

(붙임)

서울 영등포구 국회의사당 공사장 고압호스 파열사고 조사서

1. 사고일시 : 2018. 12. 14(금) 14:52경

2. 사고장소 : 서울 영등포구 여의도동 국회의사당 스마트워크센터 공사장

3. 피해현황

- 인명피해 : 2명
 - 이OO(남, 41세, 손가락 절단)
 - 최OO(남, 53세, 찰과상)
- 재산피해 : 10만원(공사 자체 추산)

4. 시설현황

- 용기 현황 : 산소용기 1개(재검사 년월 : 2017. 05, 충전압력 : 12MPa)
- 고압호스 현황
 - 사양 : AEROQUIP GH793-6 9.7mm (3/8”) 345BAR(5000PSI) EN853 2SN 100R2S

제조사	길이	온도범위	내경	외경	사용압력 (Max)	파열압력 (Min Burst)
AEROQUIP	490cm	-40℃ ~ 126℃	9mm	19mm	400bar	1600bar

5. 사고내용

- 상기장소에서 산소용기와 연결된 고압호스 및 중간밸브가 파손되어 인명 피해가 발생한 사고임

〈현장소장(에코건설이엔지) 진술내용〉

- 콘크리트 타설 차량으로 콘크리트 타설작업 후에는 산소용기에 고압호스를 연결하여 콘크리트 압송용 배관에 남아 있는 잔류 콘크리트를 제거함
- 사고 당일, 콘크리트 압송용 배관에 산소를 주입하기 위해 산소용기 밸브를 열었고, 닫혀있는 중간밸브 근처에 있던 피해자(차량 기사)가 중간밸브를 열려고 하는 순간 고압호스와 중간밸브가 파손되면서 피해자의 손가락이 절단 되었다고 함

6. 현장상황

① 공사현장 주변 확인

- 사고장소는 국회 스마트워크센터 신축공사장 콘크리트 타설 현장으로 사고는 해당 건축물의 출입구 주변에서 산소로 작업하던 중 발생함 (사진 1~3)
- 사고장소 주변에는 콘크리트 타설 차량, 콘크리트 압송용 배관, 파열된 고압호스 잔해가 흩어져 있으며 화재흔적은 발견되지 않음 (사진 2)
- 공사현장 내부에는 분리·해체된 콘크리트 압송용 배관과 배관 클램프들이 있고, 콘크리트 타설장소의 작업은 완료된 상태임 (사진 4~7)
- 산소용기는 사고위치와 다른 장소에서 발견되었으며 밸브는 잠겨있음 (사진 8)

② 고압호스 파열지점 확인

- 파열된 고압호스의 잔해는 바닥에 떨어진 콘크리트 위와 그 주변에서 발견되었고 총 4개의 잔해로 발견됨 (사진 9~12)
 - 파열된 고압호스 말단은 보강층이 절단되어 노출됨 (사진 10~11)
 - 파열흔적이 관찰되지 않는 호스의 말단은 중간밸브 연결부로 밸브 몸체가 파손된 것으로 식별되며 밸브 재질은 황동인 것으로 추정됨 (사진 13~14)
- 산소는 용기로부터 고압호스, 중간밸브, 중간밸브 연결용 배관을 거쳐 콘크리트 압송용 배관으로 공급되며, 스티로폼 볼*이 배관내 잔류 콘크리트를 밀어내는 방식임 (사진 15~16)

* 공사관계자의 작업방법 진술 내용임

- 산소용기와 연결되는 니플은 용기밸브로부터 분리됨 (사진 17)
- 파손된 중간밸브는 차량 뒷바퀴 주변에서 발견됨 (사진 18)
 - 중간밸브는 배관과의 체결부 등이 파손되었고 잠금상태임 (사진 19~20)
- 고압호스 연결 및 산소용기로부터 산소 주입 당시 상황을 재연함 (사진 21)
- 압송용 배관의 길이는 3m, 중간밸브 연결용 배관의 길이는 약 45cm, 직경은 약 13cm임 (사진 22~24)

③ 현장에서 수거된 잔해물 확인

- 파손된 중간밸브는 손잡이 피복은 벗겨져 있고 밸브몸체는 비산·유실되어 확인할 수 없음 (사진 25~26)
 - 중간밸브의 몸통두께는 2.03mm임 (사진 27)
 - 중간밸브는 나사방식으로 연결이 된 상태에서 파손됨 (사진 28~29)
 - 중간밸브 관연결부가 체결되어있는 고압호스의 슛나사 부분 직경은 약 33.44mm임 (사진 30)
- 산소용기 연결부에는 절단된 고압호스 잔해가 체결되어 있음 (사진 31~32)
- 고압호스가 원형을 유지하는 것으로 보아 파손 전 고압호스는 원형의 형상으로 말아서 보관 중 이었던 것으로 추정됨 (사진 33)
- 파열된 고압호스 4개의 잔해 중 중간밸브가 부착된 부분 외, 전체적으로 보강층이 절단되어 노출됨 (사진 34)
- 파열된 고압호스 일부에서는 고무재질의 바깥층이 벗겨지고 길이 약 10.5cm의 손상면이 관찰됨 (사진 35~36)

7. 사고원인 검토

- 파손된 고압호스의 사용압력은 400bar, 파열압력은 1600bar로 충전압력이 120bar인 압축산소용 호스로 사용할 수 있을 것으로 추정됨
- 파손된 중간밸브 손잡이가 잠금상태인 것으로 보아 압축산소는 압송용 배관으로 투입되지 않은 상태로 밸브 파손시까지 밸브 전단에서 차단된

상태였던 것으로 추정됨

- 액화석유가스 배관용 황동볼밸브 호칭지름이 32mm인 경우 최소몸통두께가 2.3mm인 것에 비해 약 10배가량 사용압력이 높은 압축산소를 사용하는 사고현장의 중간밸브의 밸브 몸통두께가 2.03mm인 것으로 보아 밸브선정이 적정하지 않았던 것으로 추정됨

<참고> 액화석유가스 배관용 황동볼밸브 몸통두께에 관한 기준(KGS 코드 AA336)

호칭지름(mm)	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100
최소몸통두께	1.6	2.0	2.0	2.0	2.3	2.6	3.0	3.5	3.8	4.3

- 고압호스 바깥층에서 손상흔적이 관찰되는 것으로 보아 고압호스는 악조건 환경에서 사용이 잦거나 표면의 경화도가 높았을 것으로 추정됨
- 고압호스는 공사 현장 등 외부 보관으로 햇빛 및 빗물 등에 반복적으로 노출되어 고압호스의 바깥층의 내구성이 약해진 상태에서, 사용하면서 찢김과 굽힘이 반복되어 안층, 보강층의 손상이 진행된 것으로 추정됨

8. 사고원인

- 결론적으로 사용환경 등의 영향으로 내압력이 약해진 고압호스와 고압의 산소에 적정하지 않은 밸브를 고압산소에 연결하여 작업하던 중 고압 호스와 밸브가 파열된 것으로 추정됨

9. 문제점 및 대책

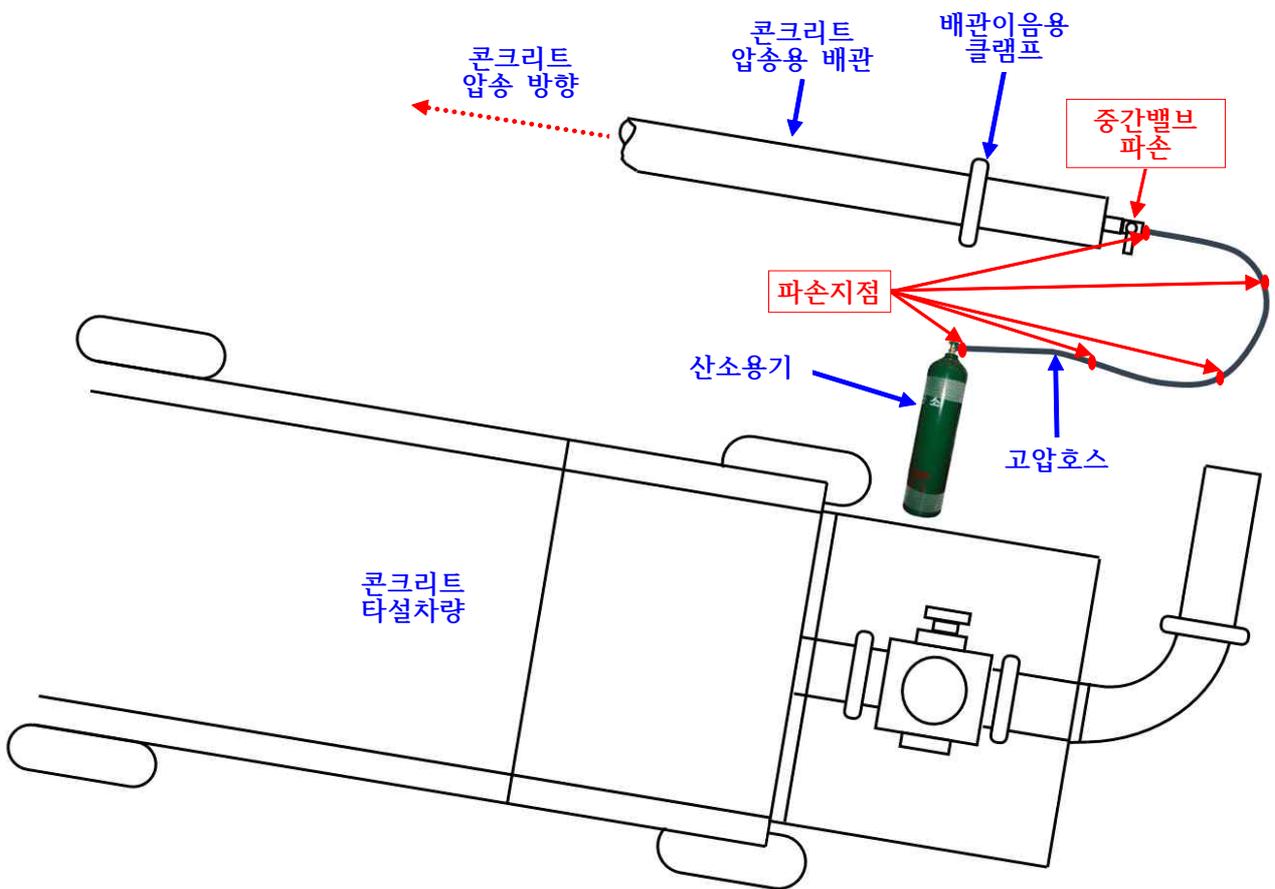
- 사용자의 고압호스 보관 미흡
 - 햇빛과 빗물 등에 노출을 피하고, 호스 파손 발견 및 노후시 즉시 교체
- 사용 가스에 적정한 제품 사용 및 홍보

첨부 : 1. 사고현장 도면 1부.
2. 사고현장 사진 1부. 끝.

(첨부 1)

사고 현장 도면

□ 콘크리트 타설차량 주변



(첨부 2)

사고현장 사진



사진 1. 사고현장 전경



사진 2. 사고현장 전경



사진 3. 차량 전면



4. 국회 스마트워크센터 공사현장 내부



5. 국회 스마트워크센터 공사현장 내부



6. 국회 스마트워크센터 공사현장 내부 / 배관 및 클램프



7. 국회 스마트워크센터 공사현장 내부 / 콘크리트 타설장소



8. 산소용기



9. 파열된 고압호스



10. 파열된 고압호스



11. 파열된 고압호스



12. 파열된 고압호스 잔해 전체



13. 고압호스 말단부



14. 사진 13의 말단부 확대 / 파손흔적



15. 호스-중간밸브-압송용 배관이 연결되는 지점



16. 사진 15의 중간밸브 연결용 배관 입구 확대



17. 산소용기 및 호스연결부



18. 파손된 중간밸브 / 차량 바퀴 주변



19. 파손된 중간밸브 몸체



20. 중간밸브 설치 재연 / 잠금상태



21. 산소용기-고압호스 사용 시점 재연



22. 압송용 배관 길이 측정 / 3m



23. 중간밸브 연결용 배관 길이 측정 / 약 45cm



24. 고압호스 연결부 직경 측정 / 약 13cm



25. 중간밸브 파손형태



26. 중간밸브 파손형태



27. 중간밸브 몸체 두께 측정 / 2.03mm



28. 중간밸브 파손형태 / 관연결부



29. 중간밸브 파손형태 / 관연결부



30. 중간밸브 파손형태



31. 산소용기 연결부



32. 산소용기 연결부 고압호스 절단면



33. 고압호스 파손전 형상 재연



34. 고압호스 파손단면 전체



35. 고압호스 피복 손상면



36. 고압호스 피복 손상면 비교