ケナフ繊維を用いたアスファルト混合物の性状評価

東京工業大学大学院　学生員　○渡邊　祥庸
群馬工業高等専門学校　正会員　木村　清和
福田道路株式会社　正会員　清水　忠昭

１．はじめに

COP15 において，我が国は 2020 年までの温室効果ガス削減目標値を 1990 年比で 25%と定めた．これに伴い，各産業での温室効果ガス削減対策がますます重要となり，道路部門でも低炭素化が課題となっている．

我々は，ケナフ繊維を添加したアスファルト混合物の CO_2 削減効果と機能性向上効果を検討している．ケナフ繊維をアスファルト混合物に添加することで舗装内に炭素を固定でき，ケナフが生育時に吸着する CO_2 で舗装施工時の CO_2 排出量を相殺し，カーボンオフセットにより CO_2 を削減できる．さらに，ケナフ繊維が骨材流動を抑制するためトラバース走行で WT 試験を行うと，変位 1mm あたりの載荷回数が 3.56 倍になることが確認されている [1]．このように耐流動性を高めるアスファルトには改質アスファルトがあり，それと比べると，自家栽培のケナフ(以下 G ケナフ)の CO_2 原単位は 432kg-C/t であり，0.3%外添加すると 14%の CO_2 削減になる [2]．

本研究では，実用化を目的としてケナフ繊維を添加したアスファルト混合物に MT 試験を実施し，その性状評価を行う．

２．供試体概要

本研究で用いた MT 試験，WT 試験共に供試体の骨材配合には密粒度アスファルト混合物(13)，バインダにはストレートアスファルトを用いる．ケナフ繊維は，これまでの研究では繊維束の状態の G ケナフを用いていたが，今回は解繊機にかけてさらに単繊維化したケナフ繊維(以下 S ケナフ)を用いる．繊維長及び添加率は今までの研究で最も高い耐流動性を得られた 15mm，0.3%とする．G ケナフ及び S ケナフを**写真-1**，**写真-2** に示す．

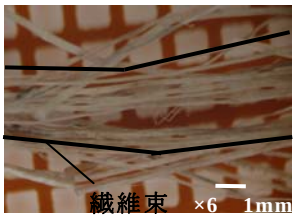
３．S ケナフ添加アスコンの MT 試験

S ケナフを添加したアスファルト混合物(以下 S ケナフ添加アスコン)の MT 試験の結果及び密粒度アスファルト混合物(13)の MT 試験に対する基準値を**表-1** に示す．繊維の種類無しは比較用に実施した OAC の密粒(13)ストレートアスファルト混合物(以下密粒(13)ストアス)の MT 試験結果である．基準値を満足する As 量は 6.1%のみであり，OAC は 6.1%となった．ケナフ繊維を添加したことで，繊維無添加と比較し OAC は 0.5%増加した．

表-1 のケナフ繊維添加と無添加の MT 試験結果を As 量 5.6%で比較すると，空隙量が 0.9%増加していることがわかる．骨材間隙率を見てみると，G ケナフ添加アスコンの値は繊維無しと比べ増加している．また，G ケナフの As 量 5.6%において基準値を満足していないのは飽和度のみである．飽和度の減少は空隙率の増加に起因する．これらより，OAC の増加は空隙率の増加が原因と考えられる．

６．ケナフ繊維の As 吸収量

ケナフ繊維とアスファルトの付着性を確認するため，150℃に熱したアスファルトに浸した S ケナフを顕微鏡で観察した．ケナフ繊維をアスファルトに浸した際の概略図を**図-1** に示す．**写真-3**



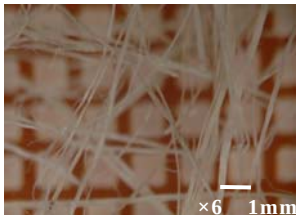


写真-1　G ケナフ　　**写真-2**　S ケナフ

表-1　S ケナフ MT 試験結果

繊維の種類	As量(%)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	フロー値 (1/100cm)	安定度 (kN)	骨材間隙率 (%)
Sケナフ	5.6	5.40	69.9	33	8.38	18.0
	6.1	4.10	76.9	34	8.06	17.9
	6.6	2.70	84.7	33	8.66	17.7
	7.1	2.50	85.4	34	8.02	17.5
無添加	5.6(OAC)	4.5	73.8	28	8.29	17.4
基準値	—	3～6	70～85	20～40	4.9以上	—

キーワード　アスファルト混合物，ケナフ，DS，OAC
連絡先　〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町 580　群馬高専 Tel. 027-254-9176 E-mail: kkimura@cvl.gunma-ct.ac.jp

に示すSケナフ側面の写真は，**図-1** 中の丸で囲んだ部分にあたるアスファルトに浸した部分と浸していない部分の境目である．この写真より，内部にアスファルトが吸収されていることわかる．これは，毛管現象によるものと考えられ，ケナフ繊維が内部にアスファルトを吸う量を考える必要がある．

ケナフ繊維内部の空隙量を測定する．まず，絶乾状態にしたケナフ繊維に負圧を作用させて水を吸収させ，吸水量を計測する．吸水量から吸った水の体積を求め，その体積をケナフ繊維内の空隙体積とする．この空隙に全てアスファルトが吸収されると考え，ケナフ繊維の吸収する As 量を求めた．試験条件を**表-2** に，試験結果を**表-3** に示す．繊維長さを短くするほど，空隙の空気が抜けやすくなるため As 量も大きくなっている．**表-3** より，S ケナフを 0.3%添加した場合のケナフ繊維が吸収する As 量は，繊維長 15mm では 39.0g である．S ケナフを 0.3%添加することにより増加した As 量は，**表-2** に示すとおり 57.2g である．

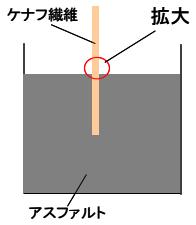


図-1 アスファルト吸収実験概略図

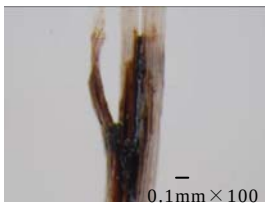


写真-3 Sケナフ側面

表-2 ケナフ繊維吸水実験条件

水の密度(g/cm^3)	1.00
アスファルトの比重	1.04
アスファルト混合物中の骨材質量(g)	10500
密粒(13)ストアスのOAC質量(g)	622.9
Sケナフ混入時OAC質量(g)	680.1
Sケナフ混入時のAs量増分(g)	57.2

表-3 ケナフ繊維吸水試験結果

繊維長(mm)	15	40
ケナフ1g中の空隙体積(cm^3/g)	1.135	1.032
ケナフ1g中に染込むAs量(g)	1.181	1.073
0.3%混入時にケナフ繊維に染込むAs量(g)	39.0	35.4

表-4 S ケナフ OAC での WT 試験結果

繊維の種類	Sケナフ	無し
As量(%)	6.1	5.6
DS(回/mm)	733	610

つまり，S ケナフ添加による OAC の増分の 68.2%はケナフ繊維が吸収したと考えられる．残りの 31.8%は，ケナフ繊維と骨材間に生じた空隙の充填に充てられている．

7．S ケナフ添加アスコン(OAC)の WT 試験

WT 試験の結果を**表-4** に示す．**表-4** より，S ケナフ添加アスコンの DS は繊維無しの DS より高いことがわかる．これより，S ケナフ添加アスコンは耐流動性の向上に効果が確認できた．S ケナフならば As 量が 0.5%増加しても耐流動性が向上するとわかった．

8．まとめ

ケナフ繊維は MC 等の市販の植物繊維と異なり 1g あたり最大で 1.181g のアスファルトを吸収するとわかった．よって，ケナフ繊維を用いる場合は添加量に伴いアスファルト混合物の性状とは関係なくケナフ繊維に吸収される As 量を増加させなければならない．しかし，OAC を増加させても S ケナフならば DS は 1.20 倍となり，若干ではあるが耐流動性の向上が確認できた．

8．おわりに

S ケナフ添加アスコンは，環境負荷低減と繊維補強による機能性向上を同時に期待できる．本研究により，アスファルト混合物に OAC でケナフ繊維を混入しても耐流動性が向上することを確認できた．今後は S ケナフ添加アスコンで，耐摩耗性や曲げ性能，耐久性等の諸性能を検討する必要がある．

参考文献

1)木村清和，石田桂子，渡邊祥庸，田口仁，青井透，ケナフ繊維を用いたアスファルト舗装の機能性ならびに環境負荷の評価，土木学会舗装工学論文集第 14 巻，pp.57-65，2009

2)石田桂子，ケナフ繊維を用いたアスファルト舗装の機能性ならびに環境負荷の評価，平成 21 年度群馬工業高等専門学校専攻科特別研究論文集，pp231-235

3)社団法人日本道路協会,アスファルト舗装要綱改訂版第 19 刷,社団法人日本道路協会，1999 訂正