

댐건설사업과 환경보전

國際大담會

1. 서 언

물은 인간과 동식물의 존재에 매우 중요하다. 지구상의 여러지방의 인간들은 경작할 때 항상 식량, 따뜻한 기후, 거주할 집과 함께 물의 공급을 고려했다. 요즘 세계인류는, 물의 이용이 현존하는 사회의 앞으로의 개발, 지속적인 발전과 생존에 중요하다고 할 수 준에 다달았다.

더우기 에너지의 부족에 의한 충격은 더우기 커지고 있으며, 수력과 같은 재생자원(renewable resources)의 수요는 매우 크다. 수자원은 가정용이나 산업용, 관개나 수력발전을 위해 개발될 수 있으며, 이러한 개발사업에는 이따금 댐의 건설이 따른다.

댐은 또한 물의 보존, 홍수정감, 해안간척이나 보호, 선박의 운행, 유락시설등과 같은 목적을 갖는 치수사업을 위해 이용될 수 있다. 이러한 대부분의 댐건설사업은 성공을 거두고 있다.

환경에 미치는 영향에 대한 민감한 반응이 20세기에 들어서 커지고 있다. 댐기술자는 환경에 대한 요건의 중요성을 깊이 인식해야 하며, 있을 법한 이러한 형태의 난점에 대해서 사전에 충분히 고려해야 한다. 댐건설은 환경의 변화를 초래하며 이에 는 이로운 면과 해로운 면이 있다. 일반적으로 중요한 해로운 면을 해결하기 위해서 만족할만한 경제적인 해결책이 개발되어야 하며, 이러한 해결책이 책임기술자에 의해 발견되지 않을 때는 댐사업은 포기될 수도 있다.

환경에 대한 영향(enviromental impacts)의 중요성이 명백하기는 하지만, 중요한 문제들이 이 영향의 정도를 예측할 때의 어려움에서 발생한다. 이러한 어려움 때문에 과거에 몇번의 실패가 있었다.

이 몇번의 실패는 일반적으로 두가지 원인중의 하나에서 생긴다. 두가지 원인은 환경에 대한 해로운 영향의 과소평가(일반적으로 공사 발주자에 의하여) 또는 과대평가(환경문제를 완전히 現解할 하지 못한다에 대한

安全側으로의 경향)이다. 후자의 경우는 인류에 전반적으로 상당한 이득을 줄 사업을 포기하게 했을 것이며, 좀더 깊게 연구함으로써 관심을 갖는 모든 당사자들에게 만족할 만한 해답을 줄 수 있었을 것이다.

ICOLD의 환경위헌회의 결성은 이러한 원인에서 발생하는 오류를 최소로 하기 위해서 결성되었다.

이같은 댐 건설사업에 의해 발생하는 환경에 대한 안전을 보장하기 위하여 전세계의 댐 기술자들이 공통으로 적용하는 방법을 기술하며, 또한 실제 성공적이었던 해결책과 함께 있을 법한 난점들의 알려진 면의 대부분을 상술한다.

하지만 이 짧은 논문이 포괄적 일 수는 없으며, 좀더 깊은 지식을 구하고자 하는 사람을 위해서 수많은 자료가 있다.

이 논문의 끝에 몇개의 참고문헌이 수록돼 있다.

2. 사업계획

댐건설사업의 계획안은 댐의 所有主나 運營者가 고문단이나 외부의 기금에 의해 행해지는 연구에 의해서 행한다 할지라도, 댐건설사업의 의향을 갖는 이들에 의해서 창안된다. 일반적으로 所有主는 사업이 진행되는 동안, 사업의 주목적에 부합되는 경제적인 기준을 가지고 있어야 한다. 실행가능 여부 조사(feasibility study)는 문제들을 평가하고 또 실행가능한 해결책의 범위내에서 경제적인 해석을 한다. 이 조사는 들어가지 않은 환경문제도 다룰 수 있도록 고려해야하며, 그렇지 않으면 경제적인 해석은 비현실적인 것이 된다.

ICOLD는 실행가능 여부조사 단계와 그후에 기술자들을 돕기 위해서 matrix를 개발했는데 이 matrix는 중요하게 인식된 환경에 대한 모든 효과의 checklist로서 사용되고 상호반응과 가능한 해결책을 명확하게 해주므로 문제를 평가하는데 도움이 된다.

댐건설사업은 나라마다 독자적인 허가절차를 갖고며 owner의 통제가 아닌 정부의 통제를 받기도하고 나라

에 따라서는 국회에 상정되기도 한다. 댐건설사업과 관련이 없는 전문가나 댐건설사업의 영향을 받는 공인이 특별회의 공청회와 전달매체를 통해서 환경적 측면에 대해 언급할 수 있는 때가 바로 이 때이다. 또한 이 때에 owner는 실행가능여부조사(feasibility study)나 환경에 미치는 영향의 연구를 발표할 수 있다.

國家에 따라서 환경에 미치는 영향의 연구(enviro-mental impact study)가 법적으로 요구되는 경우도 있다.

이러한 연구들은 있을 법한 환경문제를 처리할 수 있도록 적당한 조치가 취해져야 한다는 점을 만족시켜야 한다. 공청회나 다른 허가절차(other licencing procedure)후에 owner에게 승락된 승인서는 요구되는 환경에 대한 안전대책(environmental safeguards)을 규정해야 하며, 이는 강력하게 지원되어야 한다.

댐의건설, 위탁과 가동 과정에서 기술자와 다른 전문가들은 환경적인 요소(environmental factors)를 조사하고 실제와 예상했던 것과 비교해야 한다. 예상했던 것과의 차이를 처리할 수 있도록 융통성(flexibility)이 필요하며, 이러한 관점에서 볼 때, ICOLD matrix는 상호작용을 지적하는데 도움이 된다. 독자적인 허가당국에 보고하고 이 당국에 의해 조사되는 것도 아마 생각될 수 있는 방법일 것이다. 일반적으로 이러한 행정적인 선에서 계획되고, 위임되고 가동되는 동안 환경보전에 대한 전망은 최대로 되어야 한다.

3. 환경문제와 처방

3-1. 댐을 지나는 통로

댐은 부유물, 통나무, 얼음덩어리와 선박의 통행에 대한 장애물이다.

이것은 부유체를 위한 chutes나 rakes의 설치, fishladder나 lift의 설치 그리고 감문의 설치등에 의해 해결될 수 있다.

3-2. Sediments

Sediments와 bed load는 일반적으로 하류로 흐르지 않고 저수지에 퇴적된다. Sediment나 bed load없이 댐에서 유출되는 물은 《hungry》이며 재방이나 하상의 침식을 막기 위해 하류에 river training works가 설치될 수 있다. 이미 경작지에 퇴적된 silt는 바로로 될 수도 있으며, 잘 이용한다면 잇점을 가질 수 있다. 수문학적인 조건하에서 볼 때 이러한 많은 결과들은 홍수초기에 low level spillway나 수문을 통해 silt를 함유하고 있는 물을 방출하고, 후에 깨끗한 물을

저수하기 위해 수문을 단음으로서 부분적으로 해결될 수 있다. 후자의 방법은 하류의 어류생활에 중요한 부유양분과 관련이 있으며 유익한 방법이다.

저수지에서의 sediment의 축적은 상류유역에서 재조림과 토양보호등과 같은 침식방지조치를 취함으로써 경감된다.

저수지에서 sediment의 축적, 예측, 조절등은 IC-OLD의 다국적 기술위원회에 의해서 연구되고 있으며 위원회의 보고서는 댐기술자가 sediment문제를 해결하는데 도움이 될 방향을 제시할 것이다.

3-3. 방류(water release)

일반적으로 큰 저수지는 침전지로도 이용되고 강의 하류로 유출되는 물의 혼탁도는 감소한다. 하지만 큰 유출의 시기에 작은 침강속도를 갖는 많은 양의 세립자가 유입하는 경우도 있다. 이런 경우 저수지에서의 체류는 강의 하류로 유출되는 물에 장기간의 혼탁을 초래한다. 이러한 상태는 광변의 쾌적함 뿐만 아니라 오락, 어업생활과 이수에 대한 문제를 야기시킬 수 있다. 혼탁한 물은 이따금 하나의 층을 이루며 저수지에 체류하기 때문에 selective outlet levels을 가진 intake가 깨끗한 물의 방류에 효과적이다.

수로에서의 소규모 홍수는 특히 하류의 어류생활에 중요하며, 이는 댐으로부터 compensation water의 특별방류에 의해서 지속될 수 있다. 많은 양의 방류는 강이나 해안제방의 주기적인 쇄굴을 야기시키는데 이러한 현상은 자연적인 큰 홍수에 대한 댐의 조절효과에 의해서 야기되기도 한다. 댐하부의 매마른 강바닥은 시각적으로 좋지 않으며 어업에도 해가된다.

이러한 문제를 피하기 위해서 적당한 compensation water가 댐을 통해서 방류되어야 한다.

3-4. 동물

저수지의 수위가 상승함으로써 발이 묶인 육상동물은 《Noah's Ark》형태의 작업에 의해 구조될 수 있다. 한편 수생동물과 어류는 새로운 저수지로부터 혜택을 받으며 번창하고 칠새는 저수지를 임시체류지로서 이용한다. 육상동물은 이동하는데 방해를 받으며 다른 경로가 알맞게 마련될 필요가 있다.

3-5. 기후

새로운 국부적인 기후가 새로운 큰 저수지에 의해 형성되고, 이는 여러가지 결과를 나타낸다. 즉, 안개의 형성, 변화하거나 증가하는 강우형태등이다. 이러한 결과에 대한 예측은 대체로 대기의 온도나 수온에

의해서 가능하다.

3-6. 수온

수심이 깊은 저수지에서는 수심에 따라 온도차이가 발생하며, 수면부근은 수온이 변하기 쉽고 따뜻한 계절에는 수온이 더 증가한다.

여러 수심에 offtakes를 설치함으로써 따뜻한 물과 차가운 물을 분리방류 할 수 있다. 역시 용해된 산소의 양도 수심에 따라 변하며 수심이 깊을수록 적어진다.

여러 수심에 offtakes를 설치함으로써 물을 산소함 유량에 따라 분리방류할 수 있으며, 어느 경우이든 방류된 물은 대기와 접촉함으로써 매우 빨리 정상 산소함유량을 되찾는다.

산소를 위한 냉각수에서부터 방류에 관계된 수온 문제와 다른 산업시설의 설치문제는 저수지를 분별있게 이용함으로써 경감될 수 있다.

3-4. 가스

매우 드문 경우지만, 저수지로 부터 방류되는 물에 과다하게 질소와 산소가 용해되는 경우는 특히 수면 가까이 submerged bucket을 갖고 높이가 높은 spillway의 밑부분에서 가능하다. 이러한 상태는 어류생활에 해로울 수 있으며 deflector가 알맞게 설계된다면 이러한 상태는 경감될 수 있다.

3-8. 염분

강상류로부터 간헐적으로 저수지에 유입되는 용해된 염분 저수지에서 희석되며 방류되는 물에서의 농도는 더 낮다.

하지만 hot climates에서는 저수지로부터의 증발량 때문에 염분의 농도가 점점 진해진다. 이러한 영향은 예측을 위해 수학적으로 model화 될 수 있다.

3-9. Eutrophication

Eutrophication은 특히 새로 건설된 저수지에서 발생한다. 과다한 자양분 때문에 plankton, 해초류와 잡초가 번성하고, 이런 것들이 죽어 저수지 바닥에 쌓일 때 수심이 깊은 곳의 산소량은 소모되고 황화수소는 특히 하천에서 하류로 빨리 전파되며 어류가 위협을 받게된다.

이러한 현상에 대한 제일의 처방은 저수지에 물을 저수하기전에 저수지 주변을 깨끗하게 하는 것이다. 저수지 바닥에서 벌목한 나무는 목재와 벨감으로 이용할 수 있다.

사용될 다른 방법들은 물에 공기주입 유입하는 물의 정화와 특히 질소와 인의 화합물인 비료의 흔적이 있을만한 표면유출이 저수지로 유입하는 것을 막기 위한 interception ditches를 설치하는 것이다.

다른 Eutrophication현상은 잉어와 같은 물고기를 잡아먹는 식물이 생기면서 발생하는데, 항상 최귀종이 자연동물군의 평형을 파괴하지 않도록 상당한 주의가 필요하다.

3-10. 식물군

수생식물군이 water abstraction, 전력발전, 선박의 운항과 어업생활에 지장을 줄만큼 번성할 수도 있다. 이러한 것을 막기 위해서는, 저수지의 수위를 낮추고 식물의 뿌리에 살초제를 살포하는 것과 이들의 단면을 막기 위해 성장초기 의기계적인 제거 방법과 생물학적인 통제물 위해 기생균의 사용등이 있다.

3-11. 동물군

수생동물군이 새로운 저수지에서 번성하는데 이는 일반적으로 이롭다. 하지만 새로운 종의 도입은 상당한 주의를 요한다.

지하수

지하수의 수위는 댐계획에 의해 영향을 받는 다른 지역에서 상승하거나 하강할 수 있으며, 이러한 현상은 댐과 댐밀의 강의 저류에 특히 중요하다. 상수도과 농업도 이러한 지하수위의 변화에 영향을 받을 수도 있다. 지하수위의 변화에 대해서 어떤 조치가 요구될 때, 지하수위의 상승은 배수처리에 의해 조절될 수 있으며 하강은 조절웨어, cutoffs 또는 인위적 보충에 의해 조절될 수 있다.

3-12. 산사태

홍수가 발생한 가파른 계곡에서는 저수지로 산사태가 발생할 potential을 산정하는 것이 요구되며 일반적으로 이러한 사태는 지하수조건의 변화와 급격한 저수지의 수위하강에 의해서 야기된다. 이러한 지역에 대해서는 토질역학적인 면과 지질학적인 면의 연구가 행해져야 한다. 일반적으로 배수와 안정화작업이 가능하며 초기의 거동과 수압변화를 조사하기 위해서 장비의 시설이 행해질 수 있다.

3-13. 지진

거대한 저수능력을 가진 높은 댐과 다른 특별한 경우에 대해서는 지진발생의 위협에 대해 연구가 행해져

야 한다. 암반의 응력상태가 조사되어야 하고 지질학적으로 최근에 화산을 형성한 증거가 최근 실제로 일어난 단층을 따라서 조사되어야 하며 장거리의 단층과 큰 단층에 대해서는 특별한 조사가 필요하다. ICOLD의 기술위원회는 이러한 문제를 전문적으로 연구하기 위하여 마련되었다.

3-14. 주민이동

댐건설사업에 의해 수몰되는 지역의 주민들의 이동이 발생할 수 있다. 이러한 이동은 다소 파괴적일 수도 있으나 주택개량, 사회의 쾌적(social amenities)와 가끔 새로운 정착지에서의 work prospects의 기회가 될 수도 있다. 사회적인 연구조사가 행해져야 하며 해당주민은 적합한 전달매체와 자문 program에 의해 정보를 얻도록 되어야 한다.

3-15. 농업

농업에 의해 생산가능한 계곡은 이따금 댐건설사업에 의해 수몰되기도 한다. 한편 하류의 광활한 영역 역시 관계용수공급과 댐에 의하여 이전의 홍수해로부터 보호될 수 있기 때문에 농업생산을 할 수 있다.

3-16. 고고학

유적들이 가끔 새로운 저수지 건설에 의해 위협을 받는다. 이집트의 Abu Simbel과 같이 중요한 경우에는 이전이나 보호를 위해 국제적으로 지원을 받은 계획이 마련되었었다. 다른 경우에는 장소의 기록과 가치있는 유적의 이동에 대해 계획이 수립되어야 한다.

4. 열대지방과 아열대지방에서의 건강문제

malaria, bilharzia와 onchocerciasis (filaria) 같은 열대지방과 아열대지방의 질병은 이따금 새로운 저수지가 계획되고 건설되는 뜨겁고 습윤한 지역에서 이따금 발생한다. 이러한 질병은 숙주나 병원균 매개체를 가지고 있으며 숙주나 매개체에서 어느 정도 기생하다. 결국 사람에게 옮겨진다.

이러한 숙주나 병원균매개체는 그들의 생활과정의 어느 단계에서 깨끗한 물을 필요로 하며, 새로이 건설될 저수지는 숙주의 서식처의 규모를 크게하고 그들의 팽창을 증진시킨다.

malaria의 병원균 매개체는 산란을 위해서 저수지의 가장자리나 auxiliary water system을 이용하고, onchocerciasis의 병원균매개체 흑과리는 spillway나 tailace outlets의 근처에서 발생하는 흐름이 빠른 물

에서 자란다.

bilharzia의 병원균매개체는 aquatic snail이며 정지해 있거나 천천히 흐르는 곳에서 번성한다. 사람은 달팽이에서 나오는 fluke larvae가 물속에 노출된 사람의 신체의 한부분 통해 들어옴으로써 감염된다. 그러므로 저수지의 가장 자리는 매우 중요하다. 어떤 경우에는 새로이 건설된 저수지가 아메바나 중간숙주를 가지지 않는 전염병을 번식하게 한다.

파리, 모기나 연체동물 같은 숙주가 저수지에서 서식하는 것을 방지하거나 경감시키는 것은 다음의 방법에 의해 이루어질 수 있다.

- a) 건강, 위생, 공동생활의 인식과 예방법에 관한 지역주민의 교육
- b) 저수하기전에 초목의 제거
- c) 저수지의 수위가 낮아질때 습윤지가 될 가장자리의 매물, 굴착, 배수
- d) 산란기 동안에 저수지의 수위를 일주일마다 상승 하강시킴.
- e) 살충제의 사용, 살충제는 자주 살포되어야 하며 식용어류에 해가 미치지 않아야 한다.
- f) bilharzia 달팽이에 치명적인 식물의 재배.

5. 이로운 측면효과

댐건설사업은 다목적 (수력발전, 홍수조절이나 관개 등)이거나 상수도과 같이 단일목적일 수도 있다. 대부분의 경우, 적어도 한가지 이상의 간접적인 치수나 수자원의 잇점이 있을 것이다. (즉, 물의 공급사업은 부수적으로 홍수조절효과를 갖는다)

이러한 치수나 수자원의 잇점은 주사업의 경제성의 한분야로 간주되며 측면효과에서는 제외되어야 한다.

하지만 댐건설사업의 간접효과는 매우 이로울 수가 있다.

댐건설사업은 이따금 폭포나 계곡을 잠기게 하지만, 저수지가 자연경관에 흥미와 미를 더해주는 경우도 있다. 댐자체도 관광객에 매력을 느끼게 할 수 있고 fish ladders, 감문, 발전소와 수로 같은 부속시설이 흥미를 더해 줄 수 있다. 관광이나 유락적인 면은 건강생활에 필요한 공원, 야영지, 수상스포츠나 수영할 장소를 갖춤으로서 조장될 수 있다. 적절한 안전조치와 위생시설 및 관리자의 통제가 따른다면 일반인의 접근이 금지될 필요가 없다.

새로운 저수지의 건설로 따르는 도로의 재정비와 project area에 대한 접근로는 통신을 향상시킬 기회가 될 수 있고, 경제개발과 관광개발이 새로운 지역에

서 전개될 수 있으며 새로운 수로운항은 이런 점에서 효과적이다.

새로운 저수지에서 어업생활이 오락적인 면이나 경제적인 면에서 행해질 수 있으며 후자는 양어장의 형태를 취한다.

6. 사후감시와 조절

조사, 설계, 시공 및 위임하는 동안에 owner를 대신하는 기술자와 허가당국(Licensing authority)는 댐 건설사업에 능동적으로 종사해야 한다.

환경요구조건(environmental requirements)은 효과적으로 지켜져야 하며 예측했던 것과 차이가 있을 때는 즉각적으로 대처해야 한다. 일반적으로 Owner는 댐에 상주하고 책임을 질 전문기술진을 고용해야 하며 환경에 대한 영향의 감시가 그들의 의무에 포함된다. 또한 이 전문기술진은 중요하다고 할만한 사항이나 사건을 예리하게 관찰하고 보고해야 한다. 예기치 못했던 사건이 발생하면 당국이 즉각적인 주의를 기울이도록 해서 전문가가 연구할 수 있도록 해야 한다. owner의 계속적인 감시활동 더불어 특별한기간 동안에 독자적인 조사가 있어야 한다. 이러한 독자적인 조사는 개인이나 여러분야의 전문가들에 의해 행해져야 하고 사업의 승인에서 규정될 수 있도록 되어야 한다.

7. 환경과 수자원의 관리

물은 환경의 중요한 요소이며 생태학적인 면에서 물은 인간과 인간의 거주지에 필연적인 것이다. 물에 대한 인간의 수요는 증가하고 있으며 댐과 저수지는 필연적인 산물이다.

관계적인 연구와 공학과 관리의 공동협력에 의해서, 댐건설사업은 주사업목적과 환경의 보호 및 개선의 성공을 극대화 할 수 있도록 달성될 수 있다.

환경의 변화는 일어날 것이지만 이 변화는 파괴를 의미하지 않는다. 환경의 변화의 영향은 성공적으로 조성될 수 있고 유익하게 될 수도 있다.

BIBLIOGRAPHY

- ACKERMANN, W.C. et al. : 《Man-made Lakes: Their problems and Environmental Effects》, American Geophysical Union, Washington D.C. 1973.
《Les lacs artificiels: leurs problèmes effets

sur l'environnement》, Association Américaine de Géophysique, Washington D.C. 1973.

American Society of Civil Engineers : 《Environmental Effects of Large Dams》, New York 1978.

Société Américaine des Ingénieurs : 《Les effets des grands barrages sur l'environnement》, New York 1978.

ICOLD/CIGB : 《The Consequences on the Environment of Building Dams》. Question 40, Proc. 11th Congress, Madrid 1973.

ICOLD/CIGB : 《The Effects on Dams and Reservoirs of some Environmental Factors》, Question 47, Proc. 12th Congress, Mexico 1976.
《Les effets de quelques facteurs d'environnement sur les barrages et les retenues》, Question 47, Comptes Rendus 12^e Congrès, Mexico 1976.

ICOLD/CIGB : Bulletin 35-June/juin 1980.

Int. Bank for Reconstruction and Development : 《Environmental Health and Human Ecologic Considerations in Economic Development Projects》, Washington D.C. 1974.

Banque Int. pour la reconstruction et le développement : 《Considérations sur la préservation de l'environnement et l'écologie humaine dans les projets de développement économique》, Washington D.C. 1974.

LAGLER, Karl F. : 《Man-made Lakes: Planning and Development》 UNDP/FAO, Rome 1969.
《Les lacs artificiels: programmation et développement》 PNUD/FAO, Rome 1969.

Scientific Committee on Water Research : International Symposium on made-made lakes, Knoxville, Tennessee 1971.

Comité Scientifique de Recherche Hydraulique : Symposium International sur les lacs artificiels, Knoxville, Tennessee 1971.

SCOPE Report 2 : 《Man-made Lakes as Modified Ecosystems》, Int. Council of Scientific Unions, Scientific Committee on Problems of the Environment, Paris 1972.

SCOPE Rapport n°2 : 《Les lacs artificiels en tant que systèmes écologiques modifiés》, Conseil

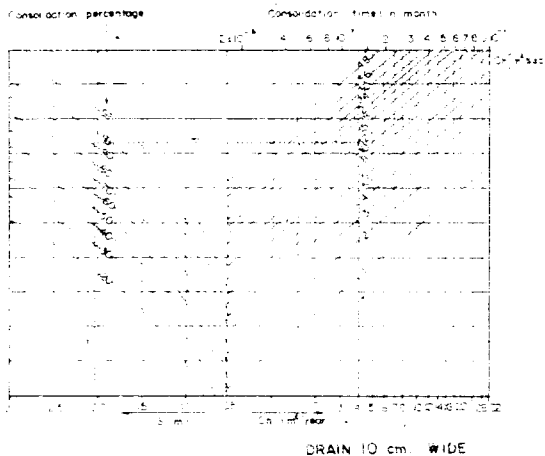
U_h : 水平方向 平均壓密度

d : P.P. drain의 等值換算圓 直徑.

同公式의 適用에 있어 $N = \frac{D}{d} > 8$ 인 경우 즉 Sand drain이 아닌 P.P. drain의 거의 모든 경우에 있어서 α 値는 $\ln\left(\frac{D}{d}\right) - 3/4$ 으로 간주 할 수 있으므로 上記 公式은 略하여 $t = \frac{D^2}{8C_h} \left(\ln\left(\frac{D}{d}\right) - 3/4\right) = 3/4 \ln \frac{1}{1-U_h}$ 로 適用할 수 있다.

同公式에서 壓密度, 壓密을 위한 工期上의 여유기간 壓密係數 및 必要한 drain간격에 對한 相關關係를 아래 그림과 같은 圖表로 作成할 수 있어 必要한 期間내에 所要壓密을 達成시키기 위한 Drain의 間隔을 결정할 수 있게 된다.

따라서 計劃沈下度가 所要工期내에 이루어지는 것을 假定한 時間~ 沈下率 關係와 地盤條件別 總沈下量으로부터 必要한 Preloading 荷重이 決定되게 된다.



6. Pile의 負摩摩擦力 減少對策

基礎의 具備要件중 橋脚部基礎는 15m에 達하는 뒷채움 土砂에 기인한 水平土壓과 뒷채움土砂 및 下部地盤의 沈下에 따른 負摩摩擦力을 支持할 수 있어야 한다는 것은 이미 3章에서 言及한 바와같다.

따라서 河口堰 設計에서는 水平土壓에 依한 過大한 Pile軸의 曲모멘트에 抵抗할 수 있는 方案으로 橋臺 제일 안쪽線의 Pile을 工型 Pile과 결합한 Sheet pile로 하였으며 (圖 5參照) 이 경우 水平土壓問題는 해결되나 地盤沈下에 依한 最大 2900KN에 달하는 負摩摩擦力은 역시 同複合 Pile의 支持機能에 과대한 負擔을 주게되므로 負摩摩擦力을 減少할 수 있는 方案이 檢討되었다.

負摩摩擦力은 地盤沈下에 기인한 것이므로 地盤의 下向運動을 Pile에 크게 傳해지지 않도록 Pile과 地盤사이의 剪斷層을 다룬 해주면 해결될 수 있으므로 約 10mm 두께의 瀝青層(Asphalt layer)을 被覆하는 方法을 考慮 하였다.

同 剪斷層은 다음의 條件을 만족할 수 있어야 한다.

- 1) 瀝青剪斷層의 剪斷應力은 充分히 적어야 한다.
- 2) 打入時 剪斷層이 충격이나 剪斷力으로 分離되거나 損傷되지 않아야 된다.
- 3) 水平土壓으로 因해 밀려나지 않아야 한다.
- 4) 자갈, 砂礫등이 瀝青層을 침투하여 Pile면에 닿지 않아야 한다.

이러한 條件을 滿足시키기 위해 使用될 瀝青材料의 示方은 아래와 같이 주어질 수 있다.

- 夏節期 材料 浸入度(25°C) 45~55
軟化點 65°C~75°C
- 冬節期 材料 浸入度(25°C) 60~70
軟化點 60°C~70°C

○ 瀝青層은 負摩摩擦力은 다음 式으로 計算된다.

$$\tau_p = \alpha \cdot r \cdot G \text{ (KN/mm}^2\text{)}$$

$$r = s / l$$

s : 地盤沈下量

l : 瀝青層 厚さ

G : 瀝青剪斷係數(KN/m²) $\approx 1/3 S$

S : V.d.Pedl 瀝青剛性係數(N/mm²)

河口堰의 경우 同 瀝青層의 負摩摩擦力은 最大 150KN/m²으로 나타나 同材料의 使用에 依한 效果는 負摩摩擦力을 約 95%정도는 줄일 수 있을 것으로 豫想된다. 그러나 本工法의 適用은 施工上 特別한 注意가 必要하며 따라서 工法의 適用性을 調査하기 爲하여 施工前 별도의 現場試驗을 計劃중에 있어 軟弱 地盤上 Pile基礎의 負摩摩擦力 減少對策에 좋은 參考資料를 提供하게 될 것으로 期待하고 있다.

—78페이지에서 계속

Int. des Associations Scientifiques, Comité Scientifique sur les problèmes d'Environnement (SCOPE), Paris 1972.

SYMONS, J.H.: 《Water Quality Behaviour in Reservoirs》, U.S. Dept. of Health, Education and Welfare, (*) Cincinnati 1969.

《Qualité de l'eau dans les retenues》, Ministère Américain de la Santé, de l'Education et des Services Sociaux, (*) Cincinnati 1969.