

V-117

REC硬化収縮と拘束応力に関する実験

岐阜大学 学生会員

○NGUYEN VAN LOI

岐阜大学 正会員

内田 裕市 小柳 洽

サンレック 正会員

林 富士男

1. はじめに

レジンコンクリート（REC）はセメントコンクリートに比べて、強度、水密性、耐薬品性、早強性等に優れた材料である。しかし、結合材に不飽和ポリエステル樹脂を用いたRECでは、補強筋を用いるとRECの硬化時収縮が拘束されてRECに内部引張応力が発生し、部材としてのひび割れ耐力が低下することが知られている。本研究では、RECの硬化時の経時的な特性の変化の状況をより明確にすると共に、補強材比及び鋼材本数を変化させたRECはりを作成し、RECの硬化時の収縮によって補強材に導入されるひずみの発生状況に加え、硬化収縮時の拘束の影響についての検討した結果を述べる。

2. 実験概要

結合材である樹脂には不飽和ポリエステルを用いた。粗骨材(M. S. =10mm)、細骨材(F. M. =1.6)、フィラー（炭酸カルシウム）は乾燥状態のものを用いた。なお、触媒にはMEKPOを、促進剤にはナフテン酸コバルトをそれぞれ2.4phr用いた。RECの配合を表-1に示す。

表-1 レジンコンクリートの配合

材料	重量%
樹脂	11
粗骨材	49
細骨材	20
フィラー	20

鋼材に導入されるひずみを図-1示すような角柱供試体で測定した。供試体寸法は $b \times h \times l = 12 \times 10 \times 130 \text{cm}$ である。補強材には4種類の長さ

135cmのP C鋼棒を用いた。補強材比はほぼ0.5%(1- $\phi 9.2$)、1.0%(2- $\phi 9.2$ 、1- $\phi 13$)、1.5%(3- $\phi 9.2$ 、2- $\phi 11$ 、1- $\phi 15$)である。RECの硬化時の発熱をはりの中央に埋め込んだ熱電対で、RECの収縮に伴う鋼棒に導入される拘束応力を、鋼棒中央と左右20cmの位置に貼り付けた3枚の抵抗線ひずみ計（ゲージ長2mm）により1ゲージ3線式法で、RECの練り混ぜ開始後24時間にわたる迄10分毎に自動的に計測した。供試体は各種類について2本ずつとした。RECの収縮を角柱供試体(10×10×40cm)を用いてコンタクトゲージにて検長200mmのポイント間の測定により求めた。共振法により動弾性係数(E_d)および対数減衰率の経時変化を求めた。

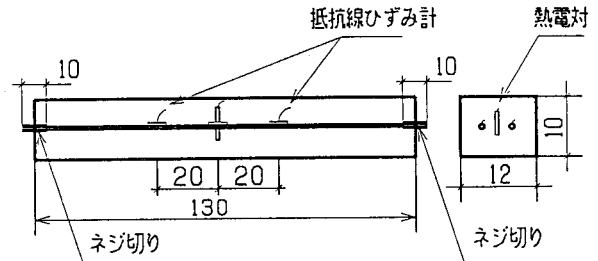


図-1 鋼材ひずみ及びRECの発熱測定

単位：cm

RECはりの曲げ強度試験をスパン(40+10+40cm)で行った。載荷は供試体に曲げひびわれが生ずる迄行った。

3. 結果と考察

鋼材ひずみは24時間まで計測したが、21~22時間後に最大値を示し、それ以後は気温の変動の影響が現れた。REC及び各はりの鋼材ひずみの経時変化を図-2に示す。これより、練り混ぜ開始後60分は鋼材ひずみはほとんど生じず、70分程度から生じていることがわかる。また、鋼材ひずみは鋼材量の増加につれて小さくなる。鋼材ひずみは22時間後に最大

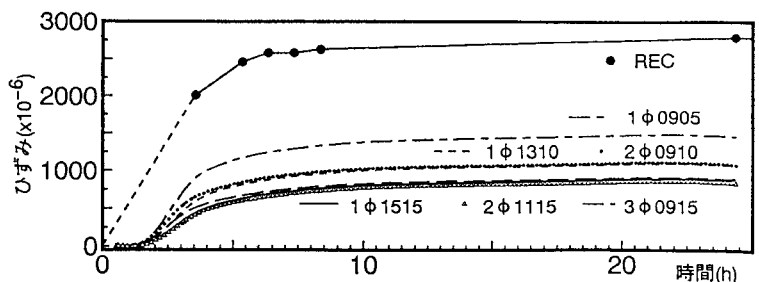


図-2 REC及び補強RECはりの鋼材ひずみの経時変化

であることがわかる。また、鋼材ひずみは鋼材量の増加につれて小さくなる。鋼材ひずみは22時間後に最大

値に達した。3時間以内にRECの収縮は24時間の70%生じているが、鋼材ひずみはほぼ50%である。

図-3にREC温度の上昇速度を示す。これより、RECの発熱は早期から始まり1時間後までほぼ一定値で推移する。発熱のピークは30分程度とみられる。その後室温が低いため熱放散によりRECの温度上昇は低下し、3時間後に温度上昇速度は0になり、最高温度は23℃(室温12℃)であった。

図-4に鋼材最大ひずみと鋼材比との関係を示す。この図から鋼材比の増加と鋼材ひずみとの関係がわかる。また、同一鋼材比では鋼材本数(径)が変化しても鋼材ひずみの変化は小さい。

図-5に各はりの鋼材のひずみの増加速度の経時変化と、動弾性係数の増加速度の経時変化を示す。鋼材のひずみの増加速度はREC練り混ぜ開始後70分程度から急速になり、約3時間後に最大となる。鋼材ひずみの増加速度は鋼材比が低い方が大であり、最大値が大きく、最大ひずみ速度に達する時点がやや早い傾向が見られる。また、最大値及び最大ひずみ速度に達する時間は鋼材本数の多い場合の方がわずかに高く、また早い傾向が見られる。

二次元の弾性変形を仮定し、鋼材とREC作用する力が等しいとすると、RECに導入された引張応力(σ_R)は次式となる。

$$\sigma_R = E_s \cdot \varepsilon_s \cdot A_s / A_R \quad (1)$$

ここに、 E_s 、 ε_s は鋼材の弾性係数およびひずみ、

A_s 、 A_R は鋼材およびRECの断面積、

図-6にはりの曲げ強度試験から求めた曲げ強度低下量(無筋はりとの強度差)と導入応力との関係を示す。図-6より鋼材径が小さい場合、すなわち鋼材比が低い場合には、曲げ強度の低下量が導入応力より小さいことを示している。

4. 結論

- 1) 鋼材ひずみは鋼材量の増加につれて小さくなるが鋼材量とは必ずしも線形関係にないようである。なお、鋼材本数が変化しても同一鋼材比では鋼材ひずみの発生状況はあまり変化しない。
- 2) REC練り混ぜから1時間をすぎしてからEdの計測が可能となり、その後急激にEdは増加し、24時間の値に対し2時間で約50%、4時間で約85%に達した。
- 3) 鋼材ひずみの増加速度は70分から急速に増加し、約3時間後に最大であり、鋼材比の低い場合の方が最大値が大きく、最大ひずみ速度に達する時点がやや早い傾向にある。鋼材比が増加すると曲げ強度は低下するが、曲げ強度低下量は鋼材比が小さい場合には導入応力より小さかった。導入応力に対する鋼材本数の影響は明確ではなかった。

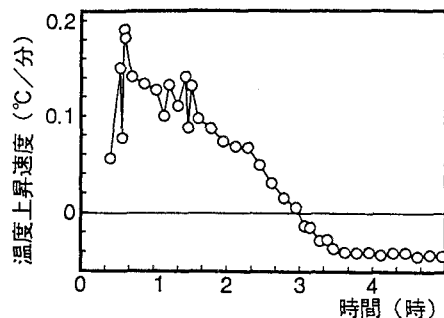


図-3 平均温度上昇速度の経時変化

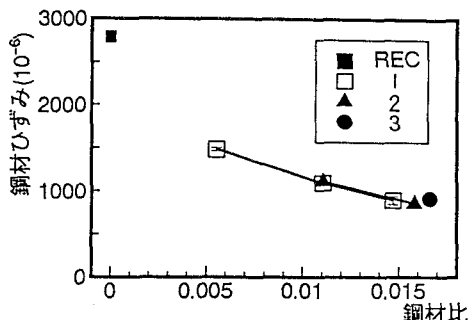


図-4 鋼材ひずみ-鋼材比の関係

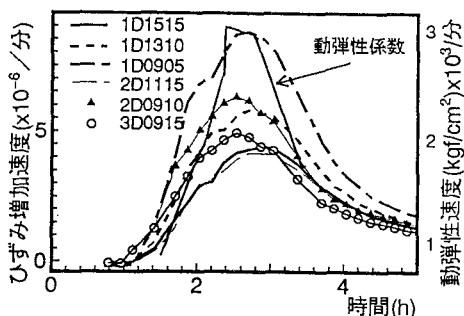


図-5 各鋼材ひずみの増加速度の経時変化

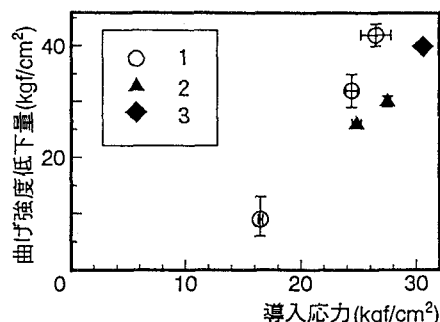


図-6 曲げ強度低下量-REC導入応力の関係