

네팔 Modi Khola강 수리모형실험

Hydraulic Experiments of Modi Khola River in Nepal

선우 중호¹⁾, 박 창근²⁾, 박 재현³⁾, 이 길하⁴⁾

1. 서론

점점 증가하는 네팔의 전력수요를 충족시키기 위하여 NEA는 1996년 10월 완공예정인 Modi Khola 수력발전사업을 1991년 4월 계획하였다. 1993년 8월 현대엔지니어링에 의해 수행된 Review Study Report에 의하면 이 사업은 run-of-river 형태로 14MW의 발전용량을 가진 발전소를 건설하는 것이다. 본 보고서는 상기 사업이 원활히 수행되기 위한 수리모형실험의 결과를 담고 있다.

수리모형실험의 영역은 실험의 편의상 취수구 구조물 영역과 침사지 영역으로 나누어져 있고, 실험의 목적은 각각 다음과 같다. 취수구 구조물 실험의 목적은 ①취수구 구조물 주위의 유속, 수심 및 유황의 측정 ②홍수시 배사수문(flushing gate) 효율의 점검 ③취수구 구조물 주위의 국부 세굴과 유사퇴적의 관찰 ④box culvert의 설계유량인 $27.5\text{m}^3/\text{s}$ 를 유지하기 위한 수문조작 방법의 결정에 있다. 또한 침사지 실험의 목적은 ①침사지가 설계 터빈 유량($25\text{m}^3/\text{s}$)을 유지하기 위하여 적절히 설계되었는지의 여부 검토 ②침사지 입구에서의 유속, 수위와 유황의 측정 ③침사지의 trap efficiency 측정 ④배사 파이프의 배사효율 검토 ⑤0.2mm보다 큰 유사입자의 제거 여부의 검토에 있다. 나아가 상기 목적하에서 수리모형실험을 수행하는 과정에서 어떤 설계 구조물이 부적합하다고 판단되는 경우 적절한 대안을 제시하는데에도 수리모형실험의 목적이 있다.

2. 모형이론과 모형사 결정

일반적으로 모형실험은 고정상 모형실험과 이동상 모형실험으로 나눌 수 있다. 네팔과 같이 하천의 경사가 급하고 홍수시 유량이 많은 하천에 대해서는 이동상 모형실험을 수행하여야 한다. 이 경우 각종 모형 축척율을 결정하기 위하여 Froude상사율과 Reynolds상사율 뿐만아니라 유사 축척율(밀도, 대표입경 등)을 결정하기 위하여 Shields(1936)의 관계식과 Einstein(1950)의 소류사 공식을 사용하여야 한다. Shields의 관계식은 무차원 한계소류력과 입자 Reynolds 수와의 관계를 나타내는 것이고, Einstein의 소류사 공식은 유사의 이송강도와 단위폭당 소류사량과의 관계를 설명하는 것이다.

- (1) 서울대학교 토목공학과 교수
- (2) 서울대학교 토목공학과 조교
- (3) 서울대학교 토목공학과 박사과정 수료 (발표자)
- (4) 서울대학교 토목공학과 석사과정

본 모형실험에서는 상기 모형이론에 근거하여 비중이 1.48인 Anthracite를 모형사로 선택하여 입자 크기분포가 다른 두가지 형태의 Anthracite를 주문제작하여 사용하였다. 대표입경이 0.6mm인 Anthracite는 유사공급장치에 의해 모형하천에 공급될 것이며, 이것은 모형하천에서 부유사와 소류사의 모형사가 된다. 그리고 대표입경이 17mm인 Anthracite는 모형하천의 바닥에 깔려질 것이며, 이것은 모형하천 하상토의 모형사가 된다. 또한 본 수리모형실험에서 사용된 유사공급장치는 본 연구에서 직접 개발하여 사용하였다.

3. 결론

수리모형실험중 취수구 구조물 영역은 축척율이 1/20인 정상모형으로 만들어졌고, 침사지 영역은 수평축척율이 1/15이고 수직축척율은 1/10인 왜곡모형으로 만들어졌다. 수리모형실험을 수행하여 취수구 구조물 영역에 대해서는 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 취수구 구조물은 box culvert의 설계유량인 $27.5\text{m}^3/\text{s}$ 를 유지하기에 적절한 설계이다. 또한 취수구 구조물내 4개의 channel에서 흐름이 등류임을 관찰하였다.
- (2) 도수길을 줄이기 위하여 stilling basin에 baffle, chute block과 같은 부가 구조물의 설치가 필요하다.
- (3) 웨어상부에 있는 좌안의 설계는 곡선형태가 아니고 직선형태로 되어야 한다.
- (4) 취수구 입구에서 침사지에 이르는 하도구간에서 심각한 퇴사문제는 발생하지 않으리라 판단된다.
- (5) 국부세굴을 방지하기 위하여 취수구 구조물을 시공할 때 주의를 요한다.
- (6) 취수구 구조물중 하천중앙에 설치되는 guide wall은 계단형태가 아닌 같은 높이를 가지는 형태로 설계되어야 한다.

또한 침사지 영역에 대해서는 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 침사지 입구에서 유사의 퇴사형태와 유속분포는 중심선에 대해 대칭이 아니다. 따라서 다이아몬드 형태의 입구부 구조물의 설계를 적절히 변경하여야 한다.
- (2) 침사지의 효율을 높이기 위하여 침사지내의 배사파이프를 보다 많이 설치해야 한다.
- (3) 침사지 출구부 구조물에서 단면은 확장되고 기울기는 완만하도록 설계되어야 한다.
- (4) 평균 trap efficiency가 약 95%로 측정되었다. 따라서 비교적 좋은 trap efficiency를 가지는 침사지 설계라 판단된다.
- (5) 홍수시 침사지의 효율적인 조작 방안이 강구되어야 한다.

감사의 글 : 본 연구수행에 재정적인 뒷바침을 해주신 (주)현대엔지니어링 관계자에 사의를 표한다.