

# 아스팔트 플랜트의 품질시험실 운영 실태 및 개선 방안



황 성 도 | 정회원 · 한국건설기술연구원 선임연구원 · 편집위원

## 1. 현행 품질시험실의 운영 실태

아스팔트 플랜트의 품질시험실은 해당 업체의 아스콘 제품에 대한 품질관리와 배합설계 등의 업무를 전담하고 있다. 이외에 KS 인증 업무와 현장 시공 시 관련 기술 지원 등을 수행하고 있다. 현행 국내에서 KS 인증을 획득한 대부분의 아스팔트 플랜트는 상기의 품질시험실을 운영하고 있으나, 경영 실적 및 업체의 품질관리 인식 부족 등으로 인해 정상적인 운영에 어려움이 있는 실정이다.

본고는 아스팔트 플랜트에서 운영중인 품질시험실의 실태를 파악하고자 2002년도와 2003년도 결

쳐 실시한 실태 조사로서, 전국의 아스팔트 플랜트 21개 업체의 품질시험실을 대상으로 하였다. 주요 조사 항목은 다음과 같다.

- 각 아스팔트 플랜트 품질 시험실 운영 실태 점검
- 마샬 배합설계 시험 장비의 성능 평가
- 품질시험실의 실무 책임자의 품질관리에 대한 의견 수렴

### 1.1 실무 기술자 구성

본 조사 대상의 아스팔트 플랜트는 대부분 품질시험실의 기술자를 12명으로 운영하고 있으며, 주요 업무로는 아스팔트 콘크리트의 배합설계 또는 생산 품질관리를 전담하고 있는 실정이다. 또한 대부분의 조사 업체에서 품질시험실에 근무하는 기술자의 전공을 조사한 결과, 도로 포장을 이해하는 토목 전공 출신의 공고나 전문대학 이상의 학력을 소지하지 않았다. 따라서 아스팔트 콘크리트의 생산과 품질관리를 위한 정확한 골재 입도나 배합설계 등의 기술 지식을 갖고 있는 시험 책임자는 전체 아스팔트 플랜트 업계에서 1%도 종사하고 있지 않은 것으로 파악되었다.

여기에 품질시험실의 기술자를 대상으로 한 직무

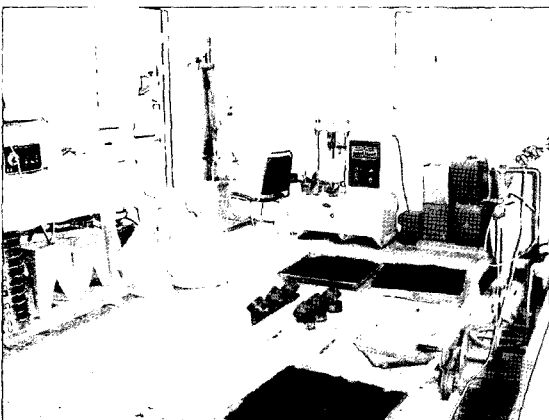


그림 1. 아스팔트 플랜트의 품질시험실 전경

기술 교육이 절대적으로 부족하여 아스팔트 포장의 전반적인 기술 지식 및 이해도가 낮은 실정인 것으로 조사되었다. 특히 아스팔트 콘크리트의 배합설계에 대한 기술의 정확한 이해가 부족하였고, 생산 제품의 품질관리 시험을 실제적으로 실시하고 있는 사례도 일부분인 것으로 파악되었다.

### 1.2 기술자 직무 교육

대부분의 아스팔트 플랜트에서는 한국표준협회에서 주관하는 교육 과정을 통해 기술자에 대한 기술 직무 교육을 실시하고 있으며, 품질시험실의 책임자인 시험실장의 경우 한국표준협회에서 실시하는 표준화 교육 과정을 이수하도록 하여 공장 인증을 받도록 하고 있다. 그리고 KS 인증 심사 과정에서 한국표준협회는 타 기관에서 받은 교육은 인정하지 않고 있는 실정이다.

따라서 현행 한국표준협회에서 실시하는 교육 내용은 실제 건설 현장에서 필요한 도로 또는 아스팔트 포장 재료 관련 교육이 아닌 일반적인 공정 관리 등의 표준화 교육을 형식적으로 수행하고 있어 전문 기술 지식의 보급에 한계가 되고 있다.

### 1.3 시험 장비

각 아스팔트 플랜트의 품질시험실별로 아스팔트 콘크리트의 배합설계 등에 필요한 시험 장비가 제대로 구비되어 있지 않은 실정이며, 개별 장비들도 제원이 서로 상이하고 측정 성능에 일관성이 없는 것으로 조사되었다.

여기에 최근에 보급되기 시작한 디지털형 Marshall 시험 장치의 일부에서 안정도 시험의 흐름값을 의도적으로 낮게 표시하도록 제작하고 있어 시험 결과의 신뢰성 확보를 어렵게 하는 것으로 파악되었다. 본 검토 결과는 다음 장에서 자세히 설명하였다.

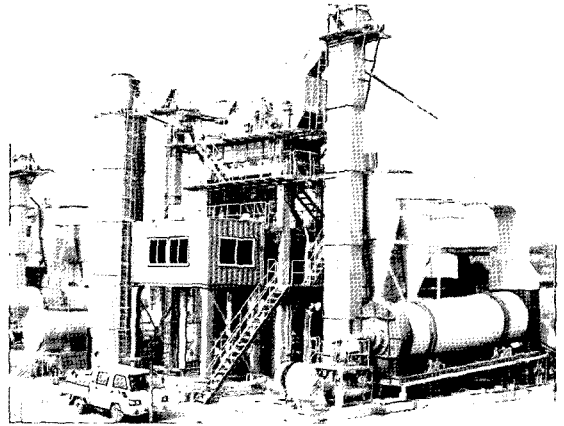


그림 2. 아스팔트 플랜트의 전경

## 2. 품질시험실의 장비 및 시험 숙련도 평가

### 2.1 마샬 시험 장비의 평가

각 해당 아스팔트 플랜트의 품질시험실에서 운용하고 있는 마샬 다짐기와 몰드의 규격품 사용 여부 및 시험 성능 등을 평가하기 위하여 각 품질시험실 별로 운용중인 마샬 시험 장비의 제원 및 규격을 조사하고 관련 성능 시험을 실시하였다.

표 1은 조사 대상 아스팔트 플랜트에서 보유하고 있는 마샬 안정도 시험기와 마샬 다짐기의 제원들을 조사한 것이다. 이 중에서 마샬 다짐기의 경우에는 각기 보유 시험기별로 다짐 특성을 평가하기 위해 한국건설기술연구원에서 제작한 아스팔트 혼합물 표준 시료(13mm 밀입도)를 사용하여 각 다짐기 별로 현장에서 공시체를 제작하였다. 다음의 표 2는 각 품질시험실별로 제작된 공시체의 다짐 특성에 대한 시험 결과를 정리한 것이다.

마샬 안정도 시험기의 경우, 각 품질시험실별로 보유하고 있는 장비의 제원 및 측정 장치들이 매우 상이하였으며, 특히 안정도에 큰 영향을 미치는 재하 속도는 조사 장비 중에서 약 80%가 KS 규격을 만족하지 못하는 것으로 조사되었다.

그리고 마샬 다짐기는 배합 설계에 사용되는 공시체의 다짐 특성을 좌우하는 시험 장치로서 각 품질

표 1. 각 품질시험실의 마찰 시험 장비의 제원 특성

| 플랜트 No | 안 정 도<br>재하속도<br>(mm/min) | 받침대 종류 | 정치 방법         | 물드 크기<br>(mm) | 타격 속도    |       |
|--------|---------------------------|--------|---------------|---------------|----------|-------|
|        |                           |        |               |               | sec/75회  | 회/min |
| 1      | 53.6                      | 속빈 합판  | 콘크리트 블록(20cm) | 100.0         | 88       | 70    |
| 2      | 49.9                      | 속빈 합판  | 콘크리트 바닥       | 101.6         | 108      | 86    |
| 3      | 55.3                      | 속빈 합판  | 콘크리트 바닥       | 101.6         | 61       | 48    |
| 4      | 48.2                      | 통나무    | 콘크리트 바닥       | 101.6         | 113      | 90    |
| 5      | 59.9                      | 속빈 합판  | 고무판(10cm 콘블록) | 101.3         | 75       | 60    |
| 6      | 45.6                      | 통나무    | 나무블록(4cm)     | 101.5         | 74       | 59    |
| 7      | 47.4                      | 속빈 합판  | 콘크리트 바닥       | 99.8          | 81       | 64    |
| 8      | 50.7                      | 속빈 합판  | 콘크리트 바닥       | 101.3         | 72       | 57    |
| 9      | 46.6                      | 속빈 합판  | 콘크리트 바닥       | 99.8          | 134      | 107   |
| 10     | 50.5                      | 통나무    | 콘크리트 블록(5cm)  | 101.5         | 113      | 90    |
| 11     | 42.7                      | 통나무    | 콘크리트 바닥       | 101.2         | 82       | 65    |
| 12     | 60.1                      | 통나무    | 고무판(1cm)      | 101.5         | 77       | 61    |
| 13     | 44.6                      | 통나무    | 고무판(4곳 1cm)   | 101.6         | 111      | 88    |
| 14     | 55.1                      | 속빈 나무  | 콘크리트 바닥       | 101.6         | 111      | 88    |
| 15     | 53.0                      | 통나무    | 콘크리트 바닥       | 101.8         | 67       | 53    |
| 16     | 59.9                      | 속빈 합판  | 고무판(1cm)      | 101.6         | 73       | 58    |
| 17     | 49.6                      | 속빈 합판  | 고무판(4곳 2cm)   | 101.6         | 87       | 69    |
| 18     | 51.0                      | 속빈 나무  | 콘크리트 바닥       | 100.1         | 101      | 80    |
| 19     | 51.9                      | 속빈 나무  | 고무판(4곳 1cm)   | 101.6         | 76       | 60    |
| 20     | 50.9                      | 통나무    | 콘크리트 바닥       | 103.0         | 117      | 93    |
| KS 규격  | 50.8                      | 통나무    | 규정 없음         | 101.6         | 60-70회/분 |       |

시험별로 일관성있는 다짐 밀도를 얻을 수 없는 것으로 조사되었다. 본 조사를 통하여 업체의 보유 장비 중에서 변동 차이가 가장 큰 제원 규격은 타격 횟수, 받침대, 정치 방법으로 파악되었다. 표 2에서 보는 바와 같이 각 품질시험실이 보유한 다짐기의 종류에 따라 다짐 특성이 변화되는 것으로 나타났으며, 공극률의 경우에는 최대 5.98%에서 최소 2.22%까지 변화하는 것으로 조사되었다. 그리고 다짐기의 받침대와 정치 방법이 상이함으로 인하여 다짐도가 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 전반적으로 타격 받침대가 통나무인 경우보다 속이 빈 나무박스에서 다짐 특성의 변화가 심한 것으로 나타났다. 이러한 조사 결과를 반영하여 건설교통부는 '가

열 아스팔트 혼합물의 배합설계 지침'을 확정하여 2005년도 배포하였다. 따라서 현재 각 업체별 품질시험실에서는 이 지침에 근거하여 다짐기의 교체 및 보안을 수행 중이므로 조만간 표준화된 다짐 장비의 보유가 가능할 것으로 판단된다.

## 2.2 품질시험실 시험 숙련도 평가

본 평가는 각 품질시험실의 시험자의 시험 능력을 판단하기 위함으로서, 품질관리의 결과에 대한 신뢰성을 알 수 있는 방법이다. 이를 위해 사용한 표준 시료는 한국건설기술연구원에서 일괄적으로 제조한 19mm 밀입도 혼합물의 공시체를 사용하였다. 본

표 2. 각 품질시험실의 다짐기 제품별 다짐 특성 시험 결과

| 플랜트 No | 밀도 (g/cm <sup>3</sup> ) | 이론최대밀도 (g/cm <sup>3</sup> ) | 공극률 (%) | VMA (%) | 포화도 (%) |
|--------|-------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|
| 1      | 2.386                   | 2.451                       | 2.64    | 14.32   | 81.58   |
| 2      | 2.360                   | 2.451                       | 3.72    | 15.27   | 75.66   |
| 3      | 2.305                   | 2.451                       | 5.98    | 17.26   | 65.38   |
| 4      | 2.335                   | 2.451                       | 4.74    | 16.18   | 71.04   |
| 5      | 2.385                   | 2.451                       | 2.68    | 14.36   | 81.34   |
| 6      | 2.341                   | 2.451                       | 4.49    | 15.95   | 71.91   |
| 7      | 2.351                   | 2.451                       | 4.09    | 15.60   | 73.86   |
| 8      | 2.337                   | 2.451                       | 4.63    | 16.08   | 71.24   |
| 9      | 2.359                   | 2.451                       | 3.77    | 15.32   | 75.47   |
| 10     | 2.384                   | 2.451                       | 2.75    | 14.42   | 80.98   |
| 11     | 2.341                   | 2.451                       | 4.50    | 15.96   | 72.14   |
| 12     | 2.366                   | 2.451                       | 3.47    | 15.06   | 76.94   |
| 13     | 2.347                   | 2.451                       | 4.23    | 15.72   | 73.11   |
| 14     | 2.334                   | 2.451                       | 4.79    | 16.22   | 70.63   |
| 15     | 2.354                   | 2.451                       | 3.94    | 15.47   | 74.55   |
| 16     | 2.356                   | 2.451                       | 3.88    | 15.41   | 74.94   |
| 17     | 2.397                   | 2.451                       | 2.22    | 13.95   | 84.12   |
| 18     | 2.351                   | 2.451                       | 4.08    | 15.59   | 73.89   |
| 19     | 2.347                   | 2.451                       | 4.24    | 15.74   | 73.06   |
| 20     | 2.390                   | 2.451                       | 2.48    | 14.18   | 82.58   |

시험 숙련도의 평가 항목은 배합설계의 기본이 되는 마샬 안정도와 흐름값으로 하였다.

시험 결과의 평가를 위해 현재 산업자원부 기술표준원에서 운영하고 있는 KOLAS 규정에 의거하여 로버스트 통계에 의한 숙련도 평가 방법을 사용하였다. 다음은 로버스트 통계에 의한 평가 기준을 나타낸다.

- Robust Z값
- Z = 0 ; 매우 잘 일치
- -2 ≤ Z ≤ 2 ; 만족
- 2 ≤ Z ≤ 3, -2 ≤ Z ≤ -3 ; 의심
- -3 ≥ Z, Z ≥ 3 ; 이상치

각 품질시험실별로 마샬 안정도 측정값은 최소 843.3kg에서 최대 1425.5kg까지 측정되었으며, 평

균값은 1161.7kg, 표준편차는 35.0kg으로 분석되었다. 이와 더불어 측정값의 범위는 582.2kg으로서 동일한 조건에서 제작된 표준 시료에 대하여 각 장비별로 안정도는 많은 차이를 나타내었다. 이는 장비의 특성과 시험자의 숙련도에 많은 영향을 받은 결과로 판단된다.

또한 그림 3과 같이 마샬 안정도의 경우 모든 아스팔트 플랜트의 숙련도는 평가 기준인 ±2내에 있어 시험 장비의 기능에 관계없이 숙련도를 만족하는 것으로 나타났다. 그러나 시험실별로 숙련도의 정도는 다양한 것으로 파악되었으며, 이는 시험자의 숙련도와 시험 장비의 차이에 따라 나타난 결과로 판단된다.

흐름값의 경우에는 안정도 시험 결과에 비해 측정 범위와 편차가 더 크게 나타났다. 각 시료의 흐름값

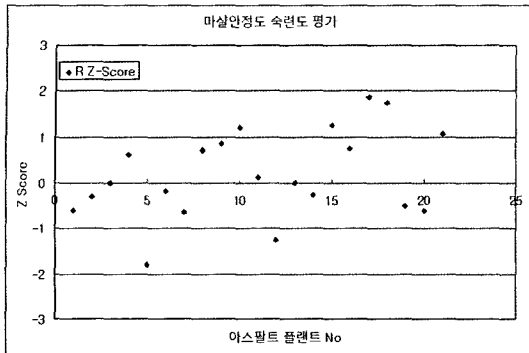


그림 3. 마찰 안정도 시험의 숙련도 평가 결과

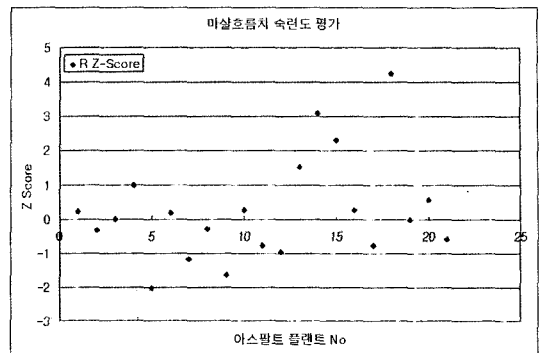


그림 4. 흐름값 시험의 숙련도 평가 결과

(0.1mm)는 최소 22에서 87까지 측정되었으며, 평균값은 45.7, 표준 편차는 3.6으로 분석되었다. 특히 측정값의 범위가 65로서 시험 조건에 따른 변동 폭이 매우 큰 것으로 나타났다. 이는 흐름값을 측정하는 게이지의 정확도와 시험자의 숙련도에 큰 영향을 받은 결과로 판단된다.

또한 그림 4와 같이 품질시험실별로 숙련도의 차이가 크게 나타났으며, 평가 기준에 만족하지 못하는 품질시험실은 4개로 평가되었다. 이는 안정도 시험기별로 시험자의 육안에 의한 측정값에 많은 영향을 받은 결과로 판단되며, 변형값을 측정하는 게이지의 자동화가 시급한 것으로 나타났다.

향후 본 시험 숙련도의 평가 결과가 시험자의 숙련도에 영향을 받은 것인지, 시험 장비의 오차에 의해 발생된 것인지에 대한 면밀한 검토가 개별 업체별로 이루어져야 하며, 국가 품질 시험의 표준화를 위해서는 정례적으로 전국 플랜트에 대한 비교 숙련도 시험이 상시적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

### 3. 품질시험실의 운영 개선 방안 제언

#### ○ 품질관리 기술자의 양성 및 교육 시스템 구축

아스팔트 플랜트의 생산 제품의 품질 향상을 위해서는 기본적으로 품질관리를 담당하는 기술자의 중

장기적인 양성 및 심화 방안이 강구되어야 한다. 이를 위해 단기적으로는 국가 교육 인증제도의 구축이 필요하며, 주기적인 직무 교육이 가능하도록 건설공사 시 이를 반영할 수 있는 교육비의 공사비에 포함시키는 방안도 제시될 수 있다. 또한 장기적으로는 국가 기술자격에 포장 기사 등을 신설함으로써 해당 기술 자격을 취득한 실무자가 품질시험실을 운영하는 제도의 보완이 필요하다.

#### ○ 품질시험실의 시설 기준 강화 및 관련 제도 정비

상기에 지적된 바와 같이 아스팔트 플랜트의 품질 시험실이 정상적으로 운영되기 위해서는 시설 기준과 국가 인증제도의 도입이 시급히 강구되어야 한다. 단기적으로는 건설교통부의 주도하에 인증 제도를 시행함으로써 품질시험실의 시설 기준을 강화하고 이를 관리 감독하는 제도 마련이 필요하다. 또한 발주처에 제출하는 공급원 승인서에 품질관리실의 시험 장비 및 교정 등에 대한 자료 제출을 의무화하는 방안도 검토되어야 한다.

장기적인 방안으로 아스팔트 플랜트별로 품질관리 능력에 따른 등급을 부여하는 제도를 마련하고 주기적인 평가를 실시하는 제도 마련이 필요하다. 그리고 품질시험실의 운영 효율화 및 신뢰성 확보를 위해 시험 실장의 자격 기준을 제시하는 방안도 고려될 수 있다.