

(V-10)

膨張コンクリートが鋼管に対してなす仕事量

群馬大学 学生会員 ○ 落合 光雄
群馬大学 正 会 員 辻 幸和
群馬大学 武知 勉

1. まえがき

膨張コンクリートの膨張力を外側に配置した鋼管等で外的にかつ多軸方向に拘束する場合における膨張特性を明らかにするため、本研究では、既に一軸拘束状態について提案している仕事量の概念¹⁾を、このような拘束状態における場合に適用して、膨張コンクリートが鋼管の各方向に対してなす仕事量について検討したものである。

2. 鋼管に対してなす仕事量の算定方法

まず、拘束体の鋼管を薄肉鋼管と仮定すると、鋼管表面に添付したワイヤストレインゲージから求めた鋼管の円周方向の膨張率を ϵ_{sr} 、軸方向の膨張率を ϵ_{sl} とすると、鋼管の円周方向の応力度 σ_{sr} および軸方向の応力度 σ_{sl} は、それぞれ次式のように示される。

$$\sigma_{sr} = \frac{Es}{1-\nu^2} (\epsilon_{sr} + \nu \epsilon_{sl}) \quad (1) \quad \text{ここに、}$$

ν : 鋼管のポアソン比

$$\sigma_{sl} = \frac{Es}{1-\nu^2} (\epsilon_{sl} + \nu \epsilon_{sr}) \quad (2)$$

Es : 鋼管のヤング係数

したがって、単位体積あたりの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、半径方向を U_r とすると、式(3)で、また軸方向を U_l とすると、鋼管内面と膨張コンクリートの間に滑りがないと仮定して、式(4)でそれぞれ算定できる。

$$U_r = \frac{1/2 \sigma_{sr} t l \times 2\pi r \epsilon_{sr}}{\pi r^2 l} = \frac{t}{r} \sigma_{sr} \epsilon_{sr} \quad (3)$$

$$U_l = \frac{1/2 \sigma_{sl} \times 2\pi r t \times l \epsilon_{sl}}{\pi r^2 l} = \frac{t}{r} \sigma_{sl} \epsilon_{sl} \quad (4)$$

ここに、 t : 鋼管の厚さ、 r : 鋼管の内半径 (= 充填コンクリートの半径)

3. 実験の概要

内径が13.1cmあるいは9.1cmで、長さが内径の約2倍の鋼管について、その厚さを旋盤で切削して、厚さを合計4種類に変えた鋼管により拘束した実験を行った。膨張率の測定は、 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ の恒温室において行った。鋼管中央断面の表面に2軸のワイヤストレインゲージ(ゲージ長6mm)を添付して、円周方向の膨張率 ϵ_{sr} と軸方向の膨張率 ϵ_{sl} をそれぞれ求めた。

鋼管は、JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管の STK 41 を用いた。また、セメントは、早強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、骨材は富士川産の川砂利(最大寸法15mm)および川砂を、それぞれ用いた。単位結合材量は 450kg/m^3 、単位水量は 180kg/m^3 、細骨材率は36%とし、膨張材の混和率 $E/(C+E)$ を20%と30%に変化させた。スランブは4cmであった。

4. 厚さの異なる鋼管に生じた仕事量

鋼管の厚さをパラメータにとり、半径方向および軸方向の仕事量の経時変化を図-1に、また拘束の程度を示す t/r と仕事量の関係を図-2にそれぞれ示す。

鋼管の厚さの増加に従って、一般に各方向に生じた仕事量は小さくなる。そして、このような傾向は、膨張材の混和率が30%に増加した場合に特に顕著である。なおこの傾向は、一軸拘束を受ける場合にも一般に確かめられているが、単位体積あたりの膨張コンクリートが拘束鋼材になした仕事量が $10 \times 10^{-3} \text{ kgf/cm}^2$ 程度までの場合には、拘束鋼材比が0.5%から4.0%程度の範囲で仕事量は拘束鋼材比にかかわらず実用上一定であると仮定できることを確かめている¹⁾。

図-2から明らかなように、鋼管による拘束を受ける場合の仕事量は、膨張材の使用量が一軸拘束状態の場合に比べて大きい。仕事量が拘束の程度にかかわらず一定であると仮定できるある拘束程度の範囲を見出すことは難しい。しかしながら、膨張材の混和率が20%の場合の半径方向の仕事量は、 t/r が2.0%の値を基準にし t/r が6.8%に増加しても、材令7日でおおよそ14日において、約70%の値を示している。仕事量は膨張率の2乗であるから、膨張率に直すと約85%に低下したこととなる。このような場合は、少し誤差は大きくなるが、上記の仮定を採用できる可能性も示唆できるのである。

半径方向に比べて軸方向の仕事量は、拘束の程度が大きくなるに伴う仕事量の低下は著しい。これは、膨張コンクリートの軸方向の膨張力は、鋼管内面とコンクリートとの付着により内的に拘束されるため、半径方向の外的に拘束される場合に比べて拘束作用が不十分なことによる。そのため、図-3に示す半径方向と軸方向の仕事量の比率も、2.0より一般に大きくなる。そして、拘束の程度が大きいほど、膨張エネルギーの大きいコンクリートほど、また、材令が経過するほど、この比率は大きくなっている。しかしながら、膨張材の混和率が20%のコンクリートを t/r が約2%の鋼管で材令2日まで拘束した場合には、この比率は約2.0を示しており、軸方向の膨張力の拘束が十分な場合には、半径方向と軸方向の仕事量の比率を2.0と仮定できる可能性も残されている。

7. 結論

膨張コンクリートが鋼管に対してなす仕事量の算定方法を提示し、半径方向と軸方向の仕事量に及ぼす鋼管の厚さと膨張材の使用量の影響を実験結果に基づいて検討した。

参考文献

1) 辻 幸和：コンクリートにおけるケミカルプレストレスの利用に関する基礎研究，土木学会論文報告集，第235号，1975年3月，pp.111～124。

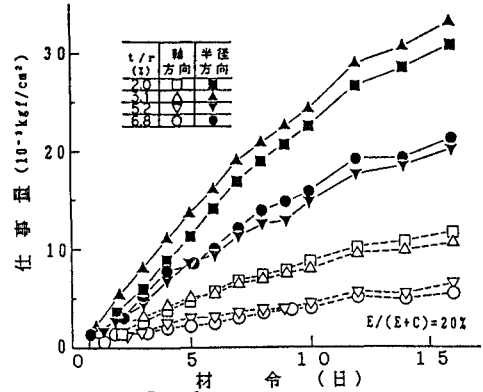


図-1 各方向に生じる仕事量の経時変化

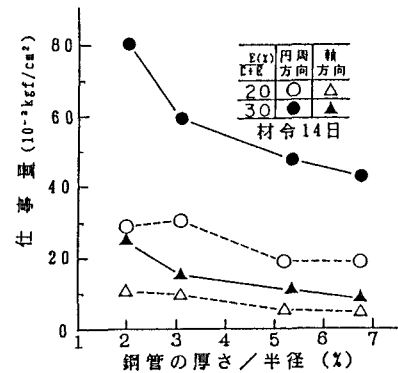


図-2 拘束の程度と仕事量

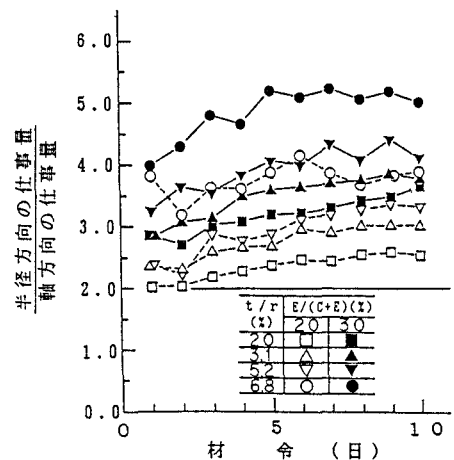


図-3 半径方向と軸方向の仕事量の比率