

AE 計測によるアスファルト混合物の低温ひび割れ検知に関する研究

鹿島建設技術研究所 正会員 渡部 貴裕, 大野 俊夫, 藤澤 理
弘前大学農学生命科学部 正会員 万木 正弘

1. はじめに

アスファルト混合物は温度低下に伴い収縮し、この収縮が何らかの拘束を受けると温度応力を生じ、ある限界点を越えると低温ひび割れを発生する。これまでも低温ひび割れは、転移点温度や貫通ひび割れの発生温度等で評価が行われている¹⁾。しかし、低温ひび割れは温度低下に伴い徐々に微細ひび割れが発生し、それらのひび割れが互いにつながることで貫通ひび割れに至ることが多いと考えられる。また、微細ひび割れが発生し始めると、低温の繰返しなどにより当初の貫通ひび割れ発生温度より高温側で貫通ひび割れが発生することがあるため、低温ひび割れを評価する場合には微細ひび割れの発生状況を把握し、微細ひび割れの発生による温度疲労を考慮する必要がある。本研究では、アスファルト混合物の低温ひび割れを評価する指標の一つとして微細ひび割れ発生開始温度を適用するために、AE 計測によるアスファルト混合物の微細ひび割れ測定方法の確立と、低温ひび割れの発生メカニズムの検討を行ったものである。

2. 測定方法

微細ひび割れは、写真 - 1 に示すように低温ひび割れ抵抗性試験²⁾の供試体に AE センサを取り付けて試験を行い測定した。低温ひび割れ抵抗性試験はアスファルト混合物の低温ひび割れ評価方法として開発した試験で、線膨張係数の小さいリング状の拘束体の外周にアスファルト混合物を打設し、低温水槽内で温度を低下させ、拘束体とアスファルト混合物の線膨張係数の違いからひび割れを発生させる試験である。ひび割れ発生温度の測定はひび割れ発生時のひずみの変化から検知する。AE 計測は材料が破壊する過程で発生する微小音を検知する方法で、これまでも材料試験や異常監視等に幅広く利用されている。AE 計測から得られる各名称の定義を表 - 1 に示す。AE 計測はしきい値や周波数フィルタ等の設定値により検知する微小音が異なるため、設定値に関しては事前に検討を行い、それぞれを表 - 2 に示すように決定した。

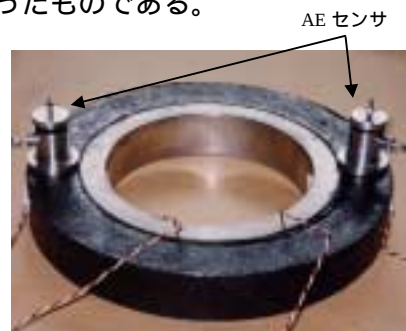


写真 - 1 供試体

表 - 1 各名称の定義

名称	定義
単位時間内 AE 発生数	各測定間隔 (6 分間) に発生した AE 数
AE 累積数	測定中に発生した AE の総数 (試験開始 ~ 貫通ひび割れ発生)
微細ひび割れ発生開始温	AE 発生数が増加し始める温度
貫通ひび割れ発生温度	AE 発生数が激減する温度
最大振幅	測定間隔内に発生した最も大きい音

表 - 2 AE 計測の設定値

設定項目	目的	設定値
HPF (ハイパスフィルタ)	低周波の音の上限値	100kHz
LPF (ローパスフィルタ)	高周波の音の下限値	1MHz
増幅率	音を大きくする	10dB
LEVEL	しきい値	0.05V
測定間隔	AE 発生数のカウント	6 分間 (1 低下)
微細ひび割れ発生開始温度	微細ひび割れ発生開始温度の特定	単位時間内の AE 発生数が 10 回を越えた温度

表 - 4 配合

混合物種類	アスファルト	骨材				ファイバー
		6 号碎石	7 号碎石	スクリーンングス	細砂	石粉
密粒度混合物	8.2	20.2	11.9	30.8	17.4	11.5
モルタル	9.5	0	0	42.3	42.3	5.9

表 - 3 試験ケース

混合物の種類	拘束状態	
	供試体厚	拘束体厚
アスファルト混合物	内部温度の測定	
	40mm	なし
		10mm
	20mm	20mm
アスファルトモルタル	40mm	なし
		20mm

キーワード : アスファルト混合物、AE 計測、微細ひび割れ、内部拘束応力、外部拘束応力

連絡先 : 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL : 0424-89-7071 FAX : 0424-89-7073

3. 試験要因

ひび割れの発生には応力が関係しているため、応力に影響を与える拘束度を試験要因として微細ひび割れの発生を検討した。試験ケースを表 - 3 に示す。応力には供試体内部の温度差や骨材とアスファルトの線膨張係数の違いによる内部拘束応力と、外部の拘束体により拘束されたときに発生する外部拘束応力がある。内部拘束応力による微細ひび割れの発生状況の違いを把握するために、表 - 4 に示す骨材粒度の異なるアスファルト混合物とアスファルトモルタルで試験した。外部拘束応力による微細ひび割れの発生状況は拘束体の有無、異なる拘束度で試験を行い確認した。全ての試験ケースでアスファルトは StAs80/100 を使用し、温度変化は - 10 /hour で一定とした。

4. 試験結果及び考察

(1) 微細ひび割れの測定

貫通ひび割れが発生するときの温度 - 単位時間内 AE 発生数は図 - 1 に示すような曲線であった。温度低下により AE 発生数が増加し始め、貫通ひび割れの発生とともにその数は激減した。貫通ひび割れ発生温度はひずみの変化から測定したときと同等の温度であったことから、AE 計測は微細ひび割れが発生するときの微小音を計測しているといえる。

(2) 内部拘束応力による微細ひび割れ

供試体の内部の温度差はほとんどなく、内部拘束応力はアスファルトと骨材の線膨張係数の違いから発生している可能性が高い。内部拘束応力による微細ひび割れは拘束体がないときの試験で発生するひび割れである。拘束体がないときの試験結果を図 - 2 に示す。微細ひび割れ発生開始温度はアスファルト混合物が - 25 、アスファルトモルタルが - 32 であり、各温度が内部拘束応力による微細ひび割れ発生開始温度である。この結果、粗骨材とアスファルトの線膨張係数の違いにより - 25 から、細骨材とアスファルトの線膨張係数の違いにより - 32 から内部拘束応力が作用し微細ひび割れが発生すると考えられる。しかし、拘束体のない試験では貫通ひび割れが発生しておらず、内部拘束応力による微細ひび割れは極めて小さいと思われる。

(3) 外部拘束応力による微細ひび割れ

外部拘束応力による微細ひび割れは、拘束の有無で差が現れるときから発生し始める。アスファルト混合物の試験結果を図 - 3 に示す。拘束がある場合、- 30 位までは拘束体のない試験と同様に増加し、外部拘束が作用すると AE 発生数が急増して貫通ひび割れが発生した。作用し始める温度は拘束度に依存し、拘束度が大きいほど高温側で発生し始める。

5. まとめ

アスファルト混合物の低温ひび割れは、最初に骨材とアスファルトの線膨張係数の違いから内部拘束応力が作用して微細ひび割れが発生し始める。その後、外部拘束応力が作用して微細ひび割れが発生するが、その発生開始温度は拘束度により異なる。貫通ひび割れは本試験の範囲では内部拘束応力のみでは発生せず、外部拘束応力が作用したのちに発生することが多い。

参考文献

- 1) 菅原照雄：アスファルト舗装の温度応力亀裂発生予測法の開発に関する研究，昭和 61 年度科学研究費補助金研究成果報告書，1987.3
- 2) 大野俊夫他：水工用アスファルト混合物の低温ひび割れ抵抗性，土木学会第 55 回年次学術講演会 5 部，2000.9

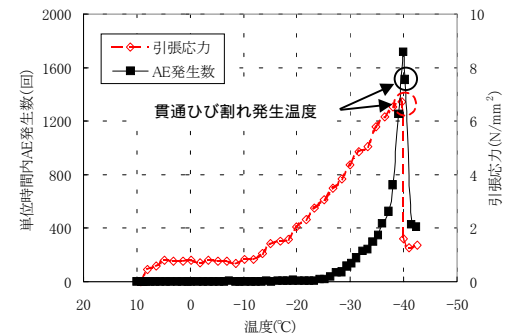


図 - 1 温度 - 単位時間内 AE 発生数

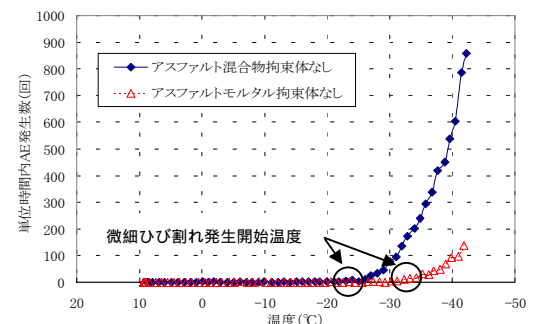


図 - 2 拘束体がないときの AE 発生数

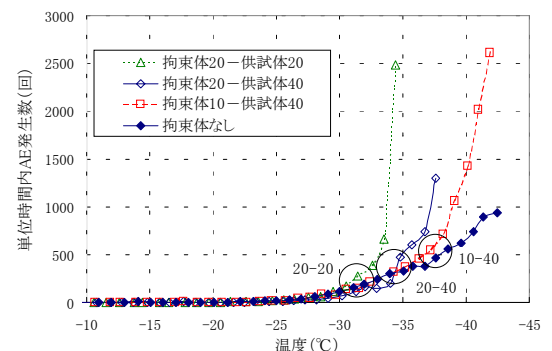


図 - 3 拘束度が異なるときの AE 発生数