



기후변화 대응을 위한 고무보시스템 선정 방안 연구

황윤빈* · 박기학** · 김서현* · 강헌** · 김지호***

* (주) 에코피엔지 기후변화대응전략팀, ** 수원대학교 환경에너지공학과 정교수, *** 동부엔지니어링 수자원환경부 상무

Use of a Rubber Dam System in Consideration of Climate Change

Hwang, Yun-Bin*, Park, Ki-Hak**, Kim, Seo-Hyun*, Kang, Hun** and Kim, Ji-ho***

*Manager, Eco P&G, Inc., Hwaseong, Korea

**Professor, University of Suwon, Hwaseong, Korea

***Managing Director, Dongbu Engineering, Seoul, Korea

ABSTRACT

Due to climate change, water shortages and water-related disasters will be serious. Since the damage and frequency of drought are increasing, the importance of water resource management technology is increasing. In this study, we analyzed the amount of greenhouse gas and the environmental impact caused by the production and operation system technologies of movable weir among various water resource management technologies. The research subjects were air inflatable rubber dams widely used in rivers and upright type rubber dams, which are an improvement on the existing rubber type. Each type of dam was studied at sizes of 1,500H×10,000L mm and 3,000H×20,000L mm, and the two types and two sizes were compared and analyzed. Using life cycle assessment, we examined the environmental impacts using the amount of electricity required for operation and the discretionary amount required for production. In the '1,500H×10,000L' dams, the global warming indexes were 9.35E+04 kg CO₂-eq. for upright type and 7.36E+04kg CO₂-eq. for inflatable type. At size of '3,000H×20,000L' the global warming indexes were 9.09E+05 kg CO₂-eq. for upright type and 1.07E+06 kg CO₂-eq. for inflatable type. Analysis of the life cycle environmental impact showed that the environmental impact of the air inflatable rubber dam was reduced by 39.8% at '1,500H×10,000L' compared to the larger size. At the larger '3000H×20,000L' size, the upright dam showed a 10.1% smaller impact than the air inflatable rubber dam. Selection of water resource management system should consider climate change, not only management purpose and cost. Additional studies and improvements on rubber dam systems should be made.

Key words: Greenhouse Gases, Water Management, LCA (Life Cycle Assessment), Air Inflatable Rubber Dam, Upright Type Rubber Dam

1. 서 론

세계인구 증가 및 산업화에 의한 기후변화는 남극의 오존을 감소시키고 대기 중의 이산화탄소를 증가시켜 지구온난화를 일으키고 있으며, 다양한 환경문제가 발생하고 있다. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 제4차 보고서에 따르면 1906년부터 2005년까지 지구표면온도가 약 0.74℃ 상승하였으며, 지역별 강수 패턴의 변화, 대기 중의 수증기 증가로 인한 극한 강수사상 발생 빈도 증가, 적설 지표

면 감소 및 빙하와 만년설의 용해를 포함한 빙권 (Cryosphere)의 변화와 이에 따른 해수면의 상승, 증발량의 증가, 토양수분의 증가, 지역별 연 유출량의 변화 등의 현상을 전망하고 있다.¹⁾

기후변화 대응 미래 수자원 전략 보고서에서는 향후 100년 간 가뭄의 발생횟수는 2배, 가뭄 계속 기간은 6배 이상 증가할 것으로 전망하고 있으며, 21세기 중반에는 우리나라를 비롯하여 중위도 지역의 하천유량이 10~30% 감소할 것으로 예측하고 있다. 우리나라의 경우 2~3년 마다 지역적 가뭄이

*Corresponding author: parkihak@naver.com (#201, College of Engineering BLDG No.1, 17, Wauan-gil, Bongdam-eup, Hwaseong-si, Gyeonggi-do, (18323), Korea Tel: 031-220-2146)

Received August 31, 2018 / Revised September 17, 2018 1st, October 8, 2018 2nd / Accepted October 22, 2018

반복 발생해 왔으며, 기존의 가뭄은 주로 계곡수나 지하수를 수원으로 사용하는 산간, 도서지역에서의 농업용수나 생활용수가 부족해 불편을 겪는 수준이었으나, 최근에는 지난 2년 연속 마른장마가 이어진 충남서부지역을 비롯한 여러 지역에서 유례없는 극심한 물부족을 겪는 등 가뭄으로 인한 물부족이 심각한 상황이다. 안정적인 수자원의 확보는 21세기 메가트렌드이며 수자원 활용 기술에 대한 연구개발은 물 수요 증가, 홍수와 가뭄 등의 물문제 및 물안보 해결을 위해서 반드시 필요한 실정이다.²⁾ 향후 수재해에 대응한 수자원의 효율적 활용 방안이 절대적으로 필요한 상황이라 할 수 있다.

2. 연구대상

2.1 고무보의 개요

본 연구에서 분석 대상인 직립형 고무보는 여러 가지 공압식 고무보를 성능 개선한 가동보 시스템으로서 기존 농경지의 농수이용에서 급변하고 있는 기후변화에 대비하여 집중호우 시 초기대응을 가능하게 하는 치수적 기능 뿐 아니라 취수펌프장의 수위확보, 배수펌프장의 유지관리, 저수용량 확보 등에 널리 사용되고 있다. 고무보는 대부분 고무보 본체의 팽창 및 기립을 위하여 내부에 공기 등의 유체가 채워지도록 되어 있고, 또 하상 콘크리트와 제방에 고무보 본체를 고정하기 위한 고정장치와, 공기를 발생하는 공기 공급 장치로써의 모터 및 송풍기, 공기를 고무보 본체에 공급 또는 배출하기 위한 배관설비, 수위를 감지하는 수위감지기 등으로 이루어져 있다.³⁾

고무보는 기립 시 보를 형성하여 용수 확보 등 보의 역할을 하고, 홍수 등 비상 상황 발생 시 바닥에 도복하여 통수단면적을 최대한 확보해 보로 인한 수위 상승을 방지함으로써 홍수를 예방하는 기술이다. 본 연구대상인 공압식 고무보는 격자형 보강포구조 고무본체 제조를 통해 고무보가 변형되지 않고 보강포와 고무사이에 박리현상을 방지하여 계획수위 유지 및 고무보의 수명을 연장할 수 있다. 그리고 고무보의 전면에 보호커버를 설치하여 낙석 또는 강한 수압에 의해 흘러오는 유석 및 유목 등으로부터의 충격을 차단함으로써 고무보의 성능 및 내구성을 제고하고 유지보수 비용을 절감할 수 있는 개량된 고무보 기술이다.

직립형 고무보는 기존 기술인 공압식 고무보 기술과 고무보 위에 스틸 패널을 설치하는 S&R GATE (Steel & Rubber GATE Dam)를 접목한 공법이다. 또한 기립 매체인 고무본체 위에 스틸 패널을 설치하여 하천과 저수지에서의 용수 확보를 위해 기존 공압식 고무보 공법과 S&R GATE의 단점을 보완할 수 있고, 경제성과 안전성 확보와 원가절감과 유지관리를 위해 개발되었다. 직립형고무보는 정확한 수위 조절이 가능하며, 외부 충격에 의한 파손을 방지할 수 있고, 구조가 간단하여 설치가 용이하다. 기존의 가동보 공법은 주로 일반 하천에 사용되어 왔으나 최근에는 저수지 증고, 우수관로, 저류지, 저수지 여수도 방수로, 방조벽 등 다양한 분야의 수요가 증가하고 있다. 또한 직립형 고무보는 기존에 적용하기 힘들었던 우수관로 차단시설, 하천 또는 해수면 상승으로 인해 발생하는 침수피해를 방지하는 방조시설 등에도 활용이 가능하며 활용성이 높다.⁴⁾

2.2 직립형과 공압식 고무보의 비교

공압식 고무보 기술은 팽창매체로 공기를 사용하므로 도복이 시작될 직후 수압을 가장 많이 받는 부분부터 공기가 배출되어 특정 부분이 먼저 도복되는 현상이 발생한다. 이렇게 부분적으로 도복이 시작되면 특정 부분에 방류량이 집중되어 하류측 세굴의 원인이 될 수 있고, 가동보 수위 조절 능력도 제한될 수밖에 없다. 직립형 고무보 기술은 도복 시 보 상단이 균등한 높이로 조절되어 방류량이 전 구간에 걸쳐 동일하게 분산되므로 수압 분산 효과가 있고, 필요한 높이만큼 수위를 조절할 수 있는 장점이 있다.

기존 S&R GATE 방식은 고무보 위에 철판을 설치하고 고무보를 기립시킴으로써 보의 기능을 하였다. 하지만 최대 기립 각도가 0~58°에 불과하여 설계 수위 대비 소요되는 철판 길이가 길어 제작비용이 증가하고 그만큼 넓은 기초를 필요로 하여 전체적인 공사비 상승 요인이 된다. 따라서 0~90°까지 기립이 가능한 직립형 고무보 기술을 적용하여 소요되는 자재량을 절감하고 소규모 기초 설치를 통해 전체 공사비를 큰 폭으로 낮출 수 있다.

공압식 고무보의 규격은 500H×5,000L (mm)부터 3,000H×60,000L (mm)까지이며 고무본체의 두께는 9~13mm, 본체부 강도는 규격별로 100 kN/m에서 400 kN/m 이상의 하중을 견

1) Korea Environment Institute, 2010

2) The Export-Import Bank of Korea, 2014

3) DAEDOENTEC, 2017

4) DAEDOENTEC, 2017

딜 수 있다. 자재 구성은 고무본체, 보호커버, 엠베디드 플레이트, 클램핑 플레이트, 앵기볼트로 구성되어 있으며 재질은 EPDM고무, STS304, GCD500이다. 소요전력은 공기이송설비와 제어설비, 조작실 등에서 사용되며, 고무보의 규격별로 6~24 kWh가 소요된다.

직립형 고무보의 규격은 500H×5,000L (mm)부터 3,000H×60,000L (mm)까지 높이와 길이로 설계·설치 가능하며, 공압식 고무보에서 자재로 사용되었던 고무본체 대신 스틸패널을 사용한다. 스틸패널의 두께는 10~20 mm이며, 본체부 강도는 100 kN/m에서 400 kN/m 이상으로 공압식 고무보와 동일하다. 소요전력은 6~20 kWh로 공압식 고무보와 규격에 따라 차이를 보인다.

직립형 고무보와 기존 공압식 고무보의 소비 전력량은 규격이 커질수록 직립형 고무보가 공압식 대비 적게 소요되어 에너지 사용면에서는 우수하다. 규격이 작을수록 소요전력은 같아지나, 자재의 종류가 스틸패널이 추가되면서 자원활용면에서는 공압식 고무보가 적게 사용된다. 수자원 확보 및 재난·재해 방지를 위해 각 고무보의 특성에 따라 효율이 다르기 때문에 수자원 확보를 목적으로 어떤 고무보를 사용할 것인지에 대한 선정이 매우 중요하다. 하지만 현재 기후변화로 인하여 물 문제와 물 재난이 발생하고 있는 현시점에서 수자원 확보와 경제성의 관점이 아닌 기후변화를 비롯한 환경성 관점에서 살펴보고 시설을 선정해야 한다. 본 연구에서는 각 고무보의 소요 전력량과 투입 자재량을 분석하여, 수자원 확보뿐만 아니라 기후변화에 능동적으로 대응할 수 있는 시설의 선택을 위해 각 고무보의 환경영향을 분석하고자 한다.

3. 연구방법

3.1 연구범위

본 연구에서는 기존 하천에 사용되고 있는 공압식 고무보와 직립형 고무보의 설치와 운영까지 환경성 평가를 통해 비교 분석하였다. 환경성 평가는 각 규격별 고무보의 설치를 위한 투입자재량과 운영에 따른 전기 사용량을 이용하여 전과정평가 기법을 통해 분석하였다.

전과정평가를 위해선 제품이나 시설의 자재의 생산, 수송, 제작 그리고 소비자의 사용과 폐기단계 까지 고려하여 분석이 이루어져야 한다. 하지만 본 연구에서는 고무보 시스템의 제작과 운영 단계만을 시스템 경계로 설정하여 분석하였다. 전과정 목록분석에서는 규격별 고무보의 소요 자재량과 소비 전력량을 이용하여 분석하였다. 전과정 영향평가 방법은 영

향평가 방법 목록 중 기후변화대응 효과를 보기 위해 지구온난화 결과 값을 도출하였으며, 고무보의 규격별 환경영향을 종합적으로 알아보기 위해 가중화 결과를 비교 분석하였다.

3.2 시스템 경계

고무보는 수자원 활용 시설로서 제작단계와 운영단계, 폐기단계로 크게 나눌 수 있지만, 본 연구에서 적용한 시스템 경계는 고무보의 제작과 운영까지이다. 폐기 단계를 제외한 이유는 현재 수자원 활용 시설에는 고무보를 포함하여 수처리 장치, 소수력 장치, IoT 등 다양한 시설과 병행하여 운영 중이며, 고무보를 포함한 수자원 활용 시설의 각 내구년한이 다르기 때문에 폐기에 대한 데이터 수집이 한계가 있다.

직립형 고무보와 공압식 고무보는 규격에 따라 동일한 기능 (보의 기립과 도복)을 가지고 있다. 비교 대상 규격은 1,500H×10,000L (mm), 3,000H×20,000L (mm)로 두 가지 규격이며, 각 고무보를 제작 후 운영 단계에서 10년 가동을 고려하였다.

본 연구에서 대상시설의 기능은 고무보의 제작 및 운영이고, 기능 단위는 고무보 1기의 제작과 운영이고, 기준 흐름은 고무보 1기이다.

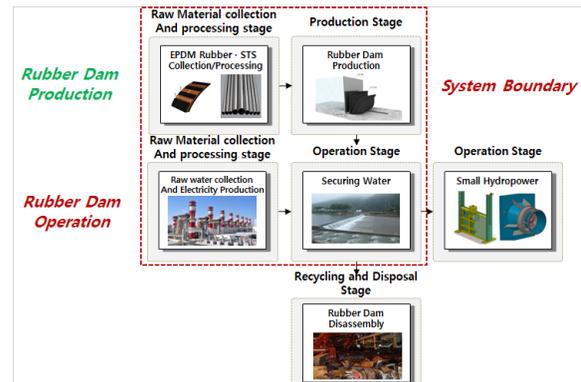


Fig. 1. System boundary.

4. 연구결과

4.1 전과정영향평가 특성화 결과

직립형 고무보와 공압식 고무보의 두 가지 규격에 대한 전과정평가를 수행하였다. 1,500H×10,000L (mm) 규격을 특성화 결과값으로 분석한 결과 다음 Table 1.과 같이 나타났다. 환경영향범주는 부영양화, 지구온난화 등 8가지이며, 제작부

Table 1. Life Cycle Assessment Characterization result

Environmental Impact Category (Unit)	Upright Type Rubber Dam (1,500×10,000)	Air Inflatable Rubber Dam (1,500×10,000)	Upright Type Rubber Dam (3,000×20,000)	Air Inflatable Rubber Dam (3,000×20,000)
Abiotic Depletion Potential (1/yr)	6.32E+02	6.73E+02	3.32E+03	3.92E+03
Acidification Potential (kg SO ₂ -eq.)	2.59E+02	2.99E+02	1.58E+03	1.89E+03
Eutrophication Potential (kg PO ₄ ³⁻ -eq.)	3.61E+01	3.47E+01	2.89E+02	3.41E+02
Global Warming Potential (kg CO ₂ -eq.)	9.35E+04	7.36E+04	9.09E+05	1.07E+06
Human Toxicity Potential (kg 1,4 DCB-eq.)	7.77E+04	1.45E+04	5.59E+04	1.56E+04
Ozone layer depletion Potential (kg CFC 11-eq.)	2.15E-02	8.83E-03	1.46E-02	6.17E-03
Photochemical Ozone Creation Potential (kg ethylene-eq.)	7.90E+01	1.06E+02	6.30E+02	7.63E+02
Terrestrial Ecotoxicity Potential (kg 1,4 DCB-eq.)	2.47E+01	1.22E+00	1.84E+01	3.57E+00

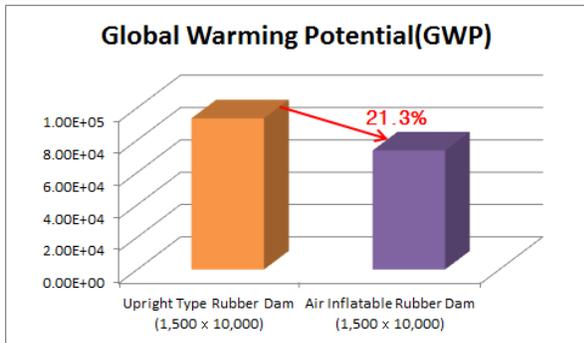


Fig. 2. GHG Emissions from Rubber Dam (1,500H×10,000L).

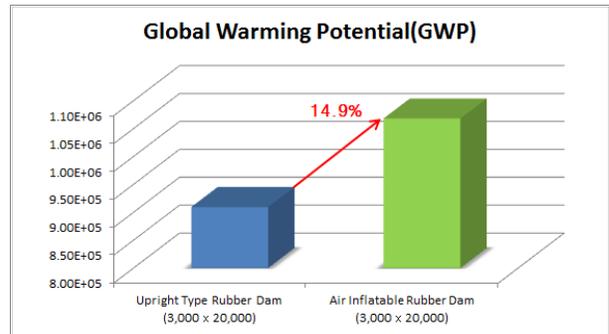


Fig. 3. GHG Emissions from Rubber Dam (3,000H×20,000L).

터 운영까지 발생하는 온실가스 발생량을 계산하기 위해 지구온난화 지수를 중심으로 분석을 진행하였다. 또한 Fig 4.와 같이 가중화 결과 값을 이용하여 전체 환경영향범주를 지수화하고, 기후변화뿐만 아니라 전체 환경영향을 비교해보았다.

위의 Table 1.과 같이 1,500H×10,000L 규격의 경우, 전과정영향평가 지구온난화 결과가 직립형 고무보는 9.35E+04 kg CO₂-eq., 공압식 고무보는 7.36E+04 kg CO₂-eq.로 나타났으며, 직립형 고무보가 공압식 고무보보다 지구온난화 지수가 더 높은 것으로 나타났다. Fig 2.와 같이 직립형 고무보가 공압식 고무보 대비 21.3%의 온실가스를 더 발생시키는 것을

볼 수 있다. 이는 기존 고무본체의 자재로 사용한 EPDM 고무를 스틸패널로 개선함으로써 자원사용에 대한 영향과 해당 규격에서 소요되는 전력량이 같기 때문에 이와 같은 결과가 나오는 것으로 판단된다.

3,000H×20,000L 규격의 경우, 전과정영향평가 지구온난화 결과가 직립형 고무보는 9.09E+05 kg CO₂-eq., 공압식 고무보는 1.07E+06 kg CO₂-eq.로 나타났으며, 공압식 고무보가 직립형 고무보보다 지구온난화 지수가 더 높은 것으로 분석되었다. 앞에서 분석한 1,500H×10,000L의 규격과는 상반된 결과이며, Fig 3.과 같이 직립형 고무보가 공압식 고무보 대비 14.9%의 온실가스를 적게 발생시키는 것을 볼 수 있다. 기

존 공압식 고무보보다 기후변화 대응에 긍정적인 효과가 있음을 확인할 수 있었고, 직립형 고무보가 투입된 자재의 양이 많더라도 공압식 고무보의 소비전력이 더 크기 때문에 장시간 운영하면서 발생하는 간접 배출량으로 인해 이와 같은 분석 결과가 도출되었다.

4.2 전과정영향평가 종합 분석

고무보의 규격별 전과정평가 기법을 이용하여 전과정환경영향을 가중화하여 Fig 4.와 같은 결과가 도출되었다. 전과정영향평가 가중화 합계는 1,500H×10,000L 규격의 경우, 직립형 고무보의 20.5 pt, 공압식 고무보는 12.4 pt의 환경영향을 보이고 있으며, 공압식 고무보가 직립형보다 39.8% 적게 발생하였다. 3,000H×20,000L 규격은 직립형 고무보가 90.9 pt, 공압식 고무보가 101.1 pt로서 직립형고무보가 공압식 고무보보다 10.1% 환경영향이 더 좋은 것으로 도출되었고, 규격이 커질수록 직립형 고무보가 공압식 고무보보다 전체 환경영향이 우수한 것으로 분석되었다.

이와 같은 결과는 직립형 고무보와 기존 공압식 고무보의 소비 전력량은 규격이 커질수록 직립형 고무보가 공압식 고무보 대비 적게 소요되어 에너지 사용면에서 적어지기 때문이다. 반대로, 규격이 작아질수록 소요전력은 같아지고, 직립형 고무보의 제작에서 투입되는 자재가 스틸패널이 추가되면서 자원활용면에서는 공압식 고무보가 환경영향이 더 좋게 나타나기 때문에 아래와 같은 결과가 나타나는 것이다.

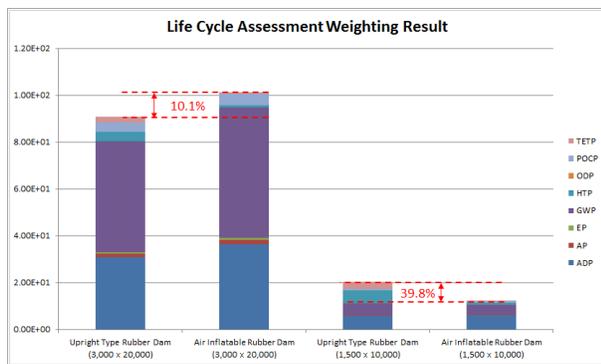


Fig. 4. Life Cycle Assessment Weighting result.

4.3 온실가스 발생량에 따른 탄소배출권 비용 분석

앞에서 분석한 결과를 이용하여 3,000H×20,000L 규격에

서 공압식 고무보와 직립형 고무보의 온실가스 발생량의 차이를 탄소배출권 비용으로 환산하였다.

3,000H×20,000L 규격의 직립형 고무보와 공압식 고무보를 1년동안 가동하였을 때 운영단계에서 소요되는 전력으로 인한 온실가스 발생량의 차이는 17,360톤으로 탄소 배출권 비용으로 환산하면 370,000천원⁵⁾이다. 또한 생산단계와 운영 단계를 포함한 온실가스 발생량의 차이는 2,557톤이며 탄소 배출권 비용으로 환산하면 약 55,000천원이다. 이 비용은 공압식 고무보를 운영중에 직립형 고무보로 교체 시 발생할 수 있는 편익이라고 할 수 있다.

5. 결론

기후변화에 따라 미래사회는 기후와 에너지로 개변되는 세계로 변화하고 있으며, 전 세계적으로 인구 증가 및 산업 발전과 더불어 물관리에 대한 관심과 노력이 지속적으로 증가하고 있다. 하지만 기후변화로 인하여 물 문제와 물 재난이 지속적으로 발생되고 있으며, 계획적인 수자원 관리와 안정적인 수자원 확보가 시급한 시점이다. 본 연구에서는 기존 하천에 시공된 고정보에서 개선한 고무보 시스템을 분석하여 물 문제와 물 재난의 원인이 되고 있는 기후변화를 대응하고 안정적으로 수자원을 관리 할 수 있는 고무보 시스템의 선택 방안을 제시하고자 한다. 고무보 시스템의 대상은 직립형 고무보와 공압식 고무보를 비교하였으며, 기후변화 대응 측면에서 규격에 따른 환경영향이 얼마나 발생하는지 분석하였다.

본 연구는 직립형 고무보에 전과정평가 기법을 적용하여 제작과 운영 중에 발생하는 온실가스 발생량을 기존 공압식 고무보와 비교 분석하였다. 규격별 각각의 고무보를 10년 동안 운영하였을 때 발생하는 환경영향 결과, 1,500H×10,000L 규격의 직립형 고무보는 9.35E+04 kg CO₂-eq., 공압식 고무보는 7.36E+04 kg CO₂-eq.의 결과 값이 나타났으며, 3,000H×20,000L 규격의 직립형 고무보는 9.09E+05 kg CO₂-eq., 공압식 고무보는 1.07E+06 kg CO₂-eq.로 분석되었다. 1,500H×10,000L의 규격에서는 공압식 고무보가 온실가스 배출량이 더 적었지만, 3,000H×20,000L 규격에서는 직립형 고무보가 온실가스 배출량이 적은 것을 알 수 있었다. 이는 규격별 고무보의 소비전력량의 차이로 인해 기인한 것으로 분석되었으며, 고무보의 규격이 커지고 운영 기간이 길어질수록 직립형 고무보의 효율과 환경성은 더 높게 나타날 것이다. 전과정평

5) 배출권등록부시스템 (ETRS): 2018년 할당배출권 거래소 거래 현황 (2018년 8월 29일 기준)

가를 이용하여 전과정환경영향을 가중화한 결과, 1,500H×10,000L 규격에서는 공압식 고무보가 39.8%의 환경영향이 적게 발생했고, 3,000H×20,000L 규격은 직립형 고무보가 10.1% 적게 발생함을 알 수 있었다. 규격이 커질수록 직립형 고무보가, 규격이 작을수록 기존 공압식 고무보가 기후변화에 능동적인 기술이라 할 수 있다.

3,000H×20,000L 규격의 직립형 고무보와 공압식 고무보를 1년동안 가동하였을 때 운영단계에서 소요되는 전력으로 인한 온실가스 발생량의 차이는 17,360톤으로 탄소 배출권 비용으로 환산하면 370,000천원⁶⁾이다. 이 비용은 공압식 고무보를 운영중에 직립형 고무보로 교체 시 발생할 수 있는 편익이라고 할 수 있다.

향후 수자원 관리와 확보를 위해 소규모 댐 (보)을 설치하는 곳에서는 시설운영하면서 발생하는 온실가스 양을 고려하여 기후변화에 능동적으로 대응할 수 있는 수자원 관리 시설의 선정이 이루어져야 한다. 또한 기후변화에 대응하고 친환경적이며 안정적인 수자원 확보 및 관리가 가능하기 위해서 가동보 시스템에 대한 더 많은 연구와 개선이 이루어져야 할 것이다.

사 사

본 연구는 국토교통부의 국토교통과학기술진흥원에 지원을 받아 “국토교통기술사업화지원 (18TBIP-C125155-02)”을 통해 수행되었으며 연구에 힘써주신 관계자분들에게 감사드

립니다.

REFERENCES

- ETRS. 2018. CER Search; [Accessed 2018 Aug 29]. <https://etrs.gir.go.kr/etrs/>
- Global Water Intelligence. 2013. Global Water Market 2014.
- Hwang YB. 2018. Study on selection of water treatment filtration system to cope with climate change, Journal of Climate Change Research. 2018, Vol. 9, No. 1, p. 27-32
- Jang JS. 2017. Development of water resources use technology and IoT integration system for disaster response
- Kang JH. 2014. Overseas expansion strategy of domestic water industry. Seoul, Korea: The Export-Import Bank of Korea. Key research 2014-1.
- KEITI. 2017. TOTAL Manual. Seoul, Korea; Korea Environmental Industry & Technology Institute
- Kim JH. 2010. Policy for Development of Water Industry: Response to Climate Change. Seoul, Korea: Korea Environment Institute. Basic research 2010-01.
- LEE KM. 2014. Life Cycle Assessment ISO 14040 series Guideline. Suwon, Korea; Ajou University
- Water Information System. 2018. Dam Search; [Accessed 2018 Aug 29]. <http://water.nier.go.kr>.

6) 배출권등록부시스템 (ETRS): 2018년 할당배출권 거래소 거래 현황 (2018년 8월 29일 기준)