

V-11

付着のない円形鋼管内での三軸圧縮コンクリートの応力特性および耐力について

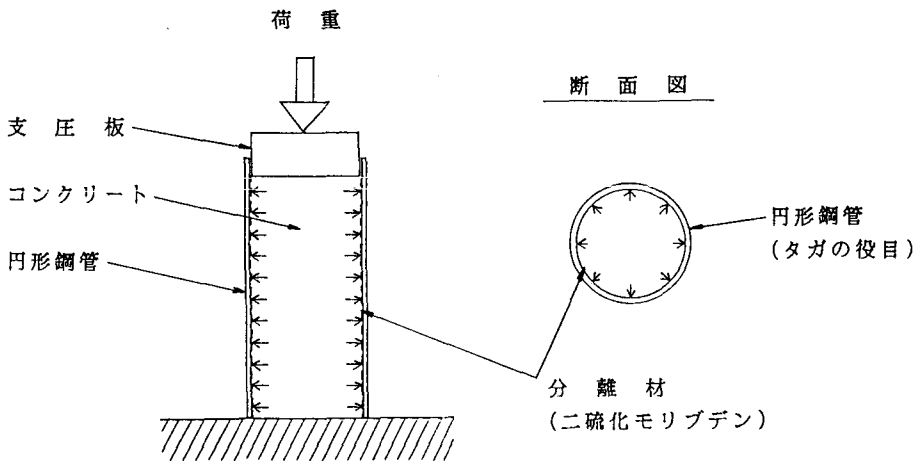
ドービー建設工業(株) 正員 大平 雅司

1. まえがき

従来から、柱等で用いられているフープ筋はタガの役目として用いられ、また、鋼管にコンクリートを詰めた複合パイプもそのタガの役目を鋼管に代用させたものである。

いずれも、コンクリートは三軸圧縮状態となるがフープ筋とコンクリート、鋼管とコンクリートは一体化させたものであるため、コンクリートだけでなく鋼管にも軸力が加わり、コンクリートが臨界応力度を超える頃には、鋼管が軸方向圧縮応力だけで降伏し、周方向の拘束力は期待できなくなってしまう。

そこで、円形鋼管と中詰めコンクリートとの付着をなくすことによって、鋼管はコンクリートのポアソン比の分の変形だけを拘束し、軸方向の力は受け持たない構造(図-1)とする事ができる。



(図-1)

この様な三軸圧縮状態下において、構造部材として応用する場合は考えられるが、事前に実験によって、この様な部材の応力特性および耐力等いくつかの不明な点について調べ、検討を重ねる必要がある。よって、それらの不明な点をいくつか列挙すれば、次の通りである。

- 1) 軸力の増加に伴うコンクリートの弾性係数とポアソン比の推移。
- 2) 1)のコンクリート強度を変えた場合の検討。
- 3) 1)の鋼管肉厚を変えた場合の検討。
- 4) コンクリート強度を変えた場合の最大耐力比較。
- 5) 分離材の種類を変えた場合の最大耐力比較。
- 6) 鋼管の直径と長さを変えた場合の最大耐力比較。

本実験は、主として1)と2)について着目し、検討を行う事とする。

The Stress-strain Characteristics and Durability of Concrete under Triaxial Compression inside Unbonded Steel Pipe by Masaji OHIRA

2. 実験概要

(1) 供試体

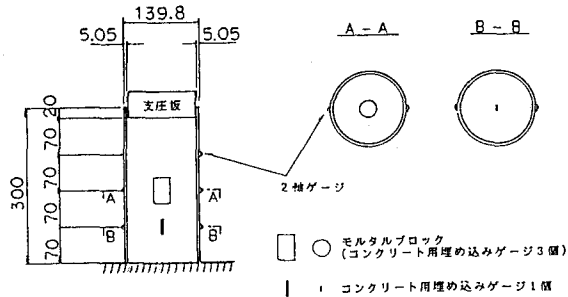
実験に用いた供試体の材料は主に次の4種類に分類される。

- 1) 高さ300mm、外径139.8mm、肉厚5.05mmの円形鋼管。
- 2) 円形鋼管の内面に塗布する分離材(二硫化モリブデン)。
- 3) 円形鋼管内に詰める2種類のコンクリート。
- 4) 円形支圧板。

円形鋼管の内面に二硫化モリブデンを均一に塗布し、鋼管の上端部より20mmの位置までコンクリートを詰め、その後で円形支圧板をセット。

また、実験時は2周強度のコンクリートを用い、テストピースにより強度と弾性係数を測定(表-1)。

円形鋼管の弾性係数は $2.1 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 、降伏点応力度は 2800 kgf/cm^2 を用いた。



(図-2)

種 類 別	コンクリート強度(kgf/cm ²)	弾性係数(kgf/cm ²)
タイプ-1	270	2.4×10^5
タイプ-2	410	2.5×10^5

(表-1)

(2) 実験方法

- 1) コンクリートの軸方向圧縮力による軸方向歪みと、ポアソン比の半径方向歪みをコンクリート埋め込み型ストレインゲージによって測定(図-2)。
- 2) 円形鋼管の外面に2軸のストレインゲージを貼り付けて軸方向圧縮歪み及び円周方向引張り歪みを測定(図-2)。
- 3) 荷重は鋼管の弾性域内で繰返し載荷。
- 4) 実験装置にはアムスラー型圧縮試験機を用い、荷重は5tずつ載荷。
- 5) 円形鋼管が降伏し変形のみが増加し始めた時点で荷重の載荷を終了。
- 6) コンクリートの軸方向変位は変位計を用いて支圧板の上面で測定し、円形鋼管の軸直角方向の変位は中詰めコンクリートの高さの中心で測定。

3. 実験結果

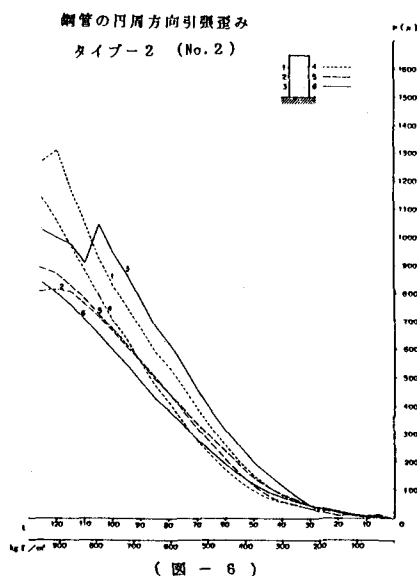
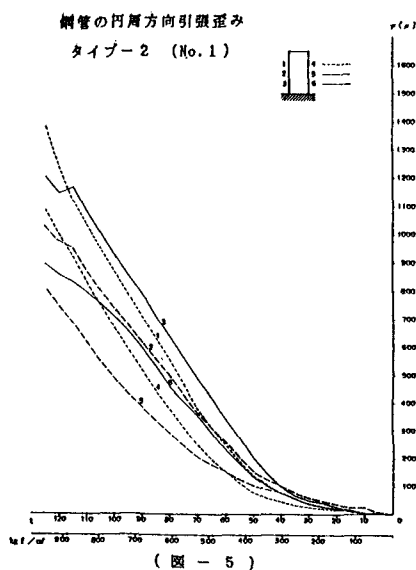
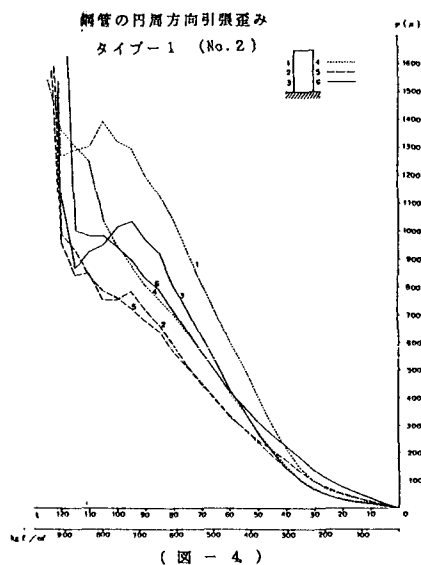
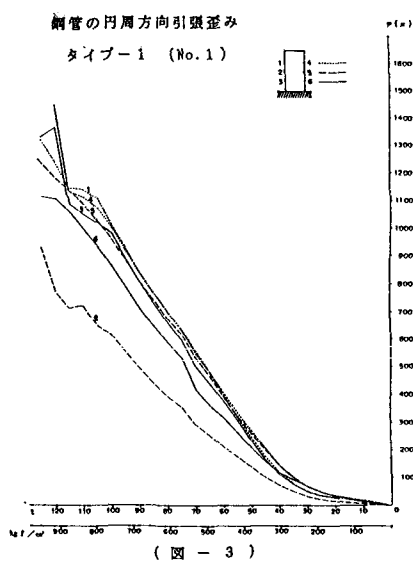
ストレインゲージの値から次式を用いて、各荷重状態での弾性係数とポアソン比を求める。

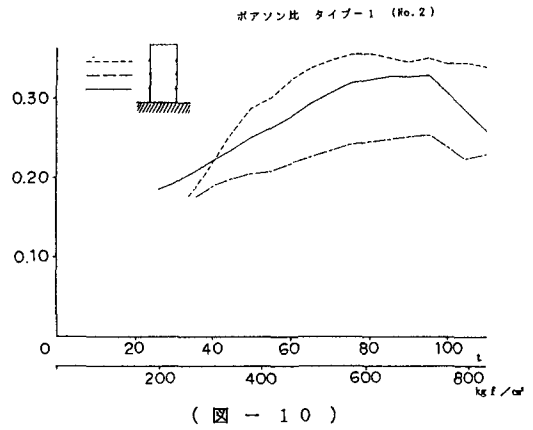
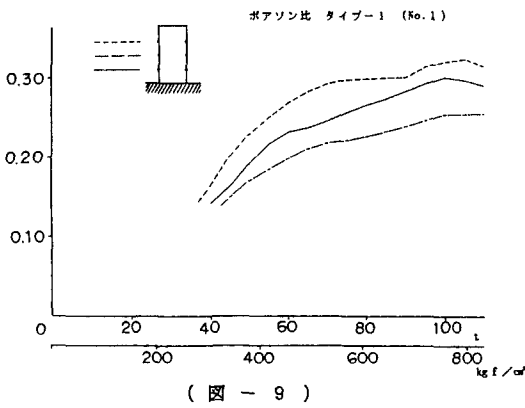
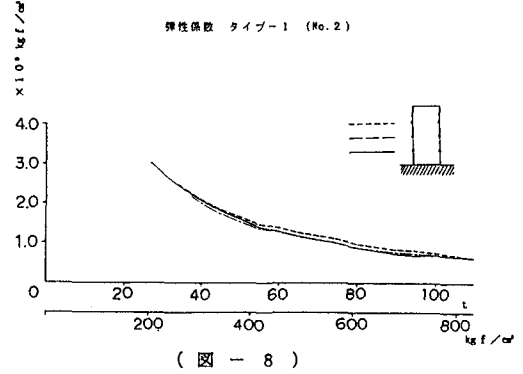
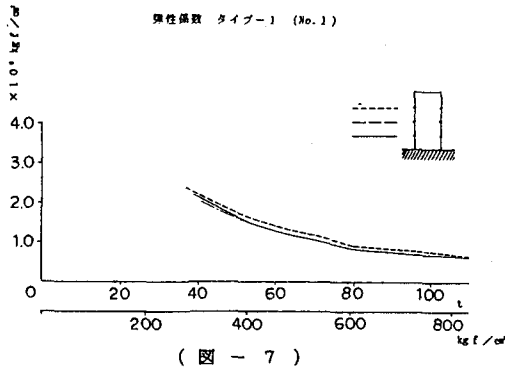
$$\varepsilon_{cz}' = \frac{1}{E_c} (\sigma_{cz}' - 2 \cdot \nu_c \cdot q') \quad \dots \dots (イ)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{cp} &= \varepsilon_{sp} \\ &= \frac{1}{E_c} (-q' + \nu_c \cdot \sigma_{cz}') \quad \dots \dots (ロ) \end{aligned}$$

- ここに、 σ_{cz}' : コンクリートの軸方向応力度
 q' : コンクリートの外周における半径方向応力度
 $\varepsilon_{\theta p}$: 円形鋼管の円周方向の歪み
 ε_{cz}' : コンクリートの軸方向の歪み
 $\varepsilon_{\theta c}$: コンクリートの外周における円周方向歪み
 E_c : コンクリートの弾性係数(2週)
 ν_c : コンクリートのポアソン比(2週)

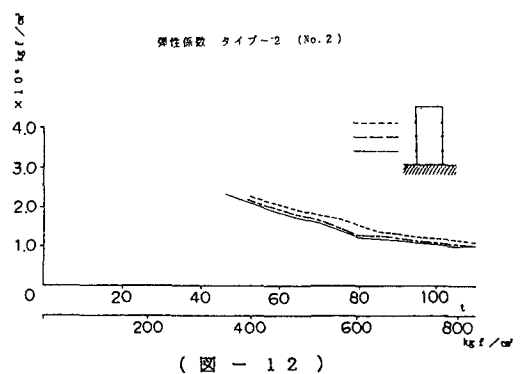
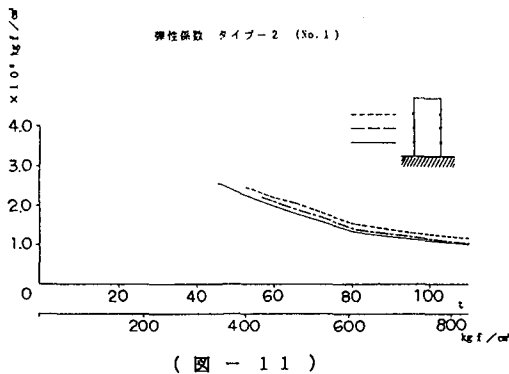
(イ)、(ロ)式より E_c と ν_c が求められ、図-7～図-14で示すグラフとなる。

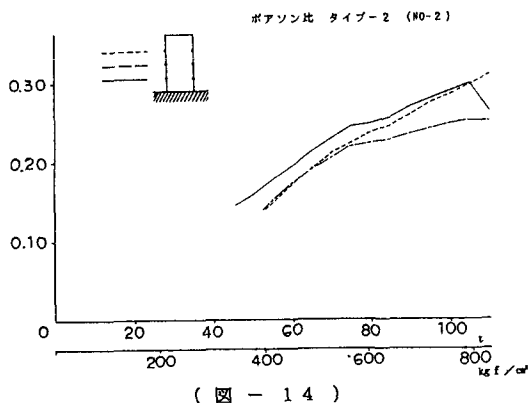
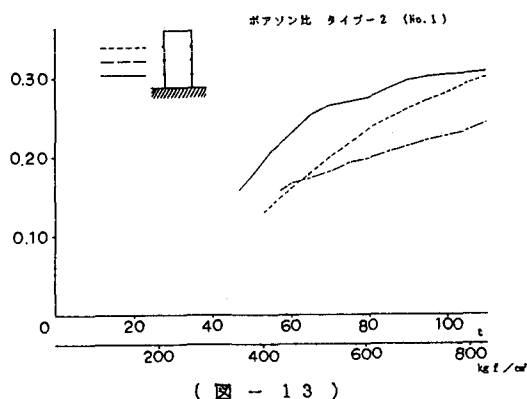




タイプ-1 (No. 1)について、(図-3)よりコンクリートに拘束力が作用し始めるのは、グラフの勾配が一定となる 300 kg f/cm^2 以降と見なせる。その時の弾性係数は(図-7)より $2.3 \times 10^5 \text{ kg f/cm}^2$ 、ポアソン比は(図-9)より 0.14 程度となる。

タイプ-1 (No. 2)について、(図-4)よりコンクリートに拘束力が作用するのは、 250 kg f/cm^2 以降と見なせる。その時の弾性係数は(図-8)より $2.6 \times 10^5 \text{ kg f/cm}^2$ 、ポアソン比は(図-10)より 0.17 程度となる。





タイプ-2 (No.1)について、(図-5)よりコンクリートに拘束力が作用し始めるのは、 400 kgf/cm^2 以降と見なせる。その時の弾性係数は(図-11)より $2.5 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比は(図-13)より0.15程度となる。

(図-6)も(図-5)と同様にコンクリートに拘束力が作用し始めるのは 400 kgf/cm^2 以降と見なせる。その時の弾性係数は(図-12)より $2.4 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比は(図-14)より0.15程度となる。

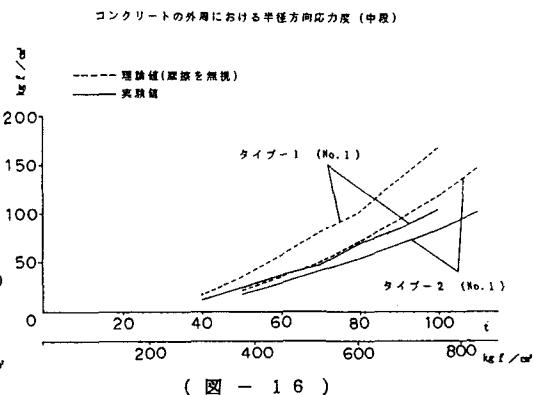
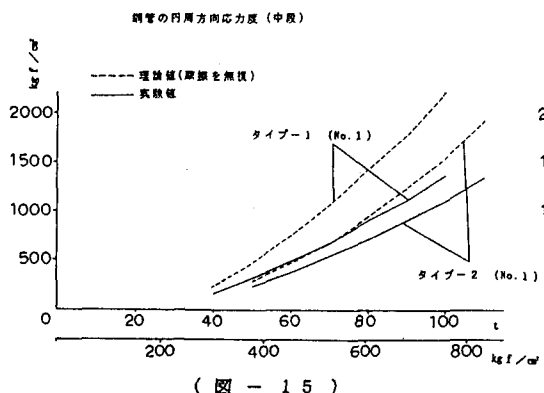
4. 理論値

(1) 解析条件

- 1) コンクリートと鋼管の摩擦は無視する。
- 2) 円形鋼管の弾性係数は $2.1 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比は0.3を用いる。
- 3) コンクリートの弾性係数とポアソン比は、実験値より算出して求まった値を用いる。

以上の条件で、(イ)と(ロ)式より鋼管の円周方向応力度とコンクリートの外周における半径方向応力度を求め、摩擦を全く無視する事ができない実験値と比較する。

(2) 解析結果



5. ま と め

(1) 鋼管の歪みについて

前掲のグラフより、鋼管の円周方向歪みは、コンクリートに加える圧縮応力度がタイプ-1で $250 \text{ kg f/cm}^2 \sim 300 \text{ kg f/cm}^2$ 、タイプ-2で 400 kg f/cm^2 程までグラフが穏やかな勾配をたどるが、これは、コンクリートのポアソン比による半径方向の歪みが少なく、鋼管がタガとしての働きをしていない範囲と考えられる。

(2) 弾性係数とポアソン比について

コンクリートに加える圧縮応力度を増加させるにつれて、コンクリートの弾性係数は減少し、ポアソン比は逆に増加していく傾向が現われた。また、コンクリートの弾性域内では、ポアソン比がタイプ-1で $0.14 \sim 0.17$ となり $1/6$ に近い値を示した。

(3) 耐力について

コンクリートに加える圧縮応力度が $800 \text{ kg f/cm}^2 \sim 1000 \text{ kg f/cm}^2$ で鋼管の降伏点 2800 kg f/cm^2 に到達したが、最大耐力以降の変形能力も見られた。

尚、本実験では一種類の鋼管を用いたが、今後は、分離材の種類、鋼管の肉厚および鋼管の直径と長さ等を変化させる事による応力特性および耐力等について、さらに詳しく実験と検討を重ねる必要があると考えられる。

6. 参考文献

- 1) コンクリート・ライブラリー第34号“鉄筋コンクリート終局強度理論の参考”，土木学会，Aug. 1972
- 2) 横道英雄・藤田嘉夫：“鉄筋コンクリート工学”，共立出版(株)，Mar.1976
- 3) Akroyd, T.N.W.: “Concrete under triaxial stress”, Mag. of Conc. res., V. 13, No. 39, Nov. 1961
- 4) Krishnaswamy, K.T.: “Strength and Microcracking of Plain Concrete under Triaxial Compression”, Jour. ACI, Proc. V.65, No. 10, Oct. 1968
- 5) 丹羽義次・小柳 治・中川浩二：“三軸圧縮応力下におけるコンクリートの破壊過程”，土木学会論文報告集，No. 185, 1971. 1
- 6) 中野清司・立花昌彦・林 三雄・沖田佳裕・倉持春夫・栗田康平・瀬尾卓也：“プレストレスト鉄骨鉄筋コンクリート梁の履歴特性に関する実験的研究”，日本建築学会大会学術講演梗概集，Act.1988