

不飽和ポリエステルレジンコンクリートのクリープ性状に関する研究

九州産業大学 正会員 山崎 竹博

1. まえがき

不飽和ポリエステルを結合材としたレジンコンクリートは硬化剤や促進剤などの添加剤を混合することによって常温硬化し、乾燥した施工条件では現場打設も可能である。このようなレジンコンクリートは、材令数日で80MPa以上の強度をも発現するが、最終的な重合度に達するには高温養生を施すか又は長期の常温養生が必要となる。このような、常温硬化したレジンコンクリートのクリープ性状は、これまでに報告されてきた高温養生後に載荷された例とは異なり、クリープ係数がかなり大きく、又、載荷時の材令によってその値が変化することなど、レジンコンクリートのクリープ性状の把握を困難にする原因にもなっている。

本研究ではこのような常温硬化したレジンコンクリートの長期クリープ性状や養生効果とクリープ係数との関係などについて実験的考察を行なった。

2. 実験概要

レジンコンクリートのクリープは主として材料温度やレジンの使用量の増加に伴って増大することが知られている。本実験では、これらの要因を除外するため材料温度を20℃一定とし、表-1に示す配合で供試体を作製した。レジンには昭和高分子リゴラック不飽和ポリエステル2260N、骨材には最大寸法20mmの角閃安山岩砕石、海砂を使用した。載荷は材令3、7、14、28日および高温養生後に行ない、目標載荷応力レベルを各載荷時材令での圧縮強度の10、20、30、40%とした。載荷時の目標供試体ひずみを表-3に、載荷装置を図-1に示している。

また、各載荷時材令における圧縮強度および最終強度(1年又は高温養生後の強度)に対する比を表-2に示している。

3. 実験結果および考察

3.1 載荷応力レベルとクリープの関係

実測クリープひずみを弾性ひずみで除してクリープ係数を求め、載荷時の材令別に図-2から図-5に示した。これらの図から載荷時の材令が進むにつれて載荷応力レベルの変化に伴うクリープ係数への影響は小さくなることがわかる。これらの傾向を載荷後30日でのクリープ係数と応力レベルとの関係として図-7に示した。

高温養生後の載荷では係数は0.3程度の小さい値となることが判った。

3.2 載荷時の重合度とクリープ

図-7の結果からクリープと重合度との関係を見るため、載荷時の強度比を重合度と考えて40日後のクリープ係数との関係を図-8に示した。図からクリープ係数は重合度が高くなるにつれて直線的に小さくなる

表-1 レジンコンクリート1m³の配合

レジン kg	CaCO ₃ kg	細骨材 kg	粗骨材 kg	s/a %
241	289	612	1267	36

表-2 供試体の材令と圧縮強度および強度比

材令(日)	1	3	7	14	28	360
圧縮強度MPa	62	80	89.5	93	98	114
強度比%	54	70	79	82	86	100

表-3 載荷時の目標ひずみ(×10⁻⁶)

載荷時の 材令	目標荷重レベル(%)			
	10	20	30	40
3日	327	618	1147	1180
7	381	642	1052	1335
14	343	660	1046	1120
28	307	626	886	1120

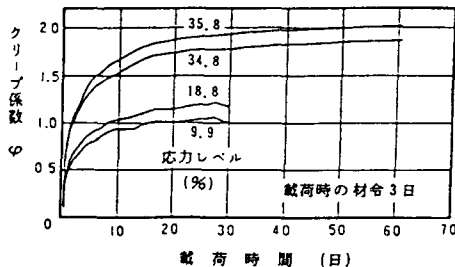


図-2 材令3日で載荷したクリープ係数

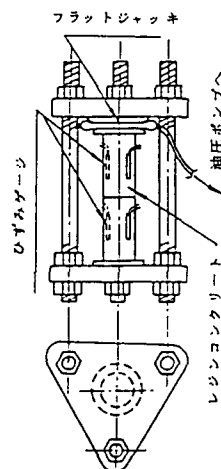


図-1 載荷装置

ることが判る。このことは、重合が進むに連れて分子間の未反応モノマーが減少することにより、マトリクスの粘性流動に起因する内部応力の移行が少なくなることや、化学反応に伴うクリープの促進効果が小さくなることなどの原因によると考えられる。このことは図-6に示す高温養生後のクリープ係数曲線が数日で収束していることから推測される。

3.3 長期クリープと最終クリープ係数の推定

長期におけるクリープの安定性を見るため、材令28日で圧縮強度の30および40%の荷重を載せ600日間クリープひずみの測定を行なった。その結果を図-9のように片対数座標上に示したところ、載荷後3日以降ではほぼ直線的なクリープ係数の増加が見られ、200日以後若干の増加率鈍化の傾向が見られた。このことから、20℃でのクリープ係数曲線に対数座標上でほぼ直線になると仮定して30年後の値を求めれば2.0から2.2程度となる。しかし、40℃以上の温度では載荷応力レベル40%の場合でも数箇月でクリープ破壊を生じる結果を得ており、温度管理に注意を要する。

4. まとめ

常温養生した樹脂量10%のレジコンクリートのクリープひずみは重合効果が十分な場合には作用する応力の大きさに比例すること、20℃でのクリープ係数は0.3~0.4程度に収束することなどが分かった。また、材令28日載荷での最終クリープ係数は2.0程度と推定された。

5. 参考文献

1. R. S. Ayyar and S. N. Deshpande; Creep Studies on Polymer Mortars., POLYMERS IN CONCRETE, 3rd International Congress on Polymers in Concrete, Koriyama, Japan, May, 1981, pp. 464-482
2. C. D. Armeniades and N. Dharmarajan; A Constitutive Equation for Creep in Polymer Concrete., THE PRODUCTION PERFORMANCE & POTENTIAL OF POLYMERS IN CONCRETE, 5th International Congress on Polymers in Concrete, Brighton, England, September 1987, pp. 193-197.

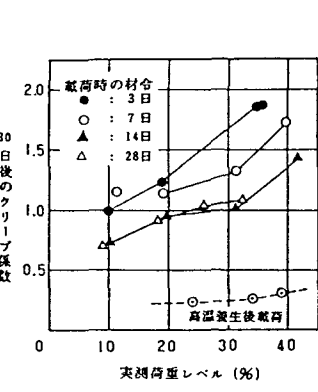


図-7 30日後のクリープ係数と応力レベルとの関係

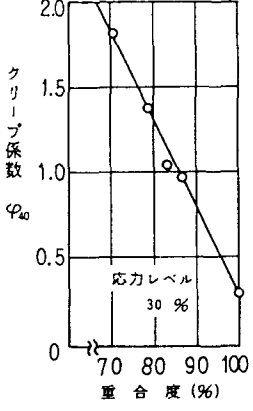


図-8 重合度と40日後のクリープ係数

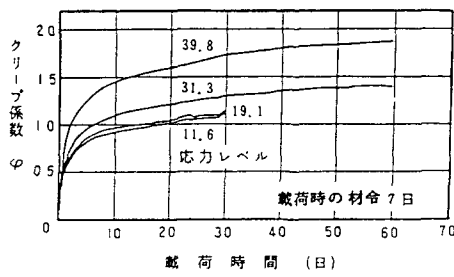


図-3 材令7日で載荷したクリープ係数

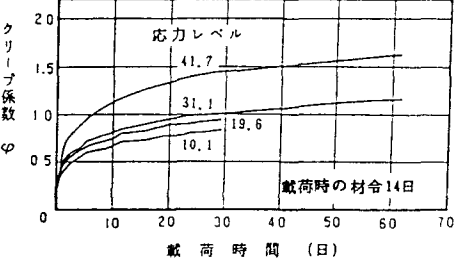


図-4 材令14日で載荷したクリープ係数

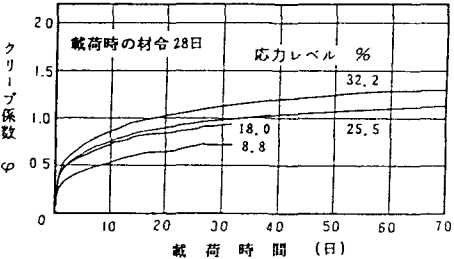


図-5 材令28日で載荷したクリープ係数

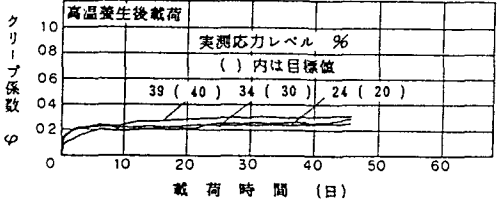


図-6 高温養生後載荷したクリープ係数

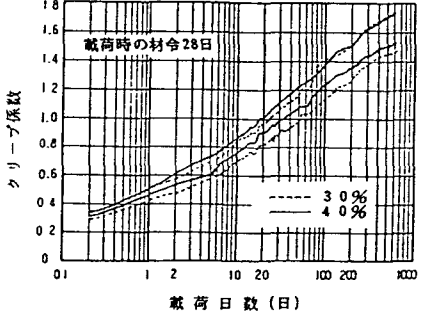


図-9 載荷後2年間のクリープ係数変化