

# 아스팔트 포장을 위한 개선된 골재 유출량 시험 및 현장 배합설계 방안

## Improved Field Mix Design Method for Asphalt Pavements

정규동\* · 황성도\*\* · 김영민

Jeong, Kyudong · Hwang, Sung-Do · Kim, Yeong Min

### 1. 머리말론

고품질의 아스팔트 포장을 건설하기 위해서는 양질의 골재 및 아스팔트 등의 재료의 확보와 이에 맞는 배합설계, 배합설계에 따른 아스팔트 혼합물의 생산, 그리고, 현장 여건을 고려한 시공 등이 알맞게 이루어져야 한다. 국내의 아스팔트 혼합물을 생산하는 아스팔트 플랜트는 대부분 KS 인증을 받고 있으며, 전국적으로 400여 개가 있다. 거의 모든 플랜트가 배치식 플랜트이며, 생산용량은 120톤/h 이상이 50% 이상을 차지하고 있다. 또한, 운영 및 계량방식도 자동으로 이루어지므로 생산관리도 비교적 쉬운 편이다.

그러나, 아스팔트 플랜트에서의 골재 유출량 시험 및 이를 이용한 현장 배합설계가 플랜트에 적용하기 어려워 대부분 형식적으로 이루어지고 있으며, 아스팔트 혼합물의 생산은 대부분의 플랜트에서 오퍼레이터의 판단에 의존하고 있다.

따라서, 본 논문에서는 현장 적용성이 높도록 개선한 골재 유출량 시험 방법 및 현장 배합설계 방법을 제시하였으며, 이를 적용하는 예를 들어 설명하였다.

### 2. 골재 유출량 시험 및 현장 배합설계의 개요

#### 2.1 가열 아스팔트 플랜트

가열 아스팔트 플랜트의 구조는 그림 1과 같이 골재 저장시설, 골재를 드라이어로 정량을 공급하기 위한 시설, 집진시설, 골재 및 아스팔트 가열 시설, 가열된 골재 체가름 시설, 체가름된 골재 저장 시설, 계량시설, 혼합시설 등으로 이루어져 있다.

그리고, 아스팔트 혼합물은 콜드빈에 저장된 골재가 컨베이어 벨트로 드라이어로 이동하여 가열된 후에 핫엘리베이터로 플랜트 상부로 이동된 후에 스크린에서 체가름되고, 핫빈에 저장되며, 계량조에 1배치 분량만큼 계량되고 믹서에서 아스팔트와 혼합되는 일련의 과정으로 생산된다.

따라서, 골재의 품질이 일정할 경우 아스팔트 혼합물의 골재입도 등의 품질은 각 콜드빈에서 골재를 유출하는 양과 스크린을 통과하여 4~5개의 핫빈에 쌓인 골재를 믹서에서 계량하는 양에 따라 결정된다고 할 수 있다.

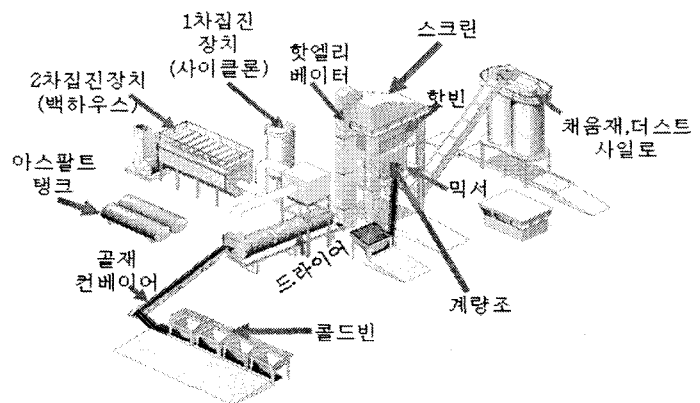


그림 1. 아스팔트 플랜트의 구조

\* 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 연구원 · kdjeong@kict.re.kr  
 \*\* 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 선임연구원 · 공학박사 · sdhwang@kict.re.kr  
 \*\*\* 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 연구원 · choozang@kict.re.kr



### 2.2 골재 유출량 시험과 현장 배합설계

골재 유출량 시험과 현장 배합설계는 콜드빈의 골재 유출속도 및 골재 계량 중량을 결정하기 위한 시험으로써, 골재 유출량 시험에 의해 콜드빈의 골재 유출량과 핫빈에 쌓이는 골재량 및 골재입도 등을 예상하고, 현장 배합설계로 아스팔트 함량 및 계량중량을 결정한다.

#### 2.2.1 기존 골재 유출량 시험

아스팔트 플랜트의 콜드빈은 골재저장장치, 콜드게이트, 콜드피더 등으로 구분할 수 있다. 골재저장장치는 골재를 임시로 저장하는 시설로 호퍼방식과 사이로 방식으로 나눌 수 있으며, 콜드피더는 회전피더, 왕복피더, 진동피더 등으로 나누어진다. 국내에서는 대부분 호퍼방식과 회전피더를 채택하고 있으며, 호퍼의 하부에 회전 피더가 설치되어 있다. 골재 유출량은 콜드게이트의 높이와 피더속도로 결정되며, 대부분 콜드게이트의 높이는 고정하고, 피더의 속도를 조정실에서 조정하여 골재를 유출한다.

골재 유출량 시험은 사용하는 골재 종류별로 3종 이상의 피더속도로 골재를 콜드빈에서 유출하며 유출된 양을 계산하는 과정이다.

기존에는 유출된 골재가 컨베이어 벨트로 이동 중에 일부를 채취하여 중량을 측정하는 방법이 사용되었으나, 플랜트의 생산용량이 증대되면서 골재의 유출량이 많아져 사용하기 어렵게 되었다.

또한, 건설교통부의 '아스팔트 포장의 소성변형 저감을 위한 지침'의 부록1에서 제시한 '오버플로우를 방지할 수 있는 콜드빈 유출량 시험'은 이를 개선한 방법으로서 핫빈에서 유출량을 계량하는 방식을 채택하였다.

이 방법은 각 골재별로 3개의 피더모터 속도로 골재를 유출한 후에 각 핫빈의 중량을 측정하고, 피더모터 속도에 따른 콜드빈 골재별 유출량 그래프를 그림 2와 같이 작성한다. 만일 콜드빈 골재가 5종일 경우 그림 2와 같은 그래프가 5개 그려진다.

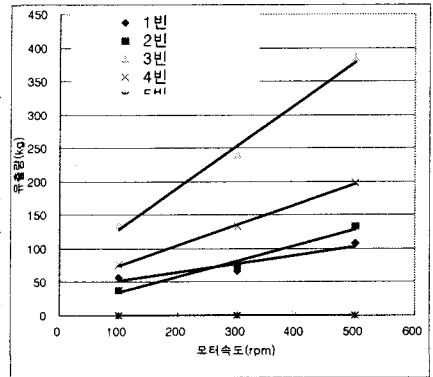


그림 2. 골재 유출량 그래프

그리고, 실내배합설계 결과의 콜드빈 배합비율을 이용하여 각 골재의 소요골재량을 계산하고, 소요골재량을 골재 유출량 그래프에서 찾아 해당하는 피더속도를 결정한다. 결정된 피더속도로 모든 골재를 일시에 유출하여 골재를 채취한 후 골재비율과 합성입도를 결정하고, 실내배합설계에서 결정된 아스팔트 함량의 ±0.5%, 0% 등으로 현장배합설계를 실시하여 최적 아스팔트 함량을 결정한다.

#### 2.2.2 개선된 골재 유출량 시험

골재 유출량 시험 중 '오버플로우를 방지할 수 있는 콜드빈 유출량 시험'은 현장 적용이 가능하고, 기존에 형식적으로 실시하던 골재 유출량 시험을 플랜트에서 적용할 수 있도록 개선했다는 것에 큰 의미가 있다고 할 수 있다. 그러나, 이를 현장에 그대로 적용할 경우 다음과 같은 문제점이 있다.

- ① 실내배합설계 비율을 이용하여 피더속도를 결정하므로, 현장배합설계 시에 피더속도를 다양하게 변경하기 어렵다.
- ② 피더속도의 변경이 용이하지 않으므로, 현장배합설계에서 각 빈별 비율을 골재입도 기준에 맞게 조금씩 조정할 경우 오버플로우가 발생하거나 핫빈의 골재가 부족하여 생산시 지체시간이 발생할 수 있다.
- ③ 콜드빈 골재가 고온으로 가열되며 드라이어를 통해 핫스크린으로 이동 중에 서로 부딪치거나 벽에 부딪쳐서 조금씩 마모되는데, 이에 따른 골재 입도 변화를 반영할 수 없다.

이에 따라, 현장배합설계 이전에 핫빈 골재의 합성입도를 얻기 위하여 각 골재를 유출하는 골재 유출량 시험중에 가장 많은 골재를 유출하는 피더의 회전속도에서 골재를 핫빈에서 채취하여 체가름 시험하는 과정을 추가하였다. 즉, 20mm 콜드빈 골재의 유출시험을 그림 2와 같이 할 경우 100rpm, 300rpm, 600rpm 등 3종으로 골재를



2~3분 동안 유출하며 각빈의 유출량을 계량하여 그림 2와 같은 직선을 얻을 수 있다. 이 때 600rpm에서 골재를 유출한 후 핫빈의 계량과정에서 골재를 채취하여 체가름시험을 실시하는 것이다. 따라서, 콜드빈 골재가 5종이며, 핫빈이 4종일 경우 골재의 입도시험은 20종에 대하여 실시한다.

그리고, 실내배합설계의 콜드빈 골재 합성비율에 따른 소요골재량에 따라 결정된 콜드빈 골재의 피더속도를 기준으로 조급씩 속도를 조정하며 실내배합설계의 합성입도에 가깝도록 각 콜드빈 골재의 피더속도를 결정한다. 피더 속도를 조정하면 실시시간으로 그림 3의 열은 검은 실선과 같은 합성입도를 계산하여 구할 수 있으며, 이를 이용하여 짙은 검은 실선의 실내배합설계 입도 결과와 비슷한 입도를 얻는 피더속도로 결정한다.

이 합성입도는 채취된 콜드빈 골재의 입도시험 결과를 기준으로 하였으므로, 한 번의 골재 유출량 시험 결과를 이용하여 표층, 중간층, 기층 등의 모든 소요 배합목적에 맞게 현장배합설계에 적용할 수 있다. 따라서, 현장배합설계를 위한 골재 유출과정을 최소한으로 줄일 수 있는 효과가 있다.

그러나, 골재 유출량 시험중에 핫빈에서 골재를 채취하는 과정에서의 오차, 체가름 과정에서의 오차, 생산과정에서는 다양한 콜드빈 골재가 핫스크린에서 체가름되지만, 골재 유출량 시험중에는 1종의 골재만 체가름됨에 따라 발생하는 오차 등으로 약간씩의 오차가 발생하게 된다. 그림 4는 그 예로써, 25mm, 2.5mm 가 콜드빈 골재를 이용한 합성입도에서 실내 배합설계 결과와 크게 벗어난 것을 알 수 있다.

그러나, 위에서 예상한 합성입도의 피더속도로 유출한 후에 핫빈골재를 채취하여 체가름 시험을 하고, 핫빈별 유출량으로 비율을 결정하여 그래프를 그리면, 그림 5와 같은 골재 합성입도가 얻어질 수 있다. 그림 4와 그림 5를 비교하면, 핫빈골재를 채취하여 얻은 '핫빈배합(조정)'이 골재 유출량 결과로 얻어진 '핫빈배합(유출)'보다 실내배합설계 결과에 더욱 근접하였음을 알 수 있다.

콜드빈 골재 유출량 시험 후에 피더속도에 따른 골재합성입도를 예상하는 과정은 여러 가지 오차가 있을 수

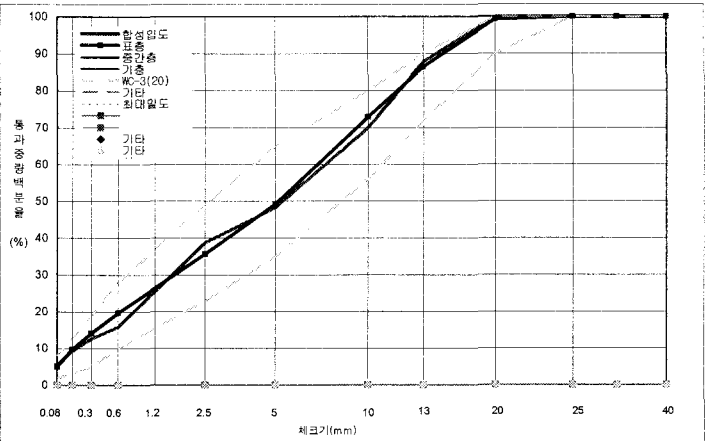


그림 3. 실내배합설계 입도와 유출 결과 콜드빈 골재 합성입도

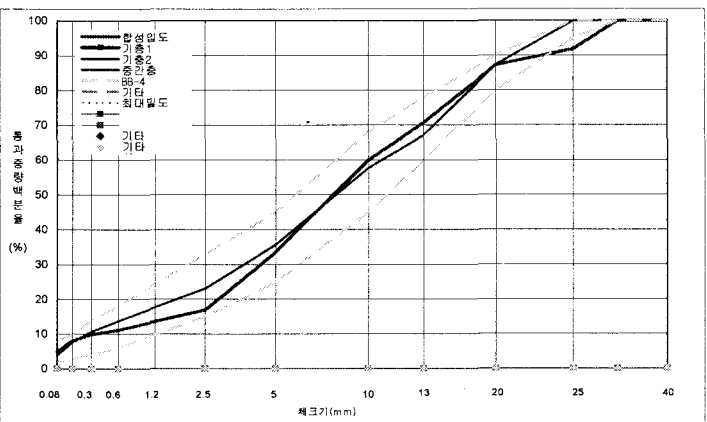


그림 4. 콜드빈 골재 합성입도

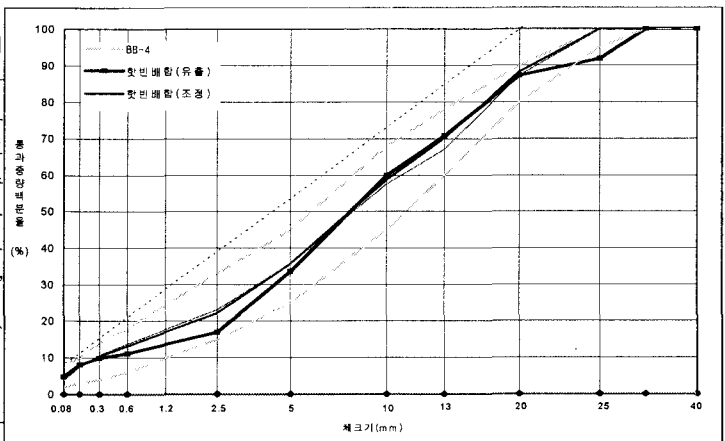


그림 5. 핫빈 골재 합성입도



있으나 다음과 같은 방법으로 적용할 수 있다.

- ① 밀립도 아스팔트 혼합물용으로 골재를 합성할 경우 그래프 상에서 특히 치지거나 올라가는 부분이 실제로 발생하기는 어려우므로 발생된 체크기에 해당하는 값의 없애고 그래프를 비교한다.
- ② 현장배합설계를 위한 여러 골재를 소정의 회전속도로 유출한 후에 입도 그래프를 그려서 만일 예상한 입도와 차이가 발생할 경우 예상값과 실제값의 차이를 계산하고, 이를 감안하여 회전속도를 조정하고, 다시 현장배합설계를 실시한다.

### 3. 맺음말

개선된 콜드빈 골재 유출량 시험은 현재 아스팔트 플랜트 4개 현장에서 시험적으로 적용하고 있으며, 현재 까지 개선된 콜드빈 유출량 시험방법으로 결정된 콜드빈 골재의 피더속도와 각 빈 배합비율로 플랜트 오퍼레이터가 생산시에 과도한 오버플로우 등의 문제점은 발생하지 않았으며 적절히 조정할 수 있었다.

아스팔트 혼합물의 생산과정에 문제로 제시되는 것은 오버플로우의 발생에 따라, 각 빈의 피더모터의 속도를 임의로 계속 조정하는 것이라고 할 수 있다. 위의 개선된 방법을 적용할 경우 쉽게 골재의 합성입도를 예측하여 피더모터 속도를 조정하여 현장배합설계를 할 수 있기 때문에 생산과정에서 피더모터의 속도를 변화시키는 경우가 최소화 될 것으로 판단되며, 이를 통해 높은 품질의 아스팔트 혼합물을 일관성있게 생산할 수 있을 것으로 기대한다.

### 감사의 글

본 논문은 건설교통부에서 지원한 “한국형 포장설계법 개발과 포장성능 개선방안 연구”의 일부 연구결과입니다.

### 참고문헌

- 1. 건설교통부(2005), “아스팔트 포장의 소성변형 저감을 위한 지침”
- 2. 건설교통부(2005), “가열 아스팔트 혼합물 배합설계 지침”