

3.14 参考資料

3.14.1 各種取付けボルトのサイズ，本数の選定方法

1. ゴム支承本体取付けボルト (強度区分 10.9 または 12.9)

鋼板の加工費が最も低廉化と思われるボルト本数と鋼板厚さの組合せを示す。

2. ゴム支承本体取付けボルトの配置，サイズ，本数及びねじ込み深さ (共通)

(1) ボルトの種類

使用ボルトは，JIS B 1176(六角穴付きボルト)に準じ，強度区分 10.9 または 12.9 の M16 以上の市販性のあるものとした。(防せい処理：亜鉛めっき以外の処理方法・施工管理要領による。)なお，ゴム支承本体取付けボルトに六角ボルトを用いる場合においても，同様とする。ただし，強度区分 8.8 を用いる。

取付けボルトのねじ径

JIS B 1176, JIS B1180 による。

**M16, M20, M24, M30, M36** を取付けボルトに使用する。

(M42, M48, M56, M64) はアンカーボルトに使用する。

(2) ボルトの配置

外側ボルト位置がゴム支承本体の上下鋼板の縁端より 1.5d(d;呼び径)以上内側で，かつ上下鋼板露出形式の場合の端部被覆ゴム(端全周 20mm)と干渉しない位置とする ( $L = a - 2 \times 20 - 2d$  または  $L = a - 2 \times 1.5d$ )

道路橋示方書・同解説 共通編(以降，道示 と略す)より

取付けボルト関係のボルト間隔の根拠 その 1

道示 6.3.10 ボルトの最小中心間隔，6.31.11 ボルトの最大中心間隔

ボルトの呼び (d)	最小中心 間隔	最小中心間隔 (特例)	/呼び	最大中心 間隔	最大中心間隔 (特例)	/呼び
M20	65	3d	3.3 d	130	12t	6.5 d
M22	75	3d	3.4 d	150	12t	6.8 d
M24	85	3d	<b>3.5 d</b>	170	12t	<b>7.1 d</b>

t : 鋼板厚さ = 0.8d とすれば  
12t = 9.6d となる。…Max **10d**

道示 6.3.12 縁端距離

ボルトの呼び (d)	せん断縁手 動ガス切断縁	/呼び
M20	32	1.6 d
M22	37	1.7 d
M24	42	<b>1.8 d</b>

取付けボルト間隔の根拠 その2

ボルト最小間隔の基本はリベット継手をそのまま準用し、ボルトの中心間隔はおおむね道示に近似する。

構造用リベット継手の寸法割合(機械設計法 昭和39年)より、気密性を考慮しないでよい場合のボルト間隔が示されている。

ボルト中心間隔	縁端距離
3 ~ 8d	1.5 ~ 2d 2 ~ 2.5d

以上を参考に、支承本体及びけた取付けボルト間隔は3d程度を基本とし、太径のボルトの場合、配置などに制約がある場合は、2d程度以上を確保するものとする。

アンカーボルトの最小間隔

参考:道示 11.5.4 ずれ止め(スタッド)の最小間隔を参考とした。

中心間隔  $p = 5d$  かつ 100mm以上

アンカーボルト中心間隔は5d程度,10mm単位にまるめるものとする。

200mmを超えるような、太径のアンカーボルトを用いる場合や配置などに制約がある場合は、過去の実績を考慮して3d程度以上を確保するものとする。

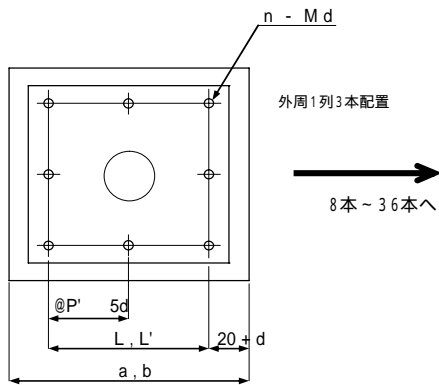
(3) ボルトのサイズ及び本数

上記(1)及び(2)を考慮して、最大水平力及び最大上向き力に抵抗できるボルトのサイズ及び本数を設定する。(参考資料・・・提案を示す。)

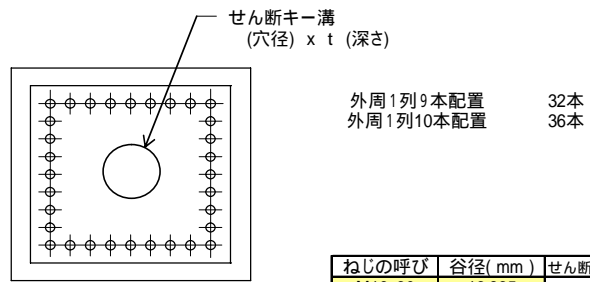
最小ボルト径をM16とし、総本数は4の倍数(4辺に均一同数配置)となるように本数を設定する。最小ボルト間隔を5dとし、これらが満足しない場合にボルト径を太くし、最小ボルト径を満足する本数に再設定する。すなわち、設定した呼び径のボルトの配置、本数に対して、(鉛直荷重-水平力)の組合せによる引張応力度、水平力によるせん断応力度及びそれらの合成応力度を照査、いずれかが許容値を満足しなければボルト本数を増やすか、ボルト径を太くして再度照査し、いずれの照査も許容値を満足するまで、ボルト径、本数の設定を繰り返す。

ゴム支承サイズ別のボルトピッチと本数  
(水平力でボルト径が決定する場合)

ボルトの強度区分 10.9または12.9



8本配置



32本配置の例

ねじの呼び	谷径(mm)	せん断力(kN/本)
M16x30	13.835	62.1
M20x35	17.294	97.0
M24x45	20.752	139.7
M30x55	26.211	222.8
M36x60	31.670	325.3

$$1.5 \times 270 = 405 \times 0.90 = 364$$

$$1.7 \times 270 = 459 \times 0.90 = 413$$

413N/mm<sup>2</sup>以下

支承サイズ	水平力	項目	単位	8本配置	12本配置	16本配置	20本配置	24本配置	28本配置	32本配置	36本配置
300 (mm)	270 (KN)	ボルト全数	本	8							
		外周1辺本数	本	3							
		所用谷径	mm	10.20							
		使用ボルトMd	mm	16							
		上下鋼板厚	mm	28							
		ボルト最外周L	mm	228							
		ボルトピッチ @p	mm	114							
		最小ピッチPmin	mm	80							
		決定ピッチ@P	mm	110							
ボルト外周 L	mm	220									
350 (mm)	367.5 (KN)	ボルト全数	本	8	12						
		外周1列本数	本	3	4						
		所用谷径	mm	11.90	9.72						
		使用ボルトMd	mm	16	16						
		上下鋼板厚	mm	28	28						
		ボルト最外周L	mm	278	278						
		ボルトピッチ @p	mm	139	93						
		最小ピッチPmin	mm	80	80						
		決定ピッチ@P	mm	130	90						
ボルト外周 L	mm	260	270								
400 (mm)	480.0  12.493	ボルト全数	本	8	12	16					
		外周1列本数	本	3	4	5					
		所用谷径	mm	13.60	11.10	9.62					
		使用ボルトMd	mm	16	16	16					
		上下鋼板厚	mm	28	28	28					
		ボルト最外周L	mm	328	328	328					
		ボルトピッチ @p	mm	164	109	82					
		最小ピッチPmin	mm	80	80	80					
		決定ピッチ@P	mm	160	100	80					
ボルト外周 L	mm	320	300	320							
450 (mm)	607.5 (KN)	ボルト全数	本	8	12	16					
		外周1列本数	本	3	4	5					
		所用谷径	mm	15.30	12.49	10.82					
		使用ボルトMd	mm	20	16	16					
		上下鋼板厚	mm	36	28	28					
		ボルト最外周L	mm	370	378	378					
		ボルトピッチ @p	mm	185	126	95					
		最小ピッチPmin	mm	100	80	80					
		決定ピッチ@P	mm	180	120	90					
ボルト外周 L	mm	360	360	360							
500 (mm)	750.0 (KN)	ボルト全数	本	8	12	16	20				
		外周1列本数	本	3	4	5	6				
		所用谷径	mm	17.00	13.88	12.02	10.75				
		使用ボルトMd	mm	20	20	16	16				
		上下鋼板厚	mm	36	36	28	28				
		ボルト最外周L	mm	420	420	428	428				
		ボルトピッチ @p	mm	210	140	107	86				
		最小ピッチPmin	mm	100	100	80	80				
		決定ピッチ@P	mm	210	140	100	80				
ボルト外周 L	mm	420	420	400	400						

注意: 地震時の水平力をすべてゴム支承本体取付けボルトで受けるものとした。

上下鋼板厚さが応力照査で決定しない場合のねじ込み長から必要とされる最小板厚さを示す。

上下鋼板厚さの選定は、ボルト本数の少ない8本または12本配置とし、せん断キー溝を設けることが可能な厚さで経済性を考慮した。ボルトは最大36本配置とした。

なお、上下鋼板に引張りや曲げなどが生じることで鋼板厚さが決定する場合は適用しない。

支承本体の平面が長方形の場合は、短辺側に表のボルトピッチを適用する。

支承サイズ	水平力	項目	単位	8本配置	12本配置	16本配置	20本配置	24本配置	28本配置	32本配置	36本配置
550 (mm)	907.5 (KN)	ボルト全数	本	8	12	16	20				
		外周1列本数	本	3	4	5	6				
		所用谷径	mm	18.70	15.27	13.22	11.83				
		使用ボルトMd	mm	24	20	16	16				
		上下鋼板厚	mm	40	36	28	28				
		ボルト最外周L	mm	462	470	478	478				
		ボルトピッチ @p	mm	231	157	120	96				
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm	120	100	80	80				
		決定ピッチ@P	mm	230	150	110	90				
		ボルト外周 L	mm	480	450	440	450				
		600 (mm)	1080.0 (KN)	ボルト全数	本	8	12	16	20	24	
外周1列本数	本			3	4	5	6	7			
所用谷径	mm			20.40	16.66	14.43	12.90	11.78			
使用ボルトMd	mm			24	20	20	16	16			
上下鋼板厚	mm			40	36	36	28	28			
ボルト最外周L	mm			512	520	520	528	528			
ボルトピッチ @p	mm			256	173	130	106	88			
最小ピッチP <sub>min</sub>	mm			120	100	100	80	80			
決定ピッチ@P	mm			250	170	130	100	80			
ボルト外周 L	mm			500	510	520	500	480			
650 (mm)	1267.5 (KN)			ボルト全数	本	8	12	16	20	24	28
		外周1列本数	本	3	4	5	6	7	8		
		所用谷径	mm	22.10	18.05	15.63	13.98	12.76	11.81		
		使用ボルトMd	mm	30	24	20	20	16	16		
		上下鋼板厚	mm	50	40	36	36	28	28		
		ボルト最外周L	mm	550	562	570	570	578	578		
		ボルトピッチ @p	mm	275	187	143	114	96	83		
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm	150	120	100	100	80	80		
		決定ピッチ@P	mm	270	180	140	110	90	80		
		ボルト外周 L	mm	540	540	560	550	540	560		
		700 (mm)	1470.0 (KN)	ボルト全数	本	8	12	16	20	24	28
外周1列本数	本			3	4	5	6	7	8		
所用谷径	mm			23.80	19.43	16.83	15.05	13.74	12.72		
使用ボルトMd	mm			30	24	20	20	16	16		
上下鋼板厚	mm			50	40	36	36	28	28		
ボルト最外周L	mm			600	612	620	620	628	628		
ボルトピッチ @p	mm			300	204	155	124	105	90		
最小ピッチP <sub>min</sub>	mm			150	120	100	100	80	80		
決定ピッチ@P	mm			300	200	150	120	100	80		
ボルト外周 L	mm			600	600	600	600	600	560		
750 (mm)	1687.5 (KN)			ボルト全数	本	8	12	16	20	24	28
		外周1列本数	本	3	4	5	6	7	8	9	
		所用谷径	mm	25.50	20.82	18.03	16.13	14.72	13.63	12.75	
		使用ボルトMd	mm	30	30	24	20	20	16	16	
		上下鋼板厚	mm	50	50	40	36	36	28	28	
		ボルト最外周L	mm	650	650	662	670	670	678	678	
		ボルトピッチ @p	mm	325	217	166	134	112	97	85	
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm	150	150	120	100	100	80	80	
		決定ピッチ@P	mm	320	210	160	130	110	90	80	
		ボルト外周 L	mm	640	630	640	650	660	630	640	
		800 (mm)	1920.0 (KN)	ボルト全数	本	8	12	16	20	24	28
外周1列本数	本			3	4	5	6	7	8	9	10
所用谷径	mm			27.20	22.21	19.23	17.20	15.70	14.54	13.60	12.82
使用ボルトMd	mm			36	30	24	20	20	20	16	16
上下鋼板厚	mm			60	50	40	36	36	36	28	28
ボルト最外周L	mm			688	700	712	720	720	720	728	728
ボルトピッチ @p	mm			344	233	178	144	120	103	91	81
最小ピッチP <sub>min</sub>	mm			180	150	120	100	100	100	80	80
決定ピッチ@P	mm			340	230	170	140	120	100	90	80
ボルト外周 L	mm			680	690	680	700	720	700	720	720
850 (mm)	2167.5 (KN)			ボルト全数	本	8	12	16	20	24	28
		外周1列本数	本	3	4	5	6	7	8		10
		所用谷径	mm	28.90	23.60	20.44	18.28	16.69	15.45		13.62
		使用ボルトMd	mm	36	30	24	24	20	20		16
		上下鋼板厚	mm	60	50	40	40	36	36		28
		ボルト最外周L	mm	738	750	762	762	770	770		778
		ボルトピッチ @p	mm	369	250	191	152	128	110		86
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm	180	150	120	120	100	100		80
		決定ピッチ@P	mm	360	250	190	150	120	110		80
		ボルト外周 L	mm	720	750	760	750	720	770		720
		900 (mm)	2430.0 (KN)	ボルト全数	本	8	12	16	20	24	28
外周1列本数	本			3	4	5	6	7	8	9	
所用谷径	mm			30.60	24.99	21.64	19.35	17.67	16.36	15.30	
使用ボルトMd	mm			36	30	30	24	24	20	20	
上下鋼板厚	mm			60	50	50	40	40	36	36	
ボルト最外周L	mm			788	800	800	812	812	820	820	
ボルトピッチ @p	mm			394	267	200	162	135	117	103	
最小ピッチP <sub>min</sub>	mm			180	150	150	120	120	100	100	
決定ピッチ@P	mm			390	260	200	160	130	110	100	
ボルト外周 L	mm			780	780	800	800	780	770	800	

ゴム支承の鋼材部の設計標準(案) 2005年10月

支承サイズ	水平力	項目	単位	8本配置	12本配置	16本配置	20本配置	24本配置	28本配置	32本配置	36本配置
950 (mm)	2707.5 (KN)	ボルト全数	本		12	16	20	24	28	32	
		外周1列本数	本		4	5	6	7	8	9	
		所用谷径	mm		26.37	22.84	20.43	18.65	17.27	16.15	
		使用ボルトMd	mm		36	30	24	24	20	20	
		上下鋼板厚	mm		60	50	40	40	36	36	
		ボルト最外周L	mm		838	850	862	862	870	870	
		ボルトピッチ @p	mm		279	213	172	144	124	109	
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm		180	150	120	120	100	100	
		決定ピッチ@P	mm		270	210	170	140	120	100	
		ボルト外周 L	mm		810	840	850	840	840	800	
1000 (mm)	3000.0 (KN)	ボルト全数	本		12	16	20	24	28	32	36
		外周1列本数	本		4	5	6	7	8	9	10
		所用谷径	mm		27.76	24.04	21.50	19.63	18.17	17.00	16.03
		使用ボルトMd	mm		36	30	30	24	24	20	20
		上下鋼板厚	mm		60	50	50	40	40	36	36
		ボルト最外周L	mm		888	900	900	912	912	920	920
		ボルトピッチ @p	mm		296	225	180	152	130	115	102
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm		180	150	150	120	120	100	100
		決定ピッチ@P	mm		290	220	180	150	130	110	100
		ボルト外周 L	mm		870	880	900	900	910	880	900
1050 (mm)	3307.5 (KN)	ボルト全数	本		12	16	20	24	28	32	36
		外周1列本数	本		4	5	6	7	8	9	10
		所用谷径	mm		29.15	25.24	22.58	20.61	19.08	17.85	16.83
		使用ボルトMd	mm		36	30	30	24	24	20	20
		上下鋼板厚	mm		60	50	50	40	40	36	36
		ボルト最外周L	mm		938	950	950	962	962	962	970
		ボルトピッチ @p	mm		313	238	190	160	137	120	108
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm		180	150	150	120	120	100	100
		決定ピッチ@P	mm		310	230	190	160	130	120	100
		ボルト外周 L	mm		930	920	950	960	910	960	900
1100 (mm)	3630.0 (KN)	ボルト全数	本		12	16	20	24	28	32	
		外周1列本数	本		4	5	6	7	8	9	
		所用谷径	mm		30.54	26.45	23.65	21.59	19.99	18.70	
		使用ボルトMd	mm		36	36	30	30	24	24	
		上下鋼板厚	mm		60	60	50	50	40	40	
		ボルト最外周L	mm		988	988	1000	1000	1012	1012	
		ボルトピッチ @p	mm		329	247	200	167	145	127	
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm		180	180	150	150	120	120	
		決定ピッチ@P	mm		320	240	200	160	140	120	
		ボルト外周 L	mm		960	960	1000	960	980	960	
1150 (mm)	3967.5 (KN)	ボルト全数	本			16	20	24	28	32	
		外周1列本数	本			5	6	7	8	9	
		所用谷径	mm			27.65	24.73	22.58	20.90	19.55	
		使用ボルトMd	mm			36	30	30	30	24	
		上下鋼板厚	mm			60	50	50	50	40	
		ボルト最外周L	mm			1038	1050	1050	1050	1062	
		ボルトピッチ @p	mm			260	210	175	150	133	
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm			180	150	150	150	120	
		決定ピッチ@P	mm			250	210	170	150	130	
		ボルト外周 L	mm			1000	1050	1020	1050	1040	
1200 (mm)	4320.0 (KN)	ボルト全数	本			16	20	24	28	32	36
		外周1列本数	本			5	6	7	8	9	10
		所用谷径	mm			28.85	25.81	23.56	21.81	20.40	19.23
		使用ボルトMd	mm			36	30	30	30	24	24
		上下鋼板厚	mm			60	50	50	50	40	40
		ボルト最外周L	mm			1088	1100	1100	1100	1112	1112
		ボルトピッチ @p	mm			272	220	183	157	139	124
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm			180	150	150	150	120	120
		決定ピッチ@P	mm			270	220	180	150	130	120
		ボルト外周 L	mm			1080	1100	1080	1050	1040	1080
1250 (mm)	4687.5 (KN)	ボルト全数	本			16	20	24	28		36
		外周1列本数	本			5	6	7	8		10
		所用谷径	mm			30.05	26.88	24.54	22.72		20.04
		使用ボルトMd	mm			36	36	30	30		24
		上下鋼板厚	mm			60	60	50	50		40
		ボルト最外周L	mm			1138	1138	1150	1150		1162
		ボルトピッチ @p	mm			285	228	192	164		129
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm			180	180	150	150		120
		決定ピッチ@P	mm			280	220	190	160		120
		ボルト外周 L	mm			1120	1100	1140	1120		1080
1300 (mm)	5070.0 (KN)	ボルト全数	本			16	20	24	28	32	
		外周1列本数	本			5	6	7	8	9	
		所用谷径	mm			31.26	27.96	25.52	23.63	22.10	
		使用ボルトMd	mm			36	36	30	30	30	
		上下鋼板厚	mm			60	60	50	50	50	
		ボルト最外周L	mm			1188	1188	1200	1200	1200	
		ボルトピッチ @p	mm			297	238	200	171	150	
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm			180	180	150	150	150	
		決定ピッチ@P	mm			290	230	200	170	150	
		ボルト外周 L	mm			1160	1150	1200	1190	1200	

支承サイズ	水平力	項目	単位	8本配置	12本配置	16本配置	20本配置	24本配置	28本配置	32本配置	36本配置	
1350 (mm)	5467.5 (KN)	ボルト全数	本				20	24	28	32		
		外周1列本数	本				6	7	8	9		
		所用谷径	mm				29.03	26.50	24.54	22.95		
		使用ボルトMd	mm				36	<b>36</b>	30	30		
		上下鋼板厚	mm				60	<b>60</b>	50	50		
		ボルト最外周L	mm				1238	1238	1250	1250		
		ボルトピッチ @p	mm				248	206	179	156		
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm				180	180	150	150		
		<b>決定ピッチ@P</b>	mm				240	<b>200</b>	170	150		
		ボルト外周 L	mm				1200	<b>1200</b>	1190	1200		
1400 (mm)	5880.0 (KN)	ボルト全数	本				20	24	28	32		
		外周1列本数	本				6	7	8	9		
		所用谷径	mm				30.11	27.48	25.44	23.80		
		使用ボルトMd	mm				36	<b>36</b>	30	30		
		上下鋼板厚	mm				60	<b>60</b>	50	50		
		ボルト最外周L	mm				1288	1288	1300	1300		
		ボルトピッチ @p	mm				258	215	186	163		
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm				180	180	150	150		
		<b>決定ピッチ@P</b>	mm				250	<b>210</b>	180	160		
		ボルト外周 L	mm				1250	<b>1260</b>	1260	1280		
1450 (mm)	6307.5 (KN)	ボルト全数	本				20	24	28	32	36	
		外周1列本数	本				6	7	8	9	10	
		所用谷径	mm				31.18	28.46	26.35	24.65	23.24	
		使用ボルトMd	mm				36	<b>36</b>	36	30	30	
		上下鋼板厚	mm				60	<b>60</b>	60	50	50	
		ボルト最外周L	mm				1338	1338	1338	1350	1350	
		ボルトピッチ @p	mm				268	223	191	169	150	
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm				180	180	180	150	150	
		<b>決定ピッチ@P</b>	mm				260	<b>220</b>	190	160	150	
		ボルト外周 L	mm				1300	<b>1320</b>	1330	1280	1350	
1500 (mm)	6750.0 (KN)	ボルト全数	本					24	28	32	36	
		外周1列本数	本					7	8	9	10	
		所用谷径	mm					29.45	27.26	25.50	24.04	
		使用ボルトMd	mm						<b>36</b>	36	30	30
		上下鋼板厚	mm						<b>60</b>	60	50	50
		ボルト最外周L	mm						1388	1388	1400	1400
		ボルトピッチ @p	mm						231	198	175	156
		最小ピッチP <sub>min</sub>	mm						180	180	150	150
		<b>決定ピッチ@P</b>	mm						<b>230</b>	190	170	150
		ボルト外周 L	mm						<b>1380</b>	1330	1360	1350

ゴム支承本体のせん断キー溝の穴径

支承寸法 mm	水平力		板厚さ mm	せん断キー溝			せん断 キー直径 mm
	限界 kN	試験時 kN		穴径 mm	深さ mm	支圧 N/mm <sup>2</sup>	
300	270.0	189.0	28	66	20	161.5	65
350	367.5	257.3	28	66	20	219.9	65
400	480.0	336.0	28	66	20	287.2	65
450	607.5	425.3	36	101	26	177.2	100
500	750.0	525.0	36	101	26	218.8	100
550	907.5	635.3	36	101	26	264.7	100
600	1080.0	756.0	36	101	26	315.0	100
650	1267.5	887.3	40	151	28	227.5	150
700	1470.0	1029.0	40	151	28	263.8	150
750	1687.5	1181.3	50	201	35	179.0	200
800	1920.0	1344.0	50	201	35	203.6	200
850	2167.5	1517.3	50	201	35	229.9	200
900	2430.0	1701.0	50	251	32	226.8	250
950	2707.5	1895.3	50	251	32	252.7	250
1000	3000.0	2100.0	50	251	32	280.0	250
1050	3307.5	2315.3	50	251	32	308.7	250
1100	3630.0	2541.0	50	301	30	302.5	300
1150	3967.5	2777.3	50	301	30	330.6	300
1200	4320.0	3024.0	50	401	28	290.8	400
1250	4687.5	3281.3	50	401	28	315.5	400
1300	5070.0	3549.0	50	401	28	341.3	400
1350	5467.5	3827.3	<b>60</b>	401	35	289.9	400
1400	5880.0	4116.0	<b>60</b>	401	35	311.8	400
1450	6307.5	4415.3	<b>60</b>	451	35	297.3	450
1500	6750.0	4725.0	<b>60</b>	451	35	318.2	450

注) せん断キーの面取りは2Cとした。

せん断キーの決定は3.3.2に基づき 試験時変位(ゴム厚さの175%)に対する水平力に対して、許容圧縮応力度を 1.5 a(=390N/mm<sup>2</sup>)とした。