

연안역 안전시설의 성능저하 원인 분석을 위한 국내·외 설계기준 분석

윤상호*, 이규세*

*선문대학교 토목공학과

e-mail: gyusyi@sunmoon.ac.kr

A Study on the design standards for the coastal safety facilities in regard of the performance degradation

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 개념이며, 배후 육지와 바다를 합친 자연환경대이다. 국토해양부는 연안역의 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. 본 연구에서는 설치된 안전 시설물들의 철저한 현장조사와 설계기준의 비교 분석을 바탕으로 적절한 설계지침을 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 공간 이동 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 차치단체를 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 해안안전시

설물 설계 및 시공방법에 대한 필요성이 대두되고 있다. 따라서 현재 연안역 주변에 설치되어 있는 안전시설물에 대한 실태조사를 통해 성능저하의 원인 분석을 하고자 한다. 본 연구의 목적은 이 전에 설치된 안전 시설물들의 철저한 현장조사를 토대로 연안역 안전 시설물들의 성능저하의 원인을 분석하고, 국내외 설계기준의 비교 분석을 바탕으로 적절한 설계지침을 마련할 토대를 제시하고자 한다.

2. 국내·외 안전시설 설계기준 분석

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

2.1 난간

해안 및 연안의 이용객을 위한 안전사고 예방시설

로서 가장 큰 비중을 차지하는 난간에 대하여 조사, 비교 및 분석을 하였다. 표 1은 조사된 내용 중 난간의 규격 및 검토 설계력을 나타내고 있다.

[표 1] 난간 안전시설 설계기준 비교

설계기준	높이 (mm)	내부간격 (mm)	검토설계외력
항만시설물의 안전시설 설계지침	사람: 1100 이상 자전거:1200 이상	200~300	파력 균중하중
항만 및 어항설계기준	1100 이상		
조경 설계기준	1100 이상	100 이하	
도로부대 시설	1100 이상	150 이하	
도로교 설계기준	사람	1100이상	유아가 빠지지 않을 정도의 간격
차량	650 이상	레일 : 매끈하며 연속적인 것	단모멘트
FHWA DSTA	최소 1100 (43 inch)		

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

$$F = CD \frac{\omega_0}{2g} AU_{\max}^2 \quad (1)$$

※ F=단위폭 당 월파력(kN/m)

ω_0 =해수의 단위중량(10.3kN/m³)

A=단위폭당 구조물의 수평투영면적(m²/m)

g=중력가속도(m/s²)

U_{\max} = 손잡이 위치 발생 최대 유속(m/s),

C_D =항력계수

[표 2] 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; 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

※ D=지름, L=높이, B=폭, a=평판폭, b=평판높이
사람 및 균중하중은 시설의 종류 및 이용 상황에 따라 다르기 때문에 시설마다 이용형상을 결정하여 적절하게 설정하도록 하고 있다. 예를 들면 보도용 횡단방지시설은 수직방향으로 0.6kN/m, 추락방지시설은 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.

2.2 구난시설

구난시설은 추락한 사람을 신속하게 구조할 수 있도록 하는 시설로서 구난시설에는 구명환, 사다리, 로프, 구명보트와 구명용 계단이 있다. 항만시설물의 안전시설 설계지침에서는 구난시설의 설계기준을 표 3과 같이 제시하고 있다.

[표 3] 국난시설 설계기준

구난시설	규격 및 배치간격	
	폭	450mm
구명사다리	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

3. 성능저하 원인 분석

연안역 주변의 현장 조사를 통해 안전시설물의 성능저하 원인을 조사 하였다.

3.1. 유지, 보수 관리 미흡.

대부분의 방파제에서 꾸준한 관리가 없어 볼트가 뽑힌 채 방치된 시설물들이 많았다. 또한 TPT(테트라 포트)구조물 위에서 낚시 등을 위해 설치되어 있는 시설물을 해체시켜 놓은 것을 볼 수 있었다.



[그림 1] 성구미 방파제

안전시설의 유지관리는 안전시설의 기능을 양호하게 보전함과 동시에 안전성의 저하를 방지하며, 쾌적성을 보전하기 위하여 점검, 보수 등을 행하는 것이다. 안전시설의 특성은 재료에 따라 크게 다르기 때문에 부식상황 확인 등의 점검항목이나 점검빈도 등이 달라 질 수 있기 때문에 형상, 규모 등도 고려하여 유지관리를 수행하는 것이 바람직하다. 사실 유지관리를 지속적으로 수행하기에 인적, 재정적인 제약으로 등한시되기 쉽다. 그러므로 설계단계부터 여러 제약사항을 고려하여 사용재료별 유지관리 방법 등을 종합적으로 수행하는 것이 바람직하다.

4.2. 염해 피해.

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



[그림 2] 대천 산책로 철주

또한, 시설물의 90%이상이 염해 피해에 약한 강재로 만들어져 있어 그 피해가 더욱 크다.[그림2]는 제부에도 설치된 산책로의 철주이다. 바닷물이 직접 닿는 곳이기 때문에 부식이 굉장히 진행된 것을 알 수 있다. 때문에 염해에 대한 피해를 완전히 막을 수 없다면 줄일 수 있는 방법을 찾아보는 게 바람직하다. 쉽게 부식이 일어나지 않는 재료를 선택하고,

겉 표면에 도료나 페인트를 통해 염분입자의 접촉을 최대한 줄여주는 것이 좋을 것이다.

4.3. 조류(藻類)피해

조류는 주로 조간대에 생성되고 그 분포는 조간대에 서식하는 생물의 분포환경에 의해 결정된다. 조류의 번식조건은 파와 수질 등으로 대표되는 환경조건과 포식, 피식 등의 생태적인 관계에 영향을 받는다



[그림 3] 성구미

현장조사를 갔던 곳 중 거의 모든 장소에서 조류를 볼 수 있었다. [그림3]과 같이 조류가 넓게 형성되면서 미끄럼의 주원인이 되어 안전상에 문제가 될 수 있다. 또한 부영양화로 인해 부착생물이 관측되기도 한다. 이에 조류피해를 줄일 수 있는 방법으로는 먼저, 방오도료를 표면에 도포하는 방법으로 도막을 서서히 수중으로 녹여내는 것에 의해 생물부착을 억제하는 방법이다. 하지만 매년 도료를 교체해야 하는 번거로움이 있으며, 이에 따른 추가 공사비가 소요되는 단점이 있다. 두 번째로 부착생물을 조기에 물리적으로 제거하는 방법이다. 주로 부착생물은 박테리아 등의 조류인데 작은 힘으로도 제거가 용이하다. 부착두께가 적더라도 사람의 보행에 영향을 미치기 때문에 자주 조류를 제거를 해줄 필요가 있다.

4.4. 구난설비 설치 미비.

항만시설물에는 구난설비가 설치될 수 있다 추락한 사람을 구조하기 위한 구명환, 사다리 구명로프, 구명보트 등을 설치할 수 있다. [그림4]은 마량포 방파제로 보행자를 위한 난간은 설치되었지만 이상 파랑 등으로 인한 추락사고 있을 시 필요한 구난설비가 전혀 설치되지 않았다.



[그림 4] 마량포 방파제

다른 곳도 설치가 되었지만, 비치된 설비가 허술한 곳이 많아 구난설비로서의 기능을 발휘하지 못 할 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구의 목적은 이 전에 설치된 안전 시설물들의 철저한 현장조사를 토대로 연안역 안전 시설물들의 성능저하의 원인 분석 및 서해안 특성에 적합한 연안역 안전시설 설계기준을 마련을 위해 국내·외 도로, 해안, 항만구조물의 안전시설기준을 분석, 정리하는 것 이였다. 현장조사 결과 몇 가지 문제점을 발견 할 수 있었다. 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 시설물을 시공을 한 뒤에 유지관리 및 보수가 미흡하여 원래 시설물이 발휘 할 수 있는 기능을 상실한 경우를 많이 볼 수 있었다. 두 번째로는 염해나 조류에 대한 피해였다. 염해나 조류는 그 피해가 없을 수는 없지만 줄일 수는 있다. 하지만 그런 관리조차 없던 곳이 대부분 이였다. 또한, 여러 안전설계 기준 검토 결과 국내의 연안역 안전시설 설계기준 및 적용이 미흡한 상황에 있으며 설계외력 산정 및 평가에 적절한 보정계수 및 관련 상세설계 기준 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 환경 친화적 연안역 개발기술 기획과제 보고서 (2008)
- [3]. 항만 및 어항 설계기준, 국토해양부,2005
- [4]. 도로교 설계기준, 한국도로교통협회, 2005

- [5]. 도로부대시설, 한국도로교통협회, 1998
- [6]. 조경 설계기준, 건설교통부, 2007
- [7]. Designing Sidewalks and Trails for Access, FHWA, 1999
- [8]. Pedestrian Facilities Guidebook, FHWA, 1997
- [9]. 윤상호,이규세 연안역 안전시설 실태 조사를 통한 성능저하 원인분석 연구, 선문대학교,2009
- [10]. 강효기,박종섭 연안 및 다양한 안전시설 설계 기준에 관한 고찰, 상명대학교, 2009