

KDS 64 45 40 : 2024

호 안

2024년 12월



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 항만 및 어항 설계기준 KDS 64 45 40 호안으로 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 설계품속 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)
항만 및 어항 설계기준 설계코드(KDS 64 00 00)	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 설계기준을 설계코드 (KDS 64 00 00)로 개편하고, 타 분야 설계코드와 중복·상충 항목을 비교, 검토하여 보완	코드체계 전환제정 (2017.08)
항만 및 어항 설계기준·해설 KDS 64 45 40 호안	• 준설토 투기장 호안에 대한 제체 내측에서의 세굴·침하 대책, 제체의 내수성 확보, 필터매트 손상 방지 등과 관련한 해설·참고 및 관련 참고문헌 개정	일부개정 (2024.12)

제 정 : 2017년 8월 16일	개 정 : 2024년 12월 24일
심 의 : 중앙항만정책심의회	
소 관 부 서 : 해양수산부 항만기술안전과	
관련단체 (작성기관) : 한국항만협회	
• 해양수산부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시일 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 해야 한다.	

목 차

contents

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용범위	1
1.3 참고기준	1
1.4 용어의 정의	1
1.5 기호의 정의	1
1.6 시설물의 구성	2
2. 조사 및 계획	2
2.1 계획	2
3. 재료	3
4. 설계	4
4.1 호안	4
4.2 파라핏	39



KDS 64 45 40 호안

1. 일반사항

1.1 목적

이 기준은 호안을 계획하고 설계할 때에 필요한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

이 기준은 일반적인 매립호안과 육지의 침식·침수를 방지할 목적으로 해안선 부근에 설치하는 호안·제방을 대상으로 표준적인 설계기준을 제시한다.

1.3 참고기준

내용 없음

1.4 용어의 정의

- 매립호안 : 원지반에 독을 쌓아서 건설되고 배후가 부지로 이루어지는 시설물을 말한다.
- 방조제(防潮堤, Tide embankment) : 간척지를 바다로부터 방호하기 위하여 축조하는 제방을 말한다.
- 제방(堤防, Dike) : 원지반에 독을 쌓아서 건설되고 배후에 부지가 이루어지지 않는 경우의 시설물을 말한다.
- 파라핏(Parapet) : 호안이나 제방 최상부에 설치하는 난간벽으로 고수위나 월파 방지를 위해 설치하는 벽체를 말한다.
- 호안(護岸, Seawall) : 원지반에 독을 쌓지 않는 구조물로 배후가 부지로 이루어지는 시설물을 말한다. 이 기준에서 매립호안, 제방, 호안은 모두 호안으로 통칭한다.

1.5 기호의 정의

내용 없음

1.6 시설물의 구성

- (1) 호안
- (2) 파라핏

2. 조사 및 계획

2.1 계획

- (1) 호안의 배치 및 기준선 계획은 파랑의 침입을 효과적으로 방지할 수 있도록 결정하여야 한다.
- (2) 매립호안의 경우 매립토사의 누출방지, 세굴 및 체절위치 등을 고려하여 결정하여야 한다.
- (3) 해안선을 따라 해안환경의 보전, 해안 및 인근 토지의 이용 상황을 고려하여 결정하여야 하며 다음사항을 고려한다.
 - ① 파랑의 집중
 - ② 지형, 토질, 조위 등을 고려한 시공조건
 - ③ 배후의 토지이용 상황
 - ④ 준공 후의 유지, 관리, 수방(水防), 내수의 배수, 해빈의 이용
 - ⑤ 인접 구조물과의 관계
 - ⑥ 해빈지형에 대한 영향

[해설]

- (1) 기준선의 결정에 있어 고려해야 할 사항
 - ① 모서리나 기준선의 불연속부 등이 있으면 파랑이 집중하여 월파 유량의 증대나 호안 파손의 원인이 되는 경우가 있다. 따라서 파랑의 집중이 명확한 곳에서는 이를 방지하거나 또는 다른 필요한 대책, 예를 들어 그 부분의 구조를 강화하는 등의 고려가 필요하다.
 - ② 지형 및 토질이 공사비 및 안전성에 미치는 영향을 고려하여 기준선을 결정할 필요가 있다. 또한 조위는 해상 공사로 할 것인지, 육상 공사로 할 것인지 등 시공의 난이도를 검토하는 자료가 되므로 기준선과 조위의 관계를 미리 검토해 둘 필요가 있다.
 - ③ 해빈 이용을 고려해 호안 전면에 해빈 폭을 넓게 해두는 경우에는 배후지 인근의 토지이용 상황도 파악해 둘 필요가 있다.
 - ④ 시공방법, 시공 후의 유지, 관리, 수방(水防), 내수 배수, 호안의 내구성 또는 해안 이용(해수욕장, 해산물의 건조장, 관광 등) 등도 고려해 기준선을 결정한다.

- ⑤ 하구부의 하천 호안, 간척호안 등과의 연결부, 항만의 안벽, 도로의 호안 등과의 연결부는 상호간의 파랑의 영향 등으로 예상외의 악영향을 받는 경우가 있다는 점에 주의를 기울여야 한다.
 - ⑥ 일반적으로 중전의 안정 상태에 있는 해빈에 호안을 설치하면 여기에 작용하는 파랑으로 인하여 그 해빈은 평형상태가 깨져, 전면 해빈의 감소 등이 일어나 건설 장소뿐 아니라 그 부근에도 좋지 않은 영향을 미치는 경우가 많으므로 사빈을 보전해야 하는 곳에 호안을 설치할 필요가 있는 경우에는 후퇴시켜 설치하는 등의 주의를 기울여야 한다.
- (2) 신규 토지를 조성하는 경우의 기준선
- 기준선은 (1)항에서 설명한 각 부분을 고려해 폭풍해일, 파랑 등의 침입을 유효하게 방지할 수 있도록 정해야 하는데, 매립사업인 경우에는 향후 조성될 토지의 이용 목적 등을 고려하는 것이 필요하다. 어쩔 수 없이 파랑집중이 일어나는 부분이 생기거나 또는 지반이 연약한 곳이나 수심이 깊은 지점 등 시공이 곤란한 곳에 호안을 건설하는 경우에도 이 기준에서 규정하는 각 사항에 대하여 고려할 필요가 있다. 예를 들어 파랑 집중 부분은 그 구조를 강화하고 연약 지반 위에는 대응공법을 고려하는 등 대책을 충분히 강구해야 한다.
- (3) 파라펫의 기준선은 호안의 기준에 준하나 용지취득의 어려움, 배후지 및 해안부의 어항, 항만 등의 이용 상황에 대응하여 기준선이 결정되는 경우가 많다.

3. 재료

내용 없음

4. 설계

4.1 호안

4.1.1 설계일반

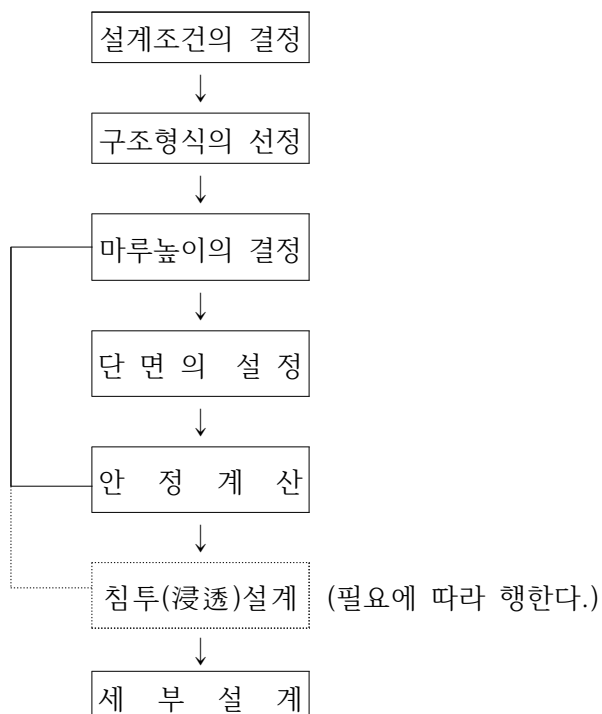
- (1) 파랑 및 고조에 의하여 매립지 및 배후지의 보전, 이용에 지장을 초래하지 않을 마루높이로 하여야 한다.
- (2) 파압, 토압 등의 외력에 대하여 안정된 구조로 하여야 한다.
- (3) 매립토가 누출되지 않는 구조로 하여야 하고, 세굴이 우려되는 경우에는 이에 대한 대책을 강구하여야 한다.
- (4) 매립중의 오탐수의 유출방지 등 주변수역에 대한 영향을 고려하여야 한다.
- (5) 친수호안의 경우에는 이용자가 안전하고 쾌적하게 이용할 수 있는 구조로 하여야 한다.

[해설]

해면매립지가 일반 폐기물의 최종 처분장인 경우의 매립 호안의 설계는 해양환경관리법과 폐기물관리법의 내용을 반영하여야 한다.

[참고]

(1) 호안의 설계는 일반적으로 다음 순서로 행한다.



- (2) 일반적으로 매립지의 외곽은 접안시설이 있는 경우를 제외하고 호안으로 둘러싸여 있다. 따라서 매립호안은 매립토의 유출을 방지하는 안정된 흙막이공일 뿐 아니라 파랑에 안정하고 월파 및 고조로부터 배후의 매립지를 방호하여야 한다. 외해에 면한 매립 호안에 대하여는 통상의 매립호안에 비하여 파랑의 영향이 크므로 이들을 검토함에 있어서 특히 유의할 필요가 있다.
- (3) 서·남해안과 같이 조수간만의 차가 있는 해역에서는 제체 외측에서의 조위변화에 따라 제체 내외의 수위 차로 인하여 해수가 호안제체로 통수되어 시간이 지남에 따라 제체 저면, 특히 제체의 선단부에서 세굴이 발생할 가능성이 크다. 흐름 발생과 그에 따른 세굴발생은 다음과 같은 특징이 있으며, 이에 대응한 대책도 필요하다.
- ① 제체 내외의 수위차에 의한 흐름은 제체의 내외 양측에서 모두 발생할 수 있으며, 그에 따른 세굴도 내외 양측에서 발생할 수 있다.
 - ② 제체 내외의 최대 수위차는 일반적으로 조위의 변화속도가 크게 나타나는 중조위(中潮位) 부근에서 나타난다.
 - ③ 제체 내부를 통하는 흐름에 의해 다음과 같은 문제가 발생할 가능성이 있다.
 - 가. 세굴이 발생하는 쪽의 피복 층 사석의 침하 및 일부 유실
 - 나. 호안 제체 사석의 침하·유실시 필터매트의 손상
 - 다. 호안 제체 내부의 세립질의 유출 등
 - ④ 흐름에 대응한 세굴방지공은 제체 내·외측 모두 필요하다. 다만, 제체 하부의 기반개량을 강제치환과 같이 사석으로 치환하는 경우는 그 자체가 세굴방지공의 역할을 하므로 별도의 세굴방지공은 불필요하나, 강제치환의 상부면 폭은 상부 제체의 저면부가 충분히 포함되도록 설정할 필요가 있다.
 - ⑤ 조위변화에 따른 제체 내외에서의 수위차는 다음 항목에 영향을 받는다.
 - 가. 제체의 투수성(구성 재료의 입경 등에 의해 결정)
 - 나. 제체의 폭(저면 폭, 상부 폭, 사면경사 등에 의해 결정)
 - 다. 상기 가와 나에 의해 결정되는 동수거리(후술하는 “4.1.6 구조세목”과 연계)
- (4) 호안의 구조는 가토류공(仮土留工)을 제외하고 중력식안벽, 널말뚝식안벽 강널말뚝 셀(Cell)식 안벽 등의 구조형식과 유사하므로 설계 시는 KDS 64 55 20 고정식 계류 시설의 관련부분을 참조할 수 있다.
- (5) 매립 시에는 매립호안을 토사가 누출하지 않는 정도의 가호안(仮護岸)으로 하고 매립이 완료한 후에 본호안 또는 안벽을 축조하는 경우가 있다. 가호안의 형식으로는 다음과 같은 것이 있다.
- ① 재료비, 시공비가 싼 구조형식으로 하여 장래에는 사용하지 않는 것.
 - ② 장래, 구조를 강화하여 본호안으로 사용하는 것.
- 가호안의 설계 시는 안전율을 적당히 저하시켜도 된다. 단, 이때 본호안 또는 안벽이 축조될 때까지의 기간에 발생할 파랑에 대하여 안전한 구조로 한다. 또 가호안 기간 중의 매립지에 지장이 없는 마루높이로 한다.
- (6) 매립지의 조성순서, 매립공법에 따라서는 매립지내에 내부가호안을 설치하는 경우

도 있다. 보통, 내부가호안에 대하여는 파랑, 마루높이, 토사누출방지의 정도, 중요도 등의 조건은 엄격하지는 않다. 소요의 조건을 만족하도록 본호안 또는 가호안에 준하여 설계한다.

- (7) 수제선을 갖는 녹지에서 호안은 친수성(바다를 조망하고 바다에 다가가고, 바다에 접촉하는 등)을 배려하는 것이 바람직하다.
 - ① 친수호안은 이용자가 바다로 떨어지는 일이 없도록 호안의 단면을 설정할 필요가 있다. 또, 추락방지책등의 부대시설을 적절히 설치한다.
 - ② 고파랑 시에 사람들이 보행하는 부분까지 월파가 예상되는 시설에서는 표지 등 적절한 수단으로 그 위험성을 주지시켜야 한다.
 - ③ 친친수성 호안의 설계에 있어서는 배후의 토사 흡출방지를 위한 흡출방지대책을 검토할 필요가 있다.
 - ④ 고령자 및 신체장애자의 이용 시에는 호안상의 통로나 경사로(Slope)의 폭, 경사 등은 휠체어(Wheel chair) 등의 안전한 이동이 가능하도록 충분히 배려하는 것이 바람직하다.
- (8) 호안의 체질이 완료된 준설토 투기장은 배면매립이 신속히 이루어져야 하나, 후속 공사가 지연될 경우, 일시적으로 제체 내외에 해수면이 형성되는 제방의 형태가 되므로 그에 따른 문제발생을 억제하기 위해 다음의 조치가 필요하다.
 - ① 제체 내외의 수위차가 발생하면 제체를 통하는 흐름이 발생할 수 있다. 제체 내외의 수위차를 줄이기 위해서는 다음의 방법을 고려할 수 있다.
 - 가. 해수소통구 설치(소통용량 확대 및 설치 높이 낮추기)
 - 나. 체질구간의 완공 시기 조절 등
 - ② 제체 외측의 수위가 내측보다 높은 경우 수위차에 의해 외수압이 발생하여 호안 내측에 설치한 필터매트가 부상(浮上)할 수 있다. 필터매트의 부상을 방지하기 위해서는 다음의 방법을 적용할 수 있다.
 - 가. 필터매트를 와이어 메시(Wire mesh) 등으로 고정
 - 나. 필터매트 부상 방지용 보호공 설치
 - ③ 필터매트가 손상되면 배면토사의 흡출에 의해 제체 배면이 함몰되는 피해가 발생할 수 있다. 따라서 필터매트 손상방지를 위한 노력과 사후 모니터링 등을 통한 흡출상황 등의 확인 및 조치가 필요하다.
- (9) 케이슨(혹은 블록)을 사용하는 혼성식의 준설토 투기장 호안의 경우는 다음의 구조적 특성과 그에 따른 필터매트의 손상발생 가능성이 사석경사식 호안보다 크기 때문에 더 주의가 필요하다.
 - ① 기초사석과 케이슨(혹은 블록)의 이음부를 통한 투과파에 의한 양압력이 필터매트에 작용하기 쉽다.
 - ② 또한 케이슨이나 블록을 적용함에 따라 제체의 내수성이 떨어져 세립질 매립토사가 유출되기 쉽다.
 - ③ 케이슨을 적용하는 혼성식 호안이 많은 일본에서는 제체 배후에서 흡출에 의한 함

물피해 발생 사례가 많이 있다. 이와 관련해서는 高橋 등(1996)이 수리모형실험을 통해 사석제체를 통한 투과파의 양압력에 의한 필터매트의 손상을 규명하고, 일본항만협회(2018)에서는 투과파에 의한 양압역 저감, 필터매트 류의 내구성 확보, 필터층 보강 등에 주의하도록 강조하고 있다.

4.1.2 구조형식의 선정

(1) 호안 구조형식의 선정에 있어서는 다음 사항을 종합적으로 검토하여 선정하여야 한다.

- ① 수리조건
- ② 기초지반의 조건
- ③ 제체 재료의 확보 난이도
- ④ 용지취득의 난이도
- ⑤ 해빈의 이용
- ⑥ 시공조건
- ⑦ 기타

(2) 구조 제원

호안의 기본단면을 구성하는 구조 제원은 마루높이, 마루폭, 전면 경사가 있으며 제방은 여기에 배면 경사가 있다.

[해설]

(1) 호안의 구조형식은 경사식, 직립식, 혼성식, 완경사식 등이 있으며 각 형식별 적용 조건은 다음과 같다.

① 경사식

- 가. 기초지반이 비교적 연약한 경우
- 나. 제체 재료가 용이하게 얻어지는 경우
- 다. 호안용지가 용이하게 얻어지는 경우
- 라. 수리조건, 기존 호안과의 연결 관계 등에서 판단해 경사식이 바람직한 경우
- 마. 해빈 이용 상 바람직한 경우나 친수성에 대한 요구가 강한 경우

② 직립식

- 가. 기초지반이 비교적 단단한 경우
- 나. 호안용지가 용이하게 확보되지 않는 경우
- 다. 수리조건, 기존호안과의 연결 관계 등에서 판단해 직립식이 바람직한 경우

③ 혼성식

혼성식의 호안은 경사식 및 직립식의 특성을 살린 형식이 바람직한 경우에 이용하는데, 최종적으로 구조형식은 해빈의 이용 상황, 지형변화 상황도 충분히 고려하여 선정한다. 특히 호안용지를 쉽게 구할 수 있는 경우에는 월파 유량, 파의 처오름을 저감할 수 있고, 해빈 이용 측면에서 친수성 높은 완경사 호안의 적용이 고려되는데, 이 경우 기존 해빈 면적을 필요 이상으로 점유하거나 해역 식생에 의도치 않은 영향을 미치는 경우도 있으므로 주의가 필요하다.

④ 환경사석

- 가. 충분히 넓은 전빈이 있고 해저 경사가 완만한 해빈에 새로이 구축하는 경우
- 나. 가.항에 준하는 해빈에서 기존 직립식 호안의 전면에 기능 개선·개량·보강 목적으로 설치하는 경우
- 다. 직립식 호안의 전면 해빈이 세굴되어 사빈이 소실되는데, 전면 해빈 경사가 비교적 완만한 경우에 월파·비말 방지(경감) 대책, 즉 소파공의 대체 시설로서 설치하는 경우
- 라. 직립식 호안의 바다쪽으로 이안제 혹은 소파제가 완성되어 있는 경우에 기능 개선을 위해 설치하는 경우
- 마. 제체 선단 수심은 약간 크지만, 그 전면 해빈 경사가 상당히 완만한 기존 호안의 전면에 개량·보강 공사로서 질량이 충분한 블록에 의한 환경사 호안을 설치하는 경우

- (2) 호안의 형태는 콘크리트 벽체구조물을 바다쪽으로 돌출시킨 돌출식, 기초사석 마운드 위에 케이슨을 올려놓은 케이슨식, 강널말뚝 등을 이용한 쉘식, 널말뚝을 이용하여 호안 벽체를 형성한 널말뚝 식, 콘크리트블록을 쌓아올린 콘크리트블록식, 사석들을 이용하여 호안벽체를 형성하는 사석틀식 등으로 분류할 수 있는데, 파랑조건, 수심 및 지반조건, 배후지 이용조건 등에 따라 적절한 형식을 선정하여야 한다.

4.1.3 설계조건

호안의 설계조건으로 다음사항을 검토하여야 한다. 단, 육지의 침식·침수를 방지할 목적으로 해안선 부근에 설치하는 호안·제방의 경우 KDS 64 50 00 연안보전시설 (4.2 설계조건)을 따른다.

- (1) 파랑, 조위, 조류, 수심
- (2) 기초지반의 토질
- (3) 지진 및 지진력
- (4) 지진시의 동수압
- (5) 매립토 등의 성상
- (6) 매립지 및 호안의 이용조건
- (7) 월파의 허용도
- (8) 주변수역의 상황
- (9) 시공법(특히 체절공법)
- (10) 매립공법

[참 고]

- (1) 호안의 마루높이 및 구조의 결정시에는 월파의 허용량이 커다란 요소이다. 배후의 상황 등을 고려하여 허용월파량을 적절히 설정한다. 허용월파량의 선정에는 KDS 64 10 10 설계조건(4.3.6.2 월파량)을 참조하여 적용한다.
- (2) 매립토의 토질조건에 대하여는 KDS 64 11 00 지반을 참고하여 적용한다.
- (3) 지진 및 지진력에 대하여는 KDS 64 17 00 내진을 참조하여 적용한다.
- (4) 지진시의 동수압에 대하여는 KDS 64 17 00 (4.1.6 지진시의 동수압)을 참조하여 적용한다.
- (5) 넓은 수면을 매립호안으로 체절하는 경우 호안공사의 진척에 따라 조차에 의한 해수의 유출입 단면적이 적어져서 제 내외에 수위차가 생겨 체절부에 상당한 유속이 발생한다. 따라서 호안구조도 최종 체절부는 특별한 주의를 기울여 예상되는 유속에 대하여 충분히 안정된 구조단면이 되지 않으면 안 된다. 체절에 따르는 체절부의 유속은 체절하는 수면적, 체절부의 단면적, 평균수심, 조위차등에 지배된다.
체절구간은 호안공사가 진행되어 유속이 빨라지기 전에 지반이 좋은 장소에 바닥보호공을 시공해두는 것이 바람직하다. 체절부의 유속에 따라서는 잠언, 광정언(廣頂堰)을 이용하는 일도 있다.
- (6) 매립공법이 펌프선(Pump船)에 의한 배송(Pumping)의 경우 매립호안의 기초지반의 투수성이 좋으면 여수(餘水)가 기초지반의 토사, 사토 등을 유출시켜 호안 본체를 파괴하거나 토사유출의 염려가 있으므로 설계, 시공에 주의하여야 한다. 또 매립토는 배송 시 액체화되어 있다고 생각되므로 직접 호안본체 배후에 토사류가 닿지 않도록 배출구의 위치, 여수로, 여수토의 배치를 고려하여야 한다.

- (7) 매립지내의 수위에는 매립지내 수위, 잔류수위의 2개의 수위를 설정한다.

매립지내 수위는 침투계산(浸透計算)이나 여수처리시설의 설계 등에 사용된다.

잔류수위는 호안 배후의 수위로서 호안의 안정계산에 사용한다. 단, 호안에 근접한 위치에서의 수위가 잔류수위보다도 높은 경우에는 원호활동 등의 안정계산에서 잔류수위만을 사용하면 위험하게 되는 일도 있다. 그런 경우에는 매립지내 수위도 고려하여 호안의 안정계산을 한다.

① 매립지내 수위

매립지내 수위는 시공 시, 완료시의 각 경우의 호안의 안정성 및 주변수역에 대한 영향을 고려하여 설정한다. 주변수역에 대한 영향에 대하여는 특히 시공시의 호안 내 발생과에 의한 월류(越流) 등에 대하여 주의하여야 한다. 또, 매립지내 수위가 호안면 수위에 비하여 너무 높아지면 호안이나 기초지반으로부터의 오수 등의 침출(浸出) 수량이 증가하는 일이 있으므로 주의를 요한다. 또한, 매립지내 수위는 호안의 건설과 여수처리시설 등의 건설비 및 유지관리비에 영향을 미친다는 것을 유의해 두어야 한다.

② 잔류수위

가. 매립호안에서는 매립지내의 오수 등의 호안으로부터의 침출을 줄이기 위하여 투수성이 낮은 호안구조로 하는 일이 많다.

나. 기왕의 실시례를 보면 중력식 구조형식의 매립호안에서는 호안본체에 의하여 투수성의 저하를 도모하기 보다는 배면토사, 뒤채움 모래층 두께의 증대 등으로 투수성의 저하를 도모한 예가 많다. 따라서 이와 같은 호안형식에서는 호안본체 배면의 수위는 보통의 중력식 호안과 같은 움직임을 하기 때문에 호안본체의 설계에 사용하는 잔류수위는 통상의 중력식 호안과 같게 보아도 된다.

다. 널말뚝식 구조형식을 취하는 매립호안에서는 널말뚝부의 지수성(止水性)을 높이기 위하여 널말뚝 조인트(Joint)에 충전재(Grout재)를 주입 또는 2중 널말뚝식 구조형식이 채택된 사례가 있다. 이로 인하여 구조물 본체의 수위는 통상의 널말뚝 호안보다 낮아지는 일이 많다. 이와 같은 널말뚝식 매립호안에서는 호안의 지수성을 충분히 고려하는 외에 이중 널말뚝식의 경우에는 널말뚝의 마루높이, 시공시의 상황 등을 고려하여 적절한 잔류수위를 설정한다.

- (8) 매립호안을 육지 측과 접속하여 건설하는 경우에는 호안의 건설에 수반하여 지하수위의 상승을 일으키고 또, 지하수의 수질 악화를 초래하는 일도 있으므로 매립지의 평면계획 및 호안구조를 검토함에 있어서는 이점도 충분히 유의하여 호안배후의 지하수의 상황을 미리 조사해두는 것이 바람직하다. 또, 매립호안의 축조에 의하여 지하수의 수질악화를 초래할 우려가 있는 경우에는 지하수와 차단할 기도를 기도하기 위하여 지수벽을 설치하는 등의 대책을 검토할 필요가 있다.

- (9) 매립호안으로부터 해역으로 나가는 오수 등의 침출수량(浸出水量)을 추정하기 위해서는 이 기준 4.1.4 기본단면의 결정에 의한 침투해석을 할 필요가 있다. 침투해석은 다시 (Darcy)의 법칙과 KDS 64 11 00 지반(4.2.3 침투)를 적용하여 행하는 것을 기본으로 한다. 그러나 호안단면은 후술하는 바와 같이 널말뚝이나 콘크리트 부재 및 뒤채움모래

등 다른 재료로 구성되어 있고 또, 널말뚝 등에는 조인트부와 널말뚝 본체부의 투수성이 다르므로 다시(Darcy)의 법칙이 적용되지 않는 경우도 있다. 이 경우의 침투해석에 대하여는 호안단면이 다시(Darcy)의 법칙이 적용되는 재료로 구성된 것으로 보고 취급하는 것이 현실적이므로 다시(Darcy)의 법칙을 근사적으로 적용하기 위한 방안으로서 투수계수나 벽체 폭의 환산을 시행할 필요가 있다.

침투해석은 매립호안내의 수위가 일정하다고 볼 수 있는 범위까지를 대상으로 하나 호안본체의 구조나 뒤채움모래 등의 상황을 고려하여 소요의 정도에 따라 범위를 설정하여 해석하면 된다. 단, 투입매립토 그 자체의 투수성이 낮은 경우에는 매립호안내의 수위가 매립토 내에서 큰 경사를 갖는 일이 있으므로 주의할 필요가 있다.

① 강널말뚝식 구조물의 투수성

강널말뚝식 구조물의 투수성은 다시(Darcy)의 법칙으로는 표현할 수 없다. 그러므로 침투해석에 대하여는 적절한 환산 폭과 그 환산 폭에 대한 환산투수계수를 사용하여 취급할 수가 있다. 또, 그 설정에 대하여는 실내실험은 현장에서의 조인트(Joint)의 상황을 재현한다고 말할 수 없으므로 현장에서의 실험결과를 기본으로 하는 것이 바람직하다.

가. 현장에서의 강널말뚝식 구조물의 투수성에 대하여는 일본항만기술연구소 자료 No115 잔류수위 측정조사(1971, 古土井光昭 등) 자료가 있다. 이것은 강널말뚝식 안벽 5개 열(例)의 잔류수위의 측정결과를 기초로 하여 검토된 것으로 널말뚝벽을 해저면 이하를 불투수층으로 보고 해저면 위를 다시(Darcy)의 법칙이 성립하는 1m 폭의 균일한 투수층으로 환산하여 해석한 것이다. 그 결과 얻어진 투수계수(환산투수계수)는 $1 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 의 범위에 있었다. 또, 강관 널말뚝식 안벽의 2개 사례(직경80cm, 二港建型 Joint)에 대하여도 같은 해석을 한 결과 $6 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 라는 값을 얻고 있다. 또한, 이상의 조사사례 에서의 뒤채움토사의 투수계수는 $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{cm/s}$ 정도이었다.

나. 강널말뚝 조인트(Joint)부의 투수성에는 다음과 같은 특성이 있다.

뒤채움토사가 없는 경우에는 단면이 급격히 축소하는 오리피스(Orifice)와 같은 현상이 발생하며 참고 식 (4.1-1)에서 $n=0.5$ 로 놓고 표현된다.

$$q = Kh^n \quad \text{참고 식 (4.1-1)}$$

여기서, q : 단위 조인트(Joint) 길이당 유출량 ($\text{cm}^3/\text{s}/\text{cm}$)

h : 널말뚝 전후의 수위차 (cm)

K, n : 정수

뒤채움이 있는 경우에는 뒤채움 토사의 성질이 조인트(Joint)부에서의 침출수량(浸出水量)에 크게 영향을 미친다는 것과 뒤채움 토사의 널말뚝 조인트부 부근에서는 다시(Darcy)의 법칙이 성립하지 않는 영역이 있다는 것을 고려하면 뒤채움 토사를 포함한 어느 범위의 토사를 널말뚝 조인트와 일체로 생각하여 합성 조인트로 보고 이 부분의 투수성을 평가코자 하는 시도가 있으나 이것은 침투해석을 하는데

유효한 방법이다. 쇼지(莊司)등은 조인트 정도의 차이에 더하여 모래채움의 유무 등 조건을 조합한 포괄적인 투수시험을 하고 그 결과를 간추려서 실험식을 제안하였다. 그 결과에 따르면 뒤채움이 있고 조인트부에 토사가 채워져 있는 상태에서는 $n=1.0$ 과 근사하다고하고 실험결과를 나타내는 k 를 구하고 있다.

- 다. 널말뚝 조인트부에 지수처리(止水處理)를 시행한 경우의 투수성의 저하의 정도에 대하여는 지수재의 종류, 사용방법 등에 따라 다르므로 현지의 시공상태를 고려한 실험결과 등 신뢰할 수 있는 자료를 기초로 판단할 일이다.

야외에서의 실험 예에서는 침출수량이 지수재가 없는 경우의 20~40% 정도로 저하된 예도 있다.

② 기초지반의 투수성

가. 자연지반의 투수성

자연지반의 투수성은 자연지반을 구성하는 각 토층의 투수계수를 KDS 64 11 00 지반(2.1.3 투수계수)를 참조하여 구한다. 이에 따라, 지반전체의 투수성을 평가할 수가 있다. 자연히 퇴적한 지반에서는 투수계수가 방향성을 가지며 연직방향에 비하여 수평방향의 투수계수가 크다. 또, 자연지반상에 구조물을 축조하면 지반의 압축 또는 압밀에 의하여 간극비가 적어져 투수계수도 저하한다.

투수계수를 실내시험 또는 하젠(Hazen)의 식에 의하여 평가하는 경우에는 면밀한 샘플링(Sampling)에 의하여 성층상태를 정확히 파악하는 것이 중요하다.

나. 지반개량부분의 투수성

매립호안의 건설에 대하여 지반개량이 실시되는 경우에는 자연지반의 투수성의 평가에 더하여 지반개량에 의한 투수성의 변화를 검토할 필요가 있다.

모래말뚝(砂杭)간의 지반이나 치환모래층의 하부지반, 심층혼합처리공법의 미처리 부분 등에서는 압밀에 의하여 투수계수가 장기간에 걸쳐 저하되어 간다. 또, 모래말뚝의 경우에는 모래말뚝주변의 점토의 교란에 의한 투수계수의 변화, 모래말뚝 자신의 다짐에 의한 투수계수의 변화가 예상된다. 지반개량을 행한 기초지반의 투수계수를 개량지반과 미처리지반으로 구분하여 설정함에 있어서는 침투류의 해석에 있어서 호안이나 기초지반의 구성의 단순화, 호안구조, 지수공의 투수계수의 정도 등을 고려하여 균형 있는 검토를 행할 필요가 있다. 또, 기존의 유사 구조물의 조사에 의하여 개략치를 검토할 수도 있다.

- 다. 기초지반이 암반인 경우의 투수성에 대하여는 암반이 균열, 파열 또는 단층파쇄대(斷層破碎帶) 등을 포함하는 경우가 있고 또 이에 따라 투수성이 결정되는 일이 많으므로 사전에 충분히 조사를 행하고 거기에 기초하여 투수성을 검토한다.

4.1.4 기본단면의 결정

4.1.4.1 설계일반

- (1) 호안은 파랑에 의한 월파를 감소시키고, 보전 대상 해안 및 매립지에 대한 목표 방호수준을 달성할 수 있도록 호안의 형식, 구조, 위치를 결정하여야 한다.
- (2) 호안의 설치 목적을 달성하기 위하여 마루높이, 전면 경사, 마루폭, 배면 경사, 근고공의 형식, 폭, 두께, 또는 성토의 폭 및 두께 등이 효과적으로 조합되어 있는지를 평가한다.
- (3) 기본단면은 해당 해안에서의 설계조위, 설계파랑 등을 설정하여 설계파랑 작용 시 월파유량이 허용월파랑을 상회하지 않는지를 확인하여야 한다.
- (4) 매립호안은 배후 매립지의 보전이 이루어지도록, 그리고 호안 및 배후의 토지이용에 지장이 없도록 월파랑, 고조시의 조위차 등을 감안한 적절한 마루높이를 갖도록 하여야 한다.
- (5) 매립 호안은 매립공사중의 각 조건을 고려하여 안정성을 확보하여야 한다.

[해설]

- (1) 매립 호안의 마루높이는 설계고조위에 설계파에 대한 필요높이를 가한 것으로 하고 월파의 허용도를 고려하여 결정한다[이 기준 4.1.3 설계조건 [참고] (1) 참조].
- (2) 매립 호안의 안정계산은 구조형식에 따라 행한다. 매립지의 시공은 일반적으로 장기간 걸리는 것이므로 매립공사중의 각 조건을 고려하여 안정계산을 한다. 특히 원호활동이 발생할 우려가 있는 경우에는 공사 중의 각 단면에 대하여 안정성을 검토한다.
또 파랑이 있는 곳에서는 KDS 64 45 20 방파제를 참고하여 매립 도중의 파랑에 대한 안정성을 검토하여야 한다.

[참고]

- (1) 매립호안의 전면에 소파공을 설치하는 경우에는 마루높이를 낮출 수가 있다. 그러나 마루높이와 매립지내의 수위와의 차가 적어지면 월류의 위험이 있으므로 주의가 필요하다.
- (2) 월파랑, 처오름 높이의 계산은 KDS 64 10 10 설계조건(4.3.6 처오름 높이, 월파 및 전달파)를 참조하여 적용한다.
- (3) 연약한 점토를 매립하는 경우에는 호안에 작용하는 토압의 경감, 조인트(Joint) 또는 기초를 통한 매립토의 유출방지를 기하기 위하여 뒤채움을 시공하는 등의 대책이 필요하다.
- (4) 펌프준설선에 의한 매립의 경우 호안배후에 부유 연약토가 집중하여 호안 본체에 예상 이상의 토압이 작용하거나 또, 배면수압이 호안 마루까지 작용하는 경우가 있으므로 안정계산 시는 이들 문제를 충분히 고려할 필요가 있다.

4.1.4.2 기본단면

- (1) 호안의 마루높이는 폭풍해일이나 이상파랑에 의한 해수의 침입을 방지하고 파랑의 처오름이나 월파를 막는데 충분한 높이로 하여야 한다.
- (2) 전면 경사는 호안 형식의 결정에 따라 제체의 안전성, 수리조건, 해빈의 이용 상황, 토질, 지형조건 등을 고려하여 결정하여야 하며, 전면 수심이 깊어 해빈 경사가 급한 경우에는 제체의 안전성 및 세굴대책을 고려하여야 한다.
- (3) 마루폭은 제체가 파력에 안정하고 월파에 의한 마루 수평면이 월류에 저항할 수 있는 너비로 하여야 하며 연결 도로, 경사로 또는 차량의 통행 등을 고려하여 결정하여야 한다.
- (4) 배면 경사는 제체의 원호활동에 대한 안전성 등을 고려하여 호안의 높이나 경사, 길이 등을 결정하여야 한다.

[해설]

(1) 일반사항

- ① 방호수준은 보전 대상 해안에 영향을 미치는 폭풍해일, 이상파랑 및 설계파가 내습하는 경우에 따라 적절히 설정한다.
- ② 폭풍해일을 방호 대상으로 하는 해안에는 KDS 64 50 00 연안보전시설(4.2 설계조건)에서 정의되어 있는 설계조위에 파랑의 영향(월파 유량 또는 파의 처오름)을 고려한 수치를 목표로 한다. 한편 기왕 고극조위, 기존의 조위 편차의 최대값 및 추산한 조위 편차의 최대값에 대해서는 그 재현기간을 구해 두는 것이 바람직하다.
- ③ 이상파랑을 방호대상으로 하는 해안에서는 이상파랑의 수위에 대해 방호하는 것을 목표로 한다. 조위에 비해 배후지의 지반 높이가 낮은 지역 및 배후에 인구나 자산이 특히 집적되어 있는 지역에서는 과거의 폭풍해일이나 이상파랑에 의한 재해를 충분히 감안해 필요에 따라 보다 높은 방호수준을 설정해도 좋다.
- ④ 조사 및 검토방법에는 신뢰성이 높은 적절한 방법을 이용한다.

(2) 기본단면

① 마루높이

가. 기상, 해상, 지형 등의 설계조건이 같은 일련 구간의 마루높이는 원칙적으로 변하지 않는다.

호안의 마루높이 결정의 기본적인 개념은 일반적으로 다음과 같다.

$$\text{마루높이} = \text{설계조위} + \text{설계파에 대한 필요 높이} + \text{여유 높이}$$

여기에서 설계조위는 일반적으로 설계고조위가 적용되는데, 설계고조위가 반드시 설계조위가 되는 것은 아니라는 점에 유의할 필요가 있다.

나. 설계파에 대한 필요 높이의 결정과 산정 방법

- (가) 적용 설계파는 호안의 설계공용기간에 맞게 합리적으로 결정하도록 한다.
설계공용기간에 대한 확률 파고로는 30~50년 확률파고를 이용하는 경우가 많다.
- (나) 설계파에 대한 마루높이는 해저 경사, 호안의 이용조건, 월파(처오름 높이) 허용한도 등을 고려해 결정한다. 또한 소파공, 이안제, 인공해빈 등의 복합 방호방식에 의해 호안 마루높이를 낮추고자 하는 경우에는 시설 각각의 기능을 충분히 검토한 후에 결정한다.
- (다) 설치 위치가 설계고조위 시의 해안선 보다 바다 측에 있는 경우에는 월파유량을 산정하여 호안 배후지의 이용 상태에 맞게 설정한 허용량 이하가 되는 높이를 적용한다.
- (라) 설치 위치가 해안선 보다 육지 측에 있는 경우에는 파의 처오름 높이를 산정하여 월파 방지를 위한 필요한 높이를 적용한다.
한편 이러한 경우에도 계산에 의한 월파유량의 산정이 가능한 경우에는 필요 높이를 월파유량에 의해 결정할 수 있다. 단, 이것은 절대적인 개념이 아니므로 이 결과 값들과 함께 인접 구조물과의 관계 등을 충분히 고려할 필요가 있다.
- (마) 월파유량 및 처오름 높이 산정은 KDS 64 10 10 설계조건(4.3.6 처오름 높이, 월파 및 전달파) 참조하여 적용한다.

다. 소요높이의 결정 시에 고려해야 할 사항

- (가) 지반 또는 제체의 침하가 예상되는 경우의 마루높이
어떠한 원인에 의해 호안의 상대적 높이가 감소해 파가 호안을 월류하는 상태가 되면 호안이 붕괴되지 않더라도 배후지에 미치는 피해는 상당히 커지게 된다. 따라서 연약지반이나 예상되는 지진동의 작용 등에 의해 지반 또는 제체의 침하가 예측되는 경우에는 완공 후에도 호안 높이가 부족해지지 않도록 수리적으로 결정된 마루높이에 예측침하량을 미리 더해 둘 필요가 있다.
- (나) 환경사 호안에 대한 주의
환경사 호안일 경우 전면 경사가 1:3 정도에서는 파의 처오름 높이나 월파 유량이 직립호안에 비해 저감되지 않으므로 주의가 필요하다. 이에 대해서는 전면 경사를 1:4~1:5보다 완만하게 하거나, 표면 조도를 크게 하거나, 계단을 설치하는 등의 방법으로 소요 높이를 낮출 수가 있다.

라. 여유 높이

호안의 마루높이 결정 시 설계고조위, 설계파 또는 침하량 등이 실측 또는 기타 방법을 통해 합리적으로 구해졌다고 하더라도 아직은 신뢰성이 그다지 높다고 말하기 어렵다. 예를 들어 기존의 기록에서 결정한 설계고조위를 넘는 폭풍해일이 향후에 오지 않는다고 단정하기 어려우며 또한 수치를 정확히 예측하는 것은 매우 어려운 일이다. 이와 같은 호안 마루높이 설정에 대한 불확실성을 고려해 여유 높이를 설정한다. 즉 호안 마루높이의 결정 시에는 여유 높이를 더하게 되는데, 여유 높이를 불필요하게 높게 하면 공사비의 증대를 초래해 경제적이지 않다.

때문에 배후지의 사회적, 경제적 중요도를 하나의 기준으로 삼아 여유 높이를 결정하는 것이 타당한 방법이다. 즉 배후지에 시가지 또는 중요한 공공시설 등이 있어 고도의 안전성이 요구되는 경우에는 최대 1.0m 정도를 한도로 여유 높이를 결정하는 경우가 많다.

② 전면 경사

전면 경사는 호안 형식의 결정과 동시에 해설 표 (4.1-1)와 같은 수치를 참조할 수 있는데, 전면의 수심이 깊고 해변 경사가 급한 경우에는 호안의 안전성 및 세굴에 대한 고려가 특히 필요하다.

파압이 강하거나 해수욕, 관광 등에 해변이 이용되고 있는 경우 등에는 전면 경사를 완만하게 해서 대처하는 방법이 있는데, 경사도가 1:3까지의 범위에서는 월파유량이 커질 가능성이 있으므로 주의할 필요가 있다. 이와 같은 경우에는 월파유량을 적게 하기 위해 블록이나 계단을 설치해 표면의 조도를 크게 하는 것이 효과적이다.

또한 환경사 호안에서는 일반적으로 전면 경사가 완만할수록 처오름높이가 감소하고, 반사율도 작아지기 때문에 세굴의 경감도 기대할 수 있다. 그러나 사면을 환경사화 해서 기준선을 바다 쪽으로 내어 전빈을 덮어버리면 이용할 수 있는 전빈의 축소 등으로 자연해빈이 갖는 소파 기능의 감소를 초래한다. 따라서 환경사 호안에서는 특히 전면 경사, 마루높이 그리고 기준선의 관계에 유의할 필요가 있다.

해설 표(4.1-1) 전면 경사

형식	경사	형식	경사
돌붙임식	1:1보다 완만	중력식	수직~1:0.5
콘크리트 블록붙임식	〃	부벽식	〃
콘크리트 피복식	〃	돌출형식(옹벽식)	〃
사석식	1:1~1:3	케이슨식	수직~1:0.4
사블록식	〃	셀식	〃
		널말뚝식	〃
		콘크리트 블록쌓기식	수직~1:1
돌쌓기식	1:0.3~1:1	사석틀식	〃

③ 마루폭

마루폭을 결정하는 일반적인 계산식은 현재 경험에 의한 것 외에는 없는 실정이다. 월파에 의한 마루 수평면의 월류에 대해서는 월류량, 월류의 방법 및 빈도, 마루 피복의 공법 등에 따라 다르지만 가능한 넓은 편이 좋다. 기존 사례에서는 마루폭을 3m 이상으로 한 경우가 많다. 단 직립형의 중력식인 경우에는 그 구조상 마루폭이 3m 이하이더라도 월류에 대해 충분히 안전하므로 1m까지 마루폭을 감소시킬 수가 있다. 한편 호안은 관리, 수방(水防) 및 공사용 도로를 겸하는 경우가 보통이기 때문에 차량의 하중 및 폭에 맞는 소요 폭을 확보할 필요가 있다.

④ 배면 경사

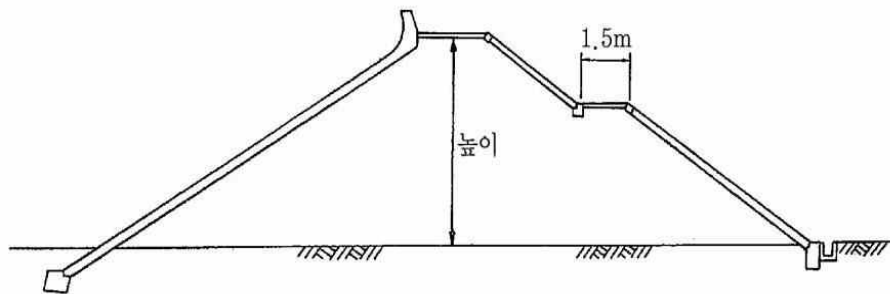
가. 구조형식별 배면 경사의 수치는 시공 사례 등을 참조해 구한 해설 표 (4.1-2)를 참조할 수 있다.

호안

해설 표(4.1-2) 구조형식과 배면경사

형식	경사
돌쌓기식	1:0.3~1:1
돌붙임식	1:1~1:2.5
콘크리트 블록붙임식	
콘크리트 피복식	1:1~1:2
아스팔트 피복식	1:2~1:3

나. 배면소단(背面小段)은 호안의 유지와 관리 및 수방(水防) 등에 도움이 되는 외에 연약지반 위에 호안을 건설할 경우에는 제체의 중량을 분산해 안전성을 향상시키는 기능을 가지고 있다. 따라서 호안의 높이가 5m 이상인 경우 또는 5m 미만이라도 특별히 필요한 경우에는 폭 1.5m 이상의 소단을 설치하는 것이 바람직하다.



해설 그림(4.1-1) 배면소단 개념도

4.1.5 구조의 안정

- (1) 호안은 폭풍해일, 파랑 및 지진동의 작용에 대해 필요한 안전성을 가지고 있어야 한다.
- (2) 제체는 호안의 본체로서 파력, 양압력 토압력 등의 작용 외력을 기초지반에 전달하고 제체구조가 침하, 활동, 전도를 일으키지 않도록 안정성을 확보하여야 한다.
- (3) 방조제의 경우에는 내외 수위차로 인한 투수를 방지해야하므로 이들의 작용에 대해 안전성을 확보하여야 한다.
- (4) 기초지반의 전단파괴에 의한 활동, 제체토사의 흡출이나 호안 배후지의 파이핑(Piping), 제체 전면의 세굴에 대한 안전성에 대한 조사 및 검토가 수행되어야 한다.
- (5) 호안의 안정계산은 호안의 구조에 따라 KDS 64 55 20 고정식 계류시설 안정계산에 관한 규정에 따른다.

[해설]

- (1) 제체 각 부의 설계에 있어서는 보통 3면 피복 구조(전사면, 마루, 배사면)에 대해서는 각각의 구조 세목(細目)에 따라 제원이 결정되므로 호안의 형상에 관해 특별히 문제가 없는 한 제체의 안전성이 문제가 되는 경우는 지금까지는 거의 없었다. 그러나 배후지의 중요도나 고려해야 할 외력의 크기 등에 따라서는 꼭 그렇지 않을 수가 있으므로 주의가 필요하다.
- (2) 제체 전체는 구조상 파력, 지진력, 토압 등의 작용을 받으므로 이에 대한 안전성 검토가 필요하다. 한편 지진 시 제체 전체의 안전성 검토에 있어서는 필요에 따라 제체에 작용하는 관성력과 방조제의 경우 지진으로 인해 발생하는 기초지반 뿐 아니라 제체 내부의 과잉 간극 수압을 고려해 검토할 필요가 있다.
- (3) 기초지반의 전단 파괴에 따라 발생하는 제체 전체의 활동이 발생할 경우 시설 전체가 파괴되는 중대한 피해를 입을 수 있으므로 특히 기초지반이 연약한 경우에는 충분히 주의하여 설계할 필요가 있다. 기초의 안정, 침하 등에 대해서는 KDS 64 11 00 지반을 참조하고 지진 시 액상화 등에 대해서는 KDS 64 17 00 내진을 참조한다.
- (4) 제체의 투수성

제체 토사의 흡출이나 호안 배후지의 파이핑(Piping)을 막기 위해 제체는 내수성(耐水性)이 높은 구조로 해야 한다. 특히 전면경사면에 유공재료를 사용하여 소파효과를 높이는 경우에는 충분한 주의가 필요하다.

① 제체 토사의 흡출

파랑에 의한 흡출작용은 전면 경사 피복공 또는 기초공 등의 틈새 또는 투과성 사석 등을 통해 제체 토사가 유출되는 것으로서 호안 파괴의 주요원인이기도 한다. 특히 피복공과의 접속부, 피복공과 기초공과의 연결 위치는 간격 등이 발생하지 않도록 조지함과 동시에 연속성을 유지해 흡출을 방지하는 구조로 해야 한다.

② 호안 성토에 대한 침투

특히 배후지가 낮은 지역에 설치된 호안의 성토 부분은 외수의 침투작용을 받으므로 침윤선의 형상, 침투량, 파이프(Piping) 등에 대한 안전성에 대해 검토가 이루어져야 한다. 침윤선이 제체의 배면 경사면 안에서 침출할 때에는 이 부분에 경사면 침식이 일어나 호안 파괴를 유발할 위험성이 있다. 침윤선은 설계고조위를 외수위로 하여 침윤선이 배면 경사면에서 나타나는 경우에는 마루폭을 넓게 하거나 배면 경사를 완만하게 하는 등의 조치를 취하며 더욱이 배면 경사의 끝에는 적절한 조밀도의 필터층을 설치할 필요가 있다. 제체 내의 침투류는 비정상류가 되는데 침투량에 대해서는 제체 재료 또는 기초지반의 투수성 등이 일률적이지 않으며 또한 투수계수의 추정은 매우 곤란하므로 현지조사를 통해 각각 판단해야 한다.

③ 파이프(Piping)

제체 침투로 길이(성토 폭)와 내외 수위차의 비(크리프비)가 작아지면 제체 성토의 한계 동수경사를 넘게 되어 배면 사면에 파이프가 발생한다. 호안이 파이프에 대해 안전하기 위해서는 해설 식 (4.1-1)에서 구한 크리프비가 해설 표 (4.1-3)의 크리프비보다 작아져서는 안 된다.

$$c_c = \frac{\ell}{h_{cr}} \quad \text{해설 식 (4.1-1)}$$

여기서, c_c : 크리프비

ℓ : 침투로 길이(m)

h_{cr} : 최대 수두(水頭)차 (최대의 내외 수위차)(m)

해설 표 (4.1-3) 크리프비

제체 또는 기초지반의 토질	크리프비(c_c)	비고
실트	9	토질은 제체 또는 기초지반 중 투수성이 작은 쪽을 취함
세립질 모래	7.5	
조밀한 모래	6	

(5) 제체 전·후면의 세굴발생 조사

① 제체의 안전성에 영향을 미치는 주변 현상으로서 호안 전·후면에서의 세굴발생이 있다.

가. 이 세굴의 정도에 따라 호안 기초의 안전성이 확보되지 않을 수 있고, 상부 피복석 등의 침하·유실에 의해 필터매트의 노출 혹은 손상 발생 가능성이 있으므로 안전성 검토 시는 호안 전·후면에서의 세굴에 대한 검토가 필요하다.

나. 세굴발생에 대해서는 4.1.1 설계일반의 [참고]와 4.1.6 구조세목을 참조한다.

- ② 자연해빈에 호안 등의 인공 구조물이 설치되면 파의 교란이나 반사에 의해 제체 선단부가 세굴될 우려가 있는 것으로 알려져 있다.

[참 고]

호안의 안정계산은 다음과 같이 주된 구조형식에 따라서 적절히 검토를 한다.

(1) 중력식 호안

케이슨, L형 블록, 셀룰러 블록, 콘크리트 블록 등의 PC(Precast Concrete) 부재를 사용한 것과 현장타설 콘크리트에 의한 것이 있다.

설계 시는 KDS 64 55 20 고정식 계류시설, KDS 64 55 40 기타형식 계류시설(4.6 직립 소파식 안벽)을 참조한다.

(2) 널말뚝식 호안

강널말뚝, 콘크리트 널말뚝 등을 사용하여 호안을 축조한 것으로 널말뚝을 자립시키는 것, 버팀공을 갖는 것 및 2중 널말뚝이 있다.

버팀공이 있는 것은 매립이 어느 정도 진척되지 않으면 시공이 어렵고 매립진행 상황과 안정조건을 미리 검토하여 공사의 관리를 하여야 한다. 설계 시는 KDS 64 55 20 (4.3 타이식 널말뚝안벽) 또는 KDS 64 55 40의 널말뚝을 사용한 형식의 구조를 참조한다.

(3) 셀(Cell)식 호안

강널말뚝, 강관 등에 의하여 셀(Cell) 구조로 한 것으로 강널말뚝식 호안과 함께 수밀성이 높고 매립토의 침출방지에 적합하다. 설계 시는 KDS 64 55 20 (4.5 셀식 널말뚝 안벽)을 참조한다.

(4) 사석식 호안

비교적 수심이 얇은 장소에 사용되며, 호안 본체가 사석에 의하여 구성되어있는 것으로 매립토의 유출이 발생하지 않도록 대책을 강구한다. 내파성(耐波性)을 갖도록 전면에 피복공을 설치한다. 한편, 대수심에 있어서도 석재의 단가가싼 곳 등에서 사석의 해수 정화기능이나 어류의 집합 서식기능이 있다고 하여 경사제가 쓰이는 경우가 있다.

(5) 소파블록 피복호안

파력이 큰 장소에서 상기 각 구조의 전면에 소파공을 설치한 것이다

4.1.6 구조세목

4.1.6.1 설계일반

- (1) 호안에는 파랑조건에 따라 세굴방지공, 물받이공을 설치하여야 한다.
- (2) 매립토의 성상, 호안의 구조, 잔류수위 등을 고려하여 유출방지공을 설치하여야 한다.
- (3) 필요한 경우 계단 등의 부대설비를 설치하여야 한다.
- (4) 수두차는 최소가 되고 동수거리는 최대가 되도록 하여 경제성이 있도록 하여야 한다.

[참 고]

- (1) 매립 호안에는 월파를 감소시키기 위하여 파라핏(Parapet)을 설치하는 일도 있다.
파라핏의 설계 시는 이 기준의 4.2 파라핏을 참조하여 적용한다.
- (2) 호안에 월파의 염려가 있을 때에는 호안배후를 보호하기 위하여 물받이공을 설치하여야 한다. 물받이공의 폭은 월파량, 파의 초오름 높이, 호안구조 등을 고려하여 정한다.
또 월파에 의하여 호안배후에 침입한 해수를 배수구, 수발공 등을 설치하여 배제할 수 있도록 설계하여야 한다. 배수시설의 단면은 월파량, 강우량 등을 고려하여 적절한 크기로 한다.
- (3) 호안 내외의 수위차로 인한 침투류에 의해 발생하는 파이핑 피해 및 준설토의 유출방지를 위해 배면매립재의 유출방지공이 필요하다. 배면매립재의 유출방지공에 대한 단면은 KDS 64 11 00 지반(4.2.3 침투)을 참조하여 설정한다.
- (4) 침투류에 의한 파이핑 발생에 대응한 동수거리 확보를 위해서는 제체의 폭을 확대하는 방법과 세립질의 재료를 사용하는 방법 등이 있으며, 다음의 검토가 필요하다.
 - ① 제체의 사면경사를 특정 경사로 고정하는 경우, 호안 위치의 수심이 알아지면 제체 저면 폭이 상대적으로 작아져 필요한 동수거리 확보에 불리해진다. 이 경우, 요구되는 동수거리 확보에 필요한 저면 폭을 먼저 설정하고, 사면경사를 정하는 순으로 단면을 결정하는 것이 바람직하다.
 - ② 또한, 사석 제체 상부에 설치하는 상부콘크리트의 높이를 높게 하는 경우에는 하부의 사석 제체 폭이 좁아져 동수거리 확보에 불리해지기 때문에 상부콘크리트는 공사 수행과 사후 관리 등을 위해 필요한 최소한의 높이(두께)로 하는 것이 동수거리 확보에 유리해진다.
 - ③ 제체의 투수성을 낮추기 위해 제체를 세립질로 구성하는 경우, 장기적으로는 세립질의 유실 가능성이 커질 수 있다. 이에 대응하기 위해 다음의 방법을 검토할 필요가 있다.
 - 가. 제체 사석의 규격을 비규격석(예, 0.03m³ 이하)에서 준규격석(예, 0.001~0.003m³)으로 규격 조정을 통해 세립질을 배제하는 방법도 있다.

나. 다만, 세립질을 배제할 경우, 제체의 투수성이 커져 제체의 내수성(耐水性)이 저하되므로 추가 동수거리 확보를 위해 제체의 저면 폭 확대가 필요하고, 이에 따라 초기 건설비가 증가한다.

④ 이와 같이 침투류에 의한 파이핑 발생 등에 대응하기 위해서는 초기 건설의 경제성과 사후에 발생할 문제 그리고 그에 따른 유지관리 등을 종합적으로 고려하여 최적의 단면을 정할 것을 권한다.

(5) 기타 구조세목에 대하여는 KDS 64 45 20 방파제, KDS 64 55 00 계류시설의 관련 항목을 참조하여 적용한다.

4.1.6.2 구조세목

- (1) 제체는 사석 및 성토에 의해 만들어지는데, 필요한 경우 장비주행성을 확보할 수 있도록 하여야 한다.
- (2) 전면 피복공은 파력 등의 작용에 견딜 수 있어야 하고 침하에 의한 균열 및 배후 토사의 흡출을 방지하는 등 구조적인 안전성을 유지할 수 있도록 하여야 한다.
소파블록 및 피복석으로 피복하는 경우 소파블록 및 피복석 소요질량 산정은 KDS 64 10 10 설계조건(4.3.10 피복재 안정질량)에 따른다.
- (3) 마루 피복공 및 배면 피복공은 월파한 수괴(水塊)의 충격이나 해수에 의해 제체가 유실되지 않도록 시공성, 안정성, 경제성 및 이용성을 고려하여야 한다.
- (4) 호안의 기초는 상부 구조물을 안전하게 지지함과 동시에 파력에 의한 일시적인 세굴에 견딜 수 있도록 하여야 한다.
- (5) 내외 수위차에 의한 파이핑(Piping) 또는 팽창으로 인해 기초의 파괴가 우려되는 경우 지수공을 검토하여 적용하여야 한다.
- (6) 파랑에 의한 제체전면의 세굴우려가 있는 경우 근고공을 검토하여 적용하여야 한다.
- (7) 파의 처오름 높이, 월파유량 및 파압의 경감을 필요로 할 경우 소파공을 검토하여 적용하여야 한다.
- (8) 제방의 배면 이동, 침하 등을 방지하기 위하여 필요시 근류공을 검토하여 적용하여야 하고, 제방의 배면 하단에는 근류공을 설치하여야 한다.
- (9) 월파가 예상되는 경우 월파유량을 추정하여 흘려보내는데 필요한 배수단면을 확보하여야 한다.

[해설]

호안의 구조 세목에 대해서는 제체의 설치지점에서의 설계조건을 고려하여 제체의 안전성 검토를 원칙으로 하는데, 수많은 실시사례에서 신뢰성 높은 구조제원으로서 설정된 구조 세목을 참고로 해도 좋다.

(1) 제체

성토는 특히 제방의 경우 다소 점토를 포함한 사질 또는 사력질의 재료를 이용하는 것을 원칙으로 하고, 다짐은 토질, 사용기계의 종류에 따라 적당한 함수량 상태에서 각 층, 전체 면에 걸쳐 균등하게 이루어지도록 한다. 성토재료로 해안의 모래 등을 이용할 경우 특히 물다짐 등을 실시해 충분히 다짐 필요가 있다.

성토는 충분히 굳혀도 수축 및 압밀에 의해 침하하므로 마루높이, 제체의 토질, 기초 지반의 상태 등을 고려해 필요한 여성(餘盛)을 실시한다.

또한 필요에 따라 격벽을 일정 간격으로 설치하는 경우도 있다. 격벽은 호안이 피해를 입어 일부 파괴가 일어난 경우 이것이 인접 부분으로 확대되는 것을 최소한으로 막기

위해 일정 간격별로 제체 전체 면에 설치하는 것이다. 호안 전면 선단부의 지중(地中) 근입(根入)은 부근 일대의 지반 높이보다 깊게 내려 결괴(決壊)되지 않도록 한다.

(2) 전면 피복공

- ① 제체와 마찬가지로 파력 등의 작용에 대항해 파랑에 의한 침식이나 마모에 견디는 단단하고 안전한 구조이어야 하므로 경우에 따라서는 강력한 파력이나 부등 침하에 저항하기 위해 철근을 넣는다.
- ② 전면 경사가 호안 기준선 방향에 대해 급변하는 장소에서는 파력이 집중해 구조상 취약해짐으로 경사를 바꿀 때에는 가능한 자연스럽게 변화시킬 필요가 있다.
- ③ 상부는 하부와 동일한 구조로 하는 것이 좋으나, 경제성이 떨어질 경우에는 하부공과 다른 공법을 취할 수가 있다. 단 동종 피복공은 서서히 바꾸며 이종 피복공은 그 연결부가 취약점이 되지 않도록 유의해야 한다.
- ④ 파랑이 해안에 비스듬히 입사한 경우 또는 하천 감조부분에 파랑이 입사한 경우 파랑은 호안 또는 호안에 비스듬히 입사함으로써 파랑의 정상 부분이 구조물을 타고 넘는 현상이 일어난다. 이 경우 장소에 따라서는 구조물에 대한 파랑의 처오름 높이 및 율파유량이 증대할 우려가 있다. 또한 통문 등의 구조물 주변 등에서는 입사파와 반사파 간의 간섭 영향으로 예기치 못한 파고가 생기는 경우가 있다. 또한 이러한 현상이 발생하는 경우는 기초 저면 선단부의 세굴이 조장되며 나아가서는 호안을 선박계류 등으로 이용하는 데에도 좋지 않는 결과를 초래한다.

이와 같은 파랑의 영향을 막기 위해 피복공의 표면에 설치하는 돌기를 연파 저지공 이라고 하며 사면에 대해 직각으로 설치되는 구조물이다. 그러나 이 연파 저지공은 피복공의 사면에 돌출되어 파력을 받으므로 구조상의 취약점이 되는 경우가 많고 이 부분의 파손으로 인해 전면 경사 피복공의 파손으로 이어진 예가 적지 않으므로 구조상의 취약점이 되지 않도록 충분히 주의해서 설계해야 한다.

(3) 마루 피복공 및 배면 피복공

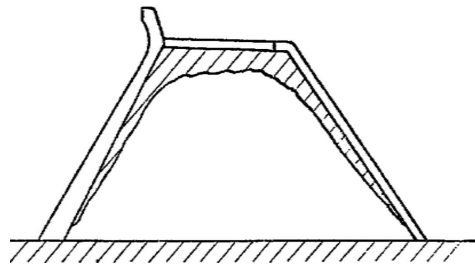
① 일반사항

가. 마루 및 배면 피복공의 필요성

호안은 월파한 해수에 의해 제체 토사가 유실되어 본체의 파괴가 일어나지 않도록 호안의 배면 전체를 단단히 피복할 필요가 있다. 전면, 마루, 배면의 3면 모두 피복하는 이른바 3면 피복으로 하는 것이 일반적이다.

나. 성토의 수축 또는 침하에 대한 고려

성토는 일반적으로 세월이 흐르면 수축 또는 침하하는 경우가 있으므로 피복공의 내측에 해설 그림 (4.1-2)과 같은 공동이 발생하는 경우가 있다. 이는 피복공에 균열을 만드는 원인이 되어 호안이 취약하게 된다. 이를 막기 위해서는 성토는 충분히 단단하게 하고 성토가 충분히 수축, 침하될 때까지 기다려 피복공을 시공하거나, 침하에 순응이 가능한 피복구조로 할 필요가 있다. 그러나 일반적으로는 성토한 후에 그대로 장시간 방치할 수 없는 것이 현실이므로 적절히 관리할 필요가 있다.



해설 그림(4.1-2) 공동 발생의 개념도

다. 마루 피복공의 배수

마루 피복공의 배수를 위해서는 육지 측으로 2~5% 정도의 편경사를 주는 것이 좋다.

라. 마루 피복공의 강도

마루 피복공은 원칙적으로 관리용 차량 또는 공사용 차량 등의 교통에 견딜 수 있는 구조로 해야 한다. 한편 도로교통으로서 겸용할 경우에는 이용 목적에 따라 필요한 강도로 한다.

② 마루 피복공 및 배면 피복공의 형식

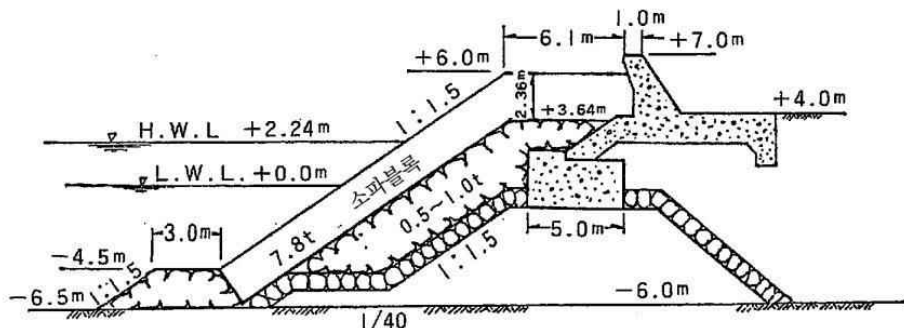
피복공의 구조 형식에는 콘크리트 피복공, 아스팔트 피복공, 콘크리트 블록 피복공, 돌쌓기 또는 돌붙임 피복공 등이 있다. 단 해안이용의 요구가 높은 곳 등에 있어서는 제체의 안전성에 지장이 없는 한 잔디 등의 이용 형태에 맞는 피복공을 이용할 수가 있다. 피복공의 폭은 호안의 마루폭에 준해 3m 이상으로 하는 경우가 많다. 형식별 구조세목은 전면 피복공 및 기타 구조안정에 관한 규정에 준한다.

(4) 기초공

① 일반사항

경사 선단의 세굴에 대해서는 근고공 등으로 보호하는 등 그 구조를 고려해 지수공, 피복공과 이음 또는 기초공의 줄눈 등에서의 토사 흡출을 방지할 수 있는 구조로 해야 한다.

② 기초공은 기초지반이나 상부 구조물에 따라 기초 말뚝, 널말뚝 또는 사석기초공 등을 조합해 사용하는 경우가 있다.



해설 그림(4.1-3) 콘크리트 블록 기초공과 사석 기초공과의 조합의 예

③ 기초공으로서의 지수공의 기능

가. 기초지반의 투수성이 큰 곳에 시설할 경우에는 콘크리트 또는 널말뚝에 의한 지수공을 설치해 제체 또는 전면 피복공 하부에서의 누수를 방지한다. 그러나 지수공으로서 이용되는 널말뚝은 다음과 같은 기능을 부가하여야 한다는 점에 유의하여 적용한다.

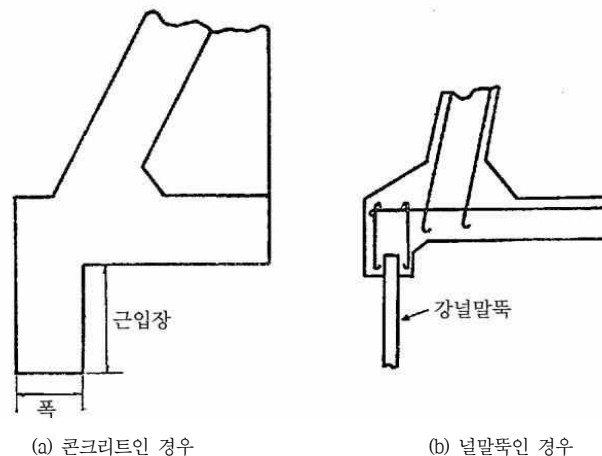
(가) 경사 선단 세굴에 대해 기초공에 근입의 발판으로서의 기능

(나) 기초공과 더불어 수평력에 대한 저항

(다) 기초 말뚝으로서의 지지력

나. 제체 전체의 균형 있는 안전성을 고려해 널말뚝의 근입 및 단면을 결정할 필요가 있다. 제체선단 세굴에 저항하기 위해서는 근입깊이는 깊을수록 좋은데, 전면 해저에 세굴이 진행되는 곳에서는 파의 쳐오름 높이 또는 파압이 급하게 커져 결국에는 제체 전체의 안전성을 확보할 수 없으며, 또한 지수효과를 거의 기대할 수 없다. 이와 같은 곳에서는 세굴을 예상해 널말뚝을 길게 하는 것 보다 다른 기초공을 적용해야 한다. 또한 제체의 반사파에 의해 제체선단 세굴이 진행되는 경우도 있으므로 유의할 필요가 있다.

다. 해변 등에 설치하는 호안의 기초 널말뚝은 약최저저조위(A.L.L.W) 이하에 이용해야 하며 바닥공사가 가능한 경우에는 약최저저조위(A.L.L.W) 까지 콘크리트 구체에 의한 기초공을 시공하고 그 밑에 적절한 길이의 널말뚝을 이용해야 한다. 단 해저의 세굴이 수 미터 이상으로 예상되는 경우에는 널말뚝 등의 간단한 공법이 아닌 다른 기초공을 적용해야 한다.



해설 그림(4.1-4) 기초공으로서의 지수공

④ 기초지반이 양호한 경우에 적용되는 기초공

양호한 기초지반이란 세굴, 침투 등과 는 별도로 제체 기초로서의 지지력이 비교적 양호하다는 것을 의미하며 암반, 자갈, 모래, 강한 점토 또는 이들의 혼합물로 구성된 지반이다. 이와 같은 곳에서는 일반적으로 원지반 위에 직접 기초공을 설치하는 것이 가능하다.

가. 목재기초공

일반적으로 돌쌓기공, 돌붙임공 등의 기초로서 자주 이용되고 있지만, 해안제방에서는 지반이 양호한 장소 이외에는 사용하지 않는 것이 좋고 파의 작용에 의해 기초공의 전면이 세굴되어 제체 토사의 흡출을 받지 않도록 깊게 매설할 필요가 있다. 또한 해안제방에서는 조수간만의 차가 있어 목재의 경우에는 부식과 해충의 피해를 받으므로 원칙적으로 콘크리트 구조로 하며 목재를 이용할 경우에는 항상 물에 잠기지 않으며 해충의 피해 등의 우려가 없는 곳에 한정시켜야 한다. 그다지 지반이 양호하지 않은 장소에서는 목재 기초공을 말뚝 기초공과 병용하면 효과가 있다.

나. 말뚝기초공

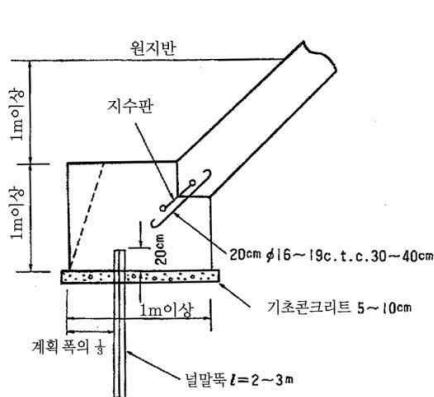
이 공법은 널말뚝을 포함한 넓은 의미에서의 말뚝 기초이다. 말뚝은 목재 기초공에서 살펴 본 바와 같은 이유에서 원칙적으로 콘크리트 구조 또는 강재를 이용한다. 한편 이 공법은 원지반을 교란시켜 지지력을 감소시키는 경우가 있으므로 주의해야 한다. 말뚝 기초공은 다른 기초공과 병용시키는 경우가 많다.

다. 현장 타설 콘크리트 기초공

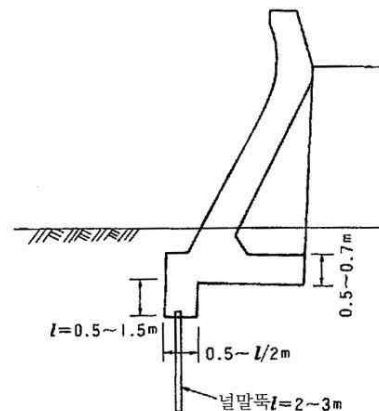
기초공은 상부 구조를 안전하게 지지해주기 위해 상부 구조와 일체화할 필요가 있어 신축줄눈은 반드시 상부 구조의 줄눈과 일치하는 위치에 설치하여 기초공의 일체성을 증가시키고 줄눈은 제체 토사의 흡출을 방지할 수 있는 구조로 하여야 한다. 이 기초공은 양호한 지반에서는 가장 널리 이용되며 보통 원지반보다 1m 이상 근입하는 경우가 많으나, 파랑의 영향 등이 적은 곳에서는 0.5m 정도로 하는 경우가 많다. 지반이 그다지 양호하지 않은 경우에는 상황에 따라 말뚝 기초공, 모래 기초공 등과 병용시키는 경우가 많다.

경사식 호안기초의 경우 해설 그림 (4.1-5)에는 기초공의 크기는 높이 1m 이상, 폭 1m 이상으로 하는 경우가 많다. 기초사석은 사용하지 않고 두께 0.05~0.1m의 콘크리트를 이용하는 예가 많다. 전면 피복공과의 이음에는 철근과 지수판을 이용하고 필요에 따라 말뚝 또는 널말뚝 기초를 병용한다.

부벽식 호안 기초인 경우 해설 그림 (4.1-6) 바닥판의 두께는 0.5~0.7m 정도로 하며 바닥판에는 필요에 따라 지수공을 설치하는 경우가 많다. 기초지반이 암반인 경우에는 부벽만으로 하며 반드시 바닥판을 설치할 필요는 없다.



해설 그림(4.1-5) 경사식 호안의 기초공



해설 그림(4.1-6) 호안 기초

라. 콘크리트 블록 기초공

이 공법은 현장타설콘크리트 기초공 적용이 어려운 경우 즉 수심이 비교적 깊은 경우 등에 적용되지만, 각 블록이 일체가 되어 블록의 사이에서 흡출이 되지 않도록 할 필요가 있다.

마. 사석 또는 블록 기초공

수심이 깊고 다른 적당한 방법이 없는 경우의 시공 상의 또는 경제적 이유에서 사석 또는 블록으로 기초 마운드를 만들고 그 위에 제체를 시설한다. 이 방식은 원지반의 요철을 고를 경우에도 쓰이는 경우가 있다.

바. 셀룰러블록 기초공

일반적으로 수심이 깊어 현장타설콘크리트 기초공의 시공이 어려운 경우 등에 이용된다. 속채움에 콘크리트와 함께 자갈, 잡석, 모래 등을 이용하는 경우에는 잘 다지는 것이 중요하다. 한편 이 경우 표면은 0.25m 이상의 양질의 콘크리트로 피복하는 경우가 많다.

사. 웰(Well) 기초공

지반의 상황 또는 상부 구조 여건 상 전면이 파랑에 의해 세굴될 우려가 있는 경우 또는 필요한 지지력을 얻기 위해 깊은 근입을 필요로 하는 경우 등에 이용된다.

시공 상 웰과 웰을 떨어뜨릴 경우는 물론 연결해서 웰을 가라앉힐 경우에도 그 이음매를 통하여 흡출을 받을 우려가 많으므로 이를 방지할 수 있도록 웰과 웰의 사이에 소요 깊이까지의 현장 타설 콘크리트를 시공할 필요가 있다.

아. 케이슨 기초공

수심, 파력 등이 큰 장소에서는 단단한 기초를 필요로 한다. 공사비는 늘어나지만 신속하고 확실한 시공이 가능하다는 이점이 있다.

⑤ 양호하지 않은 지반 위에 축조할 경우에 이용되는 기초공

양호하지 않은 지반이란 지반 지지력이 작고 제체의 급격 또는 과대한 침하를 일으킬 우려가 있는 연약점토지반 및 모래지반 등을 말하며 그 처리방법으로서는 다음과 같은 것들이 있다.

가. 지중 응력을 작게 하는 방법

하중에 의해 지중에 발생하는 전단력을 작게 하는 방법으로서 제체 자체의 중량을 경감하는 방법, 제체 바닥면적을 확대하는 방법, 말뚝 기초공 등이 있으며 또한 압성토를 하여 제체의 활동 파괴를 방지하는 방법도 있다.

나. 전단 저항을 가진 중간 지지층에 의한 방법

기초지반이 연약점토층인 경우 제체와 기초지반의 중간에 전단 저항이 큰 단일 또는 복합재료에 의한 지지층을 두고 하중의 균등 분포 또는 지지면적을 확대해 하중 강도를 경감해 부등침하, 활동 파괴를 방지하는 방법으로서 모래 기초공, 사석 또는 블록 기초공 등이 있다.

(가) 모래 기초공

하중에 따라 충분히 두꺼운 모래층을 시공해 플로팅 기초를 만든다.
이 공법에 의한 경우에는 상부공의 압밀 침하는 피할 수 없으나 활동에 의한 파괴 침하를 저지할 수는 있다. 모래층의 두께는 단위면적 당 하중이 양호하지 않은 지반의 허용 지지력 이하가 되도록 널리 균등하게 분포시키는데 충분한 두께이어야 한다.
플로팅 기초를 형성하기 위해 필요한 모래의 두께는 최소 0.5m 정도이지만 기초지반의 표층이 아주 연약한 곳에서는 시공관리의 면에서 2m 정도의 치환을 하는 경우가 있다.

(나) 사석 또는 블록 기초공

사석 또는 블록 공법은 모래기초공의 모래를 사석 또는 블록으로 대체한 것이라고 생각하면 된다. 사석 또는 블록 공법으로 근고공을 겸하는 경우가 있는데, 파랑에 의한 성토의 흡출작용을 받기 쉬우므로 경계면에 성토 재료의 흡출을 방지하기 위해 차단층을 설치해야 한다. 사석 또는 블록 공법은 모래에 비해 단일 시공으로는 연약한 기초지반에 묻혀버리는 경우가 많고 사석 사용 양도 많아지므로 모래와 혼합하여 사용하는 편이 석재의 양을 절약할 수 있다.

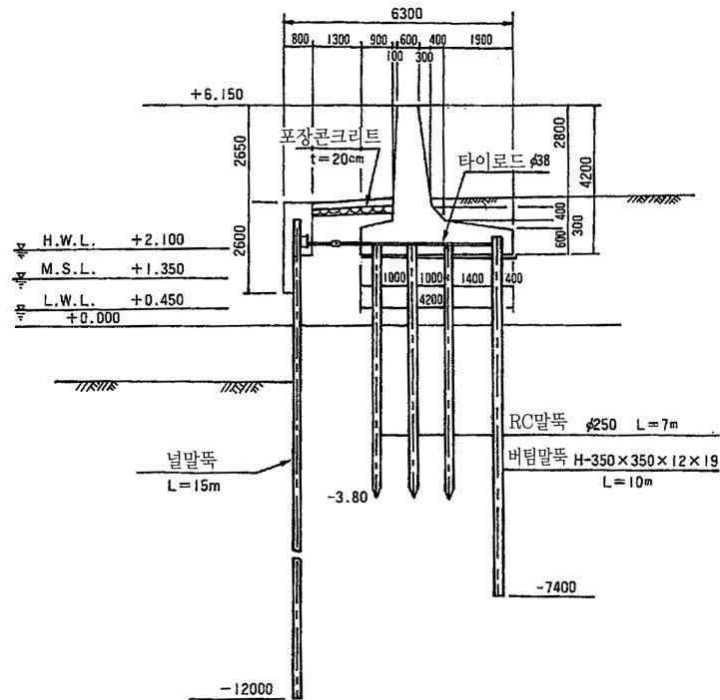
(다) 나뭇가지 공법

나뭇가지(쇼나무가지)를 이용한 플로팅 기초로서 나뭇가지의 전단 강도를 이용한 것으로 예로부터 내려 온 전통적인 공법인데 이 공법의 적용은 나뭇가지의 입수와 노동력의 확보가 전제가 된다. 나뭇가지 기초공의 설계, 시공의 주의사항으로서는 다음과 같은 점을 들 수 있다.

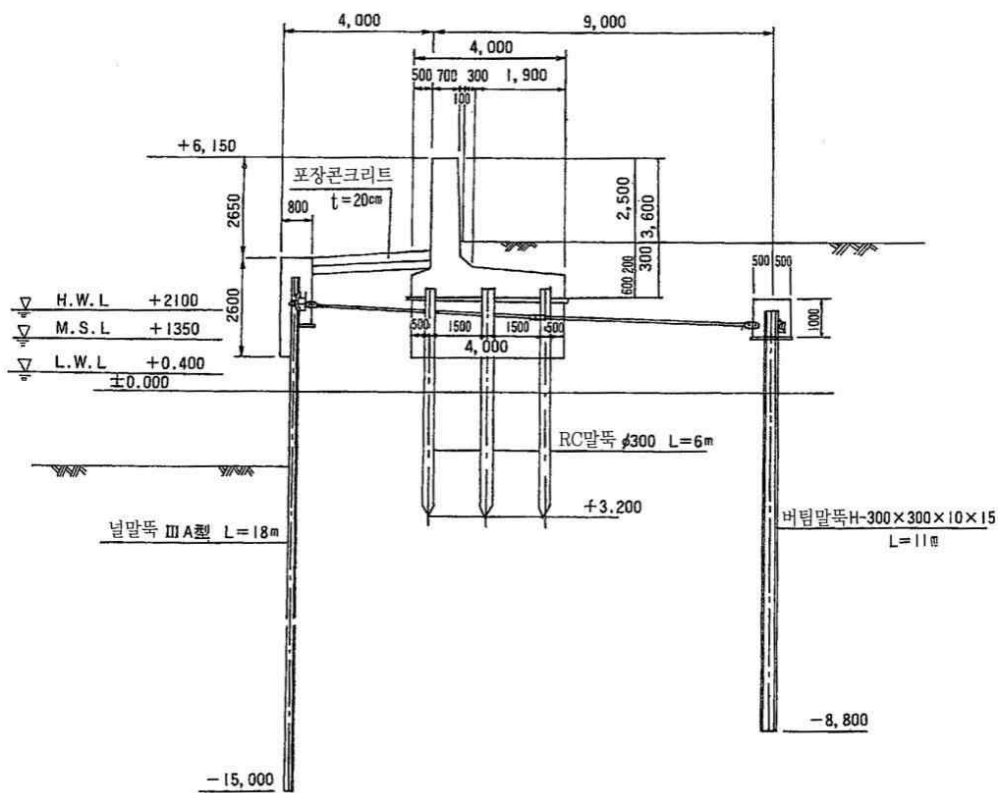
- ㉠ 나뭇가지재료의 강도 확보를 위해 별채, 사용 시기를 고려해 강도를 저하시키지 않는 기간에 사용한다.
- ㉡ 나뭇가지가 썩어 맹암거역할을 하여 기초의 누수 원인이 되는 경우가 있으므로 나뭇가지의 양끝을 충분히 복토해서 지수한다.
- ㉢ 연결은 호안 횡단 방향의 전단 강도를 확보하기 위해 가로 배치를 시공 상 3중 이하로 연결하고 있다.

(라) 말뚝 기초

양호하지 않은 지반에 축조할 경우에 이용되는 말뚝 기초공은 제체의 자중을 지지하고 침하 등을 막는 것을 목적으로 하고 있다. 이런 의미에서 원칙적으로 기초지반이 양호한 경우의 말뚝 기초공에 준해 고려해도 좋다.



(a) 방호벽의 기초공과 널말뚝의 정착을 조합시킨 것



(b) 널말뚝식 구조에 방호벽을 조합시킨 것

해설 그림 (4.1-7) 널말뚝식 구조의 예

(5) 지수공(止水工)

내외 수위차에 비해 침투로의 길이가 짧으면 파이프 또는 팽창으로 인해 기초의 파괴가 일어난다. 그 대책으로서는 지수벽을 넣는 등의 방법으로 침투로 길이를 길게 하거나 또는 파이프 방지를 위해 필터공법을 이용할 필요가 있다.

지수벽의 길이는 해설 식 (4.1-1)의 침투로 길이의 계산에 의해 구할 수 있다. 이 식은 널말뚝과 일치한 침투로를 고려해 수평방향의 침투로에 대해 중첩시킨 것이다. C_w 의 수치는 경험적인 기준으로서 해설 표 (4.1-4)의 크리프비로 한다.

$$C_w = \frac{\frac{1}{3}B + \Sigma t}{h} \quad \text{해설 식(4.1-1)}$$

여기서, C_w : 웨이트를 준 크리프비

h : 호안 내외의 수위차(m)

B : 수평방향의 침투로 길이(m)

Σt : 수직방향의 침투로 길이의 합(m)

이 식에 따라 C_w , h , B 를 알면 Σt 가 구해지며 널말뚝벽의 열의 수에서 그 길이 t 를 결정할 수 있다.

한편 지수벽은 널말뚝 등을 이용해 충분히 침투압에 견딜 수 있는 구조로 하며 동시에 연결부가 지중에서 벌어지지 않도록 시공해야 한다. 또한 2열 이상의 지수벽을 설치할 경우 그 간격은 지수효과가 유효하도록 결정해야 한다.

해설 표 (4.1-4) 웨이트를 준 크리프비

토질	C_w
모래 또는 실트	8.5
가는 모래	7.0
중간 모래	6.0
거친 모래	5.0
중간 자갈	3.5
옥석을 포함한 거친 자갈	3.0

(6) 근고공(根固工)

① 일반사항

근고공은 세굴로부터 전면 피복공 또는 기초공을 보호하기 위하여 전면에 연속적으로 설치하는 것으로서 단독으로 침하와 굴요(屈撓)가 가능하도록 피복공이나 기초공과 분리해야 한다. 더욱이 근고공으로 쓰이는 사석, 블록 등은 충분한 질량을 갖고 있어 파력에 저항할 수 있어야만 한다. 이 외에도 근고공 자체가 세굴에 의해 넘어져

기초공 또는 피복공과의 사이에 간격이 생기지 않도록 해야 한다.

제체의 활동을 방지하기 위해 설치되는 근고공은 충분한 폭과 소요 질량을 가지고 있어야 한다.

② 사석 또는 콘크리트블록 근고공

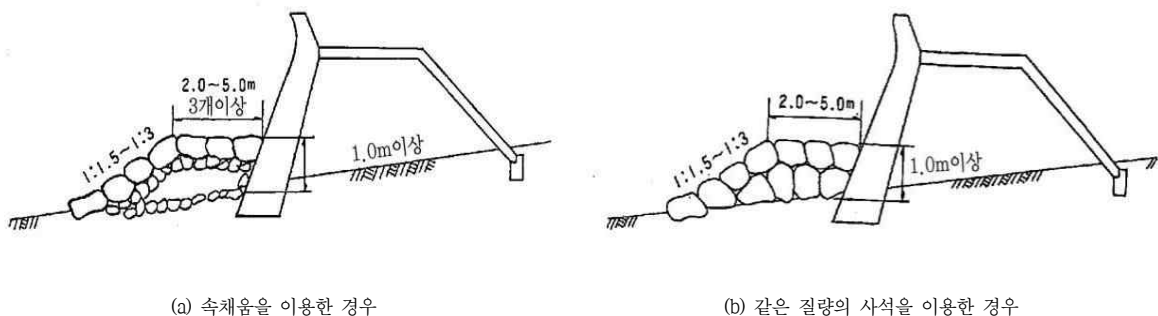
근고공의 목적 및 기능 면에서 사석 또는 콘크리트블록 근고공은 재료의 입수가 용이하고 시공도 간단하며 더욱이 굴요성도 뛰어나기 때문에 예로부터 많이 이용되고 있는 근고공법이다. 이 공법에 의한 경우에는 그 두께는 1m 이상, 마루폭은 2~5m 정도, 표면 경사는 1:1.5~1:3 정도로 하는 경우가 많다. 이는 종래의 시공 예 등에서 경험적으로 얻어진 것으로서 카운터 웨이트(Counter weight)로서의 기능을 가지는 경우에는 예외이다. 설계에 있어서는 파력에 대한 사석 등의 소요 질량의 규정에 준해 사용하는 돌 또는 콘크리트 블록의 질량을 결정하며 시공에 있어서는 표면에 가능한 큰 것을 놓도록 한다.

사석 근고공은 일반적으로는 해설 그림 (4.1-8)(a)와 같이 표층에 소요 질량을 가진 것을 3개 또는 그 이상으로 하며 내부를 향해 점차 작은 돌을 채우며 속채움은 표층의 1/10~1/20 정도의 질량을 이용한다.

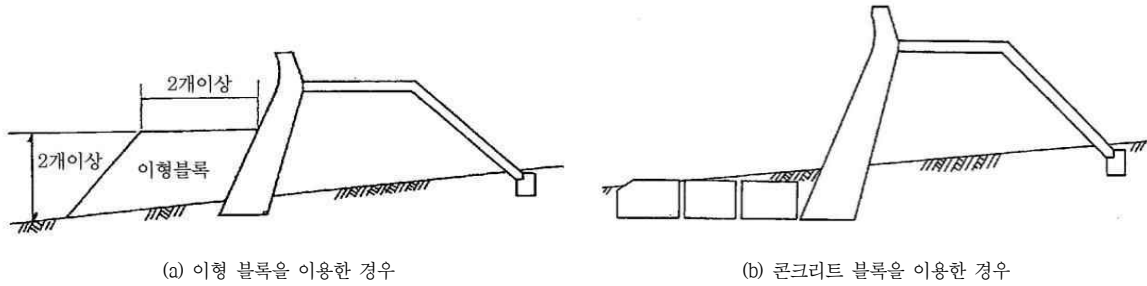
속채움사석은 대소 구분 없이 섞어서 해저를 덮어 토사가 흡출되는 것을 방지하도록 한다. 해설 그림 (4.1-8)(b)와 같이 같은 질량의 사석을 이용하는 경우도 있다. (a), (b) 모두 해안선 부근에 설치할 경우에는 1.0m 이상 파거나 또는 마루폭을 넓게 하는 경우가 많다.

콘크리트블록으로서 이형블록이 많이 이용되고 있다. 이형블록을 근고공으로 하는 경우에는 적당한 맞물림 효과를 기대한다는 의미에서도 마루폭은 최소한 2개, 층 두께는 2층 이상(막쌓기 시공의 경우에는 적층 상당분 이상)으로 하는 경우가 많다. 한편 이 경우 근고공의 앞부분이 세굴될 우려가 있으므로 주의가 필요하다. 근고공의 기초공으로서 경사 선단 지반이 모래지반 등으로 파에 의한 세굴이나 흡출이 일어나기 쉬운 장소 등에서는 잡석이나 사석 등의 기초공을 설치할 필요가 있다.

이형블록을 이용한 경우에는 근고공의 공극이 크므로 사석 근고공의 속채움과 마찬가지로 그 하부에 공극이 작은 사석층을 설치하는 것이 바람직하다. 또한 해설 그림 (4.1-9)(b)와 같이 콘크리트 블록을 경사 전면 지반에 피복하는 방법도 있다.



해설그림 (4.1-8) 사석 근고공의 구조



해설 그림 (4.1-9) 콘크리트 블록 근고공의 구조

③ 셀룰러블록 근고공

이 공법은 블록 근고공이 현지 조건에 의해 부적당한 경우에 이용되는 것으로서 자세한 사항은 셀룰러블록 기초공에 나와 있는 내용을 준용하면 된다. 여기에서는 웰형식, 케이슨형식 등을 포함한 셀룰러블록을 의미한다. 웰형식 및 케이슨형식에 대해서도 이 기준 해설(4) 기초공 내용을 준용하면 된다.

④ 사석틀식 근고공

현지 상황 등으로 인해 특수한 경우에 이용되는 것으로서 자세한 사항에 대해서는 호안의 전면 피복공의 격자틀 방식에 준하도록 한다.

(7) 소파공

① 일반사항

소파공 단면은 속채움사석 위에 여러 층의 이형블록을 쌓은 방식도 있으며 전체 단면을 이형블록으로 시설하는 방식도 있다. 효과적인 소파공으로서 필요한 조건은 다음과 같다.

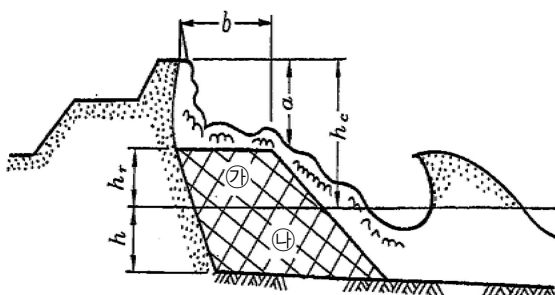
가. 표면 조도가 큰 것이어야 한다.

나. 파의 규모에 맞는 적당한 공극이 있어야 한다.

다. 어느 정도의 용량을 가지고 있어야 한다. 이 용량은 수량의 일부를 소파공의 내부에 저류하는데 필요한 용량이기 때문에 해설 그림 (4.1-10)에서 평균 수면 위 ㉗의 부분이 큰 편이 바람직하다.

라. 호안 마루는 소파공 마루에서 어느 정도의 높이가 있어야 한다.

마. 파력에 대해 안전성을 확보할 수 있어야 한다.



- h : 호안의 제체선단 수심(m)
- h_c : 호안(반파공(返波工))마루의 수면 위 높이(m)
- h_r : 소파공 마루의 수면 위 높이(m)
- a : 소파공 마루에서 호안(반파공) 마루까지의 높이(m) $a = h_c - h_r$
- S : 소파공의 수면 위 면적(m^2)
- (해설그림 안의 ㉗에 해당하는 것으로서 $S \approx h_r \times b$)

해설 그림 (4.1-10) 소파공의 제원

② 소파공의 설계

산정한 호안 마루높이가 배후 및 호안의 이용 형태 등에서 볼 때 너무 높은 경우에는 소파공을 설치하여 마루높이를 낮게 할 수 있다.

월파유량의 저하는 소파공의 설치 위치 및 형상 등에 따라 달라지므로 수리모형실험을 통해 검토하는 것이 좋으나 다음과 같은 방법을 이용해 소파공을 설계해 필요한 마루높이의 저하를 도모해도 좋다.

- 가. 소파공의 마루폭은 블록 2~3개분의 폭을 주는 예가 많다. 최소한 블록 2개 또는 그 이상의 마루폭으로 하고, 파고가 높은 곳, 장주기파가 내습하는 곳 또는 전면 수심이 깊은 곳에서는 마루폭을 다소 넓게 해 3~5개 또는 그 이상으로 한다.
- 나. 소파공의 수면 위의 높이는 해설 표 (4.1-5)의 소파공 제원의 표준을 참고해서 결정한다. 이 표는 시라이시(白石) 등이 $2\pi q/H_0 L_0$ 가 5.0×10^{-3} 이하가 되는 소파공 제원을 실험 데이터에서 구한 것이다. h_r 이 작으면 파가 소파공을 뛰어넘어 오히려 월파유량을 증가시키는 경우가 있어 충분한 높이의 소파공을 설치할 필요가 있다. $a(=h_c - h_r)$ 는 1.0m 이내로 하는 경우가 많다.

해설 표 (4.1-5) 소파공 제원의 표준

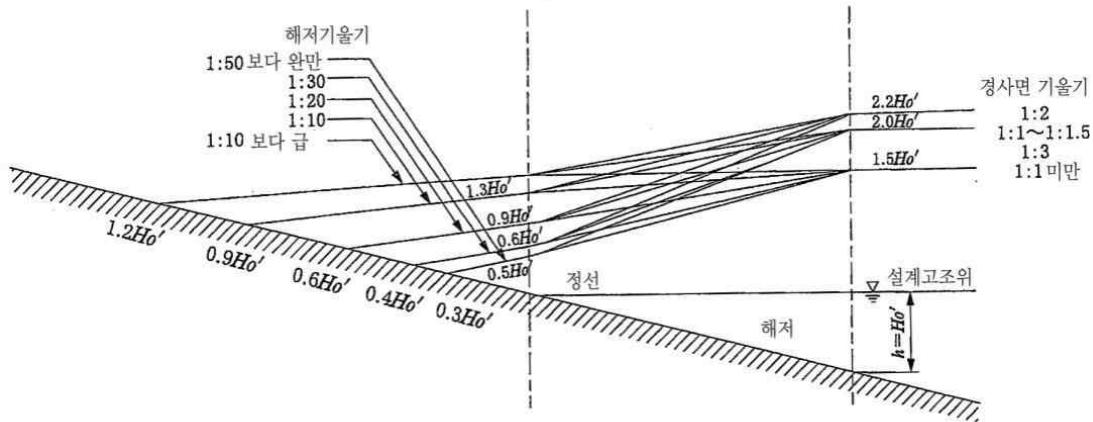
수심 \ 소파공의 높이	(1) $\frac{h_r}{H_0}$	(2) $\frac{h_c + h_r}{H_0}$	(3) $\frac{h_c + h_r}{h}$	(4) $\frac{2\pi S}{H_0 L_0}$
$h/H_0=0$	0.5	1.0	-	0.0
$h/H_0=0.5$	0.6	1.5	3.5	0.2
$h/H_0=1.0$	0.8	2.0	2.5	0.4
$h/H_0=2.0$ 이상	0.7	1.7	1.0	0.2

다. 소파공을 설치한 경우의 월파유량 산정은 KDS 64 10 10 (4.3.6.2 월파량/참고 그림 (4-29), 참고 그림 (4-30))을 참조할 수 있다.

라. 해설 그림(4.1-11)의 해저 경사와 마루높이의 관계에 의해 얻어진 소요 마루높이는 소파공의 마루폭 및 마루높이가 해설 표 (4.1-6)를 만족할 경우에는 그 수치를 70%까지 내려도 좋다. 여기서, h_c 는 해설 그림 (4.1-11)에 의해 구해진 호안 마루 높이의 70%에 해당하는 높이(m)이다.

해설 표 (4.1-6) 소파공의 소요 마루높이

소파블록의 마루폭(B)	소파공의 소요 마루높이(hm)
블록 2개 거치	$0.8h_c$ 이상
블록 3개 거치	$0.7h_c$ 이상
블록 4개 거치	$0.5h_c$ 이상



해설 그림 (4.1-11) 해저 경사와 마루높이의 관계

(8) 반파공

- ① 반파공이 호안 마루 위로 돌출되어 있는 부분의 높이는 1m 정도로 하는 경우가 많다. 반파공의 높이를 높게 하면 상대적으로 호안 본체의 마루높이는 낮아지는 경우가 있어 일반적으로 공사비는 저렴해진다. 그러나 반파공 자체는 상대적으로 그 단면이 가늘고 길어 작용하는 파압에 대해 안전성을 확보할 수 없는 구조가 될 우려가 있다. 단, 제체와의 일체성을 확보할 수 있어 파압에 견딜 수 있다면 반파공을 1m보다 더 높게 해도 괜찮다.

이와는 별도로 해안의 이용 상 호안 마루에 서서 바다를 볼 수 있는 경관 또는 환경상의 요구, 방재활동 시의 편의성, 나아가 마루가 자동차 도로로 이용되는 경우 운전자의 바다 경관, 시야 및 시계의 문제 등으로 인해 1m보다 더 낮게 해도 좋다.

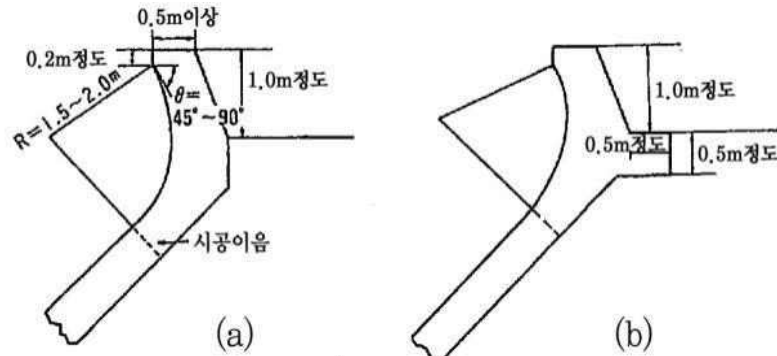
- ② 반파공은 파의 제내측 침입을 가장 효과적으로 막기 위해 보통은 곡면 구조로 되어 있다. 이는 파의 관성력을 이용해 물의 운동 방향을 위쪽 또는 반대방향으로 변환시킨다는 개념에 입각해서인데, 실제로도 상당한 효과를 거두고 있다.

과거의 반파공 실시 예를 보면 곡면의 곡률 반경은 1.5~2.0m, 곡면이 마루에서 수평을 이루는 각도는 45°~90°로 하고 있는 경우가 많다. 이들 경험에 의하면 곡면이 마루에서 수평을 이루는 각도는 $\theta=60^\circ$ 정도가 가장 효과적이며, 또한 파장이 긴 파가 내습하는 해안에서는 곡면의 곡률 반경은 크게 하는 편이 효과적으로서 반경이 약 0.5m인 반파공으로는 거의 효과가 없다는 사실이 밝혀진 바 있다.

- ③ 반파공의 신축 줄눈은 전면 피복공과 일체로 설치할 필요가 있어 그 위치는 전면 피복공의 신축 줄눈과 일치시킨다. 반파공의 마루폭은 과거의 시공 예에서는 0.5m 이상으로 하는 경우가 많은데, 특히 강력한 파력이 작용하는 장소나 반파공에 표류물의 충돌이 예상되는 장소에서는 필요에 따라 마루폭을 넓게 하는 것도 좋다. 반파공의 구조 예는 해설 그림 (4.1-12)(a)와 같다.

해설 그림 (4.1-12)(a)의 형태는 전면 피복공과 반파공을 연속적으로 시공해 그 일체성을 도모한 경우이며, 해설 그림 (4.1-12)(b)의 타입은 파력에 저항하는 요소로서

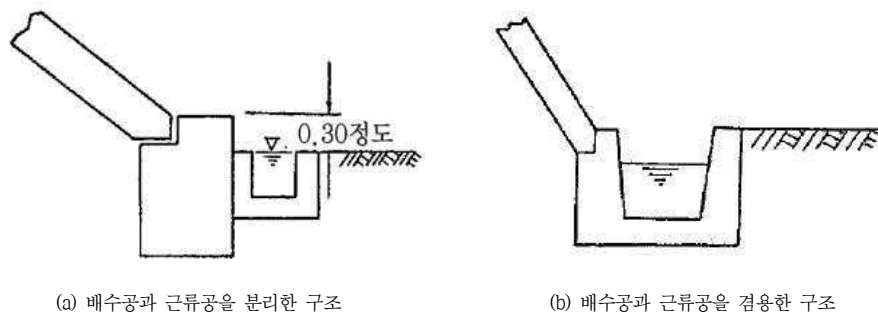
반파공의 자중, 지반 반력 등을 기대하는 경우인데, 시공 이음이 반파공의 하부에 생기게 되면 파력이 작용하면 반파공이 위로 회전하는 형태가 되어 이 시공 이음부가 취약점이 될 가능성이 있으므로 시공에는 충분히 주의해야 한다.



해설 그림 (4.1-12) 반파공의 구조 예

(9) 근류공(根留工)

- ① 근류공은 배후 사면 피복공의 기초공이라고도 할 수 있으므로 충분한 크기와 근입을 필요로 한다. 제방 안쪽의 제체선단에 유수지나 배수로가 있는 경우의 근류공의 높이는 근류공의 정상부가 침수되지 않도록 평상시 수위보다 적어도 0.3m 정도 높게 하는 경우가 많다.
- ② 제체 내의 잔류 수위가 높아 이를 배수할 필요가 있는 경우에는 근류공 역시 배수 기능이 있는 구조로 할 필요가 생긴다. 이 경우 원칙적으로 돌쌓기방식인 경우에는 메쌓기로 하며 콘크리트나 그 외에 경우에는 배수구멍을 설치하고, 제체 토사의 흡출 방지를 위해 필터를 설치할 필요가 있다.



해설 그림 (4.1-13) 근류공과 배수공(단위 : m)

(10) 배수공(排水工)

① 일반사항

배수공(배수로)의 통수 단면은 보통 0.3m² 정도인 경우가 많은데 일반적으로 호안은 월파를 허용하고 있으므로 다량의 월파가 예상되는 경우에는 월파유량을 추정해 마루부와 함께 근류공 위치에서도 이를 흘려보내는데 필요한 단면을 확보할 필요가 있다.

② 배수공의 구조와 기타

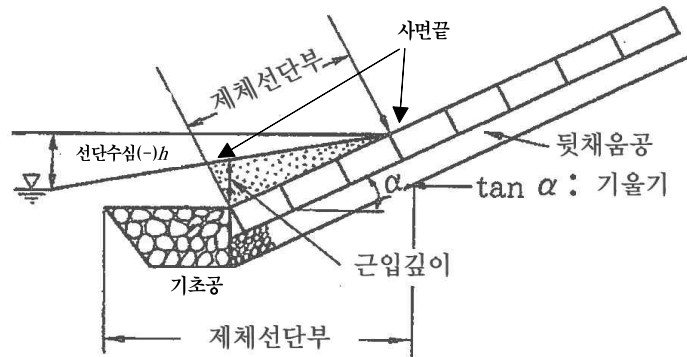
마루의 배수를 위한 간단한 방법으로서 반파공에 구멍을 뚫어 바다측으로 배수하는 방법이 있는데, 이는 반대로 이 배수구멍을 통해 해수의 침입을 초래할 우려가 있으므로 배후지 침수 우려가 있는 경우에는 바람직하지 못한 방법이라 하겠다.

또한 배수공을 마루 옆이나 배면의 중간에 설치하는 것은 월파한 물의 낙하지점에 해당해 구조의 약점으로 작용하며 동시에 월파한 해수의 배수에도 도움이 안 되고 해수가 사면 아래로 넘쳐흘러 호안의 배후 사면 끝단 법고(法尻) 부위에 고임으로서 제체에 해로운 결과가 초래될 수 있어 배수처리가 필요하다.

배수공은 근류공과 분리해 설치하는 것이 좋은데, 구조상 취약점이 될 우려가 없는 경우에는 해설 그림 (4.1-13)(b)와 같이 배수공과 근류공을 겸하는 방식도 있다.

(11) 완경사 호안

- ① 경사는 1:3보다 완만하게 하며 경사면의 저면 선단부에서는 선단부의 블록이 파를 반사해 세굴을 조장하지 않도록 해설 그림 (4.1-14)와 같이 블록의 앞, 아랫부분을 동일 경사로 지중에 근입시켜 시공하는 것이 바람직하다.



해설 그림 (4.1-14) 완경사 호안의 근입

또한 블록의 근입깊이는 다음의 여러 가지 제체선단부 지형변화도 예측하여 제체의 안전성이 확보되도록 할 필요가 있다.

지형변화㉑ : 연안 표사의 불균형에 의해 생긴 해안침식에 따른 해빈 변형

지형변화㉒ : 고파랑 시 호안이 없을 경우에도 표사가 바다 쪽으로 이동하는 현상에 의한 해빈 변화

지형변화㉓ : 고파랑으로 인해 제체 저면 선단부에서 발생하는 국부 세굴

안전성의 확보를 위해서는 이러한 해빈 변화나 국부 세굴에 의한 지형변화량을 예측해 이에 대응할 수 있는 근입깊이를 확보하는 것이 좋다.

시공성, 경제성에서 볼 때 육상시공의 적용이 가능한 경우 근입깊이는 다음 식을 만족하도록 한다.

근입깊이 > 지형변화㉑에 의한 장기적인 지반 변화량 + 지형변화㉒와 ㉓를 합친 최대 세굴 깊이

연안 표사의 균형이 깨져 침식이 일어나는 해안에서는 해안침식에 따른 제체선단부의 지형변화량을 고려해야 한다. 지형변화량의 향후 예측은 수심측량 성과 등의 해석에서 얻어진 장기적인 경향을 바탕으로 검토한다. 또한 연안표사가 유입해 오는 쪽(上手側)에 표사를 저지하는 구조물이 시설됨으로써 연안 표사량이 현저히 감소하는 경우에는 해안선 변화 모델 등을 이용한 지형변화 예측계산도 필요하다.

고파랑 시의 해빈 변화와 국부 세굴에 대해서는 혼동하지 않도록 주의하면서 각각 개별적으로 검토할 필요가 있다. 현 상태에서는 이들에 대한 실용적인 연구 성과는 적어 정밀도 높은 정량적인 평가는 아주 어렵다.

이와 같은 세굴량은 현지 해안에서의 고파랑에 의한 지형변화의 예측 결과나 수리모형실험 등을 바탕으로 추정되어 적용되고 있다.

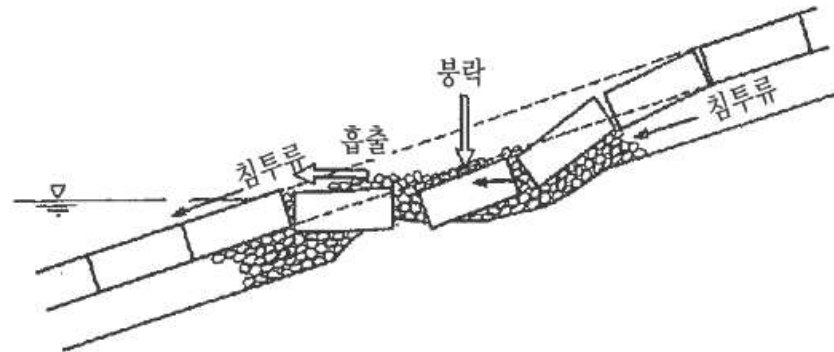
한편 이들 방법을 통해 구해진 필요 근입깊이가 너무 커서 시공이 곤란한 경우에는 1m 이상의 근입깊이를 확보해 근고공에 의한 세굴 방지를 하는 경우가 많다. 또한 수중 시공을 해야 하는 경우에는 근입을 통해 세굴에 대처하지 않고 제체 기저 선단에 붙여 기초공을 설치한다. 이 기초공은 주로 고파랑 시 제체선단부의 지형 변화에 대응하기 위한 것으로서 지형변화의 영향이 제체에 미치지 않을 정도의 규모로 할 필요가 있다.

② 환경사 호안의 뒤채움공

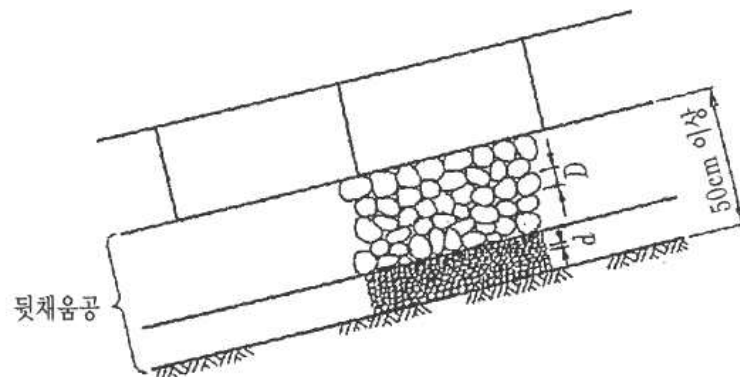
전면 경사면에 설치하는 뒤채움공은 0.5m 이상의 두께로 충분히 안전하도록 시공하는 경우가 많은데, 현지 지반에 잡석, 사석층을 부설하여 뒤채움공을 갇춤으로써 지내력(地耐力)을 강화해 전면 경사면에서 침투수나 제체에서의 침출수에 대한 필터로서의 기능을 확보하기 위해 뒤채움이 이용된다. 또한 침투효과로 인해 환원수가 약해지므로 세굴의 절감도 기대할 수 있다. 뒤채움 형식은 사용재료에 따라, 잡석, 사석 등에 의한 경우와 돌망태 등을 이용한 경우로 나뉜다.

일반적으로 자주 이용되는 뒤채움 재료는 잡석이나 사석 또는 돌망태로서 흡출 방지재를 병용하는 경우도 있다. 환경사 호안인 경우의 경사면의 길이는 일반적인 경사호안보다 길어지므로 제체선단 이 수중에 놓이는 경우에는 뒤채움이 두꺼워도 해안선 부근에서의 흡출이 일어나기 때문이다[해설 그림(4.1-15) 참조]. 이를 방지하기 위해서는 층 두께를 두껍게 하며 동시에 위에서 아래로 입경을 서서히 작게 해 공극을 최소화하고 맞물림을 좋게 할 필요가 있다.

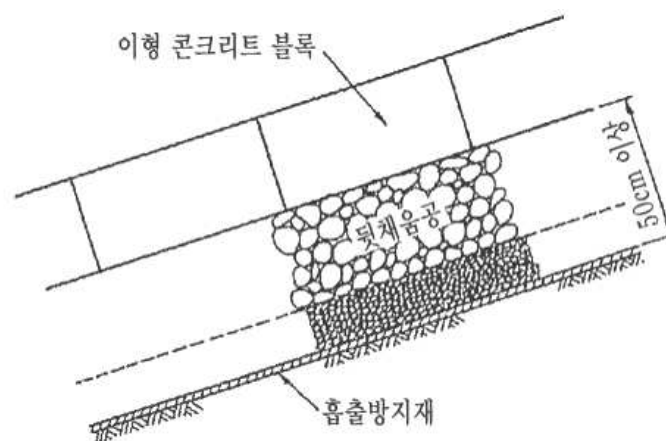
뒤채움공의 두께는 최소 0.5m 이상으로 하는 경우가 많고, 뒤채움 재료의 입경은 아래층과 위층의 입경 비를 $d/D > 0.15$ 정도로 하는 것이 좋다[해설 그림 (4.1-16) 참조]. 또한 제체 내부 재료가 자갈이어서 흡출의 우려가 없는 경우를 제외하고는 흡출 방지재를 이용하여 뒤채움공 저면에 설치할 필요가 있는데[해설 그림 (4.1-17)], 흡출방지재를 적용하였다고 해서 흡출방지 쇄석 등을 생략해서는 안 된다는 점에 주의할 필요가 있다.



해설 그림 (4.1-15) 해안선 부근에서의 흡출



해설 그림 (4.1-16) 뒤채움공의 아래층과 위층의 입경 비



해설 그림 (4.1-17) 흡출방지재의 시공 예

완경사 호안의 피해는 제체 성토 토사 및 원지반 토사의 유출로 인한 경우가 많은데, 뒤편 내부에서 성토 및 원지반 경사면을 따라 흘러내리는 물에 의해 토사가 유출되는 것이 원인일 수 있으므로 뒤편 재료 및 두께에 대해 성토와 원지반 토사의 재질을 충분히 고려할 필요가 있다.

깎돌이 성토면 위에 직접 부설되는 경우 경사면에 충분한 유속이 발생하여 모래를 유출시키는 것이 모형실험을 통해 확인되고 있으므로 이 경계면에는 입경이 작은 자갈층을 부설해 성토 표면을 씻어 내리는 물을 절감시키는 노력이 필요하다.

또한 이와 같은 제체 성토부, 원지반의 토사 유출로 인한 피해에 대해서는 흡출 방지재가 현장에서 완전한 봉합이 이루어지지 않아 그다지 큰 효과를 기대할 수가 없고, 더욱이 흡출 방지재를 적용하였음에도 잡석이 흡출된 사실도 확인되고 있으므로 경사면을 피복하는 블록의 선택에 특히 주의하거나 돌망태를 사용하는 등의 시공 노력도 필요하다.

한편 흡출에 의한 경사면 피복 블록의 함몰이나 블록의 흠어짐 등이 일어난 경우 뒤편에는 가능한 돌망태를 이용하는 것이 바람직하다.

전면 경사부 선단 세굴에 대해서는 기초사석공이 침하량 절감에 도움이 된다는 보고도 있으나 선단 세굴은 고파랑 시 해빈의 단면변화나 침식이 원인이라고 생각되므로 별도로 해안의 침식대책이 필요하다.

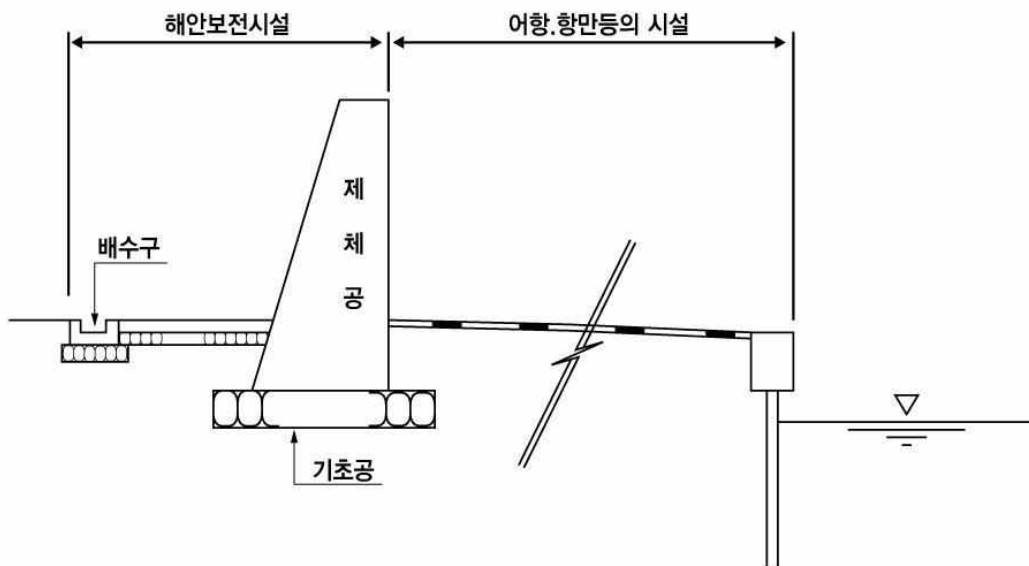
4.2 파라핏

4.2.1 설계의 기본방침

파라핏의 설계는 자연조건, 배후지의 중요도, 인접한 해안보전시설, 토지의 이용 상황 등을 고려하여 형식, 기준선, 마루높이 등을 결정하여야 한다.

[해설]

- (1) 파라핏은 해안선에 어항, 항만 등의 시설이 있고, 그 이용면으로부터 해안선 부근에 제방, 호안 등을 설치하는 것이 곤란한 경우에 고조파랑 및 지진해일에 의한 배후의 해수 침입방지를 목적으로 설치하는 해안보전시설을 말한다.
- (2) 파라핏의 설계는 조위, 파랑, 토질 등의 자연조건, 배후지의 자산, 인구밀도, 인접한 해안보전시설과의 계획마루높이 또는 공법의 적합성, 배후지와 나란한 전면어항, 항만 등의 이용 상황 및 장래이용계획을 충분히 고려하여 설계를 할 필요가 있다.
특히 파라핏은 도시와 어항, 항만시설의 배후에 설치되는 경우 용지취득의 어려움에 따라 기준선 마루높이 및 형식이 좌우되는 경우가 있다. 파라핏을 개념적으로 도시하면 아래 그림과 같다.



해설 그림 (4.2-1) 파라핏 개념도

4.2.2 설계조건

파라핏의 설계조건은 다음 사항을 고려하여야 한다.

- (1) 조위
- (2) 파랑
- (3) 토질
- (4) 지진력
- (5) 배후지의 중요도
- (6) 시공조건
- (7) 기타

[참 고]

- (1) 조위, 파랑, 토질, 지진력, 배후지의 중요도, 시공조건에 있어서는 이 기준의 4.1 호안에 따른다.
- (2) 파라핏의 주변은 어민들이 모여 사는 경우가 많으므로 설치시는 배후의 일상생활의 영향 및 전면의 어항, 항만 등의 이용을 고려할 필요가 있다.

4.2.3 형식의 선정

(1) 파라핏의 형식선정은 다음 사항을 고려하여야 한다.

- ① 자연조건
- ② 기초지반조건
- ③ 용지취득의 어려움
- ④ 토지이용상황
- ⑤ 시공조건
- ⑥ 기타

(2) 형식의 선정에는 자연조건, 시설의 중요도, 주변 이용 상황, 시공설비, 공사비 및 용지취득의 곤란 등을 종합적으로 검토하여 안전하고 경제적인 형식을 선정하여야 한다.

[참 고]

파라핏의 형식은 제체공의 형식에 따라 블록식과 L형으로 나누며 더불어 양자를 외력에 대한 지지력 방식에 따라 중력식과 말뚝식, 널말뚝식으로 나누고 참고 표 (4.2-1)와 같이 4종류로 분류한다.

참고 표 (4.2-1) 파라핏의 형식

제체형식에 의한 분류	지지형식에 의한 분류
블록(Block)식	중력식
	말뚝식, 널말뚝식
L 형식	중력식
	말뚝식, 널말뚝식

각 형식의 일반적인 적합조건은 다음과 같다.

- ① 중력식 블록형
 - 가. 부지확보가 용이한 경우
 - 나. 기초지반이 단단한 경우
- ② 말뚝식, 널말뚝식 블록형
 - 가. 부지확보가 비교적 용이한 경우
 - 나. 기초지반이 연약한 경우
- ③ 중력식 L형
 - 가. 부지확보가 쉽지 않은 경우
 - 나. 기초지반이 비교적 연약한 경우
- ④ 말뚝식, 널말뚝식 L형
 - 가. 부지확보가 쉽지 않은 경우
 - 나. 기초지반이 연약한 경우

4.2.4 마루높이

이 기준의 4.1 호안에 따른다.

[해설]

- (1) 파라핏의 마루높이는 이 기준의 4.1 호안 마루높이에 준하나 내습파에 대한 필요높이로서 파라핏 전면의 파고로 하는 것이 좋으며 단, 내습파가 육상부를 진행하는 것을 고려하여 파고를 감쇠하는 것으로 한다.
- (2) 주변의 이용 상황, 특히 조망, 일조, 통풍 등에 있어서도 배려할 필요가 있다.

4.2.5 파라핏의 안정

이 기준의 4.1 호안에 따른다.

[참 고]

제방의 제체의 안정에 준하나 도시기능, 어항, 항만기능 등의 조밀한 육상부에 설치되는 경우 지진시의 안정에 관해서도 고려하는 것으로 한다.

4.2.6 구조세목

- (1) 제체는 철근콘크리트 구조로 하여야 한다.
- (2) 제체공은 고조, 지진해일 등의 침입을 방지하는 파라핏의 주체로서 파력, 지진력 등의 외력에 대해 활동 및 전도에 대하여 안정한 구조를 갖고 각 부에 있어서도 파력, 수압에 대한 강도를 갖도록 하여야 한다.

[참 고]

호안과의 연결부 및 기준선이 오목부인 위치는 파의 집중에 의한 약점이 되므로 시공 시 주의를 요한다.

[참고문헌]

- 1) 국토해양부(2009), 항만시설물의 안전시설 설계지침
- 2) 국토해양부(2012), 항만 및 어항공사 표준시방서
- 3) 해양수산부(2016), 연안시설 설계기준·해설
- 4) 해양수산부(1999), 항만용어사전
- 5) 해양수산부(2014), 항만 및 어항 설계기준
- 6) 해양수산부(2016), 항만법
- 7) 日本港灣協會(2018), 港灣施設の技術上の基準・同解説(항만시설의 기술기준·동해설), 上卷, pp. 289.
- 8) 高橋重雄, 鈴木高二朗, 徳淵克正, 岡村知光, 下迫健一朗, 善 功企, 山崎浩之(1996), 護岸の吸い出しに關する水理模型實驗(호안의 흡출에 관한 수리모형실험), 港灣空港技術研究所 報告, 035-02-01.

집필위원	분야	성명	소속	직급
(2 0 1 7 년)	총괄	류혁근	(주)삼영기술	부회장
	총괄	안익성	(주)항도엔지니어링	사장
	과랑및과력	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

집필위원	분야	성명	소속	직급
(2024년 일부개정)	총괄	강윤구	한국항만협회	팀장
	항만및해안	지창환	한국항만협회	부장
	항만및해안	김용희	한국항만협회	차장
	항만및해안	조명환	한국항만협회	대리
	항만및해안	김진호	(주)TMG종합엔지니어링	사장
	항만및해안	박인호	(주)세일종합기술공사	부사장
	항만및해안	안익장	(주)해인이앤씨	대표이사

심의위원	분야	성명	소속	직급
(2 0 1 7 년)	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
	전문및기타부두	오세범	(주)세광종합기술단	부회장
	어항	이상기	(주)건일	부사장
	마리나	지삼업	부경대학교	교수
	항로표지시설	이승재	대기해양(주)	상임고문
	항만하역시설	함성진	(사)인천항시설관리센터	소장
	항만전기설비	김세동	두원공과대학교	교수

심의위원	분야	성명	소속	직급
(2024년 일부개정)	항만및해안	윤재선	한국농어촌공사	책임연구원
	항만및해안	윤현덕	명지대학교	교수
	토목시공	김성호	대보건설	대표이사
	토목시공	윤성민	영남대학교	교수
	토질및기초	추연욱	공주대학교	교수

기술자문위원회	분야	성명	소속	직급
(2 0 1 7 년)	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
	표면안전시설	김인호	강원대학교	교수
	계류시설	유병화	(주)대영엔지니어링	부사장
	계류시설	소준영	(주)세일종합기술공사	부사장
	전문맞기부두	김태유	(주)아산이엔지	부사장
	전문맞기부두	김홍석	(주)수성엔지니어링	부사장
	방식·도장	송종현	(주)고려안전연구원	회장
	항로표지시설	이승영	인천지방해양수산청	항로표지과장
	항만하역시설	최광학	인천지방해양수산청	항만개발과장
	항만전기설비	이충환	(주)세종기술단	전무

중앙항만정책심의회	분야	성명	소속	직급
(2024년 일부개정)	의 장	남 재 현	해 양 수 산 부	국 장
	항 만 개 발	박 영 현	한국해양과학기술원	책임연구원
	항 만 개 발	우 수 한	중 앙 대 학 교	교 수
	항 만 시 설 기 술 기 설	김 성 진	인 천 항 만 공 사	처 장
	항 만 시 설 기 술 기 설	김 영 택	한국건설기술연구원	선임연구위원
	항 만 시 설 기 술 기 설	안 익 성	(주)항도엔지니어링	사 장
	항 만 시 설 기 술 기 설	오 정 은	한국해양과학기술기술훈원	연수연구원
	항 만 시 설 기 술 기 설	조 미 라	인 덕 대 학 교	교 수

해양수산부	성명	소속	직책
	남 재 현	항 만 국	국 장
	전 충 남	항 만 기 술 안 전 과	과 장
	전 형 준	항 만 기 술 안 전 과	사 무 관
	이 지 수	항 만 기 술 안 전 과	주 무 관

설계기준 KDS 64 45 40 : 2024

호안

2017년 8월 16일 발행
2024년 12월 24일 개정

(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>

항만기술기준본부

07271 서울시 영등포구 양산로 53, 705호

(양평동 3가, 월드메르디앙비즈센터)

☎ 02-2165-0103~6 E-mail : kpcs@koreaports.or.kr

<https://kpcs.portcals.go.kr>

해양수산부

30110 세종특별자치시 다솜2로 94 (어진동)

정부세종청사 5동 항만기술안전과

☎ 044-200-5951, 5952

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