

잠쇠의 조임 등의 안전

1. 잠쇠에 대한 일반사항

(1) 잠쇠가 부적절하게 조여지면 설계조건을 모두 만족할지라도 파손될 수 있으며, 부품들이 분리 또는 변형되어 누출의 원인이 된다.

이러한 손실을 예방하기 위해서는 반드시 기기 제조사 사양서의 요구사항을 따라야 하며, 잠쇠를 정확하게 설치할 수 있도록 기계작업자의 훈련을 철저히 시켜야 한다.

(2) 잠쇠 및 와셔가 사양을 만족하도록 구매 관리를 철저히 하여야 한다.

확실하게 보증이 되지 않는 잠쇠는 모두 폐기하여야 한다. 잠쇠의 등급표시가 없는 경우에도 주의하여야 한다. 잠쇠는 표본검사 및 기계시험을 통해 자주 체크하여야 한다.

(3) 볼트와 너트의 품질 및 등급이 사용하기에 적합하지 확인하여야 한다. 볼트와 너트의 등급이 적절하여야 하며 부식방지 코팅을 하기 위한 여유가 있어야 한다.

(4) 볼트의 허용길이는 최소한 너트 밖으로 두 세개의 완전한 나사산이 나타나도록 하여야 하나 한 단계가 큰 규격의 볼트보다 길이가 더 길어서는 안 된다.

(5) 인장잠쇠는 기기 제작시 설계된 절차서에 따라야 한다. 잠쇠의 조임시 잠쇠의 조임력을 증대시키되 주위의 잠쇠에는 영향을 거의 미치지 않아야 한다. 기록된 절차서 없이 중요한 곳의 볼트조임이나 스테드 마감등을 하여서는 안 된다.

(6) 높은 응력이 작용하는 조임하에서는 작업시 과하중 문제를 제거하기 위한 방법으로서 기기 제조사의 절차서에 따라 단계별로 스테드 혹은 볼트의 인장력을 줄여나가야 한다.

(7) 과하중을 한 번이라도 받은 볼트, 너트 혹은 잠쇠를 재사용해서는 안 된다.

(8) 볼트 혹은 스테드의 잠력은 배관에 가해지는 반복하중을 포함한 최대하중과 같거나 커야 한다.

(9) 나사산과 너트면간의 마찰 토오크치를 줄이기 위해서는 나사산용 윤활유를 사용해야 한다.

이 때 나사산용 윤활유의 형식은 신중하게 선정되어야 하며 윤활유가 제조물질과 공정물질에 모두 적합한 것임을 확인하여야 한다.

(10) 만일 볼트 혹은 스테드 조임부에 누설이 있으면 수리작업을 시도하기 전에 그 누설 원인을 충분히 분석하여야 한다.

누설 부위 가까이에 위치한 볼트를 단순히 조여주는 것은 볼트를 파손할 우려가 있고 탄성 상호작용에 의해 다른 볼트들을 이완시키거나 혹은 조임으로 인한 변형을 초래할 수가 있다.

2. 잠쇠의 파손요인

잠쇠의 파손요인으로서 다음과 같은 사항을 들 수 있다.

가. 부적절한 등급

(1) 일반적으로 부적절한 등급의 볼트를 사용하는 것이 가장 큰 파손의 원인이 된다. 만일 운전하중이 볼트의 항복강도를 초과하거나 인장강도 이하이면 그 볼트는 영구히 인장하중을 받게 될 것이다. 그러나 운전하중이 제거되면 너트는 풀리게 된다.

(2) 부적절한 등급의 와셔를 사용하는 것도 또한 파손을 초래할 수 있다. 대부분의 평와셔는 완전 어닐링(Annealing)된 저탄소강으로 만들어진다. 만일 연질

와서에 대해 강력한 클램핑력이 가해지면 그 와서는 침식에서 미리 가해진 하중을 견디지 못하고 항복하게 될 것이다. 볼트 혹은 스테르드는 그 시점에 피로파괴를 일으킬 수도 있으며, 특히 진동이나 혹은 다른 동하중이 작용할 경우 균열이 발생할 수 있다.

나. 재사용

(1) 재사용하는 침쇠는 새 침쇠보다 파손될 확률이 매우 높다.

(2) 실제로 너트를 재사용하는 것은 볼트를 재사용하는 것보다 더욱 나쁘다. 그 이유는 압축력이 너트나 사산을 손상하기 때문이다. 너트가 처음 조여진 후에 대개는 몇 개의 너트나 사산 피치가 손상되어 이로 인해 너트가 조여질 때 더욱 큰 마찰이 작용하게 된다. 실제 시험결과에 따르면 일정한 너트를 6회 재사용하는 것은 새 너트를 사용하는 것에 비해 약 43.4%의 인장 감소효과가 있었다.

다. 잘못 짝지어진 부품

(1) 잘못 짝지어진 침쇠부품도 파손의 요인이 될 수 있다. 볼트와 너트의 등급이 같아야 하며 나사산 체결이 같아야 한다. 잘못 짝지어진 침쇠들은 과도한 마찰 혹은 아주 험거운 체결과 같은 문제점을 갖는다.

(2) 나사산들이 도금 또는 코팅을 하기에 충분한 여유를 갖지 않는다. 너트와 볼트양자의 나사산에 이연 혹은 카드뮴의 전기용융 도금이 가능토록 충분한 여유를 가져야 한다. 열간방식(Hit-dipped method)으로 도금된 침쇠는 중도금을 허용하도록 나사산간의 체결이 이루어져야 한다.

라. 과도한 조임

(1) 침쇠를 과도하게 조이는 것도 파손의 원인이 될 수 있다. 누설을 멈추기 위하여 과도하게 조이면 재난의 원인이 될 수 있다.

(2) 볼트가 진동, 충격요인에 의한 동하중을 받을 때나 혹은 하중이 허용설치 조임하중을 초과할 때는 금속피로를 일으킬 수도 있다. 허용설치조임하중 이상의 반복하중은 볼트를 계속 인장시켜 표면피로균열의 성장 원인이 되며 이 균열은 응력이 집중된 곳에서 나타나기 시작한다.

나사산의 뿌리, 볼트머리와 몸체가 만나는 필렛지점, V노치와 굽힘부분과 같은 표면결합부 등이 응력 집중부위가 된다.

(3) 탄성범위 이내에서 항복응력보다 약간 적은 응력하에서 인장력을 받은 볼트는 하중이 제거될 때 원래의 길이로 되돌아가게 된다. 그러나 볼트가 항복점 혹은 그 이상으로 인장될 때는 영구변형 즉, 소성변형이 생긴다.

동하중이 존재하는 곳에서는 피로파괴를 방지하기 위해서 볼트에 적절하게 사전 하중을 가해주어야 한다.

마. 부정확한 길이

(1) 볼트가 너무 길어도 파괴가 발생할 수 있다. 볼트의 가장 파괴되기 쉬운 부위는 나사산 바로 윗 부분이다. 그러나 나사가 난 길이가 길수록 충격과 진동을 흡수하는데 더 좋을 수 있다.

(2) SAE(미국자동차학회)는 침쇠 조립 생크(Shank) 부위에서 최소한 여섯 개의 물리지 않은 나사산을 포함할 것을 권장하고 있다.

진동이 심한 부분에서는 볼트보다 스테르드를 사용하는 것이 피로파괴를 최소화시킬 수 있다.

(3) 불필요하게 긴 볼트와 이중너트의 사용은 바람직하지 않다. 너트에서 최초 나사산이 하중의 약 38%를 부담하고 반면에 2번째 및 3번째 나사산이 각각 25% 및 18%를 부담한다.

6번째 나사산은 하중의 1% 이하만을 부담한다. 6번째 나사산을 지나면 나사산의 측면은 접촉하지 않는

다.

바. 예리한 끝단

꼭조여진캡나사를가진드릴구멍에예리한끝단이남아있으면 파손될 수 있다.드릴구멍과 볼트머리 하부의 필렛(fillet)사이에서 접촉되는예리한끝단은 볼트머리가 파손되는요인이될수있다.

사. 부적절한 절차서

조임설계 및 인장절차서에는 다음과 같은 파손을 초래할 수도 있는 요인들이 고려되어야 한다.

① 문힘

나사산 및 조인트면과 같이 접촉표면에서 제일 높은 지점이 먼저 상호 접촉하중을 받게 되고, 다음단계의 하중하에서 형태가 손상되거나 혹은 상대표면에 문힘다.

② 가스킷 크리이프

가스킷 혹은 실링재질은 시간이 경과되면서 형태가 손상되고 두께가 감소한다.

③ 탄성상호작용

볼트를 조여주는 것은 이미 조여진 주위의 볼트에서 인장력을 감소시켜 준다. 이것이 설계절차를 따라 단계별로 볼트가 조여지는 이유이다.

④ 진동이완

진동은 씬쇠를 뒤로 밀어낼 수도 있고 문힘 혹은 가스킷 크리이프를 발생시키는 요인이 될 수도 있다.

⑤ 응력해소

크리이프 혹은 다른 금속학적 현상등의 원인에 의하여 씬쇠의 장기변형(스트레칭)이 발생된다.

3. 토오크가 걸린 상태에서 윤활의 영향

① 나사산용 윤활유는 나사산과 너트면간의 마찰도 오코치를 감소시킨다. 윤활하지 않은 나사산에 적용되는 토오크의 약 40%가 나사산 마찰을 해소하는데

필요하다. 다른 50%는 너트면과 모재 재질간의 마찰 해소에 필요하며, 나머지 40%는 볼트의 인장에 필요하다.

② 윤활유를 신중하게 선정하는 것이 중요하다.

나사산을 가진 씬쇠에 사용할 목적으로 구입된 대부분의 윤활유는 베어링 압력한계를 가지고 있다.

고도의 전용 윤활유는 볼트가 거의 항복응력까지 조여질 수 있도록 충분히 높은 베어링 압력한계를 가지고 있다.

③ 씬쇠를 조이는 것은 마찰을 일으키거나 혹은 표면에 흠집을 남길 수 있다. 그리고 조임은 인장응력에 비틀림응력을 더해지게 된다.

비록 볼트하중이 볼트가 인장시 파괴되기에 충분히 큰 요인이 아니라 할지라도 인장과 비틀림에 의한 두 복합 응력은 볼트를 파괴하거나 항복시키기 위한 요인이 될 수 있다.

④ 윤활유의 성분도 고려하여야 한다.

예를 들면 염화물은 오스테나이트계 스테인리스강을 손상시키므로 석유를 포함하는 제품은 산소 혹은 염소공급시 사용될 수 없다.

4. 씬쇠를 조이기 위한 방법

가. 너트를 조이는 방법

너트는 조임이 완벽할 때까지 조여야 한다. 볼트가 정위치하는 동안 너트를 규정된 회전수로 회전시켜 사전하중을 가해준다.

나. 토오크렌치 방법

수동 및 유압으로 작동되는 토오크렌치를 사용하는 것은 정밀함과 반복 토오크하중을 제공해준다.

다. 열을 사용하는 방법

구멍뚫린 스테드 혹은 볼트를 순환 가스나 전열기로서 가열하여 신장시킨다. 가열하므로써 너트가 요구하는 신장을 얻을 수 있다.

스터드는 냉각된 이후에 신장이 결정되며 만일 신장이 크거나 불충분하면 그 공정은 반복된다.

라. 하중지시계의 사용방법


이 방법은 한면에 깨어질 수 있는 돌기물을 가진 하중지시계와셔가 준비되어야 한다.

마. 초음파 측정방법

(1) 인장을 가해주는 동안에는 볼트신장을 측정하기 위한 초음파 측정장비를 사용할 수 있다. 그러나 이 방법은 모든 종류의 볼트 혹은 스톨드에 사용되어 질 수 없다.

왜냐하면 볼트의 외관이나 제조물질이 초음파 측정을 방해할 수도 있기 때문이다.

.....(2) 펄스에코시스템(Pulse echo system)과 같은 측

정장비를 사용할 수 있다. 스톨드에 설치된 탐촉자에서는 초음파가 전달되어 볼트를 통과해서 스톨드 끝단에 에코를 남기고 탐촉자로 되돌아온다. 통과시간의 변화는 조여진 상태에서 볼트길이의 변화를 결정한다. 

< 2002년도 산업재해 현황 >

구 분	2002	2001	증 감	증감율(%)
사업장수(개소)	1,002,263	909,461	92,802	10.20
근로자수(명)	10,571,279	10,581,186	-9,907	-0.09
재해자수(명)	81,911	81,434	477	0.59
-사망자수	2,605	2,748	-143	-5.20
-요양자수	79,306	78,686	620	0.79
• 업무상사고자수	76,494	75,781	713	0.94
• 업무상질병자수	5,417	5,653	-236	-4.17
작업관련성 질병	4,066	4,111	-43	-1.10
-요양자수	3,246	3,329	-83	-2.50
-사망자수	820	703	38	4.90
• 신체부담작업	1,167	768	399	52.00
재해율(%)	0.77	0.77	0.00	0.00
근로손실일수(일)	54,011,503	54,550,424	-538,921	-0.99
산재보상금(백만원)	2,020,335	1,744,539	275,796	15.81
경제적손실액(백만원)	10,101,675	8,722,695	1,378,980	15.81