

高温域を考慮したアスファルト混合物のスチフネス推定方法に関する研究 (その1)

鹿島道路 正会員 ○芳賀 潤一 正会員 鎌田 修
 阪神高速道路 正会員 久利 良夫 正会員 佐藤 彰紀

1. 背景および目的

近年、鋼床版の疲労破壊や土工部での舗装の発生応力を推定する際、有限要素法等による解析が行われている。その際、アスファルト混合物の材料定数としてスチフネスを入力することが必要となるが、現段階では高温域(60℃程度)のスチフネスの測定方法は未だ確立されていない。そこで本研究では高温域においてアスファルト混合物のスチフネスを測定する方法を検討した。

2. 試験方法の検討

本研究では一軸圧縮型によるスチフネスの測定を検討した。また、試験供試体と実道の舗装体の締固め状態との整合性を考慮し、ローラーコンパクタで締固めた供試体を使用することとした。その場合、供試体高さは100mmまでとし、可能であれば一層で締固められる50mmが望ましいと考えた。その場合、以下の問題点が挙げられる。

- ① 供試体寸法による測定値への影響
- ② ひずみの測定方法による影響

3. 試験条件検討に際しての問題点と検討事項

(1) 供試体寸法 一般的に一軸圧縮試験の供試体寸法は直径：高さは1:2である。しかし、コンクリートの既往の研究では、直径：高さが1:1程度でも、弾性係数の測定においては影響がないとの報告がある¹⁾。アスファルト混合物においても、載荷荷重が線形粘弾性領域から逸脱しない範囲では同様の傾向を示す可能性がある。そこで、最大粒径の3倍を確保する $\phi=45\text{mm}$ 以上として直径：高さを変化させて検討を行った。供試体は① $\phi 45\text{mm}\cdot h100\text{mm}$ 、② $\phi 45\text{mm}\cdot h50\text{mm}$ 、③ $\phi 100\text{mm}\cdot h100\text{mm}$ 、④ $\phi 100\text{mm}\cdot h50\text{mm}$ の4種類とした。

(2) ひずみ測定方法 本研究では既往の研究から、ひずみゲージでの測定を試みた²⁾。ゲージ長は30mmとし、WT用供試体からコアを切抜いた供試体に貼付することとしたが、供試体高さが50mmの場合、JIS A 1149に定められている試験条件を満たしていない。しかし既往の研究では、その条件から外れても得られる弾性係数には差がないとの報告³⁾もあることから、アスファルト混合物の場合においても確認を行うこととした。また、ひずみゲージを接着剤で貼付する際の工夫や測定値自体への影響も検討した。

4. 検討結果および考察

(1) 供試体寸法の影響について 密粒度混合物を用い、載荷条件は一定荷重で載荷するクリープ試験で実施した。載荷圧は 0.55N/mm^2 とした。試験温度40℃、60℃でのスチフネスと載荷時間の関係を図-1、2に示す。また60℃におけるポアソン比と載荷時間の関係を図-3に示す。図-1より40℃において $\phi 100\text{mm}\cdot h50\text{mm}$ では他と比べて明らかに異なるスチフネス-載荷時間曲線となった。これは直径：高さが2:1では寸胴な形状のため、寸法の影響が大きく現れた可能性がある。また $\phi 100\text{mm}\cdot h100\text{mm}$ ではポアソン比が異常な値を示している。この理由は

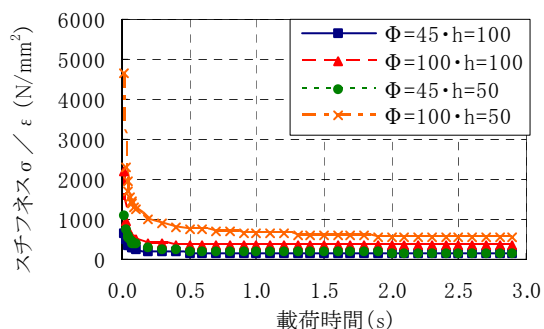


図-1 40℃におけるスチフネス-時間関係

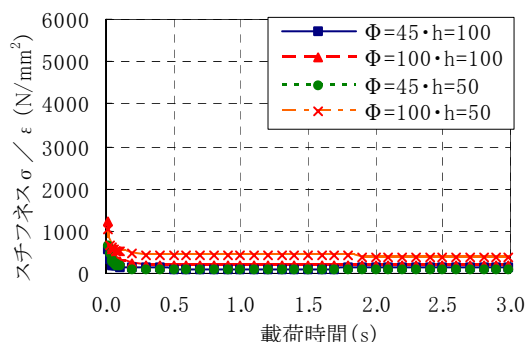


図-2 60℃におけるスチフネス-時間関係

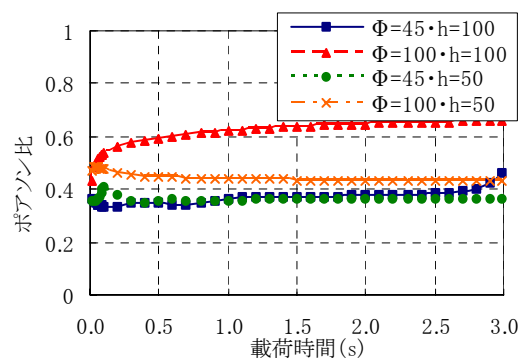


図-3 60℃におけるポアソン比-時間関係

キーワード アスファルト混合物、有限要素法、スチフネス、高温域

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島道路(株) 技術研究所 TEL 042-483-0541

断定できないが、100mmの供試体を作製する際、一度50mmでランマーにより締固め、更に50mmの混合物を追加してローラーコンパクターで締固めたため、層状の混合物となった影響が現れた可能性もある。φ45mm・h100mmは基準となる供試体であるが、60℃試験時の載荷回数2回目において供試体が破損した。直径：高さが1：2の場合は高温域での安定した計測が困難である可能性がある。

以上より、φ45mm・h50mmの供試体は線形粘弾性領域内で測定する場合、供試体寸法による著しい影響はなく、高温域でも安定して測定ができることがわかった。

(2) ひずみ測定方法の影響について

1) ひずみゲージの長さの影響 ひずみゲージの長さによる影響を確認した。φ45mm・h100mmの同一供試体上に長さ60mmと30mmのひずみゲージを各二枚貼付して、その平均を各々のひずみゲージの値とした。この時のスチフネスと載荷時間の関係を図-4に示す。このようにひずみゲージの長さによる差は見られなかった。

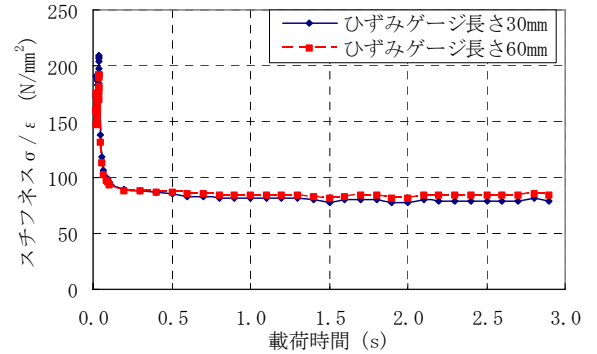


図-4 ひずみゲージの長さの影響測定結果(60℃)

2) ひずみゲージの剥がれに対する検討 本研究では先に記述したように切取り供試体を使用した。更に供試体表面(側面)をサンドペーパーで研磨することにより、剥がれのしない繰返し精度の良い測定結果を得ることができた。

3) 接着剤による影響 接着剤の影響を確認した。確認方法として接着剤塗布の状態を線形FEMで図-5のようにモデル化した。使用接着剤の弾性係数を564N/mm²としたときの結果を表-1に示す。この結果からひずみゲージの貼付の有無により数%の影響が生じることがわかる。また、この解析の妥当性を確認するために、弾性係数が960N/mm²の接着剤を使用して実際にクリープ試験を実施した。その結果を表-2に示す。これより接着剤を換えても有意な差は認められず、また本研究の目的でもある鋼床版疲労へのアスファルト混合物の貢献を考えた際、得られる結果にほとんど影響を及ぼさないことが確認できた。

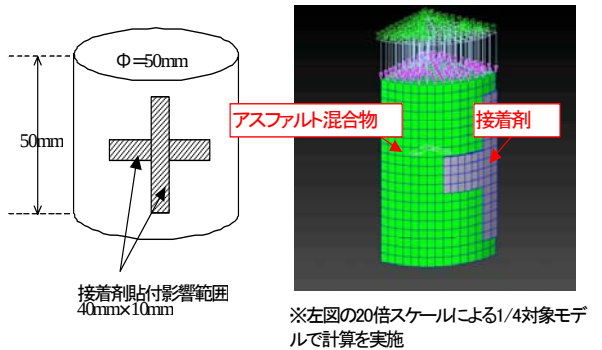


図-5 接着剤塗布の影響調査のためのFEMモデル

表-1 平均膜厚と貼付の影響のFEM解析結果

測定	接着剤 使用量 (g)	平均膜厚 (mm)	スチフネス 真値(N/mm²)	測定スチフネス(N/mm²)				
				接着剤膜厚(mm)				
				0.5	0.25	0.15	0.005	
1	0.0591	0.0800	2000	2040	2020	2013	2004	
2	0.0588	0.0800	1000	1039	1020	1013	1004	
3	0.0733	0.0990	500	538	519	513	504	
平均	0.0637	0.0860	100	133	118	112	104	

表-2 接着剤の違いによるスチフネス測定結果(60℃)

混合物種類	接着剤 弾性係数 (564N/mm²)	接着剤 弾性係数 (960N/mm²)	差 (N/mm²)
	スチフネス (N/mm²)	スチフネス (N/mm²)	
密粒	80	86	6
ポーラス	119	125	6
SMA	70	77	7
グース	103	94	-9

5. まとめ

本研究により得られた結果は次のとおりである。①高温域でのアスファルト混合物の一軸圧縮試験においては直径と高さの比が1：1では影響がなく、安定した測定が可能である。②縦ひずみの測定は、供試体高さが50mmの場合ひずみゲージが30mmであっても測定値に影響はない。③切取りコアの周囲を研磨仕上げすることにより、高温域での試験でもひずみゲージの剥がれはみられず、繰返し精度のよい計測ができた。④本研究で使用した接着剤でひずみゲージを貼付しても、得られるスチフネスへの影響はほとんどなかった。

【謝辞】本研究を行うにあたって、阪神高速道路舗装技術委員会、吉田委員長(神戸大学教授)、佐野委員(近畿大学教授)、山田委員(大阪市立大学名誉教授)に多大なるご指導、ご助言を賜りました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1) 四戸・最知：コンクリート供試体の高さ/直径比と静弾性係数測定値の関係について、日本建築学会大会学術講演概要集，pp.107-108，1980。2) 内田・西澤・姫野他：鋼床版舗装の表面ひび割れに関する研究，土木学会舗装工学論文集，Vol.4，pp.103-110，1999。3) 磯・佐原：小径コア供試体のひずみ測定に関する基礎研究，日本国土開発技術研究報告，No.19，2000。