일 반 기 사

유럽의 운하를 다녀와서

이 재 응
국토개발연구원 건설교통실 책임연구원

1. 머리말

현재 필자는 내륙주운에 관한 연구에 참여하고 있는데 내륙주운이 활발히 이루어지고 있는 유럽의 4개국을 9박 10일에 걸쳐 방문하였다. 우리나라에서도 1998년 경인운하 착공예정으로 민자사업 협상 중에 있는 등, 한계에 이른 물류 운송수단의 한 대안으로서 내륙주운이 활발하게 거론되고 있는 실정이다. 그러나 아직까지 우리나라에는 건설된 주운시설이 없는 관계로, 주운시설 및 운영실태를 파악하고 주운 관련자료 수집을 위하여 네덜란드, 독일, 스위스, 프랑스 등 4개국의 운하시설과 관련기관을 방문하였다.

2. 유럽의 운하

인류는 일찍이 자연하천을 따라 지역 간의 인적·물적 교류를 해왔으며, 특히 유럽의 경우 년중 강우분포가 고르고 하천의 유황이 안정되어 있는 등 주운이 발달될 수 있는 좋은 조건을 갖추었다. 자연하천을 그대로 사용하거나 약간의 변형으로 년중 주운이 가능하기 때문에 유럽에서는 관개와 주운을 병행하는 운하가 13~15세기경부터 네덜란드, 독일, 프랑스, 이탈리아, 벨기에, 영국, 러시아를 중심으로 발전하여 점점 내륙·수상 교통의 중요한 수단으로 자리잡게 되었다. 지금도 독일의 대규모 주운수로 근처에서는 과거에 사용되었던, 말이 배를 끌고 갔다는 폭 20~30m의 소규모 주운수로를 발견할 수 있었다.

2.1. 네덜란드

간단하게 네덜란드를 소개하면 네덜란드는 북해에 접하고 있으며, 독일의 동쪽, 벨기에의 서쪽에 위치하고 있다. 총 국토면적 41,536km^2 중 10%가 넘는 4,243km^{2}는 물로 덮혀 있으며, 국토의 25%이상이 해수면 이하에 위치하여 둑, 제방, 양수시설이 필수적인 국가이다. 공식 국가명인 Netherlands의 의미도 '낮은 나라'라는 뜻이다. 캐러비안에서 흘러오는 따뜻한 조류의 영향으로 연해성 기후특성을 보이며 1월의 평균온도가 약 2℃, 7월의 평균온도는 약 17℃ 정도이다. 년평균 강우량은 약 800mm정도로 년중 고르게 내린다.

첫 번째 방문지인 암스테르담 Schiphol 공항에 저녁 9시 30분에야 도착할 수 있었다. 일정 관계상 런던을 거쳐야 했기 때문에 약 15시간 동안 비행을 했으므로 필자를 포함한 6명의 일행은 이미 지쳐있었는데 설상가상으로 일행 중 두 사람의 가방이 암스테르담에 도착하지 않았다. 한 시간여에 걸쳐 분실신고 서류를 작성하고 호텔에 도착하니 이미 자정이 다 되어 암스테르담의 야경을 구경하리라던 계획은 포기하지 않을 수 없었다. 다음날 NEDECO(Netherlands Engine- ering Consultants)의 DHV Consultants 관계자들과 오전 9시에 약속이 있기 때문에 일찍 눈을 붙여야 했다. 아침 6시, 3층 창 밖을 내다보니 밤새 비가 내린 듯 거리는 촉촉히 젖어있었고 넓지 않은 4차선 거리의 몇 대 되지 않는 자전거는 이 곳이 암스테르담의 외곽지대임을 말해 주는 것 같았다. 서둘렀지만 암스포트의 NEDECO까지는 기차와 택시로 1시간 30분이 넘게 걸려, 10시가 넘어서야 도착할 수

있었다. 미리 늦는다는 연락은 했지만 일정이 자꾸 틀려지는 것이 마음에 걸렸다.

NEDECO의 자회사 격인 DHV Consultants는 1917년 창립하였고 현재 약 2,400명의 직원이 세계 40여국에서 활동하고 있었다. 그들은 주로 Transport & Infrastructure, Water & Environment, Accomodation Building and International Development 분야에서 활동하고 있으며 1995년 미화로 약 $255백만불의 실적을 올렸다고 한다. 우리나라에서도 1990년에서 1994년에 걸쳐 새만금 간척사업, 1995년에서 1996년에 걸쳐 경인운하 사업과 부산 가덕 신항만 사업 등에 참여하여 한국 사정에도 익숙해 있었다.

오전 10시 30분경 시작하여 약 2시간에 걸친 DHV Consultants의 Krogt 박사의 네덜란드와 유럽 운하의 현황과 발전과정에 관한 설명이 있었고, 다음 우리나라의 수문, 지형 현황, 운하계획 등에 관한 설명과 토의 순으로 회의가 진행되었다. 유럽의 인구, 경제축은 서유럽의 영국, 벨기에, 네덜란드, 독일, 이탈리아 등 일명 바나나축 중심으로 이루어지고 있으며, 특히 외항과 인접한 네덜란드에 교통망이 집중되어 있고, 중요한 운송수단의 하나로서 주운 물동량은 계속 증가하는 추세에 있다는 Krogt 박사의 설명이었다. 네덜란드의 수로 총연장은 7,040km에 달하며, 이 중에서 400 톤급 이상의 선박이 통과할 수 있는 것만도 2,640km 나 되었다. 로테르담, 암스테르담 등의 내륙항구에 외양기선이 도달할 수 있게 된 것은 이미 19세기 부터였으며, 네덜란드의 하천은 모두 횡적 운하로서 연결되어 수 많은 도시가 인접 유럽 국가의 수로와 직접 통해 있다고 한다. 회의 후 DHV Consultants 의 수자원, 환경 부문 책임자인 Mr. Visser가 주최한 오찬에 참석하였다. 그도 역시 한국을 여러 번 방문하여 한국문화와 음식에도 익숙한 것 같았다. 점심식사 후 실무 대표자인 Mr. Schreuder의 안내로 댐, 갑문 등 네덜란드의 주운시설을 돌아볼 기회를 가졌다.

라인강에서 약 10km 정도의 거리에 위치한 Navigation Control Center 근처의 갑문은 고저차 극복으로 선박을 통과시키는 역할 이외에 라인강의 물이 그보다 수심이 낮은 내륙수로로 유입되는 것을 방지하는 제방의 역할도 겸하고 있었다. 네덜란드 국토의 해발고도가 낮아서 홍수조절과 배수목적을 위한 운하가 불가피함을 알 수 있었다. 갑문은 약 200m×20m 규모로서 최대 수위차 5m까지 극복할 수 있도록 설치되었다. Navigation Control Center에서는 라인강과 갑문을 통과하는 모든 선박들의 스케줄, 현위치 등을 파악할 수 있는 Laser Control System을 완비하는 등 첨단 시설을 사용하여 몇 명 되지않는 인원으로 선박운행을 무리없이 통제하고 있었다. 수로 주변의 제방 높이가 현재 수면과 거의 차이가 없음으로 보아 홍수위험은 크지 않을 것으로 보였다.

그 유명한 네덜란드의 꽃박람회가 현재 암스테르담에서 개최 중이지만 오후 7시 40분 비행기로 독일의 뉘렌베르그로 출발해야 하기 때문에 길거리의 풍차 몇 개 본 것으로 네덜란드 관광의 아쉬움을 대신하고 공항으로 향해야 했다.

2.2. 독일

독일의 뉘렌베르그에는 저녁 9시 30분에 도착하여 공항 근처의 호텔에서 여장을 풀었다. 다음날 오전 10시 독일 연방 수로운송국 제 2부의 부장인 Mr. Hoffmann과 회의 약속을 했기 때문에 오전 일찍 9인승 미니버스를 빌려서 수로운송국을 찾아갔다. 9인승 미니버스는 차체도 크지만 무엇보다도 디젤연료를 사용하기 때문에 소음으로 인하여 운전이 불편하였다. 독일 연방 수로운송국은 그림 1에서 보는 바와 같이 연방 운수성 산하로서 지역별로 7개의 부서로 구분되어 있으며 주운을 경제적, 생태적 측면에서 관리하고 있다. 관련인원은 총 143개 부서에서 약 18,700명이나 되는 방대한 인원으로 구성되어 있었다. 이들의 주업무는 독일 주운수로의 관리, 새로운 수로의 계획, 감독과 독일연방 소유의 주운시설 운영 등이다. 1992년에 세워진 독일연방 운송 하부구조계획에 따르면 15.7billion DM(1991년 가격)이 2012년까지 신규 주운시설 건설, 기존시설 보수, 개선 사업에 투자될 계획이다. 이 중 약 7billion DM이 서독 주운수로의 수준에 맞추어 동독의 주운수로를 개선하는 목적으로 사용될 예정이다. 독일의 운송법은 독일연방 수로를

운송목적에 따라 내륙주운과 연안주운으로 구분하여, 내륙주운 선단과 연안주운 선단은 서로의 영역이 명확히 구분되어 있었다. 독일의 내륙수로는 약 7,700㎞에 달하며 이 중 77%는 자연수로이고 23%만이 인공수로였다. 독일 내에서 내륙주운은 도로, 철도 그리고 송수관과 함께 외항과 주요 산업도시를 연결하는 중요한 지상 운송수단으로 평가받고 있는데 주운을 이용한 총 장거리 수송량의 약 70%는 건축자재, 광물, 원유, 석탄, 비료, 곡물, 철강제품, 원목과 같은 대량화물이다.

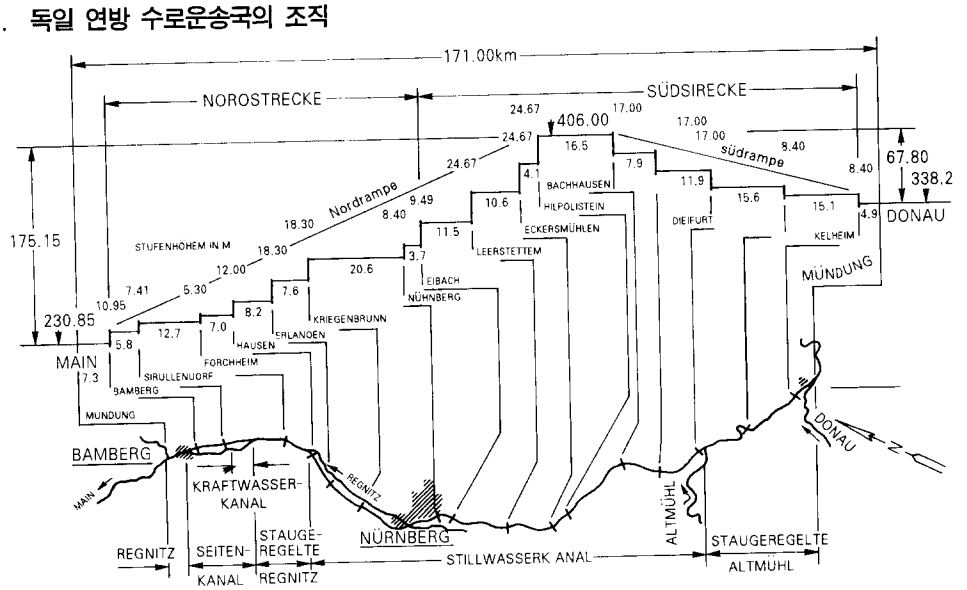
Mr. Hoffmann의 안내로 RMD(Rhine-Main-Donau)운하의 Main-Donau 구간을 견학하였다. 뉘렌베르그에서 약 1시간 정도 떨어진 곳의 운하를 보러 가기에는 더없이 좋은 화창한 날씨였다. 1921년 시작된 RMD운하의 건설은 그로부터 68년 뒤인 1989년에 와서야 완공이 되었다니 그들의 신중함과 철저함을 짐작할 수 있었다. 암스테르담에서 흑해까지 3,500km의 거리를 연결하는 RMD 운하는 마인강과 도나우강을 연결하는 밤베르그에서 켈하임까지의 마지막 171km의 거리가 가장 난공사 구간이었다. 그림 2에서 보다시피 마인-도나우 운하는 밤베르그에서 힐포쉬타인까지 91.8km의 거리에 175.15m의 고도차를 극복하기 위하여 11개의 갑문이 설치되어 있다. 바크하우젠에서 켈하임까지 50.5km 구간에도 67.80km의 고도차를 극복하기 위하여 5개의 갑문이 설치되어 있다.

마인-도나우 운하의 하우젠에서 디트푸르트까지는 자연유입량이 없어서 도나우강과 알트뮐강에서 최대 35CMS의 주운용수를 양수해서 사용하고 있었다. 육안으로 보기에도 주운수로의 물은 맑아보였으나 이 물은 주운용수 이 외의 목적으로는 사용되지 않는다고 한다. 지형 및 지하수위에 따라 수로단면은 아스팔트 콘크리트와 같은 재료로 차수되었거나 침투가 가능한 재료가 사용되었다. 주운선단이 전통적인 견인식 바지선에서 추진식 바지선과 동력 운반선으로 바뀌어감에 따라 증가된 압력에 견디고 유지보수에 투자되는 비용을 최소화하기 위하여 마인-도나우 운하는 수년 간의 수리모형실험을 거쳐 새로운 기준으로 운하단면을 설계하였다고 한다

운하의 정상부는 주운용수를 하류부로부터 양수해야하기 때문에 갑문용수의 소모를 최소화하기 위하여 뉘렌베르그와 디트푸르트사이에 7개의 절수형 갑문이 설치되었다. 갑문배수시 배수되는 물을 저류탱크에 저장하였다가 갑문충수시 재이용하는 방식으로 갑문용수의 60%를 절약할 수 있었다.

밤베르그와 켈하임 사이에 122개의 교량이 신설되었는데, 운하구간 내 교량의 수면부터 상판까지의 높이는 최소 6m를 유지하여야 하지만 파고를 고려하여

그림 1. 독일 연방 수로운송국의 조직



6.3m에서 6.8m를 유지하도록 건설되었다. 각 교량은 주변과의 조화를 최우선으로 설계되었으므로 다양한 형태의 아름다운 교량이 인근 도시와 균형을 이루고 있었다.

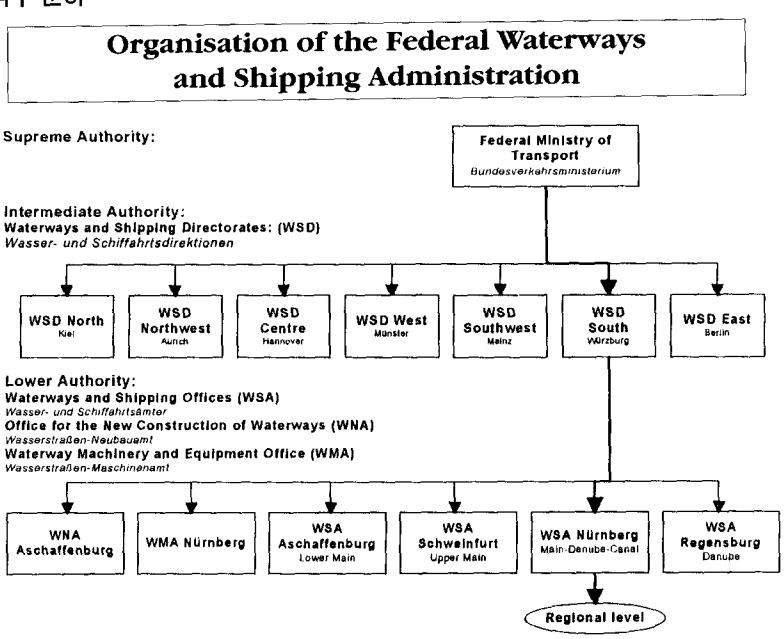
뉘렌베르그에 위치한 조정센터에서 각 운하 구간의 수위, 방류량, 갑문자료, 선박의 움직임과 같은 주요 자료들을 즉시 공급 받아 운하의 상태를 파악한다. 조정센터에서는 이러한 자료들을 컴퓨터를 이용하여 분석한 후 양수장, 방류시설, 갑문운영실 등에 운영지시를 하게된다. 갑문운영은 자동이지만, 필요시 수동조작도 가능하다고 한다. 마침 바크하우젠 갑문 견학 중 갑문을 통과하는 관광선을 볼 기회가 있었는데 통과시간은 약 15분 정도로 예상보다 훨씬 적게 소요되었으며 충수로 인한 진동도 전혀 없었다. 관광선에는 약 100여명이 승선하고 있었는데 그들에게도 갑문통과는 흥미있는 경험인 듯 했다.

라인-도나우 운하 견학 후 호텔로 돌아오니 잃어버렸던 가방이 돌아와 있었다. 벌써 3개국을 지나왔는데 이 곳까지 제대로 배달되어온 가방은 우리 모두를 기쁘게 했다. 가방 하나는 부서졌지만 배상이 가능하다니 큰 문제는 아니었다. 이틀에 걸쳐 뉘렌베르그와 뮌헨 시내를 돌아볼 기회를 가졌지만 토요일, 일요일은 모든 관공서, 박물관, 상점 등이 영업을 하지않아 시내구경밖에 할 수 없었다. 얼마나 오래되었는지 짐작하기도 어려운 성당, 수도원, 시청, 박물관 등 잘 보전된 건축물로부터 독일이 두 번에 걸친 세계대전의 패전국이라는 사실이 이해가 되지 않았다. 텅빈 거리임에도 붉은 신호등에 정지한 자전거, 1,000여명 이상을 수용한다는 맥주집에서도 질서를 지키는 사람들의 모습은 본받을만 했다.

2.3. 스위스, 프랑스

스위스의 바젤은 스위스와 프랑스의 국경이 접하는 도시로 비행장부터 스위스와 프랑스의 2개국 관리구간으로 나뉘어져 있다. 공항의 안내창구도 양 방향인데 스위스 쪽으로는 독일말을 하던 안내원이 프랑스 쪽으로는 프랑스말을 한다. 스위스 쪽에서 프랑스 쪽으로 가려면 공항 내에서도 간단한 국경 검문소를 통과하여야 하므로 실수하면 비행기를 놓치기 쉬울 것 같았다. 아침 일찍 7인승 미니밴을 빌려서 프랑스의 뮬로젠에 위치한 다단계식 운하를 견학하였다. 네덜란드나 독일에 비해 규모와 수송량도 비교적 작지만 단거리에 높은 고도차를 극복하기 위한 갑문들이 계단식으로 설치되어 있었다. 갑문 상류와 하류의 수위

그림 2. 마인-도나우 운하



차도 5m 정도밖에 되지않고 주하천과 약 1km 정도 떨어진 곳에 위치하여 보조하천과 같은 역할을 하고 있었다. 운하 옆에는 일반주택이 많았는데 별다른 보호시설이 없어서 아이들의 안전사고 위험이 커보였다.

프랑스 리용의 론강에 위치한 갑문과 댐은 라인-론 운하의 일부로 완공된지 얼마되지 않았지만 1,500톤에서 최대 4,000톤급 선박까지 통과가 가능한 대규모 갑문으로서 년간 1천 4백만톤의 물동량 운송이 가능하다고 한다. 물동량 수송뿐만 아니라 수력발전, 홍수방지, 관광 및 휴양 등 다목적으로 사용되고 있었다.

프랑스의 주운도 오랜 역사를 가지고 있는데, 이미 프랑스 혁명 이전에 자연하천을 이용한 주운 뿐만 아니라 1,000km 정도의 인공운하가 건설되었다. 프랑스는 17세기에 자아르강과 세느강을 횡적으로 연결하는 운하가 완공되어 지중해와 북해의 비스케만이 연결되었고, 18세기 이후에는 대규모 운하가 개발되어 현재는 내륙수로의 총연장 8,480km 중에서 약 4,800km가 인공수로이고 나머지는 자연하천을 개수한 것이다. 그러나 총 구간의 약 6%만이 1,500톤급 이상의 바지선이 운항할 수 있어서 네덜란드나 독일에 비하여 소규모 운하들이다. 1993년 이래로 론강 종합개발 사업의 일환으로서 론강과 라인강을 연결하는 운하계획이 성립되었다. 라인-론 운하의 총길이는 229km에 달하고 23개의 갑문을 설치해 2010년 완공 예정으로 지금 건설 중에 있다.

3. 결 론

잠시 거쳐간 영국까지 포함해 모두 5개국의 쓰고 남은 각 나라의 동전이 주머니에 가득한데 도대체 어느 동전이 어느 나라 것인지 구별하기가 힘들었다. 역시 유럽에는 단일통화가 필요하다고 생각되었다. 듣던대로 유럽의 운하망은 도로망 못지않게 발달되어 고속도로나 철도 주변으로 교차되는 운하와 그 곳을 지나는 선박을 어디서나 쉽게 발견할 수 있었다. 내륙주운 운송업에 종사하는 사람들은 선박 자체를 주거시설로 사용하는 경우가 많아 선박에 승용차는 물론 애완동물까지 키우고 있었다. 또한 이들의 자녀를 위한 특수학교까지 존재한다니 내륙주운이 차지하는 비중을 짐작할 수 있었다. 오래전부터 자연발생적으로 발달해온 운하는 20세기 말에 들어 유럽 공동체로의 경제적 통합 추진, 동·서 냉전체제의 종결 등으로 더욱 본격화되었다. 1990년 현재 주운의 수송 분담율은 톤·km 기준으로 네덜란드가 37%, 독일 21%, 프랑스 4% 등 상당히 높아 철도와 함께 도로수송의 보조수단의 성격을 띠고 있다.

그러나 유럽과 우리나라는 자연적, 지형적, 수문학적으로 다음과 같이 상이한 점을 갖고 있다.

첫째, 유럽은 유황이 안정되어 있으나(세느강과 라인강의 하상계수는 각각 23, 14 정도) 우리나라는 강수가 지역적·계절적으로 편중되어 유황이 불안정(한강과 낙동강의 하상계수는 각각 170, 180 정도)하여 주운용수 확보가 용이하지 않다.

둘째, 유럽은 홍수의 위험이 적으나 우리나라는 지형적으로 하천의 길이가 짧고 하상경사가 급하여 여름에 홍수가 대량으로 단시간에 발생한다.

셋째, 유럽은 수세기에 걸쳐 개발된 자연발생적 운하가 각 국으로 연결되어 이미 하나의 교통망을 형성하였기 때문에 몇 개의 단구간 연결로 내륙과 항구가 연결되나 우리나라는 자연하천을 그대로 이용할 수 있는 구간이 많지않아 운하망 형성이 힘들다.

넷째, 유럽은 우리나라와는 달리 많은 국가들이 해안연접비율이 낮아 연안해운을 이용할 수 없다는 것도 내륙주운 발달의 한 원인이었다.

결론적으로 유럽의 운하는 내륙주운에 적합한 조건에 힘입어 수세기에 걸쳐 꾸준히 건설되어 왔다. 운하건설이란 장기간에 걸쳐 막대한 비용이 소요되며, 일단 건설되면 되돌릴 수 없는 만큼 경제적, 기술적, 사회적, 환경적 측면에서 신중하고 정확한 검토와 판단이 이루어져야 할 것이다.