

# 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、橋の耐荷性能、橋の耐久性能、その他使用目的との適合性の観点から橋の性能を適切に設定し、これらを満足させなければならない。
- (2) 橋の耐荷性能を満足するために、設計供用期間中の交通の状況、地形、地質、気象その他の状況に対して、橋が落橋等の致命的な状態に対して安全な状態であること、及び、状況に応じて必要な橋の機能を満足する適切な状態にあることを、それぞれ所要の信頼性で実現できるように設計する。
- (3) 橋の耐久性能を満足するために、経年的な劣化を考慮し、所要の橋の耐荷性能が設計供用期間末まで確保されていることが所要の信頼性で実現できるように設計する。
- (4) 橋の設計にあたっては、橋の使用目的との適合性を満足するために、通行者が安全かつ快適に使用できるように必要な性能、道路橋の損傷経験等も踏まえて付与しておくのがよい性能等のその他必要な性能について検討し、適切に設計に反映させるものとする。
- (5) 橋の設計にあたっては、橋の性能の前提とする維持管理の条件を定めなければならない。
- (6) 橋の設計にあたっては、橋の性能の前提とする施工の条件を定めなければならない。

(出典) 道示 I 1.8, P.16, H29.11.

平成29年版の道路橋示方書では、これまでの橋の耐震性能という概念が発展的に解消され、「耐荷性能」、「耐久性能」及びその他の性能の3つの性能が規定された。各性能の概要ならびに照査の流れについて、図3.1.1に示す。橋の設計にあたっては、橋の性能を適切に設定した上で、これらを満足するように行うこととなる。

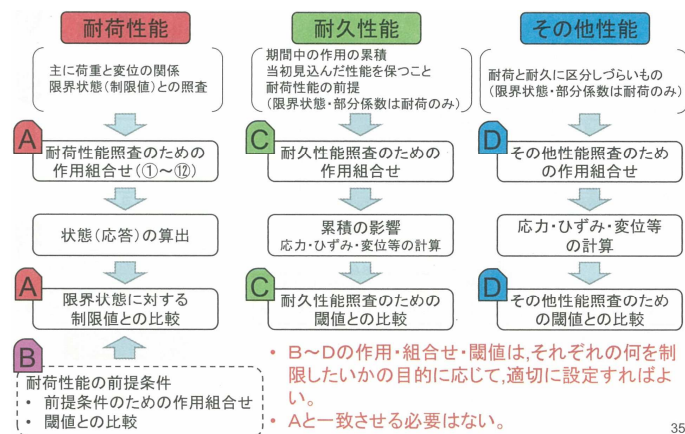


図3.1.1 橋の新しい設計体系

(出典) 日本道路協会編：道路橋に関する講習会 配布資料, p.11, H29年11月.

- (1) 橋の設計においては、橋の要求性能が耐荷性能と耐久性能とに区分し難いものがあり、一方の性能を確保することで他方の性能を満足する事項もあるため、橋の使用目的との適合性を満足させるために必要な性能を確保する。

- (2) 橋の耐荷性能に関する設計方針が規定されたものである。ここでは、自動車の通行の状況等の外的状況に対して、橋が安全な状態であり、かつ橋に求められる機能を満足するために必要な状態であるように設計することを規定している。設計供用期間中に橋が置かれる状況を区分すること、また、橋の状態を区分すること、そして両者の区分を適切に組み合わせ、橋が各状況の区分において、求める状態の区分にあることを所要の信頼性で満足することが橋の耐荷性能であるという基本的な方針が規定されている。
- 橋の耐荷性能について設計を行うためには、時々刻々と変化する作用の同時載荷状況を設計供用期間中に生じるものとして想定しなければならない一連の作用の組合せに置き換える必要があり、そのために、橋の耐荷性能の設計において考慮する状況の区分が規定されている。
- (3) 橋の耐久性能の設計に関する基本方針が規定されたものである。橋の耐久性能は、橋の耐荷性能の前提条件の一つとして捉えられている。橋の耐久性能に関する設計の基本的な事項と照査は道示（道示 I 6.1, P.86, H29.11）に規定されており、橋の設計にあたっては、経年劣化の影響を考慮し、これを考慮したうえで橋に必要な性能を確保するように設計を進めるとともに、維持管理の方法についても適切な検討を行うことが求められる。
- (4) 橋の使用性と呼ばれる通行の安全性や快適性、橋の存在が周辺環境に与える影響などが対象に含まれると考えてよい。例えば、上部構造のたわみに対する設計がこれに該当する。また、橋の設計にて検討する事項のうち、橋の耐荷性能や耐久性能のいずれにも関係するものの、それぞれの性能の達成との直接的な因果関係を明示したり、区分したりし難いものについては、当該項目の対象となる。
- (5) 具体的に橋及びそれを構成する部材等の設計を行うにあたっては、橋の設計供用期間中のどのような維持管理を前提とするのかによって橋の性能を満足させるための設計の条件が異なってくるため、橋の性能の実現には、どのような維持管理を前提として具体的な部材や構造等の設計を行うのが密接に関連することから、橋の設計において、あらかじめ前提とする維持管理の条件を定めることが必要である。
- (6) 維持管理と同様に、橋の性能の実現には、どのような施工方法、施工管理、施工品質を前提として具体的な部材等の設計を行うのが密接に関連することから、橋の設計では、前提となる施工の条件を定め、それらと整合するように設計しなければならない。施工品質が確保しやすいこと、施工の品質の検査が容易かつ確実であること、条件変更に対して一定の柔軟性を有すること等に十分配慮して、施工にて前提とする条件を設定する。

### 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。
- 決定根拠の項目としては、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、下部構造形状（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。

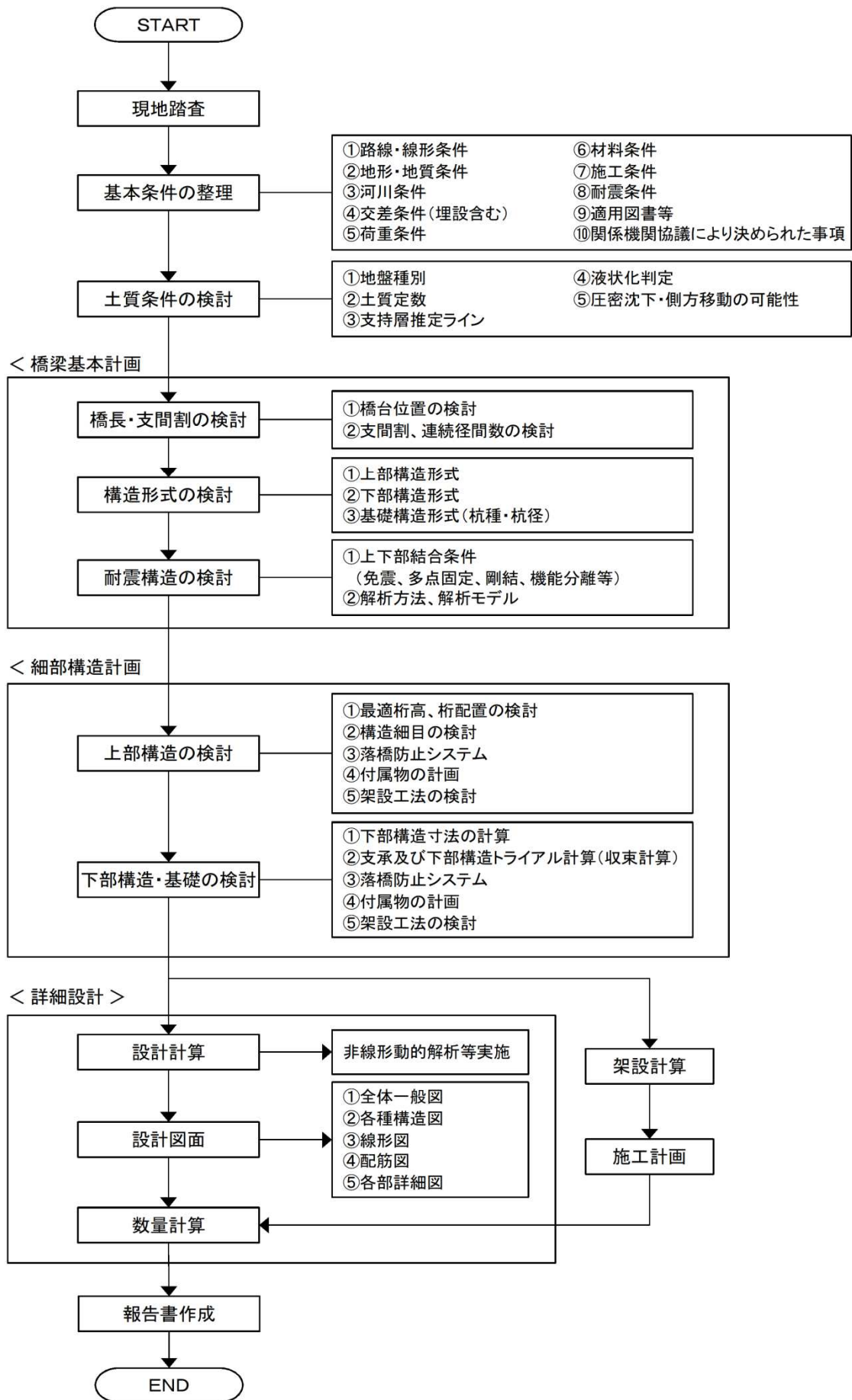


図 3. 1. 1 詳細設計フロー

### 3.1.3 構造設計上の配慮事項

橋梁設計では経済性、地域防災計画及び関連する道路網計画等との整合性を考慮したうえで、下記5項目の観点について構造設計上実施できる範囲を検討し、必要に応じて構造設計に反映する。

- (1) 設計で前提とする施工品質の確認方法の観点
- (2) 橋の一部の部材及び接続部の損傷、地盤変動等の可能性に対する、構造上の補完性及び代替性の観点
- (3) 地震後を含めた設計供用期間中における点検及び修繕が困難となる箇所をできるだけ少なくすることの観点
- (4) 地震後を含めた設計供用期間中の更新及び修繕の実施方法について検討しておくことが望ましい部材の選定とそれを確実に実行する橋の構造とすることの観点
- (5) 局所的な集中力、複雑な挙動、滞水等が生じにくい細部構造とすることの観点

(出典) 道示Ⅱ 3.8.3 p.42, H29.11. 道示Ⅲ 3.8.2 p.39, H29.11.

道示Ⅳ 3.8.2 p.58, H29.11. 道示Ⅴ 2.7.2 p.42, H29.11.

- (1) 道路橋示方書に示される施工の規定に従った標準的な施工及び品質管理が可能な構造であるかどうか等、施工の品質確保の観点から十分な配慮を行うことが必要である。

例えば、鋼構造における溶接線集中箇所を有する構造の施工途中や製作後の検査が適切に行えるような構造への配慮及びコンクリート構造におけるグラウト充填状況やかぶりの確認を容易とする構造への配慮が必要である。

- (2) 構造形式の選定にあたっては、不測の事態においても容易に構造全体の安定を喪失しない構造や代替性及び補完性等に考慮した検討を行うことが必要である。
- (3) 維持管理を確実に実施することを前提に、少なくとも点検が困難な箇所はできる限り少なくすること等の配慮が必要である。

また、地震後に橋としての早急な機能回復が求められる橋においては、地震後の損傷発見及びその損傷の修復が著しく困難と想定される箇所には修復が必要となるような損傷を生じさせないような構造計画とする等の配慮が必要である。

- (4) 経験的に損傷事例の多い付属物及び万一の想定外による損傷等が極めて重大な影響を及ぼす部材のうち、条件によっては不合理とされない範囲での配慮を行うことで更新が可能とする余地がある部材等については、その実現性も含めて検討を行うことが必要である。

一例として、不測の損傷が生じた場合に速やかな機能回復が求められる鋼橋における床版、過去の知見から耐荷性能に影響を及ぼす損傷が懸念されるプレストレストコンクリート橋におけるPC鋼材、支承交換を考慮する下部構造橋座部及び現在の知見では設計耐久期間が明確ではない制振装置等は、更新及び修繕の実施方法について検討すべき部材として位置付けられる。

- (5) 局所的な応力集中が生じる構造や複雑な挙動となる構造は、設計で想定した挙動との乖離が大きくなる可能性を有するため、極力このような構造を避けることがよい。耐久性への配慮として、滞水等、耐久性を低下させる因子が局所的に集中しない部材の組み方や形状等の構造詳細を検討することが必要である。

### 3.1.4 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) 道路構造令第8条の適用にあたり、原則として橋長50 m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、また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。

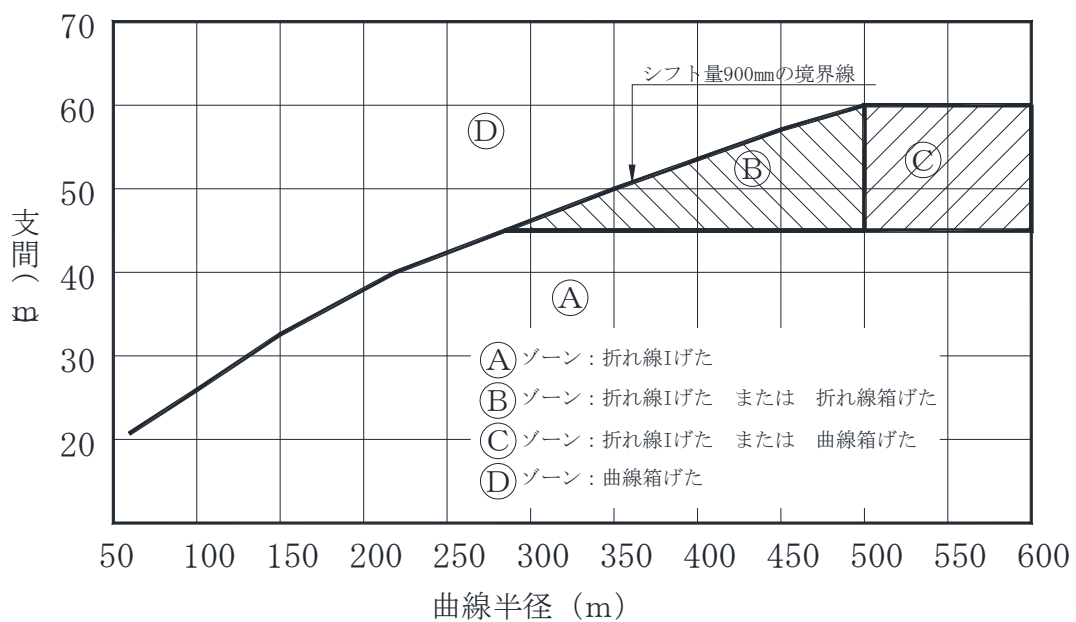


図3.1.2 鋼橋の支間長、曲線半径による形式選定図

(出典) 東北地方整備局：設計施工マニュアル[道路橋編]，P. 4-8，図4-7，H28.3.

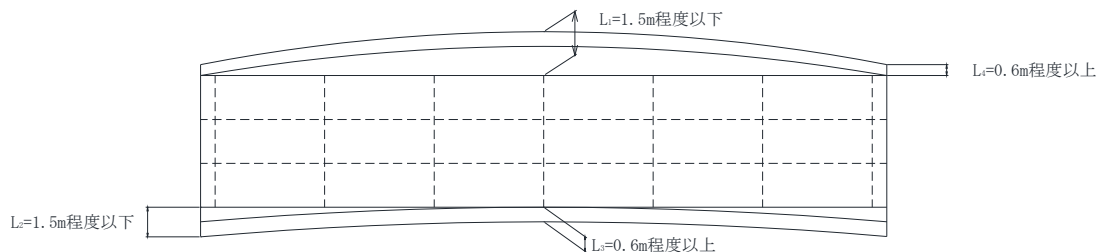


図3.1.3 鋼橋の曲線橋における床版張出し長（車道部）

(参考) 東北地方整備局：設計施工マニュアル[道路橋編]，P. 4-8，図4-6，H28.3.

### 3.2 橋の耐荷性能と限界状態\*

#### 3.2.1 橋の耐荷性能の設計において考慮する状況の区分

橋の設計にあたっては、(1) から (3) の異なる 3 種類の状況を考慮する。

- (1) 永続作用による影響が支配的な状況(永続作用支配状況)
- (2) 変動作用による影響が支配的な状況(変動作用支配状況)
- (3) 偶発作用による影響が支配的な状況(偶発作用支配状況)

(出典) 道示 I 2.1, P.33, H29.11.

橋の耐荷性能を評価するうえで支配的となる状況を抽出して設計で考慮するため、橋の設計にあたっては、橋が設計供用期間中に置かれる全ての状況について、これを網羅できるいくつかの状況で代表させ、それらを用いて橋の耐荷性能について照査を行う。

永続作用とは、設計供用期間中において、ほとんどその大きさが変動することはないか、あるいは変動してもその個々の変動の大きさの影響は著しく小さく継続的に生じる作用を対象とする。

変動作用とは、設計供用期間中において、絶えずその大きさが変動し、その作用の最大値または最小値が構造物に及ぼす影響が無視できない作用を対象とする。

偶発作用とは、設計供用期間中において、その生じる可能性が極めて小さいが、構造物に及ぼす影響が甚大となり得る作用を対象とする。

表 3.2.1 作用区分の観点

作用の区分	作用の頻度や特性	例
永続作用	常時又は高い頻度で生じ、時間的変動がある場合にもその変動幅は平均値に比較し小さい。	構造物自重(などの死荷重)、プレストレス、環境作用等
変動作用	しばしば発生し、その大きさの変動が平均値に比べて無視できず、かつ変化が偏りを有していない。	自動車(などの活荷重)、風、温度変化、雪、地震動等
偶発作用	極めて稀にしか発生せず、発生頻度などを統計的に考慮したり発生に関する予測が困難である作用。ただし、一旦生じると橋に及ぼす影響が甚大となり得ることから社会的に無視できない。	衝突、最大級地震動等

(出典)「道示 I 2.1, 表-解 2.1.1, p.34, H29.11.」に加筆

### 3.2.2 橋の耐荷性能の設計において考慮する橋の状態の区分

設計にあたっては、設計供用期間中に生じることを考慮する橋の状態を（１）及び（２）に区分して設定する。

（１）橋としての荷重を支持する能力に関わる観点

- １）橋としての荷重を支持する能力が損なわれない状態
- ２）部分的に荷重を支持する能力の低下が生じているが、橋としてあらかじめ想定する荷重を支持する能力の範囲である状態

（２）橋の構造安全性に関わる観点

橋としての荷重を支持する能力の低下が生じ進展しているものの、落橋等の致命的ではない状態

（出典）道示Ⅰ 2.2, P.35, H29.11.

橋の耐荷性能を満足するためには、設計供用期間中のあらゆる状況に対して、橋が落橋する等の致命的な状態に対して安全な状態であること及び状況に応じて必要な橋の機能を満足する適切な状態であることを、それぞれ所要の信頼性で実現できるように設計を行うことが必要である。

したがって、性能照査の前提となる橋の状態を「（１）橋としての荷重を支持する能力に関わる観点」と「（２）橋の構造安全性に関わる観点」について、あらかじめ区分しておくことが必要である。

「（１）橋としての荷重を支持する能力に関わる観点」では、橋が計画どおりに交通に供用できることを橋としての機能が損なわれていない状態とし、橋の機能を満足するために適切な橋の状態を考慮するとともに確認することが求められる。特に、２）では設計供用期間中に生じることが極めて稀で、発生予測が困難な状況における橋の機能を確認することが求められる。

また、「（２）橋の構造安全性に関わる観点」では、橋の設計供用期間中におけるどの時点における状況に対しても、橋の構造安全性について所要の信頼性を有することを確認することが求められる。

### 3.2.3 橋の耐荷性能

（１） 橋の耐荷性能は、道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性、架橋位置や交差物件との関係等を勘案し、橋の耐荷性能 1 または 2 に区分する。

（２） 橋の耐荷性能は、耐震設計上の橋の重要度を考慮し、「本手引き 8.1.1（２）」に示される耐震設計上の重要度が A 種の橋（B 種の橋以外）では橋の耐荷性能 1、耐震設計上の重要度が B 種の橋（県道のうち複断面、跨線橋、跨道橋または特に重要な橋）では橋の耐荷性能 2 とする。

（出典）「道示Ⅰ 2.3, p.37, H29.11, 道示Ⅴ 2.1, p.11, H29.11」に基づき作成

橋の耐荷性能は、橋の安全性に関わる要求性能を代表するものであり、設計供用期間中の任意の時点に対する作用の組合せに対して、橋の構造が十分安全な状態にあり、かつ、橋に求められる機能が満足される状態にあることが、安全な状態と機能を満足する状態に対してそれぞれ求まる確からしきで同時に達成される性能である。

橋の耐荷性能 1 は、設計供用期間中の任意の時点において橋として荷重を支持する能力に影響を及ぼすような損傷は生じないが、大規模な地震など偶発的な事象に対しては、落橋などの

致命的な状態でない範囲での損傷も生じるような性能である。

橋の耐荷性能 2 は、設計供用期間中の任意の時点において橋として荷重を支持する能力に影響を及ぼすような損傷は生じず、かつ大規模な地震など偶発的な事象に対しても、当該状況において橋に求める機能を確保することができ、あらかじめ想定する荷重支持能力の低下の範囲の損傷に留まるような性能である。

したがって、橋の耐荷性能 2 では、偶発作用支配状況において、直後に橋に求められる荷重を支持する能力を速やかに確保できる状態を実現することが要求され、設計にあたっては必要に応じて、橋としての機能回復のための速やかさの程度について個別の橋ごとに具体的に想定して設計することが必要である。

また、永続作用支配状況及び変動作用支配状況における修復性は、何らかの理由による部分的な損傷時においても、橋に及ぼす影響が限定的であり、橋として速やかな機能回復を行い得る状態に留めることを念頭に、部材を弾性限界だけではなく破壊に対しても十分に安全に設計しておくこと及び橋梁計画の段階から適切な維持管理が確実かつ合理的に実施できるような維持管理の具体的な条件についても考慮して設計することが必要である。

### 3. 2. 4 橋の限界状態

- (1) 橋が所要の耐荷性能を満足するために求める状態に留まることを照査するにあたっては、橋の状態を区分するための橋の限界状態を適切に設定する。
- (2) 橋の限界状態として、橋としての荷重を支持する能力に関わる観点及び橋の構造安全性の観点から橋の限界状態 1 から 3 を設定する。
- (3) 橋の限界状態は、橋を構成する部材及び橋の安定に関わる周辺地盤の安定等の限界状態によって代表させることができる。
- (4) 橋の限界状態を上部構造、下部構造及び上下部接続部の限界状態によって代表させる場合、適切にその限界状態を設定する。

(出典) 道示 I 4.1, p.61, H29.11.

- (1) 橋の限界状態とは、橋の耐荷性能の照査において部材の状態を区分するものであり、その他の照査や検討では用いるものではないことに留意が必要である。

橋の限界状態は、部材等の状態によって代表させることや、各部材の状態を適切に組み合わせることにより設定されるが、いずれの場合でも部材や断面単位での断面力や応力と抵抗の関係に基づいて部材の照査を行うこととなる。

したがって、部材等に生じる断面力や応力の算出で前提としている部材の状態や破壊進行形態が実現され、また計算上考慮されない二次応力ができるだけ小さくなるような部材形状及び接合構造とすることが必要である。
- (2) 橋の限界状態は、限界状態 1 及び 2 では橋の機能やその一部である荷重支持能力について着目し、限界状態 3 では橋の構造安全性に着目して下記のように区分する。
  - 1) 橋の限界状態 1 : 橋としての荷重を支持する能力が損なわれていない限界の状態
  - 2) 橋の限界状態 2 : 部分的に荷重を支持する能力の低下が生じているが、橋としての荷重を支持する能力に及ぼす影響は限定的であり、荷重を支持する能力があらかじめ想定する範囲にある限界の状態
  - 3) 橋の限界状態 3 : これを超えると橋の構造安全性が失われる限界の状態
- (3) 現状においては、橋全体をシステムとして捉えて橋の限界状態 2 及び 3 を評価する標



準的な考え方は確立していないが、橋を構成する部材等の終局強度を評価する方法は、ある程度確立されている。

したがって、橋の限界状態は構造全体としての補完性や代替性について十分に考慮することにより、部材等の限界状態で代表させるように橋の構造を検討する。

なお、下部構造の支持力や安定に関わる周辺地盤の特性の変化も橋の性能に直接的に影響を及ぼし得るため、設計で前提としている周辺地盤状態が設計供用期間中に満足されるように設計に反映する必要がある。

### 3.2.5 上部構造、下部構造、上下部接続部の限界状態

橋の限界状態を上部構造、下部構造及び上下部接続部の限界状態で代表させる場合、それぞれの限界状態を適切に設定し、橋の限界状態に応じてそれらを適切に組み合わせることで橋の限界状態を代表させる。

(出典) 道示 I 4.2, p.63, H29.11.

限界状態を求められる機能の観点より定義する場合、上部構造、下部構造及び上下部接続部の限界状態1から3は、表3.2.2により適切に設定する。

橋の限界状態1は、上部構造、下部構造または上下部接続部の状態が、表3.2.2の上部構造、下部構造及び上下部接続部の限界状態1に達した状態とする。

橋の限界状態2は、上部構造、下部構造または上下部接続部の中から塑性化を考慮するものを適切に定め、塑性化を考慮するものが上部構造、下部構造または上下部接続部の限界状態2に達した状態、または、塑性化を考慮しないものが上部構造、下部構造または上下部接続部の限界状態1に達した状態とする。

橋の限界状態3は、上部構造、下部構造または上下部接続部の状態が、表3.2.2の上部構造、下部構造及び上下部接続部の限界状態3に達した状態とする。

表3.2.2 上部構造、下部構造、上下部接続部の限界状態

限界状態1	部分的にも荷重を支持する能力低下が生じておらず、耐荷力の観点から特別の注意なく使用できる限界の状態	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 挙動等に可逆性を有するとみなせる限界の状態</li> <li>・ 構成する部材等に残留変位が残らないとみなせる限界の状態</li> <li>・ 橋としての荷重を支持する能力を低下させる変位や振動程度に至らない限界の状態</li> </ul>
限界状態2	部分的にも荷重を支持する能力低下が生じているものの限定的であり、耐荷力の観点からあらかじめ想定する範囲にあり、かつ特別な注意のもとで使用できる限界の状態	一部の部材等に損傷や残留変位が生じているものの、組合せる状況において求める橋の荷重支持能力を確保するために必要な強度や剛性が確保できる限界の状態
限界状態3	これを超えると部材等としての荷重を支持する能力が完全に失われる限界の状態	落橋しないとみなせる限界の状態

(出典) 道示 I 4.2, 表-解 4.2.1, p.64~65, H29.11.

### 3.2.6 部材等の限界状態

上部構造、下部構造または上下部接続部の限界状態をそれらの部材等の限界状態で代表させる場合、部材等の限界状態を適切に設定し、上部構造、下部構造または上下部接続部の限界状態に応じてそれらを適切に組み合わせることで上部構造、下部構造または上下部接続部の限界状態を代表させる。

(出典) 道示 I 4.3, p.65, H29.11.

限界状態を部材等の荷重支持能力の観点より定義する場合、部材等の限界状態 1 から 3 は、表 3.2.3 により適切に設定する。

上部構造、下部構造または上下部接続部の限界状態 1 は、上部構造、下部構造または上下部接続部を構成する部材等の状態が、部材等の限界状態 1 に達した状態とする。

上部構造の限界状態 2 は、二次部材を除く上部構造を構成する主要な部材等に着目し、それらが部材等の限界状態 1 を超えない限界の状態とする。下部構造または上下部接続部の限界状態 2 は、下部構造または上下部接続部を構成する部材等が限界状態 2 に達した状態とする。

上部構造、下部構造または上下部接続部の限界状態 3 は、上部構造、下部構造または上下部接続部を構成する部材が、部材等の限界状態 3 に達した限界の状態とする。ただし、上部構造、下部構造または上下部接続部の構造特性によっては、その挙動における幾何学的非線形性の影響により、それぞれの限界状態を部材等の限界状態で必ずしも代表できない場合があるため、橋全体系としての限界状態 3 を適切に定めることが必要である。

表 3.2.3 部材等の限界状態

部材の限界状態 1	部材等としての荷重を支持する能力が確保されている限界の状態 (特段の注意なく使用できるとみなせる限界の状態)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 挙動等に可逆性を有するとみなせる限界の状態</li> <li>・ 部材機能を低下させる変位や振動程度に至らない限界の状態</li> <li>・ 橋の機能を低下させる変位や振動程度に部材が至らない限界の状態</li> </ul>
部材の限界状態 2	部材等としての荷重を支持する能力が低下しているものの、あらかじめ想定する能力の範囲にある限界の状態 (特別な注意のもとで使用できるとみなせる限界の状態)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 部材として最大強度点を超えず、かつ、十分な塑性変形性能が残存するとみなせる限界の状態</li> <li>・ 組み合わせる状況に対して求める橋の機能に影響を与える案流変位や剛性低下に達しない限界の状態</li> </ul>
部材の限界状態 3	これを超えると部材等としての荷重を支持する能力が完全に失われる限界の状態	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 部材として最大強度点を超えない限界の状態</li> <li>・ 部材として変形性能を喪失しない限界の状態</li> </ul>

(出典) 道示 I 4.3, 表-解 4.3.1, p.66, H29.11.

部材等の限界状態を用いて橋の耐荷性能の照査を行う場合、橋が立体的にその構造機能を確保したうえで、部材等の限界状態に対して適切な安全余裕を有するように設計するため、下記のような事項を考慮することが必要である。

- 1) 立体機能の確保という点から、全体系において節のような弱点を有さず必要な剛性が発揮され、構造全体系及び各部で一定の剛性を有し、様々な作用に対して、一定程度、橋の断面形状が保持される構造であること。
- 2) 支点上で想定の支持及び荷重伝達機構が発揮され、耐荷性能の設計で考慮する状況において、鉛直方向及び水平方向に作用する荷重を支承部や下部構造に円滑に伝達できる上部構造であること。

### 3.3 橋の耐荷性能の照査

#### 3.3.1 一般

- (1) 橋の耐荷性能 1 または 2 を満足する橋は、永続作用支配状況及び変動作用支配状況において、その状態が橋の限界状態 1 及び 3 を超えないことを設計状況と限界状態の各組合せにおいて所定の信頼性を有して満足することを照査する。
- (2) 橋の耐荷性能 1 または 2 を満足する橋は、偶発作用支配状況において、その状態が橋の限界状態 3 を超えないことを所要の信頼性を有して満足することを照査する。
- (3) 橋の耐荷性能 2 を満足する橋は、偶発作用支配状況において、その状態が橋の限界状態 2 を超えないことを所要の信頼性を有して満足することを照査する。

(出典) 道示 I 5.1, p.68, H29.11.

- (1) 橋の耐荷性能 1 または 2 を満足する橋に求める機能状態の照査は、橋の限界状態 1 を超えないことの照査により代表する。  
 なお、材料や部材の特性によっては、橋の限界状態 1 や 3 のいずれの限界状態に対する制限値が設計の決定要因になるかは一概でないため、永続作用支配状況及び変動作用支配状況では、同じ作用の組合せに対して、限界状態 1 及び 3 の両者を照査することを基本とする。
- (2) 橋の耐荷性能 1 または 2 を満足する橋に求める構造安全性の照査は、橋の限界状態 3 を超えないことの照査により代表する。  
 なお、常に作用の各組合せに対して、永続作用支配状況、変動作用支配状況及び偶発作用支配状況において、橋の限界状態 3 を超えないことに求める実現性の度合いが確保されることを照査することを基本とする。
- (3) 橋の耐荷性能 3 を満足する橋では、偶発作用が支配的な状況において橋に求める機能状態が確保できることを、橋の限界状態 2 を超えないことを照査することで確認する。

表 3.3.1 橋の耐荷性能 1 に対する橋の耐荷性能の照査

状態	機能面からの橋の状態	構造安全面からの橋の状態
状況	橋としての荷重を支持する能力が失われていない状態	部分的に荷重を支持する能力低下が生じているが、橋としてのあらかじめ想定する荷重を支持する能力の範囲である状態
永続作用支配状況 変動作用支配状況	橋の限界状態 1 を超えないことの実現性	橋の限界状態 3 を超えないことの実現性
偶発作用支配状況		橋の限界状態 3 を超えないことの実現性

(出典) 道示 I 5.1, 表-解 5.1.1, p.69, H29.11.

表 3.3.2 橋の耐荷性能 2 に対する橋の耐荷性能の照査

状態	機能面からの橋の状態		構造安全面からの橋の状態
	橋としての荷重を支持する能力が失われていない状態	部分的に荷重を支持する能力低下が生じているが、橋としてのあらかじめ想定する荷重を支持する能力の範囲である状態	致命的な状態でない状態
状況	永続作用支配状況	変動作用支配状況	偶発作用支配状況
	橋の限界状態 1 を超えないことの実現性	橋の限界状態 2 を超えないことの実現性	橋の限界状態 3 を超えないことの実現性

(出典) 道示 I 5.1, 表-解 5.1.1, p.69, H29.11.

### 3.3.2 照査の方法

- (1) 橋の耐荷性能の照査は、部材等の耐荷性能の照査で代表させる。
- (2) 橋の耐荷性能の照査を部材等の耐荷性能で代表させる場合、永続作用支配状況及び変動作用支配状況においては、部材等の状態がその限界状態 1 及び 3 を超えないこと、偶発作用支配状況については部材等の状態がその限界状態 1 または 2 を超えないこと並びに限界状態 3 を超えないことを照査することを基本とし、作用の組合せに対する部材等の状態が各限界状態を超えないことを所要の信頼性を有して満足することを照査する。
- (3) 部材等の耐荷性能の照査方法は、「本手引き第 4 章 鋼橋、第 5 章 コンクリート橋、第 6 章 下部構造及び第 8 章 耐震設計」の各章に示される方法による。

(出典) 道示 I 5.2, p.70, H29.11.

- (1) 「本手引き 3.2.4 (4)」に基づき、橋の状態については部材単位で評価することが合理的であるため、部材単位の性能の照査を行うことで、橋の耐荷性能の照査を行う。
- (2) 橋が落橋等の致命的な状態に対して、それぞれの作用の組合せにおいて安全な状態であることについて、永続作用支配状況、変動作用支配状況及び偶発作用支配状況にて求める信頼性で実現できるように、それぞれの状況に対して照査する。

また、永続作用支配状況、変動作用支配状況及び偶発作用支配状況のそれぞれの状況で必要とする橋の機能を満足する状態にあることを、それぞれの状況で求める信頼性で実現できることを照査する。

なお、橋は限界状態 1 を超えない状態に留まっている部材や接合から構成されることが当然であり、さらに、部材や接合は限界状態 3 に対しても必要な安全性が確保されていること、そして、橋が不測の状況・状態に対して供用に支障のない程度の残留変形や復元力特性の状態に留まることのできる構造とし、できるだけ速やかな回復が可能であるような抵抗メカニズムを有するような部材構成及び部材間が適切に接合されていることが当然である。

したがって、作用の組合せごとに、橋の機能の観点から限界状態 1 または 2 を超えないこと、橋の構造安全性の観点から橋の限界状態 3 を超えないことの両者の照査を行うことが必要である。

### 3.4 橋の耐久性能の照査

#### 3.4.1 一般

- (1) 橋の設計にあたっては、各部材等について道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性、性能低下が橋に及ぼす影響の程度、修繕が生じた時に橋や道路の通行に及ぼす影響の程度、異常の発見や修繕の容易さの程度及び経済性等を考慮して、各部材等に設計耐久期間を設定し必要な耐久性を確保する。
- (2) 各部材等に対しては、経年の影響を評価して設定された設計耐久期間以上の耐久性を確保する。

(出典) 道示 I 6.1, p.86, H29.11.

- (1) 部材等の設計耐久期間の設定及び耐久性確保の方法を検討するにあたっては、地域防災計画や経済活動等の当該道路に期待される道路ネットワークの一部としての役割、架橋位置や交差物件との関係を考慮した維持管理に関わる制約条件、構造の特徴や着目する部材等の機能を考慮した異常の発見と措置の容易さの程度として下記のような事項を考慮することが必要である。

- 1) 平時に橋に求められる機能や架橋条件、同等の機能を有する迂回路利用の困難さ等によっては、修繕の機会が発生する可能性を極力減らすことを求める。
- 2) 橋の維持管理上の制約が相対的に小さい場合、設計供用期間中に部材等の更新等を行うことを予め設定する。
- 3) 異常の発見や修繕が容易でない部材等において、特に不測の事態を避けたい考える場合、特に耐久性の信頼性向上を図る。
- 4) 耐久性の不確実性について知見等が少ない場合、部材等の交換を前提とした設計耐久期間を設定することにより、耐久性確保の方法を検討する。

なお、部材等の設計耐久期間は、表 3.4.1 を参考に設定を行う。

表 3.4.1 部材等の種別と設計耐久期間の例

部材等の種別	部材等の設計耐久期間
橋の設計供用期間中の更新を前提としない部材等	橋の設計供用期間とする。
橋の設計供用期間中の更新を前提とする部材等	橋の設計供用期間を超えない範囲で適切に定める。

(出典) 道示 I 6.1, 表 6.1.1, p.86, H29.11.

- (2) 設計耐久期間の設定にあたり、考慮する経年の影響としては、少なくとも下記の事象を考慮する。

#### 1) 鋼部材及びコンクリート部材の疲労

鋼部材に対しては、疲労強度が著しく低い継手及び溶接の品質確保が難しい構造の採用を避けるとともに、活荷重等により部材に生じる応力変動の影響を評価して必要な疲労耐久性を確保する。

コンクリート部材に対しては、疲労の影響が顕在化していない事実に基づき、設計供用期間中に応力の繰返しによる影響の累積により、部材の耐荷性能が低下することがないように耐久性を確保する。

#### 2) 鋼材の腐食

鋼部材に対しては、腐食による機能低下を防ぐため、被覆系の防食被膜等による防せい及び防食を施すことにより耐久性を確保する。

コンクリート部材に対しては、鉄筋やP C鋼材等の内部鋼材の腐食による機能低下を防ぐため、かぶりの確保、塗装鉄筋及びコンクリート塗装等により防食を施すことにより耐久性を確保する。

#### 3) ゴム材料の疲労及び熱、紫外線等の環境作用による劣化

ゴム材料に対しては、外気接触面への内部ゴムと同等以上の耐久性能を有する厚さの被覆ゴム設置による疲労対策及び環境作用による劣化発生メカニズムを踏まえた適切な劣化対策を施すことにより、耐久性を確保する。

### 3.4.2 耐久性確保の方法と照査

- (1) 部材等の設計耐久期間に対する所要の耐久性の確保にあたっては、補修及び更新等の想定される維持管理を適切に反映させ、部材等に対して望ましい耐久性確保の方法を選定する。
- (2) 部材等の耐久性確保に対する照査方法は、「本手引き 第4章 鋼橋、第5章 コンクリート橋及び第6章 下部構造」の各章に示される方法による。

(出典) 道示 I 6.2, p.87, H29.11.

- (1) 部材等の設計耐久期間に対する所要の耐久性確保の方法は、道路ネットワークの位置付けや代替性の有無を考慮したうえでの維持管理の方法に基づき、表3.4.2及び下記を参考に方法1から方法3のいずれかに区分に基づき、当該部材等に望ましい方法を選定する。

1) 方法1：設計耐久期間内における材料の機械的性質や力学的特性等の経年変化を前提とし、これを定量的に評価した断面とすることで、その期間内における当該部材等の耐荷性能に影響を及ぼさないようにする方法。例えば、鋼部材の腐食に対して、耐候性鋼材の使用や腐食代を与えること及びコンクリート部材における内部鋼材の腐食に対するかぶりの確保がこの方法に該当する。(自己犠牲的な方法)

2) 方法2：設計供用期間内における材料の機械的性質や力学的特性等の経年変化を前提とし、当該部材等の断面には影響を及ぼさない対策の追加等、別途の手段を付加的に講じることにより、その期間内における当該部材等の耐荷性能に影響を及ぼさないようにする方法。例えば、鋼部材の腐食に対して、部材等そのものは耐荷性能上必要な断面のみで設計し、その表面へ塗装やめっき等の被覆系の防食被膜を設けること及びコンクリート部材の内部鋼材の腐食に対する塗装鉄筋やコンクリート塗装による腐食因子の遮断がこの方法に該当する。(他力本願的な方法)

3) 方法3：設計耐久期間内における材料の機械的性質や力学的特性等に及ぼす経年の影響が現れる可能性がないか、無視できるほど小さいものとすることで、当該部材等の耐荷性能に影響を及ぼさないようにする方法。例えば、

鋼材の腐食に対して、設計耐久期間内では問題となるような腐食が生じないような耐食性の特に優れた材料の使用及び構造の観点からは、完全密閉された閉断面部材の内面がこの方法に該当する。(完全無欠的な方法)

ただし、設計耐久期間における耐久性確保の方法として方法3とした場合においても、定期点検等を含めた維持管理が不要となる訳ではなく、維持管理における確実性や容易性は要求される。

表 3.4.2 耐久性確保の方法分類

	耐久性確保の方法	事例
方法 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>劣化要因の累積的影響を考慮した断面寸法や構造となるように設計を行う。</li> </ul> <p style="text-align: center;">【自己犠牲的な方法】</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>累積損傷度を考慮した疲労設計</li> <li>かぶりへの塩害の浸透を考慮した塩害設計</li> </ul>
方法 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>劣化要因の影響が断面に及ばないように断面寸法や構造とは別途の対策を行う。</li> <li>ただし、別途対策の更新が必要となる。</li> </ul> <p style="text-align: center;">【他力本願的な方法】</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>塗装等による防食</li> <li>コンクリート塗装による劣化因子の遮断</li> </ul>
方法 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋の設計供用期間に対して劣化が生じない。</li> </ul> <p style="text-align: center;">【完全無欠的な方法】</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐食性材料等</li> <li>新技術登場を期待</li> </ul>



### 3.5 橋の使用目的との適合性を満足するために必要なその他検討

#### 3.5.1 一般

- (1) 橋の耐荷性能や耐久性能と必ずしも直接関係付けられないものの橋の使用目的との適合性の観点より必要な性能を満足させるにあたっては、検討に必要な事項を適切に設定する。
- (2) 検討の実施にあたっては、検討の目的や構造の特性を考慮し、適切に設計に反映させる。

(出典) 道示 I 7.1, p.90, H29.11.

- (1) 橋の耐荷性能や耐久性能には直接的に関係しないが、橋の使用目的との適合性を満足するために必要となる検討事項や性能として要求する範囲を適切に設定することが必要である。

橋の使用目的との適合性を満足させるために必要となるその他検討事項としては、下記の2項目を考慮する。

1) 橋の損傷の発生が第三者に被害を及ぼす可能性の程度

路面上方へ部材が配置され、二次部材やその接合部に損傷が生じ落下の危険性が懸念される場合や路面上方の部材に損傷の発生に伴ってコンクリート片の落下等が懸念される場合には、必要に応じて第三者被害防止措置の観点から、使用目的との適合性を満足させるために損傷を制御すること等が該当する。

2) 振動や騒音等の発生する可能性や発生時に橋の利用者や周辺環境に及ぼす影響の程度

上部構造のたわみは、橋の耐荷性能や耐久性能、機能に関係するものと考えられる一方で、直接的な因果関係を明確に整理することが困難であるが、橋の利用者への不快感軽減等、橋の使用目的との適合性を満足するために必要な事項に該当する。

また、上下部接合部に支承を用いた場合、支承には耐荷性能及び耐久性能を満足するような設計を実施する一方で、設計供用期間中に設計では具体的に考慮されない不測の外力や劣化損傷を受ける可能性にも配慮しつつ、上下部接合部にはフェールセーフを設置することが要求されているような事項も該当する。

- (2) 道路橋示方書において、特に規定されていない事項及び設計項目以外について、検討する目的や性能として求める範囲は、個別の橋ごとに決めることができる。

したがって、検討の目的と設計への反映についても、構造の特性を踏まえて個別の橋ごとに対応することができる。

### 3.6 設計状況

#### 3.6.1 作用の種類

- (1) 設計で考慮する状況を設定するための作用として、「道示 I 3.1」に示される荷重または影響を考慮する。
- (2) 作用の特性値は「道示 I 8章」の規定に従って設定する。
- (3) 施工の過程に対しても、橋の完成時に所要の性能が得られるように、施工時に対して設計で考慮する状況を適切な荷重または影響により考慮する。

(出典) 道示 I 3.1, p.41, H29.11.

- (1) 橋の性能に関わる全ての働きを作用とし、具体的な設計計算などで扱えるようにその影響を表現しなおしたものが荷重及び影響として整理される。

設計で考慮される状況の区分と状況を設定するための作用は、表3.6.1のように分類される。

表3.6.1 作用特性の分類

	永続作用	変動作用	偶発作用
1) 死荷重 (D)	○		
2) 活荷重 (L)		○	
3) 衝撃の影響 (I)		○	
4) プレストレス力 (PS)	○		
5) コンクリートのクリープの影響 (CR)	○		
6) コンクリートの乾燥収縮の影響 (SH)	○		
7) 土 圧 (E)	○	○	
8) 水 圧 (HP)	(○) ※	○	
9) 浮力又は揚圧力 (U)	(○) ※	○	
10) 温度変化の影響 (TH)		○	
11) 温度差の影響 (TF)		○	
12) 雪荷重 (SW)		○	
13) 地盤変動の影響 (GD)	○		
14) 支点移動の影響 (SD)	○		
15) 遠心荷重 (CF)		○	
16) 制動荷重 (BK)		○	
17) 風荷重 (WS、WL)		○	
18) 波 圧 (WP)		○	
19) 地震の影響 (EQ)		○	○
20) 衝突荷重 (CO)			○

※設計供用期間中の水位の変動幅や橋への荷重効果としての変動幅によっては、永続作用として扱うこともあり得る。

(出典) 道示 I 3.1, 表-解 3.1.1, p.43, H29.11.

- (2) 作用の特性値は、性能照査における信頼性に直接的に影響するため、「道示 I 8章」に基づき、荷重及び影響の種類ごとに適切な値を設定する。

作用特性値のうち、活荷重については以下のとおり取り扱う。

- ・活荷重は、自動車荷重（T荷重、L荷重）、群集荷重及び軌道の車両荷重とし、大型の自動車の交通状況に応じてA活荷重及びB活荷重に区分する。
- ・着目する部材等の応答が最も不利となる方法で路面部分に載荷する。
- ・B活荷重では、総重量 245 kN の大型の自動車の走行頻度が比較的高い状況を想定している。県が管理する一般国道、県道の橋の設計にあたっては、B活荷重を適用する。これは、これらの道路が幹線道路としての役割を有し、ネットワークとしての機能の連続性等を考慮する必要があることに基づく。

T荷重：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。一般に、床版及び床組の設計に用いるが、支間長が特に長い縦桁等では、T荷重とL荷重のうち不利な応力を与える荷重を用いる。

L荷重：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で表現する。一般に、主桁の設計に用いるが、支間長が特に短い主桁や床版橋では、T荷重とL荷重のうち不利な応力を与える荷重を用いる。

表3.6.2に荷重モデル・強度、荷重載荷法を整理したものを示す。

表 3.6.2 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 橋軸直角方向</p> <p>(出典) 道示 I 8.2 図-8.1.1, p.94, H29.11.</p> <table border="1"> <caption>係 数</caption> <thead> <tr> <th>支間 (m)</th> <th><math>L \leq 4</math></th> <th><math>4 &lt; L</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>係数</td> <td>1.0</td> <td><math>\frac{L}{32} + \frac{7}{8}</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>(出典) 道示 I 8.2 表-8.2.1, p.94, H29.11.</p>	支間 (m)	$L \leq 4$	$4 < L$	係数	1.0	$\frac{L}{32} + \frac{7}{8}$	<p>主桁設計時の T 荷重の載荷方法 (出典) 道示 I 8.2 図-解 8.2.8, p.102, H29.11.</p>																														
支間 (m)	$L \leq 4$	$4 < L$																																				
係数	1.0	$\frac{L}{32} + \frac{7}{8}$																																				
L 荷 重	<p>(出典) 道示 I 8.2 図-8.2.2, p.95, H29.11.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">荷重</th> <th colspan="6">主 載 荷 荷 重 (幅 5.5m)</th> <th rowspan="3">従 載 荷 荷 重</th> </tr> <tr> <th colspan="2">等分布荷重 <math>p_1</math></th> <th colspan="3">等分布荷重 <math>p_2</math></th> <th rowspan="2">主 載 荷 荷 重 の 50%</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>L ≤ 80</th> <th>80 &lt; L ≤ 130</th> <th>130 &lt; L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A活荷重</td> <td>6</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.5</td> <td>4.3-0.01L</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B活荷重</td> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>L: 支間長 (m)</p> <p>(出典) 道示 I 8.2 表-8.2.2, p.96, H29.11.</p>	荷重	主 載 荷 荷 重 (幅 5.5m)						従 載 荷 荷 重	等分布荷重 $p_1$		等分布荷重 $p_2$			主 載 荷 荷 重 の 50%	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	L ≤ 80	80 < L ≤ 130	130 < L	A活荷重	6	10	12	3.5	4.3-0.01L	3		B活荷重	10							<p>等分布荷重 <math>p_1</math> の載荷方法 (橋軸方向) (出典) 道示 I 8.2 図-解 8.2.2, p.99, H29.11.</p> <p>L 荷重の載荷方法 (橋軸直角方向) (出典) 道示 I 8.2 図-解 8.2.6, p.101, H29.11.</p>
荷重	主 載 荷 荷 重 (幅 5.5m)						従 載 荷 荷 重																															
	等分布荷重 $p_1$		等分布荷重 $p_2$			主 載 荷 荷 重 の 50%																																
	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	L ≤ 80	80 < L ≤ 130			130 < L																														
A活荷重	6	10	12	3.5	4.3-0.01L	3																																
B活荷重	10																																					
群 集 荷 重	<p><math>w \text{ kN/m}^2</math></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>支間 (m)</th> <th><math>L \leq 80</math></th> <th><math>80 &lt; L \leq 130</math></th> <th><math>130 &lt; L</math> (<math>\text{kN/m}^2</math>)</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)	$L \leq 80$	$80 < L \leq 130$	$130 < L$ ( $\text{kN/m}^2$ )	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)	$L \leq 80$	$80 < L \leq 130$	$130 < L$ ( $\text{kN/m}^2$ )																																			
床版・床組	5.0	5.0	5.0																																			
主桁・主構	3.5	4.3-0.01L	3.0																																			

(3) 施工段階における適切な安全性の確保及び施工時に生じる内力や変形等が完成時に求められる性能を損なわれる可能性や悪影響の程度等を適当な確からしきで低減できるように設計するため、施工時の状況については、下記事項に基づいて適切に設計状況を設定することが必要である。

- 1) 橋の施工時の安全性を確保するため、施工方法や施工途中の各段階における構造等の条件を適切に考慮し、自重、施工に用いる資機材、風及び地震の影響等に対して必要な検討を行い、施工時荷重 (ER) を設定する。
- 2) 施工時荷重 (ER) の特性値は、施工期間等に応じた適切な値を設定する。
- 3) 橋の完成時に所要の性能が得られるための設計における前提条件を適切に考慮し、施工時荷重 (ER) を設定するとともに、施工方法や施工段階における構造等の条件を完成系の設計にて適切に考慮する。

施工時荷重 (ER) の特性値の設定にあたっては、下記事項に留意することが必要である。

- ・ 架設系の各段階に要する時間
- ・ 冬期や洪水期の外力等の条件
- ・ 架設資機材や工事用車両の載荷 (静的・動的)
- ・ 架設資機材や工事用車両の稼働に起因する外力等の条件 (制動力・振動等)
- ・ 架設系の各段階における支持条件及び不均等が与える影響
- ・ 仮設材の存在に起因する外力等の条件 (死荷重・風荷重等)
- ・ 施工に伴う振動や一時的な荷重
- ・ 完成系と異なる応力や変位の発生
- ・ 完成系と異なる耐荷力特性 (溶接による熱影響・強度発現前のコンクリート等)
- ・ 架設段階の必要に応じて設置された部材で完成後も残置されるものの影響

また、橋の完成時に所要の性能を得るための設計における前提条件については、下記事項に留意することが必要である。

- ・ 冬期や洪水期の外力等の条件
- ・ コンクリートの施工中の温度昇降
- ・ コンクリート分割打設に伴う新旧打継目上での収縮拘束に伴い発生する応力
- ・ 架設系の各段階における支持条件
- ・ 完成系と異なる応力や変位の発生
- ・ 完成系と異なる耐荷力特性 (溶接による熱影響・強度発現前のコンクリート等)
- ・ 架設段階の必要に応じて設置された部材で完成後も残置されるものの影響 (重量だけでなく形状や剛性等が部材に与える影響等)

### 3.6.2 設計状況の設定

- (1) 設計にあたっては「本手引き 3.2.1」にて区分した設計状況を、「本手引き 3.6.1」に示した作用により、それぞれの設計状況の区分において橋にとって最も不利となる作用の組合せを考慮して適切に設定する。
- (2) 作用の組合せは「道示 I 3.3」及び「本手引き 3.6.3」に従って設定する。
- (3) 施工時の設計状況は、施工条件を考慮して所要の橋の性能が得られるように適切に設定する。

(出典) 道示 I 3.2, p.46, H29.11.

- (1) 設計状況は、橋が設計供用期間中に生じ得ることが想定される最も不利な作用の組合せで代表させる。
- (3) 施工時における地震の影響及び風荷重の影響については、施工期間等を考慮して組合せ方を検討する。

### 3.6.3 作用の組合せ

- (1) 「本手引き 3.2.1」にて区分した設計状況における最も不利となる作用の組合せは、「本手引き 3.6.1」に示した作用を組み合わせることにより代表させる。
- (2) 代表させる作用の組合せは、少なくとも「道示 I 3.3」に示されるものを基本とする。
- (3) 作用の組合せに対しては、「道示 I 3.3, 表-3.3.1」に示される荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を考慮する。

(出典) 道示 I 3.3, p.47, H29.11.

- (2) 永続作用支配状況、変動作用支配状況及び偶発作用支配状況に区分した各設計状況における作用の組合せは、列挙される作用が同時に生じた状況での効果を照査にて考慮することを意図した下記に示す永続作用支配状況 1 ケース、変動作用支配状況 9 ケース及び偶発作用支配状況 2 ケースの計 12 ケースを少なくとも考慮する。

1) 永続作用支配状況（永続作用による影響が支配的な状況）

① D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF) +GD+SD +WP +(ER)

2) 変動作用支配状況（変動作用による影響が支配的な状況）

② D+L+I+PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF)+(SW)+GD+SD+(CF)+(BK) +WP +(ER)

③ D +PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF) +GD+SD +WP +(ER)

④ D +PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF) +GD+SD +WS +WP +(ER)

⑤ D+L+I+PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF)+(SW)+GD+SD+(CF)+(BK) +WP +(ER)

⑥ D+L+I+PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF)+(SW)+GD+SD+(CF)+(BK)+WS+WL+WP +(ER)

⑦ D+L+I+PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF) +GD+SD+(CF)+(BK)+WS+WL+WP +(ER)

⑧ D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF) +GD+SD +WS +WP +(ER)

⑨ D +PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF)+(SW)+GD+SD +WP+EQ +(ER)

⑩ D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF) +GD+SD +WP+EQ +(ER)

3) 偶発作用支配状況（偶発作用による影響が支配的な状況）

⑪ D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +GD+SD +EQ

⑫ D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +GD+SD +CO

上記に示した作用の組合せにおいて、( ) 書きの作用については橋にとって最も不利な状況となる条件を考慮して組み合わせることが必要である。

ただし、上記に示した作用の組合せにおいて用いられている「+」記号は、数値を単純に加算すること等ではなく、作用を組み合わせることを意図しているため、それぞれの作用を同時に、それぞれの作用の規定どおりに橋に載荷することが基本である。

なお、上記に示した作用の組合せを少なくとも考慮することは、これら作用の組合せが標準である一方で、構造の特徴などに応じて必要があれば、照査目的や着目事項に応じた作用の組合せを追加検討することが必要なためである。

また、各組合せケースにおいては、橋の構造形式及び架橋状況等によっては橋に影

響を及ぼす作用として考慮することの必要のない作用も含まれているため、橋の構造形式及び架橋状況等を適切に考慮し、橋に影響を及ぼす作用として考慮することが必要な作用のみを組み合わせることによりよい。

ただし、橋に影響を及ぼす作用として考慮することが必要のない作用については、その理由を設計条件等に整理を行う。

- (3) 橋の設計状況は、「本手引き 3.6.1」に示される作用に荷重係数 $\gamma_q$ 及び荷重組合せ係数 $\gamma_p$ を考慮して組み合わせることにより表現される。

作用の組合せに対して考慮する荷重組合せ係数 $\gamma_p$ 及び荷重係数 $\gamma_q$ は、下記のように定義される。

荷重組合せ係数 $\gamma_p$ ：異なる作用の同時載荷状況に応じて、設計で考慮する作用の規模の補正を行うための係数

荷重係数 $\gamma_q$ ：作用の特性値に対するばらつきに応じて、設計で考慮する作用の規模の補正を行うための係数

荷重組合せ係数 $\gamma_p$ は、橋が置かれる状況を荷重の組合せとして与えるにあたり、その同時載荷状況に応じて個々の荷重規模を補正するもので、設計で考慮する作用の組合せがこれを上回る可能性を所要の確からしきで小さくするように補正するための部分係数である。

荷重係数 $\gamma_q$ は、「道示 I 第 8 章」に示される作用の特性値に対して、そのばらつきや設計供用期間中の変動特性を考慮し、個々の荷重の統計的な性質に基づき、設計供用期間中に生じる個々の作用の値がこれを下回る可能性を十分小さくするように補正するための部分係数である。

永続作用支配状況、変動作用支配状況及び偶発作用支配状況に区分した各設計状況における作用の組合せに対する、荷重組合せ係数 $\gamma_p$ 及び荷重係数 $\gamma_q$ を表 3.6.3 に示す。

表 3.6.3 作用の組合せに対する荷重組合せ係数及び荷重係数

作用の組合せ		荷重組合せ係数 $\gamma_p$ と荷重係数 $\gamma_q$ の値																													
		D		L		PS, CR, SH		E, HP, U		TH		TF		SW		GD SD		CF BK		WS		WL		WP		EQ		CO			
		$\gamma_p$	$\gamma_q$	$\gamma_p$	$\gamma_q$	$\gamma_p$	$\gamma_q$	$\gamma_p$	$\gamma_q$	$\gamma_p$	$\gamma_q$	$\gamma_p$	$\gamma_q$	$\gamma_p$	$\gamma_q$	$\gamma_p$	$\gamma_q$	$\gamma_p$	$\gamma_q$	$\gamma_p$	$\gamma_q$	$\gamma_p$	$\gamma_q$	$\gamma_p$	$\gamma_q$	$\gamma_p$	$\gamma_q$	$\gamma_p$	$\gamma_q$		
①	D	永続作用支配状況		1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
②	D+L	変動作用支配状況		1.00	1.05	1.00	1.25	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
③	D+TH			1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
④	D+TH+WS			1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	0.75	1.00	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	-	-	0.75	1.25	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
⑤	D+L+TH			1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.05	1.00	1.05	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
⑥	D+L+WS+WL			1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.25	0.50	1.25	1.00	1.00	-	-	-	-
⑦	D+L+TH+WS+WL			1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.05	1.00	1.05	0.50	1.00	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.25	0.50	1.25	1.00	1.00	-	-	-	-
⑧	D+WS			1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	1.25	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
⑨	D+TH+EQ			1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	0.50	1.00	-	-
⑩	D+EQ			1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
⑪	D+EQ			偶発作用支配状況		1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00
⑫	D+CO	偶発作用支配状況		1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00

(出典) 道示 I 3.1, 表 3.3.1, p. 49, H29. 11.

荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  の適用にあたっては、下記事項に留意することが必要である。

【留意点 1】：荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  は、作用そのものに乗じることを原則とする。

- ・ 単位体積重量のように作用を生み出す要因(作用要因)には乗じない。
- ・ 発生断面力、応力及び変位等、作用要因により生み出される作用効果には乗じない。

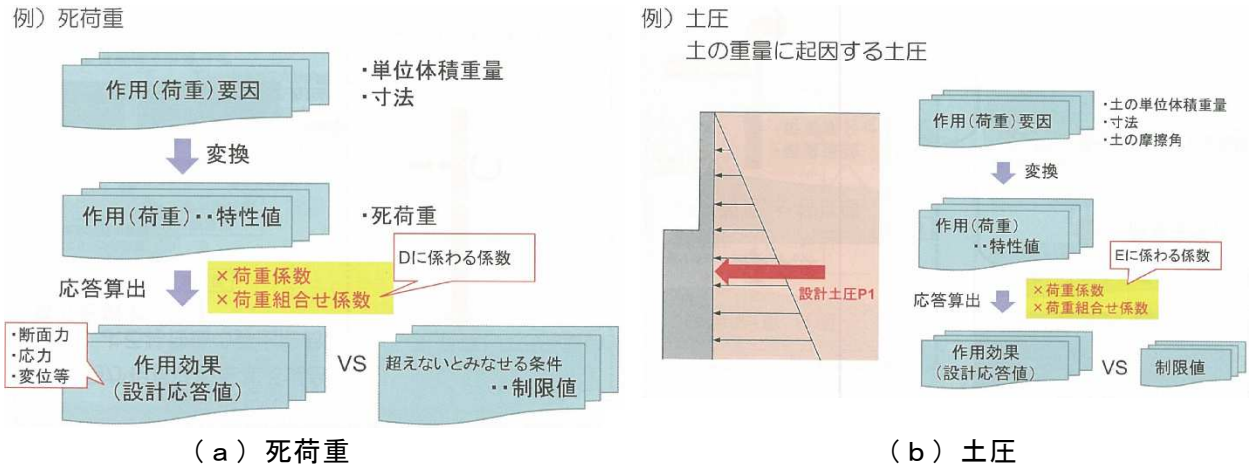


図 3.6.1 荷重組合せ係数と荷重係数の乗じ方（死荷重、土圧）

(出典) 日本道路協会編：道路橋に関する講習会 配布資料， p. 42， H29 年 11 月。

【留意点 2】：橋が置かれる状況下での組合せ作用効果として矛盾が生じないように、荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を適用する。

- ・ 耐震設計における慣性力及び固有周期の算出にあたっては、死荷重(D)に荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を考慮し、算出された慣性力に対して地震の影響 (EQ) に関する荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を考慮する。

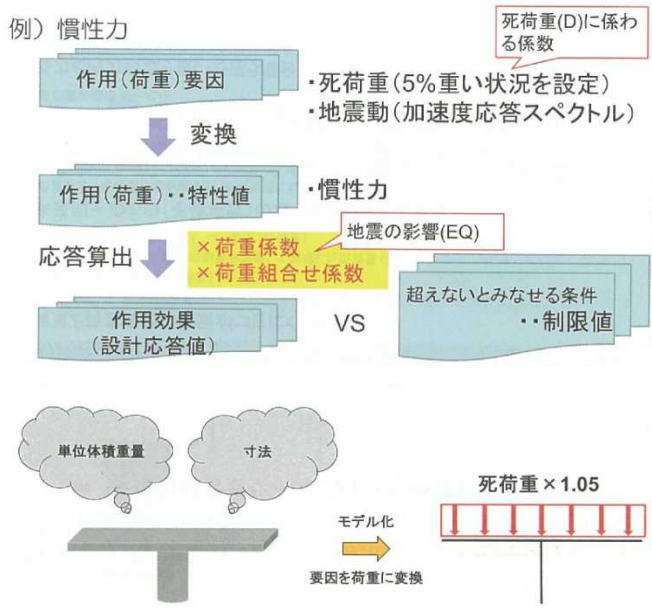


図 3.6.2 荷重組合せ係数と荷重係数の乗じ方（慣性力）

(出典) 日本道路協会編：道路橋に関する講習会 配布資料， p. 42～43， H29 年 11 月。



- ・活荷重 (L) と衝撃係数 (I) の関係において、衝撃係数 (I) は荷重ではなく、活荷重 (L) に対する荷重効果の補正を行うものであるため、衝撃係数 (I) には活荷重係数を乗じない。
- ・地震時土圧の算出において、土圧算定式に含まれる設計水平震度には地震の影響 (EQ) に関する荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を考慮するとともに、地震時土圧に対して土圧 (E) に関する荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を考慮して算出する。

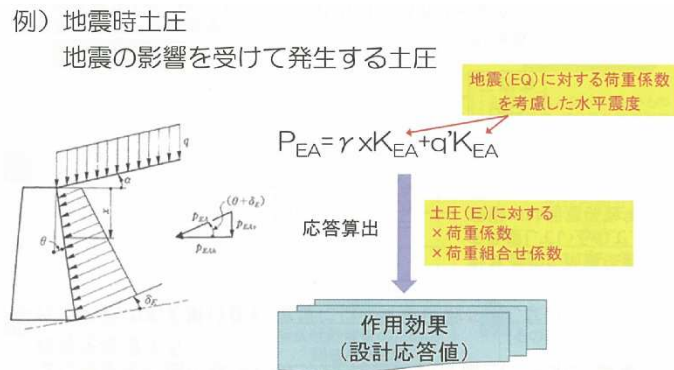


図 3. 6. 3 荷重組合せ係数と荷重係数の乗じ方 (地震時土圧)

(出典) 日本道路協会編：道路橋に関する講習会 配布資料, p. 43, H29 年 11 月.

【留意点 3】：断面力や反力を改めて部材等に作用させる場合、対応する作用の特性値の作用効果が等価であるように外力に置き換え、これを当該作用の特性値とみなす。

- ・上部構造反力を下部構造に作用させる場合、作用 P の特性値を用いて上部構造反力を算出し、それを外力 Q として作用 P の荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を外力 Q に考慮する。

例) 上部構造反力を下部構造に作用させる場合

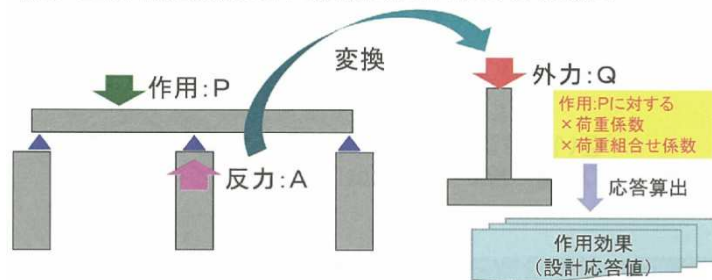


図 3. 6. 4 荷重組合せ係数と荷重係数の乗じ方 (反力を下部構造に作用させる場合)

(出典) 日本道路協会編：道路橋に関する講習会 配布資料, p. 43, H29 年 11 月.

- ・プレストレスやクリープなど、作用が相互に影響するものは、荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を考慮せずに組み合わせた結果を一連の状況とした力を荷重の特性値とし、それに荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を考慮する (図 3. 6. 5 参照)。

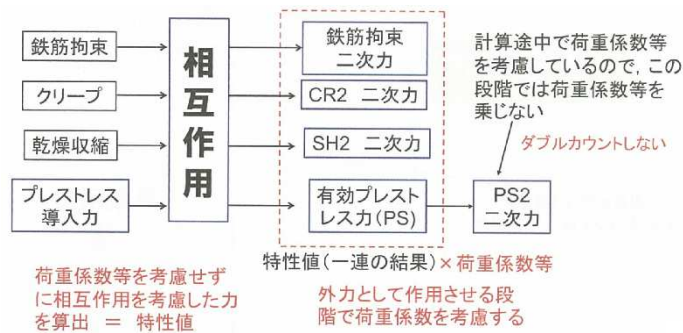


図 3.6.5 プレストレス、クリープの影響、乾燥収縮の影響

(出典) 日本道路協会編：道路橋に関する講習会 配布資料、

p. 44, H29 年 11 月.

なお、地震の影響 (EQ) に関する荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  の適用については、「道示 V 2.5 (4)」を参考とし、下記のように考慮する。

- 1) 慣性力は、設計で見込む死荷重 (D) の荷重効果と矛盾なく橋に生じる作用効果を算出するため、重量に対して死荷重 (D) の荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を乗じておいたうえで、地震の影響 (EQ) に対する荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を乗じて算出する。(前出、【留意点 2】)
- 2) 土圧 (E) 及び水圧 (HP) の算出では、その算定式に地震の影響 (EQ) を考慮する変数が含まれており、この変数には地震の影響 (EQ) に関する荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を考慮し、これらを特性値としたうえで土圧 (E) 及び水圧 (HP) の荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を考慮する。(前出、【留意点 2】)
- 3) 作用の組合せ⑨では、雪荷重 (SW) を必要に応じて考慮する。雪荷重 (SW) を考慮する状況では、慣性力の算出にあたって死荷重 (D) による荷重効果を見込むのと同様にこの荷重効果を見込めるように適切に考慮する。
- 4) 流動力の算出にあたっては、受働土圧強度を変数として考慮しているが、荷重組合せとして考慮する土圧 (E) とは異なるものであり、土圧 (E) の荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を考慮しない。
- 5) 落橋防止システムの設計にあたっては、落橋防止システムが橋の性能を満足するために必要な事項として整理されるものであり、橋の耐荷性能を照査するために必要となる荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を考慮する設計状況とは異なる位置付けであり、荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  を考慮しない。

また、施工時の荷重組合せ係数  $\gamma_p$  及び荷重係数  $\gamma_q$  は、架橋位置の特性だけでなく、構造物の規模、施工期間及び施工方法等を含めた当該橋梁の施工条件に大きく依存するため任意である。

ただし、「道示 I 3.3」では過去の実績等を基本として下記の組合せが示されている。

- 1) 1.05D+1.05ER+1.00TH+1.00TF+1.05 (GD, SD, WP, PS, CR, SH, E, HP, U)
- 2) 1.05D+1.05ER+1.00WS+1.00TF+1.05 (GD, SD, WP, PS, CR, SH, E, HP, U)
- 3) 1.05D+1.05ER+0.50EQ+1.00TF+1.05 (GD, SD, WP, PS, CR, SH, E, HP, U)
- 4) その他必要に応じて設定する組合せ

上記の組合せにおいて ( ) 中の作用は、構造物にとって不利となるように組合せることを意図している。

なお、死荷重 (D) は完成工作物分であり、架設機材及び仮設材等は施工時荷重 (ER) として適切に考慮することが必要である。

### 3.7 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。