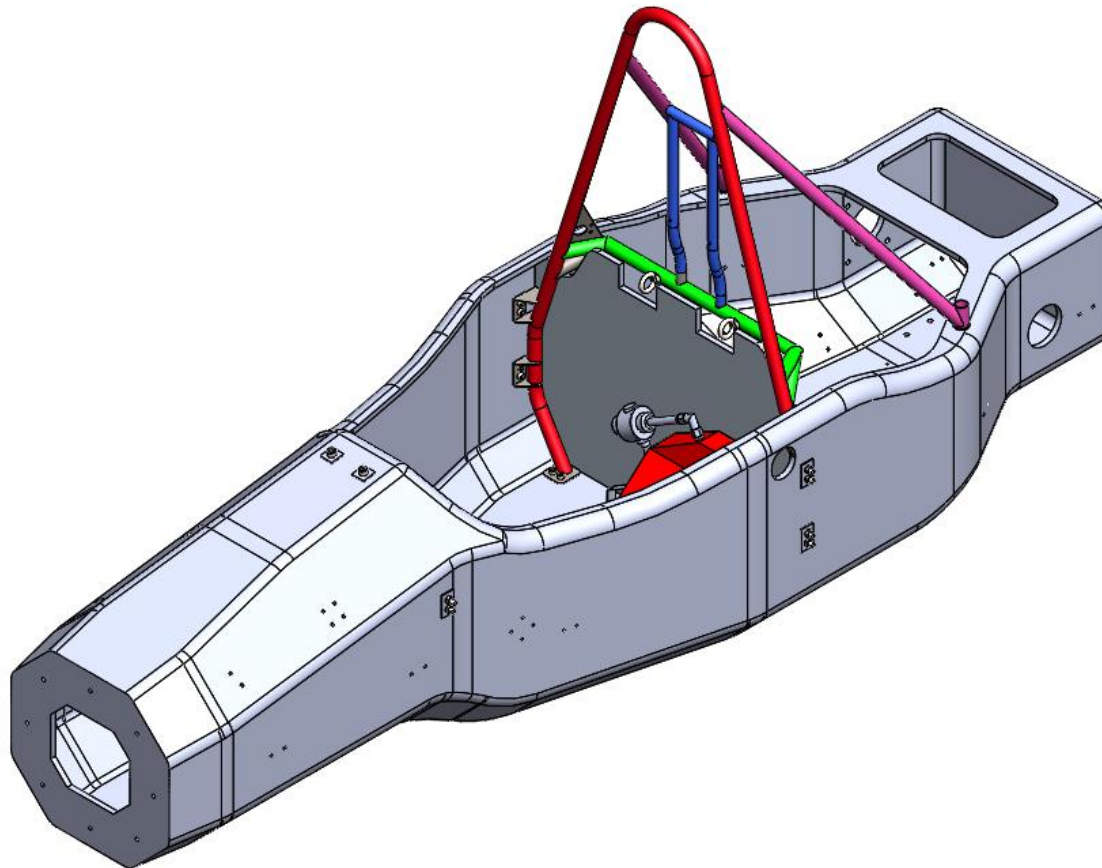


2021 SES(等価構造計算書)

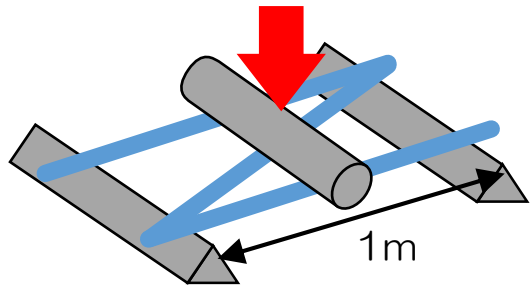
Monocoqueの場合



Monocoque 積層試験

等価構造計算の主旨（パイプフレームの場合）

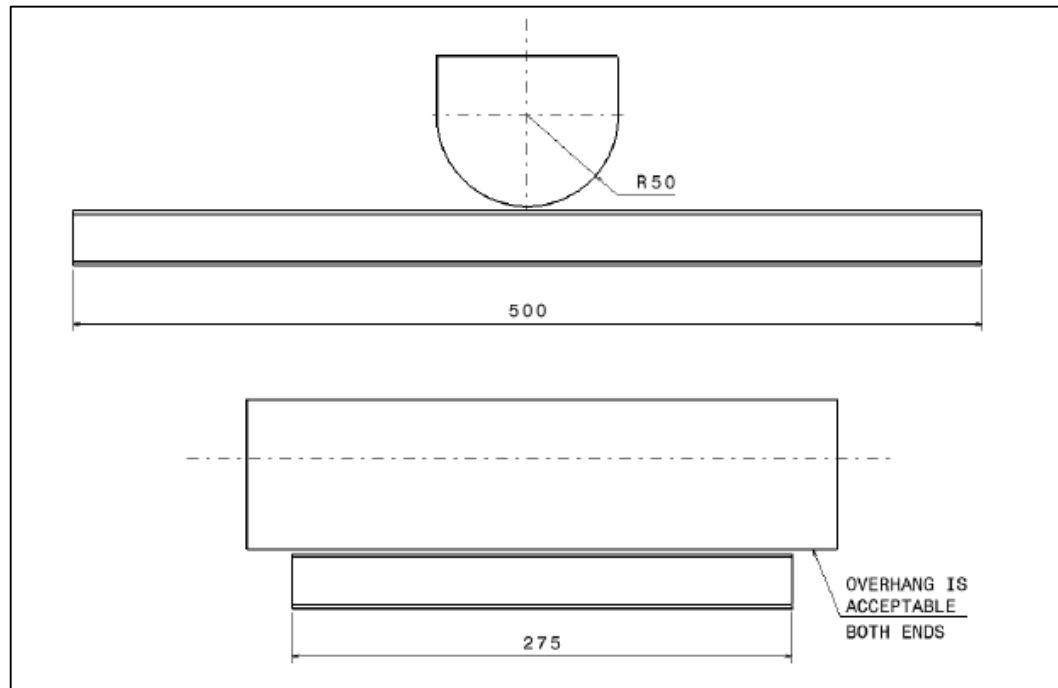
使用しているパイプを1mスパン（m本）の単純梁で曲げ試験したときに
各要求がBaseline Materialsのパイプ(n本）と等価以上であるかを評価



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

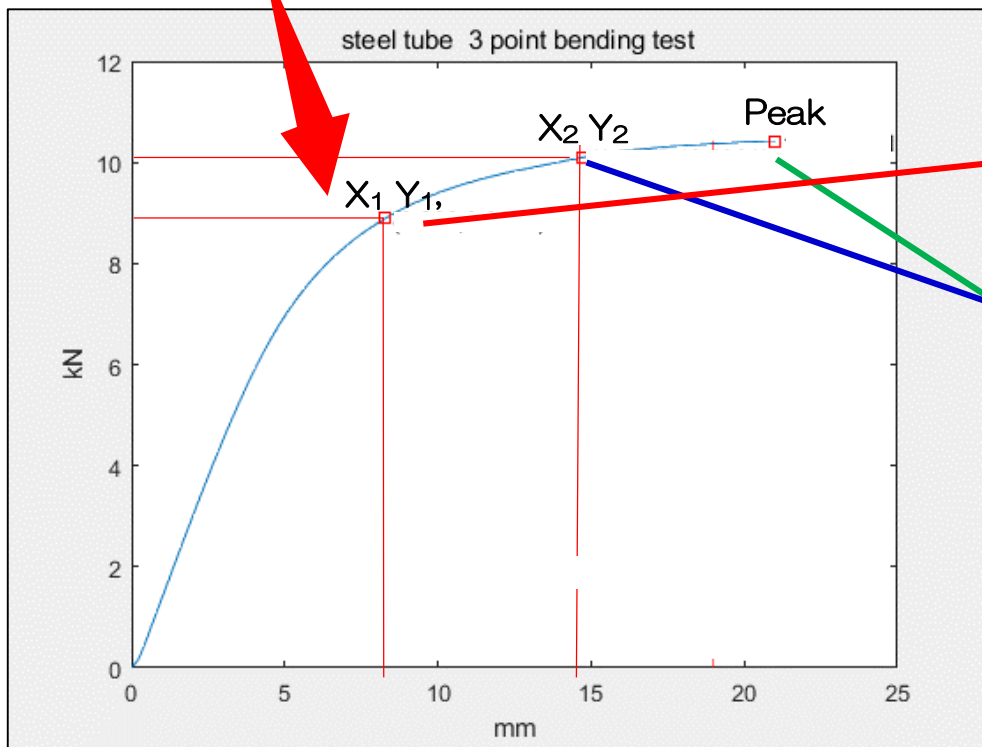


Steel Tube 3-Point Test

Required: Test setup images, measurements.
All test samples must be presented at
Technical Inspection.



Required: Load deflection curve.



Paste in logged data from test below:
Use mm and N.
It is acceptable to resample the data at a low frequency to reduce the number of datapoints.
Repeat the energy calculation in column three.
Do not assume all steps are identical.
Propagate the yield formula.

Disp. mm	Force N	Energy J	Yield N
MAX	MAX	19	Intercept
0	0	#N/A	#N/A
0	0	Formula: #VALUE!	

Number	S/mm	F/kN
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

}}

41		
42	X1	Y1,
43		

生データは
全て記載する事
グラフとの整合
を確認する

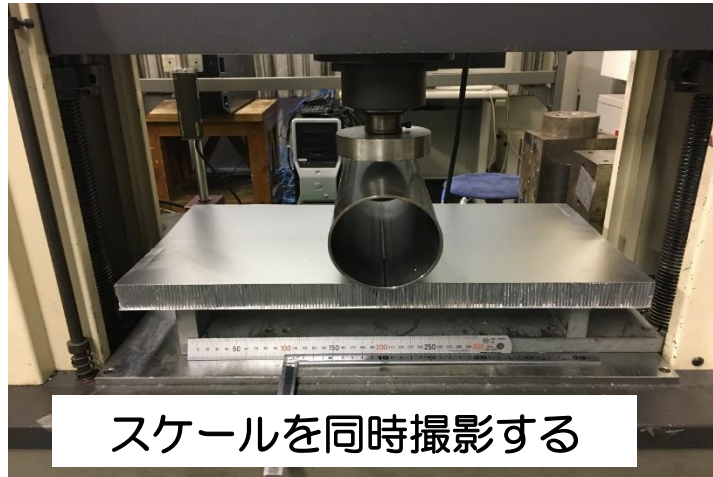
71		
72	X2	Y2
73		
74		
75		
76		
77		
78		Peak
79		
80		

X1 Y1, X2 Y2
のポイントを明確
にすることを推奨

Composite 3-Point Tests

Required: Test setup images, measurements.
All test samples must be presented at
Technical Inspection.

Required: Load deflection curve.



スケールを同時撮影する

Paste in logged data from test below:

Use mm and N.

It is acceptable to resample the data at a
lower frequency to reduce the number of

Repeat the energy calculation in column three

Do not assume all steps are identical.

Disp. mm	Force N	Energy J
MAX	MAX	19
20	0	3800.00

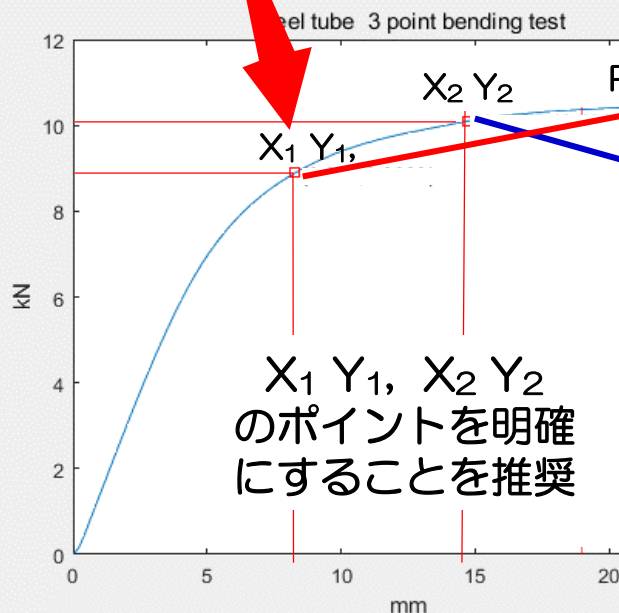
1	200
2	400
3	600
4	800

41	
42	X ₁ Y ₁ ,
43	
44	

生データは
全て記載する事
グラフとの整合
を確認する

19	3800
20	4000

71	
72	X ₂ Y ₂
73	
74	
75	
76	
77	
78	Peak
79	
80	



X₁ Y₁, X₂ Y₂
のポイントを明確
にすることを推奨

グラフ、生データ、及び
添付写真に対する要求内容は
「Steel Tube 3-Point Test」と同様

Perimeter Shear Test

Required: Test setup images, measurements.

Note: If the first peak is higher, it may be used for T.2.33.3 or T.2.34.5.

Required: Load deflection curve.



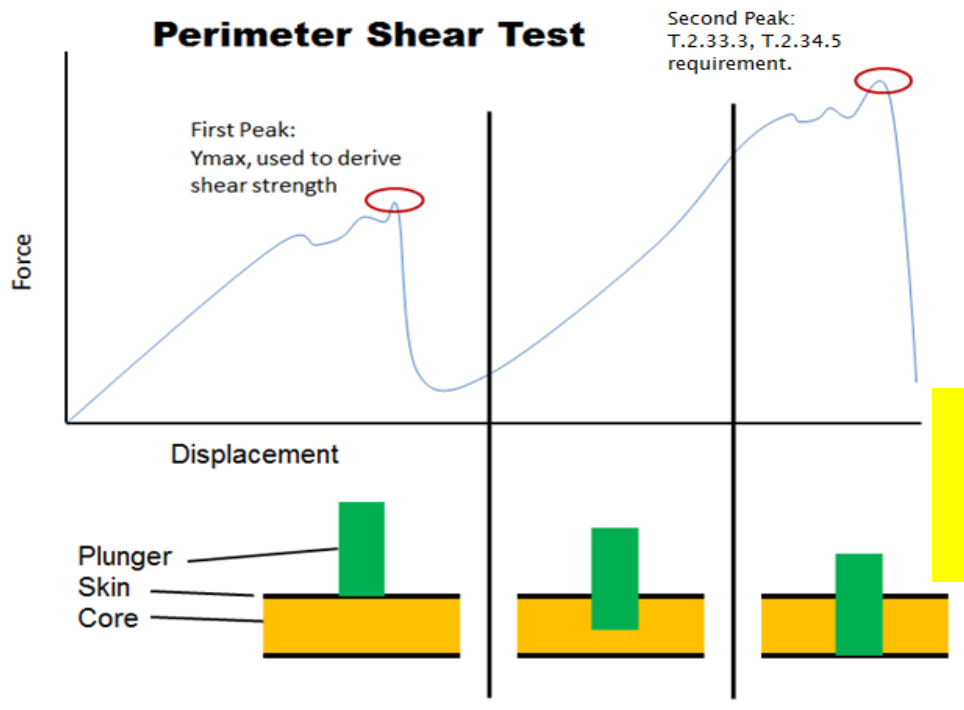
Paste in logged data from test below:

It is acceptable to resample the data at a lower frequency to reduce the number of datapoints.

Use mm and N.

Disp. mm	Force N
MAX	MAX
0	0

Perimeter Shear Test



生データは
全て記載する事
グラフとの整合
を確認する

グラフ、生データ、及び
添付写真に対する要求内容は
「Steel Tube 3-Point Test」と同様

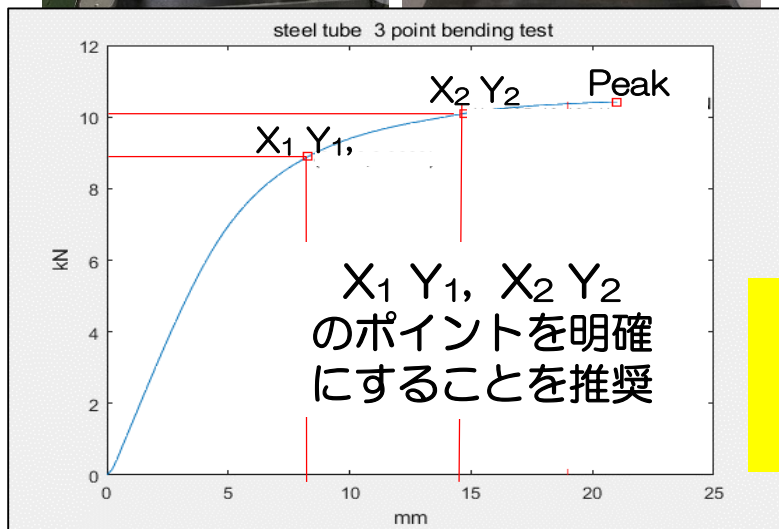
Harness Attachments

Load Deflection Curves
Test Setups and Measurement Pictures
Samples After Testing
Actual Design Images

Anti-submarine test



Lap belt test



Paste in logged data from test below:

It is acceptable to resample the data at a lower frequency to reduce the number of datapoints.

mm	N	mm	N	mm	N

生データは
全て記載する事
グラフとの整合
を確認する

グラフ、生データ、及び
添付写真に対する要求内容は
「Steel Tube 3-Point Test」と同様

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記載する事

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

燃料タンクまたは
Accumulator
Containerを
記載すること

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)

REPLACE THIS EXAMPLE WITH
Include a legend with a different color for differences in layup, core or material.
Show the Fuel / HV system.
Use the same color for all tubing or 1.2mm (.047in) wall thickness structural (T.2.5.4). Consider

メインフレームとフロントフープは、
地面に対して垂直である。

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

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。

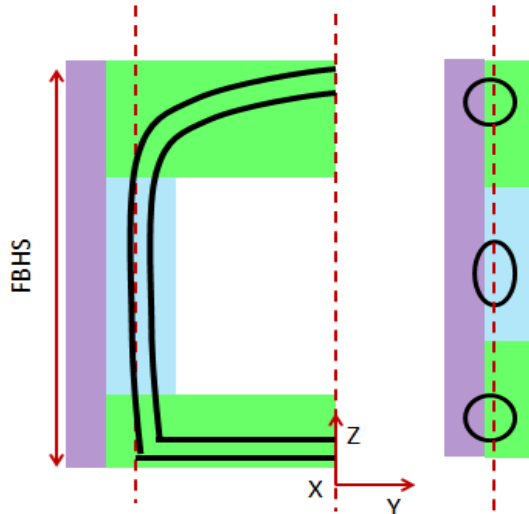
(1) 最弱パネル換算

⇒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

- ① 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。
- ② 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
- ③ $E_{your} * I_{zz} \geq E_{Baseline} * (I_{loc} + A*d^2)$ 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 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

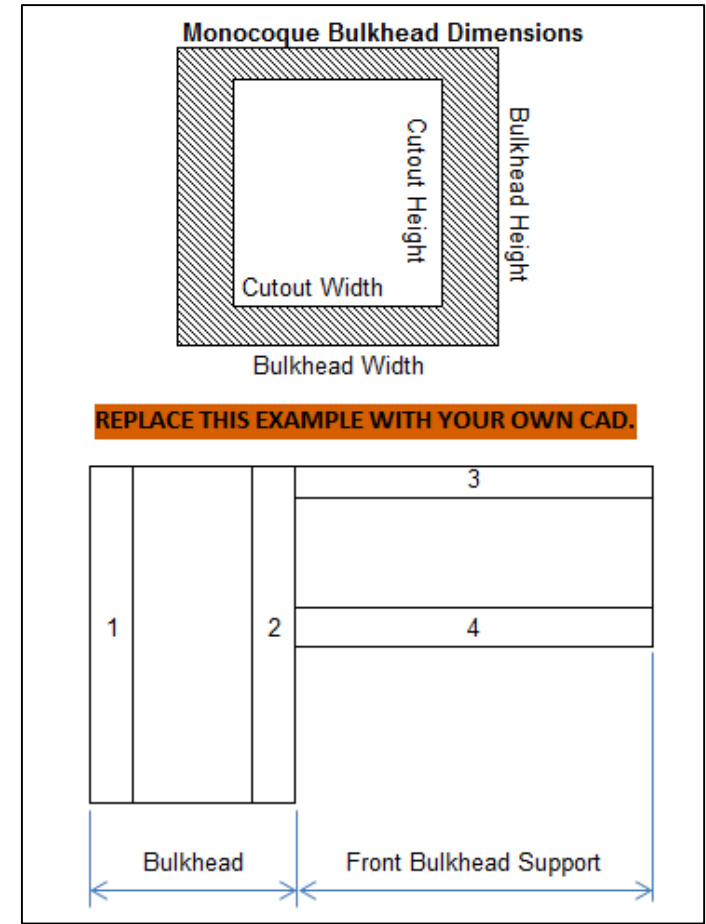
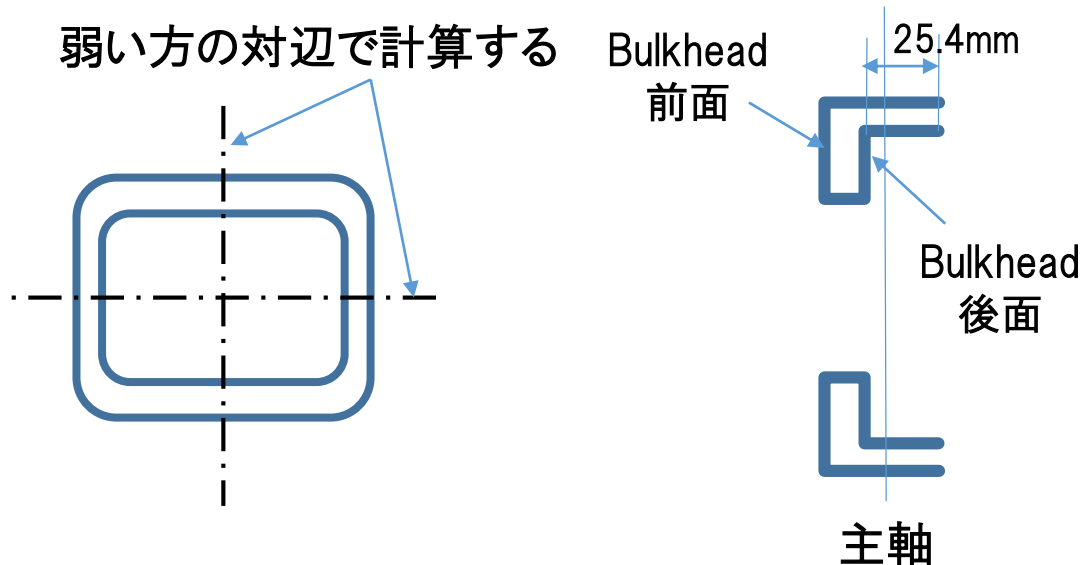
(1) 最弱パネル換算

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

Front Bulkhead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



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

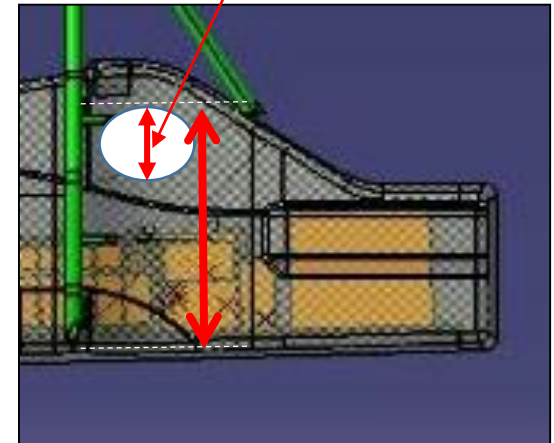
(1) 最弱パネル換算

⇒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

開口部がある場合はその分を引く



(2) (1)でEIが100%未満となる場合

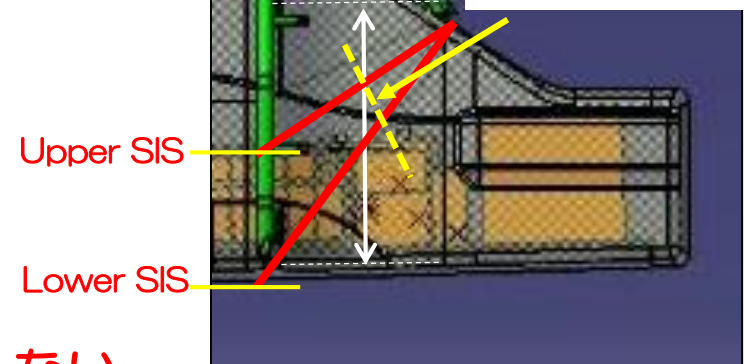
- ① 車両センター垂直軸周りの断面二次モーメント I_{zz} を求める。
- ② MHBS片側の幅の位置(距離d)にパイプ2本がある条件で
車両センター垂直軸周りの断面二次モーメント $I_{loc} + A*d^2$
を求める
- ③ $E_{your} * I_{zz} \geq E_{Baseline} * (I_{loc} + A*d^2)$ であることを証明する

(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。

2本間の距離が
150mm以内の断面



SESではこのいずれかで証明しなければならない

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

最弱パネル換算

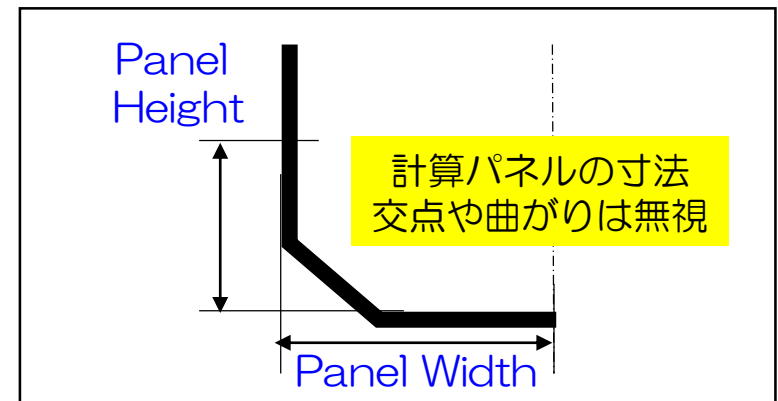
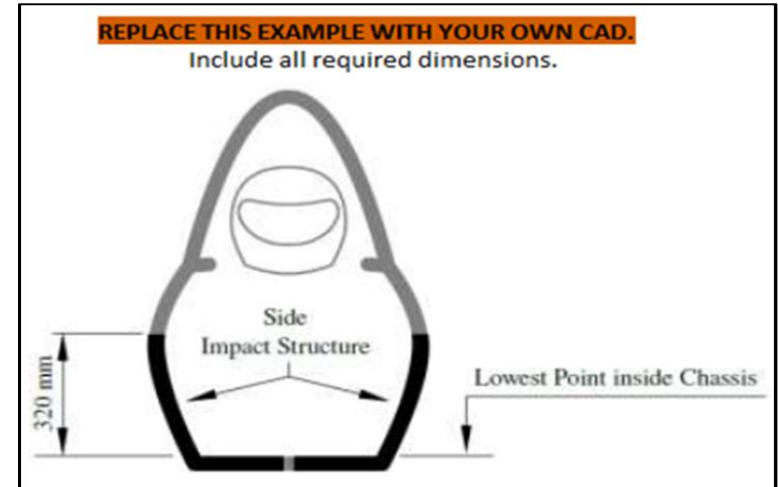
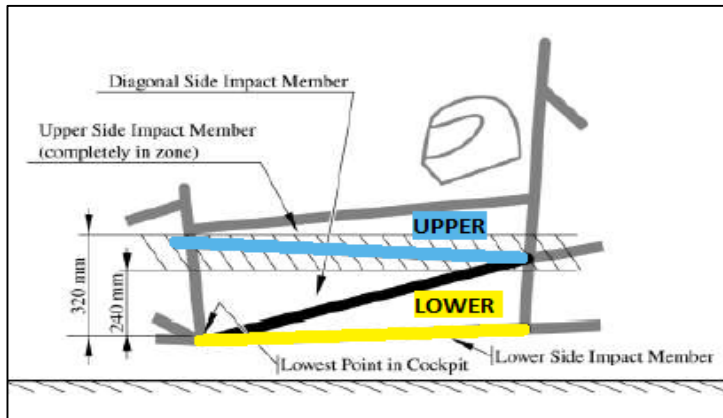
ルールでは最弱パネル換算しか選択肢が無い

垂直壁の最小EI \geq Baselineパイプ2本分のEI

床板の最小EI \geq Baselineパイプ1本分のEI

EIに関しては上記を満足すること

モノコック構造におけるSide Impact Structureの
高さは、Lowest Point inside Chassisから
320mmより上を含めてはならない。



F.7.6.3, F.4.4 - The vertical SIS wall is calculated as a flat panel.

F.7.6.3 - The vertical SIS must be equivalent to two SIS tubes.

F.6.4.4b - The vertical SIS must reach 240mm+25mm from the lowest top surface of the floor.

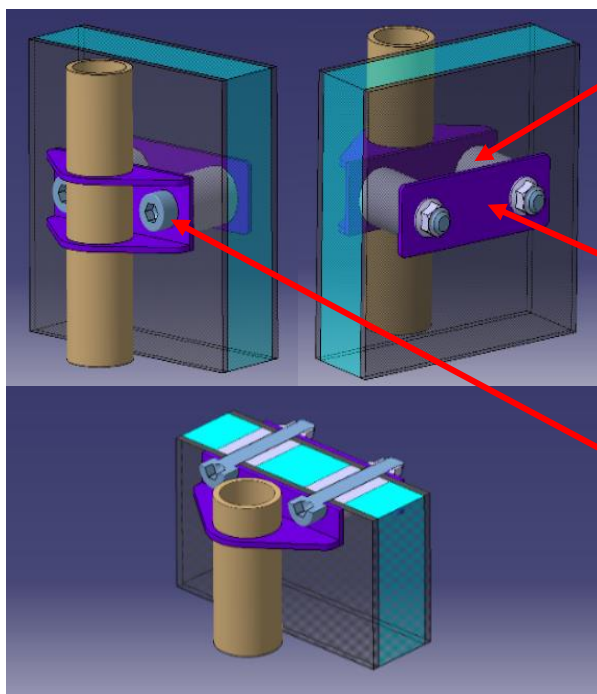
F.6.4.4b - 320mm panel height is the maximum available for equivalence.

Structure above 320mm is encouraged.

The horizontal SIS floor is calculated as a flat panel, and must be equivalent to one SIS tube.

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

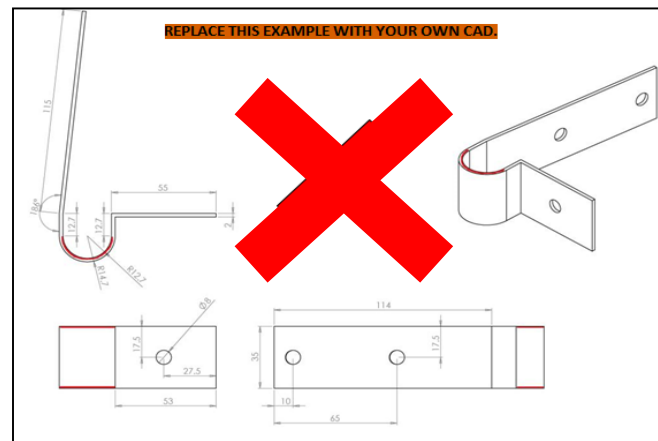
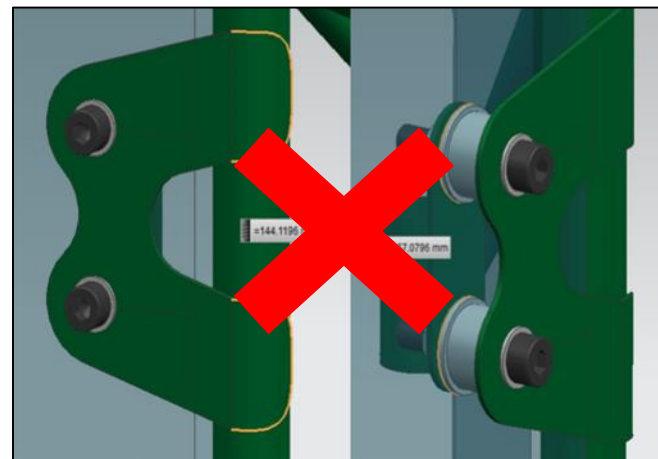
鉄 t2以上のバックプレートが必須。外周長さを正確に記入すること

Bracket

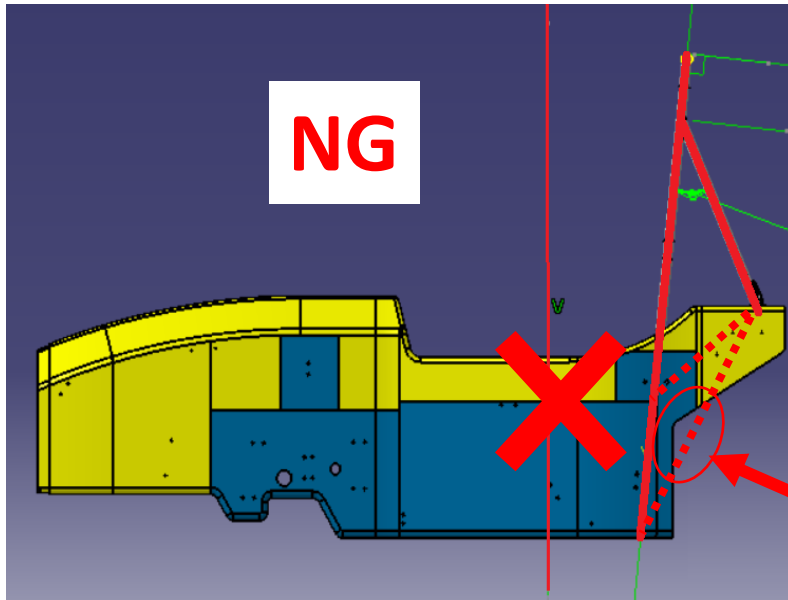
溶接部長さ、接触面の外周長さを正確に記入すること

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

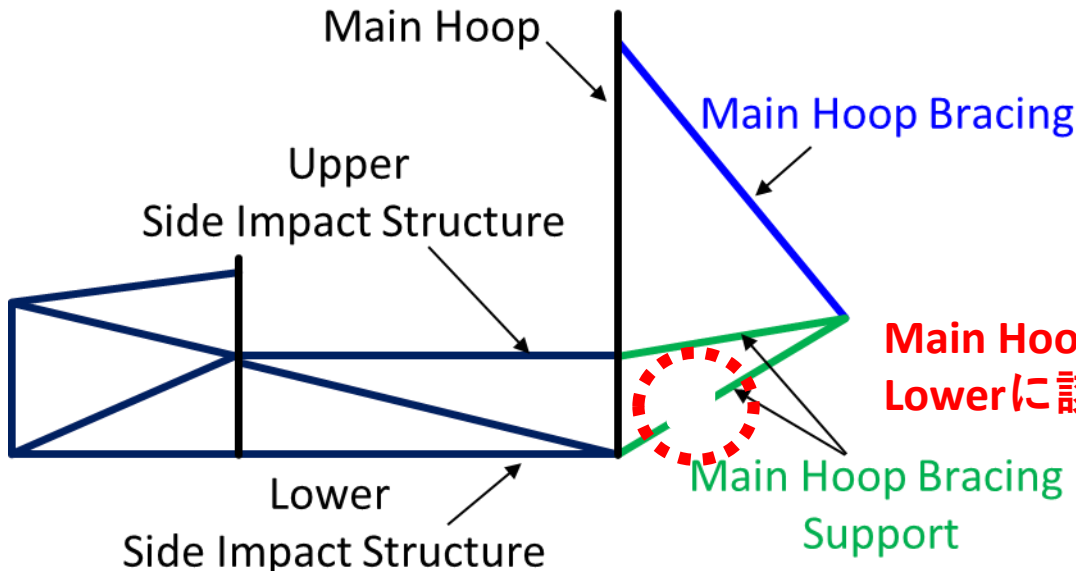


Monocoque 不適切事例



CAD図の様に、
Lower Main Hoop Bracing Support と
Lower Side Impact Structure の接続で、
空間が存在する場合、
下図が成立したとは認めない。

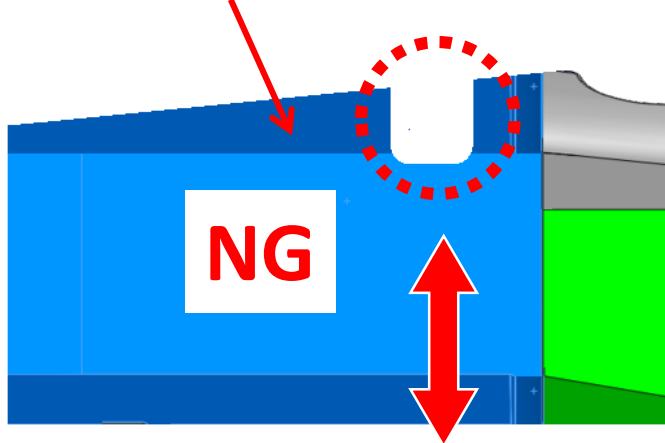
Composite material is
insufficient.



Main Hoop Bracing Supportの
Lowerに該当する部分が欠損している

Monocoque 不適切事例

Front Hoop Bracingに該当する部分



上のCAD図の様に、ダンパー固定のために Mnocoque構造のFront Hoop Bracingに該当する部分をカットした場合、下のパイプフレーム図では、Front Hoop Bracingを切断したことになるため、このレイアウトは認めない。

Front Hoop Bracingが欠損している

