

V-113 二重鋼管による拘束を受ける膨張コンクリートの膨張特性

群馬大学大学院 学生会員 吉田 誠

群馬大学工学部 正 会 員 辻 幸和

群馬大学大学院 学生会員 奥泉貴朗

1. まえがき

膨張コンクリートのケミカルプレストレスを利用するために、これまで種々の実験的研究が行われてきているが、一軸方向の拘束によるものがほとんどで、多軸方向の拘束についての研究は意外と少ない。本研究は、鋼管の直径と厚さを変えて拘束の程度を3種類に変化させた二重鋼管の内部に、膨張コンクリートを打ち込み、多軸拘束状態における膨張コンクリートの膨張特性および膨張コンクリートが鋼管に対してなす仕事量について検討するものである。

2. 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 $\varepsilon_{s\theta o}$ (外鋼管), $\varepsilon_{s\theta i}$ (内鋼管)と軸方向の膨張ひずみ ε_{slo} (外鋼管), ε_{sli} (内鋼管)より、薄肉円筒理論を用いて、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。

表-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	320	80	830	913	2.5
			310	70			
			300	80			

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

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、二重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。

$$U_{cl} = \frac{E_s}{2 A_c(1-\nu^2)} \{(\varepsilon_{slo} + \nu \varepsilon_{s\theta o}) A_{so} \varepsilon_{slo} + (\varepsilon_{sli} + \nu \varepsilon_{s\theta i}) A_{si} \varepsilon_{sli} \quad \text{---- (2)}$$

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

$p = (A_{so} + A_{si}) / A_c$:拘束鋼管比

表-2 供試体の寸法

供試体	r_{oo}	r_{oi}	r_{io}	r_{ii}	$p(\%)$
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

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、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。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、円周方向の膨張ひずみ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

図-2は膨張ひずみの経時変化を示したものである。膨張ひずみは材令4日付近からほぼ一定の値となる。円周方向において、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

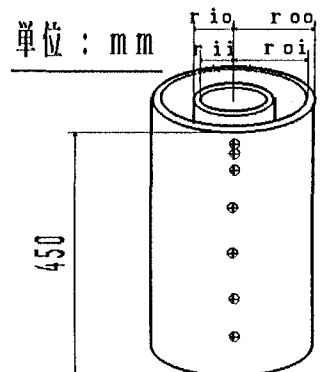


図-1 供試体形状および2軸ゲージ貼付位置

た。軸方向においては、外鋼管はほとんどひずみが増加してい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拘束鋼材比を変えた供試体ごとに比較したものが図-3である。外鋼管と内鋼管の厚さがほぼ同じ供試体SとLにおいては、外鋼管と内鋼管の軸方向の膨張ひずみはほぼ等しいものとなった。しかしながら、供試体Lの方が拘束鋼材比が大きいため、ひずみは小さくなった。一方、供試体Mにおいては、軸方向の膨張ひずみは、外鋼管と内鋼管で異なっている。これは、内鋼管の拘束が大きくなったため、膨張力が外鋼管に向かったものと思われる。同様なことが円周方向の膨張ひずみについても言える。

5. 仕事量

図-4は、式(1)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。単位体積あたりの半径方向の仕事量は、供試体SとLとではほぼ等しい。これに対し、供試体Sよりも鋼材比の大きい供試体Mの方が、半径方向の仕事量は、大きくなっている。これは、内鋼管が厚いため外鋼管への仕事量が増し、結果的に半径方向の仕事量が増加したものと思われる。

単位膨張材量と仕事量の関係を示したものが図-5である。式(2)により求めた軸方向の仕事量は、半径方向の仕事量とは異なり、単位膨張材量の増加にともなう変化はほとんどなく、小さい値となった。これは、膨張コンクリートと鋼管の間にすべりが生じたため、仕事量が損失したものと思われる。

図-6は、半径方向の仕事量をA法一軸拘束供試体の仕事量で割った仕事量比で示したものである。膨張コンクリートが拘束体の鋼管に対してなす仕事量は各方向に独立に生ずるとすれば、この仕事量比は2.0となるはずであるが、単位膨張材量が増加するほど実際の仕事量比は小さくなることが確認された。これは、膨張コンクリートのクリープおよび弾性変形による損失によるものと思われる。

6. まとめ

本研究では、膨張コンクリートが鋼管になす仕事量とA法一軸拘束供試体の仕事量を比較するとともに、仕事量の特徴を述べた。多軸拘束の場合、拘束体の形状や拘束方法、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。

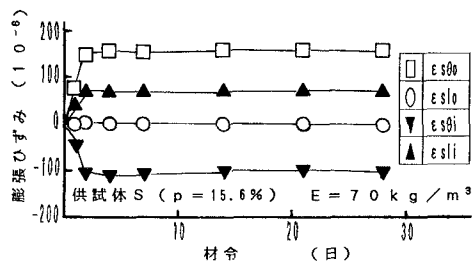


図-2 測定膨張ひずみ経時変化

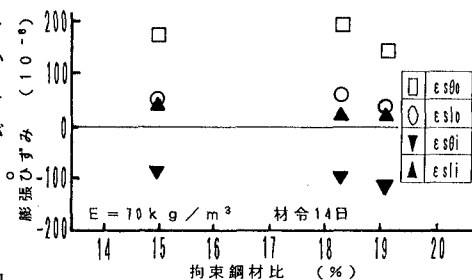


図-3 拘束鋼材比と膨張ひずみの関係

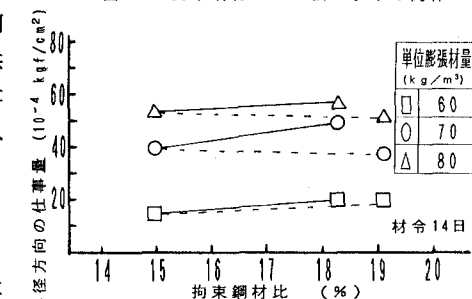


図-4 拘束鋼材比と半径方向の仕事量の関係

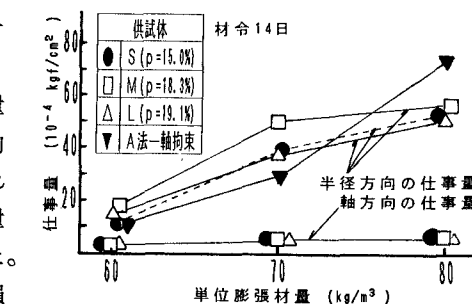


図-5 単位膨張材量と仕事量の関係

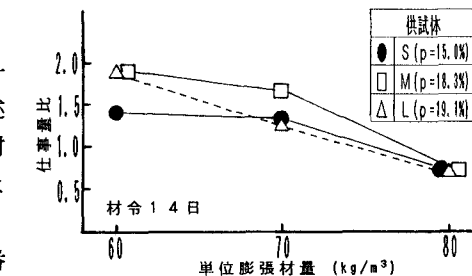


図-6 単位膨張材量と仕事量比の関係