할 수 있다.

선지별 해설

① X: 일반적인 강재 구조물의 탄성설계에서는 **항복응력**을 기준으로 안전여유를 둔 허용응력 이하가 되도록 설계한다. 극한응력은 재료가 견디는 최대 응력으로, 탄성거동의 한계를 뜻하지 않는다. 극한응력보다 낮더라도 항복응력을 넘으면 하중을 제거한 뒤에도 남는 소성변형이 생길 수 있으므로, '극한응력 이하'라는 조건만으로 탄성거동을 보장할 수 없다.

② X: 얇은 판재의 좌굴은 주로 **판의 면 안에서 작용하는 압축력이나 전단력**에 의해 평평한 상태가 불안정해져 판이 면 밖으로 휘는 현상이다. 판의 면에 수직으로 작용하는 하중에 의한 일반적인 굽힘과 구별해야 한다. 또한 판재는 좌굴 후에도 하중을 더 지탱할 수 있으므로, 좌굴이 발생하면 반드시 즉시 붕괴한다는 설명도 부정확하다.

③ O: 피로파괴는 변동하중이 반복될 때 균열이 발생하고 점차 성장하여 최종적으로 파단되는 현상이다. **항복응력보다 훨씬 낮은 응력**에서도 충분히 많은 반복하중을 받으면 발생할 수 있다. 균열이 커질수록 하중을 지탱할 수 있는 부분이 줄어들어 마지막에는 급격한 파단에 이를 수 있다.

④ X: 저온과 충격 조건에서 작은 결함을 기점으로 균열이 빠르게 전파되어 파단되는 것은 **취성파괴**의 전형적인 설명이다. 저온에서 취약해진 강재는 큰 소성변형 없이 갑자기 파괴될 수 있다. 연성파괴는 파단 전에 상당한 소성변형이 나타난다는 점에서 구별된다.

NoteBase