

V-494

アンボンド鋼棒を配置した付着のない鋼管内での拘束コンクリートの強度とひずみ

ドーピー建設工業（株） 正員 大平 雅司

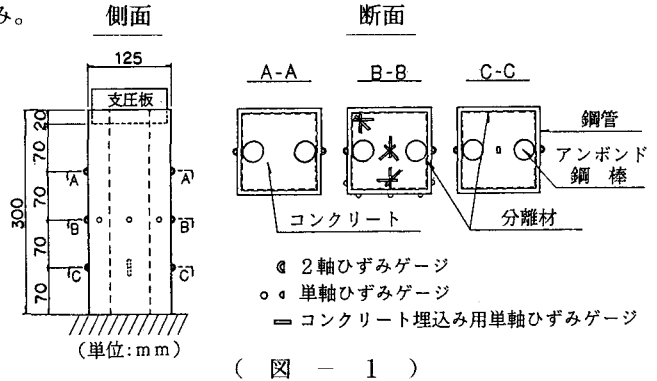
1. まえがき

鋼管内に打込まれたコンクリートと鋼管との付着をなくし、コンクリートだけに軸方向圧縮力を载荷させた時、鋼管からの横拘束によって、コンクリートは、三軸圧縮状態となる。この様なコンクリートは、強度とひずみの増加が見込まれる。本研究では、P C 梁¹⁾に用いることを想定し、鋼棒を配置した角形鋼管コンクリートに軸方向圧縮力を载荷させた場合について、次の二点に着目して検討を行うことを目的とする。

- 1) 拘束されたコンクリートの強度とひずみ。
- 2) 軸力の増加に伴う角形鋼管の拘束効果。

2. 実験概要

実験に用いた供試体の形状、ゲージの配置位置と種類およびゲージの個数を図-1に示す。また、使用した材料および材料の特性値は、表-1に示す通りである。その他、支圧板および鋼管とコンクリートを付着させないための分離材として、二硫化モリブデン入りのグリースを鋼管内面と支圧



(図 - 1)

板に塗布し、アンボンド鋼棒には、ポリエステルを被覆した直径32mmのP C 鋼棒を断面内に2本配置した。荷重の载荷は、支圧板を介して軸方向にコンクリートだけに载荷させた。荷重は、5 t f ずつ増加させて、鋼管が破壊するまで载荷を行った。変位の測定には、ダイヤルゲージを用いた。

尚、本実験では、P C 鋼棒を配置したがプレストレスは導入していない。

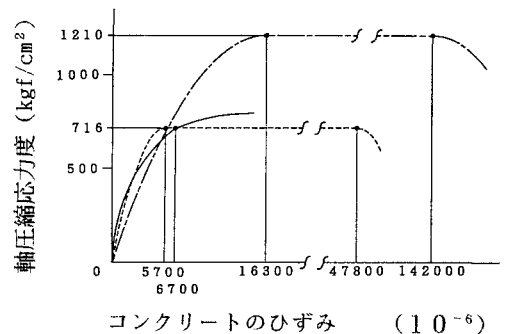
(表 - 1)

鋼管種別	長さ (mm)	鋼管肉厚 (mm)	コンクリートの 強度(kgf/cm ²)	コンクリートの弾 性係数(kgf/cm ²)	鋼管の弾性係 数(kgf/cm ²)	鋼管の降伏点応 力度(kgf/cm ²)
角形鋼管	300	4.38	425	2.76×10^5	2.06×10^6	4100

3. 実験結果および考察

3.1 コンクリートの強度とひずみ

コンクリートの軸方向の応力-ひずみ曲線を図-2に示す。実測値(図-2の実線で示す)よりコンクリートの最大圧縮応力度は、716 kgf/cm²であり、拘束しない時の強度425 kgf/cm²に対して約1.7倍である。ところで、CEB-FIP MODEL CODE 1990の式(1)~(4)²⁾³⁾を適用して得られた値(図-2の一点鎖線で示す)は、強度が1210 kgf/cm²であり、実測値は、これを下まわっている。そのため、 f_{ck} , ϵ_t として、実測値から得ら



(図 - 2)

れている716 kgf/cm²を用い、二次放物線と直線とから成る応力-ひずみ曲線(図-2の点線で示す)を仮定すると、測定可能な範囲内において実測値とほぼ近似した。

したがって、点線の図から、強度と共に終局ひずみについても著しく増加しているものと考えられる。

$$f_{ck, cf} = f_{ck}(1.000 + 5.00 \sigma_2 / f_{ck}) \quad \text{for } \sigma_2 \leq 0.05 f_{ck} \quad \dots\dots (1)$$

$$f_{ck, cf} = f_{ck}(1.125 + 2.50 \sigma_2 / f_{ck}) \quad \text{for } \sigma_2 > 0.05 f_{ck} \quad \dots\dots (2)$$

$$\epsilon_{cc, cf} = 2.0 \cdot 10^{-3} (f_{ck, cf} / f_{ck})^2 \quad \dots\dots (3)$$

$$\epsilon_{cu, cf} = 3.5 \cdot 10^{-3} + 0.2 \sigma_2 / f_{ck} \quad \dots\dots (4)$$

但し、 $f_{ck, cf}$ ＝拘束コンクリートの強度

f_{ck} ＝シリンダー強度（表－1に示す425kgf/cm²を使用）

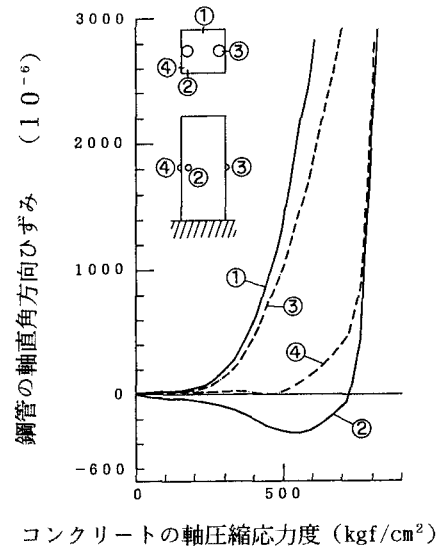
$\epsilon_{cc, cf}$ ＝拘束コンクリートの最大圧縮ひずみに対するひずみ

$\epsilon_{cu, cf}$ ＝拘束コンクリートの終局ひずみ、 σ_2 ＝拘束による側圧、 $\sigma_2 / f_{ck} = 0.5 \alpha \omega_{wd}$

α ＝スターラップ等による拘束効果、 ω_{wd} ＝拘束鉄筋の体積比

3.2 角形鋼管の拘束効果

鋼管の軸直角方向におけるひずみと、コンクリートの軸圧縮ひずみとの関係を、図－3に示す。一般に、コンクリートの拘束に角形鋼管を用いると、拘束効果はあるが円形鋼管を用いた場合に比較して低下する。また、水平断面内では、コンクリートに作用する横拘束が一樣ではない。さらに、本供試体では、コンクリート断面内にアンボンド鋼棒が配置されているため、コンクリートの軸圧縮ひずみが600kgf/cm²付近の高応力度では、隣り合う二辺および隣り合う隅角部で、拘束効果が一樣でないことが特徴として現れている。また、鋼管の降伏は、コンクリートの膨張に対して、最初は、曲げによって抵抗する各辺の中央部に生じ、続いて、隅角部に力が集中し、最終的には、塑性ヒンジが形成されたことがわかる。特に、隅角部②については、圧縮ひずみから引張ひずみに変化した直後に、急激なひずみの増加が生じて、降伏に至っている。



（図－3）

4. まとめ

- 1) 鋼棒を配置した角形鋼管を用いてもコンクリートに対して十分な拘束効果はあるが、円形鋼管を用いた場合に比較して低下する。
- 2) コンクリートの軸圧縮ひずみの増加と共に、各辺および各隅角部では、鋼管による拘束効果が変動し、一樣でなくなる。
- 3) 角形鋼管の各辺の中央部と隅角部で、最終的には、塑性ヒンジが形成される。
- 4) 実測値より得られた値は、CEB-FIPの計算式から得られるほどの拘束効果は無いが、最大圧縮ひずみを低減した値とほぼ近似した。

【参考文献】

- 1) 大平雅司・藤田哲雄・松井敏二・蛭名貴之：付着のない鋼管内での三軸圧縮コンクリートの力学的特性について、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.15, No.2, pp.947-952, 1993.
- 2) CEB : CEB-FIP Model Code 1990, Bulletin D'Information No. 189, No. 190a, No. 190b, Comite Euro-International du Beton, 1988.
- 3) CEB : Concrete Under Multiaxial States of Stress Constitutive Equations for Practical Design Bulletin D'Information No. 156, Comite Euro-International du Beton, 149pp., 1983.