

PCBOX-II Ver. 3.03

『道路橋示方書・同解説 III コンクリート橋・コンクリート部材編

(平成 29 年)』への対応について

JIP テクノサイエンス株式会社

1. 概要

道路橋示方書・同解説が平成 29 年 11 月に改定され、従来の許容応力度設計法から、限界状態設計法・部分係数設計法に移行されました。

PCBOX-II では、この道路橋示方書の改定に合せ、限界状態設計法と部分係数設計法による設計を可能にしました。

2. 改定内容

(1) 用語の定義

部分係数設計法（平成 29 年道路橋示方書）	許容応力度法（平成 24 年道路橋示方書）
性能 （耐荷性能、耐久性能、その他の性能）	
設計状況 （作用の組合せ①～⑫）	荷重の組合せ
限界状態 1～3 ・耐荷性能の照査で部材の状態を区分するための代表点	
作用 ・断面力や変形等の状態変化を部材に生じさせる働き	
荷重 ・作用を力に変換したもの	
永続作用、変動作用、偶発作用	主荷重、従荷重等の荷重区分
応答値 ・部材の状態を表す指標の値（ <u>係数考慮後</u> の断面力、応力度など）	断面力、応力度（常時換算）
特性値 ・作用や部材の応答の性質を表した指標の値 （ <u>係数を乗じる前</u> の荷重、断面力、降伏強度等）	
制限値 ・考慮すべき状態に対する応力度の限界値など	許容応力度（割増考慮）
前提条件 ・設計の前提となる条件	

(2) 橋に求められる3つの性能

平成29年道路橋示方書では、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耐荷性能として「限界状態」が規定されるようになりました。

求められる性能		性能の確認方法
耐荷性能	荷重支持能力と構造安定性の観点から、 <u>橋の状態が想定される区分にある</u> ことを所要の信頼性で実現する性能	☐ <u>作用</u> の組合せに対し部材の耐荷性能が各 <u>限界状態</u> を超えていないことを照査 [照査式] $\sum S_i (\gamma_{pi} \gamma_{qi} P_i) \leq \xi_1 \xi_2 \Phi_{RR} (f_c A_c)$ 作用に対する橋の状態 限界状態(制限値)
耐久性能	設計共用期間において <u>材料の劣化が橋の耐荷性能に影響を及ぼさない</u> ことを所要の信頼性で実現する性能	☐ 橋の耐荷性能が設計供用期間末まで確保されるよう照査および性能確保方法 a) 鋼および <u>コンクリートの疲労</u> 照査 b) 防せい防食に対する処置 c) 塩害に対する鋼材応力度の照査 など
その他の性能	耐荷性能や耐久性能とは直接関係付けられないものの <u>橋の使用目的と適合性の観点から必要なその他の性能</u>	☐ 橋の使用性と呼ばれる通行の安全性や快適性に関する照査 a) たわみの照査 b) 防護柵への衝突を考える場合の照査 c) 落橋防止構造の強度照査 など

H29 道示 I 4.1 (P61～)

(3) 橋の限界状態

大地震や様々な荷重に対して以下の橋の限界状態（1～3）を定義し、複数の限界状態に対して安全性や機能を確保させる設計方法を「限界状態設計法」といいます。

橋の限界状態		[例] 上部構造の限界状態
限界状態 1 [弾性範囲]	橋としての <u>荷重を支持する能力が損なわれていない</u> 限界の状態	- 挙動が可逆性を有する限界の状態 - 支持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
限界状態 2 [非弾性範囲 ・塑性範囲]	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、 <u>荷重を支持する能力があらかじめ想定する範囲にある</u> 限界の状態	一部の部材に損傷が生じているものの、耐荷力が想定する範囲で確保できる限界の状態
限界状態 3 [ひずみ限界 ・圧壊しない限界]	これを超えると <u>構造安全性が失われる</u> 限界の状態	落橋しないとみなせる限界の状態

(4) 耐荷性能の照査の基本式

これまで経験的に用いてきた安全率に代わり、統計データと信頼性理論に則って定められた部分係数を用いて要求性能に応じてより合理的な設計が可能となる設計方法を「部分係数設計法」といいます。

部分係数設計法も許容応力度設計法も照査手順は大きく変わりません。

・許容応力度設計法（平成 24 年道路橋示方書）

$$\underbrace{\sigma}_{\text{作用側（応力度等）}} < \underbrace{\alpha \cdot \sigma_a}_{\text{抵抗側（許容応力度等）}}$$

許容応力度の割増係数
※ 実際には作用側を α で除していた（常時換算）

・部分係数設計法（平成 29 年道路橋示方書）

$$\underbrace{\sum S_i (\gamma_{pi} \gamma_{qi} P_i)}_{\text{作用側（断面力・応力度等）}} \leq \underbrace{\xi_1 \xi_2 \Phi_R R (f_c, \Delta_c)}_{\text{抵抗側（制限値）}}$$

作用側、抵抗側に係数を分けた

【記号説明】

作用側		抵抗側	
記号	記号説明	記号	記号説明
S_i	作用効果	ξ_1	調査・解析係数
γ_{pi}	荷重組合せ係数	ξ_2	部材・構造係数
γ_{qi}	荷重係数	Φ_R	抵抗係数
P_i	作用の特性値	R	部材等の抵抗に係る特性値
		f_c	材料の特性値
		Δ_c	寸法の特性値

(5) 作用の組合せ

設計で考慮する状況を設定するための作用として、表 2-1 に示す荷重又は影響を考慮します。
また、作用の組合せによって部分係数 γ_p , γ_q は表 2-2 の値をとります。

【作用側の係数】

γ_p : 荷重組合せ係数（荷重の同時載荷状態を考慮する係数）

γ_q : 荷重係数（荷重自体のバラツキ（不確実性）に対する係数）

例) $D + L$: $1.00 \times 1.05 \times D + 1.00 \times 1.25 \times L$

表 2-1 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)			○

表 2-2 作用の組合せに対する荷重組合せ係数および荷重係数

作用の組合せ		設計状況 の区分						
			D		L		PS, CR, SH	
			γ_p	γ_q	γ_p	γ_q	γ_p	γ_q
①	D	永続作用 支配状況	1.00	1.05	—	—	1.00	1.05
②	D+L	変動作用 支配状況	1.00	1.05	1.00	1.25	1.00	1.05
③	D+TH		1.00	1.05	—	—	1.00	1.05
④	D+TH +WS		1.00	1.05	—	—	1.00	1.05
⑤	D+L+TH		1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.05
⑥	D+L+WS +WL		1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.05
⑦	D+L+TH +WS+WL		1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.05
⑧	D+L+WS		1.00	1.05	—	—	1.00	1.05
⑨	D+TH +EQ		1.00	1.05	—	—	1.00	1.05
⑩	D+EQ		1.00	1.05	—	—	1.00	1.05
⑪	D+EQ	偶発作用	1.00	1.05	—	—	1.00	1.05
⑫	D+CO	支配状況	1.00	1.05	—	—	1.00	1.05

耐荷性能の照査で考慮する衝突荷重は「車両・船舶・流木等の橋・橋脚への衝突」を指し、RC 床版の設計で防護柵への衝突を考慮する場合は“その他の性能の照査”となります。(H29 道示 II 11.12 (P335) 参照)

温度差 (TF) を考慮する必要がある橋においては、TF が全ての組合せに含まれます。

(6) 耐久性能の照査

最低限考慮する耐久性能	耐久性能の照査及び性能確保の方法	
鋼部材及びコンクリート部材の疲労	鋼部材	H24 道示の疲労照査と同じと考えて良い 注 1) 疲労照査に係数等の部分係数は用いない 注 2) 照査に用いる疲労設計用荷重は「F 荷重」と呼ぶ 注 3) 溶接継手の一部形式分類の見直しをしている
	コンクリート部材	床版 ☐ 最小版厚の確保 ☐ 疲労に対する床版の曲げモーメントに対する応力度が制限値以下であることを確認 注 1) 作用には荷重係数等を考慮しない → $D+L+PS$ 注 2) 合成桁の床版はこの照査を満足すれば良い
	床版以外	☐ 荷重係数を考慮した作用に対する応力度等が制限値以下であることを確認 注) 作用には荷重係数等を考慮する → $1.0(D+L+PS+CR+SH+E+HP+U)$
鋼材の防食	鋼部材	☐ 耐候性鋼材の選択や塗装等による防食
	コンクリート部材	☐ 規定かぶりの確保による内部鋼材の防食 ☐ 内部鋼材の腐食に対する床版の曲げモーメントに対し、制限値以下であることを確認 注) 床版の作用には荷重係数等を考慮しない → D コンクリート部材の作用には荷重係数等を考慮する → $1.0 \times 1.05 \times D$
ゴム材料の疲労及び熱、紫外線等の環境作用による劣化	—	

(7) その他の性能の照査

その他の性能	性能の確認方法
橋梁防護柵に作用する衝突荷重に対する照査	☐ 道示Ⅱ 11.12、道示Ⅲ 9.6 により照査する - 作用の組合せ → 1.0 (D+L+PS+CR+SH+E+HP+U+GD+SD+C0) 注) 耐荷性能の照査ではないが荷重係数 1.0 を考慮 - 照査 R C 床版：降伏曲げ耐力に対する照査

(8) コンクリート橋照査内容

平成 29 年道路橋示方書では、橋の性能として「耐荷性能」と「耐久性能」が規定されるようになりました。

平成 24 年道路橋示方書	平成 29 年道路橋示方書
■曲げの照査 - 曲げ応力度 (施工時、死荷重時、設計荷重時) - PC 鋼材応力度 (導入時、導入直後、設計荷重時) - 曲げ破壊(終局荷重時) ■せん断、ねじりの照査 - 平均せん断応力度(設計荷重時) - 斜引張応力度(設計荷重時) - ウェブ圧壊耐力(終局荷重時) - 斜引張破壊耐力(終局荷重時)	■曲げの照査 - 曲げ応力度 (施工時、前提条件、限界状態 1、耐久性能、相反応力) - PC 鋼材応力度 (施工時、前提条件、耐久性能) - 曲げ破壊(限界状態 3、相反応力) ■せん断、ねじりの照査 - 斜引張応力度(施工時・前提条件・限界状態 1) - ウェブ圧壊耐力(限界状態 3) - 斜引張破壊耐力(限界状態 3)

(9) 格子解析の標準化

平成 29 年道路橋示方書では、箱桁および T 桁については、直線橋または曲線橋の区別なく、活荷重が偏載される等によるねじりの影響を考慮するようになりました。

(10) 鉄筋拘束力

平成 29 年道路橋示方書では、プレストレストコンクリート橋の設計に鉄筋拘束力を考慮するようになりました。

平成 24 年道路橋示方書	平成 29 年道路橋示方書
プレストレストコンクリート橋 鉄筋拘束力なし	プレストレストコンクリート橋 鉄筋拘束力考慮

(11) 相反応力部材

平成 29 年道路橋示方書では、相反応力を生じる部材の照査が追加されました。
下記のいずれかの組合せで照査します。

- 1) 死荷重と活荷重の**応力度**の符号が逆
 - ・ $1.3L + 1.0(D + PS + CR + SH)$
- 2) 1) で且つ死荷重応力度が活荷重応力度の 30% 以下
 - ・ $1.0(L + PS + CR + SH)$

(12) 曲げの制限値

平成 29 年道路橋示方書では、コンクリートの**曲げの制限値が変更**になりました。

		(N/mm ²)	
項目	H24道示	項目	H29道示
設計基準強度	40.0	設計基準強度	40.0
プレストレス導入時強度	34.0	プレストレス導入時強度	34.0
許容圧縮応力度		圧縮応力度制限値	
プレ導入時	19.00	プレ導入時	19.00
死荷重時	14.00 <同等>	前提条件・耐久性(防食)	14.00
設計荷重時	14.00 <同等>	永続支配・変動支配	21.00
温度考慮時	16.10 <同等>	相反応力	21.00
		耐久性(疲労)	14.00
許容引張応力度		引張応力度制限値	
プレ導入時	-1.50	プレ導入時	-1.61
死荷重時	0.00 <同等>	前提条件・耐久性(防食)	0.00
設計荷重時	-1.50 <同等>	永続支配・変動支配	-2.70
温度考慮時	-2.00 <同等>	相反応力	-2.70
		耐久性(疲労)	-1.50

(13) せん断の制限値

平成 29 年道路橋示方書では、コンクリートの**せん断の制限値が変更**になりました。

		(N/mm ²)	
項目	H24道示	項目	H29道示
設計基準強度	40.0	設計基準強度	40.0
許容斜引張応力度		斜引張応力度制限値	
死荷重時		前提条件・耐久性(防食)	
せん断orねじり	1.00 <同等>	せん断orねじり	1.00
せん断+ねじり	1.30 <同等>	せん断+ねじり	1.30
設計荷重時		永続支配・変動支配	
せん断orねじり	2.00 <同等>	せん断orねじり	2.20
せん断+ねじり	2.50 <同等>	せん断+ねじり	2.70
		耐久性(疲労)	
		せん断orねじり	2.00
		せん断+ねじり	2.50

(14) PC より線のヤング係数

平成 29 年道路橋示方書では、**PC より線のヤング係数が変更**になりました。

平成 24 年道路橋示方書	平成 29 年道路橋示方書
$2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$	$1.95 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

(15) PC 鋼材の強度の特性値

平成 29 年道路橋示方書では、PC 鋼材の強度の特性値が記載されました。

鋼材 番号	記号	呼び名	引張強度 σ_{pu} (N/mm ²)		降伏点応力度 σ_{py} (N/mm ²)	
			H24道示	H29道示	H24道示	H29道示
1	SWPR1	12W5	1600	1620	1400	1420
2		12W7	1500	1510	1300	1320
3		12W8	1450	1470	1250	1270
4	SWPR7A	12S12.4A	1700	1720	1450	1460
5		12S15.2A	1700	1730	1450	1470
6	SWPR7B	12S12.7B	1850	1850	1600	1580
7		12S15.2B	1850	1880	1600	1600
8		19S15.2B	1850	記載無	1600	記載無
9	SWPR7A	1S12.4A	1700	1720	1450	1460
10		1S15.2A	1700	1730	1450	1470
11	SWPR7B	1S12.7B	1850	1850	1600	1580
12		1S15.2B	1850	1880	1600	1600
13	SWPR19	1S17.8	1850	1850	1600	1580
14		1S19.3	1850	1850	1600	1580
15		1S20.3	1800	1820	1600	1580
16		1S21.8	1800	1830	1600	1580
17		1S28.6	1800	1780	1500	1510

※赤字は変更箇所

(16) 鉄筋の制限値

平成 29 年道路橋示方書では、鉄筋の制限値が変更になりました。

		(N/mm ²)	
項目	H24道示	項目	H29道示
材質	SD345	材質	SD345
降伏点応力度	345	降伏点制限値	345
		引張応力度制限値	
許容応力度		主桁(引張鉄筋)	210
死荷重時	100 <同等>	耐久性(防食)	100
一般部	180 <同等>	耐久性(疲労)	180
床版部	140 <同等>	床版部 耐久性(疲労)	120
床版部(風-活荷重有)	175	ウェブ照査	160

(17) コンクリートが負担できるせん断力の特性値

平成 29 年道路橋示方書では、コンクリートが負担できるせん断力の特性値が変更になりました。

平成 24 年道路橋示方書	平成 29 年道路橋示方書
$S_c = k \cdot \tau_c \cdot b_w \cdot d$ ただし、 $k = 1 + M_0/M_d \leq 2$	$S_c = k \cdot \tau_r \cdot b_w \cdot d + S_d \cdot M_0/M_d$ ただし、 $S_c \leq \tau_{cmax} \cdot b_w \cdot d$ 及び $M_0/M_d \leq 1.0$

3. PCBOX-Ⅱによる照査方法

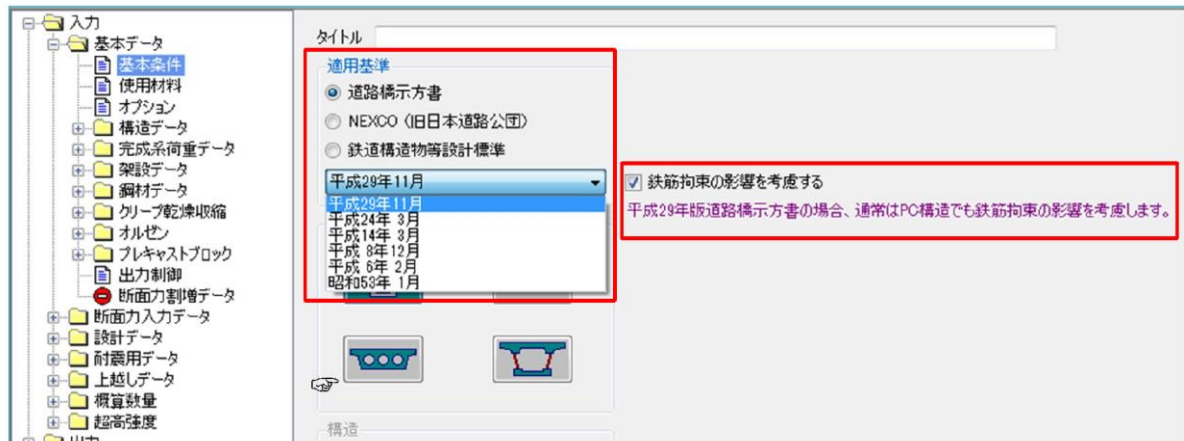
(1) 入力部

適応基準の設定

- ・適用基準で「道路橋示方書 H29 年 11 月版」が選択できます。

鉄筋拘束力の設定

- ・鉄筋拘束力の考慮、非考慮が選択できます(原則考慮)。
- ・鉄筋拘束力を考慮する場合の主桁の配置鉄筋を指定します。



以下の項目については材質(設計基準強度や材料の種類)を入力すること、もしくは入力画面中の[初期値セット]ボタンを押すことにより平成 29 年道路橋示方書に対応した諸数値が電算内で自動で設定されます。

- ・材料特性値 (コンクリート、PC 鋼材、鉄筋)
- ・制限値 (コンクリート、PC 鋼材、鉄筋)
- ・作用組合せ
- ・荷重組合せ係数、荷重係数
- ・抵抗係数、調査・解析係数、部材・構造係数

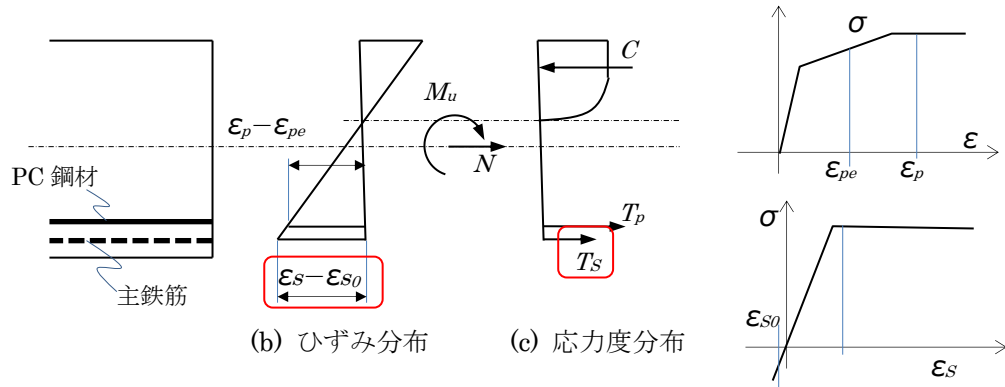
(2) 荷重組合せ係数と荷重係数の注意点

PCBOX-Ⅱでは、プレストレスやクリープ・乾燥収縮、鉄筋拘束力を計算する際に使用する応力には係数を考慮しない制約があるため、**耐荷性能照査の断面力、応力度**に乗じています。

(3) 曲げ破壊およびせん断耐力における鉄筋拘束力の考え方

PCBOX-II では、曲げ破壊およびせん断耐力について、鉄筋拘束の影響をプレストレスと同様に $N=C-T$ の T に考慮します。作用力 M_u には鉄筋拘束力を含めません。

■応力度ひずみ曲線



※プレストレスと同様に T に考慮します。

(4) 出力部

■主桁の照査(作用組合せ)

ケースNo.	基本組合せ	道示の組合せ	組合せ詳細
C 1- 1 C 1- 2	D	[1] 永続	1.05*D 1.05*D+TF
C 2- 1 C 2- 2 C 2- 3 C 2- 4	D+L	[2] 変動	1.05*D+1.25*L (MAX) 1.05*D+1.25*L (MAX)+TF 1.05*D+1.25*L (MIN) 1.05*D+1.25*L (MIN)+TF
C 3- 1 C 3- 2 C 3- 3 C 3- 4	D+L+SW	[2] 変動	1.05*D+1.25*L (MAX)+SW 1.05*D+1.25*L (MAX)+SW+TF 1.05*D+1.25*L (MIN)+SW 1.05*D+1.25*L (MIN)+SW+TF

電算内の照査で使用する作用組合せに対する
ケースNo.

■主桁の照査(曲げ応力度の照査 耐荷性)

合成曲げ応力度 (耐荷性能照査) (クリープ終了時)		(N/mm ²)					
断面NO		制限値		上縁	1 * 下縁	上縁	2 下縁
C 1- 1	(U)	12.80 >SIGC>	0.00	0.13	0.09	0.63	0.31
C 1- 2	(L)		> 0.00	0.06	0.47	0.73	0.65
C 2- 1	(U)	19.20 >SIGC>	-2.50	0.13	0.09	0.93	-0.13
C 2- 2	(L)		> -2.50	0.06	0.47	1.03	0.21
C 2- 3	(U)	19.20 >SIGC>	-2.50	0.13	0.09	0.60	0.36
C 2- 4	(L)		> -2.50	0.06	0.47	0.70	0.70
C 3- 1	(U)	19.20 >SIGC>	-2.50	0.13	0.09	0.95	-0.17
C 3- 2	(L)		> -2.50	0.06	0.47	1.06	0.17
C 3- 3	(U)	19.20 >SIGC>	-2.50	0.13	0.09	0.63	0.32
C 3- 4	(L)		> -2.50	0.06	0.47	0.73	0.66

永続支配の組合せと前提条件の組合せは同じであるため、PCBOX- II では制限値の厳しい前提条件において応力照査を行う仕様となっている

変動支配の組合せについての照査

■主桁の照査(曲げ応力度の照査 耐久性)

合成曲げ応力度 (耐久性能照査(疲労))		(N/mm ²)			
断面NO		上縁	1 * 下縁	上縁	2 下縁
自重		0.00	0.00	0.39	-0.59
橋面荷重		0.00	0.00	0.09	-0.14
クリープ乾燥収縮		0.00	0.00	0.00	0.00
鉄筋拘束		-0.27	-0.21	-0.28	-0.20
有効プレストレス		0.15	0.30	0.37	1.27
有効プレストレス 2 次 (クリープ含む)		0.00	0.00	0.03	-0.04
* 全死荷重時 計		-0.12	0.09	0.60	0.30
活荷重 (MAX) (L)		0.00	0.00	0.24	-0.36
	(MIN)	0.00	0.00	-0.03	0.04
* 耐久性		12.80 > SIG-C > 0.00 (U), -1.38 (L)			
	(MAX)	-0.12	0.09	0.84	-0.06
	(MIN)	-0.12	0.09	0.58	0.34

荷重係数を考慮しない応答値

耐久性(疲労)照査に対する制限値

耐久性(疲労)の照査 H24道示のD+Lの照査に相当する

■主桁の照査(曲げ応力度の照査 相反応力)

合成曲げ応力度 (相反応力部材の照査) (N/mm ²)								
断面NO	1 *		2		3		4	
	上縁	下縁	上縁	下縁	上縁	下縁	上縁	下縁
自重	0.00	0.00	0.39	-0.59	1.07	-1.70	1.83	-3.16
橋面荷重	0.00	0.00	0.09	-0.14	0.26	-0.41	0.45	-0.76
* 合計	0.00	0.00	0.48	-0.73	1.33	-2.10	2.29	-3.92
活荷重 (MAX)	0.00	0.00	-0.24	-0.36	0.66	-1.03	1.16	-1.95
(MIN)	0.00	0.00	-0.03	0.04	-0.08	0.13	-0.16	0.27
* 判定 (MAX) (MIN)			(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
クリープ乾燥収縮	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
鉄筋拘束	-0.27	-0.21	-0.28	-0.20	-0.32	-0.24	-0.38	-0.35
有効プレストレス	0.15	0.30	0.37	1.27	0.25	4.48	-0.45	6.77
有効プレストレス 2 次 (クリープ含む)	0.00	0.00	0.03	-0.04	0.09	-0.14	0.18	-0.30
相反応力部材	19.20 > STG-C > -2.50 (U), -2.50 (L)		(1) 1.3L+1.0 (D+PS+CR+SH)		(2) 1.0 (L+PS+CR+SH)			
(1) (MAX)	--	--	0.91	-0.16	2.20	0.65	3.15	-0.34
(1) (MIN)	--	--	0.57	0.35	1.24	2.16	1.43	2.55
(2) (MAX)	--	--	--	--	--	--	--	--
(2) (MIN)	--	--	--	--	--	--	--	--

相反部材判定

相反部材と判定された断面に対して応力度照査

■主桁の照査(曲げ破壊の照査)

耐荷性能(限界状態3) 永続支配、変動支配の作用組合せに対して照査						
曲げ破壊安全度 *** 破壊抵抗曲げモーメント及び安全度 ***						
$\phi u = 0.80 \quad \xi 1 = 0.90 \quad \xi 2 = 0.90$						
C 1- 1 1.05*D						
断面NO	作用曲げモーメント (kN.m)	作用軸力 (kN)	上縁から中立軸まで (m)	破壊抵抗曲げモーメント (kN.m)	曲げモーメントの制限値 (kN.m)	安全度
[作用]						
2	2315.91	0.00	0.119	29925.97	19392.03	8.373
3	6306.44	0.00	0.120	35893.25	23258.83	3.688
4	10786.11	0.00	0.122	42166.73	27324.04	2.533
5	13592.06	0.00	0.122	43569.37	28232.95	2.077
[制限値] $\xi 1 \cdot \xi 2 \cdot \phi \cdot Ru$ $= 0.90 \times 0.90 \times 0.80 \times 29925.97$ $= 19392.03$						
[安全度] = [制限値]/[作用] $= 19392.03/2315.91$ $= 8.373$						

■主桁の照査(ウェブ圧壊の照査)

余裕度の和の最大値の抽出

* ウェブコンクリートの圧壊 (せん断+ねじり)

[余裕度の和]
= 1/2.649 + 1/39.186
= 0.403

断面 NO	圧壊に対する安全度 せん断	安全度 ねじり	余裕度の和 (≤ 1.2)	
1*	2.649	39.186	0.403	(S)C 3- 2 1.05*D+1.25*L (MAX)+SW+TF
2	2.927	39.130	0.367	(S)C 3- 2 1.05*D+1.25*L (MAX)+SW+TF
3	2.848	36.363	0.379	(S)C 3- 2 1.05*D+1.25*L (MAX)+SW+TF
4	2.328	29.001	0.464	(S)C 3- 2 1.05*D+1.25*L (MAX)+SW+TF
5	3.235	36.286	0.337	(S)C 3- 2 1.05*D+1.25*L (MAX)+SW+TF

H29道示でウェブコンクリートの圧壊のせん断+ねじりの照査式が、変更になったことによる出力の変更

算出式は左記、詳細についてはH29道示を参照のこと

$$\frac{S_d}{S_{ucd}} + \frac{M_t}{M_{tucd}} \leq 1.2$$

H29道示Ⅲ 式5.8.10 (P175)

■主桁の照査(斜引張破壊の照査)

斜引張鋼材 ** コンクリートが負担するせん断力 : SC ** (クリープ終了時) [せん断最大・最小時]

(S) C 1- 1 1.05*D

TAU-C = 0.39 (N/mm²)

断面 NO	有効高 D (m)	ウェブ厚 BW (m)	軸方向 鉄筋量 AW (cm ²)	軸方向 鉄筋比 PT (%)	有効高 補正係数 CE	鉄筋比 補正係数 CPT	平均せん断 の特性値 TAU-R (N/mm ²)	等価なせん断 応力度 TAU-CMAX (N/mm ²)	作用 せん断力 SD (kN)	作用曲げ モーメント MD (kN.m)	引張縁ゼロ モーメント MO (kN.m)	コンクリート 負担せん断力 SC (kN)
1*	1.890	1.800	71.50	0.21	0.867	0.910	0.31	1.58	2429.31	0.00	266.29	-3803.54
2	1.890	1.800	71.50	0.21	0.867	0.910	0.31	1.76	2207.50	2315.91	3221.91	-3581.73
3	1.890	1.440	75.47	0.28	0.867	0.977	0.33	2.12	1787.60	6306.44	12077.55	-2968.08
4	1.890	0.900	79.44	0.47	0.867	1.167	0.40	2.27	1209.13	10786.11	16794.99	-2090.16
5	1.890	0.900	79.44	0.47	0.867	1.167	0.40	2.31	661.50	13592.06	18510.96	-1542.53

H29道示で斜引張破壊に対するせん断の制限値の算出式のうち、コンクリートが負担できるせん断力の特性値Scの式が、変更となったことによる出力の変更

算出式は左記、詳細についてはH29道示を参照のこと

$$S_c = k\tau_r b_w d + S_d \frac{M_0}{M_d}$$

H29道示Ⅲ 式5.8.3 (P159)

$$\tau_r = \tau_c C_e C_{pt} C_{dc} C_c$$

H29道示Ⅲ 式5.8.4 (P159)

4. 設計計算例（3 径間連続 PC 箱桁橋）

以下のモデルで設計計算を実施し、平成 24 年道路橋示方書と平成 29 年道路橋示方書で照査結果比較と傾向把握を行いました。

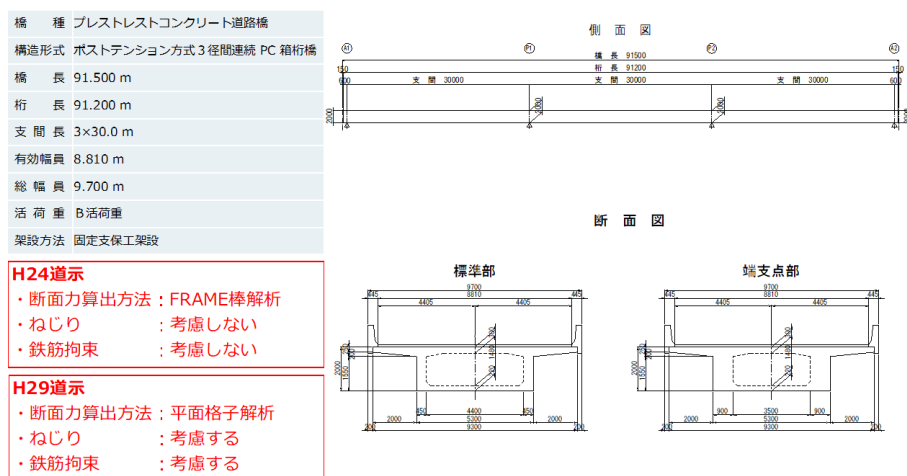


表 4-1 解析結果表

■H24 道示と H29 道示の比較(曲げの照査)

		H24道示		H29道示		備 考
曲げ照査	支間中央	設計荷重		変動支配		
曲げ応力度		上縁	下縁	上縁	下縁	H29道示では係数考慮と鉄筋拘束力の影響で、H24道示の結果よりも下縁側で[-0.77N/mm2]引張が増加している。制限値についてもH29道示ではH24道示よりも[-1.12N/mm2]引張を許容する。
	(N/mm2)	4.44	-1.08	4.38	-1.85	
	制限値	-1.38 < σ < 12.80		-2.50 < σ < 19.20		
引張鉄筋量	(cm2)	90.423		143.167		H29道示は変動支配で引張応力度が増加し、引張鉄筋量が増加する。
曲げ破壊	設計作用(kN.m)	34577.97		23168.09		安全度比率(H29/H24)：1.128 H24道示での終局荷重時とH29道示での係数考慮後のモーメントに差はあるが、抵抗側係数がキャリブレーションされている影響で同程度の安全度となる。
	破壊抵抗曲げ(kN.m)	37367.20		28232.95		
	安全度	1.081		1.219		

■H24 道示と H29 道示の比較(せん断の照査)

		H24道示	H29道示	備 考
せん断照査	せん断照査位置	設計荷重	変動支配	
斜引張応力度(せん断)	(N/mm ²)	0.847	1.175	H29道示では係数考慮と鉄筋拘束力の影響で、H24道示の結果よりも $[0.328\text{N/mm}^2]$ 応力度が増加している。制限値についてもH29道示ではH24道示よりも $[0.12\text{N/mm}^2]$ 大きく設定されている。
	制限値	$\sigma_{Is} < 1.88$	$\sigma_{Is} < 2.00$	
ウェブ圧壊(せん断)	作用断面力(kN)	7665.20	4957.92	安全度比率(H29/H24)：0.941 H24道示での終局荷重時とH29道示での係数考慮後のせん断力に差はあるが、抵抗側がキャリブレーションされている影響で同程度の安全度となる。
	圧壊耐力(kN)	15917.40	10027.96	
	安全度	2.077	2.023	
斜引張破壊(せん断)	作用断面力(kN)	7665.20	4957.92	安全度比率(H29/H24)：1.186 H24道示での終局荷重時とH29道示での係数考慮後のせん断力に差がある。抵抗側係数はこれまでの設計と大幅に変更がないようキャリブレーションされているとH29道示に記載あるが、ここでは安全度に少し差異がある。
	圧壊耐力(kN)	14205.87	10690.38	
	安全度	1.853	2.156	

5. 今後の機能追加対応予定について

今後の機能追加対応予定は、以下のとおりです。

機能追加内容		対応予定
☐ PCBOX-II	☐ 波型鋼板ウェブ橋の座屈照査	今後検討・対応予定