

V-79

セメントアスファルト乳剤複合体のクリープ特性

山口大学工学部 学生会員 岡本広道
 （株）熊谷組 正会員 田村文男
 山口大学工学部 正会員 上田 満
 山口大学工学部 正会員 浜田純夫

1. はじめに

セメントアスファルト複合体（以下では複合体と記す）はセメントコンクリートとアスファルトコンクリート（以下ではアスコンと記す）の中間的な物性を有することから、一定応力が作用した場合のひずみの増大はアスコンほど顕著ではなく、形状維持や一定応力に対する抵抗力がアスコンに比べ大である。また、複合体の力学特性は以前の我々の研究より C/E （セメントとアスファルト乳剤の質量比）による影響が大であることから C/E を変化させてクリープ試験を、曲げ、圧縮について行った。複合体のクリープ挙動の把握、短期のクリープひずみの比較、長期のクリープひずみの推定等が本研究の目的である。

2. 実験概要

実験に用いた材料は普通ポルトランドセメント（比重：3.15，粉末度：3,280 cm^2/g ），アスファルト乳剤（ ph. 7.0 ，蒸発残留分の重量パーセント：58%，蒸発残留分の針入度：211），豊浦標準砂（比重：2.63，粒径：0.1～0.3 mm ）の三成分で、配合は C/E を4種、砂を3種変化させその組み合わせの計12種類とした。

供試体の作製は流し込み成形を基本とし、養生は打ち込み直後より1日恒温槽（温度：20℃，湿度：80%）に静置し、以後27日間恒温室にて行った。また曲げ、圧縮とも試験時の温度は20℃とした。

圧縮試験用供試体寸法は $\Phi 2.5 \times 5\text{cm}$ の円柱形で、強度試験はJIS A 1108に準拠し、応力-ひずみ曲線より圧縮強度及び弾性係数（変曲点に於ける接線の傾き）を求めた。クリープ試験は荷重時間が3時間、1週間の2種類行い、荷重荷重は圧縮強度の20%一軸荷重とした。変位測定はカンチレバー方式のひずみ計（最小読みは1/1000 mm ）で行い、データーロガーに取り込んだ、変位の測定データは測定時刻とともにGPIBインターフェイスを介してパソコンに送り、データ処理した。

曲げ試験用供試体寸法は $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ の直方体で、強度試験はミハエリス二重てこ形曲げ強さ試験機にて、クリープ試験は圧縮と同じ手法で行った。

3. 実験結果

各配合の圧縮強度と曲げ強度の関係は、曲げ強度が圧縮強度の0.6倍強で、弾性係数は1500 $\text{kgf}/\text{cm}^2 \sim 12000\text{kgf}/\text{cm}^2$ の範囲内の値となった。 C/E の異なる4種の複合体について荷重時間とひずみの関係を圧縮クリープ試験について示したものが図-1で曲げクリープ試験について示したものが図-2である。荷重中に複合体には塑性ひずみが発生し荷重を除荷してもこのひずみは残留ひずみとなり、このひずみを除外するため、除荷前後のひずみの差を荷重直後のひずみとして図示した。強度の小さい複合体は残留ひずみが大きく除荷前後のひずみの差が小さくなっている。クリープひずみは荷重初期には急激な増加を示し荷重時間経過とともに増加割合が減少し最終的にはある一定割合で増加する。圧縮、曲げともクリープひずみ（荷重直後と終了時の差）は C/E が大きくなるに従って小さい値となる。

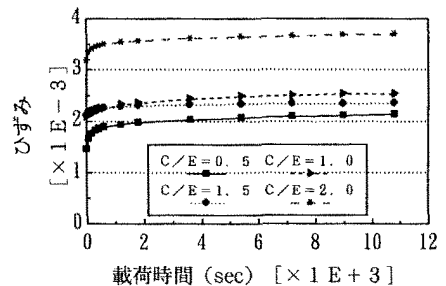


図-1 圧縮クリープ試験結果

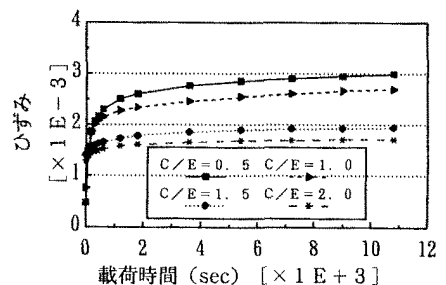


図-2 曲げクリープ試験結果

4. クリープ特性の考察

クリープ特性を表現するファクターであるクリープコンプライアンス（ $J(t)$ ）は、次のように定義される。

$$J(t) = \varepsilon(t) / \sigma_0 \quad (1)$$

$J(t)$ は一般に時間 t の関数であり、一定応力が作用した際のひずみの時間変化 $\varepsilon(t)$ を加えた一定応力 σ_0 で除したものと定義される。C/E 別の各配合、2種の載荷時間に対して $J(t)$ を求めたものを圧縮について図-3、曲げについて図-4に示す。両図より C/E が大きいほうが C/E が小さい複合体に比べ小さい値となる。 $J(t)$ を $\log J(t)$, $\log t$ の両対数図上で直線にて近似し、各回帰直線の傾き等を求めると表-1となる。傾きがクリープひずみに相当することから C/E が小さくなるに従って、クリープひずみが大きいことがわかる。またひずみの増加傾向は圧縮によるものより曲げによるものの方が大きいことがわかる。表-1より相関係数がいずれも良いので、 $J(t)$, t の間に以下の式が成立するものと仮定する。

$$\log J(t) = a + b \log t$$

$$\therefore J(t) = A \times 10^{b \log t}$$

$$A = 10^a \quad (2)$$

3時間測定 of クリープ試験より求めた b （傾き）の値と1週間測定 of b に大差の無いことから3時間測定クリープ試験により（1），（2）式より1週間程度のクリープひずみは推定可能と思われる。

5. クリープによる破壊および今後の検討課題

C/E=0.5 の複合体の曲げクリープ試験の場合、曲げ強度の20%荷重にて破壊する。これは供試体断面の減少をもたらすマイクロクラックが発生したためと思われる。マイクロクラックが発生するクリープひずみを求めることが今後の課題となろう。また長期クリープひずみを推定する手法として粘弾性4要素モデルより行う場合も考えられるが、載荷時間が2種類と少なく推定は困難であったので種類を増やして行う必要がある。

6. まとめ

セメントアスファルト複合体のクリープ特性に関して本実験の範囲内で得られた結果をまとめると以下の通りとなる。

1. 曲げ、圧縮の両クリープ特性に関しては曲げクリープひずみのほうが時間経過に伴うひずみの増分が大きくなった。
2. 曲げ、圧縮の両クリープコンプライアンス、クリープひずみの値は C/E による影響が大きく、C/E の小さい複合体のクリープコンプライアンス、クリープひずみは C/E の大きいものより大である。
3. クリープによるひずみは載荷時間の関数として短期間載荷に対しては以下の関数形で表せる。

$$\varepsilon(t) = \sigma_0 \times A \times 10^{b \log t}$$

4. 曲げ破壊強度の20%荷重を曲げクリープ試験載荷荷重として作用させた場合、C/E=0.5以外の複合体には1週間載荷クリープによる破壊は生じなかった。

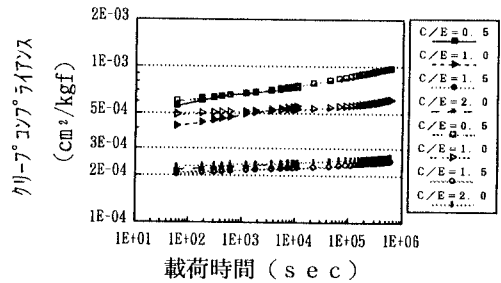


図-3 圧縮クリープのクリープコンプライアンス

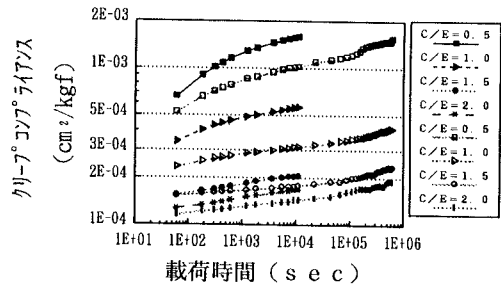


図-4 曲げクリープのクリープコンプライアンス

表-1 クリープコンプライアンス値の傾きおよび切片

曲げクリープ試験				
載荷時間	C/E	相関係数	傾き	切片
3時間	0.5	0.95	0.153	-3.394
	1.0	0.96	0.089	-3.597
	1.5	0.99	0.056	-3.912
	2.0	0.99	0.055	-4.000
1週間	0.5	0.99	0.101	-3.404
	1.0	0.98	0.056	-3.727
	1.5	0.93	0.048	-3.931
	2.0	0.97	0.055	-4.057
圧縮クリープ試験				
載荷時間	C/E	相関係数	傾き	切片
3時間	0.5	0.98	0.048	-3.327
	1.0	0.99	0.057	-3.484
	1.5	0.99	0.020	-3.731
	2.0	0.99	0.020	-3.701
1週間	0.5	0.99	0.056	-3.343
	1.0	0.94	0.024	-3.363
	1.5	0.97	0.019	-3.725
	2.0	0.98	0.015	-3.678