

9. 평면 · 총형 가공 본 가공 수정 및 총형 가공하기

으랏차차 밀링천국

강사)절삭조건의 수정인데 먼저 가공한 가공물의 거칠기를 우리가 한 번 보면 이렇게 다듬질 절삭이 있고 거친 절삭이 있는데 일단 제일 먼저는 거친 절삭을 하게 되겠죠. 그런 다음에 다듬질 절삭을 하게 되는데 이러한 거친 절삭이나, 다듬질 절삭이냐면 우리가 조건설정을 할 때 가장 고려되어야 될 것이 제일 먼저 내가 사용하는 공구, 공구의 재질이 뭐냐 이거 하나하고 그다음에 이제 내가 가공하려고 하는 이 공작물의 재질이 뭐냐, 여기에 따라서 이제 절삭의 어떤 조건이 달라져야 되겠죠. 그래서 이제 제일 먼저 절삭공구와 절삭하려고 하는 공작물의 재질을 고려를 해서 조건을 설정한다는 것이 있고요. 실제 어떤 가공 상에서 보면 기계의 어떤 종류를 안 따지고 가공이라는 하나로만 보면 매리트가 하향절삭에 많이 있는데 이제 그 기계에 따라서는 하향절삭을 해서는 또 안 되는 기계가 있기 때문에 일반적으로 도면에서 상향절삭을 많이 하게 되겠습니다. 그 상향절삭이나 하향절삭에 대해서 또 궁금한 게 있나요?

경환)하향절삭을 할 수 있는 기계적인 특성 같은 게 있는지..

강사)바로 일반 범용밀링머신에서는 하향절삭을 하기가 좀 어려운 이유가 그 리더스크류에 백래시가 있어요. 이쪽 가는 방향으로 갔다가 반대로 갔다 하면 유격이 있는 거죠. 그렇게 되면 유격만큼 확 딸려 들어가면 잘못하면 엔드밀이 부러질 수 있는데, 그래서 이제 일반 범용에서는 하향절삭을 하지 않거나 하더라도 아주 절삭력이 작게 걸릴 수 있도록 최종 가공하는 그러한 정도로 아주 절삭량을 작게 넣어서 하는 그런 방법이 있는 반면에 이제 최근에 나오는 씨엔씨밀링머신 같은 경우에는 백래시 제거장치가 다 되어있어요, 구조적으로. 그렇기 때문에 이제 씨엔씨 밀링머신에서는 하향절삭을.. 상향절삭을 하든, 하향절삭을 하든 크게 구애받지 않고 할 수 있는 거니까 기계가 어떤 거냐에 따라서 구분을 잘해서 해줄 필요가 있습니다. 궁금한 거 없나요?

경환)저희가 범용수직밀링머신을 하면서 상향절삭으로 거친 절삭도 많이 하는데 공구가 파손되는 경우가 있는데 상향절삭을 더 안전하게 할 수 있는 방법이 없을까요?

강사)공구가 파손되는 이유는 크게 보면 절삭 깊이를 너무 많이 넣었다던가 아니면

이제 공구자체를 이제 정확하게 안 물렸을 경우 또 이제 그런 경우에 회전하게 되면 떨림이 발생하거든요. 가장 취약한 것이 실제 기계가공하면서 떨림이 발생하는 경우에 공구파손이 가장 많이 일어나는데 그 떨림은 같은 공구를 사용하더라도 실제 기계강성자체가 약하면 또 떨림이 발생할 수 있거든요. 그래서 기계 종류에 따라서 선택하는 공구도 이제 좀 달라야 되고 그때에 회전수라든가 이런 여러 가지를 고려해서 가공을 하게 되면 이제 공구파손을 줄일 수 있는 거죠. 그래서 이제 또 실제로 가공하는 공작물의 재질이 어떤 거냐에 따라서 알루미늄 같은 것은 연질이기 때문에 사실은 좀 많이 절삭을 해도 큰 문제가 없는 반면에 이런 스틸, 특히 공구강 같은 연강이 아니고 공구강일 경우는 훨씬 더 경도가 높기 때문에 그럴 경우는 커터에 회전수도 낮추고 이송도 작게 하고 그다음에 절삭깊이도 작게 해서 공구가 파손되지 않도록 할 필요가 있습니다. 충분히 대답이 됐습니까?

경환)네.

강사)수고했습니다.

경환)감사합니다.

성우) 지금까지 배운 내용을 정리합니다.

절삭조건을 수정하기 위해서는 절삭공구와 공작물의 강도, 경도 등 기계적 성질을 고려해야 합니다.

기계 가공 시 떨림이 발생하면 가공 면을 거칠게 할 뿐만 아니라, 밀링 커터의 수명을 단축시키며, 생산 능률을 떨어뜨리는데요.

떨림의 원인은 복잡하나 기계의 강성, 밀링 커터의 정밀도, 일감의 고정방법, 절삭조건 등을 조정하면 떨림을 줄일 수 있습니다.

특히, 공작물과 커터를 기둥에 뒀을 수 있는 대로 가까이 하고, 커터의 비틀림 각을 적절히 선정하며, 기계 각 부분의 미끄럼면 사이의 틈새를 없애면 떨림을 크게 줄일 수 있습니다.

상향절삭과 하향절삭을 구분해 봤는데요.

밀링 커터의 회전 방향과 반대 방향으로 일감을 이송하는 것을 상향절삭이라 하고, 또 밀링 커터의 회전 방향과 같은 방향으로 일감을 이송하는 것을 하향절삭이라 합니다.

일반 범용밀링머신에서는 하향절삭을 거의하지 않는데요.

이송나사의 백래시 현상이 발생할 수 있기 때문입니다.

최근에 나온 CNC밀링머신의 경우 백래시 제거장치가 장착되어 하향절삭과 상향절삭을 모두 사용할 수 있습니다.

직격 인터뷰

성우) 직격인터뷰, 이번 시간에는 제품 불량방지에 대한 이해도를 확인합니다.

책과 인터넷으로 자료를 찾아보며 열심히 공부했는데요. 모두 맞출 수 있을까요?

첫 번째 문제입니다.

절삭을 할 때, 공급하는 에너지는 여러 가지의 형태로 소비되며, 이 때 소비되는 에너지는 대부분 열로 변화하는데요. 가공물에 전달되어 내부에 존재하는 열을 무엇이라고 하나요?

경환)내분열입니다.

성우)틀렸습니다.

경환) 으와아~

성우) 부끄러움의 탄식인가요?

절삭 온도가 영향을 미치는 것이 아닌 것은?

- ① 공구의 마모 ② 공구의 수명 ③ 가공치수
- ④ 가공물의 재질

경환)4번입니다.

성우)정답.

경환) 오~호~

성우) 가공물을 200 ~ 800 ℃로 가열하여, 재료의 경도를 감소시키고, 절삭저항도 감소시키는 가공을 무엇이라고 하나요?

경환)잘 모르겠습니다.

성우)틀렸습니다.

주관식 문제에 약한 모습입니다.

절삭 유제의 사용 목적이 아닌 것은?

- ① 세척 작용
- ② 밀폐 작용
- ③ 냉각 작용

경환)2번입니다.

성우)정답

경환)나이스

성우) 광유에 비눗물을 첨가하여 유화한 것으로서 원액과 물을 혼합하여 사용하며 냉각작용이 비교적 크고, 윤활성도 있으며 값이 저렴하여 널리 사용하는 절삭제 종류는 무엇인가요?

경환)초경..

성우)틀렸습니다.

다음 문제입니다.

광물성유를 화학적으로 처리하여 원액과 물을 혼합하여 사용하며, 표면 활성제와 부식 방지제를 첨가하여 사용하는 절삭제로 고속절삭 및 연삭 가공 액으로 많이 사용하는 종류는 무엇인가?

경환)절삭류?

성우)무슨 절삭류인가요?

경환)잘 모르겠습니다.

성우)틀렸습니다.

문제 안에 답이 있었는데 안타깝습니다.

양쪽 마찰 면이 서로 미끄러지면서 닿는 경우에 발생하고, 일반적으로 마찰 면에 요철 부분이 접촉하여 마찰저항으로 나타는 것을 무엇이라고 하는가?

경환)마찰저항

성우)틀렸습니다.

다음 문제입니다. 완전 윤활 또는 후막 윤활이라고 하며, 막에 의하여 슬라이딩 면이 유막에 의해 완전히 분리되어 균형을 이루게 되는 윤활의 상태를 무엇이라고 할까요?

① 경계 윤활 ② 극압 윤활 ③ 유체 윤활

경환)1번입니다.

성우)틀렸습니다.

이번 문제는 더 전문적인 용어가 나오는데요.

무명이나 털 등을 섞어 만든 패드 일부를 오일 통에 담가 저널의 아래 면에 모세관 현상으로 급유하는 방법을 무엇이라고 할까요?

① 비말 급유법 ②패드 급유법 ③ 적하 급유법

경환)1번입니다.

성우)틀렸습니다.

역시 어려웠나 봅니다.

마지막 문제입니다. 절삭공구의 이송궤적에 따라 형상이 생성되는 것이 아니라 절삭 공구 날의 기하학적인 형상에 따라 가공형상이 결정되는 가공을 무엇이라고 할까요?

경환)충형가공

성우)정답.

경환)와우

성우) 총 10문제 가운데 3문제를 맞췄습니다.

조금 더 분발해주세요~!

강사)1번 문제는 절삭할 때 이제 에너지가 여러 가지 형태로 소비가 되는데 이 에너지가 절삭열의 형태로 전부 변화가 된단 말이에요. 그러다보니까 이제 우리가 엔드밀을 가지고 공작물을 가공하고 나서 이거 떼어낼 때 보면 뜨거워진걸 느낄 수 있죠. 그게 결국은 내부에 열이 존재하게 되는데 이런 것들은 우리가 일반적으로 절삭온도고 절삭열이라고 이제 하는 게 일반적으로 맞는 얘기가 될 겁니다. 그다음에 이제 가공물 일반적으로 교육하면서는 이런 게 없는데 이제 실제 산업현장에서는 특정한 어떤 공작물, 이런 거는 이제 가열을 해가지고 한 200도에서나 800도 정도로 가열을 하면 경도가 떨어지거든요. 경도가 떨어진다는 것은 결국은 공구를 엔드밀로 절삭을 할 때 그 공구의 마모가 덜 될 수 있게, 쉽게 절삭저항도 작고 이래가지고 쉽게 가공을 할 수 있는 방식의 하나인데, 이것을 우리는 고온절삭이라고 그렇게 얘기를 해요. 그다음에 이제 5번에 있는 것은 냉각 일건데, 강유에 비누 그런 성분을 첨가해서 유아한 것으로써 윤액하고 이제 물로 섞여서 그렇게 사용하고

이제 이제 가격도 저렴하기 때문에 절삭용으로 제일 많이 쓰는데 이런 것들은 우리가 일반적으로 유화유라고.. 유화유 종류라고 그렇게 하고 우리가 이제 고속절삭하고 이럴 때 이제 가장 많이 쓰는 절삭제가 있는데 이제 연삭에서도 마찬가지로 쓰고 이렇게 원액하고 물을 강물석유를 원액하고 물하고 혼합해서 사용하면서 이제 그 표면활성제와 부식방지제를 또 첨가해서 쓰는 그러한 재료는 이제 일반적으로 수용성절삭유라고 그렇게 얘기를 합니다. 그다음에 7번 문제는 마찰저항이라는 건데 이제 양쪽 면이 마찰면일수록 미끌어지듯이 이렇게 닿을 때 이제 발생하면서 일반적으로 요철부분에 접촉해서 마찰저항을 나타내는 건데, 이런 거를 이제 이렇게 미끌어지면서 발생하다보니까 우리가 이제 미끄럼마찰, 이렇게 이제 얘기를 하죠. 그다음 이제 마지막 8번이네요. 8번에는 이제 그.. 윤활 종류 중에 이제 나오는 건데 완전윤활이다 후막윤활이다, 윤활이 잘됐다는 의미를 이제 우리가 얘기하는 게 되는데 이런 것들을 유체윤활이라고.. 그렇게 얘기를 합니다. 그래서 경계윤활이라든가 극압윤활이라는 거는 이제 어떤 하중을 못 견디고 윤활의 역할을 못하게 되는 이러한 것들을 이제 경계나 극압윤활이라고 그렇게 얘기를 합니다. 9번 문제에 있어서는 무명이나 털, 이렇게 어떤 실같은 거를 섞어서 만든 패드를 이제 오일통에 담귀가지고 실을 통해서 기름이 이렇게 쪽 급유가 되겠죠. 이걸 이제 뭐라고 하느냐하는 건데 이제 이제 결국 패드를 사용하잖아요. 그러니까 이제 패드급유법이라고 그렇게 하죠. 나머지는 이제 다 맞았었는데 이거 외에도 궁금한 게 있나요?

경환)지금 보니까 수용성 절삭유를 알게 됐는데 수용성 절삭유에 지용성 절삭유도 있잖아요. 그럼 지용성 절삭유만의 특징이라든지 장점이 있을 까요?

강사)지용성이라는 것은 기름 그 자체를 가지고 바로 이용하다보니까 어떤 수용성 보다는 냉각효과는 좀 많이 떨어지는데 이제 어느 가공면을 아주 반듯반듯하게 잘 내야되겠다, 이럴 때 지용성을 쓰는 경우도 있는데 이런 것들은 수용성 보다는 많이 안 쓰고 특정한 때에만 사용하는 그럴 절삭유가 되겠습니다. 수고하셨습니다.

경환)감사합니다.

성우) 지금까지 배운 내용을 정리합니다.

절삭온도는 절삭할 때 발생한 열이 가공물에 전달되어 내부에 절삭 열로서 존재하는 것을 말합니다.

가공물도 절삭온도의 상승으로 열팽창을 하므로 절삭할 때는 절삭온도가 높아지지 않는 절삭조건으로 선정하는 것이 바람직합니다.

절삭유제는 기계가공에서 절삭성능을 향상시키기 위하여 사용하는데요.

일반적으로 냉각 작용, 윤활 작용, 세척 작용을 하며 절삭성능을 향상시킵니다.

그 종류로는 수용성 절삭유, 유화유, 광유, 지방질유, 석유, 고체 윤활제 혼합액, 첨

가제 등이 있습니다.

윤활제는 이송이나 회전하는 안내 부분의 두 물체 사이에 공급되어 마찰저항을 줄이고, 미끄럼을 원활하게 하여 기계적 마모를 감소시킵니다.

윤활의 목적은 윤활작용, 냉각작용, 밀폐작용, 청정작용, 방청작용 등이 있습니다.

윤활 상태에는 유체 윤활, 경계 윤활, 극압 윤활이 있는데요.

슬라이딩 면이 유막에 의해 완전히 분리되어 균형을 이루게 되는 윤활의 상태를 유체 윤활이라 하며 완전 윤활, 후막 윤활이라고도 합니다.

기술사의눈

성우) 총형가공을 이해하기 위해 강사님의 안내를 받아 기어 가공 기계를 살펴보겠습니다.

강사)지금 이 기계에서는 헬리컬 기어를 가공하고 있습니다. 이 기계는 씨엔씨 기어 호빙머신이라고 우리가 얘기를 합니다. 일반적으로 헬리컬기어는 자동차라든가 산업기계에서 가장 많이 쓰는 기어의 종류로써 일반 스프기어에 비해서 각도가 주어져있는 헬리컬 기어를 씌므로 해서 소음이라든가 진동을 줄일 수 있는 그러한 역할을 할 수 있는 게 바로 이 헬리컬기어입니다. 다음으로는 범용 기어가공기를 가해보도록 하겠습니다. 지금 가공하고 있는 것은 평기어, 즉 스프기어로 가공하는 것으로써 평행한 두축의 어떤 동력을 전달할 때 사용하는 그러한 기어가 되겠습니다. 이 기어를 가공하는 것을 바로 호브라 그러는데 이 호브에 회전에 의해서 기어가 절삭이 되게 되겠습니다. 이 호브 공구는 하이스 재질에다가 이렇게 코팅을 해서 사용하는 것으로써 절삭유를 주면서 가공함으로써 공구의 수명도 길게 가져갈 수 있는데 여기서 스플기어가 완성되면 완성된 기어를 기어측정기에 가서 측정해서 제대로 댔는지를 검사한 후에 우리가 실제 사용하게 되겠습니다. 기어를 가공하는 산업현장에 와가지고 실제 여기 씨엔씨 호빙머신에서 기어를 가공하는 것을 봤고 저쪽에 있는 일반 범용호빙머신에서 기어를 가공한 것을 우리가 전부 보았습니다. 그래서 지금 여기에 실제 가공한 기어와 이 기어를 가공하기 위한 공구인 호브를 이렇게 가져다 놓았는데 이 기어는 웜기어으로써 엘리베이터라든가 이런 쪽에 가면 감속기를 써야 될 경우가 있습니다. 그럴 경우에 이용되는 것이 바로 웜기어가 되겠고요. 그 산업현장에 많이 사용하는 그러한 기어가 되겠습니다. 이것은 이제 스프기어, 평기어라고 그러죠. 평기어라고 해서 우리가 일반적으로 같은 동일한 선상에 있는 동력축이 있을 때 거기에 동력을 전달할 때 사용하는 기어가 평기어가 되겠습니다. 그래서 이 기어를 가공하기 위해서는 바로 옆에 있는 호브라는 공구를 이용해서 호빙머신에서 이 기어를 가공하게 되는데 이 공구는 에이치에스에스, 즉 고속도강에다가 이렇게 티아이엔이라든가 티아이에이에 코팅을 입혀가지고 좀 더 수명을 늘리고 절삭속도 높일 수 있게 만든 공구가 되겠습니다. 그래서 지금 현재 산업현장에서 사용하고 있는 이러한 기어류들은 바로 이러한 호빙머신과 이러한 호브를

이용해서 가공하고 또 측정까지 해서 이상이 없을 때 실제 자동차라든가 산업현장 기계에 사용하는 이러한 기어가 되겠습니다. 그래서 오늘은 실제로 기어에 대해서 이 기어를 가공하는 산업현장에 나와서 실제 가공하는 모습하고 그거를 가공하는 공구, 그 외에 이제 여러 가지 측정하는 방법, 이런 것들에 대해서 알아보았습니다.

성우)

지금까지 배운 내용을 정리합니다.

기어의 종류에 대해 알아보았습니다.

평기어는 원통기어로 기어의 이 줄기가 축과 평행하며 두 개의 외 기어가 서로 맞물립니다.

헬리컬 기어는 단기어의 단차를 무한히 얹게 여, 이 줄기가 비틀어진 곡면으로 된 기어를 말합니다.

평기어보다 기어의 이가 부드럽게 맞물리기 때문에 이물림이 원활하여 진동이나 소음이 줄고 또 평기어보다 접촉선의 길이가 길어지므로 큰 힘을 전달할 수 있습니다.

호빙머신은 호브라고 하는 공구를 사용하여 기어를 절삭합니다.

가공물을 고정하는 축은 수평인 것과 수직인 것이 있는데, 그 중 수직인 것이 널리 사용됩니다.

보통 호빙머신으로 절삭할 수 있는 기어는 스퍼기어, 헬리컬기어, 워기어 등입니다.

고수가 돌아왔다

강사)기어가공, 이런 것들은 우리가 총형가공의 일부라고 하는데 이것을 실제로 가공하고 있는 업체에 가가지고 그 가공하는 과정을 보면서 어떠한 가공상에 어려움이 있는지, 혹은 그 기어를 가공한 다음에 측정을 하는데 어떻게 하는 건지, 그다음에 그 기어도 종류가 여러 가지 있는 평기어라고 하는 스퍼기어도 있고 이제 이렇게 각도가 주어진 헬리컬도 있고 여러 가지 종류가 있는데 이런 것들이 산업현장에 혹은 자동차에 기어 가공하는 현장에 가서 거기 가공 전문가들하고 기어가공이나 측정 이런 여러 가지들에 대해서 이야기를 하고 왔는데 그 내용을 우리 한 번 같이 배워보도록 합시다.

강사)안녕하세요?

전문가)네, 안녕하세요?

강사)지금 여기서 가공하고 있는 것은 지금 무엇을 하고 있는 건지 한 번 설명 좀 해주시겠습니까?

전문가)지금 이 장비는 씨엔씨 호빙머신이고요. 지금 여기 호빙머신에 가공하고 있는 기어는 지금 가장 많이 쓰고 있는 헬리컬기어입니다.

강사)헬리컬 기어가 일반적으로 자동차에 많이 사용을 하고 있습니까?

전문가)네, 지금 헬리컬기어는 자동차의 트랜스 미션, 변속기 수동변속기와 자동변속기에 가장 많이 사용하고 있는 기어라고 보시면 됩니다.

강사)그러니까 자동차에 사용되는 헬리컬 기어 중에도 모듈이 크기가 여러 가지가 있을 텐데, 대략 얼마에서 얼마정도까지를 사용합니까?

전문가)자동차용 변속기 기어는 모듈이 1부터 모듈이 3.5까지 정도가 가장 많이 사용되고 있습니다.

강사)그렇군요. 그러면 이제 실제 이 헬리컬기어를 가공하는데 있어서 어떤 어려운 점이라든가 아니면 주의할 점이 있다면 어떤 게 있을까요?

전문가)어려운 점은 호브의 각도와 기어의 각도를 알아야 그 각도에 맞게끔 기어에 헤드 트랜드를 틀어야만 원활한 기어를 뽑아낼 수 있습니다.

강사)앵글이 맞아야 되고

전문가)호브에도 각도가 있고 기어에도 각도가 있기 때문에 그것을 수치상으로 계산해서 알맞은 각도에 맞게 호트러서 가공을 하는 것입니다.

강사)그래서 이제 제가 호브라는 공구, 기어를 가공하는 공구가 있고 호브인데, 호브를 예전에 봤을 때에는 전부 고속도강, 에이치에스에스로 되어 있어가지고 색깔이 좀 검은 쪽인데 최근에 것을 보니까 전부 다 황금색이라고 하더라고요.

전문가)코팅 종류에 따라서 황금색이 다른 경우가 있고 검은색이 나는 경우가 있습니다.

강사)코팅을 하게 되면 공구의 수명이 느는 건가요?

전문가)네, 그렇습니다. 코팅을 하게 되면 기본적으로 코팅 전과 공구 수명이 30에서 심할 경우 100배이상 차이가 납니다.

강사)수명을 늘림으로 해서 공구 비용이라든가 생산성이 들 수 있는 그런 쪽이 되겠네요.

전문가)네, 그렇습니다.

강사)그리고 이제 이렇게 일단 호브를 세팅해서 일단 이거는 씨엔씨 기계지 않습니까? 그러면 일단 세팅해서 기계가 돌아가기 시작하면 기계자체에서 프로그램에 의해서 완전히 끝날 때까지 다 돌아갈 텐데, 대략적으로 하나 가공할 때 걸리는 시간은 얼마나 되나요?

전문가)자동차용 기어는 조금한 기어류는 한 8초에서 10초 정도

강사)그렇게 빨리?

전문가)네, 가능하고요. 큰 것들은 100분씩 걸리는 것도

강사)아무래도 기어가 정밀하다보니까 그 면도 좋아야 되고 그래야만 소음이나 진동이 줄어들 수 있으니까 아마 상당히 정밀한 작업일 거라고 그렇게 생각이 됩니다. 어쨌든 이제 우리가 사용하는 자동차에 아주 중요한 부품의 일부를 진짜 잘 해주셔서 저희들이 어떤 품질 높은 그런 승용차를 탈 수 있게 해주시는 데에 대해서 감사를 드립니다. 오늘 대단히 감사합니다.

전문가)네, 감사합니다.

성우) 지금까지 배운 내용을 정리합니다.

총형 가공이란 절삭공구의 이송궤적에 따라 형상이 생성되는 것이 아니라 절삭 공구 날의 기하학적인 형상에 따라 가공형상이 결정됩니다.

총형 공구에 의한 기어절삭은 공구의 모양을 절삭하는 기어의 치형에 맞추어서 기어소재 원판을 같은 간격으로 분할하면서 한 이 씩 가공하여 기어를 제작하는 방법입니다.

오늘 살펴본 기계는 호빙머신인데요.

호브와 가공물의 상대운동은 호브를 웜(worm), 가공물 소재를 웜기어라고 하면 상호관계를 명백히 알 수 있는데요.

웜의 단면은 래크를 형성하고 있고 이것이 회전하면서 축 방향으로 이동하고 그 이송 속도에 해당하는 회전을 가공물에 주고, 또한 호브의 비틀림 각도만큼 경사시키는 것 이외는 웜기어와 맞물려 회전하는 것과 동일 과정을 거쳐 호브의 절인에 의하여 기어가 절삭됩니다.

이제는 말할 수 있다

경환)절삭유제 같은 거 새로 배우면서 수용성이나 지용성 절삭유는 많이 들어봤는데 새로 절삭유제로 유화유 같은 걸 들어봤는데 비눗물을 유화시켜서 윤활성이 좋고 냉각속도도 좋다고 하고 값이 싸서 널리 사용되고 있다는 걸 처음 들어봐서 그게 기억에 남는 것 같아요.

강사)기어를 가공하는 호빙머신도 이제 범용 호빙이 있고 그다음에 씨엔씨 호빙머신이 있어요. 그래서 이제 실제 학교에서 배우는 어떤 밀링가공에 대한 기본을 배우고 나면 그다음에는 이제 설령 총형 쪽으로 가더라도 그 공구의 형태가 좀 달라지고 기계가 이제 좀 달라질 뿐이지, 절삭가공이라는 측면에서는 같은 거거든요. 그래서 이제 학교에서는 다양하게 그런 총형 가공을 못하더라도 절삭가공의 기본이라고 할 수 있는 밀링에서만 다양하게 범용, 혹은 씨엔씨까지 배워둔다면 이 학생들이 실제 산업현장에 나가서도 금방 그러한 총형가공까지도 적용이 가능할 거라고 생각하기 때문에 어떤 기본으로 충실하게 배워두는 게 중요하다고 생각이 듭니다.