

아스팔트플랜트의 품질관리 실태 조사 사례

황성도*

1. 머리말

아스팔트 포장은 아스팔트 혼합물의 생산, 수송, 포설, 다짐 작업등의 일련의 과정으로 공사가 이루어진다. 이러한 포장 공사에서 각 공정별로 이루어지는 품질관리는 도로의 공용 성능에 직접적으로 영향을 미치는 중요한 인자가 된다. 특히 여기에서 아스팔트 혼합물의 생산 품질은 포장의 공용성을 좌우하는 일차적인 요소로 인식되고 있다.

최근까지 국내의 아스팔트 포장은 소성변형 파손의 급증 등으로 인해 일반국도의 경우 2001년도 기준으로 매년 1조 6,320억원의 보수비용을 지출하고 있는 실정이다. 이러한 지출 비용 중에서 상당 부분은 포장 공사 과정 중의 품질관리 규정의 외면과 기존 관행의 답습 등에 기인하는 것으로 판단된다. 따라서 포장 건설 과정에서 이루어지는 시공 공정별로 철저한 품질관리와 기술 증진 노력은 국가 예산의 절감 효과로 나타날 수 있다.

이에 본고에서는 아스팔트 혼합물을 생산하는 일부 아스팔트플랜트의 품질관리 현황을 파악하고자 각 생산 제품의 품질과 시험실의 장비운용 현황 등을 조사하였다. 이를 바탕으로 생산 현장의 제반 문제점과 품질관리의 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 현황 조사 내용

본 현황 조사는 전국의 아스팔트플랜트 중에서 20개소를 대상으로 진행되었으며, 각 플랜트에 대한 현장조사, 시료채취, 품질시험 등을 실시하였다. 다음은 각 현황 조사 내용들을 정리한 것이다. 본고의 각 장에서 언급한 플랜트 No는 무작위로 부여한 숫자로서 각 장에서 기술한 시험 결과와는 일치하지 않는다.

- 아스팔트 혼합물 제품의 품질시험
- 품질시험실의 장비 상태 및 마샬 시험 장비의 성능 시험

2.1 아스팔트 혼합물의 품질시험방법

각 아스팔트플랜트에서 생산된 혼합물의 품질을 조사하기 위하여 해당 플랜트에서 채취한 각 혼합물을 대상으로 다음의 실내 시험을 실시하였다. 각 플랜트에서 채취된 시료는 해당 품질시험실이 마샬다짐기로 공시체를 제작하고, 한국건설기술연구원의 인스트론 장비를 사용하여 마샬안정도 및 흐름치 등을 측정하였다. 다음의 표 1은 품질 조사를 위한 시험 개요 등을 정리한 것이다.

* 정희원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 선임연구원

표 1. 품질 조사 방법

구 분		내 용
아스팔트 혼합물 종류		19mm 밀입도 20종
시험방법	공시체 제작	- 마샬다짐기 사용 - 양면 75회 다짐
	시험 항목 및 장비	- 마샬안정도, 흐름값 - 인스트론 재하시험기

2.2 품질시험실의 장비 운용 현황 조사 방법

아스팔트플랜트의 품질관리에서 가장 중요한 시설 중의 하나인 품질시험실에 대해서는 다음의 표 2와 같은 방법으로 현황 조사가 이루어졌다. 여기에서 중점을 둔 사항은 아스팔트 혼합물의 생산 품질을 결정짓는 배합설계의 신뢰성이다.

또한 품질시험실의 시험속련도를 조사하기 위하여 한국건설기술연구원에서 동일한 골재와 아스팔트를 사용하여 제조한 혼합물 공시체에 대해 마샬 시험을 실시하였다. 여기에서 측정된 시험 결과는 통계 분석 과정을 거쳐 각 품질시험실의 비교속련도의 정도를 파악하였다. 이러한 비교속련도의 기준으로

사용한 통계 분석은 다음의 표 3에 기술한 방법을 이용하였다.

3. 아스팔트 혼합물의 품질시험 사례

2.1절에 기술한 방법으로 아스팔트플랜트에서 생산된 아스팔트 혼합물에 대해 KS 규정에 기술된 방법으로 실내 시험을 실시하였다. 전국적으로 약 400개소에 이르는 아스팔트플랜트 가운데 선정된 20개소에서 실시한 조사인 만큼 본 시험 결과는 한계성을 가지고 있으며 향후 품질 관리의 개선 연구의 사례 자료로 활용되어야 할 것으로 사료된다. 본 시험은 2가지의 항목으로 구분하여 분석되었다. 또한 실무자의 의견 수렴을 통해 다음의 시험 결과를 도출하였다.

- 아스팔트 혼합물의 마샬안정도는 대부분 1000kgf에서 2200kgf 사이를 나타내었으며, 흐름값의 경우 약 70% 이상의 공시체가 40(1/100cm)을 초과하였다.
- 아스팔트 혼합물 생산시 발생하는 회수더스트에 대한 국가 재활용 규격이 별도로 제정되어 있지 않아 현장마다 상이한 비율의 회수더스트를 사용

표 2. 품질시험실의 장비 실험 및 조사 방법

조사 방법	시험 목적	시험 방법	조사 자료
마샬안정도 시험기 재하속도	마샬안정도 시험기의 재하 속도에 KS 규격 여부 판정	1. 재하판에 2개의 다이얼 게이지 설치 2. 마샬안정도를 약 6초간 가동 3. 가동 종료 후 재하판의 이동 거리와 시간을 측정	- 재하판 이동 거리 - 재하판 이동 시간
마샬안정도 실측 시험	마샬안정도 시험기의 운용에 대한 속련도 검증	1. KICT 표준 시료 양생(60℃, 30분) 2. 마샬안정도 시험 실시 3. 안정도와 흐름값 측정	- 안정도 - 흐름값
마샬 다짐기 특성 조사	마샬다짐기의 표준화 방안 제시	1. 장비 육안 조사 2. 75회 다짐 시 타격 형태 및 타격 시간 측정	- 받침목 종류 - 바닥판 형태 - 몰드 크기 - 타격 형태 - 75회 다짐 시간

표 3. 품질 조사 방법

구 분	내 용
아스팔트 혼합물 종류	19mm 밀입도
시험 방법	- 마찰안정도, 흐름치 - 각 품질시험실의 시험장비 사용
통계분석 방법	- 로버스트 통계방법 사용 (KOLAS 규정) - Robust Z값 산출 · $Z = 0$: 매우 잘 일치 · $-2 \leq Z \leq 2$: 만족 · $2 \leq Z \leq 3, -2 \leq Z \leq -3$: 의심 · $-3 \geq Z, Z \geq 3$: 이상치

하고 있다.

- 아스팔트 혼합물에 사용되는 골재를 공급하는 대부분의 석산에서 경제성 등을 감안하여 레미콘용의 골재를 주로 생산하고 있어, 단입도의 골재를 사용해야 하는 아스팔트플랜트의 쿨드빈의 운용에 많은 어려움이 있다. 이에 따라 아스팔트 혼합물의 품질에도 많은 영향을 미쳐 포장의 소성변형 파손 등을 유발하는 원인을 제공하고 있다.

3.1 시험 결과

(1) 마찰 안정도

각 아스팔트 플랜트의 품질시험실에서 사용하고 있는 마찰다짐기로 양면 75회 타격한 공시체의 마찰안정도는 다음의 그림 1과 같이 대부분 KS 규격의 기준(750kgf 이상)을 초과하는 것으로 나타났다. 그러나 안정도 값의 분포는 400kgf~2,200kgf의 범위로 동일한 규격을 적용한 아스팔트 혼합물임에도 불구하고, 각 아스팔트플랜트별로 최대 4배 이상의 차이를 보였다.

(2) 흐름값

상기에 마찰 시험에 의해 안정도 외에 흐름값을 측정하였다. 그 결과 다음의 그림 2와 같이 약 70%

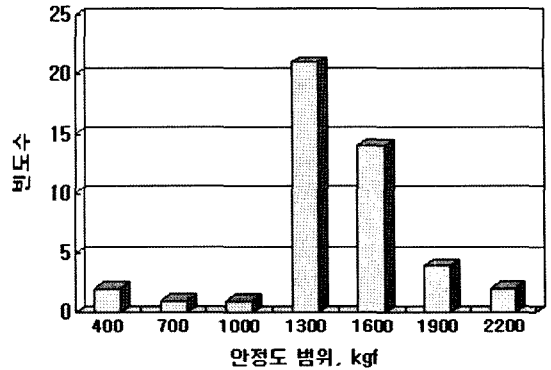


그림 1. 아스팔트플랜트의 아스팔트 혼합물 공시체에 대한 마찰 안정도 값 분포

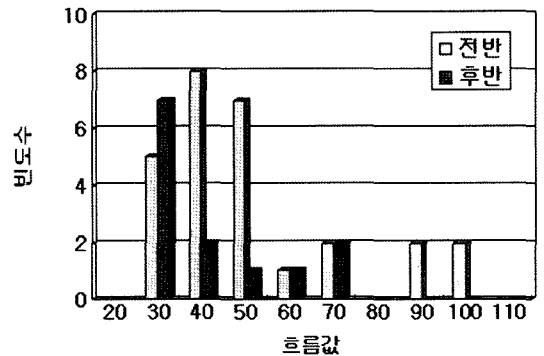


그림 2. 아스팔트플랜트의 아스팔트 혼합물 공시체에 대한 흐름값 분포

이상의 공시체가 40~100(1/100cm)까지의 흐름값 분포를 나타내었다. 즉 동일한 규격의 제품임에도 불구하고 마찰안정도와 유사하게 각 아스팔트 혼합물별로 최대 3배 이상의 차이를 나타내고 있는 것으로 파악되었다. 따라서 골재 특성이나 제조 방법에 따른 아스팔트 혼합물의 흐름값에 대한 품질관리가 시급하며, 이에 대한 향후 연구 과제가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

3.2 아스팔트 함량

각 아스팔트플랜트에서 생산한 동일한 규격의 아

표 4. 아스팔트 함량 시험 결과

플랜트 No	시험 결과(%)	규격과의 차이(%) (5~7)
1	5.11	-
2	6.35	-
3	4.62	-0.38
4	7.12	+0.12
5	4.64	-0.36
6	5.85	-
7	7.24	+0.24
8	4.43	-0.57
9	4.71	-0.29
10	6.54	-
11	5.85	-
12	4.31	-0.69
13	7.95	+0.95
14	6.12	-
15	4.88	-0.12
16	5.32	-
17	5.82	-
18	6.36	-
19	5.21	-
20	4.58	-0.42

스팔트 혼합물을 대상으로 아스팔트 함량 추출시험을 실시하였다. 그 결과 다음이 표 4와 같이 19mm 밀입도 규격의 함량 기준인 5~7%의 아스팔트 함량 기준에 미달하는 경우는 6개소가 있었으며, 3개소에서는 7%를 초과하여 과다한 아스팔트를 투입하여 소성변형에 취약한 아스팔트 혼합물을 생산하는 것으로 나타났다.

4. 품질시험실 장비 및 숙련도 조사 사례

4.1 마샬 시험 장비

각 해당 아스팔트플랜트의 품질시험실에서 운용하고 있는 마샬다짐기와 몰드의 제원 및 기능 등을 조사하기 위하여 각 마샬 시험 장비들에 대하여 현장 조사하고 관련 특성 실험을 하였다.

다음의 표 5는 각 아스팔트 플랜트의 품질시험실에서 보유하고 있는 마샬안정도 시험기와 마샬다짐기의 제원들을 조사한 것이다. 이 중에서 마샬다짐기의 경우에는 각기 다른 제품별 다짐 특성을 판단하기 위해 한국건설기술연구원에서 제작한 다져지지 않은 아스팔트 혼합물 표준 시료(13mm 밀입도)를 사용하여 각 다짐기 별로 공시체를 제작하였다. 다음의 표 6다져진 각 공시체의 다짐 특성에 대한 시험 결과를 정리한 것이다.

마샬안정도 시험기의 경우, 각 아스팔트플랜트별로 보유하고 있는 장비의 제원 및 측정 장치들이 매우 상이하였으며, 특히 안정도값에 큰 영향을 미치는 재하 속도는 장비별로 변동 차가 다르게 조사되어 측정치의 오차를 발생시킬 소지가 있는 것으로 판단되었다.

그리고 마샬다짐기는 배합 설계에 사용되는 공시체의 다짐 특성을 좌우하는 시험 장치로서 현재로써는 각 업체별로 동일한 다짐 공시체를 제작할 수 없는 것으로 조사되었다. 본 조사를 통하여 업체의 보유 장비 중에서 변동 차이가 가장 큰 제원 규격은 타격 횟수, 받침대, 정치 방법으로 파악되었다. 표 6과 같이 각 아스팔트플랜트에서 보유한 다짐기의 종류에 따라 다짐 특성이 다르게 분석되었으며, 특히 공극률의 경우에는 최대 5.98%에서 최소 2.22%까지로 가장 크게 변동하는 것으로 나타났다. 그리고, 품질시험실별로 보유한 마샬다짐기의 받침대와 정치 방법이 서로 상이하여 공시체의 다짐에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 전반적으로 타격 받침대가 통나무인 경우보다 속이 빈 나무

표 5. 마찰 시험 장비의 제원 특성

플랜트 No	안정도 재하속도 (mm/min)	받침대 종류	정 치 방 법	몰드크기 (mm)	타 격 속 도	
					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

박스에서 다짐 특성의 변화가 심한 것으로 나타났다. 즉 현행 KS 규정이 다짐기의 받침대 종류를 통나무로 규정하고 있으나, 상당수의 품질시험실에서 아직까지 규격제품이 보급이 이루어지지 않는 것으로 나타났다. 따라서 향후 아스팔트플랜트의 품질시험실에서 보유하고 있는 시험 장비의 규격화 방안이 제시되어야 할 것으로 판단된다.

4.2 비교속련도 조사

각 해당 아스팔트 플랜트의 품질시험실을 대상으로 시험 조작의 숙련도를 조사하기 위해 비교속련도를 실시하였다. 이를 위해 한국건설기술연구원에서 제조한 표준 공시체를 아스팔트플랜트에서 마찰 특성에 대해 시험한 결과 다음의 표 7과 같은 조사 결과를 얻을 수 있었다.

각 품질시험실에서 측정된 공시체의 마찰안정도는 최소 843kgf에서 최대 1426kgf 까지 측정되었으며, 평균값은 161kgf, 표준편차는 35kgf로 분석되었다. 이와 더불어 측정값의 변동 범위는 582kgf

표 6. 각 아스팔트 플랜트의 다짐기 제품별 다짐특성 시험 결과

플랜트 No	밀 도 (g/cm ³)	이론최대밀도 (g/cm ³)	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

로서 동일한 조건에서 제작된 표준 시료에 대하여 각 장비별로 안정도 값이 많은 변동차를 나타내었다. 이는 장비의 특성과 시험자의 숙련도에 많은 영향을 받은 결과로 판단된다.

또한 흐름값의 경우에는 안정도 시험 결과에 비해 측정 범위와 편차가 더 크게 나타났다. 각 시료의 흐름값(1/100cm)은 최소 22에서 87까지 측정되었으며, 평균값은 45.7, 표준 편차는 3.6으로 분석되었다. 특히 측정값의 범위가 65로서 시험 조건에 따른 변동폭이 매우 큰 것으로 나타났다. 이는 흐름값을

측정하는 게이지의 정확도와 시험자의 숙련도에 큰 영향을 받은 결과로 판단된다.

다음의 그림 3과 4는 품질시험실의 비교숙련도를 분석한 것이다. 여기에서 마샬안정도 시험의 경우 그림 3과 같이 모든 아스팔트플랜트의 비교숙련도는 평가 기준인 ±2내에 있어 시험 장비의 기능에 관계 없이 숙련도를 만족하는 것으로 나타났다. 그러나 시험실별로 숙련도의 정도는 다양한 것으로 파악되었으며, 이는 직원의 숙련도와 시험 장비의 차이에 따라 나타난 결과로 판단된다. 또한 흐름치의 경우

표 7. 아스팔트 공시체의 마찰특성치 시험 결과

플랜트 No	재하속도(mm/min)	안정도(kgf)	흐름치(1/100cm)
1	49.9	1034	45.3
2	53.6	1082	39.6
3	49	-	-
4	55.3	1226.7	53.3
5	48.2	843.3	22
6	45.6	1101	45
7	47.4	1026.2	31
8	46.6	1243	40
9	50.5	1264.7	26
10	50.7	1321.3	46
11	44.9	1150.6	35
12	59.9	930	33
13	53	1129.3	59
14	51	1089.3	75
15	49.6	1329	67
16	51.9	1249.7	46
17	50.9	1425.5	35
18	60.1	1406	87
19	44.6	1050.3	43
20	42.7	1033.5	49
21	55.1	1298.7	37

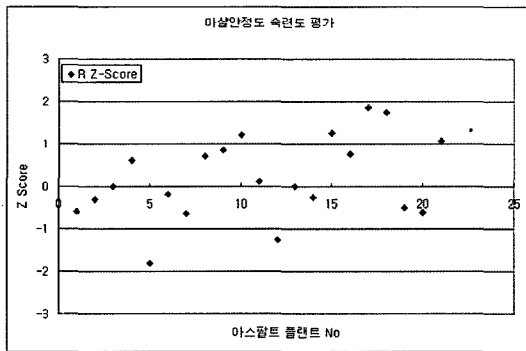


그림 3. 마찰안정도 시험의 비교속련도 분석 결과

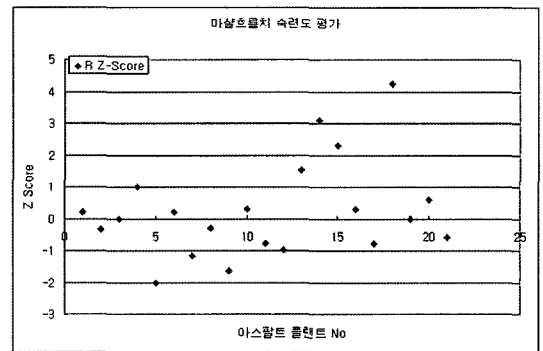


그림 4. 흐름치 시험의 비교속련도 분석 결과

그림 4와 같이 마찰안정도 시험과 비교하여 비교속련도의 차이가 크게 나타났으며, 평가 기준에 만족하지 못하는 플랜트가 4개에 이르는 것으로 파악되었다. 이는 마찰 시험기별로 시험자의 육안에 의한 측정값에 많은 영향을 받은 결과로 판단되며, 변형값을 측정하는 게이지의 자동화가 시급한 것으로 나타났다

향후 본 비교속련도의 조사 결과가 시험자의 숙련도에 영향을 받은 것인지, 시험 장비의 오차에 의해 발생된 것인지에 대한 면밀한 검토가 각 아스팔트플랜트별로 이루어져야 하며, 국가 품질 시험의 표준화를 위해서는 정기적으로 전국 아스팔트플랜트에 대한 비교속련도 시험이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

5. 맺음말

지금까지 아스팔트플랜트의 품질관리에 적용하고

있는 주요 항목을 중심으로 현황 조사 내용들을 기술하였다. 본 사례가 전국의 약 400개소에 이르는 아스팔트플랜트 중에서 약 5%에 해당하는 20개소의 아스팔트플랜트를 대상으로 실시된 조사인 만큼 전반적인 품질관리 현황을 파악하는 데에는 어느 정도 한계는 있을 것으로 사료된다. 그러나 이러한 조사 자료의 한계에도 불구하고 본고에서 기술한 몇가지 사례를 통해 최근의 아스팔트 포장에서 문제시되는 소성변형 등의 파손 억제를 위해서는 아스팔트플랜트의 혼합물 생산에서부터 철저한 품질관리 노력이 필요함을 보여주고 있다.

아스팔트 포장은 재료 생산, 수송, 포설, 다짐, 마무리 등의 다단계에 걸친 공정을 통해 건설되는 분야이다. 따라서 장기 공용에 따른 파손을 억제하고 최상의 서비스를 제공하기 위해서는 각 공정별로 철저한 품질관리 기법의 적용이 우선되어야 한다. 이를 위해서는 포장 기술자의 자질 향상과 교육 시스템 개선 그리고 관련 국가 품질관리 기준 등이 마련되어야 할 것이다.

News

◆ 인사동 차없는 거리 토요일 오후로 확대 ◆

이달 중순부터 매주 토·일요일엔 서울의 대표적인 관광 명소인 인사동길에 차가 들어갈 수 없게 된다. 서울 종로구는 현재 일요일에만 실시하고 있는 인사동 '차없는 거리' 를 14일부터 토요일에도 실시한다고 11일 밝혔다. 차량통제구간은 북인사마당(안국로터리)에서 대일빌딩 앞을 잇는 500m 구간이며, 토요일 차량 통제시간은 오후 2시부터 10시, 일요일 차량 통제시간은 오전 10시부터 오후 10시까지이다.

- 2003. 6. 12 한겨레신문 -