

V-208

二重鋼管と鋼棒による三軸拘束を受けた膨張コンクリートの
ケミカルプレストレスの評価方法

群馬大学大学院 学生会員 村上 淳
 群馬大学工学部 正 会 員 辻 幸和
 群馬大学大学院 学生会員 神戸 隆幸
 鹿島 関東支店 正 会 員 吉田 誠

1. まえがき

近年、膨張コンクリートを多軸拘束する方法として、輪切りの二重鋼管とP C鋼棒とを組み合わせた器具による拘束方法を用いた実験結果が報告されている。¹⁾本研究では、この方法における半径方向のケミカルプレストレスを算定するために現在提案されている解析モデルA、B、C¹⁾と、新たに導出したモデルDについて、実験によって得られたデータに基づき比較検討を行うものである。

2. ケミカルプレストレスの算定

それぞれの解析モデルにおけるケミカルプレストレスの算定方法を、以下に示す。

$$\langle \text{モデル A} \rangle \quad \sigma_{cr} = \frac{E_s}{(r_{oi} - r_{oi})(1 - \nu^2)} \{ (\varepsilon_{s\theta 0} + \nu \varepsilon_{slo})(r_{oo} - r_{oi}) + (\varepsilon_{s\theta i} + \nu \varepsilon_{sli})(r_{io} - r_{ii}) \}$$

$$\langle \text{モデル B} \rangle \quad \sigma_{cr} = \frac{E_s}{2(1 - \nu^2)} \left\{ \frac{(r_{oo} - r_{oi})}{r_{oi}} (\varepsilon_{s\theta 0} + \nu \varepsilon_{slo}) + \frac{(r_{io} - r_{ii})}{r_{io}} (\varepsilon_{s\theta i} + \nu \varepsilon_{sli}) \right\}$$

$$\langle \text{モデル C} \rangle \quad \sigma_{cr} = \frac{E_s}{(r_{oi} + r_{io})(1 - \nu^2)} \{ (\varepsilon_{s\theta 0} + \nu \varepsilon_{slo})(r_{oo} - r_{oi}) - (\varepsilon_{s\theta i} + \nu \varepsilon_{sli})(r_{io} - r_{ii}) \}$$

$$\langle \text{モデル D} \rangle \quad \sigma_{cr} = \frac{r_{io} p_i + r_{oi} p_o}{r_{io} + r_{oi}}$$

ただし $\varepsilon_{s\theta i}$, $\varepsilon_{s\theta 0}$: 内鋼管と外鋼管の円周方向膨張ひずみ

ε_{sli} , ε_{slo} : 内鋼管と外鋼管の軸方向膨張ひずみ

$$p_i = \frac{t_i}{(r_{ii} + r_{io})/2} \cdot \frac{E_s}{1 - \nu^2} |\varepsilon_{s\theta i} + \nu \varepsilon_{sli}| \quad p_o = \frac{t_o}{(r_{oi} + r_{oo})/2} \cdot \frac{E_s}{1 - \nu^2} (\varepsilon_{s\theta 0} + \nu \varepsilon_{slo})$$

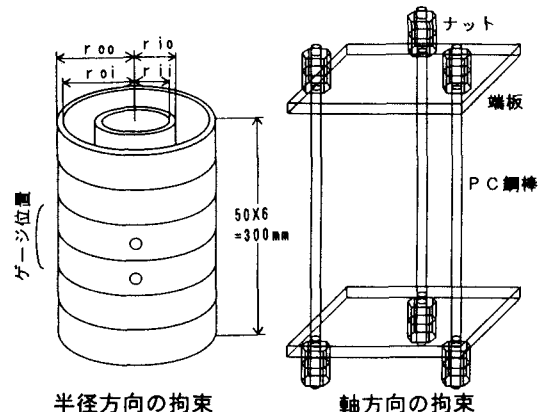
3. 実験概要

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P C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。また、拘束器具が膨張コンクリートを拘束する程度を変えるために、表-1に示すように、内鋼管を3種類、P C鋼棒を2種類用意した。

実験に使用した配合を表-2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、単位膨張材量は70、85、100 kg/m³と変化させた。細骨材、粗骨材は、渡瀬川産の川砂および川砂利を用い、粗骨材の最大寸法は10mmとした。養生は20±3℃、60%の恒温恒湿室に放置した。

4. ケミカルプレストレス

図-2には、モデルA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す。この図からは、拘束鋼材比とケミカルプレストレスとの間に明確な関係



半径方向の拘束 軸方向の拘束
図-1 多軸拘束器具

表-1 供試体の寸法

供試体名	外鋼管(mm)		内鋼管(mm)		PC鋼棒 ϕ (mm)	拘束鋼材比(%)	
	roo	roi	rio	rii		軸P1	半径Pr
ST			30.25 ($t_i=3.2$)	27.05	9.2	1.22	16.1
MT					17	4.18	
LT	82.6 ($t_o=4.5$)	78.1	44.55 ($t_i=3.2$)	41.35	9.2	1.54	23.0
SB					17	5.27	
MB			50.8 ($t_i=3.2$)	47.6	9.2	1.80	28.2
LB					17	6.16	

表-2 配合表

水結合 比(%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					空気量 (%)
		W	C	E	S	G	
55	48	177	252	70	830	935	4.0
			237	85			
			222	100			

は認められない。また、拘束鋼材比が16.1%の時は、膨張材量の増加にともないケミカルプレストレスが増加しているといえるが、そのほかの拘束鋼材比では膨張材量とケミカルプレストレスに明確な関係はない。図-3はモデルBの場合である。本実験の拘束鋼材比の範囲では、どの膨張材量でもケミカルプレストレスはほぼ一定の値を示している。また、単位膨張材量の増加にともない、ケミカルプレストレスも増加しているといえる。図-4、図-5はそれぞれモデルC、Dの場合であるが、モデルBによるグラフとはほぼ同様の値、傾向を示している。

5. 解析方法の比較

これまでに報告されてきた膨張コンクリートの研究から、単位膨張材量を多くするとケミカルプレストレスが増大すること、および拘束鋼材比を増大させるとケミカルプレストレスが増大することが確認されている。この膨張性状に合致している結果が得られた解析モデルは、モデルB、C、Dである。しかし、モデルB、Cで用いられている仮定を実験で立証することは困難である。モデルDは、膨張コンクリートが膨張を鋼管により拘束され膨張力の反力をうけケミカルプレストレスが導入されるメカニズムを、内圧外圧をうける厚肉円筒に見なすことができるため厚肉円筒理論を用いている。このため、無理な仮定を使うことなく、ケミカルプレストレスを算定することができる。

6. まとめ

二重鋼管による多軸拘束下の膨張コンクリートのケミカルプレストレスを算定する方法としてモデルA、B、CおよびモデルDを比較検討した結果、今後はモデルDを用いるのが適当である。

本研究は、文部省科学研究費補助金一般研究(C)(課題番号 04650418)によるものである。

参考文献

- 1) 吉田 誠：膨張コンクリートの膨張エネルギーとその持続効果に関する研究、群馬大学大学院修士論文、1992.2

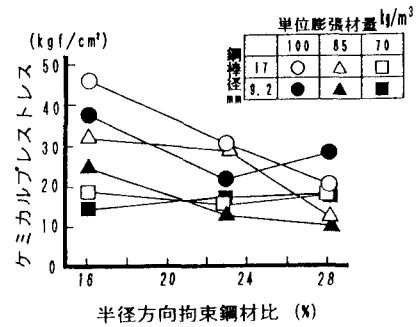


図-2 モデルA 半径方向のケミカルプレストレスと拘束鋼材比

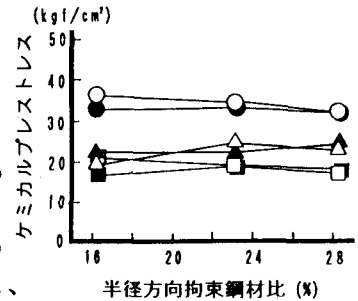


図-3 モデルB 半径方向のケミカルプレストレスと拘束鋼材比

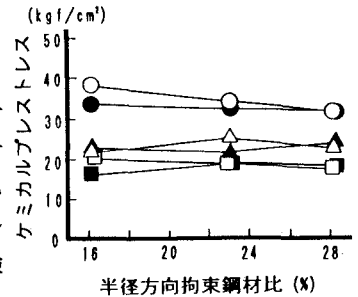


図-4 モデルC 半径方向のケミカルプレストレスと拘束鋼材比

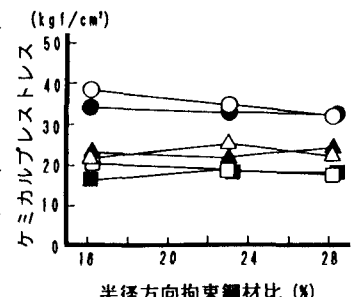


図-5 モデルD 半径方向のケミカルプレストレスと拘束鋼材比