

大阪市立大学工学部 正 三瀬 貞

同 上 正 山田 優

同 上 学○徳本行信

1. まえがき

本報告はアスファルト合材に繊維を添加することにより繊維による複合強化の効果がどの程度まで期待できるかを調べようとしたものである。繊維の種類、添加方法、繊維添加率、繊維長さ等や効果の評価方法など考慮すべき事は多いが、ここでは短かく切ったナイロン繊維を添加した供試体について圧裂試験を行い引張強さ係数を求め二・三の考察を行ったものである。

2. 実験材料および供試体作製方法

使用材料は以下の通りである。

アスファルトはクエート産ストレートアスファルトを用いその性質は表-1に示す。

表-1 アスファルトの性質

比重	針入度	軟化点	伸度	引張点
1.020	69	51°C	150cm	295°C

骨材は粗骨材として碎石、細骨材として川砂、フィラーとして消石灰を用いた。粒度曲線は図-1に示す。

繊維には表-2に示す性質を持つナイロンを用いた。

表-2 繊維の性質

直径	溶解温度	軟化点	引張強度	結節強度
0.05cm	215°C	180°C	7.27%	4.00%

(注) d…デニール

供試体形状は直径10cm、高さ5cmのマーシャル試験用モールドにより成型した円筒形である。

供試体作製に当っては加熱混合されたアスファルト合材に所定量の繊維を徐々に加えていき、アスファルトが繊維を覆うまで混合温度を150°Cに保ちながら注意深く混合を行った。突固め回数は上下面各50回とした。なお合材のアスファルト量は6.5%、繊維量は表-3に示すように9種類を行った。

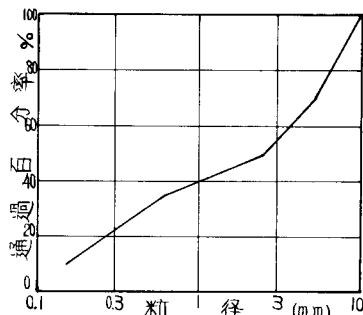


図-1

表-3 繊維量

長さ 本数	3 cm	6 cm	12 cm
30	0.18 (0.05)	0.35 (0.09)	0.71 (0.18)
60	0.35 (0.09)	0.71 (0.18)	1.41 (0.36)
120	0.71 (0.18)	1.41 (0.36)	2.82 (0.72)

上段：繊維体積 (cm³)

下：混合物に対する体積比 (%)

3. 実験方法

圧裂試験…試験温度は5°C、25°C、45°Cの三段階とし、供試体を各温度で24時間放置後試験を行ない、(3±0.4)秒内に1mmの変形量となるような速度で載荷をした。

引抜き試験…試験温度は5°C、25°C、45°Cの三段階とし、供試体としては圧裂試験終了後のものを用いた。破断面の繊維1本を引抜くに容する最大荷重をバネばかりで読みとり、またその繊維の埋込み長さも測定した。引抜き時の速度は0.2 kg/secである。

4. 実験結果と考察

図-2のようなモデルを考える。繊維軸方向に引張荷重が作用した場合、アスファルトと繊維の間にせん断応力が生ずる。このせん断応力によって繊維は外力と平衡を保とうとする。今、外力 P_0 、繊維半径 r 、繊維端よりの距離 z 、せん断応力 $\tau(z)$ とすれば

$$P_0 = \int_0^z 2\pi r \tau(z) dz \quad \text{--- ①}$$

よって繊維応力 σ_0 は

$$\sigma_0 = \int_0^z \frac{4}{d_0} \tau(z) dz \quad \text{但し } d_0 = 2r \quad \text{--- ②}$$

ここで $\tau(z)$ は一定と仮定すれば、繊維長さ l のとき

$$\sigma_0 = \frac{l}{d_0} \times 4\tau \quad \text{--- ③}$$

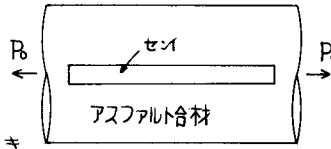


図-2

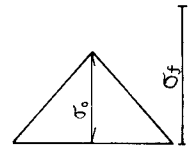


図-4

引抜き試験を行って $\sigma_0 \sim l/d_0$ の関係を求めてみると、図-3のように直線関係がある。この直線の勾配を k とすると、 k は③式における 4τ に等しくなり③式は

$$\sigma_0 = \frac{l}{d_0} \times k \quad \text{--- ④}$$

④式において σ_0 が繊維の破壊強度 σ_f となるとき (l/d_0) を限界縦横比 (l/d_0) とし、その時の繊維長さ (l) を限界長さ (l_c) とする。今、ナイロン繊維の $\sigma_f = 9.27 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ を用いて各温度での (l/d_0) 、 (l_c) の値を④式より求めると表-4のようになる。今回の実験では $1/2 l_c$ となり繊維中で応力は σ_f に達せず、繊維内の応力状態は図-4のようになると考えられる。

次に圧裂試験より引張

表-4

温度	k	l_c/d	l_c
5℃	39.1	23.7	11.9cm
25	22.8	4.06	20.3
45	16.7	5.55	27.8

強さ係数 σ を⑤式より求めた。また、理論的には⑥式のような単純な複合

$$\sigma = 2P/\pi d t \quad \text{--- ⑤}$$

P : 圧裂時最大荷重, d : 供試体直径, t : 供試体厚

$$\sigma_c = \eta \sigma_f V_f + \sigma_m (1 - V_f) \quad \text{--- ⑥}$$

η : セシが引張に抵抗する効率を示す係数

σ_f : セシの応力状態を図-4のように考えた場合のセシ平均応力

V_f : セシ含有率

σ_m : アスファルト合材のみの場合の引張強さ係数

η の値についてはセシ方向がランダムであるので、どの程度引張に有効であるの

がつかみにくい。ここでは $1/2$ をとった。

⑤式より求めた実験値と理論値の比較を図-5に示す。5℃では理論値と実験値にずれがある。これは繊維添加によるプラス効果(繊維強化)とマイナス効果(空隙増加)のうち低温時にはマイ

ナス効果が顕著に現われた為と思われる。高温時ではほぼ理論値に沿っているが $l=12\text{cm}$ のものは必ずしも強度が上がっていない。繊維が長くなると合材中で曲った状態で存在する為充分な複合効果も現わせないものと思われる。 V_f の値が小さく繊維添加による効果は明確につかめなかった。 V_f の値、④式の適用(η の値も含めて)等についてさらに検討を加える必要があると思われる。

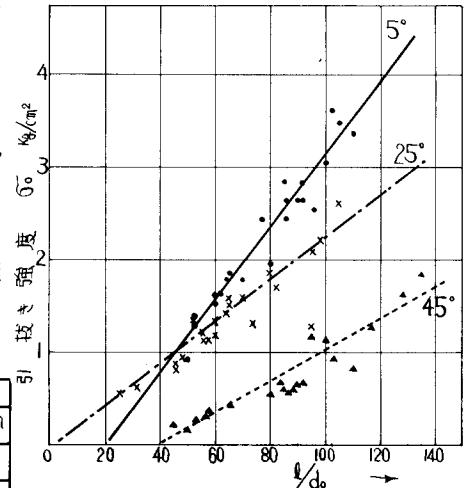


図-3 $l/d_0 \sim \sigma$ 関係

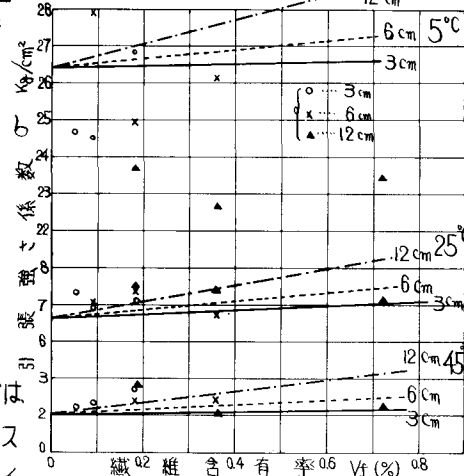


図-5 V_f と σ の関係