

載荷波形の違いがアスファルト混合物の疲労特性に与える影響

東亜道路工業(株)技術部 ○正会員 阿部 長門
 国土技術政策総合研究所空港研究部 水上 純一

1. はじめに

FWD (Falling Weight Deflectometer) 試験結果の荷重と変位を用いて、逆解析を行い多層弾性解析から弾性係数を推定し、得られた弾性係数からひずみを求め、舗装体の破壊に関する予測を行っている。しかし、交通荷重は移動荷重であり、サイン波のような連続載荷でなく休止時間を含む載荷状態である。これに対し、アスファルト混合物の疲労特性の評価では、両振りのサイン波で疲労試験を行うことが多い。これは、交通荷重に類似したハーバーサイン波を用いると休止時間が多いために疲労回数が伸びて、試験時間が長くなるためである¹⁾。本検討では、4点曲げ試験でサイン波とハーバーサイン波の波形の違いや供試体に発生するひずみ特性および現位置の舗装で載荷したFWDから算定した弾性係数との比較を実施した。

2. 試験概要

試験舗装 ここで用いたアスファルト混合物は、空港の共通仕様書で規定されている密粒度(20)と粗粒度(20)とアスファルト安定処理(以降、As 安定処理とする)である。本検討に用いた試験舗装は、図-1に示すように、LA-1の標準的な断面である表基層、As 安定処理、下層路盤及び路床の4層構造である。各混合物の締固め度は、いずれの供試体においても基準密度の97%以上あり、均一な層であった。

FWD 試験 FWD 試験は、表層上に空港用FWD (載荷板直径45cm)にて、実物大脚荷重による走行試験を行いながら、舗装の受ける影響を把握するために、0,1000,3000,5000,10000回後の状態において試験をした。得られた荷重、変位量を用いて多層系弾性解析より、各層の弾性係数を算出した。

曲げ試験 繰返し曲げ試験は、図-2に示したように50×50×400mmの供試体を用いた。試験用のクランプはトルクをモータにて管理する4点支持の治具を用いて、試験温度10℃の条件で試験を行った。一般に2点載荷の梁供試体に生じる曲げモーメントは、図-3のようになる。この2点間のアスファルト混合物に生じる応力やひずみが一定となっているか検証するために、供試体中央下面の変位量を非接触変位センサー(KEYENCE, EX-614V)で計測し、さらに供試体中央部の上面及び下面で低弾性長期計測用ひずみゲージ(東京測器研究所, PFLW-30-11)にて梁のひずみを計測した。粗粒度(20)の供試体による荷重と軸変位及び非接触変位計で計測した供試体下面の変位によるヒステリシスループ、測定値から算定した応力とひずみ²⁾とひずみゲージの計測値を図-4に示す。

キーワード：曲げ疲労試験、ひずみ、FWD、破壊回数

〒106-0032 東京都港区六本木 7-3-7

TEL 03-3405-1810

FAX 03-3405-7689

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1

TEL 046-844-5034

FAX 046-844-4471

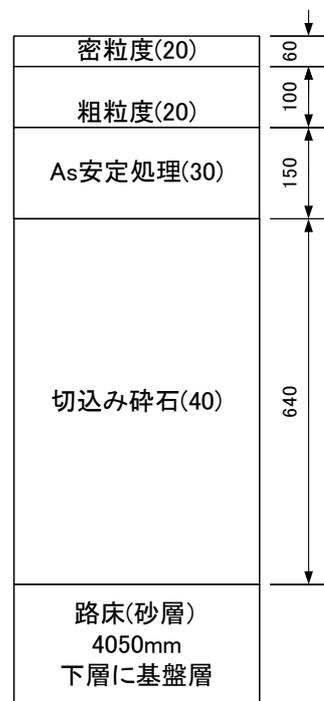


図-1 試験舗装の構成

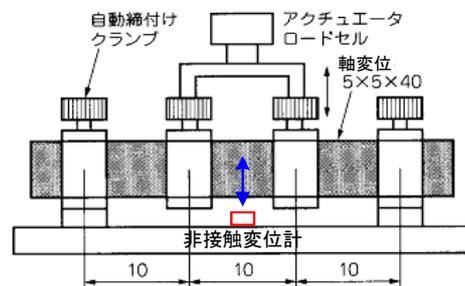


図-2 4点曲げの治具の外観

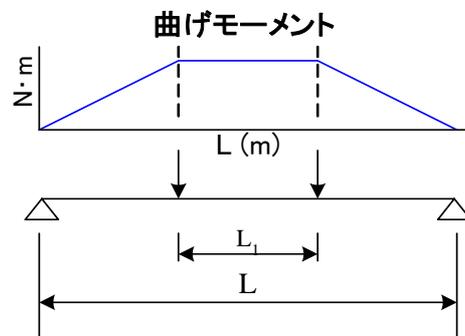


図-3 載荷試験の状態とモーメント

3. 試験結果

3.1 試験時の変形

図-4 から、サイン波の変位制御で試験を行っているものの、軸変位では粘弾性の影響が表れ、変位量が大きい供試体中央下面の変位量はきれいなループで弾性変形を捉えている。曲げに伴う引張り及び圧縮ひずみと供試体中央の変位から求めたひずみは類似しており、試験条件としては供試体中央の変位量が供試体に貼り付けたひずみ量での検討が必要と考える。

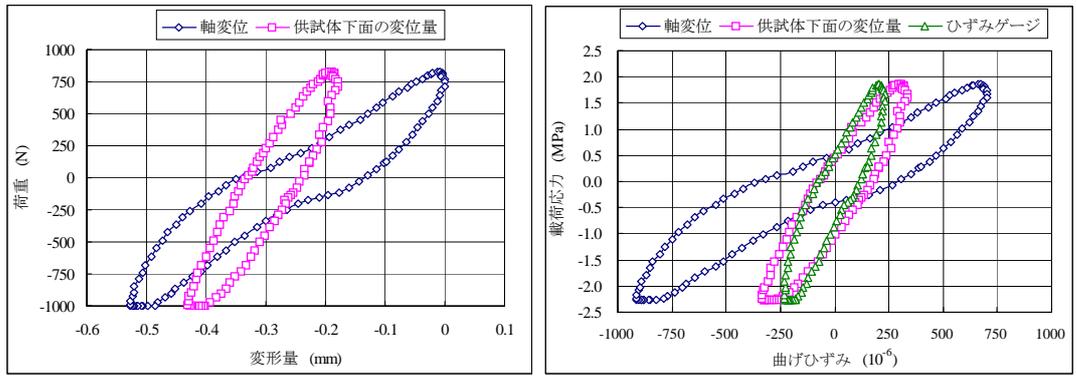


図-4 治具の軸変位と供試体中央の変位量と供試体中央のひずみの関係

3.2 サイン波とハーバーサイン波との比較

ハーバーサイン波の入力波形と载荷応力と供試体中央の曲げに伴うひずみを図-5 に示す。ハーバーサイン波の载荷においても载荷後のリバンウドにて、除化後に引張り側の応力となる。しかし、発生ひずみは荷重波形の入力波と同様にきれいな波形となっている。この時のひずみピークの遅れは 0.01s 生じている。2Hz のサイン波と 2 サイクル (0.1s 载荷, 0.4s 休止) の疲労試験結果を図-6 に示す。この結果、粒度が粗く、アスファルト量の少ないほど疲労抵抗性が低く、As 安定処理の曲げ疲労抵抗性が目立つ。ひずみレベルと As 混合物の種類に依存するが、休止時間のあるハーバーサイン波はサイン波に比べ疲労破壊回数が 3~12 倍大きくなる。

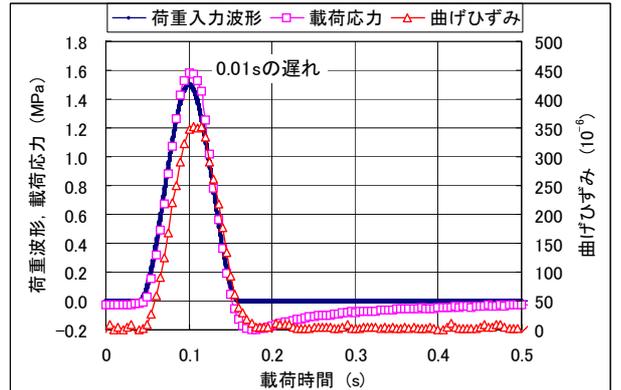


図-5 ハーバーサイン波による荷重とひずみ波形

3.3 走行载荷試験に基づく層弾性係数の推移

実物大走行試験中に実施した FWD 試験から、逆解析で求めた弾性係数を図-7 に示す。表基層や As 安定処理の弾性係数は、走行载荷回数の増加に伴い減少するが 5000 回と 10000 回はほぼ同程度の値が得られた。路床の砂も繰返し载荷によって弾性係数が低下していく。

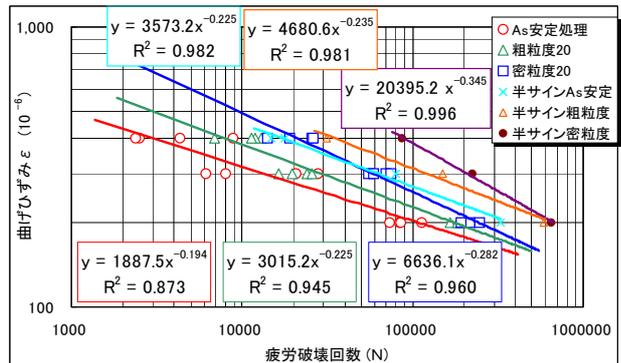


図-6 载荷波形の違いによる疲労曲線の相違

4. まとめ

室内試験においては、供試体の変形を直接計測する必要がある。走行荷重に類似したハーバーサイン波の試験結果は、サイン波による疲労試験よりも破壊回数が長くなる。今後は両者の関係をさらに調べ、舗装の受ける疲労過程を明らかにしたい。【参考文献】 1) Said, Safwat F; Wahlström, Joakim : Validation of Indirect Tensile Method for Fatigue Characterising of Bituminous Mixes, 2nd Eurasphalt & Eurobitume Congress, 2000. 6. 2) 日本道路協会：舗装調査試験法便覧, B018T アスファルト混合物の曲げ疲労試験, [3] -116, 2007, 6.

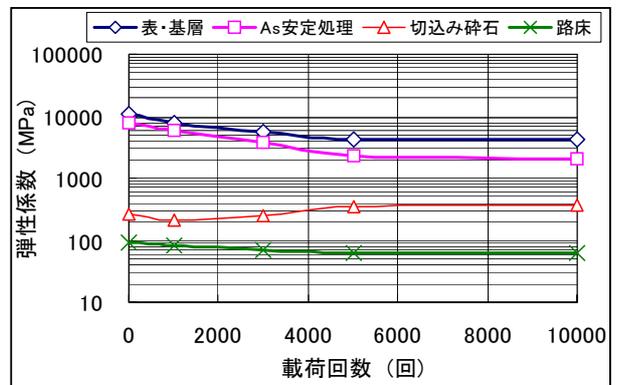


図-7 走行载荷による弾性係数の低下傾向