

エネルギー吸収型チェーン式落橋防止装置の性能試験

(株)川金コアテック 正会員 ○高井博之 比志島康久 都築昭夫
 (株)ネクスコ東日本エンジニアリング 正会員 藤原 博

1. はじめに

落橋防止装置は、大規模地震時に、橋梁の上下部構造間に予期しない相対変位が生じた場合のフェイルセーフ機能として設置するものである。落橋防止装置の作動により、上下部構造が損傷を受けることのないよう、落橋防止装置には衝撃的な地震力を緩和する機能が求められる。

そこで、筆者らはエネルギー吸収機能により衝撃力の緩和を期待できる低コストなチェーン式落橋防止装置²⁾を新たに開発し、その性能の検証を目的として載荷試験を行った。

2. 作動メカニズム

本デバイスは多数のスリットを設けた鋼管の塑性変形を利用してエネルギーを吸収する。本デバイスの作動メカニズムを図-1に示す。本デバイスの作動開始前には、チェーンは遊びをもたせた状態でスリット付き鋼管の両端にボルトにより固定されている。チェーンに生じた荷重はボルトを介してスリット付き鋼管に伝達される。スリット付き鋼管が塑性変形を続け、チェーンの遊びがなくなってから、チェーンが緊張することで所定の耐力を発揮する。

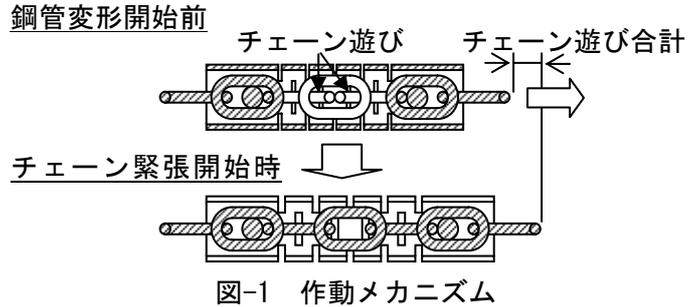


図-1 作動メカニズム

表-1 試験体の諸元

規格	設計地震力 (kN)	引張荷重 (kN)	地震時許容伸び (mm)
150kN型	225	450以上	150

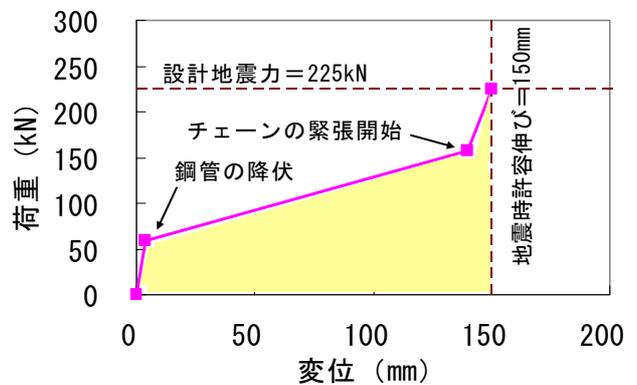


図-2 荷重-変位関係 (目標性能)

3. 試験体および試験概要

試験体の諸元を表-1に、目標性能を図-2に示す。目標性能は使用する材料の引張強さと伸びが規格値どおりの場合に想定される載荷曲線である。

設計地震力は、チェーンの使用荷重150kNに地震時の許容荷重割増係数1.5を乗じて225kNとした。

地震時許容伸びは、上部工分担重量を150kNとしたときに、上部構造の最大変位速度から換算される運動エネルギー量³⁾を吸収するために必要となる鋼管の変形量を試算して150mmに設定した。

載荷前の試験体を写真-1に示す。鋼管の材質はSTKM13Aとし、要素試験による形状依存性確認用7体、速度依存性確認用1体、製品を模擬した組合せ試験用1体の7種類計9体を使用した。また、チェーンは要素試験用1体と組合せ試験用1体の計2体を使用した。

試験体のセットアップを図-3に、試験状況を写真-2に示す。変位制御にて、試験機的能力上限までの引張載荷を行った。載荷速度は、速度依存性確認用の1体のみ400 mm/secの動的載荷を行い、その他については、0.5mm/secの静的載荷を行った。



写真-1 試験体 (載荷前)

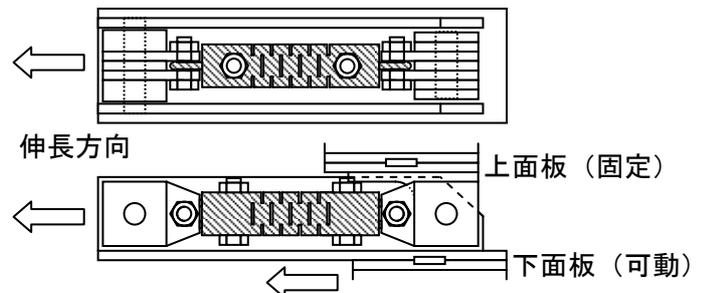


図-3 試験体のセットアップ

キーワード 耐震補強 チェーン式落橋防止装置

連絡先 〒332-8502 埼玉県川口市宮町18-19 (株)川金コアテック 技術本部 TEL: 048-259-1118

4. 試験結果

載荷後の試験体を写真-3に示す。スリット付き鋼管のスリットはいずれもほぼ等間隔に広がっていた。スリット付き鋼管の形状依存性確認試験では、肉厚、有効断面、スリット間隔が異なる7体を使用し、うち5体の破断伸びは220mm~290mmであった。残り2体は試験機の能力上限の変位340mmでも破断しない結果となった。

要素試験および組合せ試験の載荷結果の比較を図-4に示す。スリット付き鋼管は、要素試験でも組合せ試験でもほぼ同じ曲線を描いている。スリット付き鋼管は、許容伸びに達する前に設計地震力相当の荷重を発生している。一方、スリット付き鋼管の伸びは許容値に対して十分な余裕を有している。

各試験体の吸収エネルギーを表-2に示す。チェーンのみではほとんどエネルギーを吸収していない。一方、スリット付き鋼管は、目標性能の2/3程度の変形量にて、目標性能を10%~17%上回るエネルギー吸収性能を示している。

速度依存性確認試験の載荷結果を図-5に示す。動的載荷を行った場合の荷重の増加率は10%未満にとどまり、速度依存の影響は小さいことがわかった。

5. おわりに

載荷曲線の比較から、スリット付き鋼管を採用した落橋防止装置は、チェーンのみを載荷した場合に比べ、エネルギー吸収性能が飛躍的に向上することが確認できた。

スリット付き鋼管が実際に発生する荷重は使用する材料の強度などに依存するが、形状を最適化したスリット付き鋼管のエネルギー吸収性能は目標性能を上回る傾向にあると考えられる。

なお、本試験の結果から、スリット付き鋼管の形状を最適化するための十分な知見が得られた。今後は引き続き、大型の試験体を用いた性能試験を実施する予定である。

謝辞

本デバイス開発にあたり助言を戴いた川田建設(株)大澤浩二部長をはじめとする関係各位に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，2002.3
- 2) 加藤・吉田・本間・比志島・藤原：エネルギー吸収型チェーン式落橋防止装置の開発，土木学会第64回年次学術講演会講演概要集，I-309，2009
- 3) 土木学会関西支部：緩衝型落橋防止システムに関する調査研究，2001.7



写真-2 試験状況



写真-3 試験体(載荷後)

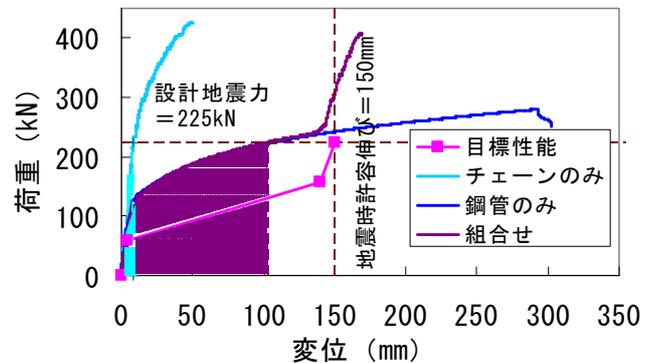


図-4 荷重-変位関係 (要素および組合せ)

表-2 吸収エネルギー

	設計地震力時伸び (mm)	吸収エネルギー (kJ)	目標性能に対する比率
目標性能	150.0	16.70	1.00
チェーンのみ	8.8	0.96	0.06
鋼管のみ	108.0	19.51	1.17
組合せ	103.8	18.43	1.10

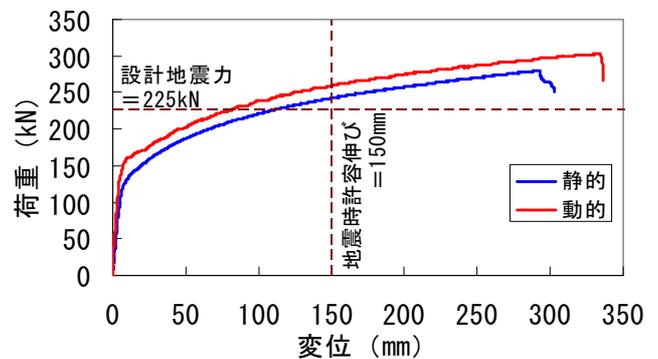


図-5 荷重-変位関係 (速度依存性)