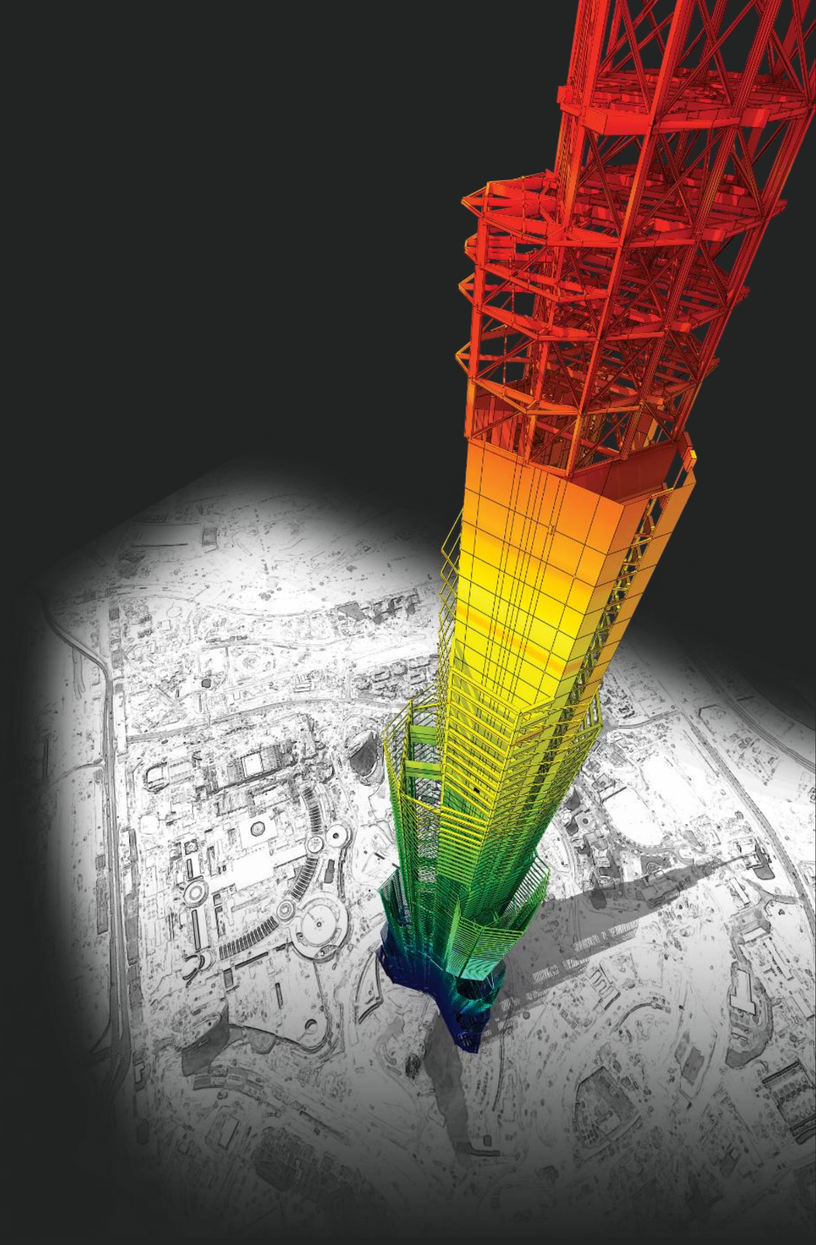
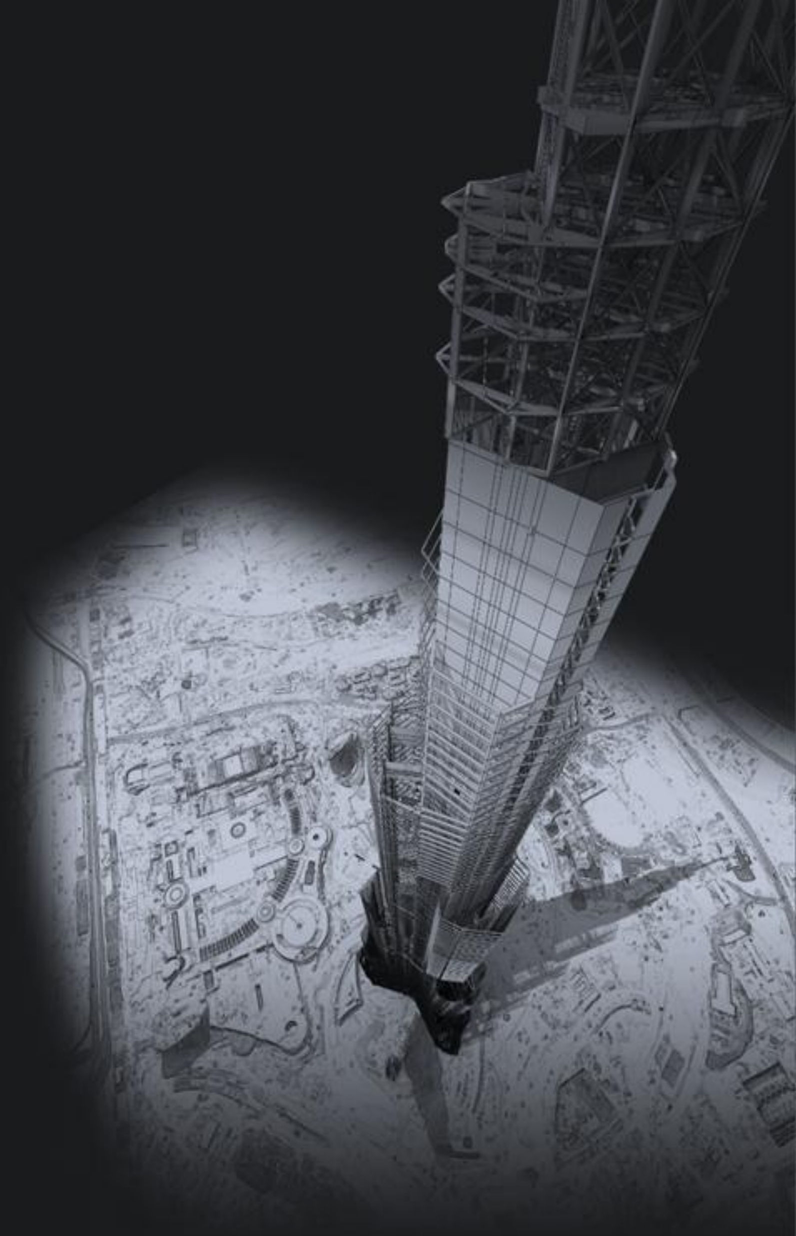
iGEN V955R1 リリースノート Jan. 2025



DESIGN OF General Structures

Integrated Design System for Building and General Structures

Enhancements　拡張機能



（1） 反りねじりを考慮

- 反りねじりを考慮して解析を行うことが出来ます。

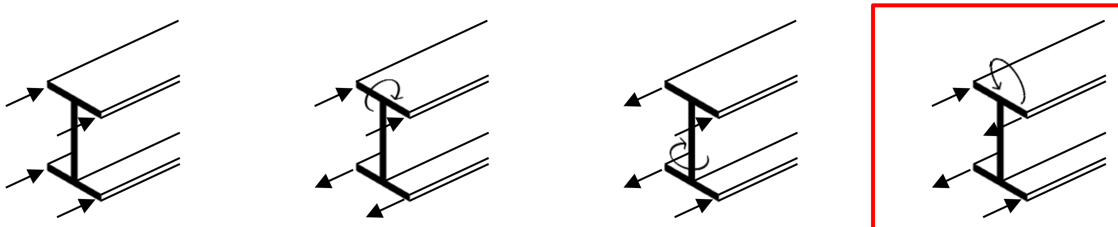
反りねじりとは

◆反りねじりの考慮
ねじりには、純ねじり（Saint-Venantねじり）と反りねじりがあります。
純ねじりとは、断面全体が一様にねじれる状態（断面が面内で剛体として回転する状態）を指し、円形断面やパイプなどの閉断面で見られる挙動です。
一方、反りねじりは、断面が面外に変形し、軸方向に応力や変形を誘発する現象です。反りねじりは、断面形状やねじり剛性が非一様な場合に発生し、
特に薄肉開断面部材で顕著に現れます。この現象では、断面の一部が面外に変形するため、軸方向に応力が生じます。

鋼やアルミニウムなどの高剛性材料を使用した構造物では、反りねじりの影響が微小となる場合が多くあります。
しかし、断面のねじり中心や応力分布の計算が複雑になるため、従来は解析プログラムで純ねじりのみが取り扱われてきました。
そのため、反りねじりを考慮する際には、梁要素ではなく板要素を用いて断面をモデル化し、有限要素法（FEM）解析による結果を確認する必要がありました。

本バージョンでは、梁要素に対して反りねじりを考慮するか否かを選択できる機能が追加されました。
これにより、従来より効率的に反りねじりの影響を評価できるようになり、設計や解析の柔軟性が向上しました。

◆反りねじり考慮により新たに出力される項目について
反りねじりを考慮することで、新たに結果出力される項目があります。各項目についての詳細は、以降の説明をご確認ください。

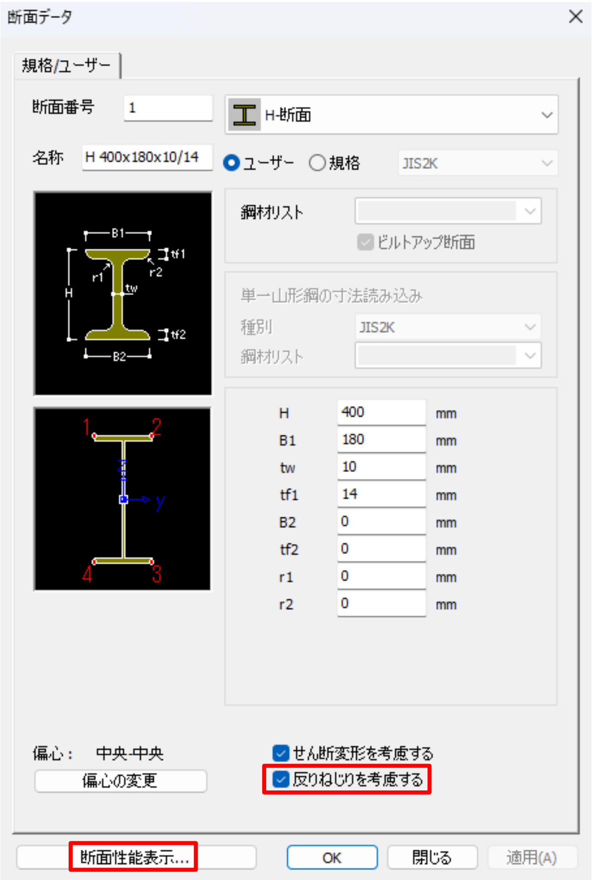


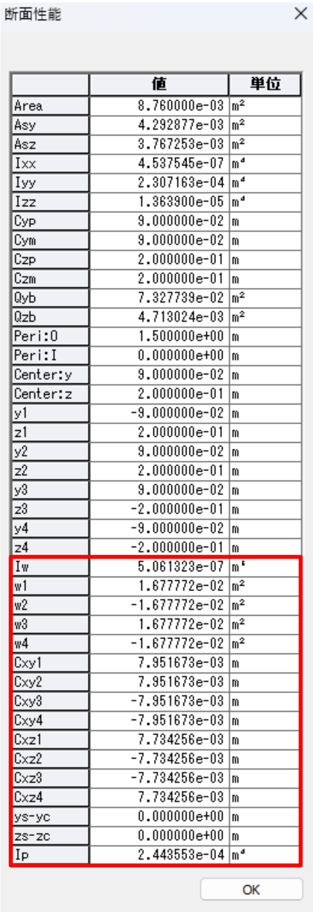
軸力　　y軸周り曲げモーメント　　z軸周り曲げモーメント　　反りねじりモーメント

(1) 反りねじりを考慮

- 反りねじりを考慮する断面については、断面データで「反りねじりを考慮する」項目にチェック

モデル > 材料/断面 > 断面





	値	単位
Area	8.760000e-03	m²
Asy	4.292877e-03	m²
Asz	3.767253e-03	m²
Ixx	4.537545e-07	m⁴
Iyy	2.307163e-04	m⁴
Izz	1.363900e-05	m⁴
Cyp	9.000000e-02	m
Cym	9.000000e-02	m
Czp	2.000000e-01	m
Czm	2.000000e-01	m
Qyb	7.327739e-02	m²
Qzb	4.713024e-03	m²
Peri:O	1.500000e+00	m
Peri:I	0.000000e+00	m
Center:y	9.000000e-02	m
Center:z	2.000000e-01	m
y1	-9.000000e-02	m
z1	2.000000e-01	m
y2	9.000000e-02	m
z2	2.000000e-01	m
y3	9.000000e-02	m
z3	-2.000000e-01	m
y4	-9.000000e-02	m
z4	-2.000000e-01	m
Iw	5.061323e-07	m⁶
w1	1.677772e-02	m²
w2	-1.677772e-02	m²
w3	1.677772e-02	m²
w4	-1.677772e-02	m²
Cxy1	7.951673e-03	m
Cxy2	7.951673e-03	m
Cxy3	-7.951673e-03	m
Cxy4	-7.951673e-03	m
Cxz1	7.734256e-03	m
Cxz2	-7.734256e-03	m
Cxz3	-7.734256e-03	m
Cxz4	7.734256e-03	m
ys-yc	0.000000e+00	m
zs-zc	0.000000e+00	m
Ip	2.443553e-04	m⁴

＜断面性能の計算＞

・「反りねじりを考慮する」にチェックした場合、断面性能はFEM解析より計算。
　チェックしていない場合は既存の方式で計算。

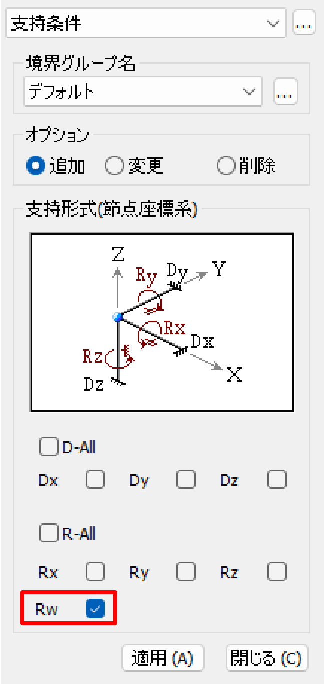
＜追加された断面性能＞

・Iw ： 反りねじり定数
・w1, w2, w3, w4 ： 反りねじり関数
・Cxy1, Cxy2, Cxy3, Cxy4, Cxz1, Cxz2, Cxz3, Cxz4: 純ねじりによるせん断変形
・ys-yc ： 図心とせん断中心までのy軸の距離
・zs-zc ： 図心とせん断中心までのz軸の距離
・Ip ： 極慣性モーメント

(1) 反りねじりを考慮

- 反りねじりを考慮する支持条件「Rw」と梁要素の端部接合条件「Mb」を追加

モデル > 境界条件 > 支持条件

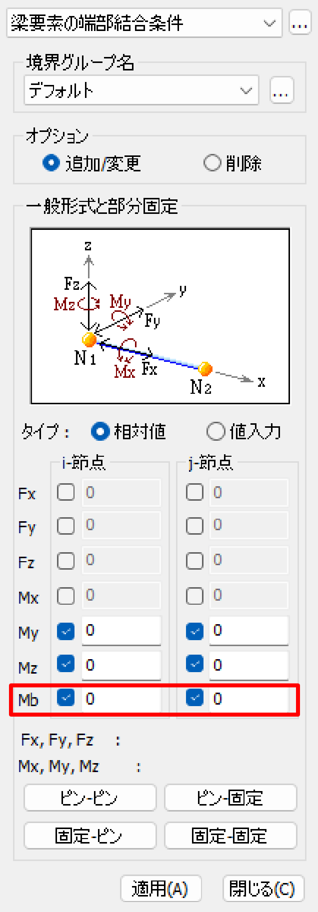


<支持条件>

・支持条件で反りねじりを拘束する自由度「Rw」を追加

「Rw」:反りねじりを考慮した梁要素の反りねじり自由度

モデル > 境界条件 > 端部結合 > 梁要素の端部結合条件



<梁要素の端部結合条件>

・梁要素の端部接合条件で反りねじりを拘束する自由度「Mb」を追加

「Mb」:該当端部の要素断面に対するバイモーメントを解除する場合に指定し、比率または剛性値で拘束度を入力します。

(1) 反りねじりを考慮

- 反りねじりの考慮による反力「Mb」と変位「RW」の結果確認

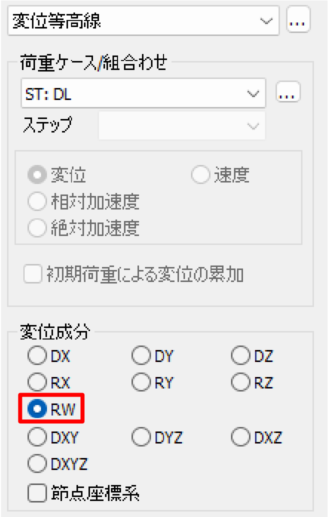
結果 > 結果 > 反力 > 反力/モーメント

<反力/モーメント>
・支持条件で反りねじりの拘束より、反力出力
「Mb」: バイモーメント(Bi-moment)の反力成分

<テーブル結果>

	節点	荷重	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN·m)	MY (kN·m)	MZ (kN·m)	Mb (kN·m²)
▶	1	DL	0.000000	0.000000	0.000000	-1.000000	0.000000	0.000000	1.691083
	反力のサマリー								
		荷重	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)				
		DL	0.000000	0.000000	0.000000				

結果 > 結果 > 変形 > 変位等高線



<変位等高線>
・ねじり率出力
「RW」: ねじり率(φ')
φ : ねじり角

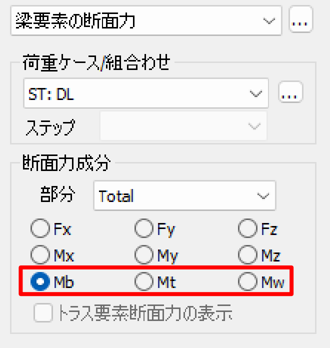
<テーブル結果>

	節点	荷重	DX (m)	DY (m)	DZ (m)	RX ([rad])	RY ([rad])	RZ ([rad])	RW (rad/m)
▶	1	DL	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	2	DL	0.000000	0.000000	0.000000	0.001806	0.000000	0.000000	-0.006886
	3	DL	0.000000	0.000000	0.000000	0.006592	0.000000	0.000000	-0.012002
	4	DL	0.000000	0.000000	0.000000	0.013588	0.000000	0.000000	-0.015794
	5	DL	0.000000	0.000000	0.000000	0.022221	0.000000	0.000000	-0.018592

(1) 反りねじりを考慮

- 反りねじりの考慮による断面力「Mb」、「Mt」、「Mw」の結果確認

結果 > 結果 > 断面力 > 梁要素の断面力 & 梁要素の断面力図



<断面力>

・「Mb」：バイモーメント（Bi-moment）

※ねじりの力により部材のねじれ軸が曲がってしまうと断面の平面保持ができなく、変形が生じます。
その変形により発生する応力をMb(バイモーメント)と言います。
Mb(バイモーメント) = E(弾性係数) x Iw(反りねじり定数) x φ″
φ：ねじり角

・「Mt」：純ねじりモーメント
・「Mw」：反りねじりモーメント

※部材に作用する一般的なMx(ねじり)はMt(純ねじり)とMw(反りねじり)で構成されています。
Mx(ねじり) = Mt(純ねじり) + Mw(反りねじり)
Mt(純ねじり) = G(せん断弾性係数) x Ixx(ねじり定数) x φ′
Mw(反りねじり) = E(弾性係数) x Iw(反りねじり定数) x φ‴

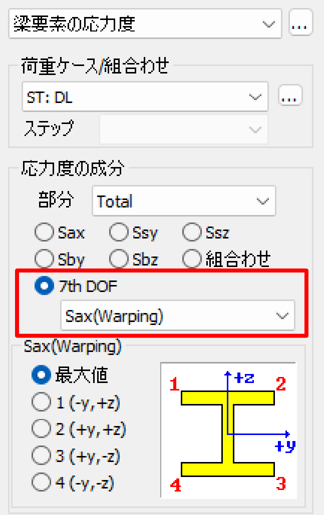
<テーブル結果>

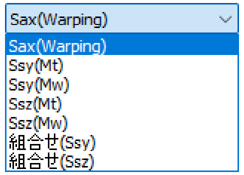
	要素	荷重	位置	軸力 (kN)	せん断-y (kN)	せん断-z (kN)	ねじり (kN·m)	曲げ-y (kN·m)	曲げ-z (kN·m)	バイモーメント (kN·m²)	純ねじりモーメント (kN·m)	反りねじりモーメント (kN·m)
▶	1	DL	I[1]	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-1.69	0.00	-1.00
	1	DL	J[2]	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-1.26	0.25	-0.75
	2	DL	I[2]	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-1.26	0.25	-0.75
	2	DL	J[3]	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.93	0.44	-0.56
	3	DL	I[3]	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.93	0.44	-0.56
	3	DL	J[4]	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.69	0.58	-0.42
	4	DL	I[4]	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.69	0.58	-0.42
	4	DL	J[5]	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.51	0.68	-0.32
	5	DL	I[5]	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.51	0.68	-0.32
	5	DL	J[6]	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.37	0.76	-0.24

(1) 反りねじりを考慮

- 反りねじりの考慮による応力度「7th DOF」の結果確認

結果 > 結果 > 応力度 > 梁要素の応力度 & 梁要素の応力度図





＜応力度＞

・「7th DOF」：反りねじりの自由度
・「Sax(Warping)」：反りねじりによる軸方向応力度
・「Ssy(Mt)」：純ねじりによるせん断応力度 （τxy）
・「Ssy(Mw)」：反りねじりによるせん断応力度 （τxy）
・「Ssz(Mt)」：純ねじりによるせん断応力度 （τxz）
・「Ssz(Mw)」：反りねじりによるせん断応力度 （τxz）
・「組合せ(Ssy)」：[純ねじり + 反りねじり]によるせん断応力度 （τxy）
・「組合せ(Ssz)」：[純ねじり + 反りねじり]によるせん断応力度 （τxz）

※「組合わせ」
反りねじり効果を考慮しない場合：[Sax ± Sby ± Sbz]の中の最大または最小値
反りねじり効果を考慮する場合 ：[Sax ± Sby ± Sbz ± Sax(Warping)]の中の最大または最小値

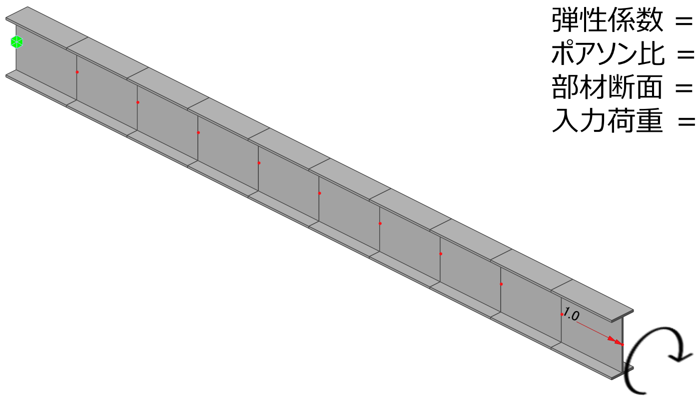
＜テーブル結果＞

要素	荷重	位置	断面位置	Sax(Warping) (kN/m^2)	Ssy(Mt) (kN/m^2)	Ssy(Mw) (kN/m^2)	Ssz(Mt) (kN/m^2)	Ssz(Mw) (kN/m^2)	Cb(Ssy) (kN/m^2)	Cb(Ssz) (kN/m^2)
1	DL	I[1]	最大	-5.61e+04	0.00e+00	-8.53e+02	0.00e+00	-4.01e+02	-8.53e+02	-4.01e+02
1	DL	J[2]	最大	-4.17e+04	4.43e+03	-6.37e+02	4.31e+03	-2.99e+02	3.80e+03	4.01e+03
2	DL	I[2]	最大	-4.17e+04	4.43e+03	-6.37e+02	4.31e+03	-2.99e+02	3.80e+03	4.01e+03
2	DL	J[3]	最大	-3.09e+04	7.73e+03	-4.77e+02	7.52e+03	-2.24e+02	7.25e+03	7.29e+03
3	DL	I[3]	最大	-3.09e+04	7.73e+03	-4.77e+02	7.52e+03	-2.24e+02	7.25e+03	7.29e+03
3	DL	J[4]	最大	-2.29e+04	1.02e+04	-3.58e+02	9.89e+03	-1.68e+02	9.82e+03	9.73e+03
4	DL	I[4]	最大	-2.29e+04	1.02e+04	-3.58e+02	9.89e+03	-1.68e+02	9.82e+03	9.73e+03
4	DL	J[5]	最大	-1.68e+04	1.20e+04	-2.70e+02	1.16e+04	-1.27e+02	1.17e+04	1.15e+04
5	DL	I[5]	最大	-1.68e+04	1.20e+04	-2.70e+02	1.16e+04	-1.27e+02	1.17e+04	1.15e+04
5	DL	J[6]	最大	-1.22e+04	1.33e+04	-2.06e+02	1.29e+04	-9.67e+01	1.31e+04	1.28e+04

(1) 反りねじりを考慮

- 反りねじりを考慮する場合の「Mb」、「Mt」、「Mw」の結果を他社プログラムと比較

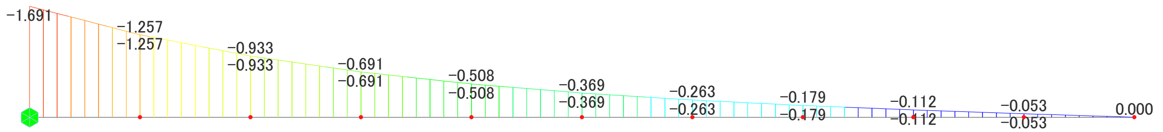
他社プログラムとの結果比較



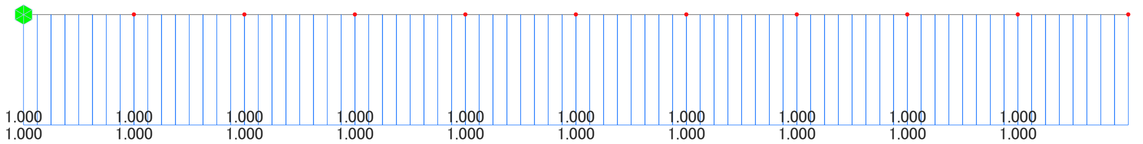
弾性係数 ＝ 2.1x10⁸ kN/㎡
ポアソン比 ＝ 0.3
部材断面 ＝ H400x180x10x14
入力荷重 ＝ 1kN・m

(kN・㎡、kN・m)

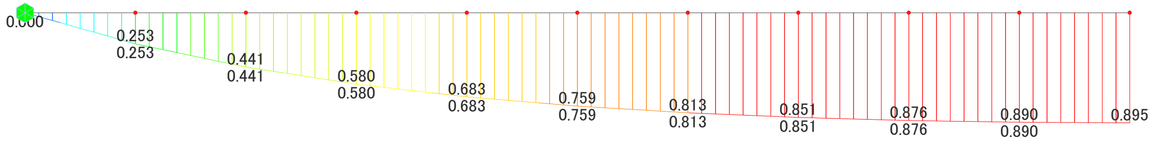
	iGEN		ANSYS 13	
	i端	j端	i端	j端
Mb	1.691	0.000	1.683	0.001
Mt	0.000	0.895	0.008	0.893
Mw	1.000	0.105	0.992	0.107



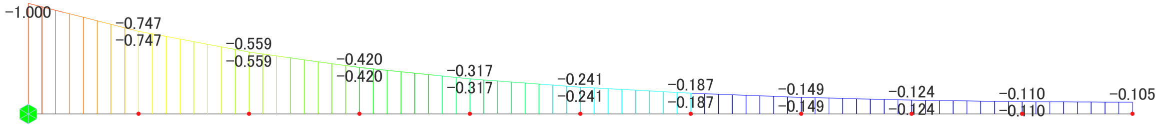
Mb:バイモーメント



Mx:ねじりモーメント



Mt:純ねじりモーメント

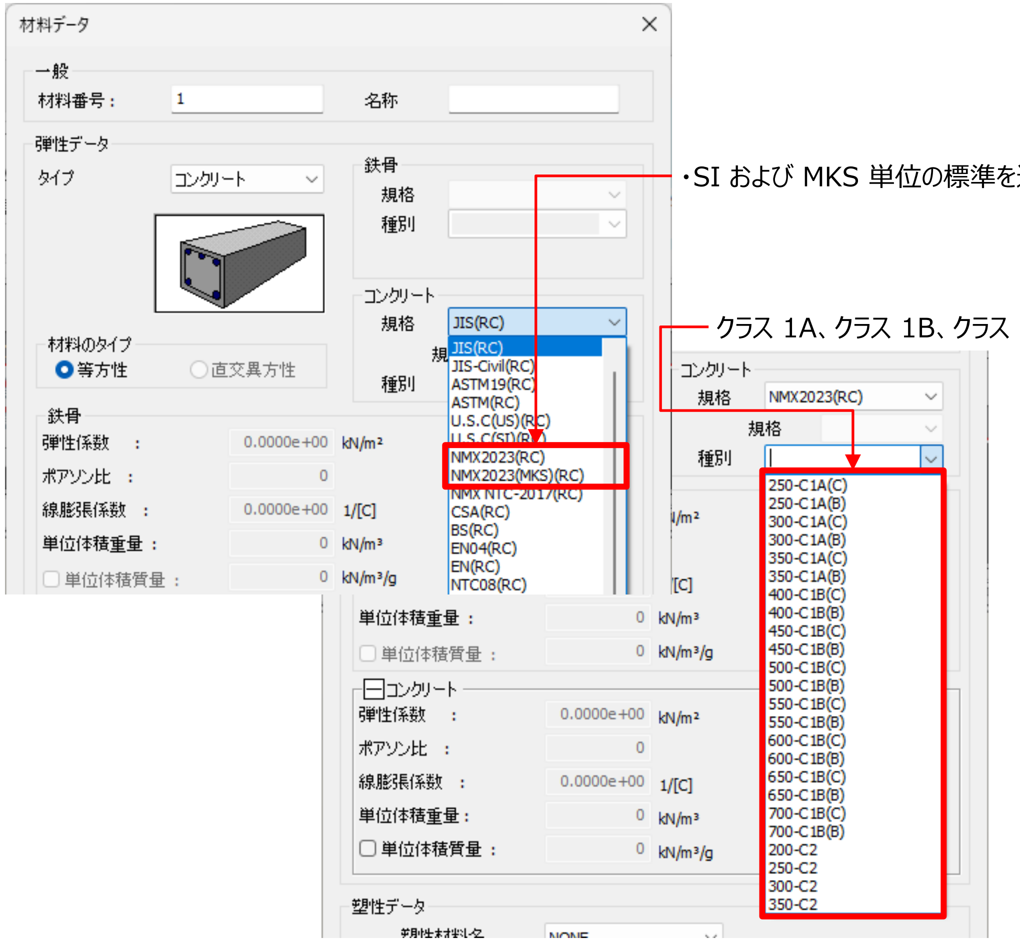


Mw:反りねじりモーメント

(2) NMX2023 & NTCS2023（メキシコ設計規準）追加

• 材料DB & 鉄筋DB 追加

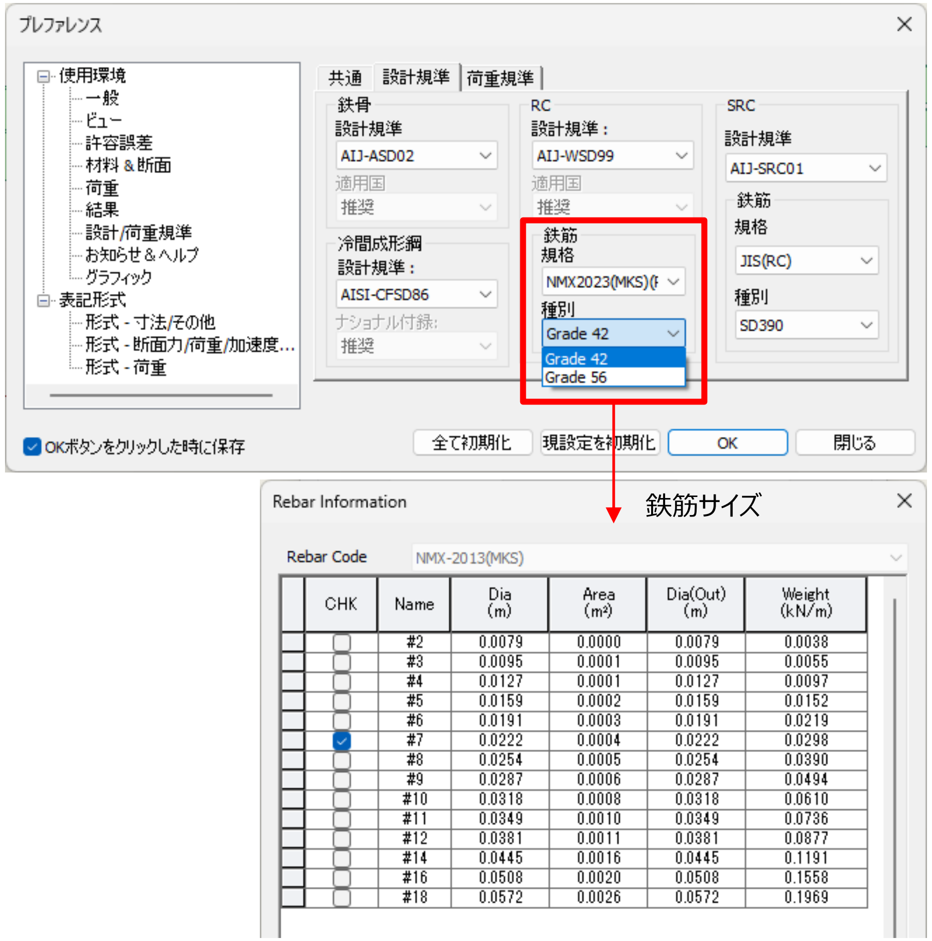
・材料DB 追加



・SI および MKS 単位の標準を追加

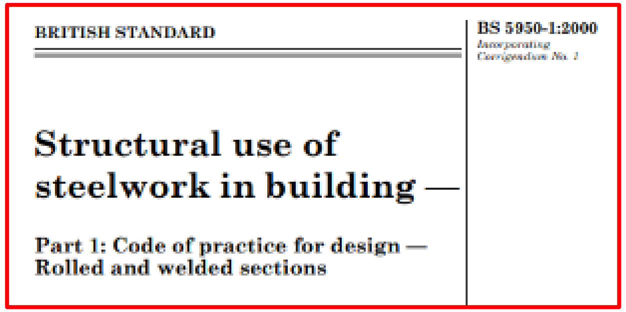
クラス 1A、クラス 1B、クラス 2 の DB を追加

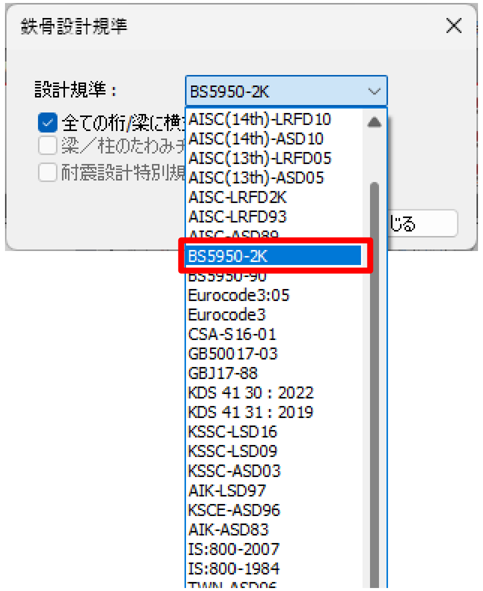
・鉄筋DB 追加



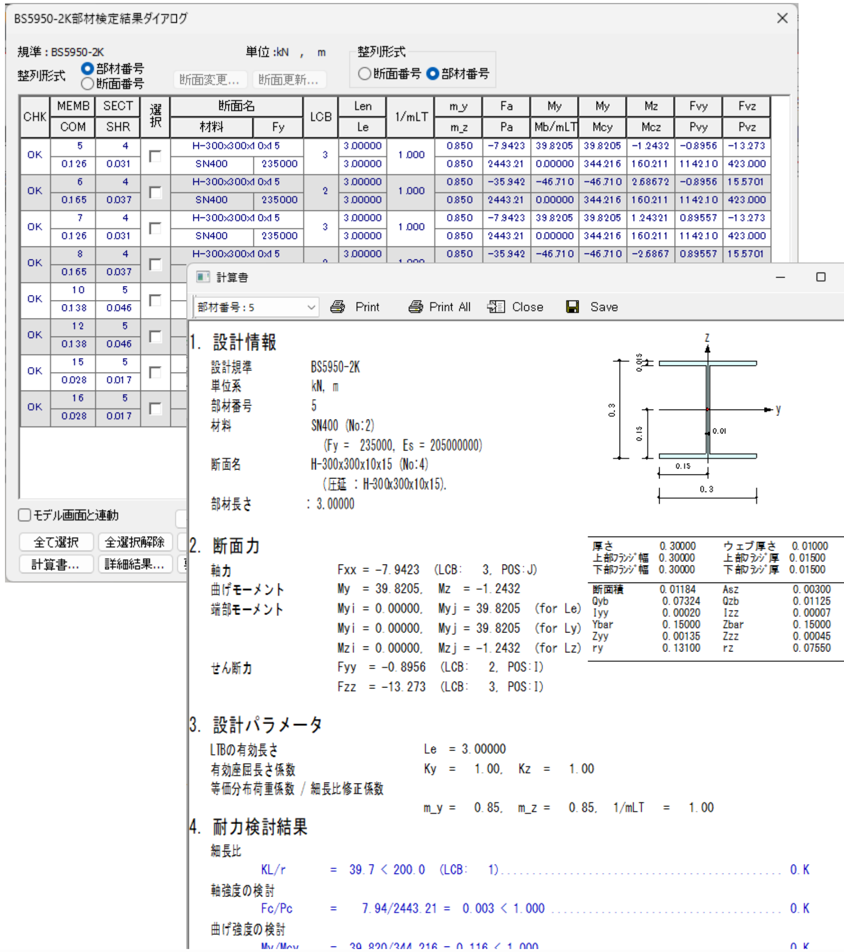
鉄筋サイズ

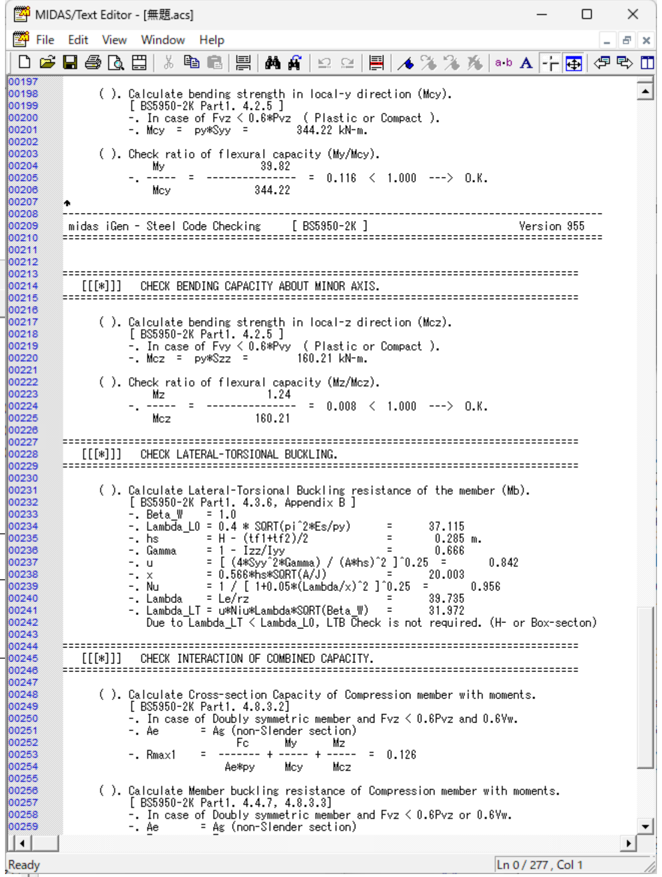
(3) BS 5950-2000（イギリス鋼構造設計規準）追加





・鉄骨部材検定結果



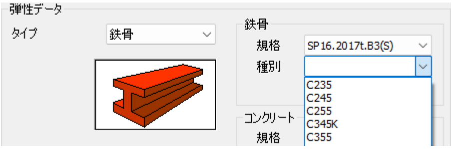
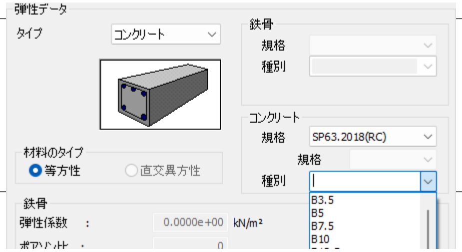
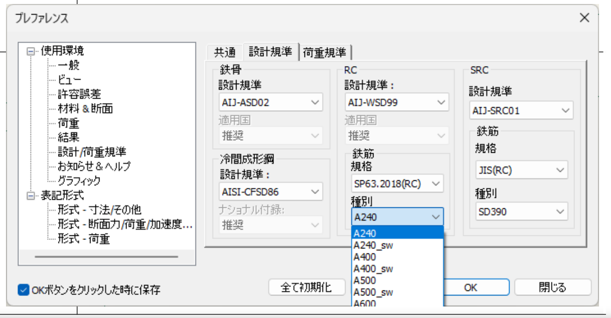


◀鉄骨部材検定 計算書

▲鉄骨部材検定 詳細結果

(4) ロシア規格 追加

- ロシアの鉄骨材料，コンクリート材料，鉄骨断面DB，鉄筋の材料,DB を追加しました。

Items	Detail	
鉄骨材料	• SP 16_2017 (t.B3) : C235 / C245 / C255 / C345K / C355 / C355-1; / C355-K / C355П / C390; / C390-1 / C440 / C550 / C590 / C69 • SP 16_2017 (t.B4) : C255Б / C255Б-1 / C345Б / C345Б-1 / C355Б / C355Б-1 / C390Б / C440Б • SP 16_2017 (t.B5) : C245 / C255 / C345 / C345K / C355 / C355-1 / C390 / C	
コンクリート材料	• SP 63-2018 → Heavyweight, Fine grained-gr A type, Fine grained-gr B type (표기 : B + Number + Type) → Lightweight D800, D1000, D1200, D1400, D1600, D1800, D2000 (표기 : LB + Number) → Cellular D500, D600, D700, D800, D900, D1000, D1100, D1200 (표기 : CB + Number)	
鉄骨断面 DB	• I-Shape(GOST 8239 – 89, GOST 26020 – 83, STO ASCHM 20 – 93, GOST 19425-74, GOST P 57837-2017) • Channel Bar (GOST 8240 - 97) • Cold Formed Channel (GOST 8278 - 83) • T-Shape (GOST 8239 – 72, TU 14 - 2 - 24 – 72) • Angle (GOST 8509 – 93, GOST 8510 - 72) • Box (GOST 30245 – 2003, GOST 8639 – 82, GOST P 54157 – 2010) • Pipe (GOST 8732 – 78, GOST 10704-91, GOST 54929-2012) • Solid Circle / Square (GOST 2590-2006, GOST 2591-2006) • Z-Shape (TU 100-180)	
鉄筋 材料 / 種別 DB	• Material : SP 63-2018 → A240 / A400 / A500 / A600 / A800 / A1000 / B500 / BP500 / BP1200 / BP1300 / Bp1400 / BP1500 / Bp1600 / K1400 / K1450 / K1500 / K1550 / K1650 / K1750 / K1850 / K1900 • Size : GOST → #4 / #5 / #6 / #7 / #8 / #9 / #10 / #11 / #12 / #13 / #14 / #15 / #16 / #17 / #18 / #19 / #20 / #22 / #25 / #28 / #32 / #36 / #40	

その他の改善とバグ修正

[動作]

・[現在の施工ステージに名前を付けて保存]で書き出したモデルファイルが読み込めない問題修正

・mgtに書き出したBox断面があるモデルがiGENで読み込みできない問題修正

[入力]

・ファイバー要素の円周の分割が正しく等分されるように基準点を改善

[解析]

・ケーブル要素の自重効果は「静的荷重ケース１」のみで計算を行いますが、全ての荷重ケースで計算を行うように改善

[結果]

・免震制振デバイスのオイルダンパーの「力ー速度」グラフの出力について一部修正

・免震制振デバイスの粘弾性ダンパーの「エネルギーグラフ」の出力について一部修正

[設計]

・メッシュドデザインでWood Armerを考慮せず、配筋角度と結果出力座標がずれている場合の設計曲げ応力の計算修正

・配筋角度と結果出力座標がずれている場合の設計せん断力の計算修正

[その他]

・各種の日本語の修正