

저수지 취수탑지점의 수체거동 모의

Flow pattern simulation at Intake tower of reservoir

이요상*, 김유리**
Yosang Lee, Yu Ri Kim

요 지

국내의 다목적댐 저수지는 물이 흐르는 하천에 용수공급, 홍수조절 및 수력발전을 위해 만든 구조물로 형성된 저류상태를 의미한다. 이러한 수체의 유동에 영향을 미치는 가장 중요한 요소로는 유입수와 저수지에서 하천으로 방류되는 방류수이므로 본 연구에서는 유입수와 방류수에 의한 수체의 유동만을 고려하였다. 대상지는 용담댐 유역중 취수탑이 있는 지점으로 길이는 약 1,250m 이고 폭은 평균 375m 정도의 크기를 갖고 있는 지형이다. 대상 지역에서 저수지 수체의 흐름특성을 평가하기 위해 SMS-RMA2 모형을 적용하였으며 용담댐 저수지 구역에 대한 1m 간격의 등고선을 가지고 대상지역에 대하여 격자를 구성하였다. 격자 크기는 평균 길이 방향으로 43m, 폭 방향으로 15m 크기로 구성하였으며 유속이 상대적으로 빠른 취수탑 부근은 좀더 세밀하게 구성하였다. 4년간 수문자료를 분석하여 이 지역의 흐름을 년중 크게 3가지로 구분하였다. 수체거동이 급변하는 여름 강우기 후에 저수지에 물이 풍부한 경우의 흐름, 봄철 저수지 물이 풍부하지 않은 상태에서 주자천으로 부터의 유입은 최하인 상태의 경우 그리고 강우기에 짧은 기간 나타나는 주자천 위주 흐름의 경우로 구분하여 모의하였다. 각각의 경우 전체적인 흐름장은 확연히 다르게 나타났으며 이런 결과로 볼 때 수체의 흐름은 상하류의 유입량 변화에 따라 항상 흐름은 변화하는 것으로 평가되었으나, 저수지 수체의 흐름 속도는 모두 0.05 ~ 1.5cm/sec 정도로 모의된 것은 수체적 대비 방류량이 적어서 나타나는 현상으로 평가되었다.

핵심용어 : RMA2, 저수지, 수체거동

1. 서 론

저수지는 물이 흐르는 하천에 용수공급, 홍수조절 및 수력발전을 위해 만든 구조물로 인해 형성된 저류상태를 의미한다. 비교적 규모가 큰 저수지의 경우 체류시간이 길어질 경우 계절적인 영향으로 성층이 발생하고 소멸하면서 유동이 발생되고, 특히 수심이 깊을 경우 성층현상으로 인해 성층간 물 이동이 차단되어 수질관리의 문제를 야기할 수 있으며, 물이 고일 경우 표층수의 수온이 높아져 급격한 조류발생이 가능해진다. 지형적인 조건으로 폭이 넓은 곳이나 만(bay)을 형성하는 곳은 유속이 느려져 수체의 오염이 가중될 수도 있다.

저수지 수체 유동에 영향을 미치는 또 다른 중요한 요소로는 저수지로 유입되는 유입수와 저수지에서 하천으로 방류되는 방류수 이다. 방류량에 따른 수체의 유동은 그림 1 에서 보는 바와

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

** 정희원 · 한국수자원공사 K-water연구원 공동연구원 · E-mail : hydrouri@kwater.or.kr

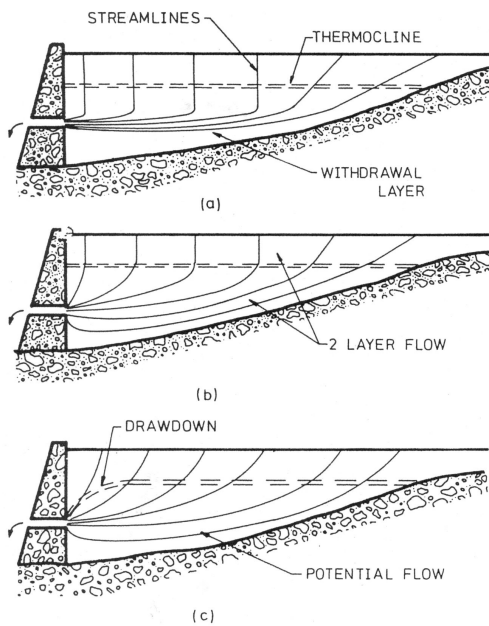


그림 1. 저수지에서의 방류시 흐름패턴

같이 상이한 유동특성을 보인다. (a)는 성층이 강한 시기에 방류량이 적은 경우 나타나는 streamline으로 성층 이하의 수층만 유동이 발생하는 현상을 보여주는 것이며 (b)는 약한 성층상태에서 방류량이 보통일 때 나타나는 streamline이며 (c)는 성층을 파괴할 정도로 많은 량을 방류할 때 나타나는 streamline을 나타낸다.

저수지 유동을 평가하고자 할 때 기상학적 조건에서 온도차에 의한 유동과 바람에 의한 유동은 매우 느리고 방향이 불규칙하므로 본 연구에서는 유입수와 방류수에 의한 저수지 수체의 유동만을 고려 대상으로 하였다.

2. 연구방법

대상 지역에서 저수지 수체의 흐름특성을 평가하기 위해 SMS의 RMA2 모형을 적용하였으며, 대상지는 용담댐 유역중 하천수질 상태가 가장 양호한 주천천이 유입되는 저수지 지류이며(그림 2), 길이는 약 1,250m이고 폭은 평균 375m 정도의 크기를 갖고 있는 지형이며, 년중 수심변화는 20~40m를 나타낸다. 이 지점에는 전주권으로 용수를 공급하는 취수탑이 있으며 취수량과 유입량의 변화에 따라 흐름 특성이 변화하는 특성을 보이며 저수지 수위도 수체의 거동에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

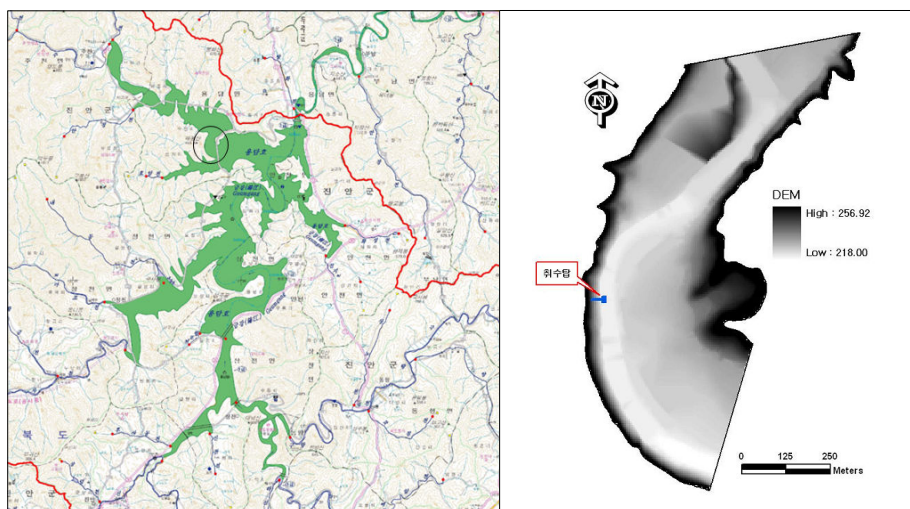


그림 2 취수탑지점도

3. 적 용

3.1 수문조건 분석

용담호에서 2005년 1월부터 2008년 10월까지 수위변화는 그림 3과 같다.

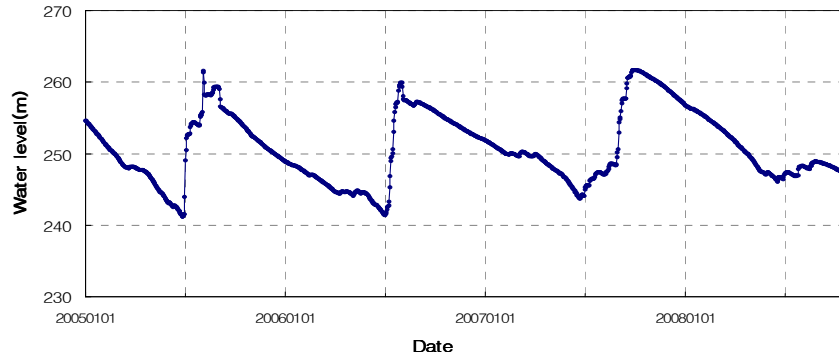


그림 3. 용담댐 저수위 변화(2005년 ~ 2008년 10월)

용담댐에서의 방류는 제 1발전소가 있는 도수터널 취수탑과 제 2발전소가 있는 본댐 두 지점에서 발생하는데 본 연구와 관련되는 도수터널 취수탑에서의 방류현황을 분석해 보았다. 도수터널 취수탑에서의 방류량은 그림 4에서 보는 바와 같이 빈번하게 변화하지는 않는다. 대부분의 경우 저수량이 풍부하지 않은 5월 이전에는 방류량을 8CMS정도로 유지하나 장마철이 지나 저류량이 풍부해 지면 9월 이후에는 16CMS정도로 방류하는 패턴을 유지하는 것으로 나타났다.

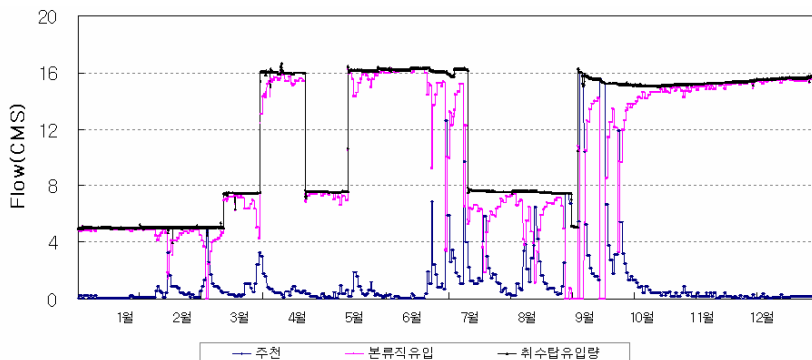


그림 4. 도수터널 취수탑에서의 취수현황

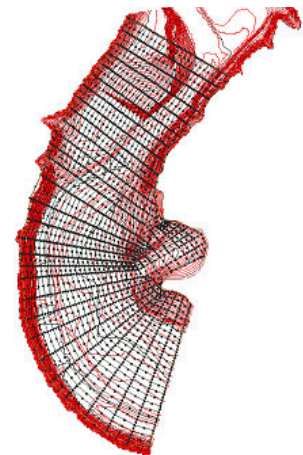


그림 5. 대상지 격자구성도

3.2 모형의 적용

용담댐 저수지 구역에 대한 1m 간격의 등고선을 가지고 대상지역에 대하여 격자를 구성하였다.

격자 크기는 평균적으로 길이 방향으로 43m, 폭 방향으로 15m 크기로 구성하였으며 유속이 상대적으로 빠를 것으로 예상되는 취수탑 부근은 좀더 세밀하게 구성하였다(그림 5).

이 지역의 흐름은 년중 크게 3가지로 구분할 수 있었다. 앞에서 분석한 바와 같이 방류수의 구성을 보면 유역도에 나타난 바와 같이 주자천에서 유입되는 유입수와 본류에서 유입되는 유입수로 되어 있는데, 주자천에서 유입되는 수량이 강우기때를 제외하고는 방류량보다 적어 대부분 본류 유입수가 방류량의 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 따라서 여름 강우기 후에 저수지에 물이 풍부한 경우의 흐름, 봄철 저수지 물이 풍부하지 않은 상태에서 주자천으로 부터의 유입은 최저인 상태 그리고 강우기에 짧은 기간 나타나는 주자천 위주의 흐름으로 구분하여 모의하였다.

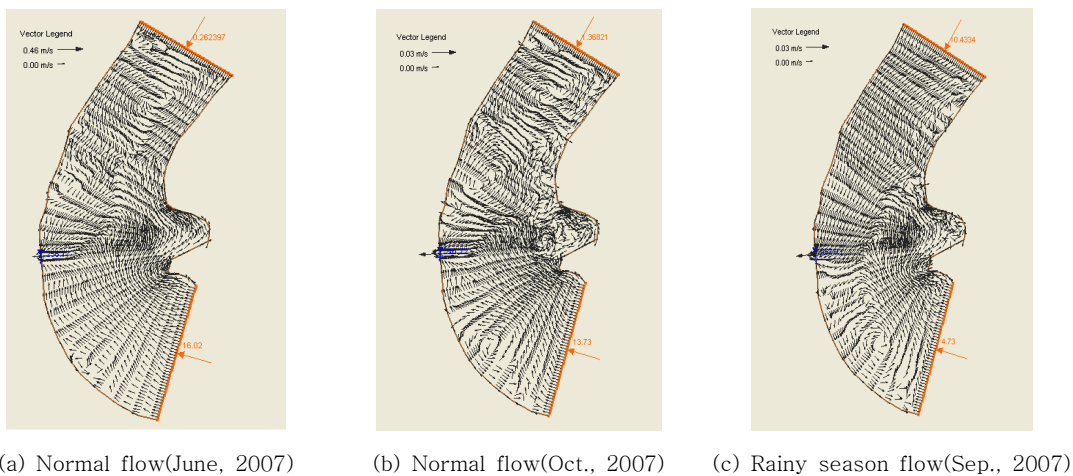


그림 6. 시기에 따른 저수지흐름 특성

가) 평수기 본류 위주의 흐름이 발생하는 경우

2007년 6월에 나타난 수문조건으로 6월 1일 수위는 246.17m 이고, 유입조건은 주자천에서 0.26CMS이고 본류에서 16.02CMS 상태였으며, 취수탑에선 16.28CMS를 취수하는 상태에서 모의한 결과이다(그림 6. a).

전체적인 흐름장은 댐에서 상류방향으로의 흐름이 크므로 취수탑 아래서는 상류로의 흐름이 주를 이루며, 취수탑을 지나서는 흐름이 정체되면서 주천에서 유입되는 흐름과 합쳐져 큰 원형태의 흐름이 나타났다. 이때 수위변화는 6월 1일에 246.17 m에서 18일에는 244.09 m로 낮아졌다. 가장 큰 유동장이 형성되는 지역은 취수탑 앞지점으로 약 1 cm/sec를 나타냈으며, 그 외 대부분의 지점에서는 0.05~1.5 cm/sec 범위를 나타냈다.

나) 평수기 본류 위주의 흐름이 발생하는 경우

2007년 10월에 나타난 수문조건으로 10월 1일 수위 261.72m 이고, 유입조건은 주자천에서 1.37CMS이고 본류에서 13.74CMS 상태였으며, 취수탑에선 15.1CMS를 취수하는 상태에서 모의한 결과이다(그림 6. b).

전체적인 흐름장은 댐에서 상류방향으로의 흐름이 크므로 취수탑 아래서는 상류로의 흐름이 주를 이루며, 취수탑을 지나서는 흐름이 정체되면서 주천에서 유입되는 흐름과 합쳐져 2개의 큰 원형태의 흐름이 발생했다. 이 기간중 수위변화는 10월 1일에 261.72m에서 10일에는 261.52m로

낮아졌다. 가장 큰 유동장이 형성되는 지역은 취수탑 앞지점으로 약 1cm/sec를 나타냈으며, 그 외 대부분의 지점에서는 0.05~1.5cm/sec 범위를 나타냈다.

다) 강우기 주천위주의 흐름이 발생하는 경우

2007년 9월에 나타난 수문조건으로 9월 4일부터 6일까지 97mm의 강우가 발생하고, 강우발생 후 하천흐름이 조금 안정화된 9월 7일 1일간의 흐름 양상을 모의하였다(그림 6. c). 이런 경우는 년중 몇차례되지 않으며 1일간밖에 볼 수 없는 것은 하천유량의 급격한 감소로 인해 상황이 지속되지 않기 때문이다.

전체적인 흐름장은 상류 주자천에서의 흐름이 크므로 취수탑 위에서는 하류로의 흐름이 주를 이루며 취수탑을 지나서는 수위가 높아지면서 흐름이 정체되면서 본류에서 유입되는 흐름과 합쳐져 큰 원형태의 흐름을 나타냈다. 이 기간중 수위는 9월 4일 0시에 254.81m에서 9월 7일 24시에 257.44m로 2.63m 상승되었다. 가장 큰 유동장이 형성되는 지역은 취수탑 앞지점으로 앞에서 본 것과 같으며 유속분포도 0.05~1.5cm/sec 범위를 나타냈다.

4. 결 론

취수탑이 있는 지점의 다양한 수문조건에서 수체의 거동을 모의하기 위해 대표적인 수문조건 3가지를 대상으로 모의를 실시하였다. 4년간 수문자료를 분석하여 수체거동이 급변하는 여름 강우기 후에 저수지에 물이 풍부한 경우의 흐름, 봄철 저수지 물이 풍부하지 않은 상태에서 주자천으로 부터의 유입은 최하인 상태의 경우 그리고 강우기에 짧은 기간 나타나는 주자천 위주 흐름의 경우로 구분하여 모의하였다. 각각의 경우 전체적인 흐름장은 확연히 다르게 나타났으며 이런 결과로 볼 때 수체의 흐름은 상하류의 유입량 변화에 따라 항상 흐름은 변화하는 것으로 평가되었으나, 저수지 수체의 흐름 속도는 모두 0.05 ~ 1.5cm/sec 정도로 모의된 것은 수체적 대비 방류량이 적어서 나타나는 현상으로 보인다.

참 고 문 헌

1. Environmental Modeling Research Laboratory of Brigham Young University, SMS 8.0 User's Manual, 2002.
2. Hugo B. Fischer, E. John List, Jorg Imberger and Robert C. T. Koh, Mixing in Inland and Coastal Water, Academic Press, 1979.
3. Julian D. Cox, Martin B. Padly, Joe Hannon, Use of Computational Fluid Dynamics to model Reservoir Mixing and Destratification, Wat. Sci, Tech. Vol. 37, No. 2, pp. 227-234, 1998.