

V-316 輪切り鋼管が膨張コンクリートの膨張特性に及ぼす影響

群馬大学大学院 学生会員 神戸 隆幸  
 群馬大学工学部 正会員 辻 幸和  
 鹿島関東支店 正会員 吉田 誠

1. まえがき

従来の二重鋼管のみによる拘束方法の問題点であった軸方向の付着力の不足を改善するため、本研究では半径方向の拘束には鋼管を輪切りにして積み重ね同心円状に二重に配置し、軸方向の拘束にはPC鋼棒をナットで固定した両端板を配置した中空円筒型の拘束供試体を用いることにした。そして、一体鋼管と輪切り鋼管を用いた三軸拘束状態にある膨張コンクリートの膨張特性について、それぞれ比較検討を行った。

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ひずみゲージから求めた円周方向の膨張ひずみ  $\epsilon s \theta o$  (外鋼管)、 $\epsilon s \theta i$  (内鋼管) と軸方向の膨張ひずみ  $\epsilon s lo$  (外鋼管)、 $\epsilon s li$  (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ケミカルプレストレス  $\sigma cr$  および二重鋼管の半径方向に与える仕事量  $U cr$  は、次式より求められる。

$$\sigma cr = \frac{E_s}{(r_{oi} + r_{io})(1 - \nu^2)} \{ (\epsilon s \theta o + \nu \epsilon s lo)(r_{oo} - r_{oi}) - (\epsilon s \theta i + \nu \epsilon s li)(r_{io} - r_{ii}) \}$$

$$U cr = \frac{\pi}{A_c} \sigma cr \{ r_{oi}^2 \epsilon s \theta o + r_{io}^2 \epsilon s \theta i \}$$

ここに、 $E_s$ : 鋼管のヤング係数、 $\nu$ : 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、コンクリートの軸方向の膨張が、PC鋼棒のみにより拘束されると仮定すれば、PC鋼棒に貼付したひずみゲージから求めたひずみ ( $\epsilon p$ ) を用い、PC鋼棒と膨張コンクリートの釣合条件から、コンクリートに作用する軸方向のケミカルプレストレス  $\sigma cl$  およびPC鋼棒に与える仕事量  $U cl$  は、次式より求められる。

$$\sigma cl = \frac{N(r_p/2)^2}{r_{oi}^2 - r_{io}^2} E_p \epsilon p$$

$$U cl = \frac{N r_p^2}{2(r_{oi}^2 - r_{io}^2)} E_p \epsilon p^2$$

ここに、 $N$ : PC鋼棒の本数、 $E_p$ : PC鋼棒のヤング係数、 $r_p$ : PC鋼棒の半径

3. 実験概要

実験に使用した多軸拘束器具を図-1に示す。鋼管はJIS G 3444一般構造用炭素鋼管のものを用いた。図-1に示すように、鋼管表面に貼付した2軸ひずみゲージ、およびPC鋼棒の中央位置に貼付した1軸ひずみゲージにより、円周方向および軸方向の膨張ひずみを求めた。

鋼管の幅は30cmと5cmの2種類を用意した。実

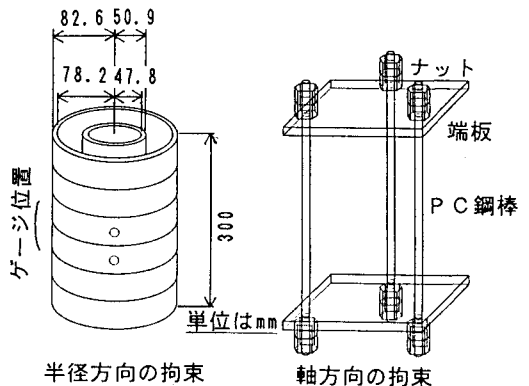


図-1 多軸拘束器具

表-1 配合表

水結合 材比 (%)	s/a (%)	単位置 (kg/m³)					空気量 (%)
		W	C	E	S	G	
50	48.6	215	370	60	804	846	2.5

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、粗骨材は、ともに渡良瀬川産のものを用い、粗骨材の最大寸法は10mmとした。養生は、 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 、60%の恒温恒湿室内に放置した。

4. 膨張ひずみ、収縮ひずみ

輪切り鋼管の供試体の膨張ひずみ、収縮ひずみの経時変化を図-2に示す。内鋼管の円周方向と外鋼管の軸方向ひずみは圧縮を生じ、外鋼管の円周方向および内鋼管の軸方向ならびにPC鋼棒のひずみは引張を生じている。また、内鋼管、外鋼管とも絶対値で比較すると、軸方向ひずみの方が円周方向ひずみより小さい値を示している。

次に、図-3には、材令3日におけるひずみを比較した例を示す。外鋼管、内鋼管の円周方向ひずみは、両供試体ともほぼ同じ値を示しているが、外鋼管の軸方向ひずみは、輪切りの供試体では圧縮を示しているのに対し、一体鋼管の供試体は引張を生じている。これは、一体鋼管の供試体の外鋼管がコンクリートの軸方向の膨張を付着により拘束しているため引張ひずみを生じるのに対し、輪切り鋼管の供試体は、鋼管の軸方向の付着がほとんどなく、鋼管の軸方向は、ポアソン効果による圧縮ひずみを生じたと考えられる。また、それにともない、輪切り鋼管の供試体のPC鋼棒のひずみは増加している。

5. ケミカルプレストレス

コンクリートに導入されるケミカルプレストレスを縦軸にとり、両供試体について比較した例が、図-4である。輪切り鋼管を用いたことにより、コンクリートの軸方向に導入されるケミカルプレストレスは、やや減少する傾向にある。それに対し、PC鋼棒によりコンクリートの軸方向に導入されるケミカルプレストレスは増加している。輪切り鋼管を用いたことにより鋼管との付着が断たれ、コンクリートの軸方向に対しては大部分がPC鋼棒のみに拘束されたため、ケミカルプレストレスも増加したものと考えられる。

6. 仕事量

膨張コンクリートが拘束器具に与える単位体積当りの仕事量を、両供試体について比較した例が、図-5である。輪切り鋼管を用いたことにより、鋼管とコンクリートとの付着が切れ、鋼管の半径方向および軸方向に生じた仕事量はやや減少する。それにともない、PC鋼棒に生じた仕事量が増加している。

7. まとめ

一体の二重鋼管のみによる三軸拘束方法の問題点であった軸方向の付着力不足の問題は、輪切り鋼管とPC鋼棒を併用することにより解決できる。

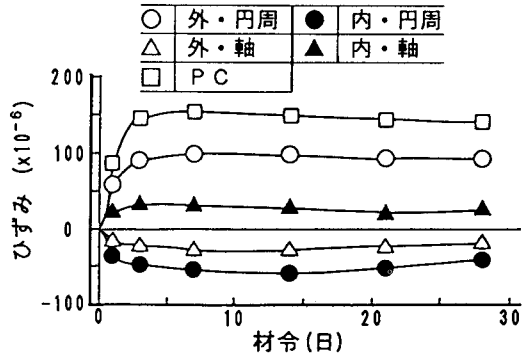


図-2 ひずみの経時変化

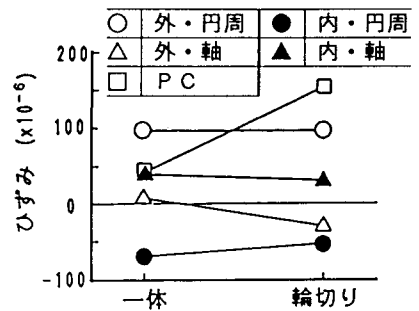


図-3 ひずみの比較

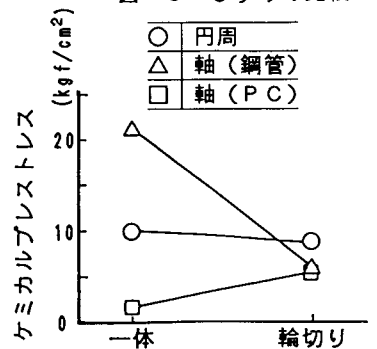


図-4 ケミカルプレストレスの比較

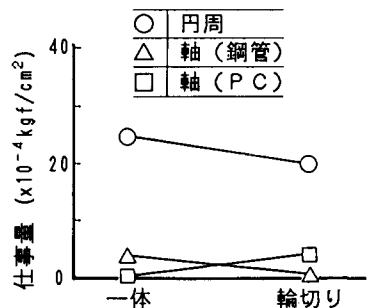


図-5 仕事量の比較