

第1号様式

平成17年 月 日

自動車検査独立行政法人殿

届出者の氏名または名称 菅野宗一

住 所 秋田市下新城笠岡字堰根78番地

連絡先(担当者) 菅野宗一

電 話 番 号 018-873-2357

改造自動車等届出書

車名・型式		ジープKB-J55改	種 別	小型	用 途	貨物
改 造 内 容 等	(1)ー①	車枠及び車体	(3)ー④	動力伝達装置	(5)ー④	操縦装置
	(1)ー②	〃	(3)ー⑤	〃	(6)	制動装置
	(1)ー③	〃	(4)ー①	走行装置	(7)ー①	緩衝装置
	(2)ー①	原動機	(4)ー②	〃	(7)ー②	〃
	(2)ー②	〃	(4)ー③	〃	(8)	連結装置
	(3)ー①	動力伝達装置	(5)ー①	操縦装置	(9)	燃料装置
	(3)ー②	〃	(5)ー②	〃		試作車
	(3)ー③	〃	(5)ー③	〃		組立車
改造予定車輛数		1	主たる使用地域		秋田陸運支局管内	

注1. 該当する改造内容を○で囲むこと

注2. 添付資料を省略する場合には、添付資料欄に×を付すこと。

自動車検査独立行政法人 殿

改造概要説明書(改造自動車等審査結果通知書)

[指示事項]

主要諸元比較表 (改造)

項 目	標準車	改造車	基準	項 目	標準車	改造車	基準	
車 名	ジープ	←	—	乗 車 定 員 人	2 (4)	←	—	
型 式	KB-J55	KB-J55 改	—	最 大 積 載 量 kg	250 (0)	←	—	
自 動 車 の 種 別	小型	←	—	車輦総重量kg	前 軸 重	790 (805)	863 (878)	≤10,000
用 途	貨物	←	—		後 軸 重	940 (785)	927 (772)	≤10,000
車 体 の 形 状	ボンネット	←	—		計	1,730 (1,590)	1,790 (1,650)	—
燃 料 の 種 類	軽油	←	—	最 大 安 定 傾 斜 角 度	右 °	43	40	一般≥35 ° 其他≥30 °
原 動 機 型 式	4DR5	←	—		左 °	43	40	
総 排 気 量 l	2.659	←	—	タイヤサイズ	前 軸	215R15-6PRLT	700R16-8PRLT	—
長 さ m	3.455	3.500	≤ 12		後 軸	215R15-6PRLT	700R16-8PRLT	—
幅 m	1.665	←	≤ 2.5	積載時タイヤ 荷重割合%	前 軸	38 (39)	43 (44)	—
高 さ m	1.910	1.995	≤ 3.8		後 軸	45 (38)	46 (39)	—
軸 距 m	2.030	←	—	積載時前輪荷重割合%	45 (50)	48 (53)	≥18、20%	
輪 距 m	前 輪	1.305	1.339	リアオーバーハングm	0.660	←	≤ 1/2,11/20,2/3L	
	後 輪	1.305	1.339					
室内又は 荷台の内 側	長 さ	0.810	←	荷 台 オ フ セ ッ ト m	−0.135	←		
	幅	1.490	←	最 小 回 転 半 径 m	5.4	←		
	高 さ	1.215	←					
車 輦 重 量 kg	前 軸	770	843					
	後 軸	600	587					
	計	1,370	1,430	—				

能力強度等検討

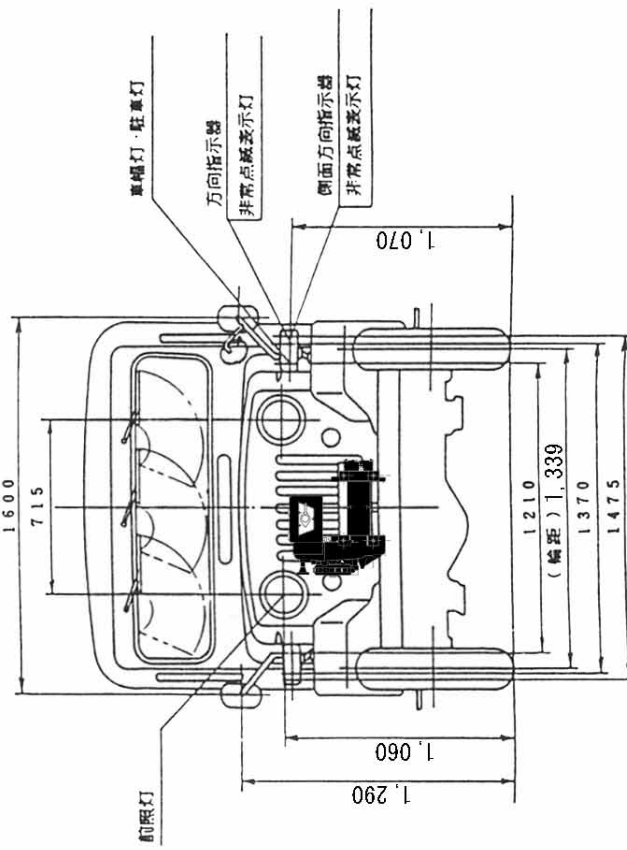
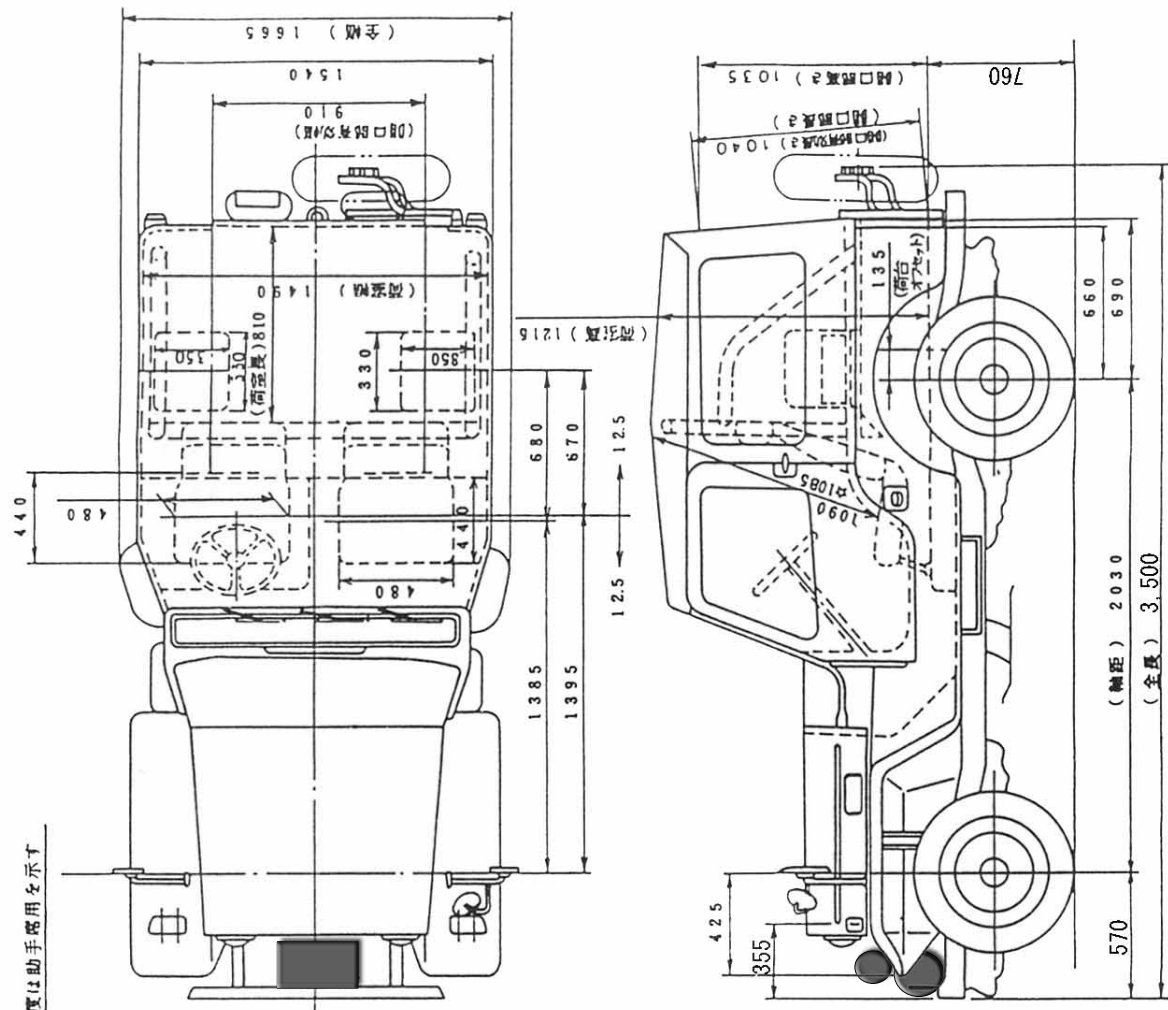
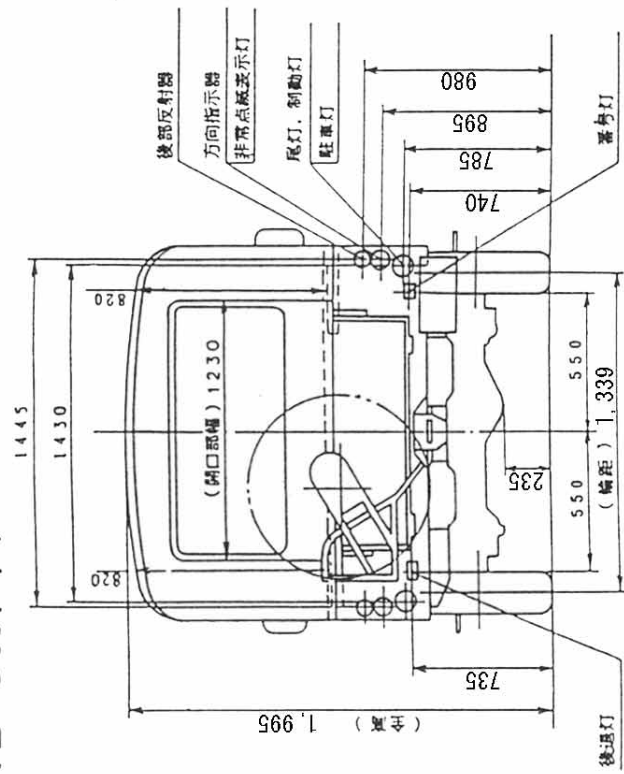
加 速 能 力	勾 配 能 力	制 動 能 力		車 枠 強 度	
				車 軸 強 度	
				操 縦 装 置 強 度	$\sigma B/\alpha = 1,882.1/315.2 = 5.9 > 1.6$
推 進 軸	回 転 数	強 度		緩 衝 装 置 強 度	$\sigma B/\alpha = 115/48.951 = 2.3 > 1.6$
				制 動 装 置 強 度	
				連 結 装 置 強 度	

改造等の概要

目的	不整地走破性を向上させる為には荷重移動を抑えたうえで、標準設定車高を変更する必要があります。 これらの目的を達成させるためBowサスペンションへ変更しました。
車枠及び車体	
原 動 機	
動力伝達装置	
走 行 装 置	
操 縦 装 置	車高の増加に伴い、短くなったステアリングリレーロッドをモトレージ社製アジャスタブルリレーロッドに交換。「別添強度計算書」
制 動 装 置	
緩 衝 装 置	リーフスプリング及びシャックルをBowリーフスプリング(仕様は下記の通り)とBowシャックルに変更。「別添強度計算書」 これに伴いシャックルブッシュを強化品に変更 前左右 (1010×60×6-5・5-1) 後左右 (1209×70×6-5・5-2)
連 結 装 置	
燃 料 装 置	

<KB-J55FF>

注. ☆印寸度は助手席用を示す



KB-J55

種別区分番号 001

	重量W (kg)	前輪オフセット (mm)	前軸荷重W f (kg)	後軸荷重W r (kg)
車両重量	1,370		770	600
【削除項目】				
フロントリーフス プリング及びシャ ックル	30	0	30	0
リヤリーフスプリ ング及びシャック ル	30	2,030	0	30
ステアリングリレ ーロッド	10	0	10	0
【増設項目】				
フロントリーフス プリング及びシャ ックル	30	0	30	0
リヤリーフスプリ ング及びシャック ル	30	2,030	0	30
ステアリングリレ ーロッド	10	0	10	0
ウインチ	60	－425	73	－13
改造車両重量	1,430		843	587
乗員2名 及び荷物	360		20	340
乗車4名	220		35	185
改造車両総重量 (2名乗車)	1,790		863	927
改造車両総重量 (4名乗車)	1,650		878	772

積車時前輪荷重割合

2名乗車時

$$W f / W \times 100 = 863 / 1,790 \times 100 = 48.21$$

4名乗車時

$$W f / W \times 100 = 878 / 1,650 \times 100 = 53.21$$

積車時タイヤ荷重割合

		タイヤ		負荷	
		サイズ	許容荷重kg	タイヤ1本当り 荷重 kg	タイヤ1本当り 負荷率 %
2名乗車	前輪	700R16-8PRLT	1,000	431.5	43.15
2名乗車	後輪	700R16-8PRLT	1,000	463.5	46.35
4名乗車	前輪	700R16-8PRLT	1,000	439	43.9
4名乗車	後輪	700R16-8PRLT	1,000	386	38.6

K B－J 5 5 重心高の算出

$$H = R + \frac{L(Wr' - Wr)\sqrt{L^2 - h^2}}{Wh}$$

H = 重心高

R = 389 mm タイヤの有効回転半径（使用タイヤ 700R16-8PRLT）

L = 2,030 mm 軸距

W = 1,582 kg 車輦重量

W r = 660 kg 空車状態及び水平時の後軸荷重

W r ' = 760 kg 前車輪を h（600 mm）だけ揚げた時の後軸重

$$H = 389 + \frac{2030(760 - 660)\sqrt{2030^2 - 600^2}}{1582 \times 600} = 803.75$$

安定幅の算出

左側

$$Bl = \frac{\cos \alpha (Wfr \times Tf + Wrr \times Tr)}{W}$$

右側

$$Br = \frac{\cos \alpha (Wfl \times Tf + Wrl \times Tr)}{W}$$

Bl = 左側安定幅

Br = 右側安定幅

Tf = 1,339mm 前輪距

Tr = 1,339 mm 後輪距

L = 2,030 mm 軸距

W = 1,582 kg 車輦重量

Wfl = 466 kg 左前輪荷重

Wfr = 456 kg 右前輪荷重

Wrl = 326 kg 左後輪荷重

Wrr = 334 kg 右後輪荷重

α = 前後車輪の接地部中心点を結ぶ直線が車輦中心点と交わってなす角度

$$\tan \alpha = \frac{Tr - Tf}{2L} = \frac{1339 - 1339}{2 \times 2030} = 0 \quad \therefore \alpha = 0 \quad \therefore \cos \alpha = 1$$

$$Bl = \frac{1(456 \times 1339 + 334 \times 1339)}{1582} = 668.65mm$$

$$Br = \frac{1(466 \times 1339 + 326 \times 1339)}{1582} = 670.35mm$$

最大安定傾斜角度の算出

左側

$$\tan \beta l = \frac{Bl}{H}$$

β = 最大安定傾斜角度

H = 803.75mm 重心高

Bl = 668.65mm 左側安定幅

Br = 670.35mm 右側安定幅

左側

$$\tan \beta l = \frac{668.65}{803.75} = 0.832$$

$$\therefore \beta l = 40^\circ$$

右側

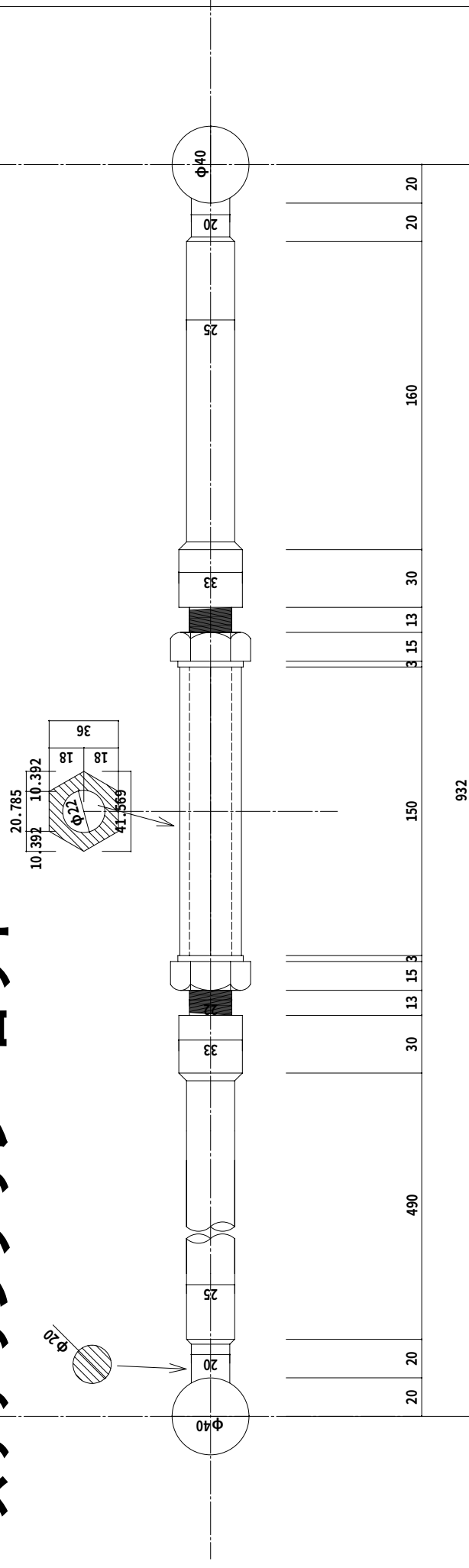
$$\tan \beta r = \frac{Br}{H}$$

右側

$$\tan \beta r = \frac{670.35}{803.75} = 0.834$$

$$\therefore \beta r = 40^\circ$$

ステアリングダリレ-ロッド



ステアリングリレーロッドの強度計算書

ステアリングシャフトに作用するトルク $T = Q \times R \times e \times \eta$

Q=ハンドルに作用する力、乗用車、小型車は 15 kg f

R=ハンドルの半径 200 mm

e=ステアリング系の減速比 19.7

η =機械効率 0.8

$$T = 15 \times 200 \times 19.7 \times 0.8 = 47,280 \text{ kg f mm}$$

ピットマンアームがステアリングリレーロッドを押す力 $F = T \div L$

T=ステアリングシャフトに作用するトルク 47,280 kg f mm

L=ピットマンアームの長さ 150 mm

$$F = 47,280 \text{ kg f mm} \div 150 \text{ mm} = 315.2 \text{ kg f}$$

ステアリングリレーロッドの最小断面は直径 20 mmの実空真円とする

D=直径=20 mm

$$\text{断面二次モーメント } I = \frac{\pi \times D^4}{64} = \frac{\pi \times 20^4}{64} = 7,853.98 \text{ mm}^4$$

$$\text{ステアリングリレーロッドの座屈荷重 } P_c = n \times \pi^2 \left(\frac{E \times I}{L^2} \right)$$

n=柱の両端条件 両端ピン: 1

E=柱の縦断面係数 21,000 kg f/mm²

I=最小断面二次モーメント 7,853.98 mm⁴

L=ステアリングリレーロッドの長さ 930 mm

$$P_c = 1 \times \pi^2 \left(\frac{21000 \times 7853.98}{930^2} \right) = 1,882.1 \text{ kg f}$$

$$\text{ステアリングリレーロッドの安全率 } f = \frac{P_c}{F} = \frac{1,882.1}{315.2} = 5.9 > 1.6$$

表 2 (続き)

ブリネル くほ み 径 mm	ブリネル硬さ 10 mm 球・ 荷重 3000kgf		ビッ カー ス 硬さ	ロックウェル硬さ (°)				ロックウェルスーパーフィシャル硬さ ダイヤモンド円錐圧子			シ ョ ア 硬 さ	引 張 強 さ (近 似 値) MPa ()	ブリネル くほみ径 mm	
	標 準 球	タング ステン カーバ イド球		A スケール 荷重 60 kgf ダイヤモンド 円錐圧子	B スケール 荷重 100 kgf 径 1.6 mm (1/16in)球	C スケール 荷重 150 kgf ダイヤモンド 円錐圧子	D スケール 荷重 100 kgf ダイヤモンド 円錐圧子	15 - N スケール 荷重 15 kgf	30 - N スケール 荷重 30 kgf	45 - N スケール 荷重 45 kgf				
2.70	—	—	553	77.1	—	52.5	65.0	86.7	70.7	58.0	—	1915	2.70	
	—	514	547	76.9	—	52.1	64.7	86.5	70.3	57.6	70	1890		
2.75	(495)	—	539	76.7	—	51.6	64.3	86.3	69.9	56.9	—	1855	2.75	
	—	—	530	76.4	—	51.1	63.9	86.0	69.5	56.2	—	1825		
	—	495	528	76.3	—	51.0	63.8	85.9	69.4	56.1	68	1820		
2.80	(477)	—	516	75.9	—	50.3	63.2	85.6	68.7	55.2	—	1780	2.80	
	—	—	508	75.6	—	49.6	62.7	85.3	68.2	54.5	—	1740		
	—	477	508	75.6	—	49.6	62.7	85.3	68.2	54.5	(%)	1740		
2.85	(461)	—	495	75.1	—	48.8	61.9	84.9	67.4	53.5	—	1680	2.85	
	—	—	491	74.9	—	48.5	61.7	84.7	67.2	53.2	—	1670		
	—	461	491	74.9	—	48.5	61.7	84.7	67.2	53.2	65	1670		
2.90	444	—	474	74.3	—	47.2	61.0	84.1	66.0	51.7	—	1595	2.90	
	—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	84.0	66.8	51.5	—	1585		
	—	444	472	74.2	—	47.1	60.8	84.0	65.8	51.5	63	1585		
2.95	429	429	455	73.4	—	45.7	59.7	83.4	64.6	49.9	61	1510	2.95	
3.00	415	415	440	72.8	—	44.5	58.8	82.8	63.5	48.4	59	1460	3.00	
3.05	401	401	425	72.0	—	43.1	57.8	82.0	62.3	46.9	58	1390	3.05	
3.10	388	388	410	71.4	—	41.8	56.8	81.4	61.1	45.3	56	1330	3.10	
3.15	375	375	396	70.6	—	40.4	55.7	80.6	59.9	43.6	54	1270	3.15	
3.20	363	363	383	70.0	—	39.1	54.6	80.0	58.7	42.0	52	1220	3.20	
3.25	352	352	372	69.3	(110.0)	37.9	53.8	79.3	57.6	40.5	51	1180	3.25	
3.30	341	341	360	68.7	(109.0)	36.6	52.8	78.6	56.4	39.1	50	1130	3.30	
3.35	331	331	350	68.1	(108.5)	35.5	51.9	78.0	55.4	37.8	48	1095	3.35	
3.40	321	321	339	67.5	(108.0)	34.3	51.0	77.3	54.3	36.4	47	1060	3.40	
3.45	311	311	328	66.9	(107.5)	33.1	50.0	76.7	53.3	34.4	46	1025	3.45	
3.50	302	302	319	66.3	(107.0)	32.1	49.3	76.1	52.2	33.8	45	1005	3.50	
3.55	293	293	309	65.7	(106.0)	30.9	48.3	75.5	51.2	32.4	43	970	3.55	
3.60	285	285	301	65.3	(105.5)	29.9	47.6	75.0	50.3	31.2	—	950	3.60	
3.65	277	277	292	64.6	(104.5)	28.8	46.7	74.4	49.3	29.9	41	925	3.65	
3.70	269	269	284	64.1	(104.0)	27.6	45.9	73.7	48.3	28.5	40	895	3.70	
3.75	262	262	276	63.6	(103.0)	26.6	45.0	73.1	47.3	27.3	39	875	3.75	
3.80	255	255	269	63.0	(102.0)	25.4	44.2	72.5	46.2	26.0	38	850	3.80	
3.85	248	248	261	62.5	(101.0)	24.2	43.2	71.7	45.1	24.5	37	825	3.85	
3.90	241	241	253	61.8	100.0	22.8	42.0	70.9	43.9	22.8	36	800	3.90	
3.95	235	235	247	61.4	99.0	21.7	41.4	70.3	42.9	21.5	35	785	3.95	
4.00	229	229	241	60.8	98.2	20.5	40.5	69.7	41.9	20.1	34	765	4.00	
4.05	223	223	234	—	97.3	(18.8)	—	—	—	—	—	—	4.05	
4.10	217	217	228	—	96.4	(17.5)	—	—	—	—	33	725	4.10	
4.15	212	212	222	—	95.5	(16.0)	—	—	—	—	—	705	4.15	
4.20	207	207	218	—	94.6	(15.2)	—	—	—	—	32	690	4.20	
4.25	201	201	212	—	93.8	(13.8)	—	—	—	—	31	675	4.25	
4.30	197	197	207	—	92.8	(12.7)	—	—	—	—	30	655	4.30	
4.35	192	192	202	—	91.9	(11.5)	—	—	—	—	29	640	4.35	
4.40	187	187	196	—	90.7	(10.0)	—	—	—	—	—	620	4.40	
4.45	183	183	192	—	90.0	(9.0)	—	—	—	—	28	615	4.45	
4.50	179	179	188	—	89.0	(8.0)	—	—	—	—	27	600	4.50	
4.55	174	174	182	—	87.8	(6.4)	—	—	—	—	—	585	4.55	
4.60	170	170	178	—	86.8	(5.4)	—	—	—	—	26	570	4.60	
4.65	167	167	175	—	86.0	(4.4)	—	—	—	—	—	560	4.65	
4.70	163	163	171	—	85.0	(3.3)	—	—	—	—	25	545	4.70	
4.80	156	156	163	—	82.9	(0.9)	—	—	—	—	—	525	4.80	
4.90	149	149	156	—	80.8	—	—	—	—	—	23	505	4.90	
5.00	143	143	150	—	78.7	—	—	—	—	—	22	490	5.00	
5.10	137	137	143	—	76.4	—	—	—	—	—	21	460	5.10	
5.20	131	131	137	—	74.0	—	—	—	—	—	—	450	5.20	
5.30	126	126	132	—	72.0	—	—	—	—	—	20	435	5.30	
5.40	121	121	127	—	69.8	—	—	—	—	—	19	415	5.40	
5.50	116	116	122	—	67.6	—	—	—	—	—	18	400	5.50	
5.60	111	111	117	—	65.7	—	—	—	—	—	15	385	5.60	

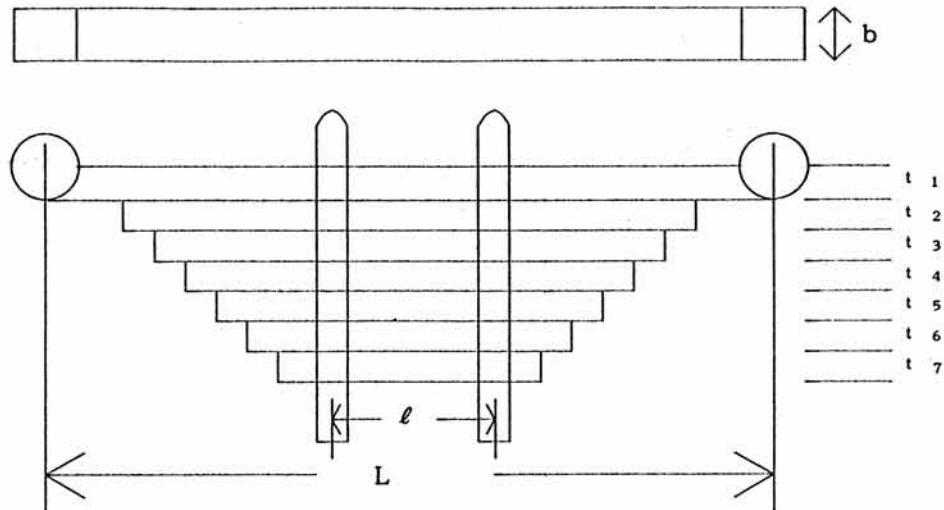
注(1) この表は、AMS Metals Hand book 第8版第1巻の表に対応するもので、便宜のために含めたが、引張強さ近似値に等価メトリック単位の追加及び推奨範囲を超えるブリネル硬さを追加する修正をしてある。

(2) 1 MPa = 1 N/mm²。

(3) 表中括弧()内の数値は、あまり用いられない範囲のものであり参考として示したものである。

BOW リーフスプリング 強度計算書

JEEP フロント ディーゼル車用



1. 【 リーフスプリング諸元 】

材質(硬度) SUP9 (388~461HB/中央値 424HB)
 引張り強さ $\sigma_b = 152 \text{ kgf/mm}^2$ (SAE J417ロックウェル硬さ換算表より)
 降伏点 $\sigma_r = 136 \text{ kgf/mm}^2$ ($\sigma_b \times 0.9$)
 前軸の許容限度荷重 (w) ... 1000 kg 有効スパン (L) ... 1010 mm
 前軸のばね下荷重 (w') ... 90 kg リーフ幅 (b) ... 60 mm
 Uボルト間隔 (ℓ) ... 70 mm 親ばね板厚 (t₁) ... 6.0 mm
 縦弾性係数 (E) ... 21000 kgf/mm²

リーフ構成	板厚 (t _i)mm	6.0	5.0
	枚数 (n _i) 枚	5	1

ばねにかかる荷重 (P) は、前軸許容限度荷重 (w) よりばね下荷重 (w') が除かれて2本のリーフに分散され、ばね間の摩擦抵抗による荷重軽減係数5/6を積したもの

$$P = \frac{5}{6} \times \frac{w - w'}{2} = 379.17$$

2. 【 ばね応力 】

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{3}{2} \cdot \frac{P (L - \ell) t_1}{b (n_1 t_1^3 + n_2 t_2^3 + \dots)} \\
 &= \frac{3}{2} \cdot \frac{379.17 (1010 - 70) 6}{60 (5 \times 6^3 + 1 \times 5^3)} \\
 &= 44.37
 \end{aligned}$$

3. 【安全率】

$$\text{破壊安全率} \quad f_b = \frac{\sigma_b}{\sigma} = \frac{152}{44.37} = 3.42 > 1.6$$

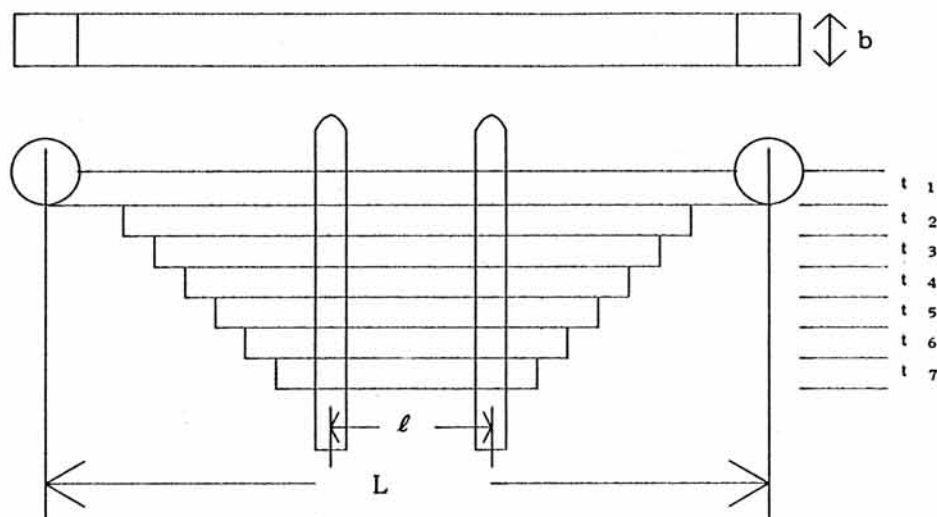
$$\text{降伏安全率} \quad f_r = \frac{\sigma_r}{\sigma} = \frac{136}{44.37} = 3.06 > 1.3$$

以上の通り十分に安全率を満たしている。

※公式の出典「改造自動車等取扱いの解説」（株）光文社刊より

B O W リーフスプリング 強度計算書

J E E P リア ディーゼル車用



1. 【 リーフスプリング諸元 】

材質 (硬度) SUP 9 (388~461HB/中央値 424HB)
 引張り強さ $\sigma_b = 152 \text{ kgf/mm}^2$ (SAE J417ロックウェル硬さ換算表より)
 降伏点 $\sigma_r = 136 \text{ kgf/mm}^2$ ($\sigma_b \times 0.9$)
 後軸の許容限度荷重 (w) ... 1110 kg 有効スパン (L) ... 1209 mm
 後軸のばね下荷重 (w') ... 100 kg リーフ幅 (b) ... 70 mm
 Uボルト間隔 (ℓ) ... 76.2 mm 親ばね板厚 (t₁) ... 6.0 mm
 縦弾性係数 (E) ... 21000 kgf/mm²

リーフ構成	板厚 (t _i)mm	6.0	5.0
	枚数 (n _i)枚	5	2

ばねにかかる荷重 (P) は、後軸許容限度荷重 (w) よりばね下荷重 (w') が除かれて2本のリーフに分散され、ばね間の摩擦抵抗による荷重軽減係数 5/6 を積したもの

$$P = \frac{5}{6} \times \frac{w - w'}{2} = 420.83$$

2. 【 ばね応力 】

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{3}{2} \cdot \frac{P (L - \ell) t_1}{b (n_1 t_1^3 + n_2 t_2^3 + \dots)} \\
 &= \frac{3}{2} \cdot \frac{420.83 (1209 - 76.2) 6}{70 (5 \times 6^3 + 2 \times 5^3)} \\
 &= 46.08
 \end{aligned}$$

3. 【安全率】

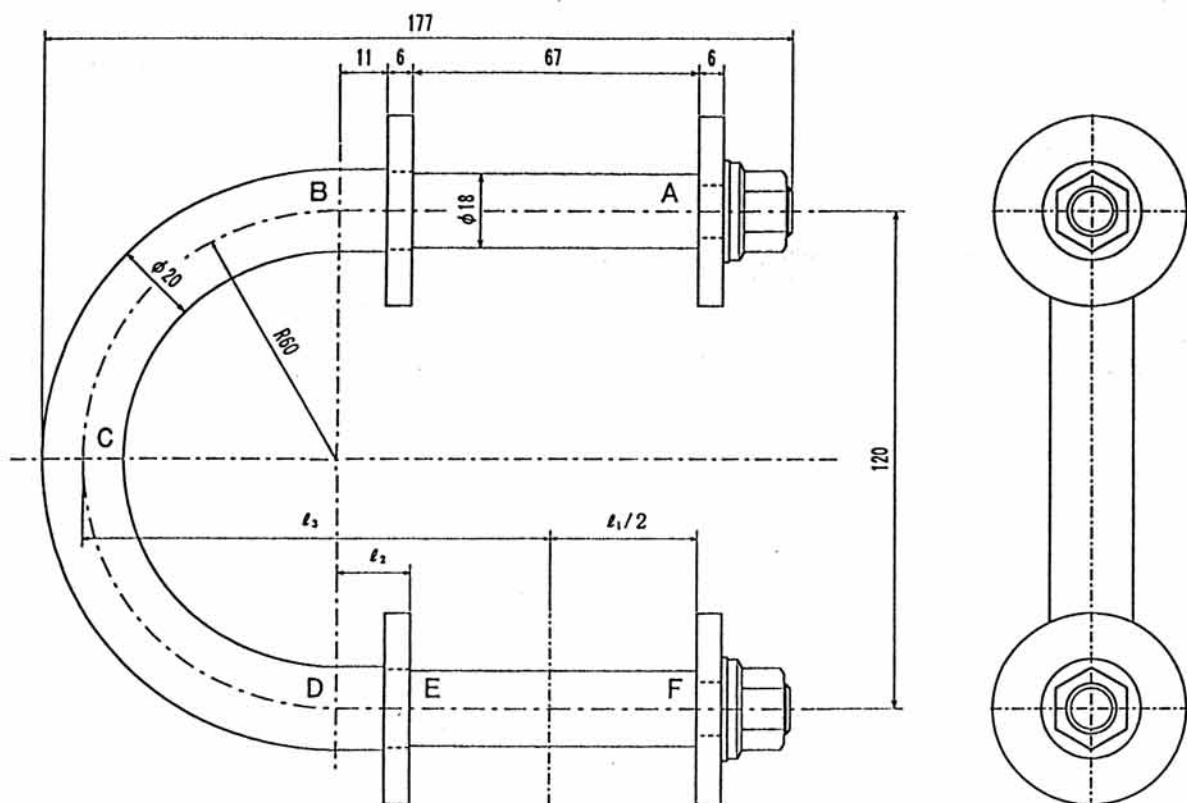
$$\text{破壊安全率} \quad f_b = \frac{\sigma_b}{\sigma} = \frac{152}{46.08} = 3.29 > 1.6$$

$$\text{降伏安全率} \quad f_r = \frac{\sigma_r}{\sigma} = \frac{136}{46.08} = 2.95 > 1.3$$

以上の通り十分に安全率を満たしている。

※公式の出典「改造自動車等取扱いの解説」（株）光文社刊より

BOW シャックル強度計算書 J E E P - F 用



$w = 250 \text{ kgf}$

シャックル負荷力

前軸許容限度荷重 1000 kg

シャックル数...2個, ピボット部...2カ所

1000

$$w = \frac{1000}{4} = 250 \text{ kgf}$$

A_1 = 部材横断面積

$d_1 = 20 \text{ mm}$ 部材直径

$\ell_1 = 67 \text{ mm}$

ピン長

A_2 = ピン部横断面積

$d_2 = 18 \text{ mm}$ ピン部直径

$\ell_2 = 17 \text{ mm}$

直線部

e_1 = 中心から凸表面までの距離

$R = 60 \text{ mm}$ 曲率半径

$\ell_3 = 110.5 \text{ mm}$

e_2 = 中心から凹表面までの距離

$r = 10 \text{ mm}$ 部材半径

$w = 250 \text{ kg}$

荷重

シャックルの材質・・・SCM435 (341~401HB)

引張り強さ $\sigma_b = 115 \text{ kgf/mm}^2$ (SAE J417ロックウェル硬さ換算表より)

降伏点 $\sigma_r = 103 \text{ kgf/mm}^2$ ($\sigma_b \times 0.9$)

せん断強さ $\tau_b = \sigma_b \times 0.6$ [(株)交文社「改造自動車等取り扱いの解説」より]
 $= 69.0 \text{ kgf/mm}^2$

【強度計算の要旨 (モデル図にて展開)】

本製品は一体構造となるため、計算上の条件は以下のように規定して強度を算出。

1. 荷重条件・・・荷重点は点Aから $\ell/2$ にある。向きは下向き。E-F部は固定部とみなす。
2. 強度計算の考え方 A-B部 : B部を固定端とする、片持ちはりと考える。
B-C-D部 : 曲率半径をRとする1/2円弧状曲がりはりとして考える。

【円弧部分の曲げ強度計算】

1. 曲がりはりの断面係数 (κ) を求める。

$$\begin{aligned}
 \kappa &= -\frac{1}{A_1} \int_A \frac{r}{R+r} d_1 A_1 = -\frac{R}{A_1} \int_A \frac{d_1 A_1}{R+r} - 1 \\
 &= \left(\frac{r}{R}\right)^2 \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2} \right] - 1 \\
 &= \left(\frac{10}{60}\right)^2 \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{10}{60}\right)^2} \right] - 1 \\
 &= 0.00704
 \end{aligned}$$

2. 曲げモーメント及び軸力を求める

$$\begin{aligned}
 M &= R \cdot \sin \theta \cdot w + w \left(\frac{\ell_1}{2} + \ell_2 \right) \\
 &= 27625
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= -w \cdot \sin \theta \\
 &= -250
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_B &= \left(\ell_2 + \frac{\ell_1}{2} \right) w \\
 &= 12625
 \end{aligned}$$

3. 最大応力を求める

[引張側]

$$\begin{aligned}
 \sigma_1 &= \frac{M}{A_1 R} \left(1 + \frac{1}{\kappa} \cdot \frac{e_1}{R + e_1} \right) + \frac{N}{A_1} \\
 &= \frac{27625}{100\pi \cdot 60} \left(1 + \frac{1}{0.00704} \cdot \frac{10}{60+10} \right) + \frac{-250}{100\pi} \\
 &= 30.409
 \end{aligned}$$

[圧縮側]

$$\begin{aligned}\sigma_2 &= \frac{M}{A_1 R} \left(1 - \frac{1}{\kappa} \cdot \frac{e_2}{R - e_2} \right) + \frac{N}{A_1} \\ &= \frac{27625}{100\pi \cdot 60} \left(1 - \frac{1}{0.00704} \cdot \frac{10}{60 - 10} \right) + \frac{-250}{100\pi} \\ &= -40.965\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{破壊安全率} \quad f_b &= \frac{\sigma_b}{\sigma_2} \\ &= \frac{115}{40.965} = 2.8\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{降伏安全率} \quad f_r &= \frac{\sigma_b}{\sigma_2} \\ &= \frac{103}{40.965} = 2.5\end{aligned}$$

【シャックル円頂部のせん断強度（ねじれによる計算）】

$$\tau_{\max} = \frac{T}{I_p} \cdot \frac{d_1}{2} \quad T = w \ell_3 \quad I_p = \frac{\pi d_1^4}{32}$$

$$I_p = \frac{\pi 20^4}{32} = 15708$$

$$\tau_1 = \frac{250 \times 110.5}{15708} \cdot \frac{20}{2} = 17.587$$

$$\begin{aligned}f_\tau &= \frac{\tau_b}{\tau_1} = \frac{69.0}{17.587} \\ &= 3.9\end{aligned}$$

【ピンのせん断強度】

$$\text{せん断応力} \quad \tau = \frac{w}{A}$$

シャックルピンは一端固定支持のため1本のピンで1カ所のせん断が発生します。またピンは上下に2本あるので、せん断は2カ所で発生し荷重も2カ所に分散されます。

$$\tau = \frac{w}{A} \times \frac{1}{2} = \frac{w}{2A}$$

この場合せん断力は $F = w$ となる。 ($A_2 = \text{ピン断面積}$, $d_2 = \text{ピン直径}$)

$$A_2 = \frac{1}{4} \pi d_2^2 = \frac{\pi \times 18^2}{4}$$

$$\tau_2 = \frac{w}{2 \left(\frac{\pi \cdot 18^2}{4} \right)} = \frac{250}{508.9} = 0.491$$

$$\text{せん断に対する安全率} \quad f \tau = \frac{\tau_b}{\tau_2} = \frac{69.0}{0.491} = 140.5$$

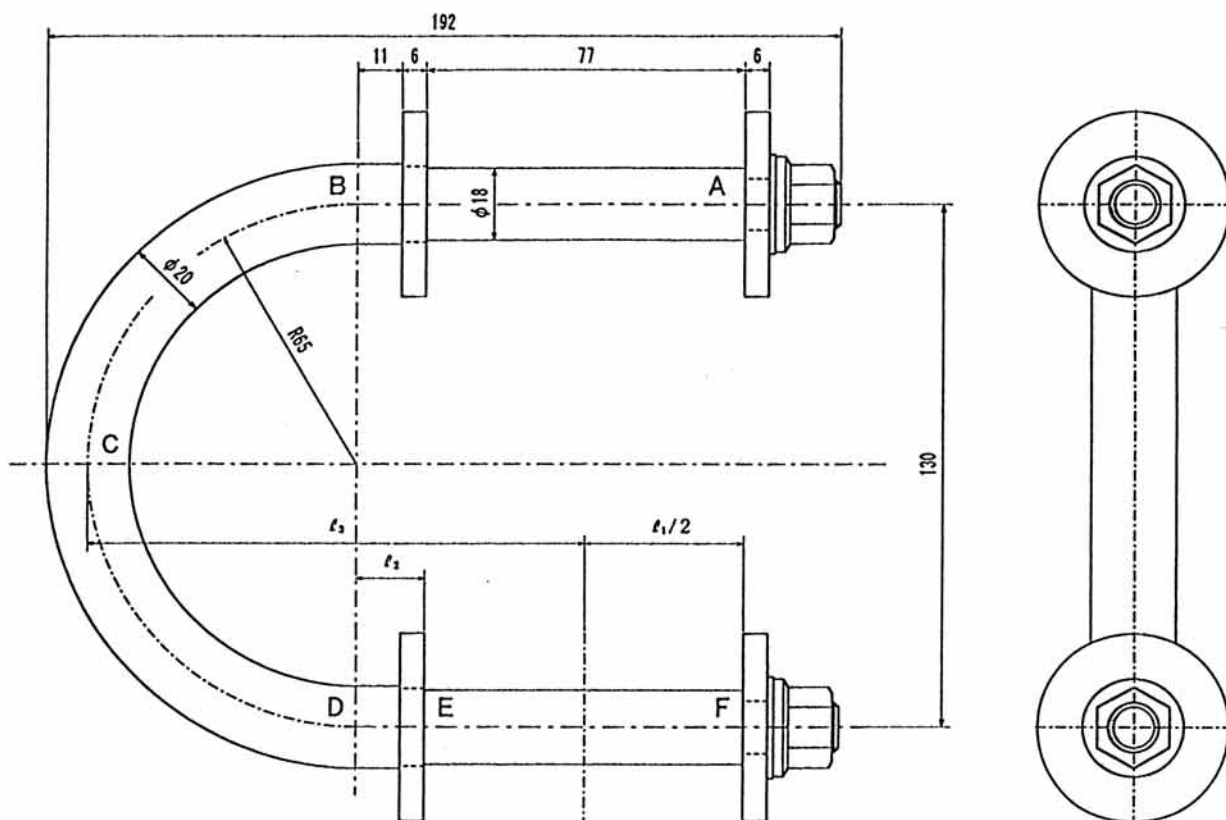
※公式の出典（新版）機械工学便覧 A4材料力学から引用

今回算出基準として前軸許容荷重1000kgを想定しました。上記計算からシャックルの安全率は

	破壊安全率	降伏安全率
シャックルの曲げ強度	2.8	2.5
シャックルの円頂部のせん断強度	3.9	———
ピンのせん断強度	140.5	———

となり十分余裕があるため、強度的には問題ありません。

BOW シャックル強度計算書 J E E P - R 用



$w = 277.5 \text{ kgf}$ シャックル負荷力

後軸許容限度荷重 1110 kg

シャックル数…2個, ピボット部…2カ所

$$w = \frac{1110}{4} = 277.5 \text{ kgf}$$

A_1 = 部材横断面積	$d_1 = 20 \text{ mm}$	部材直径	$\ell_1 = 77 \text{ mm}$	ピン長
A_2 = ピン部横断面積	$d_2 = 18 \text{ mm}$	ピン部直径	$\ell_2 = 17 \text{ mm}$	直線部
e_1 = 中心から凸表面までの距離	$R = 65 \text{ mm}$	曲率半径	$\ell_3 = 120.5 \text{ mm}$	
e_2 = 中心から凹表面までの距離	$r = 10 \text{ mm}$	部材半径	$w = 277.5 \text{ kg}$	荷重

シャックルの材質・・・SCM435 (341~401HB)

引張り強さ $\sigma_b = 115 \text{ kgf/mm}^2$ (SAE J417ロックウェル硬さ換算表より)

降伏点 $\sigma_r = 103 \text{ kgf/mm}^2$ ($\sigma_b \times 0.9$)

せん断強さ $\tau_b = \sigma_b \times 0.6$ [(株)交文社「改造自動車等取り扱いの解説」より]
 $= 69.0 \text{ kgf/mm}^2$

【強度計算の要旨 (モデル図にて展開)】

本製品は一体構造となるため、計算上の条件は以下のように規定して強度を算出。

- 荷重条件・・・荷重点は点Aから $\ell/2$ にある。向きは下向き。E-F部は固定部とみなす。
- 強度計算の考え方
 - A-B部 : B部を固定端とする、片持ちはりと考える。
 - B-C-D部 : 曲率半径をRとする1/2円弧状曲がりはりとして考える。

【円弧部分の曲げ強度計算】

1. 曲がりはりの断面係数 (κ) を求める。

$$\begin{aligned}\kappa &= -\frac{1}{A_1} \int_A \frac{r}{R+r} d_1 A_1 = \frac{R}{A_1} \int_A \frac{d_1 A_1}{R+r} - 1 \\ &= \left(\frac{r}{R}\right)^2 \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2} \right] - 1 \\ &= \left(\frac{10}{65}\right)^2 \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{10}{65}\right)^2} \right] - 1 \\ &= 0.00599\end{aligned}$$

2. 曲げモーメント及び軸力を求める

$$\begin{aligned}M &= R \cdot \sin \theta \cdot w + w \left(\frac{\ell_1}{2} + \ell_2 \right) \\ &= 33438.8\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N &= -w \cdot \sin \theta \\ &= -277.5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_B &= \left(\ell_2 + \frac{\ell_1}{2} \right) w \\ &= 15401.3\end{aligned}$$

3. 最大応力を求める

[引張側]

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \frac{M}{A_1 R} \left(1 + \frac{1}{\kappa} \cdot \frac{e_1}{R + e_1} \right) + \frac{N}{A_1} \\ &= \frac{33438.8}{100\pi \cdot 65} \left(1 + \frac{1}{0.00599} \cdot \frac{10}{65 + 10} \right) + \frac{-277.5}{100\pi} \\ &= 37.204\end{aligned}$$

[圧縮側]

$$\begin{aligned}\sigma_2 &= \frac{M}{A_1 R} \left(1 - \frac{1}{\kappa} \cdot \frac{e_2}{R - e_2} \right) + \frac{N}{A_1} \\ &= \frac{33438.8}{100\pi \cdot 65} \left(1 - \frac{1}{0.00599} \cdot \frac{10}{65 - 10} \right) + \frac{-277.5}{100\pi} \\ &= -48.951\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{破壊安全率} \quad f_b &= \frac{\sigma_b}{\sigma_2} \\ &= \frac{115}{48.951} = 2.3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{降伏安全率} \quad f_r &= \frac{\sigma_b}{\sigma_2} \\ &= \frac{103}{48.951} = 2.1\end{aligned}$$

【シャックル円頂部のせん断強度（ねじれによる計算）】

$$\tau_{\max} = \frac{T}{I_p} \cdot \frac{d_1}{2} \quad T = w \ell_3 \quad I_p = \frac{\pi d_1^4}{32}$$

$$I_p = \frac{\pi 20^4}{32} = 15708$$

$$\tau_1 = \frac{277.5 \times 120.5}{15708} \cdot \frac{20}{2} = 21.288$$

$$\begin{aligned}f_\tau &= \frac{\tau_b}{\tau_1} = \frac{69.0}{21.288} \\ &= 3.2\end{aligned}$$

【ピンのせん断強度】

$$\text{せん断応力} \quad \tau = \frac{w}{A}$$

シャックルピンは一端固定支持のため1本のピンで1カ所のせん断が発生します。またピンは上下に2本あるので、せん断は2カ所で発生し荷重も2カ所に分散されます。

$$\tau = \frac{w}{A} \times \frac{1}{2} = \frac{w}{2A}$$

この場合せん断力は $F = w$ となる。 ($A_2 = \text{ピン断面積}$, $d_2 = \text{ピン直径}$)

$$A_2 = \frac{1}{4} \pi d_2^2 = \frac{\pi \times 18^2}{4}$$

$$\tau_2 = \frac{w}{2 \left(\frac{\pi \cdot 18^2}{4} \right)} = \frac{277.5}{508.9} = 0.545$$

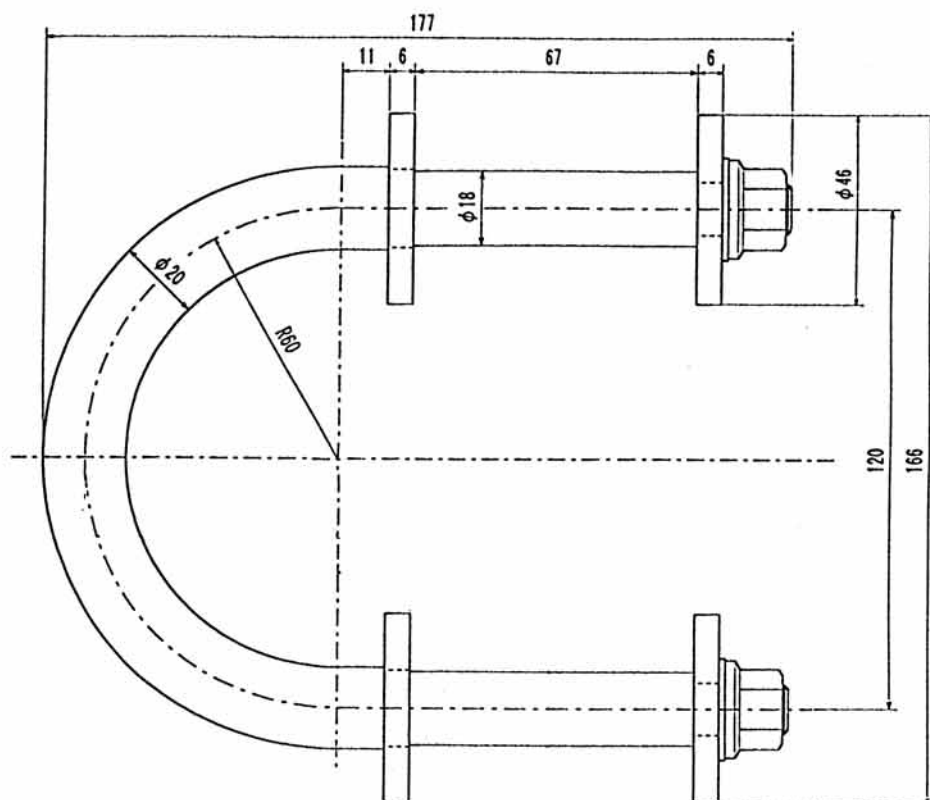
$$\text{せん断に対する安全率} \quad f \tau = \frac{\tau_b}{\tau_2} = \frac{69.0}{0.545} = 126.6$$

※公式の出典（新版）機械工学便覧 A4材料力学から引用

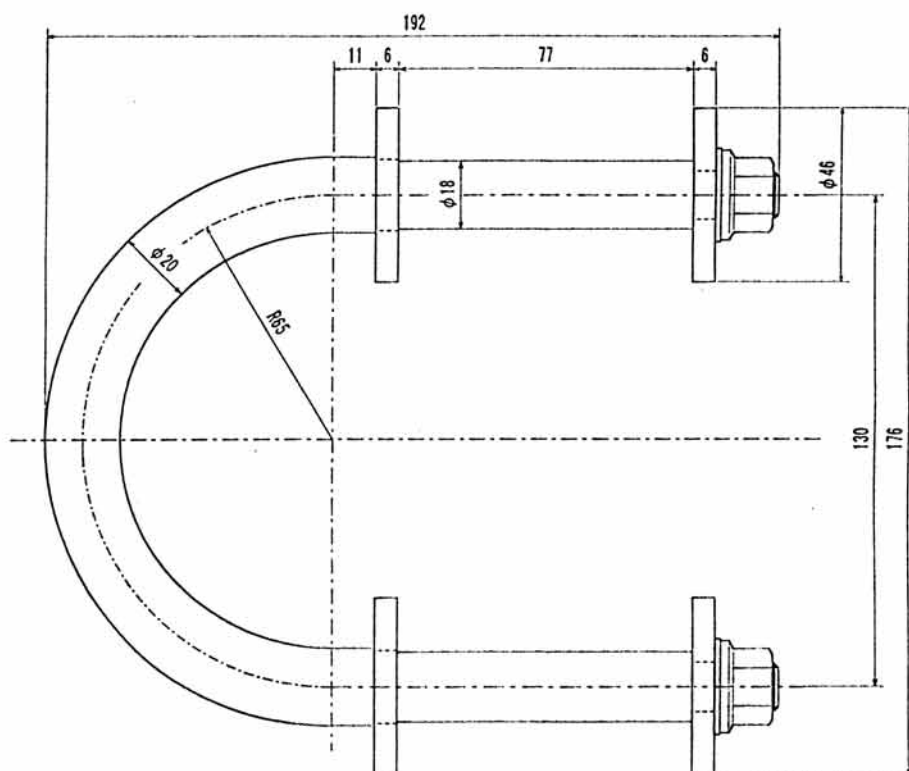
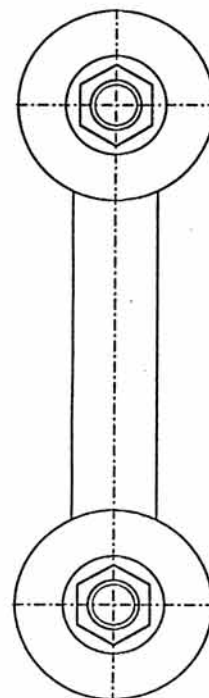
今回算出基準として後軸許容荷重1110kgを想定しました。上記計算からシャックルの安全率は

	破壊安全率	降伏安全率
シャックルの曲げ強度	2.3	2.1
シャックルの円頂部のせん断強度	3.2	—
ピンのせん断強度	126.6	—

となり十分余裕があるため、強度的には問題ありません。



Jeep-F



Jeep-R

