

제 6 편 수역시설 및 준설·매립

제 1 장 수역시설(水域施設)

1-1 총 설

항만 및 어항시설의 기본시설중 하나인 수역시설은 항로, 박지, 선회장, 선류장 등으로 계류시설 및 외곽시설과의 관계, 시설건설 후 부근의 수역, 시설 지형, 흐름, 기타 환경 등에 미치는 영향과 당해 항만 및 어항의 장래 발전방향을 충분히 고려하여 계획하여야 한다. 또한, 위험물전용적재선박(危險物專用積載船舶)에 대한 수역시설은 적재 위험물에 대한 특수성을 배려할 필요가 있다.

[해 설]

- (1) 항로, 항입구 등 선박의 조선(操船)수역을 계획할 때에는 운항자, 도선사(導船士, Pilot) 등 선박관계자의 의견을 충분히 청취하여 시설계획에 반영할 필요가 있다.
- (2) 위험물전용적재선박의 박지나 선류장(船留場)은 일반선박, 특히 여객선의 박지나 선류장, 생활환경을 보전할 필요가 있는 주택, 학교, 병원 등의 시설로부터 충분한 거리를 두어야 하며, 위험물의 유출 등의 사태에 용이하게 대처할 수 있는 위치를 선정할 필요가 있다.
- (3) 여객선, 차도선, 어선 등의 박지나 선류장은 선박의 안전한 항행(航行)이나 하역시의 안정성, 효율성 등의 확보를 위하여 다른 선박의 박지나 선류장과 분리하여 따로 설정하는 것이 바람직하다.
- (4) 목재전용 취급시설은 원칙적으로 전용지구를 지정하고, 일반시설과 분리하는 것이 바람직하다.
- (5) 항내정온도를 확보하기 위한 시설로는 방파제 등의 외곽시설 외에 소파공(消波工), 연파방지공(沿波防止工 : Stem wave) 등이 있다.
- (6) 수역시설의 토사 등에 의하여 매몰되는 것을 방지하는 조치로는 다음과 같은 것이 있다.
 - ① 방파제, 도류제 등의 외곽시설, 또는 이에 준하는 시설의 설치
 - ② 포킷(Silt basin) 준설 등 유하하는 토사를 당해 수역시설 주변에서 방지할 수 있는 조치
 - ③ 항로의 호안, 그 외 항로사면의 붕괴 등을 방지할 수 있는 조치
 - ④ 여굴

1-2 항 로

1-2-1 일 반

항로 설정(設定)은 선박의 안전항행(安全航行)과 조선(操船)이 용이하도록 지형, 기상, 해상조건과 관련시설간의 조화가 이루어지도록 한다.

[해설]

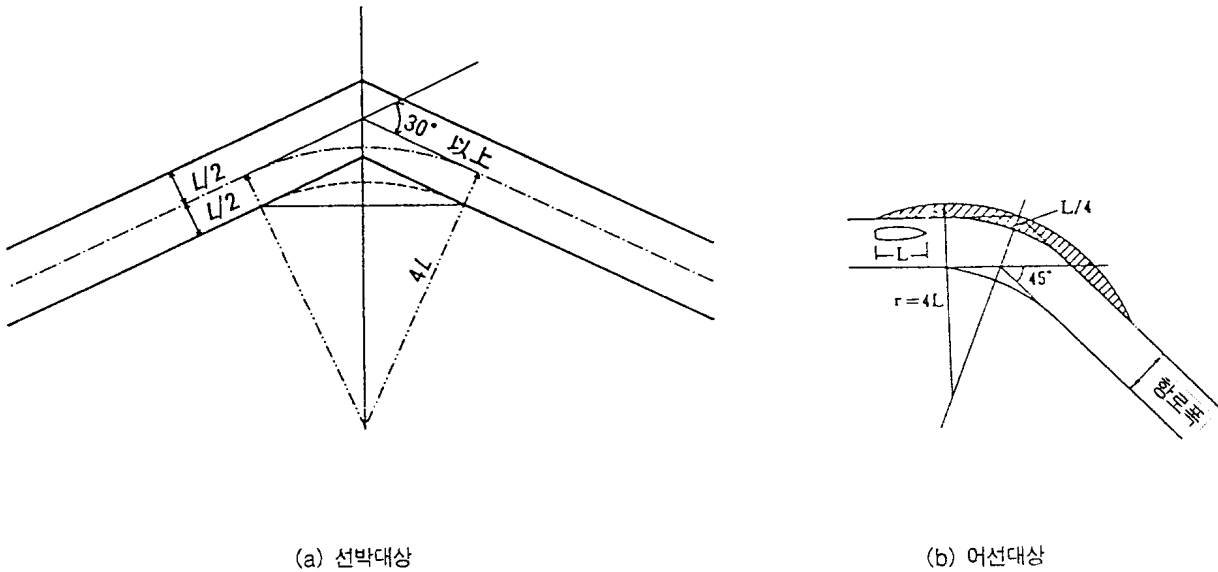
- (1) 항로는 선박이 안전하게 항행할 수 있는 적정 수심과 폭이 유지되어야 하며, 항행기능상 다음의 조건을 충족할 때 양호한 항로라 할 수 있다.
 - ① 법선이 직선에 가깝다.
 - ② 항로의 측벽(側壁)과 해저면의 형상, 항주파(航走波) 영향 등이 고려되고, 폭이 넓으며 수심이 충분하다.
 - ③ 바람, 조류 및 기상·해상조건이 양호하다.
 - ④ 항로표지, 신호설비 등이 잘 정비되어 있다.
- (2) 항로 설정시에는 기존의 유사한 실례를 참고하고, 입·출항 선박의 선박조종시뮬레이션 등을 통한 항적(航跡) 등의 검토와 해사관계자(海事關係者)의 의견을 참조할 필요가 있다. 이러한 검토 과정에서는 당해 항만에서의 항로표지 정비상황, 항행관제(航行管制)상황, 대형·소형선별, 왕·복별 등 항로분리 운영상황, 인접한 박지로부터 떨어진 거리, 항 입구부로의 진입각도, 끝배의 사용 유·무 등을 고려할 필요가 있다.
- (3) 선박의 항행목적으로만 이용되는 수역은 항로로 지정이 되어있지 않더라도, 이 수역 내에서는 선박이 정박(碇泊)하거나, 선회(船廻)하지 못하도록 하여야 한다.

1-2-2 항로 법선(法線)

항로의 굴곡부(屈曲部)는 중심선의 교각(交角)이 되도록 적어야 한다.

[해설]

- (1) 굴곡부의 교각은 선박의 선회경(旋廻徑), 속도, 흘수/수심비, 항로표지 등을 고려하여 결정할 필요가 있다.
- (2) 바람이나 조류의 방향이 항로와 직각에 가까운 방향일 때에는 선박조종에 큰 영향이 미치므로, 바람, 조류가 강한 곳에서는 이들의 영향을 충분히 고려할 필요가 있다.
- (3) 굴곡부 항로 중심선의 교각은 30°를 넘지 않는 것이 바람직하며, 30°를 넘을 경우는 항로 굴곡부 중심선의 곡률 반경은 대상선박 길이의 4배 이상이 되게 하고, 항로폭은 대상선박의 항적(航跡)을 고려한 소요 폭 이상이 되어야 한다. 다만, 스포츠 또는 레크리에이션용 요트, 모터보트 등 선회성능이 좋은 선박이 대상인 경우나 표지·신호 등에 의하여 안전하고 원활한 조선이 가능한 경우는 이에 따르지 않는다.
- (4) 굴곡부의 중심선 교각이 30°이상이고, 항로폭이 L인 왕복항로에서는 도해(1-1)(a), 어선이 대상인 항로의 경우는 도해(1-1)(b)와 같이 굴곡부를 확폭할 필요가 있다.
- (5) 항로의 방향은 항로계획시 천퇴 등의 지형조건을 감안하고 가능하면 조류의 방향과 평행으로 고려하는 것이 바람직하다.



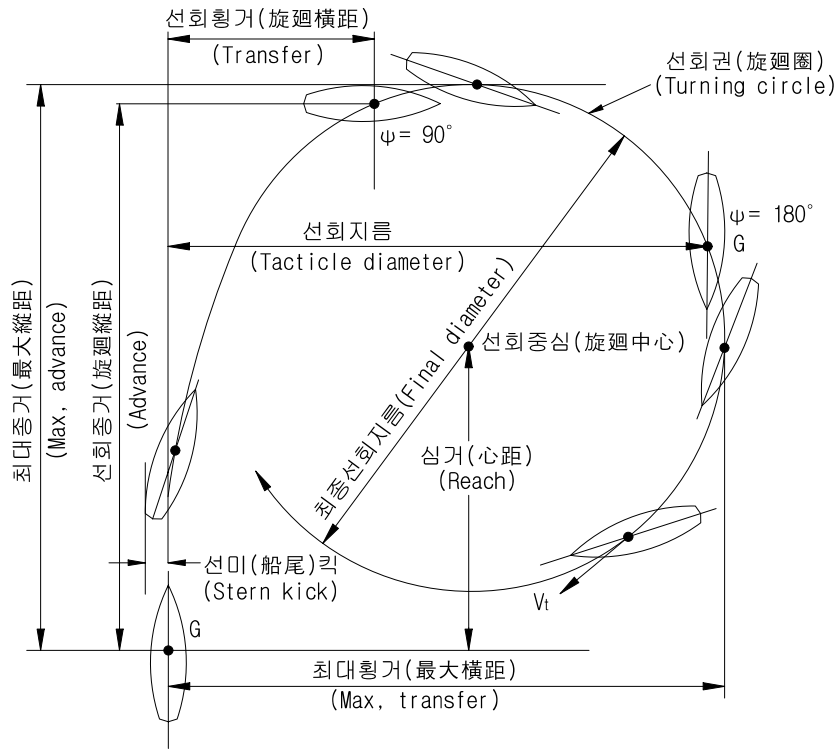
도해(1-1) 항로의 굴곡부 확폭

(6) 항로를 횡단하여 교량을 가설하는 경우, 높이 및 폭 방향에 충분한 여유를 두어야 한다.

- ① 높이 방향의 여유(Clearance)에 고려할 사항
 - 가. 선박의 마스트 높이, 선박의 트림(Trim)
 - 나. 조석, 파고
 - 다. 조선자(操船者)의 심리적 영향
- ② 폭 방향의 여유에 고려할 사항
 - 가. 탁월풍(卓越風), 조류, 교각형상에 의한 조류 변화
 - 나. 선박의 속도, 조종성능, 정지성능
 - 다. 조선자의 심리적 영향

[참 고]

- (1) 선박이 선회하기 위하여 전타시(轉舵時) 배의 중심 위치가 90° 돌아섰을 때 선체중심(船體重心)이 원침로(原針路)에서 벗어나 종방향으로 이동한 거리를 어드반스(Advance) 또는 선회종거(船廻縱距), 횡방향으로 이동한 거리를 트랜스퍼(Transfer) 또는 선회횡거(船廻橫距)라고 한다. 선회가 계속되어 배가 원침로부터 종방향으로 가장 멀리 이동한 거리를 최대종거(最大縱距, Max advance)라고 하는데, 이는 거의 선회지름(TD)과 같다. 또 배가 180° 돌아섰을 때의 횡방향 이동거리를 선회지름(Tactical diameter : TD), 약간 더 돌아서 원침로부터 정횡(正橫)방향으로 가장 멀리 이동한 거리를 최대횡거(最大橫距, Max transfer), 그리고 정상 선회운동(定常 船廻運動) 상태로 들어간 배가 그리는 원의 지름을 최종 선회지름(Final diameter)라고 한다. 이 최종 선회지름의 중심 O는 전타시 배의 중심 G로부터 전방으로 어긋난 방향에 있게 되고, 두 중심간 원침로 방향의 중심 종거리를 리치(Reach) 또는 심거(心距)라 한다. 도참(1-1) 참조한다.
- (2) 선회하는 배가 그리는 선회권(船廻圈, Turning circle)의 크기는 선종, 타각(舵角), 선박의 속도 등에 따라 다르다.



도참(1-1) 선회권(Turning circle)의 명칭

1-2-3 항로 폭

항로 폭은 대상선박의 제원, 항로의 통행상황 및 항로길이, 기상, 해상과 그 외의 자연 상황 등을 충분히 고려하여 정한다. 다만, 끝배의 이용, 대피수역의 설치 또는 항로길이가 아주 짧은 경우 등에는 선박의 안전항행에 지장을 미치지 않은 정도 범위 내에서 항로 폭을 줄일 수 있다.

[해설]

- (1) 일반항로에서의 항로 폭은 다음 값을 표준으로 한다. 여기서, L은 대상선박의 전장(全長)을 말한다.
 - ① 선박이 운항 중 교행(交行) 가능성이 있는 항로에서는 1L 이상의 적절한 폭으로 한다.
 - 가. 항로의 길이가 비교적 긴 경우 : 1.5L
 - 나. 대상선박들이 항로 항행 중 빈번하게 교행 할 경우 : 1.5L
 - 다. 대상선박들이 항로 항행 중 빈번히 교행하고, 항로의 길이가 비교적 긴 경우 : 2L
 - ② 선박이 운항 중 교행 가능성이 없는 항로에서는 0.5L 이상의 적절한 폭으로 한다. 그러나 항로 폭이 1L 이 되지 않을 경우, 항행지원 시설의 정비 등에 대한 안전상의 충분한 대비를 하는 것이 바람직하다.
- (2) 통행량이 아주 많은 항로, 항로를 횡단하는 선박이 예상되는 항로, 초 대형선을 대상선박으로 하는 항로, 기상·해상조건이 열악한 영향을 많이 받는 항로 등, 특수한 항로에서는 일반항로의 표준값에 실태에 따라 운항자, 도선사(導船士 : Pilot) 등 선박관계자의 의견을 청취하여 여유를 가산하는 폭으로 한다.
- (3) 항로의 연장이 아주 짧은 경우란 항로의 전체길이가 아주 짧은 경우와, 항로 전체 중 고려할 대상이 되는 부분의 연장이 아주 짧은 경우를 말한다.

(4) 어선 또는 500G/T미만인 선박을 대상으로 하는 항로의 폭은 이용실태에 따라 적절하게 정한다. 어선을 대상으로 하는 항로 폭은 대상어선의 크기, 통행량 및 지형, 자연조건 등을 고려하여 다음의 값을 표준으로 하고 있다.

표해(1-1) 어선을 대상으로 하는 항로 폭(왕복항로)

항로의 위치	항로 폭	비고
외해에서 외항으로 들어오는 항로	6B~8B	악천후 파랑에 대한 여유를 고려
외항에서 내항으로 들어오는 항로	5B~6B	

주 : 여기서 “B”는 대상어선의 선평

[참 고]

(1) Lloyd’s maritime information(’95.6)의 자료에 의하면 화물선의 L과 B의 관계는 다음 식으로 계산하여도 좋다고 한다.

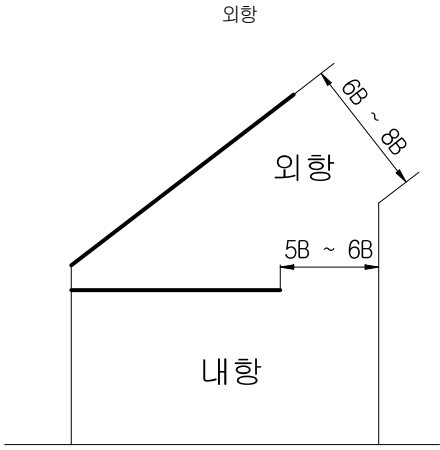
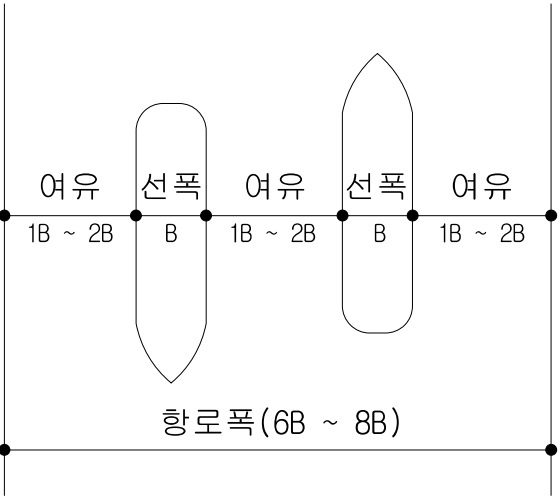
평균값 (50%일 때) : $L = 6.6B$ (단, 25%일 때 : $6.1B$, 75%일 때 $7.2B$)

여기서, L : 전장(m)

B : 형폭(m)

(2) 어항의 항로 폭을 그림으로 표시하면 다음의 도참(1-2)과 같다.

제 6 편



도참(1-2) 어항의 항로폭

1-2-4 항로수심

항로수심은 저질(底質), 선박의 동요(動搖), 트림(Trim), 선체침하, 해도오차, 측량오차, 준설정도(浚渫精度) 등에 따라 여유를 고려한다. 선박의 특수항행용 항로란 선박을 도크(Dock)에 출·입시키기 위한 항로, 대상선박의 운항시 흘수가 만재흘수보다 항상 얕은 경우의 항로를 말한다.

[해설]

(1) 선박이 얇은 수심 해역을 항행할 때에는 다음의 위험한 상태를 예상할 수 있다.

- ① 조종이 어렵거나, 항행시 조타에 의한 보침·변침조작(保針・變針操作) 효과가 극히 저하되고, 때로는 조 선불능 상태에 빠질 수 있다.
- ② 계선 또는 정박 조선 시 횡방향 이동에는 아주 큰 저항을 받아 큰 지원을 필요로 할 뿐 아니라, 제어(制御)가 어렵게 된다.
- ③ 항행중의 선체침하증대로 선저(船底)가 해저에 접촉함으로써 선체의 손상, 기관이나 추진 장치에 장애를 초래한다.

(2) 항행의 안전 확보를 위하여서는 최대흘수시의 선저와 해저와의 사이에 여유 수심을 확보할 필요가 있다.

[참고]

화물을 적재하였거나 선박이 항행할 때 생기는 선수·미간의 흘수차를 트림(Trim)이라하고, 화물을 적재한 상태에서 저속으로 운항할 때에는 선수가 침하하고, 고속으로 운항할 때에는 선미가 침하하는 경향이 있다.

1-2-5 항 입구부의 항로길이

항 입구부의 항로길이와 이어지는 박지의 넓이는 선박의 정지가능 거리를 고려하여 적절하게 정한다.

[해설]

선박이 자력으로 입항할 때, 방파제 등으로 차폐된 수역 외측에서는 바람, 조류의 영향을 덜 받도록 어느 정도이상의 속도를 유지하여야 한다. 이 때문에 방파제의 개구부 등 차폐수역 경계부로부터 접안시설까지의 항로길이와 이어지는 박지의 넓이는 대상선박의 정지 가능거리를 충분히 확보하는 것이 바람직하다.

[참고]

- (1) 입항·계류조선시에는 항 입구부에서 5~7kt정도가 되도록 감속하여 서행운항하거나, 항 입구부에서 기관을 정지하고 타력(惰力)으로 진입한다. 이후는 적절하게 기관을 가동하여 진입하지만 박지에서는 후진력을 사용하여 선박의 선체가 편향되지 않게 안전하게 정지할 수 있는 정도의 타력으로 계류시설에 접근하는 것이 바람직하다.
- (2) 감속에 필요한 거리는 선박의 규모, 선박의 처음속도 등에 따라 다르다. 특히, 초대형선 또는 대형선에서는 관련 자료를 참작하고, 대형선인 경우 끝배의 조력을 받으면서 조선하는 것이 바람직하다.
- (3) 어선의 경우 서행운행(5~7kt)하다가 항 입구부에서 기관을 정지하였을 경우 항 입구부로부터 정지하는 지점까지는 대상어선 길이의 4배의 거리가 필요하고 정지점까지의 항로길이는 선박길이의 약 5배 정도가 필요하다.(*어항 구조물 설계기준 : 해양수산부(1996) P-501 참조)

1-2-6 항로의 정온도

항로는 이를 이용하는 선박의 안전항행, 도선사(導船士 : Pilot)의 승선, 끝배의 이용 등을 감안하여 적절한 정온도 확보를 하여야 한다.

[해설]

- (1) 항행선박에 대한 파랑의 영향은 소형선의 경우 횡파(橫波)를 받을 때나 추파(追波)를 받을 때에 크고, 대형선의 경우는 추파를 받을 때가 크다. 수역시설 내에서의 파랑은 파의 주기와 선박의 횡방향 동요 고정 주기가 일치하지 않도록, 선체 길이와 같은 정도의 파장은 받지 않도록 하여야 한다. 또한 대형선이 항 입구부에서 저속 운항하는 경우 추파를 받으면 선박과 파랑의 상대속도가 작게 되어 조타성능이 떨어짐으로서 선수(船首)의 동요가 크게 일어날 염려가 있다. 이 때문에 항로의 배치는 항 입구부에서 후방 45° 이내의 추파를 받는 방향은 피하는 것이 바람직하다.
- (2) 항로의 정온도 확보를 위하여서는 침입파 외에 방파제나 안벽에서의 반사파 영향에 대하여도 고려할 필요가 있다.
- (3) 파랑조건이 좋지 않은 장소에서는 대상선박의 입항속도와 정지가능거리를 고려하고, 선박의 조종성에 대응한 정온도 확보가 필요하다.
- (4) 부득이하게, 여유수심을 크게 확보할 수 없는 수역에서는 선박의 동요로 인한 선체침하를 방지하고, 정온도를 높이는 조치를 할 필요가 있다.

1-3 방파제 근해의 항로

1-3-1 일 반

방파제 근해의 항로는 본장 1.2에서 정한 내용 이외에 선박의 안전과 경제적인 속도의 항행 등을 고려한다.

[해설]

여기에 기술되는 항로는 방파제 근해에서 선박이 보통속도로 운항하는 항로를 말한다.

1-3-2 항로 폭

방파제 근해의 항로 폭은 본장 1.2.3에서 정한 폭 이상으로 하고, 파랑, 바람, 조류, 지형, 지질 등의 자연조건과, 항행속도 등을 고려하여 정한다.

[해설]

선박이 나란히 근접하여 항행하거나 추월하는 경우의 항로 폭은 두 선박간의 상호작용(相互作用), 선박의 선수동요, 항로 폭이 조선자에 미치는 심리적인 영향 등을 고려할 필요가 있다.

[참고]

두 선박이 근접하여 운항하거나 추월하는 경우, 두 선박 주변의 흐름에 대한 대상성(對象性)이 없어지면서 생기는 흡인력, 반발력이 조선에 미치는 영향을 두 선박간의 상호작용이라 한다.

1-3-3 항로의 수심

방파제 근해의 항로 수심은 대상선박에 대한 본장 1.2.4에서 정한 수심을 확보하고, 일반적으로 해상 조건이 나쁘고 선박의 항행속도가 빠른 경우 등 특히, 선박의 동요, 선체의 침하, 트림, 저질, 해도오차, 측량오차, 준설정도(浚渫精度) 등을 고려하여 충분히 여유 있게 한다.

[해 설]

- (1) 파랑에 의한 선박의 동요는 선박의 전장, 폭, 속도, 파고, 파장 등에 따라 정하여 지지만, 동요에 대한 여유수심은 일반적으로 소·중형선의 경우는 파고의 2/3, 대형선에서는 1/2을 보고 있다. 이 값들의 적용시는 항행조건이 비슷한 다른 항로의 실적을 참고하는 것이 바람직하다.
- (2) 수심이 얇은 수역이나 항로단면적이 좁은 수역에서는 항행하는 선박의 선체주변의 물이 가속되어 압력이 감소하고, 선체부근의 수위가 저하하여 선체가 침하하며, 많은 경우에 선수트림이 변하는 경우 선회성은 나쁘게 되지만 보침성(保針性)은 좋게 된다.
- (3) 모래톱(Shoal)이 발생하는 항로나 저질이 이토상태(泥狀)의 항로에서는 항로수심을 계획할 때 이들의 영향을 고려할 필요가 있다.

1-4 박지(泊地)

1-4-1 일 반

박지계획은 안전한 정박(碇泊), 조선의 용이, 하역의 효율성, 기상·해양조건, 항내반사파·항주파 등의 영향 및 관련시설과의 조화가 잘 이루어지도록 한다.

[해 설]

박지는 묘박지(錨泊地), 부표박지(浮漂泊地)외에 선회장(船回場) 등의 조선수면(澡船水面)을 포함하고, 기능상 다음의 조건이 만족될 때 양호하다고 본다.

- (1) 정온하고 충분한 수면적
- (2) 닻 놓기에 양호한 저질
- (3) 잘 정비되어있는 부표
- (4) 바람, 조류 등의 양호한 기상, 해상 조건

1-4-2 박지 위치와 면적

[1] 위 치

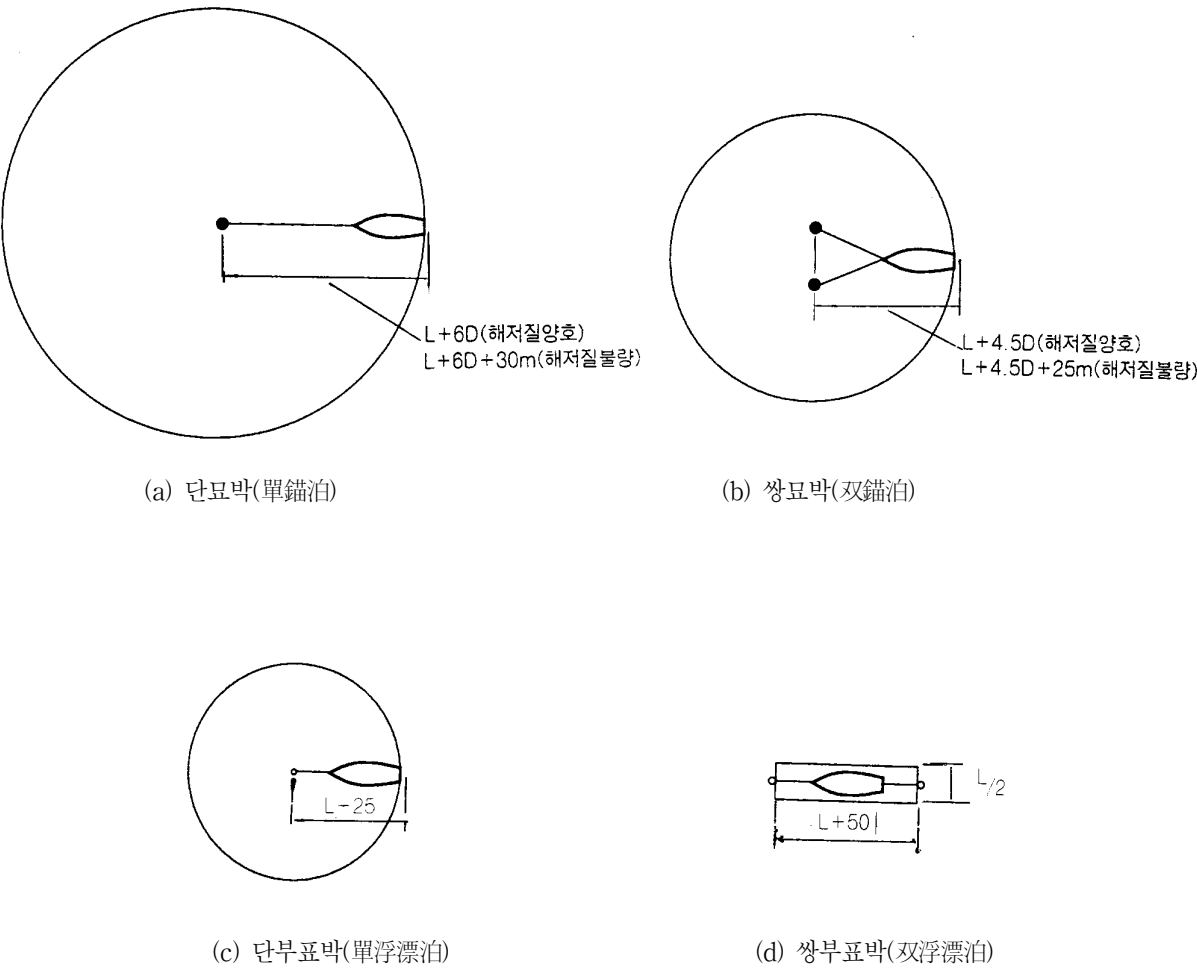
박지 위치는 방파제, 부두(埠頭), 항로 등의 배치, 정온도를 고려하여 적절한 장소에 정한다.

[2] 정박 또는 계류용 박지 면적

- ① 정박 또는 계류용 박지라 함은 안벽, 계선말뚝, 잔교 및 부잔교의 전면박지 이외의 박지로서 묘박(錨泊) 및 부표박(浮漂泊)으로 사용되는 박지이다. 그 면적은 대상선박의 길이(L)에 수심, 지형, 저질, 기상·해상, 기타 자연조건에 따른 적절한 여유치를 가산한 값 이상을 반경으로 하는 원으로 하고, 이용목적, 이용방식 등을 충분히 고려하여 정한다.
- ② 부표박(浮漂泊)의 경우에는 선박의 안전한 정박 및 계류에 지장이 없는 넓이까지 박지의 규모를 축소할 수 있다. 이 경우는 부표박의 이용방식 및 조위차가 큰 경우 등 부표의 수평 이동량을 고려한다.
- ③ 안벽, 계선말뚝, 잔교 또는 부잔교 전면 박지 길이는 대상선박의 전장 이상으로 지형, 기상·해상, 기타 자연조건과 정박 또는 계류형태에 따라 대상선박이 횡접안 할 때 필요한 연장으로 하며, 박지 폭은 이·접안시 안정성을 고려한다.
- ④ 돌제(突堤)와 돌제사이의 박지 폭은 선형, 선석 수, 끝배의 사용유무 등을 충분히 고려하여 적절히 정한다.
- ⑤ 박지 면적은 선박의 이·접안 및 박지에의 출입, 묘박지에서는 투묘오차(投錨誤差), 위험물적재선박이 이용하는 박지에서는 보안거리를 고려한다.

[해설]

- (1) 선박의 묘박방법에서 이용도가 높은 방법은 도해(1-2(a))의 단묘박(單錨泊)과 도해(1-2(b))의 쌍묘박(雙錨泊)이 있고, 그 외 2묘박, 선수·미묘박(船首·尾錨泊) 등이 있다.
- (2) 묘쇄(錨鎖)의 길이는 선형, 묘박방법, 기상·해상 조건 등에 따라 다르다. 선박에 작용하는 힘에 저항할 수 있는 계류앵커의 과주력(把駐力)에 부가하여, 해저에 놓인 체인에 의한 과주력을 확보할 수 있도록 묘쇄를 길게 할 필요가 있다. 다시 말하면 묘쇄는 길게 할수록 안전성이 높아진다.
- (3) 묘박지의 규모는 해저에 놓인 체인을 고려하고, 회전 중심이 되는 점으로부터 선수까지의 수평거리에 자기 배 길이를 합한 값을 반지름으로 하는 원의 크기로 구할 수 있다.
- (4) 묘쇄의 길이 계산에 필요한 제원이 불분명할 때의 묘박지 규모는 다음 표해(1-2)를 참고하여 정한다.
- (5) 단부표박은 도해(1-2(c)), 쌍부표박은 도해(1-2(d))를 참조한다. 쌍부표박에서 부표의 배치는 선수·미 방향과 바람, 조류방향이 평행이 되도록 한다. 부표박지의 규모는 표해(1-3)를 참고하여 정한다.
- (6) 여러 개의 돌제가 병렬(並列)하여 있는 경우, 돌제사이의 박지 폭은 다음 값을 참고로 하여 정한다.
 - ① 돌제의 한쪽 선석수가 대체로 3선석 이하인 경우 : L
 - ② 돌제의 한쪽 선석수가 대체로 4선석 이상인 경우 : 1.5L
 여기서, L : 대상선박의 길이
 돌제의 안쪽을 선류장으로 사용하거나 급유선, 대선 등의 박지로 이용하는 경우에는 그 이용 상황을 고려하여 소요 폭에 여유를 두는 것이 바람직하다.



도해(1-2) 묘박지의 규모(1척당)

표해(1-2) 묘박지 규모

이용목적	이용방법	해저질(海底質) 또는 풍속	반경
외해대기 또는 하역	단묘박(單錨泊)	해저질이 닻 놓기에 양호	$L+6D$
		해저질이 닻 놓기에 불량	$L+6D+30m$
	쌍묘박(雙錨泊)	해저질이 닻 놓기에 양호	$L+4.5D$
		해저질이 닻 놓기에 불량	$L+4.5D+25m$

(주) L : 대상선박전장(m), D : 수심(m)

표해(1-3) 부표박지 규모

이용방식	넓이
단부표박(單浮漂泊)	반경($L+25m$)의 원
쌍부표박(雙浮漂泊)	($L+50m$)과 $L/2$ 을 변으로 하는 장방형

1-4-3 박지 수심

- (1) 박지의 수심은 파랑, 바람, 조류 등에 의한 대상선박의 동요정도를 고려하며, 대상선박의 만재흘수 이상으로, 기준면하 만재흘수에 여유수심을 확보한 수심으로 한다. 다만 조선소 등의 의장용(艀裝用)안벽의 박지나, 대상선박이 박지를 이용할 때의 흘수가 항상 만재흘수보다 작은 경우에는 이에 따르지 않는다.
- (2) 박지의 수심에 대하여 대상선박의 만재흘수 등을 잘 알지 못할 경우에는 관련 자료를 조사, 분석하여 적절하게 정할 수 있다.

[해설]

- (1) 페리(Ferry) 등을 대상으로 하는 박지에서 사이드 스러스터(側開形 : Side thruster)를 사용하는 등 일반적인 선박과 다른 조선행태를 취하는 경우에는 이 영향을 고려할 필요가 있다.
- (2) 천문조(天文潮)에 의한 조위변동에 비하여 평균해면의 계절 간 변동이 크고, 기본수준면보다 낮은 조위가 빈번히 발생하는 경우, 또 파랑이나 너울(Swell)의 진입이 현저한 경우 등은 그 영향을 고려할 필요가 있다.
- (3) 공공항만시설과 같이 대상선박의 명확한 제원을 사전에 정할 수 없는 경우의 박지수심은 본 기준에 수록되어 있는 선석수심과 선석길이에 준하여 정할 수 있다.

1-4-4 박지 정온도

수역시설을 이용하는 선박의 정박이나 계류용 박지로서 계류시설의 전면박지에서는 원칙적으로 연간 97.5%이상의 정박 또는 계류가능일수를 얻을 수 있는 정온도를 확보하여야 한다. 단, 계류시설 또는 계류시설 전면의 이용이 특수한 경우는 그렇지 않다.

[해설]

- (1) 계류시설 전면박지의 하역한계 파고는 대상선박의 선종, 선형, 하역특성 등을 고려하여 적절히 정할 필요가 있으나, 표해(1-4)와 같이 평가할 수도 있다. 박지의 정온도는 박지내의 파고로 평가하는 것이 통례로 되어 있지만, 필요에 따라서는 계류 중인 선박 동요량에 영향을 미치는 파향, 주기 등의 영향도 함께 고려하는 것이 바람직하다.

표해(1-4) 하역한계파고

선 형	하역한계파고($H_{1/3}$)
소형선	0.3m
중·대형선	0.5m
초대형선	0.7~1.5m

(주) 소형선이란 주로 선류장을 이용하는 대체로 500GT급 미만의 선박, 초대형선이란 주로 대형돌핀, 시버스(Sea berth)를 이용하는 대체로 50,000GT급 이상의 선박, 중·대형선이란 소형선이나 초대형선 이외의 선박이다.

(2) 대피수역으로서의 항내 한계파고나 풍속은 대상 항만이 외해·내해의 어느 쪽으로 면(面)해 있는지, 대상으로 하는 선박의 선종이나 선형이 어떤지, 계선, 부표박 및 묘박 등의 계류방법은 어떤지 등을 고려하여 적절하게 정하는 것이 바람직하다.

[참 고]

선체동요와 하역에 관한 PIANC의 제안 내용을 참고로 하면 다음 표참(1-1)과 같다.

표참(1-1) 하역과 선체의 동요와의 관계

선 종	전후동요 (m)	좌우동요 (m)	상하동요 (m)	횡방향동요 (°)	종방향동요 (°)	선수동요 (°)
일반화물선	±1.0	±0.75	±0.5	±2.5	±1.0	±1.5
곡물운반선	±1.0	±0.5	±0.5	±1.0	±1.0	±1.0
광석운반선	±1.0	±1.0	±0.5	±3.0	±1.0	±1.0
탱커(외항선)	±1.5	±0.75	±0.5	±4.0	±2.0	±2.0
탱커(내항선)	±1.0	±0.75	±0.5	±3.0	±1.5	±1.5
컨테이너선(Lo/Lo)	±0.5	±0.3	±0.3	±1.5	±0.5	±0.5
페리, 컨테이너선 (Ro/Ro)	±0.3	±0.6	±0.3	±1.0	±0.5	±0.5
자동차 운반선						

1-4-5 어선용 박지

[1] 일 반

어선용 박지는 어선의 입·출항과 조선을 원활하게 할 수 있는 충분한 수면적과 수심을 확보하고 어선의 안전한 정박, 양육(揚陸), 보급(補給), 휴식(休息), 출어준비(出漁準備) 등의 작업에 지장이 없도록 정온을 유지하여야 한다. 박지는 어선의 정박 시 닻을 놓는데 적합한 해저질이어야 하고 해저지반이 단단하여 닻을 놓기에 부적절할 경우에는 별도로 대책을 강구하여야 한다.

[해 설]

어선용 박지는 안전한 정박, 원활한 조선, 양육, 출어준비 등의 작업이 용이하도록 정온하고, 충분한 넓이와 수심을 확보하여야 한다.

어선용 박지의 수역을 사용 목적에 따라 분류하면 다음과 같다.

- ① 양육용 박지(揚陸用 泊地)
- ② 보급용 박지(補給用 泊地)
- ③ 휴식용 박지(休息用 泊地)
- ④ 특정목적용 박지
- ⑤ 묘박용 박지
- ⑥ 그 외 수역

[2] 박지의 넓이와 형상

어선용 박지의 넓이와 형상은 바람, 파랑, 조류, 조석현상, 지형, 지질 등의 영향과 대상어선의 제원을 고려하여 어선이 원활하고 안전하게 정박 및 계류할 수 있게 정한다.

[해설]

어선용 박지의 넓이와 형상은 박지의 사용목적에 따라 그 규모를 정하고, 특히 필요한 경우에는 활어보관용 수면(가두리 등) 등을 고려한다. 사용목적별 박지의 소요면적은 다음과 같이 정한다.

(1) 양육용 박지

양육용 박지는 양육용 물양장의 전용수역으로 어선이 물양장에 횡접안하여 양육하는 것을 기준으로 하며, 다음과 같이 계산한다.

$$\begin{aligned} \circ \text{박지면적} &= \text{부두연장} \times (\text{횡접안 폭} + \text{항로폭} + \text{조선수역폭}) \\ &= \text{부두연장} \times (0.25L + 0.75L + 1.5L) \\ &= \text{부두연장} \times 2.5L, \end{aligned}$$

여기서, L : 어선의 길이, 단위 : cm

(2) 보급용 박지

얼음, 물, 연료 등 보급품을 적재하기 위하여 보급용 물양장의 전용수역에 어선을 횡접안하는 소요박지로 다음과 같이 계산 한다.

◦ 박지면적 : 양육용 박지와 동일

단, 이용 선박 중 최대선형을 기준으로 하여야 하며, 도서지역의 어항은 유류 운반선을 고려하여야 한다.

(3) 휴식용 박지

휴식용 박지는 휴식용 물양장의 전용수역으로 어선의 접안 방법은 종접안을 기준으로하고, 다음과 같이 소요박지 면적을 계산한다.

$$\begin{aligned} \circ \text{박지면적} &= \text{부두연장} \times (\text{종접안 폭} + \text{조선수역폭} + \text{항로폭}) \\ &= \text{부두연장} \times (1.5L \times \text{종접안수} + 1.5L + 0.75L) \end{aligned}$$

(4) 특정목적용 박지

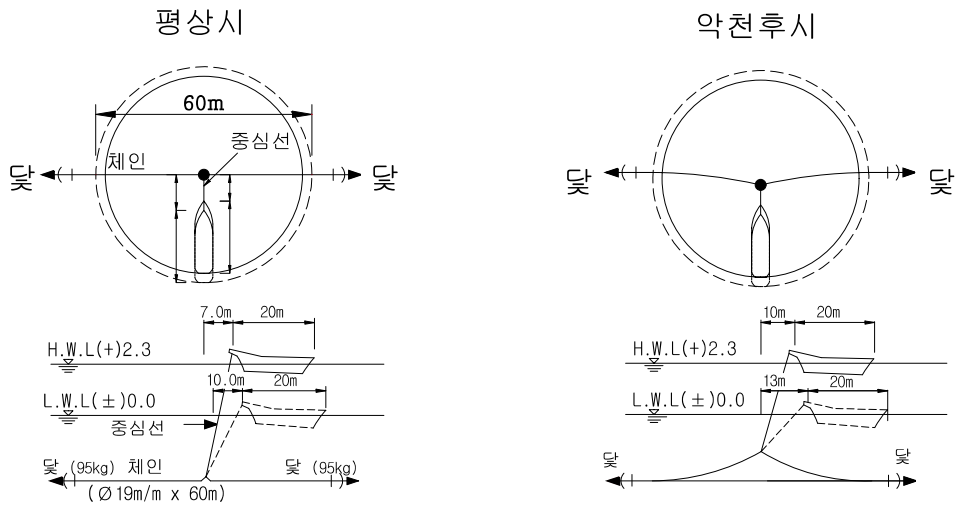
특정목적용 박지는 정기여객선의 이·접안 또는 화물선 및 어선의 수리 등 특정목적에 사용되는 수역으로 사용방법에 따라 횡접안과 종접안으로 구분하여 다음과 같이 계산한다.

- 횡접안 시 박지면적 : 1.2L 및 (B+1)을 변의 길이로 하는 직사각형의 면적
- 종접안 시 박지면적 : 1.2L 및 (B+3)을 변의 길이로 하는 직사각형의 면적

여기서, B : 어선의 폭, 단위 : m

(5) 묘박용 박지

어선이 접안시설을 사용하지 않고 닻이나 부표 등을 사용하여 정박하는 수역으로, 안전하게 묘박할 수 있도록 충분한 넓이의 수면적과 소요정온도가 유지되도록 한다. 어선의 정박 방법에 따라 필요한 수면적을 정한다. 소형어선은 도해(1-3)를 참고로 하여 계산한다.



(6) 악천후시의 박지

악천후 시는 계류방법, 여유길이, 여유 폭이 평상시와는 다르므로, 종접안을 기준으로 하여 다음과 같이 소요박지 면적을 계산한다.

◦ 박지면적 = 소요접안연장 × (종접안 폭 + 조선수역폭 + 항로폭)
= 소요접안연장 × (2.0L × 종접안수 + 2.0L + 1.0L)

(7) 그 외 수역

앞에 열거한 목적 이외로 필요한 수역이 발생할 때에는 이를 별도로 고려한다.

1-4-6 박지의 수심

어선용 박지의 수심은 기본 수준면을 기준으로 하여 대상어선 만재흘수의 110%, 또는 선석수심을 표준으로 한다.

[해설]

어선용 박지의 수심은 대상어선의 만재흘수가 명확하지 않을 경우 다음 표해(1-5)을 기준으로 한다.

표해(1-5) 박지의 수심

대상어선	수심(m)	대상어선	수심(m)
1톤 미만	1.0	200톤	4.0
1톤~20톤	2.0	300톤	4.0
30톤	2.5	400톤	4.0
50톤	3.0	500톤	5.0
100톤	3.0	750톤	5.5
150톤	4.0	1,000톤	6.0

1-4-7 박지의 정온도

어선용 박지의 정온도가 좋고 나쁜 것은 방파제의 배치와 마루높이, 항내 물양장의 배치와 구조형식에 따라 다르게 나타난다. 그러므로 항내에서 발생하는 수리현상(水理現象)을 충분히 고려하여 구조물의 배치와 구조형식 등을 결정할 필요가 있다. 접안시설 전면수역은 연간 97.5%이상 정박 또는 접안이 가능하도록 정온이 유지되어야 한다.

[해설]

- (1) 어선용 박지의 정온도 확보에서 실제로 이용되지 않는 수역도 많으므로 이런 수역에 대한 검토도 필요하다. 정박 가능한 최대파고, 항로에서 항행이 가능한 최대파고와 양육작업, 출어준비작업, 휴식을 위한 계류가 가능한 물양장 전면에서의 한계파고는 대상어선의 선종, 선형, 이용실태 등을 파악하여 정해지지만 일반적으로는 다음 표해(1-6)을 표준으로 한다.

표해(1-6) 수역시설 사용이 가능한 최대파고

구 분	수역시설수심	
	3.0m 미만	3.0m 이상
항내 묘박 및 정박가능 최대 파고	0.60m	0.70m
항로 항행가능 최대 파고	0.90m	1.20m
양육, 준비가 가능한 파고	0.30m	0.40m
휴식이 가능한 최대 파고	0.40m	0.50m

주 : 박지의 정온도는 박지내의 파고를 평가하는 것이 통례이지만, 필요에 따라서는 너울이나 항주파 등의 영향도 고려해야 한다.

- (2) 장래시설 소요에 따라 여유수역이 필요한 경우에 대해서도 검토할 필요가 있다.

1-5 선회장(船回場)

1-5-1 일반

선회장은 선박의 선수를 회전하는데 필요한 정온한 수면적으로서 끝배의 사용유무, 스러스터(Thruster)장착유무, 닻의 이용여부, 회선의 형태, 선박의 선회성능, 계류시설, 항로의 배치, 기상·해상 조건을 충분히 고려한다.

[해설]

선박의 선수 회전형태(船首廻轉形態)에 따라 선회장이 필요하지 않은 경우란 끝배를 이용하는 선박의 회전, 충분한 추진을 갖는 스러스터(Thruster)를 이용한 회전이나 닻을 이용한 회전 등이다.

1-5-2 선회장의 규모

선박을 선회하는데 필요한 수면적은 일정한 규모 이상을 확보하는 것이 바람직하다. 상기 수면적은 수심 및 정온도 등이 확보되어야 한다.

[해 설]

- (1) 선회장은 다른 수역시설 등을 고려하여 접안시설 전면에 계획하는 것이 바람직하다.
- (2) 선회장의 규모(수면적)는 다음 값을 표준으로 한다.
 - ① 자력에 의한 회전의 경우 : 3L을 지름으로 하는 원
 - ② 끝배에 의하여 회전하는 경우 : 2L을 지름으로 하는 원충분한 추진력을 갖춘 스러스터(Thruster)장치가 장착되어 있는 선박의 경우도 같다.
- (3) 소형선 등은 지형여건 등으로 어쩔 수 없는 경우에는 계류앵커, 바람 또는 조류를 이용하여 다음의 값까지 내릴 수 있다.
 - ① 자력에 의한 회전의 경우 : 2L을 지름으로 하는 원
 - ② 끝배에 의하여 회전하는 경우 : 1.5L을 지름으로 하는 원
- (4) 지형상의 제약 등으로 표준 값의 규모를 확보할 수 없는 경우나, 항로가 인접하여 있는 등 긴급 시에 대응 가능한 수역이 확보될 수 있는 경우 등, 안전상 지장이 없다고 판단되면 선회장 규모를 기준을 표준 값 보다 작게 할 수 있다.

[참 고]

- (1) 대상선박의 구체적인 제원이나 운동성능 등의 특성을 명확하게 알고, 안전상 지장이 없다고 판단될 경우에는 그 규모를 표준 값 보다 작게 할 수 있다.
- (2) 계류시설과 항로의 위치관계로부터 대체로 90°를 넘지 않는 범위 내에서 회전하는 경우, 안전상 지장이 없다고 확인되면, 선회장의 형상을 그 해역에서 가장 적절한 조선방법을 근거로 한 형상으로 할 수 있다.

1-5-3 선회장의 수심

선회장의 수심은 박지의 수심을 참고로 한다.

1-5-4 선회장의 정온도

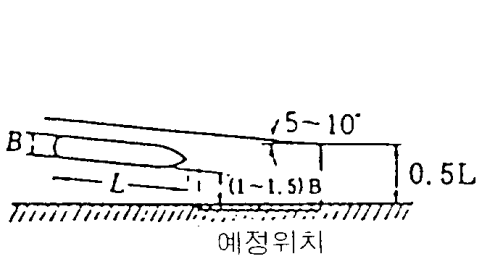
선회장의 정온도는 박지의 정온도를 참고로 한다.

1-5-5 계류(繫留)와 해람용(解纜用) 박지

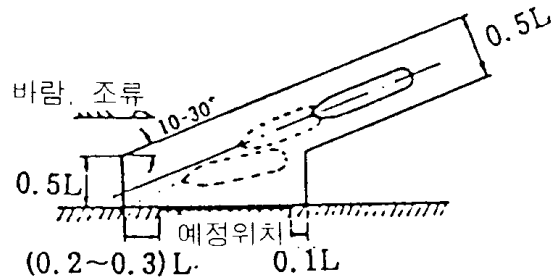
계류·해람용 박지는 끝배 사용여부, 바람, 조류의 영향, 조선의 용이도 등을 고려한다.

[해설]

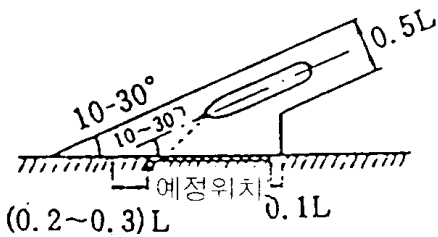
- (1) 항만시설의 효율적인 배치나 이용면에서 계류·해람 수역과 항로를 동일 수역에 계획하지만 선박의 통행이 빈번한 곳에서는 이를 분리하는 경우도 있다.
- (2) 선수를 항 입구방향과 반대방향으로 접안하는 것을 입선접안(入船接岸 : Ship stiking dock)이라 한다. 바람, 조류가 없는 경우 입선접안에 필요한 수역은 도해(1-4(a),(b))와 같다. 조타는 좌회두(左廻頭)가 곤란하기 때문에 좌현횡접안(左舷橫接岸)인 경우 약간 큰 각도로 진입해야 한다. 또한 선수에 바람, 조류를 받는 경우 선박의 밀림을 예상하여 바람, 조류가 없는 경우보다 예정 위치에서부터 먼 지점을 향하여 진입하므로 조선수역은 도해(1-4(c),(d))와 같이 된다. 육지 쪽으로부터 바람, 조류를 받는 경우 끝배를 사용해야 하나, 조선수역은 선수에 바람을 받는 경우와 큰 차이가 없다.
- (3) 선수를 항 입구방향으로 하여 접안하는 것을 출선접안(出船接岸)이라 하며, 외해로부터 불어오는 바람, 조류를 받으면서 입항하는 경우 바람, 조류를 이용하여 접안하는 방법이다. 출선접안에 필요한 수역은 도해(1-5)와 같고, 좌현횡접안이나 우현횡접안도 거의 같다.



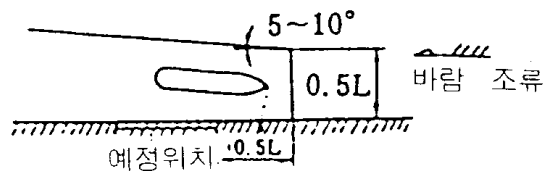
(a) 우현횡접안(바람·조류 없음)



(c) 좌현횡접안(바람·조류 있음)

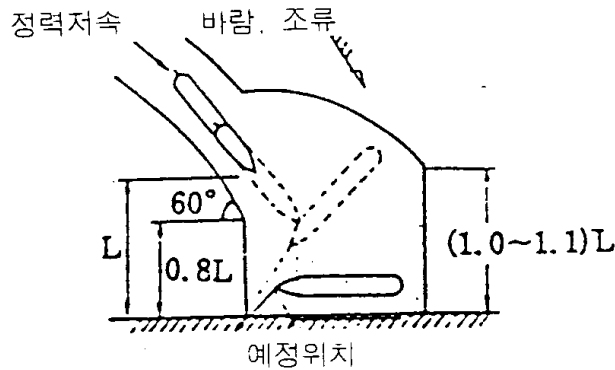


(b) 좌현횡접안(바람·조류 없음)



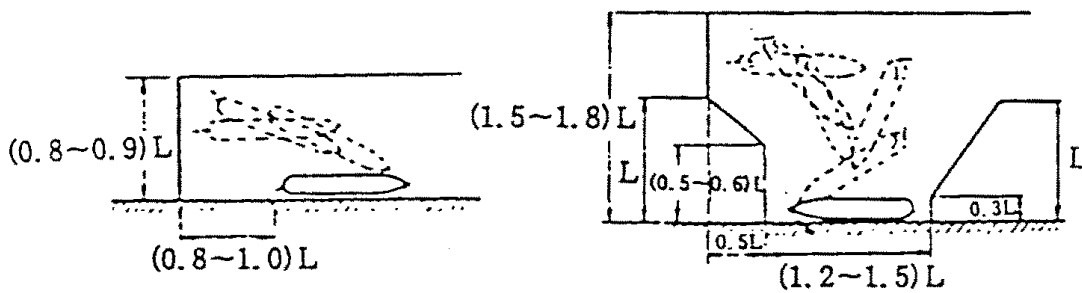
(d) 우현횡접안(바람·조류 있음)

도해(1-4) 입선접안(入船接岸)



도해(1-5) 출선접안(出船接岸)

- (4) 해람에 필요한 수역은 바람, 조류가 없는 경우 도해(1-6)과 같으며 바람, 조류를 육지 쪽으로부터 받는 경우는 조선이 쉬우나 바람, 조류를 외해 쪽으로부터 받는 경우에는 끝배를 사용해야 한다.



(a) 출선접안으로부터 해람

(b) 입선접안으로부터 해람

도해(1-6) 해람

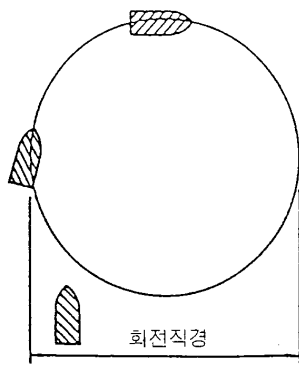
1-5-6 어선용 선회장

[1] 일반

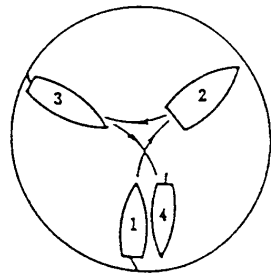
어선용 선회장은 어선의 접·이안 등을 위하여 어선을 선회하는데 필요한 수역으로, 어선이 안전하게 조선할 수 있게 일정한 규모이상의 수면적과 수심 및 정온도 등이 확보되어야 한다.

[해설]

어선은 일반적으로 자력에 의하여 회전하므로 중·소형의 어선은 정온한 수역일 때 선장의 1.5L을 지름으로 하는 원형의 수면적이 필요하고, 바람, 조류를 고려하면 2.0L을 지름으로 하는 원형의 수면적이 필요하다. 중·소형 어선의 회전은 도해(1-7)와 같이하고, 어선의 조선 순서를 그림으로 나타내면 도해(1-8)와 같다.



도해(1-7) 어선의 회전



도해(1-8) 어선의 조선 순서

1-6 선류장(船留場)

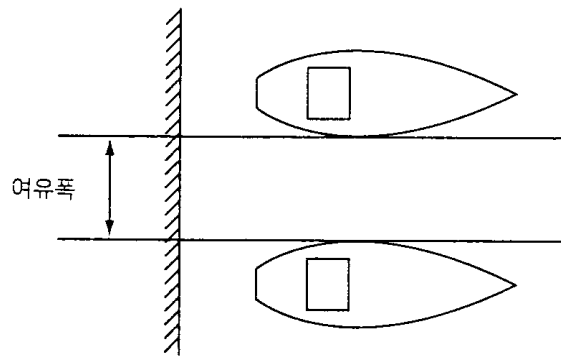
선류장은 선박의 계류시 안정성, 조선의 용이도, 기상·해상조건, 관련시설과의 연관성 등을 고려하여 정한다.

[해설]

- (1) 선류장은 소형선박을 계류하기 위하여 방파제 등으로 둘러싼 정온한 수면을 말한다.
- (2) 선류장의 면적은 선박의 점유면적, 통항로 및 선회장을 고려하여 정하지만, 악천후시의 대피상황을 염두에 두고 충분한 수면적을 확보하는 것이 바람직하다.
- (3) 선류장의 형상은 파랑에 대한 소요 정온도를 확보하고, 선박간의 접촉사고, 계류색의 절단 등이 일어나지 않도록 배려할 필요가 있다.
- (4) 휴게시설의 규모는 이용실태를 고려하여 적절한 여유 폭(선박간의 간격)을 더하여 필요연장을 산출한다. 어선 등의 소형선이 이용하는 휴게시설로 종접안방식의 계류를 할 경우의 여유 폭은 이용자가 지장을 받지 않도록 하며, 선폭과 여유 폭의 관계는 표해(1-7)와 도해(1-9)를 참고한다.

표해(1-7) 선폭과 여유 폭의 관계

선폭(船幅)	여유폭(餘裕幅)
2m 미만	1.0~2.0m
2m 이상 4m 미만	1.5~2.5m
4m 이상	2.0~3.0m



도해(1-9) 선폭과 여유 폭의 관계

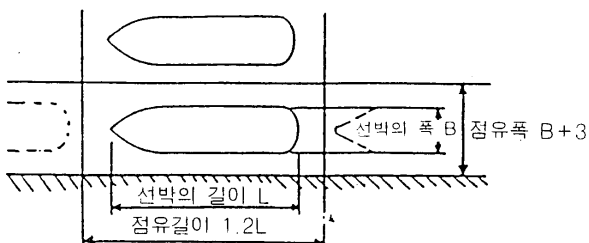
- (5) 대선(중선,從船), 연락선(通船) 등의 선류장은 본선에 가깝고 육상교통이 편리한 장소로 하는 것이 바람직하다.

[참 고]

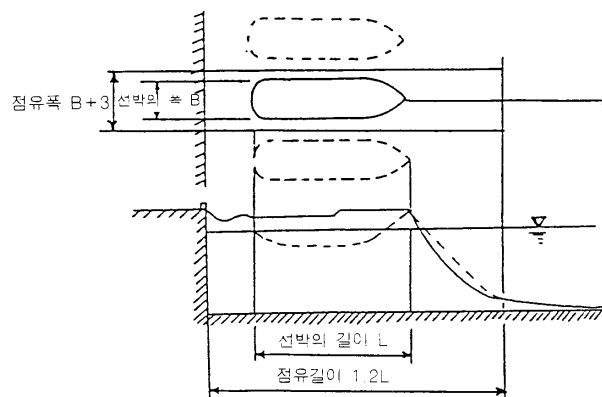
- (1) 선류장의 형상은 부진동에 의한 선박끼리의 접촉사고, 계류선의 절단 등이 일어나지 않도록 신중히 결정하여야 하며, 가능하면 형상을 복잡하게 하거나 소파시설, 경사면 설치 등의 조치가 효과적이다. 소형선의 점유면적은 다음을 참고로 한다.

- ① 횡접안시 $1.2L$ 및 $(B+1)$ 을 각 변으로 하는 직사각형의 면적
- ② 종접안시 $(L+5)$ 및 $(B+3)$ 을 각 변으로 하는 직사각형의 면적
- ③ 2중 종접안시 $2.5L$ 및 $(B+3)$ 을 각 변으로 하는 직사각형의 면적

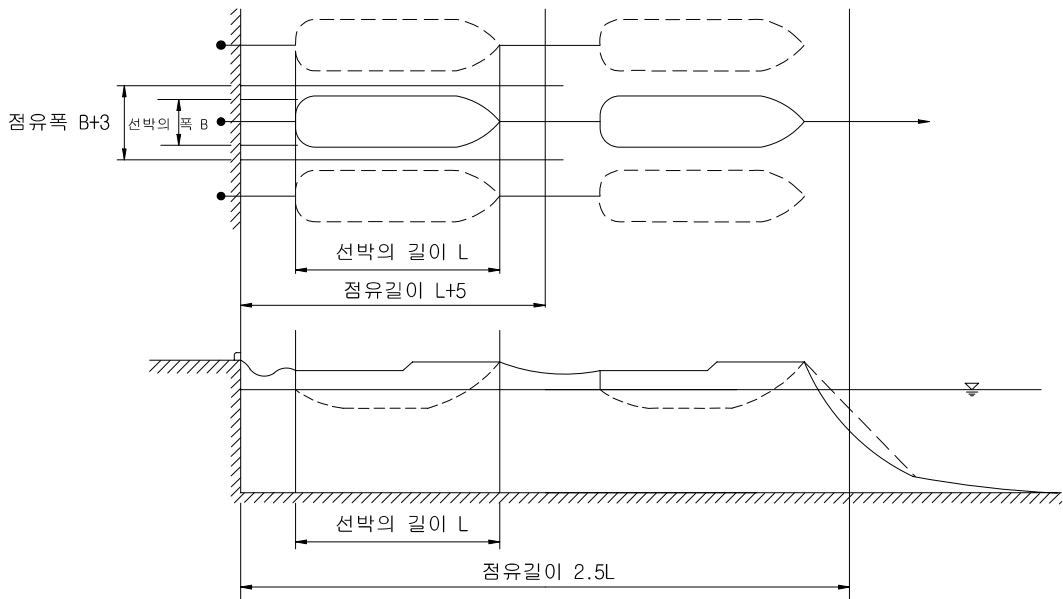
횡접안은 도참(1-3)과 같이 계류한 경우이며, 2중 횡접안의 경우도 점유면적은 같다. 종접안은 도참(1-4)과 같으며 닻줄이 해저까지 닿는 길이까지를 점유길이라고 하고, 2중 종접안은 도참(1-5)과 같다.



도참(1-3) 횡접안 및 2중횡접안



도참(1-4) 종접안



도참(1-5) 2중중접안

1-7 어선용 슬립 및 기타수역

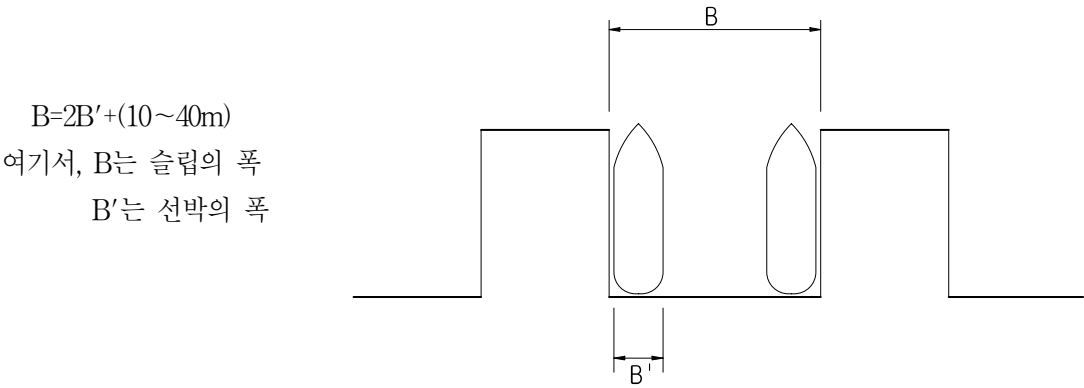
1-7-1 어선용 슬립

슬립(Slip)은 돌출제(突出堤)사이의 계류 및 조선수역으로 그 폭은 선형, 선석수, 끝배이용 여부 등을 고려하여 정한다.

[해설]

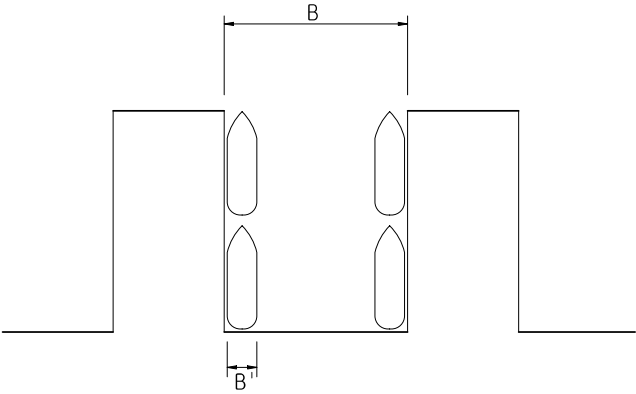
다수의 돌제가 병렬로 시설되어 있을 경우 슬립의 폭은 다음의 값을 표준으로 한다.

(1) 슬립의 양쪽에 각 1선석을 계획하는 경우



(2) 슬립의 양쪽에 각 2선석을 계획하는 경우

$$B=4B'+(10\sim40m)$$



(3) 슬립의 양쪽에 각 3선석 이상을 계획하는 경우

$$B=6B'+(10\sim40m)$$

(4) 돌출제 안쪽 막다른 곳을 소형선 선류장으로 사용하는 경우, 이용어선 수 등을 고려하여 폭을 여유 있게 계획하는 것이 바람직하다.

1-7-2 수역시설 충족률

수역시설 충족률이 클수록 수역시설이 충족도가 높다고 본다. 충족률은 100% 이상이 필요하지 않고 판단할 수 있으나, 항내 정온도 확보와 원활한 조선을 위해서는 기타여유수역이 있어야 하며, 수역시설의 소요면적은 어선의 증가나 대형화에 따라 소요수역이 증대되고, 필요하면 충족률은 저하될 수 밖에 없으므로 반드시 100%에 구애받지 않아도 된다.

[참 고]

수역시설의 충족률은 다음의 식으로 계산한다.

$$A(\%) = \frac{(D-L)}{D} \times 100$$

여기서, A : 충족률(%)

D : 소요 수면적(m²)

L : 부족면적(소요 면적-현재 면적) (m²)

1-7-3 기타 수역

어선용 수역시설에는 장차 어항의 기능을 다양화하여 종합기능어항으로 계획할 경우에 대비하여 기타 용도의 수역을 충분히 확보해 둘 필요가 있다.

[해설]

기능별 수역시설은 필요한 수역을 산정하여 배치하게 되나, 현지의 지형여건에 따라서는 소요기능을 모두 배치하는데 어려운 경우가 발생할 수 있다. 따라서 전체 수역면적은 현지의 여건 및 지형을 충분히 고려하여 충분히 넓게 계획하여야 하며, 이 경우 소요수역 이외의 기타 수역이 발생한다. 이 수역은 항내 정온도 향상과 조선을 원활하게 하는데 유효하게 사용될 수 있고, 또 앞으로 종합기능어항으로 계획할 경우 활어의 보관장, 항내 가두리시설 등 지역 특성에 따라 기타 수역의 활용방안이 기대되는 경우도 고려할 필요가 있겠다.

1-8 목재정리장

목재정리만을 위하여 사용되는 선박의 정박 또는 계류용 박지에는 목재의 유출을 방지하는 시설로서 목재계류용 말뚝, 목재유출방지책(柵) 등이 있다. 이 박지의 주위에 외곽시설을 설치하게 되는 경우에는 이들 시설을 대신할 수도 있다. 이들 시설의 구조, 설비 등에 대하여는 제7편 2-10 목재 취급시설 방파제 및 제9편 2-5 목재 하역장 기준에 따른다.

1-9 수역시설의 유지 관리

수역시설은 선박이 안전하고 원활하게 이용할 수 있도록, 자연 상황 및 시설의 이용 상황에 따라 적절한 기준에 근거하여 유지관리 하는 것을 원칙으로 한다.

[해설]

- (1) 하구항 또는 표사가 많을 것으로 예상되는 해빈부에 수역시설을 계획할 때, 홍수시의 유사량 또는 파랑 및 조류에 의한 표사량을 추정하고, 장래에 필요한 유지준설의 정도를 예측한다.
- (2) 토사 등에 의한 매몰 우려가 있는 수역시설은 정기점검을 시행함과 동시에 필요에 따라 이상시 점검을 시행한다. 점검결과 수심이나 소요폭이 확보되지 않을 우려가 있으면 필요한 대책을 강구한다.
- (3) 정기점검이란 미리 실시시기와 구역을 정하여 시행하는 것이고, 이상시 점검이란 이상기상 등으로 어느 구역이 매몰될 것으로 추정되는 경우의 점검이다.
- (4) 수역시설은 지형, 저질, 기상·해상 등 시설마다 정한 상황이 서로 다르므로 점검의 간격, 평가 및 대책에 대하여는 각각 상황에 따라 적절히 정하여 시행한다.
- (5) 어항에서는 연안표사 및 하천유하 토사량을 파악하여 어선이 항시 안전한 운항, 정박 및 계류가 가능하도록 유지관리가 필요하다.

제 2 장 준 설(浚渫)

2-1 일 반

준설의 계획 및 설계 시에는 자연조건, 지반조건을 사전에 충분히 조사, 파악하고, 준설목적, 준설토량, 공사기간, 투기조건 및 장소와, 공사지역의 여건 등을 감안하여 경제적이고 효과적인 준설방법, 준설장비의 선정, 적정선단 배치계획을 수립하여야 한다.

[해 설]

- (1) 준설은 항로, 박지, 선회장과 선류장 등의 계획수심 확보와 수심유지를 위하여 해저 지반을 준설장비로 준설하고 준설된 토사 등은 운반선에 의하여 운반하여 지정된 투기장에 투기하는 일련의 공사 즉, 준설 → 운반 → 투기공중이다. 광역의 의미로는 구조물 건설을 위한 기초터파기도 준설공사에 속하나, 일반적으로 소량인 경우가 많으므로 기초터파기는 별도 공중으로 분류되기도 한다.
- (2) 준설공사는 공사대상이 해저의 수심유지를 위한 토사 등의 제거이므로 대상지반의 토질조건을 충분히 파악하여야 하며, 준설작업은 수상에서 시행하게 되므로 기상과 해상의 영향을 받게 되어 시공 장비에 대한 유지관리 여건 등도 충분히 검토되어야 한다.
- (3) 준설을 경제적이고 효과적으로 시행하려면 지반조건, 준설토량, 공사기간, 투기조건 등을 고려한 적정 준설장비 선정 및 선단구성으로 준설방법을 계획하고, 자연조건 등을 감안하여 현장여건에 맞는 계획수립이 필요하다.

2-2 조 사

2-2-1 자연조건조사

준설은 지형 및 지반조사, 수심측량, 기상 및 해상 등 자연조건조사, 투기장 여건조사 등 시공여건을 충분히 파악하여 계획하여야 한다.

[해 설]

준설은 준설선 등에 의한 해상공사이므로 선체 및 기타공사 장비의 안정성이 확보되고, 작업능률을 향상시켜야 하며, 시공에도 정밀도를 요구하고 있기 때문에 안전 관리상 지형, 지반 및 기타 자연조건에 대한 영향을 충분히 조사하여야 한다.

(1) 기 상

기상조건은 연간 기상특성과 공사기간중의 기상이 작업능률 및 작업선 안정성에 미치는 영향을 파악하고, 기상통계를 분석하여 공사에 차질이 생기지 않도록 계획을 수립하여야한다.

① 풍향·풍속

풍속은 파랑발생의 원인이 되므로 풍향별 풍속 및 지속시간 등을 가급적 상세히 조사·분석 한다. 풍속이 15m/sec이상이면 준설작업이 어렵다.

② 강우량·기온

준설장비에 의한 해상작업이므로 일반적으로 강우량·기온에 대하여는 별 영향을 받지 않지만, 특별한 지역인 경우 예를 들면 하구항(河口港)에서는 강우로 인한 홍수 및 유송토사의 영향을 받을 수 있으므로 강우량, 강우형태, 우기 및 홍수량 등을 조사하여야 한다. 또 한냉지(寒冷地)인 경우에는 결빙(結氷) 개시일 및 결빙일수 등을 조사할 필요가 있다.

③ 안 개

안개가 발생하는 지역에서는 작업의 어려움보다 안전성, 안전사고에 대비하여야 하므로 연간 안개발생 일수의 예측과 발생시기, 지속시간 등의 상황조사도 중요하다. 시계(視界)가 1Km 이하인 경우에는 토운선에 의한 준설토 운반은 중단하는 것이 좋다.

(2) 해 상

해상조건에서는 파랑이 가장 중요한 요소가 된다. 기왕의 파랑관측 자료가 있으면 그 구역의 파랑 특성을 알 수 있으나, 없는 경우는 바람자료를 이용하여 파랑의 제원을 추정한다. 준설공사는 일반적으로 작은 파고에도 영향을 받기 때문에, 작업에 영향을 미치는 파랑의 발생횟수가 많은 해역에서는 관련 자료를 수집, 정리, 분석하여 공정계획을 수립하여야 한다. 또한 조류나 파고가 큰 지점, 하구항이나 하천에 인접하여 항만 및 어항시설이 되어 있는 곳에서는 표사이동에 대한 조사도 충분히 하여야 한다. 표사에 대하여서는 표사의 공급원(供給源)과 탁월 이동방향 및 공급량도 조사 한다.

① 조위차가 큰 장소의 준설

조위차가 큰 장소에서의 준설 시에는 조위관측지점과 공사현장간의 조위차에 의한 수준표고(水準標高) 측정 조위에 의한 오차를 최소화하기 위하여, 준설 시 준설위치의 공사용 기준점 수위측량에 의한 정확한 조위를 확인하여 준설의 정밀도를 향상시켜야 한다.

② 굴곡과 요철이 심한 항로의 준설

굴곡과 요철이 심한 항로 등에서는 조류로 인하여 종단 및 횡단방향으로 경사가 생기기 쉬워, 가까운 지점간이라 하더라도 조위가 서로 다를 수 있으므로, 준설공사 시에는 기준점에 대한 수준측량 성과를 이용하여 작업구역내의 조위를 확인하여야 한다. 검조소(檢潮所)가 멀리 떨어져 있는 곳에서는 수준측량 성과에 기준하여 현장 조위를 확인하고, 검조소의 검조기록과 공사현장의 실 조위 간의 관계를 규명하여 조위를 보정(補正)하여야 한다.

(3) 지리·지형

지리, 지형적인 조건으로는 준설구역, 사토구역(捨土區域: 준설토 투기장) 및 운반경로의 해저상황(海底狀況)과 해상작업시의 작업상 제약(制約)조건 등을 사전에 조사할 필요가 있다. 준설위치를 확인하기 위한 측량기준점의 설치장소, 조위 측정용 양수표 설치장소의 선정 등도 조사하여야 할 중요한 항목이다. 요즘은 위성으로부터의 자기 위치확인 기술이 발달되어 준설선에도 GPS장치를 장착하여 실용화하고 있다.

2-2-2 지반조사

준설의 계획 및 설계시 지반조건은 준설능률과 밀접한 관계가 있어 토질별 준설량에 따라 투입장비의 선정 및 공사기간 산출 등의 공정계획이 수립되므로 사전에 충분한 지반조사를 하여야 한다.

[해 설]

(1) 지반조사 방법

지반조사의 방법은 구조물 기초설계기준(2003. 2 건설교통부) 제3장에서 정한 바에 따라 적절한 방법으로 시행한다.

- ① 로터리 보링에 의한 방법
- ② 퍼커션 보링에 의한 방법
- ③ 시굴(試掘)에 의한 방법
- ④ 해저관찰에 의한 방법
- ⑤ 물리탐사(物理探查)에 의한 방법
- ⑥ 제트보링에 의한 방법

준설을 위한 지반조사는 준설계획 심도내의 토질별 토성파악 및 토량계산을 위주로 하기 때문에 지반조사 심도는 준설계획 심도를 고려하여 조사 깊이를 정한다.

(2) 준설토의 토성 파악

준설토의 토질별 토성을 충분히 파악하여야 준설대상 토질에 적합한 준설장비의 능력 및 형식을 선정할 수 있으며, 이에 따라 공사기간과 공사비가 결정된다. 따라서 지반조사시에는 이에 필요한 각종시험도 같이 시행하여야 한다.

(3) 조사간격

준설계획 및 설계시에 시행하는 지반조사는 일반적으로 토질변화가 심한 장소나, 특수 준설일 경우 토질별 준설량의 분포상태를 정확히 파악할 필요가 있는 장소에서는 간격을 좁게 조사를 시행하며, 기본계획 단계에서 개략적인 조사만 시행했을 경우, 실시설계나 현장시공시 토질별 토성 및 토량을 정확히 파악할 필요가 있으며 조사간격을 좁게 추가로 시행하여 당초계획과 비교할 필요가 있다.

(4) 토질시험

토질시험 항목은 대체로 다음과 같으며 이 외에도 풍화 또는 균열의 정도를 관찰할 필요가 있다.

- ① 입도분석
- ② 비중시험
- ③ 단위중량
- ④ 일축압축시험
- ⑤ 표준관입시험, 콘관입시험

(5) 시험준설

시험준설은 지반조건이 매우 복잡하거나, 준설장비 선택판단이 애매할 경우, 특히 암준설이 필요한 경우에 시행한다. 시험준설에 사용하는 준설선은 대체로 토질 조건에 적합한 준설선을 사용하는 것이 좋으나, 그렇지 못할 경우에는 대형 그레브 준설선으로 시행하는 것이 준설선의 형식선정, 능력판단 등에 도움이 된다.

(6) 물리탐사

탄성과 탐사 등의 물리탐사에 의하여 토질의 분포, 단층의 상황과 토질별 개략적인 층의 두께 등을 빠른 시간 내에 경제적으로 조사할 수 있다. 탐사 및 결과해석에는 숙련된 전문기술자가 필요하다.

(7) 제트보링

보조적인 방법으로 제트보링을 하는 경우가 있다. 지층의 기복이 심한 장소에서는 시추조사 결과만으로 지질분포를 추정하는데 무리가 많으므로 시추조사공 사이를 조사비가 싼 제트보링을 시행하여 정확히 토질을 판단할 수 있다. 이 경우 제트보링은 정성적(定性的)이므로 로터리 보링 방법과의 상관성을 미리 파

악하여 두면 정확한 토질을 판단할 수 있다.

(8) 기타 방법

지지력이 큰 지반이라고 하여 반드시 굴착저항이 크지는 않으며, 토사의 굴착효율 등 준설공사의 특수요인이 있음을 고려할 때, 시추조사에 의한 각종 시험결과도 단순한 참고자료에 불과하므로 시험준설을 시행하면 판단에 도움이 된다. 토질, 토층에 따라서는 철봉 등으로 해저를 관입해보거나, 제트보링에 의한 조사로 정밀도를 높이는 편이 적합한 경우도 있다.

[참 고]

준설공사를 위한 보링 간격은 기본계획 등 개략적인 준설토량 산출 시에는 500m 간격으로 조사하는 것이 일반적이고 실시설계 시에는 100~150m 간격으로 하고 지반조건 변동이 심한 경우 더 좁게 조사할 수 있다.

2-2-3 수심측량

- (1) 수심측량은 준설량을 산정할 때와 공사가 끝난 다음 계획수심확인을 위하여 정확하게 조사되어야 한다.
- (2) 수심 측정점의 위치측량은 수심측량 성과의 신뢰도와 정밀도에 미치는 영향이 크므로 공사현장여건에 따라 적절한 방법으로 위치측정의 정밀도를 확보하여야 한다.

[해 설]

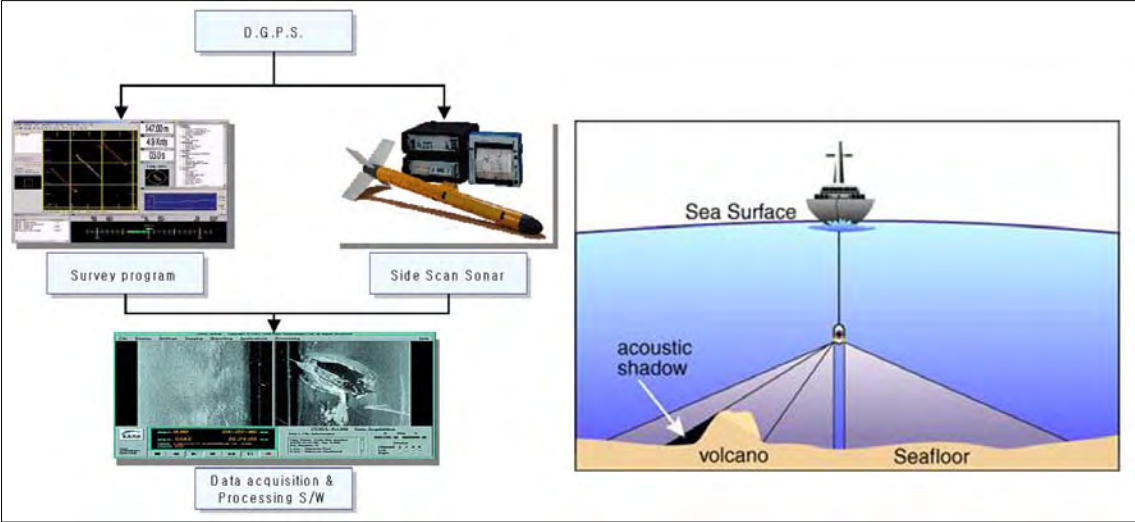
- (1) 수심측량방법은 눈금을 표시한 로프줄 끝에 레드(重錘 : Lead)를 묶어 선상에서 해저면까지 내리면 중추의 무게로 로프줄이 팽팽하게 당겨진 상태로 해저면에 닿아 수면과 접하는 부분의 눈금을 읽어 수심을 측정하는 방법으로 협소한 장소, 수심이 얕아 측량선에 의한 수심측량이 되지 않는 경우나 부유토(浮遊土)가 쌓여 측심에 오차가 예상될 경우 주로 이용되고 있으며, 일반적으로는 음향측심기(音響測深器 : Echosounder)를 이용하여 수심측량을 시행하고 있다. 음향측심기는 초음파(超音波)를 발생시켜 해저면으로부터 반사파를 수신, 수심으로 환산하여 기록하는 측심장치이며, 배터리를 동력으로 사용하고 있다. 송신장치와 수신장치를 측량선 측면 수면하에 단단히 묶고, 기록 장치에서는 수심기록이 자동으로 기록되게 되어 있다. 수심측량은 측량당시의 수심이 기록되므로 실제수심은 그 시각의 조위를 기준한 환산수심으로 보정되어야 한다. 조위기록은 인근의 검조소기록 또는 육·해상 기준점측량 성과를 이용한 양수표를 설치하고 이를 이용하여야 한다. 또한, 하구항 등에서와 같이 표사이동이 심하거나, 해저면상에 유동토층(流動土層 : Fluid mud)이 존재하는 경우, 선박항행에 지장이 없는 유동 토층면을 음향측심 기록지 판독시 수심바닥면으로 판독하게 되면 과다준설을 하게 될 수 있으므로 이 점을 주의하여야 한다. 일반적으로 단위체적중량이 1.2미만인 유동토층은 선박항행에 지장이 없는 것으로 알려져 있다.
- (2) 수심측량에서 중요한 점은 수심측정점의 위치확인이며, 레드방식으로 측심하는 경우 종전에는 트랜시트나 육분의(Sextant)에 의한 방식으로 위치 확인을 하고, 음향측심기에 의한 경우 측량선의 항적(航跡)을 관측하여 왔으나, 이제는 부득이하여 재래방식이 불가피한 경우를 제외하고는 인공위성에 의한 자기위치확인장치(GPS)를 장착하여 측량위치를 정확히 확인하여야 한다. 수심측량시 측량범위는 평면계획이나 단면에 의한 토량계산이 가능하도록 충분한 여유면적을 측량한다.

2-2-4 위험물 탐사(危險物 探查)

준설공사 구역 내에 위험물이 있을 것으로 예상되면 사전에 위험물 탐사를 실시하고, 공사 중 위험물이 발견되면 관계기관에 신고하여 위험물을 제거한 후, 준설공사를 시행하여야 한다.

[해 설]

근래에 와서는 조사기계의 발달로 해저면 영상조사(Side scan sonar survey)방법으로 해저의 암석, 모래파(Sand wave), 난파선, 지장물 및 큰 어류 등까지 광역영상을 제공받아 구분할 수 있다. 해저면 영상조사는 측면주사 음향탐사기(Side scan sonar)에 의하여 탐사가 가능하며, 이 시스템은 기록장치, 해중감지장치와 두 장치를 연결하는 케이블로 구성되며 시스템 구성도는 다음과 같다.



그 외에 다중빔 음향측심기(Multi-beam echo sounder)에 의한 해저지형측량 방법이 있으며, 다중빔 음향측심기는 송파기(Transducer)와 해저면에서 반사된 신호를 수신하는 수파기(Receiver), 신호처리를 위한 처리기(Processor)로 구성되어 선저(船底) 또는 선측(船側)에 설치된 송파기로 다중빔 음향신호를 해저에 발사, 반사신호를 수파기로 수신하여 처리하는 방법으로 연속하여 수심을 측정한다. 다중빔 음향측심기를 응용하면 준설측량, 해저위험물 조사, 인공어초 조사, 해저배관 조사 및 해저의 형상도 정확하고 효율적으로 조사가 가능하다.

2-2-5 환경조사

준설공사로 인한 해양오염, 수질오탁, 소음 또는 진동 등 환경보전의 규제에 대비한 사전의 평가는 물론 관계법령에 따라 준설토의 투기장 지정허가를 받아야 하며, 준설로 인한 인근 농·어업에 대한 오염피해가 최소화 되도록 방법을 강구하여야 한다.

[해 설]

준설공사로 인한 오염확산을 최소화하기 위하여 필요시는 오탐방지막 등을 시설한다. 준설토 투기장의 여수

토 외측 등 오탁의 정도가 심하거나, 오염확산에 의한 피해가 우려되면 오탁방지막을 다중으로 설치하는 경우도 있다.

2-2-6 기타사항

준설토 투기방법에 따른 투기장 조사 및 허가 사항과 준설장비 투입을 위한 준설선단의 회항조건, 조수대기(潮水待期), 이상기상시 대피 등 기타 사항에 대하여도 면밀한 조사와 계획이 이루어져야 한다.

2-3 준설토량 계산

준설토량은 자연상태의 해저준설토를 부피로 표시하여 계산한다. 준설구역을 적당한 간격의 횡단면도를 작성, 평균단면법으로 계산하는 것을 원칙으로 한다.

[해설]

(1) 횡단면 간격은 다음사항을 고려하여 결정한다.

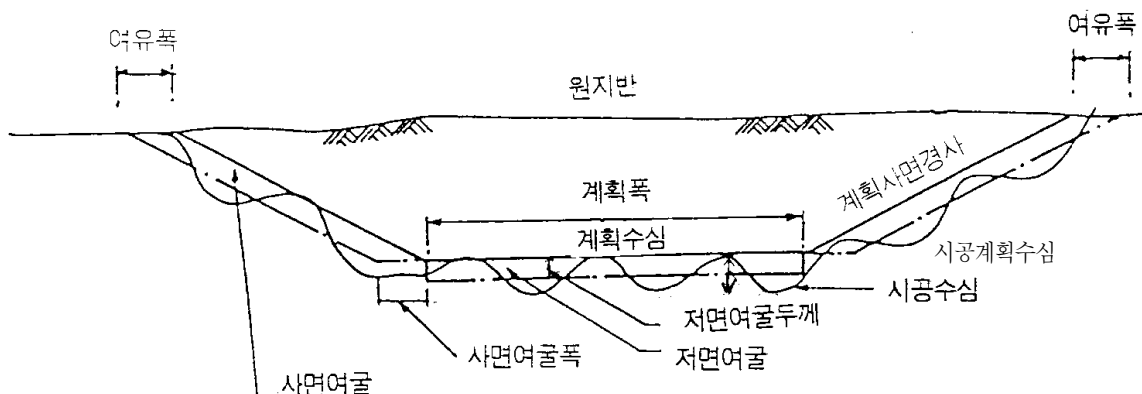
- ① 해저의 기복 및 경사
- ② 준설구역의 평면 형태와 넓이
- ③ 위치측량의 정밀도

(2) 횡단면의 간격

토량계산시 횡단면 간격은 가능하면 좁게 하여 토량계산의 정밀도를 높여야 하나 계산이 복잡해지므로 일반적으로 20m 간격으로 시행하고 있으며, 기복이 심하거나 평면형상에 따라 정밀을 요할 경우 좁게 하는 경우가 있다.

(3) 준설단면의 표시

준설단면은 다음의 도해(2-1)을 참고한다.



도해(2-1) 준설단면 설명도

항로와 박지, 선회장 및 선류장 준설토량의 계산에서는 여굴, 여쇄(암반의 경우), 여유 폭, 준설사면 및 사면여굴을 포함하여 계산하는 것을 원칙으로 한다.

[참 고]

(1) 계획수심의 결정

항로와 박지, 선회장 및 선류장의 계획수심은 출입하는 선박에 따라 일반적으로 대상선박의 만재흘수(滿載吃水)에 여유를 더하여 계산하며, 다음 식을 참고로 한다.

$$H = D + D_s + D_r + D_t + D_w$$

여기서, H : 계획수심(m)

D : 선박의 만재흘수

D_s : 선박 항행시 선체침하깊이(항행속도 8노트일 때 0.5m)

D_r : 해저 토질조건에 따른 여유수심(모래 : 0.3m, 암반 : 0.6m)

D_t : 선박의 선회에 따른 여유수심(선장의 1/1000~1/2000)

D_w : 파고에 의한 여유수심(파고의 1/2)

어항을 대상으로 하는 항로에서는 대상어선의 만재흘수에 여유수심으로 1m을 계상한다.

(2) 여굴(餘掘)

준설공사는 수중작업으로 준설선을 투입하여 준설토를 굴착하기 때문에 파랑, 조류, 바람 등과 준설선의 기계 성능상 계획수심을 굴착하더라도 굴착면에 기복(굴적:堀跡)이 생겨서 계획수심을 유지하려면 도해(2-1)에서와 같이 기복의 크기만큼 더 파야 계획수심이 확보되므로 더 파는 깊이를 여굴이라 한다. 여굴은 토질별, 투입 준설선 종류별로 차이가 있으며, 여굴량은 준설토량에 가산한다. 여굴 두께는 다음의 조건에 따라서도 달라지며, 표참(2-1)를 참고로 한다.

- ① 준설시공 심도
- ② 토질별과 단단하기
- ③ 준설선의 형식과 능력
- ④ 준설토층의 두께
- ⑤ 해상조건

표참(2-1) 여굴 두께

토 질	선 종	시공수심별 여굴 두께		
		5.5m	5.5~9.0m 미만	9.0m 이상
보통토사	펌프 준설선	0.6m	0.7m	1.0m
	그레브 준설선	0.5m		0.6m
암 반	그레브 준설선	0.5m		

(주) 시공수심은 평균해면(M.S.L)을 기준으로 한 수심임.

(3) 여쇄(余碎)

암반준설은 단단한 암석을 파쇄한 후 계획수심까지 준설하여야 하므로 여굴 외에 여분으로 쇄암할 필요가 있다. 여쇄는 준설선종, 토질과 시공방법에 따라 차이가 있으나, 일반적으로 다음의 표참(2-2)을 참고로 한다. 여쇄량은 쇄암량에는 포함시키되 준설량에는 포함시키지 않는다.

표참(2-2) 여쇄

구 분	여쇄 두께	여쇄 폭
암 반	0.8m	2.0m

(4) 여유 폭(餘裕 幅)

준설작업은 해상에서의 수중작업이기 때문에 작업원이 직접 육안으로 확인하면서 시공할 수가 없는 관계로 계획선 대로 똑바로 시공하기가 어렵고, 준설위치의 측량오차 등에 따라 준설 시공법선은 어느 정도 굴곡이 생길 수 밖에 없으며, 바람, 파랑, 조류 및 준설토의 특성상 예측되지 않는 사면붕괴(斜面崩壞) 등, 계획준설 폭을 확보하려면 어느 정도의 여유 폭을 준설토량에 가산하여 시공하여야 한다. 특히 연약지반에서 치환기초의 터파기 저면의 여유 폭은 치환 저폭 양끝에 약간의 여유를 둘 수 있다. 이때에는 도면상에 계획선만 표시하고 물량은 토적표에 계상한다.

준설시의 여유 폭은 다음의 표참(2-3)을 참고한다.

표참(2-3) 여유 폭

토 질	선 종	여유 폭
보통토사	펌프 준설선	6.5m
	그래브 준설선	4.0m
암 반	그래브 준설선	2.0m

(주) 상기 표 값에서 한쪽 준설 폭 및 유지준설일 경우는 본 표 값의 1/2을 적용한다.

(5) 준설경사면(浚渫傾斜面)

준설경사면은 토질조건, 준설방법 등에 따라 준설공사 후 사면이 안정적으로 유지되게 하기 위하여 준설시 경사면을 규정할 필요가 있다. 준설 후 준설지반은 시간이 경과하면서 준설두께, 파랑, 조류, 해저지형 및 토질조건 등에 따라 자연안정경사 상태가 되어간다. 일반적으로 고려하고 있는 준설사면의 안정경사도는 표참(2-4)와 같이 적용하고, 준설구역이 기존 구조물에 인접한 경우에는 준설로 인한 인접구조물의 원호활동 등에 대한 안정성을 검토하여야 한다.

표참(2-4) 토질별 안정경사(安定傾斜)

구 분	토 질	N치	상 태	비탈경사
일반준설	점토질토사	4 미만	연니(軟泥)	1:3~1:5
		4~8	연질	1:2~1:3
		8~20	중질	1:1.5~1:2
		20~40	경질	1:1~1:1.5
	사질토사	10 미만	연질	1:2~1:3
		10~30	중질	1:1.5~1:2
		30~50	경질	1:1~1:1.5
특수준설	자갈	-		1:1~1:1.5
	암반			1:1

(주) 본 표는 대략 표준 값으로 파랑, 조류가 심한 위치에 있는 준설사면 경사는 이보다 완경사로 하는 것으로 한다.

2-4 준설선과 준설방법

2-4-1 준설선의 종류

준설선의 종류로는 그레브 준설선(Grab dredger), 버킷 준설선(Bucket dredger), 디퍼 준설선(Dipper dredger, 또는 백호 준설선 : Backhoe dredger), 펌프 준설선(Cutter suction dredger 및 Trailing suction hopper dredger) 등이 있다.

준설선의 선정은 제반조건 등을 검토하여 투입선종을 결정 한다.

[참 고]

(1) 그레브 준설선

그레브 준설선은 그레브 버킷(Grab bucket)의 용량으로 규격을 표시하며, 그레브 버킷 종류는 경량 버킷(Light bucket), 중량 버킷(Heavy duty bucket), 초중량 버킷(Ultra heave bucket)로 구분하고 있다. 경량 버킷은 이토, 점토, 모래층의 준설에 적합하고, 중량 버킷은 다져진 모래, 단단한 점토층의 준설에 적합하며, 초중량 버킷은 다져진 모래, 단단한 점토, 부식암층의 준설에 적합하고, 때로는 사력층, 전석층, 결(절리)이 많은 연암층의 준설용으로 사용하고 있다. 버킷 형식에는 일반적인 크랩셀형 버킷 외에도 특수형상의 그레브로는 사석인양작업에 주로 이용되는 오렌지 필(Orange peel)형 버킷도 있다. 그레브 버킷의 용량은 소형으로 2.0㎥급이 있고, 중형으로는 4~8㎥급, 초대형은 25㎥~40㎥급이 있고 초대형의 초중량급 버킷은 강력한 굴착력이 있어 암반준설까지도 가능하고, 굴착 깊이가 깊은 대심도 준설도 가능하다. 그레브 준설선은 장소가 협소하거나 소규모 준설, 심도가 깊은 곳 등에 일반적으로 투입되고 있으며, 기초굴착용으로도 많이 투입된다. 그레브 준설선으로 준설할 때 운반은 거의가 토운선에 의하여, 토운선은 끝배에 의하여 투기장에 예인 후 투기한다.

(2) 버킷 준설선

버킷 라인에 여러 개의 버킷을 연결부착하여 버킷 라인을 준설계획위치 해저지반상에 내려놓고 회전시키면서 준설토사를 연속적으로 준설하는 준설장비이다. 버킷 준설선은 준설능력이 비교적 크기 때문에 대규모이고 광범위한 준설에 적합하며, 그레브 준설선에 비하여 준설면의 평탄성이 좋게 시공된다. 버킷 1개의 용량은 0.2m³에서 0.5m³급이 많으며, 사질토사 준설시에는 평면커터형 버킷을 사용하고, 단단한 토질에서는 티즈(Teeth)를 붙인 빗살커터형 버킷을 사용한다. 버킷에 굴착되어 담겨진 준설토사는 호퍼에 부착된 슈트를 통하여 토운선에 적재되어 끝배로 투기장에 예인 후 투기한다.

(3) 펌프 준설선

펌프 준설선에는 자항(自航)인 트레일링 석션 호퍼 준설선(Trailing suction hopper dredger)과 비항(非航)인 커터 석션 준설선(Cutter suction dredger)이 있다.

① 자항 펌프 준설선(Trailing suction hopper dredger)

자항펌프 준설선은 드래그헤드(Draghead, Trailing head, suction head)를 준설위치에 내려 서서히 항행하면서 준설하는 트레일링 형(Trailing type)과 앵커를 고정시키고 앵커 로프(Anchor rope)를 조정하면서 준설하는 무어드 형(Moored type)이 있으나, 특수한 조건이외의 경우는 준설선의 특성상 거의가 트레일링 형이 투입되고 있다.

가. 트레일링 형은 흡입관의 선단에 드래그헤드를 통하여 준설토를 흡입하는 형식이며, 준설작업시 항행 속도는 보통 1~5노트이다. 흡입관(Suction pipe)은 선체중앙부에 장착된 것과 양현(兩舷)에 장착된 것이 있으며, 준설토는 선체내의 이창(泥艙, Hopper)에 싣고 준설토가 이창에 가득차면 준설을 중단하고, 17노트의 속도로 투기장에 도달하면 저개식 문비(門扉)를 열고 투기하거나, 매립토로 이용시 송토관(送土管)으로 압송(壓送) 투기(投棄)한다.

나. 무어드 형은 비항식 준설선과 같은 방법으로 앵커로프를 조정하면서 준설하지만 커터(Cutter)가 부착되지 않은 형식이므로 이토 등의 준설에 적합하며, 이창에 준설토가 가득 차면 준설을 중단하고 자항으로 항행 투기 한다.

다. 자항 펌프 준설선의 규격은 호퍼용량으로 통칭되며, 소형은 750m³급이 있고, 최근 준설선이 대형화하고 있어 대형으로는 12,000m³급, 20,000m³급이 있고, 초대형은 33,000m³급이 있다. 33,000m³급은 준설심도 80m도 가능하다

② 비항 펌프 준설선(Cutter suction dredger)

비항 펌프 준설선은 일반적으로 선단부에 커터(Cutter)가 장착된 래더(Ladder)를 계획 준설 위치에 내린 후, 커터모터로 커터를 회전시켜 준설토사를 물과 함께 펌프로 흡입하여 송토관(送土管 : Discharge pipeline)을 통하여 투기장에 투기하는 방식의 준설선이다. 준설선을 고정시켜야 하기 때문에 선체 스퍼드(Spud)가 양현에 각 1기씩 2기가 설치되어 준설시 해저지반에 자중으로 박고, 스윙 앵커(Swing anchor)를 투묘한 후 스윙 앵커를 조정하면서 스퍼드를 이용하여 지그재그로 전진하면서 준설을 계속한다. 비항 펌프 준설선의 규격은 펌프를 구동하는 엔진의 마력을 용량으로 하고 있으며, 저수지 준설 및 모래채취용으로 300HP급의 소형이 있고, 보통은 10,000HP급이 많이 활용되고 있으며, 최근 대형화하여 20,000HP까지 다양하게 투입되고 있다. 커터의 구동마력을 표시하기도 한다. 커터의 종류는 토질조건에 맞게 이토질지반에서는 평면커터형을 부착하여 준설하고, 단단한 토질, 사력층에는 빗살커터형으로 티즈를 장착하여 사용한다. 커터의 모양은 개방형(Open type)과 폐쇄형(Closed type)이 있다. 비항 펌프 준설선은 준설량이 대량이고 광범위한 장소에 적합하며, 특히 매립을 겸한 준설일 때 많이 활용되고 있으며, 투기장 거리가 먼 경우에는 중계 펌프(Booster pump station)를 설치하여 연계하여 사용하는 경우도 있다.

(4) 디퍼 준설선(Dipper dredger), 또는 백호 준설선(Backhoe dredger)

① 디퍼 준설선

단단한 토질이나 암반을 파쇄한 후 준설을 하기 위하여 선단부에 디퍼 버킷(Dipper bucket)을 장착한 붐을 준설 위치에 내려 바깥으로 밀어 퍼올리는 방식으로 전진하면서 준설하는 장비이다. 준설시 강력한 힘을 요하므로 선체를 세 개의 스퍼드로 고정시킨다. 디퍼 버킷의 용량으로 규격을 정하고 있으며, 디퍼 준설선의 규격은 2.3m³급(350HP), 4.0m³급(1,000HP) 등으로 표시되고, 디퍼 준설선은 단단한 토질의 준설이나 쇄암선에 의한 파쇄암 또는 발파암을 토운선에 적재하여 끝배로 투기장까지 운반하여 투기한다.

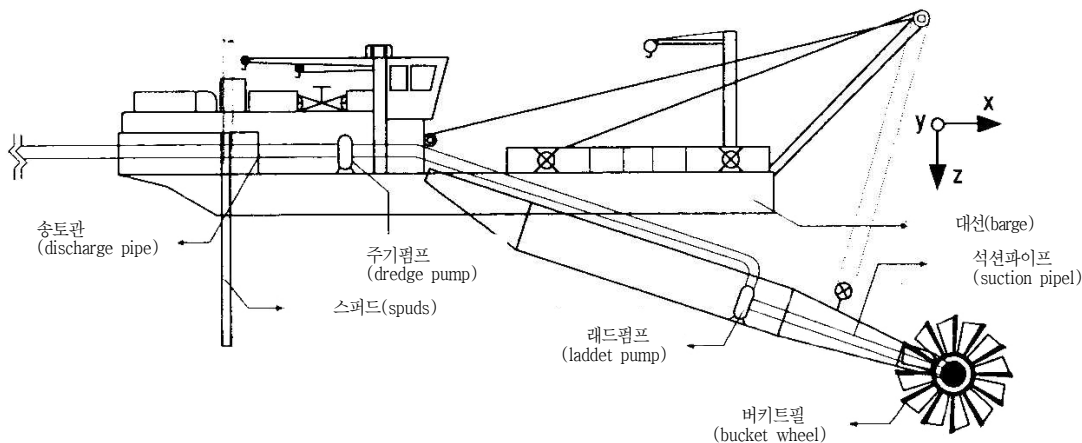
② 백호 준설선

디퍼 준설선과 유사하여 동 종류로 분류되며, 백호버킷의 장착방향이 디퍼준설선과 반대로 작동하여 안쪽으로 끌어당기며 퍼 올리는 방식으로 준설한다. 따라서 준설구역을 후진하면서 이동하게 된다. 백호 준설은 준설바닥과 비탈면의 마무리공사에 정밀도가 높고 수심이 얇은 준설에 효율적이고 경제성이 있으나, 수심이 10.0m 이상 깊어지면 준설은 어렵다. 디퍼 준설선과 마찬가지로 스퍼드로 선체를 고정시키며, 고정용 스퍼드는 보통 3개이고, 소형은 2개이다. 버킷의 종류는 토사용 백호 버킷, 쇄석용 리퍼 버킷과 암파쇄용 1개 갈고리 리퍼 등이 용도에 따라 사용된다. 백호 준설선의 규격은 역시 버킷의 용량으로 0.7m³급에서 5.0m³급까지 다양하다.

(5) 그 외의 준설선

① 버킷 휠 준설선(Bucket wheel dredger)

버킷 휠 준설선(Bucket wheel dredger) 선단부에 버킷 휠을 장착한 래더로 휠을 준설위치에 내린 후, 회전시키면서 준설토사를 준설하고 이를 연결된 흡입관과 래더펌프(Ladder pump)에 의하여 메인펌프(Dredger pump)에서 흡입하여 송토관으로 사토장에 배송하는 준설선으로 펌프 준설선의 커터 대신 버킷 휠을 장착한 형태이며, 준설시를 위한 선체 고정용 스퍼드(Spud) 2개가 있다.



도참(2-1) 버킷 휠 준설선

② 오니준설선(汚泥浚渫船)

해저 오니(汚泥)를 준설하기 위하여 고함니율(高含泥率)로 오탁발생을 최소화 할 수 있도록 개발된 각종 오니 전용 준설선이 있다. 이들은 대부분 별도의 굴착력을 필요로 하지 않으므로 펌프준설선의 커터대신 오탁확산을 막는 장치, 오니를 크게 교란시키지 않고 석션헤드로 흡입할 수 있게 하는 장치들이 장

착되어 준설대상지역의 여건에 따라 적절히 선택하여 사용할 수 있다. 준설된 오니는 고화방법으로 벽돌(오니케익)모양의 고체형상으로 하여 필요한 현장에 재활용하는 기술이 개발되고 있다.

(6) 선종별 준설심도

준설선의 선종별 준설심도를 예시하면 표참(2-5)와 같다.

표참(2-5) 선종별 준설심도

선 종	규 격	최소준설심도(m)	최대준설심도(m)
1) 그레브 준설선	그레브 용량		
소 형	3m ³ 이하	1	제한 없음
중 형	3~6m ³	1.5	제한 없음
대 형	6m ³ 이상	2	제한 없음
2) 버킷트 준설선	버킷트 용량		
소 형	0.3m ³ 이하	5	12
중 형	0.3m ³ ~0.6m ³	7.5	19
대 형	0.6m ³ 이상	10	40
3) 펌프 준설선(자항선)	호퍼용량		
소 형	1,500m ³ 이하	5	15
중 형	1,500~4,000m ³	7	20
대 형	4,000m ³ 이상	9	35/80
4) 펌프 준설선(비항선)	송토관 직경		
소 형	400mm이하	1	9
중 형	400~800mm	1.5	17
대 형	800mm이상	2	30
5) 디퍼 또는 백호 준설선	버킷트 용량		
소 형	2m ³ 이하	2	8
중 형	2~5m ³	2.5	11
대 형	5m ³ 이상	3	25

- (주) 1. 스퍼드가 있는 준설선의 최소 준설심도는 스퍼드 연장에 의해서 3~4m까지 연장 조절될 수 있다.
 2. 바지로 준설토를 운반하는 준설선의 작업은 준설선의 순 흘수보다 운반선의 적재 시 흘수에 제한을 받는다.
 3. 80m심도의 준설은 특수 제작된 대형 호퍼준설선에 의해서만 가능하다.

2-4-2 쇄암 준설(碎岩 浚渫)

준설계획지역의 지반이 단단하여 일반 준설선으로 준설을 할 수 없는 경우나, 구조물이 인접하여 발파방법(發破方法)을 사용할 수 없는 경우 쇄암선에 의하여 암반을 파쇄한 후 준설한다. 또 쇄암선에 의한 방법으로 암반이 파쇄 되지 않는 단단한 지반의 준설은 화약을 사용하여 암반을 발파하는 방법으로 소요 계획심도까지 준설 한다. 화약을 사용하여 준설하는 경우 화약의 취급은 관계법규에 따라 안전조치를 취해야 한다.

[참 고]

쇄암준설은 쇄암선이나 발파공법으로 암반을 파쇄한 후 파쇄암을 준설선(그래브, 디퍼 또는 백호 준설선)으로 준설하여 토운선에 싣고 끝배로 예인하여 투기한다.

(1) 쇄 암

쇄암선은 중추식(重錘式)과 충격식(衝擊式)이 있으며, 중추식은 쇄암선의 중앙이나 선수에 쇄암봉(碎岩棒)을 매달아 가이드를 따라 2~3m 높이에서 중량이 10~30t 인 쇄암봉을 준설위치에 자유낙하시켜 그 충격으로 암반을 파쇄 한다. 충격식 충격해머를 준설위치에 내려놓고 로크해머(Rock hammer)를 작동시켜 반복 타격으로 암반을 파쇄 한다. 충격해머는 1개 또는 여러 개를 장착하여 동시에 여러 개소의 쇄암을 할 수 있다. 쇄암선의 규격은 쇄암봉의 중량을 말하며, 주로 중추식이 많이 사용되고 쇄암봉의 모양은 일자문형, 환봉형, 십자형 등이 있으며 일자문형이 많이 사용된다.

(2) 발 파

쇄암선으로 암반이 파쇄 되지 않는 단단한 지반(암반)에서는 화약을 사용하여 암반을 폭파하여 소요심도까지 암반을 파쇄 하는 방법으로, 장약방법에 따라 표면발파(表面發破)와 천공발파(穿孔發破)로 분류하고 있다. 화약류를 사용하게 되므로 화약류 사용허가, 취급보안책임자 선정 등의 관련법규를 준수하여야 한다. 표면발파는 지형 및 주변여건에 따라 시행여부를 판단하여야 하며, 지형지물을 이용한 초기 단계에서는 가능하나 계속되는 경우 일반적으로 천공발파에 의하여 암파쇄를 하게 된다. 천공발파의 경우 천공 방법, 천공 지름, 천공 깊이, 천공 간격, 장약량, 발파시간 등 발파 방법을 확인하고 발파후의 현장정리 등에 대한 세심한 주의가 요망된다. 특히 발파전후의 안전관리에 유의하여야 한다.

2-5 토질별 준설방법

준설선의 능력은 준설방법 뿐 아니라 흙 입자의 크기와 토질의 상태에 따라 크게 다르다. 따라서 토질 조건은 준설토의 N값 및 압축강도 등으로 표시하고 있으며 이에 적합한 준설방법을 검토하여야 한다.

[참 고]

토질조건과 N값을 고려하여 준설선종을 결정하는 경우 일반적으로 표참(2-6)을 참고로 한다. 토질조건으로 준설선종을 선정할 때에는 2종 이상의 형식을 비교하여 선정하는 경우가 많은데, 이때에는 준설선의 투입이 가능한 범위 내에서 공사비를 비교 검토하여 선정한다.

표참(2-6) 토질별 준설 선종적용

토 질			적 용 선 종			
분 류	상 태	N치	펌프	그레브	디퍼(백호)	쇄암
점토질토사	연 니	4 미만	P ↑ ↓	↑		
	연 질	4~10 미만		G ↓		
	보통질	10~20 미만				
	경 질	20~30 미만		↓		
	최경질	30~40 미만		↑	↑	↑
	극경질	40~50 미만		(G) ↓	D ↓	쇄(碎) ↓
모래질토사	연 질	10 미만	P ↑ ↓	↑		
	보통질	10~20 미만		G ↓		
	경 질	20~30 미만				
	최경질	30~40 미만		↑	↑	↑
	극경질	40~50 미만		(G) ↓	D ↓	쇄(碎) ↓
자갈섞인 점토질토사	연 질	30 미만		(G) ↓		
	경 질	30 이상		(G) ↓	↑ ↓	↑ ↓ 쇄(碎)
자갈섞인 모래질토사	연 질	30 미만		(G) ↓		
	경 질	30 이상		↑ ↓ D	↑ ↓ D	↑ ↓ 쇄(碎)
암 반	연 질	40~50 미만		↑	↑	↑
	약간연질	50~60 미만				
	보통질			(G) ↓	D ↓	쇄(碎) ↓
	경 질					
	최경질			↓	↓	↓
자 갈	느슨한 것			↑		
	다져진 것			G ↓	↑ ↓ D	

(주) ① P : 펌프 준설선, G : 그레브 준설선, D : 디퍼 준설선, 쇄 : 쇄암선

② (G) : 쇄암 또는 발파후의 준설적용선종

2-6 준설능력(浚渫能力)

준설능력은 시간당 준설량인 m^3/hr 로 표시되며, 준설선종별로 토질별 및 작업 여건에 따라 계산한다.

[해 설]

준설능력은 기계적 성능을 공칭 능력으로 하여 가동시간당 제작공장에서의 실험에 의한 능력을 준설능력으로 표시하는 것과 실제 작업장에 투입하여 제반여건을 감안한 1시간당 실제준설능력으로 구분되며, 현장에서는 실 능력을 준설능력으로 표시한다. 그레브 준설선은 1시간당 토운선에 싣는 토량을 기준으로 하고 있으며, 비항펌프 준설선은 송토관 끝에 쌓이는 토량으로 나타내고, 쇄암선의 경우 암파쇄 능력을 실 능력으로 표시하고, 파쇄암을 그레브 준설선이나 디퍼(또는 백호) 준설선으로 토운선에 싣는 것과는 별도로 표시한다. 준설능력의 계산은 준설선종별로 현장여건을 감안하여 계산하고 있으며 표준품셈의 기계화 시공편 중 준설장비편을 참고로 한다.

2-7 준설선의 선단구성(船團構成)

준설선을 효율적으로 가동하려면 준설, 운반, 투기의 전 과정이 유기적으로 이루어지도록 적절하게 선단구성을 하여야 한다.

[해 설]

준설선의 선단구성은 직접준설작업을 시행하는 준설선을 모선(母船)으로 하고, 부속선과 지원선으로 구성하여 효율적인 작업이 이루어지도록 하여야 한다. 준설공정은 준설, 운반, 투기가 서로 균형있게 반복하여 이루어져야하므로, 모선은 준설(터파기)을 하고 부속선으로 준설토를 운반, 투기하는 토운선과 끝배를 사용하는 등, 계획 준설량을 소정의 공기 내에 완공하려면 선단 내 장비간의 능력이 서로 균형을 이루고, 유기적으로 안전한 선단구성이 이루어져야 한다. 모선과 부속선 이외에 지원선으로는 양묘선(揚錨船, 앵커바지 : Anchor barge), 측량선, 연락선 등이 있으며 이들을 조합하여 선단으로 구성한다. 토운선이 선단구성에 포함되어있는 경우는 토운선이 고장 등에 의하여 부족하게 될 때 준설 모선이 대기하게 되는 수가 있다. 준설모선의 대기는 가동을 저하, 공기연장, 원가상승의 요인이 되므로 투기장이 멀거나, 선박수리가 용이하지 않은 경우에 대비하여 예비토운선의 확보 필요성을 검토하여야 한다.

[참 고]

선단구성은 준설선의 종류에 따라 구성내용이 다르다. 선단구성이 적절하게 균형을 이루지 못하면 준설선(모선)의 대기를 초래하게 된다. 이렇게 되면 준설능률이 저하되고, 공사원가가 상승되며, 계획공정에 차질이 생길 수 있으므로 모선 가동율을 최대화할 수 있도록 선단구성을 할 필요가 있다. 준설선단의 표준적인 구성예를 준설선종별로 보면 다음 각 표와 같다.

표참(2-7) 펌프 준설선의 선단구성

준설선		부속선단 및 부속기계 기구					
선종	규격 HP	끌배 HP	양묘선 HP	부함(4.5m) (mm)	송토관(6.0m) (mm)	고무쥔인트 (mm)	연락선 HP
비 항 펌 프 선	300	180	50	776	310	900	40
	600	250	50	776	510	1,000	40
	1,000	350	120	850	610	1,000	40
	1,200	350	120	850	610	1,000	40
	2,000	450	120	1,000	710	1,200	40
	2,200	450	120	1,000	710	1,200	40
	3,300	500	200	1,000	710	1,200	40
	4,000	600이상	200	1,000	710	1,200	40
	4,400	800	200	1,000	710	1,200	40
	12,000	800~2,000	400~800	1,000	760	1,900	40
	20,000	350 : 1척 4,500 : 1척	1,200	1,000	760	1,900	40

표참(2-8) 그레브 준설선의 선단구성

준설선		부속선				비고
선종	규격 (m³급)	끌배 HP	토운선 (m³급)	양묘선 HP	연락선 HP	
그레브 준설선	0.65		척수와 용량은 작업	10	40	
	1.00		조건에 따라서 조정	10	40	
	1.50			10	40	
	3.00	80	30	10	40	
	7.50	120	60,100	30	40	
	12.50	180	200	50	40	
	-	250	300	-	-	
	-	450	500	-	-	

(주) ① 펌프 준설선의 끌배는 모선 작업위치 이동 등에 사용

② 그레브 준설선의 끌배는 토운선 예인에 사용

③ 연락선은 업무 연락용으로 사용

④ 양묘선은 앵커이동, 부함 및 송토관 조정, 중량물 운반에 사용

⑤ 작업선은 가능한 현장계류를 원칙으로 한다.

⑥ 그레브 준설선의 부속선중 양묘선, 연락선은 현장여건에 따라 조정가능

⑦ 12,000HP 비항 펌프선인 양묘선 규격은 표준품셈 선단 조합표를 참조 현장여건에 따라 조정가능

표참(2-9) 디퍼 및 백호 준설선의 선단구성

디퍼선 규격	부 속 선		비 고
	예 선	토운선	
2.3m ³ (350HP)	40t (250HP)	120m ³	표준작업수심 10.0m
	35t (180HP)		내외, 최대 16.0m
4.0m ³ (1000HP)	45t (300HP)	200m ³	"
	40t (200HP)		

(주) 백호준설선은 표준작업수심 5~10m인 경우임

표참(2-10) 쇄암선의 선단구성

	쇄암선	끌 배	양묘선	표준작업수심	비 고
	중추식 (10t)	60HP (15t)	5t 달기 90HP	7.5m	
		40HP (10t)			
	중추식 (20t)	60HP (15t)	5t 달기 90HP	15m	
		40HP (10t)			
	중추식 (30t)	60HP (15t)	5t 달기 90HP	20m	
		40HP (10t)			

- (주) ① 암을 파쇄한 후 그래브 준설선이나 디퍼(백호) 준설선이 투입되어 파쇄암을 준설하여 토운선에 실는 작업이 포함되어야 한다.
- ② 기상, 조류, 파랑 등 조건이 나쁜 경우 끌배로 조합한다.
- ③ 자항 양묘선은 필요에 따라 계상할 수 있다.

2-8 준설토 투기장 선정과 투기방법

2-8-1 준설토 투기장 선정

투기장의 위치는 준설을 능률적이고 경제적으로 시행할 수 있도록 선정하여야 한다. 선정 조건은 다음과 같다.

(1) 준설구역과 투기장간의 거리와 경로

(2) 투기장의 넓이와 수심

(3) 투기구역의 기상과 해상

(4) 투기구역에서의 투기토사의 안전성(표류 유무, 확산정도 등)

(5) 어업 및 기타 보상 문제

(6) 매립계획과의 관련성

(7) 투기장 인허가 등

[해 설]

준설토 투기장은 투기장의 이용 용도에 따라 투기방법이 다를 수 있고, 준설토를 외해에 투기 시 투기위치에 대한 인허가를 사전에 받아야 하는 등 환경성 영향과 예상되는 피해 및 보상 소요여부에 대해서도 충분한 검토가 이루어져야 한다.

[참 고]

투기공종은 준설품종 중 마무리 공종으로서 투기방법에 따른 제반여건에 맞게 투기장을 선정한다.

(1) 준설품종과 투기장간의 거리와 경로

가능하면 투기장 거리는 경제적인 면을 고려하면 준설품종에서 가까워야 한다. 그러나 투기로 인한 영향을 고려하면 단순히 가까운 위치에 투기장을 선정할 수 없는 경우가 있고, 이에 따라 투기장까지의 거리와 경로에 대한 기상·해상의 선박 통행 상황을 검토하여야 한다.

(2) 투기장의 넓이와 수심

준설토의 투기는 끝배에 의한 토운선이 주로 동원되며, 토운선 항행과 투기 시 토창(土倉)의 문비(門扉)를 개폐할 때 필요한 충분한 수심이 있어야 한다. 투기장이 넓으면 토운선을 완속으로 운항하면서 투기할 수 있으므로 능률적으로 투기를 할 수 있다. 토운선의 만재 시 흘수와 투기장의 소요수심은 표참(2-11)을 참고로 한다.

표참(2-11) 토운선의 흘수와 투기장의 소요 수심

용 적(m ³)	흘수(m)	소 요 수 심(m)		
		저 개 식	측 개 식	상자형(대선)
90	0.6~3.3	2.0~3.5	1.4~2.5	1.6~1.7
	1.1~2.0			
200	0.3~2.8	0.8~7.0	1.5~4.5	2.6
	0.6~2.4			
400	0.9~3.0	2.5~5.0	3.0	2.0~3.0
	2.7~3.0			
800	0.9~3.0	2.8~8.0		3.3
	2.7~3.0			
1,500	2.8~3.9	4.0~4.5		4.5
3,000	4.0~4.1	4.0		
5,000	1.3~4.0			0.8~5.1
6,000				6.7

(3) 투기구역의 기상과 해상 및 보상 문제

기상은 안개, 강우, 바람, 해상은 파랑, 조류 등으로 인하여 운항(운반)은 물론, 투기가 불안정하면 투기된 토사의 유실, 확산으로 예상치 못한 보상문제 등이 야기될 수 있으므로, 이로 인한 공기 지연, 경제적인 손실을 방지할 수 있도록 사전에 충분히 조사하여 대처할 필요가 있다.

(4) 매립계획과의 연관성

외해투기가 환경여건상 제약을 받고, 상당히 먼 거리에 투기하여야 할 상황이 되면, 외해투기 비용이 가중되어 인근지역에 투기장 건설을 하고 투기하는 방안이 경제적인 수가 있다. 투기장 건설은 장차 조성되는 토지의 이용으로 전체사업 원가 절감도 가능하다. 매립을 목적으로 준설하는 경우 일반적으로 펌프 준설선을 선정하게 된다. 준설위치와 매립위치가 멀리 떨어져 있을 경우는 자항식 펌프에 준설설(Trailing suction hopper dredger)에 의한 준설, 매립이 환경적으로나, 경제적으로도 유리할 수 있다.

(5) 투기장의 인허가

환경오염 문제와 관련, 준설토의 투기는 공유수면 관리법, 해양오염방지법 등이 정하는 바에 따라 배출해역지정을 받고 허가를 받은 후 투기하여야 한다. 준설토 투기 절차를 보면 다음과 같다.

① 개인(사업자)이 준설 시 및 준설토 투기시

- 공유수면관리법의 규정에 의한 공유수면의 점용 및 사용허가 절차
사업자→관리청→관계기관 협의(환경부 등)→허가

↓

해역이용 사전협의(지방해양수산청) : 해양오염방지법 및 시행령

② 국가(지방자치단체)가 준설 시 및 준설토 투기시

- 공유수면관리법의 규정에 의한 공유수면의 점용 및 사용협의 또는 승인

국가(지방자치단체)→관리청→관계기관 협의(환경부 등)→협의 또는 승인허가

↓

해역이용 사전협의(지방해양수산청) : 해양오염방지법 및 시행령

③ 배출해역 지정절차(해양오염방지법)

- 준설토 투기시(해양경찰청)

배출해역지정 절차 : 폐기물 배출해역의 지정신청(시행령)→폐기물 배출해역의 지정(시행규칙)

* 폐기물 배출해역의 지정사항 변경(시행규칙)

2-8-2 준설토의 투기방법

준설토는 적절한 투기방법을 강구하여 투기하여야 한다.

[참 고]

준설토의 투기방법은 선종별로 다음의 표참(2-12)와 같은 투기방법이 있다.

표참(2-12) 준설선별 준설토 투기방법

준설토의 투기방법	준설선과 준설토의 투기방법	
외해에 준설토를 투기할 때	비항 - 버킷 준설선 - 디퍼, 백호 준설선 - 그래브 준설선 - 펌프 준설선 자항 - 버킷 준설선 - 펌프 준설선 - 그래브 준설선	- 자항토운선 - 끝배 및 비항토운선
준설토를 매립에 이용할 때	비항 펌프 준설선	- 직접 송토 - 중계펌프선(비항 펌프 준설선 이용 또는 중계전용 펌프선) - 중계펌프 - 대형 샌드캐리어 등(자항, 토창 보유) 자항 펌프 준설선 - 직접 송토 - 중계펌프선(비항, 토창 보유) - 중계펌프
준설토를 일정장소에 투기한 뒤, 별도의 준설방법으로 이를 다시 매립에 이용하거나, 다른 지점에 투기할 때	준설토를 외해에 투기할 때와 같음	- 준설토를 외해에 운반투기 - 준설토를 매립에 이용

2-9 준설계획의 수립

토질별 준설토량이 산정되고, 소요공사기간이 정하여지면 토질조건에 맞는 준설선종을 선정하고, 준설능력을 산정한 후 투기장 여건을 고려하여 투입 선단을 구성한다. 준설계획은 공기에 맞추어 때로는 2교대, 3교대 등으로 최소의 선단투입으로 최대의 능률을 올려야 하며, 준설선의 취입시간과 운전시간 및 수리기간을 고려하고 현장여건을 감안하여 수립하여야 한다.

[참 고]

준설선단의 표준 가동시간은 일반적으로 2교대(펌프준설은 3교대)를 기준으로 하고 있으며, 지형, 파랑, 조류 등 현장의 제반여건에 따라 차이는 있겠으나, 일반적으로 적용되는 준설선의 취업시간과 운전시간은 표참(2-13)을 참고로 한다.

표참(2-13) 준설선의 취업시간과 운전시간

종 류	취업시간	운전시간	비고
펌프 준설선	24hr	15hr	3교대
그래브 준설선	12hr	10hr	2교대
버킷트 준설선	14hr	12hr	2교대
양 묘 선	모선과 동일	실운전시간	
토 운 선	"	-	
끌 배	"	실운전시간	

준설선 및 부속 장비의 수리는 작업 시 돌발적으로 발생하는 때의 상시수리와 연간 정기적으로 하는 정기수리로 나눌 수 있으며, 상시 수리와 정기 수리기간을 합한 수리 기간은 대개 다음과 같다.

- 그래브 준설선 약 25일
- 대형그래브 준설선 약 30일
- 버킷트 준설선 30~50일
- 디퍼, 백호 준설선 : 40~60일
- 펌프 준설선 25~35일
- 끌배 25~30일

여기서, 준설능력은 준설선의 선종과 현장작업여건에 따라 다르지만 일반적으로 1시간당 작업능력(m^3/hr)을 계산하고, 1일 운전시간(펌프 준설선(3교대) 15시간, 그래브 준설선(2교대) 10시간)과 월 작업일수 계산(현장의 기상·해상 조건에 따라 차이가 있으며 월 23~24일이며 24day/month로 계산) 그리고 1년간 작업 월수는 (상시 및 정기수리일수는 35~25일) 10개월이 된다.

준설계획은 준설선단구성과 준설량에 따라 선단수를 결정하고, 부속선, 지원선을 감안하여 전 공사의 기간 내 완공이 가능하도록 준설계획을 수립하여 공정계획을 작성한다.

제 3 장 매 립

3-1 일반

매립계획을 수립할 때에는 매립지와 토취장 및 준설위치에 대한 지반, 해상·기상조건을 사전에 충분히 파악하고, 매립지의 사용목적, 사용시기, 매립지반고 등을 고려하여 구조적으로 안전하고 경제적인 매립방식을 결정하여야 한다.

[해 설]

매립은 일반적으로 임해지역에 부지확보를 목적으로 하여 연안 해면이나 하천, 호소(湖沼) 및 저습지(低濕地)의 공유수면에 용지를 조성하는 것으로 볼 수 있다. 항로나 박지의 준설토사를 매립토사로 이용하는 매립 방법과, 부지확보를 위하여 별도의 토취장에서 토사를 채취하여 매립토로 사용하는 매립방법이 있으며, 매립용 토사를 채취한 후의 토취장도 이를 정리하여 용지로 이용하는 방법 등이 있다. 매립지가 공유수면인 경우는 공유수면 매립법 등의 관련법이 정하는 바에 따라 매립면허 및 실시계획 인·허가 등을 받아 시행하게 된다. 공유수면 내에 이권(어업권·광업권 등)이 존재한다면 이 권리를 보상하여야 하므로, 계획지역의 사전 조사 시 필요한 내용을 조사하여 관련법규가 정하는 바에 따라 보상방법, 보상금액 등 사업주와 사전협의를 이루어져야 한다.

[참 고]

(1) 공유수면의 정의

공유수면(公有水面 : Public water area)은 연안해면, 하천 호소, 저습지 등 공용에 제공되는 수면으로 국가에 속하여 국가가 관리하는 수면을 말한다.(공유수면 관리법에 의한 공유수면이 하천법의 적용 또는 준용을 받는 구역일 경우에는 공유수면관리법을 적용하지 아니하고 하천법에 적용을 받는다)

(2) 공유수면 업무의 인·허가 처리 및 공사시공 순서

공유수면 매립의 인·허가 절차는 우선

- ① 공유수면 매립 기본계획 반영요청(사업시행자)에 의하여 기본계획 타당성 검토를 거쳐 매립기본 계획 고시(해양수산부)가 되면
- ② 공유수면 매립면허 신청(사업시행자, 관련법규에 의한 환경영향평가, 해역이용협의 지역인근 관련자의 동의서 첨부 등)을 하여 관계기관 협의를 거쳐 공유수면 매립 면허(면허 관청)가 나면
- ③ 실시계획 인가신청(실시설계서 첨부, 사업시행자)을 하여 실시계획의 인가를 받고
- ④ 사업시행을 하여
- ⑤ 매립준공 인가신청(사업시행자)을 하여 매립준공인가(해양수산부장관)를 받아 지적부에 등재하고 정산 종료한다.

3-2 매립조건 조사

매립공사의 계획을 수립할 때에는 다음 사항을 고려하여 필요한 조사를 하여야 한다.

(1) 매립지 조사

- ① 원지반의 토질
- ② 매립지의 수심 및 지반고
- ③ 매립 계획고
- ④ 매립지의 사용목적과 사용 시기
- ⑤ 매립토량과 면적

(2) 토취장 조사

- ① 토질
- ② 토량과 면적
- ③ 위치
- ④ 운반경로와 운반방법

[참 고]

(1) 매립지 지반처리

매립지는 매립 후 사용목적 및 용도에 따라 필요한 지내력을 가져야 한다. 원지반과 매립토사가 양질이 아닐 경우에는 지반의 침하가 발생하고, 지반침하는 원지반의 침하와 매립토사의 압밀침하도 고려되어야 하므로, 침하에 대비할 필요가 있다. 특히 항로나 박지의 준설토사가 연약토사일 경우, 매립지의 지반처리 대책을 검토하여야 한다. 일반적으로 시행하고 있는 처리방법은 다음과 같다.

- ① 이용계획이 수립된 매립지의 조기 활용지역은 사질토나 경질토(硬質土)로 매립하고 사용시기가 늦을 경우 연질토로 매립하고, 사용 시기에 맞게 매립토질을 개량할 수 있다.
- ② 준설토의 대부분이 점성토인 경우 매립지표층은 차후 지반처리용 장비의 출입 등 작업이 가능한 수준의 지지력을 갖도록 우선처리하거나, 적정두께를 양질토로 매립한다.
- ③ 매립지 표층의 연약점성토를 적정두께의 양질토사로 환토한다.
- ④ 배수공법 등의 지반처리공법을 적절하게 시행한다. 또한 매립공사 중 매립토사가 구역 외로 유출될 염려가 있는 경우, 이를 방지하기 위하여 매립외곽호안에 차수공이나 필터공을 설치한다.

(2) 매립 계획고

일반적인 매립지반고는 식망평균고조위에 여유높이를 계상하고 매립지내의 배수, 기타조건을 고려하여 결정한다. 또한 인근의 지반고와의 관계를 조사하고, 지반이 연약한 경우에는 매립완료후의 예상침하량을 산정하여 매립고를 높게 시공하고, 침하상태를 계측관리(計測管理)하여 장기침하에 대비하여야 한다.

(3) 구조물 지반처리

호안, 방파호안, 접속호안 및 매립에 수반되는 구조물의 기초지반처리는 일반적으로 원지반상에 시설하게 되므로 매립지 이용 시의 하중조건 등을 고려하여 적절한 기초지반처리를 고려한다.

3-3 매립토량 계산

매립계획 시 시공토량은 다음 식으로 계산한다.

$$V = \frac{V_0}{P}$$

여기서, V : 매립시공토량(m^3)

V_0 : 매립전체토량(더 둔기 포함)(m^3)

P : 펌프 준설선에 의한 경우 매립토사의 평균 유보율(留保率)

[참 고]

(1) 침하량

침하량은 원지반의 침하량과 매립토사의 침하량을 합산한다.

원지반의 침하량은 원지반 토사의 역학적 성질에 따른 침하량을 산정하고, 매립토사의 침하량은 매립지의 이용하중을 고려한 매립토사의 자중압밀, 알밀침하량을 고려하여 정하는 것이 좋겠다. 부득이한 경우 또는 예비조사인 경우는 매립토사의 두께에 다음의 율을 적용할 수 있다.

사질토 : 층 두께의 5%이하

점성토 : 층 두께의 20%이상

사질토와 점성토의 혼합 : 층 두께의 10~15% 정도

(2) 유보율(留保率)과 유실율(流失率)

펌프 준설선으로 송토하여 매립하는 경우의 유보율과 유실율은 표참(3-1), 표참(3-2)를 참고할 수 있다. 다만, 유보율은 매립토사의 입경(粒徑), 집수정(集水井)과 여수토(餘水吐)의 위치와 높이, 배수구로부터의 거리, 매립면적 등에 따라 차이가 있고, 해양환경 보전상 매립지로부터의 토사유실은 인근수역을 오염시키게 되므로 이는 극력 피하여야 하며, 유보율은 크게 높은 값을 갖게 되고, 유실율은 크게 낮은 값을 갖게 된다는 점을 고려하여야 한다.

표참(3-1) 토질별 유보율

토 질	유보율(%)
점토 및 점토질 실트	70이하
모래 및 사질실트	70~95

표참(3-2) 입경별 유실율

입경(mm)	유실율(%)	입경(mm)	유실율(%)
1.2이상	없음	0.3~0.15	20~27
1.2~0.5	5~8	0.15~0.075	30~35
0.6~0.3	10~15	0.075이하	30~100

3-4 호안구조물

3-4-1 일반

호안구조물은 항만법 및 어촌·어항법에서 기본시설인 외곽시설에 포함된다. 매립호안은 외해에 시설되는 경우 파랑의 영향을 직접 받으므로 방파호안(防波護岸)의 기능을 유지하여야 하고 내해, 내만 및 항내에 시설되는 경우는 단순히 매립지 배후지의 토압을 주로 받는 토류벽구조물(土留壁構造物)이다. 선박을 계류하는 계류시설 겸용 호안인 경우는 계류시설 역할을 하도록 시설되어야 한다. 이처럼 호안구조물의 설계 시에는 구조물의 역할 및 목적에 맞도록 제반여건을 충분히 조사, 계획, 검토하여 적절한 기능을 갖고 안전한 구조물이 되도록 설계하여야 한다.

3-4-2 호안구조물의 분류

매립공사용 호안구조물은 시설위치와 이용목적 등에 따라 용도에 맞는 구조로 설계하여야 한다.

[참 고]

일반적으로 분류하면 매립용 호안, 외해에 면한 경우 방파호안, 계류시설을 겸용하는 경우의 계선호안, 시설물과의 접속되는 구간인 경우 접속호안, 호안이 다른 계획에 의하여 장차 매몰되거나 철거될 경우의 임시구조물인 경우 가호안, 대단위 매립공사 시 매립지를 부분적으로 분할하여 조기사용을 목적으로 하는 경우의 호안구조물은 흙막이용 가토제 또는 임시호안 등으로 분류할 수 있다. 호안구조물은 사용목적 및 용도에 따라 외곽시설의 방파제, 호안 등의 구조물 설계기준을 참고로 하고, 계류시설을 겸하는 경우는 계류시설의 설계기준에 준하여 설계하게 된다.

3-5 매립토사의 매립방법

3-5-1 일반

매립공사에서의 토사매립방법은 일반적으로 다음의 방법으로 시행할 수 있으며 제반여건에 따라 적절한 매립방법을 선택한다.

- (1) 펌프식 준설선으로 토사를 매립지로 직접 송토하는 방법
- (2) 버킷 준설선, 디퍼·백호 준설선, 그레브 준설선 등으로 준설하여 토운선 등에 의한 운반으로 매립지내에 투기하거나, 일정한 포킷에 사토한 후 펌프 준설선으로 재 송토하는 방법
- (3) 육상의 토취장이나 육상에서 발생하는 토사로 매립하는 방법

[참 고]

(1) 해저토사 매립

해저토사 매립은 여건에 따라 수역시설 개발과 발생하는 준설토를 이용하는 방법과 별도의 매립용 토사를 해상 토취장에서 채취하여 이용하는 방법이 있다.

① 운반선에 의한 투기

그레브 준설선, 디퍼·백호 준설선과 같이 운반선(토운선, 대선 등)으로 운반하여 준설토를 투기하는 경우에는 투기장의 수심에 제한을 받고, 호안의 일부를 운반선이 출입할 수 있도록 개방하여야 하기 때문에 개방된 호안사이로 투기토가 외부로 유출되지 않도록 오탁방지막 등을 시설하여야 한다. 운반선이 토운선인 경우 선형에 따라 최소수심을 고려하여 투기계획을 수립하고, 수심이 얇은 경우 흡수가 적은 대선에 상자형으로 조립하여 준설토를 적재하고 투기는 도저나 포크레인 또는 그레브로 투기한다.

② 펌프식 준설선에 의한 투기

가. 비항 펌프 준설선에 의한 투기

비항 펌프 준설선으로 준설토를 매립지에 투기하는 경우에는 투기토사의 유출을 방지하기 위하여 우선적으로 호안축조를 완성한 후, 투기하는 것을 원칙으로 하고 있으나 부득이한 경우 호안축조가 미완성 상태에서 투기하는 예도 종종 있다.

이 경우에는 투기된 준설토사나 부유토사가 매립구역 밖의 수역으로 유출되어 인근 해안이나 어장에 피해를 주지 않도록 오탁방지막을 시설하는 등의 조치를 취할 필요가 있다. 비항 펌프 준설선으로 준설한 토사는 토량의 함니율(含泥率)이 10~15%정도이므로, 송토관에서 토사와 물이 혼합하여 배출되면 토사는 매립토로 쌓이고 물과 부유토는 호안단면을 투과하여 배출되면서 호안의 기부나 지반을 세굴하여 항로나 항내에 유입하는 경우도 있으므로 호안단면설계에서는 이에 대한 대책공을 설치하여야 한다. 유실율을 최소화하기 위하여 호안구조물은 호안제체(護岸堤体) 후면에 덧채움, 필터층, 필터매트를 부설하고 토사로 적정한 폭의 토제(土堤)를 형성하여 준설토사가 제체를 투과하여 외부로 누출되지 않도록 호안을 우선 보강하고, 배출되는 물은 집수정(集水井)과 여수토(餘水吐)를 통하여 월류(越流 : Over flow)시킨다.

매립지 내에 투기되는 토층이 균등하게 되도록 하기 위해서는 송토관의 간선(幹線)과 분기관(分岐管 : Y관 또는 T관)의 간격을 조정하면서 매립할 필요가 있다. 송토거리가 먼 경우 모선에서 직접 투기장까지 송토가 되지 않을 때에는 중계시설(中繼施設 : Booster station)을 설치하여 매립지까지 송토하게 되는데, 중계방법은 준설토사를 일차 투기하고 다시 준설하는 방법으로 중계하는 경우와, 송토관 말단에 펌프 준설선을 추가 배치하여 연계하는 방법과 고정용 중계펌프(Booster pump)를 송토관 말단에 연결하여 중계하는 방법이 있다.

나. 자항펌프 준설선에 의한 투기

매립토사를 자항 펌프 준설선으로 준설하여 매립할 경우에는 토장의 준설토사를 준설선에 장착되어 있는 송토관으로 배송하는 방법으로서 선상 송토관을 이용하여 직접 매립지에 투기하는 방법이다.

(2) 육상토사 매립

매립을 목적으로 하는 경우 인근에 양질의 해저토사가 없을 때, 또는 거리가 멀어서 육상의 토취장을 이용하는 것이 경제적인 경우나, 준설토로 매립하였을 때 토질조건이 좋지 않아 보토(補土)를 요하는 경우 육상 토취장에서 육상운반 방법에 의하여 매립공사를 하게 된다. 육상 운반되는 토사는 무대로 각 공사현장의 굴착토를 이용하는 경우도 있고, 특히 인근에 좋은 토취장으로 산을 깎아 매립하여 부지를 조성할 경우, 경제적이고 효율적인 육상토 매립이 가능한 경우도 있다.

3-5-2 부대시설 설계

[1] 집수정과 여수토(Over flow weir)

펌프준설선으로 호안내부에 토사를 송토하여 매립할 경우에는 집수정과 여수토를 설치하여야 한다.

[참 고]

펌프 준설선에 의한 매립시는 함니율(含泥率)이 10~15%로서 물이 85~90% 함유(含有)되어 물은 매립지 밖으로 배출시켜야 하므로, 토사를 제외한 물만을 배출시키기 위한 집수정을 시설하고, 물을 월류(越流 : Over flow)시키는 시설로 여수토를 시설하여야 한다.

(1) 집수정의 시설위치

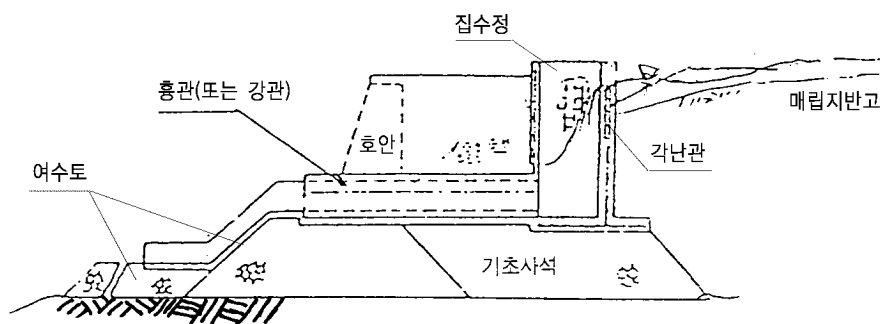
집수정과 여수토의 위치는 단말부와 충분한 거리에 시설하고 가능하면 외해의 영향을 직접 받지 않는 위치에 시설한다.

(2) 집수정 및 여수토의 규격 및 구조

집수정의 규격, 여수토의 배출 용량은 준설선의 능력과 투입척수, 토질, 매립면적을 고려하여 결정한다. 집수정의 구조는 일반적으로 철근콘크리트 구조로 하고 물만이 월류(越流)되도록 물이 흘러나가는 방향에는 각낙판(角落板, 또는 콘크리트판)을 쌓아 올리면서 월류 높이를 조정하고, 집수정에서 월류된 물이 외부로 유출되면서 작용하는 유속에 견디도록 토출구(吐出口)에 감속시설(減速施設)인 여수토(餘水吐 : Over flow weir)를 시설한다. 토출구의 배관은 흠관이나 강관(펌프 준설선의 송토관)을 이용하는 경우가 있고, 여수토는 유속에 대한 안전을 고려하여 잡석 등으로 밑다짐을 하고 콘크리트구조나 사석으로 축조한다. 집수정은 일반적으로 저조면(低潮面)보다 높게 시설한다. 집수정과 여수토는 다음 도참(3-1)을 참조 한다.

(3) 여수토의 규모 및 수량

여수토의 규모와 수량은 투입되는 펌프준설선의 능률(m^3/hr)에 의한 준설토의 배출량에 따라 월류량을 산정하여 결정한다.



도참(3-1) 집수정과 여수토 단면(예)

[2] 오·배수시설(汚·排水施設)

배수시설은 매립지내의 우수처리 시설로서, 매립지내 강우량과 인근에서 흘러 들어오는 빗물을 합하여 배수계획을 수립하고, 적정한 시설(BOX 또는 흠관 등)을 하여야 하며, 오수시설은 매립지의 장차 이용계획에 따라 필요한 오수처리시설을 계획하여 매립공사시 반영할 필요가 있다.

[3] 송토관의 배치

매립토사가 전 구간에 균질의 토층이 형성되도록 하기 위하여 매립지내의 송토관의 배치와 거리를 조정하여 관리에 유의하여야 한다.

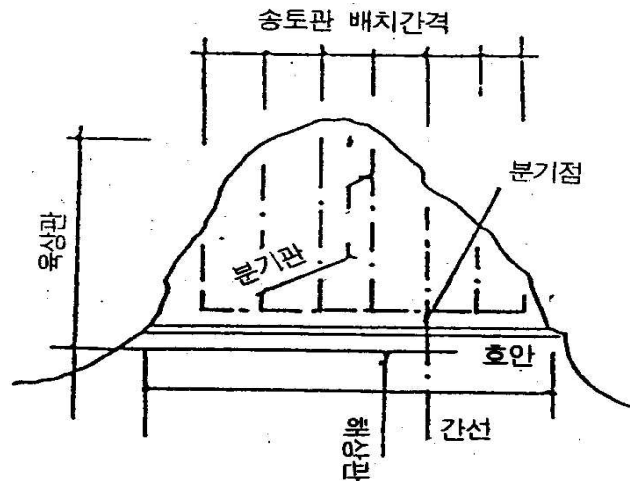
[참 고]

송토관은 해상관과 육상관으로 구분되며 준설선의 선미관에서 해상관의 마지막 부함까지를 해상관이라 하고, 해상관 종점인 마지막 부함에서 육상부에 부설된 송토관로를 모두 합하여 육상관이라 한다. 해상관은 부함 위에 올려놓은 해상시설관과 항로나 박지를 가로질러 부설할 경우 선박운항에 지장을 주지 않기 위한 해저시설인 침설관(沈設管)이 있다. 육상관은 주로 매립지내 호안위에 부설되며, 호안내측의 수면 위 가대(架台 : 목재 또는 가마니 쌓기) 위에 시설되기도 한다. 육상관은 간선(幹線 : 주로 해상관)에서 육지부에 시설되며, 송토관 배치시 Y형 또는 T형의 분기관(分岐管)을 연결하고 분기관에서 지관(枝管)을 일정한 간격으로 배치하여 준설토의 토층이 균질하게 매립되도록 관리한다. 송토관의 배치간격은 토질, 매립높이, 송토관의 설치높이 등에 따라 다르나, 토질별 배치간격은 다음의 표참(3-3)을 참고로 하고, 송토관의 평면배치는 도참(3-2)을 참고로 한다.

표참(3-3) 송토관의 배치간격

(단위 : m)

준설토질	간격	매립법선과의 거리	
		측면	선단
점성토	200이상		
	200~300		
	100		
점성토, 사질토	100~200	20	
	110~150		30
	110	15	
	40	40	
점성토, 사질토(자갈)	40		30
	50~100	10~40	
사질토	50~75		30
	100	5~10	
	10~50	5~15	
사질토(자갈)	50		



도참(3-2) 송토관의 배치(예)

3-6 물막이 공사의 계획

매립공사(또는 간척공사)에서는 물막이 공사(最終締切工事)가 가장 중요한 공종이므로 물막이 공사는 면밀한 계획을 수립한 후 시행하여야 한다. 물막이 공사를 원활히 수행하기 위하여 다음사항에 대한 검토가 필요하다.

- (1) 위치 선정
- (2) 통수단면의 산정
- (3) 조류속의 검토(조류속에 건디는 물막이재료 규격 계산)
- (4) 일정 및 시공계획 수립(기상, 해상자료 분석, 소조기 조사 검토 등)
- (5) 기자재 확보(중장비 동원계획, 물막이 소요 자재확보 등)
- (6) 물막이공사 시행(1차 계획 : 단시간 내 소조위까지 시공, 2차 계획 : 중조위에서 대조위까지 시공)
- (7) 사후점검 및 유지관리

[해 설]

(1) 위치 선정

물막이공사시는 조류속이 가장 빠르기 때문에 빠른 조류 속에 건디는 적절한 기초지반조건과 조류속에 의하여 피해를 받을 수 있는 범위, 기자재 운반경로 및 수단 등의 제반조건을 충분히 검토 한 후 물막이 공사의 위치를 선정한다. 좋은 위치로는 지반조건이 단단하여 빠른 조류 속에 세굴이 되지 않는 지반이 우선이지만, 그러지 못한 지반조건인 경우는 유속에 의한 세굴이나 세굴된 토사의 이동 등으로 주변에 미치는 영향을 충분히 고려하여 위치 선정을 한다. 위치가 적절하더라도 조류 속에 대한 바닥 보호공이 축조되어야 하는 점도 충분히 검토하여 적절히 조치할 필요가 있다.

(2) 통수단면의 산정

① 물막이 구간의 유속 산정

물막이 구간의 내조지(內潮池) 넓이, 물막이구간 개구부(開口部)의 폭과 길이, 내측 해수위와 조석과의 관

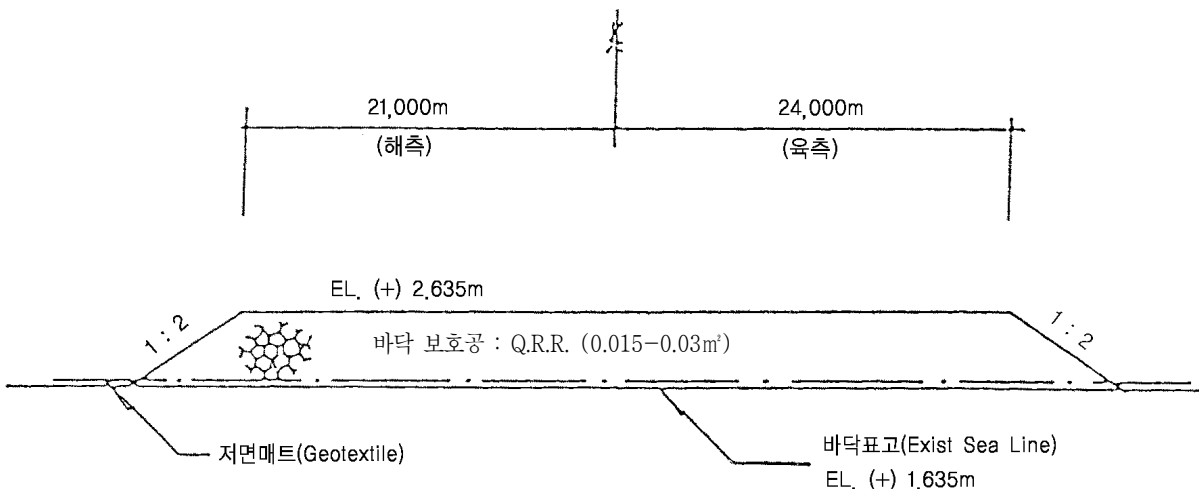
계 등을 고려하고, 소조(小潮), 중조(中潮), 대조기(大潮期)별 물막이 구간의 시공계획 폭에 대한 유속을 산정하여 유속별 대안을 강구한다. 유속의 산정방식은 도해법과 계산방식이 있고, 수치모형실험에 의하여 개요를 추정하고 있다.

② 내·외 수위차(內·外 水位差)에 의한 유속산정

물막이 구간은 조석현상에 의한 내·외 수위차가 생기며, 창조 시에는 외측에서 내조지 방향으로 유속이 있고, 낙조 시에는 내조지에서 외측으로 유속이 생기므로 이들에 대한 유속을 산정한다. 참고로 시화 방조제 물막이 공사 시 유속은 내외 수위차가 약 1.0m일 때 최대유속 4.0m/sec, 약 1.5m일 때 4.5m/sec, 약 2.0m일 때 5.2m/sec이었으며, 최대수위차가 3.6m일 때 최대유속이 7.4m/sec를 기록하였다.

③ 조류속에 대한 안정성 검토

물막이공사에서의 최대유속은 4~7m/sec정도로 빠르기 때문에 물막이 구간은 이런 유속에 견디는 중량물로 시공되어야 하며, 현장 인근에서 생산되는 사석의 개당 중량이 부족할 경우 콘크리트 블록의 제작이나 돌망태 형태로 중량물을 만들어 사용하여야 한다. 소요중량 산정에는 유속에 따른 여러 가지 공식이 있으며, 대표적으로 소개하면 ①화란의 간이공식, ②Isbash식, ③Shiedls식, ④기타 공식과 도표에 의한 중량결정 방법 등이 있다. 설계 시 바닥보호공(Sill)의 표고 및 물막이 폭의 결정은 원지반 보호용 바닥 보호공은 소·중·대조기의 시공조건을 고려하여 바닥 높이를 구하고, 시공시기별 조석조건에 따라 시공속도를 고려한 단면을 순차적으로 산정한다. 바닥 보호공의 높이가 높아짐에 따른 세굴발생여부에 대한 검토도 이루어져야 한다. 바닥보호공의 예시도는 도해(3-1)과 같다.



도해(3-1) 바닥보호공 단면(예)

④ 물막이 재료의 규격 산정

물막이 재료의 규격은 물막이공사시 작용하는 유속에 견딜 수 있는 재료의 규격을 산정하는 것으로서, 일반적으로 재료의 크기와 중량은 다음의 각 식으로 계산한다.

가. 상고(Apron) 재료의 크기 결정(농지개량사업계획 설계기준 해면 간척편 참조)

$$dm \geq \frac{0.5}{\Delta} \times \frac{V^2}{2g}$$

여기서, dm : 재료의 평균지름(m)

V : 유속(m/sec)

Δ : 재료의 상대밀도

$$= \frac{\rho s - \rho \omega}{\rho \omega}$$

나. 점축식에 의한 물막이 재료의 크기 결정(미 해안침식국 제안식, 본 설계기준 참조)

$$W = \frac{\pi \times \Upsilon_r \times V^6}{48 \times y^6 \times g^3 \times (S_r - 1)^3 \times (\cos \theta - \sin \theta)^3}$$

여기서, W : 재료의 최소중량

S_r : 재료의 비중 ($\frac{\gamma_r}{\gamma_w}$)

g : 중력가속도(9.8m/sec)

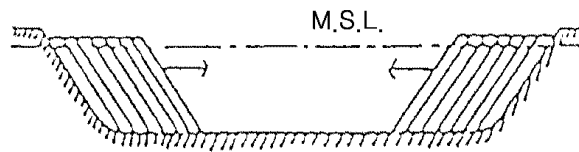
y : Isbash 정수(파문혀 있는 돌 : 1.2)

γ_r : 재료의 상대비중(t/m³)

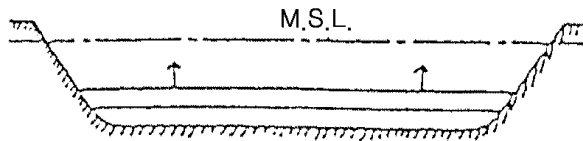
V : 사석 상면에서의 유속(m/sec)

θ : 사면의 기울기(°) $\rightarrow \cot \theta = 2.0$

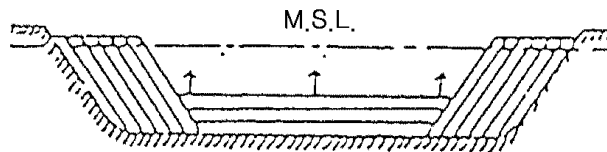
일반적으로 시행하는 물막이공사의 공사방법은 점축방법(Deep sill-sub critical method)와 점고방법(High sill-critical flow method) 그리고 점축과 점고의 복합방법이 있다.(도해(3-2) 참조)



(1) 점축 방법



(2) 점고 방법



(3) 복합 방법

도해(3-2) 물막이공사 방법

(3) 물막이 단면의 안정성 검토

물막이공사 단면은 물론 호안단면 제체에 대하여도 활동, 전도, 원호활동 파이프현상 및 지반세굴에 대한 안정성 검토를 하여야 한다.

3-7 매립지 지반개량

매립지의 지반개량은 매립지 원지반의 개량, 원지반 상부에 매립하는 매립토사의 개량으로 분류하여 검토한다. 원지반 및 매립토층 모두 이용시점에서 필요로 하는 지내력을 가질 수 있도록 침하축진을 위한 지반개량공법을 검토하여야 한다.

[참 고]

원지반의 토질조건이 다양하고, 매립지의 활용목적에 따라서 이용시기나 하중조건도 다르기 때문에 적용할 수 있는 지반개량공법 또한 다양하며 유사한 경우도 있어, 이 모든 내용을 충분히 검토한 후 적절한 공법을 적용한다. 매립지는 일반적으로 침하에 대한 검토를 하고, 원지반이 연약한 이토 등의 토질에서는 여건에 따라 이를 제거하거나, 매립토사를 한쪽에서부터 투기하여 연약토를 후면으로 밀어 임시 이토폰트를 형성한 후, 이 부분을 별도로 개량하는 등 적절하게 처리하는 방법도 있다. 매립토층도 양질의 토사가 아니면 이용 시 침하가 발생하므로 여성을 하여 자연상태에서 압밀을 유도하는 경우도 있으나 매립지의 사용시기 및 목적에 맞도록 지반개량을 할 필요가 있다. 지반개량에 대하여는 제2편의 관련조항을 참고로 한다.

[참고문헌]

- 1) 항만 및 어항설계기준 : 해양수산부, 1999
- 2) 어항공사시공관리요령 : 해양수산부, 1999
- 3) 어항구조물 설계기준 : 한국어항협회, 1996
- 4) 표준품셈 : 2005
- 5) 港灣の 施設の 技術上の 基準・同解説 : 日本港灣協會, 1998
- 6) Port engineering : Tsinker(U.S.A), 2004
- 7) Handbook of port & harbor engineering : Tsinker(U.S.A), 1996
- 8) Port engineering : Bruun(U.S.A), 1981
- 9) Dredging (a handbook for engineering) : Bray, Bates, Land (U.S.A), 1997
- 10) Technical standard and commentaries for port & harbor facilities in Japan : Japan port and harbor association, 2002