

群馬大学大学院 学生会員 吉田 誠

群馬大学大学院 学生会員 奥泉貴朗

群馬大学工学部 正 会 員 辻 幸和

1. まえがき

鋼管の厚さを要因にとり、鋼管の配置方法を変化させた鋼管の内部に膨張コンクリートを打込み、多軸拘束状態における膨張コンクリートの膨張性状、ケミカルプレストレスならびに膨張コンクリートが拘束体に対してなす仕事量について実験的に検討を行った。

2. ケミカルプレストレスおよび仕事量の算定

鋼管表面に貼付したワイヤストレインゲージから求めた円周方向の膨張ひずみ $\varepsilon_{s\theta 0}$ (外鋼管), $\varepsilon_{s\theta i}$ (内鋼管) と軸方向の膨張ひずみ $\varepsilon_{s\lambda 0}$ (外鋼管), $\varepsilon_{s\lambda i}$ (内鋼管) より、薄肉円筒理論を用いて、コンクリートに作用する半径方向の応力度 σ_{cr} および二重鋼管の半径方向に生じる仕事量 U_{cr} は、次式より求められる。

$$\sigma_{cr} = \frac{E_s}{(r_{oi} - r_{io})(1 - \nu^2)} \{ (\varepsilon_{s\theta 0} + \nu \varepsilon_{s\lambda 0})(r_{oo} - r_{oi}) + (\varepsilon_{s\theta i} + \nu \varepsilon_{s\lambda i})(r_{io} - r_{ii}) \} \quad (1)$$

$$U_{cr} = \frac{\pi E_s}{A_c(1 - \nu^2)} \{ (\varepsilon_{s\theta 0} + \nu \varepsilon_{s\lambda 0}) r_{oi}^2 \varepsilon_{s\theta 0} + (\varepsilon_{s\theta i} + \nu \varepsilon_{s\lambda i}) r_{io}^2 \varepsilon_{s\theta i} \} \quad (2)$$

ここに、 E_s : 鋼管のヤング係数、 ν : 鋼管のポアソン比、 $A_c = \pi(r_{oi}^2 - r_{io}^2)$: コンクリートの断面積
また、鋼管内部における軸方向の膨張ひずみが断面各位置で一定であり、鋼管と膨張コンクリートとの間にすべりがないと仮定すれば、鋼管と膨張コンクリートの釣合い条件から、コンクリートに作用する軸方向の応力度 σ_{cl} および鋼管の軸方向に生じる仕事量 U_{cl} は、次式より求められる。

$$\sigma_{cl} = \frac{E_s}{A_c(1 - \nu^2)} \{ (\varepsilon_{s\lambda 0} + \nu \varepsilon_{s\theta 0}) A_{so} + (\varepsilon_{s\lambda i} + \nu \varepsilon_{s\theta i}) A_{si} \} \quad (3)$$

$$U_{cl} = \frac{E_s}{2 A_c(1 - \nu^2)} \{ (\varepsilon_{s\lambda 0} + \nu \varepsilon_{s\theta 0}) A_{so} \varepsilon_{s\lambda 0} + (\varepsilon_{s\lambda i} + \nu \varepsilon_{s\theta i}) A_{si} \varepsilon_{s\lambda i} \} \quad (4)$$

ここに、 $A_{so} = \pi(r_{oo}^2 - r_{oi}^2)$: 外鋼管の断面積

$A_{si} = \pi(r_{io}^2 - r_{ii}^2)$: 内鋼管の断面積

$p = (A_{so} + A_{si}) / A_c$: 拘束鋼材比

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用いた。また、細骨材と粗骨材はともに渡良瀬川産のものを用い、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用いた。鋼管の寸法を表-2に示す。

膨張ひずみの測定は、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インゲージにより、円周方向と軸方向の膨張ひずみを求めた。コンクリートの養生は、 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の恒温恒湿室内で湿布養生を行った。

4. 膨張性状

膨張ひずみの経時変化を、図-2に示す。膨張ひずみは材令4日付

1 配合表

S/a (%)	水結合材比 (%)	単位量 (kg/m ³)					空気量 (%)
		W	C	E	S	G	
48	50	190	310	60	830	913	2.5

表-2 供試体の寸法

供試体	r_{oo}	r_{oi}	r_{io}	r_{ii}	p (%)
J	159.3	153.6	-	-	7.6
C	159.3	153.6	82.5	-	10.6
S	159.3	153.6	82.6	78.0	15.6
M	159.3	153.6	82.5	75.5	17.8
L	159.3	153.6	95.5	90.4	19.5

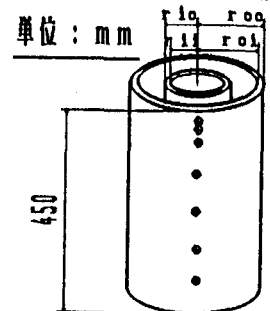


図-1 供試体の形状および二軸ゲージ貼付位置

近からはば一定の値となる。円周方向については、膨張コンクリートの膨張力は外鋼管には引張ひずみを、内鋼管には圧縮ひずみを与えることが確かめられた。軸方向については、外鋼管はほとんど変形しないものとして測定された。しかしながら、円周方向に引張応力が生じると、ポアソン効果の影響により軸方向にも圧縮ひずみが生じるため、ある点のひずみはその点に作用する各方向の応力によって生じるひずみの和として与えられる。

このポアソン効果を考慮した膨張ひずみを供試体ごとに比較したものが図-3である。外鋼管の円周方向の膨張ひずみは、充填コンクリートの供試体Jが最も大きくなり、中空断面の供試体Cは最も小さくなった。これは、供試体Jは、膨張コンクリートの膨張力が外鋼管にのみ作用するのに対し、供試体Cは、中空部分において膨張力が損失してしまったためと思われる。また、二重鋼管の供試体では、円周方向の膨張ひずみは、内鋼管の大きさおよび厚さを変化させたいずれの供試体においてもほぼ等しくなった。軸方向のひずみについても、内鋼管の拘束が大きい供試体Mを除き、いずれの供試体においてもほぼ等しくなった。

5. ケミカルプレストレス

図-4は、式(1)と式(3)により求めたケミカルプレストレスと拘束鋼材比との関係を示したものである。半径方向と軸方向に導入されるケミカルプレストレスは、いずれの供試体もほぼ等しいが、供試体Cについては、中空部分の膨張コンクリートの膨張力の損失の分、半径方向のケミカルプレストレスは小さくなった。また、拘束鋼材比とケミカルプレストレスとの間には、明確な関係は認められなかった。

6. 仕事量

図-5は、式(2)により求めた半径方向の仕事量と拘束鋼材比との関係を示したものである。単位体積あたりの膨張コンクリートが半径方向に対してなした仕事量は、いずれの二重鋼管の供試体においてもほぼ等しくなった。しかしながら、中空の供試体Cにおいては、膨張力の損失により仕事量を正確に見積れないことが確かめられた。

7. まとめ

本研究では、鋼管の配置方法を変化させた多軸拘束状態における膨張コンクリートの膨張特性を述べたが、膨張力の損失が生じないような拘束方法が好ましいことが確かめられた。多軸拘束状態の場合、拘束体の形状や配置方法、単位膨張材量などのほかに、膨張コンクリートのクリープや弾性変形による損失をも考慮する必要がある。

本研究は、文部省科学研究費補助金一般研究(C) (課題番号01550373) により行ったものである。

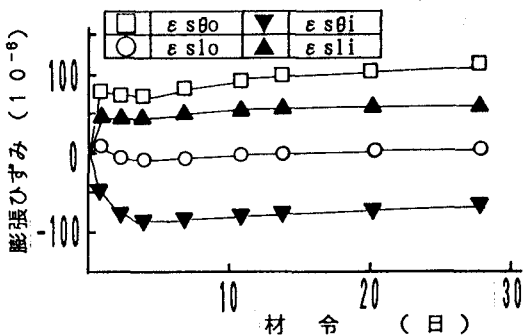


図-2 膨張ひずみの経時変化

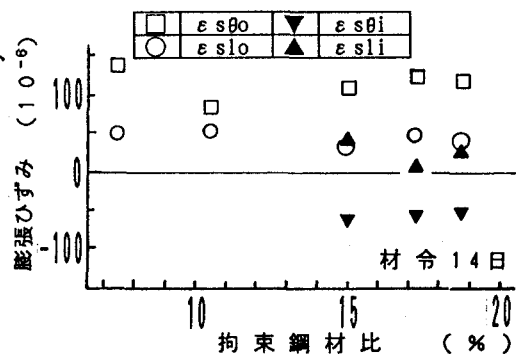


図-3 拘束鋼材比と膨張ひずみの関係

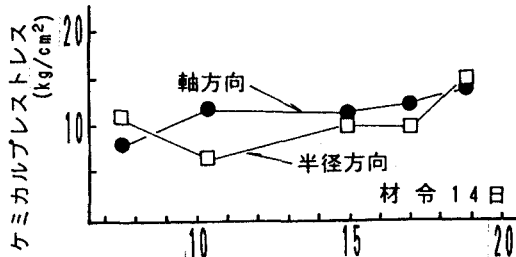


図-4 拘束鋼材比とケミカルプレストレスの関係

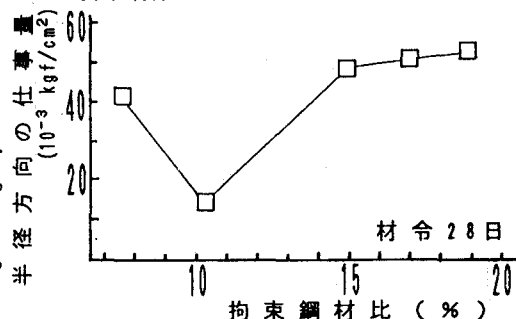


図-5 拘束鋼材比と半径方向の仕事量の関係