

글로벌 산업기술 주간브리프

(*GT Weekly Brief*)

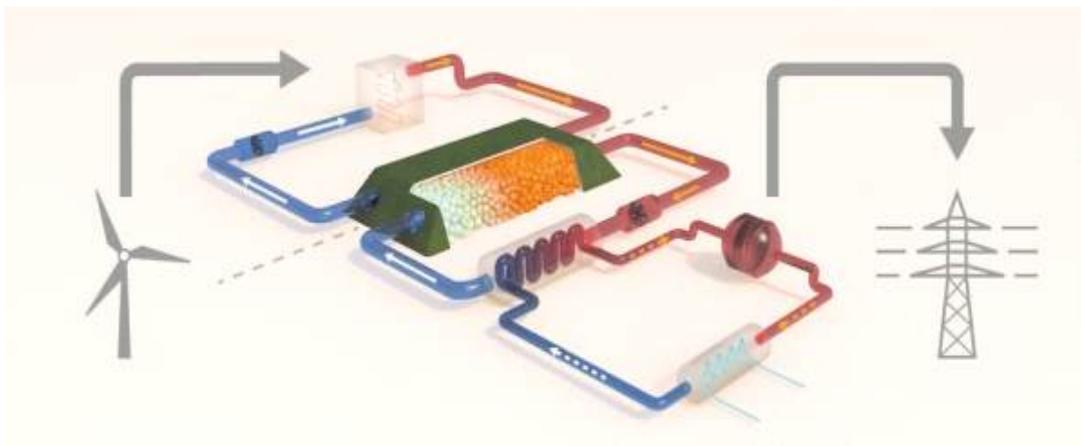
2019. 7

독일의 잉여전력 저장 기술

(1) 잉여전력을 자연석에, 이를 다시 전기로 변환

스페인 최대 풍력터빈 제조업체인 가메사(Gamesa)를 인수한 독일 지멘스(Siemens)는 세계 최대 풍력업체로 성장할 정도로 대표적인 신재생에너지 기업으로 꼽히고 있다. 이미 그 일환으로 2016년부터 함부르크 공대(Hamburg University of Technology, TUHH)의 연구팀과 함께 잉여전력 저장을 위한 아이디어 실용화를 위해 많은 노력을 기울여 왔다. 함부르크의 항구지역 중 하나인 알텐베르더(Altenwerder)에 건설 중인 한 시설은 이 노력의 결과물로 거의 완성단계에 있다. 약 1천 톤 분량의 자연석, 열 차단시설 그리고 전력그리드 연결 모듈로 구성되어 있는데, 2천 입방미터 규모의 대형 부지에 위치하고 있다. 인근 풍력단지에서 전기가 초과 생산된 경우 이 전기로 초대형 열 터빈을 가동시켜 섭씨 600도 까지 공기를 가열시킨다. 높아진 온도의 공기는 자연석의 온도를 높인데, 이것이 열 형태로 저장된 에너지로 일정 기간 동안 높은 효율로 존재할 수 있다. 만약 바람이 적어서 풍력터빈이 거의 움직이지 않거나 흐리거나 비 오는 날이 많아 집광판에서 획득한 전기 생산량이 적은 경우, 저장된 열은 교환기를 거쳐서 증기로 변환된다. 이 증기는 일반적인 형태의 터보 발전기를 돌리게 되며 이를 통해 다시 전기를 생산할 수 있게 된다.

<그림> 풍력단지에서 잉여생산된 전력은 열 형태로 자연석에 저장되고, 필요 시 다시 전기로 변환



이 시설의 발전용량은 30메가와트로, 일반적으로 사용하고 있는 잉여전력 저장용 대형 배터리 3개의 용량과 맞먹는다. 이는 독일 기준 9가구의 연간 전력 수요를 충족시킬 수 있는 수준이다. 적은 용량이긴 하지만 이 저장장치를 사용하면 추가로 전기 비용을 지불할 필요도 없고, 1년에 제한 없이 에너지를 저장할 수도 있으며, 바로 사용할 수도 있다는 점에서 대단히 유용하다. 지멘스 측은 같은 성능 확보를 위해 필요한 물리적 공간이 배터리와 큰 차이가 없는 것은 물론이고, 비용도 열 배 이상 저렴하다는 점을 강조하고

있다.

특히 이 솔루션은 잉여전력을 레독스 전지나 일반 배터리처럼 열을 소금이나 액체 금속 매개체 이외에도 저장할 수 있다는 가능성을 입증하였다는 점에서도 획기적이지만, 콘크리트가 아닌 자연석(화산암)을 열 집적의 매개체로도 사용할 수 있음을 보였다는 점에서도 큰 주목을 받고 있다. 특히 자연석 구조 자체가 가진 다공성, 즉 열을 보유한 공기가 촘촘한 구조사이에 스며들어 열을 저장하는 효과도 콘크리트에 크게 뒤쳐지지 않음을 증명하였고, 설령 콘크리트의 균질성 자연석보다는 저장능력이 우수하다 하더라도, 콘크리트 생산 자체에도 에너지가 소요되는 점을 감안하면 오히려 자연석을 그대로 활용하는 것이 친환경성과 경제성 관점에서 오히려 우수하다고 판단한 연구진의 결정도 흥미롭다.

지멘스는 독일항공우주센터(DLR)와의 협력으로 이미 슈투트가르트와 스페인에서 콘크리트로 이러한 저장기술을 실험한 바 있다. 현지 언론은 이 시도를 가리켜 “첨단 석기시대”라고 비유하고 있다. 7월부터 지역 전력 그리드에 연결될 예정으로, 자체적으로 생산된 전기를 지역사회에 제공할 수 있게 될 예정이다. 이 컨셉트는 사용을 중지하거나 해체될 예정인 발전소 부지 재사용을 위한 적절한 선택지로도 고려될 것이라고 밝히고 있다.

(2) 폐광을 양수발전 플랫폼으로

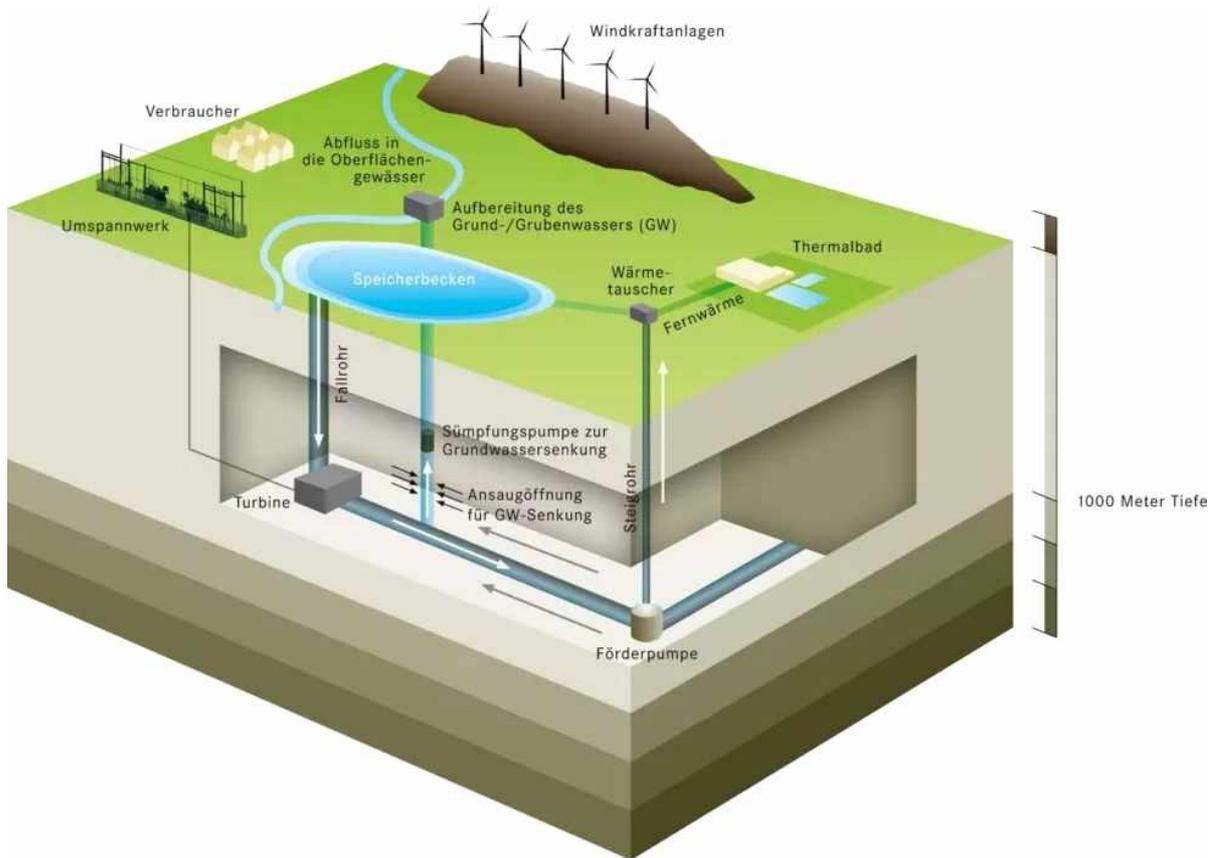
독일 루르(Ruhr)지역의 많은 폐광 터널을 에너지 저장을 위한 공간으로 거듭날 수 있게 되었다. 지난 해 완전히 폐광된 보트롭(Bottrop) 소재 프로스퍼-하닐 탄광(Bergwerk Prosper-Haniel)은 양수발전 시설을 만들 수 있는 이상적인 장소로, 루르지역 지하 600m 깊이까지 뻗어 있다. 산지나 계곡이 상대적으로 드문 독일에서 이곳을 양수발전 활용에 따른 경제성과 환경 타당성 판별을 위해 두이스부르크-에센 대학교(Universität Duisburg-Essen)와 보훔 대학교(Ruhr-Universität Bochum)의 연구진이 5년의 시간을 들였고 그 결과는 대단히 긍정적이었다.

광산의 전체 높이는 1,100미터로, 낙차로 터빈을 돌릴 수 있는 충분한 높이와 저장 공간을 가지고 있다. 연구진은 약 60만 입방미터로 추정하고 있으며, 인근 풍력터빈이나 태양광으로 획득한 전기의 양이 많을 경우 이 에너지를 통해 저지대에 저장된 물을 고지대 인공호수로 올려 보낸 후 필요 시 다시 수문을 개방하여 전기를 발전시킬 수 있다. 저장 공간에 물을 가득 채웠다고 가정하면 4시간 동안 80만 kWh 전력을 생산할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

프로스퍼-하닐은 세계에서 가장 높은 양수발전소로 기록될 예정이다. 호수와 터빈 사이의 낙하 높이는 약 600m 정도로 발전소 자체 추정에 따르면 연간 900GW가 될 것으로 예상하고 있다.

현재 발전 용량 기준 미국 배스 카운티(Bath County, 높이 380m, 발전용량 3,000 MW)가 전 세계 최고이며, 2003년부터 가동 중인 독일 기준 최고 발전소 튀링엔 주 골드슈탈(Goldisthal, 높이 350m, 발전용량 1060MW) 보다도 월등히 높다는 점을 고려하면 이 시도는 여러 가지 관점에서 세간의 주목을 받을 가치가 있어 보인다. 골드슈탈 양수발전소는 산 중턱을 완전히 깎아내고 그 평면을 다시 파내어 인공호수로 만들었는데 건평 55헥타르에 1,200만 입방미터의 물을 저장할 수 있는 곳이기도 하다.

<그림> 폐광을 활용한 양수발전 시스템 개념도



루르 지역에는 약 180개의 탄광이 있으며, 2개를 제외하고는 모두 폐광상태이다. 대부분의 폐광에는 물이 차 있는 상태지만 당시에는 추후 양수 발전소로 사용할 수 있는 가능성을 염두에 두고 있지 않았다고 한다. 이에 영감을 받은 많은 독일 지질 연구자들은 이를 계기로 독일 중부의 하르츠산맥(Harz), 서부의 지거란트(Siegerland) 그리고 구 동독지역의 에르츠산맥(Erzgebirge) 등도 양수발전 잠재성 검토를 위한 다방면의 조사를 실시하고 있다. 이 지역들은 지질학적으로 특수한 구조를 가지고 있어서 물이 땅 밑으로 스며들어 사라지지 않는다고 한다.

<출처>

<https://www.siemensgamesa.com/en-int/newsroom/2019/06/190612-siemens-gamesa-inauguration-energy-system-thermal>

<https://www.erneuerbare-energien-hamburg.de/de/news/uebersicht/details/baustart-in-hamburg-altenwerder.html>

<https://www.windkraft-journal.de/2018/09/26/siemens-gamesa-feiert-richtfest-des-innovativen-speichersystem-in-hamburg-altenwerder/128056>

<https://www.rag.de/ueber-tage/klimametropole-ruhr-2022/pumpspeicherkraftwerke-unter-tage/>

<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/unter-ruhrgebiet-entsteht-riesiger-energiespeicher-in-erde/>

★ 관련문의처: 벨기에 브뤼셀 거점 박천교 소장(T: +32 2-431-0591, E: seanpark@kiat.or.kr)