



항만에서의 환경오염과 환경친화적 항만 '그린 포트'의 건설

Environmental Pollution in Harbour and Construction of Green Port

항만은 그 나라의 얼굴 중 하나이다. 항만 시설이 우수하고 주위 환경이 깨끗하게 정리되어 입출항이 쾌적하게 이루어지는 항만을 만드는 것은 비단 물류 비용 절약을 위해서 뿐만 아니라 그 나라에 대한 외국인 들의 인상을 좋게하고 믿음을 갖게하여 부수적인 세일즈 효과도 얻게된다. 세계 유수의 항구 들인 싱가포르, 홍콩, 로테르담 등 선진 항만을 보게될 때 우리는 그들이 항만을 어떻게 건설하고 관리해 나가는지를 돌아볼 필요가 있다. 항만을 기능상으로도 생각하여 운영하고 계획하는 것이 더이상 바람직하지 않은 시대에 우리는 어느덧 접어들고 있다는 사실을 잊지 말아야 할 것이다.

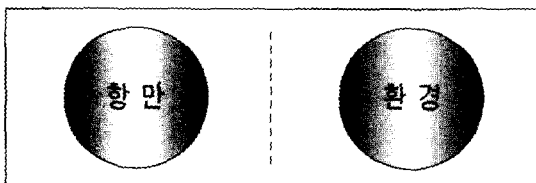


鄭 鉉
Chung, Hyun

1. '그린 포트' (Green Port)란 무엇인가?

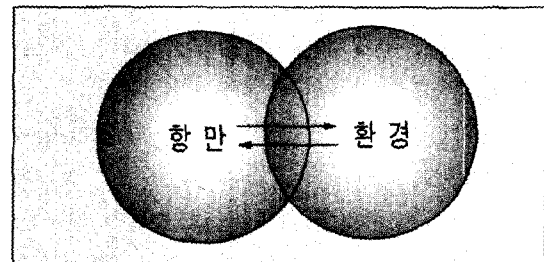
인간이 자신의 활동 영역을 점차 넓혀가면서 필연적으로 마주치는 환경 중의 하나가 해양 환경이다. 이 해양 환경을 가장 자주 그리고 가깝게 접할 수 있는 곳이 바로 항만이며 이를 통해 인간은 자신을 이롭게 하고 또한 해양에 대한 지식을 많이 쌓아올 수 있었다.

옛날 환경 문제가 그다지 심각하지 않았을 때나 항만의 규모가 작았을 때는 해양 환경과 항만 사이에 서로 미치는 영향이 그리 크지 않았고 따라서 인간 활동 영역과 자연 환경 영역이 거의 충돌되지 않았다.(<그림 1> 참조)



<그림 1> 옛날의 항만과 환경의 관계

그러나 이제는 환경 오염 문제가 전 지구적 관심사로 확대되고 항만의 규모와 종류도 과거와는 비교할 수 없을 정도로 커지고 다양하게 되었다. 이 때문에 인간의 이익 활동과 자연 환경이 점점 팽팽한 긴장관계를 이루게 되었으며 더 이상 인간 이익과 환경 문제를 분리하여 생각할 수 없게 되었다.(<그림 2> 참조)



<그림 2> 지금의 항만과 환경의 관계

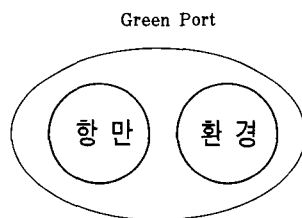
그렇다면 항만을 통해 인간 이익을 증진시키기 위해서는 어느 정도의 해양 환경 파괴를 감수할 수밖에 없는가? 아니면 환경 파괴를 하지 않으면

*해양기술사, (주)대우/건설 항만단지설계팀 차장, 본회 홍보위원

서 대단위 항만 건설을 할 수 있는 방법은 없을 것인가? 이에 대한 해답을 찾기 위해 우리에게 새롭게 필요해진 개념이 환경 친화적 항만 즉 '그린 포트'(Green Port)란 것이다.

이는 환경 비용과 경제적 이익 사이의 함수 관계를 잘 조사하여 가장 최적의 접점을 찾는 것이며, 이 접점에서는 환경과 이익의 문제가 더 이상 상호 모순적이 아닌 상호 보완적인 관계로 발전하게 되는 것이다.

이와 같이 '그린 포트'에서는 항만의 기능과 해양 환경을 더 이상 별개의 것으로 생각하지 않고 하나의 합일된 개념 속에서 그 상호 연관 관계를 깊숙이 조사하게 된다.(<그림 3> 참조)



<그림 3> Green Port - 미래의 항만

이러한 연관 관계는 '항만에 대한 환경의 영향'과 '환경에 대한 항만의 영향'으로 대별될 수 있다.

전자의 예에는 해파, 조위, 부식 현상, 해양 생물의 침적, 해저 지질 조건 등이 있고, 후자의 예로는 해수 유동 변화, 해양 오염, 해양 생태계의 영향, 해저 퇴적물의 이동 현상 등을 들 수 있다.

즉 항만에 대한 환경의 영향들은 항만 설계시 기본 설계 조건으로 고려되어야 하는 것이며, 환경에 대한 항만의 영향들은 주로 항만 건설과 운영 시에 고려해야 하는 것이라 할 수 있다.

미래의 항만은 바로 이러한 환경 친화적 항만으로 자리잡아야 할 것이며, 이를 위해 모든 환경 요소들이 항만의 기획, 설계, 건설, 운영단계에 걸쳐 집중적으로 조사되고 파악되어야 한다.

2. 환경에 대한 항만의 영향

2.1 해수 유동의 변화

새로운 부두, 안벽, 호안, 방파제 등의 항만 시설로 인해 기존의 파랑, 해류, 조류, 수위 등 해수 유동 현상이 급격히 변화하고, 이에 따라 해저 퇴적물 이동이 달라지며 다양한 해양 생물의 서식지가 타격을 받게 된다.

특히 항내 정온도 확보를 위해 해수 유동을 고려하지 않고 지나치게 폐쇄적인 항만으로 만들었을 경우는 항만 내의 해수 오염이 심각해진다.

2.2 퇴적

항만 운영 시 소류사나 부유사에 의한 퇴적 문제는 흔히 유지 준설을 통해 항로와 박지의 수심을 유지하는 선에서 그 해결책을 생각하기 쉽다. 그러나 그것이 환경에 끼치는 영향도 무시할 수는 없다.

항만이 새로 건설 또는 증설되거나 배후 도시와 공업단지가 들어서 육상 생태 환경이 파괴되면 이로 인한 육상 침식이 커지고 따라서 해안으로 유출되는 퇴적량도 급속히 증가하게 된다. 하구나 강가에 위치한 항만의 경우는 이 현상이 특히 심하게 나타난다.

이로 인해 애초 예상되었던 유지 준설량보다 더 많은 준설이 필요하게 되는 한편 항만 주변의 기존 해양 생태계도 광범위하고 급속한 영향을 받게 된다.

부유사는 먼저 해수의 탁도를 증가시켜 빛의 침투를 막고 해저 식물의 광합성을 방해하여 성장을 지연시킨다.

또한 퇴적물이 해저면에 새롭게 쌓임에 따라 해저 생태계가 질식하여 파괴된다. 퇴적물이 쌓인 후 유지 준설을 할 때는 퇴적물 내의 환경 오염 물질 특히 중금속 등이 조류나 해류를 타고



부근 지역으로 확산되며, 준설토를 일정 구역에 집중 투기하면 오염물질이 그 구역에 집중되기도 한다.

또 항만 퇴적물은 폭풍 시나 선박의 운행 시 생기는 파도의 영향으로 다시 부유하게 되어 해류를 타고 오염물질을 주변 지역으로 확산시킨다.

2.3 준설토의 처분

많은 항만에서 가장 문제가 되는 것 중의 하나가 유지 준설토의 처분이다.

유지 준설토의 해상 투기는 보통 금지하거나 규제가 심한 관계로 주로 주변 해안에 매립하게 된다. 그런데 이 준설토에는 많은 중금속 오염 물질이 존재하는 경우가 대부분이어서 이것이 해당 지역에 지속적인 오염 피해를 가져올 수 있다.

또 유지 준설 시 오염 물질이 해수로 부유되어 수로를 따라 광범위한 해역에 퍼지기도 한다. 따라서 오타쿠 방지막과 같이 오염 물질에 대한 적절한 차단책이 고려되어야 한다.

또한 유지 준설량이 막대하게 발생하는 항만에서는 그 처분장을 미리 확보하는 것도 중요한 문제가 된다.



〈그림 4〉 준설 현장

2.4 폐기물

항만과 배후 도시에서 발생하기 쉬운 폐선과

고형 폐기물, 임해 공업 단지의 각종 산업 쓰레기와 부산물 등은 마땅히 버릴 곳도 없고 수송비도 절감한다는 차원에서 바다의 일정 구역이나 습지, 갯벌 등에 투기 또는 방치하는 경향이 많다. 여기서 발생하여 바다로 흘러드는 독성 물질과 미세 입자들은 해양 생태계를 파괴하고, 요사이 그 중요성이 새삼 인식되고 있는 갯벌의 경제적 이익을 앗아가기도 한다.

갯벌은 해양 생태계의 보고로 생산성이 극히 높고 해양 환경이 육상 환경으로부터 오염되는 것을 막아주는 완충 역할을 하는 중요한 지역이다.

2.5 염도의 변화

항만 설계 시 박지를 지나치게 폐쇄 해역으로 만들어 해수 순환이 어려워지고 이에 따라 박지 내 염도가 높아지거나 강물의 일방적인 유입으로 염도가 극히 낮아짐으로써 염도 변화에 민감한 생물들이 집단 폐사하게 된다.

하구언에 건설된 항만의 경우는 주변 강 어귀를 준설함에 따라 해수와 담수의 혼합 양상과 염수 썩기의 모양이 변하게 되고 이 지역의 염도 분포도 따라서 변하게 되어 이에 민감한 생태계를 파괴시킨다.

2.6 선박에서의 투기

선박 운항 시나 항만 정박 시 발생하는 해양 투기는 그것이 의도적이든 우연이든 간에 해양 환경에 나쁜 영향을 미친다.

선박의 하수나 선박 사고로 인한 연료의 유출, 선박내 탱크 청소 작업에 의한 폐수 방출 등은 인근 해양 환경에 상당한 영향을 주기 때문에 이러한 방출물들은 한데 모아 육상의 하수나 폐수 처리장에서 일정 수준까지 처리한 후 방출하도록 하여야 한다.

또 선체에 붙어 자라는 고착성 해양 생물은 선

박의 운항 효율을 떨어뜨린다.

이 때문에 선체에 고착성 해양 생물이 붙지 못하도록 특수한 도장을 하기도 하나 도리어 이것이 독성 물질화 하여 패류 등의 체내에 축적되는 점도 주목하여야 한다.

2.7 외부 생물의 유입

해양 생물들은 선박의 국가간 이동시 선체에 붙거나 발라스트용 해수(Ballast Water)에 포함 되어 이동하는 경우가 많다.

현재 발라스트용 해수를 통해서만 매일 약 3,000종의 해양 생물들이 전 세계적으로 이동한다고 알려져 있다. 만약 외부에서 유입되어 특정 항구에 방출된 해양 생물이 그 천적을 해당 지역에서 발견치 못할 때는 급속히 번식하게 되고 해당 지역의 기존 생태계를 파괴한다.

이를 해결하려면 선박들이 발라스트용 해수를 항만 내에 버리지 않고, 외해에 나가 버리거나 일정한 처리 후 버리도록 하는 조치가 필요하다.

2.8 독성물질

항만의 운영 시 또는 건설 기간동안 유출되거나 휘발된 화학 물질들은 소량으로도 대형 오염 사태를 야기시킬 수 있고, 소량일 때는 별 영향이 없지만 다량 발생 시 큰 환경 파괴를 일으키는 것도 있다.

따라서 항만에서의 취급 독성 물질과 중금속들을 정리하여 특별 관리할 필요가 있다. 왜냐하면 이 물질들은 해양 생물의 체내에 쉽게 축적되어 먹이 연쇄를 통해 인간에게도 그 영향이 돌아올 수 있기 때문이다.

2.9 유류 오염

유조선 또는 일반 선박의 좌초 시 생기는 광범위하고 치명적인 대량 석유 오염사태를 우리는

흔히 보아왔다.

또한 선박 청소 시 발생하는 배출수, 석유류 취급 항만에서의 부주의한 유출 등을 통해 국부적 오염 현상이 일어날 수 있다.

유출된 석유는 해양 생태계와 수산 양식장을 파괴하고 주변 해안의 미관을 해친다. 또한 해양 조류의 날개에 붙어 더 이상 날 수 없게 하여 아사시키며, 해수 표면에 얇은 막을 형성하여 햇빛의 침투를 막고, 해양과 대기와의 산소 교환을 방해하는 등 심각한 환경 재앙을 일으킨다.

이와 같이 유류 유출 현상은 해양 환경에 매우 나쁜 영향을 끼치므로 이의 제거를 위한 기술을 적극 개발, 적용해야 하며 이때 유류 제거제의 살포에 의한 2차 오염 문제도 고려하여야 한다.

또한 유출된 유류가 특정 주요 시설에 접근할 수 없도록 하는 차단 시설도 미리 설치하도록 하여야 한다.

2.10 영양염

영양염은 질산염과 인산염이 대부분을 차지한다. 이들은 원래 일정 한도 내에서는 해수 내에서 자연적으로 순환하도록 되어 있으나, 항만 주변의 인간 활동이 늘어남에 따라 하수를 통한 배출량이 급격히 늘어나고 해양의 자정 한계를 벗어날 때가 많다.

이 때 해양 생물 및 플랑크톤이 급격히 번식, 성장하고 이들이 대량 폐사할 때 적조와 같은 무산소 상태를 일시에 형성하여 해양 생태계를 파괴시킨다.

2.11 먼지, 소음, 악취 등의 환경 저해 요인들과 미관 공해

화물 선적이나 하역 시 또는 항만과 관련된 산업 활동으로 인해 먼지, 소음, 악취 등이 많이 발생하게 된다.



특히 먼지는 벌크 화물을 주로 취급하는 항만에서 발생하게 되는데 이를 막기 위해 집진 시설 등을 설치하기도 하나 현재 완벽한 제거까지는 힘든 실정이다.

항만이 애초 설계와는 달리 자꾸 그 크기를 무작정 늘려가고, 확장 설계 시 그 기능성만을 고려할 때 전체적으로 우스꽝스럽고 비효율적인 형태로 발전할 수 있다. 또 항만에는 미관을 해치는 구조물이나 각종 표지, 부유물 등이 별 생각 없이 설치될 수 있고 악취가 나는 물체가 아무런 조치 없이 방치되기도 한다.

이들은 해양 생태계에 거의 영향이 없다고 할 지라도 분명 환경 친화적 항만에서는 있을 수 없는 일 들이다.

3. 항만에 대한 환경의 영향

3.1 지구 온난화로 인한 해수면 상승과 기후 변화

지구 온난화의 주원인인 소위 온실 효과를 일으키는 가스들 중 이산화탄소의 비중이 약 50%에 달하는 것으로 알려져있다.

이산화탄소는 주로 물류 수송 중에 발생하며 이의 발생량을 줄이기 위해선 단위 연료 소비당 수송 효율이 높은 운송 수단을 되도록 이용하는 게 절실히 요구된다.

해상 수송은 육상이나 공중 수송보다 연료당 수송 효율이 더 높으므로 되도록 해상 운송을 많이 하는 게 바람직하다.

지난 100년간 전(全) 지구적인 이산화탄소 배출량이 현저히 증가하여 지구 평균 온도가 섭씨 약 0.5도 상승했다고 보고되어 있다.

이러한 지구 온난화는 빙하의 감소로 해수면 상승을 일으키며, 특히 고위도 지방에서는 태풍의 세기와 발생 빈도를 증가시킨다. 또 엘니뇨

현상 등으로 국지적 강우량의 증가 또는 감소도 초래된다.

해수면 상승 효과는 년 4mm정도로 알려져있다. 1m의 해수면 증가가 세계의 많은 항구를 위협에 빠뜨릴 수 있다고 할 때 새로운 항만의 설계나 기존 항만의 개보수 때 이를 적절히 고려하지 않으면 안될 것이다.

기후 변화로 인한 태풍 효과의 증가는 해안의 각종 자연 조건을 변화시킬 수 있다.

파고와 태풍의 내습 빈도가 증가하면 해안의 수심이 증가되고 따라서 해수 유동에 대한 해저면 효과를 감소시켜 항만 내의 조류나 해류, 조위의 변화, 그리고 해파의 진행과 그 성질 변화를 일으킬 수 있다.

폭풍 해일(Storm Surge)도 이러한 효과로 인해 더 심각한 사태를 야기시킬 수 있다.

3.2 환경 영향에 의한 무역 및 교통 방식의 변화

환경 영향을 감소시키기 위한 전 세계적 노력은 새로운 무역 품목을 탄생시키거나 무역량을 변화시켜 해당 선박과 항만 시설의 변화를 초래하기도 한다.

예를 들어 각국이 청정 연료인 천연 가스를 연료로 많이 사용하도록 권장함으로써 천연 가스의 소비량이 늘어나고 따라서 대형 가스선의 건조와 인수 시설을 갖춘 항만 건설이 새롭게 필요해지는 현상 등이 있다.

3.3 조류(藻類) 침적 효과

항만 및 해양 구조물이나 선박 표면에 자라는 해조류는 일정 시간이 지나면 상당한 두께(최대 약 4cm)로 자라나 해당 건조물에 큰 영향을 끼치게 된다.

이를 조류 침적 효과(Marine Growth Effect)

라 하는데 이로 인한 영향에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 구조물의 표면을 거칠게 하여 파도나 해류로 인한 드래그 효과(Drag Effect)를 증가시키고 구조물에 작용하는 하중을 크게 한다.
- 파력이 작용하는 면적과 부피를 증가시켜 구조물에 작용하는 하중을 증가시킨다.
- 구조물의 고유 진동수에 영향을 주는 부가 질량을 증가시켜 동적 효과(Dynamic Effect)에도 영향을 준다.
- 해상 위 구조물에 침적되는 갑각류는 전체 중량을 증가시킨다.
- 부식을 막기 위해 사용된 코팅을 파괴하고, 조류 자체에서 분비되는 화학 물질로 부식을 촉진시키기도 한다.
- 계류 라인과 케이블 등에 붙어 마모를 일으킨다.
- 구조물의 유지 보수를 어렵게 한다.

조류 침적 속도는 해당 지역의 기후와 수심, 해안으로부터의 거리, 해류나 조류(Tidal Current)의 세기, 해수 온도와 염도, 해수 용존 영양염 그리고 해수 수질과 연관되어 변화한다.

3.4 부식 현상

강 구조물은 해안 및 해양에서 육상보다 더 심한 부식 현상이 일어난다.

해양 강 구조물의 부식율은 지역에 따라 많은 차이가 있으나 1년에 최고 1.4mm에 달하는 것으로 알려져 있다.

해양에서의 부식율에 영향을 미치는 요소에는 해수의 용존 산소량, 염도, 파랑과 해류의 속도, 조석 차, 해수 온도, 고착성 해양 생물의 성장률, 해양 미생물, 부유사 농도 등이 있다.

해양 대기층에는 육상에 비해 습기와 염기가 풍부하다. 또 끊임없이 부딪히는 파도와 매일 매

일의 조위 승강 현상은 해수면 부근에서 강 구조물의 부식을 가속화시킨다.

여기에 해양 생물의 침적과 강구조의 피로 현상도 부가되어 예상치 않았던 부분적 부식을 일으킬 수 있다.

추운 지방에서는 결로 현상이 부식을 촉진한다. 한편 해저면 부근에서는 해저 토사 내에 서식하는 혐기성 박테리아가 부식을 진행시킨다.

콘크리트 구조물은 재료의 특성상 강 구조물보다 부식에 있어 유리하며 지속성이 우수하다.

그러나 추운 지방에서는 해수면 부근 콘크리트의 얼고 녹음이 반복되고 빙하의 충돌 등을 받아 마멸이 일어나기도 한다.

또 해수중의 황화물과 염화물은 콘크리트에 화학 작용을 일으켜 석퇴를 가속화시킨다.

만약 철근이 콘크리트 피복에 의해 적절히 보호되지 못한다면 철근의 부식이 신속히 일어나 부피가 커지고 이로 인해 콘크리트가 밀려나는 현상도 발생한다.

3.5 해저 지질 조건의 변화

미처 발견치 못했던 연약지층 또는 Cavity로 인한 구조물의 기초 침하, 그리고 지진 시 활성 단층으로 인해 기초 파괴가 발생되기도 한다.

구조물 기초의 불안정한 지층은 지진이나 토사 자체의 하중, 파랑 등의 영향으로 붕괴가 일어나 해저 토류가 발생하여 기존 구조물을 파괴할 수 있다.

4. '그린 포트' 건설을 위한 방법론

그린 포트를 건설하려면 기본 계획과 설계 단계에서부터 환경 친화적인 조건, 즉 주위 환경과 인근 거주지 및 어업 등에 대한 영향이 최소화되도록 철저히 검증하여야 한다. 이를 위해서 먼저



설계 시 문제가 될 수 있는 요소들을 살펴보면 다음과 같다.

- 호안, 방파제, 돌제 등의 조성과 같은 해안 건설 활동이 기존의 해안 조건에 주는 영향
- 준설이 해양 환경에 미치는 영향
- 새로운 항만 배치와 구조물, 재료 등으로 인한 해양 물리/화학적 영향
- 매립으로 인한 해양 생태계 변화
- 항만에서 나오는 각종 물질로 인한 대기 및 수질 오염
- 자연의 인위적 파괴에 의한 경관 훼손
- 신규 항만으로 형성된 배후 도시로 인해 야기되는 각종 오염 물질의 확산
- 항만이 하구언이나 만 내에 위치할 때 기존의 인근 도시나 공업 단지에 의한 오염이 항만 내에 집중되는 문제

더불어 항만 건설 업체는 정부의 모든 환경 규제 조항을 엄격히 조사, 준수하여야 하며 국지적 상황에 따라서는 일부 환경 조건을 보다 강화된 조건으로 가정하고 설계에 임하여야 한다.



〈그림 5〉 태국의 항만 건설 현장

환경 기준은 먼저 프로젝트에 영향을 주는 환경 효과(Physical Environment)와 환경에 영향을 주는 프로젝트 효과(Biological Environment)

로 대별하여 기준을 정한다. 그리고 설계 단계에서부터 환경 및 품질, 안전 전문가로 이루어진 팀을 구성하여 프로젝트 각 단계별로 적용되는 기준이 해당 부문에서 반드시 이행되는지 감시하고 필요하면 이행되도록 조치하여야 한다.

ESQA (Environment, Safety and Quality Assurance) 시스템을 개발하여 모든 사업관리에 적용하며, 이 시스템에 합격한 업자만이 건설 시공에 참여토록 하여야 한다.

항만 건설 시 일어나는 준설, 폭파, 투기 등이 해양 조류(鳥類)나 주변 해역의 어류 등에 영향을 주지 않도록 최소화하고, 수질과 해변, 해저 퇴적물에도 나쁜 영향이 없도록 미리 실험이나 모니터링을 하여 예방 조치하여야 한다.

항만 운영에 본격적으로 들어가기 전 환경에 대한 전반적인 조사를 실시하고 항만 운영 시작 후에는 환경 조사를 정기적으로 실시하여 오염도의 변화 추이를 모니터링하여야 한다.

항만 및 해양 구조물을 고정식보다는 가능한 부유식 구조물로 설계 및 시공하는 것도 고려해 볼 만하다.

부유식 구조물은 ▶구조물을 미리 육상에서 제작하여 설치함으로써 건설기간을 단축하고 따라서 건설 기간 중의 주변 오염 최소화 ▶기존 해파, 해류, 조류 등의 흐름 변화 최소화 ▶해저의 새로운 세굴, 퇴적 현상으로 인한 해양 생태계 변화 방지 ▶향후 항만 기능 변화 시 제거 및 이동의 편이성 등을 확보할 수 있어 고정식 구조물에 비해 바람직하다 할 수 있다.

또한 항만 설계 시에는 ▶건설 기간의 축소 ▶구조물의 부피를 줄여 해수 유동의 큰 변화를 방지 ▶해저 생태계에의 영향을 저감하는 방안 연구 ▶매립 및 준설의 최소화 ▶항만시설을 되도록 집약적, 소규모로 하여 필요 면적을 축소하는 방향으로 설계토록 노력하여야 한다.

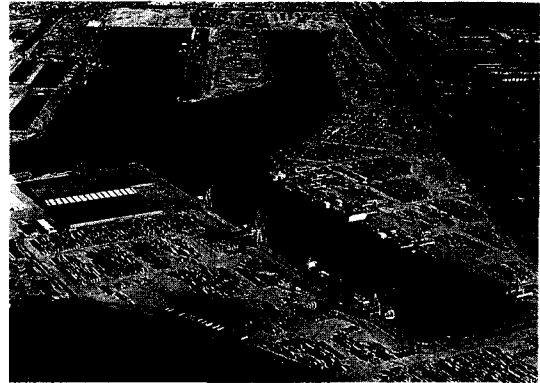
위의 모든 점들이 초기 설계 단계에서부터 항만 운영 단계에까지 종합적이고 체계적으로 검토되어야만 합리적이고 환경 친화적인 항만의 건설에 우리는 한 걸음 다가갈 수 있을 것이다.

'그린 포트'에서는 어떤 비가역적인 환경의 파괴도 일어나서는 안될 것이다.

5. 결론

그렇다면 환경 문제가 심각하다고 해서 아예 항만을 건설하지 않는다면 어떻게 될까? 환경 파괴가 더 이상 일어나지 않을 것인가? 그것은 당연히 아니다. 항만이 모자랄 때 우리는 화물 운송을 비행기나 육상 운송을 통해 해결하여야 하며, 이것은 더욱 큰 환경 오염으로 이어질 수 있는 것이다. 따라서 '그린 포트'를 건설하는 것은 전 지구적 오염 방지를 위해서 필수적인 과업이라 할 수 있다.

환경에 어떤 영향도 끼치지 않는 항만은 애초부터 존재할 수 없다. 중요한 것은 항만의 전반



〈그림 6〉 유럽의 한 컨테이너 항만

적인 환경 영향이 종합적으로 주변 자연 환경이나 지구 환경의 생태계를 파괴하지 않도록 하면서 동시에 항만의 기능을 성공적으로 수행할 수 있게끔 하는 것이다. 우리는 이를 위해 환경에 나쁜 영향을 주는 요소들을 완화시키고 최소화할 수 있는 필요한 조치들을 능동적으로 취하지 않으면 안된다.

(원고 접수일 1998. 2. 16)

참고 문헌

- (1) C. R. Ford, "Ports into the Next Century", Thomas Telford, London, 1991.
- (2) 한국 과학 기술원, "해저 석유 개발을 위한 Offshore Platform 설계 기술 개발", 제 1 권 서론 및 제반 하중, 1985.
- (3) American Petroleum Institute, "Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms - Working Stress Design", API RP2A Twentieth Edition, 1993.
- (4) Project Management Institute, "PM Network", August, 1996.