一軸圧縮引張試験を用いたアスコンの応力緩和性能の評価

東亜道路工業株式会社　技術研究所　　正会員　○山本　恭央
〃　　正会員　　平戸　利明

1.　はじめに

筆者らは，既報論文により，アスファルト混合物（以下，アスコン）は，応力緩和性能を示すため繰返し圧縮作用を与えても引張応力が生じることを述べた[1]．アスファルト舗装では，車両が走行することでタイヤ直下に繰返し圧縮作用がかかるため，変換された引張応力により縦表面ひび割れが生じる可能性がある．そこで，本論文ではアスファルト舗装の応力緩和性能に着目し，圧縮，引張作用をアスコンに繰り返し与える一軸圧縮引張試験（以下，Push-Pull 試験）により，載荷速度およびアスファルトの劣化と応力緩和性能の関係について評価した結果を述べる．

2.　評価方法

表-1 に Push-Pull 試験の試験条件，**図-1** に概念図を示す．

試験に用いた混合物の種類は，密粒度アスファルト混合物（13）である．バインダは，ストレートアスファルト 60/80（以下，ストアス）と，RTFOT 試験後に PAV 試験を 20 時間かけて劣化させたストアス（以下，劣化ストアス）を用いた．試験体は，300 × 300 × 600 mm の平板状のアスコンを作製し，転圧面に平行となるように φ50 × 100 mm の寸法で円柱状に切り出したものである．切り出した供試体の上下端部に引張接着用治具をエポキシ樹脂で接着した．

試験は，sin 波のひずみ制御により載荷し，応力状態を評価した．ひずみは，供試体上部に非接触の変位計を設置し，変位データを供試体の高さで除して求めた．このときの，載荷速度は，0.1Hz，0.5Hz，1Hz，5Hz の 4 段階で応力状態を評価した．

表-1　Push - Pull 試験の試験条件

項目	内容
制御波	Sin 波
供試体種類	StAs60/80 (劣化，未劣化)
ひずみ振幅	600με
載荷速度	0.1Hz, 0.5Hz, 1Hz, 5Hz
試験温度	20℃
供試体寸法	Φ50 mm×100 mm
データ周期	10 ms

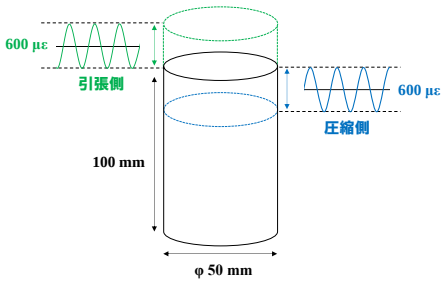
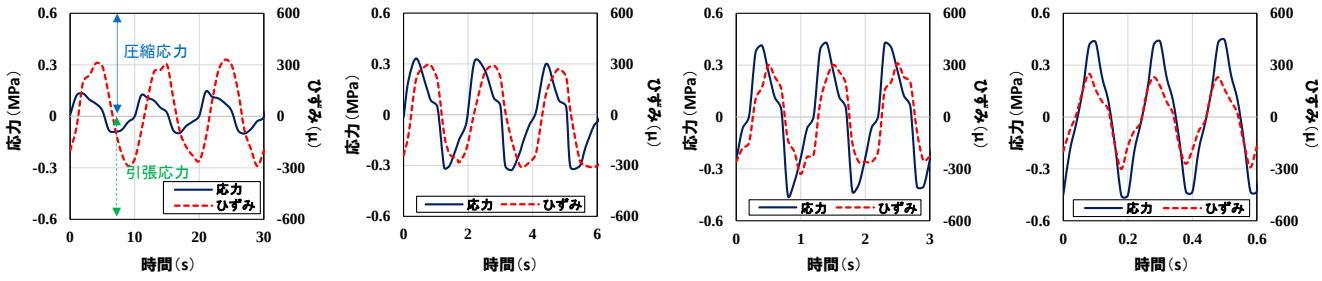


図-1　Push - Pull 試験の概念図

3.　評価結果

3.1　載荷速度による応力緩和性能の変化

図-2 に，載荷開始 10 分後に計測した 3 周期の試験結果をそれぞれ示す．応力の波形を見ると，載荷速度が遅いと応力緩和が生じており，ひずみが速くなるに従い応力の波形がシャープな形状へと変化することが分かる．載荷速度が遅いと，ひずみのピークが来る前に応力緩和が生じ，応力のピークは，ひずみのピークが来る前に急激に低下している．このことから，粘弾性を有するアスコンの応力緩和性能は載荷速度により変化し，載荷速度が遅い



(a) 載荷速度:0.1 Hz　(b) 載荷速度:0.5 Hz　(c) 載荷速度:1 Hz　(d) 載荷速度:5 Hz

図-2　載荷速度を変化させた時の応力とひずみの関係

キーワード　アスコン，応力緩和，一軸圧縮引張試験，載荷速度，劣化，位相差
連絡先　　〒300-2622　茨城県つくば市要 315-126　TEL 029-877-4150

と応力緩和が顕著に生じることが分かる．

図-3 に，位相差と載荷速度の関係を示す．載荷速度と位相差には指数関数の関係が見られた．載荷速度 0.1Hz では応力に対しひずみが顕著に遅れていることがわかる．載荷速度が速くなるにつれて位相差は小さくなり，5Hz では位相差はわずかとなっている．

図-4 に，各載荷速度におけるスティフネスと位相差の関係を示す．位相差が大きいほどスティフネスは小さな値を示した．

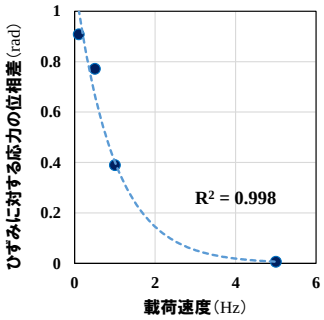


図-3 載荷速度と位相差の関係

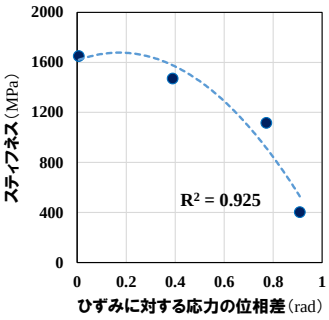


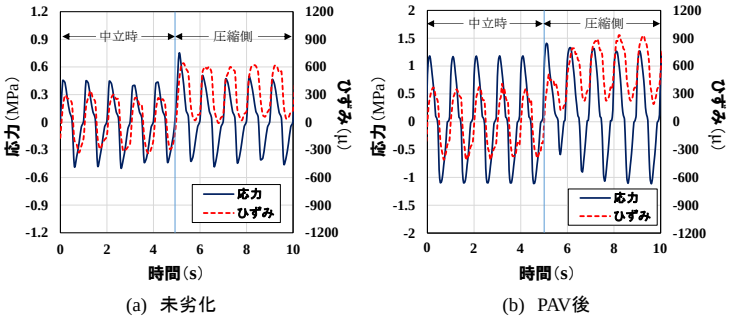
図-4 スティフネスと位相差の関係

3.2 アスファルトの劣化に伴う応力の変化

アスファルトが劣化することによる応力緩和性能の変化を把握するため，劣化ストアスを用いて供試体を作製し，試験速度 1Hz にて，Push-Pull 試験を行った．表-2 に，試験に用いたバインダの代表性状を示す．PAV を 20 時間かけたバインダの針入度は 30（1/10mm）であった．応力緩和性能の評価として，繰り返し載荷を一定時間かけた後，ひずみが圧縮領域となるように圧縮方向に供試体をシフトさせ，応力とひずみ変化を把握した．図-5 (a)に未劣化，(b)に劣化ストアスを用いて試験した結果を示す．

表-2 劣化アスファルトの性状

試験項目	単位	未劣化	RTFOT	PAV
針入度（25℃）	1/10 mm	61	42	30
軟化点	℃	48	51	57
伸度（15℃）	cm	100+	100+	7
PI	-	-1.3	-1.3	-0.7



(a) 未劣化　(b) PAV後

図-5 圧縮方向への供試体シフトに伴う応力緩和性能

劣化ストアスにおいて，応力の波形は未劣化のものと類似の傾向を示したが，最大応力は 2 倍以上高い値を示した．劣化することによりアスファルトが硬くなり，発生する応力が高くなったと考えられる．また，未劣化のアスファルトにおいて，圧縮側に供試体をシフトさせたとき，圧縮方向にわずかに応力は高くなったが，即座に応力が緩和され，圧縮応力と引張応力が交互に生じる挙動に戻った．一方，劣化ストアスでは，圧縮方向にシフトしたとき，応力緩和される速度が未劣化のアスファルトと比較してわずかに遅くなっていた．弾性体に近いセメントコンクリートを用いた供試体では，圧縮作用時には圧縮応力のみが生じることが報告されているが[1]，今回の条件において，劣化後のストアスを用いた供試体は，未劣化のストアスと同様に引張応力と圧縮応力が交互に生じる挙動を示した．これらのことから、劣化したアスファルトにおける粘弾性特性は，未劣化のアスファルトよりも弾性的であるが，依然として応力緩和性を有することが考えられる．

4. まとめ

今回の試験結果により得られた知見を以下に示す．

- アスコンの応力緩和性能は載荷速度により変化し，載荷速度が遅いと応力緩和が顕著である．
- 載荷速度により応力とひずみに位相差が見られ，載荷速度が速くなるに従い位相差が小さくなる．
- 劣化ストアスを用いたアスコンは，劣化することによりアスファルトが硬くなり，生じる応力が高くなると考えられるが，依然として応力緩和性は有していた．

参考文献

1) 平戸利明，姫野賢治，村山雅人，高橋将人，高橋修：応力緩和に着目した縦表面ひび割れの発生メカニズムとその要因，土木学会論文集 E1（舗装工学），Vol.72, No.3, pp.203-210, 2016.12