

外部拘束を受ける高強度無筋コンクリートの自己収縮応力

広島大学 正会員 田澤 榮一
広島大学 学生会員 ○大島 邦裕
広島工業大学 正会員 伊藤 秀敏

1.はじめに

近年、コンクリートひび割れ発生の要因の一つとして自己収縮の存在が注目されている。特に単位セメント量が多い高強度コンクリートではこの現象が顕著であり、また、拘束されることによって生じる自己応力も大きくなると考えられている。そこで、本実験では温度ひび割れ判定装置を用い、配合の異なった高強度無筋コンクリートにおける自己収縮と自己収縮応力の経時的変化を捉え、そのメカニズムに関する考察を目的として行った。

2.実験概要

1)使用材料及び配合

本実験では普通ポルトランドセメントを使用し、W/C=25%のプレーンコンクリート(本文ではN25)また、プレーン値 8000g/cm²の高炉スラグ微粉末で 70%置換した W/B=30%の高炉スラグ混入コンクリート(本文ではBS30)について検討を行った。

	W	C	BS	S	G	Ad
N25	133	533	—	610	1102	C×1.0%
BS30	140	160	373	610	1102	C×1.0%

表.1 配合表

2)使用装置及び試験方法

試験は図 1 に示すようなコンクリート打込み直後から拘束することができるひび割れ判定装置を用いて行った。この試験装置で用いる供試体は 2 種類あり、拘束供試体は試験部に拡張のついた 10×10×50cm、無拘束供試体は 10×10×40cm の直方体となっている。両供試体とも水分の逸散が生じないように表面にはポリエステルフィルムを施した。型枠は外部摩擦による拘束を受けないようにそれぞれの寸法に合わせて発砲スチロールで作成したものを用了。両供試体は同一槽内に設置した。

ひずみ及び温度の測定はコンクリート打込み直後から両供試体に埋設したゲージにより一定間隔で行った。また、発生した応力の測定は 4 本の拘束鋼管の弾性係数と鋼管に貼り付けたひずみゲージから測定されたひずみとの関係から算出した。

3)試験条件

本実験では自己収縮応力を算出することを目的としている。このため線膨脹の影響をなくすため供試体の内部温度は 20℃一定を目標とする。鋼管内温度もそれに併せて 20℃一定にした。一方、拘束率の変化は、拘束鋼管内の水溫調節により鋼管の線膨脹により行った。

3.実験結果及び考察

図.2 には W/C=25%のプレーンコンクリート及び W/B=30%の高炉スラグ混入コンクリートのひずみの経時変化を示している。各配合とも材齢初期から自己収縮による収縮ひずみが確認される。特に 50 時間程度までの若材齢時において発生したひずみが試験期間に測定された自己収縮ひずみのほとんどを占めている。また、高炉スラグ微粉末を混入したコンクリートはプレーンコンクリートよりも自己収縮が大きいことも確認することができる。

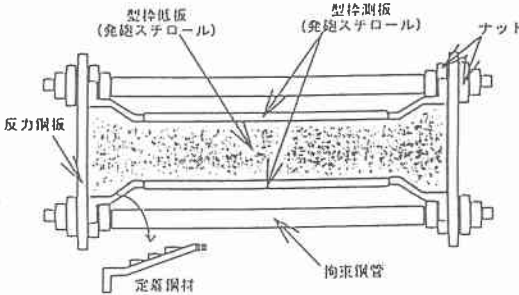


図.1 試験装置

図.3 には発生した応力の経時変化を示したものである。養生温度を 20℃一定とすることで発生するコンクリートの応力は自己収縮のみに起因するものと考えられる。この応力を自己収縮応力と呼称する。自己収縮ひずみの発生に呼応して初期材齢から自己収縮応力は増加し、拘束率 0.2 の場合には N25 で約 0.9MPa、BS30 では約 1.1MPa の自己収縮応力が生じた。

また、この自己収縮応力を支配する一つの要因として、拘束率がある。図.3 では拘束鋼管による拘束率を 0.9 に増加した BS30 の自己収縮応力も示している。拘束率の大きい場合にも小さい場合と同様に初期から自己収縮応力は増加し、最大で約 2.4MPa もの引張応力が発生している。この供試体は後にひび割れを生じた。拘束率による自己収縮応力の相違について、ひずみを各成分に分類した図.4 及び図.5 で比較する。ここで式.1)に示されるようなひずみの重ね合わせの原理を用いて計算を行った。凝結前の初期材齢で線膨脹係数を $20 \mu\text{m/m}^\circ\text{C}$ 、その後は $10 \mu\text{m/m}^\circ\text{C}$ として温度変化より温度ひずみを算出した。自己収縮ひずみはマチュリチより推定した。弾性ひずみは実測した応力と弾性係数より算出した。これらのひずみと実測ひずみとの差よりクリープひずみを求めた。

$$\varepsilon_r = \varepsilon_T + \varepsilon_A + \varepsilon_E + \varepsilon_C \quad \text{式.1)}$$

(ε_r :拘束供試体ひずみ、 ε_T :温度ひずみ、 ε_A :自己収縮ひずみ
 ε_E :弾性ひずみ、 ε_C :クリープひずみ)

拘束率の大きい供試体では、時間の増加と共に引張方向のクリープの増加が顕著に見られる。一方、拘束率の小さい供試体では、初期に水和熱による温度膨脹ひずみが発生したため圧縮方向のクリープが発生したが、自己収縮の進行によりクリープひずみは反転し、引張方向に変化した。応力が約 1.1MPa に達した時点以降は自己収縮応力はほぼ一定となり、それに伴いクリープひずみもほぼ一定値を示した。しかし、拘束率 0.2 の供試体では荷重持続

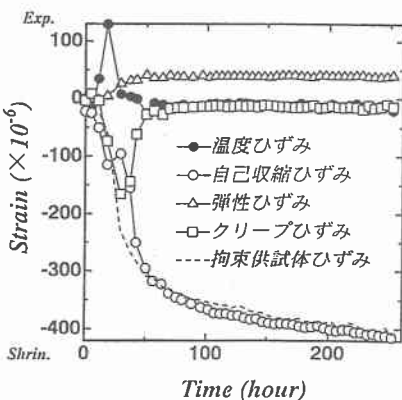


図.4 拘束率 0.2 のひずみ分類

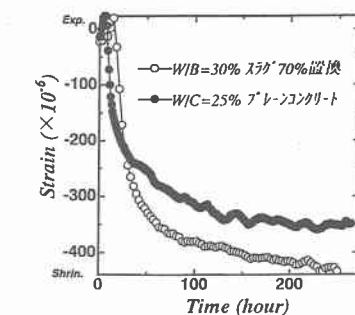


図.2 無拘束供試体のひずみ経時変化

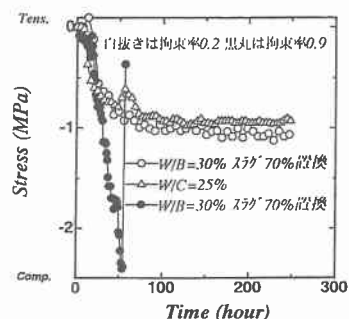


図.3 応力経時変化

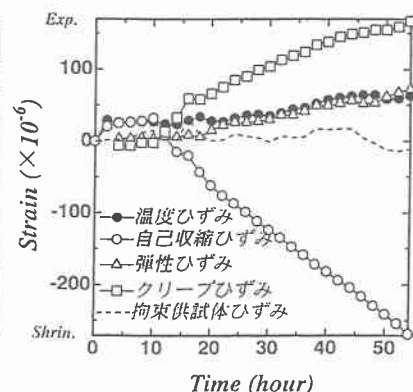


図.5 拘束率 0.9 のひずみ分類

期間が短いことや応力比が小さいことからクリープがそれ以後、増加するか否かはこの結果からは判断できない。そのため、自己収縮応力発生に伴うクリープについて更に検討を行う必要がある。

4.まとめ

1. 高炉スラグ微粉末を混入したコンクリートはプレーンコンクリートよりも自己収縮が大きく、また、自己収縮応力も大きいことが確認できた。

2. 拘束率の異なった供試体の自己収縮応力の大きさは確認されたが、外部拘束によって発生するクリープに関しては発生する自己収縮応力及び拘束率との関係が不明瞭な点があり、今後、検討を加える必要がある。