

アスファルト混合物マーシャル供試体の 10 年間自然曝露試験結果報告

東北工業大学 正 会 員 ○竹内 健二
東北工業大学 正 会 員 村井 貞規
東北工業大学 高橋 伴

1. 目的

2015 年開催の国連気候変動会議(COP21)では、温室効果ガスの排出をできるだけ早く減少に転じさせ、今世紀後半には、森林や海による吸収を下回る実質ゼロを目指すという目標が提示された。アスファルト舗装事業においても、新アスファルトの製造および運搬のための CO2 排出量を削減することや、再生加熱アスファルト混合物・新規加熱アスファルト混合物の混合温度を下げることで、また常温混合などの技術開発が行われている。

本報告は、アスファルト混合物の製造技術開発の基礎データとして、加熱アスファルト混合物マーシャル供試体を 10 年間自然曝露し、その基本的な性状変化を考察したものである。

表-1 配合表

項 目		再生	新規
骨材種類 および 配合率 (%)	6 号碎石	—	39.0
	7 号碎石	—	11.6
	粗砂	—	19.8
	細砂	5.0	19.3
	石粉	—	10.3
	再生骨材	95.0	—
計		100.0	
再生用添加剤量 (対旧 As%)		14.0	—
設計アスファルト量 (%)		6.0	6.3
設計針入度(1/10mm)		70	

2. アスファルト混合物マーシャル供試体の経年変化

2.1 実験概要

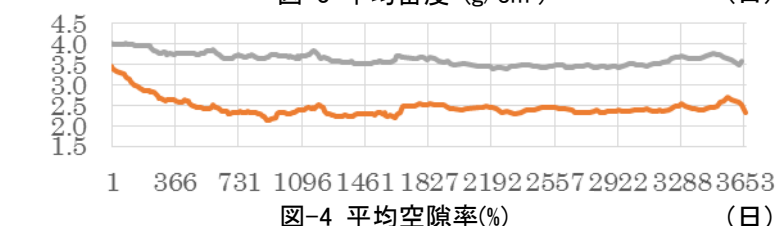
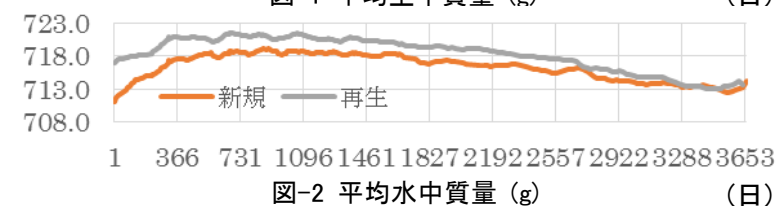
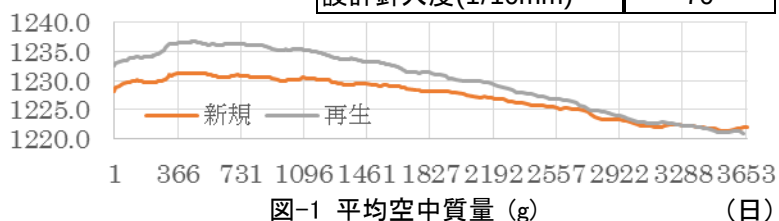
2005 年に表-1 の配合設計により、再生骨材 95% の再生加熱密粒度アスファルト混合物(13F) (以下、再生)と、新規加熱密粒度アスファルト混合物(13F) (以下、新規)のマーシャル供試体をそれぞれ 3 個作製し、本学 6 号館屋上に無荷重で自然曝露し、同一供試体の密度試験(空中質量、水中質量、表乾質量を計測し、密度および空隙率を求める)を、1700 日までは 10 日間隔で、以降は 20 日間隔で 3650 日程度実施した。

2.2 実験結果

再生 3 個平均と、新規 3 個平均の、空中質量、水中質量、密度、空隙率を移動平均法によりグラフ化し経年の変化を読み取った。

再生の空中質量(図-1)は、作製直後から 30 日程度経過まで増加しその後安定した。700 日程度から緩やかに減少し、1700 日程度から減少傾向が強まった。水中質量(図-2)は、30 日程度経過まで増加した後安定し、1300 日程度から減少傾向になった。結果として、密度(図-3)は緩やかな増加傾向が続き、空隙率(図-4)は緩やかな減少傾向が続いた。空隙率は作製時 3.9%で、10 年経過時も 0.3 ポイント程度の減少であり基準値内であった。

新規の空中質量(図-1)は、90 日程度経過まで増加し 700 日程度でピークになり、その後は緩やかな減少を続け、1600 日程度から減少傾向が強まった。水中質量(図-2)は、90 日程度経過まで増加し、950 日程度をピークに横ばいとなり、1600 日程度から減少傾向となった。結果として、密度(図-3)は 300 日経過程度まで増加が続き、900 日程度をピークに横ばいか減少の傾向を示し、1600 日程度から減少傾向になった。空隙率(図-4)は 300 日経過程度



キーワード：加熱アスファルト混合物・再生混合物・新規混合物・マーシャル供試体・曝露試験

連絡先：仙台市青葉区愛子東 5-1-33 090-8923-7322 takenji@mxh.mesh.ne.jp

まで減少が続き、その後は緩やかに減少し 800 日経過程度からは変動は見られるものの横ばいとなった。しかし、作製時は 3.5% あった空隙率が、260 日経過程度以後は空隙率基準の下限値である 3% より減少した。10 年経過時では 1 ポイント程度減少した。

3. マーシャル安定度およびアスファルトの経年変化

3.1 実験概要

マーシャル供試体作製直後と 10 年経過時のマーシャル試験結果を比較した。また、新アスファルトとマーシャル供試体からの抽出後含有アスファルト(旧アスファルト)の針入度試験および TLC/FID 法による組成分析を行った。

3.2 実験結果

表-2 マーシャル試験およびアスファルト試験結果 ※旧分析方法(カラムクロマトグラフィー法)

表-2 に試験結果を示す。

マーシャル試験では、再生、新規共に、密度が増し空隙率が低下した。また、安定度が増加しフロー値が高まった。

アスファルト試験では、アスファルト量が減少し、針入度が低下した。組成分析では、芳香族分が減少しレジン分が増加した。

項 目		マーシャル試験結果				アスファルト量 %	針入度 試験- 1/10mm	組成分析結果 (%)			
		密度	空隙率	安定度	フロー値			飽和分	芳香族分	レジン分	アスファレン分
		g/cm3	3~5	4.9kN ↑	20~40						
再生	再生アスファルト	—	—	—	—	—	61	5.7	46.1	30.0	18.2
	旧分析方法	—	—	—	—	—	71	14.2	39.6	31.0	14.0
	作製直後 (A)	2.391	3.9	17.47	28	6.0	30	5.6	43.2	31.5	19.7
	旧分析方法(B)	—	—	—	—	—	31	14.9	38.1	28.1	18.2
	10 年経過 (C)	2.398	3.6	11.20	40	5.3	150	5.6	28.5	51.8	14.1
新規	新アスファルト (D)	—	—	—	—	—	70	10.4	61.4	14.0	14.2
	旧分析方法(E)	—	—	—	—	—	68	13.8	47.0	26.9	12.4
	作製直後 (F)	2.371	3.5	11.25	38	6.3	54	6.2	43.7	28.7	21.4
	旧分析方法	—	—	—	—	—	47	14.0	44.5	26.3	15.2
	10 年経過 (G)	2.399	2.4	17.33	33	6.1	18	5.3	39.9	38.4	16.4

4. 考察

空中質量 (図-1) は、骨材が絶乾状態に近く、後に湿度水分を吸収することにより初期段階では増加を示す。700~900 日程度から減少傾向となるが、骨材を薄膜するアスファルトの軽質油分の揮発減量とそれに伴い供試体表面および骨材表面の粘着性が減少し(かさつき)骨材微粒子が剥離・飛散・脱落すると考える。再生の変動が新規に比較して大きいのは、再生アスファルトの粘着性が劣り、湿気を多く吸うことと骨材の剥離・飛散・脱落などが多いことと考えられる。水中質量 (図-2) は、アスファルト軽質油分の揮発による浮力の低下により増加するが、ある程度の揮発が終了することで、相対的に質量が減少して行くと考え。新規の当初増加が再生より多いことは、新アスファルトの方が揮発成分が多い結果であると考え。密度 (図-3) および空隙率 (図-4) は計算の結果であり、その変動幅は再生が新規に比較し 1/3 程度となっている。再生の含有アスファルトは、再生行為以前に長期に亘る揮発および重合を受けていたのでその変化の幅が少なく新規よりも変動が少ないと考える。いずれにしても空隙率は減少するという結果を得た。

マーシャル試験結果およびアスファルト試験結果 (表-2) から、再生供試体の安定度は作製直後よりも 10 年経過が低下しフロー値は増加したことにより、脆化しもろくなったと考える。また新規供試体の安定度は作製直後よりも 10 年経過が増加しフロー値は低下したことにより、硬化し柔軟性が失われた(これが再生骨材となる)と考える。スファルト量は作製直後より減少するがその差は新規より再生の方が大きい。これは軽質油分の多い再生用添加剤の影響と考える。針入度は、10 年経過で 20 (1/10mm) 以下となり、再生骨材として不適当になることがわかった。組成分析では、10 年前に実施したカラムクロマトグラフィー法から TLC/FID 法に試験法が替わり数値比較することができないため、TLC/FID 法に合わせた比較試験を行った。再生および新規共に芳香族分が失われレジン分が増加することがわかった (図-5)。このことは、成分が重合し構造硬化・高分子化している結果と考える。

10 年経過すると、アスファルト舗装体は特性である柔軟性が失われる。CO² 排出量削減のためのアスファルト混合物の製造技術開発においては、芳香族分・空隙率の重要性を再確認し、循環再生を前提にした研究が必要と考える。

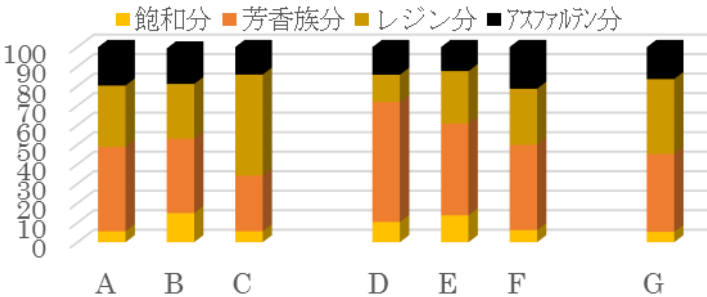


図-5 組成分析結果グラフ