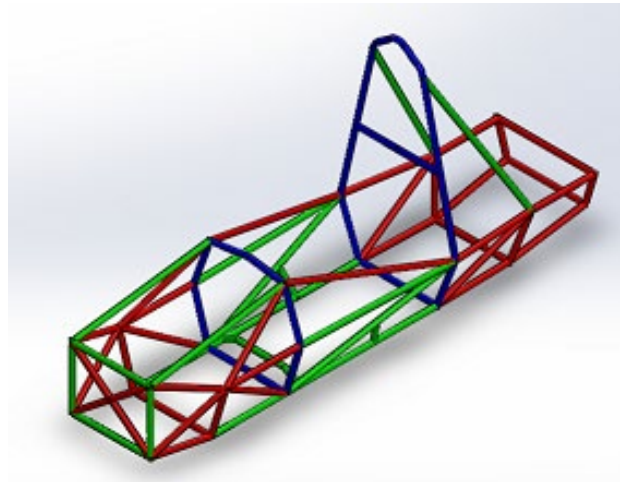


SES(等価構造計算書)

F.3.1-4 Tube Chassis



SESって何？

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

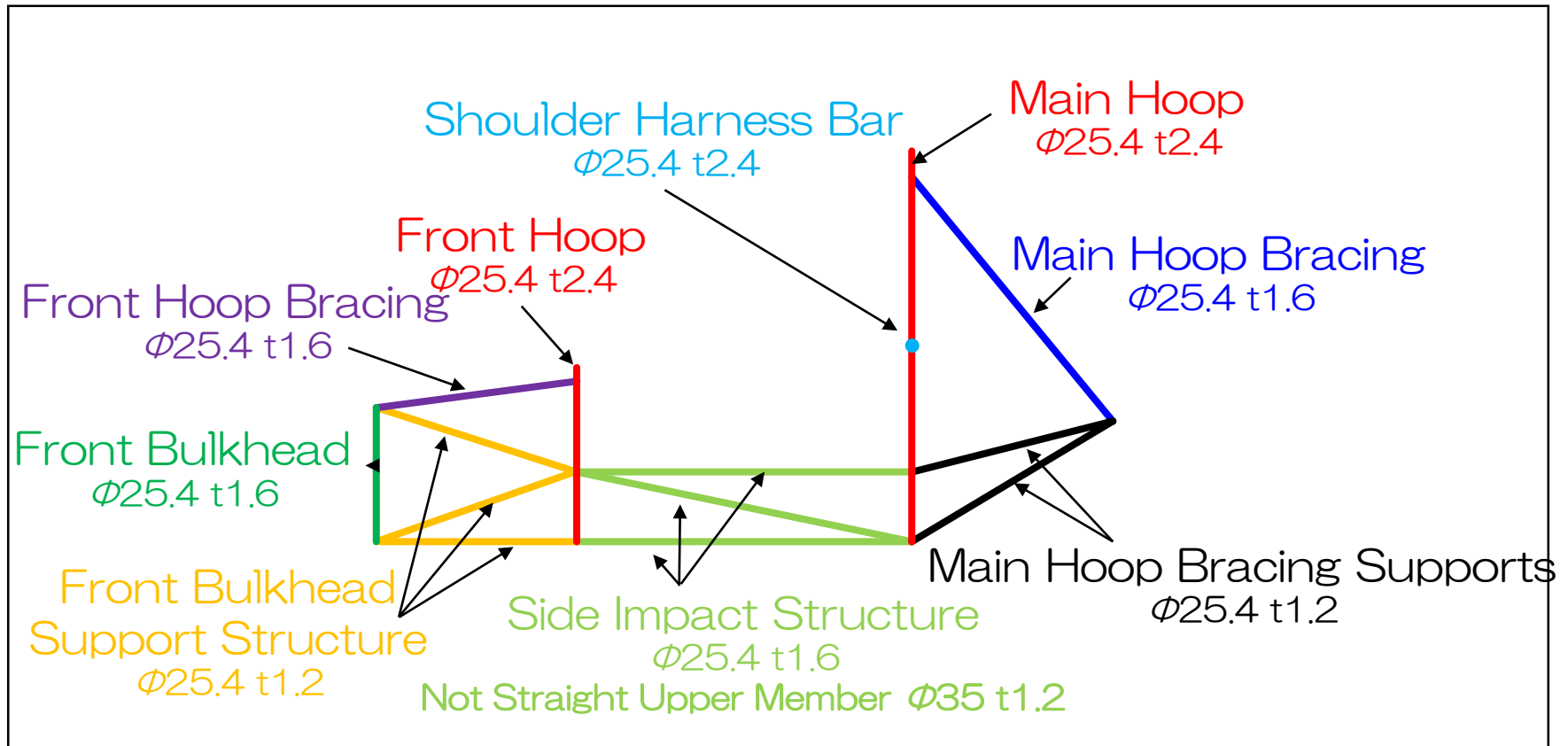
FSAEルール、F.のパートに**基本構造（Primary Structure）**が最低限満たすべき要求が記載されており、SESは**設計レベルでそれを証明するためのシート**である。

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。

SESガイドンス:初めに

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
- ・入力した数値はその根拠を示す図面を提示する。

Cover

基本条項を入力する

University Name					BLANK
Team Name					BLANK
Competitions	May IC	June IC	June EV	Japan	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

「Japan」と記入

「Other Equivalence」を選択したチームは
別資料：「2023_SESガイドンス_モノコック」
を参照して、SESを作成すること。

Overall

Ready to submit for review?

NO

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.	BLANK
F.8 Front Protection	BLANK	Incomplete submissions will incur a penalty.	
F.3.4.3 Welded Inserts	BLANK	BROWN: 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 fresh copy. Locate all violations and bring the design into compliance before submitting. Grounds for rejection could be considered incomplete and incur a penalty.	REJECT
		SKY: YES. RULES EQUIVALENCE.	
		Document is ready for review. Double check triangulation.	
		Sheet protection must still be active when submitted, or the SES will be rejected.	EQ
		YELLOW: YES. CHECK ADDITIONAL EQUIVALENCIES.	
		Some entries require additional tubes or documentation.	
		Once these are added, document is ready for review.	CHECK

BLANK

OKを示す

mm

Units

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。

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

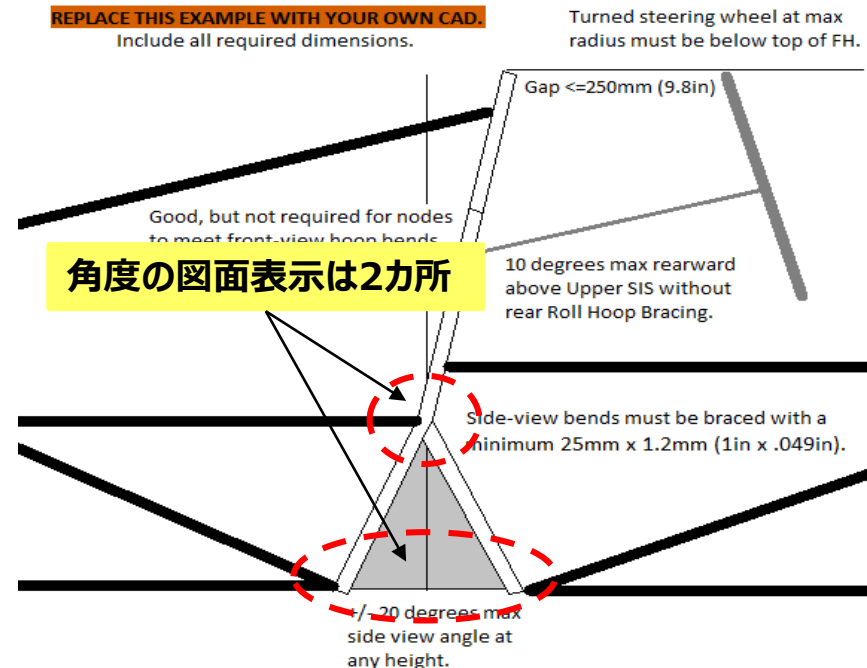
BLANK		
F.5.7.4	Turned Steering Wheel minimum below FH top:	mm BLANK

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

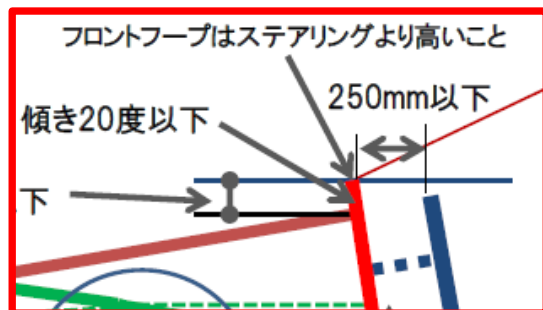
BLANK		
F.5.7.6	FH side angle above Upper SIS <=20 degrees:	degrees BLANK

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



- 250mm以下とは、FH後端とステアリング前側の距離
- 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)

2023年 新規

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:

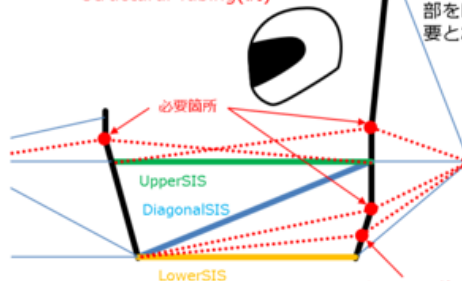
- Bends in side view
- Bends in front view below the Upper Side Impact Structure F.6.4, F.7.5

モノコックも対象なので注意のこと！

解説

側面視

..... 追加が必要となる
Structural Tubing(例)



側面視で曲がっている場合は
場所に依らずすべての曲がり
部をNodeとして三角構造が必要となる

正面視

Roll HoopのUpperSISより下側
で"正面視で曲がりがある場合",
そこをNodeとして側面視で三角
構造を作らなければならない。

UpperSIS

必要箇所

- 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。
(SES内のセルに値を入力する項目は無い)

Steering Protection

2023年 新規

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 pieces.

F.5.7.5 FH to Steering Wheel gap $\leq 250\text{mm}$ (9.8in) mm

Steering Protection項目追加

Steering rackの位置を選択

F.6.3.5 FH rearward when above Upper SIS $\leq 10^\circ$, or braced. Rearward Front Hoop Brace is not required.

F.5.14 Steering rack is inside the FBHS? BLANK
Additional steering protection required the FBHS. EQ

F.6.2.3.b Rear Front Bulkhead Support (FBHS) Minimum Tube Used

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

F.3.4.1.c Wall thickness: 1.2 mm

Square side: 25 mm

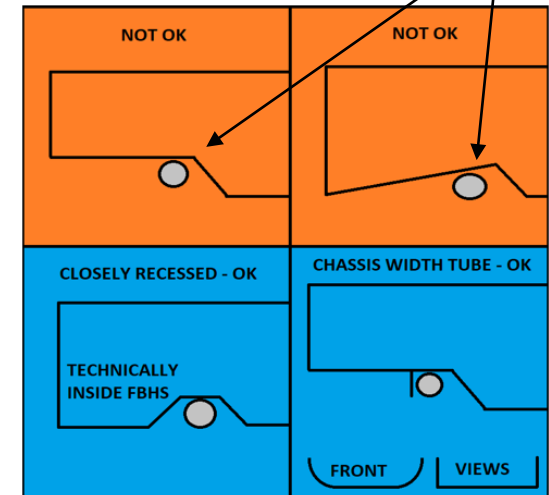
Wall thickness: 1.2 mm

Square side: 25.0 mm

Tube cross sectional area (A): 91 mm²

Tube second moment of inertia (I): 6695 mm⁴

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

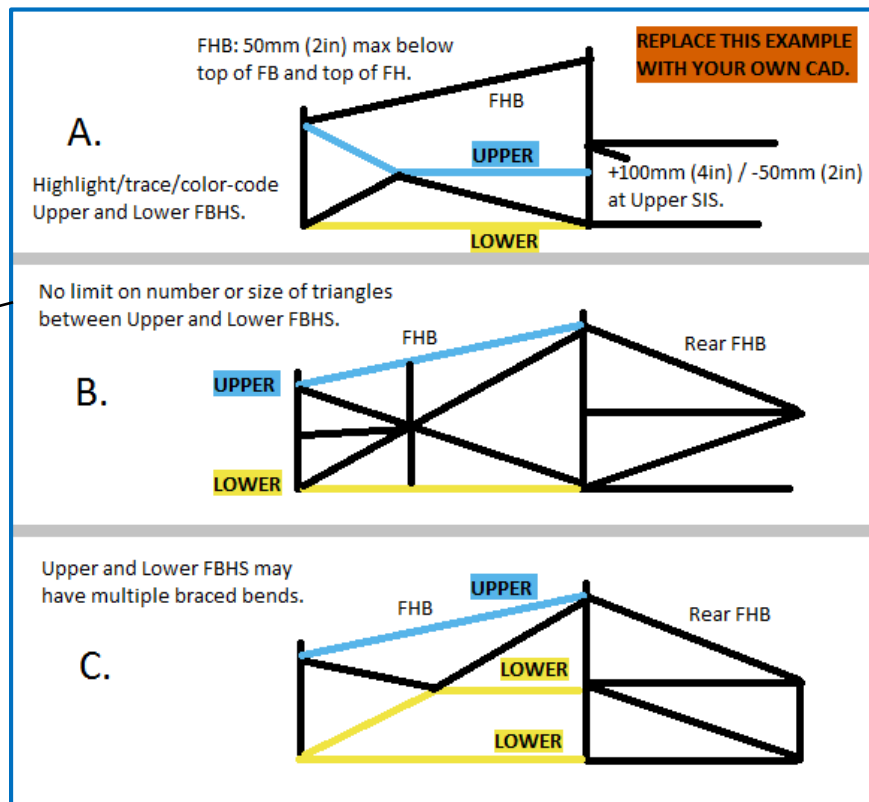
BLANK				
F.6.2.3.ab	FBHS configuration:	A		EQ
	Top of Upper FBHS tube relative to top of Upper SIS tube:	Above		EQ
	Without Rear FHB, vertical limit 100mm above:		mm	BLANK
Rearward Front Hoop Brace is not required.				

BLANK				
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。

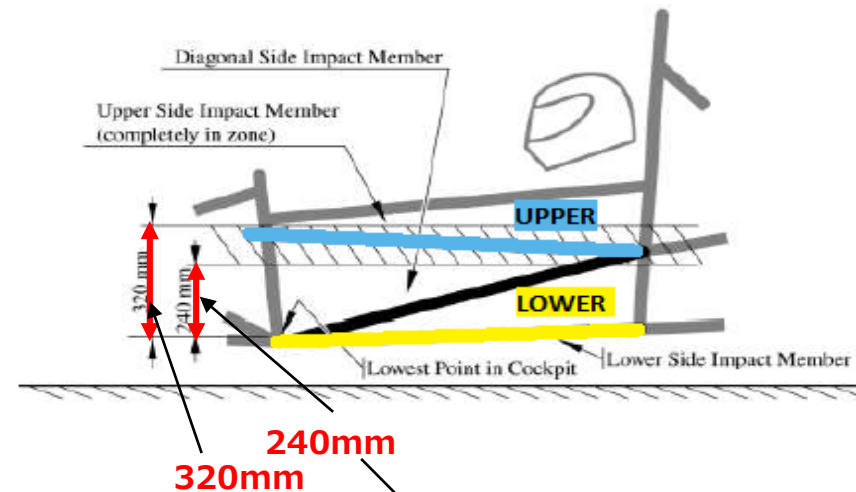
A : FHB と FBHSのUpperがそれぞれ独立している
B・C : FBHSのUpperがFHBと共有している
また、Rear FHBが必要！

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			Tube Used	EQ
F.3.2.1.e	Example:	25.4mm x 1.6mm round	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	>=240mm		mm BLANK
	Top surface of Lower SIS to Highest UpperSIS point	<=320mm		mm BLANK
	Highest and lowest are on the top and bottom of the Upper SIS tube		0	mm BLANK
BLANK				
F.6.4.1	Lower and Diagonal SIS		Tube Used	EQ
F.3.2.1.e	Example:	25.4mm x 1.6mm round	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

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

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

- ・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 and Sub Belt Attachment

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					
T.2.4.2	F.3.2.1.j	Minimum Lap/Sub Belt Tube	Minimum	Tube Used	EQ
	F.3.2.1.j	Example: 25.4mm x 1.6mm round	Size B	<input type="text"/>	BLANK
	F.3.4.1.b	Wall thickness:	1.2	<input type="text"/> mm	BLANK
		Square side:	25	<input type="text"/> mm	BLANK
		Wall thickness:	1.2	<input type="text"/> mm	BLANK
		Square side:	25.0	<input type="text"/> mm	BLANK
		Tube cross sectional area (A):	114	<input type="text"/> mm ²	BLANK
		Tube second moment of inertia (I):	8509	<input type="text"/> mm ⁴	BLANK

Wrapping lap and anti-sub belts around tubes is not acceptable for 6-point harnesses.
Double shear attachments are preferred, but only one side is measured.

LapもしくはSub Beltを取り付けるパイプのMinimum側を入力

Lap and Sub Belt Attachment

2023年 変更

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

記入項目、判定項目の変更

($e/d > 1.5 \Rightarrow$ 断面積60もしくは90mm²)

Wrapping lap and anti-sub belts around tubes is not acceptable for 6-point harnesses.
Double shear attachments are preferred. Only one side is measured.

	Lap and sub belt attachment:	Same Bolt	EQ
T.2.5.8	Lap belt hole diameter / fastener size:	mm	BLANK
			EQ
T.2.4.3.b	Bolt hole thickness $\geq 1.6\text{mm}$ (0.063in) steel:	mm	BLANK
	Minimum tearout distance:	mm	BLANK
	Area = $2 \times \text{thickness} \times \text{min distance} \geq 90 \text{ mm}^2$	0 0.00%	REJECT
	Bracket attachment:	Welded	EQ

Harness tab location, dimensions, shear area
エビデンス添付欄追加

Harness tab location, dimensions, shear area

- Attachmentの判定が、 e/d から断面積の判定に変更された
- Same Bolt選択時とIndividual Bolt選択時で断面積の判定値が異なるので注意。
- エビデンス添付欄が追加された
 \Rightarrow どんなAttachmentを選択したとしても、証明できるエビデンスを添えること。
- ただしI-BOLTを切断してフレームに直接溶接する場合は、この項目は審査から除外する。
数値入力不要。BLANK、REJECTとなっても構わない。
エビデンス添付欄に、「I-BOLTを切断して溶接する」旨、コメント入れておくこと。

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	EQ
F.3.2.1.g	Example: 25mm x 2.5mm round	Size A	Round	EQ
F.3.4.1.a	Wall thickness:	2	mm	BLANK
	Outer Diameter (OD):	25	mm	BLANK
	Wall thickness:	2.0	mm	BLANK
	Outer Diameter (OD):	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.6.5	Shoulder Harness Bar (SH)	Minimum	Tube Used	EQ
F.3.2.1.k	Example: 25mm x 2.5mm round	Size A	Round	EQ
F.3.4.1.a	Wall thickness:	2	mm	BLANK
	Outer Diameter (OD):	25	mm	BLANK
	Wall thickness:	2.0	mm	BLANK
	Outer Diameter (OD):	25.0	mm	BLANK
	Tube cross sectional area (A):	173	mm ²	BLANK
	Tube second moment of inertia (I):	11320	mm ⁴	BLANK

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	N/A
F.3.2.1.l	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

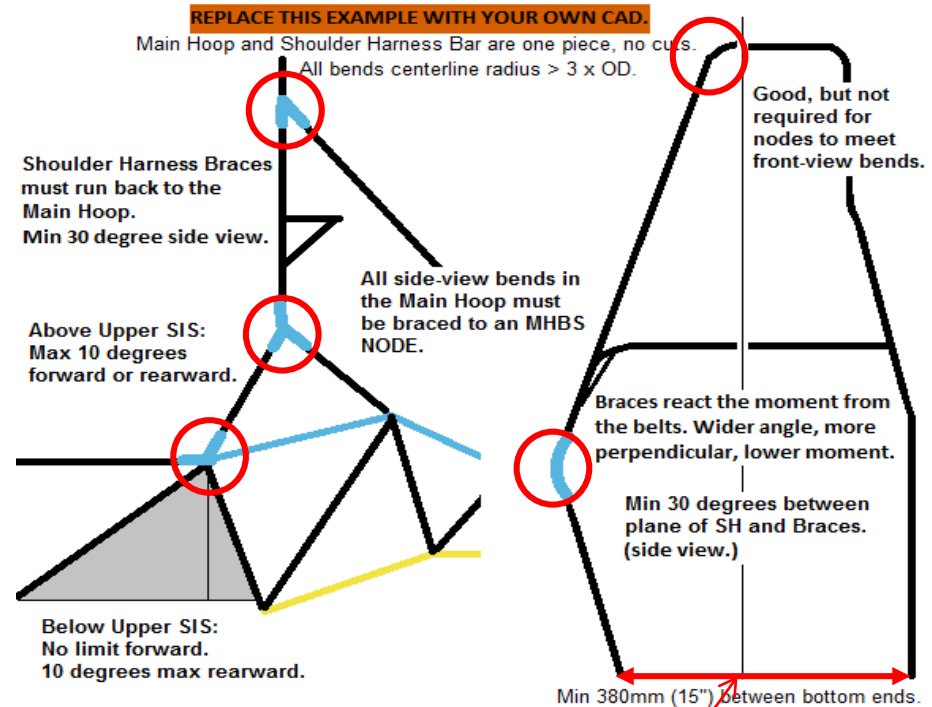
BLANK		
F.5.8.3.a	Main Hoop direction above Upper SIS, in side view:	Vertical EQ
	In Hoop angle from vertical above Upper SIS, in side view, ≤ 10 :	degrees BLANK
F.5.8.2	Main Hoop Braces may run forward or rearward.	

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

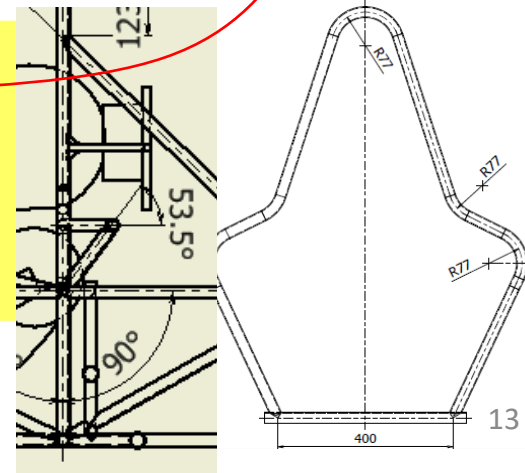
BLANK		
F.5.8.4	Distance between Main Hoop ends, ≥ 380 mm (15")	mm BLANK

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 BLANK
	Outer Diameter (OD):	mm BLANK
	Minimum radius::diameter ratio, ≥ 3 :	



- MHの角度
- MH下端の端部間距離
- 曲げR（曲げた箇所はすべて）
- 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 (Attachment)

2023年 追加

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

Shoulder harnessをbolted締結した場合の判定追加
(Wrapping (巻きつけ) の場合は免除)

Wrapping shoulder harness belts around the SH bar is preferred.

BLANK	
	Shoulder belt attachment: Bolted EQ
T.2.6.3	Shoulder belt hole diameter / fastener size: mm BLANK
	Centerline inserts preferred if bolting to SH: BLANK
T.2.4.3	Bolt hole thickness $\geq 1.6\text{mm}$ (0.063in) steel: mm BLANK
	Minimum tearout distance: mm BLANK
	Area = $2 \times \text{thickness} \times \text{min distance} \geq 60\text{ mm}^2$ 0 0.00% REJECT
	Bracket attachment: Welded EQ

Tab to tube welding must be on both sides of the tab.

- ボルト締結の場合は各項目を入力し、それを証明するエビデンスを添付すること。
- Wrapping (巻きつけ) 選択の場合、以下「N/A」で入力は不要となる。
- **I-BOLTを切断してフレームに直接溶接する場合は、この項目は審査から除外する。**
数値入力不要。BLANK、REJECTとなっても構わない。
「I-BOLTを切断して溶接する」旨、テキストボックスを用いてコメントを添えること。

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:	Rearward	EQ
F.5.9.5	Angle between MH and MHB >=30 degrees:		degrees BLANK

BLANK

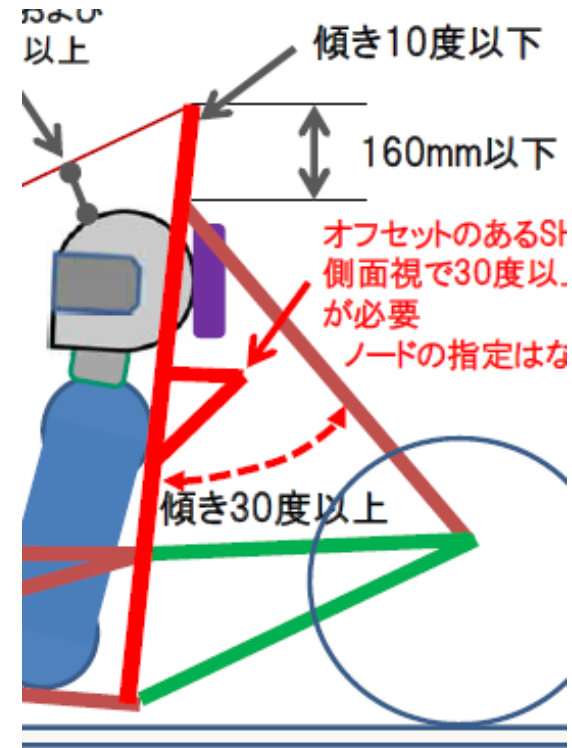
F.5.9.4	Top of MH of MHB tube, 160mm vertical limit:		mm BLANK
---------	--	--	----------

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	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

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	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



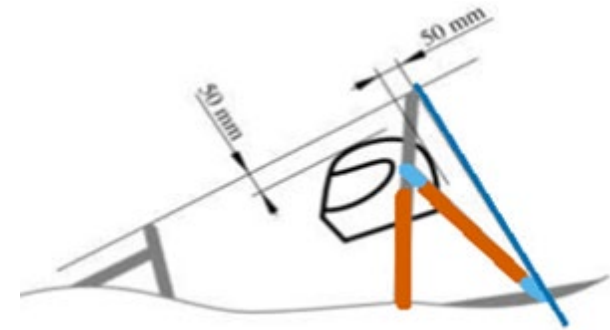
• MHとMHB間の角度
 • MH頂点とMHB接続点の距離
 これらを適切に明記し、以下の各セルに入力した数値が正しいことを確認できる図面を添付すること。

Helmet Clearance

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

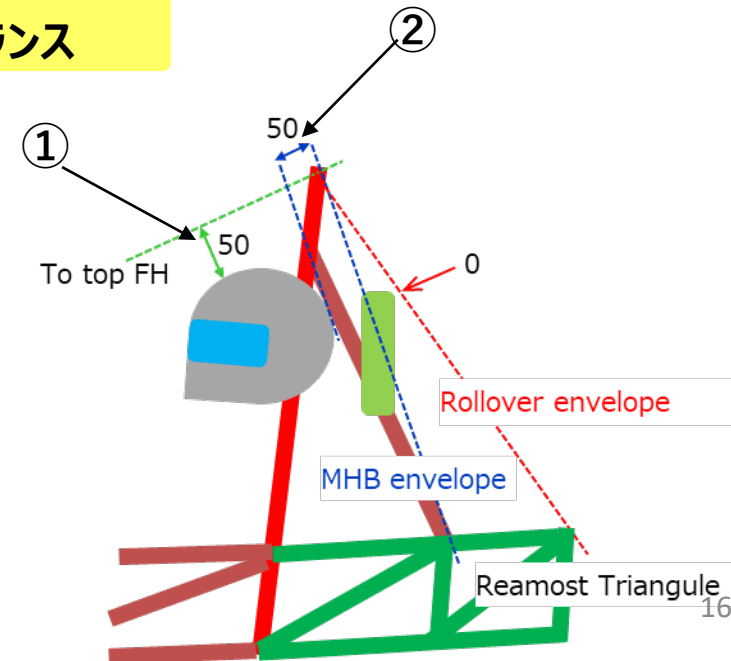
BLANK
F.5.6.3.a Helmet $\geq 50\text{mm}$ (2in) below Roll Hoop plane: mm BLANK ①

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



① MH頂点とFH頂点を結んだ線とヘルメットとのクリアランス

② MH頂点とMHB envelopeに対するヘルメット後方のクリアランス



BLANK			
Fuel system inside tire envelope?		IC.1.2	BLANK
Fuel system above bottom surface of chassis?		F.9.1	BLANK
Fuel system including fill tube inside triangulated structure below 350mm?		F.9.1.1.	BLANK
Any pressure tanks are metal or separated from exhaust by T.1.6.3?		T.6.1.3	BLANK
2 holes, chassis low point? 2 holes between driver & fuel tank? >25mm?		T.5.5.4	BLANK

問診項目 2項目追加

- ・高圧ガスシリンダーの排気システムからの熱保護
- ・システムシーリング；直径25mm穴×2個の位置

- ・すべての項目に対して、YesかNoを選択すること。
- ・SES作成時点では燃料タンクや高圧ガスシリンダーの詳細設計は完了できないと想定し、**これら5項目の問診項目は、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。

Head Restraint

BLANK

T.2.8.4

Head Restraint ≥ 0 from rollover envelope:

mm

BLANK

F.5.10

Head Restraint Protection Hoop Used?

Select Drop Down:

BLANK

F.3.2.1.h Example: 25.4mm x 1.6mm round

Size B

Round

N/A

F.3.4.1.b

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):

114

mm²

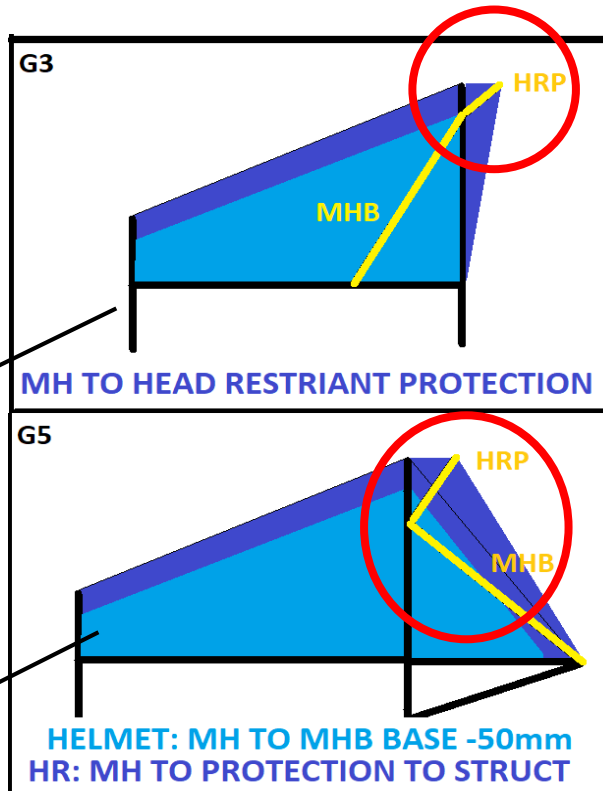
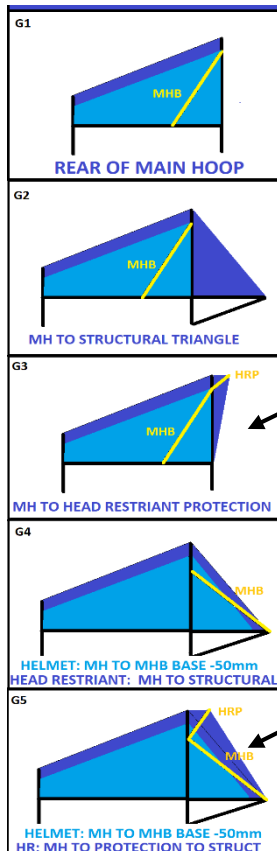
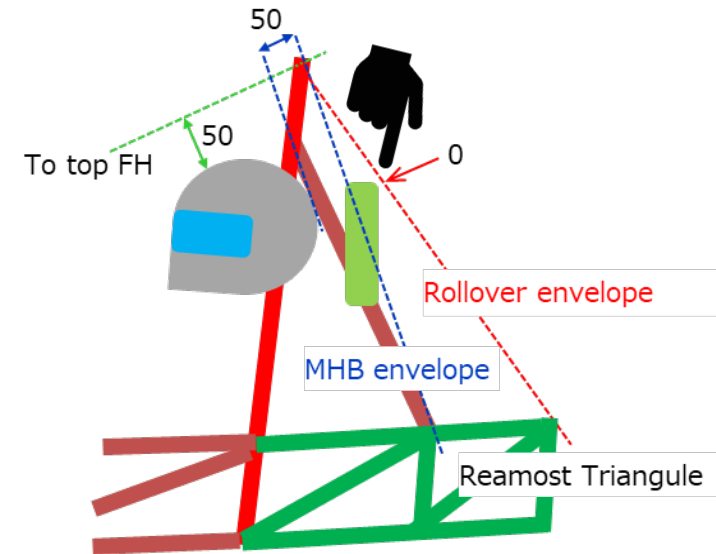
N/A

Tube second moment of inertia (I):

8509

mm⁴

N/A



Head RestraintがRollover envelopeからはみ出す場合の追加処置

「SES」の右側に「Head RestraintProtection」が記載されている。
G3、G5の例のようにMain Hoopから結ぶF.1.13のロールオーバー保護が成立しない場合、左図で赤丸で囲ったようなようなHRP（Head Restraint Protection）の追加が可能。

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

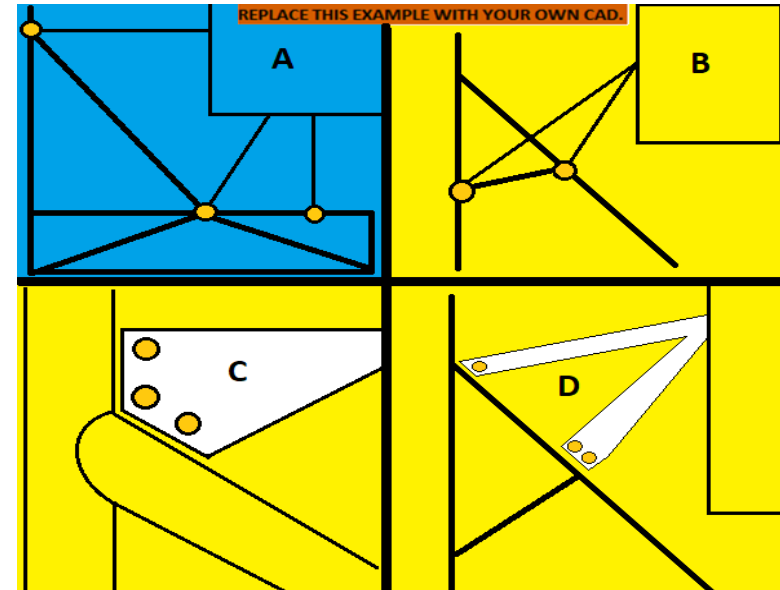
問診項目 3件追加

- ・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、各シートに必要事項を入力すること。

Rear Wing Mounting

BLANK		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.		N/A
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
	Main Hoop Brace Length (Main Hoop to MHBS) (L):		mm
	Wing Mount distance to closest MHB end (a):		mm
	MHB Max Moment Load (Sy*L*I)/(a*(L-a)*OD/2):		N
	Failure mechanism:	Select drop down:	N/A
			lbs
		0	

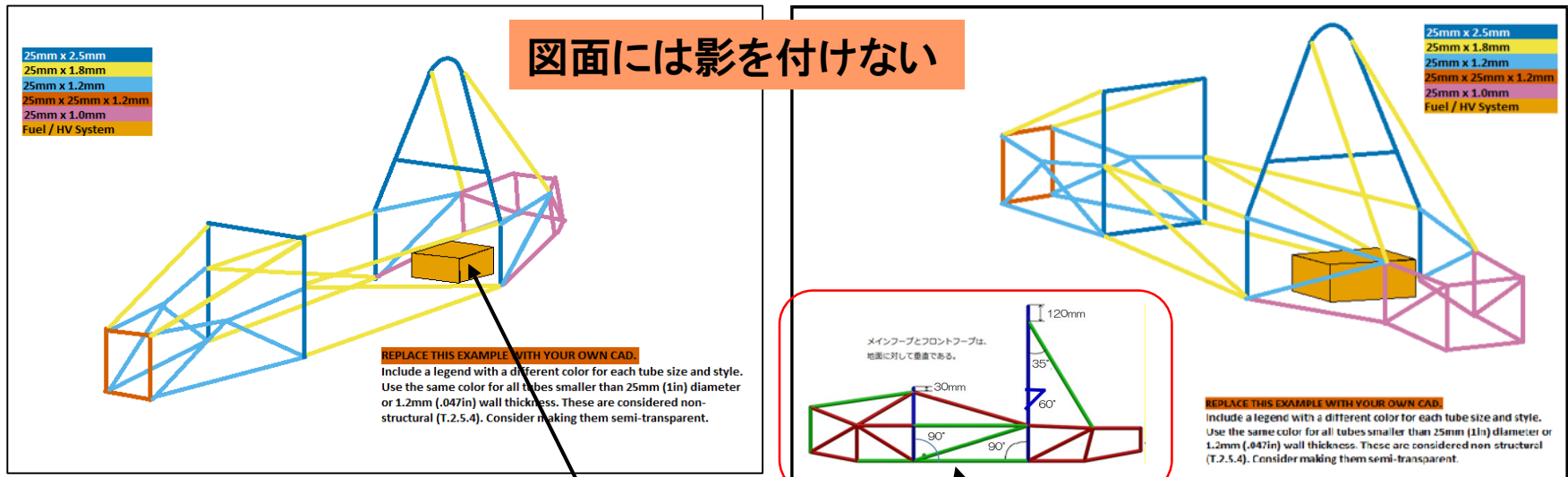


A	STRONGLY PREFERRED	Single fastener at each node, rotationally free. No failure force required. Mounts rearward of the MHB assembly are completely unrestricted
B	NOT RECOMMENDED	Mounts in the middle of the MHB or MH require a brace between the two. All fasteners or mounts on a side must fail simultaneously 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.

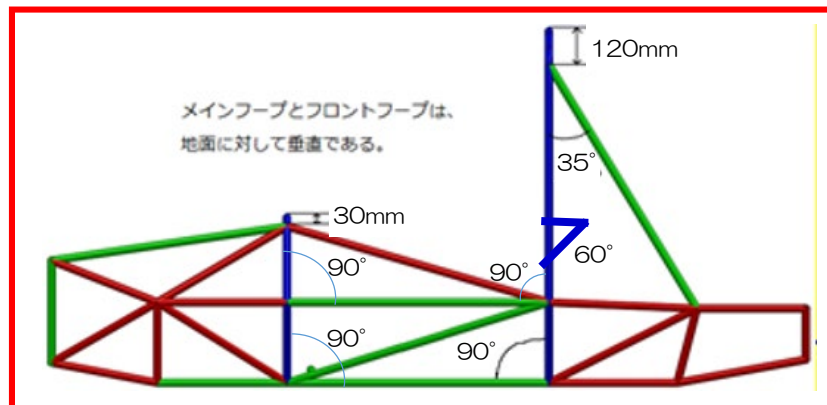
Rear Wing固定方法は、Type-Aを強く推奨する。
自チームがType-B/C/Dの場合、それぞれのコメントをよく読んで対応すること。
対策不十分の取付け方は許可しない。

Front & Rear 3/4 3D CAD

アイソメ図は下記に示す様に、前方・後方を入力する



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



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

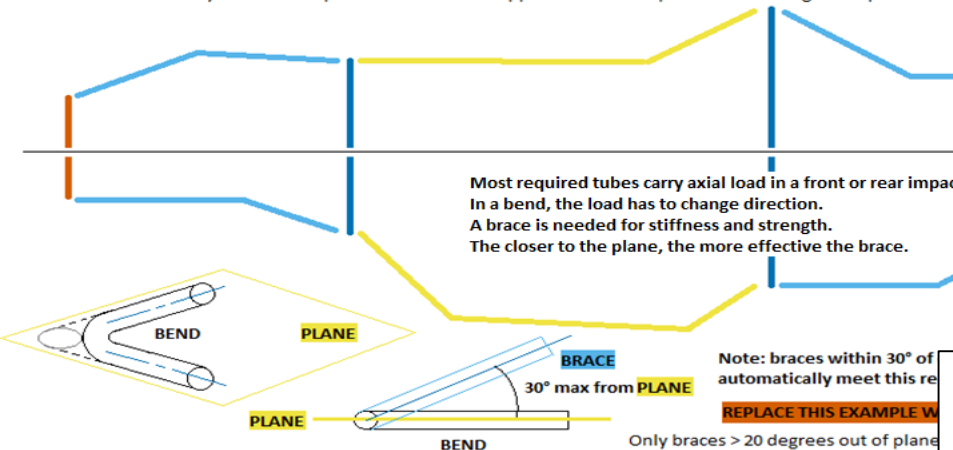
Bent Tubes

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

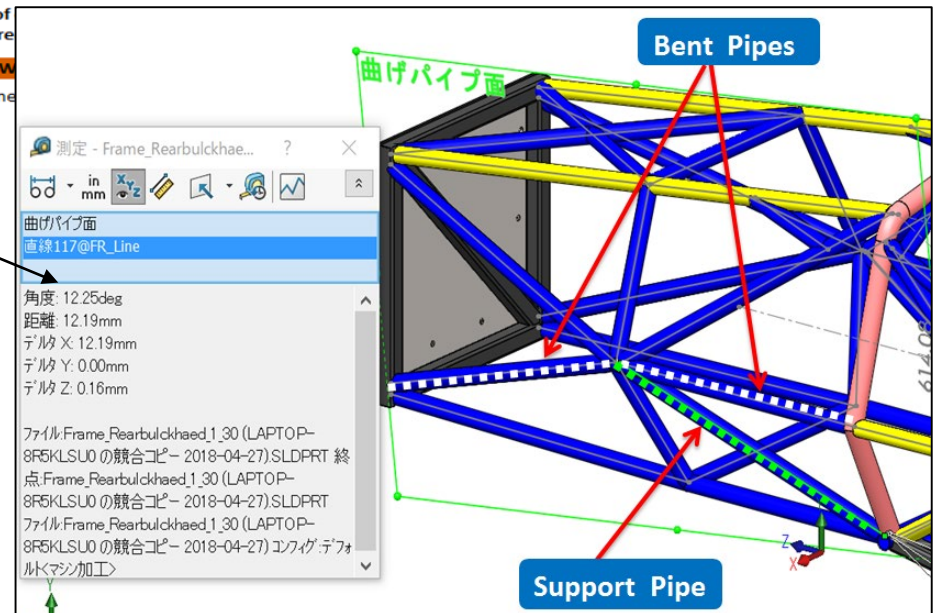
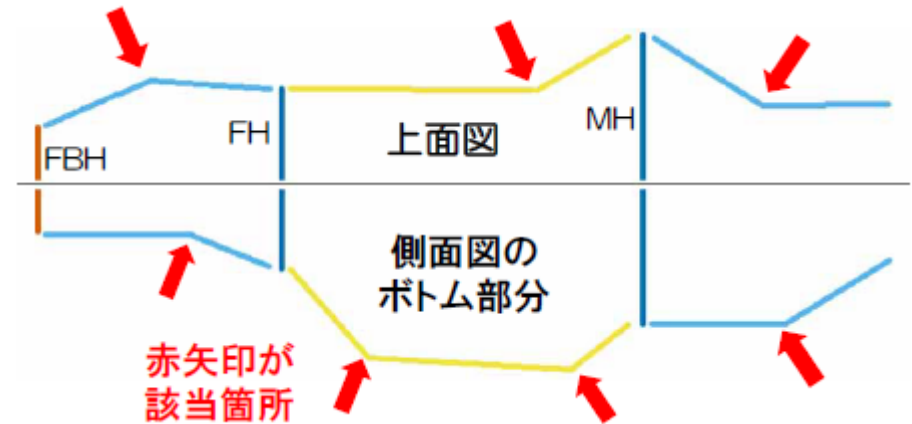
F.5.2.3 - Bent tubes need to be considered in 3 dimensions.
The plane of a bent tube is defined by the straight axes on either side of the bend.
Braces must be within 30 degrees of the plane of a bent tube.
Only front-view bends of the Roll Hoops are exempt from bracing.
Only braces for top-view bends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

Most required tubes carry axial load in a front or rear impact.
In a bend, the load has to change direction.
A brace is needed for stiffness and strength.
The closer to the plane, the more effective the brace.



30度以下を証明する一例
3D-CADにて角度を算出し
その結果を添付すること

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。

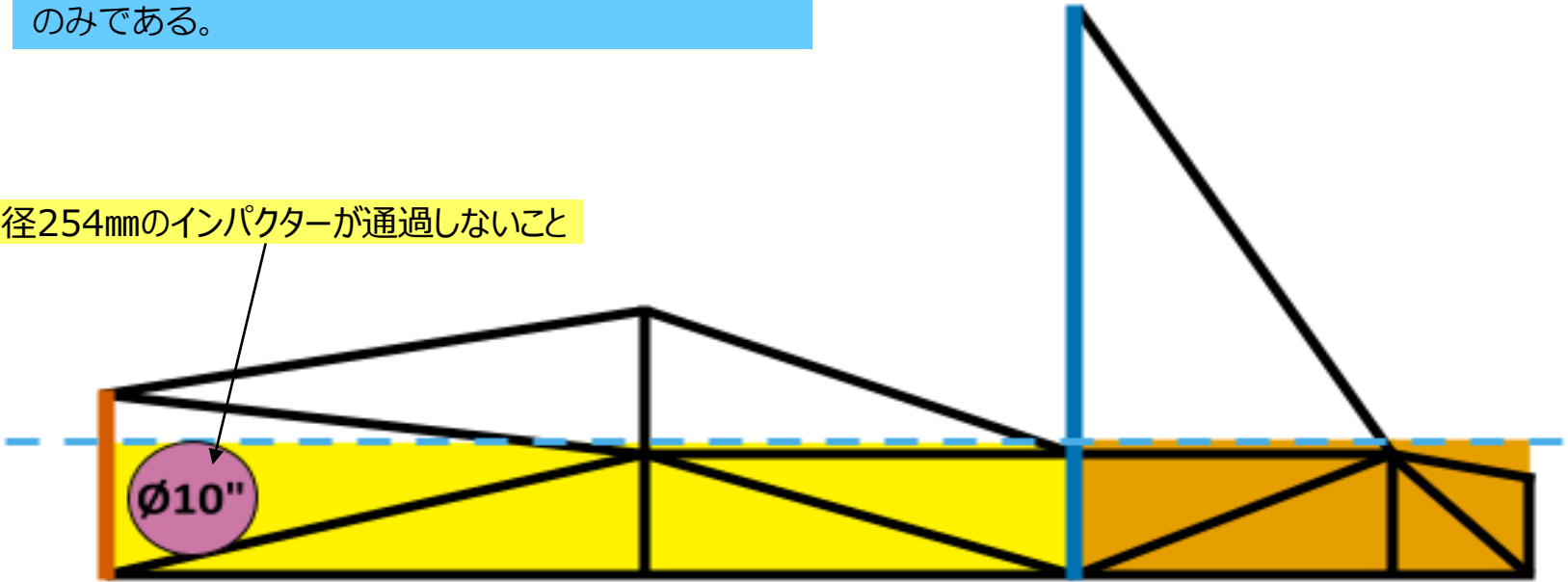


GR.1.4 - Good Engineering Practice

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.

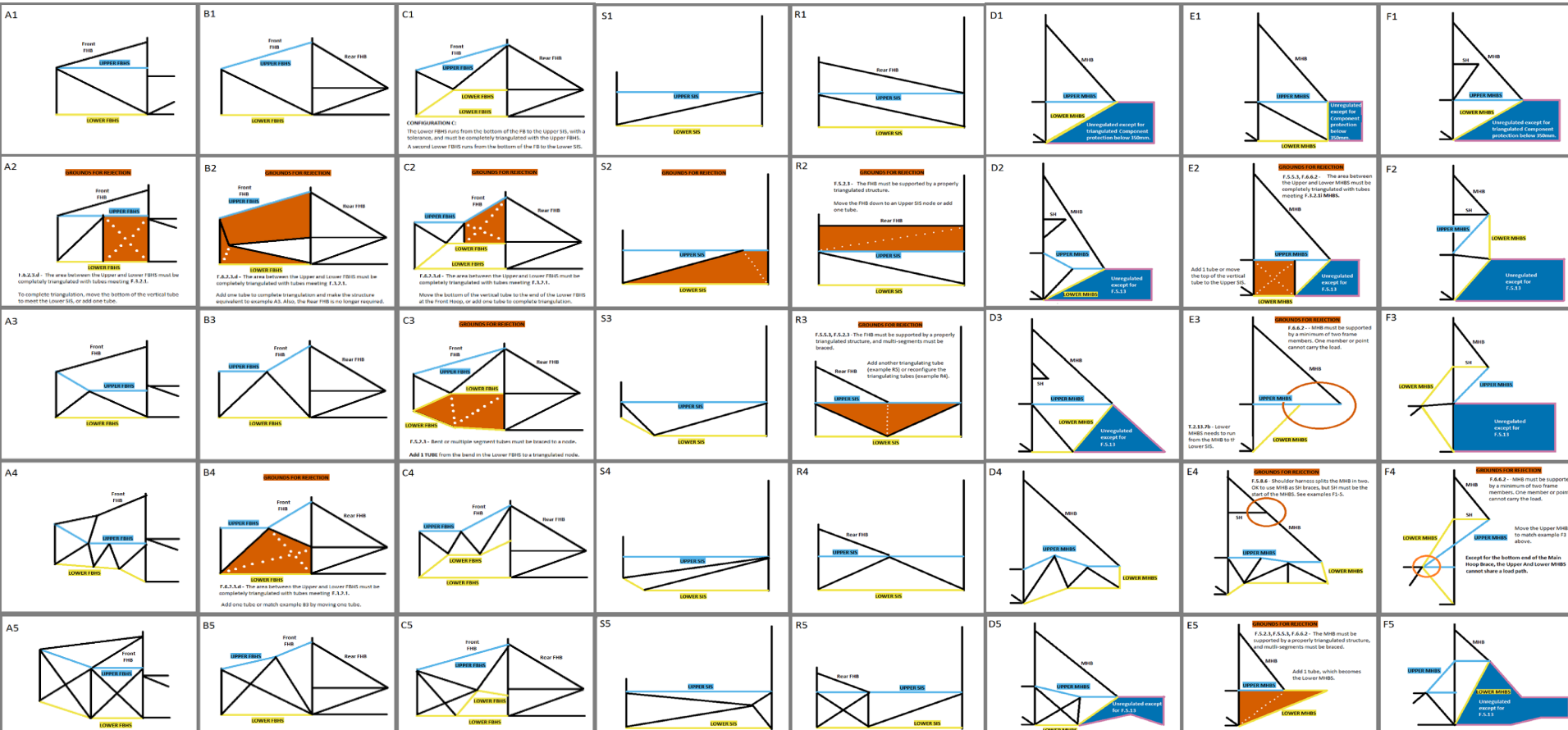
The impactor will be held vertically and seek to intrude into the frame horizontally between the ground and the maximum upper SIS height per rule F.6.4.4.

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

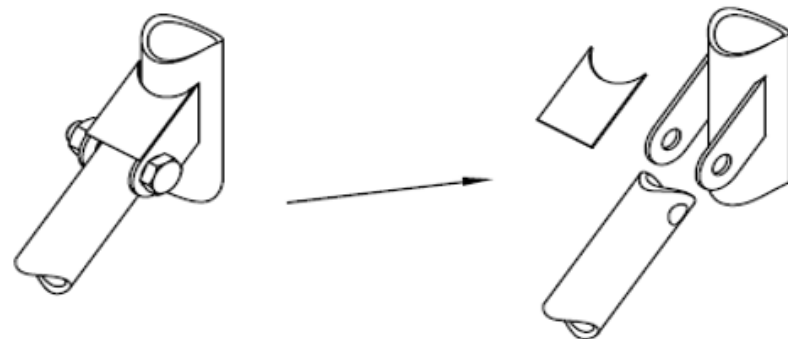
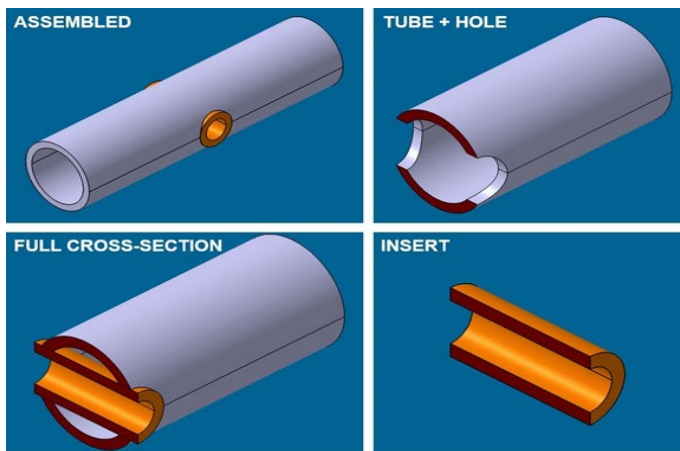
下記例（FBHS・SIS・MHBS・SH）を参考にフレーム構成を検討のこと



SES(等価構造計算書)

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。

EQ

Any removable members along
required tubes?

ube Chassis B0133: Yes

EQ

Any holes over 4mm drilled in
F.3.2.1 required tubes?

ube Chassis B0134: Yes

AIP Inserts: Yes

EV Accumulator: No

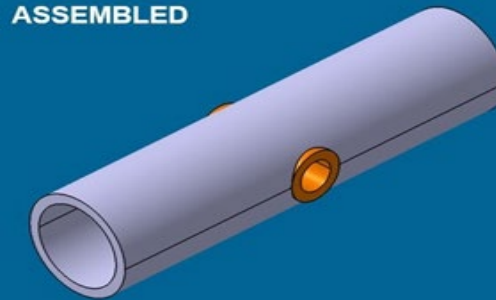
EQ

Does the steering rack
interrupt any required tubes?

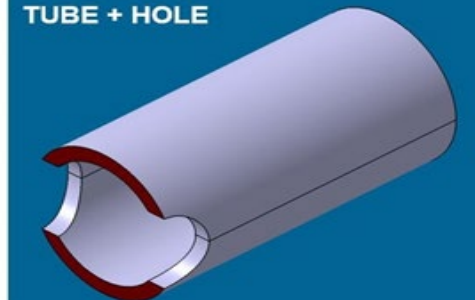
ube Chassis B0135: Yes

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。

ASSEMBLED

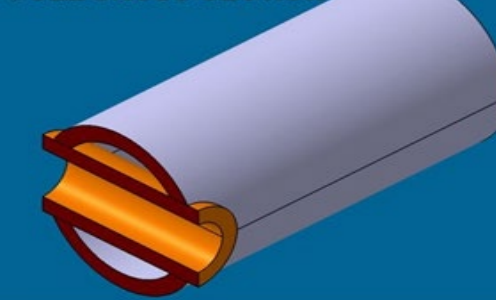


TUBE + HOLE

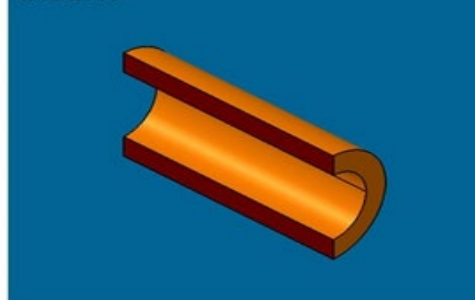


断面積が計算できる全ての寸法を図解で示すこと

FULL CROSS-SECTION



INSERT



Welded Tube Insert

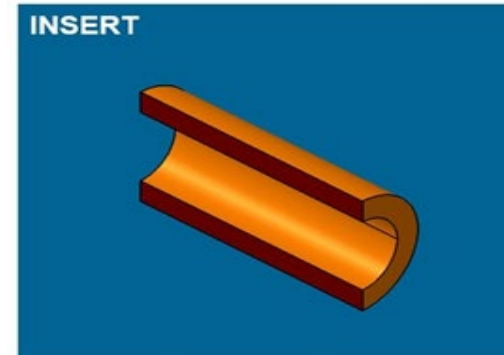
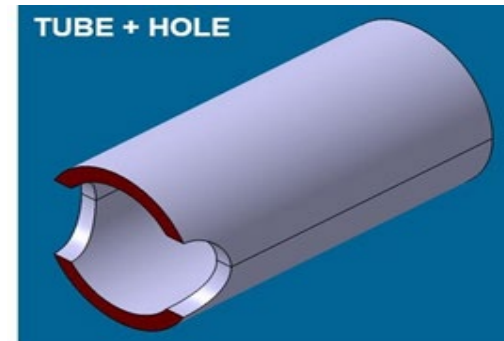
必要項目を入力すること。

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	BLANK
	Outer Diameter: 25	mm	BLANK
	Tube cross sectional area (A ₁): 1.73E+02	mm ²	EQ
	Tube second moment of inertia (I ₁): 1.13E+04	mm ⁴	EQ
F.3.4.3	Tube with Hole cross sectional area (A ₂):	mm ²	BLANK
	Tube with Hole second moment of inertia (I ₂):	mm ⁴	BLANK
	Insert/Collar cross sectional area (A ₃):	mm ²	BLANK
	Insert/Collar second moment of inertia (I ₃):	mm ⁴	BLANK
F.3.4.2 F.3.5.3	Young's Modulus (E): 2.00E+11	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	$E_1 I_1 \leq E_2 I_2 + E_3 I_3$		BLANK
Yield	$Sy_1 A_1 \leq Sy_2 A_2 + Sy_3 A_3$		BLANK
Ultimate	$Su_1 A_1 \leq Su_2 A_2 + Su_3 A_3$		BLANK
Bending	$I_1 Su_1 \leq 4(I_2 Su_2 + I_3 Su_3)/r$		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

REPLACE THIS EXAMPLE WITH YOUR OWN CAD

Figure – Double Lug Joint

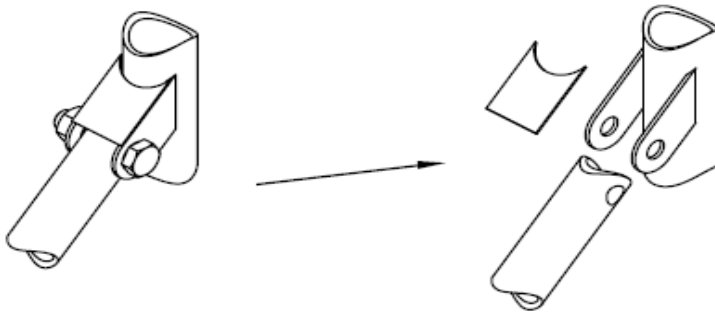
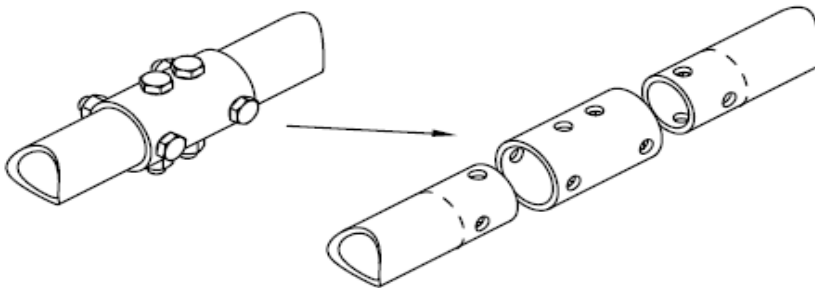


Figure – Sleeved Butt Joint



REPLACE THIS EXAMPLE WITH YOUR OWN CAD

Figure – Double Lug Joint

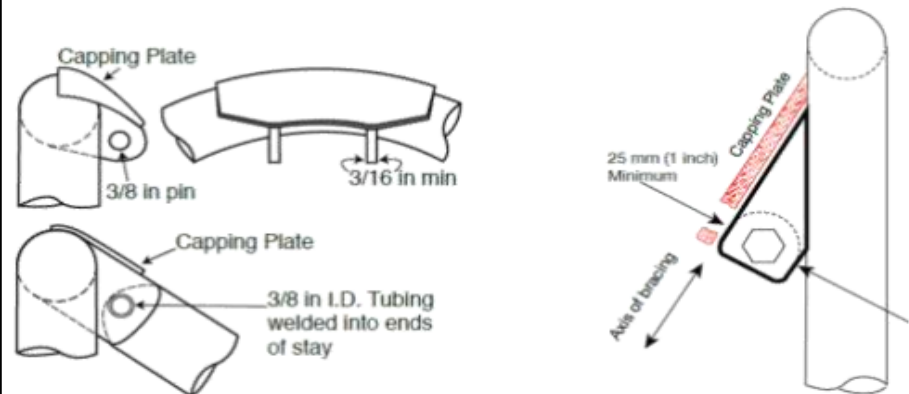
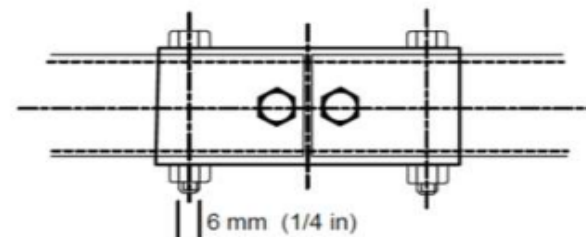


Figure – Sleeved Butt Joint



Bolted Members

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:	<input type="text"/> mm N/A
F.5.12.3b	Perpendicular dimension $\geq 25\text{mm}$ (1in):	<input type="text"/> 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:	<input type="text"/> mm N/A
	Distance to tube edge:	<input type="text"/> mm N/A
	Distance to tab edge:	<input type="text"/> mm N/A
	Minimum edge::diameter ratio ≥ 1.5 :	N/A