

第 2 章 材料

2.1 鋼

2.1.1 鋼材

使用する鋼材は表 2.1 に示す規格に適合するものを標準とする。しかし、これ以外の鋼材であっても適切な鋼材であれば使用することができる。

表 2.1 鋼材の規格と名称

規 格 お よ び 名 称	記 号	備 考
JIS G3101	一般鋼構造用圧延鋼材 SS400, SS490, SS540	構 造 用 鋼 材
JIS G3106	溶接構造用圧延鋼材 SM400, SM490, SM490Y SM520, SM570	
JIS G3114	溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材 SMA400, SMA490, SMA570	
JIS G3444	一般構造用炭素鋼鋼管 STK400, STK490	鋼 管
JIS G3466	一般構造用角形鋼管 STKR400, STKR490	
JIS G5201	溶接構造用遠心力鋳鋼管 SCW490-CF	
JIS G3452	配管用炭素鋼鋼管 SGP	
JIS G3550	一般構造用軽量形鋼 SSC400	形 鋼
JIS G3353	一般構造用溶接軽量 H 形鋼 SWH400, SWH400L	
JIS B1186	摩擦接合用高力六角ボルト・六 角ナット・平座金のセット F8T, F10T	接 合 用 鋼 材
JIS G3104	リベット用丸鋼 SV330, SV400	
JIS B1180	六角ボルト 4T ('99年4月限り廃止)	
JIS B1181	六角ナット 4T	
JIS B1214	熱間成形リベット	
JIS B1198	頭付きスタッド	
JIS Z3211	軟鋼用被覆アーク溶接棒	溶 接 材 料
JIS Z3212	高張力鋼用被覆アーク溶接棒	
JIS Z3311	鋼サブマージアーク溶接材料	
JIS Z3322	クロムステンレス鋼被覆アーク溶接棒	
JIS Z3214	耐候性鋼用被覆アーク溶接棒	
JIS Z3314	耐候性鋼用サブマージアーク溶接用鋼ワイヤ及びフラックス	
JIS Z3315	耐候性鋼用炭酸ガスアーク溶接用ワイヤ	
JIS G3201	炭素鋼鍛鋼品 SF490A, SF540A	鍛 造 品
JIS G5101	炭素鋼鋳鋼品 SC450	
JIS G5102	溶接構造用鋳鋼品 SCW410, SCW480	
JIS G5111	構造用高張力炭素鋼および低合金鋼 鋳鋼品（低マンガン鋼鋳鋼品） SCMn1A, SCMn2A	
JIS G4051	機械構造用炭素鋼鋼材 S30C, S35C	
JIS G5501	ねずみ鋳鉄品 FC150, FC250	
JIS G5502	球状黒鉛鋳鉄品 FCD400	

JIS G3502	ピアノ線材	SWRS	線
JIS G3506	硬鋼線材	SWRH	
JIS G3536	PC鋼線および PC鋼より線	丸線：SWPR1, 異形線：SWPD1, 2本より線SWPR2, 7本より線SWPR7	材
JIS G3112	鉄筋コンクリート用棒鋼	SR235, SD295A, SD295B, SD345	鋼 棒
JIS G3109	P C 鋼棒	A種1号：SBPR785/930 A種2号：SBPR785/1030 B種1号：SBPR930/1080 B種2号：SBPR930/1180	
JIS G4304	熱間圧延ステンレス鋼板	SUS304	ス テ ン ス 鋼
JIS G4305	冷間圧延ステンレス鋼板	SUS304	

【解 説】 道路橋示方書・同解説 (I 共通編)¹⁾, 国鉄建造物設計標準解説²⁾, 鋼構造設計規準³⁾などを参照し, そのなかで使用されている主な鋼材を中心に, JIS 規格より抜粋して列記した。

一般に使用鋼材の選定にあたっては, 構造物の種類, 大きさ, 重要度, 使用条件 (気象条件, 応力状態) などを考慮し, 適切な鋼材を選定すべきである。

(1) 構造用鋼材

構造用鋼材は, 引張強さ (kgf/mm²) に応じて, 41キロ鋼, 50キロ鋼, 53キロ鋼, 58キロ鋼などに分けられている。たとえば, SS400は引張強さの保証値 (最低値) が41kgf/mm²である一般構造用圧延鋼材を意味し, 土木構造物においては最も多く使われている鋼材である。溶接を採用する主要部材には, 鋼材の溶接性を考慮して溶接構造用圧延鋼材を用いている。溶接構造用圧延鋼材は, 板厚の増加とともに, 圧延時の内部欠陥や切欠き部の応力集中が生じやすくなり, 溶接による残留応力が生じやすくなる。それゆえ, 厚板を使用する場合には, じん性 (ねばり強さ) と溶接性に注意を払う必要がある。JIS規格では, 炭素 (C) とマンガン (Mn) の量によって溶接性を確保するよう規定^{注)}し, じん性に対してはVノッチシャルピー衝撃試験の衝撃値を基準に板厚区分をA, B, C (例えば, SM490A, SM490B, SM490C など) と規定している。A材については0°CのVノッチシャルピー値の規定がなく, B材はVノッチシャルピー値が0°Cで2.8kgf・m以上, C材は4.8kgf・m以上と規定されている。

一方, 鋼材に銅 (Cu), クロム (Cr) などを添加することにより, 溶接性を損なうことなく耐候性 (さびにくさ) を向上させたものに溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材 (例えば, SMA400, SMA490, SMA570) があり, 無塗装用 (裸使用) のW種と塗装用 (さび安定化処理使用) のP種に区分されている。耐候性鋼材は, 腐食の進展が遅いことに特徴があるが, その耐候性は, 使用地域, 使用条件, 構造形式, 構造細目などにより変化するので, その使用には十分な注意が必要である。例えば, 海岸地帯や工場地帯で塩分や腐食性ガスの影響を受ける場所では, 耐候性の効果は期待できない。JIS G3114では, 耐候性を優先させるため, 使用できる耐候性鋼材の板厚を50mmまでとしている。

これらの点を考慮し, 道路橋示方書・同解説 (II 鋼橋編)¹⁾1.6と鉄道建造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物²⁾では, 板厚による鋼種選定基準を解説表 2.1, 解説表 2.2のように規定している。

注) JIS規格の鋼材にはミルシートが添付されており, そこには化学成分分析試験と力学的性質の試験結果が記入されている。鋼材の溶接性はミルシートに記入された化学成分分析値から推定できる。溶接性に最も大きな影響を与える元素は炭素であるので, 他の元素も炭素の相当量に換算して合計した炭素当量 C_{eq} が利用されている。ここに, 炭素当量は

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} (\%)$$

と表され, 溶接用鋼材では一般に $C_{eq} \leq 0.44\%$ である。

解説表 2.1 板厚による鋼種選定基準 (道路橋) 1)

鋼種	板厚 (mm)								
	6	8	16	22	25	32	38	50	100
SS400									
SM400A									
SM400B									
SM400C									
SM490A									
SM490B									
SM490C									
SM490YA									
SM490YB									
(SM520B)									
SM520C									
SM570									
SMA400AW									
SMA400BW									
SMA400CW									
SMA490AW									
SMA490BW									
SMA490CW									
SMA570W									

解説表 2.2 板厚における鋼種選定基準 (鉄道橋) 2)

部 材	材 料		厚さ t (mm)	部 材	材 料		厚さ t (mm)
溶接主要部材	SM 400	A	$9 \leq t \leq 16$	溶接二次部材または 高力ボルト結合部材	SS 400		$t \leq 50$
	SMA 400	B	$16 < t \leq 25$		SM 400	A	
		C	$25 < t \leq 50$		SMA 400		
	SM 490	B	$9 \leq t \leq 25$		SM 490		
	SMA 490	C	$25 < t \leq 50$		SM 490 Y		
	SM 490Y	B	$9 \leq t \leq 25$		SMA 490		
	C	$25 < t \leq 50$	SM 570 Q				
	SMA 490		$9 \leq t \leq 50$	SMA 570 Q			
	SM 570Q						
	SMA 570Q						

注:1) SM400C, SM490C, SM520Cに対する厚さは形鋼にも準用する。

2) 上記のSMA材には無塗装用のWと塗装用のPがある。

(2) 鋼管

鋼管には円形鋼管（例えば,STK400, STK490）と角形鋼管（例えば,STKR400, STKR490）があり,円形鋼管が一般的である。鋼管の特徴は曲げ剛性が方向によって変わらない点とねじれ剛性が大きい点である。

表2.1に示されているJIS規格以外にも,鋼板,鋼帯などを溶接して製作される鋼管がある。大形断面のものについては溶接上の欠陥が生じる恐れがあるので,十分な配慮が必要である。

(3) 形鋼

軽量形鋼は,薄板を冷間でロール成形して得られるもので,主に建築物に使用されている。熱間圧延鋼材に比べて,部材の組み立て方,剛性,腐食などに注意を払う必要がある。

(4) 接合用鋼材

高力ボルトでは,締付長の長いフランジにはF10T（保証引張強さ $100\text{kgf}/\text{mm}^2$ ）を使用することが望ましいとされている。また,保証引張強さが $110\text{kgf}/\text{mm}^2$ を超える高力ボルト（たとえば,F11T）は,遅れ破壊（高い静荷重下において,ある時間経過した後に突然ぜい性的に破壊する現象）の発生する恐れがあるので,現在では使用をひかえている。

リベットのSV材は,熱作業の際に割れやキズが発生しないように配慮されている点を除いて,SS材と類似している。

普通ボルトは,繰返し応力を受ける部分に使用すると,振動によりゆるむことがあるので注意が必要である。

スタッドについては,主として鋼・コンクリート合成げた構造のずれ止めとして用いられ,アークスタッド溶接により鋼げたに取付けて用いられる頭付きスタッドが,JIS B1198に規定されている。なお,機械的性質は,降伏点または 0.2% 耐力が $24\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上,引張強さが $41\sim 56\text{kgf}/\text{mm}^2$ とされている。

(5) 溶接材料

溶接材料の選択は良い溶接をする上で重要であるので,作業性（割れやその他の欠陥を発生せずどの程度溶接が容易にできるかという性質）・でき上り性能（強度,延性,じん性,硬さなどが確保できる性能）などに注意して行う必要がある。構造用鋼材の箇所でも述べたように,寒冷地における溶接では,低温においてもじん性が低下しないよう配慮しなければならない。

(6) 鋳鍛造品

鋳鍛造品は,形状が複雑な箇所に使用され,材質的にも多種多様である。土木分野では,橋梁の支承や伸縮継手,水圧鉄管の分岐部などに用いられている。

(7) 線材

JIS G3502, JIS G3506はケーブルの素線に対する規格である。

(8) 鋼棒

PC鋼棒では,レラクセーション（引張力を部材の両端に加えて固定し,一定の長さには保ったとき,時間の経過とともに起こる応力の減少）とぜい性破壊に注意する必要がある。

(9) ステンレス鋼

ステンレス鋼は,表面にクロム（Cr）の酸化皮膜があるため,さびにくく,ニッケル（Ni）が添加されるとこの酸化皮膜の密着性が良くなる。現在使用されているステンレス鋼の大部分はSUS304（ 18% のクロムと 8% のニッケルを含有させている）で,特に海岸地帯や工場地帯で塩分や腐食性ガスの影響を受けやすい場所では,SUS316（SUS304にモリブデンが加えられたもの）が使用される。

ステンレス鋼は,そのすぐれた耐食性・耐熱特性から化学装置などに多く使用されており,土木分野では,橋梁の支承,伸縮継手部,ボルトなど腐食の生じやすい部分に使用されている。

なお,参照したJIS規格は1997年1月1日現在のものである。表2.1に示されていない鋼材については,類似の構造物に関する設計基準に定めがある場合には,それらを利用することになる。以下に,参考として,代表的な鋼構造物とその使用材料を例示する。

解説表 2.3 送電用鉄塔の使用材料（送電用支持物設計標準⁴⁾,1979年11月）

規格	および名称	記号
JIS G3101	一般構造用圧延鋼材	SS400, SS490, SS540
JIS G3106	溶接構造用圧延鋼材	SM400, SM490, SM490Y, SM520, SM570
JIS G3114	溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材	SMA400, SMA490, SMA570
JIS G3201	炭素鋼鍛鋼品	SF440, SF490, SF540, SF590,
JIS G3444	一般構造用炭素鋼鋼管	STK400, STK490, STK500, STK540
JIS G3445	機械構造用炭素鋼鋼管	STKM13, STKM14, STKM15, STKM16, STKM17
JIS G5101	炭素鋼鋳鋼品	SC450, SC480
JIS G5102	溶接構造用鋳鋼品	SCW410, SCW480, SCW550

解説表 2.4 水圧鉄管の使用材料（水門鉄管技術基準⁵⁾,1981年11月）

規格	および名称	記号
JIS G3101	一般構造用圧延鋼材	SS400
JIS G3106	溶接構造用圧延鋼材	SM400, SM490, SM490Y, SM520, SM570
JIS G3114	溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材	SMA400, SMA490, SMA570
JIS G3115	圧力容器用鋼板	SPV235, SPV315, SPV355, SPV450
JIS G3104	リベット用丸鋼	SV330, SV400A
JIS G5101	炭素鋼鋳鋼品	SC410, SC450, SC480
JIS G5102	溶接構造用鋳鋼品	SCW410, SCW480
JIS G3201	炭素鋼鋳鋼品	SF390, SF440, SF490, SF540, SF590
JIS G5501	ねずみ鋳鉄品	FC200, FC250, FC300

解説表 2.5 石油パイプラインの使用材料 (石油パイプライン技術基準 (案)⁶⁾, 1974年3月)

規格および名称	記号	備考
JIS G3454	圧力配管用炭素鋼鋼管	STPG370, STPG410
JIS G3455	高压配管用炭素鋼鋼管	STS370, STS410 STS480
JIS G3456	高温配管用炭素鋼鋼管	STPT
JIS G3457	配管用アーク溶接炭素鋼鋼管	STPY400
API 5L	Line Pipe	5L
API 5LS	Spiral Line Pipe	5LS
API 5LX	High Test Line Pipe	5LX
JIS B2304	一般配管用鋼製突合せ溶接式管継手	
JIS B2305	特殊配管用鋼製突合せ溶接式管継手	
JIS B2073	鋳鋼10kgf/cm ² フランジ形外ネジ仕切弁	
JIS B2083	鋳鋼20kgf/cm ² フランジ形外ネジ仕切弁	
API 6D	Specification For Pipeline Valve	
JIS G5101	炭素鋼鋳鋼品	SC450, SC480

解説表 2.6 海底パイプラインの使用材料 (港湾の施設の技術上の基準・同解説⁷⁾, 1989年2月)

規格および名称	記号	備考
JIS G3454	圧力配管用炭素鋼鋼管	STPG370, STPG410
JIS G3455	高压配管用炭素鋼鋼管	STS370, STS410, STS480
JIS G3456	高温配管用炭素鋼鋼管	STPT370, STPT410, STPT480
JIS G3457	配管用アーク溶接炭素鋼鋼管	STPY400
JIS B2305	特殊配管用鋼製突合せ溶接式管継手	溶接式 管継手
JIS B2307	配管用鋼板製突合せ溶接式管継手	管継手
JIS B2220	鋼製溶接式フランジ	フランジ式管継手
JIS B2071	鋳鋼フランジ形弁	弁

解説表 2.7 水門扉の使用材料 (水門鉄管技術基準⁵⁾, 1981年11月)

規格および名称	記号	備考
JIS G3101	一般構造用圧延鋼材	SS400, SS490
JIS G3104	リベット用丸鋼	SS330, SV400
JIS G3103	ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板	SB410, SB450, SB480
JIS G3106	溶接構造用圧延鋼材	SM400A(BまたはC), SM490A(B), SM490YA(B), SM520B(C) SM570
JIS G3112	鉄筋コンクリート用棒鋼	SR235, SD295, SD345
JIS G3114	溶接構造用耐熱性熱間圧延鋼材	SMA400A(BまたはC), SMA490A (BまたはC), SMA570
JIS G3123	みがき棒鋼	SGD290-D, SGD400-D

JIS G3201	炭素鋼鍛鋼品	SF390A, SF440A, SF490A, SF540A, SF590A	歯車大径軸・トラニオンハブ ・フランジ
JIS G3444	一般構造用炭素鋼鋼管	STK290, STK400	扉体・保護管・手摺・荷重 伝達用シャフト
JIS G3452	配管用炭素鋼鋼管	SGP	低圧の油圧管・空気管・手摺
JIS G3454	圧力配管用炭素鋼鋼管	STPG370, STPG410	高圧の油圧管・給水管・油圧 シリンダ
JIS G3455	高圧配管用炭素鋼鋼管	STS370, STS410	
JIS G3459	配管用ステンレス鋼鋼管	SUS304TP, SUS316TP	扉体・保護管・荷重伝達用シャフト
JIS G3525	ワイヤロープ	6号6×37, 11号6×W(19), 13号6×Fi(29), 21号6×WS(36)	開閉用索
JIS G3109	P C 鋼棒	SBPR 785/930, SBPR 785/1030 SBPR 930/1080, SBPR 930/1180 SBPR 1080/1230, SBPR 1080/1320	プレストレスコンクリート 用アンカ材
JIS G3536	P C 鋼線及びP C 鋼より線	SWPR1, SWPR2	
JIS G4051	機械構造用炭素鋼鋼材	S25C, S30C, S35C, S40C, S45C	ローラ・歯車・歯車軸・伝達軸 ・アンカ・ボルト
JIS G4102	ニッケルクロム鋼鋼材	SNC236, SNC631, SNC836	歯車・軸・ボルト
JIS G4103	ニッケルクロムモリブデン鋼鋼材	SNCM439, SNCM630	高力ボルト
JIS G4104	クロム鋼鋼材	SCr440	
JIS G4105	クロムモリブデン鋼鋼材	SCM430, SCM432, SCM435, SCM440, SCM445	歯車・軸・ボルト
JIS G4303	ステンレス鋼棒	SUS304, SUS403, SUS410, SUS420J ₁ (J ₂)	ローラ軸・シーブ軸・ピストン システム
JIS G4304	熱間圧延ステンレス鋼板	SUS304, SUS316, SUS403, SUS410	扉体・戸当りの水密板・摺動 板等・ローラレール踏面
JIS G4305	冷間圧延ステンレス鋼板	SUS304, SUS316	
JIS G4306	熱間圧延ステンレス鋼帯	SUS304, SUS316	
JIS G4307	冷間圧延ステンレス鋼板	SUS304, SUS316, SUS329J ₁ , SUS410, SUS420J ₂	
JIS G3601	ステンレスクラッド鋼	SS(SMまたはSMA)+SUS	扉体・戸当り・水密板
JIS G5101	炭素鋼鋳鋼品	SC360, SC410, SC450, SC480	扉体、ケーシング・扉体 支承部・歯車・ローラ・開閉 装置用部品・油圧シリンダ ・シーブ・ドラム等
JIS G5102	溶接構造用鋳鋼品	SCW410, SCW480, SCW550 SCW620	
JIS G5111	構造用高張力炭素鋼及び低 合金鋼鋳鋼品	SCMn1B, SCMn2B, SCMn3B, SCMn5B SCMnCr2B, SCMnCr3B, SCMnCr4B, SCC3B, SCC5B, SCNCrM2B	主ローラ・大形歯車
JIS G5121	ステンレス鋼鋳鋼品	SCS2, SCS12, SCS22	主ローラ・扉体支承部
JIS G5501	ねずみ鋳鉄品	FC200, FC250	開閉装置用部品・シーブ
JIS G5502	球状黒鉛鋳鉄品	FCD450, FCD500	ピストン・シーブ
JIS H3100	鋼及び銅合金の板及び条	C2600P, C2680P, C2720P, C2801P	摺動板
JIS H5102	高力黄銅鋳物	HBsC4	ブッシュ
JIS H5111	青銅鋳物	BC2, BC3, BC6,	摺動板・水密板・ブッシュ
JIS H5113	りん青銅鋳物	PBC2, PBC2B, PBC3B	ブッシュ・ウォールホイール
JIS H5114	アルミニウム青銅鋳物	AlBC2, AlBC3	耐食性ブッシュ
JIS H5115	鉛青銅鋳物	LBC2, LBC3	摺動板・ブッシュ
JIS E1101	普通レール	30A, 37A, 40N, 50PS, 50N, 60	レール
JIS E5402	鉄道車両用炭素鋼一体圧延 車輪	SSW-R1 (2または3), SSW-Q1S (2Sまたは3S), SSW-Q1R (2Rまたは3R)	主ローラ

解説表 2.8 LNG地上式貯槽の使用材料 (LNG地上式貯槽⁸⁾, 1981年12月

(1) 内槽及びその付属設備に使用する材料

内槽に使用される材料は特殊な材料が多く、その用途も多岐にわたるので、ここでは記号の詳細を省略している。

規 格 お よ び 名 称	記 号	備 考	
JIS G3127	低温圧力容器用ニッケル鋼鋼板	SL	板
JIS G4304	熱間圧延ステンレス鋼板	SUS	
JIS G4305	冷間圧延ステンレス鋼板	SUS	
JIS G4902	耐食耐熱超合金板	NCF	
JIS G3459	配管用ステンレス鋼鋼管	SUS	管
JIS G3460	低温配管用鋼管	STPL	
JIS G3463	ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS	
JIS G3464	低温熱交換器用鋼管	STBL	
JIS G3468	配管用アーク溶接大径ステンレス鋼鋼管	SUS	
JIS G4903	配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管	NCF	
JIS G4904	熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管	NCF	
JIS G4303	ステンレス鋼棒	SUS	棒及び帯材
JIS G4306	熱間圧延ステンレス鋼帯	SUS	
JIS G4307	冷間圧延ステンレス鋼帯	SUS	
JIS G4901	耐食耐熱超合金棒	NCF	
JIS G3214	高温圧力容器部品用ステンレス鋼鍛鋼品	SUSF	鍛造品
JIS G5121	ステンレス鋼鑄鋼品	SCS	
JIS H4000	アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条	A	板及び条
JIS H3100	銅及び銅合金の板及び条	C	
JIS H4551	ニッケル銅合金板	NCuP	
JIS H4600	チタン板及び条	TP	
JIS H4080	アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管	A	管
JIS H4090	アルミニウム及びアルミニウム合金溶接管	A	
JIS H3320	黄銅溶接管	C	
JIS H3300	銅及び銅合金継目無管	C	
JIS H4552	ニッケル銅合金継目無管	NCuT	
JIS H4630	配管用チタン管	TTP	
JIS H4631	熱交換器用チタン管	TTH	
JIS H4040	アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線	A	棒、線及び 形材
JIS H4100	アルミニウム及びアルミニウム合金押出形材	A	
JIS H3250	銅及び銅合金棒	C	
JIS H4650	チタン棒	TB	
JIS H4140	アルミニウム及びアルミニウム合金鍛造品	A	鍛造品
JIS H5111	青銅鑄物	BC	
JIS H5202	アルミニウム合金鑄物	AC	

(2) 外槽及びその付属設備に使用する材料

規格および名称		記号	備考
JIS G3101	一般用構造用圧延鋼材	SS400	板、形及び棒
JIS G3452	配管用炭素鋼鋼管	SGP	
JIS G3454	圧力配管用炭素鋼鋼管	STPG370, STPG410	管
JIS G3444	一般構造用炭素鋼鋼管	STK400, STK490	
JIS G3466	一般構造用角形鋼管	STKR400, STKR490	
JIS G4051	機械構造用炭素鋼鋼材	S25C	鋳鍛造品
JIS G5501	ねずみ鋳鉄品	FC200	
JIS G5702	黒心可鍛鋳鉄品	FCMB340	

解説表 2.9 鋼管矢板基礎の使用材料 (鋼管矢板基礎設計指針⁹, 1984年2月)

規格および名称		記号	備考
JIS A5530	鋼管矢板	SKY400, SKY490	鋼管矢板
JIS A5525	鋼管ぐい	SKK400, SKK490	鋼管杭
JIS G3101	一般構造用圧延鋼材	SS400	構造用鋼材
JIS G3106	溶接構造用圧延鋼材	SM400, SM490, SM490Y	
JIS B1186	摩擦接合用高力六角ボルト・六角ナット・平座金のセット	F8T, F10T	溶接用鋼材
JIS G3112	鉄筋コンクリート用棒鋼	SR235, SD295, SD345	鋼棒
JIS B1198	頭付きスタッド		スタッド

解説表 2.10 開削トンネルの使用材料 (開削トンネル指針¹⁰, 1977年1月)

規格および名称		記号	備考
JIS G3444	一般構造用炭素鋼鋼管	STK490	鋼管および支承板
JIS G3106	溶接構造用圧延鋼材	SM490	
JIS G5201	溶接構造用遠心鋳鋼管	SCW490-CF	
JIS G5101	炭素鋼鋳鋼品	SC480	
JIS G3101	一般構造用圧延鋼材	SS400, SS490	鋼構造材
JIS G3106	溶接構造用圧延鋼材	SM400, SM490	

解説表2.11 海洋構造物の使用材料（海洋鋼構造物設計指針(案)解説¹¹⁾,1973年8月)

規格および名称	記号	
JIS G3101	一般構造用圧延鋼材	SS400, SS490
JIS G3106	溶接構造用圧延鋼材	SM400, A, B, C, SM490, A, B, C, SM490Y, A, B,
JIS G3114	溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材	SMA400, A, B, C, SMA490, A, B, C, SMA570
JIS G3444	一般構造用炭素鋼鋼管	STK400, STK490
JIS G3104	リベット用圧延鋼材	SV330, SV400
JIS G3105	チェーン用丸鋼	SBC
JIS G3112	鉄筋コンクリート用棒鋼	SR, SD, SDC
JIS G3350	一般構造用軽量形鋼	SSC
JIS G3201	炭素鋼鍛鋼品	SF490, SF540
JIS G5101	炭素鋼鍛鋼品	SC450
JIS G5102	溶接構造用鋳鋼品	SCW410, SCW480
JIS G3502	ピアノ線材	SWRS
JIS G3506	硬鋼線材	SWRH
JIS G5501	ねずみ鋳鉄品	FC
JIS B1186	摩擦接合用高力六角ボルト・六角ナット・平座金のセット	F8T, F10T
JIS A5525	鋼管ぐい	
JIS A5526	H形鋼ぐい	
JIS A5528	鋼矢板	SY
JIS Z3211	軟鋼用被覆アーク溶接棒	
JIS Z3212	高張力鋼用被覆アーク溶接棒	
JIS Z3311	サブマージアーク溶接用ワイヤ	
JIS Z3303	電気溶接アンカーチェーン	

解説表2.12 アルミニウム合金構造物の使用材料
(アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針案¹²⁾,1977年11月)

規格および名称	
JIS H4000	アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条
JIS H4040	アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線
JIS H4080	アルミニウム及びアルミニウム合金の継目無管
JIS H4100	アルミニウム及びアルミニウム合金の押出形材
JIS H4120	アルミニウム及びアルミニウム合金のリベット材

注) 主要部材に使用するアルミニウム合金は、5083, 6061, 7N01の3種類とする。

2.1.2 ケーブル材料

ケーブル材料は、表2.2に示す日本鋼構造協会制定の「構造用ケーブル材料規格」に適合するものを標準とし、JIS G3506, 3502に適合する線材を伸線して亜鉛メッキを施した素線を使用することを原則とする。

表2.2 構造用ケーブル材料の名称と規格

名 称	記 号	規 格
構造用ストランドロープ	St.R.	JSS II 03-1994
構造用スパイラルロープ	Sp.R.	JSS II 04-1994
構造用ロックドコイルロープ	L.C.R.	JSS II 05-1994
平行線ストランド	P.W.S	JSS II 06-1994
被覆平行線ストランド	P.W.C	JSS II 11-1994

2.1.3 鋼の材料定数

設計計算に用いる鋼材の材料定数、および、ケーブル材料のヤング係数の値は、表2.3、および、表2.4にそれぞれ示す値を標準とする。

表2.3 鋼材の材料定数

材料の種類	ヤング係数	せん断弾性係数	ポアソン比
鋼・铸鋼・鍛鋼	$2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$	$8.1 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$	0.30
铸铁	$1.0 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$	$4.0 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$	0.25

表2.4 ケーブル材料のヤング係数

材 料 の 種 類	ヤング係数
ストランドロープ	$1.4 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$
スパイラルロープ、ロックドコイルロープ	$1.6 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$
平行線ストランド、被覆平行線ストランド	$2.0 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

【解説】 鋼材の材料定数であるヤング係数、せん断弾性係数、ポアソン比は一定値ではなくばらつきを示すが、試験によって確認しない場合には表2.3に示す値を標準値として用いるものとした。また、温度変化の影響を考慮する場合の鋼の線膨張係数は $12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ を標準とする。

参考のために、ステンレス鋼とアルミニウム合金の材料定数を記載する。ステンレス鋼については、ヤング係数 $1.97 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ 、線膨張係数 $17.3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ が標準値であり、熱伝導率は普通の鋼材の約1/3である。アルミニウム合金では、ヤング係数 $7.3 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 、せん断弾性係数 $2.8 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比1/3、線膨張係数 $21.6 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ が標準である。

2.2 コンクリート

2.2.1 コンクリート材料

コンクリート材料は次に示す材料を用いるのを標準とする。

- 1) セメントはJIS R5210, JIS R5211, JIS R5212, JIS R5213に適合するものとする。
- 2) 水は油, 酸, 塩類, 有機不純物, 懸濁物等, コンクリートおよび鋼材の品質に悪影響を及ぼす物質の有害量を含んでいないものとする。
- 3) 骨材は「コンクリート標準示方書 (土木学会)」に適合する骨材とする。
- 4) 混和材は「コンクリート標準示方書 (土木学会)」に適合する混和材とする。

【解 説】 道路橋示方書 (I共通編)¹⁾に規定されているコンクリート材料を, 適用範囲を広げるため, コンクリート標準示方書 (土木学会)¹³⁾を参考に一般化させた。

2.2.2 コンクリートの材料定数

コンクリートの材料定数は, 実験あるいは既往のデータに基づいて定めることを原則とする。

【解 説】 コンクリートのヤング係数の値は, 設計計算に及ぼす影響が小さいことを理由に, 弾性変形または不静定力の計算には, 一般に解説表 2.13 の値を用いることができると規定している。

また, 繰返し荷重を受ける場合あるいは作用する応力が小さい場合には, ヤング係数の値は初期接線弾性係数に近い値を示すことを考慮して, 解説表 2.13 の値を10%程度割増すのが良いとしている。

さらに, コンクリート標準示方書 [設計編]¹³⁾の3.2.6では、『コンクリートのポアソン比は, 弾性範囲内では, 一般に0.2としてよい。ただし, 引張りを受けひび割れを許容する場合には0とする』と規定されて

解説表 2.13 普通コンクリートのヤング係数(コンクリート標準示方書¹³⁾)

材令28日での圧縮 試験強度の保証値 σ_{cc} (kgf/cm ²)	180	240	300	400	500	600
ヤング係数 E_c (kgf/cm ²)	2.2×10^5	2.5×10^5	2.8×10^5	3.1×10^5	3.3×10^5	3.5×10^5

いる。また, コンクリート標準示方書 [設計編]¹³⁾の3.2.7では、『コンクリートの線膨張係数は, 一般に $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ としてよい』と定めている。

一方, 道路橋示方書 (I共通編)¹⁾3.3においては, 鉄筋コンクリート構造物の不静定力あるいは弾性変形の算出およびプレストレストコンクリート部材の設計計算に用いるヤング係数を, 解説表 2.14 のように定めている。

解説表 2.14 コンクリートのヤング係数(道路橋示方書¹⁾)

材令28日での圧縮 試験強度の保証値 σ_{ck} (kgf/cm ²)	210	240	270	300	400	500	600
ヤング係数 E_c (kgf/cm ²)	2.35×10^5	2.5×10^5	2.65×10^5	2.8×10^5	3.1×10^5	3.3×10^5	3.5×10^5

ただし、鉄筋コンクリート部材の応力度の計算に用いるヤング係数比すなわち鋼のヤング係数とコンクリートのヤング係数との比は15と定めている。さらに、コンクリートのポアソン比については、一般に1/6であるとしている。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説（I共通編，II鋼橋編）1996年12月。
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物，1992年10月。
- 3) 日本建築学会：鋼構造設計規準，1973年5月。
- 4) 電気学会：送電用支持物設計標準，1979年11月。
- 5) 水門鉄管協会：水門鉄管技術基準，1981年11月。
- 6) 日本道路協会：石油パイプライン技術基準（案），1974年3月。
- 7) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，1989年2月。
- 8) 日本ガス協会：LNG地上式貯槽指針，1981年12月。
- 9) 日本道路協会：鋼管矢板基礎設計指針，1984年2月。
- 10) 土木学会：開削トンネル指針，1977年1月。
- 11) 土木学会：海洋鋼構造物設計指針（案）解説，1973年8月。
- 12) 軽金属協会：アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針案，1977年11月。
- 13) 土木学会：コンクリート標準示方書〔設計編，施工編〕，1986年10月。