

강우강도와 지속시간을 고려한 도시 내수침수 예측에 관한 연구

추연문*, 최연웅*, 추태호*, 심상보*, 안익태*

*부산대학교 사회환경시스템공학과

e-mail:zhzkzhffkrnt@naver.com

Study on Urban Inundation Prediction Considering Rainfall Intensity and Duration

Yeon Moon Choo*, Yeon Woong Choi*, Tai Ho Choo*, Sang Bo Sim*, Ik Tae An*

*Dept. of Civil and Environmental Engineering, Pusan National University

요약

최근 빈번히 발생하는 국지성 집중호우로 인한 대규모 홍수피해가 발생하고, 각종 개발사업의 증가, 도심지의 과도한 인구밀집도, 불투수면적 증가 등에 의하여 도시 내·배수 시스템(하수관거, 우수지, 배수펌프장 등)에 과부하가 발생하여 강우사상 발생 시 내수침수의 우려가 커지고 있다. 이러한 상황에 대비하기 위해서는 구조적, 비구조적 대책 등 다양한 대응책이 요구된다. 대표적인 비구조적 대책인 홍수예보는 반복적인 홍수피해 방지를 위해 개발되었다. 그러나 각종 홍수예측기법은 적용하기 어렵다. 일부 훈련 방법은 모든 단계에서 적용되어야 하며 레이더 데이터에 의해 예측된 강우 데이터는 작은 분지에 적합하지 않다. 본 연구는 하나의 시나리오 단계에 비하여 도시 홍수 관리 과정에서 훨씬 더 선제적인 대응을 준비하는 데 사용할 수 있다.

1. 서론

최근 전 세계적인 산업화의 발달은 탄소배출량을 가중하였으며, 이는 전 세계적인 기후변화 및 기상이변을 야기시켰다. 지구 평균기온은 1980년대 이후 급격한 증가를 보이고 있으며, 이에 따라 해수면 상승, 농업 생태계 변화 등이 나타나고, 홍수, 가뭄, 태풍, 국지성 호우 등 자연재해의 발생빈도와 강도가 잦아지고 있다. 이로 인하여 도시지역의 수문학적 양상이 변화하였으며, 이와 더불어 건물이나 도로포장 등의 확대에 의해 불투수 면적이 증가 되어 하천으로 배수시키는 유출량을 증가시켰다. 이와 같은 현상의 원인은 기후변화로 인한 장마기간과 장마가 종료된 후 잦은 집중호우가 발생과 함께 높은 인구밀도와 90% 이상의 불투수율, 저지대의 개발 및 도심지역의 낮은 경사도 등이 있다.

비구조적 대책으로 홍수 피해에 대비하거나 방지하기 위해 다양한 홍수예측 모델에 관한 연구가 진행되어 왔다. 실시간 홍수 예측 모델이 영국의 3개 지역에 적용되었다(Beven 1984년). 디지털 고도 모델(Garrote 1995)을 이용한 실시간 홍수 예측을 위한 분산 모델과 실시간 홍수 예측을 위한 단기 강수량 예측 모델 비교(Toth 2000)가 개발되었다. Jasper 등에서는 (1) 측정 측정 및 기상 레이더의 표면 관측 데이터와 (2) 격자 셀 크기의 5가지 고해상도 수치 기상 예측(NWP) 모델의 예측 데이터 등 두 가지 기상 입력 데이터를 사용했다(Jasper 2002). 하천 시스템의 실시간 홍수 예측을 위해 확률

적 칼만 필터 알고리즘의 적용 버전이 적용되었다 (Young 2002). 실시간 홍수 예측에서 칼만 필터링을 향상시켜 토양 수분 업데이트가 개발되었다(Komma 2008). 이전의 연구에서는 자료의 시간 간격이 길었기 때문에 도시 지역의 작은 배수구역에 대한 수문 자료를 적용하기에는 어렵다. 홍수 예측에 필요한 수리수문 분석은 강우유출 모델을 이용하여 시간을 소모하기 때문에 자세한 분석은 적절하지만 실시간 예측에 있어서는 적용하기 어렵다.

국지성 집중호우는 각 지자체, 기관에서 사용하고 있는 예·경보 시스템의 신뢰도와 활용도 저하를 가져오고 있어 현행되고 있는 시스템으로는 즉각적인 도시내수침수 예·경보가 힘든 실정이다. 그리하여 본 연구는 우수관거 만관의 50%, 70%, 100%와 침수라는 4가지 기준을 세워 내수침수를 빠르고 쉽게 예측하도록 Flood Nomograph를 구축하였으며, 이를 SWMM을 통하여 도심지역의 내수침수예보체계에의 적용성을 평가하고자 하였다.

2. 단계별 시나리오

본 연구에서는 도시 지역의 홍수 피해를 줄이기 위해 4가지 시나리오 단계로 (우수관거 만관의 50%, 70%, 100%와 침수) 홍수 예측 기법을 개선하여 제안하였다. 각각의 시나리오 단계는 각 지속시간에 인공 강우량을 강우-유출 모의의 최초 침수 노드로 구성되어 있다. 시나리오 단계 기반 홍수 예측

기법의 장점은 실시간 강우 데이터를 이용한 간단한 적용이다. 제안된 시나리오는 신뢰성 분석을 통해 유효 침수 예측 범위를 설정하였다.

로운 형태의 홍수 예·경보 기법을 제시하고자 한다. 이를 위하여 강우지속시간별 발생 가능한 모든 강우에 대한 강우유출을 분석하고 분석된 자료를 바탕으로 강우지속시간과 강우강도 사이에 조건별 그래프를 도식하여 간편하게 홍수 발생에 대한 내수침수를 파악할 수 있도록 하였으며, 우수관의 만관 비율별 그래프를 함께 적용하여 주의보와 경보 발령이 용이하도록 적용하였다. 적용된 예측 그래프는 신뢰성 분석을 통해 유효 침수 예측 범위를 적용하였다. 지금까지 내수침수관련 논문이 발표되었으나 그 중에서 실제 적용 가능한 내수침수에 따른 예·경보 기준을 설정한 연구논문이 거의 없었으며, 본 연구는 홍수예경보 기법에 관한 연구로, 본 연구에서 새롭게 제시한 홍수 예·경보 시스템과 관련한 추가적인 연구나 정확도 및 적합성의 고도화를 위한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] Beven, K.J.; Kirkby, M.J.; Schofield, N.; Tagg, A.F. "Testing a physically-based flood forecasting model (TOPMODEL) for three UK catchments" J. Hydrol. 69, pp. 119 - 143, 1984.

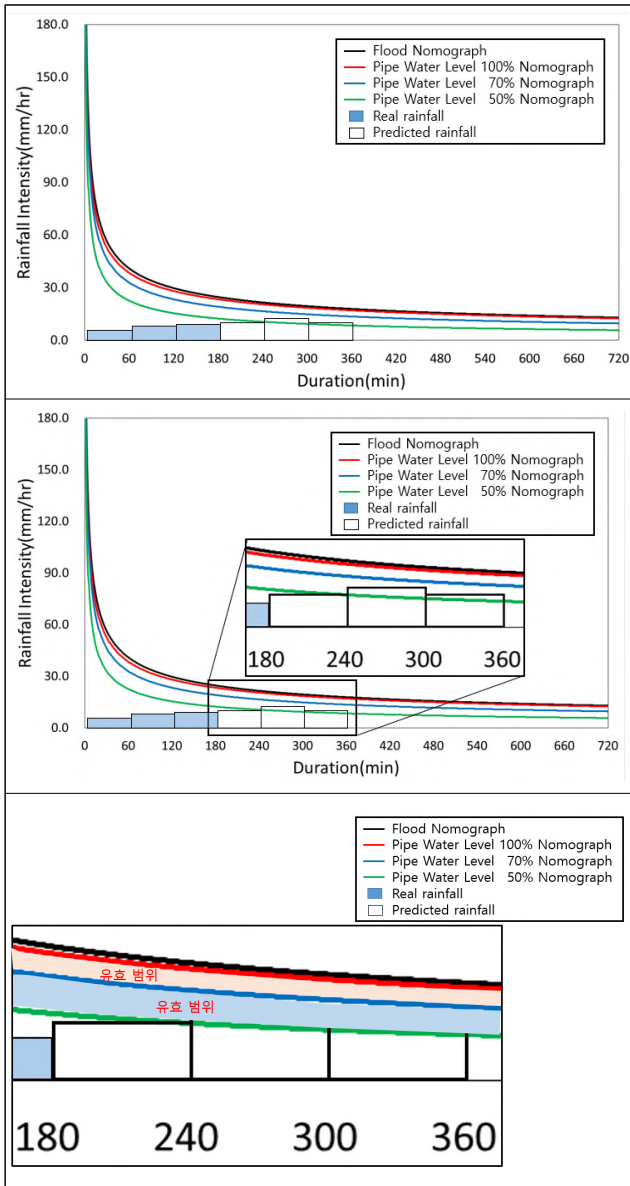
[2] Garrote, L.; Bras, R.L. "A distributed model for real-time flood forecasting using digital elevation models" J. Hydrol. 167, pp. 279 - 306, 1995.

[3] Toth, E.; Brath, A.; Montanari, A. "Comparison of short-term rainfall prediction models for real-time flood forecasting" J. Hydrol. 239, pp. 132 - 147, 2000,

[4] Jasper, K.; Gurtz, J.; Lang, H. "Advanced flood forecasting in Alpine watersheds by coupling meteorological observations and forecasts with a distributed hydrological model" J. Hydrol. 267, pp. 40 - 52, 2002.

[5] Young, P.C. "Advances in real - time flood forecasting" Math. Phys. Eng. Sci. 360, pp. 1433 - 1450, 2002.

[6] Komma, J.; Blöschl, G.; Reszler, C. "Soil moisture updating by Ensemble Kalman Filtering in real-time flood forecasting" J. Hydrol. 357, pp. 228 - 242, 2008.



[그림 1] 내수침수 단계별 시나리오 및 유효범위 설정

3. 결론 및 제언

본 연구에서는 국내 하천 설계 및 강우 분석 시 자주 이용되고 있는 Huff 4분법을 적용하여 호우상황 발생 시 별도의 유출모의 없이 예·경보를 발령할 수 있는 새로운 형태의 시스템을 제시하고자 한다. 이후 새로운 형태의 홍수 예·경보 시스템과 적용지역의 과거 침수피해 이력이 있는 강우자료와의 비교 및 예측 강우와 강우유출 프로그램의 비교를 통하여 정확성 및 실용성을 분석한 뒤, 이를 통해 도시지역에서 내수침수 상황 발생 시 사전에 예보 및 대응이 가능하도록 하는 새