

異なる鋼材から製作した小型鋼製ペローズの繰返し軸方向変位載荷実験

株式会社建設技術研究所 正会員 ○平原慎也
 摂南大学 正会員 田中賢太郎
 大阪市立大学大学院 正会員 山口隆司

大阪市立大学大学院 正会員 松村政秀
 摂南大学 正会員 頭井 洋

1. 研究背景および目的

桁衝突や落橋の防止を兼ねるエネルギー吸収型桁連結装置として、曲げ加工した鋼板を2枚1組で組み合わせた鋼製ペローズが提案されている。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き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、新設橋の制震法に加え、既設橋の耐震補強法としても有効であることが明らかにされている¹⁾。鋼製ペローズの板厚や円筒部の半径、高さ、鋼種等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設定することも可能である。また、既設橋の耐震補強に用いる場合には、桁端部と橋台あるいは桁同士の間遊間の空間的な制約から伸縮装置の設置空間に収納可能な小型の鋼製ペローズの適用が考えられる。

そこで、本研究では、冷間曲げ加工により製作可能な小型鋼製ペローズを異なる鋼種から製作し、静的変位載荷実験を行い、荷重変位関係、エネルギー吸収量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、機械的性質を表-1に示す。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、降伏比が異なる。図-2および表-2に、桁端部の床版遊間に収納できる寸法形状を想定した実験供試体の形状および降伏荷重、降伏変位を示す。

3. 繰返し変位載荷実験

鋼製ペローズの軸方向に繰返し強制変位を載荷する静的繰返し載荷実験を実施する。載荷パターンは、表-2に示すように、(a)繰返し振幅 $\pm 50\text{mm}$ 以下($\pm 10, 30, 50\text{mm}$ の振幅で各3サイクル)、および(b)繰返し振幅 $\pm 100\text{mm}$ ($\pm 100\text{mm}$ で3サイクル)であり、各載

荷ステップでは1~3mmの変位を与え、十分な時間が経過した後に計測し、これを繰り返す。

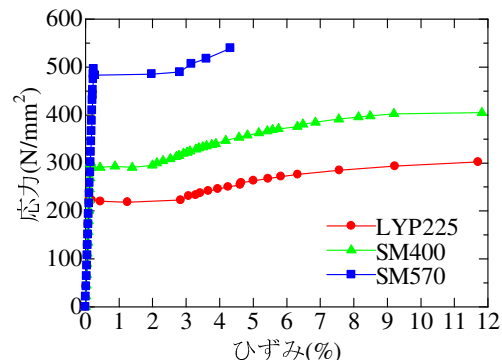


図-1 各鋼材の応力 - ひずみ関係

表-1 各鋼材の機械的性質 (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

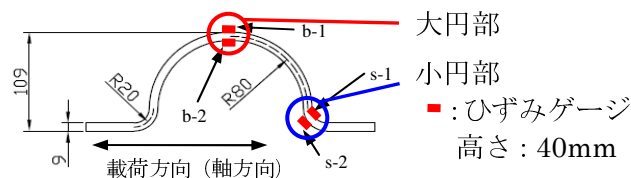


図-2 実験供試体（単位：mm）

表-2 各供試体の降伏荷重と降伏変位

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

表-3 載荷パターン

(a)繰返し振幅 ($\pm 50\text{mm}$ 以下)²⁾

パターン名	鋼種	載荷パターン
SM400	SM400	$\pm 10\text{mm} \times 3, \pm 30\text{mm} \times 3, \pm 50\text{mm} \times 3$
SM570	SM570	
LYP225	LYP225	

(b)繰返し振幅 ($\pm 100\text{mm}$)

実験パターン名	鋼種	載荷パターン
e-SM400	SM400	静的 $\pm 100\text{mm} \times 3$
e-SM570	SM570	
e-LYP225	LYP225	

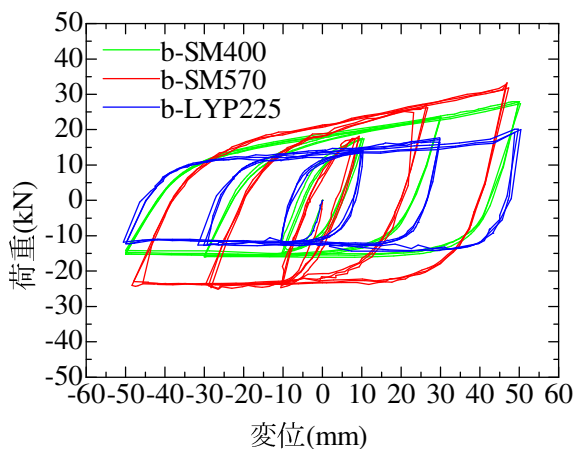
キーワード 鋼製ペローズ, エネルギー吸収量, 繰返し載荷実験,

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

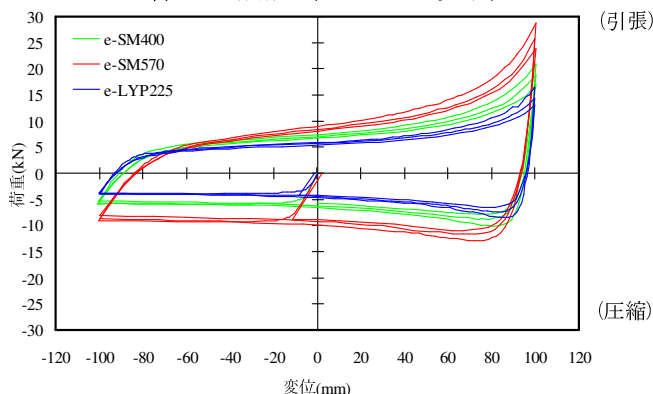
4. 実験結果

図-3 に繰返し変位载荷実験より得られた荷重変位関係を示す。図-4 には各サイクルの履歴ループの面積で算出されるエネルギー吸収量を示す。载荷パターン(a)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、繰返し振幅の大きい载荷パターン(b)では、変位+80mm 付近（引張側）で荷重の急増が認められ、サイクルを重ねるごとにエネルギー吸収量の減少し、3 サイクル目のエネルギー吸収量の 1 サイクル目からの低下率は e-SM400 が 16%, e-SM570 が 13%, e-LYP225 が 11%であった。

図-5 には载荷パターン(b)の 1 サイクル目におけるひずみと累積変位の関係を、鋼種 LY225 を例に示す。縦軸はひずみで横軸は累積変位であり、変位 100mm までが圧縮、100~300mm が引張、300~400mm が圧縮である。図-5 より、圧縮変位载荷時には大円部が変形し、引張変位载荷時には小円部でもひずみが生じ、とくに鋼製ペローズの扁平化が観察される変位+80mm 付近では大円部よりも曲げ剛

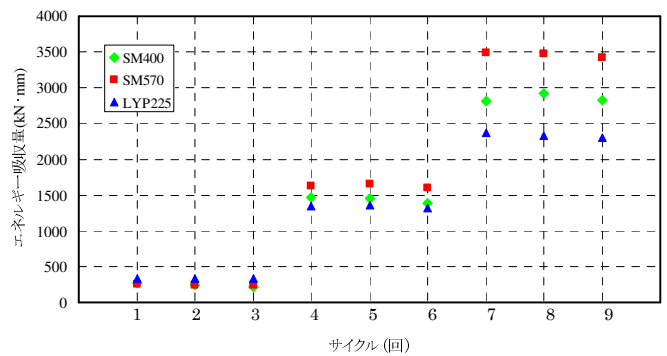


(a)繰返し振幅 (±50mm 以下) 2)

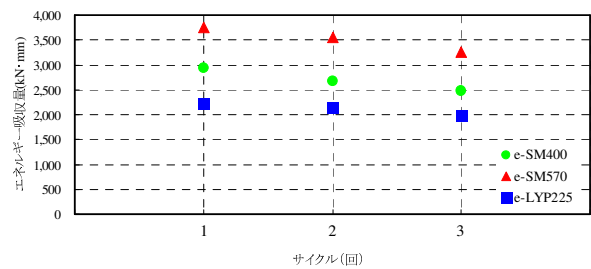


(b)繰返し振幅 (±100mm)

図-3 荷重-変位関係



(a)繰返し振幅 (±50mm 以下) 2)



(a)繰返し振幅 (±100mm)

図-4 エネルギー吸収量

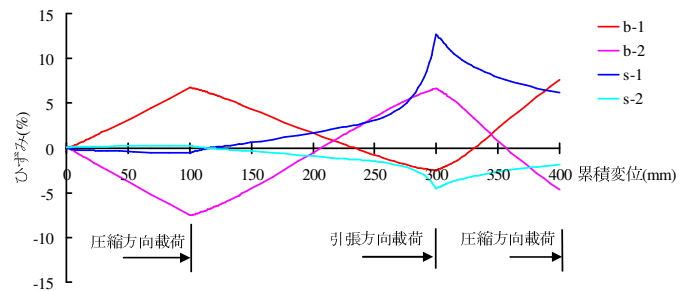


図-5 ひずみと累積変位の関係 (e-LY225)

度の大きい小円部の外側で引張ひずみが集中するため、鋼製ペローズの荷重変位関係の引張側における荷重増加に繋がることがわかった。

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ペローズに静的な繰返し変位を与え、その耐力力特性を調べた。その結果、鋼種によらず繰返し振幅 ±50mm 程度であれば安定したエネルギー吸収が期待できること、引張変位载荷時の荷重上昇は鋼製ペローズの扁平化に伴う小円部への引張ひずみに因ることがわかった。

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ペ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ペローズの静的繰返し軸方向変位载荷実験, 鋼構造年次論文報告集, 第 19 巻, pp.395-402, 2011.11