

# 제 16 편 해상저유시설

## 제 1 장 총 칙

### 1-1 적용범위

본 편은 해상저유시설을 건설하고 개량하며 또는 유지하는 경우에 적용한다.

#### [해설]

우리나라는 에너지 공급 등 여러 가지 분야에서 석유에 의존하고 있어 석유의 안정 공급을 확보하는 것은 중요한 과제이다. 1967년 제3차 중동전쟁을 계기로 하여 석유비축의 필요성이 높아짐에 따라 건설하기 시작한 석유비축시설로는 지상이나 지하에 Tank를 설치하는 방식이외에 본 편의 해상저유시설에 의한 것들이 있는데 이러한 시설은 다음의 특징이 있다.

- (1) 육상부의 면적이 적어도 되며 해양공간을 유효하게 이용할 수 있다.
- (2) 지진의 영향이 적다.
- (3) 주거공간으로부터 비교적 떨어진 위치에 입지할 수 있다.

### 1-2 정 의

본 편에서 사용하는 용어는 다음과 같다.

- (1) 「석유」란 원유, 휘발유, 등유, 경유 및 중유를 말한다.
- (2) 「저장선」이란 대량의 석유를 저장할 목적으로 건조된 것으로 다음의 요건을 만족하는 부유식구조물을 말한다.
  - ① 항상 건현과 Bottom Clearance를 갖고 계류하는 것.
  - ② 정온도의 확보가 가능한 수역에 계류되는 것.
- (3) 「해상저유시설」이란 저장선 및 부대설비가 일체로 된 석유를 저장하는 형태의 보관시설을 말한다.
- (4) 「해상저유기지」란 해상저유시설 기타의 항만의 시설 및 육상에 설치된 관리상의 모든 시설과 아울러 그것을 연결하는 배관 등으로 구성되는 석유의 저장을 행하는 시설 등이 계획적으로 배치된 지역 전체를 총칭한다.
- (5) 「저장선 박지」는 저장선의 계류에만 사용되는 박지를 말한다.

## 제 2 장 설치장소의 선정 및 시설배치

### 2-1 설치장소의 선정

해상저유기지의 설치장소는 다음에 정하는 바에 따른다.

- (1) 지형, 기상, 해상 기타의 자연조건이 안전확보, 환경보전 등의 관점에서 적합하고, 특히 지진해일 상승대에 설치하는 것은 피한다.
- (2) 자연공원, 문화재 등 귀중한 자원, 생태계(해중·해저동식물 및 육상동식물), 주위의 경관 등에 주는 영향에 대하여 조사한 뒤에 이들의 보전, 보호의 요청을 만족시켜야 한다.
- (3) 항만시설, 해안보전시설 등의 현황과 계획, 어업 등의 해면이용 및 해상교통의 현황 등 주변의 모든 활동과의 조화와 안전의 확보가 도모되어야 한다.
- (4) 만일 재해가 발생한 경우에도 누출유류의 확산 등 2차 재해를 방지하기 위한 조치를 취할 수 있는 장소이어야 한다.

### 2-2 시설배치

해상저유기지의 시설배치에 대하여는 다음 사항을 충분히 유의하여야 한다.

- (1) 저장선 박지는 저장선에서 화재, 폭발 등의 사고가 발생한 경우에도 주변의 주거공간의 안전이 확보 되도록 충분한 거리를 확보하여야 한다.
- (2) 저장선 박지는 저장선에서 만일 화재, 폭발 등의 사고가 발생한 경우에도 일반선박의 안전이 확보되도록 항로, 박지 및 계류시설 등과 충분한 거리를 확보하여야 한다.
- (3) 관리 Yard 및 기지 내 배치 선박 등의 계류시설은 저장선에서 만일 화재, 폭발 등의 사고가 발생한 경우에도 안전이 확보되도록 저장선 박지로부터 분리되고 사고에 대하여 용이하게 대처할 수 있는 위치이어야 한다.
- (4) 저장선 박지, 입출하역 Berth 및 기타 위험물 보관시설의 배치는 다음 사항을 감안하여 상호간격을 정한다.
  - ① 저장선, 계류 중의 출입하역용 석유 Tanker 또는 기타 위험물 보관시설에서 만일 화재, 폭발 등의 사고가 발생한 경우, 상호 인화하는 일이 없는 등 안전을 충분히 확보하여야 한다.
  - ② 입출하역용 Tanker가 만일 표류하는 경우에도 저장선과의 충돌이 생기지 않도록 격리하거나 또는 인공적으로 적절한 방호를 할 수 있는 조치를 강구해야 한다.
- (5) 각 저장선간 거리는 저장선에서 만일 화재, 폭발 등의 사고가 발생한 경우에도 인접한 저장선에 인화하지 않는 등 안전이 충분히 확보되도록 정하여야 한다.

#### [해설]

해상저유기지의 시설배치는 저장선, 석유 Tanker 등에서 화재 등의 사고가 발생한 경우의 안전확보를 충분히 배려해야 하므로 다음 사항 등을 감안하여 정한다.

- (1) 저장선 박지로부터 타 시설까지의 보안거리는 다음의 검토사항에 따라 적절히 정한다. 단, 불연재료로 만든 울타리, 또는 수분무설비 등에 의한 방화, 방열의 효과를 고려할 수가 있다.
  - ① 저장선의 하유 Tanker 한 구획의 최대유량이 1차 방유제 내 해면에 유출한 경우를 예상하여 검토한다.

- ② 유출한 기름으로부터의 Gas에 의한 인화 등의 위험성에 대하여 검토한다.
  - ③ 유출유 해면에 화재가 발생한 경우, 그 복사열에 의한 인화 등의 위험성에 대하여 검토한다.
- (2) 각 저장선간 거리는 다음에 열거한 저장선 등의 조치를 감안하여 적절히 정한다.
- ① 저장선은 이중벽구조의 채용, 이중격벽에 의한 구획 나누기를 행하고, 이들의 빈 곳(Ballast Tank 또는 수봉 Tank라 한다)을 상시 충수상태로 한다.
  - ② 저장선의 하유 Tank 구역에 화재가 발생한 경우 및 하유 Tank 한구역의 최대유량이 유출하여 1차 방유제 내 해면화재가 발생한 경우에 인접 저장선에 인화를 방지하는데 충분한 냉각수를 상기 충수부 및 갑판상에 보급할 수 있는 방·소화설비를 설치한다.
- (3) 입출하역 Berth는 해당 석유 Tanker가 안전하게 이접안, 계류 및 하역할 수 있는 위치로 하고 초대형 석유 Tanker용 시설의 규정에 따른다.

### 제 3 장 설계의 기본방침

해상저유기지시설의 설계시에는 해상이라는 어려운 환경에서 특히, 장기에 걸친 석유의 저장의 기능을 수행하기 위한 안전 이외에 시공 시의 각 단계에 있어서도 외력 및 하중조건에 대한 안전을 확보하도록 한다.

#### [해설]

- (1) 해상저유기지시설의 설계에 있어서는 지형, 지질, 기상, 해상 등의 자연 상황, 선박의 통항, 토지이용 등의 이용 상황을 충분히 조사하고, 이들 자연 상황 및 이용 상황에 적합하도록 고려한다. 이 경우 각 시설은 해당기지를 구성하는 요소의 하나라는 사실을 인식하고, 타 시설과의 연계성을 도모함과 동시에 이용자의 안전, 환경의 보전 등에 관하여 배려한다.
- (2) 해상저유기지시설의 설계에 있어서는 다음의 요소를 고려한다.
- ① 시설의 기능
  - ② 시설의 중요성
  - ③ 내용연수
  - ④ 자연상황
  - ⑤ 하 중
  - ⑥ 재 료
  - ⑦ 안전율
  - ⑧ 시공방법
  - ⑨ 시공정도
  - ⑩ 공 기
  - ⑪ 경제성
  - ⑫ 보상비
  - ⑬ 유지비

## 제 4 장 설계외력과 하중

## 4-1 일 반

해상저유기지사설의 설계에 있어서는 해당시설의 기능 및 설치지점에 따라서 적절한 설계조건을 선정한다. 또한 저장선 및 저장선에 직접 관계하는 항만의 시설에 관한 설계외력 및 하중의 산정시에는 안전 확보에 특히 중시하고 자연조건의 재현기간 100년으로 함을 원칙으로 한다.

## [해 설]

- (1) 일반적으로 설계의 대상이 되는 자연조건의 재현기간은 시설의 공용예정기간, 그 기간에 설계 값을 상회하는 자연조건에 접하는 경우 안정성에 대한 요청의 정도, 시설의 설계·시공기술의 신뢰도 등을 감안하여 정해진다. 항만의 외곽시설 등에서 설계의 대상이 되는 자연조건을 각 해역마다 경험적으로 정하는 일이 많으며, 재현기간도 50년 정도를 고려하는 것이 일반적인 예이다. 그러나 해상저유기지사설의 설계에 있어서는 대량의 석유를 안전하게 저장·보관하여야 하므로 안전성의 확보를 특히 중시하여 재현기간을 원칙적으로 100년으로 한 것이다. 바람, 파랑 등의 자연조건에 대하여도 재현기간 100년에 대한 풍속, 파고 등을 추정하면 동일 자료에 근거하여 추정한 50년에 대한 값보다도 10% 정도 커지는 것이 보통이다.
- (2) 자연조건의 재현기간을 100년으로 하였으나 이것을 상회하는 자연조건을 설계의 대상으로 하는 것을 막는 것은 아니다. 예를 들면 폭풍해일 대상 시설의 설계에 있어서는 가상의 대형 태풍이 대상 지구에 가장 위험한 경로를 통과하는 경우를 가상하여 폭풍해일 및 파랑조건을 설정하는 일이 가끔 행하여진다. 이와 같은 가상 기상조건을 대상으로 하여 설계에 사용하는 자연조건을 설정하는 것이 매우 비현실적인 것은 아니다. 또 그렇게 정한 자연조건의 재현기간이 100년 이상으로 추정되는 것이면 해상저유기지의 안전성을 더욱 확보하는 의미에서 바람직한 일이라고 할 수 있다.
- (3) 조위에 관하여는 폭풍해일, 지진해일 등에 의한 이상고조위 및 지진해일 등에 의한 이상저조위의 양자에 대하여 검토할 필요가 있다. 이와 같은 이상고·저조위의 설정은 일반적인 항만시설에 있어서는 조위의 재현기간에 근거하기보다도 기왕최고조위 또는 조위편차, 또는 가상태풍 또는 지진해일 등에 대한 추정조위 등을 참조하여 행하는 일이 많다. 따라서 해상저유기지사설의 설계조위도 이와 같은 일반적인 항만시설에 대한 조위의 선정법에 준하여 행하는 것이 적당하다. 또한 가상태풍에 의한 이상고조위에 관하여는 약최고조위에 추정최대조위 편차를 더한 높이를 표준으로 한다.
- (4) 자연조건의 재현기간을 100년으로 하는 것은 해상저유기지사설이 보통의 공용조건에 있는 경우에 있어서 적용하는 것이며, 특수한 공용조건을 고려하는 경우에 사용하는 재현기간으로는 보통의 경우와 동등의 조우확률에 대응하는 소요의 재현기간을 채용할 수가 있다.

## 4-2 바 람

## 4-2-1 바람의 관측자료의 취급

- (1) 설계풍속의 설정에 있어서는 장기간에 걸친 실측에 근거하여 관측자료에 적절한 통계처리를 하고, 풍속의 출현확률분포를 추정한 후에 필요한 재현주기에 대한 풍속을 채용한다.
- (2) 설치지점과 인접한 기상관서 등의 관측자료를 이용하는 경우에는 해당지점과의 지형조건의 차이에 대한 비교검토를 행하고 서로의 상관성을 파악해 둔다.

## [참 고]

- (1) 일반적인 항만시설의 설계풍속의 설정은 장기간(표준적으로 30년 이상을 말한다.)에 걸친 실측치에 근거한 관측자료를 이용하여 행하도록 하고 있으나, 해상저유기지의 계획지점에서 장기간에 걸친 관측자료가 얻어지는 것은 드문 일이며, 인접한 기상관서 등의 관측자료를 이용하는 경우가 많다.
- 그러나 기상요소 중에도 바람은 국지성이 강하고 관측기지의 설치고도, 주변의 지형 등에 따라 풍향, 풍속이 현저히 다른 경우가 있다. 고도의 영향에 관하여는 대수법칙 또는 지수법칙에 따라 고도의 상승과 함께 풍속이 증대한다고 보고 필요한 보정을 하는 것이 일반적이다. 한편, 지형의 영향은 관측지점마다 다르고 이것을 일반적으로 논하는 것은 곤란하므로 인접한 기상관서 등의 관측자료를 이용하는 경우에는 다음에 제시하는 사항을 고려한다.
- ① 가능한 한 설치예정지점에서 최저 1년간의 바람의 관측을 실시하여 동일기간 중의 기상관서 등에서의 관측자료와 비교하여 풍향 및 풍속의 상관해석을 시행하고, 지형조건 등의 차이에 대한 보정방법을 확인한 후 이것을 이용하여 장기간에 걸친 기상관서의 관측자료를 보정하는 것이 필요하다.
  - ② 해당 기상관서 등의 주변지형 등을 실지로 검사와 설치예정지점과의 지형조건 등의 차이를 명확히 하는 것이 필요하다.
  - ③ 기상관서 등은 한 지점뿐만 아니라 설치예정지점에 가까운 복수의 지점에 대하여 조사하고 비교검토를 행하는 것이 바람직하다.
- (2) 풍속의 출현확률분포의 추정에 있어서는 풍향에 관계없이 각 연도의 최대풍속을 대상으로 하고, 이중지수 분포법칙을 적용하는 경우가 많다.

## 4-2-2 풍속의 표시 및 바람의 변동성

- (1) 풍속의 표시에 있어서는 평균풍속(10분간 평균)을 사용한다.
- (2) 해면상의 돌풍율(최대순간풍속과 평균풍속과의 비)은 1.2~1.5 정도를 표준으로 한다.  
단, 해당지역에 대한 충분한 자료가 있는 경우는 예외로 한다.

## [해 설]

바람은 시간적, 공간적으로 변동하고 있으며 순간풍속의 최대치는 평균풍속보다도 크다. 어느 지점에서의 최대순간풍속과 평균풍속과의 비는 돌풍율(突風率)이라고 불리우며, 그 값은 풍속의 평가시간, 즉 계기의 응답속도, 지형, 고도, 대기의 안정도 등에 관계된다. 해면상 돌풍율에 대하여는 아직 충분한 자료가 얻어져 있다고 말할 수는 없으나, 여기서는 표준으로서 1.2~1.5 정도의 값 중에서 상기의 요소를 적절히 반영하고 있는 값을 채용하는 것으로 한다.

## [참 고]

- (1) 바람의 시간적 변동을 조사하기 위해서는 대상지점에서의 강풍시의 변동풍(變動風)의 스펙트럼을 실측자료로부터 구하는 것이 바람직하다. 단, 실측자료가 얻어지지 않는 경우에는 제2편 2-2-4 섹션에 작용하는 풍하중[참고](5)에 제시한 데번포트(Davenport) 및 히노(日野)가 제시하는 식에 의하여 변동풍속의 주파수 스펙트럼을 결정할 수가 있다.
- (2) 바람의 공간적 변동의 영향을 조사하기 위하여는 대기류의 교란의 축척에 관하여 검토하고, 해상저유기지 시설에 가장 큰 영향을 미치는 대기류의 교란 축척을 고려한다.

### 4-3 파 랑

설계파의 설정에 있어서는 실측 또는 추산에 근거한 파랑자료에 적절한 통계 처리를 실시하고, 소요의 재현기간에 대응하는 파의 제원을 채용하는데 이 경우 지형적 영향에 의한 파의 변형을 고려하여 해당 구조물에 대하여 가장 불리한 작용을 미치는 파고, 파향, 주기의 조합을 채용한다.

#### [해 설]

파랑의 취급에 대하여는 제2편 제4장 파랑에 준한다.

### 4-4 조 위

- (1) 대표적인 설계조위로는 다음의 고조위 및 저조위를 고려한다.
  - ① 고조위는 삭망평균만조위(H.W.L)에 편차를 더한 것으로 한다.
  - ② 저조위는 삭망평균간조위(L.W.L), 또는 기본수준면으로 한다.
- (2) 지진해일, 폭풍해일에 대하여는 과거의 기록을 조사하는 외에 진파에 대한 만의 형상, 진동특성 등을 고려한다.  
또한, 부진동을 일으키기 쉬운 만, 항에서는 설계조위의 결정이나 박지에서의 정온도의 검토에 있어서 부진동을 고려한다.

### 4-5 흐 름

설치수역에 조류, 연안류에 대하여 유향, 유속을 파악함과 동시에 구조물의 설치에 의하여 생기는 조류, 연안류에 대한 예측을 행한다.

### 4-6 표 사

표사현상이 예상되는 수역에서는 매물 및 세굴에 대하여 대책을 강구하기 위하여 필요에 따라 설치수역의 표사특성을 구조물의 설치에 의한 영향을 파악한다.

## 4-7 지 진

## 4-7-1 일 반

해상저유기지사설이 적절한 내진성을 갖도록 지진의 영향을 고려한다. 또한 설계지진계수에 대하여는 제2편 12-3 지진하중에 준하는 방법으로 한다.

## [참 고]

- (1) 해상저유기지를 구성하는 하나의 시설이 지진에 의한 피해를 받는 경우에 어떠한 영향이 있는가는 각각의 그 시설마다 검토가 필요하다. 이 때문에 설계지진계수를 산정하는 때의 위험도계수는 일률적이지 않고, 지진시에 예상되는 피해의 형태 및 피해의 정도, 피해에 의한 영향, 복구의 난이를 하나의 시설마다 고려한 후에 적절히 설정한다.
- (2) 본 편 4-1 일반에서는 저장선 및 저장선에 직접 관련된 항만시설의 설계외력 등의 산정에 있어서 자연조건의 재현주기는 100년을 표준으로 하였다. 한편, 설계지진계수를 구하는 경우의 지진구역 계수는 500년 기대치에 근거하여 설정된 것이다. 이 때문에 이들 시설의 설계지진계수의 산정에 있어서는 다음의 방법 등에 따라 다른 자연조건의 설정의 연계성을 확보할 필요가 있다.
  - ① 해당지점의 지진구역 계수를 재현기간 100년으로 하여 산정하고, 설계지진계수를 구한다.
  - ② 내진강화시설에 준하는 방법에 따라 설계지진계수를 구한다.

## 4-7-2 내진설계

시설의 내진설계는 제2편 제12장 지진 및 지진력에 따르는 것을 표준으로 한다. 단, 유연성이 크고 또 지금까지 지진에 의하여 등가정적해석법에 의한 내진설계의 타당성이 경험적으로 분명하지 않은 구조물에 대하여는 지진응답해석 등에 의한 검토를 행한다.

## 4-7-3 액상화 대책

지반의 액상화 현상은 제2편 제13장 지반의 액상화에 따라 예측하고, 필요한 경우에는 적절한 대책을 강구한다.

4-8 표류물 등에 의한 충격하중

- (1) 설계의 대상으로 하는 충돌물로는 다음의 것을 고려한다.
  - ① 입출하역 Berth에 이접안하는 석유 Tanker
  - ② 예선, 기름회수선 등의 기지에 배치되는 작업선박
  - ③ 기지부근을 항행하는 선박
  - ④ 부표, 부유하는 나무, 기타의 표류물(漂流物)
- (2) 설계의 대상으로 하는 선박의 종류 및 규모는 다음 사항을 고려하여 선정한다. 또 선박 이외의 표류물에 대하여는 해당시설의 설치지점의 자연조건, 입지조건 등을 고려하여 선정한다.
  - ① 시설완성 후 해당시설에 근접하는 선박에의 경고방법·체제 등.
- (3) 충돌형태(충돌각도 등)는 해당 표류물 등의 종류 및 규모에 따라서 다음 사항을 고려하여 정한다.
  - ① 바람, 파랑 및 흐름의 방향과 속도
  - ② 지형 및 방충제 등의 주변구조물의 배치와 형태
  - ③ 선박에 있어서는 조선상황 등.
- (4) 선박의 충돌속도는 해당선박의 규모 및 기상, 해상상황을 고려하여 다음에 정하는 바에 따른다.
  - ① 평상시의 기상, 해상상황 아래서의 선박의 충돌속도는 해당수역에서의 항행속도, 다음의 사항을 고려하여 정한다.
    - 가. 출입하역용 석유 Tanker에 대하여는 예선에 의한 조선시의 속도를 채용한다.
    - 나. 해당시설에 접근하는 선박에의 감시 및 경고체제가 정비되어 있는 경우에는 해당 정비수준에 따라서 충돌속도를 감할 수가 있다.
    - 다. 바람 및 파랑에 의하여 충돌속도가 항행속도보다 크게 되는 일이 예상되는 경우에는 그 영향을 고려한다.
  - ② 폭풍시에 있어서는 조타불능이 된 선박 등이 바람, 파랑 및 흐름에 의하여 표류하여 구조물에 충돌할 것을 감안하고, 충돌속도는 모형실험에 의하여 검토하거나 혹은, 파랑 및 흐름에 의한 표류속도를 고려하여 정한다.
- (5) 선박이외의 표류물의 충돌속도는 폭풍시에 선박의 충돌속도에 준한다.
- (6) 표류물 등에 의한 충돌하중은 충돌을 받는 구조물의 구조형식, 충돌면의 강도에 따라 변화하므로 조건에 따라 적절한 수법에 의하여 선정한다.

## 제 5 장 재 료

## 5-1 일 반

- (1) 해상저유기지시설에 사용하는 재료는 구조물의 외적조건, 사용목적, 내용연수, 중요도 등을 충분히 고려하여 이들 조건에 적합한 성질의 것으로 한다.
- (2) 해수 등에 의하여 부식할 우려가 있는 재료를 사용하는 경우에는 부식에 대하여 필요한 조치를 강구한다.
- (3) 재료의 품질 및 허용응력 등에 대하여는 제3편 재료에 준한다.

## 5-2 강재의 방식

강재의 방식에 대한 조치에 대하여는 다음 사항이외에 제3편 2-4 방식에 준한다.

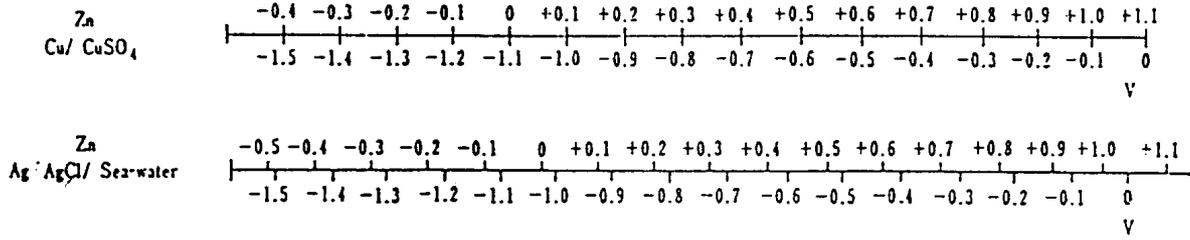
- (1) 강재의 부식에서 마모와 부식이 공존하는 경우에는 특히 부식이 조장되기 때문에 충분한 부식대책을 강구한다.
- (2) 저장선의 외판은 해상대기 중 비말대, 해수 중의 각 부식환경에 접하므로 각각의 환경에 적합한 방식을 시행한다. 특히 비말대 방식법에는 내구성을 충분히 고려한다.
- (3) 저장선의 외판에서 방현재가 접촉하는 곳의 방식법에는 내구성 및 내마모성을 충분히 고려한다. 특히 해당되는 곳에 조패류의 해양생물이 부착한 경우에는 피복재에 의한 방식법으로는 피복면의 손상이 조장될 우려가 있으므로 부식에 의한 방법, 부식대와 피복재를 병용하는 방법 등의 처치를 강구하도록 하고 유지 관리에 충분히 주의할 필요가 있다.
- (4) 저장선의 외판에 대하여는 전기방식조치와 도장을 병용하는 것을 원칙으로 한다.

## [해설]

강재의 방식에 있어서 마모와 부식이 공존하는 경우에는 강재면에 형성된 부식층이 마모에 의하여 제거되거나 강재면이 노출되므로 해당되는 곳의 부식이 심하게 되는 경우가 있다. 이와 같은 마모와 부식이 공존하는 곳으로는 선박의 외판이나 繫留鎖 등이 있다.

## [참고]

- (1) 전기방식법의 적용에 있어서 Ballast Tank에 붙이는 기준전극으로는 해수염화은전극 또는 아연전극을 사용한다. 아연전극 기준인 경우 방식전위는 -250mV보다 낮다.
- (2) 아연전극의 전위는 다른 기준 전극에 의해 정기적으로 검정한다. 아연 전극의 전위 차가 커지면(약 10mV 이상) 측정전위를 보정한다. 도참(5-1)은 아연전극과 포화유산동전극, 해수염화은전극과의 측정전위 비교치이다.



도참(5-1) 아연, 포화유산동, 해수염화은 기준전극에 의한 전위의 비교

(3) 선박의 방식법에 대하여는 표참(5-1)을 참고해서 정하는 것이 바람직하다.

표참(5-1) 선박의 방식법

방식대상	시 방	적 요
① 외 판 (수면상)	<p>평균 도막두께</p> <p>① 무기 Zinc도료(Primer) 40~75<math>\mu</math>m/회×1회 Tar Epoxy도료 125<math>\mu</math>m/회×2~3회 또는 200<math>\mu</math>m/회×2~3회</p> <p>② 무기 Zinc도료(Primer) 40~75<math>\mu</math>m/회×1회 Epoxy도료 125<math>\mu</math>m/회×2~3회 또는 200<math>\mu</math>m/회×2~3회</p>	<p>①의 도장계(Primer 1회 도장, Epoxy 도료 1회 도장, 총 약500<math>\mu</math>m) 또는 ②의 도장계(Primer 1회 도장, Epoxy도료 2회 도장, 약300<math>\mu</math>m)를 비말대에 사용한 경우, 6년간 방식되었다는 예(NBS보고, 1977년 6월)를 참조하면 약 10년간의 내구수명을 위해서는 적어도 그 이상의 막 두께가 필요하다. 단, 여기서 마감 도료는 최저 2회 이상 칠하는 것을 전제로 한다.</p> <p>도장은 막 두께 외에 시공성도 중요하므로 비말대방식에 사용하는 도장으로는 300~500<math>\mu</math>m 정도의 막 두께로 가급적 보수를 적게 하는 방법을 선정한다.</p> <p>내구성이 좋은 것은 Epoxy도료이나 도막의 색채는 설계에 따른다. 흑색 도료의 사용에 지장이 있는 경우에는 다른 색으로 가급적 내구성이 좋은 도료를 사용한다.</p> <p>②는 백색의 도료계 예이다.</p> <p>막 두께의 육안관찰을 정기적으로 수행하고, 열화, 손상에 따라서 보수한다.</p>
② 외 판 (접현부)	<p>평균 도막두께</p> <p>부식대 도 장 Glass Flake Polyester 수지 2회 계 1,000<math>\mu</math>m</p>	<p>비말대의 공식속도 0.5mm/년로 계산하면 10년간의 부식대는 5mm이다. 방식제 접촉부에는 내마모성이 우수한 도장계를 사용한다. 내마모성이 우수한 도장계로는 Polyurethane(무용제형)도료, Glass Flake Polyester 수지, Epoxy 도료 등이 있다.</p> <p>수면부 강판에 대하여는 도막의 열화, 손상된 곳을 보수하고, 보수가 곤란한 부분에 대하여는 정기적으로 판 두께를 측정, 관리한다.</p>

방식대상	시 방	적 요
③ 외 판 (해수중)	<p>중간평균 도막두께 무기Zinc도료 (Primer) 40~75<math>\mu\text{m}</math>/회×1회 Tar Epoxy도료 300~400<math>\mu\text{m}</math> 방식전류밀도 전기방식 (알루미늄합금양극 10년형) 10mA/m<sup>2</sup></p>	<p>선박은 생물부착에 의한 흡수변화, 주행시의 마찰저항증가는 문제가 되지 않으며, 또 방오도료(防汚塗料)의 유효기간은 2年 이내이다. 따라서 방오도료는 반드시 선박에는 사용하지 않아도 된다. 방오도료를 사용할 때는 2회 칠하고, 막두께를 80<math>\mu\text{m}</math>이상으로 한다. 방식전위를 정기적으로 측정하고, 도막의 열화에 따른 양극 부족분을 추가하여 소정의 방식전류밀도를 확보한다.</p>
④ 저유Tank	<p>평균 도막두께 저부 및 Riser부 1m 천정 및 천정 밑 2m 무기 Zinc도료 (Primer) 20~40<math>\mu\text{m}</math>/회×1회 Tar Epoxy도료 250~300<math>\mu\text{m}</math></p>	<p>저유중에 Tank저부에 남아있는 수분 및 침전물의 양은 원유의 종류나 저유상황 등에 따라 다르다. 또 천정 밑 공유 부분도 저유조건에 따라 다르다. 여기서는 여유를 보아 Riser 도장범위를 1m정도, 천정 밑 도장/범위를 2m정도로 한다. Bilge나 Sludge를 제거할 때 도막을 손상하지 않도록 주의해야 한다. Bilge가 완전히 제거되지 않았을 때는 저부에 아연합금양극을 붙이는 방법도 있다.</p>
⑤ Ballast tank	<p>평균 도막두께 천정 및 천정 밑 1m까지의 전강재면 무기Zinc도료 (Primer) 20~40<math>\mu\text{m}</math>/회×1회 Tar Epoxy도료 250~300<math>\mu\text{m}</math> 방식전류밀도 기타 전기방식 (Aluminum합금양극 10년의 것) 30mA/m<sup>2</sup>* * Tank내 강재면에 무기 Zinc Primer를 도장한 경우 전류밀도를 감할 수가 있다.</p>	<p>Tank내의 양극은 아연합금이 기본이다. 알루미늄 용해물의 제거가 어려운 것이 있을 때 정기검사원이나 보수작업원이 그것에 의하여 미끄러질 위험이 있으므로 주의를 요한다. 방식관리상, 기준전극을 대표하는 곳에 설치해두고 이것을 이용하여 전위를 정기 관측하는 것은 유효한 방법이다. 전기방식법을 적용할 때 수소 Gas의 발생을 피할 수 없으므로 안전상 수소 Gas의 배출구를 Ballast Tank 상부 및 수평부재에 설치해 두는 것이 필요하다. 방식전위를 정기적으로 측정하고, 소정의 방식전류를 확보하도록 부족 양극분을 추가 설치하는 것이 필요하다. Ballast Tank는 전류분포를 좋게 하고, 또 점검, 보수를 원활히 하므로 가급적 간단한 구조로 하는 것이 필요하다</p>

## 제 6 장 수역시설 설계

## 6-1 저장선 박지 정온도

- (1) 저장선(貯藏船) 박지는 저장선 계류에 안전하도록 충분한 정온도를 확보한다.
- (2) 박지내 정온도 검토에서는 방파제 선단부를 돌아 들어오는 회절파(回折波), 제체 또는 그 저부를 통과하는 투과파(透過波), 방파제를 넘어오는 월파로 인한 소란파(騷亂波), 박지내의 반사 등을 고려한 수리모형실험 등으로 확인하는 것을 원칙으로 한다.

## [해설]

- (1) 저장선용 박지는 이용시는 물론 폭풍시에도 충분한 정온도가 확보되어야 한다. 이 경우 충분한 정온도는 단순히 파고가 작은 것만이 아니고 계류 중인 저장선 뿐 아니라 계류시설도 저장선의 동요에 의한 손상을 입지 않도록 충분한 안전성이 확보되는 해면 상태를 말한다.  
저장선의 동요 및 상호작용력의 산정은 저유선의 동요량 산정법을 참고하되 계류장치, 바람 및 파랑의 특성을 고려한 동적해석(動的解析)을 수행할 필요가 있다. 이 경우 계류장치의 고유운동주기(固有運動周期)와 바람 및 파랑의 탁월주기(卓越周期)가 일치하지 않도록 배려할 필요가 있다.
- (2) 대형저장선의 계류가 가능한 정온조건은 대략 주기 10초 이상의 파랑으로 유의파고(有義波高:  $H_{1/3}$ ) 1.0m 이하가 되는 것이다. 다만 저장선의 규모가 작은 경우는 주기가 짧은 파랑에 대하여도 배려할 필요가 있다. 앞의 정온도 기준 값은 대형선에 대한 것으로서 석유류의 수급시설(收給施設), 저장기지내의 작업선 등에 대한 파랑의 허용조건에 대하여는 별도로 고려할 필요가 있다.
- (3) 박지 정온도는 방파제 선단부를 돌아 들어오는 회절파, 제체를 통과하는 투과파, 방파제를 월파하면서 쳐 내리는 소란파, 박지내의 반사 등 모든 요인의 지배를 받는다. 이들 중 회절, 투과, 반사에 의한 박지내의 파랑은 비교적 잔잔한 수면변동으로 앞의 기준값에 의하여 그 허용도가 정해진다. 그러나 월파로 인한 소란파는 수면의 동요가 심하고, 월파로 인하여 박지내로 날아 들어오는 물덩어리(水塊)는 박지 모든 시설에 직접적인 외력으로 작용할 수도 있으므로 월파에 의한 소란파는 일반적인 파랑요인과는 별도로 검토할 필요가 있다. 또한 월파현상은 파랑의 절대치에 지배되므로 이 검토는 최고파를 대상으로 하여 월파로 인한 소란파가 박지내의 저장선 및 기타시설의 안전성을 손상시키지 않도록 확인할 필요가 있다.
- (4) 정온도에 관한 수리모형실험의 모형축척은 축척효과가 일어나지 않도록 선정한다. 박지 내 정온도에 영향을 미치는 파랑이 쇄파변형(碎波變形)을 일으킨 후의 파랑인 경우에는 모형축척을 1/100~1/200로 한다. 단, 월파로 인한 소란파가 대상인 경우에는 2차원 수조를 사용하는 외곽시설 단면모형실험에서 모형 입사 파고가 대략 10cm 이상이 되는 축척으로 별도의 수리모형실험을 병행하는 것이 바람직하다.

## 6-2 저장선 박지수심

- (1) 저장선 박지수심은 저장선의 만재흘수 이상 적절한 수심으로 한다. 이 경우 적절한 수심이란 저장선의 이용상황, 바람, 파랑 및 흐름 등의 자연조건과 선체동요 등을 고려하여 구한 여유수심(Bottom clearance)을 저장선의 만재흘수에 더한 값 또는 만재흘수의 1.1배 중에서 큰쪽 값을 택한다.
- (2) 여유수심의 산정시에는 다음 사항을 고려한다.
- ① 저장선의 최대경사도(最大傾斜度 : Heel trim)
  - ② 저장선의 상하동요(上下動搖 : Heave)
  - ③ 저장선의 횡방향동요(橫方向動搖 : Roll)
  - ④ 저장선의 종방향동요(縱方向動搖 : Pitch)
  - ⑤ 표사 등 저질 이동에 의한 매물
  - ⑥ 화재시 상갑판(上甲板)상에 넘치는 물에 의한 저장선의 침하
- 여기서, 저장선의 최대경사도란 저장선 이용상의 잘못된 조작(Mis-operation), 또는 저장선의 손상으로 생길 수 있는 각 탱크의 유량차에 의한 최대 기울기이다. 또한 저장선의 상하동요, 횡방향동요, 종방향동요는 이용시 및 폭풍시 각각의 최악상태인 조건으로 수치모형실험 등에 의하여 산정하고, 수리모형실험으로 확인하는 것이 바람직하다.

## [해설]

표사 등에 의한 박지의 매물이 예상되지 않는 장소에서도 지속적인 조사를 함으로써 저장선 박지가 그 이용기간내 필요한 수심이 확보되도록 한다.

## 제 7 장 외곽시설의 설계

### 7-1 외곽시설의 기능 및 배치

- (1) 해상저유기지에 관계된 외곽시설 중에서 저장선 박지를 방호하는 외곽시설은 방파제, 방충제(防衝堤) 및 방유제(防油堤)로 하고, 그 기능은 다음과 같이 한다.
- ① 방파제란 박지수면의 충분한 정온도를 확보하는 기능을 갖는 것으로 한다.
  - ② 방충제는 방파제의 기능을 가짐과 동시에 표류물 등의 충돌에 대한 방위의 기능을 겸한 시설을 말한다.
  - ③ 방유제란 방파제의 기능을 가짐과 동시에 저장선으로부터 누출류의 확산방지의 기능을 함께 갖는 것을 말한다.
- (2) 저장선 박지를 방호하는 외곽시설은 다음에 정하는 바에 따라 배치한다.
- ① 박지의 외주 또는 외부수역의 적절한 위치에 파를 효과적으로 차폐하도록 방파제를 배치한다.
  - ② 일반선박의 통항수역 및 입출하역용 석유 Tanker의 조선수면에 직면하는 박지의 외주부에 있어서는 해당선박을 대상으로 한 방충제를 배치한다.
  - ③ 박지 외주를 육지 및 방유제로 적절히 포위한다.

### 7-2 설계의 기본방침 및 구조형식의 선정

#### 7-2-1 일반

- (1) 외곽시설의 설계에 있어서는 다음의 설계조건을 목적에 따라서 고려하고, 특히 폭풍시에 있어서는 그 기능을 충분히 발휘할 수 있는 구조로 한다.
- ① 파랑조건 및 환경조건
  - ② 정온도
  - ③ 지반조건
  - ④ 선박 및 기름, 나무 등 표류물에 대한 방충기능
  - ⑤ 누출유 확산방지 기능
  - ⑥ 기타 필요한 설계조건
- (2) 외곽시설의 구조형식의 선정에 있어서는 배치조건, 자연조건, 이용조건, 시공조건 등을 고려하고, 각 구조형식의 특성을 각각 비교·검토하여 결정한다. 또, 특수한 구조형식의 채용에 있어서는 충분한 조사 또는 실험에 따라서 안전성 및 성능을 확인한다.

#### 7-2-2 방파제

- (1) 방파제의 설계에 있어서는 기지내 수역(저장선 박지를 포함)의 충분한 정온도를 확보하기 위하여 다음사항을 고려한다.
- ① 월파, 투과파(透過波) 및 이들에 의한 전달파를 충분히 제어할 수 있는 구조형식을 선정, 설계한다.

- ② 반사파(反射波)에 의하여 박지내 정온도가 저해당하는 경우에는 반사파를 제어할 수 있는 구조형식을 선정, 설계한다.
  - ③ 경사제에 있어서는 제체의 투과파 방지를 위하여 파지공(波止工) 등의 대책을 강구한다.
  - ④ 월파, 투과파 및 이들에 의한 전달파는 방파제 구조에 따라 다르므로 여러 개의 조건에 충분히 적용하는 수리모형실험에 의하여 검토한다.
- (2) 방파제가 설계파에 대하여 충분히 안정된 구조가 되도록 다음 사항을 고려한다.
- ① 혼성제 직립부등에 작용하는 파력이 충격쇄파에 속하는 경우에는 전면 소파구조 등의 구조를 채용한다.
  - ② 주요 구조물에 작용하는 파력 및 그에 대한 안정성은 적절한 수리모형실험 및 소정의 산정식과의 양자에 의하여 검토한다.
- (3) 주요 구조물에 있어서 피복용 이형블록의 파력에 대한 안전성은 불규칙파에 의한 수리모형실험, 또는 이에 상당하는 수리모형실험에서 피해율이 1% 정도 이하일 것을 표준으로 한다. 또한 피복용 이형블록은 설계파력에 견디는 구조강도를 갖춘 것으로 한다.

## [해설]

- (1) 구조형식의 선정, 설계에 있어서는 최근에 이르는 연구, 실험성과를 잘 비교·고찰함과 동시에 설계, 시공에 관한 기왕의 실적, 경험을 존중한다.
- (2) 방파제, 호안에 근접하여 저장선 박지, 관리시설, 방재시설 등이 설치되거나 존재하는 경우에는 월파나 투과파가 저장선이나 상기 시설에 직접적인 작용을 미치지 않도록 고려할 필요가 있다.
- (3) 직립벽 구조의 경우 큰 파랑의 월파에 의한 전달파를 소오의 정온도 이내로 제어하기 위하여는 상당한 마루높이가 필요하고, 제7편 2-5-1 직립제에 규정하는  $0.6H_{1/3}$ 으로는 맞지 않는다는 것을 유의한다.(항내전달파고의 개략치는 제2편 4-6-3 전달파고 [해설]을 참조한다.)
- (4) 피복용 이형블록의 피해율이란 충분한 작용시간내에 파에 의하여 이동한 블록의 수의 전체에 대한 백분율인데 어느 정도의 피해율은 허용하는 것으로 하느냐에 대하여는 대상이 되는 구조물의 중요도 등에 따라 달라진다. 일반적으로 현지 불규칙파에 대하여 피해율 5% 이하 정도를 허용하는 경우가 많으나 해상저유기지에 관계되는 외곽시설의 주요 구조물에서의 피복용 이형블록의 안정성에 관하여는 그 시설의 중요성을 고려하여 피해율 1% 정도 이하일 것을 표준으로 하였다.

## 7-2-3 방충제(防衝堤)

방충제는 표류물 등에 의한 충격하중에 대하여 방충공으로서의 안정성 및 강도를 유지하는 구조형식으로 하고, 폭풍시에도 충분히 안전한 구조로 한다. 또, 필요에 따라서 누출유 확산방지기능을 보유하는 구조로 한다.

## 7-2-4 방유제(防油堤)

방유제는 폭풍시에 있어서도 기름이 투과하지 않는 불투과구조물로 한다. 또한 설계고조위 및 최간조시 설계파에 의한 소란이 발생한 경우에도 기름이 누출하지 않는다는 사실을 적정한 수리모형실험 등에 의하여 확인해야 한다. 또한, 필요에 따라서 표류물 등에 대한 방충기능을 보유하는 구조로 한다.

7-3 방충제의 설계

7-3-1 일 반

(1) 방충제의 설계에 있어서는 다음의 외력 및 하중을 고려한다.

- ① 표류물 등에 의한 충격하중
- ② 풍압력
- ③ 파 력
- ④ 수류력
- ⑤ 지진력
- ⑥ 자 중
- ⑦ 부 력

이들 이외에 필요에 따라서 온도변화에 의한 영향 등을 고려한다.

(2) 표류물 등에 의한 충격하중에 대하여는 본편 4-8 표류물 등에 의한 충격하중에 따라 산정되는 값의 1.5배를 갖고 설계하중으로 한다. 단, 충격하중을 산정하는 전제조건인 전부 또는 일부가 한계상태를 가정하여 정해져 있는 경우에는 그 할증계수는 적절한 범위까지 저감해도 된다.

[해 설]

- (1) 방충제 구조형식의 선정에 있어서는 자연조건, 시공조건, 공기, 경제성, 유지관리방법 및 표류물 등이 충돌한 경우의 방충제의 거동특성을 고려한다.
- (2) 방충제의 구조형식은 고정식구조와 부유식구조로 대별된다. 고정식구조로서는 말뚝, Jacket, Cell Caisson 등이 있다. 또, 부유식구조물의 부체 계류방식으로는 Dolphin, 계류 Anchor 등이 있다. 이와 같은 구조형식의 차이에 의하여 충돌시의 표류물과 방충제의 거동은 변화하며, 충격력도 다르다. 바람, 파랑, 흐름 등 기타 외력에 관하여도 하중의 크기 등 그 특성이 다르므로 설계에 있어서는 방충제의 구조형식에 따라 설계법을 사용하여야 한다.
- (3) 표류물 등의 충격하중에 대하여는 이 분야에 있어서의 기술적 경험이 충분하지 않은 현상을 감안하여 본편 4-8 표류물 등에 의한 충격하중에 따라 산정되는 값의 1.5배를 설계하중으로 하였다.

7-3-2 고정식 방충제

(1) 고정식 방충제에 대한 표류물 등에 의한 충격하중은 다음에 정하는 바에 따라 산정한다.

- ① 고정식 방충제에 표류물이 충돌할 때, 해당 표류물 등이 갖고 있던 충돌에너지는 식(7-1)에 나타난 각종 에너지로 변환된다고 보고 검토한다.

$$E = E_1 + E_2 + E_3 \quad (7-1)$$

$E$  : 표류물 등의 충돌에너지(J)

$E_1$  : 방충제의 변형 등에 의한 흡수에너지(J)

$E_2$  : 충돌물의 변형 등에 의한 흡수에너지(J)

$E_3$  : 충돌후의 표류물 등의 갖는 운동에너지(J)

- ② 충돌후의 표류물 등이 갖는 운동에너지  $E_3$ 는 표류물 등 및 방충재의 강성, 구조조건과 충돌상황에 따라 변화하므로 충돌후의 표류물 등의 거동이 충분히 명확히 해석되지 않는 경우에는 표류물 등의 운동에너지가 전부 없어진 상태에 대하여 검토를 한다.
- (2) 고정식 방충재의 설계는 제각기 구조형식에 따라서 제7편 외곽시설 및 제8편 계류시설에 정해진 방법에 준한다.

### 7-3-3 부유식 방충제

- (1) 부유식 방충제의 연결장치 및 계류장치에 생기는 힘의 산정에 있어서는 표류물 등의 충돌에 의하여 생기는 진동계 전체의 거동을 해석한다. 이 경우 적절한 모형실험 또는 수치 Simulation에 의하여 검토를 행한다 또, 수치 Simulation을 행하는 경우에는 부체의 동요 특성 및 연결장치, 계류장치의 특성과 바람, 파, 수류에 의한 자연외력과 표류물 등에 의한 충격하중이 중복되어 있는 상황이 적절히 표현되어 있는지를 수리모형실험, 부체의 특성시험 등에 의하여 확인하는 것이 바람직하다.
- (2) 부유식 방충제는 표류물 등에 의한 충격하중과 상기 자연외력과과의 조합하중에 대하여 충분한 강도를 갖는 구조로 한다.
- (3) 부유식 방충제는 고정식 방충제에 비교하여 충돌에 의하여 생기는 변위량이 크기 때문에 배후의 구조물까지의 거리에 충분히 여유가 있도록 평면배치 등을 한다.
- (4) 부유식 방충제의 연결장치 및 계류장치는 만일 파손된 경우에도 부체가 표류하여 배후의 구조물에 충돌하는 일이 없도록 요소에 2차적인 계류장치를 갖춘다.
- (5) 부유식 방충제의 설계에 있어서는 부체, 연결장치 및 계류장치의 부식, 마모와 파 등에 의한 피로 등에 대하여는 충분히 고려한다.

#### [해설]

- (1) 부유식 방충제는 부체 부분과 그것을 계류시키는 계류장치로 구성되어 표류물의 충돌에너지를 계류장치나 연결장치의 변위나 변형에 의하여 흡수함과 동시에 부체의 운동에 따르는 관성력이나 저항력에 의하여 에너지를 흡수하는 방충구조이다. 이와 같은 구조형성에서는 부체, 연결장치 및 계류장치는 일체로 된 운동계를 구성하고 있어 설계에 있어서 중요하게 되는 계류장치나 연결장치에 생기는 힘을 구하는 데는 충돌에 의하여 생기는 진동계 전체의 거동을 해석하는 것으로 하였다.
- (2) 부유식 방충제는 바람, 파랑 및 흐름 등의 자연외력의 영향을 받기 쉬운 구조물이므로 이상기상, 해상상황에서 연결 및 계류장치에 상당량의 장력 등이 발생한다. 따라서 이상기상, 해상상황 하에서 일어날 수 있는 충돌에 관하여는 충돌력과 자연외력과과의 조합하중에 대하여도 안전하도록 설계할 필요가 있다.
- (3) 연결장치 및 계류장치는 부유식 방충제의 구조적 약점이 되기 쉬운 부분이고, 또, 이들의 파손에 의하여 모든 기능이 상실되게 되므로 이 장치에 걸리는 설계하중은 신중히 결정할 필요가 있다.

## 제 8 장 계류시설의 설계

### 8-1 설계의 기본방침 및 구조형식의 선정

- (1) 저장선에 관계된 계류시설의 구조형식 선정에 있어서는 자연조건, 이용조건, 시공조건 등을 고려하여 각 구조형식의 특성을 각기 비교하여 결정한다.
- (2) 저장선에 관계된 계류시설은 폭풍시 및 지진시와 진파시에 있어서도 안전하게 저장선을 계류할 수 있는 배치 및 구조로 하고, 특히 다음 사항을 고려한다.
  - ① 바람, 파 등에 의하여 일어나는 저장선의 동요에 의하여 발생하는 외력 산정에 있어서는 바람, 파 등의 외력의 불규칙 변동성을 고려한다.
  - ② 저장선의 거동 해석에 있어서는 계류계의 특성을 적절히 표현할 수 있는 Model을 사용한다. 이 경우에는 저장선의 회전운동에 대하여도 충분한 배려를 하도록 한다.

#### [해설]

- (1) 저장선에 관계되는 계류시설의 구조형식 선정에 있어서는 바람, 파랑, 흐름 등에 의한 외력에 따라서 복잡한 운동을 하는 저장선을 안전하게 저장선 박지 내에 계류하기 위하여 다음의 사항을 고려한다.
  - ① 계류시설에 의하여 계류된 저장선의 운동은 외력 및 계류계의 탄력특성(계류시설 그 자체의 탄력강도와 저류선과의 사이에 방충재 등의 탄력 특성)에 따라서 변화하는 것이므로 설계시 계류시설의 탄력특성이 시공 후에도 충분히 재현될 수 있어야 한다.
  - ② 계류시설에 작용하는 외력에 의한 계류시설의 이동, 변형에 대하여는 설계시점 충분히 예측하고 있어야 하며, 특히 변형에 의하여 외력에 저항하는 구조물에 대하여는 설계·시공시 충분한 배려가 필요하다.
  - ③ 여러 척의 저장선을 좁은 범위에 계류하는 System에서는 정반력 Rubber 방충재를 사용하는 Dolphin형식이 바람직하다. 또한 선축 방향의 계류 등 특별한 경우에는 계류쇄 등 장력계의 방식을 사용해도 된다.
  - ④ 저장선의 계류시에 있어서는 불규칙 Yawing에 대하여도 배려 할 필요가 있다. Yawing을 일으키는 원인으로서는
    - 가. 바람의 공간적 변동
    - 나. 입사파 파고의 불균일성
    - 다. 경사진 입사파의 영향
    - 라. 저장선간의 수면에 진입하는 회절파가 계선 Dolphin에 반사되어 생기는 중복파의 영향
    - 마. 계선 Dolphin의 방충재가 압축후 복원시에 저장선을 반사축에 밀어붙여 이에 의하여 저장선의 Yawing이 증폭될 가능성 등이 생각된다. 불규칙 Yawing에 의한 방충재의 변화 예측은 계류색의 특성을 가급적 충실히 재현할 수 있는 Model을 사용하여 행하고, 필요에 따라 수리모형실험 결과와의 비교를 하는 등 가능한 한 적절한 예측을 해야 한다.
- (2) 저장선에 관계있는 계류시설은 지진시의 저장선과 계류시설의 상대변위에 대처할 수 있는 것으로 하고, 상대변위의 산정에 있어서는 지진동 변위, 계류시설의 지진응답변위 및 저장선의 변위를 고려한다. 이 경우 지진동변위는 해당지점에서 재현기간 100년에 대한 최대변위를 사용한다. 단, 해당지역에서 기왕최대 변위를 구하여 이를 사용해도 된다.

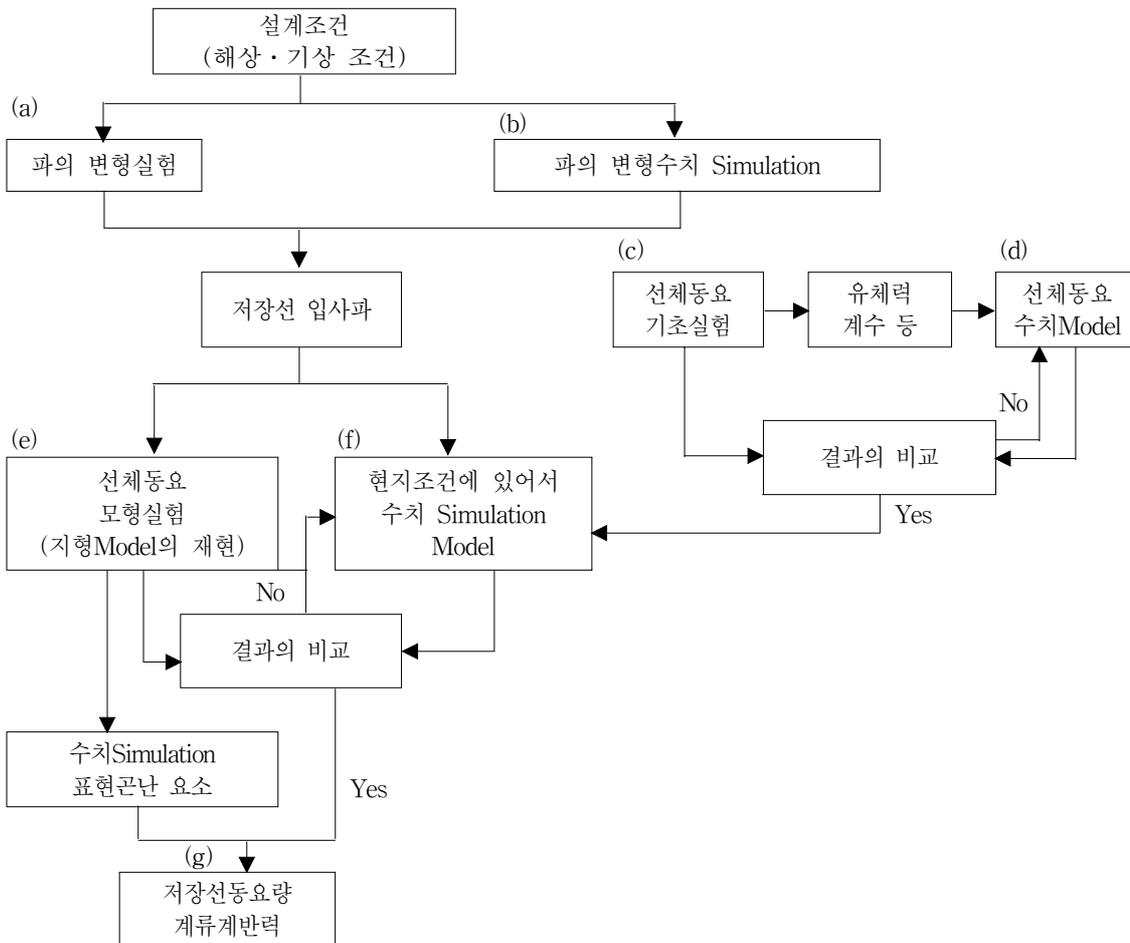
8-2 저장선의 동요량의 산정법

8-2-1 일반

저장선의 동요량의 산정에 있어서는 모형실험과 수치 Simulation을 적절히 조합하여 실제에 일어나는 현상을 적절히 추정한다.

[해설]

해상저유기지에서 저장선의 유출이나 파괴, 누유 등의 사고가 발생한 경우, 주변지역에 주는 영향은 매우 크다. 이와 같은 사고를 미연에 방지하기 위해서는 가정되는 나쁜 기상·해상조건에서도 저장선을 안전하게 계류할 수가 있는 시설을 건설하는 것이 필요하다. 저장선 계류시의 현상을 추정하는 방법으로는 모형실험과 수치 Simulation이 있으며, 모형실험과 수치 Simulation과를 적절히 조합시켜서 실제에 일어나는 현상을 정확히 추정하기 위하여는 도참(8-1)에 제시하는 순서로 규명하는 것이 바람직하다.



도참(8-1) 저장선 동요의 산정 Flow

8-2-2 모형실험에 의한 산정

저장선의 동요량 산정에 있어서는 다음의 모형실험을 행한다.

- (1) 저장선에 작용하는 파의 비선형 변형효과를 파악하기 위하여 행하는 파의 변형실험
- (2) 저장선 동요의 감쇠효과, 저장선의 바람 항력계수, 방충재의 비선형 효과 등의 모든 값이 저장선의 동요 및 계류력에 미치는 영향에 대하여 파악하기 위하여 행하는 저장선 동요에 관한 기초실험
- (3) 기초실험에서는 얻어지지 않았던 파의 변형효과, 저장선 배치효과 등을 파악하기 위하여 행하는 파의 변형을 고려한 지형모형을 사용한 실험

[참 고]

(1) 모형실험의 종류

① 波의 변형실험

저장선에 파가 도달하기 이전에 방파제등에 의하여 쇄파나 월파 등의 비선형성 강한 변형을 받는 경우, 소축적모형에서는 이와 같은 파의 비선형변형을 재현하는 것이 곤란하기 때문에 이에 대하여는 대축적(1/50 이상)의 모형을 사용하여 검토해 두는 것이 바람직하다(도참(8-1)중의 (a)).

② 선체동요실험

저장선 동요에 대하여는 두개의 모형실험으로 나누어 행할 필요성이 있다. 하나는 저장선 동요에 관한 기초실험으로서 부체동요의 감쇠효과, 부체의 항력계수, 방충재의 비선형효과 등의 모든 값이 선체의 동요 및 계류력에 어떠한 영향을 미치는가에 대하여 파악하기 위한 실험이다(도참(8-1)중의 (c)). 이 실험결과는 선체동요의 수치 Simulation의 개량에 사용된다.

다음에 파의 변형을 고려하고 지형모형을 사용하여 모형실험을 행한다. 이 경우에는 기초실험에서는 얻어지지 않았던 파의 변형효과나 저장선 배치효과 등에 대하여 검토한다(도참(8-1)중의 (e)). 이 실험결과는 현지조건에서의 수치 Model의 검토와 저장선의 동요나 계류System 반력의 산정에 사용된다.

(2) 모형실험 조건의 선정

① 모형축척

선체동요의 기초실험에서는 가급적 정도가 높은 실험결과가 얻어지도록 모형축척은 1/50이상으로 하는 것이 바람직하다. 현지조건을 고려한 모형실험의 경우, 실험정도 및 실험수조의 제원 등을 감안하여 가급적 큰 모형축척(1/100 이상이 바람직하다)을 사용하는 것이 좋다.

② 파

실제 바다의 파는 평면적으로나 시간적으로도 불규칙한 파이므로 실험에 사용하는 파는 가급적 실제의 파에 가까운 스펙트럼형을 갖는 불규칙파를 사용한다.

③ 바람

바람에 대하여도 풍속은 일정하지 않고 변동하고 있으므로 실험에 사용하는 바람은 현지의 바람특성에 가급적 가까운 바람을 사용하도록 한다. 특히 돌풍율은 모형과 현지에서 일치시키는 것이 바람직하다.

④ 조류

조류에 대하여는 필요에 따라 고려한다.

⑤ 방충재

방충재에 대하여는 비틀림 특성이 가급적 실제의 것에 일치하는 모형을 사용한다. 특히 비선형특성에 대하여는 충분히 배려한다. 또 계류쇄에 대하여는 Catenary곡선을 일치시키기 위하여 단위길이당의 중량을 서로 같게 한다.

## 8-2-3 수치 Simulation에 의한 산정

저장선의 동요량을 산정하기 위한 Simulation Model은 바람, 파랑 등에 의한 외력의 불규칙 변동성, 계류 시스템의 비선형 등을 적절히 표현할 수 있는 모델을 채용한다.

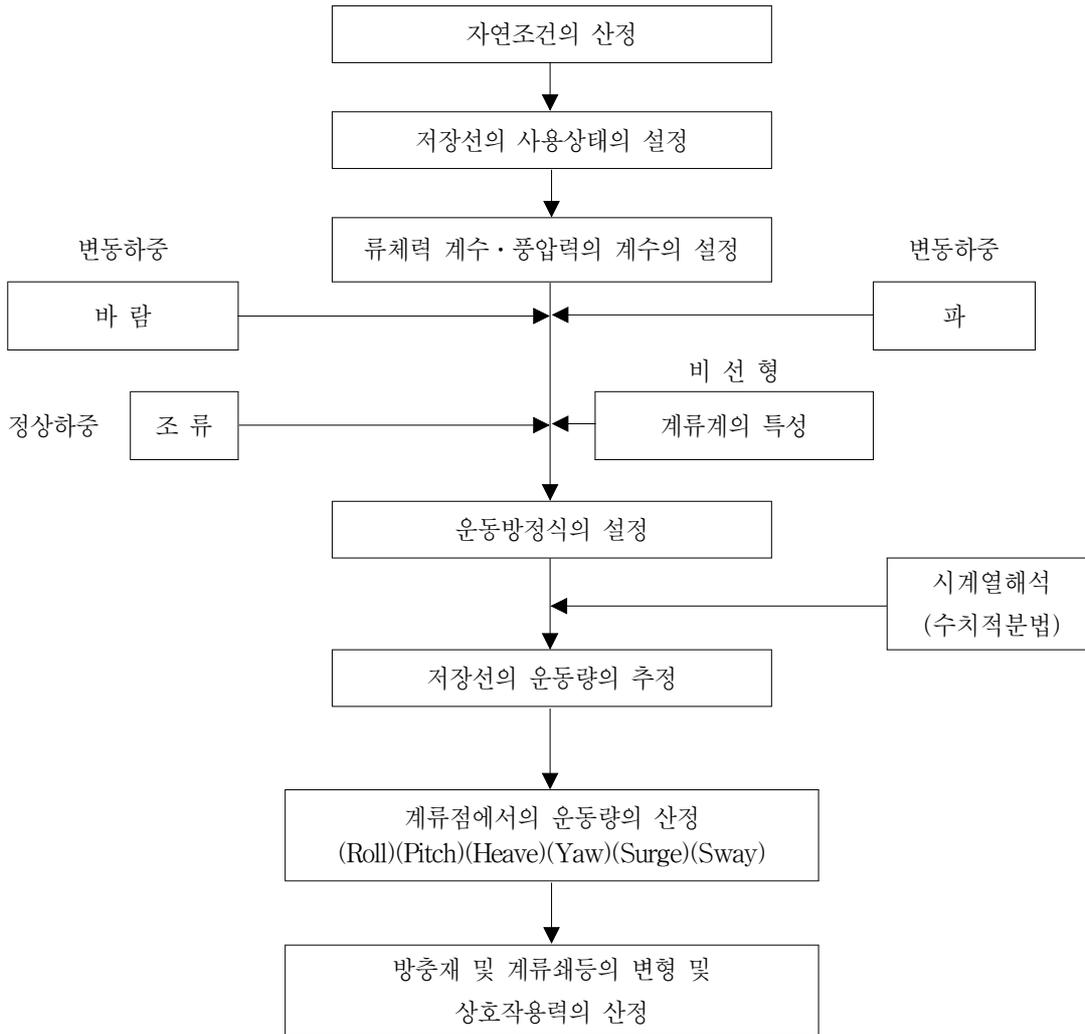
## [해설]

수치 Simulation에 의한 저장선의 동요량 산정에 있어서는 특히 다음의 사항에 유의한다.

- (1) 저장선에 작용하는 바람 및 파 등에 의한 외력은 저장선의 형상에 따라 다르므로 Model화에 있어서는 그 형상을 적절히 표현하는 3차원 Model로 하여 취급하는 것이 바람직하다.
- (2) 저장선의 계류에 제공되는 계선 Dolphin 및 방충재 등에 의하여 구성되는 계류 System의 모델은 이를 각 요소 및 합성된 특성을 적절히 표현한다.
- (3) 방충재의 특성을 모델화하는 경우에는 해당 하중변형특성을 충분히 표현할 수 있음과 아울러 다음 특성을 충분히 고려하여 구조물의 안정성 및 선체의 동요상 가장 악영향을 미치게 되는 경우에 대해서 계산한다. 또한, 방충재와 저장선과의 사이에 Clearance가 있는 경우에는 이 특성도 고려한다.
  - ① 제조상의 오차      ② 경과연수 변화      ③ 동적특성      ④ Creep특성
  - ⑤ 반복현상      ⑥ 경사압축특성      ⑦ 온도특성
- (4) 계류쇄의 특성은 근사적으로는 Catenary 곡선으로 주어질 수 있다.
- (5) 파는 원칙적으로 현지의 파 특성을 표현할 수 있는 것을 입력파로서 사용한다.
- (6) 바람은 시간적, 공간적 변동을 고려한 불규칙 변동외력으로서 취급한다.

## [참고]

저장선은 병진 및 회전의 6자유도의 운동성분을 가지나 이들의 운동성분은 상호연관성을 이룬다. 특히 Sway 및 Yaw 등의 연관성은 크다. 동요량의 산정에는 계류계의 특성, 바람 및 파랑 등의 불규칙 변동성을 고려한 Simulation Model을 사용하나 Simulation Model은 복잡한 자연현상 등을 단순화하여 Model화하고 있으므로 계산의 실시에 있어서는 Model의 적용한계를 충분히 파악하고 계산결과를 모형실험의 결과등과 대비하는 것이 필요하다. Simulation은 도참(8-1)에 제시한 순서를 참고한다.



도참(8-1) Simulation Flow Chart

(1) 저장선

저장선은 본래 3차원 Model로서 취급하는 것이 바람직하나 형상에 따라서는 2차원 Model을 사용하는 것이 계산을 간략화하는 의미에서 유효한 경우가 있다. 이 경우에는 단부에서 와류의 항로 등에 의한 3차원 효과를 충분히 고려하여 Model의 타당성을 검토한다.

(2) 계류 System

중력식 계선 Dolphin에서도 계선 Dophin이 높고 또, 지반이 변형하기 쉬우므로 작용외력에 의한 계류위치에서의 변위량이 무시되지 않을 경우에는 이를 적절히 고려한다. 또 말뚝식의 계선 Dolphin의 경우에는 제8편 4-1-5 말뚝의 설계에 수록된 규정에 준한다.

방충재 특성의 변동 폭은 표참(8-1)의 값을 참고하고, 상호작용력의 검토에는 변동폭의 상한, 변동량의 산정에는 하한에 대하여 검토한다. 단, 온도특성에 대하여는 저온부에서 고무특성이 현저하게 경화하므로 현지의 자연조건을 적절히 평가하여 적절한 수치를 정하면 된다.

표참(8-1) 방충재의 특성의 변동폭

구 분	변 동 폭 (단, 공칭특성곡선에 대하여 동일 비틀림에 대한 하중의 변동폭)
구조상의 오차	0.9~1.10
경과연수 변화	1.0~1.05
동적특성	1.0~1.10
Creep특성	방충재에 작용하는 정상외력 또는 평균하중이 해당 방충재의 10% 비틀림을 상회하는 경우, 특성이 현저히 불안정이 되므로 정상외력 또는 평균하중은 이 범위 내에 있는 것으로 하고, Creep특성을 고려한 특성곡선을 사용한다.
반복성상	0.8~0.9(40% 변형, 과수 10파에 상당하는 특성)
경사압축특성	축직각 방향력을 축방향력의 10% 이상으로 하는 특성
온도특성	0.95~1.25(0~50℃에 대응, 20℃를 표준으로 하나 저온부 변동 폭이 크다)

## (3) 바람

바람은 시간적, 공간적 변동을 고려한 불규칙 변동외력으로 취급한다. 종래 바람을 불규칙 변동외력으로 취급한 예는 적다. 따라서 시간적, 공간적인 불규칙 바람으로서의 실측 Data는 아주 적다. 그러나 바람의 공간 상관성이 극히 적은 것은 종래부터 지적되어 있고, 이것이 불규칙 Yawing 현상의 원인이 될 가능성은 크다. 또, 바람이 멈춘다는 것도 같이 지적되어 있고 그 주기가 60초 정도인 것도 있으므로 저장선의 동요에 미치는 영향은 크다.

시간적인 변동외력으로서 Model화하는 경우에는 본편 4-2-2 풍속의 표시 및 바람의 변동성에 규정하는 변동풍속의 스펙트럼을 사용할 수 있다. 또, 공간적인 변동외력으로서 Model화하는 경우에는 가정되는 와류의 크기 등에 따라 분포형을 결정하는 방법도 있으나, 공간적 분포에 관한 실측 Data가 없음을 고려하여 저장선의 동요에 가장 영향을 미치는 여러 종류의 분포형을 선정하여 검토한다.

## (4) 조류

조류는 시간적 변동은 거의 조석과 같으므로 정상력으로 생각해도 된다. 또 수류의 방향도 거의 일정하다고 생각해도 된다.

## (5) 부진동 및 Seiche

폐쇄된 수역에서는 부진동 및 Seiche에 대한 저장선의 동요를 검토한다.

## (6) 지진해일

저장선 박지로서는 지진해일의 상승지대를 피하는 것을 원칙으로 하지만, 진파에 대한 저장선의 동요를 검토하는 경우에는 장주기의 규칙파로서 취급해도 된다.

## (7) 유체력 계수

단면분할법에 의하여 저장선의 동요를 산정하고자 할 경우의 유체력 계수는 천해영향을 고려하여 구한다. 이 경우의 이론으로는 정도의 영역분할법에 의한 구형단면 부체의 동요이론, 이등(伊藤)의 근사이론 등이 있다. 단, Simulation 계산치와 모형실험치가 다른 경우에는 강제동요실험 등을 행하여 유체력 계수를 수정한다.

## (8) 표류력 및 Slow Drift

저장선에 작용하는 파 표류력은 천해영향을 고려하여 구한다. 이 경우의 이론으로는 丸尾의 이론 등을 적용해도 된다.

또, 대형의 부유구조물은 매우 장주기의 동요현상을 일으키는 일이 있다. 이 현상은 Slow Drift Oscillation이라 불리고 있으며, 파의 비선형효과에 의한 현상이다.

Slow Drift Oscillation에 대하여는 여러 가지 해석법이 제안되어 있으나, Hsu나 Pinkstar의 해석법에 의하여 검토할 수가 있다.

(9) 其他

불규칙파, 불규칙하게 변동한 바람의 외력에 대한 동요 Simulation에서 통계군다길法이나 Wilson $\theta$  법등의 수치적분법을 사용해서 시계열분석을 행하는데 계산시간이 긴 경우에는 적분오차가 누적되는 일이 있으므로 적당한 시간에서 타절(打切)하는 것이 요구된다. 불규칙파를 난수(亂數) 발생시키는 경우에는 각 Case에서의 동일파형이 되지 않도록 여러 Case의 Simulation을 실시하여 그 계산결과를 통계적으로 처리하는 등의 조치가 필요하다.

8-2-4 저장선의 동요에 의하여 생기는 외력

저장선에 동요에 의하여 생기는 외력은 다음의 방충재 반력 또는 계류쇄 장력을 표준으로 한다.

- (1) 방충재 반력은 수치 Simulation에 의하여 산정된 방충재 최대반력의 1.5배로 하도록 한다. 단, 사용되는 방충재는 정반력형 고무방충재로 하고, 또 다음의 조건을 만족시키도록 한다.
  - ① 수치 Simulation에 의하여 산정된 정상외력(주기 10초이상의 장주기 변동을 포함. 이하 같음)에 의한 방충재 변형(비틀림량)이 10% 이하이어야 한다.
  - ② 수치 Simulation에 의하여 산정된 변동외력도 포함한 전하중에 의한 최대방충재 비틀림량이 소정의 변형비틀림 이하이어야 한다.
- (2) 계류쇄 장력은 수치 Simulation에 의하여 산정된 정상외력에 의한 저장선 동요량의 변동외력에 의한 저장선 동요량의 1.5배를 더한 거리에 상당하는 값으로 한다.

[해설]

- (1) 방충재 반력은 계류쇄 장력의 표준치로서 수치 Simulation에 의하여 산정된 값을 할증하여 설정하도록 하고 있다. 이것은 Simulation Model이 복잡한 자연현상 등을 단순화하여 Model화하고 있는 사실 등을 감안한 조치이다.
- (2) 방충재의 최대허용변형은 정반력형 고무방충재의 성능에 따라서 안전성을 고려하여 적절히 정하는 것이 좋다.

8-3 계선 Dolphin의 설계

8-3-1 일반

계선 dolphin은 저장선의 동요에 의하여 생기는 외력 등에 대하여 충분히 안전한 구조로 한다. 또한 중력식구조의 경우에는 특히 지반지지력 및 회전 안전하여야 한다.

8-3-2 중력식 계선 Dolphin에서 직립부의 안정

- (1) 중력식 계선 Dolphin에는 저장선에 의한 반복 하중, 편심하중 등이 작용하므로 외력조건에는 충분히 배려함과 동시에 직립부의 안정계산으로서 Sliding, 전도 및 회전에 대한 검토를 행한다.
- (2) 중력식 계선 Dolphin에서는 계류 System에 큰 영향을 주는 형상이 생기지 않는 구조로 한다. 단, 지진시 등 이상시에 있어서 변형을 완전히 억제하는 것이 곤란한 경우에는 계류시설, 저장선의 상호의 간격 등 시설의 배치에 여유를 주는 등의 조치를 강구한다.

[참 고]

- (1) 직립부의 Sliding에 대한 안전계산은 제8편 3-3-2 벽체의 활동에 대한 검토에 따른다.
- (2) 직립부의 전도에 대한 안전계산은 제8편 3-3-4 벽체의 전도에 대한 검토에 따른다.
- (3) 직립부의 회전에 대하여는 식(참8-1)을 만족시킨다.

$$F \leq \frac{M_R}{M_T} \tag{참8-1}$$

여기서,

$M_R$  : 회전저항모멘트(kN · m)

$M_T$  : 외력에 의한 회전모멘트(kN · m)

$F$  : 안전율(3 이상으로 한다)

$M_R, M_T$  는 다음의 방법으로 구하면 된다.

① 회전저항 모멘트  $M_R$  의 구하는 방법(도참8-2 참조)

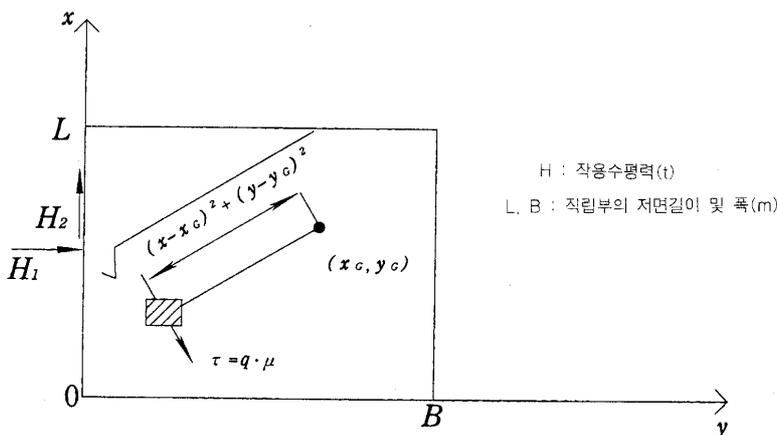
가. 지반반력  $q$ 는 직선적으로 변화한다고 생각한다.

나. 회전저항력은 정지시 마찰저항을 생각한다. 마찰저항력은 지반반력  $q$ 와 마찰계수  $\mu$ 의 곱으로 한다

$$\tau = q \cdot \mu \tag{참8-2}$$

다. 회전저항 모멘트  $M_R$  은 저면각점에 작용하는 마찰저항  $\tau$ 와 지반반력의 작용중심  $x_G, y_G$ 까지의 거리의 곱으로서 식(참8-3)에 의하여 구한다.

$$M_R = \int_0^R \int_0^L q \cdot \mu \sqrt{(x-x_G)^2 + (y-y_G)^2} dx \cdot dy \tag{참8-3}$$



도참(8-2) 회전저항 모멘트  $M_R$  의 구하는 방법

② 회전모멘트  $M_T$ 의 구하는 방법

회전모멘트  $M_T$ 는 수평력  $H$ 와 수평력 작용위치로부터 지반반력작용 중심  $x_G, y_G$ 까지의 수평거리  $\ell$ 의 곱으로서 식(참8-4)에 의하여 구한다.

$$M_T = \sum H \ell \quad (\text{참8-4})$$

여기서,

$H$  : 수평력(kN)

$\ell$  : 수평력 작용위치와 지반반력 작용중심과의 수평거리(m)

8-3-3 중력식 계선 Dolphin에서 지반지지력

- (1) 중력식 계선 Dolphin의 기초에는 자중이외에 저장선에 의한 반복하중, 편심하중이 작용하므로 지지력 및 침하변위에 대하여 충분한 검토를 행한다.
- (2) 지반의 지지력에 대한 검토에 있어서는 제4편 제2장 앞은 기초의 지지력에 따른다.
- (3) 지진 및 반복하중에 의하여 기초지반이 액상화를 일으켜 지지력을 상실할 우려가 있는 경우에는 지반개량 등 대책을 강구한다.
- (4) 지반의 침하변형에 대한 검토에 있어서는 직립부의 자중 및 편심경사 하중에 의한 침하변형을 단기적인 것과 장기적인 것으로 나누어 검토한다.  
또한, 특히 침하변형이 크고 저장선의 계류 System에 큰 영향을 준다고 예상되는 경우에는 지반개량 등 적절한 대책을 강구한다.

[해설]

- (1) 단기적인 침하변형으로는 즉시침하와 시공오차에 의한 것이 생각된다. 이들은 지반을 탄성체로 가정하여 계산해도 된다.
- (2) 장기적인 침하변형으로는 점토층의 압밀침하와 반복하중에 의한 변형의 진행이 생각되나, 압밀에 의한 침하변형은 압밀시험의 결과를 사용하여 계산해도 좋다. 또한 반복하중에 의한 침하변형에 대하여는 현상으로 확립된 계산법이 없으나, 압밀침하나 즉시침하에 비하여 큰 것이 아니라고 생각된다.
- (3) 침하변형의 계산은 지반조건이나 계산법에 의하여 상당한 오차가 생길 우려가 있으므로 특히 큰 침하변형이 예상되는 경우, 또는 복잡한 지반의 경우에는 현지에서 재하시험을 행하는 것도 하나의 방법이며, 계류 System에 악영향을 주는 변형이 생기지 않도록 사전대책을 강구한다.

8-4 방충설비 및 계류설비

8-4-1 일반

- (1) 고무방충재 등의 방충설비는 저장선의 동요에 의하여 생기는 외력의 흡수 및 선체와 계류시설의 손상의 방지 등을 고려하여 적절한 재질, 구조를 선정함과 동시에 그 배치에 대하여도 충분히 배려한다.
- (2) 계류쇄 등의 계선설비는 저장선의 동요에 의하여 생기는 외력에 대하여 충분한 강도를 갖고, 적절한 재료로 제조되고 즉, 소요의 내구성을 갖는 것을 선정한다.

## [해설]

저장선의 이동 및 동요를 억제하는 방충재 및 계류쇄의 선정에 있어서는 다음의 사항을 고려한다.

- (1) 정상외력에 의한 이동은 적고, 그 반력은 Creep 하중 이하이어야 한다.
- (2) 변동외력에 의한 동요는 허용범위에 있고 적어야 한다.
- (3) 이동 또는 동요가 다소 증대하여도 반력 또는 장력은 긴밀히 증대하지 않아야 한다.
- (4) 해당기기의 파괴가 계류시설의 파괴로 직결되지 않아야 한다.
- (5) 해당기기의 파손상황이 용이하게 검출하기 쉬워야 한다.

## 8-4-2 고무방충재

저장선의 계류에 제공되는 고무방충재의 사용에 있어서는 다음 사항을 만족하는 것으로 한다.

- (1) 고무방충재에 쓰이는 고무는 균질하고, 이물의 혼입, 기포, Crack, 기타사용상 유해한 결함이 없어야 한다.
- (2) 고무방충재에 쓰이는 고무는 나쁜 기상, 해상조건 및 사용조건하에 노출되므로 다음의 성질이 우수하여야 한다.
  - ① 내구성      ② 내마모성      ③ 내유성      ④ 내피로성      ⑤ Creep 저항
- (3) 고무방충재에 쓰이는 고무는 재질시험에 의하여 그 재질성능을 확인하여야 한다.
- (4) 사용되는 고무방충재는 전체에 대하여 정적 압축시험을 행하고, 그 성능을 확인하여야 한다.
- (5) 사용되는 고무방충재는 모형실험 등에 의하여 다음의 특성을 확인하여야 한다.
  - ① 동적특성      ② 반복특성      ③ 경사압축특성      ④ 온도특성

## [해설]

해상저유기지는 그 계류 System의 특성으로서 항상 바람, 파랑, 흐름 등의 외력에 의하여 동요하고 있는 저장선을 중심시설로 하여 갖는 특수한 시설이다. 따라서 구조물에 사용하는 재료에 대하여는 반복하중 등의 동적인 힘이 항상 작용한다는 것을 염두에 두고 내용연수도 고려하여 선정을 하여야 한다.

특히 저장선의 계류에 관계되는 시설의 재료, 예를 들어 고무방충재, 계류쇄, 계류색 등은 계류 System의 핵심이므로 강도, 내구성에 대한 충분한 배려가 필요하다. 고무방충재는 접안하는 선박이 갖는 일정한 운동에너지를 고무의 변형으로 흡수하여 안벽본체 및 선체에 큰 힘이 작용하지 않도록 하는 것을 목적으로 개발되어 주로 안벽의 보호라는 관점에서 쓰여 온 것이다.

따라서 외력의 작용빈도도 낮고, 또 방충재의 설계도 실제의 상태에 비교하여 안전측 이었다. 한편 저장선에 작용하는 힘은 바람, 파랑, 흐름 등에 의한 것으로 항상 외부로부터 에너지가 전달되고 있고, 또 반복 하중인 것이 일반 선박접안에 쓰이는 방충재와의 차이점이다. 따라서 고무방충재의 사용에 있어서는 상기의 점에 유의하여야 한다.

## [참고]

- (1) 고무방충재에 쓰이는 고무의 재질시험은 표참(8-2)에 제시한 시험항목마다 각기 같은 표의 KS M 6518 시험규격의 물리시험방법에 준하여 행하도록 하고, 각기의 기준치를 만족하여야 한다.

표참(8-2) 방충재의 재질기준

시험항목			기준치
물리시험	노화 전	인장강도 신축 경도 압축영구 비틀림	160kg/cm <sup>2</sup> 이상 350% 이상 72도 이하 30% 이하
	노화 후	인장강도 신축 경도	노화 전 값의 80% 이상 노화 전 값의 80% 이상 노화 전 값의 + 8 이내 76도 이하

(2) 고무방충재는 작용하중의 Pattern(하중속도, 하중경사 등), 반복하중, 온도변화 등에 따라 그 압축특성이 변화하므로 다음의 항목에 대하여 그 특성을 충분히 파악할 필요가 있다.

- ① 동적하중시의 압축특성
- ② 반복하중(피로를 포함)시의 압축특성
- ③ 경사하중시의 압축특성
- ④ 온도변화시의 압축특성
- ⑤ 경과년수변화(열화) 후의 압축특성
- ⑥ Creep후의 압축특성

#### 8-4-3 계류쇄(繫留鎖)

저장선의 계류용으로 제공되는 계류쇄의 사용에 있어서는 다음 사항을 만족하는 것으로 한다.

- (1) 계류쇄는 강선규칙(한국선급)에 규정하는 Stud부 전기용접 Anchor Chain에 적합한 것, 또는 이와 동등 이상의 기계적 성질을 갖는 것이어야 한다.
- (2) 계류쇄의 허용인장력은 마모가 가장 심한 곳에서 평균지름에 대하여 상기 규칙에 규정한 해당 절단 시험하중의 1/3 이하이어야 한다.
- (3) 계류쇄가 피로파괴의 우려가 있는 경우에는 이를 고려하여 허용인장력을 정한다.

## 제 9 장 보관시설

저장선의 규모 및 구조형식에 대하여는 다음의 사항에 대하여 고려하고 그 안전의 확보를 도모한다.

- (1) 저장선의 규모에 대하여는 지금까지 우리나라에서 강도해석이 되고, 또 건조실적도 있는 초대형의 석유 Tanker 치수와 대략 같은 정도 이하로 한다.
- (2) 저장선은 이중각구조(二重殼構造)의 채용 및 이중격벽(二重隔壁)에 의한 적정한 구획분할(1구획 10만 kl정도를 한도로 한다.) 등의 조치를 한다.
- (3) 저장선은 그 주위에 배치되는 각종 방호시설의 능력을 감안한 뒤 충돌에 대하여 보호가 필요하다고 생각되는 경우에는 적절한 충돌방호 조치를 강구한다.  
또한, 저장선의 구조 등에 대하여는 선박안전법 또는 이를 근거로 한 명령의 적용을 받는다.

## [해설]

## (1) 저장선의 규모

저장선의 크기에 대하여는 「지금까지 우리나라에서 강도해석이 되어있고, 또 건조실적도 있는 초대형의 석유 Tanker 치수와 대략 같은 정도 이하」로 한 것은 저장선의 건조시에 해상접합에 따르지 않고 선거 내에서 일체로 건조할 수 있는 크기 이내로 한정하기 때문이다.

## (2) 1구획의 저장량

석유 Tanker에 대하여는 1973년 해양오염방지조약상 충돌, 좌초에 의한 가정 유출유량에 근거하여 Center Tank 5만kl, Side Tank 3만kl 이하라는 규정이 있어 저장선에 있어서는 충돌, 좌초에 대하여 만전의 보안방재 조치를 의무화하기 때문에 1구획의 용량을 제한하는 기준은 없으나 육상Tank에서의 실적이 있는 10만kl 정도를 한도로 한다.

## (3) 재해를 1구획으로 한정할 수 있는 조치

화재, 폭발 등이 동시에 2구획에서 발생할 가능성은 거의 없도록 하는 전제를 기초로 현시점에서 다음의 조치를 취하므로써 저장선의 재해규모를 1구획으로 한정하여야 한다.

- ① 이중각구조의 채용, 이중격벽에 의한 구획분할을 행한다. 이들 빈 곳은 평상시 충수상태가 되어 있어야 하며, 화재발생시 타 구획에의 인화를 방지하기에 충분한 냉각수를 상기 충수부(充水部) 및 갑판상에 보급할 수 있는 방·소화설비 등을 설치한다. 이들 설비 능력의 산정에 있어서는 저유량, 유면면적 등에 따라 적정한 화재 Model에 의한 Heat Balance 계산을 행하여야 한다.
- ② 폭발에 의한 선체의 파손을 방지할 수 있는 Rupture Hatch 등의 압력해방장치를 각 방호마다에 설치한다. 본장치의 개구비율(開口比率) 및 해방기구(解放機構) 등에 대하여는 적정한 이론해석, 실험 등에 근거하여 한정된 것이어야 한다.

## 제 10 장 부대설비

### 10-1 일 반

저장선 또는 저장선에 관련된 계류시설에는 해상저유시설에 의한 석유의 안전하고 원활한 저장이 가능하도록 다음에 정하는 바에 따라 부대설비를 설치하여야 한다.

### 10-2 보안방재설비

- (1) 적절한 방법에 의하여 예상되는 재해의 종류, 규모, 계속시간 등에 대처할 수 있도록 충분한 기능, 능력을 갖는 다음의 보안방재설비(기자재 등을 포함) 등을 설치한다.
  - ① 포말소화설비, 물분무설비 등의 소화설비
  - ② Oil Fence, 유처리제, 유흡착재 등의 배출유 방제자재
  - ③ 필요에 따라 소방선, 기름회수선, 작업선 등의 보안방재용에 제공되는 선박 및 회수유 등의 수입시설의 설치
- (2) 재해의 미연 방지를 위하여 저장선에는 Inert Gas System과 기타 폭발방지를 위한 설비를 설치한다.
- (3) 기지내 및 그 부근을 항행하는 선박에 의한 접촉, 충돌 등의 사고를 피하기 위하여 다음의 항행원조 및 감시를 위한 설비 등을 설치한다.
  - ① 표식등, 부표, 음향신호기, Radar 반사기 등의 저장선의 위치를 나타내는 설비
  - ② 필요에 따라서 경계선 등의 배치

#### [해설]

- (1) 해상저유기지에서의 재해예상을 함에 있어서는 우선 재해 사건이나 시설, 설비 등의 고장의 발생경로에 관한 필요한 분석을 행하고 발생하는 재해의 종류, 가능성, 발생조건 등을 명확히 한다.  
단, 해상저유기지를 구성하는 각 시설에 있어서 화재, 폭발등이 발생한 경우, 저장선을 설치장소로부터 끌어냄으로서 재해의 확대를 방지하는 긴급인출방법(만재상태를 가정하여야 한다)은 인출 후의 처리방법 및 2차 발생 방지대책 등에 많은 문제점이 있다고 생각되므로 저장선을 인출하지 않고 재해의 확대를 방지할 수 있는 Soft, Hard 양면에서의 모든 대책을 취해 둘 필요가 있다.
- (2) 상기의 사전검토에 근거하여 재해의 미연방지 및 만일 발생한 재해의 확대방지를 강구하도록 하는데 기본적으로 다음의 사항을 고려한다.
  - ① 저장선에는 어떠한 상태에서도 화재, 폭발의 조건이 성립하지 않도록 한다.
  - ② 저장선에 Crack등이 발생하여도 이에 따른 유출유가 저장선 박지 외로 퍼져나갈 염려가 없도록 한다.
  - ③ 저장선내에서 폭발조건이 성립하지 않도록 충분한 배려를 하지만 그래도 폭발이 발생한 경우에는 저장선이 파손하거나 구조부재가 주위에 비산하지 않도록 한다.
  - ④ 저장선 및 타 시설로부터의 화재발생을 방지하기 위하여 충분한 배려를 함에도 불구하고 화재가 발생한 경우에는 화재가 다른 하유 Tank방호 및 다른 저장선에 확대하지 않도록 한다.
  - ⑤ 저장선으로부터의 유출유는 저장선 박지 외로 확산되지 않도록 충분한 배려를 하지만 그래도 확산한 경우에도 재해를 최소한으로 제한시키도록 한다.

## [참고]

上記의 基本的인 事項을 바탕으로 한 對應策을 표참(10-1)에 參考로 해서 訂하도록 한다.

표참(10-1) 보안방재를 위한 대응책

기본적 방법	예상되는 재해의 항로원인·상황	대 응 책
(a) 저장선에는 어떠한 상태에서도 화재, 폭발의 조건이 성립하지 않도록 한다.	① 荷油 Tank 頂板에 Crack 등이 발생하여 이에 따른 누출Gas의 인화에 의하여 화재가 발생한다.	(i) 적절한 방법에 의하여 Gas 누출을 검지한다. (ii) 荷油 Tank외의 화기관리를 행한다. (iii) 防爆型의 기기를 사용하고 또 낙뢰 및 정전기에 의한 사고를 방지할 수 있는 설비를 설치한다.
	② 하유 Tank 측판에 Crack 등이 발생하여 이에 따른 누출Gas의 인화에 의하여 화재가 발생한다.	(i) Ballast Tank 내에 평상시 長水하고 Gas 滯油를 없앤다. (ii) Ballast Tank 내에 油漏檢知 장치를 설치한다.
	③ 하유 Tank내에 발생하는 정전기 기타에 의하여 불꽃이 발생하여 발화, 폭발한다.	(i) Inert Gas 공급장치를 설치하고 Tank내 주위를 不燃性化한다. (ii) 적절한 방법에 의하여 Gas누설을 검지한다.
	④ 하유 Tank내에 油面이 급격 저하하여 진공에 의한 Tank과피 및 외부공기의 흡입, 발화, 폭발이 생긴다.	(i) Inert Gas발생장치의 용량을 충분한 크기로 한다.
	⑤ 저장선에 다른 선박이 충돌하여 기름 Tank에 의한 기름유출 및 발화가 생긴다.	(i) 저장선 박지 중에 만일 석유 Tanker 등이 표류 등에 의하여 저장선과 충돌할 우려가 있는 때에는 그 충돌에 의한 저장선의 파괴가 일어나지 않도록 분리하거나, 또는 인공적으로 완전히 방어할 수 있도록 조치를 강구한다. (ii) 저장선에는 일반 선박의 충돌에 대하여 충분한 耐衝突強度를 갖춘다. 이 경우 주위에 배치되는 각종 방호시설의 내충돌강도를 감안해서 차질이 없도록 한다. (iii) 기지해면에 석유 Tanker 이외의 선박이 저장선에 충돌할 염려가 없도록 경계선을 배치하여 경계 및 감시를 행한다. (iv) 유출기름 사고시에는 인화를 방지하기 위하여 엄중한 화기관리를 한다.
(b) 저장선에 Crack 등이 발생하여도 이에 따른 류출기름이 저장선박지외로 확산할 염려가 없도록 한다.	① 하유 Tank 및 ballast tank에 부식 등에 의한 Crack등이 항로하여 이에 따른 기름류출이 발생한다.	(i) Ballast Tank내 및 1차 방유제 내에 누설 검지장치를 설치한다. (ii) 각 저장선의 주위에 1차 방유제를 설치하여 폐쇄한다. (iii) 1차 방유제는 적어도 하유 Tank구획분의 유출기름을 보유할 수 있는 것으로 한다. (iv) 기름회수선을 배치하여 1차방유제로부터 漏油된 기름을 회수할 수 있는 동시에 Oil Fence, 유처리제, 유흡착제 등의 배출유 방제자재를 준비한다.

기본적 방법	예상되는 재해의 항로원인·상황	대 응 책
	② 각 하유 Tank내에 유면높이에 현저한 액면차가 생겨 선체구조의 파괴에 의한 기름유출이 생긴다.	(i) 하유 Tank내에 液面差 경보장치를 설치하여 자동적으로 액면차를 검지함과 동시에 필요한 조치를 강구한다.
(c) 저장선내에 폭발조건이 성립하지 않도록 충분한 배려를 하지만 그래도 폭발이 발생한 경우에는 저장선이 파손하거나 구조부재가 주위에 비산하지 않도록 한다.	① 하유 Tank 내에서의 폭발 후, 하유 Tank측 저판의 파손 등에 의하여 다른 하유 Tank 및 Ballast Tank에 Crack등이 발생하고 이에 따른 기름유출이 생긴다.	(i) 하유 Tank 정판에 방폭구조 (Rupture Hatch 등)을 설치한다.
(d) 저장선 및 타시설로부터 화재발생을 방지하기 위하여 충분한 배려를 하지만, 그래도 화재가 발생한 경우에는 화재가 타 하유 Tank구획 및 다른 저장선에 확대하지 않도록 한다.	① 석유 Tanker 등에 의한 선박의 충돌 등에 의하여 기름유출 사고가 발생, 해면화재로 확대하고, 저장선에 인화한다.	(i) 저장선의 갑판 및 선측부를 살수 등의 방법에 의하여 수막으로 덮고, 해면화재에 의한 복사열을 방지한다.
	② 저장선 하유 Tank로부터 화재가 발생하여 타 하유 Tank또는 다른 저장선에 인화한다.	(i) 저장선, Ballast Tank등이 냉각수를 보급함과 동시에, 갑판, 선측부를 살수 등의 방법에 의하여 수막을 덮어, 온도상승을 막는다. (ii) 소화용 냉각수를 공급하기 위한 펌프는 소화에 필요한 충분한 능력을 갖도록 하고, 또 분산 배치하여 Back-up System 등에 의하여 충분히 소화기능을 유지한다.
(e) 저장선으로부터의 유출기름은 저장선 박지 외로 퍼지지 않도록 충분한 배려를 하지만 그래도 확산한 경우에도 재해를 최소한으로 제한하도록 한다.	① 저장선으로부터의 유출기름이 1차 및 2차 방유제의 불량 등에 의하여 확산한다.	(i) 충분히 대응할 수 있는 기름회수선, Oil Fence, 유처리제, 유흡착제 등을 방제 기자재로 배치하여 둔다.

10-3 검지, 감시 및 경보장치

재해의 미연방지를 위하여 다음의 항목에 대하여 검지, 감시 또는 경보를 위한 설비를 설치해야 한다. 또한 검지 및 감시는 원칙적으로 집중제어 방식을 하고, 특히 중요한 항목에 대하여는 복식의 검출장치를 사용한다.

- (1) 저장선내의 하유(荷油) Tank의 해면높이
- (2) 저장선내 하유 Tank의 기름온도
- (3) 저장선내의 하유 Tank의(석유증기공간)의 산소농도
- (4) 저장선내의 하유 Tank의(석유증기공간)의 석유증기농도
- (5) 송유도관의 관내압력

- (6) 송유도관의 관내유속
- (7) 누유의 상황
- (8) 밸브의 개폐상황
- (9) 지진동
- (10) 풍속, 풍향, 파고, 조위등
- (11) 방충재의 변형

## [참 고]

해상저유기지의 재해의 미연 방지를 위하여 상기에 규정한 검지항목을 포함하여 표참(10-2)에 제시하는 검지항목에 대하여 감시, 경보장치를 설치하는 것이 바람직하다. 또한 검지장치(檢出端)의 설치개소 등을 참고 예로서 제시한다.

표참(10-2) 災害의 未然防止를 위한 檢知, 監視 및 警報裝置

검지항목	설치개소	비고(예)
(a) 貯藏船내 荷油 Tank 油面높이	貯藏船內 荷油 Tank	液面計, 上限警報, Over -Flow 警報
(b) 貯藏船내 荷油 Tank의 기름溫度	貯藏船內 荷油 Tank	溫度計
(c) 貯藏船내 Ballast Tank의 液面높이	貯藏船內 Ballast Tank	水位減少警報(充水檢知器)
(d) 貯藏船내 荷油Tank(石油蒸氣空間)의 酸素濃度	貯藏船內 荷油 Tank (石油蒸氣空間)	高濃度 警報
(e) 貯藏船내 荷油Tank(石油蒸氣空間)의 石油蒸氣濃度	貯藏船內 荷油 Tank (石油蒸氣空間)	
(f) 貯藏船내 荷油 Tank(石油蒸氣空間)	貯藏船內 荷油 Tank (石油蒸氣空間)	低壓力 警報
(g) Inert Gas 공급관의 산소농도	Inert Gas공급장치 출구공급관	농도기록계, 고농도경보
(h) Inert Gas 공급관의 압력	Inert Gas공급장치 출구공급관	저압력 경보
(i) 가연성 Gas 농도	저장선상 갑판 저장선내 펌프실 및 기계실	고농도경보 고농도경보
(j) 송유용도관의 관내압력	송유용 도관	압력계, 고압력경보
(k) 송유용도관의 관내유속	송유용 도관	유량계
(l) 누유의 상황	저장선내 Ballast Tank 일차방유제내 해면 송유용 도관	Ballast Tank 油漏泄檢知 기름流出警報 (浮遊式漏油檢知機)

검지항목	설치개소	비고(예)
(m) 밸브의 開閉狀況	石油蒸氣回收管 Inert Gas 供給管 送油用 導管等	
(n) 화재의 발생	저장선내 기계실 입출하역 Berth 감시실등 기지전반의 소요	화재경보(화재검지기)
(o) 地震動	陸上管理 Yard(管理동)	地震計
(p) 風向, 風速, 波高, 潮流, 潮位	入出荷役 Berth 貯藏船 泊地	風向·風速計, 波高計, 潮流計, 潮位計
(q) 石油 Tanker 接岸速度	入出荷役 Berth	接岸速度計
(r) 防衝材의 變形	貯藏船 繫船 Dolphin	變形測定計
(s) 貯藏船의 動搖	貯藏船 本體	吃水計 液面計 Data를 計算機處理
(t) 繫留鎖(索)의 張力	貯藏船 繫留鎖(索)	張力計

#### 10-4 조명설비

- (1) 하역작업, 긴급시의 조치, 야간의 보행 등의 편리를 위하여 조명설비를 설치한다. 또한 폭발의 위험이 있는 개소에서의 조명설비는 전부 방폭형으로 한다.
- (2) 조명설비의 위치 및 역광각도는 선박의 항행에 장애가 되지 않도록 설정한다.

## 제 11 장 시설의 유지관리

## 11-1 주요 점검기준의 작성

- (1) 해상저유기지의 설치자는 해당시설의 유지관리를 위하여 관계법령에 근거한 검사를 받는 외에 다음의 시설에 대하여 자주적으로 점검의 기준을 정하여 이에 근거한 점검을 행한다.
- (2) 점검은 원칙적으로 년1회 이상의 총 점검 이외에 해당시설에 강대한 외력이 작용하는 등의 이상한 상황이 있는 경우에도 행한다.
- ① 저장선
  - ② 저장선의 의장품
    - 가. 계류쇄 등의 계선설비
    - 나. 하유 펌프, 배관, 밸브 등의 모든 관 설비
    - 다. 소화설비
    - 라. 기 타
  - ③ 하역잔교 및 配管橋
  - ④ 하역잔교 및 배관교 탑재설비>Loading Arm, 송유도관 등, 조명설비, 기타)
  - ⑤ 저장선에 관련된 외곽시설(방파제, 기타)
  - ⑥ 저장선에 관련된 계류시설(계선 Dolphin, 방충재, 기타)
  - ⑦ 기타 각종 보안방재 대책 관련설비
- (3) 점검은 점검표를 작성하여 계획적으로 실시한다.  
또한, 이들 점검 또는 검사결과의 기록을 처치 경위와 함께 보존한다.

## [참 고]

해상저유기지의 설치자는 해당시설의 유지관리를 위하여 다음의 시설에 대하여 점검을 행하도록 하지만 해당 시설의 점검개소, 점검내용에 대하여 다음 표를 참고로 하여 정한다.

표참(11-1) 주요점검 기준의 예

시 설	점검개소	점검내용	
저장선 본체	선각부재	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 외관검사를 행한다.</li> <li>· 상갑판, 계류 Dolphin(방충재) 접촉부의 판두께 계측을 행한다.</li> <li>· 필요시는 개방한 뒤, Ballast Tank, 하유 Tank 등의 目視板 두께 검사를 행한다.</li> </ul>	
	도장	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 외관검사를 행한다. 도장의 박리의 유무 및 녹 발생 상황을 점검한다.</li> </ul>	
	전기방식장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 전위측정에 의하여 방식효과를 확인함과 동시에 외관검사에 의하여 전극의 이상 유무를 확인한다.</li> </ul>	
저장선의 의장품	계류설비	① 계류쇄, 계류 Rod, Wire Rope 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 외관검사에 의하여 마모 및 부식의 상황을 점검한다.</li> <li>· 필요시는 내력검사를 행한다.</li> </ul>
		② 계류쇄등 취부장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 외관검사에 의하여 취부위치의 상태를 점검한다.</li> <li>· 작동상황을 검사한다.</li> </ul>
	교통설비	① Manhole, 수밀비등	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 외관검사를 하고 작동을 확인한다.</li> </ul>
		② 손잡이, 사다리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 외관검사를 행한다.</li> </ul>
	제관설비	① 관 계	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 필요시는 제거한 후 외관검사를 행한다.</li> </ul>
		② 펌프, 밸브 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 작동상황을 검사한다.</li> <li>· 필요시는 개방한 후 외관검사를 행한다.</li> </ul>
	소방설비	① 물소화설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 관설비의 항에 따른다.</li> </ul>
		② 포말소화설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 외관검사에 의하여 누설의 유무를 확인한다.</li> <li>· 거품원액의 양과 유효기한을 확인</li> </ul>
		③ 소화기 등의 可搬式 소화설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 정해진 설치위치 수량을 확인한다.</li> <li>· 유효기한을 확인한다.</li> </ul>
		④ 소방원격제어장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 작동을 확인한다.</li> </ul>
하역잔교·배관 잔교 본체	구조부재	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수중부분의 상황 및 해저상황을 잠수부에 의하여 점검한다.</li> </ul>	
	도장	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 외관검사를 행하고, 도장의 박리의 유무 및 녹 발생 상황을 점검한다.</li> </ul>	

시 설	점검개소	점검내용	
하역잔교·배관 잔교의 탑재설비	Loading Arm (또는 Flexible Hose)	<ul style="list-style-type: none"> <li>외관검사에 의하여 파손, 누설(漏洩)의 有無를 點檢한다.</li> <li>作動狀況을 檢査한다</li> </ul>	
	안전 설비	① 표식·조명등	정해진 장소에 설치하되, 또한 정상적으로 기능이 유지되고 있음을 확인한다.
		② 기지 내 조명	외관검사 및 점등확인을 행한다.
		③ 피뢰설비	외관검사 및 기능 Test를 행한다.
	송유 용도 관	① 펌프, 밸브, 신축 이음등	<ul style="list-style-type: none"> <li>작동상황, 변형, 부식등을 점검하고 급유등을 행한다.</li> <li>필요하면 개방한 후, 검사정비를 한다.</li> </ul>
		② 유량계, 압력계 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>작동상황을 검사한다.</li> <li>지침검사를 행하고, 정도를 확인한다.</li> </ul>
		③ 도관계	<ul style="list-style-type: none"> <li>배관, 밸브 및 Flange이음등의 밸브검사에 의하여 누설의 유무를 점검한다.</li> <li>배관의 Bending, 변형의 유무에 대하여 점검을 행한다.</li> <li>상용압력의 1.5배 이상에서 내압시험을 행한다.</li> </ul>
		④ 도장	외관검사를 행하며, 도장의 박리의 유무 및 녹 발생 상황을 점검한다.
	저장선계류시설	계선 Dolphin 본체	<ul style="list-style-type: none"> <li>외관검사에 의하여 손상이 유무를 점검한다.</li> <li>이동, 침하의 측정을 행한다(계선 dolphin간의 측정을 행한다).</li> </ul>
		방충재	<ul style="list-style-type: none"> <li>외관검사에 의하여 손상 유무를 점검한다.</li> <li>필요시는 압축검사를 행한다.</li> <li>특히 취부철물·대좌의 상태를 점검한다.</li> </ul>
저장선 외곽시설	방파제 본체	<ul style="list-style-type: none"> <li>외관검사에 의하여 손상의 유무를 점검한다.</li> <li>이동, 침하의 측정을 행한다.</li> <li>필요하다고 인정하는 때, 수중부분의 상황을 잠수부에 의하여 점검한다.</li> <li>특히 방유기능을 갖는 것에 대하여는 눈금의 마모·손상의 유무를 점검한다.</li> </ul>	
	부방층(유)제	<ul style="list-style-type: none"> <li>외관검사에 의하여, 본체, 계류장치, 연결장치 등의 손상·부식의 상황을 점검한다.</li> <li>도장 및 전기방식의 상태를 점검한다.</li> </ul>	
저장선 수역시설	저장선 박지	<ul style="list-style-type: none"> <li>표사 등에 의한 박지의 매몰의 유무 및 평탄도를 점검한다.</li> <li>필요시는 수심을 측정한다.</li> </ul>	

11-2 방식관리

부식에 대한 조치가 강구된 시설에 대하여는 다음의 방법에 의하여 효과를 확인한다.

- (1) 전기방식한 시설에서는 강재를 정기적으로 측정하여 방식전위에 도달하고 있는지를 확인한다.
- (2) 해상대기 중 및 비말대의 방식효과는 육안관찰에 의하여 확인한다. 또한, 해면하의 관찰은 원칙적으로 잠수에 의하여 확인한다.
- (3) 해상대기중의 도장은 정기적인 관찰결과에 근거하여 부분보수 또는 전면도장을 행한다.
- (4) 비말대의 피복재가 손상한 경우에는 현지시공이 가능한 방식법으로 보수한다.
- (5) 선박은 재해방지를 위하여 방식후의 유지관리에 대하여는 특별히 배려한다.

[참 고]

(1) 전기방식법을 적용한 시설에서는 다음의 사항을 고려하여 강재의 방식관리를 행한다.

- ① 전위측정은 정기적으로 실시하며 동시에 태풍 등 비상사태 직후에는 반드시 전위를 측정하여 방식기능의 정상 여부를 점검한다.
- ② 정기적 전위측정은 시설을 대표하는 장소에 대하여 실시한다. 일반 시설에서는 소정의 위치에서 상부로부터 기준전극을 일정 수심마다 내려가면서 전위를 측정하지만 조류가 있는 경우에는 전극의 위치가 부정확하게 되는 때가 있다. 이와 같은 경우에는 시설에 설치된 Guide에 따라서 전극을 내리거나 잠수부가 전극을 소정의 위치에 접근시킨다. 시설물의 구조상 전극을 상부로부터 내리는 것이 어려운 경우에는 필요한 곳에 기준전극을 설치해두면 좋다. 이 경우 전극의 위치가 분명하여 경시변화의 재현성은 좋으나 측정된 전위가 전극주변에 한정된다.
- ③ 강재의 전위가 방식전위에 달하지 못할 때에는 즉시 양극을 추가한다. 특히 도막이 경과연수와 더불어 열화하는 것은 피할 수 없으므로 도장과 전기방식법을 병용하는 경우에는 도막의 열화 상태에 따라서 양극을 증가시킨다.
- ④ 전기방식법의 관리에는 전위측정 이외에 시험편에 의한 조사, 잠수부에 의한 육안검사, 수중사진촬영, 수중 비디오 촬영, 두께 측정 등에 의한 방법이 있으며 이들을 전위측정법을 보완하기 위하여 병용하는 것이 바람직하다.

(2) 선박의 부식, 방식 특징에 대하여는 충분히 파악해 둘 필요가 있다. 그 특징을 예시하며, 선박의 저장 Tank에서 저유 중 Tank 저부에 남는 Bilge와 Sludge에 의한 부식의 영향을 고려할 수가 있다. 또, 저장 Tank를 비울 경우 Tank를 물로 씻어내는 등에 의하여 해당 저장 Tank를 석유 Tanker의 기름 Tank와 부식조건을 유사하다고 간주하는 것은 가급적 피해야 한다. Ballast Tank의 부식에서 선박 Ballast Tank가 장기간 밀폐되어 있는 경우 용존산소의 결핍에 의하여 외판(해수 중)의 부식보다 적게 되므로 Tank내 해수교환은 너무 빈번히 하지 않는 편이 방식관리상 바람직하다.

## 11-3 고무방충재의 유지관리

- (1) 고무방충재의 압축특성은 반복 피로, 경과연수 변화에 의한 열화, Creep 비틀림 등에 의하여 변화하므로 이들에 의한 특성을 충분히 파악한 후에 유지관리를 한다.
- (2) 고무방충재의 점검은 적어도 다음 항목에 대하여 한다.
- ① 외관검사      ② 압축검사      ③ 변형량의 측정

## [해설]

## (1) 외관검사

부착물을 충분히 제거한 후에 고무의 균열(Crack) 변형 및 마모 등과 함께 취부철물 등의 탈락, 변형부식, 마모 등의 유무를 조사하고, 이상이 인정되는 경우에는 교체한다. 특히 태풍, 지진시의 이상사태 발생 후에는 주의 깊게 실시한다.

## (2) 압축검사

고무방충재는 10기 및 그 단수(端數)마다 1 기씩을 떼어내어 압축시험을 행하고, 설계시의 특성과의 비교를 실시하는 것이 바람직하다.

이 검사에 합격한 경우에는 이 10기 또는 단수기의 고무방충재는 전부 합격한 것으로 본다. 불합격한 경우에는 다시 2기를 선택하여 압축시험을 행한다. 이 2기도 합격인 경우, 최초의 1기를 제외하고 나머지 전부를 합격으로 본다. 이 2기중에서 적어도 1기가 불합격인 경우는 나머지 전부에 대하여 압축시험을 행하고 합격여부를 결정한다.

## (3) 변형량의 측정

고무방충재는 적당한 기수마다 필요에 따라 그 변형량의 측정을 행한다.

## 11-4 계류쇄 등의 유지관리

계류쇄 등의 점검은 다음 항목에 대하여 행한다. 또 계류쇄 등에 이상 발생시의 교체를 위하여 사용하는 계류쇄 등의 종류마다 적어도 각 한도의 예비를 항상 준비한다.

- (1) 외관검사  
(2) 마모, 부식량의 측정  
(3) 내력검사(耐力檢査)

## [참고]

## (1) 외관검사

계류쇄 등의 파단, 변형, 마모, 부식 등의 외관검사를 행한다. 특히 태풍, 지진 등의 이상사태 발생 후에는 신중히 실시한다.

## (2) 마모, 부식량의 측정

계류쇄 등의 마모, 부식이 현저한 개소는 부착물, 녹 등을 충분히 제거한 후 그 감량의 측정을 실시하고 평균지름이 설계치 이하로 된 경우에는 이것을 사용치 않는다. 측정은 정기적으로 행함과 동시에 태풍, 지진 등의 이상사태 발생 후에 그 때마다 실시하는 것이 바람직하다.

(3) 耐力檢査

큰 반복하중이 작용하는 계류쇄 등에 대하여는 4조마다 1조씩 취하여 내력시험을 행하는 것이 바람직하다. 시험하중은 허용하중의 2.1배 이상으로 하고, 이 하중을 가했을 때에 파열, 손상, 파단 기타 이상이 있어서는 안된다.

이 검사에 합격한 경우에는 이 4조의 계류쇄 모두를 합격으로 본다. 불합격의 경우에는 나머지 3조의 계류쇄에 대하여 내력검사를 행하고, 그 합격여부를 결정한다.