

日 大 正 ○栗谷川 裕造

日 大 正 秋 葉 正一

日 大 正 木 田 哲量

1. はじめに

舗装用混合物の材料特性を調べる曲げ試験は、ASTMに規定されている応力とひずみ式を用いて材料定数を推定することや、この結果と繰り返し載荷によって得られる破壊回数等の相関性を調べ破壊基準式を作成することに利用される。しかし、供試体形状や載荷方法等の試験方法が未だ確立されていないこの試験において、既存の試験設備あるいは実路での舗装厚を考慮した供試体高さでの試験の実施を試みるとすれば、前述したASTM公式を用いることには問題があり、より厳密な弾性解析を要すると考えられる。

そこで、本研究は繰り返し曲げ試験より得られたデータの解析およびアスファルト舗装のアスコン層の破壊基準作成のための合理的な手法を確立することを目的としたもので、今回は供試体形状が推定される応力およびひずみに与える影響について実験的に検討した。

また、この結果を用いて推定される弾性係数がアスファルト舗装要綱に示されているAIの破壊基準式(破壊回数)に与える要因の分析についても考察を行ったので併せて報告する。

2. 実験概要

供試体長さが一定で高さの異なるアクリル供試体を用いた繰り返し載荷試験を実施して、供試体サイズの違いがASTM公式から得られる応力およびひずみの大きさに与える影響を検討した。供試体材料にアクリルを用いた理由は、今回の検討事項が解析上の問題であることから、等質な材料でなく感温性に敏感なアスファルト混合物ではひずみの測定結果にこれらの影響を受けると考えたためである。

繰り返し載荷試験に用いた装置はインストロン社製(Model 8500)の動的載荷試験装置である。曲げ試験はFig.1に示すCASE IおよびCASE IIの形態で実施し、この場合の L および L_1 はTable.1に示す位置で行った。また、載荷波形、周波数およびサイクルはTable.1に、アクリルの寸法や密度、あるいは載荷試験時の荷重は、Table.2にそれぞれ示した。なお、変位 d は荷重波形における最大荷重時の変位と除荷後の変位の差を用いている。弾性係数の推定に必要な応力およびひずみは、以下に示す方法により求めた。

(1) ASTM公式による方法

ASTMによる応力およびひずみ式を以下に示す。ただし、ひずみは測定する変位が載荷直下のものであることから、この場合のひずみは式2の通りとなる。

$$\sigma = \frac{3PL_1}{bh^2} \quad \dots (式1)$$

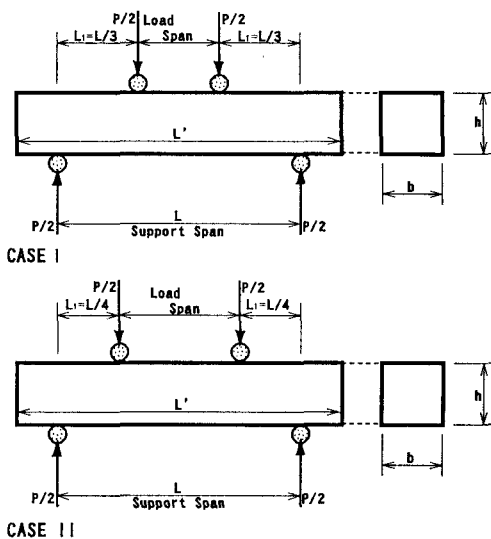


Fig.1 2点載荷曲げ試験

Table.1 載荷条件

	Support span	Load span
Loading form CASE I	24 cm	8 cm
CASE II	20 cm	10 cm
Load wave	Sin wave	
Frequency	1 Hz	
Cycle	200	

Table.2 供試体形状および載荷荷重

Symbol	Specimen Size $b \times h \times L'$ (cm)	Density (t/m^3)	Load $P(N)$
B3	$5 \times 3 \times 30$	1.187	196
B5	$5 \times 5 \times 30$	1.187	785
B6	$5 \times 6 \times 30$	1.187	1177

$$\varepsilon = \frac{3hd}{3LL_1 - 4L_1^2} \quad \dots (式2)$$

(2) 弾性理論による応力と実測ひずみを用いる方法

応力は、渡辺によって弾性解析された結果を用い、供試体下面中央部の応力を計算した。ひずみは、供試体下面中央にひずみゲージを接着して実験した。

3. 結果および考察

3.1 弾性係数E

Fig.2はそれぞれの手法によって求めた弾性係数の結果である。なお同図において、ASTM公式より得られた σ と ε を用いて得られた弾性係数を E とし、弾性理論より得られた応力と実測ひずみを用いて得られた弾性係数を E' とした。これより、両手法によって得られた弾性係数の差は、供試体高さの増加に伴い顕著になることがわかる。特に E は約3100～4450Mpaであるのに対し、 E' は約4100～4450Mpaと供試体高さにあまり影響されていない。したがって、ASTM公式を用いて弾性係数を推定する場合には、供試体高さとスパンの関係に注意する必要がある。

3.2 破壊回数

AIの破壊基準式は次式の通りである。

$$N_{fA} = \frac{8.108 \times 10^{M-3}}{\varepsilon_i^{3.291} \times E_A^{0.854}} \quad \dots (式3)$$

ここで、 N_{fA} はアスファルト混合物層の破壊回数、 ε_i はアスファルト混合物層下面の引張りひずみ、 E_A はアスファルト混合物層の弾性係数であり、また M はアスファルト混合物層の空隙率(V_v)とアスファルト量(V_b)の関数である。

3-1で得られた弾性係数 E および E' について、 α を供試体サイズがASTM公式を用いて得られる E に影響する係数とすれば、両者の関係は次式で表される。

$$E' = \alpha E \quad \dots (式4)$$

いま、式(3)において、アスファルト混合物層の弾性係数 E_A を E' あるいは E と置き換え、それぞれの弾性係数より得られた破壊回数を N_{fA}' および N_{fA} とすると、破壊回数に与える影響はFig.3のような関係となる。これより例えばFig.2の結果では α は約1.38であり、破壊回数は初等曲げ理論より得られたものより約24%低くなる。したがって、高さが長さに比べて比較的大きい供試体で試験を実施し、破壊基準を作成しようすれば、破壊回数は実際より大きな値で見積もっていることになる。

4. あとがき

本報告では疲労試験で供試体形状の違いが応力およびひずみに与える影響と、それから得られる弾性係数について若干の試験を実施して解析上の要因を明らかにした。また、この結果より破壊基準式における破壊回数に影響する度合いを把握することができた。したがって、高さが長さに比べて比較的大きい供試体を用い疲労試験を行うためには、より厳密な弾性解析が必要であり、現在解析を実施している段階である。

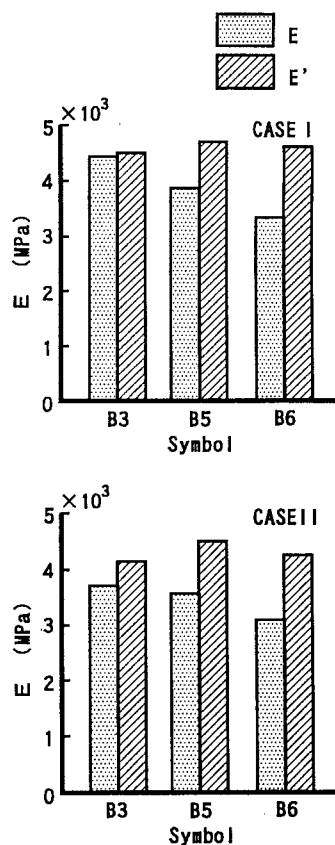


Fig.2 推定弾性係数

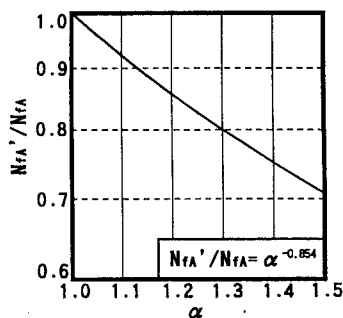


Fig.3 N_{fA}'/N_{fA} と α の関係