

■プレゼンテーション

「FORUM8の新道路橋示方書対応について」

"FORUM8's correspondence to the new Specifications for Highway Bridges"

フォーラムエイト解析支援チーム 主事
松山 洋人

Hiroto Matsuyama

FORUM8 Manager, Analysis support Team

- 平成29年道路橋示方書改定内容
- FORUM8製品の対応
- 新旧比較事例(上部工、下部工)

■ 平成29年道路橋示方書改定内容

- 道路橋示方書の改定(平成29年7月21日条文通達)
昭和47年の制定以来の大幅な改定を実施
- 改定のポイント
 1. 橋の安全性や性能に対してきめ細やかな設計が可能な設計手法を導入(部分係数法)
 2. 橋が良好な状態を維持する期間(設計供用期間)として、100年を標準とすることを規定し、その間、適切な維持管理を行うことを規定

今回の改定により、安全性の向上、技術開発・新技術導入の促進、ライフサイクルコストの縮減が図られるとともに、適切な維持管理による橋の長寿命化が期待される。

●改定のポイント

● 部分係数法

性能照査手法の一種で、降伏強度に安全率を掛け合わせて安全を担保するという従来の方法に対し、材料特性や荷重などの不確実性に応じて、荷重や強度の両方に複数の安全係数を用いて、より合理的な信頼性の確保を行う照査方法

■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	部分係数設計法	部分係数設計法	部分係数設計法
導入年	平成14年	平成19年	平成4年

■海外の橋梁の設計基準の動向

地域・国	ISO	米国	欧州
基準名	ISO 2394	AASHTO LRFD Bridge Design Specifications	Eurocode
設計法	Partial factors format (部分係数設計法)	LRFD (Load Resistance Factor Design) (荷重抵抗係数設計法)	Partial factor method (部分係数設計法)
	1986年	1994年	2007年

p.3-5

▲国内外の各種設計基準の動向(参考資料:国土交通省ホームページより)

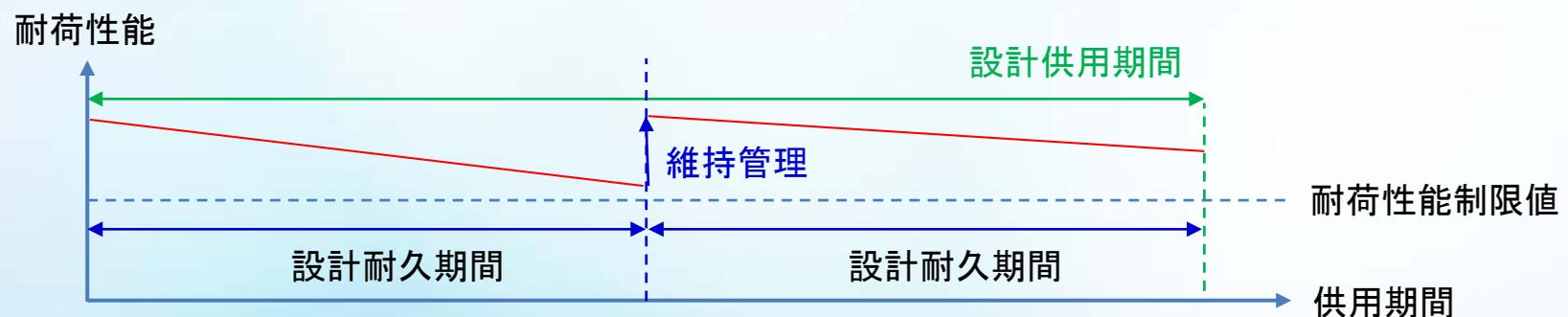
※海外の基準も部分係数法を取り入れており、今後国際競争力の向上が見込まれる

● 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(今回100年に規定)
→橋の耐荷性能により保障する

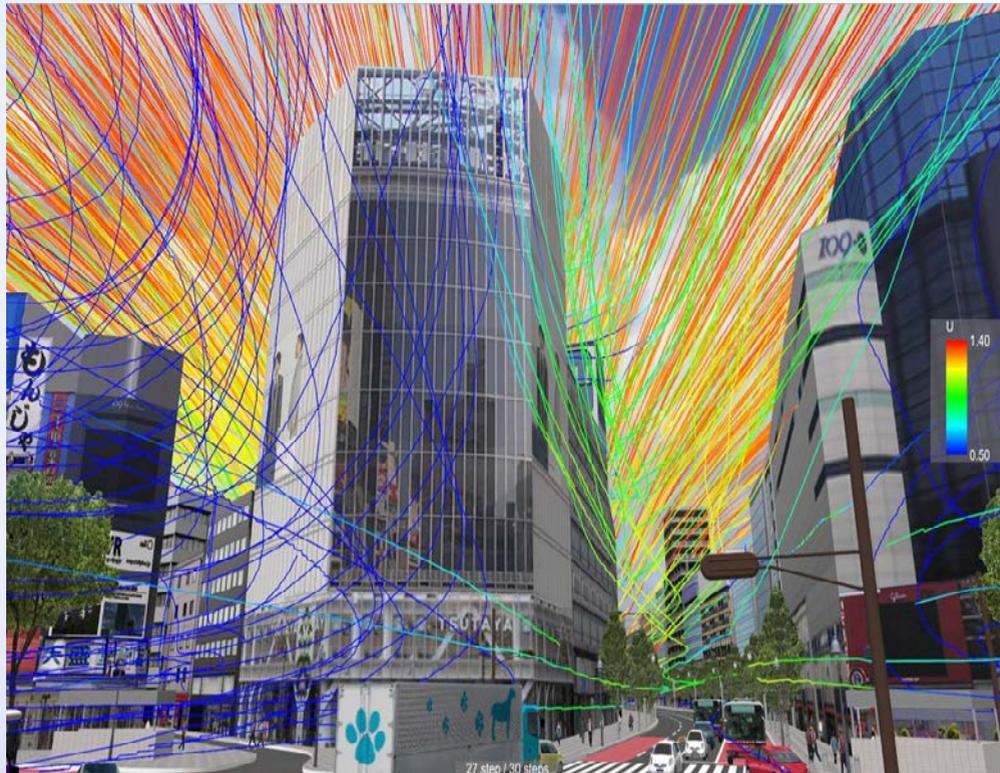
● 部材等の設計耐久期間

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、部材等毎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
→橋の耐久性能により保障する

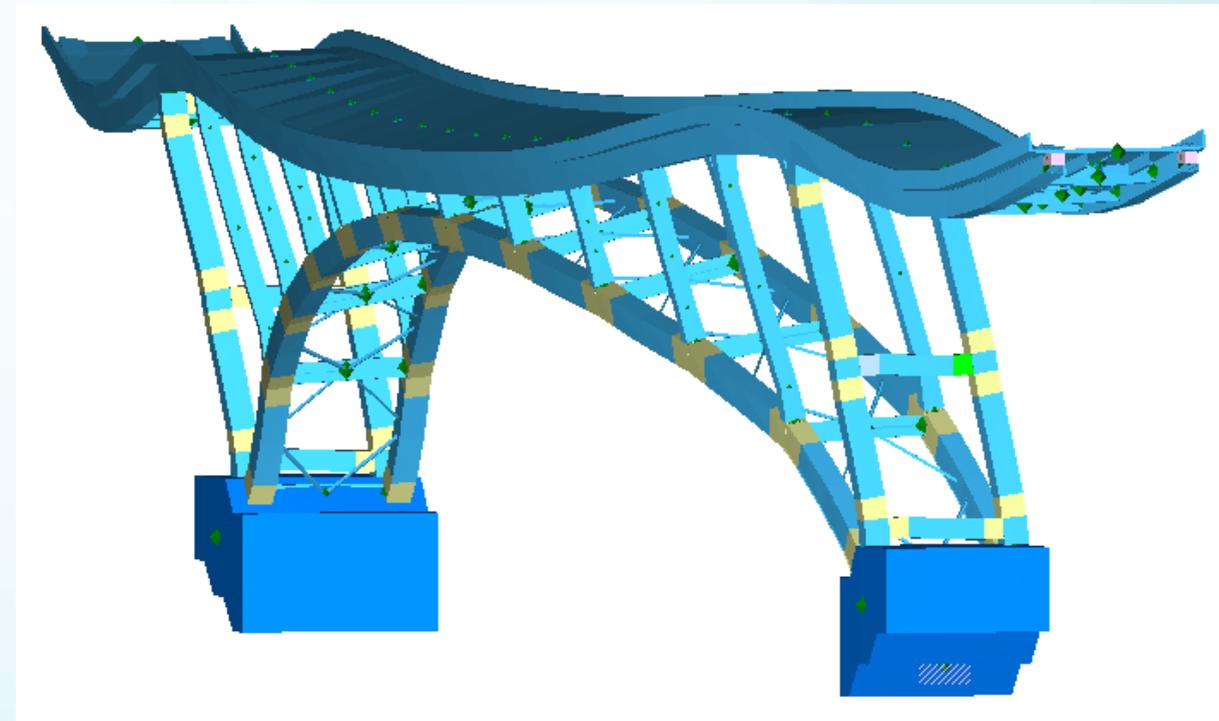


● 設計状況

地形、地質、気象、自動車の通行の状況等、橋がおかれる外的環境について、外的環境に係る作用の組み合わせで代表させたもの



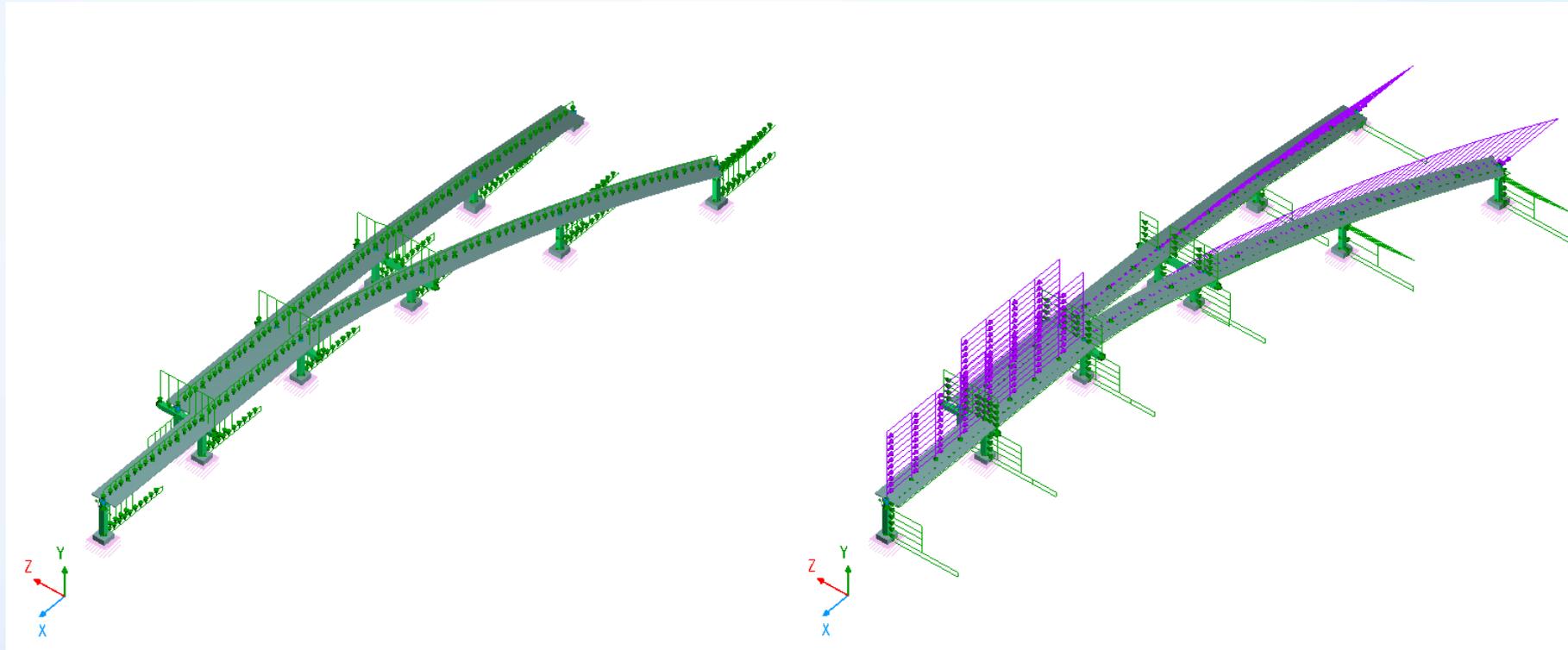
風イメージ



地震イメージ

● 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(全体を作用とし、荷重と影響に分けられる)
荷重: 部材等に働く作用を力に変換したもの



死荷重

地震の影響

- 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
(死荷重、プレストレス、環境作用など)

- 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
(自動車(活荷重)、風、雪、地震動など)

- 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(衝突、最大級地震動など)

● 作用の組合せに対する荷重組合せ係数および荷重係数

No	作用の組合せ	設計状況の区分	荷重組合せ係数 γ_p と荷重係数 γ_q の値													
			死荷重		活荷重		プレストレスカ		土圧		温度変化の影響		温度差の影響		雪荷重	
							PS		E							
			D		L		クリープの影響		水圧		TH		TF		SW	
							CR		HP							
乾燥収縮の影響		浮力又は揚圧力														
				SH		U										
		γ_p	γ_q	γ_p	γ_q	γ_p	γ_q	γ_p	γ_q	γ_p	γ_q	γ_p	γ_q	γ_p	γ_q	
1	D	永続作用が支配的な状況	1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	1.00	1.00	-	-
2	D+L	変動作用が支配的な状況	1.00	1.05	1.00	1.25	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00
3	D+TH		1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	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	-	-
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
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	-	-
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	-	-
8	D+WS		1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	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
10	D+EQ	1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	1.00	1.00	-	-	
11	D+EQ	偶発作用が支配的な状況	1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	-	-	-	-
12	D+CO	1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	-	-	-	-	



● 作用の組合せに対する荷重組合せ係数および荷重係数

No	作用の組合せ	設計状況の区分	荷重組合せ係数 γ_p と荷重係数 γ_q の値													
			地盤変動の影響		遠心荷重		橋桁に作用する風荷重		活荷重に対する風荷重		波圧		地震の影響		衝突荷重	
			GD		CF		WS		WL		WP		EQ		CO	
			支点移動の影響		制動荷重											
			SD		BK		γ_p	γ_q								
1	D	永続作用が支配的な状況	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
2	D+L	変動作用が支配的な状況	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
3	D+TH		1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
4	D+TH+WS		1.00	1.00	-	-	0.75	1.25	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
5	D+L+TH		1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
6	D+L+WS+WL		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	1.00	1.00	1.00	0.50	1.25	0.50	1.25	1.00	1.00	-	-	-	-
8	D+WS		1.00	1.00	-	-	1.00	1.25	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
9	D+TH+EQ		1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	0.50	1.00	-	-
10	D+EQ		1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
11	D+EQ		偶発作用が支配的な状況	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-
12	D+CO	偶発作用が支配的な状況	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00

● 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

耐震設計上の橋の重要度を考慮して、耐荷性能1と耐荷性能2に分類される

橋として荷重を支持する能力に関する観点	i)橋としての荷重を支持する能力が損なわれない状態 (橋は計画どおりに交通に利用できる) ii)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 (大地震直後に緊急輸送道路等として期待される機能を担う)
橋の構造安全性に係る観点	i)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 (落橋、崩壊には至らない)

● 耐荷性能の照査の基本式

$$\sum S_i(\gamma_{qi}\gamma_{pi}P_i) \leq \xi_1\xi_2\phi_R R(f_c, \Delta_c) \quad \dots(5.2.1)$$

ここに、

P_i : 作用の特性値

S_i : 作用効果であり、作用の組み合わせに対する橋の限界状態

R : 部材などの抵抗に係る特性値で、材料の特性値 f_c や寸法の特性値 Δ_c を用いて算出される値

f_c : 材料の特性値

Δ_c : 寸法の特性値

γ_{pi} : 荷重組合せ係数

γ_{qi} : 荷重係数

ξ_1 : 調査・解析係数

ξ_2 : 部材・構造係数

ϕ_R : 抵抗係数

※従来、荷重組合せ毎に与えられていた許容応力度の割増係数は荷重組合せ係数に包含され、原理的には荷重組合せ毎に抵抗側に乗じる部分係数が変わることはない
従前のように荷重組合せに応じて抵抗値が割り増されるといった許容応力度法特有の概念はなくなっている

● 許容応力度法

荷重の組合せ		割増 係数
1)	死荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)	1.00
2)	死荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+温度変化の影響(T)	1.15
3)	死荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+風荷重(W)	1.25
4)	死荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+温度変化の影響(T)+風荷重(W)	1.35
5)	死荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+制動荷重(BK)	1.25
6)	死荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+衝突荷重(CO)	1.50
7)	活荷重及び衝撃以外の主荷重+地震の影響(EQ)	1.50
8)	風荷重(W)	1.20
9)	施工時荷重(ER)	1.25

※荷重の組合せに応じて許容値(抵抗値)を割増



● 部分係数法

$$\sum S_i (\gamma_{qi} \gamma_{pi} P_i) \leq \xi_1 \xi_2 \phi_R R(f_c, \Delta_c)$$

荷重組合せ毎に与えられていた許容応力度の割増係数は荷重組合せ係数に包含

No	作用の組合せ	設計状況の区分	荷重組合せ係数 γ_p と荷重係数 γ_q の値			
			死荷重		活荷重	
			γ_p	γ_q	γ_p	γ_q
1	D	永続作用が支配的な状況	1.00	1.05	-	-
2	D+L	変動作用が支配的な状況	1.00	1.05	1.00	1.25
3	D+TH		1.00	1.05	-	-
4	D+TH+WS		1.00	1.05	-	-
5	D+L+TH		1.00	1.05	0.95	1.25
6	D+L+WS+WL		1.00	1.05	0.95	1.25
7	D+L+TH+WS+WL		1.00	1.05	0.95	1.25
8	D+WS		1.00	1.05	-	-
9	D+TH+EQ	1.00	1.05	-	-	
10	D+EQ	1.00	1.05	-	-	
11	D+EQ	偶発作用が支配的な状況	1.00	1.05	-	-
12	D+CO	1.00	1.05	-	-	

原理的に荷重組合せ毎に抵抗側に乗じる部分係数は変わらない

対象	ξ_1	$\xi_2 \cdot \phi_R$
i)ii)およびiii)以外の作用の組合せを考慮する場合	0.90	0.70
ii)地震の影響(変動)を考慮する場合		1.00
iii)地震の影響(偶発)を考慮する場合	1.00	

※抵抗側に乗じる部分係数の例

● 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

維持管理しやすい設計をしたり、やむを得ず維持管理がしにくい部位がある場合は、劣化しないようにするなど、部材毎に設計耐久期間を選定できるようにされている

照査の方法としては、例えば腐食することを前提に、応力がある一定の制限値以下であれば腐食しても問題ないとする、設計に腐食代を見込む、腐食しないような対策を施すなどといった3つの方法が規定されている

■ FORUM8製品の対応

分類	製品名	定価	特別価格 (※)	リリース 予定日
FEM 解析	Engineer's Studio® ES-土木構造二軸断面計算 (部分係数法・H29道示対応)オプション	¥143,000	¥71,500	2017.9リリース
構造 解析 ／ 断面	Engineer's Studio®面内 土木構造一軸断面計算 (部分係数法・H29道示対応)オプション	¥143,000	¥71,500	2017.12月上旬
	RC断面計算 (部分係数法・H29道示対応)	¥143,000	¥71,500	2017.11下旬
	鋼断面の計算 (部分係数法・H29道示対応)	¥173,000	¥86,500	2017.12下旬
	鋼断面の計算 (限界状態設計法)(H29道示対応)	¥320,000	無償対応	2018.6下旬
	設計成果チェック支援システム(H29道示対応)	¥1280,000	無償対応	2018.2下旬
	設計成果チェック支援システム土工ABセット(H29道示対応)	¥510,000	無償対応	2018.2下旬
	設計成果チェック支援システム 橋梁ACDセット(H29道示対応)	¥840,000	無償対応	2018.2下旬
橋梁 上部工	UC-BRIDGE (部分係数法・H29道示対応)	¥550,000	¥275,000	2017.10リリース
	UC-BRIDGE (分割施工対応) (部分係数法・H29道示対応)	¥650,000	¥325,000	2017.10リリース
	任意形格子桁の計算 (部分係数法・H29道示対応)	¥420,000	¥210,000	2017.11リリース
	落橋防止システムの設計計算 (部分係数法・H29道示対応)	¥78,000	¥39,000	2017.10リリース
	PC単純桁の設計・CAD (部分係数法・H29道示対応)	¥284,000	¥142,000	2018.3下旬

※:サブスクリプション契約ユーザー様特別価格(リリース後6か月、50%OFF)

軽微改訂となる製品は無償対応

分類	製品名	定価	特別価格 (※)	リリース 予定日
橋梁 上部工	床版打設時の計算（部分係数法・H29道示対応）	¥284,000	¥142,000	2018.5月上旬
	鋼鈹桁橋自動設計ツール（部分係数法・H29道示対応）	¥200,000	¥100,000	2018.8下旬
	非合成鈹桁箱桁の概略設計計算（部分係数法・H29道示対応）	¥359,000	¥179,500	2018.2下旬
	連続合成桁の概略設計計算（部分係数法・H29道示対応）	¥420,000	¥210,000	2018.3下旬
	鋼床版桁の概略設計計算（部分係数法・H29道示対応）	¥420,000	¥210,000	2018.4下旬
橋梁 下部工	橋台の設計・3D配筋（部分係数法・H29道示対応）	¥389,000	¥194,500	2017.9リリース
	橋台の設計・3D配筋翼壁拡張オプション（H29道示対応）	¥30,000	無償対応	2017.9リリース
	箱式橋台の設計計算（部分係数法・H29道示対応）	¥284,000	¥142,000	2017.11リリース
	箱式橋台の設計計算底版、翼壁拡張オプション（H29道示対応）	¥50,000	無償対応	2017.11リリース
	ラーメン式橋台の設計計算（部分係数法・H29道示対応）	¥284,000	¥142,000	2017.12月上旬
	ラーメン式橋台の設計計算翼壁拡張オプション（H29道示対応）	¥30,000	無償対応	2017.12月上旬
	橋脚の設計・3D配筋（部分係数法・H29道示対応）	¥440,000	¥220,000	2017.9リリース
	RC下部工の設計・3D配筋（部分係数法・H29道示対応）	¥810,000	¥405,000	2017.11下旬
	ラーメン橋脚の設計・3D配筋（部分係数法・H29道示対応）	¥550,000	¥275,000	2017.9リリース

※:サブスクリプション契約ユーザー様特別価格(リリース後6か月、50%OFF)
 軽微改訂となる製品は無償対応

分類	製品名	定価	特別価格 (※)	リリース 予定日
橋梁 下部工	震度算出(支承設計) (部分係数法・H29道示対応)	¥274,000	¥137,000	2017.9リリース
	フーチングの設計計算 (部分係数法・H29道示対応)	¥78,000	¥39,000	2017.9リリース
	二柱式橋脚の設計計算 (部分係数法・H29道示対応)	¥380,000	¥190,000	2018.4末
	RC下部工の設計計算 (部分係数法・H29道示対応)	¥710,000	¥355,000	2017.11下旬
	ラーメン橋脚の設計計算 (部分係数法・H29道示対応)	¥440,000	¥220,000	2017.9リリース
基礎工	基礎の設計・3D配筋(部分係数法・H29道示対応) Advanced	¥530,000	¥265,000	2017.9リリース
	基礎の設計・3D配筋(部分係数法・H29道示対応) Standard	¥421,000	¥210,500	2017.9リリース
	基礎の設計・3D配筋(部分係数法・H29道示対応) Lite	¥284,000	¥142,000	2017.9リリース
	深礎フレームの設計・3D配筋(部分係数法・H29道示対応) Advanced	¥570,000	¥285,000	2017.9リリース
	深礎フレームの設計・3D配筋(部分係数法・H29道示対応) Standard	¥470,000	¥235,000	2017.9リリース
	深礎フレームの設計・3D配筋(部分係数法・H29道示対応) Lite	¥400,000	¥200,000	2017.9リリース
	3次元鋼管矢板基礎の設計計算(部分係数法・H29道示対応)	¥760,000	¥380,000	2018.2末
道路 土工	斜面の安定計算 Advanced(変更なし)	¥440,000	無償対応	2017.10リリース
	斜面の安定計算 Standard(変更なし)	¥359,000	無償対応	2017.10リリース
	斜面の安定計算 Lite(変更なし)	¥284,000	無償対応	2017.10リリース

※:サブスクリプション契約ユーザー様特別価格(リリース後6か月、50%OFF)

軽微改訂となる製品は無償対応

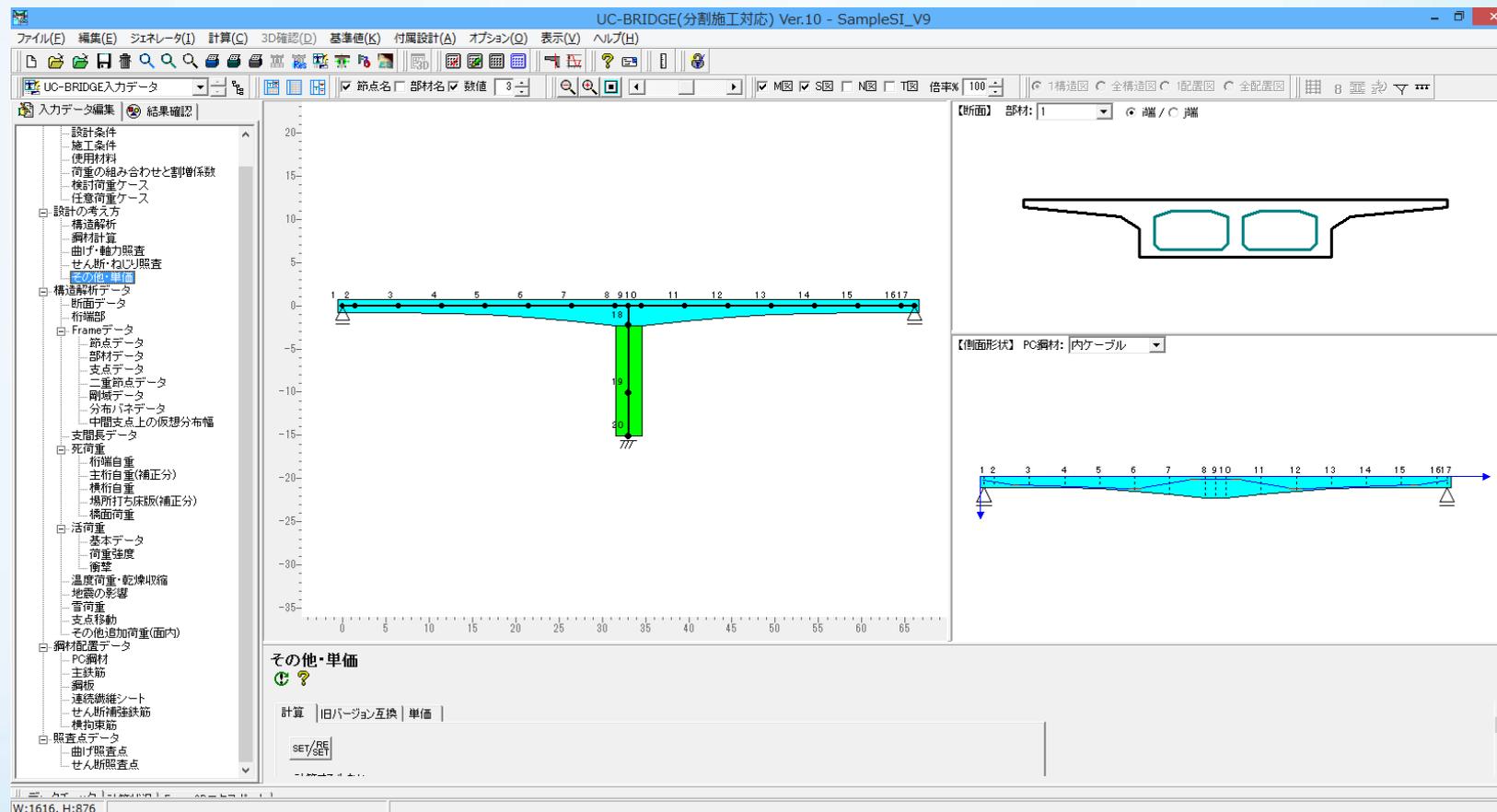
分類	製品名	定価	特別価格 (※)	リリース 予定日
仮設工	ライナープレートの設計計算(変更なし)	¥157,000	無償対応	2017.10リリース
地盤	置換基礎の設計計算(H29道示対応)	¥118,000	無償対応	2018.2下旬
スイート	FEM解析スイートAdvanced Suite ES-土木構造二軸断面計算 (部分係数法・H29道示対応)オプション	¥143,000	¥71,500	2017.10月上旬
	構造解析上部エスイート (部分係数法・H29道示対応)Ultimate Suite	¥1,950,000	¥975,000	2018.3月上旬
	構造解析上部エスイート (部分係数法・H29道示対応) Advanced Suite	¥420,000	¥210,000	2018.1月上旬
	下部工基礎スイート (部分係数法・H29道示対応) Ultimate Suite	¥2,410,000	¥1,205,000	2017.11下旬
	下部工基礎スイート (部分係数法・H29道示対応) Senior Suite	¥2,190,000	¥1,095,000	2017.11下旬
	下部工基礎スイート (部分係数法・H29道示対応) Advanced Suite	¥1,390,000	¥695,000	2017.11下旬
	仮設土エスイート Ultimate Suite(変更なし)	¥1,850,000	無償対応	2018.1下旬
	仮設土エスイート Senior Suite(変更なし)	¥1,530,000	無償対応	2017.11下旬
	仮設土エスイート Advanced Suite(変更なし)	¥1,290,000	無償対応	2017.11下旬
SaaSスイート (部分係数法・H29道示対応) Advanced Suite	¥130,000	¥65,000	2017.12月上旬	
クラウド サーバ サービス	UC-1 for SaaS構成製品のうち UC-1 for SaaS RC断面計算 (部分係数法・H29道示対応)	¥5,500/月	無償対応	2017.12月上旬

※:サブスクリプション契約ユーザー様特別価格(リリース後6か月、50%OFF)

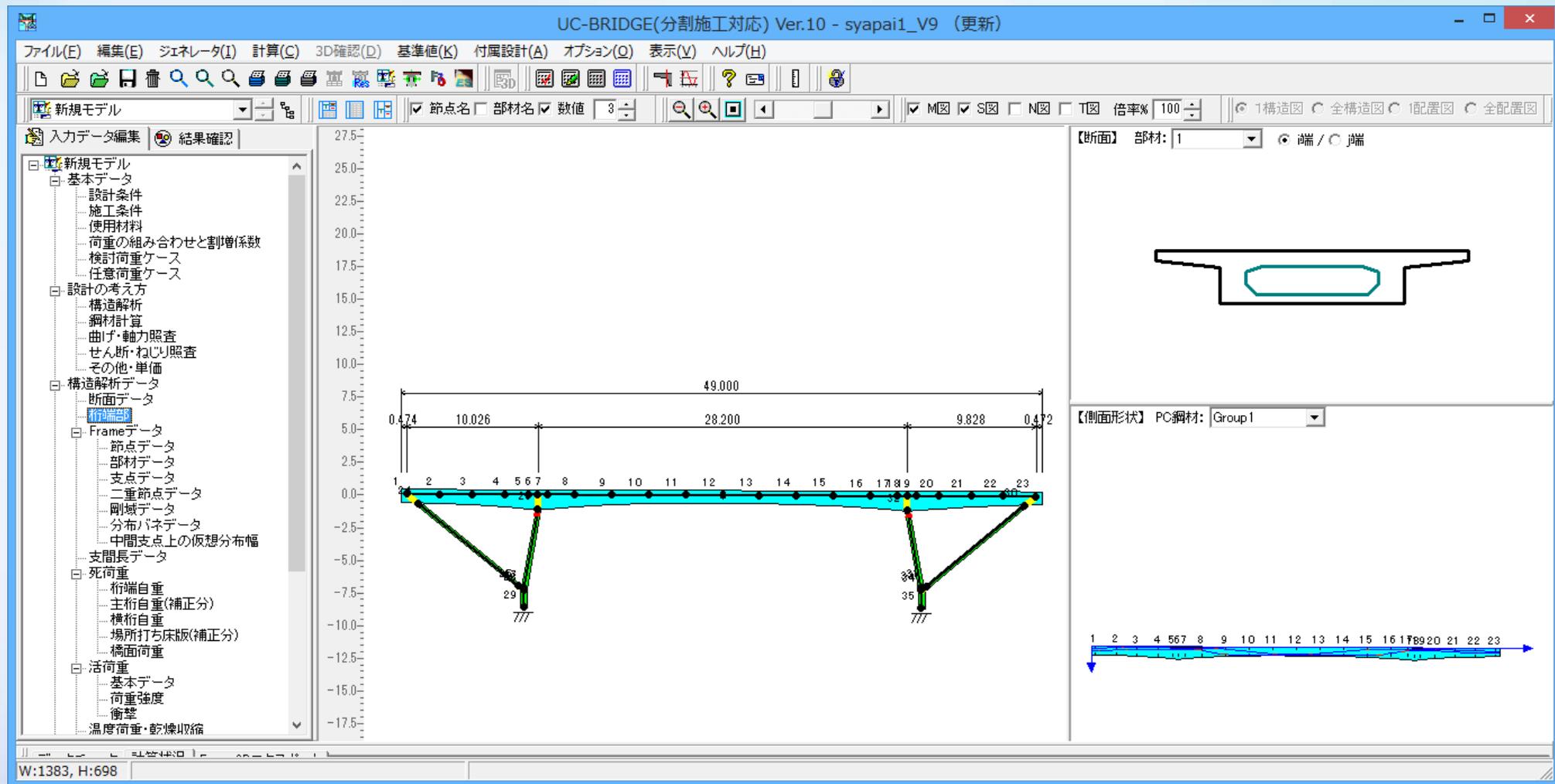
軽微改訂となる製品は無償対応

■ 新旧比較事例(上部工)

- UC-BRIDGE(部分係数法・H29道示対応)
H29道路橋示方書に準拠したPC/RC主桁部の設計計算プログラム
部分係数法による耐荷性能の照査(降伏曲げモーメント照査(RC)、せん断の耐力照査など)へ対応



● 上部工H24-H29比較事例 3径間の斜π橋の事例(製品サンプル)



合成応力度、曲げ破壊、ウェブ圧壊の照査結果の比較を実施



● UC-BRIDGEのH24-H29比較事例

合成応力度、曲げ破壊に対する照査

■合成応力度		H24道示				H29道示			
		決定ケース	応力度 (N/mm ²)	許容応力度 (N/mm ²)	安全率	決定ケース	応力度 (N/mm ²)	制限値 (N/mm ²)	安全率
左側径間	Max	温度時	5.25	14.37	0.37	(変動) D+L+TH	5.64	18.75	0.30
	Min		-1.42	-1.85	0.77		-1.68	-2.45	0.69

■曲げ破壊安全度照査	H24道示			
	決定ケース	破壊時断面力 Md(kN・m)	抵抗モーメント Mu(kN・m)	安全率
左側径間	終局時b 活Mmax	1764.2	2079.6	0.85

■終局曲げ耐力照査 (限界状態3)	H29道示			
	決定ケース	破壊時断面力 Md(kN・m)	破壊モーメントの制限値 Mud(kN・m)	安全率
左側径間	(変動)D+L 活Mmax	3017.5	3434.2	0.88

合成応力度の安全率は大きな違いはない

曲げモーメントはH24に比べH29の方が大きい(H29/H24比率:1.71)

安全率で比較するとほぼ同じとなっている

● UC-BRIDGEのH24-H29比較事例

ウェブ圧壊に対する照査

■断面力	せん断力(kN)		比率
	H24道示	H29道示	
左側径間	966.2	550.6	0.57

※以降の比率は全てH29/H24

■ウェブ圧壊照査	H24道示			
	決定ケース	断面力 Sh(kN)	圧壊に対する 耐力Suc(kN)	安全率
左側径間	終局時a 活Smin	966.2	5298.0	0.18

■ウェブ圧壊照査	H29道示			
	決定ケース	断面力 Sh(kN)	圧壊に対する せん断力制限値 Sucd(kN)	安全率
左側径間	(相反)D+L 活Smin	550.6	2849.5	0.19

せん断力はH29に比べ、H24の方が大きい
安全で比較するとほぼ同じとなっている

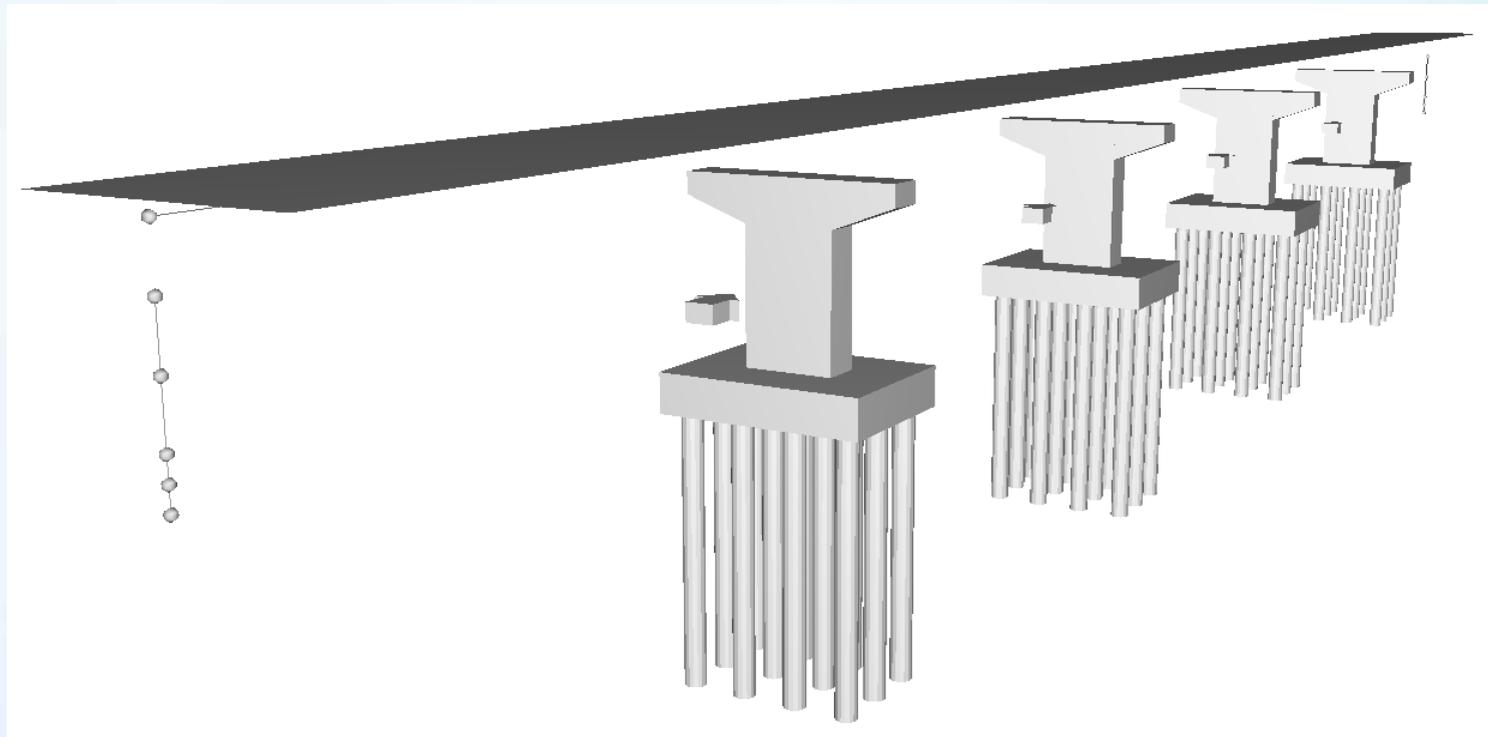
■ 新旧比較事例(下部工)

- **橋脚の設計・3D配筋(部分係数法・H29道示対応)**
H29道路橋示方書に準拠した単柱橋脚の設計プログラム
部分係数法による耐荷性能/耐久性能の照査、L2地震時水平変位照査へ対応
- **基礎の設計・3D配筋(部分係数法・H29道示対応)**
H29道路橋示方書に準拠した基礎の設計プログラム
部分係数法による耐荷性能/耐久性能の照査、水平変位の応じた地盤反力係数低減(杭基礎)、鉛直支持の限界状態として基礎底面に作用する合力の照査(直接基礎)へ対応
- **震度算出(支承設計)(部分係数法・H29道示対応)**
H29道路橋示方書に準拠した固有周期、分担重量、慣性力の算定を行うプログラム
L2地震時の設計水平震度の算定方法の変更、橋軸直角方向の振動単位判定方法の変更へ対応

● 下部工H24-H29比較事例

「道路橋の耐震設計に関する資料 H9年3月(社)日本道路協会」の鉄筋コンクリート橋脚を用いた場合の設計計算例を参考とした事例

H24時点で照査がNGになるので、満足するよう材質、配筋、基礎などを変更



単柱のT型橋脚、場所打ち杭、地盤種別はII種地盤を対象に、「震度算出(支承設計)」の固有周期、設計水平震度の比較、「橋脚の設計・3D配筋」の照査結果の比較、「基礎の設計・3D配筋」の照査結果の比較を実施

● 震度算出(支承設計)のH24-H29比較事例

■レベル1地震動	橋軸方向			直角方向		
	H24道示	H29道示	比率	H24道示	H29道示	比率
固有周期(sec)	1.117	1.138	1.02	0.976	0.994	1.02
上部工分担重量 W_u (kN)	6357	6699	1.05	4094	4323	1.06
設計水平震度 kh	0.25	0.25	1.00	0.25	0.25	1.00

■レベル2地震動(タイプ2)	橋軸方向			直角方向		
	H24道示	H29道示	比率	H24道示	H29道示	比率
固有周期(sec)	1.158	1.180	1.02	0.997	1.016	1.02
上部工分担重量 W_u (kN)	6248	6585	1.05	4045	4271	1.06
$C_z \cdot kh_0$	1.7500	1.7500	1.00	1.7500	1.7500	1.00
設計水平震度 kh	0.72	1.75	2.43	0.70	1.75	2.50

レベル2の設計水平震度は大きく異なるがH29では現時点では照査には利用されない固有周期等が若干異なるのは杭軸方向ばね K_v の算出方法の変更、死荷重の割増の影響によるものと考えられる



● 橋脚の設計・3D配筋のH24-H29比較事例

L1地震時橋軸方向: 曲げモーメント・軸方向力に対する照査

■断面力	H24道示	H29道示	比率
軸方向力(kN)	10363.0	10881.2	1.05
せん断力(kN)	2437.4	2565.4	1.05
曲げモーメント(kN・m)	20837.0	21940.2	1.05

■曲げモーメント・軸方向力 に対する照査	H24道示		
	応力度 (N/mm ²)	許容応力度 (N/mm ²)	安全率
コンクリート圧縮応力度	5.49	12.00	0.46
軸方向鉄筋引張応力度	100.14	300.00	0.33

■曲げモーメント・軸方向力 に対する照査	H29道示		
	曲げモーメント (kN・m)	制限値 (kN・m)	安全率
部材降伏(限界状態1)	21940	48114	0.46
部材破壊(限界状態3)	21940	47428	0.46

断面力はH24に比べ若干H29の方が大きい
安全率の最大値で比較すると同じとなっている



● 橋脚の設計・3D配筋のH24-H29比較事例

L1地震時橋軸方向:せん断力に対する照査

■断面力	H24道示	H29道示	比率
軸方向力(kN)	10363.0	10881.2	1.05
せん断力(kN)	2437.4	2565.4	1.05
曲げモーメント(kN・m)	20837.0	21940.2	1.05

■せん断力に対する照査	H24道示		
	応力度 (N/mm ²)	許容応力度 (N/mm ²)	安全率
せん断応力度	0.24	0.49	0.50

■せん断力に対する照査	H29道示				
	せん断力 (kN)	せん断力の 制限値(kN)	応力度 (N/mm ²)	応力度の 制限値(N/mm ²)	安全率
斜引張破壊(限界状態3)	2565	12713	—	—	0.20
ウェブコンクリート圧壊(限界状態3)	2565	28800	—	—	0.09
圧壊の前提となるせん断応力度	—	—	0.26	2.60	0.10

安全率の最大値で比較するとH24に比べ、H29の方が余裕がある
 応力度→耐力への制限値の変更の影響が考えられる

● 橋脚の設計・3D配筋のH24-H29比較事例

L2地震時(タイプ2)橋軸方向:破壊形態の判定、残留変位照査

■破壊形態の判定	H24道示	H29道示	比率
	タイプⅡ	タイプⅡ	
破壊形態	曲げ破壊型	曲げ破壊型	-
終局水平耐力 P_u (kN)	6072	6115	1.01
せん断耐力 $P_{s0}(cc=1.0)$ (kN)	13456	14125	1.05
せん断耐力 P_s (kN)	12623	13251	1.05

■残留変位の照査	H24道示	H29道示	比率
	タイプⅡ	タイプⅡ	
残留変位 δR (mm)	54.5	60.9	1.12
残留変位の制限値 δR_a (mm)	100.0	100.0	-
最大応答塑性率 μ_r	3.121	3.366	1.08
降伏変位 δy (mm)	42.8	42.9	1.00
安全率	0.54	0.61	1.12

破壊形態は曲げ破壊型と同じとなっている
残留変位の照査も大きな違いはない

● 橋脚の設計・3D配筋のH24-H29比較事例

L2地震時(タイプ2)橋軸方向:水平耐力、水平変位照査

■ 水平耐力の照査	H24道示
	タイプⅡ
地震時保有水平耐力Pa(kN)	6072
地震時慣性力khc・W(KN)	5720
設計水平震度khc	0.72
等価重量W(kN)	7944
安全率	0.94

■ 水平耐力の照査 (構造細目として規定)	H29道示
	タイプⅡ
地震時保有水平耐力Pa(kN)	6115
0.4Cz・W(KN)	3346
0.4Cz	0.40
等価重量W(kN)	8366
安全率	0.55

■ 参考	H24道示
	タイプⅡ
限界状態2の変位 δ_{ls2} (mm)	175.3

■ 水平変位の照査	H29道示
	タイプⅡ
水平変位 δ (mm)	144.4
水平変位の制限値 δ_{ls2d} (mm)	148.7
限界状態2の変位の特性値 δ_{ls2} (mm)	228.7
安全率	0.97

安全率の最大値で比較するとほぼ同じ値となっている



● 基礎の設計・3D配筋のH24-H29比較事例

L2地震時(タイプ2)橋軸方向(液状化無視、水位無視):安定計算

■安定計算	H24道示			H29道示		
	応答値	許容値	安全率	応答値	制限値	安全率
水平震度	0.840	—	—	0.800	—	—
最大曲げモーメント(押込み側)	2438	2569	0.95	2283	2588	0.88
杭頭最大鉛直反力	6093	6418	0.95	6132	6132	1.00
杭基礎のせん断力	11786	23220	0.51	11345	24514	0.46

H24では基礎は降伏しないが、H29では杭頭反力が押込み支持力の上限値に達して基礎が降伏する

これは荷重係数、荷重組合せ係数による作用力の増加、最大周面摩擦力度の変更による制限値の減少の影響が考えられる

最大周面摩擦力度	H24道示		H29道示	
	砂質土	粘性土	砂質土	粘性土
場所打ち杭工法	5N(≦200)	C又は10N(≦150)	5N(≦120)	C又は5N(≦100)

- 実際の運用は来年の平成30年1月以降の新たに着手する設計に適用される
ただし、必要に応じて以前の設計に適用できるとされている
- FORUM8製品は順次リリース、解説に対しても対応が整ったものより順次リリースを予定
- 各製品個別のセミナーでも示方書の改定内容と製品の対応内容について、説明を実施

ご清聴誠にありがとうございました