

수위변화에 대응한 저수지에서의 수온 모니터링 기법

Water Temperature Monitoring Method to Cope with Water Level Change at the Reservoir

이현석*, 채효석**, 김영성***, 이요상****

Hyun-Seok Lee, Hyo-Sok Chae, Youngsung Kim, Yosang Lee

요 지

본 연구에서는 갑작스런 호우로 인한 다목적댐 저수지 수위의 급격한 상승에도 유기적으로 대응할 수 있도록 우리나라 기후 맞춤형 수위연동 장치를 고안하였다. 현재 기본적인 제작은 완료되었으며, 수위변동으로 인한 장치의 인장 및 수축 시 균등한 측정간격을 유지할 수 있는 연동 기능의 확인 및 검증에 위한 현장 실험을 수행하고 있다. 실험결과는 2010년 1월 1일부터 약 41일간의 수심별 수온 및 수위변화에 따른 장치의 연동특성에 나타내었다. 각 수온 자료의 측정수심은 앵커에 설치한 수위계를 이용하여 확보하였으며, 또한 각 수심별로 설치한 수위계를 이용하여 취득된 수온의 측정 위치를 확인하였다.

본 장치는 현재 약 60 m의 최대 수심을 고려하였으며, 저수지 수위변동 시 수표면으로부터 동일 수심에서의 수온모니터링 및 부력재를 이용한 수위변동 시 등간격 연동 측정이 가능하다. 또한 향후 4대강 및 저수지에서의 수위변화에 연동한 수온 조사 뿐 만 아니라 유속, 탁도 및 염분 등 수리특성 조사 업무까지 활용범위 확대가 가능하다.

핵심용어: 댐, 저수지, 수위변동, 수온, 모니터링

1. 서 론

수온은 수리·수질 특성을 지배하는 가장 기본인자로서 수자원 관리를 위한 수온모니터링의 중요성 및 필요성은 사람 몸의 상태를 확인하기 위해 병원에서 수행하는 ‘체온 측정’에 비견된다 (이현석 등, 2005). 특히 저수지 내 수심별 수온은 저수지의 수질조사, 취수설비 및 댐의 수문조작, 수체거동 모의 및 의사결정 지원 등 수자원관리를 위한 업무수행의 필수자료이다 (Ishikawa, 2003).

최근에는 다양한 연구분야에서 수온이 관측되고 결과가 활용되고 있다. 저수지 상류로부터 유입되는 수온은 각 유입지천의 상류에 설치되어 있는 수위관측소에 수온계를 설치함으로써 취득할 수 있다 (이용곤 등, 2006). 다목적댐 및 저수지에서의 수온은 받줄에 수온계를 특정 간격으로 고정된 후, 수표면에 부표를 띄워 인장시키는 방식으로 구할 수 있다 (이현석 등, 2006). 또한 각종 시험유역에서는 수자원 기초조사 기법 개발 및 자료 신뢰도 향상을 위한 연구를 통해, 수온 자료를 효율적으로 활용할 수 있도록 다양한 수리 수문자료와 병행

* 정회원·한국수자원공사 K-water연구원 위촉선임연구원·E-mail : leehs2005@kwater.or.kr

** 정회원·한국수자원공사 K-water연구원 수석연구원·E-mail : chaehs@kwater.or.kr

*** 정회원·한국수자원공사 K-water연구원 책임연구원·E-mail : yskim@kwater.or.kr

**** 정회원·한국수자원공사 K-water연구원 책임연구원·E-mail : yslee@kwater.or.kr

하여 제공한다 (김영성 등, 2007; 이현석 등, 2009). 생태하천에서의 수온과 서식처의 연관성 조사 연구 (이현석 등, 2006) 및 유속과 수온의 상관성을 활용한 넓은 지역에서의 수리특성 조사 연구 (이현석 등, 2006; Lee et al., 2008) 등도 활발히 수행되고 있다.

저수지 및 호수에서의 수체거동 해석을 위한 입력 및 검증자료로서 다양한 분야에서 수온자료가 활용되고 있다. 탁수로 인한 밀도류의 흐름특성을 조사하는데 있어서는 표층수와 심층수로 인해 성층화된 수체에서의 수온약층에 대한 조사가 매우 중요하다 (Chung et al., 2009). 또한 매체와 매체간의 경계조건에서의 흐름특성을 조사하기 위해서는 수온모니터링은 가장 우선적으로 요구되는 현장 조사항목이며 (Guillaume et al., 2006; Lemckert et al., 2004; Yeates et al., 2008), 바람으로 인해 발달한 파랑의 영향성 평가에 있어서도 수온분포는 매우 중요한 자연현상이다 (Perez-Losada et al., 2003).

2. 수위연동장치

저수지 수온을 모니터링하기 위해서는 일반적으로 써미스터체인을 사용한다. 다수의 수온계를 원하는 수심별로 부착하고 상층부에 부이를 연결하고 저층에 앵커로 고정하는 구조로서 어느 정도 일정한 수위가 유지되는 호수 등에서는 매우 경제적이고 효과적이다. 그러나 우기인 6, 7, 8월에 연 강수량의 약 50 ~ 60 %가 집중되는 온대성 기후에 속한 우리나라에서는 심한 수위변동에 적응하지 못함으로서 장비의 운영에 많은 어려움이 있다.

즉 댐 저수지 수위가 홍수기에는 수심이 약 60 m에 이르지만 갈수기에는 최대 30 m 이하로까지 떨어짐으로서 변동 폭이 30 m를 초과하기도 한다. 수온계가 부착된 써미스터체인의 로프길이는 수위 상승 혹은 하강 시 일정함으로 우리나라 대댐의 저수지에서는 그림 1과 같은 시기별 운영이 이루어진다. 즉 기존의 써미스터체인을 이용한 수온모니터링 수행 시 그림 1의 (a)에서 그림 1의 (b)로 수위가 하강할 경우 로프가 팽팽하게 인장되지 못함으로서 동일한 지점에서의 수온모니터링을 보장할 수 없는 문제점이 발생한다.

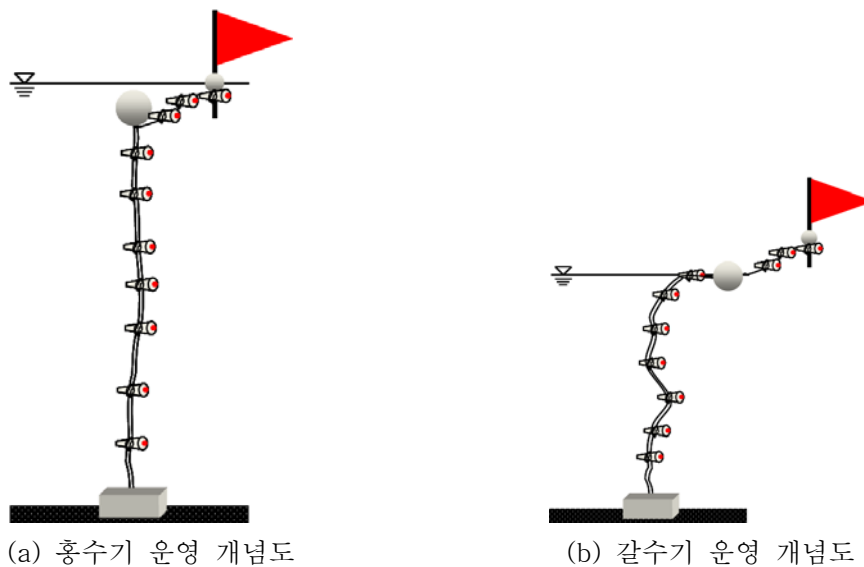


그림 1. 기존의 써미스터체인 시기별 운영 개념도

이러한 문제점을 해결하고자 본 연구에서는 등간격으로 수위변동에 대응할 수 있는 장치를 고안하였다. 고안된 장비의 개략도 및 운용방안은 그림 2에 나타내었으며, 그림 3은 실제 제작이 완료된 수위연동장치의 주요 부품들이다.

본 장치는 부위, 연동부재, 연결간, 무게추 및 앵커등으로 이루어졌으며, 다양한 센서들을 연동부재에 탈·부착함으로써 수온, 유속 및 SS 농도 등 다양한 수리·수질항목의 정량적인 모니터링이 가능하고, 기존의 자동수질 측정장치 보다 비교적 간단한 구조로 개발함으로써 다양한 지점으로의 손쉬운 관측지점 변경 및 주요 지점에 여러 대의 장비를 설치함으로써 시간적 동기가 가능하다는 장점이 있다.

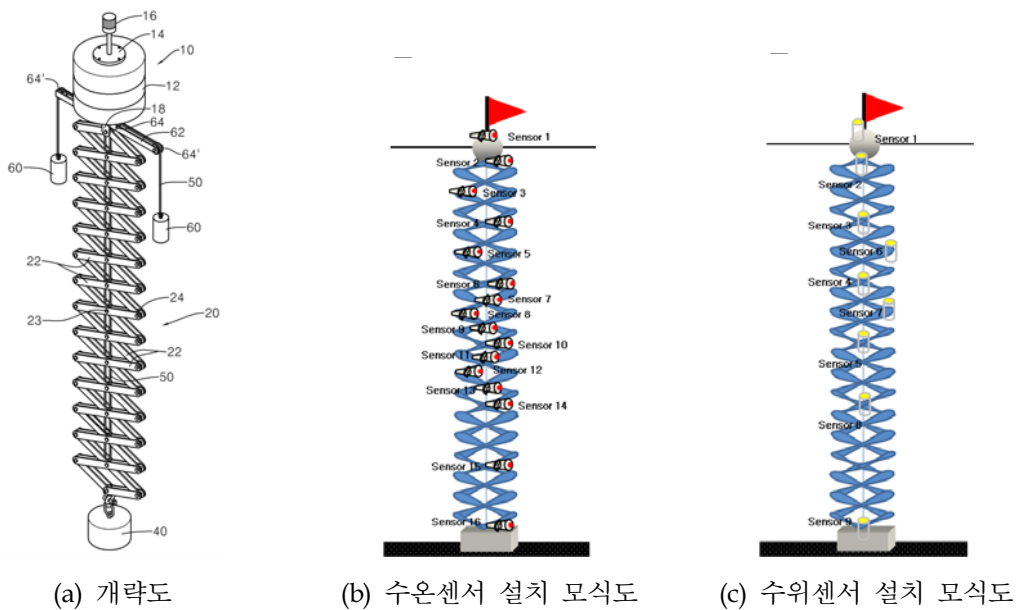


그림 2. 장비 개략도 및 운용방안

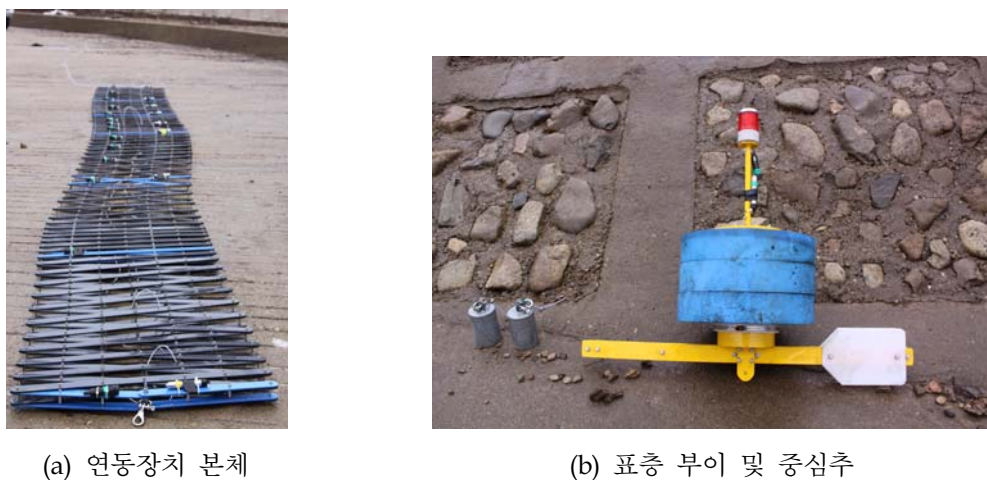


그림 3. 수위연동장치 주요 부품

향후, 본 장치를 활용한 저수지 관리는 연직방향에서의 각종 실측자료를 제공하는 결과를 초래함으로써 각종 수치계산의 신뢰도 향상을 견인하고, 각종 센서의 추가를 통해 녹조나 탁수 등의 특이현상 파악을 위한 맞춤형 수자원관리의 실현이라는 효과를 기대할 수 있다.

3. 수위연동 현장실험

수위연동장치의 현장실험은 용담댐에서 수행하였다. 장치는 그림 4의 (a)에 나타낸바와 같이 용담대교 서쪽 약 100 m 지점에 설치하였으며, 그림 4 (b)는 당시의 설치현황이다.



(a) 설치지점

(b) 설치현황

그림 4. 현장실험

실험결과는 그림 5와 같다. X축에 Julian day를 그리고 Y축에 수온을 나타내었다. 각 실선은 수면으로부터 0.15 m 지점, 14.5 m 지점, 18.5 m 지점, 20 m 지점, 21 m 지점 및 바닥 (수심 22 m 지점)에서의 수온 모니터링결과를 보여준다. 자체하중으로 인해 표층의 연동부 위에서만 인장이 이루어졌음을 알 수 있다.

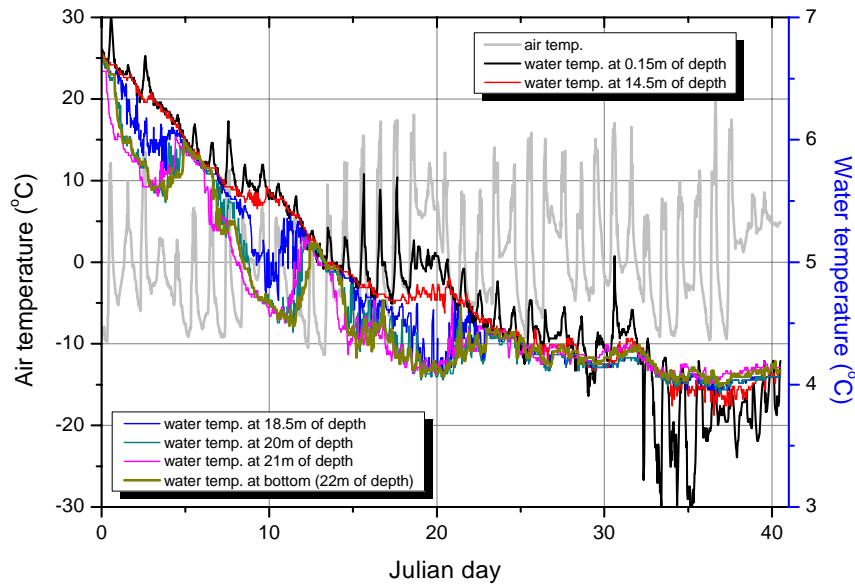


그림 5. 실험결과

4. 결 론

현재 자체하중을 최소화함으로써 등간격 연동 기능을 확보하기 위한 현장실험을 수행하고 있으며, 향후 성층화된 저수지에서의 수위연동 맞춤형 모니터링이 기대된다.

감 사 의 글

본 연구는 한국수자원공사 K-water 연구원 자체과제인 ‘용담시험유역 자료 신뢰도 향상 및 활용방안 연구’로 수행되었으며, 장비제작은 (주) 신양기술이 담당하였습니다. 이 연구를 지원해주신 모든 분들께 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 김영성, 양재린, 이현석, 고덕구 (2007). 용담댐 수자원 시험유역, 한국수자원학회지, Vol. 40 No. 6, pp. 48-53.
2. 이용곤, 강민구, 이현석, 김진영 (2006). 소양호 유입지천의 수온변화, 2006 한국수자원학회 정기학술대회, pp. 1063-1067.
3. 이현석, 이용곤, 고덕구, 김우구 (2005). 저수지 관리를 위한 수온 모니터링의 필요성, 2005 대한토목학회 정기학술대회, pp. 307-310.
4. 이현석, 정선아, 이용곤, 정남정 (2006). 저수지에서의 수온모니터링, 2006 한국수자원학회 정기학술대회, pp. 864-868.
5. 이현석, 이근상, 서진원, 김준태 (2006). 유속분포에 따른 미호천에서의 미시서식처 분류, 2006 한국수자원학회 정기학술대회, pp. 1874-1878.
6. 이현석, 이근상, 김영성, 양재린 (2006). 자연하천에서의 유속과 수온의 상관성 조사, 2006 한국수자원학회 정기학술대회, pp. 1879-1883.
7. 이현석, 김영성, 양재린, 고덕구 (2009). 용담시험유역의 현황, 한국수자원학회지, Vol. 42 No. 6, pp. 44-50.
8. Chung, S.W., M.R. Hipsey and J. Imberger (2009). Modelling the propagation of turbid density inflows into a stratified lake: Daecheong Reservoir, Korea, Environmental Modelling & Software, Vol. 24, pp. 1467-1482.
9. Ishikawa, T. (2003). Planning and management of environmental hydraulic research, *ながれ* 22, pp. 457-466.
10. Guillaume, V., A. Anis, R.N. Miller and L.L. Ehret (2006). Generalized inversion of thermistor-chain data and a layer model of Lake Kinneret, Ocean Modelling, Vol. 12, pp. 112-139.
11. Lemckert, C., J. Antenucci, A. Saggio, J. Imberger and M. ASCE (2004). Physical properties of turbulent benthic boundary layers generated by internal waves, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 130 No. 1, pp. 58-69.
12. Lee, H.S., Y. Kim, G. Lee, J. Seo, J. Yang and H. Kwon (2008). Introduction of hydraulic field investigation method to utilize on the inhabitation environment definition at a river, Korean Journal of Limnology, Vol. 41 No. 4, pp. 547-553.
13. Perez-Losada, J., E. Roget and X. Casamitjana (2003). Evidence of high vertical wave-number behavior in a continuously stratified reservoir: boadella, Spain, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 129 No. 9, pp. 734-737.
14. Yeates, P.S., J. Imberger, M. ASCE and C. Dallimore (2008). Thermistor chain data assimilation to improve hydrodynamic modeling skill in stratified lakes and reservoirs, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 134 No. 8, pp. 1123-1135.