

Chapter 6. 항만 및 해안구조물

6.1 개론

외곽시설: 외해로부터 내습하는 파랑(波浪)의 방지(防止), 파랑 및 조류(潮流)에 의한 표사 이동(漂砂移動)의 방지, 해안선의 토사유실(土砂流失) 방지 및 하천 또는 외해(外海)로부터의 토사 유입방지 등을 목적으로 축조하는 시설

설계시 고려사항

1. 시설계획에 있어서는 항내 구조물과의 관계
2. 축조후 인근 지형의 변화
3. 항만의 장래 발전

외곽시설의 목적

1. 항내의 정온(靜穩)과 수심을 유지
2. 항만시설을 보호하는 것

외곽시설의 기능에 따른 종류

1. 방파제(防波堤, breakwater)

항내에서 정온(靜穩)을 유지하여 선박이 안전하게 정박하고 하역하며 항내 수역 및 육지에 있는 모든 항만 시설물을 파랑과 표사로부터 보호하기 위해 만드는 항만 외곽시설을 말한다. 수심과 기초 지반 또는 파도의 성질이나 크기에 따라 여러 가지 구조가 있으나 보통 경사제, 직립제, 혼성제로 구분된다. 이외에 기포를 분출하여 소파를 하는 공기방파제나 부체에 의하여 파도를 반사하거나 소멸하는 부방파제 등이 있다.



2. 방사제(防砂堤, groin)



3. 해안제방, 방조제(防潮堤, seawall)



4. 호안(護岸, revetment)

하안(河岸) 또는 제방을 유수로 인한 파괴와 침식으로부터 직접 보호하기 위하여 축조하는 구조물이다. 기존 토지나 매립지의 지반이 토압에 의해 붕괴되거나, 조류나 파랑으로 해안 침식 또는 해안의 흠이 붕괴되는 피해를 방지하기 위하여 해안의 원 지반을 침식에 견디도록 강한 재료로 피복한다.



5. 돌제(突堤, jetty, groin)

물 흐름을 조정하기 위해 항만 입구나 하구에 설치하여 해안이나 하안을 보호하고 항로의 수심을 유지하는 기능을 가진 구조물의 하나. 돌제는 돌제군으로서 사용되고, 사석이나 소파(消波) 블록을 제방모양으로 쌓은 투과식인 것과 직사각형 콘크리트 블록·케이슨·널말뚝 등을 제방모양으로 이용하는 불투과식이 있다. 모두 해면과 육지가 맞닿은 선으로부터 바다 쪽으로 수십m 돌출되고 간격은 그 길이의 한두 배 정도이며, 불투과식의 경우는 약간 짧다. 돌제의 높이는 수면보다 1m 정도 높고, 해안선으로 비스듬히 입사(入射)하는 파도를 돌제의 차폐부분에서 표사(漂砂)를 잡아두어 쇄파(碎波)에 의한 흐름을 해면과 육지가 맞닿은 선에서 난바다 쪽으로 이탈시켜 침식을 방지한다. 그러므로 비스듬히 파도가 입사하는 해안에서는 효과가 있다. 또 돌제는 항만 부두의 한 형식으로 선박의 계류시설, 창고, 가건물 등을 배치한 대표적인 부두형식의 하나이다.



6. 이안제 (離岸堤)

이안제는 해빈을 보호하기 위해 해안선에서 어느 정도 떨어진 위치에 해안선과 평행하게 건설되는 방파제이다. 침식방지대책으로서의 이안제 공법은 배후지역의 토사 퇴적기능면에서 매우 효과가 있다. 일반적으로 이안제 설치 지역의 수심은 항만의 정온을 유지하기 위한 일반 방파제의 경우에 비해 상당히 얕으며, 파랑의 진입을 완전히 차단시킬 필요가 없기 때문에 수중방파제(잠제)형으로 건설되기도 한다. 파랑은 이안제 후면에서 크게 감쇄되어 외해에서 들어오는 표사를 이안제 후면에 퇴적시키고 외해쪽으로의 토사 유출을 막아 해빈을 보호한다



7. 수중방파제 (潛堤, submerged breakwater)

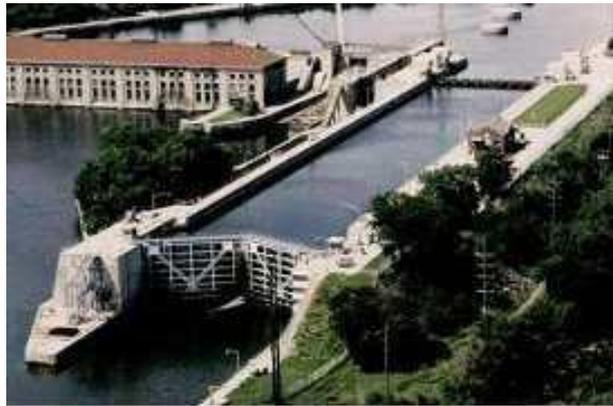


8. 도류제(導流堤, training wall)

하구에서 물을 원하는 방향으로 흐르게 하기 위한 제방과 같은 형태의 구조물로 도수제라고도 한다. 일반적으로 하구에 설치하는 구조물로 제방을 콘크리트 등으로 보호한 것, 원통형 돌망태를 짜 맞춘 것, 널말뚝을 2열로 박고 그 사이를 채운 것 등이 있다.

9. 갑문(閘門, lock)

조석 고저(간만)의 차이가 심한 항만이나 하천, 운하 등의 수로를 가로지르는 댐, 또는 독이나 독(dock) 등에서 선박을 통과시키기 위하여 수위의 고저를 조절하는 수문과 부대시설을 의미한다.



6.2 방파제

6.2.1 일반

1. 방파제 설계시 검토사항

- 방파제의 배치
- 주변지형에의 영향
- 수역환경에의 영향
- 설계조건
- 구조양식
- 설계법
- 시공법
- 공비

2. 방파제의 설계 순서

6.2.2 방파제의 배치

1. 방파제의 평면 배치시 고려사항

- 항내의 정온도
- 조선(操船)
- 건설비 및 유지비
- 항만의 장래 확장
- 항내의 수질

6.2.3 방파제의 구조형식 선정

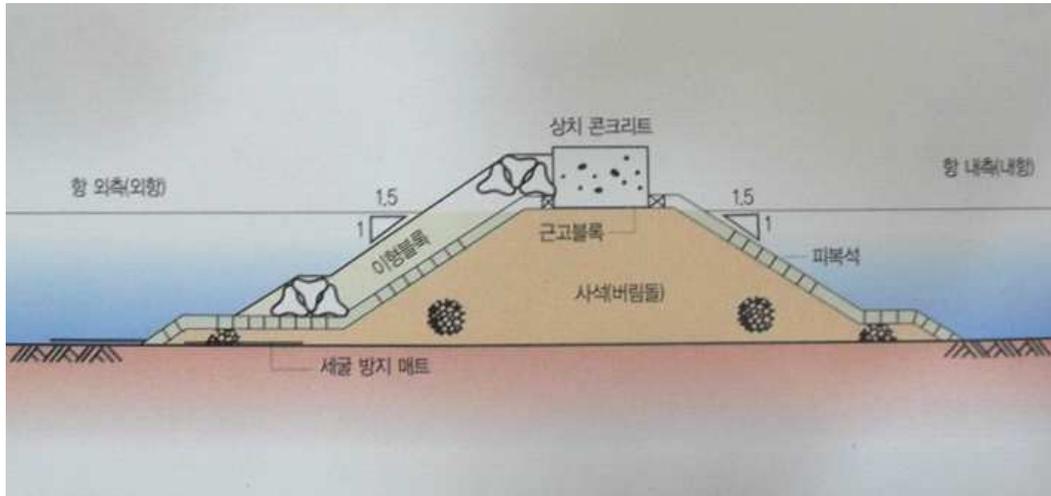
1. 방파제의 구조형식 결정시 비교 검토사항

- 배치조건
- 자연조건
- 시공조건
- 공사비
- 공사기간
- 공사재료의 입수 난이(難易)
- 이용조건
- 유지관리
- 중요도

2. 방파제의 구조형식

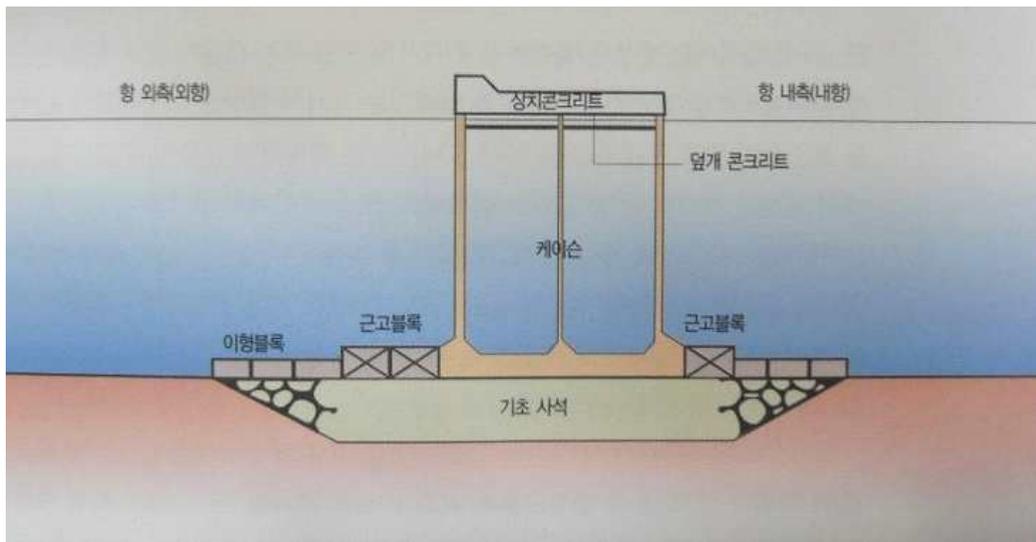
- 경사제

사석제(捨石堤)라고도 불리며 돌이나 소파블록 (테트라포드 등) 등을 쌓아 만든다. 연약한 해저지반에도 시공이 가능하고, 시공과 보수 유지가 편리하다. 또한 경사져 있기 때문에 반사파의 발생이 상대적으로 적다. 그러나 바닥 시공 폭이 넓기 때문에, 필연적으로 항내의 이용 가능한 수역이 좁아진다. 또한 수심이 깊을 경우 대량의 재료가 필요해 비경제적이며, 정기적인 유지보수가 필요하다. 또한, 많은 양의 사석을 사용하는 관계로 환경을 파괴할 수 있다.



○ 직립제

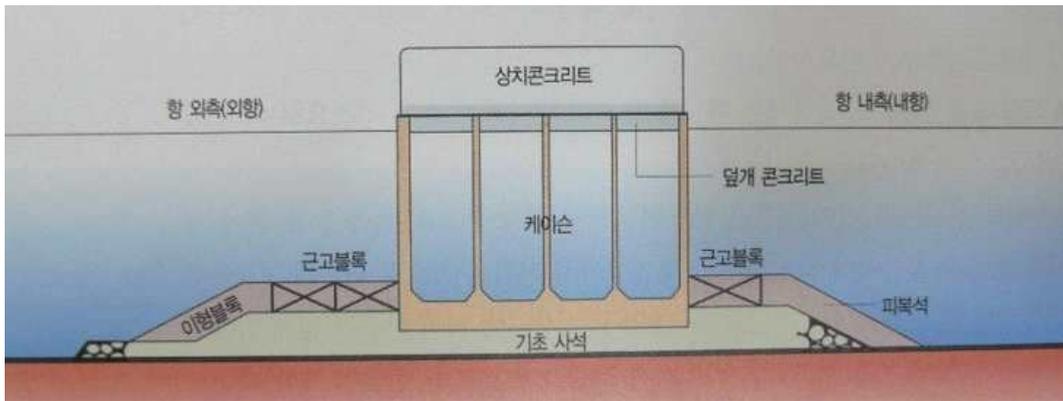
파도를 몸체로 반사하는 것을 목적으로 하고 있어, 반사식 방파제라고도 불린다. 콘크리트 블록이나 케이슨 등을 사용하여 해저로부터 해면상까지 거의 수직으로 만든다. 그 특징은 단면적이 작고 재료비를 경감할 수 있으며, 경사제에 비해 항구를 넓게 만들지 않아도 유효항구 폭을 확보할 수 있다. 또한 방파제 배면을 선박의 계류 호안으로 이용할 수 있다는 장점이 있다. 해저지반이 안정된 암초지대나 파도가 온화한 곳에 적용되는 경우가 많다.



○ 혼성제

사석의 마운드를 기초로 하여 그 상부에 직립제를 설치한 것으로, 경사제와 직립

제의 복합적인 구조다. 수심이 깊은 장소나 해저지반의 요철에도 대응하기 쉽다. 직립부가 있기 때문에 경사제에 비해 재료가 적게 든다. 일반적으로 어항은 다른 항만과 비교해 규모가 크지 않아 사용되는 사석의 양이 상대적으로 적으며, 우리나라 지형 특성상 인근에 사석을 확보하기 용이하기 때문에 사석식 경사제를 주로 사용한다.



6.2.4 설계조건 결정

1. 방파제 설계시 설계조건에 대한 고려사항
 - 파랑(波浪)
 - 수심 및 조위(潮位)
 - 지반
 - 항내의 정온도
 - 바람
 - 기타: 방파제의 단면과 기본수준면, 대조평균고(저)조면, 평균해면

6.2.5 기본단면 결정

1. 직립제 (直立堤)
 - 마루높이: 대조평균고조위상 설계파인 유의파고(有義波高)의 대략 0.6배 이상
 - 상부공(上部工)의 두께: 파고 2m이상일 때 1m 이상. 파고 2m미만일 때 0.5m

이상

- 블록식 직립제의 최상단블록, 셀블록 또는 케이슨의 상면높이는 상부고의 시공을 용이하게 하기 위하여 최소한 평균해면 이상, 가능하면 대조평균고조위 이상으로

2. 혼성제 (混成堤)

- 직립부의 마루높이는 직립제에 준하고, 지반의 연약으로 침하가 예상될 때는 사전에 여유고 (余裕高)를 가해 마루를 높게 하든가 또는 체체를 높이기 쉬운 구조로 하는 것이 바람직함
- 사석부의 마루는 되도록이면 깊게 하는 것이 바람직하나 직립부가 케이슨인 경우는 거치가 가능한 깊이
- 사석부의 두께는 1.5m이상: 사석부의 두께는 직립부의 하중을 넓게 분산시키고 직립부의 거치지반을 수평으로 하여 파랑에 의한 세굴을 방지하는 등의 효과
- 사석부의 어깨폭의 경우, 외항측은 파고에 견디도록 충분히 넓게 하여야 하며 파랑이 거친 곳은 폭을 5m 이상으로. 내항측은 외항측의 2/3 정도로 함
- 상부공의 두께에 있어서 케이슨 등의 거치 마루높이 또는 체체의 마루높이는 직립제에 준함
- 연약지반 기초 치환저폭 결정시 검토사항
 - 하중조합별 압력의 분포각을 검토 (檢討)
 - 케이슨을 포함하는 활동 및 마운드부의 활동을 검토
 - 침하에 대하여 검토
 - 기타 현장 여건상 필요한 사항을 검토
 - 방파제 연약지반 기초치환저폭 결정순서

3. 경사제 (傾斜堤)

- 마루높이는 직립제에 준함
- 마루폭은 이형블록을 사용할 때는 3개 이상으로 함
- 비탈경사는 안정계산에 의해 결정

4. 소파 (消波) 블록 피복제 (被覆堤)

- 직립부의 마루높이는 직립제를 참고하여 기능에 만족하는 높이로 함
- 소파공(消波工)의 마루높이는 직립부의 마루높이와 같게 하는 것이 좋음
- 소파공의 마루폭은 소파블록 2개 이상으로 함
- 상부의 두께와 케이슨등의 거치 마루높이는 직립제에 준하며, 사석부의 두께는 혼성제에 준함

6.2.6 방파제에 작용하는 외력

1. 외력의 종류

- 파력
- 정수압
- 부력
- 자중
- 기타: 풍압력, 동수압, 표류물의 충격력, 토압 등

2. 파력

- 중복파가 작용하는 경우의 파력
- 쇄파 (碎波)가 작용하는 경우의 파력
- 경사제의 비탈경사와 피복석의 중량계산

3. 정수압

4. 부력

5. 자중

6.2.7 안정계산

1. 직립부의 안정계산

- 직립부 활동에 대한 안정계산 $P \cdot F \leq IW$
- 전도에 대한 안정계산
- 직립부의 기초지지력의 안정조건

$$q \geq \frac{W}{B+D} + W_s \cdot D$$

2. 사석부의 안정계산

3. 체체 전체의 안정계산

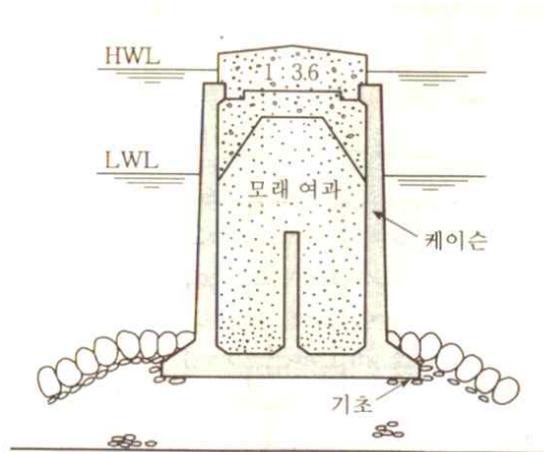
4. 방파제 두부(頭部) 우각부(隅角部)의 안정계산

- 방파제 두부의 피복블록은 체체간부(堤體幹部)의 피복재 중량의 1.5배 이상
- 연약지반의 경우 방파제 법선방향의 활도에 대해서도 검토해야 함
- 우각부의 설계에는 파고의 증대를 고려

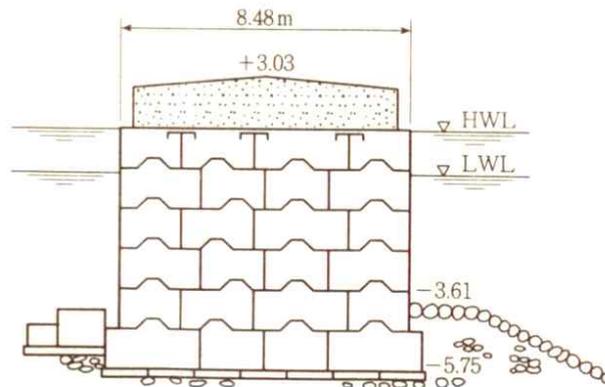
6.2.8 구조세목

1. 직립제

- 케이슨식 직립제



- 블록식 직립제



- 셀블록 직립제
- 콘크리트 단괴식(單塊式) 직립제

2. 혼성제

- 직립부는 직립제에 준함
- 근고블록은 되도록이면 큰 것이 좋음
- 세굴, 흡출(吸出)될 우려가 있을 때는 세굴방지공, 흡출방지공을 사용
- 직립부를 바르게 거치하기 위하여 사석부는 공극을 메워서凹凸이 없게 수평으로 하고, 사석은 잘 물리치도록 충분히 고르기를 해야 함.

3. 경사제

- 경사제의 기초에는 필요에 따라 세굴 또는 흡출에 대한 방지공(防止工)을 설치.
- 사블록堤나 사석제에 상부공(上部工)을 설치할 때는 상부공의 기초를 돌이나 작은 사블록으로 공극을 메워야 함
- 표사의 영향이 있는 곳에서는 파랑과 함께 모래도 투과하여 항내에서 매물이 예상되므로 방사공(防砂工)을 설치
- 지반이 연약할 때에는 침하나 움푹 들어감에 의해 단면보다 상당히 많은 사석이나 사블록을 필요

4. 소파 (消波) 블록 피복제 (被覆堤)

소파블록의 비탈기슭 부근에는 필요에 따라 세굴 또는 흡출에 대비한 방지공을 설치하여야 함

6.2.9 특수형식의 방파제

1. 구조형식의 선정

- 재래형식의 방파제구조와 상이한 방파제 선정
- 중력식 특수방파제
- 직립소파구조 방파제, 소파케이슨식
- 대파랑 등 자연조건의 가혹(苛酷)화에 대하여 상부사면케이슨, 멀티셀케이슨 등 각종의 이형케이슨이 개발 또는 제안되고 있음
- 말뚝 방파제는 말뚝의 저항력으로 파력에 저항한 형식의 방파제. 커튼식 방파제와 관방파제 등이 있음
- 부(浮)방파제는 부체(浮體)를 계류하여 방파제로 쓰는 것이며, 폰툰형이 많음
- 공기방파제는 수중의 기포관에서 소파하는 것

2. 중력식 특수방파제

- 일반
 - 설계조건의 결정
 - 기능에 관계되는 구조제원(構造諸元)의 결정
 - 기본단면의 설정
 - 외력계산

- 안정성 검토
- 부재계산
- 직립소파블록제
 - 마루높이
 - 파력
- 소파케이슨제
 - 소파 대상 파랑조건 결정
 - 소파제 제원의 결정
 - 안정성의 검토에 쓰이는 파력
 - 부재계산에 쓰이는 파력

3. 비중력식 방파제

- 부방파제
 - 일반
 - 부방파제는 부체를 늘어놓아 파력을 막는 형식
 - 부방파제의 구조에는 단형, CF형, SF형 등
 - 설계
 - 부방파제의 기능에 관한 항목
 - 부방파제의 안정성에 관한 항목
 - 계류시스템의 설계
 - 계류시스템의 설계
 - 계류방식의 선정
 - 앵커의 설계
- 본체구조의 설계
 - 본체구조의 설계 순서
 - 구조재질의 선정
 - 설계하중이 산정
 - 구조재료의 설계
 - 부체의 안전성 평가
 - 부방파제에서 구조강도상 고려해야할 하중
 - 정하중: 자중(탑재물 중량도 포함), 정수압

- 동하중: 파랑하중(단면력을 발생시키는 하중외압으로 작용하는 하중)
- 풍하중
- 조류 및 해류에 의한 하중
- 계류에 의한 하중
- 기타(예항(曳航)에 의한 하중, 작업에 따른 하중, 충돌하중 등)