

휘발성 유기화합물 처리설비 내 황산화 현상에 따른 부식경향성 평가

Evaluation of trends for sulfidizing corrosion in VOC treatment system

박재철^{a*}, 최유열^b, 편강일^c
^{a*}한국선급(E-mail:jchpark@krs.co.kr)

초 록 : 유증기 처리 설비에서 발생하는 황화합물의 황산화 현상에 따른 부식손상은 설비의 안전운영 및 유지보수 공정에 영향을 미치는 주요 원인이며, 이에 대한 대책이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 실제 유증기 가스 및 설비공정 상에서 발생하는 침출수를 채취하여 각각의 성상을 분석하고 부식을 일으킬 수 있는 황산화 현상에 대한 연구를 수행하였다. 또한, 발생 유증기의 액화에 따른 침출수의 배관부식 영향성을 확인하기 위하여 배관용 강관재료에 대한 무게감량시험 및 전기화학시험을 통해 침출수 pH 조건에 따른 부식경향성을 평가함으로써 유증기 처리설비의 부식방지 대안을 제시하고자 한다.

1. 서론

국제적인 해상기구인 IMO에서는 선박에서 배출되는 VOC를 저감하기 위한 규제를 MARPOL Annex VI 15규칙으로 시행하고 있다. 이 규칙에서는 석유류 제품을 운반하는 탱커선은 VOC Management Plan을 선내에 비치하고 VOC 배출저감을 위해 노력하여야 하며, 육상에서는 각 각국 정부가 요구하는 경우에 한해, 탱커선에서 배출되는 VOC를 육상으로 이송하여 처리할 수 있는 유증기 처리설비를 갖추도록 요구하고 있다. 이와 같이 유증기 발생에 따른 규제가 점차 강화됨으로써 관련 설비의 필요성이 부각되고 있으며 대상설비의 시스템화 및 상용화를 위해서는 운용단계의 문제점 해소가 시급하다. 특히 해양환경에 노출되어 있는 해양구조물 및 선박에 적용되기 위해서는 황화부식 외에 해양부식인자 또한 복합적으로 고려하여야 한다. 본 연구에서는 이에 대한 문제를 인식하고 유증기 처리 설비와 직접적으로 관련한 황화부식손상을 평가하고자 하였다.

2. 본론

본 연구에서는 실제 선박에서 발생하는 유증기를 채취하여 유증기 성상을 GC(Gas Chromatography)를 통해 분석하였으며 유증기 이동 시에 발생하는 침출수는 시스템 내부 관내에 잔류하며 발생된 침출수가 접촉에 따른 황화부식 현상에 대한 연구를 진행하였다. 침출수 현상에 따른 부식현상을 분석하기 위한 대상재료는 유증기 처리 설비에 사용되고 있는 배관의 강재인 STPG 강재를 사용하였다. 실험에 적용된 침출수는 수차례 샘플링을 통해 축적된 시료를 사용하였으며 침출수의 pH를 측정하여 상호 비교하였다. 채취한 침출수의 pH는 최대 2.30에서 최소 6.56의 범위를 나타냈으며 이는 대상선박이 적하하는 유류내 황함유량 및 공기중 포화수증기량 등의 다양한 요소에 기인한 것으로 판단된다. 채취한 침출수에 대하여 침지실험 및 전기화학 실험을 실시하였으며 이에 따른 실험결과는 아래와 같다.

Table 1. Weight loss rate by immersion test

	Sample A	Sample B	Sample C	Sample D
1주차 [g]	0.010	0.02	-	-
2주차 [g]	0.040	0.04	-	-
3주차 [g]	0.044	0.06	-	-
4주차 [g]	0.055	0.07	-	-
5주차 [g]	0.061	0.08	0.001	-
6주차 [g]	0.087	0.09	0.002	-
7주차 [g]	0.10	0.11	0.002	-
8주차 [g]	0.15	0.14	0.002	-
12주차 [g]	0.159	0.199	0.005	-
부식속도 [mm/year]	0.132	0.165	0.004	-

Table 2 Comparison of electrochemical test

최 초		12주 후	
icor (mA/cm ²)	Ecor (V vs SCE)	icor (mA/cm ²)	Ecor (V vs SCE)
1.72 x 10 ⁻¹	-0.76	1.75 x 10 ⁻⁴	-0.74
7.07 x 10 ⁻²	-0.69	1.73 x 10 ⁻²	-0.72
2.19 x 10 ⁻²	-0.74	7.89 x 10 ⁻²	-0.69
1.38 x 10 ⁻²	-0.70	1.56 x 10 ⁻⁴	-0.76
1.38 x 10 ⁻²	-0.34	8.32 x 10 ⁻⁶	-0.53
1.24 x 10 ⁻²	-0.33	1.82 x 10 ⁻²	-0.37
1.55 x 10 ⁻²	-0.38	9.77 x 10 ⁻⁶	-0.27

3. 결론

본 연구에서는 유증기 배관내 침출수의 황화합물 및 VOC 물질의 부식성을 확인하였으며 시스템 배관 내 부식손상에 상당한 영향을 미치는 것으로 확인하였다. 이에 대한 대안으로 실제 운영되는 유증기 처리설비의 유지보수 지침의 제시가 필요한 것으로 판단된다. 우선적으로 주기적인 비파괴 검사를 수행하여 배관 내구성 평가를 통한 부식가속화 구간확인 및 교체시기를 평가하여야 하며 설비 작동 시, 즉각적인 침출수 드레인 공정의 자동화가 필요하다. 근본적인 대책으로는 적절한 배관 내 도장시스템 적용 및 inhibitor를 적절하게 선정하여 주입할 필요가 있으며 유류 적하 이후, 중화가스를 통한 circulation 시스템의 도입도 고려해보아야 한다. 향후, 시스템 내구성을 향상시키기 위해 전기방식의 적용 또는 탈황설비의 설치 및 적용 등 장기운용을 고려한 방식시스템 설계방안에 대한 연구를 추진할 계획이다.