

レジンコンクリートの温度とクリープ性状に関する基礎的実験

九州産業大学 正会員 山崎 竹博

1. 緒 言

不飽和ポリエステル樹脂を用いたレジンコンクリートは温度によってその力学的性質が異なり、温度摂氏60度での強度および弾性係数は温度20度での値の約75%となることが報告されている。¹⁾ しかし、クリープ等、変形状に関する温度依存的性質については報告例が少ない。²⁾ レジンコンクリートのクリープについて、著者等はこれまでに、現場打設を想定した20度常温養生供試体の、特に硬化初期のクリープ性状を報告してきた。³⁾⁴⁾ それによれば、20度で養生されたレジンコンクリートのクリープ係数は載荷応力レベルによって異なり、また、載荷時の材令が72時間以上の場合には、材令の増加と共にその値は小さくなる傾向を示し、ほぼ1から2程度の値となる。この傾向を「複合材料のクリープが主として結合材成分の粘性流動や硬化反応に伴う内部組織の変遷ならびにこれらの現象によって誘起される内部欠陥の発生に起因する」と考えれば、硬化反応の進んだ材料程クリープ係数値は小さくなり、載荷応力による変化も小さくなるものと考えることができる。

レジンコンクリートのクリープ性状の温度依存的性質を調査する場合、上記のような力学的性質への温度の影響を極力排除する必要があるので、本実験では80度で24時間養生し、ほぼ硬化反応の終了した供試体を用いることにした。このような事情から、本実験の結果が常温養生供試体を使用した既報の結果とかなり異なっていることに注意する必要がある。

2. 実験概要

・使用材料：不飽和ポリエステル（昭和高分子、リゴラック2260N）、スチレンモノマー、炭酸カルシウム（比重 2.70）、細骨材（比重 2.65、海砂）、粗骨材（比重 2.97、角せん安山岩）

・供試体：レジンコンクリートの配合は、単位レジン量10%、細骨材率36%、微粒充てん材量1.2Rとし、供試体には $\phi 7.5 \times 15$ cm円柱を用いた。供試体は打設後1日で脱型し、その後24時間80度で養生した。その後20度に冷却して、対称両側面にワイヤーストレインゲージを貼付し、温度調整時の蒸気による漏電を防ぐため接着剤でコーティングした上にワックスを塗布した。

・温度調整：クリープ試験は、幅180、高さ150、奥行き90 cmの蒸気養生室中で実施した。この時室温はサーモスタットを用いて20、30、40、50度の各温度に調整している。荷重の載荷は温度安定後（約6時間後）に行なった。

・荷重：載荷にはフラットジャッキを用い、ジャッキに作用する油圧は養生室外の油圧計で確認しながら、油圧弁で調整した。載荷応力は20度Cでの強度の10、20、30、40%である。

・ひずみ測定：供試体のひずみは貼付したストレインゲージのリード線を養生室外に引き出しひずみ計で測定した。測定時刻は載荷後3時間まで30分おき、6時間まで1時間おき、それ以後は3時間おきとした。

3. 実験結果および考察

レジンコンクリートの弾性係数は温度によって異なるため、一定の応力を載荷した場合でも、温度が異なれば当然そのひずみ値は違

ってくる。そこで、各種の温度下におけるクリープ性状を比較するため、実測ひずみをクリープ係数に換算して図1から図4に供試体温度別に表示した。

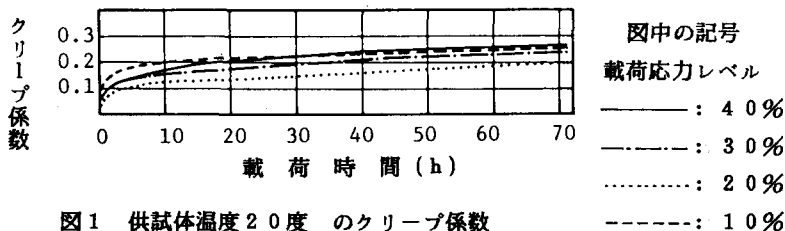


図1 供試体温度20度のクリープ係数

図中の各曲線は、それぞれ、ストレインゲージ2本の平均値である。各図の結果から、供試体温度20、30、40度のクリープ係数は、40%以下の荷重応力レベルにはほぼ無関係に、各供試体温度ごとの一定値をとることが判る。しかし、材料温度50度では、明らかに荷重応力レベルによるクリープ係数の相異が見られ、同一条件の実験値のばらつきもかなり大きい。また、供試体温度50度、荷重応力レベル40%については、他の曲線よりもその増分が大きく、収束はかなり遅くなるものと考えられる。これらの結果から、温度とクリープ係数の関係を調べるため、荷重後72時間でのクリープ係数と温度との関係を図5に示した。それらの関係は、図中に実線で推定しているように、40度以下の温度では温度の上昇に伴ないクリープ係数も大きくなるが、本実験のようにほぼ完全硬化したレジンコンクリートの場合そのクリープは Davis Granville の法則に従う。しかし、それ以上の温度では応力レベルによって異なるクリープ性状を示すと考えられる。

さて、この種のクリープ性状については既に応力レベル20%以下の例を岡田らが報告している。²⁾ それによれば、20度以下の最終クリープ係数は0.3～0.8で、クリープひずみの大きさは応力の大きさにほぼ比例すること、60度では40日後のクリープ係数が1.2～2.5にも達することを述べており、これに本実験結果を重ね合わせれば、図5に示す推定曲線の妥当性が証明される。

4. まとめにかえて

以上、高温養生したレジンコンクリートのクリープ係数は、温度40度以下、応力レベル40%以下で0.2～0.5であることが判った。これに対し、常温硬化した場合には、既報のように、温度20度でもクリープ係数は1～2となり、応力レベル50%以上ではクリープ破壊を生じる。⁴⁾ このように、レジンコンクリートのクリープ性状は、その養生条件の相異によって大きく異なるので注意を要する。

参 考 文 献

- 1) 山崎竹博; 不飽和ポリエステルレジンコンクリートの温度依存的性質、土木学会第39回年次講演会概要集
- 2) 岡田清・米澤敏男; レジンコンクリートのクリープに関する2、3の実験、土木学会第29回年次講演会概要集
- 3) 山崎竹博; 硬化初期におけるレジンコンクリートの時間依存変形に関する実験、土木学会第34回年次講演会概要集
- 4) 山崎竹博・宮川邦彦・渡辺明; 補強されたレジンコンクリートの硬化収縮応力算定に関する研究、論文報告集318号

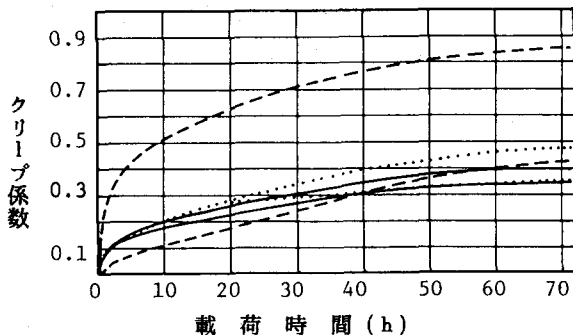


図2 供試体温度30度時のクリープ係数

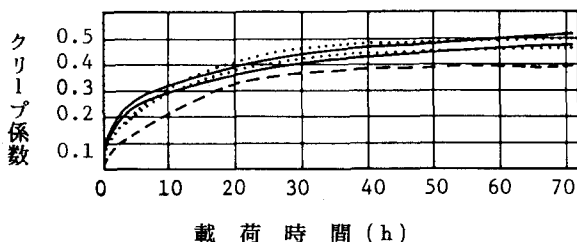


図3 供試体温度40度時のクリープ係数

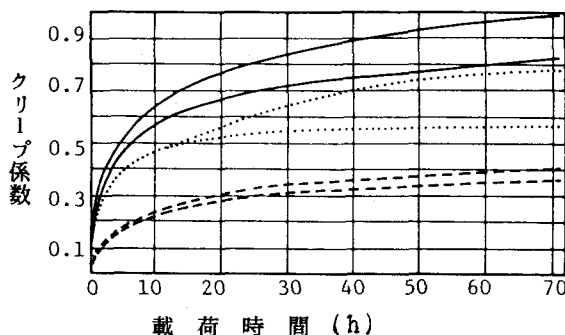


図4 供試体温度50度時のクリープ係数

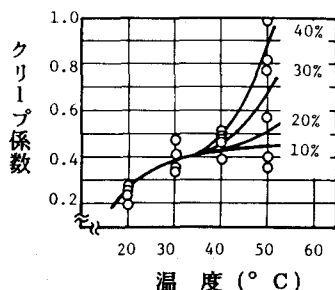


図5
温度と72時間後のクリープ係数値