

道路橋示方書改定 (平成29年道路橋示方書)

令和元年度 専門部会発表会

鹿児島県建設コンサルタント協会 橋梁部会

1

鹿児島県建設コンサルタント協会(橋梁部会)の紹介

橋梁部会員名簿

部会長	末吉 智宏	(株)大翔	部会員	倉村 昌樹	(株)大亜測量設計
副部会長	牧 和宏	(株)アジア技術コンサルタンツ		藤井 規彰	新和技術コンサルタント(株)
部会員	六反 雄一	(株)南日本技術コンサルタンツ		中村 剛久	(株)大進
	小原 英徳	鹿児島土木設計(株)		日高幸太郎	(株)建設技術コンサルタンツ
	橋西 雅也	(株)新日本技術コンサルタント		東川竜次郎	(株)サタコンサルタンツ
	安達 和也	三州技術コンサルタント(株)		三島 勇人	コスモコンサルタンツ(株)
	田中 勝盛	(株)みともコンサルタント		豊島 英樹	霧島エンジニアリング(株)
	坂口 陽祐	(株)久永コンサルタント		津村 英明	(株)萩原技研
	鹿倉 良寿	(株)国土技術コンサルタンツ		永田 瑞樹	(株)錦城
	松木 雄志	朝日開発コンサルタンツ(株)		有村 寿光	中央テクノ(株)
	梶原 春男	九州テクノリサーチ(株)		二木 祐介	(株)日峰測地
	四郎園祥吾	大福コンサルタント(株)		荒田 利行	(株)中島測量設計

24 社

2

はじめに

本資料に使われている図表は、日本道路協会開催の「道路橋に関する講習会」に使用されたものである。

3

橋、高架の道路等の技術基準 道路橋示方書(H29.11)改定の概要

注)本資料は、橋梁部会でとりまとめた道路橋示方書改定の概要であり、
公的機関の審査を受けたものではありません。

4

道路橋示方書の変遷と内容

1. 明治19年 日本初の道路構造基準「国県道の築造標準」

初めて設計活荷重を規定 等分布荷重 455kg/m^2

大正8年、大正15年と荷重見直しが行われたが、まだ道路構造基準の一部であった。

大正15年の「道路構造に関する細則案」で、許容応力度法（及び割増）を規定した。

（1等橋で自動車荷重12t）

2. 昭和14年「鋼道路橋設計示方書案」 道路橋独自の技術基準として初

内容：1等橋、2等橋の規定に変更（従前は3等橋まで存在）

（1等橋で自動車荷重13t、地震の影響を考慮）

3. 昭和47～55年それまでの技術基準、指針等を取りまとめ「道路橋示方書」策定

「Ⅰ 共通編」「Ⅱ 鋼橋編」「Ⅲ コンクリート橋編」「Ⅳ 下部構造編」「Ⅴ 耐震設計編」からなる現在のスタイルとなった。

内容：コンクリートのクリープ、乾燥収縮の影響、土圧等の荷重規定 TT-43荷重規定

4. 平成5年 道路橋示方書改定

内容：道路構造令改正に伴う活荷重を変更（A活荷重・B活荷重） 1等橋・2等橋の区分廃止

T荷重の載荷方法変更

5

道路橋示方書の変遷と内容

5. 平成8年 兵庫県南部地震による被災を踏まえて「道路橋示方書改定」

内容：耐震設計の大幅な見直し（レベル2地震動に対する耐震設計を行うことが明確化）

高強度コンクリートの規定、ゴム支承に関する規定の充実

6. 平成14年 性能規定型の技術基準を目指し「道路橋示方書改定」

内容：橋に要求される性能及び橋を設計する上で留意しなければならない基本的な事項を設計の基本理念として明示

アスファルトの橋面舗装への防水層等の設置を明確化、耐久性向上を図るため施工に関する規定を充実

7. 平成24年 東日本太平洋沖地震をうけ「道路橋示方書改定」

内容：プレート型地震を考慮するためレベル2地震動（タイプ1）を見直し

津波に関する地域防災計画を考慮し橋梁の構造を計画することを規定

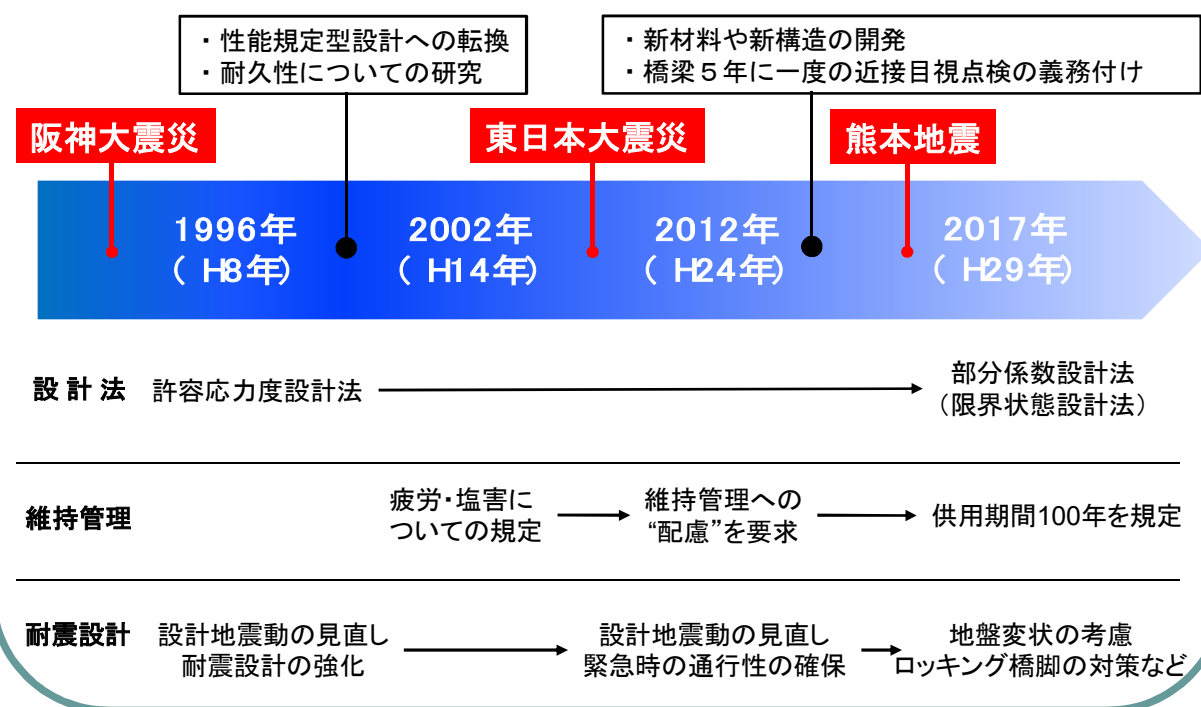
疲労設計の規定化、設計の合理化（高力ボルトなど）、

施工品質確保（溶接、架設時の安全確保など）

これらの変遷を経て、更に橋梁定期点検の法定化による道路橋の長寿命化に対する社会的ニーズの増加や、熊本地震による被災並びに復旧の経験を踏まえ、点検や修繕を確実に行うことができ、かつ、できるだけ維持修繕が容易な構造であること、万が一の場合にも粘り強い丈夫な構造であることを目標とし、性能規定化を一層推進すべく今回の改定に至った。

6

道路橋示方書の変遷と内容



7

道路橋示方書(H29.11)改定内容

- ① 橋の構造形式や使用材料の多様化により、橋梁形式や上部構造の主たる使用材料によって大別するのではなく、鋼部材とコンクリート部材をどのように組み合わせても橋としての性能を明確にするため編構成が見直された。
I 共通編, II 鋼橋・鋼部材編, III コンクリート橋・コンクリート部材編, IV 下部構造編, V 耐震設計編
- ② 橋全体系の性能評価が可能であるように、橋全体系として求める性能が明確化。橋全体系の性能を照査するための上部構造、下部構造等の性能の検証方法、さらに、それぞれを構成する部材等の性能の検証方法も階層的に要求性能と標準的な検証方法の組合せとして規定。
- ③ 橋の耐震性能の概念が発展的に解消されたことにより、橋の性能を構成するものとして、橋の耐荷性能、橋の耐久性能及び使用目的との整合性を満足するために必要なその他性能の3つが規定された。
- ④ 新たな材料や構造の採用が今後増加することを期待し、耐荷性能を評価するため、新しく橋の限界状態を規定。
- ⑤ 標準としての設計法は、部材単位で荷重支持能力と構造安全性の確保を行う従来の設計法を踏襲したが、今後新材料や新構造が採用されることを期待して、荷重や抵抗値のばらつきを考慮し、橋や部材が限界状態を超えないことを確実に達成できるように部分係数法の採用。
これに伴い、従来の許容応力度法は廃止。

8

道路橋示方書(H29.11)改定内容

- ⑤ 限界状態設計法や部分係数法の導入に伴って、鋼部材、コンクリート部材の荷重体系および設計体系が統一された。
複合構造も全編の規定を適用すれば設計可能
- ⑥ 耐震設計において、地盤変動の影響がない位置に架橋することを標準とする。
熊本地震の被災事例
- ⑦ 維持管理と一体で耐久設計を行うことを明確化。
部材毎に設計耐久期間を設定、交換も前提とできる。
- ⑧ プレキャスト化の流れを受け、接合部の要求性能を明確化。

【許容応力度設計法】

鉛直荷重、水平荷重に対して構造物の応力を求め、これにより生じる各部材の応力度が、その部材の許容応力度以下になるように設計する方法。

(許容応力度は、過去の経験により設定した安全率により求められたもの。)

【限界状態設計法】

構造物の安全性、使用性、修復性等の様々な要求性能に着目した各限界状態を設定し、その限界状態毎に定められた限界値を満足することを照査する設計法。

9

I 共通編

- 荷重の組合せを評価するときに参照でき、維持管理と一体で橋の耐久性確保の方法を設定できるように設計供用期間(**100年を標準**)が定義された。

橋の状況区分

橋の状況は永続作用・変動作用・偶発作用の3通りに区分される

表-解 2.1.1 作用の区分の観点

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でもその変動幅は平均値に比較し小さい。	構造物の自重、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、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であることから社会的に無視できない。	衝突、最大級地震動等

10

I 共通編

表-解 3.1.1 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) 浮力または揚圧力 (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。

11

I 共通編

【共通編3.3】作用の組合せ

(2) **少なくとも、1) から3) の作用の組合せを考慮する。**このとき、各組合せにおいて、括弧書きの作用については橋にとって最も不利な状況になる条件を考慮して組み合わせなければならない。

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）

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

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）

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) +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) 偶発作用による影響が支配的な状況（偶発作用支配状況）

⑪ D +PS+CR+SH+E+HP+ (U) +GD+SD +EQ

⑫ D +PS+CR+SH+E+HP+ (U) +GD+SD +CO

作用の代表例)
D:死荷重, E:土圧, SH:水圧

作用の代表例)
L:活荷重, TH:温度, W:風
EQ:しばしば発生する地震

作用の代表例)
EQ:影響が甚大な地震
CO:衝突

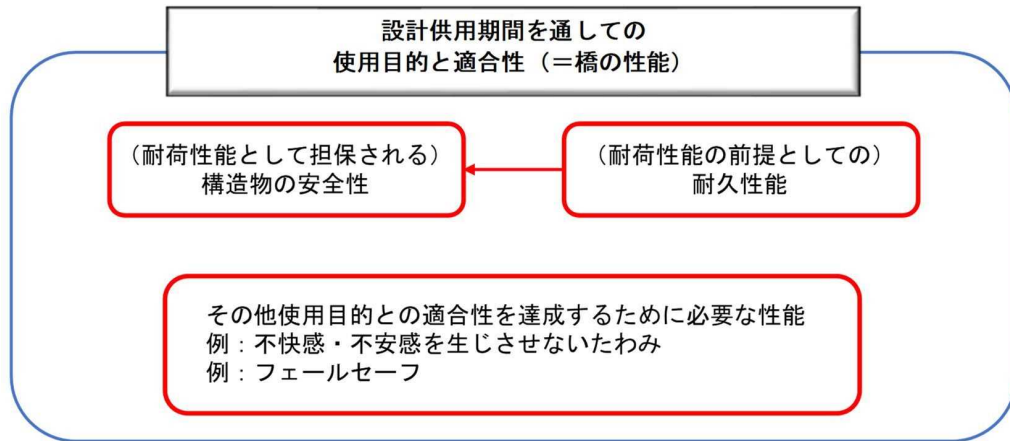
ここでの「+」は、単純な足し算ではなく、**作用が同時に生じた状況**での効果を考慮するという意味

12

I 共通編

- 橋の耐荷性能に関わる要求性能を、設計状況と橋の状態の関係で規定。

橋の性能の定義



橋の耐久性能は、橋の耐荷性能の前提条件

13

I 共通編

- 橋の耐荷性能に関わる要求性能を、設計状況と橋の状態の関係で規定。

橋の耐荷性能1			
状態 状況	主として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損なわれていない状態	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	致命的な状態でない
永続作用や変動作用が支配的な状況	状態を所定の信頼性で実現する。		所要の安全性を確保する。
偶発作用が支配的な状況			所要の安全性を確保する。

耐震設計上の橋の重要度を考慮

橋の重要度 A種 耐荷性能1
橋の重要度 B種 耐荷性能2
を標準とする。

橋の耐荷性能2			
状態 状況	主として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損なわれていない状態	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	致命的な状態でない
永続作用や変動作用が支配的な状況	状態を所定の信頼性で実現する。		所要の安全性を確保する。
偶発作用が支配的な状況		状態を所定の信頼性で実現する。	所要の安全性を確保する。

14

I 共通編

- 耐久性確保の方法は3つに分類され、いずれかの方法であるかを決定。**部材交換も可。**

(耐荷性能として担保される)
構造物の安全性

(耐荷性能の前提としての)
耐久性能

	耐久性確保の方法	例
方法1	【自己犠牲】 ・劣化原因の累積的影響を考慮した寸法や構造となるように設計	・累積損傷度を考慮した疲労設計 ・塩分の浸透を考慮した塩害設計
方法2	【他力本願】 ・劣化原因の影響が断面に及ばないように部材寸法や構造とは別途の検討を行う	・塗装等による防食 ・耐候性鋼材
方法3	【劣化しない】 ・橋の設計供用期間に対して劣化が生じない ※定期点検が不要になるわけではない	・新技術の登場を期待 耐食性材料 など ・ 交差物件、環境条件なども考慮し必要に応じて使えるように規定されたもの

15

I 共通編

- 外力と抵抗の関係を明確にする必要性

許容応力度法では……

外力は固定的に設定

$D(\text{死荷重}) + L(\text{活荷重}) + T(\text{温度}) + \dots = \text{負荷合計}$

安全率は「**負荷合計**」に対して**一律の考慮**

死荷重はほとんど設計通り？

…安全率は小さくてもよいはず

活荷重は予測困難で大きくばらつく？

…安全率は大きめに

温度荷重はばらつくが予測可能？

…予測通りでよいはず

⇒ばらつきに応じて安全余裕を考慮すべき！

・不確実性の大きなものに対しては大きな安全余裕

・不確実性の小さなものに対しては小さな安全余裕

16

I 共通編

【改定前】許容応力度設計法 (ばらつき要因を1つの安全率で考慮)

(作用力)

$$F$$

<

(抵抗力)

$$\frac{1}{\text{安全率} (\geq 1.0)} \times R$$



【改定後】部分係数設計法 (安全余裕を要因別に分類)

(作用力)

$$\gamma_1 F_1 + \gamma_2 F_2 + \gamma_3 F_3 + \gamma_4 F_4 \dots$$

車両 死荷重 温度 風, 地震...

100年に生じる状況を模擬

$$\gamma_1 = \gamma_{pi} (\text{荷重組合せ係数}) \times \gamma_{qi} (\text{荷重係数})$$

<

(抵抗力)

$$\frac{1}{\Phi_R \times \xi_1 \times \xi_2 \dots} \times R$$

材料・耐荷力式 ばらつき 調査・解析の質 部材費弾性挙動特性

安全余裕を部分化し, 部分の改善を反映

17

I 共通編

部分係数の種類

作用に乘じ, 組合せ荷重を算出するための係数

γ_{pi}	作用iに乘じる組合せ係数であり, 異なる作用の同時載荷状況(組合せ)に応じて, 設計で考慮する作用の規模を補正する係数
γ_{qi}	作用iに乘じる荷重係数であり, 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する係数

抵抗力に乘じ, 抵抗の設定値を算出するための係数

Φ_R	抵抗力であり, 材料, 施工, 耐荷力式等の有する不確実性等, 抵抗力の評価に直接関係する要因の確率統計的な信頼性の程度を考慮する係数
ξ_1	調査・解析係数であり, 橋の構造をモデル化し, 断面力等の作用効果を算出する過程に含まれる不確実性を考慮する係数
ξ_2	部材・構造係数であり, 曲げ損傷とせん断損傷の違い等のように, 部材の損傷挙動特性の違いを考慮する係数

18

I 共通編

➤部分係数は、設計上見込む安全率を、荷重係数、部材係数、材料係数等の要因毎に細分化して示すものであり、多様な条件にきめ細かな設計が可能となる。

例) 鉄筋の必要本数

荷重 1 に対して
必要な本数



+

荷重 2 に対して
必要な本数

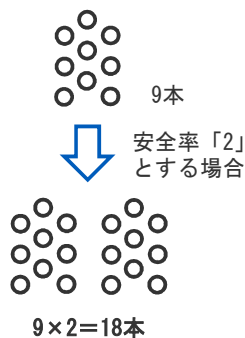


=

合計

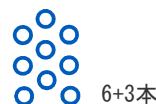


【改定前】許容応力度設計法



【改定後】部分係数設計法

荷重 1 の
安全率「1.5」



荷重 2 の
安全率「2.0」



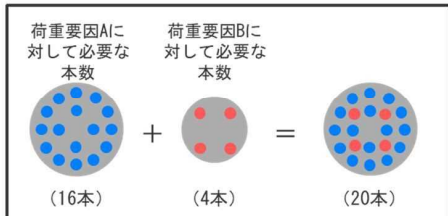
$$(6+3) + (3+3) = 15 \text{本}$$

19

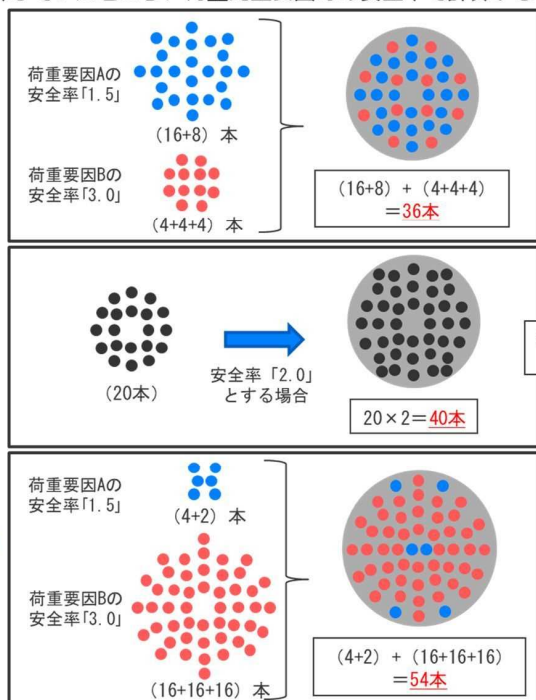
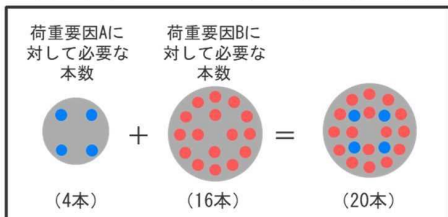
I 共通編

➤従来、許容応力度設計法では1つの安全率で計算していたところ、荷重発生要因毎の安全率で計算することにより、要因毎に適切に耐荷性能を考慮できる。

○荷重要因Aの比率が高い構造物の場合



○荷重要因Bの比率が高い構造物の場合



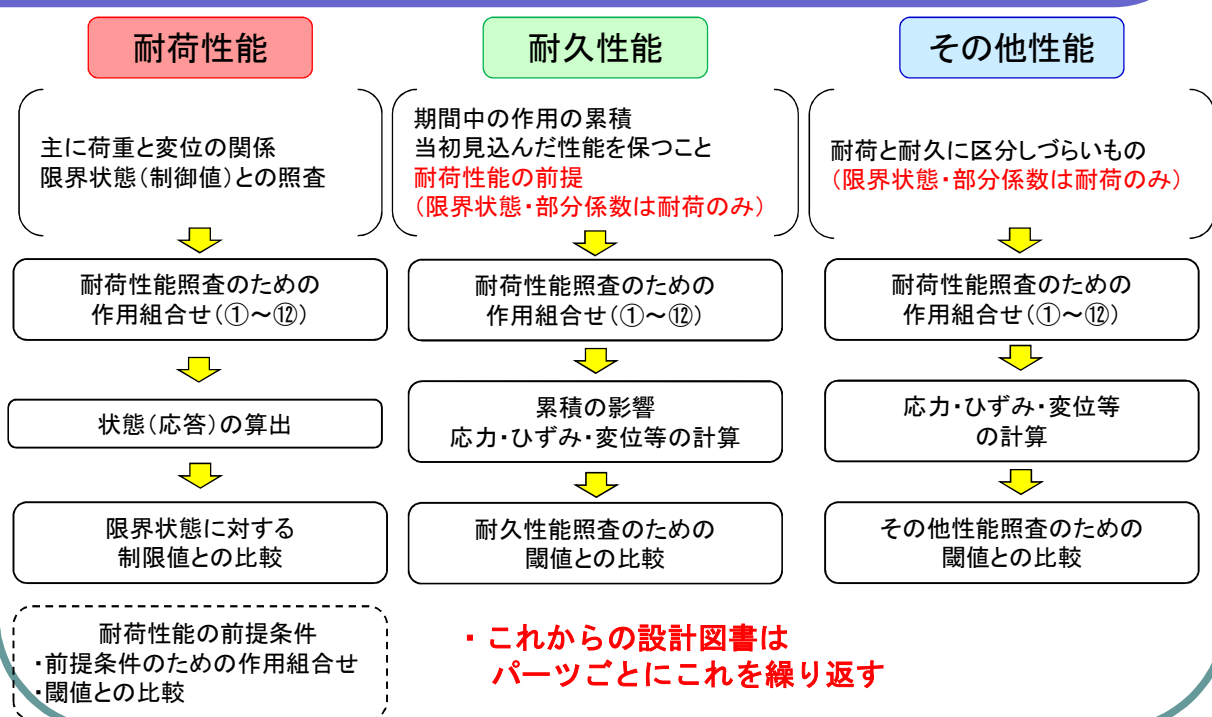
20

I 共通編

- 共通編のまとめ
 - ・ 状態の制御、耐久性の確保などで、新たな発想を期待
 - ・ 新しい示方書の論理で読む：○
(旧 ⇒ 新：×)
 - ・ 応答計算と制御値を比較することに変わりはない

21

I 共通編



22

Ⅱ 鋼橋・鋼部材編

- SBHS鋼(橋梁用高降伏点鋼板)やS14T(防錆処理されたもの)など新材料を規定。

■ 橋梁用高降伏点鋼板(SBHS)

構造用鋼材の強度の特性値(N/mm²)

		鋼種 板厚 (mm)	SS400 SM400 SMA400W	SM490	SM490Y SM520 SMA490W	SBHS400 SBHS400W	SM570 SMA570W	SBHS500 SBHS500W
引張降伏 圧縮降伏		t ≤ 40	235	315	355	400	450	500
		40 < t ≤ 75	215	295	335		430	
		75 < t ≤ 100			325		420	
引張強度		—	400	490	490(520)	490	570	570
せん断降伏		t ≤ 40	135	180	205	230	260	285
		40 < t ≤ 75	125	170	195		250	
		75 < t ≤ 100			185		240	
支圧	①	t ≤ 40	235	315	355	400	450	500
		40 < t ≤ 75	215	295	335		430	
		75 < t ≤ 100			325		420	
	②	t ≤ 40	1,250	1,450	—	—	—	
		40 < t ≤ 75						

()はSM520の引張強度の特性値

支圧①: 鋼板と鋼板との間の支圧強度、支圧②: ヘルツ公式で算出する場合の支圧強度

23

Ⅱ 鋼橋・鋼部材編

■ 摩擦接合用高力ボルトS14T

ボルトの等級 応力の種類	F8T	F10T	S10T	S14T
引張降伏	640	900	900	1,260
せん断破断	460	580	580	810
引張強度	800	1,000	1,000	1,400

高力ボルトの等級	降伏点又は耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	絞り (%)
F8T	640以上	800~1,000	16以上	45以上
F10T	900以上	1,000~1,200	14以上	40以上
S10T	900以上	1,000~1,200	14以上	40以上
S14T	1,260以上	1,400~1,490	14以上	40以上

適用条件の制限

- 塩分環境が厳しくない
- 雨水等の影響を直接受けない
- 滞水などにより長期に湿潤環境が継続する可能性が少ない
- 点検・補修が可能である
- 折損を生じて第三者被害を生じるおそれがない
- 被接合材の鋼種は、SM570又はSBHS500が原則

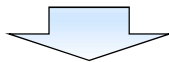
24

Ⅱ 鋼橋・鋼部材編

- ケーブル構造の形式や橋の種類によらず、ケーブル部材の耐荷性能や耐久性能を確保する方法の規定。

(H24道示)

- ・鋼橋とコンクリート橋でケーブル安全率を別に設定
- ・ケーブル単体の材料品質のみ規定



構造や橋の種類によらず、従来の安全率相当を確保



■ 主な改訂内容

- ・定着部を含むケーブル部材の疲労耐久性に対する品質を規定
- ・構造や橋の種類によらず、死活荷重比及び応力振幅により設定された部分係数を用いる設計体系を規定

25

Ⅱ 鋼橋・鋼部材編

耐荷性能・耐久性能の照査基準が適用できるための最低限の品質を要求



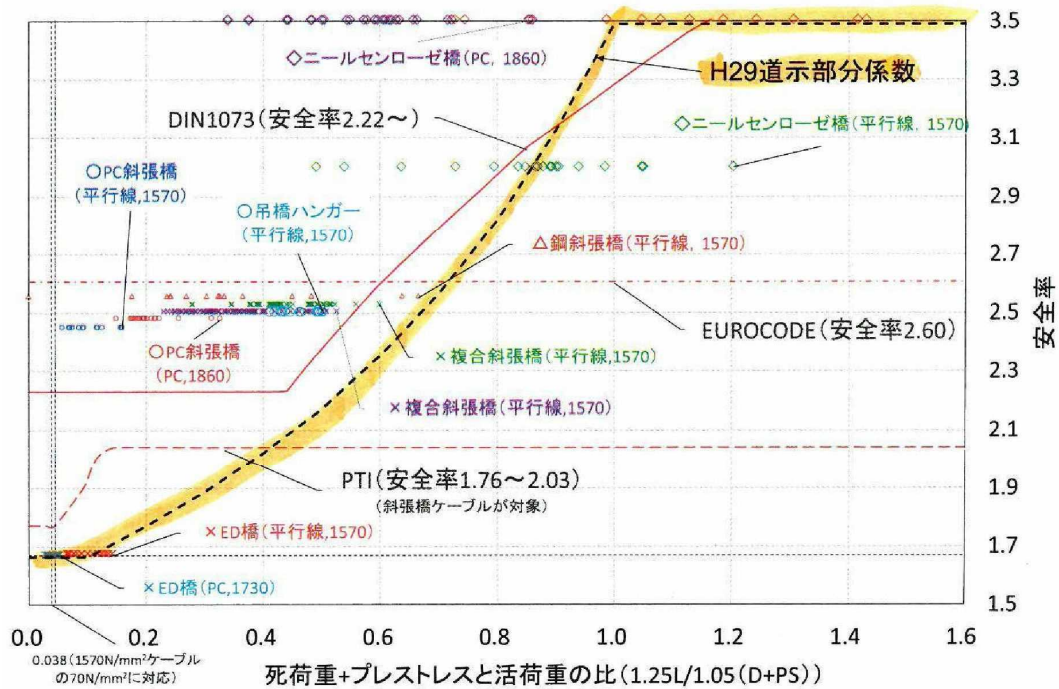
- ・ケーブル部材の区分として、国内の道路橋で用いられたケーブルをC1～C4の4区分に分類
- ・200万回の繰返し载荷試験による素線の破断数及び引張強度を満足する材料を規定

200万回繰返し载荷の条件とケーブル部材の区分

ケーブル部材 の区分	200万回繰返し载荷における応力範囲(N/mm ²)	
	初期張力 $0.4Pu^{(1)}$ 又は $0.45Pu^{(1)}$ の場合	初期張力 $0.55Pu^{(1)}$ 又は $0.6Pu^{(1)}$ の場合
C1	194	160
C2	160	100
C3	130	80
C4	80	40

26

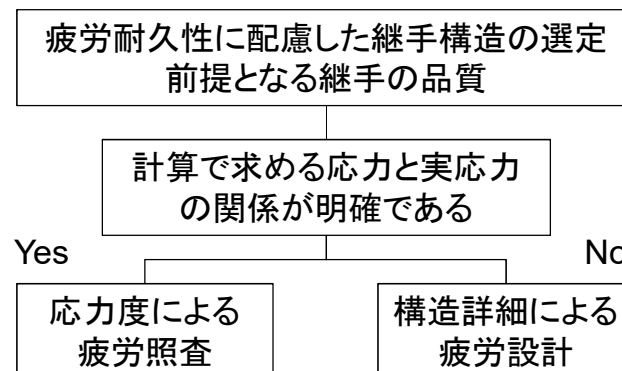
Ⅱ 鋼橋・鋼部材編



27

Ⅱ 鋼橋・鋼部材編

- 設計供用期間が明確化されたことにより、疲労設計荷重を規定。
- ・疲労設計を規定し、これまでの「鋼道路橋の疲労設計指針」を廃止
- ・1組のT荷重を**疲労設計荷重(F荷重)**として定義



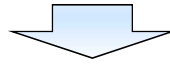
- ・疲労設計荷重(F荷重)
- ・継手の疲労強度等級
- ・累積損傷比
- ・鋼床版

28

Ⅱ 鋼橋・鋼部材編

- 溶接継手部の品質確保のため検査基準と種類、名称を見直し。

従来の完全溶け込み溶接継手に対する内部きず検査の対象や条件の曖昧さ



溶接検査基準を明確化

- 外部きずの検査に関して、溶接線全線を対象として検査を行うことを明記
- 内部きずの検査に関して、従来の完全溶込み突合せ溶接継手に加え、それ以外の完全溶込み開先溶接(T継手、十字継手、角継手)の扱いを明記
- 抜取り検査は、従来の主要部材に限定することなく、全部材を対象にすることを明記

29

Ⅱ 鋼橋・鋼部材編

従来の完全溶け込み溶接継手に対する内部きず検査の対象や条件の曖昧さ → **溶接検査基準を明確化**

H24道示	H29道示																
【内部きず検査】 (1)完全溶込みの突合せ溶接継手の内部きずに対する検査は、溶接完了後、適切な非破壊検査方法により行い、要求される溶接品質を満足していることを確認しなければならない。 (2)完全溶込みの突合せ溶接継手の内部きずに対する検査を…(省略) 3) i) 抜取り検査率 <u>主要部材については</u>、表-18.4.9に示す…抜取り検査を行う。	【内部きず検査】 (1)完全溶込み開先溶接継手は、内部きずに対する検査を、溶接完了後、適切な非破壊検査により行い、要求される溶接品質を満たしていることを確認しなければならない。 (2)表-20.8.9に示す溶接継手の内部きずに対する検査を…(省略) 表-20.8.9 検査対象とする溶接継手 <table><tr><th>方向</th><th>継手の形式</th><th>溶接の種類</th><th>溶接及び構造の細部形式</th></tr><tr><td rowspan="2">横方向</td><td rowspan="2">突合せ溶接継手</td><td>完全溶込み開先溶接</td><td>両面溶接(裏はつりあり)</td></tr><tr><td>片面溶接</td><td>裏当て金がなく良好な裏波形状を有する</td></tr><tr><td rowspan="2">縦方向</td><td rowspan="2">突合せ溶接継手</td><td>完全溶込み開先溶接</td><td>両面溶接(裏はつりあり)</td></tr><tr><td>片面溶接</td><td>裏当て金がなく良好な裏波形状を有する</td></tr></table> 3) i) 抜取り検査率 表-20.8.10に示す…検査を行う。 <u>(3)(2)以外の種類の完全溶込み開先溶接による溶接継手及び片面溶接による溶接継手の内部きずに対する検査を…</u> <u>3) i) 抜取り検査率</u> <u>継手全長にわたって検査を行うことを原則とする。</u>	方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	横方向	突合せ溶接継手	完全溶込み開先溶接	両面溶接(裏はつりあり)	片面溶接	裏当て金がなく良好な裏波形状を有する	縦方向	突合せ溶接継手	完全溶込み開先溶接	両面溶接(裏はつりあり)	片面溶接	裏当て金がなく良好な裏波形状を有する
方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式														
横方向	突合せ溶接継手	完全溶込み開先溶接	両面溶接(裏はつりあり)														
		片面溶接	裏当て金がなく良好な裏波形状を有する														
縦方向	突合せ溶接継手	完全溶込み開先溶接	両面溶接(裏はつりあり)														
		片面溶接	裏当て金がなく良好な裏波形状を有する														

※外部きず検査についても、溶接線全線を対象として検査を行うことを明確に記述

30

Ⅱ 鋼橋・鋼部材編

鋼板を用いた溶接継手の形式は以下のいずれか、又は、その組合せによることを原則とする。

1) 突合せ継手

母材がほぼ同じ面内で互いに突き合わされて溶接された継手

2) 十字継手

T 継手の一つの板の裏側の面にも同様に直角にもう一つの板が溶接されて十字形になる継手

3) T 継手

一つの板の端面を他の板の表面に載せて溶接されてT 形となる継手

4) 角継手

母材をほぼ直角にL 字形に保ちそれぞれの端を溶接された継手

5) 重ね継手

母材の一部を重ねて溶接された継手

31

Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編

● コンクリート部材一般のせん断耐力に対する評価式の見直し

コンクリート部材一般のせん断耐力に対する評価式が見直され、せん断破壊に対する安全余裕の水準が全編を通じて統一的に確保できるようになった。

Ⅲ編、Ⅳ編、Ⅴ編を通じて
Sc特性値を統一



$$S_c = k_c \tau_r b_w d + S_d \cdot M_0 / M_d$$

$$\tau_r = c_e c_{pt} c_{dc} c_c \tau_c$$

ただし

$$\begin{cases} M_0 / M_d \leq 1 \\ S_c \leq \tau_{cmax} b_w d \end{cases}$$

ウェブ斜ひび割れによる上限

	Ⅲ編 基本+上部構造	Ⅳ編 下部構造	Ⅴ編 耐震(塑性化を期待する場合)
Sd・Mo/Md (軸圧縮力の効果)	PCで考慮	PCで考慮	見込まない
Ce(有効高さ)		見込む	
Cpt(鉄筋比)		見込む	
Cdc(せん断スパン比)	見込まない	見込む	見込まない
Cc(繰り返し)	見込まない	見込まない	見込む

32

Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編

- プレキャストセグメントの接合部に対する要求性能が明確化
プレキャスト部材や複合構造の採用が増加→複合部に関する規定を追加

7章 接合部

7.1 適用の範囲

7.2 一般

→ 接合部の要求性能を明確化

7.3 接合部の耐荷機構

7.3.1 一般

7.3.2 同じ機能を有するコンクリート部材の連結

7.3.3 異なる機能を有するコンクリート部材の連結

7.3.4 コンクリート部材と鋼部材の連結

7.4 接合部の耐久性能に関する設計

7.5 アンカーボルトによる連結

7.5.1 一般

7.5.2 アンカーボルトの限界状態1

7.5.3 アンカーボルトの限界状態3

7.6 双対の鉄筋をループ状に重ねた継手を用いた接合部

15章(ラーメン構造)の接合部

16章(プレキャストセグメント)の接合部

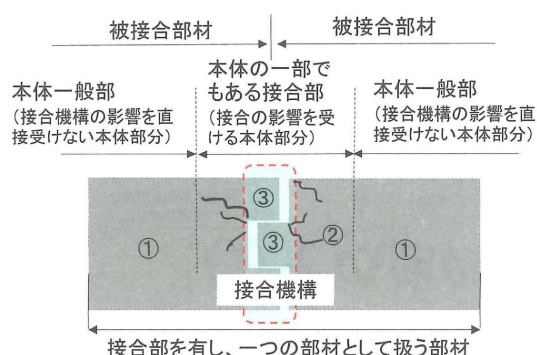
限界状態の特性値

耐荷機構の明確化

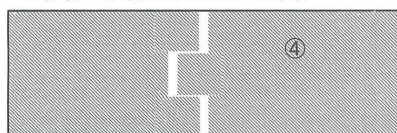
33

Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編

■接合部の性能



構造解析モデル上の扱い(接合部の存在の影響が無視できる)ための条件



7章接合部



接合部を含む「部材全体の耐荷性能」と「接合部分」の性能の関係を制御することを要求

例

■②の性能の前提として③は②より先に限界状態を超えない

■①の性能の前提として③は①より先に限界状態を超えない

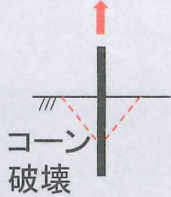
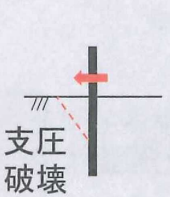
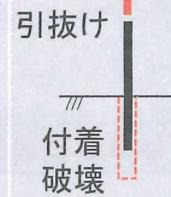
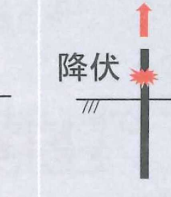
■接合後の④の性能が確保されるよう①と②の性能を設定する。

例えば①より②が先に限界状態を超えず、②の状態が④の限界状態に有意な影響を及ぼさない。など

34

Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編

■アンカーボルト(先付け)による連結を行う接合部について規定

要素の 限界状態	コンクリート			ボルト
	コーン破壊	支圧破壊	引抜け (付着破壊)	降伏
限界状態1				
限界状態3	○	○	○	○

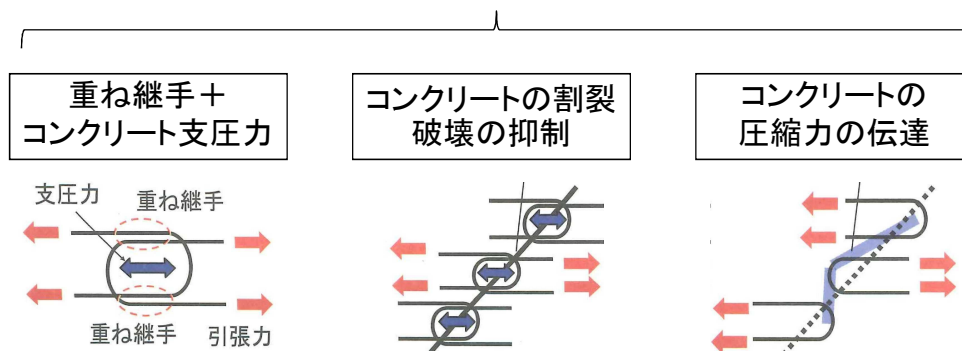
35

Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編

■円弧状に加工した双対の鉄筋をループ状に重ねた継手(ループ継手)の要求性能を明確化

接合部の耐荷機構を明確にする

実験等で継手としての機能及び安全性が十分確認された範囲で鉄筋の形状、配置、部材の寸法等を定める



36

Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編

- PC箱桁の腹圧力の影響を低減させるため方法を規定

10章 コンクリート桁

10.3 フランジ及びウェブ

10.3.1 一般

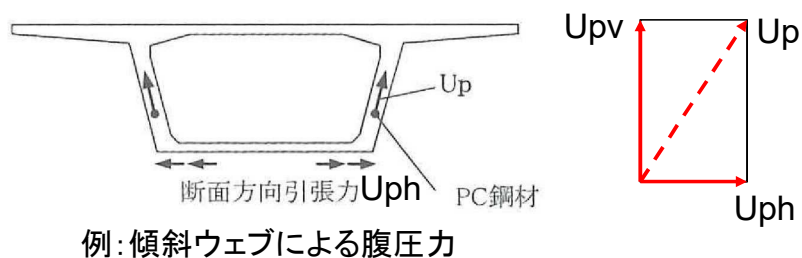
10.3.2 T桁のフランジ及びウェブ

10.3.3 箱桁のフランジ及びウェブ

■主な改訂内容

腹圧力の考慮を明確化

ねじりの考慮

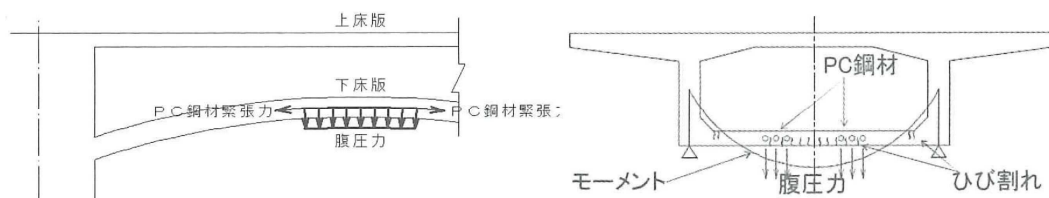


37

Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編

■腹圧力の考慮について規定

箱形断面の横方向設計における鉄筋コンクリート構造の下フランジ



下フランジに腹圧力が作用する場合には、腹圧力によって鉄筋に生じる引張応力度が制限値を超えないようにする

鉄筋に生じる
引張応力度

これまで

180N/mm²または考慮せず

今回

160N/mm²

38

Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編

- ケーブル構造の形式や橋の種類によらず、ケーブル部材の耐荷性能や耐久性能を確保する方法の規定

13章 ケーブル構造

13.1 適用の範囲

13.2 ケーブル部材

13.3 ケーブル構造

13.3.1 一般

13.3.2 ケーブル定着構造及び偏向部

13.3.3 塔の設計

13.3.4 ケーブル構造の限界状態1

13.3.5 ケーブル構造の限界状態3

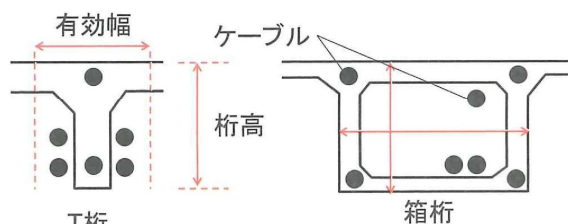
Ⅱ編 18章ケーブル構造に従う

ただし、従来、桁の一部としてケーブル部材を扱っていた内・外ケーブル構造について、Ⅱ編の規定によらず桁構造と出来る条件を規定

39

Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編

ケーブル部材が桁構造の一部として限界状態1及び3を超えないとみなしてよい条件



ケーブル配置の制約

桁としての設計
(限界状態を超えない)

PC鋼材の応力度を桁構造として別途制御

40

Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編

- 相反応力部材に対する照査

相反応力を生じる部材は、活荷重の変動に対する影響が、他の部材よりも大きいことから、その影響に対する配慮を行うことが望ましい。

従来のコンクリート橋編では、 $1.0 \times (\text{死荷重}) + 2.5(\text{活荷重} + \text{衝撃})$ という荷重を用いた照査により、相反応力部材に対する安全性がある程度確保されてきたと考えられる。

今回の改定では、耐荷性能の照査体系の変更も踏まえ、多様な部材の設計にも配慮して、新たにⅢ編コンクリート部材編において、相反応力部材の照査基準が規定された。

相反応力(相反応力部材)とは

作用外力の作用位置及び方向性により、引張材あるいは圧縮材になりうる部材のことを指し、この時部材に働く応力を相反応力といい、構造解析においては単位面積当たりの相反応力度で表す。

41

Ⅳ 下部構造編

- 抵抗係数及び調査・解析係数の規定。(推定精度の違いによるばらつき考慮)

- 下部構造の安定照査等における抵抗係数等の設定の考え方を記載

抵抗係数 ϕ_R : 抵抗値の評価に直接関係する確率統計的な信頼性の程度を考慮する係数。

- ✓ 実測値(試験結果)と計算値の比較に基づき不確実性を評価したうえで、 $\xi_1 \cdot \xi_2$ との関係も考慮して、従来と同等の安全余裕となるよう設定。
- ✓ 工法等の条件でばらつきが大きく異なる場合には、**標準条件について従来と同等となる係数**を定める一方、**標準外の条件については標準条件と信頼性が同等となる係数値を設定**。

(例: 支持杭基礎の軸方向押込み力の制限値)

- ✓ 不確実性を評価できる実験値等がないものは、従来の設計法における照査式や照査値を基本とし、従来と同等の安全余裕を与えるよう設定。

42

IV 下部構造編

調査・解析係数 ξ_1 : 橋の構造をモデル化し、作用効果を算出する過程に含まれる不確実性を考慮して ϕ_R を補正する係数。

- ✓ 0.90を標準とし、十分な検討を行ったときには0.95を上回らない範囲で設定。
- ✓ 基礎の安定照査及び部材照査の一部で、**地盤調査法等に応じた推定精度の違いが応答値に与える影響を考慮するため、標準外の係数値**となる調査・解析係数が規定。標準／標準外の設定の考え方は抵抗係数と同。
(例: 基礎の水平変位の制限値、杭体の曲げモーメントの制限値)

部材・構造係数 ξ_2 : 部材等の非弾性域における強度増加(減少)の特性の違いに応じて ϕ_R を補正する係数。

- ✓ 抵抗係数等とあわせて従来と同等の安全余裕が確保されるよう設定。
(直接基礎底面地盤のせん断抵抗力の制限値)
- ✓ ただし、**PHC杭のせん断力に対する照査では、Ⅲ編のせん断照査との整合**を考慮して係数値が設定。

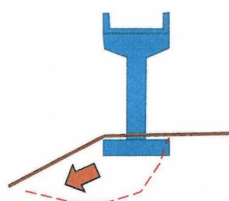
43

IV 下部構造編

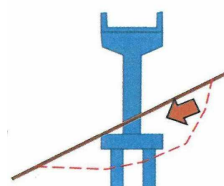
- 近年の被災事例を基に斜面崩壊等の可能性があるものを調査対象とする。
(活断層含む)

■ 熊本地震等の被災事例等を踏まえ、斜面崩壊等が生じる地盤に関する調査の規定・解説を充実。

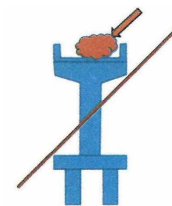
- ・対象: **斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり、土石流**(以下、「**斜面崩壊等**」)
- ・被災事例の分析に基づき、**橋に影響する斜面崩壊等のパターン**を記載
→ **調査範囲等に留意**



(a) 基礎先端に深に斜面変状が生じる場合
(落橋事例・有(直接基礎))



(b) 基礎先端に浅に斜面変状が生じる場合
(落橋事例・無(構造により被害に差))



(c) 橋の上方で斜面変状が生じる場合
(落橋事例・有)

- ・熊本地震等の地震被害を踏まえた**注意すべき地形・地質、懸念される現象及び調査項目を充実**(例: 未固結の地層が厚く堆積する斜面)

44

IV 下部構造編

- 熊本地震等の被災事例等を踏まえ、斜面崩壊等が生じる地盤に関する 調査の規定・解説を充実。

[活断層に関する調査の流れ]

○既存資料の調査

活断層の位置等が記された既存資料を調査。参考文献として記載。

活断層研究会編：新編 日本の活断層、東京大学出版会、1991.

国土交通省国土地理院：1:25,000活断層図,2017.など

○地形判読、現地踏査

既存資料調査の結果から活断層の存在が想定される場合には、予備調査で行われる地形判読や現地踏査において、活断層にも留意して調査を実施。

○ボーリング、物理探査、試掘等

断層位置等のさらなる絞り込みを行う場合の詳細な調査方法。ただし、これらの詳細な調査を行ったとしても、断層位置等を確実に把握することができるとは限らない点に注意。

→ 調査結果を踏まえた断層変位への対応の考え方はV編1.4に。

45

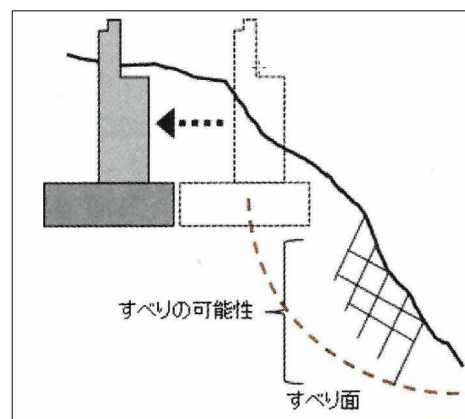
IV 下部構造編

- 斜面崩壊等の影響がない位置への下部構造設置を標準化。

- 下部構造は、斜面崩壊等の影響を受けない箇所への設置を標準とすることを規定。



斜面崩壊等により、損傷した橋



斜面崩壊等の影響を受けない位置に設置
(山側に設置)

46

IV 下部構造編

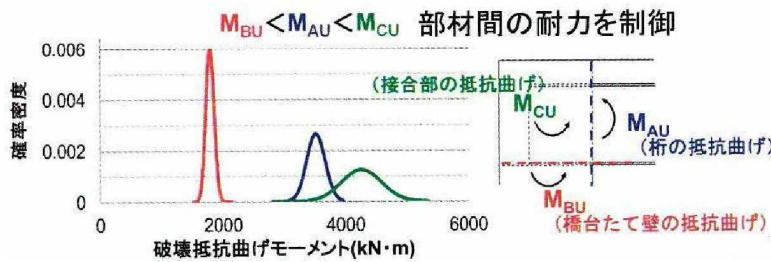
- 橋台部ジョイントレス構造の接合部における連結方法、要求性能を規定。

■ 橋台部ジョイントレス構造における鋼桁と橋台躯体接合部の設計法を新たに規定。

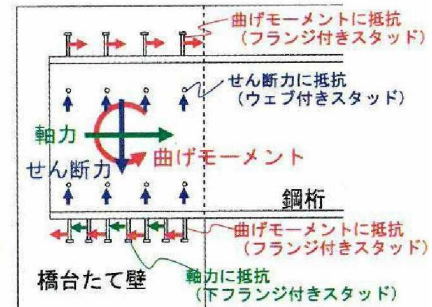
接合部の耐荷機構を明確化

連結される部材が限界状態3に至るまで、
接合部が限界状態3に至らないよう制御

Ⅲ編7章
接合部



抵抗概念図



47

IV 下部構造編

発生断面力	抵抗機構	設計法
曲げモーメント	上フランジ上側及び下フランジ下側のスタッドのずれ抵抗	スタッド1本あたりのせん断力の制限値を規定 (スタッド本数の算出方法を規定)
軸力	下フランジ下側のスタッドのずれ抵抗	
せん断力	ウェブ両側に対称に設置したスタッドのずれ抵抗	鉄筋本数の算出方法を規定
押抜き力	コンクリートと鉄筋による抵抗	

参考文献：(国研)土木研究所、大阪工業大学、(社)日本橋梁建設協会：橋台部ジョイントレス構造における鋼コンクリート接合構造の設計・施工手法に関する共同研究報告書(その2)、第490号、2017.8.

48

IV 下部構造編

- 橋台アプローチ部の構造要件を規定。

■ 橋台背面アプローチ部に求める要件を新たに規定。

- (1) 橋台背面アプローチ部は、以下の1)から3)を満足する構造としなければならない。
- 1) 設計において考慮する各状況における**橋台背面アプローチ部から橋台への作用等が明らか**であること。
 - 2) **経年的な変化への対処方法が明らか**であること。
 - 3) 1)及び2)を満足するための**設計、施工及び維持管理の方法が明らか**であること。

- 道示では、通常の土をアプローチ部に用いた場合に橋台に及ぼす作用(土圧、地震時土圧)を規定。通常の土と異なる場合には、実験等により検証して明らかにした各設計状況での作用を設計で考慮する必要。
- 経年劣化により橋台への作用等が変化すると、橋に求められる性能を確保できなくなるおそれ。このような場合、経年的な劣化への対処方法を明らかにしておく必要。

49

IV 下部構造編

- 直接基礎の鉛直荷重支持照査における限界状態の合理化。
(底面に作用する合力照査)

直接基礎の安定照査の概要

照査*1		作用力等			
		鉛直荷重	水平荷重	転倒モーメント	上部構造から決まる変位*4
永続作用支配状況における変位の制限	照査に用いる工学的指標	基礎底面の鉛直地盤反力度	基礎底面地盤のせん断力*5	偏心した鉛直力の作用位置	適切な位置における変位
	照査意図	沈下の抑制	水平変位の抑制	不動沈下の抑制等	上部構造に影響を与える変位の抑制
永続作用支配状況及び変動作用支配状況における耐荷性能	限界状態1	照査に用いる工学的指標	基礎底面地盤の支持力(降伏支持力)等	-*2	偏心した鉛直力の作用位置
		照査意図	鉛直地盤抵抗の塑性化の抑制(基礎の応答の可逆性の確保)等	水平地盤抵抗の塑性化の抑制(基礎の応答の可逆性の確保)等	地盤抵抗の塑性化の抑制(基礎の応答の可逆性の確保)等
	限界状態3	照査に用いる工学的指標	-*3	-*3	-
		照査意図	地盤の支持力の喪失等	地盤の水平抵抗力の喪失等	転倒防止

*1: 部材照査(耐荷性能の照査、耐久性能の照査等)は別途実施(7.7 フーチング)。*2: 限界状態3の照査で担保。*3: 限界状態1の照査で担保。*4: 上部構造から決まる部位の制限値が定められる場合に実施。*5: 根入れ部分の地盤抵抗を考慮する場合には、その水平抵抗力も指標となる。

- ・従来、極限支持力に対して安全率を用いて支持力を照査。

→ 限界状態1の定義に照らし、**降伏支持力を指標とする照査を規定**。

50

IV 下部構造編

- 杭基礎の極限支持力、軸方向ばね定数の推定式を載荷試験結果分析により更新。
- 支持力推定式は、近年の載荷試験結果の分析等に基づき、載荷試験結果の平均値を推定できるように見直し。

杭先端の極限支持力度の特性値(kN/m²)

杭工法	先端地盤	q _d の推定式 (H24道示)	q _d の推定式 (H29道示)
打込み杭工法	粘性土	$60(L_b/D)N$ ($N \leq 40, L_b/D \leq 5$)	90N ($\leq 4,500$)
	砂		130N ($\leq 6,500$)
	砂れき		130N ($\leq 6,500$)
場所打ち杭工法	粘性土	3q _u	110N ($\leq 3,300$)
	砂	3,000	110N ($\leq 3,300$)
	砂れき	5,000	160N ($\leq 8,000$)
鋼管ソイル セメント杭工法	砂	150N ($\leq 7,500$)	190N ($\leq 9,500$)
	砂れき	200N ($\leq 10,000$)	240N ($\leq 12,000$)

L_b: 支持層への根入れ長、D: 杭径、q_u: 一軸圧縮強度(kN/m²)

51

IV 下部構造編

最大周面摩擦力度の特性値(kN/m²)

杭工法	周面地盤	f _i の推定式 (H24道示)	f _i の推定式 (H29道示)
打込み杭工法	粘性土	c又は10N (≤ 150)	c又は 6N (≤ 70)
	砂質土	2N (≤ 100)	5N (≤ 100)
場所打ち杭工法	粘性土	c又は10N (≤ 150)	c又は 5N (≤ 100)
	砂質土	5N (≤ 200)	5N (≤ 120)
鋼管ソイル セメント杭工法	粘性土	c又は10N (≤ 200)	c又は10N (≤ 200)
	砂質土	10N (≤ 200)	9N (≤ 300)

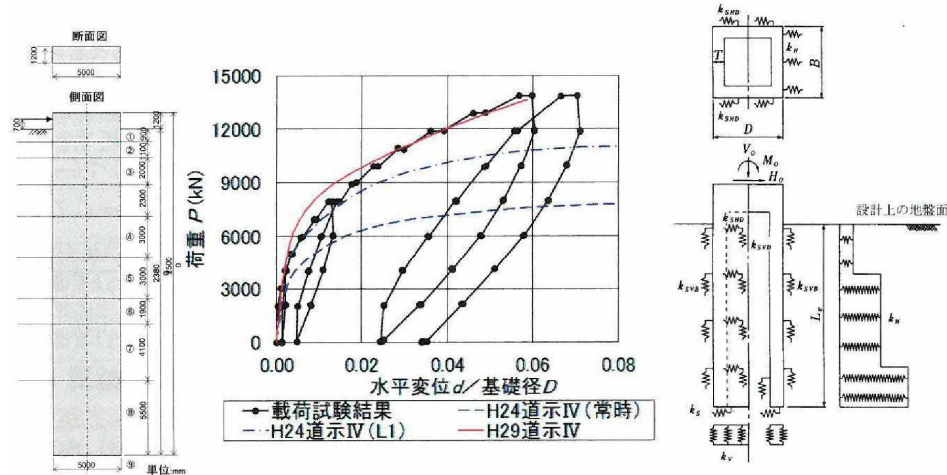
c: 粘性土の粘着力(kN/m²)

※ 従来の解説に示されていた打込み杭工法(バイブロハンマ工法)、中掘り杭工法(コンクリート打設方式)については、部分係数を含めた照査式を提案するだけの載荷試験データがないことなどから規定が示されず。

52

IV 下部構造編

- 柱状体基礎の計算モデルを載荷試験結果に基づき見直し。
- 各柱状体基礎の設計に用いる設計計算モデルについて、載荷試験結果の分析等に基づき、基礎の平均的な挙動を変位レベル・施工法・形状によらず一定の精度で推定できるように見直し、統一化（従来は、常時・L1とL2で異なるモデル。）



柱状体基礎の載荷試験結果の解析例

53

IV 下部構造編

- 施工品質確保のため、施工管理法、記録、検査に関する規定を充実。
 - 杭基礎の支持層到達管理に関する規定を充実。
- 不具合事例を踏まえ、試験杭により定めた方法に従って支持層への根入れを行うこと、適切に確認できる方法により管理・記録することなどを規定
- (1) プレボーリング杭工法による掘削・杭の沈設・ソイルセメント柱の造成及び杭の保持は、支持力等が適切に発揮されるように行わなければならない。
(中略)
 - (7) 掘削及び沈設は、試験杭の施工により定めた方法に従い、支持層への所要の根入れ等が確保されるように行う。
 - (8) 根固部及び杭周固定部のソイルセメント柱の造成は、あらかじめ所定の強度が発現されることが確認されたセメントミルクの配合及び攪拌混合方法により行う。
 - (9) ソイルセメント柱は、根固部及び杭周固定部がそれぞれ所定の形状となるよう造成する。
 - (10) 掘削、沈設及びソイルセメント柱の造成に際しては、支持層への到達及び根固部の造成等を適切に確認できる方法により管理する。
 - (11) 杭の沈設後、試験杭の施工により定めた方法に従い所定の位置に杭を保持する。

54

V 耐震設計編

- 津波、斜面崩壊等及び断層変位に対し、影響を受けない架橋位置または橋の形式の選定を行うことを標準化。

橋の耐震設計にあたっては、上部構造、下部構造、上下部接続部及び部材等の耐荷性能及びその他必要な事項の設計を行うため、並びに設計の前提となる材料、施工及び維持管理の条件を適切に設計で考慮するために、各編の調査の規定に加えて、少なくとも1)から3)の調査のうち、耐震設計上必要な事項について必要な情報が得られるように計画的に調査を実施しなければならない。

1) 架設環境条件の調査、2) 施工条件の調査、3) 維持管理条件の調査

1) 架設環境条件の調査

○過去の地震によってどのような被害が生じていたか、その被害の要因は何か等を把握

○注意すべき地盤条件(：地震時に地盤の抵抗特性に変化が生じる土層)の存在の可能性等を把握

・ごく軟弱な粘性土層を有する地盤

・液状化が生じる土層を有する地盤

・地層構成に大きな変化がある地盤

・斜面崩壊等の発生が考えられる地形・地質及び活断層等の条件に該当するかどうか把握

・津波については、地域の防災計画等で浸水範囲や津波高さ等を把握

55

V 耐震設計編

架橋位置と形式の選定において耐震設計上考慮する事項

橋の耐震設計にあたっては、**想定される地震によって生じ得る津波、斜面崩壊等及び断層変位に対して、これらの影響を受けないよう架設位置又は橋の形式の選定を行うことを標準とする。**

なお、やむを得ずこれらの影響を受ける架設位置又は橋の形式となる場合には、少なくとも致命的な被害が生じにくくなるような構造とする等、地域の防災計画等とも整合するために必要な対策を講じなければならない。



津波による上部構造、下部構造の流出



断層変位や斜面崩壊等による橋の倒壊

56

V 耐震設計編

架橋位置と形式の選定において耐震設計上考慮する事項



津波による影響を受けないように
桁下高さを確保



上部構造が直ちに落橋しにくい
橋梁形式を選定

57

V 耐震設計編

- 熊本地震の被災事例を踏まえ、支承が破壊しても下部構造が不安定とならず上部構造を支持できる構造形式とすることを規定。

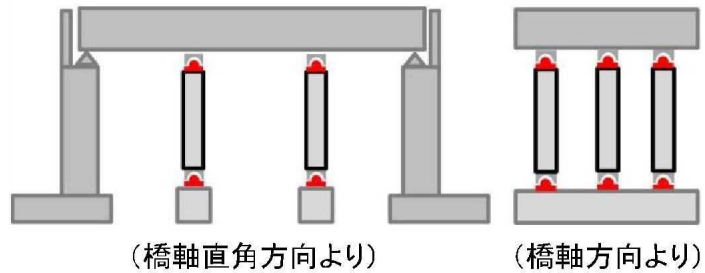
- (1) 橋の耐震設計においては、橋の耐荷性能に加えて、その他、耐震設計上、橋の性能を満足するために必要な事項の検討を行わなければならない。
- (2) (1)を満足するために必要な事項として、以下の1)から3)を満足しなければならない。
 - 1) 上下部接続部に支承部を用いる場合、その破壊を想定したとしても、下部構造が不安定とならず、上部構造を支持することができる構造形式とする。
 - 2) 上下部接続部に支承部を用いる場合、その破壊を想定したとしても、上部構造が容易には下部構造から落下しないように、適切な対策を別途講じる。
 - 3) B種の橋については、上下部接続部に支承部を用いる場合、その破壊を想定したとしても、機能の回復を速やかに行い、対策を講じる必要があるかどうかを検討し、必要がある場合には、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。
- (3) 13.3の規定により対策を講じる場合は、(2)2)を満足するとみなしてよい。

58

V 耐震設計編



ロッキング橋脚を有する橋の落橋



ロッキング橋脚の例

支承部の破壊により水平方向の拘束が失われても、下部構造は自立して安定を失わず最低限上部構造の支持を行う状態を確保できることが前提条件であるという設計思想を明確化

59

V 耐震設計編

- (1) 橋の耐震設計においては、橋の耐荷性能に加えて、その他、耐震設計上、橋の性能を満足するために必要な事項の検討を行わなければならない。
- (2) (1)を満足するために必要な事項として、以下の1)から3)を満足しなければならない。
 - 1) 上下部接続部に支承部を用いる場合、その破壊を想定したとしても、下部構造が不安定とならず、上部構造を支持することができる構造形式とする。
 - 2) **上下部接続部に支承部を用いる場合、その破壊を想定したとしても、上部構造が容易には下部構造から落下しないように、適切な対策を別途講じる。**
 - 3) B種の橋については、上下部接続部に支承部を用いる場合、その破壊を想定したとしても、機能の回復を速やかに行いうる対策を講じる必要があるかどうかを検討し、必要がある場合には、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。
- (3) **13.3の規定により対策を講じる場合は、(2)2)を満足するとみなしてよい。**

・13.3は一般的な桁橋のように支承を介して上部構造が下部構造により支持される構造形式を対象

・上路式アーチ橋や斜張橋等の構造形式や支承部に負反力が生じている場合等については、(2)1)の解説に記載する観点等も含めて個別に検討を行い、必要な対策を講じる。



特殊橋等は、支承破壊後に構造が不安定にならないことを個別に検討を行い、必要な対策を講じる

60

V 耐震設計編

- (1) 橋の耐震設計においては、橋の耐荷性能に加えて、その他、耐震設計上、橋の性能を満足するために必要な事項の検討を行わなければならない。
- (2) (1)を満足するために必要な事項として、以下の1)から3)を満足しなければならない。
 - 1) 上下部接続部に支承部を用いる場合、その破壊を想定したとしても、下部構造が不安定とならず、上部構造を支持することができる構造形式とする。
 - 2) **上下部接続部に支承部を用いる場合、その破壊を想定したとしても、上部構造が容易には下部構造から落下しないように、適切な対策を別途講じる。**
 - 3) B種の橋については、上下部接続部に支承部を用いる場合、その破壊を想定したとしても、機能の回復を速やかに行いうる対策を講じる必要があるかどうかを検討し、必要がある場合には、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。
- (3) **13.3の規定により対策を講じる場合は、(2)2)を満足するとみなしてよい。**



ボルトの破断



桁の浮き上がり



変位制限構造の損傷

61

V 耐震設計編

- 慣性力による応答値の算出は、動的解析を用いることが標準化。

5.1 一般

- (1) 橋の耐震設計にあたっては、慣性力による断面力、応力、変位等の応答値の算出に、5.2に規定する**動的解析を用いることを標準**とする。
以下の1)に該当する場合又は部材等の塑性化を期待する場合で以下の1)から3)に該当する場合には、5.3に規定する静的解析を用いてもよい。
 - 1) 1次の固有振動モードが卓越している。
 - 2) 塑性化の生じる部材及び部位が明確である。
 - 3) エネルギー一定則の適用性が検証されている。
- (2) 地盤抵抗は、3.5に規定する耐震設計上の地盤面の下方において考慮することを標準化とする。

・慣性力による応答値の算出にあたっては、橋の地震時挙動の評価に一般的に用いられるようになってきた動的解析による算出することが標準

- ・静的解析はモデル化や地震応答の推定に適用条件
- ・動的解析は解析モデルの設定方法等が解析結果に重要な影響

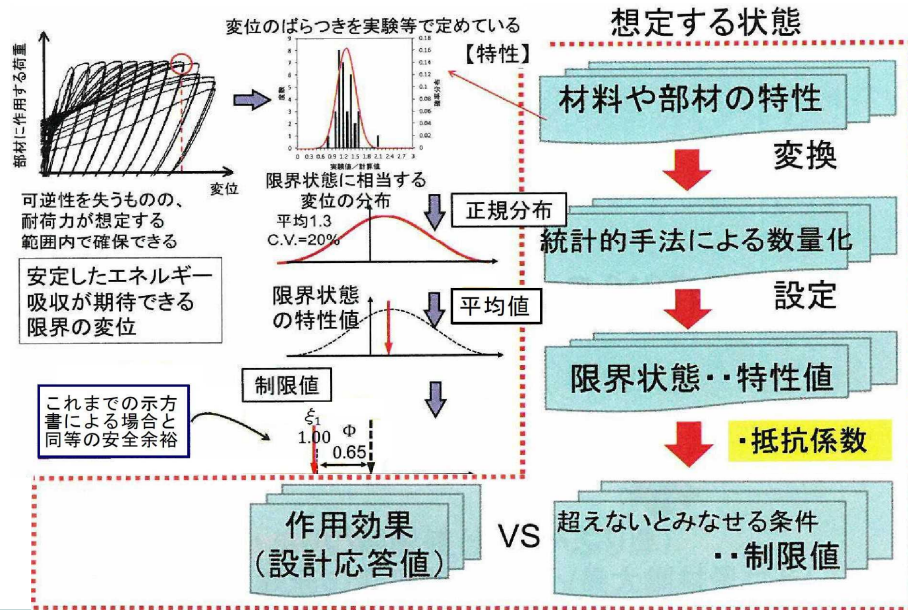
5.2 動的解析

5.3 静的解析

62

V 耐震設計編

- 塑性化を期待する場合の限界状態設定の考え方を規定。
- 塑性化を期待する鉄筋コンクリート部材の限界状態2



63

V 耐震設計編

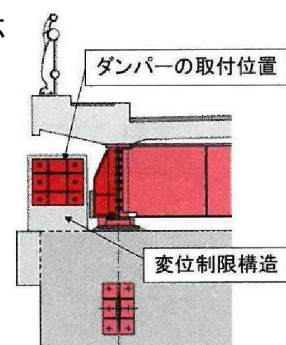
- 接合部の設計の考え方が新たに規定し、接合部に求める耐荷機構を明確に設定したうえで設計すること。

接合部の設計

- 接合部は、**部材相互の応力を確実に伝達**できるようにしなければならない。
- 接合部が所要の接合の機能を発揮するよう、**接合部及び連結される各部材に求められる条件を明らかにし**、これを満足するようにしなければならない。
- 地震の影響に伴う載荷の繰返しも考慮したうえで、**接合部に生じる応力を分担する耐荷機構を適切に設定し、それが確実に実現される構造**にしなければならない。



熊本地震における取付部の損傷事例を踏まえた対応



制震ダンパー取付部の損傷

64

V 耐震設計編

- 地盤の液状化判定の合理化を目指し、土の液状化特性に与える粒度の評価方法見直し。

東日本大震災での液状化の実態に基づき、新たな地盤調査・室内試験データを数多く取得し、細粒分を含む砂の液状化強度式の見直しを実施。(式(7.2.4),(7.2.5),(7.2.7))

$$R_L = \begin{cases} 0.0882\sqrt{(0.85Na + 2.1)/1.7} & (Na < 14) \\ 0.882\sqrt{Na/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (Na - 14)^{4.5} & (14 \leq Na) \end{cases}$$

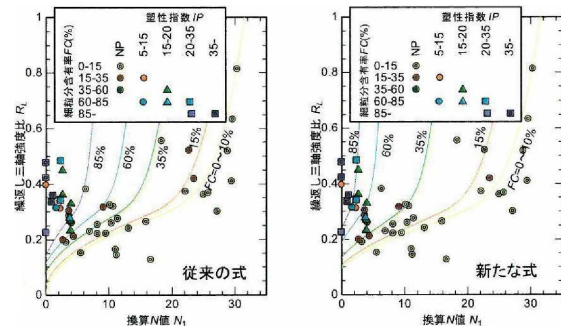
$$Na = \begin{cases} c_{FC}(N_1 + 2.47) - 2.47 & (D_{50} < 2\text{mm}) \\ \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\} N_1 & (D_{50} \geq 2\text{mm}) \end{cases}$$

$$c_{FC} = \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 20)/30 & (10\% \leq FC < 40\%) \\ (FC - 16)/12 & (40\% \leq FC) \end{cases}$$

新たな式を用いることで、細粒分を多く含む場合ほど、従来の式よりも液状化強度を大きめに見込むことが可能

地盤反力係数等について、より合理的な評価が可能

→ 橋への影響を評価するにあたって、新設橋、液状化地盤上の既設橋の合理的な評価が可能



新たに取得した試験データと新旧液状化強度式の比較

その他使用する名称について

(1) 設計供用期間

適切な維持管理が行われることを前提に、設計の前提として橋が所要の性能を発揮することを期待する期間をいう。

(2) 橋の性能

橋の耐荷性能や耐久性能、その他使用目的との適合性を満足するために必要な性能から構成される一連の性能をいう。

(3) 橋の耐荷性能

設計状況に対して、橋としての荷重を支持する能力の観点及び橋の構造安全性の観点から、橋の状態が想定される区分にあることを所要の信頼性で実現する性能をいう。

(4) 橋の耐久性能

設計供用期間に対して、材料の経年的な劣化が橋の耐荷性能に影響を及ぼさない状態を、所要の信頼性で実現する性能をいう。

その他使用する名称について

(5) 設計状況

橋の耐荷性能を照査するにあたって、地形、地質、気象、自動車の通行の状況等、橋が置かれる外的環境について、外的環境に関わる作用の組合せで代表させたものをいう。

(6) 限界状態

橋の耐荷性能を照査するにあたって、応答値に対応する橋や部材等の状態を区分するために用いる状態の代表点をいう。

(7) 作用

部材等に発生する断面力や変形等の状態変化を部材等に生じさせる全ての働きをいう。

(8) 荷重

部材等に働く作用を力に変換したものをいう。

67

その他使用する名称について

(9) 永続作用

設計供用期間内において、その大きさが大きく変動することなく継続的に、又は非常に高い頻度で部材等に影響を及ぼす作用をいう。

(10) 変動作用

設計供用期間内において、絶えず大きさが変動し、その作用の最大値又は最小値が部材等に及ぼす影響が無視できない作用をいう。

(11) 偶発作用

設計供用期間内に生じる可能性が極めて小さい、又は、その規模や頻度について確率統計的に扱うことが困難であるが、部材等に及ぼす影響が甚大である作用をいう。

(12) 応答値

断面力や変形等、作用により変化する部材等の状態を表す指標の値をいう。

68

その他使用する名称について

(13) 特性値

設計計算において、作用や材料の性質、部材等の応答の性質を最も適切に代表できるものとした指標の値をいう。

(14) 二次部材

橋の耐荷性能の着目している照査にあたって、その存在の影響を見込まない部材をいう。

(15) 部材等の設計耐久期間

適切な維持管理が行われることを前提に、経年の影響に対し、部材等ごとに材料の機械的性質や力学的特性等が部材等の耐荷性能の設計における前提に適合する範囲に留まることを期待する期間をいう。

69

道路橋示方書(H29.11)で設計するために必要なこと

- 各指針関係の改定
- 便覧等の改定
 - ・ 杭基礎設計, 施工便覧
 - ・ 鋼道路橋設計, 施工便覧
 - ・ コンクリート道路橋設計, 施工便覧 等
- 計算プログラムのバージョンアップ
- 計算例の拡充

上記事項が解決後、道路橋示方書(H29.11)での設計が実施できる。

70

ご清聴ありがとうございました