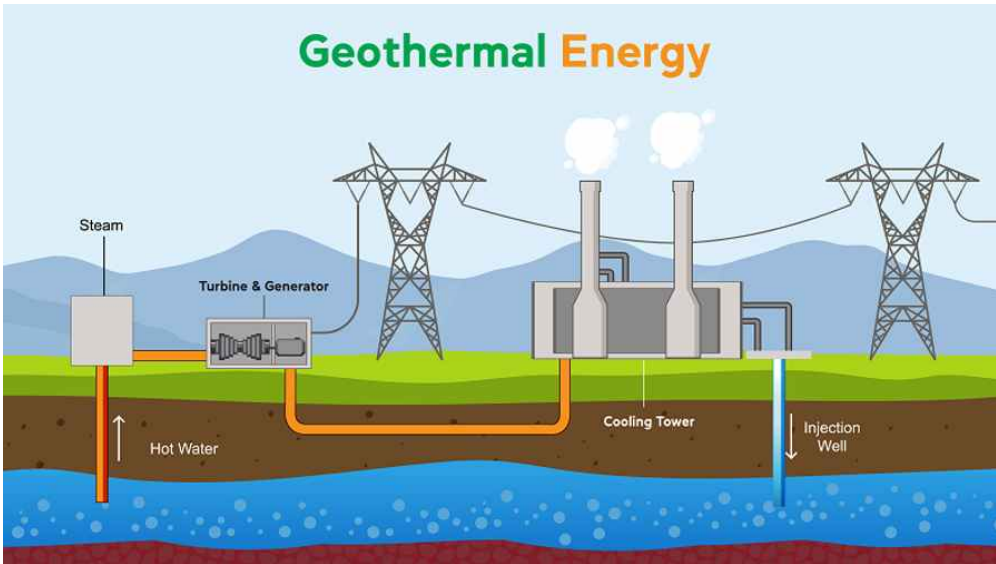


(주)어스이엔지는 복합 물리 현상 (THMC: 열-수리-역학-화학) 해석 소프트웨어를 사용하여 대수층이 포함된 지열 시스템을 구현하는 '3차원 지열 모델링'을 수행하고 있습니다.

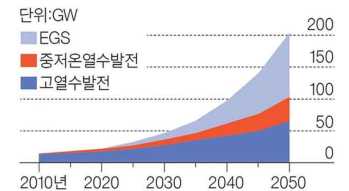
3차원 지열 모델링을 통해 주입공에서 주입된 물의 경로와 생산공에서 생산되는 물의 온도가 계산될 수 있으며, 그 결과는 주입공과 생산공의 적절한 깊이와 이격거리 등 지열 발전 설계에 활용될 수 있습니다.



기술 개발 배경 - 지열 발전



세계 지열발전 설비 능력 추이와 전망



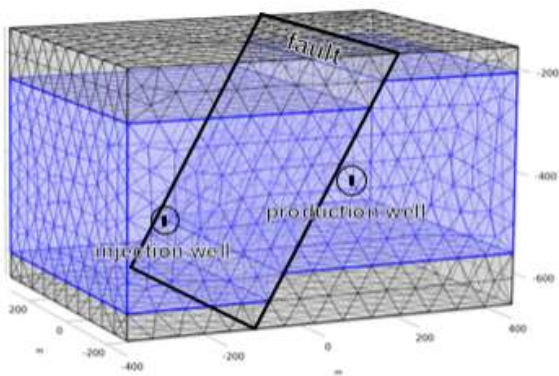
출처: IEA

- 지열 에너지는 지구 내부의 열이 기원이며, 거의 무한정한 에너지로 지속 가능한 친환경 재생 에너지임
- 지구 기후 변화를 줄이기 위한 노력의 일환으로 세계 에너지 시장에서 지열 발전이 차지하는 비중이 증가하는 추세임

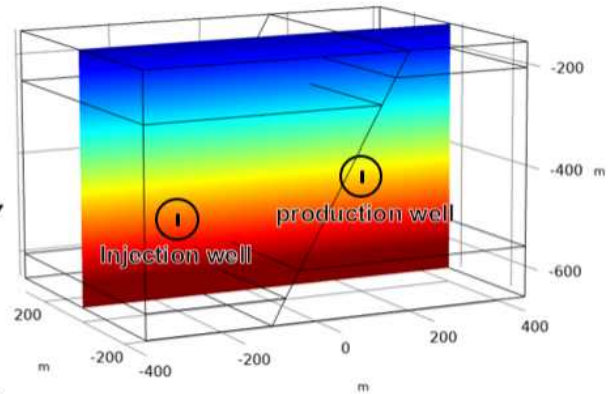
출처: <https://greenesa.com/blog/geothermal-energy-types-uses-advantages>

기술 내용

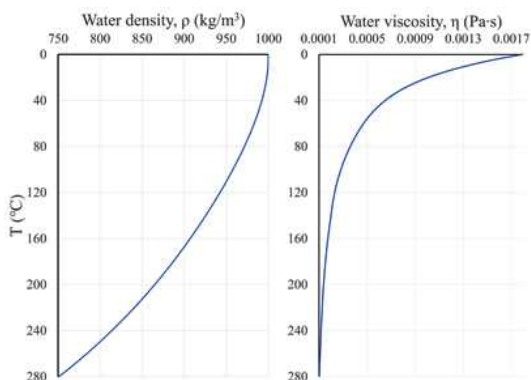
지질 구조 mesh 형성



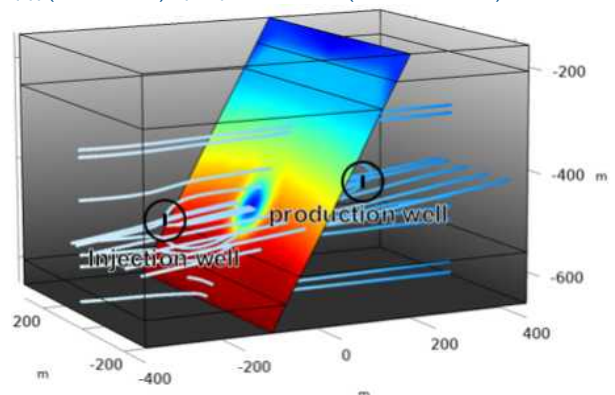
전도(conduction)에 의한 열 전달(heat transfer)



온도(심도)에 따른 물의 물성 변화



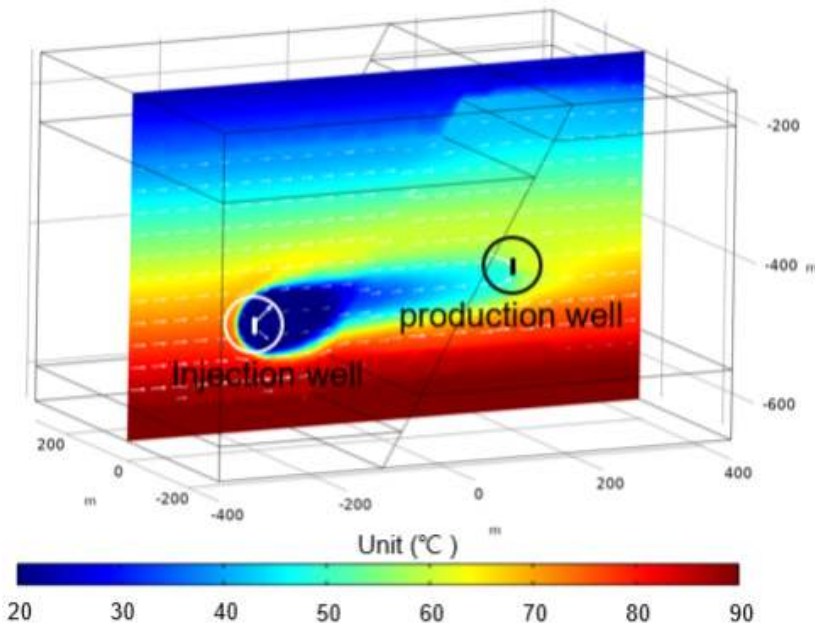
이류(advection)에 의한 열 전달(heat transfer)



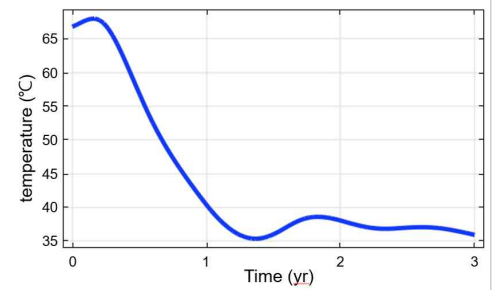


기술 내용

모델링 결과

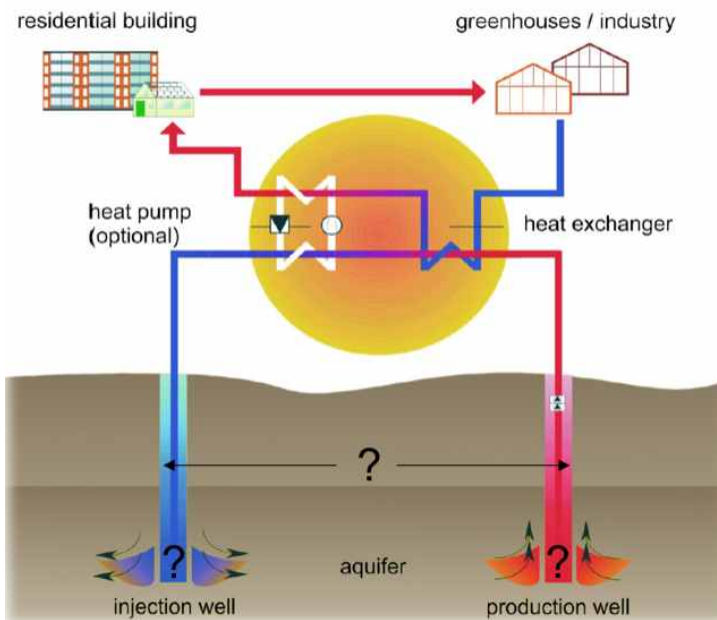


전도(conduction)와 이류(advection)에 의한 열전달(heat transfer)



- 열전도(conduction)와 지하수의 이류(advection)에 의한 열전달 현상에 대한 복합 물리 해석 가능
- 온도에 따른 물의 밀도 및 점성 변화가 고려된 해석
- 주입공을 통해 주입된 물이 생산공에 도달하면서 지열에 의한 수온의 증가를 해석
- 생산공에서의 시간에 따른 물의 온도 그래프를 통해 지열 에너지 생산량 평가 가능

기술 활용

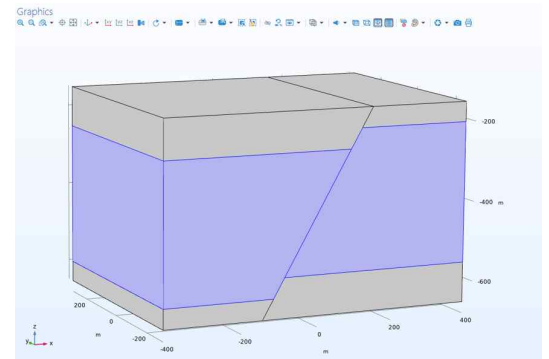


출처: Agemar, T., Weber, J. and Schulz, R. (2014)

- 지열 시스템의 경제성 평가에 활용
- 고효율성의 지열 설계 시스템을 위해 주입공과 생산공의 깊이와 이격거리 결정에 활용

모델링 방법

1) 모델링 소프트웨어(컴솔 멀티피직스)



2) 지배방정식

$$\frac{\partial}{\partial t}(\epsilon_p \rho_t) + \nabla \cdot (\rho_t u) = Q_m$$

$$u = -\frac{k}{\mu} \nabla p$$

- 대수층에서의 지하수 유동 계산

$$(\rho C_p)_{eff} \frac{\partial T}{\partial t} + \rho_t C_{p,f} (u \cdot \nabla T) + \nabla \cdot q = Q$$

$$q = -k_{eff} \nabla T$$

- 지하수 유동으로 인한 열 유동 계산

논문 발표

유수환, 김선경, 박정훈, 이창열, 2023, 지열 생산 설계를 위한 3차원 수치모델링 초기 연구, 2023 대한지질공학회 춘계학술대회