연안역 안전시설의 설치기준 및 국내 ·외 안전기준 분석

윤상호*, 이규세*
*선문대학교 토목공학과
e-mail: gyusyi@sunmoon.ac.kr

A Study on the Safety standards and design guides for safety facilities on coastal zone

Sang Ho Youn*, Gyu Sei Yi*
*Dept of Civil Engineering, Sunmoon University

요 약

연안역이란 해안선을 기준으로 인접해 있는 육지(연안지역)와 바다(연안해역)를 포함한 개념, 즉 인근 해양 환경에 영향을 미치는 배후 육지와 바다를 합친 자연환경 대이다. 국토해양부는 연안역의 공간이동 효율성을 높이고 부존해양자원의 체계적인 개발과 보전을 위해 「연안역관리법」특별법으로 관리한다. 하지만 연안역의 안전시설물에 대한 체계적인 설계지침이나 유지관리 등의 지침서가 아직 만들어지지 않았다. 따라서 현재 연안역 설치되어 있는 안전시설물에 대한 현장조사를 하였으며 국내·외 도로, 해안, 항만구조물의 안전시설기준을 비교, 분석, 정리하였다. 또한 인간공학을 통해 위험을 감소할 수 있는 청각적 시각적 신호 체계를 분석하여 연안역에 맞는 새로운 신호체계를 마련할 토대를 제시하고자 한다.

1. 서론

연안역이란 해안선을 기준으로 인접해 있는 육지(연안지역)와 바다(연안 해역)를 포함한 개념, 즉 인근해양 환경에 영향을 미치는 배후 육지와 바다를 합친 자연환경 대이다. 국토해양부는 연안역의 공간이동 효율성을 높이고 부존해양자원의 체계적인 개발과 보전을 위해 「연안역관리법」특별법으로 관리한다. 3면이 바다인 우리나라 해안이 너울성 파도나 해수범람 등에 무방비로 노출되어 있다. 최근 지자체마다 친수공간 확대를 위한 해안 개발을 확대하고 있지만, 방파제, 선착장, 갯바위 등의 안전체계는 거의 없는 실정이다. 방파제를 비롯해 선착장, 갯바위 등은 대부분 안전시설과 구난장비가 미미한 실정이며 난간 등 안전시설 설치 규정이 없다. 이러한 이유 때문에 해안가 자치단체를 중심으로 사고 예방을 위한 갖가지 재난 대비시설을 만들고 있으나 정부 차원의 표준화된 기준안이 없어 효과는 의문이다. 최근 친수공간 확보를 위한 지방자치단체에서의 해안관광 개발은 해안안전시설물 계획, 설계, 시공 및 유지관리 등의 체계적인 관리시스템 및 해안안전시설물 설계 및 시공방법에 대한 필요성이 대두되고 있다. 따라서 현재 연안역 설치되어 있는 안전시설물에 대한 현장조사를 하였으며 내·외 도로, 해안, 항만구조물의 안전시설기준을 비교, 분석, 정리하였다. 또한 인간공학을 통해 위험을 감소 할 수 있는 청각적 시각적 신호 체계를 분석하여 연안역에 맞는 새로운 신호체계를 마련할 토대를 제시하고자 한다.

2. 안전시설물의 분류

안전시설물은 기계나 기구는 아니지만 자연재해에 대비한 제방, 방파제, 고조제, 등으로 피해를 예방하는 시설이다. 안전시설의 기능에 따라 피해예방을 목적으로 하는 시설, 위험도를 판단하는 시설, 위험을 알리는 시설, 긴급 상황 발생 시의 대응시설 등으로 구분 할 수 있으며, [표 1]과 같이 세분화 할 수 있다.

[표 1] 안전시설물 분류

피해방지시설	추락방지, 난간 및 손잡이 (파라펫,통행금지 진입 방지시설, 조명시설, 미끄럼방지, 배수시설, 침몰방지시설
위험인지시설	정보를 얻는 시설 (텔레비전, 라디오, 전화), , 표지, 안내판, 방송설비, 경보설비 (경보기), 전광판
긴급대응시설	긴급통보 시설 (비상벨, 전화, 방송설비), 피난시설 (피난장소, 방송설비), 구난설비(구명환, 사다리, 구명로프, 구명보트)

3. 국내 외 안전시설 설계기준 분석

서해 연안역 특성에 적합한 설계기준 마련을 위하여 항만시설물의 안전시설 설계지침, 항만 및 어항 설계기준, 조경 설계기준, 도로부대시설, 도로교설계기준, 미국 FHWA DSTA(Designing Sidewalks and Trails for Access), 그리고 미국 FHWA PFG(Pedestrian Facilities Guidebook)을 검토하였다.

3.1. 난간

연안의 이용객을 위한 안전사고 예방시설로서 가장 큰 비중을 차지하는 난간에 대하여 조사, 비교 및 분석을 하였다. [표 2]는 조사된 내용 중 난간의 규격 및 검토 설계력을 나타내고 있다.

[표 2] 난간 안전시설 설계기준 비교

설계기준	높이 (mm)	내부간격 (mm)	검토 설계 외력
항만시설물의 안전시설 설계지침	사람: 1100 이상 자전거:1200 이상	200~300	파력 군중하중
항만 및 어항설계 기준	1100 이상		
도로교 설계기준	사람	1100 이상	유아가 빠지지 않을 정도의 간격
차량	650이상	레일 : 매끈하며 연속적인 것	단모멘트
FHWA DSTA	최소 1100 43 inch		
FHWA PFG	860~960 34 to 38inch	100	

조사된 대부분의 설계규정은 성인을 기준으로 하는 경우 난간의 높이를 모두 1100mm이상으로 규정하고 있다. 즉, 난간의 높이 결정기준은 성인의 표준키를 기준으로 성인의 허리높이를 고려하여 결정한 것 이다. 항만시설물의 안전시설 설계지침을 따라 난간을 설계하는 경우 고려되는 경우 고려되는 설계외력으로는 파력과 사람 및 군중하중이 있다. 파력은 파도에 의한 압력을 의미하며, 군중하중은 밀집된 사람하중을 의미한다. 파력에 대해 자세히 언급하면 다음 식과 같다.

$$F = CD\frac{\omega_0}{2g}\ AU_{\max}^2$$

※ F=단위폭 당 월파력(kN/m)
ω_o=해수의 단위중량(10.3kN/m^3)
A=단위폭당 구조물의 수평투영면적(m^2/m)
g=중력가속도(m/s^2)
$U_{\max}$ = 손잡이 위치 발생 최대 유속(m/s),
C_D=항력계수

[표 3] 물체형상별 항력계수

물체의 형태	기준 면적	항력계수(C_D)
원주	DL	1.0 ($L>D$)
각주	BL	2.0 ($L>B$)
원판	$\frac{\pi}{4}D^2$	1.2
평판	ab	$a/b=1$;1.12 $a/b=10$ $a/b=2$;1.15 $a/b=18$ $a/b=4$;1.19 $a/b=\infty$
구	$\frac{\pi}{4}D^2$	0.5~0.2
입방체	D^2	1.3~1.6

※ D=지름, L=높이, B=폭, a=평판폭, b=평판높이

사람 및 군중하중은 시설의 종류 및 이용 상황에 따라 다르기 때문에 시설마다 이용형상을 결정하여 적절하게 설정하도록 하고 있다. 예를 들면 보도용 횡단방지시설은 수직방향으로 0.6kN/m, 추락방지서설은 수직방향으로 0.4kN/m에 저항할 수 있는 구조로 설계하여야 되며, 사람이 밀집할 가능성이 높은 장소에서는 방지시설의 측면으로 2.5kN/m의 하중이 작용시 안전하도록 설계하여야 한다.

3.2. 안전난간 기둥

방지 시설 가운데 안전 난간의 수평 부재인 수평 난간 대를 지지하기 위한 기둥 역할을 하는 것이 안전 난간 기둥이다. 안전 난간이 설치 된 곳에서 관광객이 안전 난간에 부딪히거나 또는 기댈 경우에

안전 난간 기둥이 휘거나 구조체로부터 이탈하게 되면 추락사고로 연결될 수 있으므로 안전 난간 기둥의 성능은 매우 중요하다. 안전 난간 기둥의 성능은 [표 4]와 같다

[표 4] 안전난간 기둥.

항목	시험구분	성능
기둥재	처짐량	100mm이하
	휨강도	파괴되지 않을 것
수평 난간 대 체결부	달기 강도	파괴되지 않을 것
	회전방지 기능	회전되지 않을 것
고정부	미끄러짐 시험	미끄러짐이 발생하지 않을 것. 또한 하중을 제거한 후에도 고정부의 탈락이나 헐거움 등의 이상이 발생하지 않을 것.

3.3. 구난시설

구난시설은 추락한 사람을 신속하게 구조할 수 있도록 하는 시설로서 구난시설에는 구명환, 사다리, 로프, 구명보트와 구명용 계단이 있다. 항만시설물의 안전시설 설계지침에서는 구난시설의 설계기준을 [표 5]와 같이 제시하고 있다.

[표 5] 구난시설

구난시설	규격 및 배치간격	
구명사다리	폭	450mm
	간격	300mm
	벽면에서의 거리	200mm
	배치간격	50m
구명계단	하단의 높이	200mm
	길이	300mm
	폭	700mm
	배치간격	50m
구명환	배치간격	20~30m
구명로프	지름	20~40mm

4. 안전과 인간공학

인간 공학이란, 인간의 안전과 효율, 편리성을 추구하기 위하여 인간의 생리적, 심리적 기능과 한계를 측정하고 이를 작업장, 제품, 환경 등에 응용하는 학문이다. 이러한 학문을 통해 연안역 내에 있는 방파제나 선착장 등지에 적용하여 적절한 안전기준을 마련할 토대를 제시하고자 한다.

4.1. 청각적 시각적 위험신호와 정보신호 체계

이 표준은 시각적 청각적 신호를 오해하여 발생할 수 있는 위험을 감소시키기 위하여, 각기 다른 위급도를 나타내는 위험과 정보신호의 체계를 규정한다. 이 표준은 KS B ISO 12100-2 : 1992의 5.3에 규정된 것처럼 상이한 요구사항이나 작업환경에서도 명확히 인식되어야 하고 구별되어야 하는 모든 위험 및 정보신호에 적용될 수 있으며, 극도로 위급한 상황부터 위험해제 상황까지도 모든 위급 도에 적용될 수 있다. 시각적 신호가 음향 신호를 보완하여야 하는 경우, 신호특성은 양자 모두에 대하여 규정되어 있다.

4.2. 청각 신호와 시각적 신호의 특질

청각 신호 설계는 ISO 7731에 따라야 한다. 언어 신호 사용은 ISO 9921-1을 따라야 한다. 중요함이나 긴급함에 의한 청각 신호 특성의 우선도 분류는 표5와 표6과 같다. 시각적 신호의 설계는 ISO 8995와 KS A ISO 11428에 따라야 한다. 극히 짧지만 강도는 높은 섬광을 내는 특별한 광원은 경고용으로 중요한 역할을 한다.

[표 6] 일반목적용 신호의 특징(긴급도 순)

메시지의 범주	청각적 신호		시각 신호색
	ON 상태에서의 유효한 특징	시각적 형태	
위험 구조나 보호를 위한 긴급 행동	-편향 -파열음 -교번의 음의 높이(둘 또는 셋의 주파수 단계) 비고-긴급은 빠른 리듬, 부조화음 또는 음 높이에 의해 암시될 수 있다.	-연속적 또는 교번의 ON/OFF -교번의 ON/OFF -연속적인 교번의 ON/OFF 위험신호는 비상 대피와 구별되는 시간적 형태	적색
경계 필요할 때 행동	최소 0.3초 동안 일정한 스펙트럼을	교번의 ON/OFF 비상대피와	황색

	갖는 한 가지 음향	분명하게 구분 첫 번째가 긴 형태로, 최소 2개 이상의 상이한 ON 분절의 길이	
명령 의무적인 행동을 위해 필요함	각각 일정 스펙트럼을 갖는 둘이나 셋의 서로 다른 음향	연속적이거나 교번의 ON/OFF	청색
발표/정보 공공의 훈령	두 음조 선율(chime)	높낮이가 주기적이지 않음(훈령보다 앞선)	일반적으로 빛 신호는 안 쓴다
해제 위험이 지나감	일정한 스펙트럼의 음향	최초 30초로 연속 경고 신호다음 신호	녹색
비고 음향과 광원의 동시성은 일반적 요구조건은 아니지만 인식 가능성을 높일 수 있다.			

[표 7] 비상대피와 공공 경보에 대한 신호의 특성

메시지의 범주	청각적 신호		시각적 신호	평가
	ON 상태에서의 유효한 특성	시각적 형태		
비상 대피 즉각 지역을 떠나라	각 분절음이 0.5초 연속, 회전, 또는 나누어서 할 수 있다.	그룹 안에서 세 개의 짧은 분절이 4초 간격으로 되풀이 된다.	각각 3중의 음향과 동시에 발생되는 적색 섬광	광신호는 KS A ISO 8201에서 표준화되어 있지 않다.
공용 경보 사람의 안전을 위해 요구되는 중요한 행동	-회전 -연속적 스펙트럼 분포	-계속 -4초에서 20초 간격으로 On/OFF의 교번	간헐적 적색빛	-실내나 방호막을 위한 표준훈령 -라디오 메시지가 뒤따른다.
비고 음향과 광원의 동시성은 일반적으로 요구되지 않지만 인식 가능성을 높일 수 있다.				
현재의 장비를 이용할 경우 일정한 신호를 비상대피를 위해 사용할 수 있다. 지속적 신호는 다른 특성과 시간적 형태로 구성할 수 있고 이는 자주 반복된다.				

5. 결 론

본 연구의 목적은 국내 외 설계 기준 및 인간공학을 통해 서해안 특성에 적합한 연안역 안전시설 설계기준을 마련하는 것 이다. 또한, 인간공학을 통해 위험을 감소 할 수 있는 청각적 시각적 신호 체계를 분석하여 연안역에 맞는 새로운 신호체계를 마련할 토대를 제시하고자 하는 것 이였다. 인간공학을 통해 청각적 시각적 신호를 통해 위험을 감소시킬 수 있다는 걸 알았다. 이러한 신호체계 등을 분석 하여 연안역에 맞는 새로운 신호체계를 제시할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 여러 안전설계 기준 검토 결과 국내의 연안역 안전시설 설계기준 및 적용이 미흡한 상황에 있으며 설계외력산정 및 평가에 적절한 보정계수 및 관련 상세설계기준 마련이 시급한 것으로 판단된다.

감사의글

본 연구는 국토해양부 지역기술혁신사업의 연구비 지원(09CRTI-B052117-01 #09지역기술혁신 B-01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

[1]. 항만시설물의 안전시설 설계지침(2009)
[2]. 지역기술혁신산업 환경친화적 연안역 개발기술 기획과제 보고서 (2008)
[3]. 항만 및 어항 설계기준, 국토해양부,2005
[4]. 도로교 설계기준, 한국도로교통협회, 2005
[5]. 도로부대시설, 한국도로교통협회, 1998
[6]. 지식 경제부 기술 표준원 2007
[7]. Designing Sidewalks and Trails for Access, FHWA, 1999
[8]. Pedestrian Facilities Guidebook, FHWA, 1997