



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0146408
(43) 공개일자 2023년10월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 50/26 (2012.01) G01W 1/10 (2006.01)
G06F 17/18 (2006.01) G06F 9/455 (2018.01)
G06Q 10/06 (2012.01) G06Q 50/06 (2012.01)

(52) CPC특허분류

G06Q 50/26 (2013.01)
G01W 1/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0045420

(22) 출원일자 2022년04월12일

심사청구일자 2022년04월12일

(71) 출원인

한국수력원자력 주식회사
경상북도 경주시 문무대왕면 불국로 1655
홍익대학교 산학협력단
서울특별시 마포구 와우산로 94 (상수동)
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자

이승오
서울특별시 강남구 일원로 127 가람아파트 108동 408호
김동현
서울특별시 마포구 와우산로26길 9 신성빌라 402호
유형주
서울특별시 동작구 서달로 91 동부센트레빌 2차 104동 401호

(74) 대리인

이영근

전체 청구항 수 : 총 2 항

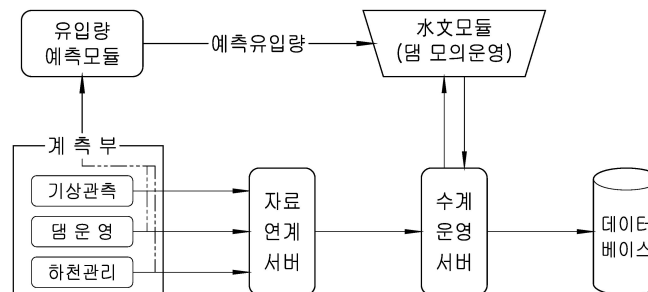
(54) 발명의 명칭 회복탄력성을 고려한 발전용댐 운영 방법

(57) 요약

본 발명은 모의운영을 기반으로 적정 방류량을 설정하는 발전용댐 운영 방법에 관한 것으로, 발전용댐의 유역내 유량 실측이 가능한 다수의 소유역을 설정하고, 선행 유출 특성을 나타내는 소유역을 선정하여, 실측된 소유역 유출량을 댐 저수지 유입량으로 환산함으로써, 유역특성이 충분히 고려된 장래 유입량을 도출하고 이를 모의운영에 적용하여 향후 저수지의 회복탄력성이 유지될 수 있는 적정 발전방류량을 설정할 수 있도록 한 것이다.

본 발명을 통하여, 다양한 불확실성 및 오차 요인이 상존하는 유출모형이나, 기상 및 지질 특성상 이질성이 다분한 유출량 전이 기법을 탈피하여, 동일 유역내 실측 지점의 수문학적 선행성을 파악하고 이를 활용함으로써, 발전용댐 저수지의 유입량 예측에 있어서 기상 및 지질 특성상 동질성을 최대한 공유하면서도 불확실성 및 오차 요인을 획기적으로 경감할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G06F 17/18 (2013.01)

G06F 9/455 (2013.01)

G06Q 10/063 (2023.01)

G06Q 50/06 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

유입량을 추정하여 저수지 모의운명을 수행하는 발전용댐의 운영 방법에 있어서,

발전용댐의 유역내에 유출량이 실측되는 소유역을 다수 설정하고, 소유역별 시계열 유출량을 실측하며, 발전용댐 저수지의 시계열 유입량을 실측하는 실측단계(S10)와;

소유역별 시계열 유출량을 당해 소유역의 면적과 발전용댐의 유역면적의 면적비로 확대하여 시계열 확대유출량을 산출하는 확대단계(S21)와;

소유역별 시계열 확대유출량과 발전용댐 저수지의 시계열 유입량을 중첩하되, 소유역별 시계열 확대유출량을 시간축으로 이동시키면서 발전용댐 저수지의 시계열 유입량과 소유역별 시계열 확대유출량간 오차를 산출하고, 오차가 최소인 이동 시간을 소유역별 시차로 설정하는 중첩단계(S22)와;

상기 오차가 최소인 소유역을 선정하는 선정단계(S30)와;

선정된 소유역의 당 시점의 실측 유출량을 상기 면적비로 확대하고 당해 소유역의 시차에 따라 시간축으로 이동시킴으로써 발전용댐 저수지의 장래 유입량을 예측하는 예측단계(S41)와;

예측단계(S41)에서 수립된 발전용댐 저수지의 장래 유입량을 활용하여 발전용댐 저수지의 모의운명을 수행함으로써, 당해 저수지의 발전방류에 따른 저수량 손실의 회복이 가능한 수준으로 발전방류량을 설정하는 설정단계(S42)로 이루어짐을 특징으로 하는 회복탄력성을 고려한 발전용댐 운영 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 중첩단계(S22)에서는 소유역별 시계열 확대유출량에 유량증감분을 단계적으로 합산 및 차감하여 소유역별 시계열 단계별 확대유출량을 생성하고, 소유역별 시계열 단계별 확대유출량과 발전용댐 저수지의 시계열 유입량을 중첩하되, 소유역별 시계열 단계별 확대유출량을 시간축으로 이동시키면서 발전용댐 저수지의 시계열 유입량과 소유역별 시계열 단계별 확대유출량간 오차를 산출하고, 오차가 최소인 단계별 확대유출량의 유량증감분을 증감량으로 설정하고 당해 이동 시간을 소유역별 시차로 설정하며;

상기 예측단계(S41)에서는 선정된 소유역의 당 시점의 실측 유출량을 상기 면적비로 확대하고 증감량을 적용하며 당해 소유역의 시차에 따라 시간축으로 이동시킴으로써 발전용댐 저수지의 장래 유입량을 예측함을 특징으로 하는 회복탄력성을 고려한 발전용댐 운영 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 모의운명을 기반으로 적정 방류량을 설정하는 발전용댐 운영 방법에 관한 것으로, 발전용댐의 유역내 유량 실측이 가능한 다수의 소유역을 설정하고, 선행 유출 특성을 나타내는 소유역을 선정하여, 실측된 소유역 유출량을 댐 저수지 유입량으로 환산함으로써, 유역특성이 충분히 고려된 장래 유입량을 도출하고 이를 모의운영에 적용하여 향후 저수지의 회복탄력성이 유지될 수 있는 적정 발전방류량을 설정할 수 있도록 한 것이다.

배경 기술

[0003]

발전 방류량 결정은 발전용댐의 운영 및 관리는 물론, 상, 하류에 위치한 연계 운용 댐의 운영 및 당해 하천 전반의 관리에 있어서 핵심 요소라 할 수 있는데, 홍수조절 및 수자원 이용 효과의 극대화를 도모할 수 있는 최적

의 방류 계획 수립을 위한 다양한 방안이 모색되고 있으며, 관련 종래기술로서 특허 제1285044호 등을 들 수 있다.

- [0004] 특허 제1285044호를 비롯한 종래의 발전용댐 운영 방법은 기본적으로 발전용댐에 대한 저수지 모의운영 (Reservoir Simulation)을 실시하고, 저수지 모의운영을 통하여 산출된 발전용댐 저수지의 수위 및 가용 저수량 예측치를 기초로 적정 발전 방류량을 설정하는 과정이라 할 수 있다.
- [0005] 이러한 종래의 발전용댐 운영 방법은 도 1에서와 같이 다수의 정보기기가 통신망으로 연결된 시스템을 통하여 수행되는데, 도시된 바와 같이, 발전용댐 전산 운영 기법의 실질 수행은 수계운영서버가 담당하고, 이 수계운영 서버에 기초 입력 자료를 제공하는 계측부가 통신망으로 연결되며, 수계운영서버에는 발전용댐의 저수지 모의운영을 수행하는 수문(水文)모듈이 연결되고, 수문모듈에서 도출된 결과를 수록하는 데이터베이스가 연결되어, 발전 방류량 등 발전용댐 운영의 제반 사항의 결정시 동(同) 시스템의 도출 정보가 의사판단에 활용된다.
- [0006] 도 1에 도시된 시스템에서 계측부는 실측 정보를 생성하는 역할을 수행하는 것으로, 단일 기관 또는 단일 관리 주체에 의하여 운용되는 것이 아니라, 실측 항목별로 상이한 주체가 관여할 수 밖에 없는데, 예컨대 도시된 기상관측은 강우 및 강설 등 기상 관측을 수행하는 기상청 등의 기관에 의하여 수행되고, 댐 저수지의 실측 유입량 및 수위 등 댐운영 실측 정보의 수집은 각 댐의 관리 주체에 의하여 수행되며, 하천 하도상 지점별 유량 등의 하천 실측 정보는 홍수통제소 등 하천 관리 주체에 의하여 수집된다.
- [0007] 이렇듯 수집된 실측 자료는 자료연계서버로 전송되어 통합 관리되며, 수계운영서버의 댐 저수지 모의운영에 소요되는 시계열 유입량 등 실제 필요 정보가 선정되어 수계운영서버에 제공됨으로써, 수계운영서버는 관내 댐에 대한 단독 모의운영 또는 연계 모의운영을 수행하게 된다.
- [0008] 한편, 도 1에 예시된 수문모듈은 댐 저수지 모의운영을 수행하는 전산모형으로서, 도면상 수계운영서버와 연결된 것으로 표현되어 있으나, 전산모형인 수문모듈은 수계운영서버에 탑재되거나, 또는 수계운영서버와 연결된 별도의 서버 내지 정보기기에 탑재되는 등 다양한 형식을 가질 수 있음은 물론, 단일 수계운영서버가 관내 다수의 댐에 대한 관리를 수행할 경우, 다수의 수문모듈이 연결될 수도 있다.
- [0009] 발전용댐에 있어서, 발전 방류량은 단일 수치가 항구적 또는 일정 기간 연속적으로 적용되는 것이 아니라, 상당한 변동성이 부여되는 것으로서, 이는 수력발전 및 전력 수급 특성에서 기인하는 특성이라 할 수 있다.
- [0010] 도 2는 일반적인 발전량 및 전력 수요량의 관계를 도시한 것으로, 전력 수요량은 수시로 변동될 뿐 아니라 특정 시간대에 급변하는 양상을 보이고 있으나, 화력발전 또는 원자력발전 등 열발전이 주로 담당하고 있는 기저발전량은 일정 수준으로 유지됨을 확인할 수 있다.
- [0011] 화력발전 또는 원자력발전 등의 열발전은 구조적 특성상 발전의 개시 및 중지에 상당한 제약이 있을 수 밖에 없으며, 일단 발전이 개시되어 계획 출력에 도달하면 발전량이 일정 수준으로 유지될 수 밖에 없는 바, 전력 수요량의 급변에도 불구하고 이에 대한 기민한 대처가 사실상 불가능하다.
- [0012] 반면, 수력발전은 발전방류의 개시 및 정지를 자유롭게 수행할 수 있을 뿐 아니라 다수 발전기의 선택 가동 등의 방식으로 발전량의 조절 역시 가능한 특성을 가지는 바, 도 2에서와 같이, 기저발전량은 열발전이 담당하고, 기저발전량을 초과하는 전력 수요 급상승기에 대한 첨두발전은 수력발전이 담당하는 방식으로 전력 수급이 조절되고 있으며, 따라서 수력발전은 상시 발전 보다는 특정 시간대 발전량이 집중되는 계획적 간헐 발전 방식으로 수행되는 것이 일반적이다.
- [0013] 물론 수력발전은 구조적으로 간헐 발전만이 가능한 것이 아니라 발전의 단속상 편의성이 보장된 구조인 바, 필요에 따라 상시 발전도 가능하며, 이 경우 기저발전량의 일부를 담당하는 방식으로 운용될 수도 있으나, 발전과정에서 발전방류에 따른 저수량 손실이 불가피한 바, 가용 수자원의 유한성을 감안하면 지속적인 상시 발전은 근본적으로 불가능하며, 특히 충분한 장래 유입량이 담보되지 않은 상황에서 과도한 발전방류를 실시하면 이후 첨두발전 필요시 적절한 대응이 불가능한 심각한 상황이 초래될 수 있다.
- [0014] 특히, 상당수의 발전용댐은 발전 전용이 아니라, 각종 용수공급 및 홍수조절 등 다목적으로 활용되는 경우가 많고, 하류 하천의 건천화를 방지하기 위한 유지용수 방류 또는 하류 지역의 수자원 이용권을 보장하기 위한 하류 경작지 또는 취수 지점의 최소 취수량 공급 등의 목적으로 일정 수준의 상시 방류가 수행되는 실정이며, 이러한 최소 상시 방류 역시 무위 방류가 아닌 발전방류로서 수행되고 있다

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 이렇듯, 적정 발전방류량의 계획은 발전용댐 운영에 있어서 핵심 요소라 할 수 있는데, 적정 발전방류량 계획을 위한 장래 저수량 예측의 신뢰성은 전적으로 댐 저수지 모의운영의 정확성에 좌우된다 할 수 있으며, 바로 이것이 모의운영 전산모형 자체의 정교함은 물론 기초 입력 자료의 건전성이 강조되는 이유라 할 수 있다.
- [0017] 특히, 댐 저수지의 시계열 유입량은 모의운영 전산모형의 핵심 입력 정보로서, 모의운영상 장래 저수량 및 수위의 예측에 있어서 필수적인 요소라 할 수 있는데, 모의운영의 목적에 따라 실측, 예측 또는 모형 산출 결과 등 다양한 형태의 시계열 유입량이 적용될 수 있다.
- [0018] 저수지 모의운영은 그 사전적 의미에서와 같이, 저수지의 내용적 곡선, 방류구 제원, 여수로 제원 및 취수구 제원 등을 기초로 수립된 모형을 기반으로, 시계열 유입량을 입력하고 방류구 등 저수지의 제반 설비를 가상 조작하여 저수량 및 수위 등의 변동을 추정하는 기법으로서, 통상 전산모형이 활용되며 대표적인 저수지 모의운영 전산모형으로는 미국 공병단의 HEC(Hydrologic Engineering Center)에서 개발한 HEC-ResSim(HEC-Reservoir system Simulation)을 들 수 있다.
- [0019] 댐 저수지 모의운영의 목적은 크게 수자원개발 계획 수립 등에 활용될 수 있는 단일 댐 또는 연계 댐 시스템의 장기적 용수공급능력 파악과, 댐 저수지의 장래 저수량 및 수위 예측을 통한 댐 운영 계획 내지 규정의 수립으로 구분될 수 있는데, 전자의 경우 수십년 이상의 장기 유출량이 소요되고 장래 특성의 예측 보다는 저수지의 내재적 특성 및 실태 파악에 주안점이 두어진 바 저수지의 장기 실측 유입량이 직접 활용되거나 유역적 특성이 유사한 타 유역의 실측 유출량이 면적비 및 강우량비 등을 기반으로 전이되어 활용되는 것이 일반적이나, 후자의 경우 수일 정도의 비교적 단기간에 대한 장래 저수량을 예측하여 방류량 및 방류 시간 등을 설정하는 것인 바 강우량 및 강설량 등의 기상자료와 지질자료를 기초로 가동되는 유출모형의 산출치가 주로 활용된다.
- [0020] 즉, 도 1에서와 같이, 발전용댐의 단기 방류량 계획을 수립하는 종래의 발전용댐 운영 방법에서는 댐 모의운영을 수행하는 전산모형인 수문모듈을 가동함에 있어서 그 핵심 입력 자료인 발전용댐 저수지의 장래 시계열 유입량으로써 유출모형의 산출치인 당해 유역의 장래 시계열 모의 유출량이 적용되는 것이다.
- [0021] 댐 저수지 유입량은 댐 상류측 유역으로부터 댐 구축으로 조성된 저수지로 유입되는 유입 수량(水量)이고, 유역 유출량은 댐 지점의 하도를 출구로 가정하고 상류 유역에서 발생하는 유출 수량인 바, 이들 댐 저수지의 유입량과 유역 유출량은 어휘상 차이가 있을 뿐 공학적 물리량은 동일한 특성을 가진다 할 수 있다.
- [0022] 종래기술에 있어서 발전용댐 운영상 방류 계획 수립을 위한 저수지 모의운영을 실시함에 있어서 활용되는 저수지 유입량은 주로 강우 유출 모형에 의하여 산출된 단기 장래 유출량으로서, 이러한 강우 유출 전산모형으로는 전술한 미국 공병단의 HEC-HMS(HEC-Hydrologic Modeling System), 저류함수(Storage Function) 모형 및 TANK 모형 등을 들 수 있다.
- [0023] 강우 유출 전산모형은 그 명칭에서도 유추될 수 있는 바와 같이, 강우에 따른 유역 유출을 모의하는 기법으로서, 모형별로 기본 원리, 입력치 및 세부 수치처리 기법 등에 있어서 차이가 있으나, 주어진 강우 사상을 유출량으로 환산하는 특성을 가지며 모형 자체에서 시간적 예측 기능은 전혀 기대할 수 없다.
- [0024] 다만, 댐 저수지 모의운영에 있어서 장래 시계열 유입량을 강우 유출 모형으로 산출하는 것은 기상 예보상 장래 강우량 예측치를 적용하고, 일부 하도 유하 및 유역 유출상 지연 효과를 감안하는 것으로, 사실상 강우 예보치와 강우 유출 모형의 활용외에는 대안이 전무하기 때문이다.
- [0025] 따라서, 강우 유출 모형 자체의 정확성을 차치하더라도, 핵심 입력 정보인 강우량을 전적으로 예보에 의존하는 점에서 발전용댐 장래 방류량 설정을 위한 종래의 저수지 모의운영은 그 신뢰도에 치명적 하자가 상존할 수 밖에 없으며, 이는 발전용댐 운영 계획 수립에 있어서 상당한 애로점 및 불안정성을 초래할 수 밖에 없었다.

과제의 해결 수단

- [0027] 본 발명은 전술한 문제점을 감안하여, 발전용댐 운영을 위한 저수지 모의운영 실시에 있어서 핵심 입력 정보인 시계열 저수지 유입량 예측을 강우 예보치 및 유출 모형에 전적으로 의존하는 것이 아니라, 동일 유역내 유출 선행 특성을 보유한 소유역을 선정하여 합리적인 시계열 유입량 산출이 가능하도록 창안된 것으로, 유입량을 추

정하여 저수지 모의운영을 수행하는 발전용댐의 운영 방법에 있어서, 발전용댐의 유역내에 유출량이 실측되는 소유역을 다수 설정하고, 소유역별 시계열 유출량을 실측하며, 발전용댐 저수지의 시계열 유입량을 실측하는 실측단계(S10)와, 소유역별 시계열 유출량을 당해 소유역의 면적과 발전용댐의 유역면적의 면적비로 확대하여 시계열 확대유출량을 산출하는 확대단계(S21)와, 소유역별 시계열 확대유출량과 발전용댐 저수지의 시계열 유입량을 중첩하되, 소유역별 시계열 확대유출량을 시간축으로 이동시키면서 발전용댐 저수지의 시계열 유입량과 소유역별 시계열 확대유출량간 오차를 산출하고, 오차가 최소인 이동 시간을 소유역별 시차로 설정하는 중첩단계(S22)와, 상기 오차가 최소인 소유역을 선정하는 선정단계(S30)와, 선정된 소유역의 당 시점의 실측 유출량을 상기 면적비로 확대하고 당해 소유역의 시차에 따라 시간축으로 이동시킴으로써 발전용댐 저수지의 장래 유입량을 예측하는 예측단계(S41)와, 예측단계(S41)에서 수립된 발전용댐 저수지의 장래 유입량을 활용하여 발전용댐 저수지의 모의운영을 수행함으로써, 당해 저수지의 발전방류에 따른 저수량 손실의 회복이 가능한 수준으로 발전방류량을 설정하는 설정단계(S42)로 이루어짐을 특징으로 하는 회복탄력성을 고려한 발전용댐 운영 방법이다.

[0028] 또한, 본 발명은 상기 중첩단계(S22)에서는 소유역별 시계열 확대유출량에 유량증감분을 단계적으로 합산 및 차감하여 소유역별 시계열 단계별 확대유출량을 생성하고, 소유역별 시계열 단계별 확대유출량과 발전용댐 저수지의 시계열 유입량을 중첩하되, 소유역별 시계열 단계별 확대유출량을 시간축으로 이동시키면서 발전용댐 저수지의 시계열 유입량과 소유역별 시계열 단계별 확대유출량간 오차를 산출하고, 오차가 최소인 단계별 확대유출량의 유량증감분을 증감량으로 설정하고 당해 이동 시간을 소유역별 시차로 설정하며, 상기 예측단계(S41)에서는 선정된 소유역의 당 시점의 실측 유출량을 상기 면적비로 확대하고 증감량을 적용하며 당해 소유역의 시차에 따라 시간축으로 이동시킴으로써 발전용댐 저수지의 장래 유입량을 예측함을 특징으로 하는 회복탄력성을 고려한 발전용댐 운영 방법이다.

발명의 효과

[0030] 본 발명을 통하여, 다양한 불확실성 및 오차 요인이 상존하는 유출모형이나, 기상 및 지질 특성상 이질성이 다분한 유출량 전이 기법을 탈피하여, 동일 유역내 실측 지점의 수문학적 선행성을 파악하고 이를 활용함으로써, 발전용댐 저수지의 유입량 예측에 있어서 기상 및 지질 특성상 동질성을 최대한 공유하면서도 불확실성 및 오차 요인을 획기적으로 경감할 수 있다.

[0031] 이로써, 발전용댐 모의운영의 정확성 및 신뢰도를 대폭 향상시킬 수 있으며, 장래 저수량 추이를 정확하게 모의하고 이를 기초로 적정 발전방류량을 제안할 수 있어, 발전용댐 운영의 효율성 및 안정성을 제고할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 종래의 발전용댐 관리 시스템 구성도
 도 2는 발전량 및 전력 수요량 관계도
 도 3은 본 발명이 적용된 발전용댐 관리 시스템 구성도
 도 4는 본 발명의 발전용댐 유역 예시도
 도 5는 본 발명의 발전용댐 유역내 소유역 분할 예시도
 도 6은 본 발명의 소유역 발체도
 도 7은 본 발명의 흐름도
 도 8은 본 발명의 소유역 수위 유량 관계곡선 예시도
 도 9는 본 발명의 발전용댐 내용적 곡선 예시도
 도 10은 본 발명의 발전용댐 저수지 시계열 실측 유입량 그래프 예시도
 도 11은 본 발명의 중첩단계 수행 방식 설명도
 도 12는 본 발명의 유량증감분 적용 실시예의 중첩단계 수행 방식 설명도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 본 발명의 상세한 수행과정을 첨부된 도면을 통하여 설명하면 다음과 같다.
- [0035] 우선, 도 3은 본 발명이 적용된 발전용댐 관리 시스템의 구성을 도시한 것으로, 도시된 바와 같이, 본 발명에서는 도 1에 예시된 종래기술과 달리 유입량 예측모듈이 구성되어 저수지 모의운명을 수행하는 수문모듈에 실질적인 예측유입량을 제공하게 된다.
- [0036] 도 3에 예시된 바와 같이, 본 발명을 수행하는 시스템은 서버 등 다수의 정보기기가 통신망을 통하여 상호 연결되어 구성되는데, 이러한 개별 구성요소 및 각 구성요소간 연결 관계는 각 구성요소의 운영 주체 또는 수행 업무에 따라 구별된 것으로, 반드시 물리적으로 개별 구축된 정보기기가 개별 구성요소로서 거동하는 것은 아니다.
- [0037] 즉, 본 발명에 있어서 핵심 기능을 수행하는 수계운영서버에는 댐 저수지 모의운명을 수행하는 수문모듈이 전산 모형 형식으로 탑재될 수 있음은 물론, 수문모듈과 연결된 유입량 예측모듈 역시 컴퓨터 프로그램 형식으로 수계운영서버에 탑재될 수 있다.
- [0038] 또한, 발전용댐 운영 주체의 의사결정시 필요 정보를 제공하는 데이터베이스도 도 3의 도면상 수계운영서버와 분리된 것으로 도시되어 있으나, 이 역시 수계운영서버내 구축될 수도 있으며, 자료연계서버와 수계운영서버가 통합 구축될 수도 있다.
- [0039] 특히, 도 3의 도면상 유입량예측모듈은 계측부와 연결되어 소요 정보를 조달하고 있으나, 본 발명의 유입량예측모듈은 전술한 종래기술의 강우 유출 모형과는 극명하게 대별되는 작동 기작을 가진 것으로, 동 도면에서 가상선으로 도시된 바와 같이, 계측부의 개별 구성인 기상관측, 댐운영 및 하천관리 중 댐운영 및 하천관리 주체와 연결될 뿐, 예측적 정보를 제공하는 기상관측 주체와는 직접 연결될 필요는 없다.
- [0040] 이는 후술할 본 발명의 수행상 장래 시계열 유입량의 예측을 강우량 등 기상요소의 예보를 기초로 수행하는 것이 아니라, 댐운영상 실측된 유입량과 동일 유역내 하천 지점별 실측 유출량을 기초로, 동일 하천 동일 유역내 소유역의 선행성을 판단하여 수행하는 점에서 기인한다 할 수 있다.
- [0041] 도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 발전용댐의 유역을 예시한 것으로, 도면상 발전용댐 저수지의 북방 및 서방으로 유역이 형성되어 있으며, 발전용댐 저수지에 직결되는 주 하도에서 분기되는 다수의 지류가 형성되어 있다.
- [0042] 도 5는 본 발명 적용 발전용댐의 유역내 설정되는 다수의 소유역 분할 상태를 예시한 것으로, 도면상 총 5개의 소유역이 설정되어 있는데, 본 발명에 있어서의 소유역 설정은 소유역 출구에서의 유량 실측 가능 여부에 따라 수행되며, 따라서 수위표 등 유량 실측 설비가 구축된 지점의 유역이 소유역으로 설정될 수 있다.
- [0043] 또한, 도 5 및 도 6에 예시된 바와 같이, 각각의 소유역은 하도상 완전히 이격되어 개별적으로 설정될 수 있음은 물론 특정 소유역이 타 소유역에 포함되는 형태로 예컨데, 도 5에서 소유역 1 및 3은 소유역 5에 포함되고, 소유역 2는 소유역 4에 포함되는 등의 형태로 설정될 수도 있다.
- [0044] 전술한 바와 같이, 본 발명은 유입량을 추정하여 저수지 모의운명을 수행하는 발전용댐의 운영 방법으로서, 후술할 본 발명의 수행과정상 유입량은 일정한 시간 간격내 평균 유량인 시계열 유입량이며, 각각의 소유역별 유출량 및 발전용댐 저수지의 유입량이 모두 고려된다.
- [0045] 즉, 본 발명은 발전용댐 저수지의 실측 유입량과, 발전용댐 유역내 유량 실측 가능 지점에 설정되는 소유역별 유출량을 대비하여 선행성(先行性)을 나타내는 소유역을 선정하고, 선정된 소유역의 실측 유출량을 가공하여 발전용댐 저수지의 장래 유입량으로 활용하는 것으로, 흐름도인 도 7에서와 같이, 발전용댐의 유역내에 유출량이 실측되는 소유역을 다수 설정하고, 소유역별 시계열 유출량을 실측하며, 발전용댐 저수지의 시계열 유입량을 실측하는 실측단계(S10)로 개시된다.
- [0046] 본 발명에 있어서 발전용댐 유역내 설정되는 소유역은 모두 유량 실측이 가능한 지점으로서, 유량 측정용 수위표가 설치되거나, 또는 파샬플럼(Parshall Flume) 등 수리학적 유량 실측이 가능한 설비가 구축된 지점으로 설정된다.
- [0047] 소유역별 유출량 실측에 있어서 수위 측정 시설인 수위표의 활용은 횡단측량 및 유량측정을 통하여 도출된 수위 유량 관계곡선을 활용하여 수위를 유량으로 환산하는 방식이 주로 적용되며, 이러한 수위 유량 관계곡선이 도 8에 예시되어 있다.

- [0048] 도 8에 예시된 수위 유량 관계곡선은 단일 곡선 형태를 가지고 있으나, 해당 지점의 하천 횡단면이 급변 구간을 가지는 복단면이거나 수위별 유속 특성이 상당한 차이를 가지는 경우, 수위 구간별로 다수의 수위 유량 관계곡선이 수립될 수도 있다.
- [0049] 발전용댐 저수지의 실측 유입량 역시 저수지 수위의 변동과 동시간대 방류량 등을 고려하여 산출되는데, 도 9에 예시된 바와 같이 저수지의 수위별 내용적을 표시하는 내용적 곡선이 활용된다.
- [0050] 도 10은 본 발명의 발전용댐 저수지 시계열 실측 유입량을 그래프 형식으로 도시한 것으로, 도면상 시계열 실측 유입량을 구성하는 단위 시간은 1시간으로 설정되어 있으며, 도시된 총 기간은 5일로 설정되어 있다.
- [0051] 이렇듯, 각 소유역의 유출량과 발전용댐 저수지의 유입량이 실측되어 일정 기간내 시계열 자료로서 축적되면, 도 7 및 도 11에서와 같이, 소유역별 시계열 유출량을 당해 소유역의 면적과 발전용댐의 유역면적의 면적비로 확대하여 시계열 확대유출량을 산출하는 확대단계(S21)와, 소유역별 시계열 확대유출량과 발전용댐 저수지의 시계열 유입량을 중첩하되, 소유역별 시계열 확대유출량을 시간축으로 이동시키면서 발전용댐 저수지의 시계열 유입량과 소유역별 시계열 확대유출량간 오차를 산출하고, 오차가 최소인 이동 시간을 소유역별 시차(T_d)로 설정하는 중첩단계(S22)가 순차적으로 수행된다.
- [0052] 확대단계(S21)는 소유역의 유출량을 모유역(母流域)인 발전용댐 유역의 유출량으로 환산하기 위하여 면적비를 적용하는 것으로, 도 11의 상부에 도시된 바와 같이, 소유역의 유출량(Q_s)을 소유역의 유역면적(A_s)과 발전용댐의 유역면적(A_r)의 비로 환산하여 확대함으로써, 확대유출량(Q_r)을 산출하게 된다.
- [0053] 확대단계(S21) 수행후 속행되는 중첩단계(S22)는 그 사전적 의미에서와 같이, 확대유출량 그래프와 발전용댐의 실측 유입량 그래프를 중첩하는 것으로서, 이러한 확대단계(S21) 및 중첩단계(S22)는 도 3에서와 같이 유입량 예측모델로서 구축되는 전산모형 즉, 컴퓨터 프로그램에 의하여 수행된다.
- [0054] 또한, 중첩단계(S22)에 있어서 시간축 이동이란 전술한 소유역별 유출량의 선행성을 확인하고 선행성으로 도출되는 시차(時差)를 산출하기 위한 과정으로서, 도 11의 하부 도면에서와 같이, 시계열 확대유출량을 장래 시간 방향으로 점차 이동시키면서 발전용댐 실측 시계열 유입량과 중첩 대비하는 것을 의미한다.
- [0055] 이러한 확대단계(S21) 및 중첩단계(S22)는 설정된 전체 소유역에 대하여 반복 수행되며, 이후 상기 오차가 최소인 소유역을 선정하는 선정단계(S30)가 수행됨으로써, 선행성이 우수한 1개 소유역을 확정하게 된다.
- [0056] 최적의 선행성을 도출한 소유역이 확정되면, 도 7에서와 같이, 선정된 소유역의 당 지점의 실측 유출량을 상기 면적비로 확대하고 당해 소유역의 시차(T_d)에 따라 시간축으로 이동시킴으로써 발전용댐 저수지의 장래 유입량을 예측하는 예측단계(S41)가 수행된다.
- [0057] 이어서, 예측단계(S41)에서 수립된 발전용댐 저수지의 장래 유입량을 활용하여 발전용댐 저수지의 모의운영을 수행함으로써, 당해 저수지의 발전방류에 따른 저수량 손실의 회복이 가능한 수준으로 발전방류량을 설정하는 설정단계(S42)가 수행되며, 이로써 발전방류에도 불구하고 소기의 회복탄력성이 확보될 수 있는 즉, 장래 일정 시기 중 적시에 필요한 발전방류를 수행할 수 있는 발전용댐의 운영이 가능하게 된다.
- [0058] 한편 도 12는 유량증감분이 적용되어 정확성이 제고된 본 발명 실시예에 있어서의 중첩단계(S22) 수행 방식을 설명한 도면으로서, 동 실시예에서는 확대유출량의 시간축 이동 중첩 뿐 아니라, 확대유출량을 소폭 증감 조정하는 유량증감분(d)을 누차 가산 또는 감산하게 된다.
- [0059] 이러한 유량증감분은 상, 하류 유역간 일반적인 하도 유출을 왜곡할 수 있는 정량 유출 예컨데, 상류 댐의 유지용수 상시 방류 또는 상류 산지의 융설 유출 등을 재현할 수 있도록 설정하는 것으로, 유량증감분이 단발적으로 가산 또는 감산되는 것이 아니라, 도 12에 예시된 바와 같이 누차 반복 가산 및 감산되는 방식으로 적용됨으로써, 수치상 유량증감분을 고정하지 않고, 추후 후속되는 오차 평가를 통하여 최적의 가감량을 도출할 수 있게 된다.
- [0060] 이러한 도 12의 실시예 있어서, 전술한 중첩단계(S22)에서는 소유역별 시계열 확대유출량에 유량증감분을 단계적으로 합산 및 차감하여 소유역별 시계열 단계별 확대유출량을 생성하게 된다.
- [0061] 즉, 소유역별 시계열 확대유출량이 단일 곡선으로 수립되는 것이 아니라 단계적으로 증감되는 다수의 곡선으로 수립되는 것이다.
- [0062] 이후, 소유역별 시계열 단계별 확대유출량과 발전용댐 저수지의 시계열 유입량을 중첩하되, 소유역별 시계열 단계별 확대유출량을 시간축으로 이동시키면서 발전용댐 저수지의 시계열 유입량과 소유역별 시계열 단계별 확대

유출량간 오차를 산출하고, 오차가 최소인 단계별 확대유출량의 유량증감분을 증감량으로 설정하고 당해 이동 시간을 소유역별 시차로 설정함으로써, 오차 평가를 통한 최적의 유량증감분 및 시차를 도출하게 된다.

[0063]

또한 도 12의 실시예에 있어서, 전술한 예측단계(S41)에서는 선정된 소유역의 당 시점의 실측 유출량을 상기 면 적비로 확대하고 증감량을 적용하며 당해 소유역의 시차에 따라 시간축으로 이동시킴으로써 발전용댐 저수지의 장래 유입량을 예측하게 되며, 이로써 상류 유출량의 왜곡에도 불구하고 정확한 장래 유입량 예측이 가능하게 된다.

부호의 설명

[0065]

S10 : 실측단계

S21 : 확대단계

S22 : 중첩단계

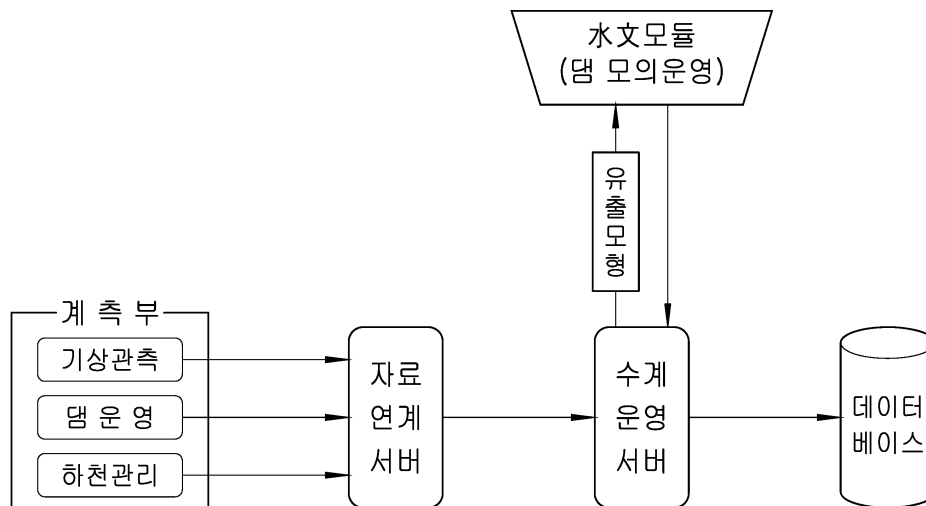
S30 : 선정단계

S41 : 예측단계

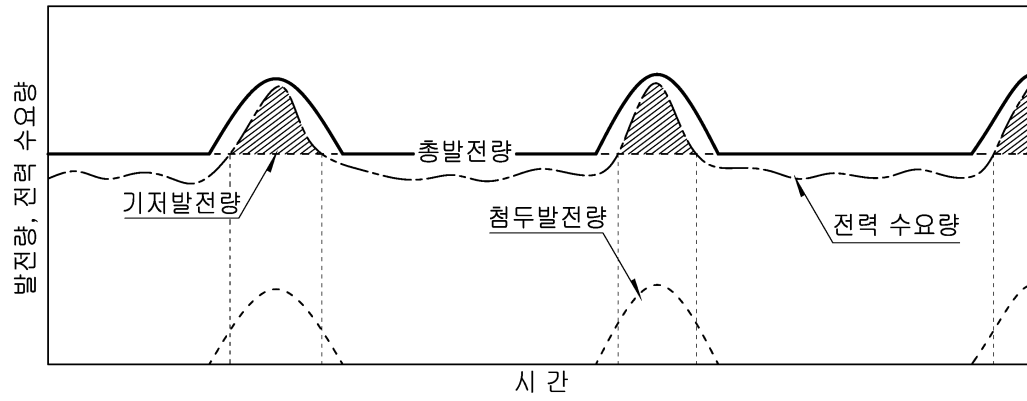
S42 : 설정단계

도면

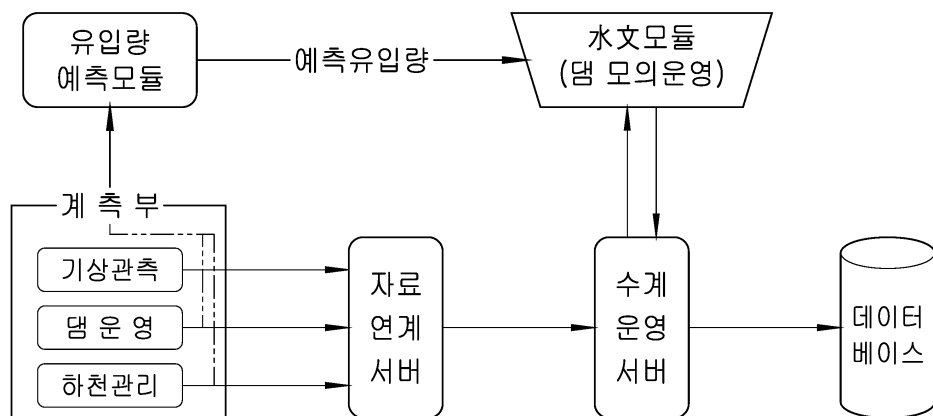
도면1



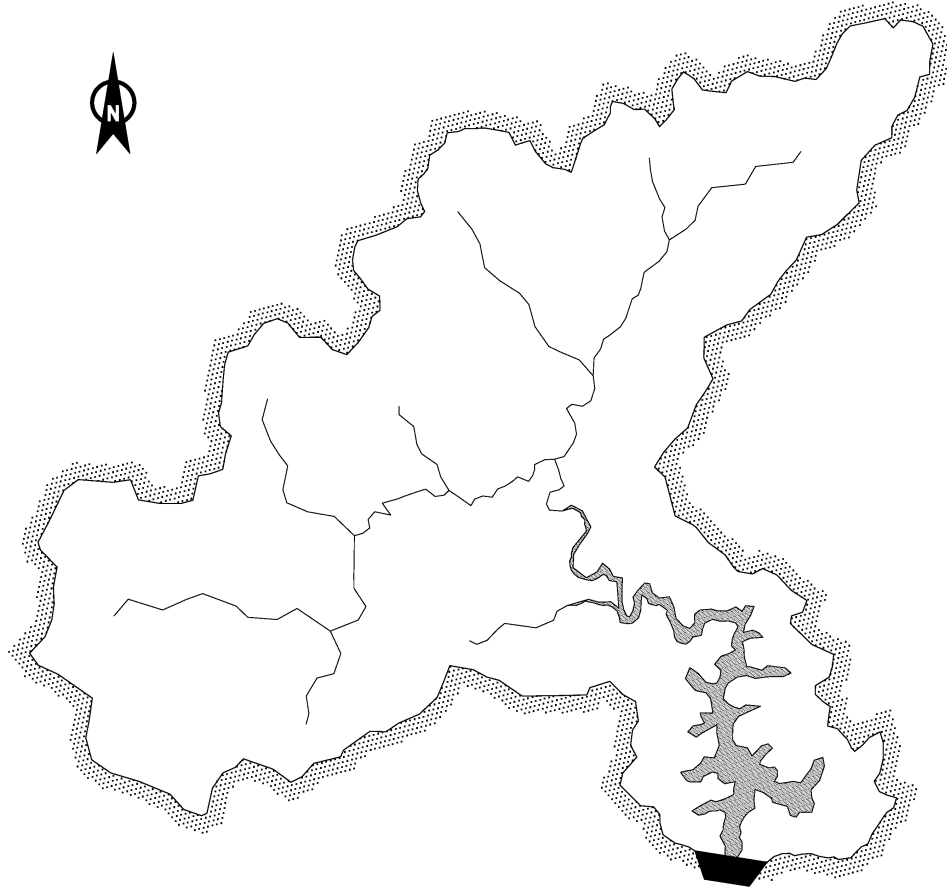
도면2



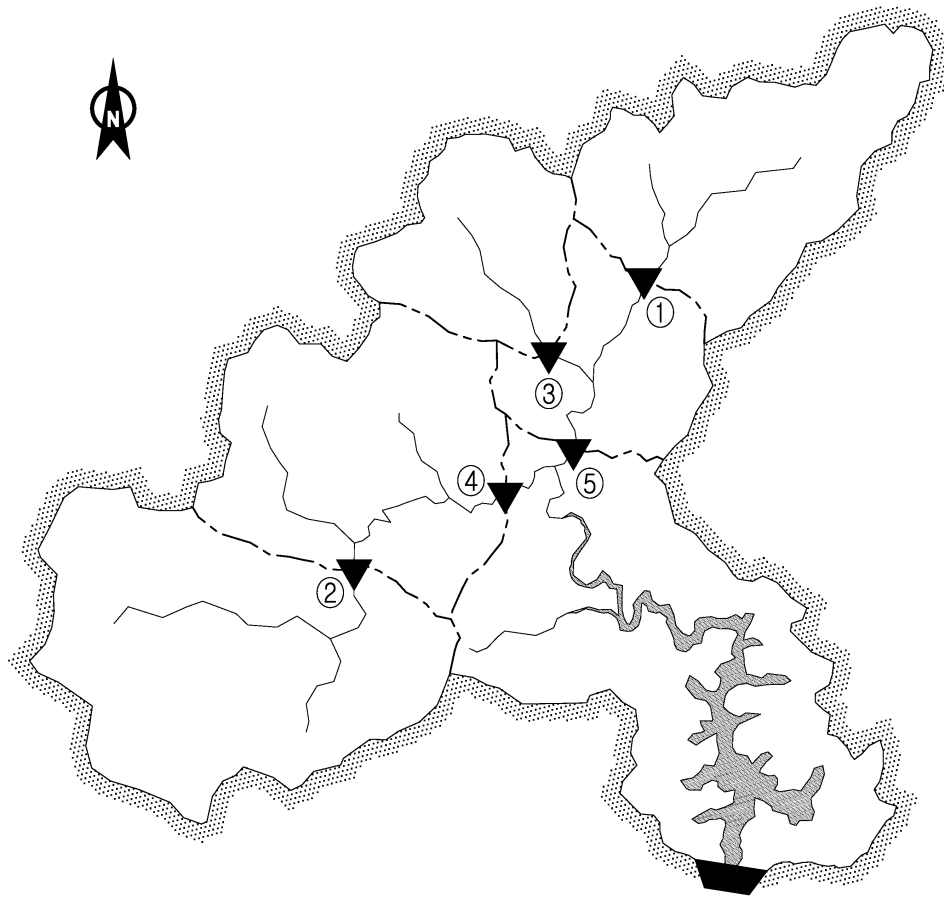
도면3



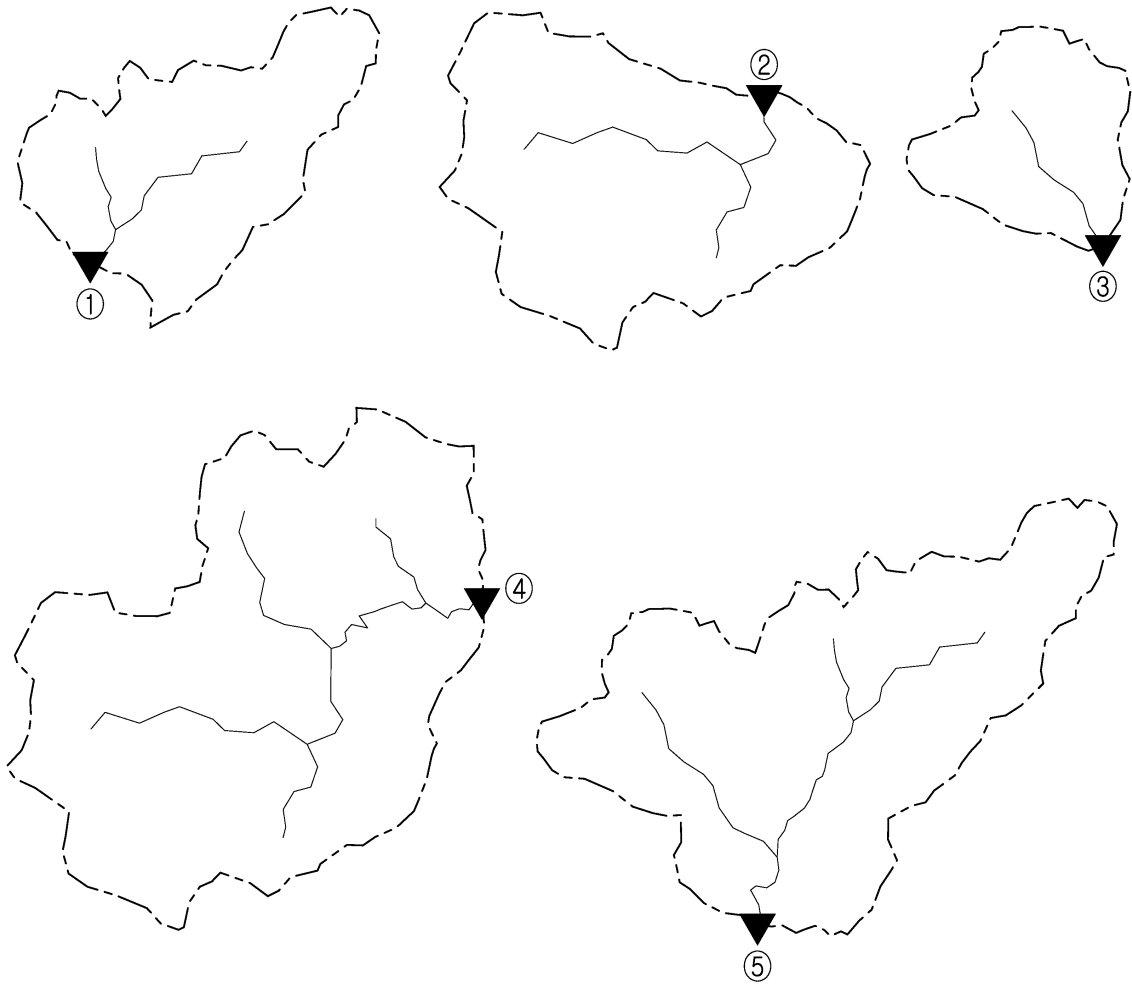
도면4



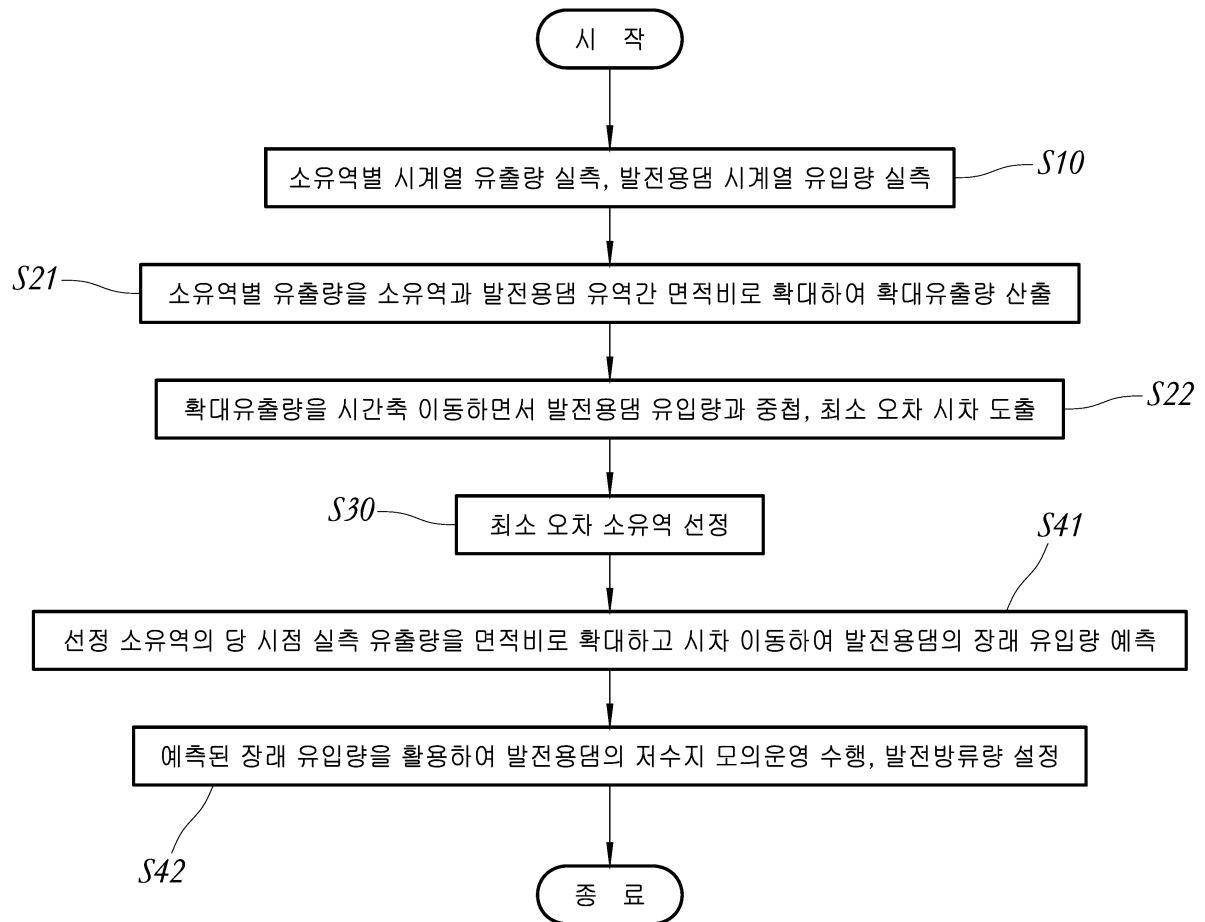
도면5



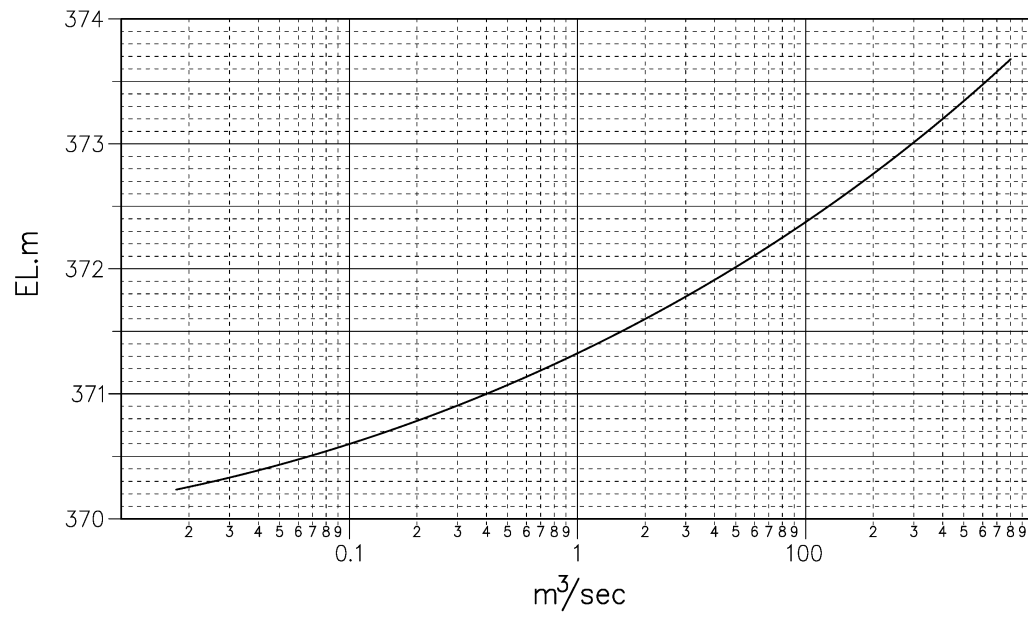
도면6



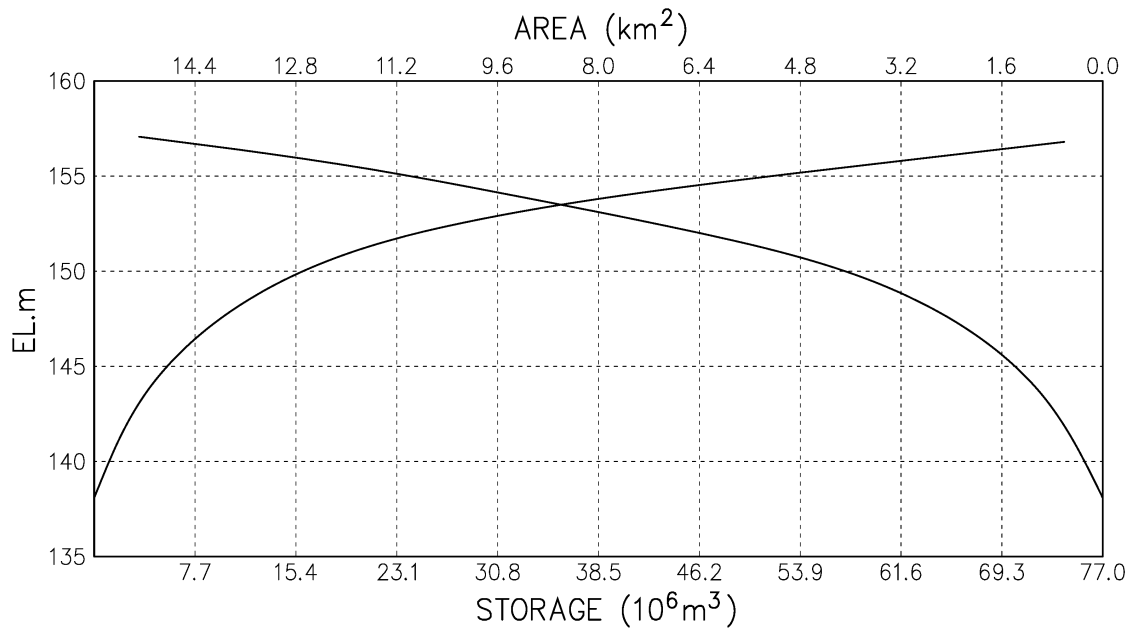
도면7



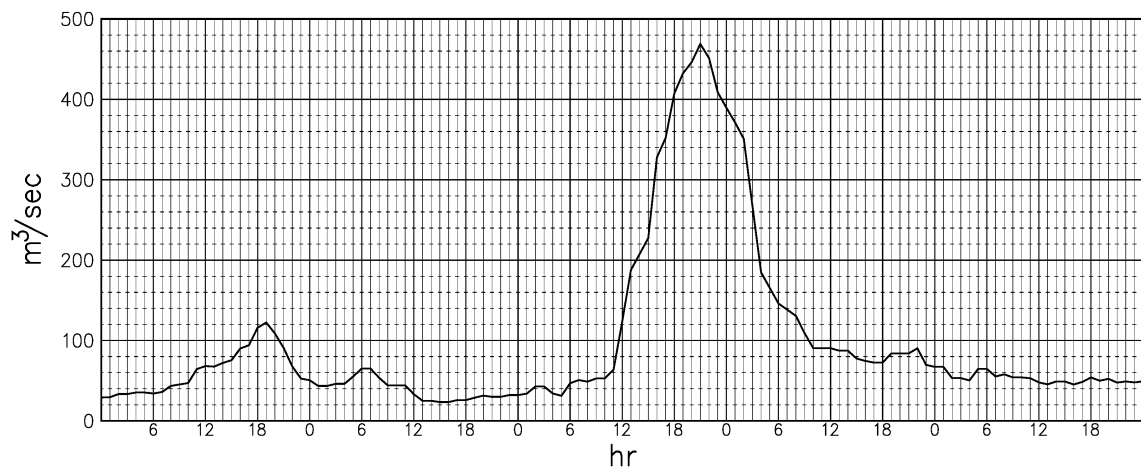
도면8



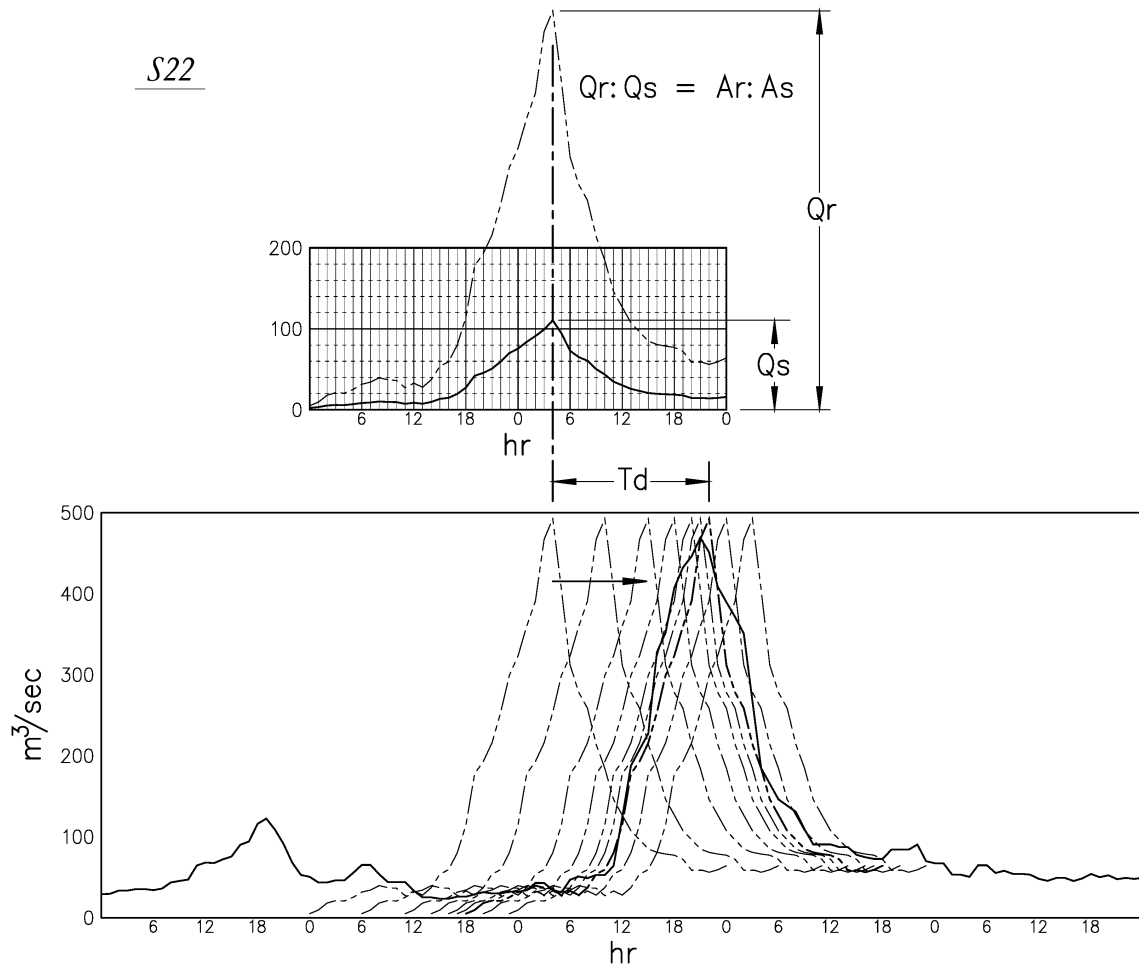
도면9



도면10



도면11



도면12

