Research Article

pISSN : 2287-8920
https://doi.org/10.22716/sckt.2019.x.x.xxx

실제사용량을 고려해서 상수도관망의 RDDA기법을 적용한 새로운 분석방법

이현동[1], 최시환[2]
[1]한국건설기술연구원 국토보전연구본부(본 부장), [2]평화엔지니어링(연구원)

RDDA method of water distribution network with actual usage

Hyundong Lee[1] and Si-Hwan Choi[2]
[1]Korea Institute of Construction Technology(General manager)
[2]Pyunghwa Engineering Consultants(researcher)

[1]**Corresponding author:** hdlee@kict.re.kr

Received April 9, 2019; **Revised** April 16, 2019; **Accepted** July 27, 2019

ABSTRACT

상수도관망 분석시 적용되는 수요량은 수도밸브를 열면 공급되고 닫으면 차단되는 것과는 달리 24시간 밸브가 열린 것으로 가정하여 입력하고 있다. 이에 따라 기존의 관망분석결과와 실제조사자료와는 수압과 유량등에서 많은 차이를 보이고 있다. 그 결과 실제에서는 출수불량, 가압장 용량부족, 배수지 높이 낮음, 감압시설 작동불가등의 문제점등이 발생하고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 실제유량을 적용하는 관망해석방법을 제안한다. 제안 방법은 수용가 후단에 분석모델에만 포함되는 가상의 유량제어시설과 가상의 저수조 및 가상절점을 두고 가상절점에서 기존의 수요량을 사용함에 따라 저수조의 물이 일정수위이하가 되면 유량제어시설에서 물을 공급하고, 일정수위이상이 되면 차단하는 것을 반복하여 유량제어시설의 통과 유량은 실제 사용량이 공급되도록 하여 관망분석하는 방법이다. 이렇게 분석하면 실제조사자료와 유사한 값을 보이며, 조사자료의 유량을 유량조절에 적용하면 더욱 유사한 결과가 된다. 그 결과 기존분석방법에서는 찾을 수 없었던 출수불량등 을 분석해 낼 수 있으며 그 개선방법도 강구할수 있다.

In the analysis of the water pipeline network, the amount of demand applied is assumed to be 24 hours, unlike the case where the water valve is opened and closed when it is closed. As a result, the existing analysis results and actual survey data show a lot of differences in hydraulic pressure and flow rate. Also, problems such as faulty outflow, lack of pumping capacity, low height of reservoir, and failure to operate decompression facility have been confirmed. In this paper, a real demand driven analysis method is proposed to solve this problem. First, a virtual flow control facility, a virtual low water column, and a virtual node are applied to the analytical model. In the next step, if the water in the reservoir is below a certain level as the existing demand is used at the virtual node, water is supplied from the flow control facility and the flow is shut off when the water level exceeds a certain level. This is a method to analyze the water pipeline network by supplying the usage amount. In this case, the value is similar to the actual survey data, and the similarity is obtained when the flow rate of the survey data is applied to the flow rate control. As a result, it is possible to analyze the defective heading which could not be found in the existing analysis method, and the improvement method can be derived.

Keywords: Water pipeline network, Real demand driven analysis, Actual survey data, Virtual flow control facility, Virtual node

Ⓒ 2019 by The Society of Convergence Knowledge. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

1.1 상수도 계획수요량 및 실제 사용량

상수도관망 분석시 절점의 수요량 입력은 Fig. 1의 굵은 실선과 같이 해당 수용가(대수용가, 일반수용가)의 수요량을 기준으로 24시간 밸브 또는 수도꼭지가 열려서 연속하여 공급하는 것으로 입력하여 분석하고 있다. 그러나 실제 수용가의 물 사용은 Fig. 1의 가는 선과 같이 사용목적(대수용가 저수조의 물 채움, 일반수용가의 설거지 및 화장실 사용 등)에 따라 밸브를 열었다 닫았다 하며, 1일 기준 열려 있는 시간은 일반수용가(인입관경 15mm)의 경우, 1일 중 약 1시간 열려있고, 대수용가의 경우 또한 하루 1시간 정도만 열려 있다.즉 수용가의 공급시간 동안은 수요량의 수십배가 공급 되어지고 있다. 두가지 방법 모두 1일간 총사용수량의 합은 동일하다. 각 수용가의 물 사용시간은 다른 수용가들과 동일시간이아니며 중복되기도 하고 개별적으로 사용되기도 하는 등 복잡한 형태로 물이 공급된다. 현재 분석되고 있는 수요량 기준으로 24시간 밸브가 열려서 공급한다고 생각하는 수요량은 밸브가 열려 공급되는 양의 수십분의 1이 입력되어 분석되므로 실제흐름과 상당한 차이가 있다. 저수조가 있는 대수용가가 포함된 지역에서 대수용가가 저수조 등에 물을 공급 받는 경우와 각수용가가 수도꼭지를 동시에 열게 되는 경우에는 일반수용가로 상수가 공급되지 못하는 문제점이 발생하기도 한다.

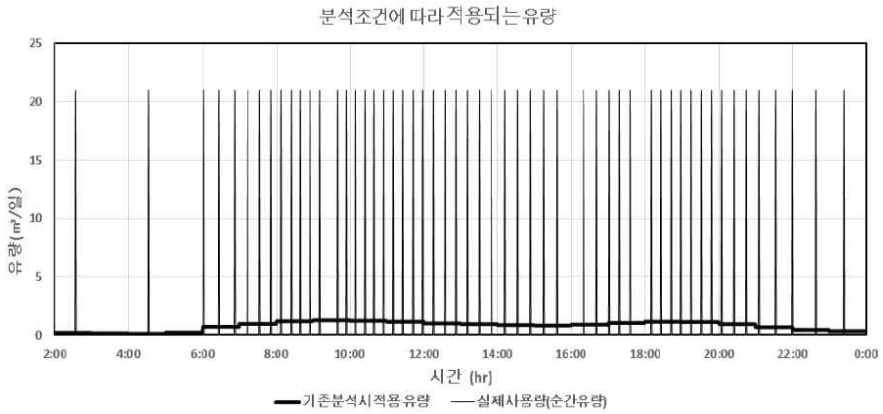


Fig. 1. Applied flow rate according to analysis conditions

1.2 기존 관망분석에서는 분석되지 않으나 상수도 공급에서 발생하는 현상

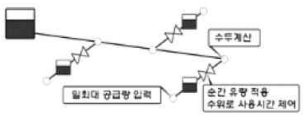
기존 관망분석으로는 분석되지 않으나 실제 일어나는 현상을 종류별로 나타내면 다음과 같이 다양한 형태로 나타나며 이는 사용수량을 잘못 적용한 결과로 보여진다.

- 관망 분석 결과와 실제자료의 상이 : 조사자료와 관망분석 자료의 수압 및 유량의 상당한 오차 발생
- 수압 및 출수 불량 : 아파트 지하저수조에 물공급시 인근상가 또는 단독주택에서 출수불량이나 가압장 가동시 인근지역의 단독주택 출수불량
- 배수지 운영관련 : 배수지가 낮아 사용 못하거나 폐쇄하고 더 높은 곳에 설치해야 하거나 배수지의 물이 바닥까지 내려가 물공급 어려움 발생
- 가압장 운영관련 : 아파트가 포함된 공급처에 설치된 가압장 용량이 부족하여 가압장을 증설해야 하거나 고지대용 가압장 용량이 부족하여 사용 못하고 용량을 올려 증설해야 하는 경우
- 감압시설 운영관련 : 블록구축을 하고 감압한 경우, 출수 불량으로 감압시설 작동 포기

2. 관련연구

상수도 조사자료와 관망분석자료의 상이점을 해소하기 위해, GIS(GeograpMc Information System) 기술 등을 이용한 상수도 관망의 해석과 이에 따른 지능형 상수도관망 관리에 관련된 기술들이 많이 연구되고 있다[1-4]. 기존방법들은 절점의 밸브가 항상 열린 것으로 가정하며, 공급량은 실제사용량의 수십분의 1을 24시간 사용패턴에 따라 상수도관망을 분석하고 있다. 이러한 수요량 적용방법으로는 저수조에 물 공급시와 수도꼭지가 열려서 순간적으로 일반수용가로 공급시의 유량 및 수압을 분석해 내지 못하는 수준이다. 기존의 상수도관망 분석기법인 Demand Driven Analysis(DDA)기법 및 Pressure Demand Analysis(PDA)기법과 금회 제안하는 Real Demand Driven Analysis(RDDA)기법에 대해 살펴보면, Demand Driven Analysis(이하, DDA)기법은 절점의 공급량이 정해진 상태에서 절점의 수두를 계산하는 기법으로 수압의 변화가 없는 정상상태 흐름의 관망해석에 적합한 방식이며, 주로 사용되어지는 프로그램은 EPANET이다. 절점에서 요구되는 수요 유량은 항상 100% 충족 가능하다는 전제하에 연속 방정식과 순환방정식을 이용하여 각 절점의 수압을 계산한다. 상수도관망에 수리학적 상태변화가 생긴 비정상상태(관로의 차단, 손실수두 증가, 국소지역 수요유량이 급격한 증가 등)에서는 일부 절점에서 부압이 생길 수 있다. 하지만 수압이 0에 가깝게 떨어졌음에도 불구하고 수요량이 유지되는 해석결과가 도출된다. 또한 절점에 24시간 수도꼭지가 열려 공급되는 것을 기준으로 분석하여 절점에서 순간적으로 발생되는 유량(수요량의 수십배)에 대한 분석할 수 없는 문제가 있다. Pressure Demand Analysis(이하, PDA)기법은 절점의 수두와 공급량이 미지수인 상태에서 필요수두에 따른 공급량을 계산하는 기법으로 관파괴 및 관내 저압력상태등 비정상상태 흐름의 관망해석에 적합한 방법으로 DDA에서 모의할 수 없는 실질적인 공급가능 유량을 산정할 수 있다. 절점의 실측값과 모니터링 시스템의 구축을 통해 Head Outflow Relationship(이하, HOR)의 관계를 구명하여야 한다. PDA 기법으로 분석시 부압발생은 하지 않으나 HOR의 관계식에 따라 이론과 상반되는 수치해석 결과가 도출 될 수 있다. 하지만 이 기법 또한 절점에 24시간 수도꼭지가 열려 공급되는 수요량을 기준으로 분석하여 절점에서 순간적으로 발생되는 유량(수요량의 수십배)에 대하여 분석할 수 없는 문제가 있다. 금회 제안하는 Real Demand Driven Analysis(이하 RDDA)방법은 절점의 수요량을 실제사용하는 량과 유사한 량이 공급되도록 하여 기존의 관망분석결과와 실제조사와의 차이를 줄이고자 하는 것이다.

Table 1. Comparison of pipeline analysis methods

구분	RDDA (Real Demand Driven Analysis)	DDA (Demane Driven Analysis)	PDA (Presssure Demand Analysis)
분석 개요	절점의 관경별 순간유량을 밸브가 열리는 사용시간만 적용하여 절점의 수두를 계산	절점의 공급량이 정해진 상태에서 절점의 수두를 계산	절점의 수두와 공급량이 미지수인 상태에서 수두에 따른 공급량을 계산
개요도			
공급 시간	1시간 내외	24시간	24시간
공급량	공급량 동안만 실사용량 공급	수용량 공급	수압에 따라 수요량 공급
수요량	1일 총수요량은 동일함(순간수요×1시간과 일최대수요량×24시간의 합은 동일함)		
문제점	분석조건을 가정해야하고 분석시간이 많이 소요되며 전문분석가가 분석해야함	실제(순간) 공급 분석이 어렵다	

3 . 결 론

기존의 상수도관망분석 방법에서 적용되는 수요량은 실제 사용량의 1/24 정도를 입력함에 따라 대수용가에서 물을 받을 때 일반수용가의 출수불량 및 수압 강하를 분석하기 어렵다. 따라서 상수도 공급상의 문제점인 출수 불량등을 해결하려면 공급되고 있는 현황과 유사한 분단위 실제사용량 입력이 필요하다.

관망 모델링에 실제 사용량 도출을 위한 가상의 유량제어 설과 가상의 저수조 및 가상절점을 입력하여 수위 제어조건에 따라 분단위의 실제사용량(순간유량)과 유사한 유량을 도출할 수 있었다. 또한 도출된 분단위의 실제 사용량을 적용한 석으로 실제 유량 및 수압과 유사한 결과를 도출할 수 있었다.

본 연구결과를 바탕으로 현장조사에서 조사된 유량을 유량 어시설에 적용하면 실제와 더욱 유사한 값을 도출할 수 있을 것이며, 순간유출을 적용한 방법으로 대규모 수용가의 사용량을 수요량의 2배정도로 제한하여 분석한 결과 용수공급이 안정됨을 확인하였다.

Acknowledgement

※ 연구비 지원 문구는 간단명료하여야 하며, 위치는 결론과 참고문헌 사이에서 ※ 기호를 표시하고 작성한다.

References

1. 장동일, 강기훈 “상수도관망 압력기반 수리해석을 위한 모의 실험시설 기반 절점의 압력-유량 관계 분석”, 대한환경공학회지, 제36권 제6호, pp.421-428, 2014.
2. 서민열, 유도근, 김중훈, 전환돈, 정건희 “유효유량 개념을 도입한 상수도관망 Subsystem 별 중요도 산정”, 한국방재학회논문집, 제9권 제6호, pp.133-141, 2009.
3. 백천우, 전환돈, 김중훈 “HSPDA 모형 및 ADF index를 이용한 상수도관망의 신뢰도 산정”, 한국수자원학회지 논문집, 제43권 제2호, pp.201-210, 2010.
4. 백천우, 전환돈, 김중훈 “HSPDA모형과 거리척도방법을 이용한 상수도관망의 신뢰성 분석”, 한국수자원학회논문집, 제43권 제9호, pp.769-780, 2010.
5. https: //www.epagov/watet-research/epanet