

외국의 해저터널 현황 및 관련기술

신희순 (한국지질자원연구원)

1. 서 론

삼면이 바다로 둘러싸인 우리나라는 동쪽으로는 경제대국 일본과 서쪽으로는 세계 거대 경제시장인 중국이 있는 지리적인 이점을 살려 이들 국가 및 주변 국가를 연결해 주는 허브 역할의 중요성을 인식하고 이런 장점을 살려 세계물류 및 경제의 중심이 되기 위해 도약해야 하는 시기에 있다.

현재 해외 건설시장에 있어서 해저터널 관련 프로젝트가 증가하고 있다. 유럽의 유로터널은 잘 알려진 사례이며, 우리나라 주위의 일본, 중국 등에서도 해저터널 프로젝트의 숫자가 조금씩 증가하는 추세이다. 일본의 대성건설은 터키 정부로부터 보스포러스 해협을 횡단하는 해저터널 공사를 수주했으며, 수주액은 1조 230억원에 이른다. 2003년 말, 상하이 시내의 부흥동구에 해저터널이 개통하였는데 전체 길이는 1.12km미터이다. 중국 아모이에 해저터널이 2010년까지 만들어진 다. 아모이섬을 중심으로 하는 항만 도시에 있어서, 해저터널은 중요한 교통로가 되며, 교량을 적용하게 되면, 태풍이 왔을 때에는 임시 폐쇄가 되는 등 항만운영에 손해를 주는 경우를 대비한 대책이다. 총 거리 약 9km이며, 터널 부분은 5.9km가 될 예정이다.

이외의 해외의 건설되었거나 예정인 해저터널에 대한 소개와 함께 해저터널 건설과 관련된 기술들을 소개하고자 한다.

2. 국내 해저터널

2.1 충무해저터널

경남 통영시 당동에 위치한 해저터널은 1927부터 1932년까지 5년6개월에 걸쳐 만들어진 해저터널이다. 길이 483m, 폭 5m, 높이 3.5m의 규모로 통영시 육지 남단 당동에서 미륵도 북단 미수 1동으로 연결되어 있다. 해저터널의 공사는 통영운하(수심 3m, 길이 1,420m 폭 55m)의 동서 양쪽에 독을 쌓는 물막이 제방공사를 먼저하고, 제방 내 바닷물을 퍼낸뒤, 노출된 해저면을 다지는 토목공사를 한 후, 해저면에 철근 콘크리트 구조물을 건설하였으며, 마지막으로 완성된 구조물위를 흙으로 되메우기 하여 그 위에 운하를 설치한 것이다. 개통당시 인마와 차량통행용이었으나 만들

어진 지 오래되고 바닷물이 스며드는 등 유지관리에 어려움을 겪다가 1967년 길이 152m, 폭 10m의 통영교의 완성으로 차량통행은 금지된 상태이다.

2.2 거가대교 침매터널

경남 거제시 장목면~부산광역시 강서구 가덕도를 연결하는 거제~부산간 33.9km를 연결하는 대단위 공사로 8.2km의 거가대교 가운데 가덕도와 대죽도 사이 3,7km는 침매터널로, 대죽도~중죽도~저도~거제도 구간 4.5km에는 사장교가 가설된다. 육상에서 터널 구조물을 제작한 뒤 수심 40m의 바다 밑에 가라앉혀 터널을 만드는 침매터널은 국내에서 처음 시도되는 공법이다. 터널 188 × 27.3 × 9.2m 크기의 직육면체 형태의 콘크리트 구조물 18개로 구성된다. 구조물이 제작되면 도크에 물을 채워 띄운 뒤 바지선으로 현장까지 예인, 구조물에 물을 채워 가라앉힌다. 콘크리트 구조물은 중앙통로와 폭 각 9.7m인 양쪽 차로(각 2차로)로 구성되며, 폭 4.2m의 중앙통로는 유지보수 통로로 이용된다. 사업기간은 2003년~2010년으로 되어 있으나 아직 환경문제 등으로 인하여 현장공사 착공을 하지 못하고 있다.

2.3 마산만 해저 횡단터널

창원시 귀산동~마산시 가포동을 잇는 터널의경 2.3m, 연장 1,354m의 해저터널이 2000년 3월 경 관통되었다. 해저 약 40m 심도, 고수압하에서 암반층과 연약층을 굴착하는 데 water-jet식 과 이수가압식을 병용한 TBM식 실드장비가 사용되었다. 이곳 지질은 기반암은 백악기의 안산암질과 화강암으로 되어있고, 발진작업구 주변은 안산암과 화강암으로 된 경암층이고 터널중간부는 풍화대와 연암층이 분포하며 도달작업구 주변은 변질안산암으로 된 경암층이 분포하였다.

3. 국외 해저터널

3.1 간문(關門)해저터널(일본)

세계최초의 해저터널이다. 1933년 착공하여 1944년 9월 시노모세키와 모지(門司)를 연결하는 철도터널 3,461m(해저터널구간 780m)이 완성되어 운행에 들어갔다. 최소피복층 두께는 10m 이며 최대 터널심도는 해저면에서 55.86m 이다. 수직갱 깊이는 55.4~75.7m 이다.

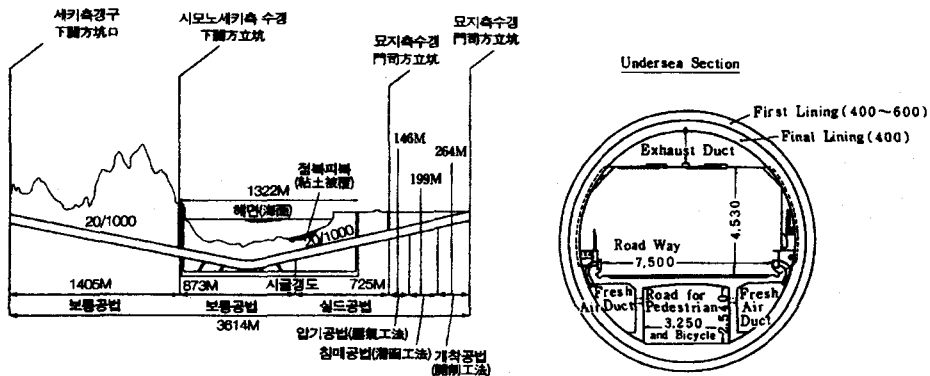


그림 1. 간문해저터널

지질의 확인, 본 터널로의 시멘트 주입, 작업갱, 장래의 배수갱이용을 목적으로 터널하부에 직경 2.5m의 시굴갱도가 먼저 1939년 개통되었다. 모지쪽 지질은 풍화화강암의 잔류토로 실드기에 의한 굴착을 하였다. 암종은 응회암, 화강암 등으로 구성되어 있다. 간몬해협 중앙부의 제3기층의 지질은 불량하여 시멘트 주입을 반복하여 지반을 고결시킨후 굴착하였다. 건설하는 동안 발파공법, 실드공법, 압축공기 공법, 케이슨 공법 등 당시까지 알려진 거의 모든 터널공법이 동원되었다. 터널단면은 차도는 2차선이고 차도밑에 인도가 있다. 차량통행량은 하루 25,000대이다.

3.2 세이칸 해저터널(일본)

일본의 혼슈섬과 북쪽 홋카이도를 연결하는 철도 터널로서 츠카루(Tsugaru) 해협의 해저 부분을 관통하는 터널이다. 본 해협은 수심이 깊고 해류가 빠르기 때문에 교각건설이 불가능하였고 해상의 기상변화 등에도 안전한 해저터널을 건설하게 되었다. 터널의 총길이는 53.85km이며 해저 구간이 23.30km로 세계에서 가장 긴 터널이다. 최대수심은 140m, 최소피복층 두께는 100m였다. 1964년부터 조사갱의 굴착에 착수하여 1971년에 조사를 완료했다. 본갱은 높이(7.85m)×폭(9.7m)의 복선터널이며 선진도갱의 크기는 높이(3.07~4m)×폭(5.0m)였다. 수직갱의 깊이는 190~200m 였다.

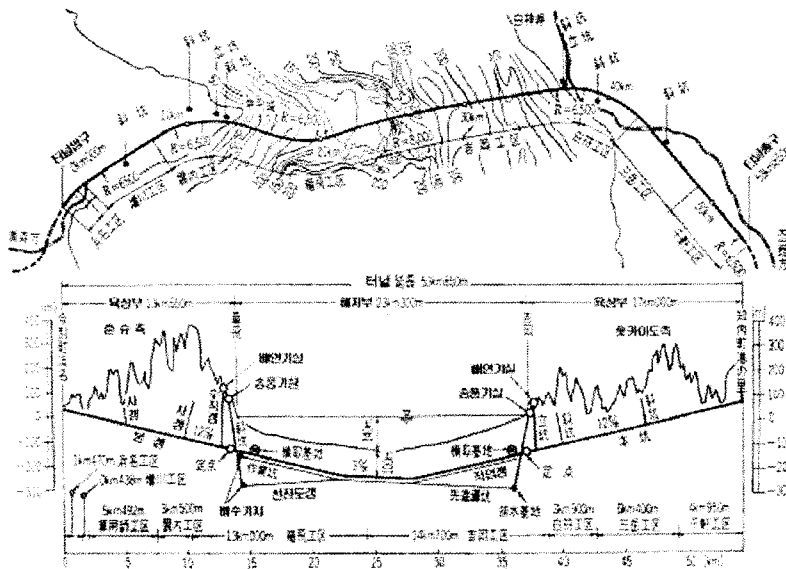


그림 2. 세이칸 철도 평면·종단면도

해저지질은 혼슈쪽은 제3기 안산암류, 중앙부는 흑색경질 셰일, 홋카이도쪽으로 가면 사질이암과 박층의 응회암, 일부 고결도가 낮은 사질암층으로 되어있다. 해상조사시 츠카루해협의 수심이 140m 로 깊고 조류의 속도와 기상조건이 나빠 많은 어려움이 있었으나 선진도갱및 막장전방 선진시추를 통하여 지질상태를 파악할 수 있었다. 시공기간은 1964년 3월부터 1985년 3월까지였으며 총 공사비 6,900억엔이 투입되었고 1988년 3월13일에 개통되었다. 해저터널내에는 2개의 해저역(吉岡海底驛, 龍飛海底驛)이 있다. 총 공사기간은 당초 예상한 10년에서 15년이 늘어난 24년이 소요되었다. 공사기간 중 33명이 사망한 최고의 난공사였다.

먼저 파이롯 터널을 양편으로 시공 후 주 터널에 접근하도록 서비스터널을 건설하고 본 터널

굴착공사에 착수하였다. 재래식 굴착공법을 적용하였다. 주 터널은 240m 해저에 3층 높이로 시공되었다. 1976년 공사기간 중 연암발파 시 1분당 80톤의 해수가 유입되는 홍수로 터널 내부 전체가 유실되는 사고가 발생하였었다. 공사기간중 동원한 인력은 13,800,000명이며 굴토한 토량은 6,330,000 m³, 사용한 화약은 2,860톤, 투입한 철근량은 168,000톤, 콘크리트 양은 1,740,000 m³였다.

3.3 동경만 해저터널(일본)

동경만 아쿠아라인 건설사업은 1966년 4월에 착공하여 1997년 12월 18일에 완성된 초대형 프로젝트로서 민간. 지방공공단체, 일본 도로공단이 출자한 회사(동경만횡단도로주식회사)가 건설.관리를행하고 있는 1조 4천억엔이 든 대형공공 도로사업이다. 동경만을 관통, 카나가와현의 가와사키(川崎)에서 시바현의 기사라즈(木更津)까지 연결된 도로로서 4차선으로 설계속도는 80km/h 이다. 총 길이 15.1km 중 동경만을 항해하는 90% 이상의 배가 통과하는 가와사키 쪽의 9.5km는 해저터널(폭 13.9km),로 했고, 비교적 수심이 얕은 기사라즈시쪽의 4.4km는 교량으로 했다. 터널의 중앙부와 터널과 교량의 접속부는 두개의 인공섬(川崎인공섬, 木更津인공섬)을 만들어 연결하고 있다. 인공 섬에는 480대의 차량을 주차할 수 있는 주차장과 매점, 식당 커피숍 등이 있다.

해저터널굴착에는심도 60m, 해저면 15m 아래를 6기압에 달하는 고수압, 연약지반의 조건하에서 막장안정과 지수를 위해 직경 14.14m, 중량 3,200톤의 원통밀폐형 대구경 실드기계를 사용하였다. 해저터널 안은 비상시를 대비한 여러가지 안전시설들이 있다.

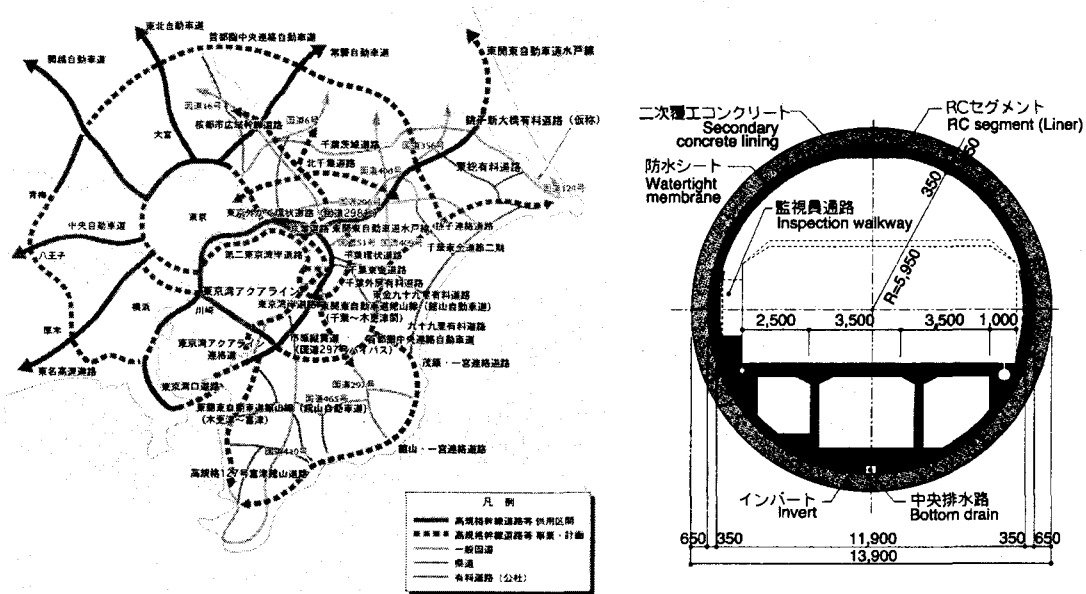


그림 3. 동경만 해저터널

3.4 영불해저터널(영국-프랑스)

영국과 프랑스 해협을 연결하는 터널(영국 Folkestone~프랑스 Calais)로서 총 길이는 50.45km

중 해저부분의 길이는 38km이다. 최대수심은 55m, 최소피복층두께는 40m이다. 터널은 평균 수심이 40m인 해저에 위치하고 있다.

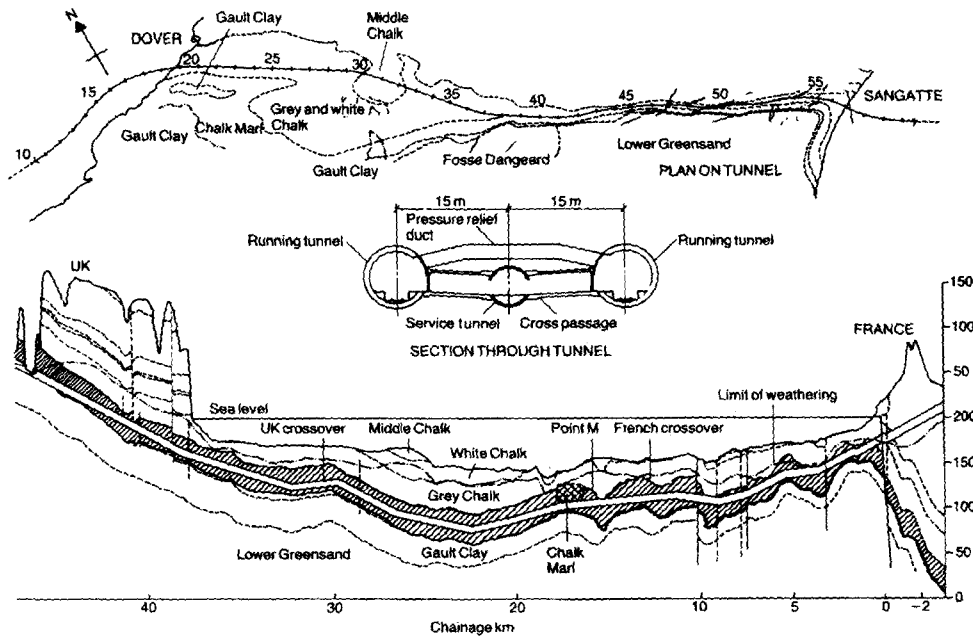


그림 4. 영·불 해저터널노선과 지질학적 단면

영·불해협 바다밑의 지반조사는 100년이 넘도록 수행되었으며 지난 30년간 100개 이상의 시추공에 의한 지반조사를 통하여 최적의 영·불해협터널 노선선정을 할 수 있었다. 영국과 프랑스쪽의 지질구조는 국부적인 변화는 있으나 대체적으로 균일하며 연속성을 가지고 있었다. 영·불해협 바다밑의 지반은 White chalk, Gray chalk, Blue chalk, Gault clay 층으로 되어 있는데 교질 암석층인 Gray chalk층은 지하수의 흐름이 양호하고 Gault clay 층은 초 연약층으로 높은 수압에 의하여 팽창하는 특성을 지녀 구조물의 중량을 견디기 어렵기 때문에 터널대상 지반으로는 부적합하였다. 터널굴착공사의 대부분이 chalk marl에서 이루어졌다.

본궤착공에서 관통까지는 3년 7개월, 1994년 5월 6일 개통까지는 6년 6개월이 소요되었다. 터널은 처음엔 공사비 70억달러를 책정했으나, 난공사인 해저 암반 굴착과 공사기간 연장 등 난항 끝에 2배가 늘어난 150억달러나 소요됐다. 운행 최고속도는 160km/h 이다. 사업주체인 유로터널사(영·불 민간컨소시엄)은 건설준공 후 운영, 유지권한을 착공시점부터 위임받아 관리 한후, 2052년에 양국정부에 소유권을 넘겨줄 예정이다.

해저터널은 2개의 철도터널과 그 사이에 위치한 하나의 서비스터널 등 3개의 터널로 되어 있다. 양편의 철도 터널은 영국과 프랑스 양국의 철도 및 도로와 연결되며 중앙의 서비스 터널은 두 터미널 사이에서 주로 자동차 등의 화물 운송을 담당하고 있다. 철도로 이용되는 2개의 터널은 직경이 7.6m로 크며 각각 한 개의 철도가 설치되어 있고 직경이 4.8m인 서비스 터널은 특별히 유선 유도시스템을 갖추고 있다. 3개의 터널은 375m 간격으로 연결 통로가 설치되어 있어 유사시 이 통로를 이용하여 서로 접근할 수 있다. 이 통로는 환기 통로 및 터널의 보수관리 목적으로 이용되고 있다. 또한 200m 간격마다 3터널을 연결하는 닥트가 설치되어 공기 압력을 조절하고 있다. 서비스 터널을 철도 터널 보다 앞서 시공함으로써 양편 터널과의 균형문제 그리고 지질

의 상태 등을 사전에 파악하여 문제들을 사전에 대처할 수 있도록 하였다.

3.5 오레선드 해저터널(Oresund tunnel, 덴마크-스웨덴)

덴마크의 수도 코펜하겐과 스웨덴의 3번째 큰 도시인 말뫼를 연결하는 대형 도로건설사업에는 교량과 침매터널로 구성되어 있다. 4.05km의 해저터널, 4km의 인공섬, 그리고 주 경간 거리가 490m 인 현수교를 포함한 8km의 교량으로 구성되어 있으며 1995년 착공되어 2000년 7월1일에 개통되었다. 총공사비 약 4조8천억원을 투입, 바다 한가운데 인공섬을 조성하였으며 이 섬을 중심으로 말뫼쪽으로는 자동차 전용도로(길이 7.8km·왕복 4차선)와 철도가 위아래로 설계된 2층짜리 다리가 건설돼 있고, 코펜하겐쪽으로는 왕복철도와 왕복 2차선 도로가 건설된 해저터널이 연결돼 있다. 세계에서 제일 긴 침매터널로 덴마크쪽 600m 폭의 드로겐해협(Drogden Channel)의 수심 10m 하부에 건설되었다. 터널은 전장 3.5km, 8개의 세그먼트로 분할 되어 제작되는 침매함(176m×38.8m×8.6m) 20개와 양측의 갱구부, 포탈(portal) 2기로 구성되어 있다. 철도구간에는 양편에 비상통로가 있으며 88m 마다 비상문이 있다. 도로용 터널의 중앙에는 1개의 서비스터널이 있으며 비상시에는 비상탈출로로 이용된다. 88m 마다 철도구간과의 연결통로가 있다. 교량내 속도는 110km/h, 터널에서는 90km/h 기준으로 설계되었다.

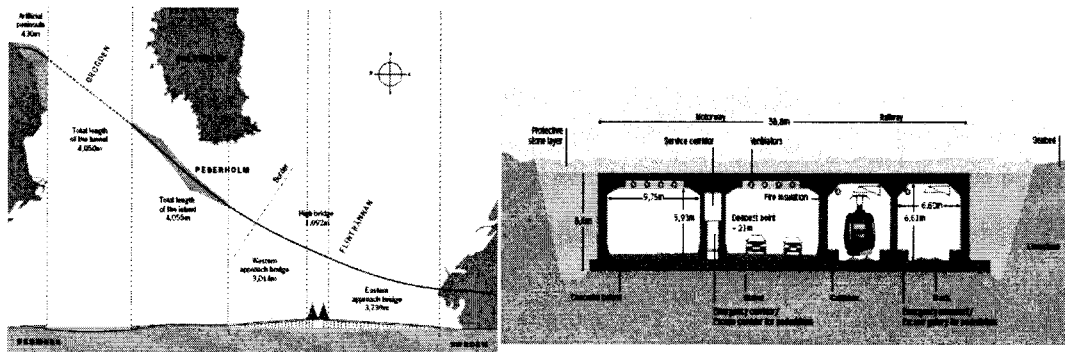


그림 5. 오레선드 해저터널

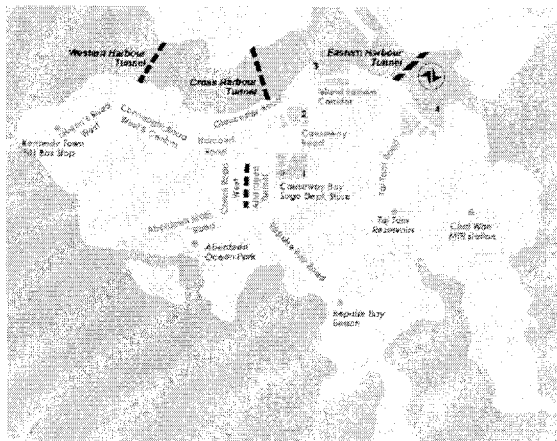
3.6 링컨해저터널(Lincoln tunnel, 미국)

뉴저지와 뉴욕을 연결하는 터널로서 주중 1일 평균 통행량이 6만2천대에 달하는 가장 통행량이 많은 터널중의 하나이다. 1930년 터널 계획을 수립 후 3개의 터널은 순차적으로 중앙터널 1937년 12월, 북쪽 터널 1945년 2월, 그리고 남쪽터널 1957년5월에 준공되었다. 터널의 길이는 북쪽 터널 2.267km 중앙터널 2.489km 그리고 남쪽터널이 2.426km이었다. 터널내부 도로폭은 6.54m, 터널의 부 직경은 9.4m로 도로까지의 최대 수심은 29.4m였다. 중앙터널 공사비는 미화 75백만달러, 남쪽 터널은 접속도로 공사비를 포함한 미화 85백만달러가 소요되었다. 해저터널 시공에 따른 터널 내부의 압력의 차이를 견디면서 터널 굴착을 하는 것이 가장 힘든 작업이었다. 밀폐된 작업구간 내에서 작업자들이 조정된 압력에 익숙해진 후 다음 작업장으로 이동하는 식의 공정으로 공사 속도가 늦어졌다.

3.7 홀랜드 해저터널(Holland tunnel, 미국)

맨하탄섬과 뉴저지를 연결하는 터널중의 하나다. 1906년 당초 해저터널대신 뉴저지와 뉴욕을 연결하는 다리를 건설할 계획이었으나 공사용 부지 확보에 따른 예산부족으로 해저터널로 변경하였다. 실제 공사 착공은 1920년에 이루어졌으며 기술적으로 시공상에 문제가 된 것은 환기 시스템의 개발문제였다. 이를 해소하기 위해 4개의 환기구에서 매 90초 마다 신선한 공기를 42개의 통풍팬에 의해서 주입하는 방식을 채택하였다. 7년간의 공사 끝에 13명이 희생을 당하고 1927년 11월에 개통되었다. 가장 큰 시공상의 애로는 해저터널 작업에 따른 공기 압력에 견디는 일이었다. 터널은 남쪽터널 2,536m, 북쪽 터널 2,593m, 도로폭은 6m이며 수심은 중심부가 28.3m에 달하였다. 투입예산은 48백만달러(현재가치 14억 달러)였다. 1949년 터널내부에서 인화물질은 실은 트럭의 화재로 내부 시설이 전소되는 피해를 당한 후 엄격한 안전 규칙을 적용하고 있다.

3.8 홍콩해저터널



Cross harbour tunnel	
Eastern harbour tunnel	
Western harbour tunnel	

그림 6. 홍콩의 해저터널

1) 크로스 하버(Cross Harbour) 터널

홍콩섬과 Kowloon을 잇는 첫 해저터널(침매터널)로서 1972년 개통되었다. 터널건설 전까지의 통행은 페리(ferries)로만 가능했다. 1일 평균 차량 통행량은 121,700대이다. 터널은 왕복2차이며 터널의 길이는 1.6km이며 침매함(114m×22.16m×11.0m) 15개로 구성되어 있다. 터널바닥까지의 심도는 28m이다.

2) 이스턴 하버(Eastern Harbour)터널

크로스하버터널의 극심한 혼잡으로 인하여 홍콩에서 추가로 건설된 2번째 해저터널로서 1986년 8월에 착공 1989년9월에 준공한 1,859m 길이의 침매터널이다. 침매함은 모두 15개(122m×35m×9.5m 크기 10개; 128m×35m×9.5m 크기 4개; 126.5m×35m×9.5m 크기 1개)로 구성되어 있다. 터널바닥까지의 심도는 35m이다. 현재 3개의 터널이 빅토리아 항구 해저로 연결되었다. 터널내에는 5개 분리구간이 있는 데, 도로용 2개구간, 철도용 2개구간, 환경·전기 설비용 1개구간으로 되어 있다.

총투자비 홍콩달러 22억은 100% 민자 유치하였다. 1일 평균 차량 통행량은 약73,500대이며 항

후 추가 터널을 1개 신설할 계획이다. 터널 관리는 "New Hong Kong Tunnel Co."가 2016년 까지 통행수입으로 운영하기로 정부와 계약되어 있다. 이 회사는 현재 242명의 임직원으로 구성되어 터널의 일상관리를 비롯한 기술적인 부분까지 총망라하여 관리하고 있다. 터널내부의 안전성을 고려하여 위험물질의 사전 출입 검사, 차량배기 가스의 엄격한 통제, 정기적 장비의 점검, 1일 터널내부 청소로 청결하고 안전한 터널 환경 유지하고 있다.

3) 웨스턴 하버(Western Harbour)터널

홍콩에서 수송부문의 최고금액 민자투자프로젝트로서 1993년 8월 계약 후 1997년 4월에 준공되었다. 터널 순수 공사비 홍콩 달러 57억을 포함해서 총공사비는 70억 달러가 투입되었으며 터널 관리회사인 Western Harbour회사는 공사기간을 포함한 30년에 걸친 운영수익으로 투자비를 상환하게 된다. 두개의 터널은 각각 3차선으로 이루어져 있으며 1일 평균 차량 통행량은 39,200대, 터널 내구수명은 120년으로 설계되었다. 터널길이는 양편 입구 길이를 포함하여 2,000m 이나 순수한 터널 길이만은 1,363.5m이다. 터널내 사고발생시 터널 직원의 접근 3분 내, 사고차량 정리 6분 내로 표준을 정해서 관리에 임하고 있다. 터널 시공은 침매공법을 사용하였는데 터널로 사용할 콘크리트 침매함(113.5m×33.4m×8.57m) 12개를 육상에서 제작하여 해저에 설치하고 각 침매함의 접착 부위는 고무 가스켓을 사용하여 연결 시킨 후 터널주위를 모래와 암석으로 덮어 터널을 완성하였다. 터널바닥까지의 심도는 33.4m이다.

3.9 Xiamen East 해저터널(중국)

중국 자체적으로 설계한 최초 해저터널로써 2005년 5월 건설이 시작되어 2010년에 완공될 전망이다 이 터널은 아모이섬 서쪽의 산악로와 접하며 동쪽 5개 선착장에서부터 내륙의 상안구까지 연결되고 또한 상안터널과 접해있다. 터널의 길이는 9km로 이 가운데 바다를 건너는 주요 터널의 길이는 5.95km 이다. 가장 깊은 터널의 위치는 해수면으로부터 약 70m 아래이며, 총 건설비용은 약 32.5억 위안(미화 391.5백만달러)으로 예상된다. 터널은 전체 6차선을 설계되며 차량속도는 80km/h 로 제한된다. 해저터널 건설후에는 아모이대교부터 해창대교까지 아모이섬을 출입하는 차량의 30%를 담당할 수 있을 것으로 전망된다. 전문가에 따르면 기술면에서 볼 때 교량과 터널의 건설이 모두 가능하지만 환경과 자원보호를 고려해 터널식 굴착방법이 채택되었다. 전문가들은 터널식 굴착방법이 대외교통을 전천후 보장할 수 있으며, 이 일대 해역의 활유어 등 희귀종을 보호할 수 있고, 또한 고압선관리에 유리하다고 밝혔다.

3.10 구상중인 해저터널

1998년 11월 중국 푸젠성 샤먼에서 미국, 프랑스, 일본, 싱가포르의 터널 전문가 70여명이 모여 대만과 중국을 연결하는 대만해협 해저터널 건설방안을 논의했다. 검토노선은 북선과 남선 2개안으로 북선은 푸젠성 푸칭~핑탄~대만 신주에 이르는 길이 130km의 터널이고 남선은 샤먼~진먼~핑후~대만 사이를 연결하는 길이 210km의 터널이다. 북선을 채택할 경우 건설비용은 1조 4400억위안이고, 건설기간은 16년으로 각각 추산됐다.

유럽 대륙과 아프리카 대륙을 잇는 지브롤터 해저터널의 건설을 위하여 1980년 10월 스페인과 모로코간에 협정이 체결된 바 있다. 1989년 타당성조사를 위한 추가협정이 있었고, 1990~1996년 4차례 국제회의를 개최, 타당성 및 개발방향을 논의했다. 1990년 예비타당성 조사가 완료되었고

1996년 1단계 조사가 완료되어 기본 노선대안이 결정되었으며 1997년부터 2단계 타당성 조사중에 있다. 최대수심은 320m, 해저면에서 100m 하부로 터널이 위치한다. 터널의 길이는 스페인 카날레스~모로코 시레스간 42.7km(해저터널구간 27.7km)으로 셔틀열차로 승객과 화물, 차량을 수송하며, 최고 속도는 120km/h이다. 공사는 2단계로 시행되며 1단계는 2045년까지 수요를 처리할 1개의 터널을 건설, 연간 경차량 158만대와 중차량 46만대, 1,600만명의 여객을 수송할 예정이다.

이스탄불에서 보스포러스해협으로 갈라져 있는 유럽과 아시아 대륙을 잇는 세번째 연결로가 될 보스포러스 해저터널지하철 공사가 2004년 5월 9일 착공되었다. 이 터널은 총 13.7km 길이로 이 중 1.4km가 해저에 위치한다. 내진설계 시공될 이 터널은 약 55m 수심의 해저를 지나게 되어 있으며 지하철과 연결될 것이다. 이 공사는 총 20억~25억달러 규모로 예상되고 있으며, 일본국제협력은행 차관자금으로 일본-터키 컨소시엄이 프로젝트를 시행해 2008년 완공될 예정이다.

러시아 극동 사할린 섬과 본토인 하바로프스크주를 철도가 깔린 해저터널(7km)로 연결하고, 다시 사할린과 일본 홋카이도를 잇는 해저터널(42km)을 건설하는 방안도 검토되고 있다. 한편 러시아 대륙 동단과 북미대륙 알래스카 사이의 베링 해협 85km를 해저터널로 잇는 계획이 있다. 200조 원이 투입되는 초대형 사업인데, 최근 기초 설계를 위해 자료조사를 한 것으로 알려졌다.

4. 해저터널 관련기술

해저터널 건설에 필요한 기술로서는 다음과 같은 것들이 있다.

1) 지반조사기술

고해상 해저탐사를 이용한 암반구조 및 특성조사기술, 다중 물리탐사에 의한 해저암반 영상화 기술, 막장전방 지질정보 확보를 위한 선진시추기술

2) 설계기술

고수압, 장대 터널 최적 단면 해석/설계기술, 해저심부에 건설되는 장대터널의 환기 또는 배수 방식에 대한 설계, 터널 의사결정체계(DAT; Decision Aids in Tunnelling)기법개선

3) 시공기술

고수압하에서의 터널 용수대책을 위한 최적 주입공법 개발(침투성과 장기발현성의 향상을 위한 재료개발, 개량범위, 주입공 배치, 주입기준, 작업성이 우수한 주입기계의 선정), 해수조건에서 방부식 기능이 뛰어난 고효율/장수명 지보재 개발기술, 초고속/초정밀 기계화/자동화 굴착기술, 인공섬 건설기술, 최적 공정관리 기술

4) 방재 및 유지관리 기술

초장대터널 화재·방재 및 환기기술, 내구성있는 영구 계측장비의 개발

5. 결 언

- (1) 해저터널은 교통량이 많은 해상에서 위험한 장애물이 될 수 있는 해상구조물과는 달리 해상교통을 전천후 보장할 수 있으며, 해역의 활유어 등 어장 보호와 해안선의 보존이 가능하

는 등 자연친화적이라는 잇점이 있다.

- (2) 해저터널은 쾌적한 국토환경 조성. 교통체계 효율화에 긍정적 효과를 가져오며, 지역경제 통합에 의한 경제적 효과와 지역간의 균형개발에 대한 효과가 있다.
- (3) 해저터널을 효율적이고 안정적으로 건설하기 위해서는 각종 첨단기술이 동원되어야 하며 시공시 여러 어려운 기술적인 문제들을 해결하는 과정에서 관련 토목기술의 개발이 촉진될 수 있다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행하는 2005년도 건설핵심기술연구개발사업(과제명: 해저시설물 차폐기술개발)에 의하여 연구비가 지원된 것으로 이에 깊은 감사를 드립니다.

■ 참고문헌 ■

- 1. 송원경, 정소걸, 이명중, 김병엽, 2003, 해저터널 건설을 위한 핵심기술개발연구, 한국지질자원연구원 연구보고서, 기획2차-04, 51p.
- 2. 신희순, 2000, 영·불 해협 해저터널, 터널기술, Vol.2, No.3, 18-26.
- 3. 윤지선, 이두화, 2000, 세이칸 터널, 터널기술, Vol.2, No.3, 27-39.
- 4. 이인기외, 2000, 마산만 해저횡단터널, 대한터널협회지 Vol.2, No.3, 48-57.