

ゴム支承の鋼材部の設計標準

第1章 設計標準の目的

現状における、ゴム支承の鋼部材の設計としては、「道路橋の耐震設計に関する資料 平成9年3月」、「平成10年度 支承および付属物の諸問題に関する検討報告書 平成11年2月」のほか、幾つかの公団公社独自の設計要領がある。本検討ではゴム支承金具の設計において、着目する項目と作用力の考え方は統一し、設計のバラツキを減らすことを目標とした。

また、金具の設計に際して、作用力とその作用位置や力学的解析根拠を明確にすることで、設計の合理性を計るものとする。

1.1 適用範囲

ゴム支承本体の構造細目及びゴム支承本体を上下部構造へ取り付ける鋼部材を対象とする。鋼部材は、鋼橋及びコンクリート橋に対し、図-3.1.1～図-3.1.4に示す構造を標準とした。

また、前述の鋼部材設計方法では、支承に付属するジョイントプロテクターなどの設計方法が示されていないため、本設計標準(案)の検討では必要な付属品について標準的な設計方法を提案した。

なお、橋梁形式や路線等の条件によっては、鋼部材の構造や部材の寸法を変える必要が生じる場合もあるため、本検討では標準的な構造例とその設計方法を示すものである。

第2章 鉄鋼材料

ゴム支承の付属金具に使用する材料は、「道路橋示方書・同解説 平成14年3月」「道路橋支承便覧 平成16年4月」によるものとする。

2.1 使用材料

ゴム支承の付属金具には、主に表-2.1に示す鉄鋼材料を使用する。また、表に示すもの以外にJIS規格に適合するもの、あるいはJIS規格に制定されていないが関係機関の基準として認定されている材料を支承の部品として使用しても良い。

表-2.1 鋼材料の種類

材料の種類	適用規格	該当材料記号
構造用圧延鋼材	JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材	SS400
	JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材	SM400, SM490
鑄鋼品	JIS G 5101 炭素鋼鑄鋼品	SC450
	JIS G 5102 溶接構造用鑄鋼品	SCW410N, SCW480N
	JIS G 5111 構造用高張力炭素鋼 および低合金鋼鑄鋼品	SCMn1A SCMn2A
構造用合金鋼	JIS G 4051 機械構造用炭素鋼鋼材	S35CN S45CN S55CN など
	JIS G 4105 クロムモリブデン鋼鋼材	SCM435
	JIS G 4103 ニッケルクロムモリブデン鋼鋼材	SNCM439 SNCM447
ステンレス鋼	JIS G 4303 ステンレス鋼棒	SUS430, SUS431 ほか
	JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板	SUS304, SUS316 ほか
	JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板	SUS304, SUS316 ほか
鉛地金	JIS H 2105 鉛地金	特種品 (Pb 99.99%以上)
高力ボルト	JIS B 1186 摩擦接合用高力ボルト	F10T, S10T
六角ボルト・ナット	JIS B 1180 六角ボルト JIS B 1181 六角ナット	強度区分 (4.6)4.8, 8.8, 10.9, 12.9 4, 8, 10, 12
六角穴付きボルト	JIS B 1176 六角穴付きボルト	強度区分 10.9, 12.9
ステンレス鋼製耐食ねじ部品	JIS B 1054 ステンレスねじ部品	鋼種区分-強度区分 A2-50, A4-50
平座金	JIS B 1256 平座金	硬さ区分 100HV, 140HV, 200HV, 300HV (10H, 14H, 22H *旧JIS)
異形棒鋼	JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼	SD295, SD345 ほか
スタッド棒鋼	JIS B 1198 頭付きスタッド	呼び径 19, 22

2.2 材料の許容応力度

2.2.1 鉄鋼材料

ゴム支承に用いる鉄鋼材料の許容値は、[道示]3.2から、圧延鋼材、鋳鋼品、機械用構造用鋼について表-2.2に示す。許容応力度は圧延鋼材及び鋳鋼材の板厚に応じた許容応力度とし[道示]3.2に従い算定する。

表-2.2 鉄鋼材料の許容応力度 (N/mm²)

応力の種類 材料の種類		鋼材の板厚(mm)	基準 降伏点	軸方向応力度		曲げ応力度		せん断 応力度	支圧応力度 (すべりのない 平面接触)
				引張	圧縮 ¹⁾	引張	圧縮 ¹⁾		
圧延 鋼材	S S 400, S M 400	40以下	235	140	140	140	140	80	210
		40を超える	215	125	125	125	125	75	190
	S M 490A	40以下	315	185	185	185	185	105	280
		40<t 100	295	175	175	175	175	100	260
		100<t 160 ⁴⁾	285	170	170	170	170	95	255
	160<t 200 ⁴⁾	275	165	165	165	165	90	250	
鋳 鋼	S C W 410N ²⁾	150以下	235	140	140	140	140	80	210
	S C W 480N ²⁾	150以下	275	170	170	170	170	100	250
炭 素 鋼	S 35 C N ³⁾		305	190	190	190	190	110	280
	S 45 C N ³⁾		345	210	210	210	210	120	310

- (注) 1) 許容圧縮応力度は座屈を考慮しない場合の値である。
 2) 鋳鋼品の機械的性質は、肉厚により低下することが知られている。
 よって、肉厚さ150mmを超える材料を使用する場合には、質量効果を考慮して、許容値は上記の0.9倍とする。
 3) アンカーボルトの許容応力度は表-2.3を参照のこと。
 4) 鋼材の板厚さによる許容値の区分は道路橋示方書による。
 なお、材料の種類によっては、JISに厚さの厚い材料の強度が示されているので、[道示 2.2]により許容値を設定した。

2.2.2 アンカーボルトの許容応力度

アンカーボルトの許容応力度は[道示]3.2.2及び3.2.3に基づき、表-2.3の値を用いる。異形棒鋼をアンカーボルトとして用いる場合の許容応力度は、[道示]3.2.3に基づき設定した(表-2.4)。また、アンカーボルトは、それを保持するコンクリートとの強度上のバランスを考慮する必要があるが、高強度材料を使用することは望ましくない。このことから、アンカーボルトとしてS45CNを使用する場合でも、その許容せん断応力度はS35CN相当に抑えるものとした。

表-2.3 アンカーボルトの許容応力度 (N/mm²)

鋼 種	S S 400	S 35 C N	S 45 C N	S D 295 A ²⁾ S D 295 B ²⁾	S D 345 ²⁾
せん断応力度	80	110	110	105	115

- 注) 1) レベル2地震動に対しては[道示]3.2.2の表-3.2.5に示された許容応力度を用いて耐力を算出してもよいこととした。なお、レベル2地震動以外の力に対しては従来どおり上記の許容せん断応力度に対して70%程度に抑えた値を用いることとする。
 2) 異形棒鋼の許容せん断応力度は、表-2.4により求めた。

表-2.4 降伏点及び安全率

鋼種	SD295A SD295B	SD345
降伏点 (N/mm ²)	295	345
許容引張応力度 (N/mm ²) (安全率)	180 (1.74)	200 (1.73)
許容せん断応力度 (N/mm ²) (安全率)	105 (1.62)	115 (1.74)

注) 許容せん断応力度は、[道示] 3.2.3 の設定方法に基づき、定めた。

JIS G 3112 の降伏点について、 $\sigma_y = \sigma_{y0} / \sqrt{3}$ を適用し、さらに安全率約 1.7 を考慮したものである。なお、JIS G 3112 と同等の材料強度を有する太径異形棒鋼も、表-2.4 に準じてよい。

2.2.3 ボルトの許容応力度

ボルトとしては JIS B 1180 に規定される六角ボルトを使用する。その許容応力度は [道示] 3.2 に定められた値を用いるものとした。表-2.5 に許容応力度を示す。なお、M39 を超える場合は、JIS B 1051 の強度区分相当品とする。

表-2.5 ボルトの許容応力度 (N/mm²)

応力の種類	JIS B 1051 による強度区分	4.8 (4.6)	8.8	10.9	12.9 ¹⁾
	引張応力度		140	360	470
せん断応力度		90	200	270	270
支圧応力度		210	540	700	700
引張強さ ²⁾		-	830	1040	-

注) 1) 六角穴付きボルトなどで使用するが、ボルト径により流通ボルトの強度区分が 10.9, 12.9 に別れる。設計計算では 10.9 と同等とする。

2) ジョイントプロテクターのボルトは設計力に対して確実に破断させる必要があるため、[道示] 表-解 3.2.10 の引張強さとした。

なお、特に防せい防食が必要な場所に使用する JIS B 1054 ステンレスねじ部品は、材料の引張強度がボルトの引張強度と同等であれば、表-2.5 の許容応力度を用いてもよい。

2.2.4 すみ肉溶接、部分溶込みグループ溶接の許容応力度

鋼種		SM490A			
板厚区分	N/mm ²	40mm	40mm < t 100mm	100mm < t 160mm	160mm < t 200mm
		せん断	105	100	95

注 1) 工場溶接、現場溶接も同値とする。

2) 板厚 100mm を超えたものは、降伏点より設定した。

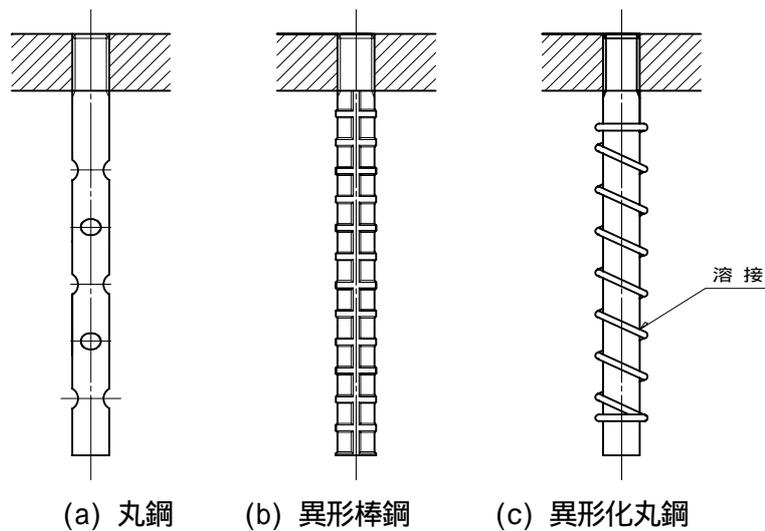
2.2.5 無収縮モルタルと鋼材の付着応力度

支承部のアンカーボルトに上向きの力が作用する場合は、コンクリートまたは無収縮モルタルと鋼材の付着力で照査する。無収縮モルタルの圧縮強度は下部構造に用いるコンクリートを上回る強度のものを用いるのが一般的である。したがって、無収縮モルタルと鋼材の付着応力度は、支承が取付く下部構造のコンクリートの設計基準強度に対して、表-2.6の値を用いてよい。また、アンカーボルトの埋込み長さは上向きの力に対して必要な長さを確保するものとする。

また、JIS G 3112に規定する以外の太径異形棒鋼(D51を超える場合)や丸鋼の付着応力度を高める方法として、アンカーボルトに細径の丸鋼をらせん状に巻き付けて溶接した異形化丸鋼については、表-2.6に示す異形棒鋼と同等とみなしてよい(参考資料)。

表-2.6 無収縮モルタルと鋼材の付着応力度 (N/mm²)

鉄筋の種類	コンクリートの設計基準強度						
	21	24	27	30	40	50	60
1) 丸 鋼	0.70	0.80	0.85	0.90	1.00	1.00	1.00
2) 異 形 棒 鋼	1.40	1.60	1.70	1.80	2.00	2.00	2.00



(a) 丸鋼 (b) 異形棒鋼 (c) 異形化丸鋼
図-2.1 アンカーボルトの種類

2.3 許容応力度の割増し

従荷重及び従荷重に相当する特殊荷重を考慮した場合のコンクリート部材及び鉄鋼部材の許容応力度については、[道示]3.1、[道示]3.1、[道示]4.1及び[道示]15.3に従い、表-2.7に示す係数によって割増しする。

表-2.7 許容応力度の割増し係数

荷重の組合せ	割増し係数	
	コンクリート部材	鉄鋼部材
主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)	1.00	1.00
主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP) + 温度変化の影響(T)	1.15	1.15
主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP) + 風荷重(W)	1.25	1.25
主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP) + 温度変化の影響(T) + 風荷重(W)	1.35	1.35
活荷重及び衝撃以外の主荷重 + 地震の影響(EQ)	1.50 ^{注2)}	1.50 1.70 ^{注1)}
風荷重(W)	1.20	1.20
施工時荷重(ER)	1.25	1.25

注1) レベル2地震動による支承部材の耐力を算出する際に用いる鋼部材の許容応力度の割増し係数([道示]15.3)。

注2) レベル2地震動によるメナーゼヒンジの鉄筋の耐力はコンクリート構造を適用する。