

FlowNumber による塑性変形抵抗性の評価に関する一検討

ニチレキ(株)技術研究所 正会員 ○齋藤 夏実
 ニチレキ(株)技術研究所 正会員 丸山 陽
 ニチレキ(株)技術研究所 正会員 宮城 裕一

1. はじめに

アスファルト混合物の塑性変形抵抗性の評価には、一般的に、ホイールトラッキング試験(以下、WT 試験)による動的安定度(以下、DS)が用いられている。しかし、DSが6,000 回/mmを超える場合、測定精度や読み取り誤差を考慮すると明確な有意差が得られないとされている¹⁾。

AMPT による Flow Number (以下、FN) は、米国においてアスファルト混合物の塑性変形抵抗性を評価する指標として用いられている²⁾。そこで、塑性変形抵抗性の異なる4種類のモデルバインダを用いて WT 試験および FN 試験を行い、FN 試験の有用性について検討した。併せて、塑性変形抵抗性と相関性のあるアスファルトの粘弾性状 $G^*/\sin\delta$ ³⁾との関係についても検討したので、以下にその結果を報告する。

2. 使用材料

使用したバインダの性状を表-1に示す。 $G^*/\sin\delta$ を求めた DSR 試験条件は、表-2に示すとおりである。また、混合物種は、密粒度アスファルト混合物(13)とした。

表-1 使用バインダの性状

バインダ種	バインダ性状		
	軟化点(°C)	針入度(1/10mm)	$G^*/\sin\delta$ (kPa)
バインダA	47.5	66	0.33
バインダB	59	51	1.406
バインダC	91.5	46	3.17
バインダD	102	44	3.458

表-2 DSR 試験条件

角速度	1.1rad/s
ひずみ量	5%
試験温度	60°C
試料厚	2mm
直径	25mm

3. FN 試験の概要

(1) 供試体作製方法

FN 試験に用いる試験用供試体の作製方法を図-1に示す。ジャイレトリコンパクタを用いて表-3に示す条件で締固めた供試体から、 $\phi 100\text{mm}$ 、高さ150mmの円筒供試体を切出し、試験用供試体とする。

表-3 締固め条件

項目	条件
載荷圧	0.63MPa
旋回角	1.16°
旋回回数	高さ175mmになるまで
モールド直径	150mm

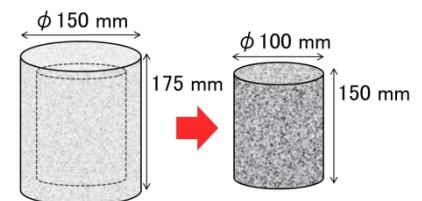


図-1 供試体概要

(2) 試験方法

AMPT の外観を写真-1、試験状況を写真-2に示す。FN 試験は、応力制御の繰返し圧縮試験から鉛直ひずみを測定する方法である。

(3) 得られる結果

FN 試験では、図-2に示すように、繰返し載荷で発生する塑性ひずみを測定することで、図-3に示すクリープ曲線が得られる。FN は、ひずみ変化率が減少から増加に変化するまでの載荷回数と定義されている。

アスファルト混合物のわだち掘れは、圧密変形から流動変形に至って

進行するものと考えられていることから、FN は、圧密変形から流動変形に変わる載荷回数を求めているといえる。写真-3に示す試験前後の供試体からも、試験後は塑性流動が進行して破壊している状況が見てとれる。



写真-1 AMPT の外観

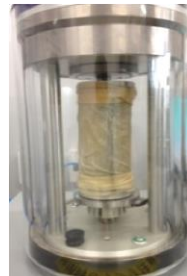


写真-2 試験状況



写真-3 試験前後の供試体

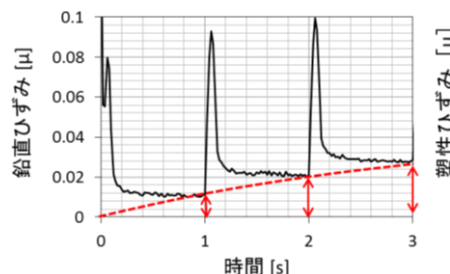


図-2 FN 試験における試験結果

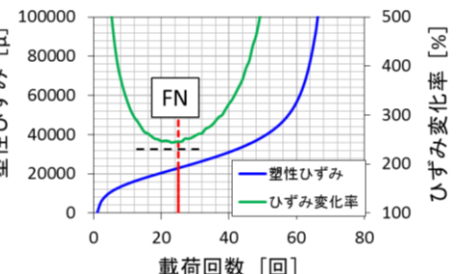


図-3 FN の求め方

キーワード 塑性変形抵抗性, WT 試験, 動的安定度, AMPT, Flow Number, $G^*/\sin\delta$

連絡先 〒329-0412 栃木県下野市柴 272 ニチレキ(株)技術研究所 TEL 0285-44-7111

4. 検討内容

4-1 接地圧と DS および FN との関係

WT 試験および FN 試験の条件を表-4 に示す. 本検討では, WT 試験の標準接地圧 0.63 MPa に加え, これより高い接地圧の条件についても試験を行い, DS および FN との関係を検証した.

4-2 バインダの $G^*/\sin\delta$ と DS および FN との関係

各試験で試験が可能な接地圧 0.63, 0.90 MPa の 2 条件について, $G^*/\sin\delta$ と DS および FN との関係を検証した.

5. 検討結果

5-1 接地圧と DS および FN との関係

接地圧と DS および FN との関係は, 図-4, 5 に示すとおりである. なお, バインダ A は, 接地圧 0.79 MPa 以上で WT 試験を行った場合, 試験機の変位限界に達する可能性があるため, 試験を実施していない.

- ・ WT 試験では, 接地圧が高くなるとともに DS が小さくなる傾向が確認できた. ただし, バインダ C, D では, 接地圧を大きくしても大半が 6,000 回/mm 以上となった.
- ・ FN 試験では, 接地圧が高くなるとともに FN が小さくなる傾向を示し, いずれの接地圧においてもバインダによる差異が見られた.

5-2 バインダの $G^*/\sin\delta$ と DS および FN との関係

バインダの $G^*/\sin\delta$ と DS および FN の関係を図-6, 7 に示す.

- ・ $G^*/\sin\delta$ と DS に相関関係が確認できたものの, バインダ C, D の DS は大半が 6,000 回/mm 以上であり, $G^*/\sin\delta$ の高いバインダ D よりも, バインダ C の DS が高い値があった.
- ・ FN は, $G^*/\sin\delta$ との相関が非常に高かった.

6. まとめ

本検討の結果, 以下のような結論が得られた.

- ・ FN 試験は, WT 試験で実施が困難な 0.90 MPa を超える接地圧でも試験が可能であり, バインダによる塑性変形抵抗性の違いを評価できる.
- ・ FN は, $G^*/\sin\delta$ と非常に高い相関があり, DS が 6,000 回/mm を超える混合物の塑性変形抵抗性をより適切に評価できる.

7. おわりに

FN 試験は, WT 試験と比べ高い接地圧 (最大 1.5 MPa) の試験が可能であり, 混合物の塑性変形抵抗性をより適切に評価できる.

今後は, 航空機など, さらに高い接地圧の車両が走行する箇所の塑性変形抵抗性に関する評価方法としての適用を検証していく.

【参考文献】

- 1) (社)日本道路協会: 舗装調査・試験法便覧(第3分冊), pp. [3]-39~[3]-55(2007.6)
- 2) Bonaquist, R.F. (2008), NCHRP Report 629: Ruggedness Testing of the Dynamic Modulus and Flow Number Tests with the Simple Performance Tester, National Cooperative Highway Research Program, Washington, D.C.
- 3) 塚越: SUPERPAVE によるわが国のアスファルトの評価, ASPHALT, Vol. 39 No. 190, pp 10-18, 1997
- 4) AASHTO TP 79: Determining the Dynamic Modulus and Flow Number for Asphalt Mixtures Using the Asphalt Mixture Performance Tester

表-4 WT 試験および FN 試験

項目	WT試験	FN試験
温度	60℃	60℃
制御方法	—	応力制御
載荷波形	—	ハーバーサイン波
周波数	42走行/min	1Hz
接地圧 (MPa)	0.63, 0.79, 0.90	0.63, 0.93, 1.23
側面	型枠により拘束	拘束なし

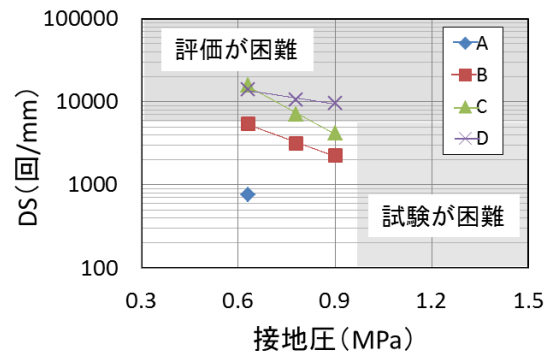


図-4 接地圧と DS の関係

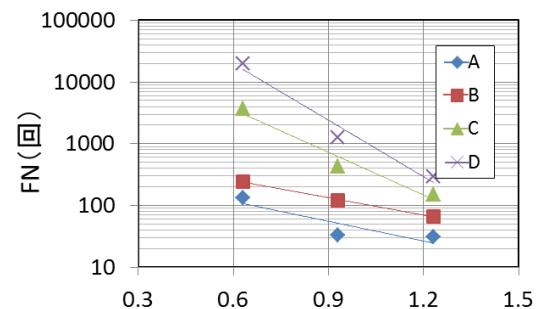


図-5 接地圧と FN の関係

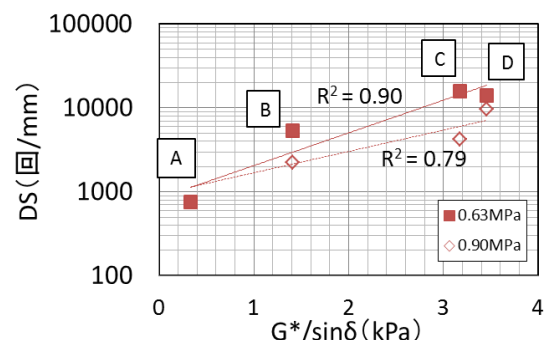


図-6 $G^*/\sin\delta$ と DS の関係

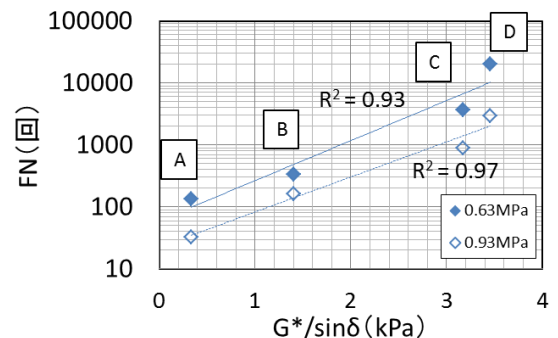


図-7 $G^*/\sin\delta$ と FN の関係