

種々の鋼材を用いた鋼製ペローズの動的繰返し軸方向変位載荷実験

大阪市立大学大学院 学生員 ○平原 慎也
 摂南大学 正会員 頭井 洋
 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

摂南大学 正会員 田中 賢太郎
 大阪市立大学大学院 正会員 松村 政秀

1. 研究背景および目的

地震時慣性力の低減と、桁衝突や落橋の防止を目的としたエネルギー吸収型桁連結装置として鋼製ペローズが提案されている。鋼製ペローズは曲げ加工した鋼板を2枚1組とし、桁端部に高力ボルト接合により設置する。板厚や円筒部の半径、高さなど鋼製ペローズの形状や鋼種が設計パラメータであり、比較的容易に、対象とする高架橋の要求性能に応じた履歴特性を得ることも可能である。これまでの研究で、鋼製ペローズの静的繰返し変位載荷実験結果に基づいて設定した荷重変位関係を入力する高架橋の時刻歴応答解析などが行われており、大地震時の繰返し変位に対しても安定したエネルギー吸収性能を発現できることが明らかにされてきた。¹⁾しかし、動的繰返し変位載荷実験はこれまで行われていない。

そこで、本研究では、鋼種の鋼材から製作した同一形状の鋼製ペローズを用いて静的・動的繰返し変位載荷実験を行い、荷重変位関係、エネルギー吸収量、破断までの繰返し回数について検討している。

2. 実験供試体および使用鋼材

SM400, SM570 および LYP225 の3鋼種を選定し、引張試験より得られた鋼材の応力-ひずみ関係を図-1に、材料特性を表-1に示す。

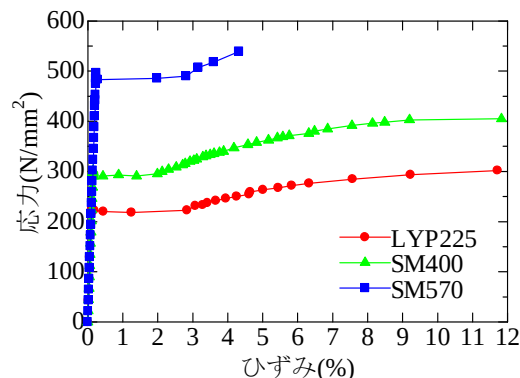


図-1 各鋼材の応力 - ひずみ関係

表-1 材料定数 (N/mm²)

鋼種	降伏点	引張強度	ヤング率
SM400	288	437	2.00×10^5
SM570	517	617	2.05×10^5
LYP225	227	320	2.07×10^5

各鋼材はそれぞれ JIS で定められた規格値を満足しており、降伏点、降伏比は異なるがヤング率はほぼ同じ値である。図-2に、桁端部の床版遊間に収納できるサイズを想定した実験供試体の形状を示す。

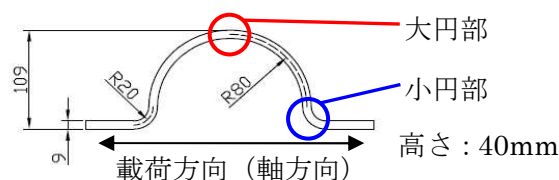


図-2 実験供試体 (単位:mm)

3. 繰返し変位載荷実験

図-3に示すように実験供試体はH形治具間に設置し、軸方向に繰返し強制変位を載荷する。荷重は供試体の固定治具に貼付したひずみゲージにより計測し、変位は巻取型変位計により計測した。

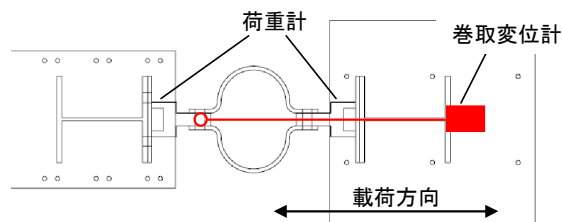


図-3 実験概要

静的載荷実験²⁾では、 $\pm 10\text{mm}$, $\pm 30\text{mm}$, $\pm 50\text{mm}$ の繰返し振幅を各3回与える。このとき、載荷速度の影響がないよう1~3mmの強制変位を与えた後、ひずみの値が変動しない十分な時間経過後に計測する。静的載荷実験の後、振幅 $\pm 50\text{mm}$ 、振動数0.2Hzのsin波の変位を、ペローズの2枚のうちどちらかが破断するまで与える動的載荷実験を実施する。動的載荷実験では0.1秒間隔で荷重と変位を計測する。

キーワード 鋼製ペローズ, エネルギー吸収量, 繰返し載荷実験,

連絡先 〒558-8585 大阪府大阪市住吉区杉本 3-3-138 TEL 06-6605-2735

4. 実験結果

図-4 に静的・動的な繰返し実験より得られた荷重変位履歴曲線を示す。静的載荷実験は最後のサイクル(繰返し回数 9)を、動的載荷実験は荷重と変位が安定したサイクル(繰返し回数 11)を示している。供試体における降伏荷重 P_Y 、および降伏変位 u_Y は表-2 に示すとおりであった。図-5 には動的載荷実験の荷重変位履歴曲線を、図-6 には静的・動的載荷実験により得られた各サイクルの履歴ループの面積で算定されるエネルギー吸収量を示す。

表-2 各供試体の降伏荷重と降伏変位

鋼種	降伏荷重 P_Y (kN)	降伏変位 u_Y (mm)
SM400	7.27	2.20
SM570	10.15	3.70
LYP225	4.01	1.00

図-4 および図-6 からわかるように、静的実験では各ループで安定した履歴ループを描き、耐力の低下は顕著には認められなかった。一方、動的実験ではいずれの供試体も安定した履歴ループを描いているが、全ての鋼材において静的実験に比べ、耐力が SM400 では 5.9%, SM570 では 6.7%, LYP225 では 5.8% 上昇している。また、いずれの供試体においても、動的載荷実験で荷重、変位が安定した 11 サイクル目以降耐力が低下している。SM400 では繰返し回数 16 で小円部が、SM570 では繰返し回数 34 で大

円部が、LYP225 では繰返し回数 47 で小円部がそれぞれ破断した。

5. まとめ

本研究では、3 種の鋼材で製作された同一形状の鋼製ベローズに静的・動的な繰返し変位を与え、その耐荷力特性の載荷速度の影響を調べた。その結果、作用 ± 50 mm の振幅を繰返し与えると、耐力の低下が顕著に認められること、降伏点が高いとエネルギー吸収性が優れることがわかった。また、鋼種の違いが、エネルギー吸収量や破断回数に及ぼす影響を実験的に明らかにした。

今後、定量的な評価に向けて引き続き検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 頭井 洋, 大谷 修, 岡本安弘: エネルギー吸収型桁連結装置としての鋼製ベローズの力学的特性, 鋼構造論文集, 第 9 巻, 第 34 号, pp.77-86, 2002.6
- 2) 平原慎也, 田中賢太郎, 頭井洋, 松村政秀: 種々の鋼材を用いる鋼製ベローズの静的繰返し軸方向変位載荷実験, 鋼構造年次論文報告集, 第 19 巻, pp.395-402, 2011.11

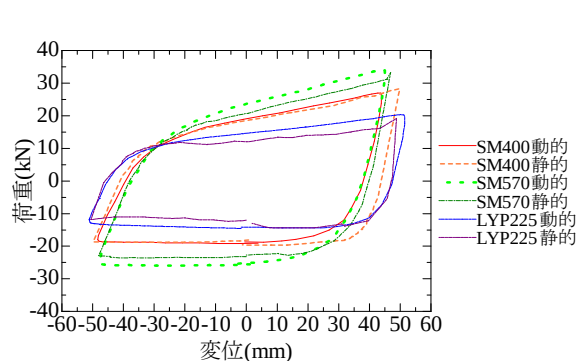


図-4 静的と動的の比較

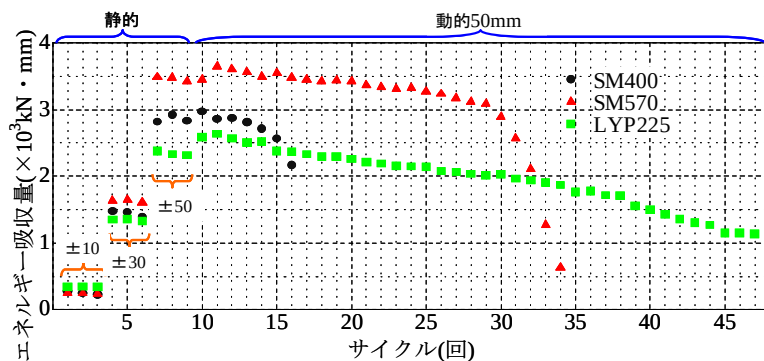


図-6 静的・動的繰返し実験結果

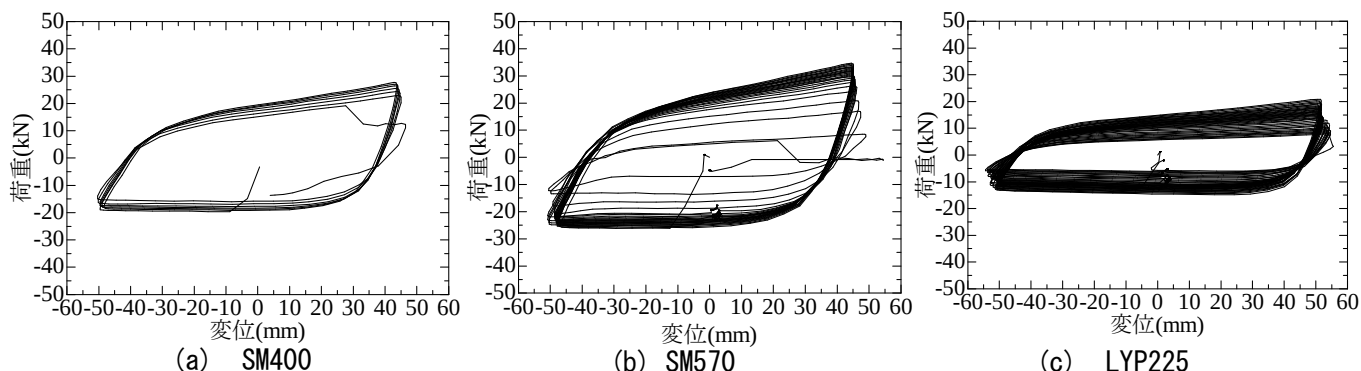


図-5 荷重変位履歴曲線