

東京工業大学 正 渡辺 隆
 “ 正 渡辺 暉彦
 “ 学 〇 市川 篤司

1. はじめに

アスファルト混合物のスティフネス、強度、破壊時ひずみ量などの力学特性は、温度、載荷速度、材料の性質や配合に大きく依存する。本研究は、これらの要因が、どのように力学特性に影響するかを詳細に検討しようとするものである。実施した試験は一軸圧縮試験および縦振動試験である。

2. 使用材料および実験条件

作製した試料は表1の通りで、密粒度アスコン、開粒度アスコン、修正トペカ、フィラー・アスファルトの他に、最大粒径を2.5mmとし大きな密度が得られるように粒度を調整したアスファルトモルタル、および、ふるいわけた単粒砂による砂・フィラー・アスファルト混合物15種の計20種である。アスファルトは針入度の異なるもの6種を選び、その諸元を表2に示す。P.I.はいずれも-1前後で感温性にはあまり差がないと考えられる。アスファルト量は20℃における一軸圧縮強度を最大にするものについてだけ考察した。供試体は径5cm、高さ10cmの円筒形で、試験温度は-20~60℃、圧縮試験におけるひずみ速度は 5×10^{-4} 、 2.5×10^{-3} 、 $1 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$ の3段階、縦振動試験における強制振動数は1000~5000 Hzである。

表1 供試体とグラフの記号

	砂の 粒度 (mm)	フィラー量 $V_f/(V_s+V_f)$				
		0	0.2	0.4	0.6	0.8
密粒度アスコン ▽	0.3	○	◇	◇	◇	◇
開粒度アスコン ×	0.6	○	◇	◇	◇	◇
修正トペカ △	0.6	○	◇	◇	◇	◇
粒調アスモル *	0.6	○	◇	◇	◇	◇
フィラー・アスファルト ⊙	1.2	○	◇	◇	◇	◇
	2.5	○	◇	◇	◇	◇

表2 アスファルトの諸元

種類	20/40	60/80	80/100 I	80/100 II	100/120	150/200
針入度	27	67	90	89	117	190
軟化点	57.0	47.5	45.5	46.0	44.0	39.0
P.I.	-0.908	-1.16	-0.948	-0.828	-0.617	-0.711

3. 実験結果および考察

a). 一軸圧縮強度 σ_b の感温性

Andradeの粘度の感温性に関する式 $\eta = Ae^{B/T}$ (Tは絶対温度) にならい $\sigma_b = Ae^{B/T}$ と表わせるとする。縦軸に $\lg \sigma_b$ 横軸に $1/T$ をとると図1のようなグラフが得られる。どのような配合のものでも10℃ (T=283 K) 付近で傾きが変化し、低温側の傾きは配合によらずほぼ一定であるが、高温側の傾きは骨材の骨積率が密なほど小さい。これを示すために骨材充てん率 P を次のように定義する。

$$P = \frac{\text{骨材体積}}{\text{供試体全体積}} \quad (\text{骨材体積にはフィラーも含む})$$

ただし、圧縮強度の場合には、フィラーのまわりに厚さ1ミクロン程度で吸着していると考えられるアスファルト膜を固体とみなして骨材に含めた補正骨材充てん率 P' を用いた方がデータの適合性がよい。すなわち、

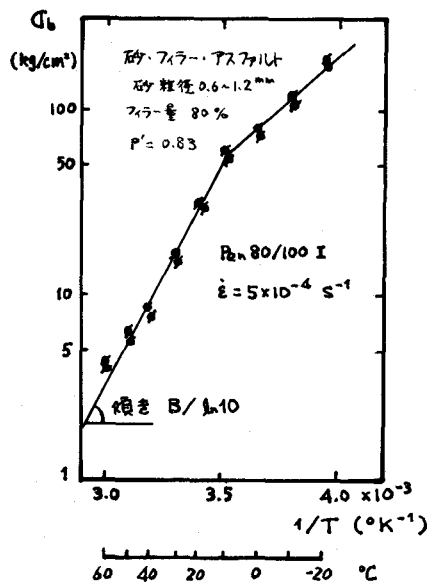


図1. 圧縮強度 σ_b と絶対温度 T

$$P' = \frac{\text{骨材体積} + \text{フィラーに1mm厚で吸着しているアスファルト体積}}{\text{供試体全体積}}$$

他方、0.5%程度のひずみに対するスティフネスおよび微小ひずみに対応する複素弾性率では、補正しない骨材充てん率 P を採用した方がデータの適合性がよい。圧縮試験における破壊時ひずみ量は、試験条件により異なるが、数%のオーダーである。このことから、アスファルト膜の働きが、変形の大いところと小さいところで異なると考えられる。

圧縮強度に対する図1の高温側の傾き B と P' との関係は図2のようである。

$$B = m(1 - P') \quad (m \text{ は定数})$$

と表わすことができる。低温側では $B = \text{const.}$ である。すなわち

$$G_b \propto \exp\{m(1 - P')/T\} \quad T > 283^\circ\text{K}$$

$$G_b \propto \exp\{m'/T\} \quad T < 283^\circ\text{K}$$

とおくことができる。この定数 m , m' はバインダーの P.I. にのみ依存すると考えられるが、本研究に使用したアスファルトについては有意な差は得られなかった。

b). 載荷速度依存性

速度範囲がせまいため、圧縮強度 G_b とひずみ速度 $\dot{\epsilon}$ の関係は両対数座標で直線とみなせる。すなわち、 $G_b \propto \dot{\epsilon}^\alpha$ (α は定数) とおくことができる。

c). 圧縮強度 G_b と補正骨材充てん率 P' との関係

図3は 40°C における試験結果で

$G_b/e^{m(1-P')/T}$ と P' との関係を示す。各種の混合物を対象にしているが、各点は連続な一本の曲線を形成している。この曲線の関数形の詳細については検討中であるが、今のところ

$$\left(\frac{kP'}{1-kP'}\right)^n \quad (k, n \text{ は定数}) \text{ を考えている。}$$

d). 圧縮強度 G_b と針入度 Pen との関係

アスファルトの種類を変えた場合、それらの P.I. はほぼ同じなので、混合物の感温性には影響を与えなかった。従って結果は針入度だけに左右され $G_b \propto Pen^{-\beta}$ (β は定数) が得られた。このことから混合物の圧縮強度はバインダーの基準粘度に依存していると考えられる。以上から

$$G_b = A Pen^{-\beta} \dot{\epsilon}^\alpha \left[\frac{kP'}{1-kP'} \right]^n \exp\{m(1-P')/T\} \quad (T > 283^\circ\text{K})$$

$$G_b = A Pen^{-\beta} \dot{\epsilon}^\alpha \left[\frac{kP'}{1-kP'} \right]^n \exp\{m'/T\} \quad (T < 283^\circ\text{K})$$

を得た。圧縮試験におけるスティフネスおよび縦振動試験における複素弾性率についても同様な式が得られ、van der Poel, Heukelom, Klomp の提唱している実験式と比較検討中である。

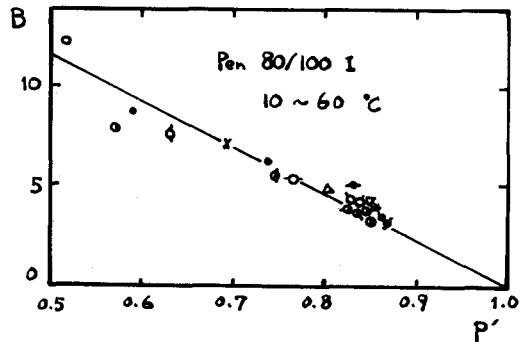


図2 感温性係数 B と補正骨材充てん率 P'

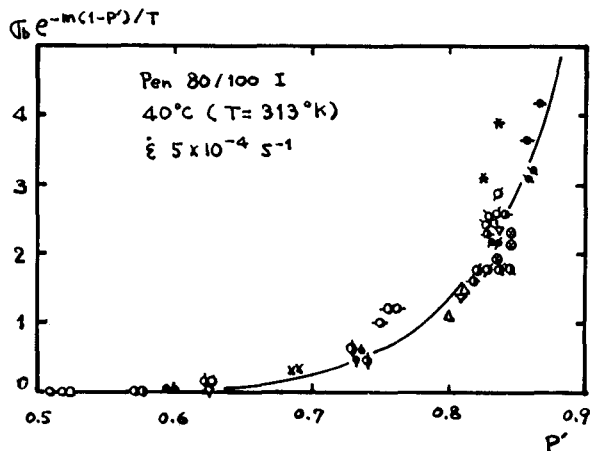


図3 圧縮強度 G_b と補正骨材充てん率 P'