

セメントアスファルト乳剤複合体の三軸圧縮特性に関する実験的研究

山口大学工学部	学生員	○林田卓大	山口大学工学部	正会員	浜田純夫
山口大学工学部	学生員	金田雅之	ニチレキ(株)	正会員	佐藤勝俊
山口大学工学部	正会員	上田 満	住友大阪セメント(株)	正会員	安藤 豊

1. まえがき

石油アスファルトを使用する場合は、一般に加熱しなければならないのに対し、加熱しなくても流動し、施工後乾燥固化するもの一つとして、アスファルト乳剤が挙げられる。本研究では遮水、止水を目的としてアスファルト乳剤を地中に構築される連続地中壁の一材料として適用した場合、その連続体が周囲の地盤と同様な変形追従性を持つことを確認するため行った。このためセメントアスファルト乳剤モルタル（以下CAEモルタル）に対し、三軸圧縮試験を行い配合比別に mohr の応力円を描いた場合、破壊包絡線が右下がりとなるものが存在する。通常の土木材料（土をも含めて）においては、内部摩擦角が負となる材料は考えにくいので、その要因を推論する手段として①CAEモルタルに消泡剤を混入した場合②圧密させた場合③体積変化量測定の方法を行い、これらの結果について報告する。

2. 実験概要

2. 1 使用材料および配合

使用材料は①普通ポルトランドセメント（比重：3.15）②ノニオン系アスファルト乳剤（比重：1.02）③豊浦標準砂（比重：2.63）④消泡剤（OS-1：オイル系、ES-1：エマルジョン系）を使用した。配合は、セメントーアスファルト乳剤ー砂の三成分により構成される三角座標により全24配合を決定した。但し、セメント、アスファルト乳剤の配合が0のものを除く、格子点上配合（10%ピッチ）とした。

2. 2 三軸圧縮試験法

供試体寸法は $\phi 5 \times 10$ (cm)の円柱形であり、打設後24時間は温度 20°C 湿度80%以上の恒温槽にて型枠のまま養生を行い、脱型後は温度 20°C の室温にて28日間養生を行う。載荷試験は万能圧縮試験機（最大荷重5tf、ひずみ制御方式）を用い、ひずみ速度一定（消泡剤および圧密効果の場合は $5\%/\text{min}$ 、体積変化量測定の場合は $3\%/\text{min}$ ）で行った。荷重と変位の測定は、ロードセル（荷重測定用）にて荷重を測定しX-YレコーダのY軸に描き、ダイヤルゲージ（変位測定用）にて変位を測定しX軸に描いた。

3. 実験結果および考察

3. 1 消泡剤の効果

供試体内部に存在する空隙は強度に大きく影響される。ここでは、2種類の消泡剤（OS-1、ES-1）をアスファルト乳剤の量に対して混入した。図1はC/E（セメントとアスファルト乳剤の重量比）と一軸圧縮強度の相関性を示す。図1より消泡剤を混入した場合、強度が増加している。これは消泡剤により内部の空隙が減少したためと思われる。また、図2にCES=730での mohr の応力円を示し、消泡剤混入なしとOS-1混入との比較を行った。OS-1を混入した場合、内部摩擦角（ ϕ ）が増加し、消泡剤の効果が確認された。

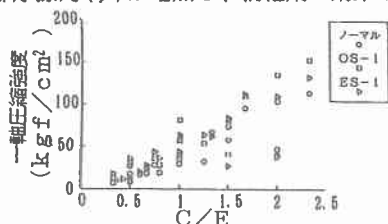


図1 C/Eと一軸圧縮強度の相関性

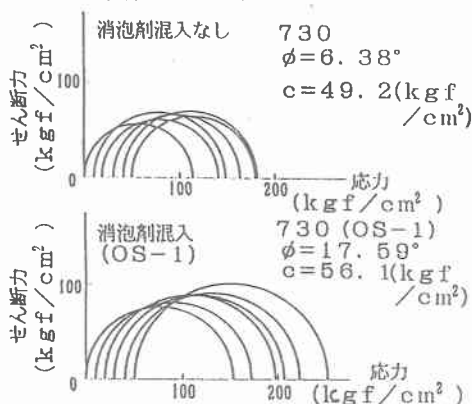


図2 CES=730のmohrの応力円

3. 2圧密を行った場合

図3にCES=325での非圧密と圧密の比較を行っている。圧密は打設後1、3、7日目に側圧30 (kgf/cm²)で2時間行い、材令28日後三軸圧縮試験を行った。図から分かるように圧密を行うことにより非圧密と比べてかなりの強度増加が確認された。打設後1、3、7日目で側圧をかけることでセメントとアスファルト乳剤の水分との距離が更に近づくことになり、水和反応が加速するとそれに伴って凝結速度も速まり強度増加に至ったと思われる。

3. 3体積変化量測定

三軸圧縮試験中における供試体内部の体積変化量を図4に示している。体積変化量測定は三軸室に連結されているプースタ内の水の移動量に対して変位計のストロークの変化量 (mm) をもとにそのときの載荷荷重での体積変化量を計算した。図には、CES=334の内部摩擦角が負となる配合を掲載した。供試体の許容応力度付近で体積が大きく変化し変曲点が存在することが確認された。更に、ひずみの増大とともに体積量も変化し、また側圧が大きいほど体積量も大きく変化することが確認された。

3. 4細孔径分布測定

図5にCES=451において消泡剤混入なしとOS-1混入した場合の平均細孔直径と細孔容積の関係図を示している。一軸圧縮試験後と三軸圧縮試験後の供試体内部の細孔容積の比較では、一般的には、図5の(a)のように三軸圧縮試験後の供試体は側圧の影響により空隙が潰され細孔容積は減少するはずである。しかし図5の(b)よりOS-1混入した場合、三軸圧縮試験後の細孔容積が一軸圧縮試験後の細孔容積よりも増加している。この原因として消泡剤の影響が挙げられるが、その詳細については今後の検討課題としたい。図6に同じくCES=451でOS-1を混入した場合の平均細孔直径と細孔数の関係図を示している。この図より一軸圧縮試験後と三軸圧縮試験後では細孔数はほぼ同じ値を示した。三軸圧縮試験後では消泡剤の効果により従来存在していた余剰空隙が存在しなくなったのではないかとと思われる。しかし、説明には不十分でありこれらも今後の検討課題とすることにした。

4. まとめ

- 1) 一軸圧縮強度とC/Eは比例関係にあり、C/E=1.3以下のときmohrの円を描いた場合、内部摩擦角が負となる配合が多く存在した。
- 2) 消泡剤 (OS-1、ES-1) を混入した場合、C/E<1以下では空隙率が減少し効果が確認された。OS-1、ES-1の比較では、OS-1の方が適していると思われる。
- 3) 圧密を行った場合、強度は非圧密の場合より増加した。密度も平均して増加した。
- 4) 三軸圧縮試験中の供試体内部の体積変化は、供試体の許容応力度付近での圧縮荷重で大きく変化する。

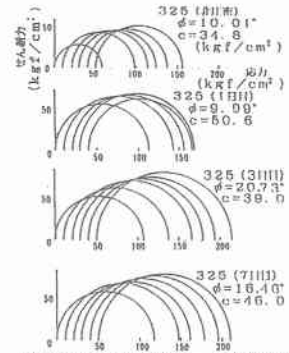


図3 CES=325の非圧密・圧密の比較

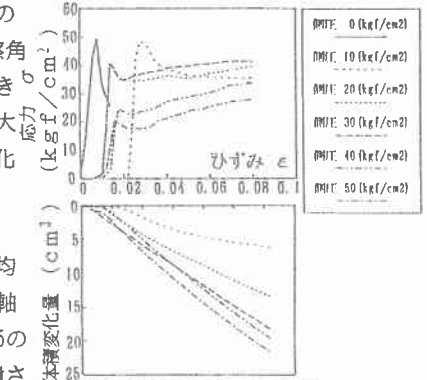


図4 CES=334の応力-ひずみ-体積変化量関係図

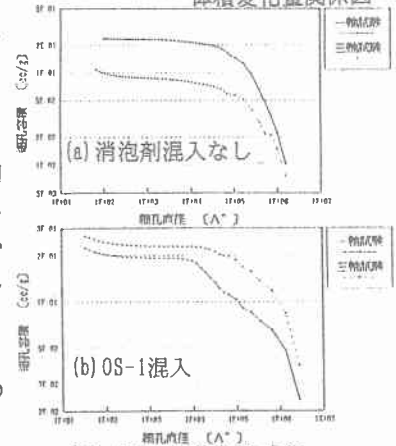


図5 CES=451の平均細孔直径-細孔容積関係図

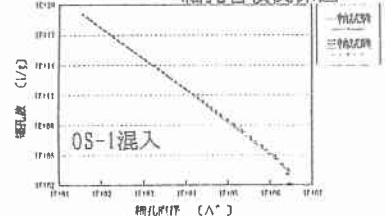


図6 CES=451の平均細孔直径-細孔数関係図