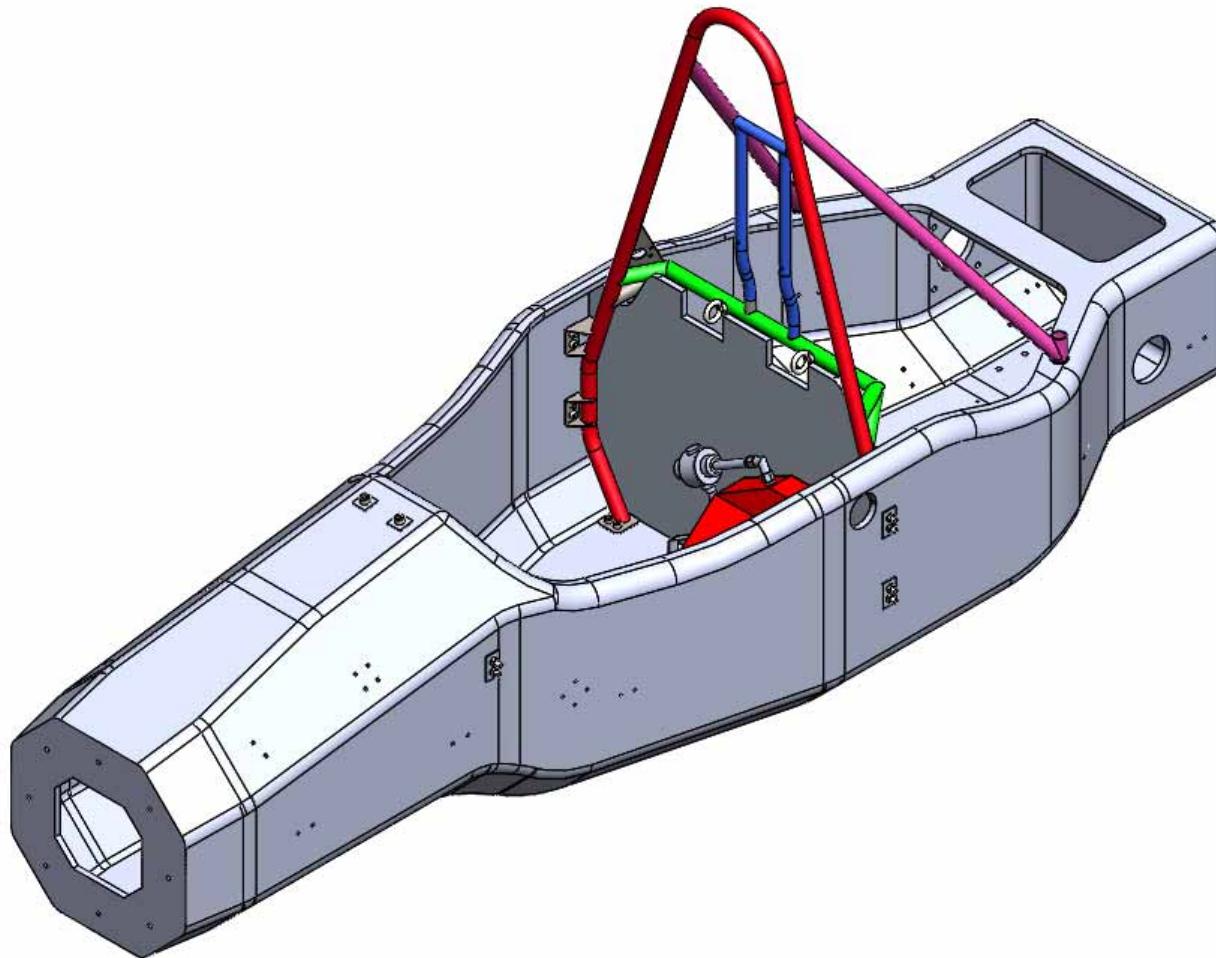


# SES (等価構造計算書) Monocoqueの場合



# 1.SES作成にあたり

考え方はSteel Tubeを基本としている

2019年版SES Ver.1.8に基づく

<http://www.fsaeonline.com>

# SES作成にあたり

基本構造体(Primary Structure)は万一の際に**ドライバの命を守るための最後の砦**である。よって適切な設計が要求される。

全てのチームは等価構造計算シート (SES) を提出しなければならない  
提出されたSESに不備がある場合は再提出や追加資料提出を要求する。

SESデータは、Excel 15Mb以内

提出期限： 5月13日(月) 14:00

遅延提出期限： 5月18日(土) 14:00

遅延提出： 10ポイント/日 最大50ポイントかつ車検に参加不可

再提出受付期限： 7月31日(水) 14:00

再提出・追加資料提出を要求された場合、**再提出要求から1週間以内**である  
IADの不備により、Front Bulkhead等の設計変更が生じた場合は考慮する

**SESが極力早期に承認され、フレーム構造を確定させることを強く推奨する**

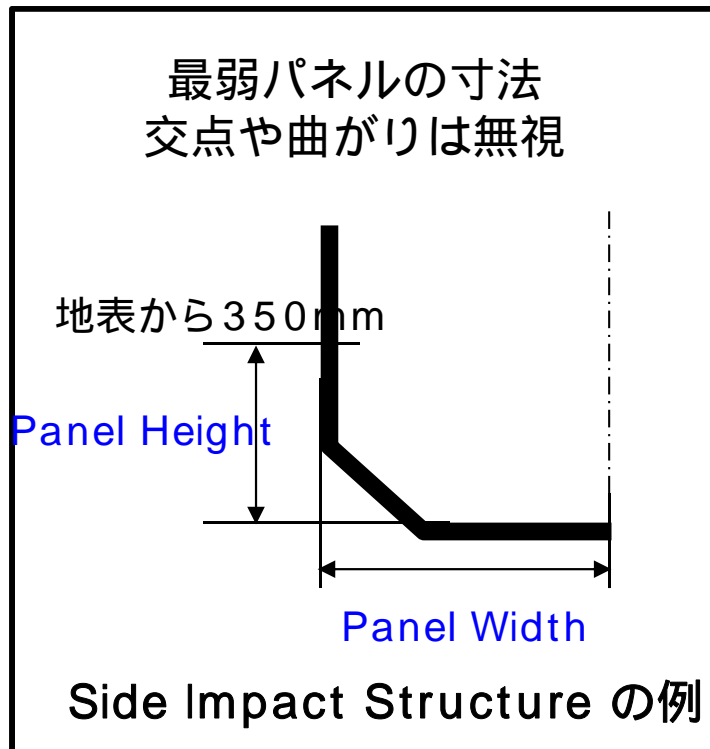
# Monocoque SES作成の基本

## SESの基本は最弱パネル評価

モノコックはパイプフレームに比べ構造が複雑

➔ 最弱部のフラットパネル換算でBaseline Materialsパイプ(n本)と等価以上なら剛性・強度は十分担保できるという考え方

各モノコックガイダンスのシナリオは全てこの最弱パネル評価に基づく



フラットパネル換算が義務化されているSectionに注意  
Front Bulkhead Support Structure

垂直壁はフラットパネル換算でBaselineパイプ1本分以上のEI

Side Impact Structure

垂直壁はフラットパネル換算でBaselineパイプ2本分以上のEI  
床板はフラットパネル換算でBaselineパイプ1本分以上のEI  
を有していること

注：ルールには最弱箇所であることの明記は無いが、  
箇所を指定していないということは全域で満たす  
必要がある。  
則ち、最弱部で満足していればルールを満たす。

## 2.SES作成要領

# Monocoque 積層試験

## T.2.3.1 モノコック積層試験

### T.2.3.1.1 基本構造体ラミネート

チームはフラットパネルとしてモノコックの管理された部位で使われる予定のレイヤーごとに代表的な試験サンプル（パネル）を製作し、かつ同試験サンプルで3点曲げ試験を実施すること。

- 試験サンプルの要件
- 大きさ：275mm × 500mm
- 400mmのスパンにて支持すること。
- 試験パネルの上/下の表面は均一であること。
- 試験パネルの端部は未加工かつ被膜材料で覆われていないこと。
- 上記より以下の項目をSESに記載すること。
- 3点曲げ試験の試験データ
- 試験サンプルの写真
- SESで用いられている試験サンプルおよび試験セット時のスパン距離を記録した測定値を示す写真
- シャーシの基本構造領域に対応するラミネートパネルの等価量を計算する目的で、SES内の計算式にて試験サンプルの剛性、降伏強度、破壊強度および吸収エネルギー特性を算出し、かつその結果をSESに記載すること。
- サイドインパクト部の試験サンプルの結果は、SES内の計算式用いて、サイドインパクトチューブ（T.2.5）と同等であることを検証すること。下記のT.2.3.1.2にて座屈弾性率、破壊強度および吸収エネルギーについて示す。

### T.2.3.1.2 比較テスト

- チームは、2つのサイドインパクト・ベースライン・スチールチューブ（T.2.5）と同等のテストを実施し、試験機の遵守事項も考慮に入れつつ、ベースラインチューブの吸収エネルギー値を検証すること。
- ベースラインチューブは、最小変位19.0mmであること。
- 吸収エネルギーの計算値は、荷重のかけ始めから19.0mmの変位までの時間で積分した数値を用いること。

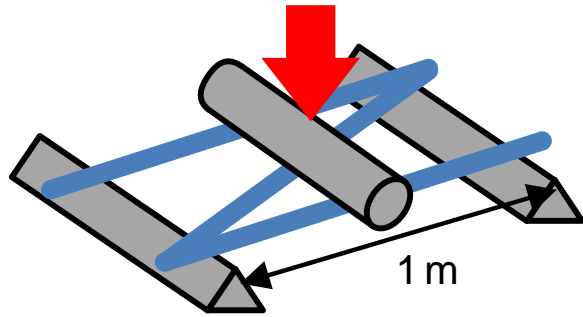
### T.2.3.1.3 テスト条件

- T.2.3.1項内にて要求される如何なるパネル/チューブの曲げ試験の際に用いる荷重アプリケーションは、金属製でR=50mmのものとする
- 荷重アプリケーションは、端部への偏荷重を防止するために試験サンプルに対し張出ししてセットすること。
- 荷重アプリケーション～試験サンプル間に他のいかなる物体も介在させないこと。

# Monocoque 積層試験

## 等価構造計算の主旨 (パイプフレームの場合)

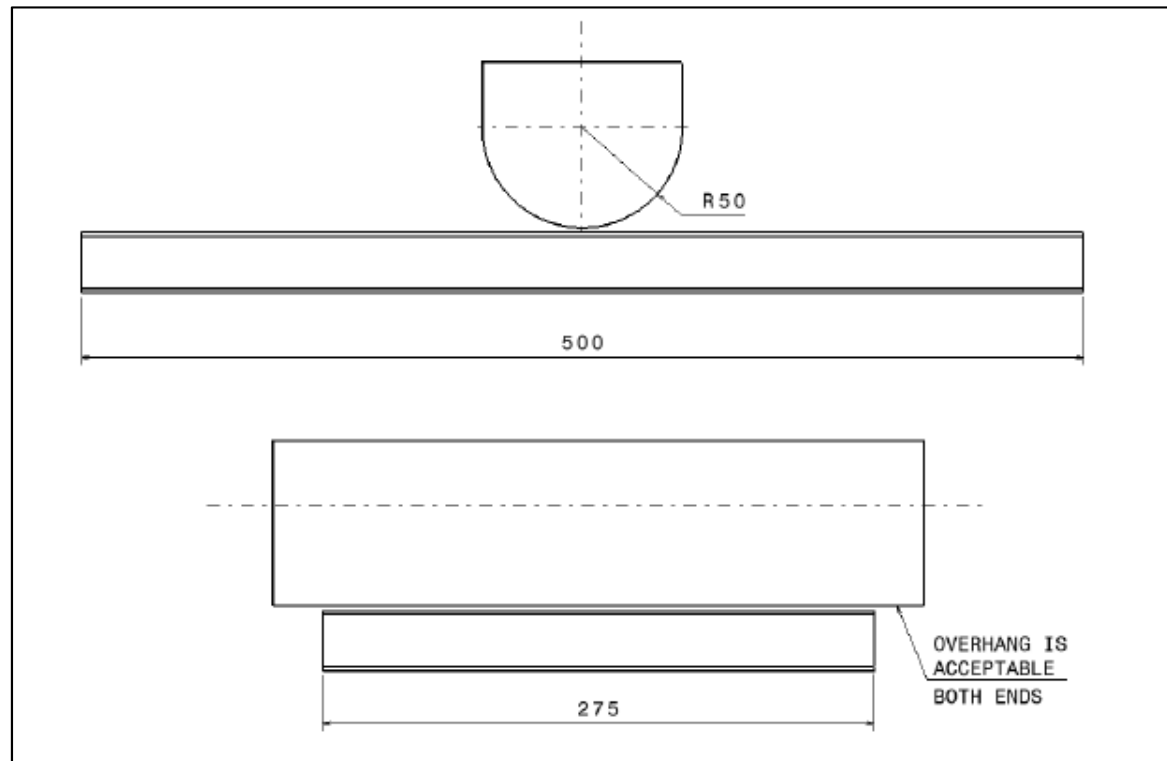
使用しているパイプを1mスパン (m本) の単純梁で曲げ試験したときに各要求がBaseline Materialsのパイプ(n本)と等価以上であるかを評価



SESで計算すべきパイプの本数は荷重伝達スパンの断面で考慮しなければならない。

構造として、荷重伝達スパンでパイプ本数やパイプ寸法が変わる場合は、**最も弱い断面で評価し、等価以上であればOK**

## 3点曲げ試験の考え方は同様



# 試験パネルの3点曲げ

空欄部を正しく入力する事 結果は自動判定される

Note: Forces are given in Pa, not Mpa or Gpa.						
Material	E (Pa)	S_Ultimate (Pa)	Shear (Pa)	Inner	Outer	Scaling Limit
T.2.5.3 Steel	2.00E+11	3.65E+08	2.11E+08	mm	mm	
T.2.31 Composite						Core Only
Composite (2)						Core Only
Composite (3)						Core Only
Composite (4)						Core Only
Composite (5)						Core Only
Composite (6)						Core Only
Composite (7)						Core Only
Composite (8)						Core Only

<p>Summary</p> <p>EQ</p>	<p>T.2.31 SIS Layout has preliminary links to Pa values.            Change these if working in Inch instead of mm. Manually enter inch skin thicknesses above.  <b>Manually match the scaling limit to the result on the T.21 SIS Layout tab.</b>            Copy as many T.2.31 Composite tabs as necessary for unrelated layouts.            Give tabs and material list matching names.            Link cells in this table to those results for use in this worksheet.</p>
	<p>Skin and core thickness may be scaled based on these values from one T.2.31 3-Point and Shear test.            Core must maintain the same material grade. Honeycombs must also maintain wall thickness and cell size.            Scaled skin must repeat the whole initial layout and remain quasi-isotropic.            No individual layers may be added or subtracted.            An initial layout with two out-of-balance plies may not be scaled.            An initial layout with one out-of-balance plies may be doubled only.            An initial layout with no out-of-balance plies may be repeated indefinitely.            Skin and core may not be scaled for a composite Anti-Intrusion plate.</p>

<p>Sections at 95% to 100% EQ will receive extra scrutiny.</p>
<p>mm</p>

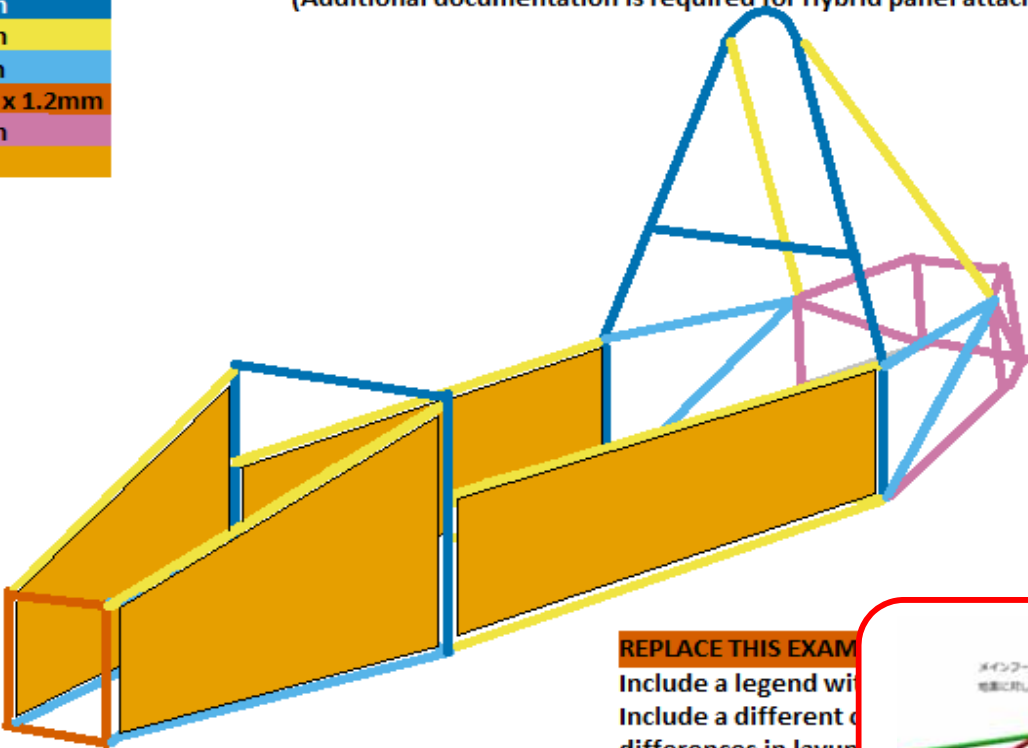


# パネルとパイプの明確化・図面

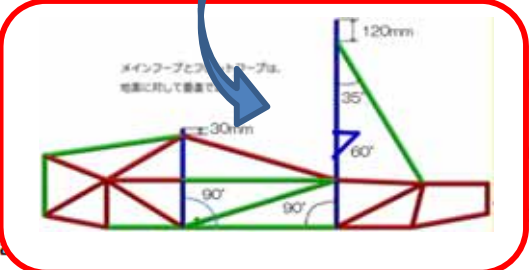
アイソメ図は下記に示す様に、前方からを入力する

The SES can calculate equivalence for a full monocoque.  
The SES can calculate Hybrid equivalence for panels replacing FBHS and/or SIS diagonals.  
(Additional documentation is required for Hybrid panel attachment.)

25mm x 2.5mm  
25mm x 1.8mm  
25mm x 1.2mm  
25mm x 25mm x 1.2mm  
25mm x 1.0mm  
Hybrid Panels



REPLACE THIS EXAMPLE  
Include a legend with  
Include a different color  
differences in layout  
Show the Fuel / HV  
Use the same color  
or 1.2mm (.047in) wall  
structural (T.2.5.4). Consider making them semi-transparent.



120mm  
35°  
60°  
90°  
90°  
30mm

メインフレームとフロントメンバーは、  
地盤に対して垂直である。

各部寸法を示す側面図を例の様に追加して下さい  
(車検をスムーズにする為)

- 1 . 三面図は不要
- 2 . ICVでは燃料タンクを、EVではAccumulator Containerを図示する
- 3 . パイプの色分けはサンプルと同様を推奨
- 4 . 外径25mm、又は肉厚1.2mmより小さいパイプは全て同一色とする

# 追加図面の掲載方法

追加図面が必要な場合、指定の欄に記載する事。

Repeat Rear 3/4 3D CAD with color coded tube sizes / layups.  
Use different colors for square and round.  
Include a legend that shows each color and size.  
Fuel tank or HV systems must be shown in orange.

Additional detail or dimension images.  
Multiple or detail images may be used anywhere in the SES.  
Additional images may be placed below sections.

# Front Bulkhead Supportの評価

垂直壁だけでBaselineパイプ3本分以上のEIがあれば良い。

## (1)最弱パネル換算

計算シートに寸法を記入すればBaseline3本分と比較評価される

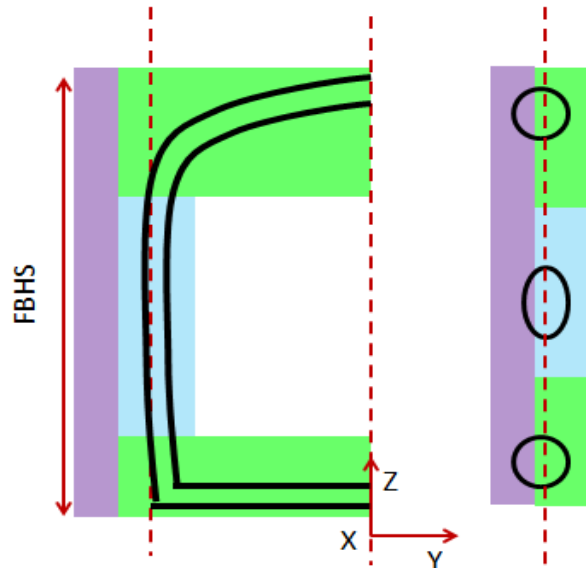
## (2)(1)でEIが100%未満となる場合

車両センター垂直軸周りの断面二次モーメント  $I_{zz}$  を求める。

MHBS片側の幅の位置(距離d)にBaselineパイプ3本がある条件で  
車両センター垂直軸周りの断面二次モーメント  $I_{loc} + A * d^2$  を求める

$E_{your} * I_{zz} \geq E_{Baseline} * (I_{loc} + A * d^2)$  であることを証明する

(1)においてFBHS最小断面の  
全体の高さをPanel Heightとしてよい  
開口部がある場合はその分を引くこと



FBHS, FHB CAD with dimensions required.  
Include skin and core thickness, height, depth,  
and moment of inertia.

REPLACE THIS EXAMPLE WITH YOUR OWN CAD.

Steel tube configuration used for equivalency comparison:

$$A = 3 * \frac{\pi}{4} * (d_o^2 - d_i^2) \quad I_{loc} = 3 * \frac{\pi}{64} * (d_o^4 - d_i^4)$$

$$d = \frac{\text{chassis\_width}}{2}$$

Composite configuration used for equivalency comparison:

- Use section cut properties calculated by CAD system.
- $I_{zz}$  of half car with the reference coordinate system at the centerline of vehicle.

$I_{zz} \geq I_{loc} + A * d^2$  Passes equivalency test

# Front Bulkhead Supportの評価

EQ

## Front Bulkhead Supports (FBHS)

EQ

T.2.33

Front Bulkhead Support Construction:

Tube

EQ

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法を正しく  
記載すること

Baseline

Steel Tubes

0

N/A

Replaced:

Layup Used:

T.2.31 Composite

N/A

Composite Panel Height:

mm

N/A

Composite cross section (d):

mm

N/A

Composite second moment about car centerline (Izz):

mm<sup>4</sup>

N/A

Panel thickness:

0

mm

N/A

Core thickness:

mm

N/A

Outer skin thickness:

mm

N/A

Inner skin thickness:

mm

N/A

Flat Panel Properties

Outer (b)	0	m
Outer (h)	0	m
Thickness	0	m
Inner (b)	0	m
Inner (h)	0	m

Flat Panel Properties

A <sub>1</sub>	0.00E+00	m <sup>2</sup>
A <sub>2</sub>	0.00E+00	m <sup>2</sup>
y <sub>1</sub>	0	m
y <sub>2</sub>	0.000	m
Centroid		m

Flat Panel Properties

I <sub>1</sub>	0.00E+00	m <sup>4</sup>
I <sub>2</sub>	0.00E+00	m <sup>4</sup>
Ic <sub>1</sub>		m <sup>4</sup>
Ic <sub>2</sub>		m <sup>4</sup>
Ic <sub>12</sub>		%

0 x Steel Tube

Composite

T.2.5.1

Wall thickness: 0.001194

0

m

N/A

Outer Diameter / Panel Thickness: 0.0254

0

m

N/A

Cross sectional area (A): 0.00E+00

0.00E+00

m<sup>2</sup>

N/A

Second moment of inertia (I): 0.00E+00

0.00E+00

m<sup>4</sup>

N/A

T.2.5.3a

Young's Modulus (E): 2.00E+11

Pa

N/A

Ultimate Tensile Strength (S): 3.65E+08

Pa

N/A

Shear: 2.11E+08

Pa

N/A

Buckling Modulus

E<sub>1</sub>\*I<sub>1</sub> <= E<sub>2</sub>\*I<sub>2</sub>: 0.00E+00

N/A

T.2.33.2

1 tube <= Vertical EI: 1.33E+03

N/A

UTS

S<sub>1</sub>\*A<sub>1</sub> <= S<sub>2</sub>\*A<sub>2</sub>: 0.00E+00

N/A

Bending

4\*S<sub>1</sub>\*I<sub>1</sub>/r <= 4\*S<sub>2</sub>\*I<sub>2</sub>/r: 0.00E+00

N/A

Deflection

Bending<sub>1</sub>/(48\*EI): 0.00E+00

N/A

Energy

0.5\*Bending<sup>2</sup>/(48\*EI): 0.00E+00

N/A

Offset

Itube + Atube\*d<sup>2</sup> <= Izz: 0.00E+00

N/A

T.2.31.4h

Perimeter shear: 4.00E+03

N/A

# Front Hoop Braceの評価

赤枠部分をFHBと見なし、BaselineのFHB1本分以上であることを証明する

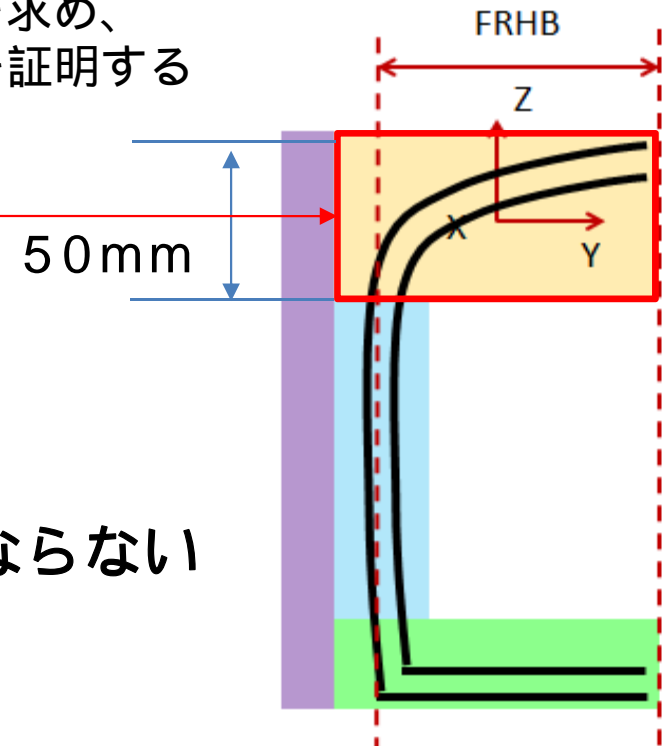
## (1)最弱パネル換算

計算シートに寸法を記入すればBaseline1本分と比較評価される  
天板だけでBaselineのFHoop Bracing 1本分以上のEIがあればOKである。  
Panel WidthはFHからFBHまでの間で最小となる部分で評価すること  
開口部がある場合はその分を引いた最小幅で計算すること  
端がR形状になっている場合、天板上面から下方50mm以内の幅のみ認められる。

## (2)(1)でEIが100%未満となる場合

車両センターから天板の下方50mm以内の部位をFront Hoop Bracingとみなし、  
主軸まわりの断面二次モーメントの弱い方に対しEIを求め、  
BaselineのFHoop Bracing 1本分以上であることを証明する

赤枠部分のみを  
Front Hoop Bracingとみなす



SESではこのいずれかで証明しなければならない

# Front Hoop Braceの評価

The height(d) of the moncoque comparison for Forward FHB must not exceed 50mm.

EQ

T.2.14	Front Hoop Brace Construction:	Tube	EQ
	Baseline Steel Tubes Replaced:	0	N/A
	Layup Used:	T.2.31 Composite	N/A
	Composite Panel Width:	mm	N/A
	Composite cross section height (d):	mm	N/A
	Composite second moment about car centerline (Izz):	mm <sup>4</sup>	N/A
	Panel thickness:	0 mm	N/A
	Core thickness:	mm	N/A
	Outer skin thickness:	mm	N/A
	Inner skin thickness:	mm	N/A

空欄部を正しく  
入力する事  
結果は自動  
判定される

Flat Panel Properties			Flat Panel Properties			Flat Panel Properties	
Outer (b)	0	m	A <sub>1</sub>	0.00E+00	m <sup>2</sup>	I <sub>1</sub>	0.00E+00 m <sup>4</sup>
Outer (h)	0	m	A <sub>2</sub>	0.00E+00	m <sup>2</sup>	I <sub>2</sub>	0.00E+00 m <sup>4</sup>
Thickness	0	m	y <sub>1</sub>	0	m	Ic <sub>1</sub>	m <sup>4</sup>
Inner (b)	0	m	y <sub>2</sub>	0.000	m	Ic <sub>2</sub>	m <sup>4</sup>
Inner (h)	0	m	Centroid		m	Ic <sub>12</sub>	%

0 x Steel Tube

Composite

T.2.5.1	Wall thickness:	0.0016	0	m	N/A
	Outer Diameter / Panel Thickness:	0.0254	0	m	N/A
	Cross sectional area (A):	0.00E+00	0.00E+00	m <sup>2</sup>	N/A
	Second moment of inertia (I):	0.00E+00	0.00E+00	m <sup>4</sup>	N/A
T.2.5.3a	Young's Modulus (E):	2.00E+11		Pa	N/A
	Ultimate Tensile Strength (S):	3.65E+08		Pa	N/A
	Shear:	2.11E+08		Pa	N/A
Buckling Modulus	E <sub>1</sub> *I <sub>1</sub> <= E <sub>2</sub> *I <sub>2</sub> :	0.00E+00			N/A
UTS	S <sub>1</sub> *A <sub>1</sub> <= S <sub>2</sub> *A <sub>2</sub> :	0.00E+00			N/A
Bending	4*S <sub>1</sub> *I <sub>1</sub> /r <= 4*S <sub>2</sub> *I <sub>2</sub> /r:	0.00E+00			N/A
Deflection	Bending <sub>1</sub> /(48*EI):	0.00E+00			N/A
Energy	0.5*Bending <sup>2</sup> /(48*EI):	0.00E+00			N/A
Offset	I <sub>tube</sub> + A <sub>tube</sub> *d <sup>2</sup> <= Izz:	0.00E+00			N/A
	Perimeter shear:			N	

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

# Rear FHB が必要な場合の評価

A rearward FHB is calculated as a flat panel between the FH and MH, above the SIS.

EQ

T.2.20.2b	Rear Front Bulkhead Support:	N/A	N/A
	Baseline Steel Tubes Replaced:	0	N/A
	Layup Used:	T.2.31 SIS Layup	N/A
	Composite Panel Height:	<input type="text"/> mm	N/A
	Panel thickness:	0 mm	N/A
	Core thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Outer skin thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Inner skin thickness:	<input type="text"/> mm	N/A

空欄部を正しく  
入力する事  
結果は自動  
判定される

Flat Panel Properties

Outer (b)	0	m
Outer (h)	0	m
Thickness	0	m
Inner (b)	0	m
Inner (h)	0	m

Flat Panel Properties

A <sub>1</sub>	0.00E+00	m <sup>2</sup>
A <sub>2</sub>	0.00E+00	m <sup>2</sup>
y <sub>1</sub>	0	m
y <sub>2</sub>	0.000	m
Centroid		m

Flat Panel Properties

I <sub>1</sub>	0.00E+00	m <sup>4</sup>
I <sub>2</sub>	0.00E+00	m <sup>4</sup>
Ic <sub>1</sub>		m <sup>4</sup>
Ic <sub>2</sub>		m <sup>4</sup>
Ic <sub>12</sub>		m <sup>4</sup>

0 x Steel Tube

Wall thickness:	0.0012	0	m	N/A
Outer Diameter / Panel Thickness:	0.0254	0	m	N/A
Cross sectional area (A):	0.00E+00	0.00E+00	m <sup>2</sup>	N/A
Second moment of inertia (I):	0.00E+00		m <sup>4</sup>	N/A

Composite

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

T.2.5.3a

Young's Modulus (E):	2.00E+11	#N/A	Pa	N/A
Ultimate Tensile Strength (S):	3.65E+08	#N/A	Pa	N/A
Shear:	2.11E+08	#N/A	Pa	N/A

Buckling Modulus

E <sub>1</sub> *I <sub>1</sub> <= E <sub>2</sub> *I <sub>2</sub> :	0.00E+00	#N/A	#N/A	N/A
--	----------	------	------	-----

UTS

S <sub>1</sub> *A <sub>1</sub> <= S <sub>2</sub> *A <sub>2</sub> :	0.00E+00	#N/A	#N/A	N/A
--	----------	------	------	-----

Bending

4*S <sub>1</sub> *I <sub>1</sub> /r <= 4*S <sub>2</sub> *I <sub>2</sub> /r:	0.00E+00	#N/A	#N/A	N/A
---	----------	------	------	-----

Deflection

Bending <sub>1</sub> /(48*EI):	0.00E+00	#N/A	#N/A	N/A
--------------------------------	----------	------	------	-----

Energy

0.5*Bending <sup>2</sup> /(48*EI):	0.00E+00	#N/A	#N/A	N/A
------------------------------------	----------	------	------	-----

Perimeter shear: #N/A N

# Front Bulkhead の評価

最弱パネル部分のEIが、Baselineパイプ2本分以上であることを証明する

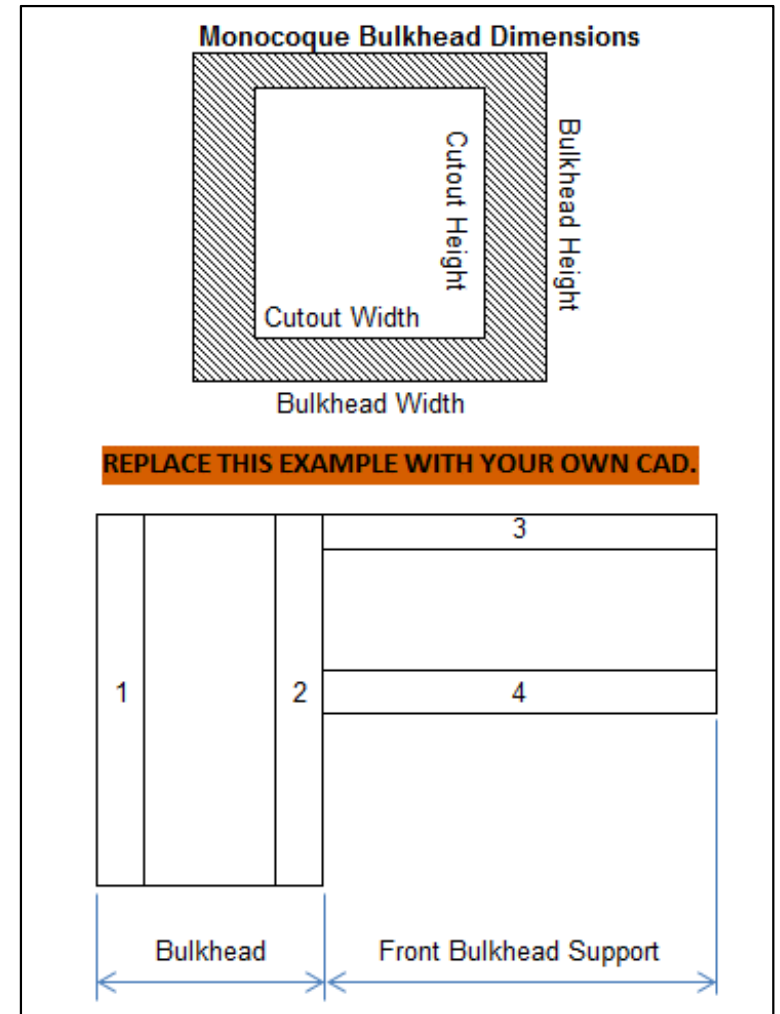
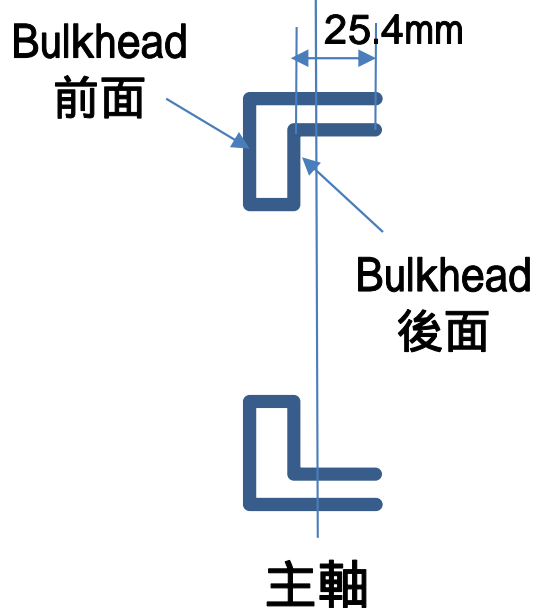
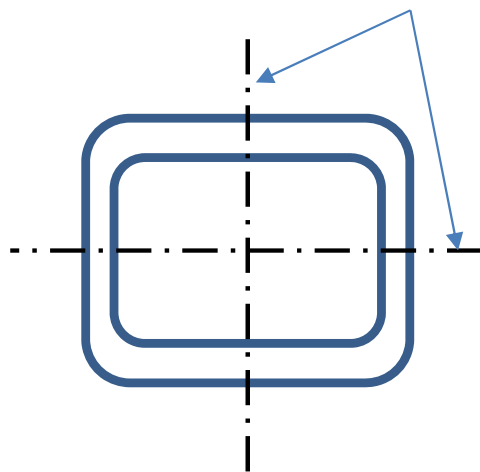
## (1) 最弱パネル換算

Front Bulkheadの弱い対辺のBulkhead面およびFBHSのBulkhead後面から25.4mm分のパネルと、Baseline 2本とで比較評価される。

## (2) (1)でEIが100%未満となる場合

FrontBulkheadの弱い対辺のBulkhead前面からBulkhead後面より後方25.4mmまでの構造に対し、主軸まわりの最小断面二次モーメントを求め、EIがBaselineパイプ2本分以上となることを示す。

弱い方の対辺で計算する







# AI Attachment の評価

EQ

## AI Attachment

EQ			
T.2.22.2	AI Attachment: Welded		N/A
	Al plate must at least reach the centerline of Front Bulkhead tubes.		N/A
	Fastener diameter:	<input type="text"/> mm	N/A
	No. of fasteners (8 x 8mm):	<input type="text"/>	N/A
	Min Distance between bolt centers $\geq 50$ mm (2in):	<input type="text"/> mm	N/A
	Washer/bolt perimeter:	<input type="text"/> mm	N/A
	Panel thickness:	0 mm	N/A
	Core thickness:	0 mm	N/A
	Outer skin thickness:	0 mm	N/A
	Inner skin thickness:	0 mm	N/A
	Insert Perimeter on bulkhead:	<input type="text"/> mm	N/A
	Backing plate thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Backing plate perimeter on bulkhead:	<input type="text"/> mm	N/A
	Distance to nearest edge:	<input type="text"/> mm	N/A
	Skin shear strength:	Pa	N/A
	Perimeter shear strength $>20000$ N:	#VALUE! N	N/A
	Tearout strength $>20000$ N:	#VALUE! N	N/A

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

# Side Impact Structure の評価

最弱パネル部分のEIが、Baselineパイプ2本分以上であることを証明する

## (1)最弱パネル換算

ルールでは最弱パネル換算しか選択肢が無い  
垂直壁の最小EI Baselineパイプ2本分のEI  
床板の最小EI Baselineパイプ1本分のEI  
EIに関しては上記を満足すること

### FSAE™ MONOCOQUE SIDE IMPACT STRUCTURE GUIDANCE NOTES

There is only one scenario for monocoque side-impact structure equivalency.

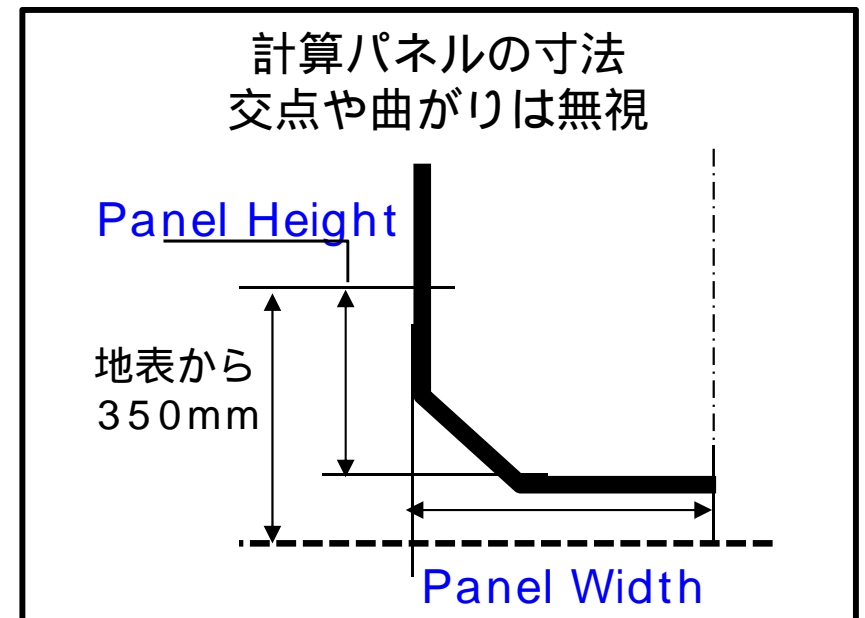
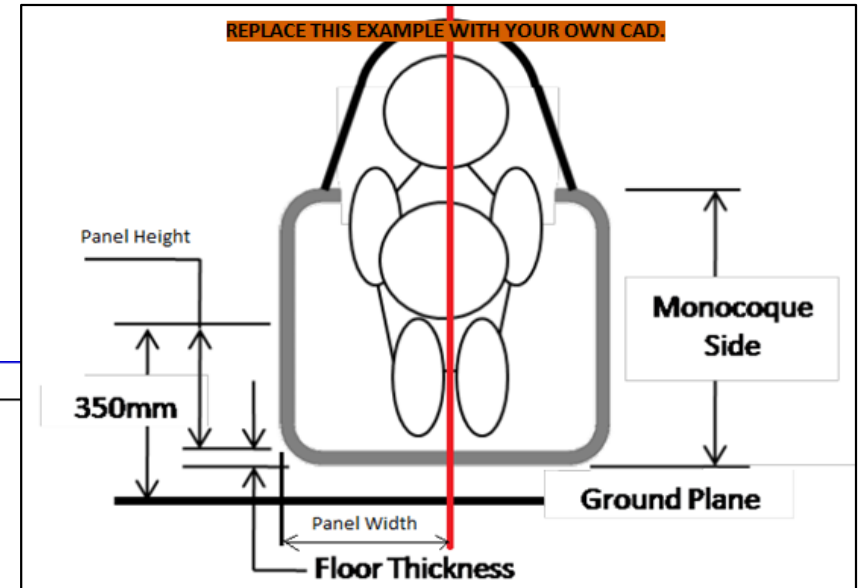
Unlike other areas of the monocoque, no allowance for geometric form is allowed.

これ以外の手法(構造補正)による証明は認められない

モノコック構造におけるSide Impact Structureの**高さは地上より350mmより上を含めてはならない。**

SES上はサスペンションの可動域(25mm)を考慮してPanel Height 325mm以上で計算できないようになっている。

A rules-compliant car cannot have a vertical panel more than 325mm at ride height.



# Side Impact Vertical の評価

EQ

## Side Impact Structure (SIS)

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

EQ			
T.2.34	Side Impact Vertical Construction:	Tube	EQ
	Baseline Steel Tubes Replaced:	0	N/A
	Layup Used:	T.2.31 Composite	N/A
	Composite Panel Height:	<input type="text"/> mm	N/A
	Panel thickness:	0 mm	N/A
	Core thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Outer skin thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Inner skin thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Flat Panel Properties	Flat Panel Properties	Flat Panel Properties
	Outer (b) 0 m	A <sub>1</sub> 0.00E+00 m <sup>2</sup>	I <sub>1</sub> 0.00E+00 m <sup>4</sup>
	Outer (h) 0 m	A <sub>2</sub> 0.00E+00 m <sup>2</sup>	I <sub>2</sub> 0.00E+00 m <sup>4</sup>
	Thickness 0 m	y <sub>1</sub> 0 m	Ic <sub>1</sub> m <sup>4</sup>
	Inner (b) 0 m	y <sub>2</sub> 0.000 m	Ic <sub>2</sub> m <sup>4</sup>
	Inner (h) 0 m	Centroid m	Ic <sub>12</sub> m <sup>4</sup>
		0 x Steel Tube	Composite
		Wall thickness: 0.0016	0 m N/A
		Outer Diameter / Panel Thickness: 0.0254	0 m N/A
		Cross sectional area (A): 0.00E+00	0.00E+00 m <sup>2</sup> N/A
		Second moment of inertia (I): 0.00E+00	m <sup>4</sup> N/A
		Young's Modulus (E): 2.00E+11	Pa N/A
		Ultimate Tensile Strength (S): 3.65E+08	Pa N/A
		Shear: 2.11E+08	Pa N/A
	Buckling Modulus	E <sub>1</sub> *I <sub>1</sub> <= E <sub>2</sub> *I <sub>2</sub> : 0.00E+00	N/A
	UTS	S <sub>1</sub> *A <sub>1</sub> <= S <sub>2</sub> *A <sub>2</sub> : 0.00E+00	N/A
T.2.34.5	Perimeter shear 7500N (1685lbs):	7.50E+03	N/A

# Side Impact Floor の評価

EQ

## Side Impact Structure (SIS)

EQ		EQ		EQ	
T.2.34	Side Impact Floor Construction:	Tube		EQ	
	Baseline Steel Tubes Replaced:	0		N/A	
	Layup Used:	T.2.31 Composite		N/A	
	Composite Panel Height:		mm	N/A	
	Panel thickness:	0	mm	N/A	
	Core thickness:		mm	N/A	
	Outer skin thickness:		mm	N/A	
	Inner skin thickness:		mm	N/A	
Flat Panel Properties		Flat Panel Properties		Flat Panel Properties	
Outer (b)	0 m	$A_1$	0.00E+00 m <sup>2</sup>	$I_1$	0.00E+00 m <sup>4</sup>
Outer (h)	0 m	$A_2$	0.00E+00 m <sup>2</sup>	$I_2$	0.00E+00 m <sup>4</sup>
Thickness	0 m	$y_1$	0 m	$I_{c1}$	m <sup>4</sup>
Inner (b)	0 m	$y_2$	0.000 m	$I_{c2}$	m <sup>4</sup>
Inner (h)	0 m	Centroid	m	$I_{c12}$	%
		0 x Steel Tube	Composite		
		Wall thickness:	0.0016	0 m	N/A
		Outer Diameter / Panel Thickness:	0.0254	0 m	N/A
		Cross sectional area (A):	0.00E+00	0.00E+00 m <sup>2</sup>	N/A
		Second moment of inertia (I):	0.00E+00	m <sup>4</sup>	N/A
		Young's Modulus (E):	2.00E+11	Pa	N/A
		Ultimate Tensile Strength (S):	3.65E+08	Pa	N/A
		Shear:	2.11E+08	Pa	N/A
	Buckling Modulus	$E_1 * I_1 <= E_2 * I_2$ :	0.00E+00		N/A
	UTS	$S_1 * A_1 <= S_2 * A_2$ :	0.00E+00		N/A
T.2.34.5	Perimeter shear 7500N (1685lbs):	7.50E+03		N/A	

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

# Main Hoop Brace Support の評価

最弱パネル部分のEIが、Baselineパイプ2本分以上であることを証明する

## (1) 最弱パネル換算

計算シートに寸法を記入すればBaseline2本分と比較評価  
計算される

Panel Heightは右図の通り

開口部がある場合はその高さを除いた最小高さで計算する

## (2) (1)でEIが100%未満となる場合

車両センター垂直軸周りの断面二次モーメント $I_{zz}$ を求める。  
MHBS片側の幅の位置(距離 $d$ )にパイプ2本がある条件で  
車両センター垂直軸周りの断面二次モーメント $I_{loc} + A * d^2$   
を求める

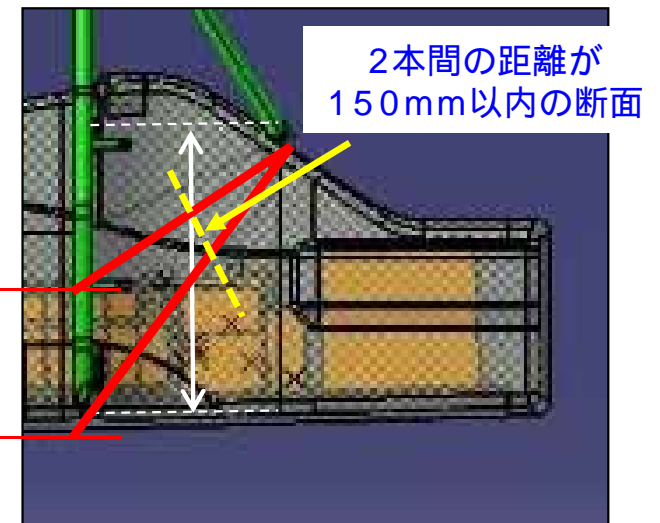
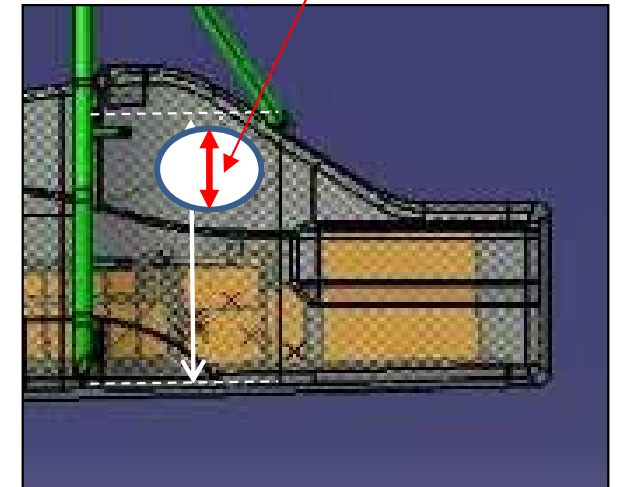
$E_{your} * I_{zz} \geq E_{Baseline} * (I_{loc} + A * d^2)$  であることを証明する

## (3) パネル換算できない場合

(2)と同じ計算を行う。

計算に使用する断面は、パイプフレーム構造  
におけるMHBSを仮定したとき、2本のパイプ  
の幅が150mm以内となる断面で計算する。

開口部がある場合はその分を引く



SESではこのいずれかで証明しなければならない

# Main Hoop Brace Support の評価

EQ

## Main Hoop Brace Supports (MHBS)

EQ

T.2.13

Main Hoop Brace Support Construction:  
Baseline Steel Tubes Replaced:

Tube

EQ

空欄部を正しく  
入力する事  
結果は自動判  
定される

0

N/A

Layup Used: T.2.31 Composite

N/A

Composite Panel Height: mm N/A

Composite cross section depth (d): mm N/A

Composite second moment about car centerline (Izz): mm<sup>4</sup> N/A

Panel thickness: 0 mm N/A

Core thickness: mm N/A

Outer skin thickness: mm N/A

Inner skin thickness: mm N/A

Flat Panel Properties

Outer (b)	0	m
Outer (h)	0	m
Thickness	0	m
Inner (b)	0	m
Inner (h)	0	m

Flat Panel Properties

A <sub>1</sub>	0.00E+00	m <sup>2</sup>
A <sub>2</sub>	0.00E+00	m <sup>2</sup>
y <sub>1</sub>	0	m
y <sub>2</sub>	0.000	m
Centroid		m

Flat Panel Properties

I <sub>1</sub>	0.00E+00	m <sup>4</sup>
I <sub>2</sub>	0.00E+00	m <sup>4</sup>
Ic <sub>1</sub>		m <sup>4</sup>
Ic <sub>2</sub>		m <sup>4</sup>
Ic <sub>12</sub>		%

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

0 x Steel Tube

Composite

Wall thickness: 0.001194 0 m N/A

Outer Diameter / Panel Thickness: 0.0254 0 m N/A

Cross sectional area (A): 0.00E+00 0.00E+00 m<sup>2</sup> N/A

Second moment of inertia (I): 0.00E+00 0.00E+00 m<sup>4</sup> N/A

Young's Modulus (E): 2.00E+11 Pa N/A

Ultimate Tensile Strength (S): 3.65E+08 Pa N/A

Shear: 2.11E+08 Pa N/A

E<sub>1</sub>\*I<sub>1</sub> <= E<sub>2</sub>\*I<sub>2</sub>: 0.00E+00 N/A

S<sub>1</sub>\*A<sub>1</sub> <= S<sub>2</sub>\*A<sub>2</sub>: 0.00E+00 N/A

4\*S<sub>1</sub>\*I<sub>1</sub>/r <= 4\*S<sub>2</sub>\*I<sub>2</sub>/r: 0.00E+00 N/A

Bending<sub>1</sub>/(48\*EI): 0.00E+00 N/A

0.5\*Bending<sup>2</sup>/(48\*EI): 0.00E+00 N/A

I<sub>tube</sub> + A<sub>tube</sub>\*d<sup>2</sup> <= I<sub>zz</sub>: 0.00E+00 N/A

Perimeter shear: N

Buckling Modulus

UTS

Bending

Deflection

Energy

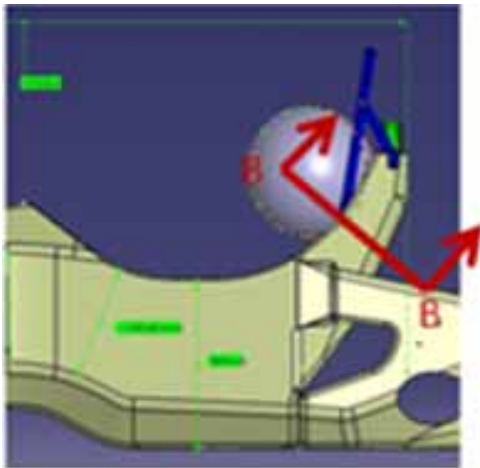
Offset

# Shoulder Harness Attachment の評価

EQ

## Shoulder Harness Attachment

空欄部を正しく  
入力する事  
結果は自動判  
定される



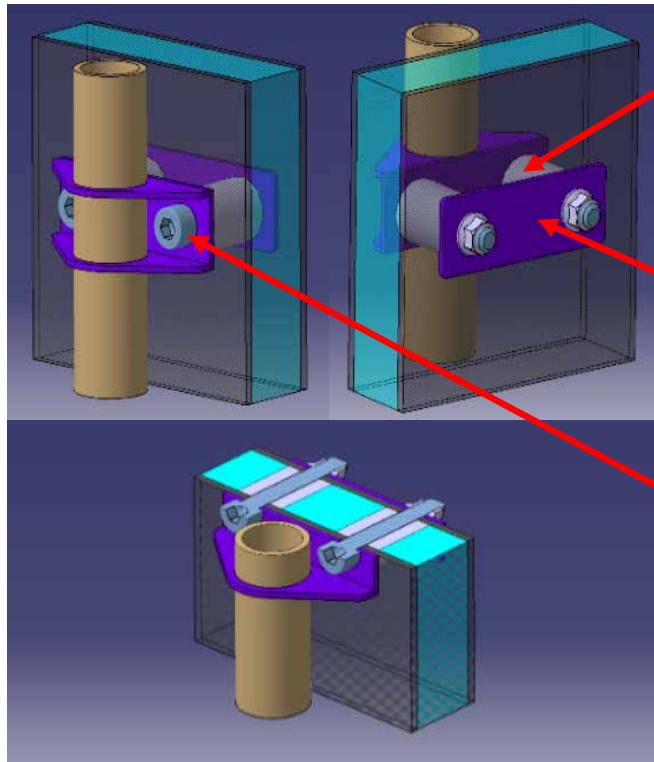
添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

EQ			
T.4.5	Shoulder Harness Attachment:	Straight Tube	EQ
	Baseline Steel Tubes Replaced:	0	N/A
	Layup Used:	T.2.31 Composite	N/A
	Composite Panel Dimension (Intersecting Car Centerline):		mm N/A
	Composite cross section depth (d):		mm N/A
	Composite second moment about car centerline (Izz):		mm <sup>4</sup> N/A
	Panel thickness:	0	mm N/A
	Core thickness:		mm N/A
	Outer skin thickness:		mm N/A
	Inner skin thickness:		mm N/A
	<b>Flat Panel Properties</b>	<b>Flat Panel Properties</b>	<b>Flat Panel Properties</b>
	Outer (b) 0 m	A <sub>1</sub> 0.00E+00 m <sup>2</sup>	I <sub>1</sub> 0.00E+00 m <sup>4</sup>
	Outer (h) 0 m	A <sub>2</sub> 0.00E+00 m <sup>2</sup>	I <sub>2</sub> 0.00E+00 m <sup>4</sup>
	Thickness 0 m	y <sub>1</sub> 0 m	Ic <sub>1</sub> m <sup>4</sup>
	Inner (b) 0 m	y <sub>2</sub> 0.000 m	Ic <sub>2</sub> m <sup>4</sup>
	Inner (h) 0 m	Centroid m	Ic <sub>12</sub> %
		<b>0 x Steel Tube</b>	<b>Composite</b>
T.2.5.1	Wall thickness:	0.0024	0 m N/A
	Outer Diameter / Panel Thickness:	0.0254	0 m N/A
	Cross sectional area (A):	0.00E+00	0.00E+00 m <sup>2</sup> N/A
	Second moment of inertia (I):	0.00E+00	0.00E+00 m <sup>4</sup> N/A
T.2.5.3a	Young's Modulus (E):	2.00E+11	Pa N/A
	Ultimate Tensile Strength (S):	3.65E+08	Pa N/A
	Shear:	2.11E+08	Pa N/A
Buckling Modulus	E <sub>1</sub> *I <sub>1</sub> <= E <sub>2</sub> *I <sub>2</sub> :	0.00E+00	N/A
UTS	S <sub>1</sub> *A <sub>1</sub> <= S <sub>2</sub> *A <sub>2</sub> :	0.00E+00	N/A
Bending	4*S <sub>1</sub> *I <sub>1</sub> /r <= 4*S <sub>2</sub> *I <sub>2</sub> /r:	0.00E+00	N/A
Deflection	Bending <sub>1</sub> /(48*EI):	0.00E+00	N/A
Energy	0.5*Bending <sup>2</sup> /(48*EI):	0.00E+00	N/A
Offset	I <sub>tube</sub> + A <sub>tube</sub> *d <sup>2</sup> <= Izz:	0.00E+00	N/A
	Perimeter shear:		N



# Monocoque Attachments の評価

Bracket / Insert / Backing Plate / Edge Distance を証明できる図を添付する  
車両片側2箇所以上 各Attachmentは、M8ボルト2本以上で固定のこと  
Front Hoopはラミネート可 (但し、パイプ肉厚検査できるように一部を露出させること)



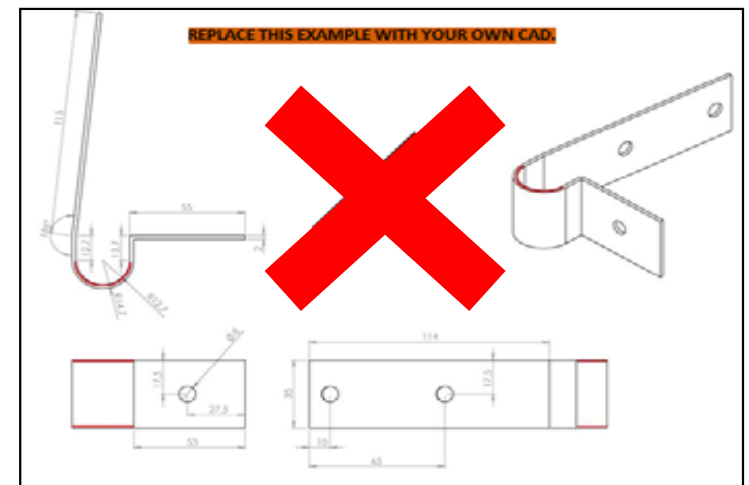
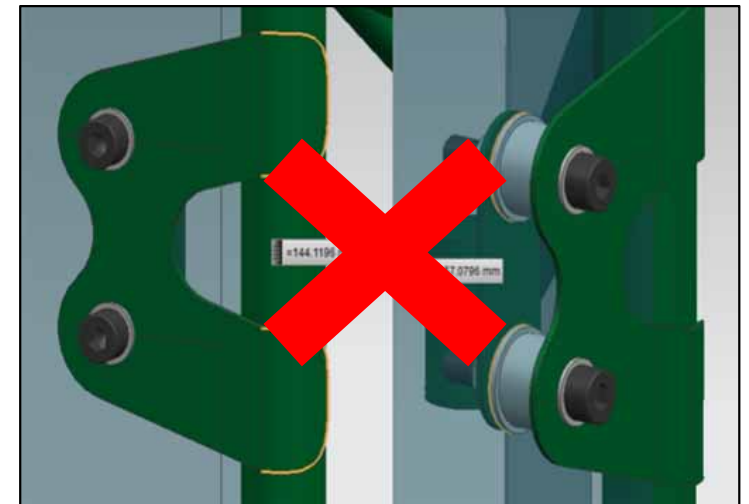
**Insert**  
コアがつぶれないよう  
インサートを入れること

**Backing Plate**  
鉄 t2以上のバックプレート  
が必須。外周長さを正確に  
記入すること

**Bracket**  
溶接部長さ、接触面の外周  
長さを正確に記入すること

**Edge Distance**  
モノコックエッジ部までの  
最短距離を記入する

ブラケット単体が30kN以下で、曲がる・  
壊れるようなものは認められない



# Monocoque Attachments の評価

## Front Hoop が ラミネートの場合の Attachments評価

EQ	Front Hoop Mounts		
EQ			
T.2.36.4	Front Hoop Mounts:	Welded	N/A
	Front Hoop Mounts:	Bolted	N/A
	Front Hoop Lamination:	T.2.31 Composite	N/A
	Front Hoop centerline length:		mm N/A
	Laminate thickness:		mm N/A
	Skin shear area - centerline x 1 thickness:		m <sup>2</sup> N/A
	Skin shear strength:	Pa	N/A
T.2.36.4b	Single tearout path >=180000N:	N	N/A
	Front Hoop Lamination:	Pre-Cure	N/A
	Lap joint strength:		Pa N/A
	Total bond width including both sides of the Front Hoop:		mm N/A
	Bond shear area:	0	m <sup>2</sup> N/A
T.2.36.4b	Bond failure >=180000N:	0	N N/A

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法を正しく  
記載すること

# Monocoque Attachments の評価

## Front Hoop が ボルト固定の場合の Attachments 評価

EQ	Front Hoop Mounts	EQ		
T.2.40	Front Hoop Mounts:	Welded		N/A
T.2.35.3	Number of Main Hoop Mounts on each side:	3		N/A
	Top Front Hoop mount layup used:	T.2.31 Composite		N/A
	Fastener diameter:	<input type="text"/>	mm	N/A
T.2.40.6	No. of fasteners (2 x 8mm):	<input type="text"/>		N/A
	Panel thickness:	0	mm	N/A
	Core thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Outer skin thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Inner skin thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Bracket to brace weld length:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Bracket thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Bracket perimeter on monocoque:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Insert Perimeter on monocoque:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Backing plate thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Backing plate perimeter on monocoque:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Distance to nearest edge:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Skin shear strength:	Pa		N/A
T.2.40.1	Perimeter shear strength >30000N:	N		N/A
	Perimeter shear strength >30000N:	N		N/A
	Tearout strength >30000N:	N		N/A

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

# Monocoque Attachments の評価

## Upper SIS Mount の Attachments 評価

EQ	Front Hoop Mounts	EQ		
T.2.40	Upper SIS mount layup used:	T.2.31 Composite		N/A
	Fastener diameter:		mm	N/A
T.2.40.6	No. of fasteners (2 x 8mm):			N/A
	Panel thickness:	0	mm	N/A
	Core thickness:		mm	N/A
	Outer skin thickness:		mm	N/A
	Inner skin thickness:		mm	N/A
	Bracket to brace weld length:		mm	N/A
	Bracket thickness:		mm	N/A
	Bracket perimeter on monocoque:		mm	N/A
	Insert Perimeter on monocoque:		mm	N/A
	Backing plate thickness:		mm	N/A
	Backing plate perimeter on monocoque:		mm	N/A
	Distance to nearest edge:		mm	N/A
	Skin shear strength:		Pa	N/A
T.2.40.1	Perimeter shear strength >30000N:		N	N/A
	Perimeter shear strength >30000N:		N	N/A
	Tearout strength >30000N:		N	N/A

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

# Monocoque Attachments の評価

## Bottom SIS Mount の Attachments 評価

EQ	Front Hoop Mounts	EQ		
T.2.40	Bottom mount layup used:	T.2.31 Composite		N/A
	Fastener diameter:		mm	N/A
T.2.40.6	No. of fasteners (2 x 8mm):			N/A
	Panel thickness:	0	mm	N/A
	Core thickness:		mm	N/A
	Outer skin thickness:		mm	N/A
	Inner skin thickness:		mm	N/A
	Bracket to brace weld length:		mm	N/A
	Bracket thickness:		mm	N/A
	Bracket perimeter on monocoque:		mm	N/A
	Insert Perimeter on monocoque:		mm	N/A
	Backing plate thickness:		mm	N/A
	Backing plate perimeter on monocoque:		mm	N/A
	Distance to nearest edge:		mm	N/A
	Skin shear strength:		Pa	N/A
T.2.40.1	Perimeter shear strength >30000N:		N	N/A
	Perimeter shear strength >30000N:		N	N/A
	Tearout strength >30000N:		N	N/A

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

# Monocoque Attachments の評価

Main Hoop Attachments は ボルト固定のみである

EQ

Main Hoop Mounts

EQ

T.2.40	Main Hoop Mounts:	Welded	N/A
T.2.35.3	Number of Main Hoop Mounts on each side:	3	N/A
	Top mount layup used:	T.2.31 Composite	N/A
	Fastener diameter:		mm
T.2.40.6	No. of fasteners (2 x 8mm):		N/A
	Panel thickness:	0	mm
	Core thickness:		mm
	Outer skin thickness:		mm
	Inner skin thickness:		mm
	Bracket to brace weld length:		mm
	Bracket thickness:		mm
	Bracket perimeter on monocoque:		mm
	Insert Perimeter on monocoque:		mm
	Backing plate thickness:		mm
	Backing plate perimeter on monocoque:		mm
	Distance to nearest edge:		mm
	Skin shear strength:	Pa	N/A
T.2.40.1	Perimeter shear strength >30000N:	N	N/A
	Perimeter shear strength >30000N:	N	N/A
	Tearout strength >30000N:	N	N/A

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

# Monocoque Attachments の評価

## Upper SIS Mount の Attachments 評価

EQ	Main Hoop Mounts		
EQ			
T.2.40	Upper SIS mount layup used:	T.2.31 Composite	N/A
	Fastener diameter:	<input type="text"/> mm	N/A
T.2.40.6	No. of fasteners (2 x 8mm):	<input type="text"/>	N/A
	Panel thickness:	0 mm	N/A
	Core thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Outer skin thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Inner skin thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Bracket to brace weld length:	<input type="text"/> mm	N/A
	Bracket thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Bracket perimeter on monocoque:	<input type="text"/> mm	N/A
	Insert Perimeter on monocoque:	<input type="text"/> mm	N/A
	Backing plate thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Backing plate perimeter on monocoque:	<input type="text"/> mm	N/A
	Distance to nearest edge:	<input type="text"/> mm	N/A
	Skin shear strength:	Pa	N/A
T.2.40.1	Perimeter shear strength >30000N:	N	N/A
	Perimeter shear strength >30000N:	N	N/A
	Tearout strength >30000N:	N	N/A

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

# Monocoque Attachments の評価

## Bottom SIS Mount の Attachments 評価

EQ	Main Hoop Mounts		
EQ			
T.2.40	Bottom mount layup used:	T.2.31 Composite	N/A
	Fastener diameter:	<input type="text"/> mm	N/A
T.2.40.6	No. of fasteners (2 x 8mm):	<input type="text"/>	N/A
	Panel thickness:	0 mm	N/A
	Core thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Outer skin thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Inner skin thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Bracket to brace weld length:	<input type="text"/> mm	N/A
	Bracket thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Bracket perimeter on monocoque:	<input type="text"/> mm	N/A
	Insert Perimeter on monocoque:	<input type="text"/> mm	N/A
	Backing plate thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Backing plate perimeter on monocoque:	<input type="text"/> mm	N/A
	Distance to nearest edge:	<input type="text"/> mm	N/A
	Skin shear strength:	Pa	N/A
T.2.40.1	Perimeter shear strength >30000N:	N	N/A
	Perimeter shear strength >30000N:	N	N/A
	Tearout strength >30000N:	N	N/A

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること



# Monocoque Attachments の評価

## Main Hoop Brace Mount の Attachments 評価

EQ

### Hoop Brace Mounts

EQ			
T.2.40	Main Hoop Brace Mounts:	Welded	N/A
	Layup used:	T.2.31 Composite	N/A
	Fastener diameter:	<input type="text"/> mm	N/A
T.2.40.6	No. of fasteners (2 x 8mm or 1 x 10mm):	<input type="text"/>	N/A
	Panel thickness:	0 mm	N/A
	Core thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Outer skin thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Inner skin thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Bracket to brace weld length:	<input type="text"/> mm	N/A
	Bracket thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Bracket perimeter on monocoque:	<input type="text"/> mm	N/A
	Insert Perimeter on monocoque:	<input type="text"/> mm	N/A
	Backing plate thickness:	<input type="text"/> mm	N/A
	Backing plate perimeter on monocoque:	<input type="text"/> mm	N/A
	Distance to nearest edge:	<input type="text"/> mm	N/A
	Skin shear strength:	Pa	N/A
T.2.40.1	Perimeter shear strength >30000N:	N	N/A
	Perimeter shear strength >30000N:	N	N/A
	Tearout strength >30000N:	N	N/A

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

# Monocoque Attachments の評価

## Forward Front Hoop Brace Mount の Attachments 評価

EQ		Hoop Brace Mounts		
EQ				
T.2.40	Forward Front Hoop Brace Mounts:	Welded		N/A
	Layup used:	T.2.31 Composite		N/A
	Fastener diameter:	<input type="text"/>	mm	N/A
T.2.40.6	No. of fasteners (2 x 8mm or 1 x 10mm):	<input type="text"/>		N/A
	Panel thickness:	0	mm	N/A
	Core thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Outer skin thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Inner skin thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Bracket to brace weld length:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Bracket thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Bracket perimeter on monocoque:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Insert Perimeter on monocoque:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Backing plate thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Backing plate perimeter on monocoque:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Distance to nearest edge:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Skin shear strength:	Pa		N/A
T.2.40.1	Perimeter shear strength >30000N:	N		N/A
	Perimeter shear strength >30000N:	N		N/A
	Tearout strength >30000N:	N		N/A

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

# Monocoque Attachments の評価

## Forward Front Hoop Brace Mount の Attachments 評価

EQ		Hoop Brace Mounts		
EQ				
T.2.40	Forward Front Hoop Brace Mounts:	Welded		N/A
	Layup used:	T.2.31 Composite		N/A
	Fastener diameter:	<input type="text"/>	mm	N/A
T.2.40.6	No. of fasteners (2 x 8mm or 1 x 10mm):	<input type="text"/>		N/A
	Panel thickness:	0	mm	N/A
	Core thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Outer skin thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Inner skin thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Bracket to brace weld length:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Bracket thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Bracket perimeter on monocoque:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Insert Perimeter on monocoque:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Backing plate thickness:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Backing plate perimeter on monocoque:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Distance to nearest edge:	<input type="text"/>	mm	N/A
	Skin shear strength:	Pa		N/A
T.2.40.1	Perimeter shear strength >30000N:	N		N/A
	Perimeter shear strength >30000N:	N		N/A
	Tearout strength >30000N:	N		N/A

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること

# Monocoque Attachments の評価

## Rearward Front Hoop Brace Mount の Attachments 評価

EQ		Hoop Brace Mounts	
EQ			
T.2.40	Rearward Front Hoop Brace Mounts:	N/A	N/A
	Layup used:	T.2.31 Composite	N/A
	Fastener diameter:	<input type="text"/>	mm N/A
T.2.40.6	No. of fasteners (2 x 8mm or 1 x 10mm):	<input type="text"/>	N/A
	Panel thickness:	0	mm N/A
	Core thickness:	<input type="text"/>	mm N/A
	Outer skin thickness:	<input type="text"/>	mm N/A
	Inner skin thickness:	<input type="text"/>	mm N/A
	Bracket to brace weld length:	<input type="text"/>	mm N/A
	Bracket thickness:	<input type="text"/>	mm N/A
	Bracket perimeter on monocoque:	<input type="text"/>	mm N/A
	Insert Perimeter on monocoque:	<input type="text"/>	mm N/A
	Backing plate thickness:	<input type="text"/>	mm N/A
	Backing plate perimeter on monocoque:	<input type="text"/>	mm N/A
	Distance to nearest edge:	<input type="text"/>	mm N/A
	Skin shear strength:	Pa	N/A
T.2.40.1	Perimeter shear strength >30000N:	N	N/A
	Perimeter shear strength >30000N:	N	N/A
	Tearout strength >30000N:	N	N/A

空欄部を正しく入力する事  
結果は自動判定される

添付図面に寸法  
を正しく記載  
すること