

レジンコンクリートの熱特性に関する実験的研究

岐阜大学 工学部 正会員 小柳 治
 (株)サンレック 正会員 ○林 富士男
 (株)サンレック 正会員 大島 光晴

1. まえがき

本研究は、結合材として不飽和ポリエステル樹脂 (UP) を用いたレジンコンクリート (UPREC)、レジンモルタル (UPREM) ならびにエポキシ樹脂 (EP) を用いたレジンコンクリート (EPREC) の比熱、熱伝導率、線膨張係数等の構造設計に必要な特性数値を求めると共に、レジンコンクリート (REC) 物性の温度依存性について、結合材樹脂のガラス転移温度、熱変形温度等の熱的特性との関連について検討したものである。

2. 試験の概要

2-1 使用材料と示法配合

本実験に用いた REC および REM の使用材料は、樹脂としてオルソフタル酸系不飽和ポリエステル樹脂およびビスフェノール A 型エポキシ樹脂 (硬化剤: アミン系)、粗骨材は揖斐川産玉砕石 (最大寸法 10 mm, F.M.=5.9)、細骨材は静岡産山砂 (F.M.=2.0)、充填材としては炭酸カルシウム (平均粒径 40μ) であり、その配合比率は表-1 に示す。

2-2 供試体寸法と測定方法

比熱、線膨張率の測定には $\phi 5 \times 9$ cm 円柱供試体を用い、比熱は断熱型熱量計で断熱状態で供試体に一定熱量を加え温度上昇と時間を測定して求めた。

線膨張率は、差動トランス型変位計を用いた押棒式変位法により供試体の雰囲気温度を 10°C から 80°C まで 12 時間かけて変化させ供試体の寸法変位を測定して求めた。

熱伝導率は、 $30 \times 30 \times 3$ cm の平板供試体を用いて、JIS A 1412 (保温材の熱伝導率測定方法) の平板直接法により求めた。

樹脂単体のガラス転移温度の測定は、 $10 \times 2 \times 60$ mm の角柱供試体を用いて、JIS K 7198 (非共振強制振動法による動的粘弾性の温度依存性に関する試験方法) により行った。(測定周波数 0.4Hz)

樹脂単体の熱変形温度は、 $12.7 \times 12.7 \times 127$ mm の角柱供試体を用いて、JIS K 7207 (硬化プラスチックの荷重たわみ温度試験方法) の A 法により求めた。(変位量が 0.26mm になる温度)

なお比熱、熱伝導率、線膨張係数の計測は財団法人建材試験センターに依託した。

表-1. REC (REM) の配合 (wt%)

	樹 脂	充填材	細骨材	粗骨材
UPREC	10	20	20	50
UPREM	20	30	50	—
EPREC	10	20	20	50

表-2. REC (REM) の機械的特性 (20°C)

	比重	強度 kgf/cm^2		動ヤング率 $\times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$
		曲げ	圧縮	
UPREC	2.27	243	1246	3.30
UPREM	2.05	338	1302	3.27
EPREC	2.26	264	1335	2.17

表-3. 樹脂の熱的特性結果

	ガラス転移温度 $T_g \quad ^\circ\text{C}$	熱変形温度 HDT $^\circ\text{C}$
ポリエステル樹脂	98	72
エポキシ樹脂	78	63

表-4. REC (REM) の熱的特性結果

	比 熱 ($\text{J/g}\cdot\text{k}$)	熱伝導率 ($\text{W/m}\cdot\text{k}$)	線膨張率 ($\times 10^{-5}$)
UPREC	0.80	1.46	1.59
UPREM	0.84	0.95	2.18
EPREC	0.80	1.48	1.25
コンクリート	0.84	1.0	1.2
炭素鋼	0.48	0.5	1.1

注) コンクリート、炭素鋼の値は理科年表による

3. 実験結果および考察

20℃におけるREC(REM)の強度等の機械的特性値を表-2に示す。

樹脂単体でのガラス転移温度、熱変形温度を表-3に示す。

REC(REM)の比熱、熱伝導率、線膨張率の測定結果とコンクリートおよび炭素鋼のそれらの代表値を表-4に示す。

図-1に、各温度における熱伝導率の関係を示す。

図-2に、線膨張率の測定時の供試体の熱膨張量と温度の関係を示す。

図-3に、樹脂のガラス転移温度測定により得られた動的弾性率(E')、ならびにこれと粘性による損失成分との比である $\tan\delta$ と温度の関係を示す。

表-4より、比熱は従来のセメントコンクリートと同等の特性値であることが判る。

熱伝導率は、樹脂量が多いREMで小さく、樹脂量の少ないRECで大きくなる関係にあり、樹脂の種類には大きく影響されないようである。RECではコンクリートのその1.5倍程度の値であった。また図-1より、熱伝導率は温度が上昇するとわずかに低くなる傾向を示すが温度依存性があると言える程ではない。

図-2より、各配合での熱膨張量と温度との関係は曲線的であり、温度依存性が認められ高温になるほどその膨張量は大きくなっている。

UPRECでは60℃、EPREC・UPREMでは50℃以下では、直線的関係と近似できる。

この温度域で求めた熱膨張率が表-4の値であり、熱膨張率は配合の樹脂量に比例して大きくなり、また樹脂の種類によってもその値は異なるようである。RECの熱膨張率は、コンクリートあるいは鋼のそれと同じ程度の数値である。

図-2の関係の温度依存性は、図-3の E' あるいは $\tan\delta$ の温度依存性と相関するものであり、表-3の T_g およびHDTの特性数値は、図-3の☆印付近の温度を代表する特性であり、先述の60℃あるいは50℃とは数値的に相連するものと考えられるが、この樹脂単体の T_g あるいはHDTの特性数値は、REC物性の温度依存性による変極点を予測する手がかりとしての有効性はある。

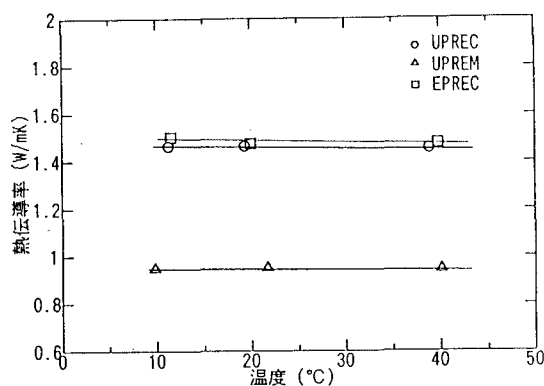


図-1 温度と熱伝導率

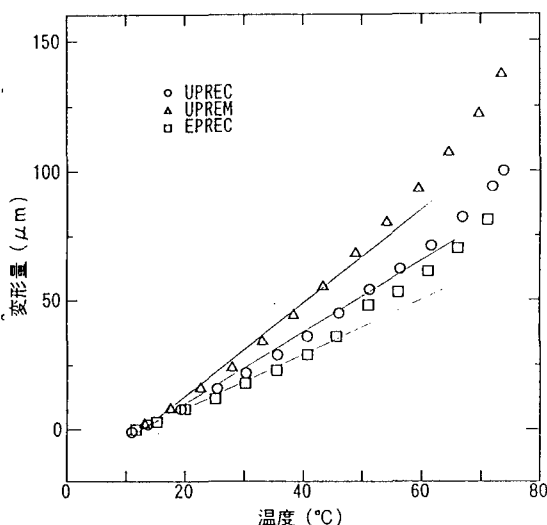


図-2 温度と変形量

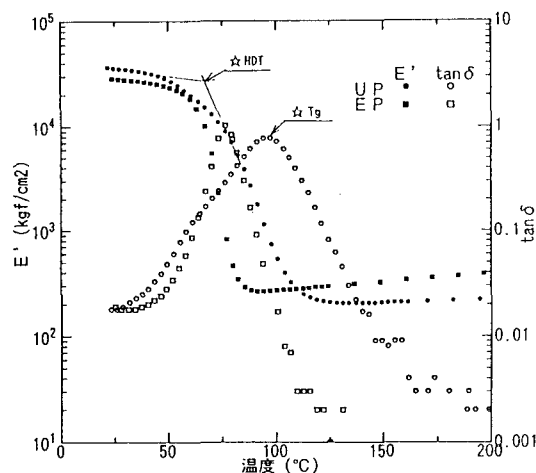


図-3 温度と E' および $\tan\delta$