

관개수로에서 적정 물분배를 위한 SA 기술의 적용

Application of simulated annealing (SA) techniques for optimal water distribution in irrigation canals

Mohammad Javad Monem *, Reza Namdarian

Department of Irrigation Infrastructures, The University of Tarbiat Modarres, Tehran, Iran

관개조직에서의 빈약한 수행 원인의 하나는 부적절한 물의 분배이다. 전통적으로 관개수로에서 물분배 스케줄은 설명적인 방법으로 정해진다. 최적 방법을 적용하여 물 공급의 수행을 개선할 수 있다. 사례연구에서 적정 물공급 스케줄을 개발하기 위해 단일 목적 0-1 프로그래밍 방법(single-objective zero-one programming method)을 사용하였다. 관개조직의 몇 가지 목적과 0-1 프로그래밍의 어려움을 고려하여 다목적 모의 단련 최적 기술을 이용하였다. 급수지점에서의 물 수요에 근거하여 개발된 모델은 급수의 양과 시간을 결정한다. 수로의 용량과 운영단계는 최소화 되고 물 수요는 가능한 한 만족하게 된다. 제안된 모델의 적용성을 시험하기 위하여 모델을 중국의 Feng-Jia-Shan 수로에 적용하고 Wang이 연구한 결과와 비교하였다. 다목적 최적화 접근법은 낮은 운영단계를 나타내었고 수로의 용량은 Wang이 연구한 수준과 같게 감소되었다. 이 모델은 이란의 테헤란에 있는 Varamin 관개지구의 AMX 수로에 적용되었다. 이 모델은 SA 기술의 장점을 이용하여 여러 가지 목적을 고려할 수 있고 0-1 프로그래밍의 어려움을 피할 수 있게 한다. 이 모델은 관개수로에서 물 급수 스케줄을 계획하는 유효한 도구로 사용될 수 있다.

카자흐스탄, Otrar 오아시스에서의 관개 재건

Reconstructing irrigation at Otrar Oasis, Kazakhstan, AD 800-1700

D. Clarke (1) *, R. Sala (2), J.-M. Deom (2), E. Meseth (1)

(1) School of Civil Engineering and the Environment, University of Southampton, Southampton SO17 1BJ, UK

(2) Institute of Archaeology, Academy of Sciences, Republic of Kazakhstan, 21 Tole Bi, Almaty 480100, Kazakhstan

중앙 아시아의 Syr Darya 강가에서는 1,300년 이상 관개가 시행되었다. 이전의 수로망을 확인하기 위하여 항공측량을 하였고 고고학적 발굴로 관개농업에 의존했던 도시의 확장과 축소 단계들을 탐색하였다. AD 1000 이후로는 많은 수로가 건설되어 유목민의 목장이었던 토지가 농업생산지로 바뀌었다. 농업개발의 단계와 확장은 이 지역의 기후 변화와 관련되었다. 작물의 물 소요량을 구하는데는 현대적 관개 모델을 사용하였다.

에리트리아의 Wadi Laba 관개조직에서의 수리 성능 평가

Hydraulic performance evaluation of the Wadi Laba spate irrigation system in Eritrea

Abraham Mehari (1) *, Herman Depeweg (2), Bart Schultz (2)
 (1) University of Asmara, Eritrea, UNESCO-IHE, The Netherlands
 (2) UNESCO-IHE, The Netherlands

범람관개(Spate irrigation)는 그 발생 시기와 양을 예측할 수 없는 홍수를 취수하고 관리하는 방법이다. 에리트리아의 16,000ha에 이르는 범람관개 지역에서 농민들은 홍수를 이용하기 위하여 흙과 나뭇가지로 만든 Agims 와 Musghas라고 알려진 취수구조물을 오랫동안 이용하였다. 지난 100년 동안 이 방법은 지속적으로 이용되었지만 홍수의 예측 불가능성을 줄이고 농민들을 가난에서 벗어나게 하지는 못하였다. 생활수준 향상을 목적으로 정부가 범람관개조직을 현대화하기로 정하였다. 1998년에 Wadi Laba 지구(2,600ha)를 시범지구로 정하고 주요 Agims 와 Musghas를 콘크리트 두수공과 돌망태로 대체하였다. 주 목표는 하루지역의 관개를 더 할 수 있게 많은 양의 홍수를 조절 취수하여 관개면적을 1,200ha에서 2,600ha로 늘리고, 침식과 퇴적을 방지하며, 유지관리에 필요했던 노동력과 나뭇가지의 투입을 줄이는 것이었다.

Wadi Laba 지구에 대한 현지 조사, 유량측정, 인터뷰, 토론 등으로 그 성과를 평가하였다. 그 결과 가장 좋은 홍수기에 1,400ha만이 관개됨을 확인하였다. 그 이유로는 현대화 초기 단계에서의 부적절한 설계 가정과 접근방법, 현대적인 설계와 토착 관개규칙 및 물분배방법간의 불합치, 둑 터짐 부분(breaching bund)의 실패, 암거의 퇴적, 부적절한 배사문의 운영 및 관리 등을 들 수 있다. 개선방법으로는 농민조직을 기술적, 제도적, 법적으로 강화하는 것, 암거를 상류 조절수문으로 교체하는 것, 보조 취수구를 만드는 것, 둑 터짐 부분을 돌쌓은 물넘이로 바꾸는 것 등이다. 이들 이외에 이 논문은 왜 홍수관개를 지하수로 보충해야 되는지를 양적으로 분석하고, 설정된 목표들을 성취할 가능성이 있는지를 다루고 있다.

첫번째 서지 침입계 자료를 사용하여 서지 침입을 모의하는 단순방법

A simple procedure for simulating surge infiltration using first-surge infiltrometer data

Sajid Mahmood, Muhammad Latif
 Centre of Excellence in Water Resources Engineering, University of Engineering and Technology, Lahore-54890, Pakistan

이 연구의 목적은 링 침입계(ring infiltrometer)를 수정하여 일정시간 서지 사이클에서의 누가 침입량을 모의하기 위한 단순하고 일반적인 기술을 개발하는 것이다. 링 침입계는 on-off 서지 사이클을 만들기

위해 pipe arm을 연결하여 물이 링에서 파이프로, 파이프에서 링으로 흐르도록 수정하였다. Kostiakov 침입공식은 첫번째 서지 침입계 자료를 사용하여 후속 서지들에 대한 침입자료를 모의하기 위해 surge factors를 도입하여 수정되었다. 수정된 형태의 Kostiakov 식은 Azeemi-Kostiakov 식이라 불린다. Kostiakov 식의 미지의 매개변수는 2점기술(two-point technique)을 적용하여 결정되었다. 연구 결과 Azeemi-Kostiakov 식으로 모의된 침입 자료는 서지-링 침입계로 수집된 자료들과 잘 합치되었다. 여러 서지들 동안에 누가 침입량에 상당한 감소가 관측되었는데 첫번째 서지는 61에서 84%, 후속 서지는 30에서 61%의 범위내에 있었다. 전체적으로 보아 Azeemi-Kostiakov 식의 중요한 장점은 제한된 침입계 자료를 이용하여 후속 서지들의 누가 침입량을 성공적으로 모의하는데 이용한다는 것이다. Azeemi-Kostiakov 식의 실험 조건 외에서 그리고 여러 가지 on-off 서지 사이클에 대한 검증은 그 적용성을 확장하기 위하여 필요하다. 만약 그렇게 되면 이 방법으로 요구되는 여러 세트의 on-off 서지 사이클에 대한 침입량 추정을 하여 효과적인 물관리를 위한 서지 관개 조사를 계획할 수 있게 될 것이다.

증발과 뿌리의 물흡수를 고려하여 지표 점적원(trickle line source)하에서 습윤 토양 용적 깊이의 추정

Estimation of the wetted soil volume depth, under a surface trickle line source, considering evaporation and water extraction by roots

*St. Elmaloglou *, N. Malamos*

Department of Natural Resources Management and Agricultural Engineering, Agricultural University of Athens, 11855 Athens, Greece

점적관개의 지표 점적원에서의 국부적인 침입을 분석하기 위하여 증발과 뿌리의 물흡수를 고려하는 평면 흐름 모델의 이용을 제시하고 있다. 이 수치 모델의 결과는 습윤 토양 용적 깊이를 구하는 실험적 방법을 개발하고 실험하는 기반이 된다. 이 수치 모델은 4개의 물적용률로 12개 USDA 토양 등급 중 3개의 토양에 대해 시행되었다. 이 방법은 관개 과정을 2단계로 나누며, 각각의 길이는 관개기간에 따른다. 2개의 단순한 시간 의존 실험식과 침입 단계에서의 power 법칙과 관개가 끝난 후 단계에서의 하나의 polynomial은 매우 만족할만한 결과를 제시한다. 이 방법의 결과에 대한 질을 평가하기 위하여 여러 다른 통계 기준을 이용하였고, 해당 신뢰간격에 근거하여 실험계수의 평균 등급 값을 도입하였다. 수치 모델의 결과와 실험식으로 계산한 값이 합치됨으로써 power법칙과 polynomial 실험식을 함께 사용하여 토양단면을 통한 습윤 전선의 수직 이동을 계산할 수 있고 따라서 깊은 침투손실을 줄일 수 있음을 나타내었다.

인도 편집주의 Upper Bari Doab 수로 지구에서 지하수위 모니터링을 위한 네트워크 설계

Network design for groundwater level monitoring in Upper Bari Doab Canal tract, Punjab, India

Sanjay Kumar (1) *, S. K. Sondhi (2), V. Phogat (1)

(1) Department of Soil Science, CCS Haryana Agricultural University, Hisar-125 004, India

(2) Department of Soil and Water Engineering, Punjab Agricultural University, Ludhiana, India

지역화 변수 이론(theory of regionalized variables)에 근거한 Geostatistical 기술은 지하수위 모니터링 네트워크의 설계를 위한 효과적인 도구가 된다. 인도의 편집주에서 기존의 지하수 관측정 네트워크는 불규칙하게 분포되어 넓은 지역에서의 지하수위를 정확하게 알려주지 못한다. Upper Bari Doab 수로 지구에서 기존 관측정 네트워크의 적정성을 universal kriging을 사용하여 검토하고, 주어진 정확도 수준을 위한 관측정의 추가 또는 폐쇄 위치를 지정하였다. 현재의 정확도 수준은 기존 관측정의 수를 12% 감축해도 유지될 수 있음을 알게 되었다. 현재의 정확도 수준은 오차가 많은 지역에 관측정을 추가함으로써 상당히 개선될 수 있다. 더 큰 개선으로 grid 중앙부에서의 최대 오차를 2.33m로 하기 위하여 5km 정방형의 네트워크를 제안하였다. 다른 대안의 네트워크에 대한 효율성과 경제적 건전성을 시험하기 위하여 민감도 분석도 시행하였다.

수로운영 평가를 위한 수리 민감지표

Hydraulic sensitivity indicators for canal operation assessment

Salah Kouchakzadeh (1) *, Aliasghar Montazar (2)

(1) Irrigation and Reclamation Engineering Department, University of Tehran, PO Box 4111, Karaj, Iran 31587-11167

(2) Irrigation and Drainage Engineering Department, Abourayhan Campus, University of Tehran, Iran

개수로 관개 시스템은 수로와 분수공 및 횡단 구조물로 구성된 기반시설로서, 관개 목적으로 물을 보내고 조절하고 분배한다. 각 구조물은 투입 변수를 산출 변수로 바꾸고, 투입의 변동에 관련한 산출의 유연성은 구조물의 민감도 지표로서 나타낼 수 있다. 관개 시스템에 적용된 민감도 분석 방법은 용수로에서 흐름의 거동을 나타내는 정류 및 부정류간의 중간에 대해 고려할 수 있다. 이 논문에서는 관개 분배 시스템의 민감도를 알기 위하여 예비 분석 틀을 개발하였다. 지역적 그리고 구간별 수준에서 수리 민감도 지표의 개발을 먼저 하였다. 그 다음 이 분석에 시간 매개변수를 포함시킴으로써 혼란에 대한 a reach-time response를 구하는 방법을 제안하였다. 또한, 용수로에서 흐름의 거동을 평가하는데 민감도

지표의 적용성을 평가하기 위한 사례연구를 시행하였다. 그 결과들은 제안된 방법이 특별 조건에서 혼란을 진정시키는데 필요한 시간을 예측하고 관개조직에서 물분배의 관리를 개선할 충분한 정보를 사용자들에게 제공할 수 있음을 나타낸다.

관개계획에서 퍼지 다기준 의사결정

Fuzzy multicriterion decision making in irrigation planning

*K. Srinivasa Raju (1), D. Nagesh Kumar (2) **

(1) Department of Civil Engineering, Birla Institute of Technology and Science, Pilani 333 031, Rajasthan, India

(2) Department of Civil Engineering, Indian Institute of Science, Bangalore 560 012, Karnataka, India

다기준 의사결정(MCDM)은 최선의 대안을 선정하는데 질적 양적 기준을 종합하는 능력 때문에 효과적인 방법론으로 등장하고 있다. 동시에 퍼지 논리는 애매한 주관적인 자료를 다루는데 유연성이 있기 때문에 중요성이 커지고 있다. 여기서는 2개의 fuzzy logic-based MCDM methods, 즉 similarity analysis (SA) and decision analysis (DA)를 채택하여 FUZZY Decision System (FUDDS)을 개발하고 Sri Ram Sagar Project (SRSP)의 사례 연구에 적용하였다. 인도의 Andhra Pradesh에서 최선의 관개 시스템을 선정하는데 사용하였다. SA와 DA는 그 관개 시스템이 최선임을 알려주었다. 실제적인 의사 결정 문제(real-world decision-making problems)에 퍼지 논리 방법론을 적용하는 것은 효과적이라고 결론지을 수 있다.

관개 진행자료에서 침입 매개변수를 정하기 위한 방법의 평가

Evaluation of methods for determining infiltration parameters from irrigation advance data

*K. L. Khatri *, R. J. Smith*

Cooperative Research Centre for Irrigation Futures, Faculty of Engineering and Surveying, University of Southern Queensland, Toowoomba, Queensland, 4350, Australia

토양 침입 매개변수에 대한 지식은 지표관개의 적정 수행과 관리를 위하여 대단히 중요하다. 지표관개수가 포장에서 진행되는 것은 침입률에 따라 달라지고 결국 토양수분 균등도와 물 적용률을 결정한다. 관개수 선단의 진행 자료에서 침입 매개변수를 계산하는 것은 현재 사람들이 선호하는 방법이다. 실시간 제어 시스템에 이것을 포함시키면 사용자의 간섭 없이 최소의 포장 자료로 정확하고 신속하고 신뢰성 있게 처리할 수 있다. 이런 목적을 마음에 두고 평가를 위해 6개의 침입방법을 선택하였다.

즉, 2점법(two-point method), 컴퓨터 모델 INFILTR, the method of Upadhyaya와 Raghuwanshi 방법, Valiantaz one-point 방법, Shepard one-point 방법, 그리고 단순 선형침입함수법(simple linear infiltration function)이다.

여러 토양 종류와 고랑의 형태에 대해 이들 방법들을 평가하기 위하여 10개의 고랑관개 시험포에서 현장실험 자료를 구해 사용하였다. 이 자료 세트들을 분석하여, 진행과 누가 침입량을 예측할 선정 방법들의 능력을 평가할 침입 매개변수를 결정하였다. 그 결과 INFILTR가 가장 정확하고 신뢰할만한 방법으로 모든 자료 세트들에 대해 좋은 결과를 보여주었다. 일반적으로 2점법과 선형함수법도 좋았지만, 2점법은 안정 또는 최종 침입률을 미리 알아야 하는 단점이 있다. 그러나 이들 방법 중 어느 것도 실시간 제어 시스템에 전적으로 사용하기에 적합하다고는 할 수 없다.