

안물안궁 엔지니어링 1

증기기관차

글. 조인준 KBS 미디어기술연구소 차장

C군의 네버엔딩 스토리

안녕하세요. 긴 시간을 이어왔던 'IP 방송제작 기술' 시리즈를 마치고 새로운 연재의 소재를 찾기 위해 이 생각 저 생각에 빠지며 밤길을 헤매는 것처럼 점점 방향 감각을 상실하는 듯했습니다. 과연 어떤 내용을 전달해야 독자 여러분의 지적 욕구를 충족시켜드릴까와 동시에 본 연재의 수준을 한 단계 더 올릴 수 있을지 철쭉 같은 밤바다를 헤매는 심정까지는 아니지만, 나름의 막막함에 빠져 있었습니다. 그렇게 쉽게 답이 보이지 않던 긴 고민 속에서 문득 한 줄기 실낱같은 영감이 머리칼을 스치는 듯했습니다.

“그래! 안물안궁 엔지니어링 시리즈를 쓰자!”

일상을 통해 우리에게 매우 친숙한 기술이지만 너무 친숙한 나머지 정작 그 원리를 모르고 지내던 것들이나, 반대로 매우 파급효과가 크고 신기한 원리에 기반하지만 일상에서 접할 기회가 적어서 모르고 있던 기술에 대해 소개하면 세상을 변화시킨 기술들에 대한 지식도 얻고, 이 기술적 지식을 통해 얻은 통찰을 바탕으로 독자 여러분의 지적 삶이 풍성해지면 좋을 것 같다는 생각이 들었습니다. 기술에 대한 친숙함이 호기심을 압도한 나머지 원리를 굳이 물어보거나 궁금해하지 않았고, 또는, 그런 기술의 존재 자체를 몰라서 원리를 물어보거나 궁금해할 기회가 없었던 소재들을 다룰 예정인 본 연재의 제목은 '안물안궁 엔지니어링'이라고 정했습니다.

'안물안궁 엔지니어링' 연재에서 첫 번째로 소개할 내용은 증기기관차로 정했습니다. 영국 뉴캐슬 부근에서 태어나 가난으로 인해 제대로 된 교육도 받은 적 없이 탄광에서 일했다는 조지 스티븐슨(1781~1848)에 의해 석탄 운반용으로 1814년 처음 발명된 증기기관차는 기술발전을 거듭하여 훗날 영국 산업혁명의 주춧돌이 되고, 세계 교통수단에 혁명을 가져왔습니다. 이런 역사적 중요성에도 불구하고 기술 자체는 이미 시대를 마감한 탓에 대다수의 독자들은 증기기관차가 움직이는 것을 실제로 본 적이 없을 것 같습니다. C군도 증기기관차가 움직이는 것을 실제로 보지 못한 것은 마찬가지입니다. 하지만, '은하철도 999' 같은 애니메이션이나 각종 드라마 및 영화를 통해 칙칙하게 연기를 내뿜으며 달리는 증기기관차는 누구에게나 친숙한 대상이고, 그 역사적 중요성을 생각했을 때, 내연기관에 비해 그 구동 원리가 일반에 잘 알려져있지 않습니다. 약 200여 년 전의 사람

들이 어떻게 증기기관차를 만들었는지를 아는 것이 현재와 별 상관이 없어 보일 수 있지만, 증기엔진 발명의 핵심적인 아이디어를 이해하게 되면 물리적 원리에서 출발하여 점점 복잡하게 완성된 기술이 어떻게 산업을 바꾸고 인류의 역사를 바꾸어 왔는지에 관한 통찰을 얻을 수 있고, 이 통찰 위에서 독자 여러분 각자의 지적 여정이 더 먼 곳까지 다다를 수 있었으면 하는 바람입니다.

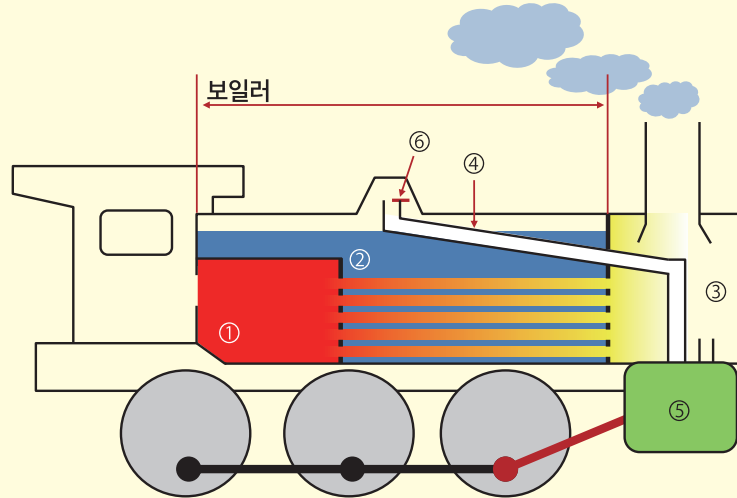


그림 1. 증기기관차의 구조

[그림 1]은 증기기관차의 대략적인 구조입니다. 참고로 말씀드리지만, [그림 1]의 구조 이외에도 당시의 첨단 기술을 적용하여 출력이나 효율을 높이거나, 운행 제어를 위한 장치들을 개발하여 지속해서 개량을 했기에 더 복잡한 구조의 증기기관차들도 있었다는 것을 알려드립니다. 본론으로 돌아와서, 증기기관차는 독자 여러분께서 아시는 바와 같이 석탄을 연료로 사용합니다. 석탄을 태워서 얻은 열로 물을 가열하여 증기압을 발생시키고 이 증기압으로 바퀴를 돌려서 레일 위를 이동합니다. 그래서 증기기관차는 [그림 1]의 ①과 ②로 구성된 거대한 보일러를 탑재합니다. [그림 1]의 ①은 석탄을 태우는 화로이고 ②는 화로의 열기를 전달하는 금속 튜브가 지나가는 물(파란색으로 표시)로 채워진 공간입니다. [그림 1]의 보일러 구조를 글로 다 표현하기에는 부족한 듯하여 [그림 2]에 간략한 구조를 따로 표현하였습니다.

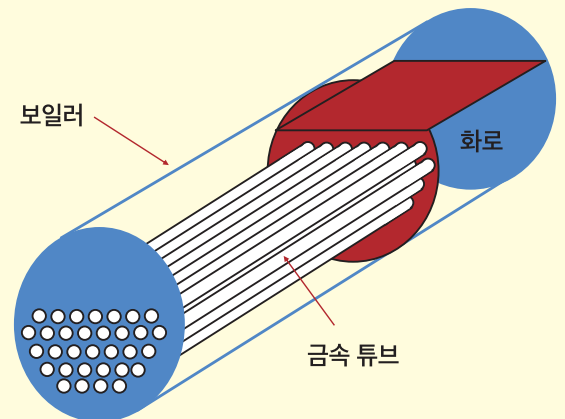


그림 2. 증기기관차 보일러 구조

[그림 2]를 보시면 원통형의 보일러 내부에 붉은색 벽으로 밀폐된 화로가 있고, 이 화로로부터 보일러의 반대쪽 면을 연결하는 금속 튜브들이 여러 개 있습니다. 보일러에 물을 채우면 화로와 연결된 수많은 파이프를 통해 전달된 열이 보일러 내부의 물을 끓여 증기압을 형성하게 됩니다. 보일러 내부에 형성된 증기압은 드라이 파이프(Dry Pipe, [그림 1]의 ④)라고 불리는 관을 통해 증기엔진([그림 1]의 ⑤)에 들어가고, 이 증기엔진에서 증기압을 회전운동으로 전환하여 기차의

바퀴를 굴리게 됩니다. 증기기관차의 경우 증기엔진으로 공급되는 수증기의 양을 조절하여 엔진의 힘과 속도를 조절하게 되는데 이를 위해 [그림 1]의 ㉔과 같은 밸브를 드라이 파이프에 부착하여 여닫는 방식으로 증기엔진을 제어합니다.

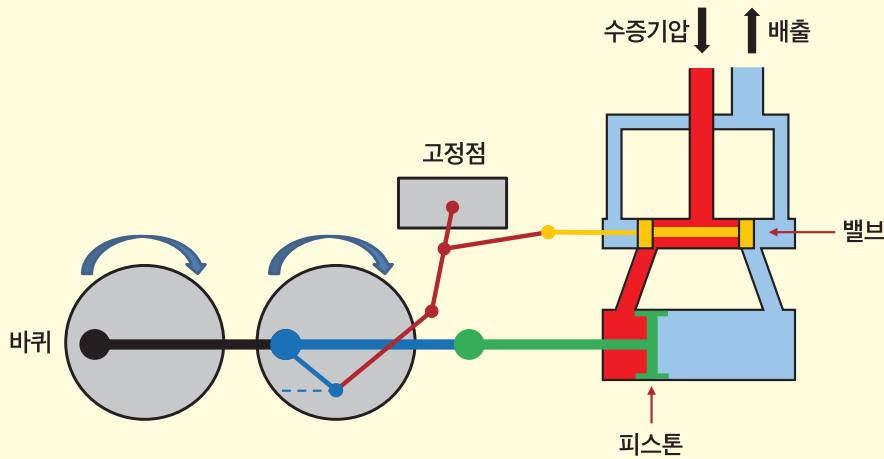


그림 3. 증기엔진의 증기압 → 회전운동 변환 1

이제 보일러에서 발생하여 드라이 파이프를 타고 증기엔진으로 들어온 증기압이 어떻게 바퀴를 회전시키는지에 관해 설명드리겠습니다. 이를 말로 설명하는 것은 불가능에 가까우므로 몇 개의 연속된 그림을 통해서 대략적인 동작 원리를 설명해 드리는 방법을 택하도록 하겠습니다. 설명에 앞서 [그림 3]~[그림 6]의 증기엔진은 설명을 위해 간략화된 구조를 하고 있으며, 실제 증기엔진의 구조와는 다를 수 있음을 알려드립니다. [그림 3]에서 보시는 바와 같이 증기엔진은 증기압을 전달하는 드라이 파이프가 밸브와 연결되어 있고, 밸브가 열리고 닫히는 위치에 따라 증기압에 의해 실린더 안의 피스톤이 좌우로 움직이며 바퀴를 돌리는 구조로 되어있습니다. [그림 3]을 보시면 복잡하게 연결되어 관절처럼 움직이는 링크들이 눈에 먼저 들어옵니다. 이중, 파란 링크는 피스톤의 좌우 운동을 바퀴의 회전운동으로 바꾸는 역할을 하는 링크이며, 파란 링크와 바퀴의 연결점이 그리는 원주보다 항상 90도 뒤진 원주를 그리도록 파란 링크 끝에서 고정되어 뺀 나온 작은 파란 링크는 빨간 밸브 구동 링크와 함께 피스톤의 위치에 따라 밸브의 위치를 바꿔주는 역할을 합니다. [그림 3]에서 피스톤이 좌측 끝까지 완전히 이동하면 링크들의 움직임에 의해 밸브가 왼쪽으로 이동하며 빨간색으로 표시한 증기압이 피스톤 좌측으로 유입되기 시작합니다. 피스톤 좌측에서 작용하는 증기압에 의해 피스톤이 우측으로 이동하면 [그림 4]와 같이 좌우 밸브가 완전히 열려서 좌측에서는 계속 압력이 들어오고, 우측으로는 압력이 빠져나가게 됩니다.

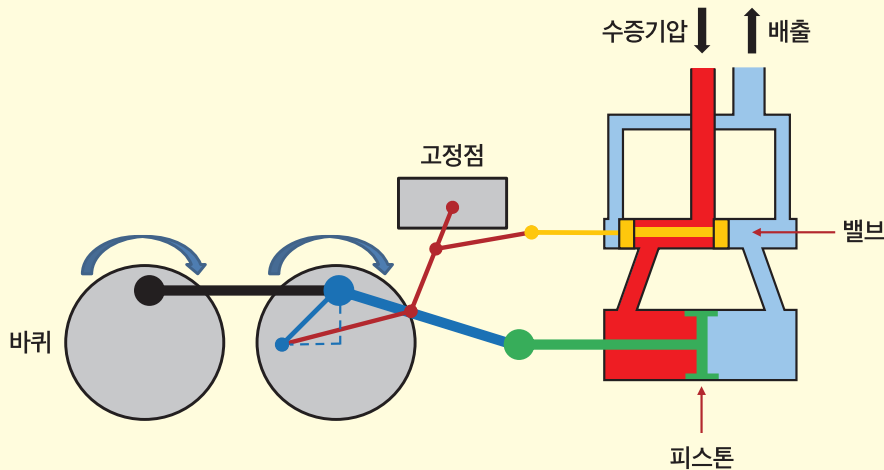
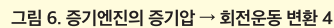


그림 4. 증기엔진의 증기압 → 회전운동 변환 2

[그림 5]에서 피스톤 우측에 작용하는 증기압에 의해 피스톤이 좌측으로 이동하면 [그림 6]과 같이 좌우 밸브가 완전히 열려서 우측에서는 계속 압력이 들어오고, 좌측으로는 압력이 빠져나가는 과정을 거쳐 다시 [그림 3]과 같은 위치로 피스톤이 완전히 좌측으로 이동하며 바퀴를 1회전 시키게 됩니다.



다음 회에도 참신한 ‘안물안궁 엔지니어링’으로 독자 여러분의 지적 탐구에 신선한 자극이 될 수 있도록 노력하겠습니다. 