

(V-21) 二重鋼管による拘束を受けた膨張コンクリートの膨張特性

群馬大学大学院 学生会員 落合 光雄
群馬大学工学部 正会員 辻 幸和
オリエタルコンクリート(株) 武知 勉

1. まえがき

膨張コンクリートの膨張力を多軸方向にかつ外的に拘束する場合の膨張特性として、本研究では、内径の異なる二種類の鋼管を、同心円上に配置し、その間に膨張コンクリートを打ち込んだ場合に生じる膨張性状およびケミカルプレストレスについて実験的に検討したものである。

2. コンクリートに作用するケミカルプレストレスの算定方法

膨張コンクリートの膨張力により、コンクリートに作用する半径方向応力度 σ_{cro} (外鋼管) および σ_{cri} (内鋼管) のケミカルプレストレスは、鋼管表面に貼付したワイヤストレーンゲージから求めた円周方向膨張ひずみ ϵ_{seo} (外鋼管) ϵ_{sei} (内鋼管) と軸方向膨張ひずみ ϵ_{slo} (外鋼管) ϵ_{sli} (内鋼管) より、厚肉円筒理論から、それぞれ

$$\sigma_{cro} = \frac{r_3^2 - r_2^2}{2r_2^2} \frac{E_s}{1 - \nu^2} (\epsilon_{seo} + \nu \epsilon_{slo}) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\sigma_{cri} = \frac{r_0^2 - r_1^2}{2r_1^2} \frac{E_s}{1 - \nu^2} (\epsilon_{sei} + \nu \epsilon_{sli}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

ここに、 ν : 鋼管のポアソン比 E_s : 鋼管のヤング係数
で与えられる。また、軸方向応力度 σ_{clo} (外鋼管) および σ_{cli} (内鋼管) のケミカルプレストレスは、鋼管内部での軸方向ひずみが一定であり、鋼管と膨張コンクリートの間に滑りがないとそれぞれ仮定し、鋼管と膨張コンクリートの釣合い式より、それぞれ次式により求められる。

$$\sigma_{clo} = \frac{r_3^2 - r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \frac{E_s}{1 - \nu^2} (\epsilon_{slo} + \nu \epsilon_{seo}) \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\sigma_{cli} = \frac{r_1^2 - r_0^2}{r_2^2 - r_1^2} \frac{E_s}{1 - \nu^2} (\epsilon_{sli} + \nu \epsilon_{sei}) \quad \dots\dots\dots(4)$$

また、軸方向に作用する全応力度 σ_{cl} は、
 $\sigma_{cl} = \sigma_{cli} + \sigma_{clo}$ として計算した。

3. 実験概要

実験に使用した配合を表-1に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを、膨張材はエトリンガイト系のものを、細骨材、粗骨材はともに渡良瀬川産のものをを用い、最大寸法は15mmであった。鋼管は、JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管のものをを用いた。膨張量の測定は、図-1に示すように鋼管表面に貼付した二軸のワイヤストレーンゲージ (ゲージ長6mm) により軸方向膨張ひずみと円周方向膨張ひずみを求めた。コンクリートの養生は、 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の恒温室内で水中養生を行った。

4. 膨張性状

図-2には、鋼管の軸方向の長さを横軸に、膨張

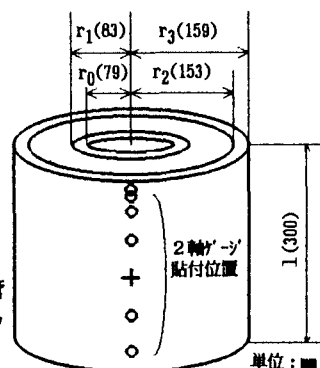


図-1 二重鋼管の形状および寸法

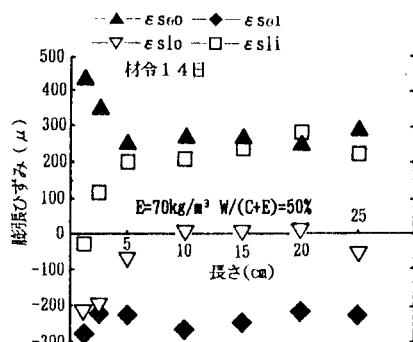


図-2 鋼管に生じる膨張分布と軸方向長さ

表-1 配合表

配合名	W C+E (%)	単 位 量 (kg/m³)				
		E	W	C	S	G
A	40	70	190	405	750	918
B	50	70	190	310	820	926
C	40	60	190	415	750	918

ひずみを縦軸にとり、材令14日における膨張分布を示している。鋼管端部から5cm程度の部分では、軸方向および円周方向の膨張ひずみとも一定とならず、外鋼管は外側に広がり、つづみ状の変形をした形となっているに対して、内鋼管は内側に糸巻状の変形をしていることがわかる。これは、軸方向の膨張と、鋼管内面における付着不足および鋼管による拘束の不足が原因であると思われる。端部より5cm以上内側では、軸方向膨張ひずみおよび円周方向膨張ひずみはほぼ一定値となるため、以降は、鋼管表面中央部において測定された膨張ひずみより、膨張性状を、また、それより計算されるケミカルプレストレスについて考察を行う。

膨張ひずみの経時変化を示したのが図-3および図-4である。これらの図より、内鋼管の円周方向ひずみは圧縮をうけ、それ以外の測定ひずみはすべて引張りを受けていた。また、外鋼管の円周方向ひずみと軸方向ひずみを比較すると、絶対値ですべての供試体とも、円周方向ひずみの方が大きな値を示した。単位膨張材量が70kg/m³の場合は、水結合材比が40%.50%ともに材令4日以降では、ほぼ一定の膨張ひずみを示した。単位膨張材量が60kg/m³の場合では、内鋼管の円周方向を除いて材令2日で膨張ひずみの最大値を示し、それ以降で、徐々に収縮している。

5. ケミカルプレストレス

測定された膨張ひずみから、式(1)~(4)によりケミカルプレストレスを求め、それを材令と共に示したのが図-5および図-6である。図より軸方向へ導入される全応力度が最も大きな値を示している。軸方向応力度と半径方向応力度を比較すると、単位膨張材量が70kg/m³の場合では、材令2日で、外鋼管軸方向応力度は最大値を示し、その後膨張圧は減少し半径方向とほぼ等しい応力度を示している。内鋼管側も同様の傾向がみられ、導入される応力度は、外鋼管よりも小さな値となっている。単位膨張材量が60kg/m³の場合においても同様の傾向がみられるが軸方向応力度の材令の経過に伴う減少は半径方向よりも著しい、導入されたケミカルプレストレスによるクリープが原因であると思われる。

6. まとめ

二重鋼管による拘束をうけた膨張コンクリートの膨張性状、および、各方向に作用するケミカルプレストレスについて考察を行った。内鋼管と外鋼管の膨張コンクリートに対する影響は、鋼管の形状を多種にとり実験する必要がある。

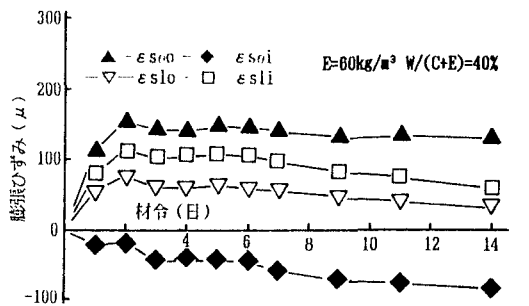


図-3 膨張ひずみの経時変化 (単位膨張材量60kg/m³)

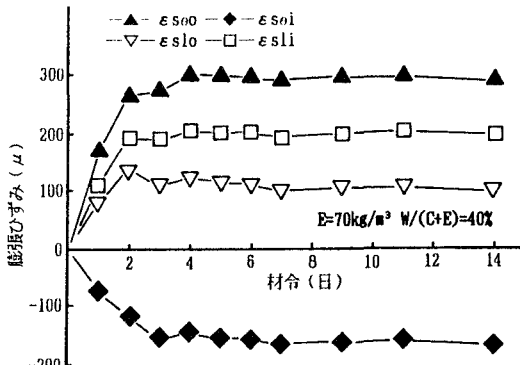


図-4 膨張ひずみの経時変化 (単位膨張材量70kg/m³)

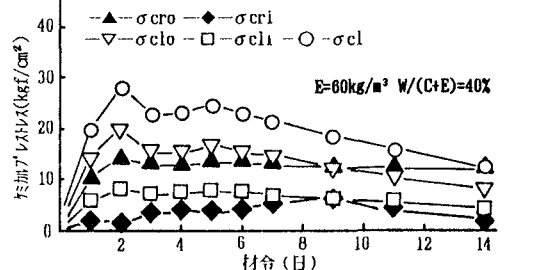


図-5 ケミカルプレストレスの経時変化 (単位膨張材量60kg/m³)

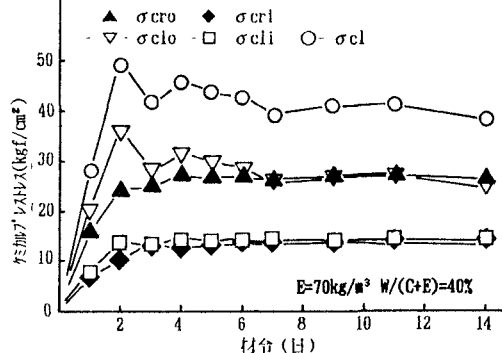


図-6 ケミカルプレストレスの経時変化 (単位膨張材量70kg/m³)