

# 페로니켈 슬래그(FNS)를 활용한 아스팔트 혼합물의 현장적용성 기초평가

정해국, 김부일, 박희문, 김연태, 이수형<sup>†</sup>  
한국건설기술연구원 도로교통연구본부  
e-mail: junghk@kict.re.kr, shleel@kict.re.kr

## Basic evaluation of field applicability of asphalt mixture using ferronickel slag(FNS)

Haekook Jung, Booll Kim, Hee Mun Park, Yeon Tea Kim, Su Hyung Lee<sup>†</sup>  
Department of Highway & Transportation Research Korea Institute of Civil Engineering and  
Building Technology (KICT)

### 요약

본 논문에서는 페로니켈 슬래그(FNS)를 활용한 아스팔트 혼합물의 현장적용성 평가를 수행하였고, FNS를 잔골재로 치환하여 이에 따른 FNS 아스팔트 혼합물의 물성평가를 수행하였고, 국내 아스팔트 혼합물 품질기준을 만족하는 것으로 확인되었다. 또한, 현장적용성 평가를 위해 플랜트배합을 수행하여 Cold bin 및 Hot bin 현장 배합비를 도출 후 공용중인 도로에 적용하였다. 일반 아스팔트 혼합물과의 비교를 위해 FNS 아스팔트 혼합물 덧씌우기 구간과 일반 아스팔트 혼합물 덧씌우기 구간을 분류하여 검토한 결과 국내 품질기준을 모두 만족하였으며, PMS 조사장비를 활용하여 균열, 평탄성, 소성변형을 측정하여 일반 아스팔트 혼합물에 준하는 양호한 포장상태를 확인할 수 있었다.

### 1. 서론

국내의 경제사업은 지속적인 경제·산업 발전으로 현재 천연 자원의 고갈 및 폐기물 처리가 한계에 도달하고 있는 실정이다. 건설산업은 타 산업군 대비 막대한 자원 소비뿐만 아니라 폐기물 배출 문제를 동반하고 있어 환경부하의 주요 요인으로 인식되고 있다. 건설산업은 많은 자원을 소비하기 때문에 산업부산물과 건설폐기물을 재활용할 경우 매우 효과적인 처리 방안이 될 수 있을 것으로 예상되며, 정부 또한 산업폐기물의 재활용 촉진을 위해 건설재료에 순환골재의 의무 사용을 고시하는 등 국내 건설산업의 재활용 기술에 대한 요구가 높아지고 있는 실정이다.

순환자원으로 분류되는 페로니켈 슬래그(FNS)는 스테인리스강 제조에 사용되는 페로니켈을 생산하기 위해 원료로 사용된 니켈광석, 유연탄 등이 고온에서 용융되어 페로니켈과 분리된 것으로 스테인리스강 생산이 증가함에 따라 국내 페로니켈 슬래그는 2015년 기준 연간 약 240만톤이 발생하였으며 꾸준히 증가하고 있는 추세이며, 주로 성토재, 보조기층재료 등으로 저부가가치 자원으로 재활용 되고 있으나 국내 건설 시장의 축소에 따라 활용도가 낮아지고 있는 실정이다. 최근 시멘트 콘크리트에 시멘트를 일부 대체할 수 있는 혼화재로 개발되어 적용되고 있으나 시멘트 혼화재로 사용되기 위

한 가공공정을 필요로 하여 활용에는 아직까지 제한이 많은 현황이다.

본 연구에서는 순환자원으로 분류되는 페로니켈 슬래그를 활용하여 아스팔트 혼합물 생산기술을 개발하고자 하였고, 페로니켈 슬래그를 잔골재로 치환하여 아스팔트 혼합물의 품질을 검증하고, 이에 따른 현장적용성 평가를 위하여 아스팔트 플랜트 현장배합 및 공용중인 도로에 덧씌우기를 적용하여 평가하였다.

### 2. 페로니켈 슬래그 활용 아스팔트 혼합물의 품질평가

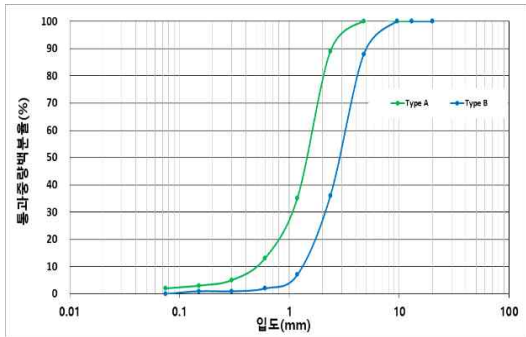
#### 2.1 페로니켈 슬래그의 입도

본 연구에서 활용된 페로니켈 슬래그는 2개의 종류로 5mm체의 기준으로 체가름하지 않은 A Type과 체가름 적용한 B Type으로 각 페로니켈 슬래그 종류의 입도는 그림 1과 같으며, 대부분 5mm체를 통과하는 입도를 가지지만 A Type의 경우 상대적 잔골재 함유량이 높은 것으로 확인되었다.

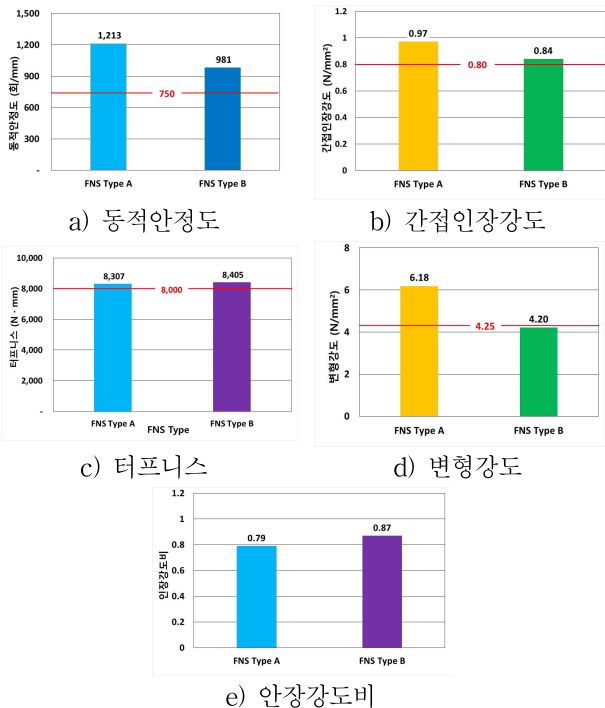
#### 2.2 FNS 아스팔트 혼합물의 접합성

각 FNS Type별 잔골재 치환율 5%의 아스팔트 혼합물의 적

합성 검토결과 그림2와 같이 동적안정도는 국토교통부 기준 750회/mm 이상 대비 FNS A Type은 1,213회/mm, FNS B Type은 981회/mm로 확인되었고, 간접인장강도는 국토교통부 기준 국토부기준 0.8 N/mm<sup>2</sup>이상 대비 FNS A Type은 0.97 N/mm<sup>2</sup>, FNS B Type은 0.84 N/mm<sup>2</sup>, 터프니스는 국토교통부 WC-1 기준 8,000N·mm 이상 대비 FNS A Type은 8,307 N·mm, FNS B Type은 8,405 N·mm, 변형강도는 국토교통부 품질기준 4.25이상 대비 FNS A Type 6.18 N/mm<sup>2</sup>, FNS B Type 4.20 N/mm<sup>2</sup>을 나타내었고, 인장강도비는 0.8기준 대비 FNS A Type은 0.77, FNS B Type은 0.79으로 확인되었다. 대부분의 국토교통부 아스팔트 혼합물의 품질기준을 만족하였지만 인장강도비의 경우 기준대비 약간 하회하였지만 기준에 매우 근접하였다.



[그림 1] 페로니켈 슬래그 Type별 입도



[그림 2] FNS 아스팔트 혼합물 품질성능

### 3. FNS 아스팔트 혼합물 현장적용성 평가

#### 3.1 FNS 아스팔트 혼합물 현장적용

FNS 아스팔트 혼합물의 현장적용 구간은 나주시에 위치한 지방도 818호선 일부 구간으로 인근 콘크리트 및 아스팔트 플랜트 생산 및 운반 업체로 인해 중차량 통행이 있으며, 일평균교통량은 2,675대이며 대형차 혼입률은 15%인 구간이다. 현장 적용구간의 포장 육안조사 시 상태는 그림 3과 같이 균열이 과도한 구간으로 보수가 시급한 구간으로 확인되었다. 시공 전 자동포장상태조사장비를 활용한 포장의 상태는 균열율 37.2%, 소성변형 5.8mm, 종단평탄성 4.6 m/km으로 확인되었고, A Type의 FNS을 활용하여 아스팔트 혼합물을 현장적용 하였고, 그림 4의 순서로 절삭 덧씌우기를 적용하였다.



[그림 3] 현장적용 구간 포장상태(육안조사)

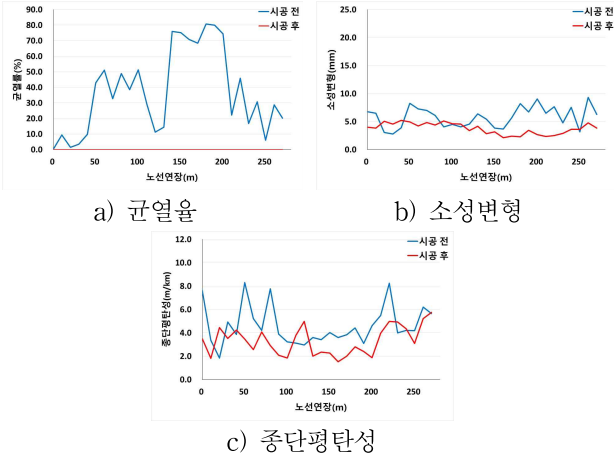


[그림 4] FNS 아스팔트 혼합물 절삭덧씌우기

#### 3.2 FNS 아스팔트 혼합물 시공 후 포장상태 평가

FNS 아스팔트 혼합물의 현장 적용성을 검증하기 위하여 현장적용 구간의 자동 포장상태조사장비를 활용하여 시공 3개월 후 측정결과 그림 5와 같이 균열율

0.0%, 소성변형 3.8mm, 종단평탄성 3.2 m/km으로 포장상태가 양호해지는 것을 확인하였다. 시공 후 3개월 수준으로 포장상태의 변화는 적은것으로 판단되며, 주기적인 자동포장조사장비를 활용한 모니터링 및 추가적인 현장적용을 통하여 FNS 아스팔트 혼합물의 현장 적용성을 검증할 예정이다.



[그림 5] FNS 아스팔트 혼합물 시공 전·후 포장상태

#### 4. 결론

페로니켈 슬래그를 활용한 아스팔트 혼합물의 현장 적용성 검증을 위하여 실내실험 및 현장적용을 수행하였으며, 이에따른 결론은 다음과 같다.

1. FNS Type별 아스팔트 혼합물의 품질성은 확인결과 Type별 대부분 국토교통부 아스팔트 혼합물 품질기준을 만족하였고, 인장강도비 등은 박리방지제를 활용 시 충분히 품질확보가 가능할 것으로 판단된다.
2. FNS A Type을 활용한 아스팔트 혼합물의 현장적용 결과 포장상태는 양호해지는 것으로 확인되었고, 시공 전·후 포장상태 결과는 일반 아스팔트 혼합물에 준하는 포장상태를 나타내어 현장적용의 기대성이 높을것으로 판단된다.
3. 주기적인 모니터링 및 추가적인 현장적용을 수행하여 개발기술의 현장적용성을 검증할 예정이며, 또한, 현장적용 결과를 기반으로 순환자원인 FNS의 LCC분석을 통하여 FNS 아스팔트 혼합물의 경제성을 제시할 예정이다.

#### 감사의글

본 연구는 “페로니켈 슬래그(FNS) 활용 아스팔트

혼합물 제조 및 적용 기술 개발(3/3)”에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

- [1] Emery, J. J. (1986). STEEL SLAG UTILIZATION IN ASPHALT MIXES. 1986 ANNUAL CONFERENCE PROCEEDINGS VOLUME 1.
- [2] Ibrahimi, I., Bajraktari-Gashi, Z., & Zeqiraj, A. (2021). NEWFERRONICKEL PRODUCTION TECHNOLOGIES OPPORTUNITY FOR SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences, (3-4), 17-27.
- [3] Krayushkina, K., Prentkovskis, O., Bieliatynskyi, A., Junevičius, R., (2012). Use of steel slags in automobile road construction. Transport. 27(2), 129-37.
- [4] Kang, S. S., Park, K., & Kim, D. (2014). Potential soil contamination in areas where ferronickel slag is used for reclamation work. Materials, 7(10), 7157-7172.