



～「合成桁の設計例」対応等、機能追加のお知らせ～

拝啓

貴社ますますご盛栄のこととお喜び申し上げます。平素は格別のご高配を賜り厚く御礼申し上げます。さて、平成 29 年 11 月に道路橋示方書が改定され許容応力度設計法から部分係数設計法へと変わりました。弊社製品の APOLLO（鋼橋設計システム）は、今回の道路橋示方書改定に対応し、平成 29 年 11 月に販売を開始しました。販売以降、機能の改善を適宜行っておりますが、この度、以下の内容について機能を追加しましたのでご案内いたします。

敬具

平成 30 年 8 月吉日

株式会社横河技術情報

営業部長 藺田 優

1. 「合成桁の設計例」の床組部材への対応

2. 温度変化（TH）を考慮した設計への対応

- 「合成桁の設計例」は、日本橋梁建設協会及び日本道路協会から発刊されています。
- APOLLO ユーザ様は APOLLO ユーザ専用ホームページにて詳細資料（マニュアル）を公開していますので、ご参照下さい。
- 今回の機能追加は詳細設計システム（SuperDesigner）が対象で、概略設計システム（SuperPlanner）は対象外となります。

お問い合わせ先

株式会社横河技術情報

〒108-0023 東京都港区芝浦 4-4-44 横河ビル

E-mail : apollo@yti.co.jp TEL : 03-5442-1703 FAX : 03-5442-1704

1. 「合成桁の設計例」の床組部材への対応

日本橋梁建設協会及び日本道路協会から「合成桁の設計例」が発刊され、APOLLOの機能追加として、もっとも影響が大きい床組部材（横桁、対傾構、横構）について対応を行いました。
 なお、この設計例に完全同一化したものではなく、以下のような方針で対応しています。

「合成桁の設計例」	APOLLOの対応（床組部材）
床版と温度差を考慮	考慮する／考慮しないを選択可能とし温度差を入力可能としました。
非分配中間対傾構で活荷重たわみ差を考慮	たわみ差を考慮する場合は「分配対傾構」で設計可能としました。
活荷重載荷時の風荷重は、WS(桁に作用)を考慮し、WL(車に作用)は考慮せず	活荷重載荷時は、WS(桁に作用)、WL(車に作用)とも考慮していません。(「道示 I 8.17 解説(4)6」 P141 参照)
風、地震を床版 3/4、下弦材 1/4 で分担	分担率を 1/4 以外も入力可能としました。
地震はレベル 1、レベル 2 を考慮	レベル 1 またはレベル 2 の選択を可能としました。
風荷重は全台数で受け持つ	風荷重を受け持つ台数を任意に変更可能としました。

1. 注意点

- 今回の設計例での一番のポイントは、地震のレベル 2 に対して設計している点だと思います。レベル 2 は非常に大きな力ですので、一般的に従前設計より大きな断面になる場合がありますのでご注意ください。
- レベル 2 で設計する場合は、今回対応した床組部材だけではなく、支点上補剛材やスタッドジベルなど他の部材に対してもレベル 2 を考慮する必要があると思いますのでご注意ください。

2. 計算書例（中間対傾構の設計）

設計方針

- ・非分配対傾構として設計する。
- ・風及び地震に対して設計するものとする。また上弦材については床版との温度差を考慮する。
- ・地震については、レベル2地震動（偶発作用）を考慮する。
- ・作用の組合せ⑧「風時:D+WS」と⑨「地震時:D+EQ」に対して照査する。
- ・風及び地震の水平荷重は、床版で3/4、下弦材で1/4を受持つものとする。
- ・支点条件は床版により両端固定とする。
- ・上弦材と下弦材は同じ断面とする。

(1) 荷重強度

水平荷重は下弦材で1/4Wを受持つものとする。

風荷重 $WS = 10.24 * 1/4 = 2.56 \text{ kN/m}$

地震荷重 $We = 156.00 * 1/4 = 39.00 \text{ kN/m}$ (レベル2地震動)

(2) 設計荷重

$Cosec(\theta) = 1.000$

風荷重 $Pw = 1.00 * 1.25 * 2.56 * 5.000 * 1.000 / 4 = 4.00 \text{ kN}$

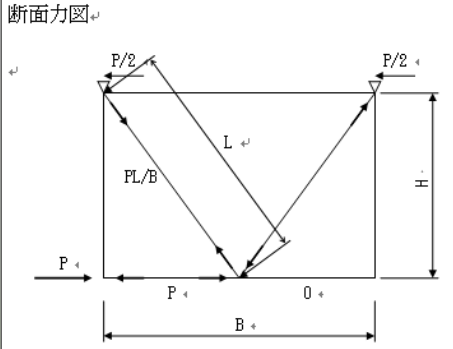
地震荷重 $Pe = 1.00 * 1.00 * 39.00 * 5.000 * 1.000 / 4 * 0.765 = 37.29 \text{ kN}$

設計荷重 $Ph = 37.29 \text{ kN}$

(3) 温度差応力（上弦材）

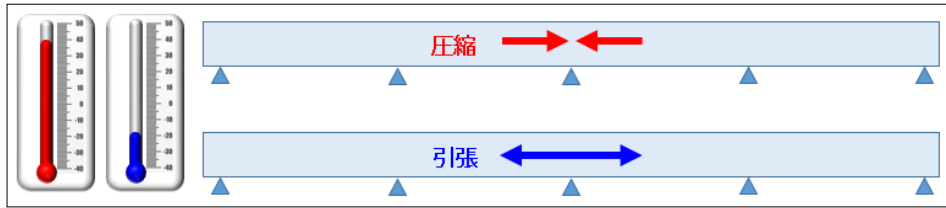
床版と対傾構との温度差応力

$\sigma_{tf} = E * \alpha * \Delta T = 2.0 * 10^5 * 12 * 10^{-6} * 10 = 24 \text{ N/mm}^2$



2. 温度変化 (TH) を考慮した設計への対応

下部工や支承によって橋軸方向に拘束された上部工には、下図のように温度変化によって断面力（軸力）が発生します。



従来設計では、温度変化による影響は許容応力度の割増しでの照査を行っていましたが、平成 29 年道路橋示方書では、「I 共通編 3.3 作用の組合せ」で温度変化の影響 (TH) が明記されたことと、応力度の制限値に割増しが無いことにより、温度変化の影響 (TH) を考慮した設計が必要となります。

今回、以下のような「温度変化による断面力の算出」及び「断面の応力照査」の自動化を行いました。

1. ポイント

- ① 断面力を算出する際の解析モデルは、各主桁を 1 本棒モデルとします。
- ② 支点条件の水平バネ定数は、入力または反力から次式で自動推定します。

$$K_s = G * A_e / t \quad \dots \text{「道路橋支承便覧」}$$
- ③ 温度変化による軸力を考慮した断面の応力照査を行います。

2. 注意点

一般的に部材設計をしている段階でのバネ定数は「仮定」と思います。
動的解析なども実施し最終的に支承が確定した段階でバネ定数を確認して下さい。

3. 計算書例（合成桁の作用の組合せと応力度照査）

作用の組合せ	荷重の組合せ						荷重組合せ係数 (γ_p)					
	記号	荷重					D	L	TF	CR, SH	TH	
変動作用 ③D+TH	(A)	D		+TF	CR	SH	+TH	1.00	-	1.00	1.00	1.00
	(B)	"		-TF	"	"	"					
	(C)	"		+TF	"	"	"					
	(D)	"		-TF	"	"	"					
変動作用 ⑤D+L+TH	(E)	D	L1	+TF	CR	SH	+TH	1.00	0.95	1.00	1.00	0.75
	(F)	"	"	-TF	"	"	"					
	(G)	"	L2	+TF	"	"	"					
	(H)	"	"	-TF	"	"	"					
	(I)	"	L1	+TF	"	"	-TH					
	(J)	"	"	-TF	"	"	"					
	(K)	"	L2	+TF	"	"	"					
	(L)	"	"	-TF	"	"	"					

応力度照査(合成断面)	床版上端 σ_{cu}	床版下端 σ_{cd}	上フランジ σ_{su}	下フランジ σ_{sl}
(1)合成前 Md1			-142	100
(2)合成後死 Md2	-0.8	-0.4	-3	19
(3)合成後活 ML1($\gamma_p=0.95$)	-5.0	-2.9	-18	122
(4)合成後活 ML2($\gamma_p=0.95$)	1.0	0.6	4	-25
(5)Md1+Md2+ML1(相反考慮)	-5.7	-3.4	-162	241
(6)Md1+Md2+ML2(相反考慮)	0.5	0.3	-179	114
(7)温度差(鋼上昇)+TF	0.5	0.7	-19	-6
(8)クリープ	0.3	0.0	-6	0
(9)乾燥収縮	0.6	0.7	-25	-2
(10)温度変化(上昇)+TH (= σ_{th})	0.9	0.9	6	6
(11) $\sigma_{th} * \gamma_p$ ($\gamma_p=0.75$)	0.7	0.7	5	5
(E)変動作用③ 1+2+7+8+9+10	1.5	1.9	-189	116 鋼断面
(F) "	1+2-7+8+9+10	0.4	0.4	-151 129 鋼断面
(G) "	1+2+7+8+9-10	-0.3	0.1	-201 104 鋼断面
(H) "	1+2-7+8+9-10	-1.4 < 10.8	-1.4 < 10.8	-164 < 272 116 < 272
(I)変動作用⑤ 5+7+8+9+11	-3.7 < 10.8	-1.3 < 10.8	-208 < 312	237 < 272
(J) "	5-7+8+9+11	-4.8 < 10.8	-2.8 < 10.8	-170 < 312 250 < 272