

V-431 PC鋼棒を配置したコンクリート充填鋼管部材の力学的特性について

ドーピー建設工業（株） 正員 大平 雅司

1. はじめに

鋼管内に充填されたコンクリートのみに軸方向圧縮力を載荷させた時、コンクリートは、鋼管からの横拘束によって、三軸圧縮状態となる。このように受動的な拘束を受けるコンクリートは、強度とひずみ能力の増加が見込まれる。これらの長所を利用して、柱部材には多く用いられている。

本研究では、柱部材としてだけではなくPC梁にも用いることを想定し、PC鋼棒を配置した場合と配置していない場合の角形鋼管コンクリートに軸方向圧縮力を載荷させることによって、次の二点に着目して検討を行うことを目的とする。

- (1) 角形鋼管により拘束されたコンクリートの強度とひずみ能力。
- (2) PC鋼棒を配置したことによる鋼管の拘束効果に及ぼす影響。

尚、本供試体の内で一体にPC鋼棒を配置したが、今回の実験では、プレストレスは導入していない。

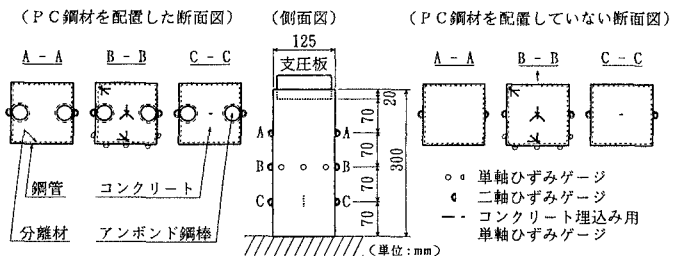


図-1 軸圧縮試験用供試体

2. 実験の概要

実験には、それぞれアンボンド鋼棒を配置した場合（記号APで示す）と配置していない場合（記号Aで示す）の二種類を用いた。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板に塗布し、PC鋼棒には、ポリエステルを被覆した直径3.2mmのアンボンド鋼棒を断面内に2本配置した。荷重の載荷は、支圧板を介して軸方向にコンクリートだけに載荷させた。荷重は、5tfずつ増加させて、載荷可能な状態（支圧板が鋼管内に完全に押し込まれた状態）まで載荷を行った。

表-1 材料の特性値

供試体 記号	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)
AP, A	300	4.38	401	2.84×10^5	2.06×10^6	4120

3. 実験結果および考察

3.1 角形鋼管により拘束されたコンクリートの強度とひずみ能力

鋼管の軸直角方向におけるひずみは、図-2に示す。水平断面内では、鋼管の各辺の中央部が、最初、曲げによって降伏し、辺の部分の拘束効果が低下するが、終局状態までには至らない。続いて、鋼管の隅角部に側圧が集中し、引張力で隅角部が降伏することにより、本供試体の最終的な耐力が得られた。

このことから、CEB-FIP MODEL CODE 1990の式(1)～(4)¹⁾を適用するにあたって、拘束されたコンクリートの有効面積を考慮し、隅角部のみに縦方向筋の配置を仮定($n=4$)した。求めた値を図-3の点線①で示す。また、実測値(図-3の実線で示す)より、測定可能な範囲内において必ずしも点線①で示した理論値と一致はしないが、最大圧縮応力度までは、近似するものと考えられる。

実験では、終局ひずみに達する前に載荷を打ち切ったため、ひずみ増加は測定できなかったが、少なくともCEB-FIPの式から強度増加は期待できる。

尚、図-3の点線②で示したグラフは、 $n=\infty$ として得られた値である。

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

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

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

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

但し、 $f_{ck,cf}$ ：拘束コンクリートの圧縮強度、 f_{ck} ：角柱コンクリート供試体圧縮強度

$\epsilon_{cc,cf}$ ：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、 $\sigma_2/f_{ck} = 0.5\alpha\omega_{wd}$

$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s$ ：スターラップ及びそれらと結合された縦方向筋等による拘束効果

α_n ：拘束されるコンクリートの断面方向の有効面積を表す低減係数

$\alpha_n = 1 - 8/(3n)$ 、 n ：縦方向筋の総数

α_s ：拘束されるコンクリートの縦方向の有効面積を表す低減係数

$\alpha_s = (1 - S/(2b_0))^2$ 、 S ：スターラップ等の縦方向の間隔、 b_0 ：スターラップ等の横方向幅

ω_{wd} ：拘束鉄筋(鋼管)の降伏引張耐力によるコンクリートの平均拘束応力比

3. 2 P C鋼材を配置したことによる拘束効果に及ぼす影響

コンクリート断面内にP C鋼棒が配置されている図-2の供試体A Pは、コンクリートの軸圧縮応力度が500kgf/cm²付近の高応力度では、鋼管の隣り合う隅角部で、拘束効果が一様でないことが特徴として現れている。

一方、P C鋼棒が配置されていない図-2の供試体Aでは、鋼管の隣り合う隅角部で、拘束効果がほぼ一様であり、P C鋼棒が配置されている場合と際立った対照を示している。しかし、P C鋼棒を配置した場合も配置していない場合も、最大圧縮応力度までは、拘束効果に及ぼす影響は、少ないと推測される。

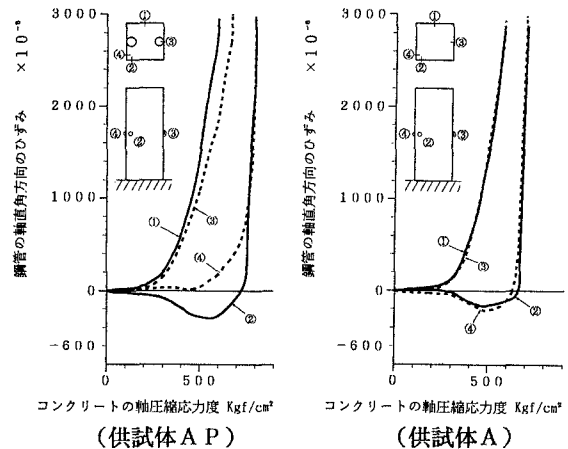


図-2 鋼管のひずみ

4. まとめ

- (1) コンクリートの軸圧縮応力度の増加と共に、鋼管の各辺が、最初、曲げによって降伏し、続いて、隅角部に側圧が集中し、引張力で隅角部が降伏することにより、最終的な耐力が得られた。

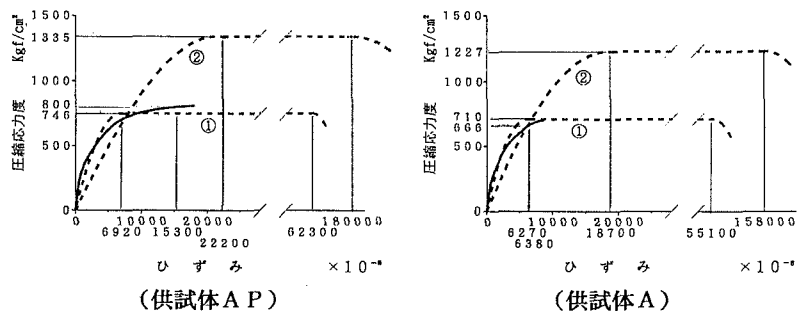


図-3 コンクリートの応力-ひずみ曲線

- (2) コンクリートの応力-ひずみ曲線は、CEB-FIPの式に拘束されるコンクリートの有効断面面積を考慮することによって、少なくとも最大圧縮応力度までは、実測値と近似するものと考えられる。
- (3) P C鋼棒を配置した場合も配置していない場合も、最大圧縮応力度までは、拘束効果に及ぼす影響が小さいと推測される。

【参考文献】 1) CEB: CEB-FIP Model Code 1990, pp.101-107, 1993