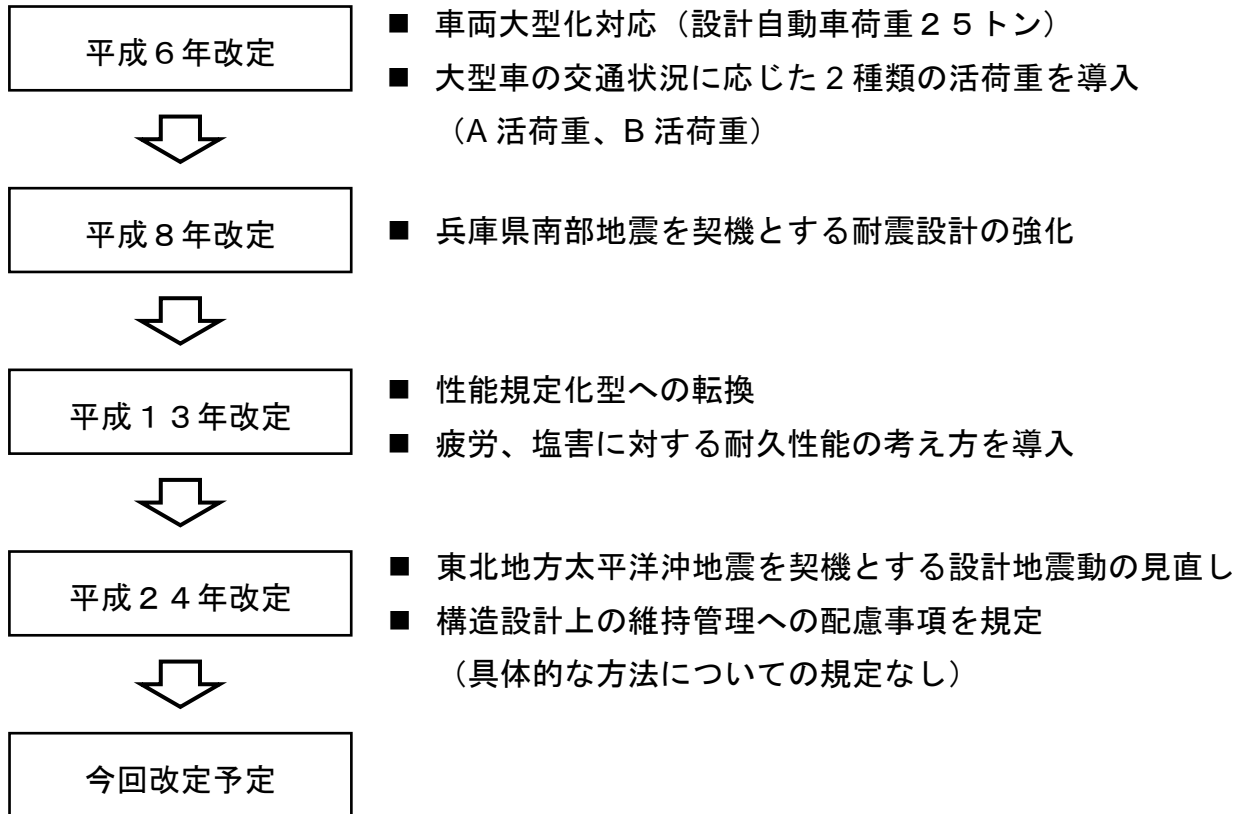


橋、高架の道路等の技術基準の改定（案）の概要

平成 2 9 年 6 月

1. 近年の改定の経緯と今回の主な改定内容

○「橋、高架の道路等の技術基準」は、地震等への対応、社会ニーズ、最新の知見や技術を踏まえて、適宜改定を行っている。



① 多様な構造や新材料に対応する設計手法の導入

- 平成13年改定以降の性能規定化型への転換を継続し、社会ニーズ、政策ニーズに応じた設計が可能となるよう、新たな設計手法を導入
 - 安全率の部分係数化、限界状態設計法を導入

② 長寿命化を合理的に実現するための規定の充実

- 設計供用期間100年を明確化
- 点検や補修にあたっての制約条件、想定しておくのがよい補修や部材交換方法等、維持管理の方法を想定し、耐久性設計を行うことを明確化

③ その他の改定

- 熊本地震を踏まえた対応等

2. 改定内容

① 多様な構造や新材料に対応する設計手法の導入

■ 改定の背景

- 国土交通省では平成28年を「生産性革命元年」と位置づけており、建設及び維持管理コストを削減する多様な構造や新材料の開発が期待される。
- 技術提案型、VEなどの調達環境の変化に合わせ、平成13年改定以降、性能規定化を実施。生産性の向上に向け、多様な材料や構造の開発の期待が更に高まっている。
- 性能規定化に伴い、性能に対してその達成手段は任意とする一方で、実績の豊富な許容応力度に基づく現在の性能評価（照査）方法を応用し、道路管理者として、材料、構造の多様な提案に対して的確な評価を行うための設計の枠組を作る必要がある。

■ 改定のポイント

- 設計上見込む安全率を、安全率に影響を与える要因毎に細分化して設定できる部分係数を導入。将来に向かって安全率の合理化を図ることができる余地を拡大できるようにする。⇒**部分係数設計法の導入**

共通編 5.2 (P23~P25 (共通編))

| | |
|------------------------|---|
| (現行) 許容応力度 設計法※1 | $\text{外力} < \text{抵抗力} \times \frac{1}{\text{安全率} (\geq 1.0)}$ |
| (改正) 部分係数 設計法※2 | $\text{部分係数}\alpha \times \text{外力} < \text{抵抗力} \times \frac{1}{\text{部分係数}\beta}$ <p style="text-align: center;">要素毎に分解 ↓</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> 車両、風、温度変化、地震等の外力、また外力の組み合わせに対して個々に部分係数を設定 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> 材料のばらつき、解析等の精度のばらつき、座屈等に対する安全性に対して個々に部分係数を設定 </div> </div> |

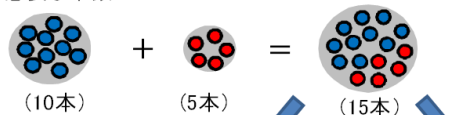
- なお、荷重について、今回、荷重の種類毎に異なる部分係数を設定できるようにした結果、活荷重と死荷重に乗じる部分係数値を変え、活荷重の部分係数に対して死荷重の部分係数を低減することで、死荷重比率が大きい長支間橋梁等では、従来よりも安全率が合理化されるメリットが得られる可能性が広がる。

共通編 3.3 (P16~P18 (共通編))

— 第4回技術小委員会 (平成28年3月23日) 資料3より抜粋 —

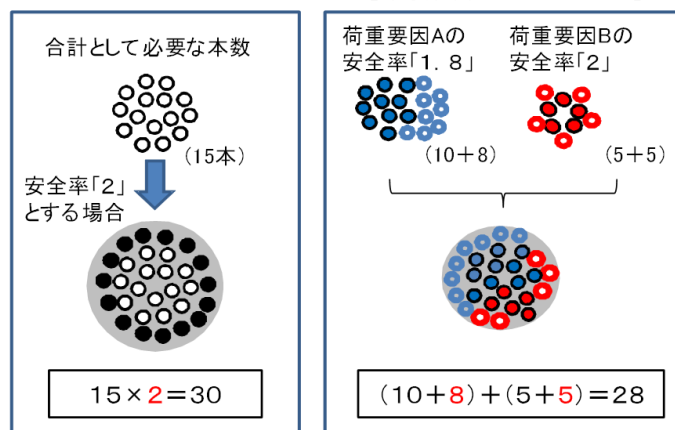
ケーブルの安全率のイメージ

荷重要因Aに対して必要な本数 荷重要因Bに対して必要な本数



【従来の設計法のイメージ】

【部分係数設計法のイメージ】



- 平成13年からの性能規定化の方法を踏襲しつつ、橋への要求性能をできるだけ体系化・普遍化した共通編を作成。⇒**限界状態設計法の導入**

共通編 2.3 (P13~14 (共通編))

共通編 5.1 (P23 (共通編))

共通編 4.1 (P19 (共通編))

共通編 2.3 橋の耐荷性能

(2) 橋の耐荷性能は、耐震設計上の橋の重要度を考慮して、V編 2.1(2)にて設定する耐震設計上の重要度が A 種の橋では橋の耐荷性能 1 を、耐震設計上の重要度が B 種の橋では橋の耐荷性能 2 とすることを標準とする。

耐荷性能 1 (A 種の橋) に対する照査 (共通編 5.1)

| 確保すべき 設計 状況 | 主として機能面からの橋の状態 | | 安全面からの橋の状態 |
|----------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------|
| | 橋としての機能が損なわれていない状態 | 状況直後に橋に求められる機能を速やかに確保できる状態 | |
| 死荷重や活荷重、レベル 1 地震動などが支配的な状況 | 橋の限界状態 1 を超えないこと。 | / | 橋の限界状態 3 を超えないこと。 |
| レベル 2 地震動など偶発作用が支配的な状況 | / | / | 橋の限界状態 3 を超えないこと。 |

耐荷性能 2 (B 種の橋) に対する照査 (共通編 5.2)

| 確保すべき 設計 状況 | 主として機能面からの橋の状態 | | 安全面からの橋の状態 |
|----------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------|
| | 橋としての機能が損なわれていない状態 | 状況直後に橋に求められる機能を速やかに確保できる状態 | |
| 死荷重や活荷重、レベル 1 地震動などが支配的な状況 | 橋の限界状態 1 を超えないこと。 | / | 橋の限界状態 3 を超えないこと。 |
| レベル 2 地震動など偶発作用が支配的な状況 | / | 橋の限界状態 2 を超えないこと。 | 橋の限界状態 3 を超えないこと。 |

限界状態の定義 (共通編 4. 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
- 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
- 橋の限界状態 3 これを超えると構造安全性が失われる限界の状態

- 性能を多角的に検証できる手法（方向性）を導入しつつも、実務における運用が円滑に行われるように、今回の改定においては、既存の照査式や照査項目の種類については踏襲し、それを部材等の限界状態としてみなせるものとして位置付け、区分した。

5.3.1～5.4.13 (P42～78) (鋼橋編)
 5.4.1～5.8.5 (P52～93) (コンクリート編)
 9.5.2～9.5.7 (P73～80), 10.5.2～10.5.7 (P85～91) 等 (下部構造編)
 6.2.1～6.3.4 (P49～59) (耐震設計編)

- 従来の照査式や項目を踏襲したことについて、限界状態の区分に応じた照査式や照査項目の見直しや充実については、次期以後の改定において図るものとしたい。(ただし、性能規定化を踏襲しているため、規定の方法と同等の信頼性を確保したうえで、今回用意されない方法も適用することができる)

② 長寿命化を合理的に実現するための規定の充実

■ 改定の背景

- 平成26年に5年に一度の定期点検が法定化され、長寿命化の取り組みが本格化した。
- 現行基準は、塩害対策（鉄筋かぶり）と疲労対策（疲労設計）については規定しているが、その他維持管理の具体的方法について規定がなく、長寿命化を合理的に実現するための規定が不十分である。

■ 改定のポイント

- 適切な維持管理を行うことも含めて、确实かつ合理的に長寿命化を図るための規定を充実する。
- 適切な維持管理が行われることを前提に、橋全体としてみれば良好な状態を維持する期間として、100年を標準とすることを規定（橋の設計供用期間）。
- 他方部材毎にも、予め想定する維持管理が行われることを前提に部材が良好な状態を維持する期間として、部材の設計耐久期間を定められることを規定。
 ⇒ LCCの縮減のため、維持管理の条件によっては、積極的に部材交換を行うという方法も採れることが明確になる。
- 部材の設計耐久期間は、道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性、

架橋条件等に関連した維持管理に係わる制約事項、当該部材の異常の発見と措置の容易さの程度、経済性等を勘案して決定することを規定。

- 耐久性確保の方法として、経年変化を前提とした対策を行うもの以外に、設計耐久期間内における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にできる材料等も活用できることを明確化。
⇒例えば、耐食性に優れた材料の活用など、新技術の活用が期待される。

共通編 1.5 設計供用期間

橋の設計にあたっては、適切な維持管理が行われることを前提に橋が性能を発揮することを期待する期間として設計供用期間を定めることとし、100年を標準とする。

共通編 表-6.1.1 部材等の種別と設計耐久期間の組合せの標準

| 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。 |

共通編 6.2 耐久性確保の方法と照査

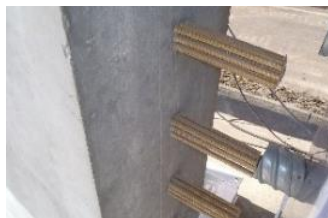
- (1) 部材等の設計耐久期間に対して所要の耐久性を確保するための方法は、以下の方法1から3のいずれかに区分し、維持管理の前提条件に反映させなければならない。
- 方法1：設計耐久期間内における材料の機械的性質や力学的特性等の経年変化を前提とし、これを定量的に評価した断面とすることで、その期間内における当該部材等の耐荷性能に影響を及ぼさないようにする方法
- 方法2：設計耐久期間内における材料の機械的性質や力学的特性等の経年変化を前提とし、当該部材等の断面には影響を及ぼさない対策の追加等の別途の手段を付加的に講じることで、その期間内における当該部材等の耐荷性能に影響を及ぼさないようにする方法
- 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

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
(2) 鋼部材やコンクリート部材における耐久性の照査は、Ⅱ編の6章、Ⅲ編の6章、Ⅳ編の6章の関連する規定による。

土木用材料にも使えるように産学で研究されている材料の例



ステンレス鉄筋



FRP 緊張材

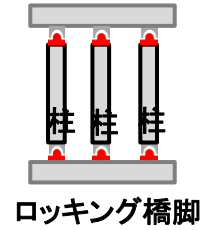
③ その他の改定

■ 熊本地震における被災を踏まえた対応

(1) ロッキング橋脚を有する橋梁の落橋を踏まえ、

下部構造は安定して上部構造を支持することを要求

2. 7. 1 (P22~23) (耐震設計編)



(耐震設計編 2. 7. 1 の主旨)

支承部を用いる場合は、その破壊を想定したとしても、上部構造を支持するために下部構造が単独で自立できる構造形式とすることを規定

(2) 大規模な斜面崩壊等による被災を踏まえ、

斜面変状等を耐震設計上考慮することを明確化

3. 1 (P20) , 8. 3 (P66) (下部構造編)
1. 4 (P8~9) (耐震設計編)



(下部構造編 3. 1、8. 3 耐震設計編 1. 4 の主旨)

緊急輸送道路等、道路の重要度を踏まえた検討を実施

- 1) 影響を受けない位置に架橋位置を選定することを標準とする
- 2) 影響を受ける架橋位置となる場合は、致命的な被害が生じにくくなる構造形式等とする

(3) 制震ダンパー取付部の損傷事例を踏まえ、

部材接合部の留意事項を明確化

6. 5 (P59~60) (耐震設計編)



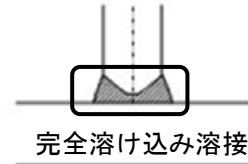
(耐震設計編 6. 5 の主旨)

接合部の耐荷力と接合部を有する部材の耐荷力の関係を明確にした上で、接合部を有する部材が所要の性能を発揮するようにしなければならない。

■ 施工に関する規定の改善

落橋防止装置等の溶接不良事案を踏まえ、**溶接検査の規定**を明確化

- ・ 現行基準では、引張りを受ける継手は完全溶け込み溶接を用い、主要部材については全数検査を行うことを規定



- ・ しかし、落橋防止装置等については全数検査の適用が明記されていなかったため、不適切な検査につながった可能性

1.7 (P19) , 20.8.7 (P276~279) (鋼橋編)

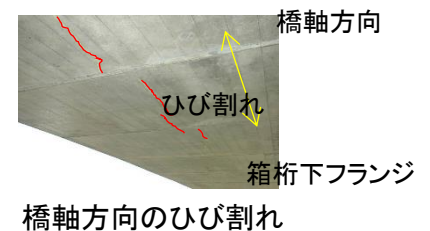
(鋼橋編 20.8.7 の主旨)

引張りを受ける完全溶け込み溶接は、主要部材かどうかに関わらず、内部きず検査を継手全数・全長に渡って行うことを明確化

■ 点検結果を踏まえた改善

特殊な形状のPCポステン桁の一部でひび割れが発生していることを踏まえ、**ひび割れ防止対策**を充実

3.8.2 (P22~23) , 10.2.4 (P134) ,
10.3 (P135~139) (コンクリート橋編)



(コンクリート橋編 10.2.4 10.3 の主旨)

PC 箱桁のうち特殊な形状のものについて、ひび割れ発生リスクが低減されるように、PC 鋼材の配置や、橋軸直角方向の鉄筋引張力の照査を新たに規定

[参考1] 橋の重要度

共通編 1.4 橋の重要度

- | |
|--|
| <p>(1) 橋の設計において実現すべき橋の性能は、物流など社会・経済活動上の位置付けや防災計画上の位置付けなど道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性を考慮して決定する。</p> <p>(2) 耐震設計上の橋の重要度は、V編 2.1(2)によるものとする。</p> |
|--|

V編（耐震設計編）2.1(2) 耐震設計上の橋の重要度の区分

| 対象となる橋 | 耐震設計上の橋の重要度の区分 |
|--|----------------|
| 下記以外の橋 | A種の橋 |
| <ul style="list-style-type: none">・高速自動車国道、都市高速道路、指定都市高速道路、本州四国連絡道路、一般国道の橋・都道府県道のうち、複断面、跨線橋、跨道橋又は地域の防計画上の位置付けや当該道路の利用状況等から特に重要な橋・市町村道のうち、複断面、跨線橋、跨道橋又は地域の防災計画上の位置付けや当該道路の利用状況等から特に重要な橋 | B種の橋 |

[参考 2] 国内外の基準設計法移行状況

- 国内の他分野の構造物や海外の道路橋の設計基準では、限界状態設計法及び部分係数設計法が実績を積んできている。

表－1 国内の他分野の構造物の設計基準の動向

| | | 建築 | 港湾 | 鉄道 |
|-----------------|-------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|
| 基準名 | | 日本建築学会 「建築物の限界状態 設計指針」 | 港湾の施設の技術上 の基準 | 鉄道構造物等設計標 準 |
| 設計法 | 名称 | 限界状態設計法 部分係数設計法 | 限界状態設計法 部分係数設計法 | 限界状態設計法 部分係数設計法 |
| | 導入年 | 平成 14 年 | 平成 19 年 | 平成 4 年 |
| 設計 期間等 供用 | 規定さ れている 用語 | 基準期間 | 設計供用期間 | 設計耐用期間 |
| | 年数 | 50 年 | 50 年を標準 | 100 年を目安 |

表－2 海外の道路橋の設計基準の動向

| 地域・国 | | ISO | 米国 | | 欧州 | |
|-----------------|-------------------|---|--|---------------------------|--|-----------------------------------|
| 基準名 | | ISO 2394 | AASHTO LRFD Bridge Design Specifications | | Eurocode | |
| 設計法 | 名称 | Partial factors format 限界状態設計法 部分係数設計法 | LRFD (Load and Resistance Factor Design) 限界状態設計法 部分係数設計法 | | Partial factor method 限界状態設計法 部分係数設計法 | |
| | 導入年 | 1986 年 | 1994 年 | | 2007 年 | |
| 設計 供用 期間等 | 規定さ れている 用語 | Design working life (設計供用期間) | Service life (供用期 間) | Design life (基準期 間) | Design working life (設計供 用期間) | Reference period (基準期 間) |
| | 年数 | 100 年を推奨 | 耐久性は 100 年を 目標 | 荷重を評価する 期間を 75 年 | 100 年を 推奨 | 100 年を 推奨 |
| | 導入年 | 1998 年 | 2010 年 | | 2002 年 | |