

使用材料および骨材体積率がセメントアスファルト乳剤複合体の三軸圧縮特性に与える影響

山口大学大学院 理工学研究科 学生会員 ○原田竜也
 山口大学大学院 理工学研究科 学生会員 藤本晋矢
 山口大学工学部社会建設工学科 正会員 上田 満

1. はじめに

セメント、アスファルト乳剤、砂の三成分からなる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）には、三軸圧縮試験を行うことにより得られる破壊包絡線の傾きが右下がりの複合体が存在する。そこで本研究ではこの欠点を改良するため、使用骨材を変化させ、また配合をかえた複合体を作製しそれに対し三軸圧縮試験を行い、破壊包絡線の傾きに与える影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本研究では、2種類の複合体を作製した。複合体Aの使用材料は、速硬セメント（比重：3.09、粉末度：6280cm²/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）、海砂（比重：2.62）とし、これに空隙率減少効果のある消泡剤をアスファルト乳剤の質量の0.1%添加した。配合は図-1に示す三角座標の格子点上24配合とした。複合体Bは、骨材の体積割合を増加させるため、複合体の体積の50%を砕砂（比重：2.60、粒径：5~0.6mm）とし、残りの50%に複合体Aで使用した材料を用いた。砕砂を除いたセメント、アスファルト乳剤、海砂の配合は図-2に示す三角座標上の12配合とした。また、これら2種類の複合体との比較対象として、過去の研究より、普通ポルトランドセメント（比重：3.15、粉末度：3280cm²/g）、YON乳剤、豊浦標準砂（比重：2.63、粒径：0.3~0.1mm）を材料として用いた複合体を複合体Cとする。複合体Cの配合は図-1に示す三角座標の格子点上24配合である。

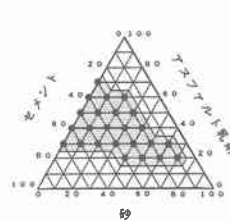


図-1 配合分布
（複合体A, C）

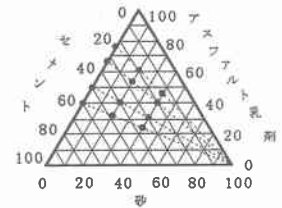


図-2 配合分布
（複合体B）

2.2 一軸、三軸圧縮試験

供試体はΦ5×10cmの円柱供試体で打設後24時間は温度20℃、湿度80%以上の恒温槽にて型枠のまま養生し、脱型後は温度20℃の室内にて27日間養生した。一軸、三軸圧縮試験ともに万能圧縮試験機（最大荷重5tf、ひずみ制御方式）を用い、ひずみ速度一定（3mm/min）のもとで行った。また、三軸圧縮試験における側圧の大きさは、一軸圧縮試験より得られた一軸圧縮強度を側圧とするものを境に、それ以下と以上の各々に対し三段階ずつ変化させた。いずれの試験も室温20℃のもとで行った。

3. 実験結果および考察

複合体A、複合体B、複合体Cの一軸、三軸圧縮試験結果より描いたMohrの応力円群を図-3に示す。一軸圧縮強度以下の側圧の内部摩擦角をφ1、粘着力をC1とし、一軸圧縮強度以上の大きさの側圧の場合を同様にφ2、C2と定義した。図は、複合体Cにおける破壊包絡線の傾きが負であった配合を取り上げ、傾きの変化を比較したものである。これより、複合体Aの破壊包絡線の傾きの傾向は複合体Cと同様であったが、粘着力は2倍程度大となった。複合体Bにおいては破壊包絡線の傾きが正に変化し、粘着

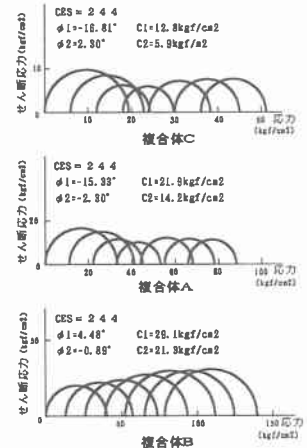


図-3 Mohrの応力円群

力もさらに大となった。これらの主たる要因として、空隙率の低下と骨材の粒度分布の改善があげられる。そこで、3種類の複合体の空隙率を配合別に比較したものを図-4に示す。この図より、複合体Aも空隙率が減少しているが、複合体Bの方が空隙率の減少が大きいといえる。その結果として、図-5に示すように内部摩擦角が変化したと考えられる。また、複合体A、複合体Bの粒度分布を図-6、7にそれぞれ示す。一般的に、粒度分布がよい材料は粒度分布の悪い材料に比べ空隙率が小さくなること

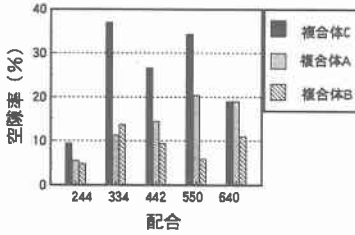


図-4 配合別空隙率の比較

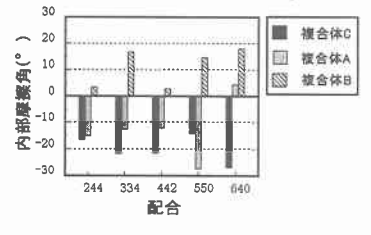


図-5 配合別内部摩擦角の比較

が知られているが、この場合も同じことがいえる。複合体Bは砕砂を加えたことにより、その分粒度分布がよくなり空隙率の低下につながったと考えられる。その結果として内部摩擦角が正となり、また、粘着力も大となったものと思われる。

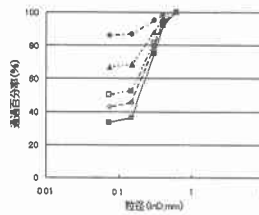


図-6 粒度分布(複合体A)

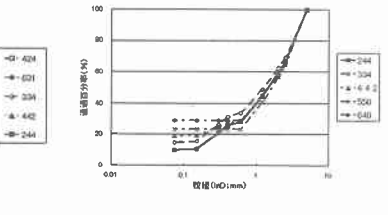


図-7 粒度分布(複合体B)

次に、複合体Bの三軸圧縮試験より得られた破壊包絡線の傾きが正になった要因を別の角度から検証する。破壊包絡線の傾きが負になるのは、三軸圧縮試験中に複合体内部の空隙がつぶれて流動がおきる、即ち、体積変化が大きくなり、強度低下が生じることによると考えられる。そこで、3種の複合体における体積変化を比較することにより要因を検討する。図-8は三軸圧縮試験におけるひずみと体積変化の関係の一例を表した図である。なお縦軸は体積減少量

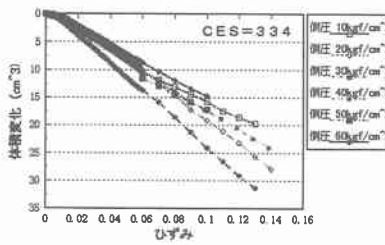


図-8 ひずみ-体積変化曲線

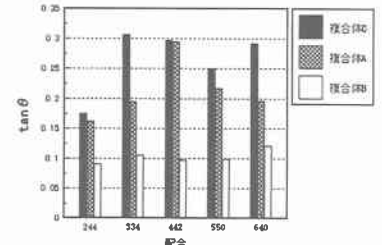


図-9 体積減少比の比較

で負の値である。この図に示されたひずみ-体積変化曲線から単位ひずみあたりの体積変化の割合を求める。即ち、複合体の体積Vに対する体積減少量ΔV、すなわち、体積比 $v = \Delta V/V$ のひずみ ϵ に対する割合を $\tan \theta = v/\epsilon$ とし体積減少比(単位ひずみ当たりの体積比)と仮定する。この値の大きさを配合別に比較した図を図-9に示す。この図における $\tan \theta$ は一軸強度の大きさの側圧を作用させて三軸圧縮試験を行った場合の値である。この図より、複合体Bがもっとも小さい値になることがわかる。複合体Bの体積減少比は複合体Cに比べ1/2程度以下であった。このことより考えられることは、空隙率の減少により体積変化が少なくなり前述のような強度低下を生じることなく内部摩擦角が正になったものと推測される。

また、複合体Bの体積変化が最も小さくなったのは複合体中に占める骨材の体積割合が大きいこと、骨材の粒度分布も要因として考えられる。

4. まとめ

本研究の範囲内にて得られた結果をまとめると以下ようになる。

- 1) 砕砂を体積割合で50%添加して作成した複合体の破壊包絡線の傾きはC/Eに関わらず正になる。
- 2) CA複合体の破壊包絡線の傾きを正にするには、粒度分布がよい骨材を使用すること及び骨材の体積率を増加させる必要がある。
- 3) 砕砂を混入させたCA複合体の体積減少比は標準砂を用いたCA複合体の体積減少比の1/2以下であり、その値は0.1程度となった。