

セメントアスファルト乳剤複合体の応力緩和特性に関する基礎的研究

山口大学 大学院 理工学研究科 学生会員 ○木地 稔
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

本研究ではセメントアスファルト乳剤複合体（以下ではCA複合体と称す）の衝撃吸収材としての基本物性を把握する目的で、C/E（セメントとアスファルト乳剤の質量比）と砂の混合割合が異なるCA複合体各々について、載荷過程のひずみ速度を変化させた場合の応力緩和試験を行いその特性を比較検討した。また応力緩和特性を顕著に表現できる物理常数である緩和弾性率を用い、種々の実験条件、配合条件が緩和弾性率に与える影響についても検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合

使用材料は普通ポルトランドセメント（比重：3.15，粉末度：3280cm²/g），ノニオン系のセメント混合用乳剤（YON乳剤，濃度：57.9%，蒸発残留分の針入度：211），豊浦標準砂（比重：2.63）の三成分を用い，配合は図-1に示す三角座標の格子点上12配合とした。セメント，アスファルト乳剤，砂の質量配合比が6：4：0のCA複合体は配合640等と以下では示す。

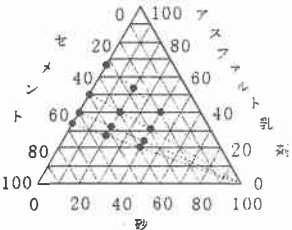


図-1 配合分布

2.2 一軸圧縮試験

供試体寸法はΦ5×10cmの円柱供試体で打設後24時間は型枠のまま恒温槽に静置し，脱枠後は恒温室にて27日間養生を行った。試験は万能圧縮試験機（最大荷重3tf，ひずみ制御方式）を用い，ひずみ速度 0.5，1，3，5 mm/minの各速度について，ひずみ速度一定の下で圧縮破壊が生じるまで載荷試験を行った。

2.3 応力緩和試験

応力緩和試験は，一軸圧縮試験と同寸法の供試体で行い，載荷も同じ試験機を用いて行った。各々のひずみ速度について一軸圧縮試験より求めた供試体破壊時のひずみ（以下破壊ひずみと称す）以下のひずみ（本実験ではこのひずみを破壊ひずみの 75%，50%，25%の3種とした）に達するまで一定のひずみ速度で載荷した後ひずみを一定値に拘束した。載荷開始より3時間の間，時間経過に伴う応力の変化を測定した。応力の測定にはロードセルを用い，ひずみの測定は変位計を用いた。一軸圧縮試験，応力緩和試験ともに室温20℃の下で行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験の結果として，図-2 に C/E と一軸圧縮強度の相関性をひずみ速度別に直線回帰したものを示した。C/E と一軸圧縮強度は互いに正比例の関係にありその比例定数はほぼ等しいことがうかがえ，C/E が 1 増加すれば一軸圧縮強度が約 50 kgf/cm² 上昇するものと考えられる。また C/E の等しい CA 複合体について一軸圧縮強度の大きさをひずみ速度別に比較してみると，ひずみ速度が速くなるにつれ一軸圧縮強度も幾分か大きくなることが読みとれる。

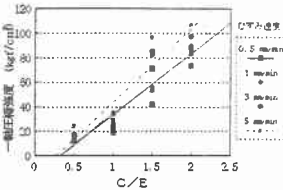


図-2 C/E と一軸圧縮強度

3.2 応力緩和試験

応力緩和試験の結果として，経過時間と応力の関係を C/E 別に示したものを図-3 に，またひずみ速度別に示したものを図-4 に示す。応力の最高値は C/E の増加に伴い大となり，ひずみ速度が増大するにつれて

も応力は若干大きくなる。応力の緩和傾向に注目すると、応力緩和過程初期においてその減少割合は大であるが、経過時間の増大に伴ってある一定応力に収束すると思われる。応力が一定値に収束するまでの時間は C/E が小さいほど短くなり、応力の緩和速度が速いといえる。またひずみ速度が遅い場合にも幾分か短い時間で一定応力に収束することが読み取れる。ひずみ速度が遅い場合には、その載荷過程においても応力緩和が生じていることを示すものと思われる。

4. 緩和弾性率による考察

4.1 緩和弾性率について

材料の応力緩和特性を顕著に表現できる物理常数として粘弾性体には緩和弾性率が一般的によく用いられ、次式のように定義される。

$$E(t) = \sigma(t) / \varepsilon_0 \quad (1)$$

緩和弾性率と経過時間との関係の一例を図-5に示す。同図には緩和弾性率、時間ともに対数目盛にて示した。このようにCA複合体においては緩和弾性率の低減は応力緩和過程初期には急で、その後ある一定勾配にて低下する傾向が存在するものと思われる。図に示すように緩和弾性率が急激に減少する応力緩和過程初期段階（載荷時間が 2×10^2 (sec) 以内）と、載荷時間が 2×10^2 (sec) 以上の2本の包絡線として代表させ、直線近似を行った。この2直線についてそれぞれ C/E 別にならべたものを図-6、図-7に示し、両図における回帰直線の傾きを各々 b_1 、 b_2 とする。いずれの図においても緩和弾性率の値は C/E が大きいほど大であることが読み取れる。またこの近似直線に関して次式が成立する。

$$\log E(t) = a - b \log t \quad (2)$$

(2)式より

$$E(t) = A_0 \cdot 10^{-b \log t} \quad (3)$$

という式が得られ、緩和弾性率は時間の関数として表すことができる。

4.2 緩和弾性率の傾きによる比較

上述の傾き b_1 と b_2 の絶対値と C/E との関係はひずみ速度別に示したものが図-8、図-9である。いずれの図においても傾きの絶対値は C/E が小さくなるに従って大きくなる、すなわち C/E が小であるほどその応力の吸収効果が大きくなり、応力緩和特性が顕著であるといえよう。

5. 結論

- 1) CA複合体の一軸圧縮強度は C/E 、ひずみ速度が大となるに伴い増大する。
- 2) 応力の減少は緩和過程初期において急激でその後一定応力に収束する。
- 3) 経過時間に伴う応力の減少割合は C/E に依存し、 C/E が小であるほど応力緩和特性が顕著である。
- 4) 緩和弾性率は時間の関数として $E(t) = A_0 \cdot 10^{-b \log t}$ という式にて表現することができる。

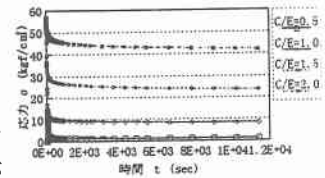


図-3 応力と時間 (C/E 別)

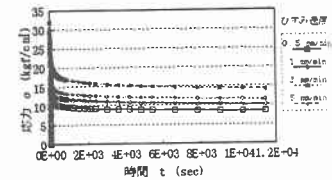


図-4 応力と時間
(ひずみ速度別)

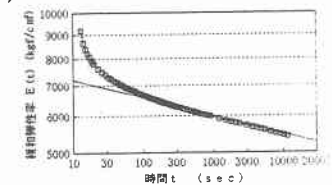


図-5 緩和弾性率と時間

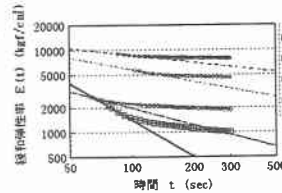


図-6 緩和弾性率(初期段階)

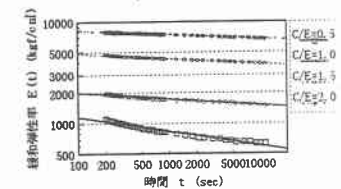


図-7 緩和弾性率(安定後)

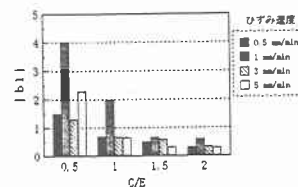


図-8 傾き b_1 と C/E

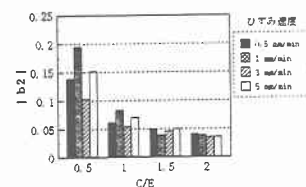


図-9 傾き b_2 と C/E