대청댐 내 1차원 유사거동 및 퇴적형상 분석

One-Dimensional Simulation of Delta Deposits Pattern in Daecheong Reservoir

윤지현*, 정관수, 정구열***, 성영두****, 허영택*****

Ji Heun Yun, Kwan Sue Jung, Koo Yol Chong, Young Du Sung, Young Teck Hur

요 지

본 연구의 목적은 저수지내에서 유사거동 현상 중 실제 저수지가 운영되는 조건하에서 소류사가 어떻게 거동하는가를 대표적인 소류사 공식을 통해 분석하고자 한다. 이를 위해 소류사 모의시 적용되는 하류단 경계조건 즉 저수지 수위와 저수지내 소류사 퇴적형상과의 관계를 모의할 수 있도록 대표적인 소류사 공식을 이용한 유사해석모형을 개발하고 분석하였다.

본 연구에서는 비교적 규모가 큰 다목적댐을 대상으로 과거의 저수지운영 실적을 근거로 하류단 경계수위와 홍수량에 대해 일단위 평균자료를 적용하여 소류사를 모의하고 그 소류사의 퇴적형상이 저수지 종단상에서 1차원적으로 시간에 따른 어떻게 거동하는 가를 고찰하였다.

핵심용어 : 대청댐, 저수지, 퇴적형상, 유사거동, 수치해석

1. 서 론

최근에 하천과 저수지에서 새굴 및 유사의 침전을 예측하기 위해서 사용된 1차원 모형은 프랑스 SOGREAH에서 개발된 CHAR-series(Cunge & Perdreau, 1973), HEC(The Hydrologic Engineering Center)에서 개발된 HEC-6(Thomas & Prashun, 1977), CHARIMA(Holly et al., 1990) 등이 있다. 그러나 이들 모형은 많은 자료와 작업이 필요하여 1차원 모형의 장점을 살리지 못한 점을 지적 받아 왔다(장창래, 1999). 기존의 유사해석모형이 너무 복잡하고 주로 유출이 일정한 하천에 관련이 있으므로 본 연구에서는 저수지내의 소류사를 하류단의 댐수위 변화에 따라 장기간 모의예측할 수 있는 수학적모형(Mathematical Model) 및 1차원 컴퓨터모형을 개발하였다. 특히 기존의 모형들은 장기하상퇴적량을 예측모의함에 있어 하류단 수위에 영향을 크게 받는 소류사의 퇴적작용에 대해 고려될 수 있는 입력조건을 갖고 있지 못한 실정이다. 따라서 저수지내 장기간의 유사모의 해석에 적합하도록 일단위 실적 운영자료를 입력조건으로 하여 유사모의시 하류단의 경계조건인 댐수위와 홍수량을 자료량에 제한없이 연속모의할 수 있도록 소류사 퇴적모의 예측이 가능한 모형을 MPM 소류사공식을 적용하여 직접 개발하였다.

* 정회원 · 한국수자원공사 물관리센터 차장 · E-mail : ykimo@kwater.or.kr
** 정회원 · 충남대학교 토목공학과 교수 · E-mail : ksjung@cnu.ac.kr
*** 정회원 · 한국수자원공사 물관리센터 부장 · E-mail : kychong@kwater.or.kr
**** 정회원 · 한국수자원공사 물관리센터 실장 · E-mail : ydsung@kwater..or..kr
***** 비회원 · 한국수자원공사 물관리센터 공동연구원 · E-mail : korcivil@hanmail.net

2. 지배방정식

2.1 흐름의 지배방정식

흐름에 대해서는 정상 부등류에 대하여 구하고, 연속방정식 및 운동방정식을 적용하였다.

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad , \quad \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\alpha Q^2}{2gA^2}\right) + i_e = 0 \quad , \quad i_e = \frac{n^2 u^2}{R^{4/3}} \tag{1}$$

여기서, n: Manning의 조도계수, u: 평균유속, R: 경심, H: 수심, A: 통수 면적, Q: 유량, α : 에너지 보정계수, i_e : 에너지 경사, x: 유하방향 거리

2.2 소류사의 연속방정식

이론적으로 소류사에 의한 하상높이 z의 기본식은 유사의 연속조건으로부터 다음과 같다.

$$\frac{\partial z}{\partial t} = -\frac{1}{B(1-\lambda)} \cdot \frac{\partial (q_B B)}{\partial x} \tag{2}$$

여기서, z = 기준수평면으로부터의 하상높이, B = 소류폭, q_B = 단위폭, 단위시간당의 유사량(실질용적), λ = 공극용적의 총 용적에 대한 비율(모래하천에서는 $\lambda \fallingdotseq 0.4 \sim 0.5$) 이다.

2.3 소류사량 공식

MPM공식은 스위스에서 행해진 일련의 실험성과를 토대로 Meyer-Peter가 처음 소류사량과 유량, 하천경사, 하상토 중앙입경과의 관계를 제안하고 그 후 Stricker 계수 κ에관한 Müller의 제안을 받아들여 최종적인 소류사 공식은 다음과 같다.

$$(\frac{\kappa}{\kappa'})^{3/2}\gamma R_b S = 0.47(\gamma_s - \gamma)D_m + 0.25(\frac{\gamma}{g})^{1/3}(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma_s})^{2/3} q_{sb}^{2/3} \tag{3}$$

여기서, κ: Strickler공식의 계수, κ': 사립자의 마찰저항에 관련된 Strickler공식의 계수, R_b: 하상에 의한 동수반경, D_m: 하상토의 입경별 중량비를 가중 평균한 평균입경 이다.

3 소류사에 의한 저수지 퇴적형상 고찰

3.1 실적운영에 의한 퇴적형상

모의기간의 일단위 실측 운영수위와 홍수량 입력조건에서 Fig 1과 같은 모의결과를 도출하였다. 저수지내 소류사에 의한 삼각주는 댐상류 약 48km 부근(Sta.30)에서 형성되기 시작하고, 삼각주의 돌기부는 약 55km 지점(Sta.34)에서 나타나고, 유입부의 삼각주 형성지점은 모의에 적용된 댐수위가 El.61.93m~El.78.49m 사이의 최대 16.52m의 변화로 인하여 저수지 말단부인 댐상류 약 73km지점(Sta.42) 보다 약 18km 하류로 내려 온 지점에서 발생하는 것으로 모의되었다.

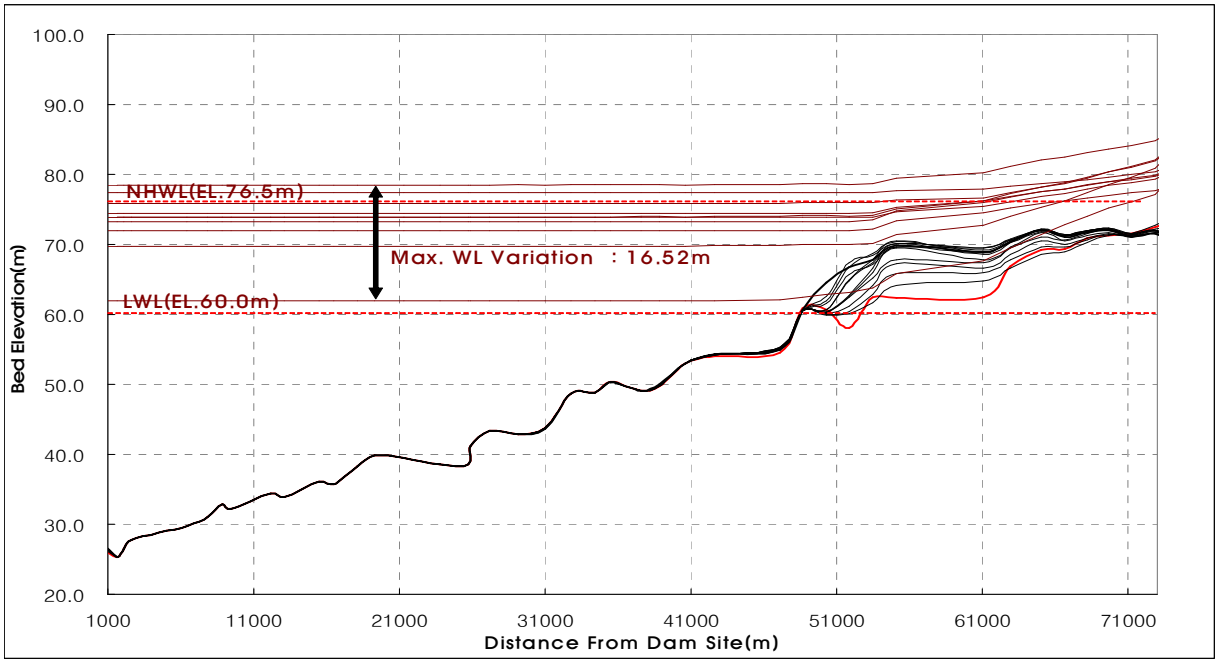

Fig 1. Bed load simulation of the observed daily water level for more than 1,000㎥/sec of flood discharge from 1992 to 2004 on the Daecheong dam

3.2 소류사 퇴적형상의 고찰

대청댐 퇴사량조사 실측단면과 가장 유사한 결과를 나타낸 모의조건에서 해석된 시간별 결과는 Fig 2와 같이 나타났다. 댐으로부터 Sta.0~25 구간에서는 모의에서 소류사의 퇴적이 없으나 실측 단면에서는 상당량의 퇴사가 발생하였다

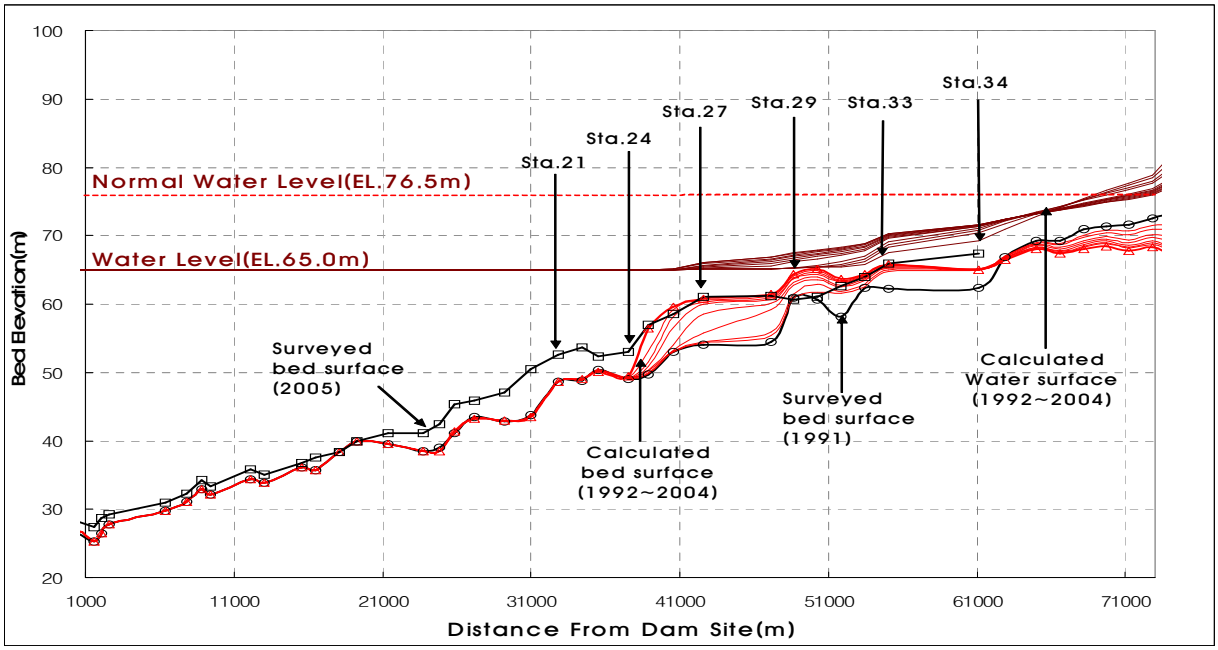

Fig 2. Comparison between surveys and model response in case of the reservoir water level El.65.0m with the average flood discharge

3.3 댐수위와 소류사 퇴적형상과의 관계

소류사 퇴적형상이 댐수위 조건에 따라 변화되는 형상을 분석하기 위해 대청댐 저수위(LWL) El.60.0m부터 상시만수위(NHWL) El.76.5m까지 수위를 변화시키며 모의한 결과 Fig 3과 같다.

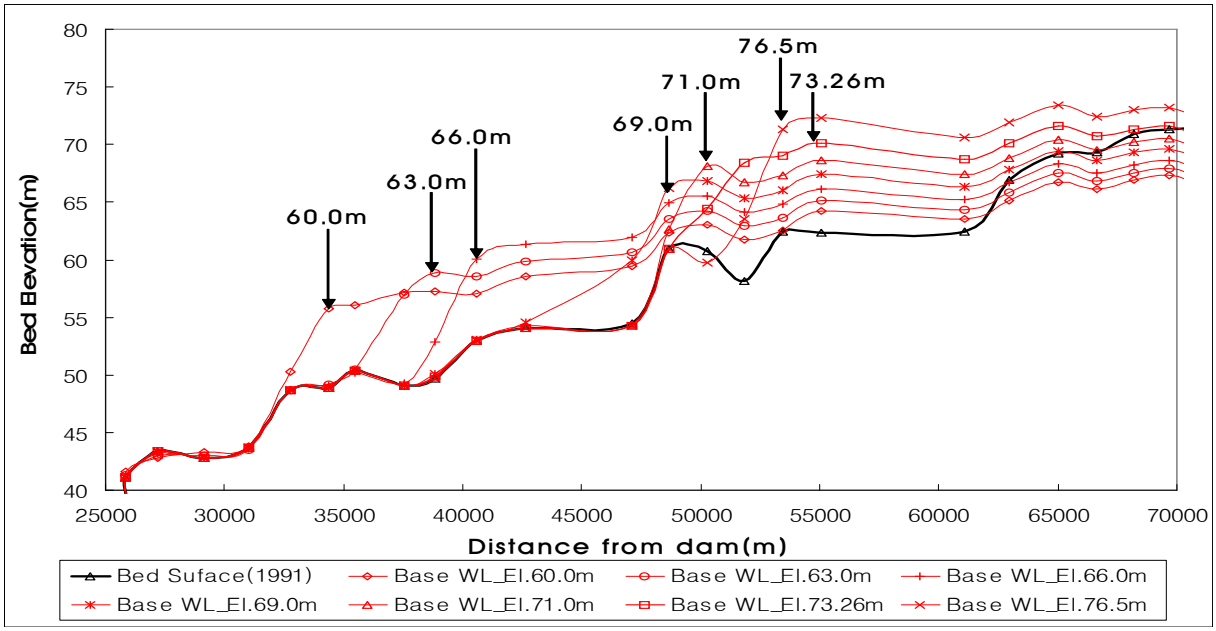

Fig 3. Variation of delta deposits patterns by fluctuating water level

4 결론

본 연구에서는 대청댐 저수지를 대상으로 대표적인 소류사 해석공식인 Meyer-Peter and Müller(MPM)식을 이용하여 하류단 저수지 수위에 따른 소류사의 퇴적위치와 퇴적형상을 모의하고 그 결과를 실측 퇴사단면자료와 비교한후 저수지 수위조건과 소류사의 퇴적지점과의 상관관계를 고찰하였다. 그 결과 첫째, 본 연구에서 개발된 모형은 유사모의시 하류단 경계조건이 되는 저수지 수위를 연속적으로 모의할 수 있는 적합한 유사모형임을 확인하였고 둘째, 저수지 소류사퇴적모의 결과에서 알 수 있듯이, 저수지내 소류사 퇴적모의시 하류단 경계조건인 저수지 수위선정은 장기간 운영된 저수지일수록 실제 운영된 수위 중 가장 낮은 수위를, 새롭게 건설되는 댐의 경우는 소류사 퇴적위치 예측시 저수위LWL)에 근접되는 수위를 설정하는 것이 실제 저수지 운영상황을 적절히 반영할 수 있을 것으로 보인다. 그러나 이러한 결과는 본 연구의 대상이었던 대청 다목적댐과 같이 저수지 운영방식과 특성이 유사한 저수지에 적용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 장창래(1999), 하상변동 예측을 위한 1차원 컴퓨터모형개발에 관한 연구, 석사학위논문, 충남대.
2. 우효섭(2002), “하천수리학.” 청문사
3. 장창래, 김재한, 정관수(1998). 하상변동 예측모형의 개발, 대한토목학회 학술발표회 논문집(Ⅲ).
4. Gregory L.Morris, Jiahua Fan(1997), Reservoir Sedimentation Handbook