

第6回 そのほかの橋梁付属物（その1）

講師：上田 浩章*

1. はじめに

橋梁というと、プレストレストコンクリート橋、鋼橋などといった上部構造をイメージされるかたが多いと思います。しかし、上部構造だけでは車両や歩行者を安全に通行させることができません。橋梁には上部構造のほかに、上部構造を支えて基礎地盤に確実に力を伝えなければならない下部構造（橋台、橋脚、各種基礎構造）、前回までの講座で紹介された支承および伸縮装置、そのほか必要となる橋梁付属物があります。

第6回と第7回の2回に分けて、そのほか必要となる橋梁付属物について、道路橋におけるその役割や基本的な性能を説明します。

2. 橋梁付属物の種類

橋梁に必要な付属物には、代表的なものに以下のものがあります（図-1, 2）。このうち落橋防止システムおよび検査路、排水装置、橋名板・橋歴板は、上部工本体工事と一緒に施工するのが一般的ですが、そのほかの付属物については橋面（舗装）工事や施設工事として本体工事とはべつに施工される場合があります。

次章から支承および伸縮装置を除く各付属物について説明していきます。

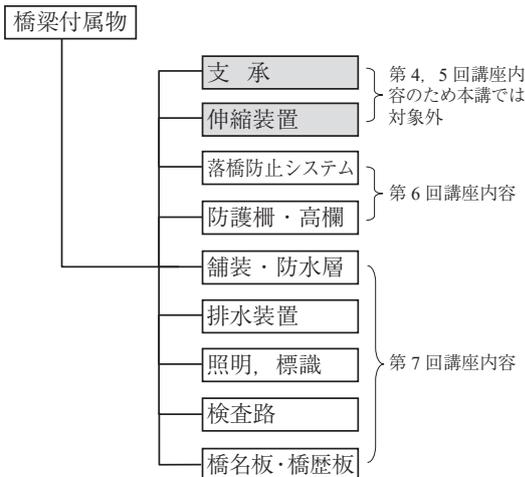


図-1 橋梁付属物の種類

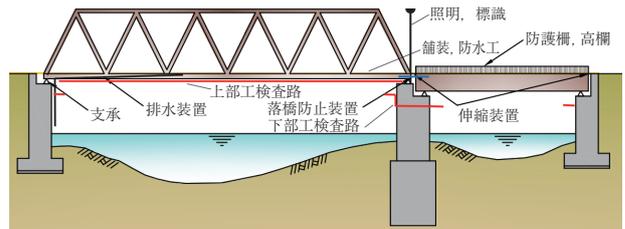


図-2 橋梁付属物の概要図

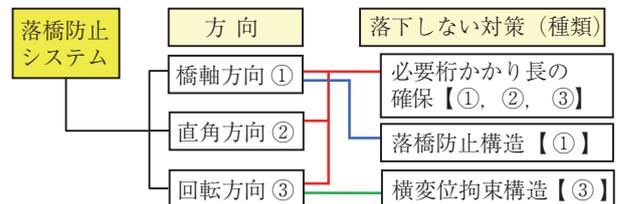
3. 落橋防止システム

3.1 落橋防止システムの役割

落橋防止システムは、支承が壊れても上部構造が下部構造から逸脱して落下することが無いようにする対策を目的としています。また、落橋防止システムは設計する方向に対して独立で働くシステムであるため、その方向に留意する必要があります。該当方向以外の力や変位が働かないこと、また同時に作用しても要求性能を発揮できるように設計しなければなりません。以下に道路橋示方書・同解説に準じた落橋防止システムについて説明します。

3.2 落橋防止システムの種類

落橋防止システムの方向と対策（種類）の関係を（図-3）に示します。各方向に対して落橋を防止する対策を行います。道路橋示方書・同解説（平成29年11月）¹⁾の改定により、橋軸直角方向についても桁かかり長を確保することが明確となったため、すべての方向に対して必要桁かかり長を確保します。



※【】内の①～③は該当する方向に対して必要なものを示す。

図-3 落橋防止システムの方向と対策

(1) 必要桁かかり長

上部構造が容易に落下しないための対策として、上部構造がこれを支持する下部構造上に安定して留まるために必

* Hiroaki UEDA：八千代エンジニアリング(株) 事業統括本部 国内事業部 構造・橋梁部

要となる長さを「桁かかり長」といいます。一般には桁端部から下部構造頂部縁端までの桁の長さを指します(図-4)。ここで、下部構造頂部の寸法はこの必要桁かかり長以外に支承縁端距離(図-4)や、支承部の点検や支承交換のための空間などの条件をすべて満たす必要があります。

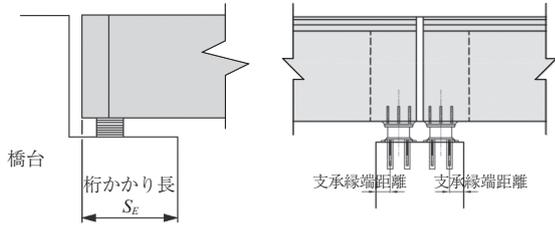


図-4 桁かかり長、支承縁端距離概要図¹⁾

(2) 落橋防止構造

落橋防止構造は、落橋防止システムのうち桁端部に設けるもので、上下部構造間に予期しない大きな相対変位が生じた場合にこれが桁かかり長を超えない範囲で必要な強度を発揮し、かつ、作用する地震力に対して弾性域に留まるように設計します。

落橋防止構造の形式としては以下のものがあります(図-5、写真-1)。ここで、振動特性が類似している場合は上部構造同士を連結できますが、一般的に上部構造の重量比が2倍以上、または2つの設計振動単位の固有周期の比が1.5倍以上の橋の場合に連結できません。このように、上部構造同士を連結できる条件があるので注意しなければなりません。また、上部構造と下部構造をつなげる形式(図-5の②)の場合は、下部工検査路との取り合いに配慮するほか、下部工側に取り付けるブラケットなどのアンカー筋と既設鉄筋との干渉に留意しなければなりません。そのため、施工前に鉄筋探査が必要です。上部または下部構造に突起を設ける形式(図-5の③)の場合は、既設鉄筋

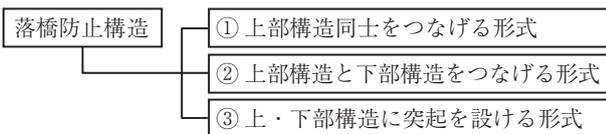


図-5 落橋防止構造の種類



写真-1 落橋防止構造の実施例

との干渉に配慮するだけでなく、さらに支承部の点検および修繕が困難とならないように注意しなければなりません。

落橋防止構造の設計荷重は、上部構造による死荷重反力の1.5倍(下部構造が橋軸方向に発揮できる最大耐力に相当する力)とされています。この設計荷重は、落橋防止構造本体だけでなく、その取付部材(鋼製のブラケット、アンカーボルトなど)やこれが取り付けられる下部構造にも該当します。また、「道路橋示方書・同解説(平成29年11月)¹⁾」による落橋防止構造の保有する耐荷力はこれまでの示方書による場合と同程度となるように定めたものであることから、作用力には荷重組合せ係数および荷重係数を考慮する必要はありません。

(3) 横変位拘束構造

横変位拘束構造は、隣接する上部構造や橋台パラペットに拘束されない場合、支承部の破壊後に上部構造に水平面内で回転しようとする挙動(図-6)を拘束する対策として設置する必要があります。

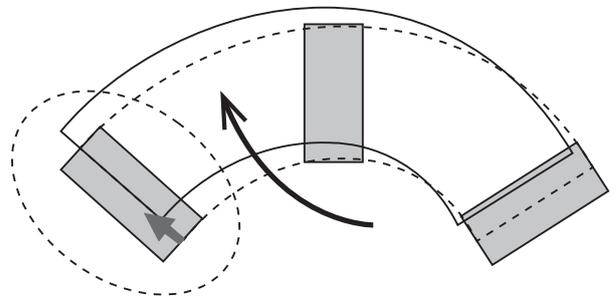


図-6 曲線橋における水平面内回転イメージ図

上部構造が隣接する上部構造や橋台などの拘束を受けずに回転する可能性の判定は、上部構造の幾何学的条件や構造条件を考慮して行います。一般的に図-7に示す範囲内にある斜橋および曲線橋の場合は、横変位拘束構造を設置する必要があります。図-7の縦軸は平面形状における比率「上部構造の全幅員と一連の上部構造の長さ(b/L)」、横軸は回転条件を評価するための角度を示します。

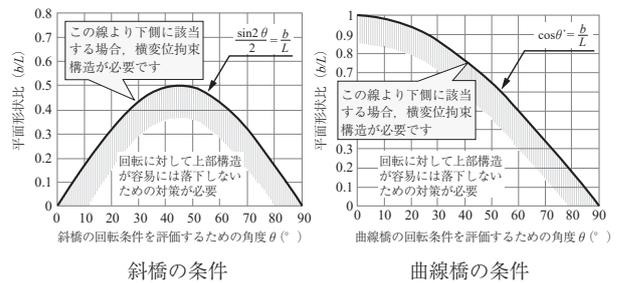


図-7 横変位拘束構造を必要とする条件図¹⁾

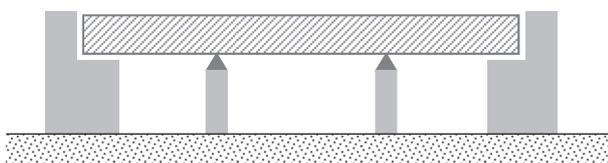
3.3 落橋防止構造の省略条件

道路橋示方書・同解説(平成14年3月)²⁾から落橋防止構造を省略できる条件が記載されました。そして、道路橋示方書・同解説(平成24年3月)³⁾において、省略できる条件が拡大され、道路橋示方書・同解説(平成29年11月)¹⁾の改定により一部条件が見直されました。

以下に省略できる場合の条件を示します。

(1) 両端橋台の省略条件

両端が橋台に支持された一連の上部構造を有する橋で、パラペットと橋台背面土が協働して落橋防止構造と同等の役割を果たす場合に省略可能です (図 - 8)。



【省略可能条件】

- 1) 軽量盛土などを用いない通常の橋台であること
- 2) 上部構造が、両端のパラペットで拘束されていること
- 3) 上部構造が移動しても端部が下部構造上に留まっていること。

図 - 8 両端橋台における省略条件

ただし、橋軸方向の上部構造の変位が拘束されない場合 (上部構造の平面形状や橋台の位置関係などによる場合) や上部構造端部における遊間量が桁かかり長より大きい場合は除きます (図 - 9, 10)。また、橋台背面土が協働しない場合とは橋台背面土に軽量盛土を用いた場合などを指します。

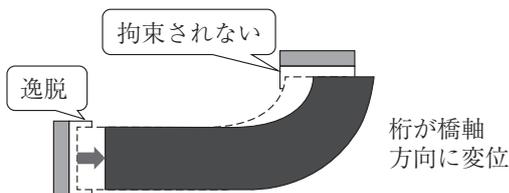


図 - 9 上部構造の変位が拘束されない橋の例

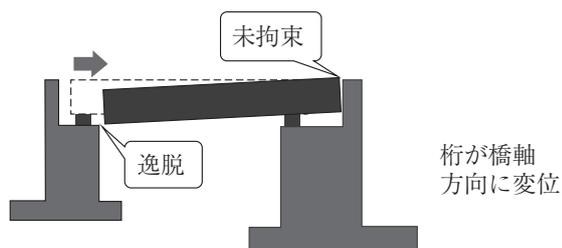
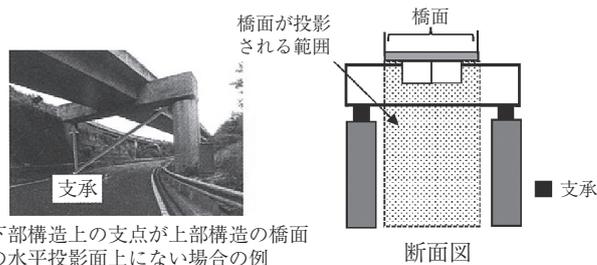


図 - 10 上部構造端部における遊間量が桁かかり長より大きい場合の例

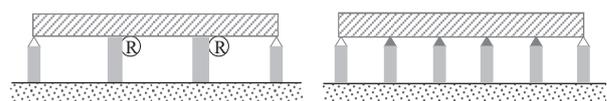
(2) 支承など支持条件による省略条件

一連の上部構造を有する3径間以上の橋で、すべての下部構造上の支点が上部構造の橋面の水平投影面上 (図 - 11 に該当しない場合) にある場合、支承などの支持条件により落橋防止構造を省略できます (図 - 12)。ただし、1支承線上の支承数が1つである支点は支承部の破壊に対する補完性、代替性が低いと考えられるため省略できません。



下部構造上の支点が上部構造の橋面の水平投影面上にない場合の例

図 - 11 上部構造橋面の水平投影面に支点がない事例



【省略可能条件】

- ▲ 弾性および固定支承
- △ 可動支承
- Ⓜ 剛結 (ラーメン)

- 1) 上下部接続部が2基以上の下部構造で剛結の場合。
- 2) 4基以上の下部構造において、橋軸方向に対して剛結、弾性支持もしくは固定支持またはこれらの併用からなる場合。ただし、橋軸方向に対してレベル2地震動を考慮する設計状況において生じる一連の上部構造の重量による慣性力のうち、その半分以上の慣性力を1支承線で分担していない場合に限る。

図 - 12 支承など支持条件による省略条件

4. 防護柵・高欄

4.1 防護柵・高欄の役割

この章では、防護柵は車両用防護柵、高欄は歩行者自転車用柵としています。防護柵・高欄の役割は、車両の橋梁外への逸脱防止や自転車・歩行者の転落防止を目的としています。そのため、図 - 13 に示すように路面の側端や歩車道境界に沿って地覆などに設ける柵・あるいは壁状の安全施設を示します。ガードレールやガードパイプも防護柵の一種ですが、橋梁部には、防護柵や高欄または高欄兼用車両用防護柵で計画するのが一般的です。しかし、近年、防護柵の取換えや改築を目的として、橋梁の規模を考慮した安全性を評価し、ガードパイプなどの安価な防護柵を利用する場合もでてきています。

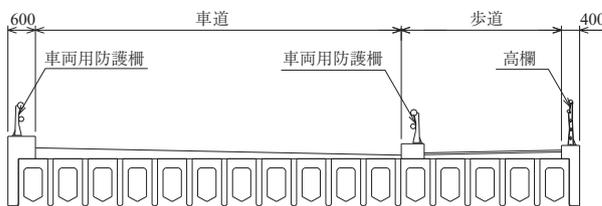


図 - 13 防護柵、高欄の設置位置

4.2 防護柵の設置ルール

防護柵の必要性や設置のルールについては「防護柵の設置基準・同解説 (平成20年1月)」⁴⁾に基づき、主として乗員への被害や第三者への二次被害が生じる箇所に設置します。乗員への被害が生じる箇所は、路面の高さと路外の

法勾配が影響します。図 - 14 に路側高さ H と法勾配 i の関係を示します。この図の一般区間と重大な被害が発生するおそれのある区間に防護柵が必要となります。橋梁の場合、法勾配は無いので、路面と現地盤の高さが2m以上となる場合が一般的であり、防護柵を設置しています。

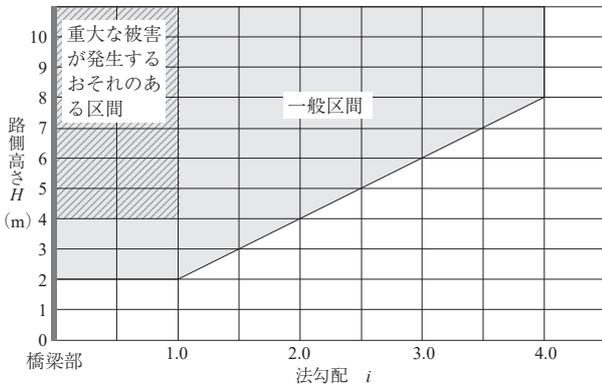


図 - 14 防護柵の必要高⁴⁾

4.3 防護柵の種類

防護柵の種類別は、道路の区分、設計速度と設置する区間に応じて分けられています。表 - 1 に道路の区分、設計速度と種別の関係を示します。この表における一般区間と重大な被害が発生するおそれのある区間は図 - 14 と関連しており、橋梁部においては路面と現地盤の高さが4m以上となる場合は種別のランクが上がることに注意が必要です。たとえば、表 - 1 において、そのほかの道路における設計速度が60 km/h 以上の場合、桁下に建築限界や一級河川の桁下余裕高などを確保しなければならず、4m以上となる場合がほとんどなので、種別は重大な被害が発生するおそれのある区間に該当し、A種となります。

表 - 1 防護柵種別の適用⁴⁾

道路の区分	設計速度	一般区間	重大な被害が発生するおそれのある区間	新幹線などと交差または近接する区間
高速自動車国道 自動車専用道路	80km/h 以上	A, Am	SB, SBm	SS
	60km/h 以下		SC, SCm	SA
その他の道路	60km/h 以上	B, Bm, Bp	A, Am, Ap	SB, SBp
	50km/h 以下	C, Cm, Cp	B, Bm, Bp ^(注)	

注) 設計速度40km/h 以下での道路では、C, Cm, Cpを使用することができる。

4.4 防護柵・高欄の種類

(1) 防護柵

防護柵は、緩衝性に優れたガードレールやガードパイプのようなたわみ性防護柵を採用することを原則としています。しかし、橋梁部などの構造物上、または幅員の狭い分離帯などに防護柵を設置する場合は、道路の建築限界による制約とともに、車両衝突時の防護柵の路外への変形量がとくに制限されることから、必要に応じコンクリート製の剛性防護柵を採用しています。

橋梁部における防護柵の種類としては、たわみ性防護柵としての橋梁用ビーム型防護柵、剛性防護柵としてのコンクリート製壁型防護柵（壁高欄）があります（写真 - 2）。

路面から防護柵上端までの高さは、乗員の頭部への影響

を考慮して、原則として0.6m以上1.0m以下としています。



橋梁用ビーム型防護柵 コンクリート製防護柵（壁高欄）

写真 - 2 防護柵事例

(2) 高欄

高欄には横棧型と縦棧型があり、どちらの型に対しても歩行者がすり抜けられないように柵間を150mm以下として計画します。どちらのタイプを選定するかは景観性、工費、安心感などから総合的に決定します（図 - 15）。

また、歩行者の転落防止を目的とする場合は路面からの高さを1100mm確保することを標準としています。車両用と兼用する高欄兼用車両用防護柵もあります。

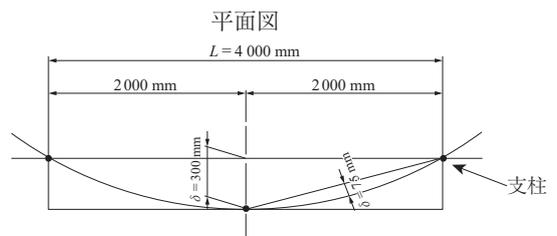


①横棧型 ②縦棧型

図 - 15 高欄検討事例

4.5 防護柵の設計荷重

橋梁用ビーム型防護柵は、車両衝突に対して図 - 16 のように変形するものと仮定し、支柱および横梁の耐力を静荷重試験によって求め、支柱と横梁の組合せとして、図 - 17 の部材選定域内にある支柱の極限支持力から設計荷重を算定します。そのため、橋梁用ビーム型防護柵の場合には、各製品によって支柱の極限支持力が異なるので注意する必要があります。一方、コンクリート製壁型防護柵の設計荷重は、衝突実験によって得られた衝突荷重を用いて設計します。防護柵の設計荷重などについては、表 - 2 に参考として記します。



(防護柵の変形量 δ は防護柵高さ80cmの位置での変形量とする)

図 - 16 防護柵の変形⁴⁾

表 - 2 防護柵設計荷重など^{4, 5)}

項目	橋梁用ビーム型防護柵		高欄	壁高欄	
	車両用防護柵	高欄兼用車両用防護柵		直壁型	フロリダ型
規格	A・B・C	A・B・C	SP	SC・SB・SA・SS	
路面からの高さ	100 cm	110 cm	110 cm	自専道 90～110 cm 一般国道 車道 100 cm 歩道 110 cm	90～110 cm
設計荷重 (支柱の 極限支持力)	A } 各種メーカーにより支柱の B } 極限支持力は異なるため、 C } ヒアリングが必要		垂直荷重 980 N/m 水平荷重 2 500 N/m	SC : 43 kN SB : 72 kN SA : 109 kN SS : 170 kN	SC : 35 kN SB : 58 kN SA : 88 kN SS : 138 kN

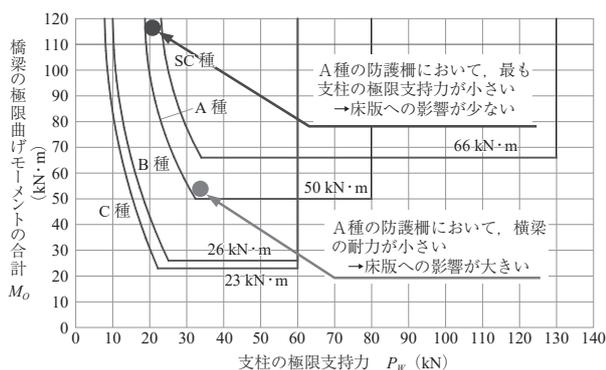


図 - 17 支柱と横梁の部材選定域⁴⁾

5. おわりに

本講座は、落橋防止システムと防護柵・高欄についての基礎的な役割や性能の概要と設計上の留意事項について触れました。

今回の講座では残りの橋梁付属物（舗装・防水層、排水装置、照明、標識、検査路、橋名板・橋歴板）について触れていきます。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 平成 29 年 11 月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 平成 14 年 3 月
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 平成 24 年 3 月
- 4) 日本道路協会：防護柵の設置基準・同解説 平成 20 年 1 月
- 5) 日本道路協会：車両用防護柵標準仕様・同解説 平成 16 年 3 月

【2019 年 1 月 7 日受付】



刊行物案内

フレッシュマンのための PC 講座 — 増補改訂版 —

平成 28 年 1 月 発刊

定 価 3,600 円 (税込) / 送料 300 円

会員特価 3,000 円 (税込) / 送料 300 円

公益社団法人 プレストレストコンクリート工学会