

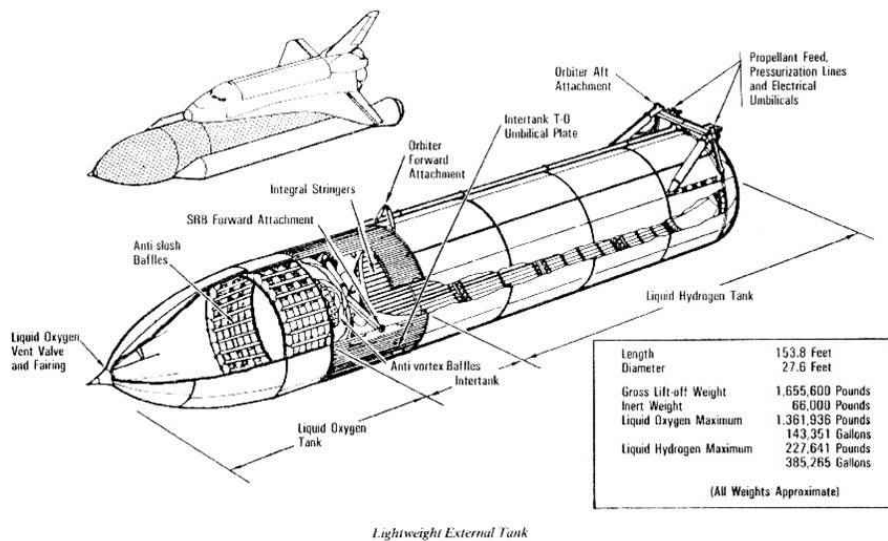
[공학윤리 및 연구방법론] - 공학윤리 사례 연습

담당교수: 한경희 (연세대 공학교육혁신센터)

The Space Shuttle Challenger Disaster¹⁾

<챌린저호 사건의 구성요소와 개요>

1. Shuttle Components



2. The Cause of the Disaster

고체 로켓 부스터(Solid Rocket Booster, SRB)는 고체연료와 산소를 섞어 연소시키는 장치이다. SRB는 초당 10톤의 연료를 연소시켜 셔틀을 발사대로부터 밀어 올리는 역할을 한다. 이 때, 부스터 내부에서는 엄청나게 높은 압력의 뜨거운 가스가 생겨나는데 이것은 내화성 재료로 만들어진 분사구를 통해서만 배출될 수 있고 이러한 가스의 분출이 추진력을 만들어 낸다. 분출 가스는 금속을 녹일 정도로 뜨겁기 때문에 배기가스가 원래 정해진 분사구를 벗어나 새나가지 않도록 하는 것이 매우 중요하다.

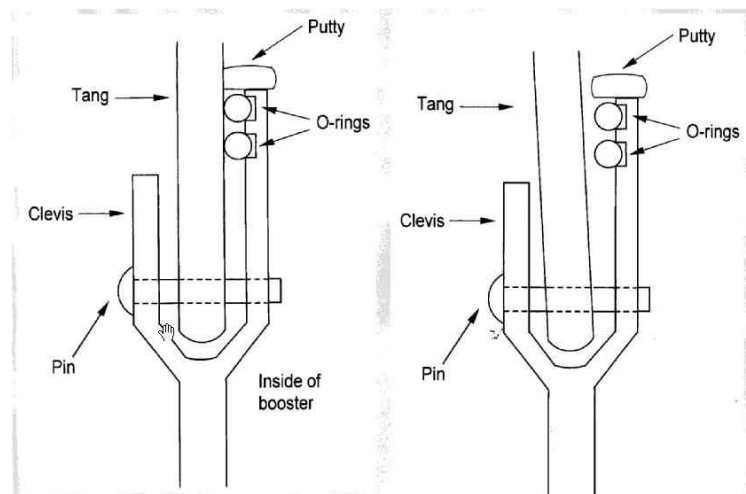
따라서 부스터 내부의 연결 부위들이 내부의 엄청난 압력을 견뎌낼 수 있어야 한다. 부스터가 처음 뜨거운 가스를 내뿜는 매우 짧은 시간 동안(0.6초가량) 부스터를 구성하는 원통 모

1) 본 자료의 참고문헌은 추후 보완할 것이며, 사례 관련 논의가 여전히 개발 중에 있습니다. 이 자료는 본 강좌와 관련된 학습과 과제에만 활용되어야 하며, 허가 없이 이루어지는 인용이나 외부 유통은 곤란하다는 점, 양해 바랍니다.

양의 구획 부분(segment)이 바깥으로 부풀어 올라 잠시 가운데가 볼록한 술통 모양이 되는데 이를 '연결부위 어긋남(joint rotation)'이라고 부른다. 술통 같은 모양으로 변하는 이유는 연결부위와 그와 맞물려 있는 U자형 지지대 부분이 그 아래위에 위치한 금속 로켓 외피에 비해 훨씬 더 휘어짐이 작기 때문이다.

각각의 연결부위는 U자형 강철 지지대로 싸이고 177개의 강철 핀으로 고정된다. 연결부위는 고무로 만들어진 두 개의 오링(O-ring)에 의해 밀폐되는데, 오링은 포켓 안에 파인 홈에 들어가 연결부위 어긋남이 생기는 짧은 시간 동안 뜨거운 가스가 새나가지 않도록 막는 역할을 수행한다.

1986년 1월 28일 오전 11시 38분(동부 표준시)의 챌린저호 폭발사건은 차가운 온도에서 오링이 제대로 작동하지 않음으로 인해 가스가 새나가고 이것이 우주선 폭발로 이어져 7명의 사망자가 난 사건이다.



3. 챌린저호 사건과 관련된 주요 인물들

❖ NASA Marshall Space Flight Center

- *George B. Hardy*: Deputy Director
- *Larry Mulloy*: SRB Project Manager

❖ Morton Thiokol Wasatch Division

- *Jerald Mason*: General manager (Senior Vice President)
- *Joe Kilminster*: SRB engineering manager (Vice President)
- *Robert Lund*: Vice President for engineering

- Roger Boisjoly: SRB engineer
- Allan McDonald: SRB engineering director

4. 챌린저호 사건 개요

❖ 1974년

모튼 씨오콜(Morton-Thiokol)이 나사와 SRB 생산 계약을 체결함

❖ 1976년

나사는 씨오콜의 부스터 설계를 받아들임

- * 나사와 씨오콜은 부스터와 연결부위 밀폐 설계와 검사 책임을 공동으로 맡고 있었음
- * Marshall 센터는 기술적 탁월성, 그리고 보수적이고 엄격한 것으로 정평이 나 있었음

❖ 1977년

마샬과 씨오콜이 연결부위 어긋남 문제를 인식하고 있었음

- * 이 두 집단은 심각한 정도를 추정하는 데에서 의견을 달리 했으며, 마샬이 보다 더 엄격한 기준을 요구함
- * 씨오콜의 엔지니어들은 마샬의 철학(보수적 엔지니어링)과 실용적 설계라는 요구 조건 사이에서 균형을 잡아야 한다는 입장을 취함
- * 계속된 검사는 의견 차이를 해소하기는커녕 오히려 이를 더 벌려 놓음
- * 오링 밀폐는 불확실성을 내포한 셔틀의 수많은 구성요소 중 단지 하나에 불과했다는 점을 상기하자!
- * 지속적인 수정 과정을 통해 양측의 엔지니어 공동체는 연결부위가 설계대로 작동하지 않는다는 사실을 알고 있었지만 그것이 충분히 잘 작동하며 이는 수용할만한 위험이라고 판단하게 됨 → 연결부위는 여러 단계의 공식 위험 평가 절차를 거침

❖ 1981년

1981년 4월 12일 최초의 스페이스 셔틀이 발사됨. 이틀 뒤 지구를 서른여섯 바퀴 돈 후 에드워즈 공군 기지에 안전하게 착륙함. SRB는 바다에서 수거되어 분해되었는데, 어떤 이상 징후도 나타나지 않음

❖ 1981년 ~ 1984년

셔틀의 두 번째 비행이 있었던 1981년 11월에는 놀랍게도 오링의 부식을 발견하게 됨. 하지만 오링은 여전히 밀폐를 유지했음. 새로운 접합제를 바른 후 예정된 비행을 수행함

1982년 네 번째 비행이 성공적으로 끝난 후 레이건 대통령은 이제 셔틀이 ‘잘 작동하는 기술’이 되었음을 공개적으로 선언함

하지만 이후에도 많은 구성요소에 대한 연구개발이 지속되었고 소소한 고장도 계속해서 발생함

오링 부식의 증거가 1983년과 1984년에 추가적으로 나타남. 하지만 1984년에 있었던 마지막 두 번의 비행에서는 오링의 부식이 일어나지 않음

❖ 1985년 1월 24일

최초의 오링 가스 누출(blow-by) 문제가 나타남. 이 때 플로리다 주의 기온은 매우 낮았음. 당시 씨오콜의 보졸리는 낮은 기온과 연결부위의 손상에 어떤 연관성이 있다는 점에 주목하게 됨. 하지만 견고한 정량적 데이터를 찾기가 어려웠다.

마샬과 씨오콜의 엔지니어들은 그럼에도 불구하고 상황이 바람직하지는 않지만 여전히 수용할 만한 수준에 있다고 판단함. 이외에도 관련된 우려가 있었지만 조사 결과 여전히 수용할 만한 위험 수준에 있다고 판단.

❖ 1985년 8월

나사의 1차 관리자가 부스터 문제를 보고함

❖ 1986년 1월 27일

차가운 날씨가 부스터 성능에 미치는 효과를 논의하기 위한 원격 심야 회의가 열림

- * 씨오콜의 주된 걱정거리는 추운 날씨가 오링의 탄성을 떨어뜨린다는 것이었고 오링의 온도가 11.7°C 이상이 되지 않으면, ‘발사 중지’를 권고하기로 결정함. 이 때 씨오콜은 강력한 기술적 논거를 제시할 수 없었지만 그럼에도 보수적인 방향으로 행동하기로 결정
- * 발사 시간에 예상되는 오링 온도는 영하 1.7°C
- * 씨오콜의 프리젠테이션에 중대한 결함이 발견됨. 따라서 씨오콜은 보졸리의 관찰에 의존하여 자신의 주장을 지속시켜야 했음
- * 나사의 SRB 관리부서 책임자인 멀로이(Mulloy)가 씨오콜에 대한 공격을 주도함. 수용할 만한 위험을 제시한 쪽이 씨오콜이었음을 상기시킴. 원격회의 참석자들은 씨오콜이 취약한 공학적 논증을 내놓고 있다는 점에 동의함.
- * 씨오콜은 11.7°C를 이야기했으나 씨오콜 데이터에 따르면 영하 1°C에서도 아무런 가스 누출이 발생하지 않음
- * 멀로이는 이 때, 다음과 같이 이야기한다. “세상에, 씨오콜에서는 대체 셔틀을 언제 발사하라는 얘깁니까? 내년 4월쯤에요?”
- * 멀로이의 상사인 조지 하디(Hardy)는 다음과 같이 이야기함. “나는 씨오콜이 11.7°C를 제안하는 것을 듣고 충격을 받았습니다. ... 나는 하청회사의 권고를 무시한 채 발사에 동의하지는 않을 겁니다.”

- * 이 때, 씨오콜은 5분간 오프라인에서 간부회의를 갖겠다고 요청함. 이후 이들은 30분간 자체 회의를 가짐
- * 수석 부사장인 제리 메이슨이 토론을 주관했고 멀로이의 논점을 되풀이함. 이후 보졸리와 그의 동료 아니 톰슨은 자신들의 데이터를 기반으로 주장을 이어간다. 메이슨은 이에 반대 논증을 했음.
- * 메이슨은 동료 선임 관리자들에게 표를 던지게 함. 세 명이 발사에 찬성하고 한 사람, 로버트 룬드(Lund)는 주저하는 태도를 보임. 이 때, 메이슨이 룬드에게 다음과 같이 말함. “이제 엔지니어의 모자를 벗고 경영자의 모자를 쓸 때요.” 이어 룬드도 발사에 찬성했다.
- * 동부시간으로 밤 11시 15분에 원격회의가 끝남

❖ 1986년 1월 28일

이륙 후 72초 만에 챌린저호 폭발

❖ 이후

로저 보졸리는 후에 씨오콜과 나사가 모두 사실을 왜곡하고 있다고 비판하면서 심야 원력회의에서 있었던 자신의 반대와 묵살을 언론과 청문회에서 고발함

5. 챌린저호 사건을 둘러싼 주변 환경과 이슈

❖ 정치적 환경

→ 의회는 나사의 예산 감축을 추진하고 있었음. 따라서 비용 대비 효율성을 높이기 위해 보다 효율적인 발사 기록이 필요했음

❖ 발사 일정

→ 레이건 대통령의 연두교서 발표장에 챌린저호에 탑승한 ‘우주로 올라간 학교 선생님’과 생방송으로 연결시키려는 계획

<질문>

1. 당신은 챌린저호 사건의 가장 큰 책임이 누구에게 있다고 생각합니까? 그렇게 생각하는 이유는 무엇입니까?
2. 나사의 관리자들이 다르게 행동할 수 있었으리라고 생각합니까?
3. 당신이 만약 씨오콜의 룬드의 입장이고 수석 부사장인 메이슨으로부터 ‘이제 그만 엔지니어의 모자를 벗고 관리자의 모자를 쓰라’는 이야기를 들었다면, 어떻게 답할 수 있겠습니까? 당신의 답을 써 보십시오.
4. 당신은 보졸리의 ‘내부고발(whistle blowing)’이 엔지니어로서 적절한 행동이었다고 생각하십니까?