

URT工法ボックス形式の正負交番繰り返し荷重試験

石川島建材工業(株) 正会員○村上 淳 正会員 泉 保彦
鉄道総合技術研究所 正会員 岡野 法之 正会員 川島 義和

1. はじめに

角型鋼管(エレメント)を地中に推進した後、プレストレスにより一体化したカルバートを構築する URT 工法ボックス形式がある。この工法は特殊工法であるため、大規模地震に対する耐震設計を行う上で部材の非線形性を明らかにする必要がある。この工法について、アンボンドPC鋼材を用いた場合の報告¹⁾はあるが、ボンドタイプのPC鋼材を用いた場合についてはその性状が明確になっていない。そこで、本研究では、ボンドタイプのPC鋼材を用いたボックス側壁部の模型による正負交番曲げ繰返し荷重試験を行い、部材の非線形性について検討した。

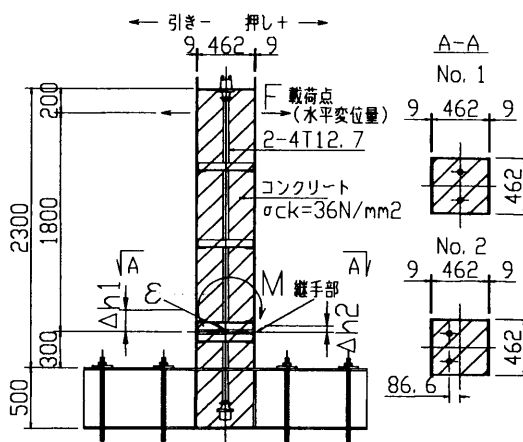


図1. 供試体の概要

2. 実験概要

供試体概要を図1に示す。供試体は、実工事で用いるPC鋼材(12T12.7)と実験で用いるPC鋼材(4T12.7)の断面積を基に、供試体断面は実物 $\times 1/\sqrt{3}$ 倍の $462 \times 462\text{mm}$ で、

荷重位置から1.8mの位置にエレメントの継手部を設けた。PC鋼材の力学的特性を表1に示す。軸方向に設置するPC鋼材は4T12.7 2本とし、部材軸中央(No.1)と86.6mm偏心(No.2)させた供試体について、鉛直荷重に相当する120kNの一定軸力下でアクチュエーターを用いて荷重試験を行った。荷重方法を図2に示す。荷重の繰返しは、管理変位ごとに正負一回とし、管理変位はひび割れ発生時変位および継手部回転角が $1/200\text{rad}$ の整数倍の変位とした。エレメントにはSS400を使用し、中詰めコンクリートの呼び強度は 36N/mm^2 とした。

3. 実験結果および考察

図3および図4には、供試体No. 1およびNo. 2の継手部における曲げモーメントと回転角の履歴曲線を示す。供試体は、原点指向性の強い履歴曲線を示した。供試

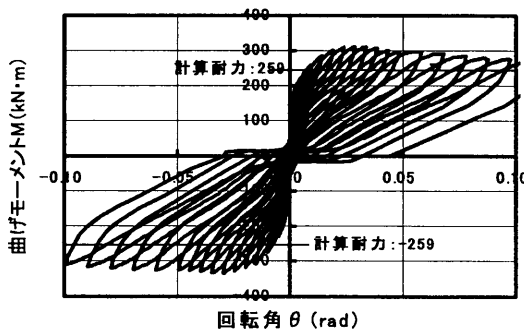


図3. M-θの履歴曲線(No.1)

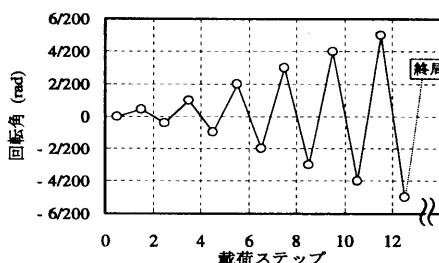


図2 荷重方法

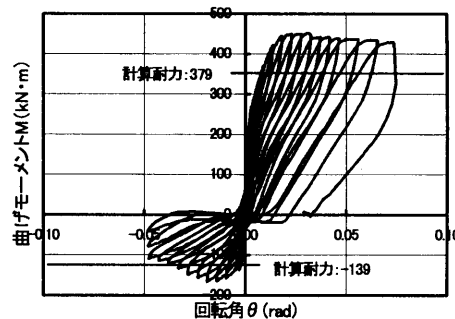


図4. M-θの履歴曲線(No.2)

体 No. 1 では、PC鋼材が図心位置にあるため、正負の荷重に対してほぼ対称な履歴を示したが、No. 2 ではPC鋼材が偏心配置されているため、正曲げに対して最大 $450\text{kN}\cdot\text{m}$ 、負曲げに対して $166\text{kN}\cdot\text{m}$ 程度の耐力を示した。またいずれの場合にも、計算上の終局耐力を上回った。

キーワード URT 工法, M-θ 曲線, PC 鋼材, 正負交番繰返し荷重,

連絡先 〒100-0006 東京都千代田区有楽町 1-12-1 石川島建材工業(株) TEL 03-5221-7273 FAX 03-5221-7297

図5および図6には、No.1 供試体の継手部における曲げモーメントと目開き包絡線および $M-\theta$ のモデル曲線を示す。 $M=200 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ($\theta=0.003\text{rad}$) 程度で引張側継手部の目開きが急激に増加し、部材の変形が著しくなったため、これを降伏点とする。 $M=320 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ($\theta=0.030\text{rad}$) 程度で曲げモーメントは最大になり、その後圧縮側コンクリートが局部的に圧壊し、耐力は徐々に減少した。 $\theta_m/\theta_y \approx 10$ 倍、最終での回転角を θ_e とすれば $\theta_e/\theta_y \approx 37$ 倍にもなり、高い変形性能を有することがわかる。

図7および図8には、No.2 供試体の継手部における曲げモーメントと目開き包絡線および $M-\theta$ のモデル曲線を示す。正曲げの範囲では、 $M=269 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ($\theta=0.003\text{rad}$) で引張側継手部の目開きが急激に増加したため、これを降伏点とする。 $M=450 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ($\theta=0.023\text{rad}$) で曲げモーメントは最大になり、その後圧縮側コンクリートが局部的に圧壊し、耐力は徐々に減少した。最終 $M=430 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ($\theta=0.074\text{rad}$) で、PC鋼材の一部が破断した。

負曲げの範囲では、 $M=138 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ($\theta=0.003\text{rad}$) で引張側継手部の目開きが急激に増加したため、これを降伏点とする。その後 $M=166 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ($\theta=0.019\text{rad}$) で曲げモーメントは最大になり、その後耐力は減少した。なお、負曲げの場合、コンクリートの圧縮縁からPC鋼材までの距離が短く、コンクリートの局部的な圧壊が早期の体力低下を招いた。そのため、 $\theta=0.048\text{rad}$ 以降、回転角（変位）を増大させていない。正曲げの範囲では、 $\theta_m/\theta_y=7.6$ 倍、負曲げの範囲では、 $\theta_m/\theta_y=6$ 倍であった。

4. まとめ

本研究の範囲において明らかになった点を以下に示す。

- 1) URT ボックス形式側壁継手部の最大耐力は、いずれも計算値を上回ることを確認した。
- 2) $M-\theta$ モデル曲線における角変化は、降伏時 $\theta_y=0.003\text{rad}$ ($1/333$)、最大時 $\theta_m=0.019\sim0.03\text{rad}$ ($1/53\sim1/33$)、最終時 $\theta_e=0.048\sim0.113\text{rad}$ ($1/21\sim1/9$) と高い変形性能を有する。
- 3) 今後、相似率や $M-\theta$ モデルの定義について吟味し、L2 地震時の設計手法を確立すべく検討して行く。

謝辞 本実験を遂行するに当たり、鉄道総合技術研究所羽

矢野氏にご協力を頂いた。ここに記して、深く感謝の意を表す。

【参考文献】[1]泉、竹山、井上、高木、児島、「推進工事におけるPC横締め工法エレメントの正負交番曲げ性状」

土木学会第57回年次学術講演会概要集、V-85、2002. 9

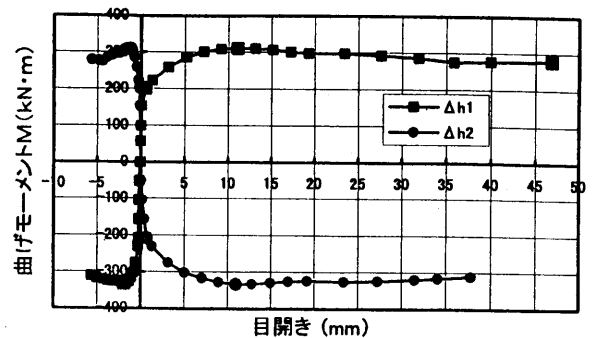


図5. 曲げモーメントと目開き包絡線(No.1)

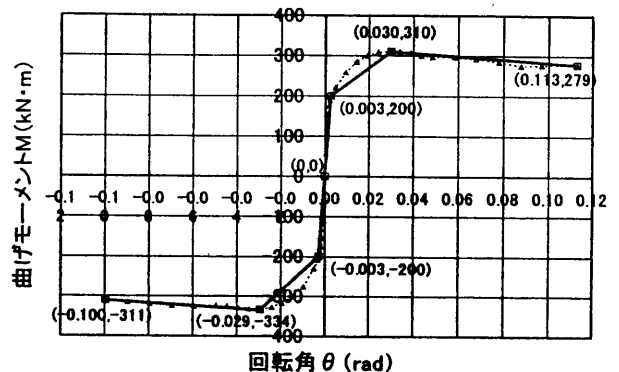


図6. $M-\theta$ モデル曲線(No.1)

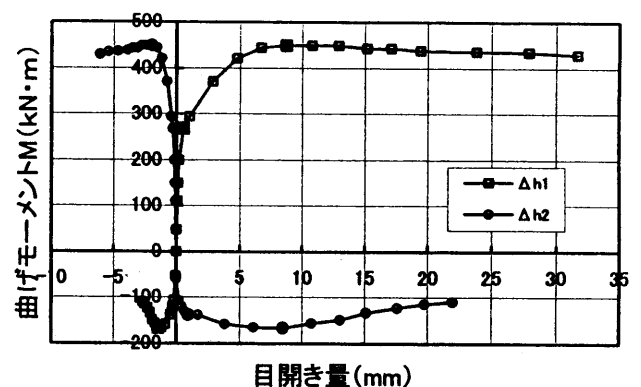


図7. 曲げモーメントと目開きの包絡線(No.2)

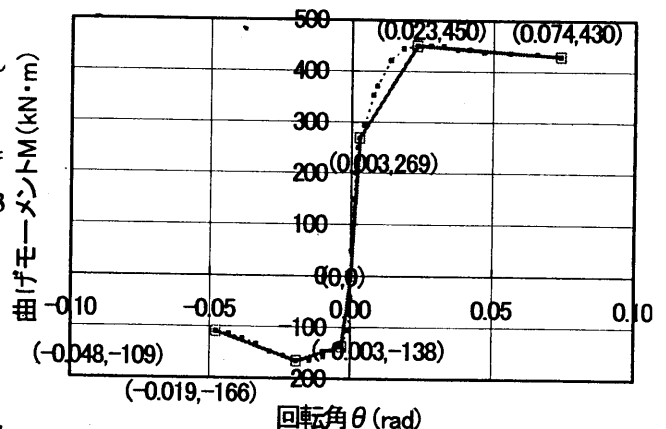


図8. $M-\theta$ モデル曲線(No.2)