

KDS 64 50 00 : 2017

연안보전시설

2017년 8월



건설기준 제 · 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설 공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 제·개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서)간 중복·상충을 비교, 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 항만 및 어항 설계기준에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
항만설계기준	• 항만설계기준 제정 • 설계조건, 구역시설, 외곽시설, 계류시설, 기타시설, 준설 및 매립 등 기타항만공사에 관계되는 설계의 일반방침과 기준을 수록	제정 (1971.12)
항만설계기준	• 조사연구가 진전됨에 따라 국내기술향상에 도움이 되도록 개정	개정 (1979.12)
항만시설물 설계기준서	• 항만의 재개발, 워터프런트 개발사업 추진 전망에 따라 항만법 제26조에 근거하여 기술의 체계화, 표준화의 기준 수립 및 시설물의 안정성과 경제성을 고려하여 개정	개정 (1993.12)
항만 및 어항 설계기준	• 해양수산부가 새로 발족되어 항만 및 어항 설계기준·해설 및 항만시설의 기준에 관한 규칙과 어항관련 법규에서 정하는 어항 시설에 대한 설계기준을 통합하고, 설계 및 시공과정과 시공이후 건설관리 및 시설물 유지관리 관련내용 신설하여 개정	개정 (1999.12)
항만 및 어항 설계기준	• 연안정비시설물을 포함하고 관련법령 및 최신기술 변화요인 반영, 항만시설장비의 안전성 제고를 위한 설계풍속 및 하중 계수 상향, 재추산 심해파의 적용근거 마련 등 개정	개정 (2005.12)
항만 및 어항 설계기준·해설	• 변화된 항만건설여건 반영과 태풍, 이상파랑 등 해양외력의 기후변화 대응, 선박 및 장비의 대형화, 저탄소 녹색성장, 항만재해 저감을 고려하고 해외 건설사업 진출에 도움이 될 수 있도록 국제 설계기준과 연계성 향상하여 개정	개정 (2014.04)

제 정 : 2017년 8월 16일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 기술자문위원회	자 문 검 토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소 관 부 서 : 해양수산부 항만기술안전과	
관련단체 (작성기관) : 한국항만협회	

목차

contents

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용범위	1
1.3 참고기준	2
1.4 용어의 정의	3
1.5 기호의 정의	6
1.6 시설물의 구성	7
2. 조사 및 계획	10
2.1 조사 및 계획 일반	10
2.2 조사	15
2.3 시설배치 계획	20
3. 재료	29
4. 설계	29
4.1 설계일반	29
4.2 설계조건	34
4.3 방사제	39
4.4 도류제	43
4.5 돌제	45
4.6 이안제	56
4.7 잠제·인공리프	67
4.8 소파제	77
4.9 표사 포착시설	82
4.10 비사·비말방지공	84
4.11 사빈(양빈)	87
4.12 부대시설	96



KDS 64 50 00 연안보전시설

1. 일반사항

1.1 목적

이 기준은 연안관리법의 목적인 연안환경을 보존하고 연안의 지속가능한 개발을 도모하여 연안을 쾌적하고 풍요로운 삶의 터전으로 조성하는 연안보전시설의 위치를 정하고 평면 배치와 구조물 형상 등을 계획·설계할 때 적용해야 할 최소한의 일반적·기술적 기준으로서 연안보전시설의 안전성과 기능성을 포함한 성능향상을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

- (1) 이 기준은 월파·월류, 해안 침식, 항내·항로 매몰의 저감 또는 방지 등을 위해 설치하는 연안보전시설과 연안역의 토지나 수면을 이용하기 위한 그 부대시설 설치의 계획·설계에 적용한다.
- (2) 이 기준은 외곽시설 등 항만시설물 설치 시 발생하는 항내매몰 및 인근 해안의 침식이나 항내·항로 준설 시 인근에서 발생할 수 있는 침식문제 등의 대책시설 조사·계획·설계 시에도 적용할 수 있다.

[해설]

- (1) 이 기준을 적용 가능한 시설의 주요 대상범위는 다음과 같다.
 - ① 적용대상 시설의 종류는 방파제, 방사제, 호안·제방, 방호벽, 소파공, 소파제, 돌제, 이안제, 잠제·인공리프 그리고 파랑에너지 흡수를 위한 사빈(양빈) 등이 있다.
 - ② 표사 또는 하천유하 토사를 포착하기 위한 시설, 바람에 의해 이동하는 토사(비사)의 이동방지를 위한 비사 방지공을 포함하며 도류제 등과 같은 하구 퇴적방지를 위한 시설 등을 포함한다.
 - ③ 연안역의 토지나 수면 등을 이용하기 위해 필요한 시설로 수문, 통문, 통관, 배수 펌프장, 육갑문, 관리용 통로, 승강로 등의 부대시설을 포함한다.
 - ④ 방조제 내수면 매립호안과 해안도로 방호를 위한 호안 등 중앙부처 또는 지자체가 시공, 관리하는 시설도 포함한다.
- (2) 연안의 이용·개발을 위한 시설도 해안침식·침수 등 연안재해로부터 시설을 보호하는 기능을 포함하는 경우가 많으며 역으로 연안보전시설이 연안의 이용과 개발에 복합적으로 이용되는 경우도 많기 때문에 이를 명확히 구분하기는 쉽지 않다. 예를 들면, 연안 개발을 목적으로 매립하기 위한 호안, 파랑·흐름·조석 등 해양성 외력의 영향을 받는

연안보전시설

곳에 조성한 도로·철도, 부지 등의 방호용 호안이나 옹벽, 방조제 내수면의 매립호안, 해수욕장 이용·확장을 위한 양빈 등이 있다.

(3) 다음과 같은 시설 또는 행위의 계획·설계 시 이 기준을 준용하거나 참고할 수 있다.

- ① 수문 등과 같이 방류로 인해 주변 해역에서 표사이동을 유발시켜 침식과 퇴적에 영향을 미치는 시설을 설치하는 경우
- ② 해안침식을 유발시킬 수 있는 준설이나 바다 모래를 채취하는 경우
- ③ 표사이동이나 연안생태계에 영향을 미치는 연안 이용·개발을 위한 시설을 설치하는 경우

(4) 방파제에 관한 사항은 KDS 64 45 20 방파제를 따른다.

(5) 호안에 관한 사항은 KDS 64 45 40 호안을 따른다.

(6) 표사 및 비사에 대한 사항은 KDS 64 10 10 설계조건(4.7 표사)을 따른다.

(7) 이 기준은 주로 동해안과 같이 조석차가 작은 모래해안에서의 침식대책과 항내·항로 매몰대책을 취급하므로 서해안이나 남해안과 같이 조차가 크고 니질성 해안에 직접 적용하기에는 아직 부족한 점이 많음에 주의하여야 한다.

1.3 참고기준

1.3.1 관련법규

어촌·어항법

연안관리법

항만법

해양수산부령 제1호(2013.3.24) 항만시설의 기술기준에 관한 규칙

1.3.2 관련기준

KDS 10 00 00 공통 설계기준

KDS 11 00 00 지반 설계기준

KDS 14 00 00 구조 설계기준

KDS 17 00 00 내진 설계기준

1.3.3 관련표준

내용 없음

1.4 용어의 정의

- 모래이동한계수심 : 파랑에 의해 모래이동이 발생하는 한계수심을 말한다.
- 비사(飛砂) : 해변에서 바람에 의해 발생하는 모래이동 현상 또는 이동하는 퇴적물을 말한다.
- 사빈(砂濱) : 모래로 구성된 해변을 말한다.
- 사주(砂洲) : 섬이나 구조물 배후에 모래가 퇴적(해안선 전진)에 의해 해안선이 돌출 되거나 해안부근의 수심이 낮은 곳에 모래가 퇴적되어 수심이 낮게 형성된 퇴적 지형을 말한다. 후자는 연안사주(Berm)라 칭하기도 한다.
- 수심변화한계수심(Depth of closure) : 일정한 시간간격으로 측량한 해변단면에서 시간이 경과함에 따라 유의할 만한 수준의 수심변화가 발생하지 않는 수심을 말하며 순간적인 모래이동이 발생하는 모래이동한계수심과는 다르다.
- 순응형 관리(Adaptive management) : 연안보전시설의 시공 중 또는 시공 후 모니터링을 통해 시설의 효과와 영향을 분석하고 필요시 설계를 변경하거나 대책을 마련하는 관리방식을 말한다.
- 양빈(養濱) : 해안침식 저감·방지 또는 해변 안정성 제고 등을 목적으로 해변에 모래 등의 토사를 인위적으로 보충하는 것을 말한다.
- 연안 : 연안관리법 제2조제1호~3호에 따른다.
- 연안기능 : 연안의 방재기능, 환경기능, 이용기능을 말한다.
- 연안기능교환(Coastal function trade-off) : 특정한 연안기능을 향상시키는 대가로 다른 연안기능이 저하되는 것을 말한다.
- 연안회복탄력성(Resilience) : 이상파랑 내습, 인위적 영향 등에 의한 변화를 수용 하면서 연안기능을 장기적으로 유지해가는 연안 고유의 능력을 말한다.
- 인공해빈 : 해안구조물과 양빈 등 인위적인 방법으로 해변의 기능을 회복·개선 시키거나 새롭게 조성한 해변을 말한다. 특별히 모래(砂)를 이용한 경우를 인공 사빈으로 칭하기도 하며, 생물의 서식기능을 향상시키기 위해 조성한 경우는 인공 갯벌로 분류한다. 인공사빈은 파고가 크거나 소조차 해안에 많으며 인공갯벌은 파고가 작은 중·대조차 해안에 조성하는 경우가 많다.
- 표사(漂砂) : 해변에서 파랑이나 흐름에 의해 모래가 이동하는 현상이나 이동하는 모래를 말하며 비사를 표사현상의 일부로 다루는 경우도 많다.
- 표사계(漂砂系) : 자연지형이나 인공구조물에 의하여 연안표사가 독립적으로 이루어 지는 영역을 말하며 모래수지 파악을 위해 더 이상의 공간을 연안방향으로 확장할 필요가 없는 한계까지의 영역을 말한다.
- 해변(海邊) : 해안의 육상부를 말한다.
- 해빈(海濱) : 점토, 모래, 자갈 및 패각 등 미고결 물질로 구성된 해안을 말한다.
- 해식애(海蝕崖) : 해식(海蝕)과 풍화 작용에 의하여 해안에 생긴 절벽(혹은 낭떠러지)을 말한다.

- 해안(海岸) : 폭풍 시 파랑작용이 해저면에 미치는 바다 쪽 한계로부터 폭풍파가 도달하는 육지쪽 한계까지의 영역을 말한다.
- 해안선 : 일반적으로는 육지와 해수면과의 경계를 의미하며 법률적으로는 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 제6조제1항제4호에서 정의하고 있으며 법률적 정의를 강조할 필요가 있을 경우에는 법정해안선이라 한다.
- 해안침식(海岸浸蝕) : 파랑이나 흐름 혹은 바람의 작용, 준설, 하천으로부터의 퇴적물 공급량 감소 등에 의해 발생하는 해변 표고 감소, 수심 증가 혹은 해안선 후퇴를 말하며 연안침식도 같은 의미로 사용한다.
- 이 기준에서 기술되지 않은 관련 용어는 KDS 64 10 10 설계조건(4.7 표사)의 4.7.1을 따르고 이외에도 국가기준으로 제정된 기준에서 통용되는 용어와 국제적으로 검증되어 통용되는 용어를 준용하여 사용할 수 있다.

[해설]

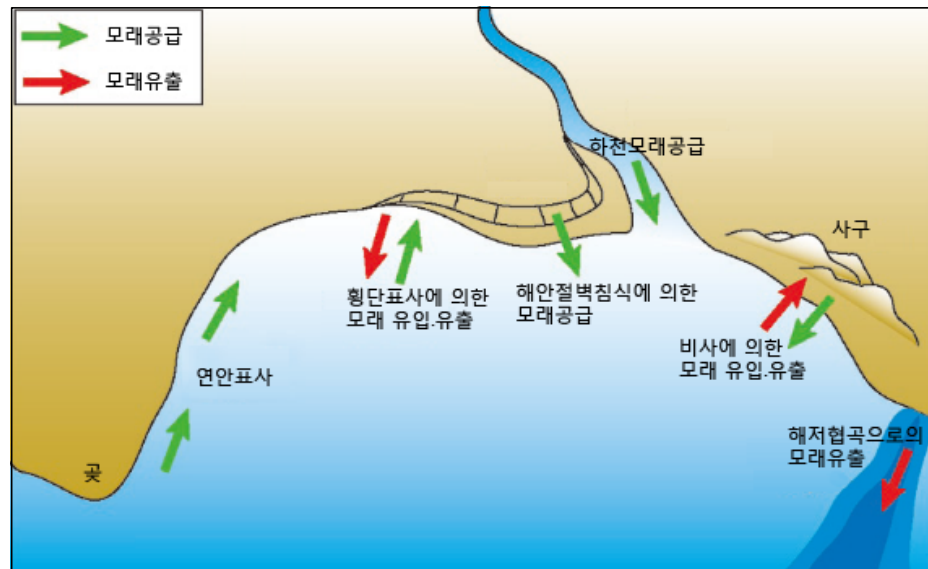
- (1) 해변의 기준해안선은 통상 법정해안선이 아닌 일반적 의미의 해안선을 말한다.
- (2) 해안선과 수제선(水際線)은 특별히 해수를 지목하지 않는 수면과 육지와의 경계선에 대한 일반적인 의미로 사용한다.
- (3) 해안은 구성 물질 또는 조차에 따라 다음과 같이 분류한다.
 - ① 구성 물질에 따른 분류 : 모래 등 퇴적물로 구성된 해빈, 암반으로 구성된 암석해안(Rocky coast)과 산호초로 구성된 산호초해안(Coral coast) 등으로 구분한다.
 - ② 조차에 따른 분류 : 평균 대조차가 4m 이상인 해안을 대조차 해안, 2~4m인 해안을 중조차 해안, 2m 이하인 해안을 소조차 해안이라 한다.
- (4) 표사(漂砂)는 해빈에서의 이동방향에 따라 다음과 같이 분류한다.
 - ① 연안표사(沿岸漂砂) : 해안선에 평행한 방향으로 모래가 이동하는 현상이나 이동하는 모래를 말한다.
 - ② 횡단표사(橫斷漂砂) : 해안선에 직각인 방향으로 모래가 이동하는 현상이나 이동하는 모래를 말한다.
 - ③ 이안표사(離岸漂砂) : 외해 방향으로의 횡단표사를 말한다.
 - ④ 향안표사(向岸漂砂) : 육지 방향으로의 횡단표사를 말한다.
- (5) 사주는 형태에 따라 다음과 같이 분류한다.
 - ① 연안사주(沿岸砂洲, Berm): 해안부근의 수심이 낮은 곳에 모래가 퇴적되어 수심이 낮게 형성된 퇴적지형을 말한다.
 - ② 종형사주(鐘形砂洲, Salient) : 이안제(잠제 포함)나 섬 배후에서 파랑이나 흐름의 차폐에 의한 퇴사(堆砂)효과로 해안에서 돌출되어 형성된 퇴적지형을 말한다.
 - ③ 육계사주(陸繫砂洲, Tombolo) : 종형사주가 더욱 퇴적되어 이안제나 섬에 연결된 퇴적지형을 말한다. 종형사주도 포함하여 톰보로(Tombolo)라 칭하는 경우가 많다.
- (6) 연안관리법은 연안을 연안해역과 연안육역으로 구분한다. 연안해역은 공간정보의

구축 및 관리 등에 관한 법률 제6조제1항 제4호에 따라 약최고고조면으로 정의되는 해안선으로부터 지적공부(地籍公簿)에 등록된 지역까지로 정의되는 바닷가와 해안선으로부터 영해의 외측한계까지로 정의되는 바다로 구성되며, 연안육역은 연안해역의 육지쪽 경계선으로부터 500m (항만법에 의한 항만, 어촌·어항법에 의한 국가어항 혹은 산업입지 및 개발에 관한 법률에 의한 산업단지는 1000m) 이내의 육지지역이다.

- (7) 연안의 이용·개발 시 연안보전사업 등을 통해 특정 지역에서 특정의 연안기능을 향상시킬 경우 그에 따른 대가로 다른 연안기능이 저하되거나 인접한 다른 지역에서 기능이 저하(악화)되는 연안기능교환(Coastal function trade-off) 현상이라는 부작용(역효과)이 발생하는 경우가 많기 때문에 주의가 필요하다.
- (8) 연안은 오랜 세월을 걸쳐 자연의 외력 등에 의해 지속적으로 변화하는 과정에서도 자연적인 회복탄력성(Resilience) 혹은 회복력을 가지고 안정성을 유지해왔다. 그러나 항만이나 연안시설의 건설, 해안 매립 등과 같은 연안역 개발사업 뿐만 아니라 연안정비사업과 같은 인위적인 행위에 의해 연안의 회복력이 저하될 수 있기 때문에 연안개발이나 연안정비사업 계획은 연안의 자연적 회복력을 살리는 계획이 되도록 해야 한다.
- (9) 순응형 관리(Adaptive management)는 적응형 관리라고도 하며 연안 개발이나 연안 보전대책 사업 수행 중 또는 이후에도 계속해서 모니터링 등을 통해 자연의 회복력을 저해하는 요인을 찾아 제거해가면서 연안의 회복력을 향상시키는 방법이다.
장기적으로 지속가능한 개발 및 보전의 관점에서 매우 중요하며, 꾸준한 관심과 관리를 통해 가능해진다.
- (10) 점토(Clay)와 실트(Silt)로 구성된 해안을 이질해안(泥質海岸), 자갈로 구성된 해안을 자갈해안 혹은 역빈(礫濱), 이질 퇴적물과 모래가 혼재하는 경우에는 이사질(泥砂質) 혹은 사니질(砂泥質)해안이라 부르며, 이사질해안은 모래함유비가 50% 이상인 해안이다. 모래와 자갈이 섞여있는 경우에도 같은 방법으로 구분한다. 서·남해안은 이질해안이 많으나 이질성분이 유실되어 해빈 폭이 좁은 사질 또는 자갈해안으로 바뀐 경우도 있다. 동해안은 사질해안이 많으나 모래유실로 인해 해빈 폭이 좁은 자갈해안으로 바뀐 경우도 있다.
- (11) 해안에 작용하는 수리에너지의 상대적인 크기에 따라 조석우세 해안과 파랑우세 해안으로 구분하기도 한다. 서·남해안과 같은 조석우세 해안에서는 조석에 의한 수위 변화와 흐름의 영향이 크게 나타나기 때문에 수위변화에 따른 취약성 등을 검토할 필요가 있다. 동해안과 같은 파랑우세 해안에서는 파랑의 영향이 절대적으로 크고, 내습 파랑에너지의 변동 폭도 크기 때문에 검토 대상으로 다뤄야 하는 파랑 설정에 주의가 필요하며 조석에 의한 수위변화나 흐름의 영향은 적게 나타나기 때문에 조석의 영향을 무시하는 경우도 있다.
- (12) 표사계(Littoral cell 혹은 Sand transport cell) : 해설 그림 (1.4-1)과 같이 돌출 정도가 큰 곳이나 해저협곡은 연안표사가 끝나는 지점이므로 표사계 경계로 설정할 수 있다. 바다쪽 경계는 수심변화한계수심(Depth of closure) 개념을 도입하여 정할 수 있다. 수심변화한계수심은 표사이동은 발생하지만 장기적으로 유의한 수심의 변화가 나타나지 않는

연안보전시설

해측의 수심을 말하며 통상 표사이동의 한계수심보다는 얕은 곳에서 형성된다. 그러나 항 건설, 호안 설치, 준설 등에 의해 연안 혹은 횡단 방향으로의 표사이동의 균형이 깨진 곳에서는 수심변화한계수심이 변하기 때문에 보다 체계적인 해안표사 관리를 위해서는 평소 수심변화에 대한 데이터의 축적이 중요하다.



해설 그림 (1.4-1) 표사계 개념도(국토해양부, 2010a)

(13) 양빈(養濱)은 모래의 투입 위치에 따라 다음과 같이 분류한다.

- ① 사장양빈(砂場養濱) : 사빈 육상부 혹은 사질 조간대에 모래를 인위적으로 보충하는 것을 말한다.
- ② 수저양빈(水底養濱) : 해빈 수저부에 모래를 인위적으로 보충하는 것을 말한다.
- ③ 수저양빈(水底養濱)은 파랑 비선행 효과 등에 의해 모래가 육지방향으로 이동하는 현상을 이용한 공법으로 바지선 등을 이용하여 해상 운반해 온 모래를 수저에 직접 투입하기 때문에 정지작업이 필요한 육상부 사장양빈에 비해 경제적인 경우가 많다 (Grunnet and Ruessink, 2005).

1.5 기호의 정의

내용 없음

1.6 시설물의 구성

- (1) 항내·항로 매몰대책시설 : 도류제, 방사제, 돌제(군), 표사 포착시설, 비사·비말 방지시설
- (2) 침식대책시설 : 호안, 돌제(군), 소파제, 이안제, 잠제·인공리프, 양빈(사장)
- (3) 부대시설 : 수문, 통문, 통관, 배수펌프장, 육갑문

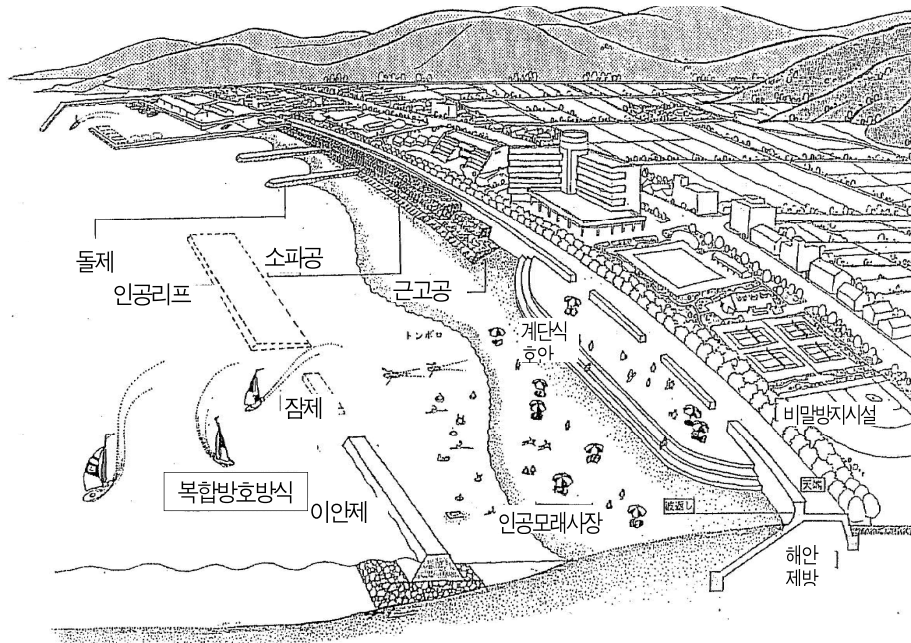
[해설]

연안보전시설은 사용목적이나 설치 위치 등에 따라 다양하며 대표적인 시설은 다음과 같다. 해설 그림 (1.6-1)은 평면배치 상에서의 시설 구분이며 해설 그림 (1.6-2)는 횡단 방향의 위치에 따른 시설 구분이다.

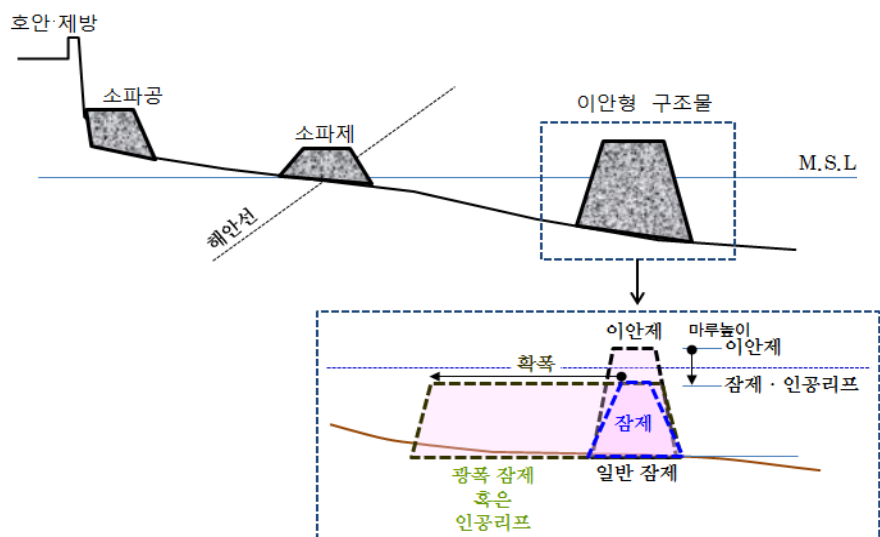
- (1) 도류제(導流堤, Training dike) : 하구(河口)에서 수류(水流)를 원하는 방향으로 흐르게 하기 위한 제방형(堤防形) 구조물(도수제(導水堤)라고 칭함)로 이 중에서 하구에 설치하는 것을 주로 도류제라고 칭한다.
- (2) 방사제(防砂堤, Groyne) : 해안선으로부터 먼 바다 쪽으로 돌출하여 해안선 방향의 흐름을 약화시켜 표사를 저지함으로써 해안의 침식이나 항만이 표사에 의해 알아지는 것을 방지하기 위해 설치하는 구조물을 말한다. 돌제와 유사한 형식이나 돌제에 비하면 방파제의 기능을 겸하며 돌제에 비해 길이가 길고 단독으로 기능을 발휘할 수 있는 것이 특징이다.
- (3) 돌제(突堤, Groin) : 해안의 표사 이동을 막을 목적으로 해안에서 직각 방향으로 설치하는 구조물을 말한다. 방사제와 유사한 형식을 가지며 방사제에 비해 대체로 길이가 짧으며 단독으로 사용하는 경우보다 복수로 사용하는 경우가 많기 때문에 돌제군이라고도 칭한다.
- (4) 소파제(消波堤) : 해안의 침식 방지·경감 및 해빈의 안정화를 도모할 목적으로 해안선 부근에서 해안선에 평행하게 설치하는 구조물을 말한다.
- (5) 이안제(離岸堤, Detached breakwater) : 해안선에서 해측으로 떨어뜨려 해안선에 거의 평행하게 설치하는 구조물을 말하며 상단의 마루를 해면보다 높게 설치한다.
- (6) 잠제(潛堤, Submerged breakwater) : 이안제와 같은 기능과 구조형식으로 구조물의 상단 마루를 해면보다 낮게 설치하는 것을 말한다.
- (7) 인공리프(人工리프, Artificial reef) : 잠제와 유사한 형식으로 잠제에 비해 폭을 넓게 설치하는 광폭의 잠제를 말한다. 최근에는 넓은 폭 중에서 상부의 일부를 수면 위로 돌출시킨 것도 인공리프로 칭한다.
- (8) 양빈(養濱, Nourishment) : 해안의 침식을 저지시키기 위하여 침식지역에 모래를 공급하는 것을 말한다.
- (9) 수문 : 호안(제방)을 분리시키는 형태로 설치한 문짝을 가진 구조물로 통수단면이 큰 것(문짝 폭 3m 이상)을 말한다.

연안보전시설

- (10) 통문 : 호안(제방)을 관통하여 설치한 사각형 단면의 문짝을 가진 구조물로 통수 단면이 작은 것을 말한다.
- (11) 통관 : 호안(제방)을 관통하여 설치한 원형 단면의 문짝을 가진 구조물로 통수단면이 통문보다 더 소규모인 것을 말한다.
- (12) 육갑문 : 호안(제방), 방호벽을 가로질러 전면의 해안 이용을 위해 평상시 개방하여 차량, 사람의 통행로로 이용하고 이상시 해수 침입을 막기 위한 개폐문을 말한다.



해설 그림 (1.6-1) 평면 상에서 본 대표적인 연안보전시설



해설 그림 (1.6-2) 횡단 방향의 위치에 따른 연안보전시설

[참고]

해설 그림 (1.6-2)에 나타난 해안선에 횡단방향의 시설 용어인 소파공-소파제-이안제·잠제·인공리프는 일본에서 적용하면서 정립된 순서대로의 용어이며, 모두 파랑을 저감시키는 소파기능을 가지고 있다. 이 중에서 특별히 해안선 부근에 설치하는 시설을 소파제로 한 이유는 소파제가 소파공과 함께 이안제나 잠제·인공리프에 비해 먼저 적용되면서 용어화되었기 때문이다. 용어는 이러한 적용의 시간적 과정에서 붙여진 경우가 많기 때문에 해설 그림 (1.6-2)의 시설 용어에 대한 이해를 돕기 위해 다음과 같이 부연 설명한다.

- ① 먼저 소파공(消波工)과 소파제(消波堤)의 차이이다. 소파공은 호안이나 사면의 전면에 피복·설치한 것을 말하며 소파공의 ‘공’은 다른 시설 등에 부속된 일부의 시설을 칭하는 경우에 주로 사용한다. 소파제의 ‘제’는 독립의 시설(제체)을 나타낼 때 붙이는 용어로 소파제는 연안보존시설의 소파용 시설 중에서 가장 먼저 적용된 시설임을 추측할 수 있다.
- ② 이안제(離岸堤, Detached breakwater)는 떨어뜨린 제체라는 의미로 이는 소파제에 대응하여 해안선에서 떨어뜨려 설치한 제체를 의미한다.
- ③ 잠제(潛堤, Submerged breakwater)는 수면 위로 돌출된 이안제에 대응하여 붙여진 용어로 수중에 있는 이안제를 의미한다.
- ④ 인공리프(人工리프, Artificial reef)는 일본에서 1973년에 광폭의 잠제(Wide submerged breakwater)라는 의미로 붙여진 용어이다(日本 全國海岸協會, 1992). 이후 2004년부터는 잠제형 인공리프 상부의 일부 구간에 블록 등을 설치하여 수면 위로 돌출시킨 형상으로 개량하면서 인공리프의 정의는 광폭의 잠제와 부분적으로 돌출시킨 형상까지 확대되었다(日本 全國海岸協會, 2004). Crest type artificial reef 라고도 칭하는 개량형의 인공리프는 2004년 일본 카이케해안(皆生海岸)에 처음 적용되었으며(山本 등, 2004), 국토해양부(2010a, 2010b)와 강윤구 등(2016)에서 자세히 설명하고 있다.
- ⑤ 이러한 용어적 특성 상 이 기준에서는 이안제·잠제·인공리프를 이안형 방식 혹은 이안형 구조물로 칭하는 경우도 있다.
- ⑥ 최근 한국에서는 상기의 잠제(Submerged breakwater)와 1992년에 정의한 인공리프를 잠제라고 통칭하고 일부를 수면 위로 돌출시킨 경우에 대해서는 인공리프라고 칭하는 경향이 있다. 우리나라에서 돌출형의 인공리프는 울진군 월송해안에 설치된 것이 있으며 나머지 대부분의 잠제는 광폭의 잠제 형상이다.
- ⑦ 한편 일본을 제외한 미국이나 유럽, 호주 등 주요 외국에서는 이안제와 잠제·인공리프를 항만의 방파제(Breakwater)에 대비하여 저천단 구조물(Low crested structure) 혹은 저천단 방파제(Low crested breakwater)라 칭하는 경우가 많다. 특별히 Submerged breakwater로 표현하는 것은 상기의 잠제에 해당하며 광폭의 잠제는 Wide submerged breakwater로 표현하는 경우가 많다.

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

- (1) 연안보전시설은 국토의 보전 및 해·륙간 천이역(遷移域, Transition region)인 연안의 완충기능과 그 이용의 다양성, 회복탄력성 등을 종합적으로 만족해야 하므로 설계는 성능규정을 기본으로 한다. 성능규정은 시설의 목적에 부합하는 목표성능과 안전성능을 설정하고, 성능검토는 최신의 기술수준에 기초하여 검토하여야 한다.
- (2) 연안보전시설의 설치 위치, 평면배치 형상, 단면구조 형상은 시설의 목적, 성능의 적합성에 더하여 연안기능의 다양성, 환경보전, 주변경관과의 조화, 경제성, 유지관리 용이성, 시공성, 공공이용 및 이용자의 안전성과 쾌적성 등을 종합적으로 고려하여야 한다.
- (3) 연안보전시설의 성능규정 최적화 및 연안기능의 다양성 등을 포함하는 종합적인 고려를 위해서는 시설을 설치할 주변 해안의 침수 혹은 침식이력과 시설의 기능에 영향을 미치는 연안수리 특성, 침식·퇴적 현상 등을 파악할 수 있는 조사·계획, 설계기간 등을 확보하여야 한다.
- (4) 연안의 이용·개발 및 보전을 위한 조사와 계획·설계 시에는 기능교환(Function trade-off) 현상과 자연의 회복탄력성을 고려하고 순응적 관리 방식을 적절히 반영하여야 한다.

[해설]

(1) 시설의 성능 검토

- ① 시설의 기능이란 율파를 감소시키거나 파랑을 막거나 감소시키는 등 시설이 담당해야 할 역할을 의미하며, 성능이란 기능 실현에 기여하는 시설의 능력을 의미한다. 성능은 시설의 기능을 나타내는 목표성능과 안전성을 나타내는 안전성능으로 나눈다.
- ② 성능설계란 시설의 요구성능을 명확히 규정하고 그 목표성능을 만족하도록 여러 대안을 비교·검토하고 달성해야 할 성능을 검증하는 일련의 과정을 말한다.
- ③ 시설의 성능규정은 시설에 의한 기능교환(Function trade-off) 현상을 방지하거나 관리할 수 있는 수준으로 최소화 하고, 경제적인 계획·설계가 되도록 연안보전시설의 특성을 고려하여 과하지 않게 설정한다.
- ④ 성능규정은 구체적인 수치 등으로 구조물 형상 등을 규정하는 시방규정(示方規定)과는 달리 시설의 특성에 따라 목적성능이 발휘되는 특정한 방법이 제시되면 그것이 최선인 설계법이다. 성능 비교·검토는 현재의 기술수준과 실무에서의 사용편리성을 고려하여 대표적인 방법을 사용한다. 최근 성능검토에는 일반적으로 신뢰성 설계법을 많이 이용하고 있다. 그러나 현재 연안보전시설의 설계에서는 성능에 대한 신뢰성 설계법이 확립되지 않은 상태이므로 설계자에게 성능검토 방법의 선택과 설정을

위임함으로써 발생할 수 있는 설계실무 혼란과 설계비용 증액을 방지하기 위하여 기술이 확립되지 않은 부분은 시방규정 방식을 적용할 수 있다.

- (2) 연안보전시설의 설계에서 최적인 선정은 사업비뿐만 아니라 사업의 효과 달성에 크게 영향을 미치므로 표사현상, 침식·매몰 원인, 대책공법의 특징에 대한 충분한 이해를 바탕으로 하는 복합적인 분석과정이 필요하다[국토해양부(2010a)의 복합기준분석 방법].
- (3) 해역을 점유하는 연안보전시설이 주변 해역의 연안수리, 침·퇴적현상(Coastal processes)에 미치는 변화는 정도의 차이는 있으나 필연적이라든가 점을 고려하여, 그 영향을 신뢰성 있는 방법으로 검토, 예측하고 그 시설이 연안의 제반 기능과 환경 등에 미치는 악영향을 최소화할 수 있도록 설계하여야 한다. 특히 해안침식 저감·방지시설인 경우에는 성능을 만족하는 다양한 시설이 있을 수 있으므로 종합적인 검토를 통한 시설의 적합한 위치 선정과 평면 배치 그리고 형상·구조 등의 결정이 특별히 중요하다.
- (4) 다양한 시·공간 규모로 발생하는 연안수리 및 침식·퇴적의 현상은 국지적 특성이 강하며, 개별현상의 비선형성과 불규칙성, 현상 간의 상호작용 등으로 인해 매우 복잡하다. 그러나 관측의 어려움, 기술수준의 미흡 등으로 인해 아직은 각 현상에 대한 이해도 수준이 떨어지고, 그에 따라 수치모형실험 등에 의한 변화예측의 신뢰도 불충분한 실정이므로 설치해안의 외력특성(조석, 파랑, 흐름, 바람)과 폭풍 시 모래이동과 해안선의 최대 후퇴거리 등 연안보전시설의 목표성능 달성 여부를 좌우할 수 있는 핵심현상의 특성을 우선적으로 파악하여 설계의 기초자료로 활용하는 일이 특히 중요하다.
- (5) 자연 해안은 장기간에 걸쳐 끊임없는 표사이동의 과정을 거쳐 안정화되는 동적안정의 특징이 있으며, 다음의 사항을 고려하면 효과적이다.
 - ① 자연적 회복력이 충분하면 파랑·흐름 등 해양외력의 변동에 의해 일시적인 변화가 발생하더라도 다시 안정적인 상태로 되돌아오는 특징이 있기 때문에 장기간에 걸친 해안의 자연회복성에 대한 조사 및 평가를 해두는 것이 매우 중요하다.
 - ② 시설 계획·설계 시에도 이러한 동적안정을 살려 자연회복력을 저하시키지 않도록 주의해야 하며, 연안보전시설 설치 중이나 후에도 예측과 다른 변화가 나타날 경우 적기에 대응이 가능하도록 탄력성 있는 계획과 설계를 할 필요가 있다.
 - ③ 세계적인 추세에서 볼 수 있는 바와 같이 사전 또는 중·후에 지속적인 모니터링 등을 통해 변화하는 현상을 지속적으로 파악하고 적기에 대처해가는 순응적 관리 및 대처가 필요하다.
- (6) 기능교환(Function trade-off)에 의한 연안의 기능저하 현상의 발생은 다음과 같은 특징이 있으며, 조사·검토에는 아직 한계가 있기 때문에 변화하는 현상에 대한 장기적이고 지속적인 조사·검토와 탄력적으로 대응·조정할 수 있는 순응적 관리의 계획·설계가 필요하다.
 - ① 해당 지역에서 직접적으로 나타나면서 점차 인근 해역으로 확대되어 연쇄적인 기능저하로 이어지는 특징이 있다.
 - ② 수치모형실험이나 수리모형실험 등에 의한 예측이 쉽지 않는 경우가 많으며, 설사 예측을 하였다 하더라도 이후에 예측과 다른 현상이 발생하는 경우가 많다.

- ③ 현상에 따라서는 짧게는 수개월, 길게는 수년에 걸쳐 서서히 나타나는 경우가 있어서 원인파악이 어려워지는 경우가 많다.
 - ④ 해안에서 변화가 서서히 나타나는 이러한 현상은 일단 발생하면 급격히 진행되는 경향이 있기 때문에 사후대처보다는 사전대처가 필요하며, 적기에 신속한 대처를 할 수 있는 계획과 준비가 필요하다.
 - ⑤ 현재 기술수준으로는 기능교환(Function trade-off)에 의한 연안의 기능저하 현상에 대해 사전예측은 물론 대처도 쉽지 않기 때문에 신중한 접근이 필요하다.
- (7) 연안보전시설은 항만시설에 비해 다음과 같은 특징이 있으므로 계획·설계 시 이러한 특징을 고려하여야 한다.
- ① 연안보전시설은 시설 자체의 안정성 확보가 중요한 시설도 있지만 기능의 발휘와 그로 인한 역효과 방지 측면에서 접근해야 하는 경우가 많다. 예를 들면 다음과 같다.
 - 가. 부지조성 또는 준설토사 처리를 위한 호안은 제체 자체의 안정성 확보가 중요하다. 이 경우의 설계는 방파제나 매립호안과 같은 항만구조물의 외곽시설 편을 따른다. 다만 이들 시설이 주변에 미치는 영향검토 시에는 이 기준을 준용한다.
 - 나. 해안에 접해있는 산·농지의 사면 보호용 호안, 배후에 여유 공간이 충분한 해안 사면 보호용 호안, 방사제·도류제·돌제 등과 같이 표사제어가 주목적인 시설 그리고 이안제 등과 같은 파랑제어(소파)용 시설은 변형이나 피해가 발생해도 인명이나 재산 피해의 규모가 크지 않으므로 경제성 측면에서 과대설계가 되지 않도록 시설의 목적 등에 따라 성능수준을 다르게 할 수 있고 설계 시에는 목표 성능과 안전성능으로 나누어 검토한다.
 - ② 연안에서는 이용·개발 및 보전을 위한 연안보전시설 설치 행위로 인해 기능교환(Function trade-off) 현상이 발생하는 경우가 많으며, 종종 다음과 같은 사례를 볼 수 있다.
 - 가. 매립지 호안, 해안도로 호안 등과 같이 연안보전시설이 연안보전의 기능을 갖추었다 하더라도 이들 시설이 주변 해안에 침식 등의 피해를 유발시키는 사례가 많다.
 - 나. 매몰대책용시설 또는 침식대책용시설 중 구조물을 설치하는 경우 주변에 새로운 매몰(퇴적) 또는 침식을 유발하는 경우가 종종 있다.
 - 다. 수문 등의 경우와 같이 상류 육지 측으로부터 방류수로 인해 주변 해역에 표사 이동을 유발시키고 침식과 퇴적에 영향을 미쳐 시설 주변의 호안이 붕괴되는 경우도 종종 발생한다. 또한 서·남해안과 같이 갯벌이 발달한 곳에서는 갯벌의 저질(빨)이 유실되어 생물의 서식환경이 악화되는 경우가 있으며, 침식으로 수심이 깊어지면서 해일 등의 해안재해에 대한 방호기능이 악화되는 경우가 있다.
 - 라. 연안의 개발 준설, 항내·항로 유지준설, 바다 모래 채취 등과 같이 연안 토사의 준설·채취는 그 위치로 되메움 현상이 발생하면서 인근 해안의 토사 유실을 유발시키는 경우가 있다.

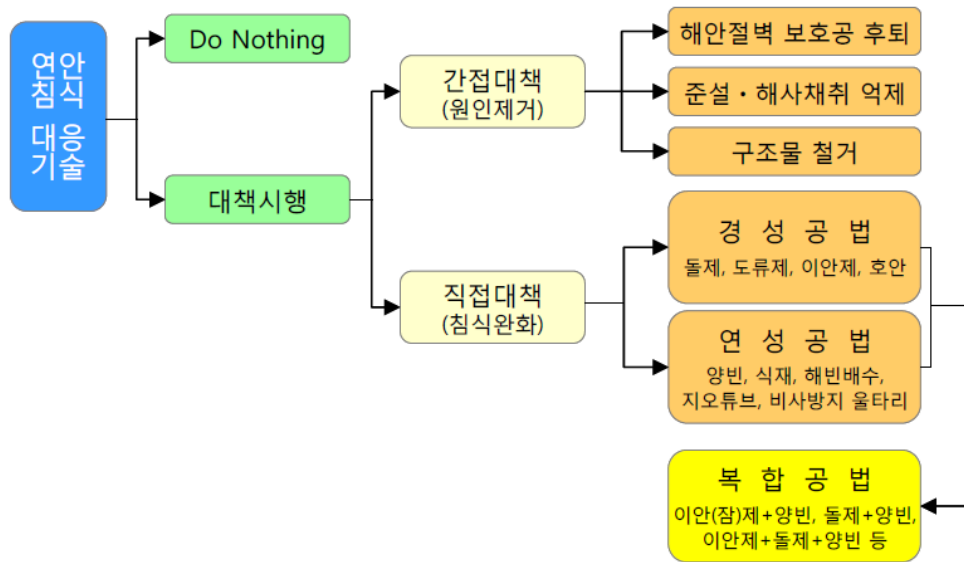
- (8) 해안의 이용도가 높고 구조물의 설치가 많은 우리나라의 연안 특성 상 수치계산이나 수리모형실험에 의한 현상재현이 쉽지 않는 경우가 많으며, 이런 경우에는 경험에 기초한 경험공학적 예측방법[KDS 64 10 10 설계조건(4.7 표사)]을 활용하는 것이 더 확실할 수 있다. 수리모형실험이나 수치모델을 이용할 경우 현상의 재현성을 높이기 위해서는 결과의 조정과 예측결과에 대한 타당성 판단 등의 과정을 통해 신뢰성을 높이는 일에 많은 노력이 필요하다.

[참고]

(1) 침식 대응기술 분류 및 검토 절차

연안의 침식대책 계획 시 자연회복력을 살리는 개념을 살리면서 순응적 관리를 계획하기 위해 국토해양부(2010a)를 참고하면 도움이 된다. 국토해양부(2010a)는 참고 그림 (2.1-1)의 침식 대응기술 분류도(국토해양부, 2010a)를 토대로 다음과 같이 설명하고 있다.

- ① 국내에는 아직 해안침식대책과 구조물 설치가 등식화되어 있지만, 침식대책은 크게 무대책(혹은 무간섭, Do nothing)과 공법적용대책(양빈포함)으로 대별되며, 공법적용대책은 다시 간접대책과 직접대책으로 나눈다.
- ② 연안침식의 일차적 대응은 무대책 채택여부의 결정인데 이 경우 무대책이 비교·검토의 약화를 의미하는 것은 아니다. 국외에서도 구조물을 설치함으로써 상황을 악화시킨 사례가 많다. 영국의 4개 해안침식관리정책 중 하나가 무대책이다. 미국이 2004년 4회 연속적으로 상륙한 허리케인에 의해 대규모 피해를 입은 후 착수한 해안방호사업 성과향상계획(예산 1,100만불)의 목적 중 하나도 당시에 진행 중이던 해안방호사업들이 과연 무대책보다 나은 대책인지를 점검하는 것이었다.
- ③ 우리나라의 경우 그 동안의 해안침식사업 대부분이 해결이 시급한 민원사업이었기 때문에 무대책의 장점에 대한 관심도가 거의 없었을 뿐만 아니라 무대책을 대안으로 고려하여도 충분할 만큼의 자료가 축적되어 있지도 않아 무대책의 장점을 보장하기 어려웠다. 향후 중장기 해안침식관리를 활성화하고 관련 자료를 국가 차원의 모니터링을 통해 확보하여 필요시 무대책을 대안으로 검토하고, 채택하여 친환경관리를 도모할 필요가 있다. 특히 과학적 자료에 근거한 무대책은 기후변화적응에 가장 효과적이다.
- ④ 침식대책으로 공법적용대책을 시행할 경우에도 원인을 제거하는 방법인 간접적인 대책을 직접적인 대책에 우선하여 검토하고 불가피할 경우 직접적인 대책을 적용한다. 여기서 직접적인 대책이란 침식을 막는 방법이 아닌 완화하는 방법이다.
- ⑤ 일반적으로 침식지역 해안관리자가 우선적으로 고려하는 직접적인 방호대책은 호안과 돌제, 그리고 이안제이며, 이 세 가지에 관한 구조설계 지침은 관련연구의 누적으로 충분한 신뢰성을 가질 정도로 확립되어 있다. 그러나 기능설계 측면에서 각 공법의 성능을 극대화할 수 있는 환경이나 각 대책공법이 갖는 고유의 한계에 대한 충분한 인식이 필요하다.



참고 그림 (2.1-1) 침식대응 기술 분류도(국토해양부, 2010a)

(2) 복합기준분석 방법(국토해양부, 2010a)

- ① 최근 선진국의 연안방호공법 선정과정에 특별히 강조하는 것은 국민세금을 낭비하지 않기 위한 차원에서 환경가치를 포함하는 경제성 분석이다. 우리나라의 경우 민원성 사업이 대부분이라 아직은 중앙정부의 예산 지원기준에서 경제적 타당성이 큰 역할을 하지 않지만 최소한 복합기준분석(MCA: Multi-Criteria Analysis)에 따라 우선적으로 적용할 공법을 선정할 필요가 있다.
- ② 복합기준분석이란 다양한 침식대책과 선별된 평가기준으로 행렬을 만들어 각 기준에 대한 각 대책의 영향유무를 계량화하는 것이다(예를 들어 점수를 0에서 10까지 정하고 악영향이 없을 시에는 10점을 부여하는 방식). 이때 기준간의 중요도를 나타내기 위해 가중치를 할당하는 것이 좋은데, 그 가중치는 사업관리팀, 사업과 관련된 이해집단들의 동의를 얻은 것이어야 하며, 가중치를 보다 객관적으로 할당하기 위해서는 각각의 기준을 1:1로 비교하여, 중요도 측면에서 비교우위에 있는 기준에는 1을 할당하고 그 반대의 경우는 0을 할당하여 점수를 합하는 방법이 있다.

2.2 조사

연안보전시설 계획·설계 시에는 다음 항목을 조사·검토하여야 한다.

(1) 연안기능의 다양성과 연안 회복탄력성

연안보전시설은 그 시설의 설치에 따른 연안기능교환으로 특정한 연안기능이 저하되거나 회복탄력성을 잃지 않도록 하여야 한다.

(2) 연안환경과 경관

설계 시에는 자연환경 보전과 경관에 유의하고, 해안의 수질, 저질 및 생태계 보전기능을 고려하여야 한다.

(3) 연안의 이용

적용공법 선택 시에는 가능하면 해안의 이용성을 제고할 수 있는 공법을 선택하여야 한다.

(4) 이용자 안전성

이용을 전제로 하는 연안보전시설은 이용자의 안전에 유의하여 설계하여야 한다.

(5) 경제성

연안보전시설은 비용경감과 더불어 생애주기(Life cycle)에 걸친 유지관리비용까지를 고려한 경제성도 고려하여 설계하여야 하고 설치하는 시설이 주변 환경을 훼손시키거나 복구가 불가피할 것이 확실시되면 그 복구비용을 고려하여 경제성을 평가하여야 한다.

(6) 시공성

연안보전시설은 대상연안의 자연적·사회적인 조건 등을 바탕으로 시공성을 고려하여 설계하여야 한다.

(7) 복합시설 시공순서

형식이 다른 시설이나 형식이 동일한 다수의 시설로 구성되는 복합시설의 경우에는 시공 중 연안기능저하를 최소화할 수 있도록 시공순서를 정하고 시행하여야 한다.

[해설]

(1) 연안기능의 다양성과 연안 회복탄력성

연안에서는 정온수역 확보를 위한 어항, 월파·월류로부터 해안 육상부를 방호하기 위한 호안, 해안침식 방지시설 등 다양한 연안이용·개발 혹은 연안보전시설이 1차적인 설치목적을 달성하는, 즉 특정한 연안기능을 개선하는 대가로 다른 기능이 저하되는 연안기능교환이 발생할 수 있다. 이와 같이 특정의 목표성능 달성이 다른 연안기능에 미치는 악영향을 최소화하고 회복탄력성을 유지하기 위해서는 설계 시 다양한 연안기능의 조화를 고려함과 아울러 순응형 관리를 도입할 필요가 있다.

(2) 연안환경과 경관

① 일반사항

해안환경보전에 지장을 초래하는 행위는 가능한 한 피하고, 훼손된 자연의 복원과 경관보전을 포함하여 자연과 공생하는 연안개발·정비 및 환경보전이 필요하다.

특히 연안생태계 전체를 파악하는 것은 어려울 뿐만 아니라 생태계 자체에도 불확실성이 있으므로 시설 설치로 인한 영향을 사전에 예측하기는 쉽지 않다.

따라서 시공 중·후 모니터링을 통해 필요시 설계를 변경하고 대책을 마련하는 탄력성 있는 설계를 하도록 시스템을 구축하는 것이 중요하다.

해안의 수질보전기능, 생태계보전기능이나 저질보전기능의 저하를 방지하기 위해서는 설계의 대상이 되는 연안보전시설이 그 각각의 기능에 미치는 요구성능과 각 공법에 의한 실현성능을 가능한 정량적으로 파악하여 평가할 필요가 있다.

② 수질보전성능

수질보전성능은 적절한 지표를 선택해 평가할 필요가 있다. 예를 들어 해수욕장으로 이용할 경우에는 해수욕장 수질기준이 지표로 활용될 수 있고, 또 기준치가 요구성능의 하나가 된다. 또한 대상해역에 대해 설정되어 있는 환경기준(COD, DO, 총질소, 총 인 등)을 충족하도록 유의할 필요가 있으며, 이는 생태계 보전성능의 유지·개선에 중요하다.

③ 생태계보전성능

생태계보전성능에 대해 적절한 지표로 평가할 필요가 있으며, 해당 해안의 특성에 맞는 지표의 선택이 중요하다. 예를 들어 대상해안 고유의 희귀종 개체수 등의 지표 외에도 생물 다양성을 나타내는 종의 수와 생물(특히 수산업 대상종)의 습윤중량 등이 지표로서 적절한 경우도 있다.

④ 저질보전성능

저질보전성능은 생태계나 수질의 보전을 확보하는 기초적인 성능으로서 적절한 지표를 선택해 평가할 필요가 있다. 비교적 구체적인 저질환경의 지표는 침식이나 세굴 등 퇴적물 이동으로 인한 해저형상 변화가 있다. 또한 저질의 입경 변화와 저질 내의 유기물 성분 변화에 따른 강열감량 변화 등을 지표로 활용할 수 있다. 해안의 저질환경은 공간적 변화가 클 수 있으므로 광역적으로 파악할 필요가 있다.

⑤ 경관

해안경관은 자연성, 심미성, 쾌적성 측면에서 중요하다. 특히 시설과 그 주변경관은 친수기능으로서도 중요하다. 해당 해안의 기조를 형성하는 자연경관의 매력을 보존하고 활용하도록 하고, 정선(汀線)의 형상을 고려하도록 한다. 연안보전시설이 자연환경과 잘 어우러지도록 하고, 배후지역과의 공간적, 시각적 일체성을 확보하며, 수변시설로서의 물리적, 시각적, 정보적 접근성을 고려한 공간과 시설이 되도록 한다.

⑥ 공법 선정

요구되는 수질보전성능이나 생태계보전성능, 저질보전성능 및 경관을 충족하기 위해서는 적절한 공법의 선택이 중요하다. 공법선정이 방재성능이나 비용 중심으로

결정되는 경우가 많으므로 이들을 충분히 고려해 선택할 필요가 있다.

수질보전성능이나 생태계보전성능, 저질보전성능 및 경관을 향상시키기 위해서는 다양한 연구·검토가 요구되며, 특히 생물보전성능에 대해서는 생물의 크기나 생활방식을 고려한 세심한 배려가 중요하다.

연안보전시설의 경우 대부분 해안방호에 역점을 두기 때문에 해안접근성을 확보하기 위한 환경사호안이 해안식생을 소실시키거나 이안제나 소파공이 해안경관을 저하시키는 등 연안기능교환이 발생할 수 있다. 이에 따른 악영향이 심화되지 않도록 순응형 관리를 도입하는 것이 중요하다.

(3) 연안의 이용

① 일반사항

해안은 공공재에 적합한 이용성을 확보하여야 하며 이를 위해서는 다양한 해안기능과 방호목적과의 조화와 자연환경보전에 유의할 필요가 있다.

② 이용형태 파악

해안의 이용성을 높이기 위해서는 설계대상 연안보전시설을 포함한 해당해안에 대한 이용공간 및 이용형태 등을 파악하도록 한다. 해안의 다양한 이용형태에 대해 이용자의 안전성, 편의성, 쾌적성 등의 측면에서 공간현황과 요구성능 및 후보공법 등을 평가할 필요가 있다. 요구성능은 해당 해안의 이용특성을 파악한 후에 방재나 환경 측면의 요구성능도 고려하여 결정한다.

한편 연안보전시설이 해안접근성을 저해하는 경우 등 편의성이나 쾌적성을 평가하기 이전에 고려해야 하는 문제도 있다는 점에 유의할 필요가 있다. 또한 자동차의 해안출입이 해안생태계에 미치는 영향이나 해안접근성이 주변지역의 거주환경에 미치는 영향 등 이용형태가 환경에 미치는 영향도 고려하는 것이 중요하다.

③ 편의성과 쾌적성

연안은 다양한 이용형태를 가지고 있다. 이용형태에 따라 편의성과 쾌적성은 다르며, 동일한 이용형태일지라도 이용자에 따라 편의성과 쾌적성에 대한 평가가 다르다는 점에 유의할 필요가 있다.

편의성은 이용형태에 따라 얼마나 원활하게 이용할 수 있는지를 고려하는 것이며, 특히 해당 연안 고유의 이용형태를 구체적으로 조사할 필요가 있다. 예를 들어 바다 낚시로 이용되는 호안의 마루가 너무 높아 낚시가 곤란한 경우도 있다.

쾌적성은 인간의 감각에 의존하는 것으로 경관을 판단하는 중요한 척도가 된다. 또한 햇살, 기온, 습도, 바람 등의 기후환경요소나 물보라, 비사, 파도소리, 모래색깔, 모래해안과 자갈해안 포말대에서의 파의 처오름 및 처내림 소리, 해조류 냄새, 식생 등 연안의 독특한 환경요소가 쾌적성과 밀접한 관계가 있으므로 가능한 한 정량적으로 파악하는 것이 필요하다.

④ 수산업에서의 이용

연안은 어패류와 해조류 등의 서식과 수확의 공간이며 양식장으로 이용되기도 한다. 또한 연안은 수산물 가공과 수산장비의 보수와 보관의 장소로서도 이용되고 있다.

수산업으로 이용되는 해안에서는 레크리에이션 활동 등 다른 이용과의 조정이 불가피하다. 또한 안전하고 효율적이며 쾌적한 연안수산업 작업환경을 조성하는 것이 중요하다.

⑤ 공법 선정

요구되는 안전성, 편의성과 쾌적성 등을 충족시키기 위해서는 적절한 공법선택이 중요하다. 단 공법은 방재성능이나 비용 중심으로 결정하는 경우가 많으므로 이와 함께 이용성을 고려하여 선정할 필요가 있다.

특히 친수기능을 충족하기 위해서는 부대시설인 편의시설의 설계가 중요하며, 편의 시설에는 계단, 난간, 조명, 데크, 화장실 등 다양하며, 친수기능을 높이기 위한 인체공학적인 설계로 이용자를 고려한 다양한 연구가 필요하다.

(4) 이용자 안전성

① 일반사항

연안은 기본적으로는 누구나 자유로이 이용할 수가 있다. 공공이용이 전제되거나 예정된 경우는 연안보전시설이 혹독한 자연조건하에 놓인다는 점에 유의하여 연안 보전시설로 인한 사고가 발생하지 않도록 이용자 안전을 충분히 고려하여 설계한다.

② 설계 유의점

연안보전시설은 이용을 전제로 하는 시설, 이용을 전제로 하지 않지만 이용을 고려해야 하는 시설, 이용을 전제로 하지 않는 시설로 분류되며, 이용 실태나 이용자 요청에 맞게 연안보전시설을 구분하여 설계하는 것이 중요하다. 따라서 이용을 전제로 하는 시설인 경우에는 이용 시 외력을 대상으로 파랑, 유속 및 지형 변동에 미치는 영향 등에 유의해 이용자의 안전대책을 설계에 반영하도록 한다. 또한 기존 연안 보전시설을 개·보수할 경우에는 연안보전시설 이용상황, 해난사고 발생상황 자료를 수집·정리하고 기존 시설의 잠재적인 문제점을 도출하여 개·보수와 형식변경에 대해 검토하여야 한다.

③ 다중 안전대책

큰 외력을 받는 경우나 지중(地中) 등으로 점검이 어려운 경우에는 설계 시 하나의 안전대책에만 의존하지 않는 다중적인 안전대책을 강구하는 것도 고려할 필요가 있다.

④ 관리의 중요성

안전대책시설이 설계대로의 성능을 가지고 있는지 확인하기 위해서는 연안보전시설과 해안을 정기적으로 관찰·점검할 필요가 있다. 특히 인공사빈에서 양빈모래의 유출·흡출 등에 의한 사장(沙場)의 함몰이나 지상에서는 보이지 않는 공동(空洞, Cavity)이 발생하는 경우가 있다. 따라서 모래 유출·흡출 방지대책을 강구함과 함께 정기적인 관찰과 점검을 실시함으로써 이용자의 안전과 관련된 현상을 항상 파악하도록 노력하는 것이 중요하다.

한편 연안관리자들이 안전대책 모두를 담당하는 것은 불가능하므로, 필요에 따라 지역주민과 연안 지킴이(연안관리법 제33조에 따라 위촉) 등 자원봉사자의 협력을 얻어 이용규칙을 명확히 함으로써 이용자의 자기책임을 전제로 한 안전대책규칙을 정하는 것도 중요하다.

(5) 경제성

- ① 연안보전시설 시공과 관련하여 공사비 경감과 공사의 시간적비용 경감을 도모함과 함께 완공 후 유지관리비 등을 포함한 생애주기(Life cycle)에 걸친 경제성도 고려하는 것이 필요하다.

공사비용 경감의 경우 계획 중인 연안보전시설이 필요 이상으로 화려하고 거대한 것은 아닌지, 적절한 서비스 수준 등의 관점에서 검토한다. 또한 설계자의 자유로운 아이디어로 비용경감을 도모하는 것도 중요하다. 공사의 시간적 비용경감의 경우 신기술과 신재료 및 잔존 거푸집 등의 사용 등에 의한 공기단축 검토도 중요하다. 한편 연안보전시설은 항상 파랑과 유속 등의 작용에 노출되어 필요한 기능을 확보하기 위해 적절한 유지관리가 필요하므로 설계 단계에서 초기비용뿐 아니라 유지관리비가 포함된 생애주기(Life cycle)를 고려하여 시설의 품질향상을 도모할 필요가 있다.

- ② 예를 들어 어항, 해안도로 등 연안개발시설에 의한 해안침식은 해당시설로부터 원거리까지 발생할 수 있으며 배후지 여건에 따라 침식피해 방지를 위한 연안보전시설의 병행 설치가 불가피한 경우가 있다.

(6) 시공성

연안보전시설은 대상연안의 지리적, 사회적인 조건에 의해 재료나 작업선, 기계류 조달의 난이도나 시공방법, 유지관리방법 등의 관점에서 요구되는 제약조건도 고려하여 설계할 필요가 있다. 이를 위해 대상지와 근방의 자연조건, 사회조건, 시공지역조건을 파악함과 함께 이로 인한 시공시기 등에 대해서도 검토하는 것이 중요하다.

자연조건이란 기상, 해상, 지형·지질 및 생태계 등으로서 특히 해상작업의 경우에는 파고, 풍속 등에 의한 작업한계 조건이 있고 귀중한 생물의 서식상황 등을 고려할 필요가 있다. 사회조건으로서는 인근 공공시설(학교, 병원, 복지시설 등)이나 해수욕장 등의 해빈이용 유무 및 어업활동 유무 등이 있다. 시공지역 조건에는 시공해안이 외해에 면한 개방성 해안인지 내만 등의 폐쇄성 해안인지에 따른 시공성 차이, 시공 기계 및 재료 조달 난이도, 명승지, 보호지로서의 국립공원 등의 지정상황 등에 의해 시공이 제약받을 수 있음을 주의할 필요가 있다. 시공시기에 대해서는 우리나라의 경우 계절별 해상 등의 조건변화가 크기 때문에(동·서·남해 연안의 계절별 파랑, 특히 서해안의 조수간만 차 등) 시공해안의 해상조건이나 공사규모 등을 종합적으로 감안한 시공시기 등의 검토가 필요하다.

(7) 복합시설 시공순서

해안방재를 위하여 양빈을 포함하는 복합방호방식(複合防護方式)이나 돌제군(突堤群), 이안제군(離岸堤群), 잠제군(潛堤群) 등의 구조물을 시공하는 동안 시공되었거나 시공 중인 시설에 의해 예상치 못한 침식이 발생할 수 있다. 이는 공사비 증액이나 새로운 재산상의 피해나 민원을 초래할 수 있으므로 평면적인 순서뿐만 아니라 단면(연직)적인 시공순서에 대한 검토도 필요하다.

2.3 시설배치 계획

- (1) 연안보전시설은 월파·침수로부터 육지 방호, 매물에 의한 항만·항로 방호, 침식에 의한 해안 및 호안 방호 등의 기능이 효과적으로 발휘되도록 배치를 계획하고 주변에 미치는 각종 영향, 선박의 안전한 항행, 경제성 등을 고려하여 대책을 강구하여야 한다.
- (2) 항내 및 항로 매물은 주변 해안의 침식문제로 연결될 수 있기 때문에 항만 및 항로의 매물이 예상되는 경우에는 매물원인이 될 수 있는 제반 현상과 매물 형태에 대해 조사·분석하고, 매물대책시설을 계획하여야 하며 항만시설 주변의 퇴적을 포함한 항내·항로의 매물 방지가 불가피할 경우에는 인근 해안의 침식대책을 병행하는 등의 대책을 함께 강구하여야 한다.
- (3) 침식대책공법 선정 시 침식의 원인, 해안 및 배후지의 형상, 인접해안에 미치는 영향, 투자효과 등을 고려하여야 한다. 침식대책공법은 각각의 역할과 장단점이 비교적 명확하고 공사비의 차가 크기 때문에 공법 선정 시 침식대책사업의 목적과 추구하고자 하는 방향을 명확히 해야 하고, 경제성과 사후 유지관리 등을 고려하여 그 목적 달성에 최적인 공법을 선정하여야 한다.
- (4) 육지의 방호 시설, 침식·매물대책시설, 연안에 설치하는 각종 부대시설은 그 시설 자체로 인해 시설 전면의 세굴과 주변에서의 모래 등 토사 유실로 인해 자연이 갖는 방호기능이 저하되어 당초 설정한 목표성능과 안정성능이 예상보다 크게 떨어질 수 있으므로 주변 해빈이 갖는 방호성능의 변화 가능성 등을 고려하여 대책을 강구하여야 한다.

[해설]

(1) 월파·침수에 대한 육지 방호대책

- ① 육지에 붙여서 설치하여 육지를 직접 방호하는 호안에 대한 배치계획 및 설계는 KDS 64 45 40 호안을 따른다.
- ② 호안을 설치하게 되면 파랑이 호안에 부딪혀 발생하는 반사파에 의한 모래유실로 침식·세굴이 발생하며 이로 인해 제체 붕괴 사례가 많이 발생하므로 이에 대한 검토와 대책이 필요하다.
- ③ 육지 방호를 위한 대책방법 선정 시 비소파형으로 할 것인가 소파형으로 할 것인가에 대한 선정이 중요한 요소가 되며, 이때는 대책공법별 장단점이 뚜렷하므로 다음 사항에 유의하여 검토한다.
 - 가. 모래 해빈을 유지시키거나 연안표사에 의한 모래이동을 제어하여 사빈을 통한 소파효과를 발휘하게 하는 양빈(사장)이나 돌제(군)의 방법은 자연회복력에 지장이 적은 방법이며, 공사비도 적게 소요되는 장점이 있다. 단, 이 경우 이상 파랑 내습 시 발생하는 해안선 후퇴(침식)에 대응할 수 있는 모래 해빈의 충분한 여유 폭이 필요하다.

나. 육지에서 이격하여 파랑을 직접 소파시켜 월파·침수를 간접적으로 저감시키는 소파제나 이안형 방식(이안제, 잠제·인공리프 등)을 활용할 수도 있으나 해안에서 바다 쪽으로 멀리 이격할수록 공사비용과 유지관리 비용이 많이 소요되며 자연 회복력을 저해하는 단점이 있다.

- ④ 모래해빈 또는 바다였던 곳에 매립을 위해 호안을 축조하면 소파기능을 하는 사빈 폭이 감소되어 이상파랑 내습 시 반사파에 의한 모래유실이 급격히 진행하기 때문에 사빈의 여유 폭이 충분하지 못한 곳에서의 호안 축조는 신중히 접근해야 한다. 특히 사빈의 여유 폭이 부족한 곳에서는 양빈을 해도 모래유지가 쉽지 않기 때문에 원인 해소 등을 통한 보다 근원적이고 보완적인 대책을 계획하는 것이 바람직하다.
- ⑤ 월파·침수를 어느 정도 허용함으로써 반사파를 줄여 전면 해빈의 모래 등 토사 유실을 줄이기 위한 자연배려형의 방법도입이 합리적일 수도 있다. 예를 들면 호안의 규모(마루높이)를 작게 하거나 반사파를 줄이기 위한 반파공과 같은 부가기능을 배제하는 방법 등이 있다.

(2) 매몰대책시설

① 매몰의 원인

표사, 비사(飛砂) 및 하천 유하토사 등이 항로, 정박지 등 항만 수역에 침입하여 침전·퇴적됨으로써 수심이 감소하여 항만기능을 저해하는 현상을 매몰이라 한다. 그러나 항로에서의 샌드웨이브(Sand wave)의 형성 또는 항로의 비탈사면 붕괴와 같이 항로의 실질적 토량의 증감 없이 소요수심이하로 되는 지점이 생기는 현상도 있다. 일반적으로 매몰은 다음과 같은 원인에 의하여 발생한다.

가. 표사의 침입, 퇴적(주로 파랑에 의한 것, 수류에 의한 것 등이 있음)

나. 하천 유하토사의 침전·퇴적

다. 비사의 비입(飛込)·퇴적

라. 당해 지역 내에서의 토사이동, 퇴적장소의 변화

마. 항내 교란에 의한 토사이동, 항로 비탈면 붕괴, 샌드웨이브의 형성

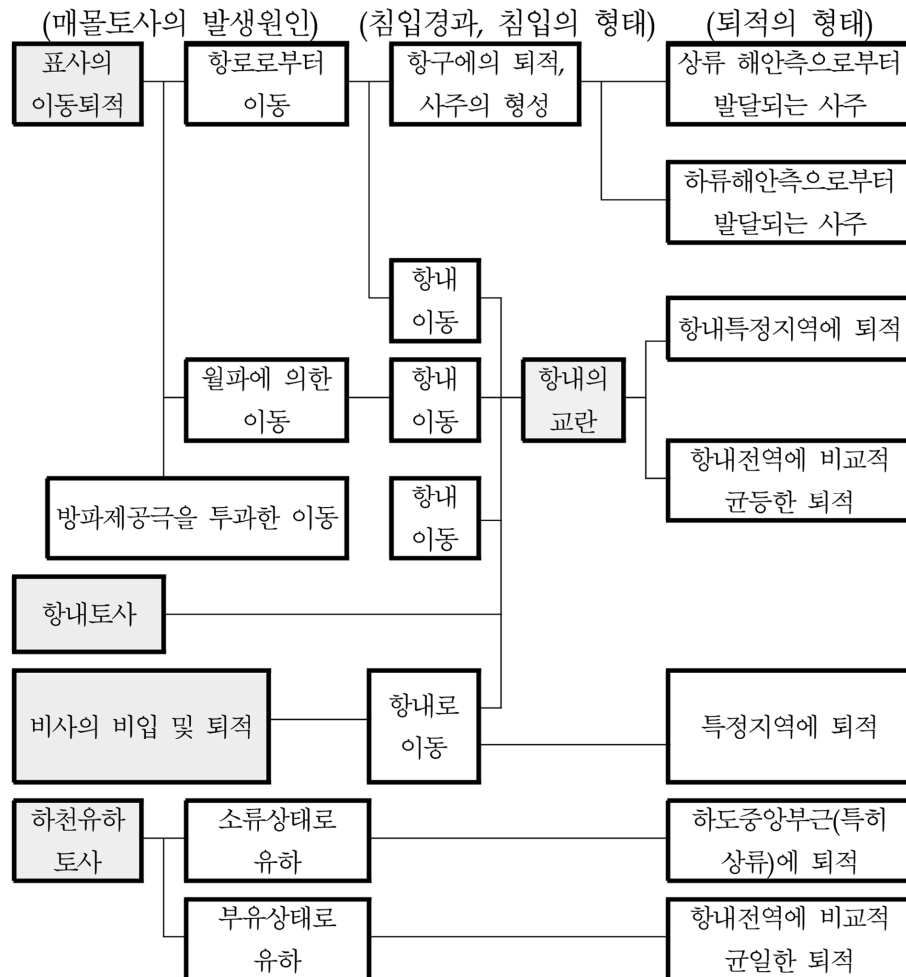
② 매몰의 형태

방파제 등으로 둘러싸인 수역에서 매몰의 형태는 매몰토사의 발생원인, 토사침입의 경과와 형태 및 토사퇴적의 형태에 따라서 해설 그림 (2.3-1)과 같이 분류된다. 이들 형태에 따라 매몰대책의 해석방법이 다르며, 다음에 기술한 방법 중 가장 적절한 것을 선정하게 된다. 항외 측의 항로 등 비차폐수역의 매몰에 관해서도 다음에 기술한 바와 같은 여러 가지 형태가 있다.

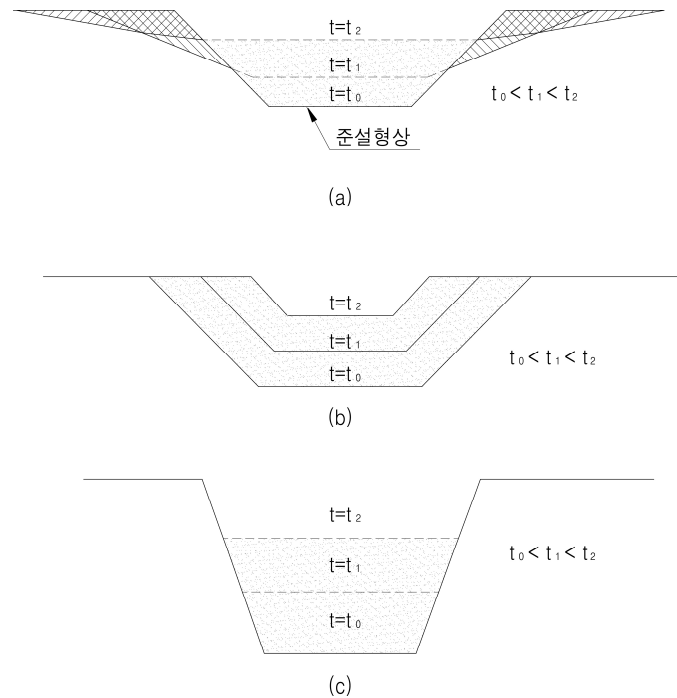
가. 파랑이 주된 외력이고 해저가 모래질인 경우 굴착심도가 비교적 얇은 항로 등에서는 해설 그림 (2.3-2)(a)과 같이, 매몰은 인접지역의 세굴을 동반하는 경우가 많다.

나. 해저가 부니질(浮泥質)인 항로의 굴착심도가 비교적 얇은 항로에서는 해설 그림 (2.3-2)(b)과 같이 항로의 비탈면을 포함하여 비교적 균등하게 매몰되는 경우가 많다.

- 다. 주변해역에 비하여 깊이 굴착된 항로에서는 해설 그림 (2.3-2)(c)과 같이 항로 바닥면의 매몰이 많다.
- 라. 해역 내에서 자연 사주(砂州)를 절단하여 굴착한 항로에서는 사주지형이 복원되는 경향으로 매몰이 발생한다.
- 마. 자연 상태로 샌드웨이브가 존재하고 있는 해저를 준설하여도 샌드웨이브가 복원되면서 매몰이 발생하기 쉽다.



해설 그림 (2.3-1) 항내수역에서의 매몰의 형태(日本港灣協會, 1999)



해설 그림 (2.3-2) 항로의 매몰형태(여기서 t 는 경과시간)(日本港灣協會, 1999)

③ 매몰대책공법의 종류

매몰대책공법에는 다음과 같은 것이 있다.

가. 방파제 등 어떤 형태의 시설을 축조함으로써 반영구적으로 매몰을 방지하는 것으로 일반적으로 해설 표 (2.3-1)과 같은 것이 있다.

해설 표 (2.3-1) 반영구적 매몰방지대책으로 사용되는 구조물

연안표사 방지공	항구로부터의 침입방지	방파제, 돌제, 도류제(導流堤)
	월파에 의한 침입방지	방파제의 마루높임
	투과침입사 방지	방사제(防砂堤)
하천유하토사 방지공	하천 소류력의 증가	도류제
	유하토사침입방지	갈라치기제방(背割堤)
	유하토사의 감소	분수(分水)공
비 사 방 지 공	비사의 감소	식재(植栽), 방사림
	비사의 침입방지	방사책 등

나. 어떤 형태의 시설 또는 포켓(Pocket) 준설 등에 의하여 토사를 효과적으로 포착하여 이것을 유지 준설하는 것으로 여굴 또는 하구항 상류부에 포켓준설(Silt basin)을 하는 것 등이 있다.

다. 필요와 현장 여건에 따라 유지준설을 한다.

④ 매몰대책공법의 선정

매몰대책공법 선정 시 매몰의 실태 및 기구를 충분히 조사한 뒤에 과거의 실패 등을 참고하여 결정하여야 하며 항내 매몰 등 해빈의 지형변화 예측은 KDS 64 10 10 설계조건(4.7 표사, 4.7.5)을 참조한다. 일반적으로 수치모형실험을 통해 항내 매몰을 예측하고는 있지만 수치모형실험을 통한 매몰예측이 쉽지 않기 때문에 주의가 필요하다. 가능하면 이동상(移動床)의 수치모형실험과 수치모형실험을 병행하는 것이 바람직하며 대책시설이 침식 등 주변 환경에 미치는 2차적인 영향에 대하여 고려할 필요가 있다.

(3) 침식대책시설

① 침식해안에서는 표사이동의 특성이 대책공법을 결정하는 중요한 요소가 되며 표사의 특성에 관해서는 KDS 64 10 10 설계조건(4.7 표사)을 따른다.

② 대표적인 침식대책시설은 다음과 같은 공법이 있다.

가. 제방·호안, 소파공

나. 돌제(군)

다. 소파제

라. 이안형 방식(도제, Detached breakwater) : 이안제, 잠제·인공리프

마. 양빈(사장)

③ 각 공법의 특징 및 적용 시 고려사항

가. 호안(제방포함)은 해안 육지 측의 비탈면을 둘러싸서, 파랑이나 흐름에 의해 배후의 육지가 파괴되거나 유실되는 것을 방지하기 위한 시설로 더 이상의 해안 침식을 허용할 수 없는 경우나 침식이 심한 곳에는 다른 공법을 병용한다.

호안에는 파력과 반사파를 줄이기 위해 소파형 콘크리트 블록 등을 이용한 소파공을 설치한다.

나. 돌제(군)는 방사제와는 달리 단일 시설물보다는 적당한 간격으로 여러 개를 설치하는 방법이 더 효과적이다. 돌제(군)는 연안표사의 일부를 포착(捕捉)하여 해안선을 전진시키며 연안류를 해빈에 가까이 오지 못하게 하거나 초기 파랑의 방향에 대해서 해안선을 직각으로 만들어 해빈에서 빠져 나가는 모래의 양을 감소시키는 역할을 한다.

따라서 돌제(군)는 계절적인 전진·후퇴가 심한 해안선을 안정시키거나 항만건설 등에 의해 항 쪽으로 연안표사가 많이 물리는 해안에서 항 쪽으로의 모래이동을 저지시켜야 하는 경우에 설치한다. 또는 호안 및 제방 비탈면에 따로 모래의 이동을 저지하여 그 비탈기슭의 세굴을 방지하려는 경우에 설치한다.

돌제(군)를 설치할 경우 돌제에 의한 모래포집으로 해안선이 전진하는 곳이 나타나는 반면 후퇴하는 곳이 동시에 발생하기 때문에 이로 인한 역효과를 최소화해야 하며 이를 위해서는 돌제(군)의 간격과 길이의 결정이 중요하다.

다. 소파제는 해안선 부근에 설치하여 배후의 모래이동을 저지할 목적으로 사용하는 경우와 호안에 작용하는 파력을 저감시켜 호안보호 및 월파저감을 목적으로 설치하는 경우가 있다. 소파제 설치로 모래 해빈의 이용에 제약이 생기지만 설치비

용이 적게 소요되어 경제적인 장점이 있다. 소파제를 설치하는 위치가 파랑이 부서지면서 쳐오르고 내려가는 매우 동적인 공간이기 때문에 시설 전·후 및 주변에서의 흐름발생에 의한 모래 유실에 유념해야 한다.

- 라. 해안선에서 해측으로 이격하여 설치하는 이안제, 잠제·인공리프는 배후 해빈에 작용하는 파력을 감소시켜 해빈침식 등을 저지시킬 목적으로 적용하며 경제성을 고려하여 연속제보다는 일정 간격의 개구부를 두는 배치형태가 많다.

이안제와 잠제·인공리프는 해안선에서 이격하여 대략 평행하게 설치한다는 측면에서는 서로 비슷한 방식이지만 제체의 상단이 수상 혹은 수중이냐에 따라 파랑 전달율과 회절 등에서 차이가 크다. 이로 인한 제체 배후에서의 퇴사 및 세굴의 형태가 다르게 나타나 제체 배후에서의 해안선의 변화 형태와 수심의 변화 양상이 다르게 발생한다.

이안제(離岸堤)는 그 배후에서 일어나는 회절파에 의해 형성되는 모래톱을 이용하여 연안표사를 저지할 목적으로 사용하는 경우도 있다.

수중에 설치하는 잠제와 인공리프는 경관을 해치지 않는 장점이 있는 반면 제체 배후에서의 수위상승에 의한 흐름발생으로 제체 배후로부터의 모래유실이 발생하는 문제점이 있기 때문에 적용 시 신중한 접근과 사후 유지관리를 계획하여야 한다.

특히 인공리프는 제체 폭을 이안제나 잠제(협폭)보다 2~5배 정도 넓게 하여 소파효과는 이안제 수준으로 높으나 공사비가 많이 소요되며, 제체 배후에서의 수위상승이 협폭의 잠제보다 더 크게 발생하기 때문에 이에 대한 충분한 검토가 필요하다.

또한 이안형 방식은 형태에 따라 정도의 차이는 있지만 제체 측면 외측에서 모래가 제체 배후 쪽으로 물리는 현상에 의해 측면 외측에서 해안선이 후퇴(침식)하는 특성이 있으며, 이에 대응한 대책을 병행하지 않으면 침식이 확대되는 2차 피해가 발생할 수도 있음에 유의해야 한다.

- 마. 자연해빈은 파랑의 에너지를 감소 또는 분산시켜 배후지를 방호하는 기능을 가지고 있다. 양빈(養濱)은 이러한 기능 이용을 목적으로 해안에 토사를 보급하여 인공적으로 해빈을 조성·유지하는 공법이며 인근에서 값싸게 모래를 구할 수 있는 경우나 해안선을 적극적으로 전진시켜야 할 경우에 사용된다.

그러나 우리나라의 경우 미국이나 유럽과는 달리 연안의 개발·이용비중이 높아 연안역에서의 모래채취가 많고 표사이동의 균형이 깨진 곳이 많은 관계로 해안의 동적 안정성 확보 및 모래 수급 여건이 매우 불리하다. 또한 해저경사가 급한 동해안의 상황에서는 양빈 방식을 적용할 경우 예상과는 다르게 양빈 후 단기간 내에 모래가 유실되는 상황이 쉽게 발생할 수 있고 양빈 용 모래 확보 또한 쉽지 않기 때문에 양빈용 모래의 가격도 비싸다. 그러므로 양빈을 계획할 경우에는 모래 유실의 가능성이 높은 연안표사 또는 횡단표사의 유발요인을 명확히 하고 그에 맞는 표사제어 대책을 병행하는 것이 합리적이다.

양빈 용 모래를 채취할 수 있는 경우 이로 인해 그 주변에서 새로운 침식이 발생하는 상황에 직면하기 쉽기 때문에 이에 대한 충분한 검토와 사후 모니터링이 필요한데, 특히 모래사장 해안에서는 상·하류 측 간에 항구에서의 수심유지도 겹쳐 상류 측 해안에 퇴적된 모래를 하류 측의 침식해안으로 샌드바이패스(Sand by pass)하는 것을 우선적으로 검토할 필요가 있다. 기본적으로 상류 측에 퇴적되어 있는 모래는 하류 측 해안에서 이동해 온 혹은 이동해가는 모래이기 때문에 이러한 방안을 적극적으로 시행하기 위해서는 제도 정비와 지역 상호간의 이해·협조를 이끌어 내기 위한 노력이 필요하다.

④ 침식대책공법 선정 시 고려 우선순위 및 주의사항

- 가. 대상지역 일대가 모래사장일 경우 양빈과 식생에 의한 대책을 우선적으로 고려한다.
- 나. 이안형 방식은 다른 대책공법에 비해 일반적으로 건설비와 유지비가 더 들기 때문에 돌제(군) 또는 호안을 병용해도 침식방지가 어려울 경우 적용하는 것이 보통이다.
- 다. 침식대책으로 사용되는 각 공법에는 각기 장단점이 있으며, 침식이 심한 해안에서는 앞서 열거한 공법을 단독으로 사용해서는 충분한 효과를 기대하기 어려우므로 몇 가지 공법을 같이 사용하는 복합방호방식을 적용하는 것이 효과적일 수 있다. 다만, 복합방호방식 적용 시 단일 방식 적용에 비해 적용효과에 대한 평가가 쉽지 않기 때문에 구조물을 지나치게 많이 설치하면 공사비가 많이 소요될 뿐만 아니라 당초 예상했던 목표에 미치지 못한 결과를 초래할 수 있으므로 과거의 사례 등을 충분히 조사·검토하고, 특히 시공과정에서의 변화에 대한 면밀한 관찰과 검토 및 이에 부응하는 탄력성 있는 사업 시행이 필요하다.
- 라. 침식대책공법 선정 시 보호하려는 해빈이 인접 해빈의 표사원이 되는 경우 하류 측의 침식을 일으키는 일이 없도록 주의해야 하는 등 그 대책시설이 인접 해안에 미치는 영향을 충분히 조사해야 한다.

【 참고 】

- (1) 침식대책 계획 및 공법선정 시 주의사항에 대해서는 다음과 같은 국토해양부(2010a)의 연안정비사업 설계 가이드북을 참조할 수 있다.
 - ① 관련업무 종사자들이 특별히 유념하여야 할 것은 선진국이 겪은 해안침식대책의 시행착오가 경성방호방식의 구조물 자체에 대한 설계 오류에 의해 발생한 것이 아니라는 점이다. 시행착오의 대부분은 장기적인 측면에서의 구조물의 필요성 여부에 대한 판단착오, 구조물의 규모와 최적평면배치의 시행착오에 의한 것이었다.
 - ② 따라서 사업시행자와 계획·설계 엔지니어들은 경성구조물을 최소화하는 친환경 공법을 활성화시킬 수 있는 방안을 우선 고민하는 것이 필요하다.
 - ③ 이를 위해서는 관계자 모두가 해안의 모대를 연안방호에 필수적인 환경자산으로 인식하고 그 거동을 충분히 이해하기 위하여 노력하고 투자해야 한다는 의식전환이 우선되어야 한다. 이는 해안침식이 발생하더라도 일시적인 현상일 경우가 많으며

양빈과 구조물을 병행하는 복합공법의 경우에는 지속적인 유지양빈에 필요한 모래를 주변에서 확보할 수 있는 경우도 많기 때문이다.

- (2) 최근 우리나라에서 잠제·인공리프는 경관을 훼손하지 않는 장점 때문에 적용사례가 많은데 이에 못지않게 문제점도 많으며, 이에 대한 특징 및 주의사항에 대해서는 건설교통부(1971), 日本 全國海岸協會(1992, 2004), 국토해양부(2010a, 2010b), 허동수 등(2010), 유병화 등(2015), 강운구 등(2016) 등을 참조하면 도움이 된다.
- (3) 복합방호방식(複合防護方式, Integrated shore protection system) (日本 海岸保全施設 技術研究會, 2004)
 - ① 복합방호방식은 면적방호방식(面的防護方式)이라고도 불리는 방법으로 호안, 사빈, 이안제, 잠제, 인공리프 등의 연안보전시설을 공간적으로 넓게 확대·배치함으로써 파랑을 먼 바다에서부터 단계적으로 약하게 하면서 연안을 방호하는 방식이다.
 - ② 면적방호방식은 1970년대부터 도입된 개념으로 이전 육측에서 호안과 소파공과 같은 일직선형 방호방식(선적방호) 방식으로는 해안침식 방지가 어려워짐에 따라 이안제와 같이 해안선에서 이격하는 방법을 적용하면서 시작되었다.
 - ③ 해설 그림 (1.6-1) 연안보전시설의 개념도를 보면 이해하기 쉽다. 단일시설(예를 들어 호안)을 연안방향으로 배치한 예전의 선적방호방식(線的防護方式)과 비교하면, 선적방식에서는 방호를 담당하는 유일한 시설이 파괴되면 배후지는 재해의 위험에 바로 노출되는데 비해, 복합방호방식은 이중, 삼중의 방호방식을 적용하여 하나의 방호시설의 파괴가 즉각적으로 배후지의 큰 재해로 이어지지 않는다는 특징이 있다. 그러나 복합방호방식을 채용할 경우 본래의 연안특성을 변화시킬 수 있음에 유의해야 한다.
 - ④ 참고 표 (2.3-1)은 복합방호방식의 예로서 다양한 시설의 조합이 있으며, 이중에 사빈(양빈)은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.
 - 가. 방호 측면에서 사빈은 탁월한 소파기능을 가지고 있다.
 - 나. 구조물의 반사율이 대략 0.3 이상인데 비해 사빈의 반사율은 0.05~0.2이다. 또한 사빈은 해수정화기능, 생태계 보전기능(생물서식, 생산기능), 사람들의 휴식공간과 레크리에이션 공간을 제공하는 등의 친수기능을 가지고 있다.
 - 다. 이와 같이 모래사장은 방호·이용·환경이 서로 조화된 연안보전을 실현하는데 매우 뛰어난 기능을 가지고 있으므로, 본래의 연안특성이 사빈과 조화되지 않는 경우를 제외하고는 연안보전에 사빈을 활용하는 복합방호방식을 권장한다.
 - ⑤ 한편 면적방호방식에 있어 연안이용의 측면에서 환경사 호안을 도입할 경우에는 사빈 안정에 악영향을 미치지 않도록 해야 한다. 호안에 파가 부딪히면 사빈의 횡단(On-offshore)방향의 동적안정화가 저해되고, 동시에 호안에 의한 반사파로 인해 호안 전면에서의 교란이 증가하며, 결과적으로 호안 전면의 사빈이 침식될 가능성이 커진다. 따라서 환경사호안을 계획할 시에는 사빈의 폭에 충분히 유의할 필요가 있다. 사빈의 여유 폭이 부족한 경우에는 사빈으로의 접근성을 확보하는 방법을 강구해야 하며 계단을 호안과 평행하게 설치하는 등의 방법도 생각할 수 있다.

참고 표 (2.3-1) 복합방호의 대표적인 형식과 특징(海岸保全施設技術研究會, 2004)

복합방호방식	해 설	이용적 특성	환경적 특성	적용해안
1. 방파제+호안	만 입구 방파제 등에 의해 만 전체를 방호하는 방식(앞 바다 방호방식)	정온영역의 다목적 이용	수평선 경관보전	만 모양의 해안
2. 이안제+호안	이안제로 감쇠된 파랑에 대해 호안을 통해 방호하는 방식	어초효과 기대		침식경향이 강한 해안
3. 잠제+호안	잠제로 감쇠한 파랑에 대해 호안을 통해 방호하는 방식	어초효과 기대	수평선 경관보전	공원 등의 주변 환경과 조화를 이룬 해안
4. 부유방파제+호안	부유방파제로 감쇠한 파랑에 대해 호안을 통해 방호하는 방식	양식 등의 기대	해수교환으로 인한 수질확보	조위차가 큰 해안 깊은 수심의 해안
5. 사빈(양빈)+호안	사빈(양빈)에 의해 형성된 해변으로 감쇠한 파랑에 대해 호안에 의해 방호하는 방식	해안의 레크리에이션	수평선 경관보전 모래사장 경관창조 모래사장을 통한 해수정화	해양레저 이용의 요구가 높은 해안
6. 이안제+사빈(양빈)+호안	이안제와 사빈(양빈)을 통해 형성된 해변으로 감쇠한 파랑에 대해 호안에 의해 방호하는 방식. 이안제는 사빈(양빈)의 안정에도 기여	해안의 레크리에이션 어초효과 기대	모래사장 경관창조 모래사장을 통한 해수정화	해양레저 이용의 요구가 높은 해안
7. 잠제+사빈(양빈)+호안	잠제와 사빈(양빈)으로 형성된 해변으로 감쇠한 파랑에 대해 호안에 의해 방호하는 방식	해안의 레크리에이션 어초효과 기대	수평선 경관보전 모래사장 경관창조 모래사장을 통한 해수정화	해양레저 이용의 요구가 높은 해안
8. 인공리프+호안+사빈(양빈)	인공리프로 감쇠한 파랑에 대해 호안에 의해 방호하는 방식. 소파효과를 높이기 위해 사빈(양빈)을 만드는 경우가 있는데 이 경우 리프는 사빈(양빈)의 안정에도 기여	어초효과 기대	수평선 경관보전	공원 등의 주변 환경과 조화를 이룬 해안
9. 복층단면 제방호안	이중호안, 이중계단호안 등의 복층 단면 호안인 경우에는 소파효과를 높이기 위해 사빈(양빈)을 만드는 경우가 있다.	산책, 사이클 등	수평선 경관보전	전면 수역에 설치기준의 제약이 있는 해안
10. 인공곶·헤드랜드 등+호안	인공 곶·헤드랜드 등으로 인해 형성된 해변으로 감쇠한 파랑에 대해 호안에 의해 방호하는 방식. 침식성이 강한 해변이나 모래사장이 좁거나 또는 전혀 없는 경우에는 사빈(양빈)을 조성하는 경우가 있다.	해안의 레크리에이션 어초효과 기대	수평선 경관보전 모래사장 경관창조 모래사장을 통한 해수정화	해양레저 이용의 요구가 높은 해안

주) 1) 여기에 제시한 복합방호방식의 분류는 1991년 日本 港湾協会(1991, 감수 運輸省 港湾局)의 면적 해안방호방식의 계획·설계 매뉴얼에 제시된 사례로 방재기능에 초점을 둔 복합방호 방식의 예이다.
2) 특히 2, 3, 5, 6, 7, 9의 방호방식은 표사의 보충효과를 높이거나, 사빈(양빈)을 안정시키기 위해 돌제 등을 병용하는 경우가 있다.

3. 재료

내용 없음

4. 설계

4.1 설계일반

연안보전시설 설계 시 다음 항목을 고려하여야 한다.

- (1) 외력작용과 기초조건
- (2) 시설규모와 설계공용기간
- (3) 주변 연안환경에 미치는 영향
- (4) 연안 이용 및 개발 계획과의 조화
- (5) 시공성 및 유지관리
- (6) 연안의 환경과 이용
- (7) 환경보전과 경관조화
- (8) 공공이용성과 편의성

[해설]

(1) 일반사항

연안보전시설은 요구되는 기능을 만족함과 동시에 대상 외력 등에 대해 장기간에 걸친 안정성을 확보하도록 설계하여야 한다. 특히 설계조건은 구조물의 형식이나 규모를 결정하기 위한 기초적인 사항이다.

(2) 외력작용과 기초조건 파악

연안보전시설 설계에서 고려대상인 주요 외력은 폭풍해일과 파랑이다. 구조물의 조건에 따라서는 지진, 수압, 토압, 유속, 풍압 등도 포함된다. 구조물 안전성에 대한 검토 시설치지점의 저질·지층특성, 지반지지력도 고려한다. 해빈변형, 지반변동, 해수면의 장기 변동 등도 시설 안전성의 지배요인이다. 따라서 이들 사항에 대해 충분한 조사와 관측이 필요하다.

(3) 시설규모와 설계공용기간의 인식

시설규모는 배후지의 중요도 등과 조화를 이루어야 한다. 규모, 구조형식 결정 시 요구되는 기능을 만족하는 기술적인 검토와 경제성 검토가 필요하다. 경제성은 공사비뿐 아니라 편의성도 고려한 비용편익분석 등을 통해 검토하고, 시설의 내구연한과 설계공용기간과의

관계를 고려하여 유지관리비나 보강·개선 비용 등 생애주기비용(Life Cycle Cost)을 고려할 필요가 있다. 특히 연안보전시설은 연안의 보전을 주 목적으로 하고, 시설의 효과가 평면배치에 크게 좌우되며 단면의 변형에 의한 영향이 항만구조물에 비해 비교적 적게 나타나기 때문에 연안보전시설의 설계공용기간과 관련한 시설의 안정성과 내구성은 일반 항만구조물보다 낮은 수준의 설계도 충분히 생각할 수 있다.

(4) 주변 연안환경에 미치는 영향

연안보전시설이 주변 생태계나 자연환경에 미치는 영향범위는 시설규모 이상이다. 요구되는 시설기능을 만족하는 복수의 설계안에 대해 주변 해안환경에 미치는 영향을 검토하여 악영향을 최소화할 수 있는 설계안을 선택할 필요가 있다. 특히 연안보전시설에 의한 연안의 기능교환 특성에 유념해야 한다.

(5) 연안 이용 및 개발 계획과의 조화

연안역은 육지와 해양의 천이역으로서 어업, 레크리에이션, 선박운항 등의 이용이 이루어지는 공간임과 동시에 독자적인 자연환경, 경관을 형성하고 있으므로 이러한 연안이용, 자연환경, 경관을 고려하여야 한다.

(6) 시공성 및 유지관리

- ① 해당 연안의 지리적, 사회적 조건에 따라 재료나 작업선 조달 등을 포함하는 시공이나 유지관리가 지배적인 설계요소가 되는 경우가 있으므로 이에 대한 충분한 고려가 필요하다.
- ② 연안보전시설은 공용기간 중 소정의 기능 및 요구성능 확보를 위한 적절한 유지관리(정기점검, 정밀점검, 정밀안전진단 등)가 이루어지도록 계획하여야 한다.

(7) 연안의 환경과 이용

- ① 연안보전시설 설계 시 연안의 환경과 이용의 현재 상태뿐 아니라 역사적인 경위 또는 향후의 계획과 예측에 대해 주변의 연안을 포함해 파악할 필요가 있다.
- ② 연안은 다양한 목적으로 이용되고 있으며, 그 지역의 사회적인 조건이나 자연조건 등에 의해 그 이용형태도 매우 다양하고, 사회의 변화나 연안보전시설의 설치 등에 의한 자연조건의 변화로 인해 그 이용형태 역시 변한다. 한편 연안환경도 사회적 조건이나 자연조건에 따라 크게 달라 연안 이용방법의 변화나 연안보전시설의 설치 등에 따라 크게 변한다. 따라서 연안보전시설의 설계 시 연안의 이용이나 환경에 대해 그 영향인자를 포함한 종합적인 조사가 필요할 뿐만 아니라 현재 상태, 향후 계획이나 예측도 중요하고 사업 실시 중이나 그 후의 모니터링도 필요하므로 장기적인 관점에서의 검토가 중요하다. 또한 대상지점뿐 아니라 육지나 외해를 포함한 광역적인 검토가 필요하다.
- ③ 내만의 해안인 경우 연안의 관리 및 이용에는 그 만(灣)에 대한 전체적인 파악이 중요하다. 그러나 연안환경에서 생태계를 모두 파악하는 것은 상당히 어렵고 생태계 자체에도 불확실성이 있으므로 연안보전시설이 생태계에 미치는 영향을 사전에 모두 파악하는 것 역시 어려운 일이다. 따라서 시공 후에도 지속적인 모니터링을 통해 대책시행의 효과와 영향을 적절히 파악해 나가면서 필요에 따라 수정하는 순응적

관리 방식을 도입하고 경우에 따라서는 설계변경이나 대책을 강구하는 식의 탄력적인 연안보존을 위한 관리가 필요하다.

(8) 환경보전과 경관의 조화

① 연안보전시설이 계획된 연안 주변의 파랑, 흐름, 저질, 수질 및 생태계뿐 아니라 필요시 소리와 경관 등에 대해서도 태풍 등의 악천후 시는 물론 평상시의 시간적 및 공간적인 변동 상황을 파악할 필요가 있다.

② 연안보전시설 설계 시 자연환경의 보전과 경관과의 조화에 유의할 필요가 있다.

특히 연안보존을 주목적으로 하는 시설은 경관의 목적을 우선 시 하는 경우에 대책 시설 설치가 연안보존에 역효과를 초래하는 경우도 있으므로 주의가 필요하다. 이 경우 가능한 한 연안의 수질보전기능, 생태계보전기능 및 저질보전기능 유지를 우선적으로 고려하여야 한다.

③ 대상 자연환경

연안의 자연환경 요소는 매우 다양하다. 크게 저질, 수질, 생태계 등으로 분류되는 요소들을 양호하게 보전해 향상시키는 것이 중요하다[해설 표 (4.1-1)]. 최근에는 연안역 자연환경에 온열환경(기온, 습도, 바람)이나 경관 등도 포함하고 있고 물보라나 비사, 파도와 모래이동 소리, 모래의 색, 조류의 냄새, 식생 등 해안의 독특한 환경 요소에 대해서도 고려한다.

또한 자연환경으로는 방재상 문제가 되는 태풍 등의 이상 환경뿐 아니라 일상적인 조건에서의 자연환경 파악도 중요하므로 자연환경의 공간적인 분포나 시간적인 변화에 대해서도 파악해 둘 필요가 있다.

해설 표 (4.1-1) 바다의 자연환경 요소

분류	자연환경의 지표, 키워드
저질	기질(基質), 입도분포, 함수율, 공극률, 색, 냄새, 쓰레기(플라스틱 등), 화학적 산소요구량(COD), 강열감량(IL), 총 질소, 황화물, 산화환원전위(ORP) [유기물질, 영양염류, 대장균, 병원균, 유분, 유해물질의 함유율, 용출률]
수질	염분, 수온, 투명도, 화학적 산소 요구량(COD), 용존산소(DO), 수소이온농도, 대장균군 수, 총 질소, 총 인 [유기물질, 영양염류, 병원균, 유분, 유해물질의 함유율]
생태계	습도중량, 개체 수, 종류 수, 귀중종, 유용종 [박테리아, 저서생물, 식물, 동물 플랑크톤, 해조류, 어패류, 수서동물, 조류]

④ 자연환경의 요인

저질, 수질 그리고 생태계는 상호 영향을 줄 뿐 아니라 지형이나 기상 등 광범위한 요소에 의해 큰 영향을 받으므로 바람이나 기온, 파랑, 흐름, 조석 나아가서는 하천의 영향, 해양의 영향(해류 등 폐쇄성 내만에서는 외해수의 영향) 등이 중요하다. 특히 저질은 토사 공급원과 이를 운반하는 파랑이나 흐름의 물리적인 요인에 의해 결정되고, 수질의 경우에도 오염원 혹은 영양염 공급원과 이를 운반하는 파랑과 흐름의 물리적인

요인이 중요하다. 단 수질은 저질에서의 용출이나 침전에도 큰 영향을 받는다는 점에 유의할 필요가 있다. 생태계는 그 저질과 수질(수온이나 염분농도 등을 포함) 등에 따라 결정되며 역시 파랑이나 흐름의 물리적인 요인이 직·간접적으로 중요한 역할을 담당하고 있다.

따라서 파랑과 흐름의 차이에 의해 폐쇄성 내만과 외해에 개방된 해안의 저질, 수질 그리고 생태계는 크게 다르다는 점에 유의할 필요가 있고, 구조물 등에 의한 물리적 조건의 변화가 생태계에 크게 영향을 준다는 점에도 유의할 필요가 있다.

⑤ 수질·생태계·저질 보전기능에 대한 고려

연안에는 다양한 자연이 존재한다. 즉 생물이 서식하고 유용한 생물이 생산되며, 또한 수질이 정화되고 있다. 이러한 해안의 기능을 각각 생태계 보전(생물서식, 생산) 기능 그리고 수질보전기능이라 부른다.

수질보전기능의 경우 외해수와의 교환 등에 의한 것뿐 아니라 해수 내의 유기물질을 분해하거나 부유현탁물질을 고정하는 정화기능도 중요하다. 수질정화기능에는 모래사장 박테리아에 의한 정화기능이나 갯벌 패류의 정화기능 등 생물에 의한 정화기능도 주목받고 있다. 생태계 보전기능은 연안에 서식하는 생물군집 및 그 환경이 구성하는 건강한 시스템을 유지·보전하는 기능으로서 생물이 알 등에서 유체 그리고 성체시기에 연안에 서식하는 것을 가능하게 하는 기능이다. 생태계 다양성이나 양에 주목할 때에는 생물서식기능이라고 부르기도 한다. 또한 수산업 등에 유용한 종의 생산에 주목할 때에는 생물생산기능이라고 부르는 경우도 있다.

연안은 저질에 따라 크게 갯벌, 모래, 자갈 등으로 구성되는 해빈과 기반암이 노출되거나 암초가 많은 지역으로 나눌 수 있다. 특히 조간대에 있는 모래나 점토질로 구성된 넓은 평탄지역을 갯벌이라고 한다. 갯벌 생태계는 저질의 종류에 따라 크게 다를 뿐 아니라 그 변화에 따라 크게 영향을 받는다. 생태계나 수질에 큰 영향을 미치는 저질 환경의 보전(저질보전기능)도 중요하다.

⑥ 경관특성

연안은 자연지형과 식생환경 그리고 생활환경으로 구성된 특징적인 경관을 가지고 있다. 해안경관의 특성은 수제선(水際線)의 형상, 국토의 형상(바다와의 대비에 의한 지형의 특징), 해안조망(바다에서 육지로의 조망, 육지에서 바다로의 조망) 등에 따라 다르게 나타난다. 수제선 형상의 관점에서는 해안은 이질(泥質) 해안, 모래사장, 자갈사장, 암초, 해안절벽 등으로 분류되는데, 이들을 종합적으로 조사·분석하여 해당해안의 경관특성을 파악하고 이를 연안보전시설 설계에 반영할 필요가 있다.

(9) 공공이용성과 편의성

연안보전시설 설계 시 연안의 이용성과 편의성을 고려한 공법을 선택하도록 한다.

① 이용성

연안은 사람들의 쉼터이자 레크리에이션활동의 장이기도 하여, 산책, 해수욕이나 바다 낚시 등의 활동을 할 수 있어 일반시민이 즐기는 것부터 특수한 기술을 가진 이들이 즐길 수 있는 것까지 매우 다양하며, 또한 이용 장소도 아주 다양하다[해설 표 (4.1-2)].

해설 표 (4.1-2) 해안 레크리에이션

분류	명칭
산책, 유람, 행사	산책(탐색, 감상, 휴식), 해상 및 수중유람, 이벤트(축제) 등
해변에서의 놀이	해수욕, 물놀이, 모래놀이, 갯벌체험, 캠핑 등
낚시	바위낚시, 암초낚시, 바다낚시 등
마린, 비치스포츠	서핑, 보드세일링, 수상스키, 모터보트, 패러세일링, 요트, 비치발리 등

한편 연안은 수산업의 장으로서도 폭넓게 활용되고 있다. 어패류와 해조류 등의 생식 장소로서도 중요하며 수확의 장이기도 하다. 또한 양식장 등으로 이용되기도 하며, 수확물을 가공하는 장이기도 하며 장비 등의 보수와 보관의 장으로서도 이용되고 있기 때문에 같은 연안이라도 장소나 시간에 따라 이용형태가 달라지므로 그 특성을 파악할 필요가 있다.

연안에는 그 특성에 맞는 적절한 이용방법이 있으므로 유의할 필요가 있고, 인공해안을 정비하는 경우나 공원 등으로서의 점용이 예정되어 있는 경우에는 특히 안전성에 유의할 필요가 있다.

② 친수기능

친수성 또는 친수기능이란 물(바다)과 가깝게 지내고 즐길 수 있는 기능을 의미한다. 친수성에는 가. 사람이 물(바다)에 들어가 나. 물(바다)을 만지고 다. 물(바다)과 가까워지며 라. 물(바다)을 보는 것 등이 있다. 적절한 친수기능은 이용자의 취향과 해안의 특성에 따라 달라지므로 해안의 특성에 맞추어 이용자들이 요구하는 적절한 친수기능을 유지하고 향상시키는 것이 중요하다.

친수성은 해설 표 (4.1-2)에 나타난 바와 같이 사람들의 휴식의 장, 레크리에이션의 장으로서의 기능을 가진 것으로도 표현이 가능하기 때문에 편리하고 쾌적하게 그리고 안전하게 레크리에이션을 즐길 수 있도록 하는 것이 중요하며 특히 안전성은 불가결한 요소임에 유의할 필요가 있다.

한편 대상이 되는 이용자를 명확히 구분하는 것도 필요하다. 모든 이들을 대상으로 하는 경우에는 노인이나 장애인 등도 이용이 가능한 교통약자의 편의를 위한 시설의 설계가 필요하다.

4.2 설계조건

(1) 연안보전시설의 설계조건으로는 다음 사항을 고려하여야 한다.

- ① 조위
- ② 파랑
- ③ 흐름
- ④ 표사 및 비사
- ⑤ 해빈형상
- ⑥ 지반
- ⑦ 토압 및 수압
- ⑧ 지진
- ⑨ 풍압
- ⑩ 기타 고려조건

(2) 설계조건인 각 항목 결정은 KDS 64 10 10 설계조건을 따르되 연안보전시설이 갖는 특성을 고려하여 결정하여야 한다.

[해설]

(1) 조위

- ① 설계조위는 시설의 목적, 설치 위치, 연안보전시설의 배후지 상황 등을 고려하여 연안 관리자가 종합적으로 판단하여 결정한다.
- ② 폭풍해일이나 지진해일의 내습 빈도가 높은 곳은 폭풍해일과 지진해일에 의한 수위상승을 적절히 고려해야 한다.
- ③ 시설설치의 목적이 배후지 침수 등의 육지 방호기능인 경우 설계조위, 폭풍해일고 등 각종 조위 결정방법은 배후지의 인구 집중도, 자산 집적도, 중요시설 유무, 배후지 지반고 등을 고려하여 KDS 64 10 10 설계조건(4.4 조석)을 따른다.
- ④ 시설의 목적이 매몰대책이거나 침식대책인 경우는 시설(구조물)의 특성에 따라 시설의 마루높이가 지나치게 높아져 연안기능교환(Coastal function trade-off) 현상이 발생하지 않도록 검토 대상 조위를 평균해수면(M.S.L) 또는 약최고고조위 등을 적절히 결정한다.

(2) 파랑

- ① 설계파, 파력, 월파랑, 파의 처오름 높이 등의 일반적인 산정은 KDS 64 10 10 설계조건(4.3 파랑 및 파력)을 따른다.
- ② 설계파의 재현주기 결정
연안보전시설의 종류, 설치 목적, 설치 위치 등에 따라 규모가 과대해지지 않도록 시설의 설계에 적용하는 설계파의 재현주기는 시설의 목적성능, 설계공용기간, 시설물의 초기공사비와 유지관리비로 이루어지는 생애주기비용(LCC: Life Cycle Cost), 시설이

피해발생시 배후에 미치는 영향 및 유지보수의 용이성 등을 종합적으로 고려하여 결정한다.

가. 해안의 침식대책을 위한 연안보전시설물은 일반적으로 항만의 방파제에 비해 다양한 재료의 사용이 가능하고, 월파 및 변위(혹은 파손)를 더 많이 허용할 수 있는 시설이다. 따라서 경제성을 고려하여 마루높이 등 시설제원 결정을 위한 설계 파랑의 재현주기는 일반적인 항만 및 해안시설에 대한 안정성능 평가 시의 재현주기보다 짧게 설정할 수 있다. 시설이 피해발생시 배후에 미치는 영향이 적거나 유지보수가 용이한 경우에도 같은 수준으로 설정할 수 있다.

나. 일본의 경우 항만은 우리나라와 같이 설계 파랑의 재현주기가 통상 50년으로 하고 있으나 어항은 30년이 기본이다. 이에 반해 우리나라에서는 1999년 항만과 어항시설의 설계기준이 통합되면서 설계 파랑의 재현주기가 50년으로 일괄 적용으로 바뀐 경향이 있다. 연안보전시설의 경우 일본에서는 대부분 30년 이하이며, 유럽에서는 20~30년 정도로 정하는 경우가 많다(강운구, 2015).

다. 국내외의 사례에 비추어 이 연안보전시설에 대한 설계파의 재현주기는 20~30년 정도가 적절할 것이다. 그러나 광폭잠제(인공리프)와 같이 제체 폭이 넓어 건설 비용이 많이 소요되는 시설의 경우 제체의 제원(특히 폭) 결정은 연 수회 정도 발생할 수 있는 이상파랑을 대상으로 하는 것이 적절하다.

③ 시설의 목적이 파랑제어 또는 표사제어에 따라 성능검토 대상이 되는 파랑(대상파)은 다음 사항을 고려하여 결정한다.

가. 연안보전시설에서 해빈침식·퇴적 문제를 다룰 경우에는 시설의 목적과 종류 및 규모와 경제성 여하에 따라 적절한 발생빈도의 평가대상의 파랑을 선정해야 하며 이를 대상파(對象波)라 칭한다.

나. 연안보전시설의 목적이 파랑제어인가 혹은 표사제어인가에 따라 성능평가의 대상이 되는 설계파랑을 다르게 산정할 수 있다. 파랑제어시설인 경우는 시설의 안정성 유지를 위한 한계파랑을 설계파로 결정하고, 기능설정은 설계파를 이용할 수도 있지만 이보다 작은 파랑을 이용한다. 이 경우에도 구조물의 종류에 따라 대상파랑을 다르게 설정할 수 있다. 예를 들면, 잠제의 경우는 설계파 또는 연 수회 정도 발생할 수 있는 이상파랑보다 작은 파랑 내습 시 오히려 소파효과가 감소할 수 있으므로 이 보다 작은 파랑에 대한 배후의 피해발생을 검토할 필요가 있다.

다. 표사제어시설, 즉 해안침식 저감·방지 또는 사빈 유지기간 평가 등을 위한 대상 파랑은 항만계획·설계 시와 같이 특정의 재현빈도를 정의하기는 쉽지 않다. 이는 항만은 선박 접안 혹은 하역작업을 상정한 한계파고로 정온도 확보를 평가하는 반면, 사빈을 구성하는 모래는 작은 파랑에 의해서도 이동하기 때문에 장기적인 측면에서 사빈의 안정(혹은 평형) 상태가 확보되는지를 평가하기 때문이다.

라. 성능검토 대상 파랑(대상파)은 해안선 장기변화를 평가할 경우 수치모형의 계산 시간, 각종 입력 값 취급상의 제약 및 한계 등으로 인해 일반적으로 수개의

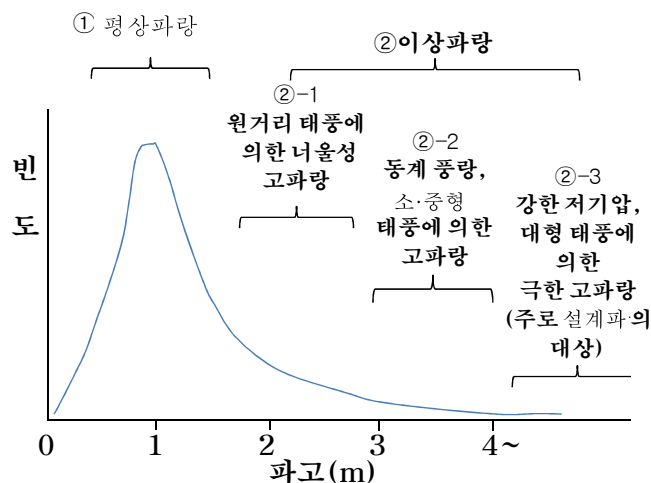
평균적 개념의 대표파(계절별, 월별 혹은 파향별 등)를 이용하는 경우가 많다. 시간적 여유가 많거나 입력 값의 취급이 용이한 경우에는 다수의 파랑 자료를 이용하는 경우도 있고, 해빈 여건이나 배후지의 중요도, 내습파랑의 변동성 등에 따라 해빈의 단기변동 특성 파악이 중요할 경우에는 연 수회 정도 발생하는 이상 파랑을 사용하는 경우도 있다. 설계 파랑으로 그 이상의 이상 고파랑에 의한 단기성의 해안선 및 해저지형 변화를 평가할 수 있다.

- 마. 이러한 평가대상의 파랑은 설계자가 직접 결정할 수도 있으나 사업의 지역적 특성에 따라 연안관리자나 이해당사자 등이 협의하여 정하는 것이 합리적일 수 있다.

[참고]

(1) 평상파랑과 이상파랑 그리고 설계파

해안으로 내습하는 파랑의 파고 빈도분포는 일반적으로 참고 그림 (4.2-1)의 예시와 같은 분포를 보이며, 평상파랑(平常波浪)과 이상파랑(異常波浪)으로 대별한다. 각각에 대한 정의를 명확히 하기는 쉽지 않지만 평상파랑은 1년 이상 연속된 파랑자료에서 얻어지는 평상시 파랑으로 비교적 파고가 작은 파랑을 말하며, 이상파랑은 평상파랑에 대응하는 용어로서 파고가 비교적 큰 파랑을 말한다.



참고 그림 (4.2-1) 내습파랑 빈도분포(예시)와 성능평가 및 시설 설계에 사용하는 파랑의 구분

평상파랑은 95~97%의 발생빈도를 차지할 정도인 대부분의 파랑에 해당한다. 이상 파랑은 태풍, 동계 강풍, 강한 저기압 통과 시 발생하는 고파랑으로서 연 수회 정도 발생하는 파랑으로부터 대형 태풍에 의한 극한빈도의 고파랑까지 포함한다. 특히 이상 파랑은 파랑상태가 시시각각 급변하는 특징이 있다.

일반적으로 항만 및 해안시설의 설계에서는 이상파랑 중 시설의 목표성능 설정, 안정성 평가 등에 사용하는 특정 재현빈도의 파랑을 설계파(設計波)라 부른다. 설계파는 일반적으로 장기간의 이상파랑을 이용한 극치해석을 통해 산정한다.

광폭 잠재(인공리프 포함)의 경우 연 수회 정도의 이상파랑에 대하여 목표하는 수리성을 발휘하되 제체의 구조적 안정성은 이 보다 긴 재현주기를 갖는 파랑 규모가 큰 파랑에 대해 안정성을 유지할 수 있도록 설계하는 등 수리적 성능에 대한 설계파와 구조적 안정성에 대한 설계파를 이원적으로 적용할 수 있다.

(2) 흐름

- ① 흐름 검토를 위한 일반적인 방법은 KDS 64 10 10 설계조건(4.5 흐름 및 흐름의 힘)에 따른다.
- ② 해빈류, 조석류, 취송류 및 하구류 등 흐름이 해빈변형, 연안보전시설 안전성, 시설에 의한 연안환경변화 혹은 해수욕객 안전에 영향을 미칠 경우에는 수치모형실험 등 적절한 방법으로 이를 검토하여야 한다.

(3) 표사(漂砂) 및 비사(飛砂)

- ① 표사의 탁월방향과 이동량 등은 바람, 파랑, 흐름, 지형 및 퇴적물 자료에 기초하여 일련의 표사계에서의 퇴적물 이동의 연속성을 고려하여 산정한다. 표사 검토를 위한 일반적인 방법은 KDS 64 10 10 설계조건(4.7 표사)에 따른다.
- ② 해안지형에 미치는 비사의 영향이 크고 연안보전시설에 의한 비사량 변화가 예상될 경우에는 이를 검토하여야 한다. 비사량은 실측하여 구하거나 또는 현지의 바람 및 저질의 특성 등을 고려해 적절한 비사량 산정식을 이용할 수 있다. 비사 검토를 위한 일반적인 방법은 KDS 64 10 10 설계조건(4.7 표사)에 따른다.

(4) 해빈형상

- ① 연안보전시설 설계 시 시설의 평면배치 형상을 규정하기 위한 정선의 방향과 형상, 그리고 단면의 형상을 규정하기 위한 후빈의 폭과 높이, 전빈경사, 외빈의 폭과 경사, 원빈의 경사 등 해빈형상 제원 중에서 연안보존에 필요한 주 항목을 정하고 각각의 제원을 결정한다.
- ② 해빈형상의 제원 검토는 KDS 64 10 10 설계조건(4.7 표사)에 따른다.

(5) 지반

설계 및 시공에 필요한 지반정보는 지반조사를 실시하여 결정하고 상세한 지반조사 방법, 흙의 물리적 성질 및 역학적 성질 결정방법, 구조물의 안정성 해석 등은 KDS 64 11 00 지반에 따른다.

(6) 토압 및 수압

토압 및 수압의 산정방법은 KDS 64 11 00 지반(4.2 토압과 수압)에 따른다.

(7) 지진

- ① 연안보전시설의 내진등급은 이 시설로 인해 보전·보호 받는 지역 또는 시설물의 재해도와 규모 및 중요도에 따라 분류한다. 연안보전시설물은 기본적으로 내진설계를 적용하지 않는 것으로 하되 필요시 다음과 같이 적용한다.
 - 가. 호안 및 제방 시설물 중에서 그 규모가 크고 특별히 중요하여 내진설계가 필요하다고 판단되는 경우는 내진 2등급을 적용할 수 있다.
 - 나. 호안 및 제방 시설물 중에서 지진재해 복구에 중요한 역할을 담당하거나

군사시설물로서 필요성에 의하여 분류된 시설물은 내진 1등급을 적용할 수 있다.

다. 부대시설과 건축물 등에 내진설계가 필요한 경우에는 해당시설물과 관련된 내진설계기준을 따른다.

② 상세한 내진설계 방법은 KDS 64 17 00 내진에 따른다.

(8) 기타 고려조건

① 풍압

가. 주요 외력이 파력인 경우에는 파력을 받는 부위에 풍압을 동시에 고려하지 않아도 된다.

나. 배수펌프장이나 수문 등의 임시설치물 등 풍압이 탁월한 구조물에 대해서는 KDS 64 10 10 설계조건(4.2 바람 및 풍압력)을 따른다.

② 표류물 등에 의한 진동 및 충격

가. 표류물 등의 작용을 받을 것으로 예상되는 경우에는 이들에 의한 진동 및 충격을 적절히 고려한다.

나. 표류물에 의한 피해가 우려되는 해안에서는 표류물에 의한 진동 및 충격을 고려한다. 표류물 등에 의한 충돌하중은 충돌을 받는 구조물의 구조형식, 충돌면의 강도에 의해 변하므로 조건에 맞는 적절한 방법으로 산정하며 충돌속도는 후술할 폭풍 시 선박의 충돌속도에 준한다.

③ 연안시설 설치위치에 따라서는 선박의 작용을 받을 것으로 예상되는 경우가 있다. 이 경우의 충돌형태, 충돌각도 등은 설계의 대상이 되는 선박의 종류 및 규모에 따라 다음과 같은 사항을 고려한다.

가. 바람, 파랑 및 유향·유속

나. 지형 및 주변 구조물의 배치와 형상

다. 선박의 운항 상황 등

④ 선박의 충돌속도는 해당 선박의 규모 및 기상, 해상상황을 고려해 다음과 같이 규정한다.

가. 평상시의 기상, 해상상황 하에서의 선박의 충돌속도는 해당 해역에서의 항행 속도를 고려해 정한다.

나. 폭풍 시에는 조타 불능이 된 선박이 바람, 파랑 및 흐름에 의해 표류하여 연안보전시설에 충돌한다는 점을 감안하여 충돌속도는 모형실험이나 수치계산을 통해 검토하거나 바람, 파랑 및 흐름에 의한 표류속도를 고려해 정한다.

4.3 방사제

4.3.1 방사제 설계일반

- (1) 항만 및 항로의 매몰이 예상되는 경우에는 매몰원인이 될 수 있는 현상을 충분히 조사한 후 매몰의 형태를 이해하고 매몰대책공이 유발하는 각종 영향, 선박의 안전한 항행, 경제성 등을 고려하여 대책을 강구하여야 한다.
- (2) 주변 연안에서의 침식현상이 매몰과 연관이 되는 경우의 매몰대책시설은 주변 연안의 침식대책시설과 연계하여 검토하여야 한다.

[해설]

매몰의 원인과 형태, 매몰대책공법의 종류 및 공법의 선정에 대해서는 이 기준의 2.3 시설배치 계획 [해설] (2)의 매몰대책시설 해당 해설내용을 참고한다.

4.3.2 방사제의 배치

- (1) 방사제는 표사의 특성을 감안하여 소요의 차폐 기능이 발휘되도록 배치하여야 한다.
- (2) 연안 표사의 상류 방사제는 쇄파대보다 얕은 곳에서는 그 기부를 해안선에 직각으로 돌출시키고 그 보다 깊은 수역에서는 표사를 항구의 반대 측으로 확산시키도록 배치하여야 한다.
- (3) 연안 표사의 하류 측 해안으로부터 항내로 토사가 돌아들어 오는 것을 방지하기 위하여 연안표사의 하류 측에 방사제를 설치하는 경우에는 해안선에 직각으로 설치하고 또, 파향 및 파의 변형을 감안하여 연장을 결정한다. 단, 방사제가 방파제를 겸하는 경우에는 방파제로서의 소요기능을 감안하여 배치하도록 한다.
- (4) 항내의 항로 부근 등에서 필요한 경우에는 자연 상황에 따라 적절한 위치에 방사제를 설치하도록 한다.

[해설]

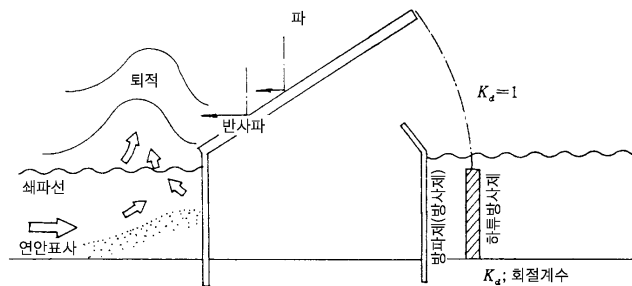
(1) 방사제와 방파제

모래해안 항만의 방파제는 당연히 방사제로서의 기능을 함께 갖으며 그 기능을 분리하는 것은 불가능 하다. 이 기준에서는 특히 방사 기능만이 중요하다고 생각되는 것을 제외하고 통칭에 따라 방파제라 부르기도 한다.

[참고]

(1) 상류 측 방파제의 형상

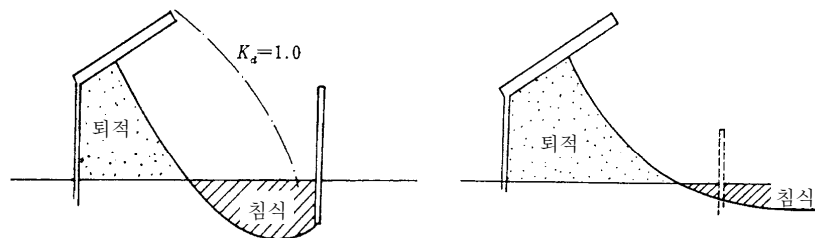
상류 측 방파제의 기부는 연안표사를 저지하고 그 위쪽에 토사의 퇴적을 도모하는 것이므로 쇄파선(碎波線)을 넘을 때까지 해안선에 직각방향으로 연장한다[참고 그림 (4.3-1) 참조]. 이 부분의 연장이 짧거나 또는 해안선에 대하여 하류 측으로 기울어져있으면 상류의 토사포착능력이 적고 토사가 쉽게 방파제의 기울어진 부분에 연하여 항구부로 향하게 된다. 또 상류 측 방파제 기부를 해안선에 대하여 하류 측으로 기울여서 연장한다면 이로 인해 상류 측으로의 반사파 및 강한 연안류 발생 등으로 상류 측 해안의 국소세굴의 원인이 되기 쉽다. 쇄파선을 지나서는 제체를 굴곡시켜 방파제로서 파의 차폐를 함과 동시에 반사파, 연안파 등을 이용하여 표사를 항구의 반대 측으로 확산시킨다[참고 그림 (4.3-1) 참조].



참고 그림 (4.3-1) 방파제(방사제)의 배치의 개념도

(2) 하류 측 방파제의 위치와 시공시기

하류 측 방파제의 직선부의 기준선의 연장선을 넘어서 상류 측 방파제가 연장되면 하류 측 방파제의 하측에 토사가 퇴적하여 하류해안으로부터 항구를 향하여 사주가 형성되고 다시 하류의 해안이 침식되는 원인이 된다. 또, 방파제의 시공 도중에 상류 방파제의 곡부가 짧을 때 하류 방파제를 축조하면 참고 그림 (4.3-2)(a)와 같이 하류 방파제의 항내 측에 현저한 국소세굴을 일으키는 경우가 있다. 역으로 하류 방파제의 축조가 늦어지면 참고 그림 (4.3-2)(b)와 같이 항내의 퇴적을 초래하고 나아가 하류 해안의 침식을 유발하는 일이 많다. 따라서 상류 및 하류 방파제의 축조속도에는 세심한 주의를 기울여 적절한 밸런스(Balance)를 유지하도록 유념하여야 한다.



(a) 하류방파제의 신장이 빠른 경우

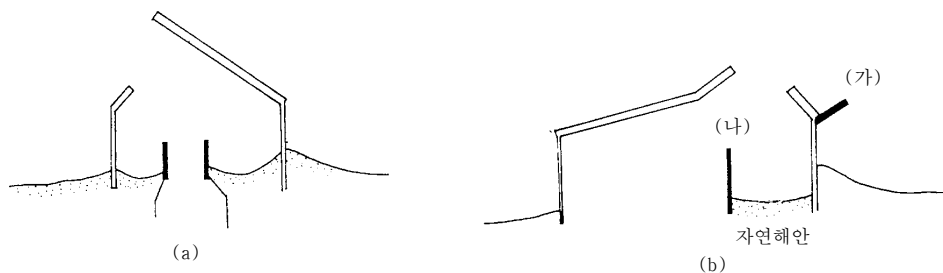
(b) 하류방파제의 신장이 지연된 경우

참고 그림 (4.3-2) 하류방파제의 시공시기

(3) 방파제의 길이와 선단수심

연안표사는 주로 쇄파대내에서 생기는 것이므로 방파제는 당연히 쇄파대로부터 심해 쪽으로 연장하여야 한다. 방파제 선단 수심이 악천후시의 쇄파대에 머물러있는 소규모 항만에서는 표사의 침입을 완전히 막는 것은 곤란하다. 일본의 주요항만에서는 상류 방파제의 선단 수심은 거의 그 항의 최대 항로수심과 같이 취한 경우가 많다.

그 외에 보조적으로 설치된 유효한 방사제의 사례로서 참고 그림 (4.3-3)과 같은 것이 있다. (a)는 양측으로부터의 모래가 항로에 침입하는 것을 방지 할 목적으로, (b)중의 (가)는 상류에서의 표사저지 능력을 높일 목적으로 그리고 (나)는 우측의 자연해안에 침입토사를 퇴적시킬 목적으로 설치된 방사제의 사례이다.



참고 그림 (4.3-3) 보조적 방사제의 예

방파제를 상당히 길게 돌출시켜도 제체에 연한 흐름에 의하여 선단을 돌아드는 표사를 완전히 방지하는 것은 곤란하다. 따라서 방파제의 하류 측이 정박지나 항로로 되어 있는 경우에는 어느 정도의 유지준설이 필요하므로 이것을 고려하여 가장 경제적인 길이를 결정할 필요가 있다.

4.3.3 방사제의 구조

- (1) 방사제의 형식은 완전히 표사를 방지하는 기능을 기대하는 것이므로 불투과 구조로 한다.
- (2) 방사제는 방사기능이 발휘되도록 부유사의 항내 침입방지를 감안한 마루높이로 하고 방사제에 작용하는 외력 및 하중이 방사제에 미치는 영향 등을 감안하여 구조의 안정을 확보하여야 한다.
- (3) 방사제 구조의 안정검토는 KDS 64 45 20 방파제(4.6 안정계산)에 따른다.

[참 고]

- (1) 방사제의 형식은 방사제 기부 부근에는 사석이나 블록제 구조로 하는 경우에는 버력에서 100~200kg정도의 사석을 속채움으로 하고 또 필요에 따라 항내 측에

샌드매스틱(Sand mastic)등에 의하여 모래 방지공을 설치하는 경우도 있다.

그러나 다음 경우에는 소파구조를 병용하는 것이 바람직하다.

- ① 흐름에 의한 세굴의 우려가 큰 경우
- ② 반사파에 의한 매몰, 또는 선박의 항행에 지장을 초래할 염려가 있는 경우

(2) 방사제의 마루높이

방사제에서는 부유사의 침입을 방지하기 위하여 월파를 허용하지 않는 것이 바람직하나 구조상의 제약, 경제성 등으로 인하여 월파를 허용하는 경우도 있다. 각부의 마루높이를 정하는 방법은 다음과 같다.

① 방사제의 기부 부근

처오름파가 넘지 않을 높이를 표준으로 한다. 방사제의 기부는 처오름에 의하여 모래가 마루를 넘는 일이 있으므로 마루는 충분히 높게 한다. 상황을 보면서 마루를 높이거나 제체를 육측으로 연장하는 것이 바람직하다.

② 쇄파선(碎波線)보다 얇은 부분

약최고고조위(A.H.H.W)상 $0.6H_{\frac{1}{3}}$ 을 표준으로 한다. 단, $H_{\frac{1}{3}}$ 은 방사제 선단부근의 파고이다.

③ 쇄파선보다 깊은 부분

약최고고조위에 어느 정도의 여유고를 더한 높이를 표준으로 한다. 쇄파대보다 깊은 곳에서는 표사의 연직분포가 해저 가까이에 집중하므로 월파를 허용해도 괜찮다.

4.4 도류제

4.4.1 도류제의 배치

- (1) 도류제는 당해지역의 연안표사의 특성, 하천의 고수위시 및 저수위시의 소류력 등에 따라서 소요의 기능을 발휘하도록 배치하여야 한다.
- (2) 도류제의 선단수심은 도류제 근방의 향로의 수심보다 더 깊게 한다.
- (3) 도류제의 선단부는 파의 쇄파한계 수심보다 더 깊은 곳에 배치한다.

[참고]

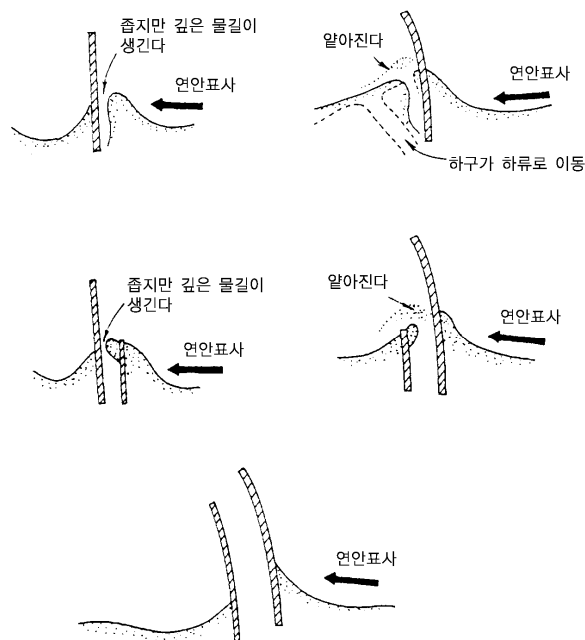
(1) 하구도류제의 기능의 다양성

하구도류제는 연안표사를 저지하는 방사제적 기능과 하천류를 유도하여 흐름을 안정시키며 하천류의 소류력(掃流力)을 증가시켜 수심을 유지하는 기능을 갖는 동시에 하천수 유출시의 유량을 지장 없이 방출할 수 있는 능력을 갖지 않으면 안 된다.

(2) 도류제의 배치와 형식

도류제의 배치형식에는 연안표사의 방향과의 관계에 따라 참고 그림 (4.4-1)과 같은 것이 있다. 이들 중 하구수심의 유지를 위하여 2개의 평행한 도류제를 연장하는 것이 가장 바람직하고 1개의 도류제로는 효과가 약하다. 길이가 다른 2개의 도류제를 설치하는 경우 일반적으로 표사의 하류 측 도류제를 길게 하는 편이 효과적이다.

표사의 상류 측 도류제를 하류 측으로 굽히는 것은 도류제내로 표사가 침입하는 것을 방지하고 아울러 연안표사를 원만하게 하류 측으로 통과시키는 의미를 갖는다.



참고 그림 (4.4-1) 도류제의 배치의 종류

4.4.2 도류제의 구조

- (1) 도류제는 불투과 구조로 하고 또, 도류제에 작용하는 파랑 및 하천의 흐름에 의한 세굴의 영향 등을 감안하여 구조의 안정을 확보하여야 한다.
- (2) 도류제 구조의 안정검토는 KDS 64 45 20 방파제(4.6 안정계산)에 따른다.

[해설]

도류제의 연장은 돌제에 비하여 일반적으로 길고 파랑의 작용도 크므로 두부나 측면의 세굴에 대한 배려가 필요하다. 또, 도류제의 하천 측면은 하천류의 세굴작용을 받는다는 것을 고려한다.

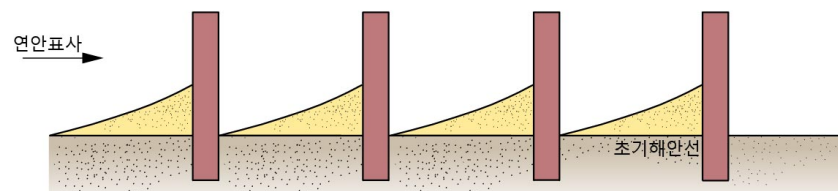
4.5 돌제

4.5.1 돌제 설계일반

- (1) 돌제는 해안에서 외해 방향으로 가늘고 길게 돌출한 형태의 구조물로 연안표사가 탁월한 해안에서 해안 침식의 방지, 경감 및 해빈의 안정화를 도모할 목적으로 설치되는 연안보전시설로서 연안표사를 제어해서 해안을 유지하고 복구시키는 기능을 갖도록 하고 파랑, 토압 및 세굴 작용 등에 대해 안전한 구조가 되도록 한다.
- (2) 돌제의 설계는 대상해안의 설계조건, 표사기구를 명확히 파악하고 목표로 하는 기능을 발휘할 수 있도록 돌제의 형식, 마루높이, 마루폭, 길이, 방향에 맞춰 돌제 간의 간격을 정한다. 이를 정하는 방법은 4.5.3 목표성능에 따른다.
- (3) 돌제의 구조형식은 설치 장소의 수심, 파력, 저질·토질, 해저지형·해빈지형 및 지형변화의 상황을 기초로 제체의 안전성을 평가하고 경제성, 시공성과 더불어 연안의 자연환경 및 이용 등을 종합적으로 평가하여 선정한다.

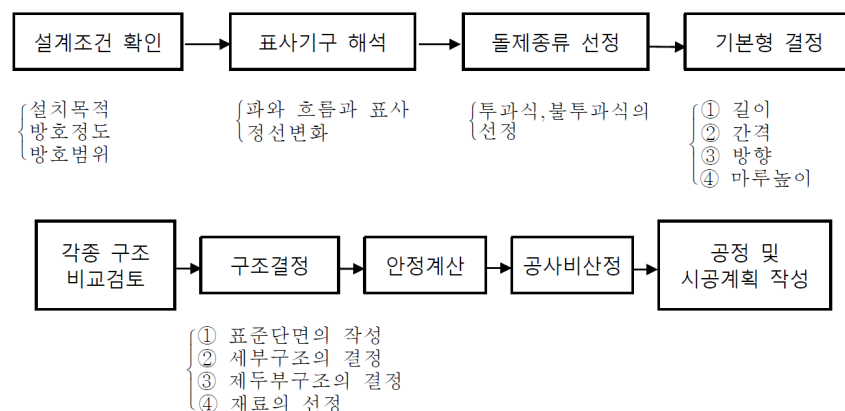
[해설]

- (1) 돌제는 보통 해설 그림 (4.5-1)과 같이 여러 개의 돌제를 적당한 간격으로 배치한 돌제 군으로서 표사제어 기능을 하는 경우가 많으며 샌드바이패스(Sand bypass) 등의 양빈공과 조합시키기도 한다.



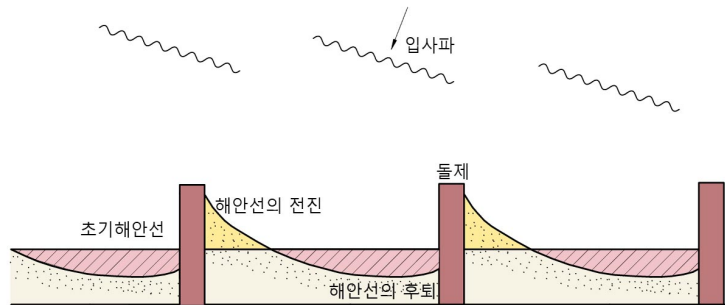
해설 그림 (4.5-1) 돌제군에 의한 사빈의 복구

- (2) 돌제의 설계순서는 해설 그림 (4.5-2)과 같다.



해설 그림 (4.5-2) 돌제의 설계순서

- (3) 해안침식은 표사의 수지 균형이 붕괴되어서 생기는 현상으로 돌제를 설치하여 연안표사량을 감소시켜 유입 표사량과 유출 표사량을 균형 있게 만들고 침식의 경감과 해빈의 유지·안정화를 도모할 수 있다.
- (4) 돌제에 의해 연안표사를 과도하게 감소시키면 해설 그림 (4.5-3)과 같이 연안표사의 하류부 해안에서는 지금보다 해안선의 후퇴가 발생할 가능성이 높다는 점에 유의할 필요가 있다. 따라서 돌제의 설계는 돌제 사이의 해안이 가장 후퇴할 것으로 예상되는 곳에 해안보호 및 해안 영역의 이용, 자연 환경에 필요한 해빈 폭을 확보하는 것이 요구된다. 이를 위해서는 현재 연안표사의 이동 방향과 이동량을 정확하게 파악하여 연안표사의 연속성, 공급원과 공급량 등을 파악하는 것이 중요하다.



해설 그림 (4.5-3) 돌제에 의한 해빈의 안정화

- (5) 돌제의 설계에서는 목표로 하는 해안선의 형상 및 돌제에 의한 연안표사량의 저감률을 설정할 필요가 있다.
- (6) 돌제 설치 후의 해안선 형상은 주로 돌제의 평면 형상 및 설치 간격에 따라 정해진다.
- (7) 연안표사의 포착률은 돌제의 구조형식, 길이, 선단수심, 마루높이 및 내습 파랑의 특성에 따라 변화하기 때문에 장기적인 탁월 방향이나 표사량을 파악하고 중단기적인 변동에 대해서도 파악할 필요가 있다.
- (8) 돌제를 따른 외해방향으로의 흐름(이안류)에 의해서 연안표사의 포착률이 줄어 기대하는 효과를 얻을 수 없는 경우도 있기 때문에 이안류를 포함한 해빈류의 특성을 파악할 필요도 있다.
- (9) 돌제의 주요한 수리적 기능은 파랑 제어뿐만 아니라 연안류를 제어함에 있다. 내습 파랑이 해안에 직각으로 입사하는 경우에는 파랑이 돌제에 의해서 거의 영향을 받지 않는다.
- (10) 이처럼 돌제에는 기본적으로 외해방향으로 이동하는 표사(이안표사)를 제어하는 기능이 갖춰지지 않은 점, 돌제에 의해 이안표사 이동이 조장될 가능성이 있는 점에도 유의할 필요가 있다.
- (11) 돌제의 평면형상은 해설 그림 (4.5-4)과 같이 직선형, T형, L형 등으로 분류할 수 있으며, 연안표사의 제어효과 및 예상되는 해빈변형에 근거하여 선정한다. 연안표사의 제어효과 및 해빈변형 예측은 수치·수리모형실험을 통해 평가하는 것이 바람직하다.

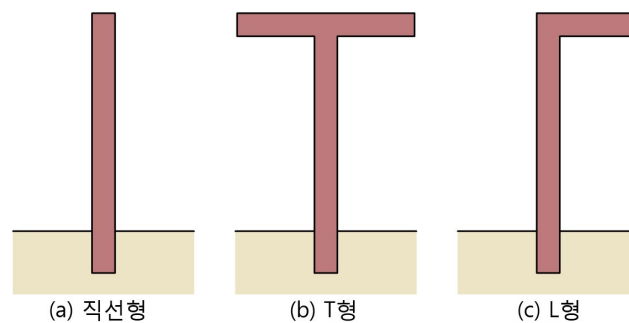
① 직선형 돌제

해안선에 직선형태로 튀어나온 것으로, 이러한 종류의 돌제에서는 하류 측의 해안에

침식이 일어나는 수가 있다. 이것을 피하기 위하여 돌제군으로 하여 하나하나의 길이를 차례로 짧게 하거나 평행호안 등으로 병용함으로써 하류 측의 침식을 방지하는 수도 있다.

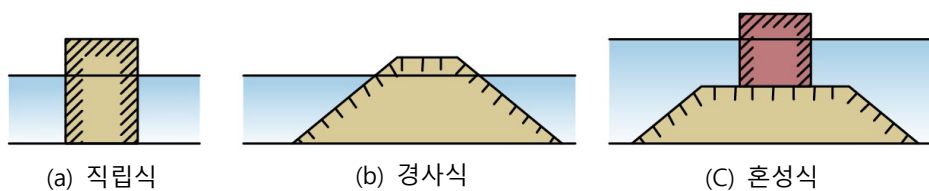
② T형, L형, Z형 돌제

직선형 돌제의 중간부 또는 선단 등에 평행 돌제를 붙인 것으로 T형, L형, Z형 등이 있다. 이러한 돌제는 토사의 공급이 불충분하거나 침입파고가 커서 해빈의 모래를 심해 쪽으로 쓸어갈 염려가 있는 경우에는 효과적이다. 평행돌제는 침입 파고를 감소시키며, 또한 파랑의 회절에 의하여 기저부에서 퇴적이 잘 되도록 한다. 그러나 이러한 구조로 하면 평행부의 파압이 커져서 앞면이 세굴 됨으로 장기간의 유지에는 특별히 주의해야 한다.



해설 그림 (4.5-4) 돌제의 평면 형상도

(12) 돌제의 단면형상은 해설 그림 (4.5-5)과 같이 직립식, 경사식, 혼성식의 3가지로 분류할 수 있다. 각각의 이점과 단점은 KDS 64 45 20 방파제를 참조한다.



해설 그림 (4.5-5) 돌제의 단면 형상도

(13) 돌제의 구조형식은 크게 투과식과 불투과식으로 나뉜다.

① 투과식 돌제

투과식 돌제(Perforated groin)는 물과 표사의 제내 투과를 허용하는 것으로서 보통해안 돌제에서는 돌을 사용한 사석식 경사제, 석축식 직립제 등이 사용되고 있다. 투과식의 이점과 결점은 다음과 같으며 불투과식과 상반되는 것이 많다.

가. 장점

(가) 반사파가 적다.

(나) 연안방향파가 적다.

(다) 제체 비탈기슭의 세굴 염려가 적다.

(라) 보수가 용이하다.

나. 단점

구조형식에 따라서는 제체에 사용되는 각 재료가 분리되기 쉽다.

② 불투과식 돌제

불투과식 돌제는 표사의 제내 투과를 허용하지 않는 것으로서 돌쌓기식, 블록식, 웰식의 각 직립제, 돌붙임식 경사제 등이며 사석식 또는 블록식도 돌 크기의 분포를 적당히 고르게 하거나 격벽 또는 중간벽을 설치하면 불투과식이 된다.

(14) 돌제의 구조형식은 KDS 64 45 20에 준하며, 필요에 따라서 방파제에 비하여 안전율을 낮게 잡을 수도 있다.

4.5.2 설계조건

돌제의 구조형식이나 구조 전반의 결정에 고려해야 하는 조사·검토 항목은 다음과 같으며 4.2 설계조건을 참조한다.

(1) 자연조건

① 조위 및 파랑

가. 중장기 지형변화를 검토할 경우의 대상파랑은 에너지평균파를 사용하고 조위는 평균조위(M.S.L.)를 사용한다.

나. 돌제 기부 및 하류부 침식 등 단기 지형변화를 검토할 경우의 대상파랑은 년 수회 내습하는 파를 사용하고 조위는 약최고고조위(A.H.H.W.)를 사용한다.

다. 제체의 안전성 검토 시에는 설계파와 제체의 안전성에 가장 영향을 주는 조위를 사용한다.

② 흐름 및 표사

가. 연안표사의 이동방향과 이동량을 파악하고 연안표사의 연속성, 공급원과 공급량을 파악한다.

나. 해빈류의 상황은 해빈류 관측 및 수치·수리모형실험을 통해 파악한다.

③ 해저지형 및 해빈지형

④ 지반

(2) 기타조건

① 배후지의 중요도

② 연안의 환경, 이용 및 이용자의 조건

③ 선박통항조건

④ 시공조건

[해설]

(1) 자연조건

① 조위 및 파랑

가. 돌제의 평면형상 및 설치간격의 검토에서는 연안표사에 의한 중장기의 지형변화 예측이 필요하다. 중장기 지형변화를 검토하는 파랑으로서는 해안표사의 지배적인 요인인 에너지평균파($\bar{H} = \sqrt{\frac{\sum H^2 T}{\sum T}}$, $\bar{T} = \frac{\sum H^2 T}{\sum H^2}$, $\bar{\theta} = \frac{\sum H^2 \theta}{\sum H^2}$)를 사용하고, 조위는 평균조위(M.S.L.)를 사용하는 경우가 일반적이다. 한편, 계절적으로 파고가 변화하는 경우는 연안표사의 방향이 다른 2방향 이상의 파향(波向)마다 에너지평균파를 설정하는 것이 바람직하다.

② 흐름 및 표사

가. 돌제는 연안표사의 제어를 목적으로 하기 때문에 설계에서는 연안표사의 이동방향과 이동량을 명확히 파악하고 연안표사의 연속성, 공급원과 공급량을 파악하는 것이 필요하다. 또한 연안표사의 이동방향이나 이동량은 내습 파랑의 특성에 따라 변하기 때문에 장기적인 탁월방향 및 표사량을 확정함과 함께, 중단기적인 변동에 대해서도 파악할 필요가 있다.

나. 돌제에 연한 외해방향으로의 흐름(이안류)에 의해 연안표사의 포착률이 감소하여 기대하는 효과를 얻을 수 없는 경우도 있기 때문에 이안류를 포함한 해빈류의 특성을 파악하는 것도 필요하다.

③ 해저지형 및 해빈지형

가. 해저지형 및 해빈지형은 제체의 안전성 및 구조 전반을 검토하기 위한 설계파의 변형, 파의 처오름 높이나 월파유량 등의 계산 시에 필요한 입력조건으로 돌제의 평면형상 검토에서도 중요하다.

나. 설계에서는 표준적인 해저지형, 해빈지형의 단면형상을 설정하는 것이 일반적이며 단면지형의 설정에서는 평면적이거나 시간적으로 변화하는 단면형상을 겹쳐 평면적 또는 침식된 단면 지형 등을 선정하는 것을 고려할 수 있다.

④ 지반

지반은 돌제의 구조형식의 선정, 제체의 안전성 검토 및 시공계획 입안에서 중요한 조건이기 때문에 충분히 조사한다.

(2) 기타조건

① 연안의 환경, 이용 및 이용자의 조건

가. 연안시설에 대해 연안역의 경관이나 생태계 등의 자연환경 및 이용에 대한 고려가 필요한 경우가 있다. 돌제의 설계에서도 향후 연안이용계획이나 현재의 연안역 이용 및 자연환경 등을 고려한다.

나. 돌제 사이에 양빈(養浜)을 할 경우 돌제를 투과해서 양빈사가 바다 쪽으로 유출되어 함몰 등에 의해 이용자의 안전과 관련된 경우가 있으므로 시공 단계도 포함해서 그 대책에 유의할 필요가 있다.

② 시공조건

- 가. 돌제의 설계는 육상에서의 시공인지 해상에서의 시공인지 또는 시공 시기, 기간, 시공방법 등 시공조건을 충분히 고려할 필요가 있다.
- 나. 돌제군으로 설치 시 돌제의 시공순서는 표사의 연속성을 확보하면서 해변의 안정화를 꾀하기 위해 대상범위 전역의 표사공급을 급속하게 감소시키지 않도록 하는 것이 중요하다. 이에 돌제의 시공에서는 연안표사가 유출되는(하류) 측에서부터 시작하여 순차적으로 공급되는(상류) 측으로 설치해 가는 것이 원칙이다. 단, 침식이 현저하다는 등의 이유로 상류측에서부터 시작하는 경우나 표사의 제어를 대상 범위 전체에 신속히 전개할 필요가 있는 경우, 해저지형이 급경사라서 선단의 위치가 낭떠러지에 가까워지는 경우 등에는 잠정적으로 돌제의 길이를 짧게 시공하고 해변 지형의 침식·퇴적 상황 등에 따라 순차적으로 연장하는 것도 생각할 수 있다.

4.5.3 목표성능

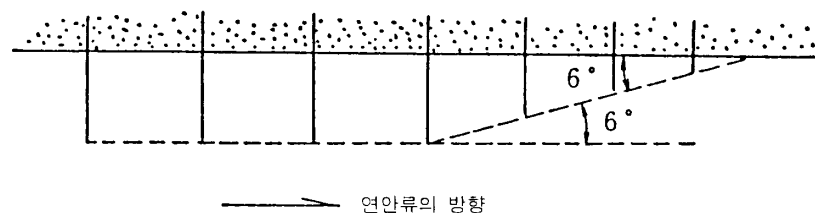
- (1) 돌제의 설치 목적을 달성하기 위한 성능은 원칙적으로 돌제의 길이, 마루높이, 방향 및 구조형식의 조합으로 평가하고, 돌제군의 경우 설치간격을 추가하여 평가한다.
- (2) 목표성능의 검토는 대상해안에서의 조위 및 파랑 조건 등을 적절하게 설정하고 해변 폭이 임의의 폭을 만족하는지 확인하고 인접 해안에 미치는 영향에 대해서도 검토한다.
- (3) 돌제의 배치
 - ① 돌제의 길이는 연안표사의 제어효과를 고려하여 정한다.
 - ② 돌제의 설치방향은 해안에 직각 방향을 기본으로 하나 지형적으로 파랑의 입사방향이 일정한 경우에는 표사제어효과가 가장 높아지는 방향으로 설정한다.
 - ③ 돌제의 설치간격은 돌제 사이의 해안 보호 및 이용, 필요한 해변 폭이 확보되도록 결정한다.
- (4) 돌제의 단면제원
 - ① 돌제의 마루높이는 연안표사의 제어효과를 고려하여 정한다.
 - ② 돌제의 마루폭은 제체의 안정성, 시공성, 이용성 등을 고려하여 결정한다.

【 해설 】

- (1) 목표성능의 검토는 해안선변화 모델 등의 수치모델을 사용해서 중·장기간 해변지형변화의 예측계산에 따르는 것이 일반적이다.
- (2) 돌제의 배치
 - ① 돌제의 길이
 - 가. 돌제의 길이를 길게 하면 연안표사의 포착률이 커지는데, 연안표사 방향의

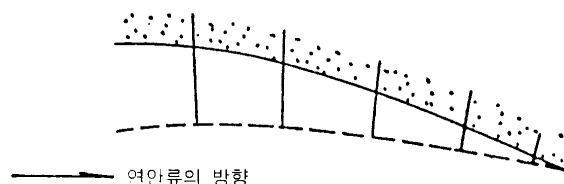
하류부 해안의 침식량도 증가하는 것에 주의를 요한다. 한편, 길이를 짧게 하면, 연안표사의 제어효과를 발휘할 수 없게 된다.

- 나. 일반적으로 돌제 기부의 파괴는 그 배후를 돌아 들어오는 파랑이 돌출제의 하류 측을 세굴 함으로서 일어난다. 따라서 제방, 호안 등의 구조물이 있는 경우에는 돌제기부를 이런 구조물에 접속시켜 파랑이 돌아 들어가는 것을 방지하여야 한다. 또한 자연해빈의 경우에는 악천후시의 설계조위에 파랑의 처오름 높이[KDS 64 10 10 설계조건(4.3.6 처오름 높이, 월파 및 전달파) 참조]를 더한 높이의 위치까지 돌제를 연장하여 파랑이 배후로 돌아 들어오는 것을 방지할 필요가 있다.
- 다. 돌제의 선단위치는 상류부 퇴사(堆砂) 효과 및 하류부 침식에 대한 영향을 충분히 고려해서 결정할 필요가 있다. 따라서 보호할 범위나 목표로 하는 해빈 형상, 필요 해빈 폭을 설정함과 함께 연안표사나 해빈류의 실태를 파악할 필요가 있다.
- 라. 돌제군의 기능을 충분히 발휘시키며, 또한 인접한 해빈에 미치는 영향을 더욱 적게 하기 위하여 연안류의 상류 및 하류 측의 구역에서 해빈에 완만하게 접속할 수 있도록 돌제의 길이를 점차적으로 짧게 배치하는 것이 필요하다. 여기에는 다음과 같은 방법이 있다.
- (가) 해설 그림 (4.5-6)에 나타낸바와 같이 하류 측의 돌제 선단기준선을 약 6° 의 경사각을 갖도록 하여, 돌제의 길이를 점차적으로 짧게 한다. 이 경우 간격은 길이와의 비율이 적당히 유지되도록 점차로 좁힐 필요가 있다.



해설 그림 (4.5-6) 돌제의 해빈 접속방법

- (나) 해설 그림 (4.5-7)에서 나타낸 바와 같이 해안선이 만곡 되어 있는 경우에는 단순히 돌출제의 길이를 짧게 하여 완만하게 인근해빈에 접속시킨다.



해설 그림 (4.5-7) 해안선이 만곡 되어 있는 경우의 돌제군과 해빈의 접속방법

- (다) 돌제의 길이를 일정하게 하고 마루높이를 변화시키는 방법도 있다.

마. 돌제의 길이 및 간격에 관해서는 해안선변화 모델 등의 수치모델을 사용해서 중·장기간 해안지형변화를 예측 계산하고 목표로 하는 해빈 형상을 얻을 수 있도록 배치 계획을 검토할 수 있다. 이때 예측계산에 사용되는 돌제의 표사 포착률은 돌제의 구조형식, 길이, 마루높이 및 내습 파랑, 해저경사, 저질 등의 해안특성이 변수가 되어 복잡하나 다음의 방법을 사용하여 산정할 수 있다.

(가) 육상부를 포함한 수심방향의 지형변화 상황에서 추정하는 방법

(나) 돌제 주변의 수리모형실험으로 구하는 방법

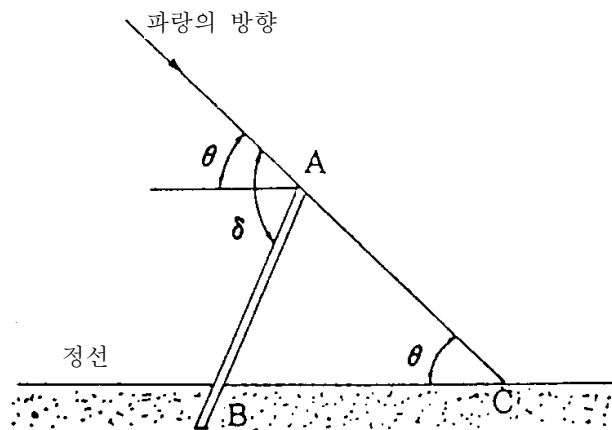
(다) 해빈류 시뮬레이션으로 구하는 방법 등

바. 이상의 방법은 모두 충분하다고 할 수 없으므로 시공할 때에는 계획 돌제의 길이를 한꺼번에 시공하지 말고 퇴적된 모래의 상태를 보아서 점차적으로 연장하여 완성할 수 있도록 하여야 한다.

사. 돌제를 건설할 때에는 표사의 하류 측으로부터 시공하며, 그 효과를 조사하면서 점차적으로 상류 측에 시공하여야 한다.

② 돌제의 방향

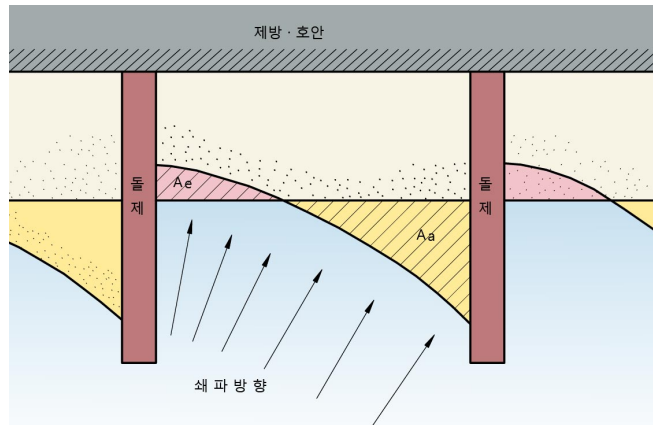
해안에 내습하는 파향은 일반적으로 탁월한 방향의 주변에서 많이 변동되기 때문에 돌제는 해안선에 직각으로 설치하는 것이 보통이다. 다만, 파향이 대체로 일정한 때에는 이것에 대하여 가장 효과적인 돌제의 방향으로 잡아야 한다. 나가이의 실험결과에 의하면 해설 그림 (4.5-8)에 나타난 바와 같이 입사파와 돌제가 이루는 각(δ)은, 세굴과 파력의 관점에서 보면 $100^{\circ} \sim 110^{\circ}$ 인 때가 적당하다고 한다.



해설 그림 (4.5-8) 돌제의 방향(나가이식)

③ 돌제의 간격

돌제 사이의 해안은 해설 그림 (4.5-9)과 같이 연안표사의 상류에서는 후퇴하고, 하류에서는 전진하여 돌제의 간격이 넓어짐과 함께 후퇴량, 전진량 모두 커지게 된다. 따라서 돌제의 간격은 해안선이 가장 후퇴한 경우에도 해안의 보호 및 이용에 필요한 최소한의 해빈 폭이 확보되도록 결정할 필요가 있다.

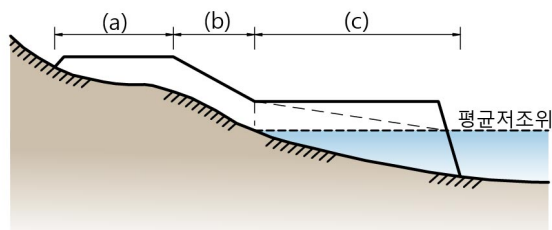


해설 그림 (4.5-9) 돌제 사이의 해안 형상

(3) 돌제의 단면제원

① 돌제의 마루높이

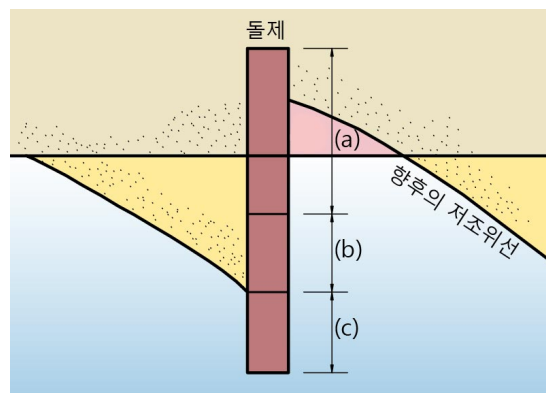
가. 돌제의 마루높이는 해설 그림 (4.5-10)과 같이 (a)육측 수평부, (b)중간 경사부, (c)선단부의 3가지 부분으로 나뉘어 설계되는 경우가 많다.



(a) 육측의 수평부분 (b) 중간의 경사부분 (c) 선단부

해설 그림 (4.5-10) 돌제 각 부분 마루높이

나. 선단부와 중간 경사부의 경계는 평균저조위(L.W.O.M.T)일 때의 해안선 위치나 해설 그림 (4.5-11)과 같이 전진이 예상되는 상류측 해안선 위치로 하고 육지 수평부와 중간 경사부의 경계는 상류측에서 추정되는 안정 해안선의 위치로 하는 경우가 많다.



해설 그림 (4.5-11) 돌제 각 부분의 위치 결정 방법

다. 연안표사의 포착을 확실히 할 필요가 있는 경우에는 육지 수평부의 마루높이는 현재의 해빈지형에서 높은 파랑일 때 파가 돌제를 넘지 않는 높이로 확보하는 것이 필요하다.

라. 선단부의 마루높이는 수평 또는 해저지형에 평행한 경사로 하고, 마루높이는 표사의 포착효과 및 제체의 안정성을 고려하여 정할 필요가 있다. 표사의 포착률을 높이기 위해서는 육측수평부의 마루높이와 마찬가지로 고파랑에 의한 처오름 높이로 설정해야 한다. 한편 마루높이의 효과와 경제성을 대비했을 때 월파에 의한 표사의 통과를 어느 정도 용인하여 마루높이를 낮게 하는 것도 검토할 수 있다. 이 경우의 마루높이는 약최고고조위(A.H.H.W)를 최저한도로 하고 평균조위(M.S.L)에 에너지평균파의 처오름 높이를 더한 높이로 설정하면 된다.

마. 돌제는 경제성, 시공성면에서 육상시공으로 이루어지는 것이 일반적이며, 선단부의 마루높이를 결정할 때에는 시공성면에서의 검토가 필요해진다.

육상시공을 안전하게 실시하기 위해 필요한 마루높이는 약최고고조위(A.H.H.W)에 작업 시 파의 처오름 높이를 고려한 여유고를 더한 높이로 정할 수 있다.

여유고의 경우에는 예측되는 작업 시 파의 처오름 높이의 계산결과를 토대로 설정할 수 있는데 돌제의 구조, 시공방법 등을 고려하여 1m정도로 설정하는 경우가 많다.

② 돌제의 마루폭

돌제의 마루폭은 표사제어에 대한 영향이 작고 각 구조 형식에서 제체의 안전성을 확보하는 것이 가장 중요하기 때문에 제체의 안정계산 등에 기초하여 정한다. 한편, 시공방법이 육상에서부터 시작되는 경우, 공사장비가 통행 가능한 폭을 확보할 필요가 있다. 또한 돌제를 레크리에이션 시설로서 이용할 경우에는 대상이 되는 레크리에이션 활동에서 요구되는 마루폭으로 넓힌다.

4.5.4 안전성능

(1) 설계일반

돌제는 파력이나 토압의 작용 및 세굴 등에 대해서 안전한 구조가 되도록 하여야 한다.

(2) 파력에 대한 안전성능

① 파력에 대한 안전성능은 KDS 64 10 10 설계조건(4.3.9 구조물에 작용하는 파력)을 참조하여 검토한다.

② 피복재의 질량은 KDS 64 10 10 (4.3.10 피복재 안정질량)을 참조하여 산정한다.

(3) 제체에 작용 가능한 토압에 대해서 안전성을 확보해야 한다.

(4) 세굴에 대한 안전성능은 기초지반과 제체의 투과성 등 재료 특성에 대해 근고공, 지수공이 세굴에 대해서 충분한 안전성을 갖도록 한다.

(5) 기초지반의 전단파괴에 대한 검토는 KDS 64 11 00 지반을 따른다.

[해설]

(1) 일반사항

- ① 돌제의 선단은 폭풍 시 쇠파 위치와 해안 간에 놓이는 일이 많아 설계에서 사용하는 파고는 KDS 64 10 10 (4.3.5 쇠파)에서 규정하는 쇠파대 내의 파고를 사용하면 좋다.
- ② 해저경사가 급격한 경우에는 설치 수심이 얕은 경우라도 보다 깊은 곳에서 쇠파한 파의 에너지가 거의 그대로 구조물에 작용하므로 주의를 요한다.

(2) 파력에 대한 안전성능 검토 시에는 해저경사가 급격한 경우에는 충격쇄파력에 주의한다. 또한 양압력에 관하여는 KDS 64 10 10 (4.3.9.2 직립벽에 작용하는 파력)을 참조한다.

(3) 돌제의 표사이동 상류 및 하류 측에서 모래의 퇴적 높이가 다를 때는 보통 상류 측에 주동토압, 하류 측에 수동토압이 작용하므로 제체는 이 토압에 대해서 안전성을 확보해야 한다. 또한 속채움 등의 구조에서는 내부토압에 관하여도 고려할 필요가 있다. 이 경우의 토압계산은 KDS 64 11 00 (4.2 토압과 수압)에 의한다.

(4) 지형변화가 현저한 수심에 돌제를 설치한 경우에는 제체에 작용하는 충돌파에 의해서 저면·각부(脚部)에 세굴이 생겨 제체의 침하나 구성 재료의 산란, 그리고 제체의 파괴가 생기는 일이 있다. 따라서 세굴 방지 대책으로 기초공 및 근고공의 설치가 필요해지는 일도 자주 있다. 특히 경사블록식에서는 기초공을 설치하지 않으면 파에 의한 침하, 산란이 발생하는 경우가 있으므로 기초공을 설치하는 것이 바람직하다. 한편, 구조물 설치 위치에 따라 파의 작용 상황이 달라져서 세굴 기구, 규모도 달라지므로 세굴 방지 대책의 선정은 다음 사항을 충분히 고려할 필요가 있다.

- ① 돌제의 기부에서는 고파랑일 때 기부의 배후로 침입하는 파에 의한 침식·세굴을 동반한 침하·산란 등의 피해가 발생하는 경우가 많다.
- ② 해안에서 쇠파대를 관통하는 형태로 돌제를 설치하면 파에 의한 연안류를 차단하기 때문에 돌제를 따라 흐르는 이안류가 발생한다. 특히 연안사주가 나타나고 연안표사가 심한 곳에서는 수 미터에 미치는 세굴이 발생하는 일도 있다. 또한 돌제를 따라 진행하는 파에 의해서 이 세굴 현상이 증폭되어 특히, 반사율이 높은 직립벽에 의한 돌제의 경우 직립벽의 하단부가 세굴 될 위험이 있다.
- ③ 돌제의 선단부(제두부)에서는 모서리 부분에 파에 의한 빠른 흐름과 그에 따른 소용돌이가 발생한다. 이런 흐름은 주기가 길수록 크고 선단부에 세굴이 발생하는 경우가 많다.

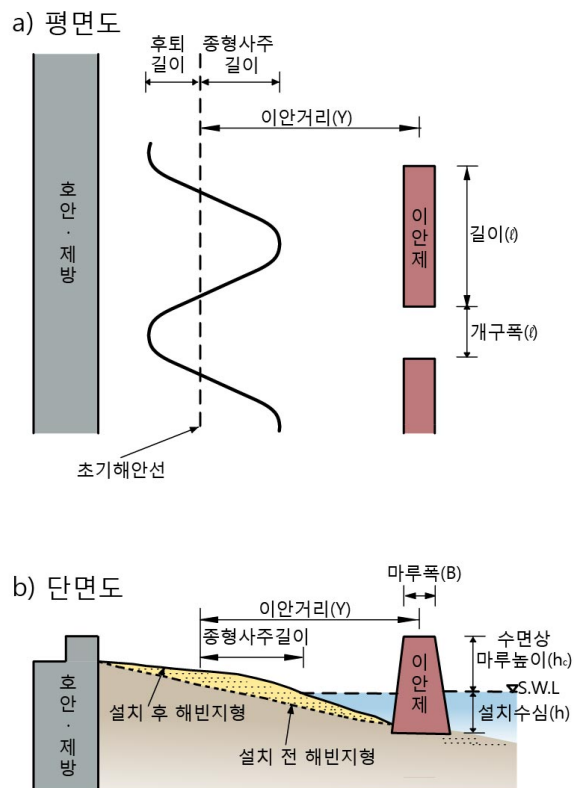
4.6 이안제

4.6.1 이안제 설계일반

- (1) 이안제는 해안 배후의 인명·자산을 해일 및 파랑으로부터 보호하는 것 또는 해안 침식의 방지·경감 및 해빈의 안정화를 꾀할 목적으로 설치되는 연안보전시설이다.
- (2) 이안제는 목적으로 하는 기능을 발휘할 수 있도록 파랑제어 성능과 표사제어 성능을 갖도록 하고 파랑, 흐름 및 세굴 등에 대해 안전한 구조가 되도록 한다.
- (3) 이안제의 설계는 대상해안의 설계조건, 표사기구를 명확히 파악하고 목표로 하는 성능을 발휘할 수 있도록 이안제의 형식, 마루높이, 마루폭, 길이, 이안거리 및 이안제 상호간의 간격(개구 폭)을 정한다. 이를 정하는 방법은 4.6.3 목표성능에 따른다.
- (4) 이안제의 구조형식은 KDS 64 45 20 방파제에 준하나 그 외에 투수성, 사면경사, 조도 등이 파고전달이나 기초의 세굴 등에 미치는 영향을 고려하여야 한다.

[해설]

(1) 이안제 개념도



해설 그림 (4.6-1) 이안제의 개념도

- (2) 이안제는 파를 저감시켜 배후의 파고와 월파를 감소시키는 파랑제어기능과 배후역의 흐름 및 표사를 제어하여 해안선을 유지하거나 복구시키는 표사제어기능이 있다.

① 파랑 제어 기능

가. 이안제는 직접적으로 파랑을 제어하는 구조물이며 간접적으로는 육지 쪽의 표사 제어나 월파 대책의 역할을 담당한다.

나. 파고나 월파의 감소를 목적으로 한 이안제의 기능을 원하는 경우에는 이안제 뒤로 생기는 수위상승이나 개구부의 존재 등에 따라 반드시 효과적인 파랑저감 효과를 얻을 수 없는 경우가 있으므로 유의할 필요가 있다. 한편, 이안제 뒤로 모래가 쌓여 육계사주(Tombolo)가 형성된 경우에는 보다 높은 소파(消波) 효과를 기대할 수 있다.

② 표사 제어 기능

가. 이안제는 파의 회절(回折) 및 소파(消波)에 의해서 연안방향 또는 횡단방향 표사를 제어하는 효과를 갖는다. 쇄파대 내에 설치되는 투과형 이안제의 퇴적 기구는 다음과 같다.

(가) 회절파에 의해 이안제 뒤로 향하는 연안 방향의 흐름이 생김과 동시에 이안제 뒤의 파고가 감소하고 이안제를 통해서 외해부터 해안으로 향하는 흐름이 발생한다.

(나) 쇄파나 반사파에 의해서 부유한 저질(底質)은 이러한 흐름을 따라 해안 쪽으로 운반된다.

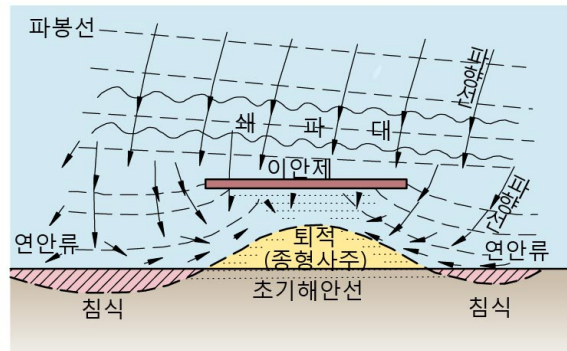
(다) 이안제 배후는 이안제에 의해 다른 수역과 비교해 정온역(靜穩域)이 되므로 부유한 해저질의 일부는 여기에 침강하고 이안제 뒤의 해안이 전진하여 종형사주가 형성된다.

(라) 이안제 설치로 인한 배후의 사주형성은 해설 그림 (4.6-3)(a)와 같이 주변으로부터 모래를 포집하는 특성으로 주변지역의 2차 침식을 유발시킬 가능성이 크므로 설계 시 주의를 요한다. 톱볼로는 연안표사를 제어하는 기능을 발휘하기 때문에 이안제의 적용 목적에 따라서는 톱볼로 형성을 고려할 수도 있다.

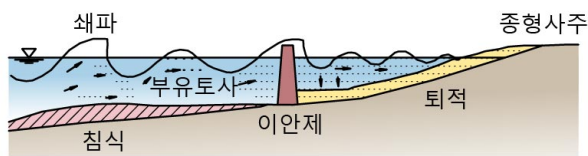


해설 그림 (4.6-2) 이안제에 의한 종형사주와 육계사주 형성 사례

(a) 평면도



(b) 단면도



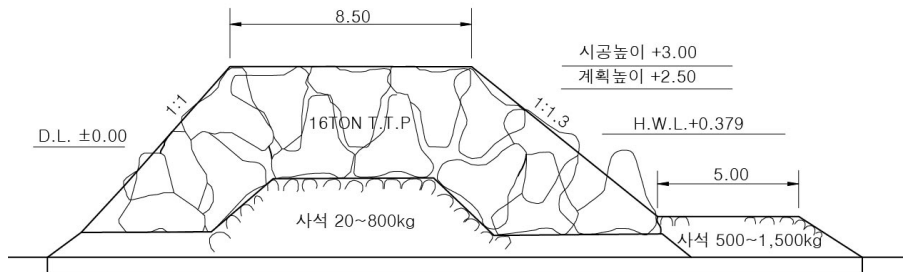
해설 그림 (4.6-3) 중형사주가 형성되는 상황의 일례

- 나. 또한 이안제 뒤에 순환류가 발달해서 연안류가 분단되어 강한 연안류가 생기기 어려우므로 연안표사량을 작게 할 수 있고 이안제 설치 범위에서 침식을 억제할 수 있다.
- 다. 한편 소파(消波) 효과가 높은 이안제의 개구 폭을 넓게 설치함에 따라 정적으로 안정적인 해빈을 형성할 수 있다.
- 라. 이와 같이 이안제는 공급토사가 감소한 해안에서는 연안표사량을 감소시키는 면에서 효과적인 대책이다. 단, 이안제에 의해 연안표사를 완전히 멈춰 버리면 이안제의 표사하류 쪽에서 침식이 발생할 가능성도 있기 때문에 표사하류 쪽 해안으로의 영향에 대해서 충분한 검토가 필요하다. 또한 전빈(前浜)이 완전히 침식된 해안이나 표사가 고갈된 해안에서는 이안제를 설치해도 전빈의 복원은 어려우며 주변 해안 침식만 나타나는 경우가 있으므로 대상 해안의 표사 특성을 충분히 검토한 뒤 선정 여부를 판단할 필요가 있다.

(3) 이안제의 구조형식을 결정하는데 있어서 다음 사항을 참고할 수 있다.

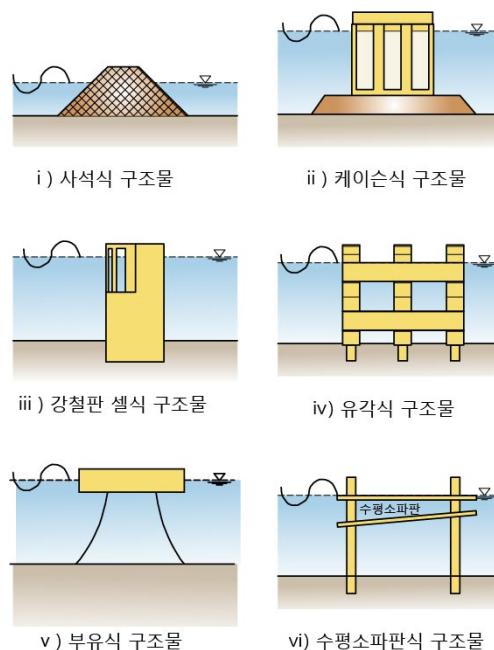
- ① 이안제는 기존 소파블록 등을 해저에 쌓아 설치하고 설치 수심은 5m 미만의 비교적 얇은 경우가 많다. 구조는 불투과성인 것과 투과성인 것이 있는데, 파고의 감쇠를 목적으로 하는 경우에는 불투과성을 사용하고 모래의 퇴적을 목적으로 하는 경우에는 투과성 구조를 사용하는 경우가 많다.
- ② 이안제의 단면 형상의 예는 해설 그림 (4.6-4)과 같다. 이안제는 해저에 자갈이나 쇄석 등으로 깔고 사석(捨石)으로 제체를 형성하고 사석의 표층을 소파블록으로 피복하는 구조가 많다. 이때 사석이나 블록 간의 공간이 크면 기초 지반의 모래가 흡출되어 세굴 된다. 이런 세굴을 방지하기 위해 기초지반 위에는 필요에 따라 세굴 방지용 시트 매트 등을 포설한다.

- ③ 배후의 해빈에 작용하는 파력을 약화시켜 해안침식으로부터 토사의 유출을 방지할 목적으로 설치되는 이안제는 제체 내에 틈새가 있으면 이 틈새로 토사가 심해 쪽으로 유실되기 때문에 틈새를 주지 않도록 한다. 이러한 경우 이안제 내측으로 해빈을 따라 흐르는 연안류가 일어나므로 돌제를 설치하여 이 흐름을 약화시키는 것이 좋다.



해설 그림 (4.6-4) 기존 형태의 이안제 단면 예

- ④ 상기 구조형식 외에 파랑의 투과를 억제하는 기능을 갖는 불투과성 구조도 있다. 불투과성 제체로는 콘크리트블록, 혼성제, 사석제 등이 있으며 파고, 월파 유량의 감소를 목적으로 쇄파대 외측에 설치되는 경우가 많다.
- ⑤ 한편, 고파랑 시에 블록이 파손되거나 산란되는 것을 방지하거나 해저경사가 급격한 침식해안을 보호할 필요성에서 내구성 높은 대수심용 신형 이안제가 개발되고 있다. 신형 이안제의 설치수심은 8~20m에 설치되는 경우가 많아, 기존 이안제 보다 설치 수심이 깊기 때문에 이안거리를 크게 할 수 있으며 이안제 배후의 이용 영역이 넓어져 해안으로부터의 경관에도 영향이 적다. 구조는 해설 그림 (4.6-5)처럼 유각(有脚)식, 강판 셀식 등이 있으며 지형·지질 조건에 맞춰 구조가 선정된다.



해설 그림 (4.6-5) 이안제의 구조형식

4.6.2 설계조건

이안제의 구조 형식이나 구조 전반의 결정에 고려해야 하는 조사·검토 항목은 다음과 같으며 4.2 설계조건을 참조한다.

(1) 자연조건

① 조위 및 파랑

가. 파를 억제할 목적으로 설치하는 경우에는 설계고조위와 설계파를 사용해서 검토한다.

나. 표사제어를 목적으로 설치하는 경우에는 평균조위와 에너지평균파를 사용한다. 단, 마루높이의 검토는 조위에 약최고고조위를 사용하도록 한다.

다. 제체의 안전성 검토에서는 설계고조위와 설계파를 사용한다. 단, 쇄파대에서는 반드시 최고조위에서 최대파력을 나타낸다고는 할 수 없으므로 설계고조위와 최저조위 사이에서 최대파력이 발생하는 조위를 구하여 구조 설계하여야 한다.

② 흐름 및 표사

③ 해저지형 및 해빈지형

④ 지반

(2) 기타조건

① 배후지의 중요도

② 연안의 환경, 이용 및 이용자의 조건

③ 선박통항조건

④ 시공조건

(3) 상기 언급된 조건들 중 내용이 언급되지 않은 조건에 대해서는 4.5.2 설계조건을 따른다.

[해설]

(1) 자연조건

흐름 및 표사는 해안에서 도류제나 돌제 혹은 방사제 등의 구조물에 의해 연안표사가 차단되거나 하천 등에서의 공급 토사가 감소하면 해안은 침식된다. 해안의 침식이나 퇴사 현상에 가장 커다란 영향을 미치는 조건은 대상해안 부근의 토사 공급량과 표사이동 특성이므로 이를 파악하기 위해 공급원의 특성, 하천 유출 토사량, 흐름패턴, 표사의 탁월방향, 연속성 등에 대해 충분한 조사, 검토가 필요하다.

(2) 배후지의 중요도

파랑제어를 목적으로 하는 이안제는 파의 처오름 높이 또는 월파유량이 임의 값을 상회하지 않음을 만족시킬 필요가 있다. 여기서 임의 값은 배후지의 중요도에 따라 달라지며 배후지에 인구, 자산의 밀집과 같은 중요도가 높은 경우에는 작은 값을 취하는 것이 바람직하다.

4.6.3 목표성능

- (1) 이안제의 설치 목적을 달성하기 위한 성능은 원칙적으로 이안제의 길이, 마루높이, 마루폭, 설치수심(이안거리), 구조형식의 조합으로 평가하고, 이안제 군의 경우 개구 폭을 추가하여 평가한다.
 - ① 파랑 제어 성능
이안제의 파랑제어 성능은 이안제의 길이, 마루높이, 마루폭, 설치수심(이안거리), 구조형식, 개구 폭에 의해 결정되며, 특히 이안제의 파고전달률은 파랑의 파고, 주기, 이안제의 마루높이, 마루폭, 설치수심(이안거리), 블록의 대표치수의 함수가 된다.
 - ② 표사 제어 성능
이안제의 표사제어 성능은 이안제 길이, 이안거리, 마루폭, 마루높이에 의해 결정되며, 이안제군으로서 기능하게 할 경우에는 개구 폭의 영향을 고려한다. 단, 마루폭은 소파블록의 종류, 질량 및 적재 방법 등 제체의 안전성을 만족시켜야 한다.
- (2) 성능검토는 대상 해안에서의 조위 및 파랑 조건 등을 설정하고 파의 처오름 높이나 월파유량이 임의 값을 상회하지 않는지 혹은 해변 폭이 임의의 폭을 만족하는지 확인하고 인접 해안에 미치는 영향에 대해서도 검토한다.

[참고]

(1) 이안제의 배치

① 길이와 간격

- 가. 이안제의 길이는 해안선으로부터의 거리와 입사파의 파장과 관련하여 결정되지만 연안표사의 차단을 목적으로 한 이안제는 배후의 파고와 연안유속을 감소시켜, 모래를 퇴적시키는데 충분한 길이를 필요로 한다. 또한 해안구조물이나 해변의 방호를 목적으로 하는 이안제인 경우에는 필요한 범위까지 효과가 충분히 미칠 수 있도록 해야 한다.
- 나. 톱볼로(Tombolo)를 형성하여 연안표사를 저지하려는 경우에는 톱볼로가 생긴 뒤에 그 톱볼로가 마치 돌제와 같은 작용을 하므로 이안제간의 간격은 이러한 톱볼로가 용이하게 형성될 수 있도록 넓이를 충분하게 해야 한다.
- 다. 배후의 해변에 작용하는 파력을 약화시켜 해안침식으로부터 토사의 유출을 방지할 목적으로 설치되는 이안제는 제체 내에 틈새가 있으면 이 틈새로 토사가 심해 쪽으로 유실되기 때문에 틈새를 주지 않도록 한다. 이러한 경우 이안제 내측으로 해변을 따라 흐르는 연안류가 일어나므로 돌제를 설치하여 이 흐름을 약화시키는 것이 좋다.

② 해안선으로부터의 거리

가. 톱볼로를 형성하여 연안표사를 저지하려는 경우에는 이안제의 길이, 마루높이 및 두부에서의 회절파를 고려하여 해안선으로부터의 거리를 결정한다.

세비지(Savage)는 톱밥을 이용한 실험으로 파장(L)에 대한 해안선으로부터 이안제까지의 거리(ℓ)의 비, 즉 ℓ/L 이 톱볼로 발생에 중요하다는 것을 알아냈으며 파장 80cm, 주기 0.8sec 조건에서 이안제의 길이가 파장과 같은 때에는 톱볼로가 생기는 한계의 ℓ/L 을 5/4라는 것을 실험적으로 나타냈다.

나. 배후해빈에 작용하는 파력을 약화시킬 목적인 경우에는 보통 파랑의 쇄파대에 설치하는 것이 좋다. 그러나 너무 해빈에 가까이 하면 이안제에 의한 파랑의 교란이 해빈에 미치기 때문에 이 교란이 가라앉을 정도의 거리를 잡아야 한다.

다. 악천후 시에 항상 내습하는 파랑의 쇄파위치에 이안제를 설치하면 제체나 기초의 안전에 대하여 좋지 않다. 또한 월파에 의한 교란이 제체 배면의 기초 또는 해저까지 미치지 않는 수심으로 해야 한다.

라. 이안제에 의하면 쇄파된 뒤, 배면으로 전달된 파랑이 해안선에 도달할 때까지는 될 수 있는 대로 많은 에너지를 소모할 수 있도록 충분한 거리를 둔다.

마. 상기 다, 라. 항과는 모순되지만 될 수 있는 대로 해안선에 인접하여 이안제를 설치하면 공사비를 상당히 절감할 수 있다.

(2) 파랑 제어 성능

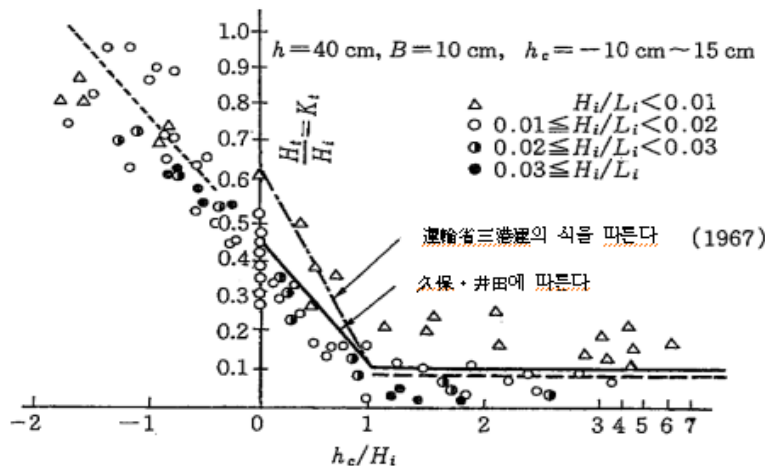
이안제의 제원과 파랑제어 성능과의 일반적인 관계는 다음과 같다.

① 이안제의 길이와 설치수심

이안제 배후의 파고는 거의 이안제 길이에 의해 결정되며 이안제의 길이가 이안제 설치위치에서의 파장(L_i)의 절반보다 짧아지면 두부에서의 회절파가 커 파랑저감 효과는 낮아진다.

② 마루높이

이안제의 마루높이(h_c)와 파고전달률의 관계를 도시한 참고 그림 (4.6-1)을 참조하면 h_c 가 입사파고(H_i)보다 큰 경우에는 마루높이에 관계없이 높은 파고저감 효과를 기대할 수 있다. h_c 가 H_i 보다 작아지는 경우에는 월파로 인해 파고전달률은 증가하게 된다.



참고 그림 (4.6-1) 이안제 마루높이와 파고전달률의 관계(久保・井田, 1973)

③ 마루 폭

이안제의 파랑저감효과는 마루폭이 협소할수록 작아진다.

④ 개구 폭

개구 폭을 파장의 0.6배 이하로 하면 개구부 배후의 파고 저하를 볼 수 있다. 단, 제방 길이가 파장의 3배 정도 길어지면 개구부의 영향은 적다. 또한 설치수심이 깊어지면 개구 폭의 영향도 적어진다. 이안제 길이가 파장의 2배 이상인 경우는 개구부의 영향이 적고 제체의 투과율에 의해 소파(消波) 효과가 거의 결정된다.

(3) 표사 제어 성능

이안제의 제원과 표사제어 성능과의 일반적인 관계는 다음과 같다[참고 그림 (4.6-2), (4.6-3), (4.6-4) 참조].

① 이안제의 길이

설치수심에서의 파장보다도 이안제가 긴 경우에 퇴사효과가 높다.

② 이안거리

설치수심이 쇄파수심보다 얕은 경우에 퇴사효과가 높은 경우가 많다. 이안거리 대비 이안제 길이의 비, 즉 l/Y 가 커짐에 따라 개구부 해안선은 기본적으로 전진하지만 그 변위량은 작아진다.

③ 마루높이

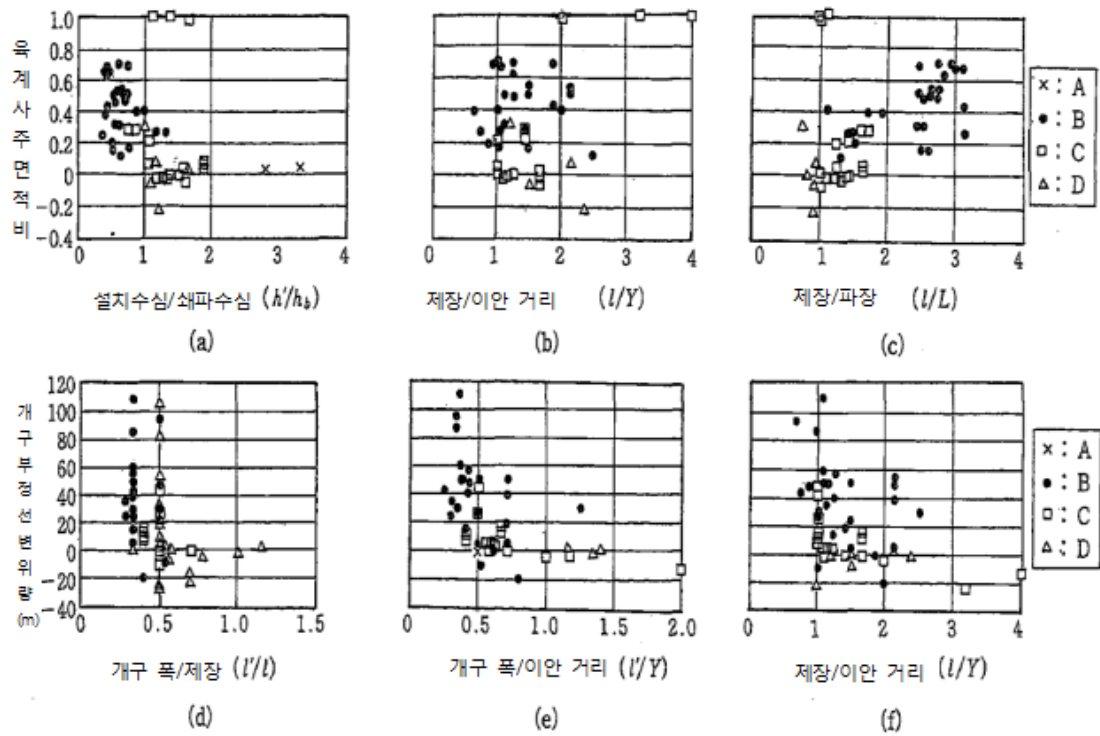
소파블록 구조의 이안제에 대해서는 豊島·坂本(1972)가 제안한 다음 식을 참조할 수 있다.

$$\begin{aligned}\text{마루높이} &= \text{약최고고조위} + 1/2H \text{ 또는} \\ &= \text{약최고고조위} + 1.0 \sim 1.5\text{m}\end{aligned}$$

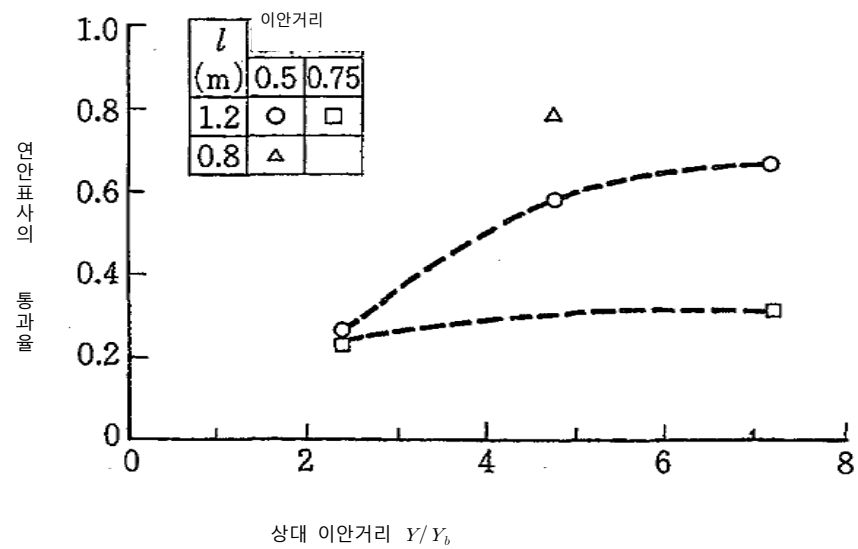
여기서, H 는 설치수심에서의 진행파로서 연 수회 파 정도의 유의파고로 정한다. 그리고 이 값으로 산정되는 침하량을 예상해서 마루높이를 설정하는 것이 바람직하다. 또한 신형식 이안제에 대해서는 개개의 구조에 따라 마루높이의 결정법이 달라진다.

④ 개구 폭

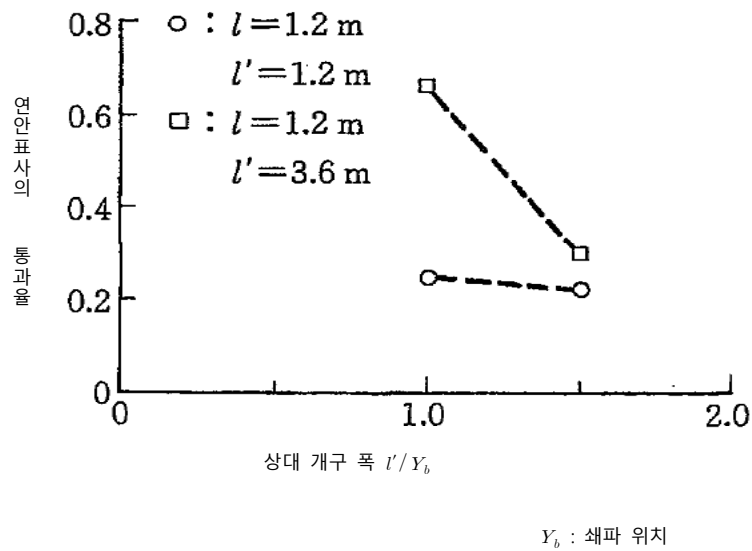
개구 폭과 길이 비가 0.5 이상에서는 개구부 해안선이 후퇴하는 경우가 있다.



참고 그림 (4.6-2) 무차원 파라미터와 퇴사효과의 관계(日本 建設省, 1996)



참고 그림 (4.6-3) 상대 이안거리(Y/Y_b)와 연안표사의 통과율 관계(宇多 等, 1990)



참고 그림 (4.6-4) 상대 개구 폭(l'/Y_b)과 연안표사의 통과율 관계(宇多 等, 1990)

(4) 목표성능의 검토방법은 신뢰성 있는 적절한 방법을 사용한다.

※ 기호의 정의

l : 이안제의 길이(연장)

l' : 이안제 간의 개구 폭

B : 이안제의 마루폭

Y : 이안거리

Y_b : 쇄파위치

h : 이안제 설치수심

h_b : 쇄파수심

h_c : 수면 상 이안제 상단 마루높이

H_i : 입사파고

L_i : 이안제 설치위치에서의 파장

K_t : 파고전달률

4.6.4 안전성능

- (1) 이안제는 파력 등의 작용이나 세굴에 대해서 안전한 구조이어야 한다.
- (2) 파력에 대한 안전성능은 KDS 64 10 10 설계조건(4.3.9 구조물에 작용하는 파력)을 따른다.
- (3) 피복재의 질량은 KDS 64 10 10 (4.3.10 피복재 안정질량)을 따른다.
- (4) 이안제의 제두부, 개구부, 제체 전면은 세굴이 발생하는 경우가 많다. 특히 이안제의 제체 내 사석 및 블록간의 공극이 크면 기초지반의 모래가 흡출되어 세굴이 발생할 수 있으므로 세굴방지대책을 강구한다.
- (5) 기초지반의 전단파괴에 대한 검토는 KDS 64 11 00 지반을 따른다.

[해설]

(1) 일반사항

- ① 이안제의 안전성을 확보하려면 소요 단면의 확보가 필요하고 파력 등의 작용, 해저 지반의 변화에 대하여 안전성을 확보할 필요가 있다. 안전성능 검토 시에는 신뢰성 있는 적절한 방법을 사용한다.
 - ② 신형 이안제는 철근 콘크리트나 강재 등의 재료로 이루어지는 부피가 큰 구조체이기 때문에 설계에서 고려해야 하는 작용은 사하중, 파력, 정압력, 부력, 지진력, 흐름, 해일의 유체력 및 토압 등으로 경우에 따라 선박의 충돌하중, 얼음하중, 풍하중, 상재하중 등을 추가한다. 또한 환경 조건으로 조위, 국소 세굴이나 해역 전체의 해저 지형 변화, 부식 등에 의한 구조물의 열화, 생물 부착에 의한 부재 단면의 증대 등도 고려할 필요가 있다. 한편, 신형 이안제를 설치할 때, 개별적으로는 강성이나 자중이 불충분한 부재를 해상에서 조립할 필요가 생겨 시공 시의 파랑이나 지진에 대한 안전성에 주의를 기울일 필요가 있다.
- (2) 블록의 질량 결정에 대해서는 과거 피해 실적이 많은 해안에서는 1.5배 정도까지 할증하는 경우가 많다. 마루폭을 넓게 한 경우가 제체의 안전성, 소파(消波) 성능이 높아진다.
- (3) 세굴에 대해서는 다음 사항을 유의하여 적절한 세굴방지대책을 강구한다.
- ① 이안제의 선단부(제두부)에서는 그 모서리 부근에서 파에 의한 빠른 유속과 그에 따른 소용돌이가 발생한다. 이런 흐름은 주기가 길수록 커지고 선단부에 세굴이 생기는 경우가 많다.
 - ② 이안제의 개구부도 세굴이 발생하기 쉬운 장소이다. 이것은 월파에 의해 제체 배후의 수위가 상승하고 외해 쪽과의 수위차가 생겨 개구부에서부터 흐름이 생기기 때문이다.
 - ③ 구조물 설치 위치에 따라 파랑의 작용 상황이 달라지므로 세굴 기구, 규모도 달라져서 세굴방지대책공의 선정에는 충분한 주의가 필요하다.
 - ④ 제체 전면이 반사파에 의해 세굴 되는 경우도 있으므로 유의할 필요가 있다. 사면경사는 환경사화, 복단면화 하는 것이 반사에 의한 이안제 전면의 세굴을 방지하며 제체의 안정성을 높인다.

4.7 잠제 · 인공리프

4.7.1 잠제 · 인공리프 설계일반

- (1) 잠제·인공리프는 마루높이가 해면보다 낮고 해안선에서 떨어진 해역에 해안선과 거의 평행하게 설치되는 구조물로 해안 배후의 인명·자산을 해일 및 파랑으로부터 보호하고 연안침식을 줄이거나 방지하여 해빈의 안정화를 도모할 목적으로 설치되는 연안보전시설이다.
- (2) 잠제·인공리프는 파의 에너지를 저감시켜 월파를 감소시키는 기능, 표사를 제어해서 해안선을 유지하거나 복구시키는 기능 또는 두 가지 기능 모두를 갖도록 한다.
- (3) 잠제·인공리프는 목표로 하는 기능을 발휘할 수 있도록 잠제·인공리프의 형식, 마루높이, 마루폭, 길이, 이안거리 및 개구 폭을 정한다. 이를 정하는 방법은 4.7.3 목표성능에 따른다.
- (4) 설계고조위 이하 조위 및 설계파의 작용에 대해 안전성능을 갖도록 하고, 파랑, 흐름 등의 작용이나 세굴에 대해 안전한 구조로 한다.
- (5) 구조형식은 4.6 이안제의 구조형식을 따른다.
- (6) 잠제·인공리프는 해상에서는 보이지 않으므로 선박통항, 어선의 조업, 해양레저(원드서핑, 요트, 모터보트 등) 활동 등의 안전을 고려하고, 공사 시 및 공사 후 그 위치를 알 수 있도록 식별가능표식 등을 설치한다.

[해설]

(1) 잠제·인공리프의 기능과 특징

- ① 잠제·인공리프는 사석 등의 재료를 이용한 물에 잠기는 구조물로 경관을 손상시키지 않고 파랑의 정온화, 연안표사의 제어 기능을 갖도록 한다.

② 잠제·인공리프의 기능에 따른 구분

가. 잠제는 파랑저감을 목적으로 하는 소파잠제(消波潛堤, Submerged breakwater)와 표사제어만을 목적으로 하는 방사잠제(防砂潛堤, Seal; Sand stopper)로 구분된다. 소파잠제는 마루폭이 수 m로 좁으며 마루수심을 얕게 하여 반사와 강제 쇄파에 의해 파랑 감쇠 효과를 얻는다.

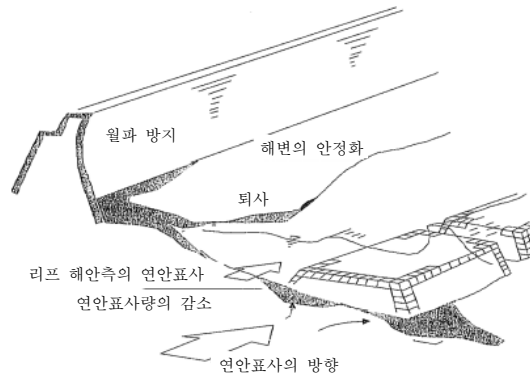
반면 방사잠제는 마루폭이 좁고 해저바닥에서의 구조물 높이가 낮아 마루수심이 깊어 해저면을 따라 이동하는 모래(소류사)를 제어한다. 본 기준에서의 잠제는 소파잠제에 한하여 다룬다.

나. 일반적으로 잠제로 통칭되기도 하는 인공리프(Artificial reef)는 마루수심을 어느 정도 깊게 하여 반사를 억제하는 한편, 마루폭을 넓게 해서(보통 20~50m 정도) 파랑의 진행에 따른 파랑 감쇠를 효과적으로 얻는 것으로서 기능상 소파잠제와 유사하며, 최근에는 인공리프에 생태적 기능을 부가한 잠제를 칭하기도 한다. 또한 인공리프는 파랑 저감효과를 위하여 부분적으로 해면 위로 돌출시키는 경우도 있다.

다. 잠제·인공리프의 특징은 다음과 같다.

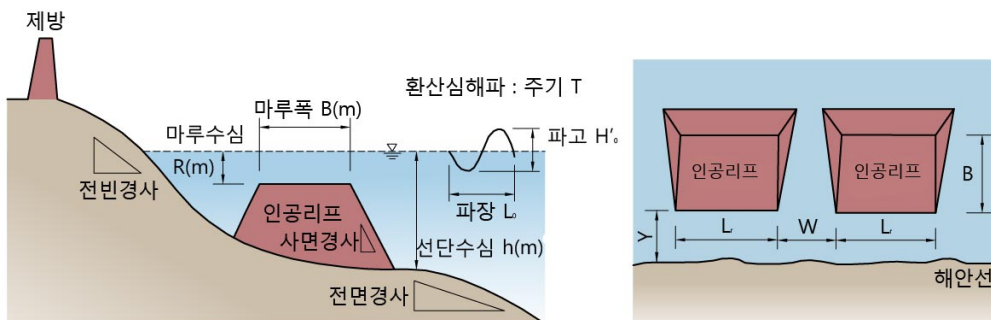
- (가) 상단 마루가 해면 아래에 위치하여 구조물이 보이지 않아 경관을 손상시키지 않는다.
- (나) 일반적으로 이안제나 소파제와 비교해서 반사가 작다.
- (다) 구조물 배후에 퇴사 효과는 이안제에 비해 적다.
- (라) 마루수심, 마루폭에 따라 구조물 배후로의 파고전달률이 변화한다. 작은 파랑은 거의 투과하고 큰 파랑은 선택적으로 감쇠시킨다.

③ 잠제·인공리프의 개념은 해설 그림 (4.7-1)과 같다.



해설 그림 (4.7-1) 잠제·인공리프의 개념도

(2) 잠제·인공리프에 대한 기본제원은 해설 그림 (4.7-2)을 참조한다.



해설 그림 (4.7-2) 잠제·인공리프의 기본제원

- (3) 잠제·인공리프의 설치로 파의 처오름 높이 또는 월파유량이 임의 값을 상회하지 않는 것을 만족하는 파랑제어 성능과 해안에 요구되는 해빈 폭을 만족하는 표사제어 성능을 갖도록 한다.
- (4) 잠제·인공리프의 파랑제어 성능은 구조양식(투과성, 불투과성), 파 제원(H_o' , L_o), 설치수심(h), 마루수심(R), 마루폭(B)에 의존하므로 요구되는 성능을 만족하도록 경제적 단면제원(설치수심, 마루수심, 마루폭)이나 길이를 결정한다.
- (5) 잠제·인공리프 군을 설치하는 경우에는 단면제원이나 길이에 추가로 체제 간격(또는 개구 폭)을 적절하게 결정할 필요가 있다.

- (6) 잠제·인공리프는 방제기능과 향후 해빈 이용성 향상으로 이어지도록 설계할 필요가 있다.
- (7) 잠제·인공리프에 따라 고파랑 시에 강한 유속과 구조물 배후에서 평균 수위의 상승이 나타나는 일이 있으므로 이 점에 대해 충분한 고려가 필요하다.
- (8) 식별가능표식 설치 시에는 선박통항, 해양레저 활동 등 해상 이용여건을 충분히 감안하여 이용자들이 잠제·인공리프 시설을 인지할 수 있도록 해야 하며, 설치되는 시설은 태풍 등에 대하여 안전성 확보 및 유지관리가 용이하도록 설치하여야 한다.

4.7.2 설계조건

잠제·인공리프의 구조 형식이나 구조 전반의 결정에 고려해야 하는 조사·검토 항목은 다음과 같으며 4.2 설계조건을 참조한다.

(1) 자연조건

① 조위 및 파랑

잠제·인공리프에 의한 파랑 감쇠 효과는 주로 제체에 작용하는 파랑, 마루수심(마루높이) 및 마루폭에 의존한다. 마루높이와 마루폭을 산정할 경우 조위와 파랑은 다음과 같이 한다.

가. 해일 대책 : 설계고조위와 설계파

나. 해빈의 이용·확장을 위한 파랑의 정온화 : 약최고고조위(A.H.H.W)와 유의 파고 1~2m 정도의 파

다. 해빈의 안정화 : 약최고고조위(A.H.H.W)와 년 수회 내습 파

라. 연안표사의 제어 : 평균조위와 에너지평균파

② 흐름 및 표사

가. 대상해안 부근의 토사 공급량과 표사이동 특성에 대해 조사, 검토한다.

나. 제체 상의 강제쇄파로 인한 수위상승으로 외해방향으로의 흐름 및 표사이동, 개구부에서의 세굴 발생 가능성에 대해 주의하여야 하며, 평면배치에 따른 흐름, 표사에 대한 영향을 검토한다.

③ 해저지형 및 해빈지형

④ 지반

(2) 기타 조건

① 배후지의 중요도

② 연안의 환경, 이용 및 이용자의 조건

잠제·인공리프의 설치는 해역 이용 및 주위의 환경이나 생물에 대한 영향을 고려한다.

가. 해역 이용에 대한 고려 : 위치 표지시설 등

나. 환경에 대한 고려 : 구조재의 선정, 시공 후 환경 모니터링 등

③ 선박통항조건

④ 시공조건

(3) 상기 언급된 조건들 중 내용이 언급되지 않은 조건에 대해서는 4.6.2 설계조건을 따른다.

【 해설 】

(1) 자연조건

① 조위 및 파랑

평균조위와 에너지평균파는 4.5.2 설계조건을 참조하여 검토한다.

② 흐름 및 표사

가. 해안의 침식이나 퇴사 현상에 가장 커다란 영향을 미치는 조건은 대상해안 부근의 토사 공급량과 표사이동 특성이므로 이를 파악하기 위해 공급원의 특성, 하천 유출 토사량, 흐름패턴, 표사의 탁월방향, 연속성 등에 대해 충분한 조사, 검토가 필요하다.

나. 가는 모래로 이뤄진 경사가 완만한 해변이나 연안표사가 탁월한 해변에서는 제체 상의 강제쇄과에 의해 발생하는 수위상승으로 개구부에서 외해방향으로의 흐름이 발생하고, 폭풍파일 경우에 강한 흐름에 의해 외해방향으로의 표사이동(해안 측 해변에서의 모래유출) 및 개구부에 심각한 세굴이 발생할 가능성이 있음에 주의한다. 평면배치는 해빈류의 유속 현황에 크게 영향을 미쳐 표사를 지배하는 경우도 있다. 따라서 평면배치에 따른 흐름 및 표사에 대한 영향은 수리모형실험, 수치실험 등으로 검토할 필요가 있다.

③ 해저지형 및 해빈지형

가. 해저경사는 잠제·인공리프의 파랑 감쇠 효과에는 그다지 영향이 없으나 제체에 내습하는 파랑의 산정에서 중요하다.

나. 급경사 해변에서는 설치수심이 커지기 때문에 제체가 너무 커져서 안전성이나 시공조건·경제성에 문제가 생긴다.

다. 완경사 해변에서는 원래의 해변이 갖고 있는 파랑 감쇠 효과와 비교해서 설계하는 것이 필요하다.

(2) 기타 조건

① 연안의 환경, 이용 및 이용자의 조건

가. 어선 등의 선박이 근접해서 통항하는 경우 잠제·인공리프는 해면 아래 있으므로 그 위치를 알 수 있도록 필요에 따라 표식을 설치한다.

나. 잠제·인공리프는 주로 다음과 같은 물리적 변화를 발생하고, 이로 인해 주변의 생물 분포가 변화한다.

(가) 주변의 흐름이나 파랑 분포를 변화시킨다.

(나) 해변의 형상 및 해저질의 입경 분포를 변화시킨다.

(다) 구조재료에 따라 기질이 변화한다. 특히, 구조재료에 사석이나 블록 등을 사용한 경우에는 암초대에 서식하는 저서(底棲)생물(각종 해초나 고둥, 굴, 소라 등)이 운집한다. 이로 인해 구조물의 성능을 손상시키지 않고 생태계에 악영향을 미치지 않으며 오히려 환경개선으로 이어지는 경우도 있다. 따라서 인근의 시공 예나 각종 조사·연구 정보를 참고로 구조재료의 선정이나 배치를 고려해야 할 필요가 있다. 한편, 시공 후 정착 서식하는 생물군집의 구조는

해를 거듭할수록 변화하여 거의 일정한 분포를 이루는 것이 많으므로 시공 후의 환경 모니터링이 중요하다.

② 시공조건

가. 잠제·인공리프는 해면 아래에서 시공되므로 그 시공에 대해서도 고려할 필요가 있다.

나. 다량의 사석 등이 필요하기 때문에 재료 확보에도 유의할 필요가 있다.

4.7.3 목표성능

(1) 설계일반

① 잠제·인공리프의 설치 목적을 달성하기 위한 성능은 원칙적으로 잠제·인공리프의 길이, 마루높이(마루수심), 이안거리 및 구조형식의 조합으로 평가하고, 잠제·인공리프 군의 경우 개구 폭을 추가하여 평가한다.

② 성능검토는 대상해안에서의 조위 및 파랑 조건 등을 설정하고 파랑의 처오름 높이나 월파유량이 임의 값을 상회하지 않는지 혹은 해빈 폭이 임의 폭을 만족시키는지 확인한다.

(2) 파랑감쇠 성능

잠제·인공리프의 파랑감쇠 효과(파고전달률)는 잠제·인공리프의 구조양식에 적합한 제안식 또는 실험데이터를 토대로 검토한다.

(3) 잠제·인공리프의 평면배치

잠제·인공리프의 설치에 따른 해빈류의 변화나 해빈변형에 관해서는 단순한 예측 방법이 가용하지 않으므로 잠제·인공리프의 평면제원에 대해서는 모형실험(수리모형 실험, 수치실험 등)에 의해서 검토한다.

[해설]

(1) 일반사항

① 잠제·인공리프는 구조적인 안전성 검토 및 요구되는 기능(파랑감쇠 기능, 표사제어 기능)에 따른 검토를 할 필요가 있다. 파랑에 의해서 생기는 잠제·인공리프 주변의 해빈류는 배후가 해수욕장인 경우에 특히, 외해 방향의 흐름에 대해서 주의가 필요하다.

② 성능검토 방법은 신뢰성 있는 적절한 방법을 사용한다.

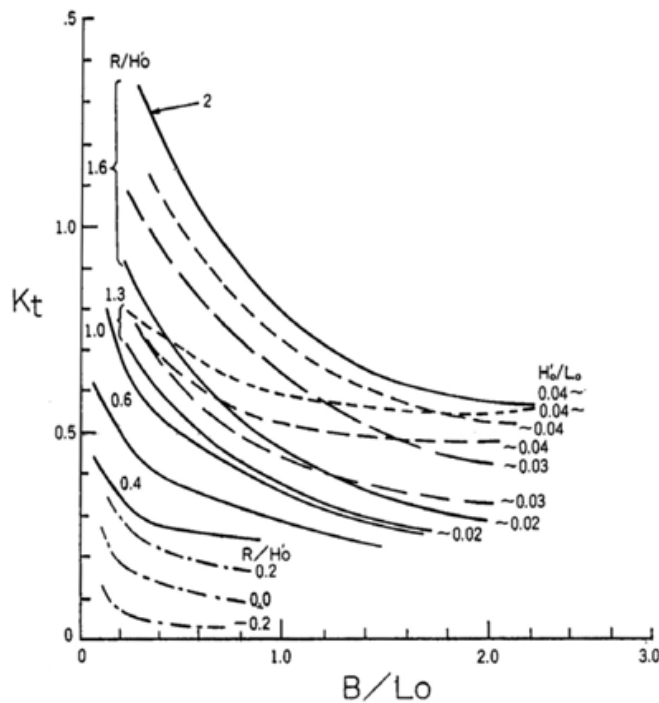
(2) 잠제·인공리프의 파랑감쇠 효과는 제체의 구조양식(투과성, 불투과성), 파랑 특성, 마루수심, 마루폭 등에 의해 결정된다.

[참고]

(1) 잠제·인공리프의 파고전달률

해빈이나 해역의 이용에서부터 마루수심은 제약을 받는다. 선박통항이나 어선 등의 이용이 예상되는 경우에는 이에 대응한 마루수심이 결정된다. 해역 이용의 제약이 없는 경우는 요구되는 성능이나 경제성 등에 따라 결정할 수 있다. 잠제·인공리프의 구조양식 및 제원 등과 파고전달률과의 관계에 대한 자료는 다음을 참조할 수 있다.

- ① 참고 그림 (4.7-1)은 사석식 제체를 대상으로 규칙파 실험으로 얻어진 파랑의 파고 전달률($K_t = H_t/H_0'$)이다. 이때의 전달파고(H_t)는 잠제·인공리프 해안측단의 파고이다. 참고 그림 (4.7-1)에서 마루폭(B)를 어느 정도 이상 넓히면 파고전달률을 작게 하는 효과가 없어져 마루수심에만 의존하게 되는 것에 주의한다. 마루폭이 파장(L_0)에 비해 상당히 넓은 경우에 파고는 마루 위에서 쇄파 감쇠가 끝나고 마루수심에서 안정적으로 전파하는 파고로 감소 한 후 더 이상 작아지지 않는다. 또한 R/H_0' 가 크고 B/L_0 가 작을 때, H_t/H_0' 가 1보다 커지는데, 이것은 파랑이 쇄파하지 않고 주로 천수(淺水) 변형에 의해서 증대한 결과이다. 이것은 고파랑에 대해서는 파랑 감쇠 효과를 갖지만, 작은 파랑에 대해서는 그 효과가 거의 없음을 나타내고 있다.



참고 그림 (4.7-1) 잠제·인공리프 파고전달률(日本土木學會, 2000)

- ② 사석식 제체를 대상으로 한 경우, 불규칙파 실험에 의한 d'Angremond et al.(1996)의 파고전달률($K_t = H_t/H_i$) 관계식은 다음과 같다. 이때 파장 L 을 마루에서의 파장 $L_c = T_p(gR)^{0.5}$, 인공리프 전면 파장 L_i 혹은 심해파 파장 L_o 으로 사용할 수 있으며, L_c 를 사용하는 경우 실험결과와 다음 해석해가 비교적 잘 일치하였다(국토해양부, 2010a).

$$K_t = -0.4 \frac{R}{H_i} + \left(\frac{B}{H_i} \right)^{-0.31} [1 - \exp(-0.5\xi)] C$$

참고

식 (4.7-1)

여기서, $\xi = \tan \alpha / (H_i/L)^{0.5}$ H_i : 구조물선단에서의 파고 $C = 0.64$ (완전불투수의 경우 0.8)

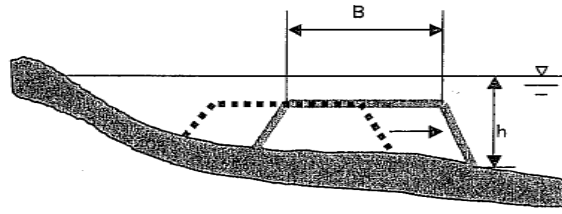
- ③ TTP 소파블록식 제체를 대상으로 하는 경우, 불규칙과 실험에 의한 파고전달률 관계식은 다음과 같다(高山 等, 1985).

$$K_H = -0.92 \left(\frac{B}{L_0} \right) + 0.42 \left(\frac{R}{H_0'} \right) + 3.80 \left(\frac{H_0'}{L_0} \right) + 0.51$$

참고 식 (4.7-2)

여기서, K_H : 잠제영향계수(잠제 배후면에서의 설치 전 파고에 대한 잠제 설치 후 파고의 비) B : 잠제 마루폭 L_0 : 심해파장 H_0' : 환산심해파고 R : 수면에서 마루까지 수심(마루수심)

- ④ 이와 같이 파고전달률로부터 마루수심과 마루폭이 정해지는데, 마루수심은 파랑 감쇠 효과를 충분히 얻을 수 있도록 R/H_0' 를 1.3 이하로 하면 좋다. 이것은 마루 상에서 강제 쇄파를 일으켜 본래의 기능을 발휘하기 때문이다.
- ⑤ 구해진 파고전달률에 대해 한 조의 마루수심, 마루폭뿐만 아니라 많은 조합이 있다. 마루수심이 비교적 깊으면 필요한 성능을 얻기 위해 마루폭이 넓어지고 마루수심이 얕으면 마루폭은 좁아진다. 일반적으로 마루수심이 얕을수록 요구되는 파고전달률을 얻기 위해 마루폭은 좁아져 결과적으로 제체의 체적은 작아지고 경제적이 된다.
- ⑥ 잠제·인공리프를 참고 그림 (4.7-2)과 같이 바다에 설치할 경우, 선단수심을 크게 해서 전빈(前浜) 공간을 넓힐 수 있다. 이때 마루 상단에서의 파고 감쇠는 선단수심(h)에 의해 그다지 변하지 않지만, $H_0'/h < 0.15$ 정도로 깊어지면 사면에서의 반사로 전달 파고가 감소한다. 선단수심이 커지면 제체도 커지기 때문에 경제성을 포함해서 선단수심을 결정할 필요가 있다. 또 설계파가 큰 지역에서 너무 선단수심을 깊게 하면 사면 상에서의 천수변형이 현저하게 나타나고 사면 어깨(法肩) 주변에서 파고가 급격히 증대하여 두드러진 파력이 사석, 블록에 작용하므로 주의할 필요가 있다. 잠제·인공리프의 사면경사는 경제성, 시공성, 안전성을 고려해서 1:3~1:5로 한다.



참고 그림 (4.7-2) 잠제·인공리프의 선단수심과 마루폭

(2) 잠제·인공리프의 평면배치

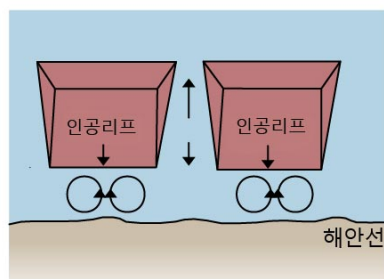
- ① 잠제·인공리프를 단일체로 설치할 경우에도 정온이 요구되는 영역에서 소요되는 성능을 발휘할 수 있는 구조물 길이를 결정할 필요가 있다. 잠제·인공리프의 양 측단부에서의 회절파와 전달파가 합성되는데, 이 합성된 파고가 요구되는 영역에서 소요되는 전달 파고를 만족할 수 있도록 구조물 길이를 결정한다.
- ② 참고 그림 (4.7-1)의 파고전달률 산정은 구조물이 연안방향으로 길고 2차원성이 보증되는 경우이다. 구조물 길이가 짧고 개구부가 있는 경우에는 개구부에서의 회절·굴절 등의 효과에 의해 구조물 배후 수역의 파고 분포는 일률적이지 않다.
- ③ 1/20 해저경사에서의 모형실험 결과에 따른 잠제·인공리프의 평면배치와 유향과의 관계에 대해 기술하면 다음과 같다.

가. 잠제·인공리프 주변에 생기는 해빈류는 구조 제원이나 파랑의 조건에 따라 달라진다. 잠제·인공리프의 외해 측 단부에서의 파가 부서지는 조건으로는 주로 길이(L_r), 개구 폭(W) 및 이안거리(Y)에 따라 흐름패턴이 변화한다.

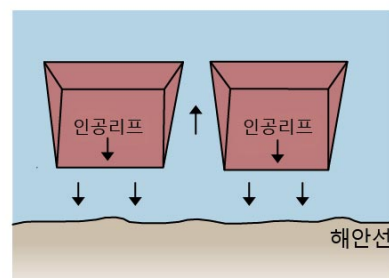
나. $W > 1/4 L_r$ 정도의 경우에는 참고 그림 (4.7-3a)처럼 개구부에서는 외해방향 흐름이 생기고 배후에는 일련의 순환류가 생긴다. 단, $L_r \geq 4Y$ 가 되면 명확한 순환류가 생기지 않고 흐름은 불안정해진다.

다. $W < 1/4 L_r$ 정도의 경우에는 참고 그림 (4.7-3b)처럼 순환류는 생기지 않고 배후의 흐름은 불안정해져 정체한다.

(a) $W > 1/4 L_r, L_r < 4Y$



(b) $W < 1/4 L_r$



참고 그림 (4.7-3) 잠제·인공리프 주변의 흐름패턴

- ④ 해일 대책이나 파랑의 정온화를 목적으로 하는 경우(구조물이 긴 경우 등)에는 연안방향으로 똑같은 파랑 감쇠를 얻을 수 있다. 그러나 개구부가 넓으면 개구부에서의 파랑 유입이나 순환류와 파의 간섭, 파의 회절, 굴절 등의 영향으로 일률적인 파고 분포를 얻는 것은 어렵다.
- ⑤ 해수욕장 등의 해변 이용에는 순환류나 개구부의 외해방향 흐름이 강해지지 않도록 하는 것이 바람직하다.
- ⑥ 해일 대책이나 파랑의 정온화를 목적으로 하는 경우에는 $W < 1/4 L_r$ 정도로 하는 경우가 많다.
- ⑦ 배후의 순환류는 외해로의 모래 유출을 억제하여 배후에 설상사주를 형성시키는 작용을 한다. 따라서 배후로의 퇴사나 연안 표사의 제어를 목적으로 하는 경우에는 $W > 1/4 L_r$, $L_r < 4 Y$ 정도로 하는 경우가 많다. 단, 개구부에서의 세굴에 주의할 필요가 있다. 이때 이안거리(Y)는 이용조건이나 대상 파랑에 대한 쇄파대에서 해안까지의 거리를 목표로 결정하면 좋다.

4.7.4 안전성능

- (1) 잠제·인공리프는 파력 등의 작용이나 세굴에 대해서 안전한 구조가 되도록 한다.
- (2) 파력에 대한 안전성능
 - ① 파력에 대한 안전성능은 KDS 64 10 10 설계조건(4.3.9 구조물에 작용하는 파력)을 따른다.
 - ② 파력을 받는 경사면에 피복하는 사석 또는 인공블록의 안정질량은 KDS 64 10 10 (4.3.10 피복재 안정질량)을 따른다. 그러나 현재까지 수중구조물에 대한 표준적인 안정질량 산정법은 없으므로 수리모형실험에 의해 구해진 안정수를 사용하는 것이 바람직하다.
- (3) 세굴에 의한 블록 등의 침하하는 잠제·인공리프의 성능에 커다란 영향을 미치므로 이에 대해 검토한다. 세굴에 관해서는 4.6 이안제(4.6.4 안전성능)을 따른다.
- (4) 기초지반의 전단파괴에 대한 검토는 KDS 64 11 00 지반을 따른다.

[해설]

- (1) 잠제·인공 리프는 사석이나 블록 등으로 구성되어 있다. 구조 안전성을 검토하는 경우에는 구성 재료인 사석이나 블록이 예상되는 조위, 파랑에 대해 안전성을 확보할 필요가 있다. 안전성능 검토 시에는 신뢰성 있는 적절한 방법을 사용한다.
- (2) 사석 또는 인공블록의 안정질량
 - 가. 지금 단계에서는 수중 구조물에 대한 표준적인 사석 질량의 산정법은 없다. 따라서 허드슨 공식 또는 도널리 공식으로 경사면 피복재의 소요 질량을 산정할

때는 수리모형실험에 의해 구해진 적절한 안정관련 계수들(K_D , N_S)를 사용하는 것이 바람직하다.

나. 수리모형실험으로 산정된 안정관련 계수들(K_D , N_S)는 보통 피해율 1% 정도가 기준인데, 잠제·인공리프 외해 쪽 블록이 재해를 입으면 구조물 전체에 대한 위험이 커서 대형 재해로 진행되어 잠제·인공리프의 기능이 두드러지게 저하하기 때문에 주의가 필요하다.

다. 특히, 잠제·인공리프의 선단수심이 10m 이상으로 깊은 경우에는 외해 쪽 사면 상에서의 파고가 현저히 증대하고 외해 쪽 마루 부근 피복재에 강력한 파력과 유속이 작용한다. 선단수심이 작은 조건에서의 실험으로 얻은 안정관련 계수들(K_D , N_S)를 사용해서 산정된 안정 질량은 소요 질량에 비해 작아질 가능성이 높으므로 이런 경우에는 블록의 안전성에 충분한 주의가 필요하다.

4.8 소파제

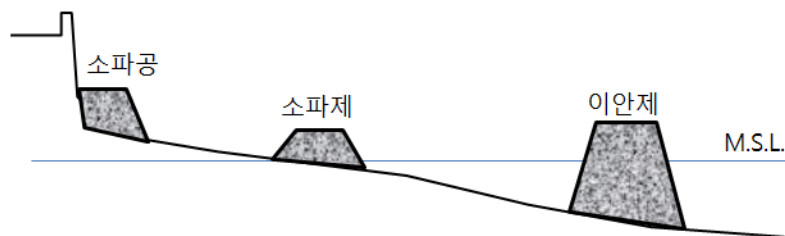
4.8.1 소파제 설계일반

- (1) 소파제는 해안의 침식 방지·경감을 통해 해빈·해식애·호안을 보호하거나 월파저감 등을 도모할 목적으로 해안선 부근에 설치하는 연안보전시설이다.
- (2) 소파제는 파랑이 직접 작용하는 것을 막거나 파랑에너지를 약하게 해서 해안선을 유지하거나 해식애의 침식을 막는 기능을 해야 한다. 또한 호안 전면에 설치하여 호안을 보호하고 월파를 저감하는 기능을 가져야 한다.
- (3) 소파제는 배후 해안선의 현상유지가 주목적이기 때문에 연속제가 기본이다. 단, 방재 혹은 해역이용의 관점에서 해빈 폭에 여유가 있을 때는 개구부를 두는 방식으로 하여 비용절감, 조기완공, 해역으로의 접근로 확보 등을 도모할 수 있다.
- (4) 소파제는 해안선이 유지될 수 있는 소파 성능(목표성능)을 갖도록 하고, 설계 고조위 이하 조위의 해수 및 설계파 작용에 대해 안전성(안전성능)을 갖도록 한다.
- (5) 소파제의 구조형식은 4.6 이안제를 따른다. 단, 소파제의 설치위치가 이안제보다 지형변화가 매우 큰 육측의 해안선 부근임을 감안하여 조사 시 대상 해안이나 유사해안에서의 수심 등 상황변화를 포함하고, 해당 구조물 주변에서의 모래유실, 제체침하, 수심변화 등에 대한 대책도 고려해야 한다.

[해설]

- (1) 소파제는 일반적으로 방파제나 이안제·잠제와 같이 파랑을 막거나 저감시키는 시설을 통칭하는 경우가 많다.

이 장에서 다루는 소파제는 해안의 침식 방지·경감 및 해빈의 안정화, 해식애·호안 보호, 월파저감 등을 목적으로 해설 그림 (4.8-1)과 같이 해안선 부근에 설치하는 시설이다. 또한 소파공은 호안 바로 전면에 설치하여 호안에 작용하는 파압을 저감하고, 세굴을 저감하는 소파용 구조물을 말한다. 이에 반해 이안제는 해안선에서 해측으로 이격하여 설치한다.



해설 그림 (4.8-1) 소파공-소파제-이안제의 설치 위치 관계

(2) 소파제의 기능 및 적용 특징

- ① 소파제는 일반적으로 해안선과 평행하게 설치하는 경우가 많다. 이 경우 소파제는 해설 그림 (4.8-2)와 같이 해안선을 따라 연속제로 설치할 것을 권장한다. 단, 경제성, 이용성 등을 고려하여 개구부를 적절히 설치할 수도 있다. 소파제를 개구부를 두는 불연속제로 할 경우 개구부에서 해안선의 후퇴가 집중해서 발생하기 때문에 해빈의 지형변화 예측을 통해 선단부의 위치와 개구부 폭을 적절히 결정하며, 양빈을 병행하여 검토하는 것이 바람직하다.
- ② 해설 그림 (4.8-3)과 같이 호안 전면에 모래 등의 해빈이 있는 경우 호안으로부터 이격 설치하여 해빈유지와 호안보호를 목적으로 설치하는 경우도 많다. 이를 통해 월파저감이 가능하다.
- ③ 소파제는 해안선 유지 및 해식에 침식방지에는 효과적인 공법이지만, 제체의 전면과 양 끝단에서 발생하는 침식은 막기 어렵기 때문에 근본적인 침식대책은 될 수 없다는 점에 주의가 필요하다.
- ④ 최근에는 해설 그림 (4.8-4)와 같이 해안선에서 다소 육측에 설치하여 파랑을 직접 막지 않고 모래사면에서 처오름(Up-rush) 파랑에너지를 흡수하여 처내림(Down-rush)를 약화시켜 모래의 퇴사효과를 향상시킴으로서 설치시설의 배후 보호뿐만 아니라 전면의 침식을 억제하는 사례가 늘고 있다.



(a) 모래해안 침식방지용



(b) 해식애 침식 방지용

해설 그림 (4.8-2) 연속제로 설치한 소파제 사례



해설 그림 (4.8-3) 호안 전면에 설치한 소파제 사례(포항시 도구 해수욕장)



(a) 설치시 모습

(b) 설치 3개월 후
(해측으로 5m 전진)

해설 그림 (4.8-4) 돌망태를 해안선 부근에 설치한 사례 (울진 월송지구 해안)

- ⑤ 소파공과 마찬가지로 육측에서 시공이 가능하기 때문에 비교적 단기간에 저렴한 공사비로 시공이 가능하다. 또한 모래해안은 침식이 일단 진행되면 급격히 진행되는 특성이 있기 때문에 해안에 침식이 발생하거나 예상되는 경우 이안제나 잠제와는 달리 정밀한 설계과정 없이 신속하게 설치하는 응급조치용으로도 많이 적용되고 있다[해설 그림 (4.8-3), (4.8-4)의 사례 참조].
- (3) 소파제의 설계는 소정의 침식방지 기능 및 소파 기능을 만족시킴은 물론 공사비, 해안 이용·경관 보전, 시공 및 유지관리의 용이성 등을 고려하여 구조형식을 선정하고, 설정한 외력에 대해 안전한 구조로 한다.
- (4) 소파제는 이안제보다 육측의 해안선 인근에 설치하기 때문에 고파랑 내습 시 월파에 의한 제체 배후에서의 흐름발생에 의한 급격한 모래이동 등으로 모래유실, 체체침하가 쉽게 발생할 수 있다. 이러한 상황변화를 고려할 수 있는 조사가 필요하고, 또한 이로 인해 소파제의 기능과 안정성이 저하되지 않도록 주의 및 유지관리가 필요하다.
- (5) 쇄파대 내에서는 해안선과 수심의 변화가 크기 때문에 소파제의 위치선정 및 안정성 검토 시에는 수심 설정에 주의가 필요하다.
- (6) 소파제는 이안제나 잠제 등과 같은 연안보전시설에 비해 설치·철거가 용이하기 때문에 긴급 설치를 요하는 경우 적절한 약식 설계검토를 통해 세굴에 의한 침하대책 없이 설치하는 것이 합리적일 수 있다. 단, 이때는 사후 모니터링 등을 통해 목적달성 여부 확인 및 유지관리가 필요하다.

(7) 소파제의 재료 선정

- ① 소파제에 사용하는 재료는 일반적으로 이안제나 호안의 소파공에서 사용하는 것과 유사하며, 제체의 안정성과 내구성 측면에서 유리한 이형 콘크리트블록을 사용하는 경우가 많다. 이렇게 할 경우 블록 주위에서 침식이 발생하여 침하·매몰되어 소정의 기능발휘가 곤란해지는 경우가 많기 때문에 주의가 필요하다. 특히 규모가 큰 불투과성의 재료를 적용할 경우에는 제체 전·후에서의 세굴이 크게 발생할 수 있기 때문에 주의가 매우 필요하다.
 - ② 해안 육측으로의 처오름 파랑에너지 흡수 및 세굴억제에 유리한 재료의 선택이 중요하다. 최근에는 앞의 해설 그림 (4.8-3)과 같이 비교적 모래해변에 순응하기 쉬운 재료를 사용함으로써 제체 해측에서의 반사파와 제체 주변에서의 흐름발생을 억제시키는 사례가 증가하고 있다(국토해양부, 2010b).
- (8) 4.6 이안제의 각종 설계제원 결정을 위한 관계 도표, 식 등은 소파제에 직접 적용하기 어려운 경우도 있음을 주의해야 한다.

4.8.2 설계조건

(1) 조위

- ① 소파제의 목표성능을 확보하기 위해 조위는 평균 조위를 적용한다.
- ② 지진해일이나 폭풍해일 내습의 빈도가 높은 곳은 지진해일과 폭풍해일에 의한 수위상승을 고려해야 한다.

(2) 파랑

사빈 해안의 쇄파대 내에서는 해저 지형변화가 매우 크다. 단기적으로 침식성 파고에 의해 수심이 2~3m 이상 깊어지는 경우도 드물지 않다. 따라서 대상 해안이나 유사 해안에서의 단기 지형 변화 데이터나 예측 데이터를 참고하여 설계 수심을 설정하고 설계 파고를 결정한다.

(3) 흐름, 표사, 해저지형 및 해빈지형, 해안의 이용

시공과 유지·관리도 고려하여 구조 형식, 기본 단면, 구조 세부항목을 결정하기 위해서는 조위 및 파랑 이외에 흐름, 표사, 해저지형 및 해빈지형, 해안 이용 등의 상황과 유사 해안에서의 상황을 파악해야 한다.

(4) 기타

상기 이외의 조건에 관해서는 4.6 이안제/4.6.2 설계조건에 따른다.

4.8.3 목표성능

소파제의 설치 목적을 달성하기 위한 목표성능은 구조형식, 마루높이 및 기준선의 조합으로 평가한다.

[해설]

(1) 일반사항

- ① 성능의 평가는 해당 해안에서의 조위, 파랑 조건 등을 적절하게 설정하고, 해안선이 중장기에 걸쳐 유지되는지를 확인한다.
- ② 목적달성 성능 조사·평가 방법은 신뢰성 있는 적절한 방법을 사용한다.
- ③ 성능 평가 방법으로는 해안선변화 모델 등의 수치 모델을 이용하여 장기 및 중기의 해빈 지형변화의 예측계산 혹은 수리모형실험으로 하는 것이 바람직하다. 그렇지만 소파제 설치에 따른 해안선의 변화를 정량적으로 정도 높게 예측하기는 쉽지 않기 때문에 정성적인 방법 등을 통해 적절한 보완이 필요한 경우가 많다.

(2) 기준선

- ① 소파제는 적극적인 모래퇴적의 효과가 없고, 해안선 위치의 현상 유지를 목적으로 하는 경우가 많기 때문에 설치 위치는 기본적으로 평균 조위 시의 해안선 부근에 설치하는 경우가 많다.
- ② 해식애의 침식 방지를 목적으로 할 경우는 절벽 기부에서 다소 이격하여 소파제 배후 부분에 붕락(崩落) 토사가 퇴적될 수 있는 여유 공간이 있게 하는 것이 좋다.
- ③ 사력(砂礫) 해안인 경우는 파랑의 거의 최종 쇄파 지점에 상당하는 평균조위 시의 해안선 위치에 소파제의 육측 기준선에 위치하도록 하는 것이 바람직하다.
- ④ 단, 조위차가 크고 해저 경사가 완만한 해안에서는 해안선의 위치가 조위 변화에 따라 크게 변하기 때문에 설치하는 해안의 지형 형상, 특히 해안선 부근의 해저 경사 등에 따라 적절히 판단해야 한다.
- ⑤ 소파제의 길이는 기본적으로 침식 방지 영역에 연속제로 설치하는 것이 좋지만 경제성 및 해안으로의 접근성을 고려하면 어느 정도의 간격을 둔 불연속제로 하는 경우가 있다. 이 경우 개구 폭은 해안선의 후퇴를 초래하지 않도록 적절한 폭을 설정한다.

(3) 마루높이

- ① 마루높이는 4.6 이안제 4.6.3 목표성능에 준하여 정한다. 단, 해안선부근에서는 고파랑 내습 시 수위 상승량이 커지기 때문에 상황에 따라서는 약최고고조위에 연간 수회 빈도의 내습파랑에 의한 수위 상승량을 더한 기준선 수심을 적용하여 마루높이를 설정하는 것이 바람직하다.
- ② 소파제는 수심이 얕거나 거의 없는 곳에서 상시 노출되어 있고, 설치·철거가 용이하기 때문에 침하를 충분히 허용하고 사후 유지관리를 하는 것이 경제적인 수 있다.

4.8.4 안전성능

4.6 이안제 4.6.4 안전성능을 따른다.

[해설]

해안선부근에서의 급격한 모래유실에 의한 제체의 불균일 침하, 고파랑 내습시의 수위상승 등의 영향으로 안정성이 취약해질 수 있음에 주의가 필요하다.

4.9 표사 포착시설

4.9.1 표사 포착시설의 방식 및 배치

표사 포착시설의 방식 및 배치 등은 표사의 포착능력, 준설조건 및 경제성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

[해설]

유지준설에 의하여 연안표사에 의한 매몰을 방지코자 할 경우에는 상황에 따라 적당한 위치에 적절한 포사(捕砂)시설을 설치하고 거기서 표사를 포착함으로써 표사가 정박지 및 항로에 침입하는 것을 방지함과 동시에 준설시의 파랑조건을 개선하여 준설효율을 높이는 대책을 취하여야 한다.

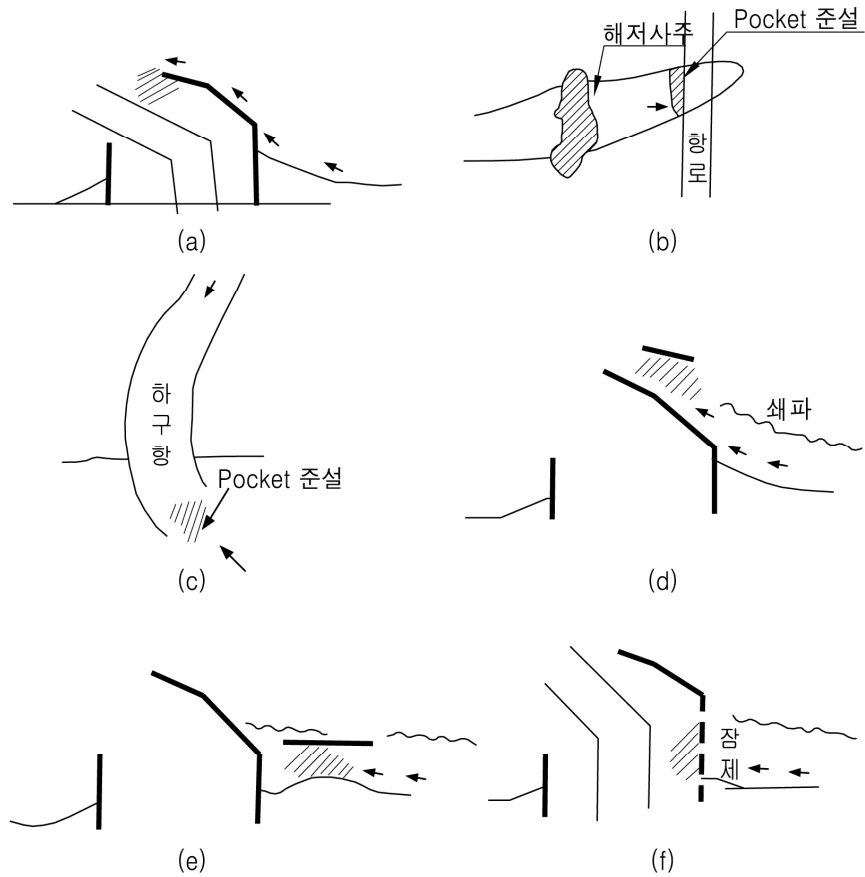
또한 포착된 토사를 유지준설 할 경우에는 준설토사의 처리방안으로서 인근 침식해안에 양빈재로의 활용방안을 우선적으로 검토하는 것이 바람직하다.

(1) 표사 포착시설의 종류

연안표사 포착시설로는 이안제(離岸堤)를 설치하거나 상류 방파제의 일부의 마루높이를 낮추어 퇴사지역을 한정시키는 방식이 외국에서 많이 사용되고 있다. 이외에 해협 등에서 해저사주를 가로질러 굴착한 항로에서 사주의 복원작용에 의하여 국부적으로 생기는 매몰의 경우의 대책 및 하천유하 토사에 의한 매몰대책으로 고려되는 포켓(Pocket) 준설도 표사 등의 포착시설이다.

(2) 표사 포착시설의 적정위치

표사 포착시설은 해설 그림 (4.9-1) (a), (b), (c)에 보는 바와 같이 자연 상태에서 토사가 퇴적하기 쉬운 지역에 설치하는 경우와 해설 그림 (4.9-1) (d), (e), (f)와 같이 농도가 높은 표사의 흐름의 도중에 토사가 침강하기 쉬운 상황을 인공적으로 만들어주는 경우가 있다. 이와 같은 특정장소를 발견하여 가장 효율이 좋게 표사를 포착하기 위해서는 표사의 이동상황과 메커니즘이 충분히 파악되어야 한다. 표사의 포착효율 외에 포착한 토사를 준설하는 경우의 준설조건, 즉 준설선 항행을 위한 수심확보가 용이할 것, 항행 시 및 작업 중의 정온성이 유지될 것 등이 표사 포착의 시설위치 선정상 중요한 조건이다.



해설 그림 (4.9-1) 표사 등 포착시설의 위치

4.9.2 표사 포착시설의 규모 및 구조세목 결정

- (1) 표사 포착시설의 규모는 포착의 다소, 표사의 침전·퇴적을 위한 필요한 물리적 조건에 의하여 결정된다. 표사의 침전·퇴적을 위한 소요조건에 대하여는 현지관측 결과, 과거의 실적, 이동상 실험 등에 의하여 정한다.
- (2) 표사 포착시설의 설계는 해당 시설의 기준에 따른다.

4.10 비사·비말방지공

4.10.1 비사·비말방지공 설계일반

- (1) 항만 및 항로의 매몰 또는 주변지역의 환경보전을 위하여 비사·비말이 문제가 되는 경우에는 상황에 따라서 적절한 비사·비말 방지의 조치를 강구하여야 한다.
- (2) 비사·비말방지공은 경관이나 배후지의 이용, 연안시설의 내염성 등을 고려하여 비사·비말 방지에 필요한 기능을 갖도록 하여야 한다.

[해설]

바람에 의하여 이동하는 모래, 즉 비사는 항만이나 항로에 날아들어 침전 퇴적하여 매몰의 원인이 되는 이외에 도로상에 퇴적하거나 거주 지역에 날려 일반주민의 생활을 해치기에 이르는 경우도 있다.

사구지역(砂丘地域)의 개착(開鑿)이나 매립에 의한 용지조성 시에는 특히 이 비사에 관한 문제를 야기할 경우가 많으므로 사전에 충분한 대책을 세워두어야 한다.

4.10.2 공법의 선정

- (1) 비사방지공은 비사의 현상 또는 장래 예상되는 비사의 상황을 충분히 조사검토한 뒤 각공법의 특성을 충분히 이해한 다음 결정한다.
 - ① 퇴사울타리의 개구율은 목표성능을 확보할 수 있도록 결정하여야 한다.
 - ② 인공사구의 단면은 인근지역의 설치사례 등을 검토하여 목표성능이 확보될 수 있는 규모로 결정하여야 한다.
 - ③ 식재공의 수목선정은 해안에 적응성이 우수한 품종을 선정해야 하며, 식재의 성장속도와 비사의 퇴적속도를 고려하여 식재가 비사퇴적으로 인하여 매몰되지 않도록 하여야 한다.
 - ④ 비사포착구의 규모는 인근지역의 설치사례 등을 검토하여 목표성능이 확보될 수 있는 규모로 결정하여야 한다.
 - ⑤ 해빈형상 및 규모에 따라 단독시설보다는 여러 가지 시설을 조합하여 비사제어의 효과를 높이도록 하고 경관적 연계성을 검토한다.
- (2) 비말방지공은 비말에 포함된 염분에 의해서 배후지역 금속의 부식, 송전선의 단락 사고, 식물의 고사 등 염·풍해에 대한 대책을 검토하여야 한다.

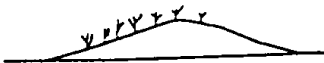
[해설]

- (1) 비사현상은 풍향, 풍속, 지면의 저질입도특성, 지면의 습윤 정도 등의 자연조건에 좌우되며 비사의 방향, 비사량 및 그 분포 등이 정해진다. 한편, 이에 대한 대책을

강구하고자 할 경우에는 이들 특성을 조사한 후, 비사에 관한 문제의 성격, 비사발생 지역의 토지이용계획 또는 경제성 등의 사회적 조건도 감안하여 적절한 공법을 선정한다.

(2) 비사방지공은 통상 다음과 같은 공법이 사용된다.

- ① 퇴사울타리(담) 및 방풍책(防風柵) : 종래 높이 1m 정도의 낮은 울타리 등을 여러겹으로 설치하여 비사를 포착하고 이에 의하여 인공사구를 육성해서 방사 효과를 높이는 공법이 쓰이고 있다. 개구율(개구부의 면적과 비사울타리 면적의 비)은 50%가 효과적이지만, 퇴사울타리의 바람 상류측에 모래를 퇴적시킬 경우, 퇴사울타리 주변에 빠르게 모래를 퇴적시킬 경우, 비교적 풍속이 작은 경우 등에는 개구율을 그보다 작게 하는 것이 효과적이며, 그 반대의 경우에는 개구율을 크게 하는 것이 효과적이다. 근래에는 매립 조성지 주변 또는 분말자재 적치장의 주변에 비교적 높은 방풍책을 설치하여 토사 등의 비산을 방지하는 경우도 많다.
- ② 정사공(靜砂工) : 높이가 낮은 정사원(靜砂垣)을 설치하여 지표조도(地表粗度)를 높임으로서 지표면에서의 바람의 전단력을 약화시키고 지표사(地表砂)를 진정시키는 공법이다.
- ③ 피복공 : 사면을 인공재로 피복하여 모래의 이동을 막는 공법
- ④ 식재공 : 피복공의 일종으로 볼 수 있으나 사면에 적당한 식물을 심어 이에 의하여 사면을 피복코자 하는 공법
- ⑤ 식림공(植林工) : 비사지역의 바람이 불어오는 쪽에 조림을 함으로써 비사를 방지코자 하는 공법이다. 모래해안의 안정을 목적으로 실시되는 비사방지공은 각종 공법을 조합하여 시행하는데 그 순서와 공법은 일반적으로 해설 그림 (4.10-1)과 같다.
- ⑥ 비사포착구 : 비사를 떨어뜨리기 위해 해변의 일부를 굴착한 도랑으로서 그 규모는 폭 2~5m, 깊이 1m 이상의 트렌치가 효과적이다.
- ⑦ 가동형 투과성 울타리(가동식 방사 칸막이) : 어느 한 시기, 임의 지점에 설치되는 칸막이 상태의 울타리이다. 비사가 심한 계절을 비롯해 방사 칸막이를 해변 상에 설치하여 그 계절이 지난 뒤에 칸막이를 철거하고 퇴적한 모래를 불도저 등으로 밀어낸다.
- ⑧ 해안의 폭이 충분한 경우는 퇴사울타리, 정사공 등을 조합해서 비사를 제어하는 것이 가능하다. 그러나 해안의 폭이 충분하지 않고 배후지가 거주 지역이나 주차장 등으로 이용되는 경우에는 다중 고층 펜스, 비사 포착구, 가동식 방사 칸막이의 사용을 고려할 필요가 있다. 단독시설로 비사를 제어하기보다 여러 가지의 시설을 조합해서 제어하는 것이 효과적이다. 이때 주변 경관과의 조화와 함께 시설 간에 경관적 연계성을 검토하도록 한다.

제1기 인공사구의 육성	퇴사원 1차	
	퇴사원 2차	
	퇴사원 3차	
제2기 사구면의 피복	가피복공 + (식물이식) ↓ 본 피복	(정사원) 
		(식재공) 
제3기 식 립		(식 립) 

해설 그림 (4.10-1) 인공사구 육성공의 순서

(3) 비말방지공

- ① 비말방지공은 바람을 제어하기 위하여 비사방지 시설보다 높은 시설이 필요하다. 따라서 비말방지 시설로서는 높은 펜스와 비말 방지를 위한 식재가 적당하다.
- ② 쇄파 위치가 가까운 경우에는 비말방지시설에 커다란 비말이 분산하는 경우가 많기 때문에 이에 대응할 수 있는 강도와 내구성을 갖는 시설이 필요하다. 비말 방지 시설로서 금속 재료를 사용하는 경우에는 부식방지에 주의할 필요가 있다.

4.11 사빈(양빈)

4.11.1 사빈(양빈) 설계일반

- (1) 사빈(양빈)은 해안에 인공적으로 모래 등을 공급하여 해안 뒤에 있는 인명이나 자산을 해일이나 파랑으로부터 보호하거나 호안 등의 세굴을 방지할 목적을 가지며 방호 상의 기능 외에도 환경 상의 기능, 이용 상의 기능을 가진다.
- (2) 조성하고자 하는 사빈은 소요 기능을 발휘할 수 있도록 목표성능을 설정하고 이를 만족하도록 사빈의 폭, 높이, 길이를 정한다. 사빈을 개량할 경우에는 단면 및 평면 형상과 함께 그 단면을 구성하는 재질을 정한다.
- (3) 사빈이 외력작용에 대해서 설계공용기간 중에 유지되는지의 안전성능을 검토한다.

[해설]

- (1) 사빈(양빈)은 해안에 인공적으로 모래 등을 공급하여 해빈을 조성하는 것으로서 그 중에 침식되기 이전의 과거 해안선까지 복구하는 것을 해빈복원, 재해방지 및 해빈의 이용을 위해 과거 해안선 이상으로 해빈 폭을 확장하는 것을 해빈확장으로 구분할 수 있다. 여기서, 사빈(양빈)에는 개펄과 자갈 해안을 포함한다.
- (2) 사빈(양빈)의 목적과 기능
 - ① 자연해빈은 파랑의 에너지를 감소 또는 분산시켜 배후지를 방호하는 기능을 가지고 있다. 양빈공(養濱工)은 이러한 기능 이용을 목적으로 해안에 토사를 보급하여 인공적으로 해빈을 조성, 유지하는 공법이며 부근에 값싼 토사가 있는 경우나 해안선을 적극적으로 전진시켜야 할 경우에 사용된다. 특히 모래사장 해안의 항구에서 수심유지도 겸하여 상류 측의 해안에 퇴적된 모래를 하류 측의 침식해안으로 샌드 바이패스(Sand bypass)하는 것은 효과적이다.
 - ② 해안의 방호를 목적으로 하는 사빈의 기능으로는 내습하는 파랑의 쇄파 등에 의해 파 에너지를 감소시켜 파의 처오름 높이를 낮게 하고 혹은 월파 유량을 감소시키는 소파 기능이 기대된다. 또 호안 등의 세굴을 방지하는 기능이 기대된다.
 - ③ 사빈은 저서동물이나 폭기(曝氣) 작용에 의해 해수정화를 촉진하며 양호한 생물의 생식·생육 환경을 형성하는 등 연안환경 상의 기능을 갖고 있다. 또한 레크리에이션·스포츠 공간, 농업이나 어업의 작업장 등으로서의 이용 기능도 갖고 있다.
- (3) 사빈의 성능
 - ① 소파성능
 - 가. 사빈은 일반적으로 호안 및 소파 시설과 일체로 배후지의 침수·월파를 방지한다.
 - 나. 배후지 방호 수준 즉, 어느 정도 월파를 허용할 것인가, 혹은 파의 처오름 높이를 어느 정도로 할 것인가는 해안 관리자가 배후지의 토지 이용 상황, 경제성 등을 종합적으로 감안해서 정하고 이를 만족하도록 설계되어야 한다.

② 단기적 내파(耐波)성능

가. 단기적 내파성능은 사빈의 변형 중 단기적인 변형에 대한 성능이다.

나. 사빈은 보통 고파랑 시에 침식되고 평상시에는 퇴적을 반복하기 때문에 고파랑 시에 침식되어도 필요한 소파 효과가 확보되지 않으면 안 된다.

다. 호안 등의 기초부가 세굴을 받지 않으려면 고파랑 시에 침식이 생기더라도 호안을 지탱하는 충분한 해빈 폭을 확보할 필요가 있다.

③ 장기적 내파(耐波)성능

가. 사빈의 중·장기적인 변형에 대한 성능으로서 수 십 년의 기간에 걸쳐 불가역적인 침식의 유무를 확인할 필요가 있다.

나. 연안표사가 불균형하면 불가역적인 침식이 발생한다. 이런 불가역적인 침식이 생기면 설계공용기간(設計供用期間) 중에 필요한 사빈의 제원을 확보하기 어려울 뿐만 아니라 설계공용기간 이후에도 문제가 발생될 수 있다.

다. 사빈은 설계공용기간 중에 이안제에 의한 설상사주의 형성이나 돌제에 의한 해안의 전진·후퇴 등 구조물의 설치에 따라 변화한다. 이런 변화도 고려해서 설계공용기간 중에 요구되는 기능을 발휘할 수 있도록 필요한 사빈의 제원이 확보될 필요가 있다. 또한 설계공용기간 이후라도 유지관리(동적양빈 포함)함에 따라 장기적으로 안정될 필요가 있다.

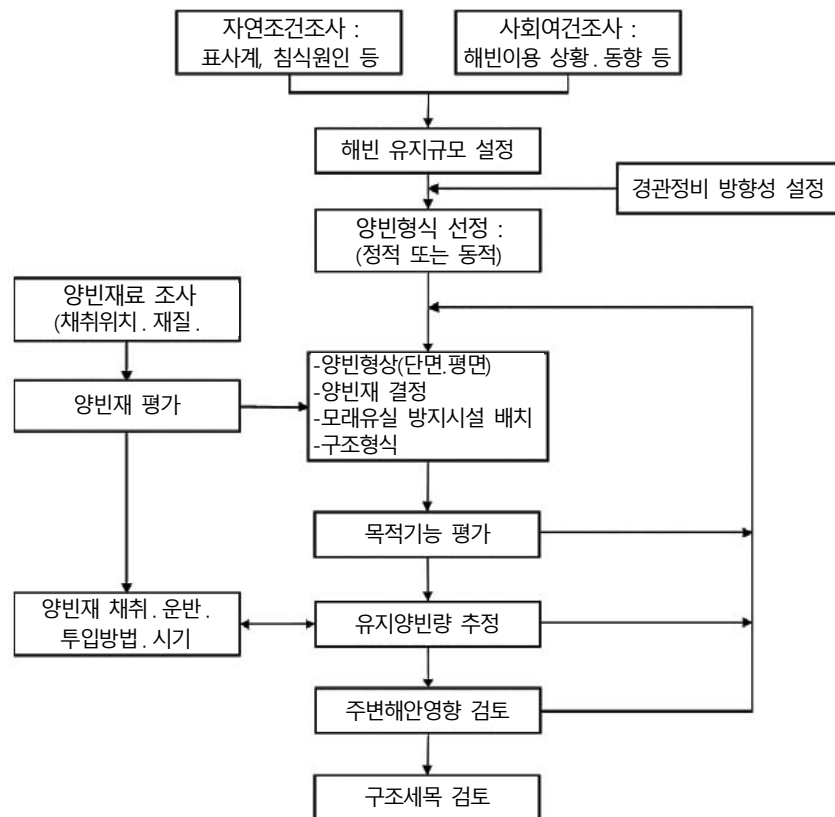
(4) 양빈 등에 의한 사빈 설계 시 다음을 참고할 수 있다.

① 사빈의 단면 형상 등의 전반에 대해서는 KDS 64 10 10 설계조건 (4.7 표사)를 참고한다.

② 사빈의 형상과 함께 재질은 사빈의 성능이나 안정성을 규정하는 중요한 요소이다. 양빈 등에 의해 사빈을 설계할 때는 그 단면 형상, 평면 형상과 함께 그 단면을 구성하는 양빈재의 입경 등 재질에 대해 필요한 제원을 정한다.

③ 양빈의 형태로는 표사 제어시설의 설치에 따라 표사량을 적극적으로 줄여서 해빈의 정적인 안정을 꾀하는 정적양빈과 연안표사량의 부족분을 보충하여 표사 하류 쪽의 공급원으로 해빈의 안정을 꾀하는 동적양빈으로 분류할 수 있다.

④ 해설 그림 (4.11-1)은 양빈의 설계 흐름도를 나타낸다.



해설 그림 (4.11-1) 양빈의 설계 흐름도

⑤ 양빈재 투입방법(공법)의 종류

- 가. 연속급사법(連續給砂法)은 방호구간의 침식부의 상류 측에 1개소 또는 수개소에 연속적으로 토사를 보급함으로써 연안표사를 증가시켜 해안을 조성하고 유지하는 방법이다. 이 공법에는 도류제 또는 방파제에 의하여 퇴적된 토사를 침식 측으로 보급하는 샌드바이패스가 포함된다.
- 나. 저류사법(貯留砂法)은 연속급사법과 같이 연속적으로 토사를 보급하는 것이 아니고 어느 일정기간분에 해당하는 토사를 방호구간의 상류 측 수 개소에 쌓아두어 그 결과에 의하여 하류 측으로 토사의 이동량을 증가시키는 방법이다.
- 다. 직접치사법(直接置砂法)은 전 방호구간에 대하여 한 번에 모래를 쌓아두는 점이 저류사법과 다르지만 이 경우에도 하류 측의 해빈에 대하여는 명백하게 저류사로서의 역할을 하기 때문에 조성 후에 유지를 위해서는 토사의 계속적인 보급이 필요하다.

4.11.2 설계조건

양빈 시 해빈의 폭, 높이, 길이나 해빈을 개량하는 경우 재질 등의 결정에서 고려해야 하는 조건은 다음과 같으며, 4.2 설계조건을 참조한다.

(1) 자연조건

① 조위, 파랑 및 파랑제어시설

가. 소파성능에 대해서는 파랑제어시설이나 지형의 영향에 따라 설계고조위와 설계파의 조합이 가장 위험하다고는 할 수 없으므로 설계고조위 이하 조위와 설계파 이하의 파랑 작용에 대해서도 검토한다.

나. 단기적 내파성능에 대해서는 평균적인 해빈단면 형상에 대해 설계고조위 및 설계파를 포함하는 파랑이 지속된 상태를 대상으로 한다.

다. 장기적 내파성능에 대해서는 평균조위에서 수 십 년의 기간으로 평균적인 파랑이 작용한 상태를 대상으로 한다.

② 흐름

③ 표사 및 표사제어시설

가. 단기적 내파성능 검토에서는 구조물에 따른 해빈단면변화 예측기술이 실용 단계가 아니기 때문에 이안제, 잠제·인공리프의 횡단표사 제어 효과는 파랑 감쇠에 의한 이동한계수심의 변화로 평가한다.

나. 장기적 내파성능 검토에서는 이안제, 잠제·인공리프, 돌제 등의 표사제어시설의 효과를 고려해서 해안선의 변화 및 안정성을 검토한다.

④ 장기적 내파성능 검토에서 동적 양빈을 고려하도록 한다.

⑤ 해저지형 및 해빈지형

⑥ 지반

(2) 기타 조건

① 배후지의 중요도

② 연안의 환경, 이용 및 이용자의 안전

③ 선박통항조건

④ 시공조건

⑤ 비사

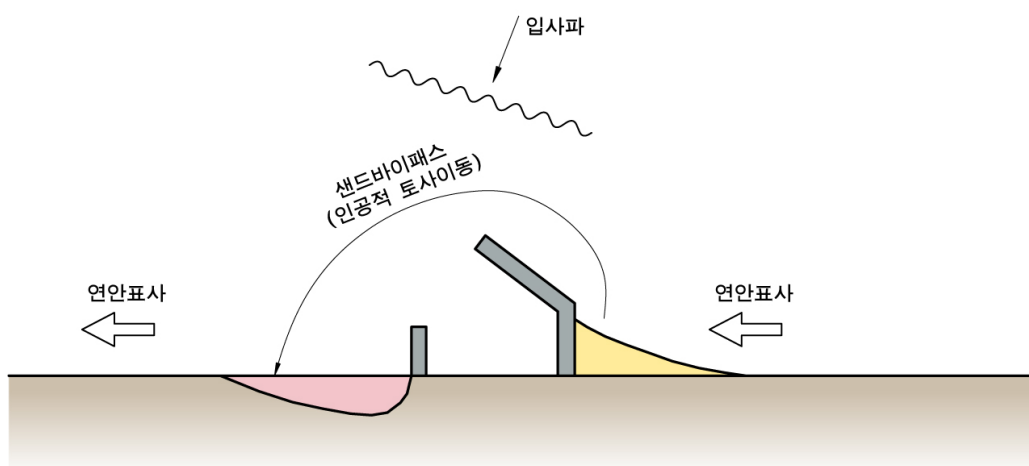
사빈(양빈)을 설계할 때에는 비사로 인한 인근, 도로, 주거지, 농경지 등에 피해가 발생하지 않도록 사빈(양빈)의 폭, 높이 등에 대하여 검토하여야 한다.

[해설]

(1) 자연조건

① 조위, 파랑 및 파랑제어시설

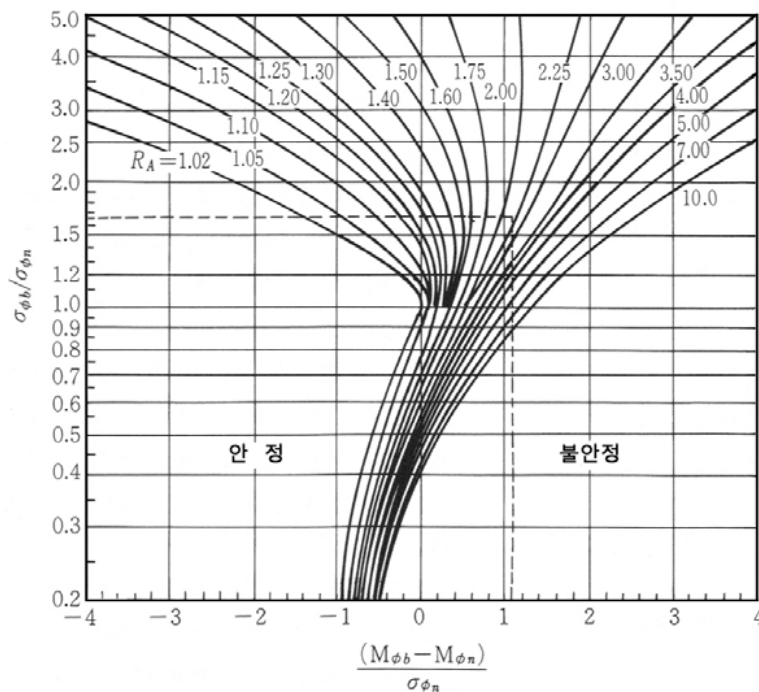
- 가. 소파성능 검토 시에는 이안제, 잠제·인공리프 등의 파랑제어시설의 효과를 고려해서 월파 유량 혹은 파랑의 처오름 높이를 산정한다.
- 나. 단기적 내파성능 검토에서 단기 변화를 수치계산으로 예측하려면, 과거 파랑의 시계열을 참고해서 계획 파랑의 시계열을 적절하게 설정한다. 또한 표사제어시설 등의 효과를 고려한다.
- 다. 연안표사는 파향의 설정이 중요하므로 계절별, 빈도별로 파고를 설정하는 등 적절하게 평가할 필요가 있다. 특히 섬·곶이나 구조물에 의해 차폐 영역이 형성된 해역에서는 파의 방향에 따라 차폐 효과가 다르므로 2방향 이상의 방향을 설정할 필요가 있다. 또 돌제로 둘러싸인 해안이나 해빈에서는 고파랑의 내습 시에 연안표사에 의해 일방향으로 토사가 이동하는 일이 있다. 평균파의 파향과 고파랑일 때의 파향이 현저히 다른 경우에는 고파랑일 때의 연안표사에 의한 단기 변동에 대해서도 검토한다.
- ② 표사 및 표사제어시설
- 이동한계수심 보다 낮게 설치된 잠제는 소류사의 의해 유출 방지에 대해서는 효과가 있지만, 부유사에 대해서는 효과가 낮으므로 해저질의 이동형태에 따라 효과를 판단할 필요가 있다.
- ③ 동적 양빈
- 가. 동적 양빈이 필요한 경우, 양빈재는 대상해안의 해저질에 가까운 것을 선정한다.
- 나. 1회 투입량은 양빈 빈도, 양빈재의 확보 상황, 양빈 비용, 양빈 범위에 따라 결정한다.
- 다. 동적 양빈에는 싸고 장기적으로 안정된 공급원을 찾아낼 필요가 있다. 양빈재의 확보 방법으로는 샌드 바이패스, 샌드 리사이클 등의 방법도 있다.



해설 그림 (4.11-2) 샌드 바이패스 개념도

④ 해저지형 및 해빈지형

- 가. 소파성능의 검토에 대해서는 단기적 내파성능의 검토결과, 단기적 변동을 고려한 해빈단면 형상을 대상으로 한다.
- 나. 단기적 내파성능 검토에서는 검토대상이 되는 외력조건이 발생하는 시기의 평균적인 해빈단면 형상을 초기 단면형상으로 한다. 자연상태에서의 평균적인 해빈단면 형상은 수년 간 대상해안의 측량결과로부터 설정한다.
- 다. 해빈을 개량하는 경우 양빈 후 평상시의 해빈단면 형상은 대상해안과 동일한 입경의 양빈 재료를 사용하는 경우에 현재의 해빈단면 형상을 외해 쪽으로 이동시킴에 따라 추정한다.
- 라. 대상해안과는 다른 입경의 양빈재를 사용하는 경우에는 평형해빈단면 형상을 참고로 추정한다.
- 마. 양빈재의 입도분포의 분산이 대상해안에서의 해저질 입도분포의 분산보다 큰 경우에는 양빈 토사의 설계 단면에 머무를 확률이 낮아져, 양빈된 토사가 모두 해빈단면의 형성에 기여하지는 않는다. 양빈재의 활중률을 평가하는 방법으로 해설 그림 (4.11-3) 제임스(James)에 의한 양빈사의 활중률을 참조할 수 있다.



해설 그림 (4.11-3) James(1975)의 양빈모래 활중률

- 바. 장기적 내파성능 검토에서는 과거 수년에서 수 십 년의 측량에 근거한 해안선 형상을 대상으로 한다.

4.11.3 사빈(양빈)의 재료

(1) 일반사항

- ① 사빈단면을 구성하는 양빈재의 입경 등 재질에 대해 필요한 재원을 정한다.
- ② 사빈(양빈) 복원 등의 재료는 대상 해안 모래질과의 유사성, 경제성 등을 감안하여 대상 해안 인근의 바다모래, 토석 등을 활용할 수 있도록 우선적으로 검토한다.

(2) 양빈재의 입도, 색, 광물 조성

- ① 양빈재의 입도 조성은 해변의 단면 형상이나 양빈재의 유출량, 해양환경에 영향을 미치므로 이를 고려하여 결정하여야 한다.

② 색, 광물 조성

(3) 품질 및 성능시험

- ① 대상 해변과 양빈재에 대한 입도 시험을 통해 적절한 양빈재의 입도 조성 등 재질을 결정한다.
- ② 양빈재는 유해물질을 포함하지 않아야 한다.

[해설]

(1) 일반사항

- ① 해안에 보급된 토사는 파랑에 의한 체가름 작용을 받아서 보급토사의 입도조성에 대응하는 경사가 된다. 일반적으로 입경이 작으면 완경사가 되고 크면 급경사가 된다고 생각하고 있으나, 실제로는 이것을 정량적으로 예측하기 어려우므로 토사를 보급하기전의 해변 또는 부근의 조건이 비슷한 해변의 경사를 측정하고 입도를 분석하여 참고로 하는 것이 좋다.
- ② 양빈의 경사를 특별한 이유로 특정한 경사유지가 필요할 때에는 KDS 64 10 10 (4.7)를 참조하여 이 경사를 형성하는 입도의 토사를 보급하여야 한다. 그러나 실제로는 지정한 입도조성을 가진 토사를 대량으로 구하기는 어렵기 때문에 무엇보다도 대량의 모래를 구할 수 있는가가 제1조건이며 그 입도조성에 대하여는 제2조건으로 취급하는 수가 있다. 이러한 경우에는 그 입도조성에 대응하는 경사를 추정하고 다른 요구조건으로부터 결정되는 경사와 현저한 차이가 있는가를 검토할 필요가 있다.
- ③ 양빈공을 설치하는 해안에서 토사의 부족량을 구하기 위해서는 장기간에 걸친 수심측량과 해안선 부근의 지형측량을 실시하여 토량을 비교하는 것이 가장 좋은 방법이다. 이 방법에 따르지 못할 때에는 KDS 64 10 10 (4.7)에 제시된 방법으로 추정한다.
- ④ ①항에서 기술한 바와 같이 해안에 토사를 보급하면 파랑 또는 퇴적에 의하여 곧바로 체가름 작용이 일어나서 입경이 작은 토사는 심해 측으로 이동하고, 굵은 것은 쇄파점으로부터 해안 쪽에 남기 때문에 너무 세립질의 토사를 보급하여도 해안선부근의 침식에 대하여는 유효하게 작용하지 못한다.

또한 이와가끼(岩垣), 사와라기(棋木)에 의하면, 표사량은 해저물질 입경의 평방근에 반비례하므로 보급토사의 입경이 해당 해안의 해저물질 입경과 다르면 토사의 침식량도 변하는 것으로 생각된다.

(2) 양빈재의 입도, 색, 광물 조성

- ① 양빈재의 입도와 해변단면 형상과의 관계는 Dean(2002)의 평형해빈단면 이론을 참고할 수 있다.
- ② 양빈재는 대상 해안에 존재하는 모래에 가까운 입도 조성을 갖는 재료를 사용하는 것이 바람직하다.
- ③ 양빈재의 입도 조성은 사빈 생물의 생식에 영향을 미치며 유출된 토사에 의해서 주변 해역에도 영향을 미치는 경우가 있으므로 이를 충분히 검토한다.
- ④ 여수 만성리 검은모래 해안, 제주 우도 산호사 해안처럼 광물 조성, 색 등이 대상 해안 및 이에 얽힌 역사·문화적인 가치를 갖는 경우가 있다.

(3) 양빈재로 어항 등 준설토사를 활용할 경우에는 해설 표 (4.11-1)의 오염도 기준을 만족하여야 한다.

해설 표 (4.11-1) 수저준설토사활용시오염도기준(해양수산부고시제2013-220호)

구분	기준(mg/kg, 건중량기준)
크롬 또는 그 화합물	80
아연 또는 그 화합물	180
구리 또는 그 화합물	60
카드뮴 또는 그 화합물	1.5
수은 또는 그 화합물	0.25
비소 또는 그 화합물	18
납 또는 그 화합물	45
니켈 또는 그 화합물	35
총 폴리염화비페닐	0.023
총 다환방향족탄화수소	2.64
총질소	1,500
총인	500

4.11.4 목표성능

- (1) 사빈의 설치 및 지정 목적을 달성하기 위한 성능은 원칙적으로 사빈의 형상(폭, 높이, 길이) 및 입경의 조합으로 평가한다.
- (2) 성능 검토는 대상해안에서의 조위 및 파랑 조건 등을 적절하게 설정하고, 파의 처오름 높이나 월파유량이 임의 값을 상회하지 않는지 혹은 호안 등의 세굴 깊이가 임의 값을 상회하지 않는지를 확인하도록 한다.

[해설]

(1) 사빈의 형상 결정은 다음을 참고할 수 있다.

- ① 후빈고는 해당 지점 혹은 유사한 근접 해안에서의 실측치나 각종 제안되고 있는 추산식을 사용해서 결정한다.
- ② 후빈 폭은 고파랑 시의 단기적인 해안선의 후퇴량을 실측치나 수치계산으로 추정해서 그런 환경에서도 임의의 소파효과를 확보할 수 있도록 설정한다.
- ③ 사빈의 형상 중 전빈경사는 양빈재의 입경, 파랑 조건을 고려해서 해당 지점 혹은 유사한 근접 해빈에서의 실측치나 각종 제안되는 추산식을 사용해서 결정한다.
- ④ 사빈의 경사는 파의 주기, 파고 등 파랑조건 이외에 해저질의 입경에 영향 받는 것에 유의하여 각종 제안되고 있는 산정식(국토해양부, 2010a 참조)으로부터 적절한 입도조성재료를 정한다.

(2) 성능 검토방법으로는 다음을 참고할 수 있다.

- ① 파의 처오름 높이, 월파유량의 검토 방법에 대해서는 KDS 64 10 10 (4.3.6 처오름 높이, 월파 및 전달파)에 예시되어 있다.
- ② 호안 등 기초부의 세굴심이 임의 값을 상회하지 않는 것을 확인하기 위해, 표사 제어 시설 등에 의한 효과를 고려해서 고파랑 시의 단면지형 변화를 예측하는 적절한 수치계산이나 수리모형실험으로 검토한다.

4.11.5 안전성능

해빈은 몇 시간에서 몇 개월 동안의 해빈변형이나 몇 십 년 동안의 해빈변형에 대해 안전성을 갖도록 한다.

[해설]

- (1) 장기적인 해안선 형상의 변화에 대해서는 표사제어시설에 의한 효과를 고려해서 설계공용기간 중의 해안선 변화 및 표사량을 적절한 수치계산으로 예측한다.
- (2) 사빈은 설계공용기간 중에도 표사제어시설 등의 설치 사업의 진척에 따라 변화하기 때문에 필요한 제원 확보를 위한 검토는 설계공용기간 중 해안선에 근거하여 판단할 필요가 있다.
- (3) 또한 설계공용기간 후의 안정은 연안표사량의 분포 상황을 해안선변화 모델 등에 의해 추정해서 판단할 필요가 있다.

4.12 부대시설

4.12.1 부대시설 설계일반

- (1) 부대시설은 주변 토지 및 수면을 이용하기 위해 필요한 시설로 수문, 통문, 통관, 배수펌프장, 육갑문, 관리용 통로 및 승강로 등이 있다.
- (2) 부대시설은 각각의 시설이 목적으로 하는 소요 기능을 발휘할 수 있도록 적절한 성능을 갖도록 하여야 하며 고조, 파랑, 지진, 표사 및 기타 작용에 대해 안전한 구조가 되도록 하여야 한다. 또한 충분한 조작성을 갖춰서 시설을 조작하는 사람의 안전을 확보할 수 있도록 하여야 한다.
- (3) 부대시설은 호안, 제방 등과 일체적으로 작용하여 구조적으로 취약점이 되지 않도록 주변의 토지나 수면의 이용 상황을 고려해서 설치하여야 한다. 또한 구조적인 검토뿐만 아니라 해안의 이용 및 환경 보전을 고려하여야 한다.
- (4) 부대시설의 설치위치는 각각의 목적에 따라 정해지므로 파랑, 표사의 영향이 적으며 양호한 지반위에 설치하고 이용의 편리성과 안전성을 고려하여 설치하여야 한다.

[해설]

- (1) 부대시설은 일반적으로 호안, 제방 등의 제체와 다른 재료를 사용할 수 있기 때문에 시설물의 취약점으로 작용하여 파손되기 쉬우므로 그 목적을 충분히 발휘할 수 있도록 계획하고 정밀한 시공이 필요하다.
- (2) 부대시설은 강도와 신뢰성이 요구되기 때문에 튼튼한 재료를 사용해야 하며 유지관리 및 보수 등에 편리한 구조가 되어야 한다.

4.12.2 수문·통문

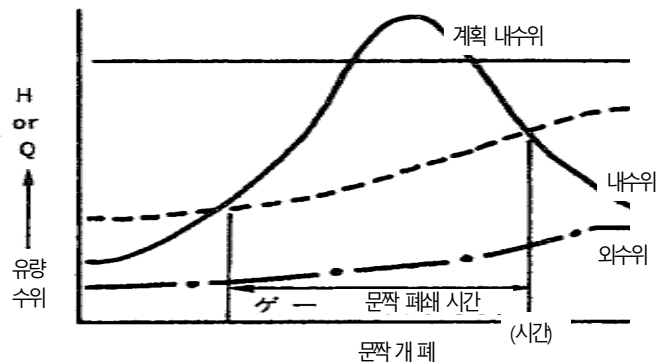
4.12.2.1 수문·통문 설계일반

- (1) 수문·통문은 내수위(수문, 통문 등에 의해 고조나 해일로부터 보호되는 수역의 수위)를 계획 내수위 이하로 하는 것을 목적으로 하며 이를 위해 외해로부터의 해수 등의 침입 방지와 내수를 배수하는 기능을 갖도록 한다. 자연 배수가 불가능 하거나 곤란한 경우에는 4.12.3 배수펌프장에서 서술하는 배수펌프장의 설치를 검토하도록 한다.
- (2) 시설물의 구성
수문의 본체는 상판, 보기둥, 조작대, 문기둥, 문짝 등으로 구성되고 통문과 통관의 본체는 암거, 문기둥, 조작대, 차수벽 등으로 구성된다.

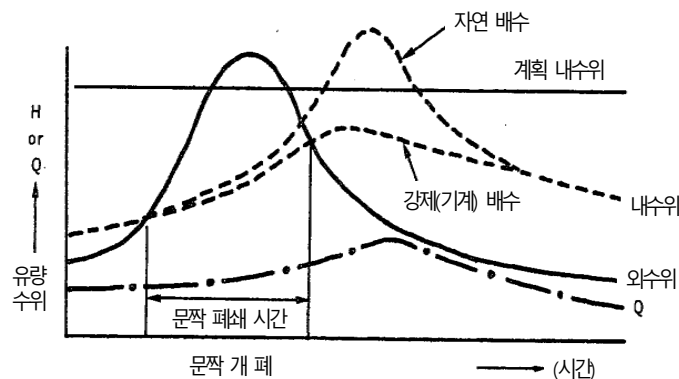
[해설]

- (1) 외수위가 내수위 보다 높은 경우에는 해수 등 외수 침입을 방지하기 위한 지수(止水) 능력과 강도를 가져야 하며, 내수위가 외수위 보다 높은 경우에는 불필요한 내수의 일부 또는 전부를 확실하게 배수할 수 있도록 적절한 배수능력을 가져야 하는데, 외수의 침입 저지와 내수의 배수는 내외 수위의 차이에 따라 상호간에 시간차가 발생한다. 이들 성능이 안전하게 유지되려면 고조, 해일, 지진 등에 의해 시설이 파괴되지 않도록 충분한 강도를 가질 필요가 있다. 수문은 가동 시설이기 때문에 문비가 자유롭게 조작할 수 있도록 설치 장소, 구조, 유지관리 방식 등에 대해 충분한 검토가 이루어져야 한다.
- (2) 자연배수와 강제배수

해설 그림 (4.12-1)과 같이 자연배수의 경우 외수위(수문, 통문 등의 설치 위치에서의 조위)가 내수위보다 높아진 시점에서 수문을 닫아, 외수의 침입을 막아야 하는데, 수문 폐쇄 시에는 배수가 불가능 하게 되어 내수위가 상승하지만, 다시 외수위가 내수위 보다 내려간 시점에서 수문을 열어 배수를 시킨다. 이처럼 내수위 최고점이 계획 내수위 이하라면 자연배수 할 수 있다. 그러나 해설 그림 (4.12-2)와 같이 자연배수에서 내수위의 최고점이 계획 내수위를 넘는 경우에는 강제배수(기계배수)가 필요하다.



해설 그림 (4.12-1) 자연 배수의 경우

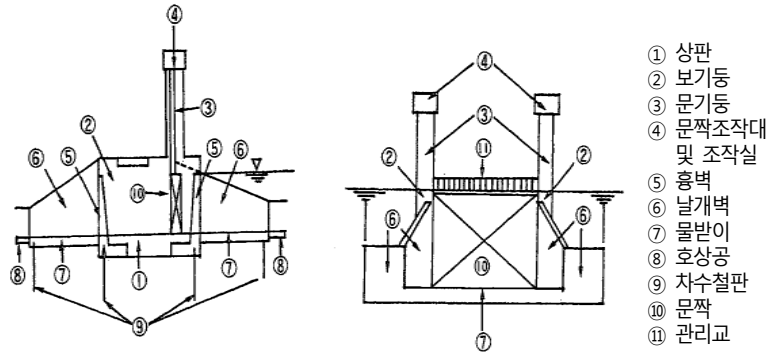


해설 그림 (4.12-2) 강제배수를 필요로 하는 경우

(3) 시설물의 구성

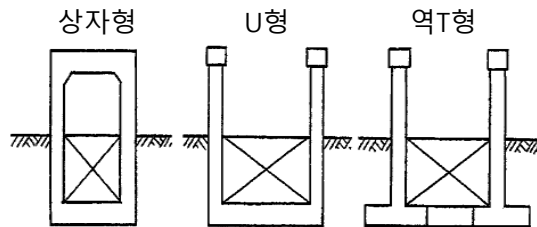
① 수문의 시설물 구성은 해설 그림 (4.12-3)과 같다.

수문의 본체는 철근콘크리트 구조 및 이와 동등 이상의 기능을 갖는 소재와 구조로 하고, 문짝 수리 및 통관의 보수가 가능하도록 시설(수리형 문짝 등)계획 시 고려한다.



해설 그림 (4.12-3) 수문의 예

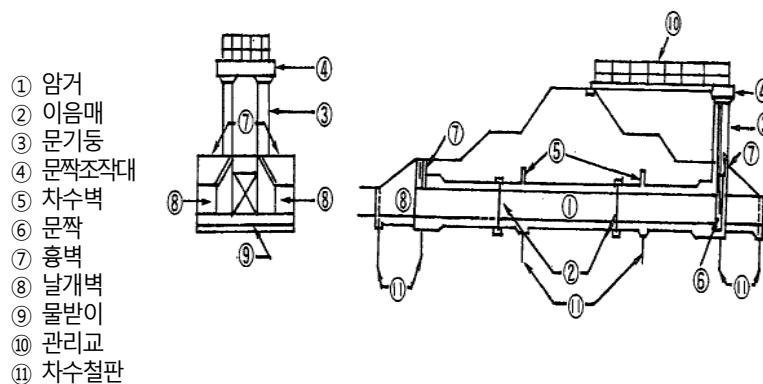
수문의 본체 형식은 해설 그림 (4.12-4)와 같이 소규모인 것은 상자형, 대규모인 것은 역 T형, 중간인 것은 U형으로 하는 경우가 많다.



해설 그림 (4.12-4) 수문 본체의 형식

문짝(Gate)은 강구조 제품이 많은데, 알루미늄 제품이나 FRP 제품인 것도 있다

② 통문의 시설물 구성은 해설 그림 (4.12-5)과 같다.



해설 그림 (4.12-5) 통문, 통관의 예

- ③ 수문, 통문 문짝형식에서 롤러 형식에는 롤러(Roller)게이트, 셀(Cell)구조 롤러(Roller) 게이트가 있고, 힌지(Hinge)형식에는 섹터(Sector)게이트, 기상게이트, 마이터(Mitre) 게이트, 플랩(Flap)게이트, 바이저(Visor)게이트 등이 있으며, 슬라이드(Slide)형식에는 슬라이드게이트, 기타형식이 있다.

4.12.2.2 설계조건

수문과 통문의 형식, 구조결정 전반에 대해 고려해야 하는 설계조건 항목은 다음과 같다.

- (1) 유역에서의 유입량
유역에서의 유입량은 고조시, 홍수시 및 상시를 구분하여 적용하도록 한다.
- (2) 계획 내수위, 계획 외수위 및 계획 외수위 곡선
 - ① 계획 외수위는 설계고조위를 사용한다.
 - ② 계획 외수위 곡선은 고조시 대상 고조의 조위곡선으로 하고 홍수시는 약최고고조위시의 조위곡선으로 한다.
- (3) 파랑
대상파랑은 수문, 통문과 연결되는 호안, 제방 및 방호벽의 구조물 설계파를 사용한다.
- (4) 표사
수문, 통문 주변에 세굴 또는 퇴적의 우려가 있는 경우 해빈단면, 해저질 입경, 표사이동량, 해빈류를 파악하여 대책을 검토해야 한다.
- (5) 지반
- (6) 지역 내 표고
- (7) 지진
- (8) 해안의 이용 및 이용자의 안전
- (9) 유역 및 외수역의 환경
- (10) 선박 통행 조건
- (11) 주변 경관과의 조화
- (12) 수문개폐에 따른 진동하중
수문 개폐 시의 진동을 하중으로 산정하여 정적 및 피로설계에 검토하여야 한다.

[해설]

- (1) 유역에서의 유입량
 - ① 고조시에 수문 등은 폐쇄되어 내수위가 상승해 유역에서의 유입량이 문제가 된다. 고조시 유역에서의 유입량은 대상으로 하는 고조시에 일어날 것으로 예상되는 유역에서의 유입량으로 한다.

- ② 홍수시 유역에서의 유입량에는 연결되는 하천 등의 계획유량을 사용하도록 한다.
이 유입량을 근거로 통수단면 등을 검토한다.
 - ③ 상시에 제내지 지하수에서의 유출이 문제가 되는 경우가 있다. 이 경우 상시 유역에서의 유입량에 지하수로부터의 유출을 고려한 통수단면 등의 검토가 필요하다.
- (2) 계획 내수위는 연결되는 하천, 수로 등의 제방, 호안의 마루높이를 고려해서 결정하거나 혹은 구역 내 최저 표고에 제내지 허용 침수위를 추가한 높이를 사용하고, 계획 외수위는 설계고조위를 사용한다.
- 고조시와 홍수시의 배수계획은 외수위 시간변화가 문제가 된다. 이 외수위 시간변화 곡선을 계획 외수위 곡선이라 부르며 고조시의 계획 외수위 곡선은 대상 고조의 조위 곡선으로 하고, 홍수시의 계획 외수위 곡선은 약최고고조위시의 조위곡선으로 결정하기도 한다. 또 홍수시나 고조시에 문이 폐쇄된 경우에는 내외 수위 차가 발생하기 때문에 이로 인한 정수압, 침투수의 영향을 고려해야 한다.
- (3) 표사
- 하구에 수문, 통문 등을 설치하면, 표사의 이동으로 수문, 통문 등의 전면에 퇴적이 되는 경우가 있다. 수문, 통문 등의 전면에 모래가 퇴적된 경우 하천, 수로의 범람, 배수 불량 등 각종 사회적, 경제적으로 악영향을 미치므로 시설주변의 표사대책을 검토하고, 또한 주변 해안에 침식이 생기지 않도록 고려한다.
- 수문이나 통문이 간척지에 설치된 경우 수문이나 통문 전면에 갯벌토사가 퇴적되어 시설물이 매몰되거나 갯벌 지반고가 배후지보다 높아지는 현상이 발생하여 통문, 수문의 자연 유하능력 저하나 개폐에 지장을 줄 수 있고, 제방 내의 배후지에서 배수 불량이나 침수 피해가 발생할 수 있다.
- 갯벌이 발달하는 해안에 수문이나 통문을 계획할 경우에는 갯벌의 발달속도, 갯벌 토사의 입경 등을 고려하여 매몰 우려가 있는 경우에는 그 대책을 검토하여야 한다.
- 한편, 대책 검토는 설치 후의 유지관리비에 대해서도 충분히 검토하여야 한다.
- (4) 지반
- 일반적으로 수문, 통문 등은 통상 하천이나 수로의 저지대에 설치되기 때문에 지반조건이 열악한 장소가 많으므로 지반의 구성과 성질, 지하수위 및 지반지지력 등을 파악해서 구조적인 안전성을 확보하도록 한다.
- (5) 지역내 표고
- 홍수 시 구역 내에 일시적으로 침수를 허용하는 경우는 구역 내 침수상태를 분석하기 위한 지역 내 표고를 파악해 둘 필요가 있다. 또 수문의 바닥 높이의 검토에 대해서는 구역 내 최저표고 및 배수경로의 수로표고를 고려해야 한다.
- (6) 지진
- 구조물의 안전성 검토에 대해서 중요도에 따른 지진력을 고려한다.
- (7) 해안의 이용 및 이용자의 안전
- 인접한 해안에서 해안의 이용이 예상되는 경우에는 이용의 편리성이나 이용 안전성에 대해 검토한다.

(8) 유역 및 외수역의 환경

시설의 구조물이 유역 및 외수역의 수질, 생태계에 영향을 미칠 경우에는 이에 대해서도 검토한다.

(9) 선박 통항 조건

통항 선박이 있는 경우는 선박의 통항에 지장이 없도록 바닥 높이를 결정하며 충분한 상부의 여유 공간을 확보할 필요가 있고, 수문, 통문 등의 바닥 높이는 수로와 매끄럽게 접촉하도록 충분히 주의해야 한다. 또한 구조물의 안전성 검토에서는 풍하중, 충돌력 등도 고려해야 한다.

(10) 주변 경관과의 조화

주변 지역의 경관특성을 고려하여 형태, 색채 등을 검토한다.

4.12.2.3 목표 및 안전성 검토

(1) 기본 방침

- ① 소요 기능을 발휘할 수 있도록 수문과 통문의 설치 위치, 바닥 높이나 통수 단면을 정하여야 한다.
- ② 수문과 통문의 설계는 호안, 제방 등의 기능을 만족시킴과 동시에, 설치 목적인 계획 내수위를 유지할 수 있도록 자연 조건, 유역의 배수 계획 등을 고려해서 다음 각 항목의 기능이 확보될 수 있도록 하여야 한다.
 - 가. 조수간만을 이용해서 자연배수를 할 수 있는 통문 기능
 - 나. 자연배수에 의해 계획 내수위를 유지하는 것이 곤란한 경우에는 강제배수에 의한 내수위 조절기능
- ③ 수문·통문의 위치는 파랑, 조류 및 표사, 지반조건 등에 의해 많은 영향을 받을 수 있으므로 계획 시 이에 대한 검토가 필요하고 이용자의 안전과 주변 환경에 대한 영향을 검토하여야 한다.

(2) 목표성능

- ① 수문과 통문의 설치 목적을 달성하기 위한 성능은 시설 위치, 바닥 높이 및 통수 단면 등에 대해 전체적으로 평가하도록 한다.
- ② 성능은 유역에서의 유입량, 외수위 등을 적절하게 설정하여 내수위가 계획 수위 이하로 유지되어야 하고, 시설 조작에 종사하는 사람의 안전이 확보될 수 있어야 한다.
- ③ 수문과 통문의 집수성능은 시설위치에 따라 정해지기 때문에 지반의 표고 토질, 풍향, 파도, 표사, 해안의 이용, 환경 보전 등을 고려해서 충분한 집수능력을 발휘할 수 있도록 위치를 결정하여야 한다.

- ④ 수문과 통문의 바닥 높이나 통수단면은 배수 기능을 효과적으로 얻을 수 있도록 연결하는 수로 유역에서의 유입량, 외수위, 내수위, 선박의 통행, 인접 해안의 이용, 환경 보호 등을 고려해서 충분한 배수 능력을 발휘할 수 있는 제원을 결정하여야 한다.

(3) 안전성능

수문과 통문은 파력, 토압, 수압 및 지진력의 작용에 대해 안전한 구조여야 한다.

(4) 기타 성능

수문과 통문을 설치하려면 작동 체계 및 유지관리 체계를 수립하여, 필요에 따라 관리교량 외에 적절한 관리 시설을 설치하여야 한다.

또한 시설관리자의 안전을 위해 필요한 경우 자동 또는 원격 조작으로 시설의 개폐를 작동할 수 있도록 하여야 한다.

【 해설 】

(1) 수문 등의 위치선정

- ① 수문은 보통 외해측으로 소통이 양호해야 하므로 풍향, 파랑, 조류 등에 의해서 토사가 퇴적되기 쉬운 위치는 피하도록 한다.
- ② 공사가 용이하고 구조물의 안전성을 확보하기 위해 기초 지반은 가능한 견고하고 누수 우려가 적은 위치에 설정한다.
- ③ 배수문의 경우는 인접 배후지의 내수를 간조 시에 배제하는 것을 목적으로 하기 때문에 배수 능력을 높이기 위해 지반의 가장 낮은 지점에 설치한다. 그러나 최저위부는 일반적으로 기초 지반이 연약한 경우가 많으므로 주의가 필요하다.
- ④ 배수문의 위치가 인접 해안의 이용 면에서 장애가 되지 않도록 배려한다. 특히 해안 이용자의 안전을 검토하여 대책 등을 검토한다.
- ⑤ 배수문이 해안 및 주변의 환경 및 경관에 영향을 미칠 때는 설치 위치를 재검토한다.

(2) 목표성능

① 바닥 높이

수문의 바닥 높이는 배수능력 측면에서 보면 낮게 결정하는 쪽이 바람직하다. 그러나 매몰 등에 의한 기능 장애가 우려되는 경우에는 연결되는 하천 등의 하상 높이보다 약간 높게 할 필요가 있다. 또 표사가 발달한 경우에는 바닥 높이가 너무 낮으면 표사의 퇴적으로 문 개폐가 곤란해지는 일도 있으므로 주의를 요한다. 통행 선박이 있는 경우에는 선박의 통행에 지장이 없는 높이로 해야 한다. 인접 해안의 이용 및 환경 보호 측면에서 바닥 높이의 변경이 필요한 경우에는 이를 고려한다.

② 통수단면

수문 등의 통수단면은 유역에서의 유입량을 충분히 수용할 수 있어야 한다. 마루높이는 고조시 제방, 호안과 같은 방재 기능을 갖도록 하여야 한다. 또한, 수문의 하단 높이 및 폭은 통행선박이 있을 경우 통행선박의 제원을 고려해서 결정할 필요가 있다.

- ③ 수문, 통문 등의 배수량 계산은 내외 수위 차의 시간적 변화에 근거한 부정류가 되어 복잡한 계산이 된다. GIS 등의 데이터가 정비되고 이에 대응하는 모델에 의한 배수량 추정이 가능한 경우에는 이것을 사용한다. 하지만 데이터나 모델이 갖춰지지 않은 경우에는 실용적으로 근사계산법을 사용해도 지장이 없다. 수리계산에 있어 수문 등의 구조를 분류하면 개수로, 수문, 관거(管渠) 등으로 구분되며 각각에 적합한 공식을 사용하도록 한다. 인접 해안의 이용 및 환경 보전 상, 단면의 변경이 필요한 경우에는 이를 고려한다.

(3) 안전성능

수문과 통문은 파력, 토압, 수압 및 지진력의 작용에 대해 다음과 같은 항목을 검토한다.

- ① 자중, 정수압, 파력, 토압, 개폐력, 지진 시 동수압, 지진력, 풍하중, 설하중, 온도 변화에 의한 영향, 흐름에 의한 수압의 변화, 자동차 하중, 진동에 의한 하중 증가 및 충격력을 고려해야 한다.
- ② 상기의 ①항의 작용에 대해 다음사항을 검토한다.
 - 가. 전도에 대해 안전할 것
 - 나. 활동에 대해 안전할 것
 - 다. 침하에 대해 안전할 것
 - 라. 각 부재가 충분한 부재력을 가질 것
- ③ 상기의 ②항의 안전을 또는 부재력 해석 등은 해당 구조물의 관련규정을 따른다.

(4) 기타 성능

수문계획 시 기타 고려사항은 다음과 같다.

- ① 예상되는 개폐 하중(자중, 마찰력, 상하 방향의 수리력)에 대해 확실한 개폐 조작이 가능할 것
- ② 수밀성을 확보할 목적으로 고무 등의 탄성 재료나 금속을 사용하는데, 사용 수압에 대응한 적절한 재료, 형상, 치수, 수밀 구조를 선정할 것
- ③ 장기간에 걸쳐 사용되기 때문에 설치장소의 조건을 고려한 부식, 마모에 대한 내구성을 가질 것
- ④ 상시, 파랑이 작용하는 경우에는 파랑에 의한 반복 하중에 대해 검토할 것
- ⑤ 개폐 작동에 의한 제수, 방류 시에 유해한 진동이 생기지 않도록 할 것
- ⑥ 조작이나 보수 관리를 용이하게 하기 위해, 구조를 단순하게 해서 보수 관리용 설비(관리교량, 계단, 난간 등)를 설치할 것
- ⑦ 수문의 보수는 유기주석을 포함하는 등의 환경에 악영향이 있는 재료의 이용을 배제하도록 할 것

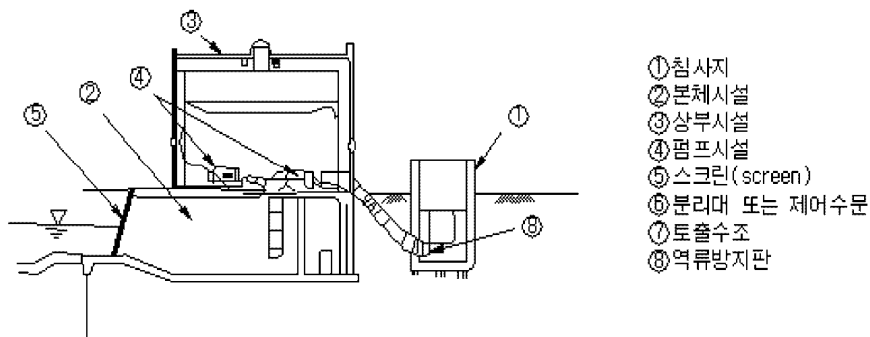
4.12.3 배수펌프장

4.12.3.1 배수펌프장 설계일반

- (1) 배수펌프장은 해수 등의 외수 침입을 방지하고 계획수위 이상의 제내측 물을 기계 배수로 제거하는 기능을 갖도록 한다.
- (2) 시설물의 구성
배수펌프장은 본체시설, 상부시설, 펌프시설 및 기타 부속시설로 구성된다.

[해설]

- (1) 배수펌프장의 설치 목적은 수문 및 통문에 의한 자연 배수가 불가능한 경우나 곤란한 경우에 기계에 의한 강제 배수로 내수위를 계획수위 이내로 유지하는 것이다. 이 때문에 배수펌프장은 함께 설치되는 수문 및 통문을 감안하여 계획할 필요가 있다. 이 목적을 달성하기 위해 자연조건, 유역의 배수계획 등을 고려해서 설치위치, 시설능력 등을 결정하도록 한다.
- (2) 배수펌프장의 시설물 구성은 해설 그림 (4.12-6)과 같다.



해설 그림 (4.12-6) 배수펌프장의 각부 명칭(예시)

4.12.3.2 설계조건

- (1) 배수펌프장의 형식, 구조 전반의 결정에 고려해야 하는 설계조건 항목은 다음과 같다.
 - ① 유역에서의 유입량
 - ② 계획 내수위, 계획 외수위 및 계획 외수위 곡선
 - ③ 계획 배수량
계획 배수량은 내수위를 계획 내수위 이하로 유지하기 위한 배수량으로 내수 배제 계획에 기초하여 펌프 설치로 인한 피해예방 편익과 건설비용에 의한 경제성을 고려해서 결정한다.

- ④ 파랑
- ⑤ 지반
- ⑥ 지진

구조물의 안전성 검토에 대해서 중요도에 따른 지진력을 고려한다.

- ⑦ 인접 해안의 이용

배수펌프장은 소음, 진동 등에 의해 해안 이용자의 쾌적성이나 인근주민의 생활에 영향을 미치지 않도록 고려해서 설치하여야 한다.

- ⑧ 환경 보전

배수펌프장 설치운영과 관련하여 소음, 진동 등에 의해 자연 환경에 영향을 미치지 않도록 고려하여야 한다.

- ⑨ 주변 경관과의 조화

- (3) 상기 언급된 조건들 중 내용이 언급되지 않은 조건에 대해서는 4.12.2.2 설계조건을 따른다.

4.12.3.3 목표 및 안전성능 검토

- (1) 기본 방침

- ① 소요 기능을 발휘할 수 있도록 배수펌프장의 설치 위치, 시설 능력 등을 정하여야 한다.
- ② 배수펌프장은 수문 등과 일체가 되어서 그 기능을 발휘하는 것이므로 수문 등의 규모를 고려하여 계획하여야 한다.
- ③ 배수펌프장은 필요할 때 확실하게 운전할 수 있도록 일상 점검이 필요하고, 또한 유지관리 정비를 위한 대체 설비를 설치하여야 한다.
- ④ 배수펌프장의 위치 선정은 다음 사항을 고려해야 한다.
 - 가. 배수펌프장의 집수 특성
 - 나. 지형적 영향
 - 다. 지반조건
 - 라. 호안·제방 등에 의한 영향
 - 마. 인접 해안의 이용성
 - 바. 환경영향
 - 사. 용지확보 용의성
 - 아. 주변 경관과의 조화
- ⑤ 배수펌프장의 시설 배치는 시설의 이용과 유지관리의 편리성을 고려하여 결정하여야 한다.

(2) 목표성능

- ① 배수펌프장의 설치 목적을 달성하기 위한 성능은 위치 및 펌프 능력 등을 전체적으로 평가하도록 한다.
- ② 성능 평가는 유역에서의 유입량, 외수위 등을 적절하게 설정하여 내수위가 계획 이하로 유지될 수 있도록 하여야 한다.
- ③ 배수펌프장의 집수성능은 시설위치에 따라 크게 좌우되므로 지형, 토질, 제방 및 호안 등의 영향, 인접해안의 이용, 환경 등을 고려해서 충분한 집수성능을 얻을 수 있도록 위치를 결정하여야 한다.
- ④ 배수펌프장의 배수 성능은 펌프, 원동기의 형식, 능력 및 대수의 조합으로 평가되므로 계획 배수량, 양정 등 펌프장으로 연결되는 수로의 특성 등을 고려해서 적절한 배수능력을 얻을 수 있도록 결정하여야 한다.

(3) 안전성능 및 기타 성능은 4.12.2 수문·통문의 해당 조항을 따른다.

[해설]

(1) 기본 방침

- ① 배수펌프장은 유역의 끝단에서 시점까지 하나의 배수체계를 동일 계획 규모로 통일시키는 것이 바람직하다. 배수펌프장 시설만큼 커다란 배수량을 설정하면 과대해 지고, 반대로 펌프장의 배수능력이 수로의 능력 이하로 되는 경우 피해가 발생할 수 있다.
- ② 배수펌프장의 위치선정시 고려사항

가. 배수펌프장의 집수 특성은 주로 배수펌프장의 위치, 부유물 수거 스크린 등의 부대시설에 의한 수리특성에 의존한다. 배수펌프장의 집수능력에 영향을 미치는 배수로의 통수단면은 조류지(潮遊池) 외의 연안보전 시설사업 대상에서 제외되는 일이 많다. 이런 경우에는 배수로의 집수성능에 대한 기능 중에서 해당 연안시설의 기여분을 명확히 해서 성능을 평가할 필요가 있다. 단, 수로 부분에 대해서는 우선은 수리계획 없이 현 상태를 그대로 이용하는 경우 수로의 평가를 시행하지 않을 수도 있다.

나. 지형적 영향

- (가) 배수펌프장은 가장 낮은 저지대에 설치되는 경우가 많으므로 내외 수위차에 의한 양정(揚程)을 작게 할 수 있을 것
- (나) 배수펌프장에 연결되는 도수로 또는 송수로의 연장을 가능한 짧게 하고 그 선형을 직선으로 할 것. 다만, 인접 해안의 이용이나 환경에 대한 고려가 필요한 경우에는 제외한다.

다. 지반조건

- (가) 기초부가 안전하고 경제적으로 시공할 수 있을 것.
- (나) 지반침하나 지반활동(Sliding) 등이 발생하지 않도록 하고, 대상지역이 연약지반인 경우는 미리 침하를 예측하여 시설계획에 반영하도록 한다.

라. 배수펌프장 설치로 인한 호안·제방 등의 구조에 지장이 미치지 않도록 한다.

마. 인접 해안의 이용성

(가) 지역의 토지이용 계획과 조화를 이룰 것.

(나) 펌프장 설치에 따른 주변의 기존 시설 등에 장애를 최소화 할 것.

(다) 소음, 진동 등에 의해 주변에 공해문제가 발생되지 않게 할 것.

바. 환경영향

(가) 지역 환경과 조화를 이룰 것.

(나) 생태계에 현저한 영향을 미치지 않도록 고려할 것.

사. 용지 확보가 용이할 것.

아. 주변 지역의 경관특성을 고려하여 형태, 색채 등을 검토한다.

(2) 목표성능

펌프 및 원동기 설계 시는 다음 항목을 고려한다.

① 배수펌프의 배수특성

배수펌프의 배수특성은 내외 수위차와 배수계통의 손실에 의해 결정된다.

배수펌프의 특성은 성능곡선으로 주어진다. 또한, 기존에 사용하고 있는 펌프가 있는 경우의 배수특성은 실측 데이터를 참고하면 된다.

② 펌프 계획토출량의 결정

펌프의 계획토출량은 내수 배제 계획에 의한 계획 배수량, 펌프 설치 대수 및 펌프 용량을 대상으로 하여 결정한다.

③ 펌프의 용량과 대수

펌프의 설치 대수는 일반적으로 2대 이상 10대까지로 하며 예비기는 설치하지 않는 경우가 많다. 또한 1대당 펌프 용량은 내수 유출량의 변화, 펌프의 양정-배수량 특성 등을 검토하여 원활한 배수가 가능하도록 결정한다.

④ 계획 실제 양정

펌프의 배수량은 양정에 좌우된다. 실제 양정은 외수위와 내수위의 차이이다. 계획 실제 양정은 우선 이 값을 내수위 파형, 내수위 유출량의 변동으로부터 가정하고 이어 펌프의 양정-배수량 곡선을 이용해서 내수 배제 확인 계산을 하여, 허용 침수위 및 허용 침수시간 이하가 되는 것을 확인해서 결정한다. 일반적으로 계획 실제 양정의 값은 계획양정인 계획 외수위와 계획 내수위 차이의 70~80% 정도이다. 또 계획 전체 양정은 결정한 계획 실제 양정에 흡수에서부터 토출까지의 손실 양정을 더한 것이다.

⑤ 펌프 형식의 선정

펌프 형식에는 기중형식, 축형식, 고정형식이 있으며 일반적으로 이들을 조합한 호칭이다.

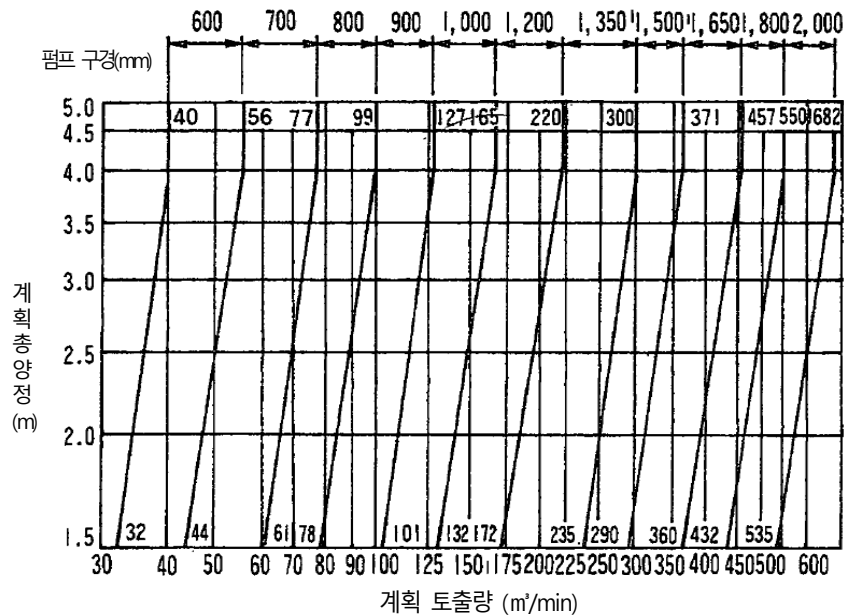
기중형식은 펌프 본체의 기본적 형상을 가지고 사류형, 축류형, 와권형 등이 있다. 일반적으로 축류형은 배수량이 크고 저양정(1~4m 정도)에서 많은 수량을 보내는

경우에 적합하며 사류형은 배수량이 크고 4~10m의 양정에 적합하다. 와권형은 배수량이 작고 고양정인 경우에 적합하다.

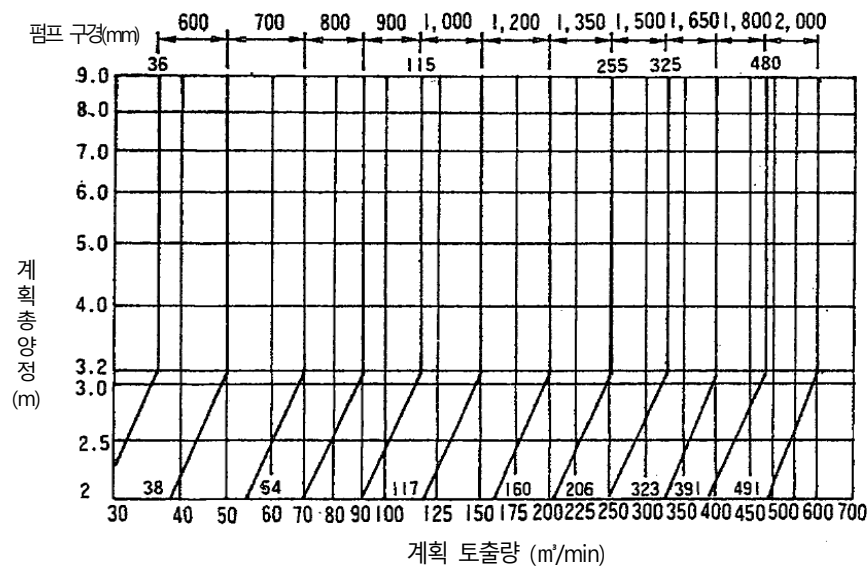
축형식은 펌프의 축 방향을 나타내는 것으로 횡축형, 입축형, 사축형 등이 있다. 고정형식은 펌프를 고정하는 구조물의 형상을 나타내어 입축 펌프에서 1상식, 2상식, 콘크리트 케이싱식이 있다.

⑥ 펌프 구경의 결정

펌프구경은 펌프형식, 계획 토출량, 계획 총양정에 따라 해설 그림 (4.12-7), (4.12-8)의 예시와 같이 결정한다.



해설 그림 (4.12-7) 사류 펌프 선정도(예시)



해설 그림 (4.12-8) 축류 펌프 선정도(예시)

⑦ 펌프 흡입 성능의 검토

펌프 형식의 결정시에는 펌프 흡입 성능을 검토하고 공동현상(Cavitation)이 발생하지 않은 것을 확인한다. 공동현상이 발생할 우려가 있는 경우는 흡입성능(펌프의 기계적 배수능력과 흡수구조의 시설적 능력)이 좋은 형식으로 변경해야 한다.

⑧ 내수 배제 확인 계산

내수 배제 확인 계산은 가결정된 계획 실제 양정을 이용하고 계산 결과가 계획 내수위를 만족하지 않는 경우는 처음부터 계산을 반복하여 결정하도록 한다.

⑨ 주 원동기

배수펌프 설비의 주 원동기는 태풍이나 호우 등의 이상 유출 시에 확실하게 운전할 수 있도록 가스 터빈이나 디젤 기관을 표준으로 한다.

⑩ 기타

일반적으로 펌프의 흡수조 입구에는 펌프 보호와 안전을 위해 이물질 제거용 스크린 등을 설치한다. 또 흡수층의 유입구에는 청소, 점검, 수리를 위한 통로를 만든다.

(3) 안전성능

배수펌프장의 안전성능은 홍수, 지진 등의 작용에 대한 안전성을 검토한다. 조사 방법은 수문 및 통문과 유사하다.

① 일반사항

배수펌프장의 안전성은 주변 시설과의 성능 조화를 고려할 필요가 있다. 예를 들면 배수펌프장의 기초가 튼튼해서 배수펌프장 자체는 외력에 영향을 받지 않더라도, 인접하는 수문 등이 피해를 입어 외수의 침입을 막지 못하면 배수펌프장은 기능을 발휘할 수 없다.

② 배수펌프장의 구조

- 가. 배수펌프장의 안전성능은 주로 배수펌프장의 구조에 따라 결정되므로 배수펌프장의 구조를 검토하여야 한다. 배수펌프장은 철근 콘크리트 구조 또는 동등 이상의 기능을 갖는 소재와 구조로 수압에 대해서 수밀하게 되도록 계획하여야 한다. 배수펌프장 내의 시설배치는 시설의 이용과 유지관리의 편리성을 고려해서 결정한다.
- 나. 배수펌프장은 낮은 평지에 설치되는 경우가 많으므로 펌프장 본체 내에 설치되어 있는 각종 기기나 배선을 내수의 진입으로부터 보호하기 위해 펌프장 바닥 면을 높게 하거나 구조 자체를 수밀하게 할 필요가 있다.
- 다. 지하의 기기실 등은 환기부를 만들어 환기할 수 있는 구조로 한다. 펌프장 본체 내의 최심부에는 필요에 따라 배수조를 설치하여 침입한 물을 수시로 배수할 수 있는 용량의 펌프를 설치한다.
- 라. 흡수조 앞에는 필요에 따라 침사지를 만드는데 그 구조는 견고하고 수밀한 철근 콘크리트로 한다.
- 마. 조작실은 시설 전체를 볼 수 있는 위치에 설치한다. 또 제어 기기실은 환기나 채광이 좋고 건조한 장소에 만들며 필요한 경우 펌프실을 설치한다.

4.12.4 육갑문

- (1) 육갑문은 폐쇄 시 호안, 제방 또는 방호벽의 기능을 하도록 한다.
- (2) 육갑문의 구조 형식, 구조 전반의 결정에 고려해야 하는 설계조건은 KDS 64 45 40 호안(4.2 파라핏)을 따른다.
- (3) 육갑문의 설계는 KDS 64 45 40에 준하며 다음 사항에 유의한다.
 - ① 육갑문이 설치되는 시설주변은 주민생활 공간으로 생활주변의 각종 시설과 간섭이 발생될 수 있으므로 교통, 주민의 생업에 대한 영향, 전면의 어항, 항만, 해빈 등의 이용성에 대해서 고려하여야 한다.
 - ② 육갑문은 태풍, 해일 등 이상 시에 신속하게 닫아야 하므로 관리를 담당하는 지역 관계자와 충분히 협의한 뒤 적절한 장소에 설치하여야 한다.
 - ③ 육갑문의 형식은 간단하고 인근 주민이 쉽게 조작할 수 있도록 하여야 한다.
 - ④ 육갑문의 문은 수압, 자중 및 직사광선, 온도 변화에 의한 변형 등에 견딜 수 있도록 강성을 유지할 수 있는 구조여야 한다.
 - ⑤ 필요에 따라 전동식이나 원격지 조작형식으로 설치하더라도 태풍이나 지진, 재해 등에 의한 정전 시에도 작동할 수 있도록 수동 장치를 별도로 설치하여야 한다.
 - ⑥ 육갑문을 설치한 후에는 작동체계 및 유지관리 체계를 확립해야 한다.

[해설]

- (1) 해안 영역은 오래전부터 어업이나 레크리에이션 장으로 이용되어져 왔고, 동시에 해운, 발전사업 등 산업 분야에서도 이용되고 있어 향후 점차 해안 영역의 이용요구는 늘어날 것이다. 따라서 육갑문의 배치 및 구조 형식은 이러한 해빈의 이용 상황(어업, 관광·오락, 해양 스포츠 등)이나 향후 이용 계획 등을 고려하여 검토할 필요가 있다.
- (2) 육갑문 계획에 있어서 폐쇄 시에는 호안, 제방 및 방호벽의 기능을 충족시키고 충분한 수밀성을 가져 연안시설의 구조상 취약점이 되지 않도록 하여야 하고, 개폐 시에는 사람이나 차량의 왕래가 원활하게 이뤄질 수 있도록 형상 및 구조 등을 결정하도록 한다. 또한, 누구나 쉽게 폐쇄할 수 있는 구조로 해야 한다.
- (3) 지진에 대해서는 긴급 시에 확실하게 폐쇄하지 않으면 안 되므로 기본적으로 지진력을 고려한 설계를 하며 또 기초지반 등에 대해서도 대책을 검토하도록 한다.
- (4) 육갑문의 형식은 끌어당기는 식, 미닫이 식 등이 있는데 장소에 관계없이 조작이 용이하여야 한다.
- (5) 육갑문의 부식은 기능, 조작성에 중대한 장애가 되므로 세부적인 것까지 검토하여 부식을 방지하여야 한다. 최근에는 내구성이 뛰어나고 보수가 간편한 알루미늄 제품이나 스테인리스 제품이 사용되는 경우가 많다. 다만, 극히 소규모 육갑문에 강재를 사용할 경우 많은 경비가 들기 때문에 각재를 끼워 물빈지(Stop log)를 만든다. 또 문에 비상용 출입구를 설치하거나 주변시설에 비상용 계단을 설치해서 폐쇄시의 통로를 확보하는 것이 바람직하다.

- (6) 육갑문을 설치한 후에는 비상시의 작동체계와 일상적인 유지관리 체계를 확립하지 않으면 안 된다. 작동이나 유지관리에 대해서는 지역주민이나 지역의 방재 조직의 참여가 반드시 필요하다.

특히 선로와 그와 관련되는 부위의 녹, 제체와 비체 사이에 낀 먼지나 결빙 등은 작동의 중대한 장애가 되기 때문에 기름 도포, 쓰레기 제거 등의 유지관리가 필수이다. 또 정기적인 작동훈련이 필요하므로 문 근처에 차량, 어구 등을 방치하지 않도록 하여야 한다.

4.12.5 기타시설

연안시설의 운영, 보수 등 유지관리를 위하여 필요한 경우 다음과 같은 시설을 설치할 수 있다.

(1) 관리용 통로

관리용 통로는 유지보수용 차량의 진입을 고려하고, 필요한 경우 교행 또는 회차 공간을 확보하여야 한다.

(2) 정보시설

비상시 주민에게 신속하게 위험을 알릴 수 있는 표식 또는 스피커시설 등을 설치하고, 필요한 경우 전국연안의 기상 및 해상정보 네트워크를 구축할 수 있다.

(3) 승강로 및 계단

해안의 이용 및 관리상 필요한 경우에 승강로 또는 계단을 설치하도록 한다. 승강로 및 계단은 호안이나 제방의 기능을 손상시키지 않도록 하고, 구조상 취약점이 생기지 않도록 설치한다.

[해설]

(1) 관리용 통로

호안 및 해안제방 마루부에 관리용 차량 및 복구용 차량의 통행을 목적으로 설치하는 시설로서 설계 시 다음 사항에 유의한다.

- ① 관리용 차량 및 복구용 차량의 진행을 고려하고 넓이는 일반적으로 5.5m로 이하로 한다.
- ② 관리 차량만을 대상으로 하는 경우는 호안·제방의 설계 규정을 만족시키면 된다. 그러나 복구 차량을 대상으로 하는 경우에는 예상되는 복구차량의 운하중에 안전한 구조로 하여야하고, 설계된 운하중의 한계를 시설물에 표시하여야 한다.
- ③ 적절한 간격으로 외부 도로에서부터의 접근로를 확보하고, 필요한 경우 차량의 교차하는 공간이나 회차 공간을 확보하도록 한다.

(2) 정보시설

해안은 사람들의 휴식이나 레크리에이션의 장소로서 널리 일반에 개방·공용되는 국민 전체의 자산이다. 한편 해안에는 때때로 고파랑 및 폭풍해일 등이 내습하여 사람들의 안전이 위협받는다. 평상시에도 파랑과 해저 지형과의 상호 간섭으로 빠른 이안류가 발생하는 경우도 있다. 이 때문에 해안을 이용하는 사람들이 스스로의 안전을 판단하기 위해 필요한 정보를 제공할 수 있는 시설이 필요하며, 수문, 육갑문 등의 연안시설과 기상 해상 정보의 수집·해석·표시 시스템을 조합한 방재관리 시스템 구축도 필요하다.

① 현장관측과 전국 네트워크 기상, 해상정보

가. 연안의 기상 해상의 변화를 정확히 파악하기 위해 해당 해안에서의 현장정보와 전국 연안의 네트워크 정보 등을 해안 이용자나 인근 주민에게 실시간으로 정보를 제공하는 것이 필요하다.

나. 국내 연안의 기상·해상 정보에 대해 전국단위 네트워크를 바탕으로 실시간 기상 정보와 파랑예측 정보시스템 구축도 필요하다.

② 표식·표지시설의 설치

가. 표식, 표지시설의 설계에 대해서는 이용자의 동선, 이용패턴 등을 고려하도록 한다.

나. 해일 등 위험경보가 발령된 경우에는 즉시 주민에게 위험을 알릴 수 있도록 대형 스피커로 음성 발신 장치를 설치한다.

③ 지진해일 및 폭풍해일 방재관리 시스템

가. 지진해일 및 폭풍해일 방재관리 시스템은 수문, 육갑문 등 연안시설과 기상 해상정보 수집·해석·표시 시스템을 조합하여 수문, 육갑문 등 연안시설을 효율적이고 신속하게 관리 제어하는 시스템이다

나. 지진해일 및 폭풍해일 방재관리 시스템은 다음 두 가지 기본적인 기능을 갖도록 한다.

(가) 수문, 육갑문 등 연안시설을 원격제어 하는 등 일관적이고 효율적인 관리 제어를 통해서 해안지역의 안정성 향상을 도모한다.

(나) 지진해일·폭풍해일·고파랑 등에 관한 방재 정보를 24시간 실시간으로 관측·수집 하여 이들 정보를 지역 주민에게 제공한다.

(3) 승강로 및 계단

① 승강로 및 계단을 설치하는 경우에는 호안 및 제방 본체의 단면은 원칙적으로 축소 하거나 줄여서는 안 된다.

② 승강로나 계단은 호안 및 제방에 약점이 되지 않도록 분리 시공하는 것이 바람직하며 기초부의 세굴에도 유의할 필요가 있다.

③ 승강로 및 계단의 경사, 넓이는 제방 및 호안, 경우에 따라서는 사빈의 방재 기능 및 그 안전성을 유지할 수 있는 범위 내에서 이용의 편리성을 제공하며, 이용자의 안전을 확보하기 위해 필요에 따라 방호책을 설치하도록 한다.

- ④ 지진해일이 내습할 우려가 있는 제방, 호안에서는 피난용 계단을 적절한 간격으로 배치하는 것이 바람직하다. 또 이상 시 해수의 침입을 막기 위해 개구부에는 육갑문을 설치하는 것이 바람직하다.
- ⑤ 승강로 및 계단을 설치하는 경우 그에 대한 시설기준은 항만시설물의 안전시설 설계지침(국토해양부, 2009)을 참고할 수 있다.

[참고문헌]

- 1) 강운구(2015). 최근 항만구조물 설계상의 문제점 고찰(12)-불확실성 시대의 기술자의 역할과 윤리(2)-. 한국항만협회, 항만, 여름호, pp. 39~50.
- 2) 강운구, 홍창배(2016). 파향제어방식을 이용한 새로운 해안침식대책 기술 개발(1) : 해안침식 발생·대책 동향 및 신방식 제안, J. of Coastal Disaster Prevention, Vol. 3, No. 1, pp. 14-35.
- 3) 건설교통부(1971). 항만설계기준
- 4) 국토해양부(2010a). 연안정비사업 설계 가이드북
- 5) 국토해양부(2010b). 연안정비사업 침식관리 가이드북
- 6) 유병화, 조지훈(2015). 국내 인공리프 설계·시공 사례 및 개선방안, 2015년도 한국해안·해양공학회 제23차 추계학술대회 논문집 (국토교통부 R&D과제 ‘이상 고파랑 제어를 위한 다기능 잠제형 인공리프 및 친환경 재료개발’의 연구성과 일부)
- 7) 허동수, 이우동, 안성욱, 박종배(2010). 신기능 잠제의 흐름 제어 기능에 관한 수치적 연구, 한국해안·해양공학회논문집, Vol. 22, No. 3, pp. 181~190.
- 8) d'Angremond, K., L.W. Van der Meer and R.J. de Jong(1996). Wave transmission at low-crested structures. Proc, 25th ICCE, ASCE, Orlando, Florida.
- 9) Dean, R.G.(2002). Beach nourishment, World Scientific, Hackensack, New Jersey.
- 10) Grunnet, N.M. and Ruessink, B.G. (2005). Morpho-dynamic response of nearshore bars to a shoreface nourishment. Coastal Eng., Vol. 52. pp. 119~137.
- 11) James, W.R.(1975). Techniques in evaluating suitability of borrow material for beach nourishment, TM-60, U.S.army, corps. of engineers, coastal eng. research center, Washington, D.C.
- 12) 宇多高明, 小俣 篤, 山本幸次(1990). 突堤, 離岸堤群の沿岸漂砂制御效果に関する実験的研究, 土木技術資料, Vol.32, No.9, pp. 46~52.
- 13) 久保弘一, 井田康男(1973). 捨石堤背後の伝達波高について, 第20回 海岸工学講義會演論文集, pp. 49~54.
- 14) 高山知司, 永井紀彦, 關口忠志(1985). 廣天端幅潛堤の 波浪低減效果に關する不規則波實驗, 第32回 海岸工學講演會論文集, pp. 545~549.
- 15) 豊島 修, 坂本忠彦(1972). 離岸堤の 沈下について, 第19回 海岸工學講演會論文集, pp. 71~76.
- 16) 山本正司·鳥居謙一·福濱方哉·人見 寿·宇多高明·高橋 功(2004). 水理模型實驗によるクレスト型人工リーフの開発, 海岸工学論文集, 第51卷, pp. 771-775.
- 17) 日本 建設省河川局防災·海岸課海岸室·建設省土木研究所海岸研究室(1996). 海岸事業の事業效果に關する研究, 第51回 建設省技術研究会報告, pp6-1~6-18.
- 18) 日本土木學會(2000). 海岸施設設計便覽

- 19) 日本港湾協会(1991). 面的な海岸防護方式の計画・設計マニュアル
- 20) 日本港湾協会(1999). 港湾の施設の技術上の基準・同解説.
- 21) 日本全国海岸協会(1992). 人工リーフの設計の手引き
- 22) 日本全国海岸協会(2004). 人工リーフの設計の手引き
- 23) 日本海岸保全施設技術研究会(2004). 海岸保全施設の技術上の基準・同解説

집필위원	분야	성명	소속	직급
	총괄	류혁근	(주)삼영기술	부회장
	총괄	안익성	(주)항도엔지니어링	사장
	파랑및파력	이종인	전남대학교	교수
	조석	김태인	(주)지오시스템리서치	부사장
	수역시설	이홍훈	목포해양대학교	교수
	준설및매립	박남홍	(주)도화엔지니어링	전문무
	지반	유남재	강원대학교	교수
	지반	이충호	(주)알지오이엔씨	대표이사
	콘크리트	이재훈	영남대학교	교수
	콘크리트	최정욱	한국콘크리트학회	책임연구원
	방식	배일용	한국화학융합시험연구원	책임연구원
	도장	이창근	도로교통연구원	책임연구원
	외곽시설	고덕형	(주)한국항만기술단	부사장
	표사, 연안보전시설	강윤구	(주)세광종합기술단	기술연구소장
	연안보전시설	박원경	(주)대영엔지니어링	사무
	재료, 콘크리트부재	김광태	(주)항도엔지니어링	부사장
	계류시설	구본수	(주)건화	전문무
	계류시설	이육한	(주)건일	부사장
	부두포장	문성호	서울과학기술대학교	교수
	내진	최재순	서경대학교	교수
	전문및타부두	이화수	(주)한국항만기술단	전문무
	어항	강석형	(주)세일종합기술공사	부사장
	마리나	정현	(주)오션스페이스	대표이사
	항로표지시설	김민철	(주)아이플러스원	연구소장
	항만하역시설	심영석	코리아테크인스펙션(주)	부사장
	항만전기설비	김홍인	(주)한양케엔이	대표이사

심의위원	분야	성명	소속	직급
	총괄	주재욱	(주)평화엔지니어링	고문
	파랑및파력	오세범	(주)세광종합기술단	부회장
	조석	강석구	한국해양과학기술원	책임연구원
	수역시설· 준설및매립	이윤한	(주)도화엔지니어링	부회장
	지반	임종철	부산대학교	교수
	콘크리트	김우	전남대학교	교수
	방식·도장	라윤강	(주)한국국토안전연구원	원장
	외곽시설	전인식	건국대학교	교수
	표사·연안보전시설	김효섭	국민대학교	교수
	표사·연안보전시설	전인식	건국대학교	교수
	재료·계류시설	이진용	(주)세광종합기술단	사장
	재료·계류시설	정대연	(주)대영엔지니어링	대표이사
	부두포장	정진훈	인하대학교	교수
	내진	박두희	한양대학교	교수
	전문맞기·타부두	오세범	(주)세광종합기술단	부회장
	어항	이상기	(주)건일	부사장
	마리나	지삼엽	부경대학교	교수
	항로표지시설	이승재	대기해양(주)	상임고문
	항만하역시설	함성진	(사)인천항시설관리센터	소장
	항만전기설비	김세동	두원공과대학교	교수

기술자문위원회	분야	성명	소속	직급
	총론	송인철	(주)헤인이앤씨	부사장
	파랑·조석	김규한	가톨릭관동대학교	교수
	파랑·조석	이달수	(주)헤인이앤씨	기술고문
	수역시설· 준설및매립	한명식	(주)유신	부사장
	지반·내진	권오순	한국해양과학기술원	책임연구원
	내진	김동수	한국과학기술원	교수
	코크리트· 부두포장	김제인	(주)건일	부사장
	외곽시설	홍근	(주)삼영기술	사장
	표사·연안보전시설	김인호	강원대학교	교수
	계류시설	유병화	(주)대영엔지니어링	부사장
	계류시설	소준영	(주)세일종합기술공사	부사장
	전문맞기타부두	김태유	(주)아산이엔지	부사장
	전문맞기타부두	김홍석	(주)수성엔지니어링	부사장
	방식·도장	송종현	(주)고려안전연구원	회장
	항로표지시설	이승영	인천지방해양수산청	항로표지과장
	항만하역시설	최광학	인천지방해양수산청	항만개발과장
	항만전기설비	이충환	(주)세종기술단	전문

해양수산부	성명	소속	직책
	박준권	항만국	국장
	김우철	항만기술안전과	과장
	장기문	항만기술안전과	사무관
	이광석	항만기술안전과	주무관

설계기준
KDS 64 50 00 : 2017

연안보전시설

2017년 8월 16일 발행

(관련단체)

한국항만협회

07271 서울시 영등포구 양산로 53(양평동 3가)

월드메르디앙 비즈센터 707호

☎ 02-2165-0090 E-mail : kpha@koreaports.or.kr

<http://www.koreaports.or.kr>

(자문검토)

국가건설기준센터

해양수산부

30110 세종특별자치시 다솜2로 94 (어진동)

정부세종청사 5동 항만기술안전과

☎ 044-200-5951

<http://www.mof.go.kr>