

# 마샬 배합설계의 변천과 용적 개념의 배합설계 도입에 따른 신뢰성 분석

황성도\* · 윤안상\*\* · 노성열\*\*\*

## 1. 개요

현재 국내에서 적용하고 있는 마샬 배합설계 방법에서는 공극률, 포화도, 안정도, 흐름값의 4개 요소들의 기준 범위에 맞는 아스팔트 함량의 범위를 구하고 그 중간값을 최적 아스팔트 함량으로 결정하고 있다. 그러나 아스팔트 플랜트의 현장에서 이루어지는 마샬 안정도 시험은 품질시험실간의 안정도 장비의 차이, 작동자의 비숙련도, 그리고 측정치 해석의 오류 등으로 인해 잘못된 마샬 시험 결과가 배합설계의 결과에 영향을 미치고 있다. 또한 현재 가장 중요하게 고려되어지는 사항인 용적 개념을 기초로 한 아스팔트 혼합물의 품질보다는 안정도와 흐름값을 규정 범위에 만족시키는데 중점을 둔 배합설계 및 품질관리가 이루어지고 있는 실정이다.

외국의 경우에 우리나라와 동일한 방법을 사용하여 배합설계를 실시하는 국가는 일본이 유일하며, 이에 반해 미국의 경우에는 용적 개념의 배합설계를 실시하고 있고 유럽의 경우에도 과학적인 방법과 경험을 기초로 한 배합설계를 실시하고 있다.

본 고에서는 마샬 배합설계의 변천 과정과 최적 아스팔트 함량 결정에 있어 각 국가의 규정들을 살펴보았다. 또한 기존 배합설계 방식과 용적 개념의 배합설계 방법 사이에 차이가 얼마나 존재하는지를 분석하고 용적 개념 배합설계 방법의 신뢰성을 검토하였다.

## 2. 배합설계의 역사

### 2.1 마샬 배합설계의 발전

마샬 배합설계 과정은 세계 제 2차 대전부터 1950년대 후반동안 미국 국방부에서 사용되는 아스팔트 혼합물의 설계와 품질관리에 적용하였다. 마샬 배합설계가 발전하게 된 계기는 세계 제 2차 대전 중 군용기의 증가된 축하중과 타이어 압력을 지탱하기 위한 적절한 골재와 아스팔트 바인더의 비율 결정의 필요성 때문이었다. 초창기 항공기의 타이어 압력은 100psi의 범위였다. 그러나 1950년대 초기의 대형 항공기의 출현으로 타이어 압력은 200~240psi의 범위로 증가하게 되었고 최근의 항공기 타이어 압력은 350psi까지 증가하였다.

미 육군 공병단의 공항 활주로를 위한 배합설계의 초기 연구 노력으로서 1941년부터 1944년 사이의 기간동안 아스팔트 포장에 사용되는 혼합물의 설계와 품질관리를 위하여 여러 방법들이 평가되어졌다. 이러한 배합설계 방법들은 다음과 같다.

- Hubbard-Field
- Hveem Stabilometer
- Texas Punching Shear
- Skidmore Test Procedure

평가 결과, Hubbard-Field 시험이 일반적인 방

\* 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 선임연구원

\*\* 한국건설기술연구원 도로연구부 연구원

\*\*\* 정회원 · 건설교통부 도로국 사무관

법으로서 가장 만족도가 높은 것으로 고려되어졌다. Texas Punching Shear 방법은 Hubbard-Field 방법과 비슷하나 골재의 입도를 강조한다. 그러나 다른 사람들을 통한 재생산 가능성(Reproducibility)은 낮은 것으로 나타났다. Hveem Stability 시험은 연구자들에게는 좋은 방법으로 인식되었지만 주로 내부 마찰력을 측정하기 때문에 일반적인 시험 방법으로는 충분하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 경험이 있는 사람이 이 시험을 수행하였을 때는 주어진 골재에 대하여 가장 만족스러운 아스팔트 함유량이 결정되었다. Skidmore 시험 역시 흡족한 결과를 얻지 못하였고 이 시험 역시 주로 점착력과 골재 맞물림을 측정하는데 사용되었다.

이러한 평가 결과를 바탕으로 12종류의 천연 암석 아스팔트와 6종류의 골재의 조합으로서 12종류의 입도를 통해 준비된 아스팔트 혼합물들의 Hubbard-Field 시험이 수행되었다. Hubbard-Field 시험이 WES 연구에 포함되었고 이 시험이 소위 마샬 안정도 시험이다.

WES 연구(1943)에서의 마샬 방법은 4년 동안 여러 도로 기관에 의해 사용되어졌고 Mr. Bruce G. Marshall에 의해 Mississippi 도로 부서에서 발전되었다.

## 2.2 각 규정별 최적 아스팔트 함량 결정 방법

마샬 배합설계를 통한 최적 아스팔트 함량 결정 방법은 국내·외에서 약간의 차이를 보이고 있다. 현재 국내 마샬 배합설계에서는 용적 개념인 공극률과 포화도, 그리고 마샬 안정도 시험을 통한 안정도와 흐름값의 기준을 만족하는 각 아스팔트 함량 공통 범위에서의 중간값을 최적 아스팔트 함량으로 결정하고 있다. 이는 일본도로공단에서 사용하는 방식과 동일한 방법이다. 외국의 경우 NAPA와 ASTM 규정에서는 공극률의 중간값(4%)에 해당하는 AP량을 최적 아스팔트 함량으로 결정하고 있다. AI 규정에서는 최대 안정도, 최대 혼합물 밀도, 그리고 공극률의 중간값에 해당하는 AP량을 각각 구하고 3개의 산술 평균값을 최적 아스팔트 함량으로 결정하고 있다. 또한 영국 BS 규정에서는 최대 안정도, 최대 혼합물 밀도, 최대 골재 밀도에 해당하는 아스팔트 함량을 각각 구하고, 각각의 아스팔트 함량의 산술 평균값을 최적 아스팔트 함량으로 선정하고 있다. <표 1>은 각 규정별 최적 아스팔트 함량 결정 방법을 나타내고 있다.

최적 아스팔트 함량 결정은 <표 1>과 같이 각 국가의 규정별로 틀리게 나타나지만 공극률을 고려하는 용적 개념은 필수 항목으로 모든 배합설계에서 고려

표 1. 각 규정별 최적 아스팔트 함량 결정방법

규 정	최적 아스팔트 함량 선정 방법
한국(KS) 일본도로공단	공극률, 포화도, 안정도, 흐름값의 기준 내에 해당하는 아스팔트 함량을 각각 구하고 공통된 범위 내에서 중간값을 최적 아스팔트 함량으로 선정함
미국 (ASTM, NAPA)	공극률의 중간값(4%)에 해당하는 아스팔트 함량을 결정한 후, 아스팔트 함량에 해당하는 포화도, VMA, 안정도, 흐름값이 마샬 기준치를 만족하는지를 확인한 다음, 이를 최적 아스팔트 함량으로 선정함
미국 (AI)	최대 안정도, 최대 혼합물 밀도, 그리고 공극률의 중간값(4%)에 해당하는 AP량을 각각 구하고 3개의 산술 평균값을 최적 아스팔트 함량으로 선정함
영국 (BS)	최대 안정도, 최대 혼합물 밀도, 최대 골재 밀도에 해당하는 아스팔트 함량을 각각 구하고, 각각의 아스팔트 함량의 산술 평균값을 최적 아스팔트 함량으로 선정함

되어지고 있다. AI 규정의 경우 88년도 Manual Series No. 2에서는 최적 아스팔트 함량 결정을 위하여 언급한 바와 같이 최대 안정도, 최대 혼합물 밀도, 공극률의 중간값에 해당하는 AP량을 각각 구하고 3개의 산술 평균값을 최적 아스팔트 함량으로 결정하였다. 95년도 MS에서는 NAPA와 ASTM 규정과 동일한 방식으로 공극률의 중간값(4%)에 해당하는 AP량을 최적 아스팔트 함량으로 결정하고 이를 통해 VMA, 포화도, 안정도, 흐름값을 검토하는 방식으로 배합설계를 실시하였다. 98년도 MS에서는 다시 과거의 방식으로 회귀하여 88년도 방식과 동일한 방식으로 최적 아스팔트 함량을 산정하고 있지만 공극률을 고려하는 용적 개념은 필수항목으로 고려하고 있다.

최근 마살 배합설계 방법과는 별도로 미국에서 Superpave 배합설계 방법이 개발되었다. 이 방법에서는 마살 배합설계에서 사용하는 충격식 다짐 방법과는 다른 니딩 다짐을 사용하지만, 최적 아스팔트 함량 결정은 공극률의 중간값(4%)에 해당하는 AP량을 최적 아스팔트 함량으로 결정하고 있다.

이와 같이 BS 규정을 제외한 국내·외 모든 마살 배합설계에서 최적 아스팔트 함량 결정 과정에서 공극률은 우선적으로 고려하는 필수 항목으로 규정하고 있고, 이러한 공극률을 만족하는 아스팔트 혼합물은 공용 과정에서 충분한 성능을 가지는 것으로 간주하고 있다.

한국건설기술연구원에서는 최적 아스팔트 함량 결정을 각 규정별로 실시하여 공용성 시험을 실시한 후 그 결과를 비교·검토하였다. 그 결과 공극률만을 고려하는 용적 개념의 배합설계와 공극률을 포함하여 안정도와 흐름값 등 3개 이상의 요소들을 고려하는 배합설계에서의 AP량 차이는 극히 미소한 것으로 나타났고, 공극률을 고려하지 않는 BS 규정에 의한 배합설계는 AP량에서 많은 차이를 보이는 것으로 나타났다.

또한 실내 성능 시험 결과에서는 회복탄성계수,

간접인장강도, 피로 등의 시험에서 기존의 최적 아스팔트 함량 결정으로 제조된 공시체와 공극률을 고려하여 결정된 최적 아스팔트 아스팔트 함량을 배합한 공시체 사이의 성능 시험 결과의 차이가 극히 미소한 것으로 나타났다. 이는 공극률만을 고려하는 배합설계 방법(NAPA, ASTM)이 공극률을 포함하는 3개 이상의 요소들을 고려하는 배합 설계 방법(AI, KS)과 성능 측면에서 차이가 없다는 것을 나타낸다.

### 3. 실내 시험

기존 KS 규정의 4개 요소들(공극률, 포화도, 안정도, 흐름값)을 고려하는 배합설계와 용적 개념인 공극률의 중간값(4%)을 고려하는 개선된 배합설계와의 비교를 위하여 실험실 내의 시험 반복성(Repeatability) 확보에 대하여 검토하였다.

용적 개념을 적용한 배합설계의 반복성을 검토하기 위한 방안으로 3개의 골재 입도를 선택하여 각 3회씩 총 9번의 마살 배합설계(3종류 입도×3번 배합설계)를 실시하였다. 마살 다짐기로 양면 75회 다짐을 실시한 후, 밀도 측정과 마살 안정도 시험을 통해 기존 방법에 의하여 결정된 마살 물성치들과 용적 개념의 방법에 의한 개선된 배합설계에 의한 마살 물성치들을 비교하였다.

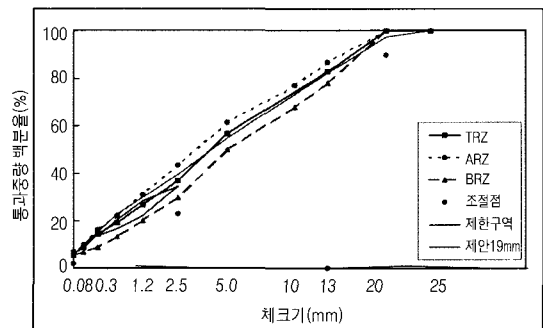


그림 1. 반복성 검토 공시체의 골재 입도 곡선

본 고에서 사용된 3개의 골재 입도는 Superpave의 제한 구역(Restricted Zone)을 기준으로 ARZ(Above Restricted Zone), TRZ(Through Restricted Zone), BRZ(Below Restricted Zone)로 입도를 분류하였다. ARZ는 세립분을 많이 포함하는 골재 입도이고 BRZ는 굵은 골재를 많이 함유하는 골재 입도이다. 따라서, 세립도(Fine Graded), 조립도(Coarse Graded), 그리고 이들의 중간 입도 혼합물에 대한 배합설계를 실시하여 기존 KS 규정 방법과 용적 개념인 개선된 배합설계 방식 사이의 차이를 규명하고자 하였다. <그림 1>은 본 고에 사용된 ARZ, TRZ, BRZ의 입도를 나타내고 있다.

#### 4. 시험 결과의 분석

상기의 3가지 골재 입도에 대하여 각각 3번씩의 배합설계를 실시하였고, 이를 통해 최적 아스팔트 함량과 마샬 물성치를 구하였다. <표 2>는 총 9번의 배합설계를 통해 구하여진 최적 아스팔트 함량과 마샬 배합설계 물성치들을 나타내고 있다.

##### (1) 최적 아스팔트 함량 분석

본 실험 결과를 통해 기존 4가지 요소들을 고려하는 방법과 공극률의 중간값(4%)을 고려하는 개선된 방법 사이의 최적 아스팔트 함량 차이를 분석하였다.

여기에서는 분산 분석(ANOVA-ANalysis Of VAriance)을 사용하였으며, 95%의 신뢰도를 기준으로 하였다. 각각의 입도에 대한 분산 분석 결과는 <표 3>과 같다.

이러한 통계 분석 결과, 기존 방법과 개선 방법 사이의 최적 아스팔트 함량 차이는 없는 것으로 나타났다. 모든 입도 종류에서 F ratio값이 기각치를 벗어나지 않는 것을 표에서 확인할 수 있다. 입도 종류별로 살펴보면 BRZ 입도에서의 OAC 차이가 가장 큰 것으로 나타났다. 그러나 F 기각치를 벗어나지 않으므로 그 차이는 전체적으로 미소하였다.

##### (2) 밀도 분석

ANOVA를 통해 밀도 결과값을 통계 분석한 결과는 <표 4>와 같다.

표에서 보는 바와 같이 밀도의 차이도 최적 아스팔트 함량과 같이 기존 방식과 개선 방식 사이의 차이가 없는 것으로 나타났다. BRZ 입도에서 F ratio값이 가장 큰 것으로 나타났으나 기각치와의 차이는 매우 큰 것을 볼 수 있다.

##### (3) 공극률 분석

ANOVA를 통해 공극률 결과값을 통계 분석 한 결과는 <표 5>와 같다.

상기의 공극률 결과값의 분산 분석 결과, 최적 아스팔트 함량, 밀도의 분산 분석 결과와는 반대의 결과를 나타내었다. ARZ, BRZ의 입도에서 F ratio

표 2. 배합설계 결과와 마샬 물성치들

골재 입도	입도 종류	배합설계 방법	OAC (%)	밀도 (kg/cm <sup>3</sup> )	공극률 (%)	안정도 (kg)	흐름값 (0.01cm)
19mm 밀립도	ARZ	기존	4.98	2.360	4.23	1513	33
		개선	5.05	2.363	4.00	1508	33
	TRZ	기존	4.94	2.367	3.88	1704	33
		개선	4.89	2.366	4.00	1716	33
	BRZ	기존	5.56	2.324	4.64	1028	34
		개선	5.87	2.329	4.00	1012	35

표 3. 최적 아스팔트 함량 결과값의 분산 분석 결과

변동의 요인	제공합	자유도	제공 평균	F ratio	P value	F 기각치
처리	0.0088	1	0.0088	<b>0.429</b>	0.548	7.71
잔차	0.082	4	0.0205			
계	0.09095	5				

(a) ARZ 입도

변동의 요인	제공합	자유도	제공 평균	F ratio	P value	F 기각치
처리	0.0038	1	0.0038	<b>0.113</b>	0.754	7.71
잔차	0.1328	4	0.0332			
계	0.1366	5				

(b) TRZ 입도

변동의 요인	제공합	자유도	제공 평균	F ratio	P value	F 기각치
처리	0.1411	1	0.1411	<b>2.118</b>	0.219	7.71
잔차	0.2665	4	0.0666			
계	0.4075	5				

(c) BRZ 입도

표 4. 밀도 결과값의 분산 분석 결과

변동의 요인	제공합	자유도	제공 평균	F ratio	P value	F 기각치
처리	1.35E-5	1	1.35E-5	<b>0.318</b>	0.603	7.71
잔차	0.00017	4	4.25E-5			
계	0.000184	5				

(a) ARZ 입도

변동의 요인	제공합	자유도	제공 평균	F ratio	P value	F 기각치
처리	2.67E-6	1	2.67E-6	<b>0.0497</b>	0.835	7.71
잔차	0.00022	4	5.37E-5			
계	0.000217	5				

(b) TRZ 입도

변동의 요인	제공합	자유도	제공 평균	F ratio	P value	F 기각치
처리	4.27E-5	1	4.27E-5	<b>0.489</b>	0.523	7.71
잔차	0.000349	4	8.72E-5			
계	0.000391	5				

(c) BRZ 입도

표 5. 공극률 분산 분석 결과

변동의 요인	제공합	자유도	제공 평균	F ratio	P value	F 기각치
처리	0.07935	1	0.07935	<b>20.88</b>	0.01	<b>7.71</b>
잔차	0.0152	4	0.0038			
계	0.09455	5				

(a) ARZ 입도

변동의 요인	제공합	자유도	제공 평균	F ratio	P value	F 기각치
처리	0.0216	1	0.0216	<b>1.259</b>	0.325	<b>7.71</b>
잔차	0.0686	4	0.0172			
계	0.0902	5				

(b) TRZ 입도

변동의 요인	제공합	자유도	제공 평균	F ratio	P value	F 기각치
처리	0.6144	1	0.6144	<b>31.67</b>	0.005	<b>7.71</b>
잔차	0.0776	4	0.0194			
계	0.692	5				

(c) BRZ 입도

값이 기각치를 훨씬 넘어서는 값을 나타내어 기존 방법과 신규 방법 사이에는 큰 차이가 있는 것을 볼 수 있다. 개선 방법의 공극률은 일정한 값(4%)을 나타낸 반면, 기존 방법에서는 동일한 입도의 혼합물에서도 공극률의 편차가 크게 나타났다. 특히, ARZ와 BRZ 입도에서는 공극률이 중간값(4%)보다 크게 나타나 기존 방식이 공극률을 다소 과대하게 만드는 것으로 나타났다. 설계자의 입장에서 밀도와 최적 아스팔트 함량에는 별 차이가 존재하지 않지만, 다짐 후 공극률이 일정하게 확보할 수 있는 일정한 품질의 아스팔트 혼합물을 생산하는데 문제점이 될 수 있다. 또한 공용성 측면에서도 일정한 공극률을 확보할 수 있는 아스팔트 혼합물 생산은 설계 공용성을 예측하는데 기본적인 사항이 될 수 있다. 이 외에 안정도 시험의 경우, 앞서 언급한 바와 같이 장비의 차이와 작동자의 비숙련도 때문에 시험 오차가 많이 발생한다는 사실을 감안할 때 용적 개념의 배합설계는 보다 안정적이고 일정한 품질의 아스팔트 혼합물을 생산하는데 우수할 것으로 판단된다.

(4) 안정도와 흐름값 분석

〈표 2〉에서 보는 바와 같이 안정도와 흐름값에서는 기존 방법과 개선 방법 사이에 별 차이가 없는 것으로 분석되어 추가적인 분산 분석을 실시하지 않았다. 배합설계 과정에서도 기존 방법의 4가지 요소들 중 최적 아스팔트 함량에 영향을 미치는 인자는 공극률과 포화도 뿐이었다. 안정도는 양면 75회 다짐 시 19mm 밀립도의 기준 값 750kgf를 모든 아스팔트 함량 범위에서 만족하였다. 이는 750kgf라는 안정도 기준 값이 너무 낮다는 것을 의미하며 배합설계시의 고려 대상이 전혀 되지 못한다는 것을 나타낸다.

흐름값에서도 기준 범위인 20~40(1/100cm)이 9개 샘플 중 1가지를 제외하고는 모든 아스팔트 함량 범위에서 만족하였다. 따라서 개선 방법과 기존 방법 사이의 고려 대상 차이는 공통 사항인 공극률을 제외하고는 포화도만 존재하였다. 포화도 역시 이론 최대밀도와 공시체의 겉보기 밀도로 고려되는 사항이므로 공극률만을 고려하였을 때와 비교해 별 차이가 없다. 따라서 기존 방식의 4가지 요소들 중 공극

를만이 최적 아스팔트 함량을 결정하는데 가장 중요한 요소로 판단되며, 안정도, 흐름값은 배합설계 시 최적 아스팔트 함량의 결정에서 변별력이 없는 것으로 사료된다. 그러므로 개선 방법으로 최적 아스팔트 함량을 결정하는 것이 기존 방식의 복잡한 요소들을 제거하고 안정적인 배합설계 결과를 도출할 수 있는 방법으로 판단된다.

(5) 변이 계수(coefficient of variance) 분석

기존 방법과 개선 방법 사이에서 각각의 입도를 통한 최적 아스팔트 함량의 변이 계수를 측정하였다. 변이 계수의 측정 목적은 샘플들의 표준 편차를 샘플의 평균으로 나눔으로서 변동성이 얼마나 큰지를 판단하는 것이다. 본 고에서는 각각의 입도에 대하여 3번씩의 배합설계를 실시하였으므로 3번의 배합설계의 변동성이 얼마나 큰지를 판단하는 것이 필요하였다. 변이 계수를 구하는 식은 아래와 같다.

$$\text{변이 계수}(C) = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

각각의 최적 아스팔트 함량에 대한 변이 계수 측정 결과는 <표 6>과 같다.

표에서 보는바와 같이 전체적인 변이 계수는 작게 나타났지만, 개선 방법의 변이 계수가 기존 방법보다 다소 크게 나타났다. 그 원인은 개선 방법은 단지 하나의 요소(공극률의 중간값)만을 고려하는 반면, 기존 방법은 4개의 요소(공극률, 포화도, 안정도, 흐름

표 6. 변이 계수 측정 결과

입도 종류	배합설계 방법	변이 계수 (%)
ARZ	기존	3.41
	개선	3.99
TRZ	기존	2.67
	개선	3.03
BRZ	기존	3.60
	개선	5.20

값)를 고려하기 때문이다. 이는 고려하는 요소가 많을수록 그 변동성은 작아지기 때문에 나타나는 결과이다. 개선 방법의 변이 계수가 기존 방법과 큰 차이를 나타내지 않으므로 개선된 배합설계 방법의 변동성이 양호한 것으로 판단된다.

5. 결 론

용적 개념의 최적 아스팔트 함량 산정 방법의 신뢰성과 반복성(Repeatability)을 검토하기 위하여 입도 조정(ARZ, TRZ, BRZ)을 통하여 총 9번의 배합설계를 실시한 후 기존 방법과 비교·검토하였다. 분석 결과, 밀도와 최적 아스팔트 함량에는 기존 방법과 개선 방법 사이에 차이는 존재하지 않았다. 그러나 공극률에서는 용적 개념의 개선 방법이 모두 4%에 해당하는 반면, 기존 방법을 적용할 때 ARZ, BRZ 입도에서는 4%보다 크게 나타났다.

최적 아스팔트 함량의 변이 계수 분석 결과에서는 개선 방법의 변이 계수가 기존 방법보다는 상대적으로 크게 나타났지만 그 차이는 미소하였다. 이는 4가지 요소들을 고려하였을 때보다 1가지 요소(공극률의 중간값)를 고려하였을 때 변동성이 크다는 것을 전제로 할 때 매우 양호한 결과이다.

기존 방법의 마살 배합설계에서의 2가지 요소들(안정도, 흐름값)은 최적 아스팔트 함량 산정에 있어 전혀 고려 대상이 되지 못하였다. 안정도는 9개의 배합설계에서 모두 기준 값을 만족시키는 것으로 나타났고, 흐름값도 1개의 배합설계를 제외하고는 모두 기준을 만족하였다. 따라서 기존 방법의 배합설계에서 고려되는 4가지 요소들 중 2가지(공극률, 포화도)로서 배합설계가 실시되는 경향을 나타내었고, 공극률과 포화도가 서로 용적 개념의 연관이 있는 요소들이므로 공극률만의 요소로 배합설계를 실시하는 것이 기존 방법의 부적절한 마살 안정도 시험에 의한 오차를 줄이고 배합설계의 복잡성과 불편성을 줄이는 것이라 판단된다.

참고로 개선 방법을 적용하여 최적 아스팔트 함량을 구할 때는 마찰 안정도 시험이 필수 항목은 아니지만, 용적 개념(공극률의 중간값)으로 결정된 최적 아스팔트 함량으로 공시체를 제작하여 품질 시험 항목으로서 마찰 안정도 시험을 실시하고 안정도와 흐름값이 기준에 만족하는지를 검토하여야 한다. 또한 이외에도 다른 마찰 물성치(포화도, VMA) 기준에 대한 만족 여부도 함께 검토하여야 한다.

## 6. 참고 문헌

1. 아스팔트 포장 연구회(1998), "가열 아스팔트 혼합물의 배합 설계 지침"
2. 한국표준협회(2001), "KS 핸드북"
3. Asphalt Institute(1988), "Mix Design Methods for Asphalt Concrete - Manual Series No. 2"
4. Asphalt Institute(1995), "Mix Design Methods for Asphalt Concrete - Manual Series No. 2(sixth edition)"
5. Thomas D. White, "Marshall Procedures for Design and Quality Control of Asphalt Mixtures", Asphalt Paving Technology, Vol. 54, 1985.

본 특집기사는 건설교통부에서 발주한 "한국형 포장설계법 개발과 포장성능 개선방안 연구"의 연구성과물인 "소성변형저감을 위한 잠정 지침"을 요약한 것으로, 잠정 지침 원문은 인터넷의 『www.pavementinfo.com』을 참조하기 바랍니다.

### 연회비 조정안내

우리 학회 창립이래, 5년간 유지해 온 정회원 연회비 2만원을 2004 회계년도부터 3만원으로 조정하여 학회재정압박을 완화하고, 투고자에게 고료를 지불하는 등 학회운영에 정상화를 기하고자 제3회 이사회(2003. 9. 26 개최)에서 의결하였사오니, 회원 여러분께서는 이를 양해하시고 적극 협조하여 주시기 바랍니다.

학 회 사 무 국