

(기술정보)

후버댐(Hoover Dam) 紹介

安 相 鎭*/金 雄 鎔**

지난 7월 25일~30일간 美國 土木學會(ASCE) 水工學 學術論文 發表會 참석차(場所: San Francisco) 가는 도중에 Hoover Dam과 California 淨水場을 見學할 기회를 가졌다. 이 중 특별히 감명 깊게 본 것이 Hoover Dam이라 가져온 팸플릿을 中心으로 紹介코져 한다.

歷 史

수백만년동안 콜로라도강은 그 지역에 영향을 주어왔다. 강이 형성된 후에 콜로라도강은 록키산맥에서 캘리포니아 灣까지 1400mile에 이르는 그랜드캐년(Grand Canyon)을 포함하는 거대한 계곡을 만들어왔다.

콜로라도강을 따라서 초기에 정착한 移住民들은 灌溉를 위해 강물을 전환하여 강으로부터 이 지역에 주는 재해의 충격을 개선하려고 시도하였다. 그러나 매년 봄과 초여름에는 녹은 눈으로 인해 강의 經路를 따라서 저지대에 洪水를 일으키고, 그로 인해 많은 생명과 곡식과 재산을 앗아갔다. 늦여름과 초겨울에는 강이 물이 졸졸 흐를 정도로 말라서 관개용수로 이용할 수 없을 정도로 죽은 강이 되어왔다. 물이 없이는 작물과 가축은 시들고 죽게된다.

너무 많거나 너무 적은 물의 循環은 그 강의 有用性을 制限한다. 홍수로 부터 저지대의 계곡을 보호하고 안정성의 확보와 일년내내 물을 공급하기 위하여 강물을 제어할 필요가 있었다. 1905년 강물의 흐름이 바뀌면서 발생한 비참했던 홍수는 캘리포니아주의 임페리얼 溪谷에서 발생되었는데 이

事件으로 인해 강물의 調節과 灌溉에의 必要性에 대한 동기를 더욱 증가시켰다.

이 임페리얼 계곡의 洪水는 초봄에 갑자기 밀어닥친 突發洪水가 정상적으로 흐르는 유량과 합쳐져서 높은 流出을 발생시켰다. 이 높은 流出은 강으로부터 Imperial 運河까지 물을 대기 위하여 임시로 만든 水路內에 건설된 작은 흙댐을 崩壞시켰다. 이 運河는 멕시코를 경유하여 임페리얼 계곡에까지 도달하였으며, 많은 양의 유량이 수로의 水位를 높여감에 따라 콜로라도강은 그 경로를 바꾸었고 임페리얼 계곡과 Salton湖로 氾濫하기 시작하였다.

이 홍수는 이 계곡을 16개월 동안 침수시킨 후 본 경로로 되돌아갔다. 이 범람으로 인하여 住宅과 農作物이 파괴되었고 고속도로와 철도, 灌溉 施設에 막대한 損害를 입혔다. 또한 Salton湖의 表面積을 22mile²에서 500mile²로 增加시켰다. 현재 Salton湖는 表面積이 360mile²이고 沿岸線이 110mile로 측정 되었다.

강을 이용할수 있게 되기전에는 물의 사용은 강에 접해있는 7개 洲에 公平均하게 分配되었다. 1922년 1월 각 洲의 대표자들은 물의 사용에 대한 각 洲의 권리에 대한 협상을 하기 위하여 모였다. 당시 商工省 長官이었던 허버트 후버(Herbert Hoover)는 성공적으로 會談을 이끌므로써 1922년 11월 콜로라도 江 條約을 체결하게 되었다. 이 조약으로 물의 이용권은 上流와 下流 콜로라도강 流域으로 나누었다. 이 조약은 강물을 調節, 統制, 利用을 위한 施設의 建設을 가능케 했다. 6년뒤 1928년에 國會는 후버댐의 建設과 전 미국 水路 體系를

* 副會長, 忠北大學校 工科大學 教授

** 忠北大學校 工科大學 都市工學科 助教

인가하는 볼더캐년 계획령을 認可했는데 이로서 캘리포니아주와 아리조나주의 건조한 땅에 물을 공급하게 되었다.

후버댐의 건설은 1931년에 시작되어 計劃보다 2년 빠르게 1935년에 完工되었다. 1935년 9월 30일 제 32대 루즈벨트 대통령은 이 댐의 준공식을 가졌다. 發電設備은 1936년에 完成되었고 그해 10월에 첫번째 가동을 시작하였다. 마지막 發電設備로 17號機의 發電機가 1961년에 가동되었다.

허버트 클락 후버 대통령

허버트 클락 후버는 미국의 제 31대 대통령이 다. 資源保護論者로서 그는 우리에게 天然資源의 誤用을 막고 國土를 災難의 洪水로부터 保護하려 하였다. 工學者로서 그는 콜로라도 강의 거대한 콘크리트 댐 建設을 강력히 支持하였다. 이 地域에 콘크리트 댐 建設은 강물의 制御와 강 유역의 土地에 灌溉用水를 공급하고 남부 캘리포니아 지역에 비옥한 農土를 提供하여 충분한 물을 供給하기 위해서였다.

후버 대통령은 볼더 캐년 計劃의 財源은 후버댐 水力發電에서 나오는 電力의 販賣로 완전히 充當될 것이라고 主張하였다. 그는 個人的으로 댐의 位置, 實行 可能性, 후버댐의 '安全性등을 협의하는 사전 建設會議에 참여했는데 이는 이 댐의 규모가 사상 最大였고 콜로라도강의 물 供給 및 制御의 열쇠를 쥐고 있었기 때문이었다.

工學的 奇蹟

콜로라도江의 多目的 利用計劃의 선구자적 役割을 한 후버댐은 네바다주와 아리조나주 사이의 블랙 캐년(Black Canyon)에 위치하고 있다. 1955년 美國土木學會는 후버댐을 現代 土木工事의 7대 건축물 중의 하나로 選定하였다. 이 名譽를 認證하기 위한 青銅版이 댐 中央의 道路 근처에 세워져 있다.

1985년 후버댐은 內務省에 의해 國家의 歷史的인 記念碑的 施設物로 選定되었고, 美國 土木學會에 의해 國家의 歷史的인 土木工學的 記念碑로 選

定되었다.

후버댐은 그 당시에 세워진 가장 큰댐으로써 전례없는 훌륭한 댐이었다. 아치-重力댐인 후버댐은 最下層의 基礎巖으로부터 726ft높이로 세워져 있으며, 현재까지도 西半球에서 가장높은 콘크리트 댐이다. 후버댐의 바닥部 두께는 660ft이고, 頂上部는 45ft이며, 블랙캐년을 가로질러 1,244ft에 걸쳐있다. 본댐은 440만 yard³의 콘크리트 容積을 가지고 있으며, 發電裝置와 構造物등을 포함한다.

mead湖는 人工湖水로서는 미국내에서 最大이다. 이 湖水는 댐 110mile 상류에서 댐을 지원해주고, 2850만 acre-feet의 容량을 가지고 있으며 (1 acre-feet의 물은 325,851 gal이다), mead湖는 1924년에서 1936년까지의 開發責任者였던 Elwood mead 博士의 이름을 따서 命名되었다.

多目的 利益

후버댐은 多目的 水資源開發의 일환으로 美 開拓局의 노력에 의해서 建設되었다. 이 댐은 洪水調節, 즉 灌溉 및 都市와 産業에 필요한 물을 貯藏하고, 水力發電에 의한 電力供給, 레크레이션, 낚시 및 野生動物의 棲息에 필요한 물을 공급해준다.

후버댐 貯水池인 mead湖는 콜로라도강 流域에 흐르는 거의 2년치의 물을 貯藏할 수 있는 容량을 가지고 있다. 이 貯水池는 필요한 만큼 연중내내 規則的으로 물을 放流할 수 있다.

콜로라도강의 水資源은 미국에 백만 acre 이상의 땅에 灌溉되고, 멕시코에는 거의 오십만 acre 이상의 물을 灌溉해주고 있다. 이 물은 1400만명 이상의 市民에게 工業用水와 生活用水를 供給해준다.

이 물은 Hoover turbin을 통하여, 네바다주, 아리조나주, 캘리포니아주 에서는 적은 費用으로 水力電氣를 生産하고 利用할 수 있다. 그리고 50만 家庭이 사용하기에 충분한 약 40億 kw/hr의 電力을 매년 生産하고 있다.

흔타했던 貯水池의 물은 지금은 눈부실 만큼 깨끗한 물로 변해있고, 강 全域에 펼쳐져있다. 콜로라도에 있는 후버댐 및 그밖의 댐들로 인하여 亂流에 의한 불규칙흐름을 統制할 수 있게 되었고, 매

년 1000만 이상의 시민들에게 休息處로 提供되는 맑고 깨끗한 물을 만들어내고 있다. 이 물은 또한 댐 建設前 거의 메마른땅이었던 지역에 물고기들과 野生動物들의 棲息地를 形成해 주었다.

후버댐은 自然災害로부터 自然資源으로 콜로라도江을 變貌시켰으며, 南西部 地域의 經濟를 튼튼하게 해주었다.

農 業

후버댐 배후에 貯藏된 콜로라도 강물은 미국내 가장 부유한 農土들에 물을 대주고 있다. 강을따라 形成되어있는 무더운 사막기후에 있는 溪谷과 大地에는 이제 많은 종류의 과일, 채소 및 곡물들이 자라고 있으며, 美國全域의 저녁식탁에 좋은 음식을 일년내내 공급하고 있다. 매년 이들 農作物로부터 얻는 收入은 1 acre당 수백달러가 넘고있다. 1989년의 예를들면, Coachella계곡 및 Imperial계곡에서 얻어진 農產物은 總 93억달러에 달했으며, 平均收入은 1 acre당 1800달러 以上이었다.

후버댐의 콜로라도강의 統制와 調節로부터 얻는 利益으로 實施하는 주요 프로젝트들은 콜로라도강 유역의 Palo Verde 溪谷의 인디언 保護事業, 아리조나洲의 Yuma 프로젝트 와 Gila 프로젝트, 그리고 캘리포니아주의 Imperial계곡 및 Coachella계곡에서의 事業들을 포함하고 있다.

모든 미국의 運河體系는 콜로라도江에 있는 Imperial댐에서부터 전환된다. 이 運河體系 地點에서 가장 먼 地點까지의 到達時間은 10日 정도이며, mead湖로부터 500마일의 거리이다.

에너지

1939년에서 1949년까지 후버發電所는 세계에서 가장 큰 水力發電 設備를 갖추고 있었다. 후버발전소는 아직도 17機의 發電機와 2곳의 발전서비스 시설을 갖추고 있는 미국에서 가장 큰 발전시설중의 하나이다.

水力發電은 發電機를 稼動함으로써 터빈을 통과한 빠른 물에 의하여 생산된다. 물은 발전용으로 쓰여진 후에 다른 用度로 쓰여질때 까지 변하지 않

고 흐른다. 생산된 전기는 깨끗하고 汚染되지 않으며, 다른 형태의 에너지와는 달리 原狀回復이 가능하다.

電力과 水力의 販賣를 통해 얻어지는 收入중 일부는 美開發局의 프로젝트事業에 利用되며 나머지는 美聯邦財政委員會로 들어간다. 후버댐 建設에 사용된 약 1억 7천 5백만달러의 費用은 聯邦財政委員會로부터 借用하였고 50년이후, 환불하기로 하였다. 후버댐과 發電所에서 生産된 水力 및 電力의 販賣로부터 얻는 收益은 2억 6천만달러의 利益을 남긴채 聯邦財政委員會에 返還되었고, 50年間의 條約도 1987년 5월 31일부로 끝이났다. 1989년 9월 30일까지의 總收益은 대략 6억 3천 6백만달러였으며 모든 프로젝트사업의 要求事項에 充足되었다.

후버댐의 에너지는 美國 西部地域 電力公社에 의해 일반에게 공급되며, 供給期限은 2017년까지이다. 電力增強된 에너지는 다음과 같은 比率로 各地域에 配分된다.

아리조나洲	18.9527%
네바다洲	25.1378%
Azusa市	1.1487%
Anaheim市	0.1104%
Banning市	0.0442%
Burbank市	0.5876%
Colton市	0.0884%
Glendale市	1.5874%
Los Angeles市	15.4229%
남부 캘리포니아의 해안도시지역	28.5393%
Pasadena市	1.3629%
Riverside市	0.8615%
남부 캘리포니아 Edison Company	5.5377%
Vernon市	0.6185%

發電機의 電力增強計劃은 現在도 進行中이다. 發電用량은 1,344,800kw에서 2백만kw 이상으로 증가하고 있다.

都 市

娛樂, 낚시, 및 野生

콜로라도강의 調節 및 制御에 의해, 후버댐은 Los Angeles, San Diego 및 그밖의 南西部 都市 들에 生活用水 및 産業用水를 供給해준다. Phoenix市 및 Arizona市는 중앙 아리조나 프로젝트가 1985년에 시작되면서 用水를 供給하기 시작했다. Tuscon 地域도 1991년 초부터 水공급의 計劃이 서있다. 그밖의 몇몇 農業利用者들과 小都市 그리고 Phonix地域 및 Tuscon地域 사이에 살고있는 인디언 社會에도 역시 이 댐에서 供給되는 물을 利用하고 있다.

파커댐(Parker Dam) 및 이 댐의 貯水池인 Havasu湖는 후버댐에서 155마일 下流에 位置하고 있다. Havasu湖에는 콜로라도江 送水管이 浚渫되어 맑고 깨끗한 물을 공급하고 있으며, 중앙 아리조나 프로젝트에도 寄與하고 있다. 파커댐은 南部 캘리포니아의 大都市 水域圈에 의해 조성된 基金으로 建設되었다.

1941년부터, 콜로라도강 送水管은 파커댐 배후의 Havasu湖의 물을 배수하여 Los Angeles의 大都市 地域에 供給하고 있다. 이 콜로라도강 送水管은 San Diego 送水管으로 다시 分離되는 都市用水體系를 이루고 있다.

후버댐 및 파커댐에서 生産되는 水力에너지의 一部는 콜로라도강 送水管을 통해서 揚水된다. 242mile이나 되는 이 送水管은 하루에 1천만갤론 씩을 연간 공급하고 있다. 다섯개의 揚水場에서는 콜로라도江과 海岸平原사이의 산을 넘어 1,617ft 이상 물을 끌어올린다.

콜로라도강 送水管 역시 美國 土木工學會에서 現代 土木工事의 7대 建築物 중의 하나로 選定되었다.

Las Vegas지방의 大都市 地域의 家庭과 産業은 mead湖로부터 콜로라도강의 물을 供給받고 있으며, 이 用水供給을 위한 Robert B. Griffith 用水計劃이 1982년에 完成되었다.

mead湖는 미국내 최대의 市民休養地 이다. 매년 8백만명 이상의 시민이 수영, 보트타기, 스키, 및 낚시를 하러 12개월 내내 이곳을 찾고 있다.

검은 줄무늬 Bass 물고기, 무지개 식용송어, 개복치류, 크래피, 및 대기등이 이 호수에서 發見된다. mead湖는 낚시 制限時期가 없기 때문에 매년 많은 낚시꾼들이 이곳을 찾고 있으며, 많은 낚시大會가 이곳에서 계절에 관계없이 열리고 있다.

湖水 및 湖水周邊地域은 mead湖 國立休養地로 선정되어 있으며, 國立公園管理公團에 의해 管理되고 있다. 이 地域은 또한 mohave湖를 포함하고 있으며 후버댐에서 67mile 下流에 Davis댐이 위치해 있다.

mohave湖 내의 차가운 물과 mead湖의 깊은 물이 어우러지고, Willow Beach 國家 養殖場에서 放流되는 물고기들로 인하여, 이 地域은 훌륭한 송어 낚시장으로 각광받고 있다.

mead湖 및 mohave湖는 또한 많은 種類의 물새류와 기타 鳥類들의 安息處가 되고 있으며, 게다가 이 호수들은 근처의 山岳地帶에 사는 산양 및 그밖의 野生動物들의 生活에 기여하고 있다.

후버댐 필름이용

“후버댐 이야기”라는 28분짜리 VHS 비디오 테입이 學校, 市民團體와 클럽, 그밖의 公共團體 및 TV放送局의 要請에 따라 利用되고 있다.

이 필름은 필요한 단체나 기관 및 개인은 다음의 住所로 연락하면 얻을 수 있다.

U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Code D-1500, PO Box 25007, Denver, Colorado 80225-0007.

이 필름은 返送 郵便料金 이외에는 費用을 받지 않고 무료로 配付하고 있다.

이 필름은 후버댐의 建設에 관한 극적인 內容이 收錄되어 있으며, 太平洋의 南西部地方의 景觀 및 生活相이 간략하게 壓縮되어 紹介되어 있다. 또한, 댐의 建設, 마지막으로 設置된 發電機, mead湖에

자의 休養 및 下流의 開發等에 對해서도 描寫되어 改寫되어 있다.

觀光案内

開發局의 案内者가 크리스마스를 제외하고 후버 댐을 매일 案内하며 案内하고 있다.

記念日 또는 週末에는 觀光案内 車輛이 오전 8:00 오후 6:45분까지 運行하며, 그 이외에는 오전 9:00 오후 4:45분까지 毎日 運行하고 있다.

또한 展示館에는 발전기 模型 및 콜로라도 강 流域의 地形圖가 市民들에게 公開되어 展示되고 있다.

1937년 이래로 2천 7백만명 이상의 觀光客들이 이 댐과 發電所를 訪問하였으며 매년 700만명 이상의 觀光客이 이 댐을 찾고 있다.

施設概要

수심
높이 : 221.28m

정상부 길이 : 379.2m
정상부 두께 : 13.7m
바닥부 두께 : 201.2m
댐의 부피 : 250만m³

○ 貯水池

mead湖는 滿水시에는 沿岸線이 885 km이며, 死水量(dead storage)을 포함하여 容積이 35,200,000,000m³이다.

최대수심 : 152m

표면적 : 63,900ha

餘水路의 水門은 表高 372.28m의 높이에 위치하고 있으며, 모든 수치는 滿水時를 基準으로 하였다.

○ 發電所

17기의 대형발전기의 出力增強計劃이 進行중에 있으며, 1990년 중반에 출력증강된 12기의 발전기를 포함하여, 현재 1,920,000kw의 發電用量(nameplate capacity)을 가지고 있다. 전력증강 프로그램은 聯邦政府의 資金支援이 없으며, 1992년까지 17기의 發電機 모두의 電力增強計劃이 樹立되어져 있다.

