

I-B 308

緩衝性のある落橋防止装置

ブリヂストン 正会員 潤田久也
 阪神高速道路公団 " 西岡敬治
 阪神高速道路公団 " 金治英貞
 総合技術コンサルタント " 宇野裕恵

1. まえがき

兵庫県南部地震によって多くの落橋防止装置が損傷を受けた。これは、地震力が大きかったことのほかに、従来の落橋防止装置は鋼板製のめがね型やリンク式のものが多く、①変形性能が乏しいため地震時の衝撃力を直接受けやすい、②取付部の遊びにより地震力が特定の落橋防止装置に集中する各個撃破の状態となりやすい、③橋軸直角方向の変形には追従しにくいことが考えられる。これらの損傷を防止するためには、落橋防止装置に図-1(b)のような大きな緩衝性を付与することによって急激な力が作用せず衝撃を吸収でき、かつ任意の方向に機能できる構造が望まれている。

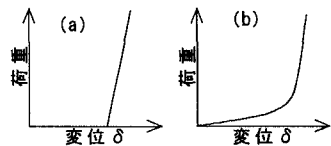


図-1 耐震連結装置の荷重変位曲線

2. ゴム被覆された鋼製チェーン

復旧仕様に基づき桁を吊り下げることができ、緩衝性の大きくかつ任意方向に変形できる落橋防止装置として、筆者らは浮体構造物の係留として実用化されているゴム

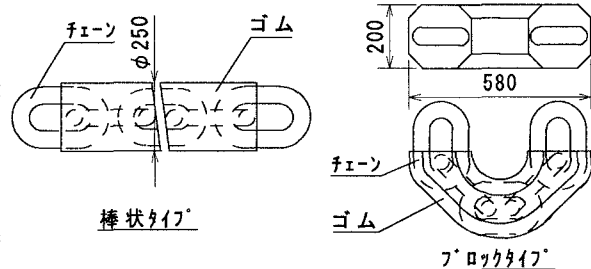


図-2 ゴム被覆式落橋防止装置

で被覆された鋼製チェーンを利用することを考えた。2種類の基本形状を図-2に示す。連結チェーンと、内外を密に充填したゴムを一体加硫することで大きな変位のバネ特性を得ている。このバネ特性はチェーン間に充填されたゴムの変形特性によって発揮される。

1) 棒状ゴム被覆チェーン式落橋防止装置

阪神高速道路神戸線の摩耶地区の復旧に於いてPCボーステンT桁6連の桁連結を行い、端横桁が被災しているため再構築した。端横桁の再構築に当たってスズ管を埋設し、図-3のような棒状のゴム被覆チェーンを図-4の位置に落橋防止装置として取り付けた。設計条件は、設計荷重80tf自由変位量320mmである。ここで、自由変位量とは動的解析結果により算定された桁変位に相当する。この変位を越えれば端部に取り付けた支圧ピンが端横桁で止められることで抵抗し始め、伸び変形とともに抵抗荷重が増大していくものである。

2) ブロック型ゴム被覆チェーン式落橋防止装置

鋼桁あるいは鋼箱桁に対して棒状ゴム被覆チェーンを取り付けるためには端横桁を開口させる必要があり、また桁が橋軸直角方向に

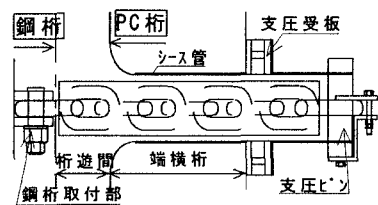


図-3 棒状タイプ取付構造

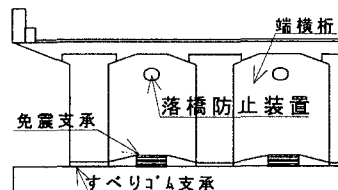


図-4 取付位置

変位すれば端横桁を損傷させることが予想される。そこで、端横桁を切り欠くことなく隣接橋梁間の遊間部内で容易に取り付けるために、図-2に示すように棒状を折り曲げたU字型形状（ブロックタイプ）に成形した。これをブロック型ゴム被覆チェーン式落橋防止装置という。取付方は、図-5に示すように桁端の上フランジ付近にリブを2枚取付、水平方向に差し込みピンをチェーンの端部に固定するものである。平成7年度末に阪神高速道路堺線の鈑桁に取り付けた。

3. 落橋防止装置の性能確認

開発に当たっては、実物大のモデルを試作し、各種試験機により性能を確認した。性能試験項目は表-1に示す。試験は神戸大学で実施したが、ブロック型の衝撃試験は運輸省船舶技術研究所の高速引張試験装置により100kineの速度で最大荷重50tfで実施した。代表的な試験結果を図-6～7に示す。引張試験結果から変形初期より徐々に抵抗荷重が増え、変形が大きくなるにしたがって大きな抵抗荷重となっていくことがわかる。

表-1

	棒状型	ブロック型
静的引張試験	○	○
圧縮試験	—	○
動的引張試験	—	○
衝撃引張試験	○	○
面外引張試験	—	○
設計荷重	80tf	50tf

4. 有効性評価

ブロック型の引張性能を用いて非線形の緩衝性（復原力）を考慮した簡単な一次元振動方程式を構成し、時系列の数値解を求めた。式は以下とした。連結装置にて繋がれた桁と等価な質量 m が、振動数 ν にて x 方向に外力 M を作用させられた状態を考える。

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + f(x) = M \sin(2\pi \nu t)$$

$x(t)$ ：変位量、 $f(x)$ ：緩衝性能（復原力）

簡単化するために復原力（緩衝性）にはヒステリシスを考慮していない。荷重条件は支承が400%の剪断変形を発生した後、落橋防止装置に荷重が移行されるものとして、256mmの初期変形に20tfの荷重が作用するものとした。チェーン単体についても計算した。代表結果を図-8に示す。この結果、ゴム被覆による緩衝性効果は充分に見られ、最大発現荷重はチェーン単体の1/3となっている。

5. あとがき

本製品は既設橋梁の桁遊間のように取付スペースに制約がある場合でも適用しやすく、また十分な緩衝性を発揮できる特徴がある。今後施工を重ねることによって改良し、耐震補強の一助となる有効な落橋防止装置となると思われる。

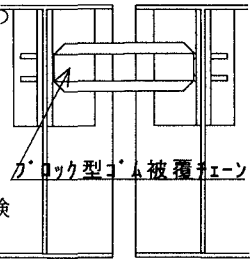


図-5 取付図

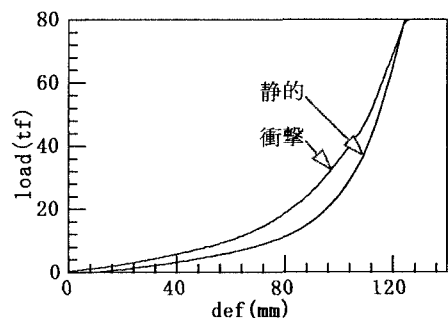


図-6 棒状型引張試験

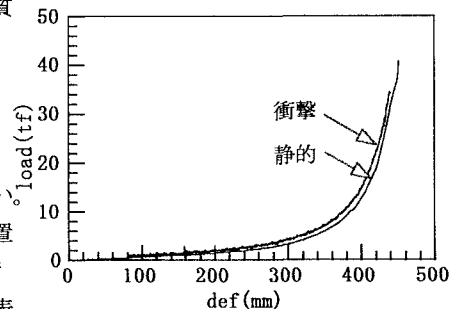


図-7 ブロック型引張試験

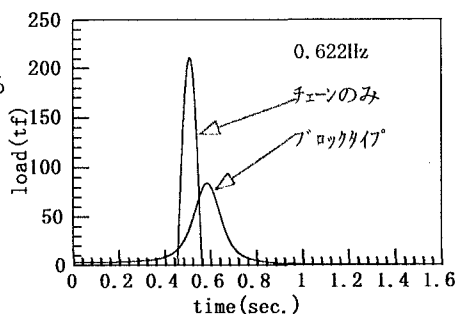


図-8 発生荷重