

TOPICS の紹介

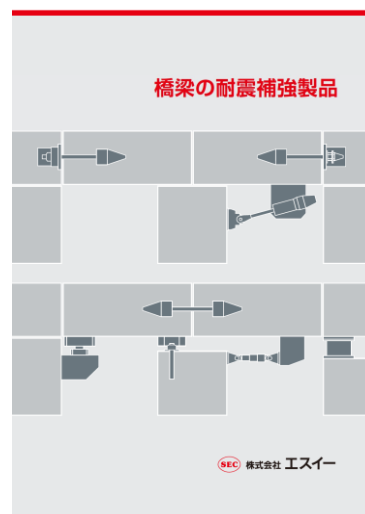
今号の『SE通信』のキーワードは

**『既設橋梁の耐震補強における考え方と
エスイーの耐震補強製品』**です。

PCケーブルを使用した落橋防止装置に代表される当社保有の橋梁の耐震補強製品については、2011年に発行を開始した『SE通信』において、幾度か題材として取り上げ、製品の特徴や性能、施工事例などを紹介してきました。

それと並行して、2012年3月の『道路橋示方書・同解説 V耐震設計編』の改訂(以下、H24道示V)や、同年11月の『既設橋の耐震補強設計に関する技術資料』(国土交通省国土技術政策総合研究所資料、(独)土木研究所資料)の刊行を受けて、既設橋に対する支承部の補強対策や落橋防止対策などに対応できる製品への改良や開発に取り組んできました。その成果として、このたび、様々な既設橋の補強対策に適用できる耐震補強製品の総合カタログ『**橋梁の耐震補強製品**』を発行しました。

今号では、上記カタログに関連して、既設橋における耐震補強の全体的なフローと各検討項目における当社保有の対応製品および耐震補強における基本的な考え方についてご紹介します。

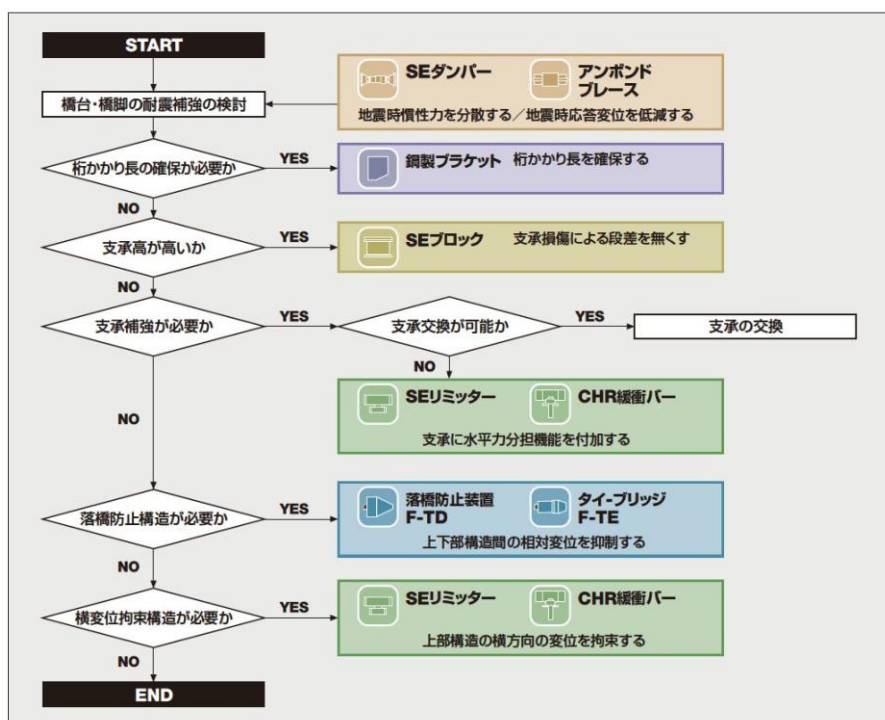


耐震補強の全体的なフローと対応製品

既設橋の耐震補強では、橋に求められる個別の耐震性能が確保できるよう、それに応じた適切な補強方法を選定する必要があります。

右図に、既設橋の耐震補強において検討されるべき項目の全体的なフローと各検討項目に対応する当社保有製品を示します。これによると、**支承部の補強構造**や**落橋防止システムを構成する全ての構造**に対応できる製品を取り揃えていることがわかります。この当社製品によって、対象となる橋の構造条件と求められる耐震性能を踏まえた適切な耐震補強設計を行うことが可能となります。

また、橋梁の**制震デバイス**である**ダンパー(粘性流動抵抗型、軸降伏型)**も提供できますので、橋全体系の挙動を踏まえた耐震補強にも対応できます。



● 橋台・橋脚の耐震設計の検討

既設橋の耐震補強設計では、まず、橋脚の耐震性能を照査します。橋脚の補強が必要となれば、部材補強の検討を行います。施工条件、河川条件、交差条件等による制約により、施工性や経済性が課題となる場合や橋脚補強による基礎構造への影響が無視できない場合など、部材補強に比べて橋全体系の耐震補強が有利となることがあります。

橋全体系の耐震補強では、上部構造の支持条件を変更したり、橋台の抵抗を評価することで、橋全体としての耐震性能を高めることとなります。補強工法としては、一般的に、上下部構造間に免震・制震デバイスを配置するなどして補強を行う、①免震工法、②慣性力分散工法などが採用されます。

なお、制震デバイスのうち、軸降伏型ダンパーについては、アーチ橋やトラス橋などの上部構造内への補強部材としても使用できます。

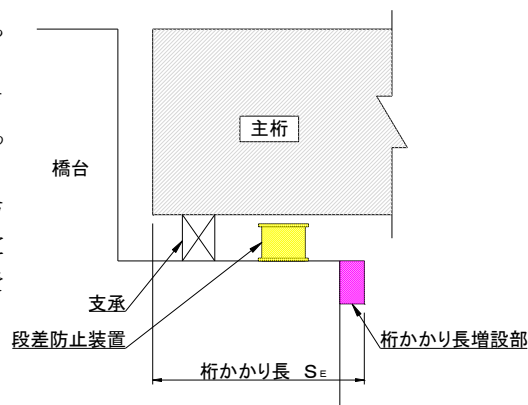
橋全体系の耐震補強工法	工法概要
①免震工法	<ul style="list-style-type: none"> 免震支承、<u>ダンパー</u>等を併用して、長周期化を図るとともに、減衰性能を高めて、橋に作用する地震時慣性力の低減を図る工法。 既設支承を免震支承に交換、<u>ダンパー</u>を追加することにより免震化を図る。 必要に応じて、上部構造の連続化・連結化を行う。
②慣性力分散工法	<ul style="list-style-type: none"> 地震時に負担する慣性力を他の下部構造に分散することにより、橋全体として地震力に対して抵抗する工法。 地震時慣性力の分散方法としては、水平力分散支承への交換、多点固定化、地震時のみ固定として機能する<u>ダンパーストッパー</u>の設置等がある。 必要に応じて、上部構造の連続化・連結化を行う。

● 桁かかり長の確保が必要か

桁かかり長は、支承部が破壊したときに、上部構造が下部構造の頂部から逸脱することを防止する機能を備えるために確保するものです。

桁かかり長はH24道示V 16.2の規定により設定します。上部構造の落橋防止対策として必ず確保しなければならない要素であり、下部構造天端における鉄筋コンクリート増設や鋼製ブラケット増設による方法が一般的です。

なお、既設橋においては、支承部周辺の構造上の制約条件により、落橋防止構造のあと施工による設置が難しい場合、桁かかり長を大きく確保すること（例えば、H24道示V 16.2の規定により設定される必要桁かかり長の1.5倍を確保する等）により、上部工の落下防止対策とするという考え方もあります。



● 支承高が高いか

H24道示V 2.2(3)に規定する耐震性能2(地震による損傷が限定的なものに留まり、橋としての機能回復が速やかに行い得る性能)を確保する橋では、緊急車両の通行をできる限り可能にするために支承部が被害を受けた場合にも路面に発生する段差が生じないようにすることが求められます。

支承本体の高さが高い支承(一例として鋼製支承で400mm以上を目安としている場合があります)や台座コンクリートの高さが高い支承部等では、支承部の損傷により数百mmの段差が生じる可能性があるため、構造的な対策として、段差防止構造(コンクリート製、鋼製など)の設置を検討することになります。

● 支承補強が必要か

H24道示V 15.1では、レベル2地震動に対して変位制限装置と補完しあって抵抗する構造(タイプA支承部)の規定が削除され、レベル2地震動に対して支承部の機能を確保する構造のみが規定されました。

しかし、既設橋においては、レベル1地震動に対してまでは抵抗するように設計された支承部が既に設置されているという構造的な条件があるため、H24道示Vの考え方を全てそのまま適用しようとすると、設計・施工の面でその対応が困難となります。そこで、「既設橋の耐震補強設計に関する技術資料」では、H24道示Vが適用が難しい橋に対し、耐震補強において目標とする橋の耐震性能と、それに対する支承部の耐震補強対応の例を下表のように示しています。

H24道示Vの機能が確保できない支承部については、支承の取替えができない場合、既設支承をそのまま使用し、水平力を分担する構造を追加設置して支承補強を行う必要があります。

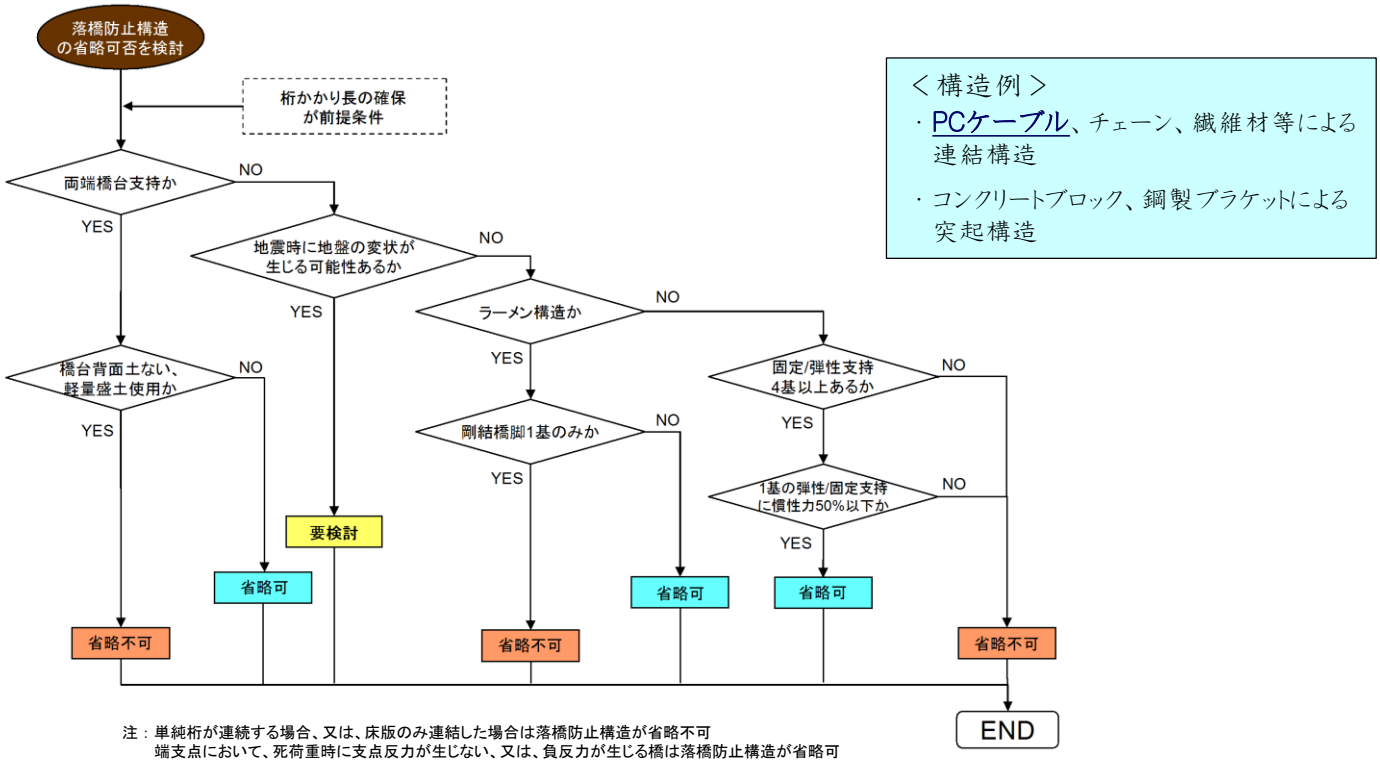
耐震補強において目標とする橋の耐震性能レベル	レベル2地震動により支承部に生じている状態	支承部の耐震補強対応
レベル2地震動による損傷が限定的なものに留まり、橋としての機能回復が速やかに行い得る状態が確保されるとみなされる耐震性能レベル	支承部(支承本体、取付用鋼板、ボルト等の取付部材等)に変状や損傷が生じない。	レベル2地震動に対して機能確保できる支承部とする。
レベル2地震動により損傷する部位があり、その恒久復旧は容易ではないが、橋としての機能の回復は速やかに行い得る状態が確保される耐震性能レベル	既設の支承部(支承本体、取付用鋼板、ボルト等の取付部材等)に損傷または変状が生じるため、支承部の恒久復旧は容易に行えないが、供用性に影響を及ぼす段差は生じない。また水平力を分担する構造により水平力の伝達機能は確保されている。	既設の支承部をそのまま使用し、レベル2地震動による <u>水平力を分担する構造</u> を追加設置する。
レベル2地震動に対して落橋等の甚大な被害が防止されるとみなせる耐震性能レベル	既設の支承部(支承本体、取付用鋼板、ボルト等の取付部材等)に損傷または変状が生じるため、支承部は機能を喪失する。	既設の支承部をそのまま使用する。

● 落橋防止構造が必要か

落橋防止装置は、支承部が破壊したときに橋軸方向の上下部構造間の相対変位が桁かかり長に達する前に機能し、上部構造の端部が、下部構造の頂部から逸脱することを防止するために設置されます。

H24道示V 16.1では、橋軸方向に対する落橋防止対策は、前述の桁かかり長を確保するとともに、16.3に規定する落橋防止構造を設置することとしています。橋軸方向に大きな変位が生じにくい構造特性を有する橋、または端支点の鉛直支持が失われても上部構造が落下しない構造特性を有する橋の場合においては、落橋防止構造の設置を省略してもよいとしています。

H24道示Vの内容を整理すると、落橋防止構造設置の検討フローは以下のようになります。



< 構造例 >

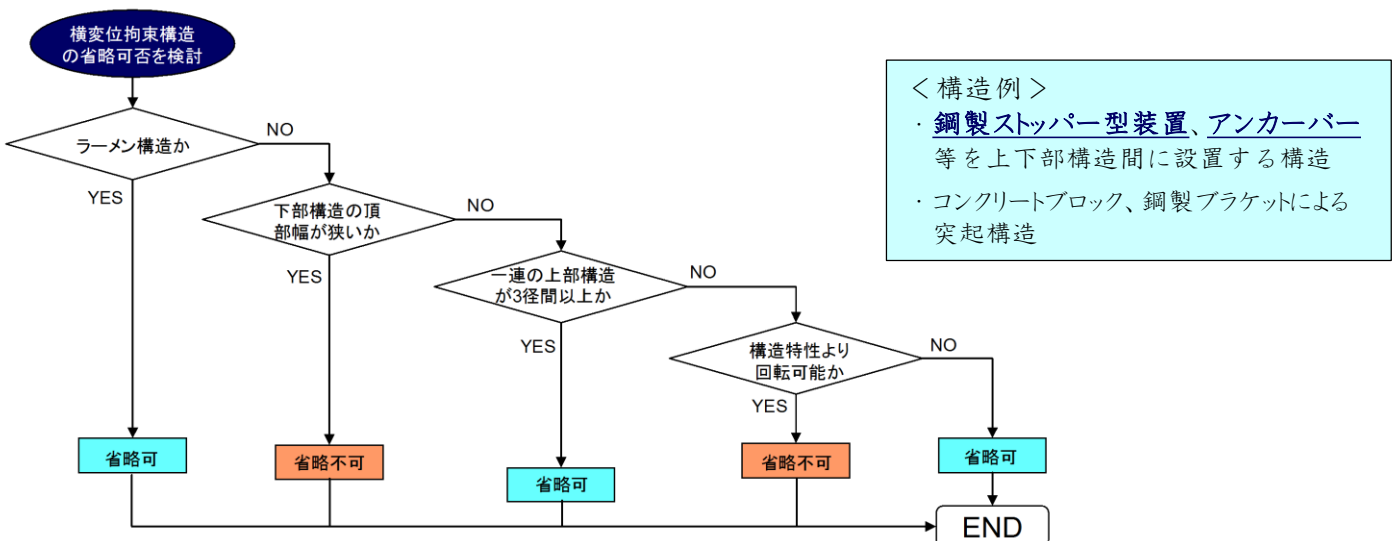
- ・PCケーブル、チェーン、繊維材等による連結構造
- ・コンクリートブロック、鋼製ブラケットによる突起構造

● 横変位拘束構造が必要か

横変位拘束構造は、支承部が破壊したときに、橋の構造的要因によって上部構造が橋軸直角方向に変位することを拘束するために設置されます。

一般に、橋軸直角方向には、下部構造の頂部が広く上部構造が移動しても落橋する可能性は低いため、この方向には落橋防止装置システムを設ける必要はありませんが、H24道示V 16.1(4)に規定される構造条件に該当する場合には、上部構造の橋軸直角方向への移動により落橋する可能性があるとして、横変位拘束構造を設置することになっています。

横変位拘束構造設置の検討フローは以下のようになります。



< 構造例 >

- ・鋼製ストッパー型装置、アンカーバー等を上下部構造間に設置する構造
- ・コンクリートブロック、鋼製ブラケットによる突起構造

■ エスイーの耐震補強製品一覧 ■

◆ SEダンパー (粘性流動抵抗型ダンパー)



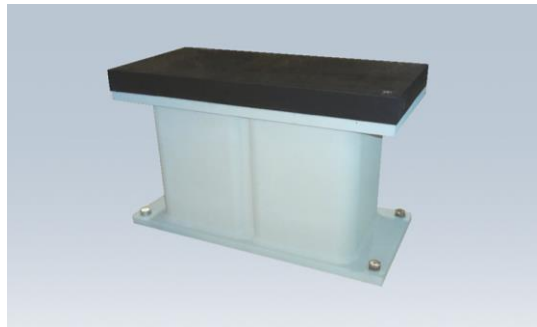
◆ アンボンドブレース① (軸降伏型ダンパー)



◆ アンボンドブレース② (軸降伏型ダンパー)



◆ SEブロック (段差防止装置)



◆ SEリミッター (横変位拘束構造・水平力分担構造)



◆ CHR緩衝バー (横変位拘束構造・水平力分担構造)



◆ 落橋防止装置 F-TD (PCケーブル型落橋防止装置)



◆ タイブリッジ F-TE (エネルギー吸収型落橋防止装置)



●メルマガに対するご意見、エスイー製品に関する問合せや資料請求は下記までご連絡下さい。
株式会社エスイー 橋梁技術部 <http://www.se-kyoryokozou.jp/contact/>

●製品サイトでは、カタログ、設計施工要領、CADデータ等のダウンロードができます。
橋梁構造事業分野サイト <http://www.se-kyoryokozou.jp>
株式会社エスイー <http://www.se-corp.com>