

발 간 등 록 번 호
11-1611000-000368-01

# 항만시설물의 안전시설 설계지침

2009. 1



국 토 해 양 부

## 머 리 말

그동안 우리사회가 질적으로 성장하면서 친수(Waterfront)에 대한 국민의 관심이 높아지고 있으며, 친수항만의 개발이나 개방요구 또한 높아지고 있는 실정입니다. 이에 부응하여 각종 항만환경정비사업이나 마리나 개발사업 등과 같은 다양한 사업이 추진되고 있으며, 계획단계에서부터 친수의 개념을 다양하게 도입하여 일반에게 개방하고 있습니다.

지구 온난화 등의 영향으로 기상·해상 환경이 급변하고 있는 시점에서 항만시설물의 개방과 이용자 증가 등이 겹치면서 안전사고 또한 점차 증가하고 있는 실정입니다. 특히, 방파제는 파랑의 영향을 크게 받아 사람들의 출입을 금지해야 하는 시설임에도 불구하고, 실제로는 낚시 또는 관광을 목적으로 이용됨에 따라 이용자가 방파제에서 추락, 사망하는 등 인명피해 사고가 종종 발생하고 있어 항만시설에 설치되는 안전시설의 기술적 지침 마련이 절실한 실정이었습니다. 이러한 때에 본 지침서를 발간한 것은 시민들의 안전확보 측면에서 시의 적절하다고 생각합니다.

본 지침서는 선진 외국의 항만시설물 안전시설 지침 및 국내 타 분야의 안전시설 지침을 참조하여 기술적으로 가장 안전하며, 효율적인 지침이 되도록 고려하였습니다. 또한 「항만 및 어항 설계기준」과 내용상 동일한 부분에서는 「항만 및 어항 설계기준」의 해당조항을 따르도록 하여 기술자가 혼동하지 않도록 하였습니다. 본 지침을 통해 시민들이 보다 안전하게 항만시설물을 이용할 수 있게 되길 기대합니다.

다만, 처음 시작하는 단계에서 미흡하거나 보완 또는 수정되어야 할 부분이 있다면 적극 조언을 부탁드립니다. 이에 대해서는 검토하여 지속적으로 보완 수정해 나갈 것을 약속드립니다. 본 지침서를 활용하시는 여러분의 많은 관심과 조언을 부탁드립니다.

2009년 1월

국토해양부 항만건설정책관 조 종 환

### 설계지침 제정에 따른 경과조치

- 본 지침은 2009년 3월부터 적용하며, 파랑 등에 의한 외력에 의해 파손되어 전반적인 교체가 필요하거나 노후되어 교체 또는 신설 되는 안전시설에 한해 적용할 수 있다.
- 발간 시점에서 이미 시행중인 설계용역이나 건설공사에 대해서는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 기존의 지침을 적용할 수 있다.

# 목 차

## 제1장 총 설

1.1 지침의 목적 및 내용 .....	1
1.1.1 목 적 .....	1
1.1.2 내 용 .....	2
1.2 항만시설물 이용형태 .....	6
1.3 항만시설에 있어서의 위험성 .....	10
1.4 적용범위와 유의사항 .....	12

## 제2장 안전시설의 설계외력

2.1 일반사항 .....	15
2.2 재해 위험단계의 구분 .....	16
2.3 안전평가지 기본적인 고려사항 .....	22
2.4 안전시설의 설계외력 .....	26
2.4.1 월파력 .....	27
2.4.2 풍압력 .....	37
2.4.3 사람 및 군중하중 .....	37
2.4.4 지진력 .....	39
2.4.5 기타 설계외력 .....	39

## 제3장 안전시설 설계지침

3.1 일반사항	41
3.2 설계 기본방침	42
3.3 안전시설 배치	44
3.3.1 피해예방시설	44
3.3.2 위험 인지시설	45
3.3.3 긴급시 대응시설	46
3.3.4 기타시설	48
3.4 안전시설 설계	50
3.4.1 이용상의 마루높이	50
3.4.2 난간	52
3.4.3 진입방지시설	59
3.4.4 표지·안내판	60
3.4.5 방송·경보와 긴급통보시설	63
3.4.6 피난시설	64
3.4.7 구난시설	64

## 제4장 안전시설 재료

4.1 일반사항	67
4.2 주재료	68
4.2.1 주재료 선정방법	68

4.2.2 일반적 특성 .....	68
4.2.3 주재료 선정 .....	70
4.3 방식재료 .....	72

## 제5장 유지관리 및 보수대책

5.1 일반사항 .....	75
5.2 염해대책 .....	76
5.3 조류(藻類) 발생 방지대책 .....	77
5.3.1 조류(藻類) 성질 .....	77
5.3.2 방지대책 .....	78
5.4 안전시설 점검 .....	79
5.4.1 안전시설 점검 방법 .....	79
5.4.2 안전시설별 점검내용 .....	80
5.5 안전시설 유지보수 .....	81

## 참고문헌

## 부 록 : 난간 설계(예)

# 제 1 장

## 총 설

- 1.1 지침의 목적 및 내용
- 1.2 항만시설물 이용형태
- 1.3 항만시설에 있어서의 위험성
- 1.4 적용범위와 유의사항

## 제 1 장 총 설

## 1.1 지침의 목적 및 내용

## 1.1.1 목 적

- (1) 본 지침은 사람들에게 개방되는 항만시설물의 안전시설 설계에 있어서 고려해야 할 사항을 정하고 있으며, 이용자들이 보다 안전하게 항만시설을 이용할 수 있도록 하는 것을 그 목적으로 한다.
- (2) 본 지침은 현행 항만법 등에서 규정하는 시설 중 방파제와 호안을 주 대상으로 하여 위 (1)항과 같이 적용한다.

## [해설]

## (1) 대상 항만시설의 범위

- ① 항만시설이라 함은 항만법 제 2조 6호에서 정하는 항만시설과 동법 제 18조에서 정하는 비관리청 항만공사로 국가에 귀속된 시설 및 민간투자법 제 2조에서 정의하는 항만시설을 의미하며, 여기에 설치된 각종 안전시설을 포함한다.
- ② 본 지침의 적용대상 시설은 방파제와 호안이며, 그 외의 항만법 등에서 규정하는 항만시설 (접안시설 등)에 대해서도 이를 준용하여 적용 할 수 있다.

## (2) 지침의 목적

- ① 사회가 질적으로 성장하면서 친수(Waterfront)에 대한 국민의 관심이 높아가고 있으며, 항만의 개발도 이에 부응하여 항만 리모델링이나 항만환경정비사업 등 질적인 부분에 집중되고 있다. 또한, 해양성 레크레이션의 수요증대에 따라 마리나 개발사업 등이 추진되고 있다. 이는 항만 공간을 단순히 물류나 생산의 장소가 아닌 사람들이 쉽게 접근하여 즐길 수 있도록 하기 위한 것이다.
- ② 이와 같이 각종 항만시설에 대한 개방요구가 높아짐에 따라 사람들이 쉽게 접근하여 여가를 즐길 수 있는 친수성방파제, 친수성호안 등이 점차 보급되고 있는 반면 기후변화로 인한 이상 파랑의 빈번한 발생 등으로 항만시설 이용자의 안전사고도 점차 증가하고 있는 실정이다.
- ③ 특히, 방파제는 파랑의 영향을 크게 받아 사람들의 출입을 금지해야 하는 시설임에도 불구하고, 실제로는 낚시 또는 관광을 목적으로 이용됨에 따라 이용자가 방파제에서 추락, 사망하는 등 인명피해사고가 종종 발생하고 있다.

- ④ 따라서, 사람들에게 개방을 허용하는 항만시설물에서 이용자(사람)에 대한 안전대책을 강구하여 인명피해를 방지토록 계획하는 것이 본 지침의 목적이다.

### 1.1.2 내 용

- (1) 본 지침은 “총설, 안전시설의 설계외력, 안전시설 설계지침, 안전시설 재료, 유지관리 및 보수대책”의 총 5장으로 구성되어 있으며, 각각에 대한 기술적인 사항에 대하여 적용 지침을 제시하였다.
- (2) 본문(Box)의 내용은 지침의 기준이 되며, [해설]은 이를 보완, 설명하여 설계 실무에 참고가 될 수 있도록 내용을 구성하였다.

#### [해설]

- (1) 본 지침에서 사용하는 용어는 「항만 및 어항 설계기준」에서 사용하는 용어의 정의에 따르며, 같은 용어의 표기방법이 다를 경우 일반적으로 통용하는 용어로 통일하여 기술한다.
- (2) 타 법규와의 관계 : 본 지침에서 정한 내용과 동일한 내용이 관계 법령에 정해져 있는 경우에는 그 법령에 따른다.
- (3) 용어의 정의

항만시설물 안전시설은 그 기능에 따라 ① 피해예방을 목적으로 하는 시설, ② 위험도를 판단하는 시설, ③ 위험을 알릴 수 있는 시설, ④ 긴급상황 발생시의 대응시설 등으로 구분할 수 있으며, 각각 아래와 같이 세분화 할 수 있다.

#### ① 피해 예방시설

- 추락방지시설 : 항만시설에서 안전상 가장 문제가 되는 바다로의 추락, 계단 등에서의 전도 등을 방지하기 위한 시설로써 일반적으로 난간과 파라펫과 같은 시설을 의미한다.
- 진입방지시설 : 특별히 위험한 장소에서 물리적으로 진입을 저지하는 출입금지시설로서 기상·해상조건의 악화 등에 따라 출입을 금지하는 경우에도 이 시설을 설치할 수 있다.
- 미끄럼방지시설 : 이끼 등에 의해 미끄러지기 쉬운 장소에 설치하는 시설
- 배수시설 : 항만시설물의 상부에서 원활한 배수를 위해 설치하는 시설
- 피뢰침과 접지선 : 뇌전이 문제가 되는 장소에 설치하는 시설
- 조명시설 : 야간에 항만시설물을 이용 할 수 있도록 하기 위한 편의시설

## ② 위험도를 판단하는 시설

기상·해상조건을 수집 또는 판단하여 항만시설로의 출입금지대책을 확실하게 강구하기 위해 필요한 시설이다. 이러한 시설로는 다음과 같은 것들이 고려된다.

- 정보를 얻는 시설(TV, 라디오, 전화 등) : 기상청 등에서의 기상해상정보를 얻는 시설
- 상황을 판단하는 시설(풍향·풍속계, 파고계 등) : 방파제 부근의 바람이나 파의 상황 등을 정확히 판단하는 시설
- 위험가시화 시설 : 방파제 위에서는 실제 월파가 발생하기 전에는 그 위험 정도를 판단하기 어려우므로 위험정도의 판단이 용이하도록 월파가 발생하기 쉬운 장소에 설치하는 시설

## ③ 위험을 알릴 수 있는 시설(정보전달시설)

- 표지 및 안내판 : 항만시설 이용시의 위험성을 이용자에게 충분히 알리고, 특별히 위험한 장소와 행동에 대해서도 알리기 위해 필요한 시설
- 방송·경보시설, 전광판 : 기상 및 해상 등에 대한 현재의 상황과 추후 예측 정보를 알려 이용자에게 주의를 불러일으키고 대피를 권고하기 위한 시설

## ④ 긴급상황 발생시의 대응시설

- 긴급통보시설(비상벨, 전화, 방송시설 등) : 추락자 발생 등의 긴급상황이 발생하였을 때 이를 이용자와 관리자 등에게 알리기 위한 시설
- 피난시설(대피소, 대피로 등) : 파랑조건이 급격하게 악화되는 경우 임시로 급하게 피난할 수 있는 장소(대피소)와 안전한 지역으로 피난 할 수 있도록 만든 통로(대피로)
- 구난시설(구명환, 사다리, 로프, 구명용 계단, 구명보트 등) : 추락자가 자력으로 항만시설물 위로 올라오거나 추락자를 신속하게 구조 할 수 있는 시설

## (4) 공사용 기준면

- ① 시설물의 계획, 설계 및 공사를 할 때 기본이 되는 기준면을 공사용 기준면이라 한다.
- ② 기본수준면은 평균해면(M.S.L)보다 주요 사분조(M2, S2, K1, O1)의 반조차를 합한 수면 아래의 수위를 말한다.
- ③ 기본수준면의 설정은 「항만 및 어항 설계기준(2005)」 제 1편 제 3장 공사용 기준면에 따른다.

## (5) 단위환산

국제단위계의 사용에 대하여는 건설사업에 있어서 국제단위계(SI) 이행의 가이드, 계량단위의 SI화, 국제단위계 보급 촉진에 의해 【 표 1-1 】의 SI단위 환산표를 참고한다.

【 표 1-1 】 SI 단위의 환산율표

번호	량	계량단위		SI 단위		환 산 율
1	길이	미크론	$\mu$	미터	m	$1\mu=1/mm$
2	질량	중량키로그램 미터당평방초	$kgf\cdot s^2/m$	키로그램	kg	$1\text{ kgf}\cdot s^2/m=9.80665\text{kg}$
3	가속도	갈	Gal	평방초당미터	$m/s^2$	$1\text{ Gal}=0.01m/s^2$
4	힘	중량키로그램	kgf	뉴톤	N	$1\text{ kgf}=9.80665\text{N}$
5		다인	dyn	"	N	$1\text{ dyn}=10\mu\text{N}$
6	힘의 모멘트	중량키로그램미터	$kgf\cdot m$	뉴톤미터	N·m	$1\text{ kgfm}=9.80665\text{N}\cdot\text{m}$
7	압력	평방센치미터당 중량키로그램	$kgf/cm^2$	파스칼	Pa	$1\text{ kgf}/cm^2=9.80665\times 10^4\text{Pa}$ $=9.80665\times 10^{-2}\text{MPa}$ $1\text{ kgf}/cm^2=9.80665\times 10^{-2}\text{N}/mm^2$
8				평방밀리미터당 뉴톤	$N/mm^2$	
8			mHg	파스칼	Pa	$1\text{mHg}=133.322\text{kPa}$
9	응력	평방센치미터당 중량키로그램	$kgf/cm^2$	파스칼	Pa	$1\text{ kgf}/cm^2=9.80665\times 10^4\text{Pa}$ $=9.80665\times 10^{-2}\text{MPa}$ $1\text{ kgf}/cm^2=9.80665\times 10^{-2}\text{N}/mm^2$
				평방밀리미터당 뉴톤	$N/mm^2$	
10	에너지	중량키로그램 미터	$kgf\cdot m$	줄	J	$1\text{ kgf}\cdot\text{m}=9.80665\text{J}$
11		엘그	erg	줄	J	$1\text{erg}=100\text{nJ}$
12	공율	마력	PS(미터법) HP(영국)	와트	W	$1\text{PS}=735.499\text{W}$ $1\text{HP}=746.101\text{W}$
13	열량	칼로리	cal	줄 와트 초	J W·s	$1\text{cal}=4.18605\text{J}$ $1\text{cal}=4.18605\text{W}\cdot\text{s}$
14	열전도 율	시간, 미터, 온도당 칼로리	cal /(h·m·°C)	미터, 온도당 와트	W /(m·°C)	$1\text{cal}/(\text{h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ $=0.001163\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$
15	열전도 계수	시간, 평방미터, 온도당 칼로리	cal /(h·m <sup>2</sup> ·°C)	평방미터, 온도당 와트	W /(m <sup>2</sup> ·°C)	$1\text{cal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ $=0.001163\text{W}/(\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$
16	비열 용량	키로그램, 온도당 칼로리	cal /(kg·°C)	키로그램, 온도당 줄	J /(kg·°C)	$1\text{cal}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ $=4.18605\text{J}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$
17	음압 레벨	혼	-	데시벨	dB	$1\text{혼}=1\text{dB}$

## (6) 설계진행 순서

안전시설 설계를 위한 진행순서는 【 그림 1-1 】 과 같다.



【 그림 1-1 】 설계 흐름도

## 1.2 항만시설물 이용형태

항만시설은 개방하는 목적에 따라 이용형태가 다양하므로 그 이용형태를 고려하여 적절한 안전시설을 계획하는 것이 바람직하다.

[해설]

### (1) 항만시설의 이용형태

항만시설을 개방하여 사람들이 이용하는 형태는 다음과 같다.

#### ① 산책

친수성이 고려된 항만시설의 가장 기본적인 이용방법은 항만시설물 위를 산책하는 것이다. 사람들은 항만시설 위를 산책하면서 육지에서 떨어진 넓은 바다의 경치와 항구 및 육지의 경치를 즐길 수 있다. 【 사진 1-1(a) 】는 군산 비응항의 친수방과제로서 더블데크와 계단을 갖추어 산책이 가능토록 하였다. 【 사진 1-1(b) 】는 여수구항 친수호안으로서 주변에 식재와 산책로 등을 갖추어 일반인들이 쉽게 수변에 접근 할 수 있도록 만든 친수호안이다.



(a) 군산 비응항 친수 방과제



(b) 여수구항 친수호안

【 사진 1-1 】 국내 친수시설 시공사례

#### ② 바다낚시

방과제 위에서 즐기는 바다낚시도 항만시설물을 주로 이용하며, 【 사진 1-2 】는 사람들이 방과제 위에서 바다낚시를 하고 있는 모습이나 안전시설이 충분히 갖추어 지지 않은 상태에서 바다낚시를 하는 모습이 상당히 위태해 보인다. 따라서, 방과제를 일반인에게 개방할 경우 안전이 확보된 상태에서 바다낚시를 즐길 수 있도록 안전시설 설치가 필요하다.



【 사진 1-2 】 방파제 위에서 바다낚시를 즐기는 사람들

### ③ 물놀이

항만시설에서 직접 물을 접하는 것은 구조상 어려우나, 일부구조를 개량하여 물에 접하는 장소를 만드는 것은 가능하다. 특히, 근래에는 파랑의 영향이 비교적 적은 친수성호안이나 친수성방파제의 항내측 등에 사람들이 물에 접하여 물놀이를 할 수 있는 장소를 제공하는 경우가 많아지고 있다. 【 사진 1-3 】 은 여수구항 친수호안 시설 중 일부구간에 물과 접할 수 있는 친수공간을 조성하였다.



【 사진 1-3 】 물놀이가 가능한 친수호안

### ④ 해수욕과 보트세일링

방파제 내측으로 정온한 수역에서는 보트세일링, 윈드서핑 등과 같은 해양스포츠를 즐길 수 있으며, 【 사진 1-4 】 는 우리나라 진주에서 열린 윈드서핑 경기대회를 하는 사진으로서 직접 바다에 들어가서 해양스포츠를 즐기는 모습이다.



【 사진 1-4 】 윈드서핑경기대회

### ⑤ 이벤트 실시

항만시설은 불꽃놀이나 보트레이스 등의 관람장소 및 각종 이벤트를 실시하는 장소로써 이용도 가능하다. 【 사진 1-5 】 는 부산항만공사 주최로 개최된 부산 항만축제의 모습이다. 2008년 처음으로 개최된 이번 행사에서는 국제교류행사를 비롯해 부산항 투어 등 체험행사, 부산항 사진전과 모형선박전, 불꽃놀이 등 다채로운 프로그램으로 시민들로부터 많은 사랑을 받았으며, 앞으로 세계적 항만 축제로 각광 받을 것으로 전망된다. 항만시설은 이렇듯 여러 가지 이벤트의 장으로 충분히 사용될 수 있으며, 관광자원으로도 활용할 수 있다.



【 사진 1-5 】 부산 항만축제

## ⑥ 기타

이밖에도 항만시설물에는 레스토랑, 해중전망탑 같은 상업시설 또는 자전거도로나 주차장 같은 이용자 편의시설이 들어서는 등 항만시설의 이용형태는 더욱 다양하게 증가되고 있는 실정이다.

【 사진 1-6 】은 월미도에 위치한 각종 식당과 식재, 편의시설 등의 모습이다. 해변시설은 그 자체로 관광자원으로 활용할 수 있으며, 때로는 역사적 자산으로서 유효하게 이용하는 것도 생각해 볼 수 있다.



【 사진 1-6 】 친수호안에 설치된 편의시설

## (2) 친수성의 개념

「친수성」 또는 「친수기능」은 바다에 가깝게 접근해 바다와 친해질 수 있는 기능을 의미하며, 해안이나 항만의 해변공간에 대해서도 이 용어가 사용되고 있다. 친수성의 기본적 기능은 바다에 대한 접근성을 기준으로 구분되어지며, 세부기능별 내용은 아래 【 표 1-2 】와 같다.

【 표 1-2 】 친수성의 기본적 기능

기 능	내 용	감 각
A. 바다를 조망	육지에서 바다를 조망 바다에서 육지를 조망	시각
B. 바다에 접근	파의 소리를 청취 조류(藻類)의 향을 맡음	청각 후각
C. 바다에 접촉	바다에 접촉	촉각

상기 기능 외에, 해수욕이나 보트유람 등과 같이 바다에 직접 들어가 바다와 접촉하는 경우가 있으며, 바다낚시를 위한 공간과 친수기능이 있는 수변공간을 친수공간이라고 부르는 경우도 있다.

(3) Amenity

Amenity란 말은 일반적으로는 “쾌적성”이라고 할 수 있지만 “쾌적한 환경”혹은“매력있는 환경”이란 의미가 포함되어 있다. 해변에 있어 Amenity는 바다를 즐기고 바다와 친해질 수 있는 쾌적한 환경의 의미를 지닌다. 이 쾌적한 환경에는 뛰어난 경관과 양호한 수질이 중요한 요인으로 작용되며, 바람, 기온, 수온과 적절히 설치된 편의시설에 의해서 쾌적성은 더욱 향상 될 수 있을 것이다.

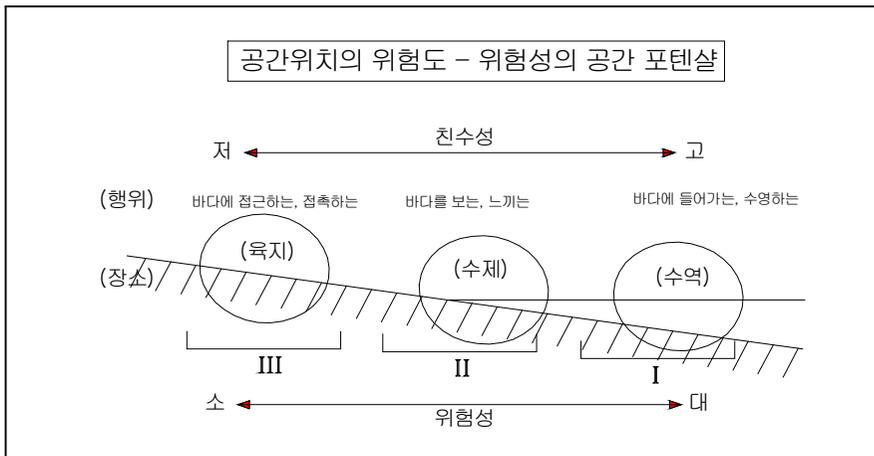
1.3 항만시설에 있어서의 위험성

항만시설과 그 주변에는 각종 위험이 있기 때문에 항만시설을 계획하는 경우 이에 대해 충분히 고려하여 안전시설을 설계하여야 한다.

[해설]

(1) 친수성 시설의 위험도

일반적으로 친수시설에 있어서는 【 그림 1-2 】에 도시한 것과 같이 물과의 거리가 가까울수록 친수성은 높아지고 위험도는 크게 발생하게 된다. 특히, 방파제의 경우에는 바다에 직접 접해 있으므로 친수성은 높은 반면 위험성도 크게 된다. 즉, 항만시설과 그 주변을 이용하는 것은 위험에 직접 노출되어 있는 행위이므로 사람들에게 위험요소에 대하여 충분히 인지할 수 있도록 하여, 항만시설 이용자의 안전이 확보될 수 있도록 하는 것이 중요하다.



【 그림 1-2 】 친수성과 위험도

## (2) 항만시설과 주변 사람들에 대한 위험

항만시설과 그 주변의 위험도는 파랑 등 해상이나 기상상황에 따라 다르나 다음과 같이 위험을 분류하여 고려할 수 있다.

## ① 정온시

정온시에도 항만시설 위에서는 이끼나 동결 등에 의해 미끄러지는 경우가 있어서 계단이나 경사로에서 넘어지거나 추락할 수 있는 위험이 있다. 또한, 수심이 깊고 흐름이 있는 곳에 추락할 경우에는 그 위험성이 높으며, 구조형식에 따라서는 추락자가 올라오기 어렵거나 이형 블록 등의 사이에 빠져들어 갈 위험성이 있다. 또한, 방파제 등과 같이 고립된 장소에서는 야간에 어두운 곳이 많아 범죄가 발생할 위험성도 높다. 이상의 위험은 주로 인체에 대한 위험이지만 물건을 바다에 떨어뜨리는 것도 포함된다.

## ② 파랑 작용시

큰 파랑이 발생하여 월파가 심해지게 되면 월파로 인한 흐름 때문에 바다에 빠지거나 배면으로 추락할 위험성이 매우 높다. 또한 평상시에도 갑자기 큰 파랑이 내습하는 경우가 있으므로 주의가 요구된다.

## ③ 강풍, 강설, 적설, 짙은 안개, 폭우시

항만시설물 위는 바람에 의해 날리기 쉬운 장소이므로 강풍에 의해 넘어지거나 미끄러질 위험성이 높게 된다. 또한, 강설·적설, 짙은 안개 또는 폭우시에도 넘어지거나 미끄러져 추락할 수 있는 위험이 발생한다.

## ④ 지진·쓰나미시

쓰나미가 항만시설물을 월류하는 경우 인근 해안선이 침수될 위험성이 있으므로 긴급대피가 필요하다.

⑤ 뇌전 : 해상에서는 높은 장소가 없고 대부분 평지로 이루어져 뇌전의 위험성이 있다.

⑥ 기타 : 바다낚시를 할 때 부근의 사람이 줄이나 바늘 등에 의해 상처를 입는 경우가 있다.

## (3) 이용자의 위험도

이용자의 위험도는 이용자 개개인이 지니고 있는 위험의 인지능력이나 대피능력에 따라 달라진다. 일반적으로 이용자의 위험도는 【그림 1-3】과 같이 3가지로 구분 될 수 있으며, 이용자에게 제한을 두지 않는 경우에는 위험 요인을 가정해서 안전을 확보할 필요가 있다.

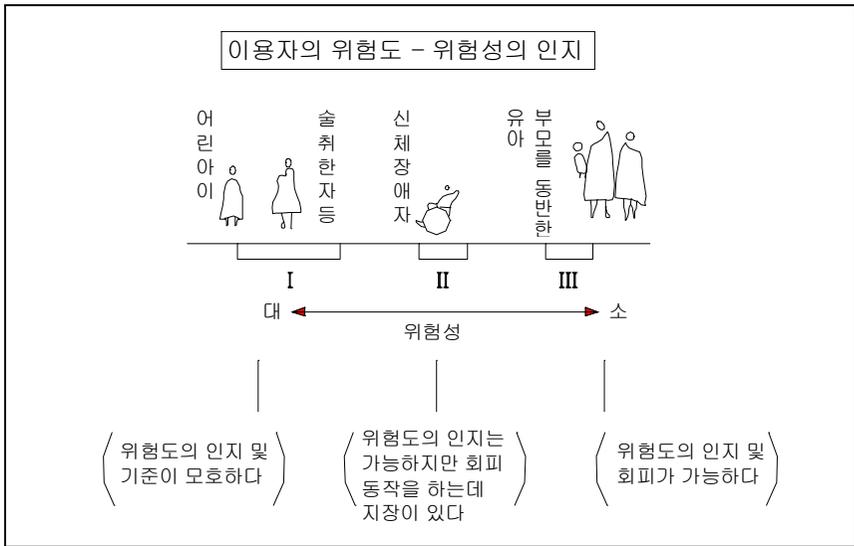
## (4) 위험에 대한 조사

항만시설을 설계하는 경우에는 평상시 파랑과 흐름의 특성 등을 조사하여 그 위험성을 사전에

파악할 필요가 있다. 또한, 시설이 완공된 후에도 주변해역에서의 파랑과 흐름을 지속적으로 관측하여 안전시설의 개량과 안전관리에 이용하는 것이 바람직하다.

(5) 항만시설물과 안전관리체제

사람들에게 개방되어 있는 항만시설물에서 안전성을 확보하기 위해서는 안전시설을 설치하는 것 이외에도 적절한 안전관리가 필요하다. 또한, 이용자가 위험을 인지하는 것이 중요하므로 안내 표지판이나 위험통보시설 등을 통해 사전에 그 위험성을 공지할 필요가 있다. 때로는 이에 관한 사회적인 홍보가 필요할 경우도 있다.



【 그림 1-3 】 이용자의 위험도

1.4 적용범위와 유의사항

본 지침서는 항만시설물 안전시설의 설치 및 유지관리를 기술한 것으로, 실무자들이 안전 시설의 설계, 시공 및 유지관리업무를 수행하는 경우에 적용한다.

[해설]

- (1) 본 지침서는 항만시설물에 안전시설을 계획, 설계, 시공하는 기술자를 그 대상으로 한다.
- (2) 본 지침서는 항만법 제 2조에서 규정하고 있는 항만시설 중 일반인의 접근이 허용된 시설로서 해상/기상의 변동에 의해 위험성이 상존하고 있는 방파제, 호안 등과 같은 외곽시설에 적용함을 원칙으로 하되, 이와 유사한 기능을 갖는 구조물에도 적용할 수 있다.

- (3) 본 지침서에서 제공하는 안전기준은 최소한의 방호를 목적으로 하며, 이상시에는 안전한 곳으로 대피하는 것을 원칙으로 한다.
- (4) 기 설치되어 있는 안전시설은 본 지침의 적용대상이 아니며, 파랑 등에 의한 외력에 의해 파손되어 전반적인 교체가 필요하거나 노후되어 교체 또는 신설 되는 안전시설에 한해 본 지침을 적용할 수 있다.
- (5) 본 지침서는 항만시설물에 필요한 안전시설의 설치 및 관리에 관한 기술적인 사항의 일반적 기준을 제시한 것이므로, 항만시설물 설계에 있어서는 「항만 및 어항 설계기준(2005)」의 해당 조항에 따른다.
- (6) 본 지침서는 항만시설물 안전시설에 대한 초기단계의 지침으로서 향후 수정·보완되어야 할 것으로 판단되며, 주요 보완 및 수정 과제는 아래와 같다.
- ① 수리모형실험 및 수치실험을 통한 현장 적용성 검토
  - ② 자연조건(설계파고, 주기, 수심 등), 제체의 마루높이, 이용자 층, 이용빈도 등을 고려한 안전 시설별 최소 요구조건에 대한 검토

## 안전시설의 설계외력

- 2.1 일반사항
- 2.2 재해위험단계의 구분
- 2.3 안전평가지 기본적인 고려사항
- 2.4 안전시설의 설계외력

## 제 2 장 안전시설의 설계외력

### 2.1 일반사항

항만시설물의 안전시설을 설계할 경우에는 자연조건, 하중조건 등의 변화가 이용자의 안전성에 미치는 영향을 충분히 검토할 필요가 있다.

#### [해설]

#### (1) 기본적인 고려사항

항만시설물을 설계할 경우에는 그 시설을 이용할 이용자의 안전성을 상세하게 파악하는 것이 바람직하다. 파악된 정보는 안전성이 높은 구조물의 설계와 이용시의 안전관리에 유용하게 활용될 수 있으며, 이용자에게도 위험성을 구체적으로 인지하여 보다 안전하게 이용할 수 있도록 유도하는데 도움이 된다.

#### (2) 파랑에 대한 사람의 위험

항만시설물 위에 있는 사람의 안전성을 검토할 때에는 파랑상황에 의해 고려되는 여러 가지 위험을 가정하여 검토하는 것이 바람직하다. 본 지침서 「2.2 재해 위험단계의 구분」에서는 파랑에 의한 위험단계를 4가지로 나누어 표시하고, 각각의 단계에서의 한계파고 산정법에 관하여 설명하고 있다. 여기에서 마루높이와 파랑에 대한 사람의 안전성은 밀접한 관계가 있으므로 지구온난화 등의 영향을 고려할 때 장기적으로는 충분한 마루높이를 확보하는 것이 무엇보다 중요하다고 할 수 있다.

#### (3) 사람에 대한 안전성의 평가방법

항만시설물 위에 있는 사람의 안전성은 본 지침서 「2.2 월파에 의한 재해 위험성」에 표시한 위험단계와 위치에 따른 파후(Wave Climate) 특성을 종합적으로 판단하여 평가하는 것이 바람직하다. 본 지침서 「2.3 안전평가시 기본적인 고려사항」에서는 그 평가방법을 상세하게 해설하고 있다.

#### (4) 안전시설에 작용하는 외력

안전시설 설계시에는 파랑 등의 자연조건, 사람·군중하중 등의 하중조건 등 안전시설에 작용하는 외력을 적절하게 설정하여야 한다. 안전시설에 작용하는 외력의 종류 및 구체적인 산정방법은 「2.4 안전시설의 설계외력」을 참조하여 결정하여도 좋다.

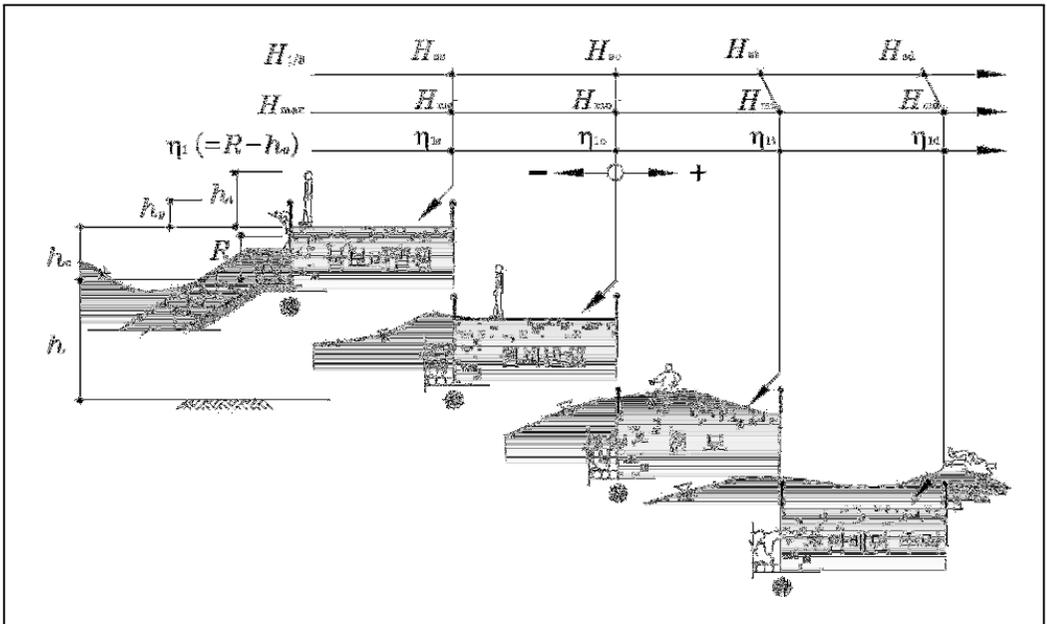
## 2.2 재해 위험단계의 구분

월파의 정도에 따라 항만시설물 위에 있는 사람이 받는 위험은 물보라의 치오름, 월파의 발생, 사람의 전도, 그리고 추락까지 4단계로 구분할 수 있으며, 이용자의 안전성을 고려한 설계를 위해 각 단계에 대하여 구체적으로 고려하여 적용할 수 있다.

[해설]

(1) 해상조건에 따른 재해 위험단계

【 그림 2-1 】 은 해상조건에 따른 위험상황을 4단계로 구분하여 표시한 것이다.



【 그림 2-1 】 해상조건에 따른 위험단계

① 물보라가 항만시설물 상단으로 치오르는 경우

파고가 어느 정도 커지게 되면 월파가 발생하지 않더라도 항만시설물 위에 있는 사람은 주변의 파랑상황이나 제체전면에서 파의 치오름에 의해 위험을 인지한다. 특히, 물보라가 항만시설물 상단으로 치오르게 되면 위험을 느끼는 사람이 많아지고, 파고가 더 커지게 되면 실제로 위험한 상황이 될 수 있기 때문에 사고예방 관점에서도 시설물 이용을 제한하는 것이 바람직하다. 일반적으로 물보라가 발생하는 파고를 이용한계파고로 하는 경우가 많다.

## ② 월파가 발생하는 경우

물보라가 발생하는 파고보다 더 큰 파랑이 작용하면 월파가 발생하여 해수가 항만시설물 상단으로 올라오게 된다.

## ③ 사람이 전도하는 경우

파고가 더욱 커지게 되면, 제체전면에서 파의 처오름높이와 월파량이 증가하여 이로 인하여 사람이 밀려 넘어지게 된다. 전도에는 발이 미끄러져 월파의 진행 반대방향으로 넘어지는 “미끄럼형”과 균형을 잃고 월파의 진행방향으로 넘어가는 “넘어짐형”이 있으며, 이러한 전도 형태는 사람이 서있는 위치 및 자세 등 여러 가지 조건에 의해 결정된다. 본질 (4)항에서는 사람에 따라 위험이 되는 조건을 가정하여 전도한계시의 처오름높이와 한계파고 환산방법을 제시하고 있다.

## ④ 배면으로 추락하는 경우

파고가 더더욱 커지게 되면, 사람은 넘어질 뿐만 아니라 해수에 휩쓸려 바다로 추락할 수 있다. 항만시설물 상단이 평평한 경우 방파제에서는 향내측으로, 호안에서는 호안배면으로 추락하지만, 항만시설물 상단에 전망용 계단과 파라펫 등이 항만시설물 상단 후면부에 설치되는 경우에는 향외측으로 추락하는 경우도 있다. 단, 항만시설물 위에 손잡이를 설치하는 경우에는 사람이 쉽게 추락하지 않으며, 이러한 상황을 예방할 수 있다.

## (2) 사람의 안전을 검토할 때에 대상이 되는 마루높이

파랑에 대한 위험성은 마루높이에 따라 크게 달라진다. 마루높이가 높으면 월파 빈도가 적게 되므로 빈도의 관점에서 보면 시설의 안전성이 증가하게 된다.

방파제의 마루높이는 제체의 마루높이와 이용상의 마루높이로 구분할 수 있으며, 사람에 대한 안전을 검토하는 경우에는 실제 사람이 이용하는 높이인 이용상의 마루높이가 그 검토대상이 된다. 향외측과 향내측의 마루높이가 다른 경우에는 파랑의 영향이 큰 향외측 마루높이가 주요 검토대상이 되는 것이 일반적이나, 향내파고에 의한 월파를 무시할 수 없는 경우에는 향내측의 마루높이에 대해서도 검토하는 것이 바람직하다.

## (3) 한계파고의 산정

한계파고의 결정은 수리모형실험이나 적절한 산정식을 이용하되, 제체의 구조형식, 파의 특성, 조위, 방파제 법선에서의 거리 등을 고려하여 적절하게 결정하여야 한다. 개략적인 값을 구하는 경우에는 다음 식을 참고할 수 있다. 이 식은 파향의 영향을 고려하지 않고 방파제 법선에 대하여 파가 직각으로 입사하는 경우의 처오름높이와 파고와의 관계에서 도출한 것이다. 따라서 경사각을 갖고 입사하는 파랑의 경우에 비해 다소 크게 계산될 수 있다.

## 제2장 안전시설의 설계외력

① 물보라 발생시의 파고(최고파고  $H_{ms}$ , 유의파고  $H_{ss}$ )

$$\text{최고파고 : } H_{ms} = h_m \frac{-1 + \sqrt{1 + 2.8 \alpha_o h_c / h_m}}{2 \alpha_o} \quad (2.1)$$

$$\text{유의파고 : } H_{ss} = \frac{1}{1.8} H_{ms} \quad (2.2)$$

위 식에서,

$$h_m = \begin{cases} d & : B_M/L \geq 0.16 \\ d + (h-d) \frac{0.16 - B_M/L}{0.05} & : 0.11 \leq B_M/L < 0.16 \\ h & : B_M/L < 0.11 \end{cases} \quad (2.3)$$

$$\alpha_o = \begin{cases} 1.0 & : \text{직립제, 혼성제} \\ 0.5 & : \text{소파블록 피복제, 슬릿 케이슨제} \end{cases} \quad (2.4)$$

파장  $L$ 은 식 (2.5)를 이용하여 시산법에 의해 구할 수 있다.

$$L = \frac{g T^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L} \quad (2.5)$$

여기서,

$h_c$  : 항외측 끝단에서의 이용상의 천단고(m) (단, 난간 및 파라렛의 높이는 포함하지 않음)

$h_m$  : 마운드 높이를 고려한 환산수심(m)

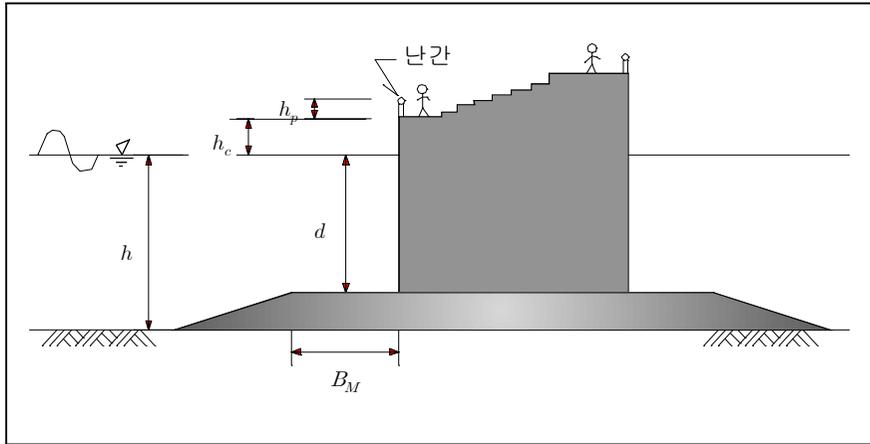
$B_M$  : 마운드 폭(m)

$L$  : 체체전면 수심에 있어서 파장(m)

$d$  : 마운드상의 수심(m)

$h$  : 체체전면 수심(m)

$\alpha_o$  : 방파제 형상에 따른 보정계수



【 그림 2-2 】 기호의 설명

② 월파발생시의 파고(최고파고  $H_{mo}$ , 유의파고  $H_{so}$ )

$$\text{최고파고 : } H_{mo} = \frac{-1 + \sqrt{1 + 4\alpha_o(h_c + h_p^*)/h_m}}{2\alpha_o} h_m \quad (2.6)$$

$$\text{유의파고 : } H_{so} = \frac{1}{1.8} H_{mo} \quad (2.7)$$

$h_p^*$ 의 값은 식 (2.8)을 이용하여 구할 수 있으며, 여기서, 난간 개구율이란 난간 지주와 상부 난간대 내부의 빈 공간(개구)이 차지하는 비율을 의미한다. 파랏과 같은 벽식의 난간을 제외할 경우 대부분의 난간은 빈 공간(개구)이 있으므로 이럴 경우  $h_p^*$ 는 0으로 된다고 할 수 있다.

$$h_p^* = \begin{cases} 0 & : \text{난간 개구율} \neq 0 \\ h_p & : \text{난간 개구율} = 0 \end{cases} \quad (2.8)$$

$h_p$  : 난간의 높이

$\alpha_o$  : 방파제 형상에 따른 보정계수 (식 (2.4) 참조)

$h_m$  : 마운드 높이를 고려한 환산수심(m, 식 (2.3) 참조)

③ 월파에 의해 사람이 전도되는 처오름 높이와 파고

월파에 의해 사람이 전도하는 파의 처오름높이( $\eta_{st}$ )는 항만시설물 상단의 형상, 사람의 신장이나

## 제2장 안전시설의 설계외력

체중 또는 저면과 신발의 마찰계수 등에 의해 다르지만, 【 표 2-1 】 에 표시한 실험값을 참고할 수 있다. 표에서 제시한“일반적인 경우”에서의 전도한계 처오름 높이는 12세의 표준 체형을 대상으로 하여, 저면이 미끄러지기 쉬운 콘크리트로 포장(마찰계수 : 0.4) 으로 하고, 방파제 위에서 가장 넘어지기 쉬운 위치에 서있는 경우를 가정하여 설정한 것이다. 또한,“작은 어린이가 이용할 수 있는 시설의 경우”에서의 전도한계 처오름 높이는 6세를 대상으로 하여 동일한 조건으로 설정한 것이다.

전도 한계시의 파고 산정에 대해서는 다음 식을 참고로 할 수 있다.

$$\text{최고파고} : H_{mt} = \frac{2(h_c^* + \eta_{1t})}{1 + \sqrt{1 + 4\alpha_o h_c^* / h_m}} \quad (2.9)$$

$$\text{유의파고} : H_{st} = \frac{1}{2} H_{mt} \quad (2.10)$$

여기서,  $h_c^*$ 의 값은 난간 개구율이 40% 이상이면 마루높이( $h_c$ )를 그대로 사용하고, 40% 미만일 경우 마루높이( $h_c$ )에 난간의 높이( $h_p$ )를 더하여 구할 수 있다. 항만시설에 설치되는 대부분의 난간은 파력을 적게 받도록 개구율이 40% 이상인 경우가 많으므로  $h_c^*$ 는  $h_c$ 로 된다고 할 수 있다.

$$h_c^* = \begin{cases} h_c & : \text{난간 개구율} \geq 0.4 \\ h_c + h_p & : \text{난간 개구율} < 0.4 \end{cases} \quad (2.11)$$

$\eta_{1t}$  : 전도한계시의 처오름 높이(m, 【 표 2-1 】 참조)

$\alpha_o$  : 방파제 형상에 따른 보정계수 (식 (2.4) 참조)

$h_m$  : 마운드 높이를 고려한 환산수심(m, 식 (2.3) 참조)

【 표 2-1 】 전도한계시의 처오름높이

구 분	전도한계시의 처오름높이( $\eta_{1t}$ )
일반적인 경우	0.50m
작은 어린이가 이용할 수 있는 시설의 경우	0.34m

④ 월파에 의해 사람이 추락하는 처오름 높이와 파고

월파에 의해 바다로 추락하는 파의 한계처오름 높이( $\eta_{ld}$ )는 항만시설물 상단의 형상이나 사람의 신장, 체중, 또는 난간의 형상과 개구율 등에 의해 달라진다. 【 표 2-2 】 는 일반적인 방파제에 있어서의 추락한계시의 처오름 높이( $\eta_{ld}$ )를 보여준다. 방파제 상부가 평평하면서 난간이 설치되어 있지 않은 경우 파의 처오름높이( $\eta_{ld}$ )는 0.7m가 되고, 난간을 설치한 경우에는 난간의 형상에 따라 표에서 제시한 값을 적용할 수 있다. 또한, 이러한 값은 신장 1.52m의 사람을 대상으로 하였으며, 난간의 높이를 1.1m로 가정한 경우의 조건이다. 예를 들면, 방파제의 항외측과 항내측에 울타리형 난간(본 지침서 「3.4.2 난간」 참조)을 설치한 경우 파의 처오름높이( $\eta_{ld}$ )는 2.1m이다. 난간을 설치하게 되면 다소 큰 파고가 발생하더라도 그 영향을 상당부분 감소시킬 수 있다. 【 표 2-3 】 은 방파제의 항내측 상치 콘크리트부에 파라넷이 설치된 경우 추락한계시의 처오름 높이를 표시한 것이다.

월파에 의해 사람이 바다로 추락하는 한계의 파고에 대해서는 다음 식을 참고로 할 수 있다.

$$\text{최고파고} : H_{md} = \frac{2(h_c + \eta_{ld})}{1 + \sqrt{1 + 4\alpha_o h_c^*/h_m}} \quad (2.12)$$

$$\text{유의파고} : H_{sd} = \frac{1}{2} H_{md} \quad (2.13)$$

여기서,

$\eta_{ld}$  : 추락한계시의 처오름 높이(m, 【 표 2-2 】 【 표 2-3 】 참조)

$h_c^*$  : 난간 개구율을 고려한 마루높이(식 (2.11) 참조)

$h_m$  : 마운드 높이를 고려한 환산수심(m, 식 (2.3) 참조)

【 표 2-2 】 추락한계시의 처오름높이(항내·외측 모두에 난간 설치 시)

항외측 난간	항내측 난간	추락한계시의 처오름높이( $\eta_{ld}$ )
벽 형 (파라넷)	벽 형	2.5m
	울타리형	3.1m
	벤치형, 난간이 없는 경우	1.3m
울타리형	벽 형	1.5m
	울타리형	2.1m
	벤치형, 난간이 없는 경우	0.8m
체인형, 난간이 없는 경우	벽 형	1.4m
	울타리형	2.0m
	체인형, 난간이 없는 경우	0.7m

【 표 2-3 】 방파제 상치콘크리트부에 파라넷이 설치된 경우 추락한계시의 처오름높이

향외측 난간	추락한계시의 처오름높이( $\eta_{1d}$ )
벽형, 울타리형	2.3m
벤치형, 난간이 없는 경우	0.5m

(4) 월파의 평면적인 분포

파의 처오름높이와 월파는 파향에 따라 다르지만, 일반적으로 파향이 방파제에 직각인 경우 가장 위험하다. 또한, 파가 분산되거나 파봉선의 길이가 방파제의 연장에 비해 짧은 경우도 많지만, 일반적으로 파봉선이 길수록 위험하다. 따라서, 긴 파봉선이 항만시설물에 직각방향으로 작용하는 경우를 고려하여 단면에 대한 안정검토를 수행하여야 한다. 또한, 항만시설물 배치에 따라서 파의 방향이 분산될 수 있으며, 해저지형 및 방파제의 형상 등에 의하여 월파하기 쉬운 장소가 있으므로, 항만시설물을 설계할 때에는 이러한 요소들을 고려한 평면계획 수립이 필요할 것이다.

(5) 월파량과의 관계

월파에 의한 위험도를 월파량으로 나타낼 수도 있지만, 월파량은 처오름높이보다 더 일반인들에게 알기 어려운 지표이므로 여기서는 설명하지 않았다. 다만, 보행자를 대상으로 한 안전도 50%의 월파량  $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{m/s}$ 는 전도 한계시에 해당되고,  $0.01 \text{ m}^3/\text{m/s}$ 의 월파량으로는 10~20파에 한번 전도하는 만큼의 월파가 되는 것으로 알려져 있다.

### 2.3 안전평가시 기본적인 고려사항

항만시설의 안전성을 평가하는 경우, 그곳에서의 파후 및 조위 등을 고려하는 것이 필요하다.

[해설]

(1) 파후(Wave Climate)의 정의

이것은 어느 해역으로의 파랑상황의 월별, 계절별 등의 특성을 포함되어 표현하는 것이고, 대표 파(예를 들면 유의파고)의 파고와 주기 및 파향 3요소의 통계값으로 표시된다. 파후통계로서

는 일반적으로 다음과 같은 것이 작성되어 해석된다.

- ① 기간별의 파고, 주기의 평균값
- ② 파고, 주기, 파향의 개별 출현확률분포
- ③ 파고, 주기, 파향의 2~3 요소의 결합분포
- ④ 파후의 지속특성

## (2) 안전성의 평가방법

항만시설의 안전성을 평가하는 경우, 조위와 파후특성을 이용하는 방법이 고려된다. 이 경우, 대상 시설에 있어서 파후는 파랑관측점의 관측결과를 파랑변형계산 등에 의해 방파제 위치에서의 파후로 변환하는 것에 의해 산정할 수 있다.

안전성을 평가할 때에는 다음에 표시한 2종류의 지표를 이용한다.

- ① 빈도적인 평가지표(시설의 가동률과 휴지율, 또는 각 단계의 위험의 확률)
- ② 시간적인 평가지표(이용한계파고에서 각 위험단계의 파고까지의 여유시간)

## (3) 안전시설의 이용한계파랑

### ① 이용한계파랑

이용한계파랑은 항만시설물을 안전하게 이용할 수 있는 한계를 나타내는 파랑이다.

### ② 설정방법

이용한계파랑의 설정은 새로운 항만시설물 설계시 또는 이용중인 항만시설물이나 이미 이용상의 마루높이가 결정되어 있는 경우를 참조하여 결정할 수 있다.

전자의 경우에는 해역의 해상특성이나 이용목적 또는 안전성을 감안하여 연간 또는 계절별 항만 시설물의 가동률을 결정한 후, 파고빈도분포를 작성하고 해당 가동률에 상응하는 파고를 시설의 이용한계파고로 결정한다. 이용상 마루높이에서의 이용한계는 처오름 한계파고로 결정되지만, 전자의 경우와 동일하게 피난시간보다 마루높이의 안전성을 확인하는 것이 필요하다.

후자와 같은 경우의 이용상 마루높이에 대해서는 본 지침서 「2.2 재해 위험단계의 구분」에서 서술한 처오름 한계파고, 월파 한계파고 및 전도·추락 한계파고를 산정한다. 그리고 처오름 한계파고에서 월파 한계파고나 전도·추락 한계파고로 되기까지의 시간을 해당해역의 파랑 및 기후 특성에 의해 추정하고, 방파제의 연장, 피난·통보에 필요한 시간 등을 감안하여 시민이 피난할 수 있는 충분한 여유가 있는가를 확인하여야 한다. 여유가 있는 경우 물보라 한계파고

## 제2장 안전시설의 설계외력

를 시설의 이용한계과고로 계획하고, 여유가 없는 경우에는 시설의 이용한계과고를 물보라 한계과고보다 작게 하여 충분한 피난시간을 확보할 수 있도록 설정하여야 한다.

이용한계과고는 풍랑주의보와 경보의 발령기준과 현지에서의 파랑관측결과를 조합하여 결정하는 경우가 많다. 이 경우에도 사전에 풍랑주의보나 경보 발령시의 풍랑을 추정하여 안전성을 확인할 필요가 있으며, 【 표 2-4 】 에 이용한계 기준에 대한 예를 제시하였다.

【 표 2-4 】 이용한계기준(예)

위험요소	이용가능 한계기준	주의보 발령 기준	경보 발령 기준
풍 랑 (파랑)	•월파가 없을 때	•풍속 14m/s 이상이 3시간 지속될 경우 •유의과고가 3.0m를 초과 예상될 경우	•풍속 21m/s 이상이 3시간 지속될 경우 •유의과고가 5.0m를 초과 예상될 경우
강 풍 (바람)	•주의보 발령시	•풍속 14m/s 이상 또는 순간풍속 20m/s 이상 예측	•풍속 21m/s 이상 또는 순간풍속 26m/s 이상 예측
호 우(비)	•주의보 발령 전	•강우량 80mm/12hr 이상 예측	•강우량 150mm/12hr 이상 예측
대 설 (눈)	•적설, 강설이 없을 때	•적설량 50mm/12hr 이상 예측	•적설량 200mm/24hr 이상 예측
폭풍해일	•주의보 발령 전	•기상요인으로 해수면이 상승하여 발효기준값 이상 예측	•기상요인으로 해수면이 상승하여 발효기준값 이상 예측
지진해일 (쓰나미)	•주의보 발령 전	•대규모 해저지진에 의한 해일 발생 예측	•대규모 해저지진에 의한 해일 발생으로 해안지대 침수 예측
태 풍	•주의보 발령 전	•강풍, 풍랑, 호우현상 등의 주의보 기준에 도달 예측	•풍속 17m/s 이상, 또는 강우량이 100mm 이상 예측

\*자료 : 기상청 내부자료(2008)

\* 주 : 위험이 예측되는 항만시설에 있어서는 다음 사항을 확인하는 것으로 한다.

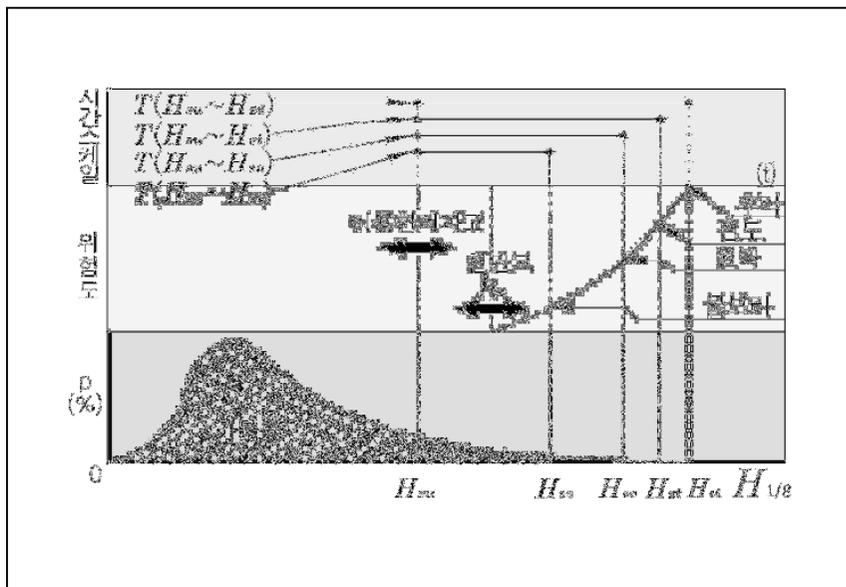
- ① 일반적으로 주의보의 발령기준이 대상시설의 이용상 안전측의 값임
- ② 주의보는 이용자의 피난을 위해 충분한 시간적 여유를 가지고 발령됨
- ③ 경보발령시 항만시설물에 인접한 사람은 즉시 피난하거나 가까운 대피소로 이동

### (4) 시설의 가동률과 각 단계의 위험확률

시설의 가동률은 파랑조건만으로 결정되는 것은 아니지만, 여기에서는 파랑조건에 의해 가동률을 검토한다. 이 가동률은 이용한계과고 이하의 파고의 빈도로서 이것이 클수록 항만시설물로서 적합

하다고 본다. 【그림 2-3】은 파고의 빈도분포와 가동률 및 각 단계의 위험확률(위험율)을 설명하는 것이다. 그림에서 횡축에 파고를 취하여 파고의 빈도분포를 예로 나타낸 것이다. 횡축의 파고에는 이용한계파고, 물보라 발생파고, 월파 발생파고, 전도파고, 추락파고로 구분하여 표시하고 있다. 가동률에 해당하는 부분은 사선으로 표시하고 있다. 이는 각 단계의 위험율에 대응하는 파고 초과확률이다.

예를 들어 낚시호안시설의 경우 파랑관측치에 의한 가동률이 99.5% 이상이고, 추락의 위험율이 0.01% 이하라면, 이 낚시호안시설은 일반인들에게 개방되어도 안전성이 높은 시설로 평가될 수 있다. 이 시설의 H.W.L.이상에서의 이용상 마루높이는 2.9m이며, 물보라 발생한계에서의 유의파고(여기서는 이용한계파고와 같음)가 1.02m이다. 여기서의 평균 유의파고는 0.36m로서 마루 높이의 1/8 수준이 된다.



【그림 2-3】 친수성방파제의 안전성 평가방법

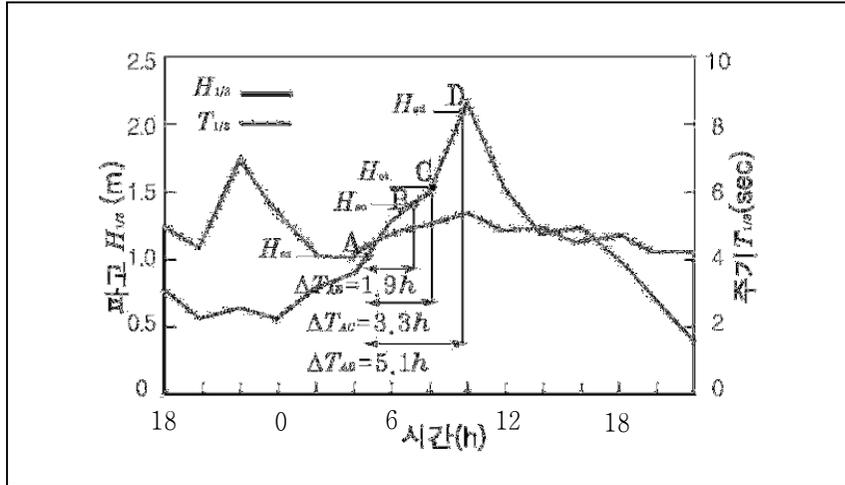
(5) 여유시간

이용한계파고에서 각 위험단계의 파고에 도달할 때까지의 여유시간은 위험도를 표시하는 지표 중 하나이다. 【그림 2-3】의 윗부분에는 각 단계별 여유시간이 표시되고 있다. 여유시간은 사람들에게 개방하는 시설의 규모나 관리체계를 검토함에 있어서 유용한 자료가 된다.

【그림 2-4】는 낚시호안시설에 있어서의 이상 파랑시 유의파고 변화의 예시이다. 이 예에서는

## 제2장 안전시설의 설계외력

이용한계사고(물보라 발생사고)에서 전도사고까지 3.3시간의 여유가 있는 것으로 나왔으나, 경우에 따라서는 몇분 정도의 아주 작은 여유 밖에 없는 경우도 있으므로 이를 유념할 필요가 있다.



【 그림 2-4 】 유의사고 변화에 따른 위험도(예시)

### 2.4 안전시설의 설계외력

안전시설의 설계에 있어서는 파랑 등의 자연조건과 사람·군중하중 등의 이용에 따라 발생하는 외력을 적절하게 결정한다.

[해설]

외력에는 월파력, 풍압력, 지진력, 사람 및 군중하중 및 기타 외력이 있고, 시설의 종류에 따라 적절하게 설정할 필요가 있다. 일반적으로 안전시설과 설계외력의 관계는 【 표 2-5 】 와 같다.

【 표 2-5 】 안전시설과 설계외력

안전시설	설계외력	안전시설	설계외력
난간	군중하중, 월파력	방송 및 경보시설	월파력, 풍압력
진입방지시설	월파력, 차 등의 하중	피난시설	월파력
표지·안내판	월파력, 풍압력	구난시설	월파력, 사람의 하중

### 2.4.1 율파력

안전시설에 작용하는 율파력은 시설의 내용년수를 고려한 파랑조건에 대하여 수리모형 실험 또는 적절한 산정방법을 이용하여 결정할 수 있다.

[해설]

#### (1) 율파력의 종류

파랑이 항만시설물을 율파하는 상황에서 항만시설물 상단에 설치되어 있는 난간 등의 안전시설에는 율파에 의한 강한 파력이 작용한다. 파력은 율파한 수면이 순간적으로 작용하는 충격력과 율류에 의한 파력으로 구분되며, 시설의 형상에 따라 파력 작용이 다르게 나타난다.

##### 1) 의장재 등 체체 마루면에 작용하는 파력

항만시설물의 상부바닥에 설치되어 있는 타일 등의 의장재는 항외측 부근에서 율파가 직접 낙하하는 경우 일정 범위 내에서 충격파가 작용하고, 율파가 직접 낙하하지 않는 부분은 율류하는 해수에 의해 양압력이나 항력이 작용한다. 따라서, 율파에 의한 의장재의 파괴형태는 명확하지 않지만 다음과 같은 3가지 파괴형태로 나눌 수 있다.

##### ① 파면충돌력에 의한 압축이나 휨에 의한 균열(【그림 2-5】(a) 참조)

율파가 직접 낙하하는 범위에서는 타일 등에 충돌하는 파면의 힘에 의해 바닥면에 압축이나 휨 파괴 또는 부착부의 파괴가 발생하며, 이 파괴는 타일 등의 하부가 평평하지 않을수록 발생하기가 쉽다.

##### ② 파면충돌력에 의한 전단파괴(【그림 2-5】(b) 참조)

파면이 충돌하여 타일 등의 접지부분에 작용하는 압력이 타일 측면에 수평력으로 작용하는 경우에는 타일 하부에 전단력이 발생하게 되고, 전단력이 타일 부착부의 전단강도를 상회할 때에 부착부분에 파괴가 발생하며, 이 파괴는 접지부분의 시공상황과 밀접한 관계가 있다.

##### ③ 율파시의 양압력에 의한 파괴(【그림 2-5】(c) 참조)

율파된 해수가 항만시설물 상단을 율류할 때 타일에는 양압력과 항력이 작용하며, 이때 발생하는 인장응력과 전단응력이 부착강도를 상회할 때 부착면에 파괴가 발생한다.

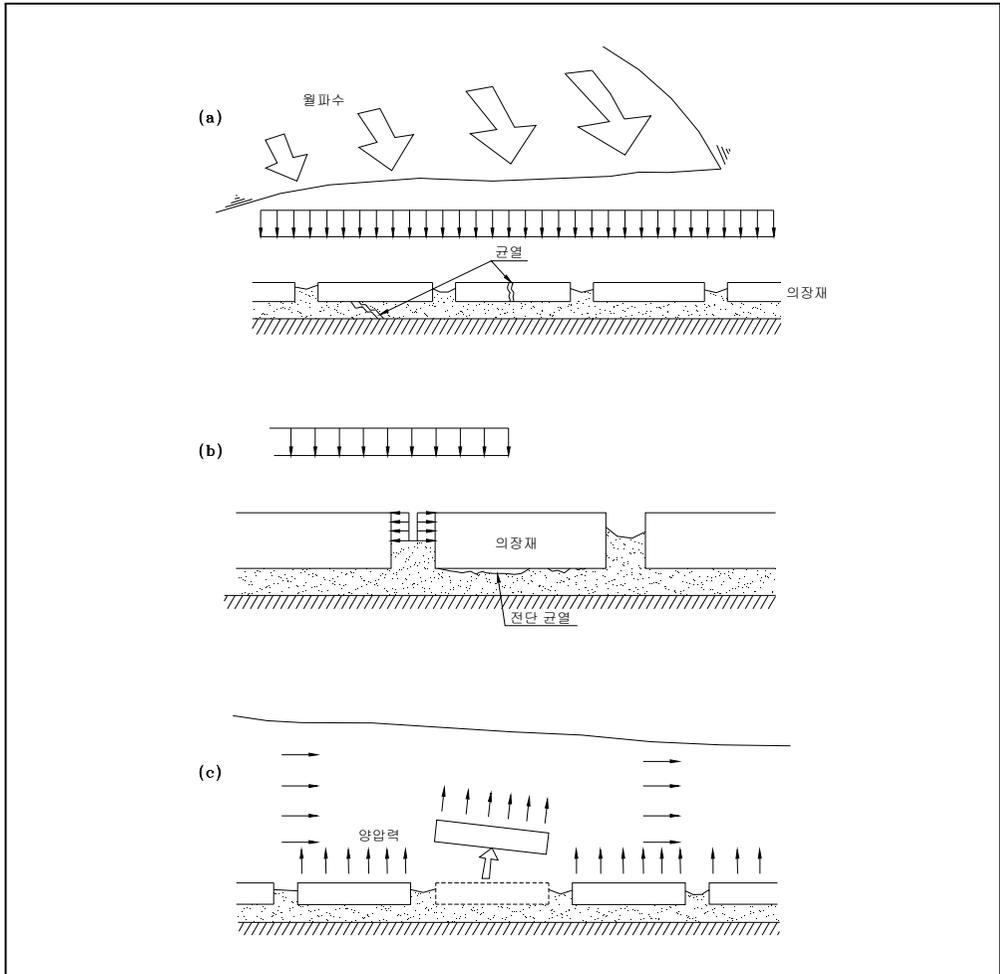
##### 2) 비교적 큰 직립벽 시설

구조물이 비교적 큰 직립벽인 경우에는 통상 방파제 전면에 작용하는 것과 같은 파력이 작용하는 것으로 볼 수 있다. 이것은 주로 수면높이에 의해 개략적으로 결정되는 힘이고, 비교적 천천히 변화하는 파력이다. 다만, 방파제 상단에서 항내측으로 후퇴하여 설치되어 있는 구조물은 율파에

## 제2장 안전시설의 설계외력

의한 파면이 충돌할 때 발생하는 충격적인 파력이(파면의 충돌에 의한 힘) 작용한다. 이러한 파력은 다음 시설에서 검토할 필요가 있다.

- ① 벽형의 난간, 파라펫
- ② 전망대
- ③ 비교적 큰 판상의 표지나 안내판 등



【 그림 2-5 】 의장재에 작용하는 파력

### 3) 난간 등의 시설

난간과 같이 지름이 작은 기둥형상의 부재로 구성되어 있는 시설과 벤치와 같이 비교적 작은 시설에서는 파랑에 의한 충격력과 월류에 의한 파력이 작용하는데 일반적으로 순간적인 파력 보다는

지속적으로 압력이 가해지는 후자가 문제가 되는 경우가 많다. 이 힘은 유속에 의존하는 항력으로 표현되며 다음 시설에 적용된다.

- ① 울타리형·체인형의 난간(난간의 분류에 대해서는 본 지침서 「3.4.2 난간」 참조)
- ② 쓰레기통, 벤치
- ③ 조명시설, 방송·경보시설의 받침대
- ④ 식재 등

## (2) 체체 마루면에 작용하는 파력

의장재 등 체체 마루면에 위치하는 시설은 체체 마루면에 작용하는 파력을 고려하여야 한다.

마루면에 작용하는 파력은 복잡하지만 그 파력의 특성을 파악해서 적절하게 산정한다.

### ① 월파시에 작용하는 파력의 종류

월파시에는 방파제 마루면에 월파에 의한 힘이 작용한다. 이때 수류는 마루면에 낙하하면서 「타격」을 가함과 동시에 「월류」되어 빠르게 마루부를 흘러간다. 이러한 파는 마루면의 형상이나 위치에 따라 그 특성이 변화한다. 각각에 대한 파력 산정식은 아래의 산정식을 참고할 수 있다.

### ② 수평 마루면에 작용하는 파력 산정

방파제 위로 솟구친 파는 낙하하면서 마루면에 큰 파력을 발생시킨다. 일반적인 형식의 방파제라면 이러한 파력에 저항할 수 있도록 계획되어 있겠으나, 이용성을 고려한 방파제의 경우 최소한의 안전율로 계획될 수 있기 때문에 마루면에서의 파력은 중요하다. 예를 들면 방파제마루면의 아래를 피난통로 등으로 이용한 더블데크 구조의 경우 덮개 설계에 있어 파력이 중요한 요소가 된다. 따라서, 수리모형실험이나 적절한 산정식을 이용해 검토할 필요가 있다. 개략적인 검토가 필요한 경우에는 다음의 산정식을 참고로 할 수 있다. 이 산정방법에는 타격시의 파력( $p_i$ )과 월류시의 파력( $p_s$ )을 구분하여 각각 산정하고 이중 큰 것을 적용한다. 【그림 2-6】는 타격시의 파압은 삼각형 분포로서, 최대파압 지점이 항내측으로 이동하여 항외측단에서  $1.2l_3$ 의 구간까지 그 영향을 준다고 볼 수 있다. 따라서, 실제 설계에는 대상물에 대하여 외력조건이 제일 큰 분포를 이용해 검토하여야 한다. 또한, 【그림 2-7】은 월류시의 파력 분포를 나타낸 것이며, 항외측단의 마루면 위치에서는  $p_4$ 의 수평파력이 수직으로 그대로 작용하고, 항내측  $l_{1G}$ 에서  $0.4p_4$ 의 파력이 사다리꼴 분포로 작용한다. 이후 항내측으로는  $0.4p_4$ 의 파력이 등분포로 작용한다. 여기서,  $p_1, p_2, p_3, p_4$ 와  $\eta^*$ (최대처오름 높이)의 값은 「항만 및 어항 설계기준(2005)」 제 2편 5-2-2 직립벽에 작용하는 중복파 또는 쇄파의 파력에 따른다.

$$p_i = \frac{2.1}{(\bar{\eta}/\eta_3)^{0.8} + 0.4} \omega_o \bar{\eta} \quad (2.14)$$

$$p_s(x) = \begin{cases} \frac{\ell_{1G} - 0.6\chi}{\ell_{1G}} p_4 & : \chi < \ell_{1G} \\ 0.4p_4 & : \chi \geq \ell_{1G} \end{cases} \quad (2.15)$$

여기서,

$$\bar{\eta} = 0.6\eta_1 \quad (2.16)$$

$$\eta_1 = KH - h_c \quad (2.17)$$

$$K = \frac{1 + \sqrt{1 + 4\alpha_1 h'_c/h_m}}{2.0} \quad (2.18)$$

$$h'_c = \frac{H/h_m}{2 \frac{H}{h_m} - \frac{1 + \sqrt{1 + 4\alpha_1 h'_c/h_m}}{2\alpha_1}} h_c \quad (2.19)$$

$$h_m = \begin{cases} d & : B_M/L \geq 0.16 \\ d + (h-d) \frac{0.16 - B_M/L}{0.05} & : 0.11 \leq B_M/L < 0.16 \\ h & : B_M/L < 0.11 \end{cases} \quad (2.20)$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} 1.0 & : \text{직립제 및 혼성제} \\ 0.5 & : \text{Open슬릿 케이슨제 및} \\ & \text{소파블록피복제} \\ 1.0 - \frac{H/h_m}{(H/h_m)^{1.5} + 1.0} & : \text{덮개 없는 슬릿케이슨제} \end{cases} \quad (2.21)$$

$$\eta_3 = \frac{V_{sf}^2}{2g} \quad (2.22)$$

$$\ell_3 = \frac{0.6\alpha_6 C_m V_{sf}}{g} \quad (2.23)$$

$$C_m = \frac{L_m}{T} \quad (2.24)$$

$$L_m = \frac{g T^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h_m}{L_m} \quad (2.25)$$

$$\alpha_6 = \begin{cases} 1.0 & : H/h_m < 0.4 \\ \frac{1}{3} \left( 10 \frac{H}{h_m} - 1.0 \right) & : H/h_m \geq 0.4 \end{cases} \quad (2.26)$$

$$\left. \begin{aligned} V_{sf} &= \frac{2\pi\alpha_5 H}{T} \sqrt{1-\beta_2^2} (1+2\beta_1\beta_2) \\ \beta_1 &= \frac{\pi H \cosh(2\pi h_m/L_m) (2 + \cosh(4\pi h_m/L_m))}{2L_m \sinh^3(2\pi h_m/L_m)} \\ \beta_2 &= \frac{-1 + \sqrt{1+4\beta_1(0.5\beta_1+h_c/H)}}{2\beta_1} \end{aligned} \right\} \quad (2.27)$$

$$\ell_{1G} = \frac{1.65 p_4}{\omega_0} \quad (2.28)$$

여기서,

- $H$  : 설계파고(m)
- $T$  : 설계파 주기(sec)
- $h$  : 직립벽면에서의 수심(m)
- $d$  : 근고공 또는 피복공 마루 중 작은 수심(m)
- $g$  : 중력가속도(9.8)
- $\eta_1$  : 체체 전면에서 마루면까지의 타격 높이(m)
- $\eta_3$  : 월파수의 마루면에서의 최고도달높이(m)
- $\omega_0$  : 해수의 단위체적중량(kN/m<sup>3</sup>)
- $p_4$  : Goda식에서 산출된 마루면 위치에서의 수평파압강도(kN/m<sup>2</sup>)
- $K$  : 파정고비
- $h_c$  : 체체의 마루높이(m)
- $\alpha_1$  : 방파제의 구조형식에 따른 파라메타
- $\alpha_5$  : 유속변화에 따른 파라메타(1~2, 수리모형실험으로 결정)
- $h_m$  : 마운드를 고려한 수심(m)
- $B_M$  : 마운드의 폭(m)
- $L$  : 수심  $h$ 에 있어서의 파장(m)
- $L_m$  : 수심  $h_m$ 에 있어서의 설계계산에 쓰이는 파장(m)
- $h_s$  : 정수면에서 슬리트 상단까지의 높이(m)
- $C_m$  : 수심  $h_m$ 에 있어서의 파속(m/s)
- $\chi$  : 수류가 항 외측단으로부터 월류하는 총 거리(m)
- $l_3$  : 타격시 월파수가 직접 낙하하는 거리(m)
- $V_{sf}$  : 마루부를 월류하는 파랑의 유속(m/s)
- $l_{1G}$  : 항외측에서 사다리꼴 파압이 작용하는 수피의 가상 이동거리 (m/s)



$l_3$ (식 (2.23) 참조)의 범위에 있을 경우에 생기고, 파라펫 하단에서  $\eta_3^*$ 의 높이까지 일정한 수평과압강도  $p_{ix}$ 가 작용하는 것으로 생각한다.

$$p_{ix} = \frac{\chi}{\ell_3} p_i \quad (2.29)$$

$$\eta_3^* = \min \left[ 1.2 \left\{ \frac{V_{sf} \chi}{0.3 \alpha_6 C_m} - \frac{g}{2} \left( \frac{\chi}{0.3 \alpha_6 C_m} \right)^2 \right\}, h_p \right] \quad (2.30)$$

여기서,

- $p_i$  : 타격시의 과력(식(2.14) 참조)
- $V_{sf}$  : 마루부를 월류하는 파랑의 유속(식(2.27) 참조)
- $C_m$  : 수심  $h_m$ 에서의 파속(m/s)
- $\chi$  : 항 외측단으로부터 파라펫 전면까지의 거리(m)
- $\alpha_6$  : 식(2.26)과 동일
- $h_p$  : 파라펫 높이(m)
- $\eta_3^*$  : 수평과압( $p_{ix}$ )의 마루면에서의 작용높이(m)

월류시 과력  $p_{sx}$ 는 파라펫 위치에서 Goda식에 의한 과압강도를 이용하여 다음과 같이 산정할 수 있다(【그림 2-9】 참조). 여기서,  $p_1, p_4, p_5, p_5'$ 와  $\eta^*$ (최대처오름 높이)는 「항만 및 어항 설계기준(2005)」 제 2편 5-2-2 직립벽에 작용하는 중복파 또는 쇄파의 과력에 따른다.

$$p_{sx} = \alpha_p p_G \quad (2.31)$$

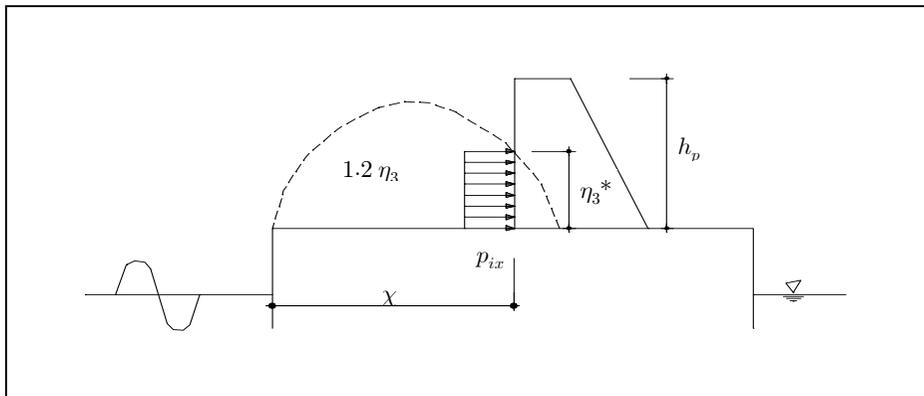
$$h_p^* = \min \{ h_p, \eta^{**} \} \quad (2.32)$$

$$\eta^{**} = \begin{cases} \frac{\ell_{1G} - 0.6\chi}{\ell_{1G}} (\eta^* - h_c) & : \chi < \ell_{1G} \\ 0.4(\eta^* - h_c) & : \chi \geq \ell_{1G} \end{cases} \quad (2.33)$$

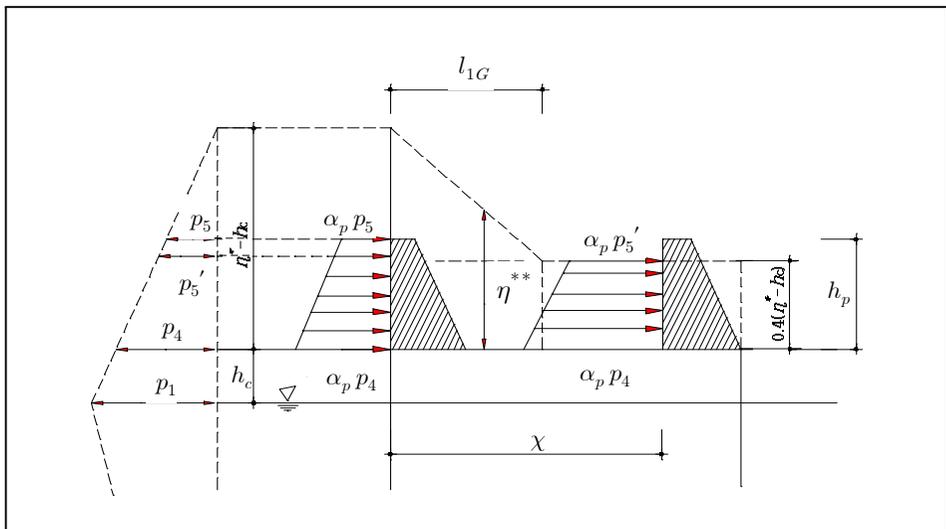
$$\alpha_p = \begin{cases} 1.0 + 0.5\chi \ell_{1G} & : \chi < \ell_{1G} \\ 1.5 & : \chi \geq \ell_{1G} \end{cases} \quad (2.34)$$

## 제2장 안전시설의 설계외력

- 여기서,  $p_G$  : 각 높이에서의 Goda식에 의한 파압강도(kN/m<sup>2</sup>)  
 $h_p^*$  : 파력의 작용높이(m)  
 $h_c$  : 제체의 마루높이(m)  
 $l_{1G}$  : 식 (2.28)과 동일  
 $\alpha_p$  : 유속 성분에 의한 파력 할증계수  
 $\eta^{**}$  : 월류시 마루면으로부터의 파형고(m)  
 $\eta^*$  : Goda식에서 산출된 파의 처오름 높이(m)



【 그림 2-8 】 파라펫에 작용하는 타격시의 파력 개념도



【 그림 2-9 】 파라펫에 작용하는 월류시의 파력 개념도

(4) 난간 등 시설에 작용하는 월파에 의한 항력

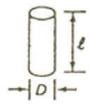
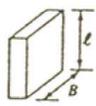
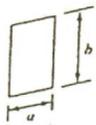
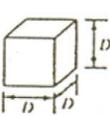
난간 등에 작용하는 항력은 월파에 의한 해수의 흐름이므로 다음의 식을 이용하여 산정할 수 있다.  
 난간에 작용하는 항력을 이용한 별도의 계산을 수행하여 부록에 수록하였다.

$$F = C_D \frac{\omega_0}{2g} A U_{\max}^2 \quad (2.35)$$

- 여기서,  $F$  : 단위폭 당 월파력(kN/m)  
 $\omega_0$  : 해수의 단위중량(10.3kN/m<sup>3</sup>)  
 $A$  : 단위폭 당 구조물의 수평투영면적(m<sup>2</sup>/m)  
 $g$  : 중력가속도(9.8)  
 $U_{\max}$  : 손잡이 위치에서 발생하는 최대 유속(m/s)

위 식에서  $C_D$ 는 항력계수이고, 【 표 2-6 】에 표시된 것과 같이 물체의 형상에 따라 다르다. 예를 들면 난간의 부재가 원주로 구성되어 있는 경우 1.0, 각주로 구성되어 있는 경우 2.0을 사용한다.

【 표 2-6 】 물체형상별 항력계수

물체의 형태	기준 면적	항력계수( $C_D$ )
원 주 (거친 면) → 	DL	1.0 (L>D)
각 주 → 	BL	2.0 (L>B)
원 판 → 	$\frac{\pi}{4} D^2$	1.2
평 판 → 	ab	a/b=1 ; 1.12    a/b=10 ; 1.29 a/b=2 ; 1.15    a/b=18 ; 1.40 a/b=4 ; 1.19    a/b=∞ ; 2.01
구 → 	$\frac{\pi}{4} D^2$	0.5~0.2
입방체 → 	$D^2$	1.3~1.6

## 제2장 안전시설의 설계외력

월파현상은 월파가 마루면에 충돌할 때의 타격시와 후면 항내측으로의 유속에 의한 월류시로 구분할 수 있다. 타격시와 월류시의 유속  $U_i, U_s$ 는 다음 식에서 계산할 수 있고, 항력을 계산할 때는 유속 중에서 큰 값  $U_{\max}$ 를 적용한다.

$$U_{\max} = \max\{U_i, U_s\} \quad (2.36)$$

여기서,

$$U_i = \begin{cases} 0 & : H/h_m < 0.4 \\ 0.8 C_m (1.67 H/h_m - 0.67)^{1/3} & : H/h_m \geq 0.4 \\ 0 & : \chi > l_3 \end{cases} \quad (2.37)$$

$$U_s = \begin{cases} \alpha_4 \frac{1.61 l_1}{l_1 - 0.6 x} \eta_1^{1/2} & : \chi < l_1 \\ 4.03 \alpha_4 \eta_1^{1/2} & : \chi \geq l_1 \end{cases} \quad (2.38)$$

$$\alpha_4 = \begin{cases} 0.68 + 1.10 H/h_m & : H/h_m < 0.4 \\ 0.8 + \frac{0.32}{(10 H/h_m - 4)^2 + 1} & : H/h_m \geq 0.4 \end{cases} \quad (2.39)$$

$$l_1 = C_m \sqrt{\frac{1.2 \eta_1^2}{g(\eta_1 + h_c)}} \quad (2.40)$$

여기서,

- $\alpha_1$  : 방파제의 형상에 의한 보정계수 (식2.21 참조)
- $h_c$  : 마루높이(m)
- $h_m$  : 마운드 높이를 고려한 환산수심(m) (식2.20 참조)
- $C_m$  : 수심  $h_m$ 에서의 파속(m/s)
- $H$  : 설계파고(m)
- $\eta_1$  : 체체 전면에서 마루면까지의 타격 높이(m) (식2.17 참조)
- $B_M$  : 마운드의 폭(m)
- $L$  : 체체전면수심에서의 파장(m)
- $d$  : 마운드 수심(m)
- $h$  : 체체전면수심(m)
- $l_1$  : 월류시 최대수위가 변화하는 거리(m)
- $l_3$  : 타격시 월파수가 직접 낙하하는 거리(m) (식2.23 참조)

### 2.4.2 풍압력

안전시설에 작용하는 풍압력은 설계풍속에 대하여 적절하게 산정한다.

[해설]

풍압력의 산정은 「항만 및 어항 설계기준(2005)」 제 2편 제 3장 바람과 풍압력에 따른다.

### 2.4.3 사람 및 균중하중

사람 및 균중하중은 시설의 종류 및 이용 상황에 따라 다르기 때문에 시설마다 이용 형상을 결정하여 적절하게 설정한다.

[해설]

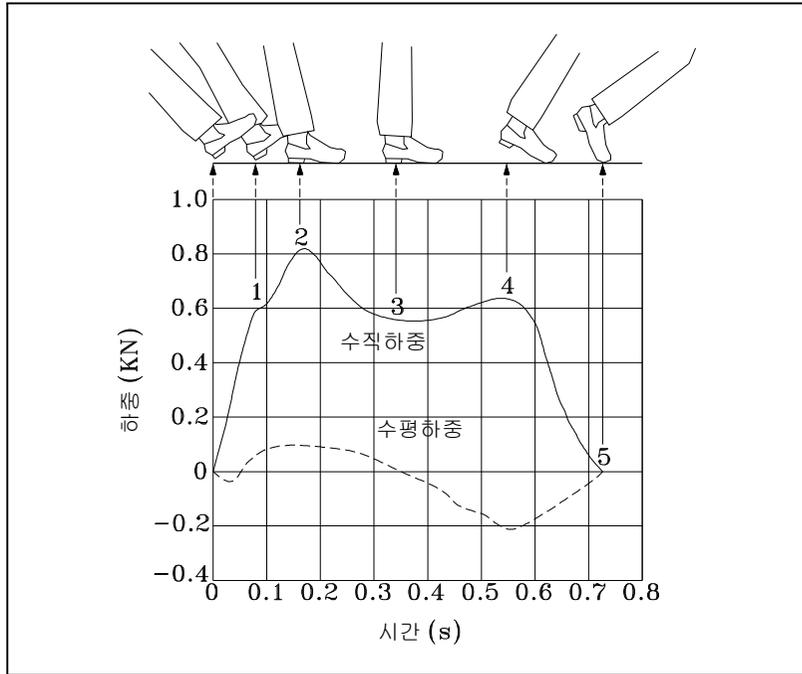
#### (1) 난간 등에 작용하는 하중

여러 사람들이 자유스러운 형태로 한쪽면에 힘을 가할 경우 남자 5명은 400kg 내외, 여자 5명은 300kg 내외에 달한다.

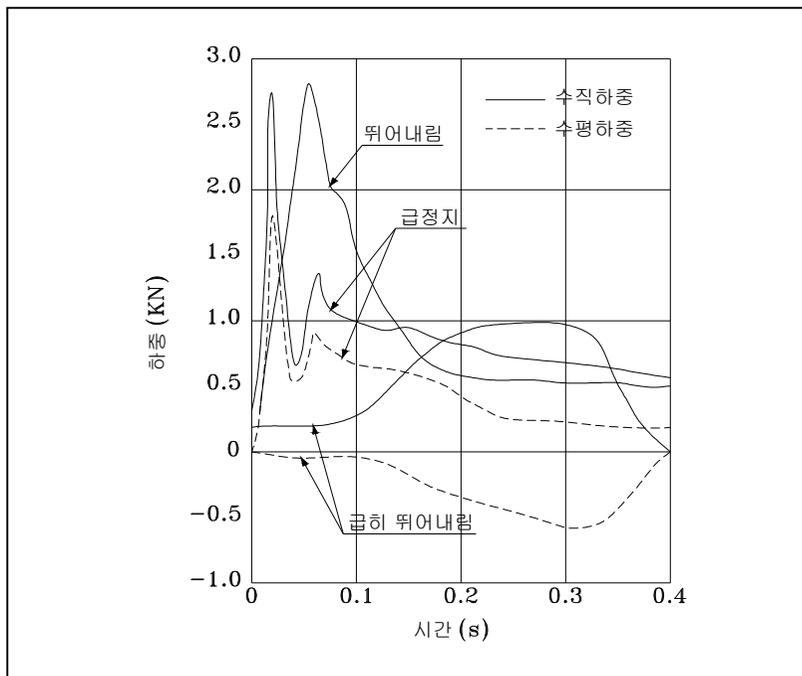
예를 들면, 보도용 횡단방지시설과 추락방지시설 계획시 수직방향으로 작용하는 각각의 외력 0.6kN/m(60kgf/m)와 0.4kN/m(40kgf/m)에 저항할 수 있는 구조로 하고, 사람이 밀집할 가능성이 높은 장소에서는 방지시설의 측면으로 2.5kN/m(250kgf/m)의 하중이 작용시 안전하도록 설계하는 것이 바람직하다.

#### (2) 바닥에 작용하는 하중

바닥에 작용하는 하중은 「항만 및 어항 설계기준(2005)」 제 2편 14-5 균중하중에 따라  $5\text{kN/m}^2$  ( $0.5\text{tf/m}^2$ )을 표준으로 하며, 보도, 계단 등에 작용하는 사람의 하중은 사람의 동작에 따라 【그림 2-10】 , 【그림 2-11】 과 【표 2-7】 을 참조할 수 있다.



【 그림 2-10 】 보행시 바닥에 주는 하중



【 그림 2-11 】 급한 동작시에 바닥에 주는 하중

【 표 2-7 】 각종 동작시에 저면에 대한 최대하중

동 작		하 중(체중비)															
		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5			
보 행	연직방향			■	■	■											
	수평방향	■															
달리기	연직방향			■	■	■											
	수평방향	■	■	■													
급정지	연직방향			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	수평방향	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
뛰어내림	연직방향					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

#### 2.4.4 지진력

안전시설에 작용하는 지진력은 시설의 형태, 이용특성에 따라 적절한 산정식을 이용하여 산정할 수 있다.

##### [해설]

비교적 중량이 크고 제체와 일체성 없는 시설, 예를 들면 기존방파제에 새로운 전망대 등의 시설을 설치하는 경우에는 지진에 대한 안정성을 검토할 필요가 있다. 지진력의 산정은 「항만 및 어항 설계기준(2005)」 제 12장 지진 및 지진력에 따른다.

#### 2.4.5 기타 설계외력

안전시설의 설계에 있어서는 필요에 따라 기타 적절한 외력을 고려할 수 있다.

##### [해설]

##### (1) 관리차량

항만시설의 유지관리에 차량을 이용하는 경우 안전시설의 설계외력은 관리차량의 하중을 고려할 필요가 있다. 관리차량의 하중은 사용하는 차량을 대상으로 설정하는 것이 좋지만, 「도로교설계 기준(2005)」 2.1.3 활하중과 「항만 및 어항 설계기준(2005)」 제2편 14-4-2 자동차 하중에서 DB13.5로 고려할 수 있다.

# 제 3 장

## 안전시설 설계지침

- 3.1 일반사항
- 3.2 설계 기본방침
- 3.3 안전시설 배치
- 3.4 안전시설 설계

## 제 3 장 안전시설 설계지침

### 3.1 일반사항

안전시설 설계하는 경우 사람들이 이용목적에 따라 안전하게 시설을 이용할 수 있고, 파랑 등 자연외력에 대해서도 견딜 수 있는 강도를 보유하여야 한다.

[해설]

#### (1) 안전시설의 분류

안전시설은 【 표 3-1 】 과 같이 3가지로 분류할 수 있다.

【 표 3-1 】 안전시설의 분류

피해예방시설	위험 인지시설	긴급시 대응시설
<ul style="list-style-type: none"> <li>•추락방지·난간 및 손잡이 (과라넷, 통행금지)</li> <li>•진입방지시설</li> <li>•조명시설</li> <li>•미끄럼방지</li> <li>•배수시설</li> <li>•피뢰침·접지선</li> <li>•침몰방지시설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•정보를 얻는 시설 (텔레비전, 라디오, 전화)</li> <li>•상황을 판단하는 시설 (풍향풍속계, 파고계)</li> <li>•표지·안내판</li> <li>•방송설비·경보설비 (경보기)</li> <li>•전광판</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•긴급통보시설 (비상벨, 전화·무선, 방송설비)</li> <li>•피난시설(피난장소, 대피로)</li> <li>•구난설비(구명환, 사다리, 구명로프, 구명보트)</li> </ul>

#### (2) 안전시설의 배치

안전시설의 배치에 대해서는 본 지침서 「3.3 안전시설 배치」 에서 제시한 시설배치계획을 토대로 적절하게 배치하는 것으로 한다.

#### (3) 사용재료

안전시설의 사용재료에 대해서는 본 지침서 「제5장 안전시설 재료」 에 의한다.

#### (4) 장애인 대책

장애인과 관련된 안전시설에 대해서는 「장애인 안전시설 설치기준(2003)」 과 「장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 시행규칙 별표1」 을 참조한다. 항만시설물 안전시설에 대한 정비 등에 대해서도 이를 준용하여 사용하는 것으로 한다.

### (5) 이끼(조류(藻類))의 발생과 그 대책

정수면 부근의 안전시설의 경우 이끼가 발생할 수 있다. 이끼가 발생할 경우에는 이용자의 보행 위험성이 높아지므로 이끼 발생 방지대책 등을 충분히 고려하는 것이 좋다. 이끼의 성질 및 발생 방지 대책에 대해서는 본 지침서 「5.3 조류(藻類) 발생 방지대책」에서 설명한다.

## 3.2 설계 기본방침

안전시설을 설계하는 경우 자연조건을 충분히 파악함과 동시에 이용형태, 이용한계조건, 관리방법 등 이용조건을 명확하게 파악하는 것이 중요하며, 특히, 기존 항만시설에 안전시설을 설치하는 경우 중·장기적인 관점에서 시설 이용자가 안전하게 시설을 이용할 수 있는 구조로 만드는 것이 필요하다.

### [해설]

#### (1) 검토사항

안전시설의 설계에 있어서는 아래 사항을 고려하여 이용조건을 명확하게 파악하는 것이 선행되어야 한다.

- ① 이용형태
- ② 이용 한계조건
- ③ 안전시설
- ④ 관리방법

#### (2) 이용형태

이용형태는 본 지침서 「1.2 항만시설물 이용형태」에서 서술된바와 같이 여러 가지가 있겠으나, 그 결정에 있어서는 다음 사항을 검토할 필요가 있다.

##### ① 이용자의 요청

시설물을 이용하는 이용자층, 이용자수 등을 충분히 파악하는 것은 안전시설 뿐 만 아니라 구조물 자체 설계에서도 기본적으로 고려되어야 하는 사항이다.

##### ② 안전확보의 용이성

파랑의 영향을 직접적으로 받는 외해에 위치한 항만시설물과 상대적으로 파랑의 영향이 적은 내해에 위치한 항만시설물 이용시 안전확보 용이성 등이 크게 다르게 된다. 그러므로 항만시설의 자연조건에 따라 필요로 하는 안전시설의 종류 및 설치조건이 달라지게 된다.

(3) 이용 한계조건

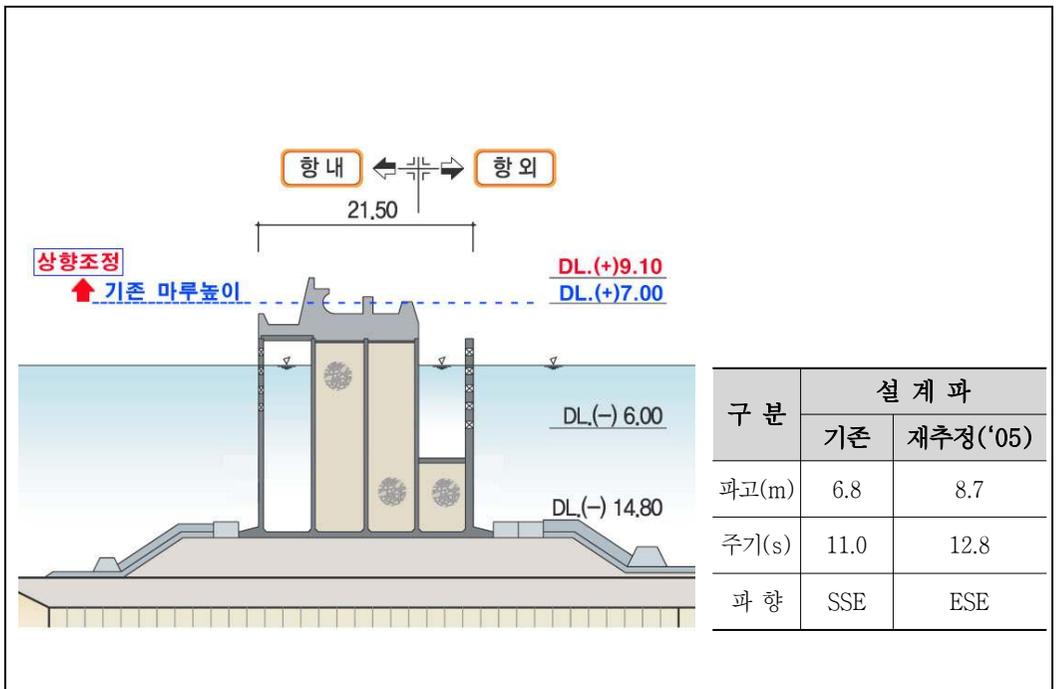
- ① 안전시설 계획시 우선 고려되어야 하는 사항 중 하나는 이용자의 안전성 확보를 위한 이용 한계조건에의 설정이다.
- ② 이용 한계조건에는 파랑, 바람, 지진 등이 있으며 이중 가장 중요한 것이 파랑과 바람이다. 이러한 자연조건에 대해서는 본 지침서 「제2장 안전시설의 설계외력」에 의한다.

(4) 관리방법

안전시설의 유지관리 및 보수대책은 본 지침서 「제5장 유지관리 및 보수대책」에 의한다.

(5) 기타

- ① 지구 온난화 등의 영향으로 인해 자연환경이 급변하고 있는 시점에서 이러한 자연특성을 반영한 안전시설 설치가 중요하다.
- ② 「전해역 심해설계과 추정 보고서(해양연구원, 2005)」에 따르면 우리나라 전해역의 심해 설계파가 크게 증가한 것을 확인 할 수 있으며, 이에 따라 기존 항만시설물의 경우 마루높이를 상향조정 후 안전시설을 설치하는 중·장기적인 접근방법이 필요하다. 【그림 3-1】은 울산 신항 북방파제의 설계파고 증가로 인한 마루높이 변경 예를 보인 것이다.



【 그림 3-1 】 마루높이 변경 예시(울산신항 북방파제)

### 3.3 안전시설 배치

#### 3.3.1 피해예방시설

(1) 추락방지시설

추락방지시설은 이용자의 추락을 방지할 수 있는 충분한 높이, 형상 및 강도를 확보하여야 하며 이용형태, 이용방법 등 이용조건을 고려하여 적절하게 배치하여야 한다.

(2) 진입방지시설

위험한 장소로의 진입을 방지하기 위하여 필요에 따라 진입방지시설을 설치할 수 있다.

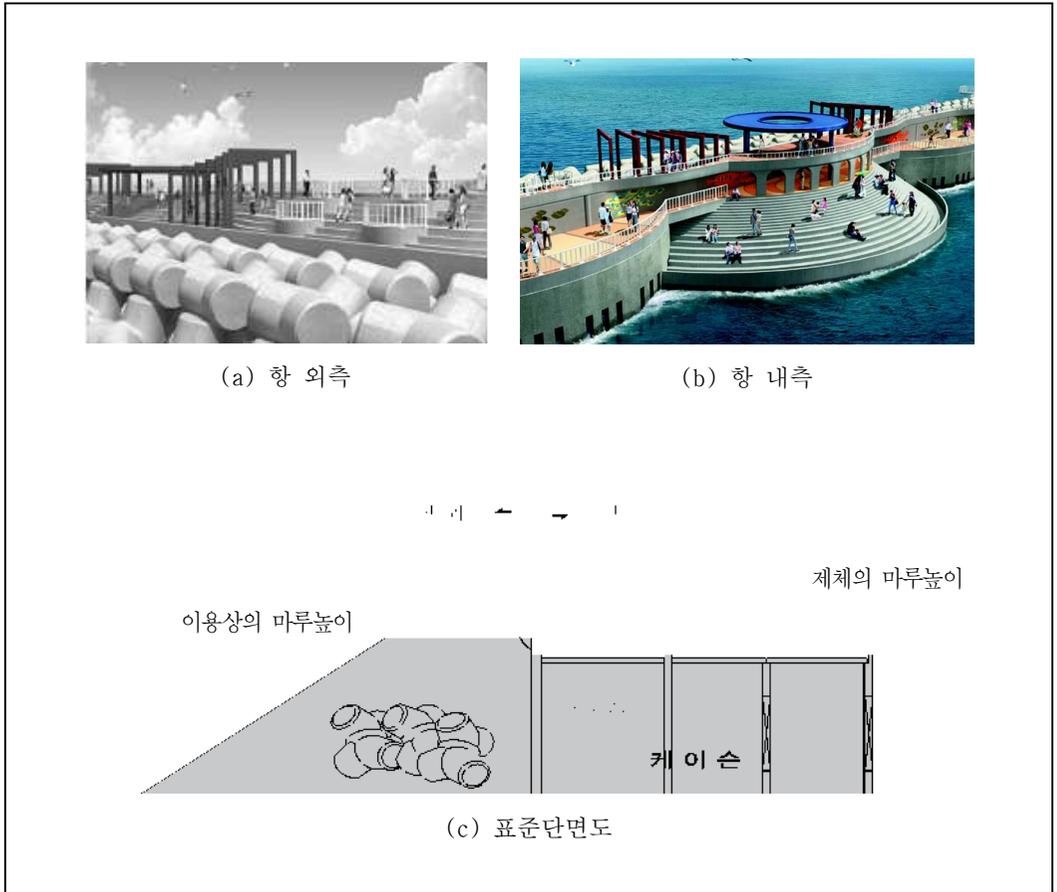
[해설]

(1) 추락방지시설

- ① 항만시설물 이용자에게 안전상 가장 문제가 되는 것이 바다로의 추락이며 이것을 방지하기 위해 추락방지시설을 설치한다.
- ② 방파제의 경우에는 항 외측과 항 내측의 양쪽에 추락방지시설을 설치하는 것이 바람직하며, 호안의 경우에는 일반적으로 해측으로만 설치하나 필요에 따라 육측에 설치하는 경우도 있다.
- ③ 일반적으로 추락방지시설로 난간을 설치하며 파라펫도 동일한 기능을 갖게 할 수 있다.
- ④ 낚시행위는 단순히 걷거나 휴식을 취하는 행위에 비해 추락의 위험이 크기 때문에 낚시를 위한 시설을 항만시설물 위에 설치하는 경우에는 조대(釣臺)의 위치와 주변 통로의 상황을 고려하여 추락방지시설을 설치하여야 한다.
- ⑤ 추락방지시설은 항만시설물 인근지역에서 주위를 볼 때의 경관과 항만시설물 위에서 주위를 볼 때의 경관에 큰 영향을 주기 때문에, 항만시설물 및 주위배경과 조화되는 높이, 형상, 색상을 갖도록 적절하게 배치하는 것이 바람직하다. 【 그림 3-2 】 은 추락방지시설의 예를 도시한 것이다.

(2) 진입방지시설

- ① 설치조건 : 항만시설물 이용이 위험하다고 판단되어 상시 또는 주기적으로 이용자의 진입을 저지할 필요가 있을 때 설치할 수 있다.
- ② 이용자의 진입을 확실하게 저지하기 위한 진입방지시설은 야간이나 파랑 작용시 등 이용을 제한하는 경우에 설치하는 것이기 때문에 쉽게 진입하지 못하도록 계획하여야 한다.



【 그림 3-2 】 추락방지시설 예시

### 3.3.2 위험 인지시설

(1) 표지·안내판

항만시설물의 원활한 이용을 도모하고 이용자의 안전을 확보하기 위해 필요에 따라 표지·안내판을 설치할 수 있다.

(2) 방송·경보와 긴급통보시설

안전한 이용을 유도하고 위험을 알리기 위한 방송시설·경보시설 및 고파랑과 쓰나미 발생시의 경보 등 긴급한 상황에서 연락을 원활히 할 수 있도록 필요에 따라 긴급통보시설을 설치할 수 있다.

#### [해설]

##### (1) 표지·안내판

- ① 표지·안내판의 양식은 「도로표지관련 규정집(2006)」에 규정이 있는 것은 그것을 기준으로 하지만 시설의 이용형태, 경관 등을 고려하여 적용하는 것을 원칙으로 한다.
- ② 표지·안내판이 항만시설물 이용자에게 불쾌감을 주거나 불편을 주는 일이 없도록 하여야 한다.

##### (2) 방송·경보와 긴급통보시설

방송·경보와 긴급통보시설을 설치할 경우에는 항만시설물 위의 어느 곳에 있어도 정보가 쉽게 전달되도록 배치하는 것이 좋으며, 특히 긴급시 피난에 많은 시간이 소요되는 연장이 긴 방파제의 경우 가능하면 설치하는 것이 바람직하다.

### 3.3.3 긴급시 대응시설

#### (1) 피난시설

방파제의 연장이 매우 길어서 이상 파랑시 신속히 육지로의 피난이 어려울 경우에는 일시적으로 긴급히 피난할 수 있는 피난시설을 설치할 수 있다.

#### (2) 구난시설

사람이 항만시설물에서 추락하더라도 신속한 구조가 가능하도록 사다리, 구명환 등 구명시설을 설치할 수 있다.

#### [해설]

##### (1) 피난시설

- ① 일반사람들이 황천시에 항만시설물을 이용하는 경우는 거의 없을 것으로 생각되지만, 황천시가 아니더라도 돌풍이나 고파랑이 급하게 내습하는 경우에 육지로의 긴급한 피난이 어려운 지역에서는 긴급 대피가 가능한 피난시설을 적절한 장소에 설치할 수 있다.
- ② 피난시설로는 제체의 내부공간을 활용하는 형식과, 평탄한 제체 위에 피난공간을 설치하는 형식으로 구분된다. 【그림 3-3(a)】는 더블 데크형의 피난시설 예를 도시한 것이며, 【그림 3-3(b)】는 평탄한 방파제 위의 피난시설 예를 도시한 것이다.
- ③ 피난시설을 설치할 경우 배치간격은 해역의 자연조건과 항만시설물의 구조형식, 마루높이 등에 따라 달라지지만 일반적으로 연장이 긴 방파제의 경우 100~200m에 1개소 정도 설치한다.



【 그림 3-3 】 피난시설 예시

## (2) 구난시설

구조형식에 따라 다르지만 통상 항만시설물의 마루는 수면에서 보면 상당히 높은 위치에 있어 쉽게 오를 수 없을 뿐만 아니라 매달리는 것도 어려운 경우가 많아 사람이 추락한 경우에는 불안을 느끼게 된다. 구난시설의 배치는 이러한 불안을 없애는 것도 고려하면서 결정하는 것이 바람직하며 사다리의 배치간격이 큰 경우는 매달리기 위한 시설(로프 등)을 구조물 주위 수면 부근에 배치하는 것으로도 그 불안감 해소 효과는 크게 된다. 이와 같이 추락한 사람의 심리 상태를 고려하여 배치하는 것이 필요하다.

추락한 사람을 구조하기 위해 필요한 사다리, 구명환 등은 구조활동을 신속하게 진행할 수 있도록 추락의 위험성을 고려하여 적절한 간격으로 설치할 수 있다.

### ① 구명사다리

구명사다리의 배치는 추락의 위험성에 따라 적절하게 배치할 수 있다. 1m 이상의 추락방지시설이 있어 추락의 위험성은 거의 없는 경우에 추락한 사람은 의도적으로 떨어진 것으로 생각되므로 수영이 가능하다는 것을 전제로 사다리를 배치할 수 있으며, 이 경우의 배치간격은 50m에 1개소 정도가 적당하다. 그러나 항만시설물의 이용목적상 추락한 사람은 수영을 하지 못한다는 것을 전제로 사다리 배치간격을 결정하는 것이 바람직하며, 지역적 특성 또는 운영측면 등을 고려하여 결정할 수 있다.

### ② 구명로프

구명로프는 항만시설물에서 추락한 사람이 추락하자마자 로프를 잡고 구조될 때까지 기다릴 수 있도록 하기 위한 시설이다. 로프의 위치는 수면부근에서 손이 닿는 범위에 설치하는 것이 바람직하며, 로프의 지름은 쉽게 잡을 수 있도록 20~40mm정도가 적당하고, 잡은 채로 구조물 주위로 어느 정도 이동할 수 있도록 길게 설치하는 것이 효과적이다.

#### ③ 구명환

낚시터 등 추락의 위험성이 높은 시설에서는 추락시에 원활하게 구조할 수 있도록 구명환을 배치할 수 있다. 이 경우 배치간격은 20~30m에 1개소 정도를 표준으로 하며, 지역적 특성 또는 운영측면 등을 고려하여 결정할 수도 있다.



【 사진 3-1 】 구난시설 예시

#### 3.3.4 기타시설

##### (1) 장애인용 안전시설

항만시설물을 개방하는 경우 남녀노소뿐만 아니라 장애인도 시설을 자유롭게 이용할 수 있도록 장애인용 안전시설을 계획할 수 있다. 이 경우 동선을 고려하여 적절하게 배치한다.

##### (2) 보행자용 경사로

##### (3) 기타

피뢰침과 접지선, 잠수방지시설 등에 관해서도 필요에 따라 적절하게 배치할 수 있다.

#### [해설]

##### (1) 장애인용 안전시설

- ① 본 지침에 제시되지 않은 장애인을 위한 안전시설은 「장애인 안전시설 설치기준(2003)」 과 「장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 시행규칙 별표1」 을 참조하는 것으로 한다.
- ② 장애인도 항만시설물을 이용할 수 있도록 난간, 경사로 등 안전시설을 배치하는 것이 바람직하다.

## ③ 유효폭 및 활동공간

- 휠체어 사용자가通行할 수 있도록 접근로의 유효폭은 1.2~1.5m 이상으로 한다.
- 휠체어 사용자가 다른 휠체어 또는 유모차 등과 교행할 수 있도록 50m마다 1.5m×1.5m 이상의 교행구역을 설치할 수 있다.
- 경사진 접근로가 연속될 경우에는 휠체어사용자가 휴식할 수 있도록 30m마다 1.5m×1.5m 이상의 수평면으로 된 참을 설치할 수 있다.

## ④ 기울기 등

- 접근로의 기울기는 18분의 1 이하로 하여야 한다. 다만, 지형상 곤란한 경우에는 12분의 1까지 완화할 수 있다.
- 대지 내를 연결하는 주접근로에 단차가 있을 경우 높이 차이는 20mm 이하로 하여야 한다.

## ⑤ 재질과 마감

- 접근로의 바닥표면은 장애인 등이 넘어지지 아니하도록 잘 미끄러지지 아니하는 재질로 평탄하게 마감하여야 한다.
- 블록 등으로 접근로를 포장하는 경우에는 이음새의 틈이 벌어지지 아니하도록 하고, 면이 평탄하게 시공하여야 한다.
- 장애인 등이 빠질 위험이 있는 곳에는 덮개를 설치하되, 그 표면은 접근로와 동일한 높이가 되도록 하고 덮개에 격자구멍 또는 틈새가 있는 경우에는 그 간격이 20mm 이하가 되도록 하여야 한다.

## ⑥ 보행장애물 : 접근로에 가로등·간판 등을 설치하는 경우에는 장애인 등의 통행에 지장을 주지 아니하도록 설치하여야 한다.

## ⑦ 시각장애인의 행동 편의나 안전성을 확보하기 위해서는 필요에 따라 점자블록을 적절하게 설치하는 것이 좋다. 점자블록은 출입구, 계단, 사면 등 구배가 급격히 변화하는 구간이나 평면적으로 동선이 교차하는 구간 등에 설치하며, 이외에도 시설배치계획에 따라 점자블록 설치 효과가 있다고 판단되는 곳에는 설치하는 것이 바람직하다.



(a) 여수신항 서방과제

(b) 여수신항 동방과제

【 사진 3-2 】 경사로 설치 예시

### (2) 보행자용 경사로

보행자용 경사로는 「산업안전기준에 관한 규칙(노동부, 1990.7.23 제정)」에 따라 경사각이 30°이내가 되도록 해야 하며, 15°를 초과할 경우 미끄러지지 아니하는 구조로 한다.

### (3) 기타

본문에서 서술한 내용 이외에도 본 지침서 「1.3 항만시설에 있어서의 위험성」에 제시된 방파제에서의 위험성과 여러 가지 안전시설 내용이 수록되어 있으며, 각각의 시설배치는 항만시설물의 이용형태 및 관리형태를 고려하여 결정한다.

## 3.4 안전시설 설계

### 3.4.1 이용상의 마루높이

사람들에게 제공되는 항만시설물의 마루높이는 이용자가 쉽게 접근할 수 있도록 하되, 이용가능일수와 안전성 등을 고려하여 적절하게 결정하는 것으로 한다.

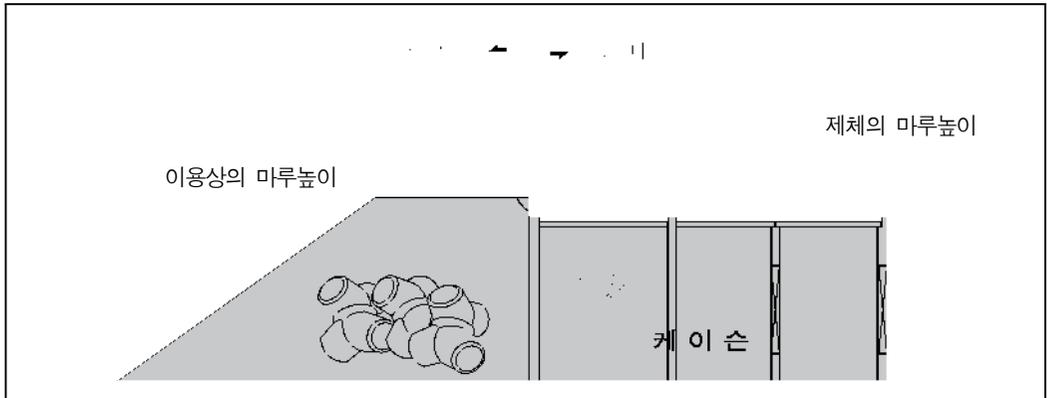
#### [해설]

항만시설물의 상단부는 이용상의 안전을 제공하기 위하여 여러가지 형태를 고려해 볼 수 있다. 상부의 단면형태가 다소 복잡해 질수는 있지만 【그림 3-4】 , 【그림 3-5】와 같이 두개 이상의 천단고를 갖는 형태도 생각해 볼 수 있다. 이러한 단면형상은 기능성을 갖는 체체의 마루높이와 이용상의 마루높이로 구분이 가능해 기능성 및 이용성을 동시에 만족할 수 있다는 장점이 있다. 여기서, 체체의 마루높이란 체체의 가장 높은 상단부를 가리키며, 기능성을 고려한 마루높이로서 항만시설물의 정온도 및 호안 배후지 안정성을 고려한 마루높이이다. 따라서, 체체의 마루높이는 항만시설물의 경우 기본적인 기능 확보(방파제 : 항내정온도, 호안 : 배후 안전성 확보)가 우선이며, 이는 수리모형실험 등을 거쳐 결정하는 것을 원칙으로 한다(「항만 및 어항설계 기준(2005)」 제 7편 외곽시설에 따름).

이용상의 마루높이는 사람들이 시설을 쉽게 이용할 수 있도록 고려한 마루높이이다. 이용목적에 따라 항외측이나 항내측에 설치되지만, 이용의 안전성 확보 측면에서 보면 가장 중요한 것은 외해로부터 파랑을 직접 받는 항외측의 마루높이이며, 이는 이용한계파랑과 밀접한 관련이 있다.

(1) 항만시설의 이용상의 마루높이는 안전성 확보와 이용한계 등이 직접적으로 연관되기 때문에 본 지침서

「제2장 안전시설의 설계의뢰」에서 이용한계 파랑 등을 충분히 고려하면서 설정할 필요가 있다.



【 그림 3-4 】 울산신항 친수성 방파제 예시도



【 그림 3-5 】 친수성 방파제의 마루높이 개념도

(2) 이용상의 마루높이를 고려해야 할 시설은 다음과 같다.

1) 편의시설

- ① 전망을 위한 시설 : 보도(도로, 계단, 소단 등), 전망용 계단 등
- ② 낚시를 위한 시설 : 낚시터, 설치장 등

2) 안전시설

- ① 추락방지시설 : 난간 등
- ② 긴급시 대응시설 : 대피소, 대피로 등

(3) 상기 각시설의 이용상의 마루높이는 시설을 이용하는 사람의 안전성, 편의성, 쾌적성을 고려하여 결정할 필요가 있다.

### 3.4.2 난간

- (1) 방파제 등 외곽시설에 설치하는 난간의 경우에는 월파에 의한 안전시설 구조에 대한 안전성 검토가 필요하다.
- (2) 난간은 추락방지시설, 위험표지시설, 보행자가 지탱할 수 있는 용도로 구분되고, 난간의 설계에 있어서는 그 용도에 따라 이용자의 편의성 및 안전성을 고려하여 아래와 같은 검토를 수행한다.
  - ① 형상
  - ② 기둥·난간 등의 디자인
  - ③ 재질과 방식대책
  - ④ 강도와 구조
  - ⑤ 장애인에 대한 배려

#### [해설]

##### (1) 난간의 용도

항만시설물은 주위가 바다로 둘러싸여 있기 때문에 비교적 위험성이 있는 시설이고, 난간 설치 등 안전대책이 필요하다.

난간을 그 용도에 따라 분류하면 이용자가 항만시설물 위에서 추락하는 것을 방지하기 위한 추락방지시설과 이용자가 위험인지를 할 수 있는 위험표지시설, 이용자가 통로·계단 등을 보행할 때에 지탱할 수 있는 시설로 구분된다. 난간 설계에 있어서는 강도와 안전성은 물론 이용자의 쾌적감과 경관, 디자인도 충분히 고려하는 것이 바람직하다.

##### (2) 난간 형식의 선정

일반적으로 난간의 형식은 벽형, 울타리형, 혼합형, 체인형 등이 있으며, 각각의 특징은 【 표 3-2 】와 같다.

난간형식의 선정은 안전성, 편의성과 주변과의 조화를 고려할 필요가 있지만, 일반적으로 난간의 용도와 형식과의 관계는 다음과 같다.

##### ① 추락방지시설 용도

- 벽형
- 울타리형
- 혼합형
- 체인형

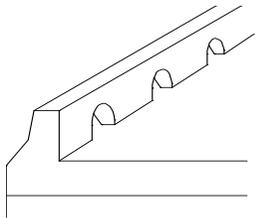
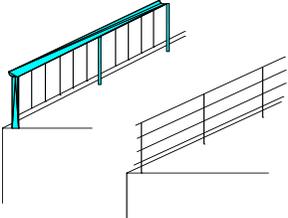
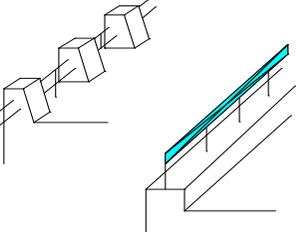
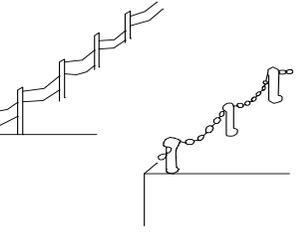
② 위험표시시설 용도

- ┌ 울타리형
- └ 체인형

③ 통로·계단 등의 보행지탱 용도

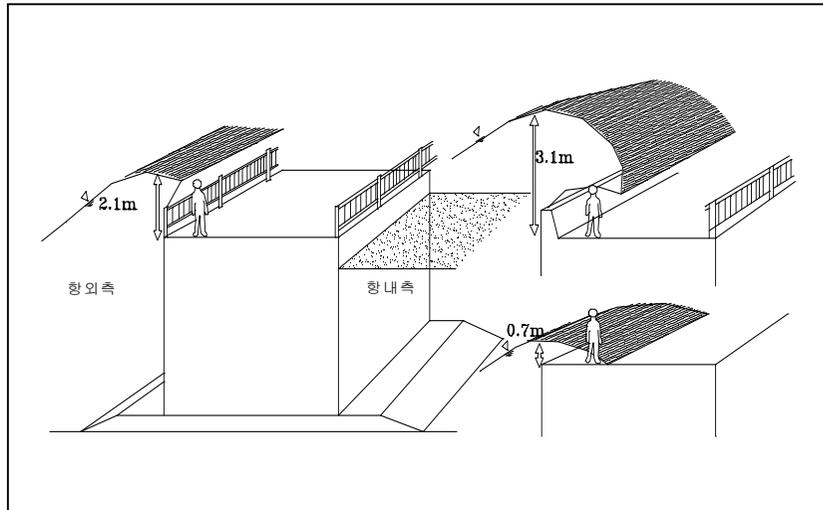
- ┌ 벽형
- ├ 울타리형
- └ 혼합형

【 표 3-2 】 난간 형식별 특징

형식	형상	특징
벽형		<ul style="list-style-type: none"> <li>•중량감이 있고 안정감이 있음</li> <li>•틈새가 작음</li> <li>•파력이 정면에 작용하는 구조물 전체의 안정에 영향이 큼</li> <li>•유지보수가 유리함</li> <li>•파라펫과 병용가능</li> <li>•쉽게 뛰어넘을 수 없음</li> <li>•배수에 유의할 필요가 있음</li> </ul>
울타리형		<ul style="list-style-type: none"> <li>•틈새가 커서 시야가 넓음</li> <li>•벽형보다 파력은 작고 구조물 전체의 안정에 영향이 작음</li> <li>•유지보수가 필요</li> <li>•쉽게 뛰어넘을 수 없음</li> </ul>
혼합형		<ul style="list-style-type: none"> <li>•벽형과 울타리형의 중간적 특징을 갖고 있음</li> </ul>
체인형		<ul style="list-style-type: none"> <li>•틈새가 크고 시야가 넓음</li> <li>•난간을 통과하기 용이함</li> <li>•흔들리고 불안정하기 때문에 난간에 기대기 어려움</li> <li>•설치 및 해체가 비교적 용이함</li> </ul>

### 제3장 안전시설의 설계지침

추락방지시설·난간은 상시 및 월파시 추락을 방지하는 효과가 있다. 이 중에서 월파시 추락방지 효과는 난간 형식과 밀접한 관계가 있다. 항 외측에 설치하는 난간의 개구율이 작을수록 항 내측에 설치하는 난간의 개구율이 클수록 추락방지효과가 크게 된다. 【그림 3-6】은 월파에 의해 사람이 추락할 때의 한계 처오름높이를 예시한 것이다. 【표 2-2】의 추락한계시의 처오름 높이를 보면 그림에서 우측 아래와 같이 마루면이 수평인 방파제에서 난간을 설치하지 않는 경우에는 약 0.7m의 처오름 높이에서 추락이 발생하지만, 좌측과 같은 울타리형 난간을 항 외측과 항 내측에 설치한 경우에는 추락한계 처오름높이가 2.1m로 된다. 우측 위의 그림에서처럼 항 외측 난간을 벽형으로 하면 추락한계 처오름 높이가 3.1m로 된다.



【그림 3-6】 월파에 의해 사람이 추락하는 조건

또한, 물보라가 발생하거나 비가 내리고 있는 상황에서 통로 등에 물이 차면 전도 등의 위험성이 증대할 수 있기 때문에 벽형 난간을 설치할 때는 배수에 특히 유의하여야 한다.

#### (3) 난간의 높이 및 배치간격

- ① 추락방지시설로 사용하는 경우에 난간의 높이는 통상 900mm 이상으로 하되, 가능하면 1,100mm 이상을 확보하는 것이 좋으며, 자전거를 대상으로 하는 경우에는 1,200mm 정도로 계획하는 것이 바람직하다.
- ② 난간 기둥의 중심 간격은 2,000~3,000mm 정도를 표준으로 하되, 본 지침서 「2.4.1 월파력」 과 「2.4.3 사람 및 군중하중」중에서 큰 값을 외력으로 적용하여 그 간격을 결정할 수 있다.
- ③ 마루부 법선으로부터 난간기둥의 중심까지 150mm 이상 이격하여 설치하는 것이 바람직하다.

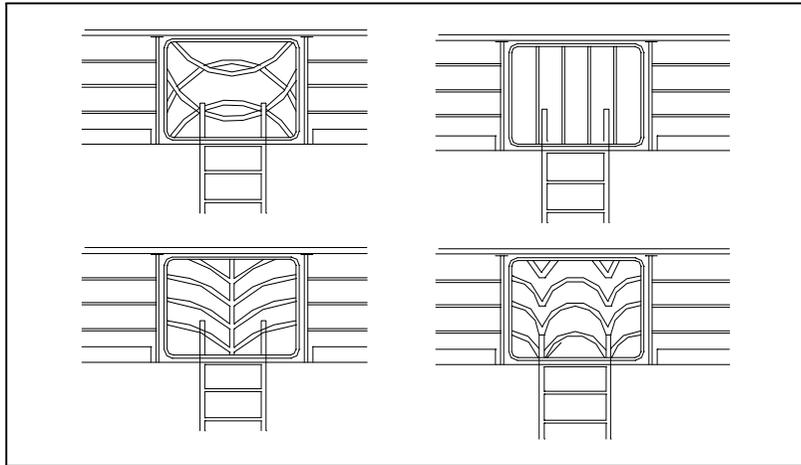
- ④ 항만시설물 마루의 시공이음부에서는 부등 침하로 인한 난간의 손상을 방지하기 위하여 난간을 연결하여 설치하지 않고 분리하여 구분하는 것이 바람직하다.
- ⑤ 파랑 또는 바람 등에 의한 피해 발생시 전체 난간으로 확산되지 않고 일정한 구역으로 한정 되도록 난간을 10~20m 정도의 구획으로 분리하여 설치할 수 있다.
- ⑥ 난간 형태는 지역특성이나 주변환경을 고려하여 자유롭게 계획할 수 있지만 이용자가 쉽게 빠져나갈 수 없는 형상으로 하는 것이 좋다.
- ⑦ 중간대를 일정한 간격으로 배열하는 일반적인 난간의 경우 가로대 또는 세로대 형식 중에서 임의로 선택할 수 있다.
- ⑧ 내부간격 : 중간 가로대 또는 세로대의 내부간격(중심간격)은 이용자의 머리가 쉽게 들어갈 수 없는 간격인 300mm를 넘지 않도록 하는 것이 좋으며, 어린이를 대상으로 하는 경우 200mm 이하로 좁게 계획하는 것이 바람직하다.
- ⑨ 계단부의 구배가 급하거나 계단이 긴 경우 또는 경사도가 있는 경우에는 난간을 설치하는 것이 일반적이며, 폭이 넓은 계단부에는 양쪽 끝단뿐만 아니라 중앙부에도 난간을 설치하는 것이 바람직하다.

#### (4) 난간의 매설 깊이

- ① 난간의 매설 깊이는 자연조건, 이용자층, 이용빈도 등을 고려하여 150~200mm를 표준으로 하며, 본 지침서 「2.4 안전시설의 설계외력」에서 난간 등에 작용하는 외력 계산을 통해 그 이상의 매설심도가 필요하다고 인정될 경우 그렇게 할 수 있다.
- ② 필요할 경우 지주석을 설치할 수 있으며, 매설되는 난간 지주가 잘 고정 될 수 있도록 다양한 방법을 강구할 수 있다.

#### (5) 기둥·난간 등의 디자인

- ① 기둥·난간의 디자인이나 색상은 주변 시설의 색상에 맞추고 지역이 가진 이미지에 부합하게 하여 주변과 조화를 이루게 하는 것이 바람직하다. 항만시설물 위에서 바라볼 수 있는 전망은 다양하므로 간단명료한 디자인이나 색상을 선정하는 것이 바람직하다.
- ② 단조로움을 피하기 위해서는 20m~50m 마다 1개소 정도에 포인트를 주어 디자인의 변화를 주는 것도 고려할 수 있으나, 부자연스럽지 않아야 하고, 광장이나 편의시설, 구난시설, 정보 전달시설 등의 배치와 조화를 이룰 수 있도록 하는 것이 바람직하다.
- ③ 외력을 과도하게 받는 디자인은 피하는 것이 좋다. 【그림 3-7】는 포인트 디자인의 예이며, 【사진 3-3】에는 각종 설치예를 제시하였다.



【 그림 3-7 】 포인트디자인(예)



(a) 인천 월미도



(b) 여수구항 방파제



(c) 여수신항 서방파제



(d) 여수신항 동방파제



(e) 도남항 동방파제



(f) 삼천포 구항 동방파제

【 사진 3-3 】 기둥·난간 설치 예시



(g) 부산남항 방파제



(h) 부산 오류도 방파제



(i) 포항구항 호안



(j) 포항구항 방파제



(k) 포항 어항방파제



(l) 삼척항 북방파제



(m) 속초항 북방파제



(n) 묵호항 투기장 호안

【 사진 3-3 】 기둥·난간 설치 예시

### 제3장 안전시설의 설계지침

#### (6) 재질과 방식대책

난간의 재질에 대해서는 「제4장 안전시설 재료」를 참고로 한다. 금속을 사용하는 경우는 방식 대책을 반드시 수립하여야 한다.

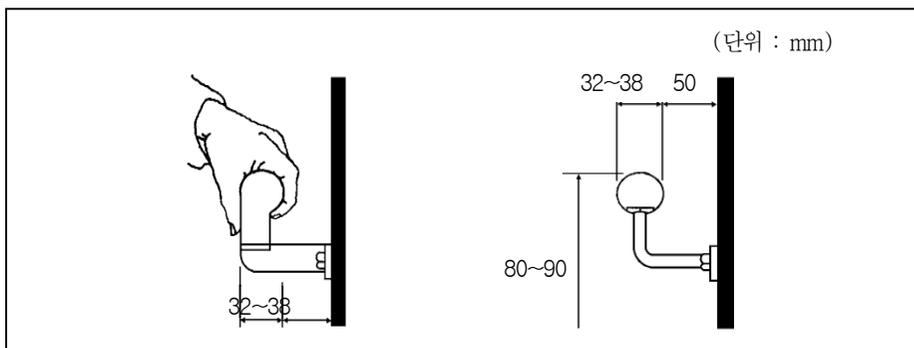
#### (7) 강도와 구조

난간은 윌파력, 균중하중에 대하여 충분한 강도를 지녀야 하며, 볼트 등의 취부나 각부는 표면을 매끄럽게 마무리하고 이용시에 파손이 일어나지 않는 구조로 설치해야 한다.

정착부의 구조는 항만시설물의 상부공 배근 등의 구조와 부합하게 하여 통합성을 갖도록 한다.

#### (8) 장애인의 배려

- ① 장애인을 위한 난간설치는 「장애인 안전시설 설치기준(2003)」과 「장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 시행규칙 별표1」을 참조한다.
- ② 경사로의 길이가 1.8m 이상이거나 수직 높이가 0.15m 이상인 경우에는 양측면에 연속으로 손잡이를 설치한다.
- ③ 경사로의 시작과 끝부분에 수평 손잡이를 0.3m 이상 연장하여 설치한다.
- ④ 휠체어의 경우 보행자가 지탱하기 위한 손잡이의 높이는 바닥면으로부터 0.8~0.9m 정도로 하며, 2중으로 설치하는 경우 윗쪽 손잡이는 0.85m 내외, 아랫쪽 손잡이는 0.65m 내외를 기준으로 한다.
- ⑤ 손잡이의 지름은 32~38mm 이하로 하여야 하며, 손잡이를 벽에 설치하는 경우 벽과 손잡이의 간격은 50mm 내외로 하여야 한다. 【그림 3-8】은 휠체어용 난간(손잡이)의 예를 표시한 것이다.
- ⑥ 손잡이의 양끝부분 및 굴절부분에는 점자표지판을 부착하여야 한다.
- ⑦ 계단의 측면에 난간을 설치하는 경우에는 난간하부에 바닥면으로부터 높이 20mm 이상의 추락 방지턱을 설치할 수 있다.
- ⑧ 계단코의 색상은 계단의 바닥재 색상과 달리 할 수 있다.



【그림 3-8】 휠체어 난간(손잡이)의 사례

### 3.4.3 진입방지시설

- (1) 진입방지시설에는 위험을 나타내는 표시적 의미의 위험표시시설과 시설입구 등에 설치하여 진입을 확실히 저지하기 위한 진입방지시설이 있다.
- (2) 진입방지시설은 설계외력에 충분히 안전하도록 설치되어야 한다.

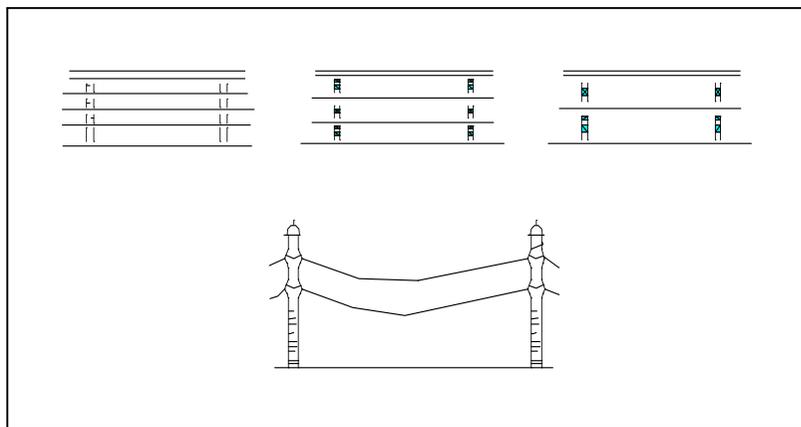
#### [해설]

##### (1) 위험표시시설

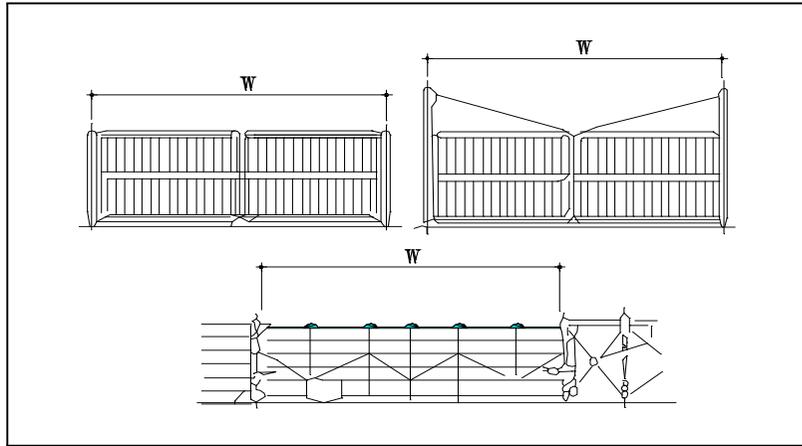
- ① 위험을 나타내는 위험표시시설의 형상은 자유롭게 선택할 수 있지만, 위험한 장소와의 경계를 명확히 구분하는 것이 바람직하다. 【그림 3-9】은 위험표시시설의 사례를 나타낸다.
- ② 시설은 본 지침서 「2.4.1 월과력」 및 「2.4.2 풍압력」의 외력에 안전하도록 설치되어야 한다.

##### (2) 진입방지시설

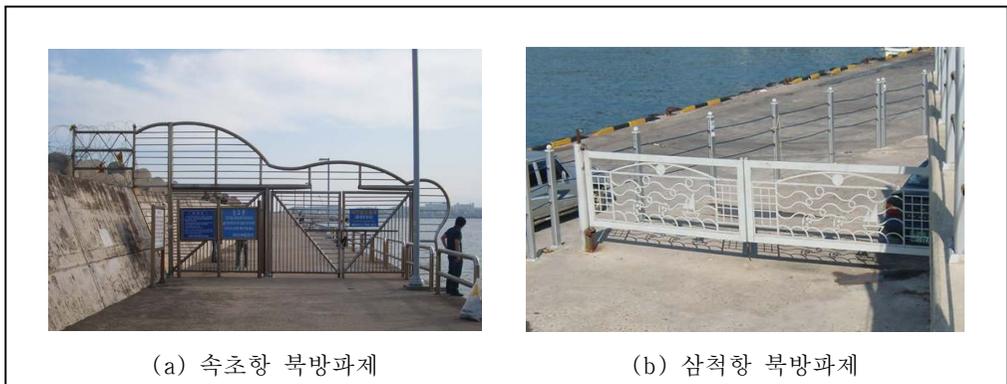
- ① 이용자의 진입을 확실하게 저지하기 위한 진입방지시설은 야간이나 파랑 작용시 등 이용을 제한하는 경우에 설치하는 것이기 때문에 쉽게 진입하지 못하도록 계획하여야 한다.
- ② 차량의 진입이 금지되었거나 일시적으로 제한해야 하는 시설의 경우 차량진입 방지 시설(볼라드, 체인 등)을 설치하여 이용자의 안전을 확보할 수 있다.
- ③ 진입방지시설의 대표적인 형태를 【그림 3-10】에 도시하였으며, 【사진 3-4】는 진입방지 시설 예시이다.
- ④ 시설은 본 지침서 「2.4.1 월과력」 및 「2.4.2 풍압력」의 외력에 안전하도록 설치되어야 한다.



【그림 3-9】 위험표시시설의 사례



【 그림 3-10 】 진입방지시설의 사례



(a) 속초항 북방과제

(b) 삼척항 북방과제

【 사진 3-4 】 진입방지시설 예시

### 3.4.4 표지·안내판

표지·안내판은 양식을 통일하고, 표시내용을 명확하게 이해할 수 있는 것으로 한다.

[해설]

(1) 표지·안내판의 요건

- ① 표지·안내판의 양식은 「도로표지관련 규정집(2006)」에 규정이 있는 것은 그것을 기준으로 하지만 시설의 이용형태, 경관 등을 고려하여 적용하는 것을 원칙으로 한다.
- ② 지주는 단주식 또는 복주식으로 할 수 있으며, 외부의 충격(본 지침서 「2.4 안전시설의 설계외력」

참조)이나 힘에 안전하게 지지할 수 있는 구조로 하며, 이음매가 없는 것을 원칙으로 한다. 다만, 필요할 경우 난간, 또는 제체에 직접 부착할 수도 있다.

- ③ 표지판을 제작시에는 표면이 평면이 이루어야 하고 굴곡이 없어야 한다.
- ④ 표지·안내판이 항만시설물 이용자에게 불쾌감을 주거나 불편을 주는 일이 없도록 하여야 한다.
- ⑤ 표시내용은 남녀노소 누구나 쉽게 이해할 수 있는 글자체와 크기를 사용하여야 한다.
- ⑥ 필요할 경우 일러스트나 이용자들이 흥미를 느낄 수 있는 표현양식을 이용해 표지·안내판을 작성할 수 있으며, 야간에 쉽게 확인이 가능하도록 형광물질을 사용할 수도 있다.



(a) 인천 갑문지구 친수호안



(b) 포항 구항호안



(c) 비인항 남방파제



(d) 삼척항 북방파제



(e) 삼척항 북방파제



(f) 속초 북방파제

【 사진 3-5 】 표지·안내판 예시

### 제3장 안전시설의 설계지침

#### (2) 표지의 분류

표지는 기능에 따라 다음 【 표 3-3 】 과 같이 분류할 수 있다.

【 표 3-3 】 표지의 분류

항 목	종 류	내 용
안내를 나타내는 표지와 표시	구명환의 위치	•구명환의 설치위치를 쉽게 알 수 있도록 설치
	긴급통보시설의 위치	•긴급통보시설의 설치위치를 쉽게 알 수 있도록 함
	장애인용 시설	•장애인 우선시설 또는 장애인도 이용할 수 있는 시설인 것을 표시 함. 설치에 있어서는 장애인이 시인하기 쉬운 것으로 하도록 유의할 필요가 있음
	쓰나미시의 피난경로	•쓰나미 내습의 위험성이 있는 지역에 있어서 현재 지점과 피난경로 기타를 표시하고, 쓰나미의 위험성을 주지하게 함
	낙시터	•낙시가 가능한 시설이라는 것을 표시하고, 시설의 이용에 있어서의 주의사항을 표시하여 위험성을 주지하게 함
	시설의 이용방법	•시설의 이용에 있어서 주의사항을 표시함과 동시에 시설의 이용에 위험성을 주지하게 함
	시설의 배치	•녹지의 입구 등에 시설의 배치를 표시 함
경고를 나타내는 표지와 표시	추락주의	<ul style="list-style-type: none"> <li>•추락방지책을 설치할 수 없는 위치에 전면수심 등을 표시하고, 추락의 위험성을 주지하게 함</li> <li>•차량의 경우 진행방향에 수면이 존재하는 것을 알 수 있도록 함</li> <li>•야간에도 이용할 수 있는 시설의 경우 야간에도 표지를 확인할 수 있도록 함</li> </ul>
지시를 나타내는 표지와 표시	보행자 통로	•보행자 전용통로의 기·종점에 표시 함
규제를 나타내는 표지와 표시	출입금지	•출입금지 구역이라는 것을 표시하고, 출입금지의 이용을 명시하여 이용자에게 위험성을 인식하게 하는 것이 바람직 함
	투석금지	•투석을 금지하는 위치에 투석금지를 표시 함
	낙시금지	•낙시금지구역이라는 것을 표시하고, 주변에 작당한 낙시터가 있는 경우에는 그 안내를 표시 함
	수영금지	•수영금지라는 것을 표시 함
	차량진입금지	•차량진입 금지를 표시하고, 자전거 진입의 경우에도 표시 함
	계류금지	•소형선박 등 계류를 금지하는 것을 수면에서 쉽게 확인할 수 있도록 표시 함

## 3.4.5 방송·경보와 긴급통보시설

방송·경보와 긴급통보시설을 설치하는 경우에는 이용자에게 필요한 정보가 확실하게 전달될 수 있도록 설계하여야 한다.

## [해설]

- (1) 방송·경보와 긴급통보시설로서 스피커, 사이렌 등을 설치할 경우에는 이용자에게 확실한 정보가 전달될 수 있도록 음량, 설치수량 등을 검토하는 것이 필요하다. 야간에 쉽게 인지가 가능하도록 사이렌과 함께 경광등을 설치할 수 있다.
- (2) 방송시설은 혼음이 발생하지 않도록 충분한 거리를 유지해야 한다.
- (3) 사이렌의 경우 115 db 정도의 음원을 내야한다.
- (4) 경광등은 가능하면 수명이 길고 발광색이 변하지 않으며 염해에 강한 초고위도 LED Type으로 하는 것이 좋으며, 적정한 간격으로 설치한다.
- (5) 염해 및 해수에 의한 피해를 입지 않도록 방수 및 방식처리가 된 것을 사용한다.
- (6) 해수에 의해 직접 영향을 받지 않도록 충분한 높이의 지주를 설치할 필요가 있으며, 외력에 충분히 저항 할 수 있어야 한다.
- (7) 긴급시 오작동이 발생하지 않도록 인증된 제품을 사용하며, 유지보수에 철저해야 한다.
- (8) 정보전달의 확실성을 확보하기 위한 Answer - Back 방식(정보 수신자가 정보 송신자에게 정보 수신 여부를 알리기 위한 것으로 정보가 확실히 전달되었음을 확인할 수 있는 방식)의 시설도 고려할 수 있다.
- (9) 쓰나미 등 특수한 경우에는 헬리콥터를 이용한 경보방송도 필요하다.



【 사진 3-6 】 방송·경보 및 긴급통보시설

#### 3.4.6 피난시설

피난시설을 설치할 경우에는 이용자가 안전하게 피난할 수 있는 규모로 계획하며, 월파 등 외력(본 지침서 「2.4 안전시설의 설계외력」 참조)에 대하여 안전한 구조를 갖도록 설계하여야 한다.

[해설]

- (1) 피난시설에는 긴급시에 이용자를 안전한 장소(육상 등)에 대피시키기 위한 대피로와 이용자를 일시적으로 대피시키는 대피소가 있다. 【 사진 3-7 】 은 피난시설 예시이다.
- (2) 피난시설의 설계에 있어서는 대피하고 있는 사람이 월파에 의한 영향을 받지 않는 구조로 설계함과 동시에 월파 등의 외력에 대하여 충분한 안정성을 확보할 수 있는 구조로 하는 것이 필요하다.
- (3) 최근의 항만시설 설계시 친수 및 친환경적으로 변화하는 추세에 따라 항외측의 전경을 볼 수 있는 투명한 플라스틱 재질 등을 사용할 수 있다. 다만, 구조적으로 안전하여야 한다.



(a) 대피소(포항 영일만신항 북방파제)



(b) 대피로(삼척항 투기장 호안)

【 사진 3-7 】 피난시설 예시

#### 3.4.7 구난시설

구난시설을 설치할 경우에는 추락한 사람을 신속하게 구조할 수 있도록 적절한 구조로 설계하여야 한다.

[해설]

##### (1) 종류

구조시설에는 구명환(튜브), 사다리, 로프, 구명보트와 구명용 계단 등이 있다.

##### (2) 구명사다리

사다리는 폭 450mm, 간격 300mm를 표준으로 한다. 사다리의 길이는 상단은 마루보다

300mm, 법선 내측으로 450mm 정도로 하는 것이 바람직하고, 하단은 저조위(L.W.L.) 아래로 하는 것이 바람직하다. 또한, 사다리의 벽면에서의 거리는 200mm 정도로 한다. 사다리 대신 계단을 설치할 수도 있으며, 이에 대한 것은 아래 구명계단을 참조한다. 배치간격은 본 지침서 「3.3.3 긴급시 대응시설」 (2) 구난시설편의 구명사다리를 참조한다(【그림 3-11】 참조).

### (3) 구명계단

추락후 체체에 기어오르기 힘든 구조형식(케이슨식, 블록식 등)의 경우 추락자가 자력으로 기어 오를 수 있도록 체체의 일부구간에 설치하는 계단을 의미한다. 추락자는 심리적으로 불안감을 크게 느낄 수 있으므로 구명계단을 설치하여 추락자에게 안정감을 줄 수 있으며, 의식이 없는 추락자를 구조하는 경우에도 용이하게 사용할 수 있다. 계단은 수면 아래까지 연장되어야 하며, 하단의 높이를 200mm, 길이는 300mm를 표준으로 하고 폭은 700mm 이상으로 한다. 계단 대신 구명 사다리를 설치할 수도 있다. 배치간격은 구명사다리에 준한다(【그림 3-11】 참조).

### (4) 구명로프

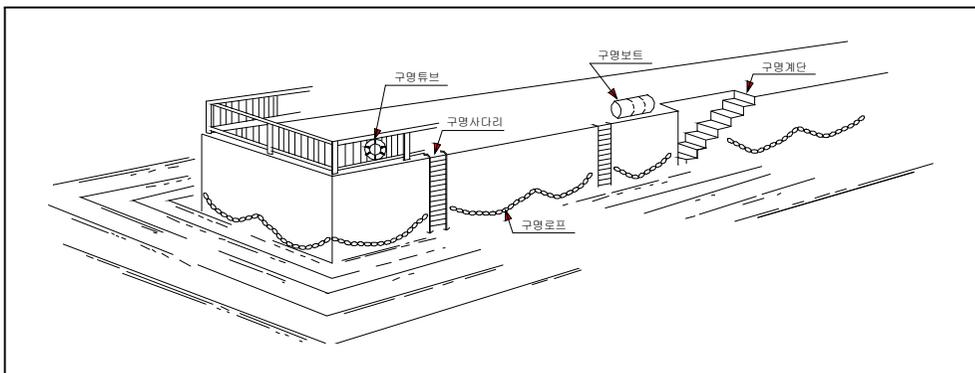
구명로프는 항만시설물에서 추락한 사람이 구조될 때까지 잡고 지탱하기 위한 시설이다. 로프의 위치는 수면부근의 손이 닿는 범위에 있는 것이 바람직하다. 로프의 지름은 쉽게 잡을 수 있도록 20~40mm 정도가 바람직하고, 【그림 3-11】에 도시한 것과 같이 구조물 주위에 길게 배치하면 효과적이다.

### (5) 구명환(튜브)

친수시설이나 낚시터 등 추락의 위험성이 높은 시설에서는 추락시에 원활하게 구조할 수 있도록 구명환을 배치할 수 있으며, 이때 배치간격은 본 지침서 「3.3.3 긴급시 대응시설」 (2) 구난시설편의 구명환을 참조한다.

### (6) 구명보트

사람들의 이용량이 비교적 많은 항만시설물에서 비상시 인명 구조용으로 구명보트를 설치할 수 있다.



【그림 3-11】 구난시설 설치 이미지

# 제 4 장

## 안전시설 재료

4.1 일반사항

4.2 주재료

4.3 방식재료

## 제 4 장 안전시설 재료

### 4.1 일반사항

항만시설물 위에 설치하는 안전시설에 사용하는 재료는 이용자의 안전성을 확보할 수 있도록 해당 시설이 가지는 기능, 사용환경 등을 조사함과 동시에 강도, 내식성, 미관성, 유지관리의 용이성 등이 필요한 재료특성을 고려해서 적절히 선정한다.

#### [해설]

##### (1) 대상 재료

재료는 주재료와 방식재료로 구분한다. 주재료는 강재, 알루미늄, 콘크리트 등의 시설을 구성하는 구조재료이며 방식을 위한 처리를 하지 않은 것을 말하며, 방식재료는 내식성이 낮은 주재료를 방식하기 위한 도장재료 등을 말한다. 단, 주재료 및 방식재료에도 속하지 않는 미관만을 목적으로 한 재료에 대해서는 언급하지 않는다.

##### (2) 재료선정시 고려사항

안전시설의 사용재료는 기능, 사용환경, 내용년수, 형상, 작용하는 외력 등을 고려해서 선정할 필요가 있다. 예를 들어 추락방지시설의 경우에는 이용자가 바다속으로 떨어지지 않도록 충분한 강도를 가짐과 동시에 내식성에도 뛰어난 재료를 사용하는 것이 좋다.

##### (3) 재료의 선정조건

재료특성으로 본 선정조건은 강도, 내식성, 내마모성, 미관성, 촉감성, 유지관리의 용이성, 경제성, 시공성, 가공성 등을 고려하여야 한다.

##### ① 내식성

일반적으로 연안지역은 재료의 열화에 대해 열악한 환경이기 때문에 내식성에 대해 충분히 고려하여 재료를 선정하는 것이 필요하다. 특히 구명사다리 등 해수에 잠겨있는 시설은 평균 간조면 직하부가 심한 국부부식을 받기 때문에 충분한 방식처리를 하거나 내식성이 높은 재료를 선정할 필요가 있다.

##### ② 유지관리의 용이성

유지관리의 용이성은 점검빈도를 적게 하는 점검작업의 용이성과 유지작업 및 교체를 용이하게 할 수 있도록 한 보수의 용이성으로 대별된다.

### (4) 환경의 보전

사용재료에 따라서는 유해성분이 해수 중으로 유출되어 해역을 오염시키는 것도 있다. 따라서, 환경에 미치는 영향을 사전에 조사하여 사용여부나 사용방법을 충분히 검토하는 것이 바람직하다.

## 4.2 주재료

### 4.2.1 주재료 선정방법

안전시설의 주재료는 경제성, 시공성, 내식성 등과 함께 미관을 고려하여 선정하는 것이 바람직하다.

#### [해설]

- (1) 통상 항만시설물 등의 토목구조물은 규모가 크므로 저렴하고 대량 입수가 가능한 토목재료가 필요하며, 일반적으로 공공시설로서 장기간 사용되기 때문에 내구성이 우수하고 안정된 기능을 가질 수 있도록 하여야 한다. 따라서, 이들 토목재료는 경제성, 재료공급의 용이성, 내구성을 중시해서 선정하는 것이 바람직하다.
- (2) 안전시설은 방파제, 호안 등의 부속시설로 항만시설 전체의 경관, 미관과 조화될 수 있도록 선정하는 것이 필요하다.

### 4.2.2 일반적 특성

안전시설의 주재료는 그 성질을 충분히 파악해서 사용한다.

#### [해설]

- (1) 주재료의 선정시 고려사항  
안전시설의 기능을 만족시킬 수 있는 주재료를 적절히 선정하기 위해서는 각각의 주재료들이 지니고 있는 특성(내식성, 미관성 등)을 파악하여야 한다.
- (2) 주재료의 특성파악  
주재료의 특성을 파악하기 위해서는 문헌, 실험데이터, 사용실적 등을 조사하여야 한다. 안전시설의 재료로써 종래에는 강재, 콘크리트 등을 주로 사용하였지만 최근에는 기술이 발전함에

따라 여러 가지 새로운 재료가 개발되어 사용되고 있다. 이러한 재료 중 그 재료특성이 불명확한 것은 현실실험 등을 통해 성능을 확인하고 사용하는 것이 바람직하다.

### (3) 주재료의 특성

안전시설에 사용되고 있는 주재료는 강재, 알루미늄, 스테인레스, 콘크리트가 특히 많고 이것들은 내식성외에 미관성, 유지관리의 용이성, 경제성을 중시해서 선정되어야 한다.

#### ① 강 재

- 특 성 : 주로 경제성을 중시하여 선정되며 미관도 고려대상이 된다. 형상, 규격의 종류가 많고 경제성이나 미관성, 가공성은 좋지만 부식에 대해 약하므로 방식대책을 수립할 필요가 있다.
- 사용 예 : 조명설비(지주), 진입방지시설 등

#### ② 알루미늄

- 특 성 : 주로 내식성을 중시하여 선정되며 경제성, 미관성도 고려대상이 된다. 비중이 가볍고 내식성이 우수하며, 가공성이 양호한 등의 장점이 있다. 반면 외력(충격력 등)에 약한 약점이 있다.
- 사용 예 : 추락방지시설, 조명설비, 표지(지주) 등

#### ③ 스테인레스

- 특 성 : 주로 내식성을 중시하여 선정되며 유지관리의 용이성, 미관성도 고려대상이 된다. 내식성은 좋지만 전혀 부식되지 않는 것은 아니며, 공식(孔食)이라고 하는 직경 1mm 정도의 구멍이 생기는 경우도 있다. 재료비는 강재보다 비경제적이지만, 유지관리비용이 저렴하다. 그러나 가공성은 그다지 좋지 않아서 다량으로 사용하기에는 불리하다.
- 사용 예 : 추락방지시설, 진입방지시설, 구명사다리 등

#### ④ 콘크리트

- 특 성 : 주로 내식성, 경제성을 중시하여 선정되며 시공성 유지관리의 용이성도 고려대상이 된다. 그러나 일반적으로 중량이 크므로 본체에 영향을 끼치는 경우가 있고, 과도한 균열로 미관을 저해시키는 경우도 있다.
- 사용 예 : 차막이, 통로, 계단, 배수시설 등

#### ⑤ 석 재

- 특 성 : 주로 미관성을 중시하여 선정되며 내식성도 고려대상이 된다. 자연의 질감이 있어 미관성이 우수하고 전형적인 취성재료의 하나로서 압축강도는 크지만, 휨강도, 인장강도, 전단 강도 등이 작다.
- 사용 예 : 계단, 배수시설 등

### ⑥ 목 재

- 특 성 : 이용자에게 친밀감을 주고 재료비가 비교적 저렴하며 가공성도 양호하다. 그러나, 강도가 작고 부식에 약하므로 부식대책이 필요하다.
- 사용 예 : 난간, 벤치 등

### 4.2.3 주재료 선정

안전시설의 사용재료는 이용자의 안전성을 충분히 확보할 수 있도록 적절히 선정한다.

#### [해설]

##### (1) 주재료의 선정조건

안전시설의 사용재료는 이용자의 안전성을 확보할 수 있도록 해당시설의 기능(추락방지시설은 이용자의 추락을 방지하는 기능, 경보설비는 이용자의 주의를 전달하는 기능 등)을 충분히 파악하여 선정하여야 한다.

##### ① 외력이 작용하는 안전시설

추락방지시설 등의 안전시설은 작용 외력(파력 등)에 대한 충분한 내구성이 있는 강도를 지닌 사용재료를 선정하여야 한다. 또한, 강도 저하를 야기하는 부식 등을 막기 위하여 내식성을 고려하여 선정하는 것이 바람직하다. 추락방지시설, 구명사다리 등 수면에 설치되어 해수에 노출되는 안전시설은 특히 내식성이 높은 재료를 선정할 필요가 있다.

##### ② 이용자가 눈으로 느낄 수 있는 안전시설

안전시설 중 진입방지시설이나 차막이 등 이용자가 통상 직접 이용하지는 않지만 눈으로 느낄 수 있는 시설의 사용재료는 이용자의 쾌적성을 확보하기 위해서 미관성도 고려하여 선정하는 것이 바람직하다.

##### ③ 유지관리가 곤란한 장소에 설치하는 안전시설

구명사다리, 경보시설(스피커) 등 유지관리가 곤란한 장소에 설치하는 안전시설의 사용재료는 특히 유지관리의 용이성을 고려해서 선정하는 것이 바람직하다.

##### (2) 시설별 주재료 선정

##### ① 추락방지시설

시설전체가 같은 재료의 것이 많으나 기둥과 수직재·수평재가 다른 것도 있다. 사용재료는 주로 내식성, 미관 외에 경제성, 유지관리의 용이성 등을 고려해서 선정되고 있다. 알루미늄,

강재, 스테인레스가 특히 많으나 최근 미관성, 내식성, 유지관리의 용이성 등을 고려해서 청동, FRP, 주철, 티탄, 강재 등의 다양한 재료가 사용되고 있다. 또한, 파력을 고려하여 수직재·수평재는 스테인레스로 계획하고, 기둥은 콘크리트로 하는 경우도 있다.

#### ② 조명설비

기둥 등 조명설비는 주로 내식성, 경제성을 중시하고 미관성을 고려해서 선정되며, 최근에는 경제성 보다 내식성, 미관성을 중시하는 경향이 있다. 알루미늄, 강재에 의한 것이 많고 스테인레스, 청동, 목재, 콘크리트 등도 사용되고 있다.

#### ③ 표 지

사용재료는 저판과 패널, 기둥 등으로 구분 될 수 있으므로, 상황에 따라 구분되어야 한다.

- 저판 : 내식성, 미관성이 중시되어야 하며, FRP, 플라스틱, 아크릴, 강재, 목재 등 다양한 재료가 선정되고 있다.
- 기둥 : 내식성, 미관이 중시되며 알루미늄, 강재, 목재가 특히 많고 근래에는 강재는 감소하고 내식성을 중시하여 알루미늄이 증가하고 있으며 콘크리트, 벽돌을 사용하는 경우도 있다.

#### ④ 진입방지시설

차량이 이용하는 경우에는 내식성, 미관, 경제성 등이 중시되어 스테인레스와 강재 등이 주로 사용되고 있으며, 또한 미관을 고려하여 석재, 목재, 강재 등을 콘크리트로 피복한 것이 사용되고 있다. 사람을 대상으로 한 경우 중 울타리형식은 미관, 경제성이 중시되며 강재, 알루미늄이 특히 많고 내식성을 고려하여 스테인레스를 사용하는 경우가 있다. 문짝형식은 경제성, 안전성이 중시되며 강재가 특히 많고 내식성을 고려하여 스테인레스를 사용하는 경우도 있다.

#### ⑤ 잠입방지네트

내식성과 부착생물의 부착방지를 고려하여 네트는 고무로 피복한 와이어로, 취부는 스테인레스로 설치한다. 바다에 떨어진 사람이 슬릿케이슨의 슬릿부에 잠입하는 것을 방지하기 위하여 해수중에 설치되기 때문에 특히 내식성, 유지관리의 용이성을 중시하여 선정하는 것이 바람직하다.

#### ⑥ 경보설비(스피커)

높은 파랑, 쓰나미 등의 경보를 이용자에게 전달하기 위한 것이며, 높은 장소에 설치되기 때문에 내식성, 유지관리의 용이성 등을 고려하여 플라스틱 재질이 사용되는 경우가 많다. 기타 ABS 수지, 강재, 알루미늄 합금이 사용되는 경우도 있다.

### ⑦ 구명사다리

해수와 직접 접촉되는 장소에 설치되기 때문에 내식성과 경제성이 중시된다. 강재, 스테인레스가 많이 사용되며 최근에는 기능성(선박의 접안성)등을 고려하여 강재를 고무로 피복한 것이 사용되고 있다.

### ⑧ 구명튜브

내식성이 중시되며 발포스티로폴이 많고 그 외에 플라스틱, FRP, 고무 등 다양한 재료가 사용되고 있다.

## 4.3 방식재료

내식성이 적은 주재료는 필요에 따라 적절한 방식대책을 강구하여야 한다. 방식공법은 안전시설의 사용재료, 환경조건이나 시공성, 경제성 등 방식공법의 특성을 고려하여 선정하여야 한다. 또한, 방식공에 대해서는 적절한 유지관리를 실시하여야 한다.

### [해설]

#### (1) 방식의 필요성

안전시설에 내식성이 낮은 주재료를 사용하면 부식에 의해 내구성, 안전성, 미관성 등이 파괴되기 때문에 이와 같은 재료를 이용할 때는 적절한 방식대책을 수립할 필요가 있다.

#### (2) 방식공법 및 방식재료

방식은 안전시설의 형상, 규모, 설치위치 등을 고려하여 도복장공법을 적용하는 것이 바람직하다. 도복장공법에는 도장, 무기라이닝, 유기라이닝 등이 있으며 도장공법이 다른 방식공법에 비해서 시공성이 좋다. 도장은 내식성과 시공성, 도금은 내식성을 중시하여 선정되어지고 있다. 또한, 무기라이닝으로는 금속용사나 금속도금 등의 내식성금속으로 피복하는 금속라이닝이 있으며, 경제성이나 시공성 측면에서 금속용사보다는 금속도금방식이 우수하다. 금속재료로는 아연이나 알루미늄이 주로 사용되는데, 아연도금은 경제성이, 알루미늄도금은 내식성이 우수하며, 도금 후에 도장하는 경우에는 알루미늄방식이 비교적 밀착성에서 우수하다. 유기라이닝은 형상과 경제성 등을 고려하여 후막무용제형라이닝이 비교적 많이 사용되며 에폭시수지계, 폴리우레탄수지계, 타일우레탄수지계 등이 사용된다.

또한, 구명사다리 등 해수에 직접 접촉되는 시설은 평균간조면 하부에서 심하게 부식되는 경우가 있기 때문에 방식공법 선정에 좀 더 주의를 기울일 필요가 있다.

## (3) 방식재료와 주재료의 선정

방식은 강재에 한해 알루미늄 등에도 행해지고 있지만 어떠한 주재료 및 방식재료에도 완전한 것은 없기 때문에 유지관리의 용이성, 경제성 등을 고려하여 사용재료의 선정에 신중을 기하여야 한다. 강재는 도복장에 의해 내식성을 확보하지만 스테인레스는 산소에 의한 치밀하고 강도있는 산화피막의 자연발생으로 녹을 방지하는 내식성을 확보한다. 따라서, 스테인레스의 단가는 높지만 방식 비용도 같이 고려해서 경제성을 검토해 사용재료를 선정하는 것이 바람직하다.

## (4) 방식공의 유지관리

방식공이 실시된 후에도 방식공에 대해서 적절한 관리를 하지 않으면 그 효과가 충분히 발휘되지 않기 때문에 방식공의 유지관리에 대해서도 충분히 고려되어야 한다.

## 유지관리 및 보수대책

- 5.1 일반사항
- 5.2 염해대책
- 5.3 조류(藻類) 발생 방지대책
- 5.4 안전시설 점검
- 5.5 안전시설 유지보수

## 제 5 장 유지관리 및 보수대책

### 5.1 일반사항

안전시설의 유지관리는 대해서는 항만시설물이 그 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 하여야 하며, 안전상의 문제가 발생되지 않도록 염해대책, 조류(藻類)발생 방지대책 등을 수행하는 것으로 정의한다. 또한, 구조물 위에 설치하는 안전시설이 그 기능을 양호하게 보존할 수 있도록 유지관리를 수행하여야 한다.

#### [해설]

##### (1) 유지관리의 필요성

개방되어 있는 항만시설물을 사람들이 쾌적하고 안전하게 이용할 수 있도록 안전시설의 기능, 환경조건 등에 적합한 적절한 유지관리를 수행할 필요가 있다. 여기서 말하는 유지관리라 함은 안전시설의 기능을 양호하게 보전함과 동시에 안전성의 저하를 방지하며, 쾌적성을 보전하기 위하여 점검, 보수 등을 행하는 것이며, 시설의 이용제한 등 시설 운영상의 기준에 대하여 규정하는 것이다.

##### (2) 염해대책

주로 바람과 파의 상호작용에 의해 생성되는 염분의 미립자가 연안의 바람에 의해서 운송되고 육상의 물체에 부착하여 염해가 발생하므로 이에 대한 대책이 필요하다.

##### (3) 조류(藻類)발생대책

조간대와 접하는 부분에서는 부착조류(藻類)나 기타 부착생물의 발생으로 미끄러지기 쉬우므로 조위차가 큰 호안에서는 특히 이에 유의하여야 한다. 조간대 상부에서 나타나는 부착박테리아나 부착조류(藻類)는 내성이 강하고 표면을 젖은 상태로 유지하므로 보행자가 미끄러지는 주요인이 된다. 그러므로 조류(藻類)의 성질을 고려하여 조류(藻類)발생을 방지하는 대책을 강구할 필요가 있다.

##### (4) 안전시설의 유지관리시 고려사항

안전시설 사용재료의 특성은 재료에 따라 크게 다르기 때문에 부식상황 확인 등의 점검항목이나

점검빈도 등도 다르게 된다. 때문에 방식재료를 포함한 사용재료의 특성에 적합한 유지관리를 수행할 필요가 있으며, 형상, 규모 등도 고려하여 적절한 유지관리를 수행하는 것이 바람직하다.

### (5) 종합적인 재료선정·유지관리방법의 검토

안전시설을 설치한 후 해당시설의 양호한 기능 확보를 위해서는 점검이나 유지관리를 지속적으로 수행해야 하지만 인적·재정적인 제약으로 등한시되기 쉽다. 그러므로 설계단계에서 이와 같은 점검, 유지관리 등의 제약사항을 고려하여 사용재료별 유지관리방법 등을 종합적으로 검토하여 재료선정을 수행하는 것이 바람직하다.

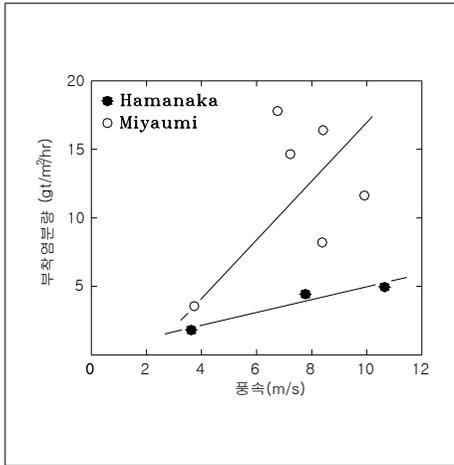
## 5.2 염해대책

염해의 원인이 되는 염분입자의 발생과 운송은 풍속·풍향뿐만 아니라 쇄파(파의 깨짐)에 의해서도 영향을 받는다.

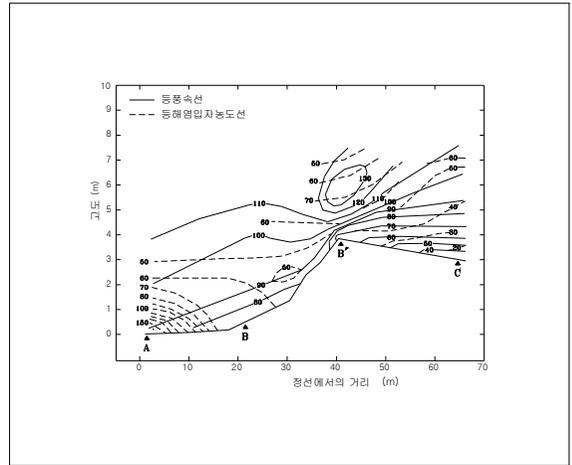
### [해설]

염분입자는 해수의 표면에서 바람 또는 파랑 등의 상호작용에 의해 발생하고, 풍속·풍향 외에 쇄파에 의해서도 영향을 받는다. 풍속이 6~8m/s 보다 크게 되면 염분입자가 급격히 생성되며, 쇄파나 월파 등에 의해서도 생성된다. 지상 1m 높이에 부착된 염소량과 풍속과의 관계를 【그림 5-1】에 도시하였다.

직경 1mm 이하의 미소입자는 대기 중의 침강속도가 비교적 작아서 해안으로 부는 바람에 의해 운송된다. 대기 중의 염분량 즉 입자농도는 정선에서의 거리에 대하여 지수적으로 감소하여 평야부에서도 정선에서 200 ~ 300m 떨어진 곳의 염분량은 급감하게 된다. 연직방향의 염분량 분포는 장소나 풍속의 영향을 크게 받는다. 정선부근에서는 상공으로 갈수록 염분량이 급격히 감소하며 수면부근 높이 2m 이하에서 염분농도가 크게 된다. 발생원에서 멀어질수록 염분농도의 연직분포는 완만하며, 지상부근의 큰 직경의 입자는 침강·소실되기 쉽고, 상공의 미소입자는 먼 곳까지 운반되기 쉽다. 해변부근의 염분입자농도와 연안풍속 연직분의 측정 예를 【그림 5-2】에 도시하였다. 여기에서는 입자농도와 풍속, 정선(지점A)의 높이 1m에서의 값을 100으로 하여 상대값으로 기입하고 있다.



【그림 5-1】 풍속과 부착염소량과의 관계



【그림 5-2】 해염입자농도와 연안풍속의 연직분포 측정(예)

### 5.3 조류(藻類) 발생 방지대책

#### 5.3.1 조류(藻類) 성질

조류(藻類)는 주로 조간대에 생성되고 그 분포는 조간대에 서식하는 생물의 분포환경에 의해 결정된다. 조류(藻類)의 번식조건은 파와 수질 등으로 대표되는 환경조건과 포식(補食)·피식(被食) 등의 생태적인 관계에 영향을 받는다.

[해설]

(1) 조간대에 있어서 생물의 분포

조간대는 대조시의 최고조위에서 최저조위의 사이를 의미하며, 조석이나 파랑의 작용으로 간출과 침수가 반복되는 특이한 환경조건을 갖는 장소이다. 간출시의 고온·고염분·간조 등의 강한 자극에 내성이 강한 생물종이 자극과 내성에 대응하여 횡대상(橫帶狀)으로 분포하게 된다. 이러한 조간대에서는 상부의 비말대로부터, 조간대, 조하대로 서로 다른 종류의 생물이 분포하게 된다.

(2) 조류(藻類)의 번식조건

조류(藻類)의 번식 정도는 조석이나 파랑 등의 조건 이외에 수온·염분 등의 환경조건, 먹이감이나 먹이의 경쟁자, 부착장소의 경쟁자, 상위동물에 의한 포식의 압력 등 생태적인 관계에 의해 결정된다. 부영양화한 내만에서는 대량의 부착동물이 구조물 표면에서 관측되고 있다.

### 5.3.2 방지대책

미끄럼의 주원인이 되는 부착박테리아나 부착조류는 내성이 강하여 발생을 억제하는 것은 어렵다. 현재 고려되고 있는 방지법에는 부착생물에 대한 저해물을 표면에 도포하는 방법, 부착생물을 조기에 물리적으로 제거하는 방법, 환경조건을 부착에 부적합한 상태로 유지하는 방법 등이 있다. 이때 조류(藻類) 발생 억제와 함께 보행시의 어려움에 대한 대책을 검토할 필요도 있다.

#### [해설]

##### (1) 저해물을 표면에 도포하는 방법

- ① 선박의 방오(防汚)도료로서 각종의 도료가 개발되고 있으며, 수중콘크리트면의 도장도 가능하게 되었으나, 부착생물에 대한 독성을 가지고 있어 사용상 유의하여야 한다.
- ② 방오도료는 셀프폴리싱방식이 많고 도막을 서서히 수중으로 녹여내는 것에 의해 생물부착을 억제하는 방법이다.
- ③ 방오도료에 의한 방법은 매년 도료를 교체해야 하는 번거로움이 있으며, 이에 따른 추가 공사비가 소요되는 단점이 있다.
- ④ 고온 등의 악조건에 노출되기 쉬우며 주변해역에 환경적으로 악영향을 미치는 등의 문제가 있다. 그 외의 저해물, 예를 들면 염소를 뿌리는 등의 방법도 강구해 볼 수 있지만 효력의 지속성 등이 불명확하며, 얼마나 효과가 있는지도 불명확하다.

##### (2) 부착생물을 조기에 물리적으로 제거하는 방법

발전소냉각수의 취수관에서 부착생물(주로 홍합 등의 대형생물) 대책으로 사용되고 있는 방법이다. 주로 부착생물은 박테리아 등의 조류(藻類)인데 작은 힘으로도 제거가 용이하다. 부착두께가 적더라도 사람의 보행에 영향을 미치기 때문에 자주 조류(藻類)제거를 해줄 필요가 있다.

##### (3) 부착에 부적합한 환경상태를 유지하는 방법

소극적인 방법이기도 하나 파랑이 상부에 도달하지 못하도록 억제하는 등의 건조한 상태를 유지하여 부착생물이 서식하기 어려운 상태로 만드는 방법이다. 그러나 항만시설물의 특성상 현실적으로 어려운 부분이 있으며, 이로 인해 오히려 이용상 문제가 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

## (4) 보행 곤란에 대한 대책

보도표면을 디자인할 때 보행자의 안전성을 고려해 잘 미끄러지지 않게 만드는 것은 현실적으로 쉬운 일이 아니다. 항만시설물의 표면은 주로 콘크리트로 되어있는데 보도로 사용되는 부분에 큰 요철을 주어 미끄러짐을 방지하는 효과를 얻을 수는 있다. 그러나, 큰 요철에 의해 물보라를 머금은 물웅덩이가 생길 수 있어 오히려 보행에 어려움을 줄 수 있을 뿐만 아니라 생물부착을 촉진시키는 문제점이 있다.

## 5.4 안전시설 점검

## 5.4.1 안전시설 점검 방법

안전시설에 대한 점검 항목, 방법, 빈도 등을 적절하게 선정하여 안전시설 점검을 수행하여야 한다.

## [해설]

## (1) 점검항목

안전시설의 점검항목은 이용자의 안전성을 확보하기 위한 기능면에서 결정하는 것이 바람직하다. 특히 추락방지시설에서는 고정상황, 경보시설에서는 음성의 전달상황 등 특히 안전성을 확보하기 위하여 직접적으로 연관되는 항목을 중점적으로 수행할 필요가 있다.

## (2) 점검방법

눈으로 보았을 때에는 표가 나지 않지만 실제로는 강도가 저하되어 파괴되는 경우가 있으므로, 손이나 신체부위를 이용해 부재에 외력을 가해 부재간 고정상황 등을 확인할 필요가 있다. 경보 시설의 경우에는 기계를 이용하여 전달음성을 측정하는 등 상세한 방법을 동원할 수도 있다.

## (3) 점검빈도

안전시설이 도난 등에 의해 분실 또는 파손되어 긴급시에 그 역할을 수행하지 못하는 경우가 있으므로 눈으로 확인하는 정기점검 빈도는 가능한 많을수록 좋다. 기능 확보를 위한 정기점검 빈도는 점검방법의 복잡성 및 재정적·인적인 제약 등으로 자주 실시하기가 어려운 경우도 있지만, 안전성을 확보할 수 있는 범위 내에서 가능한 많이 수행하는 것이 바람직하다. 또한, 태풍 등에 의해 시설이 파손되면 긴급시에 그 역할을 수행하지 못하기 때문에 이상시에도 점검을 수행하는 것이 바람직하다.

### 5.4.2 안전시설별 점검내용

안전시설별 세부점검 항목, 방법 등을 선정하고, 안전점검을 수행하여 안전사고에 대비하여야 한다.

[해설]

#### (1) 추락방지시설·난간

- ① 점검항목 : 지주와 수평재의 고정, 도장상황, 파손상황, 지주의 경사, 부식상황, 콘크리트의 균열상황, 강재의 부식·도장상황, 알루미늄의 파손·변형 확인
- ② 점검방법 : 목시(目視), 부재간의 고정상황(손 등의 외력), 지주의 경사

#### (2) 조명시설

- ① 점검항목 : 점등상황(조도 확인 포함), 전기전달상황, 오염·파손, 지주와 부재간의 고정상황, 부식상황, 도장상황, 지주의 경사 등을 확인하며, 수면에 있는 것은 특히 부식, 뇌전 등의 발생 확인
- ② 점검방법 : 목시(目視), 도장상황(도막측정), 전기전달(기계에 의한 측정), 지주의 고정상황(인력 등의 외력), 점등상황(점등시험) 확인

#### (3) 표지

- ① 점검항목 : 표지 글씨 또는 도색의 명료성, 저판과 지주의 고정상황, 지주의 경사, 부식·파손·설치장소 확인
- ② 점검방법 : 목시(目視)

#### (4) 진입방지시설

- ① 점검항목 : 지주와 부재간의 고정, 지주의 침하·경사, 파손, 강재의 도장, 부식상황, 문짝식의 개폐 확인
- ② 점검방법 : 목시(目視), 고정상황(손 등 외력) 확인.

#### (5) 잠입방지네트

- ① 점검항목 : 네트의 파손, 고정상황, 볼트 등의 상황 확인
- ② 점검방법 : 네트의 파손, 고정상황은 눈으로 확인하고, 볼트 등의 고정은 잠수부에 의해 확인

#### (6) 경보시설

- ① 점검항목 : 기계의 작동상황, 배선코드의 파손, 스피커의 파손, 경보음성 전달상황의 확인
- ② 점검방법 : 목시(目視), 스피커의 취급상황(손 등의 외력), 경보음성의 전달상황(청취) 확인

## (7) 구명사다리

- ① 점검항목 : 고정, 파손, 부착생물의 부착상황, 강재의 부식, 도장상황 확인
- ② 점검방법 : 목시(目視)

## (8) 구명환(튜브)

- ① 점검항목 : 구명환(튜브)의 설치확인, 파손, 부식, 로프의 파손상황, 튜브와 로프의 고정상황 확인
- ② 점검방법 : 목시(目視), 부유실험, 로프의 파손상황(손 등의 외력) 확인

## (9) 긴급통보시설

- ① 점검항목 : 기계의 작동상황, 배선코드의 파손, 경보음성의 전달상황 확인
- ② 점검방법 : 목시(目視), 경보음성의 전달상황(청취) 확인

## 5.5 안전시설 유지보수

안전시설은 그 기능을 양호하게 유지하기 위하여 적절한 유지보수를 진행하는 것으로 한다.

## [해설]

## (1) 안전시설 유지보수의 고려사항

안전시설은 안전성의 저하를 방지하기 위한 계속적인 기능 유지와 함께 파손된 경우에는 부분 보수를 하거나 부분보수만으로 안전성의 확보가 불충분할 경우에는 교체하는 것이 좋다.

## (2) 해수에 잠긴 시설의 유지

계단식 상부공이나 구명사다리 등 해수에 잠긴 시설은 평균 간조면 아래의 부착생물로 인해 이용자가 전도되거나 미끄러지기 쉬우므로 이용자의 안전성과 쾌적성을 확보하기 위하여 필요에 따라 물리적으로 부착생물을 제거하는 것이 바람직하다.

## (3) 교체

안전시설이 심하게 파손되거나 부식되어 교체할 경우에는 같은 재료로 교체할 수도 있지만, 보수 전의 재료가 그 설치환경에 적합하지 못하여 손상이 발생하였다고 판단될 경우에는 그 환경에 적합한 다른 재료를 선정하여 교체하는 것이 바람직하다. 또한 경제성, 시공성의 관점에서 보수 방법으로 교체하는 방법을 택하는 경우도 많이 있으므로, 당초부터 교환성이 있는 것을 선정하여 보수작업을 원활하게 진행하는 것 또한 고려되어야 한다.

## 참 고 문 헌

건설교통부 (2001) 도로안전시설 설치 및 관리지침, 차량방호안전시설 편, pp.43-56.

건설교통부 (2002) 도로안전시설 설치 및 관리지침, 통합편, pp.229-240.

건설교통부 (2003) 장애인 안전시설 설치기준.

건설교통부 (2005) 도로교설계기준.

건설교통부 (2006) 도로표지관련 규정집.

노동부 (1990.7.23 제정) 산업안전기준에 관한 규칙.

보건복지부 (1999) 장애인·노인·임산부 등의 편의 증진보장에 관한 법령집.

보건복지부, 건국대학교 (1999) 장애인 편의시설 상세표준도.

보건복지부 (1998) 장애인·노인·임산부등을 위한 편의시설 기술지도서.

최기주 (2000) 도로표지 및 교통안전표지의 문제점 및 개선방안, 교통문화운동본부  
세미나 자료집.

최병호 (2008) 보령 해안의 이상파고의 이해, 한국해양해양공학회, 춘계학술대회  
특별회의 논문집.

한국건설기술연구원 (1995) 도로안전시설 설치 및 관리기준 연구 - 장기 연구계획  
수립 및 시선유도시설 편 작성.

해양수산부 (2005) 항만 및 어항 설계기준.

해운산업연구소 (1993) 항만시설 관리 및 유지보수 합리화 방안 연구.

한국해양연구원 (2005) 전해역 심해설계과 추정 보고서.

Canale, I, Felici, F. Marchetti, M, and Ricci, B. (1991) Ramp Length/grade Prescriptions for Wheelchair Dependent Individuals, International Medical Society of Paraplegia, Paraplegia 29, pp.479-485.

関根勇八, 酒井俊二 (1987) 氣象情報の利用-親しい応用氣象學-, 東京堂出版, pp.186.

建設城, 土木研究所 (1996) 幅の廣い歩道等の整備-段差, 傾斜, 勾配の改善.

高宮進 (1999) 道路交通施設のバリアフリー化とユニバーサル化, 交通工學, Vol.34, No.2.

海運省港灣局 技術研究所 (1991) 港灣技研資料, No. 715.

海運省港灣局 研究協議会 (1994) 親水性防波堤設計手引き (案).

부 록

## 부록. 난간설계(예)

### 1. 설계기준

#### 1.1 설계방법

허용응력 설계법

#### 1.2 사용재료

##### (1) 콘크리트

- $f_{ck} = 210 \text{ kgf/cm}^2$
- $E_c = 15,000 \times f_{ck} = 2.17\text{E} + 05 \text{ kgf/cm}^2$
- $\gamma_c = 2.45 \text{ tf/m}^3$
- $f_{ca} = 0.40f_{ck} = 84.00 \text{ gf/cm}^2$  (콘크리트 허용휨압축응력)
- $f_{ba} = 0.25f_{ck} = 52.50 \text{ kgf/cm}^2$  (콘크리트 허용지압응력)
- $\tau_{a3} = 0.5\sqrt{f_{ck}} = 7.2 \text{ kgf/cm}^2$  (콘크리트의 허용인발 전단응력)
- 선폽창계수 :  $\alpha = 1.0 \times 10^5$

##### (2) STEEL BAR

- $W = 7.85 \text{ tf/m}^3$

강 종	SS400 SWS400 SMA41 (kgf/cm <sup>2</sup> )
• 축방향 압축응력도(순단면적에 대해)	1,400
• 축방향 압축응력도(총단면적에 대해)	1,400
• 휨인장 응력도(순단면적에 대해)	1,400
• 휨압축 응력도(총단면적에 대해)	1,400
• 전단응력도(총단면적에 대해)	800
• 축방향력 및 휨모멘트를 동시에 받는 부재 - 축방향력이 인장력인 경우 - 축방향력이 압축력인 경우	$\sigma_t + \sigma_{bt} \leq$ 또는 $-\sigma_t + \sigma_{bc} \leq \sigma_{ba}$ $\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} + \frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} \leq 1.0$
• 강재의 탄성계수	$E_s = 2.0 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

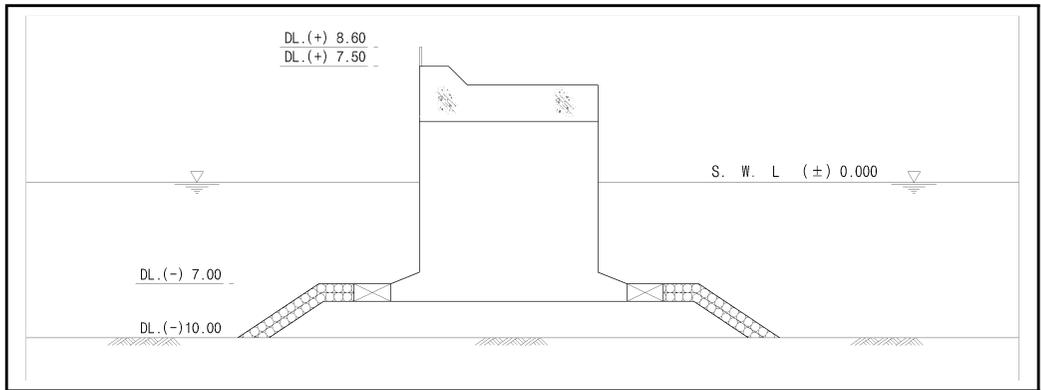
자 료 : 항만 및 어항 설계기준(해양수산부, 2005)

### 1.3 설계파랑

파 고 ( $H_{1/3}$ , m)	주 기 ( $T_{1/3}$ , sec)	전면수심 ( $d$ , m)	비 고
6.50	13.00	10.00	SSW

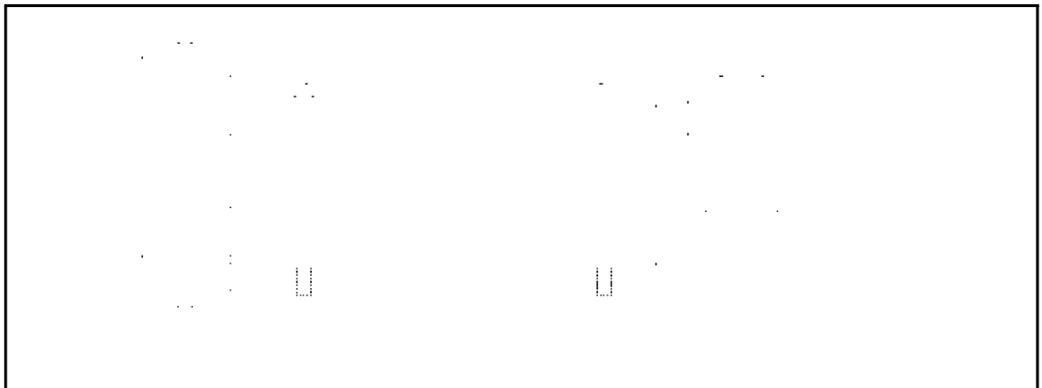
### 1.4 기본제원 및 자연조건

- 마루높이 : DL(+) 7.50 m
- 전면수심 : DL(-) 10.00 m



【 표준단면도 - 000항 방파제 】

### 1.5 난간 검토단면



【 디자인 휨스 검토단면 】

## 2. 외력의 산정(월파에 의한 항력)

### 2.1 단위폭당 월파파력( $q$ )

$$q = C_D \frac{\omega_0}{2g} \cdot U_{\max}^2$$

- 수직부재(각주) = 28.65 tf/m<sup>2</sup>
- 수평부재(원주) = 14.32 tf/m<sup>2</sup>

여기서,  $C_D$  : 항력계수, 원주(1.0), 각주(2.0)  
 $\omega_0$  : 해수의 단위중량(1.03 tf/m<sup>3</sup>)  
 $g$  : 중력가속도(9.8 m/sec<sup>2</sup>)  
 $U_{\max}$  : 손잡이 위치에서 발생하는 최대 유속 (16.51 m/sec)

### 2.2 최대유속 산정

$$U_{\max} = \max\{U_i, U_s\} = \max(1.05, 16.51) \\ = 16.51$$

(1)  $U_i$ 값 산정

$$U_i = \begin{cases} 0 & : H/h_m < 0.4 \\ 0.8 C_m (1.67H/h_m - 0.67)^{1/3} & : H/h_m \geq 0.4 \\ 0 & : \chi > l_3 \end{cases} \quad \begin{matrix} : \chi \leq l_3 \\ : \chi > l_3 \end{matrix}$$

$$\chi = 8.90 \leq l_3 = 13.61$$

$$H/h_m = 0.65 \geq 0.40$$

$$\therefore U_i = 1.05 \text{ m/sec}$$

$$C_m = \frac{L_m}{T} = \frac{123.63}{13.0} = 9.51 \text{ m/s}$$

$$L_m = \frac{g T^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h_m}{L_m} = 123.63 \text{ m}$$

$$h_m = \begin{cases} d = 7.0 & : B_M/L \geq 0.16 \\ d + (h-d) \frac{0.16 - B_M/L}{0.05} & : 0.11 \leq B_M/L < 0.16 \\ h = 10.0 & : B_M/L < 0.11 \end{cases}$$

$$B_M/L = 0.040 < 0.11$$

$$\therefore h_m = h = 10.0 \text{ m}$$

$$L = \frac{g T^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L} = 123.63 \text{ m}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{sf}^2}{2g} = \frac{163.07}{19.60} = 8.32 \text{ m}$$

$$\ell_3 = \frac{0.6\alpha_6 C_m V_{sf}}{g} = 13.61 \text{ m}$$

$$\alpha_6 = \begin{cases} 1.0 & : H/h_m < 0.4 \\ \frac{1}{3} \left( 10 \frac{H}{h_m} - 1.0 \right) & : H/h_m \geq 0.4 \end{cases}$$

$$\frac{H}{h_m} = 0.65 \geq 0.4$$

$$\therefore \alpha_6 = 1.83$$

$$V_{sf} = \frac{2\pi\alpha_5 H}{T} \sqrt{1 - \beta_2^2} (1 + 2\beta_1\beta_2) = 12.77 \text{ m/sec}$$

$$\beta_1 = \frac{\pi H \cosh(2\pi h_m/L_m) (2 + \cosh(4\pi h_m/L_m))}{2L_m \sinh^3(2\pi h_m/L_m)} = 2.23$$

$$\beta_2 = \frac{-1 + \sqrt{1 + 4\beta_1(0.5\beta_1 + h_c/H)}}{2\beta_1} = 0.81$$

(2)  $U_s$  값 산정

$$U_s = \begin{cases} \alpha_4 \frac{1.61l_1}{l_1 - 0.6x} \eta_1^{1/2} & : \chi < l_1 \\ 4.03 \alpha_4 \eta_1^{1/2} & : \chi \geq l_1 \end{cases}$$

$$\chi = 8.90 < l_1 = 9.83$$

$$\therefore U_s = 16.51 \text{ m/sec}$$

$$\alpha_4 = \begin{cases} 0.68 + 1.10 H/h_m & : H/h_m < 0.4 \\ 0.8 + \frac{0.32}{(10 H/h_m - 4)^2 + 1} & : H/h_m \geq 0.4 \end{cases}$$

$$H/h_m = 0.650 \geq 0.4$$

$$\therefore \alpha_4 = 1.85$$

$$\eta_1 = KH - h_c = 6.41 \text{ m}$$

$$K = \frac{1 + \sqrt{1 + 4 \alpha_1 h_c' / h_m}}{2.0} = 2.14$$

$$h_c' = \frac{H/h_m}{2 \frac{H}{h_m} - \frac{1 + \sqrt{1 + 4 \alpha_1 h_c' / h_m}}{2 \alpha_1}} h_c = 24.38 \text{ m}$$

구 분	기 호	값	비 고
• 설계과고	$H$	6.50 m	
• 제체전면 수심에서의 과장	$L$	123.63 m	
• 마운드상의 수심	$d$	7.00 m	
• 제체전면 수심	$h$	10.00 m	
• 마루높이	$h_c$	7.50 m	
• 마운드 폭	$B_M$	5.00 m	
• 마운드 높이를 고려한 환산수심	$h_m$	10.00 m	
• 수심 $h_m$ 에 있어서의 설계계산에 쓰이는 과장	$l_m$	123.63 m	
• 수심 $h_m$ 에서의 파속	$C_m$	9.51 m/s	
• 항외측 끝까지의 거리	$\chi$	8.90 m	
• 과정고비	$K$	2.14	
• 방파제의 형상에 의한 보정계수	$\alpha_1$	1.00	직립제, 혼성제
• 파속에 따른 파라메타(수리모형 실험에 의해 결정)	$\alpha_5$	1.50	보통 1~2
• 월류시 최대수위가 변화하는 거리	$l_1$	9.83 m	
• 타격시 월파수가 직접 낙하하는 거리	$l_3$	13.61 m	
• 타격시 수괴의 높이(난간 투영면적에 영향을 미침)	$\eta_3$	8.32 m	

### 3. 난간 단면검토

#### 3.1 작용외력

(1) 주부재(수직부재)의 경간 : 1.50 m

구 분	산 식	외 력(tf)		Yi (m)	Mi (tf·m)
		파력	균중하중		
수직부재	28.65 × 0.08 × 1.10 × 1 EA	2.52	0.04	0.55	1.39
수평부재	14.32 × 0.06 × 1.50 × 1 EA	1.18		1.00	1.18
	14.32 × 0.06 × 1.50 × 1 EA	1.18		0.65	0.77
	14.32 × 0.06 × 1.50 × 1 EA	1.18		0.30	0.35
합 계		6.07		0.61	3.69

\* 파력과 균중하중 중에서 큰값 사용

#### 3.2 부재의 단면성능

규 격(mm)		A(cm <sup>2</sup> )	y(cm)	Z(cm <sup>3</sup> )	I(cm <sup>4</sup> )	$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$
수직부재	(단면캐드산출)	59.50	6.00	159.85	959.10	4.01
수평부재	φ 55 × 3.2 t	5.21	2.75	6.38	17.53	1.83

#### 3.3 수직부재

- 충돌하중으로 적용하여 허용응력을 할증 : 2.0

(1) 휨에대한 검토

$$\text{소요 } Z = \frac{3.69}{2.0 \times 1,400} \times 10^5$$

$$= 131.80 \text{ cm}^3 < Z = 159.85 \text{ cm}^3 \text{ -----} \rightarrow \text{O.K}$$

(2) 전단에 대한 검토

$$\tau = 6.07 \div 59.50 \times 1,000$$

$$= 101.94 \text{ kgf/cm}^2 < \tau_a = 1,600 \text{ kgf/cm}^2 \text{ -----} \rightarrow \text{O.K}$$

### 3.4 수평부재

(1) 수평부재에 작용하는 파력

• 부재형식 : 양단고정보

• 작용파력( $q$ ) = 14.32 tf/m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{• 전단력} &= \frac{Wl}{2} \\ &= 14.32 \times 0.055 \times 1.50 \div 2 = 0.59 \quad \text{tf} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{• 휨모멘트} &= \frac{Wl^2}{12} \\ &= 14.32 \times 0.055 \times 1.50^2 \div 12 = 0.15 \quad \text{tf/m} \end{aligned}$$

(2) 휨에대한 검토

$$\begin{aligned} \text{• 소요 } Z &= \frac{0.15}{2.0 \times 1,400} \times 10^5 \\ &= 5.27 \text{ cm}^3 < Z = 6.38 \text{ cm}^3 \text{ -----} \rightarrow \text{O.K} \end{aligned}$$

(3) 전단에 대한 검토

$$\begin{aligned} \tau &= 0.59 \div 5.21 \times 1,000 \\ &= 113.43 \text{ kgf/cm}^2 < \tau_a = 1,600 \text{ kgf/cm}^2 \text{ -----} \rightarrow \text{O.K} \end{aligned}$$

### 3.5 매입깊이 검토

$$p_i = 2.52 \times 1.3(\text{안전율}) = 3.28 \text{ tf}(\text{파력})$$

$$f_{ck} = 210 \text{ kgf/cm}^2$$

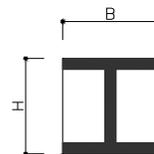
$$\text{허용부착응력} = 0.64 \sqrt{f_{ck}} / 2 = 4.64 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{주변장} = 120 \times 2 + 80 \times 2 = 400 \text{ mm} = 40 \text{ cm}$$

$$\text{소요깊이(L)} = \text{인장응력} / (\text{허용부착응력} \times \text{주변장})$$

$$\text{소요깊이(L)} = 3.28 \div (4.64 \times 40.00) \times 1000 = 18 \text{ cm}$$

∴ 매입깊이는 18cm이상 확보되어야 하며 20cm로 계획되어 있어 안정함



### 3.6 콘크리트의 파단응력 검토

$$B = 8 \text{ cm}$$

$$l = 12 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

$u$  : 위험단면의 둘레길이

$$u = ((8 + 20) \times \sqrt{2} \times 20) \times 2$$

$$+ ((12 + 20) \times \sqrt{2} \times 20) \times 2 = 3,394.11 \text{ cm}$$

$$\tau = 3.28 \times 1000 \div (3,394.11) = 0.97 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_a = 0.25 \sqrt{f_{ck}} = 3.62 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 0.97 < 3.62 \quad \therefore \text{OK}$$

## 참 여 진

### □ 국토해양부

물류항만실	항만건설정책관	조 종 환
	항만건설기술과장	박 홍 남
	시 설 사 무 관	김 시 만
	담	당
		송 광 용

### □ 자문위원

자문위원	김 남 훈	위원	(세광종합기술단)
	류 혁 근	위원	(한국항만기술단)
	백 인 열	위원	(경원대학교)
	송 준 민	위원	(SQ엔지니어링)
	엄 경 득	위원	(한국품질연구원)
	이 명 호	위원	(유일종합기술단)
	정 민 영	위원	(유신코퍼레이션)
	홍 근	위원	(서영엔지니어링)

(이상, 가나다 순)

---

---

행정간행물 등록번호 11-1611000-000368-01
------------------------------------

## 항만시설물의 안전시설 설계지침

발행일시 : 2009년 01월

발행처 : 국토해양부 항만건설기술과

•전화 : 02-2110-8638

•팩스 : 02- 504-6410

•Web : <http://www.mltm.go.kr/>

연구기관 : (특)한국항만협회, (주)항도엔지니어링

---

---