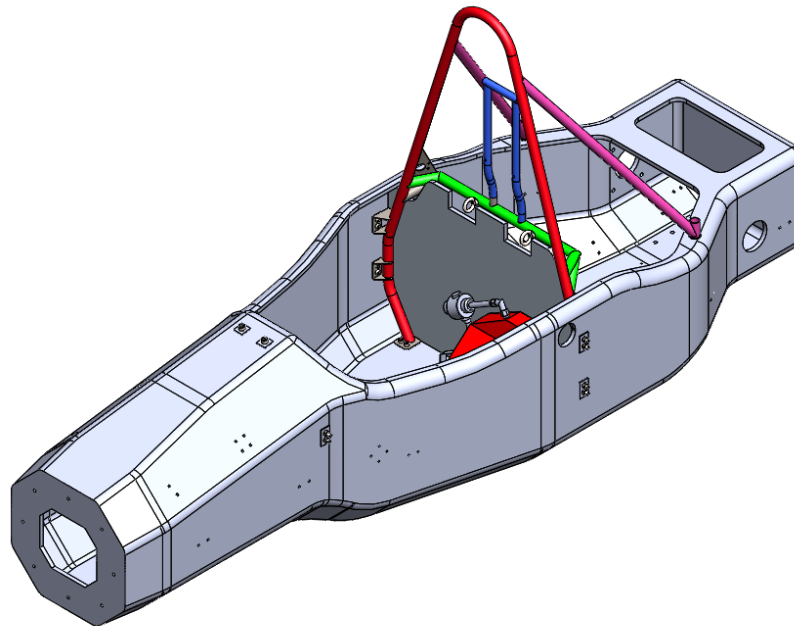


2023 SES(等価構造計算書)

Monocoqueの場合

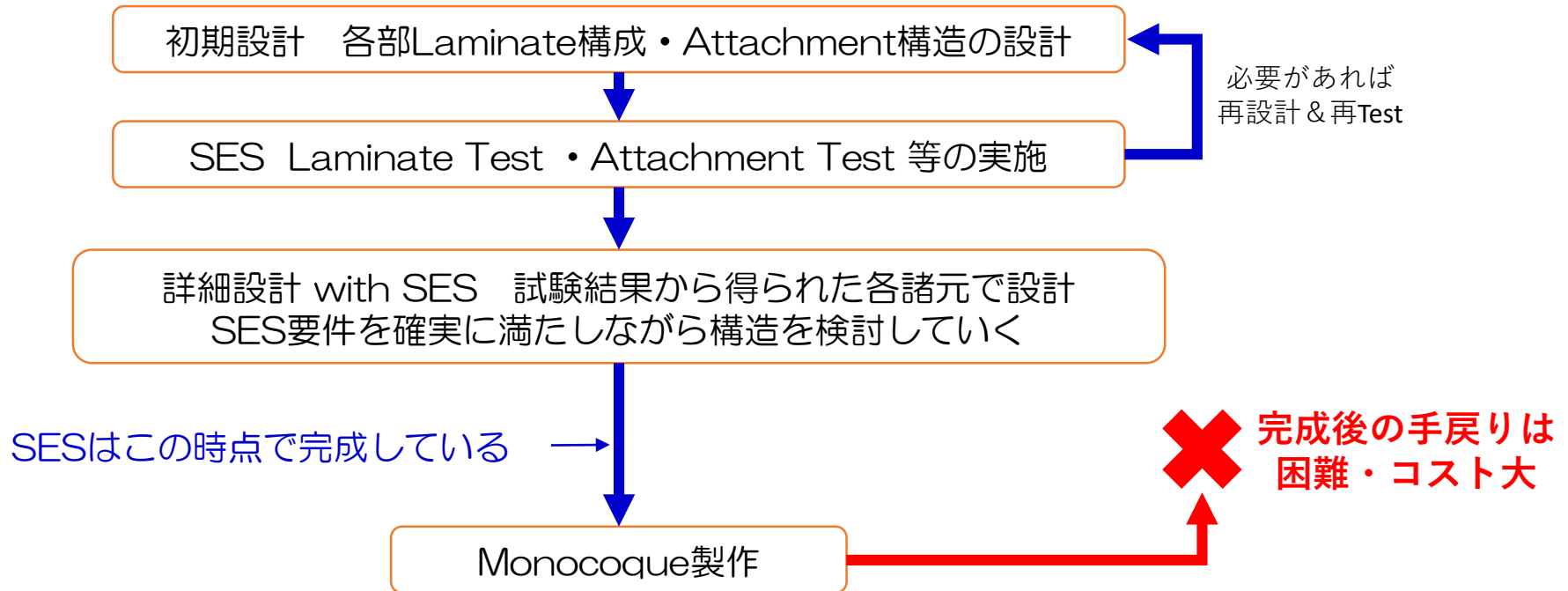


本資料に記載なき項目は
「Tube Chassis」及び「Front Protection」と共通

Monocoque SESの作成

SESと設計の流れ

SESでは等価性証明のための証明試験(Laminate TestやAttachment Test)が必要
⇒うまく使いこなすことで致命的な手戻りリスクやルール不適合を回避できる。



Monocoque製作後にTestするようなケースでは、
強度不足やルール不適合が見つかった場合、
Tube Frame以上に挽回は困難なので、うまく使う事！

Monocoque SESの作成

Basic Procedure of SES input

- ① F.3.1-5 Tube Chassis -> Basic Info & Select [Tube] or [Composite]
Define your Composite Portion in the Structure.



- ② F.4.3 Composite
If necessary, duplicate [F.4.3 Composite] Sheet for Different or Additional Layup
It's strongly recommended to **be completed** before proceeding to the next step.



- ③ Test section in F.7.9-10 Attachments & in F.8 Front Protection (& in F.10-11 EV Accumulator)
Sometime test results affect your Chassis design



- ④ F.7 Composite Chassis, Remaining F.7.9-10 Attachments (and F.10-11 EV Accumulator)



- ⑤ Remaining F.8 Front Protection
Front Bulkhead section requires to complete FBHS section in F.7 Composite Chassis



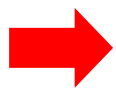
- ⑥ Fill in remaining BLANKs

* Of course, BLANKs may be filled when possible.

Monocoque SESの基本的な考え方

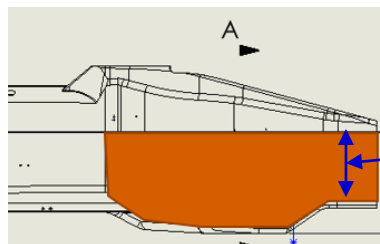
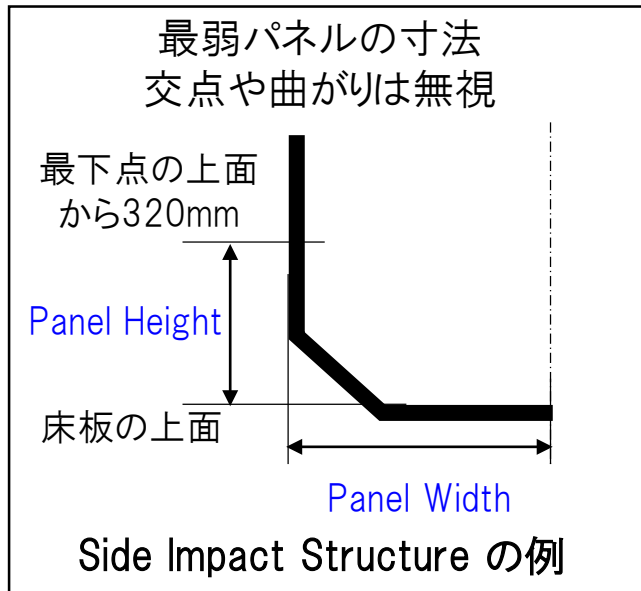
等価性証明の基本はフラットパネル換算

MonocoqueはTube Frameに比べ構造が複雑



最弱部のフラットパネル換算(F.4.4)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

Monocoqueの等価性証明の基本計算はフラットパネル評価に基づく



最弱断面

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 (FBHS)

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 (SIS)

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(F.7.3.2, F.7.5.3, F.7.5.4)

上記箇所は幾何形状を考慮した等価性証明が認められない

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当該構造全域
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。

2023 SES(等価構造計算書)

Monocoqueの場合

F.4.3 Composite

Monocoque Laminate Test

等価性証明の要となる諸元の導出

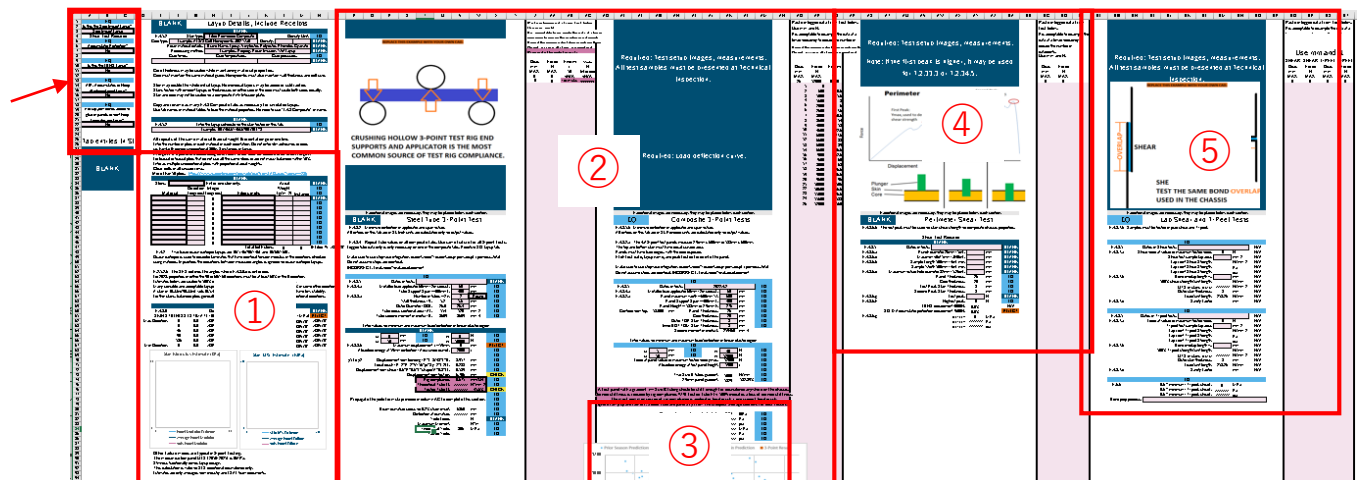
Tube Frameであればヤング率や降伏強度等の物性値は共通の値を使用できるが、Monocoqueは作り方次第で物性値が大きく変わるため実試験による物性値導出がMust
同じ作り方でも年度が替わった・作業者が変わっただけで物性値が変動するため、異なる年度の試験結果の流用は一切禁止(F4.3.1b)

Laminate Testで示す内容

Primary Structureで使用する各Laminateの

- ①準等方性(Quasi-Isotropic) F.4.2, F.4.3.6
- ②(SIS/Accumulator Side Protectionのみ)テストピースレベルでのSize B Tube 2本分に対するEIおよび吸収Energy等価性 F.4.3.1-F.4.3.4
- ③計算に用いる諸元(ヤング率E、破壊強度UTS等) for F.7
- ④(SIS/FBHS/Accumulator Protectionのみ)せん断強度 F.4.3.5
- ⑤(接着を使用する場合)接着のせん断強度・引剥し強度 F.4.3.7

当該Laminateの用途を適切に選択してBlankを埋めていく



Monocoque Laminate Test

2023年 変更

① 準等方性・異方性

2023 SESより準等方性の確保が厳密化している

F.7 Composite ChassisでのSkin厚さが従来の実厚さ指定からScaling optionに変更された

Layup Used:	SIS F.4.3 Composite	EQ
	Monocoque	EQ
Core thickness:	12 mm	EQ
Scaling option, layup repeats:	1	EQ
Outer skin thickness:	3 mm	EQ
Scaling option, layup repeats:	1	EQ
Inner skin thickness:	3 mm	EQ
Panel thickness:	18 mm	EQ

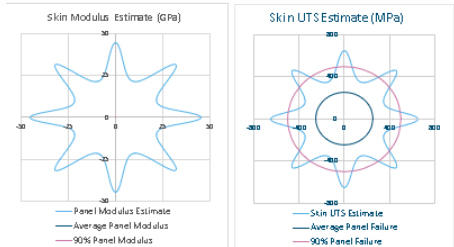
Laminate Testを行ったLayup Scheduleの整数倍でなければならない
(1ply単位の厚さ変更は準等方性を失う可能性があるため)

Material	Direction (degrees)	Integer	Fibers in ply	Area Weight (g/m ²)	Instance
Carbon	0	0	Biaxial - Perpendicular Balance	200	2
Carbon	45	45	Biaxial - Perpendicular Balance	200	2
Carbon	90	90	Biaxial - Perpendicular Balance	200	2
Carbon	-45	-45	Biaxial - Perpendicular Balance	200	2

F.4.2 Two basic quasi-isotropic layups are [0/+45/90/-45] and [0/90/-90]. Quasi-isotropic is used to describe laminates that have identical tensile modulus in the directions checked using matrices. In practice, the reductions between measured angles is ignored for quasi-isotropic layups.

F.2.1.2.b The SES defines the angles where F.4.3.6.c is enforced. For 2023, orientations in either the 90 or 90/-90 directions must be at least 50% of the 0 direction. Estimate values are scaled to 100% in the 0 direction. Extremely low values discouraged. Many sensible and acceptable layups since 2019 returned a CHECK readout (below 50% in some other direction). A skin of [0_{unl}/90_{unl}] fails G.1.4 Good Engineering Practice. Unlabeled on their own have low stability. For thin skins, balanced angles generally enclose uni and increase accuracy in non-unidirectional directions.

F.4.3.6	Directional check	EQ	90	EQ
SKIN STIFFNESS ESTIMATE (GPa)				
0 Direction:	45	44.9	100%	EQ
	0	44.9	100%	EQ
	45	44.9	100%	EQ
	90	44.9	100%	EQ
	135	44.9	100%	EQ
4 Direction:	22	23.5	52%	EQ



例えば [0/45/90/-45] 均等から
1ply減らすと

特定方向の剛性が低下
⇒ 準等方性の喪失

2023SESでは
±60° または90° 方向に0° 時の
50%以上で許容する (SES内Comment)

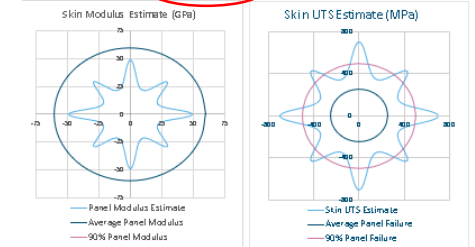
整数倍ではない厚さ違いは
全て Different Layup として
Laminate Test で物性値を求めること

Material	Direction (degrees)	Integer	Fibers in ply	Area Weight (g/m ²)	Instance
Carbon	0	0	Biaxial - Perpendicular Balance	200	2
Carbon	45	45	Biaxial - Perpendicular Balance	200	2
Carbon	90	90	Biaxial - Perpendicular Balance	200	2
Carbon	-45	-45	Biaxial - Perpendicular Balance	200	1

F.4.2 Two basic quasi-isotropic layups are [0/+45/90/-45] and [0/90/-90]. Quasi-isotropic is used to describe laminates that have identical tensile modulus in the directions checked using matrices. In practice, the reductions between measured angles is ignored for quasi-isotropic layups.

F.2.1.2.b The SES defines the angles where F.4.3.6.c is enforced. For 2023, orientations in either the 90 or 90/-90 directions must be at least 50% of the 0 direction. Estimate values are scaled to 100% in the 0 direction. Extremely low values discouraged. Many sensible and acceptable layups since 2019 returned a CHECK readout (below 50% in some other direction). A skin of [0_{unl}/90_{unl}] fails G.1.4 Good Engineering Practice. Unlabeled on their own have low stability. For thin skins, balanced angles generally enclose uni and increase accuracy in non-unidirectional directions.

F.4.3.6	Directional check	EQ	90	EQ
SKIN STIFFNESS ESTIMATE (GPa)				
0 Direction:	45	48.7	100%	EQ
	0	48.7	100%	EQ
	45	41.1	84%	EQ
	90	48.7	100%	EQ
	135	41.1	84%	EQ
4 Direction:	245	23.5	48% CHECK	EQ



Monocoque Laminate Test

②③ Size B Tube 2本分に対するEIおよび吸収Energy等価性・諸元算出

②F.4.3.2- F.4.3.4の証明と同時に③の諸元が得られる

BLANK			
F.4.3.1	Dates of tests:		BLANK
F.4.3.4.a	Metabolic load applicator 50mm (zin radius):		BLANK
	Tube Support Span =400mm L:		BLANK
F.4.3.3.a	Number of tubes =2 n:	Round	BLANK
	Wall thickness (t): 1.2		BLANK
	Outer Diameter (OD): 25.0		BLANK
	Tube cross sectional area (A): 114		BLANK
	Tube second moment of inertia (I): 8509		BLANK
Enter values for minimum and maximum load/deflection in linear-elastic region			
BLANK			
x ₁		mm	BLANK
x ₂		mm	BLANK
F.4.3.3.b	Maximum displacement >=19mm:	0	REJECT
	Absorbed energy at 19mm deflection (Area under curve):		BLANK
y1 to y2	Displacement from bending ($P \cdot L^3 / 48 \cdot E \cdot I$):	#DIV/0!	EQ
	Local crush ($P^2 \cdot P^2 \cdot t / (16 \cdot \pi \cdot S_y^2 \cdot I^2)$):	#DIV/0!	EQ
	Displacement from shear ($0.5 \cdot P \cdot 0.5 \cdot L \cdot \text{shape} / A \cdot 0.3 \cdot E$):	#DIV/0!	EQ
	Displacement from test rig:	#DIV/0!	#DIV/0!
	Rig compliance:	#DIV/0!	EQ
	Theoretical EI: #VALUE!	N*mm^2	EQ
	Tested EI, uncorrected:		EQ
Propagate the yield formula provided in column AC to complete this section.			
	Beam curvature radius for 0.2% strain offset:	0	EQ
	Deflection at curvature:	0.00E+00	EQ
	Yield Force:	N	BLANK
	Maximum Moment:	N*m	EQ
	Theoretical Yield:	305	EQ
	Tested Yield:		EQ

試験結果はその年のみ有効
過去データは無効です。

F.4.3 ラミネートテスト

F.4.3.1 テスト要件

同じテスト結果のセットを、
異なる年の異なるモノコック
に使用してはいけない。

Steel Tube 3-Point Testだけでなく
Composite 3-Point Test
Perimeter Shear Test
Lap Joint Test

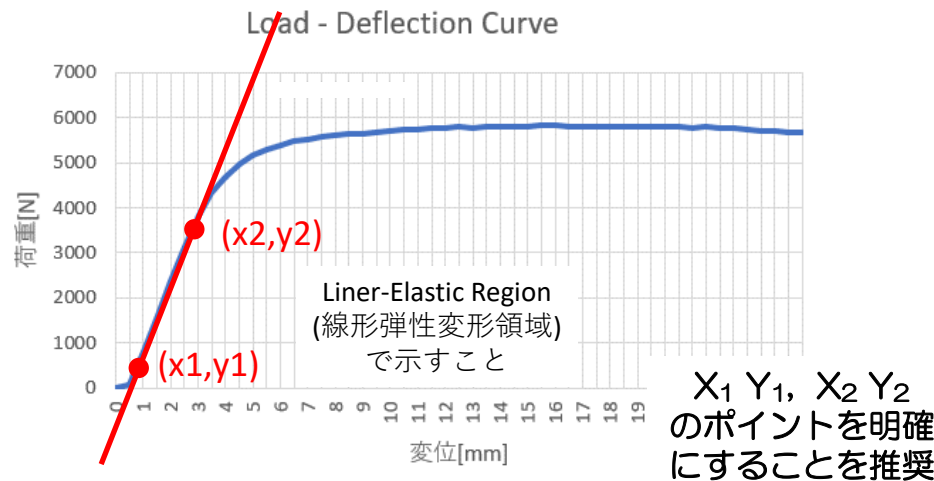
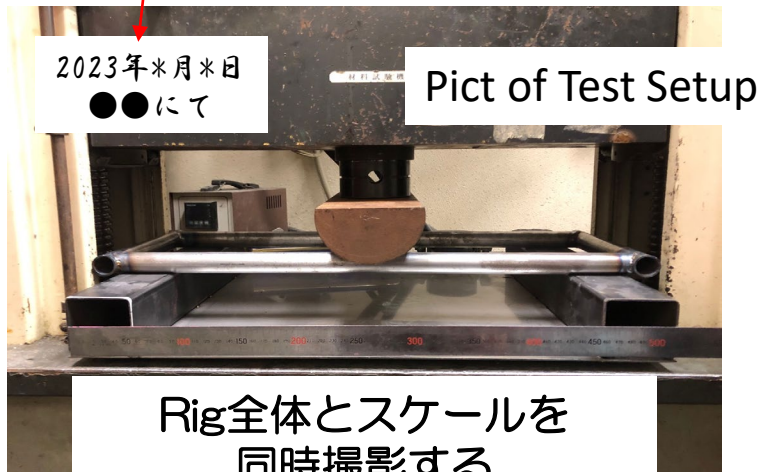
これら全てで共通である

従来の丸パイプだけでなく
角パイプも選択可能。

次ページで説明

Monocoque Laminate Test

写真内に日付がわかる物を一緒に撮影のこと



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 datapoints.
Repeat the energy calculation in column three.
Do not assume all steps are identical.
Propagate the yield formula.

Diap. mm	Force N	Energy J	Yield N
MAX	MAX	19	Intercept
25	5820	98.21	$5.52E+03$
8	0	Formula:	$-4.73E+03$
X1,y1	0.5	80	0.04 $-4.06E+03$
1	810	0.445	$-4.04E+03$
1.5	1610	1.25	$-4.09E+03$
2	2350	2.425	$-4.08E+03$
X2,y2	2.5	3130	3.99 $-4.11E+03$
3	3830	5.905	$-4.06E+03$
3.5	4330	8.07	$-3.81E+03$
4	4680	10.41	$-3.41E+03$
4.5	4980	12.9	$-2.96E+03$
5	5160	15.48	$-2.39E+03$
5.5	5300	18.13	$-1.78E+03$
6	5400	20.83	$-1.13E+03$
6.5	5470	23.565	$-4.46E+02$
7	5520	26.325	$2.54E+02$
7.5	5570	29.11	$9.54E+02$

Yield列はこの
数式を全行に
適用する

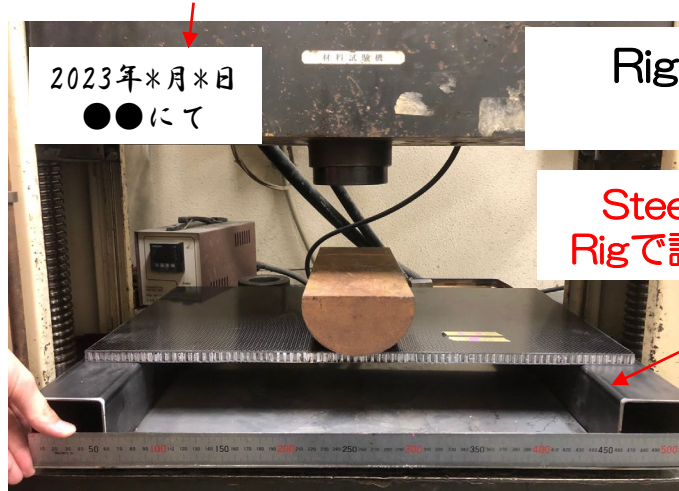
Energy列は
積算値のこと
(後述する)

10.5	5610	30.815	$1.42E+04$
17	5800	83.715	$1.50E+04$
17.5	5810	86.62	$1.57E+04$
18	5800	89.52	$1.65E+04$
18.5	5790	92.415	$1.72E+04$
19	5790	95.31	$1.80E+04$
19.5	580		
20	580		
20.5	578		

生データは
全て記載する事
グラフとの整合
を確認する

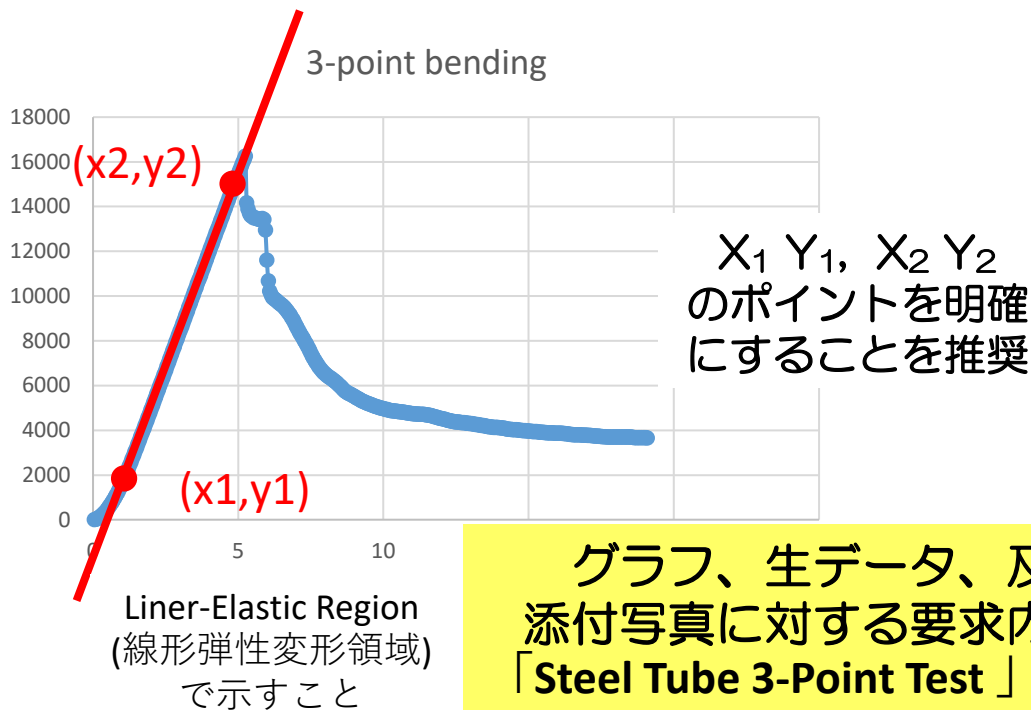
Monocoque Laminate Test

写真内に日付がわかる物を一緒に撮影のこと



Rig全体とスケールを
同時撮影する

Steel Tube Testと同一の
Rigで試験すること！(F.4.3.4)



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

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
Repeat the energy calculation in column t
Do not assume all steps are identical.

Disp. mm	Force N	Energy J
MAX	MAX	19
21.5	14510	125.71
0	8	
0.5	203	0.1015
1	454	0.3285
1.5	705	0.681
2	980	1.171
2.5	1223	1.7825
3	1506	2.5355
3.5	1781	3.426
4	2040	4.446
4.5	2323	5.6075

Energy列は
積算値のこと
(後述する)

生データは
全て記載する事
グラフとの整合
を確認する

16.5	11187	88.2535
17	11566	94.0365
17.5	11921	99.997
18	12300	106.147
18.5	12655	112.475
19	13058	119.004
19.5	13405	125.706
20	13768	132.59
21	14155	139.668
21	14510	146.923
21.5	0	146.923

Monocoque Laminate Test

試験データ入力時の注意点

一部の項目は右添付の実験データが反映されるため、「Displacement」や「Force」、「Energy」の値は、全て記載しなければならない。

Enter values for minimum and maximum load/deflection in linear-elastic region

#1	0.5	mm	EQ	y1	203	N	EQ
#2	20	mm	EQ	y2	13768	N	EQ
Force at panel failure or maximum tested force ymax:				14510	N		EQ
Absorbed energy at test panel height:					J		N/A
Two Size B tubes gradient:				1500	N/mm		EQ
275mm panel gradient:				696	46.38%		EQ

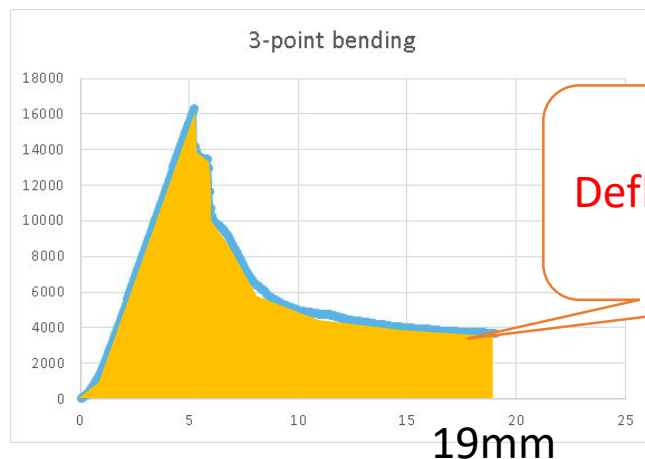
Paste in logged data from test below:
Use mm and N.
It is acceptable to resample the data at a lower frequency to reduce the number
Repeat the energy calculation in column t
Do not assume all steps are identical.

Disp. mm	Force N	Energy J
MAX	MAX	19
21.5	14510	125.71
0	8	
0.5	203	0.1015
1	454	0.3285
1.5	705	0.681
2	980	1.171
2.5	1223	1.7825
3	1506	2.5355
3.5	1781	3.426

Energy列は下式のように累積Energyとなるよう入力のこと

$$\text{Energy}(n) = \text{Energy}(n-1) + (\text{Disp}(n) - \text{Disp}(n-1)) * \text{Force}(n) / 1000$$

 Absorbed Energyの意味を正しく理解すること！



変位19mmまでの
Deflection Curveの面積が
Absorbed Energy

16	10792	82.66
16.5	11187	88.2535
17	11566	94.0365
17.5	11921	99.997
18	12300	106.147
18.5	12655	112.475
19	13058	119.004
19.5	13405	125.706
20	13768	132.59
21	14155	139.668
21	14510	146.923
21.5	0	146.923

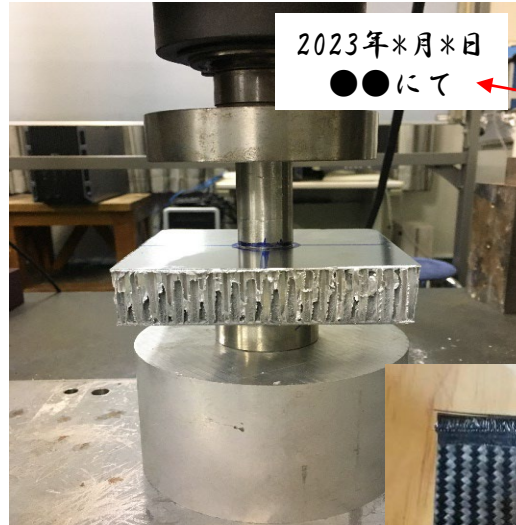
Monocoque Laminate Test

④せん断強度の証明 Perimetr 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.



写真内に日付
がわかる物を
一緒に撮影の
こと

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.

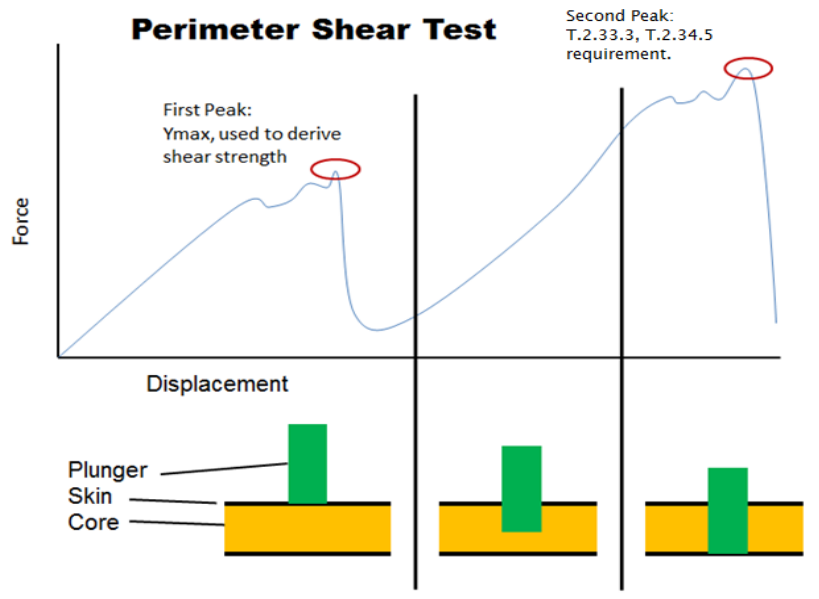
Disp. mm	Force N
MAX	MAX
0	0

生データは
全て記載する事

グラフとの整合
を確認する



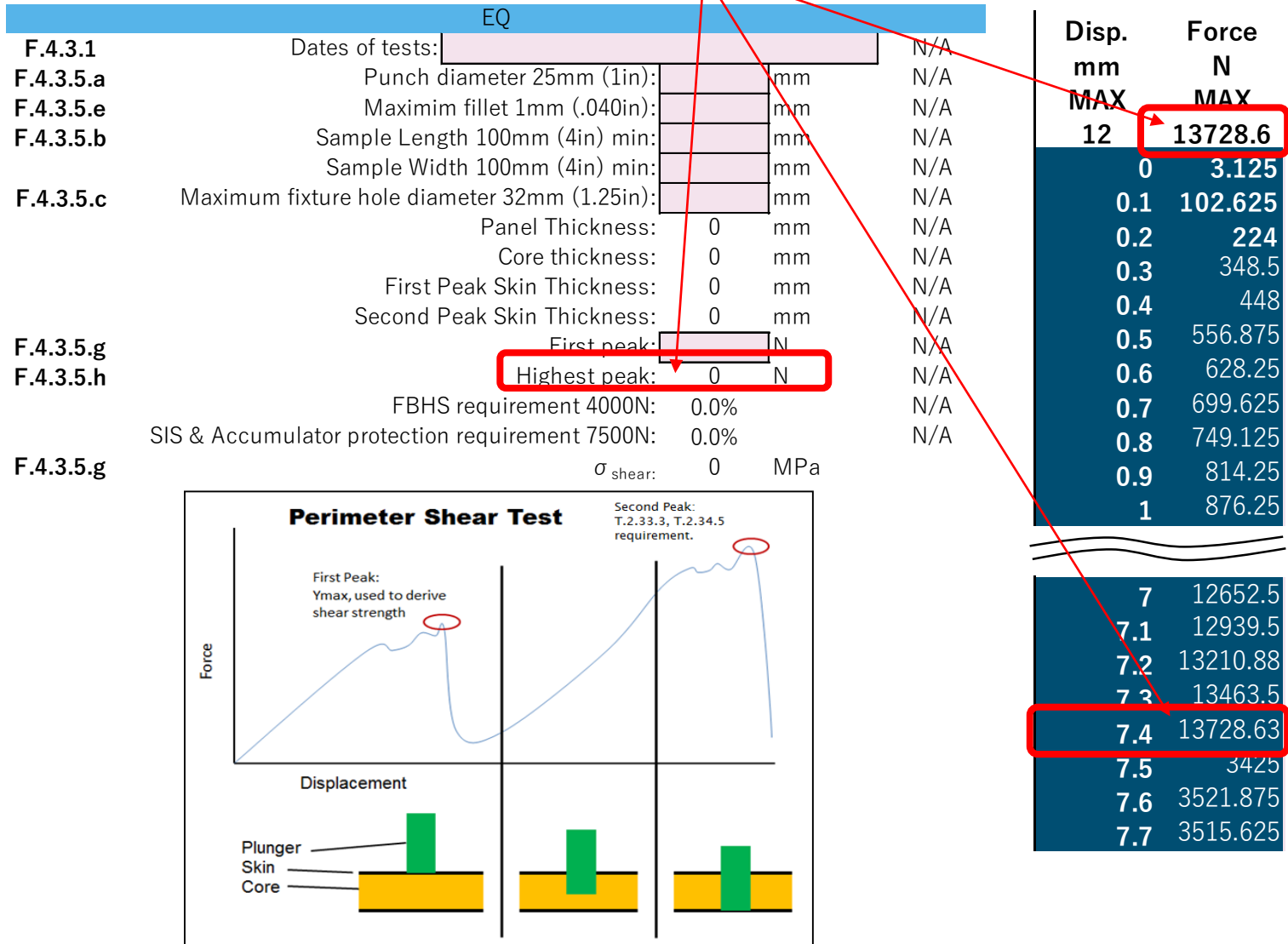
Perimeter Shear Test



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

Monocoque Laminate Test

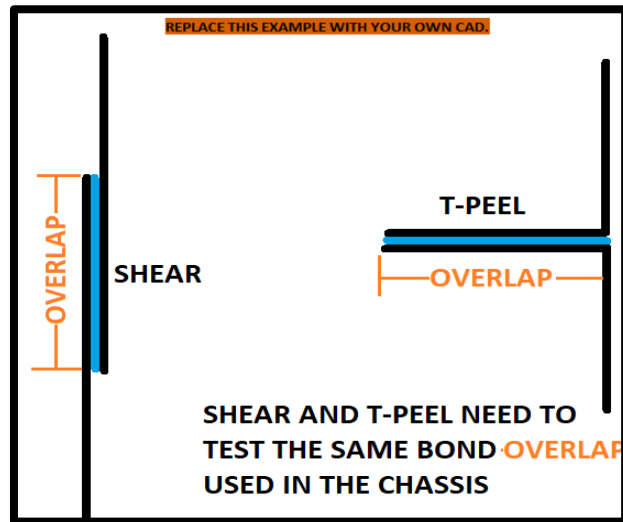
右添付の実験データが反映されるため、Displacement の 最大値に該当する「Force」の値は、全て記載しなければならない。



Monocoque Laminate Test

⑤ Lap-Joint Test (接着強度の証明)

Shear Test(せん断強度)とT-Peel Test (剥離強度)の両方のテスト結果を入力する
試験方法はJIS K-6850 (せん断強度)やK-6854(剥離強度)とよく似ているので参考まで



「Bond prep Process」には接着の下処理(研磨や脱脂)を記入のこと

EQ				
F.4.3.1	Dates of Shear tests:			N/A
F.4.3.7.a	Shear force at failure or maximum tested force:	0	N	N/A
	Shear test sample lap area:		mm ²	N/A
	Lap Joint Shear Strength:		N/mm ²	N/A
	Lap Joint Shear Strength:		Pa	N/A
	Lap Joint Shear Strength:		psi	N/A
F.4.3.7.b	Bond overlap length w:		mm	N/A
	100% shear strength/unit length:		N/mm	N/A
	UTS of skins σ_{UTS} :	#DIV/0!	N/mm ²	N/A
	Outer skin thickness:	0	mm	N/A
	Load/unit length:	#DIV/0!	N/mm	N/A
F.4.3.7.d	Safety Factor		mm	N/A

EQ				
F.4.3.1	Dates of T-peel tests:			N/A
F.4.3.7.a	Force at failure or maximum tested force:	0	N	N/A
	T-peel test sample lap area:		mm ²	N/A
	Lap Joint T-peel Strength:		N/mm ²	N/A
	Lap Joint T-peel Strength:		Pa	N/A
	Lap Joint T-peel Strength:		psi	N/A
F.4.3.7.b	Bond overlap length w:		mm	N/A
	100% T-peel strength/unit length:		N/mm	N/A
	UTS of skins σ_{UTS} :	#DIV/0!	N/mm ²	N/A
	Outer skin thickness:	0	mm	N/A
	Load/unit length:	#DIV/0!	N/mm	N/A
F.4.3.7.d	Safety Factor		mm	N/A

EQ				
F.5.5	0.5 * minimum (T-peel, shear):	0	MPa	
	0.5 * minimum (T-peel, shear):	#####	Pa	
	0.5 * minimum (T-peel, shear):	#####	psi	

Bond prep process:

Monocoque Laminate Test

A. Different or Additional Layup

Layupが複数種類ある場合、SESのF.4.3 Compositeシートを複製し都度試験結果を入力していく

参照方法

F.7 Composite Chassis

A4:B20に各シート名を入力し、各[Layup Used:] のPull-downメニューから選択する

Note: Forces are given in Pa, not Mpa or Gpa.				Tested	Tested	Tested
Material	E (Pa)	S _{Ultimate} (Pa)	Shear (Pa)	Core	Outer	Inner
F.3.4.2 Steel	2.00E+11	3.65E+08	2.11E+08	mm	mm	mm
SIS F.4.3 Composite	8.07E+09	7.11E+07	0.00E+00	20	3	3
MHBS F.4.3 Composite	3.34E+10	1.78E+08	3.13E+07	15	2	2

REJECT			
F.7.4	Front Bulkhead Support Construction:	Composite	EQ
	Size C Steel Tubes Replaced On One Side:	3	EQ
	Layup Used:	MHBS F.4.3	EQ
	Core thickness:		EQ
Scaling option, layup repeats:		Outer skin thickness:	EQ
Scaling option, layup repeats:		Inner skin thickness:	EQ
		Panel thickness:	EQ
	Side View Height (Minus holes and single skins):		EQ

F.7.9-10 Attachments / F.8 Front Protection

各[Type SES Tab Name Of Layup Used] に直接シート名を入力する

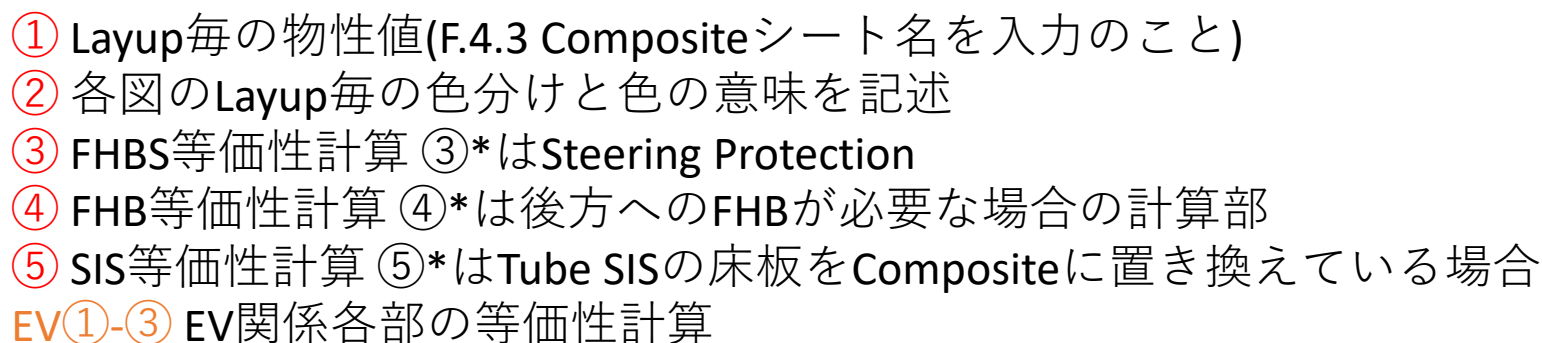
EQ			
F.7.5	Front Hoop Mounts:	Composite	EQ
	Front Hoop Mounts:	Bolted	EQ
Skin used: Both	Type SES Tab Name Of Layup Used:	MHBS F.4.3 Composite	N/A
	Front Hoop centerline length:	1000 mm	N/A
Scaling option, layup repeats: 2	Laminate thickness:	8 mm	N/A
	Skin shear area - centerline x 1 thickness:	0.008 m ²	N/A
	Skin shear strength:	3.13E+07 Pa	N/A

2023 SES(等価構造計算書)

Monocoqueの場合

F.7 Composite Chassis

各部等価性証明 入力概要



F.7 Composite Chassis

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。

The diagram illustrates the requirements for a composite chassis drawing. It includes a legend for pipe specifications (25mm x 2.5mm, 25mm x 1.8mm, 25mm x 1.2mm, 25mm x 25mm x 1.2mm, 25mm x 1.0mm, and Hybrid Panels) and a 3D isometric view of the chassis. A red arrow points from the 3D model to a side view diagram. The side view diagram shows the chassis structure with dimensions (120mm, 30mm, 35°, 60°, 90°, 90°) and a note indicating that the main frame and front hoop are perpendicular to the ground. A red box highlights the side view diagram.

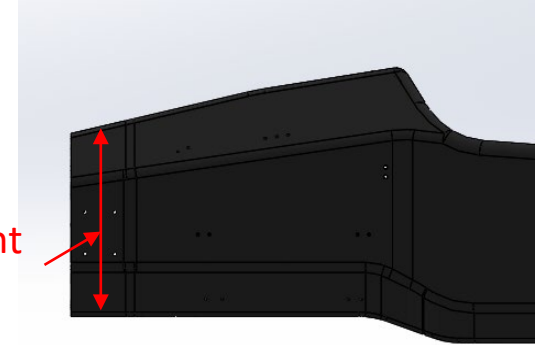
1. 三面図は不要
2. ICVでは燃料タンクを、EVではAccumulator Containerを図示する
3. パイプの色分けはサンプルと同様を推奨
4. 外径25mm、又は肉厚1.2mmより小さいパイプは全て同一色とする

Front Bulkhead Supports (FBHS)

(1) フラットパネル換算

⇒計算シートに寸法を記入すれば Size C Steel tube3本分と
等価性が評価される
入力したPanel Heightが最弱部寸法であることを示すこと
(開口部がある場合はその寸法を減算する)

最弱部のSide View Height
(通常は最小高さ)

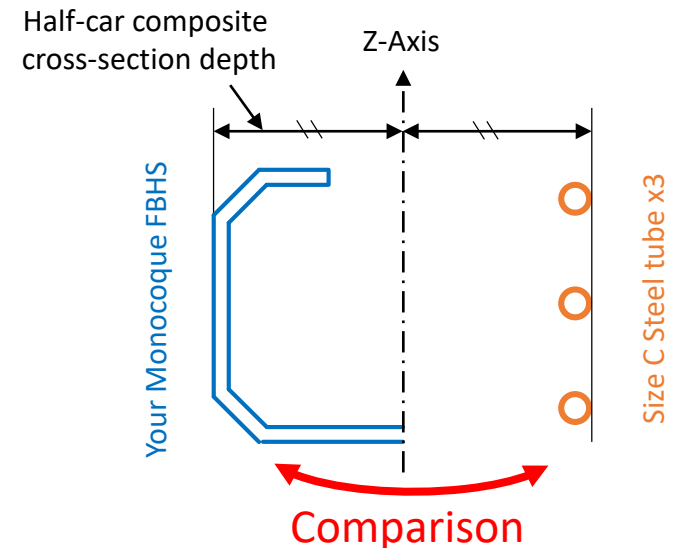


(2) (1)で等価性が100%未満となる場合 OPTION - Half Car ~ を利用する

Half-car composite cross sectional areaには
Skinのみの断面積を入力

Half-car composite cross-section depthには
車両センター軸からの外幅(右図参照)を入力

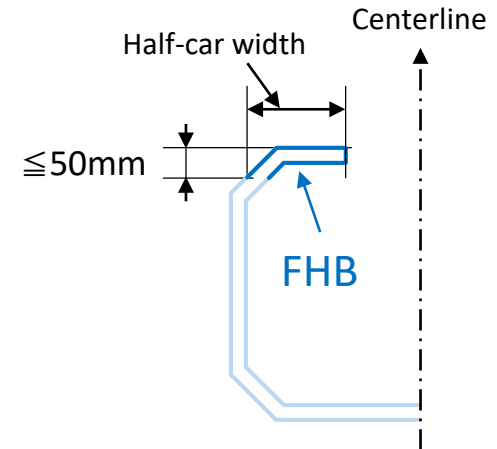
Half-car composite second moment about car centerline
には**車両センター軸(Z軸)周りのSkinだけの**
断面二次モーメントI_{zz}を入力する



Front Hoop Braces (FHB)

(1) フラットパネル換算

⇒ 計算シートに寸法を記入すれば Size B Steel tube と比較評価される
入力した Half-car width が最弱部寸法であることを示すこと
(開口部がある場合はその寸法を減算する)



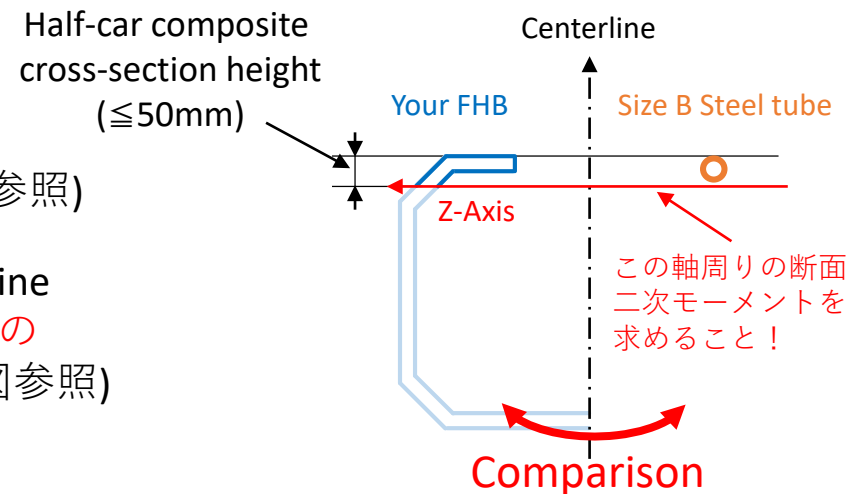
(2) (1)で等価性が100%未満となる場合 OPTION - Half Car ~ を利用する

注！ SES内の基準軸の文言に誤りがあるので注意

Half-car composite cross sectional area には
Skinのみの断面積を入力

Half-car composite cross-section height には
天辺からFBHとみなす高さ (≤ 50mm) を入力 (右図参照)

Half-car composite second moment about car centerline
には **FHB** とみなす部位の下端を水平に通る軸周りの
Skinのみの断面二次モーメント I_{zz} を入力する (右図参照)



Side Impact Structure (SIS)

(1) フラットパネル換算

F.4.4に基づきフラットパネル換算以外での等価性証明は一切認められない

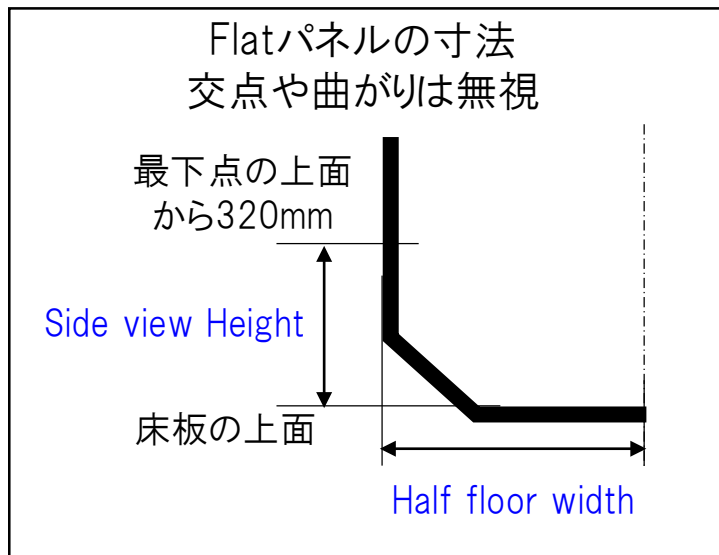
⇒計算シートに寸法を記入すれば

Vertical Wall vs Size B Steel tube x2

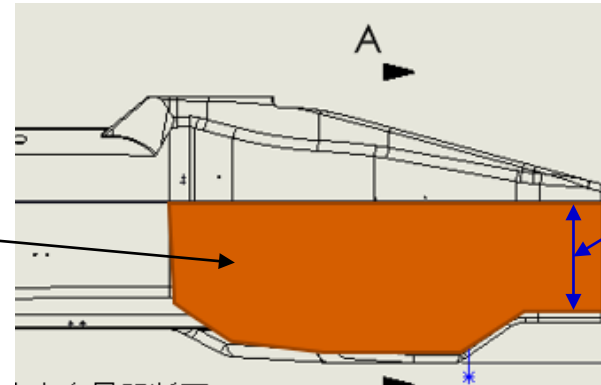
Horizontal Wall vs Size B Steel tube x1

で等価性が評価される

(開口部がある場合はその寸法を減算する)



SIS該当部分



最弱断面

SISの最弱断面で基準を満たすこと！

Primary Structureの中でもRoll Hoopに次いで
重要なDriver Protectionであるため、
Rulesに基づいて確実に等価性を証明すること！

Main Hoop Brace Support (MHBS)

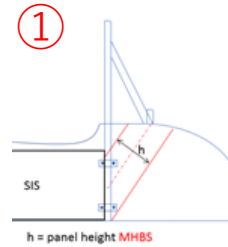
(1) フラットパネル換算

⇒計算シートに寸法を記入すればSize C Steel tube 2本と比較評価される
入力したSide view heightが最弱部寸法であることを示すこと
(開口部がある場合はその寸法を減算する)

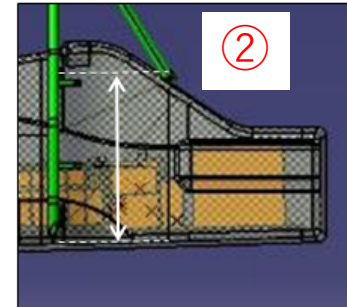
通常は①の寸法hを用いる

MHBSがM.Hoop↔MHB Attachment間が
FloorまでFlat Panelとみなせる場合は
②のPanel Heightを用いてよい

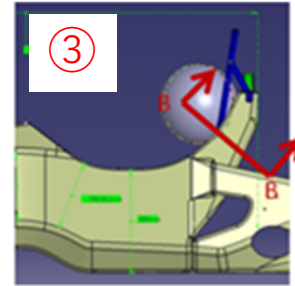
③はフラットパネル換算で等価性を
証明できない場合(2)についての言及



Ideally, monocoques orient their strength from midway between the MH mounts to the MHB.



Monocoques that extend below the MHB to a flat floor may use this flat panel height.



Monocoques with a limited path must use the minimum section, and are strongly encouraged to monitor laminate directional strength.

(2) (1)で等価性が100%未満となる場合 OPTION - Half Car ~ を利用する
入力寸法や注意点はFBHSと同様であるため割愛する

Accumulator Side Protection

Tractive Side Protection

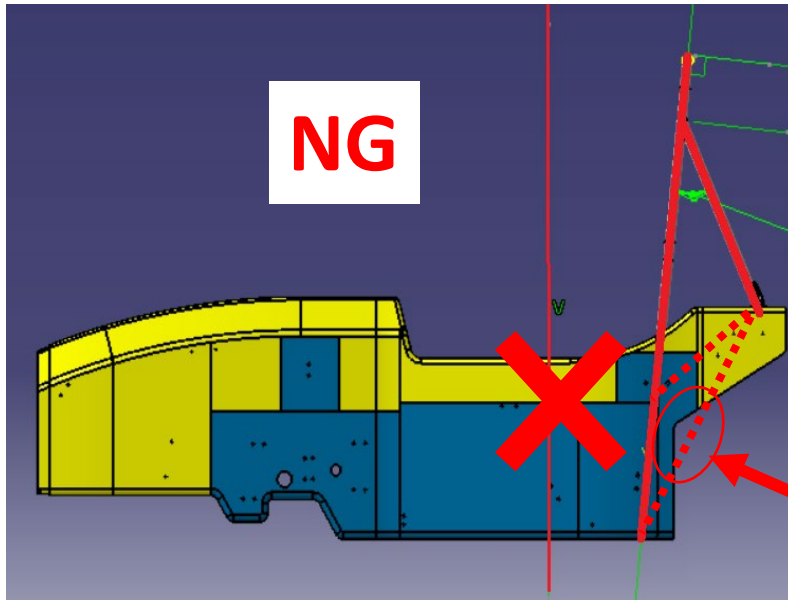
Rear Impact Protection

(1) フラットパネル換算

⇒計算シートに寸法を記入すればSteel tubeと比較評価される
入力したSide view heightが最弱部寸法であることを示すこと
(開口部がある場合はその寸法を減算する)

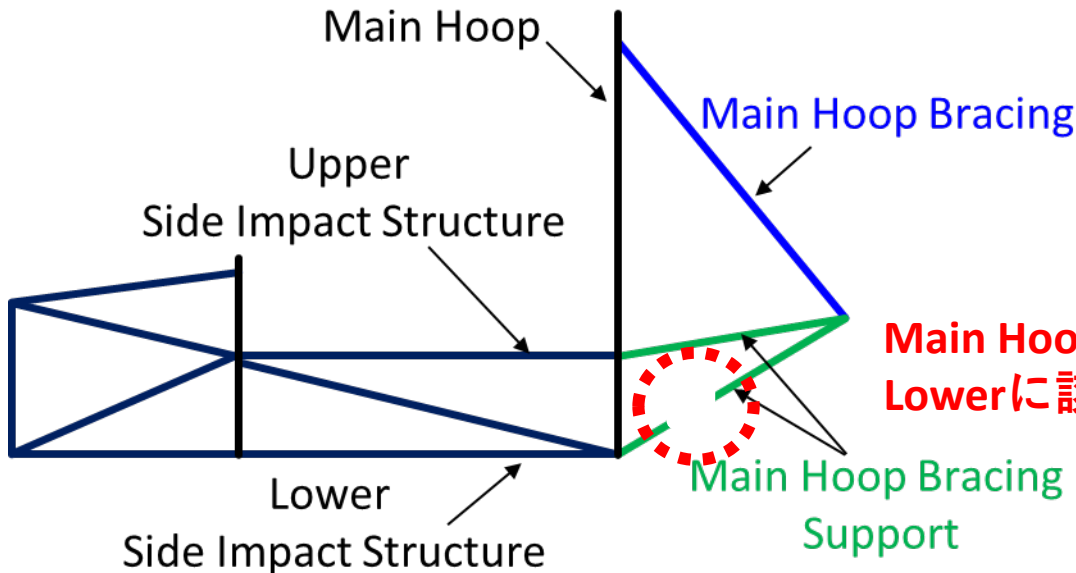
(2) (1)で等価性が100%未満となる場合 OPTION - Half Car ～ を利用する

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。

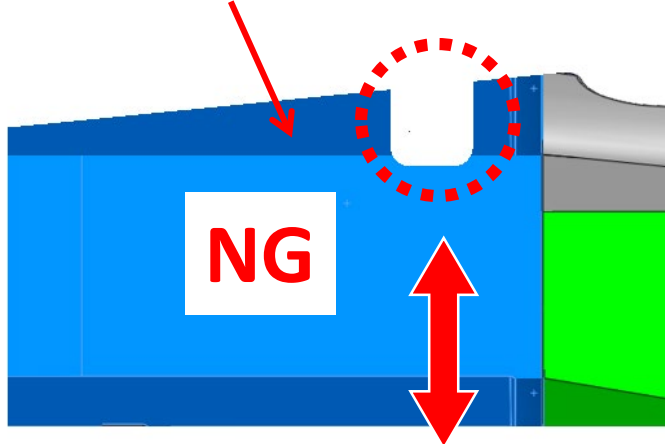
**Composite material is
insufficient.**



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

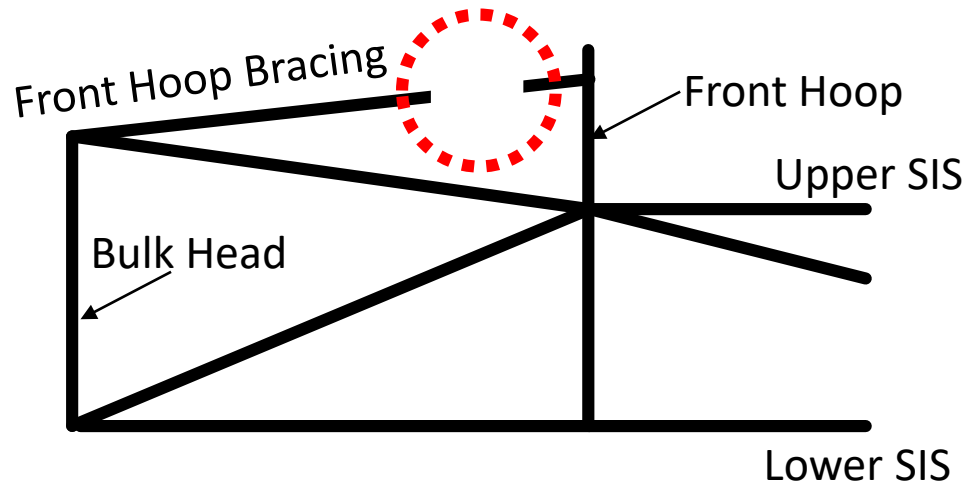
Monocoque 不適切事例

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



2023 SES(等価構造計算書)

Monocoqueの場合

F.10-11 Attachments

F.10-11 Attachments

S.Harness attachment
試験図

試験結果
図示
(変位-荷重曲線)

BLANK

MOOSE ATTACHMENTS

Lap, Anti-submarine attachment
試験図

試験結果
図示
(変位-荷重曲線)

BLANK

MOOSE ATTACHMENTS

S.Harness Structure
寸法証明(CAD)

寸法証明(CAD)

LO

SHOULDER: HARNESSES STRUCTURE

寸法証明(CAD)

寸法証明(CAD)

Lap & Anti-sub Structure
寸法証明(CAD)

寸法証明(CAD)

LO

LAP: ANTI-SUB, 7th Point

寸法証明(CAD)

寸法証明(CAD)

F.Hoop mount
寸法証明(CAD)

寸法証明(CAD)

LO

F: HOOP MOUNT

寸法証明(CAD)

寸法証明(CAD)

M.Hoop mount
寸法証明(CAD)

寸法証明(CAD)

LO

M: HOOP MOUNT

寸法証明(CAD)

寸法証明(CAD)

Hoop Brace mount
寸法証明(CAD)

寸法証明(CAD)

LO

H: HOOP BRACE MOUNT

寸法証明(CAD)

寸法証明(CAD)

Strength of Lap and Anti-sub Attach point

Strength of Lap and Anti-sub Attach point

Equivalency to S.Harness bar And Strength of Attach point

Equivalency to S.Harness bar And Strength of Attach point

Strength of M.Hoop mount

Strength of M.Hoop mount

Strength of Hoop Brace mount

Strength of Hoop Brace mount

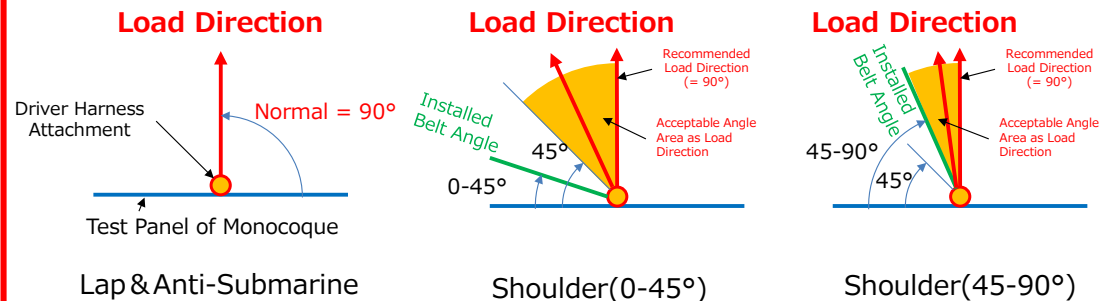
Actual Test section
Of Harness Attachments

Select Structure and fill in BLANKs

2023年 変更

BLANK			
	7th Point Attachment:		BLANK
	Same insert design as lap or anti-sub?:		N/A
F.7.10.1.c	Force at failure or maximum tested ≥ 15 kN:	0 N	N/A

2023年 変更



2023年、荷重を掛ける方向が指定された。

Harness Attachments

実荷重テスト

Lap Belt と Anti-Submarine Belt の固定点を共有する場合、
30kNの強度が求められる
共有しない場合は No;Separateを選択する(要求強度はそれぞれ15kN)

Lap Belt と Anti-Submarine Beltが独立Mount

EQ				
	Lap belt and anti-submarine attachment:	Monocoque		EQ
F.7.10.1.d	Lap and anti-sub share attachment or insert?:	No; Separate		EQ
F.7.10.1.d	Minimum spacing, lap to anti-sub 125mm (4.92in):	130	mm	EQ
F.7.10.2.a	Minimum distance, fixture to load 125mm (4.92in):	130	mm	EQ
F.7.10.1.c	Force at failure or maximum tested $\geq 15\text{kN}$:	16000	N	EQ

EQ				
	Separate Anti-Sub:	Monocoque		EQ
	Same insert design as lap or anti-sub?:	Yes		EQ
F.7.10.1.c	Force at failure or maximum tested $\geq 15\text{kN}$:	0	N	N/A

Lap Belt と Anti-Submarine Beltが共有Mount

REJECT				
	Lap belt and anti-submarine attachment:	Monocoque		EQ
F.7.10.1.d	Lap and anti-sub share attachment or insert?:	Yes		EQ
F.7.10.1.d	Minimum spacing, lap to anti-sub 125mm (4.92in):	130	mm	N/A
F.7.10.2.a	Minimum distance, fixture to load 125mm (4.92in):	130	mm	EQ
F.7.10.1.d	Force at failure or maximum tested $\geq 30\text{kN}$:	16000	N	REJECT

EQ				
	Separate Anti-Sub:			N/A
	Same insert design as lap or anti-sub?:			N/A
F.7.10.1.c	Force at failure or maximum tested $\geq 15\text{kN}$:	0	N	N/A

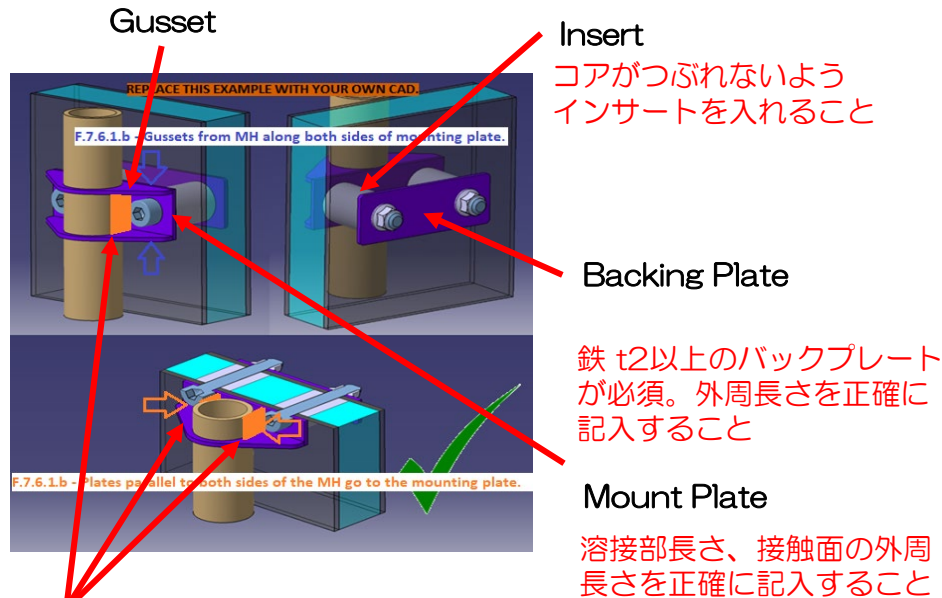
N/Aとなり記入不要

Attachment point Calculation

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)



Parallel Plateの追加

Steel t2以上

Mount plate, Main Hoopと溶接のこと

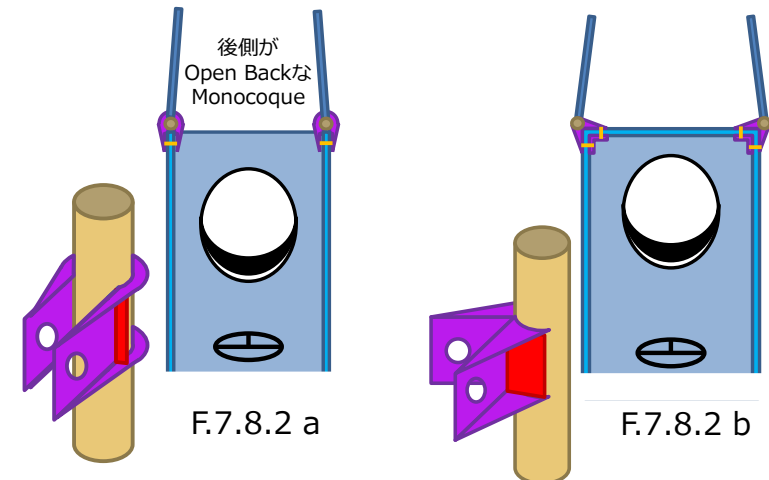
2023年 追加

F.7.6.1

2023年 追加

Tubing構造をMonocoqueに
Attachmentで固定する場合
の接続方法の指定

F.7.8.2



どちらかの構造しか認められない

F.8 Front Protection

Monocoque特有部分のPick Up (それ以外はFront Protectionのガイダンスと同じ)

Insert Pictures - may be added left or below

(a) Standard Impact Attenuator/Decelerator

(b) Additive Material Properties

Indicate selected value, include units conversion

(c) Composite Material Resists

(If not already on 3-Point test table)

Insert Pictures - continued:

(d) Wing Detachment Material Properties

(e) Other Wing Detachment Calculations

(If not using standard fastener shear)

Insert measurement of IA front toe edge height.

Shear Dimensions

Do not count holes as part of this area.

Even with anachron, non-combined used area is usually <25% of this face.

FBH Structure 寸法証明(CAD)

Front Bulkhead CAD with dimensions required. Include skin and construction, height, width, and moment of inertia.

Annually tested items must be permanently marked with the date. Tested items must be presented during Technical Inspection.

Insert Test Pictures - may be added below:

(a) IA and FB test fixtures before the test (F.8.7.4.d) which also shows the method of seating AP at least 50mm from any rigid structure (F.8.7.4.g)

(b.) IA, Anti-Intrusion Plate after the IA test (F.8.7.4.d) which shows the deflection was less than 254mm (F.8.7.4.d)

(c) IA/AP Force Displacement Curve

(d) IA Energy Displacement Curve

EQ Attenuator and Diagonal

EQ Anti-Intrusion Plate

BLANK IA Attachment, Wing Detachment

EQ Front Bulkhead, Composites Diagonal

EQ AIP and Diagonal Attachment

EQ Physical Test Fixture Guidance

EQ Physical Tests

Front view, show the front wing and mounts are entirely outside of below the front bulkhead.

Show total number of fasteners for standard shear calculation.

Show fastener UTS source / conversion.

IA-Type, FBH sizeで
Diagonal 要不要が決まる
↓
Diagonalが必要な場合は
F.8.4.3適合証明方法を選択する

Equivalency of FBH

Select Structure and fill in BLANKs

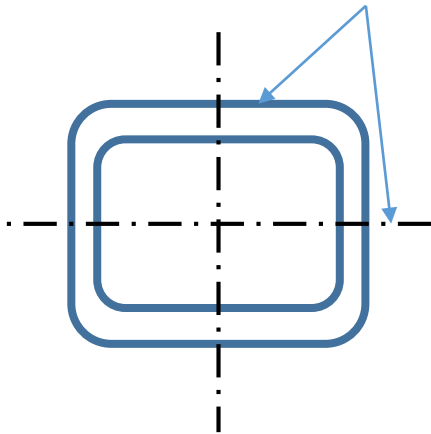
Equivalency of Front Bulkhead

Baselineパイプ2本と等価以上であることを証明する

(1) Flat Panel換算

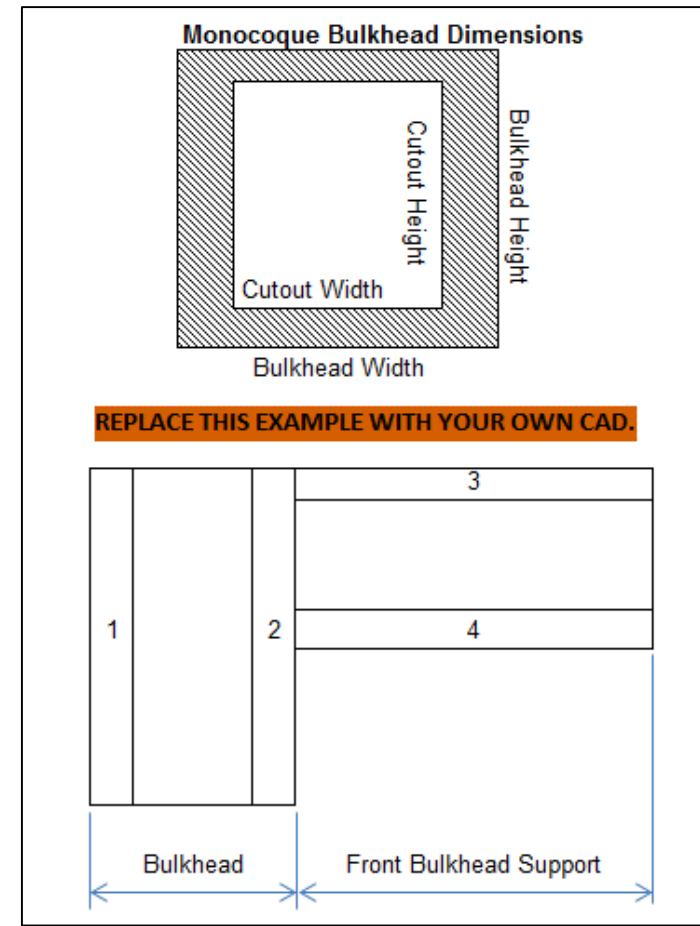
Front Bulkheadの弱い対辺のBulkhead面およびFBHSのBulkhead後面から25.4mm分のパネルと、Baseline 2本とで比較評価される。

弱い方の対辺で計算される



証明方法はF.7.2.1によりFlat Panel 換算のみ

FBHS部分はF.7 Composite Chassisの入力値が使用されるので
そちらを先に入力しておくこと



F.7.2.1 L shaped Model