

# 아스팔트 플랜트 품질관리 개선방안



목 차 권 | 정회원 · 한국도로공사 도로교통기술원

## 1. 서론

아스팔트 혼합물을 생산하여 시공하는 목적은 교통차량이 안전하고 쾌적하게 주행할 수 있는 노면을 장기간 제공하는 것이다. 이러한 목적이 달성되었을 때 아스팔트 포장도로의 제반 기능을 충분히 발휘하여 이용자의 편리와 안전을 도모함은 물론 포장 수명의 증대에 기인한 국가적인 예산절감을 이룰 수 있다. 따라서 아스팔트 포장의 파손을 극소화하고 내구성을 증가시켜 포장수명을 연장시키는 방법에는 현장의 주의깊은 시공이 전제되어야 하지만 석산에서의 고품질의 골재 생산 및 균일한 입도유지와 아스팔트 혼합물을 생산하는 아스팔트 플랜트에서의 정밀한 품질관리가 가장 중요한 요소로 작용된다고 할 수 있다.

근래 국내에서 발생하는 아스팔트 포장의 빈번한 조기파손의 요인은 기본적으로 증가된 교통량과 중차량의 증가와 이러한 교통하중에 대응하지 못하는 국내의 시방입도 기준에서 비롯되었음을 부인할 수 없지만 실제로는 아스팔트 플랜트에서 부적합한 배합설계 및 설계된 대로의 균질한 혼합물의 생산이 보장되지 못한 이유도 큰 요인이다. 이러한 아스팔트 플랜트의 품질관리 불량 원인은 여러 가지 원인이 있겠지만 품질관리를 고려한 아스팔트 플랜트 장비의 개선이 미비하고 아스콘 플랜트의 품질관리 기술의 향상이 부족한데서 그 원인을 찾을 수 있다.

본 고에서는 이러한 아스팔트 혼합물의 생산이 이

루어지는 아스콘 플랜트에서 아스팔트 혼합물의 품질 향상과 균질한 아스팔트 혼합물의 생산을 위하여 개선되어야 할 몇가지 사항에 대하여 기술하고자 한다.

## 2. 아스팔트 혼합물용 골재 생산

아스팔트 혼합물의 품질을 향상시키기 위해 가장 선행되어야 할 문제가 양호한 입형의 골재 생산과 목표로 하는 입도합성을 쉽게 할 수 있는 골재 관리 방안을 마련하는 것이다. 이러한 목적에 맞는 골재 생산을 위해 현재의 골재생산방식의 문제점을 분석하고 새로운 대안을 제시해야 한다. 현재 국내에서 사용되는 일반 아스팔트 혼합물용 골재는 관리 규정도 불분명하고 입도 규정 역시 사용자보다는 생산자 위주로 만들어져 있기 때문에 아스팔트 혼합물의 품질을 저하시키는 원인이 되고 있다.

### 2.1 골재 입형

아스팔트 혼합물이 외력에 저항하는 기본 원리는 골재와 골재 사이의 맞물림(Interlocking), 골재와 골재 사이의 마찰력 및 골재와 골재 사이를 채우는 아스팔트의 점착력에 의존한다. 아스팔트 혼합물의 이러한 특성으로 인하여 여름철에 포장체의 온도가 높아지면 아스팔트의 점성이 낮아져서 아스팔트의 점착에 의존하는 혼합물은 소성변형이 발생할 수 있

는 조건으로 전환된다. 소성변형을 방지하기 위하여 아스팔트 바인더의 고온 물성을 증가시키는 개질제 연구가 활발히 진행되어 하계의 포장체의 온도 증가에도 큰 점성을 나타내는 많은 개질제들이 개발되고 있는 상황이다. 그러나, 이러한 연구에 선행되어야 할 연구가 골재의 맞물림을 증진시키는 것이다. 골재의 입도와 더불어 맞물림을 증가시키는 요소는 골재의 입형이다. 편장석이 없이 입방체화된 골재는 입자의 배열이 순조로워서 높은 밀도를 나타내며 하중의 작용에도 쉽게 깨지지 않는 특성이 있다. 그러나, 편장석이 많은 골재는 편장석으로 인하여 입자의 배열이 불규칙하고 다점시 골재가 깨어짐으로써 입도 변동을 유발하고 골재간의 맞물림이 저하되는 특성을 나타낸다. 또한, 골재의 표면조직도 골재의 맞물림에 큰 영향을 주며, 표면조직이 거친 골재가 더 큰 맞물림 특성을 제공한다.

이러한 아스팔트 혼합물의 소성변형에 대한 저항 특성은 골재와 골재 사이를 채우는 아스팔트 시멘트가 서로 결합되어 나타난다. 아스팔트 포장의 소성변형 중 혼합물 유동에 의한 소성변형은 차량하중에 의한 전단응력에 비하여 아스팔트 혼합물의 전단 강도가 작을 때 발생되며 이러한 관계는 다음식으로 나타낼 수 있다.

아스팔트 혼합물의 전단강도 =  $f(c, \theta)$  < 차량하중  
에 의해 유발된 전단응력

$$S = c + \delta \tan \theta$$

여기서,  $c$ : 아스팔트 혼합물의 점착력

$\theta$ : 골재입자의 맞물림에 의해 유발된 내부 마찰각

아스팔트 혼합물의 점착력을 나타내는  $c$ 는 아스팔트의 점성 저항에 기인하는 값이며 밀입도 아스팔트 혼합물에서는 전단저항에 기여하는 정도가 매우 크다. 그러나 이러한 점착력은 하절기 고온시에 점성의 저하로 인하여 아스팔트 혼합물의 전단 저항력을 현격히 떨어뜨려서 소성변형이 발생하는 원인이 되고 있다. 소성변형 문제를 해결하기 위하여 개질제

를 첨가하거나 아스팔트 바인더의 고온에서의 점성을 증가시키는 것과 관련된 연구가 이러한 점착력의 향상을 도모하는 것이다.

내부마찰각은 골재 입자의 모가 난 정도와 입형에 따라 증가하는 것으로 둥근 강자갈과 모래로 만들어진 혼합물은 쇄석 골재로 만들어진 혼합물보다 내부마찰각이 작게 된다. 일반적으로, 골재 중 쇄석골재의 함유율이 높을수록 내부마찰각이 커지며 편장석 함유량이 낮을수록 즉, 입형이 좋을수록 내부마찰각이 증가하는 특성을 가진다. 또한 골재의 표면조직이 거칠면 내부마찰각이 커진다. 그러므로 내부마찰각은 골재의 고유한 특성이며 온도와 같은 환경적인 요인의 영향을 받지 않는다.

이러한 맞물림 효과를 최대로 발휘하게 하기 위해서는 편평 및 세장편의 함유량이 작아야함은 물론 사용되는 골재의 입형이 좋아야 한다. 또한 골재의 표면이 매끈한 것보다는 거친 표면의 경우가 더 큰 전단저항력을 제공한다.

국내의 플랜트 여건에서 가장 어려운 문제 중의 하나가 규정된 입도에 맞는 골재 생산방안과 더불어 양호한 입형의 골재를 생산하는 문제이다. 실제로 골재의 입형의 양호성은 편장석 함유량과 비례적인 관계에 있기 때문에 현실적으로 양호한 입형의 골재를 확보하기 위하여 편장석 함유량이 낮은 골재를 선택하는 것이 아스팔트 포장에서 가장 중요한 요소 중의 하나이다.

현장플랜트에서 이러한 편장석 함유량을 낮추기

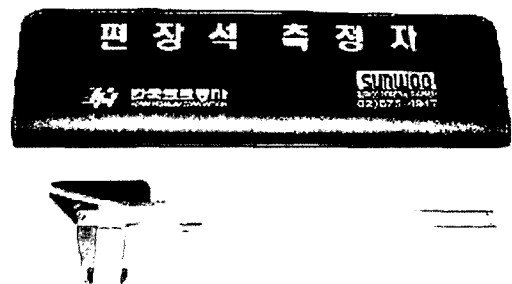


그림 1. 골재의 편장석 측정용 버어니어캘리퍼스

위하여 크러셔에 투입되는 골재의 양을 조절하고 크러셔의 간극을 줄이는 방법을 사용하여 큰 효과를 얻을 수 있다.

그림 1에는 골재의 편평 및 세장편 함유량을 측정할 수 있는 측정자를 보여준다.

## 2.2 역청 혼합물용 쇄석골재 KS 규격

아스팔트 혼합물용으로 사용되는 쇄석 골재에 대한 KS규정은 표 1에 나타난 바와 같다. 현재 아스팔트 플랜트에서 아스팔트 표층과 기층용으로 일반적으로 사용되는 굵은골재의 번호는 표 1에서 보는 바와 같이 57호(25mm~No.4), 67호(19mm~No.4), 78호(13mm~No.8)이다. 석산에서 이와 같은 입도의 골재의 생산을 선호하는 이유는 단립화된 쇄석골재의 생산보다 쉽고 대량 생산이 가능하며 또한 57호 쇄석의 경우에는 콘크리트용 부순돌로서 공급할 수 있기 때문이다. 석산에서 생산된 골재를 사다 쓰는 아스팔트 플랜트에서는 이러한 입도의 골재를 사용하면 아스팔트 혼합물의 입도를 조정하기가 매우 어렵다. 석산을 함께 운영하거나 원석을 사서 아스팔트 혼합물용 골재를 생산하는 체계를 갖춘 일부 아스팔트 플랜트에서는 아스팔트 혼합물의 골재 입

도 특성을 파악하고 단립화된 골재를 생산하여 사용하는 곳이 다소 있다. 골재의 입도를 57호, 67호, 78호처럼 넓은 범위로 생산된 골재를 사용하여 아스팔트 혼합물의 시방 입도를 맞추는 것이 그리 어려운 일은 아니지만, 목표로 하는 입도에 정확히 맞추거나 결정된 함성입도를 수정하여 몇 개의 원하는 입도곡선을 얻는 것은 거의 불가능한 일이다. 또한, 이렇게 넓은 분포 범위의 골재를 생산하게 되면 골재의 입형을 개선시키기가 어렵고 편장석의 발생이 많아서 아스팔트 혼합물용 골재로서의 품질이 저하될 수 있다. 편장석이 적고 입형이 좋은 골재의 생산을 보장하기 위해서는 현재 일반적으로 사용되는 골재에서 단립도 쇄석으로 규정되어 있는 골재 입도를 사용하는 것이 여러 가지 면에서 유리하다. 이러한 단립도 쇄석은 기층용 25mm의 경우 표 1의 5호(25mm~13mm) 골재가 좋고 표층용 19mm의 경우는 표 1의 6호(19mm~10mm)의 골재 입도가 좋다. 또한, 기층과 표층에 모두 사용되는 13mm의 골재는 표 1의 7호(13mm~No.4) 골재 입도가 바람직하다.

## 2.3 골재 생산 방안

일반 밀입도 아스팔트 혼합물의 입도시방 기준에

표 1. 역청 포장 혼합물용 굵은 골재의 입도 (KS F 2357)

골재 번호	체크기, mm 공칭치수	각 체를 통과하는 중량 백분율									
		63.5	50.8	38.1	25.4	19.1	12.7	9.52	No.4	No.8	No.16
3	50mm~25mm	100	90~100	35~70	0~15	-	0~5	-	-	-	-
357	50mm~No.4	100	95~100	-	35~70	-	10~30	-	0~5	-	-
4	40mm~19mm	-	100	90~100	20~55	0~15	-	0~5	-	-	-
467	40mm~No.4	-	100	95~100	-	35~70	-	10~30	0~5	-	-
5	25mm~13mm	-	-	100	90~100	20~55	0~10	0~5	-	-	-
57	25mm~No.4	-	-	100	95~100	-	25~60	-	0~10	0~5	-
6	19mm~10mm	-	-	-	100	90~100	20~55	0~15	0~5	-	-
67	19mm~No.4	-	-	-	100	90~100	-	20~55	0~10	0~5	-
68	19mm~No.8	-	-	-	100	90~100	-	30~65	5~25	0~10	0~5
7	13mm~No.4	-	-	-	-	100	90~100	40~70	0~15	0~5	-
78	13mm~No.8	-	-	-	-	100	90~100	40~75	5~25	0~10	0~5
8	10mm~No.8	-	-	-	-	-	100	85~100	10~30	0~10	0~5

맞는 골재의 생산은 그리 어려운 일은 아니다. 그러나, 입도시방 기준 내에서 특정 목적에 따라 원하는 골재의 입도합성이 가능하도록 하는데는 지금 현재의 골재 생산방식으로는 매우 어렵다고 할 수 있다. 석산의 크러셔 설비가 좋은 유럽 등 선진국의 경우에는 골재를 단립화함으로써 이러한 문제를 쉽게 해결하고 있지만, 국내의 경우에는 상대적으로 열악한 크러셔 설비와 여러 가지 용도에 맞는 골재를 생산하기 때문에 고품질의 아스팔트 혼합물용 골재가 생산되지 않고 있는 실정이다.

모암의 종류에 따라 골재의 파쇄 특성이 다르게 나타나지만 크러셔에서 사용되는 스크린의 배치 순서와 체눈금의 크기를 조절함으로써 요구되는 골재 입도에 적합한 골재를 생산할 수 있다. 규정된 입도에 맞는 골재생산을 위한 가장 중요한 요소는 조절점(Control Point)을 결정하는 일이다. 이러한 조절점은 일반적으로 모암이 크러셔(crusher)에서 파쇄되어 나오는 골재의 입도와 시방기준 입도의 입도분포곡선상의 기울기가 심하게 어긋나는 부분이나 시방기준에서 입도가 급격하게 변화하는 부분의 골재 입경을 선택해야 한다. 모암을 파쇄하였을 때 생산된 그대로의 골재 입도가 시방입도 기준에 들어간다면 골재 입경에 따른 골재의 분리 생산은 필요가 없으며, 크러셔에서 스크린을 사용할 필요가 없다. 하지만, 대부분의 경우 크러셔에 스크린을 사용하여 골재를 구분하여 생산하지 않고는 소요의 입도를 맞출 수 없다. 조절점의 개수는 입도합성이 가능한 범위에서 최소로 두는 것이 유리하다. 왜냐하면, 조절점의 개수가 하나 더 증가하면 사용될 콜드빈이 하나 더 늘어나는 것을 의미하기 때문이다.

이러한 조절점을 결정하기 위해서는 모암에서 파쇄되어 나오는 골재의 입도분포와 적용할 시방입도 기준을 비교하여 입도곡선의 기울기가 가장 많이 차이나는 부분을 조절점으로 설정하면 된다. 기본적으로 공칭최대치수와 No.200체(0.075mm)의 입경은 제일 먼저 잡아주는 기준점이며 나머지 조절점의 결정은 이 두가지 입경사이에서 앞서 설명한 방법으로

결정할 수 있다. 일반적으로 밀입도 아스팔트 혼합물의 경우 가장 보편적으로 사용되고 있기 때문에 이러한 조절점에 관한 인식없이 골재 치수를 규격화해서 사용하고 있다. 그러나, 아스팔트 혼합물의 경우 요구하는 혼합물의 입도를 잘 맞추는 것이 궁극적인 목적이기 때문에 굳이 KS 규정에 있는 역침혼합물용 골재의 규격에 따르지 않는다 하더라도 이러한 합성입도를 만족시키는 것은 가능하다.

현재 일반적으로 사용되는 밀입도 혼합물의 조절점을 공칭최대치수와 No.200체(0.075mm) 입경의 조절점을 제외하고 살펴보면, 기층용 25mm 혼합물의 경우 13mm와 5mm이며, 표층용 19mm 혼합물의 경우도 마찬가지로 13mm와 5mm이고, 13mm 혼합물의 경우는 5mm 하나이다. 이러한 조절점은 플랜트에서 사용되는 콜드빈의 개수와 관계가 있다. 플랜트에서 사용되는 콜드빈의 개수는 조절점의 개수보다 1개 적게 사용된다. 이러한 이유로 인하여 경제적인 손실을 차치하더라도 많은 조절점을 두는 것이 입도합성을 자유자재로 할 수 있다는 장점이 있지만, 현실적으로 국내 아스콘 플랜트의 콜드빈 개수는 대부분 4~5개를 사용하기 때문에 조절점의 개수가 5~6개를 초과할 경우는 국내 적용성이 없다. 추가적으로 크러셔에서 생산된 규격화된 골재들을 사용하여 아스팔트 플랜트에서 사용하면서 오버플로어(overflow)를 방지하는 방법은 골재를 파쇄할 때 크러셔에서 사용되는 스크린과 동일한 입경의 플랜트 스크린을 사용하면 가능하다. 이렇게 크러셔 스크린(crusher screen)과 플랜트 스크린(plant screen)의 입경을 동일하게 배치하는 이유는 크러셔 스크린에서 생산되는 각 골재의 입도와 플랜트 스크린을 통과하여 핫빈(Hot Bin)에 저장되어 있는 각 핫빈별 골재의 입도를 거의 동일하게 유지함으로써 콜드빈 골재를 사용하여 계산된 합성입도와 핫빈 골재를 사용하여 계산된 합성입도는 거의 같게 된다.

앞 절에서 언급한 것처럼 골재를 단립화하여 생산하지 않으면 오버플로어(overflow)와 골재입도관리 문제를 해결하는 것은 쉽지 않은 일이다. 콜드빈 골

재를 이러한 단립화된 골재를 사용함으로써 생기는 장점은 각 콜드빈 골재에서 서로 중복되는 입도분포의 양이 최소화됨으로써 입도합성을 쉽게 수행할 수 있으며, 플랜트 운용자가 오버플로어의 방지를 위해 콜드빈 유출량을 조정하더라도 콜드빈 골재의 단립화와 크러셔 스크린과 플랜트 스크린 입경의 동일한 배치로 각 핫빈에 저장되는 골재 입도 변동이 생기지 않기 때문에 실제 생산되는 아스팔트 혼합물의 품질 변동을 최소로 할 수 있다는 것이다.

그림 2는 19mm 밀입도 혼합물의 조절점(control point)을 보여준다. 아스팔트 혼합물의 조절점은 아스팔트 혼합물의 물성에 민감한 영향을 주는 점에서도 설정되어야 한다. 이러한 점은 통상적으로 4.75mm(No. 4체)와 2.36mm(No. 8체)에 해당한다. 이 두점은 약간의 입도변동에 의해서도 혼합물의 공용특성이나 물성특성에 상당한 영향을 주기 때문에 자유롭게 입도를 변동시킬 수 있어야 한다. 이렇게 하기 위해서는 5~2.5mm와 2.5mm 이하의 골재로 분리해서 생산되어야 하는데 국내에서는 경제적인 이유로 이러한 골재의 규정도 없으며 생산도 되지 않고 있는 실정이다. 아스팔트 혼합물의 품질을 개선하기 위해서는 이러한 골재의 생산이 절대적으로 필요하다고 하겠다. 규정에 맞는 골재 생산을 위한 크러셔와 플랜트 스크린의 입경 선택은 조절점

보다 1-2mm 정도 큰 입경의 스크린을 선택함으로써 해결할 수 있다. 그림 3은 아스팔트 혼합물용 골재 생산을 위한 일반적인 크러셔(Crusher) 배치 예를 나타내고 있으며 그림 2와 같은 조절점을 설정하였을 때 일반적으로 진동 스크린에 장착한 스크린의 치수를 도시하였다. 그러나 2.36mm(No. 8체)에 해당하는 스크린은 설치되지 않았는데 국내의 여건상 크러셔 스크린에 3~4mm 정도의 스크린을 설치할 경우 여러 가지 환경적인 문제의 발생 우려가 있기 때문에 이러한 문제를 해결하기 위하여 아스콘 플랜트의 핫스크린에 3~4mm 정도의 스크린을 설치함으로써 동일한 효과를 얻을 수 있다.

### 3. 아스팔트플랜트의 혼합물 제조설비

아스팔트플랜트는 골재, 석분, 아스팔트 등의 저장·공급설비, 건조·가열(보온 포함)설비, 체분석설비, 계량설비 및 혼합설비 등으로 구성된다. 플랜트에 따라서는 가열 혼합물을 일시적으로 저장하는 1차저장빈이나 장시간 저장하는 가열저장사일로를 갖춘 설비도 있다. 또한, 연속식 신규 아스팔트플랜트 제조설비도 있다. 표준적인 신규 아스팔트플랜트의 제조설비의 개념도를 그림 4에 나타내었다.

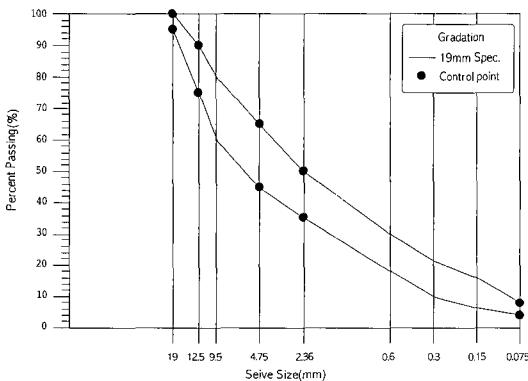


그림 2. 19mm 일반 아스팔트 혼합물의 입도 조절점

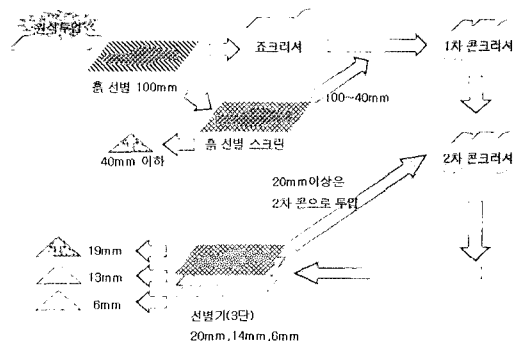
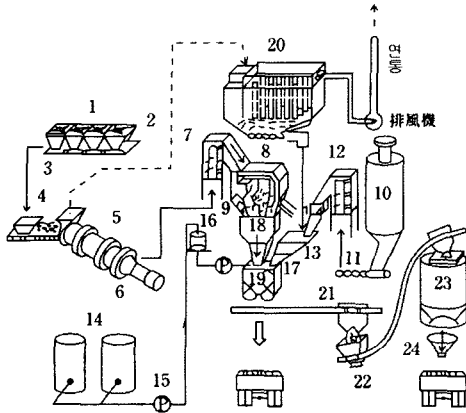


그림 3. 아스팔트 혼합물용 골재생산을 위한 일반적인 크러셔(Crusher) 배치 예



- |              |              |                  |
|--------------|--------------|------------------|
| 1. 호퍼        | 9. 핫빈        | 17. 석분 계량기       |
| 2. 피더        | 10. 석분 사일로   | 18. 골재 계량기       |
| 3. 벨트컨베이어    | 11. 석분 스크류   | 19. 믹서           |
| 4. 경사 벨트컨베이어 | 12. 석분 엘리베이터 | 20. 백필터          |
| 5. 드라이어      | 13. 서분 빈     | 21. 트롤리(trolley) |
| 6. 버너        | 14. 아스팔트 탱크  | 22. 스킵엘리베이터      |
| 7. 핫엘리베이터    | 15. 아스팔트 펌프  | 23. 혼합물저장사일로     |
| 8. 체         | 16. 아스팔트 계량기 | 24. 계량기          |

그림 4. 표준적인 신규 아스팔트플랜트의 혼합설비 개념도

### 3.1 현장 플랜트 입도관리

아스팔트 혼합물 생산의 성공과 실패 여부는 골재 입도관리를 어떻게 하느냐에 달려 있다고 해도 과언이 아니다. 또한, 그림 4에서 알 수 있는 것처럼 아스팔트 혼합물의 생산의 시작은 콜드빈에서 비롯된다. 그러므로 콜드빈으로 반입되는 골재입도의 균일한 관리는 아스팔트 혼합물의 공용성에 가장 큰 영향을 미침을 알 수 있다. 그러므로 콜드빈의 입도관리에 항상 최선을 다하여야 한다. 입도관리는 아스팔트 혼합물의 품질에 영향을 미칠뿐만 아니라 핫빈에서의 오버플로어(overflow) 문제와 직접적으로 관계되므로 신중하게 취급되어야 한다. 이러한 입도관리는 골재의 야적방법과 콜드빈의 콜드피더(cold feeder) 방식에 따라서도 영향을 받는다.

#### 3.1.1 골재의 야적

올바른 골재의 야적을 위해서는 아스콘 플랜트에서는 골재를 각 크기별로 야적해 두어야 한다. 그리고 어떤 경우에도 치수가 다른 골재를 혼합하여 야적한다거나 콜드빈에서 골재가 혼합되는 일이 없도록 하여야 한다.

골재의 야적방법은 재료분리 방지를 위하여 신중히 고려하여 결정하여야 한다. 그래서 야적은 성토시처럼 층별로 이루어져야 한다. 트럭으로 하차를 한다면 가능한한 앞에 하차한 더미에 가깝게 하차하여 전체 바닥을 한 층을 이루게 한다. 크레인의 버킷으로 퍼서 야적을 할 경우 버킷을 높이 들고 흠뿌리지 말고 바닥에 낮게 부어야 하며, 각 더미를 서로 붙여서 그 자체 두께가 고르게 한 층을 이루게 해야 한다. 컨베이어 벨트를 사용하여 높은 곳에서 골재를 낙하시킬 때에는 골재가 떨어지는 위치를 최대한 낮추고 골재가 야적되는 위치를 수시로 바꾸어서 골재 더미가 한 곳에 생기지 않도록 주의해야 한다.

#### 3.1.2 콜드빈의 입도관리

콜드빈의 입도관리는 석산에서 크러셔에 의해 생산되는 골재의 입도관리를 포함한다. 석산에서 크러싱(crushing)을 통하여 골재를 생산할 때 입도유지를 위한 최대한의 노력을 기울여야 한다. 정기적으로 크러셔와 스크린망의 이상 유무를 점검하고 이상 발생시에는 즉각적인 조치를 해주어야 한다. 골재의 생산량을 늘리기 위해 투입되는 골재량을 조절하는 호퍼게이트(hopper gate)를 임의로 조절하는 조치는 골재 입도의 심각한 변화를 초래하기 때문에 초기에 설정한 생산량과 동일한 상태로 호퍼게이트의 조정없이 생산을 유지하도록 해야 한다. 석산에서 생산된 골재가 콜드빈 호퍼를 통하여 투입되고 호퍼게이트의 조절을 통하여 컨베이어 벨트를 타고 골재가 드라이어(dryer)에 공급되는 과정에서의 입도유지는 매우 중요하다. 현재 국내에서 콜드피더(cold feeder)를 통하여 골재를 공급하는 방법에는 여러 종류가 있다. 가장 원시적인 방법 가운데 하나는 콜드빈의 호퍼게이트를 수동으로 조절하는 방식

이며, 이 방법은 매번 호퍼게이트를 조절할 때마다 유출량의 변동이 생기기 때문에 골재의 입도를 유지하는 것이 매우 힘들다. 이러한 수동방식을 약간 개량해 놓은 것이 호퍼게이트를 조절할 때 인력에 의하지 않고 기계적인 방법을 사용하여 쉽게 호퍼를 조절할 수 있다. 그러나, 이 방법은 경험에 의존하여 육안으로 유출량을 조절하는데, 이 방법 역시 수동 조절방식과 마찬가지로 골재 입도를 일정하게 유지하기가 힘들다. 좀 더 개량된 방식으로는 호퍼게이트의 출구의 열림은 고정되어 있고 이 게이트에 바로 붙여서 길이가 1~2m 정도의 컨베이어 벨트를 설치하고 이 컨베이어 벨트를 구동하는 모터의 속력을 조절함으로써 유출량을 조절하는 방식이다. 이러한 방식은 앞에 언급한 방식에 비하여 상당히 개량된 좋은 방법이며, 균일한 입도를 유지하기에 더 나은 방식이다. 이러한 방식에서 유출량을 조절하는 모터의 속도를 조절하는 방식은 일반적으로 2가지 형태가 있는데 아날로그 방식의 조절 손잡이를 돌려서 조정하는 방식과 디지털 방식으로 액정 모니터에 표시된 숫자로 조정하는 방식이다. 아날로그 방식은 육안으로 눈금을 맞추기 때문에 숫자로 표시되는 디지털 방식보다는 변동 요소가 많기 때문에 콜드빈을 통한 일정한 입도 유지를 위해 디지털 방식의 구동 모터 속도조절장치가 가장 추천할 만하다. 어떠한 형태의 콜드빈에서 공급되는 골재량 조절장치를 사용하든지 간에 골재 종류에 따라 반드시 유출량 시험을 실시하여 조절장치와 골재 유출량과의 상관관계 직선을 만들어서 사용하여야 한다.

일반 밀입도 혼합물의 경우 콜드빈에서 결정된 합성입도와 핫빈에서 결정되어진 합성입도의 불일치로 인하여 그 차이만큼 핫빈에서는 오버플로어(Overflow)가 발생하고 이러한 오버플로어의 발생은 아스콘플랜트 운영자로 하여금 콜드빈 게이트의 임의적인 조작을 유도하여 결국은 핫빈 골재의 입도변경을 발생시킴으로써 설계된 혼합물과는 전혀 다른 혼합물의 생산을 발생시키는 결과를 불러올 수 있다. 이러한 내용을 그림 5에 나타내었는데 입경별

통과율의 차이가 곧 오버플로어로 발생되는 양을 나타낸다. 이러한 오버플로어의 발생을 사전에 최소화하기 위해서는 콜드빈에 적재되는 골재의 입도변화방지에 노력하고 필요에 따라서는 단립화된 골재를 사용하며 콜드빈의 유출량을 일정하게 유지할 수 있는 방안을 강구하여야 한다. 또한 크러셔 스크린과 동일한 입경의 플랜트 스크린을 사용하는 방법이 있다. 또한, 배합설계시에 결정된 콜드빈 투입비대로 정확하게 골재를 공급하여 핫빈에서 채취한 골재에 대한 입도합성을 최대한 배합설계시에 결정된 합성입도와 동일하게 실시하는 것이 오버플로어를 최소화시키는 방법이다.

이렇게 하는 목적은 오버플로어의 발생에 기인하여 콜드빈의 인위적인 조작을 통한 아스팔트 혼합물의 품질변화를 방지하기 위함이다. 콜드빈에서 투입되는 골재 총량이 아스팔트 혼합물 생산 속도에 비하여 적거나 많을 경우는 각 콜드빈 투입비에 비례해서 각 빈별 유출량을 조절하여 혼합물 생산이 원활하도록 하여야 한다. 콜드빈에서 투입되는 골재 총량이 아스팔트 혼합물 생산 속도를 따라가지 못할 때는 플랜트 운영자는 당연히 생산성 향상을 위해 콜드빈별 투입비를 증가시킬 것이다. 그러나, 한가지 주의해야 할 점은 공급되는 골재 총량이 혼합물 생산 속도에 비하여 많을 때는 적체되는 골재가 핫빈에 계속 차게 됨으로써 특정 빈이 오버플로어에 민감하게 되어 품질관리가 어렵게 될 수 있다.

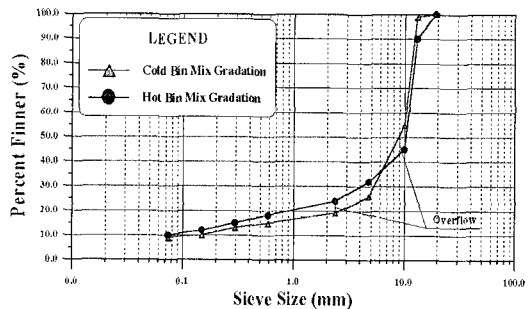


그림 5. 콜드빈과 핫빈의 입도차이에 의한 Overflow 발생 예

### 3.1.3 핫빈의 입도관리

아스팔트 혼합물의 입도관리를 위해 정기적으로 핫빈에서 골재 샘플을 채취하여 체분석을 실시하여 입도 변동을 검사하여야 한다. 핫빈에서의 입도 변동은 바로 콜드빈에서 공급되는 골재의 입도 변동을 의미하기 때문에 핫빈 입도의 변동이 심할 때는 콜드빈 골재에 대한 체분석 시험과 각 콜드빈의 유출량 조사를 통하여 문제를 해결하여야 한다. 핫빈의 입도 변동이 문제가 되어 콜드빈 골재에 대한 체분석을 다시 실시하여 각 콜드빈 골재의 입도가 심하게 변동되었을 때는 원배합설계상의 합성입도와 동일하게 다시 입도합성을 실시한 후 콜드빈 투입비를 다시 결정하여야 한다. 이렇게 결정된 투입비로 골재를 드라이어를 거쳐 핫빈으로 공급한 후 핫빈 골재의 샘플을 채취하여 체분석을 실시한 후 각 빈별 배합비를 결정하여 현장배합(JMF)을 실시하고 필요하면 초기에 결정된 아스팔트함량을 수정한다. 그러나, 콜드빈 입도의 변동이 크지 않을 때는 콜드빈 투입비를 원래대로 유지한 채 핫빈의 각 빈별 배합비를 다시 조정하면 된다.

## 3.2 아스팔트 플랜트 설비 및 운용 개선

### 3.2.1 콜드빈 유출량 시험 방법 개선

콜드빈 유출량 시험은 일반적으로 콜드빈 골재를 이송하는 컨베이어 벨트를 정지시켜서 일정한 길이(약 1.5m 정도) 위에 있는 골재를 채취하는 방법이나 콜드빈 컨베이어에서 드라이어 이송 컨베이어로 떨어지는 위치에서 단위 시간동안 골재 샘플을 채취하는 방법으로 행해졌다. 하지만 이러한 방식은 짧은 단위시간동안 채취해야하는 골재의 양이 너무 많아서 계량이 쉽지 않은 문제와 상당히 많은 오차를 나타내는 문제점이 있다. 또한, 각 콜드빈의 유출량이 정확하게 결정된다고 하더라도 콜드빈에서 보내진 골재가 핫 스크린에 설치된 체의 크기 및 체가름 특성의 차이로 인하여 각 핫빈이 채워지는 비율을 알 수 없어서 핫빈의 오버플로에 효과적으로 대응

하지 못하는 단점이 있다. 결국 이러한 단점으로 인하여 발생하는 오버플로어를 플랜트 오퍼레이터가 방지하기 위하여 콜드빈 유출량을 임의로 조작하게 됨으로써 배합설계시 결정된 투입비와 다르게 골재가 유출되어 결국 혼합물의 입도가 변동되는 악순환이 발생하게 된다.

이러한 오버플로어 문제를 효과적으로 해결하고 최초로 결정된 콜드빈 배합비의 변동 가능성을 제거하는 방법은 콜드빈 유출량 시험을 핫빈을 통하여 실시하는 방법이다. 핫빈을 통한 콜드빈 유출량시험은 배합설계시 결정된 콜드빈 배합비에 아스콘 1 배치(Batch) 중량에 단위 시간당 사이클 타임을 고려한 보정계수를 곱한 후 아스팔트 함량을 제외한 골재의 중량 퍼센트를 곱함으로써 결정된다. 이렇게 결정된 단위시간당 각 크기의 콜드빈 골재에 대한 유출량보다 하나는 적게, 다른 하나는 많게 유출되는 VS 모터 RPM을 적용하여 골재를 적절한 시간동안 유출하여 드라이어를 통해 핫스크린으로 보낸 후 각각의 핫빈에 저장되는 골재의 중량을 측정함으로써 핫빈의 오버플로어를 고려한 배합비를 결정할 수 있다.

이러한 새로운 유출량 시험 방법은 부록에 실려 있다.

### 3.2.2 콜드빈 게이트 형태 및 유출 방식 개선

과거에 설치된 콜드빈은 일반적으로 콜드빈 유출구에 설치된 게이트의 개폐 위치를 조절함으로써 배합설계시 결정된 배합비 대로 유출하는 방법을 사용하였다. 이러한 유출 방식은 골재의 자중에 의존하는 방법으로 골재의 함수상태의 영향을 많이 받았으며 또한, 적절한 유출량을 도출하기 위해 많은 시행착오를 겪어야 했다. 호퍼에 적재된 골재 양의 영향을 받기 때문에 정확한 양의 유출이 힘들다.

이러한 콜드빈 유출 문제의 개선을 위하여 최근에는 콜드빈 게이트의 높이 조절과 더불어 VS 모터로 컨베이어 피더를 회전시켜서 콜드빈 골재를 이송 컨베이어로 공급하는 방법이 많이 보급되어져 있다.

콜드빈 골재의 안정적인 공급을 통해 품질이 좋은



아스팔트 혼합물을 생산하기 위해서는 이러한 형태의 콜드빈 유출시스템의 장착을 의무화하여야 할 것으로 판단된다.

### 3.2.3 계량장치의 정밀도 향상

현재 KS에 규정된 아스콘 플랜트의 장비 규정은 많은 개선을 필요로 한다. 현재의 규정이 대부분 과거에 제작된 아스콘 플랜트 장비들에 대한 기준으로 기술되어져서 현재의 장비와 맞지 않는 부분이 다수 있기 때문이다. 특히, 계량장치의 경우 저울의 정밀도와 핫빈 게이트 개폐장치의 개선이 많이 이루어져서 과거보다 훨씬 오차가 적게 골재가 계량되어질 수 있다.

이러한 장비의 발전 추세에 맞추어 계량의 정밀도가 생산혼합물의 품질의 척도가 되는 만큼 계량장치의 정밀도 기준도 상향조정하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

### 3.2.4 핫빈 스크린 구성 및 핫빈 크기 개선

과거와는 달리 현재 아스콘 플랜트에서는 밀입도 아스팔트 혼합물 이외에 많은 특수한 공법의 아스콘이 생산되어지고 있다. 그러나 현재의 아스콘 플랜트의 핫스크린과 핫빈의 규격은 밀입도 아스콘의 생산에만 적합하게 만들어져 있어서 다양한 아스콘의 생산을 위해 핫스크린 체크기의 변화 뿐 만 아니라 핫 빈의 크기도 여러 가지 아스콘의 생산에 적합하도록 변화시켜 나가야 할 것이다. 또한, 이러한 목적의 달성을 위하여 현재의 4단 스크린과 4개의 핫빈 시스템을 5단 스크린과 5개의 핫빈 시스템으로 변화시키는 것이 아스콘의 품질향상을 위해 취해져야 할 조치이다.

### 3.2.5 개질아스팔트를 위한 아스팔트 저장 탱크 개선

대부분의 아스콘 플랜트에 설치된 아스팔트 저장 탱크에서 아스팔트 계량 버킷으로 이송하는 관이 저장탱크 하단에서 일정한 높이 위에 설치되어 있음

로 인해 기존에 사용하던 일반 아스팔트를 모두 빼낸다 하여도 설치된 이송관 하부의 아스팔트는 제거하지 못하는 구조로 되어있다. 이러한 구조로 인하여 PG 등급이 높은 개질 아스팔트의 반입시 기존의 아스팔트와 섞이기 때문에 초기에 요구하는 개질 아스팔트 혼합물의 성능에 미치지 못하는 혼합물이 생산될 수 있는 가능성이 많다.

이러한 문제의 해결을 위하여 다른 아스팔트 반입시 기존 아스팔트 제거에 사용할 수 있도록 그림 6에 나타난 것처럼 아스팔트 저장 탱크 하단에 배출 펌프 시설을 설치할 것을 규정할 필요가 있다.

## 3.3 아스팔트 혼합물의 생산

### 3.3.1 재료의 사용 및 변경

아스팔트 혼합물에 사용할 아스팔트 및 골재는 사전에 시방에 규정된 품질기준에 적합한지를 검사하여 불합격될 경우 이의 사용을 제한하여야 한다. 아스팔트의 정유소 변경이나 골재원을 변경할 경우 사전에 사용재료의 적부를 결정하기 위한 품질시험을 행하여야 한다.

아스팔트 혼합물의 시공 중에 정유소가 변경될 경우에는 변경된 아스팔트를 사용하여 현장배합을 실시하여 배합설계 기준과의 일치여부를 확인한 후에 사용하여야 한다. 아스팔트 혼합물 시공 중의 골재원의 변경은 원칙적으로 없어야 하며, 현장 사정상 불가피한 경우는 새로운 골재를 사용하여 재배합설계를 시행하고 현장배합을 한 후 공사에 사용하여야

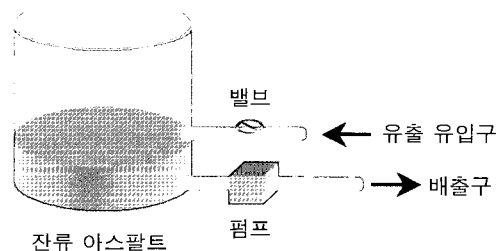


그림 6. 개질아스팔트를 위한 아스팔트 저장탱크 개선

한다.

혼합물용으로 사용될 골재에 대해서는 굵은 골재의 편평 및 세장편 함유량 시험을 실시하여 시방기준에 불합격한 골재에 대해서는 철저히 사용을 제한해야 한다. 편장석이 많은 골재의 경우는 크러셔 스크린 망의 체 입경을 바꾸거나 콘크러셔의 간극조정등을 통하여 입형을 개선할 수 있다.

혼합물 포설 중에는 현장배합(JMF)에서 결정된 합성입도의 유지를 위하여 정기적으로 또는 콜드빈 골재의 변동이 발생될 가능성이 생겼을 때는 핫빈 골재에 대하여 체분석을 실시하고 입도가 변하였을 때는 핫빈의 배합비를 현장배합(JMF)상의 합성입도와 일치하도록 다시 결정하여 사용하도록 하여야 한다.

또한 아스팔트 플랜트의 핫빈에서 오버플로어가 과다하게 발생될 시는 콜드빈 골재에 대해서 체분석을 실시하고 현장배합에서 결정된 합성입도와 일치하도록 콜드빈 별 투입비를 결정하여 콜드빈 게이트와 콜드피이더를 조절하여 핫빈에 골재를 투입한다. 그런 다음 다시 핫빈 골재에 대해서 같은 과정을 반복하여 핫빈별 배합비를 결정하여 혼합물은 생산하여야 한다.

### 3.3.2 현장배합(Job Mix Formula ; JMF)

현장배합(JMF)이란 실내배합에서 결정된 골재배합비와 아스팔트 함량을 사용하여 본 시공 전에 배합설계된 입도와 가장 가까운 핫빈 배합비를 결정하여 실제 공사에 사용될 현장 플랜트에서 혼합물을 생산하여 혼합물을 채취하고 배합설계시와 동일한 조건으로 실내에서 마샬공시체를 만들어 아스팔트 혼합물이 품질기준에 적합한지를 결정하는 것이다. 실제 현장 플랜트 조건은 실내 조건과 상이하야 아스팔트 혼합물의 물성치가 다르게 나타나는 것이 보통이다. 이러한 문제의 해결을 위하여 현장배합 결정시에는 실내 배합설계에서 결정된 합성입도가 되도록 각 콜드빈 골재의 유출량을 조정하여 드라이어(Dryer)로 투입하고, 핫 스크린을 통하여 핫빈에 저

장된 골재를 채취하여 체분석을 실시한 후 배합설계시 결정된 합성입도와 가장 가까운 입도합성이 되도록 각 핫빈의 배합비를 결정한다. 이렇게 결정된 핫빈 배합비를 사용하여 실내 배합설계시 결정된 (최적아스팔트함량 - 0.5%), (최적아스팔트함량), (최적아스팔트함량 + 0.5%)의 순으로 각각 플랜트에서 혼합물을 생산하여 샘플을 채취하고, 실내 배합설계시와 같은 조건으로 이 3종류의 혼합물에 대하여 공시체를 제작한 후 마샬 물성치를 계산하고 배합설계 기준에 맞는지를 검토한다. 배합설계시의 조건과 다를 경우 배합설계 기준에 맞게 아스팔트 함량을 조절한다. 이렇게 하여 결정된 핫빈의 배합비와 아스팔트 함량을 적용하여 생산한 혼합물이 최종적으로 현장배합이 완료된 아스팔트 혼합물이다.

생산된 혼합물에 대한 품질관리 기준은 실내 배합설계서에 명시된 합성입도와 최적아스팔트함량이 아니고 현장배합(JMF)에서 최종적으로 생산된 혼합물의 추출입도와 현장배합시 결정된 아스팔트 함량이 품질관리의 기준이 된다. 따라서 현장배합 오차를 결정하는 기준이 되는 입도곡선은 최종적으로 결정된 아스팔트 함량을 사용하여 플랜트에서 생산된 혼합물에 대한 추출시험 결과로 나온 추출입도가 사용되어야 한다.

### 3.3.3 생산 및 시공 점검사항

본 절에서는 아스팔트 혼합물의 생산과 시공시 점검사항에 대하여 간략하게 기술하고자 한다.

(1) 콜드빈 골재에 대한 편장석 시험은 정기적으로 실시하며, 육안 관측으로 변화가 의심될 시나 크러셔 장비의 수리나 스크린 교체시에 실시한다.

(2) 핫빈 골재를 정기적으로 채취하여 체분석 시험을 통해 각 빈별 입도 변화를 검사하고 변동시 핫빈 별 배합비를 조정하며, 입도의 변동이 발생할 만한 사건 발생 시에도 이와 같이 시행한다.

(3) 정기적으로 아스팔트 추출시험을 통한 아스팔트 함량을 검사한다.

(4) 시공 후 현장코아 채취를 통한 현장다짐도의

검사를 철저히 한다. 이를 위해서 감독원은 품질관리 시험표를 만들어 각각의 항목에 대해 전 시공 공정에 대하여 품질변화를 살펴볼 수 있는 차트를 만

들어 관리하고, 개별적인 목표치에서 일정한 경향을 보이며 오차를 보이는 항목에 대해서는 그 오차 원인을 분석하여 수정하여야 한다.

**[부 록]**

**오버플로우를 방지할 수 있는 콜드빈 유출량시험**

시험실에서 실내 배합설계가 완료되면 콜드빈 골재의 배합비에 따라 플랜트에서 현장 배합설계가 이루어진다. 시험실에서 결정된 콜드빈 골재의 배합비는 플랜트의 여건을 고려하지 않기 때문에 현장에서 항상 콜드빈 골재의 배합비 대로 혼합물이 생산되지 않는다는 점이 문제가 된다. 실내 배합설계시 결정된 배합비로 혼합물을 생산하기 위해 플랜트의 오퍼레이터는 콜드빈 게이트의 VS모터속도(rpm)를 경험에 근거하여 조정하는 것이 일반적이다. 이러한 경험에 근거하여 조정된 모터 속도에 따라 배출된 콜드빈 골재는 드라이어를 통과하고 핫스크린에서 다시 분류되어 핫빈에 저장될 때 오버플로우가 발생하거나 특정 핫빈의 골재가 부족하게 될 확률이 매우 높다. 또한 실제로 이러한 문제가 발생할 경우, 현장의 오퍼레이터는 오버플로우나 골재 부족에 의한 혼합물 생산 지체현상을 방지하기 위해 콜드빈 게이트의 VS모터속도(rpm)를 임의대로 조정하고 있는 것이 현실이다. 이와 같이 실내 배합설계시 결정된 혼합물의 입도 및 최적 아스팔트 함량의 변화로 인하여 실내 배합설계시와는 다른 혼합물의 생산을 야기 시키고, 이는 곧 포장의 조기 파손의 중요한 요인이 되고 있다. 따라서 콜드빈 배합설계시 플랜트의 여건을 고려한다면 오버플로우 현상이나 특정 핫빈의 골재부족 등에 의해 발생하는 문제를 최소화시킬 수 있을 것으로 판단된다.

먼저 유출량 시험을 하기 위해서는 해당 플랜트의 분당 혼합물 생산능력을 계산하여야 한다. 분당 혼합물 생산량은 식(1)과 같이 플랜트에서 혼합물의 1배치(batch) 생산량에 사이클타임 비를 곱함으로써 결정된다. 여기서 사이클 타임이란 Drytime + Wettime + 혼합물 방출시간 즉, 골재 계량시간과 혼합시간에 혼합물 방출시간을 더한 시간을 의미한다.

$$\text{분당 혼합물 생산량} = \frac{60}{\text{Cycle time}} \times \text{혼합물의 1배치 생산량} \quad (1)$$

식(1)에서 보는 바와 같이 분당 혼합물 생산량은 아스팔트 바인더를 포함한 양이므로 식(2)와 같이 아스팔트 바인더를 제외한 분당 총소요 골재량을 계산한다.

$$\text{분당 총소요 골재량} = \text{분당 혼합물 생산량} \times \frac{(100 - AP \text{ 함량})}{\text{Cycle time}} \quad (2)$$

분당 총소요 골재량이 결정된 후에는 분당 콜드빈별 소요 골재량을 계산하여야 한다. 분당 콜드빈별 소요 골재량이란 분당 필요한 각 콜드빈별 골재량을 의미하며 식(3)과 같이 계산될 수 있다.

$$\text{분당 콜드빈별 소요 골재량} = \text{콜드빈 골재 배합비} \times \text{분당 총소요 골재량} \quad (3)$$

각각의 콜드빈 골재별로 분당 콜드빈별 소요 골재량이 결정되면 원하는 콜드빈 골재 소요량을 생산할 수 있는 콜드빈 게이트의 VS모터속도(rpm)를 결정하기 위한 작업을 수행하여야 한다. 먼저 앞서 계산된 분당 콜드빈별 소요 골재량에서 대략 +200kg과 -200kg의 골재를 생산할 수 있는 콜드빈 게이트의 VS모터속도(rpm) 두 개 혹은 세 개(두 종류 이상의 혼합물을 생산할 경우)를 경험적으로 선정 한 뒤 낮은 rpm에서 높은 rpm으로 콜드빈 골재별로 적절한 시간동안 유출하여 드라이어를 통하여 핫스크린으로 보낸 후 4개의 핫빈에 저장되는 골재의 중량을 각 빈별로 누적계량하여 <표 1>과 같은 양식을 작성한다. 이때 시험 시간은 VS모터의 속도에 따라 달라지게 되는데 최소 2ton의 양을 생산할 수 있는 정도의 시간이면 충분하다.

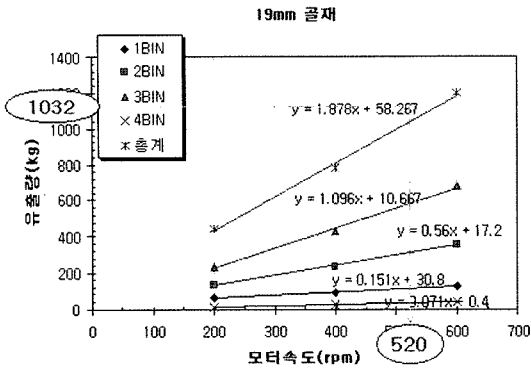
그 다음 단계로는 작성된 표 1에 따라 그림 1과 같

이 VS모터속도(rpm)에 따른 콜드빈 골재별 유출량 그래프를 작성한다. 아래의 그래프가 작성되면 소요되는 골재의 양을 생산할 수 있는 VS모터속도(rpm)가 결정되게 된다. 시험의 오차를 줄이기 위해 주의해야 할 점은 시험시간을 충분히 해야 한다는 것과 또 하나는 선택된 두 개의 VS모터속도 내에서 앞서 계산된 분당 콜드빈별 소요 골재량이 포함되어져야 한다는 것이다. 두 개의 VS모터속도(rpm)내에 소요골재량이 포함되지 않는다 해도 필요한 골재량(설계유출량)을 생산하기 위한 VS모터의 속도를 추정해 낼 수는 있지만 그만큼 오차가 커지기 때문이다. 그림 1(a)와 그림 1(b)는 소요골재량이 VS모터속도 내에 포함된 경우와 그렇지 않은 경우를 나타내고 있다.

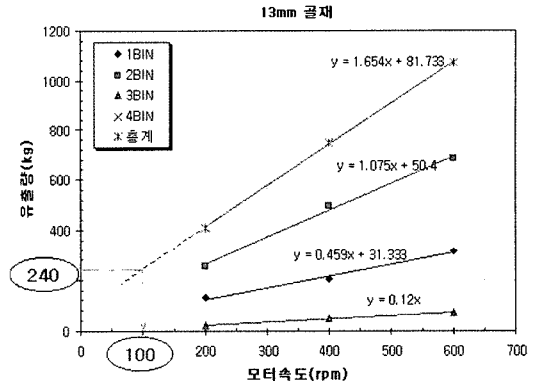
각 콜드빈에 대한 소요 골재량이 결정되었다면, 그림 1과 같이 각 콜드빈 골재를 생산하는데 필요한

표 1. 콜드빈별 유출량 시험 기록표

콜드빈	간격 (mm)	투입시간 (분)	모터속도 (rpm)	총누계 (kg)	1Bin (kg)	2Bin (kg)	3Bin (kg)	4Bin (kg)	계 (kg)
19mm	300 × 150	5	200	총계량양	314	652	1194	70	2230
				분당계량양	62.8	130.4	238.8	14	446
		5	400	총계량양	438	1194	2156	138	3926
				분당계량양	87.6	238.8	431.2	27.6	785.2
		5	600	총계량양	616	1772	3386	212	5986
				분당계량양	123.2	354.4	677.2	42.4	1197.2
13mm	300 × 130	5	200	총계량양	642	1284	122	-	2048
				분당계량양	128.4	256.8	24.4	-	409.6
		5	400	총계량양	1022	2488	236	-	3746
				분당계량양	204.4	497.6	47.2	-	749.2
		5	600	총계량양	1560	3434	362	-	5356
				분당계량양	312	686.8	72.4	-	1071.2
6mm 이하	300 × 140	5	200	총계량양	2200	486	-	-	2686
				분당계량양	440	97.2	-	-	537.2
		5	400	총계량양	3692	738	-	-	4430
				분당계량양	738.4	147.6	-	-	886
		5	600	총계량양	7361	908	-	-	8269
				분당계량양	1472.2	181.6	-	-	1653.8



(a) 소요 골재량이 VS모터 속도의 범위 내에 들어온 경우



(b) 소요 골재량이 VS모터 속도의 범위 내에 들어오지 않은 경우

그림 1. 콜드빈 골재의 모터속도에 따른 유출량 차트의 예

표 2. 유출량 시험 결과 기록표

콜드 빈	간 격 (mm)	모 터 속도 (rpm)	실계 유출량 (kg)	1Bin (kg)	2Bin (kg)	3Bin (kg)	4Bin (kg)	계 (kg)
19mm	300×150	520	1032	109.3	308.4	580.6	36.5	1034.8
13mm	300×130	100	240	77.2	157.9	12	-	247.1
6mm	300×140	430	1104	960.9	148.5	-	-	1109.4
빈별총계(kg)				1147.4	614.8	592.6	36.5	2391.3
*빈별 잔류비율(%)				47.5	25.5	24.5	1.5	99.0

\* 빈별 잔류비율은 채움재를 고려한 비율임.

각각의 VS모터속도를 결정한 뒤 아래의 표 2와 같은 양식을 작성한다. 여기서 빈별 잔류비율은 채움재의 배합비율을 제외한 비율임을 주의해야 한다.

여기서 주의할 점은 생산량이 가장 적은 빈의 배합비에 중점을 두어야 한다는 것이다. 예를 들어 위와 같은 상황에서는 4Bin의 배합비가 1.5%이므로 4Bin 골재는 사용하지 않는 것이 좋고, 1Bin 골재에 비하여 2Bin과 3Bin 골재의 생산량이 상대적으로 적기 때문에 2Bin과 3Bin의 골재의 배합비를 25%와 24% 이하를 사용하는 것이 바람직하다. 특

히 생산량이 10% 이하로 떨어질 경우는 더욱 주의를 기울여야 한다. 생산되는 양보다 많은 배합비를 사용하게 되면 틀림없이 생산중에 골재가 부족하게 될 것이고, 부족한 골재를 생산하는 동안 다른 Bin에서는 오버플로우가 발생되기 때문이다. 반면 1Bin 골재는 다른 빈에 비해 생산량이 많기 때문에 생산되는 골재의 양보다 사용량이 다소 많다 하더라도 골재의 생산 속도가 빠르고 상대적으로 다른 Bin에 골재가 생산되는 속도가 느리기 때문에 오버플로우의 발생을 억제할 수가 있다.