

## 제 14 편 초대형석유탱커 시설

### 제 1 장 총 칙

#### 1-1 적용범위

중량톤수 10만톤급 이상의 석유탱커(이상「超大型石油탱커」라 한다.)가 이용하는 港灣施設(이하「超大型石油탱커용施設」이라 한다.)에 대해서는 본 기준에 적합하도록 건설하고 개량 또는 유지하는 것으로 한다. 단, 중량톤수 10만톤 미만, 5만톤 이상의 석유탱커가 이용하는 항만시설에 대해서도 기존의 취지에 따라 그 안전 확보를 도모하여야 한다.

#### [해설]

- (1) 기준은 위험물을 취급하는 초대형석유탱커용 시설을 대상으로 하고 있으므로 설계의 취지를 충분히 살려 해당시설의 안전이 확보되도록 하여야 한다.
- (2) 초대형석유탱커용 시설상의 설비 내 送油用 導管系의 기립부 및 해상도관에 있어서는 제15편 해저파이프 라인에 의한 규정으로 하고 있으므로 이를 참고로 해도 된다.
- (3) 액화천연가스, 철광석 등을 취급하는 초대형선이 이용하는 고정식계류시설의 설계에 있어서도 부두 본체의 설계에 대해서는 본 기준을 준용할 수 있다.

#### 1-2 정 의

본 기준에 있어서 사용하는 용어는 항만법에서 사용하는 용어의 예에 따르지만 다음에 제시하는 용어는 이하에 정하는 대로 따른다.

- (1) 「超大型石油탱커용 施設」이란 초대형탱커가 이용하는 水域施設, 繫留施設, 荷役施設(送油導管에 있어서는 석유탱커 또는 석유탱커에 송유하는 경우에 한한다) 등과 이들의 부대시설에 의해서 구성되는 항만시설의 총체를 말한다.
- (2) 「固定式 繫留施設」이란 해저에 고정된 구조물을 사용하여 탱커를 계류하는 繫留施設을 말한다.
- (3) 「부표식 계류시설」이란 부표를 사용하여 탱커를 계류하는 시설을 말한다.
- (4) 「一點繫留 浮標式 계류시설」이란 일개 또는 수개의 앵커체인 등으로 계류된 일개의 부표에 계류삭 등으로 탱커를 계류하는 계류시설로서 탱커가 부표의 둘레를 자유롭게 회전할 수 있는 기구를 가진 것을 말한다.
- (5) 「多點繫留 浮標式 계류시설」이란 일개 또는 수개의 앵커체인 등으로 계류된 부표를 수개 배치하여 계류삭 등으로 탱커를 繫留하는 繫留施設을 말한다.
- (6) 「石油」란 원유, 휘발유, 등유, 경유 및 중유를 말한다.

## 제 2 장 위치선정과 시설계획

## 2-1 위치선정

수역시설, 계류시설의 위치 및 송유도관(送油導管) 등의 부설위치는 자연조건, 항만시설, 해안보전시설(海岸保全施設) 및 기타시설의 현황과 계획, 해면이용 및 해상교통의 현황과 장래동향 등을 고려하여 안전하고 적절한 위치로 선정한다. 계류시설에서는 초대형석유탱커가 안전하고 원활하게 이·접안하고 계류 및 하역이 될 수 있는 위치로 선정한다.

## [해설]

- (1) 초대형석유탱커용 시설의 위치선정은 해당 항만의 고유한 지형 등 조건을 고려하고, 도선사(Pilot), 선장 및 해상보안관계기관 등의 관계자 의견도 청취하여 종합적으로 검토하는 것이 중요하다.
- (2) 위치선정시는 만일의 누유(漏油)나 화재 등의 사고가 발생하는 경우에도 대비하여 소화작업(消火作業)이 용이하고, 오일펜스(Oil fence)의 설치 등으로 2차 재해의 방지 조치가 쉬운 위치, 주위의 일반선박이 안전하게 대피할 수 있는 위치일 것 등을 배려할 필요가 있다.
- (3) 수역시설 및 계류시설의 위치 선정에서는 파랑, 흐름 및 바람의 영향을 고려하여 이용 상황에 맞게 필요한 정온도가 확보되도록 한다.
- (4) 박지 및 계류시설의 위치는 되도록 일반선박과 떨어진 곳으로 선정할 필요가 있다.

## [참고]

- (1) 초대형석유탱커의 이·접안은 일반선박의 경우와는 현저한 차이가 있으므로, 수역시설 및 계류시설의 위치 선정에 있어서는 다음의 초대형석유탱커 조선방법(操船方法)에 관한 사항을 충분히 검토할 필요가 있다.
  - ① 고정식 계류시설 접안시
    - 가. 도선사(Pilot)의 승선위치, 끝배의 지원 개시위치 및 본선주기관실의 정지위치 등
    - 나. 본선의 항행조선정지위치, 접안조선개시위치, 본선의 접근속도 및 정지위치 등
    - 다. 끝배가 밀거나 끌 위치, 접안속도 및 각도의 조정 등 접안작업 상황
    - 라. 계류색 걸기 작업(Mooring) 상황
  - ② 고정식 계류시설 이안시
    - 가. 본선제어를 위한 끝배위치 및 계류색의 해람(解纜) 상황
    - 나. 끝배에 의한 본선의 이안예인 및 회두(廻頭) 상황
    - 다. 출항진로의 유지 및 끝배의 지원 상황
  - ③ 부표식 계류시설
    - 가. 선석 진입개시위치 및 선수 방향 등
    - 나. 끝배의 지원개시위치, 본선의 이안속도 및 정지위치 등
    - 다. 작업선 및 계류색 작업 상황
- (2) 석유탱커로부터 기름이 누출되거나, 화재가 발생할 경우에는 육지측 선박 및 기타 계류시설에 대하여 그 영향이 최소가 되도록 탁월풍(卓越風) 또는 탁월류(卓越流)의 크기나 방향에 대하여 잘 파악해두지 않으면 안 된다.

## 2-2 선석의 법선

고정식 계류시설 및 다점계류부표(多点繫留浮標) 계류시설에서 선석의 법선은 파랑, 특히 너울(Swell), 흐름 및 바람의 영향을 고려하여 적절한 방향으로 설정한다.

## [참 고]

선석의 법선 설정시에는 파랑, 흐름 및 바람의 영향을 고려하여 선석을 이용하는 초대형석유탱커의 출항 및 이·접안이 안전하고, 원활하게 이루어지도록 배려할 필요가 있다.

- (1) 파랑(특히 너울)의 영향은 본선의 조선, 도선사의 승선, 작업선의 작업, 계류 중인 본선의 안전 등에 큰 영향을 미친다. 본선의 조선은 일반적으로 선수·미방향(船首·尾方向)이외 방향으로부터의 파랑은 선수동요(船首動搖:Yawing) 및 횡방향동요(Rolling) 등 선박의 동요를 일으키고, 이·접안시의 조선(操船)에도 나쁜 영향을 미친다. 또 선석주변에서는 본선의 속도가 느려져서 해상이 정온한 경우에도 조타효과가 나뉘지 않거나 너울의 영향을 받으면 더 나빠져서 조선이 더욱 어렵게 된다.

계류시 너울의 영향을 받은 본선의 안전성실험(鞠谷, 岩井 실험)에 의하면 파장이 본선 길이의 1/3이고 파고가 3.0m인 때, 너울의 입사방향이 선수·미 방향으로부터 좌·우 30°이상 벗어난 방향인 경우 선박의 동요가 커져서 현재의 계류방법으로는 안전유지가 불가능하다. 또 谷本등의 실험에 의하면 계류돌핀(Breasting dolphin)에 작용하는 계류 중인 선박의 접안력은 주기 8초 및 11초, 파고 1.0m인 파랑의 경우, 입사파향이 선미 방향으로부터 0° 및 30°일 때는 변화가 별로 없으나, 주기가 15초 및 21초로 비교적 긴 파랑에서는 파향이 30°인 경우가 0°때와 비하여 급격하게 증대한다. 계류색의 장력은 계류색의 특성에 따라 다르기는 하나 접안력과 거의 같은 경향을 나타낸다.

- (2) 흐름 및 바람의 영향

- ① 조선 중 또는 계류 중인 초대형석유탱커가 흐름 또는 바람을 선수·미 방향과 경사지게 또는 횡방향에서 받으면, 선박에 횡방향 압력 및 회두모멘트가 작용하여 조선에 나쁜 영향을 미친다. 일반적으로는 흐름 또는 바람의 방향이 선수·미 방향일 때 그 영향이 가장 적다.
- ② 만재(滿載)한 초대형석유탱커의 수압면적(受壓面積) 크기를 비교해보면 일반적으로 바람보다는 흐름에 의한 영향이 크고, 반적재(半積載)나 공선(空船)시는 반대로 바람에 의한 영향이 상대적으로 크다.

## 2-3 항로의 법선, 폭 및 수심

- (1) 항로의 법선은 가능하면 굴곡부(屈曲部)가 없는 것이 바람직하다. 부득이한 경우 제6편 수역시설의 항로법선에 준하고, 굴곡부가 연속될 경우에는 굴곡점간의 거리는 대상으로 하는 초대형석유탱커의 항행상황 등에 맞게 적절하게 정한다.
- (2) 항로폭은 제6편의 항로폭에 준하고, 초대형석유탱커의 특성과 바람, 흐름 및 파랑의 영향, 수심, 해저경사, 다른 선박의 운항 상황 등을 고려하여 적절하게 정한다.
- (3) 항로수심은 제6편의 항로 수심에 준하고 초대형석유탱커의 특성과 바람, 파랑, 흐름 등의 자연조건, 선체의 동요 및 선체의 침하 등을 고려하여 적절히 정한다.

## [참 고]

항로법선을 결정할 때에는 파랑, 흐름 및 바람의 영향을 고려하여, 초대형석유탱커의 입·출항, 접·이안시 조선상 안전하고, 원활하도록 배려할 필요가 있다.

- (1) 파랑, 바람 및 흐름의 영향은 초대형석유탱커의 운항속도가 느릴수록 커지므로 항로 법선 결정시 이러한 특성을 배려할 필요가 있다.
- (2) 굴곡부가 연속되는 경우, 굴곡점간의 거리는 초대형석유탱커의 입·출항 조선시 끝배의 지원 상황, 굴곡 부에서 변침(變針)후 선박의 위치가 벗어나는 것을 탐지하고, 그것을 수정하기 위하여 필요한 거리 등을 고려하여 결정한다.

## 2-4 박지면적

- (1) 정박 또는 계류시 사용되는 박지의 넓이는 제6편의 정박 또는 계류시 소요되는 박지면적에 필요한 여유를 고려한 넓이로 한다.
- (2) 선회장(Turning basin)은 선석에 인접하여 설치하는 것을 원칙으로 하고, 넓이는 대상으로 하는 초대형석유탱커의 선장을 반지름으로 하는 원 이상을 표준으로 한다.

## [해 설]

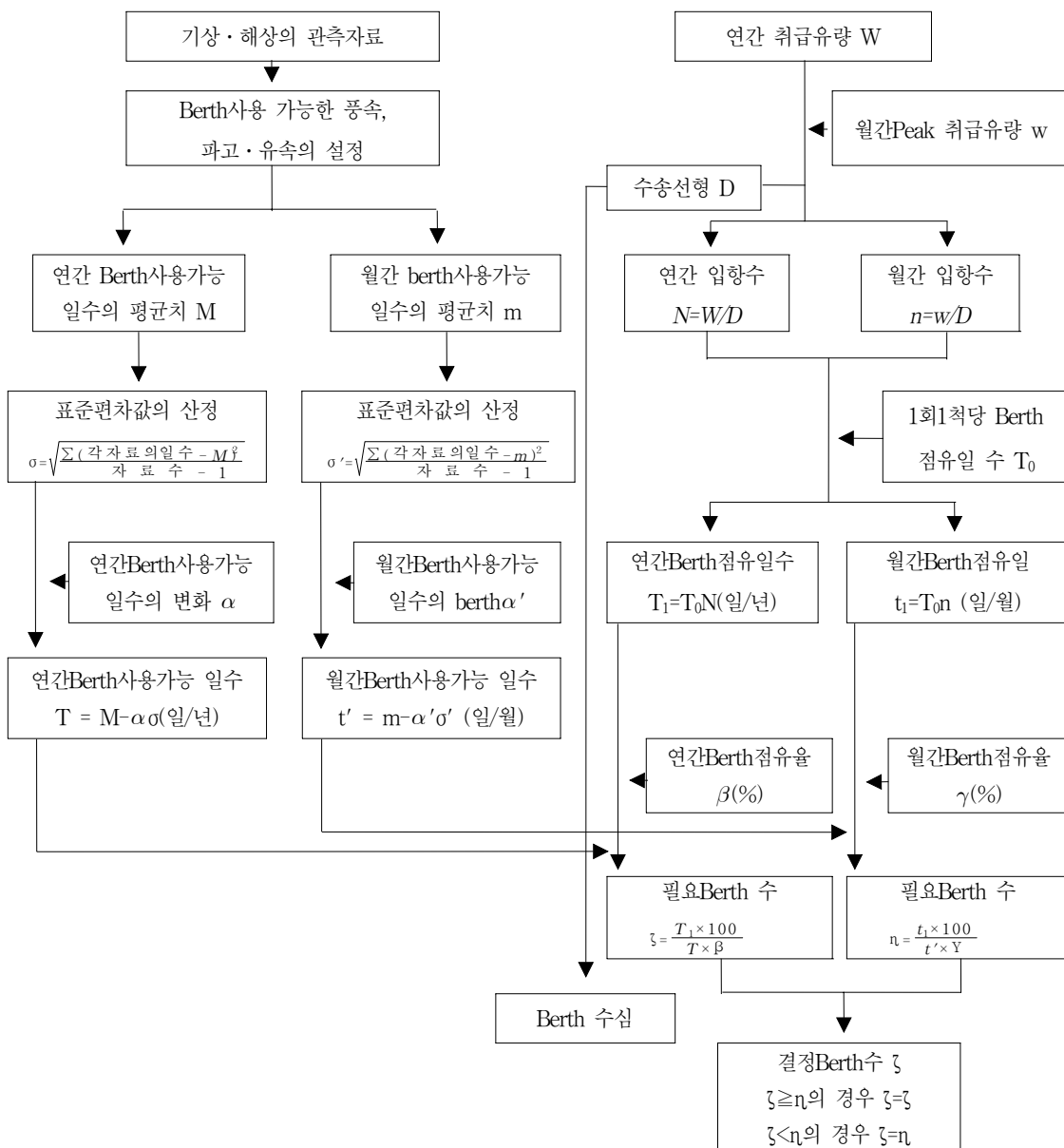
- (1) 만제한 초대형석유탱커가 풍속 20m/s를 받을 경우, 정적으로 이 풍압에 견디는 앵커체인 길이는 선박의 회전을 고려하여 200m(8체인) 정도가 되도록 하고, 이때의 묘박지 넓이는 제6편의 박지에서 정해지는 박지면적 표준보다 크게 된다. 그러므로 초대형석유탱커의 정박 또는 계류에 필요한 박지면적은 계산된 박지면적에 필요로 하는 여유를 고려한 넓이로 하는 것이 바람직하다.
- (2) 일점계류부표(一點繫留浮標)식 계류시설에서 제공되는 박지면적은 부표의 선회, 계류색의 신장(伸張) 및 초대형석유탱커의 선장을 고려하여 결정한다.
- (3) 초대형석유탱커의 회두는 끝배를 이용하는 것을 원칙으로 한다. 다만 끝배를 이용하지 않는 경우에는 예외이다.
- (4) 선회장의 넓이는 파랑, 흐름 또는 바람의 영향의 정도, 끝배의 능력 및 회두시의 초대형석유탱커의 적재량 등에 따라 제6편 박지에서 정하는 넓이에 여유를 고려하는 것이 바람직하다.

## 제 3 장 규모의 결정

繫留施設の 규모(Berth수 및 수심)는 계획취급유량, 대상 超大型石油 Tanker의 크기, Berth의 가동을 및 自然條件 등을 고려함은 물론 장래계획도 충분히 고려하여 결정하여야 한다.

## [참 고]

초대형석유 Tanker용 시설의 규모를 결정하는 데는, 待合理論이나 Simulation에 의한 방법이 적합하지만 비교적 간단히 개략적인 Berth數를 정하는 데는 도참(3-1)에 제시한 Folw Chart를 참고로 한다.



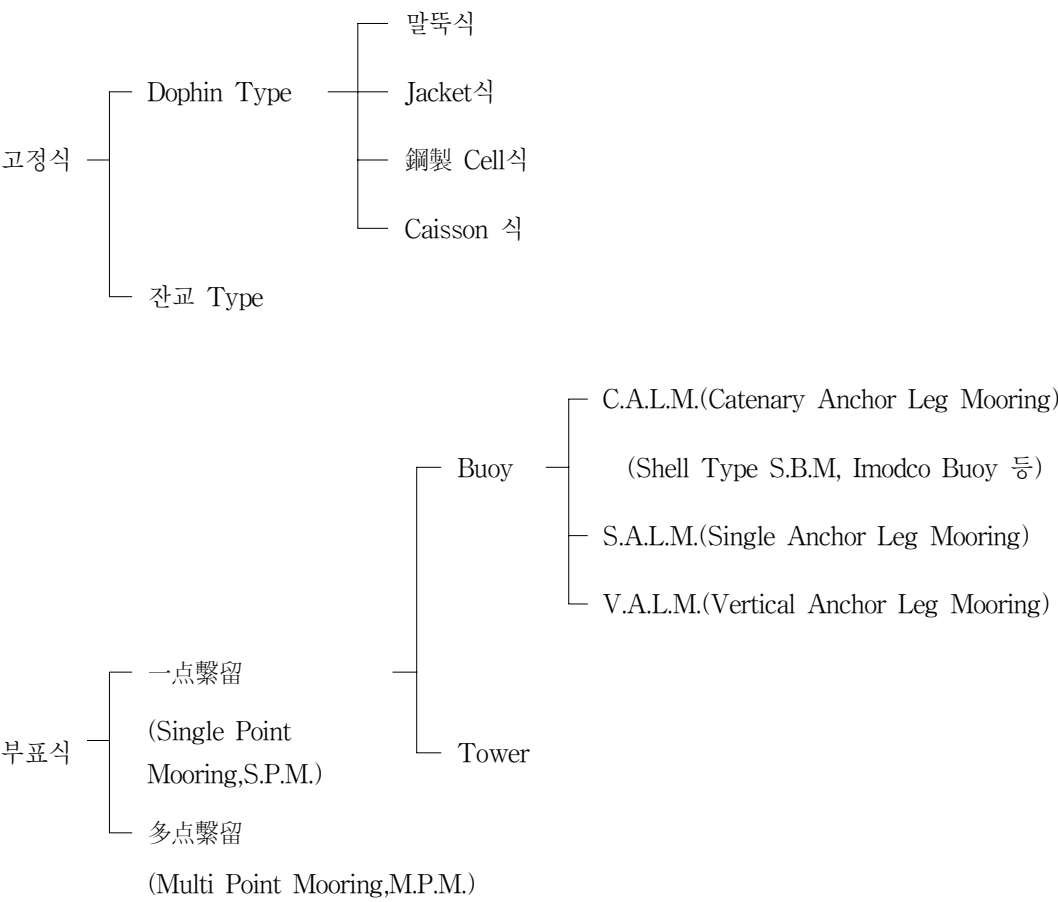
도참(3-1) 초대형석유 Tanker용시설의 규모결정 Flow Chart

제 4 장 구조형식

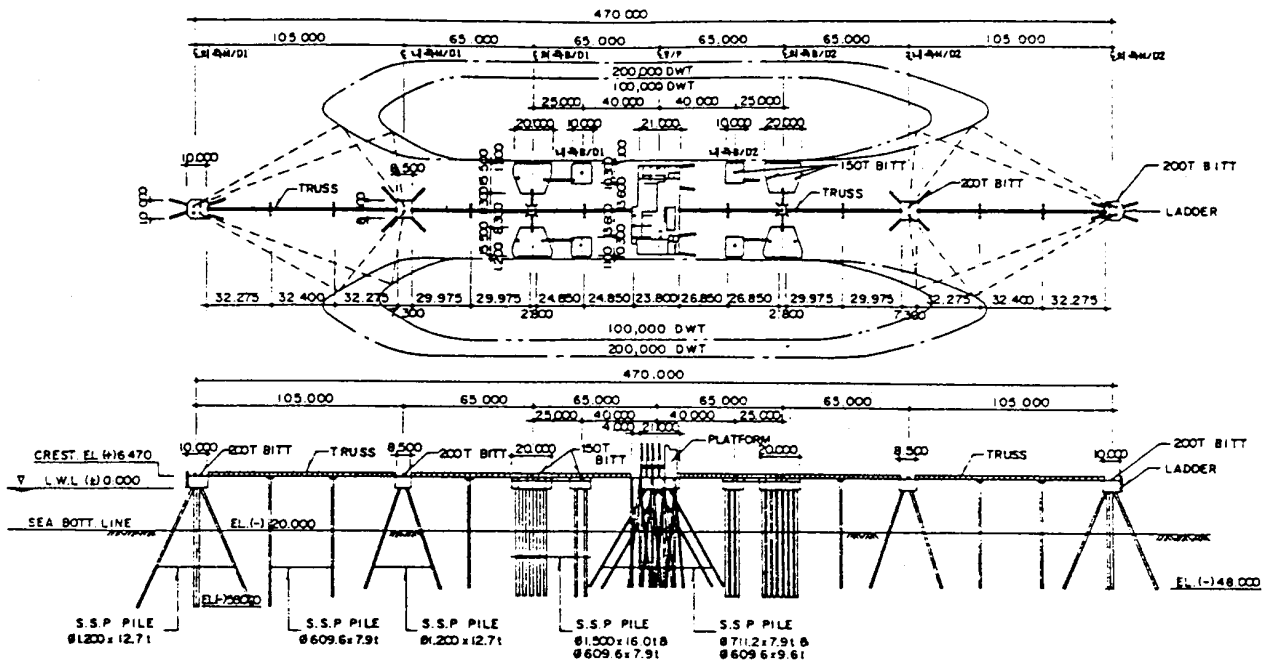
繫留施設の 구조형식의 선정에 있어서는 自然條件, 施工條件, 공기, 경제성, 시설의 이용효율 및 관리 등을 고려한다.

[참 고]

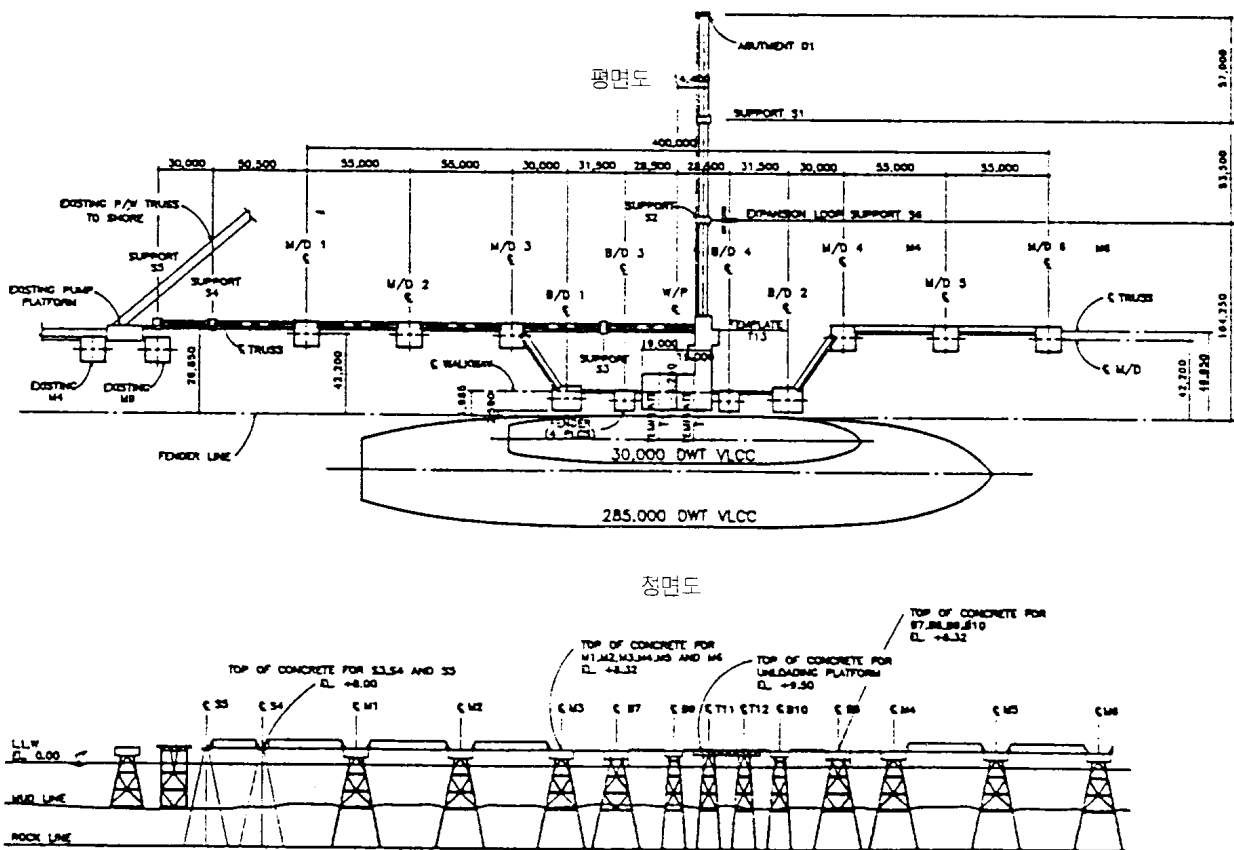
(1) 繫留施設の 구조형식은 다음과 같다.



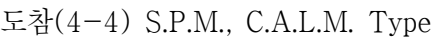
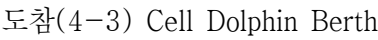
실제로 사용되고 있는 구조형식으로는 고정식 계류시설로는 Dolphin Type이 대부분이고, 잔교 Type은 적다. 또 부표식으로는 일점계류 Type이 다점계류 Type에 비하여 많이 사용되고 있다. 이상에 기술한 형식에 대하여, 평면도 및 단면도를 도참(4-1)~(4-8)에 나타나 있다.

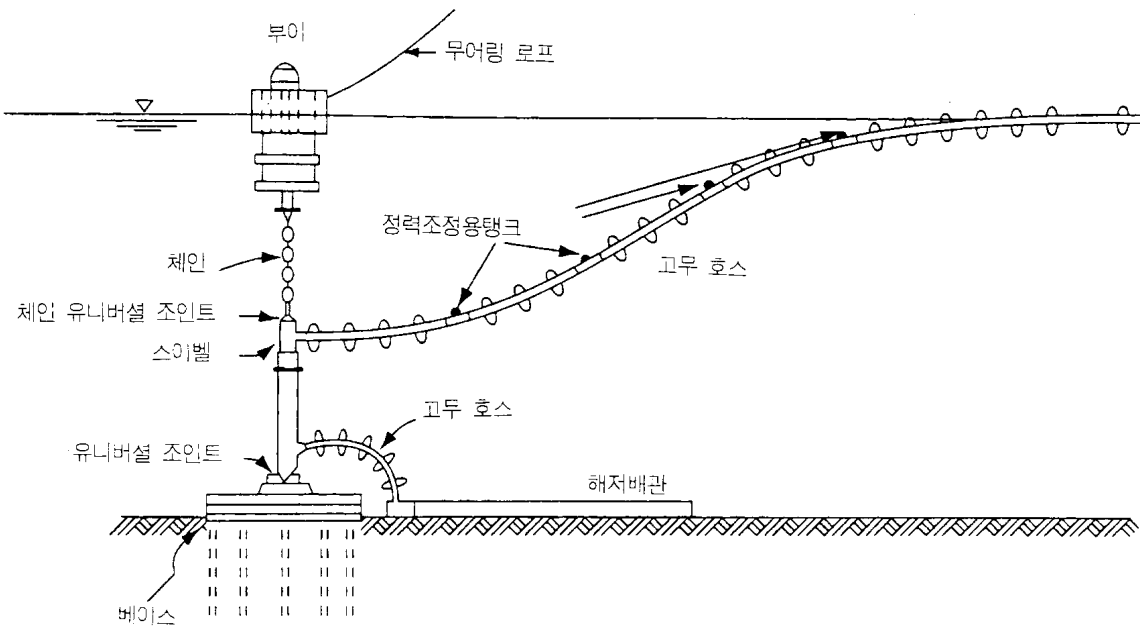


도참(4-1) 말뚝식 Dolphin Berth

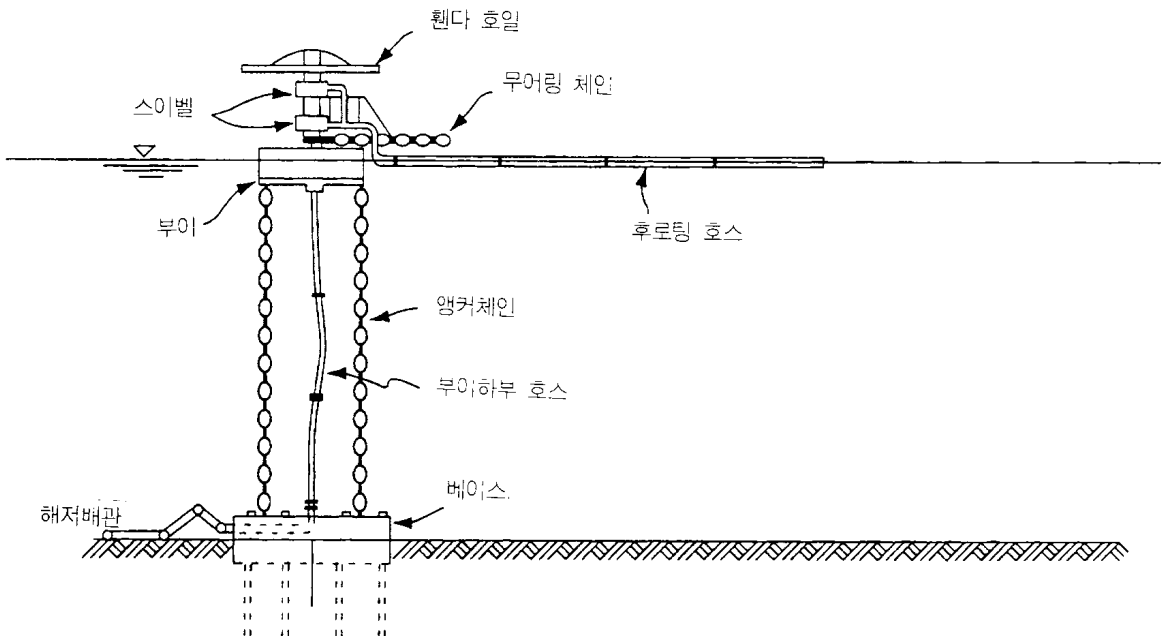


도참(4-2) Jacket Dolphin Berth

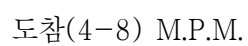




도참(4-5) S.P.M., S.A.L.M. Type



도참(4-6) S.P.M., V.A.L.M. Type



(2) 다음과 같은 操船 및 안전면 등에서 본 검토항목에 근거하여 각 구조형식 상호의 득실을 비교하여 구조 형식을 선정한다.

- ① Berth 법선방향, ② Berth 점유수역, ③ Berth에의 Approach 수역, ④ Turning Basin, ⑤ 離接岸操船의 난이, ⑥ 離接岸의 소요시간, ⑦ 예선의 소요량, ⑧ 계류작업의 곤란성, ⑨ 계류중의 선박의 고정도, ⑩ 하역중의 선박의 고정도 허용율, ⑪ 계류의 안전도, ⑫ Berth 차폐의 요구도, ⑬ 계류, 하역중의 승무원의 안심감, 휴양도, ⑭ 육상과의 연락, 교통, 통신, ⑮ 긴급시에 대한 대피의 난이, ⑯ 누유대책, ⑰ 선체손상의 위험, ⑱ 油送管의 부설, ⑲ 유송관의 유지관리, ⑳ 하역능률, ㉑ 자연조건에 대한 적응성, ㉒ 시공성, ㉓ 경제성

## 제 5 장 설계의 기본방침

초대형석유 Tanker용 시설은 대량으로 석유를 취급하는 시설임을 고려하여 해당시설 주변수역의 선박의 통행과 기타의 이용상황, 주변지역의 자연조건 및 입지조건에 비추어 안전한 설계를 한다.

### [해설]

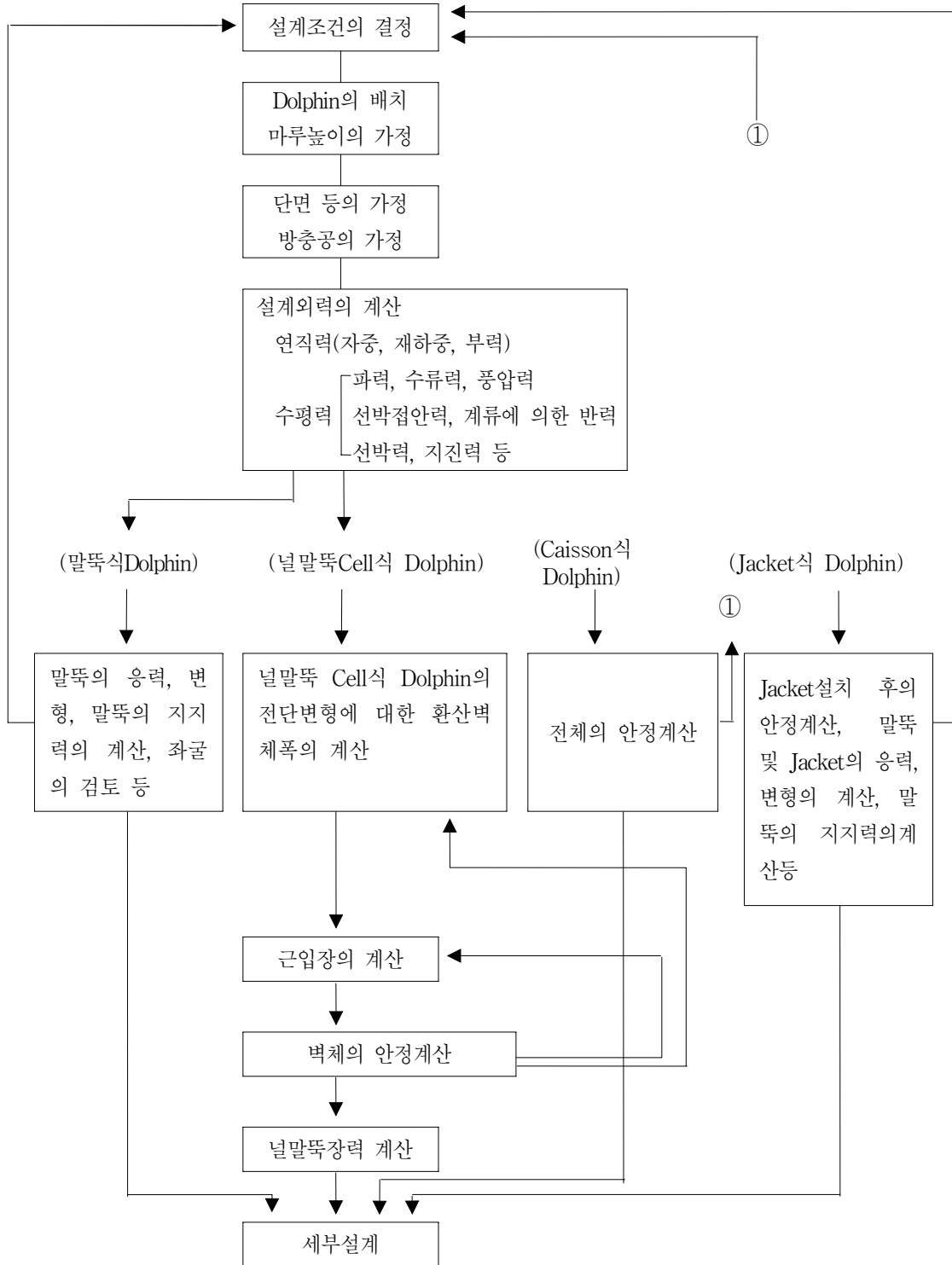
- (1) 일반적인 항만구조물 설계의 기본방침과 본질적으로 다른 것은 아니지만 초대형 석유 Tanker용 시설의 특수성을 고려하여 해당시설의 안전성에 대하여 배려하여야 한다. 또, 가혹한 자연조건하에서 시공하는 일이 많으므로 설계에 있어서는 안전하고 확실한 시공이 되도록 고려하여야 한다.
- (2) 자연조건으로서는 기상, 해상, 해저토질, 심천, 지진등에 관한 조사를 기본적으로 하여야 하고, 필요에 따라서 수질, 저질, 기타의 환경에 관한 현황조사도 하여야 한다.
- (3) 위험물을 대량으로 취급하는 시설이므로 사고가 발생하면 주변에 큰 영향을 미친다. 따라서, 주변육지 및 주변수역의 이용상황과 장래계획에 대하여 잘 조사하고 이들과 조화가 잘 이루어지도록 한다.
- (4) 초대형석유 Tanker용 시설에 이르는 항로에는, 위험물을 적재한 초대형석유 Tanker가 항행하게 되므로, 주변수역의 일반선박의 해상 교통량, 선형, 정박의 현황 등에 대하여 조사하여야 한다.

### [참고]

계류시설의 일반적인 설계순서를 참고로 제시하면 다음과 같다.

- (1) 고정식 계류시설의 설계순서

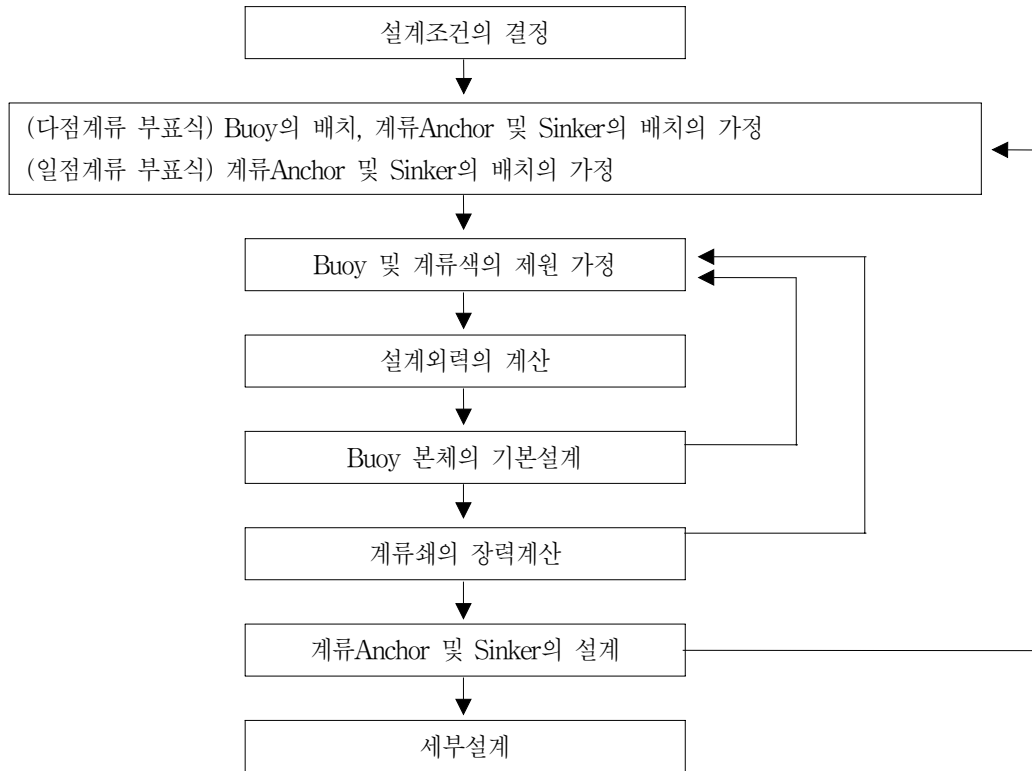
- ① Dolphin Type



도참(5-1) 고정식 계류시설의 계산순서(Dolphin Type)

② 잔교 Type의 설계순서는 제8편 4-1 연직말뚝식(직항식) 및 제8편 8-2 경사말뚝식 잔교를 참조한다.

## (2) 부표식 계류시설의 설계순서



도참(5-2) 부표식 계류시설의 설계순서

## 제 6 장 설계외력 및 하중

## 6-1 외력 및 하중의 종류

구조물(해저 Pipeline은 제외)의 설계에 있어서는 다음의 외력 및 하중을 고려한다.

- (1) 선박의 접안력
- (2) 계류중의 선박에 의하여 생기는 외력
- (3) 풍압력
- (4) 파 력
- (5) 수류력
- (6) 지진력
- (7) 토압 및 수압
- (8) 자중 및 재하중
- (9) 부 력

이 이외에 필요에 따라 적설하중, 온도변화의 영향 및 표류물 등에 의한 충격력 등을 고려한다.

## 6-2 선박의 접안력

선박이 접안하는 구조물에는 선박의 접안력을 고려한다.

## [참 고]

- (1) 고정식 계류시설의 Breasting Dolphin은 선박의 접안력에 의하여 구조제원이 결정되는 일이 많으므로 선박의 접안상태 및 방충공의 배치 등을 충분히 고려하여 선박의 접안력을 구하여야 한다. 선박 접안력의 산정에 가장 큰 영향을 주는 접안속도는 설계에 있어서 15cm/s로 하고 10cm/s로 관리하고 있는 것이 많다. 또, 대형석유 Tanker는 경사접안을 하는 것이 보통이고, 이 접안각도는 3~6°로 하는 것이 많다.
- (2) 선박이 경사 접안하는 경우에는 예를 들어 선수측이 최초로 접촉한다고 하면, 선수측은 반발되어 선박은 회전운동을 하여 다음에 선미측이 접촉한다. 첫 번째의 접촉점과 두 번째의 접촉점과의 거리와 선장의 비가 크고 또 첫 번째의 접촉점의 선박중심으로부터의 편심량이 큰 경우에는 이 두 번째의 접안시의 접안력은 첫 번째의 접안력보다도 크게 되는 일이 있으므로 접안력 및 방충재의 배치의 결정에 있어서 주의할 필요가 있다.
- (3) 선박의 접안력이 산정에 대하여는 제2편 2-2-2 선박의 접안시 발생하는 외력을 참조하여 적용한다.

## 6-3 계류중의 선박에 의하여 생기는 외력

- (1) 선박이 접안·계류하는 구조물에 있어서는 선박의 견인력 및 선박의 충격력을 고려한다.
- (2) 선박의 견인력 및 선박의 충격력은 계류중의 선박에 작용하는 풍압력, 파력 및 수류력 등으로부터 구하는 것으로 하고, 그 산정은 제2편 2-2-3 계류 중 선박의 동요에 의하여 발생하는 외력에 준한다. 또한, 선박의 견인력은 상기로부터 구한 견인력과 선박이 갖추고 있는 계류색의 破斷強度중에서 적은 것을 취한다.

## [참 고]

- (1) 계류 중의 초대형석유 Tanker에 작용하는 풍압력의 산정에 있어서 설계풍속은 표준적으로 돌풍율을 고려한 10분간 평균풍속의 1.20~1.50배 정도의 값 중에서 실제의 현상을 적절히 반영하고 있는 값을 채용한다.
- (2) 계류 중의 선박이 특히 swell의 작용에 의하여 동요하는 경우에 고정식 계류시설에 있어서는, 동요에 의한 충격력 및 견인력, 부표식 계류시설에 있어서는 선박의 견인력을 고려한다. 이와 같은 충격력 및 선박의 견인력에는 수심 및 파의 제원, 대상선박의 형상 및 동요특성, 방충시설 및 계류색을 포함하는 계류계의 역학적 특성 등의 요인이 영향을 준다.
- (3) 선박이 갖추고 있는 계류색의 강도, 길이, 본수 등은 일본의 예를 보면, 강선규칙에 따라 艀裝數로부터 구하도록 되어 있으나 계류색의 본수는 선주로부터의 요청으로 규칙에서 정한 것의 50% 증가할 정도를 갖는 경우가 많은 것으로 되어있다.

## 6-4 풍압력

- (1) 海面上의 계류시설, 적재구조물 및 계류중의 선박에 대하여는 이들에 작용하는 풍압력을 고려한다.
- (2) 건축물 및 하역기계에 작용하는 풍압력의 산정은 제2편 2-2-3 계류중 선박의 동요에 의하여 발생하는 외력에 준한다.

## [참 고]

- (1) 계류 중의 선박에 작용하는 풍압력의 산정에 대하여는 제2편 2-2-4 선박에 작용하는 풍하중을 참조할 것.
- (2) 구조물에 작용하는 풍압력 중에서 범령 등에 정하지 않은 것에 대하여는 식(참6-1)에 의하여 산정할 수 있다.

$$p = c q \quad (\text{참6-1})$$

여기서,

- $p$  : 풍압력 (N/m<sup>2</sup>)  
 $q$  : 速度壓 (N/m<sup>2</sup>)  
 $c$  : 풍압력계수

식(참6-1)은 단위수압면적당의 풍압력을 나타내며, 부재 또는 구조물에 작용하는 풍압력은 여기에 풍압력 작용방향에 직각인 면에 대한 투영면적을 곱한 것이 된다.

속도압  $q$ 는 식(참6-2)로 정의된다.

$$q = \frac{1}{2} \rho_a U^2 \quad (\text{참6-2})$$

여기서,

- $q$  : 속도압(N/m<sup>2</sup>)  
 $\rho_a$  : 공기의 밀도 (kg/m<sup>3</sup>)       $\rho_a = 1.23$  (kg/m<sup>3</sup>)  
 $U$  : 설계풍속 (m/s)

이 경우의 설계풍속이란 기준 풍속(높이 10m에서의 10분간 평균풍속)의 1.5배의 값으로 한다. 이것은 순간최대풍속이 10분간 평균풍속의 약 1.5배가 되는 것을 참고한 것이다.

풍압력계수는 部材 또는 구조물의 형상, 풍향 및 레이놀즈수 등에 따라서 변화하고, 풍동실험 등에 의하여 정하는 경우 이외에는 건축물 구조기준 등에 관한 규칙 등을 참고하여 설정하여도 된다. 풍향에 대하여는 매우 탁월한 풍향이 확인되어 있는 경우를 제외하고 일반적으로 구조물에 대하여 가장 불리한 방향을 고려한다.

## 6-5 파 력

파의 작용을 받는 부재 또는 구조물에 대하여는 이들에 작용하는 파력을 고려한다. 이 경우 파력의 산정은 다음을 따른다.

- (1) 파력 산정을 위한 설계파는 파의 발생특성 및 불규칙성을 고려하여 구조물에 대하여 가장 불리한 작용을 미치는 것을 채용한다.  
또한, 파의 발생특성 및 불규칙성에 대하여는 제2편 제4장 파랑에 준한다.
- (2) 부재 및 구조물에 작용하는 파력의 특성은 파의 제원, 해저지형 및 수심, 구조형식 등에 따라서 다르며, 각각에 따라서 제2편 제5장 파력에 준하여 산정한다.

## [해설]

- (1) 계류시설에 작용하는 파력으로는 주로 다음 사항을 고려한다.
  - ① 해수 중의 고정 부재에는 항력 및 관성력을 고려한다. 또, 해저에 거의 평행하게 접근하여 설치된 부재에는 이들 이외에 양력을 고려한다.
  - ② 파의 작용을 받는 상부공에 대하여는 저면에 작용하는 양압력 및 周面에 작용하는 수평력을 고려한다. 또, 월파를 일으키는 경우에는 이에 의한 충격파력을 고려한다.
  - ③ 根込을 갖는 壁狀構造物에 대하여는 수평력을 고려한다. 接地式 壁狀構造物에 대하여는 이외에 저면에 작용하는 양압력을 고려한다.
  - ④ 부표 등에 있어서 파력의 작용에 의한 동요가 무시될 수 없는 경우에는 파력 또는 저항력의 산출 시에 동요에 의한 효과를 고려한다.
- (2) 강성이 낮은 구조물이나 계류부체에 대하여 동적 해석을 행할 경우에는 파의 주기에 따라서 그 응답 특성이 크게 달라진다. 따라서 일반적으로 단일 주기파에 의한 검토로는 과대 또는 과소한 결과가 되므로 스펙트럼을 갖는 불규칙파로서 검토할 필요가 있다.

## 6-6 수류력

- (1) 해수중 부재 및 해수중 구조물에서는 흐름에 의한 수류압력을 고려한다.
- (2) 해수중 부재 및 해수중 구조물에 작용하는 수류력의 산정은 제2편 7-2 수중부재 및 구조물에 작용하는 흐름의 힘에 준한다.

## [해설]

- (1) 여기서 말하는 흐름은 해류, 조류 및 바람에 의한 취송류이지만, 일반적으로 조류가 대상이 된다. 조류는 유속 및 유향 등이 시간에 따라 완만히 변화한다. 조류력의 계산시에는 최대유속시를 대상으로 하여야 한다.
- (2) 흐름에 의한 압력은 유향 방향의 항력과 그에 직각 방향의 양력이 있다. 양력은 부재 또는 구조물의 형상이 흐름에 대하여 비대칭인 경우에 발생하는 것이다. 그러나 흐름에 대하여 대칭인 부재의 경우라도 그 배후에 발생하는 와류가 주기적으로 변화함으로서 변동 하중으로서의 양력이 생기고 이 때문에 부재가 주된 흐름과 직각 방향으로 진동하는 경우가 있다. 특히, 부재 길이가 길고 고유진동주기가 큰 부재에 대

하여는 이런 점에 유의할 필요가 있다(제15편 4-10 진동의 영향 참조).

- (3) 흐름은 깊이 방향에도 변화하는 것이며 특히 부표식 계류시설의 Rubber Hose 등에 대하여는 이에 유의할 필요가 있다.
- (4) 파와 흐름이 공존하는 경우에는 파력의 계산에서의 수립자 운동속도와 흐름의 속도를 벡터 합성한 속도 성분을 사용한다.

## 6-7 지진력

- (1) 고정식 계류시설, 송유도관 등을 지지하는 연락교 등이 적절한 내진성을 갖도록 그 설계에 있어서는 지진의 영향을 고려한다.
- (2) 고정식 계류시설에 있어서 등가정적 해석법에 의한 내진설계를 행하는 경우에는 지진력은 자중 또는 자중과 재하하중의 합에 지진계수를 곱하여 구한다. 이 경우 지진계수는 제2편 12-3 설계지진하중에 준하여 정하지만 위험도 계수는 1.4를 사용한다. 또, 지진의 특성 및 구조물의 진동 특성 등을 충분히 고려하는 것이 필요한 경우에는 제2편 12-5 해석 및 설계에 대한 일반규정에 의하여 그 내진성을 검토한다.

### [해설]

- (1) 고정식 계류시설이 지진에 의하여 큰 피해를 입으면 기름의 대량유출 및 화재를 일으킬 우려가 있으며, 계류시설상에서는 비계선시에도 작업원이 있기 때문에 인명에 관계되는 점 등을 고려하여 위험도 계수는 1.4로 한다.
- (2) 고정식 계류시설의 기초지반의 액상화에 대하여는 제2편 제13장 지반의 액상화, 제4편 제7장 지반개량공법을 참조한다.

## 6-8 토압 및 수압

- (1) 구조물의 구조형식에 따라 필요한 경우에는 토압 및 수압을 고려한다.
- (2) 토압 및 수압의 산정은 제2편 11-6 토압 및 수압에 준한다.

## 6-9 자중 및 재하하중

- (1) 자중의 산출에 사용하는 재료의 단위체적중량은 제2편 14-2 자중 및 재하하중에 준한다.
- (2) 재하하중으로는 구조·설비 및 이용 상황 등에 따라서 다음에 열거한 것을 고려한다. 이 이외에 필요에 따라서 균중하중 및 단기 적재하중을 고려한다.
  - ① 하역설비
  - ② 건물(사무소, 창고 등)
  - ③ 계류설비
  - ④ 방충설비

- ⑤ 전기·기계설비
- ⑥ 석유배관
- ⑦ 소화설비
- ⑧ 본선 승강 Ladder
- ⑨ 잔류 석유치환 및 잔류 석유회수장치
- ⑩ 기타 잡설비

## [해설]

균중하중 및 단기 적재하중으로서는  $1,000 \sim 5,000 \text{ N/m}^2$ 이 채용되는 경우가 많다. 또, 연락교에 대하여는  $1,000 \sim 3,000 \text{ N/m}^2$ 이 채용되고 있다.

## 제 7 장 고정식 계류시설의 설계

## 7-1 일 반

고정식 계류시설의 설계에 있어서는 시설의 형식마다 그 기능이 충분히 발휘되도록 하역기계 및 설비의 배치 등을 고려하고 안전한 구조로 한다.

## [참고]

고정식 계류시설은 크게 구분하면 접안, 하역 및 계류설비가 분리되어 있는 Dolphin Type과 이들의 기능이 일체로 되어있는 잔교 Type이 있다. 잔교 Type은 Unloader 등의 하역기계를 사용하는 산화물이나 잡화물을 취급하는 계선안에 사용되는 경우가 많고, 초대형 석유 tanker용 시설은 거의 채용되고 있지 않다. 이것은 석유하역의 경우 석유 Tanker의 Manifold와 Loading Arm의 접속에 의하여 하역이 행해지고 하역위치가 정해지므로 오히려 비경제적인 구조형식이 되기 때문이다. Loading Arm을 선측에 맞춰 이동할 수 있도록 하면, 접안시간이 적어진다는 이점이 있다고 생각되나, 그 경우라도 두개 선박이상의 선박이 계류할 경우의 보안거리가 문제가 될 것이다. Dolphin Type은 하역기능으로서의 작업용 Dolphin, (Loading Platform 때로는 Working Platform이라고도 불린다), 접안기능으로서의 Breasting Dolphin 계선기능으로서의 Mooring Dolphin 및 이들 간 또는 Loading Platform과 육측을 연결하는 연락교로 되어있다. 통상의 Dolphin Type에는 작업용 Dolphin 1기, Breasting Dolphin 2기, Mooring Dolphin 4기가 있다. Dolphin Type에는 하부공의 구조양식에 따라서 말뚝식, Jacket식, 강재 Cell식 및 Caisson식이 있으나, 일반적으로 말뚝식 Dolphin이 널리 사용되고 있다. 그 이유로는 대구경 강관이나 고강도강의 대량생산이 가능, 대형 항타기, 대형 해양작업대의 채용에 의하여 대수심 해역에서도 시공성이 좋아졌기 때문 등을 들 수 있다. 또, 해저 석유자원 굴착용 발판으로서 고안된 Jacket Type도 채용되기에 이르렀다.

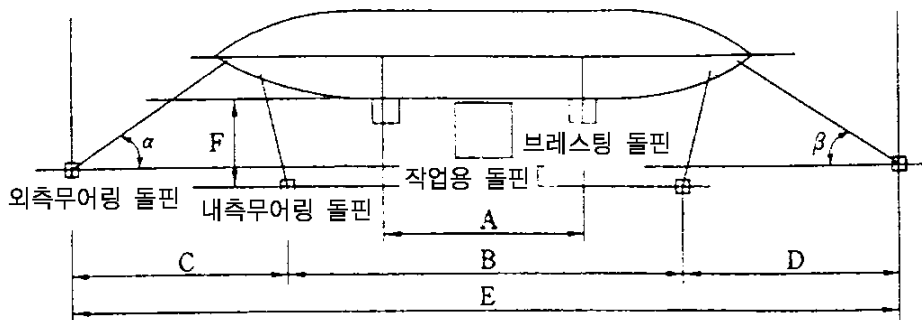
## 7-2 Dolphin의 배치 및 마루높이

각 Dolphin의 배치 및 마루높이는 다음의 정하는 바에 근거하여 결정한다.

- (1) 각 구조물의 배치에 대하여는 원칙적으로 하역용 Dolphin을 중심으로 양측에 각각 Breasting Dolphin, 내측 Mooring Dolphin 및 외측 Mooring Dolphin을 설치한다. 또한, 초대형 석유 Tanker 뿐만 아니라 소형의 석유 Tanker도 접안하는 경우에는 필요에 따라서 Sub-Dolphin을 설치한다.
- (2) 하역용 Dolphin은 선박의 접안시의 접촉을 피하기 위하여 Breasting Dolphin의 전면 범선으로부터 후퇴하여 설치한다.
- (3) Breasting Dolphin은 선박의 접안 Energy를 유효하게 받아들여 안전한 접안이 되도록 배치할 것.
- (4) 내측 Mooring Dolphin은 선체의 횡방향의 움직임을 멈춤과 아울러 공선시의 견인력에 충분한 효과를 발휘하도록 배치한다.
- (5) 외측 Mooring Dolphin은 주로 선체의 전후방향의 움직임을 멈추도록 배치한다.
- (6) 하역용 Dolphin의 마루높이는 파랑의 영향을 고려하여 결정함은 물론 Loading Arm의 작동범위를 배려하여 결정한다. 또, Breasting Dolphin 및 Mooring Dolphin의 마루높이는 파랑의 영향을 고려하여 결정하는 것이 바람직하다. 또한, Breasting Dolphin에 있어서는 방충설비의 설치위치, Mooring Dolphin에 있어서는 선박의 갑판고를 배려하여 결정한다.
- (7) 연락교의 마루높이는 파력을 받지 않도록 충분한 높이로 하는 것이 바람직하다.

## [참 고]

- (1) Breasting Dolphin은 통상 2기이지만 이에 더하여 Sub-dolphin 2기를 배치하는 경우도 있다. 이것은 소형 tanker가 간격이 넓은 Breasting Dolphin에 접안하면 선체의 만곡부가 Breasting Dolphin의 방충공에 접하여 Manifold를 맞추기 위하여 선체를 전후로 움직일 때 방충공이나 선체를 손상시키기 때문이다. Mooring Dolphin은 통상 전후에 2기씩이지만, 대상선박의 선형이 큰 경우나 계류 중의 기상·해상조건이 좋지 않은 경우에는 각 3기씩 설치하는 경우도 있다.
- (2) Breasting Dolphin의 간격은 클수록 접안력에 대하여 유리하지만 접안시에 Parallel Body로 접안하는 것이 곤란해지고, 또 접안 후 Manifold 위치조정을 위한 Shift에 여유가 없어진다. 역으로 간격이 적으면 접안력에 대하여 불리하게 되는 등의 문제가 생긴다. 이와 같은 이유로 대상선박의 전장의 1/3정도로 하면 균형을 이룰 수 있다. 또, 최근 Tanker의 Parallel Body 길이가 짧아지는 경향이 있으므로 실제에는 접안하는 Tanker의 선형에 적합한 배치로 하는 것이 필요하다.
- (3) 각 구조물의 선형별 표준적 배치는 도참(7-1)과 같다.



| 선형 \ 제원  | A (m) | C (m) | E (m) | F (m) | $\alpha$ (°) | $\beta$ (°) |
|----------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------------|
| 10만 DWT급 | ~90~  | ~110~ | ~450~ | ~30~  | 45°이하        | 45°이하       |
| 20만 DWT급 | ~105~ | ~120~ | ~480~ | ~40~  | "            | "           |
| 30만 DWT급 | ~120~ | ~130~ | ~530~ | ~50~  | "            | "           |
| 50만 DWT급 | ~130~ | ~140~ | ~580~ | ~60~  | "            | "           |

도참(7-1) 각 구조물의 표준배치

- (4) 하역용 Dolphin은 상면이 넓고 재하중이 크기 때문에 파력의 영향을 극히 적게 함과 동시에 상부기능이 지장을 받지 않도록 상면의 높이를 충분히 높게 하는 것이 바람직하다. 그러나 너무 높으면 Loading Arm의 작동범위를 넘어버릴 우려가 있다. 따라서 높이의 결정에 있어서는 과거의 최대파의 波頂高를 고려하는 것은 물론이지만, Loading Arm의 작동범위에도 유의하여야 한다. Loading Platform의 마루높이는 파의 영향이 큰 곳에서는 (삭망평균만조위+편차+최대파고시의 파정고)로 하고 있지만 최대파고시의 파정고를 (1/2×최대파고)로 하고 있는 경우도 있다.
- (5) Breasting Dolphin은 선박의 접안력을 유효하게 받아들이기 위하여 방충재의 연결위치를 너무 높게 할 수 없으므로 상면의 높이의 결정에 있어서는 하역용 Dolphin과 어느 정도 다른 관점에서 고려하여야 한다. Breasting Dolphin의 마루높이는 파랑조건이외에 干滿 및 滿空載時의 Tanker Deck의 변동을 고려하여 방충재가 적절한 위치가 되도록 정할 필요가 있다.
- (6) Mooring Dolphin의 상면을 너무 높게 하면 만재시의 선박의 갑판고가 낮으므로 계류색을 연결했을 때, Fair Leader로부터 계류색이 벗어나는 것도 생각되므로 높이의 결정에 있어서는 파력의 영향 이외에 이러한 조사를 행할 필요가 있다.
- Mooring Dolphin의 마루높이는 파랑조건 이외에 이미 기술한 바와 같이 계선 Line의 양각을 배려하여야 한다. Mooring Dolphin 위에는 계선설비로서 Capstan, 계선 Hook, 유압 Unit가 설치되므로 윤회하는 것은 바람직하지 않다. 이런 의미로부터 높이는 높은 쪽이 좋으나 너무 높으면 최저 갑판고일 경우 양각이 Minus(-)가 되어 Fair Leader로부터 Line이 벗어나 버리는 결과가 된다. 양각이 최고 갑판고에서 30°정도, 최저 갑판고 0°이상이 되도록 마루높이를 결정할 필요가 있다. 일반적으로 보아 대부분의 Berth에서 Breasting Dolphin과 같은 Level로 되어 있다.

### 7-3 Dolphin에 작용하는 외력 및 하중

(1) 하역 중 Dolphin에 작용하는 외력 및 하중은 일반적으로 다음과 같다.

- ① 풍압력
- ② 파 력
- ③ 수류력
- ④ 지진력
- ⑤ 자중 및 재하하중

안정계산은 원칙적으로 상시, 폭풍시 및 지진시에 대하여 검토한다.

(2) Breasting Dolphin에 작용하는 외력 및 하중은 일반적으로 다음과 같다.

- ① 선박의 접안력
- ② 계류 중의 선박의 견인력 및 선박의 충격력
- ③ 풍압력
- ④ 파 력
- ⑤ 수류력
- ⑥ 지진력
- ⑦ 자중 및 재하하중

안전계산은 원칙적으로 상시, 접안시, 계류시, 폭풍시 및 지진시에 대하여 행한다.

(3) Mooring Dolphin에 작용하는 외력 및 하중은 일반적으로 다음과 같이한다.

- ① 선박의 견인력
- ② 풍압력
- ③ 파 력
- ④ 수류력
- ⑤ 지진력
- ⑥ 자중 및 재하하중

안전계산은 원칙적으로 상시, 계류시, 폭풍시 및 지진시에 대하여 행한다.

(4) 연락교는 자중, 송유도관 등 기타 재하하중, 풍압력 및 지진력 등의 외력에 대하여 충분한 강도를 갖도록 한다. 또한, 필요에 따라서 파력에 의한 영향을 고려한다.

#### [해 설]

(1) 하역용 Dolphin에 작용하는 상시, 폭풍시 및 지진시에 있어서 외력 및 하중의 조합은 다음과 같이하되 필요에 따라 적정한 하중증가계수를 곱할 수도 있다.

상 시(자중 및 재하하중) + (풍압력) + (파력) + (수류력)

폭풍시(자중 및 재하하중) + (풍압력) + (파력) + (수류력)

지진시(자중 및 재하하중) + (지진력)

(2) Breasting Dolphin에 작용하는 상시, 접안시, 계류시, 폭풍시 및 지진시에 있어서 외력 및 하중의 조합은 다음과 같이하되 필요에 따라 적정한 하중증가계수를 곱할 수도 있다.

상 시(자중 및 재하하중) + (풍압력) + (파력) + (수류력)

접안시(자중 및 재하하중) + (풍압력) + (파력) + (수류력) + (접안력)

계류시(자중 및 재하하중) + (풍압력) + (파력) + (수류력) + (계류중의 선박의 충격력 또는 선박의 견인력)

폭풍시(자중 및 재하하중) + (풍압력) + (파력) + (수류력)

지진시(자중 및 재하하중) + (지진력)

(3) Mooring Dolphin에 작용하는 상시, 계류시, 폭풍시 및 지진시에 있어서 외력 및 하중의 조합은 다음과 같이 하되 필요에 따라 적정한 하중증가계수를 곱할 수도 있다.

상 시(자중 및 재하하중) + (풍압력) + (파력) + (수류력)

계류시(자중 및 재하하중) + (풍압력) + (파력) + (수류력) + (선박의 견인력)

폭풍시(자중 및 재하하중) + (풍압력) + (파력) + (수류력)

지진시(자중 및 재하하중) + (지진력)

(4) 계류 중인 선박의 견인력 및 선박의 충격력으로는 방충재 반력 이외에 Fender Panel의 마찰에 의한 Shift력을 필요에 따라 고려할 필요가 있다.

7-4 잔교식 계류시설에 작용하는 외력 및 하중

棧橋式 繫留施設에 作用하는 外力 및 荷重은 일반적으로 다음과 같다.

- (1) 선박의 접안력
- (2) 계류중인 선박의 견인력 및 선박의 충격력
- (3) 풍압력
- (4) 파 력
- (5) 수류력
- (6) 지진력
- (7) 자중 및 재하하중

안정계산은 원칙적으로 상시, 접안시, 계류시, 폭풍시 및 지진시에 대하여 행한다.

[참 고]

상시, 접안시, 계류시, 폭풍시 및 지진시에 있어서 외력 및 하중의 조합은 다음과 같이 하되 필요에 따라 적절한 하중증가계수를 곱할 수도 있다.

상 시(자중 및 재하하중) + (풍압력) + (파력) + (수류력)

접안시(자중 및 재하하중) + (풍압력) + (파력) + (수류력) + (접안력)

계류시(자중 및 재하하중) + (풍압력) + (파력) + (수류력) + (계류 중인 선박의 충격력 또는 선박의 견인력)

폭풍시(자중 및 재하하중) + (풍압력) + (파력) + (수류력)

지진시(자중 및 재하하중) + (지진력)

7-5 재료 및 허용 응력도

(1) 재료 및 허용 응력도는 제3편 재료에 준한다. 또한, 폭풍시 및 지진시에 있어서 외력 및 하중의 조합을 행하는 경우에는 허용 응력도의 할증을 고려할 수가 있다.

(2) 강재는 부식작용을 받으므로, 구조물의 특성이나 환경에 걸 맞는 피복재 및 전기방식 등에 의한 방지 조치를 강구한다. 방식에 대하여는 제3편 2-4 방식에 준한다.

[해 설]

- (1) 접안시 및 계류시에 생기는 외력에 대하여도 제8편 4-1-3 설계외력과 하중에 규정하는 바와같이 드물게 밖에 발생하지 않는다고 생각되는 경우는 이들 외력을 이상시 하중으로 취급하고, 허용 응력도의 할증을 고려할 수가 있다.
- (2) 한냉지에서의 강재의 선정에 있어서는 강재의 강도, 인성, 내구성 및 판두께 등에 대하여 배려할 필요가 있다.
- (3) 외해에 있는 계류시설에서는 파랑에 의한 재료의 피로에 대한 검토를 행하는 것이 필요하다.

## 7-6 말뚝의 설계

말뚝의 설계는 제4편 제4장 말뚝기초에 준한다.

또, 말뚝의 부재력의 산정은 제8편 4-1 연직말뚝식(직향식) 및 제8편 4-2 경사말뚝식(사조향) 잔교에 준한다.

## 7-7 널말뚝 Cell 및 Caisson의 설계

널말뚝 Cell의 설계는 제8편 제7장 셀식널말뚝 안벽, Caisson의 설계는 제5편 제1장 케이슨(Caisson)에 준한다.

## 7-8 Jacket의 설계

### 7-8-1 일 반

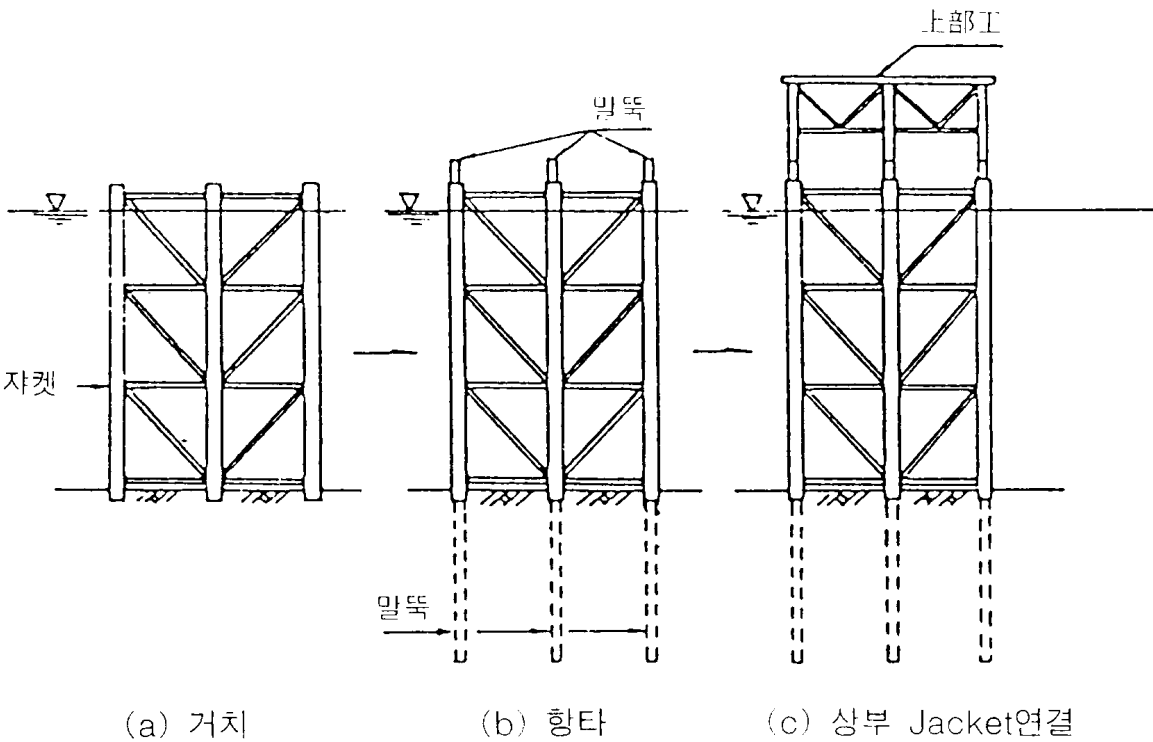
Jacket의 설계에 있어서는 다음에 정하는 바에 따른다.

- (1) Jacket의 골조, 기본치수, 부재치수 등은 외력 및 하중조건, 말뚝의 치수 및 타입각도와 함께 시공법 및 시공능력을 충분히 배려하여 결정한다.
- (2) Jacket 부재의 부재력이나 변형량은 지반조건을 충분히 고려하여 실정에 잘 적응하는 구조 Model에 의하여 산정한다.
- (3) 거치후, 말뚝에 의한 고정력이 완료할 때까지의 Jacket에 있어서는 시공시의 지반지지력, Sliding 및 전도에 대하여 검토를 행해야 한다.

### [참 고]

- (1) Jacket은 脚柱, 수평재, 연직재, 수평 Brace재 및 연직 Brace재로 구성되어 있다. 일반적으로 각각의 부재에는 管材가 사용된다.
- (2) Jacket에는 각 부재의 연결점(격점)이 많이 형성하게 된다. 이 격점의 구조는 T형, K형을 기본형으로 하여 각종의 것이 있다.
- (3) Jacket의 골조, 기본치수 및 부재치수의 결정시에는 특히 다음사항에 유의한다.
  - ① 공장제작에 있어서는 용접 작업성이나 검사의 용이성을 고려하여 넣은 골조, 계수 및 부재치수로 한다.
  - ② 말뚝과 Jacket 각재의 치수와의 관계는 말뚝과 각재의 제작허용차(외경, Bending 등), Mortar 주입방법 및 용접 Bead 여성 두께 등을 고려하여 결정한다.
  - ③ 힘의 전달에 대하여 합리적인 골조이어야 한다. 단, 부재의 교각이 30°이하가 되면 충분한 용접작업이 곤란하여 좋지 않으므로 가급적 피한다.
  - ④ Lifting, 수송, 거치, 해상용접 및 말뚝과 Jacket 각재의 틈 사이의 Grout재 주입 등의 시공성을 고려한다.

- (4) 구조해석은 일반적으로 입체 Frame으로 Modeling하여 행하는 일이 많다. 구조와 하중이 대칭인 경우에는 계산의 간소화를 위하여 평면 Frame으로 행할 수도 있다. 구조 Model에 대한 지반조건을 넣는 방법으로 지반을 탄성체로 가정하여 연직 Spring이나 수평 Spring으로 치환하는 방법(P-y curve 필요), 또는 적당한 깊이까지 지반을 무시하여 고정점으로 하는 방법(수평력에 대한 거동해석시 적용) 등이 일반적으로 행하여지고 있다.
- (5) 육상에서 제작한 Jacket은 설치지점에 거치하고, 각주를 통하여 말뚝을 타입하여 말뚝과 각주를 용접함과 동시에 틈새에 Mortar를 충전하여 고정시킨다(도참(7-2) 참조).



도참(7-2) Jacket의 시공

7-8-2 部材의 設計

부재의 설계에 있어서는 좌굴, 진동 및 격점의 강도에 대하여 검토한다.

[참 고]

- (1) 좌굴 및 격점부의 강도  
Jacket의 각 부재에 대하여는 작용하는 하중에 대하여 좌굴의 검토를 한다.  
또, Jacket의 연직재와 Brace의 격점부 등에 있어서는 Punching Shear를 검토한다.

## 7-9 방충설비

계류시설에는 접안시, 계류시의 선박에 의하여 생기는 외력의 흡수이외에 선박과 계류시설의 손상을 방지하기 위하여 면압, 반력 등을 고려한 방충설비를 설치한다.

## [해설]

일반적으로 직항식 Dolphin의 경우에는 접안 Energy는 방충재의 변형과 Dolphin본체의 변형에 의하여 Energy를 흡수하는 것으로 하여 설계한다. 사항구조의 경우, 본체의 변형에 의한 접안 Energy의 흡수를 고려하면 반력이 현저히 커져서 선측외판에 있어서 위험하게 되므로 일반적으로 방충재만으로 접안 Energy를 흡수하는 것으로 한다.

## [참고]

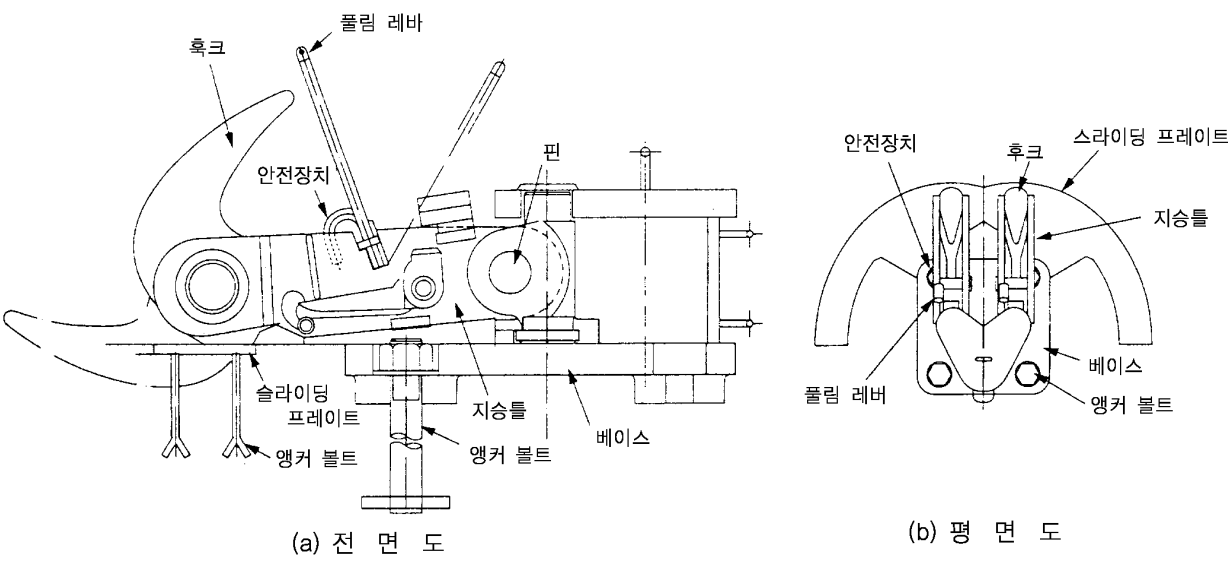
- (1) 일반적으로 대형석유 Tanker는 경사접안을 하지만 접안각도에 의하여 방충재의 특성곡선이 변하므로 접안각도에 따른 특성곡선을 사용하여야 한다. 또, 경사접안을 하기 때문에 하나의 Breasting Dolphin에 설치된 방충재가 전부 유효하게 접안 Energy를 흡수한다고 할 수는 없다. 따라서 접안각도에 따라 어느 방충재가 선측에 접촉하는지를 신중히 검토하여야 있다. 최근의 고정식 계류시설에서는 접안각도에 따라 Breasting Dolphin의 상부공에 각도를 갖게하는 일이 많다.
- (2) 방충설비의 면압으로는 일반적으로  $200 \sim 300 \text{ kN/m}^2$ 을 취하는 일이 많다. 선박능골의 2 Frame에 걸치도록 방충재나 Protector의 설계를 행하는 것이 바람직하다.

## 7-10 계선설비

- (1) 계선설비로는 선박의 견인력에 대하여 안전한 강도를 갖는 계선주 또는 Hook을 설치한다. 또, 필요에 따라서 계류색 연결 등의 동력감기 장비를 설치한다.
- (2) 계선설비에 있는 계선 Hook의 구조는 Quick Release 형의 계선 Hook로 한다.

## [해설]

- (1) 초대형 석유 Tanker가 보유하는 계류색은 큰 직경이므로 인력에 의한 조작은 곤란하다. 또, 특히 강재의 밧줄의 경우에는 중량이 크므로 동력감기 장비의 도움 없이는 계선작업은 매우 곤란하다. 따라서 계선설비로서 계류색의 조작에 충분한 능력을 갖는 동력감기장치를 설비할 필요가 있다.
- (2) 초대형 석유 Tanker의 大徑 계류색을 걸기 위해서는 줄 끝의 고리를 계선주에 거는 방법과 Hook에 거는 방법이 일반적으로 채용되고 있다. 이안의 경우, 계선주방식은 줄 풀기에 많은 인력과 시간이 필요하지만 Hook 방식은 줄에 장력이 걸린 채로 순간으로 풀려진다. 또, 계선 Hook는 연결시에 선박의 대소에 따라 견인력 방향을 바꿀 수 있도록 하는 것이 바람직하다.
- (3) Quick Release Hook는 풀림 Lever를 유압 등에 의하여 원격 조작할 수 있으므로 이것을 집중제어로 한다면 더욱 신속히 긴급 이안이 가능하게 된다.
- (4) 계선설비의 배치에 따라서는 계류색이 연결교 또는 방충설비에 교차하는 수가 있으므로 이와 같은 일이 없도록 유의한다.



도해(7-1) Quick Release Hook 구조도

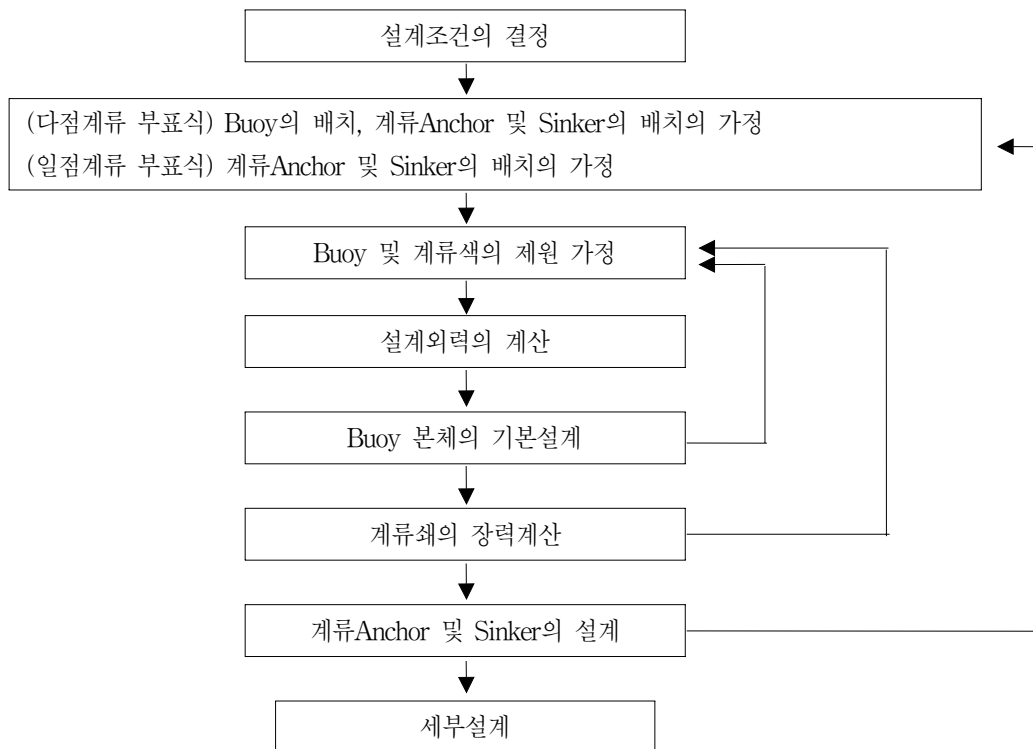
## 제 8 장 부표식 계류시설의 설계

## 8-1 설계의 순서

부표식 계류시설의 설계에 있어서는 설치예정 해역의 자연조건에 대하여 계류부체의 동요나 계류 Anchor의 장력 등의 해석을 행하고, 충분히 안전하도록 하여야 한다.

## [참 고]

부표식 계류시설의 일반적인 설계순서는 도참(8-1)에 나타내면 다음과 같다.



도참(8-1) 부표식 繫留施設의 設計順序

## 8-2 부표식 계류시설에 작용하는 외력 및 하중

부표식 계류시설에 작용하는 외력 및 하중은 일반적으로 다음과 같다.

- (1) 선박의 견인력
- (2) 풍압력
- (3) 파 력
- (4) 수류력
- (5) 자중 및 재하중

안정계산은 원칙적으로 계류시 및 폭풍시에 대하여 행한다.

## [참 고]

- (1) 계류시 및 폭풍시에 있어서 하중의 조합은 다음과 같다.  
 계류시(자중 및 재하중) + (파력) + (풍압력) + (수류력) + (선박의 견인력)  
 폭풍시(자중 및 재하중) + (파력) + (풍압력) + (수류력)
- (2) 부표식 계류시설의 설계는 계류시에는 선박, 계류색, 부채 및 Anchor Chain을 하나의 계 또는 폭풍시에는 부채와 Anchor Chain을 하나의 계(系)로 하여 운동역학적으로 취급하는 것이 필요하나, 이에 대하여는 이론적으로 아직 충분히 확립되었다고 할 수는 없다. 따라서 파랑의 영향이 부표식 계류시설의 설계에 있어서는 설치예정 해역의 자연조건에 맞추어 모형실험을 행하는 것이 바람직하다.
- (3) 파랑의 영향이 그렇게 크지 않은 부표식 계류시설에 있어서는 제8편 제9장 부잔교 및 제12장 계선부표에 준하여 유사 정역학적으로 설계해도 좋다.

## 8-3 부표의 안정

부표의 안정 검토에 있어서는 다음사항을 고려한다.

- (1) 계류시에 최대하중이 작용하여도 부표가 수중에 끌려 들어가지 않도록 충분한 건현(乾舷)을 가져야 한다.
- (2) 부채내의 각 구획벽(區劃壁)은 수장(水張) 및 氣密 Test 등에 의하여 수밀성을 충분히 확인함과 동시에 일부 침수에 대하여도 충분히 안전한 구조로 한다.

## [해 설]

- (1) 부표자체에 석유 배관 등의 설비를 갖추고 있는 C.A.L.M.형과 같은 부표는 자유로 부유시킨 경우에 안정 (Metacenter가 (+))할 것이 우선 필요하며 또, 부표는 초대형 석유 Tanker의 계류시에 작업원이 부표상에 올라가 작업하는 것 등이 예상되므로 충분한 건현을 갖고 안정되도록 하여야 한다.  
 또한, 부표자체에는 석유 Tanker의 계류기구만을 갖고 있는 S.A.L.M.형과 부표에 있어서는 계류색 전체의 안전성, 다른 항행선박에의 영향 등에 대하여 모형실험 등 적당한 방법에 의하여 검토할 필요가 있다.
- (2) 대규모 부표는 격벽(Bulkhead)으로 구획 분할되어 있으나, 만일 이들 중 하나가 손상되어 침수한 경우에도 설계외력이나 하중에 대하여 충분한 부력을 갖도록 하지 않으면 안 된다.

## 8-4 계류Anchor 및 Sinker등의 설계

계류Anchor, Sinker 및 고정말뚝의 설계에 있어서는 다음 사항을 고려한다.

- (1) 계류Anchor 또는 Sinker는 설계외력에 견디는 파주력을 갖도록 수량, 형상, 중량 및 배치를 결정하여야 하며, 필요한 파주력에 대하여 충분한 강도를 갖고, 또 내구성이 있는 구조 및 재질이어야 한다.
- (2) 파주력은 해저토질과 함께 계류 Anchor 또는 Sinker의 형상 및 중량을 고려하여 결정한다.
- (3) 계류Anchor 또는 Sinker대신에 고정말뚝을 사용하는 경우에는 고정말뚝에 작용하는 수평력, 인발력 등에 대하여 충분한 내력을 가짐과 동시에 부식에 대하여 고려하여야 한다.

## [해설]

- (1) 계류Anchor는 Anchor Chain 1본이 만일 파단(破斷)한 경우에도 부표가 전복하는 일이 없도록 계류 Anchor의 배치를 고려할 필요가 있다.
- (2) 파주력(把駐力)의 산정은 제8편 9-4-4 Anchor의 설계를 참조하지만 대규모의 것에 대하여는 현지실험에 의한 것이 바람직하다.

## 8-5 Anchor Chain의 설계

Anchor Chain의 설계에 있어서는 다음사항을 고려한다.

- (1) Anchor Chain은 KS V 3312 절강Anchor Chain 및 KS V 3313 후렛쉬 맞대기 용접 Anchor Chain 에서 정한 사항, 또는 그와 동등이상의 기계적 성질을 가져야 한다.
- (2) Anchor Chain은 설계외력에 의하여 발생하는 장력에 대하여 충분히 견딜과 동시에 마모나 부식에 대한 배려가 되어 있어야 한다. 또한 Anchor Chain의 허용장력은 파단강도의 1/3로 한다.

## [해설]

- (1) Anchor Chain에 충격력이 발생하지 않도록 C.A.L.M.형과 같은 부표에서는 Anchor Chain을 충분한 길이로 늘어뜨려 설정하고 또, S.A.L.M.형과 같은 부표에서는 Anchor Chain에 충분한 초기장력을 주지 않으면 안 된다.
- (2) Anchor Chain의 허용장력에 대하여는 일반적인 규격에 제시된 파단시험하중의 1/3이 취해지고 있는 것 및 부잔교 등에서 Pontoon의 계류쇄의 허용장력도 같은 방법으로 고려하도록 규정한 사항을 근거로 한 것이다.

## 8-6 방충설비

부표에서의 방충설비는 아래에 정하는 바에 따른다.

- (1) 일점계류 부표에는 적절한 방충설비를 설치하고 부표 및 선박을 보호하여야 한다.
- (2) 다점계류 부표에는 필요에 따라 방충설비를 설치하여야 한다.

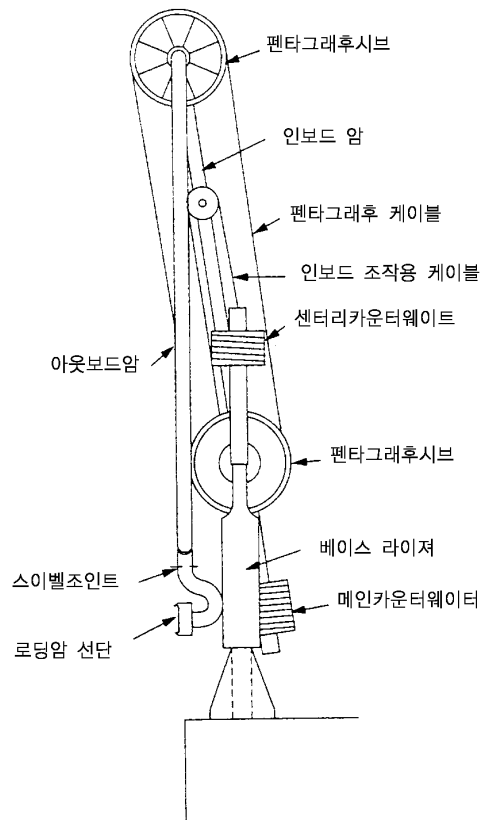
## 제 9 장 화물처리 시설의 설계

## 9-1 Loading Arm

- (1) Loading Arm은 Arm내의 유류의 중량, 내압, Loading Arm의 자중, 풍압력 및 지진력에 의하여 발생하는 응력에 대하여 안전한 구조로 한다.
- (2) Loading Arm에는 Quick Coupler를 연결하는 것이 바람직하다.

## [해설]

- (1) 초대형 유류 Tanker의 적재화물 하역은 본선측의 하역 Pump 및 Stripping Pump로 행한다. 본선 하역유 Line과 Berth측 송유용 Line과의 연결방법은 크게 구별하면 Metal Arm과 Rubber Hose가 있다. Metal Arm은 통상 Loading Arm이라 불리며, 고정식 계류시설에 사용된다. Loading Arm의 배관부는 도참(9-1)에 보여준 바와 같이 Base Riser Inboard Arm 및 Outboard Arm으로 구성되어 이것을 여러 개의 회전 Joint로 연결하고 있다. Arm에는 Counterweight가 붙어있어 Balance를 유지하고 있으므로 Tanker Manifold에 Loading Arm의 자중이 걸리지 않도록 되어 있다.
- Outboard Arm의 선단은 Flange 또는 Coupler로 되어 있어 본선 Manifold에 연결된다. Loading Arm은 수평면에서의 회전, 선폭방향에서의 퍼짐으로 인하여 상당한 작동범위를 갖고 있다.
- Loading Arm의 기수는 통상 복수이다. 현재, 사용되고 있는 Loading Arm의 최대구경은 24 inch이다.



도해(9-1) Loading Arm의 구조

- (2) Loading Arm은 아래에 정하는 바에 따라 설계하면 된다.
- ① 원유하역의 Loading Arm의 설계압력은  $1.5\text{N/m}^2$ 로 한다.
  - ② 풍압력은 건축물 구조 등에 관한 규정에 준하여 산정한다.
  - ③ 지진력은 본편 6-7 지진력에 의한다.
  - ④ 폭풍시의 풍압력과 지진력은 동시에 작용하지 않는 것으로 한다.
- (3) Loading Arm에 Quick Coupler를 설치하면 통상의 Bolt를 사용한 Flange 착탈작업에 비하여 신속화와 기계화가 가능하다. 특히 대구경 Flange의 경우, Bolt본수가 많기 때문에 Quick Coupler 효과는 크다. 따라서 Loading Arm, Quick Coupler를 연결하는 것이 바람직하다.
- (4) Quick Coupler를 부착한 Loading Arm을 Tanker Manifold에 접속할 때, 운전원이 Tanker Manifold 가까이 서서 Loading Arm의 선단을 보면서 안전하고 정확한 운전을 할 수 있도록 무선조작장치를 채용하는 것이 바람직하다.
- (5) Loading Arm은 Loading Arm의 설치 위치의 적정화와 Tanker Manifold의 표준화에 의하여 가장 유효하

게 작동할 수 있다. 특히, Loading Arm의 거치 위치가 부적당한 경우 Loading Arm의 조작성이 나빠지고 작업이나 점검이 용이하지 않게 되는 등의 악영향이 나타나므로 거치 위치는 표참(9-1)에 따른 것이 바람직하다(도참(9-2) 참조).

표해(9-1) Loading Arm의 위치

(단위 : m)

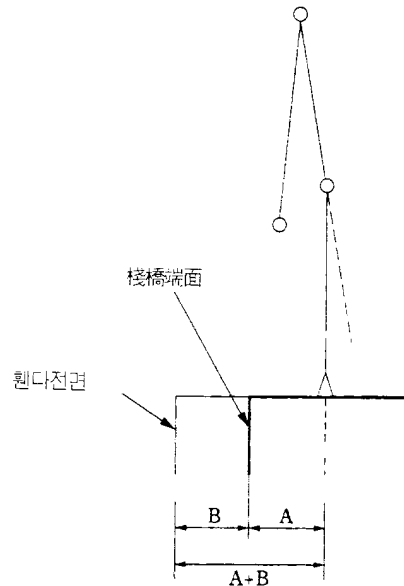
| Loading arm 길이 | A(최소) | A(표준) | A+B     |
|----------------|-------|-------|---------|
| 20m급           | 2.0   | 2.5   | 5.0~6.0 |
| 24m급           | 2.5   | 3.0   | 6.0~7.0 |
| 27m급           | 3.0   | 4.5   | 8.0~9.0 |

주) Loading arm의 최적 거치위치 결정에 필요한 치수는 (A+B)이다.

(6) Loading Arm은 Arm내가 빈 때는 균형되어 있으므로 하역작업중에는 Arm내의 석유중량의 약1/2이 Tanker Manifold에 작용한다. 이 때문에 구경 16inch이상, Arm의 길이 24m이상 정도의 대구경·긴 Loading Arm의 선단부에는 Support Jack을 설치하여 Tanker Manifold에 작용하는 하중을 경감하는 것이 안전을 확보하는데 바람직하다.

(7) 하역작업중 바람이나 조류의 영향으로 Tanker가 크게 이동하여 Loading Arm이 작동 가능범위의 한계를 넘으면 Loading Arm이 끊어져 손상을 입기 때문에 Loading Arm이 작동 가능범위의 한계에 가까워졌을 때 경보를 알리는 장치를 설치하는 것이 필요하다. Loading Arm의 작동 가능범위의 한계는 Loading Arm의 좌우의 수평선회각도, Inboard Arm과 Outboard Arm의 교각으로부터 검출된다.

Loading Arm의 최대수평선회 각도는 원칙적으로 좌우로 각각 45°, Inboard Arm과 Outboard Arm의 최대교각은 Arm의 형식에 따라 180°또는 150°의 것이 있고, Loading Arm 설치장소의 풍향, 조류 등을 고려하여 상기 최대각도보다 10° 또는, 그 이상의 여유각도를 뺀 각도가 되었을 때, 경보를 알리는 것이 바람직하다.



도해(9-2) Loading Arm의 설치 위치 설명도

## 9-2 Rubber Hose의 설계

석유의 수송에 사용되는 Rubber Hose는 다음에 정하는 바에 따른다.

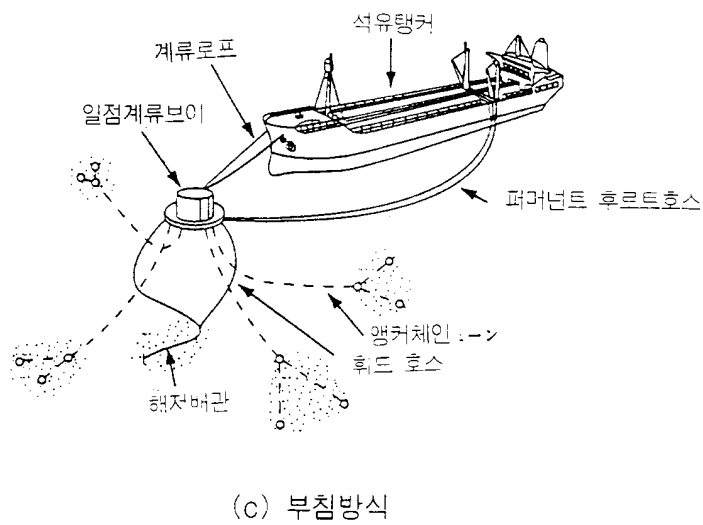
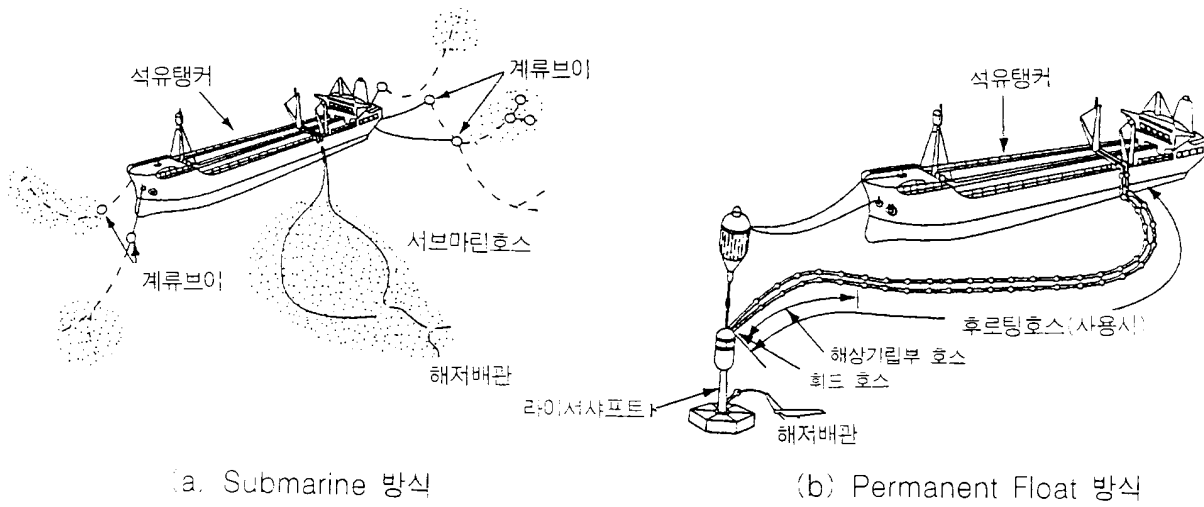
- (1) Rubber Hose는 석유의 수송에 대하여 적절한 재질 및 구조로 한다.
- (2) Floating Hose등 파랑의 영향을 받는 곳의 Rubber Hose에 있어서는 특히 파의 반복작용에 의한 피로에 대하여 충분한 내구성을 가져야 한다.
- (3) 부표식 계류시설에 있어서 Floating Hose는 원칙적으로 선박의 항행에 방해가 되지 않도록 또, 파랑의 영향을 방지하도록 사용하지 않을 때에는 해저에 침하시키고, 사용시에 부상시키는 부침(浮沈)방식으로 하여야 한다.  
단, 충분히 넓은 수역에서 다른 선박의 항행에 방해가 되지 않는 경우 또는 사용하지 않을 때에 Floating Hose를 철거하는 경우에는 그렇지 아니하다.

## [해설]

- (1) Floating Hose를 철거하는 경우란, S.A.L.M.형 Floating Hose의 해수 중에 떠오른 부분의 Hose의 손상에 의한 영향을 최소화로 제한하는 구조상의 조치가 강구되어 있는 경우를 말한다.  
또한, C.A.L.M.형의 Underbuoy Hose도 이에 준한다.

## [참고]

- (1) 부표식 계류시설의 Floating Hose에 부침방식을 사용하는 경우에는 특히 Hose부상시에 큰 외압을 받아 Hose의 변형 손상을 받는 일이 있으므로 모형실험 등 적절한 방법에 의하여 Hose 강도 등을 결정한다.
- (2) 부표식 계류시설의 Rubber Hose는 부침방식을 사용하는 것을 원칙으로 하나, C.A.L.M.형의 경우 Buoy 가까이 Hose가 Buoy와 함께 복잡한 운동을 하므로 Hose의 손상에 주의할 필요가 있다. 또, 대수심의 경우 Hose 부상과 더불어 압력도 커져서 이에 의하여 Hose의 변형 손상이 갈 가능성이 있으므로, 모형실험 등 적절한 방법에 의하여 검토하여야 한다. 또, 만일의 hose 손상에 의한 영향을 최소한으로 억제할 구조로서 해수 중 Valve를 설치한 예가 많다. 또한, 석유를 받는 작업을 행하지 않을시에는 Floating Hose를 제거하여 육상 또는 소정의 해변에 보관하는 것이 바람직하다.
- (3) Rubber Hose의 설계압력은  $1.5\text{N/mm}^2$ 를 표준으로 하고, 안전율은 5 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- (4) 부표식 계류시설에는 Submarine, Permanent Float 방식 및 부침방식이 있고(도참(9-3) 참조), 그 특징은 표참(9-2)와 같다. 부침식은 Submarine방식과 Permanent Float 방식의 다른 점을 보완하여 많은 이점을 갖고 있으므로 이것을 사용하는 것을 원칙으로 한다.



도참(9-3) Rubber Hose형식의 종류

표참(9-2) Rubber Hose형식의 특징

| Submarine 방식                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Permanent Float 방식                                                                                                                                                                              | 부침 방식                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 다점계류방식의 계류시설외에 이용할 수 없다.</li> <li>2. 석유 Tanker가 하역중 동요하면 Rubber Hose가 해저를 끌어교란할 우려가 있다.</li> <li>3. 자연조건이 좋으면 설계가 간단하고 경제적이다.</li> <li>4. 사용하지 않을시는 침설 시킴으로 파, 흐름 등에 의한 Rubber Hose의 손상이 적다.</li> <li>5. 사용하지 않을시에는 침설 시킴으로 다른 선박항행의 지장이 되지 않는다.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 항상 해면에 부상되어 있으므로 파, 흐름 등에 의한 손상의 우려가 크다.</li> <li>2. 다른 항행선박의 지장이 된다.</li> <li>3. 운영이 간단하다.</li> <li>4. Float 등에 의하여 부상되어 있으므로 경제성이 좋지 않다.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 부침기구를 필요로 하기 때문에 경제성이 좋지 않다.</li> <li>2. 운영이 복잡하다.</li> <li>3. 사용하지 않을시에는 해저에 침몰해 있으므로 파, 흐름 등에 의한 손상이 적다.</li> <li>4. 타 항행선박의 지장이 되지 않는다.</li> </ol> |

## 9-3 송유도관등

- (1) 해면 밑 또는 해저면 밑에 설치되는 송유도관 등 및 Riser부에 대하여는 제15편 해저 Pipeline에 따르는 것으로 하고, 해상에 설치되는 송유도관 등에 대하여도 아래에 정하는 바에 따르는 외에 제15편 해저 Pipeline을 준용한다.
- (2) 도관 등은 풍압력, 파력, 조류력, 지진력 등의 외력 및 하중에 대하여 충분한 강도를 갖는 지지구조물에 의하여 지지되어야 한다.
- (3) 선박의 항행이 예상되는 수역을 횡단하는 경우에는 선박의 항행에 지장을 일으키지 않도록 도관 등과 해면과의 사이에 필요한 공간을 확보하여야 한다.
- (4) 선박의 충돌 등에 의하여 도관 등 또는 도관 등의 지지구조물이 손상을 받을 우려가 있는 경우에는 적절한 방충설비를 설치한다.
- (5) 도관하부의 해저질이 와류방출에 의해 세굴에 취약한 경우 trench를 설치하여 매설할 것을 권장한다.

## [참 고]

- (1) 해상에 설치되는 도관 등의 방호설비는 선박이나 표류물이 도관 및 지지구조물에 직접 충돌하지 않는 구조로 함과 동시에, 충돌에 의한 충격의 영향이 도관 등 또는 지지구조물에 직접 전달되지 않는 구조로 한다. 단, 도관 등의 지지구조물의 설계시에 선박이나 표류물의 충돌에 대한 검토를 행한 경우에는 도관 등의 지지구조물이 도관 등의 지지와 방호설비를 겸해도 된다.

- (2) 선박이나 대형 표류물의 충돌 우려가 큰 경우에는 방충공 등의 충돌에 예방조치를 강구할 것이 필요하다.
- (3) 방호설비는 풍압력, 파력, 조류력, 지지력 및 표류물 등에 의한 충격하중을 고려한 구조로 하고, 고정식 계류시설과 동일하게 설계한다.

## 제 10 장 부대설비의 설계

### 10-1 소화설비 등

계류시설의 소화설비 등에 대하여는 아래에 정하는 바에 따른다.

- (1) 고정식 계류시설에 있어서는 잔교에 접안중인 대상 초대형 석유 Tanker의 Tank부분 및 하역설비를 유효하게 Cover할 수 있는 포말소화설비를 설치한다. 단, 설치하는 것이 극히 곤란한 경우에는 소방선등을 부근에 대기시킨다.
- (2) 고정식 계류시설에 있어서는 하역설비 및 Dolphin상의 건물 등 화재시 화열(火熱)에 의하여 손상을 입을 우려가 있는 곳에 Water Curtain 등을 설치한다.
- (3) 부표식 계류시설에 있어서는 소방선, 작업선 등을 유효하게 배치한다.
- (4) 초대형 석유 Tanker가 잔교에 접안 중에는 경계선을 배치한다. 단, 소방선을 배치하는 경우는 제외된다.

#### [참 고]

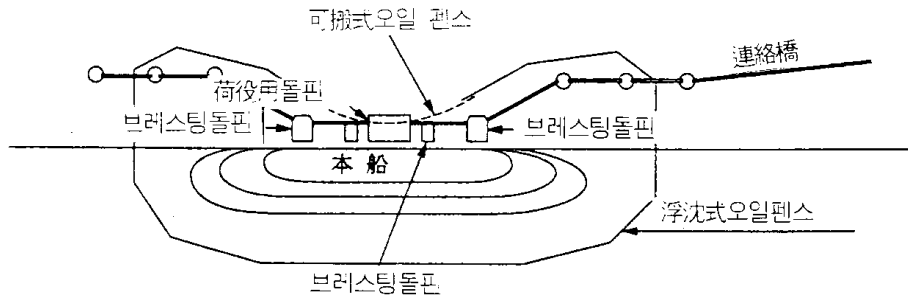
- (1) 포말소화설비는 아래의 기준을 만족하여야 한다.
  - ① Nozzle의 높이는 空船時의 대상 초대형석유 Tanker의 소화작업에도 유효한 높이로 하여야 한다.
  - ② 포말방수능력은 해당시설에 계류하는 대상 Tanker중에서 서로 인접하는 2개의 Side Tank의 합계 표면적의 최대면적을  $A(m^2)$ 로 했을 때,  $12A(l/min)$ 이상이어야 한다.
  - ③ 포말원액의 보유량은 3% 원액의 경우  $9A$ 이상, 6% 원액의 경우  $18A$ 이상이어야 한다.
- (2) Water Curtain등은 아래의 기준을 만족하여야 한다.
  - ① 분무 Head의 방수압력은  $35N/cm^2$  이상이어야 한다.
  - ② 방수량은 방호물의 표면적  $1(m^2)$ 당  $4(l/min)$ 이상이어야 한다.
  - ③ Water Curtain 등에 관한 상기의 규정은 일본소방청 자료 및 미국의 「National Fire Code」에 의한 것이다.
- (3) 水源으로 해수를 피하는 경우에는 충분한 水源이 확보되어야 한다.
- (4) 기름의 해면 유출 등 예기치 못한 사태가 발생하여 소화불능인 경우에는 석유 Tanker 등을 항외의 안전한 장소로 이동할 필요가 있다. 이 경우 예선, 소방선 등을 준비하여 두어야 한다.

## 10-2 루출유 처리설비

- (1) 초대형 Tanker 하역 중에는 유류 회수능력을 갖고 있는 선박을 유효하게 배치함과 동시에, 해양오염 및 해양재해의 방지에 관한 법률의 규정에 의한 Oil Fence, 油처리제 및 油 흡착제등의 배출油 방제자재를 준비한다. 또, 회수기름을 처리 또는 수용하기 위한 시설을 확보해 둔다.
- (2) 고정식 계류시설에 있어서는 배출油 방제자재 및 소화제 기타의 모든 기자재를 수용하는 격납고를 계류시설 상에 설치함과 동시에 접안중인 초대형 Tanker의 모든 주위에 부침식 Oil Fence를 설치하는 것이 바람직하다.
- (3) 부표식 계류시설에 있어서는 배출油 방제자재, 소화제 기타의 모든 기자재를 경계선, 작업선 등에 탑재 보관하는 것이 바람직하다.

## [참 고]

- (1) Oil Fence는 풍속 15m/s, 파고 1.5m, 조류 1kt의 조건하에서 유출油 표면의 확산방지의 기능을 갖는 것이 바람직하다.  
따라서 Oil Fence는 계류시설의 지리적 조건에 따라서 다르나 수면 밑의 유효길이 400mm이상, 수면상의 유효길이 300mm이상의 것이 필요하고, 설치하는 경우에는 정부의 형식승인을 받은 Oil Fence를 쓰는 것이 바람직하다.
- (2) Oil Fence는 정치식과 이동식의 2종류로 대별되는데 어느 것이나 신속하고 확실하게 설치되는 것이라야 한다. Oil Fence의 보유에 대하여 적어도 다음 Oil Fence의 설치가 가능한 수량을 확보되어야 한다.
- (3) 특히 고정식 계류시설에 있어서 초대형 Tanker의 계류시, 그 주위에 Oil Fence를 설치하는 경우에는 전연장이 1,000~1,500m가 되고 입선시마다 작업선으로 이동식 Oil Fence를 설치하는 것은 많은 노력을 필요로 하며, 특히 풍파가 높은 경우, 그 작업은 극히 곤란하므로 안전면에서도 문제가 있다. 따라서 상시에는 해저에 침저시켜 두고, 초대형 석유 Tanker의 계류시에 부상시켜서 초대형 석유 Tanker의 주위에 확실히 설치할 수 있고 더구나 유출油의 확산방지 효과가 높은 浮沈기능을 가진 定置式 Oil Fence를 설치하는 것이 바람직하다.  
그러나 초대형 Tanker의 이접안시의 긴급의 경우에 거는 본선의 Propeller에 의한 추진에 의하여 해저에 침하하고 있는 Oil Fence가 이동하여 조선에 지장을 초래하지 않도록 배려할 필요가 있다.
- (4) 고정식 계류시설의 경우, Oil Fence의 설치방법은 보통 도참(10-1)과 같이 초대형 석유 Tanker를 둘러싸서 설치하고 일부분에 可搬式 Oil Fence를 설치하여 작업선 등의 교통의 편의를 제공하는 방법이 많이 사용되고 있다. 1점계류부표식 계류시설에서는 초대형 Tanker Manifold 주변 또는 초대형 Tanker Manifold 주변과 부표주변의 사이에 설치하는 것이 보통이다.



도참(10-1) Oil Fence의 일반적 설치도

- (5) 기름 처리제는 2차 재해를 일으키는 성질이 있으므로 흡착제를 회수하여 기름을 처리할 수 있는 양의 처리제를 보유할 필요가 있다.

### 10-3 체유제거 및 치환장치

- (1) 고정식 계류시설에 Rising 송유도관 등을 갖는 경우에 있어서 하역을 하지 않을 때에는 해당 연결부의 석유를 물 또는 질소 Gas 등으로 안전하게 치환할 수 있는 구조로 한다. 또, 고정식 계류시설의 Loading Arm 및 계류시설상의 도관 등내의 체유를 제거하기 위하여 체유제거 Pump를 설치하는 등의 체유를 처리하는 조치를 강구한다.
- (2) 부표식 계류시설에 있어서는 Riser부의 Hose 및 Floating Hose의 체유를 물 또는 질소 Gas 등으로 안전하게 치환할 수 있는 구조로 하고, 작업선 등에 치환장치를 설치한다. 단, 이와 동등이상의 보안상의 효과가 있는 조치를 강구한 경우에는 제외된다.

#### [해설]

- (1) 상기규정은 표류물 등이 계류시설에 충돌하여 석유가 대량으로 유출할 우려가 있는 경우에 되는 것이다.
- (2) 선박의 충돌사고 등에서 하역용 Dolphin등이 무너진 경우, 해저도관의 Riser부의 절손에 의하여 석유가 대량으로 유출하는 것을 방지하기 위하여 Riser부 도관의 선단을 Goose Neck으로 하고 이 부분으로부터 상부의 석유를 물 또는 질소 Gas등으로 치환하는 장치를 설치할 필요가 있다. 이 경우 치환의 방법으로 물로 치환하는 경우에는 해저도관내부의 부식을 고려하여 이 부분의 관두께를 두껍게 하거나 또는 방식대책을 강구할 필요가 있다. 또, 치환한 석유는 방수상 안전한 소형 유조선등에 받아서 육상의 Tank내에 넣는다.  
치환한 물은 석유를 받아야 할 때마다 육상의 Tank내로 삼입하게 된다.  
질소 Gas등의 치환인 경우에는 Gas의 도피를 아주 적게 하지 않으면 보급이 용이하지 않다. 이 경우에는 관의 부식의 염려는 없다.
- (3) 체유제거 Pump의 능력은 긴급시 Loading Arm의 분리의 시간을 단축하기 위하여 1시간당 30kl 이상의 것이 바람직하다.

(4) 부표식 계류시설의 Floating Hose중의 석유는 통상, 하역종료 후 기름 회수 작업선 등의 Pump를 이용하여 해수로 치환되고 치환한 석유는 작업선의 Slop Tank 또는 Barge선등에 넣어서 처리하고 있다.

또, Riser부의 Hose에 대하여는 장래 체유의 치환을 하지 않는 경우가 많았으나, 표류물 등의 충돌에 의하여 석유가 대량으로 유출하여 해양오염을 야기할 우려가 있다고 생각되는 1점계류 부표식, 계류시설에 대하여는 이를 방지하기 위하여 Hose내의 체유를 안전하게 치환할 필요가 있다. 이 경우 치환의 방법으로는 물로 치환하는 경우는 해저도관의 선단을 Goose Neck으로 하여 그 선단 Riser Hose를 설치하여 치환장치를 장치한 작업선으로 하역종료 후 치환작업을 하거나, 상기의 석유 Tanker로부터의 송수에 의하여 Riser부의 Hose의 석유도 동시에 해저도관으로 보내는 등의 방법이 있다.

또한, 이와 같이 한 Hose내의 체유가 대량으로 유출하는 것을 방지할 목적에 대하여 상기와 같은 방법에 대신하는 충분한 보안상의 효과를 갖고 있다고 생각되는 조치가 별도 강구된다면, 본 규정을 적용하지 않아도 된다.

## 10-4 보안계기설비

### 10-4-1 접안속도 측정장치

- (1) 고정식 계류시설에는 필요에 따라서 접안하는 초대형 Tanker의 접안속도를 검지하기 위하여 접안속도 측정장치를 설치한다.
- (2) 접안속도 측정장치는 필요에 따라 방폭형으로 한다.
- (3) 접안속도 측정장치는 접안속도의 측정과 동시에 Breasting Dolphin과 초대형 Tanker의 거리를 측정하는 기능을 갖고 있도록 한다.
- (4) 접안속도, 거리의 측정치를 즉시 정확히 조선자에 전달할 수 있는 설비를 설치한다.

#### [참 고]

- (1) 초대형 Tanker의 접안 조선에 있어서 그 선교에서 수면을 내려다 보아(예를 들어 20만톤급 석유 Tanker의 만재시에 있어서 조선자의 눈의 높이는 수면상 약 27m 부근에 있게 된다.), 접안속도를 목측한다는 것은 매우 곤란하다. 이 때문에 조선자를 도와 선체와 Dolphin의 충돌이나 파괴를 방지하기 위하여 접안속도를 측정하기 위한 장치를 설치하는 것은 극히 유효하다.
- (2) Dolphin과 선체의 거리는 선폭을 기준으로 하여 목측하면 조선상 중대한 지장은 없으나 그 거리를 정확히 아는 것은 안전 조선상 상당한 意義가 있다. 측정거리는 100m 전후까지 가능한 것이 바람직하다.
- (3) 계류시설측에 있어서 선박의 접안속도를 측정한 경우, 이것을 즉시 선박위에 조선자에게 전달할 필요가 있다. 이 통보수단으로서는 시각이나 청각에 의한 방법이 있다. 전자는 등화 등에 의한 표시이고, 후자는 Speaker 휴대무선전화(Tranceiver) 등에 의한 전달이다. 등화에 의한 표시는 Digital에 의하는 것 이외에 등화의 색채에 의하여 안전속도, 위험속도 등을 구별하거나 여러 개의 등화를 속도에 따라서 점등하는 등, 여러 가지 방식이 있다. 또, Tranceiver는 편리하기는 하나 혼신이 많다는 단점이 있다.

## 10-4-2 압력감지 장치 등

고정식 계류시설에는 아래에 정하는 바에 따라 압력감지 장치 등을 설치한다.

- (1) 하역시의 도관내의 압력을 감지하기 위한 압력계를 설치한다.
- (2) 계류시설상의 방안의 공기도입구 부근에는 가연성 Gas의 농도를 감지하기 위한 농도 감지 장치를 설치한다.
- (3) 계류시설상의 화기를 사용하는 방안에는 바깥공기와의 압력차를 감지하기 위한 압력차 측정장치를 설치한다.
- (4) 부표식 계류시설에 있어서는 Rubber Hose와 초대형 Tanker와의 접속부에, (1) (a)에서 정하는 압력 계가 설치되는 구조로 한다.

## [참 고]

고정식 계류시설에는 지진을 감지하기 위한 지진계를 설치하는 것이 바람직하다. 지진계는 모든 고정식 계류 시설에 설치할 필요는 없으나, 설치하는 경우에는 설치하는 곳에 대하여 선박의 충격력이나 파랑의 충격력을 받지 않도록 충분히 고려한다. 또, 지진계의 설치에 있어서는 구조물의 진동기록 뿐 아니라 지반의 진동기록을 취할 수 있는 것이 구조물의 진동특성을 파악하는데 있어서 극히 중요하므로 이 점에 대하여 충분히 배려하는 것이 바람직하다.

## 10-4-3 경보장치

- (1) 고정식 계류시설에 있어서는 아래에 열거한 이상시에 경보를 할 수 있는 경보장치를 설치한다.  
단, 송유도관 등에 관한 경보장치에 대하여는 제15편 제10장 보안설비 등에 따른다.
  - ① 본편 10-4-2 압력감지 장치 등에 접하는 농도감지 장치가 소정의 농도이상의 농도를 감지한 경우
  - ② 본편 10-4-2 압력감지 장치 등에 접하는 압력차 측정장치가 소정이하의 값을 감지한 경우
  - ③ Loading Arm이 소정의 작동범위를 초과한 경우
- (2) 경보장치의 수신부는 계류시설상의 방안에 설치하는 외에 필요에 따라 소요의 장소에 설치한다.

## [해 설]

- (1) 상기(1)-①에서 말하는 소정의 농도란 폭발 하한계의 1/3이하로 하는데 방안에서의 화기의 이용의 유무 등의 이용 상황에 따라서 다시 엄격하게 한다.
- (2) Loading Arm에 대하여는 본편 9-1 Loading Arm을 참조한다.

## [참 고]

- (1) 초대형 Tanker의 유류하역 Pump는 통상 Volute Pump를 사용하고 있으며 그 체절압은  $1.5\text{N/m}^2$  정도이므로 석유배관, Loading Arm 및 Rubber Hose의 설계압은 일반적으로  $1.5\text{N/m}^2$ 로 하고 있다.
- (2) 위험물을 취급하고 있는 하역용 Dolphin의 상부 경보장치 등에 대하여는 그 위험도에 따라 방폭형의 것을 사용하고 화기사용은 원칙적으로 방안에서만 한다. 이 방안에는 방안상부에 설치되는 높이 10m정도의 흡기탑으로부터 송풍기로 흡기하여 방안을 외부공기 이상의 일정한 압력으로 승압시켜 두지만 이 압력차가 적어져서 소정의 값 이하가 되면 경보를 알리는 System을 설치해 둘 필요가 있다.

이 소정의 값으로는 화기의 크기, 사용빈도 등 방안의 이용현황에 따라 적절히 정하는 것으로 하나, 취사용으로 화기를 사용하거나 여러 사람이 출입하는 방안에서는 수은주 5.3kPa정도, 작업용 및 휴게용의 방안에서는 1.3kPa정도로 하여 해두는 것이 보통이다.

- (3) 지진계를 설치하는 경우에 있어서는 해당 지진계가 설정값 이상의 가속도의 지진동을 검지했을 때 경보를 알리는 장치를 설치하는 것이 바람직하다.

#### 10-4-4 풍향·풍속계, 파고계 등

계류시설 또는 그 주변의 적절한 곳에 풍향 및 풍속을 관측하는 설비를 설치한다. 다시, 필요에 따라 파고, 유향 및 유속을 관측하는 설비를 설치한다.

#### [참 고]

- (1) 통상, 0.5kt 이상의 조류가 있는 곳에서는 유향 및 유속을 파악할 수 있는 조치를 강구해 두는 것이 바람직하다.
- (2) 외해에 있는 일정 또는 다점계류 Buoy에서는 가급적 파고계를 설치하여야 한다.
- (3) 계측기 등은 반드시 계류 시설상에 설치할 필요는 없으나, 다른 수단에 의하여 측정치를 파악할 수 있는 조치를 강구하여야 한다.

#### 10-5 계류시설의 위치를 나타내는 표지등 등

계류시설의 위치를 나타내는 표지등 등의 설치에 있어서는 「제13편 항로표지시설」에 준한다.

#### 10-6 조명설비

고정식 계류시설의 조명설비에 대하여는 아래에 정하는 바에 따른다.

- (1) 조명설비는 하역작업, 이접안작업, 긴급시의 조치, 야간의 보행자를 고려하여 배치한다.
- (2) 조명설비는 하역작업중 및 이접안작업중에는 작업을 안전하게 행할 수 있는 조도를 갖도록 하고, 상시에는 보행에 지장이 없는 조도를 갖도록 한다.
- (3) 조명설비의 위치 및 투광각도는 선박의 항행에 장애가 되지 않도록 설치하고, 필요에 따라 Hood등을 설치한다.
- (4) 폭발의 위험이 있는 곳에서의 조명설비는 전부 방폭형으로 한다.

#### [해 설]

하역용 Dolphin의 조도는 하역작업을 행하기 위하여 직접 작업에 지장이 있는 Loading Arm 부근, Ladder 부근, 차단밸브 부근 등을 특히 밝게 할 필요가 있다.

Breasting Dolphin, Mooring Dolphin은 주로 초대형 석유 Tanker의 계류작업을 행하므로 이 작업에 지장이

없는 밝기가 필요하다.

연락교는 보행에 지장이 없는 밝기가 필요하다.

#### [참 고]

각 시설에 있어서 기준 조도는 다음 값을 참고하여 적절히 결정할 필요가 있다.

하역용 Dolphin 전체로서는 50~100 lx, Loading Arm부근, Ladder부근, 차단밸브 부근은 100 lx정도.

Breasting Dolphin, Mooring Dolphin은 20~50 lx정도.

연락교는 20~30 lx정도.

### 10-7 동력설비 등

고정식 계류시설의 동력설비 등에 있어서는 아래에 정하는 바에 따른다.

- (1) 동력설비는 충분한 성능과 안전성을 가져야 한다.
- (2) 보완용에 제공하는 부대설비의 예비 동력원은, 상용 전력원이 고장난 경우, 안전하고 자동적으로 상용 전력원으로부터 예비동력원으로 전환됨과 아울러 해당설비를 유효하게 작동할 수 있는 용량이 있어야 한다.

#### [해 설]

동력설비에는 수발전설비, 저압배전설비, 소화 Pump 구동용 및 비상용 발전설비, 직류발전설비가 있다.

### 10-8 통보설비

계류시설의 통보설비에 있어서는 아래에 정하는 바에 따른다.

- (1) 계류시설에는 초대형 석유 Tanker측의 운전상황을 상시 파악하기 위하여 전화 또는, Tranceiver Paging, 기타의 통보가 가능한 설비를 설치한다. 단, 부표식 계선설비에서는 작업선의 통보설비가 사용되는 경우는 제외된다.
- (2) 통보설비의 수신부는 긴급한 통보를 받았을 때, 즉시 필요한 조치를 강구할 수 있는 장소에 설치한다.
- (3) 통보설비의 수신부를 설치하는 장소에는 해상보안 관서 등에 긴급 통보가 가능한 설비를 확보한다.

#### [참 고]

- (1) 통보설비의 발신부는 고정식 계류시설에서는 통상 계기실내에 설치되어 있고, 통보설비의 수신부는 유류 Terminal의 조유계기실에 설치되어 있다.
- (2) 전화는 해저통신 Cable에 의하여 석유 Terminal의 전화 교환기를 통하여 접속되어 있다.
- (3) Tranceiver는 Main을 계류시설상의 계기실에 설치하고, 예보서를 육상의 석유 Terminal 초대형 Tanker 및 계류시설의 여러 곳에 설치하여 통신한다.
- (4) Paging은 주로 계류시설상의 개소 및 초대형 Tanker의 연락에 쓰인다.

10-9 승강설비

계류시설에는 사람이 충분히 안전하게 승강할 수 있는 손잡이를 포함한 안전한 승강설비를 설치한다.  
단, 부표식 계류시설에서는 사람의 승강을 필요로 하지 않는 소형 부표의 경우에는 설치하지 않는다.

[해설]

고정식 계류시설에서는 계류 중인 선박의 승조원의 가족 등이 면회를 위하여 승선하는 등의 경우가 있으므로 이들 일반인이라도 충분히 안전하게 할 수 있는 설비를 설치하는 것이 필요하다.

제 11 장 시설의 유지관리

11-1 일 반

초대형 Tanker가 안전하고 원활하게 이용할 수 있도록 아래에 정하는 바에 따라 유지관리를 행한다.

11-2 점검기준의 작성

- (1) 초대형 Tanker용 시설의 설치자는 해당시설의 모든 설비의 유지관리를 위하여 관계법령에 근거한 검사를 받는 외에 다음에 열거하는 설비에 대하여 점검의 기준을 정하는 바에 따라서 점검을 행한다.
  - ① 송유도관등
  - ② Loading Arm
  - ③ Rubber Hose
  - ④ Anchor Chain
  - ⑤ 방충설비
  - ⑥ 1점계류부표식 계류시설에 설치되는 계류색
  - ⑦ 부표
  - ⑧ 전기방식을 적용한 설비
  - ⑨ 기타 각종 보안방재대책 관련설비
- (2) 점검은 원칙적으로 년 1회 이상의 총점검 이외에 해당시설에 강력한 외력이 작용하는 등 이상한 상황이 있는 경우에도 행한다.

## [해설]

- (1) 초대형 Tanker용 시설의 설치자는 해당시설의 유지관리 책임자를 정하여 점검을 계획적으로 실시한다.
- (2) 송유도관등의 점검에 있어서는 상용압력을 적절히 할증한 압력에서의 내압시험을 정기적으로 행할 필요가 있으며 또, Rubber Hose, Anchor Chain, 일점계류부표식 계류시설에 설치되는 계류색, 부표 등은 정기적으로 잠수하여 점검을 행함과 동시에 필요에 따라 육상으로 인양하여 점검을 행할 필요가 있다.
- (3) 점검은 점검표를 작성하여 계획적으로 실시한다. 또한, 이들 점검 또는 검사결과의 기록은 조치의 경위와 함께 보존하여 장래의 참고로 하여야 한다.

## [참고]

- (1) 송유도관 등의 내압시험에서 시험압력으로는 상용압력의 1.5배 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- (2) Rubber Hose는 1~2년마다 교체하는 것이 바람직하다.
- (3) Anchor Chain의 최초의 점검은 신규설치 후 반년 경과한 시점에서 착수하여 점검하는 것이 바람직하다.
- (4) 1점계류부표식 계류시설에 설치하는 계류색은 4~6개월마다 교체하는 것이 바람직하다. 또, 계류색 단부의 계류 Chain도 필요에 따라서 점검하여 교체하는 것이 바람직하다.
- (5) 전기방식을 적용한 설비에 있어서는 방식전위의 측정을 년 2회 이상 행하는 것이 바람직하다.