

高温下での骨材混入高分子系材料の力学的特性

|               |     |      |
|---------------|-----|------|
| 愛媛大学工学部       | 正会員 | 稲田善紀 |
| 愛媛大学大学院       | 学生員 | 小島正靖 |
| （株）竹中工務店技術研究所 |     | 上田貴夫 |
| J R 西日本       | 正会員 | 塩崎宏紀 |

1. はじめに

ゴミ焼却時に発生する廃熱を有効利用して得た熱水を、安定供給のため地山岩盤内空洞に一時的に貯蔵する際、空洞表面に存在する亀裂からの熱水の漏出が問題となる。それを防ぐ一つの方法として、空洞表面に高分子系材料で層を設け、漏水を防止することを想定した。本研究では、高温下での高分子系材料のひずみが岩石に比べて極めて大きいため、岩石と高分子系材料との間で熱応力の発生が問題となるが、それを抑制することを目的として高分子系材料に骨材を混入し、その効果を検討するため、骨材混入高分子系材料の力学的特性を実験により求め、考察した結果について述べる。

2. 実験に使用した材料

本実験に使用した高分子系材料はT社製のエポキシ樹脂を主体としたもの（試料1）で、骨材は山口県豊浦町産の天然けい砂（粒径105 $\mu$ m以上297 $\mu$ m以下のもの）および愛媛県川内町産の和泉砂岩（粒径2.5mm以上5.0mm以下のもの）の二種類を使用した。以後、高分子系材料に天然けい砂を混入したものを試料2、和泉砂岩を混入したものを試料3と呼ぶ。今回は、体積比で50%となるように高分子系材料と骨材を混ぜあわせ、試料は硬化後室温下で1週間以上養生した後、実験に供した。

3. 骨材混入高分子系材料の強度・変形特性

圧縮試験用の供試体は、 $\phi 3 \times 6$ cmに成形し、引張試験用の供試体は、ダンベル型に成形した。圧縮試験および引張試験は、15 $^{\circ}$ C、50 $^{\circ}$ C、100 $^{\circ}$ Cの各温度で行い、供試体を昇温する際の昇温速度は熱衝撃の影響を受けないように1 $^{\circ}$ C/minとした<sup>1)</sup>。なお、供試体の表面と中心の温度を同一にするため本実験では、所要の温度に達した後も60分間の保温を行い実験を開始した。実験結果をそれぞれ図1および図2に示す。圧縮強度、引張強度とも試料2に比べて試料3の強度が低いことがわかる。これは、骨材の粒径が大きいほど骨材と高分子系材料の接着面積が小さくなり、接着力が減少するので、全体

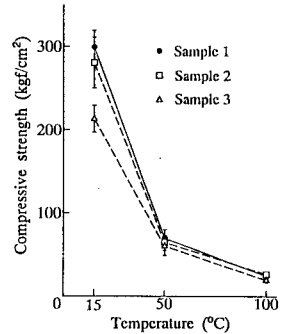


図1 高温下における圧縮強度

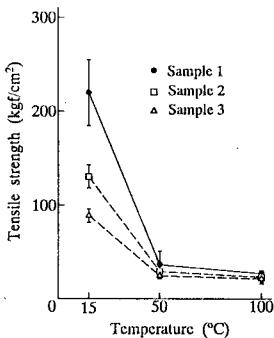


図2 高温下における引張強度

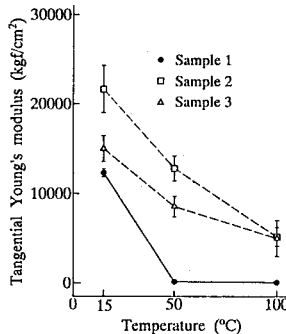


図3 高温下における接線弾性係数

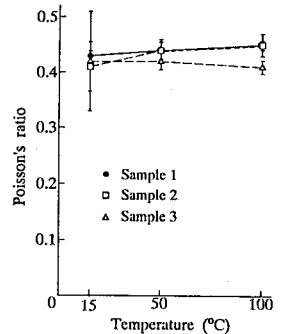


図4 高温下におけるポアソン比

の強度が低下したものと考えられる。

次に、圧縮試験の際に得られる応力-ひずみ曲線より破壊応力時の30%付近の接線弾性係数およびポアソン比を求めた。得られた結果をそれぞれ図3および図4に示す。高分子系材料よりも弾性係数が大きい骨材を混入したため、試料1に比べると試料2、試料3とも各温度で弾性係数の値が大きくなっている。また、ポアソン比の値は、ほぼ一定であることがわかった。

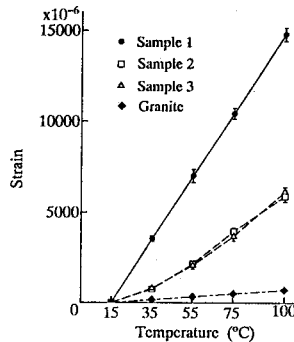


図5 高温下におけるひずみの変化

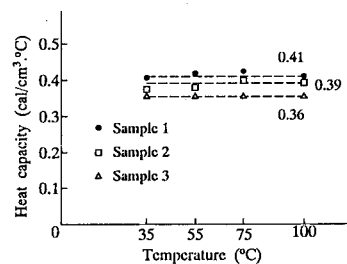


図7 高温下における熱容量

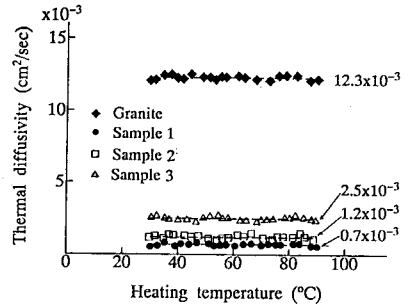


図6 高温下における熱拡散率

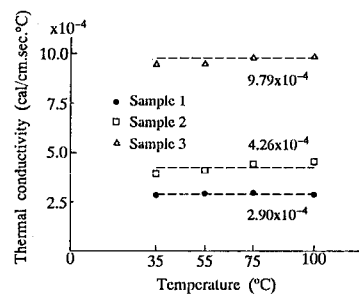


図8 高温下における熱伝導率

#### 4. 骨材混入高分子系材料の熱的性質

石英ガラス棒を用いた比較法により、それぞれの供試体のひずみの変化を測定した。測定結果を図5に示す。骨材を50%混入したことにより、ひずみの値がほぼ半減しているが、図5の花崗岩の値に比べるとかなり大きな値を示していることがわかる。

次に、熱拡散率を測定するために、供試体を10×10×8 cmに成形し、一次元の熱伝導が得られるようにして、得られた温度分布を要素分割法<sup>2)</sup>に適用させて求めた。結果を図6に示す。試料1より熱拡散率の大きな骨材を混入したことにより、熱拡散率はそれぞれ試料1の場合より若干大きくなっていることがわかる。

つづいて、高温下における比熱を測定するため、供試体をそれぞれ4×4×0.5 cm程度に成形し、蒸留水の満たされた断熱容器の中に35°C、55°C、75°C、100°Cの各温度に保温した供試体を投入し、容器の内部が平衡状態になった後水温を測定し、比熱の値を計算した。得られた比熱の値に、密度を掛け合わせて熱容量を求めた。密度はひずみの値から線膨張係数を求め推定した。熱容量の結果を図7に示す。熱伝導率の値は、得られた熱拡散率、比熱、密度の値を掛け合わせるにより見積もることができる。結果を図8に示す。それぞれ実用上ほぼ一定の値を示しているため、熱伝導率も、同様にほぼ一定の値とみなすことができる。

#### 5. おわりに

本研究では、高分子系材料のコスト低減およびひずみ抑制のため骨材を混入した。その結果、ひずみの値はほぼ半減できたが、接線弾性係数の値が上昇したためかなりの熱応力が発生することが考えられる。今後は、ひずみの値を抑制し、かつ接線弾性係数が小さくなるような物質を混入改善していくことが望まれる。

なお、本研究を遂行するに当たり、資材を提供していただいた俣東レおよび実験を手伝っていただいた尾勢和典氏（現 日本建設コンサルタント）に厚く御礼申し上げておきたい。

#### 参考文献

- 1) 稲田善紀，八木則男：材料，第28巻，第313号，979～985頁，1979。
- 2) 稲田善紀：地下の空間利用，95～112頁，森北出版，1989。