

応力緩和を考慮した直接引張試験によるアスコンのひび割れ抵抗性評価に関する検討

長岡技術科学大学大学院 正会員 ○小林龍平
長岡技術科学大学大学院 正会員 高橋 修

1. はじめに

ひび割れはアスファルトコンクリート（アスコン）の主な破壊形態の一つである．アスコンのひび割れ抵抗性は、ひずみ速度が一定の曲げ試験や直接引張試験によって評価している．しかしながら、実際の疲労ひび割れや温度ひび割れ、リフレクションクラックの発生プロセスでは変形作用が交番したり、休止したりすることから、アスコンのひび割れ抵抗性には応力緩和が影響するものと考えられる．そして、我が国のアスコンにはバインダとしてストレートアスファルト（ストアス）に加えて、各種のポリマー改質アスファルト（改質アス）が多用されている．そのため、アスコンのひび割れ抵抗性を適正に比較するためには、これらのバインダの違いに基づく応力緩和の差異を考慮して評価する必要がある．

本検討では、各種バインダを使用したアスコンのひび割れ抵抗性について、応力緩和の差異に着目して評価することを目的に、二つの直接引張試験を実施した．一つは、ひずみ速度を一定に供試体が破断するまで一様に引き伸ばす既往の直接引張試験（定速度直接引張試験）である．もう一つは、定速度直接引張試験の変形プロセスにおいて一定の変形割合（ひずみ増分割合）で変位をホールドする休止時間を設け、段階的に供試体を引き伸ばす引張試験（繰返し直接引張試験）である¹⁾．ここでは、温度ひび割れやリフレクションクラックを想定したひずみ速度の遅い条件とし、常温域でこれら二つの試験を実施して、応力の変化に着目しながら破壊に至るまでのひずみ値を比較した．供試体として、ストアス、および性能が異なる3種類の改質アスを使用した密粒度アスコンを用意した．そして、二つの直接引張試験の結果をそれぞれの供試体で比較することにより、応力緩和の違いと破壊時ひずみの関係に着目して考察した．

2. 使用バインダとアスコン配合

応力緩和が破壊時ひずみに与える影響は、バインダの違いだけでなく、骨材配合の違いによっても異なることが予想される．本検討では、バインダの違いによる比較を行うため、密粒度アスファルト混合物（13）（密粒13）の中央粒度を目標とした骨材配合に対して、ストアス、改質アスのⅡ型（改質Ⅱ型）、Ⅲ型（改質Ⅲ型）、およびH型（改質H型）を使用した4種類のアスコンを用意した．設計アスファルト量はマーシャル安定度試験によって決定し、一律5.6%とした．

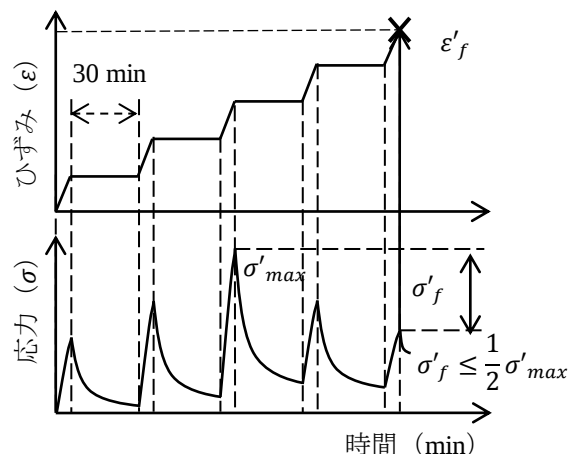


図-1 繰返し直接引張試験の定義

3. 応力緩和を考慮したひび割れ抵抗性の評価

定速度直接引張試験の破壊時ひずみ (ϵ_f) と繰返し直接引張試験の破壊時ひずみ (ϵ'_f) を比較することで、応力緩和性状の違いを評価した．定速度直接引張試験の ϵ_f は最大応力時のひずみ値とした．また、繰返し直接引張試験の ϵ'_f については、ある段階の応力ピークがそれ以前の最大ピークの $1/2$ 以下になったときのひずみ値とした．ここでの繰返し直接引張試験のひずみ制御方法と ϵ'_f の定義について図-1 に示す．

また、表-1 に各種直接引張試験の条件を示す．供試体寸法、試験温度、および変位速度は共通とし、ひずみ増分割合は ϵ_f の 10%、30%、50%、70% の 4 水準を設定した．評価値としては、各試験方法で供試体毎に破壊時ひずみを求め、繰返し直接引張試験では応力がピーク値の $1/e$ に低下するまでの緩和時間も各段階で求めた．

キーワード 応力緩和、直接引張試験、アスコン、ひび割れ抵抗性

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 TEL: 0258-46-6000

3.1 試験方法および試験条件の違いによる比較

図-2 に定速度直接引張試験の ε_f 、および繰返し直接引張試験での各ひずみ増分割合に対する ε'_f について、使用バインダ毎にまとめて示す。どのバインダを使用したアスコンにおいても、応力緩和を伴う休止時間を設けることにより、破壊時ひずみは大きくなる傾向が認められる。しかしながら、改質 H 型でひずみ増分割合 70% の条件のみ ε_f よりも ε'_f のほうが若干小さく、応力緩和による影響がみられなかった。また、ひずみ増分割合が 70% での段階的引張作用では、どのアスコンも応力緩和によって破壊時ひずみが大きくなる割合が他のひずみ増分割合の変形作用よりも小さい。

繰返し直接引張試験の応力変化について、改質 H 型を使用したアスコンの結果を図-3 に示す。左側のひずみ増分割合が 30% の場合は、右側の 70% の場合に比べて残留応力が小さく、繰返し回数が多くなっており、その結果 ε'_f が大きくなったものと考えられる。

3.2 バインダ種類の違いによる比較

繰返し直接引張試験における各種アスコンの応力緩和時間を図-4 に示す。どのバインダを使用したアスコンとも、ひずみ増分割合が大きいほど緩和時間が長くなっている。また、粘度の高いバインダを使用したアスコンほど、緩和時間は全体的に長くなっている。バインダ粘度と応力緩和性状の高い相関性は妥当であり、バインダの粘度が高いアスコンは応力が緩和し難く、粘結力も高いため、破壊時ひずみが大きくなったものと考えられる。

4. まとめ

本検討では、定速度直接引張試験と繰返し直接引張試験を実施して両者の結果を比較し、各種バインダを使用した密粒度アスコンのひび割れ抵抗性について応力緩和を考慮して評価した。以下、本検討で得られた知見をまとめる。

- 1) アスコンは、変形過程において応力緩和を経たほうが破壊時ひずみは大きくなる。
- 2) ひずみ増分割合によって応力緩和の程度が異なり、ひずみ増分割合が小さい場合は、応力が急速に緩和し、残留変形も小さいため、破壊時ひずみは大きくなる傾向がある。このような傾向の程度は、バインダの種類によって異なる。
- 3) アスコンの応力緩和はバインダの応力緩和性状に起因するもので、バインダの粘度が高いアスコンは、応力緩和がし難く、粘結力も高いため、破壊時ひずみが大きくなる。

参考文献

- 1) 小林龍平・高橋 修：応力緩和を考慮した直接引張試験による各種アスコンのひび割れ抵抗性の評価，第 33 回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論文集，V-1，pp.310-311，2015。

表-1 各種直接引張試験の条件

項 目	試験条件
供試体寸法(mm)	40×40×240
試験温度(℃)	25
変位速度(mm/min)	1.0
ひずみ増分割合(%)	10, 30, 50, 70
変形の保持時間(min)	30

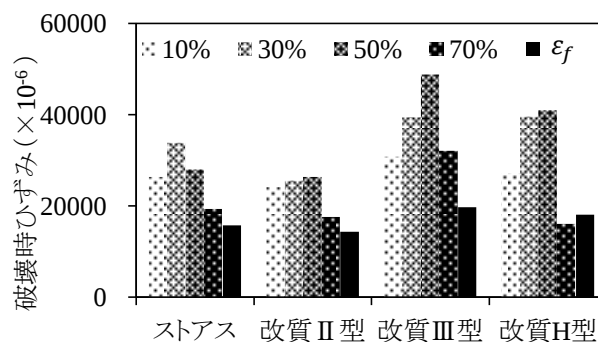


図-2 各種アスコンの破壊時ひずみ

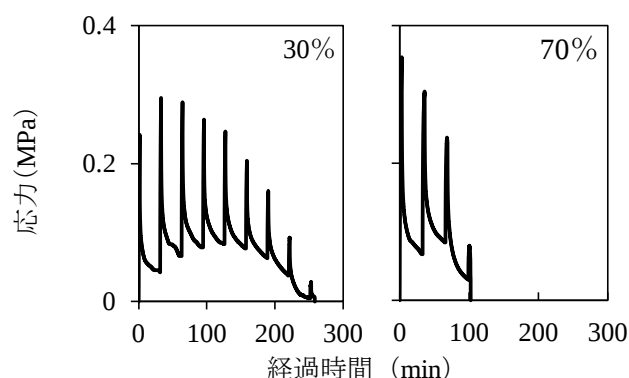


図-3 改質 H 型アスコンの応力変化

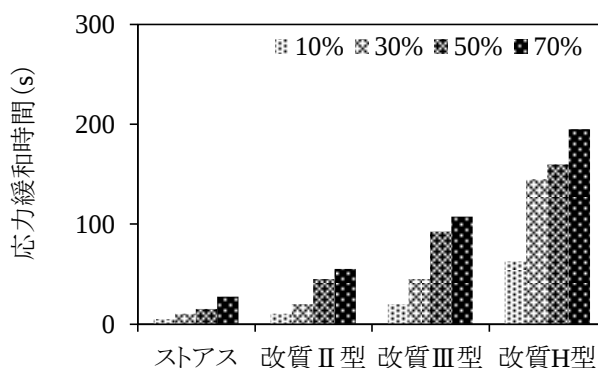


図-4 各種アスコンの応力緩和時間