

第 2 編 計画・設計

～目次～

第2編 計画・設計

第1章 計画	18
1. 1 計画一般	18
1. 1. 1 基本的な事項	18
1. 1. 2 橋梁計画の手順	19
1. 2 形式の選定	20
1. 2. 1 橋梁形式の選定	20
1. 2. 2 橋台位置の決定	32
1. 2. 3 支間割の決定	36
1. 2. 4 橋台・橋脚の根入れ	43
1. 2. 5 支承条件の決定	45
1. 2. 6 計画における留意事項	47
第2章 調査	48
2. 1 調査の基本方針	48
2. 2 調査の種類	48
2. 3 地盤調査	49
2. 3. 1 一般	49
2. 3. 2 予備調査	50
2. 3. 3 本調査	51
2. 3. 4 設計に用いる地盤定数の評価	54
2. 4 河相、利水状況等の調査	57
2. 5 施工条件の調査	58
第3章 共通	60
3. 1 設計の基本	60
3. 1. 1 設計の基本方針	60
3. 1. 2 設計一般	60
3. 1. 3 構造規格	62
3. 2 荷重	63
3. 2. 1 総則	63
3. 2. 2 活荷重	64
3. 2. 3 施工時荷重	66
3. 3 歩道形式	66
第4章 鋼橋	67
4. 1 総則	67
4. 1. 1 各橋梁形式の概要と特徴	67

4. 1. 2	床版形式	79
4. 2	設計要領	80
4. 2. 1	設計一般	80
4. 2. 2	鋼種の選定	84
4. 2. 3	床版	85
4. 2. 4	高力ボルト継手	88
4. 2. 5	輸送と部材縦継手	92
4. 2. 6	現場溶接構造	96
4. 3	プレートガーダー橋	100
4. 3. 1	骨組の構成	100
4. 3. 2	I断面プレートガーダーの断面構成	100
4. 3. 3	箱断面プレートガーダーの断面構成	101
4. 3. 4	水平補剛材の取付け方法	101
4. 3. 5	垂直補剛材の取付け方法	102
4. 3. 6	桁端部の張出し量	102
4. 3. 7	横構	103
4. 4	疲労設計	104
4. 4. 1	疲労設計の基本	104
4. 4. 2	構造上好ましくない継手の例	107
4. 5	防せい・防食	109
4. 5. 1	一般	109
4. 5. 2	塗装系の選定	109
4. 5. 3	記録	113
4. 6	無塗装耐候性橋梁	115
4. 6. 1	総則	115
4. 6. 2	計画時における検討	117
4. 6. 3	表面処理	120
4. 6. 4	構造細目	121
4. 6. 5	施工上の留意点	126
4. 7	架設	128
4. 7. 1	概要	128
4. 7. 2	架設工法の選定	131
4. 7. 3	製作、輸送との関係	138
第5章	コンクリート橋	139
5. 1	橋梁形式の種類と特色	139
5. 1. 1	コンクリート橋の特徴	139

5. 1. 2	各橋梁形式の概要と特徴	143
5. 2	プレストレス	151
5. 2. 1	プレストレストコンクリートの概要	151
5. 2. 2	プレストレス力	152
5. 2. 3	PC鋼材の選定	154
5. 2. 4	PC鋼材の配置	155
5. 2. 5	PC鋼材の定着位置と定着具付近の補強	155
5. 3	設計に関する基本的事項	158
5. 3. 1	設計計算についての基本的な考え方	158
5. 3. 2	部材の照査	159
5. 3. 3	曲げモーメント及び軸方向力が作用する部材の照査	160
5. 3. 4	せん断力が作用する部材の照査	161
5. 3. 5	ねじりモーメントが作用する部材の照査	163
5. 3. 6	その他の照査	164
5. 4	設計一般	165
5. 4. 1	終局荷重作用時の荷重組合せ	165
5. 4. 2	使用材料	165
5. 4. 3	許容応力度	166
5. 4. 4	PC橋の設計計算	168
5. 4. 5	構造細目	169
5. 4. 6	床版橋	170
5. 4. 7	T桁橋	173
5. 4. 8	PCコンポ橋（PC合成桁橋）	174
5. 4. 9	箱桁橋	175
5. 4. 10	プレキャスト桁架設方式連続桁橋（連結桁橋）	176
5. 4. 11	外ケーブル構造	178
5. 4. 12	RC橋	180
5. 5	コンクリート橋の道路線形への対応	181
5. 5. 1	平面線形への対応	181
5. 5. 2	縦断線形への対応	182
5. 5. 3	横断勾配への対応	182
5. 5. 4	斜角への対応	185
5. 6	プレストレストコンクリート橋の架設工法	187
5. 6. 1	架設の概要	187
5. 6. 2	架設工法の種類	189
5. 6. 3	架設工法の選定	196

第6章 下部構造	198
6. 1 総則	198
6. 1. 1 概要	198
6. 2 設計に関する基本的事項	198
6. 2. 1 設計計算についての基本的な考え方	198
6. 2. 2 許容応力度一般	199
6. 2. 3 コンクリートの許容応力度及びヤング係数	199
6. 2. 4 鉄筋、構造用鋼材の許容応力度	201
6. 2. 5 設計水位の考え方	202
6. 2. 6 荷重の組合せ	203
6. 2. 7 風荷重作用時の照査	205
6. 3 橋台・橋脚の設計	206
6. 3. 1 部材の照査	206
6. 3. 2 橋台の設計	207
6. 3. 3 橋脚の設計	213
6. 3. 4 フーチングの設計	218
6. 3. 5 橋台の背面と踏掛版の設計	220
6. 3. 6 橋座部の設計	224
6. 4 基礎の設計	227
6. 4. 1 基礎の設計に関する基本事項	227
6. 4. 2 設計上の地盤面	228
6. 4. 3 直接基礎の設計	229
6. 4. 4 杭基礎の設計	233
6. 4. 5 ケーソン基礎の設計	243
6. 4. 6 鋼管矢板基礎の設計	250
6. 4. 7 地中連続壁基礎の設計	254
6. 4. 8 深礎基礎の設計	257
6. 5 設計要領	261
6. 5. 1 鉄筋コンクリート部材の構造細目	261
6. 5. 2 逆T式橋台（壁式橋脚）の配筋	266
6. 5. 3 フーチングの配筋	268
6. 5. 4 杭とフーチングの接合部	270
6. 5. 5 杭の配列	273
6. 5. 6 場所打ち杭の構造細目	274
6. 5. 7 深礎基礎の構造細目	275
第7章 付属物	276

7. 1	支承	276
7. 1. 1	一般	276
7. 1. 2	支承部に必要な機能と基本的な機構	277
7. 1. 3	支承部の分類	278
7. 1. 4	支承の種類	280
7. 1. 5	支承部の形式選定	280
7. 1. 6	支承部の配置	283
7. 1. 7	支承部の設計	286
7. 1. 8	支承部の箱抜き形状	288
7. 2	伸縮装置	289
7. 2. 1	機能と分類	289
7. 2. 2	設計と選定	291
7. 2. 3	上部構造端部の遊間	293
7. 3	付属物	295
7. 3. 1	排水装置	295
7. 3. 2	橋梁用防護柵	299
7. 3. 3	橋面舗装	307
7. 3. 4	橋歴板及び橋名板	310
7. 3. 5	落下物防止柵	311
7. 3. 6	照明	313
7. 3. 7	点検施設	314
7. 3. 8	添架物	316
第8章	耐震設計	319
8. 1	耐震設計の基本方針	319
8. 1. 1	耐震設計の基本	319
8. 1. 2	耐震設計一般	321
8. 1. 3	耐震設計上考慮すべき荷重	324
8. 1. 4	地震の影響	324
8. 1. 5	設計地震動	325
8. 1. 6	耐震設計上の地盤種別	328
8. 1. 7	耐震設計上の地盤面	329
8. 2	耐震性能の照査	332
8. 2. 1	一般	332
8. 2. 2	耐震性能1に対する限界状態	334
8. 2. 3	耐震性能2に対する限界状態	334
8. 2. 4	耐震性能3に対する限界状態	334

8. 2. 5	橋の形式と耐震設計法	337
8. 2. 6	上部構造の落下防止対策	338
8. 3	静的照査法による耐震性能の照査方法	339
8. 3. 1	一般	339
8. 3. 2	レベル1地震に対する耐震性能の照査	342
8. 3. 3	レベル1地震の設計水平震度	343
8. 3. 4	レベル2地震に対する耐震性能の照査	343
8. 3. 5	レベル2地震動の慣性力の算定と設計水平震度	345
8. 3. 6	慣性力の算定方法	347
8. 3. 7	設計振動単位の考え方	349
8. 3. 8	固有周期の算定方法	351
8. 3. 9	橋脚基礎の地震時保有耐力照査	355
8. 3. 10	橋台基礎の照査	356
8. 4	動的照査法による耐震性能の照査方法	357
8. 4. 1	一般	357
8. 4. 2	入力地震動	358
8. 4. 3	解析方法	359
8. 4. 4	橋及び部材のモデル化	359
8. 4. 5	耐震性能の照査	361
8. 5	地震時に不安定となる地盤の影響	363
8. 5. 1	基本的な考え方	363
8. 5. 2	耐震設計上ごく軟弱な土層又は橋に影響を与える液状化が生じると 判断された土層の取扱い	364
8. 5. 3	耐震設計上土質定数を低減させる土層とその取扱い	366
8. 5. 4	液状化が生じる地盤上の橋台について	366
8. 6	落橋防止システム及び支承部	368
8. 6. 1	基本的な考え方	368
8. 6. 2	桁かかり長	372
8. 6. 3	落橋防止構造	373
8. 6. 4	横変位拘束構造	375
8. 7	免震橋	376
8. 7. 1	一般	376
8. 7. 2	免震橋の耐震性能の照査	377
8. 7. 3	免震支承のモデル化	377

第1章 計画

1.1 計画一般

1.1.1 基本的な事項

橋梁計画の基本的な考え方は次のとおりとする。

- (1) 曲線橋、斜橋、縦断勾配の大きい橋とならないように、適正な架橋位置と路線線形を決定するものとする。
- (2) 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うものとする。
- (3) 計画の段階から交差する河川や道路等の管理者と十分協議する。
- (4) 構造的、経済性、施工性、維持管理（点検や補修等）の確実性及び容易さ、走行性等について十分考慮するものとする。
- (5) 橋梁自体及び周囲の環境・景観に対して十分配慮するものとする。

(1) 一般に、路線の決定は、地形、用地、地上物件その他数多い要素により決定される。しかし、橋梁構造物の道路全般に及ぼす工費及び工程上の影響の大きさを考えると、逆に道路の路線決定時において、橋梁にとって設計、施工、経済上、有利な線形を採用するよう努めることも必要である。

(2) 橋は道路の一部をなすものであるため、その架橋位置の選定にあたっては、路線線形に適合することが必要である。道路計画の最も基本となる路線線形の決定段階においては、最終的にその路線や特定の区間に対して道路に求められる機能が確実に発揮できるように、道路橋をはじめとする各種の道路構造物や切土・盛土等について、できるだけ安全で信頼性の高いものが計画できるように配慮することが重要である。又、地域の防災計画と整合して被災時の避難経路や救援や復旧活動などに支障を生じることなく、それぞれの橋に求められる性能を発揮できるように架橋位置や構造形式等に配慮が必要である。

(3) 橋梁の計画にあたっては、検討すべき基本的事項は、橋長、支間、橋台や橋脚の位置、方向、桁下高、及び基礎の根入れ等であるが、これらは、地形、基礎地質の状態等によるほか、交差する河川や道路の管理者の意向が重要な要素をなすので、事前に十分な基礎地質調査を行い、交差物管理者とも十分に協議しておかななくてはならない。

(4) 橋梁は構造上安定したものであるだけでなく、上下部工一体として経済的に優れたものを選定しなければならない。経済性に関しては、ライフサイクルコストを最小化する観点から、単に建設費を最小にするのではなく、点検管理や補修等の維持管理費を含めた費用がより小さくなるよう心がけることが大切である。

経済的で施工性が良い形式であっても将来、維持管理に手間がかかるものであっては困るので、設計段階において、供用期間中に必要となる維持管理行為を想定し、必要な箇所全てに対してそれが確実に行えるようになっていることにも十分な考慮が必要である。

橋梁上の走行の安全性、快適性を支配する路線線形や伸縮装置については、構造等十分考慮しなければならない。

(5) 橋梁が置かれている周辺の自然環境、都市環境との調和について考慮し、構造形式、上下部構造の造形、色彩等を検討する。別途、景観設計が必要とされる場合は、地元自治体等と十分協議するものとする。

1.1.2 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。

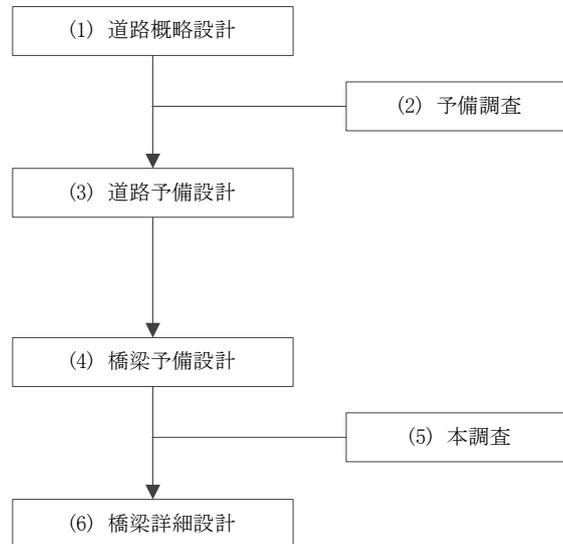


図1.1.1 橋梁設計の流れ

(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、橋梁等）の概算数量、概算工事費を算出し、全体ルートと比較案及び最適案を提案する。

(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、維持管理性、走行性、安全性及び環境等の総合的な検討と橋梁等主要構造物の位置、概略形式、基本寸法を計画し、技術的・経済的判定や利便性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、上部工、下部工、基礎工について、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ものとする。

(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。又、細部測量や施工条件調査を必要に応じて行う。

(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。

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。

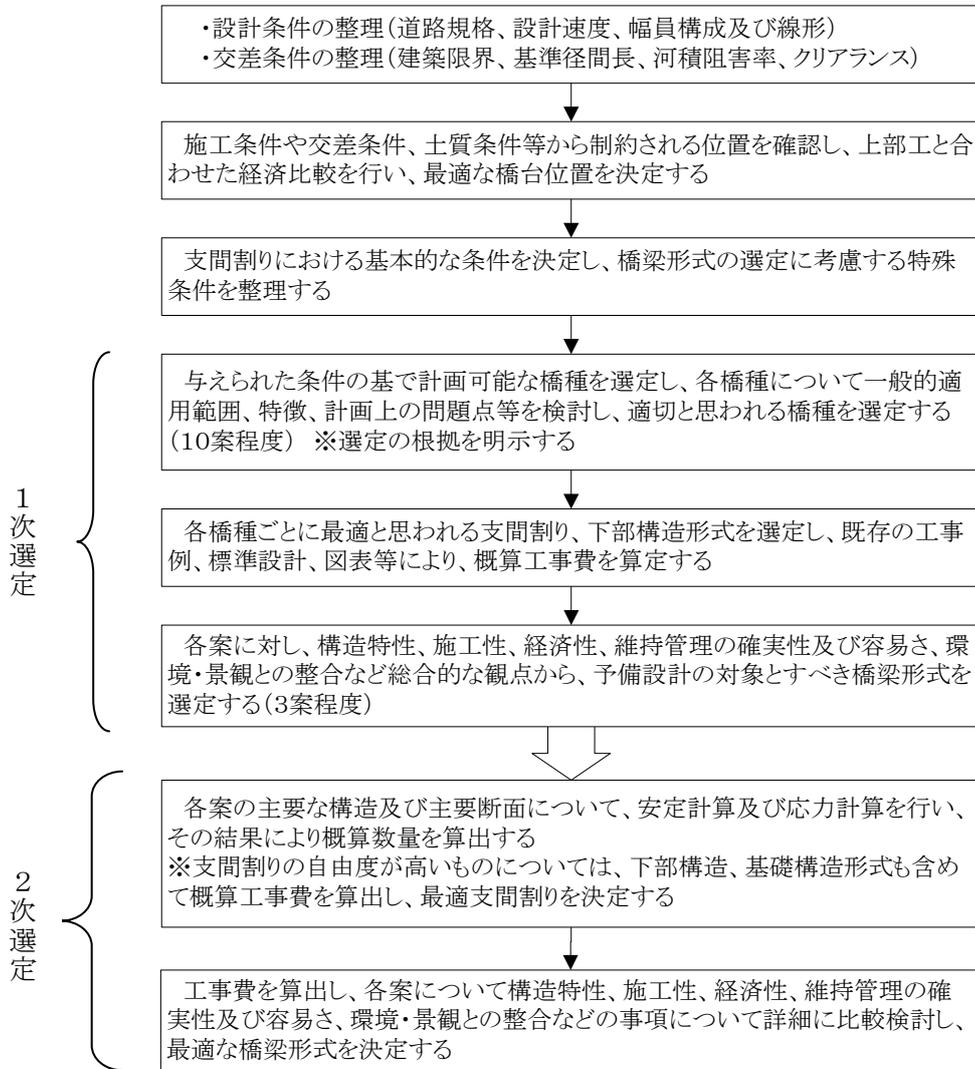


図1.2.1 形式選定の手順

(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。

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、概算工事費の算定資料（第5編参考資料参照）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、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。

(2) 2次選定

1) 上部工の設計計算

2次選定における上部工の設計計算については、主要点（主桁最大モーメント又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) 下部工・基礎工の設計計算

2次選定における下部工、基礎工については、震度法により、躯体及び基礎工の形式規模を想定し、概略の応力計算及び安定計算を行う。また、道路等の交差条件等において、躯体の寸法、支間割及び支承条件等は建築限界、河川条件、河積阻害率等と密接に関係するため、諸条件のポイントとなる下部工について地震時保有水平耐力法による耐力照査を行う。

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、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。

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、又橋梁に求められている機能も異なってくる。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（第5編 参考資料 第4章 橋梁形式選定における評価及び配点についてを参考にするとよい）。

※社会経済状況や現場状況を考慮し、適宜、配点する。

表 1.2.1 標準配点例

経済性	構造的性	施工性	走行性	維持管理	環境・景観	合計
50点	20点	10点	5点	10点	5点	100点

① 経済性 最も経済的なものとの比率で採点

$50点 \times (\text{最適案の経済性} / \text{各案の経済性})$

経済性は上部工、下部工、基礎工、仮設工等のトータルコストで算出するものとする。1次選定はイニシャルコストとし、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ものとする。又、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。

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：補修頻度・難易度（点検の容易性を含む）等

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

コーヒーブレイク 

「斜橋、曲線橋はなぜ嫌われる」

<斜橋>

【構造性】 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すると、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。上部工の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。

<曲線橋>

【構造性】 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。

基礎工の選定の目安を表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。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		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。
杭基礎		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。
ケーソン基礎		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、上部工及び下部工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。
鋼管矢板基礎		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中基礎として用いられることが多い。
地中連続壁基礎		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。
深礎基礎		地下水位の低い比較的堅固な地盤において土留めを用いて地盤を掘削し、支持層の状況を直接確認し、鉄筋コンクリートを構築する工法である。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。

表 1.2.3 基礎形式の分類

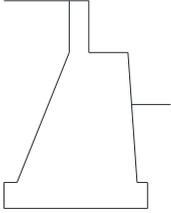
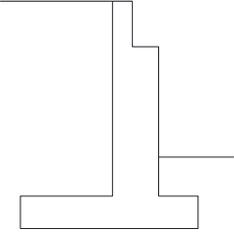
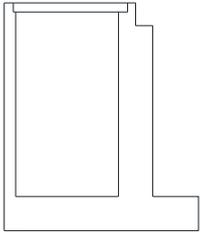
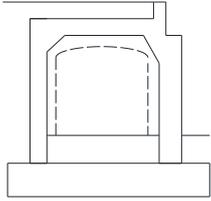
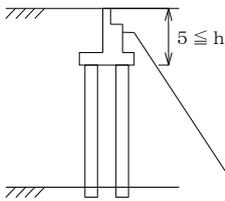
直接基礎	良好な支持地盤が地表面から浅い位置にある場合に適用する。		
杭基礎	打込み杭工法	PHC・SC杭	打撃工法 主として、ハンマの打撃エネルギーを杭の打込み方向に与え、土中に貫入させる方式。騒音・振動が発生するため、近隣に住居等がない場合に採用される場合が多い。
		鋼管杭	バイプロハンマ工法 バイプロハンマにより発生させた往復運動を杭に与え、起振力により杭体を土中に貫入させる。
			打撃工法 主として、ハンマの打撃エネルギーを杭の打込み方向に与え、土中に貫入させる方式。騒音・振動が発生するため、近隣に住居等がない場合に採用される場合が多い。
	中掘り杭工法	PHC・SC杭	最終打撃方式 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に適用する。
	鋼管ソイルセメント杭工法	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。	
	プレボーリング杭工法	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・圧入又は全旋回し、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。
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。		
PCウェル	円筒形の単体ブロックを施工地点で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) 下部工形式の選定

下部工形式は、上部工形式、規模、地盤条件、施工条件、耐震性等を考慮して選定する。選定に至っては表1.2.5、表1.2.6を参考にするとよい。

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。

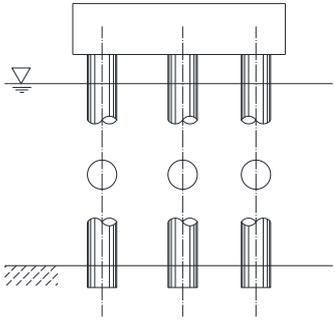
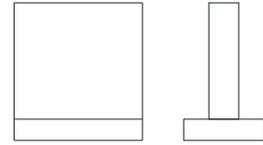
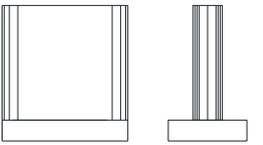
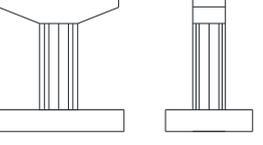
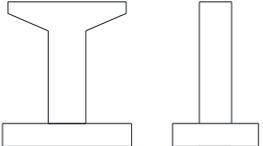
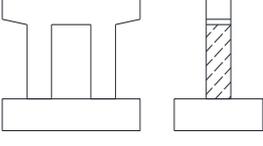
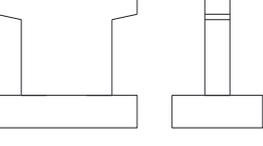
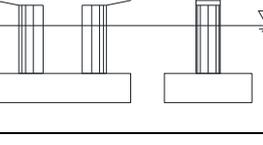
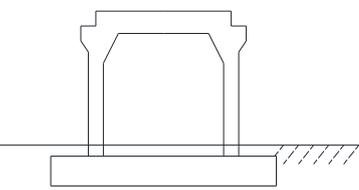
表1.2.5 橋台形式の選定

形式	適用高さの目安	特徴
重力式 	$3m \leq H \leq 5m$	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。
逆丁式 	$5m \leq H \leq 15m$	<ul style="list-style-type: none"> 施工性が良く、しかも構造が単純となるので H=15m 程度まで用いられる。 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。 自重を少なくし、背面上砂の自重で安定を保つ。 立地条件によっては、L型橋台を採用する場合もある。
箱式 	$13m \leq H \leq 20m$	<ul style="list-style-type: none"> 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、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。
ラーメン式 		<ul style="list-style-type: none"> 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。 上部工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。 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。 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。
その他 	$5 \leq h \leq 7m$	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。

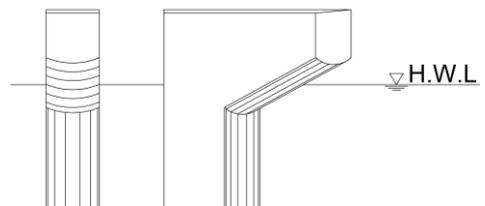
注) 側方移動に対して注意すること。

※ 適用高さの境界付近は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"> 山留、締切が不可能な湖沼や河岸部。 (河川部では原則禁止) 	<ul style="list-style-type: none"> 杭基礎頂部を横梁で結合したラーメン構造。 隅角部の補強が構造的に困難。 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。 仮設工が不要なため施工が簡単で、安価である。 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。 耐震性や耐久性に問題を有する事例もみられるため、採用を検討する場合には注意が必要である。
逆 下 式	<p>壁 式: 矩形(1) 小判型(2) 張出し方: 円柱(3) 角柱(4) ラーメン式(5) 矩形(6) 小判型(7)</p> <p>(1) </p> <p>(2) </p> <p>(3) </p>	<p>(4) </p> <p>(5) </p> <p>(6) </p> <p>(7)※ </p>	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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)。 ※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。 (2)(7)流心方向が一定の河川部に多い。 (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、経済性において円柱よりやや劣る。 (5)橋軸直角方向にはラーメン形式となる。
ラ ー メ ン 式		<ul style="list-style-type: none"> 構造寸法を小さくする場合。 鉄道橋に多い構造で上・下部一体であり、橋軸、直角方向ともラーメン構造 (温度変化力等から、3~4径間が限度) 市街地における異形ラーメンでは、立地・施工条件を考えて鋼製脚とする場合が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> スレンダーにできるため市街地等の立体交差や高架橋において、見通しがよく、車両の交通安全や、桁下空間の利用等の利点が多い。

※ 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、張出し部下面を流線形等とすることが望ましい。

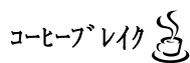


(5) 上部工形式の選定

上部工には、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。

上部工形式の選定は表1.2.7、表1.2.8、表1.2.9等を参考にしてよい。表1.2.7、表1.2.8、表1.2.9に示す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。



「合成桁・非合成桁」

鋼橋の設計にあたり、活荷重や後死荷重に対して床版剛性を考慮した構造を合成桁橋といい、主桁剛性のみを考慮した構造を非合成桁橋といいます。

合成桁橋は、床版の損傷が橋梁全体の耐荷力に大きく影響を及ぼすことから、合成桁の採用を検討する場合は、将来、床版の打替えを想定し、橋の供用を完全に停止する必要がなく、かつ比較的容易に打替えを行う手順や仮設計画、及びそのための補強材等の必要性、架橋地周辺に迂回路の確保ができること等について検討を行う必要があります。

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。

表 1.2.7 鋼橋の標準適用支間

橋梁形式	支間長(m)										曲線橋の適用の目安	橋 要		
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
単純鋼合成桁橋	■											×	1/14~27	
単純非合成I桁橋				○ 64								○	1/15~20	
単純合成I桁橋				○ 60								○	1/16~21	
単純非合成箱桁橋				○ 92								○	1/18~25	
単純合成箱桁橋				○ 75								○	1/19~26	
連続非合成I桁橋				○ 89								○	1/16~22	
連続非合成箱桁橋				○ 80								○	1/20~30	
鋼床版I桁橋				○ 80								○	1/25	
鋼床版箱桁橋				○ 80								○	1/27.5	Costa e Silva Br. (B)300
少数主桁単純I桁橋												○	1/17	
少数主桁連続I桁橋												○	1/15~20	
開断面箱桁橋												○	1/25	
箱桁橋桁橋(合成・PC床版)												○	1/25	
ラーメン橋(エラウメン)												○	-	
ラーメン橋(V脚形式)												○	-	Grand Canal Maritime Br. (A)275
ラーメン橋(橋脚と脚部構造)												○	-	Necher Tal Br. (箱)263
単純トラス橋												○	1/7~9	Chester Br. (米)227
連続(ガルバネ)トラス橋												○	1/8~10	Quebec Br. (加)519
合理化トラス橋												○	-	
ランガンー桁橋												○	1/6~7	
ローゼー桁橋												○	1/6.6~6.8	
逆ローゼー桁橋												○	1/6.0~7.3	
ランガンートラス桁橋												○	1/6.0~7.3	
トラスト・ランガンー桁橋												○	1/6.8~6.9	
ニールセン桁橋												○	1/6.8~6.9	
吊橋(無補剛形式)												○	1/6.5	掛浦大橋(中国)550
吊橋(補剛形式)												○	1/5.3~6.3	New River Gorge Br. (米)518
												○	-	新通良工務大橋1088
												○	-	
												○	-	多々瀬大橋
												○	-	○ 989
												○	-	明彦川橋
												○	-	○ 1991

一般的によく適用される範囲 ■ 比較的適用される範囲 ○ 適用された最大支間例

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。

参考：デザインデータブック' 11P.15 (社) 日本橋梁建設協会 (H23.4)

表 1.2.8 (1) 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
	バ イ プ レ 工 法	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	
波型ウェブ橋				■	■	■		○	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
	バ イ プ レ 工 法	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。

参考：PC道路橋計画マニュアル（社）フレレスト・コンクリート建設業協会（H19.10）

P.8 図-1.2.1、P.9 図-1.2.2、P.10 図-1.2.3

表 1.2.8(2) 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。

参考：PC道路橋計画マニュアル（社）プレストレスト・コンクリート建設業協会（H19.10）

P.11 図-1.2.4、P.12 図-1.2.5

表 1.2.8(3) 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	■							○	-
エクストラードロード橋	■	■	■	■				×	-
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。

参考：PC道路橋計画マニュアル（社）プレストレスト・コンクリート建設業協会（H19.10）

P.13 図-1.2.6、P.14 図-1.2.7

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、橋梁全体コストの中で占める割合の高い、支承や伸縮装置を省略した構造であり、コスト削減ができる仕組みとなっています。一方で、伸縮装置や支承を省略することにより、これらが担ってきた温度変化による桁の伸縮等の上部構造に生じる変位に追随する機能が失われるため、その機能が代替できるように設計で適切に考慮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短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。

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杭形式が採用される。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° 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

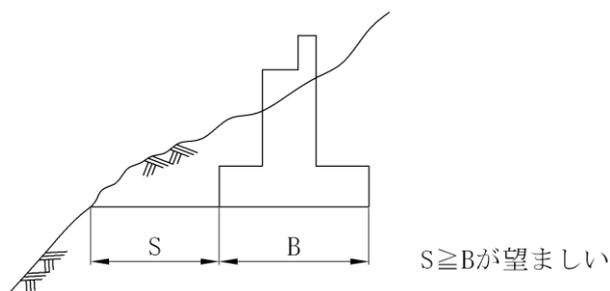
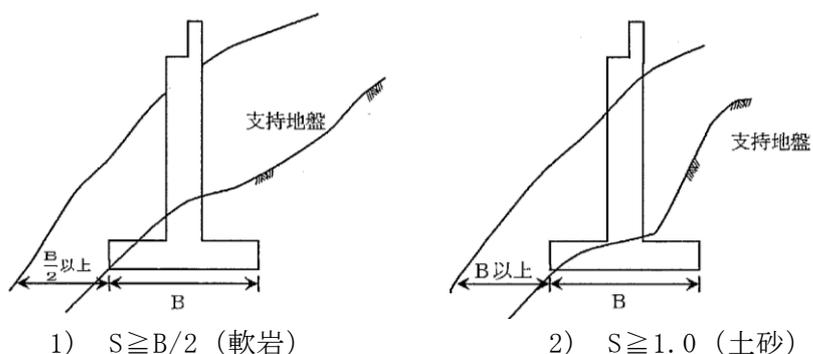


図 1. 2. 2 基礎地盤が土砂系の場合の前面余裕幅

ii) 岩盤系の場合

現地盤の状況により、図 1. 2. 3 に示す前面余裕幅 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。



1) $S \geq B/2$ (軟岩)

2) $S \geq 1.0$ (土砂)

参考：設計施工マニュアル(橋梁編)東北地方整備局 (H20.12) P. 7-10 図7-4

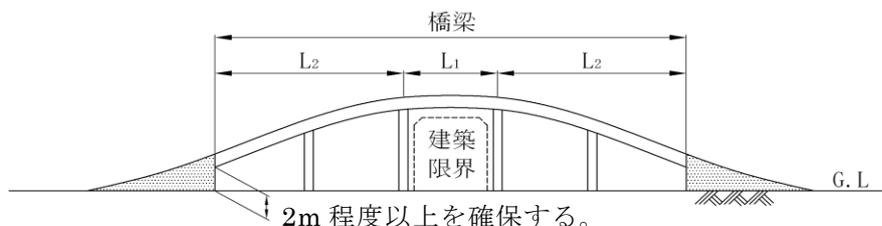
図 1. 2. 3 基礎地盤が岩盤系の場合の前面余裕幅

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、又は鉄道に必要な桁下空間、橋梁の推定構造高さ、点検等に必要の桁下余裕高さ等から路面の縦断線形を決める。
- 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。

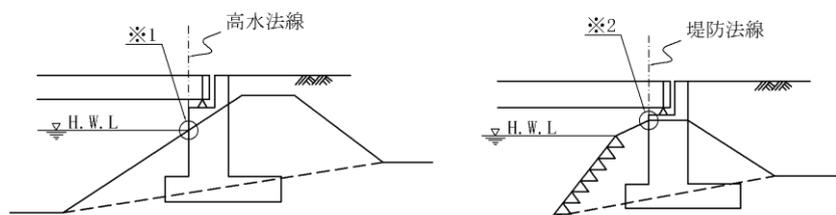


L_1 : 交差する道路、又は鉄道から決められる最短橋長
 L_2 : 経済性等から橋長、支間割を決定する範囲

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。



(a) 河川幅 50m以上

(b) 河川幅 50m未満

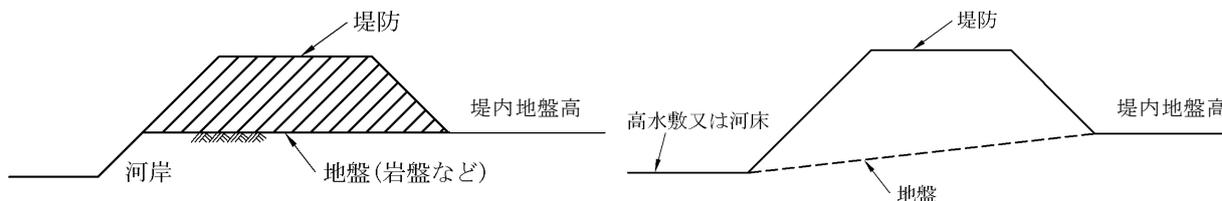
※1：躯体は堤防法面とH.W.L.の交点（高水法線）より後方

※2：躯体は堤防法線より後方

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

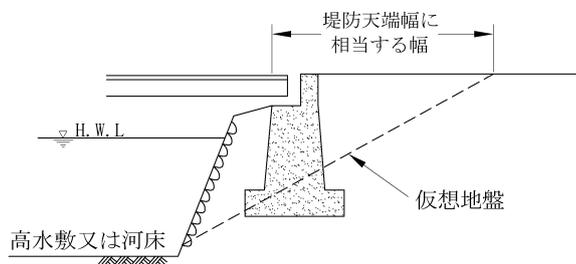
図1.2.5 河川橋の橋台位置

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) 掘り込み河道の場合

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

図1.2.6 橋台の底面

(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・下部工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）についても比較検討が必要である。橋台位置の検討例を以下に示す。

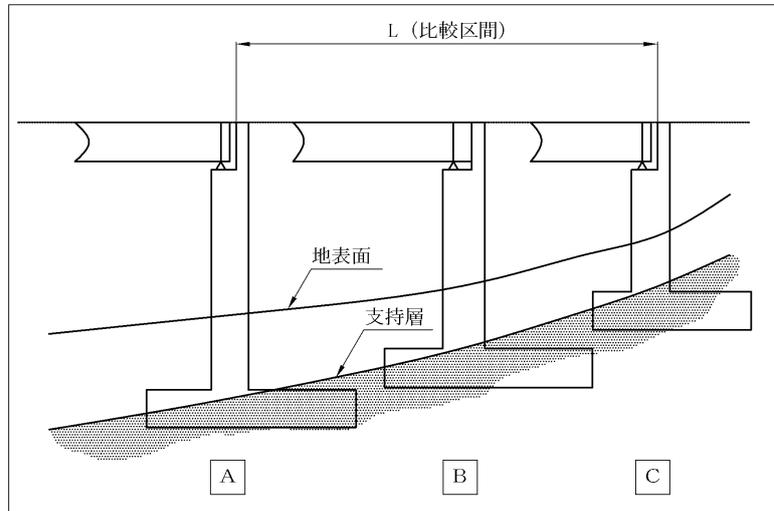


図 1.2.7 橋台位置の検討

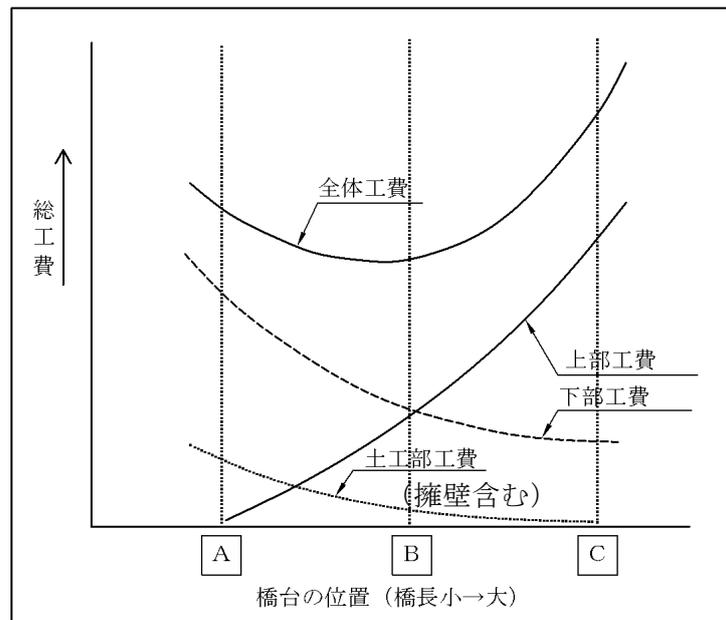


図 1.2.8 橋台の位置別総工費

1) 図 1.2.7 の橋台位置 (A～C) を基に、上部工・下部工・基礎工・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、上部工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。

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。又、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)」と「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のおける幅をいう。

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。

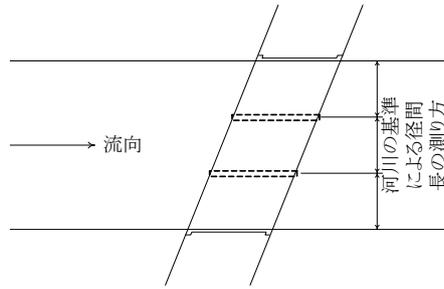
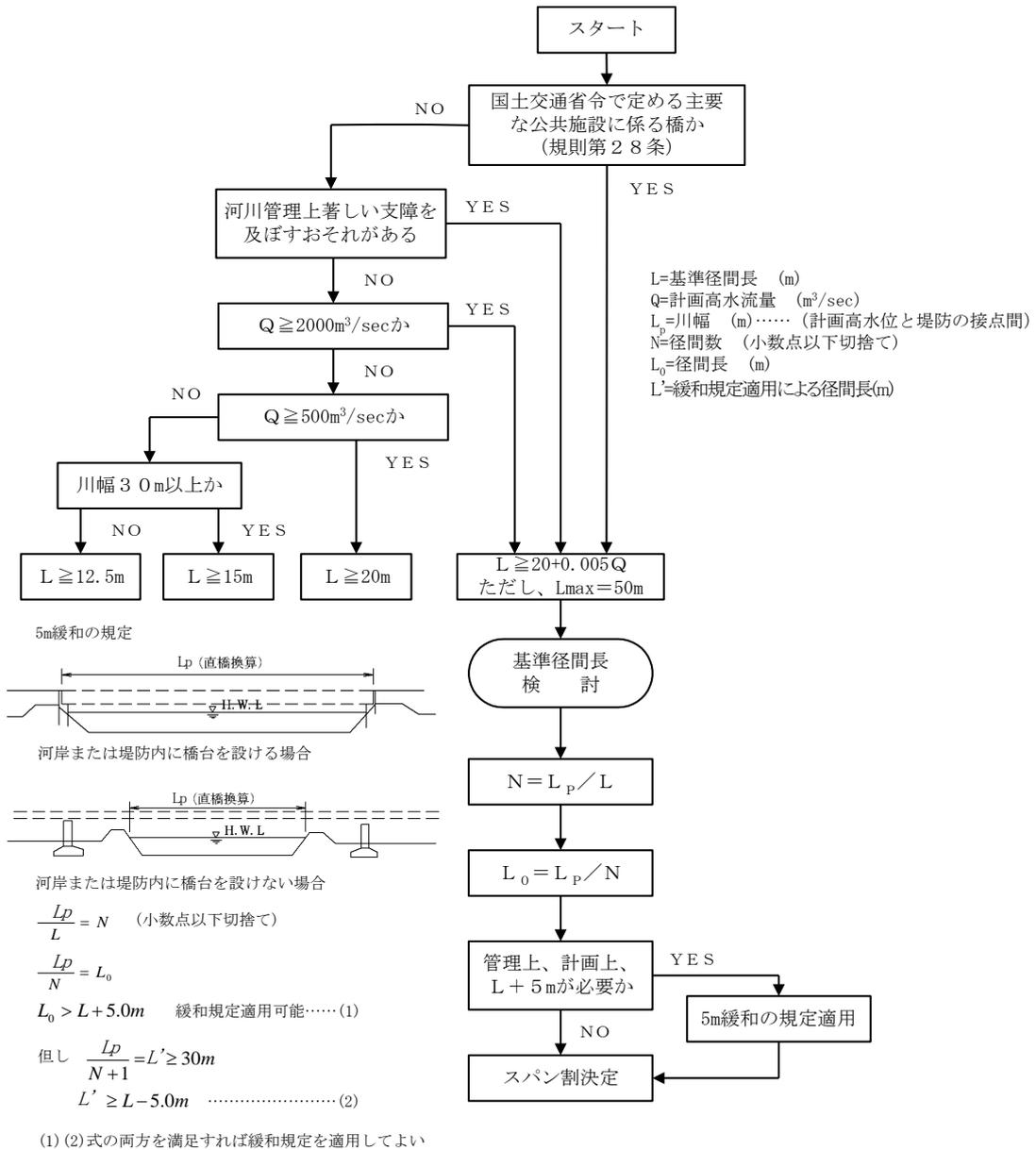


図 1. 2. 9 斜橋の場合の基準径間長 (L)



注) 径間長決定の際には、解説・河川管理施設等構造令第63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）又は堤脚に接近した場合は、河岸又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、河岸又は堤防ののり先及び低水路の河岸ののり肩からそれぞれ10m（計画高水流量が500m³/s未滿の河川にあつては5m）以上離すこととする。
- ii) やむを得ず河岸又は堤防ののり先又は低水路河岸ののり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、護床工又は高水敷保護工を設けるものとする。

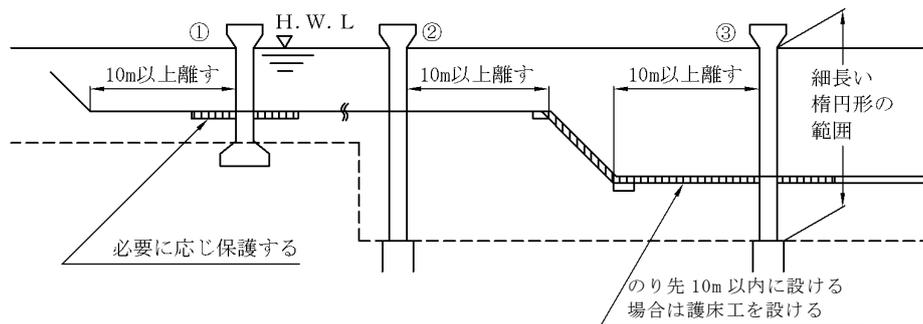
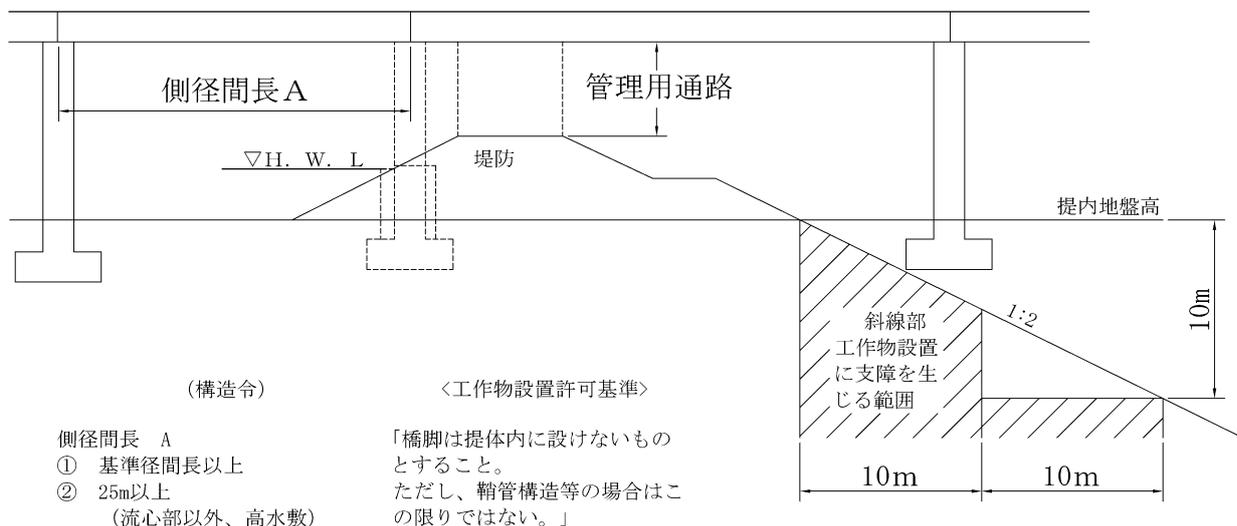


図 1. 2. 1 1 河岸又は堤脚と橋脚の位置

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。



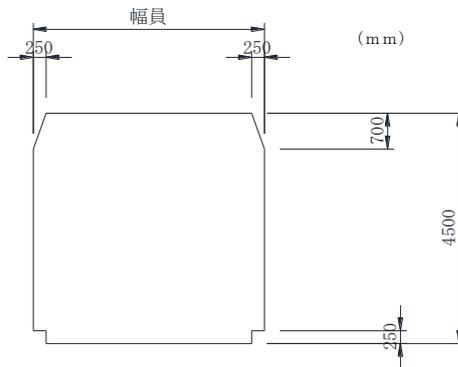
- (構造令)
- 側径間長 A
- ① 基準径間長以上
 - ② 25m以上
(流心部以外、高水敷)
- <工作物設置許可基準>
- 「橋脚は堤体内に設けないものとする。ただし、鞘管構造等の場合はこの限りではない。」

図 1. 2. 1 2 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（Level 区間、勾配等）については河川管理者と協議を行い決定する。



参考：解説・河川管理施設等構造令（社）日本河川協会（H12.1）P.151

図1.2.13 河川管理用通路の建築限界の標準

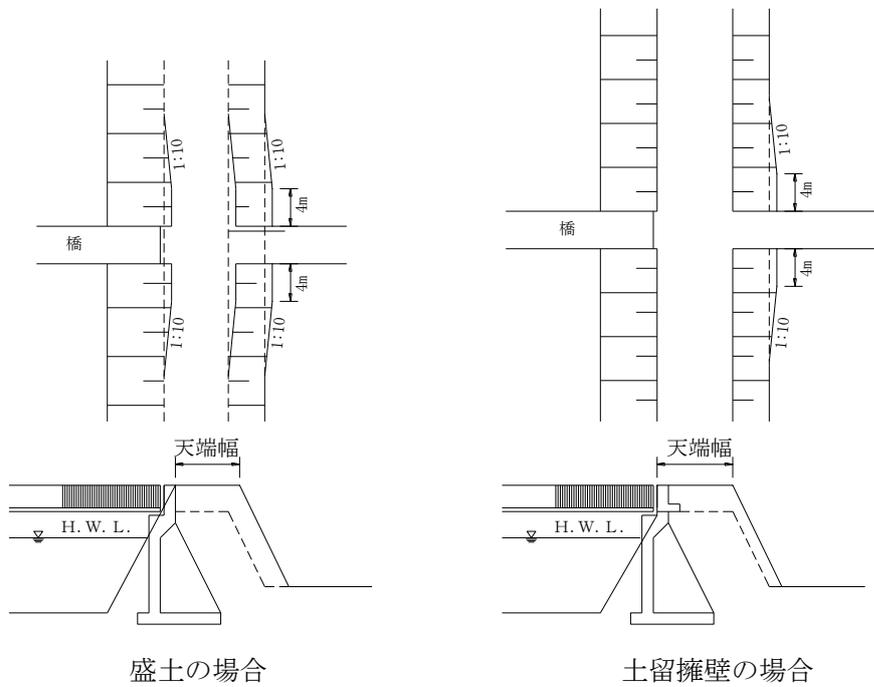
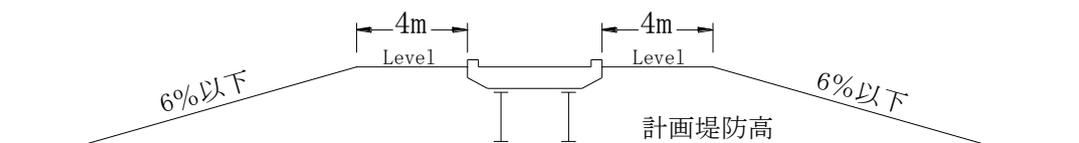


図1.2.14 堤防の補強（裏腹付け）

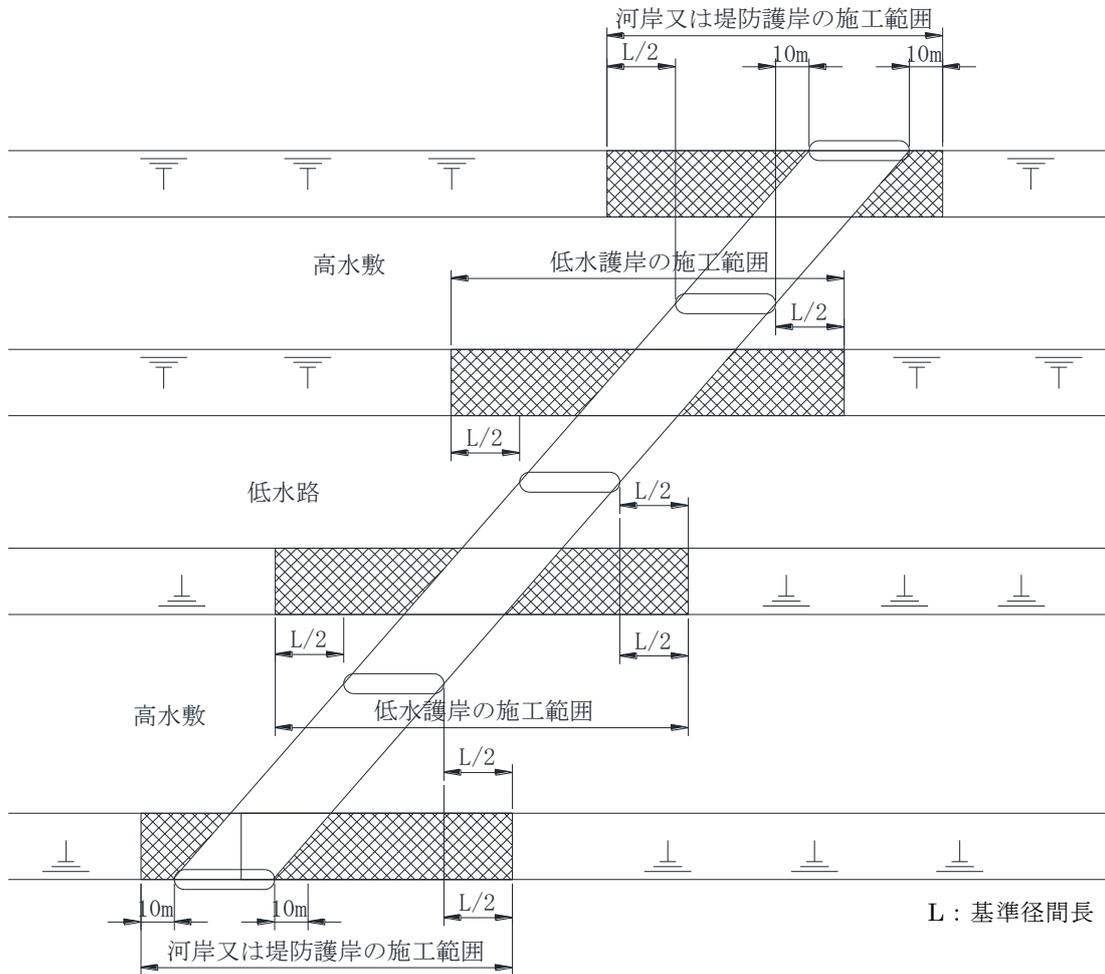


参考：解説・河川管理施設等構造令（社）日本河川協会（H12.1）P.324 図8.32、P.325 図8.33

図1.2.15 取付道路の構造

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が必要となる。



参考：解説・河川管理施設等構造令（社）日本河川協会（H12.1）P.321

図1.2.16 橋の設置に伴い必要となる護岸施工範囲

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1.2.17のように設定する。道路構造令では、建築限界は高さ4.5m（小型道路は3.0m）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0.2mを見て4.7m（小型道路は3.2m）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。

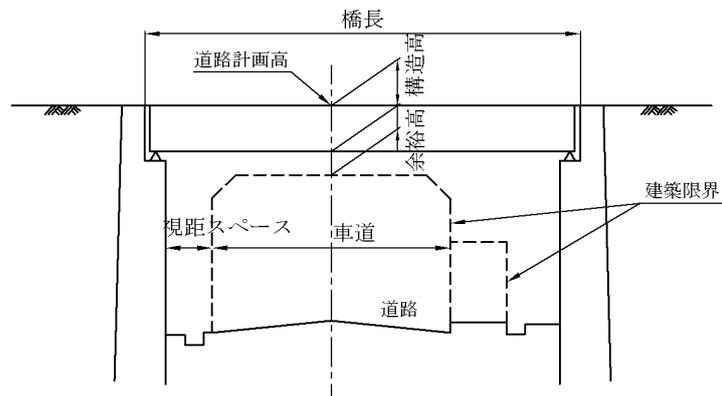


図 1.2.17 跨道橋の桁下余裕高

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3.8m (表 4.2.6 (P.93) 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。

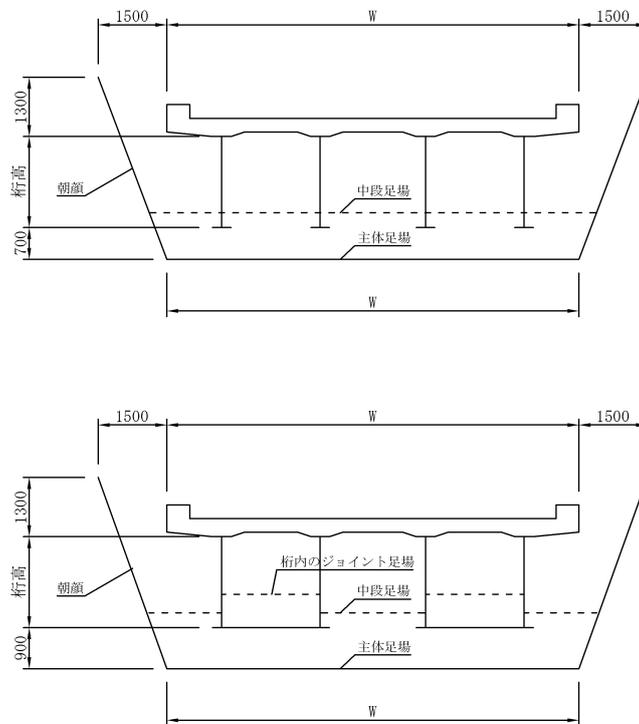


図 1.2.18 足場工及び防護工基準寸法 (上図 鋼桁橋、下図 箱桁橋の場合)

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。桁下等の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。

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。

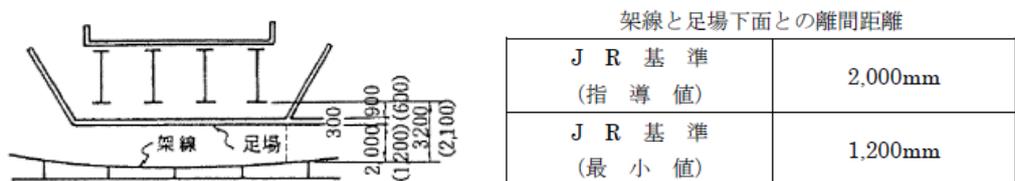


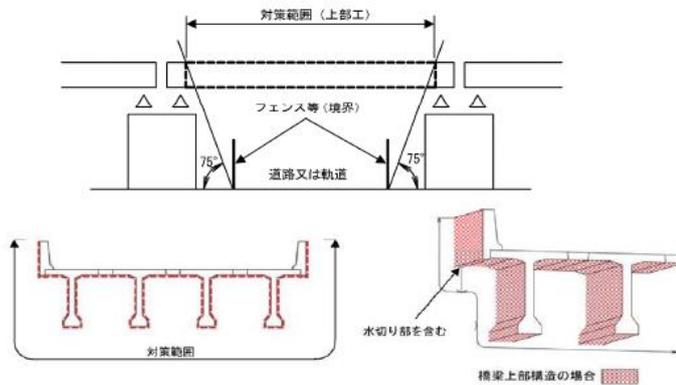
図 1.2.19 架線と足場下面との離隔距離 (参考)

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り、跨線橋などの点検が容易に行えない橋梁については鉄道管理者等と協議の上、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）

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1.2.10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 ³ /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0.5mを加えた値とする。

参考：解説・河川管理施設等構造令（社）日本河川協会（H12.1）P.115

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) 河川部下部工の根入れ

(2) 河川部以外の下部工の根入れ

(1) 河川部下部工の根入れ

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1.2.20及び図1.2.21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2.0m以上の根入れを確保する必要がある。

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又は高水敷の表面より下の部分に設けることができる。

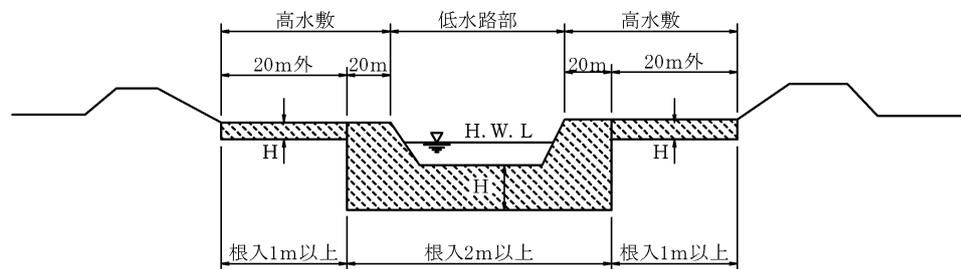


図1.2.20 橋脚基礎部根入れ深さ

参考：設計要領（道路編）北陸地方整備局（H24.4）P.9-20 図9.6

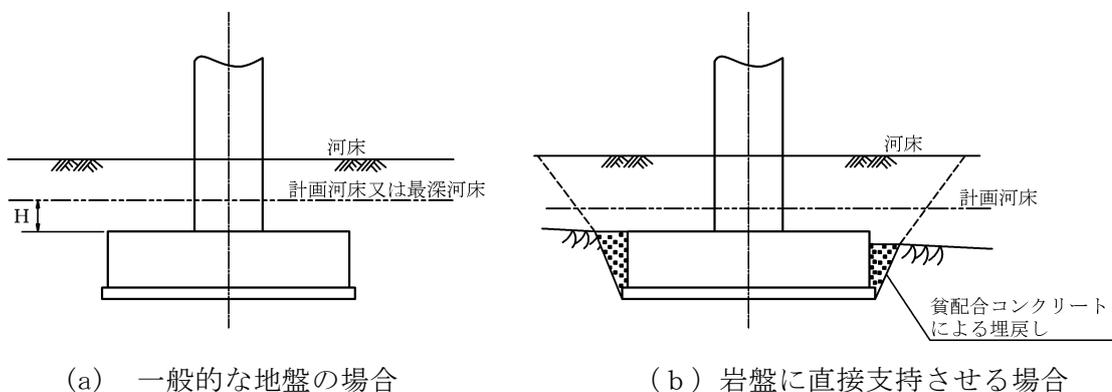
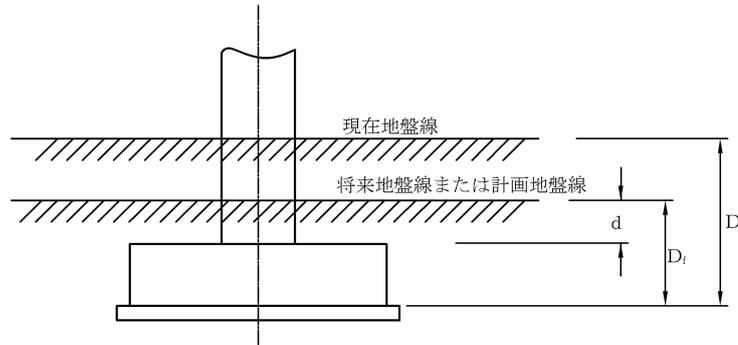


図1.2.21 橋脚フーチングの根入れ

(2) 河川部以外の下部工の根入れ

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1.2.22を標準とする。

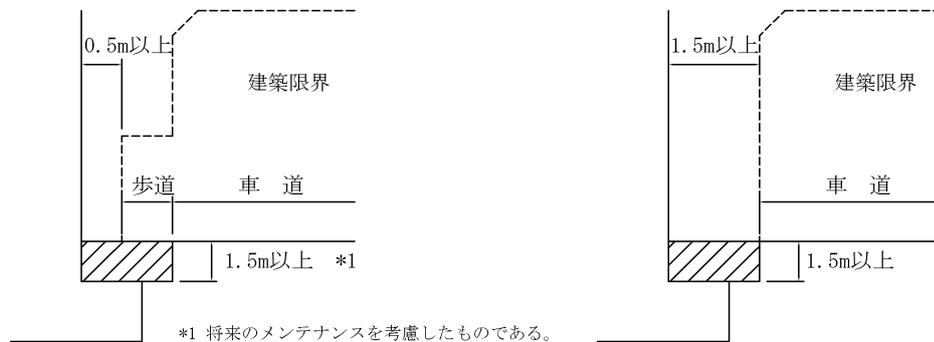
又、道路と交差する場合や埋設管等がある場合は図1.2.23、表1.2.11に示す様な考えがあり、必要根入れ深さが変わるため、関係機関及び事業者を確認する必要がある。



D：地盤の変動を考えた施工上の最小根入れ深さ
 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。

参考：設計施工マニュアル（橋梁編）東北地方整備局（H20.12）P.1-24 図1-36

図1.2.22 一般部の根入れの目安



(a) 歩道がある場合

(b) 歩道がない場合

参考：設計施工マニュアル（橋梁編）東北地方整備局（H20.12）P.1-24 図1-23

図1.2.23 フーチングと建築限界の目安

表1.2.11 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)

*（ ）内数値は工事实施上やむを得ない場合

1. 2. 5 支承条件の決定

支承条件により、下部工・基礎工の基本寸法が大きく変わるため、予備設計において、支承条件の検討を行うものとする。

(1) 支承部の分類

1) 水平力の支持方法による分類

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大部分は固定支承部に作用する。

(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、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好ましい。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。又、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、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（ころがりやすべり面）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. 1 2 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

地震時水平力分散型ゴム支承は、ゴム支承のせん断剛性を利用して、上部構造の慣性力を複数の下部構造に分散させるもので、多径間連続構造等に用いられる。

(ii) 免震構造

免震構造は、支承部にアイソレート機能と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ができると同時に、多径間連続化やノージョイント化を促進することもできる。

免震支承は、地震動による桁の水平変位を通常のゴム支承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、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が、又軟弱地盤では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、十分な注意が必要である。

以下に示す条件に該当する場合は、免震支承を採用しないことが望ましい。

- ①基礎周辺の地盤が、道示V8.2.4に規定する耐震設計上の土質定数を零にする土層を有する地盤の場合
- ②下部構造のたわみ性が大きく、もともと固有周期の長い橋
- ③基礎周辺の地盤が軟らかく、橋を長周期化することにより、地盤と橋の共振を引き起こす可能性がある場合
- ④活荷重及び衝撃を除く主荷重により、ゴム製の支承本体に引張力が生じる場合。

また、一般的に良好な地盤上の固有周期が短い多径間連続形式の橋より、免震支承の採用の方が有利となる。

2) 機能構成による分類

① 機能一体型

機能一体型とは、支承部に必要となる複数の機能を構造的に一体化させ、各機能を単体の構造部分に集約したもので、従来から一般的に採用されているものである。

② 機能分離型

機能分離型とは、支承部に必要となる機能ごとに独立した構造体を設け、これらの集合が支承部の機能を担うように構造を構成したものである。

3) 耐震設計における支承部のタイプ

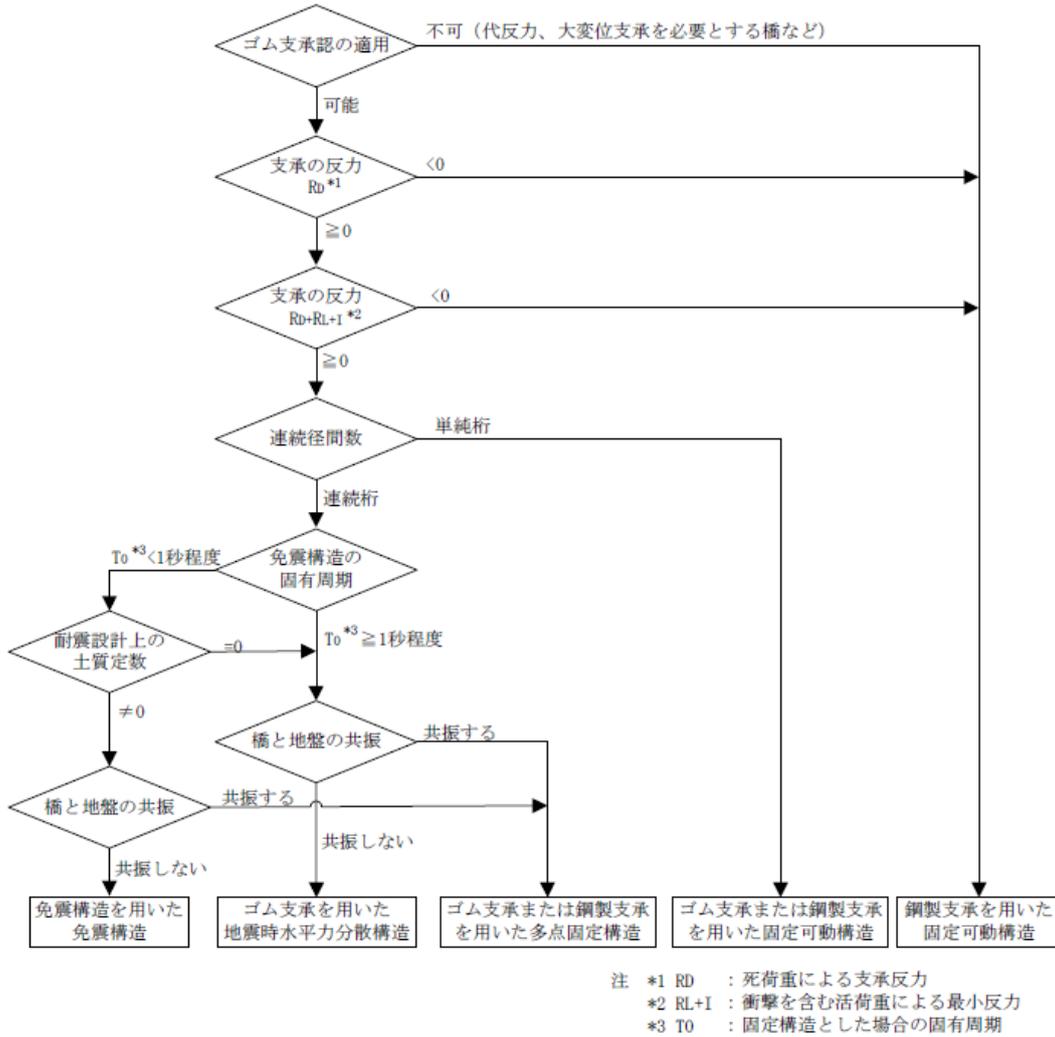
支承部はレベル1地震動及びレベル2地震動により生じる水平力及び鉛直力に対して支承部の機能を確保できるタイプBの支承を用いる。

従来の道示では、タイプBの支承を基本とすることが規定され、レベル1地震動により生じる水平力及び鉛直力に対しては支承部の機能を確保できるが、レベル2地震動により生じる水平力に対しては、変位制限構造と補完し合って抵抗する構造をタイプAの支承部と定義し、橋台の拘束により上部構造に大きな振動が生じにくい場合や支承部の構造上やむを得ない場合はタイプAの支承部を用いてもよいことが規定されていた。しかし、支承部の点検や維持管理のために支承部周辺は可能な限り複雑な構造としない方がよいこと、地震によりタイプAの支承部が損傷した場合に、その部材や破片の落下による第三者被害が生じないような配慮が必要であること等を踏まえ、平成24年道示では、タイプBの支承のみが規定されている。

(2) 支承条件の選定にあたっての基本方針

- 1) 良好な地盤上の固有周期が短い多径間連続形式の橋は、免震設計の採用が望ましい。
- 2) 一般に、固定可動構造における固定条件の配置について、以下のような項目を考慮して決定する。
 - ①水平反力をとりやすい支点
 - ②死荷重反力が大きい支点
 - ③可動支持とした場合の温度変化による伸縮量が小さい支点
 - ④縦断勾配が大きい橋では、縦断の低い方の支点

(3) 支承形式の選定フロー

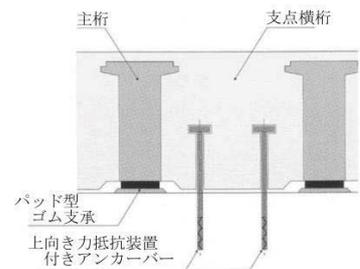


1. 2. 6 計画における留意事項

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。

コーヒーブレイク  「パッド型ゴム支承とアンカーバーの組合せによる支承部構造」

道路橋示方書における支承部に求められる機能は、荷重伝達機能と変位追従機能です。荷重伝達機能は、鉛直力支持機能と水平力支持機能に分類され、変位追従機能は、水平移動機能と回転機能に分類されます。パッド型ゴム支承とアンカーバーの組合せによる支承部は、鉛直力支持機能（下向き）及び変位追従機能に対してはゴム支承が受け持ち、鉛直力支持機能（上向き）及び水平力支持機能はアンカーバーが受け持つ機能分離型支承部として位置付けられます。よって、平成24年道示においても、機能分離型の支承部として設計することが可能です。ただし、支承の抜け出しが想定される場合には、ゴム支承に滑動防止装置が必要となり、また、上揚力が発生する場合には、ヘッド付アンカーバーを使用するなどの、上揚力に対して抵抗する構造を設ける必要があります。



第2章 調査

2.1 調査の基本方針

橋の適切な設計、施工、維持管理を行うために、橋の建設予定地点の状況、構造物の規模等に応じて必要な調査を行うものとする。

参考：道示 I 1.4 P.7

橋の設計及び施工にあたって必要となる調査項目は、橋の構造形式や規模等に応じて、建設予定地点及びその周辺の地形・地質、気象、隣接構造物や地下埋設物の条件、地域や環境に関して配慮すべき事項や制限等、極めて多岐にわたる。したがって、予定する橋の計画段階等できるだけ早い段階から必要な調査項目とその手段、実施時期について検討を行い、橋の完成までできるだけ手戻りなく確実に所要の性能が得られることに配慮するのがよい。

2.2 調査の種類

- (1) 下部構造の設計及び施工にあたり、次の調査を行うものとする。
 - 1) 地盤の調査
 - 2) 河相、利水状況等の調査
 - 3) 施工条件の調査
- (2) 次に示すような特殊な条件にあつては、既存資料、地形、地質、周辺環境等について、特に留意して調査を行うものとする。
 - 1) 軟弱地盤
 - 2) 地震時に不安定となる地盤
 - 3) 丘陵及び山地部で注意すべき地形、地質
 - 4) 近接施工の場合

参考：道示IV2.1.2 (H24.3) P.120

なお、計画、設計、施工の各段階と調査を関係づけると表2.2.1のようになる。

表 2.2.1 調査試験区分一覧

区分	予備調査	本 調 査		
目的	計画段階 (架橋区間の決定)	予備設計 (橋梁形式支間等の決定)	詳細設計 (構造計算、数量算出、施工検討)	施工段階 (必要に応じて設計及び施工の安全性を確認)
地盤に関する調査	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 既往資料調査 地形調査 土質地質調査 ・踏査 ・ボーリング ・標準貫入試験 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> ボーリング 各種土質試験 【調査の目的】 ・土質の成層状態 ・支持層の選定 ・圧密沈下の有無 ・地下水の状態 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 基礎計画位置でのボーリング、各種土質試験 【調査の目的】 ・支持力、沈下量の計算 ・地下水位、被圧地下水 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 補足ボーリング (各種土質試験) </div>
その他の調査	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> ・河川条件調査 ・交差道路調査 ・気象調査 ・腐食、塩害調査 ・特殊条件に関する調査 ・周辺環境調査 </div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 施工条件調査 【調査の目的と内容】 ・河川内等作業時間 ・洗掘防止構造、護岸工 ・道路、鉄道施工条件 ・工事用道路、電力設備 ・添架物、地下埋設物調査 ・送電線その他 </div>	

2.3 地盤調査

2.3.1 一般

- (1) 地盤の調査は、下部構造の設計に適切かつ十分な情報が得られるように計画的に行うものとする。
- (2) 地盤の調査は、現地の状況を系統的かつ効率的に知るために、設計の進捗に合わせて予備調査と本調査に分けて行うのがよい。

参考：道示IV2.2.1 (H24.3) P.127

地盤は、架橋地点によって種々異なるので、基礎形式や規模、設計段階に応じて適切な地盤の調査を行う必要がある。その際には、調査対象項目や調査精度等を検討し、予備調査と本調査に分けると効果的に地盤の調査を行うことができる。

予備調査は橋梁予備設計を行う時、本調査は橋梁詳細設計を行う時、それぞれ実施するものとする。

2.3.2 予備調査

予備調査は、架橋地点の地盤を構成する地層の性状の概要を把握し、基礎形式の選定、予備設計、本調査の計画等に必要な資料を得るために、行うものとする。

- | | |
|----------|--------------------|
| (1) 資料調査 | (3) 物理探査 |
| (2) 現地踏査 | (4) ボーリング、試掘等による調査 |

参考：道示IV2.2.2 (H24.3) P.128

基礎構造物の設計にあたって最も重要となるのは、地盤の構成やその力学特性を把握することである。このため、計画予定地における既往資料等により可能な限り支持層を予測した上でボーリング調査を実施し地質状況の概略を把握することとする。

(1) 資料調査

対象となる地区の地形や地盤の構成の概略状況を既存の地盤調査資料又は地形図、航空写真等を通して把握するものである。したがって、資料の調査は、予備調査の最初に行い、大略の土層構成を把握し、他の調査に反映させるように努めるのがよい。

(2) 現地踏査

地表で見られる岩石や土層の状態から地下の地質を判断する一連の野外作業である。すなわち、調査区域の河床や道路に沿って踏査して露頭等を観察しながら路線踏査図を作り、その間を埋めて平面的な調査区域について地質図を作るものである。又、地形を観察し、落石、地すべり等の発生の有無、施工上の障害又は注意すべき地形・地質の有無を調べる。表面水や湧水箇所等から地下水の深さ、分布状況についても調べる。

(3) 物理探査

物理探査には多くの方法があるが、予備調査では弾性波探査で基盤の深さや風化、亀裂の程度、音波探査では海底面の地形等を調べることがある。

又、耐震設計上の地盤種別を区別するため必要とされるせん断弾性波速度 V_{si} は、弾性波探査によって推定するのが望ましいが、実測値がない場合は、N値から推定してもよい。

(4) ボーリング、試掘等による調査

1) 地盤の成層状態や地下水の有無等を調べるとともに、標準貫入試験やその他の原位置試験を併用して支持層の選定を行う。さらに、得られた試料により各種の試験を行って圧密層の有無や土層の透水性等を推定する。支持層が浅い場合は、試掘その他によって土層の状態や支持層の性状を確認することができる。

予備設計の段階では、ボーリング調査箇所数は、橋台予定箇所の2箇所ですでに十分であるが、橋長200m以下の橋梁での目安は次式によるものとする。

$$N = L / 50 + 1 \quad (2 \leq N \leq 5)$$

N：調査箇所数

L：想定される橋長 (m)

2) ボーリングの深さは、良質な支持層と必要な根入れ深さまで行う必要がある。良質な支持層とは、道示IV9.4に示されるとおり、岩盤、N値30程度以上の砂層・砂れき層、及びN値20程度以上（一軸圧縮強度 q_u が $0.4N/mm^2$ 程度以上）の粘性土層を指す。支持層が深い層が沈下する恐れのある場合には、これを確認する必要がある。根入れ深さは想定する基礎形式によって異なるためこれを考慮して、ボーリングの深さを決定する。

なお、支持層を確認後の掘進長の目安を表2.3.1に示す。

表 2.3.1 支持層確認後の掘進長の目安(参考)

支持層が確認された深さ	確認後の掘進長 (m)		
	土 砂	岩 盤	
		軟 岩	中硬岩
地表から 5m 未満	10	10	5
地表から 5m 以深	5	5	3

※ 良好な支持層の目安：粘性土 N 値 20 以上，砂質土 N 値 30 以上

※ 耐震設計上の基盤面の目安：粘性土 N 値 25 以上，砂質土 N 値 50 以上

参考：杭基礎設計便覧 (H19.1) P.344 表-参.1.2

2.3.3 本調査

(1) 本調査は、下部構造、基礎の詳細設計を行うために必要な地盤条件や施工条件、設計に用いる地盤定数等を明らかにするために、次のうち地盤条件等を踏まえて必要となる事項について行う。

予備調査よりさらに詳細に調査する必要のあるものについて行う。

- | | |
|------------|--------------------|
| 1) ボーリング | 6) 地下水調査 |
| 2) サンプリング | 7) 載荷試験 |
| 3) サウンディング | 8) 物理探査と物理検層 |
| 4) 土質試験 | 9) 有毒ガス、酸素欠乏空気等の調査 |
| 5) 岩石試験 | |

(2) 本調査は、それぞれの橋脚及び橋台の位置において行うことを原則とする。

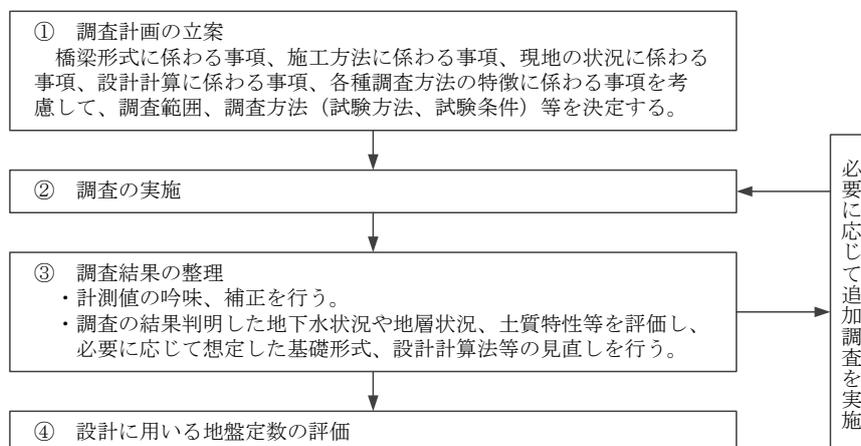
参考：道示IV2.2.3 (H24.3) P.129

調査計画の立案は、橋梁形式、施工方法、現地状況を考慮して、調査項目、試験条件、調査する位置や深さ、数量等の計画を決定する。

調査は、橋台及び橋脚の各位置において行うのを原則とし、地盤の変化が複雑な場合や下部構造の設置位置に変更が生じた場合などは、調査地点を追加するのがよい。

支持層の確認や支持力の算定に用いる土質定数の決定を目的とし、予備設計によりほぼ定められた下部構造位置において地盤調査を実施する。

本調査における地盤定数の評価に至る流れの一例を図2.3.1に示す。又、基礎の種類によって必要となる地質調査項目の例を表2.3.2に示す。



参考：道示IV2.2.3 (H24.3) P.130

図 2.3.1 本調査における調査計画立案から地盤定数の評価に至る流れ

5) 岩石試験

岩石試験として、密度、含水比等の物理特性試験、超音波により弾性波速度やポアソン比を求める試験、圧縮強度、粘着力、せん断抵抗角、変形係数等の力学的性質を求める試験が行われる。亀裂を有する岩盤については、多段階三軸圧縮試験等を用いて、直接、せん断強度（ピーク強度、残留強度）を求めることが望ましい。ボーリングコアを用いる岩石試験は、岩盤の部分的な評価は可能であるが、層理や節理の存在、風化の程度等の岩盤全体の性状を把握できない恐れがある。したがって、岩盤の調査においては、物理探査等の岩盤全体をとらえる方法を併用するのがよい。

6) 地下水調査

地下水調査は、地下水そのものの調査と帯水層の分析及びその性質の調査とに分かれる。表に地下水調査の主要な項目を示す。

表 2.3.3 地下水調査

種別	調査項目	調査方法
地下水の調査	地下水位の測定	井戸、ボーリングを利用した水位測定
	間隙水圧の測定	間隙水圧測定、湧水圧測定
	流れの方向と速度の測定	水温、比抵抗、トレーサーによる測定、流速測定
	水質試験	硬度、比抵抗、各種化学分析、pH
帯水層の調査	分布範囲、厚さ	ボーリング、電気探査、電気検層、地下水検層
	透水性	揚水試験、透水試験
	物理的性質	粒度試験、間隙比測定、電気検層

7) 載荷試験

載荷試験は、地盤や杭に直接載荷して支持力や地盤反力係数、ばね定数等を求める試験であり、平板載荷試験、孔内載荷試験、杭の鉛直又は水平載荷試験等がある。又、岩盤ではブロックせん断試験等があげられる。

8) 物理探査及び物理検層

物理探査及び物理検層で測定される各種物理量は、地盤の力学的、工学的性質をそのまま示すものではなく、あくまで全体の地盤状態を表すものであることを認識し、他の調査を併用してその解釈に誤りのないようにすることが大切である。

物理探査及び物理検層のうち、最も高い頻度で行われるのが弾性波探査や速度検層である。例えば耐震設計においては、この値によって耐震設計上の基盤面を決定するとともに、基礎地盤の動的な応答特性を推定する。又、岩盤では、P波の速度により、岩盤の硬軟や風化の程度を把握することが行われている。

9) 有毒ガス、酸素欠乏空気等の調査

ボーリングの段階で有毒ガスや酸素欠乏空気を発生させる地層であると思われる場合には、さらに試料を採取してその性質を十分に調べる必要があり、下部構造の形式や施工法の選択に影響すると思われる場合は、その位置、深度、分布状態等についてより詳細な調査をするのがよい。

各種地盤の地質調査例

1) 深い基礎の場合

深い基礎	
沖積砂層	N値、粒度、地下水位、 三軸圧縮試験、透水係数 単位体積重量、横方向K値
沖積粘性土	N値、一軸圧縮試験、含水比、 単位体積重量、間隙比、乾燥密度、 圧密試験、透水係数、 横方向K値
洪積砂層	N値、粒度、地下水位、 透水係数、単位体積重量、 横方向K値
洪積粘性土	N値、一軸圧縮試験 単位体積重量
支持層	N値、地下水位、透水係数 粒度、三軸圧縮試験

2) 浅い基礎の場合

浅い基礎	
	N値、一軸圧縮試験（粘性土） 三軸圧縮試験（砂質土） 平板載荷試験

2.3.4 設計に用いる地盤定数の評価

設計に用いる地盤定数の評価は、地盤の性状に応じて、地盤調査の結果を総合的に判断して行うものとする。

参考：道示IV2.2.4（H24.3）P.139

基礎の設計に用いる地盤定数は、物理的性質と力学的性質に分類できる。

土の物理的性質：土の状態に依存しない、土の種類のみに依存する性質
（粒度、間隙比、単位体積重量、コンシステンシー等）

土の力学的性質：土に作用する力とそのときの変形の様子を表すもの

〔 粘着力、せん断抵抗角、変形係数、地盤反力係数、圧縮指数、圧密係数、
圧密降伏応力、弾性波速度等 〕

基礎は、直接基礎、杭基礎、ケーソン基礎に大別され、設計法の力学的モデルから浅い剛体基礎、深い弾性体基礎、深い剛体基礎に分類される。

設計に際しては、地盤を原則的に等方均質に半無限状の剛塑性体、あるいは弾性体とみなし、その特性を代表するせん断定数（粘着力 c やせん断抵抗角 ϕ 等）や変形定数（地盤反力係数 k_h 、 k_v や地盤ばね定数 K_v 、 K_s 等）を与える必要がある。

手順としては、下部構造の位置で得られたボーリング柱状図からモデル化された地層構想のモデルに物理定数、力学定数等の土質定数を与えることとなる。

設計に必要な地盤定数を求めるために必要となる調査方法は、道示IV表-解2.2.1を参照すること。又、N値が5未満である場合には、N値と静的載荷試験結果から得られた地盤反力係数にばらつきがあるため、乱れの少ない試料による室内試験や孔内水平載荷試験等を実施し、その結果から変形係数を求めるのがよい。

設計計算のための力学モデルと地盤定数を図2.3.2に参考に示す。又基礎形式の設計で照査のために算出すべき数値と地盤定数の関係を表2.3.4に示す。

又、設計計算において重要となるせん断定数（粘着力 c やせん断抵抗角 ϕ 等）と変形定数（地盤反力係数 K_h 、 K_v や地盤ばね定数 K_v 、 K_s 等）の算出手法を表2.3.5と表2.3.6に参考として示す。

	安定計算	変位計算	
		支持機構	数学モデル
浅い剛体基礎			
深い弾性体基礎			
深い剛体基礎			

図2.3.2 設計計算のための力学モデルと地盤定数

表 2.3.4 設計に用いる地盤定数

基礎	照査内容	照査のために算出すべき数値	必要な地盤定数等
直接基礎	鉛直支持力	基礎底面地盤の極限支持力	地盤の単位体積重量 γ 地盤の粘着力 c せん断抵抗角 ϕ
	水平支持力	基礎根入部分の極限水平支持力	地盤の粘着力 c せん断抵抗角 ϕ
	滑動	基礎底面地盤のせん断抵抗力	地盤の粘着力 c せん断抵抗角 ϕ
	変位	鉛直、水平、せん断地盤反力	鉛直方向地盤反力係数 k_v 水平方向地盤反力係数 k_H 水平方向せん断地盤反力係数 k_s (変形係数 E_0 から推定も可)
杭基礎	鉛直支持力	杭の極限支持力	地盤の単位体積重量 γ N 値 地盤の粘着力 c 一軸圧縮強度 q_u
	変位	杭の軸方向極限引抜き力	N 値
		杭の軸方向バネ定数	地盤の粘着力 c
		杭の軸直角方向バネ定数	N 値地盤の粘着力 C 水平方向地盤反力係数 k_H (変形係数 E_0 から推定も可)
ケーソン基礎	鉛直支持力	基礎底面地盤の極限支持力	地盤の単位体積重量 γ 地盤の粘着力 c せん断抵抗角 ϕ
	滑動	基礎底面地盤のせん断抵抗力	地盤の粘着力 c せん断抵抗角 ϕ
	水平変位	基礎地盤の鉛直及びせん断、前面地盤の水平、側面地盤の水平せん断及び鉛直の地盤反力変位	k_v 、 K_s 、 k_H 、 K_{SHD} 、 K_{SVB} 、 K_{SVD} の 6 種の地盤反力係数 (変形係数 E_0 から推定)

表 2.3.5 せん断定数を求める試験

試験法	試験名	直接得られる土質定数	せん断定数への換算	適用土質
土質試験	一面せん断試験	c 、 ϕ	—	粘土、砂
	一軸圧縮試験	q_u	$c=1/2 q_u$ 、 $\phi_u=0$	粘土
	三軸圧縮試験	c_u	—	粘土
原位置試験	標準貫入試験	N	砂： $\phi=4.8 \log N_1+21$ $N_1=170N/(\sigma'_v+70)$ $\sigma'_v=\gamma_{t1}h_w+\gamma'_{t2}(x-h_w)$ $\phi_u=0$	砂
	オランダ式二重管コーン貫入試験	q_c	$\phi_u=0$	粘土、砂
	スウェーデン式サウンディング・ペーンせん断試験	W_{sw} 、 N_{sw}	$\phi_u=0$	粘土、砂
	ペーン試験	c_u	—	軟弱な粘土
載荷試験	平板載荷試験	極限支持力		
	孔内水平載荷試験	P_1-P_0		

表 2.3.6 変形係数を直接的に求める試験

変形定数	試験名	地盤定数	地盤定数の求め方
変形係数	一軸圧縮試験	E	荷重強度・ひずみ曲線の勾配
	三軸圧縮試験		
	標準貫入試験	E	$E=2800N$
地盤反力係数	平板載荷試験	k_{30}	30cmの剛体円盤に対する荷重強度-変位量曲線の勾配
	孔内水平載荷試験	k	
	杭水平載荷試験	k	水平力と杭頭変位量より逆算
地盤ばね定数	杭の鉛直載荷試験	K_v	杭頭荷重-杭頭沈下量曲線の勾配 (杭軸方向ばね定数)

2.4 河相、利水状況等の調査

河相、利水状況等の調査は、河川の形態や将来計画、利水、船運等について行うものとする。

参考：道示IV2.3 (H24.3) P.143

河川内における橋梁計画にあたっては、河川管理者等と十分協議しておく必要がある。又、関係法令、特に「解説・河川管理施設等構造令」については、橋脚、橋台等の設置位置、その形状、基礎の計画河床からの根入れ深さや径間長、桁下高等が規定されているので遵守する必要がある。ただし、基礎の根入れ深さに関する規定は河川管理上の観点からの最低基準を示したものであり、その深さであれば将来にわたって基礎が洗掘に対して安定であることを保証するものではないことに注意する必要がある。

又、灌漑、水力発電等の利水状況、漁業権、船運等についても調査を行い、関係機関等と十分協議する必要がある。

2.5 施工条件の調査

施工条件の調査は、次の事項について行うものとする。

- (1) 既存資料の調査
- (2) 周辺環境の調査
- (3) 作業環境の調査

参考：道示IV2.4（H24.3）P.144

(1) 既存資料の調査

施工箇所付近で過去に下部構造の施工例がある場合、実施例の設計図書、施工記録及び関係資料を収集するとともに、その当時の施工関係者の体験を聴取する等の調査を行うのがよい。

(2) 周辺環境の調査

事前に施工箇所周辺の建造物、騒音、地盤沈下、井戸の水位及び水質、交通等の実態を調査し、工事の施工によって周辺環境に及ぼす影響の度合いについて調査を行う。特に、既製杭の打込み杭工法の採用にあたっては、施工中の騒音、振動が周辺に与える影響について十分調査を行うのがよい。

ニューマチックケーソン基礎の場合は、ある程度の範囲にわたって井戸の位置や水位を調べる等の特有の影響についても調査するのがよい。

(3) 作業環境の調査

施工法や工事用設備、施工機械等を選択するためには、施工箇所の地形や作業空間及び作業面積等を調査する等して、十分にその実情を掌握しておく必要がある。

(4) 橋梁設計のとりまとめに際しては、設計時に定めた性能を確保するため、前提とした施工の条件を設計図書に記載し、確実に施工の際に活用できるようにすることが重要である。基礎の施工方法や近接構造物等の条件等がこれに相当し、設計時に想定した施工時の留意点等も記載するのがよい。

さらに、維持管理に関しては、設計時に考慮した条件及び配慮事項等を設計図書に記載することが重要である。特に、下部構造に係る維持管理上留意すべき事項として以下の事項などがある。

- ①洗掘
- ②長期の圧密沈下や側方移動
- ③地震による液状化・流動化
- ④橋台アプローチ部の沈下

これらが生じる懸念がある場合には、関連する設計条件や施工条件の対策等を記載して維持管理の参考とできるようにするのがよい。



「変形定数」

基礎構造物の弾性変位量や地盤反力を求めるためには、地盤を弾性体と仮定した場合の力と変形の関係を表す変形定数が必要となります。

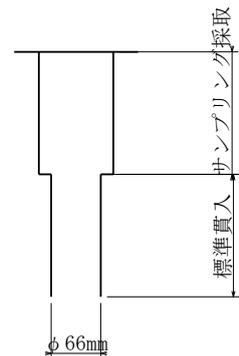
一般に用いられる変形定数の主なものは、変形係数E、地盤反力係数k、地盤ばね定数Kがあり、いずれも基礎と地盤の相互作用を関係づけるばねに似た概念を持つが、それぞれ定義が異なっており、基礎の設計に際しても使い分けられているので、注意が必要です。

	① 地盤の変形係数 E	② 地盤反力係数 k	③ 地盤ばね定数 K
解説	地盤を弾性体と仮定したときの応力度とひずみの比で、本来地盤特有の定数とみなされている。	地盤のある部分に作用する荷重強度と、その部分に生じた変位量の比で、基礎構造物に作用する地盤反力分布を知る上で重要な係数である。	基礎構造物に接する地盤を1次元のばねとみなし、基礎がこのばねにより支えられているものとして解析する際に用いられるものである。
定義式	$E \text{ (kN/m}^2\text{)} = \frac{\text{地盤反力度[荷重強度] } p \text{ (kN/m}^2\text{)}}{p \text{ により生じるひずみ } \alpha \text{ (無次元)}}$	$k \text{ (kN/m}^3\text{)} = \frac{\text{地盤反力度[荷重強度] } p \text{ (kN/m}^2\text{)}}{p \text{ の作用している点の変化量 } \delta \text{ (m)}}$	$K \text{ (kN/m)} = \frac{\text{荷重 } P \text{ (kN)}}{P \text{ により生じる変化量 } \delta \text{ (m)}}$



「ボーリング径とサンプリング径」

標準貫入試験を実施する場合には孔径66mmで掘進を行います。サンプリングあるいは孔内試験を実施する場合には、試験装置によってより大きな孔径（φ86mm、116mm）を必要とする場合があります。その場合には、地表より試験深さまで必要な孔径で掘進する必要があります。



第3章 共通

3.1 設計の基本

3.1.1 設計の基本方針

(1) 設計にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、点検や補修等の維持管理の確実性及び容易さ、環境との調和、経済性を考慮するものとする。

(1) 設計に対する基本方針を示したものである。設計の具体的作業を進めるにあたっては、これを留意しなければならない。

3.1.2 設計一般

(1) 設計の手順は、図3.1.1を参考に行うものとする。

(2) 設計にあたり、適用示方書、文献、設計条件、決定根拠、維持管理への配慮等を必ず明記するとともに、仮定条件、途中経過等を順序よく記載しておくようにする。

(2) 設計成果を照査する場合、計算書が要領よくまとめられていることが重要な要素となる。したがって計算式等を単に羅列するのではなく、その根拠を明確にし、計算結果もできる限り見やすい形にしておくことが肝要である。

決定根拠を明確にしておく項目としては、橋梁形式、主桁本数、桁高、桁幅、支承条件、桁端長、桁かかり長、桁遊間、支承縁端距離、下部工形状（幅、根入れ、土かぶり）、付属物（伸縮装置、防護柵、照明、排水柵の間隔、排水管の径、検査路）等が考えられる。

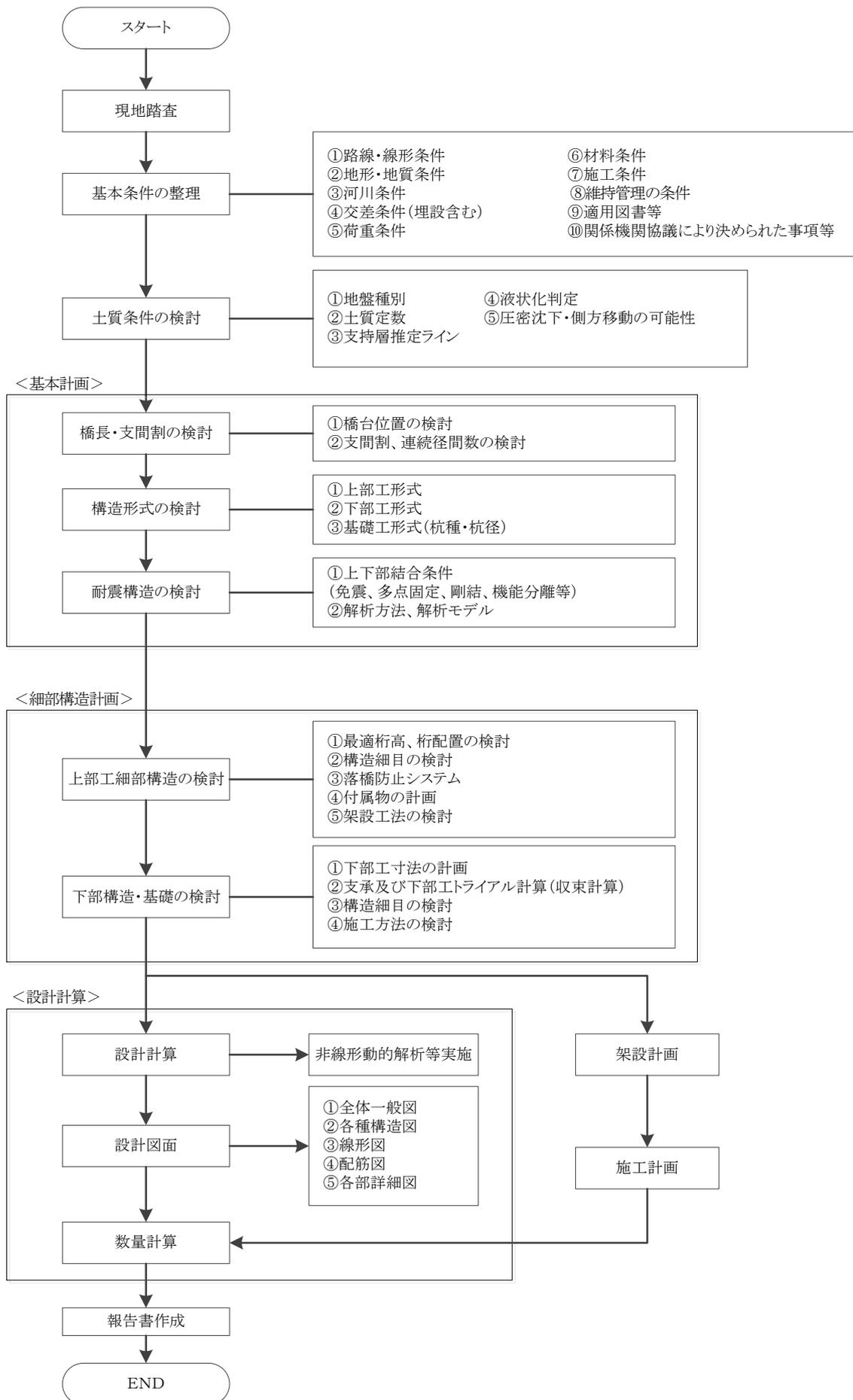
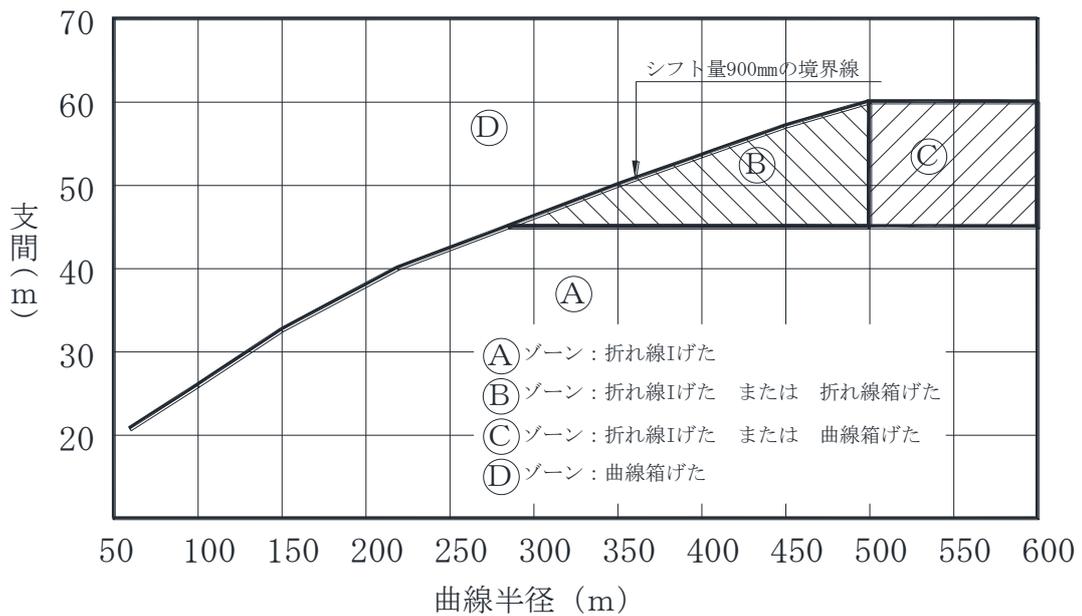


図 3. 1. 1 詳細設計フロー

3.1.3 構造規格

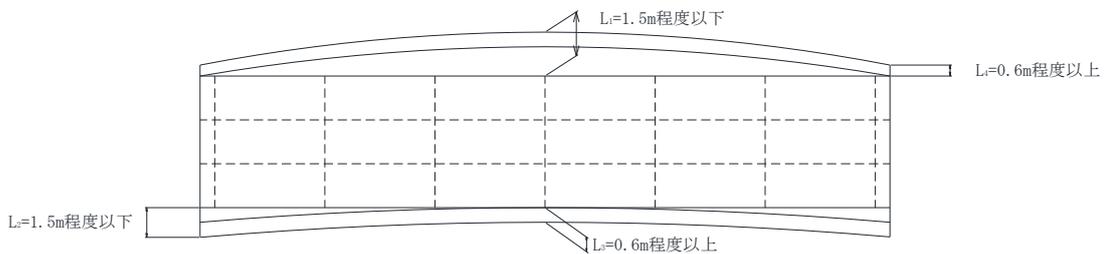
橋梁の構造規格は下記の点を留意し、これによらない場合は道路構造令の規定によるものとする。

- (1) 道路構造令 2-5 路肩の適用にあたり、原則として橋長50m以上の場合は、路肩の幅員を縮小することができる。
- (2) 原則として斜角は60° 以上とするのが望ましい。
- (3) 鋼橋について、支間長及び曲線半径から構造形式を選定する場合の目安は、図3.1.2である。平面線形が曲線の場合でも、できるだけ直線桁、又は支点上での直線折れ桁を採用することが望ましく、径間長及び端部の車道部RC床版の張出し長は、図3.1.3が目安である。



参考：設計施工マニュアル（橋梁編） 東北地方整備局（H20.12）P.4-5 図4-5

図3.1.2 鋼橋の支間長、曲線半径による形式選定図



参考：設計施工マニュアル（橋梁編） 東北地方整備局（H20.12）P.4-5 図4-4

図3.1.3 鋼橋の曲線橋における床版張出し長（車道部）

3.2 荷重

3.2.1 総則

橋梁の設計にあたっては、架橋地点の諸条件や構造等によって、適切に荷重を考慮するものとする。荷重の種類については、道示 I 2.1 に記載の通りであり、次項以降に活荷重及び施工時荷重について記載する。

荷重の種類

主荷重—①死荷重

- ②活荷重
- ③衝撃
- ④プレストレス力
- ⑤コンクリートのクリープの影響
- ⑥コンクリートの乾燥収縮の影響
- ⑦土圧
- ⑧水圧
- ⑨浮力又は揚圧力

従荷重—①風荷重

- ②温度変化の影響
- ③地震の影響

主荷重に相当する特殊荷重—①地盤変動の影響

- ②支点移動の影響
- ③波圧
- ④遠心荷重

従荷重に相当する特殊荷重—①制動荷重

- ②施工時荷重
- ③衝突荷重
- ④その他

これらは橋を設計するときに考えなければならない荷重の種類を列挙したものであって、架橋地点の諸条件や構造等によって適宜決定する。

3.2.2 活荷重

- (1) 活荷重は、自動車荷重（T荷重、L荷重）、群集荷重とし、大型自動車の交通の状況に応じてA活荷重及びB活荷重に区分するものとする。
- (2) 一般国道及び県道の橋の設計にあたっては、B活荷重を適用するものとする。

(1) T荷重とL荷重について

- 1) T荷重は、実際の車両の軸重を示したものではなく、車両の隣り合う車軸を1組の集中荷重に置き換えたものである。

T荷重は一般に、床版及び床組の設計に用いる。

- 2) L荷重は、大型の自動車を代表した等分布荷重と大型の自動車以外を代表した等分布荷重の2つを表すものである。

L荷重は一般に、主桁の設計に用いる。

- (2) 県が管理する一般国道及び県道については、幹線道路としての役割とネットワークとしての機能の連続性等を考慮してB活荷重を適用する。

自動車の走行による橋への影響は、大型自動車の走行頻度により異なると考えられる。そこで、活荷重は、総重量245kNの大型自動車の走行頻度が比較的高い状況を想定したB活荷重と、総重量245kNの大型自動車の走行頻度が比較的低い状況を想定したA活荷重の2つに区分することにした。これを平成5年改訂以前の活荷重との関係で見ると、A活荷重は「1等橋に負載する活荷重」として定められていたTL-20荷重を、又B活荷重は「特定の路線にかかる橋に負載する活荷重」として定められていたTT-43荷重をそれぞれ包括している。

又、利用の便を考え、活荷重をA活荷重とB活荷重の総称で区別することにした。A、B活荷重は、それぞれ自動車荷重（T荷重、L荷重）、群集荷重、軌道の車両荷重から構成されるが、このうち群集荷重及び軌道の車両荷重については、A、B活荷重による違いはない。

表3.2.1に荷重モデル、荷重強度、荷重載荷法を整理したものを示す。

表 3.2.1 道路橋の活荷重のモデル化

	荷重モデル・強度	荷重 載荷法																											
T 荷 重	<p>横軸方向</p> <p>橋軸直角方向</p> <p>参考：道示 I 2.2.2 (H24.3)) P.19 図-2.1.1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>支間 (m)</th> <th>$L \leq 4$</th> <th>$L > 4$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B 活荷重</td> <td>1.0</td> <td>$\frac{L}{32} + \frac{7}{8}$ (但し、最大 1.5)</td> </tr> <tr> <td>A 活荷重</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>参考：道示 I 2.2.2 (H24.3)) P.19 表-2.1.2</p>	支間 (m)	$L \leq 4$	$L > 4$	B 活荷重	1.0	$\frac{L}{32} + \frac{7}{8}$ (但し、最大 1.5)	A 活荷重	1.0	1.0	<p>主桁設計時の T 荷重の載荷方法</p> <p>参考：道示 I 2.2.2 (H24.3) P.27 図-解 2.2.9</p>																		
	支間 (m)	$L \leq 4$	$L > 4$																										
B 活荷重	1.0	$\frac{L}{32} + \frac{7}{8}$ (但し、最大 1.5)																											
A 活荷重	1.0	1.0																											
L 荷 重	<p>参考：道示 I 2.2.2 (H24.3) P.20 図-2.2.2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">荷重</th> <th colspan="4">主 載 荷 重 (幅 5.5m)</th> <th rowspan="2">従 載 荷 重</th> </tr> <tr> <th>載荷長 D (m)</th> <th>曲げモーメントを算出する場合</th> <th>せん断力を算出する場合</th> <th>荷重 (kN/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A活荷重</td> <td>6</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>$L \leq 80$</td> <td rowspan="2">主載荷重の50%</td> </tr> <tr> <td>B活荷重</td> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td>$80 < L \leq 130$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>$130 < L$</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">L : 支間長 (m)</p> <p>参考：道示 I 2.2.2 (H24.3) P.20 表-2.2.3</p>	荷重	主 載 荷 重 (幅 5.5m)				従 載 荷 重	載荷長 D (m)	曲げモーメントを算出する場合	せん断力を算出する場合	荷重 (kN/m ²)	A活荷重	6	10	12	$L \leq 80$	主載荷重の50%	B活荷重	10			$80 < L \leq 130$					$130 < L$		<p>参考：道示 I 2.2.2 (H24.3) P.24 図-解 2.2.3</p> <p>参考：道示 I 2.2.2 (H24.3) P.26 図-解 2.2.7</p>
	荷重		主 載 荷 重 (幅 5.5m)					従 載 荷 重																					
載荷長 D (m)		曲げモーメントを算出する場合	せん断力を算出する場合	荷重 (kN/m ²)																									
A活荷重	6	10	12	$L \leq 80$	主載荷重の50%																								
B活荷重	10			$80 < L \leq 130$																									
				$130 < L$																									
群 集 荷 重	<p>wkN/m²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>支間 (m)</th> <th>$L \leq 80$</th> <th>$80 < L \leq 130$</th> <th>$130 < L$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>床版・床組</td> <td>5.0</td> <td>5.0</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>主桁・主構</td> <td>3.5</td> <td>$4.3 - 0.01L$</td> <td>3.0</td> </tr> </tbody> </table>	支間 (m)	$L \leq 80$	$80 < L \leq 130$	$130 < L$	床版・床組	5.0	5.0	5.0	主桁・主構	3.5	$4.3 - 0.01L$	3.0																
支間 (m)	$L \leq 80$	$80 < L \leq 130$	$130 < L$																										
床版・床組	5.0	5.0	5.0																										
主桁・主構	3.5	$4.3 - 0.01L$	3.0																										

3.2.3 施工時荷重

橋の施工時の安全性を確保するため、施工方法、施工中の構造を適切に考慮して、自重、施工機材、風、地震の影響等に対して必要な検討を行い、施工時荷重を設定するものとする。

参考：道示 I 2.2.16 (H24.3) P.70

- (1) 施工時荷重とは橋の施工時に作用する荷重である。
- (2) 施工時荷重を考慮しなければならない主なケースを以下に示す。
 - 1) 鋼橋
 - ・片持ち式工法による架設：架設時の各段階における安定、変形、応力
 - ・送出し工法による架設：架設時の各段階における安定、変形、応力
 - ・ケーブルエレクション工法：橋台、橋脚の滑動、転倒、浮上がり、耐荷力、架設時の各段階における安定、変形、応力
 - 2) コンクリート橋
 - ・張出し工法による架設：架設時の各段階における安定、変形、応力
 - ・移動支保工等による段階施工：架設時の各段階における安定、変形、応力

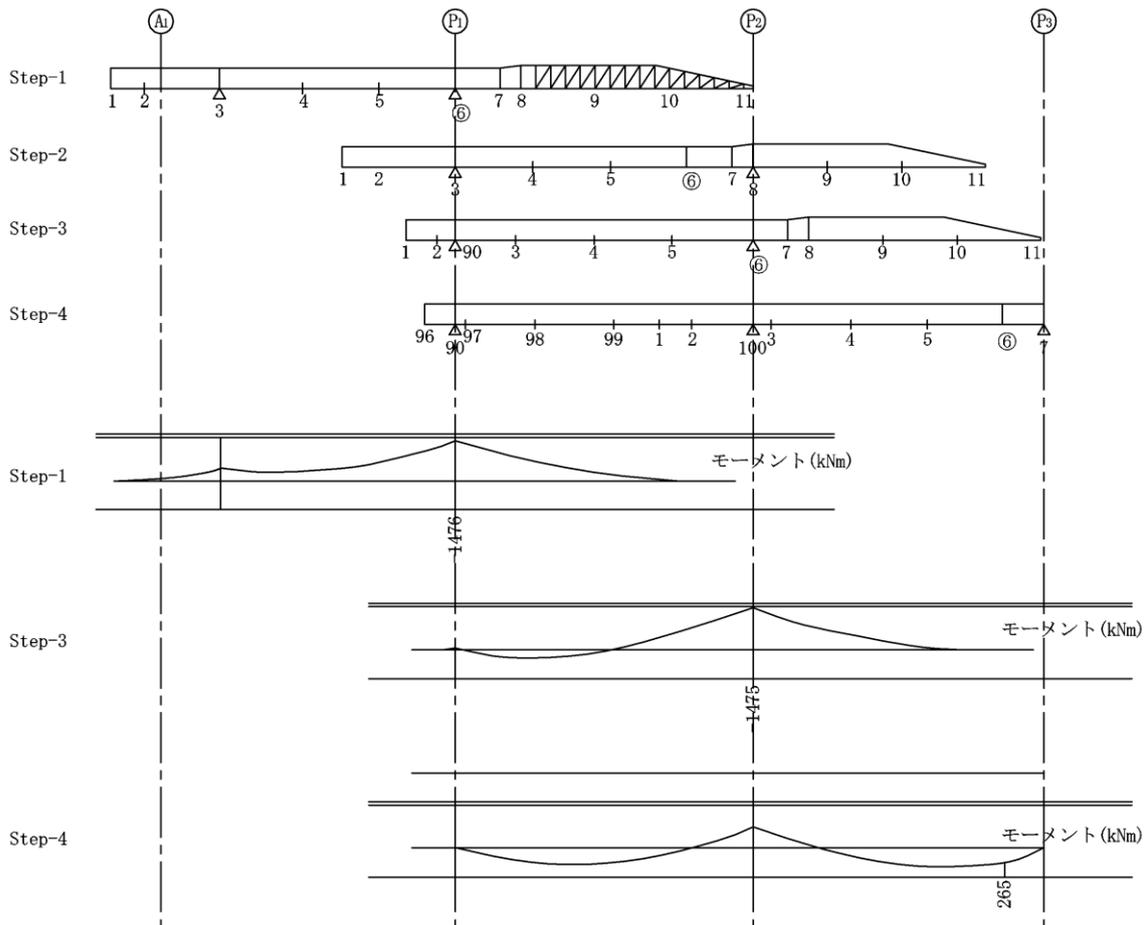


図3.2.1 送出し工法の架設ステップごとの断面力

3.3 歩道形式

橋面上の歩道について、セミフラット型、フラット型等の選択は、前後の歩道状況を考慮し、決定するものとする。