

密粒度アスファルトコンクリートの動的試験について

山口大学工業短期大学部 正員 上田 満
山口大学工業短期大学部 学員 ○ 鈴木繁人

1. 概 説 : アスファルト舗装の表層に主として用いられる密粒度アスファルトコンクリートについてその動的性状が温度および周波数、アスファルト量とともにどのように変化するものを検討したものである。過去にはサンドアスファルト系のものについては報告しているが、密粒度アスコンについては韓国めの困難さにより十分な実験ができなかったものである。本研究はとくに緩和能力が温度変化とともにいかに変化するものを主目的にしており、さらには最近よく問題とされるアスファルトのハグ離れと疲労性状の関係についても検討してみた。また、定ひずみ速度試験より求めた粘弾性定数を動的な応答に適用可能かどうかについて考察したものである。

2. 使用材料および供試体の作成 : 使用したアスファルト配合の配合、アスファルトの性状は表-1に示されている。アスファルト量はマーシャル法により決定し6%である。また骨材の静的ハグ離れ試験、水浸マーシャル試験(60℃48時間水浸後の残留率測定)の結果が同様に表-1に明記されている。供試体は40×40×35cmの棒状で最初20×40×6cmの板状の形ワクの中に配合を入れ簡易圧入試験機により66kg/cm²の圧力で10分間圧縮し、その後オイルトラッキングマシンにて1時間トラバースを行ない、板状の供試体を作った。冷却後カツティングマシンにより棒状の供試体(上記の寸法)に六面カットにより成形し、作成精度は各面ともに±1mmになるようコントロールされている。

3. 載荷試験法 : ひずみ制御方式とし、4点曲げ試験で、スパン長30cm、載荷点間隔10cmになるようにセットし、温度制御された恒温水槽中において供試体にたわみを与えその応答として荷重を得る方法で試験を行なった。この場合供試体中央部に於ける応力、ひずみは一般に次のように表わせる。

$$\sigma = \frac{6Pl}{bh^2} \text{ ----(1), } \epsilon = \frac{12hd}{3l^2 - 4l^2} \text{ ----(2)}$$

但し、 b : 供試体の幅 (cm) h : 供試体の高さ (cm)

l : スパン長 (cm) l_1 : 交点から載荷点までの距離 (cm), P : 荷重 (kg),

d : 供試体中央部のたわみ (cm),

Table 1.		Binder
Sieve opening(mm)	% passing	
20.0	100.0	Straight
13.0	97.8	asphalt; 60/80
10.0	86.7	Pen. (25°C, 100g, 5sec); 72
5.0	58.0	T.r&b(°C); 47.5
2.5	34.7	P.I.; -1.3
0.6	19.5	Asphalt content
0.3	14.8	; 6 %
0.15	11.2	
0.075	8.5	
Stripping test		> 5 %
Immersion Marshall test		83.2 %

なお、測定は載荷部のたわみ $\{\delta \text{ (cm)}\}$ 、ロードセルの荷重 $\{P \text{ (kg)}\}$ であるのでこれを用いて変形すれば、 $\sigma = Pl / bh^2 \text{ ----(3), } \epsilon = 108h\delta / 20l^2 \text{ ----(4)}$ となり4点曲でスパン長が30cmの場合には(3)、(4)式は $\sigma = 0.469P / b$ 、 $\epsilon = 2.4 \times 10^{-2} \delta$ となる。載荷は定ひずみ速度試験(ひずみ速度 $1.3 \times 10^{-4} \text{ 1/sec}$, $1.98 \times 10^{-5} \text{ 1/sec}$)、動的試験、疲労試験に分けて行ない、温度は2℃、14℃に重点をおき、繰返し応力緩和試験については、周波数を1/Hz、ひずみを 4.5×10^{-4} とし温度も2℃から3℃おきに14℃まで5段階に変化させて、その緩和応力の変化を追ってみた。また2℃、14℃にては周波数も10/Hz、1/Hz、0.1/Hzと変化させその複素弾性率、および破壊回数等について検討してみた。ハグ離れとの関係を考慮するために14℃の恒温水槽中に48時間水浸後の疲労試験も行ない、標準の場合と比較することにした。

4. 試験結果および考察 : 繰返し応力緩和試験に関してはひずみ変形として矩形変形を供試体を与えその結果として得られる応力を求めたわけで、その結果が図-1に示されている。この図は5℃載荷回数50回の場合であり図に示されているのが緩和応力と考えられる。この緩和応力が載荷回数とともにどのように変化するものを検討したものが、図-2でありまた、初期(繰返し回数10回に統一)の緩和応力と温度との関係を示したものが表-2である。

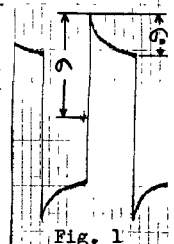


Fig. 1

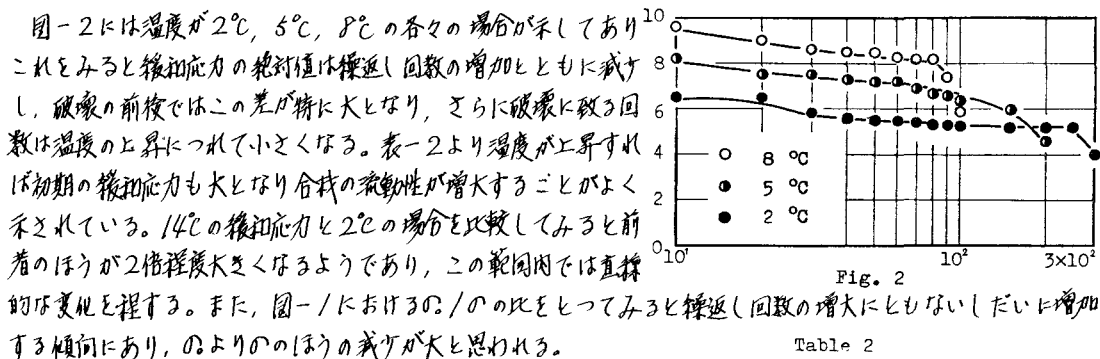


Fig. 2

Table 2

Temperature(°C)	2	5	8	11	14
σ_b (Kg/cm ²)	6.5	8.0	9.7	11.9	13.6
σ_b/σ (%)	29.3	36.3	45.8	59.0	65.8

湿度変化に対してはこの比は温度の上昇とともに大となり、2°Cにおける比の値(%)29.3から14°Cの65.8までの変化を採し、これもやはり2倍程度の差が出る。2°C、14°Cにてひずみを 4.5×10^{-3} に保ち周波数を10、1、0.1 Hzと変化させたときの複素弾性率またはスティフネスが表一に示されている。これを見ると正弦波形による複素弾性率の絶対値($|E^*|$)は周波数の増加(載荷時間(1/ω, ω=2πs; sは周波数)の減少)につれて大となり、 $|E^*|$ と載荷時間との関係はなだらかな曲線を描く、当然のことであるが2°Cのほうがより大きな $|E^*|$ を採し載荷時間の増加にともなうこの用きは大きくなるようである。

Table 3

Kind of wave	Temperature (°C)	Complex modulus or Stiffness ($\times 10^3$)		
		0.1Hz	1Hz	10Hz
Sinusoidal wave	2	2.78	3.74	4.56
	14	1.32	2.29	3.52
Square wave	2	5.52	4.84	4.65
	14	5.23	4.31	3.68

矩形波形によるスティフネスは正弦波形による $|E^*|$ とは逆の傾向を採している。2°Cのスティフネスがこの場合も大きいわけだが、この用きは載荷時間の増加につれて小さくなる。また10Hzの周波数においては正弦波形の $|E^*|$ も矩形波形のスティフネスも同じぐらいの値となる。破壊にいたる回数については正弦波形では周波数が変化しても同じが、周波数が減少すると多少増加するようであるが矩形波形の場合は周波数が1/10、1/100と小さくなるにつれて、破壊回数も1/10、1/100と少なくなるようである。図-3には温度14°C、周波数10Hz、正弦波形のものについての標準疲労試験と水浸疲労試験の結果が示されている。表-1に示されているように骨材の静的ハク離試験では5%以上(規定では5%以下)、水浸マーシャル試験による残留率定度は83.2%(規定では75%以上)となっているので、静的ハク離試験は規定に合わないわけでこの影響が疲労試験については約1/2の破壊回数となつて現われるようである。温度が低くなって2°Cになるとこの差は全くなくなる。さらに水浸の場合初期(載荷回数100回)における複素弾性率は少しばかり低くなるようであるがひずみが大きくなるとこの傾向は顕著となる。なお直線の方程式は最小二乗法で求めると $\log \sigma = 10^{-2} (1/E)^{\beta}$ となるが水浸の場合 $\alpha = 10.37$, $\beta = 4.37$, 非水浸の場合 $\alpha = 10.01$, $\beta = 4.39$ で相関係数は-0.97、-0.95となる。

5. まとめ : 以上の実験結果より、複合能力は温度の上昇とともに増加し、2°Cと14°Cでは2倍程度の差が出る。また14°C48時間水浸後の疲労破壊回数は標準の場合の半分ぐらいとなりハク離の影響があらわれる。今後の課題としては複合能力が高湿になっても極端に大にならないような配合、バインダー等を見出す必要があるように思われる。

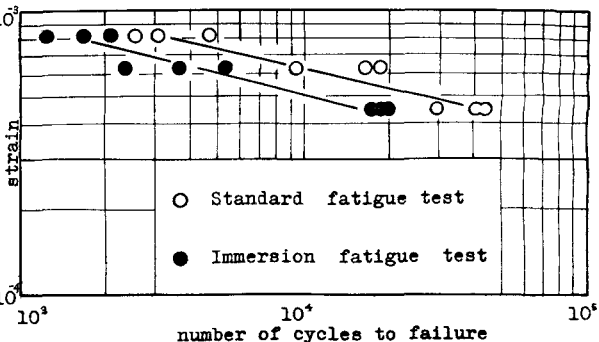


Fig. 3