

道路舗装用セメントアスファルト乳剤コンクリートの短期クリープ特性

山口大学 大学院 理工学研究科 学生会員 ○片岡義人
山口大学 大学院 理工学研究科 学生会員 菊田一寿
山口大学 工学部 社会建設工学科 正会員 上田 満
山口大学 工学部 社会建設工学科 正会員 濱田純夫

1. はじめに

セメントアスファルト乳剤コンクリート（以下では、C Aコンクリートと称す）の短期クリープ特性を、試験温度を5種変化させて求めた。又、排水性加熱混合アスファルトコンクリート、及び加熱混合アスファルトコンクリート（以下では、それぞれ、排水性、及びアスコンと称す）についても求め、高級舗装材料としての適用性を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料、及び配合

使用材料、及び配合を表-1に示す。表中の値は重量百分率にて示した。尚、C Aコンクリートには普通ポルトランドセメント（比重 3.15）を、アスファルト乳剤にはノニオン系乳剤（濃度:57.9%、蒸発残留分の針入度 211）を用いた。

表-1 使用材料及び配合表

配合	砕石	砕砂	海砂	フィラー	セメント	アスファルト乳剤	ブローンアスファルト	ストリートアスファルト
流し込みCA	31.5	13.5	20	9	8.5	17.5	0	0
転圧CA1	31.0	13	19	15	10	12	0	0
転圧CA2	31.0	12	19	14	10	14	0	0
転圧CA3	30.0	12	19	14	9	16	0	0
排水性	85.2	0	0	9.3	0	0	5.5	0
アスコン	33.0	39	17	5.5	0	0	0	5.5

ドセメント（比重 3.15）を、アスファルト乳剤にはノニオン系乳剤（濃度:57.9%、蒸発残留分の針入度 211）を用いた。

2.2 マーシャル安定度試験

材料をモールド内に打設し、その両面を締め固めハンマで50回締め固めた。その後7日間室内（アスコン、排水性は1日養生）にて養生し、試験直前には60±1℃の水槽中にて30～40分養生を行った。荷重は50±5 mm/minの様な変位速度にて行い、最大荷重、及びフロー値を測定した。

表-2 マーシャル安定度試験結果

配合名 (C/E)	安定度 (kg)	フロー値 (1/100cm)
流し込みCA (0.49)	513.5	9.0
転圧CA1 (0.83)	3692.0	13.0
転圧CA2 (0.71)	2355.3	19.3
転圧CA3 (0.56)	1369.5	26.0
排水性	497.2	31.5
アスコン	1255.1	25.0

2.3 曲げ強度試験、及び曲げクリープ試験

曲げ試験用供試体を作製した後、27日間恒温室内にて養生を行った。試験直前には恒温槽にて0、10、20、30、40℃の各試験温度で12時間以上静置した。ミハエリス二重てこ形曲げ試験機にて曲げ強度を求めた後、曲げクリープ試験機により3時間荷重の短期曲げクリープ試験を各試験温度にて行った。載荷荷重は曲げ強度の20%を基本としたが、供試体が破壊する恐れのある場合や試験装置の載荷荷重容量を超える場合は、15%、10%、5%荷重と減少させた。

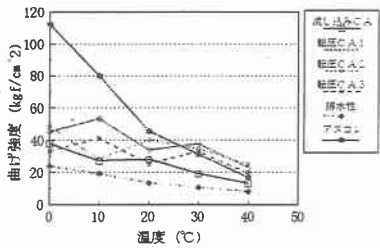


図-1 曲げ強度試験結果

3. 実験結果及び考察

3.1 マーシャル安定度試験結果

マーシャル安定度試験結果を表-2に示す。C AコンクリートはC/E（セメントとアスファルト乳剤の質量比）が大となるに従って安定度は大きく、又フロー値は小さくなった。一般的なマーシャル安定度試験の基準値は安定度が500以上、フロー値が20～40であるが、C Aコンクリートの場合はフロー値が小さいものが存在し、セメント量が多くなるとたわみ性が減少することが推測される。

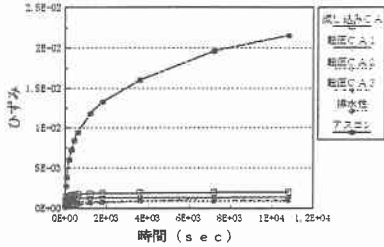


図-2 曲げクリープ試験結果

3.2 曲げ強度試験、及び曲げクリープ試験結果

曲げ強度試験結果を図-1に示す。アスコンの曲げ強度は温度上昇に伴ってCAコンクリートよりも急激に減少した。又、排水性の曲げ強度はCAコンクリート等に比べて小さな値となり、温度上昇に伴って緩やかな減少傾向を示した。

曲げクリープ試験結果を20℃の場合を例として図-2に示す。本研究では載荷荷重に多少の変動があるため単純にクリープひずみを比較することは困難であるが、アスコンのクリープひずみが極めて大であることは図より明らかである。(アスコンの載荷荷重は破壊荷重の5%である)

4. クリープ特性の考察

本研究ではクリープコンプライアンス ($J(t) = \varepsilon(t) / \sigma$) によりクリープひずみの定量的な比較を行った。 $J(t)$ と載荷時間 t の関係を示したものが図-3である。クリープひずみが大であるほど $J(t)$ の時間変化に伴う上昇傾向が大である。すなわちクリープひずみは、 $J(t)$ を $J(t) - t$ の両対数図上において直線近似した場合、その傾きに影響されるものと思われる。そこで $J(t)$ の回帰式を仮定し、最小2乗法によりその傾き等を求めた。試験温度がクリープひずみに与える影響を検討するために、近似直線の傾きと試験温度の関係を示したものが図-4である。図よりアスコンの傾きの絶対値はCAコンクリートの3倍以上も大きく、アスコンは温度上昇、及び時間経過に伴うクリープひずみがCAコンクリートに比べて大である。又、排水性は温度上昇に伴うクリープひずみが急激に大となる。

5. 温度が舗装材の粘弾性常数に与える影響

実測されたひずみに粘弾性の四要素モデルを用いて粘弾性常数を求めた。粘弾性常数の推定値は、拡張カルマンフィルターによる逆解析により求めた。粘弾性常数のうち η_1 の試験温度による変化等を検討したものが図-5である。アスコン、排水性の η_1 は一般的にCAコンクリートよりも小さくなり、温度上昇に伴う減少傾向が大である。これに対してCAコンクリートは温度による影響がほとんどみられない。又、CAコンクリートの η_1 をC/E別に比較すると、C/Eの小さい流し込みCA配合は η_1 の値も小さく、C/Eの大きい転圧CA配合はその値も大きい。求めた粘弾性常数を四要素モデルにおけるひずみの推定式に適用してひずみを算定し、実測値と比較した結果を流し込みCA配合、20℃の場合を例として図-6に示す。図には四要素モデルにおける純粘性要素を除いた三要素モデルの結果も示した。この図より四要素モデルを用いた方が実測値との整合性はよい。

6. 結論

- 1) アスコンの曲げ強度はCAコンクリートに比較し、温度上昇に伴い急激に減少する。
- 2) CAコンクリートのマーシャル安定度、及びフロー値はセメント量による影響が大である。
- 3) CAコンクリートのクリープひずみは温度上昇による影響が小さく、C/Eの影響が大である。
- 4) 粘弾性の四要素モデルはCAコンクリート、排水性、及びアスコンの3時間程度のクリープひずみの推定に適している。

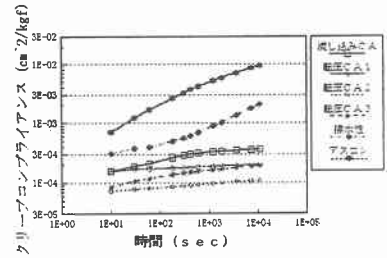


図-3 クリープコンプライアンス

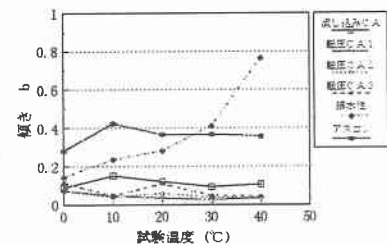


図-4 傾きbと試験温度

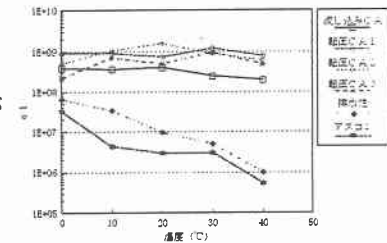


図-5 η_1 と試験温度の関係

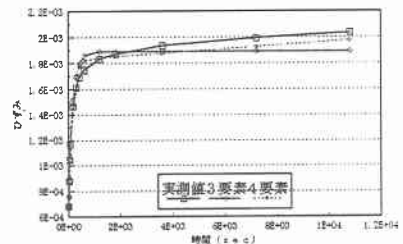


図-6 実測値と粘弾性モデルの比較