

V-5

再生合材の疲労耐久性について

福田道路株式会社 正会員 ○坂上浩則

長岡技術科学大学 正会員 丸山暉彦

福田道路株式会社 正会員 原 富男

1. ま え が き

近年、資源の有効利用、エネルギー節減による経済性および廃棄物の適正処理等の観点から、再生合材が急速に普及しつつある。しかし、この再生合材の耐久性に関しては、不明な点が多く、いまだ舗装方法も確立されていないと思われる。筆者らは、アスファルト舗装の破壊要因の一つである疲労ひび割れを取り上げ、その寿命評価について検討を加えたのでここに報告するものである。

2. 試 験 概 要

2-1 切削廃材の抽出結果 表-1は、切削廃材の抽出結果である。表-2は、回収アスファルトの性状である。

2-2 各混合物の供試体性状 新規混合物の配合設計は、粒度を廃材と同一とし、

アスファルト量を密粒度アスコンは基準値から求めたものの、トベカは有効空隙率 1.5%を得るものとした。

供試体の選定は、ある基準の締固め度に対する空隙率の±0.5%の範囲に入ったものを同一の締固め度とみなして行なった。それを表-3に示す。

2-3 試験条件 試験は、2点支持1点载荷の正弦波歪制御繰返し曲げ疲労試験とし、供試体寸法は4X4X30cm、スパンは24cm、試験周波数は5Hzとした。試験温度は、-12.5, 0, 12.5℃で、それぞれに対し設定歪を500~1000μの範囲とした。

3. 疲労破壊包絡線の極座標形式の線形近似

鈴木¹⁾が行った疲労破壊包絡線の極座標形式の線形近似を用いて、疲労寿命を計算により求めた。以下にそれを示す。図-1のように疲労破壊包絡線を $r = a \cdot \theta + b$ で近似し、さらにこれらの回帰係数 a, b と寿命の対数 $\log N_f$ との関係を導き、

$$a = \alpha_a \cdot \log N_f + \beta_a \quad (1)$$

$$b = \alpha_b \cdot \log N_f + \beta_b \quad (2)$$

とした。これより a, b を消去して

$$\log N_f = \frac{r - \beta_a \cdot \theta - \beta_b}{\alpha_a \cdot \theta + \alpha_b} \quad (3)$$

が得られる。

$$\text{ここで } r = \sqrt{(\log \epsilon)^2 + (\log \sigma)^2} \quad (4)$$

$$\theta = \tan^{-1}(\log \sigma / \log \epsilon) \quad (5)$$

表-1 切削廃材の抽出結果

混合物の種類	As量(%)	抽出粒度(%)							
		20	13	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.075
密粒度アスコン(13)	4.90	100	97.5	61.5	41.0	23.0	18.5	10.5	6.8
トベカ	6.93	100	100	83.1	64.7	52.1	44.1	20.1	14.2

表-2 回収アスファルトの性状

混合物の種類	Pen	T ₈₀₀	PI	粘度-温度	
				180cst	300cst
密粒度アスコン(13)	31	56.6	-0.72	178	165
トベカ	36	56.7	-0.40	173	158

表-3 各混合物の供試体性状

種類	目標値(%)		実測値(%)	
	締固め度	空隙率	締固め度	空隙率
M N	96.0	6.9	96.0	6.88
	98.0	5.0	98.0	4.95
	100.0	3.0	99.8	3.18
M O	96.0	6.9	93.6	9.27
	98.0	5.0	98.6	4.42
	100.0	3.0	100.3	2.72
T N	96.0	7.3	96.1	7.23
	98.0	5.4	98.1	5.31
	100.0	3.4	99.8	3.64
T O	96.0	6.6	96.1	6.56
	98.0	4.7	98.2	4.53
	100.0	2.7	99.8	2.98

MN:密粒度アスコン(13)新規材
MO:密粒度アスコン(13)再生材

TN:トベカ新規材
TO:トベカ再生材

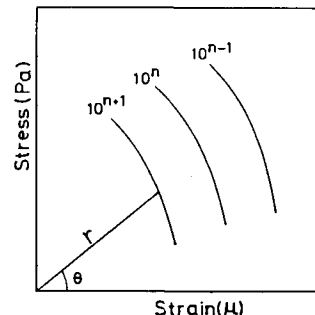


図-1 疲労破壊包絡線の極座標近似概念図

4. 疲労寿命予測

4-1 舗装構造 舗装構造は、疲労ひび割れが卓越するように考慮し、表-4のように仮定した。

4-2 荷重条件 荷重条件は、以下のようにした。

条件Ⅰ：走行速度40km/h, 輪荷重 5t, 接地圧7kg/cm²

条件Ⅱ：走行速度50km/h, 輪荷重10t, 接地圧8kg/cm²

条件Ⅲ：全交通量のうち30%が条件Ⅰ、70%が条件Ⅱであるような状態

4-3 舗装体温度 月平均舗装体温度は、月平均気温(長岡市)より求めた。

4-4 結果と考察 Van Der Poel²⁾のノモグラフとHeukelom³⁾らの方法より各月のアスファルト混合物のスティフネスを求め、多層構造系弾性理論より表層底面に生じる歪と応力を求めた。その値を式(4),(5),(3)に代入し、Minerの仮説を適用して各混合物の疲労寿命を求め、空隙率との関係で表したものが、図-2である。図は、再生材が新規材よりも疲労寿命が大きいことを示している。図-3は、各混合物の低下率と空隙率の関係を表したものであり、再生材の低下率が各新規材に比べ大きいことを示している。なお、低下率は、 $(1 - \text{条件Ⅱ}/\text{条件Ⅰ}) \times 100\%$ で与えられる値である。図-4

表-4 舗装構造

舗装構成	材 料	厚さcm	変形係数 割	ポアソン比
表 層	アスファルト混合物	5	月別係数	0.35
上層路盤	粒度調整 碎石	20	4000	0.30
下層路盤	クラッシュラン	30	1000	0.30
路 床	山 砂	∞	300	0.35

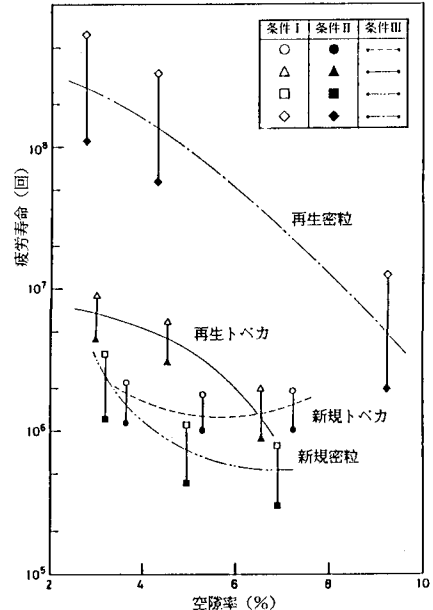


図-2 各条件における疲労寿命と空隙率の関係

は、一日の大型車交通量を1方向1000台と仮定し、各混合物の条件Ⅲにおける疲労寿命年数を計算したものである。この図は、再生材の曲線が上に凸になっていて空隙率が大きくなれば疲労寿命の減少が激しくなることを示している。

5. ま と め

再生合材の疲労耐久性は、高い締固め度であれば新規合材よりも優るが、荷重条件の変化や締固め度が低下する場合などは必ずしも優るとは限らない。今後は、疲労特性に流動や摩耗などの破壊要因も含め、破壊をこれらの合成されたものとしてとらえ再生合材の耐久性を検討する必要があると考えている。

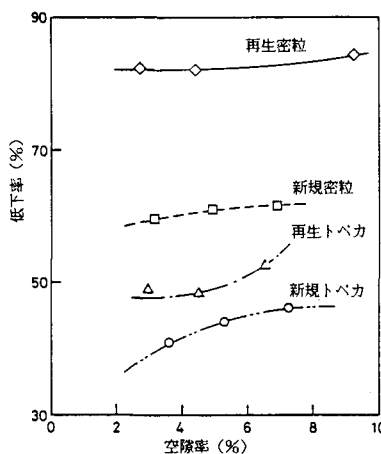


図-3 低下率と空隙率の関係

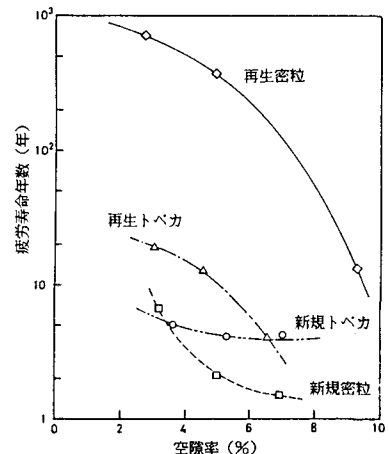


図-4 疲労寿命年数と空隙率の関係

- 参考文献 1)鈴木、丸山、原：再生合材の耐久性について、第16回日本道路会議一般論文、570 (1985)
 2)C.Van Der Poel: Time and Temperature Effects on the Deformation of Asphaltic, SPE JOURNAL, September, pp.47-53 (1955)
 3)W.Heukelom, A.J.G.Klomp: Road Design and Dynamic Loading, AAPT, Vol.33, pp.92-125 (1964)