

I-793

超低降伏点鋼を用いた片持梁の橋梁用ダンパーへの適用可能性

(株) 竹中土木 正員 ○平井 卓
 (株) 竹中土木 正員 鈴木 一彦
 新日本製鉄(株) 正員 聖生 守雄

1. 概要 超低降伏点鋼は、降伏耐力が 1000 kgf/cm^2 程度と低く、伸び性能が50%以上といった高い伸び性能を有する鋼材である。このような鋼材は、塑性化によるエネルギー吸収能力に優れており建築分野ではすでに免震、制振装置として用いられている。したがって、橋梁においてもこのような鋼材は、免震、制振装置として充分適用可能であると考えられる。また、長大橋等の桁高の高い橋梁においては、超低降伏点鋼を用いて桁高さを利用した図-1のような片持梁式の免震装置を用いることも可能であると考えられる。そこでここではこのような形式の利用を念頭において超低降伏点鋼（LVP-100）の片持梁に対し、最大歪0.3%程度で50回の静的繰り返し水平載荷実験を実施し、この程度の載荷レベルにおける履歴特性の安定性とエネルギー吸収性を確認した。

2. 実験概要 実験装置の概略は、図-2に示したとおりである。試験体は、LVP-100（新日本製鉄規格）を用いたH型鋼（H-300*300*16*16）で高さ2.0mの鋼材である。鋼材の頂部にはプレートを通じて載荷用治具が取り付けられているので載荷点は鋼材上端より26cm上である。載荷は、最大50tf載荷可能なアクチュエータを用いて、正負交番、変位制御で、変位振幅、 $-20\text{mm} \sim +20\text{mm}$ 、50サイクルの繰り返しとした。

3. 実験結果及び考察 図-3は、載荷荷重と試験体上端の50サイクルの履歴図である。図-4は、図-3の履歴図をA-B-C、C-D-Aに分けてそれぞれの荷重と各経路の始点からの変位の関係を示したものである。これらの図より、50回の静的履歴ループは、安定しており、載荷、除荷経路がほぼ対称であることがわかる。「道路橋設計法マニュアル（案）」によれば、免震装置の性能確認として地震時保有水平耐力法に用いる免震装置の設計変位における、0.5Hz、50回の正負連続繰り返し載荷によって装置に有害な損傷を生じないことを上げている。今回の実験において載荷速度は、0.1Hz以下であるが最大ひずみが0.3%程度であり、この程度の歪レベルでは強度等の速度依存性は小さいことが別の試験で確認されており0.3%程度以下の歪レベルでは、片持梁式の免震装置が実現可能であると考えられる。図-3において各ループによって囲まれる面積の平均は、 $\Delta W = 1.824\text{E}4 \text{ kgfcm}$ 、また最大変位時の割線剛性に対する正負両側に対する弾性ひずみエネルギーの平均値は、 $W = 1.675\text{E}4 \text{ kgfcm}$ である。この履歴ループに対する等価減衰定数は、 $h = \Delta W / (2\pi W) = 0.17$ となり大きなエネルギー吸収能力を有していることがわかる。図-5は、図-4における各履歴経路の各測点間の平均剛性を求めたものである。この図より変位が0.0~0.5cmでは、剛性は急激に変化しており、0.5cm以上の変位に対しては剛性はほぼ変位に比例して低下していることがわかる。図-6の実線は、LVP-100のJIS4号引張試験の結

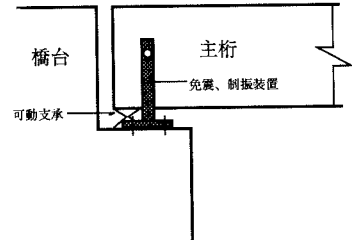


図-1 片持梁式免震装置の橋梁への適用

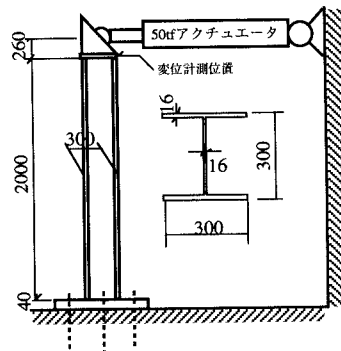


図-2 実験装置概略

果を示したものである。解析等に鋼材の非線形特性を考慮する場合応力ひずみ関係をバイリニア型に仮定すると便利であるが、図-6よりこの鋼材は、明確な降伏点を有さないで試験体の荷重-変位関係において初期の載荷経路がループと接する点Eを弾性限界と考え0-Eの剛性 $K_e=6630 \text{ kgf/cm}$ より応力-歪関係における初期ヤング係数を $E_e=L^3 K_e/(3 I)=1.163E6 \text{ kgf/cm}^2$ （ただしL:試験体全長、I:試験体断面二次モーメント）と仮定した。また図-6において初期ヤング係数の勾配の直線が材料試験における応力-歪関係と交わる点をAとし、A点をバイリニア仮定における降伏点とし、この点と実験における鋼材の最大歪0.34%に対応する材料試験の応力-歪関係上の点をBとしA-Bの勾配をバイリニアの降伏後ヤング係数と仮定した。このような仮定に基づき試験体の荷重-変位関係を推定したのが図-7であるがこのような仮定で精度よく試験体の荷重-変位関係が推定できることが解る。

4. まとめ 実験の結果以下のことが明らかになった。

- ①最大歪0.3%程度では、試験体の50回の履歴特性は、安定しており $h=0.17$ 程度の減衰性能を有する。
- ②LYP-100の応力-歪関係においては、明確な降伏点が現れないが、この関係を適切なバイリニア型に仮定することにより精度良く試験体の荷重-変位履歴特性を推定できる。

以上のことにより今回の実験の範囲の中では超低降伏点鋼の片持梁が橋梁用の免震装置として適用可能であることが解った。

最後に、本研究は建設省土木研究所、土木研究センター及び民間19社による共同研究「高減衰材料を用いた長大橋の免震技術の開発」の一環として行ったものであり、関係者各位に深く感謝の意を表します。

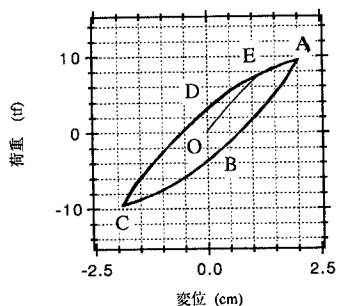


図-3 荷重-変位履歴図

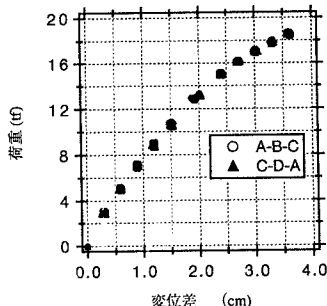


図-4 履歴経路に対する荷重-変位関係

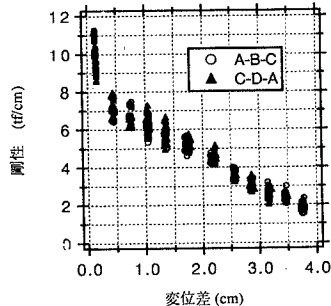


図-5 履歴経路に対する剛性-変位関係

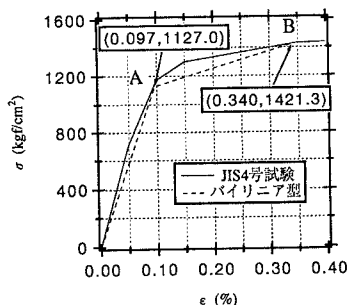


図-6 LYP-100の応力-ひずみ関係

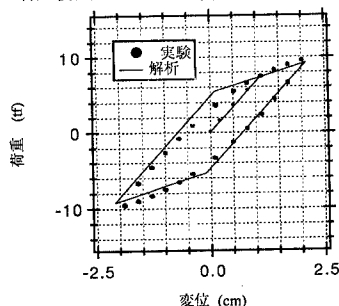


図-7 荷重-変位関係（解析結果）

（参考文献）

- 1) 道路橋の設計マニュアル（案）、建設省土木研究所他、1992
- 2) 高減衰材料を用いた長大橋の免震技術の開発に関する共同研究報告書、建設省土木研究所他、1994
- 3) 細沢治、可児長英、小倉桂治、辻田修、篠崎洋三、超低降伏点鋼材の履歴減衰による制振システム、日本建築学会関東支部研究報告集、1990
- 4) 重信恒雄、崎野良比呂、小島修、超低降伏点鋼積層H型断面部材の履歴減衰性状に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、1994