객체지향 기법을 이용한 범용 물수지 분석 시스템 개발

○박희성*, 홍일표**, 김현준***

1. 서론

일반적으로 계획 측면의 물수지 분석이란 어떤 지역을 대상으로 그 지역에서 가용한 물의 총량과 그 지역에서 필요로 하는 물의 총량을 목적하는 기간별로 비교함으로써 물의 과부족을 판단하는 작업이다. 그러나, 특정 지역을 대상으로 개발된 물수지 분석 시스템은 분석 프로그램 자체에 물수지 네트워의 구성이 내재되어 있어 타 지역에 적용하거나 네트워 구성상의 변화를 반영하기 위해서는 프로그램 자체를 바꿔 새로이 작성해야함으로써 모형을 개발하는데 많은 노력과 시간이 필요하고, 모형의 수정 또는 보완이 용이하지 않으며 모형의 수행 결과를 일반인에게 효과적으로 전달하기 어려웠다. 이로 인하여 기 개발된 많은 물수지 분석 모형이 특정 유역이나 조건에 국한되어 사용되거나 물수지 네트워 구성상의 변화를 적절히 반영하지 못하여 버려지고있다. 만약, 객체지향 기법을 이용하여 물수지 네트워의 구성요소들을 객체화하고 이것을 GUI (Graphic User Interface) 와 연결한다면 사용자가 원하는 대로 물수지 네트워을 구성하고 자유롭게 변경할 수 있는 시스템의 구축이 가능할 것이다. 따라서, 본 연구에서는 객체지향 기법을 이용하여 용이하게 물수지 네트워을 구성하고 수정할 수 있는 범용 물수지 분석 시스템을 개발하였으며, 시험적으로 한강 유역의 일부 구간에 대하여 실측유량을 대상으로 일별 물수지 분석을 수행하여 보았다.

2. 범용 물수지 분석 시스템의 개발

범용이란 말은 상당히 포괄적인 말이다. 사전적인 의미로는 모든 곳에 널리 사용된다는 것이다. 본 연구의 최종목표는 다기능, 다목적의 범용 물수지 분석 시스템을 개발하는 것이나 현재의 수준으로 볼 때 범용이란 말의 의미는 물수지 네트워을 자유롭게 구성할 수 있다는 것에 한정해서 사용하고자 한다.

범용 물수지 분석 시스템의 개발을 위하여 물수지 네트워의 구성요소를 개념화하고 이들로부터 물수지 객체를 구성하였으며, 윈도우즈 환경의 GUI와 연계함으로써 자유로운 네트워의 구성 및 변경이 가능하도록 하였다. 물수지 분석은 실측유량에 의하여 물수지 분석을 실시하고 댐의 유입부나 수위관측소의 실측유량과 비교할 수 있도록 구성하였다.

---

* 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 연구원
** 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 선임연구원
*** 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 선임연구원

(1) 물수지 네트웍 구성요소

물수지 분석 작업은 개념화된 하천망이나 관망을 대상으로 이루어진다. 이 개념화된 하천망이나 관망을 물수지 네트웍이라고 하며 하천을 대상으로 하는 물수지 네트웍의 개념적인 구성요소에는 하천상의 구조물을 의미하는 노드와 노드를 연결하는 하도에 대응하는 링크가 있다. 링크는 물이 흘러가는 길이며 노드는 서로 다른 링크가 합쳐지거나 나뉘어지는 지점 및 수량의 생성, 소멸, 저류가 이루어지는 곳이다.

표 1. 개념적인 물수지 네트웍 구성요소

구분		아이콘	개념화 대상
링크(Link)		—	하도 구간
노드 (Node)	비저류노드 (Non-storage)	○	말단 유역이나 합류점, 연결점
	저류노드 (Reservoir)	△	저수지나 댐
	수요량노드 (Demand)	□	취수장이나 양수장

표 1.에서는 노드의 의미에 따라 개념적으로 세 가지로 분류하였으며 링크와 함께 물수지 분석의 기본 객체로 선정하였고 그림 1. 과 같이 각 객체의 속성을 정의하였다. 물수지 네트웍은 링크와 노드의 속성에 포함된 연결성에 의하여 정의되므로 객체 속성의 변경만으로 네트웍을 자유로이 구성할 수 있도록 하였다.

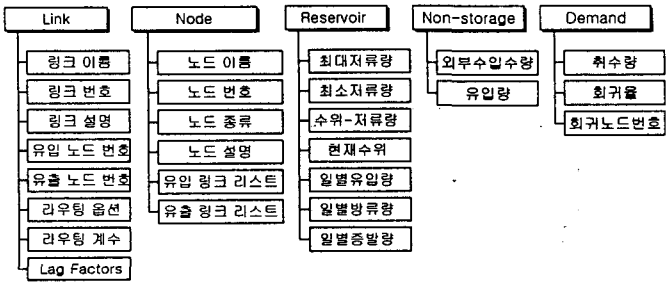

그림 1. 물수지 객체의 속성

(2) 하도 물수지 분석

본 연구에서는 실측 유량에 의하여 물수지를 분석하므로 최적화를 위한 네트웍에 알고리즘 등을 사용하지 않고 상류에서부터 차례로 물수지 계산을 행하여 내려오는 알고리즘을 사용하였다. 최초 사용자에 의하여 하류단 노드에 대하여 물수지 함수(Balancing())가 불러지면 그림 2.에서 보는 것과 같이 하류단 노드는 자신의 속성으로 가지고 있는 유입/유출 링크 리스트상의 링크들에 대하여 추적 함수(Routing())를 호출하게 된다. 호출은 받은 링크는 다시 자신의 속성에 있는 유입노드의 물수지 함수를 호출함으로써 최상류단 노드까지 재귀적인 호출이 이루어진다. 최상류단 노드는 입력된 유량정보를 반환하며 그 값은 호출하였던 링크의 유입량으로서 해당 링크의 유출량 추적에 사용된다. 또한, 링크의 유출량이 반환되면 그것은 노드의 유입량이 되며 노드에서는 유입에 대한 물수지를 행하여 그 결과를 반환하게 된다.

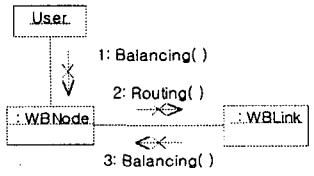

그림 2. 객체들 간의 재귀호출

이러한 물수지 분석 방법의 문제점은 네트웍 상에서 경로가 순환하는 경우 무한 루프에 빠지게 되는 것인데 호출된 객체가 자신의 상태를 호출 중으로 설정함으로써 이미 호출된 객체에 대하여 함수의 재귀 호출을 방지 할 수 있다.

(2) 사용자 인터페이스

본 연구에서 개발된 범용 물수지 분석 시스템의 인터페이스는 MicroSoft 사의 Visual C++ 6.0을 사용하여 작성하였으며 그림 3.에서 보는 것과 같이 마우스를 이용하여 구성하고자 하는 물수지 네트웍을 가시적으로 그릴 수 있게 하였다. 또한, 각 노드와 링크의 정보는 대화상자를 통하여 간편하게 입력할 수 있고, 유량자료는 엑셀파일로부터 직접 가져올 수 있도록 하였다.

범용 물수지 분석 시스템의 사용자 메뉴는 그림 4.와 같다.

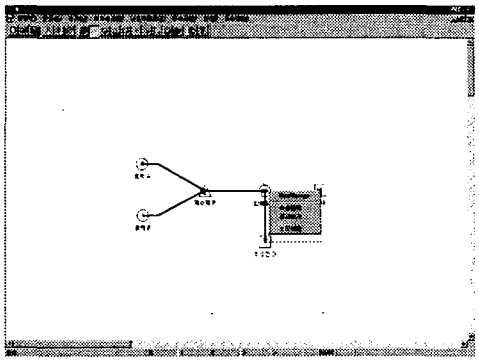

그림 3. 사용자 인터페이스

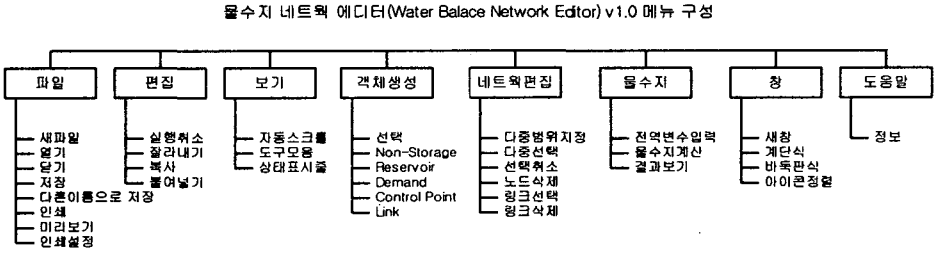

그림 4. 범용 물수지 분석 시스템의 메뉴 구성

3. 범용 물수지 분석 시스템의 적용

시스템의 시험적인 작동을 위하여 자료의 상태가 양호하다고 판단되는 남한강과 북한강의 합류부를 포함하는 일부 구간에 대하여 물수지 네트웍을 구축하고 물수지를 분석하였으며 이를 비교 검토하였다.

시스템의 적용에 사용된 물수지 네트웍 구축 대상 하도구간은 남한강의 여주 수위관측소에서 팔당댐 유입부까지로 선정하였고, 북한강 구간은 청평댐의 방류량을 상류단 경계로 선정하였다. 입력자료로서는 1999년도 1단계 연구보고서 하천운영시스템개발연구 - 시스템 개발 및 한강유역 적용 -(2000, 건설교통부)의 1999년 일별 자료를 이용하였으며, 계산된 물수지 분석 결과를 팔당댐의 유입량 자료와 비교하였다.

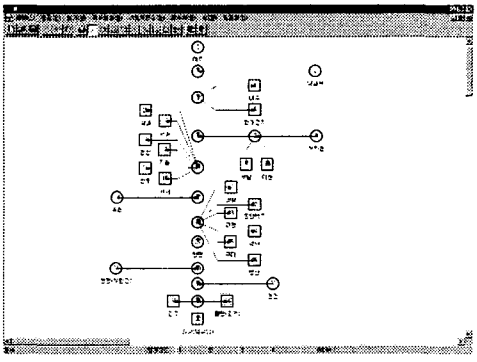

그림 5. 물수지 네트웍 구축

개발된 범용 물수지 분석 시스템을 통하여 그림 5.와 같은 물수지 네트웍을 구성하였으며, 물수지 분석의

결과를 그림 6.에 나타내었다. 그림에서와 같이 모의값은 실측값보다 좀 작은 경향을 가지고 있다. 이것은 본 연구에서 수행한 물수지 분석이 전적으로 실측값들만을 대상으로 이루어졌기 때문이며 강우에 의한 횡유입이나 지하수유출 등은 전혀 고려되지 않았기 때문으로 보인다.

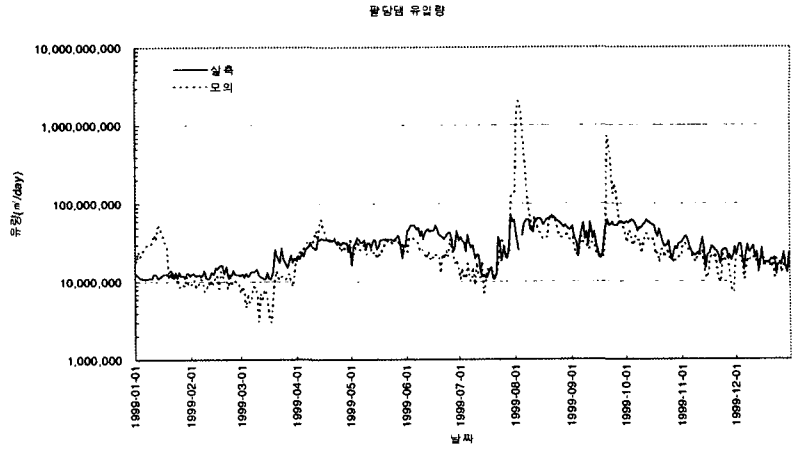

그림 6 . 물수지 분석 결과와 실측값의 비교

4. 결론 및 평가

이상에서 물수지 네트웍의 자유로운 구성과 수정이 가능한 범용 물수지 분석 시스템을 개발하였으며 이를 시험적으로 한강의 일부구간의 실측 유량에 대하여 적용하여 보았다. 현재는 단순한 재귀호출에 의하여 실측자료에 대한 물수지 분석 결과를 비교하는 정도의 수준에 불과하여 범용화를 위해서는 많은 부분의 보완이 필요하다. 객체지향 기법의 장점인 확장성과 객체의 재활용성을 충분히 활용한다면 앞으로 계획과 관리, 수리권 분석 등에 적용가능한 객체기반의 통합 물수지 시스템이 될 것이라 사료된다.

5. 참고문헌

건설교통부 (2000). 1999년도 1단계 연구보고서, 하천운영시스템개발연구 - 시스템 개발 및 한강유역 적용 -, 한국건설기술연구원

건설교통부 (2001). 2000년도 2단계 연구보고서, 하천운영시스템개발연구 - 시스템 개선 및 낙동강, 금강유역 적용 -, 한국건설기술연구원

Jeffrey W. Fredericks and John W. Labadie (1995). *DECISION SUPPORT SYSTEM FOR CONJUNCTIVE STREAM-AQUIFER MANAGEMENT*. Colorado Water Resources Research Institute.