

## 第2編 計画・設計

# 第1章 計画

## 1.1 計画一般

### 1.1.1 架橋位置と形式の選定

橋の計画にあたっては、路線線形や地形、地質、気象、交差物件等の外部的な諸条件、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、維持管理の確実性及び容易さ、施工品質の確保、環境との調和、経済性を考慮し、加えて地域の防災計画や関連する道路網の計画とも整合するように、架橋位置及び橋の形式の選定を行わなければならない。

(出典) 道示 I 1.7, P.14, H29.11.

### 1.1.2 交差物件との関係

架橋位置、支間割、橋脚位置、橋脚形状、橋下空間等は、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、維持管理の確実性及び容易さ、施工品質の確保、環境との調和、経済性を考慮し、また、交差物件の管理者と十分協議して定めなければならない。

(出典) 道示 I 1.7, P.15, H29.11.

橋の計画に際しては、架橋予定地点(交差物件)の管理者と十分協議しなければならない。交差物件との関係を適切に考慮しなければ、当該橋に求められる使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、維持管理の確実性及び容易さ、施工品質の確保、環境との調和、経済性が十分に達成されなくなることも考えられる。特に設計の前提として計画する点検や被災時の調査などの維持管理や防食の更新などの将来の補修工事については、できるだけ適切に行えるようあらかじめ計画しておかなければ、供用後の条件変更は困難な場合がほとんどである。交差条件ごとの主な諸条件は次のとおりである。なお、橋下空間については、橋下の交差物件に必要な空間のほか、橋本体と交差物件の両方の維持管理に必要な空間を考慮して決定する必要がある。

#### (1) 河川等に架橋する場合

- 1) 架橋位置、橋長、橋台の位置の決定には、河川形状、改修計画等
- 2) 支間長、桁下高、橋脚の形状の決定には、計画高水位、計画高水流量、船舶通過の条件、隣接構造物等
- 3) 基礎の天端高さの決定には、改修計画、洗掘状態等

#### (2) 道路、鉄道上に架橋する場合

- 1) 橋長、支間長、桁下高、橋脚の位置、橋脚の形状の決定には、道路、鉄道の幅員構成、建築限界、視距等
- 2) 橋台、橋脚及び基礎の位置・形状の決定には、地下埋設物、地中構造物等

以上の情報は、維持管理上も参考になるので、根拠となる考え方を設計図書に記録しておくのがよい。

### 1.1.3 橋梁計画の手順

橋梁の計画から設計までの主な流れは、図1.1.1に示すとおりとする。

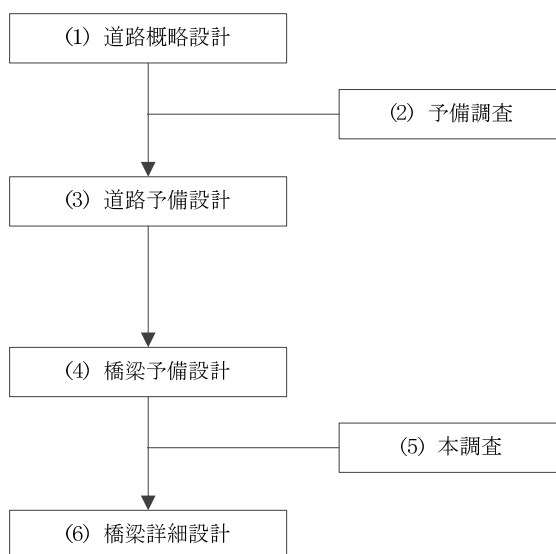


図1.1.1 橋梁設計の流れ

#### (1) 道路概略設計

地形図（1/5,000 又は 1/2,500）、地質資料、現地調査結果、文献及び設計条件等に基づき可能と思われる各線形を選定し、各線形について図上で 100mピッチ（1/2,500 の地形図の場合は 50mピッチ）の縦横断の検討及び土量計算、主要構造物（トンネル、橋梁、函渠等）の数量、概算工事費を算出し、比較案及び最適案を提案するものである。

#### (2) 予備調査

予備調査は、地形、地質、河川、交差道路、交差鉄道、気象等を調査する。

#### (3) 道路予備設計

道路概略設計によって決定された路線について、平面線形、縦横断線形の比較案を策定し、施工性、経済性、維持管理、走行性、安全性及び環境等の総合的な検討と橋梁、トンネル等の主要構造物の位置、概略形式、基本寸法を計画し、技術的、経済的判定によりルートを中心線（座標）を決定する。

#### (4) 橋梁予備設計

橋梁予備設計は、上部構造、下部構造、基礎構造について、比較検討を行い、最適橋梁形式と支間割や基礎構造等の橋梁諸元を決定する。特に新技術の採用にあたっては、文献等（例えば、国総研資料第 609 号（道路橋の技術評価基準に関する研究））を参考に、十分に検討する。

なお、県管理橋梁で橋長が概ね 25m 以上の場合には、橋梁設計検討会に諮り、設計内容の妥当性等について承認を受ける必要がある。

#### (5) 本調査

本調査は、橋梁予備設計で決定した架橋位置におけるボーリング、地下水位等の地質、土質等を調査する。また、細部測量や施工条件調査を必要に応じて行う。

橋梁下部構造、基礎構造計画位置においては、原則各下部構造で最低 1 箇所はボーリング調査を実施することが必要である。また、山地部など特に地形の起伏が著しい山間部においては、支持層の深度が対象箇所により著しく異なることも想定されるため、横断方向など必要な調査を実施することに留意する。

#### (6) 橋梁詳細設計

橋梁予備設計で決定された橋梁形式について、工事に必要な詳細構造を設計し、経済的かつ合理的に工事を実施するための施工数量、附帯構造物の設計、施工計画や工程を決定する。

詳細設計においては、施工性（架設等）、仮設方法、今後の維持管理の確実性を踏まえた構造細部等に十分配慮する。

## 1.2 形式の選定

### 1.2.1 橋梁形式の選定

橋梁形式を選定する際には、各々の形式の特徴を的確に把握し、安全性、経済性、施工性、耐久性の他、将来の維持管理の確実性及び容易さや環境・景観への配慮も考慮することとする。

橋梁形式の選定（予備設計）の手順は図1.2.1のとおりとする。

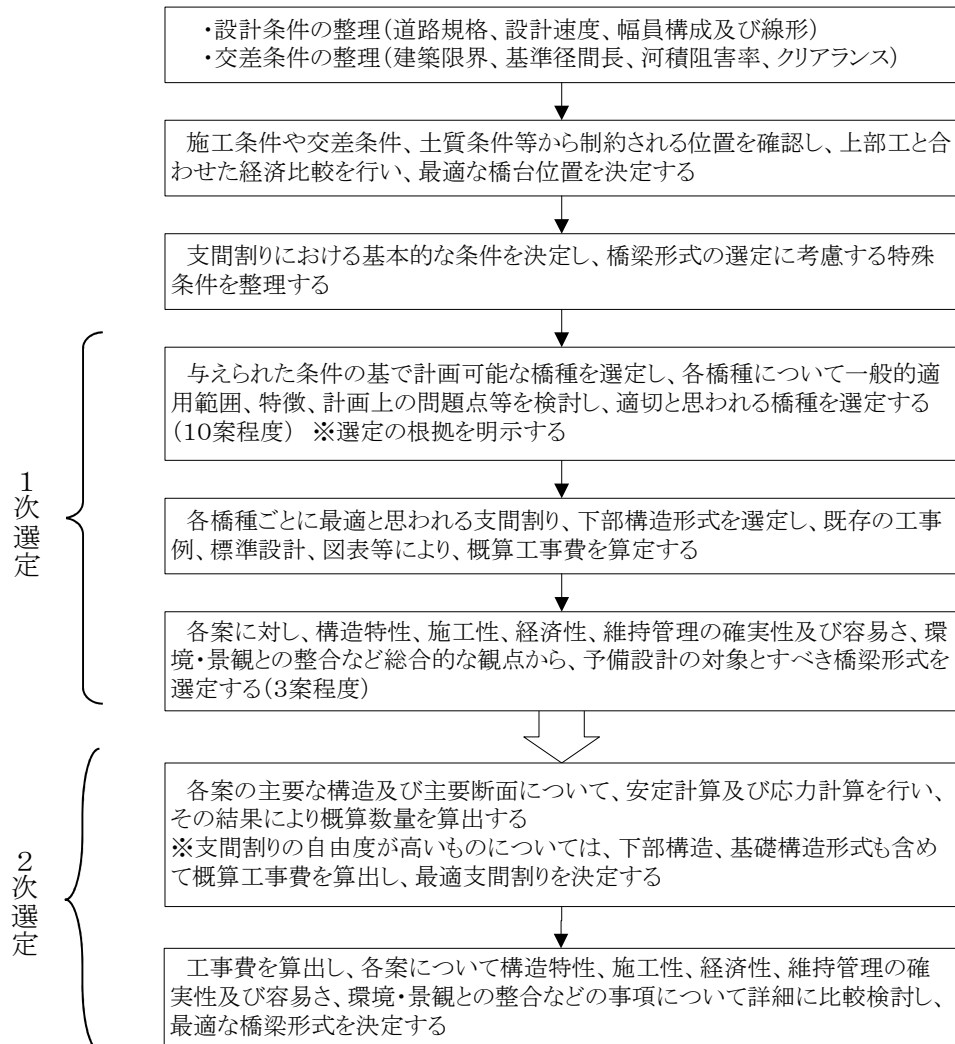


図1.2.1 形式選定の手順

#### (1) 1次選定

##### 1) 比較案の選定

1次選定における比較案の選定にあたっては、各橋種、函渠の組合せや、それに伴う支間割りの検討を行い、様々なケースから総合的な観点で選定する。多径間にわたる場合は、連続構造とすることが望ましい。

特に、架橋地点付近の土質条件、交差物（鉄道、道路、河川、その他）への施工時の影響、道路線形（特に平面線形が曲線を呈している場合の適用性）も加味して比較案の抽出を行うことが重要である。この段階では、確実に施工ができないものを除き、想定される構造系（桁橋形式、ラーメン形式、複合構造、低桁高構造、合成床版構造）について吟味が必要である。

## 2) 比較検討の手法

1次選定における比較検討の手法としては、各種積算資料、県の概算工事費の算定資料（「分野別ポータル・道路街路課」のページ参照）等を基に、各案の概算工事費を算定する。この他、支間割、構造的性、施工性、維持管理の確実性、環境・景観との整合等総合的な観点から、2次選定の対象となる橋梁形式を選定する。

一般的には、総合評価点の上位3案程度を2次選定対象案として選ぶものとするが、鋼橋とPC橋、桁橋構造とラーメン構造など、総合評価値が近い高得点のものから、構造系に異なる条件、特徴を有したものを選ぶことが必要である。たとえば、2次選定抽出の上位3案が全て鋼橋であった場合には、概略計算の対象は、上位2橋（鋼橋案）と、PC橋の最適案を含めた3案を抽出する等、材料が異なる対象橋梁の妥当性が判断できるような比較案抽出への配慮が必要である。

## (2) 2次選定

### 1) 上部構造の概略設計計算

2次選定における上部構造の設計計算については、主要点（主桁最大モーメントまたは軸力の生じる箇所）の概算応力計算及び概略断面検討を行い、主桁配置、桁高、主構等の決定を行う。

### 2) 下部構造・基礎構造の概略設計計算

2次選定における下部構造、基礎構造についてはレベル1地震時、レベル2地震時を含めた耐震性能照査により、躯体及び基礎構造の形式規模を想定し、概算の応力計算及び安定計算を行う。レベル2地震時の耐震性能照査を行う下部構造・基礎構造の基数等については躯体形状、下部構造高さ、基礎延長を踏まえて個別に判断を実施する。（レベル1、レベル2地震動については、「第8章 8.1.2」を参照）

### 3) 比較検討の手法

2次選定における比較検討の手法として、概略設計計算を行い、主要材料の概略数量を基に概算工事費を算出し、各案の経済性の指標とする。この他、構造的性、施工性、維持管理の確実性、環境・景観との整合等、各項目の配点を決定し2次選定の評価に用いる。

特に狭隘な施工空間に架橋する場合には、仮設費、その他それらに付随する付帯工費が施工費の大半を占める場合も想定されるため、施工性や維持管理の確実性、概算工費への仮設費の規模を判断し、各項目の配点の重み付けを総合的に判断することが必要である。

たとえば、施工に伴い仮栈橋が必要になる場合には、予備設計では一般的に栈橋工の設計までは実施しないことが多いため、十分に注意が必要である。現地制約条件で仮栈橋や仮設構台の設置が可能かどうか、仮橋（仮栈橋）を伴わない橋梁型式への見直しは必要ないかをこの段階でしっかりと整理することが必要となる。このとき、施工期間や周辺交通への影響についても条件を把握し、詳細設計になってから施工ができないというような状況を避けることを念頭に置き、条件整理を行うことが必要である。ここで、費用として考慮できない周辺交通の影響などは、4)に示す配点方法の項目として施工期間の影響を加味し評価することが必要となるが、現地条件としてその期間が重要な要素となる場合には、配点の重み付けを見直す等の個別対応が必要となる。

また、上部構造の架設方法の制約（クレーンの設置ヤード、支保工の設置可否、河川の濁水期施工期間等）が橋梁型式選定にも影響がある場合には、1次選定に戻り、2次選定の選定案抽出の段階から計画しなおすことも必要である。

#### 4) 配点方法

橋梁を架設する地点の環境は多種多様であり、また橋梁に求められている機能も異なる。このため、2次選定の評価に用いる配点は、それらを考慮して橋梁ごとに配点を定め、適切な橋梁形式を選定する。ただし、配点根拠は明確化し、配点を定めるに至った理由を記述する（「分野別ポータル・道路街路課」のページを参考にするとよい）。

標準配点例を表1.2.1に示す。実際の設計に際しては、各案件の社会経済状況や現場状況を考慮し、適切に配点する。同表では経済性に重点を置いた配点を標準例としているが、特に優先すべき細目要素があれば、例えば経済性から10点程度移動させるなど、柔軟に配点する。

表 1.2.1 形式選定における配点例

経済性	構造的性	施工性	走行性	維持管理	環境・景観	合計	備考
60点	10点	10点	5点	10点	5点	100点	標準（経済性）
50点	20点	10点	5点	10点	5点	100点	構造的性に重点を置く場合

#### ① 経済性 最も経済的なものとの比率で採点

60点×(最適案の経済性/各案の経済性)

経済性は上部構造、下部構造、基礎構造、仮設工等のトータルコストで算出するものとする。1次選定はインシヤルコストとし、2次選定は維持管理費を含めたライフサイクルコストを算出する。特に、仮設工が大きな割合を占める場合があるので、施工方法、仮設工法を十分検討する必要がある。また、橋梁架け換えの場合には、当該橋梁に擦り付けるために、ある程度の盛土等が必要となることがある。この場合、追加で用地取得が発生するため、用地取得に要する費用についても、インシヤルコストに加算する。工費比較の条件として、対象3案すべてに同じ条件を設定したうえで、最適な案を選定した経緯を示すこと。

#### ② 構造的性から環境・景観までは判定細目を設けて配点条件を細分化すること。

#### ③ 判定細目例

構造的性： 適用支間長との関係、応力バランス・耐久性、耐震安定性、実績等

施工性： 現場条件への適応性、架設工法の難易・特殊性、施工ヤードの必要性の有無、施工工期、分割施工の影響等

走行性： 伸縮継手の数、走りやすさ（縦断勾配の影響、視距の確保・快適性、たわみ特性）等

維持管理の確実性： 補修頻度・難易度（点検の容易性を含む）等

環境・景観： 環境・景観・形状：色彩の特徴（シンボリック性）、周辺環境への影響（騒音、振動、日照）等

#### ④ 各判定細目について、採点項目がそれぞれの評価に重複する場合があるため、特定の項目（桁高を絞る、剛構造にする、など）に評価の着目点が偏らないように、各評価に対して客観性を確保することが必要である。特に経済性と各判定細目の施工規模、維持管理の確実性などは、項目が重複しやすい傾向にあるため、留意する。



## &lt;斜橋&gt;

【**構造的性**】 斜角の小さい橋梁では、梁ではなく版としての挙動を示すようになり、それを表現できる解析方法が必要となります。版では、鈍角側の支承に活荷重が載荷されると、鋭角側の支承に上向きの反力が作用するために、支承反力の照査において負反力が生じる可能性があります。上部構造形式毎の斜角の適用範囲を超える場合には、通常的设计、検討では対応できないことがあり、採用を控えるべきです。

【**施工性**】 土木構造物設計ガイドラインに示されているとおり、斜角を持つ下部構造は施工上、配筋上煩雑な作業となるため、極力直橋で設計することとなっています。

【**耐震性**】 直橋であれば、直角方向に橋梁幅員分移動しなければ落橋しませんが、斜橋であれば、回転することにより容易に落橋する事態が考えられます。横変位拘束構造で対応しますが、出来れば避けたい構造です。

## &lt;曲線橋&gt;

【**構造的性**】 橋面だけが曲線で橋梁構造自体は直線の場合と、橋面に合わせて橋梁構造も曲線とする場合の二通りがありますが、いずれにせよ、死荷重状態で橋がねじられる力が作用し、それに対応するために不経済となることが多いです。

【**耐震性**】 地震の作用方向によってその挙動が異なるため、設計の際には注意が必要です。

いずれの場合にも、そのような橋梁形状とならないように道路設計の段階からの配慮が重要です。

### (3) 基礎形式の選定

基礎形式の一覧を表1.2.2に、分類を表1.2.3に示す。基礎形式は、施工深度、施工条件、地形・地質条件、架橋地点の環境等を考慮し選定する。

基礎構造の選定の目安を表1.2.4に示す。表に示す判定(○:適用性が高い、△:適用性がある、×:適用性が低い)は、標準的な条件における適用性の目安を示したものであり、深度等の条件に関する判定では過去の施工実績も加味して定めている。特に、今回の道路橋示方書改定により参考資料からも削除されており、安易な形式選定をしないような配慮がなされたことがうかがえる。したがって、基礎形式を選定する際には、表に示す目安を参考にしつつ、個別の条件を考慮して適切に判断する必要がある。

表1.2.2 基礎形式の一覧

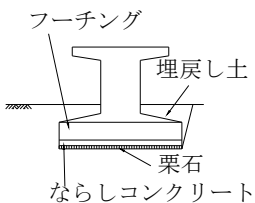
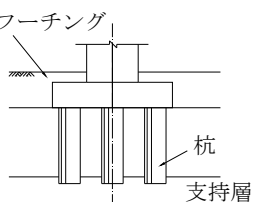
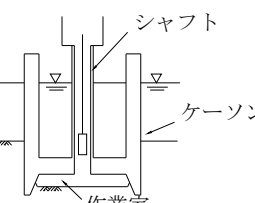
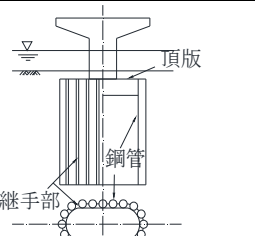
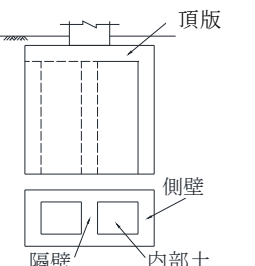
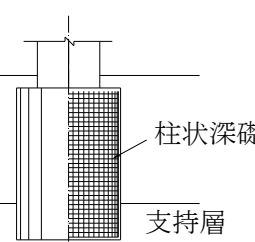
	模 式 図	特 徴
直接基礎		<p>直接基礎は、良好な支持地盤が地表面から浅い位置にある場合、支持層まで掘削してフーチングを構築し、荷重を直接支持層に伝達する基礎工法である。</p>
杭基礎		<p>杭基礎は、地表に近いところの地盤が不良で、支持地盤が深い場合に採用される。打込み杭工法、中掘り杭工法あるいは場所打ち杭工法により、深い支持層まで荷重が伝達するように設置された複数の杭の頭部をフーチングに結合し、構造物を支える基礎工法である。</p>
ケーソン基礎		<p>ケーソン基礎は、箱状の躯体を所定の地盤まで沈設させて、上部構造及び下部構造の作用外力を地盤に伝える基礎工法であり、杭基礎と比較して平面寸法が大きいので、耐震性に不安のない基礎が要求される場合、杭基礎では水平剛度が不足する場合や用地に制限のある場合によく採用される。</p>
鋼管矢板基礎		<p>鋼管矢板基礎は、継手を持つ鋼管矢板を現場で円形、小判型、矩形等の形状に閉合させて建て込み、継手管内にモルタルを充填させ、その上端に頂版コンクリートを打設することにより結合する基礎工法である。仮締切が兼用できるので水深が深い場合、水中基礎として用いられることが多い。</p>
地中連続壁基礎		<p>地中連続壁基礎は、隣接する地中連続壁間を継手を用いて連結し、平面形状が矩形閉合断面になるように構築し、その頭部に頂版を設けた基礎工法である。ケーソン基礎と同様に、耐震性に不安のない基礎が要求される場合、杭基礎では水平剛度が不足する場合や用地に制限のある場合に採用される。</p>
深礎基礎		<p>深礎工法は場所打ち杭工法の1つであり、機械の併用もあるが地盤の掘削を人力で行う事に端を発する工法で、狭い作業スペースで比較的大きな基礎を築造できる特徴を有している。 道路橋の深礎基礎は地表面の傾斜角が10度以上の比較的良質な地盤の傾斜上に設置される場合が多い。</p>



表 1. 2. 3 基礎形式の分類

直接基礎	良好な支持地盤が地表面から浅い位置にある場合に適用する。			
杭基礎	打込み杭工法	PHC・SC杭	打撃工法	主として、ハンマの打撃エネルギーを杭の打込み方向に与え、土中に貫入させる方式。騒音・振動が発生するため、近隣に住居等がない場合に採用される場合が多い。
		鋼管杭	バイプロハンマ工法	バイプロハンマにより発生させた往復運動を杭に与え、起振力により杭体を土中に貫入させる。
			打撃工法	主として、ハンマの打撃エネルギーを杭の打込み方向に与え、土中に貫入させる方式。騒音・振動が発生するため、近隣に住居等がない場合に採用される場合が多い。
	中掘り杭工法	PHC・SC杭	最終打撃方式	中掘り杭工法で杭を所定の深度まで沈設した後、ハンマで打撃して打ち止め管理を行う。
			噴射攪拌方式	中掘り杭工法で杭を所定の深度まで沈設した後、杭先端地盤中にセメントミルクを噴出・攪拌することにより拡大根固め球根を造成する。
			コンクリート打設方式	中掘り杭工法で杭を所定の深度まで沈設した後、場所打ち杭工法に準じた方法でコンクリートを打設する。原則として、最終打撃方式と噴出攪拌方式が施工できない場合のみに適用する。
		鋼管杭	最終打撃方式	中掘り杭工法で杭を所定の深度まで沈設した後、ハンマで打撃して打ち止め管理を行う。
			噴射攪拌方式	中掘り杭工法で杭を所定の深度まで沈設した後、杭先端地盤中にセメントミルクを噴出・攪拌することにより拡大根固め球根を造成する。
			コンクリート打設方式	中掘り杭工法で杭を所定の深度まで沈設した後、場所打ち杭工法に準じた方法でコンクリートを打設する。原則として、最終打撃方式と噴出攪拌方式が施工できない場合のみに適用する。
	鋼管ソイルセメント杭基礎	現地盤中に造成したソイルセメント柱と外面に突起を有する鋼管が一体となるように築造する。鋼管は掘削と同時に沈設する方式と掘削後に沈設する方式がある。		
	プレボーリング杭基礎	掘削・泥土化した掘削孔内の地盤に根固め液、杭周固定液を注入、攪拌混合してソイルセメント状にした後、SC杭やPHC杭等の既製コンクリート杭を沈設する。		
場所打ち杭工法	オールケーシング工法	杭の全長にわたりケーシングチューブを揺動・圧入または全旋回し、ハンマグラブで掘削・排土する。掘削後、孔内に鉄筋かごを建込み、ケーシングチューブを引き抜きながらコンクリートを打設し杭体を構築する。ただし、軟弱地盤内では杭径の細りが懸念されるため、施工時に留意が必要である。		
	リバース工法	スタンドパイプを建込み孔内に水を満たしこの水位を地下水位より高く保ち、孔壁の崩壊を防ぐ。ドリルパイプを介して掘削土砂と水を吸上げ排出する。掘削後、孔内に鉄筋かごを建込み、コンクリートを打設し杭体を構築する。		
	アースドリル工法	表層 3m 程度のみケーシングチューブを設置し、それより以深は安定液を用いて孔壁崩壊を防ぎ、バケットにより掘削排土する。掘削後、孔内に鉄筋かごを建込み、コンクリートを打設し杭体を構築する。一般的に建築で用いられる施工法であり、土木での施工実績が極めて少ない。		
	回転杭工法	鋼管杭の先端に平鋼板を螺旋状あるいは交差状に取り付け、回転させながら杭を貫入する。先端の平鋼板は回転することで施工時には地盤からの推進力を得ることができ、供用時には大きな底面積で押し込みもしくは引き抜き荷重を支持する。		
深礎基礎	ライナープレートやモルタル吹付により孔壁の土留をしながら内部の土砂を人力又は小型の機械により掘削排土する。所定の深さまで掘削後、鉄筋を孔内で組み立て、コンクリートを打設し杭体を構築する。			
ケーソン基礎	オープンケーソン	ケーソン躯体の自重及び載荷重を加えながら、井筒内部の土砂を掘削しつつ沈設させ、その後底版、頂版コンクリートを打設する。		
	ニューマチックケーソン	ケーソン本体下端部に作業室を設け、圧縮空気を送り込み地下水の侵入を防ぎながら底面地盤を掘削し、ケーソンを沈設する。沈設後、作業室に底版コンクリートを打設する。		
鋼管矢板基礎	河川内等で仮締切が必要な場合に適用される場合が多い。円形、小判型、矩形等の形状に閉合させて建て込み、継手管内にモルタルを充填させ、その上端に頂版コンクリートを打設することにより底版と基礎を結合する。			
地中連続壁基礎	隣接する地中連続壁間に継手を用いて連結し、平面形状が矩形閉合断面になるように構築し、その頭部に頂版を設けた基礎工法である。			
PC ウェル工法	円筒形の単体ブロックを施工地点においてポストテンション方式でプレストレスを導入させながら積み重ね、内部をハンマグラブ等の各種掘削機械により掘削し、グラウンドアンカー等を反力として所定深度まで圧入沈設する。			



#### (4) 下部構造形式の選定

下部構造形式は、上部構造形式、規模、地盤条件、施工条件、耐震性等を考慮して選定する。選定に際しては表1.2.5、表1.2.6を参考にするがよい。

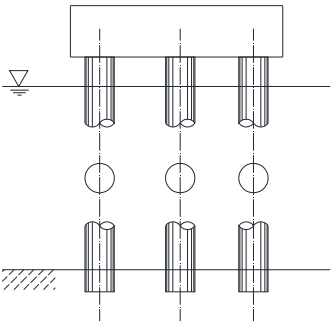
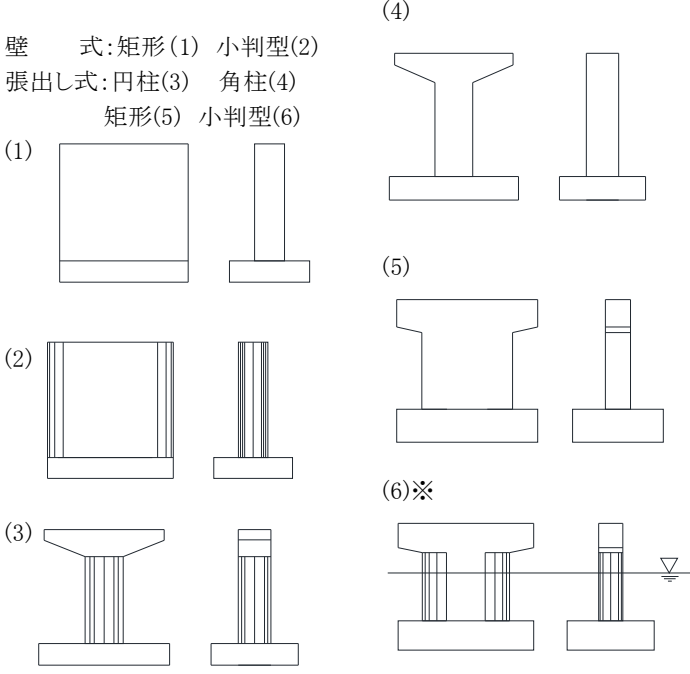
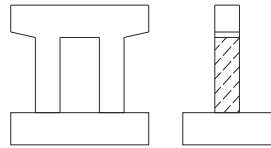
表に示されていない形式あるいは工法（中空式橋脚、急速施工を目的とする各種工法、高橋脚を対象とする各種工法等）については、経済性や工期を含めた総合的な判断で有利となる場合もあるので、その都度協議を行い、検討するのがよい。

表1.2.5 橋台形式の選定

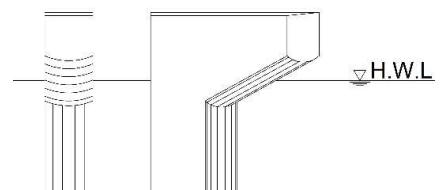
	形式	適用高さの目安	特徴
重力式		$3\text{m} \leq H \leq 5\text{m}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>本体自重を大きくし、躯体断面には圧縮応力のみ働くように設計する。</li> <li>構造が簡単で施工も容易であるが、躯体重量が大きいためそれだけ基礎地盤に与える影響も大きい。</li> </ul>
逆丁式		$5\text{m} \leq H \leq 15\text{m}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工性が良く、しかも構造が単純となるので <math>H=15\text{m}</math> 程度まで用いられる。</li> <li>躯体は単位幅に軸方向力(偏心)と曲げモーメントを受ける矩形RC断面として計算する。</li> <li>自重を少なくし、たて壁背面上の土砂重量で安定を保つ。</li> <li>立地条件によっては、L型橋台を採用する場合もある。</li> </ul>
箱式		$13\text{m} \leq H \leq 20\text{m}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>前壁背面を中空とすることにより地震時慣性力が小さくなることから、</li> <li>杭基礎とする場合には、経済的な形式となる場合がある。直接基礎の場合は、滑動において不利となるので、中空部に土を入れることが多い。</li> </ul>
ラーメン式		$H \leq 15\text{m}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>躯体が大きくなると、裏込め土砂の鉛直力及び地震時慣性力が大きくなるためその軽減を図る。</li> <li>上部構造からの大きい水平力に抵抗する場合に用いられることが多い。</li> <li>ラーメン形式として背面に通路を設ける場合に用いられる。</li> <li>その他、ラーメン形式とする方が、多案に比べて経済的、構造的に有利となる場合。</li> </ul>
その他	<p>盛りこぼし橋台(盛土法肩上の小橋台)</p> <p>注)側方移動に対して注意すること。</p>	$5 \leq h \leq 7\text{m}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>盛土高の高い区間に橋台を設置する場合、橋台は非常に大規模なものとなるので、杭基礎で支持された小橋台を設けた方が経済的に有利となる場合がある。</li> <li>良質な地盤における十分安定な盛土地盤の造成が必要である。(軟弱地盤上の盛土や斜面上の貼付け盛土等には、盛土地盤の安定性が確保されにくいので、盛りこぼし橋台を計画しないことが望ましい。</li> </ul>

※ 適用高さが、高さの目安のしきい値付近となる場合、他の形式と比較して設計すること

表 1.2.6 橋脚形式の選定

	形式	適用条件、特徴
多 パ イ 柱 ン 形 ベ ル 式 ト 基 又 礎 は		<ul style="list-style-type: none"> <li>山留、締切が不可能な湖沼や海岸部で適用されることが多い形式である。河川部では原則禁止されている。</li> <li>杭基礎頂部を横梁で結合したラーメン構造。</li> <li>隅角部の補強が構造的に困難。</li> <li>橋軸方向へはフレキシブルなため落橋防止に、橋座幅を十分に確保する必要がある。</li> <li>仮設工が不要なため施工が簡単で、安価である。</li> <li>流木や塵芥等の流下物がひっかかり河積阻害を生じ易い。</li> <li>耐震性や耐久性に問題を有する事例もみられるため、採用時には注意が必要である。</li> </ul>
逆 T 式	<p>壁式: 矩形(1) 小判型(2) 張出し式: 円柱(3) 角柱(4)           矩形(5) 小判型(6)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般的な形式で、躯体に生ずる引張力を鉄筋によって補強する。</li> <li>橋軸直角方向は、両端張出し梁形式が多い(桁下空間の利用)。</li> <li>※流水中に張出し式を設ける場合は、原則として張出し部下面をH.W.L面より上とする。</li> <li>(2)(6)流心方向が一定の河川部に多い。</li> <li>(3)流心が定まらない河川部、交差点付近の高架橋で視距を問題とする場合等に用いられる。美観はよいが、施工性、経済性において角柱よりやや劣る。</li> </ul>
ラ ー メ ン 式		<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁幅員が広い場合に用いられる形式であり、2柱式、3柱式などがある。</li> <li>横断方向にラーメン構造となるため、温度変化、乾燥収縮も含めた照査が必要となる。</li> </ul>

※ やむをえず、張出し部下面がH.W.L面より下となる場合には、河川管理者と協議の上、張出し部下面を右図のように流線形等とすることが望ましい。



#### (5) 上部構造形式の選定

上部構造には、橋種や構造形式の組合せによって多くの形式があり、それぞれ特徴を有している。したがって、各々の形式が持つ特徴を的確に判断し、架橋地点の諸条件に照らして、最もふさわしい形式を選定するものとする。

上部構造形式の選定は、表1.2.7、表1.2.8、表1.2.9等を参考にしてよい。表中の桁高スパン比は、桁高を支間長で除した数値であり、同一支間長であれば小さいほど桁高を抑えられた橋と言える。また、曲線橋の適否は、主構造を曲線に沿って曲げられるものを示しており、床版形状によって曲線に対応する場合は別途検討するものとする。

合成桁の採用について検討を行う場合は、一部の部材の損傷が橋全体に影響を及ぼさないように補完性、代替性について配慮を行うとともに、将来の床版打替えについて検討を行う必要がある。



鋼橋の設計にあたり、床版を主桁とともに荷重に抵抗する部材とした構造を合成桁橋といい、主桁のみが荷重に抵抗するとした構造を非合成桁橋と言います。

合成桁橋は、床版の打ち替えが必要になった場合に、上部構造としての有効断面が欠損することとなり、通行止めやブラケット・縦桁等の補強を十分に行うことが必要になる点から、埼玉県では非合成桁橋を基本としてきました。一方で、床版打ち替え工事において、架橋地周辺に迂回路の確保ができる等の場合には合成桁の採用を考えて計画してきたという経緯があります。ただし、近年は100年対応橋梁として耐久性に優れた構造として床版の合成作用を見込んだ設計を標準にするように設計思想が変化してきています。（「コーヒーブレイク 床版の合成作用」参照）

なお、合成床版は、コンクリートと鋼構造の複合床版のことであり、合成桁橋と意味が異なります。



合成桁、非合成桁という言い方で荷重に抵抗する構造を区分していますが、非合成桁も鋼桁と床版が連結されていない訳ではなく、スラブ止めにより鋼桁と床版が一体化された形状をしています。また、合成桁はジベルという鋼材を上フランジに固定し、ジベルを介して床版と一体化された形状をしています。

非合成桁と称される構造に用いられるスラブ止めは、RB（ラウンドバー：丸鋼）の中央付近を上フランジに点溶接し両端部鋼材を上方向に曲げあげた簡易な形状であり、合成効果が低いことから非合成桁と称され、床版部は抵抗しないものとして鋼主桁を設計したものです。

一方、合成桁と称される構造では、頭付きスタッドを介して床版と結合されるため、前述のジベルに比べて剛度が高く、床版と鋼桁が一体となって挙動をすると考え、荷重に抵抗する部材はコンクリート部材と鋼部材の両挙動であるとして設計に考慮されてきました。

非合成桁という呼称が残っている一方で、H29道示では鋼桁と床版の合成効果を見込んだ設計をすることが前提として規定されています。非合成として合成効果の係数を低減するという考えもありますが、あくまでも一体となって挙動することが前提であるため、どちらも合成桁と位置付けられます。

したがって、今回の道路橋示方書の改定により、鋼桁のみで設計するというものは無くなり、基本的には床版の合成作用・効果を見込んで、設計することが標準となっています。



表 1.2.8(a) PC橋の標準適用支間

分類	標準支間(m)							曲線橋の適用の目安	桁高スパン比の目安			
	10	20	30	40	50	60	70					
単 純 桁	プレ テン シ ョ ン 方 式	スラブ桁橋 (JIS A 5373)	■	■	■					×	1/14~24	
		T桁橋 (JIS A 5373)		■	■					×	1/18~20	
		軽荷重スラブ桁橋 (JIS A 5373)	■	■						×	1/22~33	
		Uコンボ橋		■	■					×	1/14~16	
	現 場 製 作	T桁橋 (旧建設省制定)		■	■	■	■			×	1/13~18	
		合成桁橋 (I桁タイプ)		■	■	■				×	1/15	
	セ グ メ ン ト 方 式	バルブT桁橋			■	■	■			×	1/14~19	
		PCコンボ橋 (JIS A 5373)			■	■	■			×	1/13~17	
		スラブ桁橋			■	■	■			×	1/23~26	
		Uコンボ橋					■	■	■	×	1/16~18	
	現 場 製 作	スラブ桁橋			■	■				×	1/28~32	
		I桁橋			■	■	■	■		×	1/28~32	
		セ グ メ ン ト 方 式	スラブ桁橋			■	■				×	1/28~32
			I桁橋			■	■	■	■		×	1/28~32
	場 所 打 ち 桁	中空床版橋			■	■				○	1/22	
		版桁橋			■	■	■			○	1/15~17	
		箱桁橋				■	■	■	■	○	1/17~20	
		波形ウェブ橋				■	■	■	■	○	1/17~20	
		複合トラス橋				■	■	■	■	○	1/12~18	
	プレ キャスト 桁 架 設 方 式 連 続 桁 橋	プレ テン シ ョ ン 方 式	スラブ桁橋	■	■	■					×	1/14~24
T桁橋				■	■					×	1/18~20	
Uコンボ橋				■	■					×	1/14~16	
現 場 製 作		T桁橋 (旧建設省制定)		■	■	■	■			×	1/13~18	
		合成桁橋 (I桁タイプ)		■	■	■				×	1/15	
セ グ メ ン ト 方 式		バルブT桁橋			■	■	■			×	1/14~19	
		PCコンボ橋			■	■	■			×	1/13~17	
		スラブ桁橋			■	■	■			×	1/23~26	
		Uコンボ橋					■	■	■	×	1/16~18	
現 場 操 作		スラブ桁橋			■	■				×	1/28~32	
		I桁橋			■	■	■	■		×	1/28~32	
		セ グ メ ン ト 方 式	スラブ桁橋			■	■				×	1/28~32
			I桁橋			■	■	■	■		×	1/28~32

注) 曲線橋の適用の目安は主桁や主構が曲線に対応できるかを示している。  
 注) 道路曲線は、床版等の張出し長で調整できる場合もあるので、別途検討する必要がある。

(出典) 「(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会:PC 道路橋計画マニュアル P.8~10, 図-1.2.1 ~ 図-1.2.3, H19.10」 に加筆修正



表 1.2.8 (b) PC橋の標準適用支間

分類	標準支間(m)								曲線橋の適用の目安	桁高スパン比の目安		
	20	40	60	80	100	120	140	160			180	
連続桁橋	場所打ち桁	中空床版橋	■								○	1/22
		版桁橋	■								○	1/15~17
		箱桁橋		■	■	■	■				○	1/17~20*
		波形ウェブ橋		■	■	■	■				○	1/17~20*
		複合トラス橋		■	■	■	■				○	1/12~18*
	セグメント方式	箱桁橋		■	■	■	■				○	1/17~20*
ラーメン橋	場所打ち桁	Tラーメン		■	■	■					○	中空床版1/22 箱桁1/17~20
		連続ラーメン		■	■	■	■				○	中空床版1/22 箱桁1/17~20
		有ヒンジラーメン			■	■	■	■	■		○	1/15~50
		単径間ラーメン		■	■	■					○	1/15~50
		V脚ラーメン		■	■	■					○	-
		方杖ラーメン		■	■	■					○	-
	斜材付きπ型ラーメン		■	■	■					○	-	
セグメント方式	箱桁橋		■	■	■	■				○	1/17~20	

\*架設工法や桁高変化によって桁高スパン比が異なるため、留意のこと。

(出典) (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会：PC道路橋計画マニュアルP.11~12, 図-1.2.4~図-1.2.5, H19.10.

表 1.2.8 (c) PC橋の標準適用支間

分類	標準支間(m)							曲線橋の適用の目安	桁高スパン比の目安
	50	100	150	200	250	300	350		
PCフィンバック橋	■							○	-
エクストラードズド橋	■	■	■	■				×	-
斜版橋	■	■	■	■				×	-
斜張橋	■	■	■	■				×	-
上路式アーチ		■	■	■	■			×	-
中路式アーチ		■	■	■	■			×	-
下路式アーチ		■	■	■	■			×	-
直路式吊床版橋	■	■						-	-
上路式吊床版橋	■	■						-	-
自碇式吊床版橋	■	■						-	-

注) 曲線橋の適用の目安は主桁や主構が曲線に対応できるかを示している。

注) 道路曲線は、床版等の張出し長で調整できる場合もあるので、別途検討する必要がある。

(出典) (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会：PC道路橋計画マニュアル, 図-1.2.6, 図-1.2.7, P.13~14, H19.10.

表 1.2.9 その他の橋梁形式の標準適用支間

分類	標準支間(m)							曲線橋の適用の目安	桁高スパン比の目安
	10	20	30	40	50	60	70		
門型ラーメン橋	■	■						×	1/14~43
鋼コンクリート合成床版橋		■	■					×	1/30~42
プレビーム橋		■	■	■	■			×	1/18~33

- 注1) 上記3橋については、道示には記載されていないので適用には十分な検討が必要である。  
 注2) 曲線橋の適用の目安は主桁や主構が曲線に対応できるかを示している。  
 注3) 道路曲線は、床版等の張出し長で調整できる場合もあるので、別途検討する必要がある。

コーヒーブレイク



### 「橋台部ジョイントレス構造」

道路橋において、建設及び維持管理コストの低減と維持管理作業の軽減に対して有効とされている構造として橋台部ジョイントレス構造があります。

橋台部ジョイントレス構造は、上部構造と下部構造を剛結合し、両者の接合部において伸縮装置及び支承を設けない構造です。これにより、橋梁全体コストの中で占める割合が高く、維持管理上の弱点となる伸縮装置や支承を省略することから、コスト削減が見込まれます。一方で、伸縮装置や支承を省略することにより、温度変化による桁の伸縮に追随する機能が失われるため、なんらかの方法でその機能を代替する必要があります。

橋台部ジョイントレス構造の一つである門型ラーメン橋は、上部構造と背面から土圧を受ける下部構造が剛結された単径間ラーメン橋であり、主に温度変化に伴う上部構造の水平移動に対して橋台堅壁及び基礎の剛性により抵抗する構造です。ただし、斜角、曲線を有する場合や張出しが大きい場合、上部構造、下部構造にねじりの影響等が生じ、この影響が著しく大きい場合には過剰な応力が発生する可能性があるため、避ける必要があります。

なお、ジョイントレス構造のうち、インテグラルアバット構造の場合、基礎構造部分が河川堤防地盤線より上方に位置してしまうため、温度変化等による上部構造伸縮により下部構造の周辺に隙間が生じることがあります。このため、河川橋には好ましくありません。一方、門型ラーメン構造の場合、基礎構造部分が堤防地盤線より下方に位置し、また、躯体部剛性も大きいことから、上述した隙間は余り問題とならないと考えられます。したがって、ジョイントレス構造の採用にあたっては、上部構造伸縮により生じる下部構造の変位に対し、河川への影響の他、橋台背面舗装への影響等も考慮して採用を考慮することが必要となります。

## 1.2.2 橋台位置の決定

橋台位置は、架橋地点における基本条件の整理をした上で経済性の検討を行い、決定するものとする。

### (1) 基本条件の整理

#### 1) 斜面上の直接基礎

##### ① 斜面上の橋台位置の検討

斜面上の基礎は、山間部に設けることから一般的に支持層(岩盤)が浅い位置にあるため、直接基礎になる場合が多い。しかし、岩盤までの被覆土が厚い場合や岩盤の風化が激しい場合には深礎基礎形式が採用される。ここでは、斜面上の直接基礎の前面余裕幅について述べる。

斜面上(傾斜 $10^{\circ}$ 以上)に設置する直接基礎は、斜面の影響で地盤の地耐力が低減されるため、設置する基礎底面のフーチング縁端部は、一定の前面余裕幅を設ける必要がある。前面余裕幅は橋長や支間割の決定に影響し、かつ、地盤条件や橋梁規模及びそれぞれの重要度によって経済性と安全性の評価も異なってくるが、橋台位置を決定する上での計画上の目安として、次のように定める。

##### ② 前面余裕幅の考え方

###### i) 土砂系の場合

土砂系地盤の場合は、図1.2.2に示す前面余裕幅 $S$ を確保する。特に、土砂地盤は雨水や施工時の重機による影響を受けやすいため、支保工や足場のスペース等の施工条件も勘案して総合的に判断するものとする。

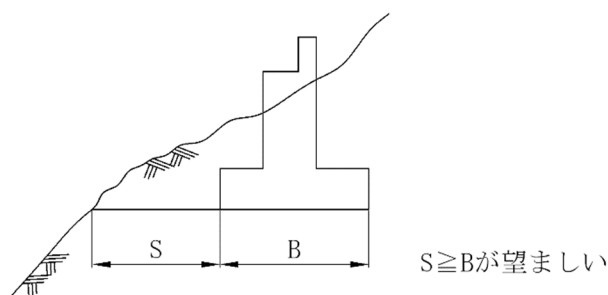


図1.2.2 基礎地盤が土砂系の場合の前面余裕幅

###### ii) 岩盤系の場合

現地盤の状況により、図1.2.3に示す天端余裕幅 $S$ を、地山の風化や施工時のゆるみ、支保工や足場のスペース等も勘案して総合的に判断するものとする。特に、切り立った岩盤に計画する場合には、岩盤の風化や節理の状況等を考慮しながら決定する。

岩盤系地盤の計画においては、横断方向にも斜面勾配が変化していることが多いため、現地形をよく確認することが必要である。併せて、ボーリング調査を横断方向の地層形状を判断するために実施するなど、設計資料収集に配慮が必要である。

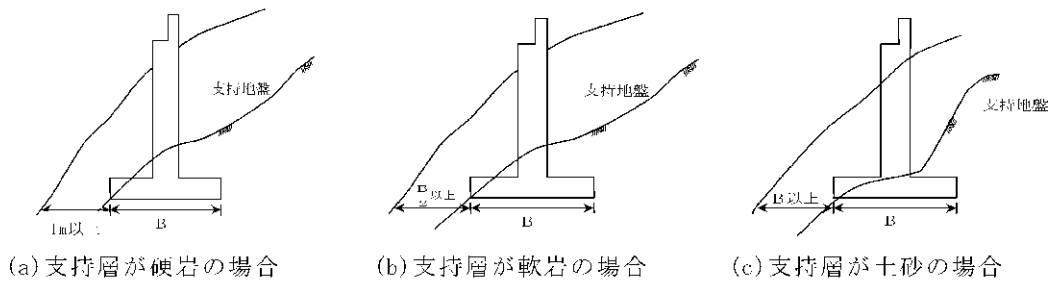


図 1. 2. 3 基礎地盤が岩盤系の場合の斜面部における天端余裕幅

(出典) 東北地方整備局：設計施工マニュアル(道路橋編) P. 7-12 図7-4, H28. 3.

2) 立体交差の場合（道路、鉄道等）

立体交差橋の場合の橋長検討手順を以下に示す（図 1. 2. 4 参照）。

- ① 交差する道路、または鉄道に必要な桁下空間、橋梁の推定構造高さ、桁下余裕高さ等から路面の縦断線形を決める。

鉄道交差橋梁の場合の桁下余裕高は、鉄道会社により基準値を設定している場合もあるので、事前協議等により管理値を確認すること。また、近年維持管理性向上を目的とした常設足場を設置することも想定されるので、道路線形と合わせて、附帯工の基本計画も事前に設定することが必要である。

- ② 次に、橋台前面の桁下のクリアランスを施工時及び保守の段階で必要な作業空間として少なくとも2.0m程度以上確保し、この間を橋梁区間と考え、交差する道路等との関係から橋脚位置を検討する。

検討にあたっては、架橋地点の環境（高架下の利用、高盛土による圧迫感）を十分考慮するものとする。

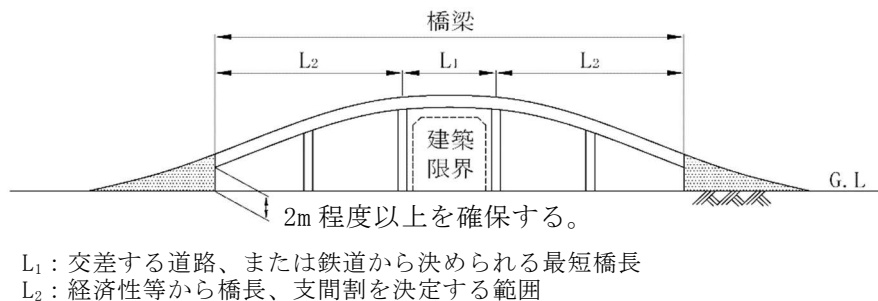


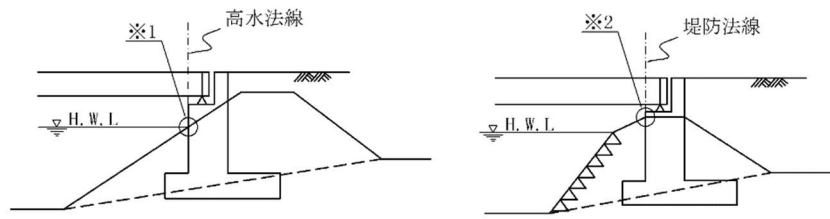
図 1. 2. 4 立体交差高架橋の橋長、支間割

3) 河川内橋梁の場合

河川内橋梁においては、堤体部に設ける橋台の前面位置は、『解説・河川管理施設等構造令』により、図 1. 2. 5 (a) (b) のように定められている。なお、橋台の底面は堤防の地盤に定着させることとされている。

橋台底面位置が計画河床より上方に設置される場合には、前面地盤のバネ値を低減し評価するため、橋台根入れ位置の選定に合わせて考慮することが必要である。また、軟弱地盤で杭基礎構造となる場合には、杭を突出杭として検討する等、橋台根入れ位置は総合的に判断することが必要である。

掘込河道で仮想地盤線を設定する場合の河床は、将来計画河床高などの標高が最も低い方を基本として設定する。

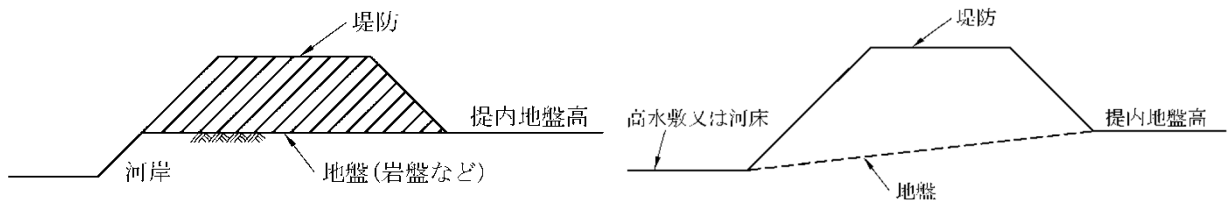


(a) 河川幅 50m以上 (b) 河川幅 50m未満  
 ※1: 躯体は堤防法面とH.W.L.の交点(高水法線)より後方  
 ※2: 躯体は堤防法線より後方

図 1.2.5 河川橋の橋台位置

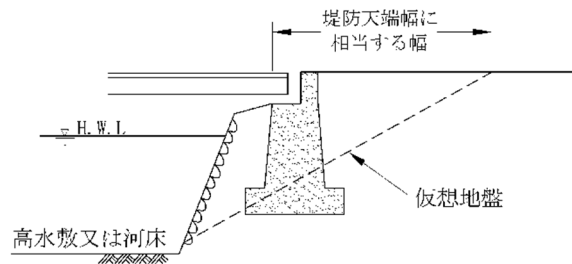
(出典) (社) 日本河川協会: 解説・河川管理施設等構造令, P. 289~290 図 8.4, 図 8.5, H12.1.

河川の有堤部に設ける橋台底面は堤防の地盤高以下とし、地盤の位置決定を図 1.2.6 に示す。



(a) 地盤が岩盤等であり、堤防地盤とが明確に区別できる場合

(b) 堤防と地盤とが明確に区分できない場合



(c) 掘込河道の場合

図 1.2.6 橋台の底面

(出典) (社) 日本河川協会: 解説・河川管理施設等構造令, P. 291 図 8.7、P. 292 図 8.8, H12.1.

## (2) 経済性からの橋台位置の検討

交差条件から橋台位置が限定される場合もあるが、一般的には以下に述べるように、取付け道路を含めた上・下部構造の工事費用を算出し経済比較により決定する。この際、橋台背面の構造(擁壁あるいは盛土等)に留意すること。橋台位置の検討例を以下に示す。

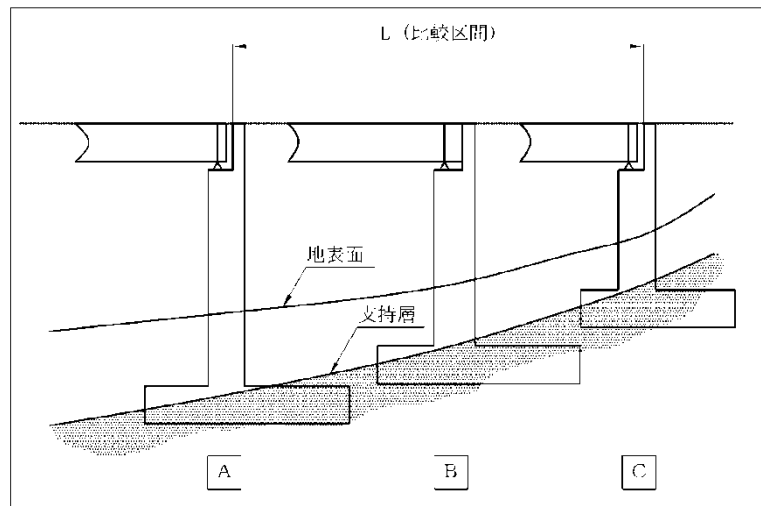


図 1. 2. 7 橋台位置の検討

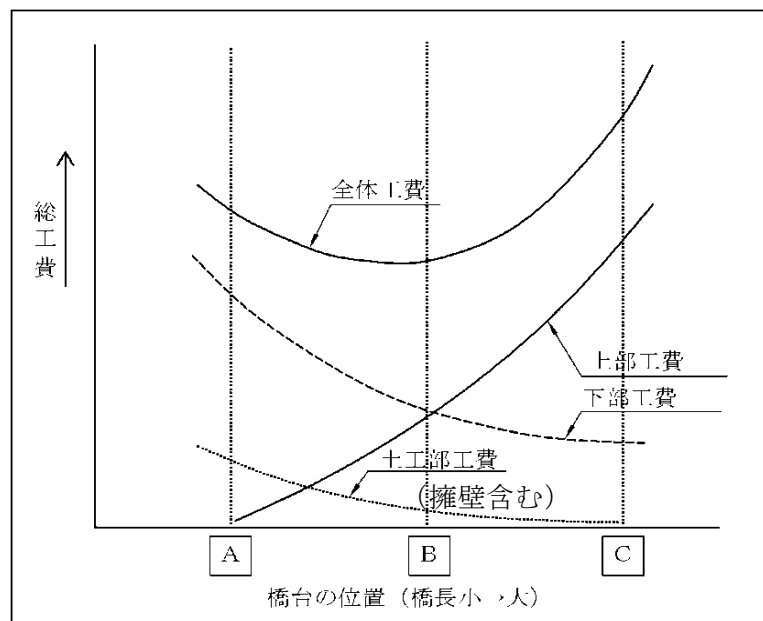


図 1. 2. 8 橋台の位置別総工費

1) 図 1.2.7 の橋台位置 (A~C) を基に、上部構造・下部構造・基礎構造・土工部費用を求め、全体工事費を算出して図 1.2.8 のグラフを求める。ここで、A~C の一般的な考え方を以下に示す。

A : 橋台高さを最大とし、橋長が最短となる位置

B : A と C の中間

C : 橋台高さを最小とし、橋長が最長となる位置

2) 全体工事費が最小となる位置を求め、桁下空間の確保、橋台付近の用地関係等を考慮しながら決定する。その場合には 1 m ラウンドで決定するのがよい。

3) 比較区間が長い場合には、橋脚の基数が影響したり、上部構造の支間長が影響したりする場合があるので工事費の算出には細かい配慮が必要である。

4) 各検討位置での工費を比較する場合、橋梁全体の一部で比較する場合と、橋梁全延長で比較する場合で、総工費に占める上部工単価を適切に設定しないと、各工種の費用比率が決定ケースに影響する場合があるため、比較に用いる工費の総額と各工種の費用に占める割合を考慮し、使用する各工費には特に注意することが必要である。

### 1.2.3 支間割の決定

支間割の決定にあたっては、表1.2.7、表1.2.8、表1.2.9を参考にし、様々な橋梁形式と支間を検討し、自然条件、交差条件、施工条件、環境条件を考慮して最も経済的な支間割にするのがよい。

#### (1) 自然条件

橋梁架設地点の地形は道路線形を左右するだけでなく、橋台や橋脚の施工可能な位置を限定することから、橋梁の支間を検討する上でも考慮する必要がある。

#### (2) 交差条件

多くの橋梁では、交差する河川や他の交通路との関係から支間割やクリアランス等の条件が決定される。

この場合、交差する物件の管理者の了解を得なければならないため、交差物件の将来計画を含めて十分に協議しておく必要がある。

#### (3) 施工条件

(1) に述べた自然条件や工事に必要な交通規制等により工期が制約を受けることがあり、これにより選定し得る橋梁形式が限定されることがある。また、使用可能な輸送手段や架設機材、施工ヤードの有無等も形式選定上の要因となることから十分確認する必要がある。

#### (4) 環境条件

橋梁形式の選定にあたり、周囲の環境への調和を考慮したり、市街地における騒音・振動の問題から多径間連続構造を採用することも多くなっている。このようなことから、支間割の検討時にも環境条件を考慮することとした。

### (2) 交差条件

#### 1) 河川条件

河川内橋梁については、「河川管理施設等構造令」に基づいて橋脚の位置を決定することとなる。その中で特に重要な基準である「河積阻害率(η)」、「基準径間長(L)」及び「河岸及び橋脚からの離れ」について以下に記す。

#### ① 河積阻害率(η)

河積阻害率は、河川内橋脚の流向直角投影幅の総和が河川流水を阻害する割合を表わしており、次式で与えられる。

$$\text{河積阻害率}(\eta) = \frac{\sum \text{橋脚の流向直角投影幅}}{\text{河川幅}} \times 100(\%)$$

河積阻害率(η)の制限値は、一般には5%を上限値としているが、橋の構造上やむを得ない場合は、河川管理者と協議の上決定する必要がある。その場合においても一般の橋は6%にとどめるよう努力すべきである。

河川幅とは、流向に対して直角に測った計画高水位と堤防のり面の交点間の距離をいう。橋脚の流向直角投影幅とは、流向に対して直角に測った計画高水位の位置における幅をいう。

#### ② 基準径間長(L)

河川内橋梁の径間長は、「河川管理施設等構造令」第63条で規定される基準径間長以上とする。なお、斜橋の場合の基準径間長(L)の考え方を図1.2.9に、河川内橋梁の径間数、基準径間長の決定フローチャートを図1.2.10に示す。

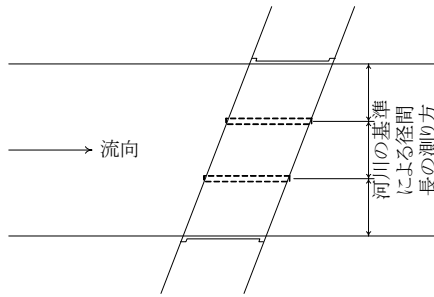
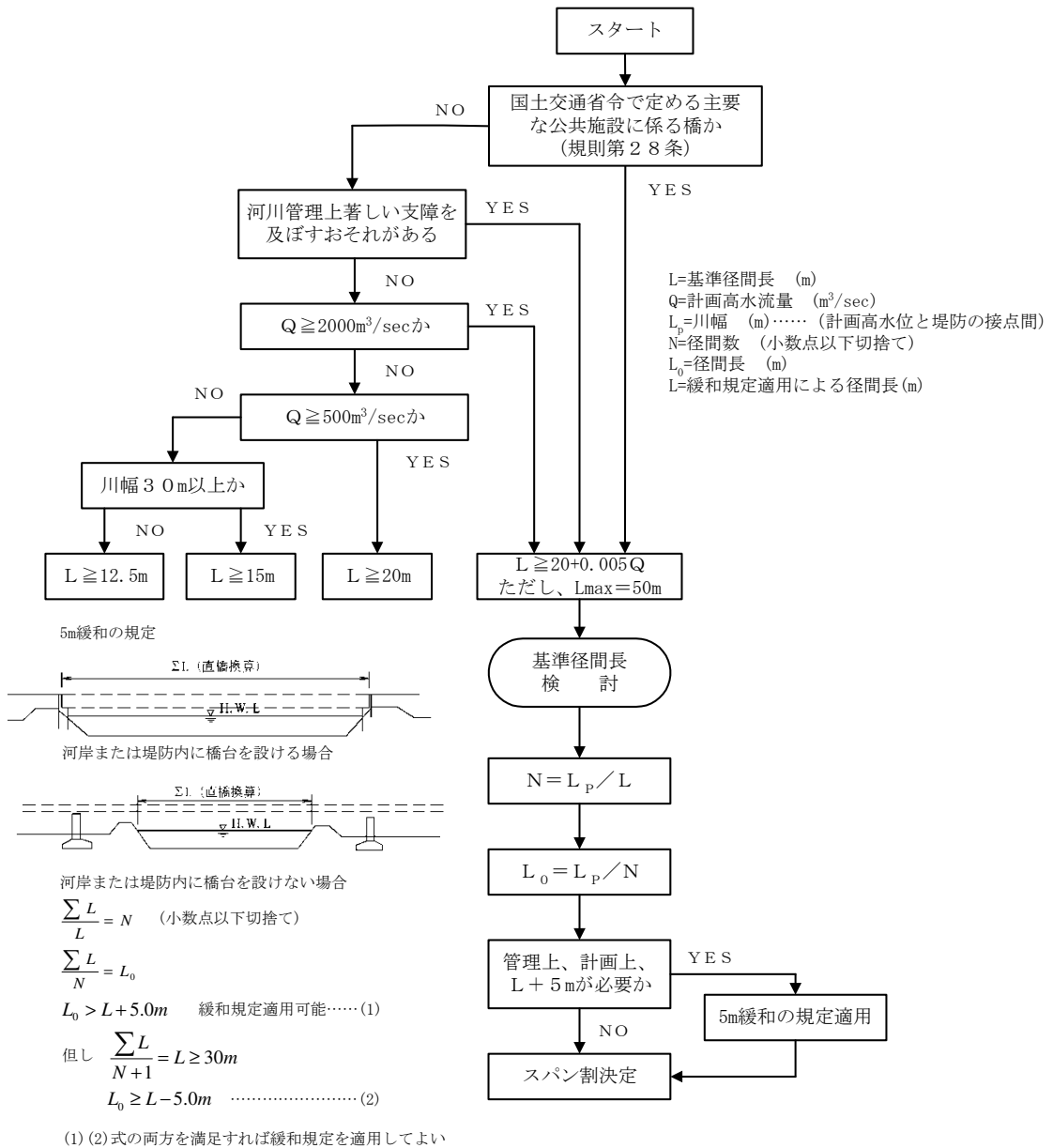


図 1.2.9 斜橋の場合の基準径間長 (L)



注) 径間長決定の際には、解説・河川管理施設等構造令第6.3条をよく確認すること

図 1.2.10 河川内橋梁の径間数、基準径間長



③ 橋脚の位置（河岸及び堤脚からの離れ）

橋脚の位置については、前記の基準径間長によっておおむね定まるものであるが、それが河岸（低水路の河岸を含む。以下この項において同じ）または堤脚に接近した場合は、河岸または堤脚が洗掘されやすい。従って、橋脚の位置を決定するときは令第63条に定める基準径間長の規定を満足することはもちろんのこと、次の点に留意する必要がある。

- i) 橋脚の位置は原則として、河岸または堤防の法先及び低水路の河岸の法肩からそれぞれ10m（計画高水流量が500 m<sup>3</sup>/s未満の河川にあつては5m）以上離すこととする。
- ii) やむを得ず河岸または堤防の法先又は低水路河岸の法肩付近に設置せざるを得ない場合は、必要に応じ、護岸をより強固なものとするとともに、護床工または高水敷保護工を設けるものとする。

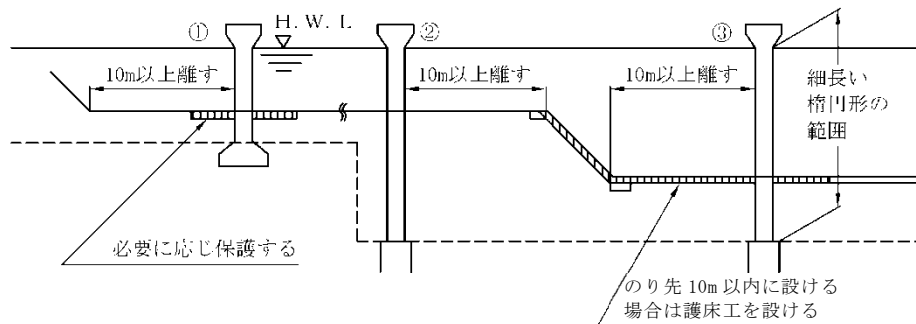


図 1.2.11 河岸または堤脚と橋脚の位置

④ 堤防付近に設置する工作物の位置

堤防付近に設置する工作物の位置は、次図を参考にして決定するものとする。

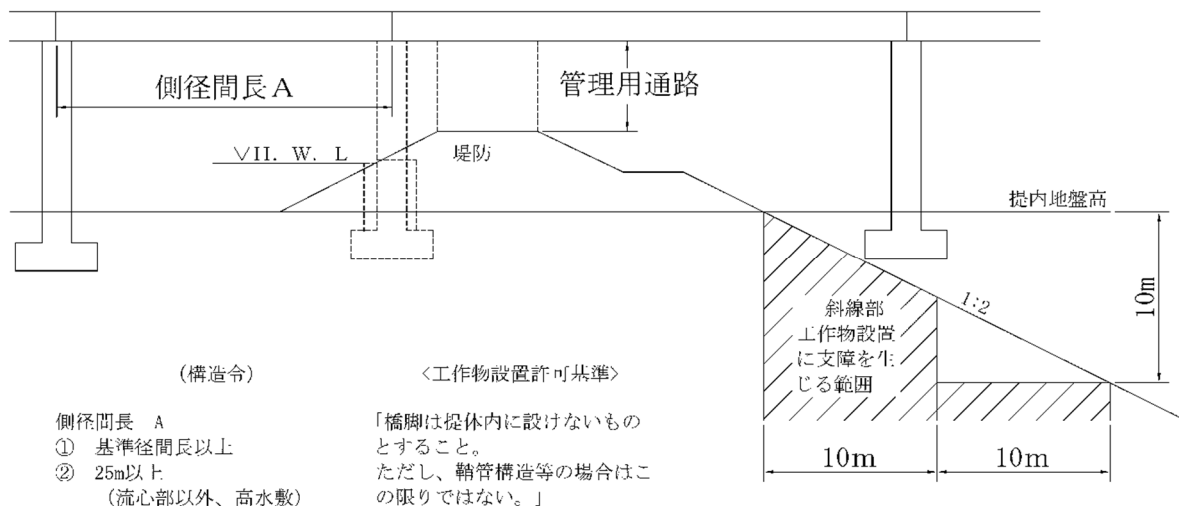


図 1.2.12 堤防付近に設置する工作物の位置

⑤ 河川管理用通路について

堤防には河川管理用通路として、図1.2.13の建築限界を確保する。

管理用通路の構造（幅員、勾配等）については河川管理者と協議を行い決定する。

掘込河道の場合においても、堤防天端幅に相当する管理用通路を確保することを基本として計画すること。ただし、掘込河道の場合、既存の道路が狭く管理用通路として適用できない場合もあるので、代替え動線計画の有無など河川管理者と個別に協議することが必要である。

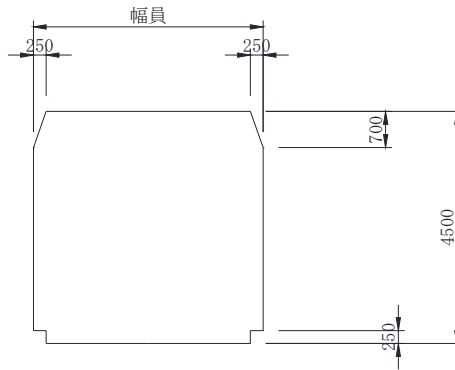


図1.2.13 河川管理用通路の建築限界の標準

(出典) (社) 日本河川協会：解説・河川管理施設等構造令， P.151, H12.1.

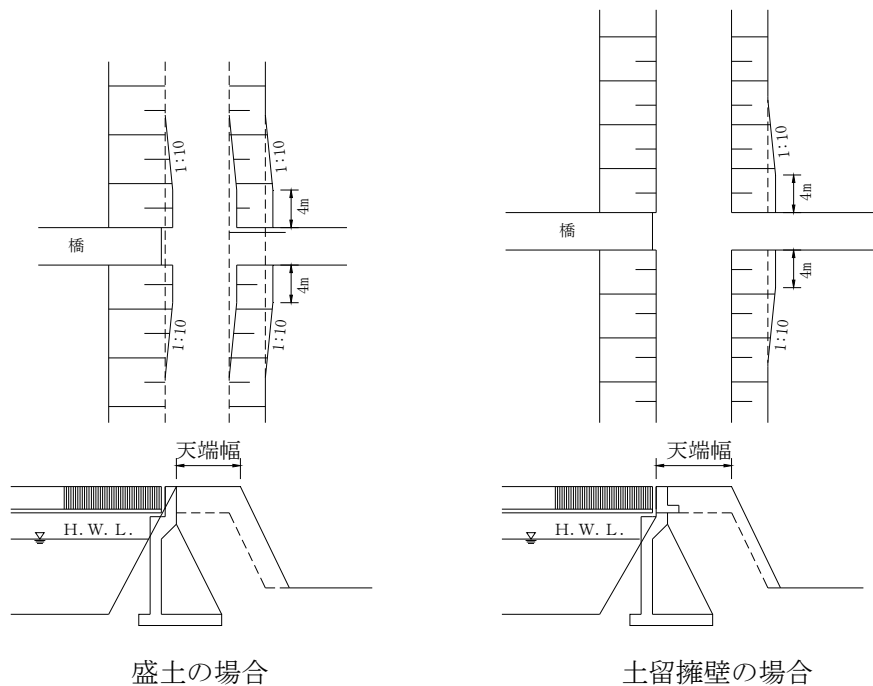


図1.2.14 堤防の補強（裏腹付け）

(出典) (社) 日本河川協会：解説・河川管理施設等構造令， P.324, 図8.32, H12.1.

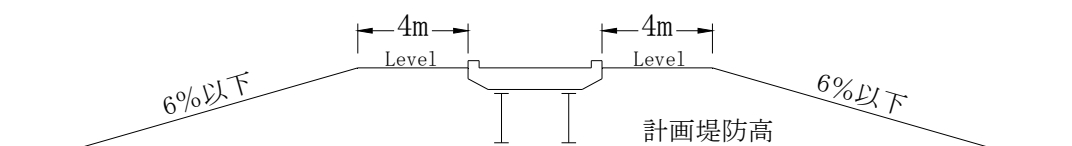


図1.2.15 取付道路の構造

(出典) (社) 日本河川協会：解説・河川管理施設等構造令， P.325, 図8.33, H12.1.

⑥ 護岸設置範囲

橋の設置に伴い、以下の図に示す範囲に護岸設置が必要となる。

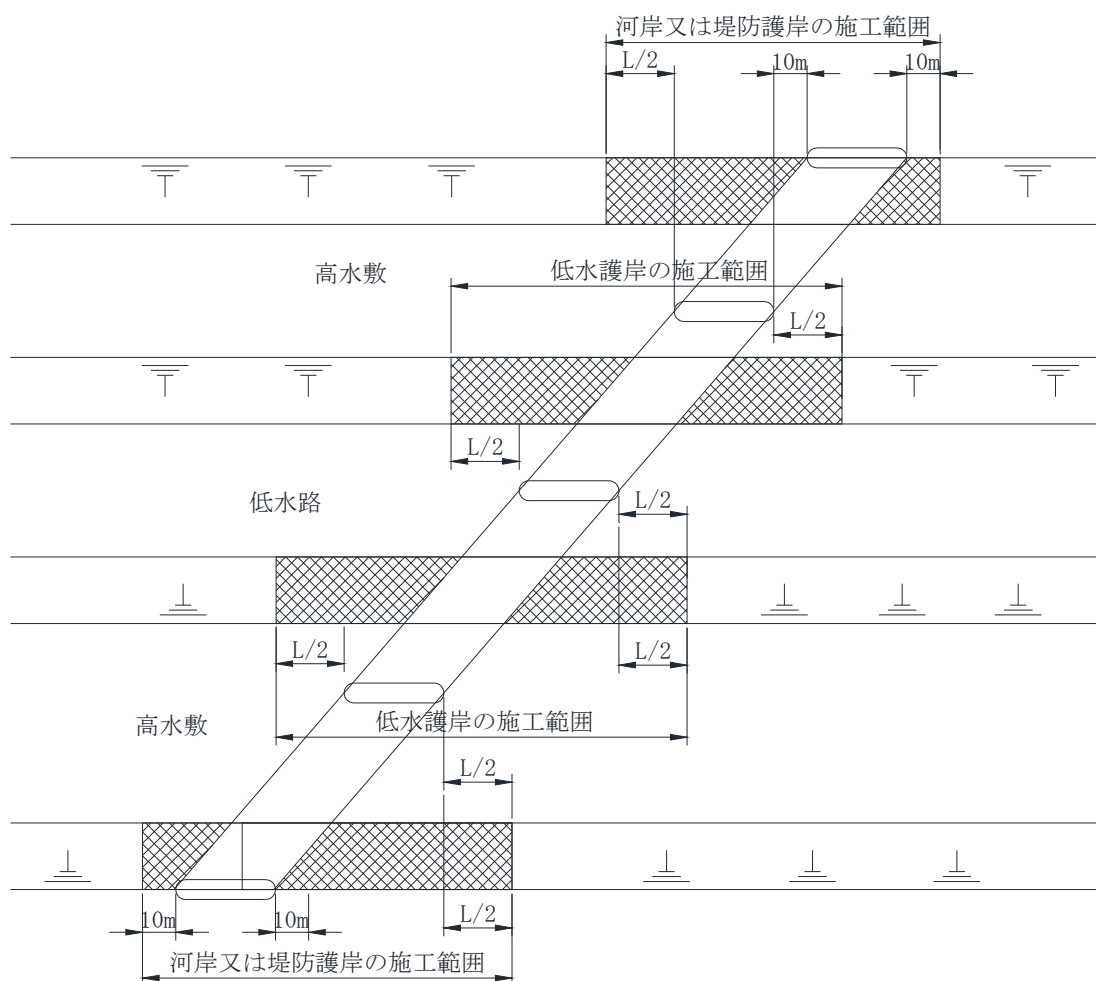


図 1. 2. 1 6 橋の設置に伴い必要となる護岸施工範囲

(出典) (社) 日本河川協会：解説・河川管理施設等構造令， P. 321， H12. 1.

2) 建築限界・桁下空間

支間割の決定要因として、交差条件の建築限界がある。物理的な限界に加えて、設置余裕や視距の確保のために余裕高をとることがある。あわせて、縦断線形の決定要素となる高さ方向の設定方法についても述べる。

① 道路の場合

道路の建築限界は、路面の横断勾配により、図 1. 2. 1 7 のように設定する。道路構造令では、建築限界は高さ 4.5 m (小型道路は 3.0 m) と定められているが、橋梁構造物の計画においては、舗装オーバーレイ等の余裕 0.2 m を考慮して 4.7 m (小型道路は 3.2 m) で計画することがあるため、交差する道路管理者と協議を行い決定する。また、重要物流道路※については、建築限界が 4.8 m (余裕 0.2 m を考慮して 5.0 m) と定められていることもあるため、道路管理者と路線ごとに必要な建築限界高さを確認、協議を行い決定する。

※重要物流道路：「道路法等の一部を改正する法律（平成 30 年法律第 6 号）」において制定。平常時・災害時を問わない安定的な輸送を確保するため、国土交通省が物流上重要な道路輸送網に対して指定したもの。

(平成 31 年 4 月 1 日 指定、事業中・計画中の路線は未定)

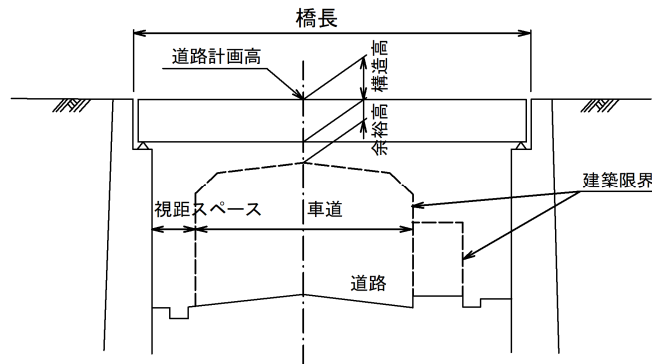


図 1.2.17 跨道橋の桁下余裕高

余裕高の検討に必要な足場防護工の参考図を図 1.2.18 に示す。これらは作業上の必要スペースであり、確保できない場合には、車両高さは 3.8 m (表 4.2.23 参照) なのでその高さまでの車両の通行制限をかけ、設置することとなる。

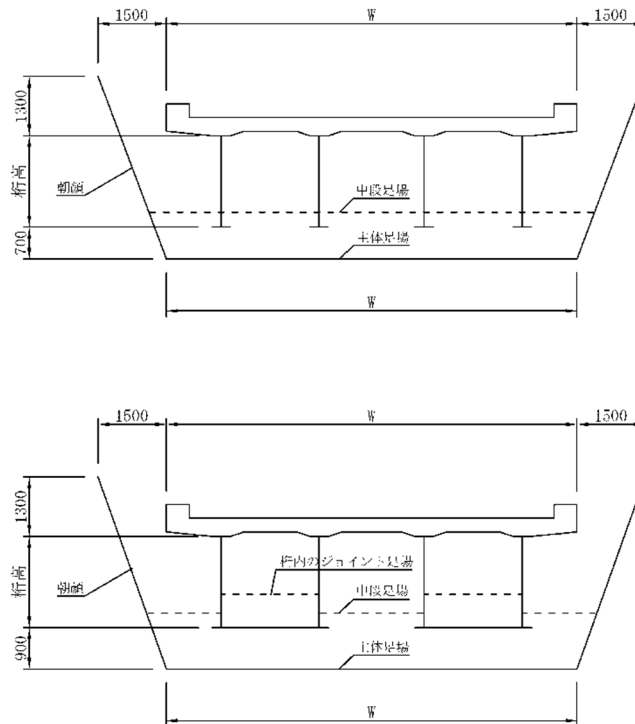


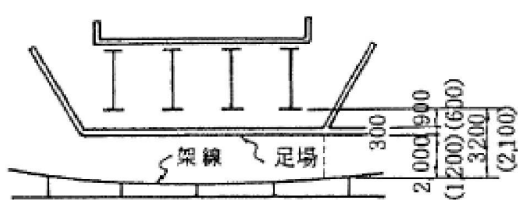
図 1.2.18 足場工及び防護工基準寸法 (上図 I 桁橋、下図 箱桁橋の場合)

② 鉄道の場合

鉄道と交差する橋梁においても、跨道橋と同様、建築限界、軌道から橋台、橋脚までの距離等を十分に検討し、橋長、橋梁構造高を決定すること。周辺の余裕空間については、鉄道の管理者と協議の上決定すること。

また、桁下高さを確保するために、橋面上に縦断勾配を設置して凸状の線形を確保する場合には、前後の道路を含めて橋梁上の見通し線等にも配慮する必要がある。

架設時、維持管理用に必要な余裕空間の参考例を図 1.2.19 に示す。



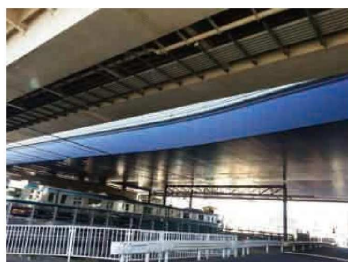
架線と足場下面との離間距離

J R 基準 (指導値)	2,000mm
J R 基準 (最小値)	1,200mm

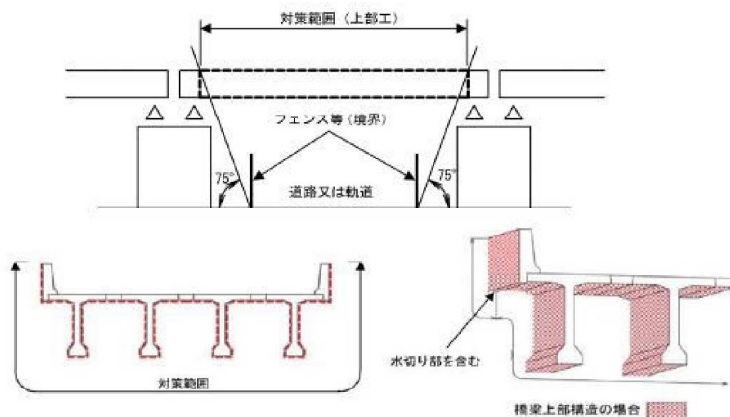
図 1. 2. 1 9 架線と足場下面との離隔距離 (参考)

跨道橋や跨線橋のようにコンクリート片の剥落により第三者に被害を与える可能性がある橋梁については、あらかじめ剥落防止対策または剥落防止予防の実施を検討するのが良い。剥落防止対策の例として、図 1. 2. 2 0 に示す。剥落防止対策としては、メッシュ工法、シート工法、表面含浸材等があるが、経済性や耐久性に加え、交差する鉄道や道路の管理者との協議及び当該対象橋梁の点検手法等を踏まえ、選定すること。

また、点検や補修等の維持管理性の向上対策として、カバープレートによる維持管理用の常設足場を設置する事例もある。跨線橋など点検が容易に行えない橋梁については、点検補修時に発生する費用等と常時足場設置に関する費用について比較検討を行った上で鉄道管理者等と協議し、常設足場の設置を検討するのが良い。



跨線橋設置例 (埼玉県/東京外環自動車道 東北線跨線橋) 【既設橋】



剥落防止対策範囲 (例)

図 1. 2. 2 0 剥落防止対策の例

③ 河川の場合

河川橋の桁下高さは、流木等の影響を考慮し計画高水流量に応じ、計画高水位に表 1. 2. 1 0 の高さを加えた値以上で、橋梁計画地点における河川の両側堤防の表法肩を結ぶ線の高さを下回らないものとする。

堤防高さについては、改修等で変わる可能性もあるため、河川管理者と協議の上決めることが必要である。

砂防指定地内の河川では、曲流部の外側は流水の遠心力による水位上昇が考えられるため内側より護岸天端高を高くしたり、余裕高を高くとる場合がある。

表 1.2.10 計画高水位上余裕

計画高水流量 (単位：m <sup>3</sup> /秒)	計画高水位に加える値 (単位：m)
200 未満	0.6
200 以上 500 未満	0.8
500 以上 2,000 未満	1.0
2,000 以上 5,000 未満	1.2
5,000 以上 10,000 未満	1.5
10,000 以上	2.0

※ 砂防指定地の場合は、上流からの流木等による破壊等を考慮して上表の値に 0.5 mを加えた値とする。

(出典) 解説・河川管理施設等構造令，(社)日本河川協会，P.115，H12.1.

#### 1.2.4 橋台・橋脚の根入れ

橋台・橋脚の根入れは、以下に示すような橋梁の設置される環境や地盤状況に応じて決定するものとする。

- (1) 河川部下部構造の根入れ
- (2) 河川部以外の下部構造の根入れ

##### (1) 河川部下部構造の根入れ

###### 1) 橋台の根入れ

堤防内に設ける橋台の底面は「解説・河川管理施設等構造令」により、図 1.2.5 に示すように堤防の地盤に定着させるものとする。堤防の地盤高は、図 1.2.6 によるものとする。

###### 2) 橋脚の根入れ

橋脚の根入れは、一般的な地盤と岩盤に直接支持させる場合とあるが、「解説・河川管理施設等構造令」により、図 1.2.21 及び図 1.2.22 に示すように根入れを確保するものとする。ただし、一般的な地盤の場合で現況河床が計画河床より低い場合は、最深河床から 2.0 m以上の根入れ確保を管理者から求められる場合が多くあるので、現地盤高さが分からない場合は、河川縦横断測量を行い、現況地盤を確認する必要がある。

特に、河川改修計画で暫定河床、将来河床が計画されている河川においては、それぞれ計画河床高、将来河床計画高を基本として計画するが、当該河川の改修状況、予定などを河川管理者に確認する。また、根入れ深さについても、河川管理者に確認し必要根入れ深さを確保する。

橋脚の底面が岩盤に接するとき、河床に岩が露出しているとき、長期にわたって河床の変動が認められないとき、現に当該施設の下流側に近接して固定部がおおむね計画横断形に係る河床高に合致した堰、床止め、水門等が設けられており河床が安定しているときは、低水路の河床の表面または高水敷の表面より下の部分に設けることができる。

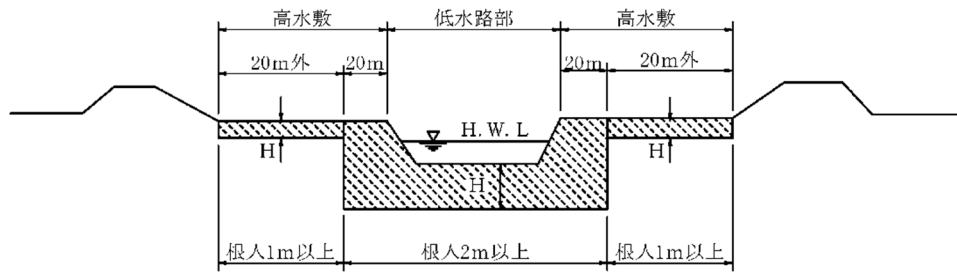
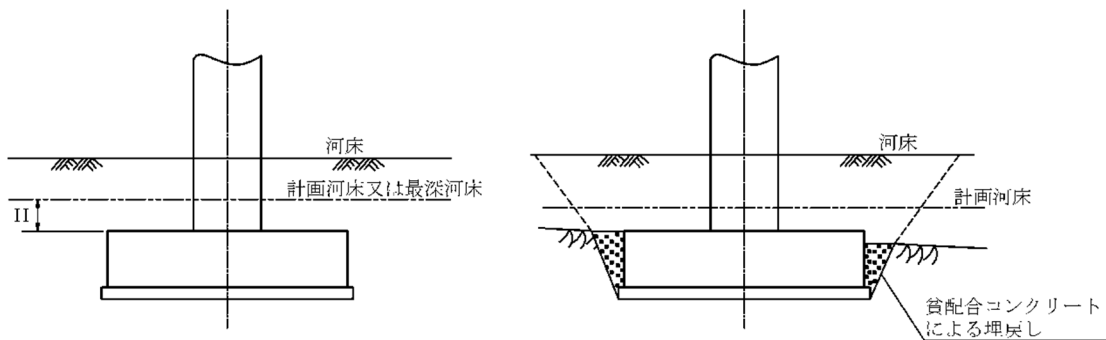


図 1. 2. 2 1 橋脚基礎部根入れ深さ

(出典) 北陸地方整備局：設計要領（道路編）， P. 9-20，

図9. 6， H24. 4.



(a) 一般的な地盤の場合

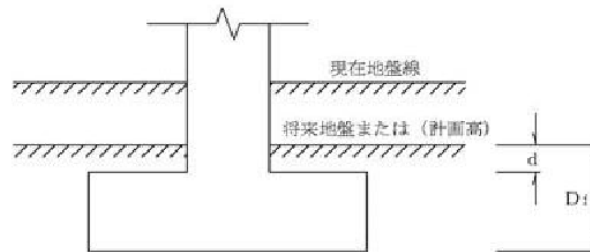
(b) 岩盤に直接支持させる場合

図 1. 2. 2 2 橋脚フーチングの根入れ

(2) 河川部以外の下部構造の根入れ

根入れの深さは、圧密沈下、地下埋設物及び隣接構造物の影響、凍結深さ、地下水位、施工性、経済性等の各項目を十分検討し、総合的に決定しなければならないが、一般的には図 1. 2. 2 3 を標準とする。

また、道路と交差する場合や埋設管等がある場合は図 1. 2. 2 4、表 1. 2. 1 1 に示す様な考えがあり、必要根入れ深さが変わるため、関係機関及び事業者を確認する必要がある。



$D_f$  : 基礎の有効根入れ深さ

$d$  : 通常の場合は最小50cmを標準とする。

図 1. 2. 2 3 一般部の根入れの目安

(出典) 東北地方整備局：設計施工マニュアル(道路橋編)， P. 1-44，

図 1-36， H28. 3.

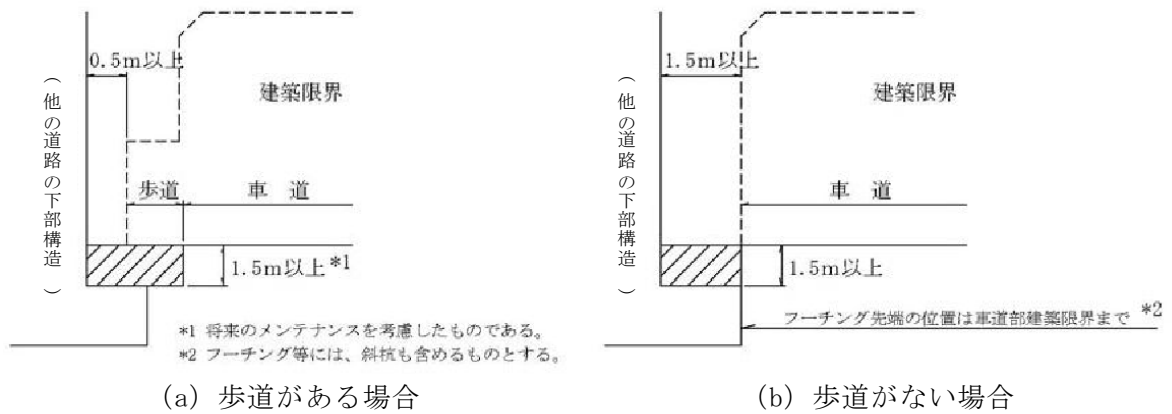


図 1.2.2.4 フーチングと建築限界の関係

(出典) 東北地方整備局：設計施工マニュアル（道路橋編），  
P. 1-25，図1-23，H28.3.

表 1.2.1.1 埋設深の目安

	車道以外	車道
NTT	0.6	1.2(0.8)
電力	0.6	1.2(0.8)
ガス	1.2(0.6)	1.2(1.0)
水道	1.2(0.6)	1.2(1.0)
下水道	3.0(1.0)	3.0(1.0)

\* ( )内数値は工事実施上やむを得ない場合



## 1.2.5 支承条件の決定

橋に温度変化や地震の影響が作用する場合、支承条件の違いにより上部構造の連続径間数及び下部構造・基礎構造の基本寸法が大きく異なることが想定されるため、予備設計段階で支承条件の検討を行うことが望ましい。

### (1) 支承条件

支承条件は、固定、可動、分散、免震など鉛直力及び水平力の支持方法に着目して設定する。

単純桁構造などは固定-可動として両橋台で片側を固定支承として水平力を受け持つ支承、片側は水平力に抵抗しない可動支承とすることが一般的である。固定支承を設定する条件としては、下部構造の支持地盤が堅固な条件を有する方、または道路縦断高さが低い方など構造的に水平力を受け持つことが有利となる方に設定することが一般的である。

また、多径間連続構造など下部構造全体に均一に上部構造死荷重による地震時慣性力を分担させることが有利となる場合には、分散構造や免震構造による地震時水平反力分散構造として全体の荷重支持バランスを図るなど、橋梁全体の構造系には支承条件が大きく関連するため、形式の選定時に地質条件、道路線形を踏まえて総合的に判断することが必要である。

支承条件は、橋軸方向について考えられることが多いが、橋軸直角方向についても固定、可動、分散、免震などについて構造上有利となる条件を検討することが必要である。直角方向を固定以外の変位を伴う構造とする場合には、伸縮装置も橋軸直角方向に追従できるタイプを選定するなど、付属物も含めた計画が必要となる。

### (2) 支承部の分類

ここでは、基本的な構造上の分類である、水平力の支持方法による分類を行う。また、機能構成による分類など、詳細は「本手引き 第7章」に記載する。

#### ① 固定支持型

##### (i) 固定可動構造

一支承線が固定支持で、他の支承線は全て可動支持とする構造の場合、地震時の橋軸方向の上部構造の慣性力の全ては固定支承部に作用する。

多径間連続高架橋において、1点固定支承として計画する場合、特に大きな水平力を支持する機構となることから、全体計画として最適であるかを総合的に吟味することが必要である。

##### (ii) 多点固定方式による地震時水平分散構造

複数の橋脚上に固定支承を設ける支持構造であり、地震時の上部構造の慣性力がそれぞれの固定支承を介して下部構造に伝達され、橋全体の剛性が大きく耐震性の高い橋の実現が可能となる。

沖積地盤のように基礎周辺の地盤が軟らかい場合、弾性支持型のゴム支承を用いると橋を長周期化することとなり地盤と橋の共振を引き起こす可能性がある。このような場合は多点固定方式の採用が望ましい。橋脚の高さが低く、良好な地盤に基礎を置く場合は下部及び基礎構造の曲げ剛性が大きくなり、温度変化、コンクリートのクリープや乾燥収縮等によって生じる不静定力の増加を伴うことがある。また、地層の変化や地形の起伏が大きい場合、下部構造への分担慣性力に片寄りが生じ、構造特性や経済性に対して不利となることがある。このような場合の採用については十分な検討が必要となる。

## ② 可動支持型

可動支持型とは、固定支持型や弾性支持型と組み合わせて使用され、ころがりやすべり機構により上部構造の水平・回転変位に追随するもので、水平力の算定にはこれまでの経験より移動面（ころがりやすべり）の摩擦係数を用いるのとしている。摩擦係数は支承部の機構や使用材料により異なるため、これらに応じた係数を適切に求めることが必要である。これまでに採用されている移動機構及び使用材料と摩擦係数の関係を表 1.2.12 に示す。

表 1.2.12 可動支承の摩擦係数

摩擦機構	水平移動の機構（支承の種類）	摩擦係数
ころがり摩擦	鋼製のローラー支承	0.05
すべり摩擦	ふっ素樹脂とステンレス板	0.10

## ③ 弾性支持型

### (i) ゴム支承による地震時水平力分散構造

ゴム支承による地震時水平反力分散構造は、ゴム支承のせん断剛性を利用して、上部構造の地震時慣性力を複数の下部構造に分散させるもので、軟弱地盤を除く地盤上の多径間連続構造等に用いられる。ただし、上部構造端部における移動量が大きくなることに留意が必要である。

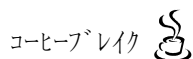
### (ii) 免震構造

免震構造は、支承部に水平方向に上部構造を柔らかく支持することで固有周期の長周期化を図ることを目的としたアイソレート機能と、地震時のエネルギー吸収を図り地震時慣性力の低減を図ることを目的とした減衰機能を持たせた構造であり、ゴム系の免震支承が一般的に用いられる。橋の変形性能及びエネルギー吸収性能を向上させることにより、免震支承は、地震動による桁の水平変位をゴム支承による地震時水平反力分散構造よりも低減できるため、走行性や耐震性の観点から、極力、多径間連続化を図る方向で検討を加えるのが望ましい。なお、軟弱地盤では、過度な長周期化については地震時における水平変位の増大、橋と地盤との共振の発生等の懸念があるため、採用にあたっては、過度な長周期化を図るのではなく、減衰性の向上による上部構造の地震時応答変位に着目する等、十分な注意が必要である。

免震支承の採用については、「本手引き 8.7 免震橋」を参照されたい。

## 1. 2. 6 計画における留意事項

橋梁施工時においては、上空の特別高圧線が支障となる場合があるので、高圧線の高さや必要な離隔等を計画段階で把握しておくのがよい。



### 「パッド型ゴム支承の設計」

パッド型ゴム支承にはゴムのせん断変形に伴う水平力が生じるため、パッド型ゴム支承が限界状態を超えないことを確認する場合には、このゴムのせん断変形に伴う水平力を支承部に作用する力として用いることとなります。

従来、設計で広く行われている一つの方法として、例えば、パッド型ゴム支承と上下部構造の摩擦により滑動させない範囲で用いる方法があります。ゴム支承のせん断変形を直接算出しなくとも、生じるせん断変形に伴う水平力が静摩擦力を越えないように設計すれば、パッド型ゴム支承のせん断変形に対する限界状態を超えないことを確認することができます。このとき、摩擦係数を設定するにあたっては、そのばらつき等を考慮する必要がありますが、すべり機構の可動支承に一般的に用いられている摩擦係数0.10～0.15程度に小さく設定すれば、安全側の設計とすることができます。

なお、このような設計手法を用いる場合は、設定した摩擦係数が想定通り十分に安全側の摩擦係数となるようにパッド型ゴム支承と上下部構造に用いる材料を適切に選定するとともに、材料の経年劣化による摩擦係数の増加を考慮する必要があります。