

[94] コンクリート充填正方形および正八角形鋼管柱の鋼管と充填 コンクリート間の付着性状の改善法に関する実験的研究

正会員 富井政英 (九州大学)

正会員 吉村浩二 (大分大学)

正会員 ○ 森下陽一 (九州大学)

1. 序

別報¹⁾において、コンクリート充填円形鋼管柱の鋼管と充填コンクリート間の付着性状の改善法について検討した。

本報は正方形および正八角形断面のコンクリート充填鋼管柱を用いて別報¹⁾と全く同じ付着性状の改善法について検討を行なったものであり、昨年度の本会発表論文²⁾の続報である。

2. 実験概要

実験概要は既報²⁾を参照されたい。なお、各試験体グループは、3つの文字で表わされ、最初の文字PまたはOは普通鋼管またはしま鋼管を示し、2番目の文字MまたはLは充填したコンクリートの圧縮強度 f_c が高いものと低いものを示し、3番目の文字NまたはEは普通コンクリートまたは膨張コンクリートを充填したことをそれぞれ示している。

3. 鋼管の軸方向圧縮ひずみ度

図1, 2に、正方形および八角形柱の測定された鋼管の軸方向圧縮ひずみ度 ϵ の分布を示す。縦軸のZは柱脚からゲージ貼付位置までの距離を示す。実線と一点鎖線はそれぞれ充填したコンクリートの圧縮強度 f_c が高いものと低いものを示し、柱頭での鋼管の軸方向ひずみ度の計算値 $N/\sigma E_0 A$

(N: 軸力, σ : 鋼管のヤング係数, A: 鋼管の断面積) が 3×10^{-4} , 6×10^{-4} , 9×10^{-4} なった時の分布を示す。なお点線で示した部分はひずみ度分布が縦軸に平行な部分から急激に変化する部分であり、隣接した測点間を直線で結ぶより、次のようにする方がより適切だと

考えられた。すなわちそれぞれ両側の測点間の直線をその部分に延長して2本の直線で示す。その交点より上側の勾配のある部分で付着により鋼管の軸力が充填コンクリートへ伝達されており、その部分の長さを図3に模式的に示すように付着長さ l_a と定義する。図1, 2より、 $N/\sigma E_0 A = 3 \times 10^{-4}$ では正方形、八角形柱ともに付着の改善を

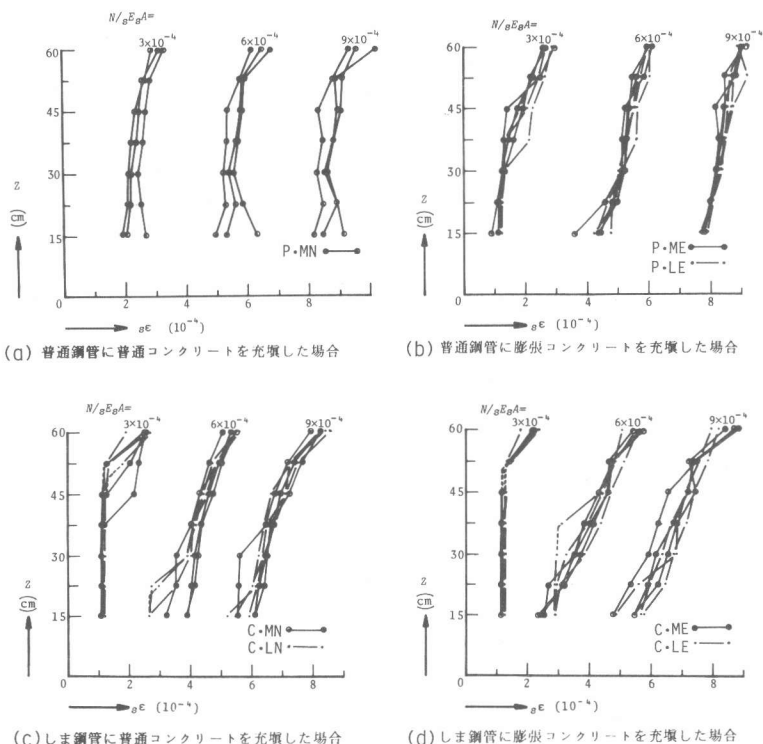


図1 正方形柱の鋼管の軸方向圧縮ひずみ度 ϵ の分布

加えない普通鋼管に普通コンクリートを充填したものを除いて柱脚より柱頭近傍までひずみ度分布は縦軸に平行である。この部分では平面保持が成立っている。 $N/\sigma_c E_g A = 6 \times 10^{-4}$ のときは正方形柱のひずみ度分布は改善を試みたものでも本実験の柱長さでは全て縦軸に平行な部分はなくなってしまふ。八角形柱は付着の改善を加えたもので平面保持の成立部分がみられる。 $N/\sigma_c E_g A = 9 \times 10^{-4}$ では八角形柱のしま鋼管に膨張コンクリートを充填したものだけ柱脚近傍で平面保持が成立つ。

4. 付着応力度の検討

鋼管と充填コンクリートの間の平均付着応力度 $\bar{s}_a$ と平均相対ずれ量 $\bar{\delta}$ の関係を別報¹⁾の(1)～(3)式より

円形柱と全く同様にして求めた。図4、5に正方形柱および八角形柱の $\bar{s}_a - \bar{\delta}$ 関係を示す。実線と一点鎖線はそれぞれ充填コンクリートの圧縮強度 F_c が高いものと低いものを示す。図4に示した破線はコンクリート充填角形鋼管柱の長期許容付着応力度 $s_a^{(3)}$ である。本実験は柱長さ $l_0 = 735 \text{ mm}$ で行なわれたものであり、付着長さ l_a が l_0 よりも短い範囲での柱頭の δ_0 はそれほど大きくない。しかしながら、本実験では、その後も載荷を続け、柱頭の δ_0 がほぼ $60 \times 10^{-2} \text{ mm}$ になるまで実験を行なった。その範囲での δ の柱長さに沿った分布は別報¹⁾の図7に示すように、柱脚近傍で平面保持が成立つ場合の δ 分布とはほぼ同じ形になつてゐる。 δ 分布が同じであればそれに対応する付着応力度分布は等しくなると仮定すれば、別報¹⁾の(4)式より、(i)、(ii)の場合とも所要の l_a が求められることになる。そのため、大きな δ_0 が生じるようなより長い柱の l_a を決めるための $\sigma_c \bar{\tau}_a$ に本実験結果の平面保持

の部分が無くなつた後の $\sigma_c \bar{\tau}_a$ の値を適用してもよいと考えられる。

図4、5より、普通鋼管に普通コンクリートを充填したものの $\bar{s}_a$ は $\bar{\delta}$ が大きくなつてもほぼ一定の値であるが、その値は正方形柱、八角形柱とも $1 \sim 2 \text{ kg/cm}^2$ であり円形柱の普通鋼管に普通コンクリートを充填したものの $\bar{s}_a$ ($2 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$)に較べてわずかに低い値である。普通鋼管に膨張コンクリートを充填した場合、正方形柱の $\bar{s}_a$ は $\bar{\delta}$ の小さいうちは $2 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\bar{\delta}$ が大きくなると $1 \sim 2 \text{ kg/cm}^2$ ほどで普通鋼管に普通コンクリートを充填したものの $\bar{s}_a$ とほとんど変わらないが、八角形柱の $\bar{s}_a$ は $\bar{\delta}$ が小さいうちは $4 \sim 6 \text{ kg/cm}^2$ ほどで改善を加えない八角形柱に較べて大きい値となる。次にしま鋼管に普通コンクリートを充填した場合、正方形柱の $\bar{s}_a$ は $2 \sim 5 \text{ kg/cm}^2$ 程度、八角形柱の $\bar{s}_a$ は $3 \sim 6 \text{ kg/cm}^2$ 程度であり、それぞれの改善を加えないものの $\bar{s}_a$ に較べて大きくなつてゐる。各断面形状の柱の $\bar{s}_a$ を同じ改善を試みたグループ毎に比較すると、どの場合にも円形、八角形、正方形の順に $\bar{s}_a$ が低い値となる。なお円形柱の場合には同じ改善を試みたものでも充填コンクリートの圧縮強度 F_c が変わると $\bar{s}_a$ が変化する傾向がみられたが、正方形柱と八角形柱では F_c が違つても $\bar{s}_a$ の値はほとんど変わらない。図6、7に正方形柱と八角形柱の最下測定点近傍で平面保持が

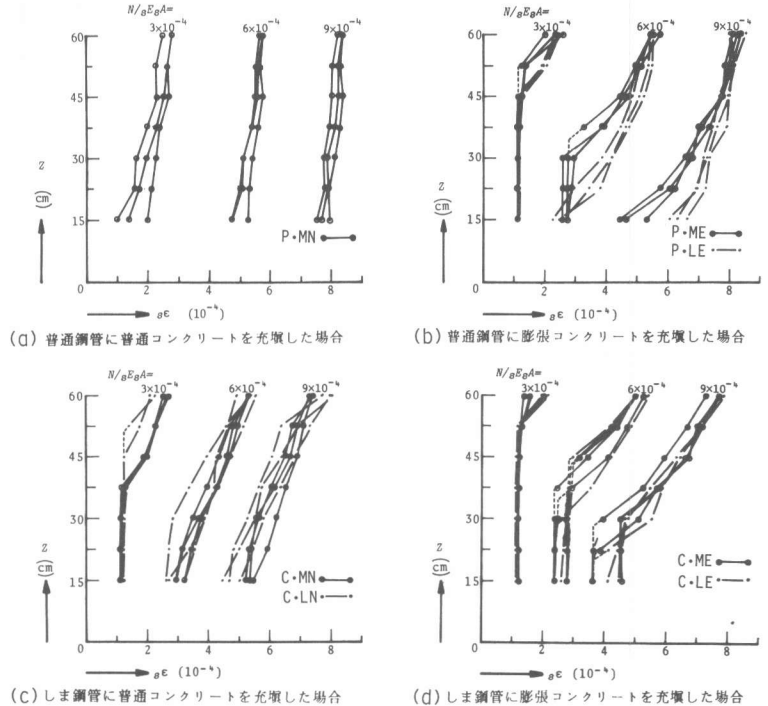


図2 八角形柱の鋼管の軸方向圧縮ひずみ度 ε の分布

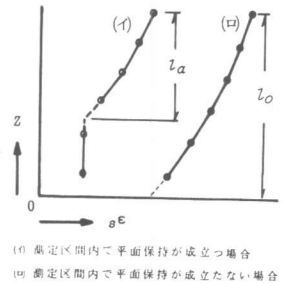


図3 付着長さ l_a の定義

成立時の $\Delta\sigma-l_i$ 関係を示す。 l_i は別報¹⁾の図9に示すような付着応力度が生じている最下測定点0と測点*i*間の距離を示す。また $\Delta_s\sigma$ は0点と*i*点の鋼管の軸方向応力度の差であり、 $\Delta_s\sigma \cdot t$ は0点と*i*点間の管厚*t*の鋼管の単位周長あたりの切片にかかる軸力差を示す。鋼管の周長と鋼管から充填コンクリートへ伝達すべき軸力が決まれば、平面保持が成立つまでの所要の柱長さ l_a は図7、8よりすぐ求まることになる。 $\Delta_s\sigma-l_i$ 関係をみると円形柱ではほぼ一様に分布していたのに対し、正方形柱では勾配が2段階になるものがある。 l_i/t が30程度のところまでは $\bar{s}_a$ は2~3kg/cm²程度でありその間の相対ずれ量 $\bar{\delta}$ は 4×10^{-2} 程度である。 $\bar{\delta}$ がこの値をこえると $\bar{s}_a$ は1~1.5kg/cm²程度の値ではほぼ一定となる。

5. 結語

以上の結果より、次の結論が得られた。

(1) 正方形柱，八角形柱とも付着性状の改善を試みたもののうちしま鋼管に普通コンクリートを充填したものの平均付着応力度はそれぞれの付着の改善を加えない普通コンクリートを普通鋼管に充填したものの平均付着応力度に較べて大きくなる。

(2) 普通鋼管に膨張コンクリートを充填した場合，八角形柱は付着の改善を加えない場合に較べて平均付着応力度が大きくなるが，正方形柱ではあまり増大しない。

(3) 正方形柱，八角形柱とも平均付着応力度は充填コンクリートの圧縮強度の影響をほとんど受けない。

(4) 本報で述べた付着応力度の検討方法によって，本報でとりあげた柱長さ(735mm)よりも長い柱に対しても本実験結果の付着応力度を適用できると考えられる。

謝辞：本研究は文部省科学研究補助金および日本鋼管K.K.より資材等の援助を受けて行なった。実験にあつては元九大学院学生渋谷修氏，九大学院学生川野浩一氏の協力を得た。ここに深く感謝いたします。

参考文献：1) 富井，吉村，森下，

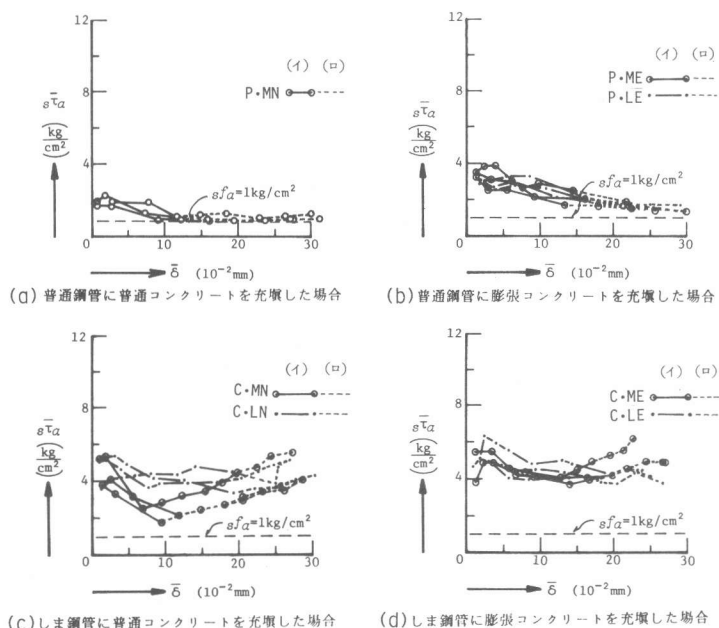


図4. 正方形柱の平均付着応力度 $\bar{s}_a$ と平均相対ずれ量 $\bar{\delta}$ の関係

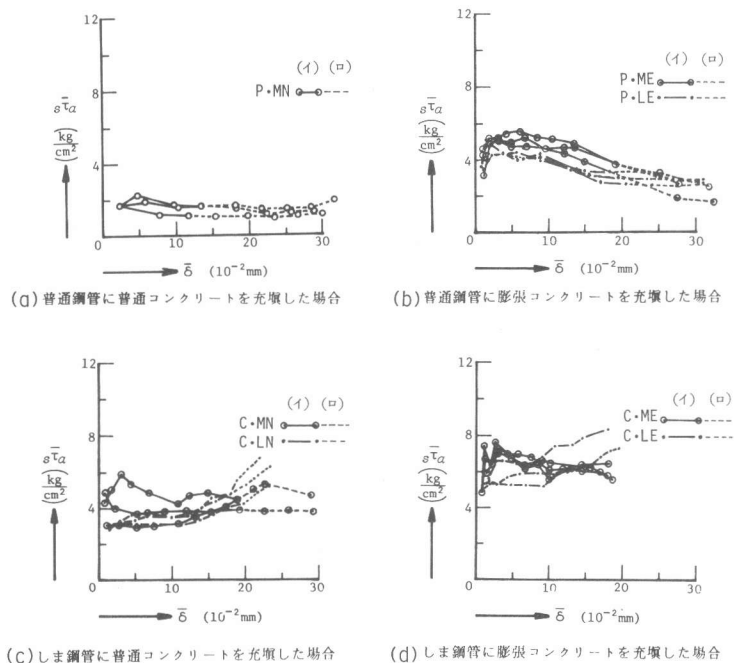
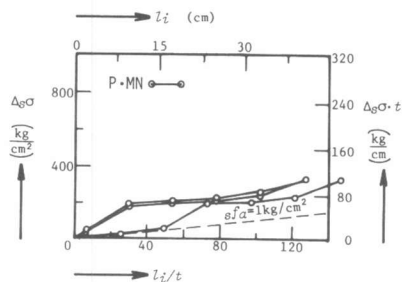


図5. 八角形柱の平均付着応力度 $\bar{s}_a$ と平均相対ずれ量 $\bar{\delta}$ の関係

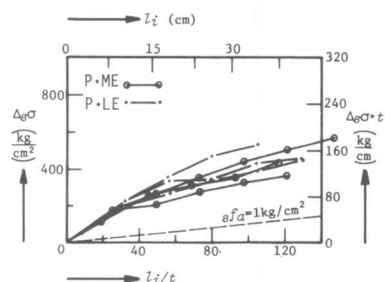
「コンクリート充填円形鋼管柱の鋼管と充填コンクリート間の付着性状の改善法に関する実験的研究」コンクリート工学年次講演会講演論文集，昭和55年6月

2) 富井，吉村，森下，「コンクリート充填角形鋼管柱の鋼管と充填コンクリートの間の付着性状に関する実験的研究」コンクリート工学年次講演会講演論文集 昭和54年5月

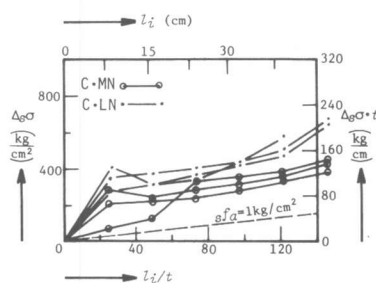
3) 日本建築学会，「鋼管コンクリート構造計算規準・同解説」 1979



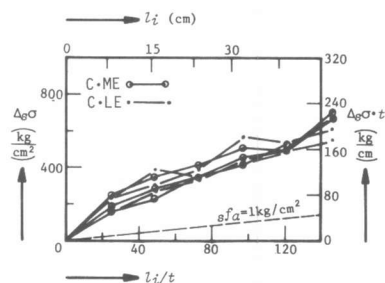
(a) 普通鋼管に普通コンクリートを充填した場合



(b) 普通鋼管に膨張コンクリートを充填した場合

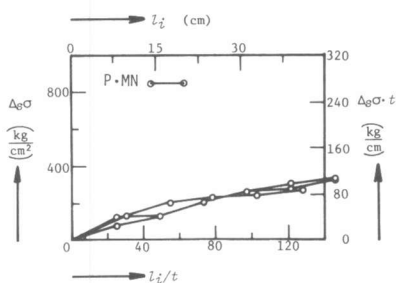


(c) しま鋼管に普通コンクリートを充填した場合

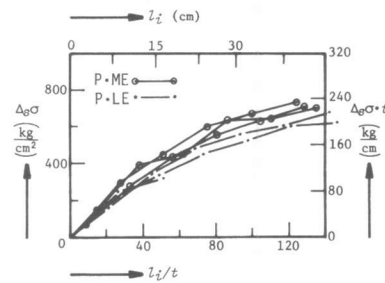


(d) しま鋼管に膨張コンクリートを充填した場合

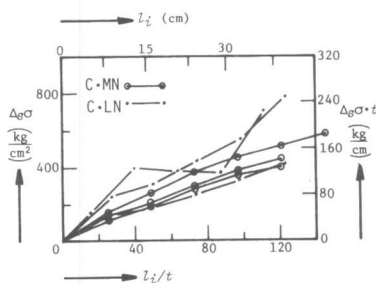
図6. 正方形柱の柱長さ l_i に沿った軸方向圧縮応力度の差 $\Delta\sigma$ の分布



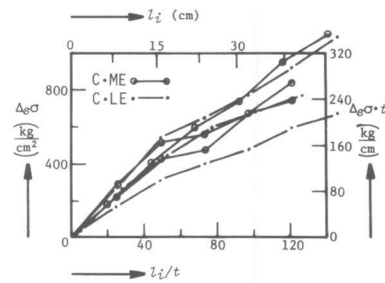
(a) 普通鋼管に普通コンクリートを充填した場合



(b) 普通鋼管に膨張コンクリートを充填した場合



(c) しま鋼管に普通コンクリートを充填した場合



(d) しま鋼管に膨張コンクリートを充填した場合

図7. 八角形柱の柱長さ l_i に沿った軸方向圧縮応力度の差 $\Delta\sigma$ の分布