

제 9 편 기타항만시설

제 1 장 임항교통시설

1-1 일 반

1-1-1 적용범위

본 장은 임항교통시설의 설계에 적용한다.

1-1-2 임항교통시설의 유지관리

임항교통시설은 차량 등이 안전하고 원활하게 이용할 수 있도록 당해시설의 구조특성에 따른 적절한 기준에 따라 유지관리하는 것을 원칙으로 한다.

1-2 도 로

1-2-1 일 반

- (1) 도로의 구조는 교통의 발생상황, 계획교통량, 도로계획지역의 지형, 다른 도로와의 원활한 접속, 기타 도로의 이용 상황을 감안해서 적절히 정한다.
- (2) 보행자 및 자전거 전용도로는 이들 도로주변 항만시설의 이용 상황 등에 따라 적절한 구조로 한다.
- (3) 내진 강화시설 또는 대규모 지진이 발생한 후 구조물자의 일시적 보관 장소 등으로 계획된 광장에 연결되는 도로는 소요의 기능을 발휘할 수 있도록 적절한 구조로 한다.
- (4) 도로의 구조, 장소 및 설비에 관하여 본 절에 규정하지 않은 사항은 항만에서 발생하는 교통의 특성에 따라 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」의 관련 규정에 준해서 적절히 설정한다.

[해설]

- (1) 임항도로(임항교통시설인 도로를 말함. 이하 같음)는 본 설계기준에 특별히 기술된 것이 있는 경우를 제외하고는 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」을 준용한다. 이 경우 도로의 구분은 해당도로의 성격, 계획교통량(도로설계의 기초가 되기 때문에 당해 도로가 있는 지역의 발전 전망, 장래 자동차 교통의 상황을 참작해서 정하는 그 도로의 시간당 왕복자동차 교통량을 말한다. 이하 같음), 당해도로가 있는 지역의 지형, 당해도로와 다른 도로와의 원활한 접속 등을 고려해서 적절히 정한다. 임항 도로는 대형차의 이용이 많고, 차량의 집중율이 높다는 특성이 있으므로 이점을 고려해서 정할 필요가 있는 사항은 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」에 의하지 않고 이 기준에서 기술하는 것을 따르도록 하였다.
- 자동차의 구분에 관한 용어는 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」에 따른다.

- (2) 보행자, 자전거 전용도로 및 전용하도록 구획한 도로의 부분은 「도로시설 기준령」의 규정을 준용한다. 항만에 있어서는 수변에서의 휴게, 산책 등의 이용 목적이나 형태가 다양한 경우가 많으므로 폭 등 구조 결정시 이런 점에 대하여 고려할 필요가 있다.
- (3) 대규모 지진이 발생하는 경우 내진성을 강화한 계류시설, 긴급물자 등의 일시 보관장소 등으로 이용 가능한 광장 및 배후간선도로와 연결되는 도로의 기능 확보는 긴급물자 수송과 복구활동 등에 불가결한 사항이다. 따라서 시설의 내진성은 물론 지진에 의한 도괴건물 등에 의하여 차단되는 일이 없도록 노선을 선정하고 긴급 상황에서 장애가 되는 부속시설은 배제하는 등 대상 시설과 주변상황에 따라 대규모 지진발생 후에도 도로의 기능이 확보될 수 있도록 하였다.

1-2-2 설계기준 자동차

도로의 구분에 따라 설계기준자동차는 원칙적으로 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」을 준용하고, 세미트레일러 연결차의 통행이 많은 등의 경우에는 도로의 구분에 관계없이 세미트레일러 연결차를 설계기준자동차로 할 수 있다.

[해설]

- (1) 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」에서는 세미트레일러 연결차를 설계기준 자동차로 하고 있는 도로의 구분은 고속도로·주간선도로, 보조간선도로·집산도로로 되어 있으나, 임항도로는 여기에 해당되지 않기 때문에 세미트레일러 연결차의 통행이 빈번할 것이 예상되는 경우에는 이 규정에 상관없이 세미트레일러 연결차를 설계기준 자동차로 할 수 있도록 하였다.
- (2) 설계기준 자동차를 세미트레일러 연결차로 하는 경우에는 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」의 규정과는 다르게 도로구조의 제원을 정할 필요가 있다.
별도로 정할 필요가 있는 도로의 제원은 다음과 같다.

- ① 차도 및 차로 ② 시설한계 ③ 곡선부의 확폭 ④ 종단구배

[참고]

세미트레일러 연결차를 설계기준 자동차로 하는 도로의 예로는 컨테이너부두 등 세미트레일러 연결차의 통행이 많은 부두간 연결도로, 부두내 도로, 부두 주변도로 및 이들 부두와 배후의 간선도로(일반도로)를 연결하는 도로 등이 있다.

1-2-3 차도 및 차로

- (1) 임항도로의 차로 등은 항만에서 발생하는 교통이 체증을 일으키지 않도록 적절히 선정한다.
- (2) 계획교통량이 표(1-1)의 도로종류별 설계기준교통량(설계의 기본이 되는 교통량으로서 도로의 시간당 최대허용 자동차교통량을 말한다. 이하 같음)란에 나타난 값 이하인 도로의 車路數(오르막차로, 회전차로, 변속차로, 양보차로를 제외한다. 이하 같음)는 2로 한다.

표(1-1) 도로의 종류별 설계시간 교통량

도 로 의 종 류	설계기준교통량(대/시간)
항만과 국도 등을 연결하는 도로	650
기 타 도 로	500

- (3) (2)에 규정한 도로 이외 도로의 차로수는 4이상(교통상황에 따라 필요한 경우를 제외하고는 2의 배수)으로 하고, 표(1-2)의 도로종류별 1차로당 설계기준교통량에 대한 당해 도로의 계획교통량의 비율로 정한다.

표(1-2) 도로의 종류와 1차로당 설계기준 교통량

도 로 의 종 류	1차로당 설계기준교통량(대/시간)
항만과 국도 등을 연결하는 도로	600
기 타 도 로	350

- (4) 차로의 폭은 원칙적으로 3.25m 또는 3.5m로 한다. 다만, 대형차의 통행량이 많은 경우에는 3.5m를 표준으로 하고, 지형 등의 영향에 의해 부득이한 경우에는 3m까지 축소할 수 있다.
- (5) 차량의 안전이나 원활한 교통소통에 지장이 없도록 하기 위하여 필요한 경우에는 차도의 우측에 붙여 停車帶를 설치할 수 있다.

[해설]

- (1) 차로의 수는 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」에 준하여 계획교통량과 설계기준교통량을 비교해서 결정하는 것으로 하였다. 그러나 여기서 규정한 설계기준교통량은 첨두특성을 생각하는 방법에 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」과 차이가 있기 때문에 교통량의 시간단위가 다르다.

본래 도로설계에 쓰이는 장래교통량은 첨두특성(尖頭特性)을 고려한 시간교통량으로 할 필요가 있어 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」에서는 계획목표년도의 교통량을 첨두시간 특성까지 포함해서 예측하는 것이 곤란하다는 점 등의 이유로 첨두특성은 도로의 구분별로 일정한 것으로 설계기준교통량은 이것을 고려하여 1일교통량단위로 하고 있다. 임항의 도로는 일반적으로 물류에 관련되는 교통 등 항만에서 발생하는 교통이 주된 대상이고, 과거의 실적 등을 기초로 장래의 첨두특성 예측이 가능하기 때문에 설계시간교통량은 도로의 시간당 최대허용 자동차교통량으로 규정한 것이다.

- 여기서 취급하는 계획교통량이란 「본편 1-2-1 일반」에 기술된 바와 같이 도로설계의 기초로 하기 위해서 당해 도로가 있는 지역의 발전전망과 장래의 자동차 교통상황을 감안해서 정하는 당해도로의 시간당 왕복자동차 교통량이고, 앞에서와 같은 취지에서 감안해야 할 사항에는 항만에서 발생하는 교통상황 및 침투특성이 포함된다.
- (2) 도로의 폭은 임항도로인 경우 일반적으로 트레일러연결차, 트럭 등 대형자동차의 이용이 많고, 모빌크레인 등의 특수차량도 이용하고 있으므로 이들의 이용으로 도로교통의 원활성이 저해되지 않도록 고려해서 정하는 것으로 하였다.
 - (3) 모빌크레인 등의 특수한 차량의 폭은 관계규정에서 정하는 최고한도 2.5m를 초과하는 경우가 많으므로 당해 특수차량 통행이 많을 것으로 예상되는 경우에는 차로의 폭을 별도로 정하는 것이 좋다.
 - (4) 停車帶의 폭은 2.5m로 한다. 임항도로에서 정차대의 설치는 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」에서 제시하고 있는 기준이외에 「본편 1-2-1 일반」에서 정한 도로의 구분에 상관없이 항만의 출입 또는 荷役待機를 위한 자동차의 停車로 다른 자동차의 안전 및 원활한 교통소통에 방해되는 경우가 많기 때문에 대형자동차 교통량 점유율이 낮은 경우를 따로 想定할 필요가 없다.
 - (5) 계획교통량이 현저하게 적고 지형 등에 의하여 부득이한 경우에는 차로의 폭을 「도로시설 기준령」에 준하여 축소할 수 있다.

[참 고]

- (1) 계획교통량을 산정할 시에 고려할 사항은 계획목표년도에 부두에서 발생하는 화물량, 주변의 토지이용상황, 차량의 집중률, 다른 도로와의 접속 등이 있다. 계획교통량은 발생집중교통량, 분포교통량, 배분교통량(노선별 계획교통량)의 순으로 추정하는 방법이 일반적이다. 발생집중교통량의 산정방법은 표참(1-1)방법을 들 수 있다.

표참(1-1) 발생집중교통량의 산정방법

교통의 종류	산정방법
물류에 관련한 교통	항만취급화물량을 기초로 자동차분담율, 트럭의 實車적재량, 實車率, 관련차율 등의 실적치를 산출하는 방법
항만에 입지한 산업체에서 발생한 교통	부지면적이나 종업원수 등의 단위당 發生台數를 산출하는 방법
녹지·集客施設 등에서 발생한 교통	類似施設의 이용자수, 자동차이용율 등을 써서 산정하는 방법

- (2) 계획 교통량의 산정방법은 식(참1-1)에 따라 계산할 수 있다.
- (3) 계획교통량(대/시간)=년간 취급 화물량(RT/년=Revenue Ton/년)× $\frac{\alpha}{W} \times \frac{\beta}{12 \times 30} \times \frac{\gamma}{30} \times \frac{(1+\delta)}{\epsilon} \times \sigma$ (참1-1)

여기서

- α : 자동차 분담율 = 자동차 수송분/전 교통기관 수송분
- β : 월 변동율 = 월 최대화물량/월 평균화물량
- γ : 일 변동율 = 일 최대화물량/일 평균화물량

W : 트럭의 실 적재량(Revenue Ton/대)

화물을 실은 트럭 1대당 화물수송량(조사하거나 또는 다른 항만의 실적을 참고하여 정한다)

ϵ : 실차율 = 화물을 실은 트럭대수/전 트럭대수

δ : 관련차율 = 관련차대수/전 트럭대수

$\sigma\sigma$: 시간 변동율 = 시간당 최대발생교통량/일 평균발생교통량

다만, 다른 적절한 추정근거가 있을 경우에는 이 산정식에 의하지 않아도 되며, 카페리 또는 여객선을 대상으로 하는 계류시설 및 항만업무시설 등의 시설에 연결되는 도로에 있어서는 차량의 집중율을 충분히 고려하여 별도 산정한다.

- (4) 도로의 폭 결정시 고려하는 사항인 대형자동차나 특수차량 등이 이용상황으로는 창고 등 보관 및 저장 시설 부근에서의 트레일러 연결차, 트럭 등의 일렬로 늘어섬, 하역대기, 부두 출입절차 이행에 소요되는 정차, 모빌크레인 등의 통행 등이 있고, 성능에 관한 것으로는 트레일러 연결차, 트럭 등의 회전반경 등이 있다.

1-2-4 시설한계

시설한계는 컨테이너 적재 세미트레일러 연결차 및 모빌크레인 등 특수차량의 통행이 예상되는 경우에 당해 자동차의 안전한 통행을 확보할 수 있도록 적절히 정한다.

[해설]

- (1) 항만에서 발생하는 자동차 교통량을 정하는 道路網(Network) 구성은 임항도로 단독으로 완결되는 것이 아니고, 일반도로와 접속됨으로서 비로소 기능을 발휘하게 된다. 임항도로를 통행하는 자동차와 일반도로를 통행하는 자동차는 원칙적으로 다르지 않기 때문에 임항도로의 시설한계는 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」을 준용하기로 한다. 그러나 國際外航 컨테이너부두 주변과 같이 컨테이너(높이가 9피트 6인치인 국제해상컨테이너)를 적재한 세미트레일러 연결차가 빈번한 통행하는 장소나 모빌크레인 등 특수한 차량의 통행이 빈번한 장소에 있는 임항도로는 시설한계를 일반도로와 같게 할 경우, 안전성이 훼손될 가능성이 있다. 따라서 필요한 경우에는 시설한계를 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」을 따르지 않고 적절히 정하는 것으로 하였다.

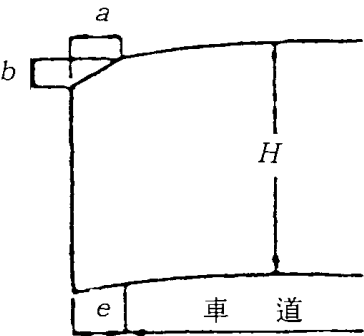
[참고]

- (1) 국제해상컨테이너를 적재한 세미트레일러 연결차의 높이는 표참(1-2)와 같다. 컨테이너를 적재한 세미트레일러 연결차는 시설한계의 차도상 높이 $H=4.5m$ 의 아래로 통과할 수 있으나, 길어깨 상부의 시설한계 현치(Haunch) 절취부분에서 시설한계를 초과하게 된다. 따라서 현치 절취부분에서도 시설한계를 초과하지 않도록 최저한의 공간을 확보하려면 다음 값을 가져야 한다. 실제 설계시에는 특히 침매터널 등 영구구조물에 있어서는 H 를 높이는 것이 바람직하다.

표참(1-2) 국제해상컨테이너의 형상 및 컨테이너 적재시의 Semi-Trailer 연결차의 높이

형 상 컨테이너 종류	국제해상 컨테이너의 형상			컨테이너적재시의 세미트레일러 연결차의 높이(m)	비 고
	길이(mm)	폭(mm)	높이(mm)		
ISO 1CC형 20'×8'×8'	6,058	2,438	2,438	3,748	平床式 Chassis
ISO 1CC형 20'×8'×8'6"	6,058	2,438	2,591	3,796	低床式 Chassis
ISO 1A형 40'×8'×8'	12,192	2,438	2,438	3,643	低床式 Chassis
ISO 1AA형 40'×8'×8'6"	12,192	2,438	2,591	3,796	低床式 Chassis
ISO 1AAA형 40'×8'×9'6"	12,192	2,438	2,896	4,101	低床式 Chassis

주) 국제해상 컨테이너용 사시(Chassis)의 적재면 地上高는 제조업체마다 약간씩 다르나 여기서는 低床式은 1,205mm, 平床式은 1,310mm로 하였다.



도참(1-1) 시설한계제원도(H와 b)

- (2) 자동차는 「자동차관리법」에 의해서 그 폭, 높이, 길이, 중량 등의 제원에 제한이 있고, 컨테이너를 적재한 세미트레일러 연결차의 높이는 그 제한규정을 초과하지만 컨테이너 적재자동차가 도로를 통행하는 경우 화물을 분할 할 수 없거나 화물이 특수하여 부득이하다는 사유로 제한규정 외로 적재허가, 통행허가를 받아 통행하고 있다.
- (3) 시설한계에 포함되는 여유고의 설정은 자동차의 리바운드량에 대한 여유, 운전자의 심리적 부담에 대한 여유, 포장의 덧씌우기에 대한 여유, 積雪두께에 의한 여유를 고려할 필요가 있다. 그러나 현재로서는 여유고에 관한 조사나 연구가 충분하지 않기 때문에 (1)의 施設限界의 예로 차도부의 H(=4.5m)를 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」과 같게 하고, 현치 절취부만 최저한의 필요범위를 확보하는 경우에 대하여 나타내었다.
- (4) 임항도로를 통행하는 경우가 있을 것으로 예상되는 이동식 하역기계 등 특수한 차량에는 모빌크레인(트럭 크레인, 휠크레인, 크롤러크레인의 총칭, 自走式 크레인이라고도 함), 포크리프트 등이 있다. 이들 하역기계중 대형의 것은 그 높이, 폭이 「자동차관리법」의 제한규정을 초과하는 것이 있다.

1-2-5 곡선부의 확폭

차도의 평면 곡선부는 설계기준자동차 및 당해 곡선부의 곡선반경에 따라 차로를 적절하게 확폭한다. 다만 주변 지장물 및 지형상황 등으로 인하여 부득이 하다고 인정되는 경우에는 이 제한을 적용하지 않을 수 있다.

[해설]

차로의 폭은 설계기준 자동차의 최대 폭에 여유를 가한 폭으로 정하고 있으나, 곡선부에서는 자동차의 전륜과 후륜이 서로 다른 궤적을 그리기 때문에 직선부의 폭보다는 넓은 차로 폭이 필요하게 된다.

곡선부를 주행하는 경우 자동차의 후륜은 전륜의 안쪽을 통과하므로 차로의 확폭은 차로의 안쪽으로 하여야 하고, 인접 다른 차로를 침범하지 않게 하기 위하여 毎차로마다 확폭할 필요가 있다.

[참고]

표참(1-3)은 임항도로설계에 참고할 설계기준자동차별 평면곡선부에서의 곡선반경별 확폭량이다. 필요한 경우 확폭량의 산정식 등 상세한 내용은 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」을 참고할 수 있다.

표참(1-3) 자동차별, 곡선반경별 곡선부 확폭량

설계기준 자동차	대형자동차	세미트레일러 연결차	한車路당 최소 확폭량(m)
곡선반경 범위(m)	110이상~200미만	150이상~280미만	0.25
	65~100	90~150	0.50
	45~65	65~90	0.75
	35~45	50~65	1.00
	25~35	40~50	1.25
	20~25	35~40	1.50
	18~20	30~35	1.75
	15~18	20~30	2.00

1-2-6 종단경사

차도의 종단경사는 해당도로의 설계속도 및 설계기준자동차에 따라 적절히 정한다.

[해설]

- (1) 도로의 선형을 설계할 때는 같은 주행상태가 계속 유지될 수 있게 할 필요가 있다. 그러나 종단경사는 자동차별로 주행능력에 차이가 크고, 대형자동차의 경우 경사가 급하게 되면 주행속도가 현저히 떨어져 대형자동차의 속도저하가 교통용량을 저하시키는 원인이 되기도 한다. 따라서 대형자동차의 이용이 많은 임항도로에서는 이 점을 충분히 배려하여 설계기준자동차에 따라 종단경사를 설정할 필요가 있다.

[참 고]

- (1) 차도의 종단경사는 당해도로의 설계속도 및 설계기준자동차에 따라 표참(1-4)에 나타낸 값 이하를 표준으로 한다. 다만 지형상황 기타 특별한 사유로 부득이한 경우에는 이 표가 제시하는 값에 1~2%를 더한 값 이하로 할 수 있다. 지형상황기타 특별한 사유로 부득이하게 종단경사 제한치를 초과하는 경우에는 그 경사를 갖는 구간에 制限長을 고려할 필요가 있다.

표참(1-4) 종단경사의 제한치 (단위 : %)

설계속도(km/h)	설계기준자동차	
	대형자동차	세미트레일러 연결차
120	2	1
100	3	1
80	4	2
60	5	3
50	6	4
40	7	5
30	8	6
20	9	7

- (2) 종단경사의 제한치는 경사구간에서 대형자동차의 주행속도가 설계속도에 가깝게 되는 값을 갖는 것이 바람직하나, 실제 설계에서는 경제성 등의 면에서 타당하다고 생각되는 정도의 속도저하는 허용할 필요가 있다.
- 이와 같은 사정에서 종단경사의 제한치는 대형자동차와 세미트레일러 연결차 모두 대략 설계속도의 1/2속도로 오를 수 있는 종단경사로 정하였다.
- (3) 종단경사의 特例値와 制限長의 관계를 표참(1-5)에 나타내었다. 여기에서 제한장은 오르막구간의 시점에서 설계속도로 주행하는 대형자동차(보통트럭)가 오르막차로의 종점에서 대략 설계속도의 1/2속도로 주행할 수 있도록 설정한 것이다. 표참(1-5)는 대형자동차와 세미트레일러 연결차에 대한 설계속도별 종단경사별 제한장 값을 참고할 수 있게 하였다.
- 설계된 오르막구간의 길이가 구간 제한 길이를 넘을 경우에는 종단경사를 조정하거나, 고속으로 주행하는 다른 자동차와 분리될 수 있도록 오르막 차로를 설치하여야 한다.
- 종단경사 설정에 쓰는 자동차 종류별 오르막 주행가능경사, 종단경사의 특례치 산정방법 등은 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」을 참고할 수 있다.
- (4) 눈이 쌓이는 한랭지에서는 주행속도의 유지라는 관점과는 별도로 오르막 차로에서 出發하는 경우나 내리막 차로에서 制動하는 경우의 미끄러짐 방지 등에도 배려할 필요가 있다.

표참(1-5) 종단경사의 特例値 및 制限長

설계속도 (km/h)	설계기준자동차			
	대형자동차		세미트레일러 연결차	
	종단경사(%)	제한길이(m)	종단경사(%)	제한길이(m)
120	3	800	2	1,000
	4	500	3	500
100	4	700	2	1,600
	5	500	3	800
80	5	600	3	1,300
	6	500	4	700
60	6	500	4	600
	7	400	5	400
50	7	200	5	250
	8	150	6	150
40	8	100	6	100
	9	100	7	100

1-2-7 평면교차

임항도로에서 평면교차로의 설계는 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」의 규정에 준하고, 당해 평면교차로의 교통량, 설계기준 자동차, 주변 도로망의 상황, 도로변의 토지이용상황 등을 고려한다.

[해설]

평면교차로는 도로의 교통용량에 애로사항을 발생시키는 곳으로 특히 임항도로에서는 출발시의 가속성능 등 주행성능이 낮은 대형자동차의 통행이 빈번하여 교차로의 교통용량이 현저하게 떨어질 가능성이 있다. 이 때문에 평면교차로의 설계 시에는 대형자동차의 거동 등에 충분히 주의할 필요가 있다.

[참고]

- (1) 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」에는 교차로의 통행방법에 대한 일반적 표준이 기술되어 있고, 도로가 있는 지역, 도로변 토지의 이용 상황, 도로망의 배치 등에 따라 적절하게 변경할 수 있다고 되어 있다. 이 표준은 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」의 설계기준자동차 규정에 의한 도로의 구분과 설계기준 자동차의 관계에 입각해서 나타낸 것으로 이것을 참고하는 경우는 「본편 1-2-2 설계기준자동차」에서 결정한 설계기준자동차에 따라 검토할 필요가 있다.
- (2) 평면교차로에는 좌·우회전자동차가 직진자동차의 통행을 방해함으로써 발생하는 교통사고 및 교통정체가 없도록 회전차로(좌·우회전, U턴)를 설치하기 위한 차도의 확폭 구간이 필요하고, 특히 부두구역에 진입하는 차량의 정체가 예상되는 교차로구간에는 待機車路(駐停車帶)를 설치할 필요가 있다.

- (3) 평면교차로에 회전차로, 변속차로 등 附加車路를 두는 경우의 차로 폭은 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」에 규정되어 있다. 이 규정은 「본편 1-2-3 차도 및 차로」의 차로 폭에 따른 것이고 표참(1-6)에 부가 차로 폭 결정을 위한 참고자료로 제시하였다.

표참(1-6) 평면교차로에서의 차로폭

(단위 : m)

한개 차로의 폭	부가차로를 설치하는 경우의 직진 차로의 폭	부가차로의 폭
3.5	3.5 (3.25)	3.25(3.0)
3.25	3.25 (3.0)	3.0

주 : ()내는 지형등의 형편상 부득이한 경우의 축소 적용치임

- (4) 평면교차로에서 교차하는 도로의 교차각은 직각에 가깝게 하여야 하며, 교차로의 종단경사는 3% 이하이어야 한다. 다만 주변 지장물과 경제성을 고려하여 필요하다고 인정되는 경우에는 이를 6% 이하로 할 수 있다.
- (5) 평면교차로에 차량과 보행자를 안전하고 질서 있게 이동시킬 목적으로 道流化(Channelization)를 시행하는 경우의 도류로는 설계자동차 등을 고려하여 적절한 곡선반경과 폭을 갖도록 하고, 교통섬은 설계자동차의 운행경로를 편리하고 자연스럽게 만들 수 있도록 배치하여야 한다. 단, 세미트레일러 연결차를 대상으로 비교적 반경이 작은 도류로를 설치하면 도류로의 폭이 넓어져 소형자동차의 병진 등 교통의 혼란을 초래하거나 사고를 유발할 가능성이 있으므로 이 점을 충분히 유의하여 설계할 필요가 있다.

1-2-8 포 장

포장의 구조는 세미트레일러 연결차, 모빌크레인 등의 특수차량 교통량 등을 감안하고, 주행자동차의 운하중에 의한 방법으로 적절히 설계한다.

[해 설]

- (1) 일반도로의 계획 및 설계에서 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」에 의한 포장에 관해서는 「도로포장 설계·시공지침」 및 「아스팔트 포장 설계·시공요령」에 따라 설계하기 때문에 임항도로에서도 이에 따르기로 하였다.
- (2) 한냉지의 포장은 路床土가 동결융해에 의하여 파손되는 수가 있으므로 그 대책이 필요하고 동결융해의 영향이 큰 경우 겨울철에 路床土가 凍上에 의하여 노면에 균열이 발생하거나 평탄성의 악화를 초래하고, 봄철에 들어가면서 노상토가 융해되어 지지력이 저하되므로서 포장의 파손으로 이어진다. 따라서 한냉지의 포장은 그 장소에서의 동결심도로부터 구한 소요 치환깊이와 하층의 지지 성능면에서 필요한 포장두께를 산출하고, 전자가 후자보다 큰 경우에는 그 두께의 차이에 상당하는 동상억제층(凍上抑制層)을 노반 밑에 설치한다.
- (3) 임항도로가 임해부를 매립하여 조성한 연약지반상에 건설되는 경우에는 잔류침하량의 크기 또는 지반의 잔류침하가 포장에 미치는 영향을 고려할 필요가 있다.

[참 고]

임항도로는 시멘트 콘크리트 또는 아스팔트콘크리트로 포장하는 것으로 하고, 그 구조는 「도로포장 설계·시공지침(건설교통부)」 및 「아스팔트 포장 설계·시공요령(한국도로교통협회)」에 따른다.

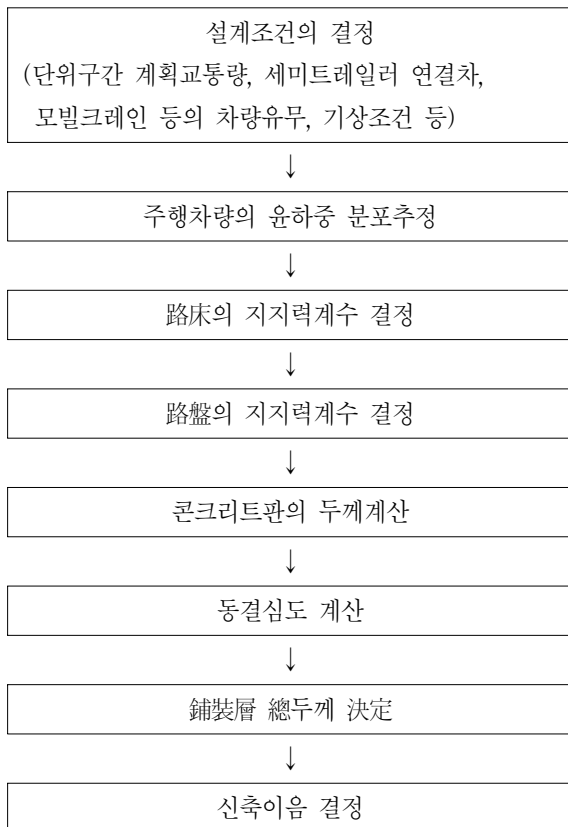
(1) 콘크리트 포장

「도로포장 설계·시공지침(건설교통부)」에 의한 콘크리트 포장구조의 설계방법은 1986년에 개정된 「AASHTO설계법」과 일본의 「콘크리트 포장요강·설계법」을 적용한다. 콘크리트 포장요강 설계법에 의한 경우 노상지지력 평가는 지지력계수에 의하는 방법과 간이적으로 CBR에 의한 방법이 있으나, 콘크리트 슬래브에 발생하는 휨응력산정식이 지지력계수(K치)에 근거하고 있으므로 지지력계수에 의한 방법에 따른다.

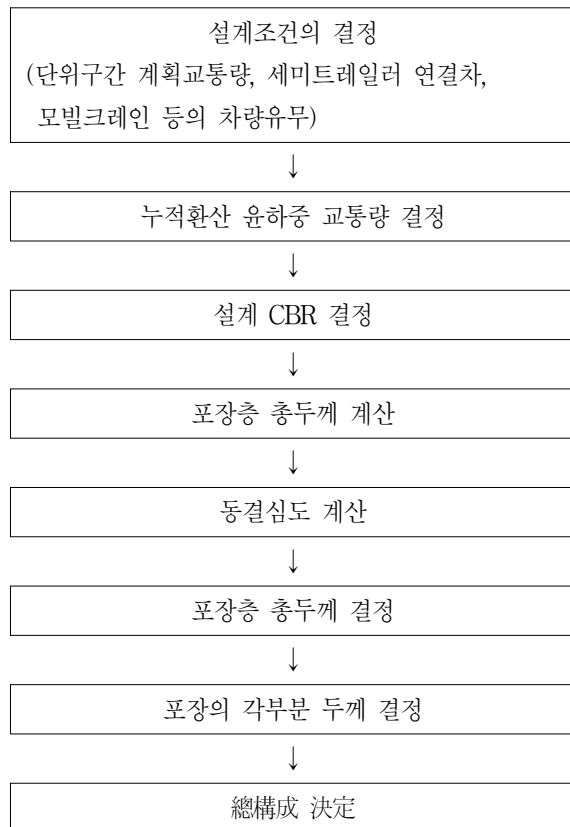
(2) 아스팔트 콘크리트 포장(아스팔트 포장)

「아스팔트 포장 설계·시공요령(1997. 한국도로교통협회)」에 의한 포장구조의 설계방법은 교통량 예측이 가능한 도로에서는 「AASHTO설계방법(미국 주도로 교통공무원 협회 발행 1972년 “중간지침서”기준)」을 따라 모든 자동차의 축하중을 표준단축하중인 8.2톤 등가 단축하중으로 환산한 누가통과예상횟수를 구하여 설계에 적용하고, 단지내 소로 등 교통량 예측이 어려운 곳에서는 「T_A 설계방법(일본 도로협회발행 “아스팔트 포장요강”기준)」을 따라 누적 5톤 윤하중 환산교통량을 구하여 설계에 적용한다. 다만, 특수한 경우에는 다른 방법을 적용할 수 있다.

(3) 콘크리트 포장설계는 도참(1-2)에 나타난 순서로, 아스팔트 포장설계는 도참(1-3)에 나타난 순서로 수행한다.



도참(1-2) 콘크리트포장 설계순서



도참(1-3) 아스팔트포장 설계순서

(4) 「도로포장 설계·시공지침」 및 「아스팔트포장 설계·시공요령」은 포장의 구조설계를 위한 교통량 결정방법으로 ① 대형자동차 교통량에 의한 방법 및 ② 주행차량의 윤하중에 의한 방법을 소개하고 있다.

① 대형자동차 교통량에 의한 방법이란 설계기간에 평균적인 대형차 교통량(대·일·방향)에 기초하는 방법으로 통상적인 도로포장에 일반적으로 쓰이고 있는 방법이다. 여기에는 대형자동차 교통량에 따라 설계교통량을 L교통(대형자동차 교통량 : 100대미만), A교통(100대이상 250대미만), B교통(250대이상 1,000대미만), C교통(1,000대이상 3,000대미만), D교통(3,000대 이상)으로 구분하고 있다. 여기서 말하는 대형자동차란 보통화물자동차, 승합자동차, 특수자동차를 들 수 있다.

② 주행차량의 윤하중에 의한 방법이란 주행차량의 크기분포를 추정하고, 윤하중의 범위별 주행차량대수로 부터 설계기간 중 누적 5톤 換算輪數를 교통량의 변동율을 감안하여 구하는 방법이다. 어떤 윤하중 P_i 의 교통량 N_i 를 5톤 윤하중의 교통량 N_{5t} 로 환산할 때는 식(참1-2)로 표현할 수 있다. 소위 「4승법칙」이 쓰여 진다.

$$N_{5t} = (P_i/5)^4 \times N_i \quad (\text{참1-2})$$

앞에 기술한 ①과 ②를 비교하면 ①의 편이 편리하기는 하나, 세미트레일러 연결차, 모빌크레인 등의 중차량 통행이 많을 것으로 예상되는 경우 등 필요한 경우에는 교통의 質도 고려할 수 있는 ②에 의한다.

1-2-9 표지 및 표시

- (1) 임항교통시설에는 당해시설의 종류 및 이용상태 등에 따라 적절한 표지 또는 표시를 설치한다.
- (2) 표지 또는 표시의 양식은 항만이용자가 인식하기에 용이하게 하고, 또한 이용상황을 감안하여 적절히 정한다.
- (3) 표지 또는 표시는 항만이용자가 명확하게 인식하고, 교통 및 하역작업에 지장이 없는 장소에 설치한다.

[해설]

(1) 배수시설, 교통안전시설 등 도로의 부속시설 설치는 다음에 따른다.

① 설치할 때는 항만 내에서 화물을 취급하는 작업에 지장이 없도록 한다.

② 도로에는 그 구조의 保全 또는 교통의 원활성을 확보하기 위하여 필요한 장소에 도로표지 및 구획선을 둘 필요가 있고, 본 설계기준에 규정하지 않은 사항은 도로표지에 관한 규정을 준용한다.

(2) 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」에서 도로의 부속시설 등은 안전하고 원활한 교통의 확보, 교통사고의 방지 등을 위하여 필요한 경우에 설치하는 것으로 되어 있고, 임항도로에 있어서도 시설의 필요성은 마찬가지이므로 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」에 따르는 것으로 한다. 그러나 화물을 취급하는 장소에 인접한 경우 등 제반 임항도로에서는 부속시설의 구조나 설치위치 등에 따라서 하역작업등 항만활동에 지장을 주는 경우도 있고, 또 야간작업을 시행하는 장소에는 조명시설의 밝기에 대하여 일반도로와는 다른 배려가 필요하기 때문에 이러한 경우에는 특별히 배려하도록 규정하였다.

(3) 표지 및 표시 등의 구체적인 시설사례는 「도로안전시설 설치 및 관리지침. 건설교통부」를 참고할 것

1-3 주차장

1-3-1 일 반

항만의 주차장(임항교통시설로서의 주차장을 뜻한다. 이하 같음)은 「주차장법」에 정해진 구조 및 설비의 기준에 따른다. 이외에 필요한 사항은 본 절에서 정하는 바에 따른다.

[해설]

주차장의 정비나 구조 및 설비기준 등에 대해서는 「주차장법」에 규정되어 있어 항만의 주차장도 이 기준에 따르기도 하고, 항만의 주차장에서 특별히 고려하여야 할 사항에 대해서는 별도로 정하기도 하였다. 주차장 법령에서 도로 외 주차장에 관한 구조 및 설비의 기준은 주차에 사용되는 부분의 면적이 500㎡ 이상이 주차장에 적용되나 이에 해당되지 않는 경우에도 가능한 한 이 규정에 준해서 주차장을 설치하는 것이 바람직하다.

1-3-2 규모 및 설치장소

- (1) 주차장의 규모 및 설치장소는 항만에서의 교통발생상황, 주변도로의 정비상황 등을 감안하고, 항만 시설의 이용, 원활한 도로교통 등에 지장이 없도록 한다.
- (2) 주차장은 도로밖에 설치하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 지형상황 등 다른 사유에 의해서 부득이 路上을 이용할 경우의 주차장 규모 및 배치는 다음의 요건을 만족시키는 것을 원칙으로 한다.
 - ① 항만과 내륙부의 간선도로 등을 연결하는 도로에는 설치하지 말 것
 - ② 하역지역 및 상옥 등의 차량출입에 지장이 있는 장소에는 설치하지 말 것
 - ③ 위험물을 취급하는 지구에 인접된 장소에는 설치하지 말 것. 다만, 지형상황 등 다른 사유로 부득이한 경우에는 그렇지 않아도 된다.
- (3) 주차장내의 차도의 폭, 주차구획의 크기, 주차구획에 차량을 주차시키기 위한 후진, 방향 전환 등을 하여야 하는 차로의 폭 등은 당해 주차장 이용차량의 종류, 주차각도, 주차방식 등에 따라 적절히 설정한다.

[해설]

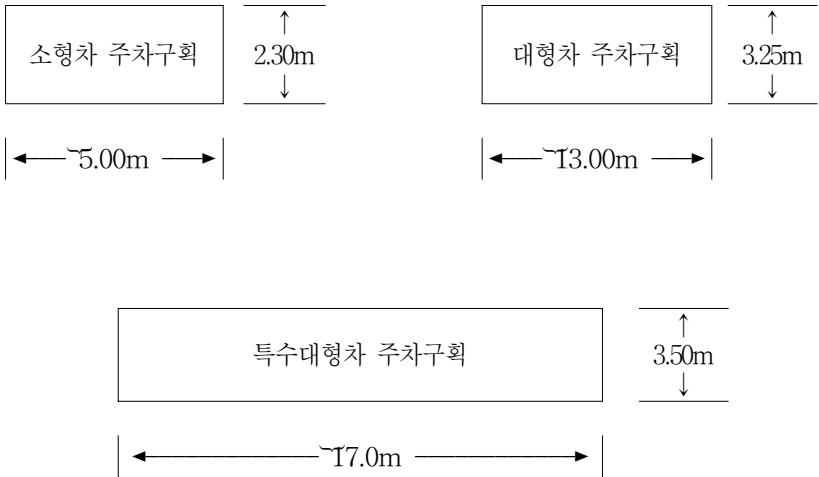
- (1) 자동차교통은 주행만이 아니고 주행 경로상에서의 정지, 목적지에서의 정지를 필요로 한다. 특히 항만에서의 교통은 發生集中交通이 중심이고, 목적지에서의 停止需要가 커서 주차장의 정비가 중요하다. 따라서 주차장 설치의 장래 도로의 이용상황 등 필요한 사항을 고려하고, 항만활동에 수반하여 발생하는 駐車需要에 적절히 대응하여야 하며, 주차장으로부터 발생, 집중하는 자동차 교통이 항만의 원활한 교통소통을 방해하지 않도록 규모 및 설치장소를 검토하는 것이 중요하다.
- (2) 路上駐車場은 도로교통에 지장을 줄 위험이 큰 주차장이어서 주차장 법령에서는 路上주차장의 배치 및 규모의 기준에서 특별한 경우를 제외하고는 주요 간선가로는 설치하지 않는 것으로 되어있다. 항만도로에 있어서는 출발시의 가속성능 등 주행성능이 떨어지는 대형자동차의 통행이 빈번하여 노상주차장의 설치가 도로교통에 미치는 영향정도가 현저하게 클 위험이 있다. 따라서 주차장은 도로밖에 설치하는 것을 원칙으로 하고, 항만과 배후의 간선도로를 연결하는 중요한 도로에 설치하는 것과 항만활동에 지장이 있을 위험이 있는 장소에 설치하는 것을 금하였다.

[참 고]

- (1) 주차장의 설계 등 구체적인 방법은 「주차장법 시행규칙」 및 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」 등을 참고할 수 있다.
- (2) 주차방법별 특징과 대상자동차별 주차구획의 표준치는 각각 표참(1-7)과 도참(1-4)을 참고할 수 있다.

표참(1-7) 주차방식별 특징

각도와 방식	특 징
30° 전진주차	전진주차방법만 채용되고, 차도 폭은 작아도 되나, 차도연장방향으로 긴 주차 폭이 필요하며 1대당 주차소요면적은 최대이고, 출발할 때 후방시계가 다소 좁아진다.
45° 전진주차 후진주차 교차식주차	전진·후진주차방법에 같이 이용되나 전진주차방법이 주차가 용이하고, 교차식으로 하면 1대당 소요면적은 작으나, A형(도참(1-5)의 (c)참조)은 주차질서가 정연하지 않는 한 주차효율이 현저히 떨어질 우려가 있다.
60° 전진주차 후진주차	전진·후진주차방법에 같이 이용되며, 차량의 조종이 용이하고, 차도 폭은 크게 해야 하나 1대당 주차소요면적은 작다.
90° 전진주차 후진주차	전진·후진주차방법에 같이 이용되나 후진주차가 일반적이고, 1대당 주차소요면적은 작으나 승하차의 편리를 고려하면 주차구획의 폭을 0.25m증가시키는 것이 바람직하다.



(주) “대형차”란 화물자동차, 버스, 특수자동차를, “특수대형차”란 Semi-Trailer 연결차를 말한다.

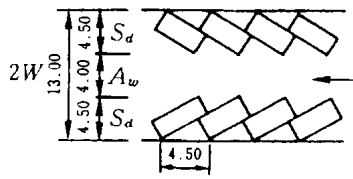
도참(1-4) 주차구획의 표준규격

- (2) 「도로의 구조·시설에 관한 규칙」에 기술된 자동차 주차장제원의 표준치 및 주차구획의 배치방법은 세미 트레일러 연결차를 대상으로 하는 특수대형차의 주차각도는 평행인 경우만이 표시되어 있다. 주차각도 30°, 45°, 60° 및 90°의 경우에 대해서도 같이 표시한 것이 각각 표참(1-8), 도참(1-5), (a)~(b)이므로 이를 참고할 수 있다.
- (3) 페리부두의 주차장은 「제10편 2-5-3 주차장」에 기술되어 있다.

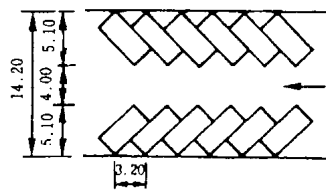
표참(1-8) 자동차 주차장제원의 표준치

차 종	주차각도 (도)	주차방식	차로폭 Aw(m) (상단Aw ₁ 하단Aw ₂)	도로에 직각방향의 주차폭 S _d (m)	차로에 평행방향의 주차폭 S _w (m)	단 위 주차폭 W(m)	1대당 주차 소요면적 A(m ²)	도참(1.3.2)와 의 대조기호
소형차	30	전진주차	4.00	4.50	4.50	6.50	29.3	(a)
	45	전진주차	4.00	5.10	3.20	7.10	22.8	(b)
	45교차	전진주차	4.00	4.30	3.20	6.30	20.2	(c),(d)
	60	전진주차	5.00	5.45	2.60	7.95	20.7	(e)
	60	후진주차	4.50	5.45	2.60	7.70	20.0	(f)
	90	전진주차	9.50	5.00	2.25	9.75	21.9	(g)
	90	후진주차	6.00	5.00	2.25	8.00	18.0	(h)
대형차	30*	전진주차 전진출발	4.00 6.00	9.30	6.50	19.30	125.5	(i)
	45*	전진주차 전진출발	7.00 6.50	11.50	4.60	25.00	115.0	(j)
	60*	전진주차 전진출발	11.00 7.50	12.90	3.75	31.40	117.8	(k)
	90*	전진주차 전진출발	19.00 11.00	13.00	3.25	43.00	139.8	(l)
	평행	후진주차 전진출발	6.00	3.25	19.00	6.25	118.8	(m)
특수 대형차	30*	전진주차 전진출발	6.50 10.50	11.50	7.00	28.50	199.5	(n)
	45*	전진주차 전진출발	10.50 13.00	14.50	5.00	38.00	190.0	(o)
	60*	전진주차 전진출발	14.00 15.00	16.50	4.00	45.50	182.0	(p)
	90*	전진주차 전진출발	22.00 13.00	17.00	3.50	52.00	182.0	(q)
	평행	후진주차 전진출발	6.00	3.50	25.00	6.50	162.5	(r)

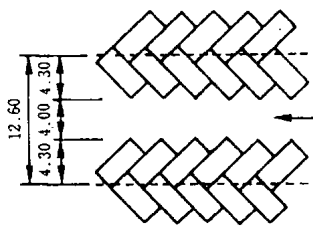
주) * 표는 주차구획이 주차방향에 1열만으로 설치된 경우의 값임



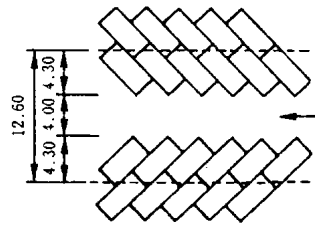
(a) 30° 전진주차(소형)



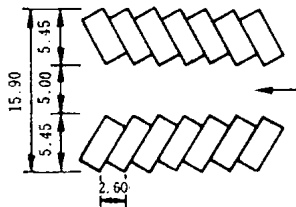
(b) 45° 전진주차(소형)



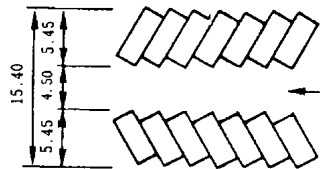
(c) 45° 교차전진주차A형(소형)



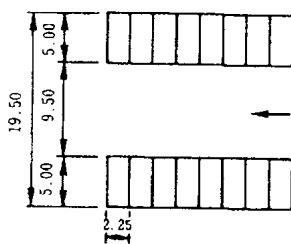
(d) 45° 교차전진주차B형(소형)



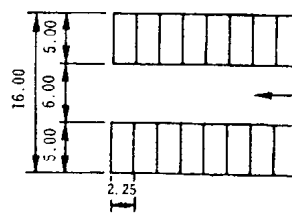
(e) 60° 전진주차(소형)



(f) 60° 후진주차(소형)

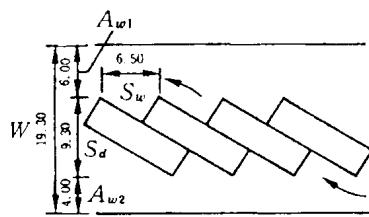


(g) 90° 전진주차(소형)

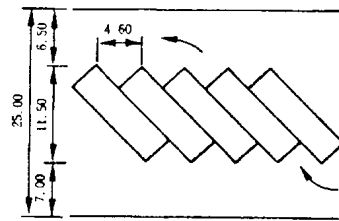


(h) 90° 후진주차(소형)

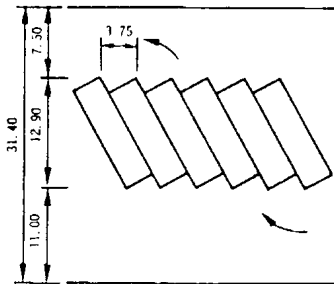
도참(1-5)(a) 주차구획의 배치



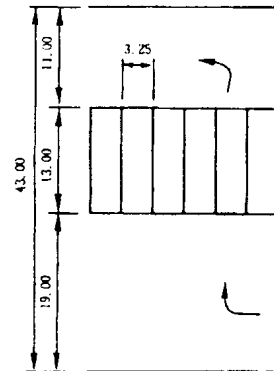
(i) 30° 주차(대형)



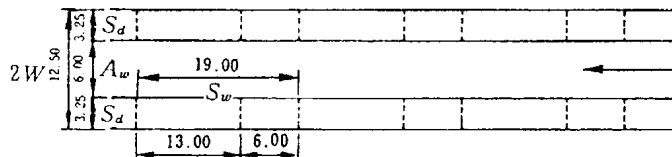
(j) 45° 주차(대형)



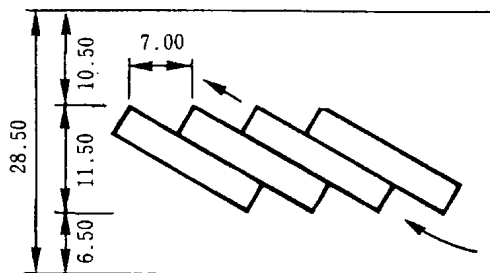
(k) 60° 주차(대형)



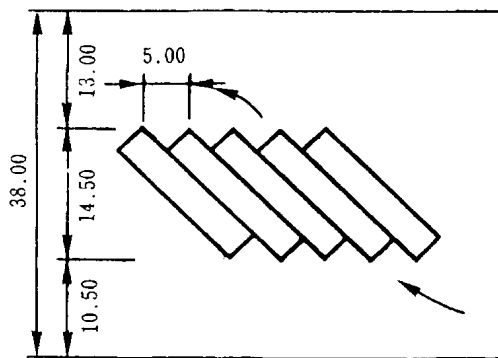
(l) 90° 주차(대형)



(m) 평행후진주차(대형)

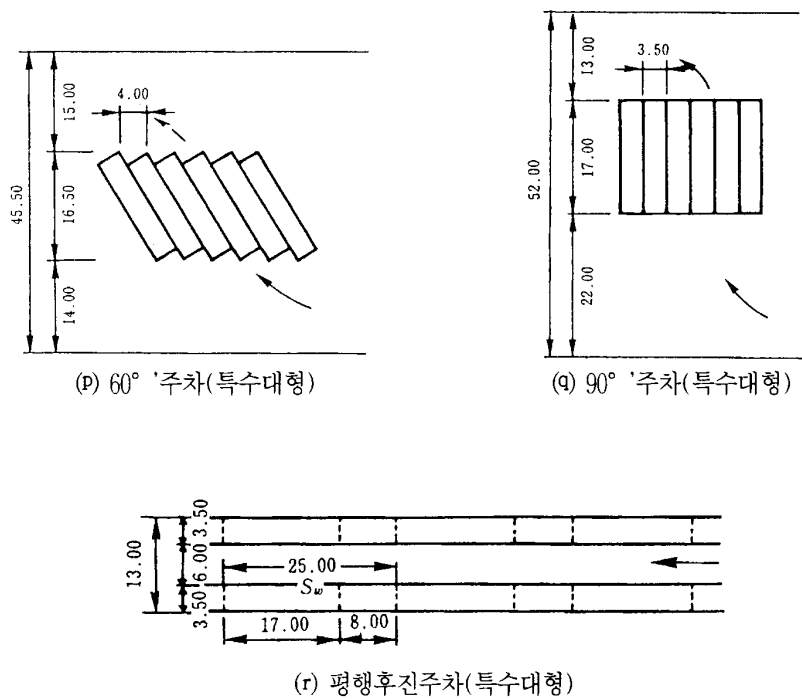


(n) 30° 주차(특수대형)



(o) 45° 주차(특수대형)

도참(1-5)(b) 주차구획의 배치



도참(1-5)(c) 주차구획의 배치

1-4 철 도

항만의 철도는 그 구분에 따라 「국유철도건설규칙」 등 철도관련 법규에 의한다.

1-5 헬리포트

헬리포트는 항공관련 법규에 의한다.

1-6 터 널

1-6-1 일 반

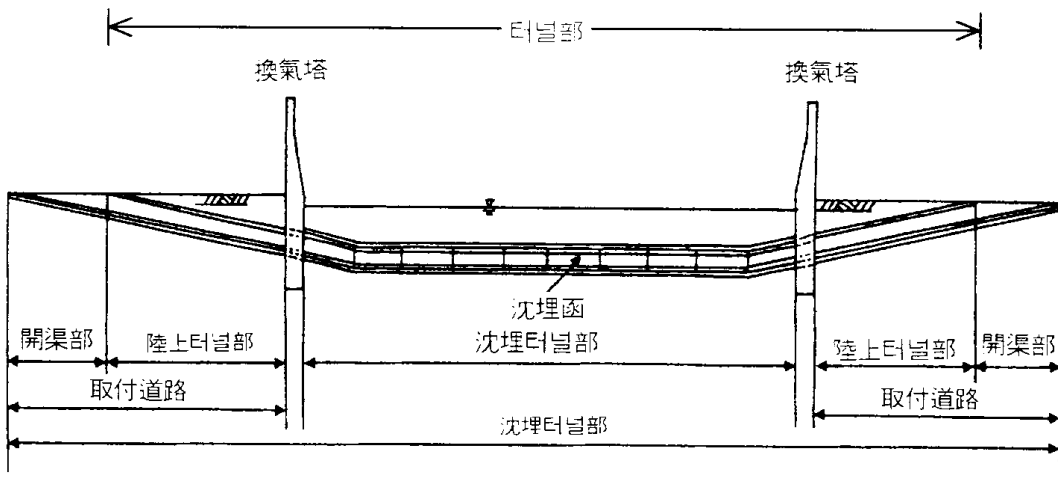
임항교통시설로서의 터널구조세목은 다음에 의한다.

(1) 환기에 관하여 철도터널은 열차의 운행에 의하여 환기가 되기 때문에 환기설비를 별도로 설치하지 않을 수가 있다.

(2) 본 절은 임항도로용 침매터널에 적용한다. 다른 용도 또는 다른 형식의 터널에 대해서는 각각 관련 기준에 따라도 좋다.

[해설]

- (1) 임항교통시설인 터널은 용도에 따라 도로터널, 철도터널 등이 있다. 또 터널의 공법에 의한 분류에는 산악공법, 개착(開鑿)공법, 쉼드공법, 침매(沈埋)공법 등이 있고, 이중 본 절은 침매공법의 도로터널에 적용한다.
- (2) 본 절에서 사용하는 용어는 다음과 같이 정의한다. 다만, 환기탑은 필요에 따라 설치하는 것으로 한다.
- ① 침매(沈埋)터널 : 침매터널부를 주요부분으로 하여 구성되는 터널 및 그 관련구조물을 총칭하는 것으로 침매터널부, 접속도로부 및 환기탑으로 구성된다.
 - ② 터널부 : 침매터널부, 육상터널부 및 환기탑으로 구성된다.
 - ③ 침매(沈埋)터널부 : 수저 또는 지하수면이하의 구조물로서 전체 또는 일부를 함체(函體)의 형태로 별도의 장소에서 제작한 후 물에 띄워 침설현장까지 예항(曳航)하고, 소정의 위치에 침하시켜 기설부분과 연결시킨 후 되메우기를 하여 완성시키는 터널부를 말한다.
 - ④ 接續道路 : 육상터널부 및 개거(開渠)부로 구성된다.
 - ⑤ 육상터널부 : 침매터널부에 접속하여 육상에서 시공하는 터널부를 말한다. 침매터널부와 사이에 환기탑을 설치하는 일이 많다.
 - ⑥ 개거부(開渠部) : 육상터널부에 접속하여 지상에 이를 때까지의 통상 반지하구조(구거형태)의 부분을 말한다.
 - ⑦ 환기탑(換氣塔) : 침매터널부 및 육상터널부의 환기를 주목적으로 터널의 도중에 설치하는 수직항구조체를 말한다.
 - ⑧ 침매함(沈埋函) : 침매터널부의 수저부분 및 굴착시에 수면이하가 되는 부분으로서 예항, 침설작업에 지장이 없는 정도의 크기로 분할한 부분을 말하며, 그 Element를 말하기도 한다.



도해(1-6) 침매터널의 각부 용어

[참고]

- (1) 본 절에서 규정하는 이외의 내용이나 세부사항에 대하여는 구조물이나 시설에 따라 다음의 국내·외 기준, 지침, 시방서 및 매뉴얼 등을 참고할 수 있다.
- ① 도로터널 기술기준
 - ② 터널공사 표준시방서

- ③ 침매터널 기술매뉴얼(일본 연안개발기술연구센터)
 - ④ 침매터널 요람(일본 토목학회)
 - ⑤ 최신터널공법 기재편람(일본 건설산업조사회)
- (2) 침매터널의 내진성검토는 「터널 내진설계의 방향과 기초과제(일본 토목학회 지진공학위원회·터널내진성 연구소위원회, 1998.3)」를 참고하는 것이 바람직하다.

1-6-2 계획·설계의 기본방침

침매구조의 터널(이하 “침매터널”이라함)의 위치, 선형 및 횡단면의 형상은 터널의 이용 상황, 터널을 시설하는 수역의 자연상황 등에 따라 적절히 설정하여야 한다.

[해설]

- (1) 침매터널의 횡단면 결정시에는 자동차 교통량, 대형차의 혼입율, 보도의 필요성, 자전거도의 필요성, 공동구에 수용할 케이블 및 Pipe류의 종류, 위험물 수송여부, 요금소의 유무, 장래 이용계획, 다른 도로와의 접속 등을 검토하고, 또 침매터널이 횡단하는 항로의 중심계획(増深計劃)과 기타 시설계획에 대하여도 충분히 조사·검토하여야 한다. 침매터널은 완성 후 확폭 등의 기능 확장이 곤란하므로 장래의 이용계획에 대해서도 검토하여 두지 않으면 안 된다.
- (2) 침매터널은 토목, 건축, 기계, 전기 등 제 분야의 기술이 종합되는 시설이므로 이의 설계에 있어서는 그 목적과 기능을 만족시키도록 전체적인 관점에서 신중히 검토하고, 단순히 각 분야에 대해서 뿐만 아니라 터널이 완성된 상태를 염두에 두고 종합적으로 유기적인 조화를 이루도록 설계하여야 한다.
- (3) 보도, 자전거도를 설치하는 경우에는 고령자, 신체장애자 등의 이용에도 충분히 배려하여 계획하지 않으면 안 된다.
- (4) 사고나 재해를 대비한 안전시설로는 필요에 따라 피난통로, 긴급전화 등을 설치하고, 화재시의 안전시설, 피난통로 등을 설치하며, 본체는 내화구조로 한다.
- (5) 침매터널의 종단경사는 도로의 설계속도를 고려하되 그 소요경사보다 어느 정도 급하게 하는 것이 일반적으로는 공사비가 절감되나, 경사가 급해지면 자동차의 배기가스 중의 매연농도가 급증하여 환기설비비가 비싸지므로 이 점도 함께 검토하지 않으면 안 된다.

[참고]

- (1) 침매터널의 위치선정과 함께 평면 및 종단선형과 횡단면의 결정은 기왕의 시공사례를 참고로 하는 것이 좋다.
- (2) 침매함의 구조에는 내화 피복재를 붙일 필요가 있다. 이 경우에는 내화 피복재의 두께를 터널단면의 内孔 치수 결정시 고려하여야 한다.
- (3) 항만관리자는 관련법에 의해서 휘발성 또는 가연성을 가지는 물건, 기타 위험물 적재차량의 침매터널 통행을 금지 또는 제한할 수 있다.

1-6-3 침설(沈設)깊이

- (1) 침매함의 상부는 항행선박의 투·주묘(投·走錨)에 의한 앵커의 관입, 투·주묘의 발생빈도, 침매터널의 부력, 파랑 및 물의 흐름에 의한 세굴 등을 감안해서 침매함 구조의 안전이 확보될 수 있도록 침매함 상부를 적절한 재료로 필요한 두께만큼 피복하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 침매함의 매설구역 및 그 주변에서 수심의 증심 등의 계획이 있는 경우에는 당해 계획을 감안해서 매설깊이를 적절히 설정하지 않으면 안 된다.

[참 고]

피복두께는 침매함 상부슬래브 보호 등의 목적으로 설치하는 콘크리트 피복층의 두께를 포함해서 1.5m 이상으로 하는 것이 바람직하다.

1-6-4 침매함의 구조 및 길이

沈埋函의 구조 및 길이는 발생 단면력, 시공성, 경제성, 제작장 등을 고려해서 결정한다.

[해 설]

- (1) 침매함의 형식에는 강각식(鋼殼式), 콘크리트식(철근 콘크리트식, 프리스트레스트 콘크리트식) 및 합성方式(Hybrid)이 있고, 각각의 특징 등을 고려해서 가장 적절한 것을 선택하지 않으면 안 된다.
- (2) 침매함의 길이는 耐震 계산 등에 의하여 산정되는 단면력, 이음부 구조, 제작장의 규모, 침설·이음 등의 시공, 이음을 포함한 경제성 등을 고려해서 정한다.

[참 고]

- (1) 鋼殼式은 먼저 강각을 만들고, 내부에 콘크리트를 타설하는 것으로 완성후의 외력에 대해서는 원칙적으로 강각내부의 철근콘크리트가 감당하는 것으로 한다. 콘크리트식에서도 주변에 얇은 鋼板을 防護用, 防水用으로 사용하는 경우도 있는데 이런 면에서 양측의 구조형식에 본질적인 구분은 명료하지 않다. 합성方式은 강판과 콘크리트가 미끄러져 이탈하지 않도록 역학적으로 합성하고, 강판도 외력을 같이 감당한다고 보는 것이다.
- (2) 강각식은 강재를 대량으로 필요로 하나 조선대에서 제작이 가능하고 별도의 드라이독크를 필요로 하지 않는다. 한편, 콘크리트식은 강재는 적게 들지만 깊은 드라이독크를 필요로 한다. 개별의 경우에 어느 쪽을 선택하느냐 하는 것은 제작 야드, 경제성 및 시공성 등을 고려하여 결정할 필요가 있다.
- (3) 합성방식, 특히 鋼·콘크리트 샌드위치 구조방식의 침매함 설계 및 시공은 「鋼·콘크리트 샌드위치구조 침매함의 설계와 高流動 콘크리트의 시공(일본연안개발기술연구센터, 1996.11)」을 참고할 수 있다.
- (4) 침매함의 길이는 통상 100m전후로 하는 것이 많다.

1-6-5 환기탑

침매터널의 환기탑 구조검토는 설정된 외력 및 하중 등을 기초로 구조물 및 지반의 특성에 따라 적절한 방법으로 수행한다.

[해설]

- (1) 환기탑은 환기기계, 전기설비, 제어설비 등을 기능적으로 배치하고 효과적인 환기를 할 수 있도록 흡·배기구 및 침매터널 본체와의 연락다트를 비치하는 구조로 하지 않으면 안 된다.
- (2) 환기탑 내부는 수용하는 기기의 감시, 점검, 소수리 등을 지장없이 수행할 수 있는 넓이로 하고, 특히 환기기계 등의 대형기계에 대해서는 반출·입이 용이하게 될 수 있는 구조로 할 필요가 있다
- (3) 흡기구의 위치와 구조에 대하여는 배기구 또는 침매터널 坑口로부터 배출되는 공기를 절대로 재 흡입하지 않도록 설계하여야 하고, 배기구의 위치는 배출된 공기의 착지농도가 허용범위 이하가 되도록 하여야 한다.

[참고]

- (1) 입갱(立坑)과 환기탑은 동일한 구조물로 하는 것이 일반적이나, 양자를 분리하는 사례도 있다.
- (2) 환기탑은 환기기능을 가짐과 동시에 주변경관과의 조화도 고려하여 설계에 충분히 배려하는 것이 바람직하다.

1-6-6 접속도로

접속도로는 이용계획, 자연조건, 사회조건, 시공성, 경제성 등을 고려한 구조로 한다.

[해설]

접속도로의 출입구 노면고는 다른 도로와의 접속, 부근 지반고와의 관계, 폭풍해일시의 해수 또는 하천수의流入, 침매터널의 종단경사 등을 고려하여 정한다.

[참고]

- (1) 접속도로는 개거부와 육상터널부로 형성되며, 개거부의 구조형식에는 콘크리트 개거구조와 토공비탈면 마감형식이 있으며 콘크리트 개거구조가 주로 채용된다. 또 육상터널부는 일반적으로 개착공법으로 건설된다.
- (2) 개거부의 설계에 사용하는 하중은 자중, 활하중, 토압, 수압, 부력, 양압력, 지진력, 지반반력, 시공 중 하중을 고려되 현장여건에 따라 적절하게 선정하고, 특히 토압은 구조물과 흙의 상대적 거동에 따라 정지토압, 주동토압, 수동토압을 적절히 작용시킨다. 또한 침매함의 침설을 위한 터파기 굴착시는 굴착지반의 Rebound 등에 의한 흙의 부풀음(Bulking) 변화에 유의할 필요가 있다.
- (3) 개거부의 L형 옹벽 등 구조물의 설계는 제5편 제2장 “L형 블록” 및 제8편 제3장 “중력식 안벽”조항에서 정하는 바에 따르고, U형구조의 경우에는 하중에 대한 응력계산과 구조물 전체의 浮上에 대한 검토를 하여야 한다. 부상에 대한 안전율은 이상시 고조위에 대하여 1.0~1.1정도, 평균고조위에 대하여는 1.3정도를 기준하여 예가 많다.
- (4) 육상터널부의 설계는 다음 항목에 대하여 검토한다.
 - ① 평상시 및 지진시의 응력에 대한 검토
 - ② 浮上에 대한 안전의 검토
 - ③ 지지력, 침하의 검토
 - ④ 방수에 대한 검토
 - ⑤ 되메우기 재료에 대한 검토

1-6-7 침매터널부의 안정계산

침매터널부 구조의 안정검토는 침매터널의 축에 직각방향에 대해서 검토하는 것을 원칙으로 한다.

[해설]

침매터널부는 축방향 길이가 상당히 길게 되므로 축직각 방향의 검토만이 아니라 축방향의 검토도 하지 않으면 안 된다. 이때 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

- (1) 자 중
- (2) 활하중
- (3) 토압(정지토압)
- (4) 수 압
- (5) 부력 및 양압력(피압지하수가 있는 경우)
- (6) 지반반력
- (7) 지반침하의 영향
- (8) 온도변화의 영향
- (9) 시공중의 하중
- (10) 콘크리트의 Creep 및 건조수축의 영향
- (11) Prestress에 의한 하중
- (12) 지진의 영향(변위, 관성력, 토압, 동수압)
- (13) 기타(쓰나미, 投・走錨, 침몰선박 등)

[참고]

- (1) 침매터널 축직각방향의 계산에는 침매터널 본체를 라-멘구조로 취급하여 산정해도 좋다.
- (2) 침매터널 축방향에 대하여는 지반을 Spring으로 한 彈性支床위의 보로 보고, 地震動, 온도변화, 지반침하의 영향을 검토하고, 可撓性 Joint를 설치하는 경우에 대하여도 이들 영향을 검토하여야 한다.
- (3) 침매터널의 기초는 침매터널 위의 흙 등의 중량도 포함한 총 중량에 대한 지지력을 갖는지 여부와 침하에 대하여도 검토하여야 한다. 이 경우 표층지반의 압밀침하나 부등침하시에는 굴착시 하중감소에 의한 흙의 Rebound 영향을 고려할 필요가 있다.
- (4) 地震動은 침매터널의 모든 방향으로부터 전달될 가능성이 있으나, 설계상 휨모멘트 및 전단력이 최대가 되는 침매터널 축직각방향 및 축력이 최대가 되는 침매터널 축방향의 2개방향의 검토를 수행한다.
- (5) 침매터널은 연약지반상에도 설치할 수는 있으나, 이 경우에는 주변지반이 지진시에 Sliding의 발생여부를 확인하여야 하고, 주변이 느슨하게 채워진 飽和砂質土인 경우에는 液狀化에 대한 검토가 필요하다.
- (6) 매립재는 침하나 떠오름(浮上)에 대한 안전율, 지진시의 액상화, 항로수심 등의 확보를 위한 유지준설 등의 관점에서 적절한 재료와 재질을 선정할 필요가 있다.
- (7) 침매터널은 수저구조물이며, 더구나 연약한 지반 중에 설치되는 일이 많기 때문에 균열 또는 접합부 등으로부터 누수에 의하여 그 기능을 잃는 일이 없도록 충분히 검토하지 않으면 안 된다.
- (8) 침매터널에서 내진설계가 특히 유의된 예로서 諸外國에서는 디-즈 아일랜드 터널, 미국의 BART(Bay Area Rapid Transit)터널이 있고, 일본에서의 오사까항 해저터널, 니이가타항 터널 등이 있다.

1-6-8 침매함의 설계

침매함은 필요에 따라 다음에 열거하는 사항을 감안하여 안전한 구조로 한다.

- (1) 수밀성
- (2) 콘크리트의 균열
- (3) 예항시의 안정과 침설과정에서의 하중

[해설]

침매함 구조의 안전성을 확보하기 위하여는 다음에 열거하는 항목에 대하여도 검토하여야 한다.

- (1) 완성시 및 시공시에 작용하는 하중
- (2) 시공성
- (3) 沈設後の 浮力에 의한 函体の 浮上
- (4) 환기, 防災등의 기능
- (5) 併設되는 기능

[참고]

- (1) 콘크리트의 균열발생을 절대 없도록 하는 설계와 시공상의 배려는 당연히 필요하나, 더 확실한 수밀성을 확보하기 위하여 함체외주에 防水被幕을 설치하는 것이 바람직하다.
- (2) 방수피막의 재료로는 강판, 합성고무(Butyl계), 아스팔트가 많이 사용되고 있으나 일본에서의 최근 사례를 보면 하부상판(下床版) 저면 및 측벽외면에는 鋼板을, 상부상판(上床版) 상면에는 합성고무 또는 강판을 사용하는 예가 많다. 또한 방수피막을 관통하는 앵커볼트 外周面の 방수처리는 특히 신중히 할 필요가 있다.
- (3) 외주면의 鋼板에는 剪斷連結材(Shear Connector)를 배치하여 함체콘크리트와 일체화 시키고, 필요에 따라서는 보강재를 사용하여 가설시의 강도와 안전성을 확보할 필요가 있다. 鋼殼에는 전기방식공을 시행한다.
- (4) 상부상판 상면의 방수피막은 시공 중에 특히 손상을 받기 쉬우므로 방수피막위에 콘크리트 보호층을 두는 것이 바람직하다.
- (5) 併設機能에는 상수도, 전력케이블 등이 있다.

1-6-9 접합부 이음

침매터널의 접합부 이음은 「제2편 제12장 지진 및 지진력」에 규정하는 地震動 작용시에 발생하는 응력에 대하여 안전한 구조로 하지 않으면 안 된다.

[해설]

침매터널의 접합부 위치, 구조형식은 보통 시공 과정에서 函体제작장의 규모, Dry Work를 위한 수로의 변경, 작업기계의 규모 및 완성후의 기반이나 기초의 부등침하, 온도변화의 영향 등을 고려하여 결정한다. 그러나 접합부의 위치 및 구조는 침매터널의 내진성을 검토하는 데도 중요한 요소가 되므로 이들을 결정하는 데는 내진성에 대해서도 충분한 검토가 필요하다.

[참 고]

- (1) 침매함과 환기탑간의 접합이음부도 침매함과 침매함 간의 접합이음과 마찬가지로 충분히 검토한다.
- (2) 접합부의 구조형상을 대별하면 지진시의 변형과 비틀에 충분히 견디도록 합체의 단면과 동등이상의 剛性 (Stiffness) 및 強度(Strength)를 갖는 연속구조와 지진시의 변형 등을 흡수할 수 있는 可撓性 구조가 있다. 지진이 크고 구조적으로 불연속인 개소 등에서는 가요성 구조를 사용하는 경우가 많으나, 이때 부등침하 등에 의한 영구변형이 큰 경우에는 부등침하를 미연에 방지하는 등 접합부에서의 온도변화나 동적인 변형을 흡수하는 능력 및 止水性を 확보할 수 있도록 하여야 한다.
- (3) 침매함 상호간을 수중 접합시키고 1次 止水를 하기 위한 접합방식으로는 수압이용 접합방식과 수중콘크리트 방식이 일반적이나 최근에는 최종 접합부를 제외하고는 수압이용 접합방식을 많이 적용하고 있다.
- (4) 최후에 침설하는 개소의 접합방법은 Dry Work 방식, 수중콘크리트 방식, 지수 Panel 방식 Terminal Block방식 및 V(썩기)형 Block 방식 등이 제안되어 있고, 위치, 구조, 시공방법, 작업성 및 안전성 등을 고려하여 적절히 결정한다.

1-6-10 관리시설

침매터널에는 필요에 따라 다음에 열거하는 설비를 갖추어야 한다.

- (1) 환기설비
- (2) 비상용설비
- (3) 조명설비
- (4) 전력설비
- (5) 보안·계측설비
- (6) 감시, 제어설비
- (7) 배수설비

[해 설]

(1) 환기설비

침매터널에는 통행자동차의 배출가스가 터널 내 공기에 미치는 악영향을 허용범위 이내로 억제하기 위하여 환기가 필요 불가결하다. 연장이 짧은 침매터널에서는 자연환기만으로 충분한 경우도 있으나, 임향도로에 있는 침매터널에는 원칙적으로 환기설비를 설치하여야 한다.

(2) 비상용 설비

도로터널 내에서 화재 기타 사고가 발생한 경우 사고발생 상황을 신속하게 터널관리소 등에 통보하고 응급처치를 하지 않으면 2차적인 재해를 발생시킬 위험이 있다. 특히 화재가 발생하는 경우 터널내부는 한정된 공간의 특수 환경이어서 뒤따라오는 자동차에 까지 화재가 확대되어 커다란 재해로 번질 수 있기 때문에 화재 등의 사고에 대비하여 터널 내에는 다음과 같은 각종 비상용 설비를 필요에 따라 설치한다.

- ① 통보장치 : Push Button식 통보장치, 비상전화, 자동통보장치
- ② 비상경보장치 : 경보표시판, 점멸등·경고등, 경보음 발생장치
- ③ 소화설비 : 소화기, 소화전, 터널 내 물 분무설비
- ④ 기타설비 : 연기배출설비, 피난설비(비상구, 피난용 통로), 유도설비, 감시용 TV, Duct 냉각설비, Radio재방송 설비, 확송 방송설비, 무선직신보조설비, 비상용 전원설비

(3) 조명설비

임항도로중의 침매터널 조명설비에 대한 설계는 도로의 조명시설 설치기준에 준하고, 터널연장, 선형, 야외밝기, 자동차의 설계속도, 교통량 등을 고려하여 터널전반에 걸친 기본조명과 터널출입구 및 접속도로부의 완화조명으로 구분하여 설계한다.

(4) 전력시설

터널관리용 시설에 필요한 전력공급을 위하여 수배전 설비를 설치하고 필요에 따라서는 비상용 전원으로 서 자가발전설비, 직류전원 및 무정전 설비를 설치한다.

(5) 보안·계측설비

터널본체의 안전성 및 터널부대설비의 원활한 운용을 도모하기 위하여 필요에 따라 보안·계측설비를 설치한다. 보안설비는 지진, 침수, 누수 등 자연재해에 의한 안전확보를 위한 설비이고, 계측설비는 터널내의 교통, 환기상태의 점검 및 각종 부대설비의 원활한 운용을 위한 측정설비이다.

(6) 감시·제어 설비

침매터널 및 접속도로에 설치된 제반시설의 관리를 위하여 관제소에서 원격감시 및 제어할 수 있는 설비를 설치한다.

(7) 배수설비

일반적으로 침매터널은 산악부의 터널과는 달리 오목한 종단선형을 이루기 때문에 터널 내에 유입하는 우수, 비상용 설비의 방수, 터널내의 청소, 누수, 침수 등에 대비하여 강제배수시설을 설치한다.

1-7 교 량

1-7-1 일 반

도로교의 설계에는 「도로교 표준시방서」, 철도교는 「국유철도 건설규칙」에 의하는 외에 본 절에서 규정하는 바에 따른다.

1-7-2 설계고려사항

- (1) 교량이 항로, 박지 등 수역시설의 상공을 횡단하는 경우에는 다음에 열거하는 요건을 만족시켜야 한다.
- ① 교량의 보는 당해 수역시설을 이용하는 선박의 안전을 위하여 약최고고조면상 적절한 높이로 가설할 것
 - ② 교각 및 보등에 선박이 충돌하는 것을 방지하기 위하여 필요한 경우에는 표지 또는 표시등을 설치할 것
- (2) 교량이 계류시설, 하역시설 등의 상공을 횡단하는 경우에는 다음에 열거하는 요건을 만족시켜야 한다.
- ① 계류시설, 하역시설 등의 안전 또는 원활한 이용에 지장이 없도록 교각의 위치 및 보의 설치높이를 적절히 설정할 것
 - ② 교각, 보 등에 하역기계, 차량 등이 접촉하는 것을 방지하기 위하여 필요한 경우에는 적절한 표지 또는 표시를 설치할 것

[해 설]

교량의 수면상 높이를 표시하는 기준은 원칙적으로 「약최고고조위(Approximately Highest High Water Level)」을 채용하는 것으로 한다. 이것은 국제수로회의(IHO)에서 「항해가 가능한 수면상의 교량높이를 도시하는 경우

에는 최소 수직간격을 나타내지 않으면 안 된다」고 결의하고 기준수면은 약최고고조면으로 하는 것으로 결정한 것에 따른 것이다.

[참 고]

- (1) 교량을 설계하는 지역에 장래 이용계획이 수립되어 있는 경우에는 당해 지역의 장래이용상황을 고려할 필요가 있다.
- (2) 선박이 항행하는 수로를 횡단하는 교량을 설계하는 경우의 클리어런스(Clearance)를 결정하는 데는 다음 사항들을 고려하여야 한다.

- ① 통과선박의 최대 마스트(Mast)높이
- ② 조석
- ③ 선박의 트림(Trim)
- ④ 파고
- ⑤ 操船者の 심리적 영향

약최고고조면에서의 클리어런스는 통과선박의 최대 마스트높이(輕荷상태의 空船時 수면에서부터 선박의 최상부까지의 높이)에 앞서와 같은 요소를 고려한 여유높이(일반적으로 2m 이상)를 더한 값으로 정한다. 하구부의 경우에는 계획고수위에 대해서도 충분히 유의하여야 한다.

선박의 마스트높이는 선박의 종류, 선형 등에 따라 크게 다르기 때문에 입항선박의 마스트높이 실태 및 금후 입항선박의 동향을 조사하여 적절한 마스트높이를 결정할 필요가 있다.

고압 송전선과의 클리어런스를 결정하는 경우는 방전을 방지하기 위하여 선박의 마스트높이보다 한층 더 충분한 여유를 확보할 필요가 있다.

공항근방에 교량을 계획하는 경우에는 「항공법」에 의한 제한높이에 대해서도 충분히 검토하여야 한다.

- (3) 교량설계에 경관을 고려하는 경우에는 당해 항만의 지형이나 주요한 구조물 등의 경관적인 특징을 충분히 고려한다.
- (4) 교량은 그 규모가 크게 되면 바람조건에 따라 共振現象에 의하여 파괴에 이르는 갈로핑(Galloping)진동이나, 차량의 운행에 지장을 줄 정도의 휨처짐, 한정진동 등의 耐風안전상의 문제가 발생할 수 있으므로 충분히 검토하여야 한다.

1-7-3 내구성의 확보

- (1) 교량이 가설되는 지역의 자연상황에 따라 적절한 교량구조와 구조재료를 선정한다.
- (2) 강교는 강재의 부식발생을 저지 또는 억제하기 위하여 필요에 따라 도장 등의 방식조치를 강구하여야 한다.
- (3) 콘크리트교량은 상부공 및 하부공의 염해에 의한 열화를 방지하기 위하여 필요에 따라 다음에 열거하는 대책을 강구하여야 한다.
 - ① 소정의 철근피복을 확보할 것
 - ② 철근콘크리트표면의 균열 폭이 적게 되도록 할 것
 - ③ 특히 열악한 환경에 노출되어 있거나 유지관리가 곤란한 경우에는 다음 대책을 강구한다.
 - 가. 철근콘크리트에 표면처리를 시행할 것
 - 나. 철근 및 PC강재의 방식공을 시행할 것

[해설]

임해부의 교량은 일반적으로 사용기간 중에 해풍이나 해수의 비산에 의해 염분이 교량구조체의 표면에 부착하게 되어 내륙부의 교량에 비하여 강교에서는 강재가 부식되기 쉽고, 콘크리트교에서는 시간이 경과함에 따라 염분이 콘크리트 내부로 침입하여 내부의 강재가 부식하고, 그 녹(金靑)에 의한 강재의 체적팽창으로 콘크리트에 균열이 발생함으로써 박리현상을 유발시키는 경우가 있다. 剝離現象이 발생되면 강재의 부식이 촉진되어 내하력이나 피로강도의 감소로 이어진다. PC강재는 항상 높은 인장응력을 받는 상태로 사용되고 있기 때문에 부식의 영향이 특히 크다. 또한 장기간 해수의 작용으로 콘크리트의 黃酸鹽反應 등에 의해서 콘크리트 자신이 열화할 가능성은 내륙부의 교량보다 크다고 한다.

이와 같은 사유로 항만에 건설되는 교량은 강판이나 철근, PC강재 등을 부식으로부터 방호하기 위하여 콘크리트 자신의 열화대책 등을 강구하여 내구성을 확보하는 것이 극히 중요한 일이다.

[참고]

(1) 근년에 와서 새로운 도장시스템이 개발되어 있으나, 임해부에서는 강교를 녹으로부터 지키기 위하여 내륙부 교량을 훨씬 상회하는 신뢰성과 내구성 있는 도장을 시행할 필요가 있다. 항만에 가설되는 교량은 그 항만의 상징시설물이 되는 경우가 많으므로 미관성도 배려하여야 한다. 塗裝系의 선정시에는 초기투자의 규모만이 아니고, 장래 재도장 등의 유지관리비도 고려해서 합리적인 도장계를 선정하지 않으면 안 된다. 일반적인 도장 대신 강재표면을 밀실한 酸化皮膜으로 피복하므로써 강재의 유해한 부식을 방지한다는 耐候性 鋼을 사용하면 내륙부의 교량 등에서는 효과가 있다고 말한다. 그러나 날아오는 염분의 영향을 받는 해양환경 하에서도 산화피막의 형성에 십수년이 걸리는 내후성강이 반드시 충분한 효과를 기대할 수 있는가 하는 의문이 있으므로 적용여부는 충분히 검토할 필요가 있다. 내후성강의 새로운 기술로는 안정화 촉진처리제에 의해서 단기간 내에 산화피막을 형성시키는 방법이 개발되어 일부 도로교에 실용화되고 있다. 기타 내후성을 갖는 강재로는 내해수성에 뛰어난 元素를 첨가한 耐海水鋼이 있으나, 合金元素의 효과정도는 환경의 부식구분이나 합금원소의 組合방법 및 添加量에 의해서 변하고, 변화하는 정도는 내륙지역의 대기환경조건에서 보다 크기 때문에 사용목적에 따라 적절한 合金鋼을 쓸 필요가 있다. 또한 강재의 표면에 耐蝕性이 뛰어난 금속 또는 합금으로 鍍金하거나 금속溶射 등으로 내식성 피복을 형성하는 방법이 있고, 용융아연도금, 아연·알루미늄溶射는 해양구조물에도 사용되고 있다. 한편 강재의 표면에 腐蝕抑制劑(Inhibitor)를 첨가하여 不動態 피막 또는 難溶性 화합물의 피막을 형성하거나, 화학·물리적 吸着에 의해서 부식을 억제하는 방법이 있으나, 일반적으로 항만구조물의 방식에는 적용되지 않는다.

이제까지 항만과 함께 다른 분야에서 강교도장의 실태조사로부터 해풍이나 해수의 영향을 받는 가혹한 환경조건하에서 도장으로 중장기적인 내구성을 기대하기 위해서는 전처리를 한 후 초벌바르기에 Zinc-rich Primer, 재벌바르기에 Epoxy수지나 염화고무계 도료, 정벌바르기에 염화고무계나 Poly-urethane 수지 또는 弗素樹脂를 사용하는 것이 효과적이라고 한다. 다만, 불소수지계 도료는 熱的, 화학적으로도 安定한 외에 내후성이 극히 우수하다고 말하고 있으나, 시공시의 온도, 습도, 도장간격 등의 조건에 의해서 도장의 품질이 크게 좌우되므로 신중히 시공할 필요가 있다.

(2) 콘크리트교를 염해로부터 보호하여 내후성을 확보하기 위하여는 다음 사항을 배려하는 것이 중요하다.

① 콘크리트교량의 염해에 의한 손상은 일반적으로 강상판이나 Box거더에 비하여 T형보 또는 I형보 교량에 더 많이 발생하고, 또 구조의 각 부분 중 보의 아래 후렌지 우각부에 더 많은 손상이 발생한다. 이것은 우각부가 콘크리트의치기, 다짐 등 시공상의 약점이 되기 쉽다는 것과 우각부는 수평·연직의 2방향으로부터 염분이 침투하여 다른 부분보다 염분의 침투비율이 크게 되는 등의 이유 때문인 것으로 생각된다.

따라서 염해를 받기 어려운 구조로 하기 위해서는 콘크리트 치기 및 다짐이 용이한 구조로 함과 동시에 되도록 우각부를 적게 하여 염분의 부착면적을 적게 하거나, 교량부근에서의 해수의 비산이 가급적 적게 되도록 하는 등의 배려를 할 필요가 있다.

- ② 철근피복은 콘크리트표면으로부터 침입하는 염분, 산소, 수분 등을 차폐하는 기능을 가지고 있어 피복이 두꺼울수록 철근의 부식진행이 늦어진다. 강재의 피복은 표참(1-9)에 나타내는 값 이상으로 한다.

표참(1-9) 강재의 최소콘크리트 피복

(단위 : cm)

상 부 공			하 부 공
상판(床版)하면 지복(地覆) 난간	보		기 등
	프리텐션방식에 의한 프리캐스트 PSC보	좌란 이외의 보	
5.0	5.0	7.0	7.0

표참(1-9)은 이제까지의 조사결과를 종합적으로 평가하여 정한 것으로 콘크리트부재내의 배치된 주철근, 스티럽, 조립용철근, PC강재, 쉬스 및 정착구를 위시하여 시공용 보조강재를 대상으로 한 것이다.

프리텐션 방식의 프리캐스트 PSC보는 공장에서 제작되기 때문에 충분한 시공관리를 기대할 수 있고, 또 적은 물·시멘트비의 콘크리트가 사용되고 있으므로 다른 경우보다 철근 피복을 적게 하여도 좋다.

- ③ 일반적으로 콘크리트표면의 균열 폭이 적을수록 내부철근의 부식이 어렵고, 또 녹(金靑)이 발생하는 때까지의 시간이 길게 된다. 균열발생 원인으로는 다음 같은 요인을 들 수 있고 이들에 대한 대책도 강구되어야 한다.

가. 재료에 관한 것

나. 시공에 관한 것

다. 사용 환경조건에 관한 것

라. 구조·외력에 관한 것

가. 나. 의 재료 및 시공에 기인하는 균열은 시멘트의 수화열에 기인하는 온도 균열 등이 있어 신중한 재료선정과 시공이 필요하고, 발생후의 보수도 필요하다.

외력에 의한 균열은 「제3편 3-2 한계상태설계법에 의한 설계기준」에 기술된 방법으로 검토한다.

- ④ 특히 가혹한 환경조건하에 놓여있거나, 유지관리가 특히 곤란한 구조물은 앞에 기술한 방법 이외에 콘크리트 표면처리, 철근자체의 방식대책을 추가로 시행하므로서 양호한 내구성을 얻을 수 있는 경우가 많다.

가. 콘크리트 표면처리

콘크리트의 표면을 보호하여 콘크리트 속으로 염화물이온 등이 침입하는 것을 방지하는 방법으로 표면도장, 습도도장, 모르타르 피복 및 영구거푸집(防蝕거푸집)을 쓰는 방법이 있다. 이들 중에서 표면도장이 가장 많은 실적을 가지고 있다.

표면도장에는 에폭시수지, 폴리우레탄 수지, 비닐에스터 수지 등의 여러 가지 수지가 쓰여 진다. 대부분의 표면도장계에는 전처리, 초벌바르기, 재벌바르기, 정벌바르기의 공정으로 이루어지고, 전처리는 콘크리트와의 부착성능, 재벌바르기는 遮水성능 및 遮塩성능, 정벌바르기는 내후성 및 내구성이 요구되고 있다. 도장계의 선택은 기대되는 내구성, 경제성, 경관면에서의 요청 등을 종합적으로 감안하는 것이 필요하다.

나. 철근 자체의 방식

사용기간 중에 외부로부터 공급되는 염분 등이 콘크리트 속으로 침투하여 철근까지 도달하여 철근근방에 어느 정도 축적되면 철근의 부식이 시작된다. 이런 상태에서도 부식발생을 방지하거나 그 시기를 지연시키는 방법으로는 防蝕철근의 사용, 전기방식의 적용 등이 고려되는데 방식철근 중에서는 철근의 효과가 확인되어 있고 시공실적도 많으나 예폭시수지도장 철근과 콘크리트와의 부착력이 저하되는 점을 고려할 필요가 있다.

이외에 철근(PC강재를 포함)의 방식방법으로 전기방식의 적용성검토가 진행되고 있다. 콘크리트 중에 있는 강재의 전기방식은 콘크리트표면의 양극에서 콘크리트중의 강재(음극)를 향하여 직류전류를 흘리고, 강재를 방식에 필요한 만큼 分極시킴으로서 달성할 수 있다. 콘크리트의 전기방식은 北美地域에서는 용설제(融雪劑)에 의한 도로의 콘크리트포장 슬래브 등의 철근방식방법으로 널리 인정되어 있고, 일본에서는 시험공사 등을 통해서 점차 기술이 축적되어가고 있는 단계에 있다.

PC강재의 염해대책으로는 플라스틱제, 폴리에틸렌제 쉬스가 있고, 플라스틱제 쉬스는 구미지역에서는 이미 실용화되어 있고, 일본에서는 실용화가 검토되고 있는 단계에 있다.

1-7-4 방충공(防衝工)

교각은 필요에 따라 방충공을 설치하여 선박충돌시의 충격력을 완화시키고, 교각을 보호함과 동시에 충돌선박의 손상도 경감시킬 수 있도록 한다. 또한 방충공은 그 기능을 양호한 상태로 유지하기 위해서 구조양식 등에 따라 적절한 유지관리를 할 필요가 있다.

[참 고]

- (1) 교각의 방충공은 통항 선박의 충돌시 충돌력을 완화하고 교각을 방호함과 아울러 충돌선박의 손상을 경감할 목적으로 설치한다. 과거의 예로 보면 선박이 무동력상태로 흘러 떠내려가다가 교량에 충돌하여 교각과 상부공까지 재해를 입힌 예가 있어 상부공에도 방충공을 설치하는 사례가 있다.
 - (2) 교각의 방충공 설계는 다음 설계조건에 기초하여 선박 충돌시에도 충분한 기능을 유지함과 동시에 파랑, 조류 등의 自然力에 대하여도 충분한 기능을 갖도록 설계하여야 한다.
 - ① 대상선박 : 교량이 건설되는 해역에서의 통항선박조사에 의하여 선종별로 최대 선형과 필요에 따라서는 충돌시의 손상을 경감시킬 소형선의 선형도 결정
 - ② 충돌속도 : 선박의 통항상황이나 수로의 유황 등에 따라 선종, 선형별로 항행속도 또는 표류속도에 의한 충돌속도를 결정
 - ③ 충돌형태 : 교각주변에서의 선박의 항행상황에 따라 선종, 선형별로 船首충돌 또는 船側충돌의 충돌형태를 결정
 - ④ 선박 및 방충공의 허용변위량
 - (3) 선박의 충돌에너지는 선수충돌 및 선측충돌에 대하여 각각 다음과 같이 흡수되는 것으로 하여 방충공의 설계를 시행한다.
 - ① 선수충돌의 경우는 원칙적으로 방충공의 변위 및 선수부의 壓壞變位에 의한 에너지의 합으로 흡수한다. 단, 소형선은 압괴변위를 고려하지 않는다.
 - ② 선측충돌의 경우 방충공의 변위에 의한 에너지로 흡수한다.
- 가. 충돌선박의 운동에너지는 「제2편 2-2-2 [1] 접안에너지」에 의해서 계산해도 좋다. 단, 선수충돌의 경

우 편심계수 C_e 는 1.0, 가상질량계수 C_m 은 1.1, 선박의 유연성계수 C_s 및 교각의 형상계수 C_c 는 1.0을 표준으로 한다.

나. 방충공의 변위에 의한 에너지 흡수는 아래의 방식을 기본으로 하여 구한다.

- ㉞ 고무 방충재의 흡수 에너지는 고무 방충재의 변위 복원력 특성을 근거로 구한다.
- ㉟ Wire Rope 식 방충공의 흡수에너지는 Wire Rope의 신장과 장력과의 관계에서 구한다.
- ㊱ 선수 충돌의 경우 선수부의 압괴변위에 의한 흡수에너지는 선수하중과 변위와의 관계로부터 구한다.

다. 충돌시 소형선의 선체 파괴가 발생하지 않도록 배려하는 경우에는 선박 충돌시 방충공의 반력이 선수충돌에서는 선수강도, 선측충돌에서는 선측강도보다 적어야만 한다. 또한 鋼船의 선측강도는 최대충돌력에 달한 때의 하중이 선측외판상의 충분히 넓은 면적에 분포하여 늑골심거(肋骨心距)이상에 걸쳐 균일하게 가하여지며, 또 외판의 양단은 고정으로 하고 외판양단에 소성힌지가 발생한다고 하여 다음 식으로 구할 수 있다.

$$P_M = \frac{3\sigma_y}{\sqrt{1-\nu+\nu^2}} \cdot \left(\frac{t}{S}\right) \cdot A \quad (\text{참1-3})$$

여기서

- P_M : 船側強度(N)
- σ_y : 강재의 항복응력도(N/m²)
- t : 外板의 두께(m)
- S : 肋骨의 중심간 거리(m)
- ν : Poisson 比
- A : 接觸面積(m²)

또 鋼製 방충공의 강도는 강제 방충공을 구성하는 부재의 강도로부터 구할 수 있다.

(4) 방충공의 기능을 양호하게 유지하기 위하여 다음 사항에 유념하여야 한다.

- ① 유지관리는 점검방법, 개소, 빈도 및 유지관리 기준 등을 정한 유지관리 매뉴얼에 따라 시행하는 것이 바람직하다.
- ② 고무 방충재의 압축특성은 반복피로, 經年變化에 따른 劣化, Creep 변형 등에 의하여 변하므로 이들 특성을 충분히 파악하고 유지관리를 시행하도록 한다.
고무 방충재의 점검은 외판검사에 의하여 고무의 균열, Creep 변형 및 마모등과 아울러 取付鐵具 등의 탈락, 변형, 부식 등의 유무를 조사하여 이상이 있는 부분을 적절한 방법으로 교체한다.
또 방충재의 열화가 확인된 경우에는 떼어내어 압축검사를 시행하고 설계시의 특성과 비교하여 이상이 발견시는 교체한다.
- ③ Rope 등은 자외선, 마모, 素線의 절단, 부식 등에 의한 강도저하가 현저하므로 유지관리에 유의할 필요가 있다.
- ④ 방식법은 내구성, 시공성, 경제성, 경관, 오염방지 등을 고려하여 적절한 방법을 결정한다. 강제방충공의 방식법에는 重防蝕도장, Lining, 전기방식, 低合金耐海水鋼, 내식성금속재료, 金屬溶射, 腐蝕對備 여유두께(腐蝕代) 등의 방법이 있다.

1-8 운 하

운하는 지형, 기상 기타 자연상황, 선박의 항행 상황 등에 따라 선박이 안전하고, 원활하게 이용할 수 있는 구조로 한다.

[해설]

- (1) 운하란 관개, 배수, 용수, 교통 등을 목적으로 하여 인공적으로 개착된 수로이다. 항만의 운하는 이 중 오로지 수상교통을 목적으로 하는 임항교통 시설로서의 수로로 정의한다.
- 운하는 기능상 내륙에 있는 항만과 해양을 연결하는 것과 해양과 해양을 연결하는 것으로 크게 분류할 수 있고, 구조상으로는 수위차를 갑문시설 등을 이용해서 오르내리는 계단식 운하와 수평으로 이용하는 수평운하로 분류된다. 또한 하천수운의 일부로서 하천의 뚝이나 급류부를 피하기 위하여 하천측방에 조성하는 래터럴(Lateral)운하, 2개의 分水界를 연결하기 위하여 설치하는 운하 등이 있다.
- (2) 운하의 부대시설로는 호안, 수문, 터널, 曳船道, 제방, 신호소 외에 수위차를 극복하기 위한 갑문, 리프트(Lift), 인클라인(Incline), 워터슬로프(Water Slope) 등이 있다.

[참고]

- (1) 일반적으로 운하라고 하면 임항교통시설로서 관련되고 있는 것을 의미하지만 수역시설이나 호안 등으로 구성되어 있는 항만시설로서의 운하 외에 항만시설은 아니지만 단순히 운하라고 불려지는 것도 있다.
- (2) 운하를 설계할 시에는 다음에 의하는 것이 바람직하다.
- ① 운하의 제원 및 선형결정은 이용선박의 제원, 교통량, 선박항행의 안전성 등을 고려한다. 특히 유속을 적게 할 것과 수심을 일정수준이상으로 유지하는 것이 필요하다.
 - ② 운하의 호안이나 제방의 마루높이는 선박항행에 수반되는 항주파에 의한 월파 외에 하천과 접속되는 경우에는 홍수 등으로 유입수량이 증가되어 수위가 높아지거나, 해양과 접속되는 경우에는 조위 및 침입하는 파랑의 파고에 대해서도 검토하여야 한다.
 - ③ 운하에서는 유속이 적고, 수로내의 물이 체류되기 쉬운 점, 주변의 하천 등으로부터 질소, 인 등의 오폐수·오염 요인물질이 유입될 경우 등을 고려해서 환경보전에도 신중하게 검토하여야 한다.

제 2 장 하역시설

2-1 일 반

본 장은 하역시설의 설계에 적용한다.

[참 고]

하역시설의 설계에는 「항만시설장비 검사기준(해양수산부 고시 제2000-56호)」을 참고할 수 있다.

2-2 화물 하역장

- (1) 화물 하역장은 취급 화물의 종류 및 수량과 함께 취급 상황에 따라 적절한 넓이를 갖추어야 한다.
- (2) 화물 하역장은 이용 목적 및 이용 상황에 따라 적절히 포장하는 것을 원칙으로 한다. 이 경우에 있어서 포장의 구조 등은 「제8편 16-5 부두틀 콘크리트포장의 설계」, 「제8편 16-6 부두틀 아스팔트포장의 설계」의 규정에 준한다.
- (3) 통로의 폭 및 굴곡부는 차량 또는 하역기계가 안전하고 원활하게 주행할 수 있는 적절한 폭 및 각도로 한다.
- (4) 화물 하역장에는 배수구 등의 배수설비를 하는 것을 원칙으로 한다.
- (5) 「제8편 15-5 조명설비」의 규정은 야간 하역을 하는 화물 하역장의 조명설비에 대하여 준용한다.
- (6) 위험한 하역장에는 적절한 표식, 게시판 또는 방책을 설치하여 사람출입을 금지하도록 한다.
- (7) 바람에 의해 비산하는 화물을 취급하는 하역장에는 벽 등의 설치 등 적절한 대책을 강구하여야 한다.

2-3 창고

- (1) 창고는 선박의 입출항을 전후한 화물의 하역을 원활히 하기 위하여 다음에 열거하는 요건을 만족시켜야 한다.
 - ① 창고의 규모는 취급화물의 종류 및 수량과 함께하여 취급 상황에 따라 적절한 것일 것.
 - ② 창고내의 통로의 폭원 및 굴곡부는 하역기계가 안전하게 원활히 주행할 수 있도록 적절한 폭과 각도를 가질 것.
- (2) 하역시 분진 등이 발생하는 경우에는 필요에 따라 적절한 환기설비를 설치한다.
- (3) 야간에 하역을 하는 창고에는 「제8편 15-5 조명설비」의 규정에 따라 적절한 조명설비를 설치하여야 한다.
- (4) 폭풍해일 등에 의한 침수가 예상되는 경우에는 방조문비, 기타 물의 침입을 방지하기 위한 설비를 한다.
- (5) 창고에는 안전하고 원활한 이용을 위하여 필요에 따라 적절한 표식 또는 표시 등을 설치한다.

[해 설]

창고의 구조는 건축관련법령이 정하는 바에 따른다.

2-4 하역기계

2-4-1 일반

하역장 또는 계류시설에 설치되는 하역기계는 당해 시설의 이용형태에 가장 적합한 구조, 능력 및 위치와 구조상의 안전성, 분진이나 소음 등의 공해에 대한 방지기능을 갖추어야 하고, 하역작업을 원활하고 안전하게 수행할 수 있게 한다.

[해설]

- (1) 항만하역시 하역기계의 도입은 하역작업의 생산성증대, 고속화, 안전성의 확보를 목적으로 한다. 하역기계의 종류, 구조, 능력의 선정은 대상선박, 화물의 종류 및 형태와 취급량으로부터 배후시설과의 관계, 2차 수송방식 등을 충분히 조사 검토할 필요가 있다.
 - (2) 본 항에서 하역기계란 하역작업에 이용하는 기계로 항만구역에 설치되는 컨테이너 크레인, 트랜스퍼 크레인(타이어식 또는 레일식), 스트레들 캐리어, 야드 트랙터(무인 트랜스포타 포함), 리치스택커, 쉘런로더, 쉘로더, 스택커 리클레이머, 벨트콘베이어, 다목적 크레인, 모빌하버 크레인 등을 말하고, 선박에 장치되어 있는 것이나 Ro-Ro선의 차량승강시설은 포함하지 않는다.
 - (3) 하역기계를 설치할 때에는 하역기계가 주행, 선회, Boom의 기복 등 작동 범위 내에 건물이나 전력선 등의 장애물이 없도록 하고, 선박의 접안 시나 계류 중에는 하역기계가 선박에 접촉하지 않도록 한다.
 - (4) 하역기계를 사용하지 않고 하역을 할 가능성이 있는 경우에는 당해 하역 작업이 원활하고, 안전성이 저해되지 않도록 하역기계의 위치와 구조를 고려한다.
 - (5) 산화물의 하역작업에는 소음분진이 발생하기 쉬우므로 대책이 필요하다. 특히 가연성의 분진에 대하여는 방폭대책이 필요하다.
 - (6) 기타 하역기계의 제작, 설치, 운영, 관리 등에 관련되는 항만법, 항만시설장비 관리규칙 및 항만시설장비 검사기준 등을 준수하여야 한다.
 - (7) 크레인 등 하역기계의 지진시의 거동은 그것이 설치된 지반 등의 영향을 받는 경우가 있다. 통상 컨테이너 크레인(Container Crane) 등은 항만시설장비 검사기준, BS, FEM, JIS 등을 기준으로 설계되고 Crane이 설치되는 구조물 등과의 동적상호작용은 고려되고 있지 않다. 그러나 잔교식의 경우에는 조건에 의해서 Crane과 잔교의 동적상호작용의 영향을 받을 위험이 있다. 컨테이너 크레인과의 잔교의 동적상호작용의 영향은 컨테이너 크레인과의 잔교의 질량화, 컨테이너 크레인(Container Crane) 고유주기, 잔교의 고유주기 및 입력지진파에 따라 다르기 때문에 컨테이너 크레인과의 잔교의 동적상호작용을 충분히 고려하는 적절한 방법을 사용하여 그 영향을 검토할 필요가 있다.
- 크레인에 적용되는 지진 수평하중은 수직 정하중의 20%를 적용한다.

2-4-2 석유하역기계

- (1) Loading Arm은 Arm 내의 석유의 중량 및 압력, Loading Arm의 자중, 풍압력 및 지진력에 의해서 생기는 응력에 대해서 안전한 구조로 한다.
- (2) Loading Arm의 설치위치와 계류시설 기준선으로부터의 이격거리는 Arm의 길이, 방충재의 높이 등을 감안하여 하역에 지장이 없도록 적절히 설정한다.

[해설]

Loading Arm에 대하여는 「제14편 9-1 Loading Arm」을 참고할 수 있다.

2-4-3 하역기계 유지관리

하역기계는 그 성능을 유지함과 동시에 사고예방을 위하여 적절한 유지관리를 하여야 한다.

[참고]

- (1) 하역기계의 운전상황은 항만의 수송기능에 미치는 영향이 크고 부적절한 경우 항만능력에 중대한 지장을 주게 된다. 따라서 양호한 항만서비스의 제공을 위하여 하역기계를 적절하게 관리·운영함과 동시에 계획적인 보수·점검으로 기계의 성능유지에 노력하고 그 능력을 항상 최대로 발휘시킬 수 있도록 하는 것이 필요하다. 또 항만하역의 노동안전상의 관점에서도 사고발생을 미연에 방지하기 위하여 하역기계의 적절한 유지관리가 중요하다.
- (2) 보수점검에는 일상적으로 행하는 점검과 정기적으로 행하는 검사가 있다. 그 외에 폭풍경보가 발령되거나 지진이 예측되는 경우에는 예방보전방책으로써 고정 장치의 확인 및 사후의 점검이 필요하다. 사업자는 이들 점검·검사를 「항만시설장비 관리규칙 및 항만시설장비 검사기준 등」에 준하여 실시하여야 한다. 점검 및 검사의 종류에는
 - ① 일상점검 : 작업 개시 전, 운전 중, 작업 종료 후
 - ② 주간점검 : 매주1회 이상 시설 장비를 점검하여 정상적인 기능을 유지하고 있는지 확인하기 위한 점검
 - ③ 분기점검 : 매분기 1회 이상 시설장비의 구조물·작동장치 및 안전장치에 대한 상태변화를 확인하여 정비·보수의 필요성을 판단하기 위한 점검
 - ④ 특별점검 : 지진·태풍 또는 사고 등으로 인하여 시설장비의 안전성이 우려될 경우 사용하기 전에 실시하는 점검
- (3) 시설장비 관리자는 그가 사용, 관리하는 시설장비에 대하여 각 호의 구분에 따라 관리청이 실시하는 검사를 받아야 한다.
 - ① 제조검사 : 시설 장비를 신규로 제조하는 때에 실시하는 검사
 - ② 설치검사 : 완제품 형태의 시설 장비를 설치하는 때에 실시하는 검사
 - ③ 정기검사 : 사용 중인 시설장비의 안전 상태를 확인하기 위하여 제조검사일 또는 설치 검사일로부터 매2년마다 정기적으로 실시하는 검사
 - ④ 수시검사 : 고정식 시설 장비를 이설하거나 시설장비의 구조를 변경한 때에 실시하는 검사

2-4-4 하역기계의 설계기준

하역기계의 설계, 제작 및 검사 관련 기준은 「항만시설장비 검사기준」에 따른다.

[참고]

- (1) 항만 구역에 설치되는 하역시설장비의 설계, 제작 및 검사 관련 기준은 「항만시설장비 검사기준」에 만족하여야 하고 설계 풍하중은 제2편 설계조건의 제3장 3-3항을 고려하여야 한다.

(2) 하역기계의 안정도는 표참(2-1)의 안정도 조합 기준을 적용하여 각각의 경우에 계산된 전도 모멘트가 안정 모멘트 보다 작아야 한다.

표참(2-1) 안정도 조합기준

구 분	작 업 시			휴지시
안정도 하중명	경우1	경우2	경우3	경우4
사하중 (Dead Load)	1.0	1.0	1.0	1.0
트롤리 하중 (Trolley Load)	1.0	1.0	1.0	1.0
인양장치 (Lifting System)	1.0	1.0	1.0	1.0
권상하중 (Lifted Load)	1.35	1.35	1.35	-
충격하중 (Impact)	-	1.0	-	-
횡방향 트롤리하중 (Trolley Lateral Load)	1.0	-	-	-
횡방향 주행하중 (Gantry Lateral Load)	1.0	-	-	-
작업 풍하중 (Operating Wind Load)	-	1.0	1.0	-
충돌하중 (Collision Load)	-	-	1.15	-
휴지풍하중 (Stowed Wind Load)	-	-	-	1.5

주 : 가. 안정도 하중은 크레인별로 선정하여 적용할 것
나. 표에서 하중에 대한 숫자는 해당하중의 배수를 의미함.

(3) 하역기계의 차륜하중(Wheel Load)는 표참(2-2)의 차륜하중 조합기준을 적용하여 각각의 경우에 계산된 차륜하중이 허용 차륜하중 보다 작아야 한다.

표참(2-2) 차륜하중 조합기준

구분	작업시		휴지시	
하중명	경우1	경우2	경우3	경우4
사하중	1.0	1.0	1.0	1.0
트롤리 하중	1.0	1.0	1.0	1.0
인양장치	1.0	1.0	1.0	1.0
권상하중	1.0	1.0	-	-
충격하중	-	1.0	-	-
횡방향 주행하중	1.0	-	-	-
작업 풍하중	-	1.0	-	-
휴지풍하중	-	-	1.0	-
휴지 지진하중	-	-	-	1.0

주 : 가. 하중은 크레인별로 선정하여 적용할 것
나. 표에서 하중에 대한 숫자는 해당하중의 배수를 의미함
다. 지진 수평하중은 수직정하중의 20%를 적용할 것.

(4) 하역기계의 강도계산 하중조합 설계기준은 정상 가동, 과하중 및 휴지시에 예상되는 각종 하중조합에 의한 하역기계 구조물의 응력을 해석해야 하며, 가장 엄격한 하중 조합을 충족시킨다는 것을 입증해야 한다. 강도 하중조합기준에 명시한 하중 외에 하역기계의 강도에 영향을 미치는 다른 하중이 있다면 그 하중을 포함한 하중조합으로 강도 해석을 하고 설계에 반영해야 한다.

표참(2-3) 강도 하중 조합기준

구분		작업시			과하중시			휴지시	
하 중 명		경우1	경우2	경우3	경우4	경우5	경우6	경우7	경우8
사하중	DL	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
트롤리 하중	TL	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
권상장치 하중	LS	1.0	1.0			1.0	1.0	1.0	1.0
인양빔 시스템 하중	CBLS			1.0					
인양빔 정격 하중	CBRL			1.0					
권상하중	LL					1.0	1.0		
편심 권상하중	LLE	1.0	1.0						
충격하중	IMP		1.0	1.0					
횡 방향 트롤리하중	LATT		1.0						
횡 방향 주행하중	LATG	1.0							
트롤리 스큐 하중	SKT		1.0						
갠트리 스큐 하중	SKG	1.0							
작업 풍하중	WLO		1.0	1.0	1.0	1.0			
스톨(Stall) 토크 하중	STL				1.0				
충돌 하중	COLL					1.0			
휴지 풍하중	WLS							1.0	
작업지진하중	EQOL						1.0		
휴지지진하중	EQSL								1.0

주 : 표에서 하중에 대한 숫자는 해당하중의 배수

(5) 하역기계의 주행 레일 설치하는 표참(2-4)의 레일 설치 기준에 따라야 한다.

표참(2-4) 레일 설치 기준

구 분	허 용 기 준
레일간격(Span)의 편차	길이 5미터 내지 10미터 마다 ± 3 밀리미터 이내
좌우레일의 수평차	길이 5미터 내지 10미터 마다 동일지점에서 레일 중심간 거리의 0.15퍼센트 이내로 최대 10밀리미터를 초과할 수 없음
레일의 직진도	길이 10미터 마다 10밀리미터 이내
레일의 경사도	1/400 이내

(6) 하역기계 설치를 위한 토목부문과 관련하여 필요한 치수, 규격, 위치 및 하중 등에 대한 다음의 정보를 하역 기계 제작사가 토목시공전에 제공하여야 하고, 하역기계 토목공사에 반영되어야 한다.

- ① 주행 레일
- ② 동력 맨홀
- ③ 동력 케이블 및 케이블 트렌치 (Cable Trench)

- ④ 타이다운 장치 (Tie-down)
- ⑤ 스토이지 핀 (Stowage Pin)
- ⑥ 잭업 베이스 (Jack up Base)
- ⑦ 엔드 스토퍼 (End Stopper)
- ⑧ 최대차륜하중(Maximum Wheel Load)
- ⑨ 기타

2-5 목재하역장

- (1) 목재 정리를 위한 하역장은 안전하고 원활한 하역이 가능하도록 용지 또는 수면의 적절한 위치에 적절한 규모를 확보하도록 한다.
- (2) 목재정리하역장에는 필요에 따라 전용 나무껍질 설비의 설치 등 소각 처분할 수 있는 조치를 강구한다.

[해설]

- (1) 유출되는 목재나 가라앉는 목재에 대한 안전 대책과 나무껍질의 산란에 대한 환경보존대책을 강구할 필요가 있다.
- (2) 수면 목재정리장은 정온한 수면으로 한다.
- (3) 수면 목재정리장은 목재의 유출을 방지하기 위한 설비를 시설할 필요가 있다.
- (4) 목재 취급 수면의 배치는 목재 뗏목의 투하정박지의 정리장, 저목장과의 연결로가 중요한 항로나 정박지를 가로질러서 일반 선박의 항행을 방해하지 않도록 결정하여야 한다.
- (5) 수면 목재 정리장의 방파제 「제7편 2-10 목재 취급시설의 방파제」를 참고한다.

[참고]

목재의 정리를 위한 하역시설의 배치에 대하여는 「항만계획(후지노싱고) 등, 기보당출판 신체계토목공학(81, 1981)」 및 「토목공학핸드북(토목학회, 기보당출판, 1989)」를 참고한다.

2-6 수산물 하역시설

수산물 하역시설은 그 시설의 제반기능을 상호간에 충분히 살릴 수 있도록 하여야 한다.

[해설]

수산물 하역시설은 하역장 및 관련 부대시설까지를 포함한다. 하역장은 어획물의 세척에서 반출까지의 모든 작업이 이루어지는 장소이고, 선도유지, 오염방지, 노동환경의 보전을 위해 지붕을 덮은 장소를 말한다. 관련 부대시설에는 하역장의 기능을 증대시키기 위한 수산물 반입 반출장, 저빙고, 입찰실 등의 제반시설과 오수처리시설, 냉동저장시설 등이 있다.

[참 고]

하역장의 소요면적과 부대시설의 계획은 「어항계획입문(전국어항협회, 1999)」, 「어항시설용지의 이용계획(4) (佐藤揔夫, 어항 Vol 13 No.4, 1971)」, 「어항시설용지의 이용계획(5) (佐藤揔夫, 어항 Vol 4 No.1, 1972)」 및 「어항시설용지의 이용계획(11) (佐藤揔夫, 어항 Vol 16 No.2, 1974)」를 참고한다.

2-7 위험물 하역시설

- (1) 위험물을 취급하는 하역시설에 대하여는 「소방법 및 고압가스 관련법령」 또는 이들을 바탕으로 하는 각종 규칙등을 적용하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 취급화물 자체가 위험물은 아니지만 수입식물검역 관련규정에서 정하는 바에 따라 훈증을 하게 되면 훈증을 하는 하역장 또는 창고 주변에는 일반인이 출입하지 않도록 하고, 위험한 것을 명확하게 하는 표식 또는 표시를 설치하는 것이 바람직하다.

[참 고]

위험물 부두의 배치에 대하여는 「항만계획(후지노싱고)등, 기보당출판, 신체계토목공학 81, 1981)」을 참고한다.

제 3 장 보관시설

3-1 일 반

본 장은 보관시설의 설계에 적용한다.

3-2 위험물 적치장(積置場) 및 저유시설(貯油施設)

- (1) 위험물 적치장 및 저유시설은 집약(集約)하여 설치한다. 다만 지형상항 기타의 사유로 부득이한 경우에는 그러지 않아도 된다.
- (2) 위험물 적치장 또는 저유시설 주위에는 위험물의 종류, 시설의 구조 등에 따라 적절한 폭의 공터를 확보해 두는 것을 원칙으로 한다.

[해 설]

- (1) 위험물 적치장 및 저유시설은 화물유통관련 법령 등에서 정한 창고의 기준에 준하여 안전하고 원활한 입·출고와 보관이 되도록 하고, 소방 및 고압가스관련 법령 등의 제반 규정을 적용한다. 또한 배출수의 방제(防除)를 위한 자재의 비치에 대해서는 원칙적으로 해양오염방지관련 법령 등의 규정을 따르는 것으로 한다.
- (2) 위험물을 다른 화물과 혼재(混在)한 상태로 취급하면 관리상 문제가 발생할 위험이 있으므로 위험물전용 부두를 설치하고, 관리 및 보관에 만전을 기하지 않으면 안 된다.
- (3) 공터의 폭은 위험물취급관련 법령 및 제 규정 등을 참고하여 결정한다.
- (4) 위험물 저장탱크의 기초 및 지반은 위험물취급관련 법령 및 제 규정 등을 참고하여 설계한다.

3-3 기타 보관시설

기타 보관시설은 각 시설의 소요기능을 확보할 수 있도록 「본편 제2장 하역시설」 및 「본장 보관시설」의 규정을 기준하는 외에 필요에 따라 유사한 기타의 규정에 따라서는 시설의 구조 및 설치장소를 적절히 정한다.

[해 설]

기타 보관시설에는 창고, 야적장, 저목장 및 저탄장이 있다.

- (1) 창 고
창고는 화물유통관련 법령 등에서 정하는 창고의 기준을 참고하여 안전하고 원활하게 보관할 수 있도록 한다.
- (2) 야적장
야적장은 「본편 2-2 화물하역장」에 준한다. 야적장의 면적 산정방법은 「토목공학핸드북Ⅱ(토목학회, 1989)」를 참고한다.
- (3) 저목장
저목장은 「본편 2-5 목재하역장」에 준한다.
- (4) 저탄장

제 4 장 선박역무용 시설

4-1 일 반

본 장은 선박역무용 시설의 설계에 적용한다.

〔해설〕

선박역무용 시설은 선박을 위한 급수시설, 급유(給油)시설 및 급탄(給炭)시설(다만, 선박이나 차량 등의 이동식 시설은 제외), 선박수리시설과 함께 선박보관시설이 있다.

4-2 급수시설

- (1) 급수전의 배치 및 급수능력은 선박의 종류에 따라 적절히 설정하여야 한다.
- (2) 급수시설은 다음에 열거하는 위생관련 요건을 만족시켜야 한다.
 - ① 급수전은 물이 오염되는 것을 방지할 수 있는 구조로 한다.
 - ② 정기적 또는 수시로 수질검사를 실시하고, 급수전이 항상 청결한 상태로 유지되도록 관리한다.

〔해설〕

- (1) 급수전 취수구의 위치는 취수호스의 착탈(着脫)이 용이하게 하고, 또 물의 오염을 방지할 수 있는 구조여야 한다. 특히 애프론의 상면(床面) 밑에 매설하는 경우는 배수공(排水孔)을 설치한다.
- (2) 취수구에는 뚜껑을 설치해두어야 한다.
- (3) 상수도관련 법령 등의 규정에 따라 정기 및 수시로 수질 검사를 실시하고, 급수전이 항상 청결한 상태로 유지되고 있는지 정기적으로 점검한다.

〔참 고〕

(1) 급수량

선박 급수량은 표참(4-1)의 값을 참고하여도 좋다.

대형선은 자가조수장치(自家造水裝置)를 갖추고 있기 때문에 물탱크 용량은 800m³ 정도인 것이 많다.

표참(4-1) 급수전 및 급수량

선박의 톤수 (총톤수)	소요급수량 (m³)	급수시간 (h)	급수전간격 (m)	1선석당 전(栓)수(개소)	1전(栓)의 급수능력 (m³/h)
500	40	5	30	2	4
1,000	80	5	30~40	2	8
3,000	250~300	5	40~50	3~4	16
5,000	500	5	40~50	4	18
10,000	800	5	40~50	4	28

(2) 급수전 및 급수관

급수전은 되도록 계류시설의 수제선(水際線)에 가깝게 설치하는 것이 바람직하다. 맨홀식으로 포장면 밑에 설치하고, 사용하지 않을 때에는 뚜껑을 덮어 교통이나 하역작업에 방해되지 않도록 한다.

급수관도 포장면 밑에 부설하고, 잔교의 경우는 상부공의 저면부에 매단다. 계류시설의 진동, 침하 등에 의해서 누수 되지 않도록 관의 접속에 주의를 기울이지 않으면 안 된다.

표참(4-1)의 급수량은 탱크용적의 80%에 상당하고, 중간에 기항(寄港)하는 항만에서는 그 반 정도밖에 급수하지 않는 경우가 많다.

4-3 기타 선박역무용 시설

급수시설이외의 선박역무용 시설은 각 시설의 소요기능을 확보하기 위하여 「본편 제2장 하역시설」의 규정에 준하는 외에 필요에 따라서는 유사한 다른 규정 등에 따라 시설의 구조를 적절히 설정한다.

제 5 장 여객시설

5-1 여객승강용 시설

5-1-1 일 반

본 절은 여객승강용 고정시설 및 이동식 여객승강용 시설(이하 「여객승강용 시설」이라함)의 설계에 적용한다.

- (1) 여객승강용 시설은 여객이 선박에 승강할 때 안전하고, 원활하게 이용할 수 있는 기능을 가지고, 원칙적으로 차량승강용 시설과는 별개의 시설로 한다.
- (2) 여객승강용 시설에는 이용자에게 위험감을 주지 않도록 선박의 동요, 바람 등에 대해서도 안정한 구조로 한다.

5-1-2 구조형식

- (1) 여객승강용 시설의 구조요건은 다음에 열거하는 바와 같다.
 - ① 통로의 폭은 여객승강용 시설의 이용 상황을 감안하여 75cm이상의 적절한 폭으로 한다.
 - ② 통로의 양측에는 측벽(側壁), 난간(Hand Rail) 등을 설치하고, 노면은 미끄러짐 방지구조로 하거나, 미끄러지기 어려운 재료를 쓴다.
 - ③ 계단의 한 단 높이는 이용자의 안전에 유념해서 설정하고, 계단의 총 높이가 높은 경우는 필요에 따라 소단(小段)을 설치한다.
 - ④ 여객승강용 시설과 차량승강용 시설은 겸용하지 않는다. 다만, 여객과 차량의 통행을 분리할 수 있는 구조로 하는 경우에는 관계없다.
 - ⑤ 승강용 통로의 경사도는 이용자의 안전을 고려한 적절한 경사도로 한다.
- (2) 여객승강용 시설의 가동교(可動橋) 선단부의 연직방향 이동량은 조차, 선박흘수의 변화 및 선박의 동요에 따른 이동량을 감안해서 설정한다.

[참 고]

- (1) 통로의 폭은 최저 75cm정도면 될 것이나 고령자, 신체장애자 등이 이용할 경우를 고려하면 1.2m이상 확보하는 것이 바람직하다.
- (2) 경사로의 경우 구배는 12% 이하를 표준으로 하나 고령자, 신체장애자 등의 이용을 고려하는 경우에는 5~8% 이하로 하는 것이 바람직하다.
- (3) 가동교 선단의 연직방향 이동량은 대조평균 간만조위차에 1.0m를 더한 것으로 하여도 좋다.
- (4) 계단의 한 단 높이는 16cm정도, 폭은 30cm이상을 표준으로 한다. 계단의 높이가 3.0m를 초과하는 경우에는 높이 3.0m이내마다 폭 1.2m이상의 소단(小段)을 두는 것이 바람직하다.
- (5) 기타 고령자 및 신체장애자의 이용을 고려하여 휠체어의 안전한 이동이 가능한 장치 등의 편의시설을 설치하는 것이 바람직하다.

5-1-3 여객승강용 시설의 설계

여객승강용 시설은 「도로교통법」에 준하여 설계하고, 안전한 구조로 하여야 한다. 설계에 고려할 하중 및 외력은 자중, 활하중, 풍하중, 지진의 영향, 온도변화의 영향 등이 있다.

[참 고]

여객승강용 시설은 부식환경(腐蝕環境) 하에서 이용하게 되므로 내구성이 손상되지 않도록 방식대책을 강구한다.

5-1-4 부대설비

여객승강용 시설에는 여객의 안전을 고려해서 필요한 시설을 설계한다.

[참 고]

- (1) 난간(Hand Rail)은 낙하방지대책으로서만이 아니라 여객이 느낄 수 있는 위험감에 대한 심리적 영향을 완화시키고, 통행을 원활하게 할 수 있는 기능을 갖추어야 한다. 난간의 높이는 1.1m이상을 표준으로 하나, 이 기준은 표준적인 체형의 성인이 뛰어 넘지 못하도록 고려한 높이여서 유아, 어린이, 휠체어 이용자 등에게는 난간이 유효하게 기능하지 못할 가능성도 있으므로 낙하방지를 위한 지주(支柱), 횡부재(橫部材), 철망 등을 설치하여 위험감을 느끼지 않도록 한다.
- (2) 여객을 안전하게 여객승강용 시설로 유도하기 위하여 출입구에는 방책, 로프, 체인 등을 설치해둔다. 방책 등의 안전상 소요높이는 70cm로 표준으로 하고, 로프나 체인의 경우는 견고하게 매고, 필요이상 느슨하게 처지지 않도록 한다.
- (3) 지붕을 두는 경우의 높이는 2.1m이상으로 하는 것을 표준으로 한다.
- (4) 연장이 60m를 초과하는 경우에는 비상구를 둔다. 출입구와 비상구 또는 비상구와 비상구의 간격은 60m 이내로 한다. 이 경우에는 통로에는 비상구를 나타내는 표지 또는 표시를 해두어야 한다.

5-2 여객터미널

5-2-1 일 반

여객터미널은 필요에 따라 여객선 전용 계류시설에 인접되게 설치한다.

[해 설]

- (1) 여객터미널은 항만에서 여객이 출발·도착할시 여러 가지의 수속을 하기 위한 기능과 여객에게 각종 편의를 제공하는 서비스 기능 및 여객의 취급, 선박의 운항 등에 관한 업무를 수행하는 장소로서의 기능을 가지고, 여객이 안전하고 쾌적한 여행을 즐길 수 있게 배려하지 않으면 안 된다. 또한 필요에 따라서는 경관이나 상징성에 대하여도 배려하는 것이 바람직하다.
- (2) 여객터미널에는 필요에 따라 다음에 열거하는 설비 등을 설치한다.
 - ① 매표소

- ② 대합실
- ③ CIQ시설
- ④ 수하물 취급소, 화장실, 전화 등 여객의 편의에 필요한 설비
- ⑤ 적절한 조명설비
- ⑥ 경보장치 기타비상연락 설비

[참 고]

- (1) 여객터미널 및 부대설비의 설계에는 고령자, 신체장애자의 이용에 대비한 휠체어 등의 안전한 이동이 가능하도록 충분히 배려하는 것이 바람직하다. 이 경우에는 「공공교통터미널에서의 고령자·장애자 등을 위한 시설정비 가이드라인(일본운수경제연구센터, 1994. 3)」을 참고할 것.
- (2) 국제여객용의 여객터미널의 경우는 CIQ시설공간이나 여객의 동선(動線) 등에 대한 충분한 검토가 필요하다.

5-2-2 여객터미널 설계

여객터미널의 설계에는 입지조건, 터미널의 성격, 승강여객수 등을 고려하여야 한다.

[참 고]

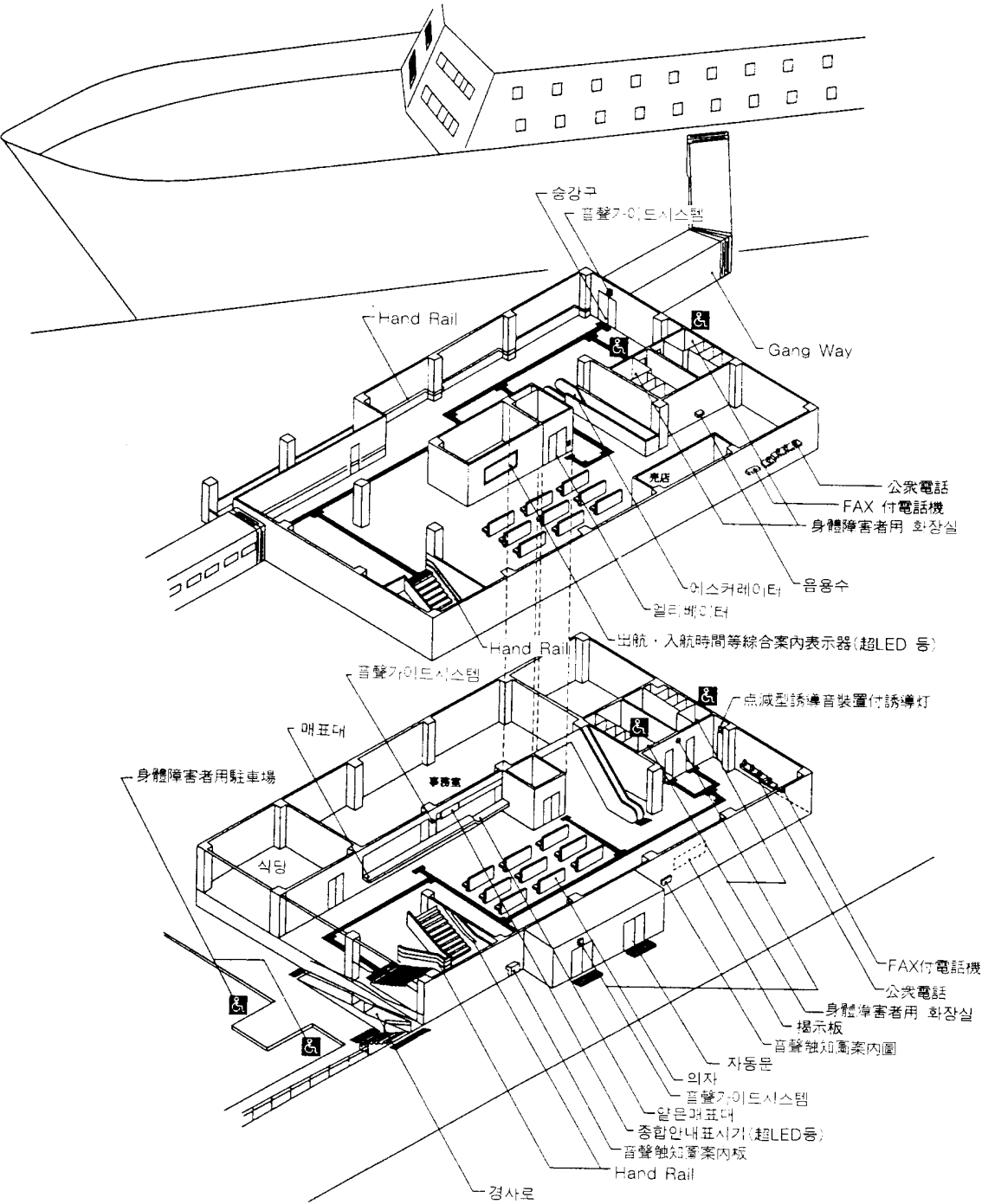
- (1) 여객터미널의 소요면적은 운항선박의 종류, 1일 운항회수, 승강인원, 집중율, 수하물 취급량, 종업원수 등을 고려하고, 매표소, 대합실, 수하물취급소, CIQ시설, 사무실, 종업원대기소, 화장실, 전화 기타 여객의 편의에 필요한 설비에 대하여 적절한 면적을 산정한다.
- (2) 여객터미널의 설계에는 입지조건 등에 따라 강재의 방청(防錆)이나 해수의 침입방지를 위한 조치를 강구한다.

5-2-3 부대설비

여객터미널에는 여객의 안전, 위생, 쾌적성 등을 고려해서 필요한 설비를 설치한다.

[참 고]

- (1) 필요한 설비란 다음과 같고, 이들 설비의 설계는 필요에 따라 건축관련 법령과 소방관련 법령의 규정에 따른다.
 - ① 피난설비
 - ② 환기설비
 - ③ 조명설비
 - ④ 소화설비 및 경보설비
 - ⑤ 방책, 로프 또는 유사한 기능의 설비
 - ⑥ 표지 및 표시
 - ⑦ 화장실
 - ⑧ 전 화
- (2) 여객터미널은 도참(5-1)을 참고할 수 있다.



도참(5-1) 여객터미널 모형도

제 6 장 케이스 제작장

6-1 일 반

본 장은 케이스 제작장의 설계에 적용한다.

[해설]

케이스 제작장은 항만법상의 시설물은 아니지만 안벽과 방파제 등 대형공사시에 필요한 시설이므로 본 장을 두었다. 케이스 제작장의 배치계획에는 자재보관설비, 제작설비, 진수설비외 기타설비로서 동력설비, 운반설비, 부속시험실 등이 있고, 이들 시설이 케이스 제작장 내에서 유기적으로 활용되어 안전하고 능률적으로 케이스의 제작과 진수가 이루어지도록 한다.

[참고]

(1) 케이스 제작장의 설비로 다음과 같은 것을 들 수 있다.

① 자재보관설비

시멘트 창고, 가루(Bulk)시멘트 탱크, 굵은골재 저장장, 잔골재 저장장, 철근 저장장, 거푸집 저장장, 잡품창고 등(단 콘크리트 믹싱 플랜트를 설치하지 않고 레미콘을 사용하는 경우에는 콘크리트용 재료저장장은 제외).

② 제작설비

콘크리트 운반설비, 콘크리트 배송설비(타워크레인 또는 크레인 콘크리트 펌프, 탑 및 슈트, 대차, 손수레), 다짐기구, 函台, 급수설비 등

③ 진수설비

기중기선에 의한 인양방법, 경사로(Slip Way), 건선거(Dry Dock), 부선거(Floating Dock), 육상제작 이동(Jacking)진수공법 등과 이들의 부속설비

④ 운반설비

고정기중기, 이동식기중기, 台車, 벨트컨베이어, 불도저, 물양장, 덤프트럭 등

⑤ 동력설비

수전설비, 발전설비, 배전설비등

⑥ 부속시험실

시멘트, 콘크리트, 골재, 기타 품질관리를 위한 제반 공사용 자재의 시험실

(2) 자재보관설비는 자재의 반입, 반출에 가장 편리한 위치를 선정해야 한다. 특히 시멘트창고, 가루(Bulk)시멘트 탱크, 굵은 골재저장장, 잔골재 저장장 등은 콘크리트 혼합설비와 가장 가까운 곳에 배치할 필요가 있다. 콘크리트용 재료, 철근 등의 보관 및 저장은 「콘크리트 표준시방서」에 따른다.

(3) 기타설비

콘크리트용 골재, 시멘트 등을 반입하기 위한 물양장, 도로 등은 반입방법에 따라 적절히 배치하고, 부대 장비로서 불도저, 벨트컨베이어, 트럭 등의 보조적인 장비와 거푸집조립·해체용으로 들어올리기 능력 3톤 정도의 이동식 또는 고정식 기중기를 제작현장에 배치하여 원활한 작업이 되도록 한다.

이외에도 동력설비에 대한 수전, 배전, 또는 비상 발전시설을 준비한다.

6-2 진수방법의 선정

케이슨 제작장은 케이슨의 진수방법에 따라 그 부지의 크기, 소요설비, 작업공정, 규모 및 능력이 다르고, 공사비에도 큰 차이가 생긴다. 따라서 진수방법을 선정할 때에는 여러 가지 요소를 감안하여 충분히 검토한 후 결정한다. 케이슨 진수방법의 선정시 고려할 사항은 다음과 같다.

- (1) 케이슨의 크기
- (2) 케이슨의 제작 및 진수 수량
- (3) 공기 및 공사비
- (4) 설비장소의 지형 및 자연조건
- (5) 설치장소까지의 거리와 운반방법

[참 고]

케이슨의 진수방법에는 다음과 같은 방법이 있다.

(1) 기중기선에 의한 인양방법

물양장이나 전면에 적정 수심을 확보하고 있는 호안이 근접한 곳에서 케이슨을 제작한 후, 대형 기중기선으로 들어올려 바다에 띄우거나 그대로 시공현장까지 들고 운반하는 방법이다. 최근에는 규모가 큰 기중기선의 출현으로 안벽이나 방파제용 케이슨은 주로 이러한 방법으로 제작, 진수하고 있다.

기중기선에 의한 방법은 케이슨 제작장에 인접하여 기중기선이 접안할 수 있는 호안이나 물양장 등의 접안계류시설이 있으면 가장 간단하고 안전한 진수방법으로 최근의 사례는 거의 대부분이 이 방법으로 진수되고 있다. 이 방법은 케이슨의 중량으로 인한 호안 및 물양장의 안정성 검토가 선행되어야하고 필요에 따라서는 이들 시설을 보강하거나, 케이슨의 전 높이 중 일부만 육상제작하고, 해상에 진수한 후 나머지를 해상 제작하는 경우도 있다. 이 방법은 기중기선의 인양능력에 따라 케이슨의 크기가 제약을 받는다는 약점이 있다.

(2) 경사로에 의한 방법

육상으로부터 해면으로 경사진 2줄 또는 4줄의 미끄럼길을 설치한 후, 그 위에 함대(函台)를 놓고 케이슨을 제작하여 제작이 끝나면 케이슨을 미끄럼길 위로 활강시켜 해면으로 진수시키는 설비이다. 강하시키는 방법에는 다음과 같은 것들이 있다.

- ① 목조 미끄럼길 위에 마찰을 적게 하기 위해 윤활유를 바르고 그 위에 함대를 얹어놓은 미끄럼틀을 놓고, 진수시에는 샌드 박스(Sand box) 및 트리거(Trigger)를 사용하여 자연 활강시키는 방법
- ② 목조 또는 콘크리트 고정태위에 레일을 깔고 그 위에 케이슨을 실은 차고를 로프로 속도를 조절하면서 진수시키는 방법이 있으나 대형 케이슨에는 이 방법을 별로 사용하지 않고 있다.
경사로에 의한 방법은 건선거에 비해 다음과 같은 장단점이 있다.
- ③ 경사로를 케이슨 제작용으로 사용할 경우 건설비가 싸다.
- ④ 공사도 용역하다.
- ⑤ 목조 미끄럼길 위를 자연 활강시키는 경우 일반적으로 케이슨은 경사로위에서 제작되기 때문에 바다 쪽에 있는 케이슨부터 차례로 진수시켜야 한다. 바다 쪽의 케이슨과 가장 안쪽의 케이슨 사이에는 높이의 차가 있어야 하므로 경사로 연장을 길게 하기는 어렵다. 사로연장을 길게 할 수 있다 하여도 가장 안쪽의 케이슨은 강하시 속도가 빨라져서 진수에 위험이 있다.
- ⑥ 이상의 이유로 동시 제작 개수가 적다.

⑦ 경사로에 의한 방법은 수중부에도 상당한 거리의 경사로를 필요로 한다. 이 때문에 전면수역이 정온하고 표사가 없고 적당한 넓이와 수심이 확보되어야 한다.

⑧ 진수대차를 사용하고 경사로와 케이슨 제작장을 따로 한 경우에는 케이슨 제작능력을 크게 할 수 있다.

(3) 건선거(Dry Dock)에 의한 방법

물을 배제한 선거 내에서 케이슨을 제작하고 물을 주입하여 케이슨을 부상시킨 후, 게이트를 열어 케이슨을 건선거 밖으로 끌어내는 방법이다. 이 방법은 여러 개의 케이슨을 동시에 제작하거나 대형 케이슨 제작이 가능하다.

건선거에 의한 방법에는 다음과 같은 장단점이 있다.

- ① 진수작업이 물의 주입과 게이트 개방으로 이루어지므로 안전하다.
- ② 선거작업현장이 주변의 지반고보다 낮고 한곳에 집중되어 있으므로 다른 여러 가지 설비를 합리적으로 배치할 수 있어서 재료운반도 용이하다.
- ③ 갑실과 게이트의 크기에 따라 필요한 케이슨의 적정규모 및 함수를 제작할 수 있다.
- ④ 건선거는 케이슨제작이 완료된 후 선박건조 또는 수리용 시설로 전용할 수 있다.
- ⑤ 선거 자체의 건설은 경사로방법에 비해 긴 공기와 많은 공사비를 필요로 한다.
- ⑥ 반영구적 구조물로서 능력 확장을 위한 개조가 어렵기 때문에 경사로에 의한 방법에 비해서 대규모공사 또는 장기간에 걸쳐 시공되는 공사에 적합하다.

(4) 부선거(Floating Dock)에 의한 방법

일반적으로 선박의 수리용으로 활용되며, 케이슨 제작에도 이용되고 있다. 우리나라에서는 마산항의 20,000DWT급 안벽구조용 케이슨을 제작, 진수한 사례가 있다.

부선거에 의한 방법은 부선거가 접안할 수 있는 제작장 부근으로 부선거를 예인하여 파랑이나 조석, 조류에 의하여 동요되지 않도록 견고하게 계류시키고, 밸러스트 워터(Ballast Water)를 배수하여 선체를 부상시킨 다음, 선체의 갑판이 수면 위로 노출되면 갑판바닥을 청소하고 그 위에 10cm내외의 모래를 고르게 부설한 후 케이슨을 제작한다.

케이슨 제작이 완료되고 양생기간이 충분히 지나면 케이슨을 진수시킬 수 있는 수심까지 부선거를 예인시킨 다음, 밸러스트 워터(Ballast Water)를 주입하여 부선거를 케이슨이 부상할 수 있는 진수수심까지 심강시켜 케이슨을 부선거 갑판상으로부터 이격·부상시킨다.

부선거에 의한 진수방법은 부선거 내부공간의 제약으로 1회에 1~2함의 케이슨 제작이 가능하므로 소규모일 경우 인근 접안시설을 이용하여 제작할 수 있는 장점이 있으나, 대규모 제작시에는 제작과 진수가 연속공정으로 이루어지므로 소요공기가 길어지고 부선거의 건조비가 많이 소요되며, 작업 여건상 진수에 필요한 수심 위치까지 예방하여야 하고, 제작장에 접안 설비가 갖추어진 넓은 작업장이 필요한 등의 단점도 있다.

(5) 가물막이(Temporary Dock)에 의한 방법

제작하려는 케이슨의 수가 적고 크기도 소형일 경우 간만의 차가 큰 장소에서 사용되는 경우가 있다. 수심이 얇은 해안이나 육상을 가물막이하여 건선거 형식의 제작장을 조성한 다음 케이슨을 제작한 후, 가물막이를 절개하면 해수가 유입되고, 내외수위가 같아져 일정 수위 이상이 되면 케이슨이 부상하게 된다.

가물막이에 의한 방법은 설비가 간단하지만 공기가 길고, 제작용량도 적으며, 정온하고 조위차가 큰 장소가 아니면 채용할 수 없다는 제약이 있다. 케이슨을 진수시키기 위해 가물막이를 절개하여 주수할 경우 수량조절이 되지 않아 사고의 위험도 있다. 따라서 이 방법은 특수한 경우가 아니면 채택하기 어렵다.

(6) 육상제작 이동(Jacking)+진수에 의한 방법

최근 국내의 대형케이슨제작에 널리 사용되고 있으며, 육상제작장(유압Jack에 의한 부상 및 이동)과 해상진수로 구분된다. 케이슨은 선로상의 대차위에서 제작되며 제작이 완료되면 Winch 등을 조작하여 대차위의 케이슨을 부선거(Floating Dock)나 쉘리프트 플랫폼(Ship Lift Platform)으로 이동시킨 후, 플랫폼방식의 경우 Hoist Winch로 하강시켜 케이슨을 진수시킨다.

플랫폼이 있는 쉘리프트 시스템은 크게 케이슨 진수설비와 육상 운반설비로 구분할 수 있는데, 진수설비는 플랫폼, 체인잭(Chain Jack : Hoist Winch), 체인으로 구성되고, 운반설비는 종횡방향의 레일시설, 대차, 운반기기로 이루어진다. 육상의 레일대차 상에서 케이슨이 제작되면 레일을 따라 운반된 케이슨은 플랫폼에 실리게 되고 플랫폼은 호이스트 윈치에 의해 체인이 서서히 풀리면서 수면 밑으로 하강하여 일정 수심까지 내려가면 케이슨은 부력에 의해 진수가 가능하게 된다.

이 방법은 시설규모에 따라 대량제작이 가능하다는 장점이 있으나, 임시제작 설비로는 공기가 길고 공사비가 많이 소요되는 결점이 있다.

부선거에 직접 선적하는 진수공법은 케이슨의 크기, 해상조건 등을 고려하여 적정의 부선거형식(연직 또는 경사잠수)을 선정·적용하여야 한다.

(7) 사상제작(砂上製作) 進水方法

개발 계획상 준설이 요구되는 모래지반위에 케이슨 제작장을 造成하여 케이슨을 제작한 후, 모래바닥을 해변측에서부터 준설을 시행하여 진수 가능한 일정수심이 되었을 때 케이슨을 進水시킨다.

砂上進水方式은 예정 浚渫計劃地에 모래로 된 海岸이 있어야 하므로 위치선정 조건상의 제약을 받으며 준설을 겸하는 조건이 아니면 채용할 수가 없다.

6-3 진수시설

6-3-1 일 반

본 절은 케이슨의 진수시설 설계에 적용한다.

[해설]

진수시설은 앞 절에서 기술한 여러 방법이 있으며, 각기 다른 특징이 있는 시설을 필요로 하고 있다. 그 중에서 기중기선, 부선거, 육상제작 이동(Jacking) 진수에 의한 방법은 장비의 의존도에 좌우되고, 경사로와 건선거에 의한 방법은 특수한 진수시설을 요한다. 따라서 본 절에서는 진수시설을 요하는 경사로와 건선거방법에 대한 사항만을 기술한다.

6-3-2 경사로

경사로는 제작된 케이슨을 안전하게 진수할 수 있도록 적절한 구조로 한다.

[참고]

(1) 경사로의 제원

케이슨 제작장의 길이는 케이슨의 경사로 종방향 길이에 작업 여유를 더한 길이와 경사로 종방향의 케이슨 제작개수를 곱한 값으로 하고, 작업장 여유는 거푸집의 운반조립에 지장이 없도록 고려한다. 케이슨 진수부분의 길이는 진수부의 경사도 및 케이슨의 흘수로부터 결정한다. 각 부 제원은 다음과 같다.

① 케이슨 제작부분

케이슨 제작부분의 경사는 시공시의 안전성을 고려하여 진수시 선가대가 활강할 수 있을 정도의 최소 경사도로 유지하도록 하는 것이 바람직하다.

목조 미끄럼길 위를 케이슨 자중으로 활강시키는 경우에는 1:10~1:18의 범위에서 특히 1:15정도의 경사가 가장 많이 쓰인다.

台車を 사용하는 경우에는 이 보다 완만한 경사로 해도 좋다. 종래의 시공 예로는 1:18~1:20의 것이 많으나, 台車を 사용하는 경우 무게 500t의 케이슨을 진수시킬 때 1:40의 경사로도 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 제작완료 직후 기초지반의 침하로 레일에 부등침하가 생겨 순조롭게 진수되지 않는 경우도 있음에 유의하여야 한다.

② 케이슨 진수부분

경사도가 단일경사이면 선가대 또는 台車는 항상 활주면에 접하여 진수시의 안전성을 신뢰할 수 있지만 수중부의 연장이 매우 길어진다. 따라서 경사로의 경사도를 점차 급하게 하므로서 가능한 경사로의 길이를 짧게 하여 소요수심에 이르도록 하는 것이 공비와 진수 시간을 절약하는 측면에서 바람직하다.

경사로의 변화는 원호 등의 곡선으로 하는 것이 시공상 어려우므로 보통 일정 구간마다 동일 경사로 하고 있다. 이 경우 인접 구간 간 경사도의 차가 크면 그 변곡점에 집중 하중이 작용하고, 충격하중도 작용할 염려가 있어서 위험하다. 따라서 같은 경사구간의 길이를 짧게 하고 원호면 등의 곡선에 연해서 점차 경사를 변화시킨다.

보통 일정경사구간의 길이는 케이슨의 경사로 방향 길이와 같은 정도로 잡는 수가 많다.

③ 최종경사

경사로의 최종경사는 상당히 급해지지만 이 경우 케이슨은 거의 물에 뜬 상태이므로 케이슨 전도 등의 사고는 적다. 그러나 활강하는 케이슨에는 가속도가 붙어 있고 케이슨이 기울어져 침수될 염려도 있으므로 수중부의 경사도는 케이슨의 안정을 검토해서 결정한다. 또 경사가 급하면 대차의 인양이 곤란해지는 수도 있다. 일반적으로 최종경사도는 1:3.5~1:7 정도로 하는 것이 좋다.

④ 경사선단부 마루높이

수중부 경사선단부의 마루높이를 알게 하면 케이슨이 경사로를 빠져나갈 때에 급격히 침하하고, 반면에 깊게 하면 경사로 연장이 길어져서 공사비가 증대된다. 따라서 경사 선단부 마루높이는 최대 케이슨의 흘수에 선가대, 함대 혹은 대차 등의 높이를 더한 것에 약간의 여유를 고려한 정도로 하는 것이 좋다. 여유는 자중으로 활강시키는 경우와 로프로 서서히 활강시키는 경우를 달리하여야 한다.

자중으로 활강할 경우에는 불확실한 점이 많으므로 안전성을 고려하여 경사진 케이슨의 해측 선단이 수중에 잠기는 깊이를 생각하면 된다. 로프로 활강시키는 경우, 경사진 상태에서는 케이슨의 부력과 자중의 균형상태를 고려하여 30~50cm의 여유를 추가로 부여하면 충분하다.

그리고 경사가 급하고 케이슨의 흘수가 깊은 경우에는 케이슨이 수중에 잠기므로 임시로 뚜껑을 덮고 진수시키는 경우가 있다. 이러한 경우의 전면수심은 앞에 기술한 수심보다 깊게 잡아야 한다.

(2) 경사로 각부의 설계

① 경사로의 기초는 다음 사항을 고려하여 설계해야 한다.

가. 경사로의 기초는 사석을 깔아 소요경사로 고르고 미끄럼길 부분은 폭 4~7m, 두께 0.6m~0.8m의 콘

크리트 또는 철근콘크리트 슬래브로 하는 것이 보통이다.

나. 기초의 부등침하하는 케이슨의 진수를 곤란하게 하고, 전도 등 사고의 우려도 있으므로 충분히 주의하여 시공할 필요가 있다.

다. 연약지반에서 하중이 크게 걸리는 경사변곡점을 말뚝으로 보강하게 되면 중간부만이 심하하여 불연속면이 발생하여 진수에 지장을 초래하므로 주의해야 한다.

② 경사로의 선단부는 밀다짐을 충분히 하여 경사로의 활동이나 세굴 등 안전상 문제가 생기지 않도록 해야 한다.

③ 궤도로는 강제레일을 사용하는 경우와 목재 미끄럼길에 윤활유를 발라서 사용하는 경우가 있다. 윤활유를 사용하여 진수하는 경우는 평균하중이 20tf/m²~30tf/m²가 되도록 미끄럼길 폭을 정한다. 30tf/m² 이상이 되면 윤활유가 밀려 나오거나 시동시의 저항이 크게 되어 수평력을 가하지 않으면 미끄러지지 않을 염려도 있다.

윤활유를 바를 경우에는 계절이나 온도에 따라 양을 조절하지 않으면 경사로의 마찰계수가 달라질 염려가 있다.

마찰계수(f)의 값은 윤활유의 성질, 바르는 방법, 온도, 중량이 작용한 후의 경과시간, 중량의 대소, 정지시·운동시 등의 여러 조건에 따라 다르다. 선박진수인 경우에는 표참(6-1)과 같은 접지압(p)과 마찰계수(f)의 관계가 있다. 레일과 차륜을 사용하는 경우에는 식(참6-1)로 설계한다.

그리고 이 경우의 마찰계수(f)는 차륜경에 따라 다르지만 일반적으로 윤활유를 사용하면 보다 작아진다. 목재 미끄럼길에 사용하는 재질로는 졸참나무 등의 단단한 것을 사용할 필요가 있다.

표참(6-1) 접지압과 마찰계수의 관계

접 지 압(p)	마 찰 계 수(f)
정 지 시	0.030~0.040
p-30tf/m ² 로 운동 할 때	0.018~0.030
p-20tf/m ² 로 운동 할 때	0.025~0.038
p-10tf/m ² 로 운동 할 때	0.033~0.048

$$P_{max} = KD(b - 2r)$$
$$L > (n - 1)(D + t) + D + 0.4$$

(참6-1)

여기서,

- P_{max} : 차륜의 허용륜압력(kgf)
- K : 허용응력계수($K=40\text{kgf/cm}^2 \sim 50\text{kgf/cm}^2$)
- b : 궤도저면폭(cm)
- r : 궤도의 頭部角 반경(cm)
- D : 차륜경(cm)
- L : 台車長(m)
- n : 차륜개수(개)
- t : 차륜간 여유(cm) (6cm정도로 할 때가 많다.)

표참(6-2) 레일의 제원

레일의 종류	궤도저면폭	궤도의 頭部角 半徑
50kgf 레일	6.8cm	1.1cm
74kgf 레일	10.0cm	0.8cm

- ④ 미끄럼길 또는 궤도간격은 제작된 최대 케이슨에서 최소의 것까지 활강시킬 수 있도록 결정해야 한다. 이 경우 궤도간격을 좁게 하면 대차 또는 선가대가 불안정하게 되고, 넓으면 이들의 단면을 크게 해야 하므로 여러 가지 경우를 검토하여 제작하는 케이슨에 맞도록 해야 한다. 너무 넓은 경우에는 미끄럼길을 3줄로 설치하는 수도 있으나 시공정도 및 부등침하에 충분히 주의할 필요가 있다.

(3) 부속시설

- ① 목조 미끄럼길에서의 진수시는 일반적으로 샌드박스 및 트리거를 사용한다. 샌드박스는 철제원통 내에 양질의 모래를 넣은 것이며, 밑에 있는 밸브를 열면 모래가 원통에서 하락하고 모래표면이 내려간만큼 위의 뚜껑이 서서히 내려가는 구조로 되어 있다. 샌드박스를 미끄럼대 밑에 넣어 모래를 빼내면 미끄럼대(滑台)가 내려가 미끄럼길위에 직접 놓여서 곧 미끄러지려는 상태가 된다. 이 사이에 선가대의 활강을 막고 있는 것이 트리거이다. 이것은 강제로 된 연속레바로 되어 있으며, 미끄럼대는 그 밑에 있는 경사로위의 고정대에 멈추고 있다. 트리거의 로프를 절단하면 각 레바가 연속으로 작동하여 고정대와 선가대와의 연결이 끊어지게 되어 있다. 샌드박스의 뚜껑은 3cm내려가는 정도로써 충분하다. 하중은 뚜껑 1cm²당 4kgf~5kgf의 하중에 견디므로 직경 30cm인 샌드박스로 약 350tf의 하중을 지지할 수 있다. 모래는 입경이 0.8mm~2.0mm의 건조한 모래를 사용한다.
- ② 선가대는 경사로의 경사도를 고려하여 상면이 수평이 되도록 각재로 제작하고 경사로로부터 탈선하지 않도록 턱을 붙인다. 대차는 메인빔(Main Beam)을 서로 연결하는 횡트러스로 이루어진다. 메인빔의 설계하중은 케이슨 및 函台重量의 충격력(충격계수는 30%로 하는 수가 많다)을 고려한 것이다. 횡트러스는 원치의 인장력으로 설계한다.
- ③ 케이슨을 경사로위에서 옆으로 이동시키는 시설로는 롤러 또는 대차가 있다. 롤러를 사용할 때는 경사로상에 있는 台車위에 직접 롤러를 이동시켜 台車에 케이슨을 얹어서 진수시킨다. 따라서 케이슨 제작위치는 경사로상에 있는 台車の 높이보다 높게 한다.
台車를 사용할 경우에는 경사로위에 있는 台車로 이동시키기 위해 Jack 등의 시설을 필요로 한다.
- ④ 원치의 능력은 경사로 상에 케이슨을 정지시켜 놓을 권양력, (진수대차)의 권양력, 케이슨을 경사로위에 끌어내리는데 필요한 힘에 의해 결정된다. 제동력 및 卷揚力은 경사로의 케이슨 및 대차의 중량, 부력, 차륜의 회전저항에 의해 결정되고, 끌어내리는데 필요한 힘은 케이슨 및 트래버서(Traverser)중량과 회전마찰계수로부터 결정된다.
- ⑤ 케이슨을 경사로에 끌어낼 경우 콘크리트제 원통형으로 된 옆으로 끄는 포스트를 이용하여 로프의 방향을 바꾸어 원치에 힘을 전달한다.

6-3-3 건선거(乾船渠)

건선거는 전체 케이슨 제작함수, 공사기간, 지형여건 및 사후 건선거의 이용 상황 등을 고려하여 적절한 규모로 하고, 제반 외력에 대하여 안전하도록 설계한다.

[참 고]

(1) 건설거의 제원

① 건설거 각 부의 치수는 다음과 같이 결정한다.

가. 길 이

$$L = n(l + \alpha) + \beta \quad (\text{참6-2})$$

여기서,

- L : 선거의 길이(m)
 n : 횡방향으로 늘어놓은 케이슨의 개수(합)
 l : 케이슨의 길이(m)
 α, β : 작업을 위한 여유(m)

나. 폭

$$B = n'(b + \alpha) + \beta \quad (\text{참6-3})$$

여기서,

- B : 선거의 폭(m)
 n' : 횡방향으로 늘어 놓은 케이슨의 개수(합)
 b : 케이슨의 폭(m)
 α, β : 작업을 위한 여유(m)

다. 깊 이

$$H = D + h_1 + h_2 + \gamma \quad (\text{참6-4})$$

여기서,

- H : 선거의 깊이(m)
 D : 케이슨의 최대흘수(m)
 h_1 : 케이슨 제작대의 높이(m)
 h_2 : 지반고(m)
 γ : 여유(m)

② 선거의 평면형상은 직4각형이며 작업을 위하여 거푸집 및 기타자재의 조립, 운반에 필요한 여유로 케이슨 1개당 3m 정도가 필요하다.

③ 일반적으로 선거내에는 횡방향으로 2열 또는 3열을 병렬로 제작한다. 그 이상 케이슨을 배열하면 진수 예인시 조작이 곤란하게 될 수 있다.

케이슨이 물에 뜰 때에는 좌우로 움직이므로 좌우로 각각 1m 정도의 여유가 필요하나, ②에서 언급한 3m의 여유를 고려하면 부유시의 여유는 특별히 따로 고려할 필요가 없다.

④ 건설거의 깊이는 물을 넣고 게이트를 열었을 때 케이슨바닥과 제작대와의 사이에 부착력이 작용한다는 점을 감안하여 케이슨이 부상할 수 있는 수심이 있어야 한다. 조위차가 큰 항인 경우 케이슨을 선거에서 끌어내는 작업 중 케이슨이 조위가 강하하더라도 선거바닥에 접촉하지 않도록 하여야 한다.

선거의 바닥면과 케이슨 바닥면간의 부착력에 저항하는 부력으로서의 여유수심으로 0.4m정도에서 케이슨이 떠오른 시공 예가 있다. 예선작업에 따른 여유로는 작업시간 내에 예상되는 최저수위를 기준으로 한다.

갑문 형식에 따라서는 게이트실(Gate Sill)부분이 선거 바닥보다 높게 되는 경우가 있으므로 유의하지 않으면 안 된다.

(2) 건선거에 작용하는 외력과 하중

① 건선거의 설계는 「제7편 제4장 갑문」에 준한다. 일반적으로 선거내에 물이 없는 상태에 대하여 검토하면 되지만 만수상태일 때 슬래브 하부의 지내력을 검토할 필요가 있다.

② 건선거에 작용하는 외력과 하중은 다음과 같다.

가. 船渠외측에서 작용하는 힘

- ㉠ 측벽에 작용하는 토압과 수압
- ㉡ 게이트 외해로 부터의 수압과 파력
- ㉢ 바닥 슬래브 밑면에 작용하는 양수압
- ㉣ 지반반력
- ㉤ 크레인 하중

나. 船渠내부에서 작용하는 힘

- ㉦ 만수시의 수압과 물의 무게
- ㉧ 배수시의 케이슨 무게

다. 船渠자중

③ 케이슨의 무게는 제작대에 등분포하중으로 작용하는 것으로 본다.

④ 게이트 외해로부터의 수압은 게이트를 통해서 측벽에 작용한다. 이 경우 수압을 게이트 양 측벽부분만 받고 게이트바닥에서는 수압을 받지 않는 것으로 설계하는 경우와 양측벽 부분과 게이트바닥에서 수압을 분담해서 받는 것으로 하여 설계하는 경우가 있다.

전자의 경우 한쪽 측벽에 작용한 하중은 식(참6-5)로 표시된다.

$$P = \frac{B + 2b}{6} H^2 \quad (\text{참6-5})$$

후자의 경우 한 쪽 측벽에 작용하는 외력과 게이트바닥에 작용하는 외력은 식(참6-6)으로 표시한다.

$$P_w = \frac{1}{6} B H^2 \quad (\text{참6-6})$$

$$P_s = \frac{2}{3} b H^2$$

여기서,

- P : 한쪽 측벽에 작용하는 수압(tf)
- $2B$: 게이트 윗폭(m)
- $2b$: 게이트 아래폭(m)
- H : 게이트의 하단에서 수면까지의 높이(m)
- P_w : 한쪽 측벽이 받는 수압(tf)
- P_s : 게이트 바닥이 받는 수압(tf)

이상은 폭풍시에 수위가 게이트 윗면까지 올라왔을 경우에 외해로부터의 수압이 게이트를 통해서 게이트 양측벽에 전달하는 힘이다. 또한 선박용 건선거인 경우에는 선박의 충격력을 고려하여 한쪽 측벽에 작용하는 외력의 계산치의 2배를 설계 하중으로 하고 있다.

- ⑤ 슬래브에 큰 양수압이 작용하는 경우에는 이를 감소시키기 위해 시멘트를 주입하거나 차수벽, 기타 대책을 마련하여 직접 양수압이 작용하지 않게 한다. 「제7편 제4장 갑문」을 참조한다.

(3) 갑문(Gate)

- ① 케이슨 제작용 건선거의 갑문은 개폐의 빈도가 극히 적으므로 개폐에 요하는 시간이 길더라도 안전하고 확실한 방법을 채택하고 있다. 일반적으로 플로팅 게이트를 채택하는 경우가 많다. 구조는 「제7편 제4장 갑문」에서 기술한 바와 같으나 이의 장단점은 다음과 같다.

가. 문비체(門扉體)는 격자구조이며, 선박모양을 하고 있어서 강성이 있고, 파랑에 대해서도 강하다.

나. 게이트 하부가 지진 혹은 부등침하 등으로 어긋나더라도 문비체(門扉體)에 핀 등이 사용되지 않았기 때문에 파손되는 일은 없다.

다. 먼지, 토사 등이 있어도 별로 문제가 되지 않는다.

라. 문짝 내외 도장 등의 보수는 사용 중에도 가능하다.

마. 조작시간이 길다

바. 개폐 조작 순서가 복잡하다.

- ② 마이터 게이트(Miter Gate) 「제7편 제4장 갑문」 참조), 플랩 게이트(Flap Gate) 등도 외국에서 채택되고 있다.

플랩 게이트는 메인빔 및 보조빔의 바다쪽에 스킨 플레이트(Skin Plate)를 붙인 문비체(門扉體)로서 하부에 힌지를 두어 게이트를 개폐하는 구조이다. 메인빔의 일부 또는 스킨 플레이트를 육지쪽에도 붙여 부력탱크를 구성하여 문비의 조작을 용이하게 하는 경우도 있다.

장점으로는

가. 플로팅 게이트에 비해 문비체(門扉體)가 가볍다.

나. 조작시간이 짧다.

단점으로는

다. 먼지 토사 등이 많은 장소에서는 개폐되지 않을 염려가 있다.

라. 부등침하에 대해서 약하다.

마. 문비체에 강성이 없으므로 파랑에 대해 저항력이 작다.

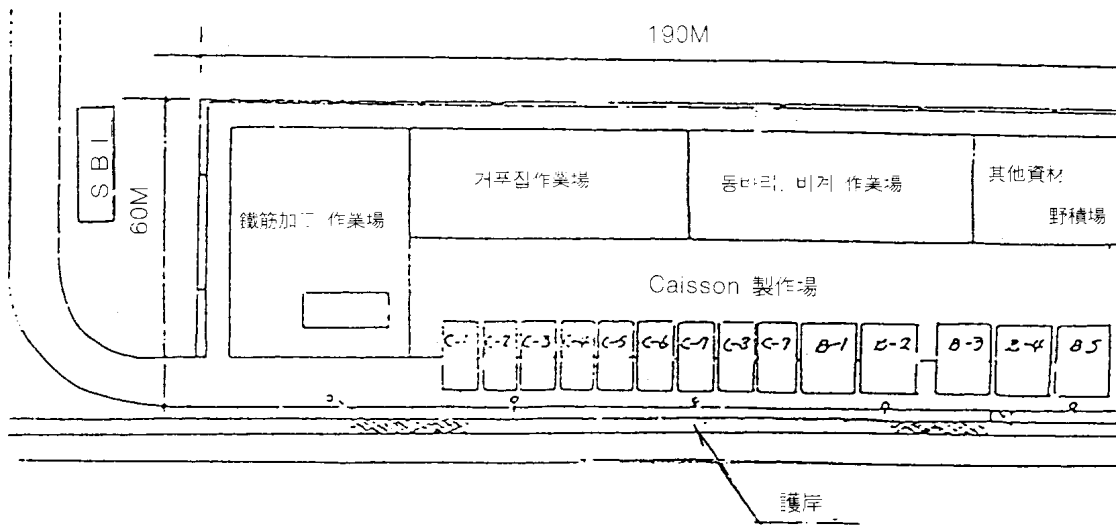
바. 힌지가 수저에 있기 때문에 보수가 쉽지 않다.

6-4 케이슨 제작시설의 설치

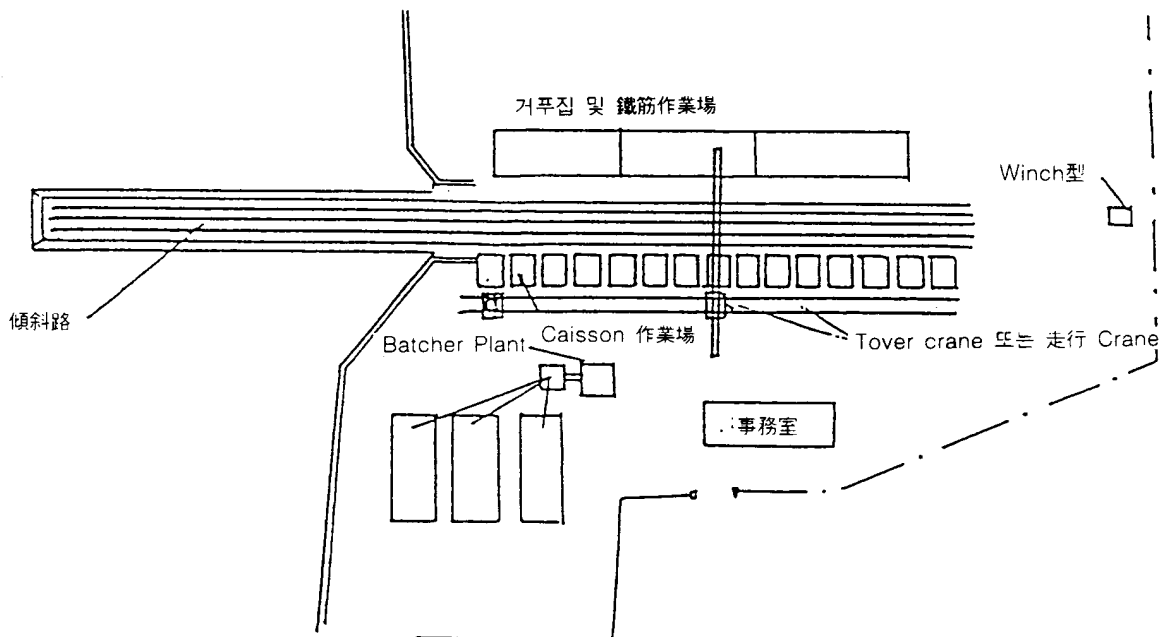
케이슨 제작시설은 케이슨의 진수방법 및 제작장의 상황에 따라 다르나, 합리적인 공정계획에 따라 생산성을 극대화하고 안전하게 작업을 할 수 있도록 배치하고 설계한다.

[참 고]

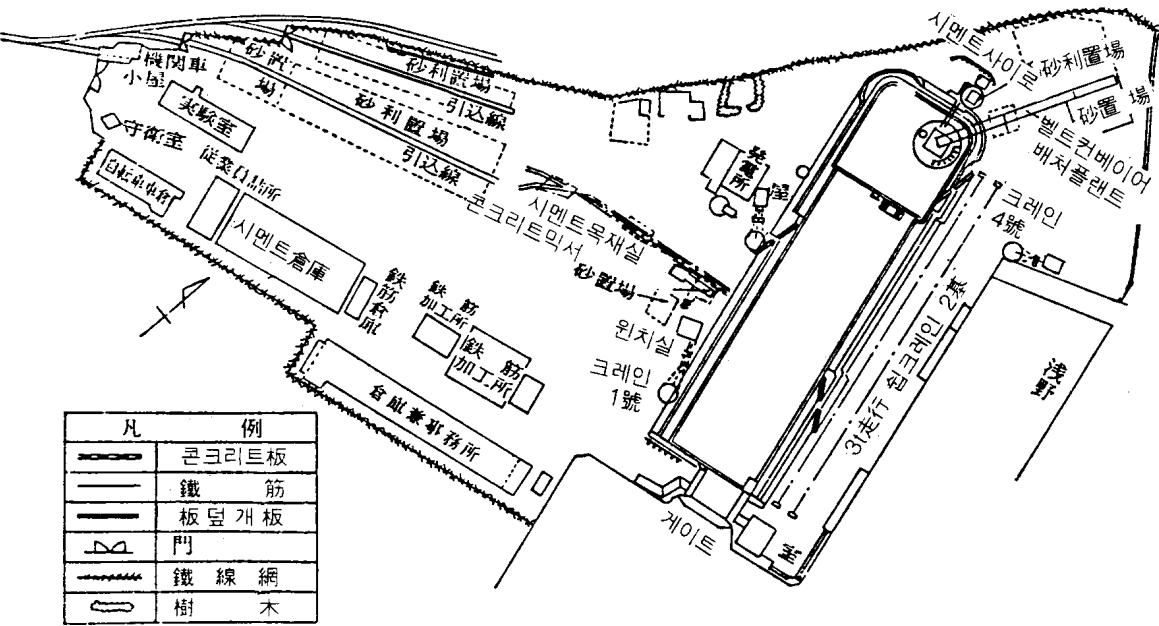
진수방법에 따른 케이슨 제작시설의 배치 예는 도참(6-1)~(6-6)과 같다.



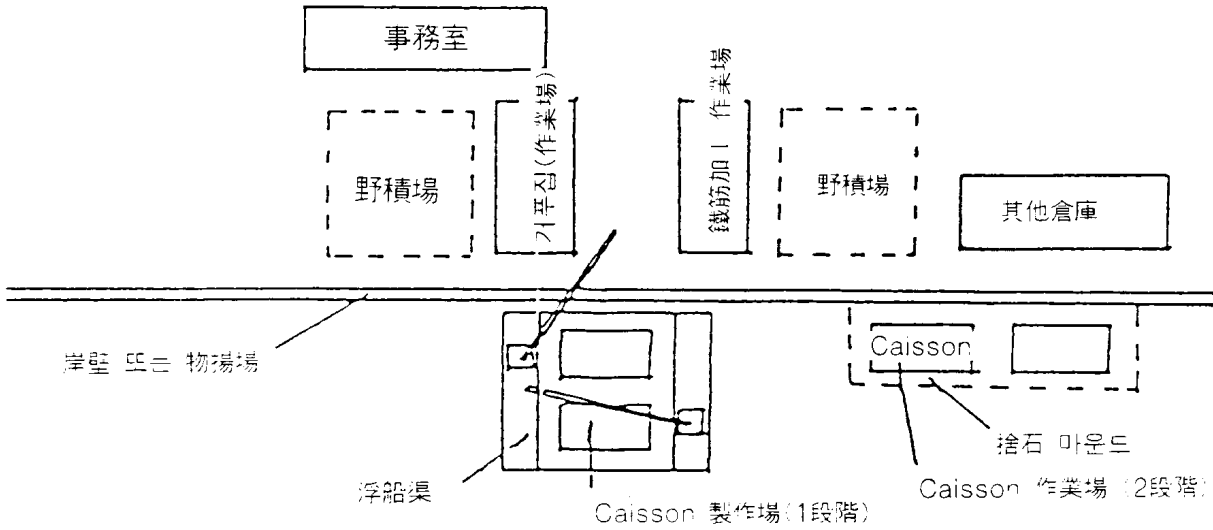
도참(6-1) 기중기선사용식 케이슨 제작장 예



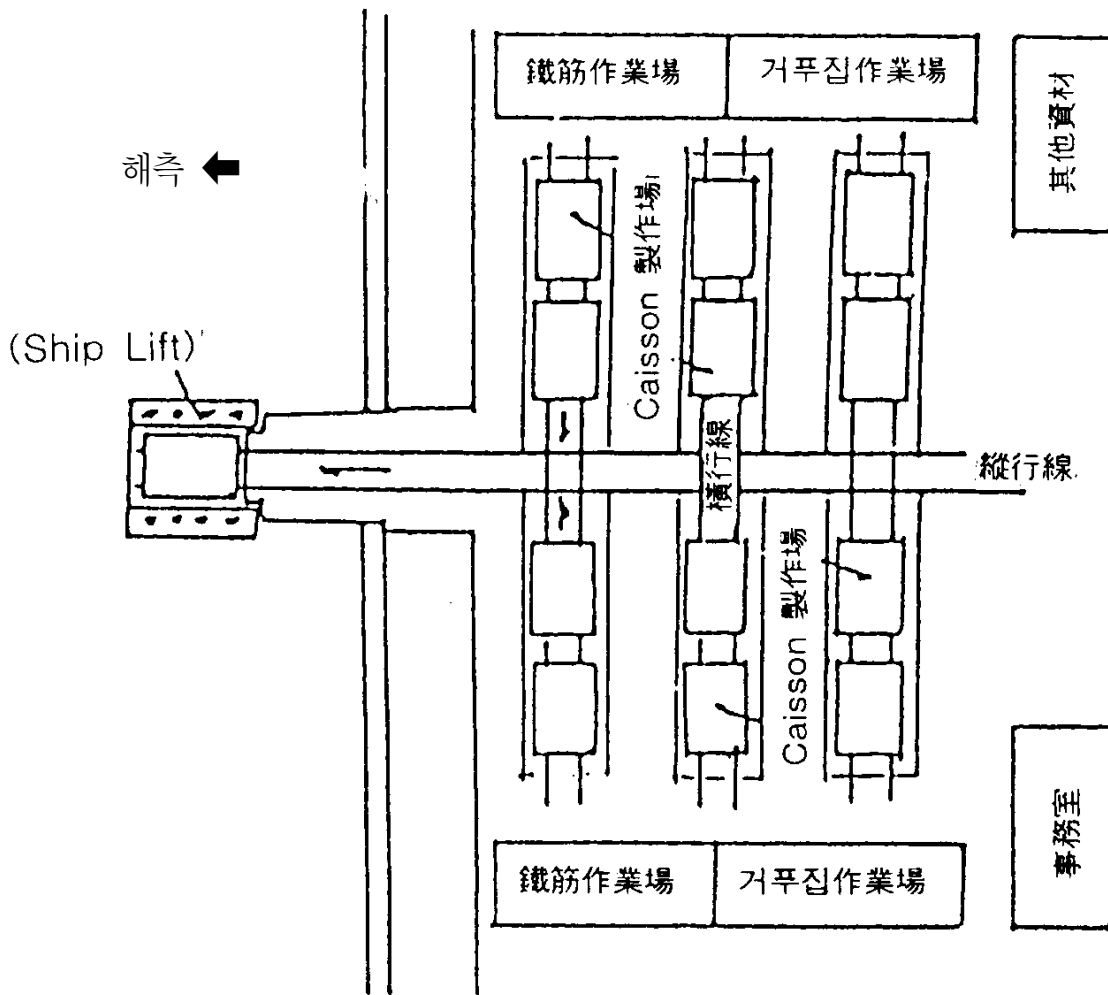
도참(6-2) 경사로식 케이슨 제작장 예



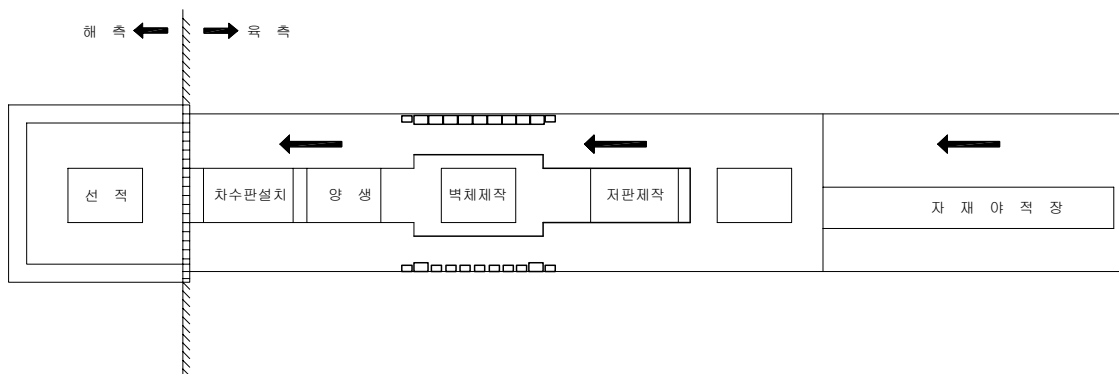
도참(6-3) 건설거식 케이슨 제작장 예



도참(6-4) 부선거식 케이슨 제작장 예



도참(6-5) 육상제작 이동(Jacking) 방식의 케이슨 제작장 예 (쉽리프트 플랫폼 진수)



도참(6-6) 육상제작 이동(Jacking) 방식의 케이슨 제작장 예 (부선거 진수)

제 7 장 항만전력설비

7-1 전력설비의 기본방향

항만운영에 필요한 전력설비는 타워크레인, 냉동컨테이너, 조명탑, 전산장비 등 대형화에 따른 전원 신뢰성과 전력품질 및 유지관리 용이성 확보를 위하여 신기술을 적용, 자동화시스템을 통하여 최적의 전력설비를 구성한다.

7-2 수변전설비

- (1) 한국전력공사 공급약관과 현황을 조사하여 한국전력공사와 협의 후 항만의 전력사용량 계획에 따라 154KV 또는 22.9KV를 수전한다.
- (2) 수변전설 위치는 전력부하공급의 중심으로서 유지관리 및 편의성을 고려하여 수해의 피해가 없고 환기시설이 가능하며 장비 반입이 용이한 장소로 계획하여야 한다.
- (3) 변압기 Bank 구성은 부하용도별, 장래 증설을 고려하여 변압기 고장 및 계통사고를 대비하여 Back-Up시스템 계획과 합리적이고 효율적인 운전이 가능하도록 한다.
- (4) 배전방식은 부두의 부하특성과 시설규모에 따라 직강하, 2단 강하 또는 3권선 변압기 등을 검토하여 적용한다.
- (5) 수변전계통의 전력기기 보호 및 안전성 향상을 위하여 고장전류 및 지락전류를 시뮬레이션 후 수변전설비의 기자재 선정하여 최적의 시스템을 구성한다.
- (6) 수변전계통의 사고방지와 대응 및 조치를 위하여 고장전류 및 지락전류 시나리오에 의한 시뮬레이션을 한 후 수변전설비의 보호계전기 설정과 유지관리를 위한 보고서와 교육을 한다.
- (7) 부하설비의 기자재(C/C, 인버터, 정류기, 컴퓨터 등)에서 발생하는 고조파 3,5,7,...로 인해 기기손상 및 오동작 요인을 제거하기 위한 고조파 시뮬레이션을 한 후 고조파 Filter를 설계 설치하여 최적의 수변전 시스템이 되도록 한다.
- (8) 수배전반 큐비클은 전자배전반(계전기, 계기)을 적용하여 유지보수 및 원격감시 제어가 용이하도록 한다.

7-3 예비전원 설비

- (1) 예비전원 설비는 건축법, 소방법 등 관련법규와 유지관리, 효율성 등을 검토하여 목적에 부합되도록 시스템(발전기설비, 축전지설비, 무정전 전원설비 등)을 선정한다.
- (2) 상용전원의 예고정전이나 불시의 정전에 대비 발전기를 시설하여 관련법규의 공급부하와 업무효율성을 감안하여 중요부하에 전원공급을 10시간 이상 지속할 수 있도록 한다.
- (3) 상용전원 순간 정전이나 발전기 가동 후 전압이 확립되기까지 수변전 설비 조작 및 감시 등을 위해 D.C 전원을 확보하기 위한 축전지설비를 하며, 공급부하 범위는 수변전 설비 제어회로 전원과 비상조명등에 공급한다.
- (4) 정보통신, 방재, 방법, 제어 및 감시 등의 반도체 장비의 전원공급 신뢰도를 확보하기 위해 무정전 전원장치(UPS)를 설치하며, Back Up시간은 30분 이상으로 한다.

7-4 피뢰침 및 접지설비

- (1) 피뢰설비는 관련법규에 적합하며, 인명 및 시설물을 보호하기 위해 뇌격전류를 신속하고, 안전하게 방류시켜 완전 보호될 수 있는 방식으로 한다.
- (2) 접지설비는 관련법규에 적합하며, 감전사고 및 기기보호를 위해 접지간의 전위차가 발생하지 않도록 한다.
- (3) 접지선 및 접지극은 토양에 대한 부식방지를 고려하고, 내식성이 우수하고 오랜기간 동안 저항값 변화가 적은 방식을 적용한다.

7-5 조명탑설비

- (1) 조명탑 및 등기구는 내식성에 강한 재질로 한다.
- (2) 조명등의 광원 선정은 에너지 절감, 경제성 및 유지보수 등을 비교하여 적용한다.
- (3) 방전등의 안정기는 한시점등 안정기와 순시점등 안정기의 경제성을 비교하여 적용한다.
- (4) 이상전압 및 노이즈로가 유기되는 선로로 인해 통신직 등의 소손 방지를 위해 조명배전반에 충격전압 흡수기(Surge Absorber)를 설치한다.
- (5) 필요조도의 확보 및 광공해 방지를 위해 시뮬레이션을 하여 최적의 조명설비가 되도록 한다.
- (6) 안전과 유지관리를 위해 누전 및 고장진단 기능을 적용한다.
- (7) 제어시스템의 에러 또는 고장에 따른 비상점등이 가능하도록 한다.

7-6 조명제어 및 전력 제어설비

- (1) 수변전설비의 제어 및 감시와 조명제어 감시를 통한 시스템을 적용한다.
- (2) 수변전설비 유지관리의 신속 대응과 에너지절약을 위해 원격제어 및 감시시스템을 적용하여 수변전설비의 운전상태 및 계측, 적산이 가능하도록 한다.
- (3) 조명제어설비는 에너지 절약과 유지관리를 위해 개별제어 및 조도, 시간에 의한 제어가 가능하도록 한다.
- (4) 제어, 계측 데이터를 디지털로 기록, 보관, 분석 등이 가능하도록 한다.