# アスファルト混合物の粘弾性評価に関する研究

日本大学大学院			学院	学生員	滝	沢	孝	充
日	本	大	学	正会員	栗谷	宇川	裕	造
日	本	大	学	正会員	秋	葉	ΤĒ	—

1.はじめに

一般に加熱アスファルト混合物(以下,アスコン)は弾性体と仮定して評価されている.しかし,アスコンは, 常温域においては粘弾性体であるため,より正確に材料評価を行う場合,弾性解析では不都合な問題が生ずる可 能性がある.そこで,著者らは薄いスチール板上にあるアスコンの曲げ試験より粘弾性評価を行うことを検討し ているが,初等曲げ理論による解析結果との比較ではいくつかの問題点が指摘されている.<sup>1)</sup>そこで本研究では 2次元粘弾性解析結果との比較検討を実施したので報告する.

 $L_{1P}=70$ 

2.曲げ試験

2-1. 試験方法

試験用供試体はホイールトラッキング用供試体[密粒度ア スコン(13),30×30×5cm]を四面カットし 30×5×3cm の矩 形にして使用した.また,低スチフネス状態でのアスコンの 自重による変形を防止するため,薄いスチールプレートをア スコン下層にタックコートにより接着させた.

載荷モデルは図-1 に示すような3等分2点載荷で,載荷重 は図-2 に示す形態とした.測定点は図-1 に示す箇所で,1分 間隔で60分まで測定した.その他の載荷条件は表-1 に示す. ただし,-10,0 の高スチフネスでは曲げが生じづらいためP, Poはそれぞれ4倍とした.

### 2-2. 試験結果

曲げ試験結果を図-3 に示す.これより  $A_d$ (点 A 変位),  $A_s$ (点 A **ひずみ**),  $B_d$ (点 B 変位) では試験温度が上昇するに つれて変形量の最大値が増加して,載荷に対する変形応答の 遅れ,つまり粘性的挙動が小さくなる傾向を示した.これは, スチール板の弾性的挙動が大きいことを意味している.ま た,  $C_s$ (点 C **ひずみ**)は-10~15 で  $A_s$ の変形応答と類似 するが, 20~60 では 3rd stage で圧縮から引張りに変化す る特徴的な挙動を示した.

#### 3.2 次元粘弹性解析

$\left[\sigma_{\mathrm{xI}}\right] \left[N\right]$	vN	$0 \left[ \varepsilon_{xI} \right] \left[ I \right]$	vI	$0 \int \dot{\varepsilon}_{xI}$	]
$\begin{vmatrix} \sigma_{yI} \\ \tau_{yI} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} S_{yI} \\ S_{yI} \end{vmatrix}$	Ν	$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	Ι	$\begin{array}{c c} 0 & \dot{\varepsilon}_{yI} \\ \eta_2 & \dot{\gamma}_{yI} \end{array}$	式(1)

3-1. 解析方法

供試体の粘弾性モデルを *Voigt* モデルと仮定するとアス コン( 層目)の応力とひずみの関係は次式となる. ここで,  $N=E /(1-v_1^2)$ ,  $I= 1/(1-v_1^2)$ , は粘性係数, **G** 

キーワード:アスコン,粘弾性,スチール板,2次元粘弾性解析

日本大学 生産工学部 土木工学科 道路工学研究室 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 Tel 047-474-2420 Fax 047-474-2449



30 時間 (min)

図-3 曲げ試験結果

はせん断弾性係数, はポアソン比を表す.次に境界の垂直 カSとせん断力Tは2次元平面のつり合い方程式において, 変位成分を式(2)のように仮定することで,式(1)を考慮して *Galerkin*法により求められる.

右式中, ξ<sub>I</sub> =y /h<sub>1</sub>, A<sub>mi</sub> および B<sub>mi</sub> は境界未知数で, サフィ ックス は 層目の変位・応力を表す.これより,前述した S と T のつり合いから境界未知数を求め変位・応力成分を求め る.

### 3-2.解析結果

本解析モデルによるアスコンの粘弾性挙動を把握するため 曲げ試験と同様の試験条件で材料定数(E, 1, 2)を任意に 変化させ、数値計算を行った.この結果の一例を図-4に示す. これより計算結果は、図-3に示した実験結果と類似した挙動 を表現している.このことから、本解析モデルは曲げ試験に よるアスコンの粘弾性挙動を表現できる可能性のあるモデル であると推察できる.

## 4.実測値と解析値との比較

実測値と 2 次元粘弾性解析モデルによる解析値を比較する ため *Gauss-Newton* 法を適用した逆解析により材料定数を推 定した.本逆解析手法では実測値  $A_d$ ,  $B_d$ よりアスコンの材料 定数(E, 1, 2, k)を推定する.なお,スチールプレート の弾性係数は弾性体で薄板であるため,入力値とした.

ここでは,試験温度60 における実測値および解析値を比較した結果を図-5 に示す.A<sub>d</sub>,A<sub>s</sub>,B<sub>d</sub>においては実測と解析挙動の近似性が比較的良好であるのに対し,C<sub>s</sub>に関しては大きな差異が生じている.これは高温時におけるアスコンとストレインゲージの接着性が問題なのか解析モデルが不適切なのかは不明で,今後の検討課題である.

各温度における逆解析した材料定数を表-2 に示す.ここで, -10~15 については解が発散し材料定数の推定が確認でき



 $u_{1} = u_{1}(1 - \xi_{1}) + u_{2}\xi_{1}$ 

()	(MPa)	(MPa $\cdot$ s)	(MPa · s)	(MPa)
-10				
0			不可能	
10				
15				
20	607	874271	4225969	177980
30	45	210054	350084	176472
40	6	92916	64510	177980
50	2	98214	362516	177901
60	2	68697	117719	177980

なかった.これは,図-3 に示すように,-10~15 の実測値は 20 の以上の変形量に比べ非常に小さく,さらに 載荷に対する変形応答の遅れ,すなわち粘性抵抗がかなり大きいことが原因と考えられる.表-2 より温度が上昇 すると各材料定数は減少する.30 以上からは明らかにスチールプレートの弾性係数の方が大きくなる.したが って,40 以上で変形挙動が類似しているのはスチールプレートの弾性係数が強く影響しているものと考えられ る.これより,アスコンの曲げ抵抗は20 以下で大きく,30 以上で急激に小さくなることが分かる.

## 5.まとめ

本研究は,2次元粘弾性解析モデルを作成し,曲げ試験によりアスコンの粘弾性状を評価した.この結果,本解 析手法でアスコンの変形応答をある程度表現できることが分かった.しかし,低温度領域では実測挙動を表現で きなかったり,実測値と解析値とに大きなズレが生じる場合もあった.これは固体系の解析モデルであることも 一因と考える.したがって今後,流体系のモデルによる解析も視野に入れ,最適な粘弾性解析モデルを構築し, 合理的なアスコンの粘弾性評価手法を確立するための検討を行なう.

【参考文献】1)藤永知弘ほか:アスファルト混合物の粘弾性に関する基礎的研究,土木学会第57回年次学術講演会, V-004, pp. 7-8, 2002.

V-697