

# 암반 균열 파악을 위한 에어 트레이서 (Air tracer) 실험기법

구호본<sup>\*1</sup>, 백웅<sup>\*2</sup>

## 1. 서언

암반 사면의 안정성해석에 있어서 암반내 불연속면(이하 균열이라 칭함)의 강도정수와 발달특성은 매우 중요한 영향을 미친다. 지금까지 암반 내부 균열의 특성을 파악하기 위하여 시추조사 및 물리탐사법이 이용되고 있으며 암반내 균열의 정확한 정보를 얻기 위하여 다각도로 많은 연구가 이루어지고 있는 실정이다. 특히, 시추조사에 의한 공(hole)내 카메라를 삽입하고 조사하는 기법의 경우 균열의 방향성은 파악이 가능하나, 균열의 연속성은 추적하기가 쉽지 않다. 본 보에서는 일본 토목연구소(Public Works Research Institute, PWRI)에서 최근 개발한 균열

의 연속성 추적 관련 새로운 기법을 소개하고자 한다. 개발된 신기법은 암반 사면 내부의 균열이나 형태, 암반블럭의 형상을 조사하기 위하여 에어 트레이서(Air tracer)를 이용하여 불연속면의 연속성을 추적하는 것이다.

## 2. 에어 트레이서(air tracer)법이란?

암반 사면에 굴착된 수평시추공(boring hole)에 연기를 포함한 공기, 가스 또는 증기 등을 트레이서(tracer)로 활용하여 사면내부 균열과 암반표면과의 연속성을 확인하는 방법이다. 시험법에는 크게 2가지로 구분할 수 있다. 첫째, 인공적으로 공기를 주입하는 방법이다. 송풍기로 연기 등의 트레이서를 혼합한 공기를 암반표면이나 시추 공내의 개구균열(open crack)에 삽입하고 트레이서의 유출지점으로부터 균열의 연속성이나 암반의 이완 상태를 추정하는 방법이다(그림 1). 둘째, 자연공기의 흐름을 이용하는 방법이다. 규모나 개구상태가 큰 균열에는 암반 내외의 온도차에 의하여 공기의 흐름이 발생하게 된다. 이 흐름을 이용하여 트레이서를 삽입하여 균열의 연속성이나 이완도를 조사하는 방법이다(그림 2). 특히, 자연흐름을 이용할 경우 대기와 암반의 열전도 차이에 의한 대류현상이 발생하여 겨울과 여름의 현상이 다르게 나타난다.

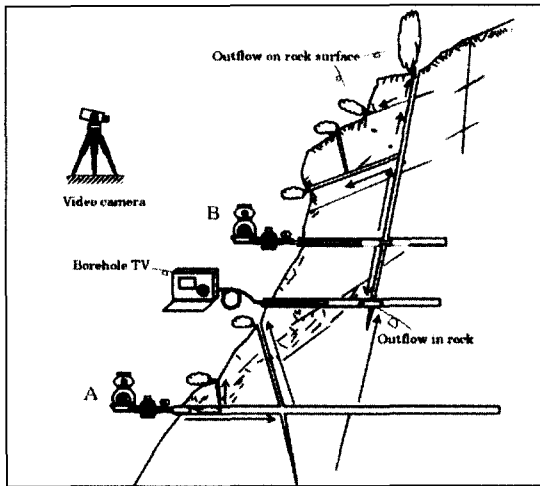
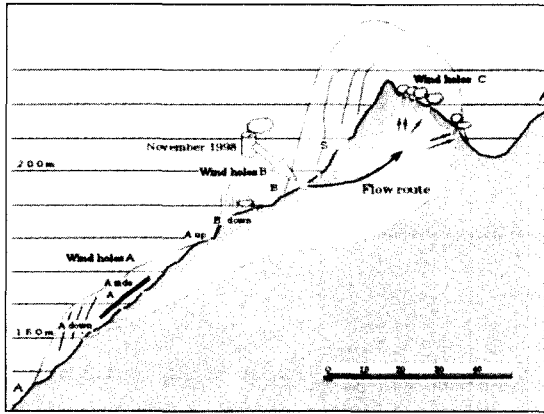


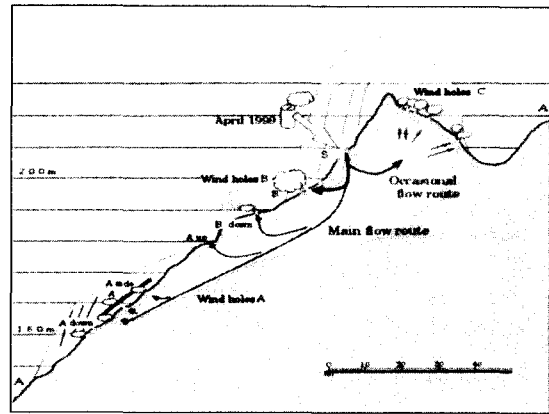
그림 1. 사면내 균열 특성 파악을 위한 에어 트레이서 기법의 모식도

\*1 정희원, 한국건설기술연구원 토목연구부

\*2 정희원, 한국건설기술연구원 토목연구부



(a)겨울철의 에어 트레이서 실험



(b)여름철의 에어 트레이서 실험

그림 2. 자연공기흐름을 이용한 에어 트레이서 기법

### 3. 에어 트레이서 실험방법

균열의 특성을 정확히 파악하기 위하여 크게 2가지의 방법으로 실험을 행할 수 있다(그림 3). 첫째, 간이(簡易) 에어 트레이서 법은 시추공의 입구를 단일 패커(single packer)로 밀폐하고 트레이서를 삽입하는 방법이다(그림 3-A). 이 방법은 조사대상사면 개구균열과 시추공내의 개구균열을 파악하기 위한 개략적인 실험이다. 둘째로 구간(區間) 에어 트레이서 법이다(그림 3-B). 이 방법은 시추공 내에 특정 개구균열의 전후를 이중 패커(double packer)로 밀폐하고 트레이서를 삽입하는 방법이다. 시추공내에 발달하는 특정 개구균열의 연속성과 발달범위를 파악하기 위한 정밀도가 높은 방법이다.

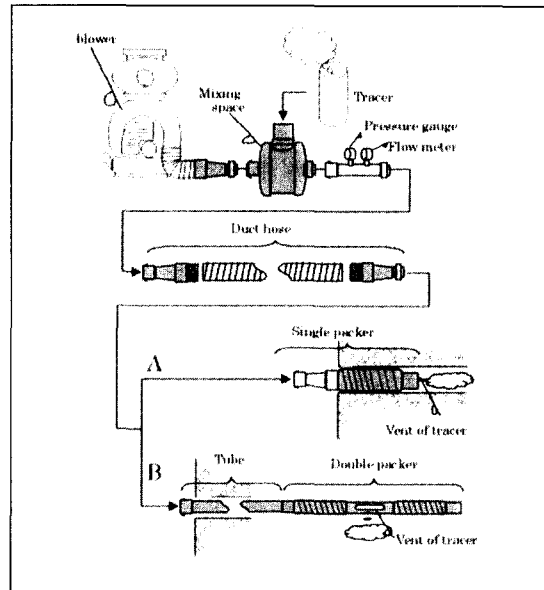


그림 3. 에어 트레이서 실험 장비 구조

### 4. 에어 트레이서 관측방법

암반 표면에 나타나는 트레이서의 유출지점의 확인은 육안에 의한 관측과 비디오카메라에 의한 관측의 병행을 통하여 트레이서의 정확한 이동시간 관측이 가능하다. 또, 시추 공내에 트레이서의 유출지점 관측은 간이 시추공내 카메라(bore hole camera)를 이용할 수 있다.

### 5. 현장 실험

에어 트레이서 신기법에 대한 현장 적용성은 10여 개소 현장에서 실시가 되었으며 일부 현장에서 활용하고 있는 단계이다. 그림 4는 시추 공을 이용한 에어 트레이서 시험 상황이며 그림 5는 실제 트레이서



그림 4. 시추공을 이용한 에어 트레이서 실험 전경

의 유출 상황을 나타내고 있다. 그림 5에서 보듯이 이완된 암괴의 주변부에 연기가 배출이 되고 있으며 해당 암괴는 위험블럭으로 추측할 수 있다.

## 6. 현장 실험 결과

현장 실험에서 개구균열의 정도가 클수록, 같은 거리의 균열일지라도 유출까지의 시간이 짧은 경향이 나타났다. 이런 사실로부터 균열의 평가가 가능하게 되었다. 이동거리, 이동속도에 대하여 현장 조사로부터 얻은 결과를 정리하면 다음과 같다.

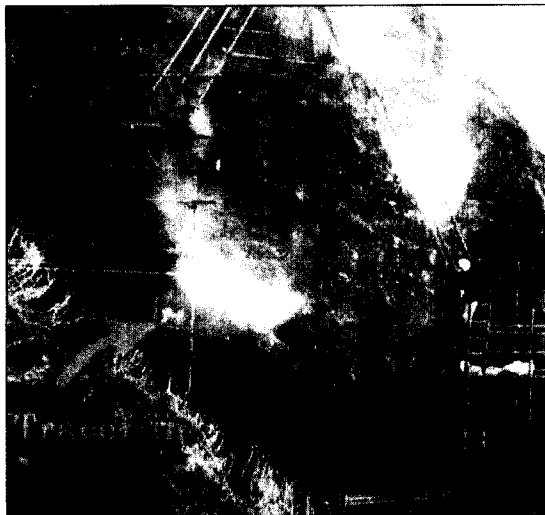


그림 5. 사면에서 균열을 통한 에어 트레이서의 분출 전경

- 1) 자연공기의 흐름을 이용한 사례연구에서 100m 정도까지 조사 가능한 것으로 판명되었다.
- 2) 트레이서를 압입하는 방법의 조사범위는 10m 미만이 대부분이었으나, 30m까지 조사가 가능한 사례도 있다.
- 3) 자연공기의 흐름을 이용한 경우 트레이서의 이동속도는 0.1 ~ 0.05m/s로 추정한다.
- 4) 트레이서를 압입하는 방법에서 이동속도의 경우, 10m 이내에서는 2m/s(50s이하), 10 ~ 15m는 0.1~0.2m/s(150s이하), 20m 이상은 0.07m/s정도(350s)로 이동거리가 길수록 이동속도가 적어지는 경향이 있다.

## 광고 게재 모집 안내

월간 “地盤”에 게재할 광고를 다음과 같이 연중 수시로 모집하오니 지면을 통하여 회사를 홍보하고자 하는 업체 및 회원은 신청하여 주시기 바랍니다.

- 다 음 -

(단위: 만원 / 회)

|     | 표지 2, 4 | 표지 3 | 내지 |
|-----|---------|------|----|
| 월 라 | 60      | 50   | 45 |
| 목 배 | 40      | 30   | 25 |

※ 1년 단위 계약 10% DC, 특별회원사 15% DC (1년 단위 계약 10% DC 추가)