

어선강좌

어선에 관한 기초 이론

I. 선체에 관한 기초이론

본회 기술개발부 기술과
주임기사 강 대 남

경사시험(傾斜試驗)

1. 의의 및 목적

배를 설계함에 있어서 가장 기본적이고 중요한 것은 중량과 중심(重心)의 연직 및 길이방향의 위치를 추정하는 것이다.

왜냐하면 중량은 배의 선행결정의 요인이 되며, 중심(重心)의 연직위치(KG)는 배의 복원성(復原性) 및 안정성(安定性)에 지대한 영향을 미치고 종방향위치(縱方向位置; L.C.G 혹은 G로 표기)는 배의 부양상태, 즉 트림상태를 결정짓는 인자이다.

이러한 연직위치 및 종방향위치는 설계초기에도면에 의하여 추정되어지나 정확히 믿을 수 없으며, 건조도중에 기기의 선택에 따라서 혹은 선주의 요구에 의해서 배치의 일부가 변경될 수도 있어 배의 완성과 동시에 행하여져야 하며 또한 개조시는 그 공사가 너무 광범위하여 중량과 중심(重心)에 미치는 영향을 정확하게 추정할수 없는 경우에도 개조후에 즉시 경사시험을 행하여야 한다.

경사시험에 의하여 얻어지는 연직중심 및 종방향중심을 사용하여 배의 각 화물의 적재 상태의 적정여부를 판별할 수 있으며, 최적의 항해상태를 찾아낼 수 있다.

또한 큰 배에서의 배의 종방향의 강도를 넘지 않게 적재할 수도 있는 것이다.

종방향의 강도를 무시하고 적재하였을 경우 항

해중 배가 부러지는 예를 목격할 수도 있는 것이다. 배의 안전항해, 즉 어선의 안전조업을 위한 첫번째로 필히 경사시험을 행하여 배의 정확한 성질을 파악하여야 한다.

2. 준비 및 상태

경사시험을 행하기 전에 아래의 몇 가지를 필히 준비하여 시험에 임하여야 정확한 시험, 즉 정확한 결과를 얻을 수 있는 것이다.

① 바람, 파도, 조류등에 의한 영향이 가급적 적은 곳에 계류

② 경사시험의 실시중에 예상되는 외력에 의한 영향을 최대한 피할 수 있도록 계류

③ 만약 약간의 바람이 분다면 선수를 바람이 부는 방향으로 계류

④ 배의 완성시에 탑재할 설비 및 기타 물품은 선내의 정위치에 탑재할 것

⑤ 배의 완성시 탑재하지 아니하는 설비 또는 기타 물건으로서 경사시험에 필요치 않는 것은 선내에서 제거할 것

⑥ 부득이한 사정으로 배의 완성시에 탑재하지 아니할 설비나 물건은 각각의 정확한 중량과 연직방향과 종방향의 정확한 위치를 상세히 기록할 것.

⑦ 선내의 모든 탱크는 비우거나 가득 채우고 탱크 이외의 선내의 물과 기름을 제거할 것, 부득히 기름이나 물을 채우거나 비우지 못할 경우 자유표면의 영향을 조사할 것

⑧ 배의 계획트림이외의 트림을 가급적 적게 할 것

⑨ 배를 횡경사시키기 위한 적당한 중량의 시멘트블록, 모래, 철편등의 이동중량물로서 그 중량을 정확하게 측정된 것을 사전에 계획된 위치에 정확히 놓을 것

⑩ 배의 횡경사각을 측정하기 위하여 추를 사

용할 경우에는 추의 줄을 길게 하고, 줄의 길이를 정확히 측정하며 또한 그 동요를 적게 하기 위하여 탱크를 탑재할 것.

탑재된 탱크안에는 추의 흔들림을 빨리 제지하기 위하여 점성유를 넣을 것

⑪ 각탱크에 대하여는 측심관을 통하여 정확한 측심을 할 것

⑫ 선수, 선미, 중앙의 홀수를 정확히 측정할 것

3. 경사시험의 방법

① 추에 의한 방법

추에 의한 방법이 가장 많이 사용되는데 정확한 계측을 위하여 두곳에 설치하는 것이 좋다.

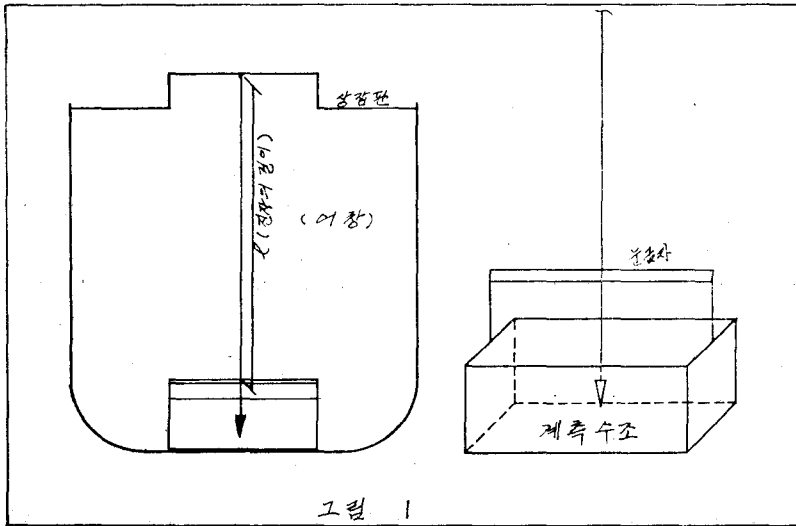


그림 1

할 경우에는 중량물을 이동시킨 사람은 중량물 이동후, 즉시 선체중심선에 정렬하여 계측이 끝날때까지 이동하지 말아야 한다.

중량물의 이동위치는 사전에 표시한 자리에 정확히 놓아야 한다.

② U-튜브에 의한 방법

이 방법은 투명한 튜브에 물을 넣은 다음 갑판의 끝에서 끝까지 설치하여 계측하는 방법으로서, 그림 2에서 보는 바와 같이 설치하여 계측하는 방법이다. 이 방법은 바람에 대하여 영향을 받지 않으므로 바람의 영향을 받을 우려가 있을 경우에 더욱 정확한 계측을 할 수 있다. 그

통상 설치하는 곳은 어창에 설치하여 최대한 추의 길이를 크게 하며 바람의 영향을 받지 않도록 하여야 한다.

그림 1에서 보는바와 같이 추는 폭의 중앙(선체의 중심선)에 고정하고 배 내면의 바닥에는 탱크를 설치하고 갑판상의 중량물의 이동에 의하여 경사하는 거리를 왕복 4~5회 읽는다.

큰 배에서는 10회 정도 읽어 평균을 내는 것이 보통 행하여지고 있다.

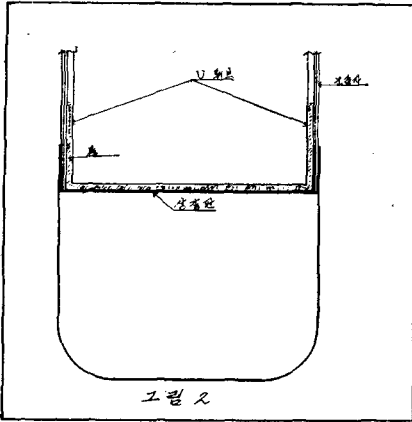
추의 이동거리를 계측할 경우, 갑판상의 지휘자의 지시에 따라 읽어야 한다. 또한 지휘자는 중량물의 이동 후 2~3초 후에 계측지시를 하여야 하며 중량물을 외력에 의하여 이동하여야 하나 부득이한 사정에 의하여 외력을 사용하지 못

거나 튜브에 물을 주입할시 튜브에 공기가 들어가서 기공이 생기지 않도록 하여야 하며, 횡경사에 의하여 주입된 물이 흘러 나오지 않도록 설치시 예상 경사도를 계산하여 충분히 길게 하여야 한다.

튜브 설치는 현장(블워크)에 직선의 막대기를 고정한 다음 튜브를 움직이지 않게 견고하게 묶은 다음 물의 수위의 움직임을 잘 보이게 옆에 눈금자를 막대기에 묶어서 계측하는 방법이다.

③ 경사계에 의한 방법

이 방법은 우리나라에서는 널리 보급되어 있지 않은 방법으로서 앞에서 말한 두가지의 방법



은 사람의 눈으로 계측하는 방법이지만, 이 방법은 경사계 자체를 배의 중앙에 설치하여 놓고 중량물만 이동시키면 경사계자체에서 경사도를 계산하여 종이 테이프에 찍혀져 나오는 방법이다.

4. 기록사항

경사시험을 행한다음 정확한 결과를 얻기 위하여서는 앞에서 말한 준비사항을 준수하여야 하지만 제반 기록사항도 매우 중요한 것이다.

- ① 흘수의 계측 : 선수, 선미흘수를 정확히 읽어야 한다. 배가 클 경우에는 배의 중앙부 흘수도 읽어야 한다.
- ② 해수 비중의 측정 : 바닷물의 비중은 날씨의 변화에 따라서 비중도 달라지는 것이므로 선

체의 정확한 경량을 위하여 해수의 비중을 측정하여야 한다. 통상 해수의 비중은 1,025로 계산하여, 소형어선에서는 별다른 영향을 주지 못한다.

③ 중량물의 기록 : 배의 완성시 탑재되지 않는 기기나 물건이 부득이한 사정으로 제거치 못할 경우 정확한 중량 및 연직방향의 위치, 종방향의 위치를 정확히 기록하여야 하며 그 반대로 배의 완성시 탑재되어야 할 기기나 물건의 중량 및 위치를 정확히 기록하여야 한다.

④ 계측원의 수 : 경사시험을 행하기 위한 계측요원의 수를 기록하여야 하며 최대한 승선인원수를 줄여야 한다.

⑤ 각 탱크의 측심 : 전 탱크를 측심하여 기록한다. 빈 탱크는 맨홀을 개방하고 측심하여 계측되지 않는 물이나 기름은 걸레로 닦아내어야 한다.

⑥ 이동중량물의 측정 : 횡경사용 이동물의 중량을 정확히 계측하여야 하며 시멘트블록 등 큰 크기의 치수를 기록하여 한다.

⑦ 추의 길이 : 추의 길이를 정확히 측정하여야 한다.

⑧ 중량물의 이동거리 : 사전에 중량물의 위치에 대하여 분필등으로 표시하여 정확한 계위차에 놓이도록 하여야 하며 그 이동거리를 계측한다.

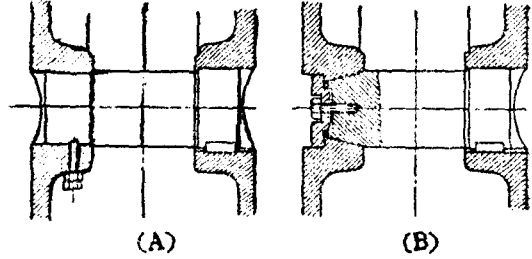


어선강좌

II. 기관에 관한 기초이론

본회 기술개발부 기술과
주임기사 이 영 섭

— 전호의 계속 —



3. 내연기관의 운동부(運動部)

가. 피스톤핀

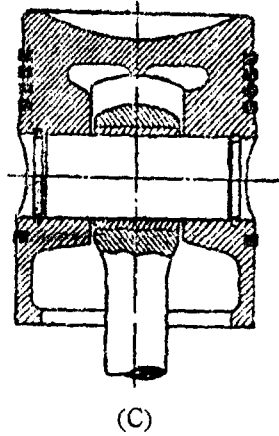
1) 구조

피스톤 핀은 일명 가존 핀(gudgeon pin)이라고도 하며 피스톤에 작용하는 힘을 연결봉을 거쳐 크랭크 축의 회전력으로 전하는 수압(受壓)의 지점이 되는 곳으로 피스톤 내부에 설치되며 때문에 구조상 충분한 크기로 할 수 없을뿐더러 냉각상의 곤란으로 인하여 베어링은 고압과 고열에 시달리게 되므로 사용재료에는 특별한 고려를 해야 한다.

재질은 일반적으로 표면경화강(表面硬化鋼)을 쓰며 침탄법(浸炭法)으로 표면의 굳기를 높여 연마(研磨)다듬기하여 강도와 더불어 내마모성을 높이고 소착을 방지하고 있다.

피스톤 핀을 피스톤에 끼워넣는 방법으로서 고정식(固定式)피스톤핀과 부동식(浮動式)피스톤 핀의 두가지 종류가 있다. 즉 다음 그림의 A와 B에서 보는 바와 같이 고정식 피스톤핀이란 합은, 피스톤 핀을 피스톤 표면과 1~3mm 정도의 차(差)를 두어 3단으로 만들어 적은 쪽부터 박아 키(Key)로 돌지않게 보스를 거쳐 세트 보울트로 빠지지 않도록 고정하였고(그림 A), 혹은 핀의 한쪽을 테이퍼로 하고 외셔와 보울트로 고정하는 방법을 말한다(그림 B).

또한 부동식 핀이라 함은 다음 그림의 C와 같이 피스톤핀을 보스에 고정하지 않고 핀의 둘



(그림 : 피스톤핀의 취부방법, 固定式(A, B)과 浮動式(C))

레에 메탈을 꼽아 핀이 자유로히 돌아갈 수 있는 구조를 말한다.

이 식은 접촉면이 언제나 변하므로 발열이나 마모가 적고 구조가 간단한 이점이 있지만 핀이 빠져나와 실린더 벽을 상하게 하는 일이 있으므로 이의 방지를 위하여 크립링(clip ring)을 끼워야 되는 것도 있다.

또한 이 식은 피스톤의 변형은 적게 할 수 있으나 틈이 크게되면 소음이 생기고 마모가 빨라진다. 그리고 핀이 마모하였을때는 그라인더 다듬기등에 의하여 재생하여 쓸 수가 없으므로 주로 최근의 소형기관에 많이 쓰이고 있다.

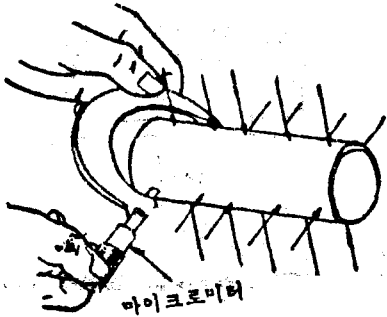
2) 피스톤핀에 일어나기 쉬운 고장과 대책

피스톤 핀에 일어나는 고장의 원인은 대부분

냉각불량과 윤활불량에 기인한다고 볼 수 있다.

윤활은 일반 디젤기관에서는 연결봉의 유공(油孔) 속을 올라오는 윤활유로 강압 윤활을 하고, 소형고속기관에 있어서는 크랭크가 들때 윤활유를 위로 튀게 하여 윤활을 하는 비산식 윤활법을 채용하기도 한다. 그러나 윤활유의 순환압력이 부적당하다든지 순환윤활의 냉각작용이 불량할 때는 피스톤 핀이 과열, 이의 마모를 촉진하고 심하면 소착을 하게된다. 또한 피스톤핀과 배어링메탈과의 틈이 과대, 혹은 과소하든지 표면경도가 부적당하면 윤활이 잘된 상태에 있어서도 과열될 염려가 있다.

핀을 피스톤으로부터 빼내든지 쫓아내는 햄머로 때리게 되면, 피스톤이 변형하게 되어 진원(眞圓)이 되지 않고 그대로 조립하게 되면 소착할 염려가 있는 것이다. 따라서 핀을 뺄때는 지정된 공구를 사용하여야 하며 반드시 마이크로미터로서 핀의 마모를 측정, 기록하여 두어야 한다.



〔그림 : 부동식핀의 마모를 측정하는 방법〕

나. 피스톤링(ring)

1) 구조

피스톤의 上, 下 원주에는 실린더내 가스의 누설방지(漏泄防止)와 피스톤 몸통에의 열을 실린더벽으로 전하는 전열(傳熱)작용, 그리고 피스톤과 실린더벽과의 윤활유를 조정하기 위하여 3~6개의 압축링(혹은 기밀링)과 1~3개의 오일링(혹은 오일 스크레이퍼링)을 사용해야 한다.

재질은 모두 주철로서 크롬, 망강, 인(磷) 등이 첨가되어 있으며 표면을 크롬도금(鍍金), 또는 인산염이나 카도미움 피복(被覆)을 한 것도

있다.

어느것이나 재질로서는 내열성(耐熱性)과 내마모성, 탄력(彈力), 내구력(耐久力) 등이 클것이 필요하다.

그러나 아무리 우수한 재질일지라도 형상(形狀)과 치수에 균형이 잡히지 않거나 가공이 불량하여 진원(眞圓)이 되지 않으면 운전중 절손(折損)하거나 열을 받아 비틀리게 되는 수도 있다.

따라서 탄력(彈力)이 전둘레에 걸쳐 균일할것과 평면적(平面的)으로 반듯하며 홈에 잘 맞을것, 표면이 완전히 평활(平滑)할것 등, 그 가공과 취급에는 특별한 주의를 해야 한다.

2) 링에 일어나기 쉬운 고장과 대책

링의 절손 : 실린더내 벽면이 마모하게되면 피스톤 링이 더 벌어져 그 절구틈도 커지므로 링배면의 가스누설 때문에 링에 부당한 응력이 작용하여 링이 부러지기 쉽다. 또한 링홈이 마모하거나 윤활유량이 부족하면 더욱 링이 부러지기 쉽게 되고 이렇게 되면 연소불량때문에 배기색이 나빠지고 마력도 떨어지게 된다.

링이 부러지면 즉시 예비품과 교환하고 예비품이 없을때는 절손한 링만 빼내어 그대로 운전을 계속한다.

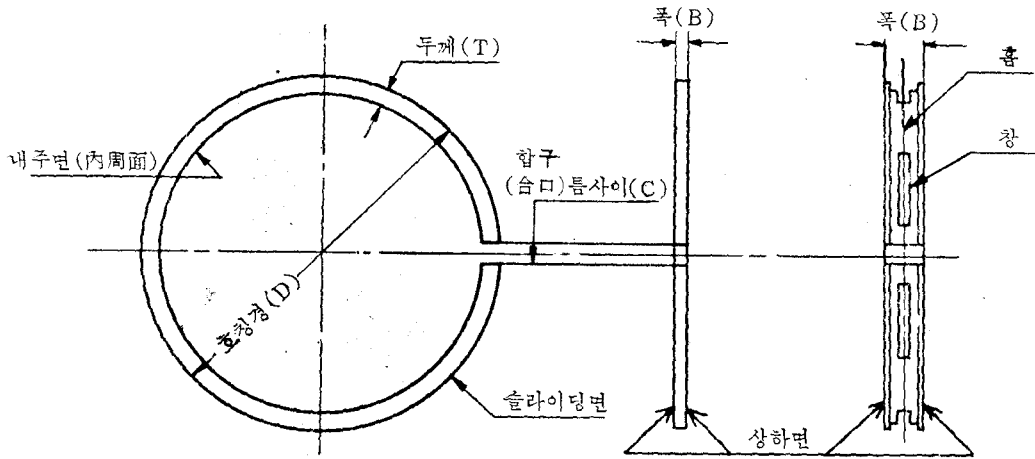
그러나 너무 오래쓰면 실린더 내면을 상하게 하고 링홈을 손상시키고 압축가스의 누설로 인하여 불완전 연소가 되는등의 부작용이 있으므로 주의를 요한다.

링의 고착 : 일반적으로 링의 고착은 윤활유가 너무 많거나 연소가 불완전할 때 일어난다. 고착한 링을 뺄때는 무리하여 피스톤 본체를 상하게 하는 일이 있으므로 특히 주의를 요한다.

고착한 링은 대부분 탄력도 없어지고 거의 다시 쓸 수는 없지만 탄력이 충분하면 다시 써도 좋으나, 이런 경우에는 절구 틈이나 링홈과의 틈 및 그 변형상태를 잘 조사하여야 한다.

탄력의 감퇴 : 링은 전둘레에 따라 완전히 밀착하는 것이 중요하며 탄력이 고르지 않으면 압축압력이나 폭발압력이 세어 출력이 떨어지는 결과가 된다.

탄력이 약한 링을 응급적으로 쓸 때는 링안쪽의 절구와 반대쪽을 테스트햄머로 가볍게 때려



[그림 : 링의 각부 명칭]

절구틈을 벌려 다시 쓸 수도 있으나 무리하게 벌리게 되면 큰 사고를 일으키는 원인이 되므로 금해야 한다.

링의 이상마모(異狀磨耗) : 링은 전둘레가 고르게 마모되어야 하나 일부분만 지나치게 편마모하게 되는 것은 대개 취급자의 부주의에 의한 것이다.

이것은 탄력의 불균일이나 재질, 공작상의 결함보다는 윤활유 부족이나 가스의 블로우바이때문에 일어나기 쉬우며, 출항에 바빠 새로 갈아넣은 링에 갑자기 부하를 걸게되면 블로우바이 가스가 유막을 소축시켜 굽힌 자국이 생기며 특히 그 부분에 이상마모를 일으키는 일이 있다.

다. 연결봉(連接棒, Connecting rod)

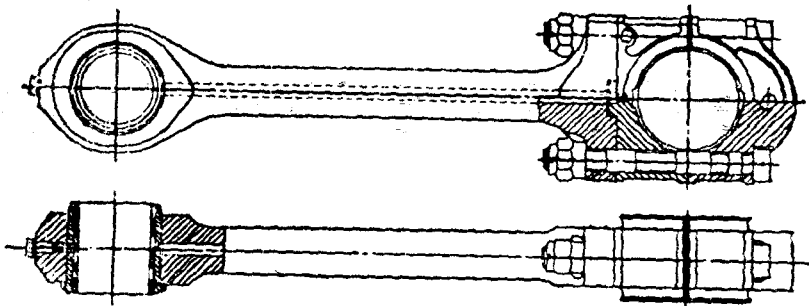
1) 구조

연결봉은 피스톤의 힘을 받아 크랭크로 전하

고 그 경사운동에 의해 피스톤의 왕복운동을 크랭크의 회전운동으로 바꾸어 외부에 일(動力)로 나타나게 된다.

재질은 연강(軟鋼), 또는 고급 주강재(鑄鋼製)로서 만들어지며 상단에는 피스톤 핀 메탈이 있고 밑의 하단에는 크랭크 핀 메탈이 있다.

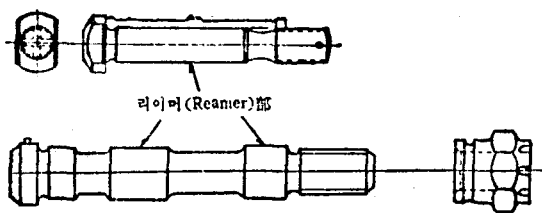
연결봉의 길이란 上, 下메탈의 중심사이의 길이를 말하며 연결봉의 길이가 짧으면 경사각도가 커지고 피스톤의 측압(側壓)이 커져 실린더의 마모를 빠르게 한다. 이 피스톤의 측압때문에 대형기관에는 피스톤 로드(piston rod)를 설치하여 측압은 단지 크로스헤드 핀으로 부터 가이드 슈를 거쳐 가이드 플레이트에 전달되므로 피스톤 측압에 따른 피스톤의 마모나 피스톤의 변형 및 소손도 적게된다. 또한 이 연결봉을 크랭크 축에 취부하는때는 크랭크 핀 보울트를 사용한다. 크랭크 핀 보울트는 항장력(抗張力)이 강한 단강(鍛鋼)으로 만드는데 두부(頭部) 및 나사의 밑부분과 메탈의 접합부는 턱을 두어 크게



[그림 : 디젤기관의 연결봉]

만들어 구멍사이에 틈이 없도록 리머(reamer)로 다듬기로 하고 턱 부분의 반지름을 크게 하여 단면이 급격하게 변화하지 않도록 한다.

그것은 연접봉과 메탈의 접합부 및 상, 하 메탈의 접합부 부근은 전단(剪斷), 또는 굽곡응력(屈曲應力)을 받을 뿐 아니라 나사밀부분 또는 두부(頭部)아래쪽에 인장력이 집중되지 않도록 지름은 나사곡경(谷徑)과 같이 하여 균일강도를 갖게 하므로, 절손되는 것을 예방한다.



[그림 : 크랭크 핀 보울트]

2) 연접봉에 일어나기 쉬운 고장과 대책

연접봉은 그 자체로서는 고장이 적으나, 운전 중에 연접봉이 절손한다는가 상, 하메탈이 고착한다는가 하면 대형사고를 유발하게 된다.

연접봉이 갑자기 절손한다는것은 드문 일이나 재질이나 공작상의 불량, 장시간의 과부하 운전 등으로 재질 깊숙히 열상(裂傷)이나 균열(龜裂)이 일어났을 때 일어난다.

그외 연접봉이 휘어지는 예가 있는데 이렇게 되면 연접봉 상, 하메탈이 불균형하게 마모되든가 과열하게 된다.

이런때는 연접봉을 정반(定盤)위에 놓고 두 맨드릴사이의 거리를 재어 두 거리가 똑 같으면 연접봉이 바른것이고, 또한 다이얼계이기로 작은 끝의 맨드릴의 높이를 재면 연접봉의 휘인 정도를 알 수 있다. 특히 연접봉 상, 하 메탈은 윤활과 냉각에 주의를 해야 한다.

연접봉의 상부는 고열에 접하므로 화이트 메탈을 사용하지 못하고 건 메탈(gun metal)砲金제의 부시(bush)형의 메탈을 사용해야 한다. 때문에 그 틈에 주의를 해야하며(고정식핀은 핀의 지름의 1/1,000, 부동식 핀은 핀의 지름의 0.7/1,000가 적당) 강압식 윤활방식이건, 비산식 윤활방식이건 간에 연접봉의 최상부에까지 윤활유가 순환할 수 있도록 특히 주의를 해야한다.

또한 크랭크 핀 보울트는 운전중 언제나 인장력과 충격적인 장력(張力)을 끊임없이 받으므로 간혹 부러지는 수가 있으므로 주의를 해야한다. 따라서 상당시간(보통 15,000~2,000시간) 사용후엔 반드시 새것을 쓰도록 해야 하며 너트를 죄일때 또는 리머부의 무리한 삽입(插入)이나 틈의 과대, 격렬한 급회전이나 보울트 두부(頭部)나 너트 접촉면의 불량은 모두 크랭크 핀 보울트의 절손원인이 된다.

따라서 일정시간 사용후엔 보울트를 빼내어 리머부의 마모상태와 너트와 활핀(split pin)사이의 틈나사의 피치나 보울트의 상태와 길이, 굽곡여부등을 면밀하게 조사하여 볼 필요가 있다. (다음호에 계속)

질서는 징검다리 건너뛰면 사고난다