

## 그라우트 종류와 열교환 파이프 단면에 따른 수직 밀폐형 지중열교환기의 지중 유효열전도도 평가

\*이 철호, 박 문서, 민 선홍, 강 신형, \*\*최 항석

### Effect of grouts and pipe sections for closed-loop vertical ground heat exchanger on effective ground thermal conductivity

\*Chulho Lee, Moonseo Park, Sunhong Min, Shin-hyung Kang, \*\*Hangseok Choi

본 연구에서는 수직 밀폐형 지중열교환기 뒤편용 그라우트의 종류와 첨가제 종류, 지중열교환기 파이프 단면에 따른 지중열교환기의 성능을 비교 평가하기 위해 현장 시험 시공과 현장 열응답 시험을 수행하였다. 뒤편용 그라우트 재는 벤토나이트와 시멘트를 사용하였으며 첨가제로는 천연규사와 흑연을 적용하였다. 지중열교환기 파이프 단면은 일반적으로 시공되는 U-loop 파이프 단면과 파이프 사이의 열간섭 효과를 최소화 한 3공형 파이프 단면이 적용되었다. 시멘트-천연규사 그라우트재가 벤토나이트-천연규사 그라우트재 보다 큰 지중 유효열전도도를 보이고 흑연을 첨가한 그라우트는 시멘트와 벤토나이트 모두에서 천연규사만 첨가하였을 때 보다 지중 유효열전도도가 높게 나타났다. 3공형 파이프 단면의 경우 단면에 따른 영향을 비교하기 위해 그라우트는 시멘트-천연규사와 벤토나이트-천연규사를 사용하였으며 지중 유효열전도도 측정결과 각각 3.64 W/mK, 3.40 W/mK으로 일반 U-loop 파이프 단면을 사용하였을 때 보다 높게 나타났다.

**Key words** : Ground heat exchanger(지중열교환기), Thermal response test(현장 열응답 시험), Grouting material(그라우트), Thermal conductivity(열전도도), Bentonite(벤토나이트), Cement(시멘트)

E-mail : \* cryfreer@korea.ac.kr, \*\* hchoi2@korea.ac.kr

## 현장 열응답시험을 통한 에너지 텍스타일의 열적 거동 평가

\*이 철호, 윤 상봉, 한 은선, 정 재형, \*\*최 항석

### Thermal characteristics of energy textile by performing in-situ thermal response test

\*Chulho Lee, Sangbong Yoon, Eunseon Han, Jae-hyeung Jeung, \*\*Hangseok Choi

본 연구에서는 지열 에너지원으로써 터널 내부 벽면의 항온성을 이용하여 터널 외벽에 텍스타일 형태의 열교환기를 설치하고 열적 거동을 평가하였다. 터널의 라이닝 부분에서는 여러 가지 요인에 의해 지하수가 터널 내부로 유입하게 되므로 지하수의 유무에 대한 열적 거동 및 유동액의 순환 속도에 따른 영향, 열교환 파이프 배열 형태에 따른 영향을 현장 시험 시공과 현장 열응답시험을 통하여 평가하고자 하였다. 또한 3-D 유한체적해석 프로그램(FUENT)을 이용하여 슛크리트와 라이닝의 열전도도를 고려한 열교환기의 성능을 분석하였다. 수치해석 결과 열교환 파이프 주변에 지하수의 흐름이 존재할 경우 열전달이 상대적으로 더 원활히 이루어졌으며 순환속도가 빠를 때 보다 느릴수록 효율이 높게 나타났다. 또한, 파이프의 간격이 넓을수록, 파이프의 길이가 길수록 효율이 높게 나타났다. 라이닝 및 슛크리트의 열전도도가 증가함에 따라 에너지 텍스타일의 열전달 효율이 높게 나타났다. 현장 시험을 통해 비슷한 길이의 파이프가 사용된 경우, 파이프 배열 형태에 따라 수평형보다는 수직형 배열의 효율이 높게 측정되었다.

**Key words** : Thermal response test(현장 열응답 시험), Energy textile(에너지 텍스타일), lining(라이닝), shotcrete(스프리트), Thermal conductivity(열전도도)

E-mail : \* cryfreer@korea.ac.kr, \*\* hchoi2@korea.ac.kr