

圧縮荷重下のモルタル充填鋼管柱の変形特性

広島工業大学大学院	学生会員	○横関	英雄
広島工業大学工学部	正会員	伊藤	秀敏
広島工業大学工学部	フェロー	米倉	亜州夫
広島工業大学工学部	学生会員	山口	哲矢

1. まえがき

本研究では、モルタルを充填した鋼管短柱に軸方向力を内部モルタルのみに加えた場合の圧縮変形挙動を実験的に検討した結果について報告する。その結果、鋼管の大変形と同様に内部モルタルがひび割れを生じることなく 30～40% も大変形を生じていることを見い出している。

2. 試験概要

2. 1 モルタル充填鋼管供試体

セメントは普通ポルトランドセメント（密度：3.15 g/cm³，比表面積：3340cm²/g）を，細骨材は砕砂（密度：2.65 g/cm³，FM：2.85）を用いた。

表－1 にモルタルの配合の概要を示す。モルタル充填鋼管供試体形状および寸法は図－1 に示すように，市販の鋼管（SS400，直径：101.6 mm，鋼管厚：3.2 mm）を 25 cm に切断し，モルタル部のみを載荷するための両端部に 2 個の載荷治具（80 mm）を介して 20 cm だけ充填した。鋼管のひずみ度を測定するため，外面中央部に一對の 2 軸ひずみゲージを貼り付けた。載荷用供試体は鋼管内面にアスファルト乳剤を塗布して，充填モルタルと鋼管との付着を切ったもの（以後付着なし）と無処理（以後付着あり）の 2 種類とし，何れの場合も約 20℃ の室内で湿潤養生し，試験開始材齢は 30 日とした。

2. 2 載荷試験方法

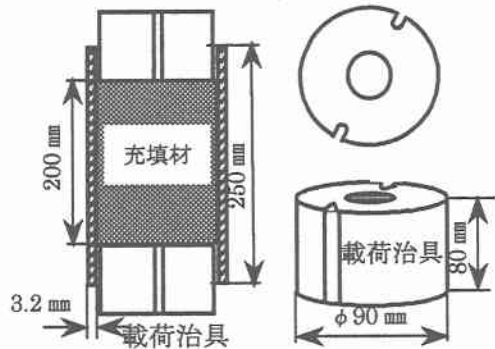
載荷は，2000 kN の耐圧試験機で行い，充填モルタル軸方向およびこれと直行する方向（以後半径方向とする）の長さ変化をそれぞれ測長 10 cm および 5 cm の変位計により測定した。同時に熱電対にてモルタル温度も測定した。載荷及び無載荷供試体より採取した資料を用いて細孔径分布及び結合水量を測定した。

3. 試験結果および考察

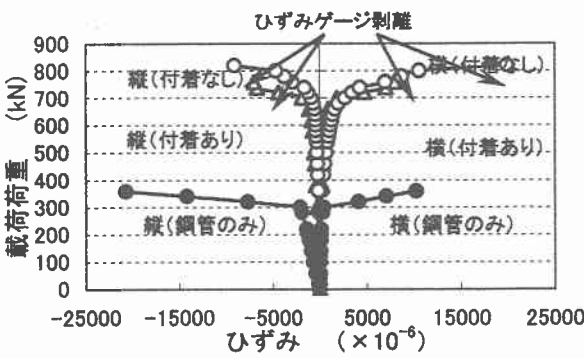
図－2 は，鋼管厚 3.2 mm の場合の付着の有無での荷重－ひずみ曲線を示したものである。鋼材の圧縮降伏応力度は，この図に示すモルタル無充填鋼管の荷重－ひずみ曲線から降伏時（約 1600 μ）までの領域で鋼管が弾性的であるものとし，降伏以降は鋼管の応力度の増分はないものと仮定して算出した¹⁾。この仮定を基に算出した終

表－1 モルタルの配合

W/C (%)	水 (kg/m ³)	セメント (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)
50	308	616	1233



図－1 モルタル充填鋼管供試体



図－2 モルタル充填鋼管のひずみ分布

局時における充填モルタルの圧縮応力度は、 100N/mm^2 となり、無拘束供試体の2倍強に達した。また、付着の有無に拘わらずモルタル充填鋼管の降伏荷重は、いずれの場合も約 700kN であり、鋼管のみに比べて約2倍になった。図-3は、充填鋼管の変位量と載荷荷重との関係を示したものである。この図より、終局時における軸方向の変形量は付着の有無に拘わらず約 70mm 、半径方向の広がり量は約 40mm に達した。この長さ変化率は、載荷前のモルタル部の長さ(200mm)、直径(100mm)に対して、軸方向で約35%、半径方向で約40%変形したことに載荷試験後、鋼管をガス切断したときの鋼管および充填モルタルの変形状況は、中央部が突起した堤燈のようになっていた。写真-1はこの充填モルタルを軸および半径方向に切断した面を示したものである。切断面のひびわれは、光学顕微鏡(100倍)で観察したが一部の細骨材周辺にヘアクラックが認められる以外は、確認されなかった。辛ら²⁾は、モルタル充填鋼管で構成したトラス要素の載荷試験を行い、充填モルタルは本試験結果と同様にほとんどひびわれが発生することなく形状を保持していることを報告している。

図-4は載荷後の細孔径分布を示したものである。なお、充填モルタルの載荷試験後および無載荷供試体中央中心部から採取した試料により、細孔径分布を測定した結果載荷した充填モルタルの全細孔量が無載荷の場合に比べて、 0.01cc/g (約10%) だけ減少し、 $1\mu\text{m}$ 以上の空隙がほとんど確認されなかった。この部位において、鋼管降伏時以降に約 $1\sim 2^\circ\text{C}$ の温度上昇が認められ結合水量も若干増加していた。以上より、このひびわれの無い大変形は、三軸方向に拘束することによって、主にセメント水和物の微粒子間の癒着あるいは載荷中における水和の促進等に起因するものと考えられる。

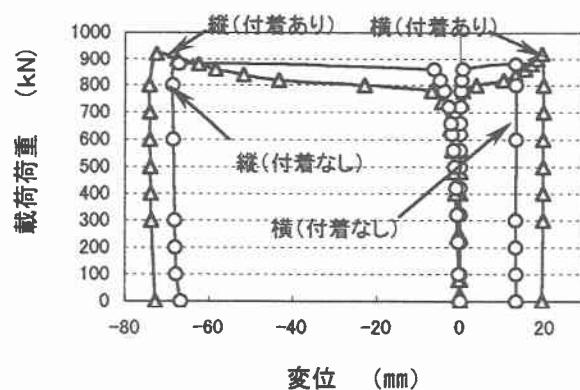


図3 モルタル充填鋼管の変位量

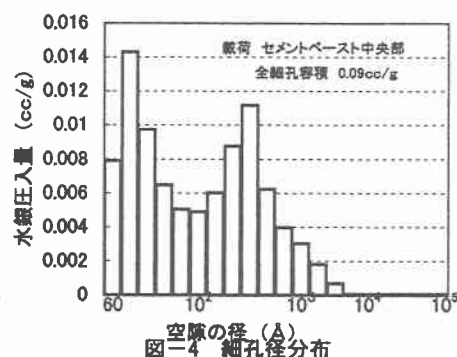


図-4 細孔径分布

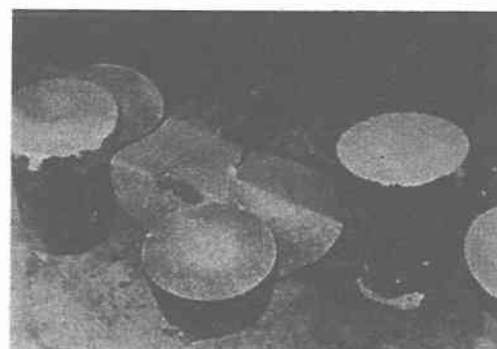


写真-1 充填モルタル切断後 (付着無し)

4. まとめ

以上の実験により以下のことが明らかになった。

- (1) 付着の有無に拘わらず、充填モルタルの終局時における軸方向および半径方向の変位量は、それぞれ35%、40%であり、軸方向の変位量は無拘束状態の一軸圧縮試験の場合のモルタルの変形量の100倍近くにも達した。
- (2) 付着の有無に拘わらず、載荷後の充填モルタルは、約35%変形したにも拘わらず、ほとんどひび割れが発生することなく、形状を保持していた。
- (3) 付着の有無に拘わらず、充填モルタル鋼管柱の圧縮強度は、鋼管のみの場合の約2倍となった。

【参考文献】

- 1) CB研究会編：新しい合成構造と橋，山海堂，pp.85-225，(1996.2)
- 2) 辛軍青，米倉亜州夫，佐藤立美，伊藤秀敏：三次元拘束コンクリート部材を用いた合成トラス要素の力学的特性，コンクリート工学年次論文集，Vo1.22，No.3，pp.1003-1008，(2000.6)