

# 「バインダの曲げ試験方法」導入背景と試験方法の紹介

## 背景

最近、騒音低減などの目的で広く採用されている高機能舗装(排水性舗装)は、高い骨材空隙率を有しているため、耐久性の観点から、骨材把握力の高い高粘度改質アスファルトが使用されている。このような骨材把握力を評価する方法として、従来からタフネス・テナシティ試験が用いられているが、高粘度改質アスファルトは、改質アスファルト Ⅰ型およびⅡ型と比較して、ポリマー添加量が高いため、凝集力が大きく、高いゴム弾性を発揮する。そのため、タフネス・テナシティ試験では、引張り破断を生じる前に、アスファルトが金属半球から剥脱し、正確な物性値が得られないという問題があった。

日本道路公団試験研究所と日本改質アスファルト協会の共同研究で、混合物性状と相関性の高いバインダの評価方法の検討<sup>\*</sup>)を行なったが、このような骨材把握力を正しく評価する方法として、バインダの引張り破断エネルギーに着目し、曲げ試験により求められる曲げ仕事量及び曲げスティフネスが、混合物の低温カンタプロ損失率と高い相関性を有することが見出された。また、高機能舗装の全国的な広がりにより、地域によっては寒冷地用高粘度改質アスファルトが採用されているが、一般用と寒冷地用高粘度改質アスファルトを区別するパラメータとしても有効であることが確認された。ここでは、研究成果として得られた「バインダの曲げ試験方法」を紹介する。

\* )本松他;「改質アスファルトの性能評価と混合物性状の関係について」、改質アスファルト第19号、平成14年9月、P.8~10

## バインダの曲げ試験方法

### 1. 目的

バインダ単体の曲げ試験により最大曲げ応力と最大曲げひずみを測定し、曲げ仕事量および曲げスティフネスを算出する。

### 2. 適用範囲

主として高粘度改質アスファルトおよび寒冷地用高粘度改質アスファルトの性能評価に適応する。  
品質管理を目的として、研究所または試験室で実施する。

### 3. 試験器具

#### (1)加熱装置

試料を加熱溶融するために用いる。装置には所要温度に保つことができる温度調節器のあるものが望ましい。

#### (2)アスファルト加熱溶融用金属容器

ステンレス製ビーカー等で良い。なお、容量は供試体作製個数に応じ、適宜決定する。

#### (3)載荷試験機(圧縮試験機)

載荷装置は、長さ120mm×幅20mm×厚さ20mmの供試体を、支点間長80mmでその支点間中央に載荷できるもの。(図1 載荷装置一式例 参照)

載荷速度100mm/minに保つことのできるもの。

荷重と変位量の自動記録装置を持つこと。

#### (4)低温恒温槽

供試体を試験前に養生する低温槽で $-20 \pm 1$  に温度が保てるもの。

#### (5)供試体作製器具

加熱アスファルトを流し込み、長さ120mm×幅20mm×厚さ20mmの供試体が作製、脱型できるような型枠を使用する。(図2 供試体作製用型枠一式例 参照)

#### (6)その他の器具

軍手、皮手袋、スパチュラ、皮すきまたはカッター、離型材(シリコングリース等)、バーナー。

< 添 付 図 >

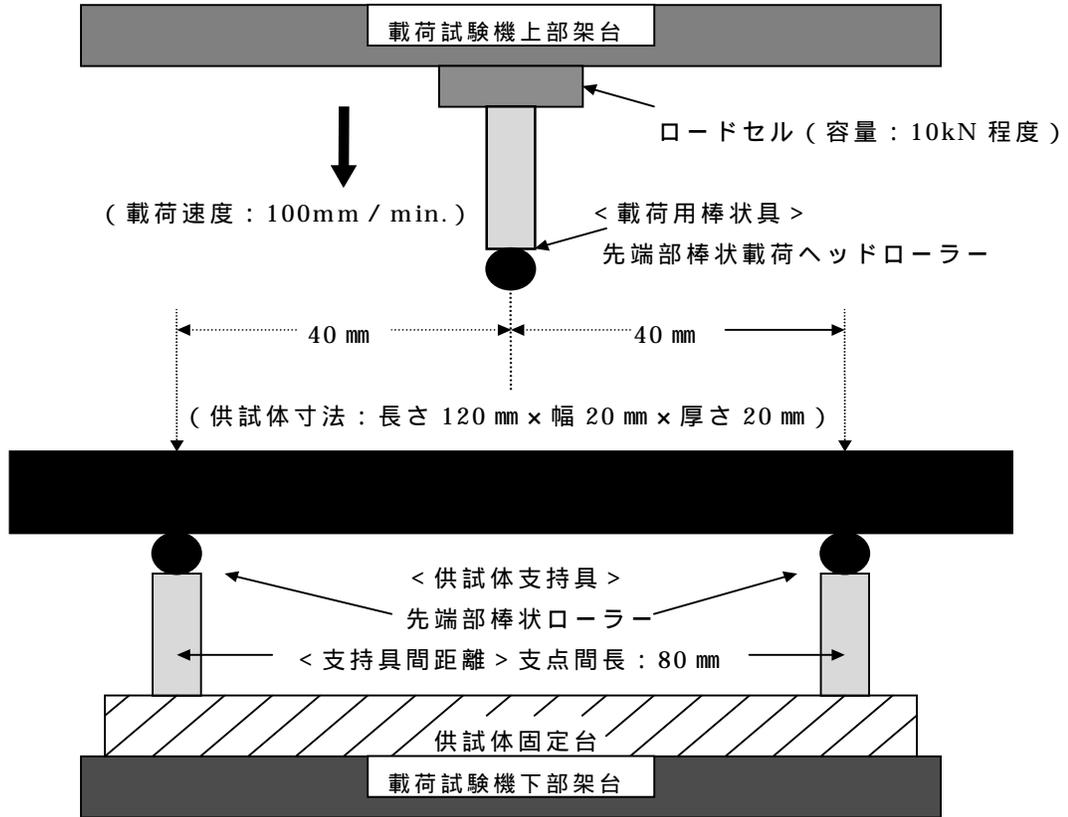


図 1 載荷装置一式例

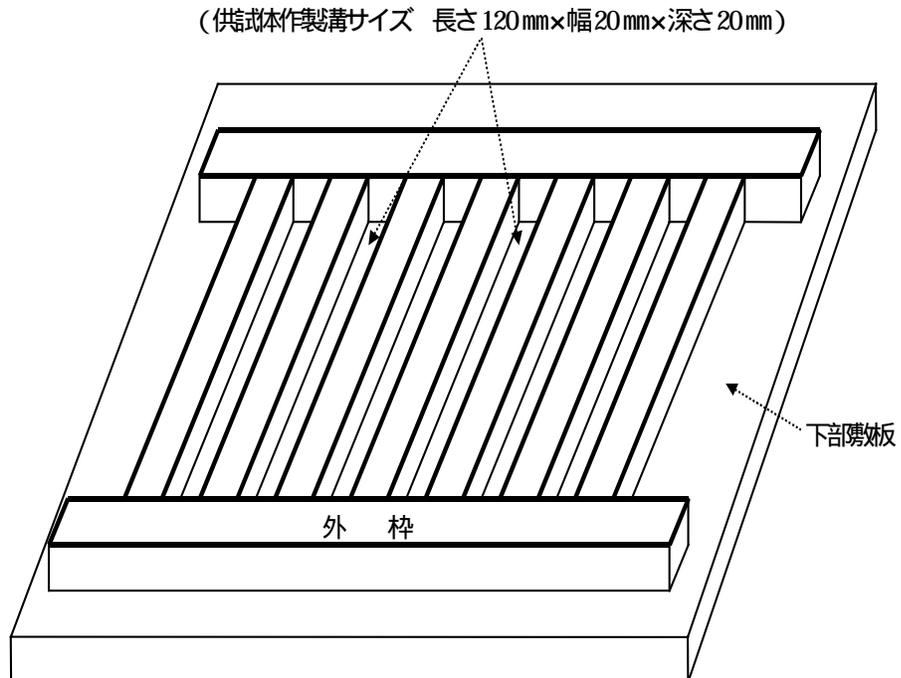


図 2 供試体作製用型枠一式例

#### 4. 試験方法

##### (1) 供試体の作製

###### 1) 型枠へのアスファルト流し込みおよびその他調整作業

型枠を組立て、アスファルトと接触する型枠面および型枠上面の全てに離型材を塗布する。

離型材は、シリコングリース等を使用し、供試体の脱型に必要な最低限の塗布を行う。

アスファルトを  $165 \pm 10$  で溶融し、供試体中に気泡が残らないように注意しながら、型枠にアスファルトを流し込む。

流し込みは、放冷による収縮を考慮して余盛りして行う。

流し込み後、室温で 90 分以上放冷する。

室温放冷後、型枠ごと供試体温度が  $5$  程度となるまで低温恒温槽で養生 ( $-20$  の恒温槽で約 20 分、または  $5$  の恒温槽で約 60 分)、余剰試料をバーナーでよく温めた皮すきまたはカッター等で削り取り、供試体を成形する。

供試体の成形後、再度型枠ごと低温恒温槽で養生 ( $-20$  の恒温室で約 10 分、 $5$  の恒温室で約 30 分) した後、供試体を脱型する。

脱型後、供試体の質量を測定し、供試体が正常に作製できているかの確認を行う。

###### 2) 供試体の養生

供試体の養生は、 $-20 \pm 1$  に保った低温恒温槽で 3 ~ 3.5 時間行う。

###### 3) 供試体の個数

1 つの条件に対し、少なくとも 3 個の供試体を作製する。

##### (2) 曲げ試験

養生後の供試体は成形面を上面として載荷装置に速やかにセットし、載荷速度  $100\text{mm}/\text{min}$  で中央部に集中載荷する。載荷は最大荷重を示すまで行い、変位と荷重を記録する。なお、低温恒温槽から供試体を取り出ししてから試験終了までの工程は、20 秒以内に終了させるものとする。

#### 5. 結果の整理

##### (1) 結果の算出

記録された変位 荷重曲線より、最大荷重およびその時の変位量を求め、式(1)、式(2)より最大曲げ応力および最大曲げひずみを小数点以下第 1 位まで求め、平均値も算出する。なお、変位量については、図 - 3 に示すように原点補正を行い、算出するものとする。

$$\text{最大曲げ応力}(\sigma) = \frac{3l}{2bh^2} \cdot P \quad \text{..... 式(1)}$$

$$\text{最大曲げひずみ}(\epsilon) = \frac{6h}{l^2} \cdot d \quad \text{..... 式(2)}$$

ここに、	b: 供試体の幅 (mm)	.....	20mm	} 規定値
	h: 供試体の厚さ (mm)	.....	20mm	
	l: 供試体支点間長さ (mm)	.....	80mm	
	P: 最大荷重 (N)			} 測定値
	d: 最大荷重時の変位量 (mm)			

(図 3 参照)

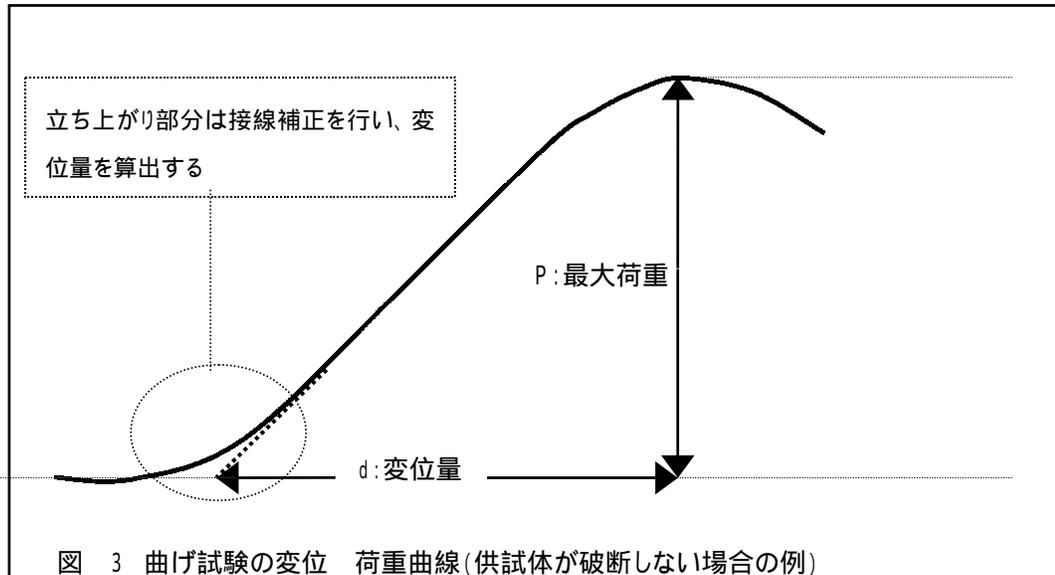


図 3 曲げ試験の変位 荷重曲線(供試体が破断しない場合の例)

最大曲げ応力( )および最大曲げひずみ( )から、曲げ仕事量を式(3)より、また曲げスティフネスを式(4)により小数点以下第1位まで算出する。試験結果については平均値および変動係数も算出する。

$$\text{曲げ仕事量} = \text{最大曲げ応力}(\quad) \times \text{最大曲げひずみ}(\quad) \quad \text{式(3)}$$

$$\text{曲げスティフネス} = \frac{\text{最大曲げ応力}(\quad)}{\text{最大曲げひずみ}(\quad)} \quad \text{式(4)}$$

### (2)精度

曲げ仕事量および曲げスティフネスの試験結果から、変動係数を算出し、この変動係数が下記に示す目安を越えた場合は、原因の推定や試験方法のチェックを行い、再試験を行う。

曲げ仕事量:30%    曲げスティフネス:20%

ここで、特に試験時の破断形態について (破断しない)と×(破断する)が混在する結果となった場合、再度変動係数が上記の目安値を越えることがある。このような再試験結果がでた場合は、最初の試験データと再試験データを全て採用し、報告するものとする。

### (3)報告事項

- 1)アスファルトの種類
- 2)最大曲げ応力(MPa)
- 3)最大曲げひずみ(mm / mm)
- 4)曲げ仕事量(MPa)
- 5)曲げスティフネス(MPa)
- 6)変動係数(%)

表 1 に曲げ試験データシート例を示す。

## バインダの曲げ試験

調査名・目的 : 記入例 \_\_\_\_\_

試験年月日: 平成 \_\_\_\_ 年 \_\_\_\_ 月 \_\_\_\_ 日

バインダの種類: \_\_\_\_\_

試験者: \_\_\_\_\_

< 供試体の作製・養生条件 >

- ( 1 ) バインダ溶解温度  $165 \pm 10$
- ( 2 ) 型枠流し込み後 放冷温度: 室温 放冷時間: 90 分以上
- ( 3 ) 余剰試料除去前の養生: 型枠ごとの低恒温槽内養生  $-20$  20 分 or 5 60 分
- ( 4 ) 余剰試料除去後の養生: 型枠ごとの低恒温槽内養生  $-20$  10 分 or 5 30 分
- ( 5 ) 脱型後供試体の養生 (温度・時間) 養生温度:  $-20 \pm 1$  養生時間: 3 ~ 3.5 時間

< 試験条件 >

試験温度:  $-20 \pm 1$  載荷速度: 100 mm / min.  
 供試体の幅 (b): 20 mm 供試体の厚さ (h): 20 mm 試験時の支点間長さ (l): 80 mm

供試体 No.	1	2	3	平均値
供試体質量 (g)				/
破断形態 ×: 破断、 : 破断せず				
最大荷重: P (N)				
最大荷重時の変位量: d (mm)				
最大曲げ応力: (MPa) $(3 \times \times ) / (2 \times \times ^2)$				
最大曲げひずみ: $( \times 10^{-3}$ mm/mm) $\{ (6 \times \times ) / ^2 \} \times 10^3$				
曲げ仕事量 $( \times 10^{-3}$ MPa) x	X1	X2	X3	
平均値との差の平方 $( - X_i)^2$				/
標準偏差 $\sqrt{ / (n-1)}$	/			
変動係数 $/ \times 100$ (%)				
曲げスティフネス (MPa) $( / ) \times 10^{-3}$	Y1	Y2	Y3	
平均値との差の平方 $( - Y_i)^2$				/
標準偏差 $\sqrt{ / (n-1)}$	/			
変動係数 $/ \times 100$ (%)				

備考 >

供試体寸法: 幅 20(mm) × 厚さ 20(mm) × 長さ 120(mm)

$$\text{MPa} = \text{N} / \text{mm}^2$$

#### 注意事項>

- (1)本試験は、供試体の形状を直方体に成形することが重要である。したがって、型枠へ試料を流し込む際の余盛り、また余剰試料の削り取りには十分に注意する必要がある。
- (2)型枠への離型材の過小・過剰塗布は、脱型や成型時の支障となる場合があるので、離型剤の種類や塗布量に注意すること。また、試料の流し込みの際は、供試体内部に気泡が残らないように注意すること。
- (3)脱型後、供試体の質量を測定し、明らかに質量の異常が認められた場合は、再度供試体の作製からやり直すものとする。
- (4)供試体の養生に使用する低温恒温槽は、設定温度と実際の温度に差がある場合があるので、事前に供試体付近の温度を確認することが必要である。また、供試体が試験温度に達するまでの養生時間を予め測定しておくことが望ましい。
- (5)載荷試験機の記録装置は、測定される変位量が小さいため高速記録ができるもの、例えば10mm/sec以上のチャートスピードが得られるものが望ましい。
- (6)供試体を低温恒温槽に長時間養生すると試験値が変化する恐れがあるので、試料のサンプリングから試験終了まで1日で終了させることが望ましい。
- (7)破断の意味  
試験時の供試体の破断とは次のことを言う。  
破断する：最大荷重に達する前に供試体が折れて破壊する状態のこと。  
破断しない：最大荷重に達しても供試体が破壊しない状態のこと。