

アスファルト混合物供試体の締固め方法と寸法が骨格構造と力学特性に及ぼす影響

(株)NIPPO コーポレーション 技術研究所

正会員 ○岩間 将彦

University of Nottingham

G.D.Airey

Scott Wilson

A.E.Hunter

1. はじめに

アスファルト混合物の供試体作成時には、円筒形モールドを使用して締め固めるのが一般的である。しかし、その場合、骨材はモールドの円周方向に沿って配列されやすいため、このような骨格構造が混合物の力学特性評価に影響を及ぼす要因になるとされている¹⁾。また、締固め装置にはマーシャルランマーなど多くのものがあるが、こうした締固め方法の違いによる骨格構造への影響はまだ十分に明らかにされていない。

そこで、本研究では、異なる締固め方法で作成した供試体の画像解析と力学試験とから、供試体の締固め方法と寸法が骨格構造と力学特性に及ぼす影響について検討した。

2. 使用材料

供試体は、BS4987 で規定している最大粒径 28mm の基層混合物 (Dense Bitumen Macadam)で作成した。その骨材には、画像解析の際に識別しやすい石灰岩を使用した。バインダーは針入度 50 のストレートアスファルトを使用し、設計アスファルト量は 4%とした。混合物の配合を表-1 に示す。

表-1 本研究で使した配合

ふるい目 (mm)	粒度範囲 (%)	合成粒度 (%)
37.5	100	100
28	90-100	98
20	71-95	83
14	58-82	68
6.3	44-60	52
3.35	32-46	38
0.3	7-21	14
0.075	2-9	7

3. 供試体作成方法

(1) **ジャイレトリーコンパクタ(CGC)** 装置は Cooper Research Technology 社製のものを使用した。締固め条件は 圧力: 0.8MPa, 旋回角: 2.0°, 回転数: 30 回/分とし、直径 150mm, 高さ 100mm の供試体を作成した。供試体はカッターで高さ 60mm に成形して、上下断面の骨格構造を画像解析した後、後述の力学試験を実施した。その後、さらに供試体中心部における骨材の配列を把握するため、コアカッターで直径 150mm の供試体から直径 100mm のコアを抜き出し、同様の手順で供試体を評価した。

(2) **振動タンバ** 振動タンバは、電力 800W, 周波数 35Hz で稼働するものを使用し、直径 152mm, 高さ 100mm の供試体を作成した。その後、CGC の場合と同様の手順で供試体を評価した。

4. 画像解析手法

骨材の骨格構造は、図-1 に示す画像解析装置を用いて評価した。本装置より得られる主な情報は、切断面における骨材面積、画面上の y 軸と骨材の長軸がなす角(β)、骨材断面の中心座標 (x_c, y_c) である。これらの情報を活用し、半径方向と各骨材の長軸とのなす角度 ε_i (°)を算出した。図-2 に示すように、 $\varepsilon_i = 0^\circ$ はモールドの円周方向に対して骨材が直角に、 $\varepsilon_i = 90^\circ$ は骨材が平行に向いていることを示す。また、 $\varepsilon_i = 45^\circ$ は骨材がランダムに並んでいることを表す。個々の骨材に対し ε_i を算出した後、図-3 に示すように骨材面積と ε_i の関係を調べ、近似線の傾き ε_s (°/cm²)を供試体の骨材角度として表現した。

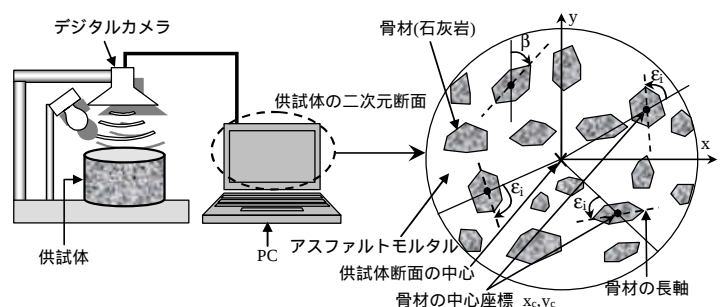
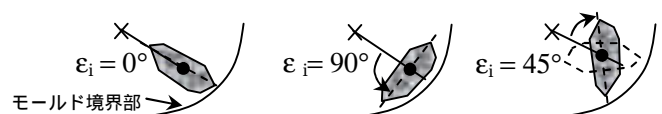


図-1 画像解析装置

図-2 半径方向と骨材長軸のなす角度 ε_i (°)

キーワード 締固め方法, 骨格構造, モールド境界部, 画像解析, 力学試験

連絡先

〒140-0002 東京都品川区東品川 3-32-34 (株)NIPPO コーポレーション 技術研究所 TEL 03-3471-8541

5. 力学試験

実験では、英国で主に行われている Indirect Tensile Stiffness Modulus (ITSM) 試験 (BSI DD213)を実施し、スティフネスを測定した。これは、非破壊の間接引張り試験であり、試験条件は 試験温度:20℃、荷重荷重時間:124ms、最大横方向変位:7μm (直径 150mm 供試体)、5μm (直径 100mm 供試体)とした。

6. 検討結果

(1) 画像解析 供試体の骨材角度 ε_s の測定結果を表-2に示す。直径 150mm では、CGC 及び振動タンパ供試体はともに $\varepsilon_s > 1$ を示しており、骨材がモールド円周方向に配列された影響であると推測できる。一方、直径 100mm では、コア抽出によりモールドの影響を排除したにもかかわらず、直径 150mm と比較して ε_s の値に大きな変化は見られなかった。しかし、既往の研究²⁾によれば、コアカッター接触部分においては図-4に示すように、擬似的な円周方向並びの骨材を作り出すという報告がある。したがって、以上の結果だけでは正確に直径 100mm の ε_i を評価できていないといえる。

そこで、直径 150mm のデータから直径 100mm のデータを抽出し、その ε_i を算出することで直径 100mm の ε_s を評価することとした。表-2に示すように、コンピュータ上で抽出した直径 100mm の ε_s は、実際に抽出したコアに比べて大幅に小さい値を示す結果となった。 $\varepsilon_s = 0$ (°/cm²)とは、全ての骨材がランダムに配列されている、すなわち $\varepsilon_i = 45^\circ$ であることを意味している。これより、円筒形モールドで作成した供試体の中心部における骨材配列は、締固め方法に関係なくランダムであると思われる。

(2) 力学試験 試験結果を表-3に示す。これより、振動タンパ供試体は CGC 供試体よりもスティフネスが大きいことが分かる。また、直径の違いを比較すると、いずれの締固め方法でも直径 100mm の方が空隙率とスティフネスは小さくなっている。なお、このように空隙率が低下したにもかかわらずスティフネスが小さくなっているのは、モールド円周方向に骨材が配列された影響によるものであると考えられる。

7. まとめ

検討結果より、締固め過程でモールド円周方向に配列された骨材は、スティフネスに影響を及ぼすことが確認できた。特に振動タンパで供試体を作成した場合、その影響が顕著に表れる。しかし、供試体中心部における骨材配列は、締固め方法に関係なくランダムであることが分かった。そのため、アスファルト混合物の力学特性を評価する際は、あらかじめ径の大きいモールドで供試体を作成し、供試体中心部のコアを力学評価などに使用することが望ましいと考える。

参考文献: 1) Harvey, J., Sousa, J. B., Deacon, J. A., and Monismith, C. L. "Effect of Sample Preparation and Air-Void Measurement on Asphalt Concrete Properties". *Transportation Research Record No.1317*. Washington, D.C., pp61-67. 1991. 2) Hunter, A.E., Airey, G.D. and Collop, A.C. "Aggregate Orientation and Segregation in Laboratory-Compacted Asphalt Sample". *Transportation Research Record No.1891*. Washington, D.C., pp8-15. 2004.

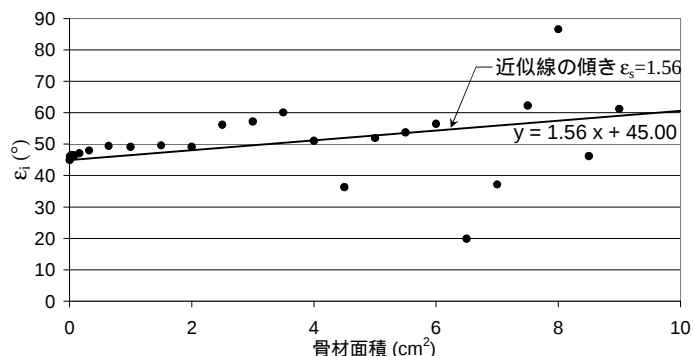


図-3 ε_i と骨材面積の関係

表-2 各供試体タイプの近似線の傾き

ε_s (°/cm ²)					
ジャイレトリ-コンパクション			振動タンパ		
150mm	100mm	100mm(C)	150mm	100mm	100mm(C)
1.56	1.53	0.17	1.98	2.26	0.39

*) (C)は150mmデータから抽出した100mmデータ

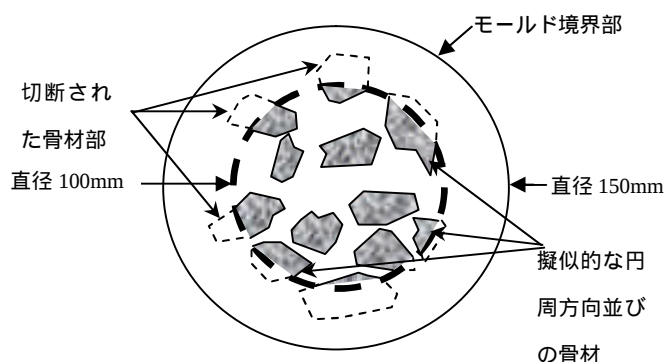


図-4 コア抽出後の直径 100mm 供試体断面

表-3 力学試験結果

パラメータ	ジャイレトリ		振動タンパ	
	150mm	100mm	150mm	100mm
密度(kg/m ³)	2432	2438	2421	2433
空隙率(%)	2.75	2.48	3.14	2.26
スティフネス(MPa)	6786	6304	8042	7435