

# 절삭수 순환을 통한 친환경 도로 그라인딩 공법

최하진 / 숭실대학교 건축학부 조교수

김종찬 / 서울기술연구원 생활환경연구실 수석연구원

다이아몬드 그라인딩은 과거 도로 유지보수 공법으로 사용되었다. 이 공법은 다이아몬드와 같은 강한 재질의 블레이드가 장착된 그라인딩 장치를 이용하여 표면을 절삭해 미세한 홈을 형성하는 것을 말한다. 콘크리트 도로 포장에 마이크로 그루빙 홈을 형성하는 방법은 건식 그라인딩 공법과 습식 그라인딩 공법이 사용되고 있다.



## 노후화된 콘크리트 포장 도로의 보수를 위한 그라인딩 공법

콘크리트 포장은 일정 기간 이상 공용 후 포장의 노후화가 진행됨에 따라, 적절한 시기에 효과적인 보수방법을 통한 포장체의 성능 개선이 필요하다. 콘크리트 도로 포장 그라인딩 공법은 도로 유지관리 측면에서 활발히 사용되고 있는 공법 중 하나이다. 다이아몬드 그라인딩은 1965년부터 도로 유지보수 공법으로 사용되었는데[1], <그림 1>과같이 콘크리트 포장 평탄화 작업과 함께 다이아몬드와 같은 강한 재질의 블레이드가 장착된 그라인딩 장치를 이용하여 표면을 절삭해 미세한 홈인 마이크로 그루빙(micro grooving)을 형성하는 공법이다[2]. 마이크로 그루빙 홈을 형성함으로써 노면의 평탄성 회복, 마찰력 개선, 마찰소음 저감, 공용기간 연장의 효과가 있으며 포장의 공용기간이 약 14년 정도 연장된다[3,4].

## 기존 공법의 문제점

콘크리트 도로 포장에 마이크로 그루빙 홈을 형성하는 방법은 건식 그라인딩 공법과 습식 그라인딩 공법이 사용되고 있으며 각 공법은 장단점이 있다. 일반적으로 콘크리트 포장 절삭 시 발생하는 마찰열을 줄여 그라인딩 커터의 수명 향상을 위해 습식 그라인딩 공법에서는 절삭수를 공급한다. 이때 발생하는 콘크리트 슬러지와 절삭수 등 대량의 오염수를 처리하는 과정에서 환경문제를 야기한다. 건식 그라인딩 공법은 기존 습식 그라인딩 공법의 단점을 보완하기 위하여 개발되는데, 절삭수를 사용하지 않아 오염수의 문제는 없지만 <표 1>과 같이 다른 문제점이 있다.

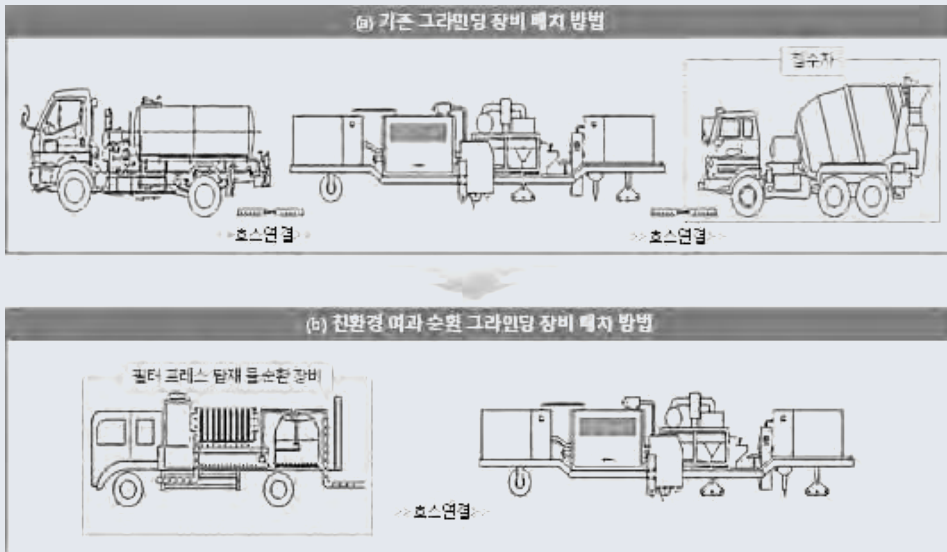
그림 1. 도로 그라인딩 공법의 예시



표 1. 습식 및 건식 그라인딩 공법의 문제점

습식 그라인딩 공법	건식 그라인딩 공법
1) 급수, 살수 차량 및 분진 회수 차량이 필요하며 이로 인한 추가 인력 및 매연이 발생	1) 건식 공법은 절삭수 대신 냉각된 압축공기를 주입하지만 그라인딩 장치와 콘크리트 노면의 마찰 때문에 절삭공구의 수명이 단축
2) 절삭수와 분진이 섞인 오염수와 폐자재가 대량으로 발생하며, 오염수의 누출로 인해 2차적 환경 피해를 일으킬 가능성이 있음	2) 습식 공법에 비하여 작업속도가 두 배 이하로 떨어져 넓은 범위 작업에 한계가 있음
3) 분진 회수 차량의 회수 범위와 용량에 제한이 있으며, 분진 회수 차량의 여과 부하로 공사의 지연 발생	3) 시공 시 분진이 발생하며, 이를 흡입하기 위한 장비에도 필터여과 및 용량에 제한이 있으며, 특히 현장에서 발생하는 분진으로 인한 시야 차단은 2차적인 안전문제를 야기할 수 있음

그림 2. 도로 그라인딩 공법의 개략도



**절삭수 순환식 다이아몬드 그라인딩 공법**

기존 습식 그라인딩 공법은 <그림 2(a)>와 같이 공정상 전면에 절삭수를 공급해 주는 살수차를 배치하며 후면에는 오염수를 흡입·저장하는 장비를 배치하는 방식으로 작업 차량이 배치된다. 작업 특성상 절삭수를 공급하는 살수차의 물이 모두 소모되었거나, 오염수를 흡입하는 저장용 장비의 한도를 초과한 경우 장비를 교체하여야 작업이 가능했다. 이로 인해 장비 교체에 따른 시공성 저하, 추가 차량 운행으로 인한 경제성 저하 등의 문제가 발생하며, 오염수의

처리 과정에 있어 환경문제가 야기되고 있다.

절삭수 순환식 다이아몬드 그라인딩 공법은 기존 습식 그라인딩 공법의 오염수 발생으로 인한 문제를 개선하는 것을 목적으로 한다. 절삭수 순환식 다이아몬드 그라인딩 공법은 시공 시 발생하는 오염수를 현장에서 정화하는 처리 과정을 거쳐 오염수를 다시 절삭수로 재사용하는 공법이다. 절삭수 순환식 그라인딩 공법에 사용되는 시스템의 구성은 다이아몬드 그라인딩, 오염수 1차 정화 장치, 오염수 2차

그림 3. 냉각수 순환 개략도

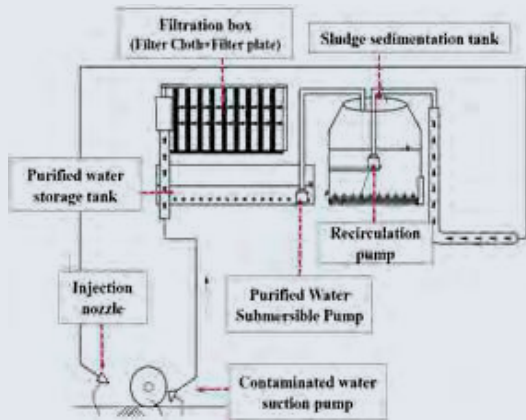
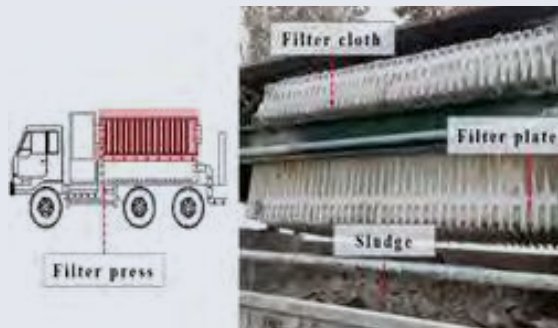
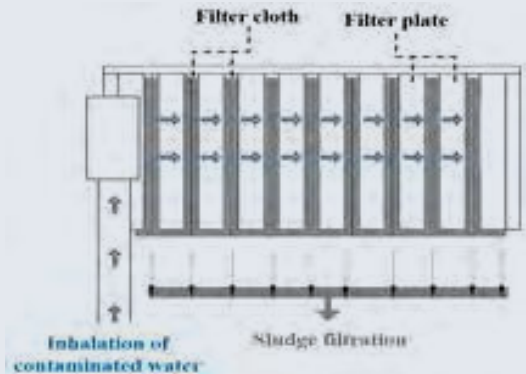


그림 4. 필터프레스 시스템



(a) 필터프레스



(b) 필터프레스 개략도

정화 장치로 구성되며 공정의 절차는 <그림 2(b)>와 같다. 오염수 1차 정화 장치에서는 마이크로 그라인딩 작업 시 발생하는 오염수를 흡입하고 필터프레스를 통하여 불순물을 제거한 후, 2차 정화 장치로 1차 정화된 오염수를 공급한다. 1차 정화 장치를 거친 오염수를 물탱크에 저장한 후 2차 정화 장치에 있는 필터를 거치면 미세 불순물이 제거된다. 1, 2차 과정을 거쳐 정화된 오염수는 순환 물탱크로 이동하여 저장되며, 다시 절삭수로 재사용한다.

절삭수 순환식 그라인딩 공법은 노면의 그루빙 홈 절삭 가공 시 발생하는 오염수의 여과 처리를 위한 절삭장비와 이를 이용한 친환경 그라인딩 공법이다. 이동식 오염수

여과 과정의 개략도는 <그림 3>과 같으며, 여과 과정은 다음과 같다.


- 다이아몬드 그라인더 뒷부분에 배치된 오염수 흡입펌프로 수집된 오염수는 1차 정화 장치로 이동하여 여과박스를 반복적으로 순환하며 여과된다.
- 1차적으로 정화과정을 마친 오염수는 정화물탱크에 저장되며 오염수 2차 정화 장치의 정화필터에 의해 절삭수로 재사용 가능한 정도로 정화된다.
- 이후 절삭수는 순환 물탱크에 저장되며 재순환 펌프에 의해 절삭수 분사노즐로 공급되어 절삭수로 재사용된다.

표 2. 절삭수 사용량

Trials	Carrying capacity (kg)	Remaining amount (kg)	Coolant usage ratio (Remaining amount /Carrying capacity, %)
1st	3000	2800	7
2nd	3000	2700	10
3rd	3000	2700	10
4th	3000	2600	4
5th	4500	4400	3

### 현장 적용을 통한 기술의 검증

마이크로 그라인딩 작업 시 사용하는 절삭수 소모량은 <표 2>와 같이 5차례의 현장 적용을 통해 산출되었다. 마이크로 그라인딩 작업에 소요되는 작업수량을 측정하기 위하여 평균 200 구간을 시험 시공하였으며 기존 마이크로 그라인딩 공법으로 시공 시 3,000~4,500kg 정도의

절삭수가 사용되었다. 그에 반해 절삭수 순환식 그라인딩 공법으로 시공 시 100~400kg 정도의 절삭수가 사용된 것으로 나타났다. 절삭수 순환식 그라인딩 공법을 사용하면 기존 공법 대비 약 90%의 절삭수를 절감할 수 있었다. 

### 참고문헌

- [1] Rao, S., Yu, H. T., Khazanovich, L., Darter, M. I., and Mack, J. W. (1999) Longevity of diamond-ground concrete pavements. Transportation research record, 1684(1), 128-136.
- [2] Sim, Kim, Hong, Choi, & Jeoung (2021). Development of cooling water circulation system for environmental friendly diamond-grinding method. Journal of the Korea Concrete Institute, 33(3), 263-270.
- [3] Hong, S. H., Kwon, S. M., and Kim, J. M. (2000) Rehabilitation Techniques for Concrete Pavement and Concrete-Exposed Bridge Deck. Research Report 00-22, Korea Expressway Corporation, 1-243. (In Korean)
- [4] Correa, A. L., and Wong, B. (2001) Concrete Pavement Rehabilitation-Guide for Diamond Grinding (No. FHWA-SRC 1/10-01 (5M)).