

유럽의 운하건설 사례

정 등 양*

1. 유럽 운하의 발달

강을 따라 오르내리고 득과 산을 넘어서 다른 강 혹은 바다 호수에 배를 이동하는 생각은 기원전 6 세기에 고린도에서 현실화 되었다. 고대 중국에서도 진흙 바닥이나 나무판자 미끄럼판을 이용하여 목선을 옮겼다고 전해오며, 12세기경에 북부 프랑스의 Ypern에도 운하를 사용하였다. 근세에 와서 1788년도에 영국의 Ketley에서 21.3m 높이를 두 개의 경사면을 이용하여 극복하는 바지선 승강기(Schiffshebewerk)를 건설하였다.

1차 세계대전이 끝나고 1920년대에 유럽의 대부분의 나라들은 기존 운하를 개보수하기 시작하였다. 1950년경 까지 약 30년 동안 운하공사가 지속되었으며, 1992년 9월 25일에 RMD-운하(Rhein-Main-Donau)가 개통되었다. 최근들어 통독 후 독일의 Elbe강의 운하 확장공사가 거론되고 있는 정도이다. 운하는 육지의 교통량을 덜어주며, 국가 간의 교역에 큰 의미를 부여받고 있다. 다른 교통 수단보다 저렴하고 친환경적인 물류 수송에 이바지 하게 된다. 현재 사용되고 있는 유럽의 운하들은 지난 세기 동안에 개발을 거듭하면서 점차적으로 이루어진 구조물들이며, 1992년도에 개통된 RMD는 최신형 기술을 총막라한 독일 토목인들의 걸작 이라고 할 수 있다.

2. 바지선의 고저 극복

이렇게 하여 유럽의 운하는 프랑스, 벨기에, 네덜란드, 포르투갈, 독일, 폴란드, 스위스, 오스트리아, 유고슬라비아, 헝가리, 소련, 터키 등을 거쳐 지중해로 연결되는 거대한 운하망을 형성하였다. 최근에는 운하 건설공사는 환경파괴 문제 때문에 많은 시민들의 저항을 받게 되었다. 그 때문에 최신 운하구간의 구조, 바지선의 운항조건, 신형 운송단위, 갑문의 침수와 배수 기술, 내륙항구, 바지선의 승강기(Schiffshebewerk), 운하-교량건설 기술 등등이 유럽에서 현재 가장 발달되어 있다. 특히 운하는 가능한 한 경제적으로 운영되어야 하므로 설계에 유체역학과 운영조건이 고려되어야 한다. 갑문에 소요되는 많은 유량의 손실을 막기 위하여 갑문 높이가 큰 것은 수직(상하)이동과 경사 이동(물쇄기를 이용한 끌어오리고 내리는 형) 등의 방법을 이용하고 있다.

그림 1의 왼쪽 그림은 프랑스의 Arzwiller의 바지선 이동방법이며, 오른쪽은 독일의 Henrichenburg Waltrop 의 수직 이동식인데 물이 소모 되지 않아도 바지선을 상하로 이동시킬 수 있다. 그외 많은 종류의 운하가 고저극복에 사용되지만 지면관계상 언급을 피하며, 표 1에는 현재 사용되고 있는 신형 바지선의 이동방식과 규모, 상하의 이동속도 등을 분석하고 있다.

* 한국교원대학교 기술교육과 교수

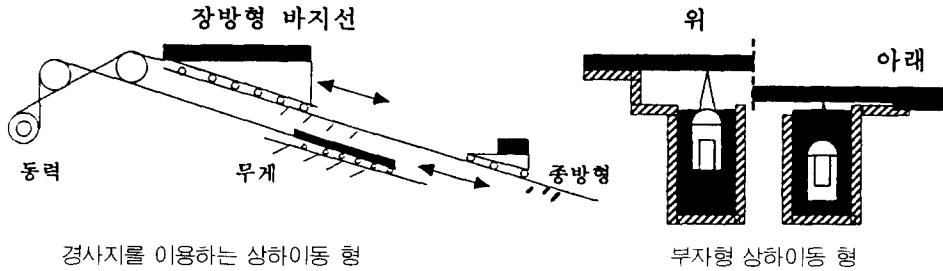


그림 1. 바지선의 고저차를 극복하기 위한 이동 방법, 언덕 경사이동(왼쪽), 상하수직이동(오른쪽)

표 1. 유럽 운하에 이용되는 선박의 고저 극복을 위한 이동방식과 이동속도

이동방식	이름/나라명	준공연도	극복하는 높이	이동속도
수직이동식	Niederfino/독일	1934	36.0m	7.2m/min
	Rothensee/독일	1938	18.7m	7.8m/min
	Henrichenburg Waltrop/독일	1962	13.8m	7.8m/min
	Lüneburg/독일	1975	38.0m	12.6m/min
	Strep-Thieu/벨기에	1987	73.0m	10.4m/min
장방향으로 경사지로 이동	Ronquieres/벨기에	1967	67.5m	3.1m/min
	Krasnojarsk/러시아	1968	101.0m	4.6m/min
횡방향으로 경사지로 이동	Arzvilier/불란서	1966	44.5m	11.1m/min
인쇄기-이동방식	Monthech/불란서	1973	14.3m	2.85 m/min
	Fonserannes/불란서	1983	13.6m	2.0 m/min

표 2. 승강기의 종류와 건설비용 및 물량처리 능력

38m를 상하 이동하는데 적용할 수 있는 승강방식	수지(Trog) 길이 승강기의 크기	건설비	운하처리 능력
밀폐된 유량절약형 갑문	185m × 12m	100%	100%
노출된 유량절약형 갑문	185m × 12m	67%	100%
장방향의 경사면 쌍둥이 이동식	100m × 12m	96%	144%
종방향의 경사면 쌍둥이 이동식	100m × 12m	108%	130%
물새기형 경사이동 선박 길이 180m	180m × 12m	68%	90%
추를 이용한 쌍둥이 수직 승강기	100m × 12m	79%	184%

표 1의 내용에서 보면, 독일의 여러 운하는 승강기를 이용하는 것이 많은데 이것은 선박의 고저 이동 속도가 빠르며 아울러 갑문식에 비교하여 물의 소모량이 없는 것이 특징이다.

3. 선박의 이동방식에 따른 건설비와 물량의 처리능력

다음 표 2에는 높이 38m의 고저를 바지선이 극

복하기 위하여 건설되는 구조물에 소요되는 비용과 화물 처리능률을 비교하고 있다(실례: 독일 Lüneburg의 바지선 승강기).

표 2에는 바지선이 고저 38m를 상승, 하강하기 위한 5가지 유형의 구조물을 유량절약형 갑문을 기준하여(100%) 건설비와 처리능력(상하이동)을 비교하고 있다. 한꺼번에 두 대(95m 한 대와 그보다 작은 바지선 한 대)를 상하 동시에 이동하는 갑

표 3. 독일의 수송수단의 손익비교(DPF. t./km=화물 1톤을 1km 옮기는데 소요하는 1/100 DM)

비용종류	철도	도로	운하	총액
도로의 수입(Mrd. DM)	1.765	6.894	0.104	8.763
도로에 지출(Mrd. DM)	4.409	8.383	0.975	13.767
수지비율(%)	40%	82.2%	10.7%	63.7%
도로능률(Mrd. t.km)	64.5	132.2	48.2	244.9
도로수입(DPF. t./km)	2.7	5.2	0.2	3.6
도로지출(DPF. t./km)	6.8	6.3	2.0	5.6
손실(DPF. t./km)	4.1	1.1	1.8	2.0
내부 잡비(DPF. t./km)	1.0	4.3	0.2	2.6
운영총손실(DPF.t./km)	5.1	5.4	2.0	4.6

문에 반하여 95m짜리 한 대를 수직승강기를 이용하는 것이 훨씬 경제적임을 알 수 있다. 그렇기 때문에 Lüneburg에서는 수직승강기를 1975년에 건설하였다. 표 1의 Niederfinow 승강기와 고저 차는 비슷하지만 승강속도가 약 2배 늘어 난 것이 차이점이라고 할 수 있다. 1934년도에 건설한 Niederfinow 승강기에 비하여 40년 뒤에 건설된 Lüneburg의 수직 승강기는 수조의 상하 이동 속도만 2배 크게 설계되었다는 것이 차이점이다. 이로서 20세기 초반의 수리구조 엔지니어들의 기술을 가늠할 수 있게 한다. 유럽의 운하에서 바지선이 고저의 극복에 사용되는 방법은 여러 가지가 있으나, 운하설계자들은 고저차이가 큰 곳에서는 바지선을 상하로 이동시키기 위하여 경제적인 수직승강기를 선호하고 있다.

4. 독일의 수송수단에 대한 투자와 지출 수지비용 비교

“운하를 건설한 나라들은 망한다”는 이야기가 있을 정도로 운하를 건설하기 위해서는 비용이 많이 소요된다. 독일의 경우에 운하(Kanal)의 1km 당 건설비용은 약 22 Mio DM(1DM=540원), 1km 고속도로(Autobahn)에는 10~20 Mio DM 그리고 1km 기차선로(Eisen-bahn) 건설에는 40 Mio DM 정도가 소요되는 것으로 조사되었다. 그러므로 운하의 건설비용은 고속도로와 기차선로의 중간정도의 투자를 요구하게 된다. 다음의 표 3은 투자와 환수의 비교치이다.

표 3에 의하면 세가지 수송수단 모두가 손실을 기록하고 있다. 그러나 운하가 가장 적은 손실을 내고 있으며, 공해문제가 가장 적게 유발하는 수송수단으로 RMD의 운하인 경우에 암스테르담에서 흑해까지 3500km를 연결하고 있다. 세계에서 가장 최근에 개통된 이 RMD 운하에 관하여 좀더 자세히 알아 보기로 한다.

5. RMD 운하(Rhein-Main-Donau-Kanal)

카알 대왕은(Karl der Große) 793년도에 Donau와 Main강을 연결하는 운하를 개통하려고 시도한 바 있었으나 주변의 토질(진흙)이 나쁘고 비가 많이 와서 운하 건설을 포기하였었다. 당시에 운하를 건설하다가 포기한 Fossa Carolina의 운하 흔적은 지금도 생생히 남아있다. 1845년에 Bayern의 Ludwig 1세에 의하여 101개의 갑문시설을 이용하여 Donau와 Main강을 연결하는 운하가 개통되었다. 그 당시 운하의 이름은 Ludwig-Donau-Main-Kanal(일명:Ludwig-Kanal)이라고 한다. 1921년에 RMD-AG가 발족되었으며, 독일제국(연방공화국)은 2/3, 자유국가 Bayern주는 1/3의 자금을 각각 조달하기로 하였다. 원래 계약은 Aschaffenburg에서 오지리 국경까지 677km 운하를 건설하는 대신에 그 곳의 수력에너지의 개발권을 RMD-AG에 부여하였다. 전력을 팔아서 건설비를 충당하는 것을 골자로 하여 연방 주정부는 공사를 성사시키기 위하여 2:1의 비율로 무이자 은

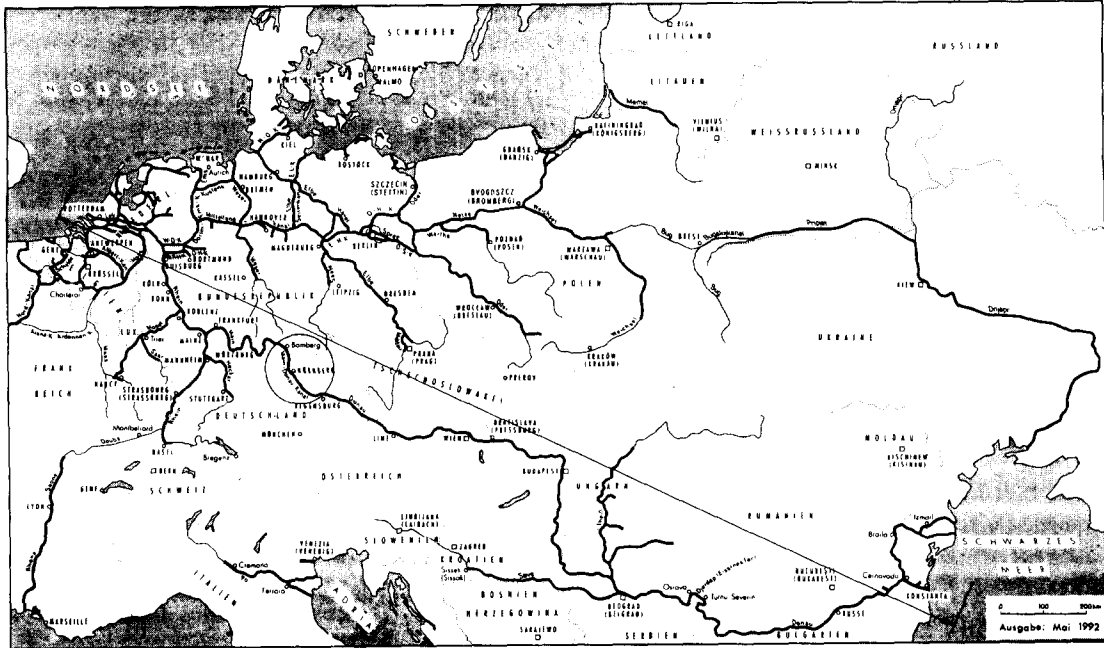


그림 2. 유럽의 운하망, RMD는 6500km의 해상항로를 3000km나 줄이며, 동서유럽 경제권을 묶어주는 동맥역할을 하게 될 것으로 기대를 하고 있다.

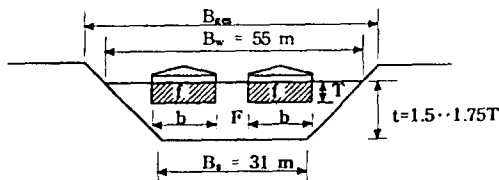


그림 3. RMD 운하의 정규단면, 수면폭 55m, 운하바닥 폭 31m, 깊이 4m

행운자를 제공하기로 하였다. 2050년까지는 RMD-AG를 해산하고 약 50여개 되는 수력발전소를 가동에 문제가 없도록 완전히 정비하여 연방과 Bayern주에 무상 귀속시킨다는 조건이 계약서의 골격이었다. “RMD는 파나마 운하나 수에지 운하 정도의 역할을 하게 될 것”이라고 요한 볼프강 폰 괴테가 말하기도 했으며, '80년대 연방 교통부장관, 폴커 하우스프는 “바빌론성의 축조후에 인간이 만드는 가장 어리석은 구조물이다” 라고 까지 하였다. 다

뉴브-라인강을 연결하는 마지막 171km 거리는 가장 난공사 구간으로서 유럽을 관통시키고 있다. 이 구간이 1992년 9월 25일 개통됨으로써 RMD 운하 주변의 15개국이 운하의 혜택을 보게 되었다. 운하가 개통 되기까지 70년이 경과하여야 했으며, 지금은 운하건설에 필요한 기술축적과 자연파괴 문제와 환경보호 측면에서 볼 때 본래의 예측보다 좋은 성과를 나타내고 있으며 운하의 경제성에 관하여 언급하기는 시기적으로 이르다고 할 수 있으며, 운하의 반대파들은 “61억 DM을 삼키고 남긴 빈 껍데기에, 환경은 파괴되고 운하에 혈세가 흐른다”고 주장하고 있다.

6. 운하의 단면과 진로의 고정

운하건설에 중요한 변수는 운하의 단면이다(그림 3). 운하의 구간에 따라 사용되는 단면은 각각 자연의 강 단면 그대로 이용하거나 직사각형 혹은

특집 : 주운 및 운하건설

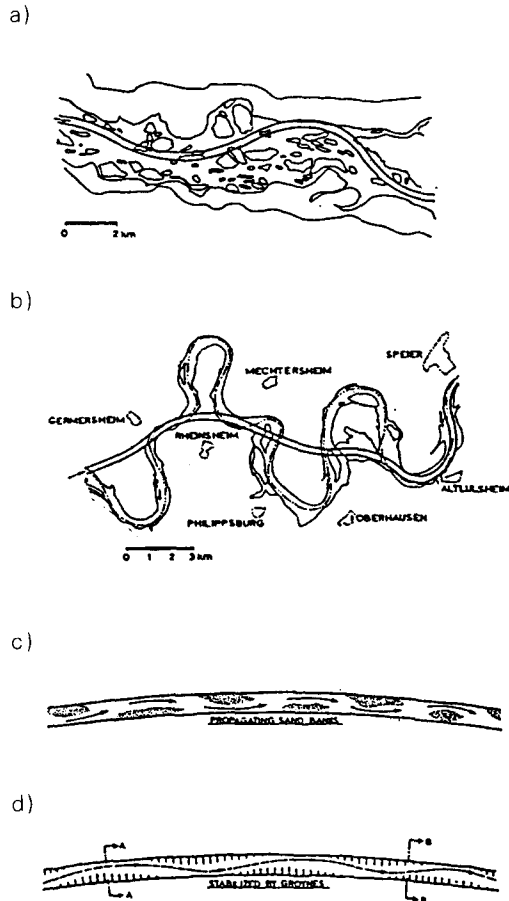


그림 4. 라인강 운하건설의 문제와 수제건설

두 단면의 절충형인 사다리꼴 단면을 사용하게 된다. 아래의 단면은 유럽표준형 바지선이 운항할 수 있게 설계된 RMD의 단면이다. 수면폭 $B_w=55\text{m}$, 하상폭 $B_b=31\text{m}$ 그리고 수심 $t=4\text{m}$ 로서 운하의 측면경사 1:3으로 설계되어 있다. 바지선 운행에 사용되는 수면폭은 $B_w/\sum b \geq 1.4$ 이며, 단면 넓이는 $F/\sum f \geq 2.2$, 수심 $t=1.5 \sim 1.75T$ 이다. 4편대와 2편대가 곡선주변에서 바지선이 만날 확률은 극히 희박하며, 곡선반경이 2000m 미만인 경우에는 곡선부위의 운하폭을 약간 넓혀야 한다.

운하를 건설한다는 것은 무엇보다도 고정된 수심

확보와 심한 굴곡이 없어야 한다. 이와 같은 조건을 갖추기 위하여 과거 반세기 전에는 강에 형성된 삼각주와 하변에 형성된 늪지를 소면 시켜 상류의 저류지를 제거하여 하류를 범람시키고 있다.

그림 4a에서 보면 라인강 상류의 샛강들을 가로질러 운하를 건설하고, 그림 4b와 같은 사행 강을 뚫어 100m 가까이 되는 바지선이 운항하는데 지장이 없도록 하였다. 이와 같은 공사를 하고 운하가 개통된 뒤에 수년이 지났을 때 하상에 예상하지 않았던 모래 무더기가 강변 좌우로 생성되었다(그림 4c). 1820년대까지는 이 모래무더기에 관한 기초 지식이 없었던 학사들과 하천 건설 전문가들은 당황하였다. 운하의 시대를 이 모래무더기가 잠시 정지를 시켰다. 더더욱 문제가 된 것은 깊은 하상세굴이었다. 직선화된 하상의 유체는 심한 하상세굴을 유발시켰으며, 더불어 강변 지하수는 8-10m 저하되었다. 그리고 설계된 수심 대신에 여울과 웅덩이로 이어지는 운하는 주운에 지장을 초래하고 운하의 기능은 현격히 줄어들었다. 이와 같은 사전에 예측하지 못한 문제점을 제거하고 일정한 수심을 확보하며 홍수 때 설계된 유로를 안정시키기 위하여 수제를 그림 4d와 같이 건설하였다. 여기에서 만족하게 운하건설이 끝난 것이 아니었다. 수제 공사는 1세기 동안 지속되었으며, 지금도 라인강 운하의 마지막 보 밑에는 하상세굴을 중단시키기 위하여 하상세굴을 상세할 수 있는 골재를 투입하고 있다.

7. 독일 RMD의 기능과 한국의 운하계획

유럽의 운하망은 세기전부터 개발되어 유럽 각국이 서로 연결되어 있다. 무엇보다도 RMD는 기존 운하들을 연결하는 하나의 “교량역할”을 하고 있다. 이 운하의 개통은 동유럽 외해 시점에서 이루어졌으며, 동남부 유럽국가들이 서유럽과 교역하기를 희망할 시점에서 개통되었다. 유럽 내륙국가들의 국경이 무너지는 때를 같이 하여 운하가 개통됨으로써 인근국가들의 물류 교류가 활발해지고 주변국들의 물류수송정책에 변화를 가져다 주며, 나아

표 4. 1992.9.25~1993.9까지 RMD의 개통뒤에 Kehlheim을 통과한 물류의 이동상태 (단위 ton)

	Donau↔Rhein		총 계	%
농업, 임업	21,128	170,538	191,666	10.5
식요품, 사료	205,391	96,932	302,323	16.5
석탄	16,303	21,060	37,323	2.0
석유	46,057	7,060	53,117	2.9
광석, 고철	492,743	39,937	532,680	29.1
철근, 철재, 제품	35,772	137,762	173,534	9.5
석재, 흙, 건자재	145,987	51,131	197,118	10.8
비료	147,722	170,188	317,910	17.4
화학제품	3,870	4,469	8,339	0.4
기계, 차량	5,668	12,079	17,747	0.9
합 계	1,120,641	711,156	1,831,797	100%

표 5. 계획중인 경인운하에 2001년부터 2021년에 수송될 화물(건교부, 95.8.4, 조선일보, 단위: 만ton)

	2001년	2011년	2021년
컨테이너	426.0(30.6%)	920.0(28.4%)	1547.9(33.3%)
철재	337.5(24.2%)	470.0(14.5%)	726.7(15.7%)
시멘트	14.7(1.1%)	35.0(1.1%)	69.0(1.5%)
바닷모래	612.6(44.0%)	1815.0(56.0%)	2299.0(49.5%)
총 계	1391.8(100%)	3240.0(100%)	4642.6(100%)

가서 세계 무역 구조에 역할 분담을 할 수 있게 되었다.

RMD의 건설 목적은 북해에서 흑해로 물류량을 수송하는 것만은 아니다. 이 점에 관하여서는 비판자들의 말에 근거가 있다. 즉, 흑해-지부랄타-암스테르담의 코스가 훨씬 내륙운하를 이용하는 것보다 빠르다. 그러나 내륙간의 운송(예, Ludwigshafen에서 Budafest까지)은 운하를 이용하는 것이 훨씬 경제적이다. 특히 Wien에서 Duisbrug, 즉 라인강의 공업지대와 다른 내륙지역의 공업지와 하나의 교통수단 즉, 운하로 연결이 되는 것이 중요한 의미를 갖는다. 동서유럽을 횡단하는 운하가 개통됨으로써 동서유럽이 더불어 발전할 수 있는 여건과 조건이 주어짐을 뜻한다. RMD 운하가 개통된 뒤에 운하주변의 숙박업소가 배로 증가하였다. 운하 건설 초기에는 주민들의 반발이 극심하였지만, 운하가 개통된 뒤에 농가와 중소도시의 숙박업이 사철 많은 수입을 올리고 있다. 그러나 운하 자체의 경제성은 어두운 전망이라고 하는 전문가도 있으

며, 운하의 반대파들은 운하에 “혈세가 흐른다”고 주장하고 있다. 흑해의 Odessa에서 지중해의 지브롤타를 거쳐 Amsterdam까지는 6500km이다. 배로 이 황로(바다)를 따라 운행하면 6-10일 걸린다. 그러나 내륙운하의 거리는 절반정도 되지만 운하에 걸리는 시간은 4배이상 걸린다(바지선의 운항속도 13노트/시간, 약 시속 24km).

운하가 개통된 뒤에 1년간 RMD의 물류를 분류해본 결과는 유럽의 교량역할을 하는 이 운하는 산업 전반에 관계되는 화물을 수송하고 있음을 보여준다.

표 4에서는 RMD를 이용하여 수송되는 화물은 농산물, 사료, 광석, 철물, 비료, 화학제품, 기계, 건자재, 석탄, 석유 등의 산업전분야에 고르게 화물이동에 이 운하가 이용되고 있다.

19.2km의 경인운하를 이용하여 수송될 예상 화물을 살펴보면 다음과 같다(표6). 이 자료는 1995년 조선일보에 발표된 건교부의 자료인데 수송화물의 약 50%가 모래로 전망하고 있다. 만약 모래의

특집 : 주운 및 운하건설

표 6. 유럽표준 운하의 규격과 운항 방법

유럽 표준 운하 : 초기의 운하에 운항된 바지선은 사람, 가축 혹은 풍력 등으로 움직였다. 2차 대전까지는 끌선을 이용하였으며, 2차 대전 후에는 자체 추진을 하는 운하가 개발되었다. 오늘날 아래 도표와 같이 편대를 짜서 화물을 수송하고 있다.

Class of navigable Waterway	Motor vessels and barges					Pushed units					Pushed lighters				Minimum height under bridges
	Type of vessel: General characteristics					Type of pusher - General characteristics					Type of barge: General characteristics				
	Designation	Length	Beam	Draft	Tonnage	Designation	Length	Beam	Draft	Tonnage	Designation	Length	Beam	Draft	
(1)	m	m	m	T		m	m	m	T		m	m	m	m (4)	
I	Barge	38.50	5.05	2.20	250 · 400										4.00
II	campine-barge	50 · 55	6.60	2.50	400 · 650										4.50
III	D.E.K.	67 · 80	8.20	2.50	650 · 1000										5.00
IV	R.H.K.	80 · 85	9.50	2.50	1000 · 1500	1 barge E I	85	9.50	2.50	1240	Europe I	70.00	9.50	2.50	5.25
V _a	Large Rhein Vessels	95 · 110	11.40	2.80	1500 · 3000	1 barge E II	95 · 105	11.40	2.80	1850	Europe II	76.50	11.40 (2)	2.80	7.00
V _b						2 barges E II	172 · 185	11.40	2.80	3700					
VI _a						4 barges E II a	185 · 195	22.80	4.50 (3)	8000 · 12000					
VI _b						6 barges E II a	270	22.80	4.50 (3)	12000 · 18000	Europe II a	76.50	11.40 (2)	3.90	9.10
							195	34.20	4.50 (3)	12000 · 18000					

- 1) The class of a waterway is determined by the horizontal dimension of the vessels or pushed units.
- 2) In the Danubian basin, this beam usually is 11 m.
- 3) Takes into account the future developments.
- 4) Takes into account a security clearance between the draft if the vessel and the height under the bridges.
In case coastal or container traffic, the height under the bridges should be checked. (1996.3.30. 정동양, 한국교원대학교)

소모가 없게 되면 운하는 비워져 있을 것인가? 하는 의문이 제기되면, 특히 폭 100m, 수심 6m의 운하를 건설한다는 것은 낭비일 수도 있다. 그 이유는 표 6에서 보면 유럽의 운하는 대개 폭 55m, 수심 4m이라도 연간 2000만 톤의 수송이 가능하다기 때문이다.

유럽의 운하에 수송되는 다양한 화물에 반하여 19.2km의 경인 운하에 수송될 화물은 컨테이너와 바닷모래가(표 5) 주종이라고 할 수 있다. 이러한 상황에서 폭 100m, 깊이 6m의 운하 건설은 고려해 봐야 할 문제이다. 한강의 홍수를 운하를 통하여 배수한다는 것도 인천 앞바다의 수위에 따라 운하

에 흐르게 될 유속 때문에 운하전체를 콘크리트로 마감하지 않으면 안될 것이다.

특히 모래를 싣고 왔던 바지선이 돌아갈 때 싣고 갈 화물이 없기 때문에, 그리고 특히 인천에서 서울 시내까지 바지선이 컨테이너를 수송할 수 있는 여건이 되어 있지 않다. 최근에 거론되는 한강-낙동강 운하 건설 또한 문제가 많다. 유럽의 운하는 내륙에서 자국은 물론 이웃 국가까지 여러 가지 화물을 수송하지만 특히 해변에서 내륙으로 싣고 들어가는 화물량이나 내륙에서 해변으로 싣고 나오는 화물량이 거의 같은 상태인데, 만약 한강-낙동강의 운하가 개통되었다고 하여도 남한강 상류에서 인천

으로 무엇을 신고 바지선이 내려올 것인지 제시하지 못하고 있다. 부산에서 낙동강을 따라 바지선이 소백산맥을 넘어서 서울까지 화물을 신고 왔다고 가정하여도, 그리고 서울에서 반대편으로 남한강을 거슬러 올라가서 낙동강을 따라 부산에 간다고 하면 무엇이 될 것 같아 보이지만 그렇지 않다고 할 수 있겠다. 왜냐하면 서울-인천-목포-부산의 해상로가 훨씬 경제적인 수 있기 때문이다. 구상되고 있는 운하를 따라 바지선이 서울-남한강-낙동강-부산을 운항하는데 소요되는 시간이 빨라야 3일 걸리게 될 것이다. 그리고 겨울에는 얼음이 얼어서 사용하기 힘들며, 장마철의 홍수 때문에 바지선 운항은 불가능한 것을 감안하게 되면, 한강-낙동강 운하 건설에 소요예산을 무시한다 하더라도 운하의 건설은 부정적이다. 강변이 둔치와 모래무더기는 우리의 식수와 용수개발에 긴요하게 이용될 천연 자원이기 때문에 보호하여야 할 것이며, 이것을 팔아서 경제성도 없는 운하를 건설하자는 주장은 경부고속도로가 화물차로 꽉 찬다고 운하건설하자는 것은 성급한 결단이다. 왜 부산에서 남해-서해를 돌아서 인천-서울로 화물을 수송하지 않는지를 먼저 조사하여야 될 것이다. 그러나 특정한 구간을 강의 종합적인 개발차원에서 운하를 건설(부산-대구)한다는 것은 다른 상황이라고 할 수 있다. 즉, 부산-대구 구간의 운하를 건설하여 화물수송 발달 추의를 지켜 본 뒤에 한강-낙동강 운하를 논의하여도 늦지 않을 것이다.

8. 조경, 환경문제

운하를 건설할 때 발생하는 환경파괴를 최소화하기 위하여 RMD의 경우에는 150년 전에 같은 목적으로 시도한 역사적인 Ludwig-Kanal을 가급적 보전하고, 1973년에 제시한 Gerber 교수의 5개항을 준수하였다; 1) 운하의 선은 주변의 계곡흐름선과 일치하지 않게 하며, 2) 직선을 지양하고 자연적인 진로를 선택한다. 3) 종전의 사행강이 운하에서 잘라져 발생된 우곡호는 그대로 둔다. 4) 습지나 수물지는 그대로 방치하여 그 곳에 특이한 생

태계가 형성되도록 한다. 5) 새로 생긴 삼각지, 섬 등은 자연에 가깝게 조경하는 것이다. 환경개선을 위한 투자에는 운하구간별 차이는 있겠지만 RMD의 경우는 총공사비의 20-25% 까지 투자된 구간도 있다. 하천 주변에 1m²의 시설면적을 콘크리트로 마감하게 되면 2m²의 대체 보호지를 보충하게 하였으며, 늪지, 습지, 호안 처리, 마른 돌섬, 모래무더기, 섬 등을 조성을 하였고, 운하의 부영양화를 방지하기 위하여, 하천주변의 모든 농촌, 소도시에 완벽한 폐수처리장을 건설해 주었어야만 되었다.

9. 맺는말

유럽의 운하는 오랜 역사를 가지고 있으며, 현재 축적된 건설기술은 최고 수준에 달하고 있으며, 무엇보다도 토목공사와 함께 야기되는 환경 파괴에 많은 투자와 배려를 아끼지 않았다. 더욱 중요한 것은 운하건설에 수 없는 공청회와, 기술자들의 토론을 거치고 수십 년의 검정을 거치며, 몇 차례의 정권이 교체되어도 꾸준한 노력으로 운하를 건설하였다. 또한 정치인들은 기술인들의 요구사항을 충분히 수용하여 장기간에 걸쳐 운하를 건설하였다. 특히 유럽의 운하는 항구에서 내륙으로 많은 화물의 수송수단에 이용되며, 동시에 내륙의 깊숙한 곳에서 1, 2, 3차 공산품이 하류로 운하를 통하여 수송되고 있다. 우리 나라의 경우는 심심하면 몇 개월 논하다가 끝나고 또 몇 개월만에 불쑥 운하를 건설하여야 한다고 주장하곤 한다. 강원도에서 많은 곡물, 광석, 석탄, 기계 생산이 있는 것도 아니다. 광산은 폐광되고 운하를 이용하여 싣고 내려올 것이 무엇인지 밝혀져야 한다. 부산-대구-서울을 잇는 내륙의 운하 건설에 앞서 다시 한번 서울-인천-목포-부산의 항로를 원활하게 이용하는 방안이 먼저 검토되어야 한다. 이 구간은 거리상으로 일부에서 주장하는 한강-낙동강-운하를 통과하는 서울-부산 거리의 1.5배 정도 될 것이지만 바지선이 내륙 운하를 운항하는 시간보다 훨씬 빠르게 화물수

특집 : 주운 및 운하건설

송이 가능할 것이기 때문이다. 강변의 모래를 팔아서 유럽에서 운하 건설한다고 우리도 흥내낼 필요가 있을까? 하는 아쉬움이 앞서고 있다. 현재 상황에서 대구와 부산간의 운하의 개설은 연구해 볼만한 구간이라고 생각된다. 그것도 운하 하나만의 목적이 아닌 강의 종합적 개발 차원에서 말이다.

정동양, 강의 재개발, 대한토목학회, 1992. 6.
Garbrecht, Wasser, Vorrat, Bedarf und Nutzung in Geschichte und Gegenwart, 1985
정동양, 강개발로 인한 자연파괴와 대책, 과학과 기술, 통권 265호, 1991. 7
정동양, 라인-마인-도나우강-운하, 대한토목학회 166호, 1993. 4

참 고 문 헌