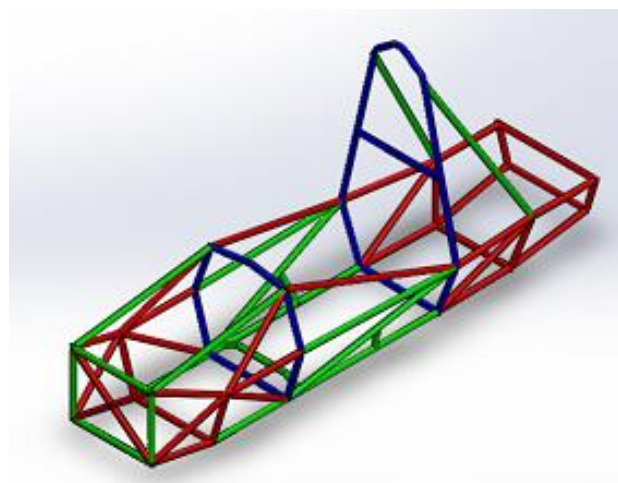


2024 SES（等価構造計算書） ガイダンス

F.3.1-4 Tube Chassis



SES : Structural-Equivalency-Spreadsheet

構造の等価性（を証明する） 計算書 ⇒ 等価構造計算書 と呼んでいます。

○SESの定義

F.2.1 Structural Equivalency Spreadsheet - SES

F.2.1.2 The SES provides the means to:

- a. Document the Primary Structure and show compliance with the Formula SAE Rules
- b. Determine Equivalence to Formula SAE Rules using an accepted basis
 - a. SESで基本構造を文書化し、SAE Rulesに準拠していることを示す。
 - b. SAE Rulesとの同等性を証明する。

○SESの主旨

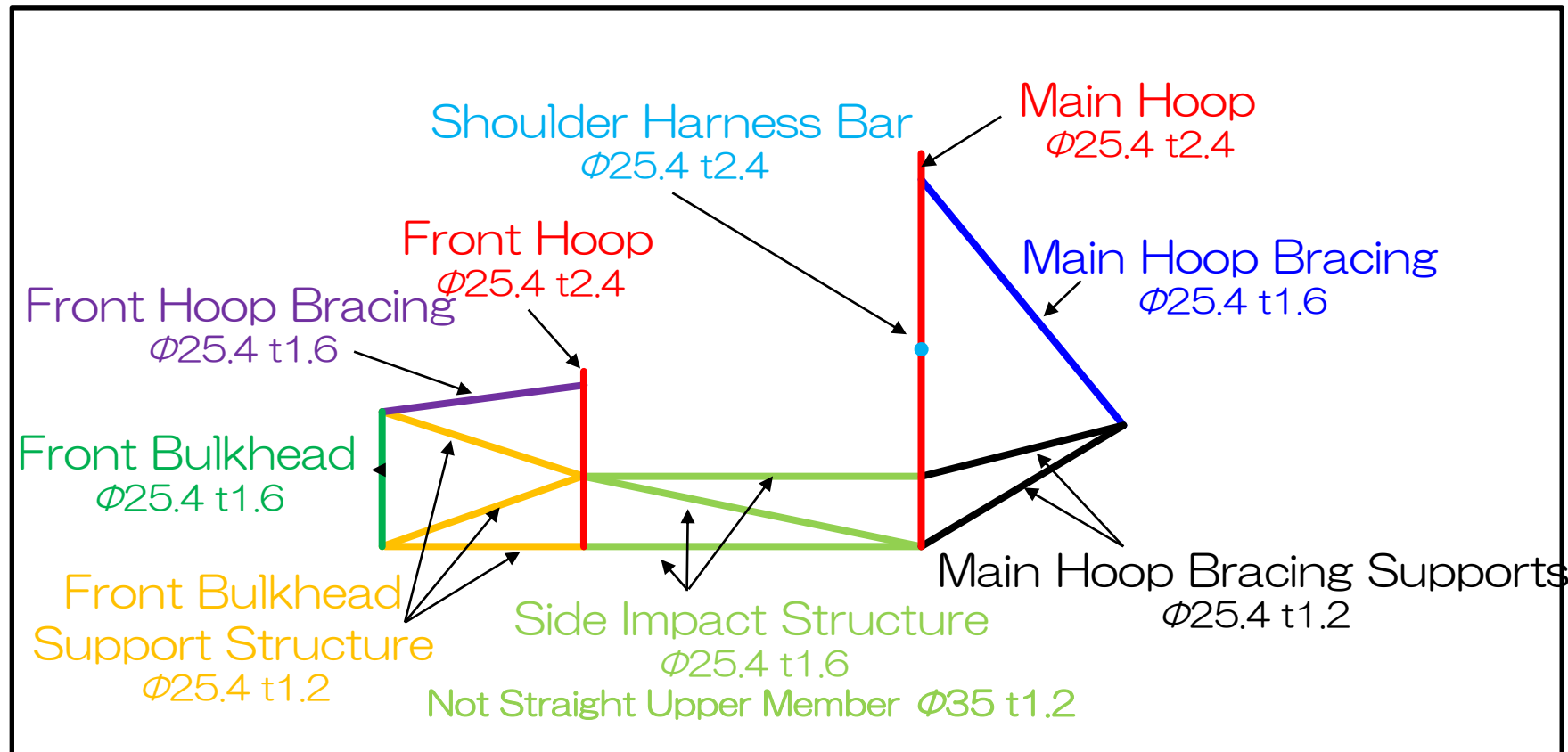
FSAEルール、F.のパートに基本構造（Primary Structure）が最低限満たすべき要求が記載されており、SESは設計レベルでそれを証明するためのシートである。

SESの審査により設計段階でのルール不適合を早期に発見し、フレームの致命的な作り直しを回避する役割も持っているため、できるだけ早い段階から完成度の高いSESを提出できるようにすることが望ましい。

SESって何？

SESは下に示す標準構造に対して同等以上であることを証明するための計算書

このことを考慮して数値を記入する必要がある



基本構造(Primary Structure)は万一の際に**ドライバの命を守るための最後の砦**。
SES審査をパスできないということは**最低限の安全性も担保できない危険な車両を設計しているということに他ならない**。この点を十分肝に銘じておくこと。

初めに、この部分の注意事項を理解すること

2023 FSAE Structural Equivalency Spreadsheet (SES), includes Impact Attenuator Document (IAD)

Steel Tube 1.1 Acc F

There are two versions of the 2023 SES: Steel Tube and Monocoque/Hybrid/Non-Ferrous.

Aluminum equivalance may be used in the Steel Tube SES for Anti-Intrusion, EV Rear Impact, or Accumulator Containers and Mounting.

Steel can be used for any part of the frame in the Monocoque/Hybrid/Non-Ferrous SES.

F.3.4.2 - Any and all steel grades are assigned the same material properties. No material properties for different grades may be used in the SES.

Teams using multiple chassis in one season: Comment below the SES submission with a link to the SES for the second chassis, before the Action Deadline.

Only cells of this color can be edited. Enter all values as positive numerals.

Drop down options can be identified by the heavy border. Delete will clear the entry.

Each entry, each category, each tab, and the entire sheet are coded as one of the following:

BLANK EQ CHECK REJECT N/A

The status of some cells depends on entries in other cells.

SELECT YOUR UNITS. The entire SES will be completed in either mm or Inch. Inch tubing can be entered in mm, and vice versa.

Keep a copy of the rules open to reference rule numbers directly while filling out the SES.

Fill in all **BLANK** sections on **ALL TABS**. Start with any drop downs in the top left corner of each tab.

Replace example images with your own clear, undistorted CAD, showing all required dimensions in a moderate filesize. **Each SES file 25Mb max.**

Read the additional guidance on the right side of this sheet.

F.2.2.1 SES forms must be completed and submitted by all teams no later than the date specified in the Action Deadlines on the specific event website.

DR.3.2.1 Submission of late, blank, incomplete, or previous car's SES will incur a competition point penalty.

DR.3.1.2.b Do not submit an updated document after the deadline without having the previous document rejected.

DR.3.1.2.b Submit a comment requesting a rejection on your team's SES page on fsaeonline.com. Submissions or comments on FSAEonline.com will send a notification to your re

DR.3.1.3 Please respond quickly and thoroughly to requests for revisions or clarifications. Your team's response time influences Tech Inspection order.

IN.8.1 Bring an **ELECTRONIC** copy of the approved SES to Tech Inspection. It is your responsibility to bring a functioning, charged tablet or laptop. Bring backups. **DO NOT F**

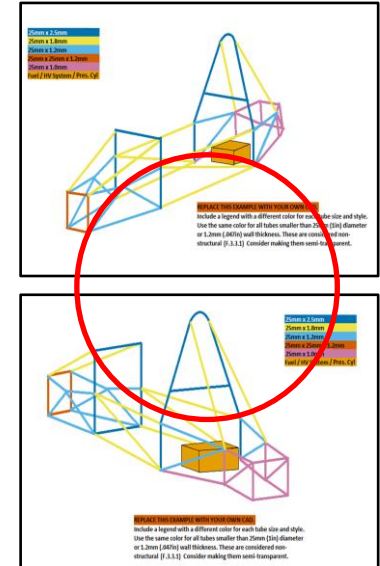
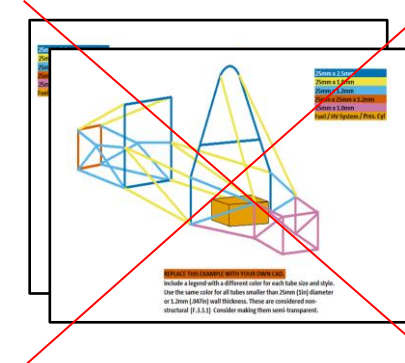
IN.1.4 Approval of an SES does not guarantee passing Tech Inspection. The final decision about all designs will be made at Tech Inspection.

- ・入力項目はピンク色のセル
- ・太枠のセルは、ドロップダウンから選択
- ・入力項目は「EQ」になっていること

エビデンスの提示エリア

- 入力した数値はその根拠を示す図面を基本的にそのエリアゾーン上下に提示する事。審査する側がエビデンスを確認しやすいように添付してください。

Front Hoop (FH), Steering Protection のエビデンス記載エリア例（パイプサイズ除く）



複数枚のエビデンスを添付したい場合は、
重ね貼りをせず、縦方向に並べること。

Cover

基本条項を入力する

University Name					BLANK
Team Name					BL
Competitions	May - IC	June - EV	Other - Edit	Other - Edit	EQ
Car Numbers					BLANK
Team Contact(s)					BLANK
Email Address(es)					BLANK
Faculty Advisor	Email Address	Chassis Rules	Powertrain		EQ
		Select Drop Down	Select Drop Down		BLANK

「Other Equivalence」を選択したチームは別資料：「2024_SESガイダンス_モノコック」を参照して、SESを作成すること。

Overall ready to submit for review?

F.3.1-4 Tube Chassis	BLANK	BLUE: NO. BLANK ENTRY. INCOMPLETE. CHECK ALL TABS.	BLANK
F.10-11 EV Accumulator	BLANK	This will not change until all required entries are filled out. Check all tabs.	
F.8 Front Protection	BLANK	Incomplete submissions will incur a penalty.	
F.3.4.3 Welded Inserts	BLANK	RED ORANGE: NO. GROUNDS FOR REJECTION. CHECK ALL TABS.	
F.5.12 Bolted Members	BLANK	The SES will permanently REJECT for removing any tab. Fill out a free	REJECT
		Locate all violations and bring the design into compliance before submitting.	
		Grounds for rejection could be considered incomplete and incur a penalty.	
		SKY: YES. RULES EQUIVALENCE.	EQ
		Document is ready for review. Double check triangulation.	
		Sheet protection must still be active when submitted, or the SES will be rejected.	
		YELLOW: YES. CHECK ADDITIONAL EQUIVALENCIES.	CHECK
		Some entries require additional tubes or documentation.	
		Once these are added, document is ready for review.	

BLANK

mm Units

「Japan」と記入

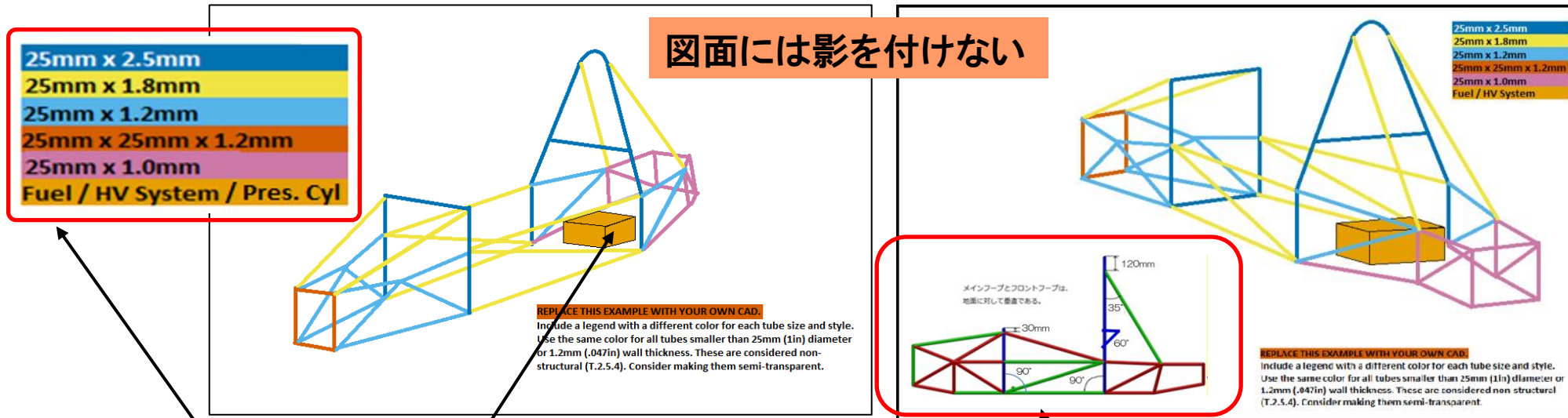
OKを示す

他のシートにも必要事項を入力し、「BLANK」が無いようにすること。

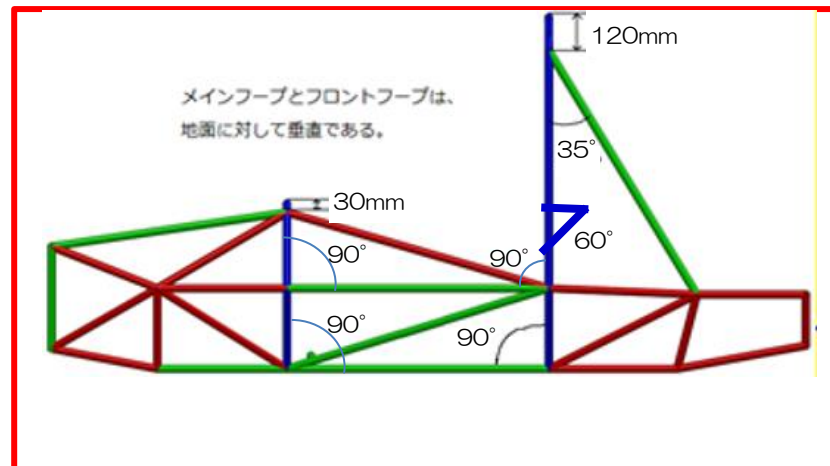
単位は「mm」を選択し、添付する図面の記載と合わせること。

アイソメ図 & 側面図

アイソメ図は下記に示す様に、前方・後方を入力する



1. ICVでは**燃料タンク**を、EVでは**Accumulator Container**を図示する
2. パイプの色分けはサンプルと同様な書き方を推奨
3. 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



各部寸法を示す側面図を上図の様に追加して下さい
(審査をスムーズにする為)

Front Hoop (FH)

記入した数値が正しいことを確認できる図面を添付すること

BLANK Front Hoop (FH), Steering Protection

F.5.7.2-3 The FH runs from the lowest frame member on each side. The FH may be multiple pie

F.5.6.2.b Front view FH bends below the Upper SIS must meet a triangulated FBHS or SIS nod

F.5.6.2 All FH side view bends must meet a triangulated FBHS or SIS tube end.

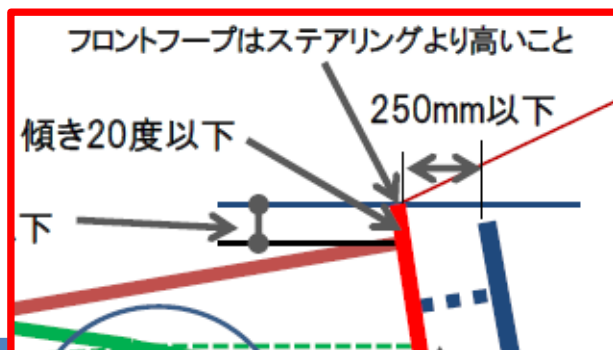
BLANK				
F.5.7	Front Hoop (FH)	Minimum	Tube Used	EQ
F.3.2.1.c	Example: 25mm x 2.5mm round	Size A		BLANK
F.3.4.1.a	Wall thickness:	2	mm	BLANK
	Square side:	25	mm	BLANK
	Wall thickness:	2.0	mm	BLANK
	Square side:	25.0	mm	BLANK
	Tube cross sectional area (A):	173	mm ²	BLANK
	Tube second moment of inertia (I):	11320	mm ⁴	BLANK

BLANK				
F.5.7.4	Turned Steering Wheel minimum below FH top:		mm	BLANK

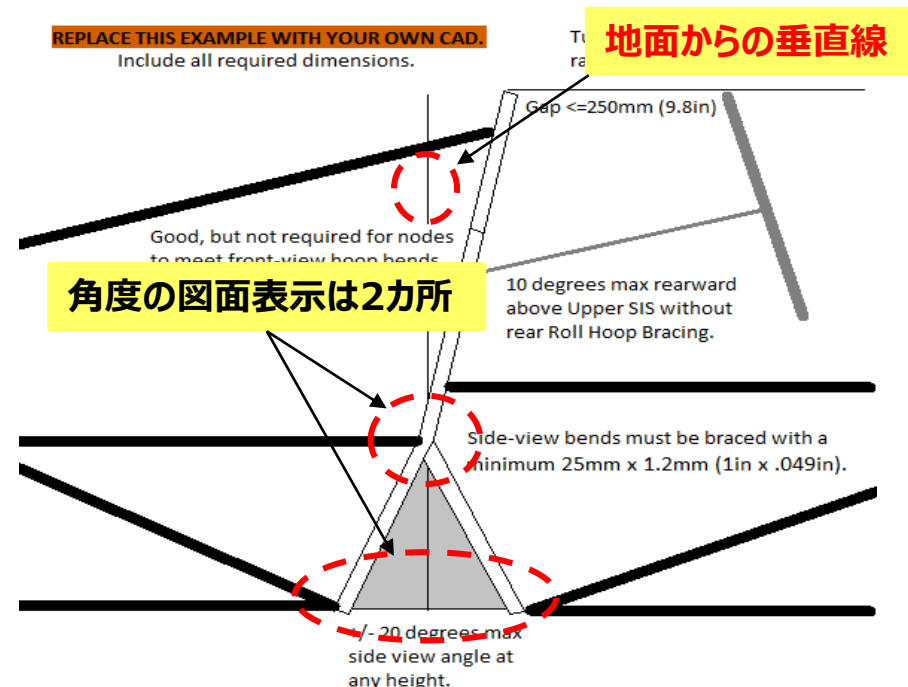
BLANK				
F.5.7.5	FH to Steering Wheel gap <=250mm (9.8in)		mm	BLANK

BLANK				
F.5.7.6	FH side angle above Upper SIS <=20 degrees:		degrees	BLANK

BLANK				
F.6.3.5	FH rearward lean above Upper SIS <= 10, or braced:		degrees	BLANK
Rearward Front Hoop Brace is not required.				



REPLACE THIS EXAMPLE WITH YOUR OWN CAD.
Include all required dimensions.



角度の図面表示は2カ所

- ・FHとステアリングとの距離
 - ・250mm以下とは、FH後端とステアリング前側の距離 (内寸)
 - ・FHの角度は2カ所記載するため、角度が同じであっても図面表示は2カ所必要
- これらを適切に明記し、各セルに入力した数値が正しいことを確認できる図面を添付すること。

Front Hoop (FH) Main Hoop (MH)

BLANK Front Hoop (FH), Steering Protection

F.5.7.2-3 The FH runs from the lowest frame member on each side. The FH may be multiple pie

F.5.6.2.b Front view FH bends below the Upper SIS must meet a triangulated FBHS or SIS nod

F.5.6.2 All FH side view bends must meet a triangulated FBHS or SIS tube end.

BLANK

Main Hoop (MH), Shoulder Harness Bar (SH)

F.5.8.1-2 The Main Hoop extend, uncut, from the lowest frame member on both sides

F.5.6.2 All bends below the Upper SIS must have an SIS or MHBS tube within 25mm.

F.5.8.3.b Main Hoop side view bends must be braced to an MHBS or SIS node.

2023年ルール改訂

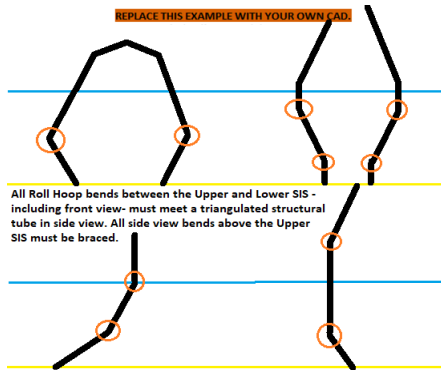
F.5.6.2 Roll Hoops 新規要件追加

The Main Hoop and Front Hoop must be Triangulated into the Primary Structure with structural tubing.

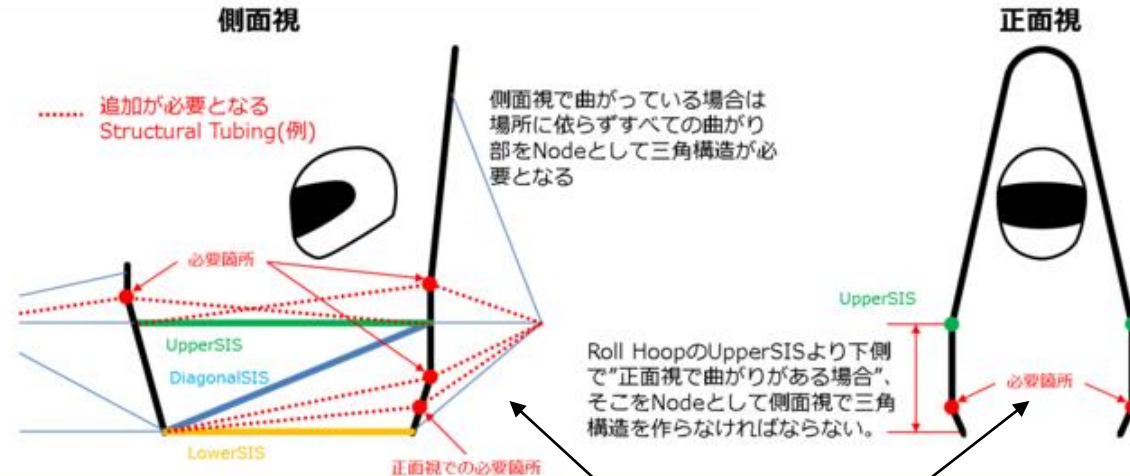
The Triangulation must be at a node in side view for:

- Bends in side view
- Bends in front view below the Upper Side Impact Structure F.6.4, F.7.5

モノコックも対象なので注意のこと！



解説



- F.5.6.2の適合性を、SESに添付されたフレーム図で審査します。
FH&MHに曲げがある場合、サポートパイプが必要になるケースがあります。
(SES内のセルに値を入力する項目は無い)

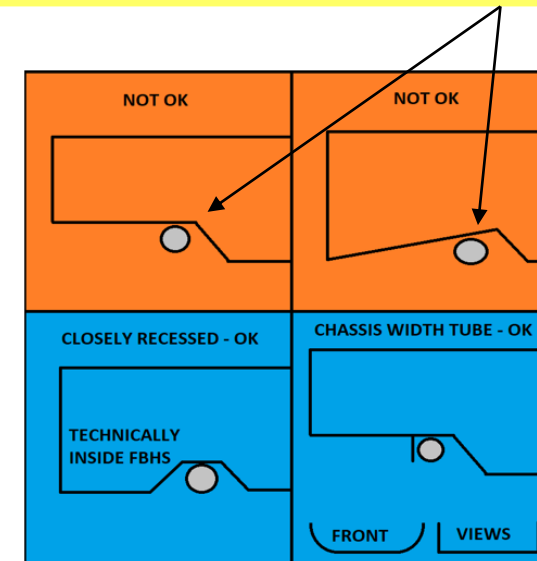
Steering Protection

記入した数値が正しいことを確認できる図面を添付すること

Steering rackの位置を選択

BLANK		degrees		BLANK
F.6.3.5 FH rearward lean above Upper SIS ≤ 10 , or braces Rearward Front Hoop Brace is not req				
BLANK				BLANK
F.5.14	Steering rack is inside the FBHS?			BLANK
Additional steering protection required the FBHS.				
F.5.14	Steering Protection	Minimum	Tube Used	EQ
F.3.2.1.n	Example: 25.4mm x 1.2mm round	Size C		BLANK
F.3.4.1.c	Wall thickness:	1.2	mm	BLANK
	Square side:	25	mm	BLANK
	Wall thickness:	1.2	mm	BLANK
	Square side:	25.0	mm	BLANK
	Tube cross sectional area (A):	91	mm ²	BLANK
	Tube second moment of inertia (I):	6695	mm ⁴	BLANK

Belowの例。Protectionが必要となる。



- Steering rackがFBHSに対してどこに取り付けられるかを選択。(inside、above、below)
- **above、below**の場合は、Protectionが要求される。
パイプ形状、サイズ等を入力し、それを示すエビデンス、図面を添えること。
- **inside**の場合は、エビデンス添付は求めない。

Front Bulkhead Supports (FBHS), Front Hoop Braces (FHB)

記入した数値が正しいことを確認できる図面を添付すること

BLANK				
F.6.2	Front Bulkhead Support (FBHS)	Minimum	Tube Used	EQ
F.3.2.1.b	Example: 25.4mm x 1.2mm round	Size C	Round	EQ
F.3.4.1.c	Wall thickness:	1.2	mm	BLANK
	Outer Diameter (OD):	25	mm	BLANK
	Wall thickness:	1.2	mm	BLANK
	Outer Diameter (OD):	25.0	mm	BLANK
	Tube cross sectional area (A):	91	mm ²	BLANK
	Tube second moment of inertia (I):	6695	mm ⁴	BLANK

BLANK			BLANK
F.6.2.3.a	Top of FB to Upper FBHS tube, 50mm vertical limit:	mm	BLANK

BLANK			
F.6.2.3.ab	FBHS configuration:	A	EQ
	Top of Upper FBHS tube relative to top of Upper SIS tube:	Above	EQ
	Without Rear FHB, vertical limit 100mm above:	mm	BLANK

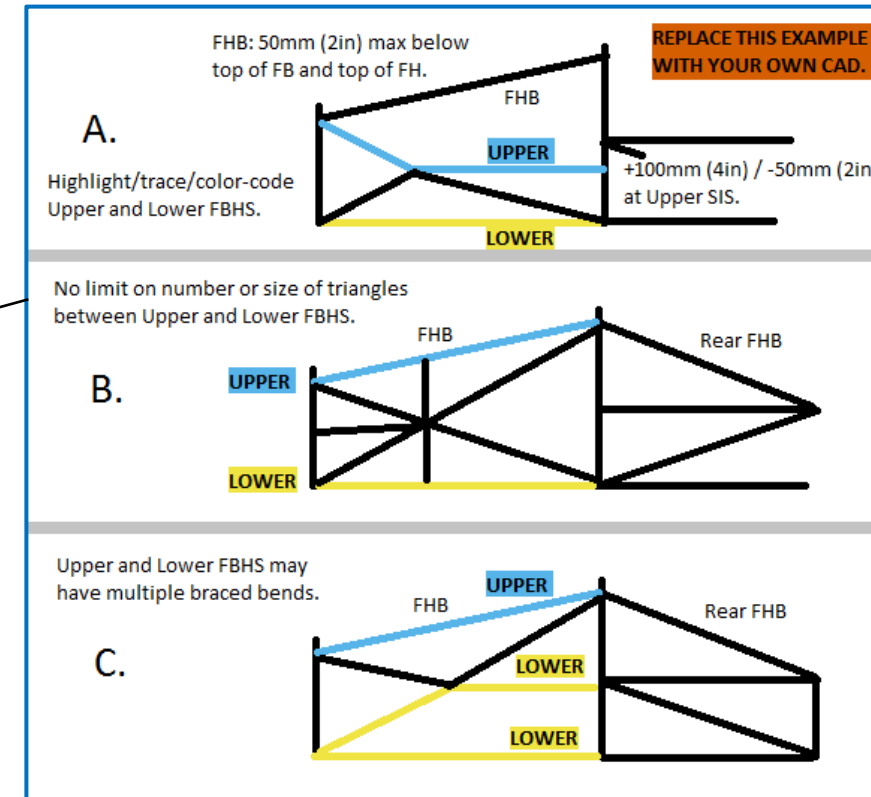
Rearward Front Hoop Brace is not required.

BLANK			BLANK
F.6.3.4	Top of FH to top of FHB tube, 50mm vertical limit:	mm	BLANK

BLANK				
F.6.3	Forward Front Hoop Braces (FHB)	Minimum	Tube Used	EQ
F.3.2.1.d	Example: 25.4mm x 1.6mm round	Size B	Round	EQ
F.3.4.1.b	Wall thickness:	1.2	mm	BLANK
	Outer Diameter (OD):	25	mm	BLANK
	Wall thickness:	1.2	mm	BLANK
	Outer Diameter (OD):	25.0	mm	BLANK
	Tube cross sectional area (A):	114	mm ²	BLANK
	Tube second moment of inertia (I):	8509	mm ⁴	BLANK

Rearward Front Hoop Brace is not required.

EQ				
F.6.2.3.b	Rear Front Bulkhead Support (FBHS)	Minimum	Tube Used	N/A
F.3.2.1.b	Example: 25.4mm x 1.2mm round	Size C	Round	N/A
F.3.4.1.c	Wall thickness:	1.2	mm	N/A
	Outer Diameter (OD):	25	mm	N/A
	Wall thickness:	1.2	mm	N/A
	Outer Diameter (OD):	25.0	mm	N/A
	Tube cross sectional area (A):	91	mm ²	N/A
	Tube second moment of inertia (I):	6695	mm ⁴	N/A



間違いが多い。

上記の中から、自チームの構造に適するパターン (A,B,C) を選択すること。

A : FHB と FBHSのUpperがそれぞれ独立している
B・C : FBHSのUpperがFHBと共有している
 また、Rear FHBが必要！

Side Impact Structure (SIS)

記入した数値が正しいことを確認できる図面を添付すること

EQ				
F.6.4.4.b	F.6.4.1 Upper Side Impact Structure (SIS)		Straight	EQ
F.6.4.4.b		Minimum	Tube Used	EQ
F.3.2.1.e	Example: 25.4mm x 1.6mm round	Size B	Round	EQ
F.3.4.1.b	Wall thickness:	1.2	1.2 mm	EQ
	Outer Diameter (OD):	25	35 mm	EQ
	Wall thickness:	1.2	1.2 mm	EQ
	Outer Diameter (OD):	25.0	35.0 mm	EQ
	Tube cross sectional area (A):	114	127 mm ²	EQ
	Tube second moment of inertia (I):	8509	18220 mm ⁴	EQ

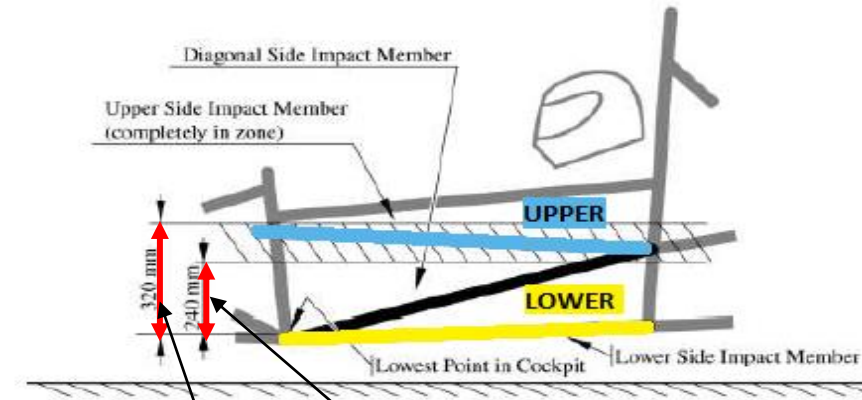
BLANK				
	Top surface of Lower SIS to Lowest UpperSIS point ≥ 240 mm			BLANK
	Top surface of Lower SIS to Highest UpperSIS point ≤ 320 mm			BLANK
	Highest and lowest are on the top and bottom of the Upper SIS tube			BLANK

structure.

BLANK				
F.6.4.1	Lower and Diagonal SIS	Minimum	Tube Used	EQ
F.3.2.1.e	Example: 25.4mm x 1.6mm round	Size B	Round	EQ
F.3.4.1.b	Wall thickness:	1.2		BLANK
	Outer Diameter (OD):	25		BLANK
	Wall thickness:	1.2		BLANK
	Outer Diameter (OD):	25.0		BLANK
	Tube cross sectional area (A):	114		BLANK
	Tube second moment of inertia (I):	8509		BLANK

T.2.4.2 F.3.2.1.j Lap and sub belts attachments must be located on minimum

REPLACE THIS EXAMPLE WITH YOUR OWN CAD.
Include all required dimensions.
Highlight/trace/color code Upper and Lower SIS.
Bent Upper SIS must use larger tube whether bent in top or side view.



この区間距離の設定ミスが多い

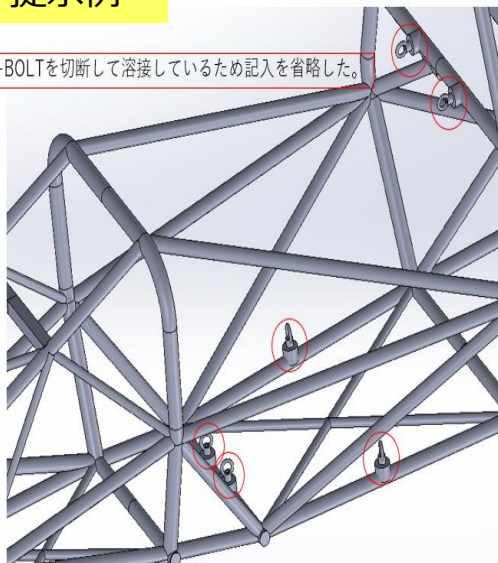
- ・コックピットの最も低い点とUpper SISの最も低い点の距離
- ・コックピットの最も低い点とUpper SISの最も高い点の距離

これらを適切に明記し、以下の各セルに入力した数値が正しいことを確認できる図面を添付すること。

- Lap Belt Attachment
- Anti-Submarining Belt Attachment
- Shoulder Harness Attachment

フレーム図 提示例

弊チームはI-BOLTを切断して溶接しているため記入を省略した。



Wrapping lap belts around tubes is not acceptable.
Double shear attachments are preferred, but only one side is measured.

BLANK		BLANK
Lap Belt Attachment:	Lap Only	BLANK
T.2.4.3.a		EQ
T.2.5.8	Lap belt	BLANK
	Lap belt	BLANK
	Fastener shear strength	REJECT
T.2.4.3.b	Tab thickness >=	BLANK

BLANK

Anti-Submarining Belt Attachment:

BLANK		BLANK
T.2.4.3.a		EQ
T.2.5.8	Lap belt	BLANK
	Lap belt	BLANK
	Fastener shear strength	REJECT
T.2.4.3.b	Tab thickness >=	BLANK

Wrapping shoulder harness belts around the SH bar is preferred.

BLANK		BLANK
Shoulder Harness Attachment:	Blank	BLANK
T.2.4.3.a		EQ
T.2.5.8	Lap belt	BLANK
	Lap belt	BLANK
	Fastener shear strength	REJECT
T.2.4.3.b	Tab thickness >=	BLANK

- 各ベルトに対する締結方法を選択し、締結方法に応じて必要な数値を入力すること。
- Attachmentとフレームの締結方法が分かるようなフレーム図も添付すること。
- 次ページから詳細解説

Belt Attachment



締結方法	選択するプルダウン	注記
基本構造体に直接巻きつけ	Wrapped	Lap Beltには認められない方法なので注意のこと。 プルダウンでも選択できない。

EQ			
Shoulder Harness Attachment:		Wrapped	EQ
T.2.4.3.a	15000	N	N/A
T.2.5.8		mm	N/A
		Pa	N/A
	0	0.00%	N/A
T.2.4.3.b		mm	N/A
		mm	N/A
	0	0.00%	N/A
			N/A
Shaft collars or welded steel loops are required for lateral location.			

・各セルには数値入力不要

Belt Attachment

締結方法	選択するプルダウン	注記
アイボルトorボルトをTubeに貫通 (With Welded Tube Insert)	Eyebolt or Bolt through Tube	ボルト、もしくはアイボルトのボルト部分を切断せずに、Welded Tube Insertを貫通させ、ナットで締結する場合に適用。 締結はCritical Fastenerに従うこと。

BLANK

Shoulder Harness Attachment: Eyebolt Or Bolt Through Tube EQ

Harness Test Load: 15000 N EQ

Lap belt fastener diameter: mm BLANK

Lap belt fastener rated UTS: Pa BLANK

Fastener shear strength 0.577*UTS*A (N): 0 0.00% REJECT

Fastener shear strength 0.577*UTS*A (N): mm N/A

Fastener shear strength 0.577*UTS*A (N): mm N/A

Fastener shear strength 0.577*UTS*A (N): 0 0.00% N/A

Fastener shear strength 0.577*UTS*A (N): mm N/A

Welded Inserts required.

NG X

OK O

アイボルト(With Welded Tube Insert)

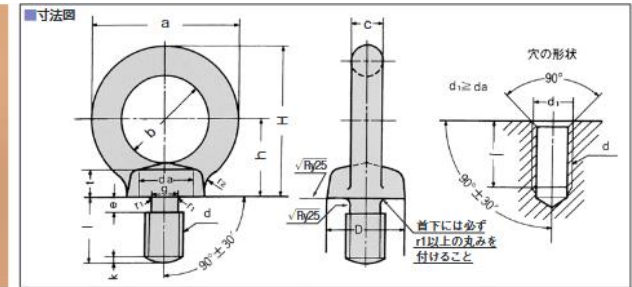
インサート無し
インサート無しでは、ボルト締め付けでパイプが変形する

インサートあり
但し、単純なねじ込み（ポジティブロック無）は禁止です

アイボルトもしくはボルトのネジ部直径と、
採用する材質のUTS(ultimate tensile strength 最大引っ張り強さ)
を入力する。
※UTSとして採用した数値の根拠（エビデンス）を示すこと。



材質…SS400、SUS304/
(SS400はユニクロ、クロ)



アイボルト図面仕様提示例

※は、お問い合わせください。
はJIS規格寸法です。単位：mm

ねじの呼び (d)	a	b	c	D	t	h	H (参考)	l	e	g (最小)	f ₁ (最小)	d _a (最大)	r ₂ (約)	k (約)	使用荷重		重量 kg
															45度 (約)	重量 (約)	
M 5	26	16	5	13	4.9	13.5	26.5	12.5	3	3.9	0.8	7.1	2	1	40	0.392	0.014
M 6	26	16	5	13	4.9	13.5	26.5	12.5	3	4.5	0.8	7.1	2	1	60	0.588	0.015
M 8	26	16	5	13	4.9	13.5	26.5	12.5	3	6.0	1.0	9.2	4	1.2	80	0.785	0.02
M 10	41	25	8	20	7	21	41.5	18	4	7.7	1.2	11.2	4	1.5	150	1.47	0.06

・アイボルト、もしくはボルトの図面・仕様も提示すること。

Belt Attachment

締結方法	選択するプルダウン	注記
アイボルトを基本構造体にダイレクトに溶接	Clip Through A Pad Eye	ボルト部を切断したアイボルトを 基本構造体にダイレクトに溶接 する場合。 (ブラケットを介してアイボルトで締結する場合は 適用外)

BLANK

Shoulder Harness Attachment: **Clip Through A Pad Eye** EQ

T.2.4.3.a Harness Test Load: 15000 N EQ

T.2.5.8 mm N/A

Pa N/A

0 0.00% N/A

T.2.4.3.b Pad Eye Cross Sectional Shear Diameter: mm BLANK

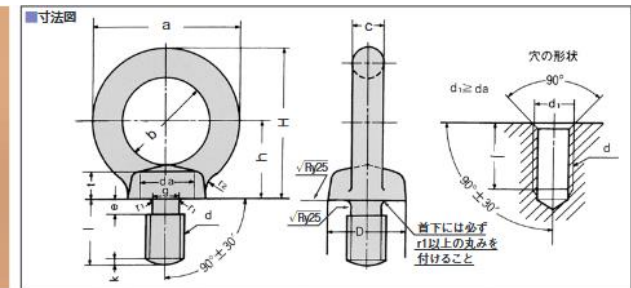
Base (Larger than OD or height): mm BLANK

Pad Eye shear strength 0.577*F_{0.2}*A_{0.2} (N): 0 0.00% REJECT

Welded Eye/Tab attachment: **Welded** EQ

Bracket/tab to tube welding must be on both sides of the pad eye/tab.

本項目は入力不要、BLANKで残しても良い。



材質…SS400、SUS304/SUS316L S45C②、SCM435②
(SS400はユニクロ、クロメート、三価クロメート、ドブメッキを在庫しています。その他の表面処理(メッキ)のご用命につきましては、お問い合わせください。)



アイボルトの溶接例

外周を溶接する

溶接によってM10サイズ表示が見えない場合、エビデンスを準備する事

アイボルト図面仕様提示例

ねじの呼び (d)

a

b

c

d

e

f

g

h

i

j

k

l

m

n

o

p

q

r

s

t

u

v

w

x

y

z

使用荷重

重量

45度 3つ (2個につき)

kgf

kN

kg

アイボルト図面仕様提示例

はJIS規格寸法です。単位:mm

M 5

26

16

5

13

4.9

13.5

26.5

12.5

3

3.9

0.8

7.1

2

1

40

0.392

0.014

M 6

26

16

5

13

4.9

13.5

26.5

12.5

3

4.5

0.8

7.1

2

1

60

0.588

0.015

M 8

22.6

20

6.3

16

5

17

33.3

15

3

6

1

9.2

4

1.2

80

0.785

0.03

M 10

41

25

8

20

7

21

41.5

18

4

7.7

1.2

11.2

4

1.5

150

1.47

0.06

- アイボルトの図面・仕様も提示すること。
- この締結方法に限っては、数値入力を省略しBLANKを残しても良い。

Belt Attachment

締結方法	選択するプルダウン	注記
Tabを介してボルト締結する場合	Bolt Through A Tab	SESの定型フォーマットでは証明できない締結方法の場合は下記注意事項に従う。

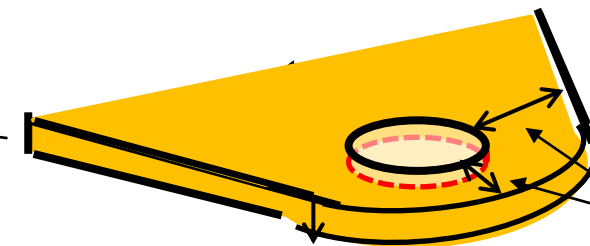
BLANK		
Shoulder Harness Attachment:	Bolt Through A Tab	EQ
T.2.4.3.a	Harness Test Load: 15000 N	EQ
T.2.5.8	Lap belt fastener diameter: <input type="text"/> mm	BLANK
	Lap belt fastener rated UTS: <input type="text"/> Pa	BLANK
	Fastener shear strength $0.577 * UTS * A$ (N): 0 0.00%	REJECT
T.2.4.3.b	Tab thickness $\geq 1.6\text{mm}$ (0.063in) steel: ① mm	BLANK
Tearout--Minimum - Fastener spacing, edge, or corner distance:	② mm	BLANK
	Tab shear strength $0.577 * F.3.4.2.b_UTS * A$ (N): 0 0.00%	REJECT
	Welded Eye/Tab attachment: Welded	EQ

Bracket/tab to tube welding must be on both sides of the pad eye/tab.

P15の例に従って入力のこと

① Tab 肉厚

② エッジまでの最小距離



- ・入力した数値を証明できるTab図面を添付し、どの部分の寸法を採用したのかを明示すること。
- ・SESの定型フォーマットでは証明できない締結方法の場合は、T.2.4.3.aに従い15kN（lapとanti-Subが共用の場合は30kN）の耐強度を有することを証明し、エビデンスとして添付すること。
- ・荷重に対して曲げ方向に負荷が掛かる締結方法は認めない
→T.2.4.3.c Not be in bending when the attached part of the Harness is put under load

Main Hoop (MH), Shoulder Harness Bar (SH)

記入した数値が正しいことを確認できる図面を添付すること

BLANK			
F.5.8.1	Main Hoop (MH)	Minimum	Tube Used
F.3.2.1.g	Example: 25mm x 2.5mm round	Size A	Round
F.3.4.1.a	Wall thickness:	2	mm
	Outer Diameter (OD):	25	mm
	Wall thickness:	2.0	mm
	Outer Diameter (OD):	25.0	mm
	Tube cross sectional area (A):	173	mm ²
	Tube second moment of inertia (I):	11320	mm ⁴

BLANK			
F.6.5	Shoulder Harness Bar (SH)	Straight	EQ
		Tube Used	EQ
F.3.2.1.k	Example: 25mm x 2.5mm round	Size A	Round
F.3.4.1.a	Wall thickness:	2	mm

・SHをBend Tubeにした場合は、側面から見たBraceの角度（右図は一例）

Shoulder Harness Bar does not require braces.

EQ			
F.6.5.2.b	Brace angle to plane of SH side view ≥ 30 :		degrees
			N/A

F.5.2.3 The plane of a bent tube is defined by the straight axes on either side of the bend.

Shoulder Harness Bar does not require braces.

EQ			
F.6.5.1	Shoulder Harness Braces	Minimum	Tube Used
F.3.2.1.l	Example: 25.4mm x 1.2mm round	Size C	Round
F.3.4.1.c	Wall thickness:	1.2	mm
	Outer Diameter (OD):	25	mm
	Wall thickness:	1.2	mm
	Outer Diameter (OD):	25.0	mm
	Tube cross sectional area (A):	91	mm ²
	Tube second moment of inertia (I):	6695	mm ⁴

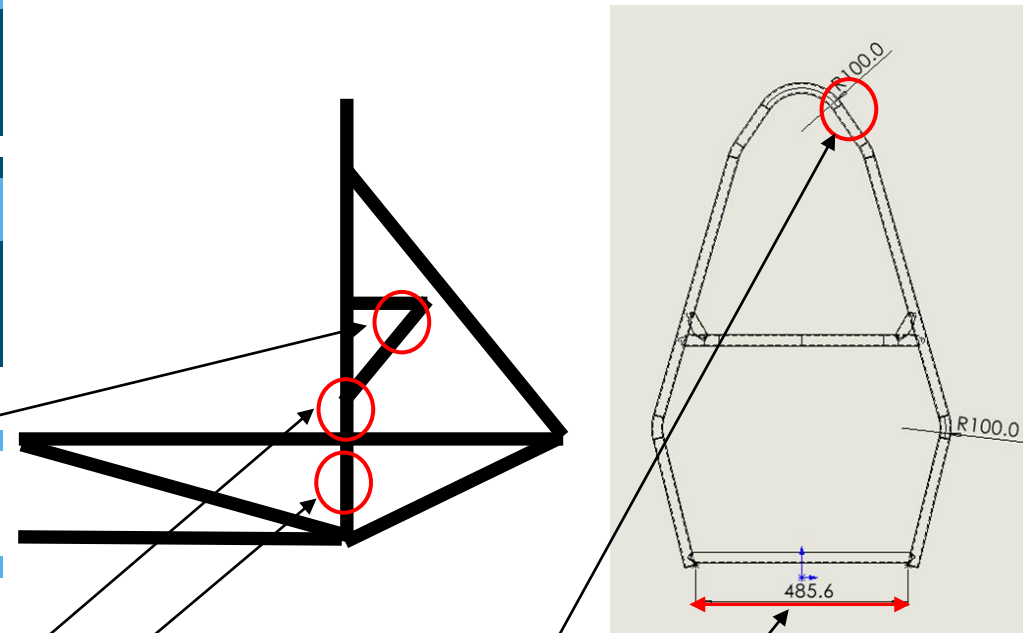
BLANK			
F.5.8.3.a	Main Hoop direction above Upper SIS, in side view:	Vertical	EQ
	in Hoop angle from vertical above Upper SIS, in side view, ≤ 10 :		degrees
F.5.8.2	Main Hoop Braces may run forward or rearward.		

BLANK			
F.5.8.3.c	Main Hoop direction below Upper SIS, in side view:	Vertical	EQ
	Main Hoop side angle from vertical below Upper SIS:		degrees

BLANK			
F.5.8.4	Distance between Main Hoop ends, ≥ 380 mm (15")		mm

F.5.2.1 Enter the tightest bend on any T.5-6 tube in the chassis (usually in the MH or SH.)

BLANK			
F.5.2.1	Minimum tube centerline radius:		mm
	Outer Diameter (OD):		mm
	Minimum radius::diameter ratio, ≥ 3 :		



・MHの角度
(SIS Upperから上の角度)

・MHの角度
(SIS Upperから下の角度)

・MH最下端の距離（内寸）

・MH最小曲げR

Main Hoop Braces (MHB), Main Hoop Brace Supports (MHBS)

記入した数値が正しいことを確認できる図面を添付すること

Main Hoop Braces may run forward or rearward.

BLANK

F.5.9.2 Main Hoop brace direction: EQ

F.5.9.5 Angle between MH and MHB ≥ 30 degrees: degrees BLANK

・MHとMHBとの角度

BLANK

F.5.9.4 Top of MH of MHB tube, 160mm vertical limit: mm BLANK

・MH最高点とMHBの交点までの長さ

BLANK

F.5.9.1 Main Hoop Brace (MHB) Minimum Tube Used EQ

F.3.2.1.h Example: 25.4mm x 1.6mm round Size B EQ

F.3.4.1.b Wall thickness: 1.2 mm BLANK

Outer Diameter (OD): 25 mm BLANK

Wall thickness: 1.2 mm BLANK

Outer Diameter (OD): 25.0 mm BLANK

Tube cross sectional area (A): 114 mm² BLANK

Tube second moment of inertia (I): 8509 mm⁴ BLANK

BLANK

F.6.6 Main Hoop Brace Support (MHBS) Minimum Tube Used EQ

F.3.2.1.i Example: 25.4mm x 1.2mm round Size C EQ

F.3.4.1.c Wall thickness: 1.2 mm BLANK

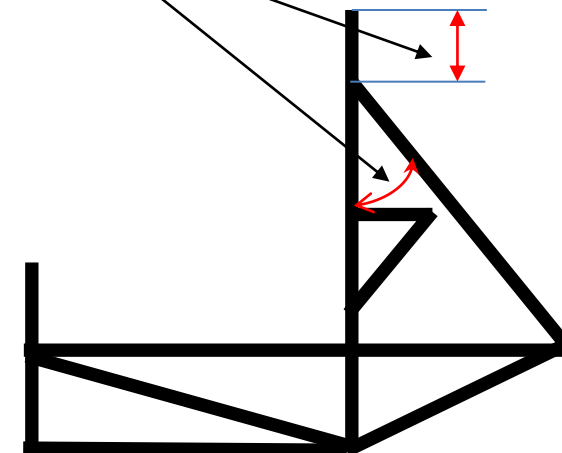
Outer Diameter (OD): 25 mm BLANK

Wall thickness: 1.2 mm BLANK

Outer Diameter (OD): 25.0 mm BLANK

Tube cross sectional area (A): 91 mm² BLANK

Tube second moment of inertia (I): 6695 mm⁴ BLANK

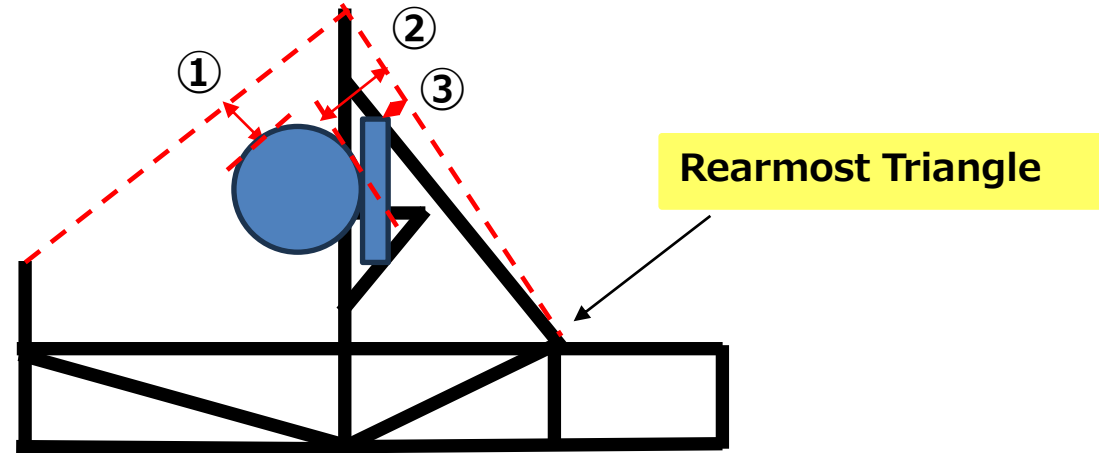


記入した数値が正しいことを確認できる図面を添付すること

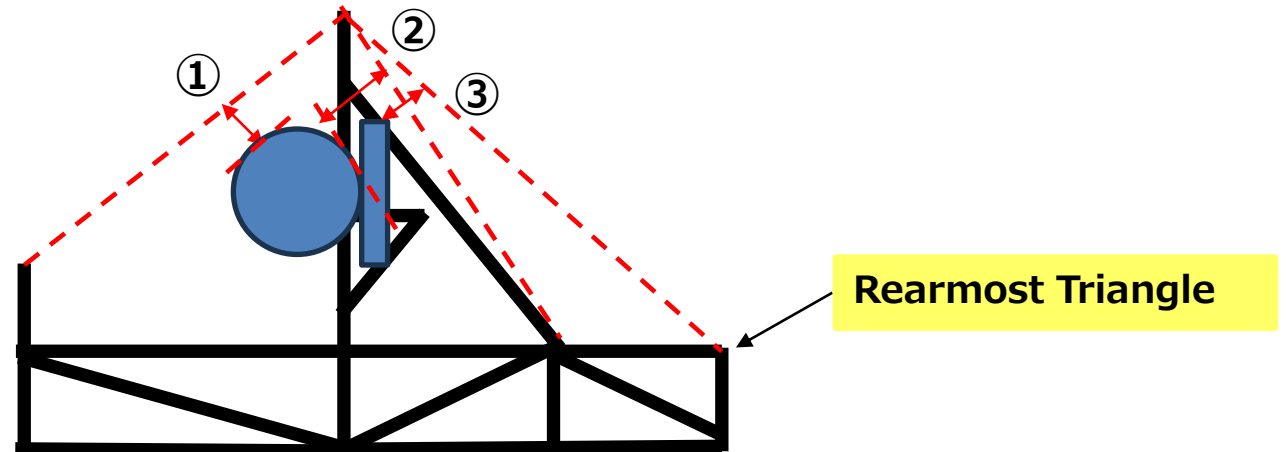
BLANK
F.5.6.3.a Helmet $\geq 50\text{mm}$ (2in) below Roll Hoop plane: mm ① BLANK

BLANK
F.5.6.3.bc Main Hoop Braces protecting Helmet: Rearward mm ② EQ
F.5.6.3.bc Helmet $\geq 50\text{mm}$ (2in) below MH to bottom of MHB: mm BLANK

BLANK
T.2.8.3 Head Restraint ≥ 0 from rollover envelope: mm BLANK
F.5.10 Head Restraint Protection Hoop Used? BLANK
F.3.2.1.h Example: 25.4mm x 1.6mm round Size B N/A
F.3.4.1.b Wall thickness: 1.2 mm ③ N/A
Square side: 25 mm N/A
Wall thickness: 1.2 mm N/A
Square side: 25.0 mm N/A
Tube cross sectional area (A): 114 mm² N/A
Tube second moment of inertia (I): 8509 mm⁴ N/A



③は構造により測定位置が違います！



Strongly preferred: Locating the fuel fill tube on the opposite side of the exhaust.

F.9.1.2 Every part of the fuel system must be above the bottom tubes of the chassis.

BLANK

T.9.2.1
T.5.5.4
F.6.5.3
F.9.2
F.9.1.1.
T.6.1.6
T.6.1.7

BLANK
BLANK
BLANK
BLANK

問診項目

※全ての項目が「EQ」となるように製作願います。

- すべての項目に対して、EQとなるように選択すること。EVで“N/A”の項目は選択不要。
 - SES作成時点では燃料タンクや高圧ガスシリンダの詳細設計は完了できないと想定し、**これらの問診項目は、SESとしては審査項目から除外する。**
- ただし、本番の現地車検では厳密に審査する。

BLANK		
Do any regulated tubes use F.5.12 bolted connections?	<input type="text"/>	BLANK
Any holes over 4mm drilled in F.3.2.1 required tubes?	<input type="text"/>	BLANK
Does the steering rack interrupt any required tubes?	<input type="text"/>	BLANK

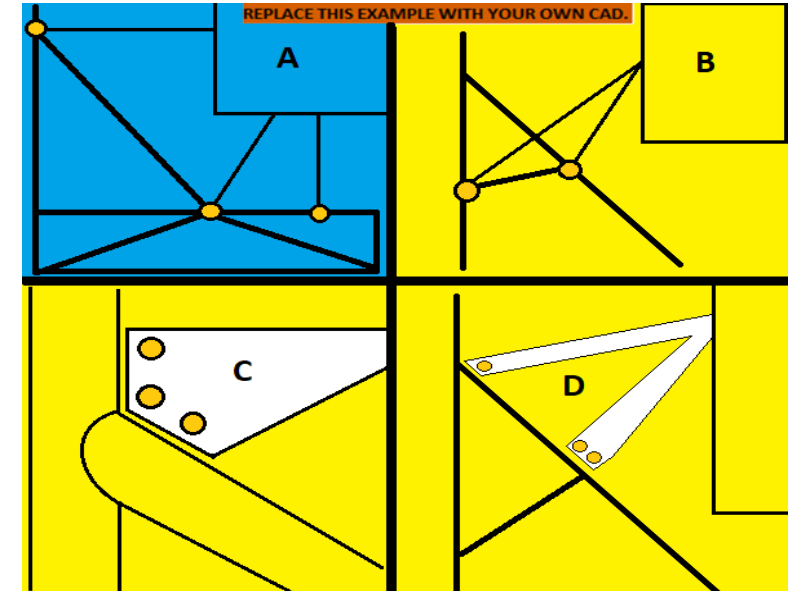
問診項目

- ・Bolted Memberを使った脱着可能なMHB
- ・フレームに4mm以上の穴をあけた場合のWelded Tube Insert要求
- ・Welded Tube Insertを使ったSteering rackの割り込み

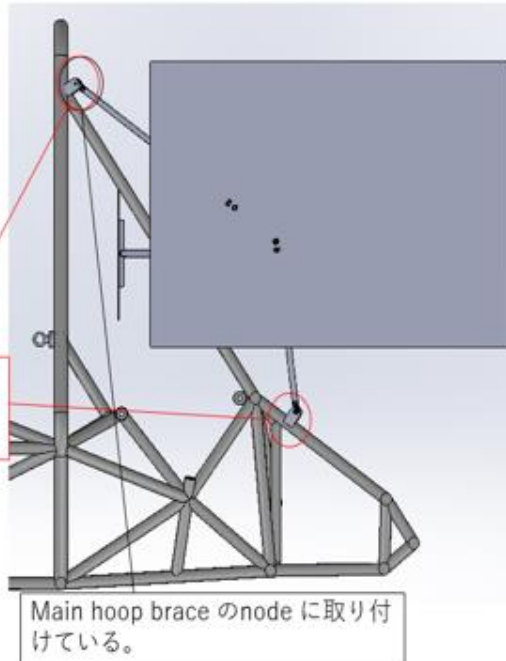
- ・すべての項目に対して、YesかNoを選択すること。
- ・YESを選択した場合、SES内の「Welded Tube Insert」もしくは「Bolted Members」のシートにて入力求められるよう自動判定されるので、各シートに必要な事項を入力すること。

Rear Wing Mounting

BLANK			
F.5.11	Rear Wing chassis mounting locations:	Select drop down:	BLANK
	Number of fasteners per wing mount, chassis side:		N/A
F.5.11.2.b	Wing Mount Braces	Minimum	Tube Used
F.3.2.1.o	Example: 25.4mm x 1.2mm round	Size C	Round
F.3.4.1.c	Wall thickness:	1.2	mm
	Outer Diameter (OD):	25	mm
	Wall thickness:	1.2	mm
	Outer Diameter (OD):	25.0	mm
	Tube cross sectional area (A):	91	mm ²
	Tube second moment of inertia (I):	6695	mm ⁴
F.5.11.2.b	Calculation of buckling strength of MHB tube.		
F.3.4.2	Yield Strength (Sy):	3.05E+08	Pa
	Main Hoop Brace Outer Diameter (OD):	0	mm
	Main Hoop Brace second moment of inertia (I):		mm ⁴
	Brace Length (Main Hoop to MHBS) (L):		mm
	Mount distance to closest MHB end (a):		mm
	Moment Load (Sy*L* I)/(a*(L-a)*OD/2):		N
	anism:	Select drop down:	N/A
			lbs
		0	N/A



- A STRONGLY PREFERRED**
Single fastener at each node, rotationally free.
No failure force required.
Mounts rearward of the MHB assembly are completely unrestricted
- B NOT RECOMMENDED**
Mounts in the middle of the MHB or MH require a brace between the two.
All fasteners or mounts on a side must fail simultaneously below the MHB buckling force.
- C NOT RECOMMENDED - GUSSET MAY BE REQUIRED**
Multiple fasteners within 1x outer diameter of the node.
All but one fastener must fail simultaneously below the MHB buckling force.
- D NOT RECOMMENDED**
Multiple fasteners along the MHB.
Brace required between MH and MHB at rearmost fastener.
All fasteners not located at the MH-MHB node must fail simultaneously below the MHB buckling force.



エビデンス提示例

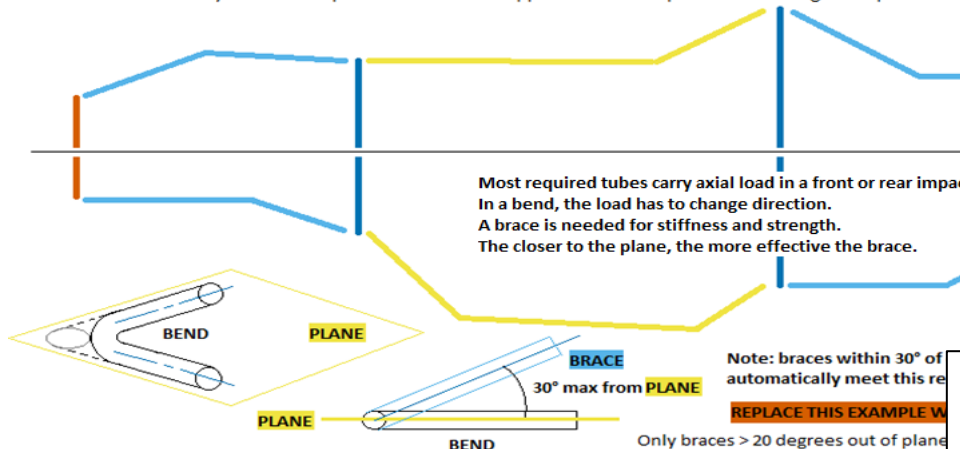
各マウントにはそれぞれ1本ずつ締結ボルトが使用されている。

Rear Wing固定方法は、Type-Aを強く推奨する。
自チームがType-B/C/Dの場合、それぞれのコメントをよく読んで対応すること。
対策不十分の取付け方は許可しない。

フレームの曲がりパイプに対して、「曲げパイプがなす面とブレースの角度が30度以下であること」を証明すること。
対象となる箇所、すべての図を添付しなければならない。

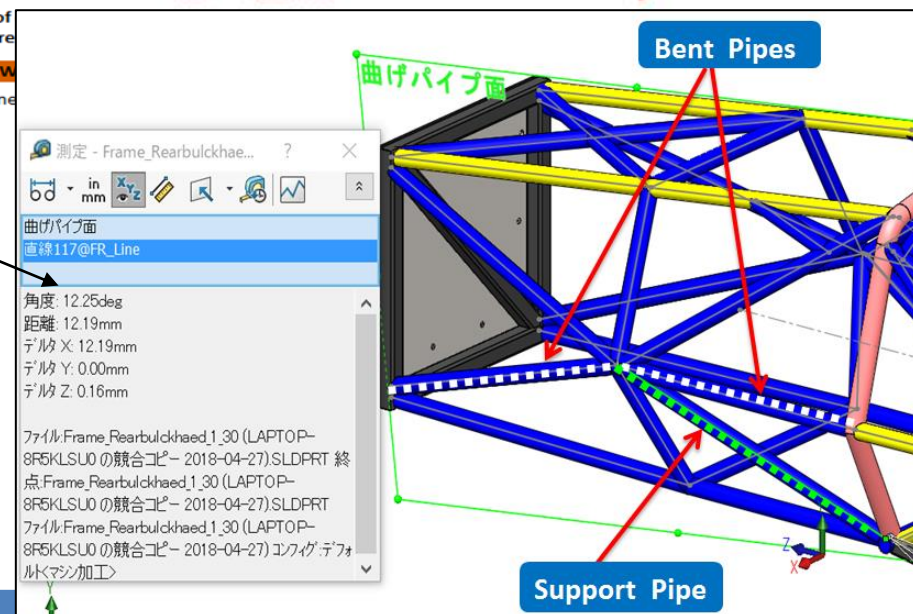
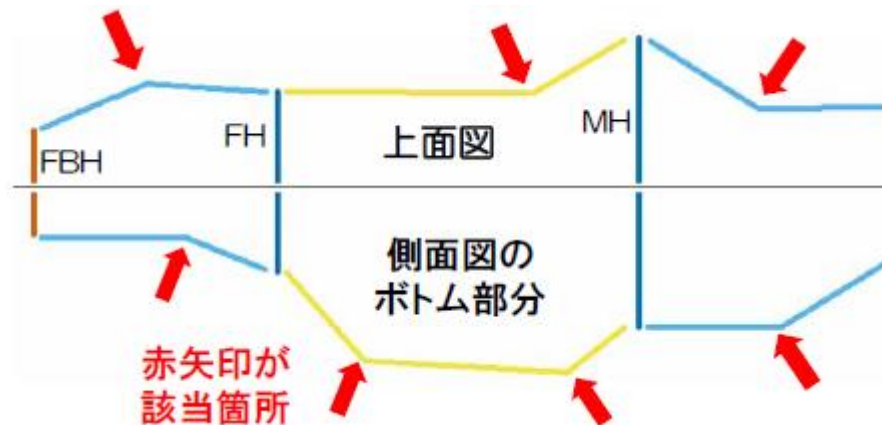
Top View

F.5.2.3 - Bent tubes need to be considered in 3 dimensions.
The plane of a bent tube is defined by the straight axes on either side of the bend.
Braces must be within 30 degrees of the plane of a bent tube.
Only front-view bends of the Roll Hoops are exempt from bracing.
Only braces for top-view bends of the Upper SIS are exempt from the 30 degree requirement



30度以下を証明する一例

曲がりパイプとは、弓なりに曲がったパイプだけを示すのではなく、複数の直線パイプを繋ぎ合わせた場合も曲がりパイプとなる。

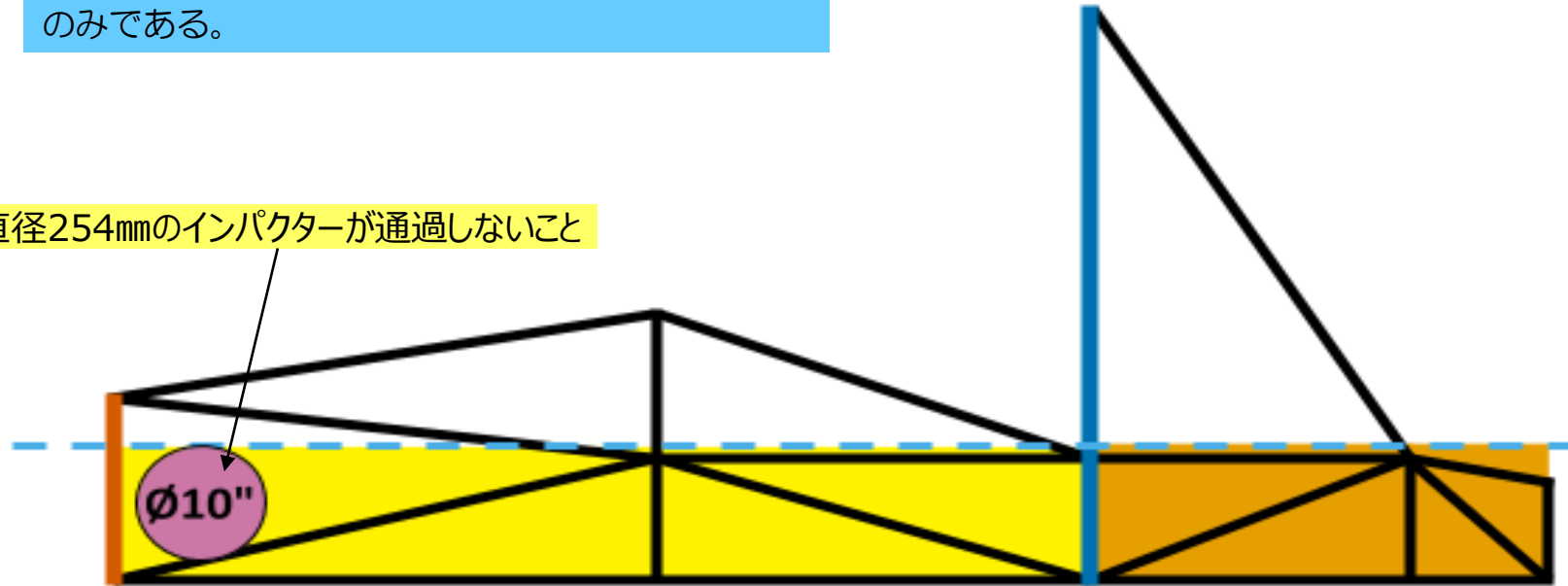


GR.1.4 - Good Engineering Practice

フレームの開口部が大きい場合は、インパクトチェックを行うこと
(図解にて証明のこと)

このルール適用はUpper SISより下側で、添付図のような直径254mm以上の開放空間がある場合のみである。

直径254mmのインパクトが通過しないこと



No openings in the region below upper SIS height between the front bulkhead and main roll hoop, or between any tubes used for Fuel, HV, or component protection may allow a 254mm (10in) diameter impactor to pass through.

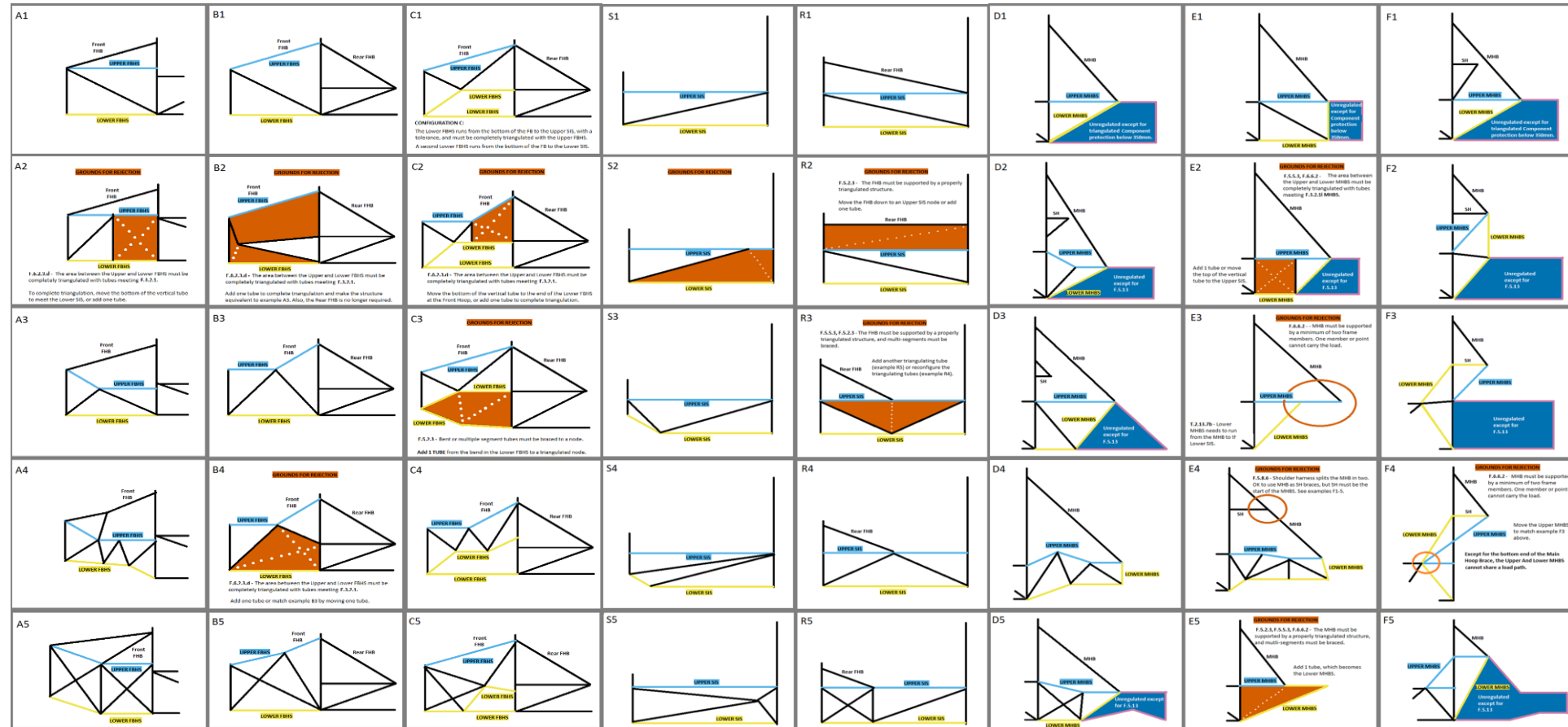
The impactor will be held vertically and seek to intrude into the frame horizontally between the ground and the maximum upper SIS height per rule F.6.4.4.

The top of the impactor will not be raised above the maximum upper SIS Height per rule F.6.4.4.

Any non-structural tubes per F.3.3 will be ignored.

フレーム構成例

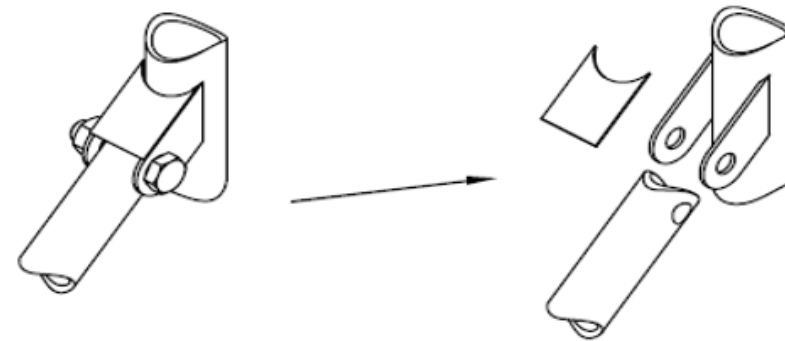
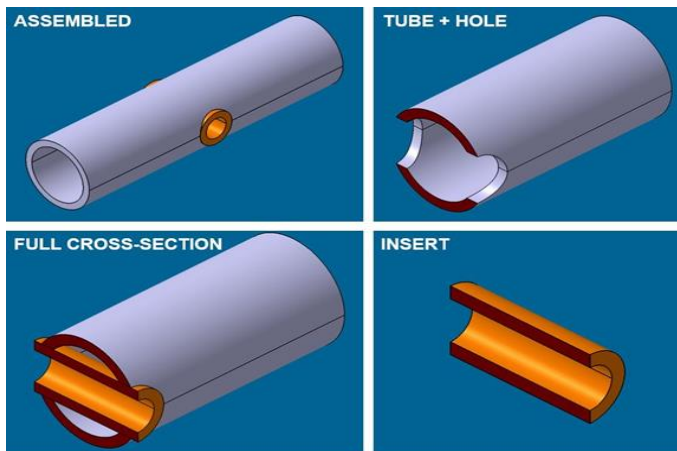
下記例（FBHS・SIS・MHBS・SH）を参考にフレーム構成を検討のこと



SES（等価構造計算書）ガイドンス

F.3.4.3 Welded Inserts

F.5.12 Bolted members



注意：Welded Tube Insert

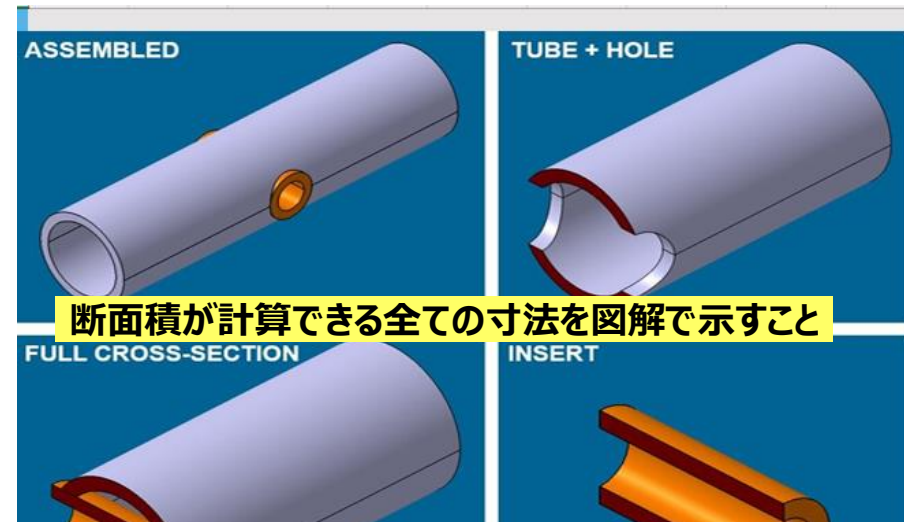
指定部位は以下の5か所

- Removable Tube (MHBS)
- 基準パイプに4mm以上の穴を開ける場合
- AIP Insert (AIPをPIPEに直接ボルト締結する場合)
- EV Accumulator
- Steering Rack Pass

基本構造体のパイプに穴を開け、何かのロッド等を通す場合、挿入したパイプによりパイプ自身の剛性が保たれていることを証明すること。

該当する場合、他シートの入力値から自動でYes/No判定されるので、YES判定された各部位すべての証明を行うこと。

EQ	
Any removable members along required tubes?	
Tube Chassis BO133:	Yes
EQ	
Any holes over 4mm drilled in F.3.2.1 required tubes?	
Driver Harness:	Yes
Tube Chassis BO134:	Yes
AIP Inserts:	No
EV Accumulator:	No
EQ	
Does the steering rack interrupt any required tubes?	
Tube Chassis BO135:	Yes
FILL OUT THIS TAB.	



断面積が計算できる全ての寸法を図解で示すこと

Welded Tube Insert



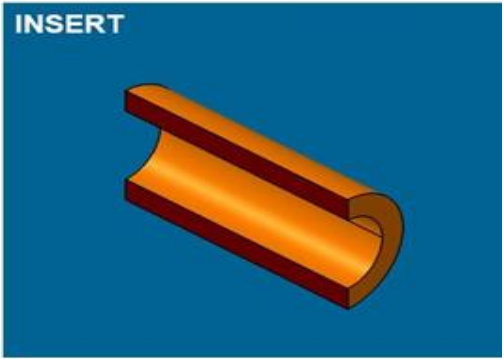
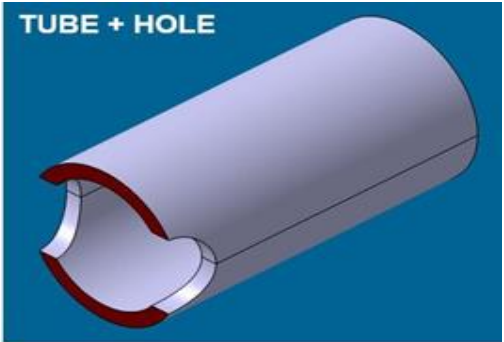
断面積や断面二次モーメントを算出した根拠となる図面と、CAD計算結果もしくは計算式をエビデンスとして添付すること

剛性不足の場合は、**REJECT** と表示されるため、**EQ** となる寸法で設計し直すこと

Note: Young's Modulus is given in MPa, not Gpa.

BLANK				
	Minimum	Tube With Hole		
	F.3.2.1	+		
	Tube	Insert		
	Material: Steel	Steel		EQ
	Original tube: Size A	Round		EQ
F.3.4.1	Wall thickness: 2		mm	EQ
	Outer Diameter: 25		mm	BLANK
	Tube cross sectional area (A_1): 1.73E+02	-	mm^2	BLANK
	Tube second moment of inertia (I_1): 1.13E+04	-	mm^4	EQ
F.3.4.3	Tube with Hole cross sectional area (A_3):		mm^2	BLANK
	Tube with Hole second moment of inertia (I_3):		mm^4	BLANK
	Insert/Collar cross sectional area (A_2):		mm^2	BLANK
	Insert/Collar second moment of inertia (I_2):		mm^4	BLANK
F.3.4.2	F.3.5.3	Young's Modulus (E): 2.00E+11	Pa	EQ
	Unwelded Yield Strength (Sy): 3.05E+08	3.05E+08	Pa	EQ
	Unwelded Ultimate Strength (Su): 3.65E+08	3.65E+08	Pa	EQ
	Welded Yield Strength (Sy): N/A	1.80E+08	Pa	EQ
	Welded Ultimate Strength (Su): N/A	3.00E+08	Pa	EQ
Buckling Modulus	$E_1 \cdot I_1 \leq E_2 \cdot I_2 + E_1 \cdot I_3$			BLANK
Yield	$Sy_1 \cdot A_1 \leq Sy_2 \cdot A_2 + Sy_1 \cdot A_3$			BLANK
Ultimate	$Su_1 \cdot A_1 \leq Su_2 \cdot A_2 + Su_1 \cdot A_3$			BLANK
Bending	$\frac{I \cdot Su_1 \cdot I_1}{r} \leq 4 \cdot (Su_2 \cdot I_2 + Su_1 \cdot I_3) / r$			BLANK
Deflection	Bending_1/(48*EI):			BLANK
Energy	0.5*Bending^2/(48*EI):			BLANK

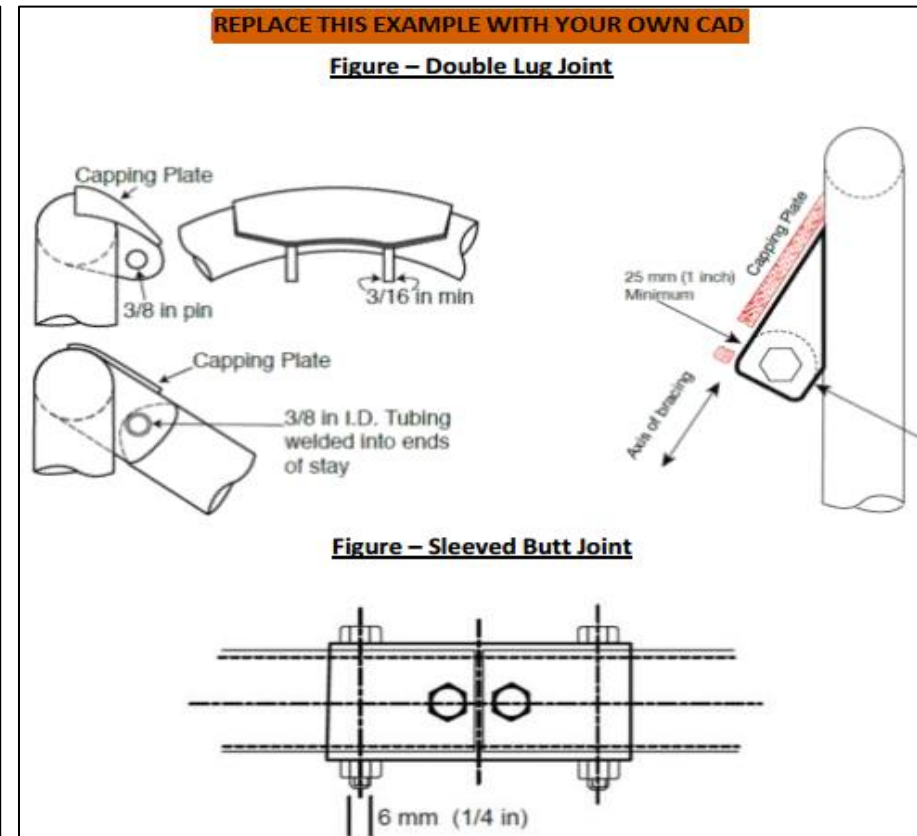
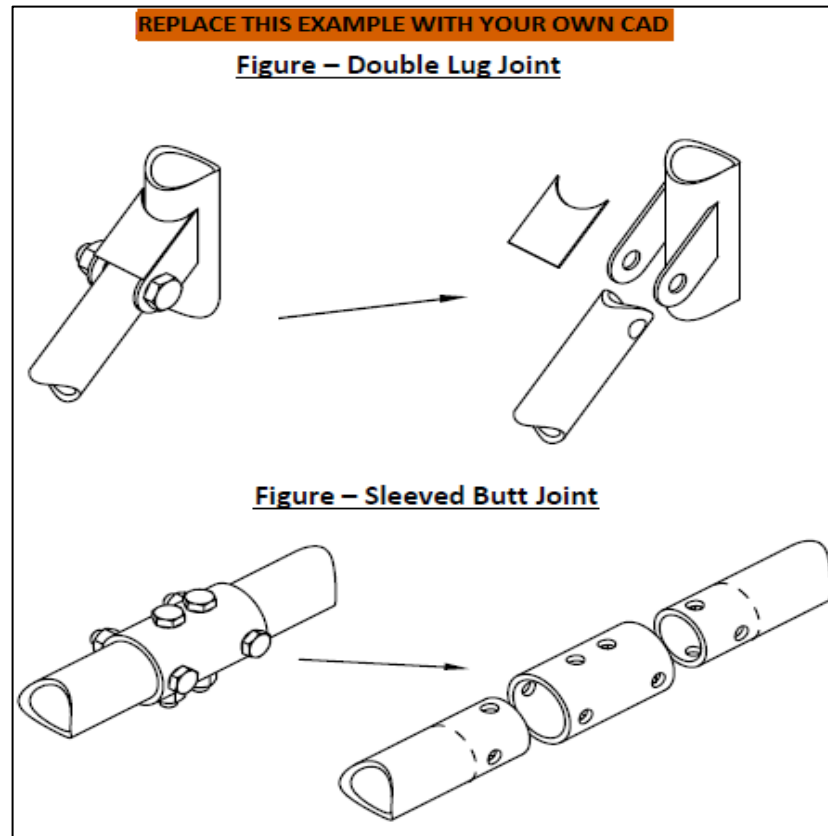
各々の断面積と断面2次モーメントの計算結果（最弱方向）を記載の事！



Bolted Members

Main Hoop Brace を Bolt 接続する場合、以下の凡例に従い、一本のパイプと同等以上の剛性が保たれていることを証明すること。

連結方法は、Double Lug Joint または Sleeved Butt Jointの2通りである



剛性不足の場合は、REJECT と表示されるため、EQ となる寸法で設計し直すこと

Double Lug Joint または Sleeved Butt Jointを選択してから計算すること

EQ

F.5.12.2 Bolted Connection:

Select drop down:

 EQ

F.5.3.1 All fasteners for removable tubing require crush bushings through the tubes.
Inserts are not mandatory for outside sleeves and lugs for removable tubing.

F.5.12.4 Double lug joints must include caps on tabs at both ends.

EQ

F.5.12.3a Lug thickness $\geq 4.5\text{mm}$ (0.177in) steel: mm N/A

F.5.12.3b Perpendicular dimension $\geq 25\text{mm}$ (1in): mm N/A

F.5.12.5 Double lug joints require a pin or fastener $\geq 10\text{mm}$ Grade 9.8 (3/8in Grade 8).

F.5.12.7 Sleeved butt joints require 4X pins or fasteners $\geq 6\text{mm}$ Grade 9.8 (1/4in Grade 8).

F.5.4.3 Any bolted non-suspension member must have an edge::distance ratio ≥ 1.5 .

Dimensions shown above from the edges of the holes to the end of each tube/tab $\geq 1.5 \times \text{diameter}$

全ての寸法を図解で示すこと

EQ

F.5.4.3

Hole diameter / fastener size: mm N/A

Distance to tube edge: mm N/A

Distance to tab edge: mm N/A

Minimum edge::diameter ratio ≥ 1.5 : N/A

九州工業大学のSESを模範例としてアップしているので、参照してください。

[参加チームへの情報 | 学生フォーミュラ \(jsae.or.jp\)](https://jsae.or.jp)

<第21回大会>

- [参考\) 2023年大会 優秀SES \(提供: 九州工業大学\) <xlsx> 2023.11.01 掲載](#) 